この文書は、ものづくり基盤技術振興基本法（平成11年法律第2号）第8条の規定に基づく令和元年度のものづくり基盤技術の振興に関して講じた施策に関する報告を行うものである。

本報告は、閣議決定を経て国会に提出する年次報告であり、表題は元号表記となっているが、本文に関しては、経済活動において西暦表記が用いられることが多いこと、海外データとの比較となる部分もあること、グラフにおいては西暦表示の方がなじみやすいと考えられることから、原則として、西暦表記を用いている。

（参考:元号表記と西暦表記の対照表）

元号	西暦	元号	西暦
平成12年	2000年	平成22年	2010年
平成20年	2008年	令和元年	2019年

本紙は再生紙を使用しております。

令和元年度

ものづくり基盤技術の振興施策

第201回国会（常会）提出

凡　例

1．「ものづくり基盤技術」とは、工業製品の設計、製造又は修理に係る技術のうち汎用性を有し、製造業の発展を支えるものとしてものづくり基盤技術振興基本法施行令で定めるものをいう。
　本文中「ものづくり基盤産業」とは、ものづくり基盤技術を主として利用して行う事業が属する業種であって、製造業又は機械修理業、ソフトウェア業、デザイン業、機械設計業その他の工業製品の設計、製造もしくは修理と密接に関連する事業を行う業種に属するものとしてものづくり基盤技術振興基本法施行令で定めるものをいう。

2．「中小企業」とは、おおむね、資本の額又は出資の総額が３億円以下の会社並びに常時使用する従業員の数が 300 人以下の会社を指す。

3．この報告では、主として一般に公開されている政府、日本銀行、外国政府、国際機関の統計資料を用いたが、さらにこれを加工分析したものや民間諸機関等の調査も利用した。

4．この報告の中で引用されている統計において、「季節調整済指数」又は「季調済指数」とは、鉱工業生産指数、機械受注統計等の月次、四半期データについて、集計された原数値に対して季節の影響を除去する処理が為された後の統計データを指す。

5．この報告の中の統計データには、一部速報値を含んでいる。

6．「サービス業」については、内閣府「国民経済計算」の経済活動別分類による「サービス」（教育、研究、医療・保健衛生、公共サービス、対事業所サービス、対個人サービスなど）を狭義のサービス業とし、「卸・小売、金融・保険、不動産、運輸・通信」などの各業を併せたものを広義のサービス業とする。

7．この報告書では、ASEAN（東南アジア諸国連合）とは、タイ、フィリピン、インドネシア、マレーシア、シンガポール、ブルネイ、ベトナム、ラオス、ミャンマー、カンボジアの 10 か国を指す。

8．この報告書に掲載した我が国の地図は、必ずしも、我が国の領土を包括的に示すものではない。

目　次

第１部　ものづくり基盤技術の現状と課題

総　論　不確実性の時代における製造業の企業変革力 …… 1

第１章　我が国ものづくり産業が直面する課題と展望 …… 5

第１節　我が国製造業の足下の状況 …… 5
１．新型コロナウイルス感染症の発生と我が国製造業の業績動向 …… 5
（１）新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大の影響 …… 5
（２）我が国経済の全体的な動向 …… 7
（３）国内製造業の業況 …… 9
２．我が国の経常収支 …… 15
（１）製造業の貿易収支動向 …… 16
（２）製造業の所得収支動向 …… 17
３．我が国製造業の設備投資動向と設備老朽化の状況 …… 17
（１）製造業における設備投資動向 …… 17
（２）製造業における設備老朽化の状況 …… 21

第２節　不確実性の高まる世界の現状と競争力強化 …… 23
１．世界における不確実性の高まり …… 23
（１）新型コロナウイルス感染症がもたらしたサプライチェーンの寸断リスク …… 23
（２）世界の政策不確実性と地政学リスクの高まり …… 28
（３）自然災害を巡る不確実性と製造業 …… 34
（４）非連続な変化を引き起こす可能性のあるデジタル技術革新 …… 36
（５）自動車産業に見られる大きな変革（CASE） …… 38
２．企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）の強化 …… 42
（１）不確実な世界における企業の経営戦略 …… 42
（２）企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）とは …… 42
（３）価値創造の原理 …… 45
（４）我が国製造業の企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ） …… 48
（５）サプライチェーンの柔軟性と産業の多様性（グローカル） …… 57
（６）製造業のデジタル化 …… 58

第３節　製造業の企業変革力を強化するデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進 …… 65
１．日本の製造業のデジタルトランスフォーメーションにおける課題 …… 65
（１）製造業におけるデジタル技術のインパクト …… 65
（２）国内製造業企業のデータ活用の遅れ …… 66
（３）「2025 年の崖」 …… 68
２．設計力強化戦略 …… 73
（１）品質・コストの８割は設計で決まる …… 73
（２）我が国の製造業のエンジニアリングチェーンの現状と課題 …… 74
（３）部門間・企業間のデータ連携 …… 78
（４）バーチャル・エンジニアリング …… 91
（５）マテリアルズ・インフォマティクスの波 …… 102

3．製造現場における５Ｇ等の無線技術の活用 …… 104
（1）５Ｇとローカル５Ｇの動向 …… 104
（2）製造現場における５Ｇの活用の期待 …… 105
（3）製造現場におけるローカル５Ｇ等の無線技術の活用に向けた課題 …… 105
（4）５Ｇ等の無線技術に対する国内製造業の認識 …… 106
（5）SEP（標準必須特許）を巡るリスクの増大 …… 109
4．製造業のデジタルトランスフォーメーションに求められる人材 …… 114
（1）製造業のデジタル化に必要な人材とその確保状況 …… 114
（2）数学―製造業のデジタル化に必須の知識 …… 115

第２章　ものづくり人材の確保と育成 …… 127

第１節　デジタル技術の進展とものづくり人材育成の方向性 …… 127
1．ものづくり労働者の雇用・労働の現状 …… 127
（1）雇用失業情勢 …… 128
（2）就業者数及び雇用者の動向 …… 130
（3）就業者の年齢構成 …… 131
（4）賃金・労働時間の動向 …… 133
（5）産業界全体における製造業のインパクト …… 135
2．ものづくり現場を取り巻く環境変化とものづくり人材の確保 …… 138
（1）ものづくり現場が直面している経営課題 …… 138
（2）人材確保の状況とその対応策 …… 145
3．ものづくり現場におけるデジタル技術の活用と人材育成 …… 146
（1）デジタル技術の活用の状況とものづくり現場への影響 …… 146
（2）デジタル技術の活用において先導的な役割を果たす人材 …… 150
（3）デジタル技術を活用する企業の取組の現状と課題 …… 151
4．デジタル技術の進展に対応するものづくり企業の取組 …… 153
（1）労働生産性の向上と働き方改革が進んだ好事例 …… 154
（2）デジタル技術の活用を進めると同時に熟練技能の継承も進める好事例 …… 159
（3）社内でデジタル技術の活用を担う人材を育成する好事例 …… 162
5．デジタル技術を活用する企業における人材育成 …… 165
6．まとめ …… 168

第２節　ものづくり産業における人材育成の取組について …… 169
1．より効果的なものづくり訓練の実施に向けて …… 169
（1）訓練ニーズを踏まえたものづくり訓練の実施 …… 170
（2）ものづくりの現場に求められる能力を身につけることのできる職業訓練の実施 …… 172
（3）産業界や地域の訓練ニーズを踏まえた訓練基準や分野の不断の見直し …… 173
（4）地域創生人材育成事業 …… 174
2．中小企業等の労働生産性の向上 …… 174
（1）生産性向上人材育成支援センターの取組 …… 174
3．企業内の人材育成などによる職業能力開発の推進 …… 175
（1）企業内の人材育成 …… 175
（2）事業主団体等が実施する認定職業訓練 …… 178
（3）民間教育訓練機関における職業訓練サービスの質の向上に向けた取組 …… 178
（4）中小企業などの担い手育成支援事業 …… 179

4．若者のものづくり離れへの対応 …… 180
（1）ポリテクカレッジを始めとする学卒者訓練 …… 180
（2）若年者への技能継承 …… 181
（3）ものづくりの魅力発信 …… 185
（4）地域若者サポートステーション …… 193
5．社会的に通用する能力評価制度の構築 …… 195
（1）技能検定制度 …… 195
（2）職業能力評価基準 …… 197
（3）社内検定認定制度 …… 197
6．キャリア形成支援 …… 198
（1）キャリアコンサルティング …… 198
（2）ジョブ・カード制度の活用 …… 199

第3章　ものづくりの基盤を支える教育・研究開発 …… 200

第1節　不確実性の高まる社会の変化に対応することのできる人材の育成 …… 200
1．AI 時代を担う人材育成基盤の構築 …… 200
（1）AI 人材育成の方向性 …… 200
（2）初等中等教育段階における新たな社会を創造していくために必要な力の育成 …… 201
（3）高等教育段階における全学的な数理・データサイエンス・AI 教育の強化・エキスパート人材の育成、異分野融合型教育の推進 …… 203
（4）社会人の基本的な情報知識と実践的活用スキルの習得機会の提供 …… 204

第2節　ものづくり人材を育む教育・文化芸術基盤の充実 …… 205
1．各学校段階における特色ある取組 …… 205
（1）小・中・高等学校の各教科における特色ある取組 …… 205
（2）大学の人材育成の現状及び特色ある取組 …… 207
（3）高等専門学校の人材育成の現状及び特色ある取組 …… 210
（4）専門高校の人材育成の現状及び特色ある取組 …… 211
（5）専修学校の人材育成の現状及び特色ある取組 …… 215
（6）キャリア教育 …… 217
2．人生 100 年時代の到来に向けた社会人の学び直し及びスポーツの推進 …… 220
（1）社会人の学び直しのための実践的な教育プログラムの充実・学習環境の整備 …… 220
（2）ものづくりの理解を深めるための生涯学習 …… 225
（3）スポーツを通じた健康増進 …… 227
3．ものづくりにおける女性の活躍促進 …… 228
（1）女性研究者への支援 …… 228
（2）理系女子支援の取組 …… 229
4．文化芸術資源から生み出される新たな価値と継承 …… 231
（1）文化財の保存・活用 …… 231
（2）重要無形文化財の伝承者養成 …… 231
（3）選定保存技術の保護 …… 231
（4）地域における伝統工芸の体験活動 …… 232
（5）文化遺産の保護／継承 …… 232
（6）文化芸術資源を活かした社会的・経済的価値の創出 …… 232

第３節　Society 5.0 を実現するための研究開発の推進 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 233
１．ものづくりに関する基盤技術の研究開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 233
（１）新たな計測分析技術・機器の研究開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 233
（２）最先端の大型研究施設の整備・活用の推進・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 233
（３）未来社会の実現に向けた先端研究の抜本的強化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 235
（４）科学技術イノベーションを担う人材力の強化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 240
（５）科学技術イノベーションの戦略的国際展開・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 246
（６）その他のものづくり基盤技術開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 246
２．産学官連携を活用した研究開発の推進 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 248
（１）省庁横断的プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」・・・・・・・・・・・・・・・ 248
（２）官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 249
（３）産学共同研究等、技術移転のための研究開発、成果の活用促進 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 249
（４）大学等における研究成果の戦略的な創出・管理・活用のための体制整備 ・・・・・・・・・・・・・・・ 252
（５）地域科学技術イノベーション創出のための取組 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 252

第２部　令和元年度においてものづくり基盤技術の振興に関して講じた施策

第１章　ものづくり基盤技術の研究開発に関する事項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 254

第１節　ものづくり基盤技術に関する研究開発の推進等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 254
１．ものづくり基盤技術に関する研究開発の実施及びその普及 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 254
（１）研究開発税制等の推進・・・ 254
（２）ものづくり基盤技術の開発支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 254
（３）国家基幹技術の開発・利用によるものづくり基盤の強化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 257
（４）提案公募型の技術開発支援・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 258
（５）オープンイノベーション拠点 TIA の取組・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
２．技術に関する研修及び相談・助言等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
（１）（独）中小企業基盤整備機構における経営相談・専門家派遣事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
（２）中小企業・小規模事業者ワンストップ総合支援事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
３．知的財産の取得・活用に関する支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
（１）模倣品・海賊版対策について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
（２）知的資産経営の推進 ・・・ 259
（３）営業秘密及び限定提供データ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 259
（４）知財権情報の活用に関する支援・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 260
（５）権利化に対する支援 ・・・ 260
（６）知的財産の戦略的な活用に対する支援・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 261
（７）技術等情報の管理に関する取組・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
４．戦略的な標準化・認証の推進・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
（１）中堅・中小企業等における標準化の戦略的活用の推進・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
（２）戦略的な国際標準化の推進・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
（３）世界に通用する認証基盤の強化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
（４）アジア諸国等との協力関係強化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 262
（５）標準化人材の育成 ・・ 262
５．科学技術イノベーション人材の育成・確保 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 263
（１）卓越研究員事業・・ 263
（２）次世代アントレプレナー育成事業（EDGE-NEXT）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 263
（３）女性研究者・技術者への支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 263

第２節　ものづくり事業者と大学等の連携 …… 263
１．大学等の能力を活用した研究開発の促進 …… 263
（１）大学発新産業創出プログラム（START） …… 263
（２）研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP） …… 263
（３）オープンイノベーション機構の整備事業 …… 263
（４）産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA） …… 263
（５）地域イノベーション・エコシステム形成プログラム …… 263
（６）センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム …… 263
２．大学等の研究成果の利用の促進 …… 263
（１）知財活用支援事業 …… 263
（２）産学連携知的財産アドバイザーによる支援 …… 264

第２章　ものづくり労働者の確保等に関する事項 …… 264

第１節　人材確保と雇用の安定 …… 264
１．人材確保の支援 …… 264
（１）ハローワークにおけるきめ細かなマッチング支援 …… 264
（２）人材確保等支援助成金による職場定着の促進等 …… 264
（３）中途採用等支援助成金による転職・再就職者の採用機会の拡大等 …… 264
（４）製造業における外国人材受入れ支援事業 …… 264
２．景気循環に対応した雇用の維持・安定対策 …… 264
（１）労働移動支援助成金による成長分野等への人材移動の実現 …… 264
（２）雇用調整助成金による雇用の維持・安定 …… 264
３．労働力需給調整機能の強化 …… 264
（１）求人関係情報の積極的な提供等 …… 264
（２）製造業の請負事業の適正化及び雇用管理改善の推進 …… 265
４．若年者の就業支援の推進及び職業意識の啓発 …… 265
（１）地域若者サポートステーション …… 265
（２）新卒者等に対する就労支援（新卒応援ハローワーク） …… 265
（３）フリーター等に対する就労支援（わかものハローワーク） …… 265
５．年齢にかかわりなく働ける社会の実現 …… 265
（１）高齢者雇用の促進 …… 265
（２）高年齢者等の再就職支援の促進 …… 265
（３）地域における多様な働き手への支援 …… 265

第２節　職業能力の開発及び向上 …… 266
１．人生 100 年時代を見据えた労働者の職業能力の開発及び向上 …… 266
２．ハロートレーニング（公的職業訓練）の推進 …… 266
（１）公共職業訓練の推進 …… 266
（２）求職者支援制度の推進 …… 266
（３）生産性向上人材育成支援センターの取組 …… 266
（４）職業訓練の質の向上 …… 266
（５）地域創生人材育成事業 …… 266
３．事業主が行う職業能力開発の推進 …… 267
（１）事業主に対する助成金の支給 …… 267
（２）認定職業訓練に対する支援 …… 267
（３）セルフ・キャリアドックの普及促進 …… 267

4．労働者の自発的な職業能力開発のための環境整備 267
（1）教育訓練給付制度 267
（2）ジョブ・カード制度の推進 267

第3節　ものづくりに関する能力の適正な評価、労働条件の確保・改善 268
1．職業能力評価制度の整備 268
（1）技能検定制度の運用 268
（2）社内検定認定制度の推進 268
2．「ものづくり立国」の推進 268
（1）各種技能競技大会等の実施 268
（2）若年技能者人材育成支援等事業 268
3．労働条件の確保・改善 268
（1）労働条件の確保対策 268
（2）製造業の労働災害防止対策 268
（3）製造業安全対策官民協議会 269
（4）あんぜんプロジェクト等の推進 269

第3章　ものづくり基盤産業の育成に関する事項 269

第1節　産業集積の推進等 269
1．新たな集積の促進又は既存集積の機能強化及び新規産業等に係る支援機能の充実 269
（1）伝統的工芸品産業の振興対策事業 269
（2）地域中核企業ローカルイノベーション促進事業 269
（3）インフラシステム輸出 270
（4）レアアース・レアメタル対策 270
（5）地域経済牽引事業支援事業 270
（6）地域未来オープンイノベーション・プラットフォーム構築事業 270
（7）医療機器産業の振興 270
2．環境性能の高い製品の普及促進等 270
（1）次世代自動車普及目標・長期ゴール 270
（2）環境性能に優れた自動車に対する自動車関係諸税 270
（3）次世代自動車普及に向けた取組 271
（4）高性能建材等の実証・普及に向けた支援 271
（5）Ｊ－クレジット制度 271
3．産業界の取組に関する支援 271
（1）サポカー補助金 271
（2）多様なモビリティ導入支援事業 271

第2節　中小企業の育成 271
1．取引条件の改善 271
（1）下請等中小企業の取引条件の改善 271
（2）下請代金支払遅延等防止法（下請法） 272
（3）下請中小企業振興法（下請振興法） 272
（4）下請取引適正化のための普及・啓発 272

２．中小企業の経営の革新及び創業促進 ･･････････････････････････････････ 272
（１）経営革新の促進 ･･･ 272
（２）創業・ベンチャーの促進 ･･ 272
（３）新事業促進支援事業 ･･･ 273
（４）中小企業の海外展開支援 ･･ 273
３．中小企業のものづくり基盤技術強化 ･･････････････････････････････････ 274
（１）戦略的基盤技術高度化支援事業 ･･････････････････････････････････ 274
（２）中小企業・小規模事業者人材対策事業 ･････････････････････････････ 274
（３）中小企業大学校における人材育成支援 ･････････････････････････････ 274
（４）中小企業等経営強化法 ･･･ 274
（５）中小企業投資促進税制 ･･･ 274

第３節　戦略分野（自動走行、ロボット等）での産業育成 ･･････････････････････ 275
１．戦略分野における基盤整備 ･･ 275
（１）ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業 ････････････････････ 275
（２）高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業 275
（３）次世代人工知能・ロボット中核技術開発 ････････････････････････････ 275
（４）健康・医療情報を活用した行動変容促進事業 ････････････････････････ 275
（５）ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト ･････････････････････ 275
（６）ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト ･･････ 275
（７）高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業費 ･･････ 275
（８）次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築事業 ･･････ 275
（９）産業系サイバーセキュリティ推進事業 ･････････････････････････････ 275
（10）研究開発税制 ･･･ 276
２．サイバーセキュリティの強化 ･･ 276
（１）産業系サイバーセキュリティ推進事業 ･････････････････････････････ 276
（２）サイバーセキュリティ経済基盤構築事業 ････････････････････････････ 276
（３）ＩＴ人材育成の戦略的推進 ･････････････････････････････････････ 276

第４章　ものづくり基盤技術に係る学習の振興に関する事項 ･････････････････････ 276

第１節　学校教育におけるものづくり教育の充実 ･･････････････････････････ 276
１．初等中等教育において講じた施策 ････････････････････････････････････ 276
（１）スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール ････････････････････････ 276
（２）地域との協働による高等学校教育改革推進事業 ･･････････････････････ 276
（３）全国産業教育フェアの開催 ･･････････････････････････････････････ 276
（４）教員研修の実施 ･･･ 276
（５）産業教育施設・設備の整備 ･･････････････････････････････････････ 276
（６）スーパーサイエンスハイスクール ･･････････････････････････････････ 276
（７）理数教育充実のための総合的な支援 ･･･････････････････････････････ 277
（８）知的財産に関する創造力・実践力・活用力開発事業 ･･････････････････ 277
２．専修学校教育において講じた施策 ････････････････････････････････････ 277
（１）専修学校による地域産業中核的人材養成事業 ････････････････････････ 277
（２）「職業実践専門課程」の認定 ･･････････････････････････････････････ 277
（３）「キャリア形成促進プログラム」の認定 ･････････････････････････････ 277
３．高等専門学校において講じた施策 ････････････････････････････････････ 277

4．大学教育において講じた施策 277
（1）Society5.0 に対応した高度技術人材育成事業 277
（2）職業実践力育成プログラム（BP） 277
（3）博士課程教育リーディングプログラム 277
（4）卓越大学院プログラム 278

第２節 ものづくりに係る生涯学習の振興 278
1．一般市民や若年層に対する普及啓発 278
（1）日本科学未来館での取組 278
（2）「子どもゆめ基金」事業による科学体験活動等への支援 278
（3）（独）国立科学博物館での取組 278
（4）文化財の保存技術の保護 278
2．技術者に対する生涯学習の支援 278
（1）研究人材キャリア情報活用支援事業 278

第５章 その他ものづくり基盤技術の振興に関し必要な事項 279

第１節 国際協力 279
1．技能評価システム移転促進事業 279
2．JICA 事業への協力等政府間の技術協力 279
3．外国人技能実習制度 279

第２節 その他 279
1．第８回ものづくり日本大賞の実施 279
2．ものづくり白書の作成 279

第６章 災害からの復旧・復興、強靭化 280

第１節 東日本大震災に係るものづくり基盤技術振興対策 280
1．資金繰り対策 280
（1）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援 280
2．工場等の復旧への支援 280
（1）仮設工場、仮設店舗等整備事業等 280
（2）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金 280
（3）復旧・復興のための支援専門家派遣 280
3．職業能力の開発及び向上 280
（1）人材開発支援助成金の特例措置の実施 280
4．原子力災害からの復興支援 281
（1）福島県における医療関連拠点整備 281

第２節 熊本地震に係るものづくり基盤技術振興対策 281
1．資金繰り対策 281
（1）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援 281
2．工場等の復旧への支援 281
（1）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金 281

第３節　平成 30 年７月豪雨に係るものづくり基盤技術振興対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 281
１．資金繰り対策 ・・ 281
（１）災害からの再建・再生に向けた資金繰り支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 281
２．工場等の復旧への支援 ・・・ 281
（１）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 281
（２）中小企業寄り添い型支援事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 281
（３）小規模事業者持続化補助金による販路開拓支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282

第４節　北海道胆振東部地震に係るものづくり基盤技術振興対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282
１．資金繰り対策 ・・ 282
（１）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282

第５節　令和元年台風第 19 号に係るものづくり基盤技術振興対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282
１．資金繰り対策 ・・ 282
（１）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282
２．工場等の復旧への支援 ・・・ 282
（１）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282
（２）中小企業寄り添い型支援事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282
３．事業再建に向けた支援 ・・・ 283
（１）被災小規模事業者再建事業（持続化補助金）による事業再建支援 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 283

第７章　ものづくり分野に関係する主な表彰等制度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 284

コラム目次

第１章　我が国ものづくり産業が直面する課題と展望 ……………………… 5

第２節　不確実性の高まる世界の現状と競争力強化 ……… 23

・新聞報道を基にした政策不確実性指数…独経済産業研究所（RIETI）伊藤新研究員 ……… 28
・製造業にとっての量子コンピュータ…（株）野村総合研究所　藤吉栄二氏 ……… 36
・「VUCA（ブーカ）」時代とダイナミック・ケイパビリティ論…慶應義塾大学　商学部　菊澤研宗　教授 … 43
・旭化成（株）吉野彰名誉フェローインタビュー ……… 46
・我が国製造業にみるダイナミック・ケイパビリティ…富士フイルムホールディングス（株）、ダイキン工業（株） ……… 54
・熊本地震を教訓に IoT を活用した MES 構築による変種変量生産体制の確立…金剛（株） … 60
・CPS による可視化とあえて人による柔軟性の確保で超変種変量生産を実現…富士通テレコムネットワークス（株） ……… 62
・事業環境変化に柔軟に対応可能な１／N設備化による同期一貫生産ラインの構築…（株）デンソー … 64

第３節　製造業の企業変革力を強化するデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進 ……… 65

・「バーチャル・ワンファクトリー」構想により工場間の融合・連携強化を実現・・・沖電気工業（株） … 70
・業務プロセスの可視化・分析を通じて最適なデジタル化ツールを自社構築・・・（株）今野製作所 … 71
・デジタルの力を活かして成形機のメンテナンスから駐車場のビッグデータ解析までダイナミックな顧客起点ビジネスを展開…（株）英田エンジニアリング ……… 72
・アジャイルの考え方と活用のポイント…（株）野村総合研究所　DX 生産革新推進部 塩川祐介氏、コンサルティング事業本部 木下貴史氏 ……… 79
・ディープデータを介した製造業のデジタルトランスフォーメーション…西岡靖之インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ（IVI）理事長／法政大学教授 ……… 80
・PLM（製品ライフサイクルマネジメント）と原価管理の連携を通して、製造業の先進的な経営管理手法を支援・・・ビジネスエンジニアリング（株） ……… 82
・社内の技術的知見を集結させ、工程の最適化やオペレーションの安定化を実現した知的生産システム…（株）ダイセル ……… 83
・CAD と PDM を活用した設計フローを支援・・・ローレルバンクマシン（株） ……… 84
・独自開発のデジタルツール「IWS」により人に依存した業務の標準化・進捗管理を実現・・・（株）アイデン ……… 85
・PLM（製品ライフサイクル管理）に関する全社サービスプラットフォームを提供し、製品開発プロセスの効率化を実現・・・川崎重工業（株） ……… 86
・協力企業ともつながり、生産の見える化で飛躍的に生産性向上…（株）小松製作所 ……… 87
・グローバルな産業データ流通管理基盤整備に向けた日本発のアクション～ロボット革命イニシアティブ協議会（RRI）の取組～ ……… 89
・MBD を活用した自動車部品の開発の効率化 ……… 94
・見える化する IoT からつなぐ IoT へ、データ連携による企業体形成への挑戦…（株）ツバメックス … 95
・設計分野への革新的技術によるソリューションを提供するスタートアップ企業…NatureArchitects（株） ……… 98
・CAE と AI を活用した設計フローを支援・・（株）科学計算総合研究所 ……… 99
・AI を活用したシステムデザイン（AASD：AI-Augmented System Design） ……… 101
・マテリアルズ・インフォマティクスによるイノベーションの進展 ……… 103
・次世代移動通信方式の普及に向けて共同実証事業、関係者との連携を促進…オムロン（株） … 108
・マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する考え方＜抜粋＞ … 112
・「非凡を集めて非凡をなす」というスローガンを掲げて技術者の理想郷を追求・・・（株）エリジオン … 119

・民間が主導してデジタル人材の育成に取り組む動きも活発化・・・公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団、特定非営利活動法人 IT コーディネータ協会、慶應義塾大学 SFC 研究所 ソーシャル・ファブリケーション・ラボ、一般社団法人データサイエンティスト協会 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 121
・デジタル人材育成に向けた地方自治体のユニークな取組・・・和歌山県、加賀市、札幌市 ・・・・ 124

第２章　ものづくり人材の確保と育成 ・・ 127

第１節　デジタル技術の進展とものづくり人材育成の方向性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 127
・働き方改革について・・ 135
・ものづくりとデジタル化・・・独立行政法人 労働政策研究・研修機構 山崎　憲 客員研究員 ・・・ 137
・少数精鋭で取り組む IoT を用いた業務効率化・・・（株）オシタニプレス ・・・・・・・・・・・・・ 154
・生産計画の「見える化」と自動化による生産性の向上・・・ダイニチ工業（株）・・・・・・・・・ 155
・デジタル技術を活用した作業の「見える化」と人材育成・・・（株）ワールド山内・・・・・・・・ 156
・デジタル技術を活用した予知保全による生産性向上・・・住友理工（株） ・・・・・・・・・・・・・ 157
・ものづくり現場に必要なクリエイティブ人材の育成・・・（株）山之内製作所　巻工場 ・・・・・ 158
・匠の技能とデジタル技術の活用によるものづくり品質の向上・・・ブラザー工業（株）　刈谷工場・・ 159
・スマートファクトリー化と熟練技能の融合による現場力向上・・・オークマ（株）・・・・・・・・ 160
・デジタル化が進む貨幣製造と熟練技能を活かした勲章等の製造・・・独立行政法人造幣局（本局）・・ 161
・デジタル技術の発展と未来を見据えた IT 人材育成・・・日本ガイシ（株）・・・・・・・・・・・・・ 162
・若手社員を巻き込んだシンプルな“お手製”IoT の取組・・・上田製袋（株）・・・・・・・・・・・ 163
・社員全員でつくる IoT 生産管理システム・・・（株）大野ナイフ製作所 ・・・・・・・・・・・・・・ 164

第２節　ものづくり産業における人材育成の取組について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 169
・第４次産業革命に伴う職業訓練の変化と役割・・・職業能力開発総合大学校　能力開発応用系
原　圭吾　教授 ・・ 170
・ポリテクカレッジにおける現場リーダーの育成・・・（株）SCREENGP サービス東日本・・・・ 172
・生産性向上支援訓練利用者の声・・・エリーパワー（株）川崎事業所 ・・・・・・・・・・・・・・・ 175
・職業能力開発施設と連携した生産性向上の取組・・・東光鉄工（株） ・・・・・・・・・・・・・・・・ 176
・認定職業訓練校におけるパティシエ・パティシエール洋菓子製造技術者の育成・・・
兵庫県洋菓子技術専門校・・・ 178
・ポリテクカレッジの競技大会における活躍例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 180
・ものづくりマイスター制度の実例①・・・電工茨城県立土浦工業高等学校・・・・・・・・・・・・・ 182
・ものづくりマイスター制度の実例②・・・機械加工（高洋電気（株）） ・・・・・・・・・・・・・・・ 183
・「溶接女子」の取組による女性のものづくり人材の育成（新潟県立三条テクノスクール（三条市））・・・
新潟県 ・・・ 183
・新潟県醸造試験場と酒造組合が連携した酒造りにおける人材育成・・・新潟県 ・・・・・・・・・・ 185
・2019 年度の現代の名工の紹介１　～ナノメートルの領域で仕上げる技能を有する機械組立の第１人者～・・ 186
・2019 年度の現代の名工の紹介２　～ベルベット生地のカジュアルファッション分野進出を先導 / ファッションデザインに新風～・・・ 187
・第 45 回技能五輪国際大会（ロシア連邦・カザン大会）出場者の声 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 188
・第 57 回技能五輪全国大会（愛知大会）出場者の声 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 189
・全国障害者技能競技大会（アビリンピック）の開催・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 190
・第 14 回若年者ものづくり競技大会（福岡大会）出場校の声 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 191
・第 30 回技能グランプリ（兵庫大会）出場者の声 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 192
・三条地域若者サポートステーション・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 194
・技能と応用力を身につけるための手段として技能検定を活用・・・池田精工（株）・・・・・・・・ 196
・金属研磨技術者養成の技能研修制度・・・燕市磨き屋一番館 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 197

第３章　ものづくりの基盤を支える教育・研究開発 200

第１節　不確実性の高まる社会の変化に対応することのできる人材の育成 200
・茨城県つくば市教育委員会の取組 202
・企業と連携したプログラミング教育の推進について 203
・数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 204
・放送大学：科目群履修認証制度「データサイエンスプラン」 204

第２節　ものづくり人材を育む教育・文化芸術基盤の充実 205
・特色ある木材を利用した「ものづくり」によって地域の素晴らしさを伝える取組 205
・（株）日本アイ・ビー・エムと日本工学院八王子専門学校との連携による東京都立町田工業高等学校の IT 人材を育成する教育プログラム 206
・－子供の学び応援サイト－ 207
・大学（工学系）における取組 209
・高等専門学校における取組 210
・「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール」の取組 213
・「全国産業教育フェア」における「全国高等学校ロボット競技大会」での取組　発想力と創造力を発揮してロボットを製作し、次世代を担う技術者としての資質を向上 214
・専門高校の特色ある取組 214
・専修学校における取組 217
・職業実践力育成プログラム 222
・「IT 実践リテラシー教育」を推進する取組 「情報学ビジネス実践講座　IT リテラシー実践コース、ビジネス経営 IT コース、イノベーション先端 IT コース」 222
・専修学校において取組まれているリカレント教育・社会人の学び直しに対する取組や事例 223
・「学び直しを通じたオーダーメイド型キャリア形成支援」 224
・マナパス－社会人の学びの情報アクセス改善に向けた実証研究－ 225
・安城市文化センター「Fab（ものづくり）講座」（愛知県） 226
・“歩く”をもっと“楽しく”「FUN+WALK PROJECT」 227
・女子中高生の理系進路選択支援プログラムによる大学の取組 230
・ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブによる大学の取組 230
・2019 年度選定保存技術公開事業「文化庁日本の技体験フェア」 231
・伝統文化親子教室事業 232

第３節　Society5.0 を実現するための研究開発の推進 233
・「スーパーサイエンスハイスクール（SSH)」の取組 244
・国際科学オリンピック出場選手の文部科学省表敬訪問 245
・2019 年ノーベル化学賞「リチウムイオン電池の開発」 245
・「こうのとり」～国際宇宙ステーション計画を支える日本の補給機 247

※本白書における各企業の取組は 2019 年度時点のもの

第1部

ものづくり基盤技術の現状と課題

総　論
―不確実性の時代における製造業の企業変革力―

1. 概況

第 20 回目の節目となる 2020 年版ものづくり白書は、新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大によって戦後最大ともいうべき危機が進行する中で策定されるものとなった。この新型コロナウイルス感染症がもたらした危機は、GDP（国内総生産）の２割を占め、我が国経済を支える製造業に、供給と需要の両面から影響を及ぼしている。

供給面を見ると、新型コロナウイルスが中国湖北省武漢において発生し、やがて中国全土に広がったことで、中国国内の生産拠点が操業停止を余儀なくされ、中国からの製品や部品等の供給が途絶もしくは減少するという事態が生じた。このため、マスク、医療用ガウン等の防護具等の供給の不足が問題となった他、自動車等を始めとするサプライチェーンの長い分野において調達の確保が課題となった。さらに、感染がその他のアジア地域等に広がったことにより、中国の生産が回復基調に入った後においても、各社は引き続きサプライチェーンの問題に懸命に取り組んでいる。

供給面に続いて、需要面においても大きな影響が生じた。感染地域が欧州そして米国へと広がり、それらの地域でも感染の拡大防止のために経済活動の制限や都市の封鎖が行われた結果、大規模な需要が急速に減退する事態となった。その経済的被害の規模を現時点（2020 年４月１日）において推測するのは難しいが、すでに 2008 年のリーマンショック時を上回る事象も生じており、深刻な経済状況に至る恐れがある。

我が国製造業は、これまでも、様々な不測の事態や環境の激変に直面してきた。1970 年代のニクソンショックや二度の石油危機、1980 年代のプラザ合意後の円高不況、1990 年代のバブル崩壊やアジア通貨危機、そして 21 世紀に入ってからは、リーマンショック、欧州債務危機、東日本大震災等の出来事に見舞われた。我が国製造業は、このような予測不能な危機や環境の激変に直面する度に、それを乗り越え発展してきた。しかし、今般の新型コロナウイルス感染症による危機に際し、その克服に当たってはこれまで以上の大きな変革が求められている。本白書においては、高まる不確実性への対処と変革への取組のあり方に焦点を当てて分析を行っている。

2. 不確実性の時代における我が国製造業の在り方

＜これまでの白書が提起した「４つの危機感」＞

2018 年版ものづくり白書は、第四次産業革命が到来する中での我が国製造業が直面している課題として、次の四つを指摘した。

① 「人材の量的不足に加え質的な抜本変化に対応できていないおそれ」
② 「従来『強み』と考えてきたものが、成長や変革の足かせになるおそれ」
③ 「経済社会のデジタル化等の大きな変革期の本質的なインパクトを経営者が認識できていないおそれ」
④ 「非連続的な変革が必要であることを経営者が認識できていないおそれ」

これを受けて、2019 年版ものづくり白書においては、上記の４つの危機感で提起した課題や方向性とその後の環境変化を踏まえ、第４次産業革命下における戦略として、

① 「世界シェアの強み、良質なデータを活かしたニーズ特化型サービスの提供」
② 「第四次産業革命下の重要部素材における世界シェアの獲得」
③ 「新たな時代において必要となるスキル人材の確保と組織作り」
④ 「技能のデジタル化と徹底的な省力化の実施」

といった４点が戦略として重要であるとしている。

2018 年版、2019 年版白書では、デジタル技術革新が製造業に波及する中で、人材に求められるスキルの変化、各部署が部分最適に陥っているという問題、サービス化を含む新しい付加価値提供の動きの拡大等の状況を確認し、上記の危機感と戦略を提起してきた。

このような課題や戦略には依然として当てはまっているものもあるが、我が国製造業は現在新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大を始めとする事業環境の大きな変化に直面しており、非連続的変革の必要性や、デジタル化のインパクトに対する経営者の認識は当時と比べ格段に高まっていることが考えられるなど、変化した面も多い。今回のものづくり白書においては、これまでの白書を踏まえつつ、かつてない環境変化を乗り越えるために我が国製造業に求められる新たな在り方を模索している。

＜今回のものづくり白書におけるメッセージ＞

2019 年から 2020 年にかけて、米中貿易摩擦に代表される保護主義的な動きの台頭、地政学的リスクの高まり、急激な気候変動や自然災害、非連続な技術革新、そして何より 2020 年 1 月以降の新型コロナウイルス感染症の感染拡大等により、我が国製造業を取り巻く環境は、かつてない規模と速度で急変しつつあり、かつ極めて厳しいものとなっている。この環境変化の「不確実性」こそが、我が国製造業にとって大きな課題となっている。

そこで、今回のものづくり白書は、我が国製造業が、この不確実性の時代において取るべき戦略について、以下のとおり提起している。

① **企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）強化の必要**

環境や状況が予測困難なほど激しく変化する中では、企業には、その変化に対応するために自己を変革していく能力が最も重要なものとなる。そのような能力を、「企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）」という。

今回のものづくり白書の主たるメッセージの 1 つは、不確実性の時代における我が国製造業の戦略は、この「企業変革力」の強化にあるということである。本文第 1 章第 2 節は、企業変革力の理論の概説、我が国製造業の企業変革力の分析、そして、その強化策を具体的な事例を示しつつ明らかにしている。特に、新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって顕在化したサプライチェーンの脆弱性については、柔軟性や多様性等の観点から、サプライチェーンを再構築し、企業変革力を高めることを提唱している。

② **企業変革力を強化するデジタルトランスフォーメーション推進の必要**

IoT や AI といったデジタル技術は、生産性の向上や安定稼働、品質の確保など、製造業に様々な恩恵を与える。しかし、今回のものづくり白書では、デジタル技術が企業変革力を高める上での強力な武器であるという点を最大限に強調する。

例えば、脅威や機会をいち早く感知するのに有効なリアルタイム・データの収集や AI の活用、機会を逃さず捕捉するための変種変量生産やサービタイゼーション、組織や企業文化を柔軟なものへと変容させるデジタルトランスフォーメーションは、企業変革力を飛躍的に増幅させるものである。

特に、新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けて、臨時休校や医療現場での感染予防の観点から、遠隔教育や遠隔医療など、リモート化の取組を求めるニーズが高まっており、我が国のデジタルトランスフォーメーションの必要性が加速している。このような取組によって、将来の感染症に対して強靱な経済構造を構築し、中長期的に持続的な成長軌道を確実なものとする必要がある。

このように、単に新しいデジタル技術を導入するというのではなく、それを企業変革力の強化に結びつけられる企業が、この不確実性の時代における競争で優位なポジションを得ることができる。しかし、今回の白書の分析では、我が国製造業は、IT 投資目的の消極性、データの収集・活用の停滞、老朽化した基幹系システムの存在といった課題を抱えていることを明らかにしている。

③ **設計力強化の必要**

急激な環境や状況の変化に迅速に対応する上では、製品の設計・開発のリードタイムを可能な限り短縮することが必要となる。また、製品の品質・コストの 8 割は設計段階で決まり、工程が進むにしたがって、仕様変更の柔軟性は低下する。それゆえ、迅速で柔軟な対応を可能にする企業変革力を強化する上では、設計力を高めることが重要である。

これまで、我が国製造業の強みは、製造現場の熟練技能（いわゆる「匠の技」）にあるとされてきた。しかし、2019 年ものづくり白書でも指摘したように、「匠の技」を支えてきた人材の高齢化等により、製造技能の継承が問題となるなど、現場の熟練技能に依存することの限界が見えつつある。一方で、近年、不確実性の高まりや製品の複雑化により、設計部門への負荷が著しく増大している。このようなことから、我が国製造業は、設計力を強化する必要に迫られているといえる。そして、この設計力を高める上では、部門間や企業間を横断する連携が不可欠であり、また、バーチャルエンジニアリング等、デジタル技術の活用が大きな力を発揮する。

ところが、我が国製造業の設計力は、近年の不確実性の高まりにもかかわらず、あまり向上していないとされている。また、3DCAD による設計が十分に進んでおらず、協力企業への設計指示を図面で行っている企業が過半を占めている実体が、今回の調査で明らかとなった。

不確実性の時代において、設計のデジタル化が遅れていることは、我が国製造業のアキレス腱となりかねない。デジタル化による設計力の強化が急務である。

④　人材強化の必要

我が国製造業のデジタル化を進める場合にボトルネックとなるのはやはり、人材の質的不足である。本文では、製造業のデジタル化に必要な人材の能力として、システム思考と数理の能力を特定している。

さらに、デジタル化に必要な人材の確保と育成の方策について、労働政策の観点からは、デジタル技術革新に対応できる労働者の確保・育成を行い、付加価値の創出による個々人の労働生産性をより高めることが重要である。

また、教育の観点からは、ものづくりの基盤となる実践的・体験的な教育・学習活動を一層充実させるとともに、「数理・データサイエンス・AI」のリテラシー教育を進めるなど今後のデジタル社会において必要な力を全ての国民に対して育んでいくことが重要である。

3. 本白書の流れとまとめ

本白書第１部では、上記の観点から、我が国製造業に必要とされる対応を以下のとおり取り上げる。

第１章では、「我が国ものづくり産業が直面する課題と展望」として、製造業の業況や直面する課題に触れた上で、米中貿易摩擦や新型コロナウイルス感染症の拡大に代表される不確実性の高まりに対して、様々な環境変化に柔軟に対応していく企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）」が重要であり、それにはデジタル化が有効であると分析した。さらに、国内製造業におけるデジタル化の進捗を確認し、設計力強化や人材育成の重要性に言及している。

第２章ではデジタル技術活用の取組が、どのような人材確保・育成に対する成果を生み、その成果を生んだ取組にどのような特徴がみられるかを分析している。今後、ものづくり人材にはデジタル技術を活用できるスキルがより一層求められ、同時に、我が国ものづくりの源泉である熟練技能は、多くの企業が、今までどおり必要と考えていることを確認している。

第３章ではデジタル化が進む社会の変化に対応し、新たな価値を生み出すことができる人材育成に資する取組や、ものづくりへの関心・素養を高める各学校段階における特色ある取組、さらにものづくりに関する基盤技術や産学官連携を活用した研究開発の取組などについて現状や今後の方向性をまとめている。

今回のものづくり白書では、パンデミック、貿易摩擦、保護主義、地政学リスク、自然災害等の「不確実性」を克服するために、我が国製造業が取るべき戦略を提示している。その戦略とは、環境や状況の急変に対応する「企業変革力」、特に設計力を、デジタル技術を徹底的に活用することによって強化することである。

上記の戦略の下、今後、経済産業省・厚生労働省・文部科学省が一体となって、関連する政策を実施していくこととなる。

以上

第１章
我が国ものづくり産業が直面する課題と展望

第1節　我が国製造業の足下の状況[注1]

1　新型コロナウイルス感染症の発生と我が国製造業の業績動向

我が国経済は、雇用・所得環境の改善や、設備投資の拡大などを背景に緩やかな回復を続けてきたが、2018 年後半以降、中国経済の減速や度重なる災害、天候不順、通商問題や海外経済の不確実性等の影響が、製造業を中心に企業収益や投資にも波及している。さらに、2020 年４月１日現在、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）（以下、「新型コロナウイルス感染症」と表記）の世界的な感染拡大の影響により内外経済が大幅に下押しされ、景気は厳しい状況にある。

ここではまず、喫緊の問題である新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響について、2020 年４月１日までの状況を概観した上で、近年の我が国経済の全体的な動向や製造業の業績について概観していく。

（１）新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大の影響

2020 年１月に中国湖北省武漢において最初に発生した新型コロナウイルス感染症は、まず中国国内で拡大した。２月中旬までに中国国内での感染者数は約 8.1 万人にまで増加したが、それ以降中国での感染者数の増加速度は大幅に低下した。ところが３月上旬からその感染範囲が世界的に拡大し、米国、イタリア、スペイン等で感染が拡大している。

４月１日現在、世界の感染例は約 85 万例、感染による死者は約 4.2 万人に上る。国内においても感染例は 2,178 例、死亡者は 57 人になるなど、感染の収束は見通せない状況である。これにより各国経済に深刻な影響が及んでおり、我が国もかつてない危機に直面している。

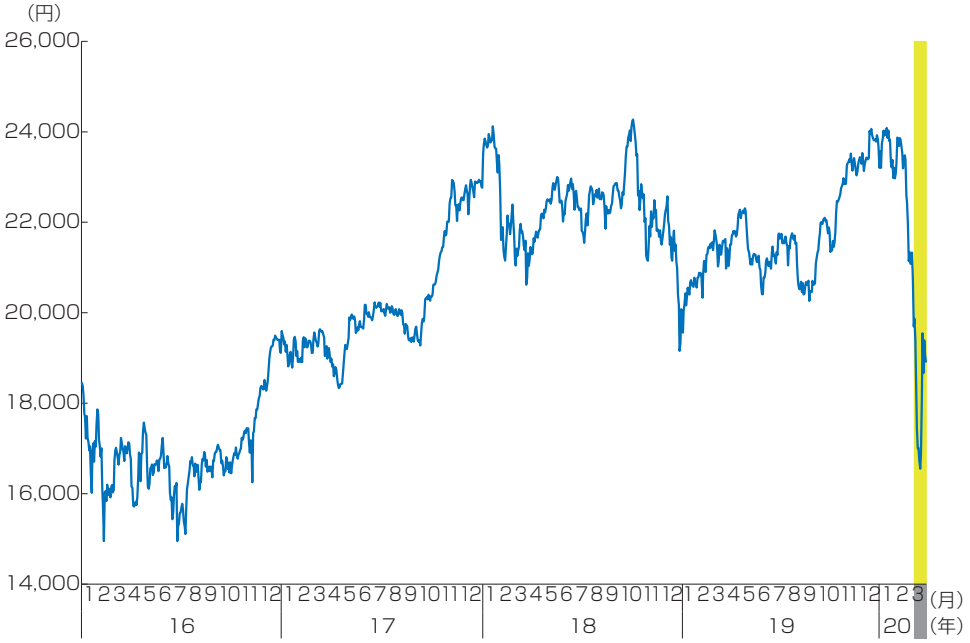
続いて、我が国製造業への影響と、これまでの対策を概観したい。我が国においては、2020 年１月末日、中国湖北省全域が感染症危険レベル３（渡航中止勧告）、中国全域が感染症危険レベル２（不要不急の渡航を制限）まで引き上げられた。湖北省武漢には自動車産業の集積地として国内自動車メーカーや同部品メーカー等が進出しており、日本は、現地で生産されたバネや繊維・樹脂製の部品、素材などを輸入していたため、部品調達の寸断を背景に、多くの進出企業やその拠点が操業停止を余儀なくされただけでなく、中国に進出している日系企業や、中国と取引のある国内企業、インバウンド消費、サプライチェーン全体に大きな影響を与えた。

このような状況を受けて、日本政府は、２月 13 日、「新型コロナウイルス感染症に関する緊急対応策」を決定し、帰国者等への支援、水際対策、国内感染症対策などを中心に、予備費 103 億円を含む総額 153 億円の対応策を実行することとし、25 日には「新型コロナウイルス感染症対策の基本方針」を決定した。さらに３月 10 日には、「新型コロナウイルス感染症に関する緊急対応策（第２弾）」として、財政措置 0.4 兆円、金融措置総額 1.6 兆円の対応策を決定したが、その中には、サプライチェーン毀損等に対応するための設備投資や販路開拓などに取り組む事業者の優先支援も盛り込まれた。

しかし、３月 11 日に WHO（世界保健機関）が「新型コロナウイルスは『パンデミック』といえる」と宣言し、米国では３月 19 日に日本を含む全世界への渡航中止が勧告されるなど、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大は深刻化していった。そうした中、３月 13 日午前の東京株式市場はニューヨーク市場の株価下落などを受けて売り注文が殺到し、日経平均株価は前日と比べて一時 1,869 円値下がりとなるなど歴史的な値下がり幅を記録した（図 111-１）。

注１　本白書における統計の数値については、2020 年４月１日時点で公表されているものを元にしている。

図 111-1　株価の推移（日次データ）



資料：日本経済新聞社

３月中下旬以降、欧米やインドなどにおいても感染拡大が深刻化し、感染者や感染による死者が急増し、各国で外国人の入国制限や渡航禁止、さらには外出禁止などの移動制限が行われるようになると、需要の急減が自動車産業を始めとする国内製造業に直接的な打撃を与え、各自動車メーカーの国内拠点においても生産停止に追い込まれる事例が相次いだ。

一方で、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、マスクや医療用ガウン等の防護具等の医療関連物資の需要が急増した。我が国においても、不足する医療関連物資の生産体制の強化や感染症指定病院等の優先施設への配布などの対応が急がれている。また、科学研究費助成事業（特別研究促進費）を利用して、アジア地域の感染症研究拠点を活用し、新型コロナウイルス感染症に関する情報や検体の収集・分析、流行実態や宿主動物に関する疫学調査、迅速診断技術の確立等、予防・診断・治療法の開発に向けた基礎的研究を実施するとともに、新型コロナウイルス感染症に関する研究開発に際して、同ウイルスを用いた遺伝子組換え実験を行い、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（平成 15 年法律第 97 号、いわゆるカルタヘナ法）に基づく大臣確認が必要となる場合には、迅速に必要な審査を行うなどの対応が取られている。

このような動きに対応して、各国においても財政出動を柱とする緊急対策が取られているところであるが（図 111-2）、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴う消費や設備投資の減少といった実体経済への影響は、今後もさらに深刻化する恐れがある。

図 111-2　各国の主な経済対策

国・地域	規模（GDP比）	対策の主な中身	金融政策
米国	220兆円（9.3%）	家計：現金給付（大人1200ドル、子ども500ドル） 企業：大企業向けの融資・債務保証（5000億ドル、うち航空会社に300億ドル） 雇用を維持する中小企業への資金支援（3700億ドル）	・政策金利を1.5%→1.0%→ゼロ金利に ・ドルスワップ金利の引き下げ、スワップ対象国の拡充 ・無制限の量的緩和
中国	18.9兆円（1.2%）	企業：中小企業などの社会保険料負担を減免 地方政府への債務発行の前倒し	・MLFの金利引き下げ ・金融機関への流動性の供給 ・預金準備率の引き下げ
英国	47兆円（16%）	家計：休業従業員の給与の80%を政府が肩代わり 企業：航空会社、店舗、ホスピタリティ業界への支援。 VAT支払いを繰り延べ 企業支援で43兆円の信用枠。	・0.75%→0.25%→0.1%と事実上のゼロ金利に ・量的緩和の再開
EU		370億ユーロ（4兆円）の投資促進策	ECBは90兆円規模の量的緩和
ドイツ	84兆円（23%）	企業：零細企業や個人事業主への支援 企業の債務保証、出資なども実施	
フランス	41兆円（14%）	家計：ワークシェアリング、直接税と社会保険料の猶予 企業：3000億ユーロまでの新規銀行融資を国が保証	
イタリア	45兆円（21%）	家計：100億ユーロの家計所得支援 企業：売上減の企業を支援。流動性支援（3500億ユーロ）	

資料：日本経済新聞、野村證券、Bloomberg、Deuchbank（2020 年 3 月 24 日時点）

（２）我が国経済の全体的な動向

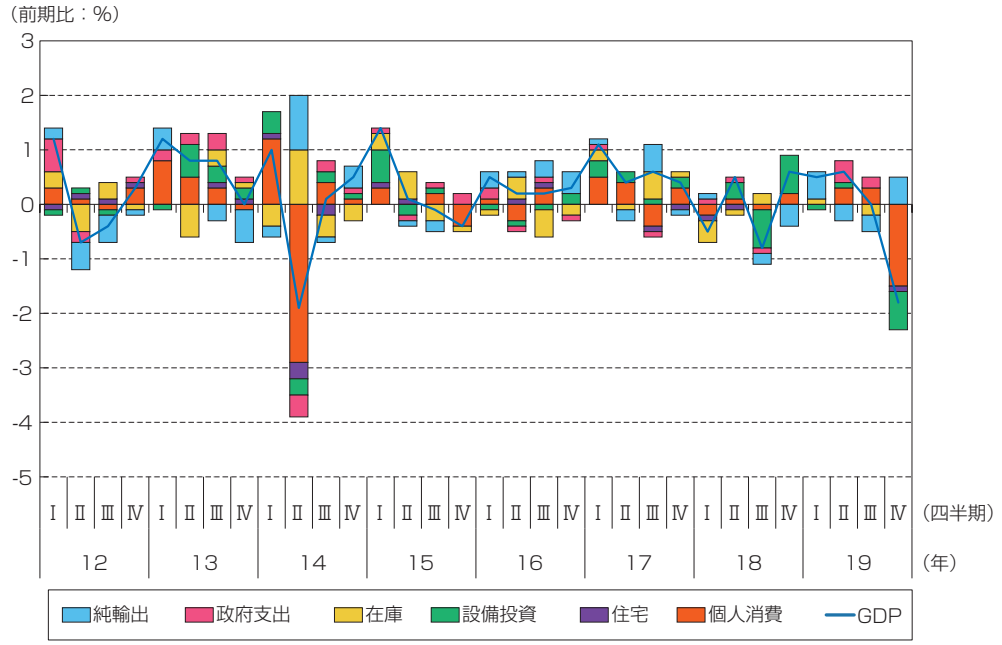
次に、近年の我が国経済の全体的な動向をみていく。

我が国の経済成長率の指標となる実質 GDP 成長率の推移を確認すると、2013 年以降、2014 年４月の消費税率引き上げ後を除き、おおむね緩やかな回復基調が続いてきた（図 111-3）。2016 年から 2017 年にかけて、雇用・所得環境の改善も背景とした個人消費の持ち直しや、設備投資の増加などが見られ、実質 GDP 成長率は８四半期連続の前期比プラスとなった。

しかし、2018 年に入ると、第３四半期には 2018 年７月豪雨を始めとする相次ぐ自然災害の影響等により企業設備投資や個人消費が悪化し、前期比マイナスとなった。2018 年第４四半期以降は４四半期連続で前期比プラスとなり持ち直しが見られたが、2019 年第４四半期においては、公需が内需を下支えする一方で、民間消費では５四半期ぶりのマイナス、企業設備投資が３四半期ぶりのマイナスとなり、前期比マイナス 1.8%と 2014 年第２四半期以来の下げ幅となった。

このような状況に加え、2020 年以降は新型コロナウイルス感染症による悪影響が見通される。引き続き、内外の環境変化の影響に注視が必要な状況である。

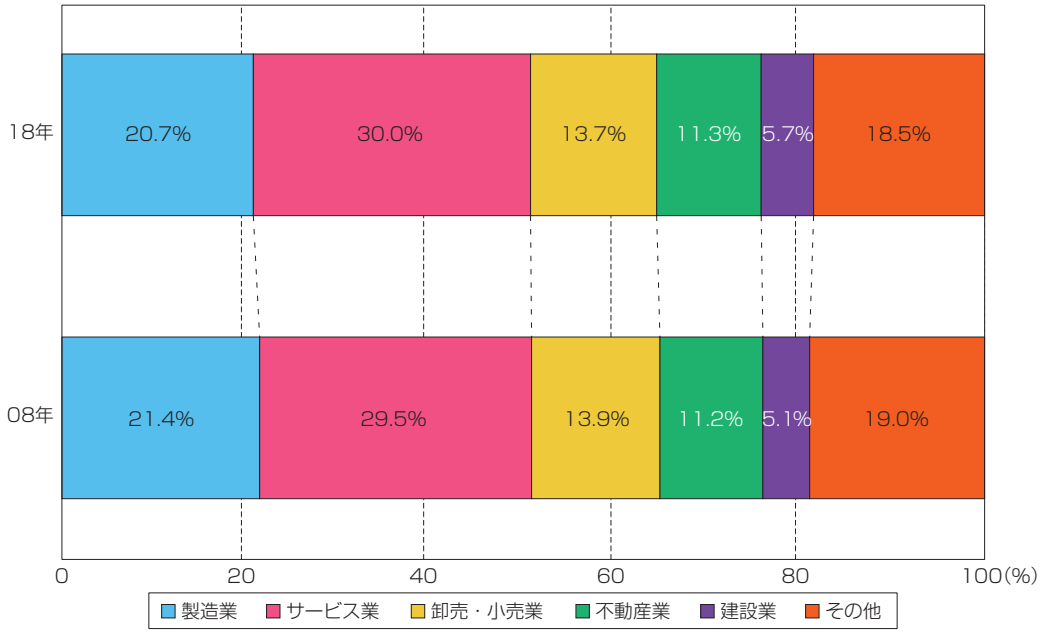
図 111-3　実質 GDP 成長率の推移（前期比）とその寄与度



資料：内閣府「2020 年 10-12 月期四半期別 GDP 速報（2 次速報値）」（2020 年 3 月 9 日公表）

我が国 GDP に占める業種別の内訳を確認すると、　　以上を占め、我が国経済を支えている（図 111-4）。直近となる 2018 年についても 20.7%と全体の 2 割

図 111-4　業種別 GDP 構成比の変化



資料：内閣府「国民経済計算（GDP 統計）」
備考：ここでいう「サービス業」とは、「宿泊・飲食サービス業」、「専門・科学技術、業務支援サービス業」、「公務」、「教育」、「保健衛生・社会事業」、「その他のサービス業」とする。

（３）国内製造業の業況

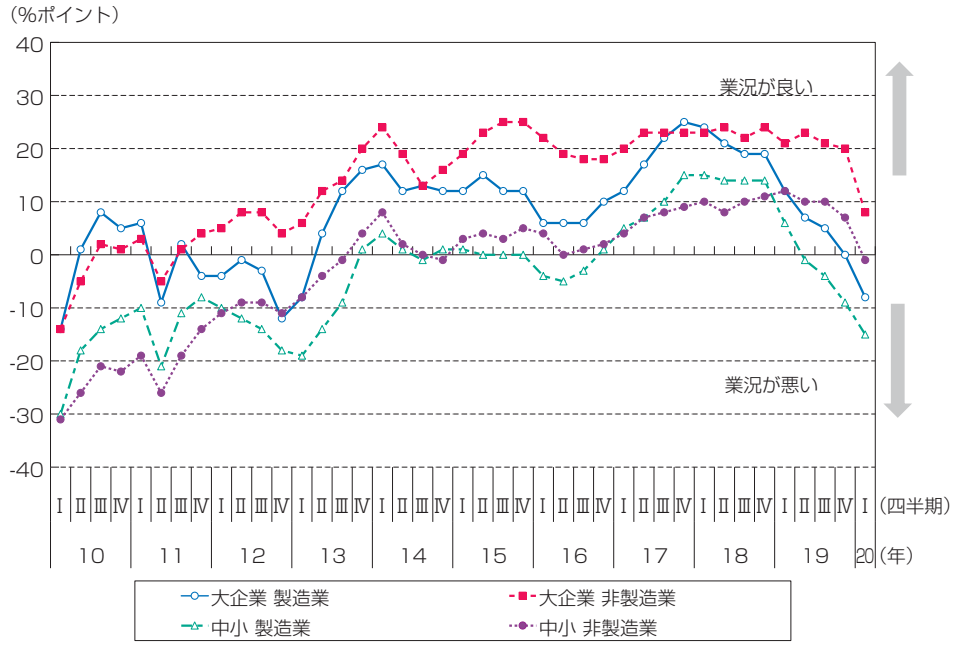
①国内製造業の業況と営業利益

続いて、我が国製造業の業況について確認する。

企業の全般的な業況を示す日本銀行「全国企業短期経済観測調査（短観）」の業況判断 DI を見ると、大企業の製造業は、2013 年半ば以降プラス圏を推移してきたが、2019 年に入り、米中貿易摩擦への懸念や原材料価格の上昇などを背景に DI プラス幅は縮小し、2019年第１四半期以降５期連続の悪化となった。

また、中小製造業においても 2019 年に入りプラス幅が縮小し、2019 年第２四半期以降は「悪い」と回答した企業が「良い」と回答した企業を上回り、DI がマイナスとなる状況が４期連続している。非製造業では 2019 年第４四半期時点では高水準を維持しており、2019 年以降業種別の業況の差が拡大していたが、４月１日に公表された 2020 年第１四半期分では、新型コロナウイルス感染症等の影響を受け、製造業、非製造業ともに悪化し、大企業製造業では 2013 年第１四半期以来７年ぶりとなるマイナスを示した（図 111-5）。

図 111-5　日銀短観・業況判断 DI の推移（企業規模別）

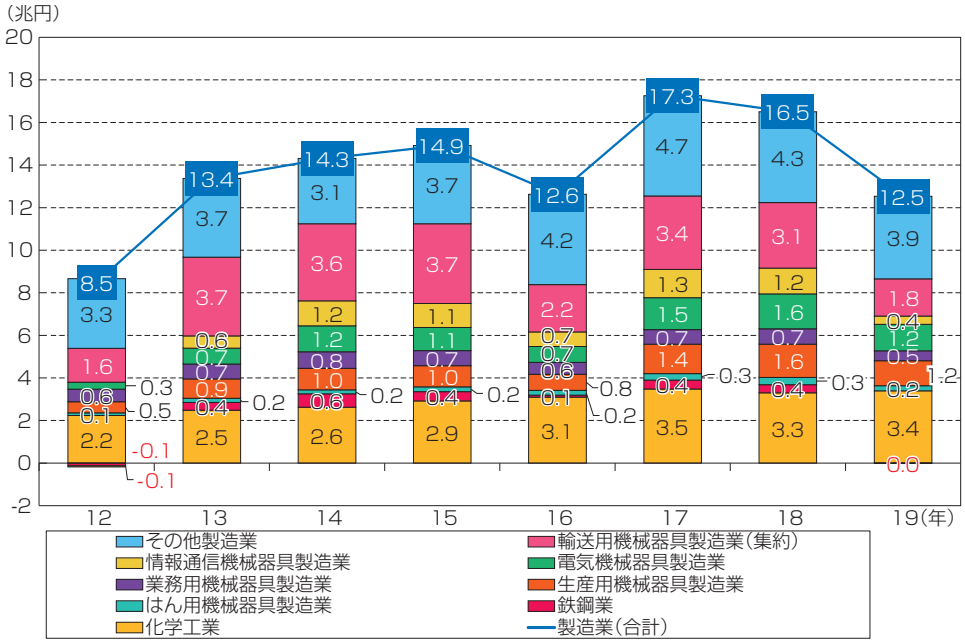


備考：「業況判断 DI」は、回答企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断を示すものであり、「良い」という回答比率から「悪い」という回答比率を引いて算出。
資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」

製造業の営業利益の推移を見ると、2012 年以降、熊本地震による被害や英国の EU 離脱を支持する国民投票による世界情勢の不透明感の高まりなどを背景に利益が縮小した 2016 年を除き、2017 年まで増加傾向を続け、同年には 17.3 兆円まで拡大した。

しかし、2018 年秋以降の米中貿易摩擦による中国経済の減速や海外経済の不確実性等の影響を受け、2018 年、2019 年は２年連続の減益となった。特に、2019 年は中国経済のさらなる悪化に加えて台風や暖冬による個人消費の縮小などもあり輸送用機械器具製造業（自動車等）、生産用機械器具製造業、化学工業等業種別に見ても大幅な減益となり、製造業の営業利益は 2013 年以降最低となる 12.5 兆円に留まった（図 111-6）。

図 111-6　営業利益の推移（製造業業種別）



備考：資本金 1 億円以上の企業の四半期の営業利益の合計
資料：財務省「法人企業統計」

製造業の業績に関する認識を 2019 年 12 月に行われたアンケートで確認したところ、売上高、営業利益とも悪化傾向が続いている（図 111-7・8）。

図 111-7　業績の動向（売上高）

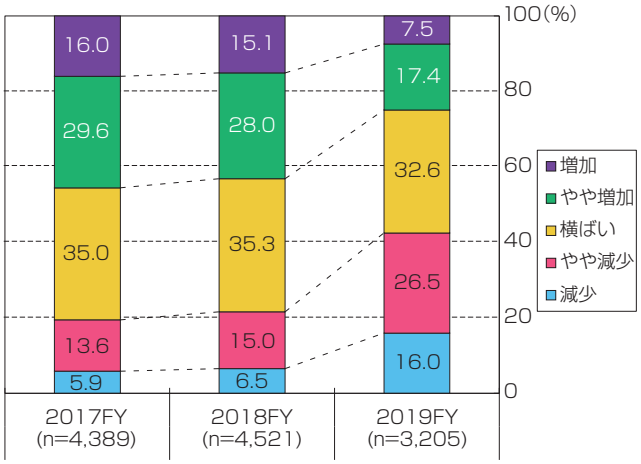
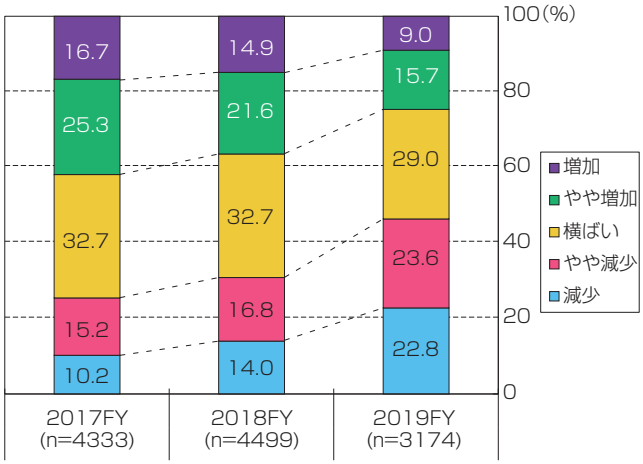


図 111-8　業績の動向（営業利益）



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

企業規模別に見ると、中小企業、大企業共に営業利益、売上高いずれも、「減少」または「やや減少」の合計が「増加」または「やや増加」と回答した割合より大きくなっている（図 111-9・10）。

図 111-9　業績の動向（売上高：規模別）

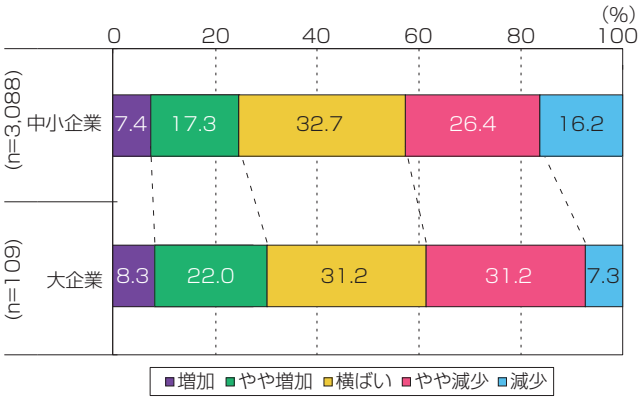
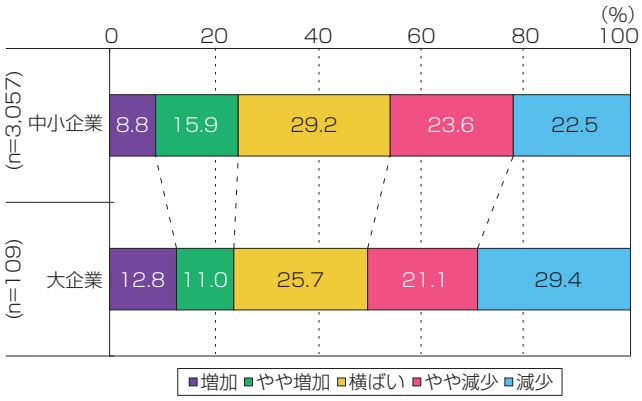


図 111-10　業績の動向（営業利益：規模別）



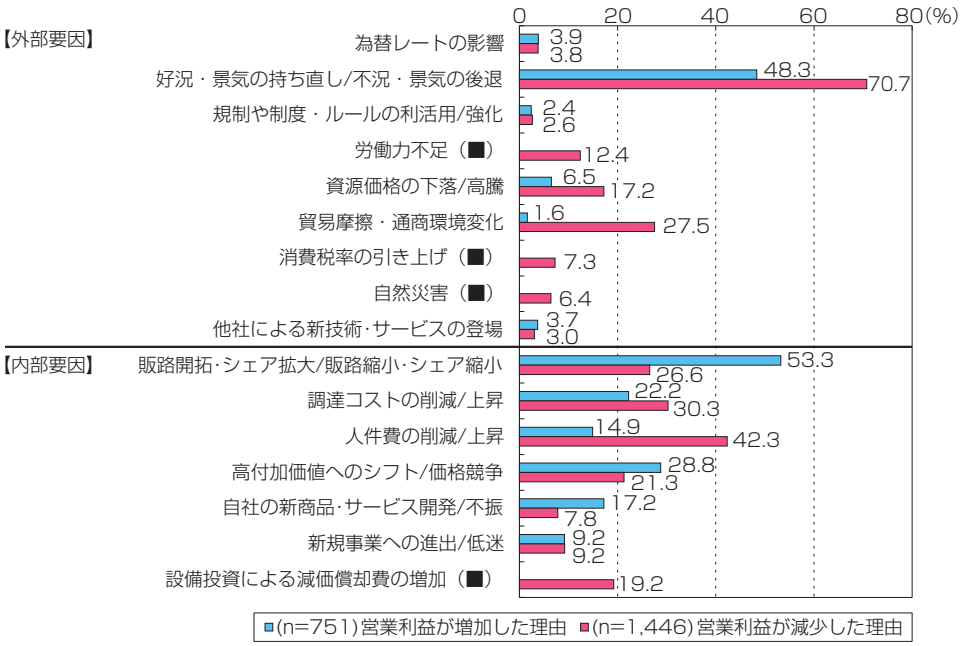
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

営業利益の増減の理由を尋ねると、増加理由については「販路開拓・シェア拡大」や「好況・景気の持ち直し」等売上の増加が要因として挙げられているが、「高付加価値へのシフト」や「調達コストの削減」といった経営見直しによる要因もこれらに続いている。

一方、減少理由については、「不況・景気の後退」、「貿易摩擦・通商環境変化」も上位となっているが、「人件費の上昇」、「調達コストの上昇」、「販路縮小・シェア縮小」といった要因も影響していると認識されている。

業績の「増加」と「減少」共に、外部要因の影響はあるものの、内部要因の影響も大きく認識されていることが分かる（図 111-11）。

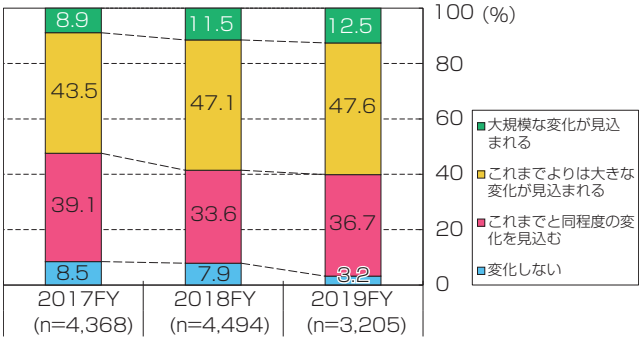
図 111-11　業績の増減理由



備考：■印：営業利益が減少した場合のみの選択肢
資料：三菱UFJリサーチ＆コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

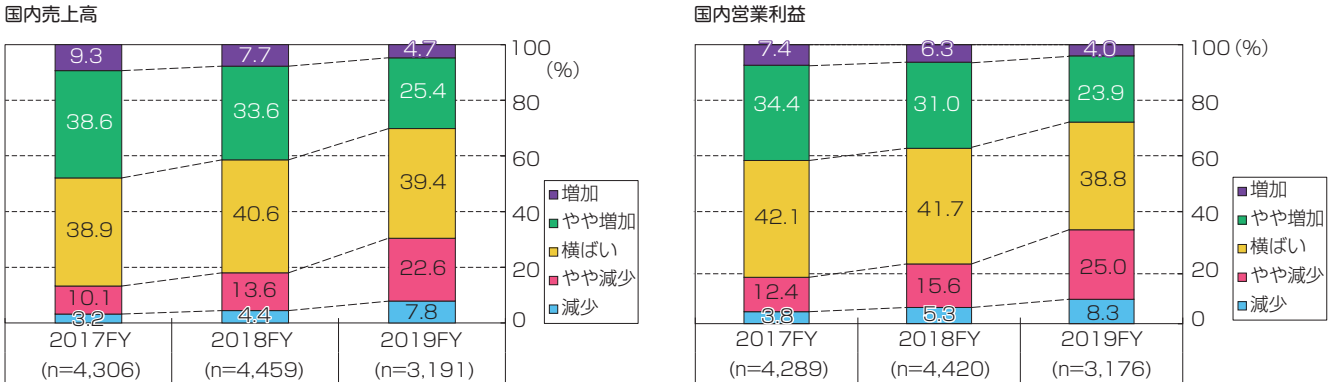
今後５年間程度のビジネスを取り巻く環境への認識については、「変化しない」と回答する割合が減少し、変化を見込む企業が増加している（図 111-12）。また、今後３年間の国内外の業績の見通しについては、足下での通商問題の動向や、中国経済の先行き不透明感などの影響もあり、2019 年１月のアンケート時と比べると増加見通しと回答する企業の割合は減少し、減少見通しとする企業が増加している（図 111-13・14）。

図 111-12　今後５年程度の自社のビジネスを取り巻く環境



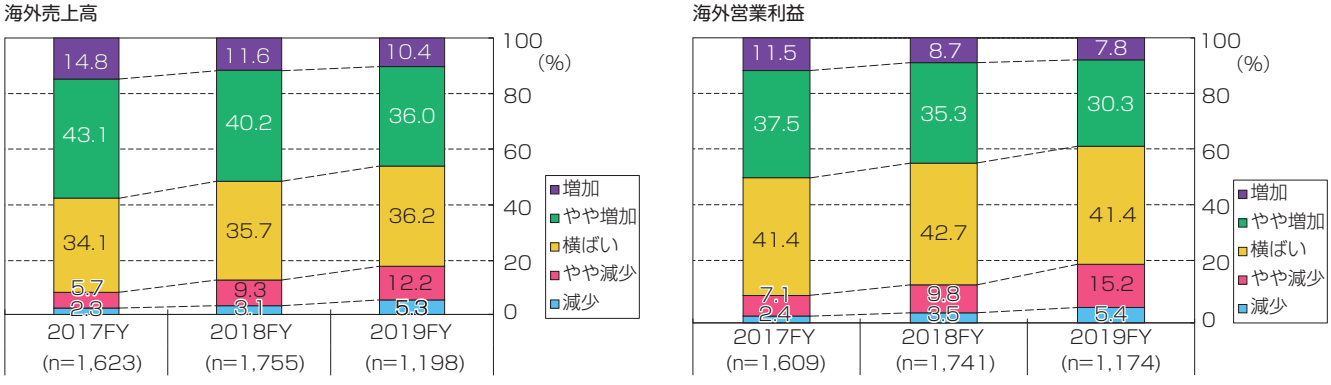
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 111-13　今後３年間の見通し（国内）



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 111-14　今後３年間の見通し（海外）



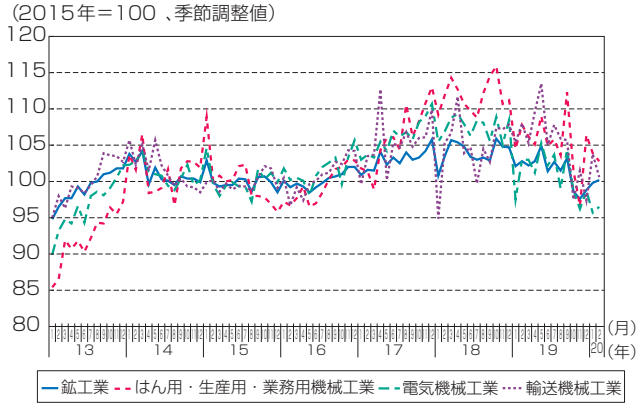
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

②生産の動向

続いて、国内製造業の生産の動向を確認するため、鉱工業生産活動の全体的な水準を示す鉱工業生産指数をみると、2015 年半ばから 2016 年にかけて一旦低下した後、2016 年半ば以降、上昇基調が続いた。しかし、2018 年秋以降は世界経済の減速等も背景に電気機械工業、輸送機械工業等が低下傾向にある（図 111-15）。

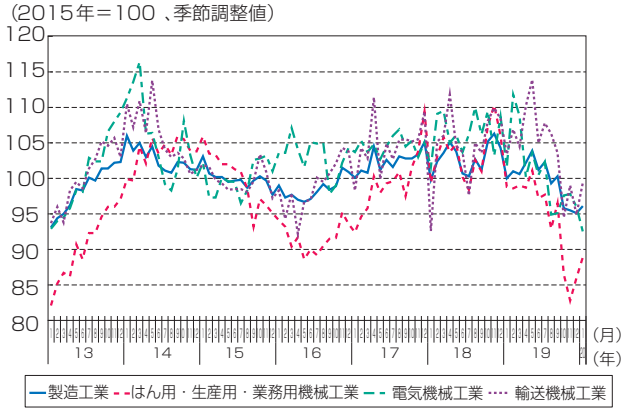
稼働率指数も、はん用・生産用・業務用機械工業を始めとして 2019 年夏以降低下した（図 111-16）。今後、新型コロナウイルス感染症の影響による需要縮小を受け更に悪化する可能性がある。

図 111-15　鉱工業生産指数の推移



資料:経済産業省「鉱工業指数」

図 111-16　稼働率指数の推移



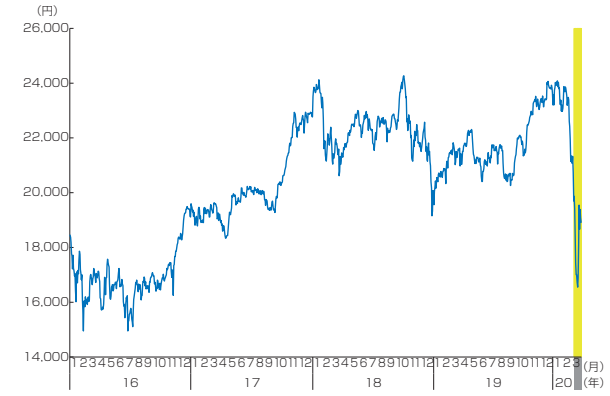
資料：経済産業省「製造工業生産能力指数・稼働率指数」

③資金調達の動向

続いて、我が国企業に対する市場の評価を確認する。日経平均株価は 2016 年 11 月の米国大統領選後から 2017 年初めにかけて上昇に転じ、2018 年 1 月には 24,000 円を突破、同年 10 月には 27 年ぶりの高値を付けた（前掲：図 111-1）。2019 年の株価はおおむね 20,000 円台から 22,000 円台の間で推移し、12 月中旬には 24,000 円台に達したものの、2020 年２月下旬から４月１日にかけては新型コロナウイルス感染症による世界的な情勢不安の影響を受け、大幅に低下している。

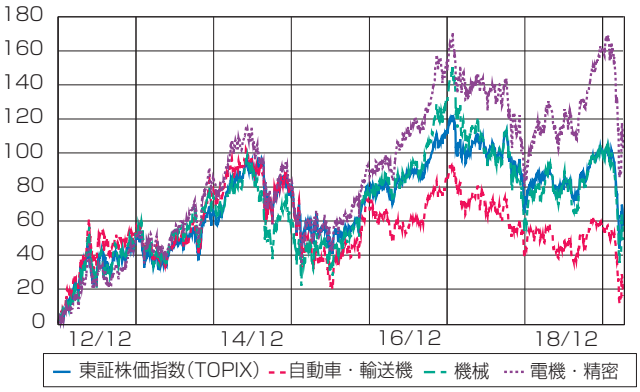
業種別の株価騰落率を見ると、2016 年２月中旬から、「電機・精密」が東証株価指数を上回る状態で推移している。特に、2019 年後半以降では、電機・精密分野における在庫調整が進んだことや、５G 普及への期待感、車の電装化等の需要拡大を背景に、東証株価指数を大きく上回った。機械分野も同様に 2019 年後半以降好調に推移していた。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響により世界の経済活動が抑制されたこと等を背景として、２月下旬以降から４月１日にかけては、全業種で悪化している（図 111-17）。

前掲：図 111-1　株価の推移（日次データ）



資料：日本経済新聞社

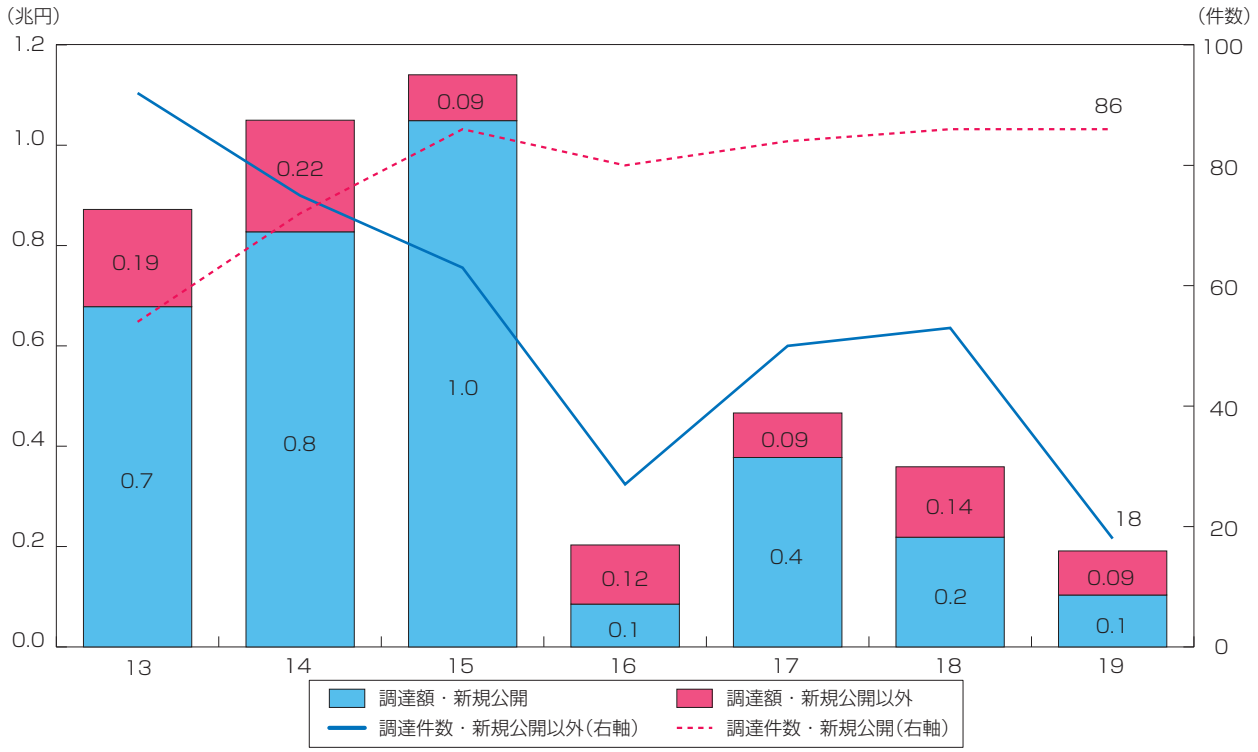
図 111-17　株価の騰落率の推移（東証株価指数、業種別株価指数）



備考：2012 年 12 月 28 日を基準とする騰落率の推移。
資料：Bloomberg より経済産業省作成

企業の株式による資金調達額の推移をみると、企業の資金調達額は 2012 年以降、2015 年にかけては増加したが、2016 年には低金利などの環境を活用した社債発行による資金調達の動きが広がり、株式による資金調達は減少した。その後、株式による資金調達額は 2017 年には持ち直したものの、2018 年以降には再び減少に転じ、2019 年の資金調達額は 2013 年以降、最少の金額となった（図 111-18）。

図 111-18　株式による資金調達の推移



備考：「国内」における「株券」による資金調達。
資料：日本証券業協会

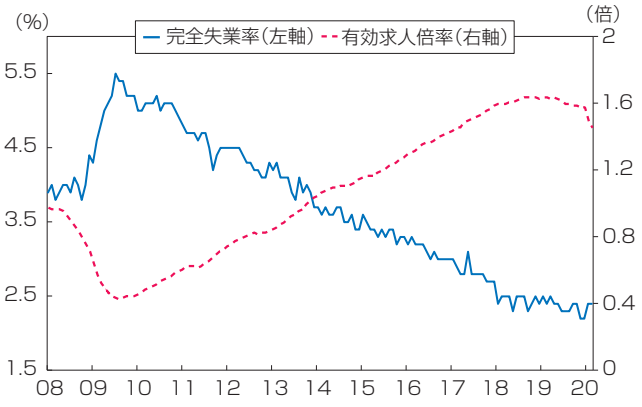
④雇用・所得の動向

2019 年の完全失業率は 2.4％と前年に引き続き 3％を下回る低水準が続いている。有効求人倍率は 2018 年 4 月から 2019 年 6 月までの間 1.6 倍を超える高水準が続いてきたが、米中貿易摩擦に伴う中国経済の減速の結果、製造業の生産活動が弱まったことなどの影響を受け、その後は低下傾向となっている。2020 年 1 月には、ハローワークの求人票の記載項目が拡充され、一部に求人の提出を見送る動きがあったことから、求人数の減少を通じて有効求人倍率が低下したこともあり、同年 1 月、2 月は 1.5 倍を下回った。雇用情勢は近年着実に改善してきたものの、2020 年 3 月以降も、新型コロナウイルス感染症による製造業の生産活動への影響や、イベント等の自粛に伴う需要縮小による影響について注視していく必要がある（図 111-19）。

残業時間などを表す所定外労働時間を見ると、2016 年半ば以降、企業の設備稼働率が増加傾向を示し、企業の生産活動が回復するにつれ、2017 年には増加したが、2018 年後半からは、働き方改革の効果もあり、所定外労働時間は減少傾向にある。この傾向は、2019 年はより一層顕著となり、2018 年 12 月以降、14 か月連続で前年同月比マイナスとなった（図 111-20）。

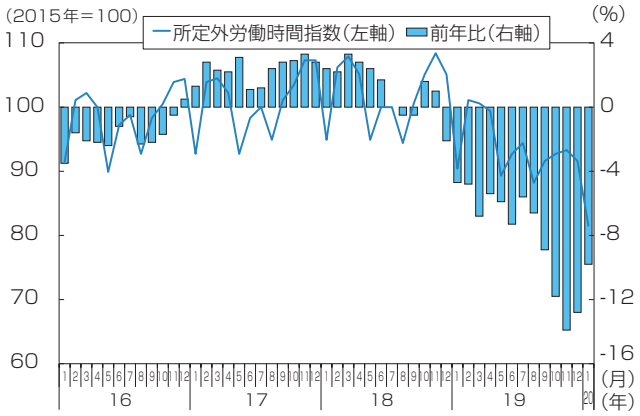
2020 年 4 月 1 日時点で公表されている製造業における月々の賃金動向を確認すると、製造業の所定内給与は、ベースアップの広がり等もあり 2017 年 11 月以降 27 か月連続で前年同月以上となっている一方で、所定外給与を見ると、2018 年 12 月以降 14 か月連続で前年同月比マイナスの水準となった（図 111-21）。

図 111-19　雇用環境の動向（完全失業率、有効求人倍率）



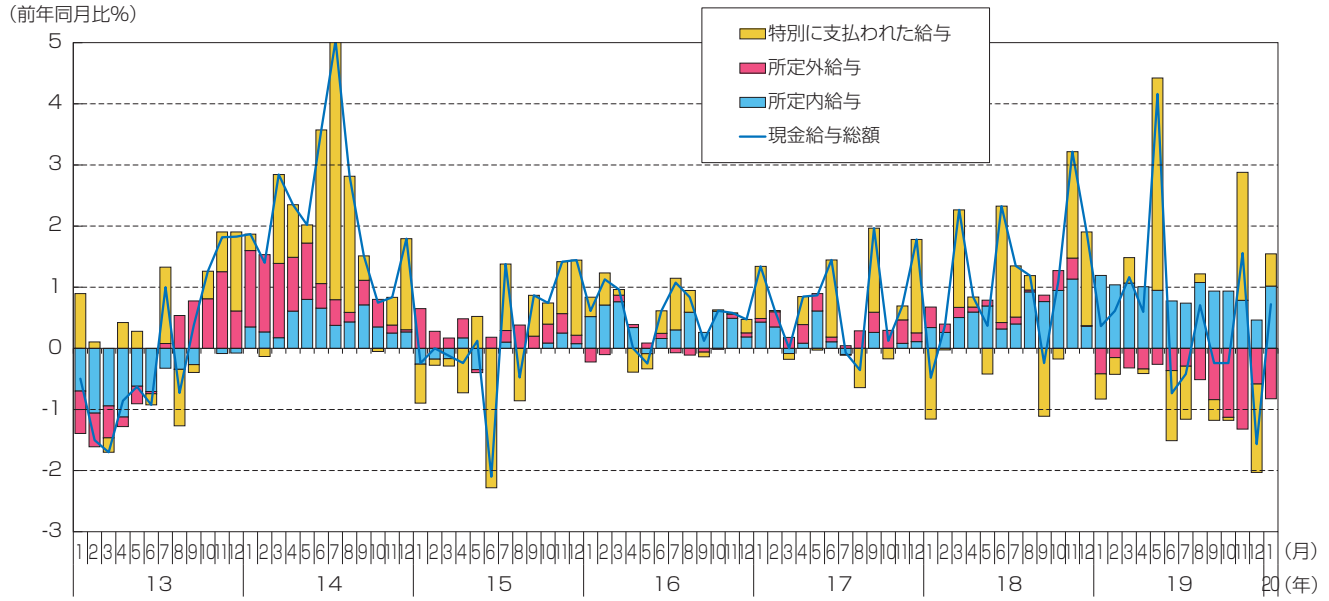
備考：いずれも季節調整値。2011 年３月～８月までの完全失業率は、補完推計値を用いている。また、2020 年１月から求人票の記載項目が拡充され、一部に求人の提出を見送る動きがあったことから、求人数の減少を通じて有効求人倍率・新規求人倍率の低下に影響していることに留意が必要。
資料：総務省「労働力調査」、厚生労働省「職業安定業務統計」

図 111-20　製造業の所定外労働時間の動向



備考：１. 事業所規模５人以上
２. 一般労働者（常用労働者のうち、パートタイム労働者でない労働者）
３. データについては、４月１時点で公表されている 2020 年１月（速報）を利用
資料：厚生労働省「毎月勤労統計調査」から作成

図 111-21　製造業の所得環境の動向（現金給与総額）



備考：１. 事業所規模５人以上。
２. 一般労働者（常用労働者のうち、パートタイム労働者でない労働者）。
３. データについては、４月１時点で公表されている 2020 年１月（速報）を利用
資料：厚生労働省「毎月勤労統計調査」から作成

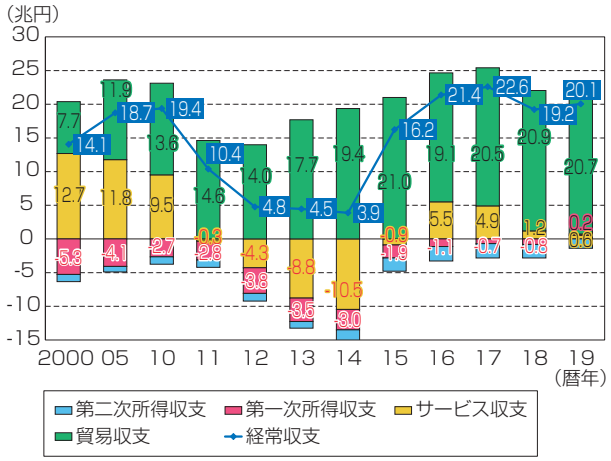
2　我が国の経常収支

我が国の経常収支[注2]黒字は 2011 年以降４年連続で縮小し、2014 年には比較可能な 1985 年以降で最少となる 3.9 兆円を計上したが、2015 年からは３年連続で拡大し、2017 年には 22.6 兆円となった。2018 年、2019 年は 2017 年と比較すると黒字額がやや縮小したものの、エネルギー価格の安定化やエネルギー輸入量の減少を背景に、2019 年では 20.1 兆円と高水準を維持した。海外現地法人の収益等からなる第１次所得収支を見ると、グローバル化に伴う我が国企業の海外進出や海外の株式・債券などへの投資が活発化したことにより、2019 年では 20.1 兆円まで拡大した。貿易収支は 2016 年に黒字に転じたが、2019 年は中国の景気減速による電気機器・一般機械の輸出減少等を背景とした輸出額の減少により、黒字幅を縮小した。2005 年以降は第１次所得収支が貿易収支を上回り、我が国の経常収支の黒字を支えている（図 112-1・2）。

ここでは製造業の観点から、我が国経常収支の構造変化を分析する。

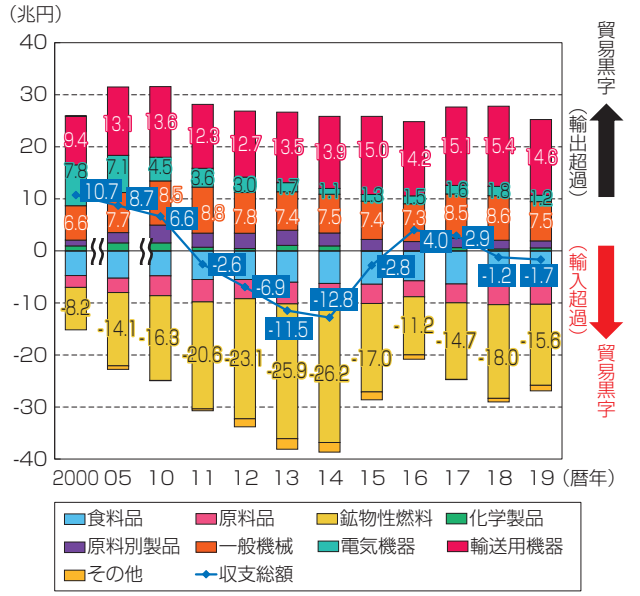
注２　我が国の国際収支統計は 2014 年１月の公表分から、IMF 国際収支マニュアル第６版に準拠した統計に移行しており、主要項目の組み替えや表記方法、計上基準などの変更が行われている。従来の「所得収支」は「第一次所得収支」、「経常移転収支」は「第二次所得収支」へと項目名が変更されている。本白書では原則、移行後の統計を用いる。

図 112-1　経常収支の推移



資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図 112-2　貿易収支の推移



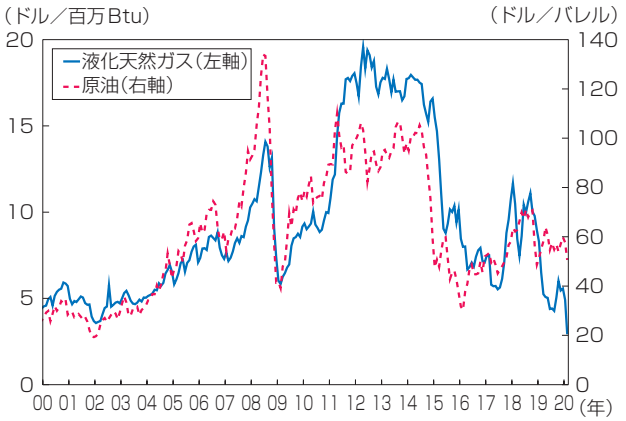
備考：品目の分類は「貿易収支」の概況品ベース。
資料：財務省「貿易統計」

（1）製造業の貿易収支動向

主要な品目別（「貿易統計」の概況品ベース）に貿易収支[注3]を見ると、2000 年来、貿易赤字方向に寄与した要因は「鉱物性燃料」、「食料品」、「原料品」などの輸入超過であるが、特に「鉱物性燃料」の寄与が大きい（前掲：図 112-2）。

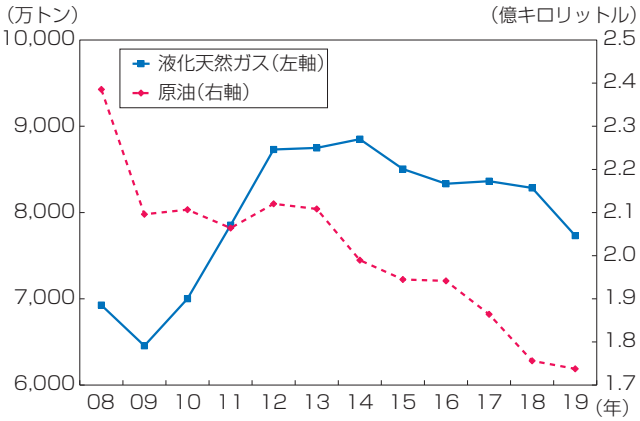
2019 年の原油価格は直近ピークである 2014 年 6 月の 1 バレル＝ 105 ドルと比べ低い水準で安定的に推移していたが、2020 年 3 月は新型コロナウイルス感染症の影響を受けた原油需要減見通しに対応するために行われた OPEC 加盟国の減産協議が決裂し、大幅値下げとなった。このような原油価格の大幅減は、今後プラント産業の新規案件組成等に悪影響を与える可能性がある。輸入量については、2017 年以降減少傾向が続いている（図 112-3・4）。

図 112-3　エネルギー価格の推移



備考：1. 液化天然ガスはインドネシア産液化天然ガスの 1 百万 Btu。
2. 原油は米国産 WTI 原油の 1 バレルあたりのドル価格。液化天然ガスは英国熱量単位あたりドル価格。
資料：IMF「Primary Commodity Prices」

図 112-4　エネルギー輸入量の推移



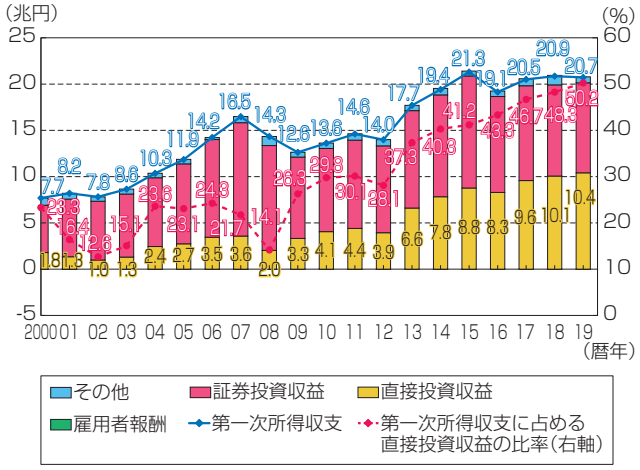
備考：1. 液化天然ガスは HS コード「271111000」。
2. 原油は HS コード「270900900」。
資料：財務省「貿易統計」

注 3　「国際収支統計」の貿易収支と「貿易統計」は、金額計上に当たっての範囲や時点等が異なるため、値は一致しない。

（２）製造業の所得収支動向

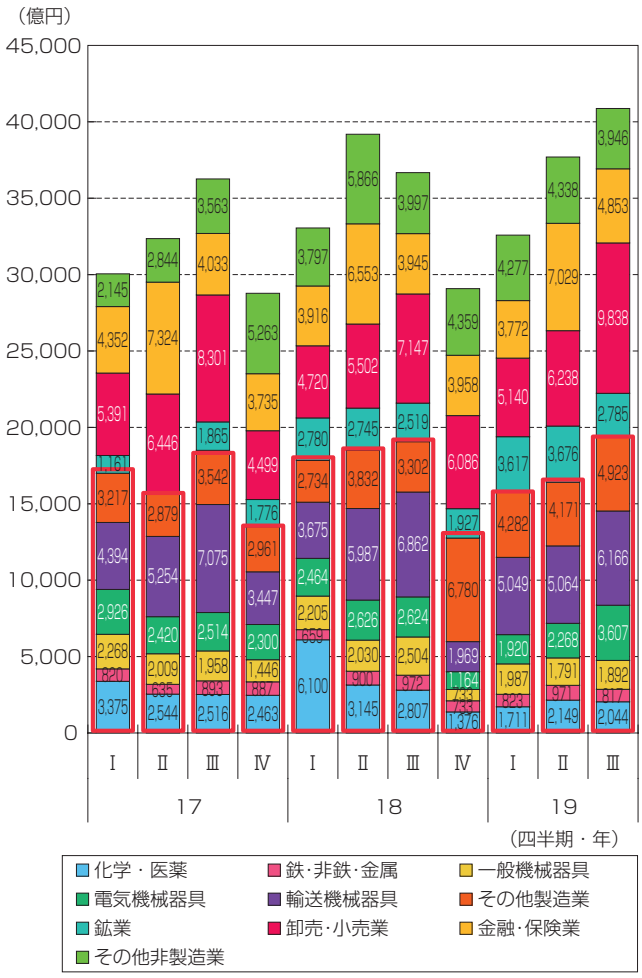
第１次所得収支[注4]は拡大基調にあり、2019年には20.7兆円の黒字を計上した。内訳を見ると、2000年代では海外の株式や債券など有価証券投資に対する収益である「証券投資収益」が中心だったが、海外現地法人の収益である「直接投資収益」の占める割合が年々拡大し、2019年には50.2％と半分以上を占めた（図112-５）。直接投資収益の業種別内訳を見ると、製造業全体では2019年第３四半期で1.9兆円と第１四半期から0.37兆円増加し、第１次所得収支の増加に貢献していることが分かる（図112-６）。

図112-５　第１次所得収支の推移



備考：「その他」は、「その他投資収益」と「その他第１次所得収支」の合計。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図112-６　対外直接投資収益（業種別）



備考：「その他」は、「その他投資収益」と「その他第１次所得収支」の合計。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

3　我が国製造業の設備投資動向と設備老朽化の状況

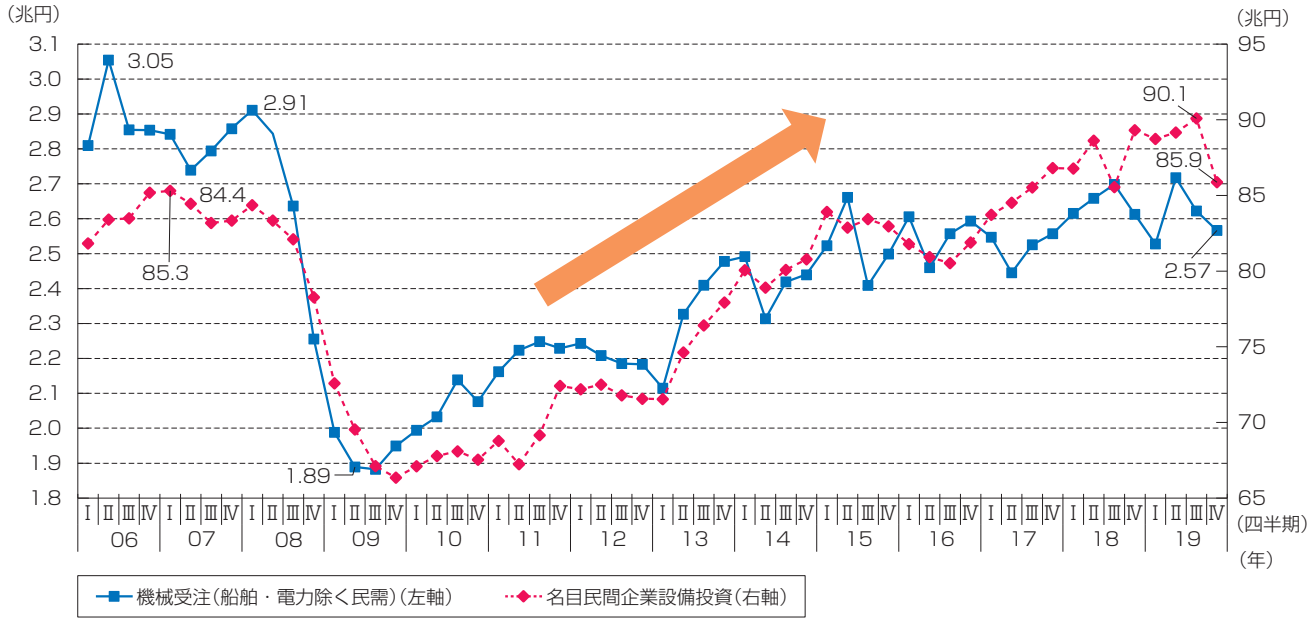
（１）製造業における設備投資動向

続いて、国内の民間企業設備投資を確認する。我が国の設備投資額の推移を見ると、リーマンショックを底として2019年まで増加基調が続いている。機械受注もリーマンショック以降おおむね増加基調だが、リーマンショック以前の水準までは回復していない（図113-１）。

製造業の設備投資額と減価償却費の関係を見ると、リーマンショック以降の2009年から2011年にかけては設備投資額が減価償却費を下回って推移するなど低調な時期が続いていたが、2014年から2019年まで増加基調が続き、減価償却費を上回りながら推移している（図113-２）。

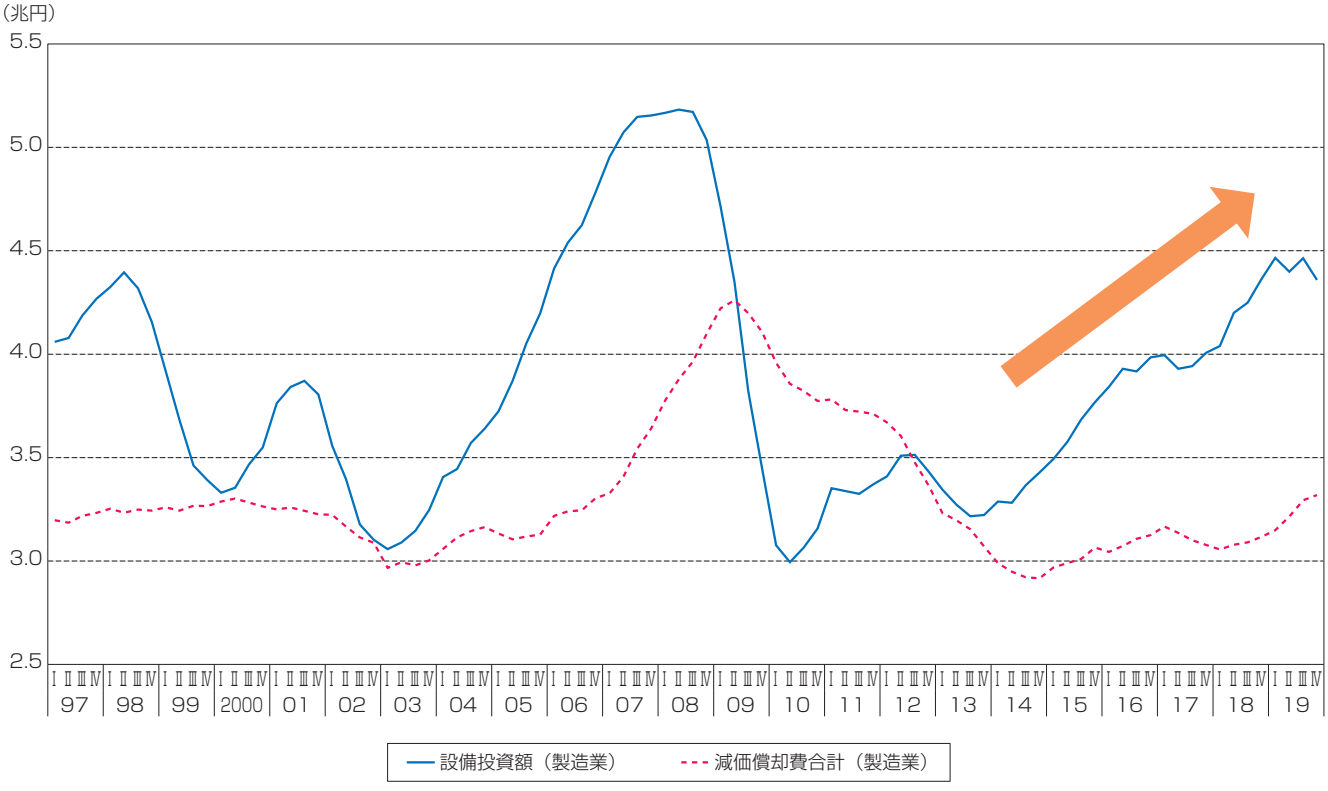
注４　企業が工場など海外現地法人を開設するために投資を行うと、対外直接投資として認識され、その海外現地法人の収益は直接投資収益として第１次所得収支に計上される。

図 113-1 設備投資額の推移



備考：季節調整値
資料：内閣府「2019 年 10 － 12 月期四半期別 GDP 速報（2 次速報値)」、「機械受注統計調査」

図 113-2　製造業の設備投資額と減価償却費



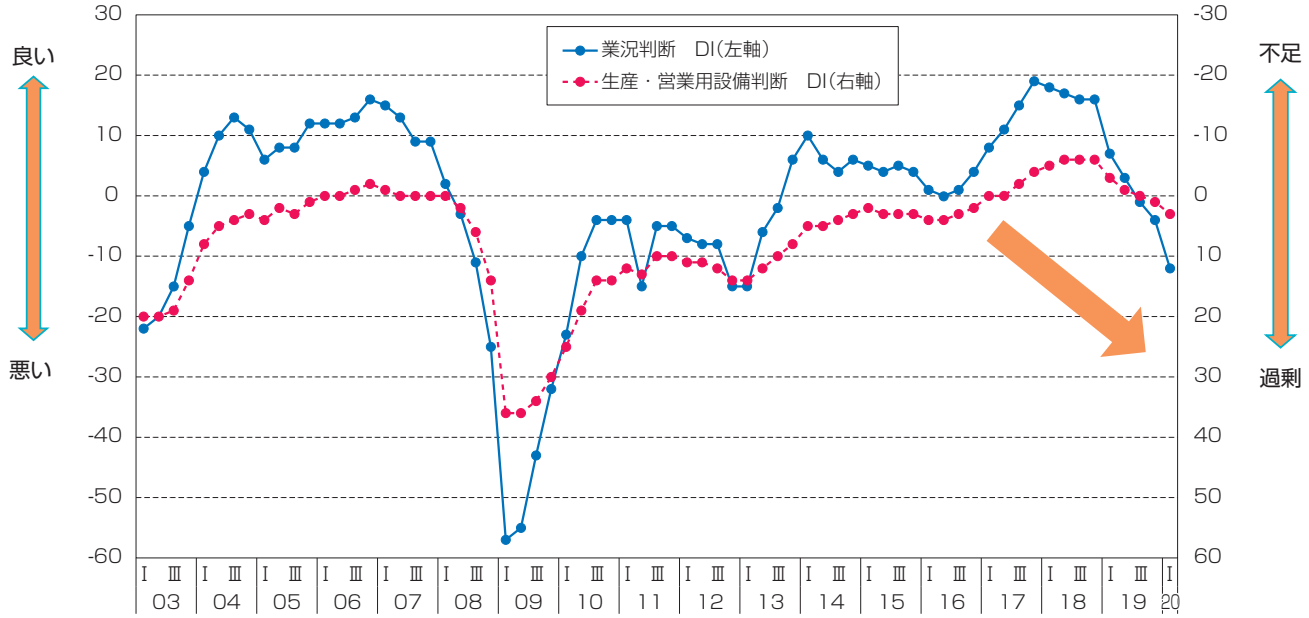
資料：財務省「法人企業統計」

日本銀行「全国企業短期経済観測調査（短観）」により企業の業況判断と設備投資の過不足感を確認すると、リーマンショック以降どちらも著しく落ち込んだものの、その後の業況判断の改善に伴い設備投資の過剰感が解消され設備投資の意欲も回復した。しかし、2019年以降業況判断DIが落ち込み、設備投資判断も2019年第３・第４四半期および2020年第１四半期では再び過剰側に転じている（図113-３）。

2019年12月に実施したアンケートにより今後３年間の設備投資の見通しを確認しても、国内・海外いずれも「増加」、「やや増加」の割合が減少し、「減少」、「やや減少」と回答する割合が増加している(図113-４・５)。

近年国内の設備投資は好調に推移してきたが、2019年以降では短観、アンケート等で陰りが見える。さらに2020年第１四半期以降については、新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けた世界経済の減速・活動停止や国内外のサプライチェーン毀損、深刻な世界的需要減による影響を受け、設備投資が縮小することが見通される。

図113-３　業況・設備投資DI（製造業、全規模）



資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」

図113-４　今後３年間の設備投資の見通し（国内）

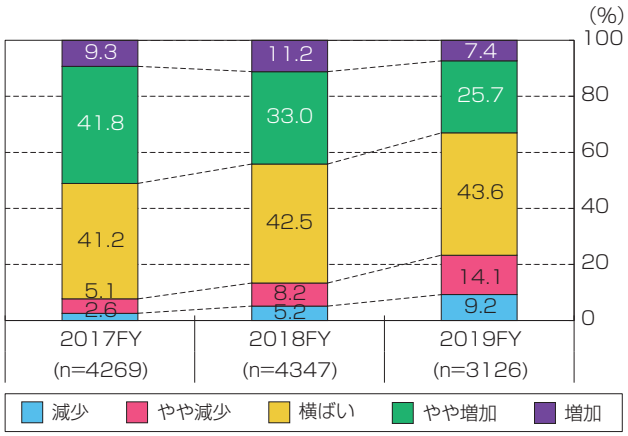
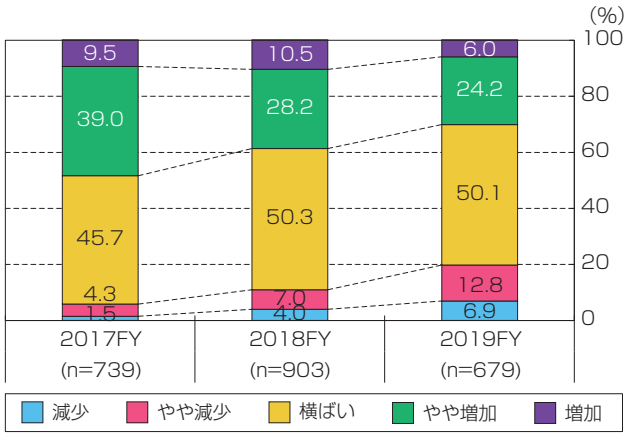


図113-５　今後３年間の設備投資の見通し（海外）



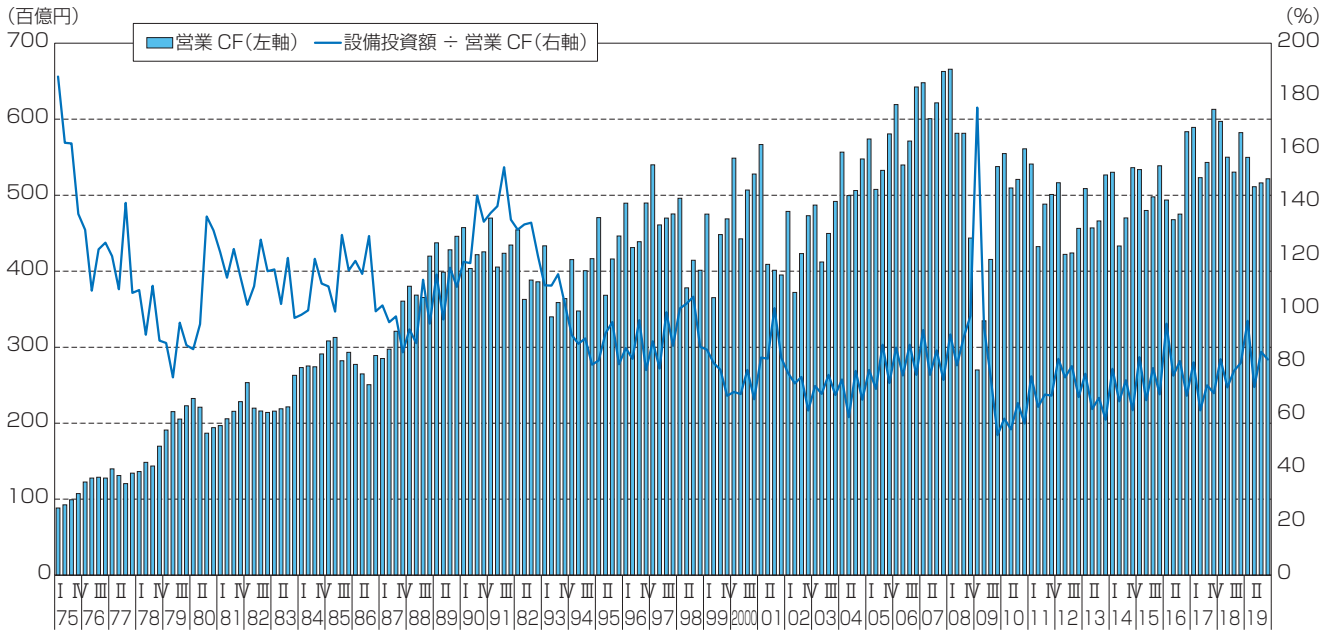
資料：三菱UFJリサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

国内企業における投資の積極性を見るため設備投資営業キャッシュフロー比率[注5]を確認すると、90年代前半までは高水準で推移したものの、90年代後半以降では、リーマンショックの影響による営業キャッシュフロー自体の大幅減少時（2008年後半～2009年前半）を除き低位で推移しており、積極性に欠ける状態が続いている（図113-6）。

ここで、保有する資産が生み出す利益と設備投資の関係をみると、資産の収益性は増加し続けている一方で、2006年頃から連動性が崩れ始め、両者の差が広がっている。すなわち、資産が生み出す利益が増加し、新規に設備投資するポテンシャルは年々高まっているものの、実際の設備投資の伸びは低調であると読み取れる（図113-7）。

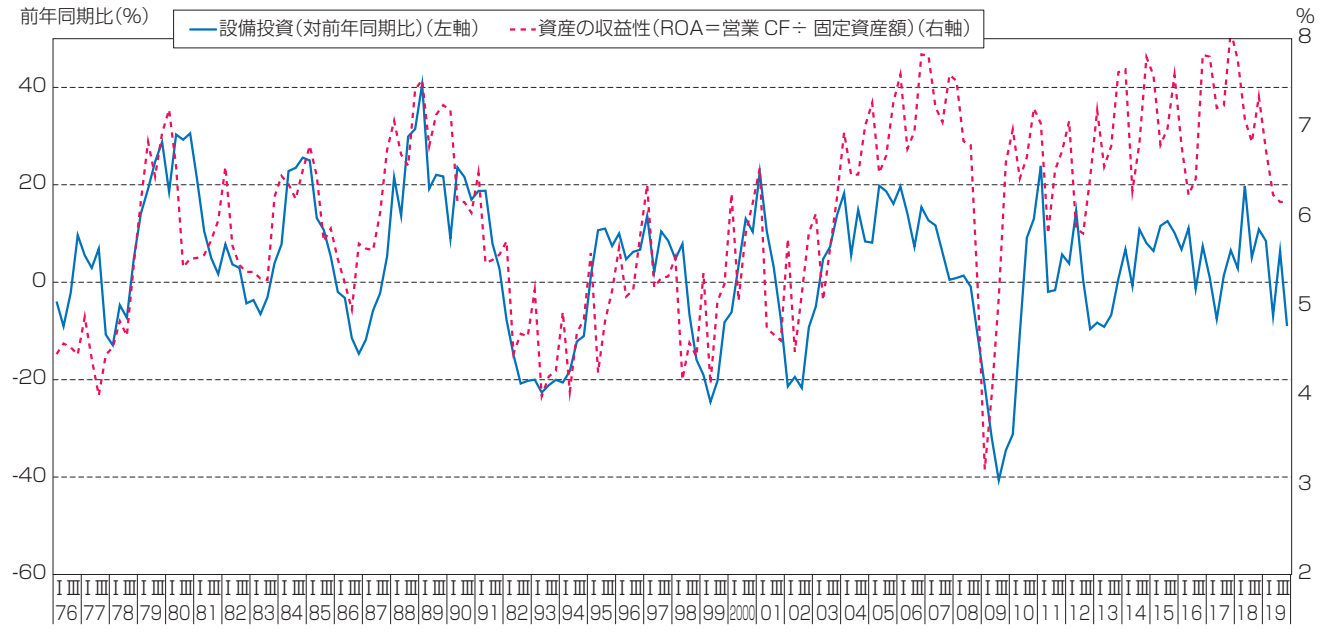
これらのことから、企業が設備の利益率、すなわち設備効率をより重視するようになっていると考えられる。

図113-6　設備投資営業キャッシュフロー（CF）比率の推移



資料：財務省「法人企業統計」

図113-7　資産の収益性（ROA）と設備投資の推移



資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」

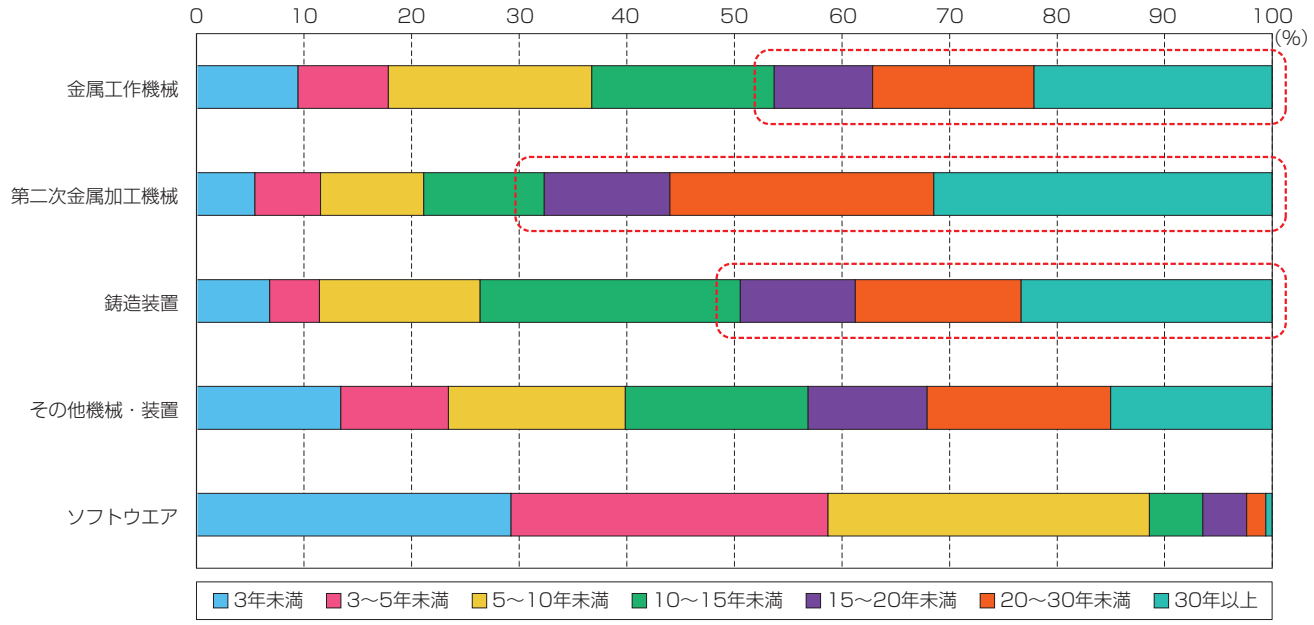
注5　設備投資営業キャッシュフロー比率とは、営業活動で稼いだ現金に対して、設備投資に使用した資金の占める比率を指す。

（2）製造業における設備老朽化の状況

我が国製造業企業は設備効率を高めてきた一方で、設備投資が見送られる傾向が続いており、設備の老朽化に伴う更新の必要性が高まっている。日本機械工業連合会が2018年12月に行った生産設備保有期間に関するアンケートによると、調査を行った機械機種のうち、金属工作機械、第二次金属加工機械、鋳造装置では50～80%近くの設備が導入してから15年以上経過している（図113-8）。

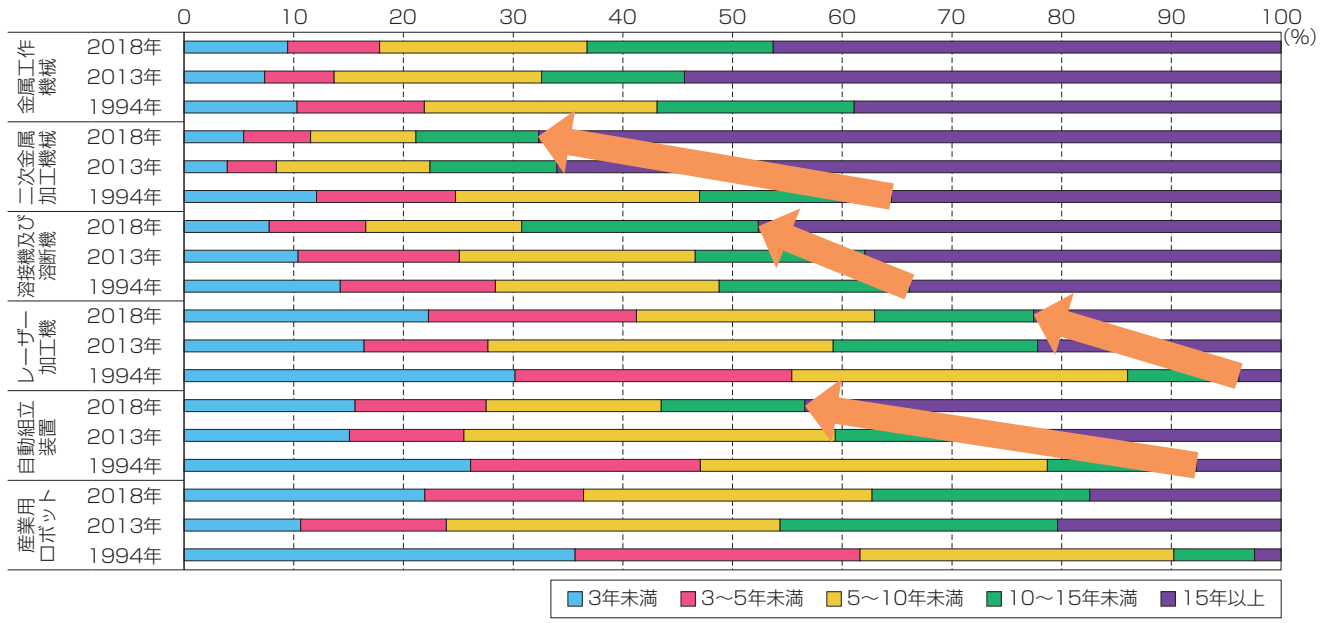
また、設備を導入してからの経過年数について、経済産業省による1994年調査、2013年調査と比較すると、二次金属加工機械、溶接機及び溶断機、レーザー加工機、自動組立装置では、15年以上経過している機器が2～3割程度増加している（図表113-9）[注6]。

図113-8　生産設備導入からの経過年数（2018年調査）



資料：日本機械工業連合会2018年度生産設備保有期間実態調査（ビンテージ調査）

図113-9　生産設備導入からの経過年数の比較（2018年、2013年、1994年の比較）



資料：日本機械工業連合会2018年度、経済産業省2013年度、1994年度生産設備保有期間実態調査（ビンテージ調査）

注6　ただし、1994年調査は12,388件、2013年調査は1,033件、2018年調査は388件と、アンケートの回答件数に大幅な変化があった点には留意が必要である。ここでは、「金属工作機械」「第二次金属加工機械」「溶接機及び溶断機」「レーザー加工機」「自動組立装置」「産業用ロボット」について各調査でアンケート項目を設けていたため、簡易的な比較を行ったものである。

以上、本節においては、我が国製造業の置かれた環境や、業況や今後の見通し等を概観した。

我が国経済は好調な設備投資等を背景に 2018 年央まで回復を続けていたが、中国経済の減速や度重なる災害、天候不順、通商問題や海外経済の不確実性等の影響により大きな環境変化に直面し、2018 年後半から 2019 年にかけて、製造業を中心に業況判断が弱まっている。2019 年には米中貿易摩擦を理由として国内回帰を行った企業が増え、さらに 2020 年 1 月以降では新型コロナウイルス感染症の影響が深刻化し、国内製造業が大きな判断を迫られる局面が増加している。

製造業は依然として我が国 GDP の 2 割を占め、我が国全体の経常収支にも大きく貢献しているが、その根幹を支える設備投資について見ると、設備の老朽化が進み、昨今の情勢不安を受けて今後も積極的な投資が見送られることが懸念される。

先行き不透明な情勢下においては、企業は内外の資源を再構成するための投資を行い、外部要因の変化に対応しうる体制に変革することが重要である。続く第 2 節は、我が国を取り巻く不確実性の高まりについて、更に考察を深めたい。

第2節　不確実性の高まる世界の現状と競争力強化

第１節で見てきたように、我が国経済は 2013 年以降緩やかな回復を続けてきたものの、2018 年から続く米中貿易摩擦の影響により、中国経済の先行き不透明感が高まったため、特に製造業を中心に弱さが見られ、2019 年第２四半期以降一段とその傾向が増した。

2020 年１月以降も新型コロナウイルス感染症の世界的拡大などの影響により、不確実性はますます高まり、製造業にとっては今後の見通しが立てづらい状況が続いている。

本節においては、このような各国の政策や国際情勢、事業環境の急激な変化等の予測しづらい事態を「不確実性」と総称する。その上で、不確実性の近年の動きを確認し、我が国製造業がこのようなリスクに対してどのような対策を講じ、どのような力を高め、これを乗り越えるべきかについて考察を深めたい。

1　世界における不確実性の高まり

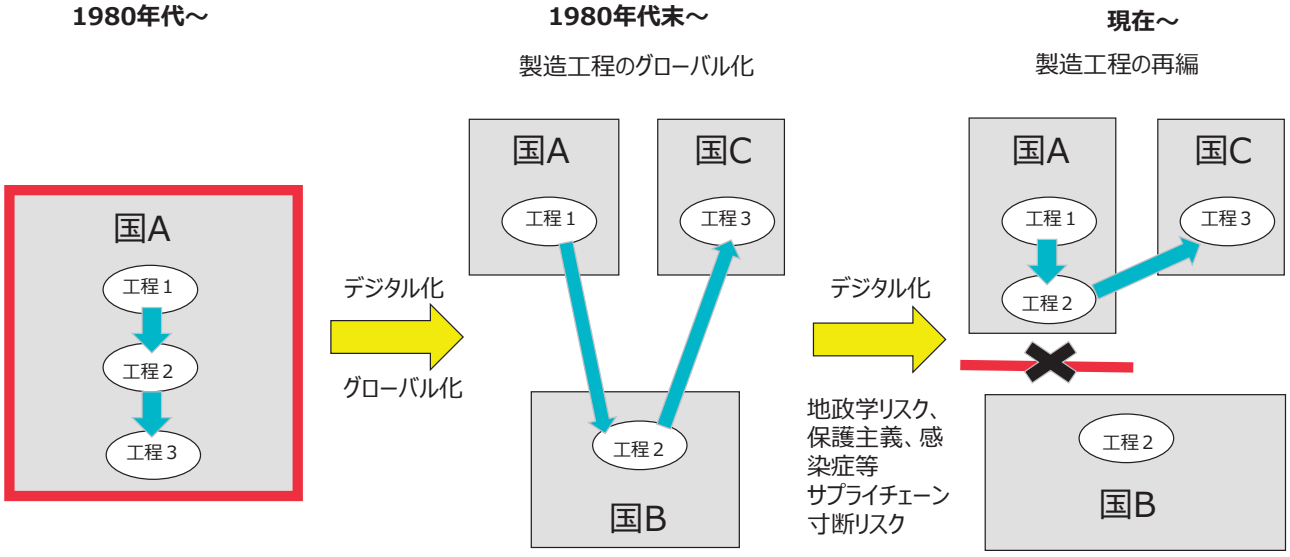
（1）新型コロナウイルス感染症がもたらしたサプライチェーンの寸断リスク

中国湖北省武漢において最初に発生し、世界的に拡大した新型コロナウイルス感染症は、我が国製造業のサプライチェーンのあり方に、大きな課題を突きつけることとなった。

ジュネーブ国際高等問題研究所のリチャード・ボールドウィン氏が論じるように、1980 年代末から、情報革命によってアイデアの移動・貯蔵・加工に関する技術革新が起こり、コミュニケーションコストが劇的に低下することによって、サプライチェーンに変化が現れた[注1]。従来は、複数工程が物理的に１か所で行われなければ非効率であった。それが、1980 年代末以降になると、企業は各工程を細分化し、複数国に分散して、最適なサプライチェーンを構築することになったのである（図 121-1）。

こうして、20 世紀末から 21 世紀にかけて、高度に発達したサプライチェーンがグローバルに構築されてきた。このグローバル・サプライチェーンは、効率性の点からは確かに優れていた。しかし、今回の新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、その欠陥が顕在化することとなった。グローバル・サプライチェーンは、不確実性に対して脆弱であることが明らかとなったのである。

図 121-1　サプライチェーン再編の歴史

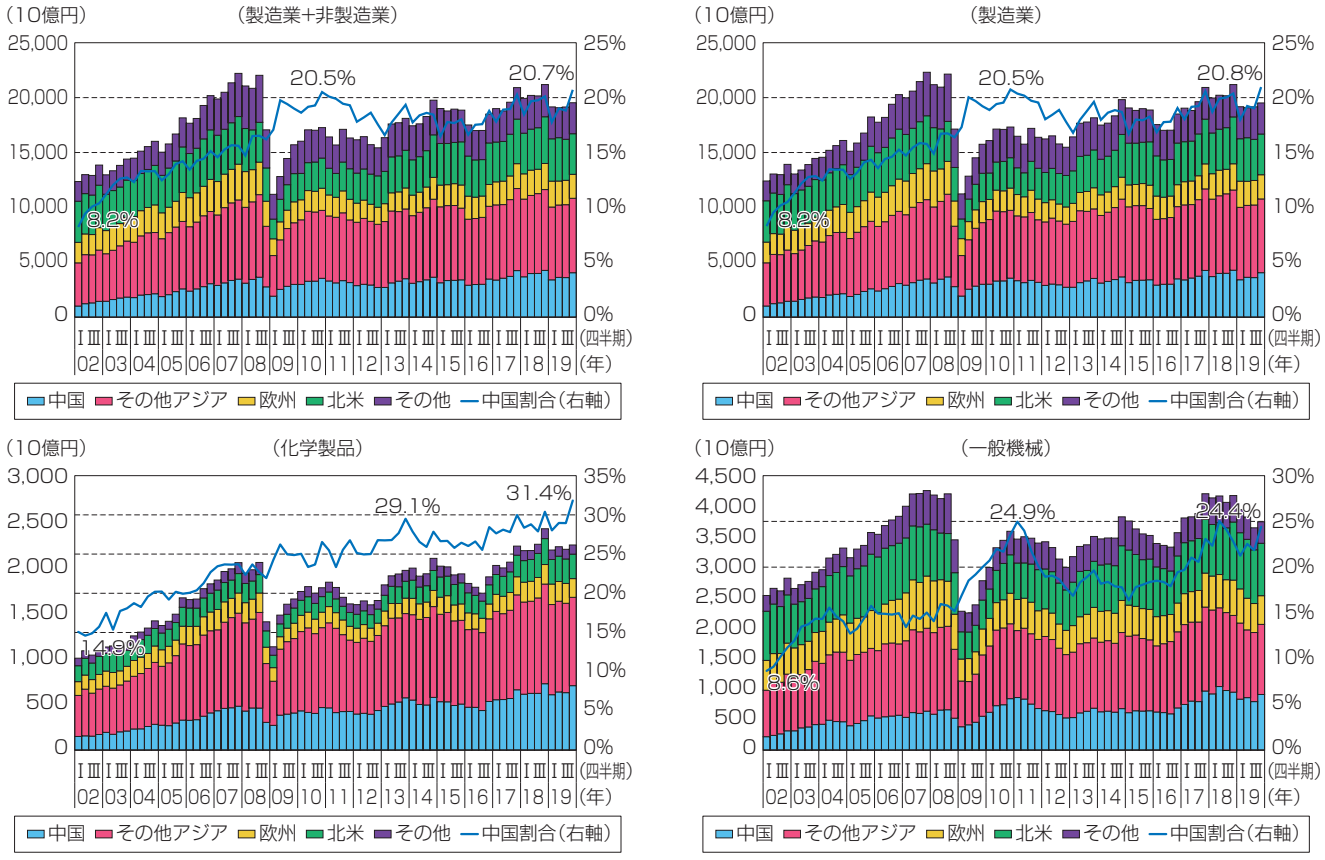


資料：Richard Baldwin “The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization”（2016）を参考に、経済産業省作成

注１　Richard Baldwin “The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization”（2016）

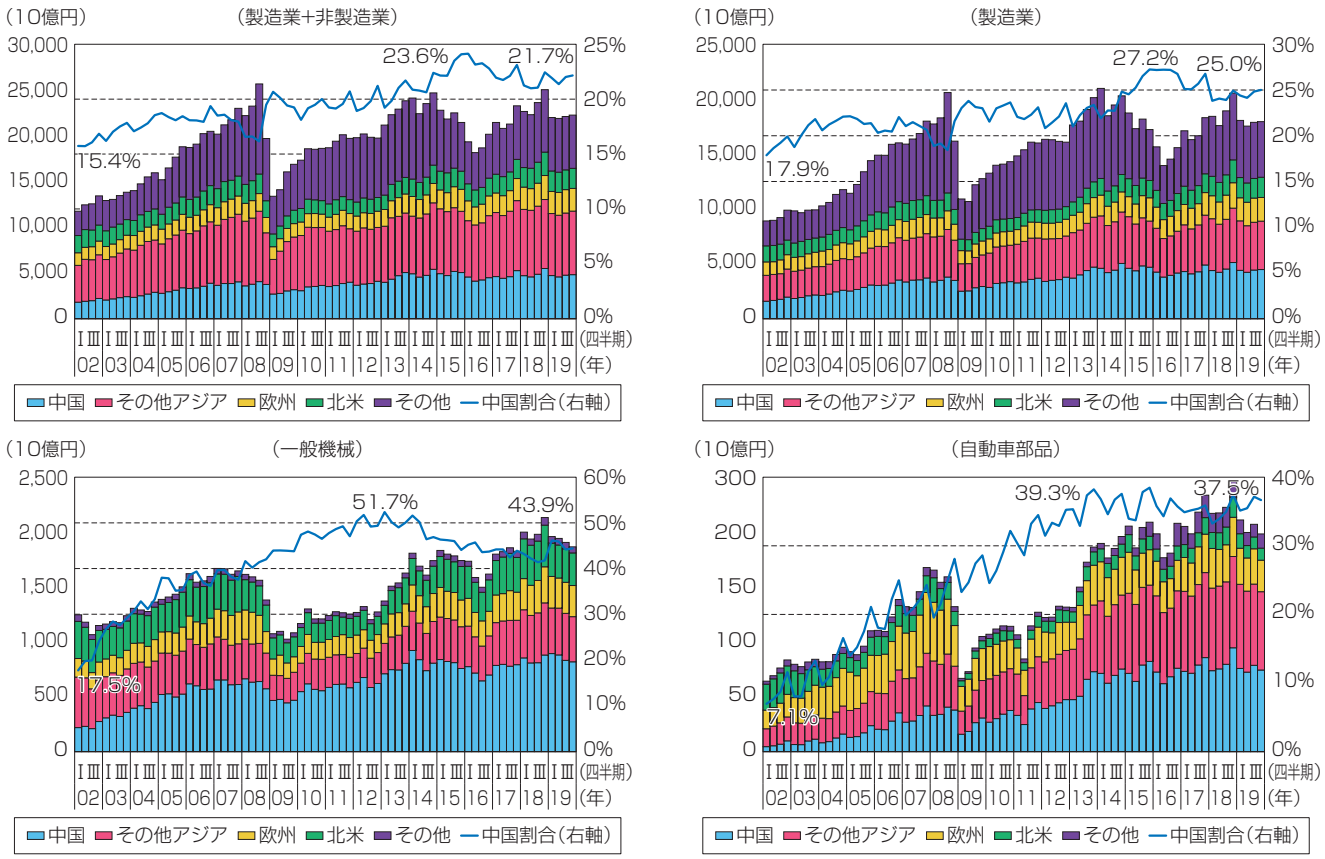
特に、我が国製造業のサプライチェーンにおいて、中国の占める役割は、2003 年の SARS（重症急性呼吸器症候群）発生の頃と比べて、より大きなものとなっていた。財務省「貿易統計」によると、2019 年第４四半期における製造業の輸出額のうち 20.8%、輸入額のうち 25.0%を中国が占め、2003 年当時の２倍以上の水準となっている（図 121-2・3）。これらはともに非製造業も合わせた全体の総額よりも高い水準であり、製造業は他業種と比べて中国との取引が多いといえる。特に、化学製品や一般機械の輸出入に関しては、製造業の平均よりも中国への依存度が高く、３割を超えている。貿易統計によると、そのうち自動車部品に関しては、2002 年と比べて中国からの輸入額・割合が右肩上がりに上昇しており、今や自動車部品全体の 37%を中国からの供給が占めている。その中には代替の困難な部品も複数含まれているという懸念があったため、各社による影響調査や代替生産などの努力が行われた。例えば、車の電源供給や信号通信に用いられる複数の電線の束と端子やコネクタで構成される自動車部品「ワイヤーハーネス」は、自動生産が難しく、手作業への依存度が高い一方で、車種やモデルごとに形や大きさが異なる。このような部品の供給拠点が閉鎖された場合、サプライチェーン全体に影響を及ぼすことになる（図 121-4）。

図 121-2　地域別輸出額の推移



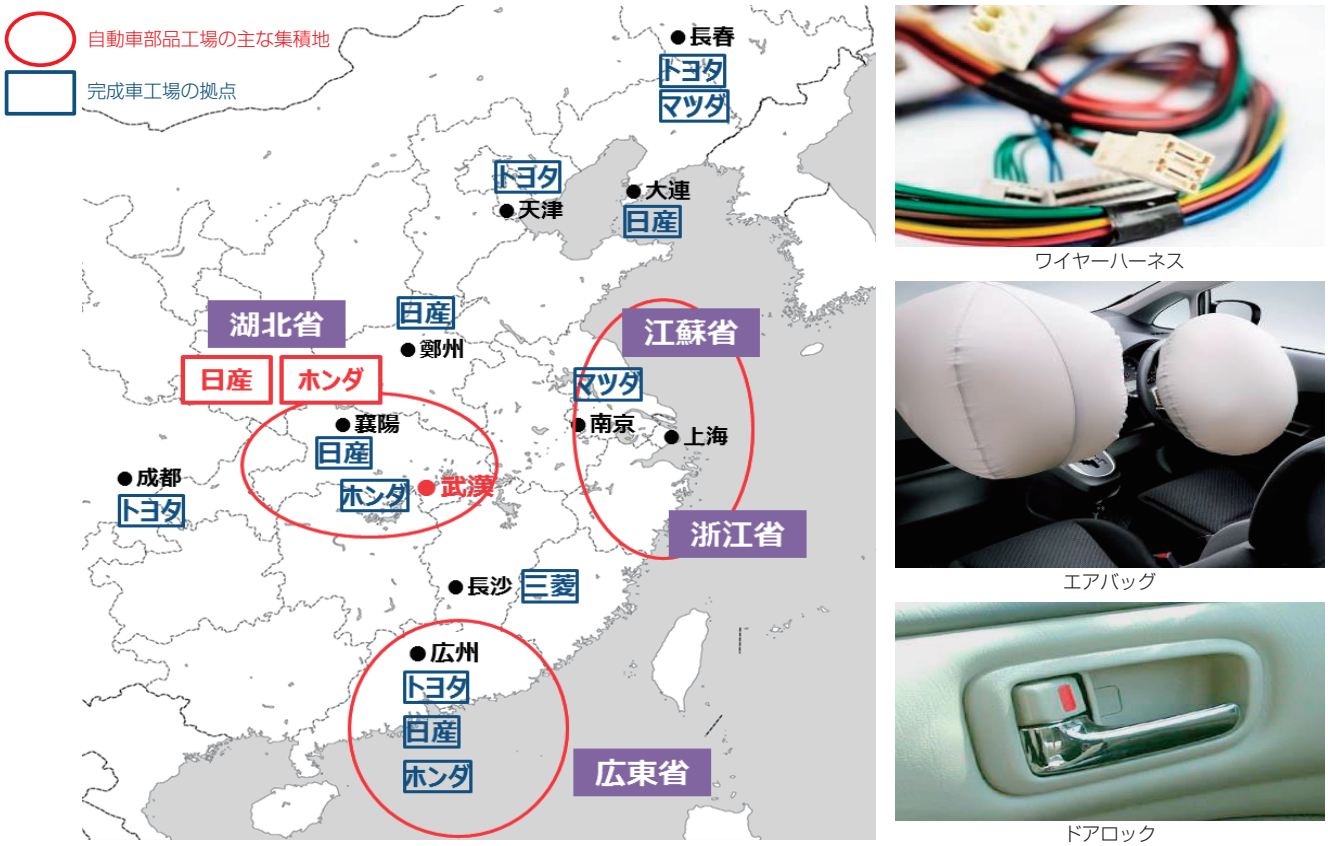
（資料）財務省「貿易統計」

図 121-3　地域別輸入額の推移



（資料）財務省「貿易統計」

図 121-4　中国における日系自動車メーカーの主な拠点及び中国から日本への輸出部品例



資料：各社公表資料を基に経済産業省作成

大手メーカーの声の中には、現地従業員の移動制限や責任者を務める日本人の渡航制限により中国拠点の運営が困難になったというものや、中国で製造していた製品を日本国内や第３国からの調達に切り替えたというものが聞かれ、いかに柔軟に事態に対処できるかが重要であることが改めて浮き彫りとなった。

サプライチェーンの寸断リスクに対しては、2011年の東日本大震災発生時に特定のメーカーに中核部素材が集中し、当該メーカーの生産途絶が複数の完成車メーカーに影響を与えた教訓から、大手自動車メーカーを始めとしてトータルサプライチェーンの可視化や地域的リスクの分散、パートナー工場の設備状況の把握などが進められてきたところである。今回も深刻なサプライチェーンの途絶が生じたため、（一社）日本自動車工業会、（一社）日本自動車部品工業会、経済産業省は「新型コロナウイルス対策検討自動車協議会」を立ち上げ、情報共有と現状把握及び対応策の検討を行った。また、一国依存度が高い製品や部品に関しては ASEAN 諸国等への生産の多元化が必要であるとの問題意識の下、2020 年３月 10 日に発出された「新型コロナウイルス感染症に関する緊急対応策（第２弾）」では日本政策投資銀行の危機対応業務等を実施し、中堅・大企業に対する国内回帰を含めたサプライチェーンの再編等を支援することなどが定められた。

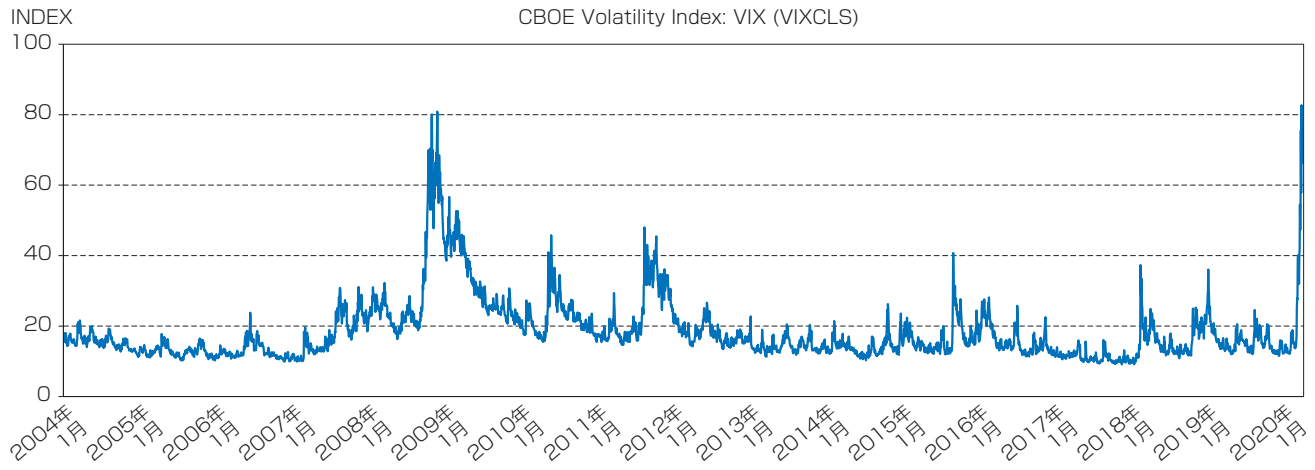
この新型コロナウイルス感染症の感染拡大によるサプライチェーンの寸断は、予期せぬ事態であり、製造業にとって脅威となる「不確実性」の典型であるといえる。

新型コロナウイルス感染症がもたらした不確実性の程度を定量的に評価するために、シカゴオプション取引所が算出・公表している「VIX インデックス（恐怖指数）」を参照してみよう。

VIX インデックスとは S & P500 インデックスを対象とするオプション取引のボラティリティに基づき計算され、市場の不確実性を表すバロメーターとして利用されている。ボラティリティとは金融商品がある一定期間において上下変動する頻度や規模を測定するもので、これが大きいほどその商品の価格変動が大きいことを意味する。VIX インデックスは相場の先行きに不安が生じた時に数値が急上昇する傾向があり、投資家が先行きに不安を感じている心理を表すとして「恐怖指数」とも呼ばれる。

VIX インデックスの推移を見ると、リーマンショックが発生した 2008 年 10 月から 11 月にかけて極めて高くなった後、10 ～ 40 程度で推移していたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、2020 年３月にはリーマンショック以来の高水準を示した（図 121-5）。この VIX インデックスからも、新型コロナウイルス感染症がもたらした不確実性の深刻さが分かるであろう。

図 121-5　VIX インデックス（恐怖指数）の推移

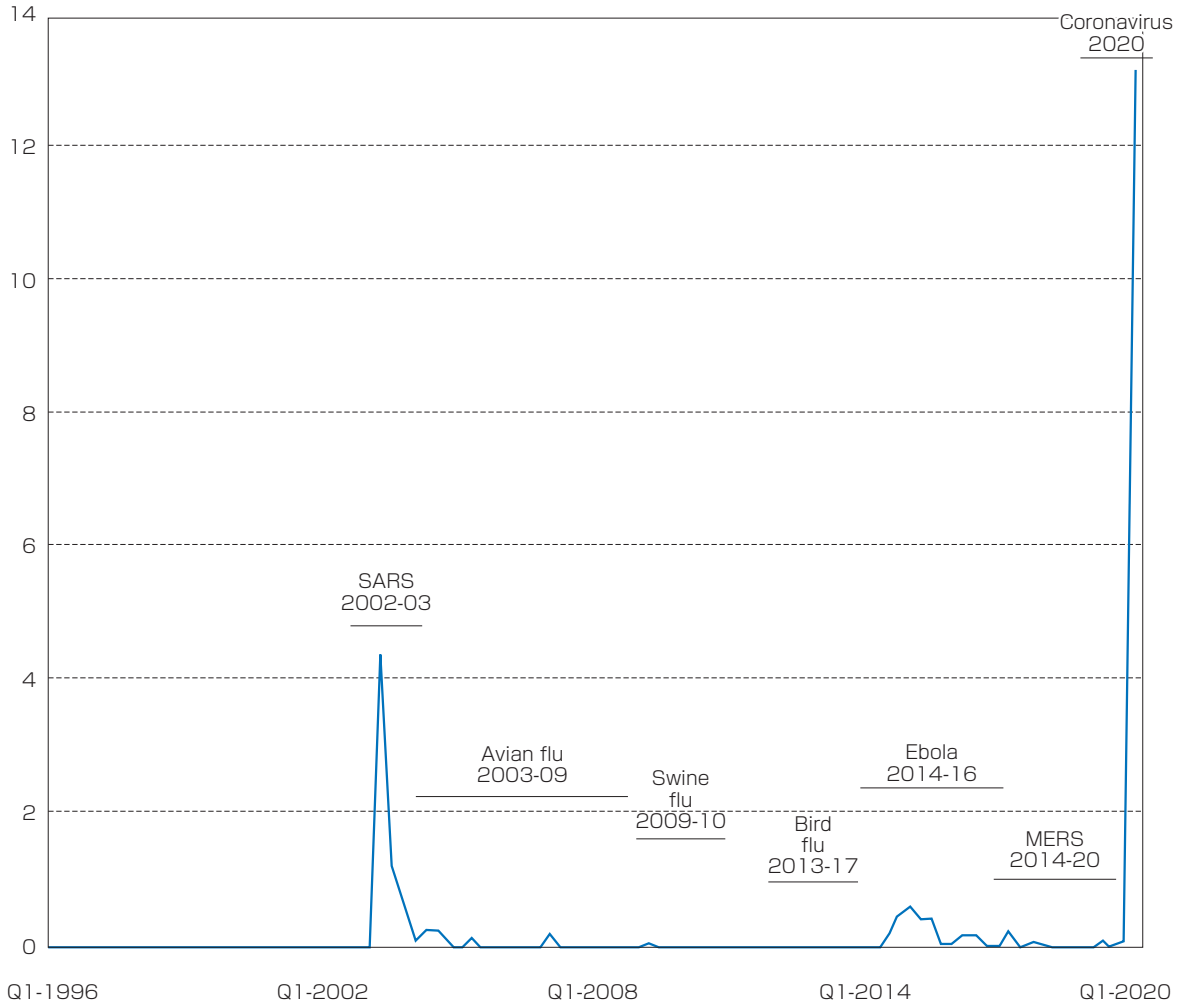


備考：VIX インデックスは 12 未満であればリスクが「低い」、20 を超えると「高い」、その中間値は「通常」と解釈されている（https://us.spindices.com/education-a-practitioners-guide-to-reading-vix.pdf 参照）。
出所：Chicago Board Options Exchange（CBOE）

さらに、新型コロナウイルス感染症の世界への影響について確認するため、「世界パンデミック不確実性指数」（EIU（The Economist Intelligence Unit）によるカントリーレポートの中でパンデミックまたは伝染と世界の不確実性とを関連づけて言及している記載の頻度）を見ると、SARS（重症急性呼吸器疾患）や新型インフルエンザの流行時と比べても、2020年では圧倒的に上がっていることが分かる（図121-6）。

このような動きに対し、IMFは「新型コロナウイルスに関連して世界の不確実性は記録的に高まっている」と評価している[注2]。

図121-6　世界パンデミック不確実性指数（World Pandemics Uncertainty Index-WPUI, simple average）



備考：EIUによるカントリーレポートにおいて、「パンデミック（pandemics）」または「伝染（epidemics）」の語の近くで世界の不確実性に言及する頻度（10万語中）
資料：IMF ” Global Uncertainty Related to Coronavirus at Record High” https://blogs.imf.org/2020/04/04/global-uncertainty-related-to-coronavirus-at-record-high/

以上のように、今般の新型コロナウイルス感染症の感染拡大は世界に深刻な影響を与えており、世界の不確実性を著しく高めている。続いては、我が国製造業を取り巻く不確実性とその近年の動きについて、更に取り上げていきたい。

注2　IMF ” Global Uncertainty Related to Coronavirus at Record High”
https://blogs.imf.org/2020/04/04/global-uncertainty-related-to-coronavirus-at-record-high/

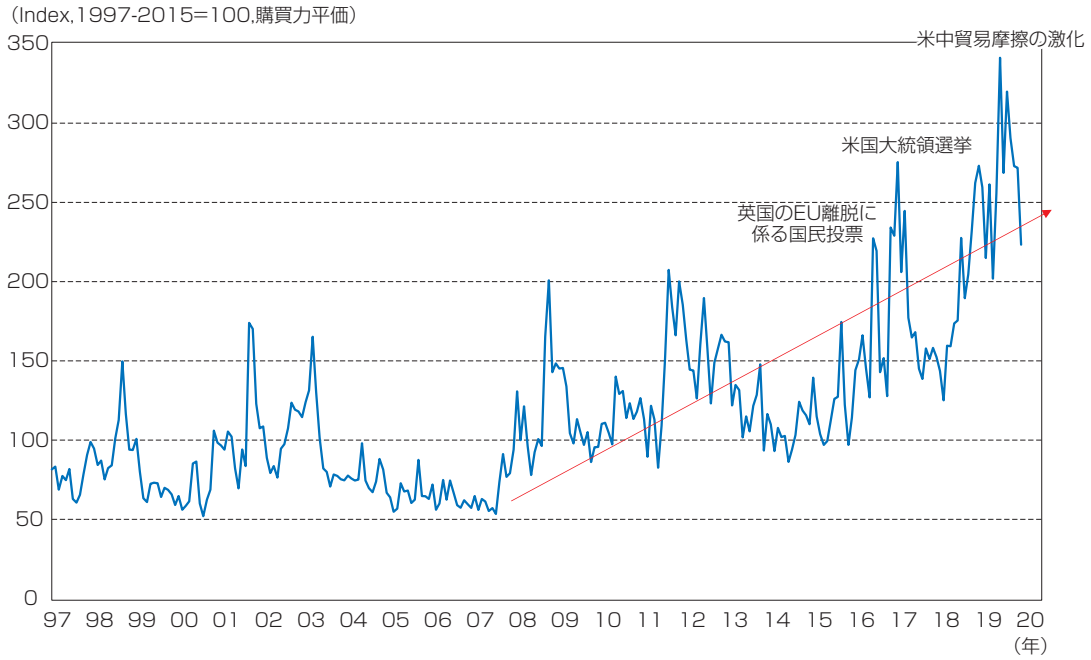
（2）世界の政策不確実性と地政学リスクの高まり

製造業が直面する不確実性には、パンデミック以外にも様々なものがある。その１つが、国家の政策の予測しづらい変化がもたらす不確実性（「政策不確実性」）である。

2016 年６月の国民投票により決定し、2020 年１月に正式に実現した英国の EU 離脱や、2018 年以降の米中貿易摩擦など、近年、予測困難な政治的変化が起きるようになっており、政策不確実性の高まりが経済活動に与える悪影響が懸念されている。

このような政策を巡る不確実性の動向について、定量的に表すために作成された指標が、主要新聞における政策を巡る不確実性に関する用語の掲載頻度を指数化した「政策不確実性指数」である（図 121-7）（詳細はコラム参照）。

図 121-7　世界の政策不確実性指数（1997.1 － 2020.1）



備考：日本、米国、英国、中国など 20 カ国の指数を購買力平価レートでドル換算した GDP ウェイトにより加重平均して算出
資料：http://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html

コラム　新聞報道を基にした政策不確実性指数

・・・（独）経済産業研究所（RIETI）　伊藤新研究員

近年、政策実務家の間で、新聞報道を基にした政策不確実性指数に関心が寄せられている（例えば、内閣府 2019 や日本銀行 2019）。本コラムでは、この指数が注目される背景、指数の作成方法及びその動向について解説する。

＜政策を巡る不確実性を定量化するアプローチ＞

政策を巡る不確実性は、風と同様、私たちの目で直接観察することができない。しかし、風量の把握に様々な方法があるように、この不確実性を定量的に知る方法が、いくつかある。１つ目は、アンケート調査だ。多くの消費者や企業に対して、彼らが抱く不確実性の度合いについて聞き取り調査を行い、回答結果を集約することで、国全体で家計や企業が直面する不確実性の大きさを知ることができる。

２つ目は、テキストデータを活用した物差しの作成・利用だ。テキストデータとは、日本語や英語などの自然言語で書かれた文書のうち、コンピュータで処理できるようにデータ化されたものをいう。金融機関やシンクタンクがウェブページに掲載している経済レポートや、企業がウェブページに掲載している有価証券報告書が、その良い例である。テキストデータを活用して、政策の不確実性を端的に示す指標が得られれば、それを基にして、国全体で家計や企業が直面する不確実性の度合いを把握できる。

米シカゴ大学のスティーブン・デービス氏と米スタンフォード大学のニック・ブルーム氏を中心とする研究チームは、新聞報道を拠り所にして、政策の不確実性を定量化する方法を考案した（Baker et al.

2016)。彼らは、世の中で政策に関する不確実性が高まっているとき、新聞紙上でそのことが頻繁に報道されているはずだと考えた。こうして、彼らは、政策を巡る不確実性について書かれた記事の数に着目した。

新聞記事を利用するアプローチには、他のアプローチと比べて、いくつか良い点がある。第1に、世界の多くの国で、記事データの収集が可能である。このため、各国の指数だけでなく、これらの指数を集約して世界の指数を作ることもできる。第2に、データの入手ラグが小さい。したがって、日次や週次のような高頻度の指数が、作成可能である。第3に、過去に遡ってデータが入手できる。長期間に亘って指数が得られれば、過去に起きた大きな出来事と比べて、現状を評価できる。第4に、データの入手コストが低い。政策実務家が新聞報道を基にした指標に注目するのは、最初の2つの特徴が、彼らにとって魅力的であるためとみられる[注3]。

＜政策不確実性指数の作成方法＞

その研究チームが指標を作って捉えようとしたものは、①誰が政策を立案し、実施するかという不確実性、②どのような政策措置が、いつ講じられるかという不確実性、③過去、現在又は将来の政策措置の経済効果についての不透明性、④政策措置が講じられないことで生じる経済の先行き不透明性である。ここで、政策には、財政政策や金融政策などの経済政策だけでなく、国家安全保障に関する外交政策や軍事政策も含まれる。

米国の月次指数を作るに当たり、まず彼らは新聞記事データベースを使い、主要10紙に掲載された記事の中から、以下の3つのカテゴリーの用語（以下、E用語、U用語、P用語）を少なくとも1つずつ含む記事の数を、新聞ごとに月単位で調べた。

1. Economy: {economy or economic}
2. Uncertainty: {uncertainty, uncertainties, or uncertain}
3. Policy: {congress, congressional, legislation, legislature, legislative, regulation, regulations, regulatory, white house, federal reserve, the Fed, deficit, or deficits}

3番目のP用語は、彼らの研究補助者が実際に記事を読んで行った、作業結果を基に選び出された。具体的には、記事データベースから無作為に抽出された、E用語とU用語を少なくとも1つずつ含む約3,700記事のうち、上の4つの政策を巡る不確実性について書かれた箇所で、頻繁に使われる政策関連用語の中から、それらが選定された。次に、彼らは、収集してきた記事件数のデータにいくつかの処理を行い、最終的に1985年1月から2009年12月までの平均が100となる指数を算出した[注4]。

現在、現地で発行される主要な新聞を利用して、米国と同様の方法により、日本や中国など世界21か国の月次指数が作られている[注5]。さらに、米国、中国、日本等の21か国の指数を総合した世界指数（1997-2015=100）も1997年1月以降、作成されている。具体的には、この指数は、各国の指数を名目GDPに基づくウェイトで加重平均して算出される。これら21か国のGDP規模は、世界全体の約8割を占める。

＜政策不確実性指数の動向＞

図1は、新聞報道を基にした世界の政策不確実性指数を示している。世界指数はこの四半世紀、何度か

注3　このアプローチの難点は、家計、企業、産業等の異質性を捉えられないことである。この課題に対処するため、Hassan, Tarek A., Stephan Hollander, Laurence van Lent, and Ahmed Tahoun. “Firm-Level Political Risk: Measurement and Effects.”（2019）は、企業が四半期に一度開く、決算説明の電話会議の議事録を利用して、米国の個々の企業が直面する政治的リスクを定量化する方法を提案している。Bloom, Nicholas, Philip Bunn, Scarlet Chen, Paul Mizen, Pawel Smietanka, and Gregory Thwaites. “The Impact of Brexit on UK Firms.”（2019）は、英国企業の最高財務責任者（CFO）や最高経営責任者（CEO）に対して、欧州連合（EU）からの離脱の是非を問う国民投票の結果が、自社の事業活動に影響を及ぼす不確実性にどれほど作用しているかについて、定期的な聞き取り調査を行っている。

注4　Hassan, Tarek A., Stephan Hollander, Laurence van Lent, and Ahmed Tahoun. “Firm-Level Political Risk: Measurement and Effects.”（2019）は、個別企業が直面する政治的リスクのデータを合成して指数を作り、米国の政策不確実性指数と比較している。彼らは、企業の決算説明の電話会議録を基にした政治リスク指数と新聞報道を基にした政策不確実性指数の動きが、よく似ていることを明らかにしている。両指数の相関係数は0.82（標本期間2002年第1四半期から2016年第4四半期）である。

注5　指数のデータは、Economic Policy Uncertainty Projectのウェブサイト、http://www.policyuncertainty.com/で自由に利用できる。記事データの収集開始時期の違いから、指数のデータが利用できる期間は、国により異なる。データは定期的に更新されている。米国と英国については、日次指数が提供されている。日本については、（独）経済産業研究所のウェブページ、https://www.rieti.go.jp/jp/database/policyuncertainty/で、指数のデータとともに注釈付きのグラフなど様々な資料が掲載されている。米国と日本の指数の詳細については、伊藤新「テキストデータを用いた政策不確実性の計測」（2019）を参照。

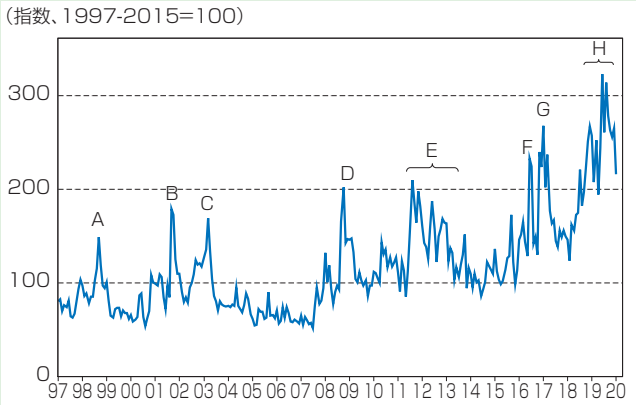
顕著に上昇している。米国の安全保障政策が主因となり、指数は 2001 年に米国で起きた同時多発テロ事件や 2003 年のイラク戦争の辺りで上がった。経済面では、2008 年の世界金融危機、2011 年の欧州債務危機や米国で連邦政府債務の上限引き上げを巡る問題が深刻化した辺りで、指数は 200 を超す高水準に上った。

世界指数は 2017 年以降、過去最高値を何度も更新している。この期間の指数の平均値は 208 である。これは、それ以前の期間の平均値（104、1997 年から 2016 年）より２倍大きい。指数が急激に上昇しているところでは、貿易政策に関連した出来事が起きている[注6]。2017 年１月には、米国が環太平洋パートナーシップ（TPP）交渉から離脱した。2018 年３月には、米国政府が鉄鋼とアルミニウムの輸入に対して関税を引き上げた。そして、７月に中国からの輸入品に対して追加関税を発動した。これを受け、中国政府は米国製品への関税を引き上げる報復措置を講じた。これ以降、米中間で貿易問題を巡る紛争が激しさを増していった。このような米中両政府による保護主義的な政策の実施は、貿易政策の先行きと経済が受ける影響について、不安や不透明性を非常に高めた。

このことを数値的な証拠で裏付けるため、図２は 2000 年以降の通商政策不確実性指数を示している。この指数は、米国、中国及び日本の指数を名目 GDP に基づくウェイトで加重平均して算出されている[注7]。各国の指数は、現地で発行される新聞の中で、貿易分野の政策を巡る不確実性について書かれた記事を基に作られている。指数は 2017 年１月と 2018 年３月、400 付近まで上がった。第１弾の追加関税が実施された 2018 年７月には、指数は 600 付近まで上り、2019 年にはより一層上昇した。2017 年から 2019 年までの指数の平均値は 367 である。これは、それ以前の期間の平均値（52、2000 年から 2016 年）の約７倍である。

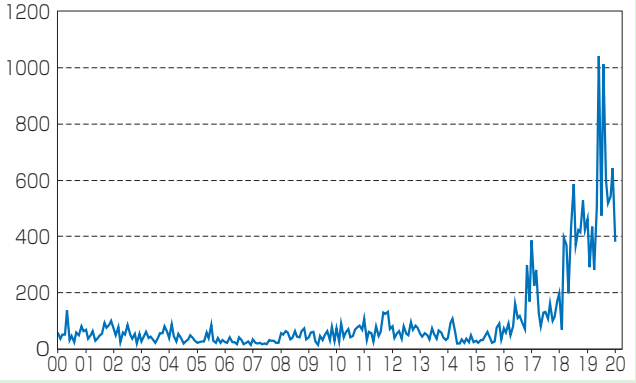
以上をまとめると、通商政策が主因で、世界の政策不確実性指数は歴史的に高い水準で推移している。貿易分野を始めとして、政策を巡る不確実性の高まりが、「ニューノーマル（新常態）になりつつある」（IMF のクリスタリナ・ゲオルギエバ専務理事）[注8]。

図１　世界の政策不確実性指数



備考：A：アジアとロシアで通貨危機、B：米国で同時多発テロ事件、C：イラク戦争、D：世界金融危機、E：米国で連邦政府債務の上限引き上げを巡る議論、欧州債務危機、中国で指導部が交代、F：英国で EU からの離脱の是非を問う国民投票、G：トランプ氏が米大統領選挙で勝利、米国が TPP 交渉から離脱、ブラジル、フランス及び韓国で政治的混乱、H:米中貿易摩擦、英国で EU からの離脱を巡る混乱、イタリア、フランス及びトルコで政情不安。
資料：Economic Policy Uncertainty Project より筆者作成。

図２　通商政策不確実性指数

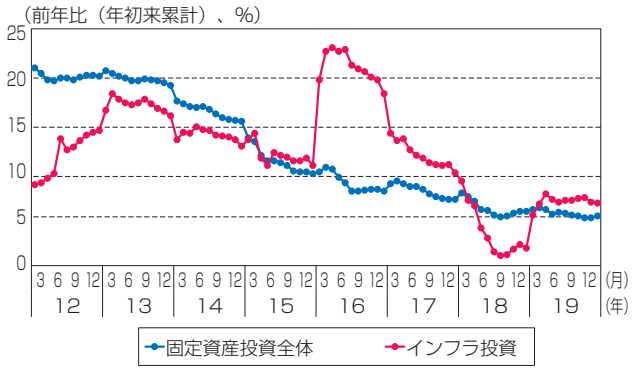


備考：1. A：トランプ氏が米大統領選挙で勝利（16/11）、B：トランプ政権が発足、米国が TPP 交渉から離脱（17/1）、C：トランプ大統領が鉄鋼とアルミニウムの輸入関税引き上げを発表、米中間で貿易紛争が開始（18/3）、D：米国が中国製品への追加関税を実施、中国が報復措置として米国からの輸入品への関税引き上げを実施（18/7）、E：米中間選挙、トランプ大統領が米中首脳会談で貿易問題に進展がなければ中国製品への追加関税の発動を表明、英国政府と EU が離脱協定案に合意するも議会の承認や将来の英国と EU の通商関係に対する不安（18/11）、F：米中通商協議の行き詰まり、トランプ大統領が米中首脳会談で通商合意に進展がなければ中国からのほぼ全製品に対する追加関税の実施を明言、日米貿易交渉（19/6）、G：トランプ大統領が第４弾の追加関税実施を発表、中国が対抗措置として米国製品に対する関税引き上げを発表（19/8）、H：米中両国が第１段階の通商合意成立と当初計画された第４弾追加関税の中止を発表、トランプ大統領が第２段階の合意に向けて早期の交渉着手を表明（19/12）。
2. 米国、中国及び日本の通商政策不確実性指数を名目 GDP に基づくウェイトで加重平均して算出。
資料：International Monetary Fund "World Economic Outlook Database October 2019"、（独）経済産業研究所、Economic Policy Uncertainty Project より筆者作成

注６　この点についての詳細は、Davis, Steven J. “Rising Policy Uncertainty.”（2019）を参照。
注７　現在、通商政策不確実性指数のデータが利用できるのは、これらの３か国だけである。Caldara, Dario, Matteo Iacoviello, Patrick Molligo, Andrea Prestipino, and Andrea Raffo. “The Economic Effects of Trade Policy Uncertainty.”（2020）は、企業が開催する決算説明の電話会議の議事録を活用して、米国企業が直面する貿易政策を巡る不確実性を定量化している。彼らは、個別企業のデータを集計して通商政策不確実性指数を作り、新聞報道を基にした通商政策不確実性指数と比較している。そして、新聞報道を基にした指数と電話会議の議事録を基にした指数の動きが、非常によく似ていることを明らかにしている。

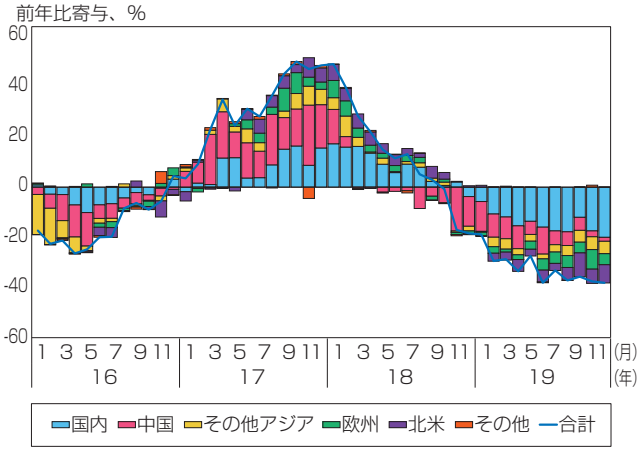
この世界の政策不確実性指数によると、2008年以降、政策不確実性が高まっていく傾向にあり、特に2018年以降は、米中貿易摩擦等の不確実性の高まりによる製造業の経営や企業行動への影響が拡大している。例えば、2018年3月の米国による関税措置発動を契機として、2018年夏以降、中国製造業の景況感が悪化し、投資が縮小した（図121-8）。これと連動するかのように、国内工作機械メーカーの受注も2018年秋頃より悪化し、中国向けの減少がこれに大きく寄与している（図121-9）。米中貿易摩擦が、中国経済、ひいては国内製造業の経営に深刻な影響を与えていることが分かる。

図121-8　中国における投資の動向



資料：中国国家統計局

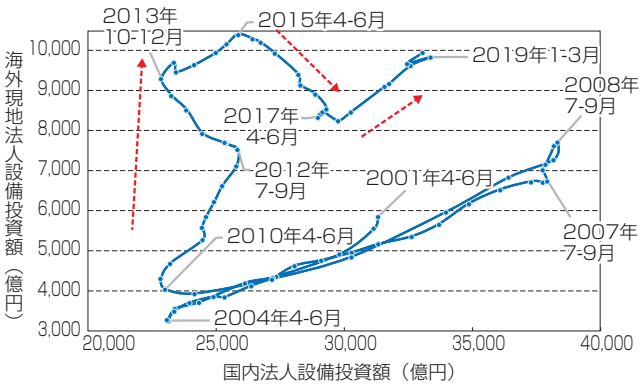
図121-9　工作機械受注の前年比伸び率（地域別寄与）



資料：一般社団法人日本工作機械工業会「工作機械受注統計」

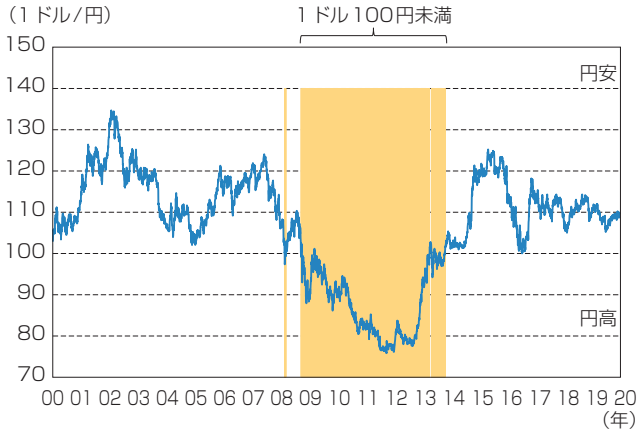
海外現地法人への投資は2010年から2013年にかけて顕著に進んだが（図121-10）、その背景には為替相場の円高方向への動きがあった（図121-11）。その後円安方向への動きが進むとともに国内への投資も回復に向かっている。

図121-10　国内投資、海外投資の傾向



備考：国内・海外の設備投資額のいずれも後方4期移動平均
資料：海外現地法人四半期調査（経済産業省）、法人企業統計（財務省）

図121-11　為替（ドル円相場）の推移

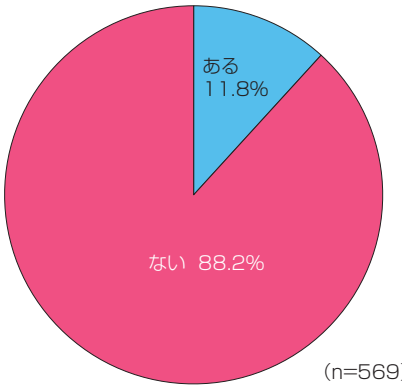


資料：日本銀行「外国為替相場状況（日次）」

このような中、2019年12月に実施された国内製造業企業に対するアンケート調査を見ると、過去1年間に全体の11.8%が生産拠点を国内に戻しているが、そのうち半数以上が中国・香港から回帰している（図121-12・13）。回帰の理由を確認すると、人件費の上昇、品質管理上の問題が上位を占める一方で、米中貿易摩擦を挙げた企業が9.4%と、2019年度調査時の2.2%から大きく上昇した（図121-14）。

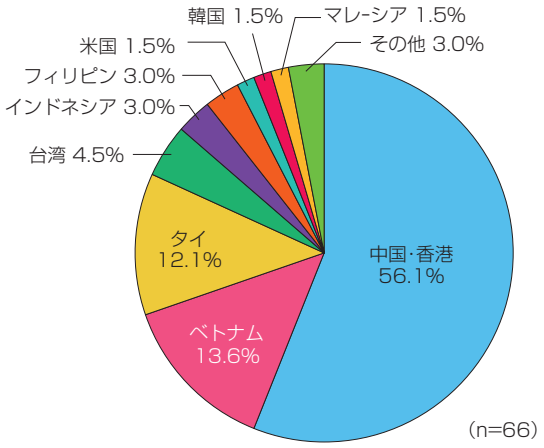
注8　「新型ウイルス、世界経済回復を阻害　貿易などもリスク＝IMF」（ロイター、2020年2月20日）、https://jp.reuters.com/article/imf-economy-idJPKBN20D2JT

図121-12　海外で生産していた製品・部材を国内生産に戻したケースの有無



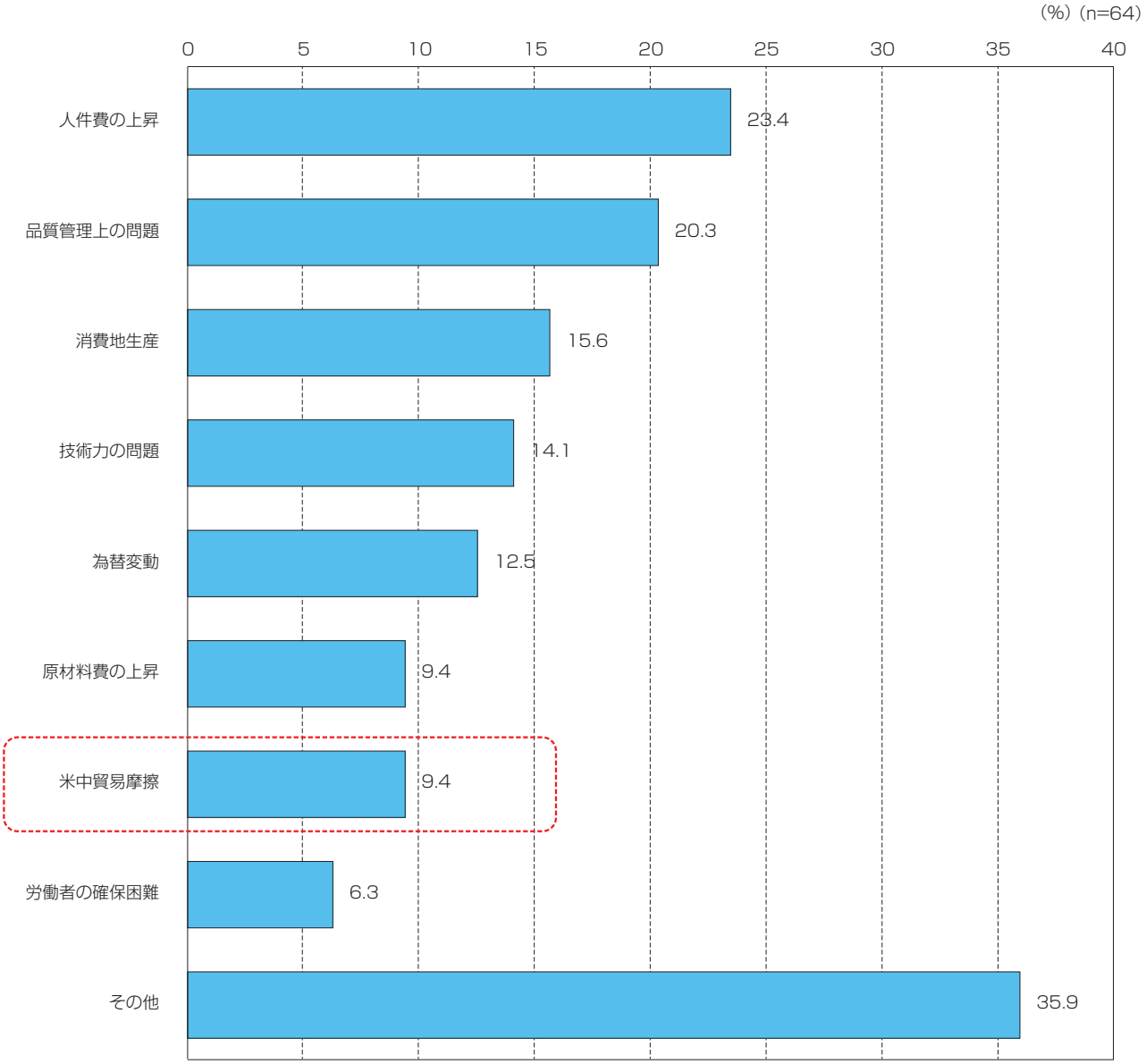
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 121-13　どの国・地域から国内に戻したか



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

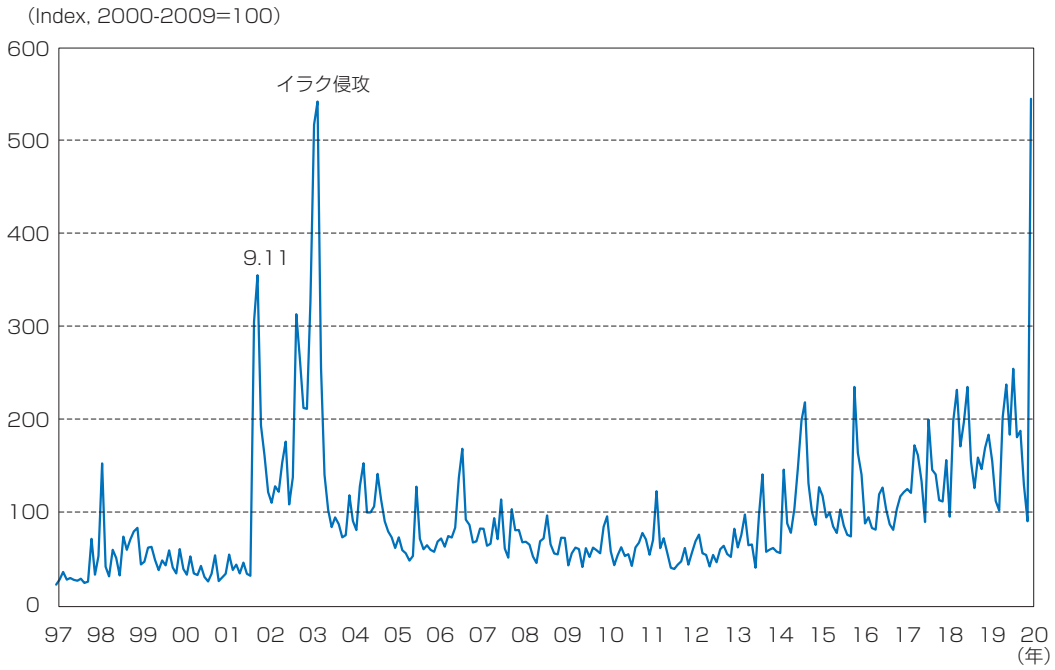
図 121-14　どのような理由で国内に戻したか



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

家計や企業が直面するテロ、戦争、軍事的な緊張の高まりに伴う経済の先行き不透明性の度合い（地政学リスク）についても、政策不確実性指数と同様の手法で指数化されている。2020年1月以降は、イラン情勢緊迫化により、地政学リスク指数は2003年のイラク戦争以来の高水準となった（図121-15）。

図121-15　世界の地政学リスク指数（1997.1 − 2020.1）



資料：Dario Caldara, Matteo Iacoviello　https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm
備考：米国、英国、カナダの新聞報道を活用し、テロ、戦争、軍事的緊張の高まりなど軍事面の要因で生じるリスクの度合いを定量化したもの。

地政学リスクの高まりと平行して、技術優位性の毀損や技術の脆弱性が安全保障上の懸念であるとの位置づけの下、安全保障を理由とする機微技術の範囲の拡大の検討及びその流出防止策や、自国産業を中心に据えた産業政策が世界的に進んでいる。自由資本主義経済の恩恵を享受してきた我が国としては、グローバル・サプライチェーンの分断や国際的なイノベーションの機会喪失を招き、経済成長や技術革新を阻害することは避けなければならないが、軍事転用可能な技術の拡散防止の観点から、政府としてしかるべき機微技術の流出防止策を講じることは国際的な義務であり、また、国際協調主義を基調としつつも、一層の経済強靭化を実現するため、「安全保障と一体となった経済政策」が必要となっている。

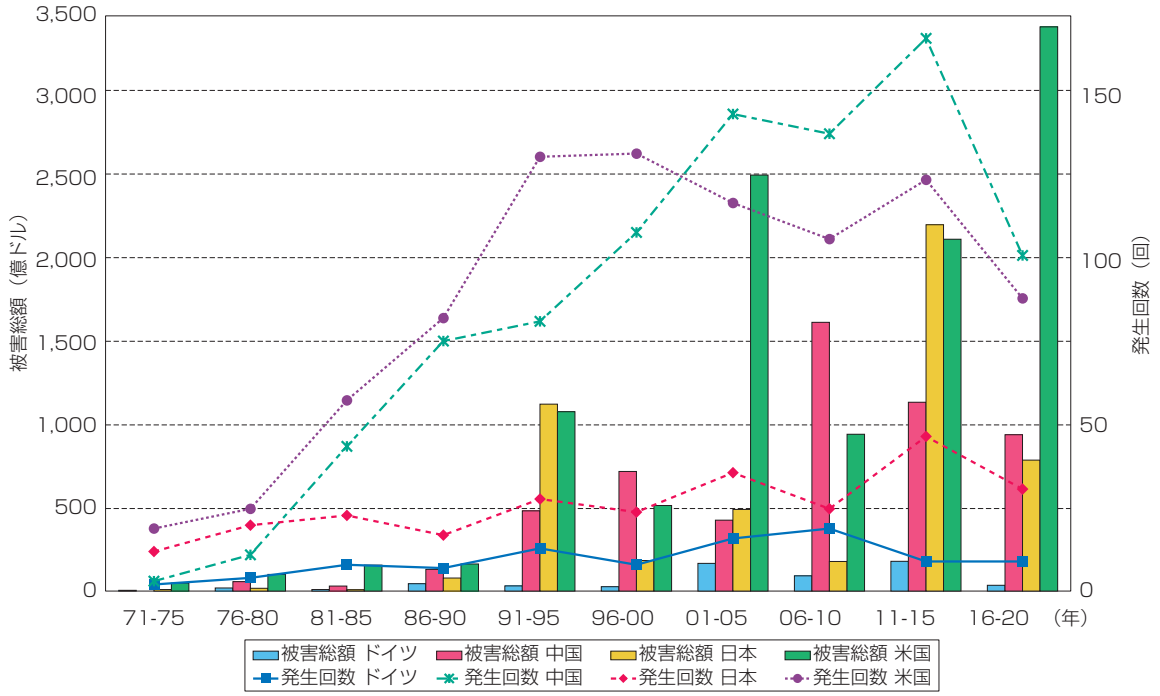
例えば、対内直接投資についてはメリットも大きく、今後も一層促進していく必要があるが、他方、対内直接投資を巡る安全保障の観点からの国際的な懸念も高まっており、欧米諸国では対内直接投資管理の強化の動きがある。我が国においては、「外国為替及び外国貿易法」に基づいて対内直接投資管理を行っており、昨今の情勢を踏まえ、経済の健全な発展につながる対内直接投資を促進する一方で、国の安全等を損なうおそれがある投資に一層適切に対応するべく2019年同法が改正され、対内直接投資管理の見直しが行われたところである。

また、我が国の中小企業のものづくり技術についても、サプライチェーンの毀損などにより、その優位性が失われることのないよう、引き続き支援や制度を整備していく必要がある。このようなことから、自動車、産業機械などを支える中小企業による繊細な加工技術や素材技術等を維持、強化するため、資金繰り支援や設備投資支援が行われている（詳細は第2部参照）。

（3）自然災害を巡る不確実性と製造業

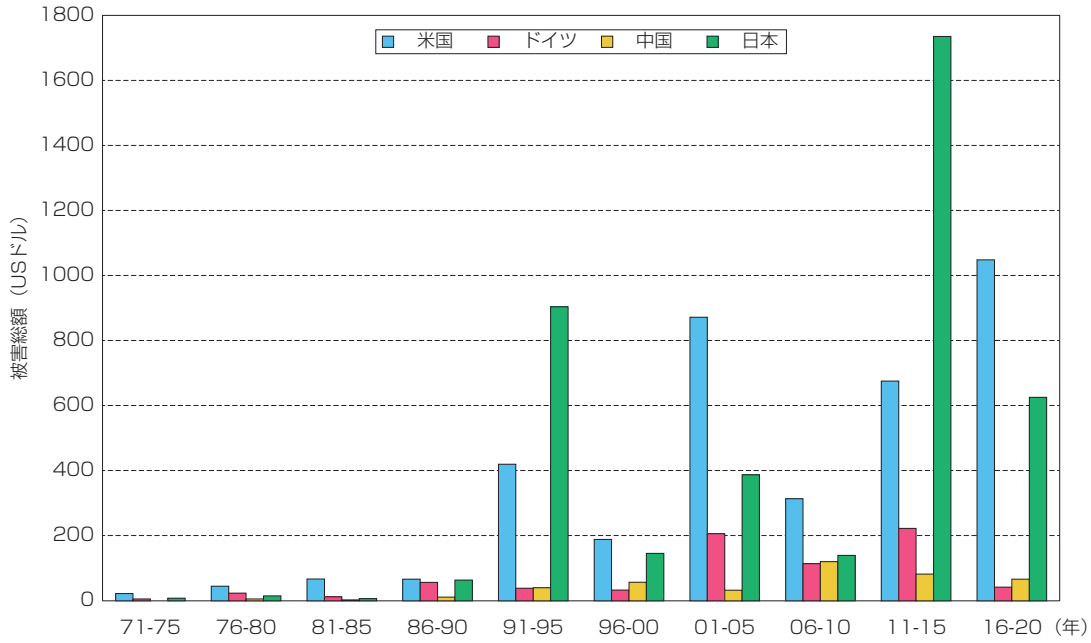
不確実性については、台風、大雨、洪水、土砂災害、地震、津波、火山噴火などの自然災害にも留意が必要である。各国の自然災害の発生回数及び被害総額は拡大傾向にあるが、人口１人あたりの被害総額で見ると、我が国は他国と比較して高い水準にある（図121-16・17）。

図 121-16　各国の自然災害発生回数と被害総額の推移



資料：ルーバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース（EM-DAT）

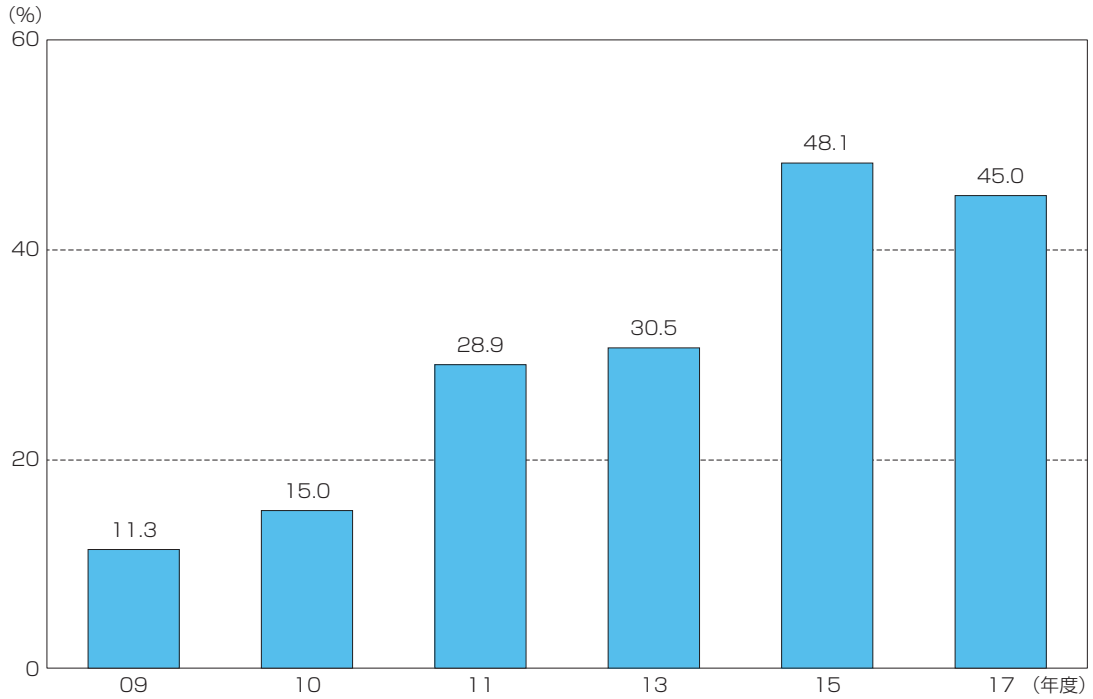
図 121-17　各国の人口１人あたりの被害総額推移



資料：ルーバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース（EM-DAT）、UNSTATS より経済産業省作成

我が国では平成以降、阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震、2018年7月豪雨、北海道胆振東部地震、台風19号など、被害の深刻な自然災害が繰り返し発生したが、特に、2011年3月の東日本大震災後には、被災した企業の中に自動車サプライチェーンの中核を担う重要な部素材を供給する企業が多く存在し、全国的な生産停止や減産につながった。大手自動車メーカーはこのような東日本大震災時の教訓を活かし、近年、トータルサプライチェーンの可視化や、地域的リスク回避、パートナー工場における設備状況の把握などの災害リスク対策を強化しており、熊本地震等の際には、その成果が見られる例もあった[注9]。BCP策定率も年々向上するなど、国内企業の防災意識は高まっている（図121-18）。

図121-18　我が国製造業（資本金1億円以下の企業を除く）のBCP策定率



備考：2012、2014、2016年度はデータ無し。
資料：内閣府「平成29年度企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査」

自然災害は我が国企業が明確に認識すべきリスクであり、実際に発生した際には、臨機応変に状況に対応することが求められる。国内外にサプライチェーンを張り巡らす製造業にとって、様々な自然災害への危機対応能力は必要不可欠である。

注9　2019年版ものづくり白書 P.15

（4）非連続な変化を引き起こす可能性のあるデジタル技術革新

以上で確認したとおり、製造業が直面する不確実性には様々なものがあるが、非連続な変化を引き起こすデジタル技術革新もまた、製造業に大きな恩恵をもたらすものであると同時に、製造業が直面する不確実性の１つといえる。

例えば、深層学習（ディープラーニング）等の技術進化が加速している AI（人工知能）に関しては、すでに画像解析による外観検査・検品、工場内の作業監視によるミス防止、製造設備のセンシングデータを分析した異常検知等、製造現場での活用事例が広がり、製造業の在り方を大きく変えつつある。また、自動車産業における自動運転分野では、自動車メーカーのみならず、Google など IT 大手、更にはベンチャー企業が参入し、大手企業による買収も活発であり、競争が加速している[注10]。

また、日本でも 2020 年からスマートフォン向けのサービスが開始される５G などの次世代通信技術は、製造現場においては機械からクラウドへの直接的かつシームレスな無線通信を可能とすると言われ、生産性の劇的な向上につながる可能性がある。５G の一桁上のスペック競争ステージ（６G）にも突入しつつある中、台湾 TSMC や韓国サムスンの設備投資計画が過去最高に引き上げられ（2019年10-12月期）、日立ハイテクも 2019 年７月に新工場建設を発表するなど、半導体製造装置などへの投資が加速している。

量子コンピュータ分野でも、大手 IT 企業が続々と開発に参入し、日本でも日本電気（株）（NEC）が 2023 年の「全結合型量子アニーリングマシン」[注11]実用化を目指す[注12]など、各社がしのぎを削っている。また、量子コンピュータ時代に欠かせないセキュリティ技術である量子暗号通信についても、東芝による英国との共同研究が進められ、世界市場でのデファクト化が目指されており、同分野での開発は日進月歩で進められているところである。さらに、東京大学が IBM と量子コンピューティングの分野でアカデミック・パートナーシップを締結するなど、産学の連携も盛んに進められている。本提携により東京大学が IBM の最先端商用量子コンピューティング・システムに直接アクセスできるようになり、量子力学的発想で直接量子プログラミングができる新世代の育成に資するだけでなく、現代コンピュータを超越する量子アルゴリズムの理論と量子回路の設計・実装、量子力学シミュレーション、機械学習等の分野における国内での研究が進むことが期待される[注13]。

製造業にとっても、工場内での移動経路最適化や新素材開発への応用などに適用されつつあり、大きな革新をもたらす可能性がある（コラム参照）。このほか、仮想現実 VR（Virtual Reality）や拡張現実 AR（Augmented Reality）、マテリアルズ・インフォマティクス、無人ドローン、ブロックチェーン、空飛ぶクルマ等、非連続的な変化を引き起こす可能性のある注目すべき技術革新は数多くあるが、そうした技術革新により市場や競争環境が劇的に変化するリスクを見据え、変化に対応する能力が重要となる。

コラム　製造業にとっての量子コンピュータ
・・・（株）野村総合研究所　藤吉栄二氏

＜古典コンピュータでは解けない問題を解く＞

量子コンピュータとは、大学の物理学で学ぶ量子力学特有の現象である「重ね合わせ」や「量子のもつれ」を利用して計算を行う機械を指す。現在我々が利用しているコンピュータは、古典力学の原理を使って「0」と「1」というビットの状態を作りだし、その組み合わせで計算を行う。そこで、量子コンピュータとの対比で、古典コンピュータと呼称される。昔に比べて速くなったとはいえ、古典コンピュータには限界がある。複雑な問題を解こうとすればするほど、計算に時間を要してしまう。古典コンピュータの最高峰であるスーパーコンピュータであってもそうである。

そんななか、「量子力学の現象を利用すれば、古典コンピュータよりも優位に立つコンピュータを作ることができ、複雑な自然現象を解明できる」との期待のもと、量子コンピュータの概念が登場した。

注 10　（独）情報処理推進機構「AI 白書 2019」
注 11　2018 年 10 月、NEDO プロジェクトとして採択。組合せ最適化問題の高速解法のブレークスルーとして期待されている「量子アニーリングマシン」の課題である「コヒーレンス時間（量子重ね合わせ時間）」と「集積性」を両立し、国産の「量子アニーリングマシン」を実現することが期待される。
注 12　同社 HP　https://jpn.nec.com/quantum_annealing/index.html
注 13　東京大学プレスリリース　https://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/press/setnws_20190909145929480968183 6.html

＜量子コンピュータの現状と製造業における活用検討＞

量子コンピュータの概念が提唱されたのは1980年代であるが、計算機としての機能を備え始めたのはつい最近である。さらに、現在の量子コンピュータが古典コンピュータと比べて優れた能力を持つかといえば、そうではない。なぜなら、詳細は割愛するが、「重ね合わせ」や「量子のもつれ」といった量子力学の現象を長時間作り出すことは難しい。計算の途中経過を計測しようとすると量子状態が壊れてしまう。また、ノイズの影響を受けやすく、正しい答えを算出しないことがあるからである。

量子コンピュータは、古典コンピュータの上位互換に相当する量子ゲート方式と組み合わせ最適化問題に特化した量子アニーリング方式（量子イジングモデル方式）の2方式の開発が進められているが、2019年時点で古典コンピュータの性能を超えない状況は両者とも同じである。量子アニーリングの代表格であるカナダのD-Waveシステムズが開発するマシンは、商用化されているとはいっても、実験装置的な位置づけであり、大規模な問題を一度に計算機に実装して計算することはできない。

そのような状況であるにもかかわらず、世界中のリーディングカンパニーが量子コンピュータ活用の検討を始めている。以下では、デンソー、ダイムラー、エアバスの3社の取組を紹介する。

【デンソー】：工場内の無人搬送車移動経路の最適化

デンソーは、D-Waveマシンが日本で注目を集め始めた2016年頃から、積極的に量子アニーリングマシンの活用を検討する企業の一社である。工場の中では、無人搬送車が事前に用意されたルーティング（移動経路）ルールに基づいて、部品を運んでいく。同社は、複数の無人搬送車の間で、どのようなルーティングを選択すれば、工場内全体として効率化するかという研究を、D-Wave2000Qを使用して行った。D-Wave2000Qを活用した最適化計算では、既存のルーティングに比べて15%の改善を確認している。

【ダイムラー】：量子コンピュータを用いた新バッテリー開発研究に着手

メルセデス・ベンツの親会社であるダイムラーは、2018年にグーグルとの量子コンピュータのパートナーシップを締結し、材料科学と量子化学シミュレーションの分野で基礎研究を開始している。自動車のバッテリーの耐久性を向上させ、安価に製造できる新しい素材の開発に量子コンピュータを利用する。

同社は、量子コンピュータ開発においてグーグルのライバルであるIBMとも提携し、量子コンピュータを用いたバッテリー素材の研究を推進している。2020年1月には、水素化リチウム（LiH）、硫化水素（H2S）、硫化水素リチウム（LiSH）、硫化リチウム（Li2S）から構成されるリチウム硫黄電池において、分子の基底状態エネルギーと双極子モーメントを古典コンピュータを使ってシミュレーションし、更にIBMの量子コンピュータの実機を用いてLiHの双極子モーメントを計算できることを実証した。実機で利用した量子ビット数は4つにとどまるなど、検証としては初歩的なレベルにとどまった。しかし、これまでバッテリーの開発と試験は材料を実際に組み合わせてトライ・アンド・エラーで行わざるを得ず、シミュレーションソフトウェアがなかったことから比べると、大きな進歩である。量子コンピュータが実用化すれば、同社が電気自動車に搭載するバッテリー寿命を延ばすことができる新しい材料や組成を発見できると期待している。

【エアバス】：5つの課題可決に向け、量子コンピュータ活用コンテストを主催

航空機メーカーのエアバスは、2019年1月から量子コンピュータ活用のコンテスト『Airbus Quantum Computing Challenge』を開催した。開催に際して同社が提示した課題は5つ、「航空機運行のコスト最適化」、「航空流体力学に関する機体シミュレーション」、「航空機機体設計の最適化」、「航空機の機体シミュレーション」、「航空機の積荷作業の最適化」である。いずれのテーマも航空機メーカーにとって、ビジネスのパフォーマンス向上に重要な影響を及ぼす。同社は2019年10月末にアイデアの受付を締め切り、投資を行うアイデアを2020年第1四半期に決定する。

＜未来に向けた投資が必要＞

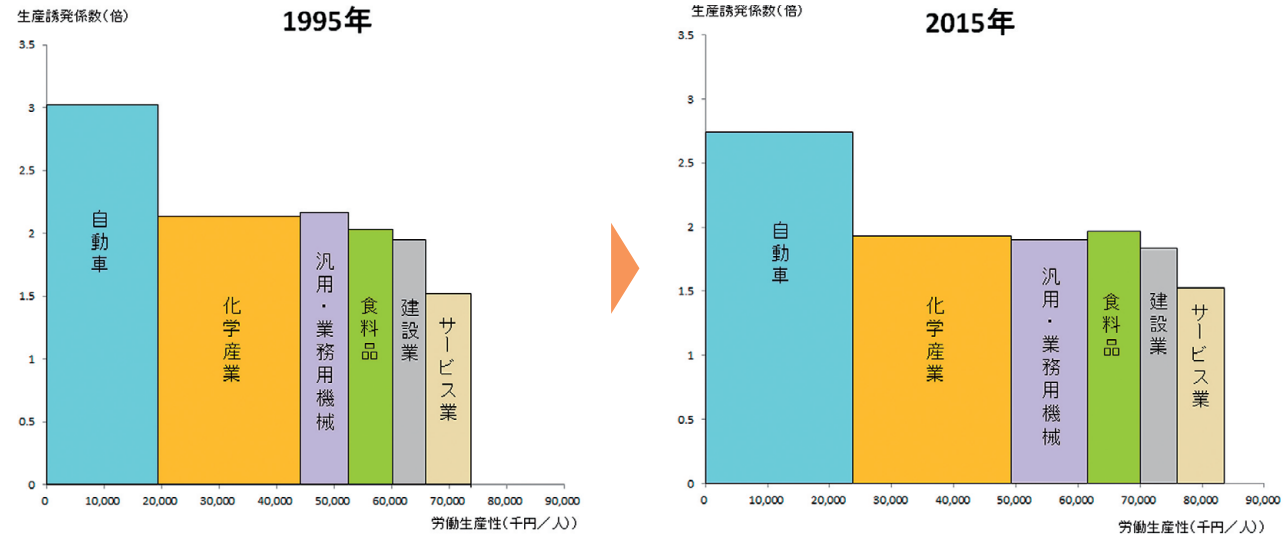
量子コンピュータの活用を検討する企業が目指すのは、デジタルトランスフォーメーション（DX）時代のビジネス変革である。明日のビジネスの改善というより、長期的な視点にたって、製造プロセスを抜本的に変革できるか、MaaS（Mobility as a Service）などのモノづくりからコトづくりへのビジネスモデ

ル転換を行う際に、他社よりも優位に立つためには何が必要かといった課題意識のもと、研究を進めている。
　量子コンピュータの本格化には、まだまだ課題は多い。しかし、この領域の研究は日進月歩であり、その動向は無視できない。企業は量子コンピュータ実現のロードマップを睨みながら、自社が目指す姿に対してできることの見極めが必要であろう。

（5）自動車産業に見られる大きな変革（CASE）

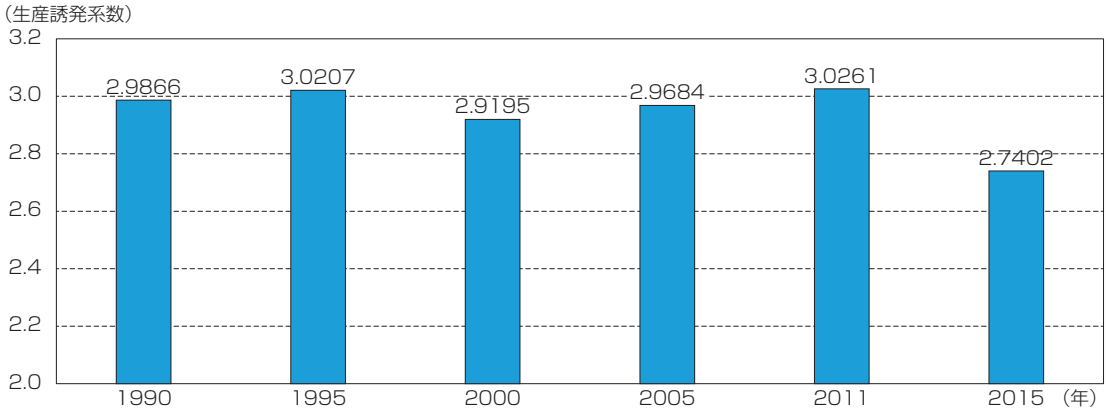
（4）において非連続的な変化を引き起こす可能性のある技術革新を概観したが、製造業の中でも特に裾野の広い自動車産業は他産業への波及効果が最も大きく、自動車産業における変化は、製造業全体に大きな影響を及ぼす（図 121-19・20）。

図 121-19　自動車産業の生産誘発係数・労働生産性の変化



備考：1．ここでいう生産誘発係数とは、総務省「産業連関表」の逆行列係数表（統合中分類）における各産業の大きさを表す。
　　2．「自動車」は乗用車、「汎用・業務用機械」は一般機械産業の値（2015 年分ははん用、生産用、業務用機械の生産誘発係数について国内生産額でウェイト付けし、平均値の値を採用）
　　3．ここでいうサービス業は、電気・ガス・水道、商業、運輸、情報通信等。
資料：総務省「産業連関表」、内閣府「国民経済計算」

図 121-20　乗用車の生産誘発係数の推移（値及び順位）

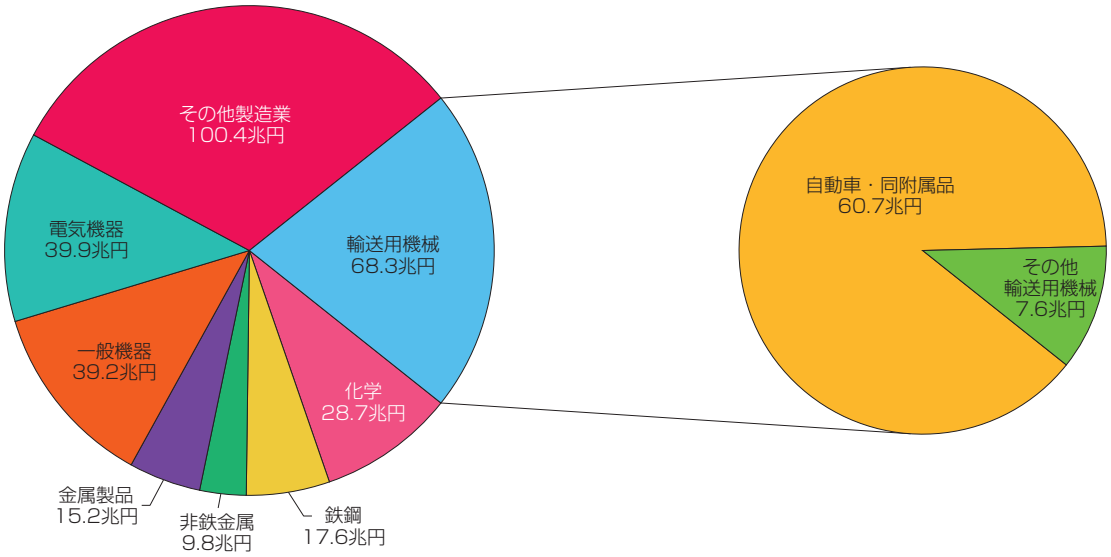


	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2011 年	2015 年
1 位	乗用車（2.989）	乗用車（3.021）	乗用車（2.920）	乗用車（2.968）	その他の自動車（3.120）	乗用車（2.740）
2 位	その他の鉄鋼製品（2.803）	その他の自動車（2.694）	その他の自動車（2.831）	その他の自動車（2.914）	乗用車（3.026）	その他の自動車（2.721）
3 位	その他の自動車（2.757）	その他の鉄鋼製品（2.663）	自動車部品・同付属品（2.564）	自動車部品・同付属品（2.717）	その他の鉄鋼製品（2.967）	その他の鉄鋼製品（2.627）

備考：ここでいう乗用車の生産誘発係数とは、総務省「産業連関表」の逆行列係数表（統合中分類）における乗用車の大きさを表す。
資料：総務省「産業連関表」（産業連関表平成 2-7-12 接続表（107 部門表）、平成 12-17-23 接続表（103 部門表）、平成 27 年産業連関表（105 部門表）より経済産業省作成）

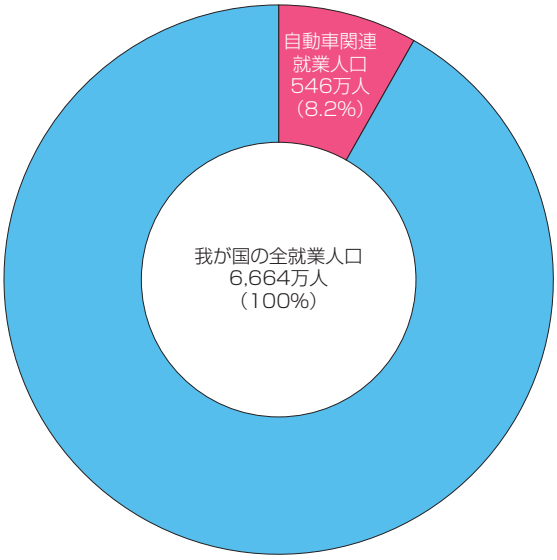
日本の自動車産業は、我が国製造業の約２割に当たる約 60 兆円の出荷額を誇る大きな産業であり、関連産業を含めて約 550 万人の雇用を支えるなど、出荷額・雇用の面でも日本経済を支えている（図 121-21・22）。

図 121-21　製造業の業種別製造品出荷額等



備考：従業者４人以上の事業所。
資料：経済産業省「工業統計表（2018 年版）」

図 121-22　業種別就業人口

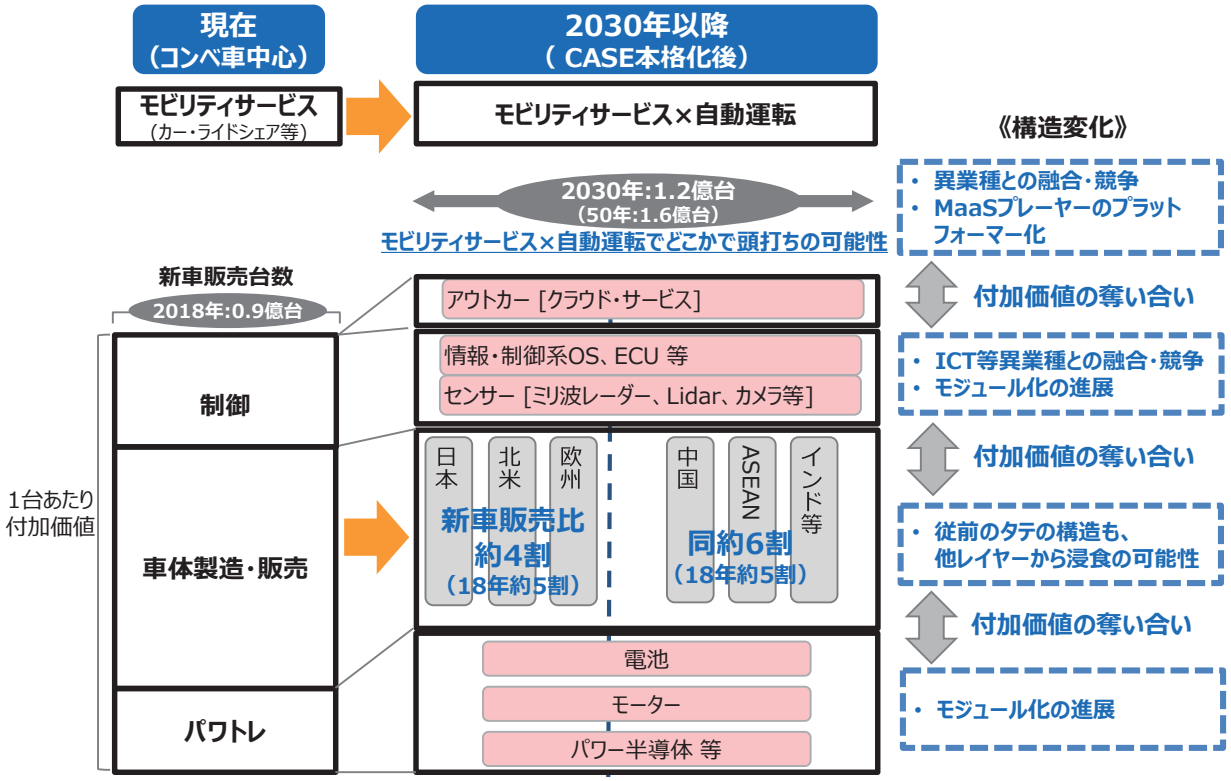


資料：(一社）日本自動車工業界「日本の自動車工業 2019」

以下では、特に自動車産業において今後見込まれる変化について概観したい。

現在、自動車産業は、CASE（Connected：車のツナガル化、Automated：自動運転、Shared & Service：シェアリング・サービス、Electrified：電動化）と言われる、100 年に 1 度の大きな変革に直面していると言われる。CASE の変化は、１つ１つが、既存の自動車メーカーやそのサプライヤーのビジネスモデルに大きな変化をもたらす。例えば、コネクテッドや自動走行の技術の進化、自動車のサービス利用のニーズの拡大は、IT など、自動車に関する既存のプレイヤーとは異なる業種にとって大きなビジネスチャンスとなるとともに、既存の自動車関連産業のプレイヤーにとっては、競争激化のきっかけとなっている。また、電動化により、①エンジン部品など、完全に EV 化すれば不要となる部品や、②新たに必要となる部品（駆動用モータなど）が生じるとともに、③モジュール化の進展により、これまで我が国が強みとしてきたすりあわせが一部不要となるなど、既存の自動車産業のバリューチェーンにも大きな変化をもたらす（図 121-23）。

図 121-23　自動車産業の構造の変化



資料：経済産業省作成

「CASE」に対応するためには、これまでと大きく分野の異なる領域に大規模投資を行う必要があることから、我が国の自動車産業が競争力を維持・強化するためには、企業間や官民の連携を一層強化していくことが重要となる。このため、経済産業省では、2018 年 4 月から 2019 年 4 月にかけて、4 回にわたり、産官学からなる自動車新時代戦略会議を開催し、対応を議論した。2018 年 7 月には、2050 年までの長期ゴールとして、世界に供給する日本車 1 台あたりの温室効果ガス排出量を 8 割程度削減するとともに、究極的には、燃料から走行までの温室効果ガス排出をゼロにすることを目指す「Well-to-Wheel Zero Emission」を官民で進めることとした。また、2019 年 4 月には、CASE の変化によりもたらされる３つのモビリティ社会像（①低炭素・分散・強靱な自動車・エネルギー融合社会の構築、②移動弱者ゼロ化、豊かな移動による豊かな地域社会づくり、③渋滞等の都市問題解決、効率的なデジタルスマートシティの実現）を掲げ、官民連携で取組を進めていくことを取りまとめた。

続いては、電動化、地域における新しい移動サービス、デジタルスマートシティ、将来に向けた環境整備の各局面から、対応状況を概観する。

（低炭素・分散・強靱な自動車・エネルギー融合社会の構築）

電動車に搭載されている蓄電池や燃料電池は、分散型電源として電力インフラと連携し、電力系統の安定

化に貢献することや、V2H（車両から家への給電）などの機能を活用することで災害時に避難所や家庭に電力を供給する電源となることが期待されている。また、中古車としての流通の拡大や、廃車後に車載用蓄電池を取り出し定置用蓄電池として活用する取組を進めることで、EV のライフサイクルでの経済性が向上することが見込まれる。このため、2019 年 7 月には、官民連携による「電動車活用社会推進協議会」を設立するとともに、車載用蓄電池のリユース・リサイクルの拡大に向けた課題の整理や電動車の活用のユースケースの普及などに取り組んでいる。

（移動弱者ゼロ化、豊かな移動による豊かな地域社会づくり）

公共交通機関が乏しい地方部においては、自動車は移動手段として欠かすことができない必需品である。このような地方部では、高齢化の更なる進展により、自ら運転することが困難な方々が増える上、ドライバー不足により公共交通の担い手も減少することで、いわゆる移動弱者が増加することが懸念されている。また、物流においても、ドライバー不足は顕著であり、その効率化は不可欠である。

このような現状に対し、経済産業省では、国土交通省と連携し、新たなモビリティサービスの社会実装を通じた移動課題の解決及び地域活性化を目指し、地域と企業の協働による意欲的な挑戦を促すプロジェクトとして、2019 年 4 月に「スマートモビリティチャレンジ」を創設し、28 地域を支援対象として選定した。また、無人移動サービスを実現するべく、社会受容性の向上を目指す社会実証を進めるとともに、自動運転の社会実装に向け、その基盤となる安全性評価技術の開発も支援している。

（渋滞等の都市問題解決、効率的なデジタルスマートシティの実現）

車車間・路車間通信の一層の普及や、車両内外のデータの連携を進めることで、交通流通の円滑化や事故の抑止などにつながることが期待される。このようなコネクテッド関連技術の社会実装に当たっては、サイバーセキュリティの確保や、自動走行に活用する高精度 3 次元地図データの整備・更新、車の内外、交通事業者間にまたがるデータ連携・活用のルールや基盤の構築が課題となる。

このため、経済産業省では、サイバーセキュリティに関する国際標準の策定や日本自動車工業会における情報共有体制の構築等の業界の取組を後押しするとともに内閣府 SIP 事業において、ITS 無線路側機から提供される信号情報や高精度 3 次元地図等を活用した自動運転車の実証実験を進めている。

（将来のモビリティ社会像実現に向けた事業基盤整備）

このような CASE がもたらす社会像を実現するためには、自動車工学とソフトウェアエンジニアリング双方を担える IT 人材の不足、既存・CASE 領域双方における開発の効率化、サプライヤーなどの CASE への対応力の強化が必要となる。

このため、IT 人材の育成・発掘を目的に、業界連携で策定したスキル標準に準拠した講座開発を進め、ボリュームゾーンにおける自動車業界×IT の人材エコシステムの構築を後押しするとともに「自動運転 AI チャレンジ」等によるトップ人材の引き込み・育成等の取組を進めている。また、開発効率向上のため、シミュレーション技術を活用した「モデルベース開発」を広く普及させるべく、モデル構築の方法に関するガイドラインの整備や標準的なモデルの構築・公開を行っている。また、サプライヤーの対応力の強化に向け、サプライヤー応援隊による支援を実施している。

本節では、我が国製造業を取り巻く政策、地政学、技術革新、市場変化等、様々な局面における不確実性の高まりを見てきた。我が国経済を支える自動車産業においても、今後大きな変化が見込まれ、様々な取組が進んでいるところである。

世界の政策不確実性指数は 2018 年以降特に上昇基調が強まっているが、1997 年以降の傾向を概観すると、拡大傾向は 2008 年頃より既に始まっている。このようなことから、政策不確実性の高まりは、英国の EU 離脱や米中貿易摩擦の激化といった最近の状況を反映した一過性のものというよりは、今後も続く基本的なトレンドと見るべきであろう。

2020 年 1 月以降は更に、中東情勢緊迫化による地政学リスクの高まりや、オーストラリアにおける大規模な山火事を始めとする気候変動による自然災害、そして、新型コロナウイルス感染症の脅威に次々と直面している。まさに、IMF 専務理事クリスタリナ・ゲオルギエバ氏が指摘するように、不確実性は新しい常態（ニュー・ノーマル）となりつつある[注 14]。

今後の我が国製造業には、不確実性の高い世界を前提とした事業活動を営む戦略性が求められる。続いては、このような状況の下、日本の製造業が進むべき方向性について考察を深めたい。

注 14　Kristalina Georgieva, 2020, ” Finding Solid Footing for the Global Economy”　https://blogs.imf.org/2020/02/19/finding-solid-footing-for-the-global-economy/

2 企業変革力(ダイナミック・ケイパビリティ)の強化

(1) 不確実な世界における企業の経営戦略

不確実性が著しく高まっている世界で、日本の製造業はどう進むべきか。非常に難しい課題ではあるが、この課題を考えるに当たって注目すべき戦略経営論がある。

それは、ダイナミック・ケイパビリティ論である。「ダイナミック・ケイパビリティ」とは戦略経営論における学術用語であるが、敢えて訳語を当てるならば、「企業変革力」になろう。

ダイナミック・ケイパビリティ論は、カリフォルニア大学バークレー校ハース・ビジネススクール教授のデイヴィッド・J・ティース氏によって提唱され、近年、注目を浴びている戦略経営論である。

ダイナミック・ケイパビリティ論が発展し、注目されるようになった学説史的な経緯は、以下のとおりである。

1980年代にハーバード大学のマイケル・ポーター氏が「競争戦略論」を展開した。これが戦略経営論という研究分野の出発点となったと言われている。

ポーター氏の「競争戦略論」は、産業構造や業界の状況が企業の戦略行動を決定し、更には企業の業績を決定するという議論であった。しかし、その後、多くの実証研究から、同じ産業や同じ業界の内部でも企業の戦略行動や収益率に差異があることが明らかになり、「競争戦略論」の限界が指摘されるようになった。

このような中、企業の戦略行動や業績を決定しているのは産業構造や業界の状況ではなく、企業内部にある固有の資源であるという「資源ベース論」が登場するようになった。資源ベース論は更に、自社の強みである固有の資源を利用する能力(ケイパビリティ)こそが、企業の競争力の源泉であるという見方へとつながっていった。

しかし、そのような企業固有の資源(自社の強み)もまた、環境や状況が変われば不適合なものとなり、企業の硬直性を招き、かえって企業の弱みへと転じかねない。

では、企業は、どのようにすれば、変化する環境や状況の中で、持続的に競争力を維持できるのであろうか。このような問題意識を背景にして提出された戦略経営論のひとつが、「ダイナミック・ケイパビリティ論」である。

ダイナミック・ケイパビリティとは、環境や状況が激しく変化する中で、企業が、その変化に対応して自己を変革する能力のことである。

それゆえ、今日のように、世界の不確実性が急激に高まっている時代において、製造業の在り方を考える上で、このダイナミック・ケイパビリティ論は多くの示唆を与えてくれるだろう。

(2) 企業変革力(ダイナミック・ケイパビリティ)とは

ティース氏によると、企業のケイパビリティは、「オーディナリー・ケイパビリティ(通常能力)」と「ダイナミック・ケイパビリティ(企業変革力)」の2つに分けることができる。ダイナミック・ケイパビリティの意義を明確に理解するためには、オーディナリー・ケイパビリティと比較することが有益である。

オーディナリー・ケイパビリティとは、与えられた経営資源をより効率的に利用して、利益を最大化しようとする能力のことである。オーディナリー・ケイパビリティは、労働生産性や在庫回転率のように、特定の作業要件に関して測定でき、ベスト・プラクティスとしてベンチマーク化され得るものである。ティース氏によれば、オーディナリー・ケイパビリティとは「ものごとを正しく行うこと」を意味する。

企業にとってオーディナリー・ケイパビリティを高めることが根本的に重要であることは、論を待たない。しかし、オーディナリー・ケイパビリティだけでは、企業は競争力を維持できない。

なぜならば、第1に、ベンチマーク化されたベスト・プラクティスは他企業が模倣しやすく、特にグローバルな競争が激しい環境下では、急速に拡散する。このため、オーディナリー・ケイパビリティだけでは、持続可能な競争力を獲得することはできない。

第2に、より重要なことであるが、環境や状況に想定外の変化が起きた場合に、どう対応すべきかについて、オーディナリー・ケイパビリティは、何も語らない。それどころか、ベスト・プラクティスが洗練され、精緻化されていればいるほど、それを変えるコストは高くなってしまうので、現状維持の方が短期的には経済合理的になるという罠に陥ってしまうことすらある。オーディナリー・ケイパビリティという自社の強みが、弱みに転じて、企業を危機に陥れることがあるのは、このためである。日本の製造業にとって不確実性が危険である理由も、まさにこの点にある。オーディナリー・ケイパビリティの高い製造業が、環境や状況の想定外の変化によって、一瞬にして、競争力を失うということが起こりうるのである。

そこで、環境や状況の変化に応じて、企業内外の資源を再構成して、自己を変革するダイナミック・ケイパビリティを高めることが必要となる。

もちろん、オーディナリー・ケイパビリティが企業の基本的な能力であることは、先述のとおりである。しかし、重要なのは、現状の企業行動が、環境や状況の変化に適合しなくなったかどうかを常に批判的に感

知し、適合しなくなったと判断したならば、適合するように企業を変革することである。その変革に成功すれば、企業は、新たに構築されたオーディナリー・ケイパビリティの下で、再び効率性を追求することができる。

ティース氏の卓抜した表現を借りるならば、オーディナリー・ケイパビリティとは「ものごとを正しく行うこと」であるが、ダイナミック・ケイパビリティは「正しいことを行うこと」である。

ティース氏は、「正しいことを行う」能力であるダイナミック・ケイパビリティを、更に次の３つの能力に分類している。

感知（センシング）：脅威や危機を感知する能力
捕捉（シージング）：機会を捉え、既存の資産・知識・技術を再構成して競争力を獲得する能力
変容（トランスフォーミング）：競争力を持続的なものにするために、組織全体を刷新し、変容する能力

このダイナミック・ケイパビリティの中でも中核となるのは、資産を再構成（オーケストレーション）する企業家的な能力である。そのような能力は模倣することが難しいものであり、したがって、外から購入するよりは、企業内部で構築しなければならない。逆に言えば、このような能力は、企業の長年の学習によって構築された文化・遺産の産物であるがゆえに、他企業には模倣困難なものとなり、かつ長期にわたって維持されるものである。

ティース氏は、次のように述べている。

「強いダイナミック・ケイパビリティによって、企業とそのトップマネジメントは、消費者の好み、ビジネス上の問題、そして技術発展の進化について推測を展開できーその推測の正しさを確かめたり、それを微調整したりできるー、それから、継続的なイノベーションや継続的な変化を可能にするための資産や活動を再構成することによって、その推測に基づいて行動できるようになる。首尾よく強いダイナミック・ケイパビリティを構築した企業が戦いを挑むことができるのは、いま自社が所有している資源に溺れ、顧客ニーズの変化を無視し（またはそれを知らず）、現状を大事にし、企業家たちに権限を与えることに失敗し、エージェントを変えることに失敗し、そしてイノベーションよりも効率性を優先するような競争相手である。」[注15]

オーディナリー・ケイパビリティとダイナミック・ケイパビリティの相違点[注16]

	オーディナリー・ケイパビリティ	ダイナミック・ケイパビリティ
目　　的	技能的効率性	顧客ニーズとの一致 技術的機会やビジネス機会との一致
獲得方法	買う、あるいは構築（学習）する	構築（学習）する
構成要素	オペレーション、管理、ガバナンス	感知、捕捉、変容
ルーティン	ベスト・プラクティス	企業固有の文化・遺産
経営上の重点	コストコントロール	企業家的な資産の再構成とリーダーシップ
優先事項	「ものごとを正しく行う」	「正しいことを行う」
模倣可能性	比較的模倣できる	模倣できない
結　　果	効率性	イノベーション

コラム　「VUCA（ブーカ）」時代とダイナミック・ケイパビリティ論
・・・慶應義塾大学　商学部　菊澤研宗　教授

今日、世界はインターネットで結ばれ、どこかで変化が起こると、瞬時にその変化が広がる VUCA（ブーカ）と呼ばれる不確実な時代である。VUCA とは、Volatility（変動性・不安定さ）、Uncertainty（不確実性・不確定さ）、Complexity（複雑性）、Ambiguity（曖昧性・不明確さ）の略語である。

注 15　D・J・ティース『ダイナミック・ケイパビリティの企業理論』（中央経済社、2019 年）, p133.
注 16　D・J・ティース『ダイナミック・ケイパビリティの企業理論』（中央経済社、2019 年）図表 5-1 を一部改変。

このような不確実な時代に、1）環境変化を感知し（sensing）、2）そこに機会を捕捉し（seizing）、3）既存の資源を再構成して自己変容（transforming）する能力のことを、ダイナミック・ケイパビリティ（企業変革力あるいは変化対応的な自己変革力）と呼び、このような能力が現代企業に求められていると主張したのは、カリフォルニア大学バークレー校教授デイヴィット・J・ティース氏である。

ティース氏によると、企業が保有するケイパビリティ（能力）には、オーディナリーとダイナミックの2種類ある。オーディナリー・ケイパビリティ（通常能力）とは、既存のビジネスモデルのもとにコストを削減して効率性を高める「技能適合力」のことである。一方、その通常能力が生み出す定常状態と環境とが乖離していないかどうかを常に批判的に考察し、環境と現状とを適合させるより高次の能力がダイナミック・ケイパビリティであり、「進化適合力」と呼ばれる。

これら2つの能力の間には階層関係があり、それゆえより低次のオーディナリー・ケイパビリティが存在するからといってより高次のダイナミック・ケイパビリティが存在するとは限らない。しかし、高次のダイナミック・ケイパビリティが存在すれば必然的に低次のオーディナリー・ケイパビリティも存在していることになる。

また、これら2つの能力は「利益」と「付加価値」の違いにも対応する。オーディナリー・ケイパビリティは利益（＝売上―費用）を最大化する能力であり、この能力しかもたない企業は、利益を上げるために、コストを下げる必要があり、それゆえ質の悪い安価な部品を外部から購入し、安価な機械を使って減価償却費を減らし、安い賃金で人を雇用するので、企業は劣化していくことになるだろう。

一方、ダイナミック・ケイパビリティは、付加価値を向上するために売上を伸ばす能力である。付加価値は利益とは異なり、今期の売上から外部から調達した部品費を引いて残った額を意味する。それゆえ、付加価値は、人件費＋減価償却費＋営業利益から構成される。したがって、付加価値を高めるには、より優れた人材を雇い、より良い機械設備を購入し、イノベーションを起こして売上自体を伸ばす必要がある。

さて、これらオーディナリーとダイナミック・ケイパビリティという階層的な2つの能力を通して、企業はどのようにして進化するのか。環境は常に変化しているので、より低次のオーディナリー・ケイパビリティのもとに企業が定常状態を維持すれば、時間とともに環境との間にズレが生じる。ここで、より高次の能力であるダイナミック・ケイパビリティのもとに、そのズレをできるだけ早く感知し、そこに新しい機会を見出し、そして企業全体を再構成して環境とのズレをなくす。こうして、企業は進化し、発展することになる。

さて、いま環境が変化し、オーディナリー・ケイパビリティによって形成された定常状態と環境との間にズレが生まれ、それをダイナミック・ケイパビリティによって感知したとしよう。このズレをなくすために、企業は既存の資源を再構成、再配置、再利用しなければ、多くの利益機会を失うだろう。そこで、この逸失利益（機会費用）を節約するために、ダイナミック・ケイパビリティによって環境とのズレを埋めるように、既存の資源を再構成して自己変容する必要がある。もちろん、このような変容に対して既得権益者による抵抗があるので、変容には多大なコストを伴う。したがって、それ以上のベネフィットを生み出すような資源の再構成、再配置、再利用が求められる。

ここで、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティによる既存の資源の再構成（オーケストレーション）原理として、「共特化の原理」を主張する。この原理は、企業内の多くの資源はそれぞれ特殊なので、それ自体では十分なメリットは生み出さないが、相互に結合すると化学反応が起こり、大きなメリットを生み出す資源の組合せあるいは結びつきのことである。この意味で、その原理は「補完性の原理」ともいえる。

例えば、神戸製鋼は電気事業法が改正され、電気小売の自由化を感知し、そこに利益を得る機会を捕捉した。神戸製鋼は、従来から製鉄事業で高炉や転炉から発生する副生ガスを活用して自家発電しており、このノウハウを再利用して本格的に発電事業を展開した。まさに、製鉄事業と発電事業との「共特化」を実現したのである。

このような共特化の原理は、他社の資源や技術との組み合わせや結びつきにも成り立つ。例えば、インバウンドの流れに対応して、顧客を外国人に特化し、ビックカメラとユニクロが相互に共特化して「ビックロ」を形成したのは、その例である。

また、近年、企業が単独で利益を出すのではなく、他社を巻き込んで相互にプラスの利益を生み出すビジネス・エコシステム（事業生態系）の形成も注目されている。これも共特化の１つである。かつて、ソニーがプレイステーションを開発してゲーム業界に参入したとき、ソフト会社などのサードパーティや販売店をも取り込み、まさにビジネス・エコシステムを形成して絶対王者だった任天堂に打ち勝ったのは、この例である。

今日、日本政府は、我が国の産業が目指すべきコンセプトとして、人、モノ、技術、組織等が様々につながることによって新たな価値創出を図るコネクテッド・インダストリーズを提唱している。まさに、共特化の原理は、その形成原理の１つといえるだろう。

日本には、このようなダイナミック・ケイパビリティを潜在的に保有している企業が意外に多い。というのも、これまで日米間には絶えず貿易摩擦問題が発生し、その都度、米国から厳しい条件を押しつけられ、その変化に日本企業は絶えず柔軟に対応してきたからである。そして、これを可能にしていたのは、日本企業独自の柔軟な組織構造にある。各職務があいまいで、多能工が多く、そして契約もあいまいだったため、配置転換が比較的容易で、様々な変化に対応しても柔軟に人的資源を再配置できたのである。このように、日本企業は、本来、ダイナミック・ケイパビリティが発揮しやすい体質なのであり、まさにいま再びデジタル化を通してそれを発揮する時期が来ているといえる。

（３）価値創造の原理

ダイナミック・ケイパビリティの中核にあるのは、資産を再構成する企業家的な能力であるが、この再構成の意義を説明するに当たって、ティース氏は「共特化（co-specialisation）」の原理を強調している。

共特化の原理とは、２つ以上の相互補完的なものを組み合わせることによって、新たな価値を創造することである。

共特化の原理は、経済社会の至るところで観察することができる。

例えば、自動車とガソリンスタンドの関係、美術館と館内カフェの関係、コンピュータのオペレーティング・システムとアプリケーションの関係、クレジットカードとそれを利用できる店舗の関係には、共特化の原理が働いている。

近年の例では、吉野彰博士らが開発したリチウムイオン電池は、ラップトップ・コンピュータや携帯電話と組み合わされることで、共特化の原理が働き、社会に大きな変化をもたらす価値を創造した。また、IoTも、IT（情報技術）とOT（制御・運用技術）の共特化の原理が、製造業に大きな変革を引き起こしているといえる。この他にも、近年、めざましい発達を遂げている「プラットフォームビジネス」は、他のプレイヤーが提供する製品･サービス･情報と一緒になって、初めて価値を持つ製品・サービスを提供するようなビジネスのことであり、まさに共特化の原理を巧みに活用したビジネスモデルであるといえる。

共特化の原理を働かせることで、企業は、差別化製品の提供が可能になるだけではなく、費用を節約することができる。共特化の原理が働く資産を識別し、投資する経営者の能力は、企業の競争力にとって決定的に重要である。

ダイナミック・ケイパビリティとは、環境や状況の変化に対応するために、共特化の原理に従って、組織内外の資産を再構成し、新たな価値を創造することともいえる。

この共特化の原理とダイナミック・ケイパビリティの関係を示す事例として、富士フイルムホールディングス（株）が挙げられる。同社は、デジタルカメラの普及という環境変化にさらされていたが、すでに自社で所有していた高度な写真フィルム技術を応用して開発した液晶パネルの生産に欠かせないディスプレイ材料事業に大胆な投資を行った。この事例は、同社が写真フィルムに液晶パネルとの共特化の関係を見いだし、写真フィルム技術という資産を再構成して、ディスプレイ材料事業の拡大を加速するというダイナミック・ケイパビリティを発揮したものと解釈できる。[注17]

なお、日本政府は、我が国の産業が目指すべき姿（コンセプト）として、人、モノ、技術、組織等が様々につながることにより新たな価値創出を図る“Connected Industries（コネクテッド・インダストリーズ）”のコンセプトを提唱し、世界に向けて発信している。ティース氏の理論に基づけば、この“Connected Industries”の意義は、多様なつながりが生み出す「共特化」の関係から、新たな価値を創出するところにあると言うことができる。

注17　菊澤研宗『成功する日本企業には「共通の本質」がある－ダイナミック・ケイパビリティの経営学』（2019年、朝日新聞出版）、第一章

コラム　旭化成（株）　吉野彰名誉フェローインタビュー

インタビューに応じる吉野氏

2019 年 12 月、リチウムイオン電池の開発に寄与した旭化成（株）の吉野彰氏が、ジョン・B・グッドイナフ氏（米テキサス大学オースティン校）、M・スタンリー・ウッティンガム氏（ニューヨーク州立大学ビンガムトン校）と共にノーベル化学賞を受賞した。

2020 年版ものづくり白書刊行に寄せて、吉野氏に現在の製造業における基礎研究の課題や製造業関係者へのエールをうかがった。

－企業における基礎研究の在り方について。

「基礎研究といっても、アカデミアの世界と産業界とでは相当中身が違う。例えば、リチウムイオン電池の原点は福井謙一氏によるフロンティア軌道理論（1981 年に日本人初のノーベル化学賞を受賞）。同理論による予測に基づき、白川英樹氏（2000 年に同賞を受賞）が電気を通す新素材『ポリアセチレン』を開発した。このような、真理を探究する純正基礎研究と、新素材の発見くらいまでがアカデミアの領域。その先の、新素材をどのような製品にしていくかを考える部分が、産業界の基礎研究になる。

真理の探究的な純正基礎研究から、新素材の発見までがアカデミアに期待される役割。そこから先は産業界にバトンタッチされる。」

－企業が研究開発にかけられる時間は短期化しているのではないか。

「商品化までには、①世の中に必要とされる要件を満たす新素材の研究（基礎研究）、②安全性などの問題を解決する開発研究、③マーケットを立ち上げる上で必要な研究の３ステップあり、それぞれに約５年が掛かる。

元々、１つの基礎研究は２年単位で行う。可能性があれば更に２年研究し、基礎技術を固める。産業界では、基礎研究にはそこまでお金はかからないため、基本的には昔から変わっていないが、事業のテリトリーが広がり１つの研究所で全てを扱うことが難しくなったことから、研究機能を分散させている面はあるだろう。」

－ AI などの新技術がものづくりに与える影響について。

「基本的には変わらない。素材分野ではマテリアルズ・インフォマティクスなども進められているが、AI は人間の良いところも、悪いところも継承する。人間の良いところは学習すること、悪いところは学習するのに時間が掛かること。人間以上でも人間以下でもないので、サポーター的に活用すべきだ。過剰な期待をすべきでないし、恐れることもない。AI の登場により、相棒となるツールが増えたと考えるのが良いだろう。」

－中小企業との連携について。

「研究段階でも部品や素材が必要だが町工場に協力してもらう。リチウムイオン電池では特に、治具等の開発で中小企業に協力してもらった。そうすることで、中小企業にも電池を作るのに必要なノウハウが溜まっていく。

研究が進むと、そうして蓄積された技術が製品になっていく。例えば、リチウムイオン電池に欠かせない放電評価装置では、研究用に協力してもらった東洋システム（株）（福島県いわき市）が今や世界を席巻している。電池への巻付けにもきわめて高度な技術が求められるが、研究に協力してくれた（株）皆藤製作所（滋賀県）もまた、世界を席巻している。」

－先が読めない長期的な開発をどうやって進めたのか。

「今のようなモバイルIT社会になることは誰にも分からなかった。当時、リチウムイオン電池の用途は限られていたが、ビデオカメラという市場ニーズはあった。ビデオカメラでもせいぜい100万個程度だったが、某大手川下メーカーが研究段階にもかかわらずリチウムイオン電池を高く評価していたため、何かあるのだろうと感じた。」

－日本の製造業における研究開発の課題は。

「(2019年版の白書で分析していたように) 素材や基幹部品のような、いわゆる製造プロセスの『川上』が強い傾向は更に強まっている。川上は模倣に時間が掛かるため、まだ追いつかれていないが、何も手を打たなければ次期商品の開発目標を見失い、川上も衰退していくだろう。

昨今、『川上』と『川下』が直結する方向に動いていると感じる。これまで、川上の素材や部品は川中に評価をゆだねていたが、これからは自分で評価を行わないと、川下とつながることができない。自分が使う立場で評価する能力を持つことが、5年、10年先の新商品開発につながっていく。このような評価能力を持つことは非常に重要で、そのために、赤字でも自社で最終製品を作ることも戦略的に必要。評価能力を持つことで、川下企業がどのような将来像を描いているのか知ることができ、企画力につながる。

IT革命も、インテルとウィンドウズという川上と川下の連携によって生まれたと理解している。日本は川上が強いが、川下との連携によって世界的な企業が生まれれば、世界を席巻できるかもしれない。」

－世代の問題について。最近の若者や研究環境に対してどう感じるか。

「35歳前後の若手研究者が前向きな研究をできているかどうかが鍵。自分がリチウムイオン電池につながる研究をスタートしたのも33歳だが、ノーベル賞受賞者が研究をスタートした平均年齢は36.8歳と言われる。社会のことが分かり、体力があり、まだ再チャレンジの機会がある時期は、人生で35歳前後の1回しかない。それは、ポスドク時代の10年間にあたる。35歳前後で何をするかは個人次第だが、彼らが活き活きしているかどうかが将来の日本の試金石。30代からノーベル賞まで40年掛かる。それくらいの時期にスタートしておかないと間に合わない。」

－ものづくり関係者へのエール。

「5年後、10年後必要とされるものに向けて、自分の道を見つけられるかどうか。90年代に起きたIT革命の土俵にいた人が、今成功している。

『イノベーション』は単なる技術革新ではなく、結果的に世界を変えた大きな変革。30年周期でそのような大きな変革が来るので、次は2025年。まさに大阪万博の開かれる頃に、第4次産業革命やSociety 5.0がいよいよ現実のものとして世界に現れるだろう。大事なのは、次のイノベーションの土俵に乗っておくことだ。あとは、そこで勝つか、負けるか。その際、環境問題が大きな鍵になる。第4次産業革命の技術で環境問題は解決する。それをつかんだ人が、勝つだろう。」

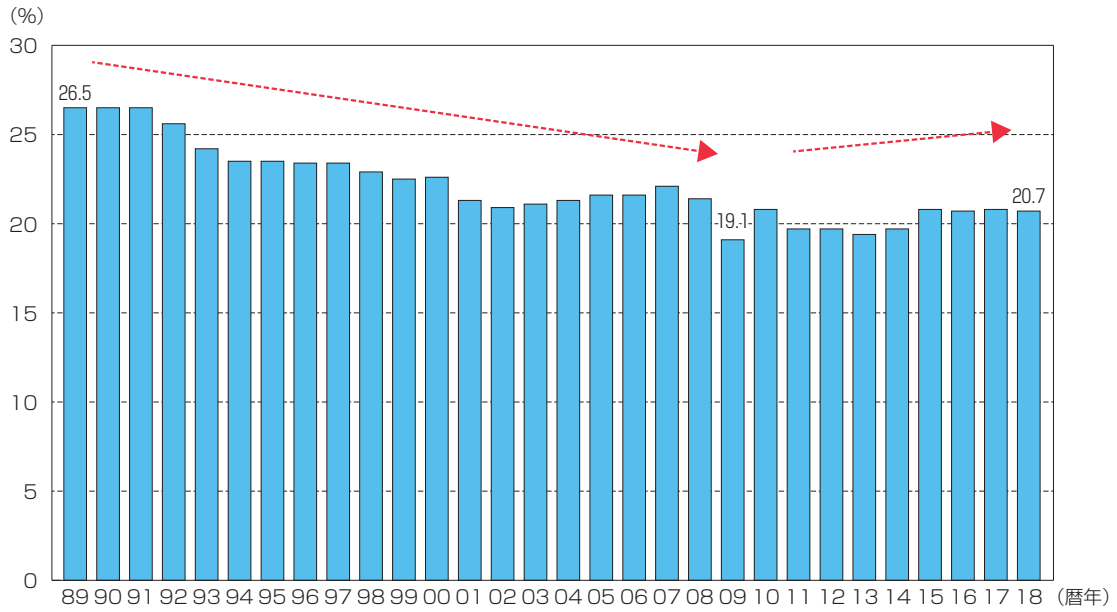
（インタビュー実施日：2020年1月23日）

（4）我が国製造業の企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）

次に、我が国製造業のダイナミック・ケイパビリティについて検討する。

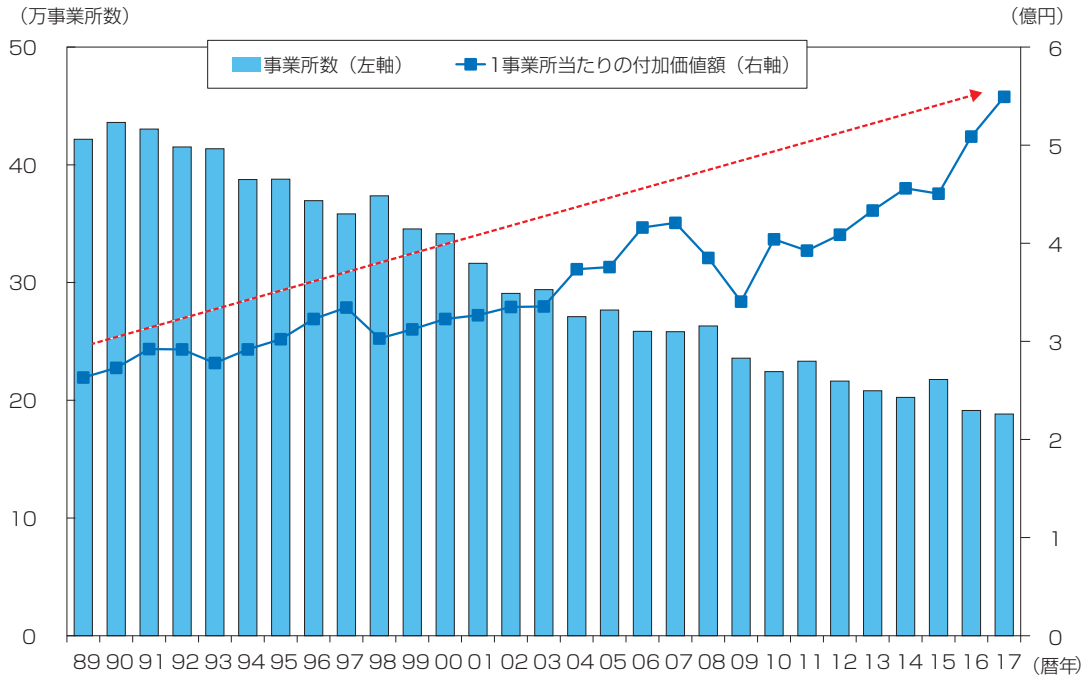
我が国製造業は、2019 年版ものづくり白書において明らかにしたとおり、平成の時代を通じて、GDP（国内総生産）構成比のおよそ２割を占め続け、また、製造業の一事業所当たり付加価値額や労働生産性は着実に上昇してきた（図 122-1・2・3）。

図 122-1　製造業の GDP 構成比の変化



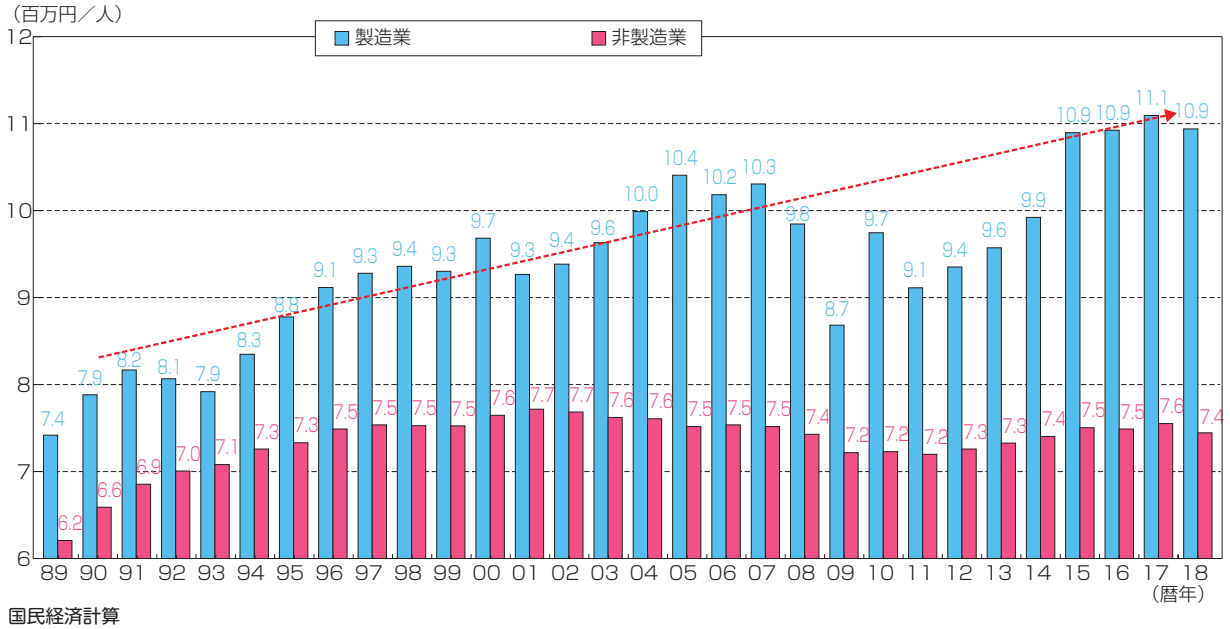
資料：内閣府「国民経済計算（GDP 統計）」

図 122-2　平成以降の製造事業所数と１事業所当たり付加価値額の推移



資料：2011 年、2015 年は総務省・経済産業省「経済センサス - 活動調査」、他は経済産業省「工業統計調査」

図 122-3　製造業、非製造業における労働生産性の推移

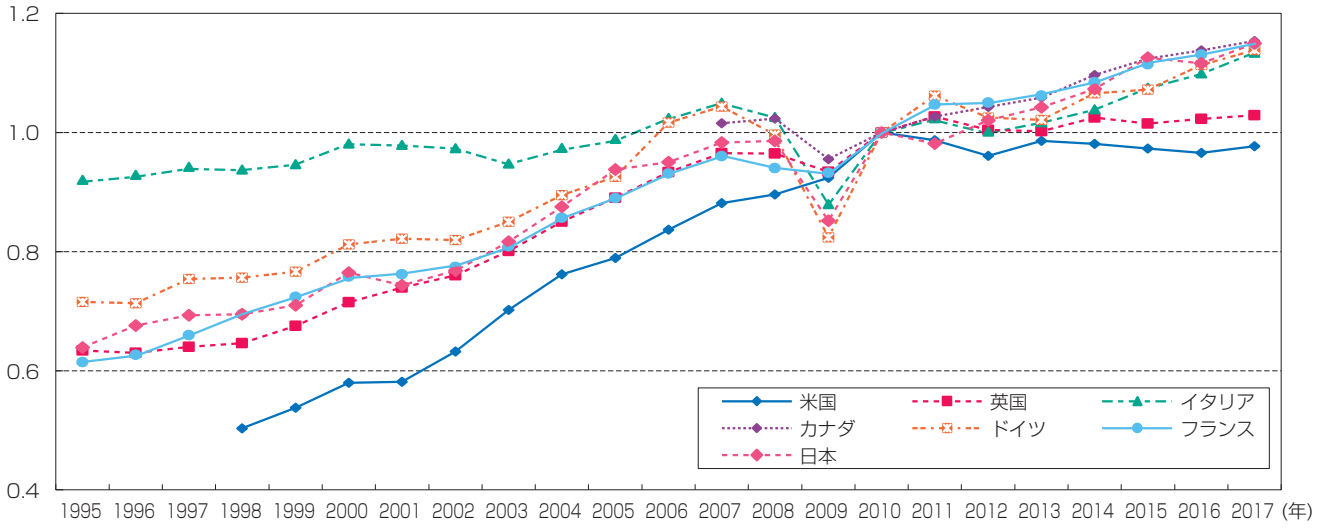


資料：国民経済計算
備考：ここでは、労働生産性＝ GDP ／就業者数として計算

我が国製造業は、平成の時代において、バブル崩壊、アジア金融危機、リーマンショック、欧州債務危機、東日本大震災など、様々な不測の事態や環境変化を乗り越え、付加価値額や生産性を高めてきた。このことは、我が国製造業が、環境や状況の変化に対応できる高いダイナミック・ケイパビリティを有している可能性を示唆している。

加えて、主要先進７か国（米国、英国、イタリア、カナダ、ドイツ、フランス、日本）の製造業の労働生産性トレンドを比較すると、日本はより高い上昇率で推移していることから、日本の製造業は、ダイナミック・ケイパビリティのみならず、オーディナリー・ケイパビリティにおいても比較的優れていると考えられる（図 122-4）。

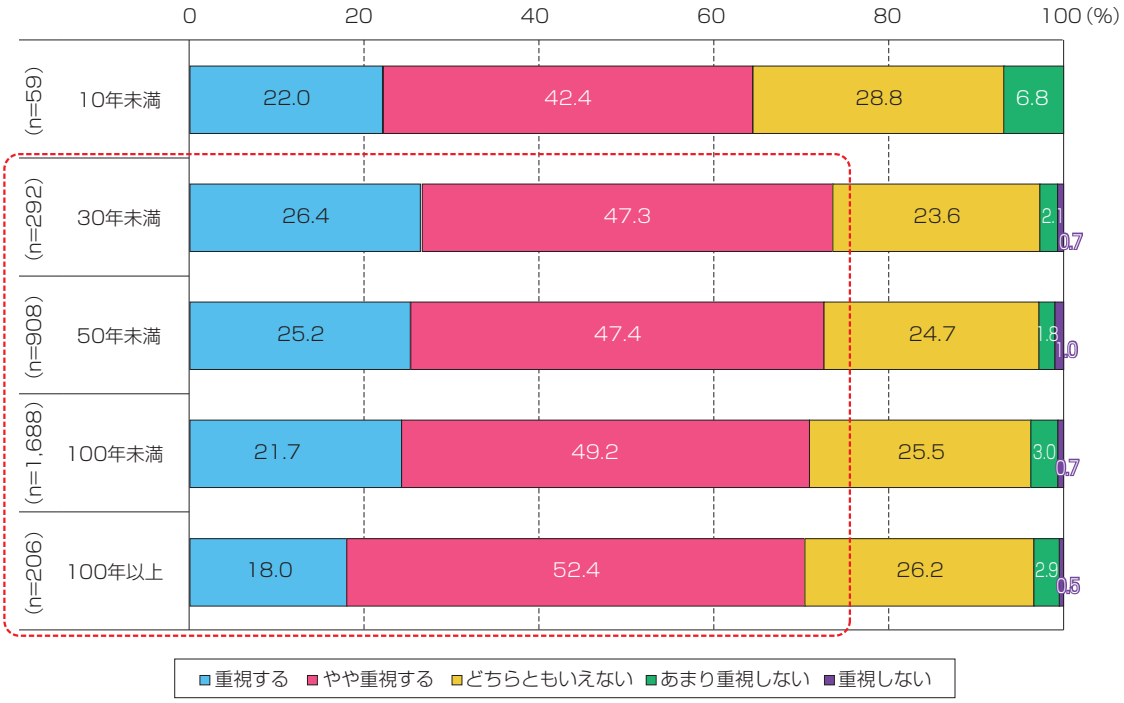
図 122-4　製造業の実質労働生産性の時系列変化（2010 年を 1 とした時の上昇率）



資料：公益財団法人　日本生産性本部「労働生産性の国際比較」
備考：実質労働生産性は、GDP/ 就業者数（購買力平価 PPP 換算）で計算

また、企業は時代の大きな変化に対応できなければ、長期にわたって存続することは難しいことから、より長く存続する企業はより高いダイナミック・ケイパビリティを有していると推測される。加えて、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティの中核には、企業内部の長年の学習によって構築された模倣困難な文化・遺産があると論じていたが、長期に存続する企業には、その企業固有の文化・遺産がより豊富に蓄積されている可能性がある。実際、図 122-5 によれば、我が国製造業において、創業 10 年以上の企業は、10 年未満の企業に比べて、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」をより重視していることがうかがえる。

図 122-5　不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視するか（創業年数別）



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

我が国における創業百年以上の老舗企業において、製造業は全体の４分の１を占めている。このようなことから、我が国製造業にはダイナミック・ケイパビリティが高い企業が比較的多いと考えられる（図 122-6）。

しかし、1.（2）で論じたように、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、グローバルに発達した我が国製造業のサプライチェーンが不測の事態に対して脆弱である、すなわちサプライチェーンのダイナミック・ケイパビリティに課題があるということを明らかにしている。

図 122-6　業種別老舗企業構成比

業種（大分類）	老舗企業数（社）	構成比（%）
農・林・水産	429	1.3
金融	252	0.8
建設	3,559	10.7
不動産	1,534	4.6
製造	8,344	25.1
卸売	7,359	22.1
小売	7,782	23.4
運輸	496	1.5
サービス	3,234	9.7
その他	270	0.8
合計	33,259	100.0

資料：帝国データバンク『「老舗企業」の実態調査（2019 年）』

次に、我が国製造業企業のダイナミック・ケイパビリティについて、経営形態・組織構造から分析してみよう。

ダイナミック・ケイパビリティは、オーディナリー・ケイパビリティとは異なり、ベストプラクティスのベンチマーク化が困難であるという性質をもつ。このため、ダイナミック・ケイパビリティの高い経営形態・組織構造を特定することは必ずしも容易ではない。ここでは、まず、菊澤研宗・慶應義塾大学商学部教授による研究を参考にしつつ、我が国製造業のケイパビリティについて検証を試みる。

菊澤氏によると、高いオーディナリー・ケイパビリティ（低いダイナミック・ケイパビリティ）は「堅固な組織」であり、逆に高いダイナミック・ケイパビリティ

（低いオーディナリー・ケイパビリティ）をもつ組織は「柔軟な組織」である。

オーディナリー・ケイパビリティにおいて優位な「堅固な組織」は、次の特徴を有するとされる。

①様々な職務権限を各メンバーに帰属させる
②職務権限内容が明確に規定されている
③メンバーが特定の職務権限を保有する期間が長い
④職務権限の配分が公的に正当化されている（メンバーがもつ公的資格に合わせて組織内の職務権限が配分される）

このような組織では、各職務権限が各メンバーに明確に帰属され、各メンバーが生み出す成果も各メンバーに明確に帰属するので、各メンバーは高い成果を出そうと行動する。このような「堅固な組織」は効率性を追求することができるので、オーディナリー・ケイパビリティは高くなる傾向にある。

しかし、新しい生産システムや新しい生産技術を導入しようとすると、全ての職務体系と権限体系を大幅に変化させ、それを各メンバーに再び明確に帰属させなければならない。その変更のコストがあまりにも高いために、オーディナリー・ケイパビリティに優位のある組織は、大きな変革を避けようとするのである。

一方、ダイナミック・ケイパビリティにおいて優位な「柔軟な組織」は、職務権限に関して、次の特徴を有するとされる。

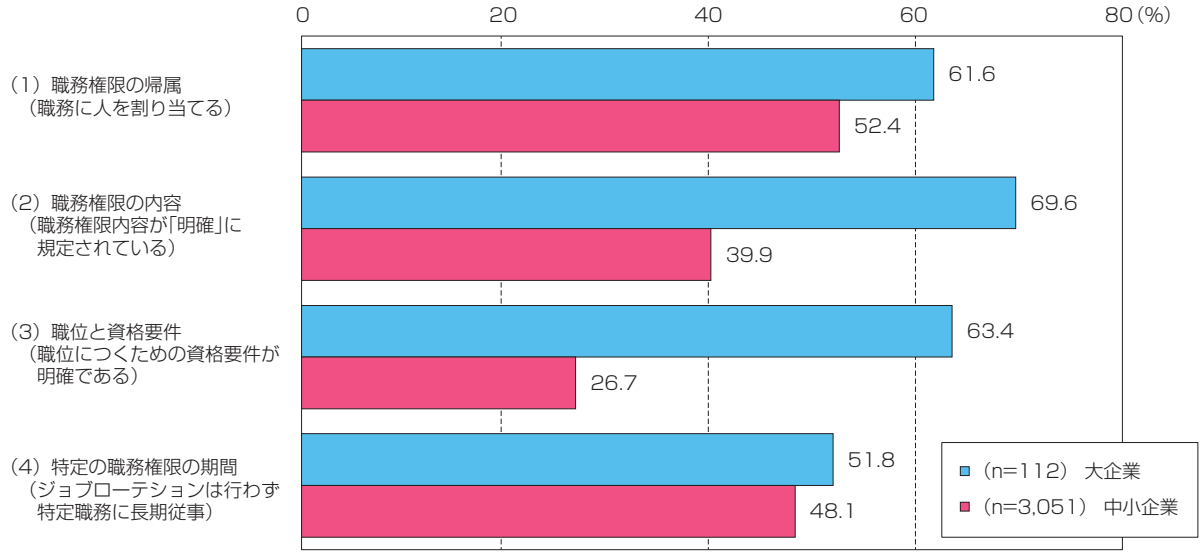
①職務権限を職務や地位に帰属させて、そこに人間を割り振る
②職務権限があいまいに規定されている
③メンバーが特定の職務権限を保有する期間が短い
④職務権限の配分が私的に正当化されている（メンバーがもつ公的資格に合わせて組織内の職務権限が配分されない）

このような組織では、もともと職務権限があいまいなため、組織変革に伴って生じるコストが小さく、新しい生産システムや生産技術を導入しやすい構造となっている。しかし、各職務権限が各メンバーに明確に帰属されておらず、各メンバーが生み出す成果も各メンバーに明確に帰属しないため、能力の低いメンバーが温存されやすいという弱点がある。このため、「柔軟な組織」のオーディナリー・ケイパビリティは、低くなる傾向にある[注18]。

このように職務権限の在り方を基準にした区分により、我が国製造業の組織の特徴をアンケート形式で調査した結果は、図122-7のとおりである。これによると、我が国製造業のうち、大企業については、オーディナリー・ケイパビリティに優位のある「堅固な組織」の方が多いという結果となった。一方、中小企業については、大企業よりも「堅固な組織」の割合が少なく、特に「職務権限の内容が明確に規定されている」と答えた中小企業は4割以下、「職位につくための資格要件が明確である」と答えた中小企業は3割以下となった。

一般に、経営資源が少ない中小企業の方が、より高い不確実性に直面し、より大きな変動リスクにさらされているといえる。このようなことから、中小企業の方が、職務権限を柔軟に配分できる「柔軟な組織」とすることで、高いダイナミック・ケイパビリティを確保しようとする傾向にあるものと考えられる。

図122-7　職務権限の在り方について「堅固な組織」寄りであると答えた割合（企業規模別）



資料：三菱UFJリサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

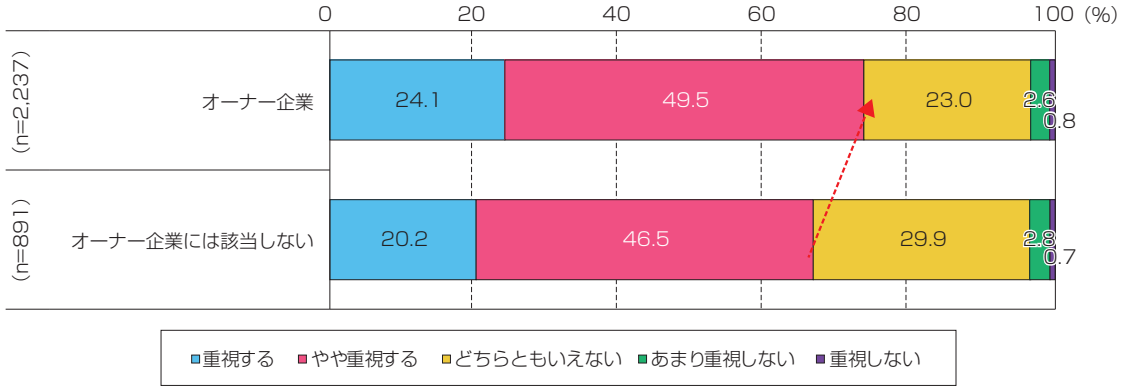
注18　菊澤研宗『成功する日本企業には「共通の本質」がある－ダイナミック・ケイパビリティの経営学』（2019年、朝日新聞出版）、第五章

また、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティには、資産を再構成する企業家的なリーダーシップが重要であると論じているが、オーナー企業については、経営者がリーダーシップを発揮しやすく、迅速な意思決定ができるという優位性があるという調査がある。[注19] また、図 122-8 にあるとおり、オーナー企業は、非オーナー企業に比べて、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」をより重視していることがうかがえる。

そこで、我が国製造業におけるオーナー企業の割合を創業年数別で見てみると、創業 30 年以上の企業においては、オーナー企業が過半を占めていることから、オーナー企業は高いダイナミック・ケイパビリティを有する傾向にあると推測することができる。

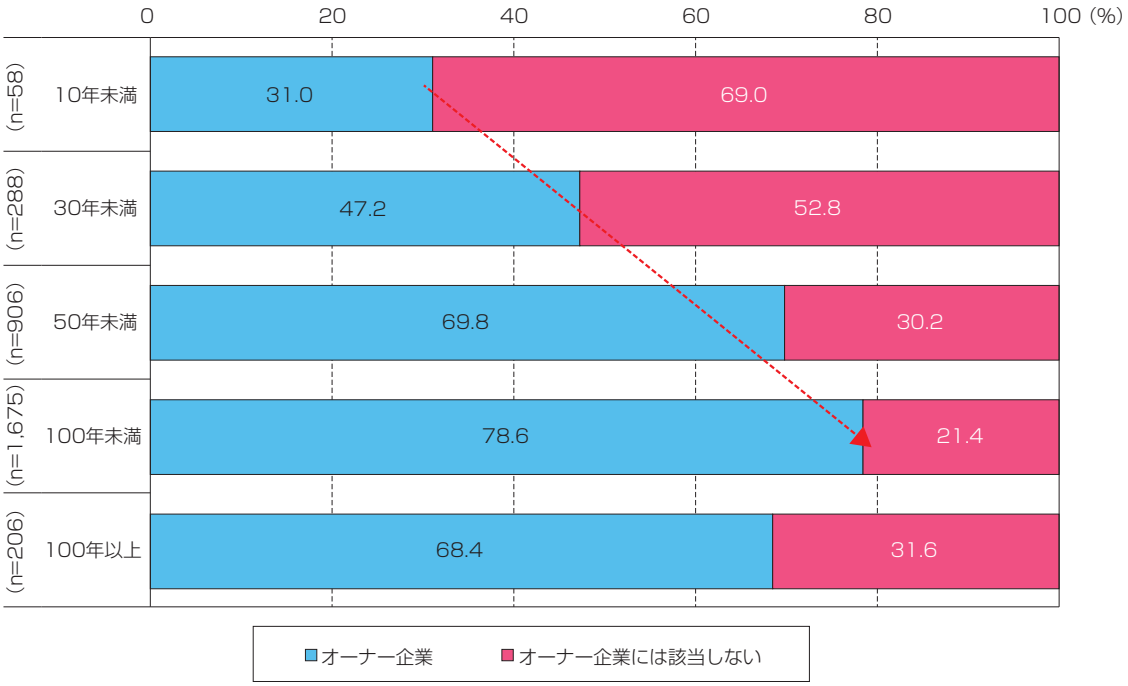
このように、長期に持続する企業にオーナー企業が多いことは、経営者のリーダーシップがダイナミック・ケイパビリティにおいて重要であることを示唆している（図 122-9）。

図 122-8　不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視する割合（オーナー企業かどうか別）



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 122-9　創業年数別オーナー企業の割合

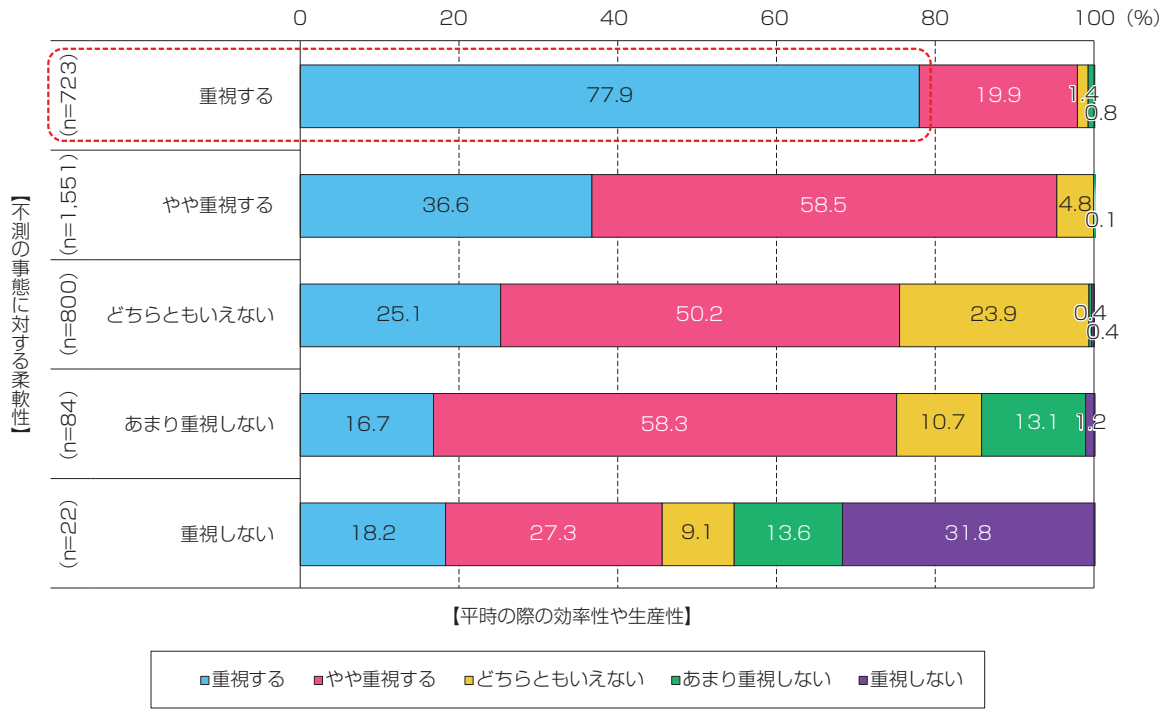


資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

なお、我が国製造業において、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」を重視する企業の８割弱は「平時の際の効率性や生産性」も重視する傾向があるのに対して、「平時の際の効率性や生産性」を重視すると回答した企業のうち、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」を重視するとの回答は約４割にとどまるという調査結果が得られた（図 122-10・11）。

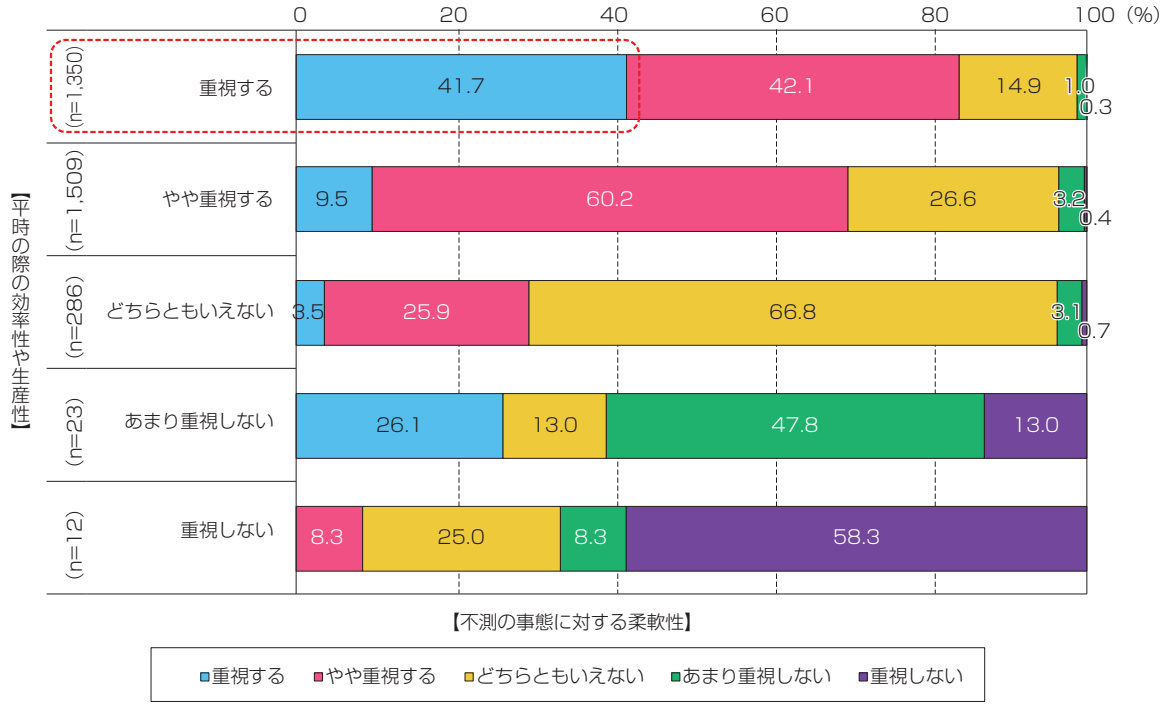
注 19　みずほ総合研究所『みずほリポート』（2008 年 2 月 13 日発行）
https://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/report/report08-0213.pdf

図122-10　不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視のスタンス（縦軸）と
平時の際の効率性や生産性重視のスタンス（横軸）の関係



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図122-11　平時の際の効率性や生産性重視のスタンス（縦軸）と
不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視のスタンス（横軸）の関係



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

すなわち、ダイナミック・ケイパビリティを重視する企業は、オーディナリー・ケイパビリティをも重視するのに対して、オーディナリー・ケイパビリティを重視する企業にとってはダイナミック・ケイパビリティへの関心は劣後しやすいようである。

このことから導き出せる経営戦略上の含意としては、製造業は、ダイナミック・ケイパビリティの強化を優先的な目標とすることで、ダイナミック・ケイパビリティとオーディナリー・ケイパビリティの両方の強化を目指すことができるということになろう。

コラム

我が国製造業にみるダイナミック・ケイパビリティ ･･･ 富士フイルムホールディングス（株）、ダイキン工業（株）

富士フイルムホールディングス（株）は事業環境の変化をいち早く察知し、変化することを恐れず、むしろ自ら変化を作り出すことで進化を遂げてきた企業の代表例といえる。特に、2000 年以降、急速にデジタル化が進展し、主力ビジネスであった写真フィルム市場が激減するという本業消失の危機に直面したが､驚くことに世界で初めてデジタルカメラを開発したのは同社であり､カニバライゼーション（共食い）を恐れず、既存事業に固執せず新たな市場を開拓してきた。その後も化粧品、医薬品、再生医療などに参入し、ヘルスケアが同社の主力事業となっている。今の若者には写真メーカーではなくヘルスケアカンパニーとしてのイメージが定着するほど大きく事業転換した。例えば、化粧品事業へは自社のコア技術を応用し参入しており、また、医薬品・再生医療事業への参入では M & A を積極的に活用している。同社が M & A を積極的に活用したのは、同社の技術・ノウハウと組み合わせることでシナジーを生み出せる会社や事業を買収することが、新たな価値を持つ製品・サービスをスピーディーに生み出していくことにつながるからだ。ここで、同社の変革の歴史を少し振り返る。

＜ STEP 1　環境の変化に素早く、適切に対応する＞

写真フィルムの世界総需要がピークであった 2000 年、写真フィルムや印画紙などの写真事業は同社の売上の約 6 割を占め、営業利益の約 3 分の 2 を稼ぎ出していた。しかし、デジタル化は驚異的なスピードで進展し、結果的に 2010 年には写真フィルム市場はピーク時の 10 分の 1 以下にまで縮小した。まさに会社存続の危機に直面したといっても過言ではない。この危機を乗り越えるため、写真フィルムの開発・生産で培った技術の棚卸しを実施し、これらを応用できる分野を検討し、厳しい経営環境下でも年間 2,000 億円規模の研究開発投資を続けた。また、全社横断的な先端研究を進め、新規事業や新製品開発の基盤となるコア技術を開発する「富士フイルム先進研究所」を 2006 年に設立し、研究開発体制の再構築も進めた。

しかし、同社は将来の市場変化を見据えて、デジタルカメラの研究は銀塩カメラ全盛期の 1970 年代からすでに着手していたのである。だからこそ、本格的なデジタル時代を迎える 1988 年に画像のキャプチャーから記録までをフルデジタルで行う世界初のフルデジタルカメラを開発･発表できた。同社は“主力事業が縮小するならば、自らが従来市場を侵食してでも新しい市場を開拓する”という基本的スタンスに立つ。守りの姿勢に入るのではなく、自ら新たな市場を開拓していこうという考え方である。

また、もう 1 点、この時期の同社の構造改革で特筆すべきは、写真フィルム市場の縮小に合わせて写真事業の生産・販売体制などをスピーディーにダウンサイジングするのと並行して、大きな可能性を秘めていると判断した事業には大胆な投資をしたことである。その 1 つが、液晶パネルの生産に欠かせないディスプレイ材料事業への投資である。同社は、市場規模が拡大する前から生産拠点を新設するなど、大胆な投資を決断して供給体制を整えた。その結果、その後拡大した需要にも対応することができ、写真フィルム事業の落ち込みをカバーすることができた。

＜ STEP 2　変化を予測し先手を打つ＞

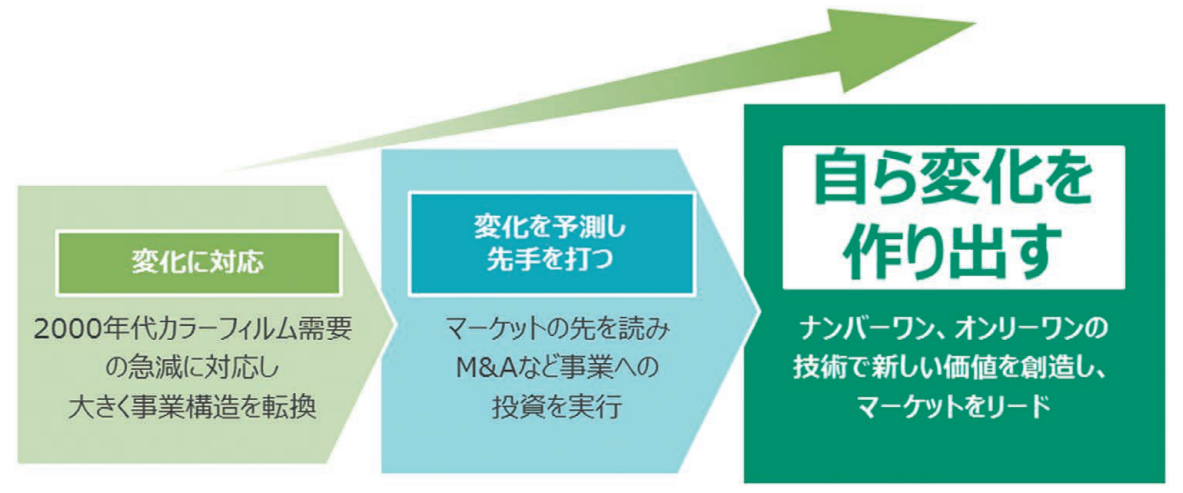
その後、成長するバイオ医薬品市場の拡大を見据えて、2011 年にバイオ CDMO（Contract Development Manufacturing Organization;開発受託及び製造受託を行う組織）企業 2 社を買収し、バイオ CDMO ビジネスに本格参入した。バイオ CDMO 事業では製造プロセスの安定性や設計品質の管理が重要となるが、同社は業界トップレベルの培養技術や先進設備に加え、写真事業で培ってきた高度な生産 / 解析 / エンジニアリング技術を保有し、それらを融合できることに強みを持っている。2019 年には米バイオ医薬品大手の製造子会社も買収し、同事業において 2021 年に売上 1,000 億円達成を目指している。

＜ STEP 3　自ら変化を作り出す＞

同社は、自ら変化を作り出すことにより、産業や社会にポジティブなインパクトを与える企業になるこ

とを目指している。それを実現しつつあるのが、AIを活用した医療ITと再生医療である。医療ITでは、同社が70年以上培ってきた最先端の画像処理技術と最新のAI技術を組み合わせることにより、次世代画像診断に向けて新たな価値を創造している。再生医療は2015年から積極的なM&Aなどで本格参入し、現在では再生医療に不可欠な「細胞」「培地」「足場材」の3要素全てをグループ内に保有し、一体開発できる体制を強化している。再生医療の実用化、産業化に向けてグループシナジーを最大限生かすべく取り組んでおり、依然として高いダイナミック・ケイパビリティを発揮し続けている。

図1　「自ら変化を作り出す」進化し続ける企業へ



出所：富士フイルムホールディングス（株）より提供

ダイキン工業（株）は空調機の専用メーカーで、ルームエアコンからビル向けの大型まで幅広く空調事業を手がけ、全世界における100箇所以上の生産拠点を構えている。これだけグローバルに数多くの生産拠点を設置しているのは、市場ニーズがある場所で生産する「市場最寄化生産戦略」を進めているからである。

エアコンは商品特性上、季節や天候、景気等による需要変動が非常に大きい。ルームエアコンの月別生産量の推移をみると、7月がピークで繁閑差は3倍に上る。猛暑になれば受注量が一気に増え、その需要に対して生産が追いつかなければ販売機会を逸することになる。これに対応するために作り置きをする手もあるが、冷夏になるとこの作り置きは逆にリスクになってしまう。その他、競合他社が売れ残った旧モデルをディスカウントして販売した場合も、需要が減って在庫を抱えることになる。このように需給変動が激しい上、住宅事情やライフスタイルといった国・地域ごとの特性も色濃く反映される不確実性の高い事業といえる。

そのため、できるだけ作り置きをせず需要変動に対応できるようなグローバル生産体制を構築するために、同社では20年ほど前から「市場最寄化戦略」を実践している。これは、各市場のニーズを満たした製品を現地で生産して素早く提供するという考え方である。市場に近い場所で生産すれば、リードタイムを短縮することができ、需要変動にも素早く対応しやすくなる。加えて、「現地化」「地産地消」は為替変動リスクに強いというメリットがある。一方、市場最寄化戦略の推進により各地のマーケットニーズに合った商品を素早く作ることができるが、各地が自立していくと全体ではムダが出てくる。また、大きな技術革新は起きにくい。

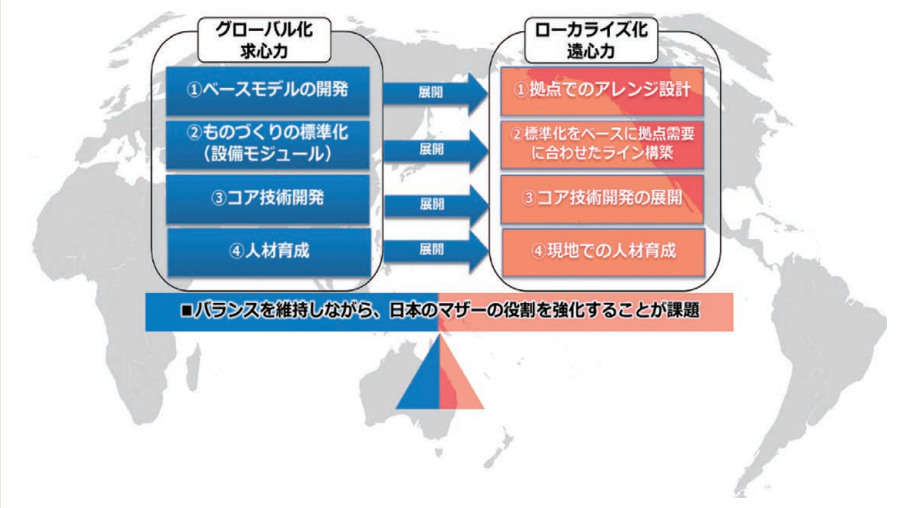
このような「ローカライズ・個別最適」VS.「グローバライズ・全体最適」のバランスをどうとるのかについて検討した際、導き出した答えの1つが「ベースモデル開発」であった。これは、製品を構成する基本性能と要素部品をまとめた汎用性の高い「ベースモデル」を日本国内で作り、地域のニーズに応じて機能を組み換えて設計するというものである。日本国内で開発した日本国内向けのモデルを各地の生産拠点でアレンジする方式である。日本発の標準モデルをベースに、地域ニーズに応じたアレンジ設計を現地で行うことで、コスト削減に加えて商品開発期間を短縮し、適正価格でニーズに応じた製品を素早く提供

できる。現地の開発部隊はマーケティング部隊と相談しながら部品チョイスを行う。その結果、日本と海外で同時に商品開発できるようになった。

次に、市場最寄化戦略を実現するために、生産ラインを構成する要素をモジュール化した。具体的には、生産ラインの機能（工程）を「搬送」（ものを運ぶ機能と組立機能を担う）と「検査」の２つに分け、それぞれの設備モジュールを用意し、レゴブロックのように「搬送モジュール」と「検査モジュール」を組み合わせることで、生産規模等に応じた生産ラインを構築している。生産量の変動や地域ニーズの違いに対応しやすく、工場の立ち上げ・移設が早いというメリットがある。モジュール化することでコストを抑えて安くつくることができ、かつ、素早く生産ラインを立ち上げることが可能となり、いち早く市場へ参入することが可能となる。特に新興国ではブランドの認知を高め、先行者利益を確保するためにもスピーディーな市場参入が重視される。

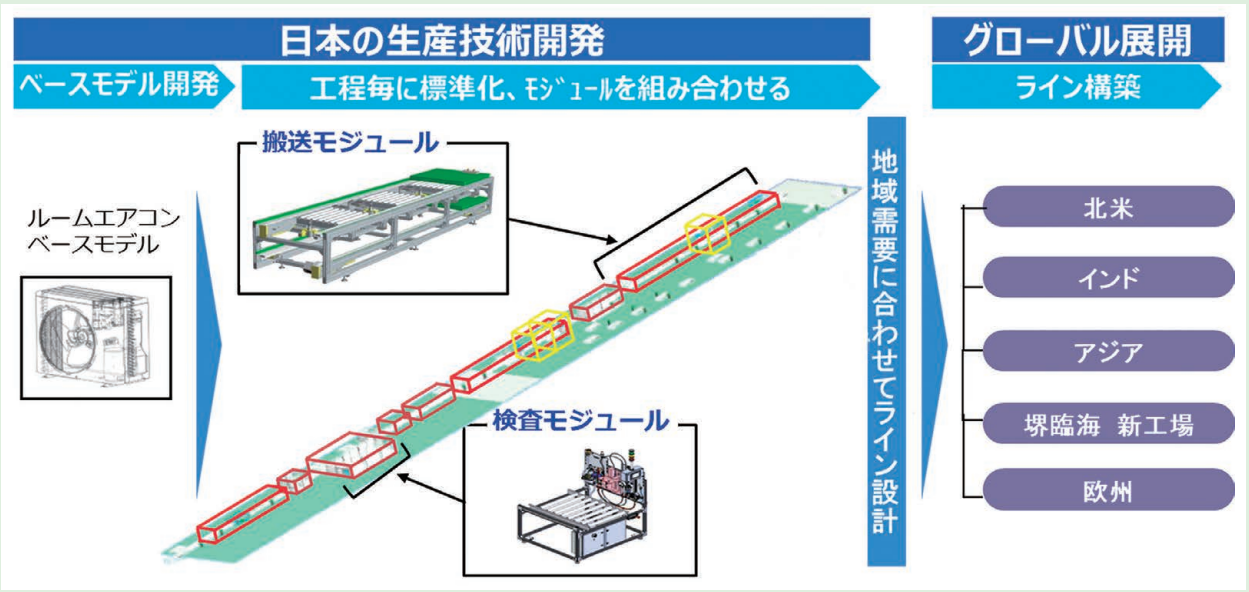
このように、同社の「市場最寄化生産戦略」は単なる「現地化」や「消費地生産・消費地販売」ではなく、市場の不確実性を乗り越えるダイナミック・ケイパビリティの真髄といえる。

図２　ベースモデル開発がローカライズ化とグローバル化の両立を可能に



出所：ダイキン工業（株）より提供

図３　生産ラインのモジュール化が全世界で安く・速くつくる体制を可能に



出所：ダイキン工業（株）より提供

（5）サプライチェーンの柔軟性と産業の多様性（グローカル）

ティース氏が提唱したダイナミック・ケイパビリティ論は、主に企業経営に関する理論である。しかし、不確実性に対応するための自己変革は、企業経営のみならず、企業間の取引関係や産業構造にも必要であろう。したがって、取引関係や産業構造のダイナミック・ケイパビリティをも高める必要がある。

1.（2）で論じたように、新型コロナウイルス感染症の感染拡大は、我が国製造業のグローバルなサプライチェーンの不確実性に対する脆弱性を浮き彫りにした。言い換えれば、我が国製造業のグローバル・サプライチェーンは、効率性、すなわちオーディナリー・ケイパビリティの観点からは優れているが、他方で、不測の環境変化に対応するダイナミック・ケイパビリティの観点からは難があったといえる。

では、我が国製造業の産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高めるには、何が必要になるのか。

サプライチェーンの強化に関しては、PwCが2013年8月（日本語版は2014年12月）に公表した「サプライチェーンとリスクマネジメント」というレポートが参考になる。同レポートは、サプライチェーンの脆弱性を克服するための7つの要素を、以下のとおり特定している。

①リスクガバナンス
　リスクマネジメントの体制、プロセス、文化が存在している。

②製品、ネットワーク、プロセス構造の柔軟性と冗長性
　サプライチェーンの寸断への備え、変化への適応が可能なバリューチェーン上の柔軟性と冗長性を有している。

③サプライチェーン上のパートナーとの提携
　重要な企業活動領域における戦略的提携、新たなパターンの認識とより高い価値の提供に向けた前進がなされている。

④サプライチェーンにおける上流・下流の統合
　サプライチェーンにおける上流・下流間での情報共有、可視化、協業を行っている。

⑤社内業務機能の統合
　戦略・戦術・業務レベルでバリューチェーンの機能が統合されている。

⑥複雑性のマネジメント
　ネットワーク、プロセス、インターフェース、製品構造、製品ポートフォリオ、業務モデルの標準化及び簡素化がなされている。

⑦データ、モデル、分析力
　サプライチェーン及びリスクマネジメント機能をサポートするために、知見の蓄積と利用がなされ、分析力がある。[注20]

以上の7つの要素のうち、特に②の柔軟性等を確保するためには、例えば、生産拠点や調達先の国内回帰を含む多様化やバックアップとしての在庫の確保など、サプライチェーンの再構築が求められるであろう。柔軟性等の確保にはコストがかかるため、短期的な効率性が犠牲になる場合もある。しかし、高い不確実性が常態となった時代には、効率性だけでなく、柔軟性等も考慮に入れて、サプライチェーンを再構築する必要があろう。

また、経済産業省のグローカル成長戦略研究会「グローカル成長戦略―地方の成長なくして、日本の成長なし」（2019年5月）も、産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高める上で参考になる。

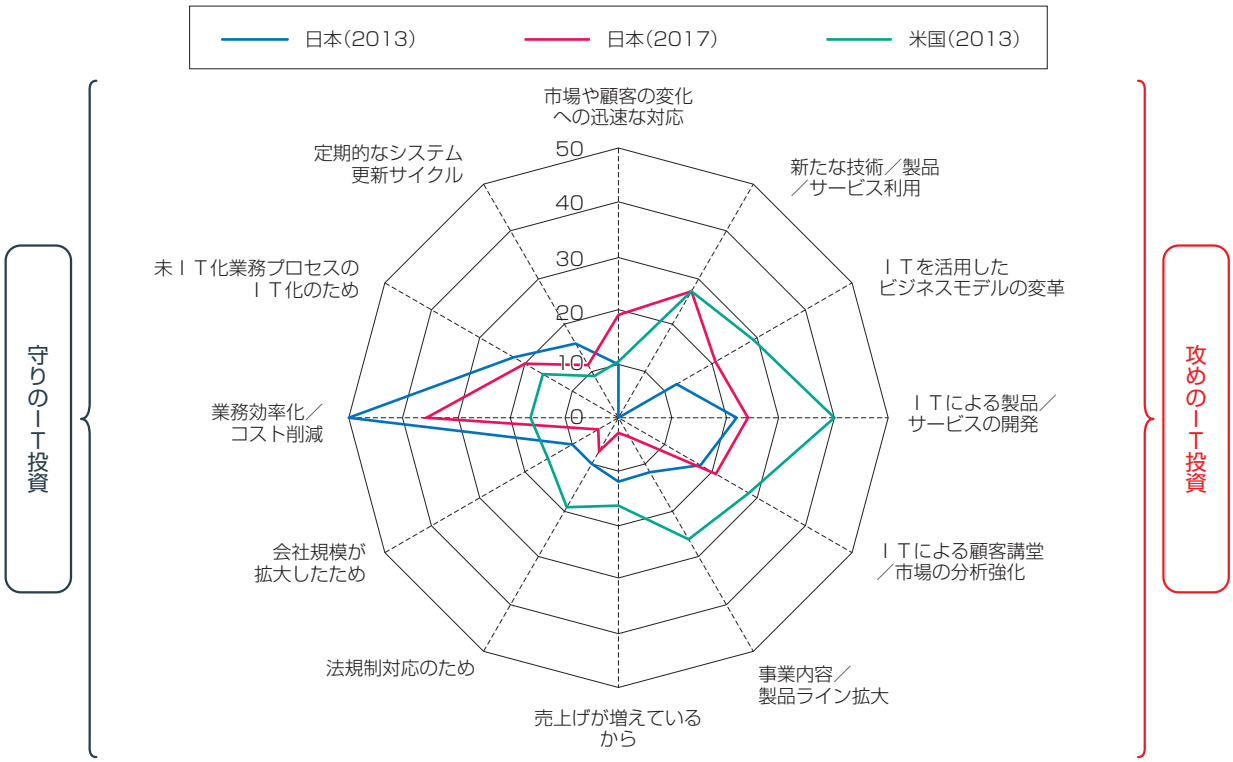
同レポートは「何が成功するか分からず、成長モデルも1つに定まらない中、特定分野に特化することがリスクともいえる状況下で日本経済が発展し続けるためには、産業の多様化と、スピード感のあるダイナミズムのある経営が不可欠であることを認識せねばならない」とした上で、大都市・大企業への集中ではなく、地方や中小企業を伸ばすことで「日本の産業全体の「多様性」を高め、国としての「リスク分散」をしていくことが重要である」と指摘している。[注21] このように、地方や中小企業の力を活かして「多様性」を高めるという成長戦略は、産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高める上でも重要であると考えられる。

注20　PwC「サプライチェーンとリスクマネジメント：業務パフォーマンスを強化するリスクマネジメント」https://www.pwc.com/jp/ja/japan-knowledge/archive/assets/pdf/supply-chain-risk-management1412.pdf
注21　経済産業省　グローカル成長戦略研究会「グローカル成長戦略―地方の成長無くして、日本の成長なし」（2019年5月）https://www.meti.go.jp/press/2019/05/20190515003/20190515003-2.pdf

（6）製造業のデジタル化

一般社団法人電子情報技術産業協会の「2017 年国内企業の「IT 経営」に関する調査」（2018 年 1 月）によると、我が国企業は米国企業に比べて、「業務効率化 / コスト削減」のための「守りの IT 投資」に重点を置いており、IT を活用した新たなビジネスモデルの構築やサービスの開発を行うための「攻めの IT 投資」が進んでいない実態が示されている（図 122-12）。

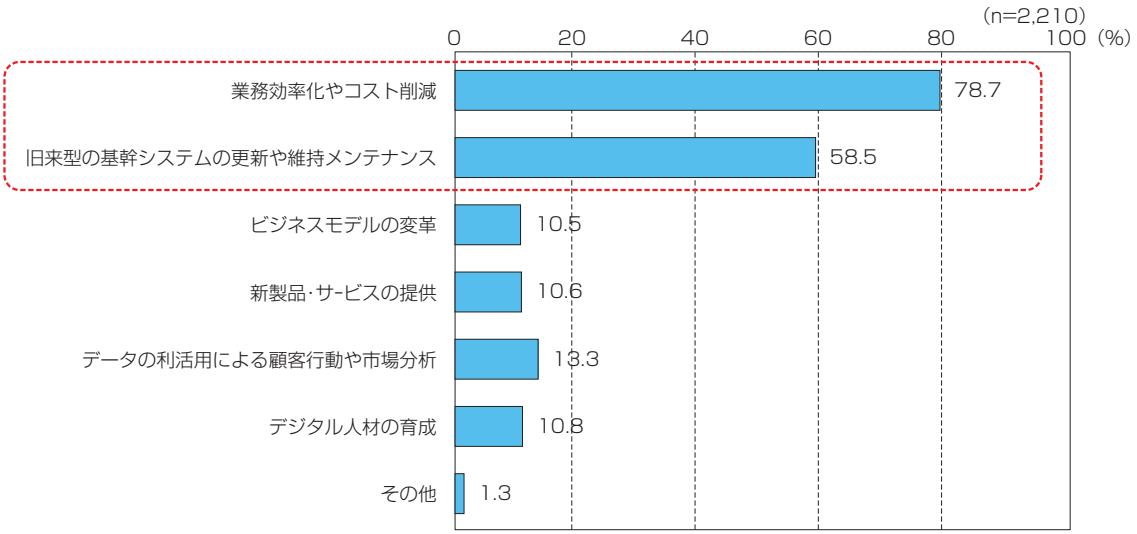
図 122-12　IT 投資における日米比較



資料：一般社団法人電子情報技術産業協会「2017 年国内企業の「IT 経営」に関する調査」（2018 年 1 月）

また、我が国の製造業企業に対して、IT 投資の目的について調査したところ、やはり、業務効率化やコスト削減、あるいは旧来型の基幹系システムの更新や維持を重視していることが明らかとなった（図 122-13）。

図 122-13　IT 投資の目的



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

確かに、デジタル技術が業務効率化・コスト削減に大きな効果を発揮することには、疑いの余地はない。また、設備の安定稼働や品質管理体制の強化、あるいは人手不足問題の克服の上でも、IoT、AI を始めとするデジタル技術は有効である。ただし、業務効率化、コスト削減、安定稼働、品質管理は、与えられた経営資源をより効率的に利用するオーディナリー・ケイパビリティに属するものである。

しかし、デジタル技術が製造業にもたらす恩恵は、オーディナリー・ケイパビリティの強化にとどまるものではない。デジタル技術の活用によって、製造業が環境や状況の変化に対応するダイナミック・ケイパビリティを高めることもできる。

ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティを、「感知」「捕捉」「変容」の三能力に分類したが、デジタル技術は、このいずれの能力をも増幅させる。

例えば、「感知」とは脅威や危機を感知する能力であり、ダイナミック・ケイパビリティの起点となるものである。この「感知」の能力を高める上で、デジタル技術を活用したデータの収集・分析は大きな力を発揮するであろう。また、近年、AI の発達と普及が著しいが、AI は、環境や状況の変化を予測し、不確実性を低減するのに効果的であろう。

「捕捉」、すなわち機会を捉え、既存の資産・知識・技術を再構成する能力を高める上で、リアルタイム・データの収集･分析は非常に強力な武器となる。特に、製造業の製品を通じた顧客へのサービスの提供（「製造業のサービタイゼーション」あるいは「ことづくり」）は、デジタル技術を活用して販売した製品からデータを収集して、顧客にサービスを提供するものであるが、これは顧客ニーズの機会を捉えて、製造業の資産・知識・技術を再構成して顧客体験価値を創造している。また、製造業のデジタル化により実現する変種変量生産やマスカスタマイゼーションは、顧客の特殊かつ少量のニーズの機会を逃さず捕捉することを可能にする。

「変容」は、競争力を持続的なものにするために、組織全体を刷新し、変容する能力であるが、デジタル技術による「変容」こそが、いわゆる「デジタルトランスフォーメーション」であるといえる。これについては、第３節において、改めて議論する。

このように、デジタル技術は、製造業のオーディナリー・ケイパビリティのみならず、ダイナミック・ケイパビリティをも高める上で、大きな可能性を秘めている。にもかかわらず、我が国の製造業企業の多くは、IT 投資の主な目的は業務効率化やコスト削減や旧来型の基幹系システムの更新や維持にあるとみなしており、ダイナミック・ケイパビリティの強化のためにデジタル技術を十分に活用しているとは言い難い。しかし、デジタル技術の活用によりダイナミック・ケイパビリティを高めることができれば、不確実性の高い世界においても、競争力を維持し、場合によっては強化することすら可能になる。

したがって、デジタル技術を徹底的に利活用することにより、オーディナリー・ケイパビリティのみならず、ダイナミック・ケイパビリティを強化することこそ、不確実性の高い世界における我が国製造業のとるべき戦略であるといえる。

コラム

熊本地震を教訓に IoT を活用した MES 構築による変種変量生産体制の確立・・・金剛（株）

金剛（株）（熊本県熊本市）は 2016 年に発生した熊本地震で工場が被災し、また、生産年齢人口の減少により人手不足はますます深刻化するとみられることから、2018 年に新工場を新設した際には「自然災害」や「生産年齢人口の減少」という社会的課題に対応しつつ、人手に依存しない柔軟で安定した高効率な「変種変量生産体制」を構築することを目指した。具体的には、新工場建設を機に 30％の生産性向上を目標に、工場 IoT 化としての金剛独自の MES（Manufacturing Execution System；製造実行システム）の自社開発、ロボット化に対応した生産設備と 3DCAD ／ CAM システムの設計に着手した。

従来の板金系の工場には多くの課題があり MES が普及しにくい素地があった。しかし、IoT や AI などの最新の技術の普及により工場をとりまく環境は大きく変化しており、新工場は「MES を中心とした工場システム」とすべく様々な見直しに着手した。

まず、変種変量体制に対応した柔軟な工場システムとするため、工場システムの中心に、生産管理、生産設備、及び 3DCAD/CAM や可視化システムとのインターフェースをつかさどる MES を設け、各システムや設備間のデータを垂直横断的にクロス連携させた。また、MES は「UpperMES」と「LowerMES」に大きく機能を 2 分化し、お互いが協調しながら生産を実行し、生産実績のフィードバックも行う構成とした。UpperMES は、AP（アプリケーション）機能と DB（データベース）機能を保有し、主に生産管理システム、3DCAD/CAM、LowerMES と連携し、生産管理システムから取得した生産指示 ID を生産設備へ伝達する重要な機能を有している。LowerMES は、PC や PLC で構成され、主に UpperMES、CAM、生産設備と連携し、UpperMES や CAM から取得した生産指示 ID が付加された生産指示を生産設備へ伝達する重要な機能を有している。

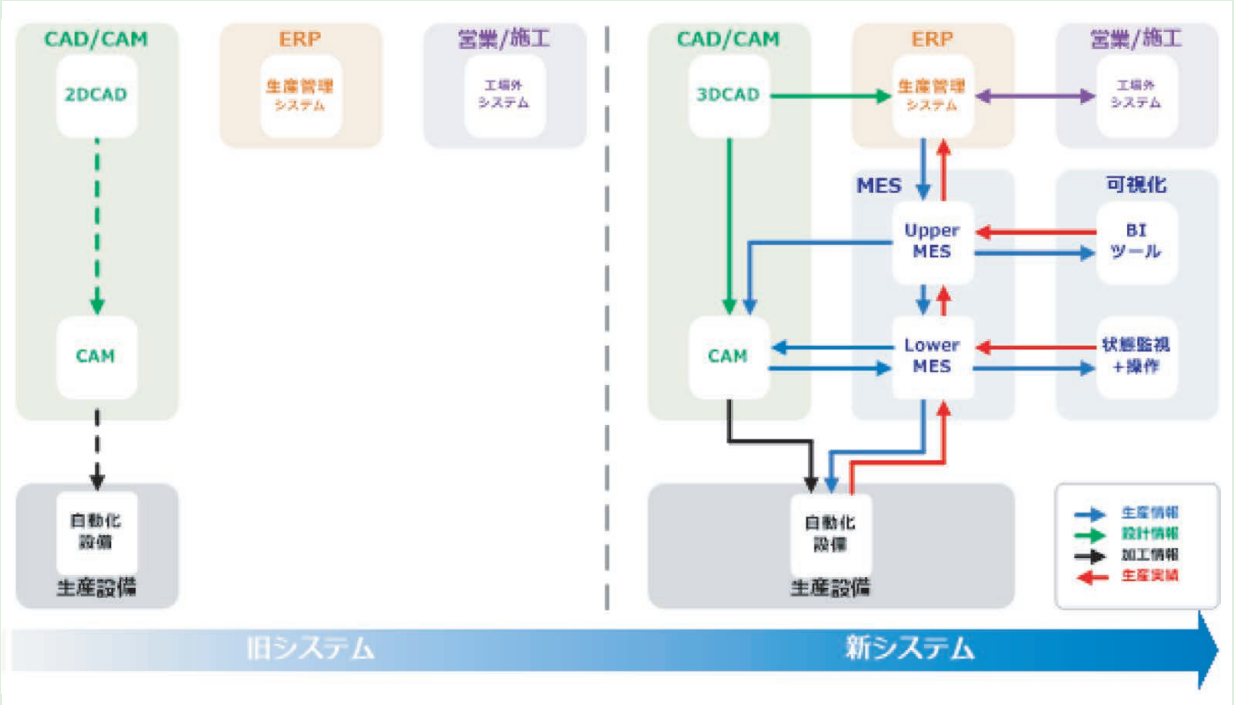
「MES を中心とした工場システム」を稼働させたことで、省人化を行いながら生産性も向上する生産体制の構築が可能になった。また、すでに生産実績がデータとして蓄積されているため、データを活用していつでも改善活動が行える状態になった。今後は営業や施工などの工場外とのデータ連携や情報共有等も行い、MES 導入の波及効果を高めていく。

なお、同社のこの一連の取組は中小企業の IoT 化のモデル工場として高く評価され、第 8 回ものづくり日本大賞の「Connected Industries- 優れた連携部門」において経済産業大臣賞を受賞している。

図 1　2018 年に新設した新工場へ導入した省人化対応設備

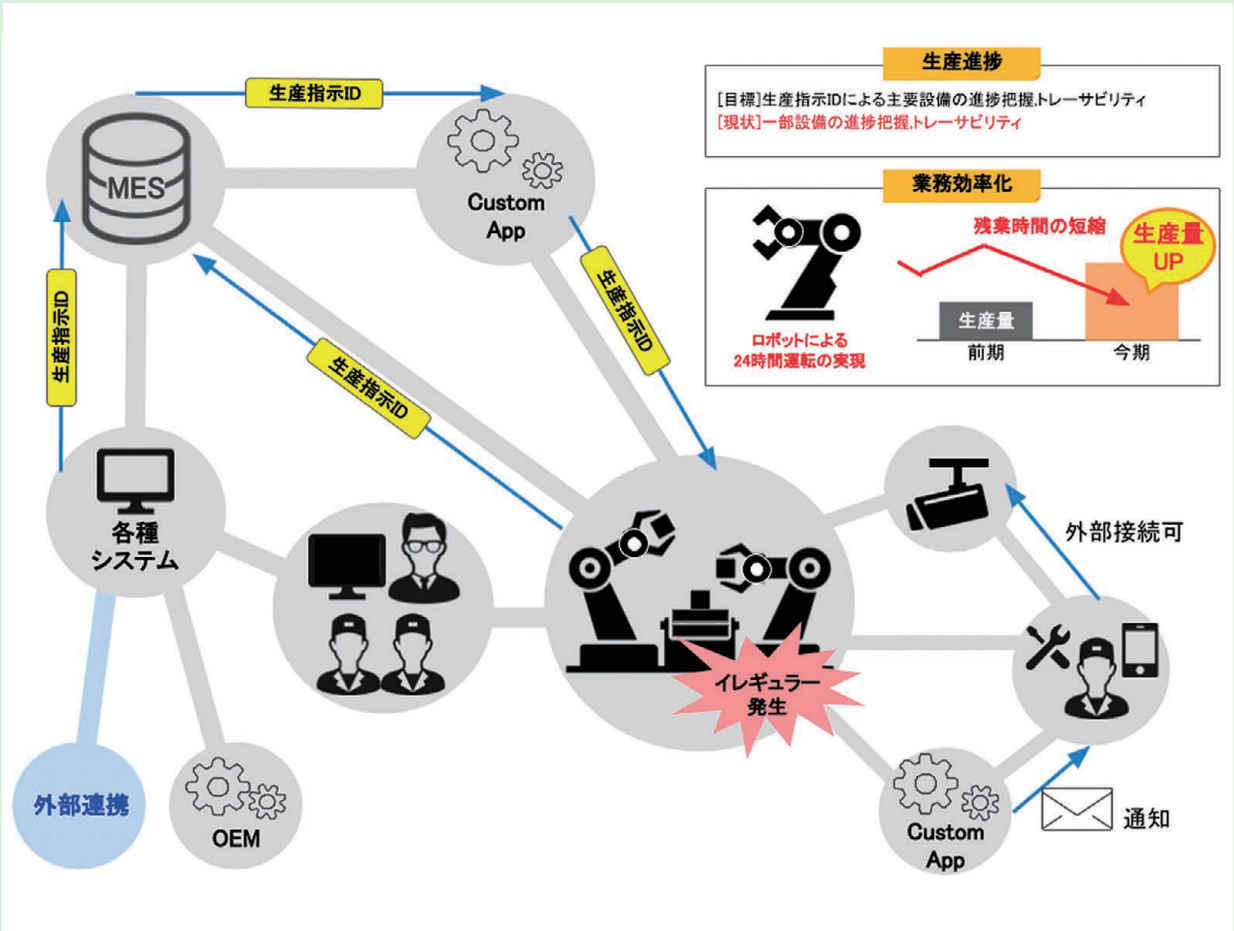
出所：金剛（株）より提供

図2　MES開発の概要



出所：金剛（株）より提供

図3　設備・人・システムなどの連携



出所：金剛（株）より提供

コラム

CPS による可視化とあえて人による柔軟性の確保で超変種変量生産を実現・・・富士通テレコムネットワークス（株）

富士通テレコムネットワークス（株）（FTN）は、富士通グループが開発したネットワークインフラ装置の試作から量産製造を担う製造子会社であり、主な拠点を富士通（株）小山工場内に置く。

FTN は、最新機種から開発後 10 年以上経過した製品及び高機能から単機能製品などあらゆるネットワークレイヤをカバーする製品を製造している。その生産の特徴は、変種変量で生産品種のほとんどが繰り返し生産することなく、毎週造り続けられる製品は全体の 10%以下であり生産量の月ごとの変動も 3 倍以上と大きい。今後、5G、ローカル 5G の普及は「もの」「サービス」の同時要求を加速させ需要予測が困難となり生産環境が大きく変わると考え環境変化をチャンスと捉え超変種変量生産力強化に取り組んでいる。

FTN が取り組んでいる「ヒューマンセントリック スマートものづくり」は、IoT 活用で仮想と実工場がリアルタイムに再現・最適化する CPS（Cyber Physical System）を基盤とし、そのうえで人の柔軟性を最大化させるため「人・設備・AI をインテグレーション」させるものである。あえて、人を「要」とした背景には、ライフサイクルが長い製品において標準・共通化が時代と共に変化し自動化が困難な環境下を高い正社員比率の熟練･多能工作業者とデジタル技術融合でものづくりを進化し続けることにある。

FTN の CPS は「可視化」「最適化」「実行」を常に全体ループさせ続けることとどのように最適な解を導き出したかを「ブラックボックス化」させないことにあり、人を中心としたものづくりでは「可視化＝ホワイトボックス化」が重要で人（実空間）を中心とした CPS プロセスである。

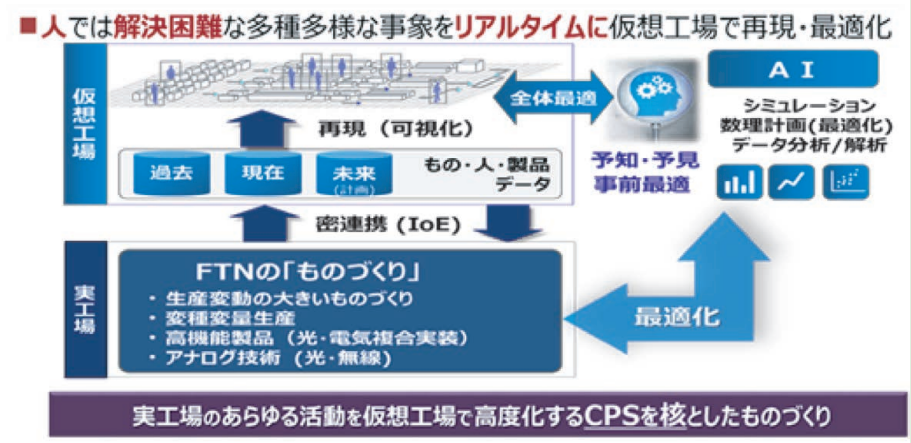
また、「最適化」には、変化が発生する度に繰り返される事前最適化と、製造中の変化をリアルタイムにフィードバックし最適化させる個別ループがある。さらに､データ活用事例として「過去」「現在」のデータを駆使し「未来」を予測する独自生産手法開発で非連続的な高い効果を実現している。

継続的発展に向け、ものづくりの源泉と位置付ける「人」の成長や人に優しいものづくり・高齢化対策にも取り組んでいる。例えば､人の動作を映像分析し熟練作業者の作業のデジタル化で本人も気付かない･表現できないノウハウ的技能を可視化させ「人の成長促進（技能継承）」「汎用ロボットの匠化（リソース不足対応）」「人に優しいものづくり手法確立」などに派生しつつある。ものづくり力強化と同時に工場のアウトプットを「もの」だけではなく「人から出てくる価値」を新たな付加価値（価値創造）に発展させるため、あえて「人を要」とする生産に拘っており、進化がものづくり起点の DX に繋がっていく。

図 1　CPS を核としたスマートものづくりの実践ライン

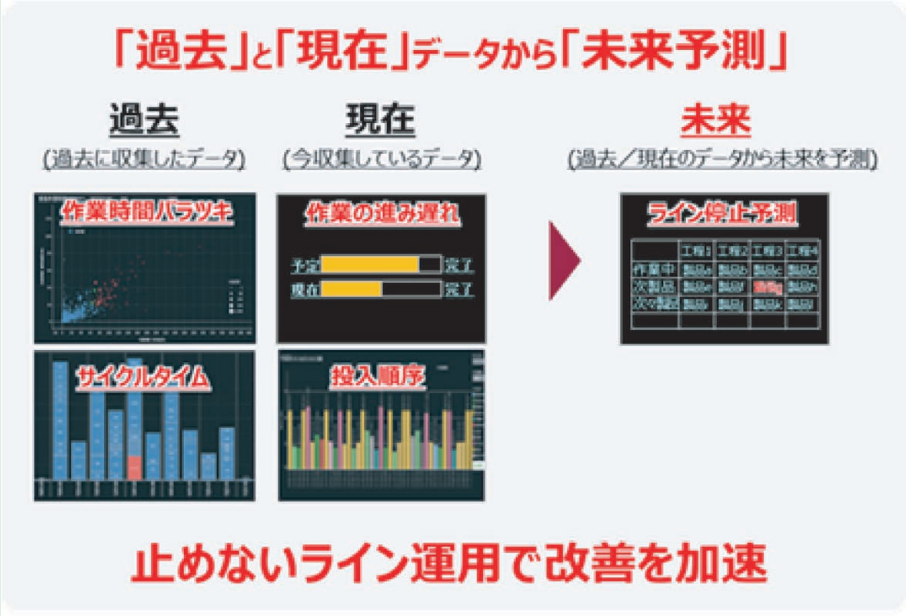
出所：富士通テレコムネットワークス（株）より提供

図２　サイバーフィジカルシステム（CPS）



出所：富士通テレコムネットワークス（株）より提供

図３　データ活用で独自生産方式を確立
「ちょっと先の未来が見えるスマートものづくり」



出所：富士通テレコムネットワークス（株）より提供

図４　ものづくりに関するデータを集約・可視化するダッシュボード

出所：富士通テレコムネットワークス（株）より提供

コラム

事業環境変化に柔軟に対応可能な１／N設備化による同期一貫生産ラインの構築・・・（株）デンソー

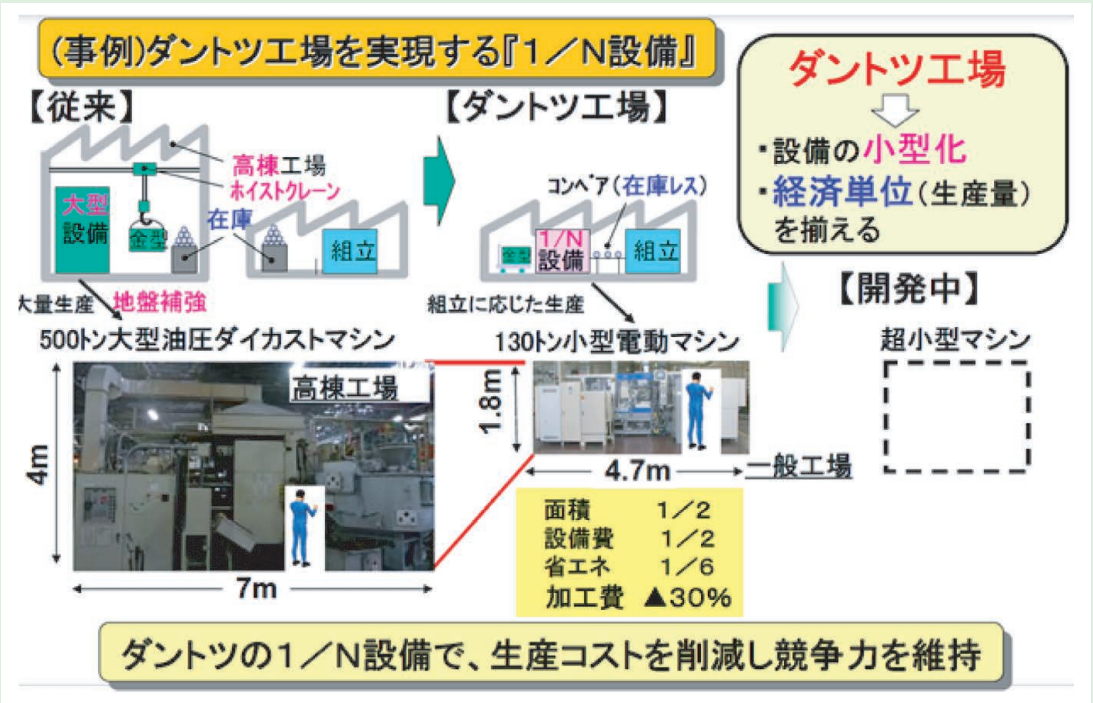
（株）デンソーは創業以来一貫して生産システムの合理化に取り組んできた。単一工程の合理化から製品単位→工場単位→グローバル単位へと合理化を進化させ、結果として「ダントツ工場づくり」を目指している。そして、ダントツ工場を実現する Factory IoT として、①開発から量産までのエンジニアリングチェーン、②取引先を含むサプライチェーン、そして③工場内のファクトリーチェーンという３つのチェーンの改善に取り組んでおり、工場内のファクトリーチェーン改善の要となっているのが生産ラインのコンパクト化を目指す「１／N設備化」である。

同社も従来は大ロットを高速加工する大量生産により競争力を維持してきたが、リーマンショック時のように稼働率が大幅に低下すると設備の償却負担が重くのしかかる。また、世の中の需要も変化して多品種少量生産化が進み、大量生産でまとめてつくる方式ではムダが増えるようになった。各加工機の能力差により工程間で発生する中間在庫を減らし、工場間での部材の運搬等のムダも減らし、ICT も活用して工程全体で最適工程設計をする同期一貫生産ラインを構築するためには、大規模設備からロットサイズやサイクルタイムに合わせて最適な生産量を実現できるコンパクトな設備に置き換えていく必要がある。それを実現するための加工機を“１／N加工機”と名づけ、従来比何％ではなく、N を整数に置き換え、２分の１、５分の１、10 分の１といった高い目標を掲げて、世界で戦える独自のコンパクトな加工設備の開発に取り組んできた。

例えばダイカストマシンは製品内部に発生する鋳巣をつぶすために高い圧力をかける必要があり、高出力、高剛性の大型設備になりやすい。従来の大型油圧ダイカストマシンは高さ４メートル、幅が７メートルもあったが、同社の１／N設備化により、高さ 1.8 メートル、幅が 4.7 メートルのコンパクトな電動マシンへと生まれ変わらせた。このようにダイカストや切削などの設備のサイズをN分の１に小さくすることで、生産能力を縮小して揃え、段取り時間も短縮することによって同期させていく。この取組は国内のみならず、グローバルに展開させつつある。

「現場こそが価値創造の主役」と考える同社の強みは、生産技術と現場力（人）の融合であり、それが驚異的な１／N設備化を可能とし、結果として事業環境変化に柔軟に対応できるものづくり力につながっている。

図１　コスト競争力のあるダントツ工場を支えるシンプル設備（１／N設備）



出所：（株）デンソーより提供

第3節　製造業の企業変革力を強化するデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進

1　日本の製造業のデジタルトランスフォーメーションにおける課題

（1）製造業におけるデジタル技術のインパクト

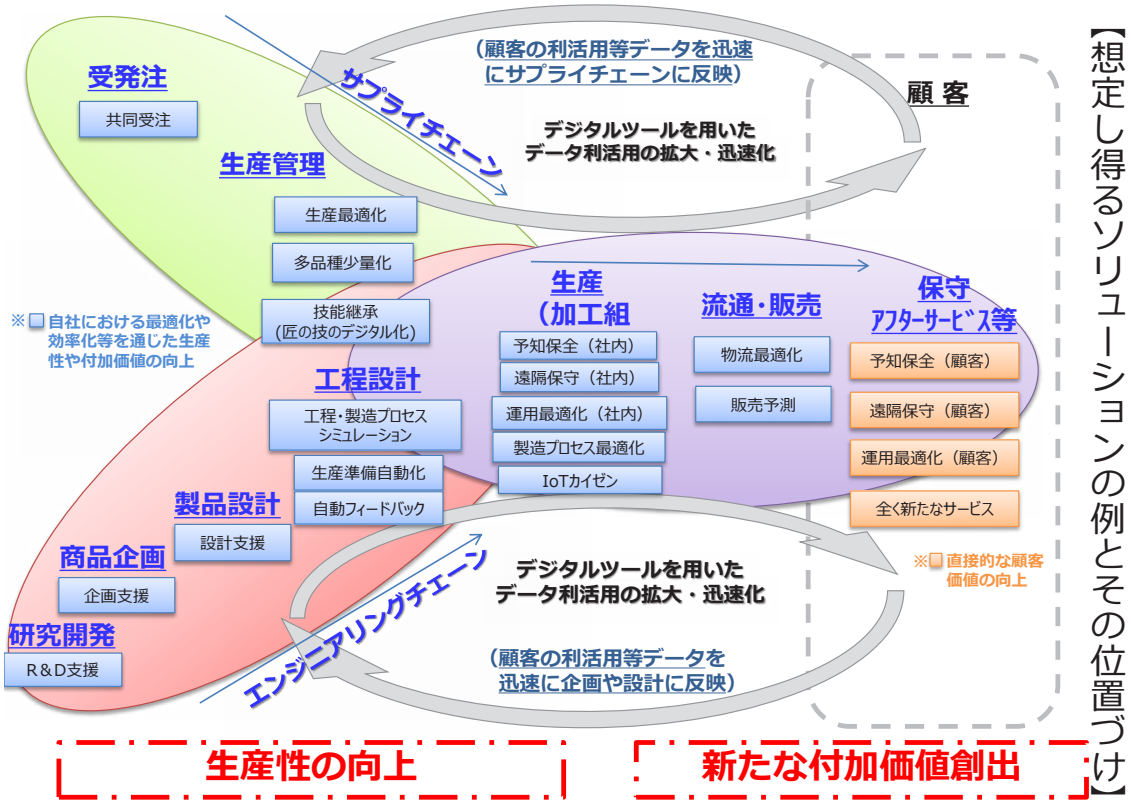
ドイツの“インダストリー4.0”、フランスの“未来の産業（Industrie du Futur）”、中国の“中国製造2025”など、世界の主要各国が、第四次産業革命への対応を進めている中、日本もまた、目指すべき社会の姿として“Society 5.0”を掲げ、さらに2017年3月、我が国の産業が目指すべき姿として“Connected Industries（コネクテッドインダストリーズ）”というコンセプトを提唱し、世界に向けて発信した。

“Connected Industries”とは、データを介して、機械、技術、人など様々なものがつながることで、新たな付加価値創出と社会課題の解決を目指す産業の在り方である。このコンセプトを具体化する上でカギとなるのは、IoTやAIを始めとする最新のデジタル技術である。

このようなデジタル技術は、より具体的には、次のようにして製造業に大きな変革（デジタルトランスフォーメーション）をもたらす。

そもそも製造工程には、大まかに言って、研究開発－製品設計－工程設計―生産などの連鎖である「エンジニアリングチェーン」と、受発注－生産管理－生産－流通・販売－アフターサービスなどの連鎖である「サプライチェーン」がある。製品や生産技術に関するデータは、この2つのチェーンを通って流れ、結びつき、そして付加価値を生み出す。

図131-1　想定し得るソリューションの例とその位置づけ



資料：経済産業省作成

IoTを始めとする最新のデジタル技術は、双方のチェーンの各所において、データの利活用を進める優れたソリューションを提供し、製造業に画期的な革新をもたらす。

例えば、エンジニアリングチェーンにおいては、強化された計算能力やAIなどを研究開発等に活用する「R&D支援」、顧客の仕様データなどを分析することによる「企画支援」、モデルベース開発を始めとする「設計支援」などがある。

サプライチェーンにおいては、工場ごとの繁閑期の

平準化などを可能とする「共同受注」、デジタル化により匠の技の継承を容易にする「技能継承」、サプライチェーン連携などによる「物流最適化」、顧客の使用データなどを分析することによる「販売予測」、設備・機器の「予知保全」「遠隔保守」などがある。

そして最も重要なことは、エンジニアリングチェーンとサプライチェーンをシームレスにつなぐことである。これにより、「生産最適化」さらには「マスカスタマイゼーション」が可能になるだけでなく、「サービタイゼーション」あるいは「ことづくり」といった新たなビジネスの設計もより容易になる。

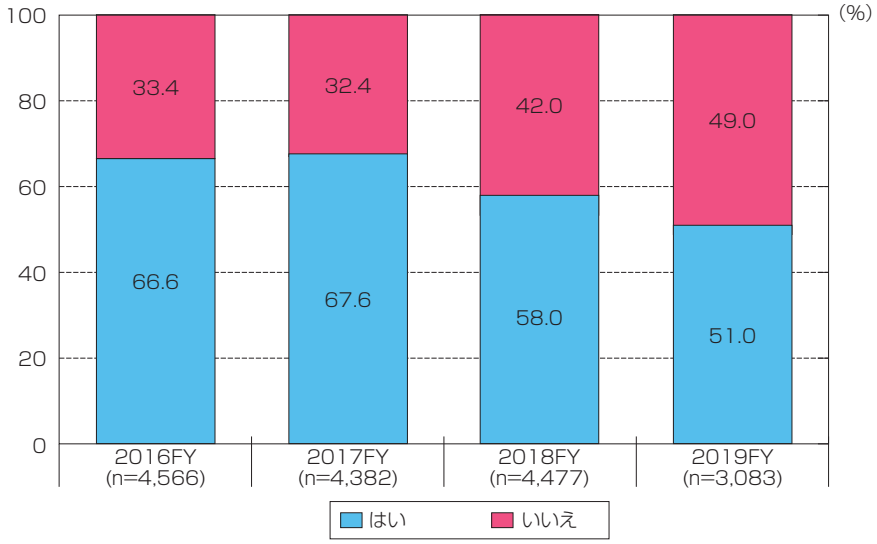
このデジタル技術によるエンジニアリングチェーンとサプライチェーンの連携については、2．において更に検討する。

（2）国内製造業企業のデータ活用の遅れ

以上で述べたエンジニアリングチェーンとサプライチェーンの強化及び両者の連携にはデジタル技術が不可欠である。このような製造業における2つのチェーンにソリューションを提供するデジタル技術について、日本企業の導入状況を確認したい。

国内製造業に対して、生産プロセスに関する設備の稼働状況等のデータ収集を行っているかを尋ねたところ、データ収集を行っている企業の割合は、2018年12月調査時の58.0%よりも7%減少し、51.0%となった（2019年12月）（図131-2）。

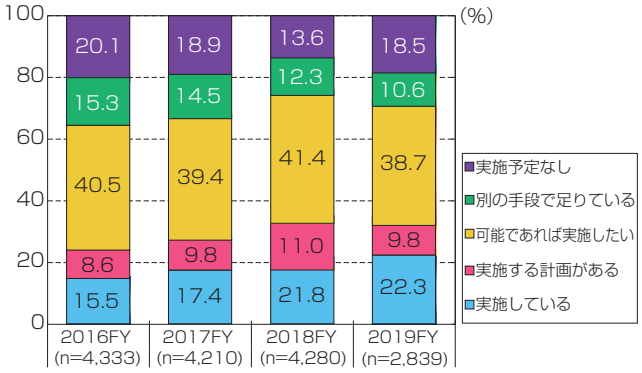
図131-2　生産プロセスに関する設備の稼働状況等のデータ収集を行っているか



資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

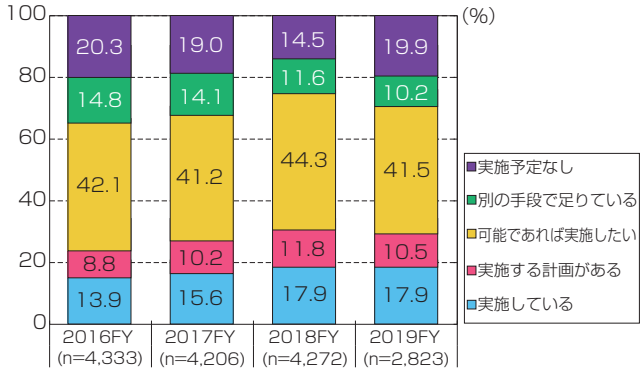
さらに、センサーやITを活用して個別工程、製造工程全般、人員のそれぞれの稼働状況の「見える化」によるプロセス改善等に取り組んでいるか（図131-3・4・5・6）、海外工場において国内工場と同じかそれ以上の生産プロセスにかかるデータ等の収集・活用を実施しているか（図131-7）について尋ねたところ、いずれについても、大きな進展は見られなかった。

図131-3　個別工程の機械の稼働状態について「見える化」を行っているか



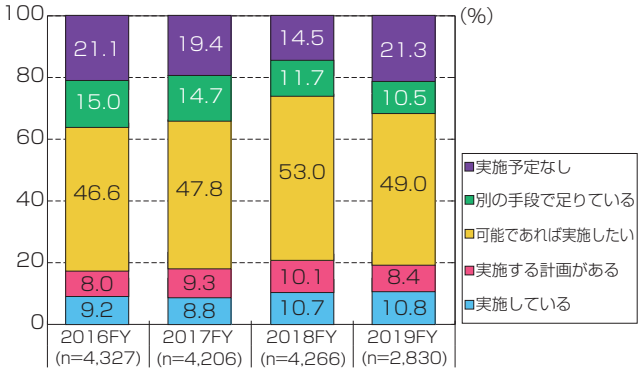
資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図131-4 ライン・製造工程全般の機械の稼働状態について「見える化」を行っているか



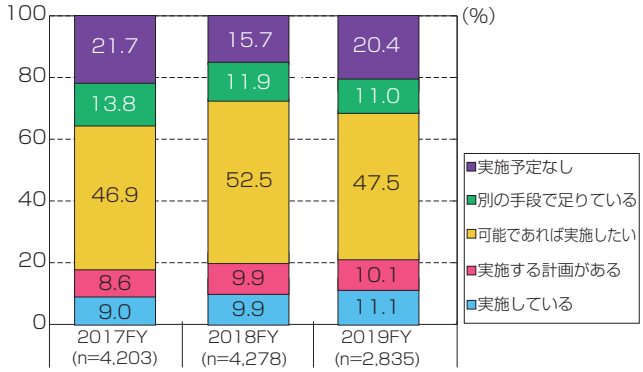
資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図 131-5　人員の稼働状態の「見える化」を行っているか



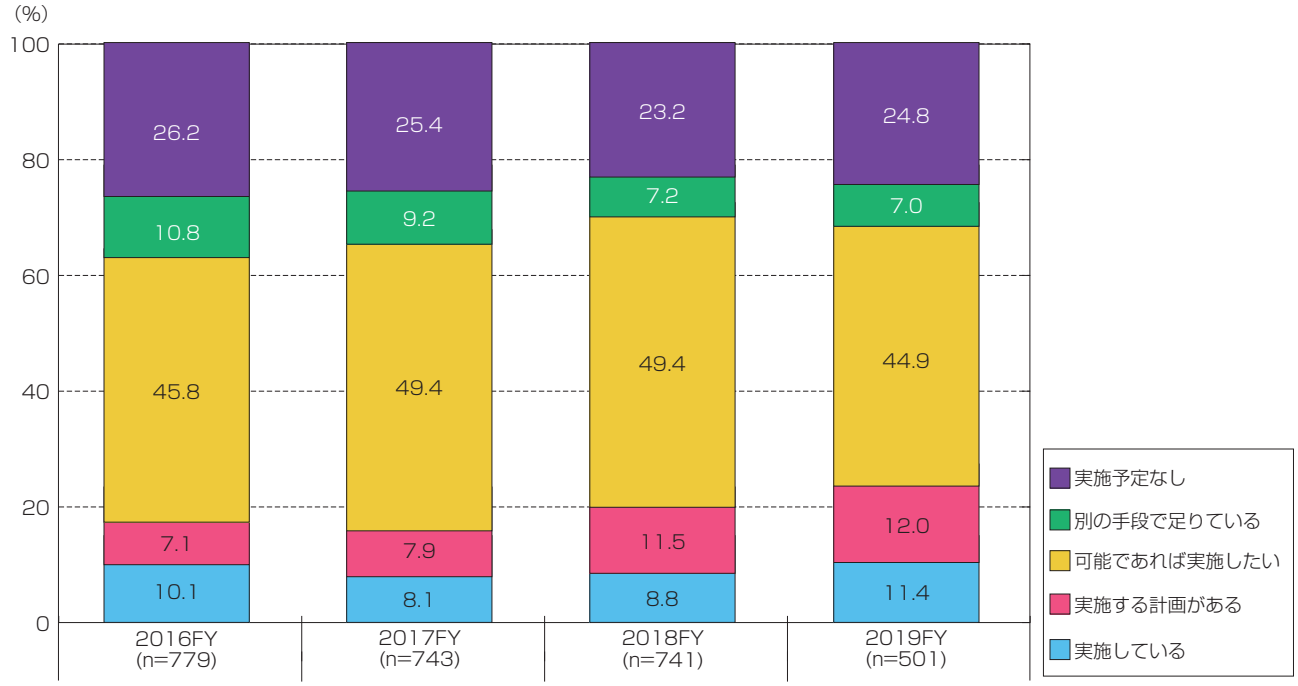
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 131-6　データ化・見える化や検査工程の自動化・IT 化に取り組んでいるか



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

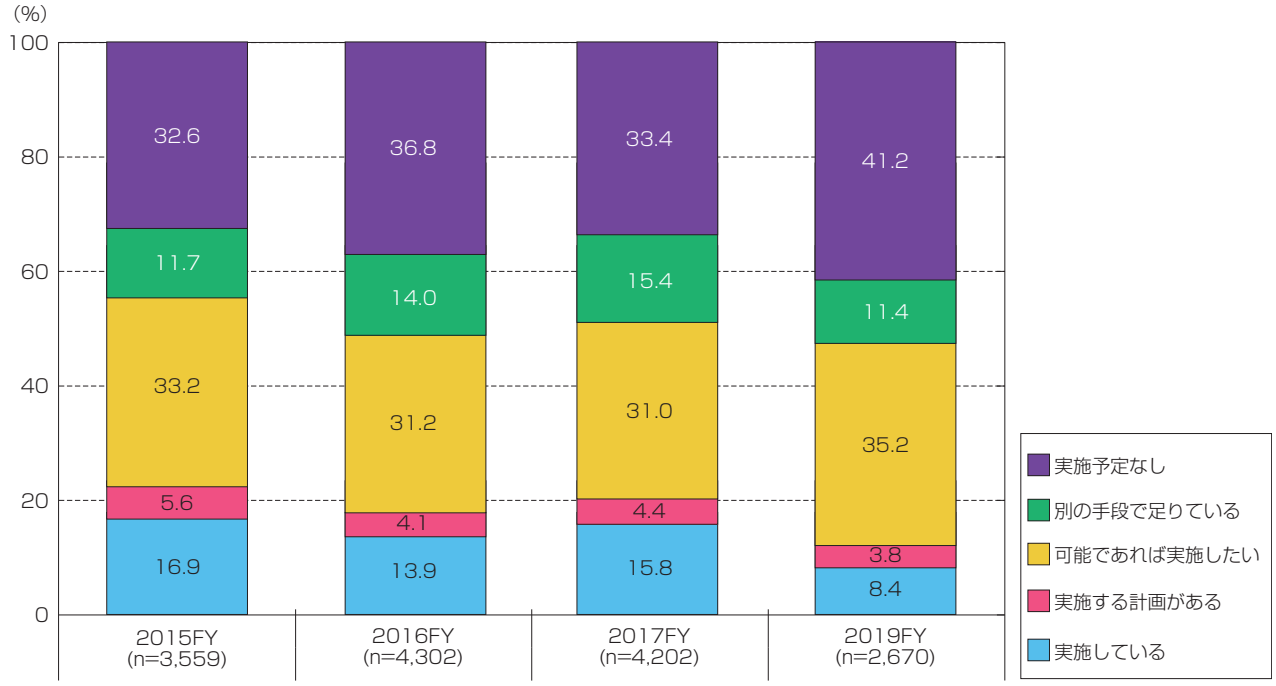
図 131-7　海外工場も生産プロセスにかかるデータ等の収集・活用といった取組を行っているか（「海外生産拠点あり」に限定）



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

特に、2019 年版ものづくり白書においても課題として挙げた顧客目線でのビジネス展開に関しても、データ連携が進んでいないことが明らかとなった。複数部門間での情報・データ共有について、販売後の製品の動向や顧客の声を設計開発や生産改善に活用しているかどうかを確認したところ、「実施している」と回答した企業は前回調査時（2017 年度）と比べて 15.8%から 8.4%へと大きく減少した（図 131-8）。

図 131-8　設計開発・生産・販売など、複数部門間での情報・データ共有について販売後の製品の動向や顧客の声を設計開発や生産改善に活用しているか



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

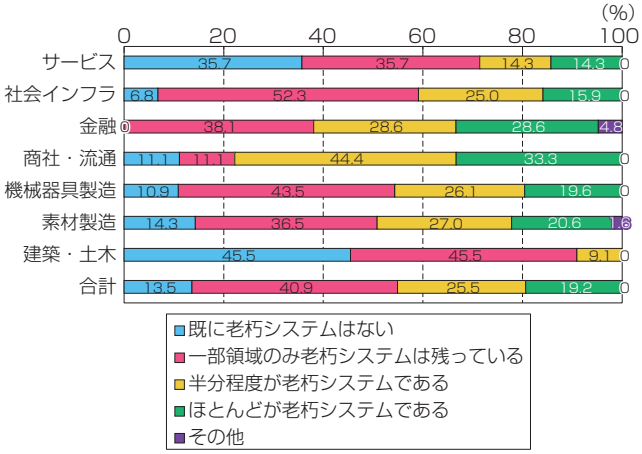
このようなことから、我が国製造業におけるデータ収集・活用の取組はここのところ足踏み感が見られ、新型コロナウイルス感染症の感染拡大を始めとする不確実性の高まりも相まって、今後の投資についても停滞することが懸念される。

（3）「2025年の崖」

製造業のデジタルトランスフォーメーションを阻害し、ダイナミック・ケイパビリティを低下させるリスクとして見落としてはならないものの一つに、基幹系システムの問題がある。

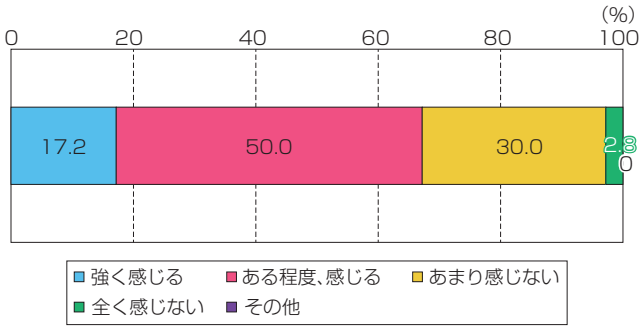
経済産業省「デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会」の報告書「DX レポート～ IT システム「2025 年の崖」の克服と DX の本格的な展開～」（平成 30 年 9 月 7 日）（図 131-9・10）は、日本企業の約 8 割が、いわゆる「レガシーシステム」（複雑化・老朽化・ブラックボックス化した基幹系システム）を抱えていると警鐘を鳴らしている。

図 131-9　業種によるレガシーシステムの残存状況



資料：一般社団法人日本情報システム・ユーザー協会「デジタル化の進展に対する意識調査」（平成 29 年）より経済産業省作成

図 131-10　レガシーシステムの存在が DX への足かせになっていると感じるか



資料：一般社団法人日本情報システム・ユーザー協会「デジタル化の進展に対する意識調査」（平成 29 年）より経済産業省作成

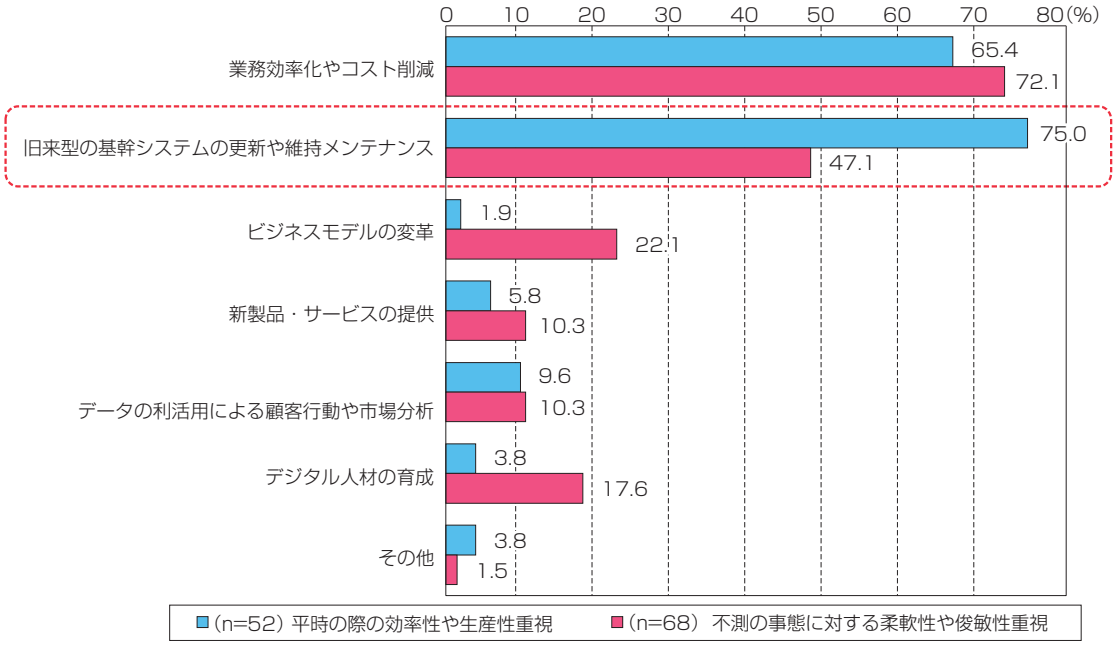
世界規模でデジタルトランスフォーメーションが進む中、「レガシーシステム」が残存している企業では、爆発的に増加するデータを活用しきれず、デジタル競争の敗者となる恐れがある。また、IT システムの運用・保守の担い手が不在になり、多くの「技術的負債」[注1]を抱えるとともに、業務基盤そのものの維持・継承が困難になる。サイバーセキュリティや事故・災害によるシステムトラブルやデータ滅失・流出等のリスクが高まることも予想される。すでに、我が国企業の IT 関連予算の 80%は現行ビジネスの維持・運営（ラン・ザ・ビジネス）に割り当てられており、さらにラン・ザ・ビジネス予算が 90%以上を占める企業も 40%を超えている。それは、裏を返せば、バリュー・アップのための IT 投資が IT 予算の２割以下に過ぎないということを意味する。

DX レポートは、「レガシーシステム」が残存した場合、2025 年までに予想される IT 人材の引退やサポート終了等によるリスクの高まり等に伴う経済損失は、2025 年以降、最大 12 兆円／年（現在の約３倍）に上る可能性があると指摘し、これを「2025 年の崖」と呼んでいる。この「2025 年の崖」の問題は、我が国の製造業においても存在しており、その解決は喫緊の課題である。

レガシーシステムは、製造業のダイナミック・ケイパビリティとも関係している。というのも、レガシーシステムは、大量のデータの利活用を困難にする、あるいはシステムの維持・運営費が技術的負債として重くのしかかるといった理由により、ダイナミック・ケイパビリティを制約するからである。

IT 投資の目的に関する調査結果によれば、オーディナリー・ケイパビリティ重視の企業は、「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス」が 75.0%を占めており、ダイナミック・ケイパビリティ重視の企業の 47.1％に比べて、圧倒的に高い（図 131-11[注2]）。ダイナミック・ケイパビリティを重視する企業ほど、技術的負債を圧縮し、バリュー・アップにより多くの IT 予算を振り向けているものと考えられる。

図 131-11　IT 投資の目的（平時の際の効率性や生産性を重視する企業（青）と不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視する企業（ピンク）との比較））



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

注１　レガシーシステムの中には、短期的な観点でシステムを開発し、結果として、長期的に運用費や保守費が高騰している状態のものも多い。これは、本来不必要だった運用・保守費を支払い続けることを意味し、一種の負債ととらえることができる。このような負債は「技術的負債」（Technical Debt）と呼ばれている。

注２　この調査結果における「平時の際の効率性や生産性重視」とは「平時の際の効率性や生産性重視」で「重視する」「やや重視する」と回答し、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視」は「あまり重視しない」「重視しない」と回答した企業である。一方、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視」とは「平時の際の効率性や生産性重視」で「あまり重視しない」「重視しない」と回答し、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視」で「重視する」「やや重視する」と回答した企業である。

コラム

「バーチャル・ワンファクトリー」構想により工場間の融合・連携強化を実現・・・沖電気工業（株）

1881 年に日本最初の通信機器メーカーとして創業した沖電気工業（株）（OKI）は、現在東京都港区に本社を置き、①情報通信、②メカトロシステム、③プリンター、④ EMS（電子機器製造受託サービス）の分野を主軸にグローバルに事業を展開している。特に OKI グループの大黒柱である情報通信事業では、同社の強みを活かして IoT を通じた付加価値の高い新規事業の創出を推進するとともに「IoT の OKI」を目指している。

2019 年 12 月、同社の全生産部門を対象とする「生産・品質改革発表会」において、同社の本庄工場（埼玉県）と沼津工場（静岡県）が推進する「バーチャル・ワンファクトリー」の活動が、「改革大賞」を受賞した。「バーチャル・ワンファクトリー」とは、業務の共有を通して工場間の連携を強化し、２つの工場を仮想的に１つの工場に融合していく取組である。①部門間融合、②生産融合、③試作プロセス融合、④ IT 融合の４つの柱で融合・デジタル化を推進し、２工場の生産高合計規模を維持しつつ効率化を図った結果、コスト削減だけでなく工場間の人材や技術の交流が活発化するといった効果が得られたという。多品種少量生産のニーズや人手不足に対する負荷分散など、外部環境変化に対する柔軟な対応が可能になったことも、同取組の成果である。

以上のような成果が見られる一方で、デジタル化による投資対効果の算出の難しさや、デジタル技術の動向を把握し取組をリードする人材の採用や育成が進んでいないなどの課題も残る。生産部門を中心に、ロボットや AI などをテーマに各拠点から人材を集め、研究開発部門とも連携して全社的なスキルの底上げを図るなどの工夫もしているが、調達を始めとしたサプライチェーンのつながりは今も人による情報収集・共有に頼っている。

同社のこの取組の背景には、市場ニーズの変化や得意先からの要求などを受け、従来のモノづくりに限界を感じたことがある。同社の工場はこれまで個々の事業に特化した生産活動を行っており、各事業の設計部門が出す仕様は工場ごとに最適化されていたため、工場によって部品や仕様、製造の考え方などが異なり、別事業の製品を作ることが難しいなどの課題があった。

「バーチャル・ワンファクトリー」は、事業に関係なく、その製品の特色に合致した最適な工場でモノづくりを行うことを目指す。現在同社はこの活動を本庄・沼津の２工場だけでなく、上流工程の設計プロセスを巻き込んだ全社活動に広げようとしている。これまで個別最適で運用されていた仕組みを全体最適に移行することによってマスカスタマイゼーションへ対応し、生産プロセス・設計プロセス、そしてその先の調達プロセスの標準化・ツール統合を進め、目指す「バーチャル・ワンファクトリー」を実現しようとしている。

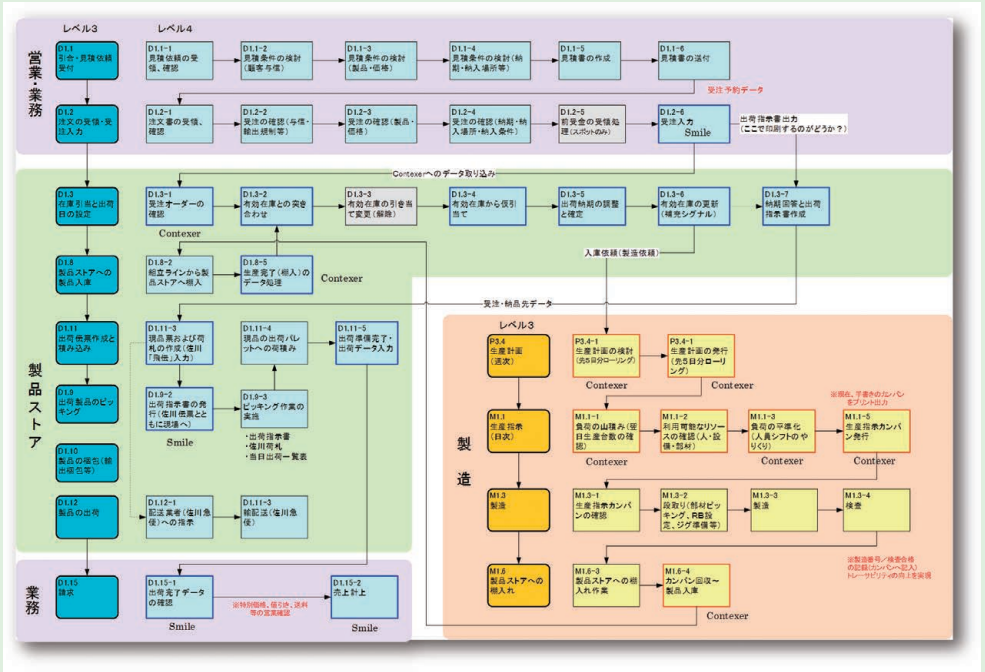
コラム　業務プロセスの可視化・分析を通じて最適なデジタル化ツールを自社構築・・・（株）今野製作所

東京の足立区に本社を構える（株）今野製作所（創業 1961 年）は、油圧機器事業、板金加工事業、エンジニアリングサービス事業、福祉機器事業を展開する従業員 37 人の中小企業である。重量機械設置用油圧ジャッキでは業界シェア約 70%を誇り、多角的に事業を展開している。

2010 年頃同社は、リーマンショックなどの煽りを受けた不景気への対策として、ビジネスモデルのオーダーメイド型・高付加価値化への移行を検討していた。その中で、社内の各組織において個別受注への対応力不足、負荷集中、納期遅れなどの問題が発生し、会社の危機への対応としてデジタル化への取組を開始した。デジタル化以前の同社は、特に設計面において現場頼みの運営であり、図面は全て紙媒体でやりとりをしていた他、多様な生産形態が混在し、業務プロセスが複雑化しているという課題があった。そこで同社は、製造業の業務分析に関する専門家に相談しながら、「プロセス参照モデル」[注3]を通じて現状の業務プロセス・社内連携体制を可視化したうえで、業務プロセスの最適化を行った。その一環として、現場頼みであった設計部分の改革に注力し、3DCAD を始めとする設計ツールの積極的な導入、設計と調達・設計と製造現場をつなぐシステムの導入などを実施した。デジタル化に当たっては、個社で取り組むのではなく、中小企業の支援制度などを活用したり、他社と積極的な交流を行うことで自社に不足するリソースを補った。また、デジタル化に必要な人材の採用・育成を行い、自社の業務プロセスに最適なツールを構築した。デジタル化に際しこれらの工夫を行ったことが、根本的な改革を実現できた要因ではないかと同社の今野社長は語る。

デジタル化を進める事で、既存事業の位置づけを変えたり、従来着手できていなかったビジネスに取り組むなど、コスト削減だけではなく事業の高付加価値化へとつなげ売上増加を実現させた一方で、今後取り組むべき課題も明らかになった。例えば、顧客や下請け業者とのデータ連携や、デジタル化により蓄積した 3DCAD データの個別受注生産の効率化への活用などである。このような課題に対して同社は、「チーム経営」を軸にプロセスを俯瞰してやるべきことを共有し、3DCAD を中心に設計資産の再利用・流用設計などを進めたいと語る。また、工数見積力の強化や、BOM・BOP システムの導入、生産技術者を中心とした人材への投資も、今後注力していきたい課題だという。

図　プロセス参照モデル



出所：（株）今野製作所より提供

注3　自社の業務プロセスや、エンジニアリングプロセスにおける社内連携体制について可視化したもの。（株）今野製作所は複雑化した業務プロセス全体をフロー図化することで、不足する人材や即座に改善すべき箇所を明確化し、具体的な取組につなげた。

コラム

デジタルの力を活かして成形機のメンテナンスから駐車場のビッグデータ解析までダイナミックな顧客起点ビジネスを展開・・・（株）英田エンジニアリング

（株）英田エンジニアリング（岡山県美作市）は 1974 年にフォーミングロールを生産する会社として創業し、冷間ロール成形機や造管機プラントなども主力事業とする研究開発型の産業機械メーカーである。自社ブランドにこだわり、「国際社会に通用するちょっと進んだモノづくり」を創業精神として事業を発展させてきた。また、もう１つ、同社が大切にしている創業者の精神に「急激な社会と経済の変化に対応できる個人と会社をつくり地域社会に貢献する」というものがある。個人（社員）が強くなることで会社も強くなり、ひいては災害時などの不測の事態も含めて地域社会に貢献できるとの考えから、同社は全社員への教育を極めて重視している。ものづくりに直接かかわることのみならず、“食と体と心の健康がすなわちよいものづくりができる社員の育成”と考え、福利厚生にも力を入れているほか、全社員 125 名を 20 グループほどに分けて、月１回は英田エンジニアリングフィロソフィーについて社長と学ぶ場があり、顧客とのコミュニケーション力を高める学びの場としている。

同社は経営目標を成形機の販売・納品実績ではなく、顧客が利益を稼げているか、顧客の作業現場が安全か、顧客が簡単に機械操作できているか、と顧客側に目標を定めている。そこで力を入れているのが IoT を活用した顧客の設備の故障箇所やシステム不具合を早期に発見・対応する「リモートメンテナンスシステム」である。故障・不具合への対応のみならず、納品後に装置に付随しているタッチパネル・ソフトへの変更要請にオンラインでタイムリーに対応することができる、工場長に瞬時にアラートを知らせることができる､消耗品の状態を把握して顧客へタイムリーに部品手配ができるインサイド･セールスなど、リモートメンテナンスシステムを様々な形で活用し、顧客利益の向上に役立てている。

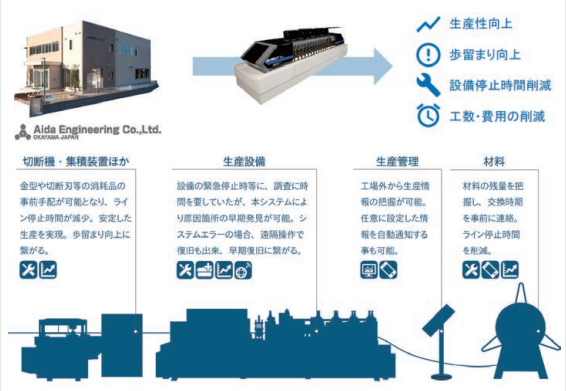
このような産業機械のほか、同社はコインパーキングに使用されている車止め板（フラップ）などの駐車場設備を製造販売しており、今では生産台数は全国シェアの約４割を占めている。1994 年からは無人駐車場管理システムの製造販売を開始しているが、当時、パーツをつくるだけでは顧客のニーズが分からないと考え、自ら１つの駐車場の運営に乗り出したことが本ビジネスのきっかけとなっている。実際に駐車場を運営してみると今まで見えてこなかった多くの気づきがあり、その１つが段差のない車止め板「ゼロフラップ」の開発である。従来のフラップは段差が大きく入出庫の妨げや事故の原因となっている上、駐車スペースを狭くしてしまうという問題があり､段差をなくすフラップを開発したのである｡ゼロフラップの導入により段差のない安全でシンプルなレイアウトの駐車場設計が可能となり、コインパーキング設計システムである「P-ETA」システムは 2018 年にグッドデザイン賞を受賞し、また、「ゼロフラップ」は 2019 年に第８回ものづくり日本大賞中国経済産業局長賞を受賞している。

コインパーキングの運営方法においても同社は多くの気づきを得た。従来のコインパーキングはレシート切れ、釣り銭切れ、機器の故障、さらに精算機荒らしの犯罪対応など、トラブル時に現場へ駆けつける必要があった。また、現地で集金しなければ売上データや利用データが取得できず、料金変更といった対応にも時間が掛かっていた。そこでコインパーキングに IoT を導入する Web ソフト「iPark’n コンシェル」を開発し、駐車場運営会社にとって「管理しやすい」、駐車場利用者も「使いやすい」という価値を提供している。

さらに､「iPark’n コンシェル」で蓄積したビッグデータと AI を活用することで､精度の高い売上シミュレーションができるシステムを岡山大学と共同で開発した。これまで営業マンの勘と経験に頼ってきた駐車場の立地選定は失敗することもあったが、データに基づく立地選定へと転換することで、駐車場を運営する顧客が確実に収益を得られるようになる。

営業マンから上がってくる情報は一部でしかなく、しかも悪い情報は届きにくい。したがって、自ら情報を取りに行かなければ顧客の収益につながるようなビジネスは実現できないとの想いから同社はリモートメンテナンス事業やパーキング事業に参入した。そして、そこから価値を引き出すためのツールとして IoT やビッグデータといったデジタル技術への対応はもはや必要不可欠なものになっている。

図1　リモートメンテナンスシステム



出所：（株）英田エンジニアリングより提供

図2　無人駐車場管理システム向け遠隔管理システム「iPark’ｎコンシェル」

出所：（株）英田エンジニアリングより提供

2　設計力強化戦略

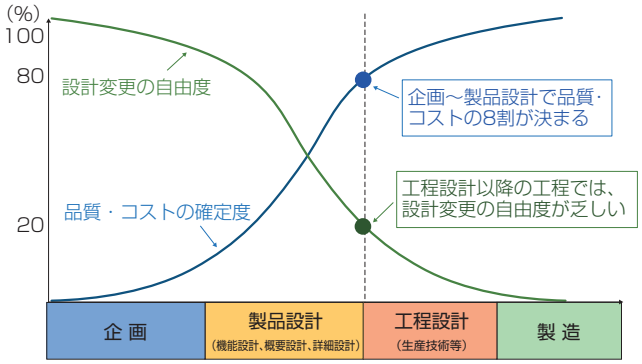
（1）品質・コストの８割は設計で決まる

次に、デジタル技術によるエンジニアリングチェーンとサプライチェーンの連携の意義について議論するが、その前提として、エンジニアリングチェーンの重要性について、改めて確認する必要がある。

製造業では、製品の品質とコストの８割は、設計段階で決まると言われてきた。

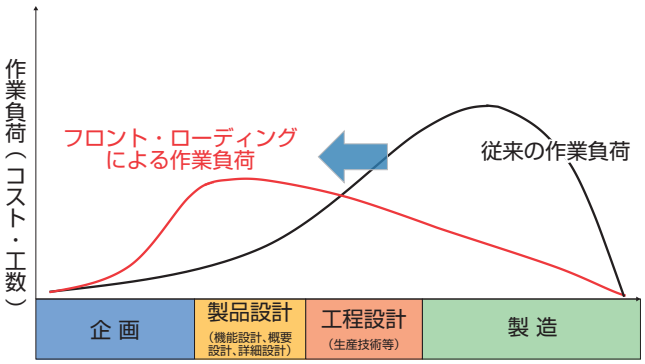
図 132-1 は、仕様変更の自由度と品質・コストの確定度を示したものである。開発が進むに従って製造設備などが確定していくため、仕様変更の自由度は低下し、設計が完了した後の仕様変更の余地は極めて限定的なものとなる。その結果、仕様変更の自由度が高い設計段階で、製品の品質とコストの８割程度が決まることになるのである[注4]。

図 132-1　仕様変更の自由度と品質・コストの確定度



資料：日野三十四「実践　エンジニアリング・チェーン・マネジメント：IoT で設計開発革新」P.14 図 0-4 を参考に、経済産業省作成

図 132-2　フロントローディングによる作業負荷の軽減



資料：日野三十四「実践　エンジニアリング・チェーン・マネジメント：IoT で設計開発革新」P.14 図 0-4 を参考に、経済産業省作成

このため、できるだけ開発の初期段階であるエンジニアリングチェーンに資源を集中的に投入すること（「フロントローディング」[注5]）により、問題点の早期発見、品質向上、後工程での手戻りによるムダを少なくすることが決定的に重要になる（図 132-2）。

その上、近年、グローバル化、顧客の製品機能要求の高度化・多様化、環境制約・資源制約の先鋭化といった傾向が高まっている。特に、2015 年９月の国連サミットにおいて「持続可能な開発目標（SDGs）」が採択されたことで、企業が果たすべき社会的役割に注目が集まり、我が国製造業企業にも対応が求められている。製品に対する機能要求が高まる一方で、制約条件が厳しくなるのであれば、製品は一層複雑化することにならざるを得ない。

また、製品に占める制御ソフトウェアの比率が高まっていることも、製品の複雑化を招いている。こ

注４　日野三十四『実践　エンジニアリング・チェーン・マネジメント：IoT で設計開発革新』（2017 年、日刊工業新聞社）
注５　設計初期の段階に負荷を掛け、作業を前倒しで進めること。

の傾向は自動車において特に顕著である。自動車ソフトウェアのコード数は、2000 年時点では 100 万行程度であったが、現在では 1 億行を超えている。F-35 戦闘機が 2000 万行、Microsoft Office 2013 が 4,400 万行と言われているので、自動車ソフトウェアの複雑さは突出している[注6]。

このように製品が複雑化していけばいくほど、エンジニアリングチェーンに掛かる負荷はより大きなものとなる。すなわち、製品の複雑化が進めば進むほどに、それに対応できるエンジニアリング能力の高さこそが、製造業の競争力を左右するといえる[注7]。

さらに、第 2 節で論じたように、近年、世界的に不確実性が高まっており、我が国の製造業は、この不確実性にも対応しなければならなくなっている。より具体的にいえば、想定外の突発的な環境や状況の変化が発生した場合、製品の仕様を早急に変更しなければならないというリスクにさらされているのである。例えば、このような事態に対しては、仕様変更の自由度が高い設計段階において対応せざるを得ず、しかも可能な限り迅速に対応することが重要である。さらに仕様変更に対応する「製品設計」のみならず、仕様を変更した製品を効率的に製造できるよう、製造工程を迅速かつ自在に変更するための「工程設計」の能力も必要となる。

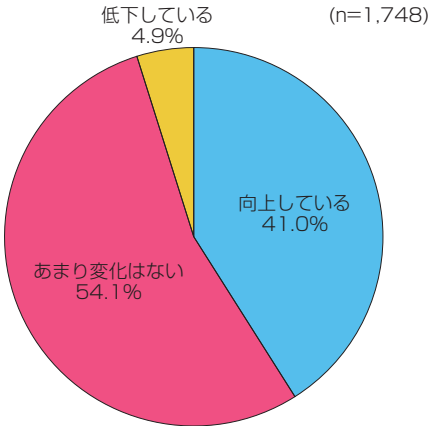
このように、不確実性に対応するには、製品設計と工程設計の双方を含むエンジニアリングに高い能力があることが求められる。エンジニアリングの能力は、製造業が不確実性に対応するダイナミック・ケイパビリティの中核を占めるものといえる。

（2）我が国の製造業のエンジニアリングチェーンの現状と課題

それでは、我が国製造業のエンジニアリングチェーンは現在どのような状態にあるのだろうか。

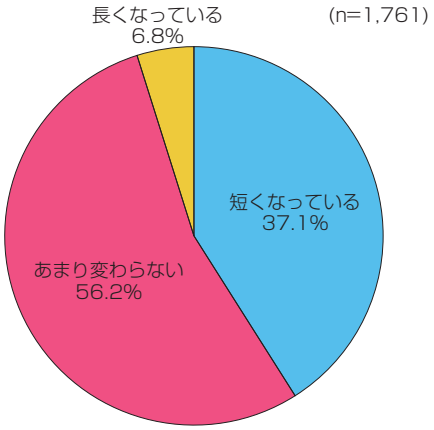
2019 年 12 月に国内製造業に対して実施されたアンケートによれば、エンジニアリングチェーンの上流に当たる製品設計力のここ 5 年間での変化の状況について、約 4 割が向上していると答えたものの、半数以上が「あまり変化は無い」と回答している（図 132-3）。製品設計のリードタイムに関しても同様で、約 4 割が短くなっていると回答した一方で、半数以上が「あまり変わらない」としている（図 132-4）。製品設計のリードタイム短縮を図るための取組として重視しているものを確認すると、半数以上が「生産技術、製造、調達といった他部門との連携促進」と回答しており、設計力の強化に向けては他部門との連携が重視されている（図 132-5）。

図 132-3　製品設計力の 5 年前に比べての変化



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

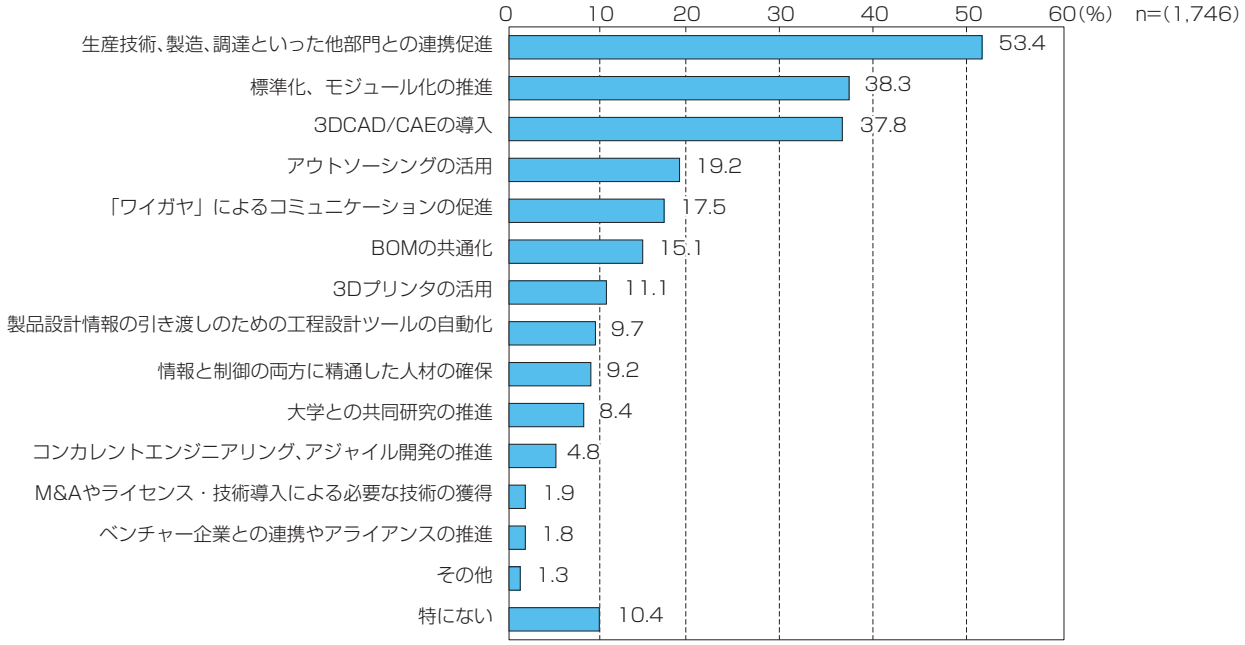
図 132-4　製品設計のリードタイムの 5 年前に比べての変化



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

注 6　経済産業省「自動車新時代戦略会議（第 1 回）資料」内参考資料 P11（平成 30 年 4 月 18 日）
注 7　藤本隆宏編『「人工物」複雑化の時代：設計立国日本の産業競争力』（2013 年、有斐閣）

図 132-5　製品設計のリードタイム短縮を図るための取組として重視しているもの



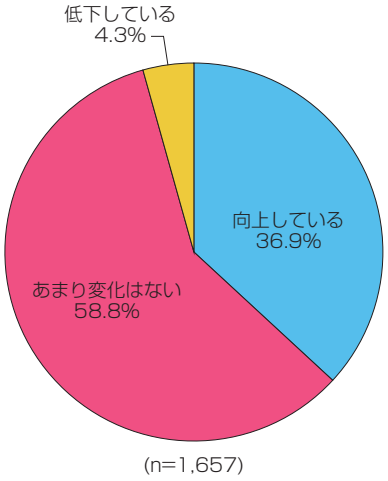
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

また、国内製造業に対して工程設計（生産技術）力のここ 5 年間での変化について尋ねたところ、36.9%が「向上している」、58.8% が「あまり変化はない」、4.3%が「低下している」と回答した（図 132-6）。

工程設計力が「向上している」と回答した企業に対してその要因を確認したところ、「生産技術、製造、調達といった他部門との連携強化」と回答した企業が最も多く 79.2%を占め、「営業、アフターサービスなどから顧客ニーズのフィードバックを強化（26.5%）」「デジタル人材の育成、確保（22.5%）」が続いている（図 132-7）。

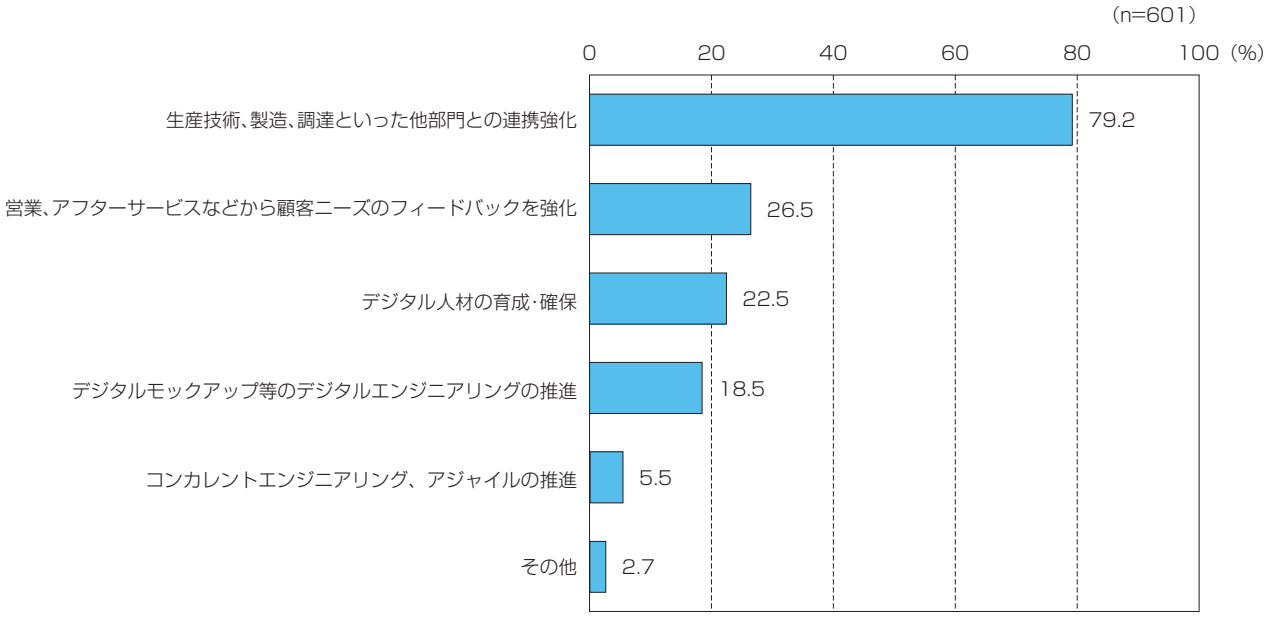
一方、工程設計力が「低下している」と回答した企業についても同様にその要因を確認すると、「ベテラン技術者の減少（79.4%）」、「製造現場との連携不足（30.9%）」、「属人的な設計プロセス（25.0%）」、「間接部門の人員削減（19.1%）」が上位に挙がっている（図 132-8）。この結果から、工程設計力の維持が熟練者の技に頼りがちで、その技術を後継に引き継ぐことが課題となっている様子がうかがえる。また、他部門との連携は、向上・低下双方の要因として上位に挙げられており、他部門との協調が工程設計力強化の鍵であることが分かる。

図 132-6　工程設計力の 5 年前に比べての変化



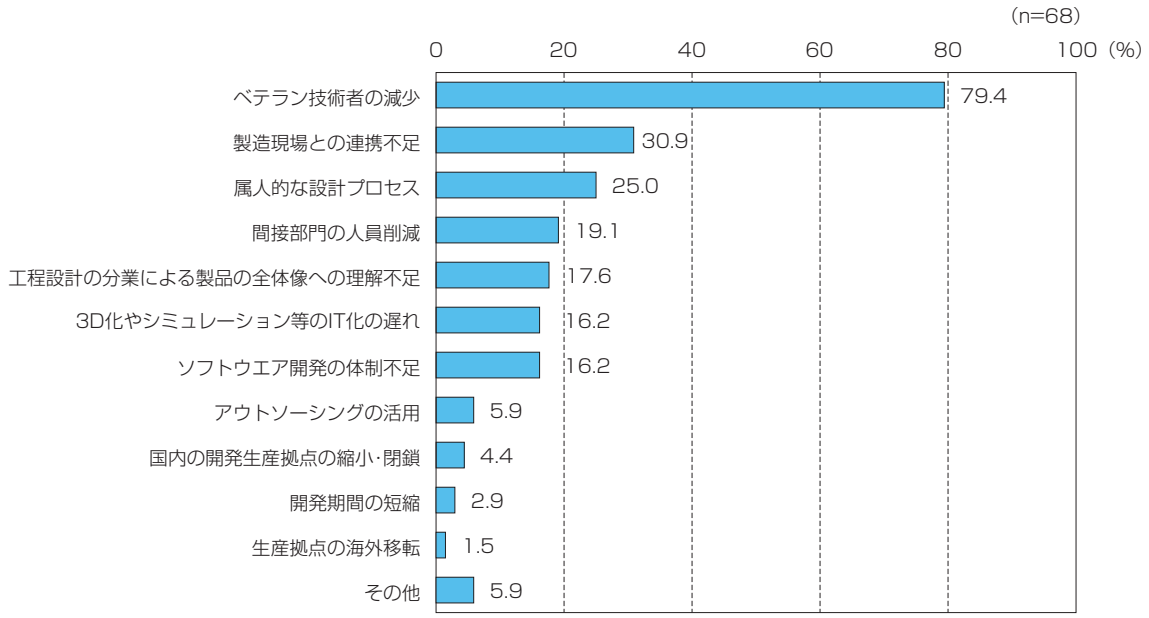
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-7　工程設計力が向上した理由



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-8　工程設計力が低下した理由

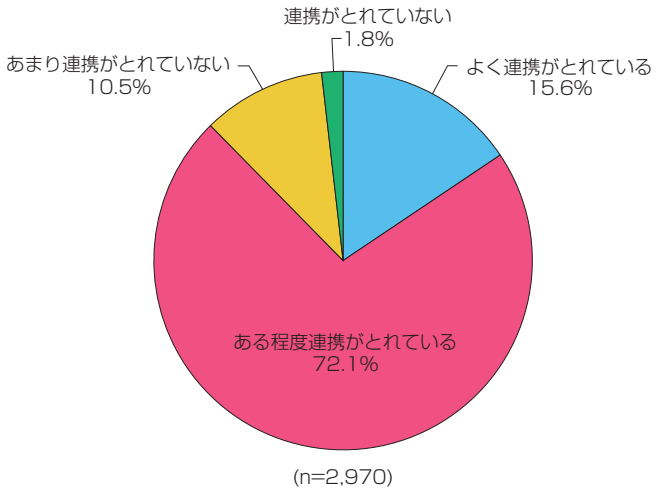


資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

そこで、国内製造業における製品設計、工程設計、製造等の部門間の連携状況を見ると、「ある程度連携がとれている」と回答した者が 72.1％を占め、自社の部門間連携に対して課題と感じていない者が多数を占めている（図 132-9）。

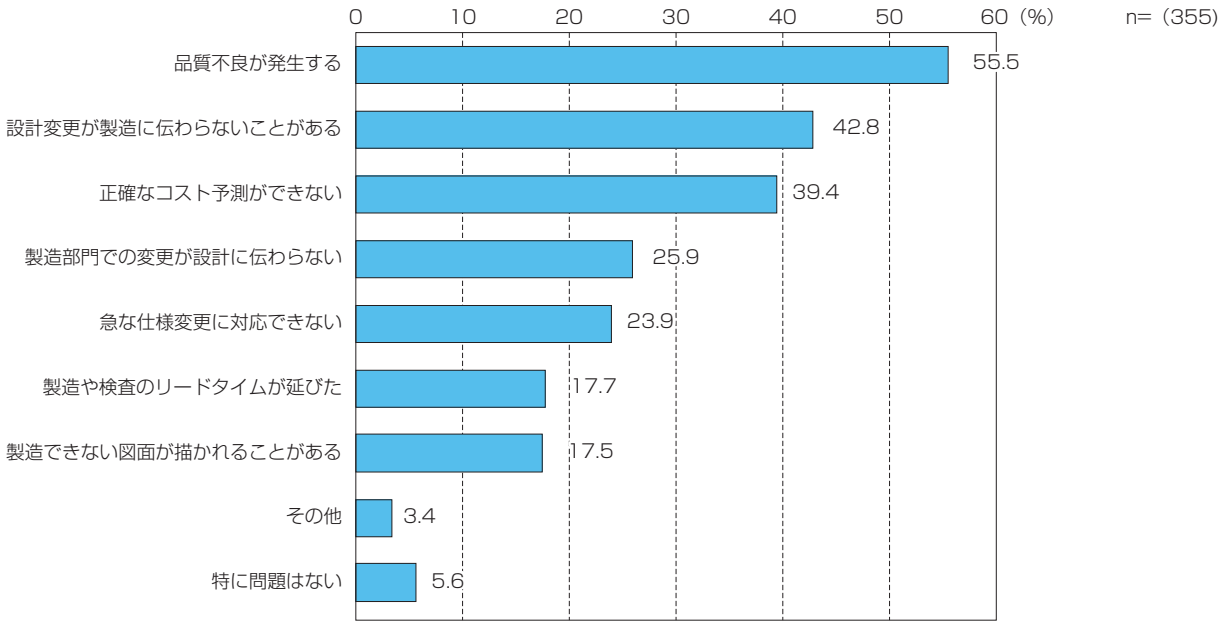
一方で、「あまり連携がとれていない」もしくは「連携がとれていない」と回答し、部門間連携に課題を感じている企業に対して、それにより生じる課題や問題を聞くと、「品質不良が発生する（55.5％）」「設計変更が製造に伝わらないことがある（42.8％）」「正確なコスト予測ができない（39.4％）」といった回答が上位に挙がった（図 132-10）。

図 132-9　製品設計、工程設計、製造等の部門間の連携状況



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-10　連携不足による課題や問題

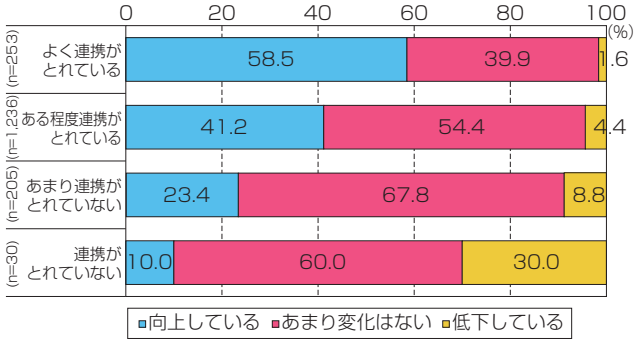


資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

我が国製造業における品質不正の問題については、2017 年 10 月以降、製品検査データの書き換えなどの不正事案が複数発覚した。品質保証体制の在り方は企業の競争力に直結する経営問題であり、また、サプライチェーン等を考慮すれば、我が国製造業全体の競争力にも影響を及ぼしかねない。部門間における連携が不足していることが品質不良につながっており、早急な解決が必要である。

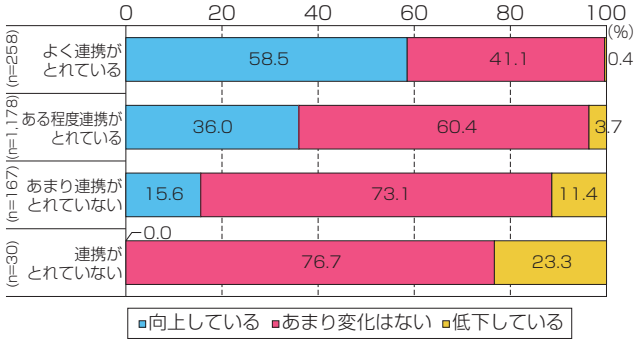
また、製品設計力や工程設計力の伸びと部門間の連携状況との関係を見ても、部門間の連携がとれている企業ほど、製品設計力、工程設計力が向上する傾向にある（図 132-11・12）。

図 132-11　製品設計力の５年前と比べての変化と設計、生産技術、製造等の部門間連携の関係



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-12 工程設計力の５年前と比べての変化と設計、生産技術、製造等の部門間連携の関係



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

（３）部門間・企業間のデータ連携

すでに述べたとおり、エンジニアリングチェーンを強化する上では、設計、製造、調達といった各部門との連携を強化することが有効である。しかし、実際には、企業内部において、設計部門と製造部門の間のコミュニケーションが十分に行われていない場合がある。また、設計部門と製造部門が、それぞれ異なる IT ベンダーから異なる IT システムを導入しているため、両部門のシステムの連携が必ずしもうまくいっていないという場合もある。

設計部門と製造部門の連携が不十分な場合には、先ほどのアンケート結果からも推察されるとおり、

- 設計部門のデータと製造部門のデータの変換処理に膨大な工数や処理時間が掛かる
- 作業工程・設備・治工具などの製造現場の情報が設計仕様に反映できないために製造現場に過度な負担が掛かる
- 当初見込まれなかった製造や調達のコストや作業などの情報が設計側に反映されない
- 設計部門と製造部門の伝達のミスが発生しやすく、両部門間の打ち合わせを頻繁に行わなければならない

などの問題が生じる。これらの問題は、製品の複雑化や不確実性の高まりによっていっそう深刻化し、製造業の競争力にとって致命的なものとなりかねない。

エンジニアリングチェーンとサプライチェーンを連携させるために必要な第一歩は、設計部門が設計を行う上で使用する設計部品表（E-BOM[注8]）、製造部門が製造を行う上で使用する製造部品表（M-BOM[注9]）、そして工程設計情報をまとめたものである工程表（BOP[注10]）を結びつけて、各部門がこれらを共有することである。

これにより、設計部門から製造部門、あるいは製造部門から設計部門への双方向の円滑なデータ連携が可能となる。例えば、設計変更による製造現場への影響範囲を確認しながら設計を行ったり、あるいは生産管理を変更したりすることが容易になる。さらに、製造部門から、原価実績情報も含めた製造情報を設計部門にフィードバックすることで、設計段階で精度の高い原価企画やシミュレーションを行うことも可能になる[注11]。加えて、部門を超えたデータ連携により部門間の連携が強化されることで、品質不良の削減につながり、ひいては我が国製造業における品質保証体制強化と生産性向上の両立を実現することが期待される。

なお、第２節２．（４）で論じた「柔軟な組織」は、権限や部門を横断した連携やコミュニケーションをより円滑に行うことができ、高いダイナミック・ケイパビリティを発揮できる組織である。部品表や工程表の整備は、そうした部門を超えたデータ連携を容易にすることで、組織を柔軟にし、ダイナミック・ケイパビリティを高めるものである。

さらに、このようなデータの連携と双方向のコミュニケーションは、設計部門と製造部門のみならず、企業全体、さらには企業組織の枠をも超えてサプライヤーや顧客などの間でも実現することで、いっそう大きな威力を発揮するであろう。

このことは、第２節２．（５）で論じたサプライチェーンの柔軟性等を高める上でも、極めて重要である。というのも、仮に不測の事態が勃発して、ある国の生産拠点が停止せざるを得なくなった場合、生産を別の工場において迅速に代替できれば、供給途絶は回避できる。しかし、設計部品表、製造部品表、工程表が統一

注８　Engineering Bill of Materials
注９　Manufacturing Bill of Materials
注 10　Bill of Process
注 11　羽田雅一『IT 活用で製造業に革命を起こすものづくりデジタライゼーション』（2018 年、幻冬舎メディアコンサルティング）

的に整備され、共有されていない場合は、代替生産を開始する際に部品表から調整しなければならないため、膨大な人員と作業を要することになる。これでは、柔軟かつ迅速な代替生産を行うことは不可能である。このように、サプライチェーンの柔軟性等を高め、ダイナミック・ケイパビリティを強化するためには、実は、部品表や工程表を整備し、エンジニアリングチェーンとサプライチェーンを連携させておかなければならないのである。

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を契機に、グローバル・サプライチェーンの強化の必要性が改めて認識されているが、強靭なサプライチェーンを構築するためにも、部品表や工程表を整備し、エンジニアリングチェーンを強化することが不可欠なのである。

コラム　アジャイルの考え方と活用のポイント

・・・（株）野村総合研究所　DX生産革新推進部 塩川祐介氏、コンサルティング事業本部 木下貴史氏

アジャイルは2001年に著名な17名のソフトウェアエンジニアが集まり提唱した考え方である。近年では、ソフトウェア開発だけにとどまらず、人事や経営といった分野にまで応用されている。アジャイルは源流に日本の製造業があるとも言われており、日本に逆輸入されてきたともいえる。

アジャイルの定義は「アジャイルソフトウェア開発宣言」と「アジャイル宣言の背後にある原則」の2種類の主張のみであり、具体的な開発手法はあえて定めていない。この定義を突き詰めると、アジャイルの本質は「より良い方法を探し続けるマインド」であることが分かる。アジャイル開発でよく聞く「スクラム」は、この定義を実現するためのプラクティス（手法）の一種である。本稿では、アジャイル開発の具体的な進め方を、このスクラムを例として紹介する。

スクラムは顧客の要求事項の中から最も優先順位の高い要求を実現するプロダクトを漸進的に開発し、提供し続ける事でビジネス価値を高めていくプロセスである。

要求事項の優先順位を決める役割を「プロダクトオーナー」、プロダクトの開発を行う役割を「開発チーム」、スクラムプロセスがうまく回るように支援する役割を「スクラムマスター」と呼ぶ。3つの役割をまとめたスクラムチームは「スプリント」と呼ばれる1週間から4週間単位の作業を行い、その都度、価値を確認しながら開発や改善をし続けていく。スクラムが適しているのは複雑で不確実性の高い問題の解決であり、その活用はシステム開発だけでなく、製造業その他の産業の事業開発、学校、政府、組織運営マネジメントにまで広がっている。

スクラムを製造業に応用した例は数多く報告されている。開発（エンジニアリング）にスクラムを適用した例の1つに、SAAB社における戦闘機開発がある。同社では、戦闘機を、エンジン、コックピット、機体、兵器といった、疎結合なパーツに分けた上で、パーツごとにスクラムチームを組成し、3週間ごとに全体を統合しながら成果を確認し、開発を進めていった。これはかなり大規模な取組であるが、大規模スクラムに適した方式（Scrum@Scale）を駆使して行った。F35は総開発費が1.5兆ドルだったのに対して、スクラムを導入した結果、SAABの戦闘機開発費は140億ドルに抑えられた。

SAABの事例以外にも様々な分野での応用例が報告されており、製造業でも利用可能なプラクティスが多く存在する。しかし、プラクティスを鵜呑みにして実施するのではなく、自社の状況を踏まえて小さな実験を繰り返しながら少しずつ取り入れて改善を続けていく行為がアジャイルの本質である「より良い方法を探し続けるマインド」を体現しているといえる。

コラム

ディープデータを介した製造業のデジタルトランスフォーメーション

・・・西岡靖之 インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ（IVI）理事長／法政大学教授

インターネットを介して膨大なデータを集め、ビッグデータとすることで価値を生み出し続けるビジネスモデルが注目されている。一方で、製造業の現場にも膨大なデータがあるが、それらは、個別の状況に依存し、複雑な因果関係に基づいているため、共有するよりは、むしろ個々の事情を深く分析し、モデルを常に精査していくことで価値を生み出す“ディープデータ”である。製造業のデジタルトランスフォーメーションの成否は、このディープデータの扱いに懸かっている。

図１に示すように、ビッグデータは、消費者の行動に関するものである場合が多いのに対して、ディープデータは、生産者側の情報であり、そこにはノウハウなどの知的財産を多く含む。生産者にとって、ひとたび外部に流出したら、元の状態には戻せない。したがって、その扱いには、十分な配慮が必要となる。

図１　ビッグデータとディープデータ

データの区分	ビックデータ	ディープデータ
データの構造	多種多様な関係	複雑な因果関係
得られる事実	確率的事象の推測	確実な事象の導出
適用できる範囲	広く共有が可能	個別の状況に依存
管理のポイント	データ蓄積が重要	モデル管理が重要
表現する内容	主に消費者の行動	主に生産者の行動
扱い上の課題	個人情報を含む	ノウハウを含む

IVI では、経済産業省の施策であるコネクテッドインダストリーズの製造業への展開を具体化するために、データ流通基盤及びそのユースケース開発事業を受託し取り組んでいる。製造業オープン連携フレームワーク（CIOF）は、生産現場の複雑で奥深い知的活動をデータを介してつなぐことで、バリューチェーンをより強く柔軟なものとする。生産現場に存在するディープデータの特徴を踏まえ、それぞれの現場の知財を守りつつ、自律的で個性的なつながる現場を支援するフレームワークとなっている。2019 年度は、以下の４つのカテゴリーに分かれ、実証実験を実施した。

＜カテゴリー１：製造ノウハウを含むデータの知財管理＞

加工に関するノウハウや NC プログラムなど、営業秘密として価値が高い情報をデータとして外部の取引先と共有する場合に、技術漏洩のリスクがある。知財としてのデータの送信先において、データの保存、修正、削除を、CIOF が取引契約に基づき監視し、かつ利用の実績を必要に応じて照会することで、取引先との高い信頼関係に裏付けられた生産プロセスの共有を可能とする。（DMG 森精機（株））

＜カテゴリー２：品質データ管理による高付加価値経営＞

高度な品質管理では、工程内の様々な箇所で適切な検査が要求される。このような検査結果をデータ化し、CIOF により関連する複数拠点で共有し、問題発見に活用することで、適正な品質管理を現場サイドと経営サイドが一体となって管理できる仕組みとする。また、ブロックチェーン技術を利用して、品質データの正当性を保証し、高品質を強みとして製造業を高付加価値化する。（（株）ジェイテクト）

＜カテゴリー３：つながる中小製造業の競争力強化問題＞

生産プロセスの一部を担う中小製造業は、比較的規模が小さく、現場のオペレーションと経営とが一体である場合が多い。注文内容や在庫、出荷品の検収などのデータを、取引先と共有する場合に、中小企業が不利な立場とならないように CIOF によって管理することで、中小企業の管理レベルの向上と経営力向上につなげ、同時に発注側であるメーカーの生産性向上にもつなげる。（三菱電機（株）、ビジネスエン

ジニアリング（株））

＜カテゴリー４：AI によるエッジデータ収集と価値の共有＞

設備から得られる膨大なデータを、AI を用いて価値あるデータとするには、生産管理や品質管理などのデータと関連づけて学習させる必要がある。現場のデータをクラウド上に置くことには抵抗があるなかで、CIOF により、エッジサイドで分散管理された一次データを、AI による学習モデルに応じて収集し、それによって得られた成果を契約に基づき共有する。（（株）安川電機、SCSK（株））

現場と現場をつなぐための仕組みである CIOF は、図２に示すように、インターネット上に連携サーバーと辞書サーバーをもち、各現場に配置された連携ターミナルと通信する。以下の３つの機能を有することを特徴とする。（（株）アプストウェブ）

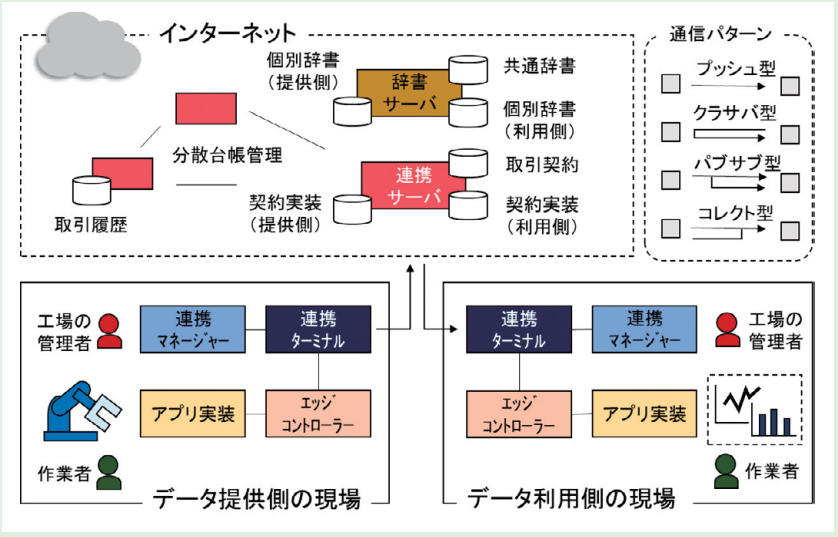
① 辞書機能・・・複数の異なる現場の独自性の高い情報を相互につなげるための個別辞書を、共通辞書と関係づけて定義する。

② 契約機能・・・データに関する権利関係を契約として合意した後にデータの受け渡しを行い、データの利用や削除などを監視する。

③ 認証機能・・・取引履歴の改ざんや、なりすましによるデータ送受信を検知するために、分散台帳技術を用いた履歴管理を行う。

本システムは 2020 年度より運用を開始し、2022 年度から商用サービスとして本格的な展開を図る予定である。

図２　CIOF システム構成図



コラム

PLM（製品ライフサイクルマネジメント）と原価管理の連携を通して、製造業の先進的な経営管理手法を支援・・・ビジネスエンジニアリング（株）

東洋エンジニアリング（株）を前身とするビジネスエンジニアリング（株）は、製造業を中心とした幅広い業種の顧客に対して基幹業務システム（ERP）等の IT ソリューションを提供するベンダーである。

日本の製造業において DX への取組がなかなか進まない背景として、同社は、日本企業の役員層に設計・生産双方での知見や経験を兼ね備えた人材が少ないこと、また、デジタル化によるコスト削減効果が見えづらいことなどが、経営者のデジタル化へ向けた投資判断や意思決定を妨げているためと分析する。そこで同社は、IoT の現場データや PLM（製品ライフサイクルマネジメント）の製品データと基幹システムの原価データなどを相互に連携させ、経営指標を生成してトップダウンの意思決定を強化するとともに、活動指標を現場に浸透させて全体最適につながる改善や改革を促すことで、デジタル技術を活用したビジネスモデル変革を支援している。

また、拠点や部門ごとに部分最適化が進み、設計と生産の間で情報が分断されデータが分散しているという課題を解決するため、拠点（部門）や会計期間を越えて製品ごとの原価管理を行う手法を推奨している。同社が提供する ERP パッケージである mcframe（エムシーフレーム）は、生産・販売・原価管理といった基幹業務を、PLM を中心とするエンジニアリングチェーン、そして製造現場と相互連携させることで、製品の企画・設計・生産・販売・保守に至るまでのプロセスを IT で一元的に管理し、データ駆動経営を具現化させている。このシステムによって製造企業は、原価構成のシミュレーション機能を活用して、開発初期段階や製品のラインナップ変更時に、精度の高い原価企画を実現できる。さらに、想定販売量や利益、設備稼働率、設備の投資回収状況などを割り出し、製品ごとの投資回収進捗や見通しを管理する経営判断ツールとしての活用も可能になるという。

今後、製造業がデジタル改革を推進していくためには、経営陣を巻き込んだ全社的な取組と、エンジニアリングチェーンとサプライチェーンの連携が重要であると同社は説く。具体的には、上記のような PLM と原価に注目した経営管理の手法などを活用して、コスト削減効果や利益創出の観点で経営陣が意思決定し易い仕組みを整えるなど、様々な取組が考えられる。また、今後デジタル化が進むうえで、AI に任せる部分と人が得意な部分（感性に訴えるところ）の棲み分けをしっかり行うことも、DX を進めていくうえで重要なポイントの１つであると、同社では考えている。

図　現場データの経営指標化

出所：ビジネスエンジニアリング（株）より提供

コラム　社内の技術的知見を集結させ、工程の最適化やオペレーションの安定化を実現した知的生産システム・・・（株）ダイセル

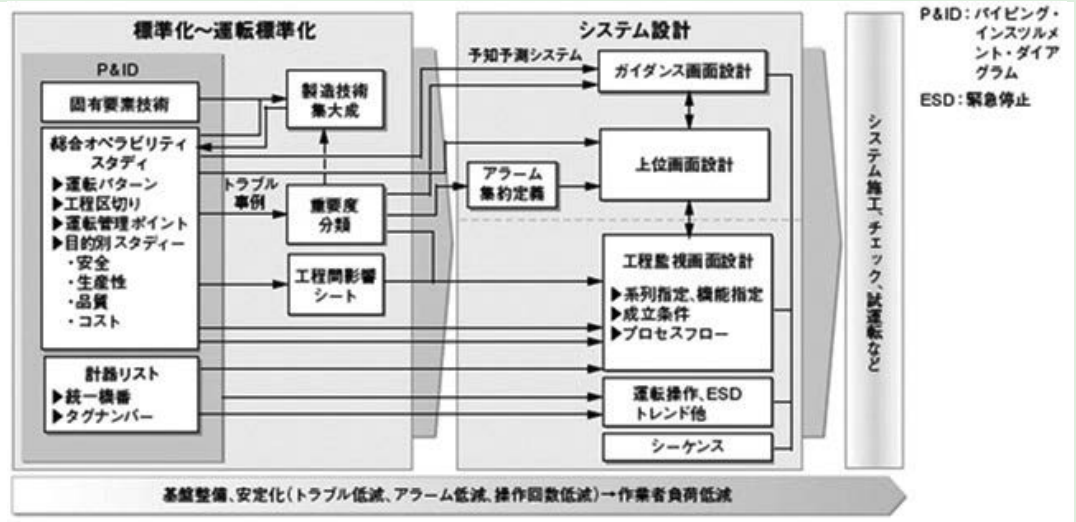
2019年で創立100年を迎えた（株）ダイセルは、同社の出発点でもあるセルロイドを基盤としたセルロース事業、有機合成事業、合成樹脂事業、火工品事業、そして水処理製品などを含むその他の事業を展開している。1996年に網干工場（兵庫）で開始した生産改革の取組を皮切りに、同社が「ダイセル式生産革新」として展開してきた知的生産支援ソリューションは、今や幅広い業界で模範とされる取組である。

ダイセルが知的生産システムを導入するきっかけとなったのは、1990年代のベテラン人材の大量退職に伴う技能伝承の問題や、各工場の歴史的な出自の異なりを受けて個別最適化されていた部門・工場ごとの多様な生産性向上の取組を、全体最適化・標準化した生産方法へ移行する必要性が高まったためであった。例えば、不具合により一部の設備が停止した場合に、その影響を受けて前後工程も停止を余儀なくされるために、工程上の無駄が生じていた。そのような課題を受け、機械化・自動化が進んでいるプロセス型産業であるにもかかわらず、人が介在する業務が多数存在することに疑問を呈した小河課長（現社長）が、当時「人」に焦点を当てて問題の深堀を進めたことで誕生した同システムは、トップの意思とミドル層、そして各現場社員の改善に対する思いが成功要因となって実現したものである。

このダイセル式生産革新は、以下の４つの段階で構成されている。①共通の切り口で現行業務の在り方を点検の上、全体像を把握してマスタープランを策定する。②①で明らかになった無駄やロスを排除し、製造担当者の負荷軽減・安定化を図るとともに、言語の定義や図面の統一を行う。③現場のオペレーションの知見を科学的な法則と照らし合わせてデータベース化し、運転を標準化（総合オペラビリティスタディ手法）する。④③を継続的に運用するための仕組みとして、ITを活用した「知的統合生産システム」を構築する。これらの取組により、工程間の連携性を高め、全体最適化された運転を実現した結果、品質や生産効率の向上、作業負担の減少、安全面強化など様々な成果が得られた。さらに、ダイセル式生産革新として他の製造企業へライセンス供与を行うことで、自社のビジネスモデルを通じて他社の課題解決に資することが可能となった。その他にも、要求品質の高い新規顧客の開拓につながったり、標準化が進んだことで人材の多能工化が機能するようになったりと、同社に多くの成果をもたらした。

今後の取組について同社は、新設したイノベーション・パーク[注12]を活用して、研究開発部門や技術部門、エンジニアリング部門を連携させ、社内の知見を集約することで、製品開発力を強化し、新規事業による利益創出を目指していきたいという。今後、社外を含めた自社製品のサプライチェーン全体にダイセル式生産革新を展開していくことで、品質・コストに良い影響を与え、全体最適化を通して日本のものづくりの競争力強化に貢献していけるのではと、同社は意欲を示す。

図　知的生産システム構築の流れ



出所：日経ものづくり2012年1月号「知的生産システム構築の流れ」

注12　新しい素材の企画・開発から量産化技術の確立に至るまで、オープンイノベーションにより新事業創出を加速していく、ダイセルグループのモノづくり技術の協創拠点。

コラム

CAD と PDM を活用した設計フローを支援 ・・・ローレルバンクマシン（株）

ローレルバンクマシン（株）は通貨処理機の専門メーカーである。保有特許は 3,000 件以上の研究開発型企業で、全国に拠点を設けて地域密着の保守メンテナンスを展開しているとともに、紙幣自動仕分け機は日本の他中国、メキシコ、欧州などにも出荷している。硬貨包装機は高度な技術を必要とするが市場に対してはコストを抑える必要があり同社とグローリーしか製造していない。同じ大きさの包装紙で様々な大きさの硬貨を包装するところに同社のノウハウがある。

同社は長年、企画段階で計画していた原価と、設計終了時点で計算した原価との乖離に悩まされてきた。新製品を開発する際には DR 1 ～ DR 5 という 5 段階のデザインレビューを行っているが、序盤の DR 1・DR 2（企画・構想）の段階では設計当事者にも原価が把握できず、DR 3 の詳細設計段階になってようやく CAD 上で形になり原価が把握できるようになる。しかし、詳細設計の段階になると、すでにコスト（原価）の 85%は決まってしまうといわれ、この時点から後戻りすることは事実上、不可能である。企画と詳細設計との原価の乖離は部品の調達にも影響するため、同社としてはコストをもっと早い段階から見える化するための取組に着手し、企画段階から正確な原価を把握するためのコストシミュレーション構築プロジェクトを立ち上げた。

プロジェクトで検討した結果、2015 年 9 月に、品質の向上、コスト見直し、部品共有化を目的に Visual-BOM の導入を決定し、コストシミュレーションシステムに向けた要件定義の作業に入った。この要件定義に 1 年掛かり、システム構築にはさらに 1 年半を要したが、2018 年 5 月には使い勝手のよい念願のシステムが稼働することとなった。

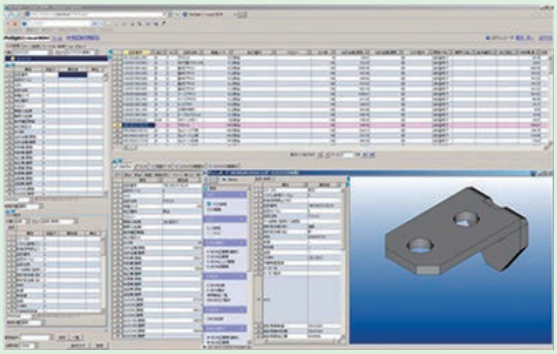
コストシミュレーションシステムが稼働したことで、企画と詳細設計の原価乖離の解消はもとより、生産性が大幅にアップした。例えば、開発担当者によっては担当ユニットの部品点数が 1,000 点を超える場合もあり、その原価を一つひとつ計算していくと大変な時間と労力が掛かる。そこを CAD ファイルの保存と PDM 連携で自動的に原価が計算できるようになり、開発担当者 1 名が従来の原価計算に掛かっていた時間のうち、最大で 1 か月分に相当する作業工数の削減につながった。

なお、コストシミュレーションについては 4 つの段階（1．企画段階でのコスト、2．設計段階でのコスト、3．試作段階でのコスト、4．量産組立段階でのコスト）を想定し、現在は 2（設計段階）と 3（試作段階）に注力しているが、今後は 1（企画段階）と 4（量産組立段階）にも注力していく。特に 4（量産組立段階）についてはこれまでも内部では参照する数値はあったが、輸送費などのコストが含まれておらず、実際に掛かるコストについて見直す必要があるとしている。例えば、これまでは大阪で設計されたものであれば生産も大阪で行っていたが、今後は 1 ～ 4 を総合的に踏まえた上で最適な生産工程を検討することが可能となる。

図 1　オープン出納システム「SmartAXis」

出所：ローレルバンクマシン（株）より提供

図 2　Visual BOM でのコストシミュレーション例



出所：ローレルバンクマシン（株）より提供

コラム　独自開発のデジタルツール「IWS」により人に依存した業務の標準化・進捗管理を実現・・・（株）アイデン

石川県金沢市に本社を置く（株）アイデン（従業員 130 名）は、制御盤の設計から板金、塗装、組立までの全工程を社内で一貫生産する制御盤の専門メーカーである。同社が謳う高品質・短納期・低コストは、独自開発した工法である制御盤の配線・組立支援システム「IWS（i-DEN Wiring Solution）」を軸としたデジタル化によって実現されている。

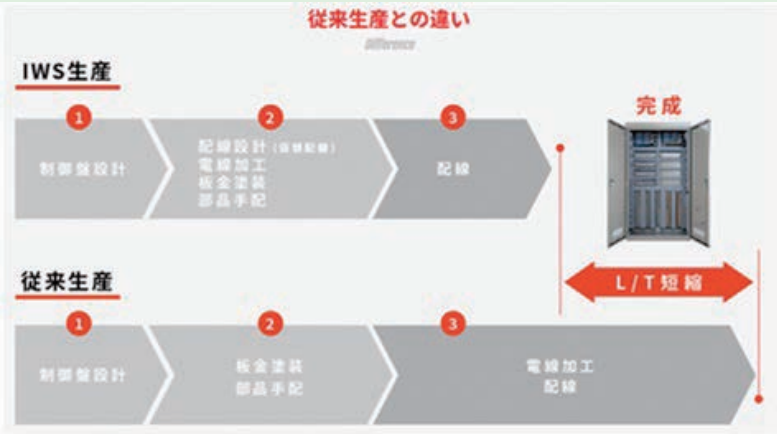
アイデンの主力製品である制御盤は従来、配線作業が一点一様である背景から、作業者の経験やスキルに依存したものづくりを行っており、人材育成に時間を要したり、作業進捗・工程管理が作業者任せになってしまうなどの課題があった。そこで作業を標準化する必要性を感じた同社は、CAD メーカーと連携し、工程ごとに必要な図面と作業を可視化できるデジタルツール「IWS」を開発・導入した。IWS の導入によって進捗・材料の正確な管理が可能になるとともに、一部作業を機械化することで制御盤の生産性が向上した。

一方で、機械化に対する製造担当者からの懸念も発生したため、同社はベテランの製造担当者をより付加価値の高い業務専従とする棲み分けを実施することにより、現場の理解を得たうえで IWS の展開を進めた。また、IWS による作業の標準化は、当時日本の制御盤メーカーがほとんど進出しておらず現地技術者も少なかったベトナムへの事業展開を可能にし、同社の海外進出の契機にもなった。

また、IWS が組立の進捗管理に特化したツールである一方で、設計→板金→塗装→組立という全く異なる生産工程をつなげ、作業進捗を見ることを目的として、同社はシーメンスが展開する産業用 IoT プラットフォームである「MindSphere」を日本第 1 号として導入した。MindSphere は比較的安価且つ簡単な方法で導入できるため、中小企業にとっても導入のハードル自体は低く、これによって生産データの蓄積や生産状況の見える化を実現した。しかし、蓄積したデータを分析・活用できる人材が社内におらず、機能を十分に使いこなすことができていないのが現状であり、社外とのデータ連携面なども含め、完全な導入・活用にはまだハードルが高いと認識している。

将来的にデジタルツイン[注13]の構築を検討する同社は、MindSphere で蓄積されたデータの活用を見据えた人材獲得・育成の必要性を感じており、IWS の更なる機能拡充により、エンジニアリングチェーンの強化・生産性向上を目指していきたいと語る。

図　IWS の従来生産との違い



出所：（株）アイデンホームページ「IWS の従来生産との違い」

注 13　フィジカル空間の情報を、IoT などを活用してほぼリアルタイムでサイバー空間に送り、サイバー空間内にフィジカル空間の環境を再現することで、フィジカル空間のモニタリングや高度なシミュレーションなどを行う概念のこと（出典：MONOist）。

コラム

PLM（製品ライフサイクル管理）に関する全社サービスプラットフォームを提供し、製品開発プロセスの効率化を実現・・・川崎重工業（株）

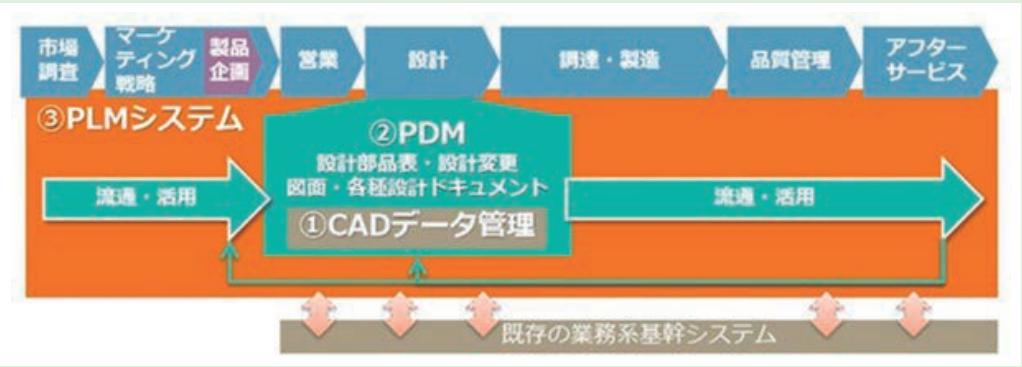
川崎重工業（株）は、航空・宇宙・エネルギー・産業機器・電力・輸送・船舶業界向けの機器製造事業を展開するグローバル企業である。カンパニー制を導入する同社では、設計・開発・製造・IT などの各部門がカンパニーごとに存在しているため、従来は各カンパニーごとに最適なパッケージソフトを使用し、デジタル化の環境構築を行っていた。しかし、全体最適化を目指すコーポレート IT 部門にとっては、アドオン[注14] 開発機能など情報資産の横展開やソフトウェアライセンスの調達コストの観点から課題を抱えていた。また、種々のシステムが乱立しているため、外部ベンダーへの依存が高まっており、新市場開拓・新製品開発の際に必要な IT 開発などに際して、各ベンダーへの支払い費用がかさむとともに意思決定が遅くなっていることも課題であった。

これらの課題を解決するため、同社は各カンパニー共通の全社 PLM プラットフォームを導入した。システム選定に当たっては、複合企業特有の多様な業務に対応できること、同社製品のライフサイクルの長さに対応した使用寿命であること、自社内でシステムの追加修正ができること、といった点に配慮した。展開方法として、システムの運用をコーポレートが請け負い、利用料をユーザー単位で配賦して徴収する「社内 PaaS（Platform as a Service）[注15]」の形式をとった。これにより、各カンパニー IT 部門の負荷や費用負担の低減を実現した一方、導入判断やカスタマイズは各カンパニーに一任して自由度を持たせたことで、各カンパニーの課題に合った運用が可能となった。

このプラットフォームの提供により 3DCAD データを PLM 上で管理する際に、カンパニーが PLM システムを一から構築した場合との比較において、80% 近いコスト削減を実現した。また、データの集約が可能になったことにより、設計部門の部品手配等の付帯作業が減少したことに加え、カンパニー IT 部門のベンダー管理等の業務が減少したことで、各部門が付加価値向上業務により注力できるという効果が見られた。一方で、同社の製品ライフサイクルが長いため、既存システムを一括移行するのが難しいことや、3DCAD を使いこなせる人材の不足、マーケティングやアフターサービスなど市場との接点を持つ部署と設計との情報連携不足などの課題は残っており、今後のデジタル化に向けて段階的に対応していく必要があるという。

今後同社は、経営方針として、競争力強化のために付加価値の高い業務（マーケティング・企画・アフターサービスなど）にシフトすることを掲げている。全社 PLM の導入を契機に既存業務プロセスの見直し・整流化を実施し、スマイルカーブ[注16] の両端へ経営資源を移行をするとともに、モジュラー化設計の推進などにより、市場要求とマッチしたものを効率良く作る仕組みを整えたいと語る。さらに、AI 開発が得意なパートナーとの連携やベンチャー投資等も視野に入れることで、オープンイノベーションを進めていきたいという。

図　PLM 運用基盤とビジネスプロセスとの関係



出所：川崎重工業（株）より提供

注 14　アドオン（Add-on）は、「付属品」「追加機器」の意味。パッケージソフトウェアを導入する企業が、不足している機能を追加する拡張機能のこと。

注 15　アプリケーションを実行するためのプラットフォームをインターネットを介して提供するサービスのこと。川崎重工業（株）では、同社組織の IT 部門が使いやすい情報基盤を PaaS の形で事業部門に提供し、現場の IoT/AI 活用を支援している。

注 16　収益構造を表すモデルの名称で、バリューチェーンの上流工程（商品企画や部品製造）と下流工程（流通・サービス・保守）の付加価値が高く、中間工程（組立・製造工程）の付加価値は低いという考え方を示す。

コラム　協力企業ともつながり、生産の見える化で飛躍的に生産性向上・・・（株）小松製作所

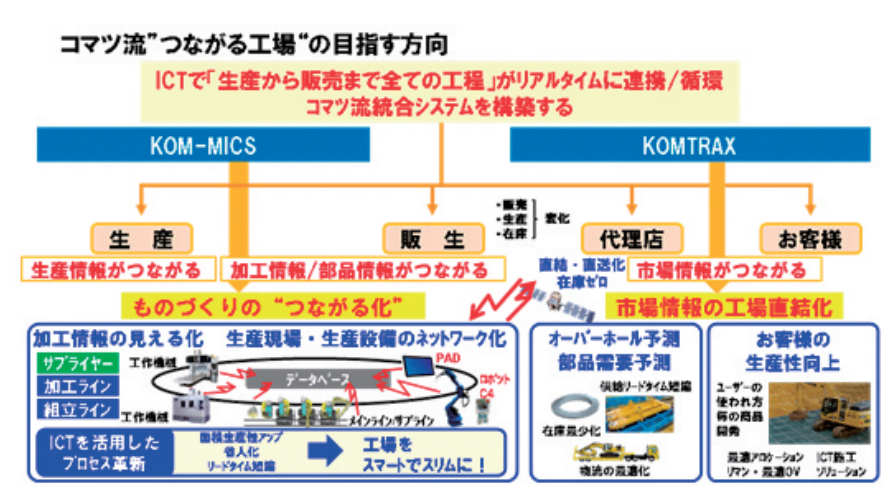
（株）小松製作所（以下、コマツ）はKOMTRAXで建設機械のつながる化・見える化を進め、取得したデータを建機の保守メンテナンスにも活用している。しかし、製造現場のつながる化・見える化は進んでいなかった。そこで、生産性2倍、サプライチェーンの最適化、トレーサビリティの確保を狙いとして、IoTの技術を駆使してつながる工場を実現することで製造現場の見える化を図り、生産性改善に役立つアプリケーションとしてのKOM-MICSを開発し、プロセス改善を進めている。生産性を飛躍的に向上させるKOM-MICSは生産年齢人口の低減対策としても評価され、第8回ものづくり日本大賞の製造・生産プロセス部門で内閣総理大臣賞を受賞した。

対象のプロセスは機械加工、溶接、熱処理及び出荷検査をカバーしており、KOM-MICSで得られた加工実績データに基づき、生産計画との差を見て、リスケジューリングするMES（生産実行システム）とつなげて活用している。このように製造現場を見える化することによって、機械加工では切粉を出している時間が、溶接ではアークを出している時間が50%しかなく、予想以上に動いていなかったことが分かり、非加工時間の短縮にもっと注力する必要があることが判明した。

生産状況の見える化は、タブレット端末からサーバーにデータを送信し、そのデータを専用のビューワをインストールしたPCで閲覧する形になっている。リアルタイム稼働状況、日毎稼働率、タイムチャート、出来高、切削抵抗の見える化などの様々なアプリケーションを備えている。また、単なる見える化に終わらず、これらのデータを元に改善につながるアプリケーションも作成している。

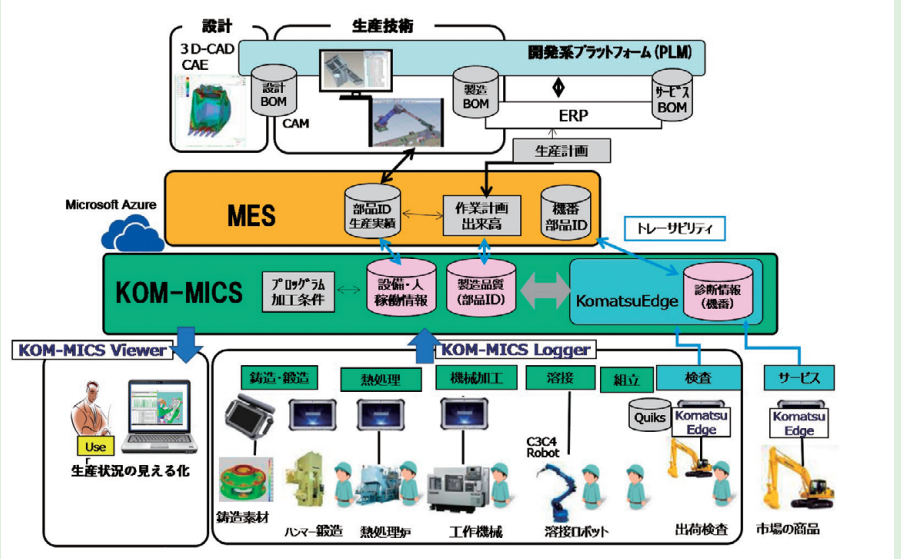
KOM-MICSの大きな特徴は国内外のコマツの工場のみならず、協力企業も巻き込んだ取組になっているところにある。コマツ製品の部品の8～9割は協力企業で生産しているため、協力企業の生産性を改善しなければ大きな効果が見込めない。協力企業もKOM-MICSで見える化することで、コマツグループ内全体の生産を見える化し、ムリ・ムダ・ムラの削減を図り生産性を高めることが可能となる。しかし、製造情報を見える化することは製造原価も見えてしまうため、当初は協力企業の了解を得ることが難しかった。しかし、協力企業の負担を軽くするためKOM-MICSを無償提供し、改善効果を折半し、協力企業の他社製品の加工情報をコマツが見られないようにする機能の追加などにより、協力企業にもKOM-MICSの導入が進んでいる。コマツと協力企業が長年にわたりWin-Winの取引関係、信頼関係を維持してきたことも後押しした。機械加工分野、溶接分野とも年々協力企業への導入が増えている。機械加工のサイクルタイム低減率は2016年度を基準として2017年度までに14%、2018年度までに19%を実現しており、溶接分野のサイクルタイム低減率は2017年度までに17%、2018年度までに40%を実現している。

図1　つながる工場の全体像



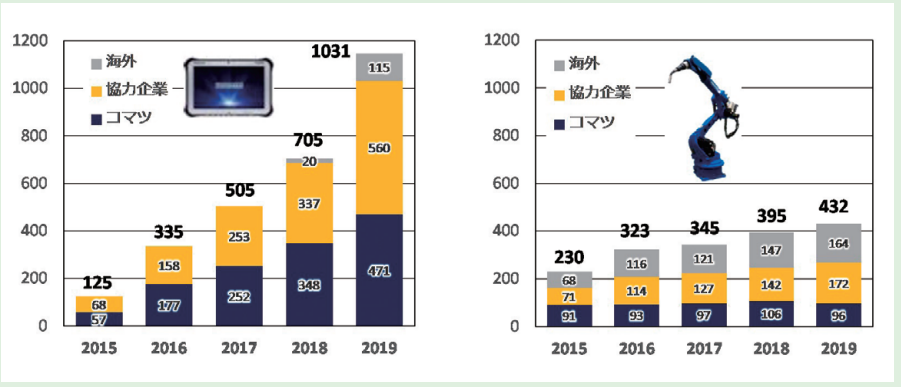
出所：コマツより提供

図２　KOM-MICS の全体像



出所：コマツより提供

図３　機械（左）と溶接（右）の KOM-MICS 接続状況



出所：コマツより提供

コラム　グローバルな産業データ流通管理基盤整備に向けた日本発のアクション ～ロボット革命イニシアティブ協議会（RRI）の取組～

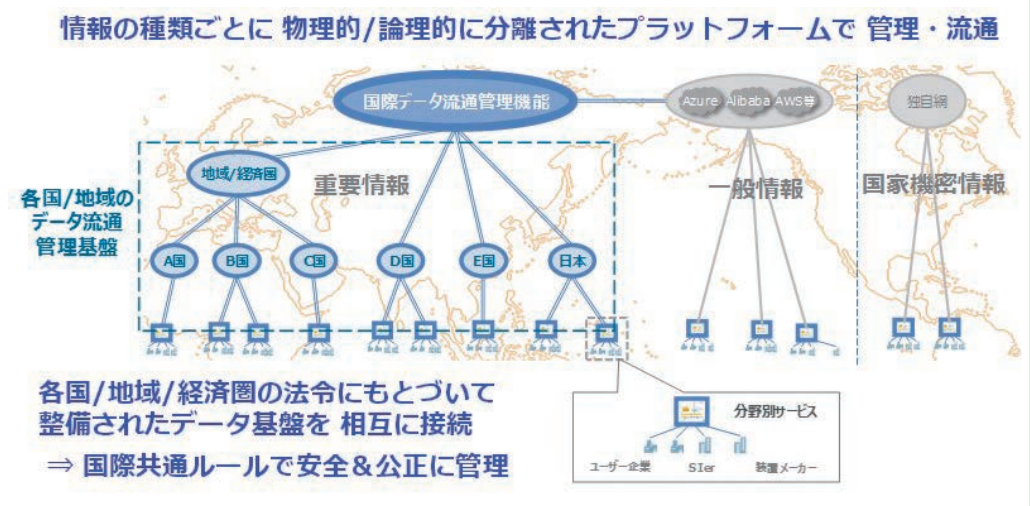
＜産業データの安全・公正な管理の枠組みを提言する WG の発足＞

近年の製造業では、モノのサービス化、シェアリングエコノミー等の新しいビジネスモデルの出現や、AI 活用による生産性向上のニーズの高まりなどから、サプライチェーンを構成する企業間で、国境を越えてデータを確実・安全に流通させる仕組みが必須となってきている。例えば、MaaS（Mobility as a Service）のようなビジネスをグローバルに展開する場合、サービス提供に必要な一連の業務（サービス企画、システムデザイン、資金調達、ソフトウェア設計製造、ハードウェア設計、製造設備設計、原材料調達、部品調達、車両調達、エネルギー供給、サービス販売、契約 / 解約、物流・配車、コンテンツ配信、利用履歴管理・課金決済、金融 / リース、故障 / 事故 / クレーム対応、点検・修理、セキュリティ管理、ソフトウェア更新、部品 / 製品交換、廃品回収、リユース / リサイクル等）に携わる全ての企業が、業務に役立つデータを企業間で互いにシェアしていつでも利用できるようにすれば、各国・地域の利用者や行政当局の様々な要求に迅速に応えることができ、SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）等にも配慮しながら生活者の安心・安全を守る付加価値の高いサービスを提供することが可能となる。

企業・国境を越えたデータ流通は、産業の発展や新しいビジネスの創出などが期待される一方、もし、産業データの秘匿性が損なわれれば、各企業の製造ノウハウや設備の稼働実態を示す情報の流出や、企業間の機密保持義務を果たせなくなるなど、企業経営や存続に大きな損害を及ぼす可能性がある。また昨今では、米国の巨大 IT 企業のデータ独占、国家によるデータの検閲や国外流出規制、各国・地域バラバラのデータ保護ルールなど、国際的なデータ流通を制限する動きが見られ、今後、国・地域別に独自のデータ管理基盤が乱立する恐れもある。例えば、海外工場や輸出製品のデータが自由に利活用できなくなれば、社会全体のデジタルトランスフォーメーション（DX）が阻害され、影響は一企業内にとどまらずバリューチェーン全体や国家全体の経済活動を停滞させてしまうなどの大きなリスクとなり得る。

国際的なデータ流通を円滑に行うには、各国・地域の基盤を相互接続する仕組みを構築し、国際共通ルールで安全かつ公正に管理することが重要であり、その運営に当たっては情報セキュリティに加えデータ提供者の権利（データ主権）の保護が鍵となる（図１）。

図１　将来的な国際データ流通管理基盤の構成イメージ



データ流通を巡るこのような潮流の中、国内では、各企業・団体・行政等で行われている取組の方向性を一本化し、世界の動きに取り残されないための産官学一体の戦略実行の加速が急務となっている。

このような背景から、ロボット革命イニシアティブ協議会（以下、RRI）では 2019 年 10 月に「IoT による製造ビジネス変革 WG」の配下に「グローバルデータ流通管理基盤検討サブ WG」を設置し、検討を進めている（参加企業：アズビル、NTT コミュニケーションズ、クニエ、シーメンス、日本電信電話、日

本マイクロソフト、日立製作所、三菱電機、ユニアデックス)。

＜活動成果 ～現状分析・課題設定・要件整理から PoC へ＞

上記サブ WG は､未来の社会に役立つ産業データの流通や共有を適切に管理できる社会基盤(インフラ)をつくり、日本の産業力を向上させることを目的とし、具体的には（1）産業データ活用のユースケースの整理、（2）ユースケースをベースとしたデータ流通管理基盤の要件整理及び提言、（3）要件を満たすプロトタイプ（デモシステム）の制作、（4）国際展示イベント等でのデモシステムの評価検証を目標としている。

サブ WG ではまず現状の問題点の洗い出しと分析を行った。

特に日本国内においては、①デジタルデータを収集・体系化できていない、②企業内外のデータ流通を阻害する規定等がある、③データ流通の意義や価値に関する経営層の理解不足、④リスクを取って DX を進める姿勢の欠如、⑤産業構造転換への対応準備の後れ、⑥国際標準 / 各国法規制に対する理解不足といった、そもそもデータ流通以前に各企業がクリアすべき問題もあることが改めて認識された。

データを企業間で流通させ共有する際の問題としては、⑦全社（エコシステム全体）でデータを利活用できるシステム基盤がない、⑧取引先とデータを共有するシステムの基盤がない、⑨通信手順やデータ形式が統一されず、互換性・相互接続性がない、⑩ OT と IT がつながっていない（現場データを会社の経営判断に活かせない)、⑪ヒトの属性・知識などをデジタルデータ化する手法が確立していない、⑫ IoT に不可欠なセキュリティやデータの信頼性を保証する仕組みが不十分、⑬国境を越えるデータ流通の管理や権利保護に関するシステム対応が不十分、といった問題が挙げられ、国際的なデータ流通の基盤とそこでのセキュリティ、データ主権に対する懸念が確認された。

続いて、これら問題の解消に向け、業界横断でまたは政府等と取り組むべき課題を整理した。

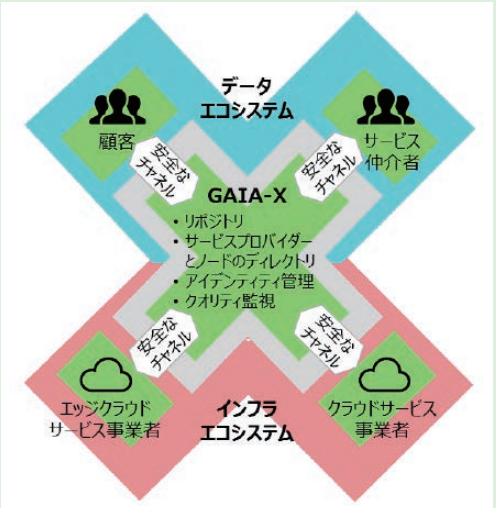
取組課題は①データ利用目的別 KGI・KPI の設計、②データ流通にかかわる標準の制定、③セキュアなデータ流通管理基盤の構築、④データ保証ルールの確立（品質・セキュリティ・開示可否制御等)、⑤データ流通の運営体制構築、⑥データの所有権や知財等に関する法体系整備、⑦データ流通管理基盤の構築運用コスト負担の最適化の７点に整理された。

今後、取組課題に対するさらに具体的な要件の整理やデモシステムでの検証等を通じ、公正、安全かつデータ主権が保証された国際的データ流通管理基盤実現への道を探っていくことが予定されている。

＜今後の取組 ～関連団体と協力し産官学連携で基盤整備を推進～＞

海外におけるデータ流通基盤の検討例としては、2019 年 10 月にドイツ政府とフランス政府が発表した「GAIA-X プロジェクト」があり、本サブ WG ではこれを検討の参考の１つとしている（図２)。GAIA-X は、認証や契約手続きに基づいてデータへのアクセスを制御し、データ主権を保護しつつ様々なクラウドサービスとの相互運用性を確保する技術的な仕組みで、2020 年中に運用開始予定とされている。GAIA-X は、EU 域内での接続性を保証しているが、域外との接続方法については不明確な点もあり、米・中など大国と利害が対立する可能性もある。EU・米・中のいずれにも属さない日本や ASEAN なども先行する動きに取り残されないための取組の加速に加え、公正な国際データ流通ルールの確立に向けて主張していく必要があるだろう。

図２　GAIA-X プロジェクトにおける取組の全体像



出所：経済産業省「『第３層：サイバー空間におけるつながり』の信頼性確保に向けたセキュリティ対策検討タスクフォースの検討の方向性」

本サブ WG では、先行する GAIA-X の調査・検証・評価をドイツ（IDSA 等）と連携しながら進めつつ、前述の

問題点や取組課題を基に、円滑で公正な国際データ流通の実現に向けて日本が取るべき対応を議論し、日本の企業・行政・市民・研究機関等のためのデータ流通管理基盤の在り方を提言していく。その要件をまとめ、2020年度後半には、参加企業等と協力してプロトタイプの構築検証を行う予定である。DTA（一般社団法人データ流通推進協議会）、JEITA（一般社団法人電子情報技術産業協会）等の他団体と協力するとともに、製造事業者のみならずクラウド事業者、データプラットフォーム事業者等様々な企業に参加を呼びかけ、産官学連携によるグローバルデータ流通管理基盤の整備を推進して行くことが予定されている。

（4）バーチャル・エンジニアリング

1990年代半ば以降、製造業の設計現場に3DCAD（Computer Aided Design）の導入が始まった。2000年以降になると、CAM（Computer Aided Manufacturing）にCAE（Computer Aided Engineering）が加わるようになり、さらにPDM（Product Data Management）によって、設計・製造・解析の各データを同期させて一体に検討する「バーチャル・エンジニアリング」の環境が整備されていった。最近では、これにIoTやAIが加わり、バーチャル・エンジニアリングは更なる進化を遂げつつある。

このバーチャル・エンジニアリングにより、企画、設計、製造、営業、品質、認証等の各分野の専門家、さらにはサプライヤーや一部顧客までも含めて、3D図面を用いて同期的・一体的に製品開発に参加することができる協業の場が実現する。また、バーチャル・エンジニアリングを用いることで、構想設計の段階で、検証も含めた詳細設計までが可能になり、リアルな試作の前に全ての仕様を決めることができるので、製品開発のリードタイムは、大幅に短縮することとなる。このようなエンジニアリングの手法は、「コンカレント・エンジニアリング」「サイマルテニアス・エンジニアリング」とも呼ばれる。

ダイナミック・ケイパビリティ論に即していえば、バーチャル・エンジニアリングは、機会を捉え、既存の組織内外の資産・知識・技術を再構成して競争力を獲得する「捕捉」の能力を著しく高め、開発リードタイムを極限まで短縮化する。こうして、バーチャル・エンジニアリングは、不測の事態に迅速に対応する能力であるダイナミック・ケイパビリティを著しく高めるのである。

従来、日本の製造業は、製造現場の技術力（いわゆる「匠の技」）が非常に高く、それが競争力の源泉となっていた。このため、設計部門から送られてきた設計図面が多少不備であっても、製造部門の技術者が、設計図面を細かく修正したり、詳細部分を設計したりすることができた。日本の製造業では、生産設備を考慮に入れた量産品質の高い最適仕様の設定は、設計部門ではなく、製造部門において行われる傾向にあったのである[注17]。

しかし、近年、製品の複雑化が進み、さらには不確実性が高まる中で不測の事態への俊敏な対応も必要になる中では、これまでのように、詳細設計まで製造現場の技術力に過度に依存することは、極めて難しくなっている。加えて、近年、生産年齢人口の減少等により、熟練技術者が減り、生産現場の技術力の維持・向上にも支障を来しつつある。このようなことから、製造業が競争力を維持し強化する上では、バーチャル・エンジニアリングは大きな役割を果たすものと考えられる。

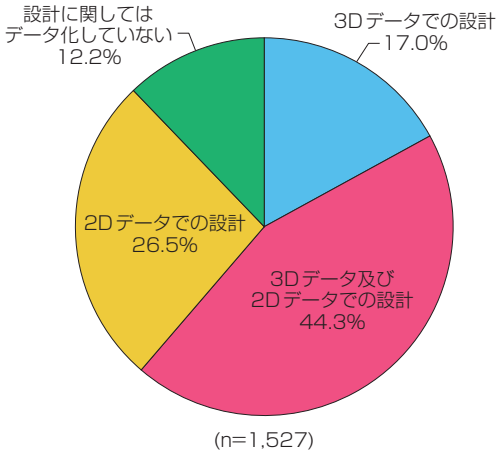
ところが、我が国の製造業では、バーチャル・エンジニアリングが進んでいないことが、今回の調査で浮き彫りとなった。

バーチャル・エンジニアリングでは、3DCADを用いて設計図面を描くだけにとどまるものではなく、設計情報の受け渡しも3Dデータで行うことが基本となる。ところが、3Dデータのみで設計を行っているのはわずか17.0%にとどまっている（図132-13）ことに加え、協力企業への設計指示の半数以上が未だに図面で行われ、3Dデータによる指示は15.7%に過ぎない（図132-14）。また、3Dデータによる指示を行わない理由の約半数が、「主な設計手法が3Dではないため」と答えている（図132-15）。

関連して、一般社団法人日本自動車工業会が同工業会に加盟する自動車会社に対して行った調査（図132-16）によれば、全体的に、2D図主体から3D図主体への移行は停滞しており、直近では、3D図から2D図への回帰の傾向すら現れている。また、3D図面化を進めようとしている企業と、2D図主体を維持しようとする企業との二極化が拡大している。

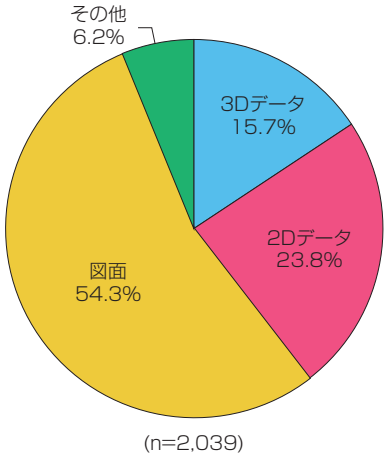
注17 内田孝尚『バーチャル・エンジニアリング－周回遅れする日本のものづくり』（2017年、日刊工業新聞社）

図 132-13 3DCAD の普及率（設計方法）



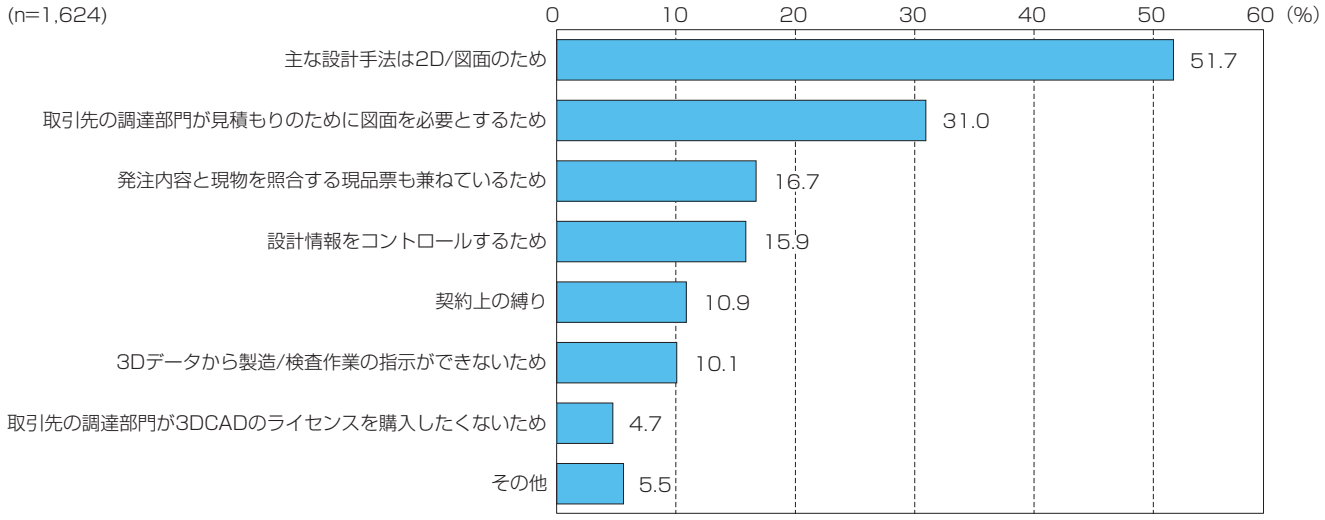
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-14 協力企業への設計指示の方法



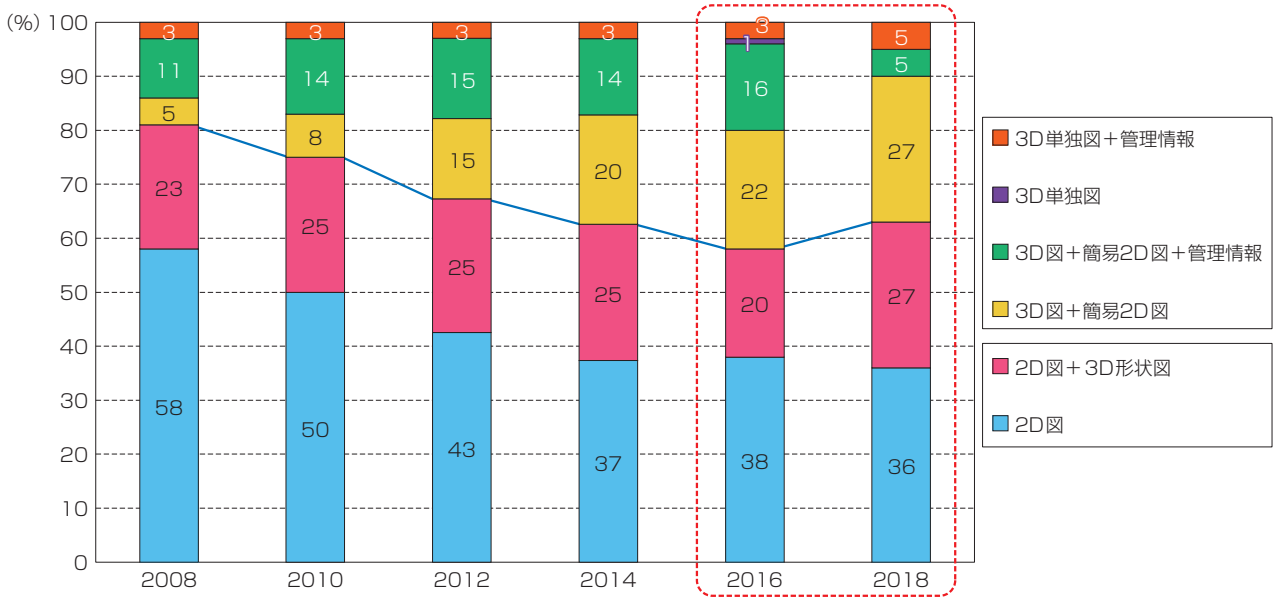
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 132-15 2D データや図面で設計指示している理由



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

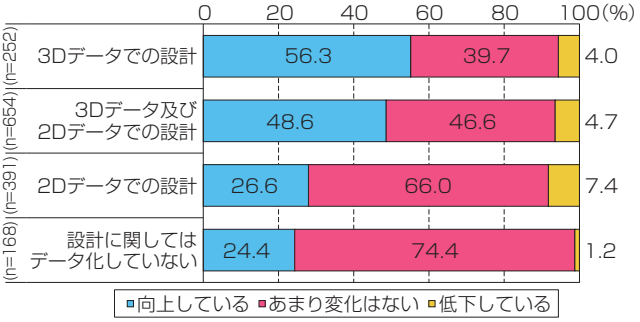
図 132-16 2018 年度 3D 図面普及調査レポート（JAMA 各社の状況）



資料：一般社団法人 日本自動車工業会（JAMA）「2018 年度 3D 図面普及調査レポート（JAMA 各社の状況）」（2019 年 3 月）より経済産業省作成

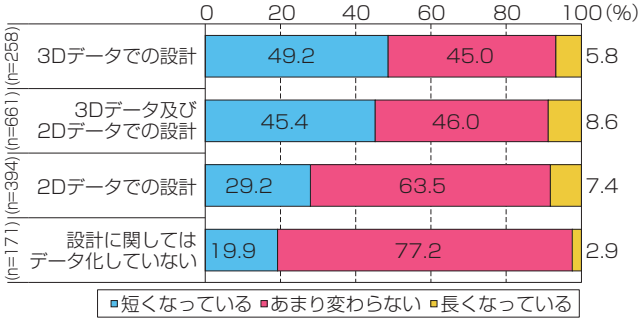
しかし、3DCADを利用しバーチャル・エンジニアリングを進めることはエンジニアリングチェーンの強化に不可欠である。アンケートを見ても、3DCADを利用した設計が進んでいる企業ほど、製品設計力が向上し、製品設計のリードタイムが短縮している（図132-17・18）。さらに、工程設計力も向上している（図132-19）。アンケートの結果からも、3DCADの利用がエンジニアリングチェーンの強化に大きく貢献することが分かる。

図132-17　製品設計力の5年前に比べての変化と設計方法の関係



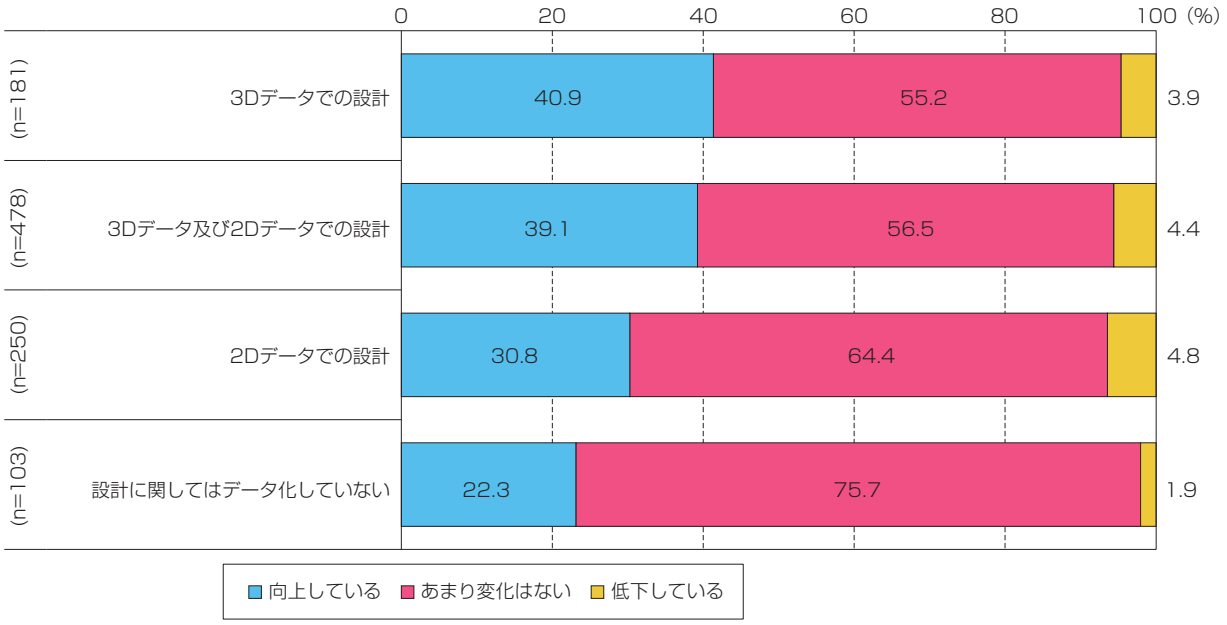
資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図132-18　製品設計のリードタイムの5年前に比べての変化と設計方法の関係



資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図132-19　工程設計力の5年前に比べての変化と設計方法の関係



資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

以上で見てきたように、我が国の製造業では3Dによる設計が未だに普及しておらず、バーチャル・エンジニアリングの体制が整っていない。不確実性が高まり、製造業のダイナミック・ケイパビリティの重要性が増している中で、このバーチャル・エンジニアリング環境の遅れは、我が国製造業のアキレス腱となりかねないと言っても過言ではない。

コラム　MBD を活用した自動車部品の開発の効率化

自動車産業は、電動化、自動化などの CASE と呼ばれる百年に一度の大きな変革に直面している。高機能化（電子制御システム及び安全運転システムの導入、ネットワーク化）・複雑化が進む自動車開発の徹底的な効率化が不可欠となっており、開発・性能評価のプロセスをバーチャルシミュレーションで行う MBD（モデルベース開発）の取組の重要性が拡大している。

【事例１】MBD により短期間での商品開発を実現（ダイキョーニシカワ（株））

広島県東広島市のダイキョーニシカワ（株）は、自動車の内外装及びエンジン関係樹脂部品の開発から生産までを一貫して手がけている Tier1 総合プラスチックメーカーである。

同社では 2016 年から MBD 推進部門を発足し、金型・製品を製作した後に発生する機能 / 品質不具合の対策経費や時間ロスなどの手戻りの無い高効率な開発の実現を目指して活動を進めている。導入に当たっては地域の産学間連携の推進を行っている「ひろしま自動車産学連携推進会議」の技術面のバックアップや「ひろしまデジタルイノベーションセンター」の CAE ソフト・スーパーコンピュータ等の計算機環境を活用した。

MBD を活用した具体的な開発事例としては、インストルメントパネルの衝突性能の開発がある。従来はインストルメントパネルとその周辺部品のみで CAE 解析をしていたが、車体も含めた大規模モデルを作成、さらには衝突時の速度を想定した材料物性を織り込んで CAE 解析することで解析精度が上がり、設計変更のロスを大幅に削減させた。

今後、同社内で確実に MBD の成果を積み重ねていき、手戻り防止により開発費の削減を実現するとともに、MBD を Tier2 に対しても展開していきたいと考えている。

【事例２】MBD を通じて得た解析技術により取引先との関係を強化（（株）ヒロテック）

広島県広島市にある（株）ヒロテックは自動車の排気系部品、ドア部品の開発・生産を行うメーカーである。同社では机上の段階での製品設計から試作・評価テストや工程設計等の生産までの製品開発の工程を同時に行う取組を全社的に進めている。また経営ビジョンの１つとしても、「世界に通用する技術と製品開発でお客様に満足頂く」を掲げており、その実現に向けた１つの取組として MBD を導入し、世界での競争に向け開発型部品メーカーへの転換をした。

具体的には排気系の騒音性能や熱マネジメント性能の開発の領域において、CAE 解析を活用して実機を用いない開発の効率化が行われている。これまでの MBD 導入による効果は社内での開発プロセスの効率化のみならず、新規取引先の獲得にもつながってきた。

今後は MBD の適用領域を拡大するとともに、開発の初期段階に従来自動車メーカーのみで行われてきた「機能設計」にパートナーとして参画する技術力を身に付け、例えば、排気系部品のモデルを車両モデルに組み込んで車全体の燃費性能を予測し改善案を考えるなど、MBD によってシステム全体を俯瞰した高度な技術提案を行える企業に成長し、国内外の自動車メーカーから更なる受注拡大を目指す。

コラム　見える化するIoTからつなぐIoTへ、データ連携による企業体形成への挑戦・・・（株）ツバメックス

（株）ツバメックス（新潟県新潟市）が立地する燕三条は、江戸時代の初期に和釘産地として栄え、その後はヤスリで栄え、近年は洋食器の産地として栄えており、アップル社のiPodの製品筐体を磨いていた磨き屋シンジケートという職人集団が活躍していることでも知られるものづくりの産地である。（株）ツバメックスも明治時代にヤスリづくりで創業し、現在はプレス金型やプラスチック金型、そして金属プレス加工やプラスチック成形品加工を手掛ける総勢200名ほどの企業である。

地方に本社を構えて事業展開する企業であるが、1982年にフランス製の3次元設計の基本ソフトCATIAを導入し、金型業界で初めて3次元CAD/CAMシステムの開発に取り組んだ会社である。当時CATIAを使いこなしていたのはボーイングの航空機やダッソーの戦闘機と本田技術研究所くらいであり、日本へ導入した当初は大手企業を始め同社への見学者が絶えなかったという。CATIA導入と同時にホストコンピュータも1台導入し、半端な投資額ではなかったうえに、CATIAを使いこなすために試行錯誤し苦戦した。

悪戦苦闘しつつもCATIAを使い続けることに迷いがなかったのは、当時は曲面設計ができるソフトウェアがCATIAだけであったという理由に加えて、1995年には①3D（Solid）設計は将来主要な設計手段になる、②1台500万円もするワークステーションなどのハードウェアは年々必ず安くなっていく、③ソフトウェアは常に改良されるのでいずれ使用に耐え得るものとなっていく、④ネットワークによる情報交換はますます盛んになっていく、⑤CADとCAMはより一体化される、⑥CAD情報は広範に活用されていく、⑦省力化（なるべく自動化）が必須で、人間が一度入力した情報を二度入力すべきではない（営業が入力した情報を設計者がエクセルに入力したりするのは無駄な作業）、⑧他システムへの拡張連携（生産管理）へと発展させる必要がある、との明確なビジョンを経営陣が持っていたことによる。

1998年にはCATIAの大規模なカスタマイズ化に成功し、「TADD～TSUBAMEX Auto Die Design system～」と呼ばれる、非常に高度なオール3次元設計システムを完成させた。同社のものづくりは、顧客→営業→構想設計→金型設計→生産準備→金型製作→調整→現地調整といった具合に仕事が流れている。3次元設計することで、営業情報や購買連携や図面・ビューワなど、全て連携してつなぐことができる（図1）。3次元設計と営業の情報をつなげばより効率的な設計ができる。ビューワで見せることができれば図面のスキルがなくても理解できる。加工実績が入手できれば原価が分かる。特に中小企業はこの原価把握力が弱い。IoTを使って故障予知をするよりも、実績を拾って経営にフィードバックする方がよほどIoTとしての価値がある。

システム化する上で同社が重視したポイントは「設計データを核として戦略をシステムに上げること」である（図2）。例えば、本来は設計の段階で部品情報は全て入っているので、自動で購買情報に出力できるはずなのに、設計と部品情報を分けているので連携ができない。そのような無駄を無くすためにも、製品形状、工程設計データ、量産プレス仕様などの全ての情報を入力してソリッド設計を行い、そこからビューワデータ、加工属性データ、鋳物データ、三面図（単品図・組図）、部品表・購買情報を全て自動で出力させる仕組みを構築した。三面図も出力できるようにしたのは、3次元設計は必要だが図面は当面なくならないと考えたからであり、3次元設計ができあがったら、自動的に三面図そのものをアウトプットするプログラムもつくった。

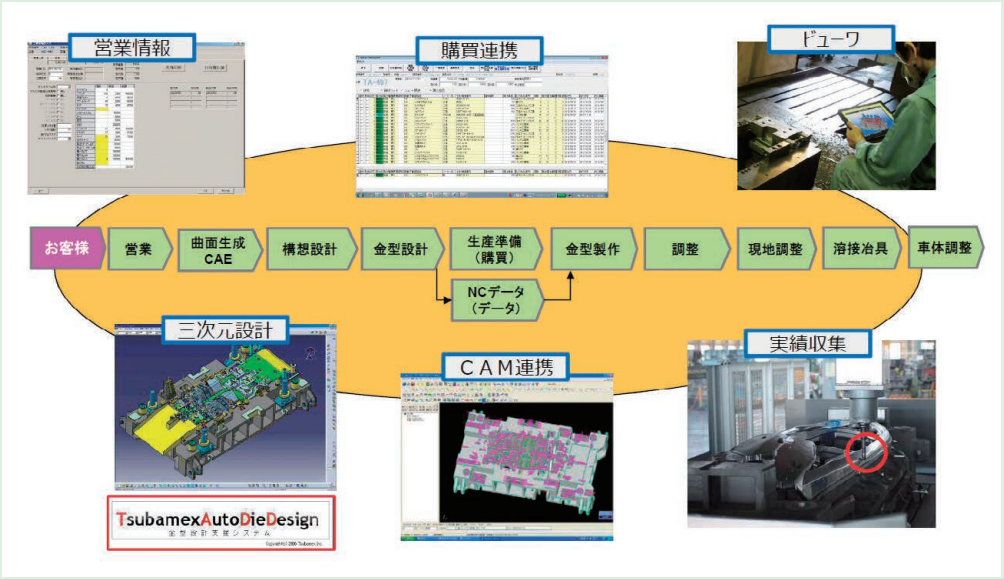
3次元CADは顧客ごとの仕様の違いにも対応しており、顧客仕様に合わせてソフトで一括変換できるようにしている。また、3次元データの活用により、購買の自動処理（自動発注）も可能となっている（図3）。そのために、鋼材には加工する前（削る前）の直方体の情報も持たせており、取引先ごとの厚みや決まりもインプットされている。例えば、協力企業として4～5社の鋳物屋と取引しているが、鋳物の削り代も鋳物屋ごとに決まっており、鋳物屋ごとの仕様というものがある。削り代とデータを別々に引き渡すといった決まりがある。このように、顧客や協力企業ごとに細やかな標準化を実施していることが3D設計システム・生産管理システムの成立に大きく役立っている。

2001年にはラティス・テクノロジーのXVL（軽量3Dフォーマット）を導入し、2007年頃にCATIAの情報がXVLに乗るようになったため、現場への展開を一気に進めた。今では社員番号を入力すると日報が出てくる仕組みになっており、金型にユニークな工番情報を入力すると必要な情報が表示さ

れ、例えばビューワ上で部品をクリックすれば部品が入荷されているかどうか、部品の加工が終わっているかどうか、全てが見える化された。営業が受注の段階でインプットした詳細な情報も全て設計に引き継がれ、一度営業が入力した情報は改めて設計で入力する必要はない仕組みになっている。検査は図面で行うこともできるし、ビューワ上で確認することもできる。XVL を導入した当時は年間で約 4,600 回も現場の人が設計室に問い合わせに行っていたが、ビューワが動き始めてからは生産管理情報との連携も始まり、現場が設計室に出向く頻度は約 1,000 回へと激減した。

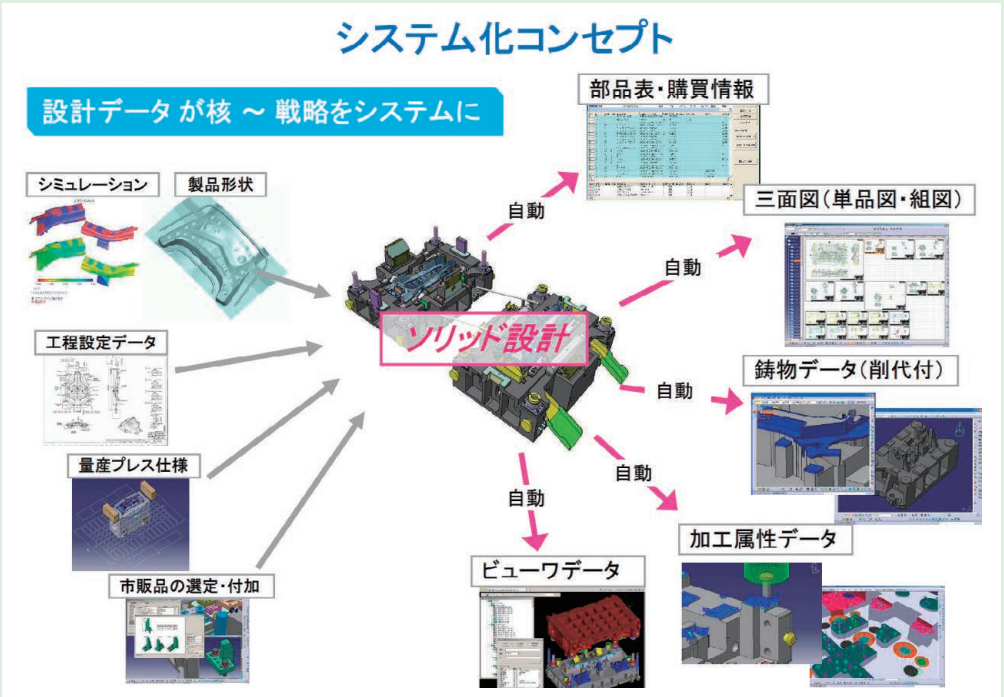
今後は産地の外注先の金型屋とも TADD の仕組みを共有しようと考えている。具体的には２社と検討を進めており、３社一体となって受注から生産まで行うことができる仮想工場をつくり、この地域で世界を相手に戦える手段としたい（図４）。

図１　ツバメックスものづくりシステムの全体像



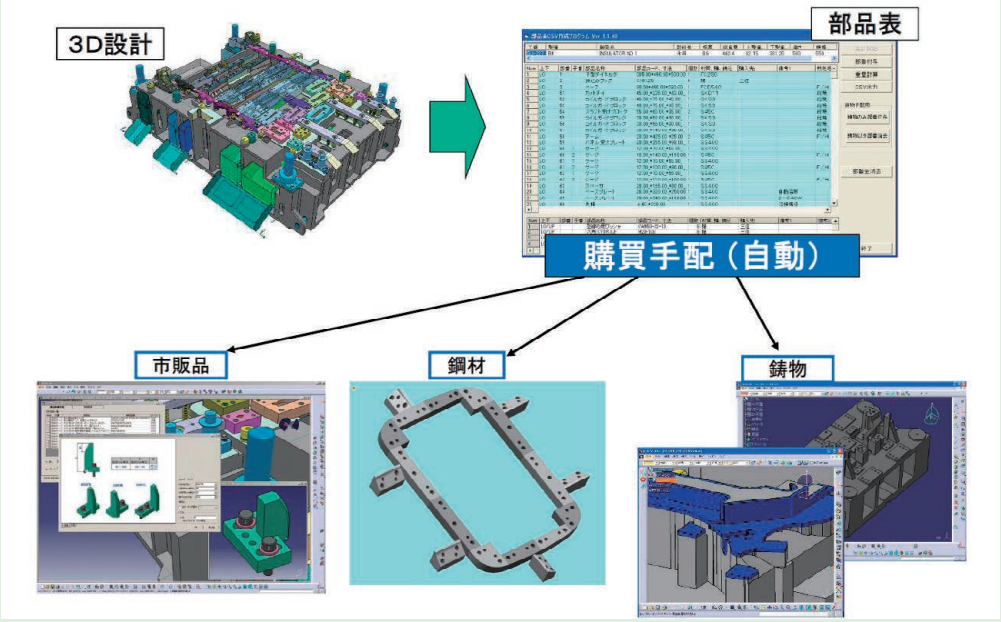
出所：（株）ツバメックスより提供

図２　設計データを核とするシステム化



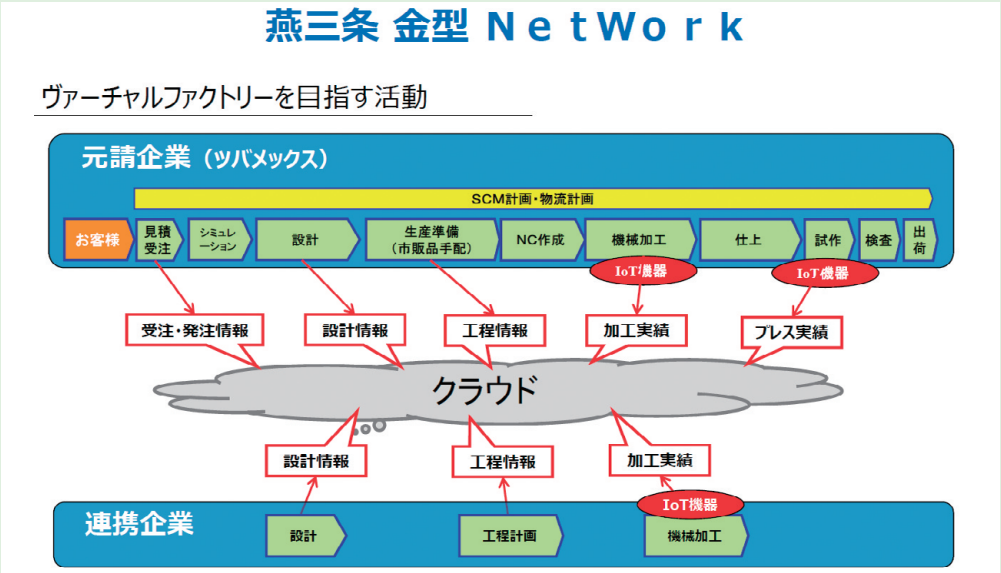
出所：（株）ツバメックスより提供

図３　３次元データの活用による購買自動処理



出所：（株）ツバメックスより提供

図４　地元企業との緩やかな連携構築



出所：（株）ツバメックスより提供

コラム

設計分野への革新的技術によるソリューションを提供するスタートアップ企業・・・Nature Architects（株）

Nature Architects（株）（東京都港区）は、2017 年 5 月に設立された東京大学発のスタートアップ企業である。研究開発を手がけるコアメンバーは、（独）情報処理推進機構（IPA）の未踏 IT 人材発掘・育成事業の採択者等となっている。また、大嶋代表は、具体的な技術シーズを活用した事業構想を有する起業家候補支援プログラム（NEDO Entrepreneurs Program（NEP））に採択されるなど、独創的な技術力が評価されている。

現在、ユーザーが求める製品等の機能要件をダイレクトに実現する独自の設計技術として、「Direct Functional Modeling（以下、DFM）」の技術開発を手がけている。DFM では、部材の構造と機能について膨大な計算結果が蓄積されたデータベースのライブラリから、その固さや密度、弾力、動きをコンピュテーショナルに生成し、最適化を図る独自のアルゴリズムにより、一切の組立なく、可動部がある人工物を一体成形したり、部材の強度を保ちながら軽量化を図る設計を可能とする。これまでハードウェアとして設計が難しかったものを、ソフトウェア技術で設計することで、どこにも存在していないものを瞬時につくり、誰も設計できないものを生み出せることが大きな強みである。

また、同社はコア技術の開発を加速させるとともに、国内外の素材から加工組立メーカーまで多種多様なユーザー企業と設計・開発段階からの協業を推進しており、建築、家具インテリア（ベンチ、オフィスチェア）、自動車、ロボット、航空宇宙等の幅広い分野へのソリューションを提供している。DFM による設計の自由度を活かし、最終製品だけでなく、レバー、スイッチ、ファン、バネ等の多様な部材へと適用範囲を広げている。

なお、同社は 3D プリンティングに象徴される「Additive Manufacturing（AM）」の技術・ビジネス展開の可能性やポテンシャルをまだ十分に活かしきれていないと考えている。海外では、数年前のメーカーズムーブメントとは異なり、3D プリンティングによる大量生産が始まり、DFM のような新たな設計の考え方やソリューションが適用されようとしている。今後、3D プリンティングによる量産が浸透すれば、同社としてライセンス等でフィーを得る新たなビジネスモデルを構築するとしている。さらに、海外では自己修復部材等の 4D プリンティング、カーボン 3D プリンティングで、クッション性など衝撃を吸収する素材の研究が始まっているため、最先端の技術開発を加速させることで、次世代のイノベーション創出を目指している。

図　DFM で設計された多様な曲面形状のベンチ

出所：Nature Architects（株）より提供

コラム CAE と AI を活用した設計フローを支援・・・（株）科学計算総合研究所

（株）科学計算総合研究所（東京都千代田区）は 2015 年から、CAE（Computer Aided Engineering）と AI を創発的に組み合わせることで製品仕様を満たす最適設計を瞬時に提案できる Autodesign の実現に向けた研究開発をスタートさせた。

CAE は設計の評価において重要な技術である。物理現象をコンピュータ上でシミュレーションすることにより、試作や実験の回数を削減しながら製品の評価を行うことができ、ものづくりプロセスのコストダウンを実現するための技術として注目されている。例えば、シミュレーション上で力を加えて変形の度合いをみることで材質の選定に役立てたり、新幹線のレールと車輪の間の摩擦といった実際に観測することが難しい現象に関する知見を得るためにも活用されている。

一方で、CAE を行うのは人手が掛かり高コストであるため、現状は資本力のある大手企業を中心とした導入にとどまっている。CAE の一般的なプロセスは、CAD（Computer Aided Design）と呼ばれる製品設計をコンピュータ上で行う技術を用いて作成された製品形状をメッシュと呼ばれる単純形状の集まりに変換するステップ、行いたい解析や材料などシミュレーションの条件を付与するステップ、実際に解析を行うステップ、解析結果を解釈して設計にフィードバックするステップなどからなるが、それぞれのステップで膨大なコストが掛かっているのが現状である。メッシュを作成するステップでは、このメッシュの品質によって CAE の精度が大きく異なってしまうため、メッシュを人手で直す際にも膨大なコストが発生している。また、ハイエンドな CAE ソフトウェアを使用して複雑なシミュレーションを行う場合、１回のシミュレーションを行うためにも数日・数百万円のコストが掛かる場合がある。

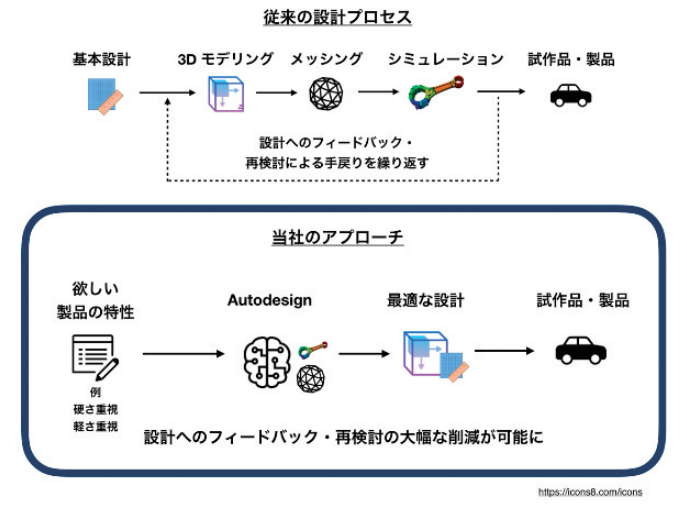
これら CAE に掛かるコストが最適な設定を行うための障害となっている。設計を修正しながら CAE で性能を評価するといった設計最適化のためには数百回程度シミュレーションを行うことになるが、１回のシミュレーションに膨大な時間・人手・コストが掛かっていては CAE を用いて設計最適化を行うことは非常に困難なものとなる。

そこで、同社は CAE を活用した設計フローの効率化を支援している。高品質なメッシュを生成する技術やシミュレーション技術などの強みを活かして CAE プロセス全体の自動化を実現する。さらに、高コストなシミュレーションを AI に置き換えるほか、目標とする性能や完成品形状からそれらを実現するための条件を AI で推論することにより設計プロセスの高速化・高効率化を実現する。これらの技術を適用することによって数日掛かっていたシミュレーションが数秒で完了することになり、ここまでの高速化を行うことで初めて CAE が設計最適化のためのツールとして有用なものになるのである。

同社では Autodesign を用いたコンサルティングも実施している。多数の部品からなるような複雑な製品については、個々の部品のシミュレーションモデルを簡略化して全体の挙動を調査した後にそれを元の複雑な製品にどう復元するかを考えることによって高効率な最適設計を実現する。

自動運転技術などが重要度を増したことによってこの３～４年で自動車業界がソフトウェアリッチになっているため、設計の部門に負荷が掛かっている。この設計負荷をなんとか軽減してリードタイムを短縮したいという要望は極めて強い。米 CAD メーカーのオートデスクはそういった自動車メーカーの要望に対応するべく、ジェネレーティブデザインと呼ばれる、製品の性能を高くするための設計案を生成する仕組みを提供している。オートデスクに比べた同社の強みは汎用性の高い機械学習の技術を使用している点である。同社は機械学習を用いることによって高速な最適設計を実現できるため、「硬さ重視」「軽さ重視」といった条件を入力すれば瞬時に最適な設計を得ることができる。また、汎用性が高い機械学習の技術を使用しているため、硬さや軽さだけでなく、例えばエンジンの近くに配置するような部品に関しては「排熱効率重視」といった要件を追加することも可能となる。したがって、計算よりもプロダクトデザインに設計者のリソースを割くことができる点も強みとなっている。

図　CAE のワークフローが完全自動化された「Autodesign」



出所：(株) 科学計算総合研究所より提供

コラム

AIを活用したシステムデザイン（AASD：AI-Augmented System Design）

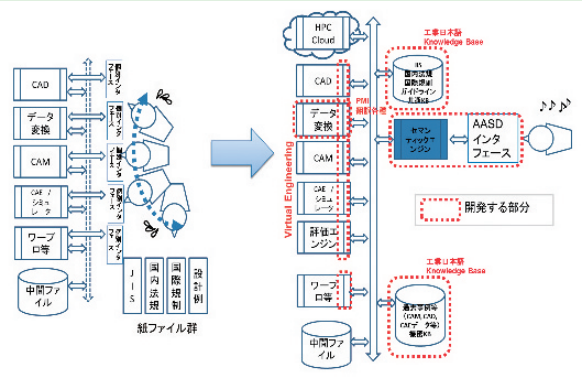
AASDとは、設計開発に携わるエンジニアの能力をAIによって拡張するためのソフトウェアである。これまで熟練したエンジニアの経験などに依存していた設計作業のうち間接的な作業をAIによって補助することで、エンジニアが「モノの形を作る」という本質的な作業に集中できるようになり、設計工程の生産性を大きく向上させることが期待される。

そもそも設計作業とは、単にモノの形をつくるだけでなく、言葉による非常に抽象度の高い情報（仕様）を徐々に具体化して設計図に落とし込んだ後、応力変形や構造強度、組立プロセスや加工時の変形の評価、過去のトラブル事例との照合、規格や規則への適合性確認など、様々な検証プロセスを行う必要がある。しかし、これらの中には法令や文献検索などあまり本質的でない作業も多く含まれる。また、設計工程に応じて、CAD、CAE、CAMといった、様々なデジタルツールを使用するが、これらを連携して使いこなすためには、単にファイルをそのまま転送するだけではうまくいかずツールに合わせたデータ表現などの変換作業が必要となり、設計工程の特性を理解した、熟練エンジニアの介在が欠かせない。さらに、熟練エンジニアが蓄積した経験や知識が、デジタル情報として残っていない、記載ルールや言葉などが統一化されておらず同様な事例を探す他の分野のエンジニアには読み取れないといった問題もあり、エンジニアの高齢化等によってこれらが失われてしまう懸念もある。

AASDでは近年飛躍的な進歩を遂げたAIを、高度な意味理解に基づく工程や分野を横断した検索や推論エンジンに応用し、設計データの検証作業（デザインレビュー）といったエンジニアの支援システムの構築を目指す。その実現に当たっては、AIの要素技術開発だけでなく、知識ベースの構築も必要となる。基盤となるデータの構造化手法や言語整備、またサプライチェーン全体で使うためにデータ流通・保護機構の開発も重要となる。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を中心に研究開発を進めることによって、製造業サプライチェーンの構成企業が全体で使えるようなサービスとなり、ひいては日本の製造業の競争力強化につながることが期待される。

図　従来システム（左）とAASDを適用したシステム（右）の違い



出所：NEDO 技術戦略研究センター（TSC）「AIを活用したシステムデザイン（AASD）技術分野の技術戦略策定に向けて」（2019年7月），TSC Foresight vol.34.

（5）マテリアルズ・インフォマティクスの波

2.（4）のバーチャル・エンジニアリングは、主として、自動車産業や電機産業などのディスクリート系（加工組立系）の製造業における製品設計を念頭に置いた議論である。しかし、デジタル技術の威力は、化学産業などのプロセス系の製造業における製品設計にも及んでいる。

特に注目すべきは、情報科学を活用した研究開発である。このような手法は創薬研究の効率化が求められる製薬業界における「バイオインフォマティクス」に見られるように、研究開発を大きく前に進める可能性がある。例えば、創薬研究の臨床開発フェーズでは、ビッグデータ解析を通じて病気の発症や進行に密接に関係する遺伝子変異や生体分子「バイオマーカー」によるターゲットの絞り込みを行うことが有効になる。そして、近年、同様の研究開発手法を素材分野へ適用する動きが活発化してきており、AIやビッグデータを素材分野に適用する、いわゆる「マテリアルズ・インフォマティクス」が注目を集めてきている。マテリアルズ・インフォマティクスは、もともとアメリカで始まり、2011年のオバマ政権下で始まったマテリアルズ・ゲノム・イニシアチブ（MGI）が端緒と言われている。2012年には、MGIに取り組む研究者らが、日本が発表した電池材料に関する論文情報をもとにインフォマティクス的な手法を活用して電池材料開発を行い、日本企業が実験的に見出した結果と同等の結果を論文発表した。これは、実験をせずにデータ分析のみで材料を導き出した点で非常に注目を集めた。その他、欧州、中国、韓国等においても様々な取組が行われている。

日本においても、2013年に内閣府主導の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において始まり、産学官連携による分野横断的な基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一気通貫で研究開発を行っている。また、2015年には文部科学省の情報統合型物質材料開発イニシアチブ（MI2I）において、各種材料の具体的テーマに取り組むとともに、データ駆動型の研究手法の開発に取り組み、産官学の研究者や技術者が研究開発の現場で活用できる情報統合型物質探索・材料開発システムの構築を行っている。

また、経済産業省においては、2016年からの予算事業において、有機系の機能性材料の実験やシミュレーションによって創出したデータをマテリアルズ・インフォマティクスと融合し、革新的な機能性材料の創成・開発を加速させることを目指しており、2019年4月にはシミュレーターの公開も実施した。

一般に、マテリアルズ・インフォマティクスの活用には、質の良い多くの技術データが必要と言われている。このような技術データとしては、民間企業が日々の研究開発活動の一環として独自に蓄積・保有しているものも多いが、学術論文や特許文献等の公知情報も技術データの宝庫であり、協調領域としてデータを整理することは有効であると考えられる。特に特許情報の整理は民間企業の関心も高く、文献を技術分野ごとに整理することも可能であることから、2019年12月より、民間企業や公的研究機関とともに特許情報を活用するためのデータベースの構築及び持続的な活用のための仕組み作りの検討を開始した。化学系企業など20者近い参画者が集まり、検討を進めている点において、これまでにないマテリアルズ・インフォマティクスに関する取組として高い注目を集めている。

このような施策の連携等を通して、世界において高いシェアを確保してきた機能性材料を始めとする素材分野において、研究開発現場でマテリアルズ・インフォマティクスを活用し、日本がその研究開発力を維持・強化できるように、必要な基盤構築を支援していく。

コラム　マテリアルズ・インフォマティクスによるイノベーションの進展

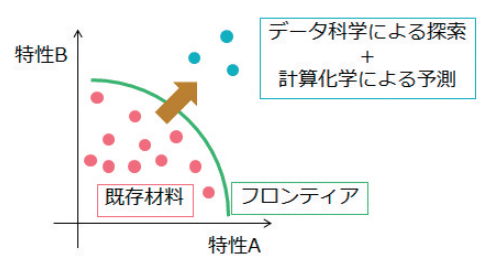
近年、材料分野等のプロセス型の製造業においてデジタルトランスフォーメーションやデータサイエンスが進展する中、素材メーカーである三菱ケミカル（株）は、マテリアルズ・インフォマティクス（以下、MI）の研究開発を推進している。

MI の研究では、高度なシミュレーション等を用いた新規物質探索に向け、複合領域における横断的な研究開発が必要となるため、多種多様な企業や研究機関との協業やオープンイノベーションを加速させている。

例えば、2019 年 10 月には、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 統計数理研究所と共同研究部門として、「ISM-MCC フロンティア材料設計研究拠点」を設置し、新たな MI 分野における基盤技術の構築を目指している。同研究部門には、親会社である（株）三菱ケミカルホールディングスのデジタルトランスフォーメーションを推進する先端技術・事業開発室のデータサイエンティストも参加しており、グループ一体となり研究開発を推進する体制となっている。

従来のデータ科学に基づく物質探索では、既存の入力データの範囲で探索をするのに対し、計算化学では、これまでにはない革新的な新物質の予測等が可能となるため、両者を高度に融合することで新たな MI の基盤技術を構築することが可能となる。今後、これらの研究で構築・蓄積したアルゴリズムを用いることで、これまでにない材料研究のフロンティアの開拓を図ろうとしている。

図 1　データ科学と計算化学の融合による物質探索（イメージ）



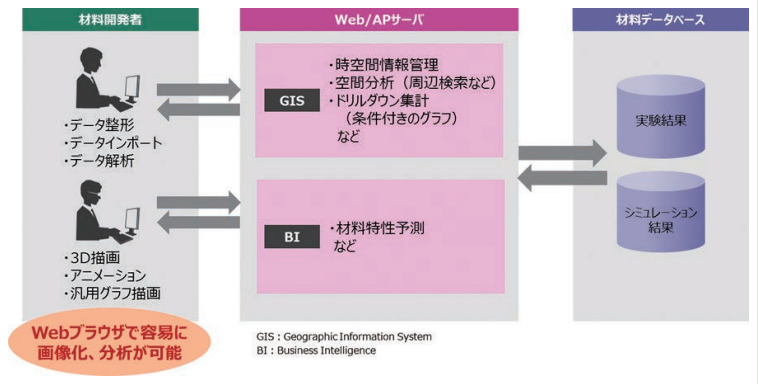
出所：大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 統計数理研究所、三菱ケミカル（株）より提供

このような中、MI を用いた素材メーカーの材料開発を支援するサービスも現れており、大企業に加え、スタートアップ企業も参入している。

例えば、（株）日立製作所は、2017 年から AI を活用したマテリアルズ・インフォマティクスに基づき、素材メーカーにおける新材料開発の期間やコスト削減を支援する「材料開発ソリューション」を提供している。

同社が蓄積した実験・シミュレーション結果等の膨大な材料データを分析し、材料特性の変化を予測することで、実験回数の低減につなげることが可能となる。また、材料開発者のクラウド上での画像化や分析、素材メーカーから預かった材料データの分析代行、研究者間での分析結果の共有等により、材料開発の効率化を図っている。2019 年 10 月には、アルミニウム総合メーカーである（株）UACJ と MI を活用した高機能アルミニウムの効率的な研究開発に向けた協創を開始するなど、材料開発の効率化や新材料開発に資するオープンイノベーション環境を整備している。

図２　MI を用いた「材料開発ソリューション」



出所：（株）日立製作所より提供

また、MI 分野のスタートアップとして、MI- 6（株）（東京都港区）が 2017 年に設立されている。同社は、IT を活用した材料開発の研究・開発、コンサルティング、ソフトウェアの開発・提供等を手がけている。特に、ハンズオンでのデータ解析サービスでは、専業で培った技術やノウハウだけでなく、大学の教員からなる同社の技術顧問の専門知識も組み合わせた、顧客の研究開発テーマに個別カスタマイズした解析を提供している。

近年、大学・研究機関との連携も強化しており、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代ロボット中核技術開発／次世代人工知能技術分野」のプロジェクトに採択され、「MI による材料探索に関する調査研究」の成果により、優れた AI ベンチャー企業として高く評価されている。

3　製造現場における５G等の無線技術の活用

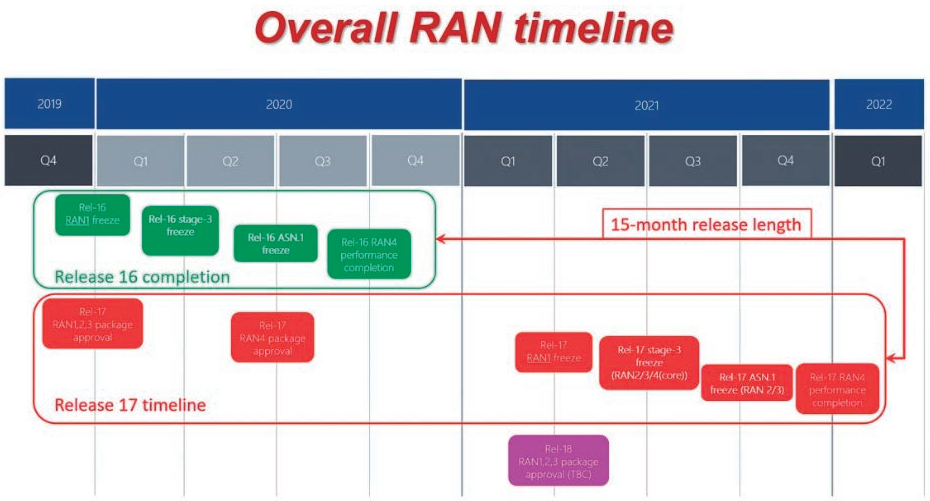
（１）５Gとローカル５Gの動向

５G とは、ITU（国際電気通信連合：International Telecommunication Union）[注18] が国際標準化を、３GPP（3rd Generation Partnership Project）[注19] が標準仕様策定をそれぞれ進める「第５世代移動通信システム」であり、「超高速通信」、「超低遅延通信」、「多数同時接続」を実現することがその特徴である。具体的には、最高伝送速度 10 Gbps（LTE の 100 倍、４G の 10 倍）、接続機器数 100 万台 / km²（LTE の 100 倍、４G の 10 倍）、超低遅延 1 ms（LTE、４G の 10 分の１）が５G の主な要求条件として挙げられている[注20]。３GPP において５G の仕様は「Release15」にて基本機能が策定され、「Release16」以降順次機能が拡充される予定である（図 133-１）。

既に消費者向け市場については、米国や中国、韓国を始めとした諸外国においてスマートフォン向けの５G サービスが開始されており、日本においても 2020 年３月に、NTT、KDDI、ソフトバンクの３社がサービスを開始した。楽天においても、2020 年以降にサービスが開始される予定である。

注 18　ITU-R（ITU Radiocommunication Sector）では IMT-Advanced の検討以降、「第＊世代携帯電話」という名称の利用を避けているが、2015 年 10 月に ITU における IMT-Advanced の後継・発展システムの名称が「IMT-2020」となることが決定された。現実には、IMT-2020 無線インターフェイスの標準化は、５G の国際標準化を念頭に置いた作業となっている。総務省 情報通信審議会　情報通信技術分科会（第 135 回）資料より引用。
注 19　３G、４G 等の移動通信システムの仕様を検討し、標準化することを目的とした日米欧中韓の標準化団体によるプロジェクト。総務省 情報通信審議会　情報通信技術分科会（第 135 回）資料より引用。
注 20　総務省 情報通信審議会　情報通信技術分科会（第 135 回）資料より引用。

図 133-1　3GPP による５G の標準化スケジュール



出所：3GPP「Release 17 package for RAN Outcome from RAN#86」

ローカル５G は、地域のニーズや多様な産業分野の個別ニーズに応じて、様々な主体が柔軟に構築・利用可能な第５世代移動通信システム[注21] である。従来の移動通信システムはキャリア事業者を中心に公衆網として構築されてきたが、５G では公衆網としてのサービスに加え、ユーザーが電波免許を取得したエリアでの独自の運用が可能となる。ローカル５G のユースケースとして、医療機関や製造現場、スタジアム等、多様な場面での活用が想定されている。

日本においては、免許帯である 4.6-4.8GHz 及び 28.2-29.1GHz の周波数帯がローカル５G の候補帯域として想定されており、先行して制度整備が行われた 28.2-28.3GHz の 100MHz 幅については、2019 年 12 月より総務省への免許申請が開始された。28.2-28.3GHz 以外の帯域についても、引き続き制度整備が進められる予定である。

（２）製造現場における５Gの活用の期待

製造現場における５G の活用を考える上では、通信システムの高度化の観点と、ローカル５G 等による無線技術の活用の２つの観点から、その可能性を捉える必要がある。前者については、５G の実装は工場内等の閉域網やインターネットへとつながる通信システムを高度化することから、例えば、新たなアプリケーションの開発を通じたエッジコンピューティングやクラウドコンピューティングの活用拡大による生産性向上が期待される。

ローカル５G 等による無線技術の活用の観点からは、現場の作業支援が期待されており、例えば、産業機械のリアルタイムでの遠隔操作や遠隔からの保守点検、多くの無人搬送車の活用は、人手不足に直面する製造現場を支援するものとして期待がされている。また、工場における無線化が進むことで産業機械のワイヤレス化が実現すれば、レイアウト変更に伴う配線コストが軽減されるため、より柔軟な製造ラインの構築が可能となると考えられる。

以上のように５G によって製造現場における新たな可能性が期待される一方で、ユーザーである製造現場としては、４G や無線 LAN 等の無線技術の活用も視野に入れつつ、ユースケースとコストに応じて、どのような無線技術を活用するか検討する必要がある。

（３）製造現場におけるローカル５G等の無線技術の活用に向けた課題

工場においてローカル５G 等の無線技術を最大限活用するためには、製造システム特有の通信要件への対応や、通信障害の克服等が大きな課題となる。例えば、無線 LAN 等が使う免許不要帯においては、既に製造現場において複数の IoT 機器が導入されつつあり、このような機器が発する電波が同じ周波数を利用する場合、互いに干渉し合うことで通信障害が生じ、その可能性を最大限引き出すことができなくなる可能性がある。

このようなことから、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT：National Institute of Information and Communications Technology）では、「Flexible Factory Project」を通じて、多種多様な無線機器や設備をつなぎ、安定して動作させるためのシステム構成である SRF（Smart Resource Flow）無線プラットフォームの研究開発を実施しており、非営利の

注 21　総務省 情報通信審議会　情報通信技術分科会（第 143 回）資料より引用。

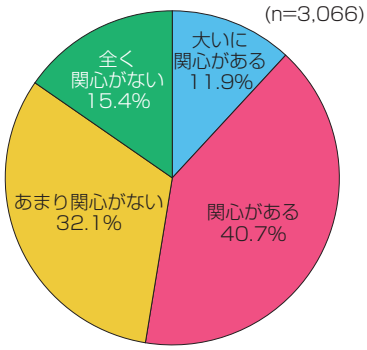
任意団体であるフレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA：Flexible Factory Partner Alliance）の活動を通じて、標準化活動が推進されている。

この他、通信干渉を回避し、無線技術を最大限活用するためには、「どの周波数帯域」を「どのような経路・回線」で、「いつ・どのように活用するか」という無線通信ネットワークの設計・運用や、「無線通信がどのように使われているか」を現場の管理者が把握することが重要となる。このため、ローカル５Ｇに限らず、多種多様な無線技術が今後益々製造現場に導入される場合、このようなノウハウの有無が企業の競争力に影響を及ぼすことが想定される。

（４）５Ｇ等の無線技術に対する国内製造業の認識

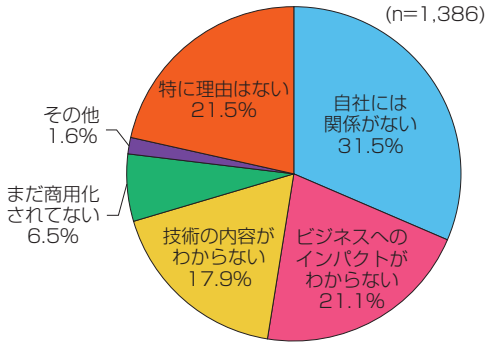
以上で確認したように、企業の競争領域として開発が進められている新たな無線技術に対して、国内製造業がどのように認識しているかを確認したところ、過半数は５Ｇ等の次世代通信技術に「関心がある」と回答したものの（図 133-２）、「関心が無い」層にその理由を尋ねると「自社には関係が無い」「ビジネスへのインパクトがわからない」と考えていることが分かった（図 133-３）。

図 133-２　次世代通信技術への関心



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 133-３　次世代通信技術に関心がない理由

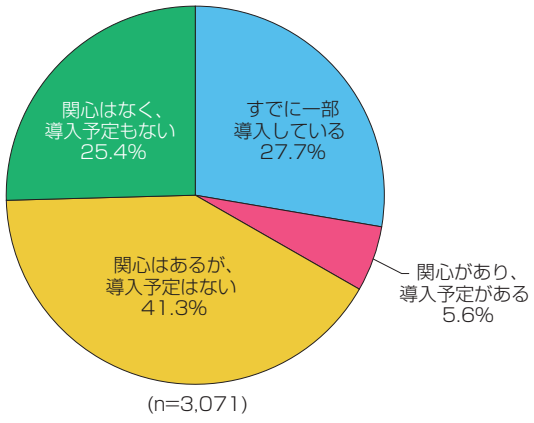


資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

一方で、工場の無線化に対しては、「すでに一部導入している」割合が 27.7%に上り、さらに、全体の約４分の３が何らかの関心があると回答した（図 133-４）。従業員規模別に分析すると、規模が大きくなればなるほど工場の無線化に積極的で、従業員数 1,000 人以上の大企業では過半数がすでに一部導入している（図 133-５）。

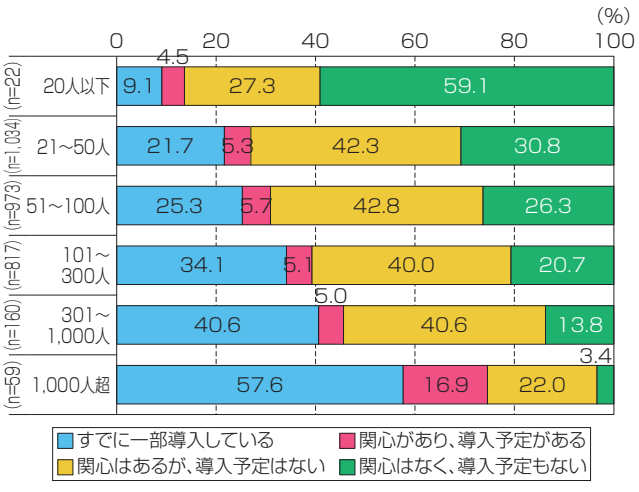
工場の無線化を始めとする無線技術の活用に伴う課題や不安としては、「セキュリティの確保」や「初期コストの不透明感」が上位に挙がる結果となった（図 133-６）。

図 133-４　工場内の無線化への関心・導入の状況



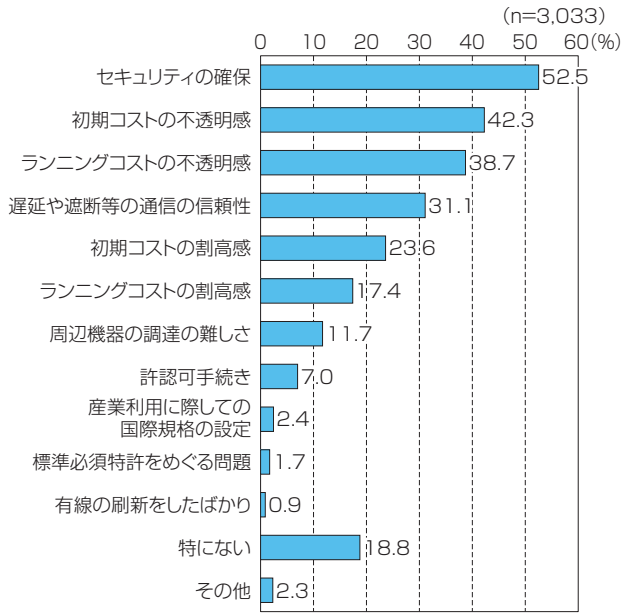
資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 133-５　従業員規模別に見た工場内の無線化への関心・導入の状況



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

図 133-6　工場の無線化を始めとする次世代通信技術の活用に伴う課題や不安



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

コラム

次世代移動通信方式の普及に向けて共同実証事業、関係者との連携を促進・・・オムロン（株）

オムロン（株）は、（株）NTT ドコモ、ノキアソリューションズ＆ネットワークス（同）と工場等の製造現場における第５世代移動通信方式（以下、５G）を活用した共同実証実験を行っている。

同社の主力工場である草津事業所において、高速・大容量、低遅延、同時多接続等の５G の有用性やポテンシャルを評価し、製造業が抱える課題の解決に加え、将来の製造現場で求められる通信技術の発展を目指している。

具体的には、工場内で想定する①レイアウトフリー生産ライン、② AI、IoT を使ったリアルタイムコーチングの２つのアプリケーションを視野に５G の有効性や可能性を検証している。

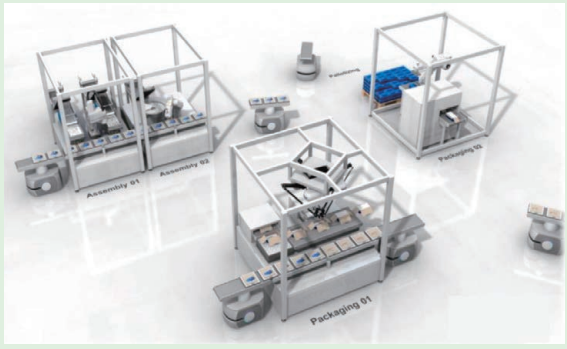
まず、レイアウトフリーの生産ラインについては、工程を実現するブロックを自由に組み替えたり、自動搬送ロボットをつないで必要に応じて複雑な製品、簡易な製品ごとにフレキシブルな生産ラインを構築している。生産のブロック間をロボットがつないでいくものであり、ロボットの遠隔制御に５G を活用する場合、高速応答が必要となる。

AI、IoT を用いたリアルタイムコーチングについては、多品種少量生産で人の作業も多い工場の中で、熟練の技能者と新人では手順や工程によって細かな指示が異なるため、センサーを用いて適切な動きをしているか感知し、必要があれば修正指示をするナビゲーションのシステムを開発している。動画等のリッチコンテンツの大容量、広帯域の通信により、工場の人材コーチングのサポートをするイメージである。

５G、Wi-Fi、Bluetooth 等の複数の無線技術やシステムが混在する中、同社では一連の実証実験を通じて適切な用途ごとに使い分けることが重要と判断している。例えば、周辺に家や建物等があって干渉がある場合は５G を使うことが有用であるが、地方でスペースがあれば Wi-Fi 等で安価にシステムを組むことが可能となる。このように、５G という新たな選択肢を踏まえ、ものづくりの現場において各社が実現したいことの質・量を分析し、そのバランスを見極めようとしている。

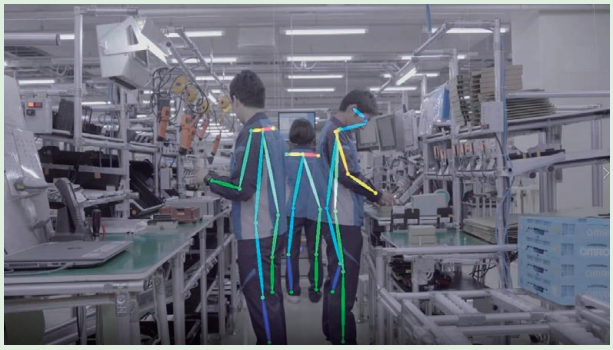
また、総務省、情報通信研究機構（NICT）は工場の IoT 化を推進するフレキシブル・ファクトリー・プロジェクト（FFPJ）を立ち上げている。複数の無線システムが共存する工場内での無線の利活用には、無線システム間の干渉による通信の不安定化や設備稼働への影響という大きな課題があるため、2017 年には FFPJ の中にフレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）という非営利任意団体が設立され、同社も参加する形で、複数の無線システムが混在する環境下での安定した通信を実現する協調制御技術の規格策定と標準化、普及促進を通じ、製造現場の IoT 化を推進するための活動が展開されている。

図１　レイアウトフリー生産ラインのイメージ



出所：オムロン（株）より提供

図２　工場内における作業者の動作解析イメージ



出所：オムロン（株）より提供

（5）SEP（標準必須特許）を巡るリスクの増大

近年、IoTにより、様々なインフラや機器がインターネットを通じてつながり合う「第四次産業革命」と称される変化が国内外において急速に進展しているか、これらを提唱している。その一方で、機器間の無線通信に係る標準規格の実施に必要な「標準必須特許」（Standard Essential Patent.以下「SEP」という。）を巡るライセンス交渉が問題となっている。

従来、情報通信技術のSEPを巡るライセンス交渉は、通信事業者間を中心に行われてきたことから、同じ業種の事業者同士では、互いに相手が保有する特許の権利範囲、必須性、価値を評価しやすいため、当事者間でロイヤルティについての合意は比較的容易であった。しかし、IoTの浸透により、今後は、標準必須特許権者と通信事業以外の業種の事業者との間でSEPのライセンス交渉が増加すると考えられる。特にパソコン、ゲーム機、自動車、建設機械、インテリジェントビル等、多数かつ複数の部品を含むマルチコンポーネント製品に関しては、通常、各部品から最終製品に至るまで階層別にそれぞれの製造企業が存在し、階層的なサプライチェーンを構成している。

このようなマルチコンポーネント製品に係る業種の事業者と、情報通信技術に係る標準必須特許権者との間では、ライセンス交渉の慣行やロイヤルティについての相場観が大きく異なるため、SEPのライセンス交渉や紛争に関するリスクが著しく高まっている。特に中小企業においては、SEPのライセンス交渉や紛争に関するリスクは、非常に大きなものとなるおそれがある。

しかも、SEPは、標準規格に組み込まれているがゆえに、ライセンスを受けないという選択肢がないため、実施者の交渉上の地位はSEPでない場合に比べて圧倒的に弱くなるため、SEPには標準化団体による方針（IPRポリシー）により、公平・合理的・非差別的（Fair, Reasonable and Non-Discriminatory。以下「FRAND」という。）という条件が定められている。しかし、SEPのロイヤルティに関する適切な算定の考え方については、依然として論争中である。

IoTが様々な産業分野に浸透し、国民生活に恩恵をもたらそうとしている中、SEPのライセンス交渉を巡るリスクが高まることは、IoTに関する投資を困難にし、標準必須特許権者と実施者の双方に不利益をもたらすだけでなく、経済社会の発展を阻害しかねない。

近年、標準必須特許を巡る紛争は深刻さを増しており、すでに、各国で裁判がいくつも起こされている（図133-7・8）。しかし、標準必須特許を巡る係争について、我が国製造業企業を対象にアンケート調査を行ったところ、9割近い企業が「全く知らない」「あまり知らない」と答えており、この問題に関する認識が著しく低いことが明らかとなった（図133-9）。

図 133-7　標準必須特許を巡る最近の主な判例（海外）2020 年 3 月 25 日時点

案件名	国名	裁判所名等	判決日	案件番号
Philips v. Archos S.A.	オランダ	ハーグ地裁	2017/02/10	ECLI:NL:RBDHA:2017:1025
IP Bridge v. TCL et al	米国	デラウェア地区連邦地裁	2018/02/12	1:15-634-JFB-SRF
Motorola v. St. Lawrence	米国	テキサス東部地区連邦地裁	2018/02/15	2:15-CV-351-JRG
富士フイルム v. ソニー	米国	アメリカ国際貿易委員会（ITC）	2018/03/08	ITC 337-TA-1012
ソニー v. 西電捷通（Iwncomm）	中国	北京市高級人民法院（控訴審）	2018/03/28	（2017）京民終 454 号
Huawei v. Samsung	米国	カリフォルニア北部地区連邦地裁	2018/04/13	3:16-cv-02787-WHO
Philips v. Rajesh Bansal and Ors.	インド	デリー高裁	2018/07/12	CS（COMM）24/2016 & CS（COMM）436/2017
HTC and ZTE v. Cellular Communications Equipment	米国	テキサス東部地区連邦地裁	2018/08/10	6:16-cv-00363-KNM
Apple v. Core Wireless Licensing	米国	CAFC	2018/08/16	2017-2102、899 F.3d 1356
Huawei v. Optis Wireless Technology	米国	テキサス東部地区連邦地裁	2018/08/27	2:17-cv-00123-JRG-RSP
Huawei v. Unwired Planet	英国	王立裁判所（控訴院）	2018/10/23	[2018]EWCA Civ 2344
Huawei and ZTE v. Conversant Wireless Licensing	英国	英国控訴裁判所	2019/01/30	[2019] EWCA Civ 38
Huawei v. Unwired Planet	ドイツ	デュッセルドルフ高裁	2019/03/22	I-2 U 31/16
Philips v Asus	オランダ	ハーグ高裁	2019/05/07	200.221.250/01
Apple v. Conversant	米国	カリフォルニア州北部地区連邦地裁	2019/05/10	15-cv-05008-NC
FTC v. Qualcomm	米国	カリフォルニア州北部地区連邦地裁	2019/05/21	5:17-cv-00220-LHK
Ericsson v. HTC	米国	米国テキサス州東部地区連邦地裁	2019/05/23	6:18-cv-00243-JRG
Sisvel v. Wiko	ドイツ	マンハイム地方裁判所	2019/09/04	7 O 115/16
Huawei v. Conversant	中国	南京中級人民法院	2019/09/16	（2018）苏 01 民初 232 号案、（2018）苏 01 民初 233 号案、（2018）苏 01 民初 234 号案
韓国公正取引委員会 v. Qualcomm	韓国	ソウル高等法院	2019/12/04	2017 ㅋ 48
Nokia v. Daimler and Continental	ドイツ	ミュンヘン高裁	2019/12/12	6 U 5042/19
カリフォルニア工科大学 v. Apple and Broadcom	米国	ロサンゼルス連邦裁判所	2020/01/29	16-3714、U.S. District Court for the Central District of California（Los Angeles）
Nokia v. Daimler 事件	ドイツ	ミュンヘン第 1 地裁、マンハイム地裁、デュッセルドルフ地裁	係争中	係争中
Continental v. Avanci、Nokia et al. 事件	米国	カリフォルニア北部地区連邦地裁	係争中	係争中

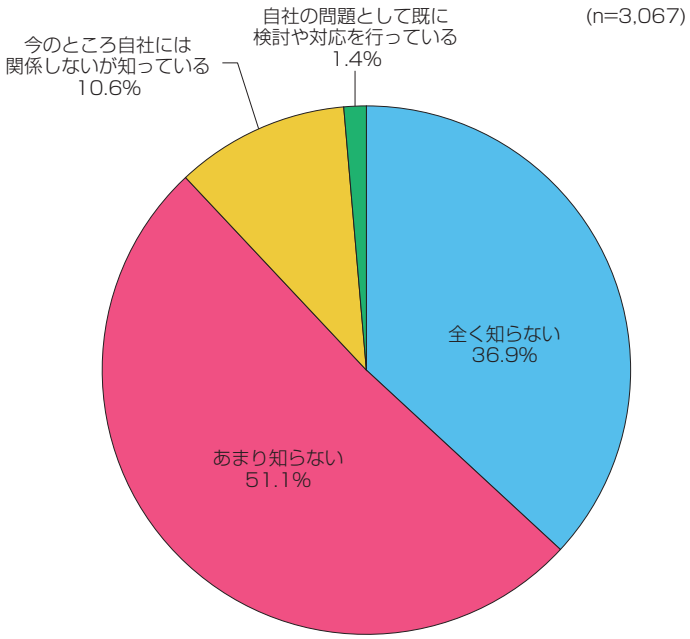
資料：経済産業省作成

図 133-8　標準必須特許を巡る最近の主な判例（国内）2020 年 3 月 25 日時点

案件名	国名	裁判所名等	判決日	案件番号
イー・モバイル（イーアクセス）v. IPCom	日本	東京地裁	2014/01/24	平成 23 年（ワ）第 27102 号
Apple v. Samsung	日本	知的財産高等裁判所	2014/05/16	平成 25 年（ネ）第 10043 号
イメーション v. One-Blue	日本	東京地裁	2015/02/18	平成 25 年（ワ）第 21383 号
NTT ドコモ v. IPCom	日本	知的財産高等裁判所	2016/03/28	平成 27 年（ネ）第 10029 号
Apple v. Qualcomm	日本	知的財産高等裁判所	2018/10/01	平成 30 年（ネ）第 10027 号
Apple v. Qualcomm	日本	知的財産高等裁判所	2019/01/15	平成 30 年（ネ）第 10048 号
Apple v. Qualcomm	日本	知的財産高等裁判所	2019/01/23	平成 30 年（ネ）第 10065 号

資料：経済産業省作成

図 133-9　標準必須特許の取り扱いをめぐる係争について



資料：三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019 年 12 月）

このようなことから、経済産業省特許庁では、2018 年６月、標準必須特許を巡る紛争の未然防止及び早期解決を目的とする「標準必須特許のライセンス交渉に関する手引き」を公表した。また、経済産業省は、「マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する考え方」[注22] を公表したところである（コラム参照）。

注 22　本「考え方」は、経済産業省製造産業局総務課の委託により実施された「マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する研究会」の報告書（2020 年３月 31 日）に基づいて作成されたものである。

コラム

マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する考え方＜抜粋＞

1．目的

（略）

このため、SEP のライセンス交渉の円滑化に資するため、マルチコンポーネント製品に係る SEP のロイヤルティの算定に関する考え方を示す。なお、SEP の中には FRAND 宣言がされていないものもあるが、本「考え方」は、FRAND 宣言されていない SEP に関しても適用されるべきものである。

2．マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する三原則

原則①　ライセンス契約の主体の決定は「License to All」の考え方による

マルチコンポーネント製品に関しては、最終製品メーカーを頂点として、最終製品メーカーに部品を供給するサプライヤーが一次下請け、二次下請け等と存在し階層構造を成している。このため、マルチコンポーネント製品のサプライチェーンにおいて、誰がライセンス契約の主体となるべきかが論点となる。

これについては、標準必須特許権者は、サプライチェーンにおける取引段階にかかわらず、ライセンスの取得を希望する全ての者に対してライセンスしなければならないとする考え方（License to All）が適切である。

なぜなら、第 1 に、SEP には FRAND 条件として「非差別性」が要求されていることから、潜在的な実施者の取引段階により差別的に取り扱うべきではないと考えられるからである。

第 2 に、マルチコンポーネント製品の場合、SEP の技術を実施する主たる製品について詳細な知識を有する主体が、サプライチェーンにおける各段階のいずれかに存在するため、適切なロイヤルティを算定する上では、交渉主体を最終製品メーカーに限定すべきではないからである。

なお、License to All の考え方による場合、標準必須特許権者が、マルチコンポーネント製品に係る同一の SEP の技術に関して、例えば、サプライヤーと最終製品メーカーの双方に対してロイヤルティを請求することもあり得る。この場合、標準必須特許権者は、サプライチェーンにおける複数の主体からのロイヤルティの二重の利得を回避する必要がある。

原則②　ロイヤルティは、「トップダウン」アプローチにより算定する

多数の標準必須特許権者が別個にロイヤルティを要求する場合、それらが累積し、標準を実施するためのコストが過度に高くなってしまうこと（「ロイヤルティ・スタッキング」）があり得る。

標準に係る全ての SEP の貢献が算定の基礎に占める割合を算定して適切な料率を決定する「トップダウン」アプローチは、この「ロイヤルティ・スタッキング」の問題を回避することができ、また全ての標準必須特許権者が公平な分け前を取得できることから適切である。

原則③　ロイヤルティは、SEP の技術を実施する主たる製品の価値のうち、当該 SEP の技術が貢献している部分（寄与率）に基づいて算定する

ロイヤルティの算定については、最小販売可能特許実施単位（Smallest Salable Patent Practicing Unit. 以下「SSPPU」という。）と市場全体価値（Entire Market Value. 以下「EMV」という）のいずれを採用すべきかという論争がある。

これについては、各国の判例や学説等の帰趨を見極める必要もあるが、本質的な問題は、ロイヤルティ算定の基礎を SSPPU か EMV かにするかではなく、SEP の技術を実施する主たる製品の価値のうち、当該 SEP の技術が貢献している部分（寄与率）に基づいてロイヤルティを算定するのが基本だということである。ちなみに、多数かつ複数の部品を含むマルチコンポーネント製品の典型とも言うべき自動車※の場合は、寄与率に基づいて算定された価値は、当該特許を本質的に実施する部品を基に算定されてきたところである。

いずれにせよ、算定基礎が SSPPU であれ EMV であれ、寄与率に基づいて算定された価値から大きく逸脱したロイヤルティは、SEP のフェアバリューとはいえない。

もっとも、厳密な寄与率に基づく算定は実際的ではないと当事者が考える場合には、製品一個当たりのロイヤルティを定額とする方法等、より簡易な算定方法を採用することもあり得るが、その場合であっても、基本的には、寄与率に基づいて算定した場合の額から大きく逸脱したものではないことが望ましい。

※例えば、自動車は、およそ３万点（モジュール）に及ぶ複雑な部品を組み合わせて製造される。自動車産業では、サプライヤーそれぞれが自社製品を設計・開発し、品質保証に責任を負う分業体制となっており、この体制が自動車の品質保証の担保に寄与している。

３．中小企業に対する注意喚起

IoT が経済社会に浸透するに従い、中小企業が IoT を活用する事例も増加していくことから、今後は標準必須特許権者と中小企業との間で SEP のライセンス交渉や紛争が増加することが予想される。

しかし、中小企業は、標準特許権者や大企業に比べて専門人材や交渉に関する情報等、対応に必要なリソースが不足しているため、不合理な条件でライセンスを締結するリスクがより高い。このため、中小企業に対して、特許侵害訴訟や差止請求権の威迫を背景に、不当に高額なライセンス料や和解金を得ようとする者が現れる恐れもある。

そこで、中小企業が標準必須特許権者から警告書等によりライセンスの要求を受けた場合には、まずは、知的財産権の専門家に相談し、適切な対応を検討することが望ましい。その際、独立行政法人工業所有権情報・研修館（INPIT）の知財総合支援窓口等、公的な機関の相談窓口を利用するという方法もある。

なお、特許庁「標準必須特許のライセンス交渉に関する手引き（以下「手引き」と言う。）」（平成 30 年６月５日）は、標準必須特許権者による以下のような行為は、不誠実な交渉と評価される方向に働く可能性があると指摘している。

（１）実施者に警告書を送付する前、送付してすぐに又は交渉を開始してすぐに、差止請求訴訟を提起する
（２）実施者にライセンス交渉を申し込む際に、SEP を特定する資料、クレームチャート等の請求項と標準規格や製品との対応関係を示す資料について、実施者が標準必須特許権者の主張を理解できる程度に開示しない
（３）機密情報が含まれていないにもかかわらず、実施者が秘密保持契約を締結しない限りクレームチャート等の請求項と標準規格や製品との対応関係を示す資料を実施者に提供できないと主張する
（４）検討のための合理的な期間を考慮しない期限を設定した申込みをする
（５）実施者に対し、ポートフォリオの内容（ポートフォリオがカバーする技術、特許件数、地域など）を開示しない

中小企業は、SEP のライセンスの要求を受けても、慌てて要求に応じるのではなく、標準必須特許権者が以上のような行為を行っているか否かを十分確認した上で、適切に対応することが望ましい。また、その後、必要となる標準必須特許権者との交渉の進め方についても、「手引き」を参照して進めることが適切である。

4 製造業のデジタルトランスフォーメーションに求められる人材

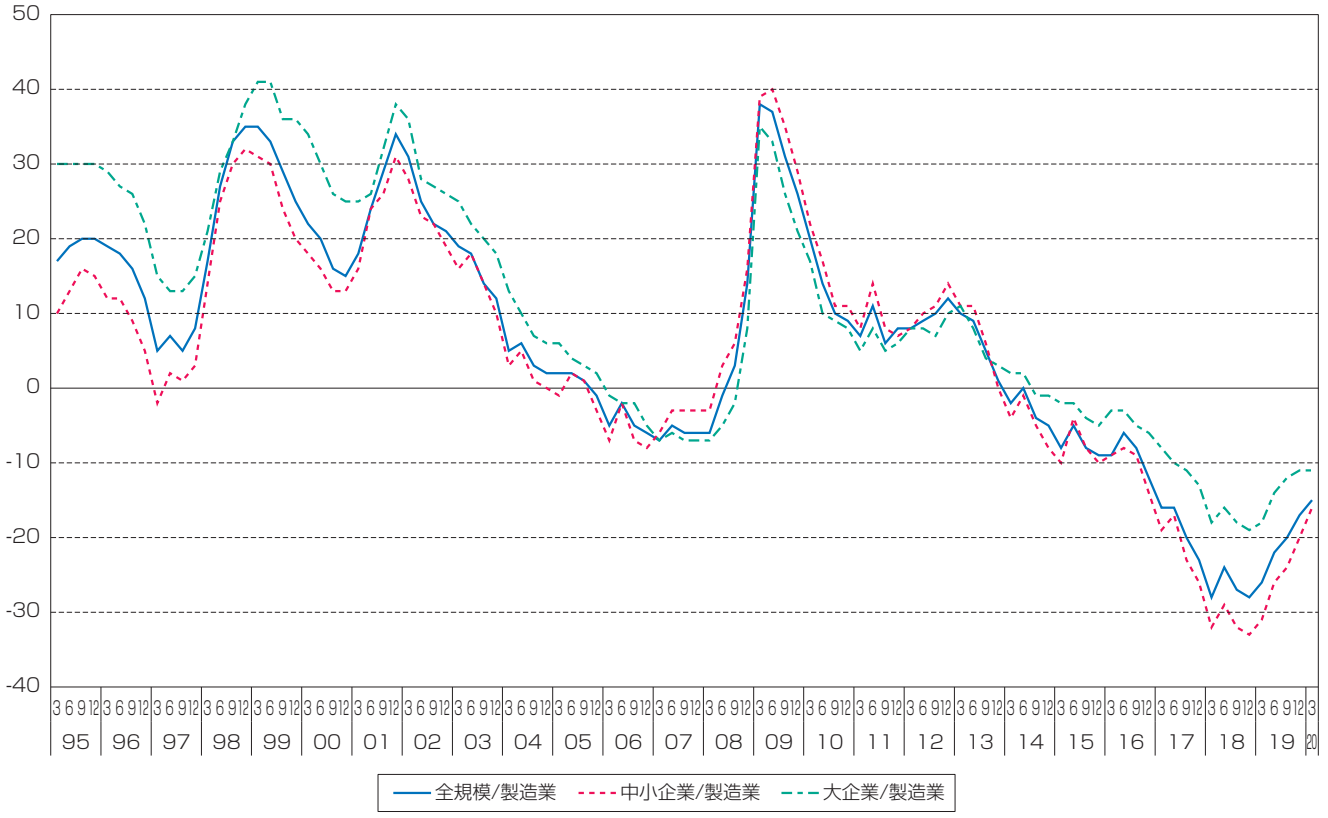
我が国製造業における人手不足状況は年々深刻化しており、ますます大きな課題となっている。過去のものづくり白書においても、度々同問題に触れ、デジタル化を通じた解決を模索してきた。ここでは、本節で論じてきたデジタルトランスフォーメーションを実現するために必要となる人材について、更に分析を深める。

（1）製造業のデジタル化に必要な人材とその確保状況

①我が国製造業における人材確保の状況

はじめに、我が国製造業における人材確保状況を概観する。本章第1節で確認したとおり、2020年3月時点での完全失業率は引き続き3％を下回る低水準で推移しており、低下傾向が続いている。一方、有効求人倍率は2018年4月から2019年6月までの間1.6倍を超える高水準が続いてきたが、その後は低下傾向となっており、2009年以降回復が続いていた有効求人倍率に変調が見られる結果となった（前掲：図111-19）。製造業の従業員不足感は、2014年以降「過剰」と答える割合を「不足」と答える割合が上回り、マイナスが続いているものの、2019年第1四半期から2020年第1四半期にかけては、大企業、中小企業共にマイナス幅が縮小傾向である。（図134-1）。

図134-1　製造業における従業員の不足感（規模別DI）



資料：日本銀行「短観」

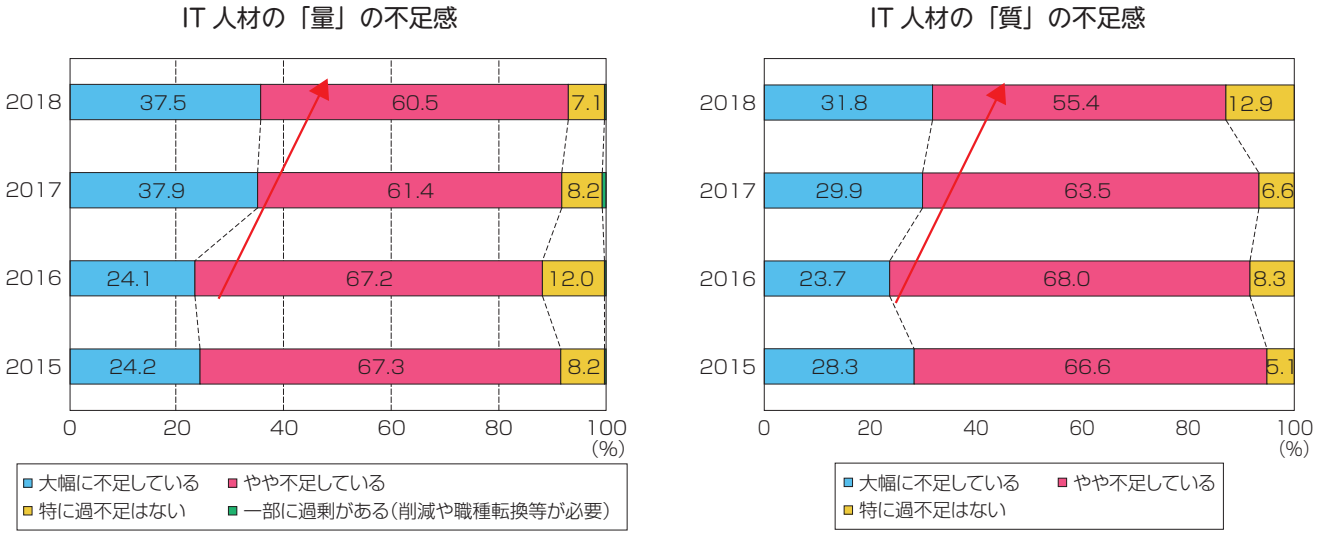
②デジタル化に必要な人材

アンケートにおいて工程設計力が低下した理由を尋ねると、79.4％が「ベテラン技術者の減少」、19.1％が「間接部門の人員削減」と回答しており、ベテラン技能者の退職や人材不足は、エンジニアリングチェーンにも深刻な影響を与えていることが分かる（前掲：図132-8）。一方、工程設計力が向上した理由を確認すると、「生産技術、製造、調達といった他部門との連携強化（79.2％）」「営業、アフターサービスなどから顧客ニーズのフィードバックを強化（26.5％）」「デジタル人材の育成、確保（22.5％）」が上位に挙がっており、デジタル人材の活躍による部門間連携がエンジニアリングチェーンの強化に有効であることが示唆される（前掲：図132-7）。

一方で、デジタル人材の供給は十分に進んでいない。「IT人材白書2019（独立行政法人情報処理推進機構）」の中でIT企業やユーザー企業に対して行われたアンケートによれば、特にIT人材の「量」の不足感が強まっている状況が確認できる（図134-2）。デジタル技術を理解しているIT人材の質・量両面で

の供給不足は、デジタル化によるエンジニアリングチェーンの強化に向けた課題の一つである。

図 134-2　IT 人材の「量」と「質」に対する過不足感



資料：独立行政法人情報処理推進機構「IT 人材白書 2019」より経済産業省作成
備考：無回答を除く

③システム思考の強化

エンジニアリングチェーンを強化するためには、各部門の個別最適ではなく全体最適を考慮してビジネス全体を俯瞰する能力も重要となるが、この能力は「システム思考」と呼ばれている。システム思考は「システムズエンジニアリング（システム工学）」として体系化されており、複数の専門分野にまたがる事象を統合し、統合された事象全体としてのシステムを成功させるために必要となるアプローチと手段を構築する力を指す。米国において汎用化されたもので、軍事産業、航空・宇宙産業などの隆盛に伴って大規模システムを設計し、運用するために必要不可欠な教育として同国で発展してきたとされる。

我が国における製造業のデジタル化は個別最適に陥ることが多く、システム思考を強化することが重要であると過去のものづくり白書においても繰り返し述べられてきた[注23]。このようなシステム思考は、米国において体系化されたものであるが、その一方で、システム思考は、「チームでの協働（協創）[注24]」という点において、日本的手法とされる「ワイガヤ」や「スリアワセ」と共通するという指摘もある[注25]。

しかし、2.（2）において指摘したように、我が国製造業における部門間の連携は必ずしも十分とはいえない状況にあり、システム思考に必要な「チームでの協働（協創）」の妨げとなっている。したがって、部門間を越えたデータ連携を進め、バーチャル・エンジニアリング環境を整備することは、「ワイガヤ」や「スリアワセ」といった「チームでの協働（協創）」を復活・発展させ、我が国製造業におけるシステム思考の導入を容易にするものと考えられる。

なお、システム思考は、現在、国内では慶応大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科などを中心に講座提供されており、多くの卒業生が輩出されている。部門間のデータ連携やバーチャル・エンジニアリング環境の整備と平行して、このようなシステム思考のできる人材を育成することで、エンジニアリングチェーンを強化していくことが重要であろう。

（2）数学―製造業のデジタル化に必須の知識

今後、製造業においてデジタルトランスフォーメーションが進み、IoT、AI 等のデジタル技術が活用されるようになっていくに従って、これまで以上に必要性と重要性が増してくると思われる人材は、数学[注26]の知識や能力を有する人材である。

例えば、数学の能力は、デジタル化した製造業に不可欠なデータ分析、モデリング、シミュレーションにおいて大いに発揮される。特に AI と人間との協調・協働においては、数学が AI の制御を始め、学習デー

注 23　2017 年版、2018 年版
注 24　慶応 SDM のイノベーション教育 白坂氏提出資料（1）（文部科学省人材委員会（第 62 回 2013 年 9 月 4 日）配付資料）https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/siryo/attach/1340846.htm
注 25　内田孝尚「イノベーションと思考共通」（一般社団法人日本機械学会 2017 年度年次大会講演論文集 [2017.9.3-6,（さいたま）]）
注 26　ここでいう「数学」は、純粋数学、応用数学、統計学、確率論、さらには数学的な表現を必要とする量子論、素粒子物理学、宇宙物理学なども含む広範な概念であり、文部科学省・経済産業省「理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会」報告書「数理資本主義の時代 - 数学パワーが世界を変える」（2019 年 3 月 26 日）における「数学」の定義や、文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター報告書「忘れられた科学－数学」（2006 年 5 月）における「数学研究」の定義をほぼ踏襲している。

タや推定結果の信頼性を高めるために必ず必要となる。さらに、AI 自体に画期的な技術革新を起こすともなれば、高度な現代数学の能力が決定的に重要になるであろう。AI 以外にも、VR、AR、マテリアルズ・インフォマティクス、量子暗号や量子コンピュータ等、製造業に大きなインパクトをもたらすと予想されるデジタル技術革新の多くが、高度な数学の能力を要するものである。

また、数学は「モノや構造を支配する原理」を見出すための普遍的かつ強力なツールであり、数学の力によって、将来の変化が起こる前の予兆の検出、予測の精緻化、ビッグデータを重要な部分にのみ着目して活用することなどが可能となる[注27]。この数学の能力は、ダイナミック・ケイパビリティの要素の一つである「感知」を格段に強化するものであろう。

加えて、（1）において述べたように、今後は、全体最適を考慮してビジネス全体を俯瞰するシステム思考が重要性を増してくる。言い換えれば、具体的な課題を抽象化・一般化することによって俯瞰し、統合的に解決する能力が以前にも増して求められることになるが、その抽象化・一般化において、数学的な思考は大きな力を発揮する。

さらに、数学は、ライフサイエンス、ナノテクノロジー、環境科学、材料科学、物理学、化学、金融工学、経済学、社会学など様々な分野の科学技術の基盤となるため、数学の進歩は各分野の発展をもたらすほか、数学を軸とすることで異なる分野の課題を共通化し、分野融合的な技術開発が可能となる[注28]。ダイナミック・ケイパビリティ論に従っていうならば、数学は、異なる分野の知識を融合させて新たな価値を生み出す「共特化」を可能にするものである。

このように、製造業のデジタル化を進め、そのダイナミック・ケイパビリティを強化する上で、数学の知識や能力を有する人材が非常に重要になると考えられる。

そこで、我が国における数学の水準について見てみると、数学研究についていえば、若い数学者の優れた業績を顕彰するフィールズ賞の受賞者数（3名）では、我が国は、世界第5位である。また、2006 年に伊藤清（京都大学名誉教授）が、ガウス賞（社会の技術的発展と日常生活に対して優れた数学的貢献をした研究者に贈られる賞）の第1回受賞者となっており、さらに、2018 年には柏原正樹（京都大学名誉教授）が、チャーン賞（生涯にわたる群を抜く業績を上げた数学者に贈られる賞）の第3回受賞者となっている。そして、これらの賞を授与する国際数学連合（IMU）の総裁を 2018 年まで4年間務めたのが、フィールズ賞受賞者でもある森重文（京都大学高等研究院長）である。このようなことから、我が国における数学の研究能力の水準は、他国に引けをとるものではないといえる。また、義務教育終了段階（15 歳児）の生徒が知識・技能をどの程度活用できるかを評価した「経済協力開発機構（OECD）」の調査（PISA）によると、我が国の科学的リテラシーや数学的リテラシーは、国際的に見ても上位にあり、高いポテンシャルを持つことが分かる。さらに、高校生等が参加する「国際数学オリンピック」や「国際情報オリンピック」では、例年メダリストを輩出し、国際順位も上位にある[注29]。

なお、経済産業省が実施した「産業振興に寄与する理工系人材の需給実態等調査」では、2017 年度採用予定人数と 2019 年度の採用希望人数を比較すると、全体的にはマイナス 7.7%と採用希望人数が減少している中で、人工知能（プラス 125.0%）や web コンピューティング（84.7%）に加えて、統計・オペレーションズ・リサーチ（プラス 90.9%）や数学（プラス 69.2%）の割合が増加しており、我が国の企業が理数系人材の獲得に動いていることが明らかとなっている[注30]。

しかし、製造業において数学の知識や能力を有する人材を活用する上では、課題もある。その一つは、我が国の若手数学者のうち、民間企業に進む者が比較的少ないということである。

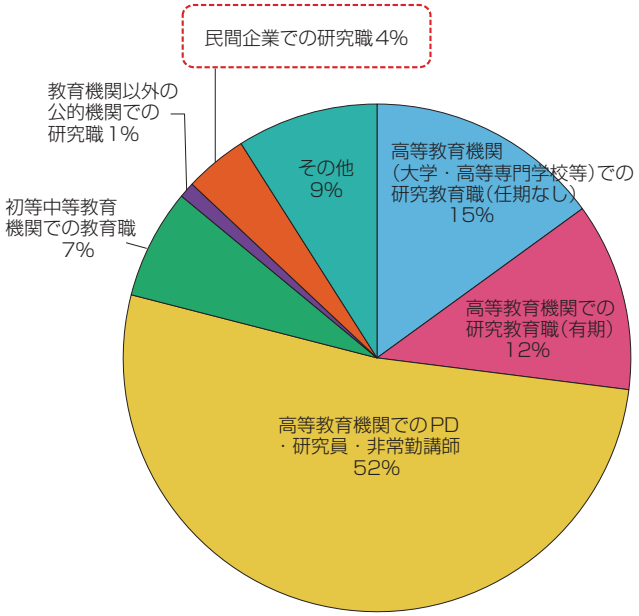
図 134-3・4・5のとおり、我が国において、数学の博士後期課程を修了した者の進路状況については、修了後に高等教育機関に進むものが多く、民間企業等に進む者は 2013 年から 2016 年にかけて増加しているが、全体の 12%程度となっている。

一方で、「American Mathematical Society」の調べによると、アメリカの PhD（数理科学）修了者数は、ここ数年増加傾向にあり、なかでも産業界へ進む者が年々増え、2016 年には全体の約 30%となっている（図 134- 6）。アメリカの動向で注目すべきは、PhD 修了者の数が日本の 10 倍以上である上に、産業界へ進む PhD 修了者が増えている一方で、学術界に進む PhD 修了者は必ずしも減っているわけではないという点である。

今後、我が国においても、若手数学者が、学術界のみならず製造業においても活躍できる機会が拡大することが望ましい。

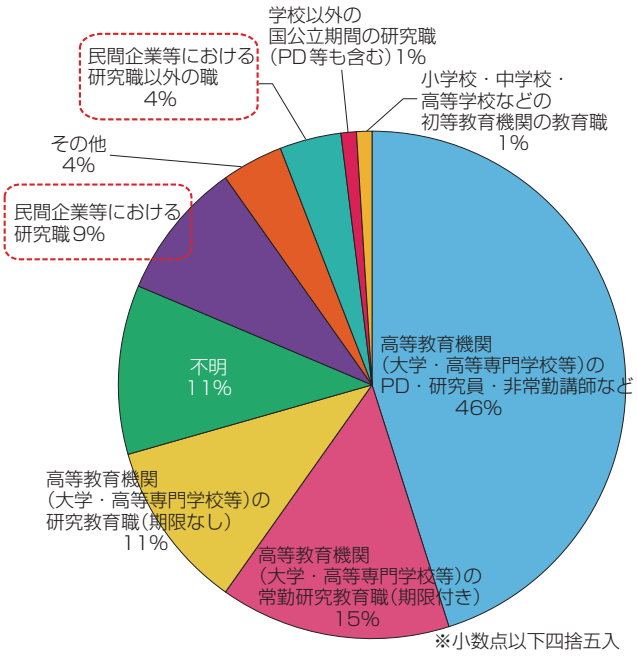
注 27「忘れられた科学－数学」p.107
注 28「忘れられた科学－数学」p.106-7
注 29「数理資本主義の時代 - 数学パワーが世界を変える」、p16-7
注 30 平成 29 年度産業技術調査事業（産業振興に寄与する理工系人材の需給実態等調査）

図 134-3　数学・数理科学分野の博士後期課程修了者の進路（2013 年）



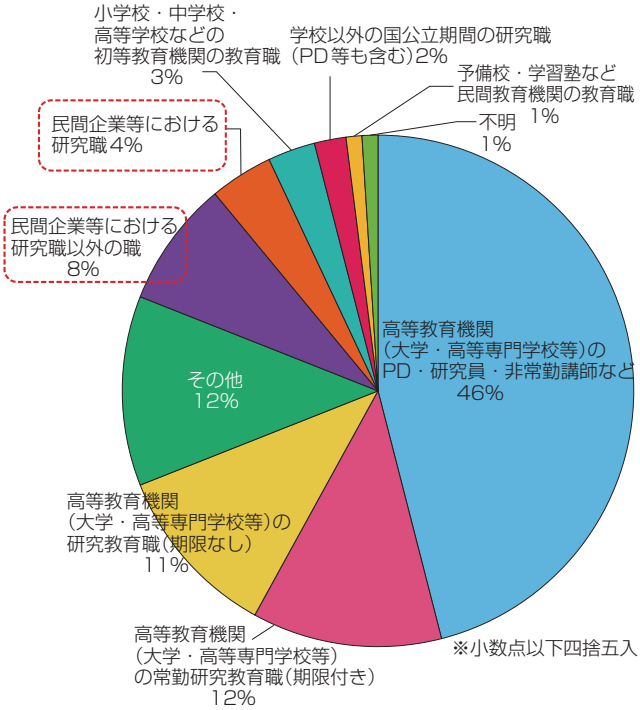
資料：日本数学会社会連携協議会調査より経済産業省作成

図 134-4　数学・数理科学分野の博士後期課程修了者の進路（2015 年）



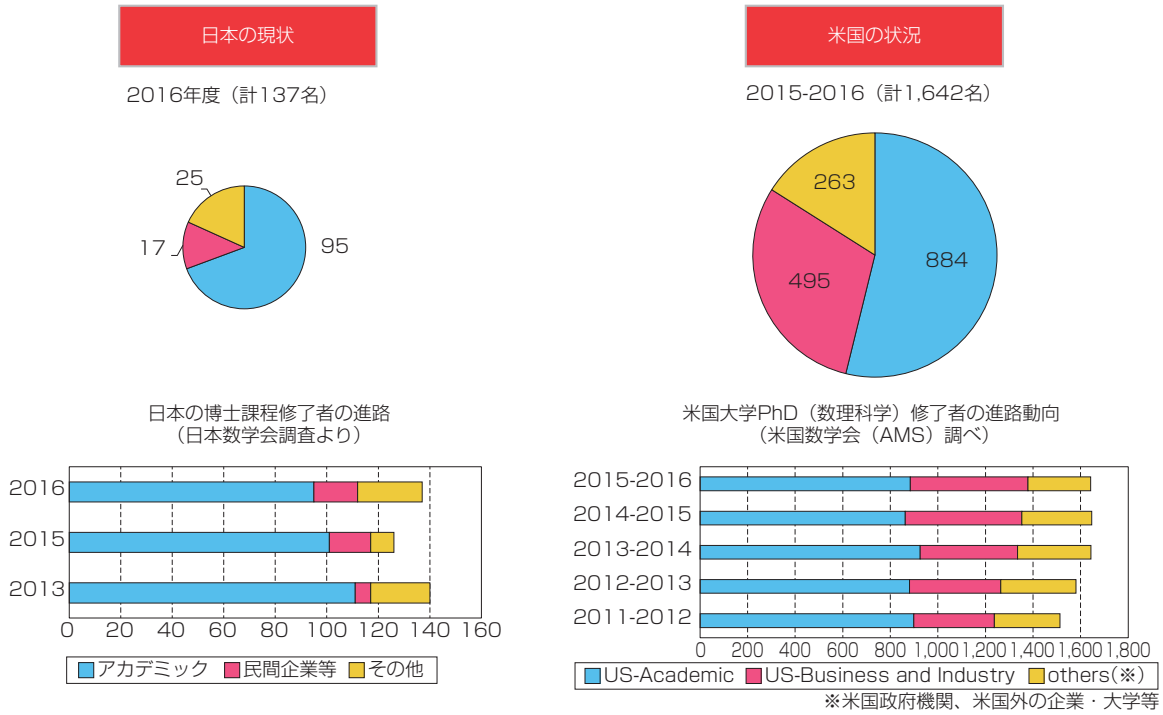
資料：日本数学会社会連携協議会調査より経済産業省作成

図 134-5　数学・数理科学分野の博士後期課程修了者の進路（2016 年）



資料：日本数学会社会連携協議会調査より経済産業省作成

図 134-6　博士課程、PhD 修了者の進路（日米）



資料：第２回「理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会」資料９「文部科学省提出資料」p.４、p.５「博士後期課程修了者の進路等」より経済産業省作成

コラム　「非凡を集めて非凡をなす」というスローガンを掲げて技術者の理想郷を追求・・・（株）エリジオン

（株）エリジオン（静岡県浜松市）は３次元形状処理とデータ変換の技術をベースに様々なパッケージソフトウェアを企画・開発している会社である。自動車、航空・宇宙、家電、プラントメンテナンス、土木、建築などあらゆる分野で３Ｄデータ活用の重要性が増している中、同社は100種類以上のCADフォーマットに対応し、データ効果の領域では世界シェア35％を占めるなど「インターオペラビリティ・ソリューション・プロバイダ」としての存在感を高めている。

同社の創業は1999年であり、「ソフトウェアで世界一番の会社になる」「技術者の理想郷をつくる」を目標に掲げ、高い利益率を維持して、創業当初から年俸制を採用している。日本は年功序列賃金で、能力のある若い技術者がいつまでも低い処遇に甘んじて働かされている現状がある。今でこそ、ITやAIに明るい人材は引っ張りだこであるが、日本は長らくハードウェアよりもソフトウェアの技術者が軽視され続けてきたところがある。そのような現状を打破しようと、現会長の小寺敏正氏は技術仲間とスピンアウトしてつくったソフトウェアメーカーのCADデータ変換部門をエリジオンとして独立させた。高いパフォーマンスの人に正当に報いる報酬制度をつくり、エンジニアの給与水準が低いという日本の現状に逆行し、日本一給与の高い会社を目指して設立された。実際、現在の同社の社員の平均年収は1,860万円（役員は除く）であり、物理オリンピックで金メダルを取った実績のある物理工学専攻のドクターの学生を新卒採用する際には約1,400万円の年収を用意した。

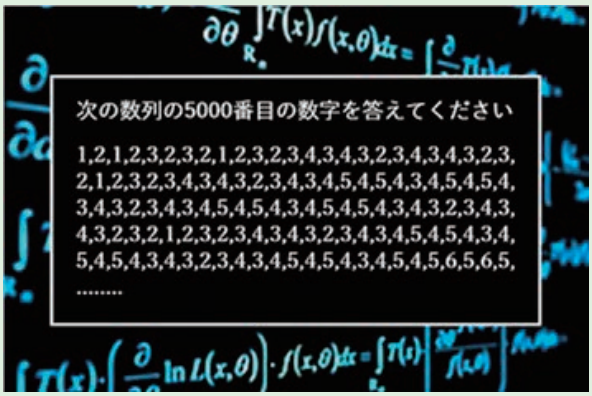
同社は非凡な人材を集めて非凡な会社をつくり、労働集約型製造業から知的集約型産業へと転換し、IT企業としても世界一になることを目標としている。また、数学は全ての産業の基盤であると考え、理数系人材の採用を重視している。それゆえ、同社の入社試験は少しユニークで、学歴ではなく、あくまでも実力本位の採用、特に数学の力（考える力）を重視している。採用活動の時期になると学生にはがきを送り、はがきには数学の問題を３問載せており、全問正解者には30万円相当のパソコンを贈る。相当なレベルの難問なので、正解者は極めて少ないが、このような問題を解きたくなるような習性の人材を求めている。

日本人の数学の平均値は総じて高いにもかかわらず、なぜ日本からは優れたIT技術者が誕生しないのか。日本ではあまりに勉強ができすぎると異質な目でみられて押さえつけられてしまい、米国のような飛び級もない。あまりに数学が突き抜けている人材はコミュニケーション力に乏しい場合もあり社会性がないと指摘されるが、このような非凡さを米国では個性として受け入れる素地がある。日本全体が未だにホモジニアスを好む傾向が続いており、誰かが抜きん出ることを極端に嫌がる。同社はスポーツで称賛されるオリンピック選手のように理数分野で才能を発揮する社員をサイエンスアスリートと称し、「非凡を集めて非凡となす」「出る杭を伸ばす」というスローガンを掲げ、若い理数系人材が思う存分に能力を発揮できる場を用意している。

図１　エンジニアの理想郷を追求したオフィス環境

出所：（株）エリジオンより提供

図２　入社試験では高度な数学試験が課される



出所：（株）エリジオンより提供

コラム　民間が主導してデジタル人材の育成に取り組む動きも活発化・・・公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団、特定非営利活動法人ITコーディネータ協会、慶應義塾大学SFC研究所 ソーシャル・ファブリケーション・ラボ、一般社団法人データサイエンティスト協会

福岡県は2000年代に入ってからアジアにおける半導体設計開発拠点化を目指して、地域の産学官が連携して長年にわたり半導体・エレクトロニクス関連産業の振興に取り組んできた。特に地域に不足する企業のシステムLSIの技術者の育成には早くから重点的に取り組んでおり、（公財）福岡県産業・科学技術振興財団が2001年に「福岡システムLSIカレッジ」を設立。2007年には北部九州地域に相次いで自動車産業が進出したこともあり、自動車用半導体の組込みソフトウェア設計技術者養成講座も追加し、2012年には日本の半導体の強みが電子デバイスにシフトしてきたことを受けて電子デバイスの開発や生産のための技術者を育成する「実装技術者養成講座」を更に追加した。近年はAIやIoT、自動車のEV化にも対応するため、2016年に「システム開発技術カレッジ」へと改称し、講座体系も「基盤技術」「システム要素技術」「システム構築技術」の3体系へ刷新した。

このように、同財団が運営している「システム開発技術カレッジ」は半導体の基本から応用までを教育する国内最大規模のリカレント教育機関で、設立以来19年間で約19,500名（延べ）の技術者を育成し、業界の競争力強化に大きく貢献している。また、変化する社会のニーズを的確に捉えて、データサイエンス分野の講座の追加やカリキュラムの見直しを行うなど、受講企業からの様々な要望にも柔軟に対応している。約60もの高水準な講座は、その分野で専門の一流講師陣により提供され、毎年継続的に企業内での新人研修や中堅技術者育成として実施されている。実施に当たっては、PCほか実習機材等も全て持ち込みによる柔軟な出張対応を行うことにより、福岡県のみならず広く県外企業の技術者の育成にも貢献している。

長期にわたる持続的かつ広域的な半導体関連分野におけるリカレント教育の実績が高く評価され、同財団の取組は第8回ものづくり日本大賞の「人材育成支援部門」において経済産業大臣賞を受賞している。

図1　講座実施の様子

出所：（公財）福岡県産業・科学技術振興財団より提供

NPO法人ITコーディネータ協会は、中立公平な立場で、経営戦略のなかでITをどのように利活用するかを経営者とともに考えるITコーディネータを育成し、中小企業への紹介を行っている。具体的には、ITコーディネータ資格者の育成・認定、スキルアップ研修や経営者向け研修の実施、及びITコーディネータと経営者等とのマッチング、ならびにITの利活用に関する普及・啓発活動を通じ、中小企業がITを経営の力として活用できるよう支援を行っている。

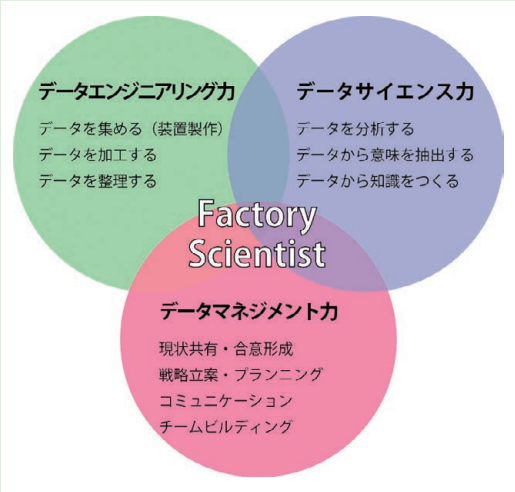
慶應義塾大学SFC研究所ソーシャル・ファブリケーション・ラボは「ファクトリー・サイエンティスト」という、ものづくりの現場におけるデジタル化を推進し、工場の統括責任者の「右腕」になる人材を育成するカリキュラムを開発してきた。「ファクトリー・サイエンティスト」はデジタル技術に興味を持って取り組める年齢20代～30代で、入社3～9年目の社員を想定しており、IoTデバイスによるエンジニ

アリング、センシング、データ解析、データ視覚化、データ活用等の知識を身に付けて、提案と実践と報告とネクストステップができる人材である。

「ファクトリー・サイエンティスト」は次の３つの能力を備えた人材を想定している。１つ目の能力は「データエンジニアリング力」で、IoT デバイスや計測機器、装置などを使って現場から適切な方法でデータを取得する能力である。２つ目の能力は「データサイエンス力」で、収集されたデータや、他のデータと照らし合わせて有用な情報を紡ぎ出す能力である。そして３つ目の能力は得られた情報を元に戦略を練り上げ、データを説得材料にビジネスに活用する「データマネジメント力」である。「ファクトリー・サイエンティスト養成講座」は 2018 年に経済産業省が実施した「産学連携デジタルものづくり中核人材育成事業」のプログラムの１つに採択されている。

今後、より広くファクトリー・サイエンティストを普及していくため「ファクトリーサイエンティスト協会」を発足し、同協会が主体となって全国各地で育成プログラムを展開していく。

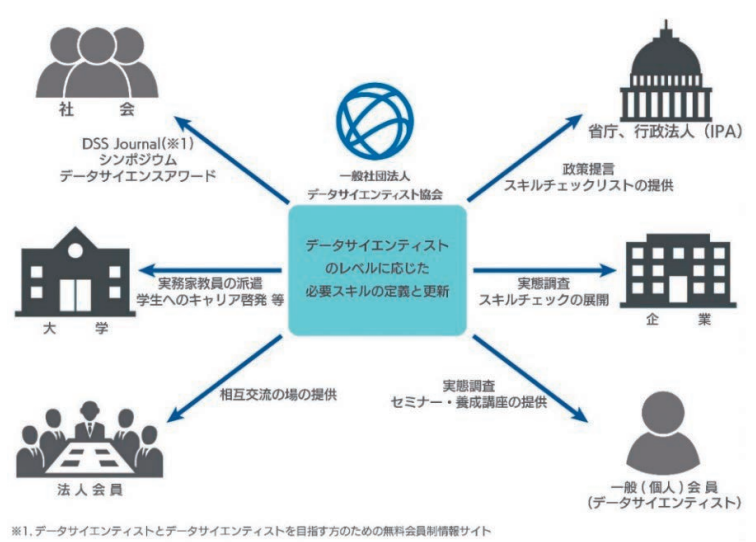
図２　ファクトリー・サイエンティストが習得すべき３大スキル



出所：ファクトリーサイエンティスト協会より提供

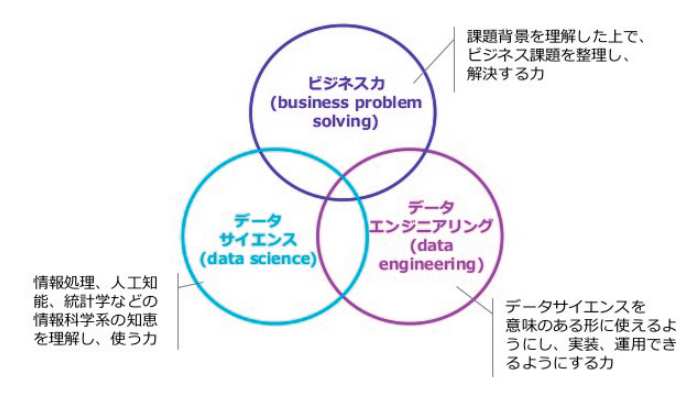
一方、2013 年に設立された（一社）データサイエンティスト協会は、「データサイエンティスト」には明確な定義がなく対応領域も広いことから、人材の期待役割とスキルセットのミスマッチにより、データ分析から想定した成果が得られない、あるいは経験や能力を職場で十分に活かすことができないといった状況が頻発し、このままでは、いわゆるビッグデータ関連市場の健全な発展にも影を落とすことになるという問題意識から設立された団体である。新しい職種であるデータサイエンティストに必要となるスキル・知識を定義し、育成支援など、高度 IT 人材の育成と業界の健全な発展への貢献、啓蒙活動を行っている。

図３　データサイエンティスト協会の活動



出所：(一社) データサイエンティスト協会より提供

図４　データサイエンティストに必要な３つのスキルセット



出所：(一社) データサイエンティスト協会より提供

コラム　デジタル人材育成に向けた地方自治体のユニークな取組・・・和歌山県、加賀市、札幌市

デジタルトランスフォーメーションに欠かせない人材の育成に向けて、各地方においても取組が進められている。以下では、和歌山県、加賀市、札幌市の取組を紹介する。

＜和歌山県＞

和歌山県では「きのくに ICT 教育」として、県を挙げてプログラミング教育に力を入れている。全国的には、小学校は 2020 年度から、中学校は 2021 年度から、高等学校は 2022 年度からプログラミング教育の必修化が始まるが、同県では 2019 年度から、全ての小・中・高等学校において、全国に先駆けて体系的なプログラミング教育を実施している。

小学校は「体験期」と位置づけ、各教科の授業の中でコンピュータに計算させたり、図形を描かせたり、ロボットキットを作動させたりするなどのプログラミングの体験を通じて、各教科の学習のねらいを達成する。このようなプログラミングの体験によって、身の回りにあるプログラムで制御されているものの仕組みを学び、身近なコンピュータなどについて意識を高めている。

中学校は「基礎期」と位置づけ、小学校での体験を踏まえ、ビジュアル言語（絵や図で表された命令を組み立てて、プログラムを作成する言語）を用いて、プログラミングの基礎について学び始める。地域や社会の課題について考え、プログラミングを用いて課題を解決しようとする力を育成するとともに、プログラミングの基礎を身に付けていく。

高等学校は「応用期」と位置づけ、小・中学校で学んだことを活用し、社会で一般的に利用されているテキスト言語（文字や記号を用いてプログラムを作成する言語）によるプログラミングを学ぶ。試行錯誤をしながらアプリを制作する活動を通して、情報活用能力や論理的思考力等を育成する。

また、同県ではこのような教育に加え、部活動等の支援も実施している。2018 年度から、中・高等学校の ICT に取り組む部活動（パソコンクラブ等）に、県内外の ICT 関連企業などの技術者や専門家を指導者として派遣している。これまで県内 16 の学校に指導者を派遣し、センサーを駆使した駆動系のプログラミングや、多人数参加型の RPG ゲームの作成、Python やＣ言語を活用したプログラムの作成等、各校様々な内容に実践的に取り組んでいる。さらに、2019 年度から、県・県教育委員会主催のきのくに ICT プログラミングコンテスト「Switch Up WAKAYAMA」を開催している。和歌山らしい作品として、みかんを剥く精度の高いロボット制御のプログラムや、和歌山の魅力を伝えるゲームなどの応募があった。全国のプログラミングコンテストの運営に関わる専門家や大企業の実務家から、全国水準に匹敵するユニークな作品が多かったとの評価を得ている。

民間においても県内で盛んに取組が進められており、県内在住のプログラマー等が中心となり、宇宙データを活用したアプリケーション開発に３日間で取り組むハッカソン「NASA Space Apps Challenge kushimoto2019」が実施された。

図１　和歌山県：プログラミングコンテスト Switch Up WAKAYAMA の様子

出所：和歌山県より提供

図２　和歌山県：小学校プログラミング教育の様子

出所：和歌山県より提供

＜加賀市＞

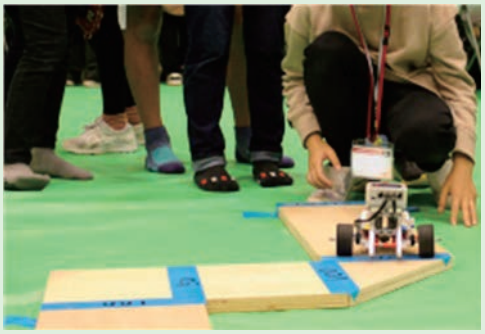
加賀市の人口は1985年の80,877人[注31]をピークに減少し始め、2014年に日本創生会議が発表した「消滅可能性都市」に該当した。加賀市はこのような危機的状況から脱却するため、プログラミング教育に力を入れはじめた。「地方版IoT推進ラボ[注32]」の第1弾として選定されたことを契機に、地域内産業界へのIoT導入を促進するとともに、将来の市内産業を担うIT人材を若年層から育成することに注力することとし、「RoboRAVE」、「数理女子ワークショップ」、「コンピュータクラブハウス加賀」といった取組を進めている。

まず、「RoboRAVE」とは、コンピュータを使ったロボット動作のプログラミング学習や操作体験を通して、子どもの科学とものづくりへの興味・関心を高め、創造力や柔軟な思考力を育む教育プログラムである。小学4年生から高校生までを対象とした国際大会を毎年開催している。

次に、「数理女子ワークショップ」とは、数学者や数学を使って社会で活躍する数理女子のメンバーが指導者となり、参加者が数学（算数）の面白さを自ら発見し議論を行い理解して、自分の作品を作成することで、数学的能力を高め、学校で学ぶ数学とは異なる側面や心躍る数学の世界の魅力を参加者に感じてもらう取組である。

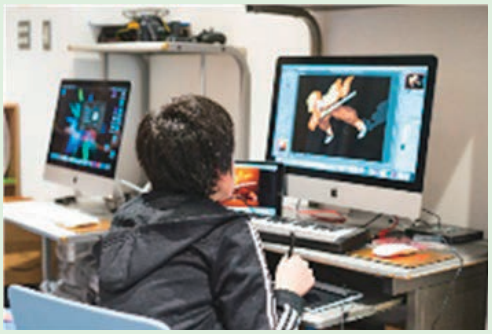
そして、「コンピュータクラブハウス加賀」とは、子どもたちが自宅や学校以外の場所で、いつでも安全にテクノロジーに触れられる場として無償で公開される米国発祥の「コンピュータクラブハウス」を加賀市でも開始したものである。国内第1号のコンピュータクラブハウスとしてクラウドファンディング型のふるさと納税制度により1,000万円を超える支援を得て、2019年5月に開設した。約半年で加賀市内外から延べ1,000人以上の子どもたちが訪ね、自分の興味の赴くままに、楽しんで最新のテクノロジーに触れ、探求している。

図3　加賀市：RoboRAVEの様子



出所：加賀市より提供

図4　加賀市：コンピュータクラブハウス加賀の様子



出所：加賀市より提供

＜札幌市＞

札幌市では、地方版IoT推進ラボの認定を受けて「Sapporo AI Lab」を実施している。経営者を対象とした「AIプランナー育成講座」ではAIの活用事例を学ぶ「入門編」と自社課題をAI活用により解決する方法をワークショップ形式で学ぶ「実践編」を開講している他、エンジニア向けにも開発スキル向上のためのレベル別の様々な講座を実施している[注33]。これらの講座は2017年に開始し、2020年度までにのべ1,000人以上が受講した。

さらに、地域社会の課題をデータの力で解決し、みらいの社会を想像できる人材を育成するため、2019年7月に、北海道大学及び（株）ニトリホールディングスとの3者で、「みらいIT人財育成のための連携協定」を締結し、小・中学生、高校生、大学生までの各段階に応じた、IT人財育成を実施して

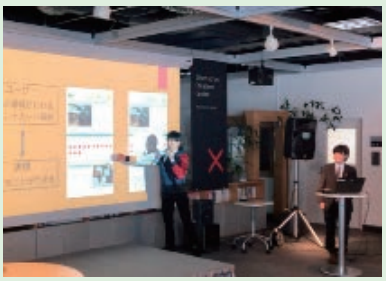
注31　国勢調査
注32　平成28年7月開始。経済産業省とIoT推進ラボが地域におけるIoTプロジェクト創出のための取組を支援するもの。
注33　さらに高度な技術習得を望むエンジニアには、（株）北海道ソフトウェア技術開発機構と連携し、経済産業省の「第四次産業革命スキル習得講座」の認定を受けた「AIエンジニア育成講座（上級）」を用意し、AIの活用に必要なスキルを体系的に学ぶことができる体制を産学官連携により構築。

いる。例えば、小・中学生向けには、地域の IT 企業が展開する「ジュニア・プログラミング・ワールド 2019」を開催してデジタル技術に触れ、学ぶことができる 23 の企画を実施し、約 6,000 人の来場があった。

また、高校生向けに、デジタル技術を学ぶ意欲が高い個人や高校 IT 部（パソコン部・ロボット部等）のスキルアップを支援するため、プログラミングを学ぶセミナーを実施するとともに、チームで課題を設定し、これを解決するアプリケーションの開発・プレゼンテーションを行う IT 人材育成プログラムを実施している。道内 7 校から 26 名が参加したこのプログラムでは、市内 IT 企業や情報専門学校と連携し、高校生のスキル習得やアプリ開発のメンタリング、コンテスト等で優秀な成績を収めた道外の高校パソコン部等との交流会などを実施し、プログラミング経験がほとんどない全ての参加者が課題解決に資するアプリ開発ができるようになるなど、非常に高い人材育成効果があった。

さらに、大学生向けには、2019 年 8 月に北海道大学、（株）ニトリホールディングスにより、北海道数理・データサイエンス教育研究センターに「ニトリみらい社会デザイン講座」を設置し、産官が保有するビッグデータを最新のデータサイエンスで解析し、新たな価値を創出するとともに、これを担う人材を育成するプロジェクトを実施している。

図 5　札幌市：成果発表の様子



出所：札幌市より提供

デジタル人材教育については、コンピュータの利用に親しむことでリテラシーを高めることだけでなく、自らアプリケーションを開発・運用する能力そのものを向上させていくということが鍵となる。上記のような自治体から、世界をリードする人材が輩出されることが期待される。

第2章 ものづくり人材の確保と育成

第1節　デジタル技術の進展とものづくり人材育成の方向性

はじめに～新型コロナウイルス感染症への対応がもたらすものづくりの変革～

世界各国では今、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、休業や生産の減少に伴う人員調整や経営の悪化に伴う労働者の解雇が生じている。また、感染拡大防止のための外出規制等の措置を受けて、多くの企業で、在宅勤務・テレワーク、時差通勤、テレビ会議、オンライン研修の実施など、従来の慣行から脱却した「働き方」を模索し、変革に向けた様々なチャレンジが続けられている。

ものづくり企業においても、グローバルサプライチェーンの寸断を受けての国内回帰や感染拡大から生まれた新たなニーズに対応するための事業モデルの転換などが試みられている。また、職場における人の接触・密集の回避等の感染予防策と両立しうる事業継続・操業再開のあり方も模索されている。

感染症の影響により、経済社会環境は大きく変容し、ものづくりのありようにも大きな変革が求められる。危機終息後に向けたものづくりの仕組みや流れの再構築とデジタル化やリモート化の加速等の萌芽も見られる。ウイルスの感染拡大がつきつける課題にどのように向き合い、いかにして乗り越えるかが今後のものづくり産業の鍵となる。

不確実性の高まる環境下において、危機を乗り越え、我が国の経済成長を支える原動力は「人」である[注1]。今後、人口減少や高齢化が進む中で、日本の経済が成長していくためには、女性、高齢者など、多様な人材が就労に参加し、その能力を発揮して活躍できるようにするとともに、グローバル化の流れの中で、外国人労働力も活用しつつも、国内人材の確保と育成に取り組む必要がある。

新型コロナウイルス感染症拡大など不確実性が高まっている世界においては、第４次産業革命（IoT、ビッグデータ、AI 等）の進展に対応したデジタル化が不可欠であり、技術革新に対応できる労働者の確保・育成や、希望する全ての労働者が職業能力開発機会を得られるような環境整備を行い、個々の労働者の労働生産性をより高めていくことが重要となる。また、「新しい生活様式」の下、感染防止のために人の接触、密集を避けつつ、事業を継続するためには、デジタル技術の活用による遠隔コミュニケーションの実現や作業の自動化等が有用であると考えられる。

デジタル技術の進展は、労働市場にも大きな影響を及ぼす。ルーティンワークなどにデジタルツールを利活用することで、人は人にしか出来ない付加価値の高い業務に移行することが可能となる。劇的なイノベーションや若年世代の急減が見込まれる中、国民一人一人の能力発揮を促すためには、社会全体で人的資本投資を加速し、高スキル職に就ける構造を作り上げ、AI では代替できない創造性、デザイン性などの能力やスキルを具備する人材を育てる必要がある。「組織」と「人」の変革が付加価値の創出と労働生産性向上の鍵となる。

本節では、（独）労働政策研究・研修機構（以下、「JILPT」という）「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査[注2]」（調査時点 2019 年 11 月１日）の結果を主に活用し、我が国の基幹産業であるものづくり産業におけるデジタル技術を用いた労働生産性の向上に向けた人材育成の取組、成果、その特徴についてみた上で、ものづくり人材育成の現状・課題を分析するとともに、企業の人材育成の取組を紹介する。これらがものづくり企業の人材育成の検討の参考になれば幸いである。

1　ものづくり労働者の雇用・労働の現状

近年、日本経済は緩やかな回復基調にあり、雇用情勢も着実に改善していたところであるが、2020 年４月時点では、新型コロナウイルス感染症の影響により、景気が急速に悪化しており、極めて厳しい状況にある。また、その先行きについては、感染症の影響による極めて厳しい状況が続くと見込まれる。

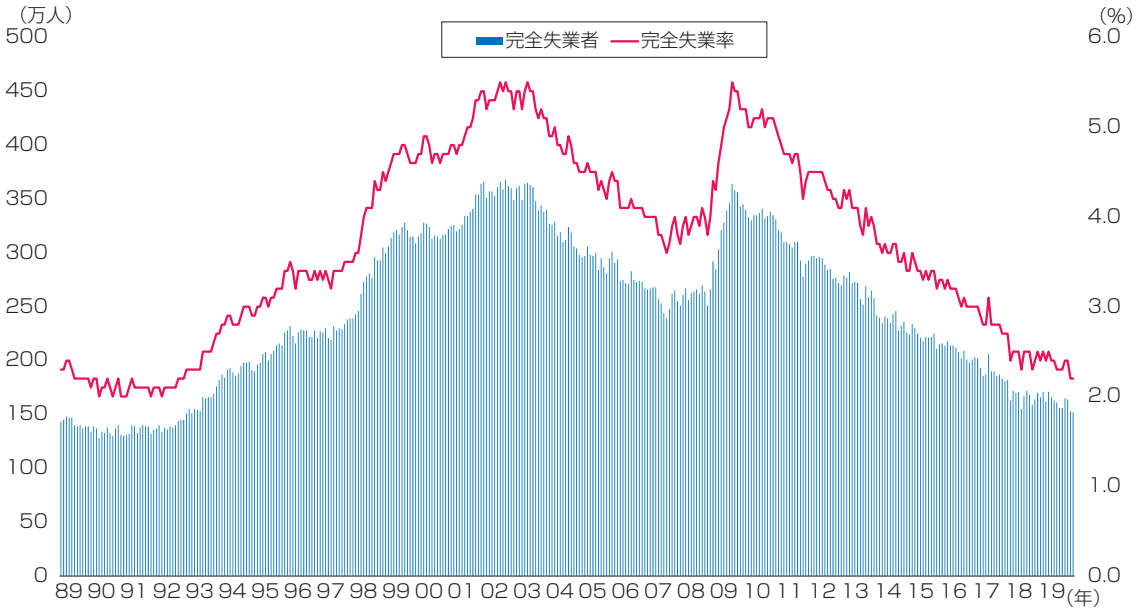
注１　成長戦略実行計画（2019 年６月 21 日閣議決定）では、経済成長を支える原動力は「人」であるとの考えの下、数多くの施策を実行している。

注２　調査対象は、全国の日本標準産業分類（平成 25 年 10 月改訂）による項目「E 製造業」に分類される企業のうち、〔プラスチック製品製造業〕〔鉄鋼業〕〔非鉄金属製造業〕〔金属製品製造業〕〔はん用機械器具製造業〕〔生産用機械器具製造業〕〔業務用機械器具製造業〕〔電子部品・デバイス・電子回路製造業〕〔電気機械器具製造業〕〔情報通信機械器具製造業〕〔輸送用機械器具製造業〕の従業員数 30 人以上の企業 20,000 社。郵送による調査票の配布・回収を行い、有効回収数は 4,364 社で、有効回答率は 21.8％である。なお、従業員数（正社員＋直接雇用の非正社員の人数）は、100 人未満の企業が全体の約７割を占めている。なお、JILPT 調査では、労働生産性は「従業員一人当たりの付加価値」と定義した。売上・利益の向上や組織力の向上などに結びつく、生産工程の効率化や製品の高付加価値など自社の「強み」を伸ばす取組を実施することを「労働生産性を向上させる」と捉えることとして、調査を実施した。

（1）雇用失業情勢

完全失業率（季節調整値）は、2009年7月に過去最高に並ぶ5.5%を記録した後、徐々に低下しており、2019年は2.2%～2.5%で推移し、年平均で2.4%と、前年と同水準にとどまった。また、完全失業者数（季節調整値）も、2009年7月に過去最高水準の364万人を記録した後、以降は次第に減少し、2019年12月には152万人となり減少傾向で推移しているが、2020年2月には166万人となっており、前月に続き増加している（図211-1）。

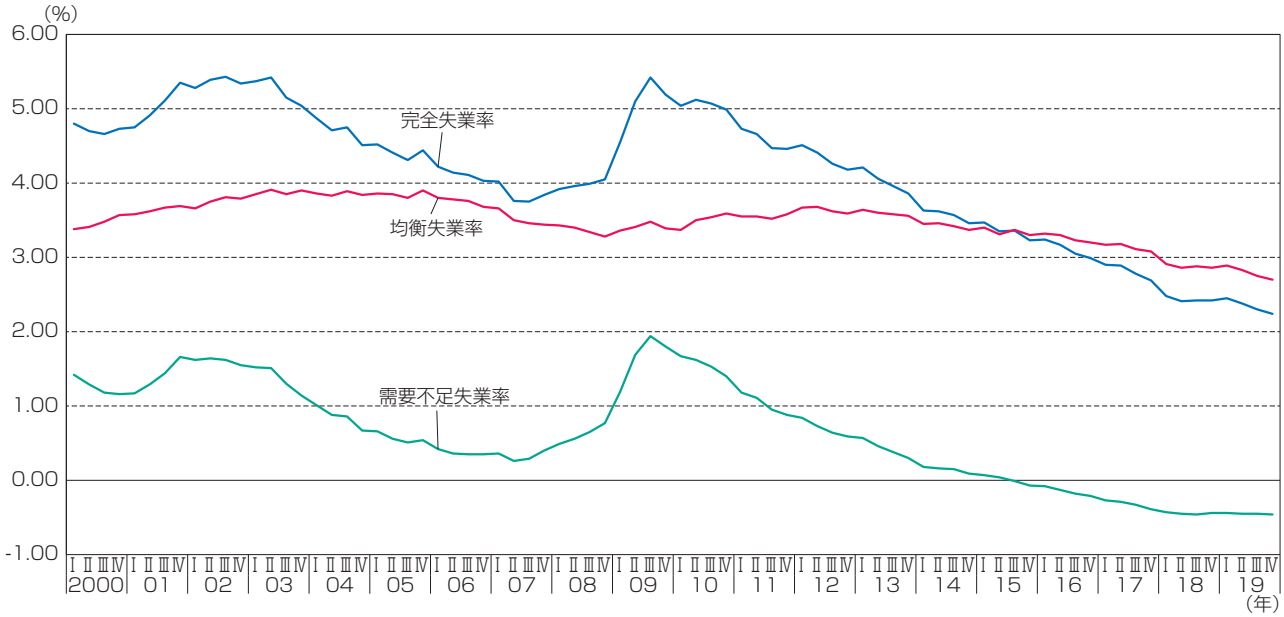
図211-1　完全失業率（季節調整値）及び完全失業者数（季節調整値）の推移



備考：2011年3月から8月までは，東日本大震災の影響により，補完推計値を用いた。
資料：総務省「労働力調査」

雇用ミスマッチの状況をみるために、完全失業率を、需要不足失業率と均衡失業率に分けてそれぞれの動向をみると、需要不足失業率については、2009年後半に景気が回復する中で低下した後、2015年にマイナスに転じている。2010年以降の景気回復を背景に労働市場の改善が続き、足元の完全失業率は、これまで3%程度であった均衡失業率を下回っている。これは労働市場の効率性が改善し、均衡失業率そのものが低下したと考えられる一方で、均衡失業率の低下が鈍いことから、欠員と失業が併存する不均衡が続いていることが示唆される（図211-2）。

図211-2　構造的・摩擦的失業率、需要不足失業率の推移



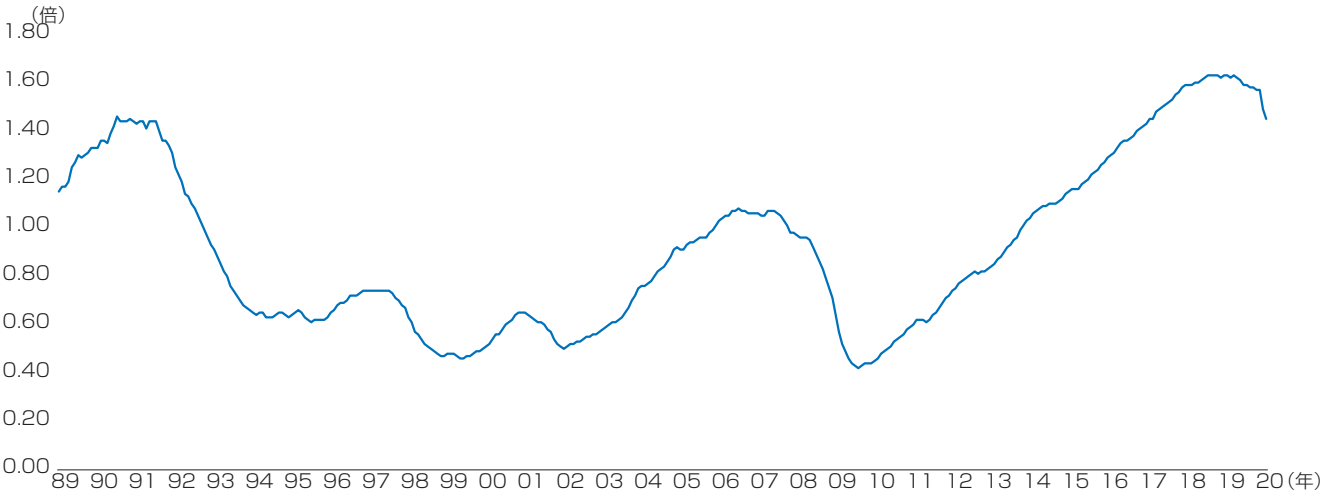
原出所：（独）労働政策研究・研修機構「ユースフル労働統計」

有効求人倍率（季節調整値）は上昇し2018年8月には1.63倍となり、平成において過去最高値となっていたが、2019年後半からは米中貿易摩擦に伴う中国経済の減速の結果、製造業の生産活動が弱まったことなどの影響を受け、低下傾向となっている。加えて、2020年からは、ハローワークの求人票の記載項目が拡充され、一部に求人の提出を見送る動きがあったことから、求人数の減少を通じて有効求人倍率が低下したこともあり、同年2月は1.45倍となっており、前月につづいて減少している。職業別に有効求人倍率をみると、生産工程の職業の有効求人倍率は、職業計に比べ2020年2月において0.17ポイント高くなっているが、その差は前月と比較して大きくなっている（図211-3）（図211-4）。

産業別の従業員数における過不足状況では、幅広い産業で、人手不足感がみられる。中小製造業も2013年第3四半期にマイナス1.8と人手不足感に転じて以降、マイナス幅の拡大を続け、2019年第1四半期にはマイナス21.4となっており、人材不足感が続いていた（図211-5）。

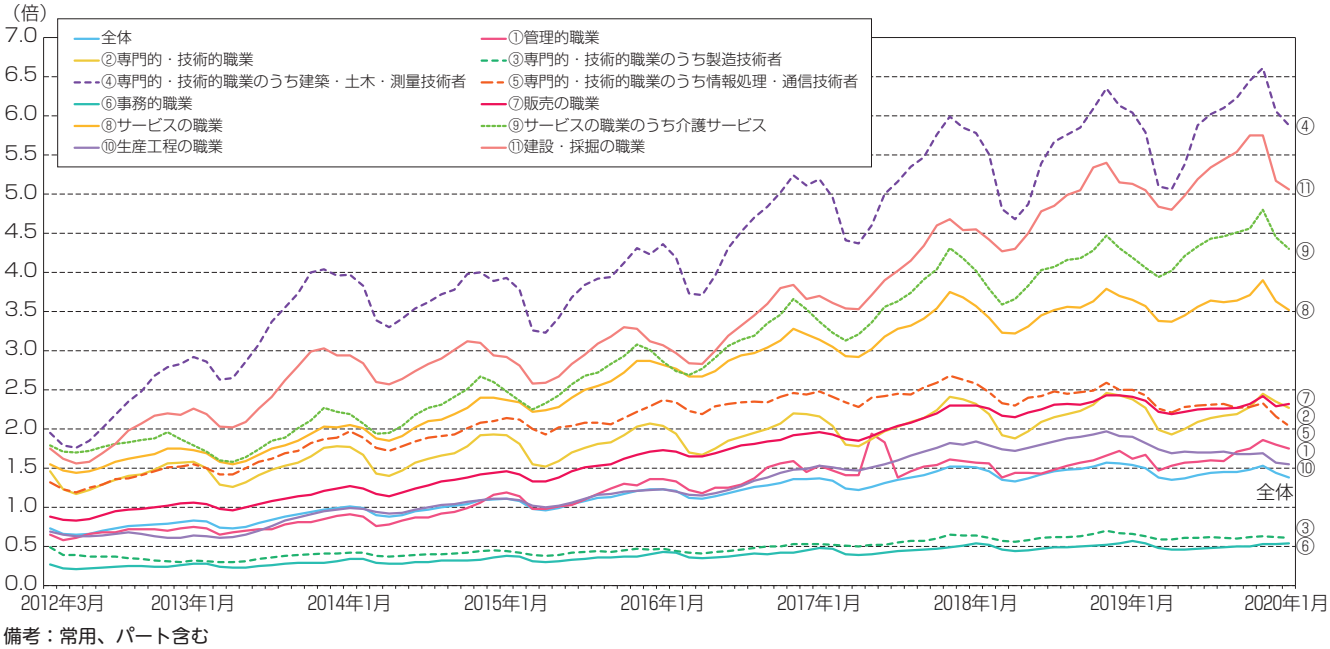
以上のように、雇用情勢は近年着実な改善が見られていたものの、足元では、2020年の新型コロナウイルス感染拡大の影響による解雇・雇止めや雇用調整の可能性があるとする事業所もみられ、今後の情勢をよく注視していく必要がある。

図211-3　有効求人倍率（季節調整値）の推移



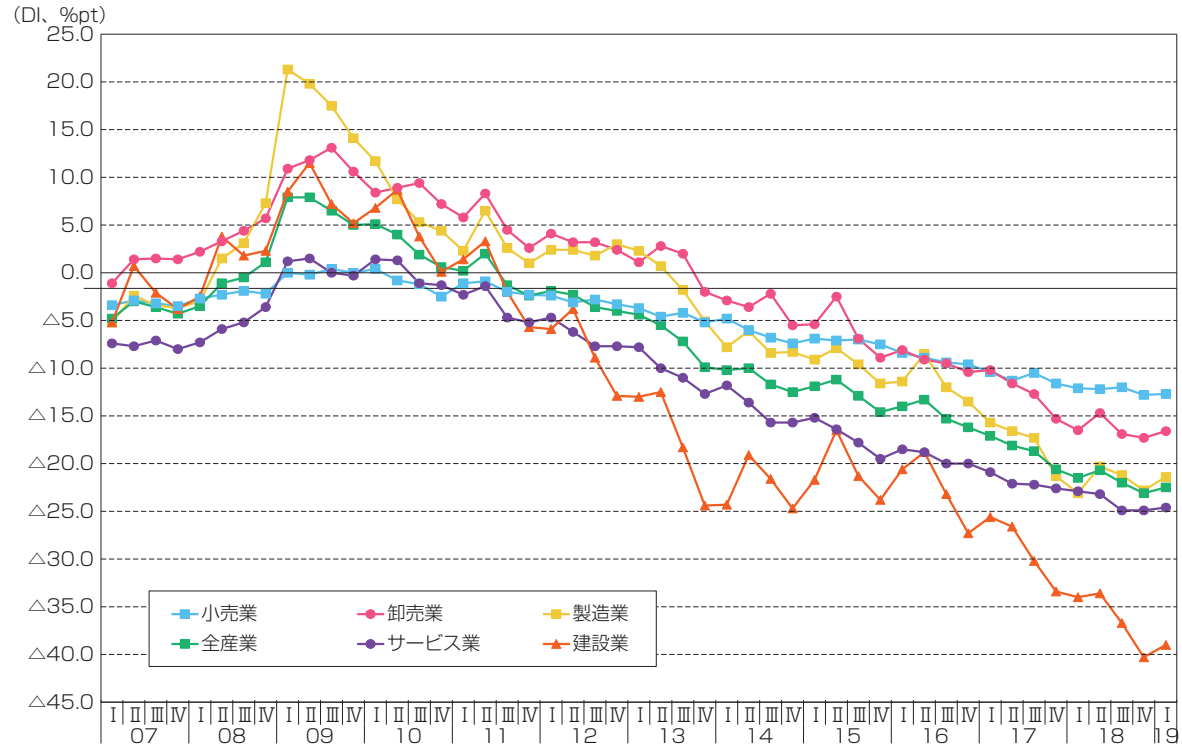
備考：パート含む
資料：厚生労働省「職業安定業務統計」

図211-4　職業別の有効求人倍率の推移



備考：常用、パート含む
資料：厚生労働省「職業安定業務統計」

図 211-5　産業別従業員数過不足 DI（今期の水準）の推移

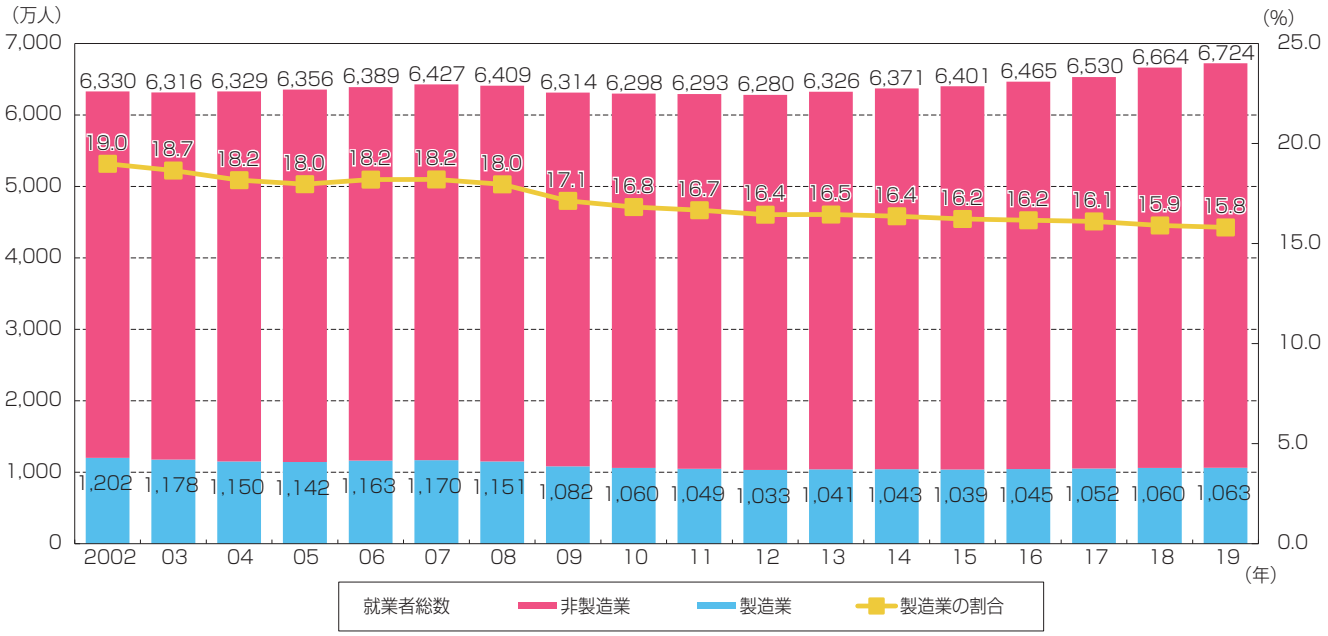


備考：従業員数過不足 DI は、今期の従業員数が「過剰」と答えた企業の割合（%）から、「不足」と答えた企業の割合（%）を引いたもの。
出所：中小企業庁「中小企業白書」

（2）就業者数及び雇用者の動向

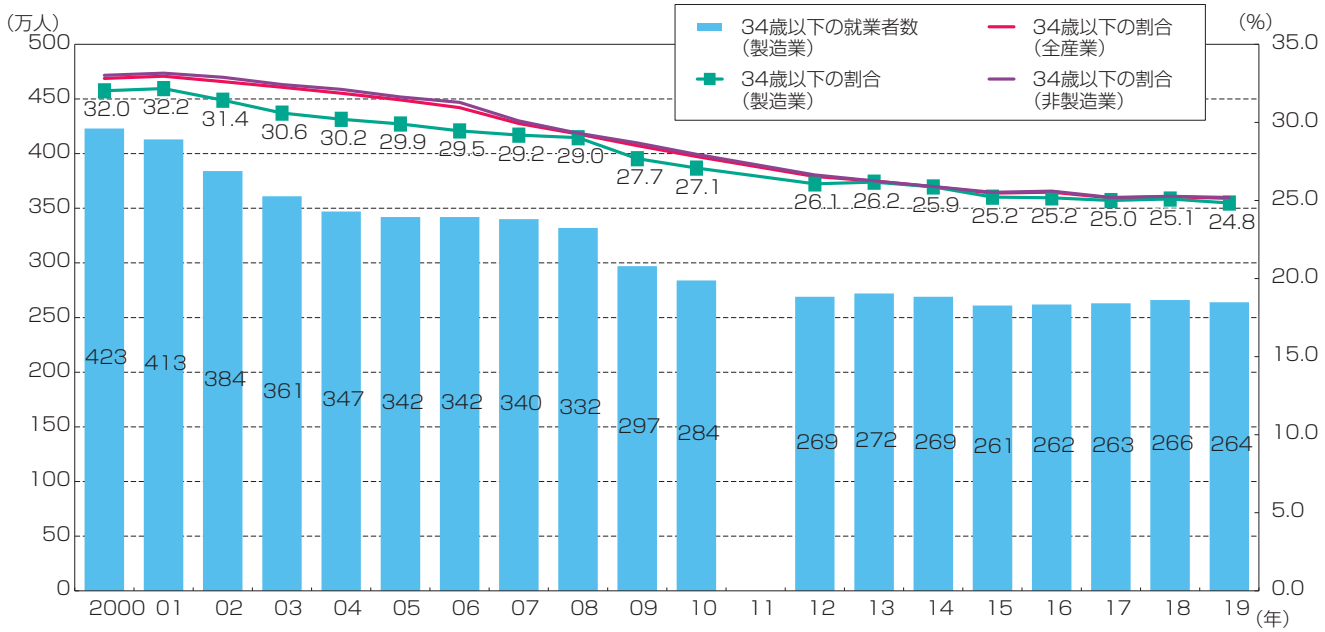
国内の製造業就業者数については、2002 年の 1,202 万人から 2019 年には 1,063 万人と、20 年間で 11.6%減少しており、全産業に占める製造就業者の割合も 2002 年の 19.0%から 2019 年の 15.8%に減少している（図 212-1）。さらに、製造業の若年就業者数についても、減少が続いているが、近年の好景気に伴い、2015 年からやや増加傾向である（図 212-2）。もっとも、新型コロナウイルス感染拡大による経済・雇用への影響については、今後注視していく必要がある。

図 212-1　製造業就業者数推移



備考：2011 年は，東日本大震災の影響により、補完推計値を用いた。。分類不能の産業は非製造業に含む。
資料：総務省「労働力調査」

図 212-2　製造業における若年就業者（34 歳以下）の推移



備考：2011 年は，東日本大震災の影響により、全国集計結果が存在しない。分類不能の産業は非製造業に含む。
資料：総務省「労働力調査」

製造業における外国人労働者数は、平成 27 年には 295,761 人であったが、令和元年では 483,278 人と、５年間で約 1.6 倍となっており、産業全体においても、同様に増加傾向となっている（図 212-3）。

図 212-3　産業全体、製造業における外国人労働者の推移

単位：人

			平成27年	平成28年	平成29年	平成30年	令和元年
①在留資格別・産業別外国人労働者数	産業全体		907,896	1,083,769	1,278,670	1,460,463	1,658,804
	製造業	総　数	295,761	338,535	385,997	434,342	483,278
		①専門的・技術的分野の在留資格	26,241	30,994	37,473	46,578	57,439
		②特定活動	2,166	4,109	5,589	7,743	8,144
		③技能実習	111,739	134,419	159,112	186,163	220,747
		④資格外活動	14,798	23,072	28,866	32,948	32,192
		⑤身分に基づく在留資格	137,631	145,937	154,949	160,892	164,752
		⑥不明	3	4	8	18	4
②特定技能在留外国人（産業機械製造業分野）							198

資料：①厚労省職業安定局「外国人雇用状況」の届出状況　②法務省「特定技能在留外国人数の公表」
備考：・製造業は、産業全体の内数である。
・①は各年 10 月末現在の状況である。
・特定技能在留外国人は、令和元年 12 月末時点の特定技能１号在留外国人の数を表す。

（3）就業者の年齢構成

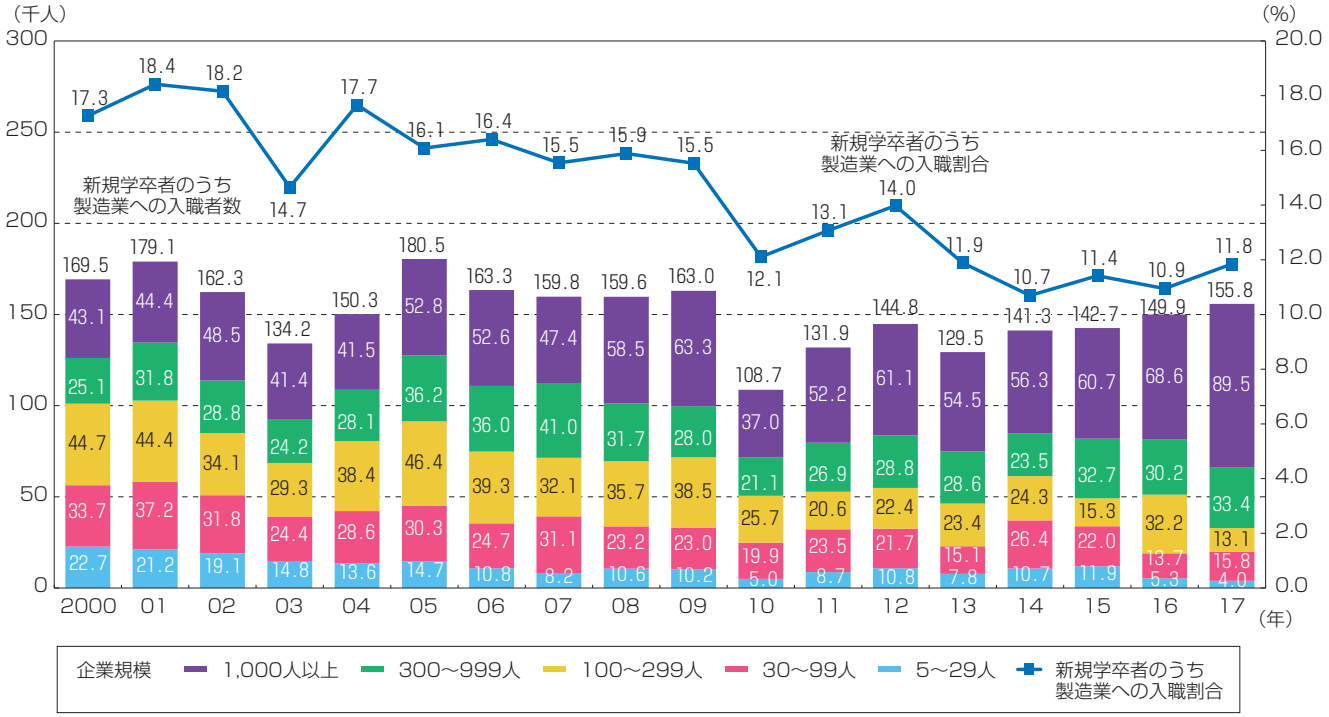
①新規学卒入職者数の状況

製造業における新規学卒者数は、2017 年は前年に比べ 3.9%増加し、15 万５千人と 2013 年以降増加傾向となっている。しかし、新規学卒者の製造業への入職割合は、2014 年に 10.7%と過去最低を記録しているものの、2017 年は前年に比べ 0.9 ポイント増加した。なお、製造業における新規学卒入職者数の推移を企業規模別にみると、300 人以上の企業は、前年と比較して 24.4%増加しているが、300 人未満の

企業では35.7%減少しており、企業規模における差が拡大している（図213-1）。

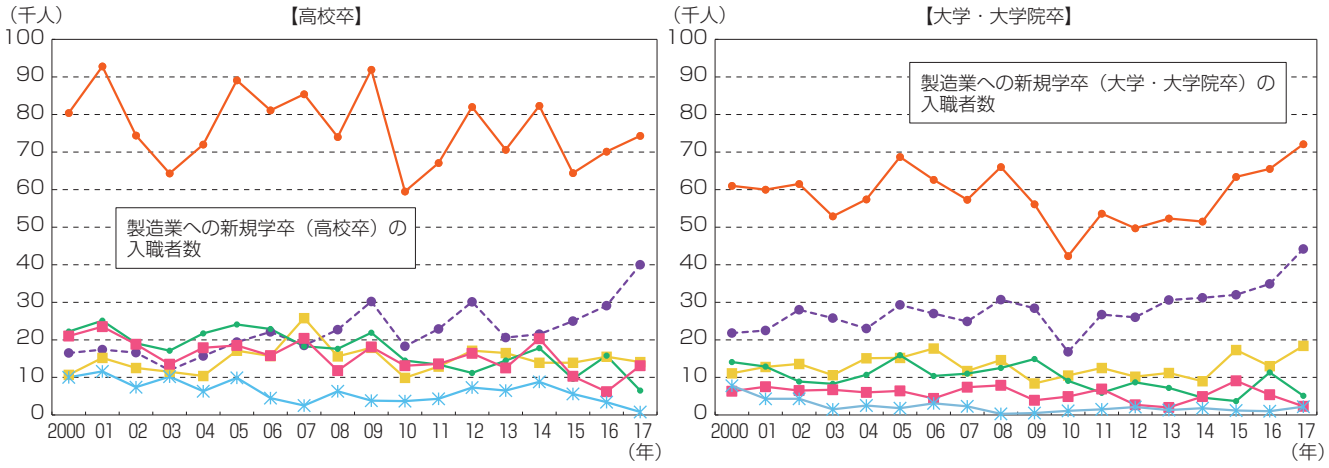
また、製造業における新規学卒入職者数の推移を学歴別にみると、大学・大学院卒については7万2千人、高卒については7万4千人と前年に比べ大学・大学院卒は10.1%増加、高卒は10.6%増加している（図213-2）。

図213-1　製造業における新規学卒入職者数と製造業への入職割合の推移



「新規学卒者の製造業への入職割合」算出に使用している調査産業計については、91年から建設業を含んでいる。
厚生労働省「雇用動向調査」。

図213-2　製造業における学歴別の新規学卒入職者数の推移（大卒・高卒）

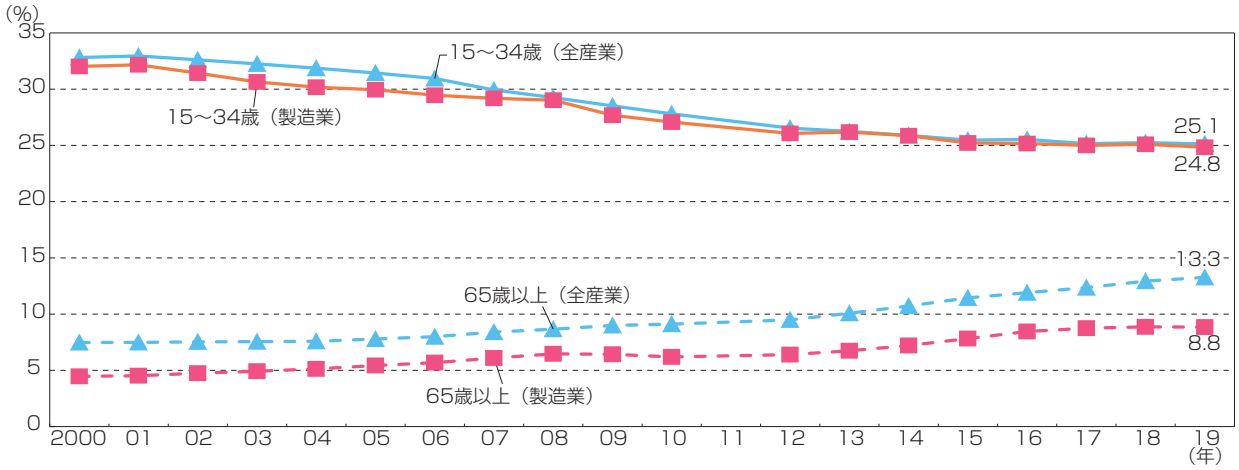


厚生労働省「雇用動向調査」

②製造業における高齢化の進展

製造業においては、若年者の入職者数の増加が鈍い一方、高齢化が進展している。製造業の就業者に占める65歳以上の者の割合は、2000年において製造業は4.5%であり、全産業平均（7.5%）を下回っている。その後、全産業平均における高齢化の速度は製造業と比較して速く、65歳以上の者の割合に係る全産業平均と製造業との差は、2000年の3ポイントから2019年には4.5ポイントまで拡大してきている。これに対して、15～34歳の者の割合は、2019年において製造業は24.8%であり、全産業平均（25.1%）をやや下回っているが、両者の差は、2000年の0.8ポイントから2019年には0.3ポイントまで縮小してきている（図213-3）。

図 213-3　就業者に占める若年者・高齢者の割合の推移



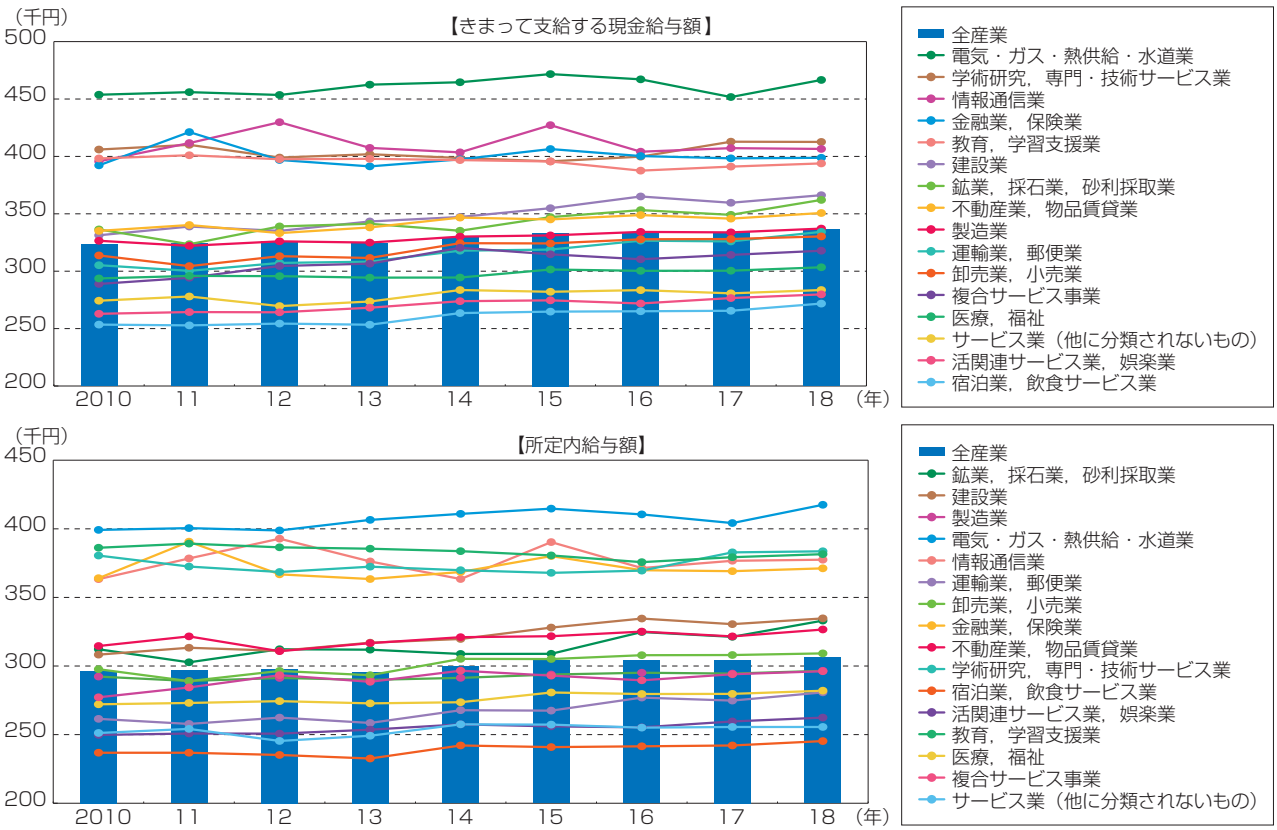
総務省「労働力調査」
「労働力調査」は 2003 年から、産業区分は新産業分類（2002 年改定）で表章しているので、旧産業分類ベースであるそれ以前の数値とは、数値が接続しない点、留意が必要。

（4）賃金・労働時間の動向

国内の製造業における労働者（一般労働者）賃金をみると、きまって支給する給与は全産業平均とほぼ同水準の状況が続いているが、所定内給与額については、製造業が全産業平均より高い状況が続いている（図 214-1）。

製造業の全労働者について、実労働時間当たりの現金給与総額を為替レートと購買力平価で比較すると、2017 年の購買力平価換算の時間当たりの賃金は、日本を 100 とすると、アメリカが 133、イギリスが 114、ドイツが 178、フランスが 145 となっており、日本は各国の水準を下回っている（図 214-2）。

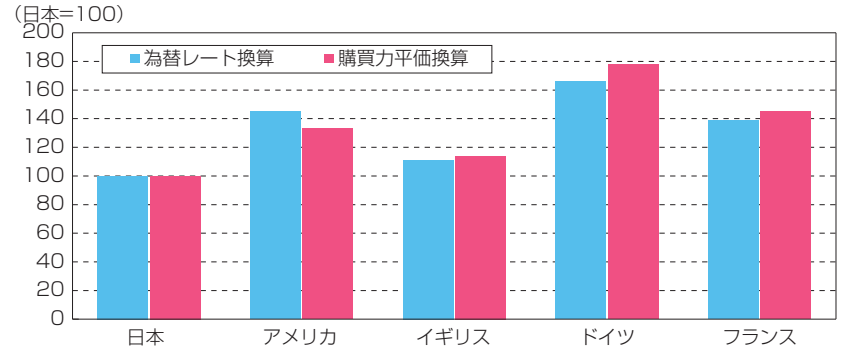
図 214-1　業種別の賃金比較



・きまって支給する現金給与額とは、労働契約等であらかじめ定められている支給条件により６月分として支給された現金給与額をいい、所得税等を控除する前の額をいう
・所定内給与額とは、きまって支給する現金給与額のうち、超過労働給与額を差し引いた額をいう

厚生労働省「賃金構造基本統計調査」

図 214-2　時間当たり賃金の国際比較［2017 年］（製造業）



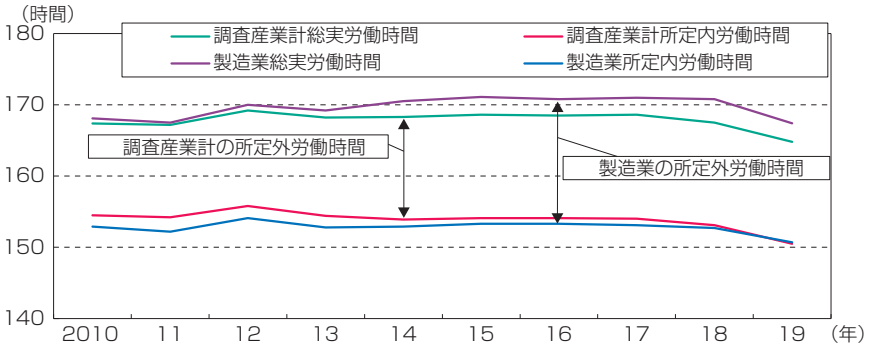
資料：JILPT「データブック国際労働比較」（2019 年版）

国内の製造業の事業所規模５人以上の事業所における労働者（一般労働者）１人当たりの総実労働時間をみると、2019 年は月平均で 167.4 時間となっており、前年より 3.4 時間減少している。その内訳をみると、所定内労働時間が月平均 150.7 時間で、前年比 1.3%減と２年連続で減少し、また、所定外労働時間が月平均 16.7 時間で、2019 年４月に施行された働き方改革関連法において、全業種で年５日の有給休暇取得が義務化されたほか、大企業で月 45 時間を上限とする残業時間規制の導入がなされたことを背景に減少している。なお、働き方改革関連法は、中小企業にも、2020 年４月より本格施行された。

なお、製造業は全産業平均と比べ所定内労働時間はやや短い傾向があるが、総実労働時間は全産業平均を上回っている（図 214-３）。

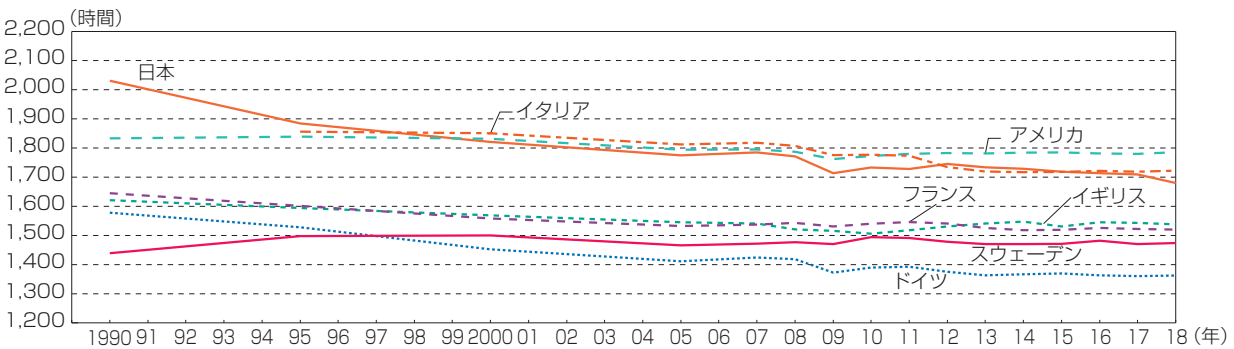
また、日本の平均年間総実労働時間（就業者）を中期的にみると、1988 年の改正労働基準法の施行を契機に労働時間は着実に減少を続け、1988 年時点の 2092 時間から、2018 年には 1,680 時間となっている。主要諸外国についても、概ね減少傾向を示している。2018 年には、アメリカが 1,786 時間、イタリア 1,723 時間、イギリス 1,538 時間、フランス 1,520 時間、スウェーデン 1,474 時間、ドイツ 1,363 時間などとなっている（図 214-４）。

図 214-3　労働時間の推移



・労働時間は、一般労働者の労働時間を指す。
・労働時間は、月間労働時間の年平均を示している。
厚生労働省「毎月勤労統計」

図 214-4　一人当たり平均年間総実労働時間推移の国際比較（全就業者）



・常用労働者５人以上の事業所が対象
資料：JILPT「データブック国際労働比較」（2019 年版）

コラム　働き方改革について

日本は「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」、「イノベーションの欠如による生産性向上の低迷」などの課題に直面している。また、労働面では、長時間労働による過労死等や正規雇用・非正規雇用間の処遇格差などの問題もある。

このような課題に対応するため、「働き方改革」が進められている。働き方改革は、働く方一人ひとりがより良い将来の展望を持ち、多様な働き方が可能となる中で自分の未来を自ら創っていくことができる社会を創ることを目指している。

2018（平成30）年に成立した、いわゆる「働き方改革関連法」に基づき、長時間労働の是正、多様で柔軟な働き方の実現、雇用形態にかかわらない公正な待遇の確保等のための措置を講ずるもので、2019（平成31）年4月1日から順次施行されている。

働き方改革の進展にとって、長時間労働が是正されれば、ワークライフバランスが改善し、女性や高齢者が働きやすくなる。正規･非正規の理由なき格差がなくなれば､パートタイム等で働く方のモチベーションが上がる。転職が不利でない労働市場が実現すれば、働く人は自らキャリアを設計することが可能となる。

働き方改革は、働く人の視点に立った改革であるが、イノベーションや生産性向上にも資するものである。働き方改革がものつくりにおいても大きな効果をもたらすことが期待される。

写真：働き方改革特設サイト

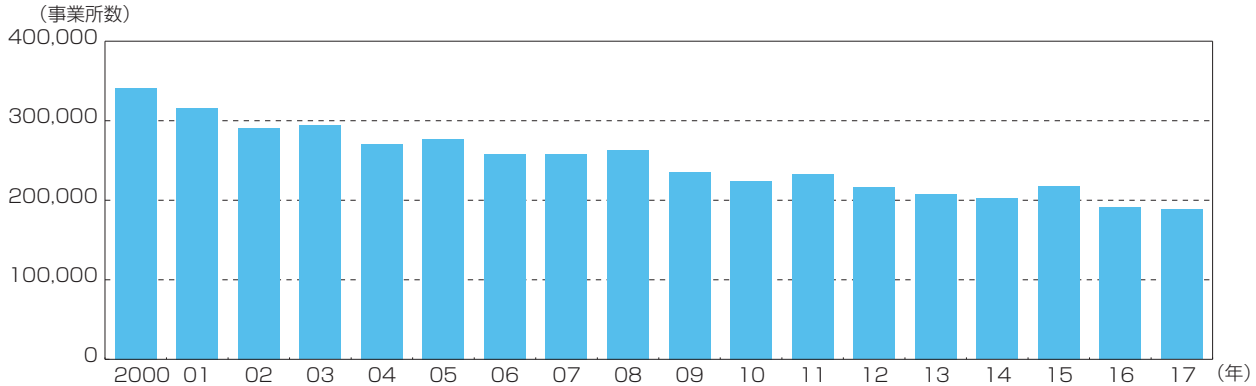
https://www.mhlw.go.jp/hatarakikata/

（QRコード）

（5）産業界全体における製造業のインパクト

次に、我が国において、ものづくり産業が経済全体に占める大きさを確認していく。ものづくり産業を取り巻く現状としては、緩やかな景気回復基調が続く中で、着実に上向いてきているものの、一層激化する国際競争などにより、厳しい経営状況が続き、事業所数が1998年には373,713事業所あったが、企業の倒産や廃業等により2017年には188,249事業所と20年間で約50%減少している（図215-1）。

図215-1　製造業に関する事業所数

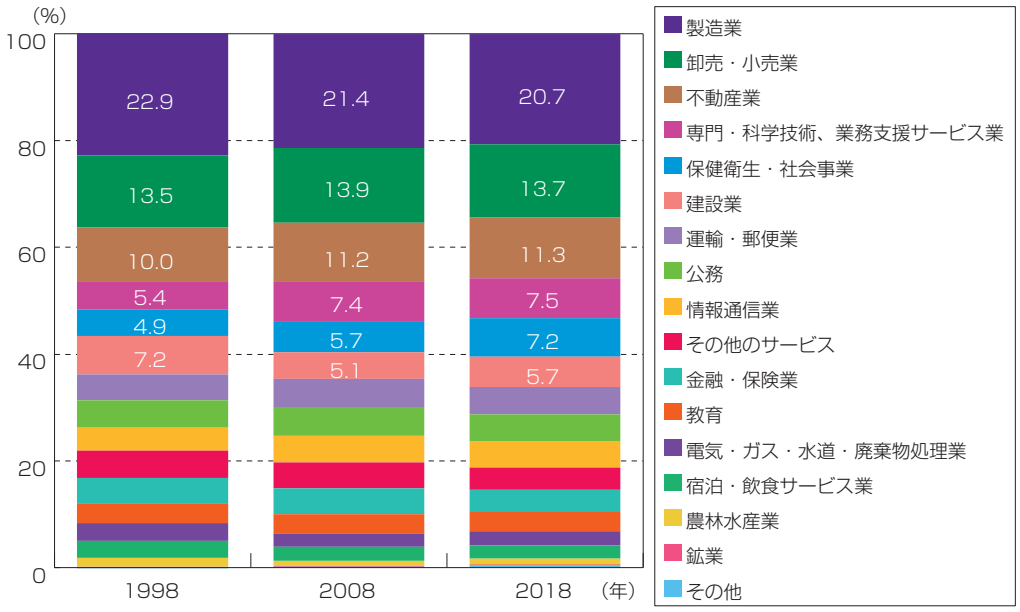


・資料：2011年、2015年は総務省・経済産業省「経済センサス - 活動調査」、他は経済産業省「工業統計調査」
資料：経済産業省「工業統計調査」

国内総生産（名目 GDP）における産業別構成比の変化と推移をみていくと、製造業は 1998 年の 22.9％から徐々に減少しており、2018 年では 20.7％となっている。（図 215-2）しかし、図 215-1 でみたように事業所数が半減していることや、人手不足感が強まる中にも関わらず、依然として我が国の GDP の２割程度を占めている。

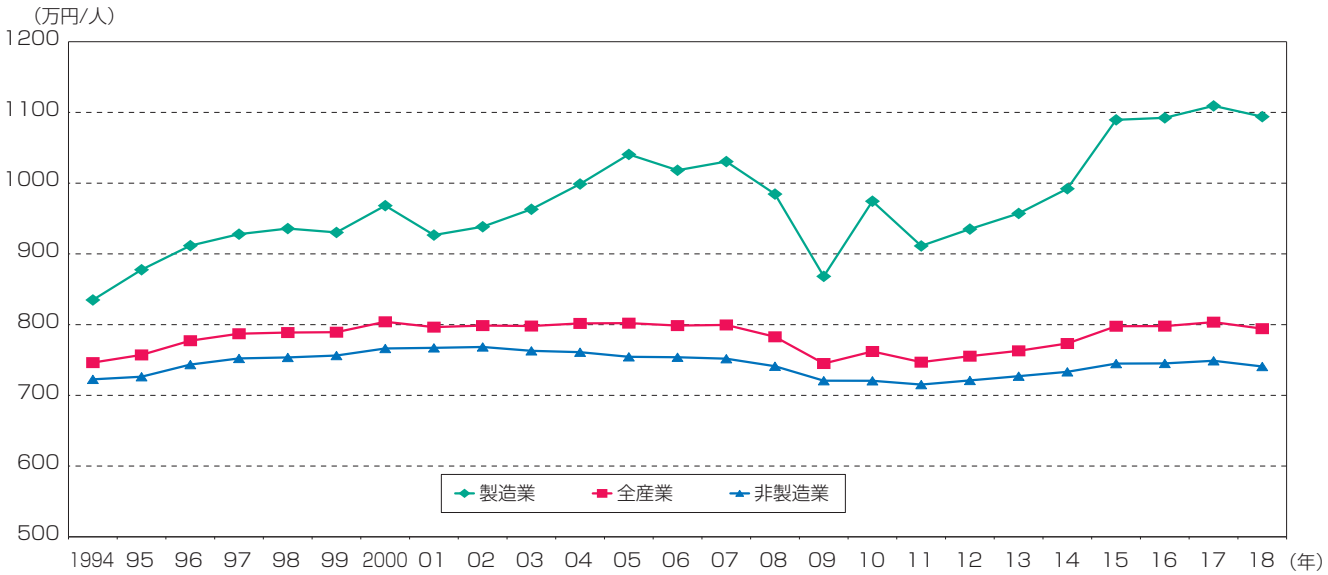
また、全産業と製造業の一人当たり名目労働生産性について、過去 20 年間の推移をみていくと、非製造業と比べて製造業の方が名目労働生産性の水準は高く、2018 年においては、全産業 794.3 万円、非製造業 740.9 万円に対し、製造業は 1,094 万円となっている。また 1998 年から 2018 年にかけての伸び率をみても、全産業 0.7％増、非製造業 1.7％減に対し、製造業は 16.9％増となっており、高付加価値化が進展している（図 215-3）。

図 215-2　名目 GDP における産業別構成比の推移



資料：内閣府「国民経済計算」

図 215-3　全産業と製造業の一人当たり名目労働生産性の推移



資料：内閣府「国民経済計算」

製造業においては就業者数が長期的に減少するとともに、機械化や産業の高付加価値化によって一人当たり労働生産性が高めてきたと考えることが出来る。人口減少下において、ものづくり産業が我が国の存立基盤を下支えし、成長を導くためには、デジタル技術の活用によるさらなる労働生産性の向上が不可欠であり、製造業においては高付加価値化に対応できるような人材の確保・育成を進めていくことが必要である。

コラム　ものづくりとデジタル化

・・・独立行政法人 労働政策研究・研修機構 山崎　憲 客員研究員

アメリカ合衆国のミシガン州にランシング・コミュニティカレッジがある。ランシング市は人口約11.8万人のミシガン州の州都であるとともに自動車製造が主要な産業となっている。アメリカのコミュニティカレッジの歴史は第二次世界大戦の復員兵が社会復帰するための職業訓練を実施したことに始まる。ランシング・コミュニティカレッジには学生だけでなく企業の従業員も所属している。そこにセンサーとAI（人工知能）を配置した製造ラインの訓練設備がある。人間の力で行うよりも効率的に不良品を検出するためだ。しかし、だからといって熟練した技能がすべて置き換えられてしまうということではない。

同コミュニティカレッジで実施している旋盤工の養成訓練を取り上げてその意味を説明しよう。旋盤は回転により加工を行うもので、作業には経験と熟練が必要である。それが1980年代に変化した。旋盤にマイクロエレクトロニクス（ME）が装備されるようになったからだ。MEで作業工程がプログラム化されたことで人間が行う作業は大幅に省力化された。そのときはほとんどの熟練労働は置き換えられるだろうと考えられた。ところがそうはならなかったのである。

確かに職務の内容は変わった。MEの端末を操作するためにそれまでのより高度な教育を受けることが求められるようにもなった。しかし、旋盤を扱うための経験や熟練した技能が不要になったわけではなかったのである。むしろ、そうした能力の土台の上にME機器を扱うための専門的知識が加わった。つまり、人間が扱う職務が拡大したのである。

同じことはAIを配置した製造ラインで行われる訓練についてもみることができる。従来の製造ラインで必要な経験や技能の上に新たな知識や能力が加わっているのである。具体的には、AIの端末を扱うための専門知識とAIではカバーすることができないものづくりにかかわる人間同士のコミュニケーション能力である。ここでもME化の時と同様に人間が扱う職務が拡大しているのだ。

こうしたものづくりの新しい姿は、企業とその企業が属する地域が労働者にどのような技能を求めているかによって補強されている。「熟練技能はデジタル化で置き換えらえてしまうのでもはや必要がない」という考え方がある。しかし、地域にはデジタル化だけでは対応することができないさまざまなニーズがある。たとえば、建物の電気設備や配管といった作業を行う場合、まったく同じような環境が用意されていることは稀である。建物の状況はそれぞれ異なっている。修理やメンテナンスであればなおさらに個別の対応が求められる。汎用性の高いものは多くない。そうした場合、AIやデジタルデータに頼り切ることはできない。AIやデジタル化は同じような作業を膨大に繰り返すようなものでなければ、費用対効果の点で適さないからない。時代によって仕様が異なるということも見逃せない。地域では小回りの利く対応が求められるのである。

地域といっても人口規模の大きな単位の話ではない。せいぜい数万人程度の中規模から小規模の地域である。コミュニティカレッジのあるランシング市には職業訓練のあっせんと職業紹介を行う組織、ミシガン・ワークスがある。職業訓練と職業紹介を実施するにあたり、地元企業のニーズを頻繁に、そして徹底的に調査する。職業訓練の内容はその結果によって決められる。地域で最もニーズがあり、そして賃金が高い職業は電気工や配管工など汎用性より個別対応が求められるものづくり技能だった。

それではどのような訓練を電気工や配管工は受けているのだろうか。これらの職業は、働きながら訓練を受けることができるとともに、賃金を得ることができるという徒弟訓練制度の伝統を持っている。かつては、数年の訓練を受ければ生涯にわたって通用する技能を身につけることができた。しかし、今やそれだけでは足りない。訓練がいったん終了した後でも、新しい技術や知識を習得するために訓練を継続しなければならない。それはAIやデジタル化だけにとどまらない。たとえば、熱効率の良い建築材への対応や、太陽光発電設備の設置を行うといった具合だ。土台となる経験や技能をブラッシュアップするだけでなく、刻々と変化する環境にも継続的に対応することが求められるのである。その上に、AIやデジタル化の対応、そして人間を置き換えることができないコミュニケーション能力が積み重ねられる。

AIやデジタル化の対応は避けられない。しかし、ものづくりの技能の必要性がなくなることはない。その条件は、人間だけが担うことができるコミュニケーション能力を育成し、汎用性は高くないがきめ細やかな地域ニーズに応え、継続的な変化に即した技術と知識を習得すること。そして何よりも、土台とな

る経験や技能をブラッシュアップし続けるということである。これはアメリカだけでなく日本でも同じことが言える。土台だけでなく新しい技術や環境に対応するために努力し続けること、地域のニーズを継続して掘り起こし続けること。新しいものづくりの形がそこにある。

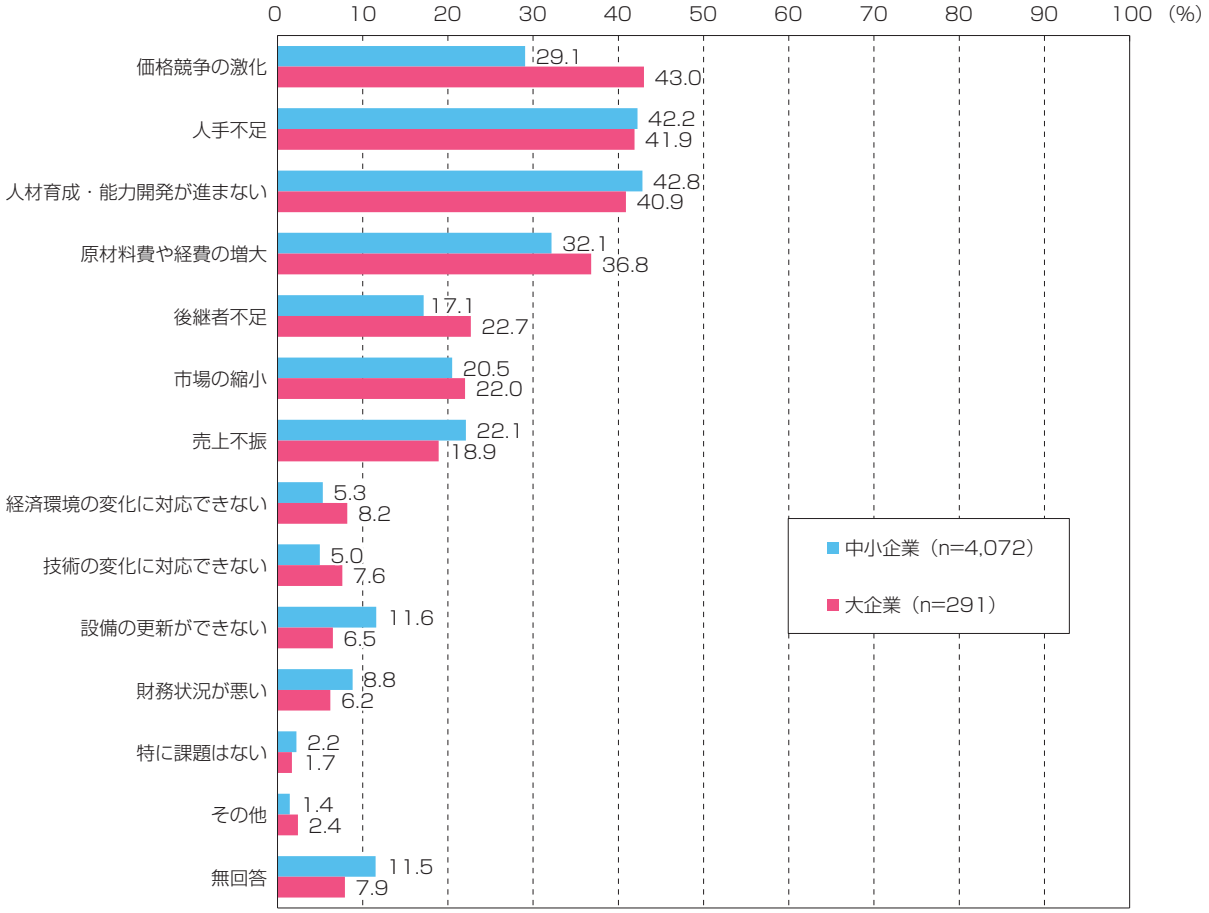
2 ものづくり現場を取り巻く環境変化とものづくり人材の確保

ものづくり現場を取り巻く不確実性が増す中で、環境変化による経営課題を、各ものづくり企業がどのように認識し、人材育成の方向性をどのように考えているのか、JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」から考察する。

（1）ものづくり現場が直面している経営課題

ものづくり企業が直面している経営課題をみると、大企業では「価格競争の激化」（43.0%）と回答した企業割合が最も高く、次いで「人手不足」（41.9%）、「人材育成・能力開発が進まない」（40.9%）が続く。中小企業では、「人材育成・能力開発が進まない」（42.8%）と回答した企業割合が最も高く、「人手不足」（42.2%）、「原材料費や経費の増大」（32.1%）と続いており、企業規模に関わらず、人材育成・能力開発にも課題を感じているものづくり企業が多い状況がうかがえる（図 221-1）。

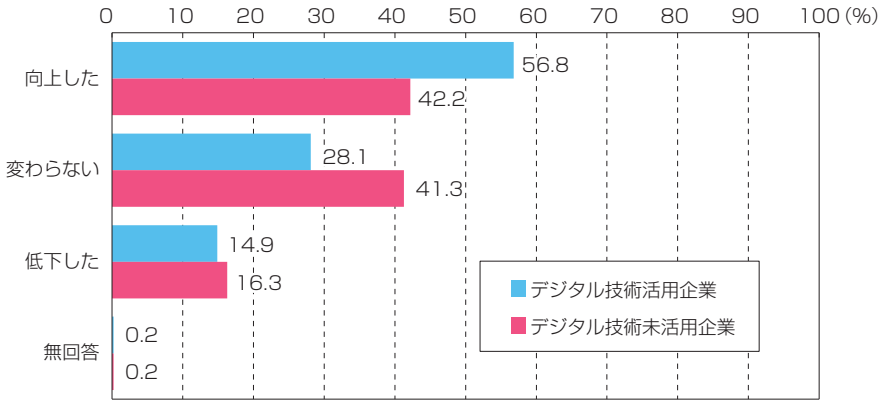
図 221-1　ものづくり企業の経営課題（企業規模別）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

人材育成・能力開発への取組は、労働生産性にも良い影響がみられる。自社の労働生産性が３年前と比較して「向上した」と回答した企業の割合は、人材育成・能力開発がうまくいっていると認識している企業（56.8%）が、人材育成・能力開発がうまくいっていないと回答した企業（42.2%）を大きく上回っている。一方、自社の労働生産性が３年前と比較して「変わらない」、「低下した」と回答企業した企業は人材育成・能力開発がうまくいっていないと回答した企業が、人材育成・能力開発がうまくいっていると認識している企業を上回る（図 221-2）。

図 221-2　人材育成・能力開発の取組と３年前と比較した自社の労働生産性

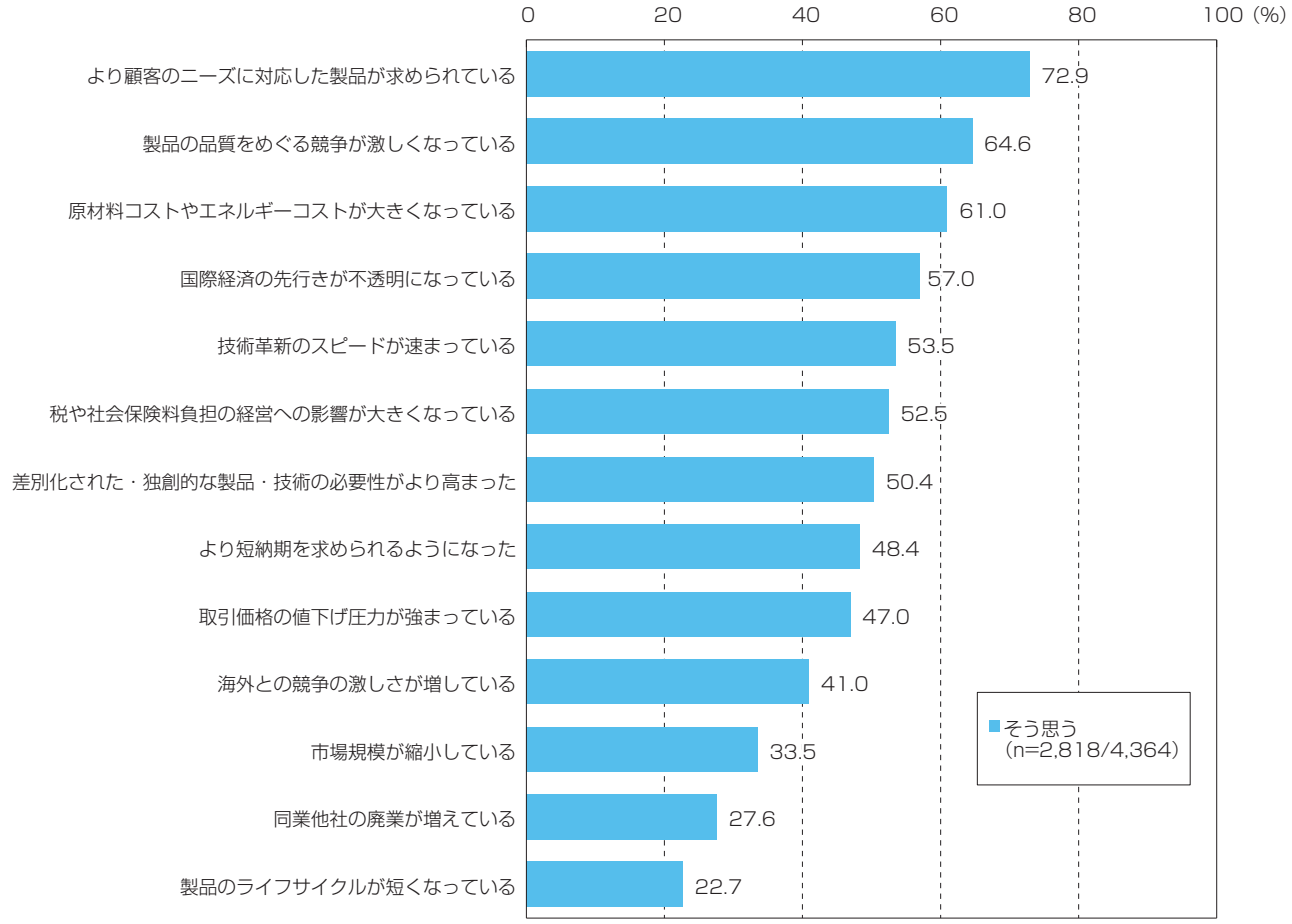


資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

事業環境・市場環境の状況認識をみると、「より顧客のニーズに対応した製品が求められている」（72.9%）、「製品の品質をめぐる競争が激しくなっている」（64.6%）、「原材料コストやエネルギーコストが大きくなっている」（61.0%）、「国際経済の先行きが不透明になっている」（57.0%）といった経営課題に直結する、厳しい認識に基づいた回答が多数を占め、「同業他社の廃業が増えている」（27.6%）、「製品のライフサイクルが短くなっている」（22.7%）を大きく上回っている。（図 221-3）（図 221-4）

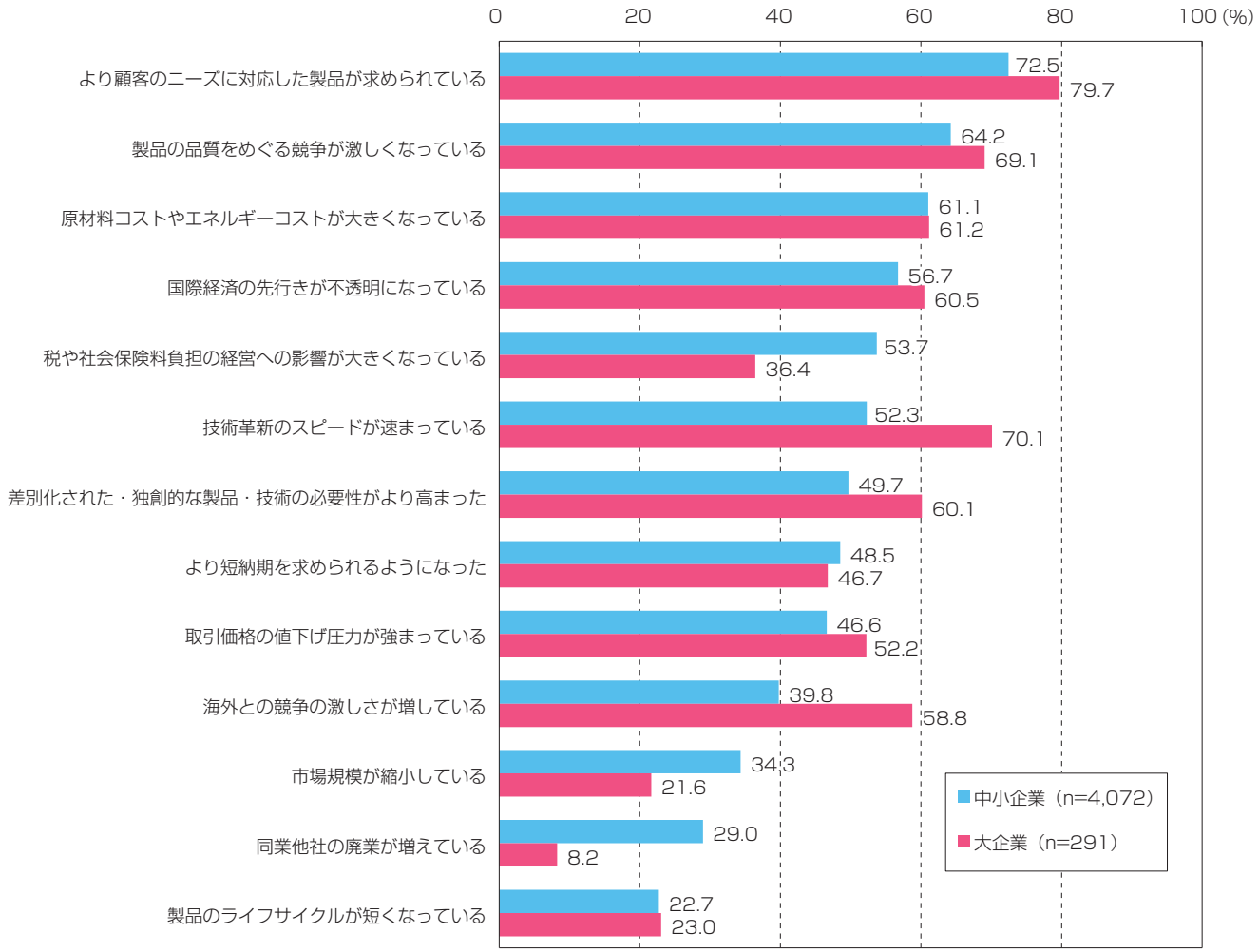
企業規模別では、「技術革新のスピードが速まっている」、「海外との競争の激しさが増している」と回答した企業は、大企業が中小企業よりも高く、「税や社会保険料負担の経営への影響が大きくなっている」、「同業他社の廃業が増えている」と回答した企業は、中小企業が大企業よりも高くなっており、それぞれ20%程度の差がある。

図 221-3　事業環境・市場環境の状況認識



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

図 221-4　事業環境・市場環境の状況認識（企業規模別）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

また、これらを業種別にみると、プラスチック製品製造業で「品質」、「原材料･エネルギーコスト」、「税･社会保険料」、鉄鋼業で「同業他社の廃業」、「市場規模縮小」、生産用機械器具製造業で「国際経済の不透明さ」、「短納期」、電子部品・デバイス・電子回路製造業で「値下げ圧力」、情報通信機械器具製造業で「技術革新」、「製品のライフサイクル短期化」、「差別的・独創的」、「顧客ニーズ」、輸送用機械器具製造業で、「海外」の回答率がそれぞれ高い等、各業種の動向を反映した際も認められる（図 221-5）。

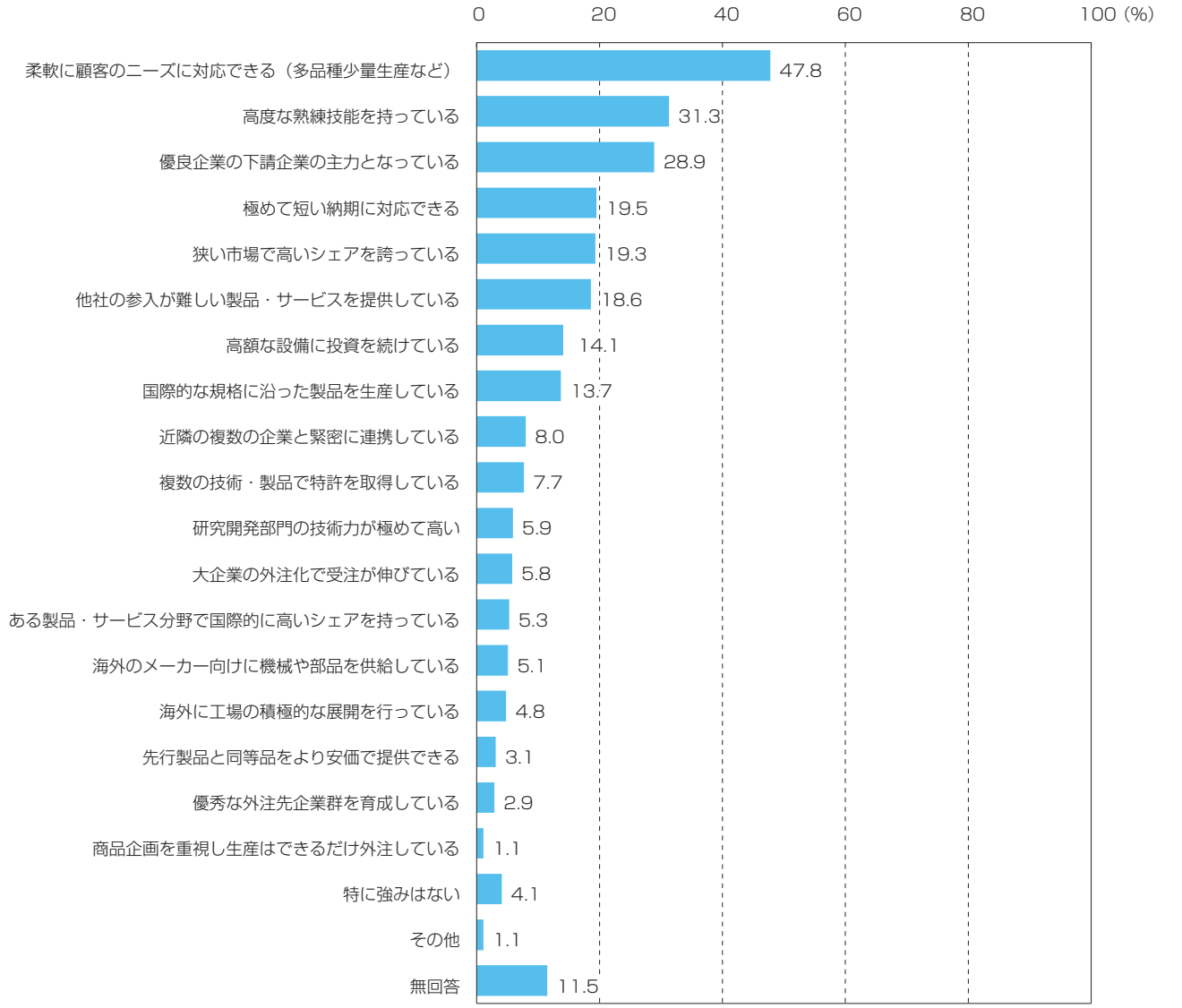
図 221-5　事業環境・市場環境の状況認識（業種別）

	より顧客のニーズに対応した製品が求められている	製品の品質をめぐる競争が激しくなっている	原材料コストやエネルギーコストが大きくなっている	国際経済の先行きが不透明になっている	技術革新のスピードが速まっている	税や社会保険料負担の経営への影響が大きくなっている	差別化された・独創的な製品・技術の必要性がより高まった	より短納期を求められるようになった	取引価格の値下げ圧力が強まっている	海外との競争の激しさが増している	市場規模が縮小している	同業他社の廃業が増えている	製品のライフサイクルが短くなっている
合計	72.9	64.6	61.0	57.0	53.5	52.5	50.4	48.4	47.0	41.0	33.5	27.6	22.7
【業種】													
プラスチック製品製造業（n=484）	72.3	70.9	68.0	53.3	48.1	58.1	52.7	45.5	52.7	36.4	37.6	33.7	25.6
鉄鋼業（n=169）	66.9	58.0	63.3	60.4	38.5	44.4	42.0	43.2	39.6	45.6	39.6	36.1	14.8
非鉄金属製造業（n=163）	67.5	66.3	63.2	61.3	46.6	54.0	44.2	37.4	42.9	40.5	40.5	28.2	21.5
金属製品製造業（n=1,154）	71.2	64.6	63.6	56.8	48.4	56.4	49.7	53.7	47.0	37.3	36.3	33.2	22.6
はん用機械器具製造業（n=211）	73.0	62.1	61.6	57.3	45.0	52.1	45.5	45.5	38.4	33.2	28.9	23.2	16.6
生産用機械器具製造業（n=503）	78.7	62.4	57.3	60.8	56.5	48.1	57.3	54.9	42.3	39.0	26.6	21.1	19.7
業務用機械器具製造業（n=211）	81.0	61.6	57.3	44.1	52.6	42.7	58.8	46.0	41.2	37.0	31.3	18.5	18.0
電子部品・デバイス・電子回路製造業（n=253）	69.2	68.4	54.2	70.0	67.2	48.6	53.8	47.0	56.5	55.3	30.0	27.7	30.4
電気機械器具製造業（n=562）	76.0	59.6	55.3	52.0	60.9	50.2	50.5	49.6	46.6	41.6	28.3	20.6	25.3
情報通信機械器具製造業（n=50）	86.0	52.0	44.0	54.0	76.0	42.0	66.0	42.0	44.0	32.0	36.0	24.0	46.0
輸送用機械器具製造業（n=602）	69.9	68.6	63.1	58.6	59.6	54.5	43.9	41.4	50.7	50.7	35.2	26.2	21.8

資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

一方、自社の「強み」の認識については、「柔軟に顧客のニーズに対応できる（多品種少量生産など）」（47.8%）が最も多く、次いで「高度な熟練技能を持っている」（31.3%）、「優良企業の下請企業の主力となっている」（28.9%）、「極めて短い納期に対応できる」（19.5%）の順となり、事業環境認識にほぼ合致した強みを持っていると自己評価する企業が相当数に上ること、各課題対応共通の基盤となる「現場の高技能」を多数の企業が強みとして意識していることが認められる（図 221-6）。

図 221-6　自社の強みの認識複数回答（複数回答）

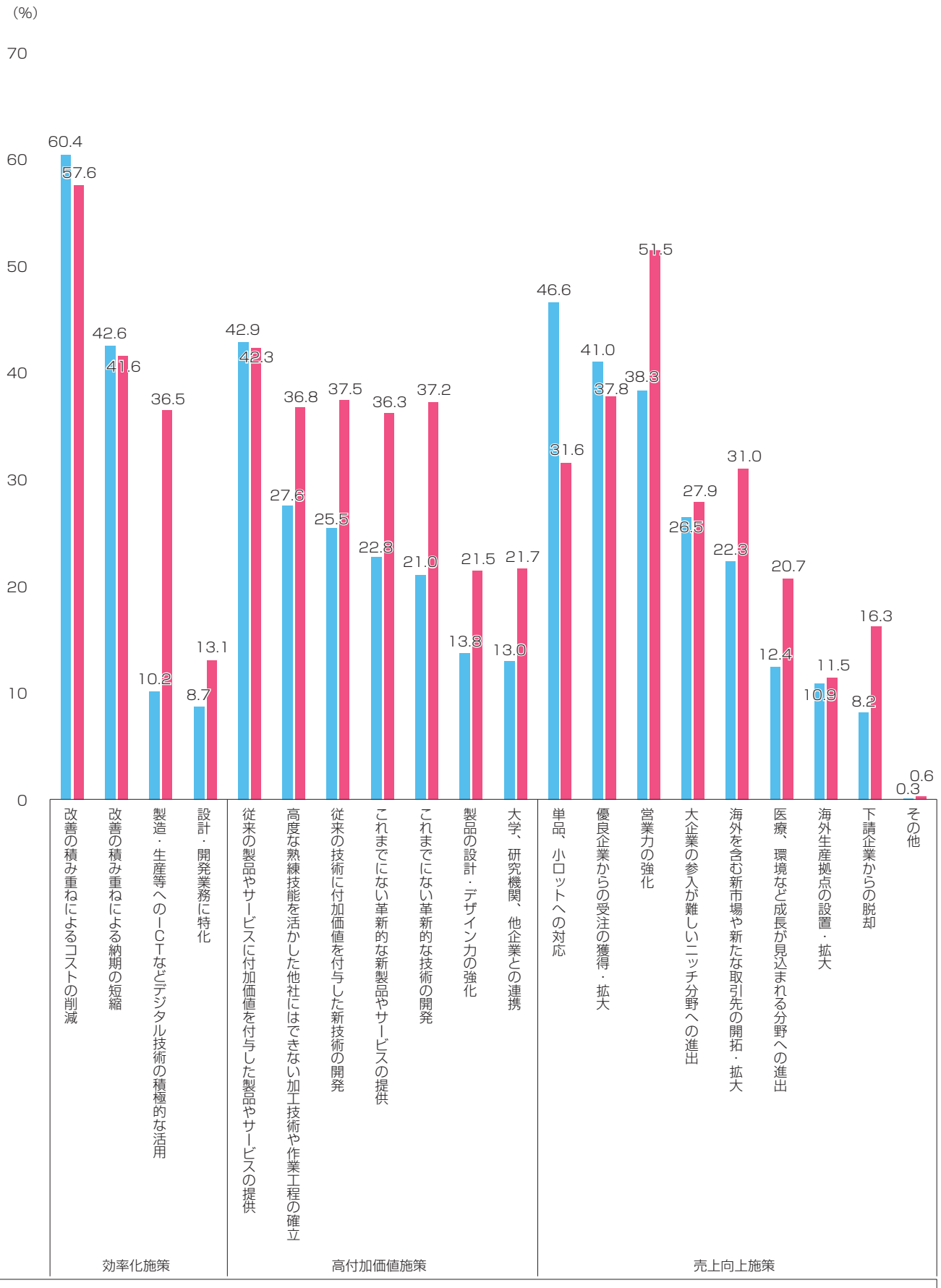


資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

さらに競争力を高めるためのこれまでの取組としては、「改善の積み重ねによるコストの削減」（60.4%）、「単品、小ロットへの対応」（46.6%）、「従来の製品やサービスに付加価値を付与した製品やサービスの提供」（42.9%）、「改善の積み重ねによる納期の短縮」（42.6%）とつづき、売上向上に寄与する取組について回答した企業割合が 81.0% であり、高付加価値の取組に関する回答は 69.8%となっている。一方、今後さらに競争に勝ち抜いていくために重要となる取組としては、「改善の積み重ねによるコストの削減」（57.6%）、「営業力の強化」（51.5%）、「従来の製品やサービスに付加価値を付与した製品やサービスの提供」（42.3%）、「優良企業からの受注の獲得・拡大」（37.8%）と続いており、それぞれの回答を大別すると、売上向上に繋がる取組を重視する回答の 81.5% に、高付加価値の取組に関する回答が 79.2% と迫る（図 221-7）。

また、「製造・生産等への ICT などデジタル技術の積極的な活用」、「これまでにない革新的な技術の開発」は、今後より重要と思われる取組の方が、今まで行ってきた取組よりもそれぞれ 26.3 ポイント、16.2 ポイント高くなっている。

図 221-7　競争力を高める取組



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

主要製品の製造に当たり重要となる作業について具体的な内容を問うと、「測定・検査」（37.6%）が最も多く、次いで「切削」（35.2%）、「機械組立・仕上げ」（33.1%）、「製罐・溶接・板金」（29.8%）となっている（図 221-8）。今後の見込みとしても、いずれの技能も「機械に代替される」、「工程自体がなくなる」、「海外調達に変わる」といった見通しはごく少数で、過半が「今までどおり熟練技能が必要」としている（図 221-8）。

しかし、今後も必要となる熟練技能に関しては、課題を感じている企業も多い。2007 年から、団塊の世代（1947 年から 1949 年生れの世代）が 60 歳の定年を迎え、これまで養ってきた技能や技術をどのように継承していくか等の問題は「2007 年問題」と呼ばれ、ものづくり産業において注目された。厚生労働省の能力開発基本調査によると、2007 年調査時には、製造業の事業所の過半数が「技能継承に問題がある」としていたが、2016 年調査時にはそれを上回るようになってきている。

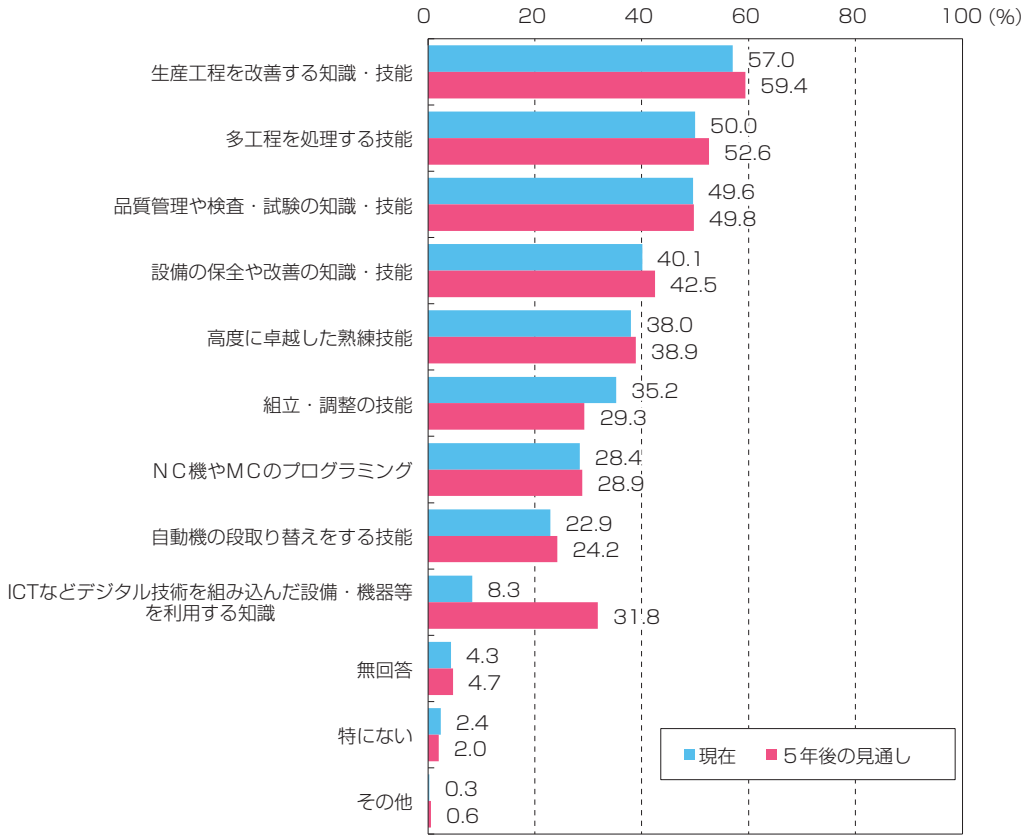
図 221-8　主力製品の製造に当たって重要となる作業と５年後の見通し

主力製品の製造にあたって重要な作業内容	主力製品の製造にあたって重要な作業　計	5年後の見通し						
		今までどおり熟練技能が必要	技能習得期間が短くなる	機械に代替される	工程自体がなくなる	外注化される	海外調達に変わる	無回答
製罐・溶接・板金	**29.8**	69.8	14.3	10.5	0.1	3.2	0.9	1.2
プレス加工	**21.6**	53.1	23.2	15.0	0.4	4.3	2.0	2.2
鋳造・ダイキャスト	**6.0**	63.4	12.3	7.9	1.3	7.0	6.2	1.8
鍛造	**4.7**	64.6	19.7	6.7	1.1	3.9	2.8	1.1
圧延・伸線・引き抜き	**2.7**	69.9	9.7	12.6	1.0	4.9	1.0	1.0
切削	**35.2**	53.3	22.3	18.2	0.1	2.9	1.8	1.4
研磨	**21.8**	63.7	16.3	15.0	−	2.2	0.6	2.2
熱処理	**8.6**	59.6	16.7	10.8	1.2	7.7	0.9	3.1
メッキ	**5.3**	51.5	18.0	10.0	1.0	15.5	2.5	1.5
表面処理	**8.4**	54.4	18.9	15.1	0.3	7.5	1.6	2.2
塗装	**15.3**	62.0	16.5	11.1	0.3	7.8	0.7	1.6
射出成型・圧縮成型・押出成型	**13.5**	56.1	24.9	12.4	1.2	2.0	2.7	0.8
半田付け	**9.1**	62.4	14.9	15.7	0.9	3.8	0.6	1.7
機械組立・仕上げ	**33.1**	65.4	21.8	5.8	0.7	3.1	1.1	2.0
電気・電子組立	**25.2**	57.2	24.1	9.9	0.8	4.1	1.7	2.2
測定・検査	**37.6**	51.3	23.8	17.1	0.4	0.6	0.6	6.3

資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

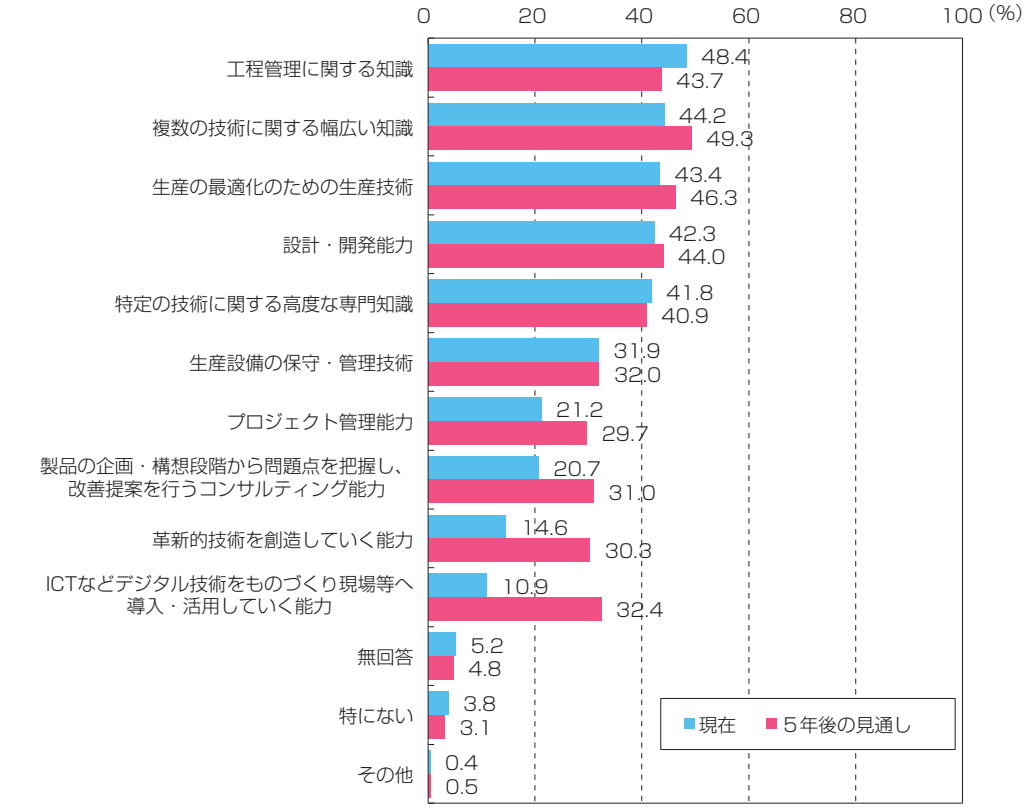
また、主要製品の製造に当たり鍵となっている具体的な技能を問うと、技能系正社員では「生産工程を改善する知識・技能」（57.0%）が最も多く、次いで「多工程を処理する技能」（50.0%）、「品質管理や検査・試験の知識・技能」（49.6%）となっており、この傾向は５年後の見通しと概ね一致する（図 221-9）。また、技術系正社員では「工程管理に関する知識」（48.4%）、「複数の技術に関する幅広い知識」（44.2%）、「生産の最適化のための生産技術」（43.4%）となっているが、５年後の見通しでは「複数の技術に関する幅広い知識」（49.3%）、「生産の最適化のための生産技術」（46.3%）、「設計・開発能力」（44.0%）となっている。技能系正社員、技術系正社員いずれにおいても、それぞれ「ICT などのデジタル技術を組み込んだ設備・機器等を利用する知識」、「ICT などのデジタル技術をものづくり現場等へ導入・活用していく能力」について、５年後の見通しが現在の認識の約３倍となっており、ものづくり企業が今後重要となってくる能力であると認識している様子がうかがえる（図 221-10）。

図 221-9　主力製品の製造にあたり鍵となる技能（技能系正社員）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：ここで言う技能系正社員とは、現在、ものの製造に直接携わる方。

図 221-10　主力製品の製造にあたり鍵となる技能（技術系正社員）

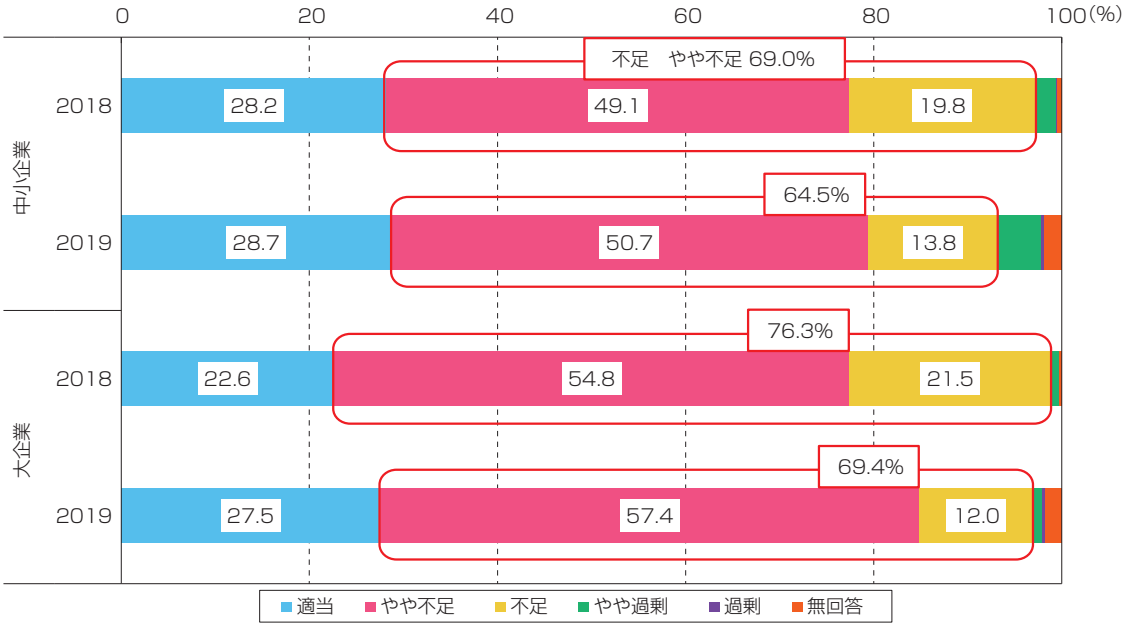


資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：ここで言う技術系正社員とは、現在、研究・開発・生産管理・品質管理などを担当する方。

（2）人材確保の状況とその対応策

ものづくり企業の大きな経営課題の一つとして人手不足がある。ものづくり人材の過不足状況について、前年調査と比較すると、「不足」、「やや不足」と回答した企業の合計は大企業、中小企業ともにやや減少しているものの、いずれも約７割の企業が人手不足となっており、人材確保が大きな課題として顕在化し、深刻な課題となっていることがうかがえる（図 222-１）。もっとも、新型コロナウイルス感染症の影響による解雇・雇止めや雇用調整の可能性があるとする事業所もみられることから、ものづくり企業の課題認識については、今後よく注視していく必要がある。

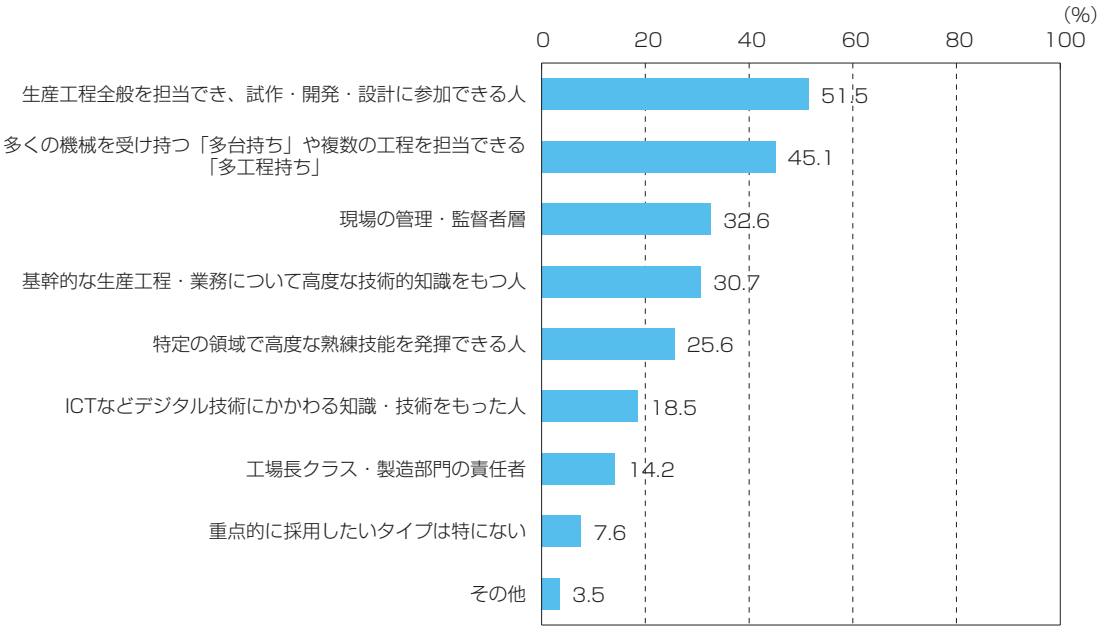
図 222-１　ものづくり人材の過不足状況



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

そうした中、企業が特に重点的に採用したいものづくり人材のタイプとしては、「生産工程全般を担当でき、試作･開発･設計に参加できる人」が 51.5%、「多くの機械を受け持つ「多台持ち」や複数の工程を担当できる「多工程持ち」」が 45.1% と続く（図 222-２）。

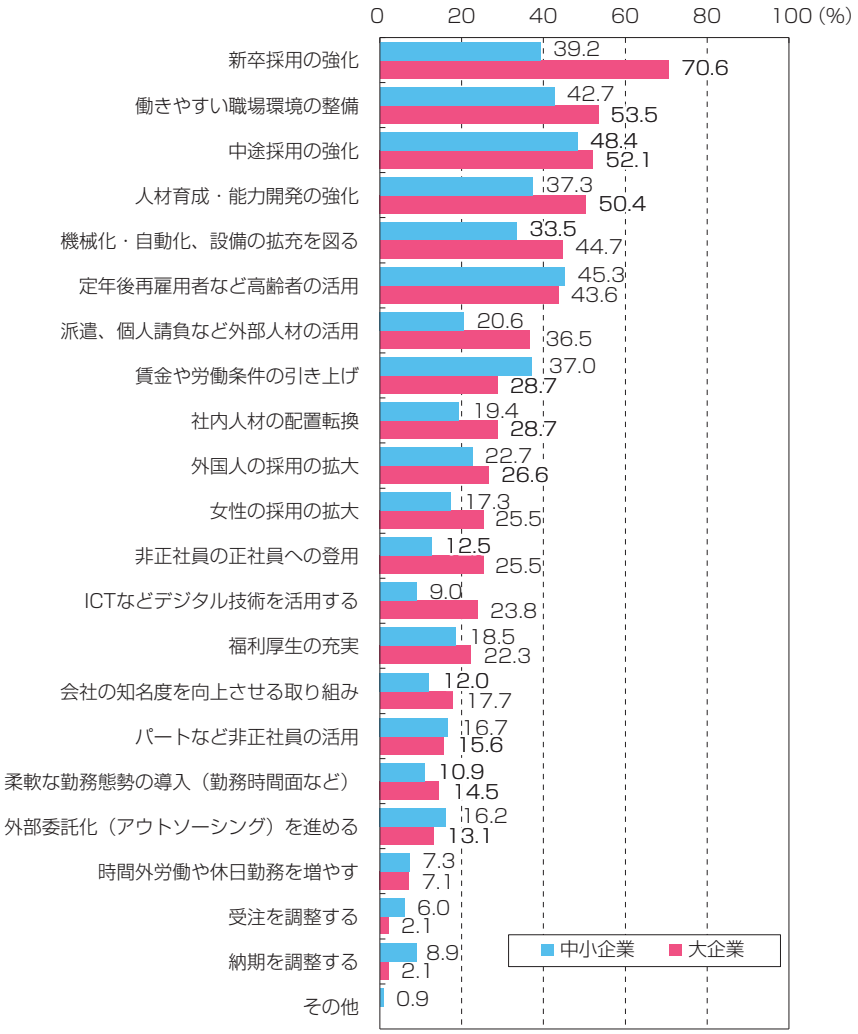
図 222-２　重点的に採用したいと考える人材



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：「無回答」は表示していない

また、このような人手不足を解消する手段として行っている取組を企業規模別でみると、中小企業では「中途採用の強化」（48.4%）、「定年後再雇用者など高齢者の活用」（45.3%）と続き、大企業では「新卒採用」（70.6%）、「働きやすい職場環境の整備」（53.5%）と続いており、企業規模における取組の差を確認すると、「賃金や労働条件の引き上げ」は中小企業が大企業と比較して 8.3 ポイント高く、「新卒採用の強化」は大企業が中小企業と比較して 31.4 ポイント高くなっている。中小企業は中途採用により、即戦力となる人材の確保を強化する一方で、大企業は新卒採用により、中期的に人材確保を図る動きがみられる（図 222-3）。

図 222-3　ものづくり人材の確保などの人手不足解消策（企業規模別）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：「無回答」は表示していない

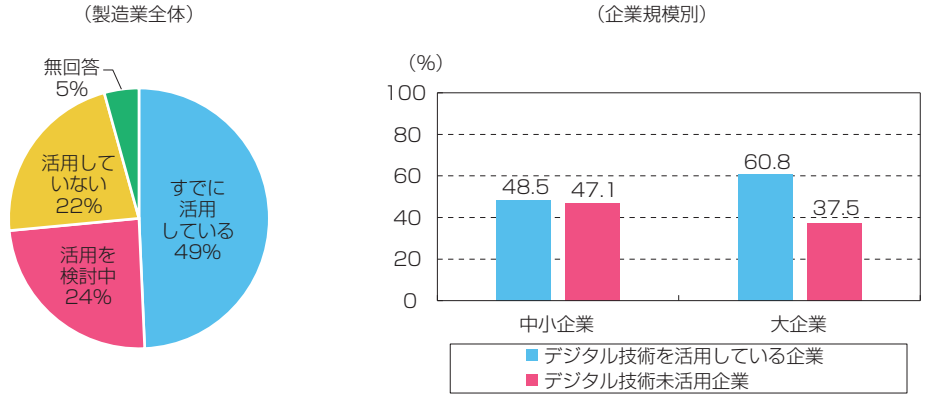
3　ものづくり現場におけるデジタル技術の活用と人材育成

これまで、ものづくり企業においては、生産工程全般に精通した多能工などの人材の確保と育成が、最も重要な経営課題となっていることを確認してきた。このような中で生産性の高い現場を構築するためには、「デジタルツールなどの利活用」が鍵を握ると考えられる。今日、高度で高価なツールだけでなく、汎用性が高く、扱いやすい安価なツールも数多く存在しており、そうしたツールを積極的に活用することが期待される。

（1）デジタル技術の活用の状況とものづくり現場への影響

まず、ものづくりの工程・活動におけるデジタル技術の活用状況を確認する。「すでに活用している」と回答した企業は 49.3% であり、「未活用」と回答した企業は 46.4% であった。デジタル技術を活用している企業割合を規模別にみると、中小企業では 48.5%、大企業では 60.8% となっており、大企業の方がデジタル技術を活用している割合が高い（図 231-1）。

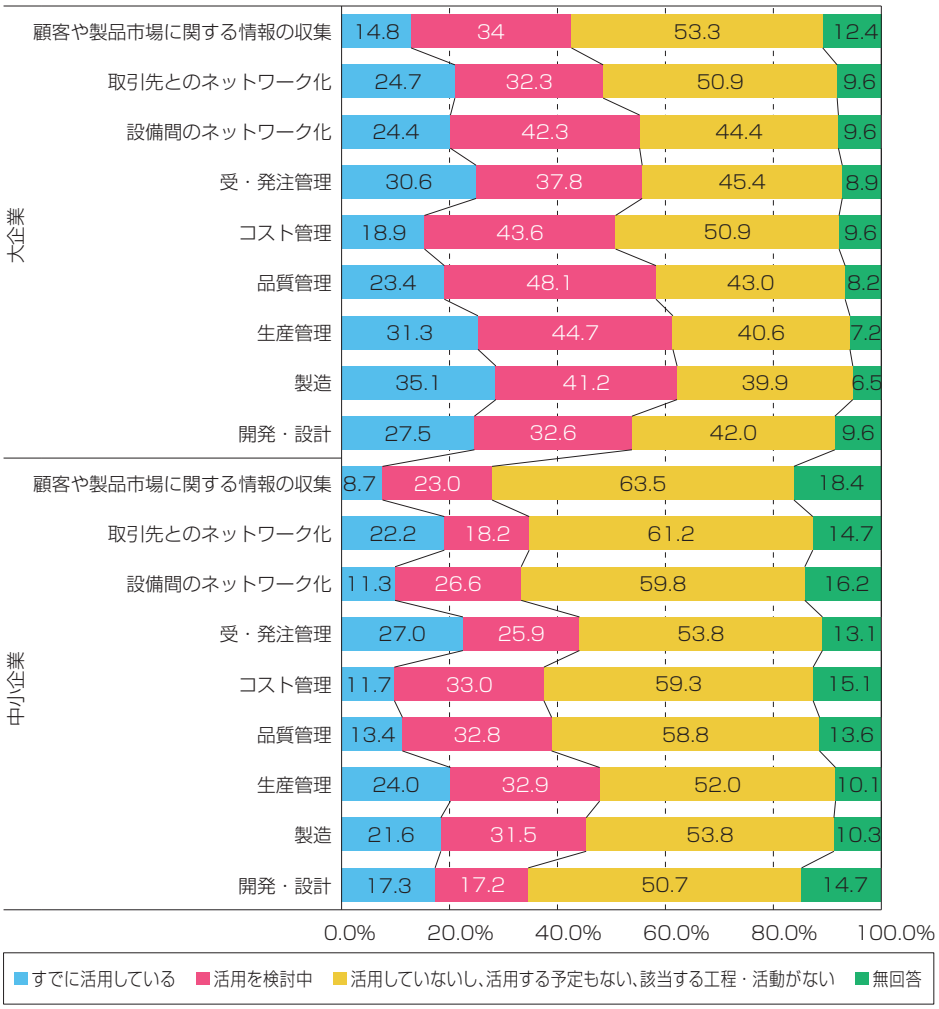
図 231-1　ものづくりの工程・活動におけるデジタル技術の活用状況



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

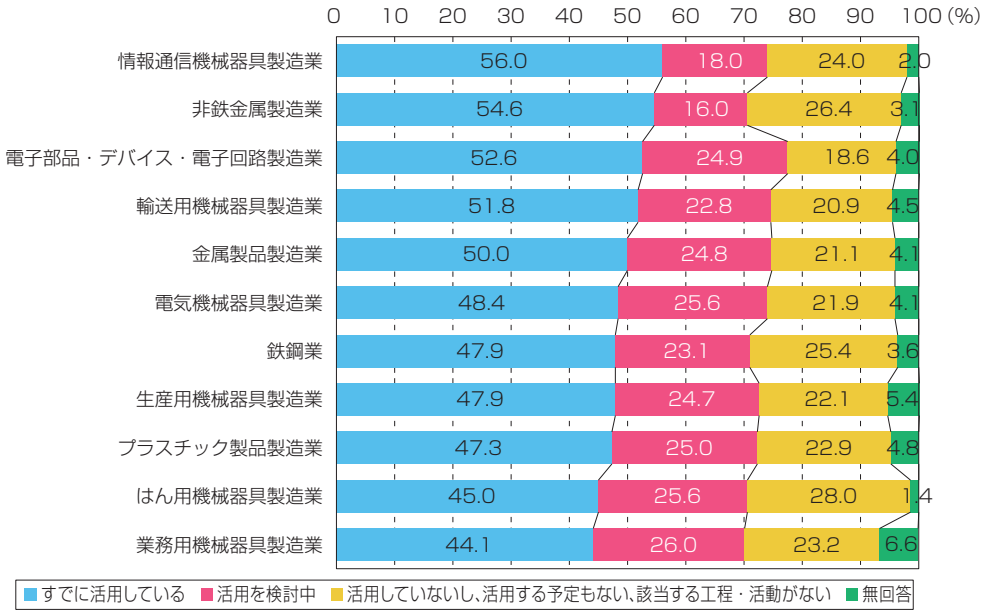
さらに、企業規模別に、ものづくりのどの工程においてデジタル技術が活用されているかを確認すると、大企業では「製造」（35.1%）、「生産管理」（31.3%）、「受・発注管理」（30.6%）、「開発・設計」（27.5%）の順に高く、中小企業では「受・発注管理」（27.0%）、「生産管理」（24.0%）、「取引先とのネットワーク化」（22.2%）、「製造」（21.6%）となっており、企業規模による取組の差は「製造」が 13.5 ポイント、「設備間のネットワーク化」が 13.1 ポイント、それぞれ大企業の方が高い。また、業種別では、いずれの業種においてもデジタル技術を活用している企業割合は５割程度となっており、大きな差はみられない（図 231-2）（図 231-3）。

図 231-2　ものづくりの工程・活動におけるデジタル技術の活用状況（企業規模別、工程・活動別）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

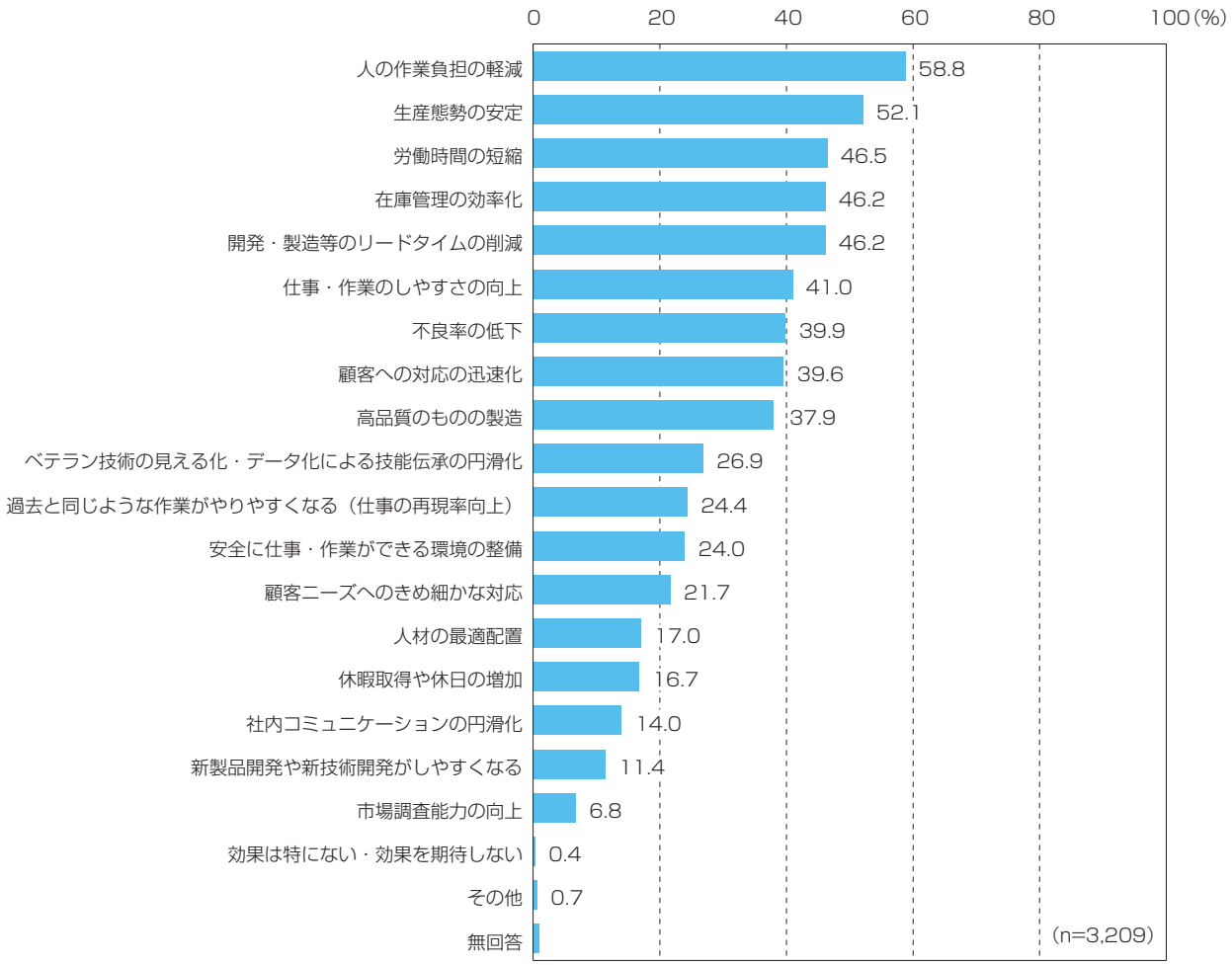
図 231-3　ものづくりの工程・活動におけるデジタル技術の活用状況（業種別）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

デジタル技術の活用理由を問うと、「人の作業負担の軽減」（58.8%）が最も高く、次いで「生産態勢の安定」（52.1%）、「労働時間の短縮」（46.5%）と続いている（図 231-4）。

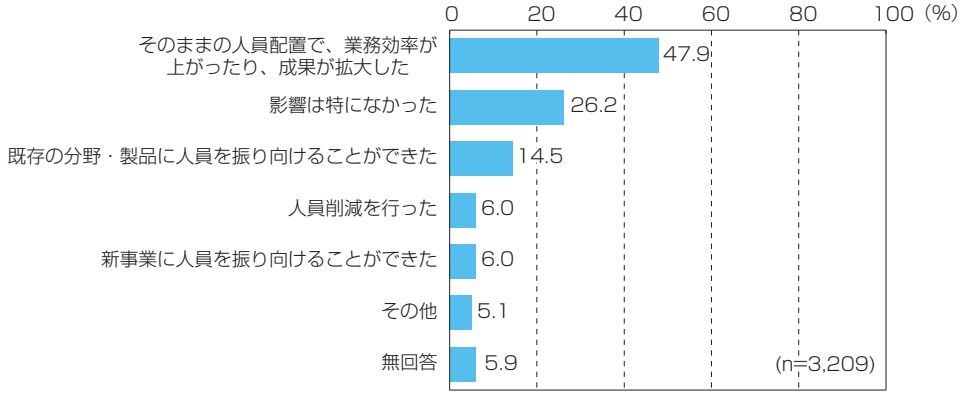
図 231-4　デジタル技術の活用理由（複数回答）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

デジタル技術を活用したことによる、ものづくり人材の配置や異動における変化については、「そのままの人員配置で、業務効率が上がったり、成果が拡大した」（47.9%）と回答した企業が47.9%と最も高く、次に続く「影響は特になかった」（26.2%）、「既存の分野・製品に人員を振り向けることができた」（14.5%）を大きく上回っている（図231-5）。

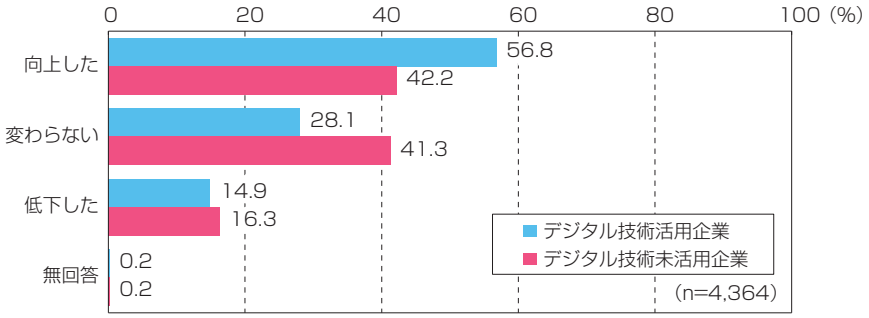
図231-6　デジタル技術を活用したことによるものづくり人材の配置や異動における変化（複数回答）



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

デジタル技術の活用と労働生産性の関係をみると、自社の労働生産性が3年前と比較して「向上した」と回答した企業の割合は、デジタル技術活用企業（56.8%）が、デジタル技術未活用企業（42.2%）を14.6ポイント上回っている。一方、自社の労働生産性が3年前と比較して「変わらない」、「低下した」と回答企業した企業はデジタル技術未活用企業が、デジタル技術活用企業を上回る（図231-7）。

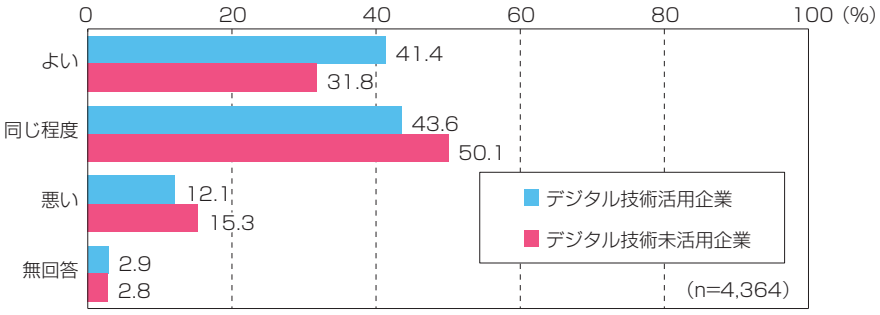
図231-7　デジタル技術の活用と3年前と比較した自社の労働生産性



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

また、デジタル技術の活用と人材の定着状況をみると、ものづくり人材の定着状況が「よい」と回答した企業は、デジタル技術を活用している企業（41.4%）が、デジタル未活用企業（31.8%）を9.6ポイント上回っている。「同じ程度」「悪い」と回答した企業は、デジタル技術未活用企業がデジタル技術活用企業を上回っている（図231-8）。

図231-8　デジタル技術の活用と人材の定着状況

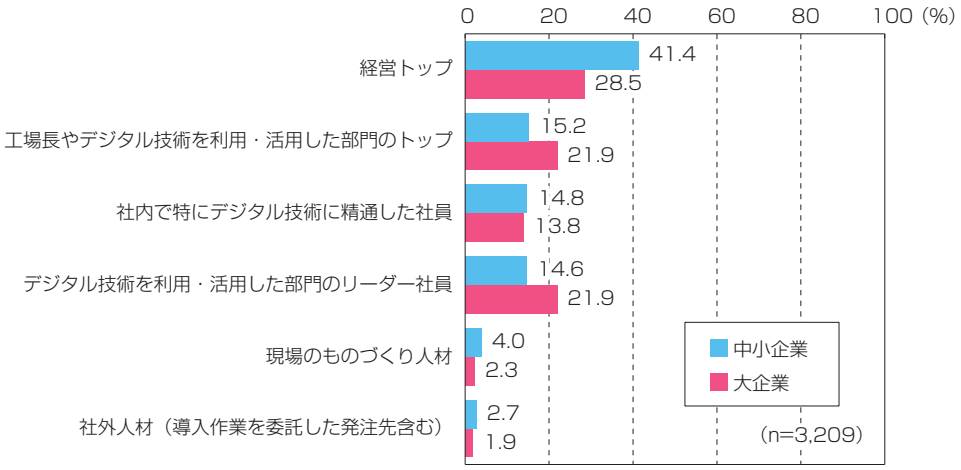


資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

（2）デジタル技術の活用において先導的な役割を果たす人材

デジタル技術の活用を進めるに当たり、先導的な役割を果たした社員について、企業規模別にみると、「経営トップ」と回答した企業は大企業 28.5%、中小企業 41.4% となっており、企業規模に関わらず最も回答が多い。大企業では、「工場長やデジタル技術を利用・活用した部門のトップ」（21.9%）、「デジタル技術を利用・活用した部門のリーダー社員」（21.9%）と続き、回答に大きな偏りはみられないが、中小企業では、「工場長やデジタル技術を利用・活用した部門のトップ」（15.2%）、「社内で特にデジタル技術に精通した社員」（14.8%）と続き、回答が「経営トップ」に大きく偏っていることが分かる（図 232-1）。

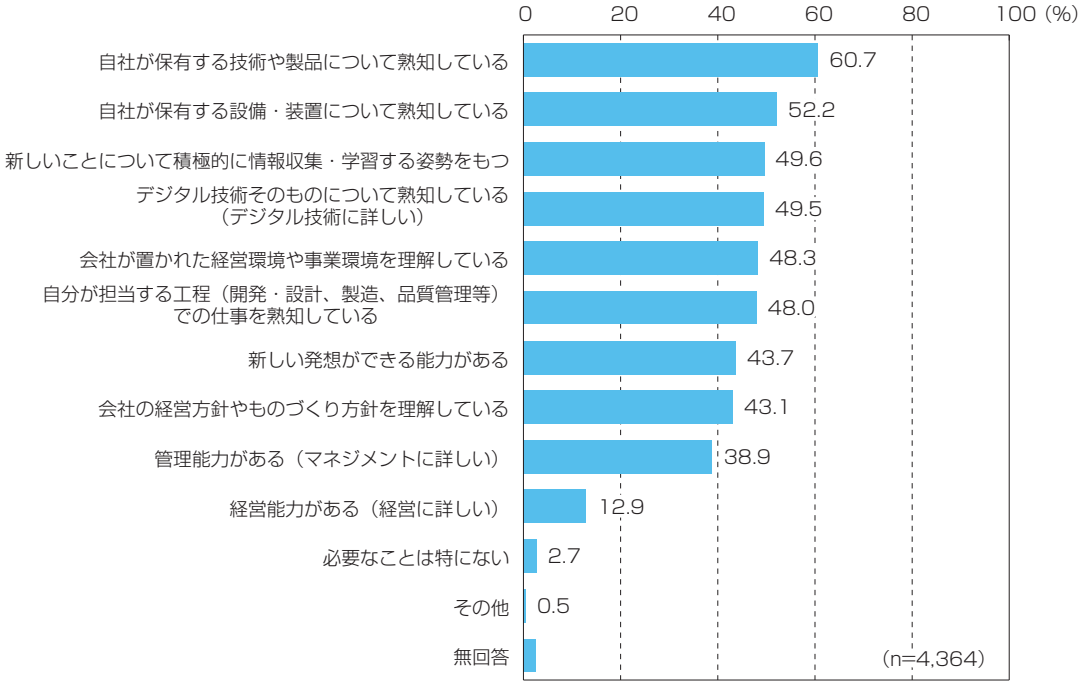
図 232-1　デジタル技術の活用を進めるに当たって、先導的な役割を果たした社員



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：「無回答」は表示していない

今後のデジタル技術の活用を進めるにあたって、先導的な役割を果たすことができる人材に必要なことを問うと、「自社が保有する技術や製品について熟知している」（60.7%）が最も高いが、次いで「自社が保有する設備・装置について熟知している」（52.2%）、「新しいことについて積極的に情報収集・学習する姿勢をもつ」（49.6%）など、多くの項目が 4 割を超えており、デジタル技術の活用においては、会社を取り巻く環境に関する幅広い知識と、挑戦する姿勢や、想像力が求められる様子がうかがえる（図 232-2）。

図 232-2　デジタル技術活用を進める上で、先導的な役割を果たすことができる人材に必要なこと



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

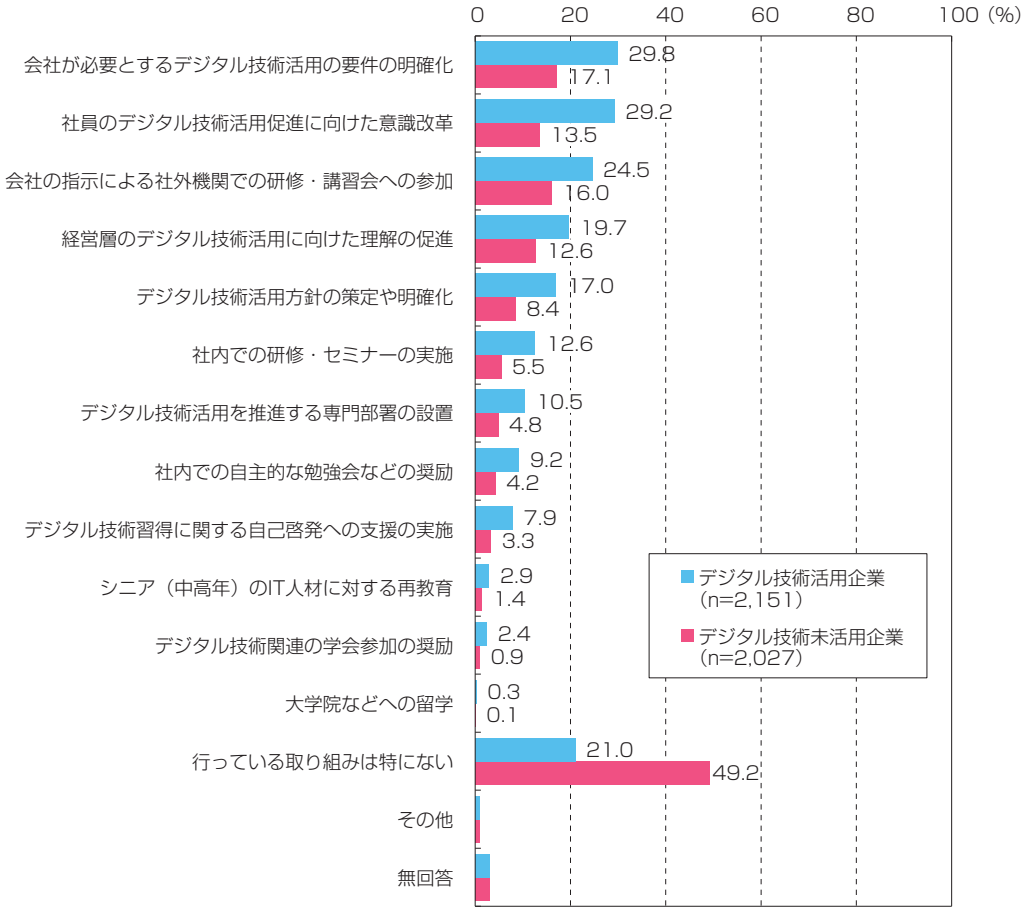
（3）デジタル技術を活用する企業の取組の現状と課題

デジタル技術を活用する初動のキーパーソンは「経営トップ」であることを確認したが、デジタル技術は導入することは目的でない。ものづくり現場において、導入されたデジタル技術を活用し、ものづくりの「現場力」を高めることで、作業負担が軽減され、労働環境改善や、生産効率の向上に繋がる。

ここからは、デジタル技術を「活用している」と回答した企業群（以下「デジタル技術を活用している企業」という。）と、「活用を検討中」、「活用していないし、活用する予定もない」「該当する工程・活動がない」と回答した企業群（以下「デジタル技術未活用企業」という。）に分けて、ものづくり企業のデジタル技術を活用するための取組や、ものづくり人材に求められる技能、人材確保について、すでにデジタル技術を活用しているものづくり企業には、どのような傾向がみられるのか分析を行う。

デジタル技術の活用を進めていくにあたって、デジタル技術を活用している企業が現在行っている取組では、「会社が必要とするデジタル技術活用の要件の明確化」（29.8%）、「社員のデジタル技術活用促進に向けた意識改革」（29.2%）、「会社の指示による社外機関での研修・講習会への参加」（24.5%）と回答した企業割合が順に高い。対してデジタル技術未活用企業では、「行っている取り組みは特にない」と回答した企業が 21.0% と最も高い（図 233-1）。

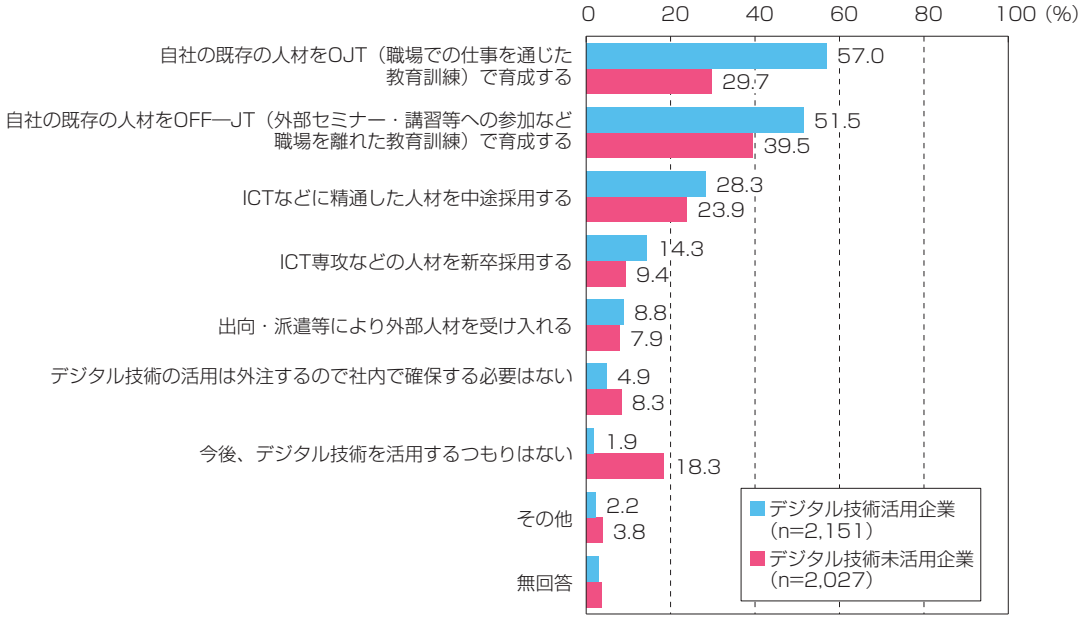
図 233-1　デジタル技術の活用を進めていくにあたって現在行われている取組



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

今後のデジタル技術の活用を担う人材確保の方法について、デジタル技術を活用している企業は、「自社の既存の人材を OJT（職場での仕事を通じた教育訓練）で育成する」（57.0%）、「自社の既存の人材を OFF-JT（外部セミナー・講習等への参加など職場を離れた教育訓練）で育成する」（51.5%）、「ICT などに精通した人材を中途採用する」（28.3%）の順に回答した企業割合が高く、デジタル技術未活用企業では、「自社の既存の人材を OFF-JT（外部セミナー・講習等への参加など職場を離れた教育訓練）で育成する」（39.5%）、「自社の既存の人材を OJT（職場での仕事を通じた教育訓練）で育成する」（29.7%）、「ICT などに精通した人材を中途採用する」（23.9%）の順に回答した企業割合が高く、デジタル技術を活用している企業、未活用企業ともに OJT や OFF-JT を活用し、自社でデジタル技術を活用できるものづくり人材を育成しようとする傾向がみられる（図 233-2）。

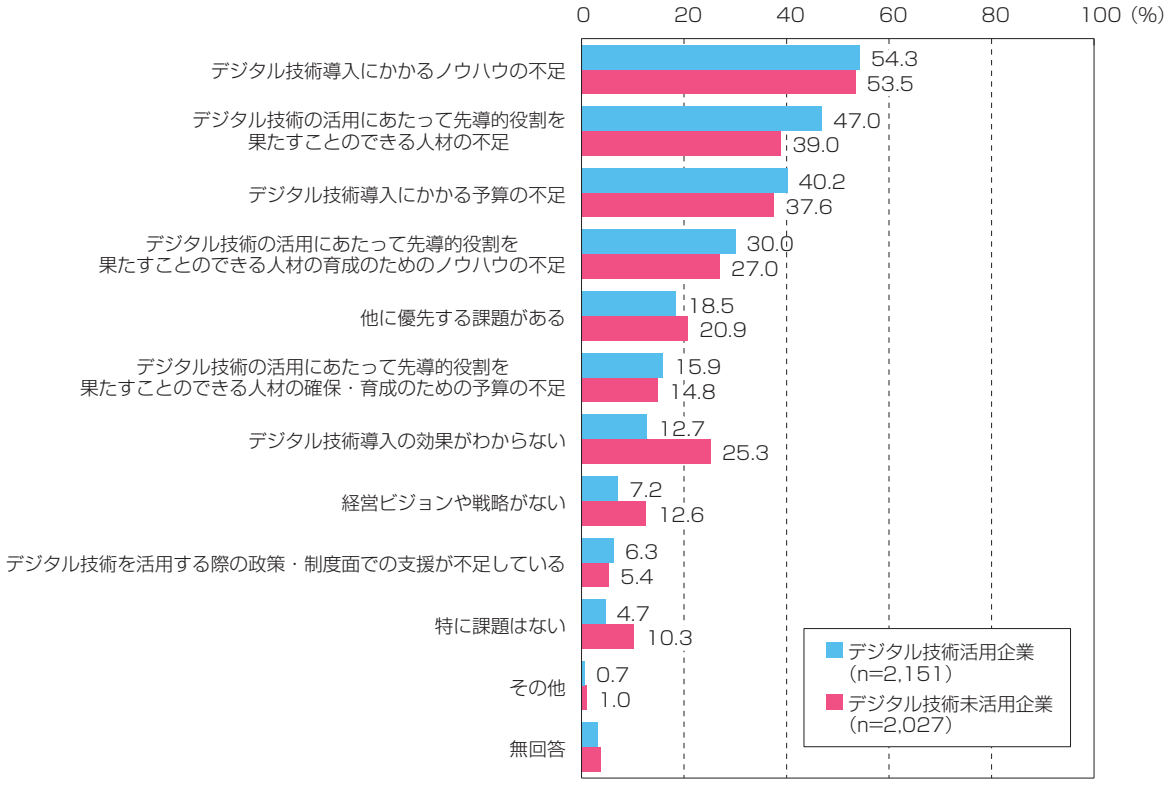
図 233-2　デジタル技術の活用を担う人材確保の方法



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

また、デジタル技術を活用していく上で課題となる点について問うと、デジタル技術を活用している企業、未活用企業ともに、「デジタル技術導入にかかるノウハウの不足」と回答した企業割合が最も高く、次いで「デジタル技術の活用にあたって先導的役割を果たすことのできる人材の不足」、「デジタル技術導入にかかる予算の不足」と回答した企業割合が高い。一方、デジタル技術を活用している企業、未活用企業の「差」に着目すると、デジタル技術未活用企業は、デジタル技術を活用している企業に比べて、「デジタル技術導入の効果がわからない」が 12.6 ポイント、「経営ビジョンや戦略がない」が 5.4 ポイント高く、「デジタル技術の活用にあたって先導的役割を果たすことのできる人材の不足」は 8 ポイント低い（図 233-3）。

図 233-3　デジタル技術を活用していく上で課題となる点



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

図 221-8 で示した「主力製品の製造に当たって重要となる作業と５年後の見通し」について、デジタル技術を活用している企業の回答割合をみても、「今まで通り熟練技能が必要」と回答している企業が全ての製造工程において最も高い（図 233-4）。

図 233-4　デジタル技術を活用している企業の主力製品の製造に当たって重要となる作業と５年後の見通し

主力製品の製造にあたって重要な作業内容	主力製品の製造にあたって重要な作業計	5年後の見通し						
		今まで通り熟練技能が必要	技能習得期間が短くなる	機械に代替される	工程自体がなくなる	外注化される	海外調達に変わる	無回答
製罐・溶接・板金	28.8	65.8	16.9	12.5	0.2	2.6	0.9	1.1
プレス加工	22.4	47.5	28.1	16.1	0.2	4.0	2.1	1.9
鋳造・ダイキャスト	7.0	66.2	12.0	9.0	0.8	6.8	5.3	－
鍛造	4.7	65.2	21.3	5.6	1.1	3.4	2.2	1.1
圧延・伸線・引き抜き	2.3	68.2	6.8	15.9	2.3	4.5	－	2.3
切削	37.0	51.2	23.5	19.2	0.1	3.0	2.1	0.9
研磨	22.0	62.7	18.6	15.2	－	2.2	0.5	1.0
熱処理	9.2	60.3	14.4	12.6	0.6	8.0	1.1	2.9
メッキ	5.2	49.5	21.2	11.1	1.0	15.2	1.0	1.0
表面処理	8.8	54.8	19.3	14.5	－	9.0	0.6	1.8
塗装	15.0	55.1	18.7	14.8	0.7	9.2	0.4	1.1
射出成型・圧縮成型・押出成型	14.3	54.1	28.5	13.0	1.1	1.1	1.9	0.4
半田付け	9.6	62.4	16.6	14.4	0.6	3.3	0.6	2.2
機械組立・仕上げ	31.9	61.1	24.1	7.1	0.7	3.7	1.3	2.0
電気・電子組立	24.9	53.6	27.0	10.0	0.6	4.7	1.5	2.6
測定・検査	39.4	47.0	26.6	18.7	0.7	0.7	0.7	5.6

資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

4　デジタル技術の進展に対応するものづくり企業の取組

ここまで、ものづくり産業における、デジタル技術活用の取組状況や課題を確認してきた。

高い技術を誇り、日本経済を支える製造業を、引き続き良質な雇用の場とし、日本の成長力の源泉としていくため、今後も企業の生き残り・発展に重要な役割を果たすものづくり人材の育成を強化していくとともに、デジタル技術活用の取組を進め、労働生産性の向上と、高付加価値のものづくりを実現していくことが重要である。

以下では、実際に現場で行われているデジタル技術の活用、良好な人材育成の推進事例、熟練技能の継承の取組などについて紹介する。

コラム　少数精鋭で取り組む IoT を用いた業務効率化・・・（株）オシタニプレス

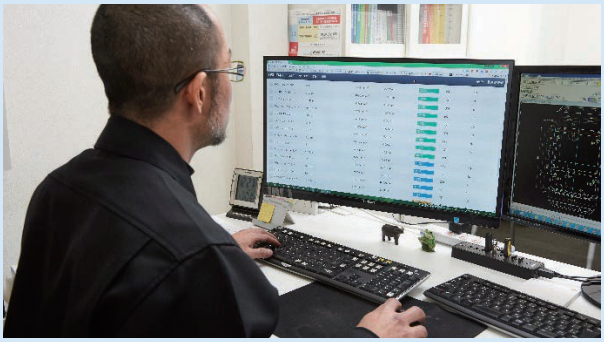
株式会社オシタニプレス（大阪府堺市）は、従業員８名で、製造現場のデジタル化に取り組む。同社は1975 年に創業し、精密板金・プレス加工業を営んでいる。主に大手空調機器メーカーから、部品などの製造を請け負っており、顧客から周期的に依頼のある多品種少量ロットの金属部品を、短期間で生産できることに強みをおく。

品質・機能・デザインなど、顧客によってニーズが異なる製品を手掛ける上で重要なことは、常に稼働状況を可視化（見える化）し、適切に「進捗管理」を行うことであると押谷代表は語る。適時進捗を把握できることで、顧客に正確な納期、進捗を伝えることができ、顧客満足に繋がる。

同社では、過去に「進捗管理」に頭を悩ませていた。社屋の１階に工場、２階に事務所があり、事務所からは工場の様子が確認できなかった。そのため、顧客から進捗に関する問い合わせを受けた際には、工場と事務所を何度も往復する必要があった。また納品書や作業指示は、紙面のやりとりで行っていたため、各工程の進捗状況について混乱してしまうことが多かった。そのため、以前は受注の総量が正確に判断できず、業務過多になってしまうことも多く、従業員の残業によってなんとか乗り切っていた状況であった。

そこで、押谷社長はこうした問題を解決しようと、受発注と連携して現場に情報を流す「進捗管理システム」を導入する決意をした。受注データをシステムに取り込み、AI を使って基準在庫や過去の作業実績のデータ解析を行い、生産計画に反映させる。製造機に取り付けたタブレット端末から進捗を入力できるようにし、正確に進捗状況を確認できるようになった。この結果、顧客から引き合いがあった時点で、抱えている生産計画と負荷状況を確認できるようになったため、納期の交渉も可能となり、現場に過度な負担をかけることが少なくなった。また、現場の稼働状況に応じた生産計画を立てることが可能となったことで、生産効率が向上し、システム導入前後で同じ部品を製造した従業員の作業時間が２時間ずつ削減でき、労働環境の改善がみられたという。

写真：進捗管理システムへの入力の様子



写真：現場で入力されたデータは事務所ですぐに確認し、作業指示などを行う

システムの導入当初は戸惑う声もあったというが、ベテラン社員の積極的な協力もあり、次第に社内へ浸透していった。ベテラン職人の「カン」や「コツ」に依存していた作業もデータとして残せるようになったため、同じ製品の受注が再度あった際には、過去の作業履歴を活用し、効率的に生産が可能となった。

押谷社長は「生産性が上がって残業が減ったことで、社員の満足度も上がった。定時の終業時間までにどこまで業務を進められるか考えている。」と語る。

同社は、今後も会社の成長に合わせて製造現場のデジタル化を進め、付加価値の高い製品をつくることを主眼におき、少数精鋭で生産性の高いものづくりを目指していく。（取材日：2019 年 10 月 29 日）

写真：社内勉強会の様子

コラム 生産計画の「見える化」と自動化による生産性の向上・・・ダイニチ工業(株)

ダイニチ工業株式会社（新潟市南区）は1964年に石油バーナーや石油ふろ釜のメーカーとして創立され、業界初となる全自動の業務用石油ストーブの製品開発をはじめ、安全で高性能な家庭用石油ファンヒーターや加湿器などを開発し、現在では石油暖房機器については約140種類を製造販売している。

一般的に、暖房機器や加湿器は、季節商品であるため冬季に需要が高くなり、天候によっても受発注が大きく変動することから、同社は、つくり過ぎず、品切れさせないよう年間を通じた平準化生産と受注した当日でも生産計画を変更して製造できる体制を構築している。売れ筋商品は計画的な生産ができるが、天候や市場の動向によって受注量が変動するような商品は、受注後、いかに早く店頭に商品を提供できるかがカギであり、この受注ラインの自動化と作業工程のスピードアップが課題であった。このため、IoT技術を活用した自動化、ロボットの導入や生産ラインの業務効率化を図ることで、受注から4時間で製品の工場出荷を可能にする「ハイドーゾ生産方式」を確立した。

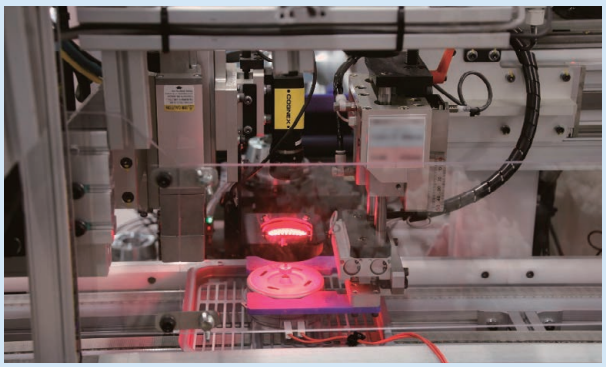
自社が開発した生産管理システムは、工程ごとにクローズした情報のやり取りを越えて、社内の生産管理部門や製造ラインと生産計画情報や稼働状況データのほか、製品ごとの在庫状況や市場での販売状況のデータを横断的に共有して見える化を行うとともに、同システムを協力工場にも展開して一体的に導入することで、受注後から資材の供給調達、プレス加工、塗装、組立、出荷情報まで、すべての工程の稼働状況が画面上でリアルタイムに把握できるようになった。また、同社工場内の重量のある部品の移動は自動搬送機を導入して運搬作業を無人化したほか、組立ラインのネジ止め作業のロボット化や、AI技術による画像検査システムを導入して、部品に装着するリード配線の固定状況を検査する工程を自動化し、省人化をはかることに成功した。

一方で、製造する石油ファンヒーターの機種ごとの形状の違いから、製造ラインを止めて90分かけて行っていたプレス機の金型交換や治具の取付け調整などの変更作業は、大型の設備投資をしない限り自動化が難しい。この作業の問題点を徹底的に洗い出し、並行作業や動線の改善などを行うことで大型の設備投資をすることなく大幅な時間短縮ができ、10分以内で出来るようになった。

これらの取組によって省力化された人材は、新たな製品の製造部門や組み立てラインなどで付加価値の高いレベルの業務に就けることができるようになった。

また、通常稼働の製造ラインとは別に「時短ライン」を設置して、子育て世代の社員が退職することなく、短時間勤務制度を活用して働きやすい会社づくりを進めている。

同社の海保雅裕取締役生産本部長は、「自動化などの合理化により、従業員にはより高度な仕事にチャレンジしてもらい、それに応じた収入を得られるようになれば従業員の人生がより豊かになると考えています。」と話す。（取材日：2019年11月14日）



写真：AI技術による画像検査システムの工程

写真：暖房器具の時短ラインで短時間勤務する様子

コラム

デジタル技術を活用した作業の「見える化」と人材育成 ・・・(株)ワールド山内

株式会社ワールド山内（北海道北広島市）は 1983 年設立、最新の加工機械と自社開発した生産管理システムをインターネットで繋ぎ、すべての作業工程においてシステム化、マニュアル化を進めたことで、会社が持つ高い技術力により高品質で精密さが求められる航空宇宙産業や新幹線、自動車など幅広い分野の部品加工を強みとし、金属部品の３D 設計開発や機械加工、溶接、組立、塗装などを一貫して手掛ける。同社では、超多品種少量生産、24 時間自動運転で自動化・高効率化した生産体制を実現している。

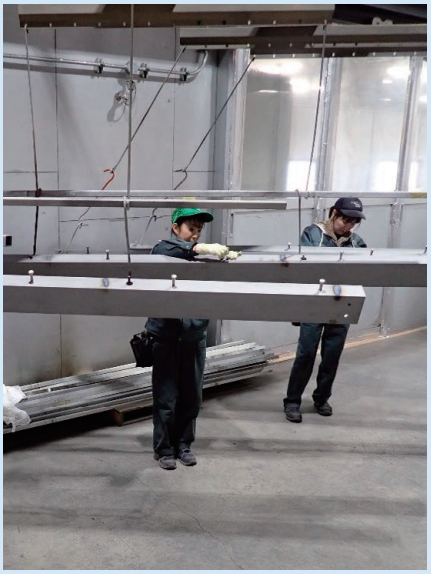
同社工場の生産ラインは、部材の加工方法・手順や加工機械の稼働状況の管理など、すべての情報データの入力作業をなくすことで、作業の効率化・省力化を進めている。また作業者自身のムダな動きを工場内に設置した複数の Web カメラで捕捉し、リアルタイムの記録画像から「人の動きの見える化」を行うことで、作業者自身のムダな動きやトラブル対応時の振り返りが可能となった。

同社の人材育成に必要な社員研修マニュアルなどの教材は、工場内で加工する作業工程すべてを山内社長が分かり易くデジタル化して作成し、毎月開催して、新入社員のほか若手やベテラン社員問わず誰でも参加できるようにしている。講師は山内社長自ら行うほか、入社２～３年目の若手社員に行わせることで、自己の作業手順などを見直し、復習と併せて実践的なプレゼンテーション能力までを身に付けさせるようにしている。

同社のこういった先進的なデジタル化の取組によって、ものづくり現場では「今、誰がどんな作業を行い、製品の稼働状況がどうなっているか、今の今をリアルタイムに現状を知ることが本当の IoT。また数年前の過去のデータであっても、いつでも見られるのが自社の特徴であり、デジタル技術を活用した究極のトレーサビリティ（履歴管理）を開発し導入した。17 年前にこの取組を始める前の工場内は、ベテラン技能者のカン・コツの技術に頼り、若手社員はその技術を見ながら習得していく、どこも当たり前のものづくり現場にあった光景を自らも肌で感じてきたからこその思いがあった。」と山内社長は話す。

今後は、Web カメラに AI 機能を取り入れ、人やモノが正確に判別できるようになれば、作業段取り時間の短縮を図ることができるほか、遠隔地と本社工場とをインターネットで繋ぐことで、双方向でリアルタイムにやり取りしながら保守・メンテナンス作業の適切な指示や問題解決が出来るようになる。さらにデジタル化を進め、ロボットと作業者が共存できるようなものづくり現場にしたい考えだ。（取材日：2019 年 11 月 19 日）

写真：切削機械加工後の仕上げの様子



写真：塗装仕上げ工程の様子

コラム　デジタル技術を活用した予知保全による生産性向上・・・住友理工(株)

住友理工株式会社（愛知県小牧市）は、高機能ゴム、樹脂製品を主に製造し、自動車用防振ゴム・ホース部門は国内トップシェアを誇る。

同社は、愛知県小牧市に本社工場を構え、主力製品のマザー工場とし、グローバルに展開する各拠点の統括も行っている。

同社に特徴的なのが、生産ライン設備の故障による生産性低下を改善し、人のスキルや、カンコツに頼らない保全体制を築くための IoT を活用した予知保全の取り組みである。この活動において推進の中核を担う「モノづくり革新センター」では主力製品ごとに、各事業部で８つのチームに分け、「生産革新」「ムダ取り」「IT 活用」をキーワードに、モノづくり革新の実現を目指している。例えば、故障予知の取り組みでは、生産設備に振動や温度などを収集するセンサーを取り付け、収集した情報をモニターにリアルタイムで表示し、同時に本社工場のサーバーに蓄積していく。既に故障による設備停止時間は減少しているが、将来的には、このビッグデータと AI を活用し、さらに高精度な故障予知の仕組み構築を進めていくこととしている。

写真：故障予知のためのデータ蓄積

また、海外拠点で異常が発生した際には、IoT の仕組みによって得られた情報や、現地作業者が身に付けたカメラ映像を基に、本社工場の管理者が遠隔で指示や、助言を行える遠隔保全の取り組みも行っている。過去には、海外拠点で問題が起きるたびに、管理者が長時間かけて現地に出向いて対応を行っていたが、遠隔で指示ができるようになったことで渡航に要する時間や設備の停止時間を大幅に減少することができた。

写真：胸に付けたカメラを活用して遠隔保全

また同社では、各部署から選抜された３～４名が約３ヶ月間職場を離れ、関連部門における事業課題をテーマに、工程の上長が指導員となって改善手法の指導を行う「F 研」（フォアマン研修）※が展開されている。昨年度末までの延べ受講者数は、4,698 名を超え現場で自ら改善活動ができる人材を育成する歴史ある取り組みである。同社は現在、「グローバル F-ken」制度を海外拠点で展開しており、日本のモノづくりの強みと海外拠点の特徴を組み合わせて、改善活動の効果をより高めていくとしている。

同社では、既に進みつつある自動車業界の大きな変革を見据え、あらゆる事業環境の変化に対応出来るよう、海外拠点も含め、デジタル技術を用いて現場の改善を実行できる人材づくりに取り組んでいくこととしている。（取材日：2019 年 11 月 27 日）

※監督者を目指す人のための研修

写真：1976 年から続く F 研

コラム

ものづくり現場に必要なクリエイティブ人材の育成 ・・・(株)山之内製作所　巻工場

株式会社山之内製作所（横浜市）は、1964 年に創立。下請けの部品加工工場から始まった同社は、他社では難しい切削加工の技術を蓄積していくうちに、「困ったら山之内」と評判になった。現在同社はグループ２社（YSEC 株式会社、JASPA 株式会社）と協業し、得意とする精密加工技術を活かして航空機エンジンや人工衛星などの航空・宇宙機器、医療機器、通信機器をはじめとする精密部品の開発・製造を行っている。

同社におけるデジタル化の取組は、山内社長が約 35 年前から独学で IT 技術を勉強しながら導入しており、「熟練技能者が持つ技術に頼りすぎるのはダメ。データ入力や繰り返し行う作業などは、コンピュータに行わせ、これからはクリエイティブな人材を育成していけるように」と山内社長は話す。

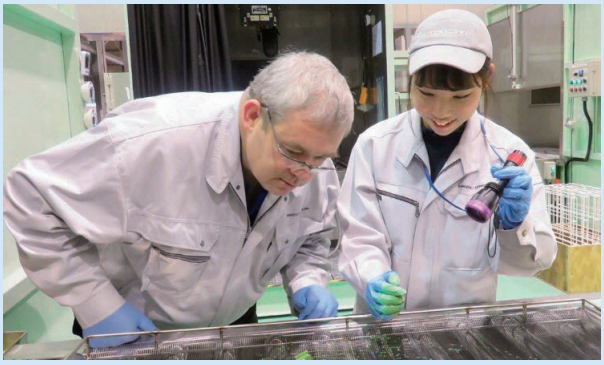
同社では多品種少量の部品製造が多いため、作るアイテムが違えば、そのたびに工具や治具などの取り換え作業が発生する。その作業の度に機械を停止して交換することは、手間もかかり、時間がもったいないと考え、製造部門にフレキシブル生産システム（FMS）を導入して、５軸マシニングセンタや縦型旋盤などの各種工作機械や三次元測定機・パレット交換などを材料治具自動交換ロボットと無人搬送システムで連携させた。受発注から製造ラインの稼働状況、機械トラブルや保全状況などを一元的に管理することで、パソコンやモバイル端末から、24 時間リアルタイムな情報を共有できるようになった。こうしたデジタル化の取組によって、難しい加工技術やノウハウを蓄積した熟練技能者を、生産技術部門のクリエイティブ人材として、新規受注の部品製造に対応したものづくり工程を設計開発する部門に配置し活用した。さらに、作業手順を標準化したことから、作業者のカンやコツに頼ることによって発生していたヒューマンエラーを防ぎつつ、経験が浅い社員でも、複数の加工機械を操作して作業することができるようになり、以前は熟練技能を必要とした高付加価値、多品種少量の部品製造においても、若手や女性の活躍の場が大幅に広がった。

同社製造ラインの中でも、きわめて高い品質が求められる航空機エンジンなどの重要部品の品質保証の分野は、デジタル化されたシステムだけで担うことは難しい。このため同社は、OEM 認証や、さまざまな国際認証を取得する一方、製品表面や内部のごく微細な不連続などを調べる特殊な検査に関しては、国際認証を維持するだけでなく、世界有数の専門家を海外から招き、OJT などによる人材育成、検査工程の仕組み改善を通じて、継続的な精度向上を図っている。

また、管理部門では、独自開発した社内生産管理システムや EDI システムの導入など、各種の事務手続きにおいてもデジタル化したことで、受発注の管理や経理処理などのデータ入力作業や確認作業などが不要となった。各種作業マニュアルは社内システムに登録しておくことで、いつでも社員が自己学習可能な環境を構築し、社員教育にも活かしている。さらにビジネス版 SNS をも活用し、情報連携、メンター制度や社員同士のコミュニケーション活性化のためのツール、社員の承認要求を満たす仕組みとしている。同社は、今後さらに生産性と、社員一人一人の仕事の付加価値をさらに高めていきたいとしている。

（取材日：2019 年 11 月 13 日）

写真：全自動化された材料治具交換ロボット



写真：品質検査技術のノウハウを海外技術者から指導を受けている様子

（2）デジタル技術の活用を進めると同時に熟練技能の継承も進める好事例

コラム　匠の技能とデジタル技術の活用によるものづくり品質の向上・・・ブラザー工業(株)　刈谷工場

ミシンを祖業に100年以上の歴史を持つブラザー工業株式会社は、主力製品のミシン、プリンターの製造に加え、産業機器分野では小型工作機械の製造を手掛ける。同社の産業機器は、主力商品である工業用ミシンのキーパーツを製造する工作機械を自社で制作するところから生まれた。1985年にCNCタッピングセンター第1号機を発売してから、すでに35年の歴史を持つ。現在では「30番」サイズの主軸径を持つコンパクトなマシニングセンタが、近年のスマートフォン部品需要増大を追い風に、市場での存在感を高めている。

工作機械の製造には、「部品加工」と「組立」の技能が必要となる。「部品加工」は、以前は職人が汎用機を使って手作業で行っていたが、NC機に置き換わったことで、若手が加工技能を身に着ける機会が無くなってきた。「組立」では、主力製品の全工程を一人で組める技能者が年々少なくなってきた。同社では、部品加工の原理原則と製品の全工程組立を基本から身に着けることを目的とした「匠道場」を2006年より開講している。製造に携わる中堅社員などを対象に、熟練技能を持った先輩が講師となって、「技能教育」と「認定試験」を行う。この取組で、継続的に技能伝承を行い、製造のエキスパート人材を育成する狙いがある。

写真：「匠道場」での技能伝承の様子

また、工作機械ユニットの組立現場では、組付け作業をITで支援する（「デジタル屋台」と呼ばれる）仕組みを導入している。この装置では、作業指示がモニターに映し出され、その手順に応じてピッキングする部品や使用する工具が、格納された場所のランプが光って作業者に知らせる。また、ねじ締めに使用する工具にはトルクセンサーが組み込まれており、計測データから自動的に作業内容の合否を判断する。同社では、この仕組みを導入以降、作業手順間違いなどのヒューマンエラーが一切なくなり、さらに新人作業者の教育期間が、三分の一まで減少した。

組立ラインの検査には、従来紙のチェックシートを用いて品質チェックを行っていたが、現在ではタブレットを活用している。これによりタブレット導入前は、班長が工作機械1台の確認を行うのに10分要していたが、1分へと大幅に縮減され、さらにチェック漏れも全く無くなり、製品品質の向上を実現させた。同社では、デジタル技術を、ものづくり品質向上を目的に活用しているが、作業ミスによる手戻りが解消されるなど、労働生産性の向上に繋がっている。

また、女性の活用についても補助動力利用や治工具軽量化等により、無理なく作業ができるようにライン改善を進めている。作業者に占める女性割合は、2008年度が3％だったところ、2018年度には18%まで向上している。(取材日：2019年11月25日)

写真：デジタル屋台

写真：活躍する女性

コラム　スマートファクトリー化と熟練技能の融合による現場力向上・・・オークマ(株)

総合工作機械メーカーのオークマ株式会社（愛知県丹羽郡大口町）は、熟練の技と IoT、ビッグデータ、AI(人工知能)といった最新テクノロジーとを高度に融合させたものづくりを展開する。工作機械製造は、多種多様な顧客要求にきめ細かく対応するため、数千点から数万点にも及ぶ部品を加工・組み立てて製造する典型的な超多品種少量生産である。

同社では、2013 年に複合加工機、中・大型旋盤、立形旋盤を生産する工場「Dream Site 1」を建設し、生産設備の自動化・無人化と稼働状況の見える化に取り組んだ。続いて 2017 年には、自動化やスマート化の知見を活用し、ロボット活用による自動化領域をさらに拡大し、週末の 72 時間無人稼働を実現した工場「Dream Site 2」を立ち上げた。「進捗・稼働状況監視システム」を含む工場コントローラの導入により IoT を活用し工場の制御周期が高速化され、全体最適なカイゼンを促すことが可能となり、物流を含む生産進捗と設備稼働の一元的な分析、可視化を実現した。さらに 2019 年には、レーザ焼入れ機能を有する超複合加工機など工程集約をさらに推し進めた新工場「Dream Site 3」を立ち上げた。

写真：「Dream Site」工場内の様子

自動化によって省人化された作業に従事していた人材は、付加価値の高い生産管理などの間接的な仕事に就くようになったという。工場内においては、フロア内に「見える化」を実現するモニターを設置し、管理者はタブレット端末で工程や機械の状況把握が可能である。ロボットや無人搬送車などを活用し、自動化を進めると、異常への対応が遅れる可能性も生まれる。そのため、IoT 活用による監視を強化し、工場作業員のカバーできる範囲を広げることが重要となっている。多品種少量生産だからこそ、多様な顧客要求に対応し、効率的な作業方法を創造することが必要であり、この点は、「人間の仕事」であるとしている。

同社はデジタル化が進むものづくり現場を「熟練技能と自動化が織りなす夢の工場」とし、ものづくり人材の育成、技能伝承にも力を注ぐ。

1964 年に始まった、社内の「技術・技能競技大会」は、入社 10 年未満の社員を中心に、「組立」「部品」「品質保証」「設計」「技術」「FA 技術」「FA 作業」「情報」「サービス」「営業」の 10 の部会に分けて技術を競い、部会ごとに認定・表彰することとしている。また、（国家）技能検定の取得も奨励しており、累計の有資格者は 966 人と、国内の企業では最多の実績を誇り、「現代の名工（※ 注釈）」が 7 名、「愛知の名工」が 16 名在籍する。工作機械の製造は熟練技能への依存度が高いため、高品質のものづくりを行うためには、このようにデジタル化のみならず熟練の技を融合させる仕組み作りが、新しい現場力構築の鍵となっている。

同社では、今後、「Dream Site」で培った生産性革新のノウハウを「総合ものづくりサービス」としてユーザとも共有し、国内の製造業全体の生産性を高めることに貢献したいという狙いがある。（取材日：2019 年 11 月 26 日）

写真：技術・技能競技大会（FA 作業部会）

写真：技術・技能競技大会（組立部会）

コラム　デジタル化が進む貨幣製造と熟練技能を活かした勲章等の製造・・・独立行政法人造幣局（本局）

独立行政法人造幣局（大阪府大阪市北区）は、1871 年に明治新政府によって設立された。幕末の混乱期に乱れた貨幣制度を立て直し、列強に劣らない貨幣を造るため、当時としては最新の西洋式設備を導入し、貨幣の製造を開始した。

同局では、貨幣の製造、勲章・褒章及び金属工芸品等の製造などを行い、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会入賞メダルの製造も手掛ける。

貨幣材料の溶解から、貨幣の表裏の模様やギザの圧印・検査、計数・袋詰めに至るまで、多くの工程でデジタル化及び自動化が進んでいる。貨幣製造には偽造を防ぐ高度な技術が使われており、見る角度によって「500」の文字の中にさらに文字が見え隠れする「潜像」や、微細な線や点の加工技術のほか、斜めギザは特許取得の技術である。貨幣製造の最終工程では、この表裏の模様、縁にギザがある貨幣はギザも含めて、１分間に 750 枚というスピードで圧印され模様がつけられていく。その後、画像認識を用いて検査し、合格したものは袋詰めされた後封緘される。

写真：デジタル化が進む貨幣工場

同局では、貨幣製造のデジタル化を進める一方で、国家または公共に対し功労のある方や、各分野で優れた行いのある方に授与される勲章、褒章の製造については、その工程の多くに手作業が含まれるため、熟練技能が必要となる。勲章の製造においては、NC 彫刻機で部品を切り抜いた後は、やすりがけ、七宝の盛り付け・焼き付け、羽布での研磨、めっきに至るまで職人による手作業を行っている。

職員の育成方針は、熟練職人による OJT が中心であるが、熟練技能者のノウハウをまとめた、作業手順マニュアルを用いて指導を行う。マニュアルには実際の熟練技能者の作業を写した画像を多数使用し、作業室に備えられた PC でいつでも閲覧することが出来るようにしており、OJT と並行して活用されている。また、入局時からの経験年数に応じて、技能士検定に挑戦することを勧奨しており、資格取得者の氏名を廊下に掲示するなど職員の技能向上の意欲を高めることに積極的に取り組んでいる。現在延べ人数で、１級技能士 21 人、２級技能士 23 人が在籍している。さらに高い意欲を持った者には、芸術大学での工芸技能研修、老舗七宝店への派遣研修を行うなど、技術を高める機会も用意されている。

「大勲位菊花章頸飾」に代表されるような希少な勲章の製造は、特に卓越した技能を持つ職人のみが携わる事が出来るため、職員の多くが、先に述べたような OJT や、研修を活用しながら志高く、自らの技術を磨いている。（取材日：2019 年 10 月 28 日）

写真：やすりがけ指導の様子

写真：七宝盛り付け指導の様子

（3）社内でデジタル技術の活用を担う人材を育成する好事例

コラム　デジタル技術の発展と未来を見据えたIT人材育成・・・日本ガイシ(株)

日本ガイシ株式会社（愛知県名古屋市）は、特別高圧の送電線用のがいしや自動車排ガス浄化用セラミックス触媒担体、電子・電気機器や半導体製造装置に用いられるセラミックスなどを主力事業としている。2019年に創立100周年を迎え、更なる品質向上や多角化により中長期的な成長を目指しており、2018年度の連結売上高は過去最高を記録した。今後も全世界に裾野を広げ業績の拡大を目指すという。

同社の業績拡大を支えるのは、高い技術力と生産性であるが、成長の背景には「高度な分析力」がある。現在、生産拠点は国内外に数多く存在するが、それら拠点毎の生産性のばらつきを改善することが、更なる生産性向上の課題となっていた。

同社の製造技術本部内のグローバルエンジニアリングセンターでは、製造現場の設備から得られるビッグデータを分析し生産性や製造条件のばらつき原因を特定することで、生産性の最大化を目指している。

ビッグデータを活用した課題分析に着手したのは、10年ほど前である。取り組み前の当時、拠点における生産性の差が出ていることは把握できていたが、現場のオペレーターの動きや設備の使われ方を正しく把握できなかったため、課題の特定に至らず、オペレーターの「カンやコツ」頼みだったところがあった。そのため、担当者が足繁く製造現場に通い、設備の使われ方やオペレーターの動きを詳しく把握すると共に、設計部や情報システム部と連携して必要なデータを取得できる方法を構築した。

現在は設備に取り付けたセンサーやカメラで把握した情報を、各拠点だけでなく本社でも集約し、設備の稼働効率を総合的に判断する指標である設備総合効率（OEE）などを算出し生産性ばらつきや低下の原因が分析できる仕組みとなっている。その数値の見える化やそれを基に各拠点にフィードバックと改善活動支援を繰り返した結果、生産性が1年間で約10%上昇した工場もあった。今後は外部の有識者の助言も得ながらデータ活用の推進や更なるデータ分析力の高度化に取り組みたいという。

同社はこうした分析を行うためには、デジタル技術を使いこなし、さらに機能を改善していく能力をもったIT人材が必要であると考えている。全社の人材育成の方針は、社長をはじめとする経営層が出席する会議で審議決定する。各部門の課題と人材育成への要望を集約して現場の意見を反映させながら、必要な教育の適時適切な実施を行っており、人材育成に力を入れている。

また同社の国内外各拠点では様々な部門が横串で連携した「OEEフォーカスチーム」を結成し課題解決の方法を議論、共有するグローバル会議なども行っている。そうした場では、国内外の技術者、管理者同士が製造、生産計画、生産管理など様々な視点から議論を行い、労働生産性の向上策について共有する良い機会になっているという。

このように、デジタル分野をはじめとする技術を活用できる人材の確保と育成が同社の中長期的な成長のカギを握る。山田忠明常務執行役員人事部長は「技術を使いこなすだけでなく、技術を用いて新しいものを生み出す「発想力」をもった人材を数多く育てていきたい。」と今後の展望を語る。（取材日：2019年12月5日）

写真：工程担当者会議（OEE PEM）の様子

コラム　若手社員を巻き込んだシンプルな“お手製”IoTの取組・・・上田製袋(株)

上田製袋株式会社（大阪府守口市）は昭和42年に「上田製袋工業所」として創業した製袋加工会社である。病院などの医療施設で感染防止のために滅菌処理を行う際に使用する「滅菌バッグ」をはじめとするメディカル向けパッケージ（袋）の製造を主な事業としている。同社が製造する滅菌バッグは、医療現場において対応できる衛生面、そして「密封されていること」と「開封しやすい」という、相反する性能を兼ね備えた性能が求められ、高度な技術と管理が必要となる。近年は、最新のレーザーを用いた樹脂フィルムの溶着の実用化に向けて、大学との共同研究も進めている。

同社では、年々高まる顧客からの品質向上と増産要請やベテラン人材の引退に伴う人材不足の状況を背景に、生産性向上を進めるため「稼働モニタリングシステム」の構築に向けた取組を進めている。IoTデバイスをシーリング機に取り付け、稼働状況を「見える化」する仕組みである。IoTデバイスは、数千円の市販マイコンボードに光センサーと無線発信機を組み合わせたもので、シンプルなIoTの取組である。

写真：機械に取り付けたセンサー

写真：作業状況をタブレットに入力する様子

これまでは、生産計画に基づいて進捗管理のみを行っていたが、「稼働モニタリングシステム」を導入して以来、機械トラブルや生産状況の稼働状況をリアルタイムで確認でき、トラブル時に管理者が即時対応可能となり、機械の稼働率向上につながった。また、集積したデータについては、社員の作業分析や人材教育の活用を目指している。

同社のデジタル化の取組が成功している理由として、社内で「IT推進委員会」を立ち上げた経緯が挙げられる。この委員会はシステム開発関連会社での業務経験のある上田社長をリーダーとし、デジタル機器の操作に抵抗の少ない若手社員により構成されており、社内のIoT活用に関する推進策や、デジタル化を進めるためのWebシステムの運営を企画している。この取組は、若手の自主性を促し、改善意識を高める人材育成の場ともなっている。

上田社長は、中小企業のIoTの導入を成功させるためには、製造企業とIoTシステム開発会社の双方の技術を理解した「両者の間を埋める人材」が必要であると考える。「製造業のものづくり人材はデジタル技術に精通していないため、デジタル技術を活用した課題解決策を上手く表現できない。また、IoTシステムの開発会社は、製造業固有の業務に精通していないため、核心に迫る事が出来ずに、一般論でしか提案する事が出来ない。」という現状があるという。今後、同社では、社内の自動化・便利化をさらに進めることで業務効率化を図っていくこととしており、社員のITスキル向上のための勉強会のための時間を創出し、製造業とIT技術の両方を理解するハイブリッドな人材の育成を図ることで、さらなる生産性向上を行いたいとしている。(取材日:2019年10月29日)

写真：IT推進委員会

コラム

社員全員でつくる IoT 生産管理システム ・・・(株)大野ナイフ製作所

大野ナイフ製作所は、刃物の町として 700 有余年の歴史を持つ岐阜県関市において、高級・高品質の包丁を製造する、創業 103 年の刃物メーカーである。同市では、刃物関連事業所の高齢化や、後継者不足が課題となっており、伝統的に分業制をとり大量生産を行っていた形態が成り立たなくなっていた。創業 103 年目となる同社では、20 年前から 90 を超える包丁の製造工程全てを内製化することに取り組んできた。高品質を保ちながら量産するために、職人技を必要としない単純作業についてはロボットによる自動化を進めた。例えば、大まかな形を成形するベース加工などの単純作業をロボットに行わせることで、職人には刃先や柄の精密な研磨など、技術を必要とする一段上のレベルの仕事に注力できるようになり、品質の確保と生産性向上を両立することができた。

同社が製造する高級包丁は 300 種類程度あり、世界で販売されている。前述の通り高級包丁には多数の製造工程が必要であり、欠品によるビジネスチャンスを逃さないためには、市場での需要に合わせた製品の供給力が重要である。これを強化するために、段取り改善による生産効率化を図るとともに、変更があった際にすぐ作業内容を切り替えられる現場体制をつくる必要があり、IoT を活用した見える化を進めるきっかけとなった。

同社では大量にある生産工程を整理するために、40 年ほど前から生産管理システムをオーダーメイドで外注し運用していたが、トップダウン方式で上手く浸透しなかったと大野社長は語る。そこで、３年前に３人の社員で「IoT 推進チーム」を結成し、チームを中心に、社員全体で生産管理システムを構築に取り組むこととした。チームはまず、機械からオペレーションデータを収集し、工場内のモニターで工程の進捗をリアルタイムで確認できるように取り組んだ。さらに機械が停止した場合にはオペレーターが手首に着けた、ウェアラブル端末にチャットボットを用いて通知する仕組みも導入。これによりロボットの停止時間が削減され、オペレーターが作業の手を止め、稼働状況を確認する手間が無くなった。システムを作り上げるために、使いやすさにこだわって何度も現場社員と意見を交わし、画面に表示される色使いさえも調整を行ったことは特徴的である。

写真：ロボットと職人の共同作業

写真：CNC の教育風景

このように、大野社長直轄の下で風通しの良い環境で取り組んだほか、IoT 推進チームの３名の社員には、積極的に IoT 関連の見本市やセミナーに参加させ、最新の情報に触れさせる OJT の機会を用意した。多種多様なデジタル技術の、どれが自社に必要なものであるかを導き出すのは容易ではない。「職場を離れて知見を広める機会があったことが、革新性に繋がった」とチームメンバーは語っている。社員全員でつくった仕組みである事から、今回は抵抗なく現場に浸透し生産性の向上に寄与している。

同チームでは、IoT ツールの導入だけでなく、RPA や電子ペーパーを導入して事務作業の簡素化にも取り組む。従来、事務社員が１時間かけてデータ入力していた作業が、RPA 導入には５分で完了する事ができ、大幅に作業時間が削減された。

同社では、デジタル化によって生まれた余力を活用して、カイゼン活動や、新たな事業領域の拡大、技能継承に向けた人材育成の時間を設けることができ、「絶え間ない革新的なものづくり」の展開に意気込む。

（取材日：2019 年 11 月 27 日）

写真：実績収集と計画管理

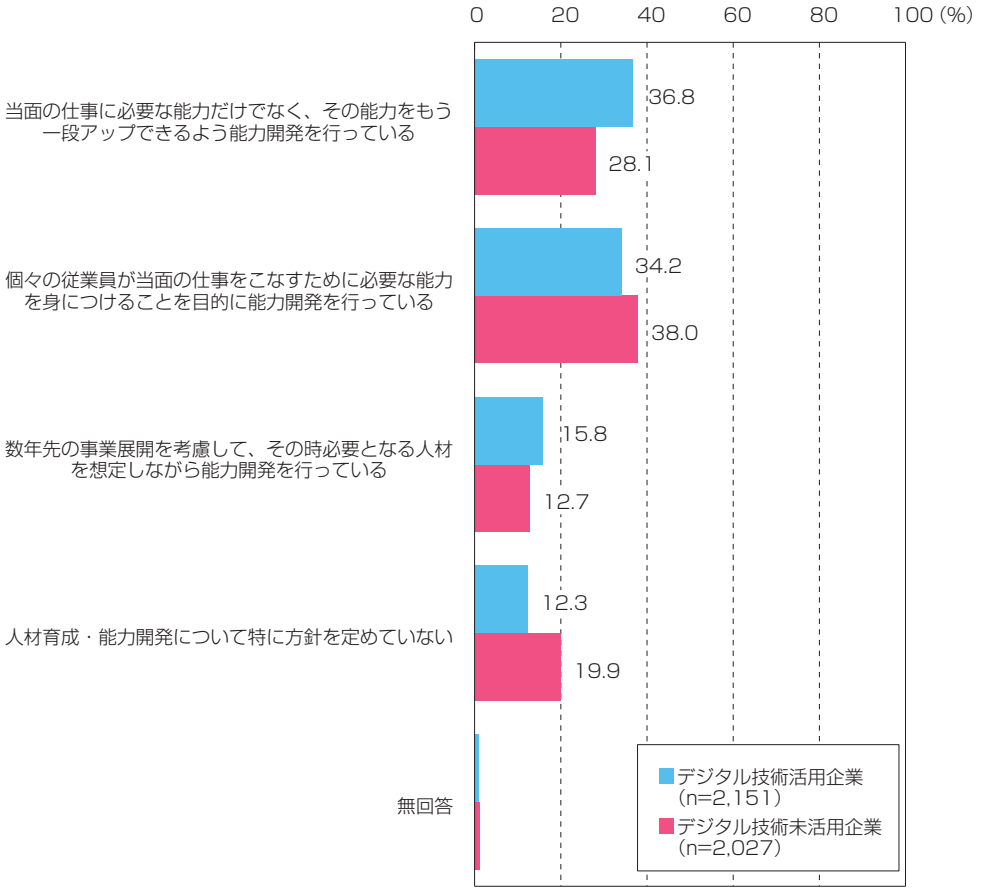
写真：進捗状況の「見える化」

5　デジタル技術を活用する企業における人材育成

ものづくり人材の育成・能力開発方針をみると、デジタル技術を活用している企業では「当面の仕事に必要な能力だけでなく、その能力をもう一段アップできるよう能力開発を行っている」と回答した企業が 36.8% と最も多く、デジタル技術未活用企業では「個々の従業員が当面の仕事をこなすために必要な能力を身につけることを目的に能力開発を行っている」と回答した企業が 38.0% と最も多く、「人材育成・能力開発について特に方針を定めていない」と回答した企業も２割あることから、デジタル技術の活用は企業の経営戦略であり、それを活用できる人材の育成においても、一歩先を見据えた人材育成が必要となっている様子がうかがえる（図 251-1）。

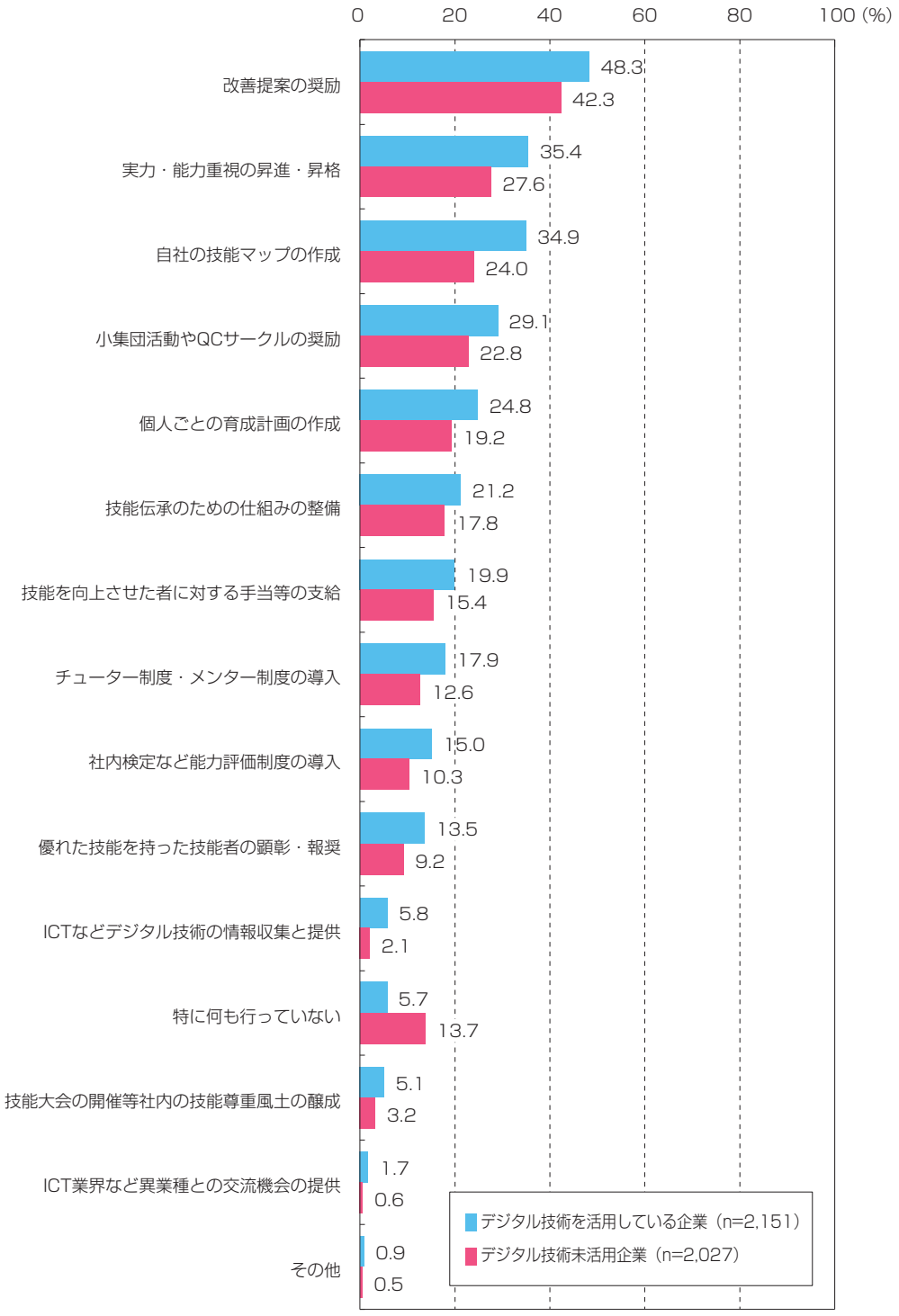
また、ものづくり人材を育成するための環境整備については、デジタル技術を活用している企業、デジタル技術未活用企業どちらも、「改善提案の奨励」、「実力・能力重視の昇進・昇格」、「自社の技能マップの作製」とつづいている（図 251-2）。

図 251-1　ものづくり人材の育成・能力開発方針



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

図 251-2　ものづくり人材の育成、能力開発における環境整備

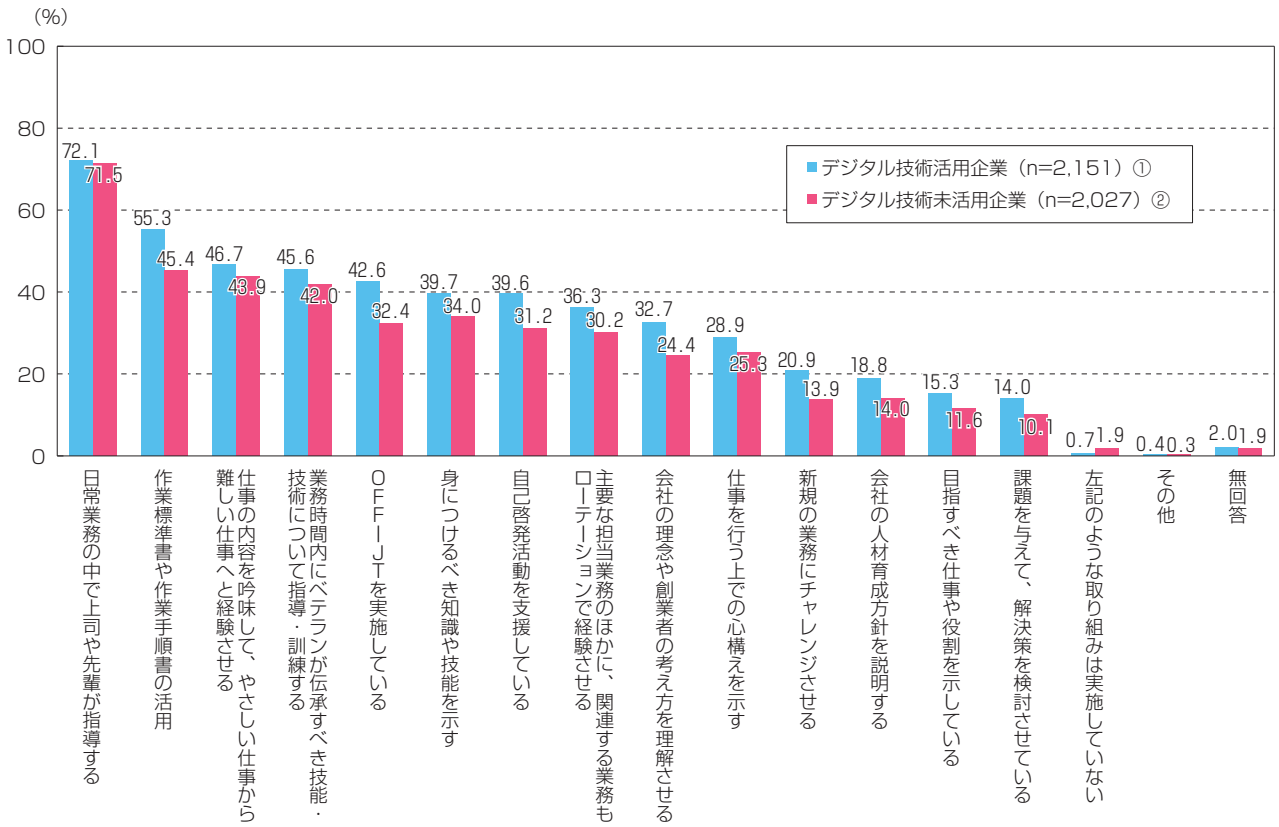


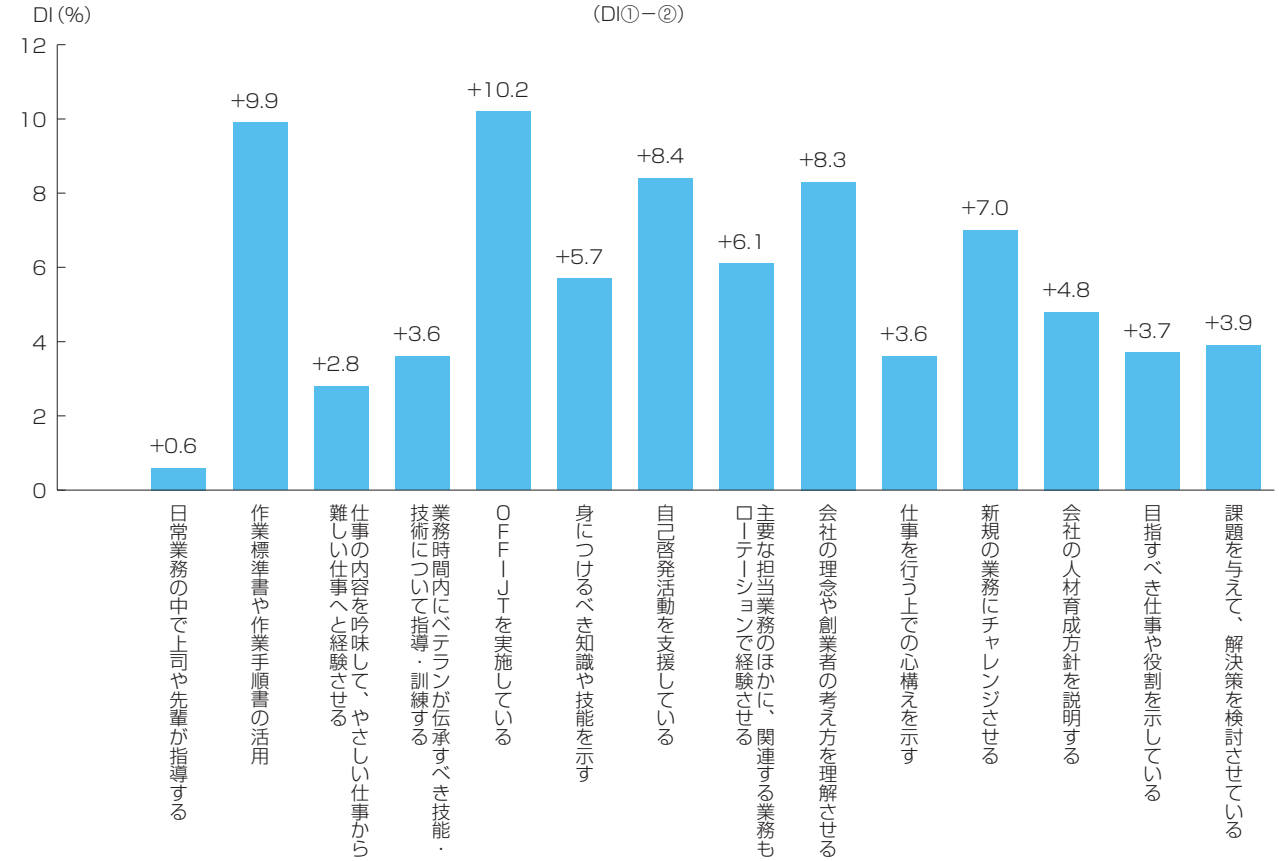
資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：「無回答」は表示していない

また、デジタル技術を活用している企業に対して人材育成の取組の内容を問うと、「日常業務の中で上司や先輩が指導する」、「作業標準書や作業手順書の活用」、「仕事の内容を吟味して、やさしい仕事から難しい仕事へと経験させる」が続く。同様の傾向はデジタル技術未活用企業でも見られる。デジタル技術活用企業、未活用企業の取組の差を見ると、多くの項目でデジタル活用企業の取組が進んでおり、「OFF-JT を実施している」（10.2%）、「作業標準書や作業手順書の活用」（9.9%）、「自己啓発活動を支援している」（8.4%）、「会社の理念や創業者の考え方を理解させる」（8.3%）の順に差が大きく、デジタル技術の活用をしている企業は、作業のマニュアル化により効率化を進め、同時に従業員の能力開発においては、OFF-JT や、自己啓発支援など、職場を離れた訓練も進めている企業の姿勢がうかがえる（図 251-3）。

図 251-3　デジタル技術を活用する企業の人材育成・能力開発の取組

（人材育成・能力開発の取組の内容）

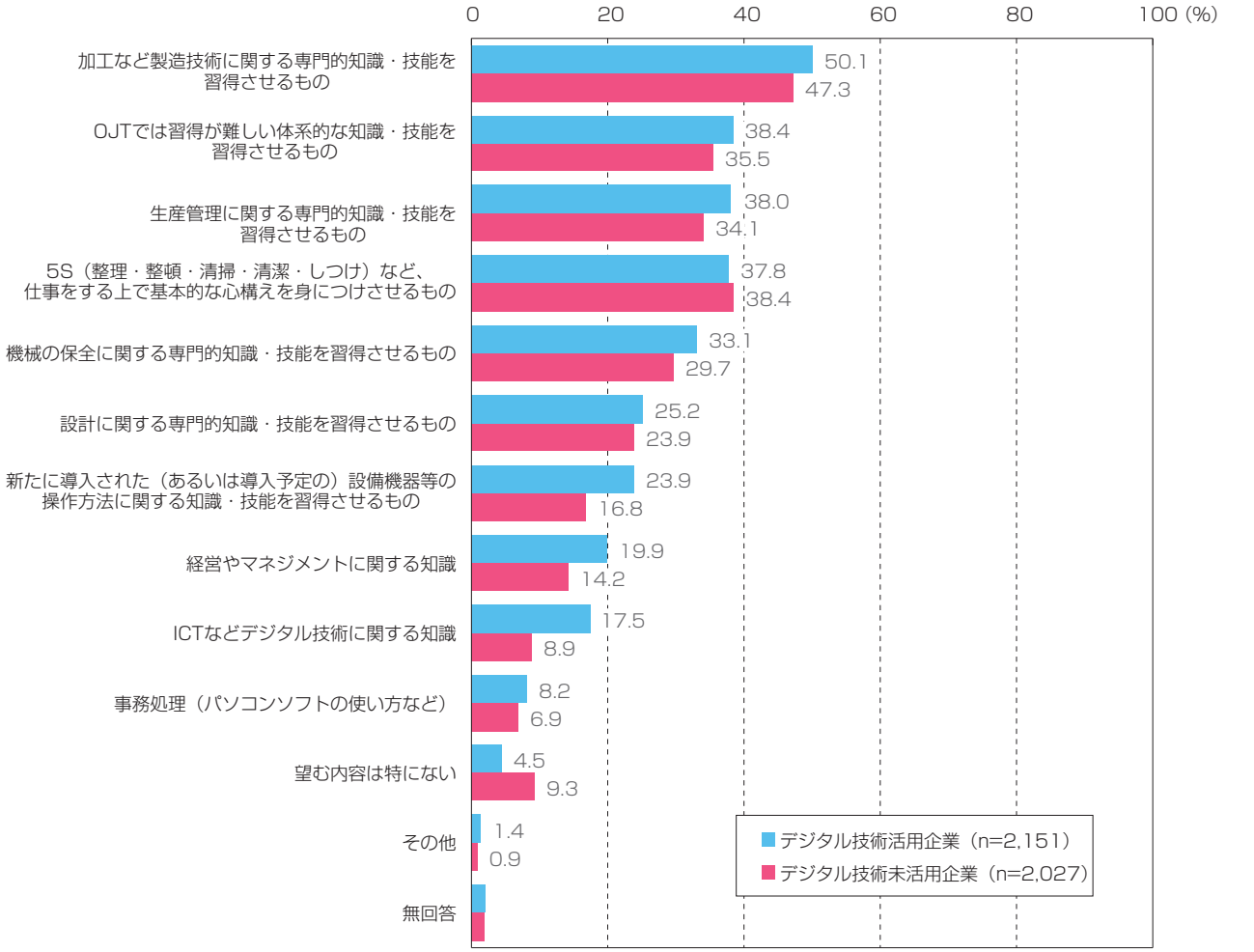




資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」
注：「無回答」は表示していない

民間や公的な教育訓練機関が実施するものづくり人材を対象としたOFF-JTで望む研修内容を問うと、デジタル技術を活用している企業では、「加工など製造技術に関する専門的知識・技能を習得させるもの」（50.1%）、「OJTでは習得が難しい体系的な知識・技能を習得させるもの」（38.4%）、「生産管理に関する専門的知識・技能を習得させるもの」（38.0%）とつづき、「ICTなどデジタル技術に関する知識」（17.5%）を大きく上回っており、デジタル技術の活用が進む企業においても、ものづくりに関する能力は必要とされていることが表れている（図251-4）。

図251-4　デジタル技術を活用する企業が教育訓練機関が、実施するものづくり人材を対象としたOFF-JTに対して希望する研修内容



資料：JILPT「デジタル技術の進展に対応したものづくり人材の確保・育成に関する調査」

6　まとめ

世界の「不確実性」が増し、デジタル革新により先進的ツールの利活用が重要となる中、どのようにして我が国の強みとされてきた「ものづくり現場」を、より生産性高く、強靱なものと出来るかはものづくり経営の中心的な課題である。また、これは、現場任せにすることなく、経営陣が主導して課題解決にあたるべき、まさに経営力が問われる課題だといえる。

一方で、デジタル技術を十分に活用していく上で、導入にかかるノウハウや、人材が不足している状況を確認し、その対応としては、OJTやOFF-JTを通じた自社ものづくり人材の育成が有効であることを確認してきた。

ものづくりを取り巻く環境や状況が激しく変化し、また、不確実性が増す中で、我が国のものづくり企業が、持続的に競争力を維持するために、その変化に対応できる人材育成の推進が期待される。

経営陣にとっては、デジタルツールの導入とそれを使いこなせる人材の確保・育成を通じて、現場作業の自動化・効率化を図りつつ、人材をより付加価値の高い業務に重点的に配置し、活用できる職場づくりを目指すための人材育成戦略の構築が重要となる。また、ものづくり人材にとっては、デジタル技術を活用できるスキルを始めとした変化に対応するための職業能力を身につけていくことが求められる一方で、我が国のものづくりの源泉である熟練技能も磨き続けることが求められている。

第2節　ものづくり産業における人材育成の取組について

1　より効果的なものづくり訓練の実施に向けて

国、都道府県等は、職業能力開発促進法に基づき、労働者が段階的かつ体系的に職業に必要な技能及びこれに関する知識を習得するため、公共職業能力開発施設を設置し、①離職者訓練、②在職者訓練、③学卒者訓練を実施している[注3]。

①離職者訓練（施設内訓練・委託訓練）
離職者を対象に、職業に必要な技能及び知識を習得させることによって再就職を容易にするための職業訓練

②在職者訓練
在職中の労働者を対象に、技術革新や産業構造の変化等に対応する高度な技能及び知識を習得させるための職業訓練

③学卒者訓練
高等学校卒業者等を対象に、職業に必要な技能及び知識を比較的長期間かけて習得させるための職業訓練

国による職業訓練は、（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構（以下「機構」という。）の職業能力開発促進センター（以下「ポリテクセンター」という。）及び職業能力開発大学校・短期大学校（以下「ポリテクカレッジ」という。）が、都道府県による職業訓練は、各都道府県の職業能力開発校・短期大学校がそれぞれ主となって、産業界や地域のニーズを踏まえて実施している[注4][注5]。特に機構においては、訓練ニーズが高い一方、訓練を実施している民間教育訓練機関がほとんど存在しないものづくり分野を中心に訓練を実施している。ものづくりの現場における製品の品質や機器の高度化、新技術、納期の短縮等に加え、設備や品質の不具合、トラブルの発生、効率的な生産ラインの構築等に対応できる能力を身につけることのできる訓練を実施するとともに、訓練分野の不断の見直しを行っている。

ハロートレーニング
急がば学べ

公共職業訓練の概要

国及び都道府県は、離職者、在職者、及び学卒者に対する公共職業訓練を実施しています。
＊国及び都道府県の責務：「職業を転換しようとする労働者その他職業能力の開発及び向上について特に援助を必要とする者に対する職業訓練の実施」、「事業主、事業主団体等により行われる職業訓練の状況等にかんがみ必要とされる職業訓練の実施」に努めなければならない。（職業能力開発促進法第4条2項）

離職者訓練

（1）対象：ハローワークの求職者（無料（テキスト代等は実費負担））

（2）訓練期間：概ね3月～2年

（3）主な訓練コース例

（（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構実施例）
○施設内訓練
テクニカルオペレーション科、電気設備技術科、住環境計画科　等

（都道府県実施例）
○施設内訓練
自動車整備科、木工科、造園科　等

○委託訓練
介護サービス科、情報処理科　等

在職者訓練

（1）対象：在職労働者（有料）

（2）訓練期間：概ね2日～5日

（3）主な訓練コース例

（（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構実施例）
難削材の切削加工技術、
製造現場における問題発見改善手法、
実践被覆アーク溶接　等

（都道府県実施例）
機械加工科、工場管理科　等

学卒者訓練

（1）対象：高等学校卒業者等（有料）

（2）訓練期間：1年又は2年

（3）主な訓練コース例

（（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構実施例）
【専門課程】
生産技術科、電子情報技術科、電気エネルギー制御科　等
【応用課程】
生産機械システム技術科、　建築施工システム技術科　等

（都道府県実施例）
【普通課程】
木造建築科、自動車整備科　等

注3　このほか、離職者向けの訓練として、主に雇用保険を受給できない方を対象とした求職者支援制度を実施している。訓練科目はサービス分野が中心となっている。
注4　2018年度においては、離職者訓練は、約10.6万人（国：約2.6万人、都道府県：約8万人）（うち施設内訓練は、約3.3万人（国：約2.6万人、都道府県：約0.7万人））、在職者訓練は、約12万人（国：約7万人、都道府県：約5万人）、学卒者訓練は、約1.7万人（国：約0.6万人、都道府県：約1.1万人）が受講した。
注5　国においては、高度で専門的かつ応用的な訓練、都道府県においては、基礎的な訓練や地域産業の人材ニーズに対応した訓練を実施することで、適切に役割分担を図っている。

公的職業訓練の認知度を上げ、真に必要としている方に利用していただくため、2016年11月に「ハロートレーニング～急がば学べ～」という愛称・キャッチフレーズを作り、2017年10月にロゴマークを策定した。

今後は、本愛称・キャッチフレーズ及び本ロゴマークのキャラクター（愛称「ハロトレくん」）を活用し、キャリアアップや安定的な就職を目指す多くの方々にとって、公的職業訓練が職業スキルや知識を習得するための有効なツールであることの理解と、制度の活用促進に引き続き取り組むこととしている。

また、2018年9月にはハロートレーニングを始めとした人材開発施策全体の認知度及び関心度向上のための広報活動に協力する「ハロートレーニングアンバサダー」を任命し、人材開発施策全体のさらなる利用促進を図ることとしている。

（1）訓練ニーズを踏まえたものづくり訓練の実施

ポリテクセンター及びポリテクカレッジにおける職業訓練は、全国レベルで訓練水準の維持・向上を図るとともに、各地域の訓練ニーズに応じた訓練となるよう、地域ごとに訓練内容をアレンジして実施している。また、在職者訓練については、あらかじめ設定された訓練コースに加え、各企業の人材育成ニーズに即して設定するオーダーメイド型[注6]の訓練も実施している。

さらに、全国的な雇用情勢の改善や労働需要の高まりなどに伴い、一層の人手不足が懸念されるところであり、地方創生の観点からも、それぞれの地域の特性を踏まえた人材の確保・育成対策の強化が必要になっている。このため、2015年度に、人手不足分野を抱えている地域において、従来の公的職業訓練の枠組みでは対応できない、地域の創意工夫を活かした人材育成の取組を支援するため、「地域創生人材育成事業」を創設した。この事業は、都道府県から提案を受けた事業計画の中から効果が高いと見込まれる取組を企画競争で選定し、年間3億円を上限に最大3年間、新たな人材育成プログラムの開発を都道府県に委託して行うものである。2019年度までに、32の道府県において地域の実情に応じた事業が実施された。

加えて、各都道府県においては、都道府県労働局の参集の下、労使団体、機構、都道府県、民間教育訓練関係団体等により構成される地域訓練協議会を開催し、求職者支援訓練に係る職業訓練実施計画を策定している。さらに地域全体の人づくりの視点で効果的な職業訓練を推進するため、2014年度から、都道府県と都道府県労働局が職業訓練も含めた包括的な協定を締結することや地域訓練協議会を活用すること等により、関係者のニーズを踏まえた公共職業訓練と求職者支援訓練の一体的な計画の策定を推進することとしている。

また、職業能力開発総合大学校では、第4次産業革命の進展による中小企業の人材ニーズ、人材育成ニーズ及び仕事の変化等を捉え、また、技術動向を整理することにより、第4次産業革命に対応して中小企業の求める人材の顕在化を図り、それを踏まえて、離職者訓練、在職者訓練、高度技能者養成訓練にどのような訓練内容が求められているかを明確化し、指導技法、教材作成等の考察と共に訓練の実施に繋げ、職業訓練の質のさらなる向上と、量の拡大を図ることを目的とした、「第4次産業革命に対応した職業訓練のあり方研究会」を2018年に立ち上げ、検討を行った。

コラム　第4次産業革命に伴う職業訓練の変化と役割
・・・職業能力開発総合大学校　能力開発応用系　原　圭吾　教授

第4次産業革命の進展に伴い、特にものづくり分野の職業訓練においては、技術革新へ対応できる技術者の育成が重要となってきた。そこで職業能力開発総合大学校では、平成30年度に「第4次産業革命に対応した職業訓練のあり方研究会」を立ち上げ、今後必要とされる新たな職業訓練等について検討を行った。

調査研究の手順と内容

研究会ではまず、文献調査や企業等のヒアリングから人材ニーズ、人材育成ニーズを整理し、第4次産業革命に対応してヒトが担うべき仕事を求めた。例えば、勘コツを含んだ複雑な作業手順や加工条件を標準化する仕事などである。次に第4次産業革命のキーテクノロジーを求め、これらをもとに育成すべき技術者像を製造業、建設業、情報通信業、ものづくり基盤の4つに分類して定義した。製造業では、生産システム設計分野において、サプライチェーンをモノと情報の流れを考慮して最適設計できる技術者等、建設業では、設計・開発分野において、BIMを活用できる人材等が定義された。これら技術者像（仕上がり像）

注6　企業から「自社の課題や目的にあった研修を実施したい」、「公開されている訓練コースでは日程の都合が合わない」、といった要望があった場合に、個別に訓練コースを設定し、実施している。

をもとに、第４次産業革命に対応した職業訓練の方向性と、職業訓練指導員（テクノインストラクター）に必要な能力、今後の展開等について検討を行った。以下、検討結果の一部を紹介する。

第４次産業革命に対応した職業訓練の枠組み

研究会で整理された技術者像の傾向から、第４次産業革命のキーテクノロジーを中核におき、図１に示す３つの枠組みで、ものづくり分野における第４次産業革命に対応した職業訓練のあり方を整理した。

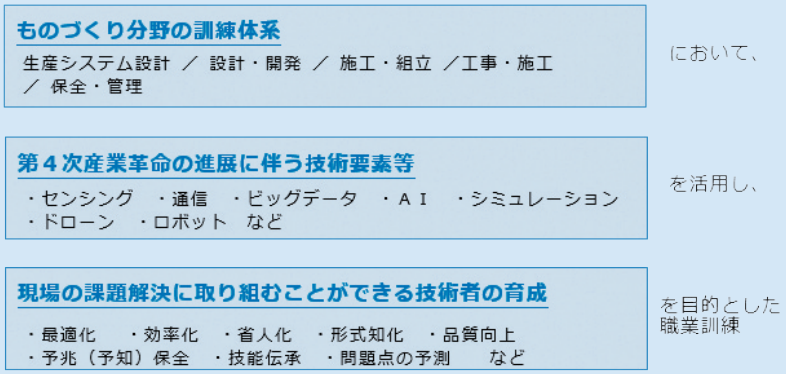


図１：第４次産業革命に対応したものづくり分野の職業訓練の枠組み

また、新たな職業訓練の方向性として次の５項目について取り組む必要があると提案された。

① 受動的知識・技能習得型訓練から課題解決型訓練への転換をはかる。
② 各分野の訓練に IoT 技術等のデジタル技術に関する内容を追加する。
③ 多能工化や複合技術に対応するため複合的な訓練内容を追加する。
④ AR や VR 技術の活用による習得度、理解度の向上と習得期間短縮による訓練のスピード化、実物を取り扱わない実験や実習の導入を進める。
⑤ AI 等を活用した学習管理システム導入による訓練品質の向上に取り組む。

職業訓練指導員（テクノインストラクター）に必要となる能力と今後の展開

実際に第４次産業革命に対応した新たな職業訓練を実施するためには、訓練を担当できる職業訓練指導員の育成が重要となる。研究会では、各指導員が現在有している専門性に限らず、IoT などデジタル技術を使ったデータ収集に関する知識、技能・技術、さらに収集すべき有効なデータを判断し、分析するために必要な知識、技能・技術を習得することが必要であると整理した。その上で、各専門分野で必要となる新たな技能・技術を習得していくことにより、第４次産業革命に対応した職業訓練が実施できるとまとめている。このイメージを図２に示す。

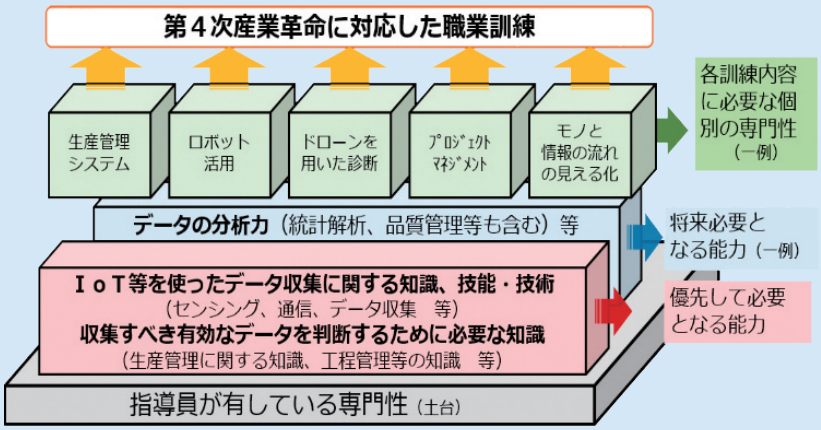


図２：第４次産業革命に対応するため指導員に必要な専門能力のイメージ

今後は、研究会の結果を踏まえ、新たな訓練カリキュラムを開発することと併せて、指導員の研修体制や研修カリキュラムの開発なども進める必要があることから、令和元年度からは、「第４次産業革命に対

応した職業訓練指導員の育成等に関する研究会」を起ち上げ、指導員の育成や新たな訓練方法の検討を行っている。

平成 30 年度研究会の検討結果は、以下の職業能力開発総合大学校基盤整備センターホームページからダウンロードが可能である。

（http：//www.tetras.uitec.jeed.or.jp/research/detail?id=1057）

（2）ものづくりの現場に求められる能力を身につけることのできる職業訓練の実施

国は、全国ネットワークによるスケールメリットをいかしたカリキュラムの作成、生産現場のリーダーを育成する「事業主推薦制度[注7]」の実施、全国の公共職業能力開発施設等において職業訓練の指導を担う職業訓練指導員（「テクノインストラクター[注8]）の養成により、全国規模でものづくり現場の動きを踏まえた訓練水準の維持・向上を図り、企業において真に必要とされる人材を育成するための取組を実施している。

カリキュラムの作成については、成長が見込まれる分野における訓練カリキュラム開発も行っており、例えば、生産現場においてロボット技術を活用した生産システムの構築・運用管理等ができる人材を育成する「生産ロボットシステムコース」のカリキュラムを開発し、それに基づいた職業訓練をポリテクカレッジで実施している。

また、地域のものづくり企業における生産現場のリーダーを育成するため、ポリテクカレッジにおいて、事業主が雇用する従業員を推薦する入校試験制度を設け、ポリテクカレッジの高度なものづくり人材を育成する教育訓練により、中小企業等の人材育成の支援を行う「事業主推薦制度」を実施している。

テクノインストラクターの養成については、機構の職業能力開発総合大学校において、テクノインストラクターとしての就業を希望する者に対する指導員養成訓練、及び在職のテクノインストラクターに対する指導員技能向上訓練（スキルアップ訓練）を実施している。

指導員技能向上訓練では、技術革新等に対応するための先端技術・専門性拡大の研修や、指導力向上のための指導技法・教材開発等の研修を実施している。また、職業能力開発総合大学校の講師が各地域に出向いて訓練を実施するなど、全国のテクノインストラクターが受講しやすい環境整備を図っている。

コラム　ポリテクカレッジにおける現場リーダーの育成・・・(株)SCREEN GP サービス東日本

（株）SCREEN GP サービス東日本は、世界有数の印刷機器メーカーである（株）SCREEN グラフィックソリューションズのグループ会社であり、その印刷機器事業において、印刷機械の安定稼働を支える「保守サービス」と、印刷品質向上のための「テクニカルサポート」を提供している技術サービス会社である。

写真１：國見さん

関東ポリテクカレッジの応用課程（生産電気システム技術科）の修了生である國見さんは、同社で次世代のリーダーとして活躍している。

ポリテクカレッジの応用課程では、製品の企画開発など「ものづくり」の総合的な実習課題の設定により、生産現場に密着した課題を自ら解決するプロセスを体験する。さらに、専門分野をまたいだワーキンググループ実習により、創造的・実践的ものづくり能力や他分野との複合技術を習得することで、実践的なものづくり能力を身に着けた人材を輩出している。

これらの教育訓練方式が、生産技術・生産管理部門の将来のリーダーとなる人材の早期育成に大いに役立っている。

注７　ポリテクカレッジの専門課程・応用課程（各２年間）で企業推薦の受け入れを行うもの。
注８　指導員の認知度向上を図るとともに、国として周知・広報活動に活用することにより、指導員となり得る人材・候補者を発掘し、今後の指導員の継続的かつ安定的な確保に資することを目的として、2017 年 11 月 24 日に決定した指導員の愛称である。

応用課程では、卒業研究に相当する実習として、製品の企画から仕様の決定、設計、製作、組立及び制御までの一貫した生産工程をグループで取り組む「開発課題」がある。國見さんは、この開発課題において近隣企業からの依頼に取り組んだことを振り返り、「現在、営業技術部に所属しており、印刷用はんこ（刷版）のレーザー露光装置の修理および定期点検の業務を行っている。開発課題では、製作する装置をメンバーで話し合い、自分たちで考え試行錯誤しながら完成を目指すことで、考える力などを養うことができた。この経験は現在のメンテナンスの業務等に役立っている。」と、生産現場に密着した実習課題での経験が、自身の業務へのスムーズな適応につながったことを語っている。

取材当時の國見さんの上司である、同社の営業技術部佐藤係長は、國見さんについて「主にCTP（プレートレコーダ）のメンテナンスが担当であるが、最近ではその周辺装置や全く別分野の機種も担当してもらっている。新しい機械に抵抗なく取り組めるのは機械・電気の両方の基礎知識を持っているためではないかと思う。上司や周囲とよくコミュニケーションを取り、情報の収集・共有に努めており、仕事に対する姿勢もとても良いと評価している。今後もこの姿勢を継続し、新人社員の手本となる事を期待している。」と話している。

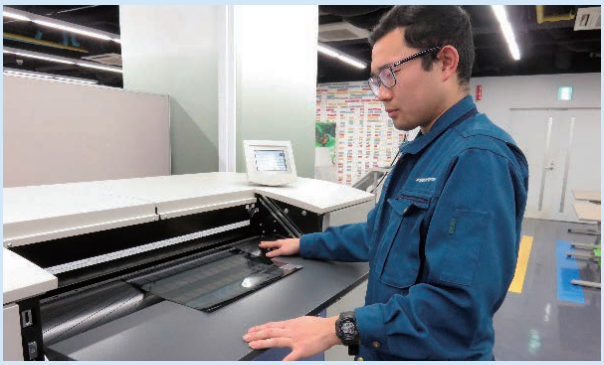
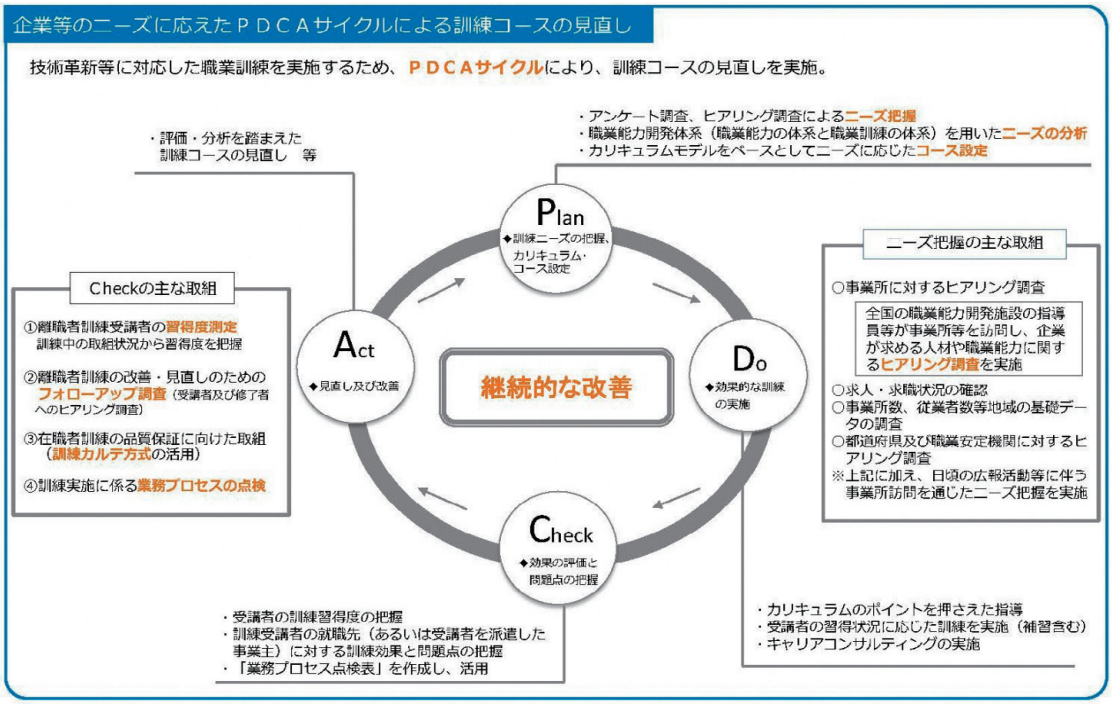


写真２：國見さんの作業風景

（３）産業界や地域の訓練ニーズを踏まえた訓練基準や分野の不断の見直し

機構の職業能力開発総合大学校においては、最新の技術革新などの動向を踏まえた職業訓練内容への見直しや企業の人材ニーズを把握するための調査を実施しており、それを踏まえ、ポリテクセンター及びポリテクカレッジの訓練カリキュラムの見直しを行っている。また、PDCA（計画・実行・評価・改善）サイクルにより、訓練コースの見直しを実施している。例えば、2019年度の離職者訓練コースの設定に当たり、機構の2018年度の訓練コースのうち３割程度の訓練カリキュラムの見直しを実施した。具体的には、電気工事及びシーケンス制御に関する技能・技術を習得する内容により実施していた「電気設備技術科」について、IoT機器の導入により情報通信機器の通信に関する人材ニーズが増加していることから、LAN構築及び住宅配線の施工に関するカリキュラムを追加し、人材ニーズの変化への対応を図った。



（4）地域創生人材育成事業

全国的な雇用情勢の改善や労働需要の高まりなどに伴い、一層の人手不足が懸念されるところであり、地方創生の観点からも、それぞれの地域の特性を踏まえた人材の確保・育成対策の強化が必要になっている。このため、2015 年度より、人手不足分野を抱えている地域において、従来の公的職業訓練の枠組では対応できない、地域の創意工夫を活かした人材育成の取組を支援するため、「地域創生人材育成事業」を実施している。この事業は、都道府県から提案を受けた事業計画の中から効果が高いと見込まれる取組を企画競争で選定し、年間３億円を上限に最大３年度間、新たな人材育成プログラムの開発などを都道府県に委託して行うものである。これまで、2019 年度までに 32 の道府県において地域の実情に応じた事業が実施された。

地域創生人材育成事業

地域における人手不足が深刻化し、人材確保は喫緊の課題。人手不足分野を抱えている業種において、**地域の創意工夫を活かした人材育成の取組**を通じ、中小企業等の人材確保・定着を支援。

○ 国からコンテスト方式で選定した都道府県への委託により実施（年間上限３億円、実施期間は最長３年間を想定）。
○ 都道府県は、地域の関係者で構成する地域人材育成協議会を設置し、事業を実施。
○ 事業開始（平成27年度）以降、32道府県を選定・採択。

※27年度採択地域：北海道、富山県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、鳥取県、山口県、徳島県、宮崎県（10）
※28年度採択地域：群馬県、埼玉県、静岡県、岡山県、愛媛県、高知県、福岡県、長崎県、熊本県（9）
※29年度採択地域：福島県、茨城県、神奈川県、新潟県、滋賀県、島根県（6）
※30年度採択地域：岩手県、宮城県、石川県、岐阜県、広島県、香川県、大分県（7）

特徴Ⅰ．地域ぐるみの人材確保・定着の取組

○ 地域経済団体、産地組合、三セク等が主体となって、地元の中小企業等の人材確保・定着を支援。

特徴Ⅱ．人材確保から定着まで一貫した教育訓練プログラム

○ 雇用から技能修得・キャリア形成（資格取得、職業能力評価基準に即したスキルアップ）まで一貫した教育訓練を行い、従業員の確保と定着を図る一体的な取組を支援。

特徴Ⅲ．公的職業訓練の枠組にとらわれない柔軟な人材育成

○ 地域に集積する産業（造船、プラントメンテナンス等）や地場産業（伝統工芸・特産品等）、新規分野・先端分野（ロボット等）における教育訓練プログラムの開発・実施を支援。

事業終了後も自立的に人材育成の取組を継続する（既存の助成金等を適宜活用）

2 中小企業等の労働生産性の向上

生産性向上人材育成支援センターの取組

生産性向上人材育成支援センター（以下「生産性センター」という。）は、中小企業等の労働生産性向上に向けた人材育成を支援することを目的として、2017 年度から、機構が運営する全国のポリテクセンター・ポリテクカレッジ等（以下「機構各施設」という。）に設置された。

生産性センターでは、これまで機構各施設が行ってきた在職者訓練を始めとする事業主支援業務の拡充・強化を図るとともに、中小企業等の労働者一人一人の生産性向上を支援するため、民間機関等を活用し、様々な分野の、幅広い職務階層の在職者を対象に、「生産管理」「品質管理」「マーケティング」など、企業の生産性向上に必要な知識やスキル等の習得を図る生産性向上支援訓練や、企業が IT 技術の進展に対応するために必要な「IT 新技術の理解」「表計算等の IT スキル」「情報セキュリティ」などの「IT 理解・活用力」の習得を図る IT 活用力セミナーを実施している。生産性センターが実施する在職者訓練及び生産性向上支援訓練については、条件を満たせば、人材開発支援助成金（３（１）に後述）を受けることができ、本助成金の利用に必要な訓練実施計画の作成支援なども生産性センターが実施している。

コラム　生産性向上支援訓練利用者の声・・・エリーパワー（株）川崎事業所

【利用事業主の概要】

エリーパワー（株）川崎事業所（神奈川県川崎市）

・事業内容　　：大型リチウムイオン電池及び蓄電システムの開発、製造、販売

・利用コース名：「生産性分析と向上」（２回に分けて実施）

・利用時期　　：平成 30 年５月、８月

・受講者数　　：16 名+14 名　計 30 名

【訓練を利用したきっかけ】

当社は創業 12 年目の企業であり、製造部の従業員は中途採用者や派遣登用者が多く、個々のスキル・知識にばらつきがあり、課題となっていた。また、スキル・知識のばらつきにより作業にもムラやムダが発生していた。

スキル・知識の標準化やムラ・ムダの削減を図るために、生産性分析の手法、特に人の動きや動作分析などの生産性向上について学べる効率的な方法がないか考えていたところ、生産性向上支援訓練を知り、利用することにした。

【訓練を利用した感想】

訓練カリキュラムは、動作分析や工程分析を体系的に学ばせるといった当社の希望に応じて内容をカスタマイズしていただいたことで、効果が上がったと考えている。

訓練を受講した結果、知識の習得だけではなく積極的に改善を進めていく姿勢が見られるようになった。なかでも、自信を持てず消極的であった従業員が、訓練を受講したことが自信につながり、積極的な姿勢が見られるようになったことを最も嬉しく感じている。

【職場での活用】

訓練で習得した内容は、当社で実施している「小集団活動」や「改善活動」に活かされている。従来とは異なる手法を活用した取組がいくつか見られるようになり、「こんな分析もできるようになったのか」と感心した。

また、受講者からは「訓練で学んだ内容は、設備の生産性向上、ロスの削減、作業者の能率アップ、工数削減などに活用しており、生産現場の改善に大いに役立っている。訓練後の変化としては、今まで改善を考える際は個々でやり方が異なっていたが、訓練を受けてルールが統一されたことで、ムラやムダが削減できていると実感している。」との声が上がっている。

【今後の抱負】

今後は、生産量の増加に伴い、現場改善を進めていく一方で、「工程内の原価管理」や「組織力の強化」など、その時々の課題にあわせた従業員教育を実施したいと考えている。

3　企業内の人材育成などによる職業能力開発の推進

（１）企業内の人材育成

「平成 30 年度能力開発基本調査」（厚生労働省）によると、人材育成に関して問題点があると回答した事業所は、76.8％となっており、製造業では、全体よりも高い 77.1％となっている。人材育成に関する問題点としては、「指導する人材が不足している」「人材育成を行う時間がない」などに加え、「育成を行うための金銭的余裕がない」が挙げられている。

このため、雇用する労働者に対して職業訓練を計画に沿って実施する事業主に対して助成する「人材開発支援助成金」により、企業内における労働者の人材開発の効果的な促進を図っている。

特に、同助成金によるものづくり人材の育成については、製造業、建設業などの事業所が厚生労働大臣の認定を受けた OFF-JT と OJT を組み合わせた訓練を実施する場合には、同助成金の中で最も高い助成率により助成することで支援している。また、熟練技能を承継するための職業訓練や若年労働者を育成するための職業訓練、労働生産性の向上に直結する職業訓練を実施した場合にも高い助成率により助成することで支援している。さらに労働生産性が向上している企業に対しては、助成率の引き上げを行っている。

なお、2019 年４月からは、企業内における人材育成を引き続き効果的に推進すると共に、雇用する労働者の職業能力の向上や企業の労働生産性の向上に資するよう、以下の見直しを行った。

具体的には、
①リカレント教育機会の拡充を図ることを目的として、ｅラーニングを活用した職業訓練についても助成対象に追加、
②個人の学び直しに資する環境の整備として、長期の教育訓練休暇制度を導入実施した事業主への助成メニューを追加、
③中堅企業向けの人材開発支援策として、支給対象が中小企業に限定していた一般訓練コース・教育訓練休暇付与コースについて、大企業も助成対象に拡大、することなどとしている。

人材開発支援助成金

○職業訓練を実施する事業主等に対して訓練経費や訓練期間中の賃金の一部を助成する等により、企業内の人材育成を支援

支給対象となる訓練	対象	助成内容	助成率・助成額　注：( )内は中小企業事業主以外	
				生産性要件を満たす場合
特定訓練コース	・事業主 ・事業主団体等	・労働生産性の向上に直結する訓練 ・若年労働者への訓練 ・技能承継等の訓練 ・グローバル人材育成の訓練 ・雇用型訓練（※1） について助成	OFF-JT 経費助成：45(30)％ 【60(45)％（※2）】 賃金助成：760(380)円/時・人 OJT＜雇用型訓練に限る＞ 実施助成：665(380)円/時・人	OFF-JT 経費助成：60(45)％ 【75(60)％（※2）】 賃金助成：960(480)円/時・人 OJT＜雇用型訓練に限る＞ 実施助成：840(480)円/時・人
一般訓練コース	・事業主 ・事業主団体等	・他の訓練コース以外の訓練 について助成	OFF-JT 経費助成：30％ 賃金助成：380円/時・人	OFF-JT 経費助成：45％ 賃金助成：480円/時・人
特別育成訓練コース （※3）	・事業主	・一般職業訓練 ・有期実習型訓練 ・中小企業等担い手育成訓練 について助成	OFF-JT 経費助成：実費（※4） 賃金助成：760(475)円/時・人 OJT＜一般職業訓練を除く＞ 実施助成：760(665)円/時・人	OFF-JT 経費助成：実費（※4） 賃金助成：960(600)円/時・人 OJT＜一般職業訓練を除く＞ 実施助成：960(840)円/時・人
教育訓練休暇付与コース	・事業主	・有給教育訓練休暇制度を導入し、労働者が当該休暇を取得して訓練を受けた場合に助成	定額助成：30万円	定額助成：36万円
		・事業主が長期の教育訓練休暇制度を導入し、一定期間以上の休暇取得実績が生じた場合に助成	経費助成（定額）：20万円 賃金助成＜有給の場合に限る＞：6,000円/日・人	経費助成（定額）：24万円 賃金助成＜有給の場合に限る＞：7,200円/日・人

※1　・特定分野認定実習併用職業訓練（建設業、製造業、情報通信業の分野）、認定実習併用職業訓練、中高年齢者雇用型訓練
※2　・雇用型訓練のうち特定分野認定実習併用職業訓練の場合
　　・若者雇用促進法に基づく認定事業主又はセルフ・キャリアドック制度導入企業の場合
※3　・非正規雇用労働者が対象
※4　・一人当たり。訓練時間数に応じた上限額を設定。（中小企業等担い手育成訓練は対象外）
※5　・通信制（ｅ－ラーニングを含む）の場合は、経費助成のみ対象とする

コラム　職業能力開発施設と連携した生産性向上の取組・・・東光鉄工（株）

秋田県の東光鉄工（株）は高精度な金属加工や機械装置、精密金型を始め、大型鋼構造物や各種プラント機器などの製造を行っている。３社 11 事業を展開する東光グループの一員として全国をエリアとする多角的な事業を展開し、「高い生産性、広い社会性、深い人間性」の企業理念の下、環境変化に即応できる柔軟な思考を持った職業人として、企業並びに社会に貢献できる人材の育成を基本方針としている。

東光鉄工（株）ではものづくり産業のやりがいについて、「新しい価値を創造し、社会に貢献することにある」とし、学部学科を問わず「挑戦意欲のある人材」を求め、採用後は OJT や外部研修、自己啓発を支援する資格取得制度や改善提案制度等を通じて将来を担う技術者の育成を行っている。その一つとして、人材開発支援助成金の「労働生産性向上訓練」を活用し実施している訓練がある。

この訓練では、秋田職業能力開発短期大学校と連携のもと、設計製図業務の効率化・最適化を目指して工作機械・加工法に関する理解を深め、加工現場からのクレームを通して問題点を把握し、切削加工現場に適した機械設計製図を習得することを目標とした講習、生産現場において発生しうる問題の分析・改善技法及び指導技法を習得させることにより、生産現場でのムダを把握し、それを取り除くことにより現場力の向上を図るための訓練になっている。

受講生からは、「現場では技術について学んでいるが、理論に関する知識を得られたことにより、さら

に技術を深めていきたい」、「自社で行っている事業についてより幅広に理解することができた」といった声が寄せられ、入社後早い段階から効率的、効果的な生産に対する意識が高まっている。

また、技術力向上の人材育成だけではなく、中堅・幹部社員に対しても、技術職、営業職、事務職それぞれの職層に応じて、「工場管理者養成」、「チームマネジメント力強化」、「コストダウンの進め方」などの外部研修などの受講により、業務の効率化、生産性向上を意識することを徹底し、これらの実践が働き方改革にもつながるとして、働きやすい労働環境づくりを進めている。

東光グループを支える原点は人であり、その一員として、今後も継続的に人材育成の取組を積極的に行い、生産性のさらなる向上につなげていきたいとしている。

写真１：本社全景

写真２：東光ドーム（南極昭和基地）

写真３：訓練風景

写真４：溶接作業

（2）事業主団体等が実施する認定職業訓練

事業主や事業主団体などの行う職業訓練のうち、教科、訓練期間、設備などについて厚生労働省令で定める基準に適合して行われているものは、申請により訓練基準に適合している旨の都道府県知事の認定を受けることができる。この認定を受けた職業訓練を認定職業訓練という。

認定を受けることの主なメリットとして、中小企業事業主などが認定職業訓練を行う場合、国や都道府県が定める補助要件を満たせば、国及び都道府県からその訓練経費などの一部につき補助金を受けることができる。また、認定職業訓練の修了者は、技能検定を受検する場合又は職業訓練指導員の免許を取得する場合に、有利に取り扱われる。

認定職業訓練の 2018 年度の訓練生数は約 20.8 万人となっており、金属・機械加工関係などのものづくり分野でも認定職業訓練は多く実施されている。

コラム

認定職業訓練校におけるパティシエ・パティシエール（洋菓子製造技術者）の育成・・・兵庫県洋菓子技術専門校

兵庫県洋菓子技術専門校は、昼間はそれぞれの店舗の製造現場で仕事に従事しながら、夜間に学ぶ洋菓子の技術専門校であり、兵庫県知事の認定を得て開校された、洋菓子製造では兵庫県下唯一の認定職業訓練校である。当訓練校は 1971 年に開校され、これまでに 1,200 人以上のパティシエ・パティシエールを輩出している。

カリキュラムとして、「座学」では、栄養学・微生物学・食品衛生学・生産工学などの学術知識や、菓子に係る小麦粉・砂糖・バター・チョコレートなどの材料学を学び、「実習」ではクリームの絞り方、スポンジケーキ・クッキー・シュトーレンの焼成などの基礎技術、ティラミス・ザッハトルテなど商品に直結した応用技術の習得、そして、普段、事業所ではあまり行うことのないマジパン細工・アメ細工・シュガークラフト・ピエスモンテなどの専門技術も習得する。

講師・指導員は、各分野の専門家に依頼し、特に製造実技は「現代の名工」や「ひょうごの匠」、「神戸マイスター」など第一線で活躍する現役シェフや、国内外コンテストで高い評価を受けているトップパティシエから生きた技術を直接指導されることによりさらなるスキルの向上が図られる。

写真１：実習風景

（3）民間教育訓練機関における職業訓練サービスの質の向上に向けた取組

公共職業訓練と求職者支援訓練のうち、約８割を民間教育訓練機関が担っており、民間教育訓練機関の訓練サービスの質の向上は喫緊の課題である。厚生労働省では、2011 年 12 月に「民間教育訓練機関における職業訓練サービスガイドライン」を策定し、訓練の質の向上のため、同ガイドラインの普及・定着に向けて、全国で「民間教育訓練機関における職業訓練サービスガイドライン研修」と「職業訓練サービスガイドライン適合事業所認定」審査認定のための事業を実施している。職業訓練サービスガイドラインには、いわゆる PDCA（計画・実行・評価・改善）サイクルを活用して職業訓練サービスの運営・改善を図っていくための体制や方法が示されているが、これに加えて、具体的な例示や、取組事例が豊富に取り込まれ、自己診断表も添付されるなど、民間事業者が自主的に取り組みやすい内容になっている。

民間教育訓練機関における職業訓練サービスガイドライン　－訓練の質の向上のために－

① 委託訓練や求職者支援訓練の担い手として民間教育訓練機関が果たす役割が増大しており、訓練の質の向上が課題。
　➡「民間教育訓練機関における職業訓練サービスガイドライン」を策定。
② 平成26年度よりガイドライン研修を実施し、平成30年度より公共職業訓練のうち委託訓練の契約及び求職者支援訓練の認定にあたっては、**ガイドライン研修の受講要件化（令和2年度末まで経過措置期間）。**
③ 第10次職業能力開発基本計画において、「（略）ガイドラインに沿った取組を進める優良訓練機関の認定（スキーム）の検討等、民間教育訓練機関の提供する職業訓練サービスの質の向上に向けた取組を推進する。（略）」とされており、**平成28年度及び29年度の試行実施を経て、平成30年度より公的職業訓練に関する職業訓練サービスガイドライン適合事業所認定の事業を開始。**
④ 令和元年度より、教育訓練給付の指定講座を実施している事業所を、審査認定の対象とした。また本ガイドラインに適合している事業所であることをアピールできる認定マークを決定した。

PDCAサイクルを活用した職業訓練の運営　－訓練成果だけでなく、サービス全体の質を向上－

P
○職業訓練ニーズの明確化
◆事業所や受講者のニーズ
◆経済・雇用失業情勢、産業構造等の社会動向の把握　等
○職業訓練サービスの設計
◆ニーズを踏まえ、職業訓練サービスの対象者、目的、訓練目標、訓練内容、成果等を設定
◆カリキュラムの作成・見直し

D
○職業訓練サービスの実施
◆訓練開始前に訓練内容、受講者が活用できる施設・就職支援等について情報提供
◆講師・スタッフの運営体制の整備、受講者数に見合った施設、設備等の確保、安全衛生管理
○職業訓練サービスのモニタリング
◆訓練期間中と訓練終了後に、受講者の職業能力の習得、状況や受講状況の確認
◆受講者との意見交換等を実施。

C
○職業訓練サービスの評価
◆受講者の職業訓練の習得度や職業訓練の効果・成果等について評価を実施

A
○見直し・改善
◆職業訓練サービスの点検を実施。
◆点検結果を踏まえ、カリキュラム等を改善

事業運営の基礎
①マネジメントシステムの確立
（PDCAサイクルを導入し、責任者を任命した上で品質に関する方針・目標を定め、その目標を達成するためのシステムを確立）
②事業戦略・計画を文書化
③マネジメントシステムに関する情報を講師・職員で共有
④マネジメントシステムの運用状況の記録・文書管理
⑤財務管理・リスク管理

（4）中小企業などの担い手育成支援事業

雇用情勢が改善傾向にある中で、今後の人口減少を考慮すると、建設業や製造業を始めとする多くの業界で人材の確保・定着が一層困難となる恐れがあり、その対応が喫緊の課題となっている。また、これらの業界の多くは一定のスキルを身に付けなければ、人材の長期定着が難しい業界でもある。

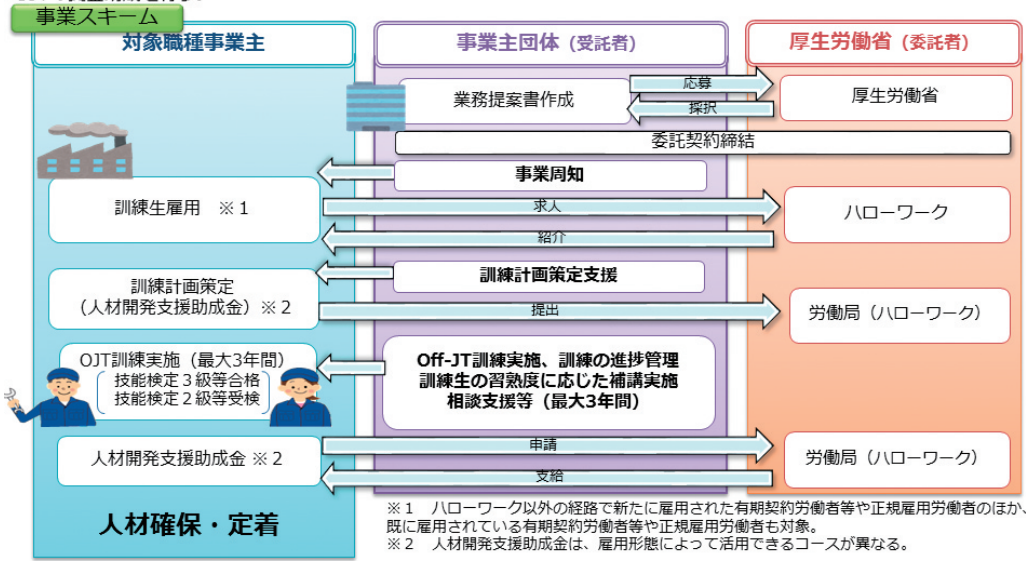
そこで、業界団体などが主体となって、中小企業などの正社員経験が少ない労働者に対し、訓練の計画策定や進捗管理、確実な技能取得ための訓練（３年以内の雇用型訓練）の実施を支援する「中小企業など担い手育成支援事業」を 2018 年度に創設し、業界での実務経験や公的資格を身につけた人材の育成、事業所の生産性向上や、明確な目標を持って働きながら訓練を受ける環境の整備を行っている。

中小企業等担い手育成支援事業

事業概要

雇用情勢の改善傾向が続き、中小企業においては、一定のスキルを有する技能人材の獲得が困難な上、人材の育成に取り組むだけの人的余裕やノウハウがないため、人材の確保・育成に課題を抱えているが、今後の人口減少を考慮すると、こうした状況が進行する恐れがあるため、その対応が喫緊の課題となっている。
このため、業界団体が主体となって、中小企業等において、正社員経験が少ない労働者に対し、技能修得のための訓練（３年以内の雇用型訓練）の実施を支援することにより、実務経験や公的資格を身につけた人材の育成・確保を促進する。
さらに、この雇用型訓練を受けた者が、訓練を修了するなど一定の要件に該当する場合には、訓練時間に応じて、Off-JT、OJTの賃金助成を行う。

事業スキーム



※1　ハローワーク以外の経路で新たに雇用された有期契約労働者等や正規雇用労働者のほか、既に雇用されている有期契約労働者等や正規雇用労働者も対象。
※2　人材開発支援助成金は、雇用形態によって活用できるコースが異なる。

4 若者のものづくり離れへの対応

（1）ポリテクカレッジを始めとする学卒者訓練

全国のポリテクカレッジや都道府県の職業能力開発校・短期大学校では、高等学校卒業者等に対し、ものづくり分野を中心とした学卒者訓練を実施している。例えば、ポリテクカレッジでは、高等学校卒業者等を対象に、機械加工や機械制御の専門的技能・技術を習得する「生産技術科」等において、高度な知識と技能・技術を兼ね備えた実践技能者を育成し、さらにその修了生等を対象とした「生産機械システム技術科」等において、製品の企画・開発や生産工程の構築・改善・運用・管理等に対応できる生産現場のリーダーを育成し、ものづくり産業を担う企業へ送り出している。

また、ポリテクカレッジでは、学生のものづくり技能の習得に対する意識を高め、訓練で身につけた技能・技術の成果を発揮するために、ものづくり分野に関連する各種競技大会及び技術交流展示会等への参加も行っている。

2019年度のポリテクカレッジ等の訓練生は約6千人、都道府県の職業能力開発校・短期大学校の訓練生（学卒者訓練）は約1万2千人である。

コラム ポリテクカレッジの競技大会における活躍例

全日本ロボット相撲全国大会で世界一位を獲得し、文部科学大臣賞を受賞！
東海ポリテクカレッジ学生の活躍

「全日本ロボット相撲全国大会」とは、富士ソフト(株）が主催するロボット競技大会である。1989年より毎年開催されており、2018年で第30回を迎えた。日本の国技である相撲に見立てたシンプルなルールのロボット競技であるため、世界中に愛好者がいる。「ロボット相撲」という語感から、初めて聞く方は人型のロボットを想像することが多いが、実際に大会に参加するロボット力士は、写真1のように小さく黒い車両型である。このロボット力士が直径1.54mの土俵の上でぶつかり合い、相手を土俵の外へ追いやった方が勝利となる。競技種目は、ロボットが自ら動作する「自立型」と、ロボットを人が操作する「ラジコン型」があり、東海ポリテクカレッジは自立型に出場している。

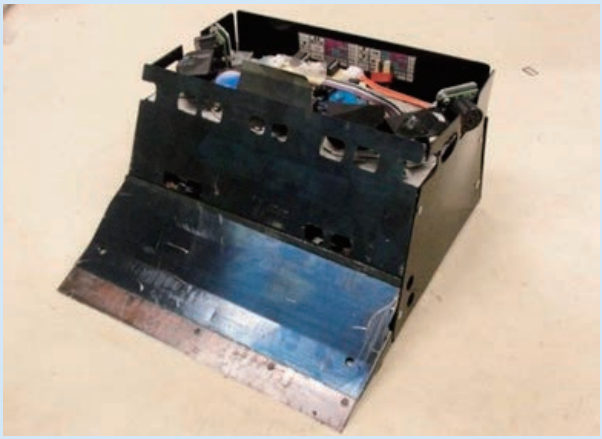


写真1：優勝したロボット力士（電エネ2号）

自立型のロボットは、試合開始の合図のあとは完全自動で戦うため、「相手の位置を検出するセンサ」「土俵際を検出するセンサ」「ロボット自身の動作を制御するマイクロコンピュータ」の搭載が必須である。さらに、マイクロコンピュータにはロボットの動作を制御するプログラムを書き込む必要がある。また、動作プログラムには「相手を検知したら突進する」「土俵際を検知したら回避動作を行う」などといった基本動作を組み込むにとどまらず、相手ロボットの特徴や相手ロボットとの相性などを反映した複数の動作モードの実装がないと地方予選でも上位入賞が難しい。相手ロボットの特徴を見極め、試合開始直前のわずかな時間での動作モードの設定が、勝敗を分けるポイントとなる。また、ロボットを駆動するモーターには大電流が流れるため、試合を重ねるごとに駆動回路の故障リスクが高まる。故障しにくい駆動回路設計も、勝ち進むためには重要な技術要素となる。

写真2：競技の様子（2019年大会）

全国大会は例年、両国国技館で開催され、全国大会に出場するには、国内の各ブロック6か所で開催されるトーナメント方式の予選大会で上位に入賞しなければならない。全国大会には日本国内だけでなく、海外から招待されたロボッ

トも出場するため、全国大会＝世界大会という位置づけとなる。

2018年12月15日から16日にかけて開催された全日本ロボット相撲全国大会では、日本を含む世界35か国から計3000台以上が予選に参加し、これを勝ち抜いた141台が全国大会に出場した。結果は、東海ポリテクカレッジの学生が製作したロボット力士が、優勝、3位、ベスト32と入賞し、目覚ましい活躍を見せた。また、優勝ロボットは文部科学大臣賞も受賞し、柴山文部科学大臣から学生へ直々に賞状が授与された。

2019年は大会2連覇を目指しての出場となり、全国大会の国内一般枠の実質的な出場台数は29台だったが、5台を東海能開大が占めた。そのうちの1台はトーナメントで決勝まで勝ち進み、2連覇目前だったが、残念ながら決勝で敗退し、準優勝となった。学生は悔しい思いをしたが、大会に参加するに至るまで、一生懸命にロボットに向きあった経験が、今後の人生・仕事に活かされるだろう。

～大会に参加した東海ポリテクカレッジの学生からのコメント～

予選大会で感じた、自分のロボットの弱点を改良して全国大会に臨み、結果的に世界一になれたのでうれしかった。（加藤さん）

世界大会はどの試合もこれまでにない緊張感だったが、とてもいい経験になった。（山口さん）

写真3：上段左から山口さん、加藤千貴さん、
下段左から髙田さん、加藤匠さん

（2）若年者への技能継承

若者のものづくり離れが見られる中、長年培われた技能の継承が重要である。

このため、2013年度から、ものづくり分野で優れた技能、豊富な経験等を有する熟練技能者を「ものづくりマイスター」として認定[注9]し、若年技能者等に対する実技指導を行っている（「ものづくりマイスター」制度）。この実技指導は、若年技能者の人材育成を行う企業、業界団体、教育訓練機関にものづくりマイスターを派遣し、職種に必要な様々な技能の要素が盛り込まれた課題（技能競技大会の競技課題、技能検定の実技課題等）を用いて実施している。

また、2016年度から、ITリテラシーの強化や、将来のIT人材育成に向けて、小学生から高校生にかけて情報技術に関する興味を喚起するとともに、情報技術を使いこなす職業能力を付与するため情報技術関連の優れた技能をもつ技能者を「ITマスター」として派遣している。

注9　2019年度末現在　認定者数（累計値）11,515人

コラム

ものづくりマイスター制度の実例①
・・・電工（茨城県立土浦工業高等学校）

【指導の概要】

実施回数：４回／班（計４班）・　受講者数：40 名（電気科２年生）

金属製電線管・合成樹脂製可とう電線管を使い、配線図から金属管の切断・ねじ切り・曲げの加工を行うとともに、配線図通りにケーブルの配線、加工を行った電線管の造営物への取付け、電線の入線、接続までを行った。また、国家試験の第２種電気工事士の試験課題を使用し、より実践的な指導を行った。

【学校の担当教諭の声】

「生徒が電気について体験的に学ぶ機会はないだろうか」と考え、茨城県技能振興コーナーに相談し、ものづくりマイスター派遣で「実演と講義」をお願いしたことがきっかけとなり、年間を通じた本格的な実技指導が実現した。

マイスターによる指導は、当初の予想を超える効果があり、生徒の作業効率が飛躍的に向上したことだった。これまでにも総合電気の実習を行っていたものの、授業時間内に課題が終わらない生徒が多くいる状況だった。ところが、マイスターの実践的な指導を受けてから、生徒の動作に無駄がなくなったため、課題を時間内に完成できるようになり、生徒のレベルが上がっていることを実感している。

【受講生徒の声】

○マイスターの指導はいつも優しくて丁寧だった。実習中の雰囲気は和やかで、分からないことがあれば気軽に相談することができた。

○実技指導は、マイスターの技能を目の前で見ることができるため、とても勉強になった。マイスターの手の動き１つ１つにまったく無駄がなく、自分ももっとマイスターのように手際良く作業ができるようになりたいと思った。

【ものづくりマイスターからの感想】

生徒１人１人の性格に合わせた指導をすることで、生徒は技能を身につけ、自信も生まれてくる。自信がつくと進路の意識も変わってくると思っている。

先生からは、３年生の進路面談で「電気工事関係へ進みたい」と希望を伝えてくる子が増えていると聞いており、大変嬉しく思った。

写真：ものづくりマイスターによる指導風景

コラム　ものづくりマイスター制度の実例②・・・機械加工（高洋電気(株)）

【指導の概要】

実施回数：15 回　受講者数：３名

普通旋盤、マシニングセンタ、機械検査、数値制御旋盤等、機械加工について、技能検定の課題を活用しながら、それぞれの作業手順や作業内容について座学と実技指導を行った。

【企業担当者の声】

“就職氷河期”と呼ばれる時期に就職した 40 代の技能者は一般的に人材の層が薄いと言われていて、その世代が技能を継承しないと、当社のものづくりが続かないという危機感を感じていたが、日々の業務をこなすのに手一杯で、技能向上のために割く時間が無いのが現状だった。その中で、技能向上の１つの手段として、ものづくりマイスターの実技指導をお願いした。

ものづくりマイスターの実技指導の効果は大きく、技能検定の取得においても、機械加工（普通旋盤作業）１級が１名､機械加工（マシニングセンタ作業）２級が２名､機械検査（機械検査作業）２級が２名、数値制御旋盤２級が１名の合格者が出た。さらに、受講したメンバーを中心に、会社の中で新しいことに挑戦していこうという意識が高まり、その意識の変化こそが一番の効果と感じている。

【受講者からの声】

○日々の業務を行いながらの受講だったため､時間に追われ､正直何度も心が折れかけた状況もあったが、上司や周囲の理解に支えられ、続けることができた。何より、マイスターが二人三脚のように私のペースに合わせ、やさしく丁寧に指導してくれたおかげで、カリキュラムを全て修了することができた。受講後は、技能検定の機械加工（数値制御旋盤作業）２級にも合格することができた。

○熟練のマイスターが従来の方法にこだわらず、常に改善する思考を持っていたことに驚いた。

○現場で新しい取組を推進していく際に、時には仲間と意見が食い違うこともあるが、マイスターの指導を受けたことで自信が芽生え、仲間を粘り強く説得し前進することができるようになった。これからも自分と会社の成長のために、技能向上に取り組んでいきたい。

【ものづくりマイスターからの感想】

実技指導を通して、「挑戦し続ける心構え」の重要さを伝えたいと考えている。技術革新のサイクルが早いこの時代、１つの技術だけではなく、関連知識にも興味を持ち、幅広く情報収集し、工夫や改善していく姿勢が大切と考えている。

困難なことにぶつかる時もあるだろうが、「挑戦し続ける心構え」を忘れずに前進していってほしい。

写真：ものづくりマイスターによる指導風景

コラム　「溶接女子」の取組による女性のものづくり人材の育成（新潟県立三条テクノスクール（三条市））・・・新潟県

新潟県内に４校設置されているテクノスクールのうち、三条テクノスクールにはメカトロニクス科、工業デザイン科、生産システム科、溶接科があり、新規学卒者や離職者などを対象とした普通職業訓練で長期間の普通課程と短期間の短期課程及び就業者を対象とした在職者訓練（短期課程）を実施している。現在は 25 名の職員により指導・運営をしている。

新潟県の三条・燕地域を中心にものづくりを支える地場産業は、包丁や洋食器の製造をはじめ自動車部品などの金属製品加工業が多く、現在でも金物のまちや男性の職場のイメージを色濃く残す中、2016 年に、県内で初めて三条テクノスクール溶接科に女性の溶接指導員が誕生したことをきっかけに、女性目線での溶接組立技能を活かした女性のものづくり人材の育成を推進する契機となった。

三条テクノスクールでは、女性の溶接技能者を「溶接女子」と呼び、このイメージに合うように「実は溶接って女子向きなんです！」をキャッチコピーにして、県内のハローワークや地元のものづくりイベントなどへ積極的にPR活動や広報を行っており、毎年、溶接科を希望する女性訓練生が増え、2016年から現在までに50名を超える女性技能者を育成している。

この溶接科の訓練は、年４期に分けて行われ、１期ごとに６カ月間の訓練期間で実施される。包丁などのキッチン用品や生活雑貨などの比較的小さく、軽い金属製品の製造工程を中心に、基本となる溶接技術を習得するほか、複数の溶接機やコンピューター制御の溶接ロボットなどを駆使して行う溶接技術や地場産業のものづくりを支えるプレス加工作業や研磨加工作業の技術指導なども行っており、多能工として活躍できる「溶接女子」の育成を行っている。

現在、溶接科では、20名中９名の女性訓練生が訓練中であり、溶接をやってみようと思った動機や溶接作業をやってみてどうだったかを聞いてみると、「ハローワークで求人の相談をした際に、三条テクノスクールに女性の溶接指導員がいることを聞き、私にもできそうかもと思ったのがきっかけ。やってみると最初は難しいところもあるけど、何回かやるうちに出来るようになった。」と教えてくれた。こうして６か月間の訓練期間中に、切磋琢磨して溶接技能を習得した溶接女子たちは、県内のものづくり企業からも即戦力を求められる人材へと着実に育ってきている。

同スクールの牧野校長は、「この地域では比較的小物で軽量な薄板板金の製品を製造する企業が多く、製造業は週末に休みが多いため、家族や友人に合わせた予定が立てやすいなど女性が就労しやすい環境にあります。ハローワークでの訓練説明会や雇用保険説明会で、溶接技術には女性の持つ繊細な感覚が生かせることや技術は一度身につければ忘れることはなく、安定して働き続けることができるといった魅力を求職者に説明しています。女性の求職者も反応が良く、毎週開催している施設内の職業訓練見学会にも来ていただいています。」と話す。

写真１：溶接女子科の女性訓練生

三条テクノスクールのほか県内の２校のテクノスクールにも溶接の女性訓練生が在籍していることから、新潟県では、各スクールの訓練生と卒業生に加え、女性溶接指導員からなる「溶接女子会」を開催し、日頃の溶接技術を競いながら、溶接女子同士のコミュニケーションの場としている。

また、新潟県職業能力開発課では、ものづくりがしたい女子を応援するための冊子として、「Fab girls（ファブガールズ）」を作成し、テクノスクールで技能を習得した女性技能者たちの活躍についても「新潟のものづくりを支える、”かわいい・かっこいい”ものづくり女子」として紹介することで、ものづくりの魅力を発信している。同課本間さんは、「これまでは職業訓練の内容を紹介するリーフレットをハローワークや就労支援機関に配布していました。今回は発想を変えてフリーペーパーのようなイメージにしたうえで、女性の生活圏を意識して美容院、図書館などに配置してみたところ、意外と手にしていかれました。これからも新たなチャンネルを活用し、ものづくりの魅力を発信していきたいと考えています。」と話す。

写真２：Fab girls（ファブガールズ：ものづくりがしたい女子の応援冊子）
新潟県産業労働部発行

コラム　新潟県醸造試験場と酒造組合が連携した酒造りにおける人材育成・・・新潟県

新潟県内には現在 88 の蔵元があり、新潟の気候、良質な水環境に恵まれた地において、高品質な日本酒を造り続けるため、酒造用に最適な酒米の研究開発と生産に注力しつつ、新潟県の杜氏（越後杜氏）の知識や経験値等にも支えられながら、時代に適した酒造りを行っている。また、新潟県醸造試験場（新潟市中央区）は、全国で唯一の日本酒専門の県立試験・研究機関として 1930 年に設立され、県内の蔵元の酒造りを支えている。

杜氏は酒造りの過程では最も重要な役割を果たしているが、1980 年代には日本酒の生産、消費をけん引する新潟県でも杜氏の減少、高齢化が進み、業界は、危機感を募らせていた。このため、新潟県醸造試験場と新潟県酒造組合は、県内の蔵元に対する技術開発や人材育成をサポートしていく必要があるとの強い思いを共有し、連携しつつ、将来的な杜氏不足を見据えた酒造技術者の人材育成を目的とした「新潟清酒学校」を 1984 年に設立・開校し、今年で創立 36 周年を迎える。

同校は、認定職業訓練校としても認定されており、修業年限３年、１学年定員 20 名として、県内の蔵元などから推薦された者が入校し、年間 20 日程度（約 100 時間）の授業を受ける。現在は、講師約 40 名の他、醸造試験場の職員らも年間を通じ、教鞭に立つ。また、各蔵元はいわばライバル同士の関係にあるが、人材育成のため、各社の社長や技術者も指導に当たる。受講生の１人が「同じ酵母と米を使っても同じ酒はできないので、県内の酒蔵の間では秘密はない。」と話すように、各蔵元で使用する麹などを持ち寄るなどして知見やノウハウの共有を行い、他社の技能者等と交流しながら研鑽を積むことで、県内の各蔵元の酒造技術者の底上げ・レベルアップにつながっている。

卒業者数は令和元年度までに 530 人（うち酒造技能士の取得者が約 260 名）を超え、県内蔵元の酒造現場の第一線において酒造技術者として活躍するとともに、清酒学校で後進の指導に当たることもある。

新潟県酒造組合の大平俊治会長は、「清酒学校の校歌として歌われる「日本一の酒造り、日本一の人つくり」とは、新潟清酒学校そのもの。全国の鑑評会や品評会で優秀な成績を収め、さらには講師として後輩の指導に当たる等、幅広く活躍する卒業生達は、まさに「酒造業界の発展に寄与する人材」となったのであり、清酒学校のこれまでの大きな成果として誇るべきものです。」と話す。

越後杜氏をはじめとする酒造技術者は、肉眼では見えない酵母などの微生物の力を借りながらも、自然環境、酒米、水などの諸条件や特性を見極め、日々研究を重ねながら、常に最適な酒造り環境や高品質な日本酒造りを目指している。

新潟県醸造試験場、酒造組合及び清酒学校による産官学が連携し、地道な酒造技術者の育成に努めてきた成果として、毎年、新潟市内において新潟清酒イベント「にいがた酒の陣」を開催しており、高い品質の新潟清酒の知識を深めつつ、今後の酒造業界の発展に寄与している。

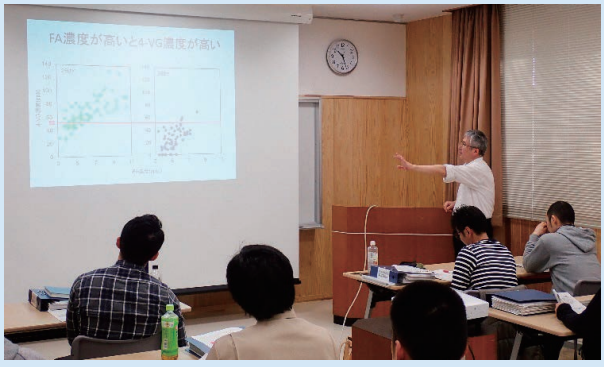


写真１：清酒学校の授業風景：講師は金桶場長

写真２：新潟県醸造試験場が保有する貴重な試験研究資料：図書室

（３）ものづくりの魅力発信

若年者が進んでものづくり技能者を目指すような環境を整備するために、ものづくり技能者の社会的評価の向上を図ることや、子供から大人までの国民各層において、社会経済におけるものづくり技能の重要性について広く認識する社会を形成することが重要である。

また、ものづくりは、日本ならではの伝統や文化と

密接に結びついている面も大きい。このようなものづくりのブランド性を高め、技能の継承に社会的な光を当てていく観点からも、様々なものづくりの魅力発信の取組が求められている。

このような観点から、以下の取組を進めているところである。

①卓越した技能者（現代の名工）

広く社会一般に技能尊重の気風を浸透させ、もって技能者の地位及び技能水準の向上を図るとともに、青少年がその適性に応じて誇りと希望を持って技能労働者となってその職業に精進する気運を高めることを目的として、卓越した技能者（現代の名工）を表彰している。被表彰者は、次の全ての要件を満たす者のうちから厚生労働大臣が技能者表彰審査委員の意見を聴いて決定している。

＜要件＞

① 極めて優れた技能を有する者

② 現に表彰に係る技能を要する職業に従事している者

③ 就業を通じて後進技能者の育成に寄与するとともに、技能を通じて労働者の福祉の増進及び産業の発展に寄与した者

④ 他の技能者の模範と認められる者

コラム

2019年度の現代の名工の紹介１ ～ナノメートルの領域で仕上げる技能を有する機械組立の第１人者～

（株）ミツトヨ宇都宮事業所　産業用機械組立工　黒崎 敦男　さん（59歳）

◆技能の概要

高精度な加工設備の製作における仕上げ技能に卓越しており、超高精度四直角マスタ（基準器）の製作においては、外周面四面と側面二面の真直度と平行度を500㎜以下、直角度は90度±0.007度以下に仕上げ、機械加工では不可能な領域での仕上げを実現した。

また、社内最高精度の高精度測長機（ナノマスタ）を製作し、タイ国計量基準局への設置・調整を行うなど、海外においても測定の合理化推進に多大な貢献をしている。

◆要求精度を満たす組立のため、試行錯誤の連続

高校の時から物を造ることに思い入れがあり、ミツトヨに入社。精密機械を製作する部署に配属された。高校で学んだ電気分野とは異なる、機械加工がメインの部署であり、当初は先輩の仕事を横から見たり聞いたりしていたものの、次第に、時間を作っては自分が納得するまで作業を続けるようになった。

高精度な加工設備の組立仕上げにおいては、部品単体の精度はもとより、各工程で要求される精度を満たし、かつ、その積上げを行うことが「必要不可欠」と語る。このため、組立仕上げに求められる多くの技能士資格を取得。試行錯誤を繰り返しながら技能を磨いた結果、ナノメートルの領域までの仕上げ技能を身に着け、タイ国の計量基準として活躍する最高精度の測長機の製作及び設置・調整に貢献するまでになった。

現在も精密測定機の生産設備で、専用工作機械組立作業と保全に従事。自身の技能研鑽とともに、後進の育成に精進している。

作業風景：高精度測長機部品のラップ仕上げ

作品写真：超高精度測長機（ナノマスタ）

コラム　2019年度の現代の名工の紹介２　～ベルベット生地のカジュアルファッション分野進出を先導 / ファッションデザインに新風～

（株)山﨑ビロード　織布工　山﨑 昌二　さん（84 歳）

◆技能の概要

ポリエステルやレーヨン、和紙や絹などを織り込んだベルベット生地製造に卓越した技能を有している。革新的な技術により生み出される生地は世界的ファッションデザイナーに採用されるなど、ベルベット生地のカジュアルファッション分野進出を先導し、作品はニューヨーク近代美術館に永久保存されている。また、機械の調整方法や生地の製造について、学生や企業を対象とした講演や実技指導を行うなど、後進の指導・育成にも貢献している。

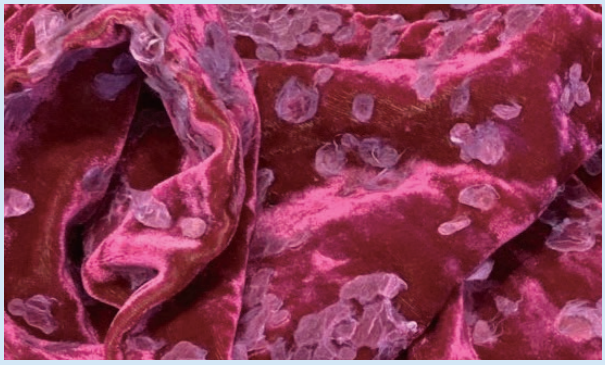
◆カジュアルベルベットに無限の可能性を吹き込む

中学を卒業後､羽二重織物(日本を代表する絹織物)の２社で修行｡独立にあたり､｢羽二重なら織機８台､ベルベットなら織機４台で食べていける」と言われ、納屋には４台分のスペースしかなかったことから、ベルベットの道に入った。

独立当初は、フォーマル用のベルベット生地を受託生産していたが、｢婦人ファッション用のベルベット生地を織ってほしい」との話が転機となり、カジュアル分野へ進出することとなった。有名ブランドとの取引も始まり、｢この世にないものを短納期で求められた」と苦労したものの、試行錯誤した「未完の完成品」がパリコレクションで披露され、広く世に知られることとなった。

カジュアルベルベットは「68 年間探求し続けても幅広く、奥深い」と語り、｢生涯開発を続けていく」と、今も新たなベルベット生地を探求している。

作業風景：織機のよこ糸調整作業



製品写真：和紙ベルベット（ニューヨーク近代美術館永久保存作品）

②各種技能競技大会

子供から大人まで国民各層で技能尊重の気運を醸成し、ものづくり人材の育成の重要性が再認識されるよう、以下の大会等の実施及び参加を行っている。

（ア）技能五輪国際大会

青年技能者（原則 22 歳以下）を対象に、技能競技を通じ、参加国・地域の職業訓練の振興及び技能水準の向上を図るとともに、国際交流と親善を目的として開催される大会である。1950 年に第１回大会が開催され、1971 年からは原則２年に１回開催されており、我が国は 1962 年の第 11 回大会から参加している。

直近では、2019 年８月にロシア連邦・カザンで第 45 回技能五輪国際大会が開催された。日本選手は、42 職種の競技に参加した結果、｢情報ネットワーク施工」、｢産業機械組立て」の２職種で金メダルを獲得したほか、銀メダル３個、銅メダル６個、敢闘賞 17 個の成績を収めた。金メダル獲得数の国・地域別順位は、第７位であった（第１位中国（16 個)、第２位ロシア（14 個)、第３位韓国（７個))。

次回は 2021 年９月に中国・上海での開催を予定している。

コラム　第 45 回技能五輪国際大会（ロシア連邦・カザン大会）出場者の声

情報ネットワーク施工職種　金メダル
（株）きんでん　志水 優太　選手

情報ネットワーク施工職種では、LAN の設計や施工技能、光ファイバーの施工や測定技能を競う。第 45 回技能五輪国際大会で金メダルを獲得し、同職種での日本選手の８連覇を成し遂げた、志水選手にお話をうかがった。

【技能競技大会に出場したきっかけ】

入社後、新入社員研修の際に技能五輪の訓練を見る機会があり、先輩たちの正確かつスピーディーな作業に憧れを持った。

情報通信に関する知識はほとんどなかったが、現代社会を支える通信技術に興味があり、挑戦を決意した。

【練習の内容・期間、練習過程で嬉しかったことや苦労したこと】

日々の訓練は毎日同じことを繰り返し行っていた。同じ姿勢で何度も行うので、腰や腕が痛い時もあった。また、壁にぶち当たり挫けそうにもなったが、絶対に金メダルを獲りたい気持ちだけは強く持って訓練に臨んでいた。

技能五輪では選手が皆同じ寮で過ごしており、休日など皆でショッピングやカラオケなどに行ってリフレッシュしていた。訓練はしんどかったが、苦しいことや楽しいことも仲間と共有できる環境は自身にとって充実した日々だった。

【技能五輪国際大会に出場した感想】

国際大会は一生に一度しか挑戦できない大会で、技術・技能だけでなく、他国の同世代の人たちと交流ができ、大変有意義だった。

日本の国内大会と違い、大規模な大会で国全体が盛り上がっていた。その中緊張で、思うようなスタートは切れなかったが、一人ではこの大会に参加もできなかった。支えてくれた家族や会社もだが、何より訓練の時から厳しくもやさしくもあった指導員に恩返ししたい気持ちで最後までやり切った。

金メダルを獲得できたことは本当に嬉しい。こんな自分を最後まで支えてくださった人たちには感謝しかない。

【大会で得た経験をどのように活かしていきたいか】

国際大会に出場したことで、知識や技術の向上だけではなく、最後までやり遂げる力がつきました。今後は技能五輪に挑戦する後輩の育成とともに、情報通信技術の発展に貢献していきたい。

【これから技能五輪国際大会を目指す方々へのメッセージ】

自分の技術技能を向上することのできる機会なので、是非挑戦してもらいたい。

訓練中は辛いこともあるかもしれないが、乗り越えた先には自身の成長と大きな達成感があるので、諦めずに頑張ってもらいたい。

サポートしてくれる周囲の方々への感謝を忘れず、悔いの残らないよう全力で挑戦してほしい。

写真：情報ネットワーク施工職種の競技の様子

写真：表彰台で歓喜する志水選手

（イ）技能五輪全国大会

国内の青年技能者（原則 23 歳以下）を対象に技能競技を通じ、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して技能の重要性、必要性をアピールすることにより、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施する大会である。1963 年から毎年実施している。

直近では、2019 年 11 月に愛知県の愛知県国際展示場を主会場として第 57 回技能五輪全国大会を開催し、全 42 職種の競技に全国から 1,239 人の選手が参加した。

コラム　第 57 回技能五輪全国大会（愛知大会）出場者の声

左官職種　金賞

愛媛県選手団　(株)濱﨑組　吉村 静流　選手

左官職種では、金鏝（かなごて）、木鏝（きごて）などを駆使して住宅の室内や外壁を塗り、石膏の造形美と塗り壁の技と美しさ、精度の正確さを競う。第 57 回技能五輪全国大会で金賞を受賞した、吉村選手にお話をうかがった。

【技能競技大会に出場したきっかけ】

高校３年生、2018 年にアイテム愛媛で行われた全国左官技能競技大会を見て、将来、自分もこのような技能を競う大会に出場したいと考えた。

具体的には、入社した時に技能五輪に出るのが目標となった。２級左官技能検定の実技で１位合格し優秀な成績であれば推薦されると聞き努力した。実技検定に１位合格できて推薦していただいた。

【練習の内容・期間、練習過程で嬉しかったことや苦労したこと】

大会２か月前の９月､本大会の課題が発表された。課題の難易度が高く､石膏置引きの作業は初めてで、普段の左官工事にはないので不安があった。

出場予定選手の新潟での研修会に参加して、他の選手との差を感じて帰った。最初の２週間は置引きの練習を集中して行い、墨出し等その他の作業を含めた通し練習を３週間くらい行った。慣れない作業だったが、練習場でたくさんの先輩や同僚が激励してくれて嬉しかった。大会ではたくさんの観客の前で競技を行うので、練習の時からできるだけ多くの人に見てもらいながら練習した。

当日も愛媛県、職業能力開発協会、組合、会社の人達が応援してくれ、感謝している。

【技能五輪全国大会に出場した感想】

前回の沖縄大会へ視察に行って雰囲気はわかっているつもりでいたが、愛知大会の規模の大きさや会場の広さに圧倒されました。多くの職種を同じ会場で行っていたので、他職種の競技風景を見ることができて良かった。職種は違うけれど、同年代の、技能を極めようと競技に取り組む姿は大きな刺激になった。

左官職種では、他県選手との親睦も深めることができた。特に日頃左官職は女性が極端に少ないので、研修会から本大会まで共に左官に取り組む女性が３名いて勇気をもらった。

学生さんも一般の来場者も多く、今までできなかった経験ができて、技能五輪に出場して本当に良かったと思っている。

【大会で得た経験をどのように活かしていきたいか】

何事も諦めずに、コツコツと努力していれば結果はついてくること。

【これから技能五輪全国大会を目指す方々へのメッセージ】

日々の努力を忘れず、自分が納得するまで練習することが大事だと思います。

写真：左官職種の課題に取り組む吉村選手

（ウ）全国障害者技能競技大会（アビリンピック）[注10]

障害のある方々が日頃職場などで培った技能を競う大会であり、障害者の職業能力の向上を図ると共に、企業や社会一般の人々に障害者に対する理解と認識を深めてもらい、その雇用の促進を図ることを目的として開催している。

全国アビリンピックは、1972 年からおおむね４年に１度開催される国際アビリンピックの開催年を除き毎年開催されている。

直近では、2019 年 11 月に第 39 回大会が、愛知県及び独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構の共催により開催され、382 名の選手が参加して、「家具」、「義肢」、「歯科技工」などのものづくり技能を含む 23 の種目について競技が行われた。

国際アビリンピック

障害のある人々が職業技能を競い合うことにより、障害者の職業的自立の意識を喚起すると共に、事業主や社会一般の理解と認識を深め、さらに国際親善を図ることを目的として開催されている。

第１回国際アビリンピックが国連で定めた「国際障害年」である 1981 年に日本・東京で開催されて以来、おおむね４年に１度開催されており、直近では第９回大会が 2016 年３月にフランス・ボルドーで開催された。

次回は 2021 年５月にロシア・モスクワでの開催を予定している。

コラム　全国障害者技能競技大会（アビリンピック）の開催

2019 年度は、11 月 15 日から 17 日までの３日間にわたり、愛知県常滑市において、「その技に誇りと感動あいちから」という大会スローガンのもと、第 39 回全国障害者技能競技大会が開催された。

大会には、技能競技 23 種目に全国から 382 名の選手が参加し、日頃培った技能を競い合うとともに、障害者雇用に関する新たな職域の一部として、「理容」、「フォークリフト操作」の２職種による技能デモンストレーションが実施された。

また、第 39 回アビリンピックの一環として、障害者の雇用に関わる展示、実演及び作業体験など総合的なイベントである「障害者ワークフェア 2019」が開催され、盛大な大会となった。

写真：第 39 回アビリンピック競技風景

（エ）若年者ものづくり競技大会

職業能力開発施設、工業高等学校などにおいて技能を習得中の若年者（原則 20 歳以下）で、企業などに就職していない者を対象に、技能競技を通じ、これら若年者に目標を付与し、技能を向上させることにより就業促進を図り、併せて若年技能者の裾野の拡大を図ることを目的として実施する大会である。2005 年からほぼ毎年実施している。

直近では、2019 年７～８月に、福岡県のマリンメッセ福岡（現：マリンメッセ福岡 A 館）を主会場として第 14 回若年者ものづくり競技大会を開催し、全 15 職種の競技に全国から 443 人の選手が参加した。

注10　「アビリンピック」（ABILYMPICS）は、「アビリティ」（ABILITY・能力）と「オリンピック」（OLYMPICS）を合わせた造語。

コラム　第 14 回若年者ものづくり競技大会（福岡大会）出場校の声

奈良県立磯城野高等学校

奈良県立磯城野高校は、各種技能競技大会の造園職種で多くの入賞者を輩出しており、第 14 回若年者ものづくり競技大会では岡田竜来選手が金賞を受賞したほか、技能五輪全国大会や国際大会でも在校生・卒業生が好成績を収めている。技能競技大会を通じた技能向上・人材育成の取組について、同校にうかがった。

【技能競技大会に生徒を参加させるようになったきっかけ】

本校環境デザイン科では、十数年前より技能検定の取組を始め、より高いレベルの技術指導に力を入れてきた。しかし技能検定は個人の資格であることや、結果が合格・不合格だけで決められてしまうことに物足りなさを感じていた。生徒が身につけた技術を適切に評価してもらえる場はないかと色々と模索している中で、各種技能競技大会のことを知り、出場を目指すこととなった。

【技能競技大会に生徒を参加させる目的・効果、出場生徒にとってのメリット】

出場生徒が技能競技大会での上位入賞を目指して一生懸命練習に取り組むことで、周りの生徒のモチベーションも上がり、それが学校全体の士気の向上と活性化につながっている。また中学校からも多くの生徒が目的意識を持って入学してくるようになった。出場生徒にとっては、技術を向上させるために努力することで、ものづくりの本当の面白さや達成感を得ることができるとともに、自分の進路に直接つなげることができる。

また、技能五輪全国大会は、社会人になってからも出場できるため、卒業後の目標にもつながっている。

【出場生徒の選定方法】

造園に興味を持ち、技能競技大会に出場したいと自ら希望する生徒を集め、校内予選大会を行い、出場選手を選考している。

【練習の内容・期間】

大会の５か月前から早朝、放課後、休日に練習を行っている。過去の課題図面やオリジナル図面での施工練習だけでなく、農場の樹木の手入れ等の管理作業を通して技術指導を行っている。大会では生徒自身が自分で考えて臨機応変に対応する力が必要となるため、あらゆる内容の実習を行うようにしている。また、技能競技大会に出場経験のある卒業生が来校して後輩の指導に当たってくれることもある。

【学校としての今後の課題や抱負】

これまでの技能競技大会での結果は、出場生徒の努力だけでなく、指導に関わってくださった事業所の職人の方々、卒業生や家族などサポートしてくれた多くの人の存在が大きかったと思う。引き続き、生徒が授業で身につけた技術を発表する場のひとつとして技能競技大会の出場と入賞を目指していきたい。

写真：造園職種の競技の様子

写真：競技課題に取り組む岡田選手

（オ）技能グランプリ

特に優れた技能を有する１級技能士などを対象に、技能競技を通じ、技能の一層の向上を図るとともに、その熟練した技能を広く国民に披露することにより、その地位の向上と技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施する大会である。1981 年度から実施しており、2002 年度からは２年に１度開催している。直近では、2019 年３月に、兵庫県の神戸国際展示場を主会場として第 30 回技能グランプリを開催し、全 30 職種の競技に全国から 533 人の選手が参加した。

コラム　第 30 回技能グランプリ（兵庫大会）出場者の声

紳士服製作職種　金賞

愛知県選手団所属　青木 久男　選手（紳士服工房アオキ）

紳士服製作職種では、背広上着を手縫いやミシン縫いで仕立て上げ、全体の見栄えや縫製の熟達度などを競う。長年にわたって紳士服作りの仕事に携わり、第 30 回技能グランプリで金賞を受賞した、青木選手にお話をうかがった。

【紳士服作りの道を選んだきっかけと、これまでの経歴】

高校受験に失敗した時、「職人」という仕事に憧れていたのと、洋服仕立をしていた叔父の楽しく前向きな生き方を見ていたので、この道に進もうと思った。

・昭和 44 年　第７回技能五輪全国大会 第３位
・平成 15 年　第 30 回全日本注文紳士服技術コンクール 内閣総理大臣賞
・平成 22 年度愛知県優秀技能者表彰
・平成 23 年度名古屋市技能功労者表彰

【これまでの職業人生で嬉しかったことや苦労したこと】

嬉しかったのは、初めて上衣を一人で縫い上げた時である。

苦労しているのは、生地の素材・織り方が以前より多様になり、その生地に合わせた寸法のとり方・縫い方が必要になっていることである。

【技能グランプリに出場したきっかけ】

2002 年 52 歳の時、洋服技術者団体の講習会に行き、「技能グランプリ」という大会があることを知り、今後の仕事に対する危機感ともっと技術を磨きたいという思いで出場した。

【技能グランプリ出場を通じて得たこと】

競技終了後、審査員採点後に講評をしていただけるのだが、自分の縫った服だけでなく参加者全員の服にコメントがあり、自分の反省とともに、グランプリ５回の出場は大きな財産となった。

【これから技能の道を目指す方々へのメッセージ】

私は、師匠や先輩から教わった事、また、ラジオを聴いたり新聞を読んで「これは」という話はメモする。少しずつの積み重ねだが大切にしている。

写真：紳士服製作職種の課題に取り組む青木選手

（4）地域若者サポートステーション

地域若者サポートステーション（愛称：「サポステ」）は、働くことに悩みを抱えている15歳から39歳（一部は40代半ば）までの若年無業者などに対し、就労実現に向けた支援を地方自治体と協働で行う施設である。サポステは、厚生労働省が委託した若者支援の実績やノウハウのあるNPO法人などが実施しており、全国に設置されている。

サポステでは、①キャリアコンサルタントなどによる一人ひとりの課題に応じた専門的な相談や各種プログラム、②個々のニーズに応じたOJTとOFF-JTを組み合わせた職場体験プログラム、③生活面のサポートと職場実習の訓練を集中的に実施する若年無業者など集中訓練プログラム（一部のサポステ）、④就労後の職場定着のためのフォローやより安定した就労形態へのステップアップのための支援、⑤高校などとの連携強化による高校中退者や進路未決定卒業者などに対するアウトリーチ（訪問）型などの就労支援を実施している。

また、2018年度においては、就職氷河期に学校卒業期を迎えたおおむね40代前半の無業者に対する職業的自立支援の有効性や支援手法に係る課題などを整理、分析するためのモデル事業（就職氷河期無業者総合支援サポートプログラム）を全国10か所のサポステで試行的に実施した。

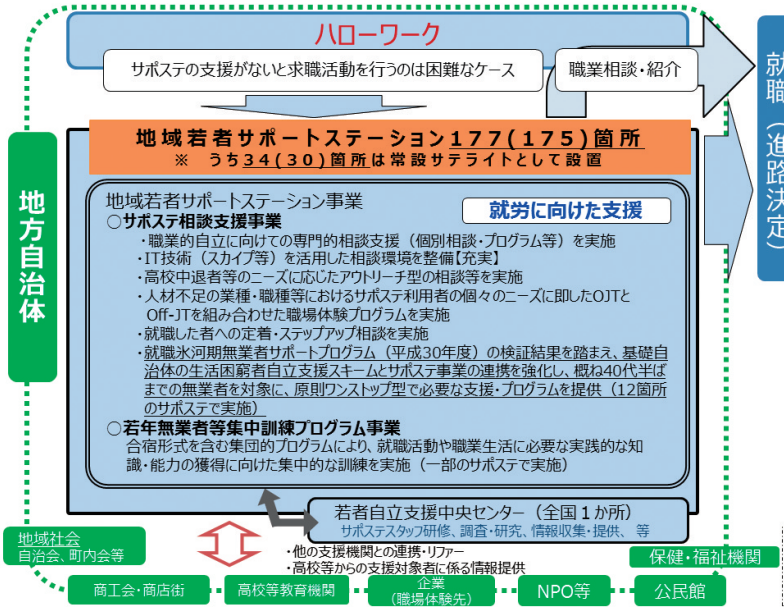
さらに、2019年度においては、就職氷河期無業者支援サポートプログラムの検証結果等を踏まえ、概ね40代半ばまでの無業者を対象に、基礎自治体の生活困窮者自立支援スキームとサポステ事業の連携を強化し、原則ワンストップ型で必要な支援・プログラムを提供するモデル事業（就職氷河期等無業者一体型支援モデルプログラム）を全国12か所のサポステで2か年にかけて試行的に実施している。

～若者の職業的自立支援～

地域若者サポートステーション事業

○ 若者の数が減っているにもかかわらず、若年無業者（ニート※１）の数は近年、50万人台半ばで高止まりしている。
○ これらの者の就労を支援することは、若者の可能性を広げるだけでなく、将来生活保護に陥るリスクを未然に防止し、経済的に自立させ、地域社会の支え手とするとともに、我が国の産業の担い手を育てるために重要。
○ このため、若年無業者等の若者が充実した職業生活を送り、我が国の将来を支える人材となるよう「**地域若者サポートステーション**」（※２）において、地方自治体と協働し（※３）、職業的自立に向けての専門的相談支援、高校中退者等に対する切れ目ない支援、就職後の定着・ステップアップ支援、若年無業者等集中訓練プログラム等を実施。
○ さらに、「ニッポン一億総活躍プラン」（平成28年6月2日閣議決定）や「働き方改革実行計画」（平成29年3月28日働き方改革実現会議決定）等を踏まえ、高校中退者等へのアウトリーチ型の就労支援の充実、「就職氷河期世代」にあたる無業者への支援のモデルの開発、定着・ステップアップ支援の強化に取り組む。

（※１　15～34歳で、非労働力人口のうち、家事も通学もしていない者　※２　H18年度～。若者支援の実績・ノウハウのあるＮＰＯ法人等 実施。15～39歳対象 ※３　地方自治体から予算措置等）



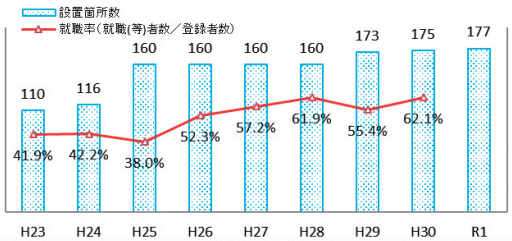
【サポステの実績（平成30年度末現在）】

○平成18年事業開始以来の進路決定者数（累計）　**135,493人**

○うち、「新成長戦略」に基づく政府目標「進路決定者数10万人」（平成23～32（令和２）年度に対する進捗状況　**118,586人**
→目標達成

平成30年度地域若者サポートステーション事業の実績

進路決定者数(人)	うち就職等者数(人)	登録者数(人)	就職等率(%)	総利用件数(件)	相談件数(件)	セミナー等参加者数(人)
10,197	10,104	16,271	62.1%	484,139	305,858	178,281



＊　平成27年度より、「就職者」について雇用保険被保険者になり得る就職者に限定、さらに平成29年度より、雇用保険被保険就職であることを書類により確認できる場合に限定
＊　平成30年度より、「就職等」とし、雇用保険被保険者となることが見込まれる就職及び公的職業訓練スキームへの移行も含めて評価

コラム　三条地域若者サポートステーション

支援の状況

「一歩踏み出せなかった自分に勝ち、職場体験から金属研磨の仕事に入った A さん」

高校 3 年生の時、本人曰く「遅れてきた反抗期」で高校を自主退学した後、10 年以上病気の祖父母の世話をしながら、家で過ごした A さん。母の勤め先のスーパーにアルバイトとして採用され、5 年間勤務してきたが、店長の交替で店の方針が変わり、勤務時間が減ってしまう。収入を増やして両親を安心させたいと思うものの、新たな就職活動に一歩が踏み出せず悩んでいたところ、妹のサポステ利用をきっかけに本人も利用を開始。アルバイトを継続したまま相談とサポステ支援プログラム（職場見学、ボランティア活動、職場体験等）に参加した。もともと物を作ることは好きで、父親が勤務していた工場系の職種を希望しており、サポステ職員と一緒に参加した工場の職場見学では機械作業を食い入るようにのぞき込む姿があった。

また、ボランティア活動にも参加し、新聞バックを作った。作業工程はすぐに覚え手先は器用だが、集団に苦手意識があり、緊張で気持ちにゆとりがないのか、仕上がりがきれいに作れなかった。このため、支援プログラムの種類を増やしてはと提案するが、「現在のアルバイトの勤務時間を減らすことは難しい」と一歩踏み出せなかった。

しかし、半年が経過した頃、「このままずっと同じことを繰り返していたら変わらない」と考え直し、両親の後押しもありアルバイトを退職することに決め、これまでの職場見学、ボランティア活動といった支援プログラムに加え、職場体験プログラムを追加し、サポステの協力農家で稲作の体験をしてもらった。室温の高いハウスへ育苗箱を運ぶ運搬作業などで、体力が続かず集中力も低下してのミスもあったが、職場体験仲間と共にコミュニケーションを取り、2 ヶ月弱の期間満了までやり遂げ、体力と自信をつけたようだ。その後のボランティア活動での新聞バックは落ち着いて作れ、とてもきれいに仕上がっていた。

その後もサポステの相談と支援プログラムの参加を継続した結果、建設工具メーカーの「杉野工業」で全 10 日間の職場体験に入る。エンドレス研磨機で製品を研磨し仕上げていく工程を担当。最初は肩に力が入りすぎ、体中が痛くなったり、指にけがをしたこともあった。体験終了後、本人の希望もありパート枠で会社へ受け入れられた。

サポステによる定着支援等を行い、就職後 3 ヶ月が経過した頃、A さんが、「社長から正社員登用の提案があった。受けようと思う。」とにこやかに報告に来てくれた。頬が少しふっくらし、肩幅も出て来てたくましく感じられた。今回の報告を受けて職場におうかがいしたところ「真面目で聞く耳があり、伝えたことを素直に実行にうつす。コツコツと頑張り、飽きたりだらけたりすることはない。」と社長より A さんについて嬉しく頼もしい話が頂けた。

－付け足しコラム－

杉野工業は創業から 57 年の建設工具製造業である。企画開発から製造まで一貫した生産システムで、建設用作業工具各種を総合的に提供している。主力商品は結束用のシノー、ハッカーなどの工具で、顧客の注文により少量から受注生産し、短期納品をめざしている。従業員数は 20 名ほどで、温厚な社長とベテランの従業員が若手を指導し、面倒見よく育てている職場である。

写真：製造工程・研磨をする A さん

5 社会的に通用する能力評価制度の構築

働く者の能力開発や評価をより的確に行っていくためには、企業が求める職務や人材像を能力要件として具体的に示すとともに、労働者も企業が示す能力要件に照らして不足している職業能力の開発向上を図ることができるような、双方をつなぐ「共通言語」が求められている。

（1）技能検定制度

技能検定は、労働者が有する技能を一定の基準に基づき検定し公証する国家検定制度であり、ものづくり労働者を始めとする労働者の技能習得意欲を増進させるとともに、労働者の社会的地位の向上などに重要な役割を果たしている。

技能検定は、厚生労働大臣が、厚生労働省令で定める職種ごとに等級に区分（一部職種を除く）して、実技試験と学科試験により実施しており、合格者は「技能士」と称することができる。

技能検定の職種は、2020年4月1日現在、130職種であり、製造業における中心的な検定職種（機械保全職種、電子機器組立て職種など）については、特に工業高校生の受検が過去6年間で急増している。2018年4月1日からは、エントリーレベルの3級の受検資格をさらに緩和したところであり、今後とも、技能検定の受検勧奨などを通じた普及拡大を図っていくことにより技能習得に取り組む若年者が増えることが期待されている。

本制度は1959年度から実施され、2018年度には全国で約81万人の受検申請があり、約32万人が合格している。制度開始からの累計では、延べ約697万人が技能士となっている。

また、ものづくり分野において人材を確保するためには、労働者の有する能力が公証される技能検定により、キャリアアップの動機付けを行うことが効果的である。このことから、2017年9月から、技能検定2級と3級について、都道府県などが受検料の軽減を図ることにより、技能検定を受検しやすい環境を整備する場合に、当該経費について支援を行っている。具体的には、ものづくり分野の技能検定の2級又は3級の実技試験を受検する35歳未満の者に対して、最大9,000円を支援するものであり、技能習得に取り組む若年者が増えることが期待されている。

技能検定制度の概要

1．概要

○ 技能検定制度は、**労働者の有する技能の程度を検定**し、これを**公証する国家検定**制度であり、**労働者の技能と地位の向上を図ることを目的**に、職業能力開発促進法に基づき昭和34年から実施。
○ **ものづくり分野を中心**に、技能のウエイトが高く、全国的に需要を有する分野を対象に、**国が主体**となり全国、業種・職種共通の基準の下で制度を構築・運営。

機械加工職種

2．実施内容

○ 厚生労働大臣が厚生労働省令で定める職種ごとに、厚生労働省令で定める等級（特級、1～3級など）に区分して、**レベルに応じた技能・知識の程度**を、実技試験及び学科試験により客観的に評価。令和元年7月末現在、**130職種**（うち**建設・製造業関係**は造園、さく井、金属溶解、機械加工など**100職種**。ファイナンシャル・プランニングなどサービス業関係は30職種）。
○ 技能検定に合格した者は、「技能士」と称することができる（いわゆる**名称独占資格**）。
○ 都道府県が実施する方式（111職種）に加え、平成13年に、厚生労働大臣が一定の要件を満たすものとして指定する民間団体が実施する指定試験機関方式（19職種）を導入。

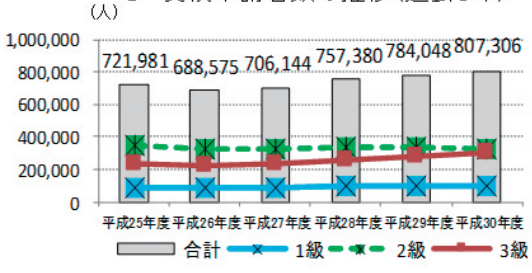
建築大工職種

3．実施状況

○ 平成30年度は全国で約80.7万人の受検申請があり、約32.4万人が合格。（累計では延べ約697万人が「技能士」）
○ 平成30年度の受検申請者数が多い職種は、ファイナンシャル・プランニングの約45.2万人（対前年度比3.4％減）、機械保全の約3.7万人（同4.5％増）、機械加工の約2.4万人（同10.1％増）。

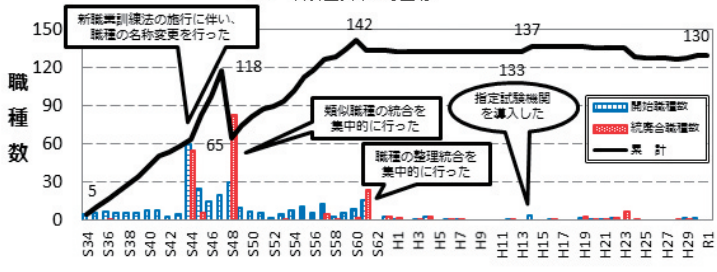
ウェブデザイン職種

○ 受検申請者数の推移（過去6年）



＊都道府県実施方式分・指定試験機関方式分を合わせた全数

○ 職種数の推移



コラム

技能と応用力を身につけるための手段として技能検定を活用・・・池田精工(株)

岡山県鏡野町の池田精工(株)（従業員 71 名）は、食品・医薬品の充填・包装機械部品、化学繊維・液晶・半導体などを製造する装置部品、水素関連装置・精密ポンプなど、あらゆるステンレスの部品を造る企業。材料調達から機械加工、溶接、バフ研磨仕上げ、組立てまで、一貫生産を行っている。

飲料や医薬品の充填・包装機械の部品は、小さな傷などでも菌が繁殖しやすくなってしまうために、加工した面をきれいに仕上げることなどが非常に重要になっている。また、寸法、精度についてもかなり精密なものが要求されるので、それに応える本当の意味で技能を要する仕事になる。

大量生産の業種ではなくて少量多品種、試作開発品や一品物の加工が多いことから、一連の流れを覚えればいいということではなく、色々な応用を利かせなければならない。同社の場合、そうした技能と応用力を従業員が身につけるための方法の１つとして技能検定を活用している。

技能検定の毎年の受検者数は３名から５名程。受検料は基本的には自己負担としているが、技能検定に合格すれば取得級に応じて報奨金を支給している。

従業員は皆、日々忙しくしているため、OJT を基本的としつつ、さらに技能を高めるための手段として技能検定を活用している。

「当社は完全な教習体制が備わっているわけではなく、OJT になっています。そこで重視するのは、コミュニケーションをしっかりとるというところです。」と代表取締役の池田英雄氏は語る。

従業員の間での技能の指導、伝承という点について言えば、現状ではやはり職人的な人間が多いこともあって、特に伝承については苦労している面があります。技能の高い先輩方が、それをうまく次の若い世代に伝承していくことがどうしてもスムーズにいかないこともあるとのこと。

「だからといって、先輩方に質問しにくい雰囲気のようなものはありません。わからないことは聞けば教えてくれる雰囲気があります。もっとも、１から 10 まで教えるのではなくて、考える力も大切にしています。当社の場合どうしても日用の品物とは違うものを作るので、そういった考えるというところが重要になってくるかと思います。」（同氏）。

人材育成のシステムがないことから、どこまでできるのか、どこからができないのかという判断が難しい。そこで、どこまで成長しているかを測るのに技能検定が重要な手段になっている。「その意味では、若い人たちには、どんどん積極的に技能検定に挑戦してもらいたい」とのこと。

写真：ＯＪＴの様子

技能士のレベルも上の方になっていくと、加工のことだけではなく、その他の知識も身につけなければなかなか合格できない。「そういった知識が広がるというのは、会社に大きな貢献をしてくれます。また、技能士の存在というのは、対外的にはこれだけの技能者がいますという非常に重要な PR ポイントになっています」。さらに「ステンレスというのは加工の難しい材質です。曲げにくかったり、切削、溶接のひずみが生じたりします。また、当社では、市場の要求が多くなってきたことを受け、ステンレスに限らずチタンなどのもっと難しいものも数多く手がけるようになりました。当社で受注している仕事は県外のほうが圧倒的に多く、全国から注文を受けています。これも、当社の技術・技能がある程度お客様に認められたおかげではないかと考えています」（同氏）。

（2）職業能力評価基準

職業能力評価基準は、職業能力を客観的に評価する能力評価のいわば「ものさし」となるよう、業界団体との連携の下、詳細な企業調査による職務分析に基づき、仕事をこなすために必要な職業能力や知識に関し、担当者から組織や部門の責任者に必要とされる能力水準までレベルごとに整理し体系化したものである。

業種横断的な経理・人事等の事務系９職種のほか、電気機械器具製造業、自動車製造業、金属プレス加工業等製造業・建設業を含む業種別に策定しており、2020 年４月現在、56 業種が完成している。

（3）社内検定認定制度

社内検定認定制度は、職業能力の開発及び向上と労働者の経済的社会的地位の向上に資するため、事業主などが、その事業に関連する職種について雇用する労働者の有する職業能力の程度を検定する制度であって、技能振興上奨励すべき一定の基準を満たすものを厚生労働大臣が認定する制度である。

2020 年４月１日現在、49 事業主など 128 職種が認定されており、認定を受けた社内検定については、「厚生労働省認定」と表示することができる。

コラム　金属研磨技術者養成の技能研修制度・・・燕市磨き屋一番館

新潟県燕市においては、主に金属研磨業に携わる後継者人材の育成、技術の高度化に対応した金属研磨産業の振興等を目的として、燕市磨き屋一番館（燕市）を平成 19 年５月に開設した。

金属加工製品の最終工程を担う金属研磨事業所（いわゆる「磨き屋」）は、最盛期（1970 年頃）には燕市内に約 1,700 事業所があったが、海外への生産移管や個人事業者の高齢化による廃業等により、現在では 333 事業所までに減少している。このことから、ものづくりのまち燕特有の「磨き屋」としての金属研磨技術を次世代の若手職人に継承させていくため、燕市から燕研磨振興協同組合に技能研修事業ほ

か２事業を委託し、組合が運営している。

平成 19 年度から研修生を毎年数人受入れ、研修期間は３年間、現在１～３年生まで７名の研修生が在籍している（うち女性３名）。直近までの 10 年間で卒業（修了）者 26 人を輩出し、自主開業２名、県内企業に 23 名が就職するという実績を有する。

研修生に対しては、単に研修期間に技術を習得することのみとせず、実際の製品に磨き加工することによって商品化し、稼ぐことの実感もさせつつ、模擬的に開業する上での経営感覚なども養っている。また低価格化への対応として、燕地域の研磨業界が共同で受注する組織として「磨き屋シンジケート」を発足させるとともに、地元商工会議所で販路開拓を行ったことにより、全国から受注することが可能となった他、商品の高付加価値化や工賃の引き上げを実現している。

燕商工会議所中小企業相談所長の高野さんは、「人材育成と産業振興は密接な関係。後継者を育成してもやる仕事がなければいけない。この 10 年余りの取組で稼げる雰囲気が出てきたことで、自然と後継者が生まれるようになった。」と話す。

平成 29 年度からは社内技能検定制度を導入・活用して、研磨職人の研磨技術の高度化に対応した人材育成が可能となるようにするとともに、燕市磨き屋一番館のオリジナル商品を研修題材の１つとして、ステンレス素材のタンブラーに磨き加工を施し、より多様な製品の研磨技術を習得できるようにしている。（取材日：2019 年 11 月 12 日）

写真１：磨き屋一番館内での磨き作業工程

写真２：24 金の鏡面仕上げタンブラー（右は断面）

6 キャリア形成支援

（１）キャリアコンサルティング

持続的な経済成長のため、労働者の適職の選択と主体的な職業能力開発を通じた生産性の向上が不可欠であり、キャリアコンサルティング[注11]に対する社会的期待が一層高まっている。

2016 年４月よりキャリアコンサルタント国家資格制度を創設し、「キャリアコンサルタント」を、キャリアコンサルティングを行う専門家として位置づけた。これにより、キャリアコンサルタントは登録制の名称独占資格となり、５年ごとの講習受講による資格更新制度、守秘義務・信用失墜行為の禁止等の規定と相まって、その質を担保し、労働者が安心して職業に関する相談を行うことのできる環境を整備している。

なお、キャリアコンサルティングの技能・知識の水準として、より上位の試験に位置づけられるキャリアコンサルティング職種の技能検定（１級・２級）[注12]も実施している。

また、企業等に対しては、労働者のキャリア形成における「気づき」を支援するため、年齢、就業年数、役職等の節目において定期的にキャリアコンサルティングやキャリア研修を受ける機会を設定する仕組みである「セルフ・キャリアドック」を普及拡大するため、企業訪問等による勧奨や相談・研修等の実施を通じて導入及び取組定着の支援等を行っている。

令和２年度から、高齢期も見据えたキャリア形成支援を推進するため、労働者のキャリアプラン再設計や企業内の取組を支援するキャリア形成サポートセンターを新たに整備し、労働者等及び企業に対しキャリアコンサルティングを中心とした総合的な支援を実施することとしている。

注11　キャリアコンサルティングとは、労働者の職業の選択、職業生活設計又は職業能力の開発及び向上に関する相談に応じ、助言及び指導を行うことを言う。
注12　技能検定制度については５（１）を参照。

キャリアコンサルタントについて

○　職業選択、職業生活設計、職業能力開発に関する相談に応じ、助言・指導（キャリアコンサルティング）を行う専門家（名称独占の国家資格）。
※平成28年４月１日より「キャリアコンサルタント」が国家資格化。
○　５年ごとの更新制とすることで、最新の労働市場等に関する知識やキャリアコンサルティングに関する技能が確保され、また、守秘義務等を課すことで、個人情報や相談内容の秘密が守られ、労働者等にとって安心して相談を行うことが可能。
○　ハローワークなど労働力需給調整機関、企業、教育機関等の幅広い分野で活躍。

キャリアコンサルタント登録制度の概要

○　職業選択や能力開発に関する相談・助言（キャリアコンサルティング）を行う専門家として「キャリアコンサルタント」制度を法定化。
○　キャリアコンサルタントは登録制（5年ごとの更新）の名称独占資格とし、守秘義務を規定。
⇒**労働者等が、安心して職業に関する相談を行うことのできる基盤を整備**

≪各領域において期待されるキャリアコンサルタントの活動内容の例≫

【需給調整機関】
◇　求職者の職業選択の方向性・職業生活設計の明確化
◇　上記を通じた就職活動の支援又は職業訓練機関への橋渡し

【企業】
◇　被用者の目指すべき職業生活・職業生活設計の明確化
◇　上記を通じた就労意欲・能力開発の意欲の向上や「気づき」の機会の提供

【教育機関】
◇　学生の職業選択・職業生活設計・学びの方向性の明確化
◇　上記を通じた円滑な就職活動の支援

（2）ジョブ・カード制度の活用

ジョブ・カード制度は、フリーター等職業能力を高める機会に恵まれないため正社員になれない者等に対して、ジョブ・カードを活用したキャリアコンサルティングの実施や、企業における実習と教育訓練機関等における座学とを組み合わせた訓練を含む実践的な職業訓練の受講機会の提供等により、求職者と求人企業とのマッチングや実践的な職業能力の習得を促進し、安定的な雇用への移行等を促進することを目的に実施してきた。

ジョブ・カードの活用の大半が公的職業訓練によるもので、その活用が一過性のものになりがちであったこと、また、個々の労働者の状況に対応したキャリアアップ、必要な分野への円滑な就職等の支援のため、職業能力の「見える化」や職業生活設計に即した自発的な職業能力開発を支援するツールが不可欠であることなどから、ジョブ・カードを「生涯を通じたキャリア・プランニング」及び「職業能力証明」のツールとして見直し、2015 年 10 月から職業能力開発促進法に基づく新制度として実施している。

なお、2008 年の制度創設から 2019 年 12 月末現在のジョブ・カードの作成者数は約 240 万人であり、今後もジョブ・カード制度の普及・促進を図っていくこととしている。

ジョブ・カード制度について

○　個人が生涯活用するキャリア・プランニング及び職業能力証明のツールとして普及を促進。

目　的

○　個人の状況に応じた職業能力開発、多様な人材の必要な分野への円滑な就職の支援等のため、生涯を通して活用

◆　生涯を通じたキャリア・プランニングのツール

○　個人が履歴、職業経験の棚卸し、職業生活設計等の情報を蓄積の上、キャリアコンサルティングを受けつつジョブ・カードを作成。
○　職業生活の様々な場面・局面における活用。

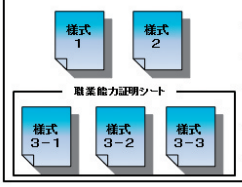
学校卒業 → 求職活動 → 在職（キャリア形成） → 転職・キャリアチェンジ → 職業訓練 → 引退過程

◆　職業能力証明のツール

○　免許・資格、学習・訓練歴、雇用型訓練、公的職業訓練をはじめとする訓練の評価、職務経験、仕事ぶりの評価の情報を蓄積し、応募書類等として活用

様式の構成

○　厚生労働大臣が「職務経歴等記録書」（ジョブ・カード）の様式を定めている（職業能力開発促進法第15条の4第1項）。
○　個人が、各様式に記入（必要に応じてキャリアコンサルティング等の支援）。原則、電子化（個人自らのパソコン等に入力）し蓄積、場面に応じて活用。



・様式1　キャリア・プランシート
・様式2　職務経歴シート
・様式3－1　免許・資格シート
・様式3－2　学習・訓練歴シート
・様式3－3　訓練成果・実務成果シート

周知・広報

○ジョブ・カード制度総合サイト
・ジョブ・カードの各様式やその記入例、免許・資格や労働関係の統計情報等の関係情報を提供。
・ジョブ・カード作成支援、履歴書・職務経歴書が作成できる「ジョブ・カード作成支援ソフトウェア（WEB版含む）」や「スマートフォン版アプリ」等を提供。

○パンフレット・リーフレット・ポスター・動画
求職者・在職者、事業主、学生など幅広い層への周知広報のためパンフレット・リーフレット等を配布。
制度説明や活用好事例をまとめた動画を配信。

第3章
ものづくりの基盤を支える教育・研究開発

2030年頃には、AI[注1]、ロボット、ビッグデータ[注2]など第4次産業革命[注3]とも言われる技術革新が一層進展し、社会や生活を大きく変えていく超スマート社会（Society5.0[注4]）の到来が予想されているが、その一方で、総論でも記述した新型コロナウィルス感染症の感染拡大に代表されるように、様々な要因によって引き起こされる世界的な「不確実性」への対応も大きな課題となっている。このような社会の変革の中で、我が国は世界規模の課題の解決に貢献するとともに、我が国自身が直面する課題を克服しつつ産業競争力を向上していくことが重要な課題である。

人材は、我が国が世界に誇る最大の資源であり、今後のSociety5.0においては、新たな社会の在り方に対応し、AIを活用しつつ新しい社会をデザインし、新たな価値を生み出すことができる人材が求められている。ものづくり分野においても、変化に対応でき、新たな価値を生み出す人材を量・質共に充実させることが重要である。このような、人材を育成するため、今後は学びの変革に向けた先導的な取組を積極的に進めていく必要がある。

このような認識の下、我が国のものづくり人材の育成については、今後の社会において必須となる「数理・データサイエンス・AI」に関する知識・技術の習得のための教育機会の充実を図るとともに、ものづくりへの関心・素養を高める小学校、中学校、高等学校における特色ある取組の一層の充実や、大学の工学関連学部、高等専門学校、高等学校の専門学科、専修学校などの各学校段階における職業教育などの推進が必要である。また、伝統的な技法や最新技術などの活用による、文化財を活かした新たな社会的・経済的価値の創出や、文化や伝統技術を後世に継承する取組なども重要となっている。さらに、イノベーションの源泉としての学術研究や基礎研究の重要性も鑑みつつ、ものづくりに関する基盤技術の開発や研究開発基盤の整備も不可欠の取組である。

第1節　不確実性の高まる社会の変化に対応することのできる人材の育成

1　AI時代を担う人材育成基盤の構築

（1）AI人材育成の方向性

近年、人工知能技術は、加速度的に発展しており、世界の至る所でその応用が進むことにより、広範な産業領域や社会インフラなどに大きな影響を与えているが、我が国は、現在、人工知能技術に関しては、必ずしも十分な競争力を有する状態にあるとは言い難い。

一方、我が国は、Society5.0の実現を目指し、世界規模の課題（SDGs）の解決に貢献するとともに、我が国自身が直面する高齢化、人口減少、インフラの老朽化などの社会課題を他国に先駆けて解決し、産業競争力の向上を目指していく必要がある。これらの課題は、人工知能をはじめとしたテクノロジーのみで解決できる問題ではなく、テクノロジーと社会の仕組みを連動して変革し、「多様性を内包した持続可能な社会」を実現することが必要である。

このような社会の実現を目標として、「AI戦略2019」においては、AI時代を担う人材育成の重要性を強調している。AIをきっかけとする社会の大転換が進む中で、今後は、AIを作り、活かすことにより、新たな社会の在り方や新しい社会にふさわしい製品・サービスをデザインし、新たな価値を生み出すことができる人材が求められており、今後の社会や産業の活

注1　AIは、artificial intelligenceの略。大まかには「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と説明されているものの、その定義は研究者によって異なっている状況にある。

注2　デジタル化の更なる進展やネットワークの高度化、またスマートフォンやセンサー等IoT関連機器の小型化・低コスト化によるIoTの進展により、スマートフォン等を通じた位置情報や行動履歴、インターネットやテレビでの視聴・消費行動等に関する情報、また小型化したセンサー等から得られる膨大なデータ。

注3　2016年1月にスイス・ダボスで開催された第46回世界経済フォーラム（World Economic Forum（以下「WEF」という。））の年次総会（通称「ダボス会議」）の主要テーマとして取り上げられ、その定義をはじめ議論が行われた。WEFでは、「現在進行中で様々な側面を持ち、その一つがデジタルな世界と物理的な世界と人間が融合する環境」と解釈しており、具体的には、あらゆるモノがインターネットにつながり、そこで蓄積される様々なデータを人工知能などを使って解析し、新たな製品・サービスの開発につなげる等としている。

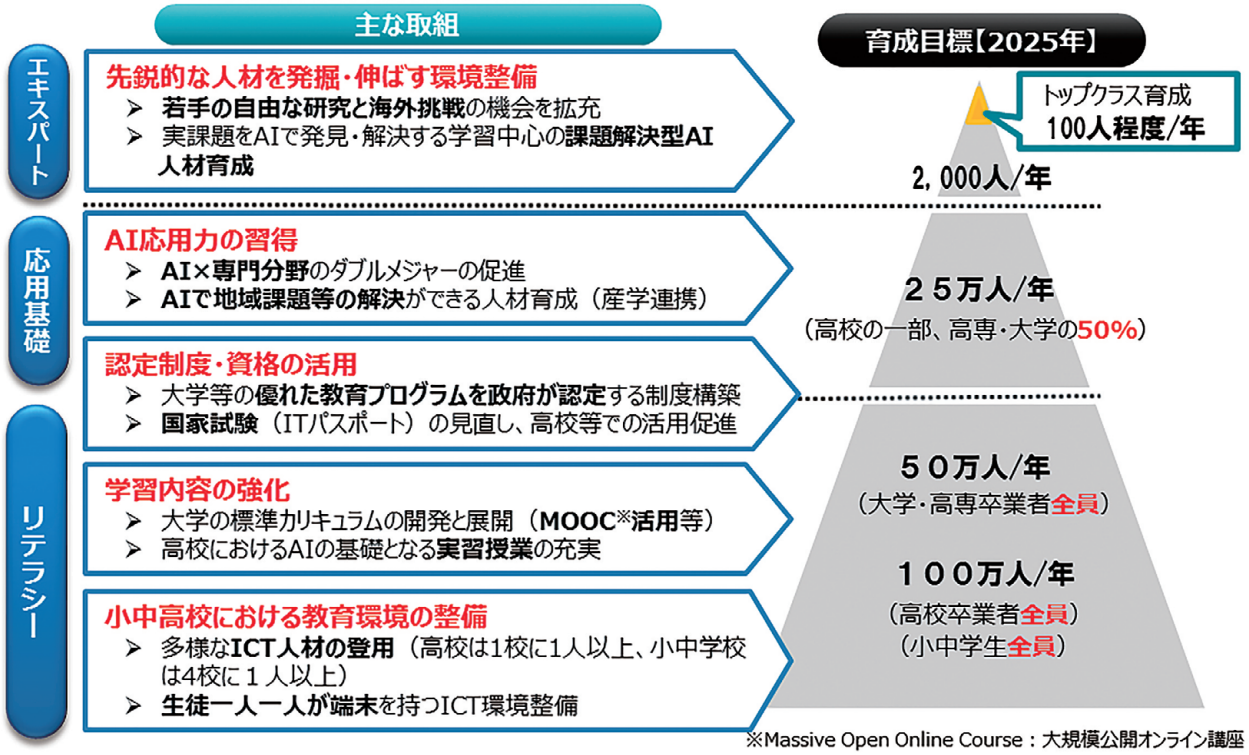
注4　サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された。

力を決定づける最大の要因の一つであると指摘している。

このように、人材の育成・確保は、緊急的課題であるとともに、初等中等教育から高等教育、リカレント教育、生涯学習を通じた長期的課題である。特に、「数理・データサイエンス・AI」に関する知識・技能と、人文社会芸術系の教養をもとに、新しい社会の在り方や製品・サービスをデザインする能力の育成が重要である。持続可能な社会の創り手として必要な力を全ての国民が育み、社会のあらゆる分野で人材が活躍することを目指し、これまでの教育方法の改善や、STEAM 教育などの新たな手法の導入・強化、さらには、実社会の課題解決的な学習を教科横断的に行うことが不可欠となる。

具体的には、全ての人に共通して求められる力として、文章や情報を正確に読み解き対話する力、科学的に思考・吟味し活用する力、価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探求力が必要となる。また、新たな社会を牽引する人材として、技術革新や価値創造の源となる飛躍知を発見・創造する人材、技術革新と社会課題をつなげ、プラットフォームを創造する人材、様々な分野において AI やデータの力を最大限活用し展開できる人材が求められるようになることが考えられる。そのため、今後の教育の方向性として、「公正に個別最適化された学び」を実現する多様な学習の機会と場の提供、基礎的読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力の習得、文理分断から脱却するための方策などについて取り組んでいくことが必要である。また、数理・データサイエンス・AI のリテラシーレベルや応用基礎レベルの能力の習得、高い能力を発揮しイノベーションを創出することのできる環境整備などが重要である。

図 311-1 「AI 戦略 2019」における AI 人材育成に係る主な取組



（2）初等中等教育段階における新たな社会を創造していくために必要な力の育成

「AI 戦略 2019」（2019 年 6 月統合イノベーション戦略推進会議決定）においては、「数理・データサイエンス・AI」に関する知識・技能や、新たな社会の在り方や製品・サービスをデザインするために必要な基礎力などを、デジタル社会における基礎知識（いわゆる「読み・書き・そろばん」的な素養）と位置付けている。このため、これらを誰もが身に付けることができるようリテラシー教育を進めていくこととしており、全ての高等学校卒業生が、「数理・データサイエンス・AI」に関する基礎的なリテラシーを習得し、新たな社会の在り方や製品・サービスのデザインなどに向けた問題発見・解決学習の体験などを通じた創造性を涵養することを目標としている。

この目標の達成のため、初等中等教育段階において、情報活用能力の育成、理数素養の習得、STEAM 教育の推進など、所要の取組を進めている。

情報活用能力の育成については、2020 年 4 月から順次実施されている新学習指導要領において、言語能

力などと同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けられ、各学校におけるカリキュラム・マネジメントを通じて、教育課程全体で育成するものとなった。特に、プログラミング教育については、小学校において必修となるなど小・中・高等学校の全ての学校段階を通じてプログラミング教育を実施することとしており、円滑な実施のために、プログラミング教育に関する有益な情報提供などを行うこととしている。

理数素養の習得については、現行の学習指導要領においても、小・中・高等学校を通じて算数・数学の中で統計的な内容について指導がなされているところであるが、2020 年 4 月から順次実施されている新学習指導要領においては、小学校算数において「データの活用」の領域を新設し、小・中・高等学校の各学校段階において内容を新たに加えるなど、統計教育の更なる充実を図っている。また、大学などにおける数理・データサイエンス教育との接続を念頭に、確率・統計・線形代数などの基盤となる知識を高等学校段階で修得するための教材作成を進めている。

STEAM 教育とは、各教科などでの学習を実社会での課題解決に活かしていくための教科等横断的な教育を指すものであり、その趣旨は、高等学校の新学習指導要領に新たに位置付けられた「総合的な探究の時間」や「理数探究」と多くの共通点を有する。STEAM 教育は、スーパーサイエンスハイスクールなどにおいて、これまでも先導的に取り組まれてきたものであり、そうした取組も活かしながら、事例の構築や収集、モデルプランの提示、全国展開などを通じて、新たな社会を創造していくために必要な力の育成を進めていくこととしている。

このような取組を進めていくためには、それを支える環境の整備も不可欠である。

学校における ICT 環境整備は、そもそも全国的に整備が進んでおらず、自治体間の格差も大きい。このような状況を打開すべく、令和の学校のスタンダードとして「GIGA スクール構想の実現」として高速大容量の通信ネットワークと、義務教育段階の児童生徒 1 人一台端末の一体的な整備を文部科学省において進めていく。今後さらに GIGA スクール構想の実現により遠隔教育の推進など、教育の情報化を進めていく。

また、教員の ICT 活用指導力の向上に向けて、文部科学省において、教科などの指導における ICT の活用について記載した「教育の情報化に関する手引」を作成・公表するとともに、教職員支援機構において「学校教育の情報化指導者養成研修」を実施している。また、各教科などの ICT の効果的な実践事例などの作成を進めることにより、今後とも教員の ICT 活用指導力の向上を図ることとしている。

あわせて、情報活用能力の育成については、特に新設された高等学校情報科に対応した担当教員の指導力向上を推進するため、都道府県などの研修や担当教員が個人で活用できる教員研修用教材を作成・公表している。

また、文部科学省では、「『情報科学の達人』育成官民協働プログラム」において、民間企業・団体の資金協力を得て、情報オリンピックなどの科学オリンピックで優秀な成績を収めた高校生などに国際的な研究活動の機会などを与え、高校段階から、世界で活躍するトップレベル IT 人材の育成を図っている。

コラム　茨城県つくば市教育委員会の取組

つくば市では、現在、市全体で無線 LAN、タブレット、大型提示装置、デジタル教科書、校務用 PC を 1 人 1 台設置している。つくば市立みどりの学園義務教育学校は平成 30 年 4 月開校、公立の小中一貫の義務教育学校であり、小学校全学年で発達段階に応じたプログラミング教育を展開している。また、全職員による ICT 活用・STEAM・1 年生からの英語・SDGs を実践し、2040 年代に必要な 21 世紀型スキルの育成に取り組んでいる。

2020 年 1 月 16 日には、文部科学大臣が同校を視察し、ロボットを使った外国語活動や、国語と図画工作とプログラミングを融合した授業、デジタル教科書を活用したり、大型提示装置を顕微鏡とつないで理科の観察を行ったりする授業など、ICT を効果的に活用し、主体的に学ぶ子供たちの様子を視察した。

コラム　企業と連携したプログラミング教育の推進について

令和２年度から全面実施された小学校プログラミング教育については、文部科学省・総務省・経済産業省及び、３省と教育・IT 関連の企業・ベンチャーなどと共に設立した「未来の学びコンソーシアム」が連携して推進している。2018 年３月から、「未来の学びコンソーシアム」が立ちあげた「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」（https://miraino-manabi.jp/）において、プログラミング教育の具体的な指導事例を掲載している。また、2019 年度及び 2020 年度には、「みらプロ」として、企業と連携して、「プログラミングが社会でどう活用されているか」に焦点を当てた総合的な学習の時間における指導案等の提供を行う取組を行っている。これらを通じて、引き続き、小学校におけるプログラミング教育の充実を図っていく。

（３）高等教育段階における全学的な数理・データサイエンス・AI教育の強化・エキスパート人材の育成、異分野融合型教育の推進

AI 戦略 2019 においては、数理・データサイエンス・AI に関して、「文理を問わず全ての大学・高専生（約 50 万人卒／年）が初級レベルの能力を習得すること」、「大学・高専生（約 25 万人卒／年）が自らの専門分野への応用基礎力を習得すること」が、目標として掲げられている。

その実現のため、文部科学省では、全ての大学・高専生が「データ」をもとに事象を適切に捉え、分析・説明できる力を修得すること、すなわち「データ思考を涵養すること」を目指し、リテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI 教育の基本的考え方、学修目標・スキルセット、教育方法などを体系化したモデルカリキュラムを策定・活用するとともに、全国の大学などへの普及・展開を推進している。また、2020 年度中に、自らの専門分野での活用が必要となる応用基礎レベルのモデルカリキュラムを策定することや、応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AI 教育を全国の大学・高専に普及・展開する予定である。

また、大学が自らの判断で機動性を発揮し、学内の資源を活用して学部横断的な教育に積極的に取り組むことができるよう「学部、研究科等の組織の枠を越えた学位プログラム」を設置可能とする所要の規定を 2019 年８月に改正・施行した。2020 年度からは新たに「知識集約型社会を支える人材育成事業」において、特定の専門分野に焦点を当てた学修に留まるのではなく、今後の社会や学術の新たな変化や展開に対して柔軟に対応しうる幅広い教養と深い専門性を有する人材育成を行えるような新たな教育プログラムを構築・実施する取組の支援を行うことを予定している。

エキスパート人材の育成について、文部科学省では、大学、企業などがコンソーシアムを形成し、各分野の博士人材などに対して、データサイエンスなどのスキルを習得させる育成プログラムを開発・実施し、キャリア開発の支援を行う「データ関連人材育成プログラム」を実施することにより、高度データ関連人材を育成し、社会の多様な場での活躍を促進している。また、理化学研究所革新知能統合研究センター（AIP センター）において、国内外のインターンシップの受け入れや研究開発の OJT を通じた研究人材の育成に取り組むほか、科学技術振興機構において、人工知能などの分野における若手研究者の独創的な発想や、新たなイノベーションを切り開く挑戦的な研究課題に対する支援を推進している。

コラム　数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度

AI 戦略 2019 では、大学・高専における数理・データサイエンス・AI 教育のうち、特に優れた教育プログラムを政府が認定する制度を構築することとされ、2020 年度を認定開始の目標年度としている。具体的な認定方法やレベル別の認定基準、産業界での活用方策などは、内閣府、文部科学省、経済産業省の協力の下、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度検討会議」において検討が進められ、報告書が策定されたところである。本報告書を踏まえ、認定された教育プログラムは政府だけでなく産業界をはじめとした社会全体として積極的に評価する環境を醸成し、質の高い教育を牽引していくような制度の構築を目指している。

（4）社会人の基本的な情報知識と実践的活用スキルの習得機会の提供

AI 戦略においては Society5.0 の実現を進めるために、「多くの社会人が、基本的情報知識と、データサイエンス・AI 等の実践的活用スキルを習得できる機会をあらゆる手段を用いて提供」することが目標の一つとされており、文部科学省においても社会人の基本的な情報知識と実践的活用スキルの習得機会の提供に取り組んでいる。

大学においては、情報技術人材の育成機能の強化を目指し、産学連携による課題解決型学習（PBL）などの実践的な教育の推進により、主に IT 技術者を対象とした短期の学び直しプログラムを開発・実施する取組を支援している。

また、放送大学では、数理・データサイエンス・AI 教育に関する授業科目や公開講座を提供するため、放送番組やインターネット配信コンテンツの制作に取り組んでいる。

専修学校においても、Society5.0 等の時代に求められる能力について分野ごとに体系的に整理し、その養成に向けたモデルカリキュラムの開発を実施しているところであり、2019 年度は 20 箇所でモデル事業を実施している。

コラム　放送大学：科目群履修認証制度「データサイエンスプラン」

放送大学は、放送大学学園法に基づき、BS 放送（テレビ、ラジオ）やインターネットの活用などにより大学教育の機会を幅広く提供する通信制大学であり、30 ～ 60 歳代を中心に、10 ～ 100 歳代までの幅広い年齢層が学んでいる。

放送大学では、学校教育法に定める履修証明制度に基づく制度として、科目群履修認証制度「放送大学エキスパート」を実施している。同制度は、放送大学が指定する授業科目群を履修することにより、一定分野の学習を体系的に行ったことを証明するものであり、単位取得のほか、履歴書に記載することもできる認証状の交付を受けることができる。

「放送大学エキスパート」には、現在 25 の学習プランがあり、その一つとして「データサイエンスプラン」が開講されている。同プランは、データサイエンスの基本要素となる科目を学ぶことにより、データを収集・分析し、数理的思考に基づいて社会の様々な課題を解決することや、データサイエンティスト、アクチュアリー、データアナリストとなる力を身に付けることを目指している。

◎：必修科目、○：選択必修科目、無印：選択科目

	科目名	必修科目等
1	数値の処理と数値解析（'14）	◎
2	データの分析と知識発見（'20）	◎
3	データベース（'17）	◎
4	マーケティング論（'17）＊	◎
5	ユーザ調査法（'20）	○
6	感性工学入門（'16）【1単位】	○
7	身近な統計（'18）	
8	経営情報学入門（'19）	
9	データ構造とプログラミング（'18）＊	
10	統計学（'19）	
11	経済社会を考える（'19）	
12	現代経済学（'19）	
13	入門線型代数（'19）	
14	社会調査の基礎（'19）	
15	情報技術が拓く人間理解（'20）	
16	自然言語処理（'19）	
17	Java プログラミングの基礎（'16）【1単位】	
18	アルゴリズムとプログラミング（'20）	
19	問題解決の数理（'17）＊	
20	ソーシャルシティ（'17）	
21	心理統計法（'17）	
22	社会統計学入門（'18）	
23	情報セキュリティと情報倫理（'18）	
24	解析入門（'18）	
25	経営学概論（'18）＊	
26	管理会計（'18）	
27	初級簿記（'16）	
28	入門微分積分（'16）	
29	生活環境情報の表現―GIS 入門（'20）【1単位】	

第2節　ものづくり人材を育む教育・文化芸術基盤の充実

1　各学校段階における特色ある取組

（1）小・中・高等学校の各教科における特色ある取組

我が国の競争力を支えているものづくりの次代を担う人材を育成するためには、ものづくりに関する教育を充実させることが重要である。文部科学省では、中央教育審議会の答申（2016年12月）を踏まえ、2017年に小・中学校学習指導要領を、2018年に高等学校学習指導要領を改訂した。小学校の「理科」「図画工作」「家庭」、中学校の「理科」「美術」「技術・家庭」、高等学校の「芸術」の工芸や「家庭」など関係する教科を中心に、それぞれの教科の特質を踏まえ、ものづくりに関する教育を行うこととしている。例えば、小学校の「図画工作」では、造形遊びをする活動や絵や立体、工作に表す活動、鑑賞の活動を通して、生活や社会の中の形や色などと豊かに関わる資質・能力を育成することとしている。その際、技能の習得に当たっては、手や体全体の感覚などを働かせ、材料や用具を使い、表し方などを工夫して、創造的につくったり表したりすることができるようにすることとしている。

中学校の「理科」では、原理や法則の理解を深めるためのものづくりなど、科学的な体験を重視している。中学校の「技術・家庭（技術分野）」では、技術が生活の向上や産業の継承と発展などに貢献していること、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統や文化を支えてきたことに気付かせることなどを新たに明記するとともに、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を育成することとしている。また、例えば、高等学校の専門教科「工業」では、安全・安心な社会の構築、職業人としての倫理観、環境保全やエネルギーの有効な活用、産業のグローバル競争の激化、情報技術の技術革新の開発が加速化することなどを踏まえ、ものづくりを通して、地域や社会の健全で持続的な発展を担う職業人を育成するため、教科目標に「ものづくり」を明記するとともに、実践的・体験的な学習活動を通じた資質・能力の育成を一層重視するなどの教育内容の充実を図っている。

コラム　特色ある木材を利用した「ものづくり」によって地域の素晴らしさを伝える取組

－山形県上山市立宮川中学校－

山形県上山市立宮川中学校のある地域は、特産物として「干し柿」が有名で、約300年も前から生産されている。柿の木の管理、手入れのために伐採された古木の中には、黒い模様の入った「黒柿」と呼ばれるものがまれに見つかることがあり、同校では「技術・家庭科」や「総合的な学習の時間」などにおいて、この「黒柿」を利用した「ものづくり」に取り組んでいる。

生徒たちは、長年大切に育ててきたからこそ生まれた美しい「黒柿」で、この地域の素晴らしさを多くの方々に知ってもらおうと、この材料を譲り受け、机の製作に取り組んだ。

古い柿の木はとても堅く、なかなか切断したり削ったりすることが難しい素材であり、また、加工が苦手な生徒もいる中、生徒たちは木材を加工する伝統技法を調べたり、教師や地域の元宮大工の方の助言を受けたりしながら分担・協力し、机を完成させた。製作された机は、全国的な作品展に出品され賞も受賞している。

生徒たちは、このような「ものづくり」に関する学習活動を通して、「黒柿」という材料とそれを加工する技術の素晴らしさを再認識するとともに，自分のアイデアを製品にする難しさや楽しさを感じていた。

写真：生徒が協力して机を製作する様子

写真：完成した机

コラム　（株）日本アイ・ビー・エムと日本工学院八王子専門学校との連携による東京都立町田工業高等学校の IT 人材を育成する教育プログラム

東京都立町田工業高等学校は、情報システム (2020 年度から情報テクノロジー系列に改編する) など４つの系列を有する総合情報科が設置されており、情報技術に関連した人材を育成している。

2019 年度からは、（株）日本アイ・ビー・エム及び日本工学院八王子専門学校と連携協定を結び、産業界が必要とする IT 人材の育成を推進することを目的としたパイロット事業を展開している。

パイロット事業では、主に情報システム系列の２学年の生徒を対象に、IT 講話、メンタリングセッション及び授業支援など、多岐にわたる教育プログラムを実施している。

IT 講話では、（株）日本アイ･ビー･エムの社員による IT の基礎に関する講話、また、同社の CTO（最高技術責任者）による AI など最先端の技術と未来に関する講演が行われた。講演後のアンケートでは、生徒のスマートフォンからサイトにアクセスする方法により、生徒も興味深く回答していた。80％以上の生徒は肯定的に回答しており、学習や将来についても興味関心が高まっている。

メンタリングセッションでは、生徒３～４名からなる１グループに社員１名がメンターとして入り、勉強、進路、仕事、IT などについての質問に答えるメンタリングを年間通して５回実施した。ワークショップや会社訪問などを通じ、生徒も次第に打ち解け活発に伝え合うことができたとともに、生徒の勉強や仕事に対する意識が向上した。

授業支援では、工業科に属する科目である「ソフトウェア技術」「ハードウェア技術」などの授業において、科目に応じた専門性をもつ社員による指導も行われ、授業後のアンケートでは、授業への満足度や授業内容の理解度に対する肯定的な意見が 90％を超えており、意欲的、積極的に取り組めている。

本パイロット事業は、生徒の意識の変容や専門性の向上、特に学び続ける意欲の醸成に有効な教育プログラムとして、これからも継続的・計画的に実施される。

東京都立町田工業高等学校では、今後も、（株）日本アイ・ビー・エム及び日本工学院八王子専門学校との連携を深め、専門学校までを見通した教育プログラムを開発することとしている。

写真：IT 企業とのワークショップの様子

写真：IT 企業による授業支援の様子

※　企業に係る記述については 2019 年度時点

コラム －子供の学び応援サイト－

文部科学省では、新型コロナウイルスの影響による学校の臨時休業期間における子供たちの学習の支援策として、公的機関などが作成した自宅等で活用できる教材や動画等のリンクを紹介するポータルサイト「子供の学び応援サイト」を2020年3月2日から開設している。

本サイトは、ＮＨＫのオンライン動画をはじめ、自治体や教員養成系大学、民間機関等が作成した動画や教材などを掲載しており、4月15日現在、リンク数は約240個を数え、延べ約215万人が同サイトにアクセスし延べ約241万回閲覧されている。

掲載しているコンテンツは、教育・学習に係る様々な分野から構成されており、例えば、小学校の図画工作や家庭科、中学校の美術や技術・家庭科また、科学技術関係「わくわくサイエンスリンク集」など、子供たちがものづくりや科学の魅力に触れ探求することができるものとなっている。

ＵＲＬ：https://www.mext.go.jp/a_menu/ikusei/gakusyushien/index_00001.htm

写真：文部科学省ホームページ「子供の学び応援サイト」

（2）大学の人材育成の現状及び特色ある取組

ものづくりと関連が深い「工学関係学科」では、2019年度現在、38万452人（国立12万3,231人、公立2万1,831人、私立23万5,390人）の学生が在籍している。2018年度の卒業生8万8,732人のうち約60％が就職し、約36％が大学院などに進学している。職業別では、ものづくりと関連が深い機械・電気分野を始めとする専門的・技術的職業従事者となる者が約80％を占めており、産業別では、製造業に就職する者が約28％を占めている（表321-1）。また、工学系の大学院においては、職業別では、専門的・技術的職業従事者となる者が、修士課程（博士課程前期を含む）修了者で就職する者では約92％（表321-2）、博士課程修了者で就職する者では約93％を占めている（表321-3）。産業別では、修士課程修了後に就職するもののうち、製造業に就職する者では約60％、博士課程修了後に製造業に就職する者では約34％を占めている。

表321-1　大学（工学関係学科）の人材育成の状況

	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度
卒業者数	85,976	85,958	87,542	87,835	88,732
就職者数	49,001	49,521	51,146	51,953	53,141
就職者の割合	57.0%	57.6%	58.4%	59.1%	59.9%
製造業就職者数	12,928	13,585	13,857	14,344	14,790
製造業就職者の割合	26.4%	27.4%	27.1%	27.6%	27.8%
専門的・技術的職業従事者数	37,610	38,380	39,902	41,443	42,694
専門的・技術的職業従事者の割合	76.8%	77.5%	78.0%	79.8%	80.3%

資料：文部科学省「学校基本調査」

表 321-2　大学院修士課程（工学関係専攻科）の人材育成の状況

	14 年度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度
卒業者数	30,898	31,086	31,130	30,575	31,334
就職者数	27,656	27,970	28,076	27,461	28,275
就職者の割合	89.5%	90.0%	90.2%	89.8%	90.2%
製造業就職者数	15,940	16,456	16,696	16,370	16,826
製造業就職者の割合	57.6%	58.8%	59.5%	59.6%	59.5%
専門的・技術的職業従事者数	25,464	25,878	25,867	25,363	25,950
専門的・技術的職業従事者の割合	92.1%	92.5%	92.1%	92.4%	91.8%

資料：文部科学省「学校基本調査」

表 321-3　大学院博士課程（工学関係専攻科）の人材育成の状況

	14 年度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度
卒業者数	3,494	3,440	3,324	3,350	3,166
就職者数	2,516	2,447	2,401	2,329	2,303
就職者の割合	72.0%	71.1%	72.2%	69.5%	72.7%
製造業就職者数	784	833	797	809	793
製造業就職者の割合	31.2%	34.0%	32.2%	34.7%	34.4%
専門的・技術的職業従事者数	2,334	2,255	2,189	2,145	2,142
専門的・技術的職業従事者の割合	92.8%	92.2%	91.2%	92.1%	93.0%

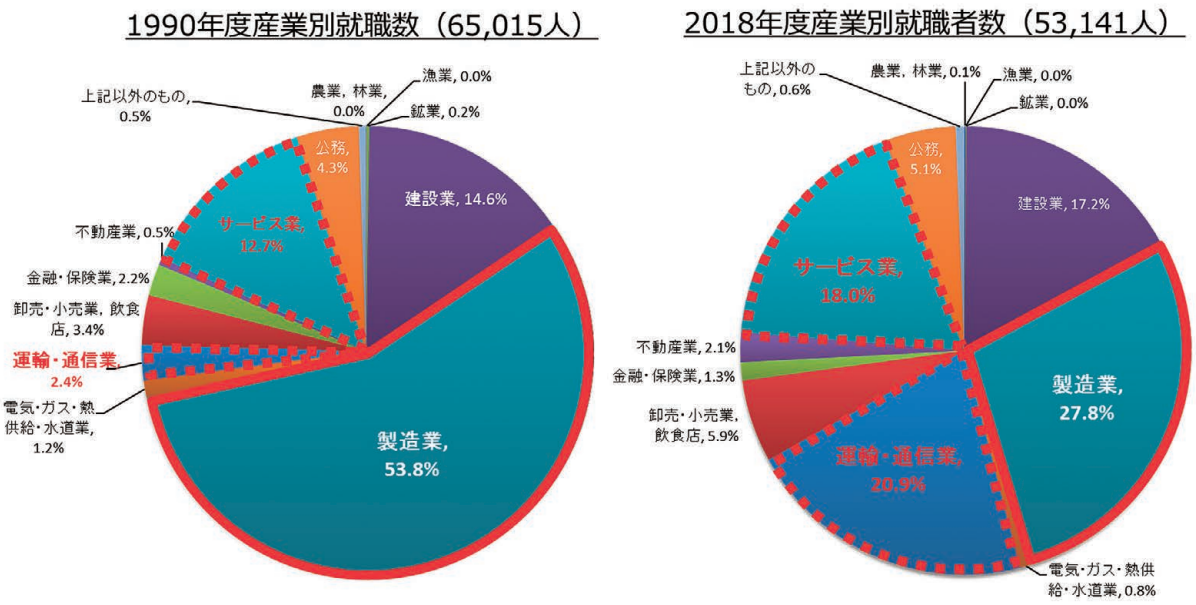
資料：文部科学省「学校基本調査」

大学では、その自主性・主体性の下で多様な教育を展開しており、我が国のものづくりを支える高度な技術者などを多数輩出してきたところである。

工学分野については、専門の深い知識と同時に幅広い知識・俯瞰的視野を持つ人材育成を推進するため、2018 年６月に学科ごとの縦割り構造の見直しなどを促進するために大学設置基準などを改正したところである。今後、当該制度改正による工学系教育改革の実施などを通じて、工学系人材の育成を戦略的に推進していくところである。

図 321-4　工学系大学卒業後就職者における産業別の比較（学士課程）

●1990 年度から2018 年度にかけて、製造業分野への就職者が大幅に減少する中、運輸・通信分野やサービス業分野への就職者が増加している。



資料：2019 年度 文部科学省　学校基本調査に基づき作成

例えば、実際の現場での体験授業やグループ作業での演習、発表やディベート、問題解決型学習など教育内容や方法の改善に関する取組が進められているほか、教員の指導力を向上させるための取組などが進められている。また、工学英語プログラムの実施、海外大学との連携による交流プログラムなど、グローバル化に対応した工学系人材の育成に向けた取組が行われている。

コラム　大学（工学系）における取組

－京都工芸繊維大学－

京都工芸繊維大学では、デザインと建築を柱とする領域横断型の教育研究拠点として2014年にKYOTO Design Lab（D-lab）を設立した。

京都の長い歴史や豊かな文化をふまえつつ、未来に向けてさらなる革新を実現していくことがD-labのミッションである。その実現のためにはデザイン・建築のみならず、様々な分野の専門家たちの協働が必要であるとの考えから、D-labは、国籍を超えた様々な分野の研究者や実務家、学生たちが集まる「コラボレーションのためのプラットフォーム」として組織されている。

これまで、スタンフォード大学など様々な海外の有力大学から招聘した研究ユニットや学生、企業の実務家、学内の研究者・学生と、異分野が融合した様々なプロジェクトを展開し、それらをベースとした実践的教育プログラムを実施してきた。

これらのプロジェクトで生み出された成果は、企業による事業化や、世界的な展示イベントへの出展、著名なデザインミュージアムでの成果発表などを通じ、世界に向けて発信しており、国内外のネットワークやプロジェクトの拡大に繋がっている。

写真：未来デザインに関するワークショップに参加する学生
©京都工芸繊維大学 KYOTO Design Lab | photo by Kohei Matsumura

－広島大学－

広島大学では、2018年度内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」の採択を受け、『デジタルものづくり教育研究センター』が、2019年2月に設置された。センター内には、技術・研究領域別に「材料モデルベースリサーチ」、「データ駆動型スマートシステム」、及び「スマート検査・モニタリング」の3つの共創コンソーシアムが設けられている。いずれの共創コンソーシアムも産学連携のもと、社会実装に繋げるための研究開発を進める一方で、「材料シミュレーション」、「モデルベース開発」、「スマートセンシング」などの研修プログラムを用意し、デジタルイノベーション人材の創出に向けた教育活動を行っており、これが当該研究センターの大きな特徴となっている。

写真：共創コンソーシアムにおける研修風景

広島大学では、これらの研修プログラムを整理し、モデルやデータを用いたデジタルものづくり技術を産業に直結させる人材の養成を目指して、大学院に新たな学位プログラムを設置すべく準備を進めているところである。

（3）高等専門学校の人材育成の現状及び特色ある取組

高等専門学校は、中学校卒業後の早い年齢から、5年一貫の専門的・実践的な技術者教育を特徴とする高等教育機関として、2019年度現在、57校（国立51校、公立3校、私立3校）が設置されており、5万3,882人（国立4万8,282人、公立3,598人、私立2,002人、専攻科生を除く）の学生が在籍している。

2018年度の卒業生10,009人のうち約6割が就職しており、就職率は毎年100％近く、極めて高い水準を維持している。産業別では、製造業に就職する者が約5割となっており、職業別では、ものづくりと関連が深い機械・電気分野を始めとする専門的・技術的職業従事者となる者が9割を占めている。（表321-5）。

表321-5　高等専門学校の人材育成の状況

	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度
卒業者数	9,811	9,764	10,086	9,960	10,009
就職希望者数	5,755	5,688	5,828	5,964	5,973
就職者数	5,717	5,649	5,785	5,935	5,943
就職者の割合	58.3%	57.9%	57.4%	59.6%	59.4%
就職率	99.3%	99.3%	99.3%	99.5%	99.5%
製造業就職者数	2,888	2,916	2,886	2,967	2,945
製造業就職者の割合	50.5%	51.6%	49.9%	50.0%	49.6%
専門的・技術的職業従事者数	5,328	5,301	5,410	5,582	5,564
専門的・技術的職業従事者の割合	93.2%	93.8%	93.5%	94.1%	93.0%

資料：文部科学省「学校基本調査」

高等専門学校は、実験・実習を中心とする体験重視型の教育に特徴がある。具体的な取組としては、産業界や地域との連携による教育プログラムの開発や、長期インターンシップの実施、学生の創意工夫の成果を発揮するための課外活動を実施しているほか、教員の指導力を向上させる取組として、企業からの教員派遣や企業での教員研修などが実施されている。これらの取組を通じて、高等専門学校は社会から高く評価される実践的・創造的なものづくり人材の育成に成功している。

文部科学省としても、社会的要請が高く、人材不足が深刻化しているサイバーセキュリティ分野の人材育成など、高等専門学校教育の充実に向けた取組を進めている。

また、近年は、工業化による経済発展を進める開発途上国を中心として、高等専門学校教育における15歳という早期からの専門人材育成が高く評価されている。そのため、(独）国立高等専門学校機構において、各国のニーズを踏まえた技術者教育の充実に向けて、教育カリキュラムの開発や教員研修などの支援を進めている。

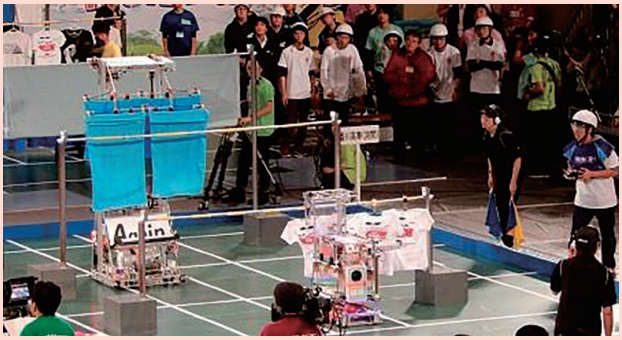
コラム　高等専門学校における取組

－アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト－

「アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト」（通称・高専ロボコン）は、高等専門学校の学生がチームを結成し、毎年異なるルールの下、自らの頭で考え、自らの手でロボットを作ることを通じて独創的な発想を実現化し、「ものづくり」を実践する課外活動である。

2019年度の第32回大会は「らん♪ RUN Laundry（らん･ラン･ランドリー）」という競技課題の下、全国から選抜された26チームが2台のロボット（手動・自動各1台）を使用して、フィールドに設置された3本の物干しざおにTシャツ・バスタオル・シーツを美しく干し得点を競った。

2019年11月には国技館にて地区大会を勝ち抜いた全国26チームによる決勝トーナメントが行われた。各高等専門学校の学生の独創的なアイデアに、約6,000人の観客から大きな声援と歓声が送られ、優勝チームには内閣総理大臣賞（賞状・杯）が授与された。



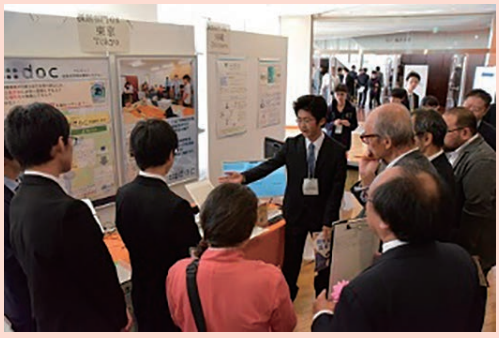
写真：決勝戦の様子　香川高等専門学校（詫間キャンパス）対小山工業高等専門学校

写真：10年ぶり5回目の優勝となる香川高等専門学校（詫間キャンパス）

－東京工業高等専門学校－

東京工業高等専門学校では、子どもが学校から持ってくる書類が分からないという視覚障害の保護者の方の声をきっかけとして、印刷された文字を点字に、逆に点字を文字に変換する自動点字相互翻訳システムを開発した。視覚障害者の方からは「これまでワンタッチで印刷物が点字になるシステムは存在しなかったので、すぐに印刷物を確認できるようになり，非常に便利である」といった声が寄せられた。

写真：視覚障害者の方へのヒアリングを行う学生



写真：デモンストレーションの様子

（4）専門高校の人材育成の現状及び特色ある取組

高等学校における産業教育に関する専門学科（農業、工業、商業、水産、家庭、看護、情報、福祉の各学科）を設置する学校（専門高校）は、2019年度現在、1,505校設置されており、57万3,261人の生徒が在籍している。2018年度の卒業生19万825人のうち、約54%が就職している。そのうち、2019年度現在、ものづくりと関連が深い工業に関する学科は525校に設置されており、23万9,204人の生徒が在籍している。2018年度の卒業生7万9,523人のうち約68%が就職しており、2019年3月末現在の就職率（就職を希望する生徒の就職決定率）は99.5%となっている。職業別では、生産工程に従事する者が約59%を占めており、産業別では、製造業に就職する者が約57%を占めている（表321-6）。

表321-6　専門高校（工業に関する学科）の人材育成の状況

	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度
卒業者数	82,217	80,593	80,811	79,793	79,523
就職者数	54,553	54,285	54,540	54,217	54,256
就職者の割合	66.4%	67.4%	67.5%	67.9%	68.1%
就職率	99.3%	99.3%	99.4%	99.5%	99.5%
製造業就職者数	29,582	30,318	30,357	30,568	30,892
製造業就職者の割合	54.2%	55.8%	55.7%	56.4%	56.9%
生産工程従事者数	31,144	31,933	31,767	31,600	31,783
生産工程従事者の割合	57.1%	58.8%	58.2%	58.3%	58.6%
専門的・技術的職業従事者数	6,119	6,162	6,538	6,736	7,357
専門的・技術的職業従事者の割合	11.2%	11.4%	12.0%	12.4%	13.6%

資料：文部科学省「学校基本調査」（就職率は「高等学校卒業（予定）者の就職（内定）状況調査」。就職を希望する生徒の就職決定率を表している。）

経済のグローバル化や国際競争の激化、産業構造の変化、IoT や AI をはじめとする技術革新や情報化の進展などから、職業人として必要とされる専門的な知識や技術及び技能はより一層高度化している。また、熟練技能者の高齢化や若年ものづくり人材の不足などが深刻化する中で、ものづくりの将来を担う人材の育成が喫緊の課題となっている。

このような中で、専門高校は、ものづくりに携わる有為な職業人を育成し、職業人として必要となる豊かな人間性、生涯学び続ける力や社会の中で自らのキャリア形成を計画・実行できる力などを身に付けていく教育機関として大きな役割を果たしている。また、地元企業などでの就業体験活動や技術指導など、地域や産業界との連携・交流を通じた実践的な学習活動を行っており、地域産業を担う専門的職業人を育成している。

文部科学省では、2014 年度から、社会の変化や産業の動向などに対応した、高度な知識・技能を身に付け、社会の第一線で活躍できる専門的職業人を育成することを目的として、先進的な卓越した取組を行う専門高校（専攻科を含む）を指定して実践研究を行う「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール（SPH）」事業を行っている。

2019 年度現在、20 校の指定校においては、育成を目指す人材像を明確にして、大学・高等専門学校・研究機関・企業などと連携した講義の実施、最先端の研究指導、実践的な技術指導なども含め、高度な人材を育成するために開発すべき人材育成プログラムについて実践研究が行われており、事業終了後は、それらの成果の活用及び全国への普及を図ることとしている。

工業科を設置する高等学校の指定校では、我が国のものづくり産業の発展に寄与し、第一線で活躍できる専門的職業人を育成している。産学官の連携を一層図り、工業に関する諸課題を解決するための高いレベルの研究指導や技術指導により、生徒が主体的、協働的に学習し、ものづくりの高度な知識や技術及び技能を身に付けることにつながる人材育成プログラムに取り組んでいる。例えば、防災、減災時や災害発生時において適切な対応や貢献ができる災害にも適切に対応できるエンジニアを育成するため、企業技術者や大学関係者から指導を受けるなど、産学官が協働した実践的な学習活動が行われている。

また、2019 年度から、高等学校が自治体、高等教育機関、産業界などと協働してコンソーシアムを構築し、地域課題の解決などを通じた探究的な学びを実現する取組を推進する「地域との協働による高等学校教育改革推進事業」を実施している。職業教育を主とする専門学科では、本事業のプロフェッショナル型において、専門的な知識・技術を身に付け地域を支える専門的職業人を育成するため、地域の産業界などと連携・協働しながら地域課題の解決などに向けた探究的な学びを専門教科・科目を含めた各教科・科目などの中に位置付け、体系的・系統的に学習するカリキュラム開発を実施する。

工業科を設置する高等学校の指定校では、例えば、スマートシティを実現するために必要となる先進的な知識・技術を身に付け、ものづくりを通して地域の課題を解決できる技術者の育成を目指して、地域の産業界や高等教育機関などと協働した実践的な学習活動が行われている。

指定校以外の工業科を設置する高等学校では、企業技術者や高度熟練技能者を招いて、担当教員とティーム・ティーチングでの指導による高度な技術・技能の習得や、身に付けた知識・技術及び技能を踏まえた難関資格取得への挑戦などの取組を行っている。また、産業現場における長期の就業体験活動や、先端的な技術を取り入れた自動車やロボットなどの高度なものづくり、地域の伝統産業を支える技術者・技能者の育成、温暖化防止など環境保全に関する技術の研究など、特色ある様々な取組を産業界や関係諸機関などとの連携を深めながら実施している。さらに、各地域で開催されるものづくりイベントにおいては、生徒がものづくり体験学習の講師を務めたり、地元企業の技術者などと交流したりすることを通じて、地域のものづくり産業が培ってきた技術力の高さや職業人としての誇りを理解させるなど、ものづくりへの興味・関心を高めている。

また、将来、起業や会社経営を目指す生徒はもちろんのこと、それ以外の生徒においても社会の変化に対応したビジネスアイデアを提案して製品化することができるような、アントレプレナーシップの育成を図るため、生徒の日頃の学習成果や高校生の視点で見た気づきを活かした製品の開発に地元企業と連携して取り組み、試作品の製作や製品企画のプレゼンテーションなどを通じて、製品の開発から販売までを体験させる実践的な学習活動も行われている。

工業科以外の農業、水産、家庭などの学科においても、地域産業を活かしたものづくりのスペシャリスト育成に関する教育が展開されている。例えば、農業科においては、規格外農産物などの未利用資源を有効活用した商品開発に向けた研究や、地域の女性起業家と連携したブランド品の共同開発が行われている。水産科においては、未利用資源を貴重な水産資源として有効活用する方法を研究し、地域の特産品を開発するなどの取組や、水産教育と環境教育、起業家教育を融合

させた学習活動が行われている。家庭科においては、地場産業の織物技術を活用して、新たな織物やアパレル商品を企画・提案したり、製作したりして地域活性化につながるものづくり教育を進めている。

コラム　「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール」の取組

－熊本県立熊本工業高等学校－

産学官協働による災害対応型エンジニアを育成する教育プログラムの開発

2018年に「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール」に指定された熊本県立熊本工業高等学校では、指定校が設置されている地域の企業などが求めている人材像について「防災、減災時や災害発生時において適切な対応や貢献ができる人材」と設定し、インフラ復旧に貢献できる力（土木科）、耐震建築の構造を理解し復興に寄与できる力（建築科）、居住空間のコミュニティ促進に貢献できる力（インテリア科）を備えた人材の育成に向けた取組を柱とする教育プログラムの開発を行っている。

土木科では、熊本県道路舗装協会の協力による校内のアスファルト舗装、災害現場で活用できる小型無人機ドローンの操縦など、実際の現場を模した学習活動の機会を多く設けている。

地震後、県内では熊本城をはじめ多くの建築物・道路などの復旧復興工事が行われている。そのような中で、建築科では、災害後に建物の耐震構造を把握するために赤外線探知機を用いて鉄筋コンクリート構造の劣化現象を診断する技術を学んだ。また、益城復興支援住宅、桜町再開発ビルの工事現場の視察や被災した阿蘇神社の楼門の耐震技術を学び、その10分の1スケールの模型製作などに取り組んでいる。さらに、熊本県立大学・崇城大学などとの高大連携による学びも深まり、産学官協働体制も整ってきた。生徒が、最先端の技術を学ぶ機会が増え、耐震建築構造の理解も深まっている。

インテリア科では、防災のために地域との連携を深め、被災者の心の痛みを和らげ、避難生活をより快適にするためのアメニティを提供している。教室の壁紙を張り替えた空間づくりや益城町の災害公営住宅の方との交流から被災者やそのコミュニティに触れたり、甚大な被害に遭った東北を訪問し、現地の方から話を聴き、今後熊本でやるべき事について計画した。

地元企業や地域の関係機関などと連携した様々な学習活動を通じて、生徒は地域の産業界で必要とされる技術や専門科目の授業と実社会との関連性をより理解するとともに、学習成果をより深化させようとする主体的な態度を育成することにもつながった。

写真：　歴史的建造物の製作
（熊本県立熊本工業高等学校）

写真：ドローンの操作実技講習
（熊本県立熊本工業高等学校）

コラム 「全国産業教育フェア」における「全国高等学校ロボット競技大会」での取組 発想力と創造力を発揮してロボットを製作し、次世代を担う技術者としての資質を向上

2019 年 10 月 26 日から 27 日、「第 29 回全国産業教育フェア新潟大会」において、「第 27 回全国高等学校ロボット競技大会」が、「集え・競え、次代を担う若き技術者たち！」のサブテーマの下、新潟県で開催された。

本競技大会は、全国産業教育フェアの中でも人気の高いプログラムの一つであり、「全国の専門高校などで学ぶ生徒が、創造力を発揮して新鮮な発想で工夫を凝らし、仲間と協力しながらロボット競技大会用ロボットを製作する。また、その過程を通して高度な技術・技能を習得し、ものづくりへの興味関心を高めさせるとともに、次世代を担う技術者としての資質を向上させる」ことを趣旨として開催された。

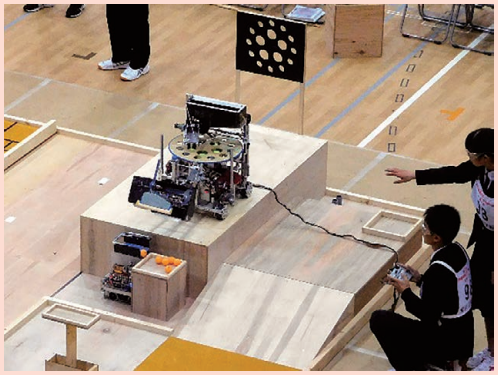
第 27 回大会では、開催地である新潟県の特色を活かしたストーリーと課題の下に競技が行われた。

競技はリモコン型ロボットを巧みに操作して、割薬（籾殻）・芯星をモチーフにしたアイテムなどを指定されたエリアに搬送し、大花火のモチーフを完成させたり、自立型ロボットを使って、指定されたエリアへ搬送された砂金をモチーフにしたアイテムや朱鷺に見立てたアイテムを搬送・射出し、完成度を得点で競うものである。

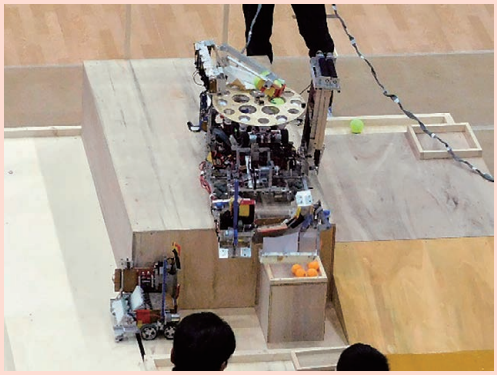
ロボットを製作し、的確に操作する高度な知識・技術はもちろんのこと、豊かな発想力や創造力、仲間とのチームワークが求められる。

全国各地の厳しい予選を勝ち抜いた 128 チームが出場し、熱戦が繰り広げられた。

（優勝：福岡県立八女工業高等学校）



写真：文部科学大臣賞を受賞したロボット
（福岡県立八女工業高等学校）



写真：技術奨励賞（経済産業大臣賞）を受賞したロボット
（福岡県立八女工業高等学校）

コラム 専門高校の特色ある取組

－埼玉県立大宮工業高等学校ラジオ部の取組－

課題を見いだし、解決策を考え、結果を検証して改善する学習活動

埼玉県立大宮工業高等学校では、2014 年度から、モデルロケット国際大会規則に沿って開催されているロケット甲子園に参加している。この大会では、自作モデルロケットに宇宙飛行士に見立てた生卵を搭載し、指定された高度約 800ft まで打ち上げ、約 45 秒で搭載した卵にひび一つなく着地させて回収する競技である。

同校ラジオ部は、2016 年のロケット甲子園で大会新記録を収めて優勝し、この結果により 2017 年フランスで開催されたモデルロケット国際大会（IRC：International Rocketry Challenge）に日本代表として出場して、世界第２位を獲得した。2017 年のロケット甲子園では２連覇を達成し、2018 年の IRC に２年連続出場し世界第３位の成績を収めた。

ロケットを製作する過程では、精密なボディを製作することが重要となる。ロケットが正確に打ち上がるための条件として、推進方向から受ける空気抵抗を均等にする必要があり、形状的に歪みがなく、表面

も凹凸の少ないボディを製作しなくてはならない。ボディは元となる芯材に短冊状にした紙を螺旋状に巻いて接着した後、芯材を抜いて紙管を製作し、それを使用する。この時、巻き付ける短冊紙を隙間なく正確に、かつ、しっかり締め付けながら巻き付けられるかがポイントとなる。生徒は、緻密に滑らかな表面に仕上げる技術を身に付けており、大会主催者からも、他のロケットとは別格の仕上がりであるとの評価であった。

生徒は、実践的・体験的な学習活動を通して身に付けた『ものづくり』の知識及び技術・技能を応用して、どのような素材や製造方法がモデルロケットの製作に適しているかを判断して製作した。高い設計力と技術力が求められ、工業科の授業で身に付けたものづくりの知識及び技術によりボディの構造を創意工夫して、形状的な歪みをなくすことができた。またロケットの打ち上げ場所に制約がある中で生徒は意欲的に取り組んだ。

国際大会では、審査員を前に製作したロケットについて理論的に英語でプレゼンテーションする部門もあり、2年連続で2位の評価を得ている。

2020年1月、第8回ものづくり日本大賞「ものづくりの将来を担う高度な技術・技能」分野のうち「青少年部門」において、ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞の表彰を受けた。

写真：2018IRC（イギリス大会）のロケット事前検査の様子

写真：ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞表彰式の様子

（5）専修学校の人材育成の現状及び特色ある取組

高等学校卒業者を対象とする専修学校の専門課程（専門学校）では、2019年度現在、工業分野の学科を設置する学校は474校（公立2校、私立472校）となっており、8万9,575人（公立161人、私立8万9,414人）の生徒が在籍している。2017年度の卒業生3万1,431人のうち約83％が就職しており、そのうち関連する職業分野への就職が約94％を占めている（表321-7）。

表321-7　専修学校の工業分野における人材育成の状況

工業分野の学科を設置する専門学校数、在籍する生徒数

	学校数	生徒数
	公立・私立の内訳	公立・私立の内訳
2019年度	474校	89,575人
	（公立）2校	（公立）161人
	（私立）472校	（私立）89,414人

工業分野の学科を設置する専門学校の卒業生の状況

	卒業生数	卒業生のうち就職した者の割合
2018年度卒業生	31,431人	82%
		うち関連分野に就職した者の割合
		94%

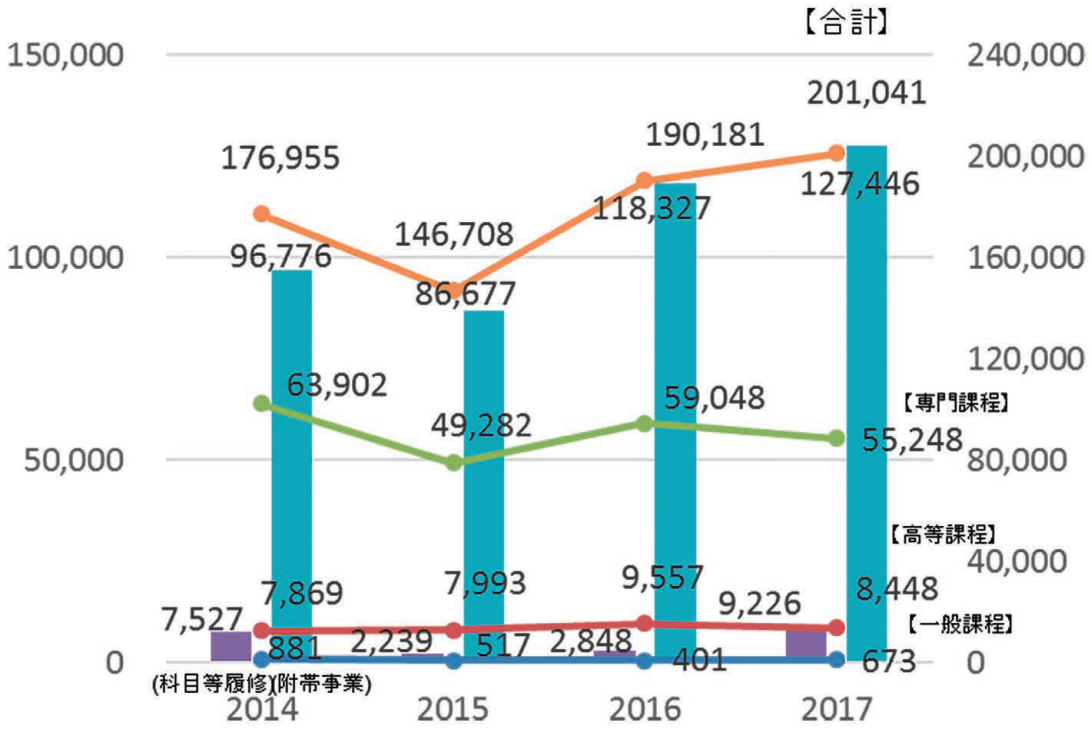
資料：文部科学省作成

人口減少、少子・高齢化社会を迎える我が国にとって、経済成長を支える専門人材の確保は重要な課題である。専修学校は、職業や実際生活に必要な能力の育成や、教養の向上を図ることを目的としており、柔軟で弾力的な制度の特色を活かして、社会の変化に即応した実践的な職業教育を行う中核的機関として、我が国の産業を支える専門的な職業人材を養成する機関として大きな役割を果たしてきた。ものづくり分野においても、地域の産業界などと連携した実践的な取組を行っており、ものづくり人材の養成はもとより、地域産業の振興にも大きな役割を担っていくことが期待されている。

また、グローバル化や産業構造の変化、技術革新など、社会の高度化・複雑化が進展していくとともに、人生 100 年時代ともいわれる長寿命社会の到来が予測される中、専修学校においても、その柔軟な制度特性を活かして、キャリアアップやキャリアチェンジに向けた学び直しなど、多様化する社会人の学習ニーズに応えるリカレント教育（学び直し）の充実がますます重要になってきている。

図 321-8　社会人の受入人数の推移（私立専修学校）

私立専修学校における社会人の受入れは、特に専門学校において多く、また、２０１７年度においては、約２０万人の社会人が私立専修学校で学んでいる。



※　資料：文部科学省　私立高等学校等実態調査　（調査対象：私立の専修学校）
※　「社会人」とは、当該年度の５月１日現在において、職に就いている者、すなわち給料、賃金、報酬、その他の経常的な収入を目的とする仕事に就いている者、企業等を退職した者、又は主婦等をいう。

文部科学省では、専修学校を始めとした教育機関が産業界などと協働して、中長期的な人材育成に向けた協議体制の構築などを進めるとともに、来るべき Society5.0 などの時代に求められる能力、各地域の課題解決などに資する能力を身に付けた人材の養成に向けたモデルカリキュラムの開発などの取組を推進している。

また、企業などとの密接な連携により、最新の実務の知識などを身に付けられるよう教育課程を編成し、より実践的な職業教育の質の確保に組織的に取り組む課程を「職業実践専門課程」として文部科学大臣が認定するとともに（学校数 994 校、学科数 2,986 学科（2019 年３月５日現在））、2018 年度には、社会人などを対象とした短期型の実践的プログラムを「キャリア形成促進プログラム」として文部科学大臣が認定する制度を新たに創設し、リカレント教育の充実を推進している。

さらに、これらの制度は、厚生労働省の教育訓練給付金制度と連携しており、「職業実践専門課程」や「キャリア形成促進プログラム」のうち、厚生労働大臣の指定を受けた講座は、教育訓練給付金の支給対象となる。

表 321-9　職業実践専門課程　認定学校数・学科数

	学校数	学科数
合計	994（35.4%）	2,986（39.8%）

※　（　）内の数字は全専門学校数（2,805 校）、修業年限２年以上の全学科数（7,501 学科）に占める割合（修業年限２年未満の学科のみを設置している専門学校数は不明のため全専門学校数に占める認定学科を有する学校数の割合を記載）。2019 年３月５日現在

コラム　専修学校における取組

－学校法人片柳学園　日本工学院八王子専門学校－

「若きつくりびと」を教育コンセプトに人材育成を行う学校法人片柳学園では、文部科学省から「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の委託を受け、近い将来必須となる先進技術に対応できる人材を育成し、建設産業における慢性的な人材不足の解消に取り組むため、地域の産・官・学が連携した「多摩地域建設産業人材育成協議会」を発足させた。

協議会の具体的な取組みとして、建設に関わる最新技術などを広く知ってもらうための勉強会、BIM（Building Information Modeling）実証講座、インターンシップの体制整備、e ラーニングなどを活用した講座の実証などを実施。行政や地域企業などとの協力体制を構築し、学生や社会人の学修機会の創出、女性の職場復帰や社会人のキャリアアップを目的とした「学び直し」の機会の提供に取り組んでいる。

また、このような取組による成果の普及により、地域の学校で学びその地域の企業等に就職をする「地学地就」の流れを生み出し、多摩地域の建設業の活性化や、協議会の基盤固めを推進していく予定である。

写真：多くの社会人が参加した BIM 実証講座の様子

（6）キャリア教育

今日、グローバル化や少子高齢化が進展する中で、日本社会の様々な領域において構造的な変化が進行しており、特に、産業や経済の分野においてその変容の度合いが著しく大きく、雇用形態の多様化・流動化に直結している。このような中で現在の若者と呼ばれる世代は、例えば、若年層の完全失業率や非正規雇用率の高さ、無業者や早期離職者の存在などに見られるように「学校から社会・職業への移行」が円滑に行われていないという点において大きな困難に直面していると言われている。

表 321－10　若者の「学校から社会・職業への移行」

15 ～ 24 歳の完全失業率		3.8% ／ 23 万人	2019 年※1
15 ～ 24 歳の非正規雇用率（在学中の者を除く）		26.0% ／ 95 万人	2019 年※2
若年無業者数注)		2.2% ／ 56 万人	2019 年※1
新規学卒就職者の３年以内の離職率	高校卒	39.2%※3	2015 年３月卒※3
	大学卒	32.0%	

注）若年無業者：ここでは、15 ～ 34 歳の非労働人口のうち家事も通学もしていない者
※１　総務省「労働力調査（基本集計）」2019 年平均（速報）結果
※２　総務省「労働力調査（詳細集計）」（年平均）長期時系列表 10
※３　厚生労働省「新規学卒就職者の学歴別就職後３年以内離職率の推移」（2019 年 10 月）

このような状況に鑑み、若者が将来の生き方や進路に夢や希望を持ち、その実現を目指して、学校での生活や学びに意欲的に取り組めるようになることが必要である。そのためには、「学校から社会・職業への移行」を円滑にし、社会的・職業的自立に向け、必要な基盤となる資質・能力を育てるキャリア教育の果たす役割は重要である。

①初等中等教育におけるキャリア教育の推進

新しい小・中学校学習指導要領（2017 年３月告示）並びに高等学校学習指導要領（2018 年３月告示）においては、キャリア教育の充実を図ることについて明示された。文部科学省では、キャリア教育を推進するため、児童生徒が自らの学習活動などの学びのプロセスを記述し振り返ることのできる教材「キャリア・パスポート」の導入・活用に向け、文部科学省が作成した例示資料などの都道府県教育委員会などへの周知や、チャレンジ精神や他者と協働しながら新しい価値を創造する力など、これからの時代に求められる資質・能力の育成を目指した「小・中学校等における起業体験推進事業」（図 321-13）など、キャリア教育の実践の普及・促進に向けた施策を展開している。

また、職場体験やインターンシップ（就業体験）は、生徒が教員や保護者以外の大人と接する貴重な機会となり、１．異世代とのコミュニケーション能力の向上が期待されること、２．生徒が自己の職業適性や将来設計について考える機会となり主体的な職業選択の能力や高い職業意識の育成が促進されること、３．学校における学習と職業との関係についての生徒の理解を促進し学習意欲を喚起すること、４．職業の現場における実際的な知識や技術・技能に触れることが可能となることなど、極めて高い教育効果が期待される。このため、文部科学省においては、キャリア教育の中核的な取組の一つとして、学校現場における職場体験、インターンシップの普及・促進に努めている。

職場体験やインターンシップを一過性の行事として終わらせることのないよう、学校における事前指導や事後指導の実践に当たっては、日常の教育活動と関連付けて職場体験の狙いや効果を高めることを目的としたものにするなど更なる工夫が求められる。

表 321-11　2018 年度における職場体験・インターンシップ実施率

		職場体験・インターンシップを	
		実施している学校の割合※1	在学中に体験した生徒の割合※2
公立中学校		97.7%	－※3
公立高等学校（全体）		87.5%	35.8%
	普通科	(86.1%)	(23.1%)
	職業に関する学科	(94.9%)	(70.6%)
	総合学科	(91.9%)	(47.4%)

資料：国立教育政策研究所生徒指導・進路指導研究センターの資料を基に文部科学省作成
※１　公立高等学校については、全日制における実施率。
※２　３年間を通して１回でも体験した３年生の数を体験者数とし、３年生全体に占める割合。
※３　中学校は、原則全員参加のためデータが存在しない。

その他、（一社）未来の大人応援プロジェクトでは、地域における次代の担い手となる高校生などの若者が、ソーシャルビジネス[注５]の手法を通じて社会を学ぶことにより、周囲の大人と共に地域課題の解決に取り組む活動である「Social Business Project（ソーシャルビジネスプロジェクト：略称 SBP）」の普及に

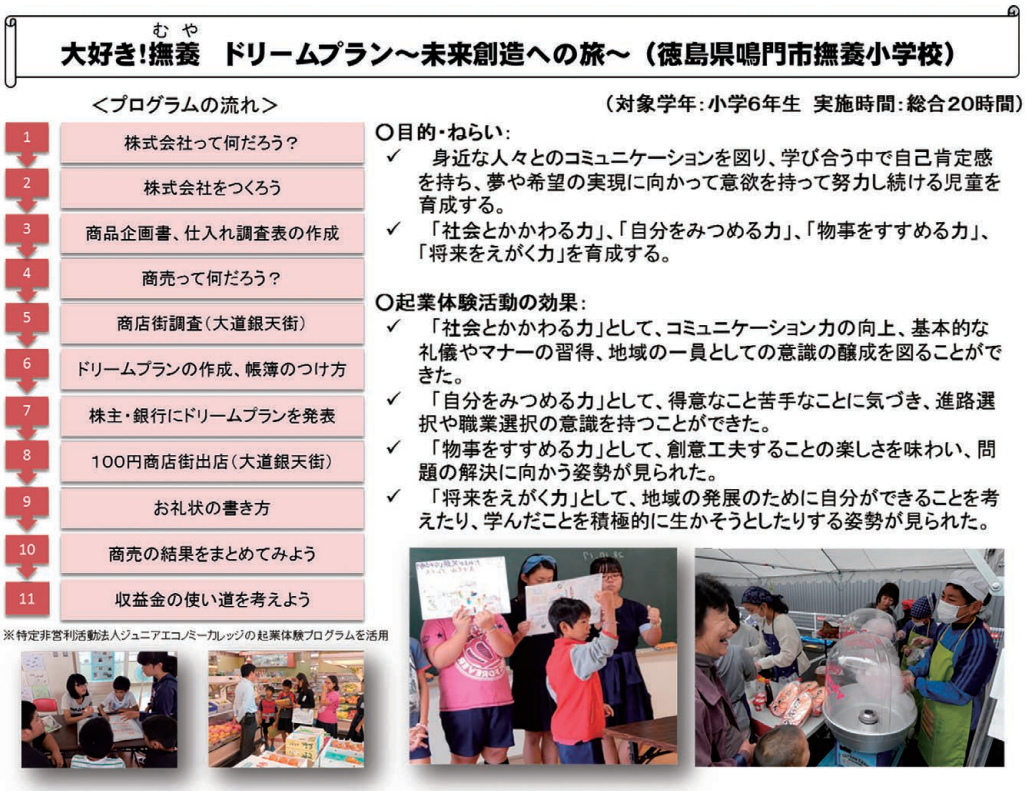
注５　様々な社会的課題（高齢化問題、環境問題、子育て・教育問題など）を市場として捉え、その解決を目的とする事業。「社会性」「事業性」「革新性」の３つを要件とする。推進の結果として、経済の活性化や新しい雇用の創出に寄与する効果が期待される。（出典：経済産業省「ソーシャルビジネス推進研究会報告書」平成 23 年３月）

取り組んでいる。また、毎年８月には、三重県伊勢市において、この活動に取り組む各地の高校生が集い、実践発表や開発した商品の紹介・販売などを行う「全国高校生 SBP 交流フェア」を行っている（図321-12）。

図 321-12　ソーシャルビジネスプロジェクト

加えて、文部科学省、厚生労働省、経済産業省の３省は、学校、地域、産業界が一体となって社会全体でキャリア教育を推進する気運を高めるため、「キャリア教育推進連携シンポジウム」を実施しており、また、文部科学省と経済産業省は、学校関係者や地域社会、産業界といった関係者の連携・協働による取組を表彰する「キャリア教育推進連携表彰」などを実施している。

図 321-13　起業体験活動の実践事例



②大学等におけるインターンシップの推進

大学などにおいてキャリア教育の一環として行われるインターンシップは、学生の大学などにおける学修の深化や新たな学習意欲の喚起につながるとともに、主体的な職業選択や高い職業意識の育成が図られる有益な取組である。

2016年6月から「インターンシップの推進等に関する調査研究協力者会議」を開催し、適正なインターンシップの普及に向けた方策や更なる推進に向けた具体的方策などについて検討を行い、2017年6月に議論の取りまとめを行った。その内容を踏まえ、優れたインターンシップを広く全国に普及させるための「届出・表彰制度」を2018年に創設し、2019年度は新潟大学が最優秀賞を受賞したほか4件の取組を表彰した。加えて、(独)日本学生支援機構と連携しながら、教育的効果の高いプログラムを構築・運営する専門人材の育成・配置などに取り組んでいる。

図 321-14 「大学等におけるインターンシップ表彰」受賞大学一覧（2020年3月）

大学等名	科目名	取組概要
新潟大学 最優秀賞	フィールドスタディーズ	1学年時に大学で学ぶことに対する動機づけを高めるとともに、専門領域への関心を焦点化することを目的に、日常生活に関連する地域や産業界における現状の理解や課題の解決を行う4週間（実質12日間）のプログラムを実施。
跡見学園女子大学 優秀賞	インターンシップ	授業で学ぶマネジメントの基礎を就業体験の中で確認し、3年次以降に学ぶ専門科目に対する意識を高めることを目的に、受入先の企業活動に従事し、「ヒト・モノ・カネ・情報」の流れや社会の仕組み、社会が求める人材像について理解する10日間のプログラムを実施。
甲南大学 優秀賞	BP（ビジネス・プロフェッション）インターンシップⅠ・Ⅱ・Ⅲ	専門教育として学んだ経営学の知識を、企業の経営管理の現場で実践することを目的に、経営に関する専門的知識を身に付けた上で、受入先企業における就業体験を通して、経営課題の発見と改善策の提案を行う3か月間の長期プログラムを実施。
宮崎大学 優秀賞	国内インターンシップ	具体的な目標をもって実務に関わることで、地域における課題や資源の可能性を体感し、自ら考え行動する力を身に付けることを目的に、企業や地域団体等において、業務に係る課題分析や新規事業の試行等をプロジェクト化して1ヵ月間のプログラムとして実施。
大阪府立大学 選考委員会特別賞	イノベーション創出型研究者養成Ⅲ（TECⅢ）	大学と企業における研究活動の違いを理解し、産業界を牽引する博士人材として高い実業的センスを身に付けることを目的に、企業における事業化・実用化を前提とした研究開発業務に取り組む3か月間の長期プログラムを実施。

2 人生100年時代の到来に向けた社会人の学び直し及びスポーツの推進

人工知能などの技術の進展に伴う産業構造の変化や、人生100年時代とも言われる長寿命化社会の到来など、これからの我が国は大きな変化に直面することとなる。このような時代に対応するためには、学校を卒業して社会人となった後も、キャリアチェンジやキャリアアップのために大学などで学び直し、新たな知識や技能、教養を身に付けることができる環境の整備による社会人の学び直しの抜本的拡充や、社会教育施設などにおける生涯学習の推進、さらには中途採用拡大の体制構築及びスポーツを通じた健康増進などにより、生涯現役社会の実現に取り組む必要がある。

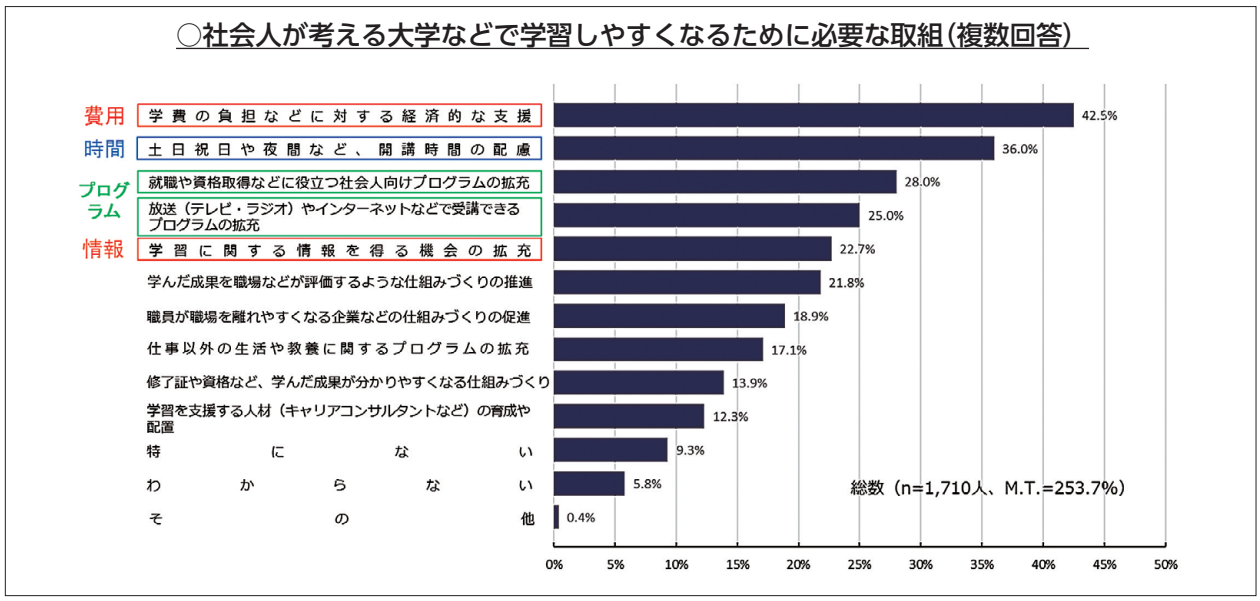
（1）社会人の学び直しのための実践的な教育プログラムの充実・学習環境の整備

①実践的なリカレントプログラムの充実

社会人が大学などで学び直しを行うにあたっては、土日祝日や夜間などの開講時間の配慮や、学費の負担に対する経済的な支援の問題などがあること、社会人のニーズにあった実践的なプログラムが少ないことなどが挙げられており、大学などにおける社会人の学びは進んでいない状況である。

図 322-1　社会人が考える大学などで学習しやすくなるために必要な取組（複数回答）

学び直す際の課題は、時間や情報



資料：平成 30 年度「生涯学習に関する世論調査」より文部科学省作成

このことを踏まえ、文部科学省では、多様なニーズに対応する教育機会の拡充を図り、社会人の学びを推進するために、大学・専修学校における実践的なプログラムの開発・拡充に取り組んでいる。

具体的には、大学において、IT 技術者を主な対象とした短期の実践的な学び直しプログラムの開発・実施に取り組んでいるほか、2019 年度より、実践的なプログラムを実施するために不可欠な実務家教員育成の質・量の充実を図るため、実務家教員育成に関するプログラムの開発・実施など、産学共同による人材育成システムを構築する取組を実施している。

また、放送大学においては、社会的に関心の高いテーマの番組放送や、キャリアアップに資する実践的な公開講座のインターネット配信・認証を行い、「リカレント教育」の拠点として、一層高度で効果的な学びの機会を全国へ提供できるよう取組を進めている。

さらに、専修学校におけるリカレント教育機能の強化に向けて、短期的な学びを中心とする分野横断型のリカレント教育プログラムの開発や、e ラーニングを活用した講座の開催手法の実証、リカレント教育の実施運営体制の検証に取り組んでいるほか、2020 年度からは新たに非正規雇用者などのキャリアアップを目的とした産学連携によるプログラムの開発・実証を行うなど、リカレント教育の実践モデルの形成に取り組むこととしている。

加えて 2020 年度からは新たに、大学などにおいて産学官が連携し地域が求める人材を養成するための教育改革を実行するとともに、出口（就職先）と一体となった教育プログラムを開発・実施することとしている。

そのほか、多様なニーズに対応する教育機会の拡充を進めるため、大学などにおける社会人や企業のニーズに応じた実践的かつ専門的なプログラムを「職業実践力育成プログラム（(BP)）」として文部科学大臣が認定している（2019 年 10 月現在で 261 課程を認定）。同様に、専修学校においても社会人が受講しやすい工夫や企業などとの連携がされた実践的・専門的なプログラムを「キャリア形成促進プログラム」として文部科学大臣が認定している（(2020 年 3 月現在で 15 校、19 課程を認定）。さらに、短期間で修了できるプログラムに対する社会人のニーズが高いことを踏まえ、大学などが行う履修証明制度の最低時間数が「120 時間以上」から「60 時間以上」に見直されたことにより、これらの文部科学大臣認定制度についても認定対象となるプログラムが拡大されるなど、更なる社会人向け短期プログラムの開発を促進している。

コラム　職業実践力育成プログラム

－光産業創成大学院大学－

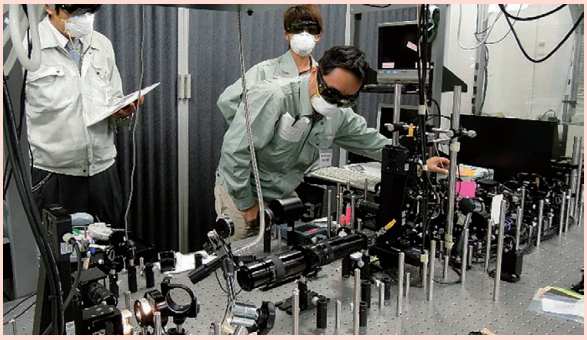
本学のプログラム「レーザーによるものづくり中核人材育成講座（プラス実習コース）」はものづくり企業の中堅技術者を対象とし、各企業が培ってきた技術とレーザー加工などの光技術を融合させて新たな製品・技術開発ができる人材の育成を目的としている。

2008 年に本学を中心とする静岡県西部地域の産・学・官のコミュニティが連携して立ち上げ、その後国内の主要なレーザー加工に関する多くの機関の協力を得て、レーザープロセシング（レーザー加工）に関する体系立った教育プログラムを確立した。

講座の主催機関である本学は、静岡県浜松市にある光技術を用いた新しい産業創成を担う人材育成を目指して設立された博士課程のみの大学であり、起業家や事業開発を行う人材を育成している。プログラムの特徴は、単にレーザー加工技術だけでなく、光学、光計測、安全対策、品質管理、事業化検討に加えて、機械学習、IoT 技術の要素を組み入れた座学、これに連動した数十時間に及ぶ実習、会社見学、グループディスカッションにて構成されているところにある。

本講座は 2017 年 12 月に「職業実践力育成プログラム（BP）に認可された。2008 年の開講より 10 年間に渡って開催し、170 社から 330 名の受講生を受入れ、先の目的にそった人材を輩出してきた。全国的にも認知されており、受講生は開催地の静岡県、近郊の愛知県のみならず、北海道、青森、東京、広島、福岡、沖縄など遠方からも参加している。修了生の受講後の事業展開においても、大型予算の獲得、各社におけるレーザー関連部署の設立や起業に始まり、新光源を用いたレーザー加工機開発や、レーザー関連事業部署の設立と異分野への展開、海外展開の促進に至っており、国内における光産業の発展に寄与している。

今後も時代の要請に合わせた要素を組み入れながら継続して開催していく予定である。



写真：レーザー加工技術に関する座学とレーザー（フェムト秒レーザー）を用いた実習

コラム　「IT 実践リテラシー教育」を推進する取組「情報学ビジネス実践講座　IT リテラシー実践コース、ビジネス経営 IT コース、イノベーション先端 IT コース」

－京都大学－

京都大学は、ANA システムズ、東京海上日動火災保険、NEC、NTT データ、DMG 森精機、日本総合研究所の 6 社とともに、情報学ビジネス実践講座（産学共同講座）を 2018 年度に設置し、学部向け、大学院向け、社会人向けの教育プログラムを開発提供している。

今後のデジタル社会において、数理・データサイエンス・AI を日常の生活、仕事等の場で使いこなすことが求められており、現在、そのための基礎的素養を主体的に身に付けることなどを学修目標として位置づけた教育プログラムの提供が全国の大学ですすめられようとしている。しかし、ビジネスの現場においては、基本的な IT の知見とともに、これに基づく実践的な課題解決力を習得することなども求められており、「IT 実践リテラシー教育」（仮称）をプログラムの中に位置づける必要があるというのが、本講座の考え方である。

このような考えにもとづいて、2019年度からは、産学連携により学部向け「ITリテラシー実践コース」、大学院向け「ビジネス経営ITコース」「イノベーション先端ITコース」の3コースを設定し、実践的に学ぶ機会を提供している。

また、これらのプログラム内容をもとに社会人向けプログラムとして、レベルX（企業経営におけるITが果たす役割を学ぶ、2018年度試行実施）、レベルY（IT投資や開発等に関するケース教材を開発し、これを使用してIT開発・運用の意思決定を学ぶ、2019年度試行実施）、レベルZ（経営幹部を対象にITガバナンスについて学び合う、実施予定）の3種類の短期プログラムを開発提供している。

このような教育プログラムが展開できるのは、産学共同、企業と大学の教育研修に関する共同実践あってこそである。

図：京都大学情報学ビジネス実践講座（http://www.pib.i.kyoto-u.ac.jp）

※　企業に係る記述については2019年度時点

コラム　専修学校において取組まれているリカレント教育・社会人の学び直しに対する取組や事例

学校法人三幸学園東京こども専門学校では、文部科学省から「専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト」の委託を受け、保育士の長期就労支援を目的としたeラーニング教材の開発、実証を進めている。

具体的には、保育現場におけるICTの効果的な活用による環境改善に向けた学習プログラムや、風通しのよい組織形成に資するエンゲージメント向上に向けた学習カリキュラムを開発し、現役の保育士や保育士を目指す専門学校生を対象に当該学習プログラムの実証講座を行っている。

写真：開発したeラーニング教材の実証の様子

②社会人の学び直しのための学習環境の整備

社会人が学び直しを行うに当たっては、開講時間の配慮が大きな課題の一つとして挙げられており（図322-1）、誰もが時間や場所を選ばずにリカレント教育（学び直し）を受けられる機会を整備することが重要である。

文部科学省においては、女性がリカレント教育を活用して復職・再就職しやすい環境を整備するため、大学、地方公共団体、男女共同参画センターなどの関係機関が連携し、地域の中で女性の学びとキャリア形成・再就職支援を一体的に行うモデル事業などを実施した。2020年度からは、多様な年代の女性の社会参画を推進するため、関係機関との連携の下、キャリアアップやキャリアチェンジなどに向けた意識醸成や相談体制の充実を含め、学習プログラムの開発など、女性の多様なチャレンジを総合的に支援するモデルの開発などを行うこととしている。

このほか、「学習に関する情報を得る機会の不足」という課題に対応するため（図322-1）、社会人が各大学・専修学校などにおける社会人向けプログラムの開設状況や、学びを支援する各種制度に関する情報に効果的・効率的にアクセスできるよう、情報発信ポータルサイトの整備に取り組んでいる。

コラム　「学び直しを通じたオーダーメイド型キャリア形成支援」

－富山大学－

職業訓練やリカレント教育などの教育機会を有機的につなぎ、離職・休職中の女性受講者のニーズに沿った段階的な学びのコースを提供する富山型地域連携モデル構築を実証的に行った。

富山大学が富山県、富山県女性財団、ハローワーク、産業界などの関係機関の取りまとめ役を担い、ワンストップで学びのプラン作成から保育先の情報提供までを案内し、女性の学びとキャリア形成・再就職支援を一体的に実施した。2019年度のキャリアUP支援講座では、新聞記事を読み解く講義により社会情勢を的確に把握する感性を磨き、自己理解、コミュニケーション能力開発を目指す意識啓発・スキルアップセミナーを提供した。また、コーディネーターによる就職・キャリア相談を同時開催することで、最適な学びの環境を提供し、学習意欲の向上につながった。

コラム マナパス－社会人の学びの情報アクセス改善に向けた実証研究－

文部科学省では、社会人や企業などの学び直しニーズを整理し、各大学・専修学校などが開設する社会人向けのプログラムや社会人の学びを応援する各種制度の情報に効果的・効率的にアクセスすることができる機会の創出に向けて、民間・大学などと連携体制を構築し、実践的な調査研究事業を 2018 年度から実施しており、2019 年 4 月から「マナパス - 社会人の大学等での学びを応援するサイト -」を試行的に公開している。

本年度はコンテンツの充実を図るため、約 4,500 の大学・専門学校等におけるリカレント講座の情報を掲載し、多様な講座の検索を可能とした。また、実際に学び直しを行った社会人をロールモデルとして紹介し、大学等での学びやその成果のイメージを具体的に持ってもらうよう、修了生インタビューの掲載数を増加した。さらに、今後の社会において必要となる知識やスキルなどをテーマごとに取り上げ、対応するリカレント講座を紹介するための特集ページを新たに開設したところである。今後も、引き続き本ポータルサイトの利便性向上や内容の充実に向けた改善を進め、社会人の学びの意欲を喚起し、学びへと誘導することができるよう取組を進めていく。

写真：「マナパス - 社会人の大学等での学びを応援するサイト - 」
（イメージ）

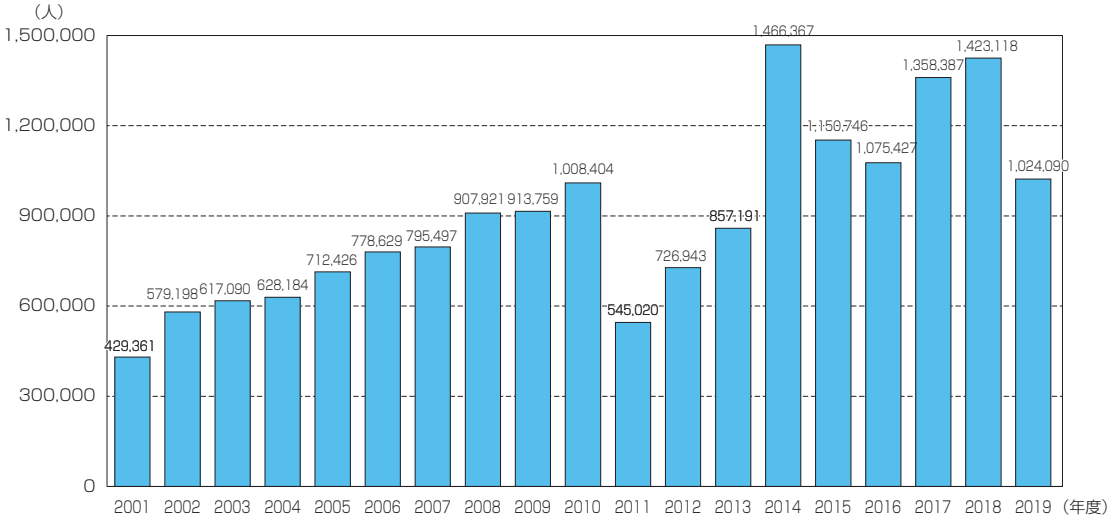
（2）ものづくりの理解を深めるための生涯学習

①ものづくりに関する科学技術の理解の促進

（国研）科学技術振興機構が運営する「日本科学未来館」では、先端の科学技術を分かりやすく紹介する展示の制作や解説、講演、イベントの企画・実施などを通して、研究者と国民の交流を図っている。常設展示「未来をつくる」では、“情報社会”をテーマにした「アナグラのうた」、理想の地球を実現していくために必要な科学技術やライフスタイルをバックキャストの視点で考える「未来逆算思考」などの展示を通じ、持続可能な社会システムや人間の豊かさを実現する未来について考える機会を提供している。

また、制作した展示や得られた成果を全国の科学館に展開することで、全国的な科学技術コミュニケーション活動の活性化に寄与している。日本科学未来館が提供する実験教室は、第一線の研究者と科学コミュニケーターが一緒に作り上げている。「導電性プラスチックを作ろう～導電性プラスチック EL への応用」などのプログラムでは、実験と対話を通じて、先端科学技術への理解を深めるとともに、子供にものづくりの面白さを伝えるなどの取組を実施している。

図 322-2　日本科学未来館の入館者数推移



資料：（国研）科学技術振興機構日本科学未来館作成

②公民館・図書館・博物館などにおける取組

地域の人々にとって最も身近な学習や交流の場である公民館や博物館などの社会教育施設では、ものづくりに関する取組を一層充実することが期待されている。

公民館では、地域の自然素材などを活用した親子参加型の工作教室や、高齢者と子供が一緒にものづくりを行うなどの講座が開催されている。このような機会を通じて子供たちがものを作る楽しさの過程を学ぶことにより、ものづくりへの意欲を高めるとともに、地域の子供や住民同士の交流を深めることができ、地域の活性化にも資する取組となっている。

図書館では、技術や企業情報、伝統工芸、地域産業に関する資料など、ものづくりに関する情報を含む様々な資料の収集や保存、貸出、利用者の求めに応じた資料提供や紹介、情報の提示などを行うレファレンスサービスなどの充実を図っており、「地域の知の拠点」として住民にとって利用しやすく、身近な施設となるための環境整備やサービスの充実に努めている。

博物館では、実物、模型、図表、映像などの資料の収集・保管・展示を行っており、日本の伝統的なものづくりを後世に伝える役割も担っている。また、ものづくりを支える人材の育成に資するため、子供たちに対して、博物館資料に関係した工作教室などの「ものづくり教室」を開催し、その楽しさを体験し、身近に感じることができるような取組も積極的に行われている。

コラム　安城市文化センター「Fab（ものづくり）講座」（愛知県）

愛知県安城市は自動車産業をはじめとする工業集積地となっており、「ものづくり」に関わる人材、知恵が地域の財産となっている。そのため、第３次安城市生涯学習推進計画では、「ものづくり文化の創造と次世代育成につながる生涯学習」を推進テーマの一つに掲げ、安城市の地域資源を活用した学習機会を提供している。

上記計画を踏まえ、安城市文化センターでは、センター内に設置されたレーザー加工機や３Ｄプリンターなどの工作機械を自由な発想で市民が使えるスペース「Fab Space Anjo」を活用し、地元企業及び技術者の協力を得て子供から大人まで楽しめる「Fab（ものづくり）講座」を開講している。この講座では、レーザー加工機でスタンプやキーホルダーを作る講座や、３D プリンターでネームプレートなどを作る講座、３DCAD を使ってモデリングをする講座などを年 10 回以上開催しており、受講生からは「普段なかなか使えない機械を使うことができて楽しい。」「もっとものづくりをしたい。」と毎回抽選になるほどの人気がある。また、受講後は市民が独自に工作機械を使用することができるため、個人のみならず夫婦、親子、友だち同士でなど、講座終了後もたくさんの人がものづくりを楽しんでいる。

写真：３D プリンター講座の様子

（3）スポーツを通じた健康増進

人生100年時代を迎えると言われる中、生涯現役社会の実現のためには、自分自身の健康状態を把握し、主体的に健康の保持増進を図っていく必要がある。また、雇用延長などにより、これまでよりも高齢の従業員が増加する企業も多くなることから、従業員の体力の維持（転倒事故の防止など）への取組の必要性も高まっている。

スポーツ庁では、スポーツを通じて心身の健康増進を図ることを促進するため、国民全体のスポーツへの参画を促進するとともに、国民の誰もが、いつでも、どこでも、いつまでもスポーツに親しむことのできる環境整備に取り組んでいる。

具体的には、仕事などで忙しいビジネスパーソンを主な対象として通勤時間や休憩時間などの隙間時間を活用して「歩く」ことを促進する「FUN+WALK PROJECT」、スポーツを通じて従業員の健康増進に積極的な取組をしている企業の社会的評価を向上させるための「スポーツエールカンパニー」認定制度などに取り組み、日常生活におけるスポーツの習慣化を促している。

コラム “歩く”をもっと“楽しく”「FUN+WALK PROJECT」

スポーツ庁では、運動不足を感じつつも、忙しくて、スポーツをする時間の取れないビジネスパーソンが、普段の生活において気軽に取り入れることのできる「歩く」に着目し、「歩く」に「楽しい」を組み合わせることで、自然と「歩く」習慣が身に付くプロジェクトとして「FUN + WALK PROJECT」に取り組んでいる。

このプロジェクトでは、普段の歩数にプラス1,000歩（約10分）することで、1日当たり8,000歩を目標歩数としている。ビジネスパーソンが通勤時間や休憩時間などの隙間時間を活用して意識的に歩いてもらうことを目的に、“歩きやすい服装”での通勤などを推奨している。

「歩く」機運醸成を図る強化期間として10月を「FUN+WALK月間」とし、全国各地の企業や自治体などと連携して「歩く」取組を一層促進するとともに、2019年度には東京都内で“楽しく歩いて通勤する朝習慣をつくる”をテーマに「FUN + WALK MORNING」キャンペーンを展開し、「朝食」と「歩く」を掛け合わせ“脳と体の活性化”を促すイベントも実施。3日間で述べ約3,000人が参加した。

写真：鈴木長官、アンバサダー、スペシャルゲストが登壇したPRイベントの様子 2019年10月14日（火）

写真：朝の通勤時間帯にひと駅歩くウォーキングイベントの実施風景。

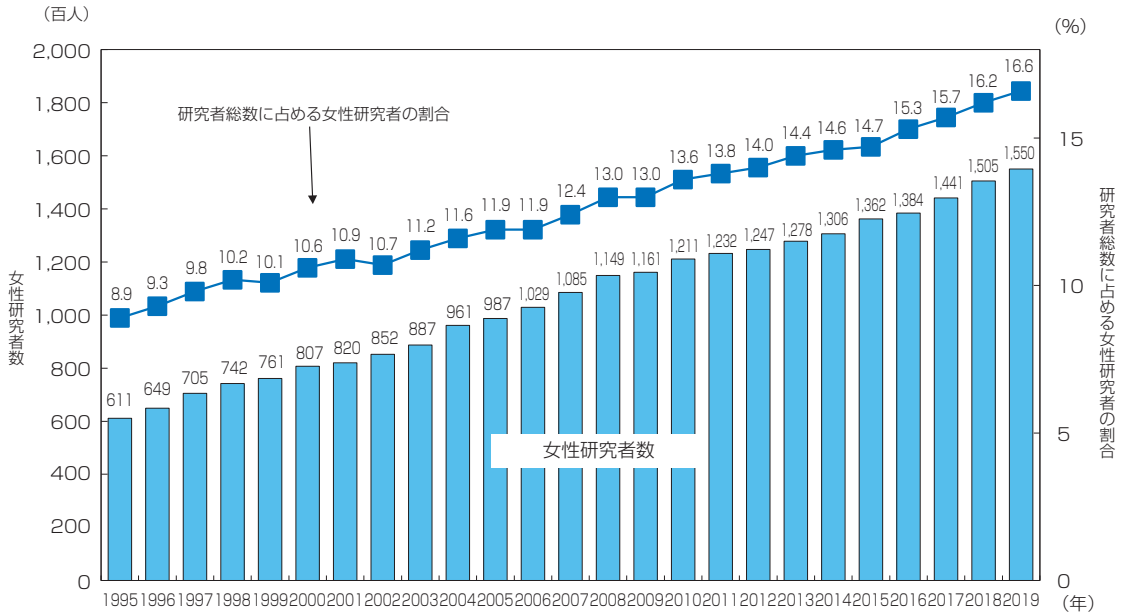
3 ものづくりにおける女性の活躍促進

（1）女性研究者への支援

女性研究者の活躍を促し、その能力を発揮させていくことは、我が国の経済社会の再生・活発化や男女共同参画社会の推進に寄与するものである。しかし、我が国の女性研究者の割合は年々増加傾向にあるものの、2019年3月現在で16.6%であり、先進諸国と比較すると依然として低い水準にある（図323-1、図323-2）。

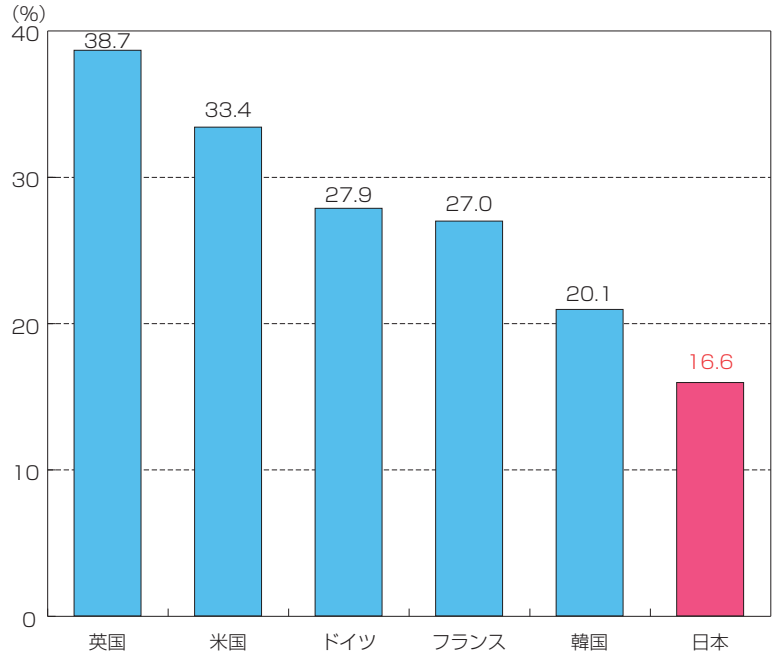
「第4次男女共同参画基本計画」（2015年12月25日閣議決定）及び「第5期科学技術基本計画」（2016年1月22日閣議決定）においては、研究者の採用に占める女性の割合は、2020年までに自然科学系全体で30%（理学系20%、工学系15%、農学系30%、医学・歯学・薬学系合わせて30%）という成果目標が掲げられている。

図323-1　日本の女性研究者数及び全研究者数に占める割合の推移



資料：総務省「科学技術研究調査」を基に文部科学省作成

図323-2　女性研究者数の割合の国際比較



資料：「科学技術研究調査報告」（日本：2019年時点）
「OECD “Main Science and Technology Indicators”」
（ドイツ、韓国：2017年、英国：2016年、フランス：2015年時点）
「NSF Science and Engineering Indicators 2018」（米国：2015年時点）

文部科学省では、「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ」により、研究者の研究と出産・育児などとの両立や女性研究者の研究力向上を通じたリーダー育成を一体的に推進するなど、女性研究者の活躍促進を通じた研究環境のダイバーシティ実現に関する取組を実施する大学などを重点支援するとともに、「特別研究員（RPD）事業」として出産・育児による研究活動の中断後の復帰を支援する取組を拡充するなど、女性研究者への支援の更なる強化に取り組んでいく。

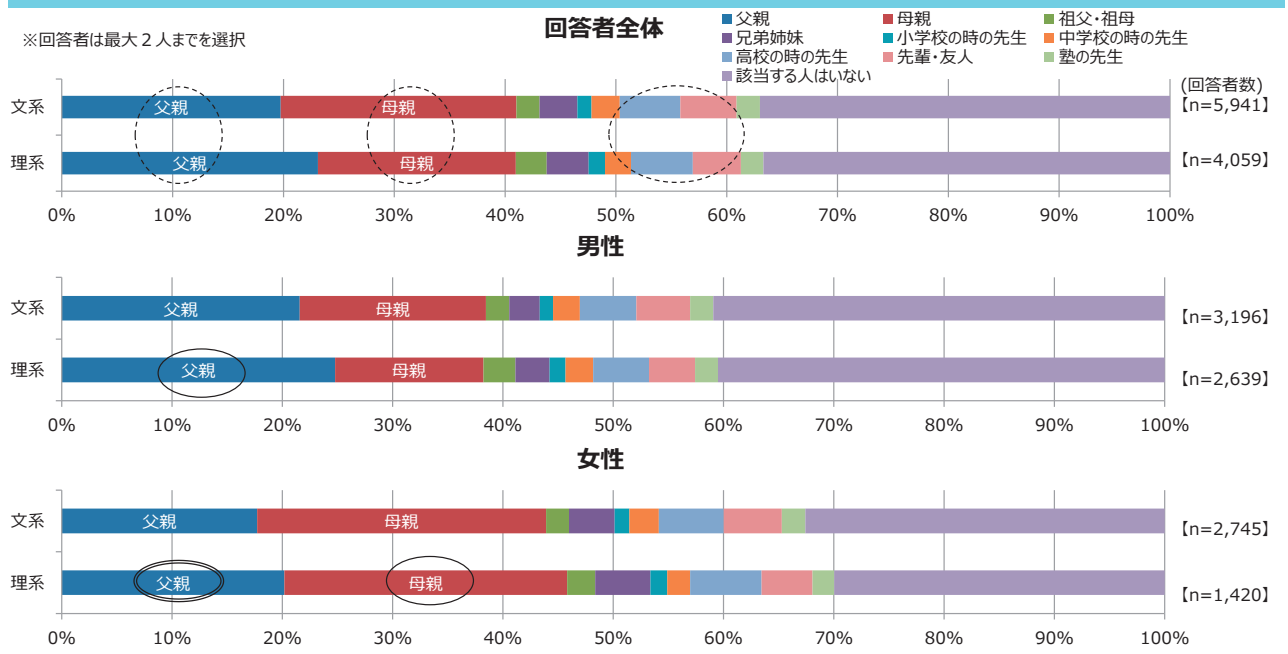
（2）理系女子支援の取組

内閣府は、ウェブサイト「理工チャレンジ（リコチャレ）～女子中高校生・女子学生の理工系分野への選択～」において、理工系分野での女性の活躍を推進している大学や企業など「リコチャレ応援団体」の取組やイベント、理工系分野で活躍する女性からのメッセージなどを情報提供している。また、女子生徒などの理工系分野への進路選択を支援するため、2019年7月～8月に、文部科学省・（一社）日本経済団体連合会との共催で、夏休み期間中に各大学・企業などで実施している、主に女子中学生・高校生などを対象とした、理工系の職場見学、仕事体験、施設見学など多彩なイベントを取りまとめた「夏のリコチャレ2019～理工系のお仕事体感しよう！～」を開催した。

また、（国研）科学技術振興機構では、「女子中高生の理系進路選択支援プログラム」を実施している。これは、科学技術分野で活躍する女性研究者・技術者、女子学生などと女子中高生の交流機会の提供や実験教室、出前授業の実施などを通して女子中高生の理系分野に対する興味・関心を喚起し、理系進路選択の支援を行うプログラムである。

図323-3　進路選択に影響を与えた人物

- 進路選択にあたっては、文・理を問わず、両親の影響が大きい。高校教師及び先輩・友人からの影響が続く。
- 男性は父親、女性は母親の影響が大きい。特に理系選択に関しては、男性に対しては父親、女性に対しては母親及び父親の影響が大きい。



資料：経済産業省 2015年度 産業技術調査事業「産業界の人材ニーズに応じた理工系人材育成のための実態調査」

コラム　女子中高生の理系進路選択支援プログラムによる大学の取組

－同志社大学「科学するガールズ」養成プログラム－

同志社大学では、物理を基礎とした理工系学部を目指す女子中高生が少ない状況を踏まえ、将来の日本のテクノロジーや科学を支える女性エンジニア･研究者の育成を目指し、女子中高生が機械･電気電子･情報･環境･数学系などの分野に触れ、理系の将来を描ける「科学するガールズ」養成プログラムを提供している。

このプログラムでは、実験体験や研究発表のほか、ものづくりの現場で最先端の技術に触れ、企業の女性エンジニア達との交流などの取組を行うガールズサイエンスキャンプと、大学で自主的に科学実験を楽しむガールズラボが核となり、女性研究者・エンジニア・女子大学（院）生と女子中高生が主体的に学ぶ機会を設けている。また、外国人女子留学生と一緒に英語で科学を学ぶ機会や、海外の女性エンジニアとインターネットでリアルタイムに懇談する機会を設けるなど、グローバル社会での科学の重要性が認識できるプログラムとなっている。

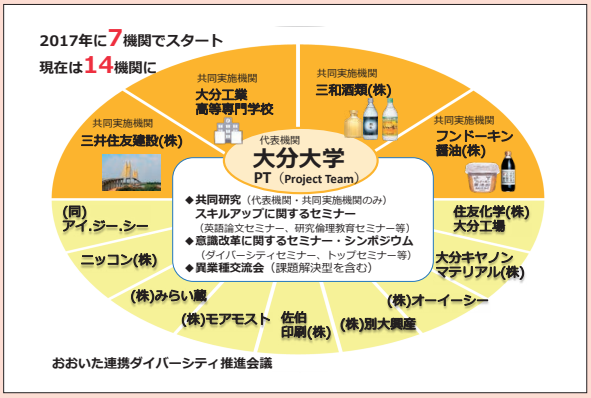
写真：2019 年度「ガールズサイエンスキャンプ」での実験体験の様子

コラム　ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブによる大学の取組

－大分大学－　地域と協働したダイバーシティの推進

大分大学は、共同実施機関の大分工業高等専門学校、三和酒類（株）、フンドーキン醤油（株）、三井住友建設（株）、並びに協力機関の９社とともに、全 14 機関で意識改革・研究力向上・環境整備を中心とした様々な取組を展開している。

ものづくり企業との共同研究やスキルアップセミナーなどを通じて、女性研究者・技術者の上位職登用やこれまで女性が少ない現場への採用につなげている。また、男女ともに地域全体での意識改革や、異業種交流会などにより多様な組織文化の交流や人材育成を行い、地域創生につながる新しい価値を生み出す産学連携型ダイバーシティ推進を協働している。



図：地域と協働したダイバーシティの推進

写真：異業種交流会の様子

※　企業に係る記述については 2019 年度時点

4　文化芸術資源から生み出される新たな価値と継承

（1）文化財の保存・活用

過疎化や少子高齢化などを背景に文化財の担い手が減少し，その確実な継承が危機に瀕していることを受け、2017年5月に文部科学大臣から文化審議会に対して諮問がなされ，同年12月に「文化財の確実な継承に向けたこれからの時代にふさわしい保存と活用の在り方について」（第一次答申）が答申された。これを踏まえ、「文化財保護法及び地方教育行政の組織及び運営に関する法律の一部を改正する法律」（以下「改正法」という。）が国会での審議を経て、2018年に公布され、2019年4月に施行された。

地域の文化財の確実な継承を図るには、今まで文化財の保存・活用を主に担ってきた所有者、管理団体、地方自治体の文化財保護行政担当者に加えて、地域住民や地域で活動する多様な民間団体、観光やまちづくり、教育などの行政の他部局など、地域の様々な主体が一体となって、文化財の保存・活用に参画し、取り組んでいくことが大変効果的である。

地域の活動主体の取組を促進するため、市町村が、地域において文化財保存・活用の事業や調査研究を行ったりする民間団体を「文化財保存活用支援団体」として指定できる仕組みが創設された。

さらに、文化財の所有者を支援する体制を充実させるため、現在、「特別な事情があるとき」に選任することができることとされている管理責任者について、文化財の「適切な管理のため必要があるとき」に選任できるよう要件が拡大された。

（2）重要無形文化財の伝承者養成

文化財保護法に基づき、工芸技術などの優れた「わざ」を重要無形文化財として指定し、その「わざ」を高度に体得している個人や団体を「保持者」「保持団体」として認定している。

文化庁では、重要無形文化財の記録の作成や、重要無形文化財の公開事業を行うとともに、保持者や保持団体などが行う研修会、講習会や実技指導に対して補助を行うなど、優れた「わざ」を後世に伝えるための取組を実施している。

（3）選定保存技術の保護

文化財の保存のために欠くことのできない伝統的な技術又は技能で保存の措置を講ずる必要のあるものを選定保存技術として選定し、その保持者又は保存団体を認定している。

文化庁では、選定保存技術の保護のため、保持者や保存団体が行う技術の錬磨、伝承者養成などの事業に対し必要な補助を行うなど、人材育成に資する取組を進めている。また、選定保存技術の公開事業を行っており、2019年度は沖縄県那覇市において「文化庁日本の技体験フェア」を開催し、2日間で3,526人が来場した。

図324-1　選定保存技術

現在の選定・認定件数　　**2020年1月1日現在**

選定保存技術	保持者		保存団体	
	選定件数	保持者数	選定件数	保存団体数
75件	47件	53人	37件	39(34)団体

※保存団体には重複認定があるため、（　）内は実団体数を示す。
※同一の選定保存技術について保持者と保存団体を認定しているものがあるため、保持者と保存団体の計が選定保存技術の件数とは一致しない。

コラム　2019年度選定保存技術公開事業「文化庁日本の技体験フェア」

2019年度選定保存技術公開事業「日本の技体験フェア」においては、歌舞伎衣裳製作修理技術保存会などの34の選定保存技術保存団体ごとにブースを設置して、団体の活動や材料などの製作工程を分かりやすく紹介するパネル展示や、伝統的な修理技法に用いられる材料や道具の展示、多色摺り木版画うちわづくり、瓦づくり体験、カンナを使って箸づくり、バンダナの藍染、繭から紡いだ糸でタッセルづくり、歌舞伎衣裳などの体験コーナーを設けた。

写真：歌舞伎衣裳体験
歌舞伎衣裳製作修理技術保存会

多くの来場者が、選定保存技術保存団体の展示・実演・体験コーナーに立ち寄り、特に体験コーナーは子供たちから「どの体験も職人さんと話をしながら体験できるのですごく良かった」、保護者からは「子供が目を輝かせていた」との声が聞かれるなど好評で、熱心に取り組む姿が見られた。

（4）地域における伝統工芸の体験活動

文化庁では、「伝統文化親子教室事業」において、次代を担う子供たちが、伝統文化などを計画的・継続的に体験・修得する機会を提供する取組に対して支援し、我が国の歴史と伝統の中から生まれ、大切に守り伝えられてきた伝統文化などを将来にわたって確実に継承し、発展させることとしている。

2019 年度においては、兵庫県三田市において三田焼を地域の子供たちが体験するなど、伝統工芸に関しては34の教室を採択し、人材育成に取り組んでいる。

コラム　伝統文化親子教室事業

－三田焼・青磁体験講座（特定非営利活動法人歴史文化財ネットワークさんだ（兵庫県））－

三田焼・青磁体験講座では、地域に伝わる三田焼の特色である、型を使った茶碗、マグカップ、小皿、鉢の作陶の体験を行っている。

三田焼の伝統を正確に伝えるため、教室の最初に、江戸末期に造られた三輪明神窯（兵庫県指定史跡）の見学と三田焼の歴史について学習し、その後、江戸時代の型のレプリカを用いた作陶などの体験を行っている。

また、教室の最終回には、体験で制作した作品の展示・発表会や、各自が作陶した茶碗を使用して、茶道指導者の指導でお茶会を行い、焼き物と密接なつながりを持つ茶道についても体験している。

写真：三田焼の作品作りに取り組む様子

（5）文化遺産の保護／継承

世界文化遺産に登録されている「富岡製糸場と絹産業遺産群」は、ものづくりに関する文化遺産といえる。生糸の生産工程を表し、養蚕・製糸の分野における技術交流と技術革新の場として世界的な意義を有する遺産である。また、「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」は、日本が 19 世紀半ば以降に急速な産業化を成し遂げたことの証左であり、西洋から非西洋国家に初めて産業化の伝播が成功したことを物語る遺産である。

また、2014 年には「和紙：日本の手漉和紙技術（石州半紙、本美濃紙、細川紙）」がユネスコ無形文化遺産に登録された。現在、社寺や城郭など、我が国の伝統的な木造建造物の保存のために欠くことのできない伝統的な木工、屋根葺き、左官、畳製作などの選定保存技術を一括して「伝統建築工匠の技：木造建造物を受け継ぐための伝統技術」として提案中である（2020 年の無形文化遺産保護条約政府間委員会で審議予定）。

（6）文化芸術資源を活かした社会的・経済的価値の創出

文化芸術資源の持つ潜在的な力を一層引き出し、地域住民の理解を深めつつ、地域で協力して総合的にその保存・活用に取り組むなど、多くの人の参画を得ながら社会全体で支えていくためにも、文化芸術資源を活かした社会的・経済的価値の創出が必要である。

このため、例えば、美術工芸品は、経年劣化などにより適切な保存や取扱い及び移動が困難である場合に、実物に代わり公開・活用を図るため、実物と同じ工程により、現状を忠実に再現した模写模造品が製作されている。また、調査研究の成果に基づき、製作当初の姿を復元的に模写模造することも行われている。これらの事業はいずれも、指定文化財の保存とともに、伝統技術の継承や文化財への理解を深めることを目的として実施されている。

加えて、文化財の高精細なレプリカやバーチャルリアリティーなどは、保存状況が良好でなく鑑賞機会の設定が困難な場合や、永続的な保存のため元あった場所からの移動が必要な場合、既に建造物が失われてしまった遺跡などかつての姿を想像しにくい場合などに活用することで、文化財の理解を深め、脆弱な文化財の活用を補完するものである。

これらの取組は、文化財の保存や普及啓発などにも効果があるほか、文化芸術資源を活かした社会的・経済的な価値の創出につながるものである。文化庁では、本物の文化財の保存・活用と並行して、伝統的な技法・描法・材料や先端技術などを活かした文化財のデジタルアーカイブ、模写模造、高精細レプリカ、バーチャルリアリティーなどの取組を進めている。

写真：失われた文化財の仮想復元
「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用―2015 年度遺跡整備・活用研究集会報告書―」（奈良文化財研究所）

第3節　Society5.0を実現するための研究開発の推進

1　ものづくりに関する基盤技術の研究開発

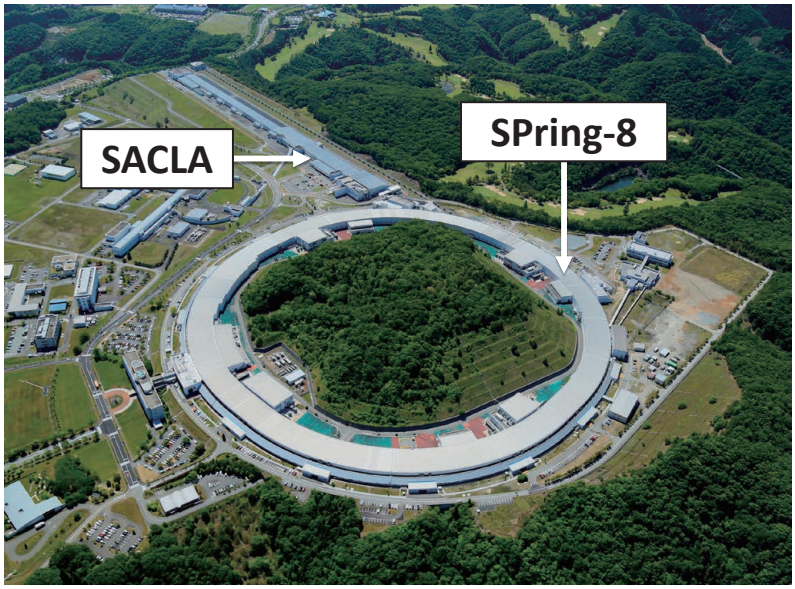
（1）新たな計測分析技術・機器の研究開発

先端計測分析技術・機器は、世界最先端の独創的な研究開発成果の創出を支える共通的な基盤であると同時に、その研究開発の成果がノーベル賞の受賞につながることも多く、科学技術の進展に不可欠なキーテクノロジーである。このため、（国研）科学技術振興機構が実施する「研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）」を通じて、世界最先端の研究者やものづくり現場のニーズに応えられる我が国発のオンリーワン、ナンバーワンの先端計測分析技術・機器の開発などを産学連携で推進することで、研究開発基盤の強化に取り組んでいる。開発されたプロトタイプ機が製品化に至った事例は、2019年度末の時点で65件になる。

（2）最先端の大型研究施設の整備・活用の推進

①大型放射光施設（SPring-8）の整備・共用

大型放射光施設（SPring-8）は光速近くまで加速した電子の進行方向を曲げたときに発生する極めて明るい光である「放射光」を用いて、物質の原子・分子レベルの構造や機能の解析が可能な世界最高性能の研究基盤施設である。本施設は1997年から共用が開始されており、環境・エネルギーや創薬など、我が国の経済成長を牽引する様々な分野で革新的な研究開発に貢献している。SPring-8で実施された産業利用に関する課題数は全課題数の2割を超えており、放射光を用いたX線計測・分析技術は、特に材料評価において欠くことができないツールとして、企業のものづくりを支えている。2019年には生み出された累計論文数も16,000報を超えるなど、産学官の広範な分野の研究者などによる利用及び成果の創出が着実に進んでいる。



写真：SPring-8及びSACLA全景　提供：（国研）理化学研究所

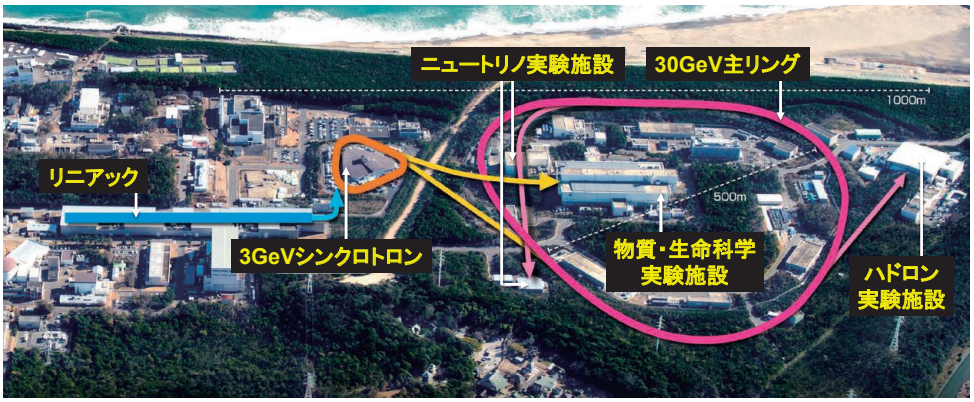
②X線自由電子レーザー施設（SACLA）の整備・共用

X線自由電子レーザー施設（SACLA）は、レーザーと放射光の特長を併せ持った究極の光を発振し、原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析する世界最先端の研究基盤施設であり、結晶化が困難な膜タンパク質の解析、触媒反応の即時の観察、新機能材料の創成など広範な科学技術分野において、新しい研究領域の開拓や先導的・革新的成果の創出が期待されている。第3期科学技術基本計画（2006年3月28日閣議決定）における国家基幹技術として、2006年度より国内の300以上の企業の技術を結集して開発・整備を進め、2012年3月に共用を開始、2017年度からは3本のビームラインの同時共用の実現によって利用機会が拡大した。2019年度には、従来観測できなかった鉄鋼材料の超急速加熱過程（1秒間で1万度の加熱速度）における組織変化の観測に世界で初めて成功するなど、画期的な成果が着実に生まれてきている。

③大強度陽子加速器施設（J-PARC）の整備・共用

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、世界最高レベルのビーム強度を持つ陽子加速器から生成される中性子、ミュオン、ニュートリノなどの多彩な二次粒子を利用して、素粒子物理から革新的な新材料や新薬の

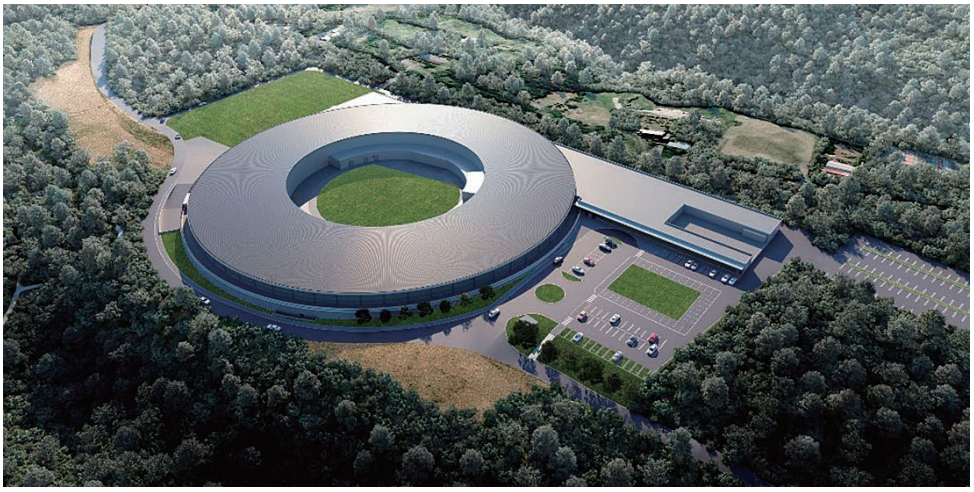
開発につながる研究など、幅広い分野における基礎研究から産業応用まで様々な研究開発に貢献する施設である。特に中性子は、放射光と比較して軽元素をよく観測できること、ミクロな磁場が観測できること、物質への透過力が大きいことなどの特徴を有するため、他の量子ビームとの相補的な利用が期待されている。物質・生命科学実験施設（特定中性子線施設）では、革新的な材料や新しい薬の開発につながる構造解析などが進められている。例えば、2019 年度には、物質・生命科学実験施設（特定中性子線施設）において、放射光に加え、J-PARC のパルス中性子ビームによる解析などにより、環境に優しい新たな固体冷媒として期待される柔粘性結晶の巨大な圧力熱量効果の機構を解明するなど、産業利用から基礎物理に係わる幅広い分野で研究開発が行われている。原子核・素粒子実験施設（ハドロン実験施設）やニュートリノ実験施設では、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象外の施設であるが、国内外の大学などの研究者の共同利用が進められている。特に、ニュートリノ実験施設では、2015 年にノーベル物理学賞を受賞したニュートリノ振動の研究に続き、その更なる詳細解明を目指して、T2K（Tokai to Kamioka）実験が行われている。



写真：大強度陽子加速器施設（J-PARC）の全景
提供：J-PARC センター

④官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進

次世代放射光施設は、軽元素を感度良く観察できる高輝度な軟 X 線を用いて、従来の物質構造に加え、物質の機能に影響を与える電子状態の可視化が可能な次世代の研究基盤施設で、学術研究だけでなく触媒化学や生命科学、磁性・スピントロニクス材料、高分子材料などの産業利用も含めた広範な分野での利用が期待されている。文部科学省は、この次世代放射光施設について官民地域パートナーシップにより推進することとしており、量子科学技術研究開発機構（QST）を施設の整備・運用を進める国の主体とし、さらに 2018 年 7 月、（一財）光科学イノベーションセンターを代表とする、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学及び（一社）東北経済連合会の 5 者を地域・産業界のパートナーとして選定した。現在、2023 年度の完成を目指して、次世代放射光施設の整備が進められている。



写真：次世代放射光施設完成予想図
提供：（一財）光科学イノベーションセンター

⑤革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築

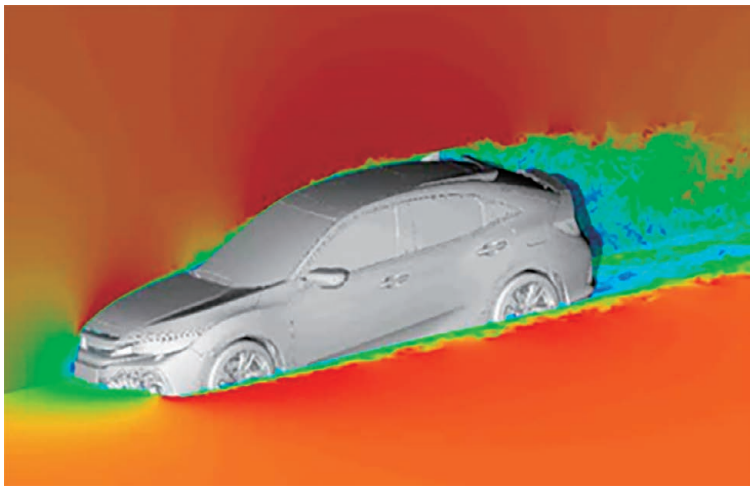
HPCIは、世界最高水準の計算性能を有するスーパーコンピュータ「京」（けい）（2019年8月供用終了）と、高速ネットワークでつながれた国内の大学及び研究機関のスーパーコンピュータやストレージから構成されており、多様な利用者のニーズに対応した計算環境を提供するものである。文部科学省では、HPCIの効果的・効率的な運営に努めながら、その利用を推進している。HPCIを通じて、ものづくりを含む様々な分野での研究開発で成果が創出されており、我が国の産業競争力の強化などに貢献している。

写真：ありがとう「京」シャットダウンセレモニーの様子
提供：（国研）理化学研究所

⑥スーパーコンピュータ「富岳」の開発

最先端のスーパーコンピュータは、科学技術や産業の発展などで国の競争力を左右するものであり、各国が開発にしのぎを削っている。文部科学省では、我が国が直面する社会的・科学的課題の解決に貢献するため、2021年度の運用開始を目標に、「京」の後継機である「富岳」を開発するプロジェクトを推進している。その際、「富岳」を活用する重点分野として、ものづくり・創薬・エネルギー分野など計9課題が指定されており、そうした分野で用いるアプリケーションについても、システムと協調的に開発が進められている。

図331-1　自動車周りの空力解析



提供：重点課題8代表機関　東京大学生産技術研究所

（3）未来社会の実現に向けた先端研究の抜本的強化

①次世代の人工知能に関する研究開発

社会・経済の様々な場面において人工知能の役割への関心が大きく高まっており、人工知能技術について、教育改革、研究開発、社会実装などの観点からの総合的な政策パッケージとして、AI戦略が2019年6月にとりまとめられた。本戦略に基づく取組が、関係府省の連携の下、一体的に進められている。研究開発については、本戦略に基づき、AI関連中核センター（産業技術総合研究所、理化学研究所、情報通信研究機構）を中核とし、大学・公的研究機関をつなぐネットワークである、「人工知能研究開発ネットワーク」

が 2019 年 12 月に設立された。このほか、戦略では、人工知能に関する基盤的・融合的な研究開発の推進や、研究インフラの整備などを進めることとされている。

各省における取組としては、まず、総務省は、（国研）情報通信研究機構（NICT）と連携しながら、ビッグデータ処理に基づく人工知能技術や、脳科学の知見に学ぶ人工知能技術の研究開発に取り組んでおり、NICT ユニバーサルコミュニケーション研究所において主にビッグデータ解析技術や多言語音声翻訳技術などの研究開発を、また NICT 脳情報通信融合研究センター（CiNet）では脳の仕組みを解明し、その仕組みを活用したネットワーク制御技術、脳機能計測技術などの研究開発を行っている。さらに、現在、情報通信審議会において、「自然言語処理技術」及び「脳情報通信技術」について重点的に議論し、次世代人工知能の社会実装の推進方策について検討を行っている。

次に、文部科学省は、「AIP（Advanced Integrated Intelligence Platform Project）：人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト」として、（国研）理化学研究所に設置した革新知能統合研究センター（AIP センター）において、①深層学習の原理解明や汎用的な機械学習の基盤技術の構築、②日本が強みを持つ分野の更なる発展や我が国の社会的課題の解決のための人工知能等の基盤技術の研究開発、③人工知能技術の普及に伴って生じる倫理的・法的・社会的問題（ELSI）に関する研究などを実施している。2020 年度においては、AI 戦略に基づき、Trusted Quality AI（AI の判断根拠の理解・説明可能化）などの研究開発を推進することとしている。このほか、（国研）科学技術振興機構（JST）において、人工知能などの分野における若手研究者の独創的な発想や、新たなイノベーションを切り開く挑戦的な研究課題に対する支援を一体的に推進している。

経済産業省は、先進的な人工知能の開発・実用化と基礎研究の進展の好循環（エコシステム）を形成するため、2015 年 5 月 1 日に（国研）産業技術総合研究所に「人工知能研究センター」を設立した。人工知能研究センターでは、これまで AI の要素機能の研究開発で多数の成果を挙げ、使いやすい形のプログラムに実装したソフトウェアモジュールを構築・公開し、生産性の向上、健康、医療・介護、空間の移動などの分野で広範な応用技術を開拓してきた。2020 年度においては、これまでの研究開発や実用化を通じて明らかになってきた、実世界に AI を埋め込んでいくためにさらに必要な基盤技術に焦点をあて、人間と協調できる AI、実世界で信頼できる AI、容易に構築できる AI と 3 つの柱のもと、基礎研究を社会実装につなげるための研究開発を進めている。また、海外の研究機関・大学と協力関係を構築しており、国内外問わず活動を進めている。

②ナノテクノロジー・材料科学技術の推進

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多様な研究領域・応用分野を支える基盤である。その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤技術である。

文部科学省では、これらの重要性を踏まえつつ、ナノテクノロジー・材料科学技術に係る、基礎的・先導的な研究から実用化を展望した技術開発までを戦略的に推進している。具体的には、我が国の資源制約を克服し、産業競争力を強化するため、材料の高性能化に不可欠な希少元素（レアアース・レアメタルなど）の革新的な代替材料開発を目指し、４つの材料領域（磁石材料、触媒・電池材料、電子材料、構造材料）を特定して、物質中の元素機能の理論的解明から新材料の創製、特性評価までを密接な連携・協働の下で一体的に推進する「元素戦略プロジェクト」などの研究開発プロジェクトや最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する機関が緊密に連携し、全国的な共用体制を構築することで、産学官の利用者に対して最先端設備の利用機会と高度な技術支援を提供する「ナノテクノロジープラットフォーム」を実施している。

また、「ナノテクノロジー・材料科学技術 研究開発戦略」（2018. 8）においては、革新的なマテリアルを社会実装につなげるため、プロセスをさらに深く追求し、学理・サイエンス基盤の構築とそれに立脚した新たな設計・開発指針を生み出していく必要性が掲げられているところであり、マテリアル自体の高度化や経済的な制約、持続可能性への対応のためプロセスが達成すべきハードルが高くなっていることから、プロセスについて改めてサイエンスに立ち返ることが求められている。

このため、文部科学省は、2019 年度から大学・国立研究開発法人などにおいて、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するもののプロセス技術の確立していない材料を社会実装に繋げるため、プロセス上の課題を解決するための学理・サイエンス基盤としてプロセスサイエンスの構築（Materealize）を目指して「材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業（Materealize）」を開始した。

（国研）物質・材料研究機構においては、新物質・新材料の創製に向けたブレークスルーを目指し、計

測・評価技術、シミュレーション技術、材料の設計手法や新規作製プロセスの開拓、物質の無機、有機の垣根を越えたナノスケール特有の現象・機能の探索など、物質・材料の基礎研究及び基盤的研究開発を行っている。また、環境・エネルギー・資源問題の解決や安心・安全な社会基盤の構築という人類共通の課題に対応した研究開発として、超耐熱合金や白色 LED 照明用蛍光材料、次世代太陽電池材料などの環境・エネルギー材料の高度化などに向けた研究開発や、機構に設置した構造材料研究拠点において、構造材料の信頼性や安全性を確保するための研究開発を実施している。さらに、計算科学・データ科学を活用し未知なる革新的機能を有する材料を短期間に開発する「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ（MI^2I）」を推進している。加えて、ナノテク・材料分野のイノベーション創出を強力に推進するため、基礎研究と産業界のニーズの融合による革新的材料創出の場や、世界中の研究者が集うグローバル拠点を構築するとともに、これらの活動を最大化するための研究基盤の整備を行う事業として「革新的材料開発力強化プログラム～M^3（M-Cube）」を実施している。

図 331-2　革新的材料開発力強化プログラム～M^3（M-Cube）プログラム

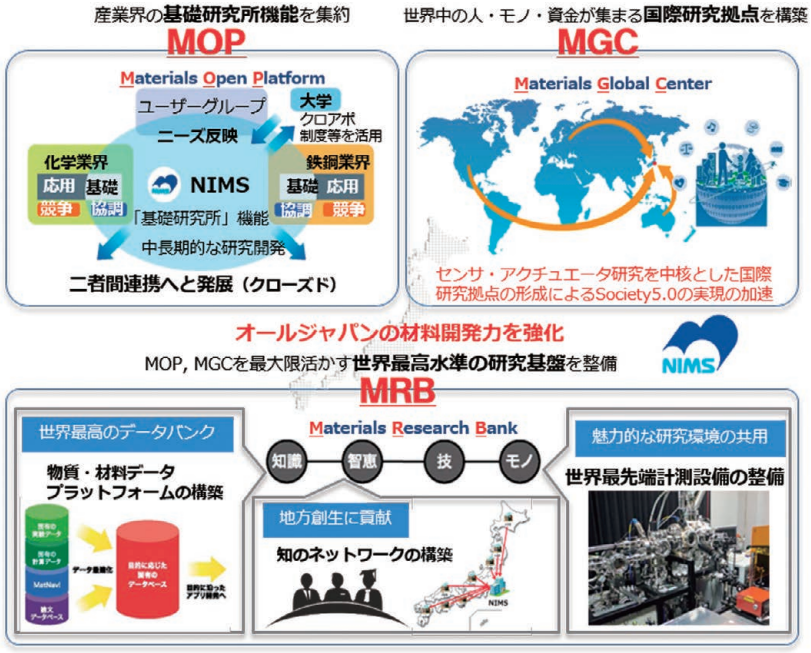
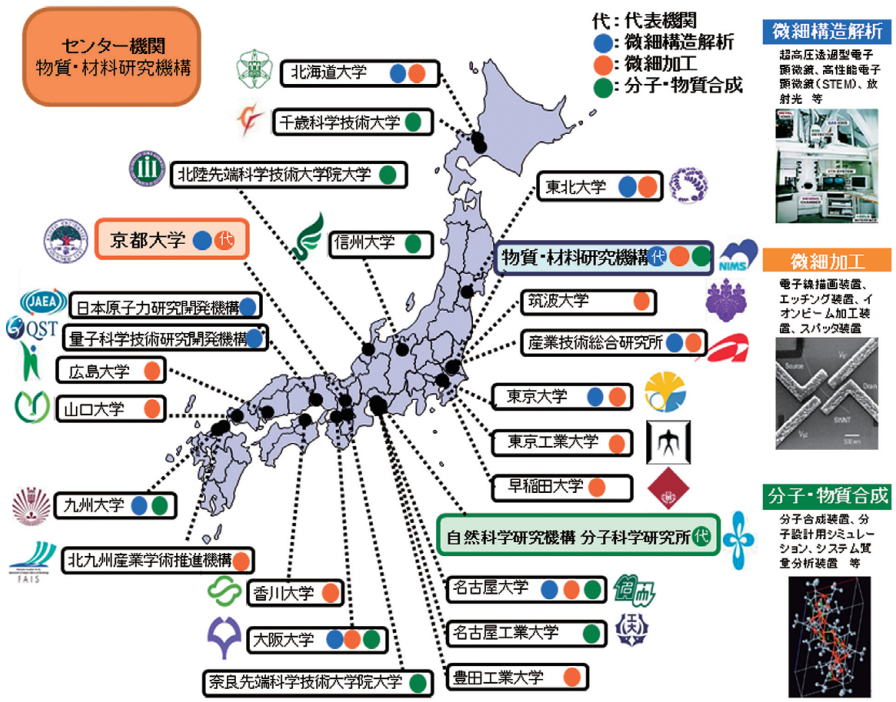


図 331-3　ナノテクノロジープラットフォームの推進体制（2018 年度）



③量子技術イノベーションの戦略的な推進

量子科学技術は、例えば近年爆発的に増加しているデータの超高速処理を可能とするなど、新たな価値創出の中核となる強みを有する基盤技術であり、欧米等では「第２次量子革命」と謳い、量子科学技術に関する世界的な研究開発が激化している。また、米欧中を中心に海外では、「量子技術」はこれまでの常識を凌駕し、社会に変革をもたらす重要な技術と位置づけ、政府主導で研究開発戦略を策定し、研究開発投資額を増加している。さらに、世界各国の大手 IT 企業も積極的な投資を進め、ベンチャー企業の設立・資金調達も進んでいる。

このような量子科学技術の先進性やあらゆる科学技術を支える基盤性と、国際的な動向を鑑み、政府は 2020 年１月、統合イノベーション戦略推進会議の下、短期的な技術開発にとどまらず、産業・イノベーションまでを念頭に置き、かつ 10 ～ 20 年の中長期的な視点に立った新たな国家戦略として、「量子技術イノベーション戦略」を策定した。同戦略では、①生産性革命の実現、②健康・長寿社会の実現、③国及び国民の安全・安心の確保を将来の社会像として掲げ、その実現に向けて、「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、①重点的な研究開発、②国際協力、③研究開発拠点の形成、④知的財産・国際標準化戦略、⑤優れた人材の育成・確保を進めることとしている。

内閣府では、2018 年度から実施している「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第２期」において、①レーザー加工、②光・量子通信、③光電子情報処理と、これらを統合したネットワーク型製造システムの研究開発及び社会実装を推進している。

総務省及び情報通信研究機構は、計算機では解読不可能な量子暗号技術や単一光子から情報を取り出す量子信号処理に基づく量子通信技術の研究開発に取り組んでいる。量子通信技術については、光空間通信テストベッドに物理レイヤ秘密鍵共有システムを実装し、見通し内通信路における情報理論的に安全な鍵生成の原理実証実験に成功した。また、量子暗号を用いて、顔認証の安全性を高めるシステムの開発や、電子カルテを保管する実証実験に成功した。さらに、地上系で開発が進められている量子暗号技術を衛星通信に導入するため、宇宙空間という制約の多い環境下でも動作可能なシステムの構築、高速移動している人工衛星からの光を地上局で正確に受信できる技術及び超小型衛星にも搭載できる技術の研究開発に取り組んでいる。

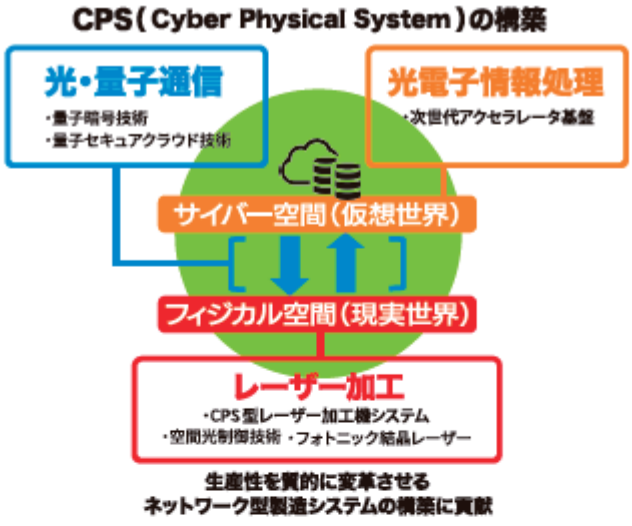
文部科学省では、2018 年度より実施している「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」において、①量子情報処理（主に量子シミュレータ・量子コンピュータ）、②量子計測・センシング、③次世代レーザーを対象とし、プログラムディレクターによるきめ細かな進捗管理によりプロトタイプによる実証を目指す研究開発を行う Flagship プロジェクトや基礎基盤研究を推進している。

量子科学技術研究開発機構では、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォームの構築を目指し、重粒子線がん治療装置の小型化・高度化の研究、世界トップクラスの高強度レーザー（J-KAREN）やイオン照射研究施設（TIARA）などの量子ビーム施設を活用した先端的研究を実施している。さらに、2019 年４月に量子生命科学領域を創設し、量子計測・センシングなどの量子科学技術を生命科学に応用し、生命科学の革新や新たなイノベーションの創生を目指す量子生命科学の基盤技術開発に取り組んでいる。

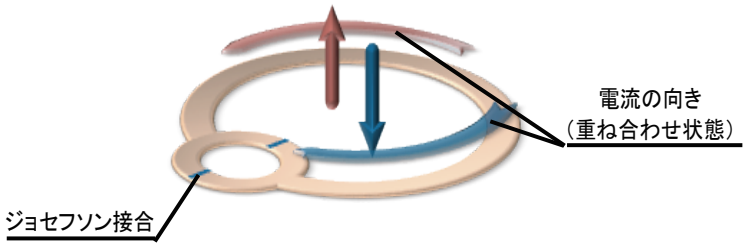
経済産業省では、機能性材料などの加工品質の向上や自動車部品などの加工プロセスの効率化などにより、我が国のものづくり産業の優位性を将来にわたって確保するため、2016 年度から「高効率・高輝度な次世代レーザー技術の開発事業」を実施している。非熱加工などの次世代レーザー加工の技術開発に注力し、最適な加工条件の導出を可能とするデータベースの基盤を構築している。

また、経済産業省では、2016 年度より「IoT 推進のための横断的な技術開発事業」において、社会に広範に存在している「組合せ最適化問題」に特化した量子コンピュータ（量子アニーリングマシン）の技術開発に取り組んできた。2018 年度より開始した「高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」において、当該技術の開発領域を拡大し、量子アニーリングマシンのハードウェアからソフトウェア、アプリケーションに至るまで、一体的な開発を進めている。加えて、クラウドコンピューティングの進展などにより課題となっているデータセンタの消費電力抑制に向けて、「超低消費電力型光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業」において、電子回路と光回路を組み合わせた光エレクトロニクス技術の開発に取り組んでいる。

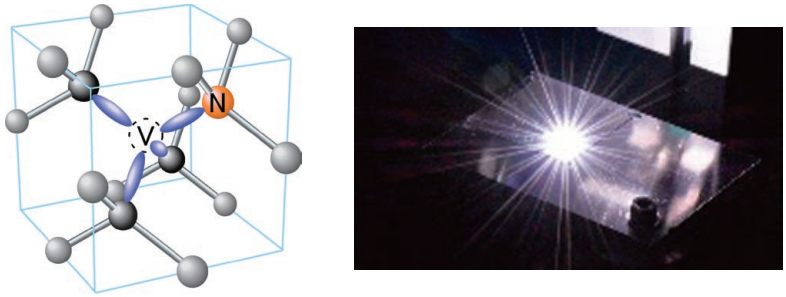
図 331-4



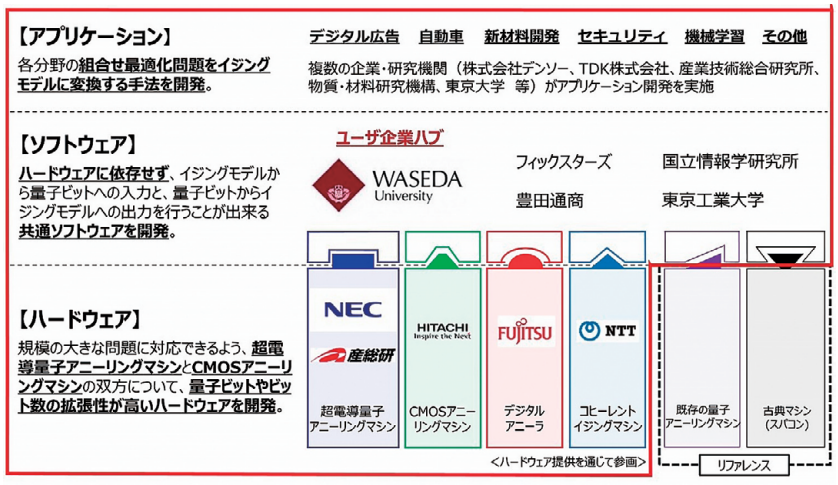
ネットワーク型製造システムの概念



超伝導量子ビット



固体量子センサ（左）提供：京都大学　水落憲和教授
レーザー加工（右）提供：東京大学　小林洋平教授



経済産業省におけるアニーリングマシン開発

④環境・エネルギー分野における研究開発の推進

2019 年 6 月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（以下、長期戦略）において、我が国は最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指し、2050 年までに 80％の温室効果ガスの削減に大胆に取り組むことを宣言した。

温室効果ガスの大幅な削減と経済成長を両立させるためには、非連続なイノベーションにより、社会実装可能なコストを可能な限り早期に実現することが重要であり、長期戦略に基づき、2020 年 1 月に統合イノベーション戦略推進会議において「革新的環境イノベーション戦略」が決定された。

本戦略は、革新的なイノベーションを創出し、社会実装可能なコストを実現、国内外の温室効果ガスの大幅削減に最大限貢献することとしており、① 16 の技術課題について、具体的なコスト目標等を明記した「イノベーション・アクションプラン」、②これらを実現するための、研究体制や投資促進策を示した「アクセラレーションプラン」、③社会実装に向けて、グローバルリーダーとともに発信し共創していく「ゼロエミッション・イニシアティブズ」から構成され、世界のカーボンニュートラル、さらには、過去のストックベースでの CO_2 削減（ビヨンド・ゼロ）を可能とする革新的技術を 2050 年までに確立することを目指している。

イノベーションアクションプランとしては、超軽量・高効率の次世代太陽光電池の開発等の再生エネルギー、水素製造・流通・利用に係る技術、蓄電池技術の確立による脱炭素かつ安価なエネルギー供給技術の実現を目指す。また、人工光合成や CO2 吸収型コンクリートなどカーボンリサイクル技術による CO2 の原燃料化等といった、需要側におけるゼロカーボン技術の活用最大化を狙う。

基盤研究開発の具体事例としては、文部科学省において、徹底した省エネルギー社会を目指した研究開発を関係府省及び関係研究機関と連携して推進している。例えば、2014 年のノーベル物理学賞を受賞した青色発光ダイオード（LED）の発明に代表される次世代半導体の研究開発は、我が国が強みを有する分野の一つであり、大きな省エネ効果が期待される窒化ガリウム（GaN）などの次世代半導体を用いたパワーデバイスなどの 2030 年の実用化に向け、理論・シミュレーションも活用した材料創製からデバイス・システム応用までの次世代半導体に係る研究開発を一体的に推進している。このほか、科学技術振興機構（JST）は、温室効果ガス削減に大きな可能性を有し、かつ従来技術の延長線上にない革新的技術の研究開発を競争的環境下で推進しており、その中で太陽光利用技術、蓄電技術などの研究開発を推進している。例えば、2019 年のノーベル化学賞を受賞したリチウムイオン蓄電池の発明に代表される、我が国が強みを有する蓄電池分野については、現在の蓄電池を大幅に上回る性能を備える次世代蓄電池技術に関する基礎から実用化まで一貫した研究開発を推進している。

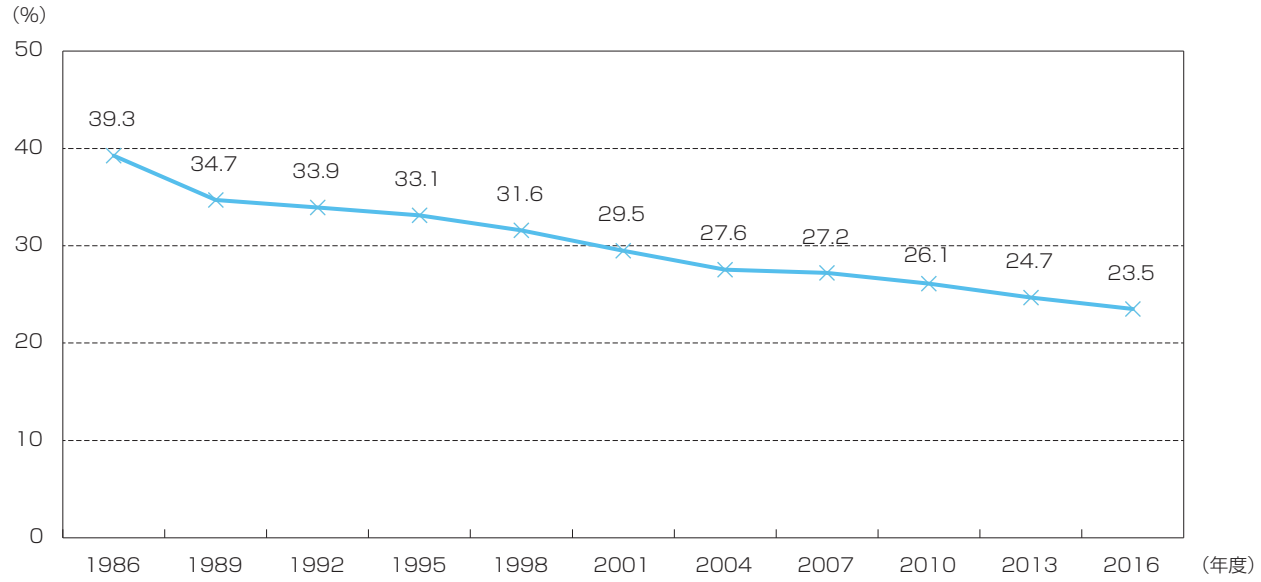
さらに、これら環境・エネルギー分野における研究開発を技術確立に向けて力強く推進するため、世界の叡智を幅広く結集すべく、2020 年 1 月に国立研究開発法人産業総合技術研究所内にゼロエミッション国際共同研究センターを設立したところ。研究センター長として、2019 年にノーベル化学賞を受賞された吉野彰博士が就任し、欧米等の研究機関との国際連携を実施していく。

（4）科学技術イノベーションを担う人材力の強化

①若手研究者の安定かつ自立した研究の実現

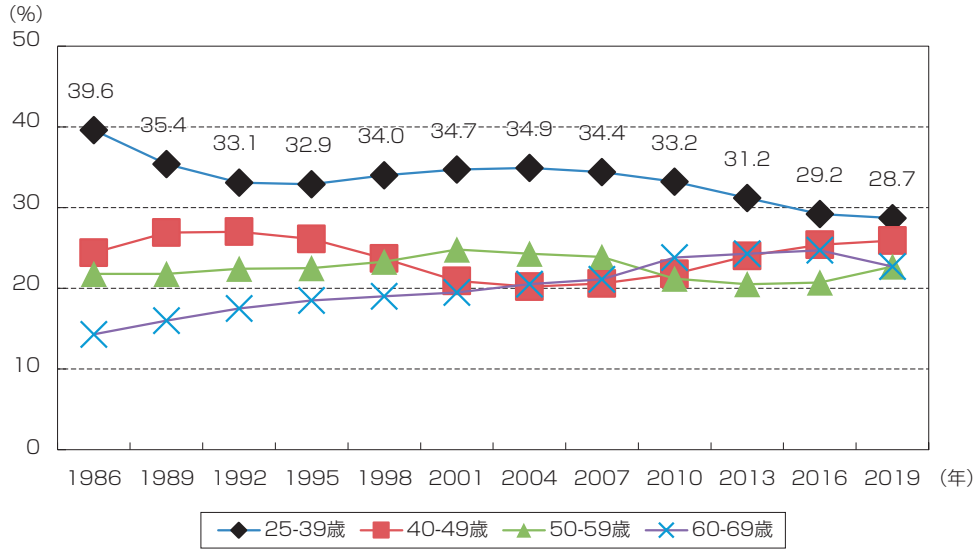
科学技術イノベーションは我が国の成長戦略の重要な柱の一つであり、我が国が成長を続け、新たな価値を生み出していくためには、これを担う創造性豊かな若手研究者の育成･確保が重要である。そのためには、若手研究者の安定した雇用と流動性の両立を図りながら、自らの自由な発想に基づいた研究に挑戦することができるよう、研究環境を整備していくことが求められている。しかし、近年、我が国における 25 歳から 39 歳の人口比率の減少と比べて、大学本務教員に占める 40 歳未満の若手の割合がより低下するなど、若手研究者が厳しい状況に置かれている（図 331-5、図 331-6）。

図 331-5　大学における 40 歳未満の本務教員の割合



資料：文部科学省「学校教員統計調査」により文部科学省作成

図 331-6　人口に占める各年代人口の割合



資料：総務省「人口推計」に基づき文部科学省作成
※ 25 歳から 69 歳までの人口をもとに算出。

文部科学省では、優れた若手研究者が産学官の研究機関において、安定かつ自立した研究環境を得て自主的・自立的な研究に専念できるよう研究者及び研究機関に対して支援を行う「卓越研究員事業」を 2016 年度より実施している。

また、優秀な若手研究者が自らの研究に専念できる環境を整備し、安定的なポストに就けるようにするため、「テニュアトラック制[注6]」を導入する大学などを支援する「テニュアトラック普及・定着事業」を行っている。

②キャリアパスの多様化

科学技術イノベーションの推進に向けては、優秀な若手研究者が、社会の多様な場で活躍できるように促していくことが重要であり、多様な職種のキャリアパスの確立を進めることが求められる。

文部科学省では、複数の大学などでコンソーシアムを形成し、企業などとも連携して、研究者の流動性を高めつつ、安定的な雇用を確保しながらキャリアアップを図る「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」を実施している。

注 6　若手研究者が自立的に研究できる環境を整備し、要件（①公募を実施するなど公正で透明性の高い選考方法であること、②一定の任期を付して雇用すること、③任期終了前に公正で透明性の高いテニュア審査が設けられていること）を満たした形態で教員・研究者を採用する人事制度

また、各分野の博士人材などについて、データサイエンスなどを活用しアカデミア・産業界を問わず活躍できるトップクラスのエキスパート人材を育成する研修プログラムの開発を目指す「データ関連人材育成プログラム」を 2017 年度から実施している。

さらに、（国研）科学技術振興機構においては、産学官で連携し、研究者や研究支援人材を対象とした求人・求職情報など、当該人材のキャリア開発に資する情報の提供及び活用支援を行うため、「研究人材キャリア情報活用支援事業」を実施しており、「研究人材のキャリア支援ポータルサイト（JREC-IN Portal)」を運営している。

③科学技術イノベーションを担う多様な人材の育成・活躍促進

科学技術イノベーションの推進のためには、研究者のみならず、その活動を支える多様な人材の育成・活躍促進が重要である。文部科学省では、研究者の研究活動活性化のための環境整備、大学などの研究開発マネジメント強化及び科学技術人材の研究職以外への多様なキャリアパスの確立を図る観点も含め、大学などにおける研究マネジメント人材（リサーチ・アドミニストレーター（URA））の支援方策について調査研究などを実施している。2018 年度に「リサーチ・アドミニストレーター活動の強化に関する検討会」において、URA の知識・能力の向上と実務能力の可視化に資するものとして認定制度の導入に向けた論点整理が取りまとめられ、2019 年度からは、この論点整理を踏まえ、認定制度の導入に向けた調査研究を実施している。

そのほか、我が国の優秀な人材層に、プログラム・マネージャー（PM）という新たなイノベーション創出人材モデルと資金配分機関などで活躍するキャリアパスを提示・構築するために、PM に必要な知識・スキル・経験を実践的に習得する「プログラム・マネージャーの育成･活躍促進プログラム」を実施している。

また、科学技術に関する高等の専門的応用能力を持って計画や設計などの業務を行う者に対し、「技術士」の資格を付与する「技術士制度」を設けている。技術士試験は、理工系大学卒業程度の専門的学識などを確認する第一次試験（2019 年度合格者数 6,819 名）と技術士になるのに相応（ふさわ）しい高等の専門的応用能力を確認する第二次試験（同 2,819 名）から成る。2019 年度第二次試験の部門別合格者は表 331-7 のとおりである。

表 331-7　技術士第二次試験の部門別合格者（2019 年度）

技術部門	受験者数（名）	合格者数（名）	合格率（%）	技術部門	受験者数（名）	合格者数（名）	合格率（%）
機械	980	190	19.4	農業	796	86	10.8
船舶・海洋	10	3	30.0	森林	266	57	21.4
航空・宇宙	57	8	14.0	水産	126	19	15.1
電気電子	1,229	150	12.2	経営工学	258	36	14.0
化学	135	29	21.5	情報工学	408	30	7.4
繊維	39	8	20.5	応用理学	576	82	14.2
金属	76	25	32.9	生物工学	38	10	26.3
資源工学	21	5	23.8	環境	493	78	15.8
建設	13,546	1,278	9.4	原子力・放射線	88	17	19.3
上下水道	1,446	173	12.0	総合技術監理	3,180	490	15.4
衛生工学	558	45	8.1				

資料：文部科学省作成

④次代の科学技術イノベーションを担う人材の育成

次代を担う科学技術人材を育成するため、初等中等教育段階から理数系科目への関心を高め、理数好きの子供たちの裾野を拡大するとともに、その才能を伸ばすため、次のような取組を総合的に推進し、理数系教育の充実を図っている。

文部科学省では、先進的な理数系教育を実施する高等学校などを「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」に指定し、（国研）科学技術振興機構を通じて支援を行うことで、生徒の科学的能力や科学的思考力を培い、将来の国際的な科学技術人材などの育成を図っている。具体的には、学習指導要領によらないカリキュラムの開発・実践や課題研究の推進を通じた科学技術人材の育成などを実施するとともに、他校への成果の普及に取り組んでいる。2020年度においては、全国217校の高等学校などが特色ある取組を進めている。

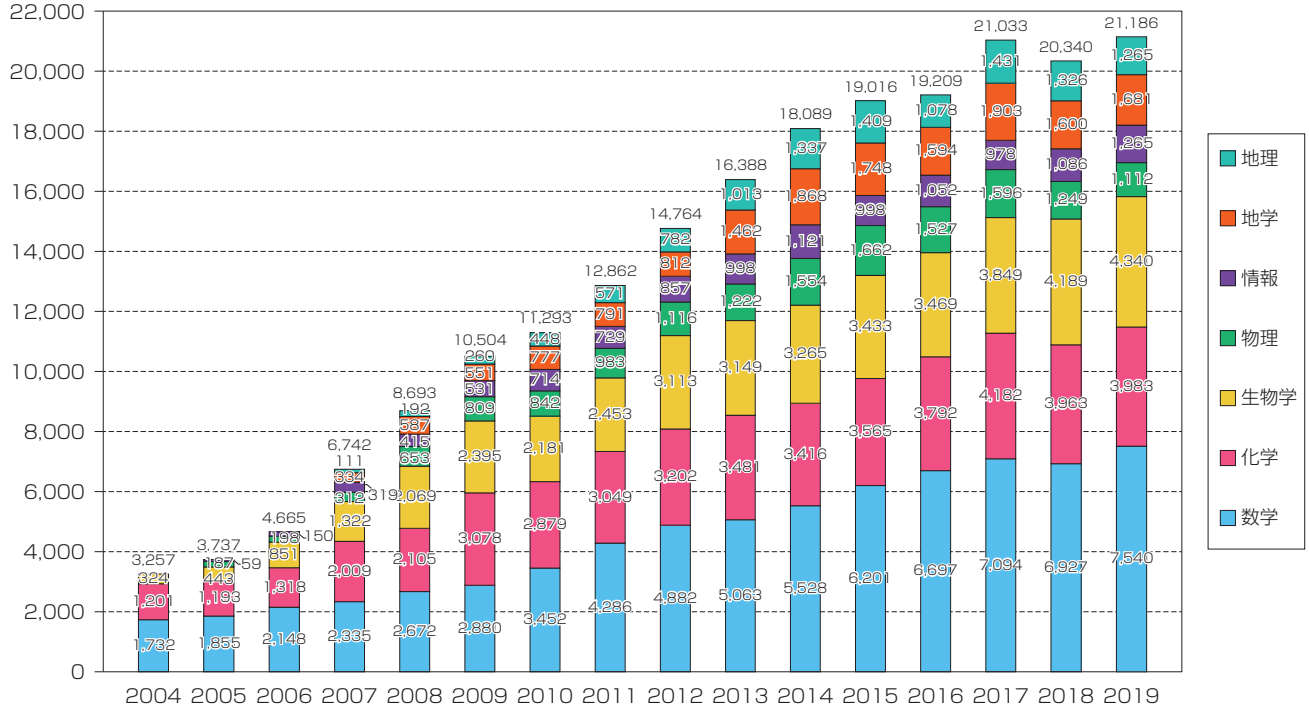
（国研）科学技術振興機構は、意欲・能力のある高校生を対象とした、国際的な科学技術人材を育成するプログラムの開発・実施を行う大学を「グローバルサイエンスキャンパス（GSC）」において選定し、支援している。これに加え、2017年度から、理数分野で特に意欲や突出した能力を有する小中学生を対象に、その能力の更なる伸長を図るため、大学などが特別な教育プログラムを提供する「ジュニアドクター育成塾」を開始した。

加えて、文部科学省では、全国の自然科学系分野を学ぶ学部学生などが自主研究を発表し、全国レベルで切磋琢磨し合うとともに、企業関係者などとも交流を図ることができる機会として、2020年2月29日～3月1日にかけて、滋賀県草津市において開催を予定していた「第9回サイエンス・インカレ」は新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から、開催を中止した。

さらに、（国研）科学技術振興機構では、数学、物理、化学、生物学、情報、地理、地学の国際科学オリンピックや国際学生科学技術フェア（ISEF）[注7]などの国際科学技術コンテストの国内大会の開催や、国際大会への日本代表選手の派遣、国際大会の日本開催に対する支援などを行っている。また2019年度は、全国の高校生などが、学校対抗・チーム制で理科・数学などにおける筆記・実技の総合力を競う場として「第7回科学の甲子園ジュニア全国大会」（2019年12月6日～8日）を茨城県つくば市で開催し、愛知県代表チームが優勝した。なお、2020年3月20日～23日にかけて、埼玉県さいたま市において開催を予定していた「第9回科学の甲子園全国大会」は、新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から、開催を中止した。

表331-8　国際科学オリンピック国内大会への参加者数の推移

※参加者数は次年度の国際大会に向けた、主に高校生を対象とした国内大会の受験者数を指す。



注1：「数学」はJMO（高校生以下対象）とJJMO（中学生以下対象）の二つの国内大会の合計値
資料：文部科学省作成

注7　International Science and Engineering Fair

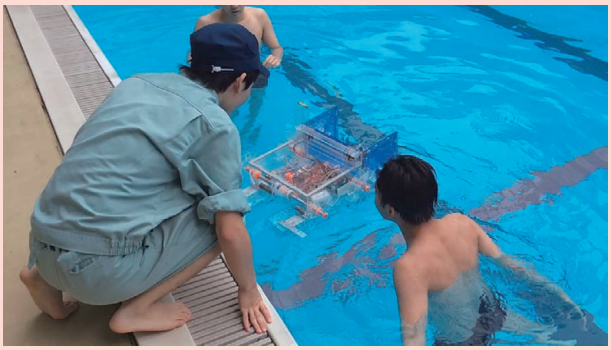
写真：科学の甲子園ジュニア優勝チーム（愛知県代表チーム）
写真左から、岩瀬燎祐さん（２年）、蟹江樹生さん（２年）、川島大暉さん（２年）、鈴木世成さん（２年）、瀧本吉平さん（２年）、長澤昊さん（２年）

コラム　「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」の取組

－東京工業大学附属科学技術高等学校－

東京工業大学附属科学技術高等学校は工業系の専門高校で、2002 年度から４期にわたって SSH の指定を受け、将来国際的に活躍できる科学技術系人材の育成に取り組んでいる。第１学年で「科学技術基礎実験」、第２学年で「科学技術研究」、第３学年で「STEM 課題研究」といった工学的な発想を取り入れた特色ある科目を設け、実験・実習や観察、ものづくりの場面において、自ら問題を設定し、自ら問題を解決することができる力の育成を目指している。

このうち「STEM 課題研究」においては「水上浮遊物回収ロボットの開発」の取組を実施している。生徒たちは科学、技術、工学、数学の視点を組み合わせながら、様々な形状の水掻きパーツを付け替えて実験・分析を行い、試行錯誤を繰り返しながら、より推進力が得られる装置を提案した。ものづくりを通して課題を解決する学習活動を行うことで、専門的な知識・技能の深化及び総合化を図るとともに、未知の課題に挑戦する力や創造性の育成にも繋げている事例である。



写真：水上浮遊物回収ロボットの開発に取り組む生徒たち

コラム　国際科学オリンピック出場選手の文部科学省表敬訪問

2019年7月から9月にかけて、世界各地で国際科学オリンピックが開催された。日本からは7教科（数学、化学、生物学、物理、情報、地学、地理）に国内予選で選抜されたのべ31人の日本代表生徒が出場し、金メダル10個、銀メダル13個、銅メダル5個の計28個を獲得した。

日本代表生徒は、各教科の国内委員会などが実施する2～3段階の国内選抜、合宿を含む研修・教科指導を経て、4名から6名が国際大会に派遣される。国内大会への参加者数は年々増加傾向にあり、2019年度の参加者は21,186人に上る。

国際大会では、世界の高校生が一堂に会し、実力を競うと同時に交流を深める。成績優秀者には金メダル（参加者の約1割）、銀メダル（参加者の約2割）、銅メダル（参加者の約3割）が授与される。日本代表生徒は日頃の成果を十分に発揮し、毎年ほぼ全員がメダルを獲得している。

今回の国際大会に出場した日本代表生徒が文部科学省を表敬訪問し、メダル受賞者が文部科学大臣表彰を受けるなどした。文部科学大臣をはじめ政務三役との懇談では、大会の様子や印象に残ったこと、将来の夢などが話題になり、例えば、国際数学オリンピック日本代表生徒は、国際大会に関して、出題された問題や海外の代表生徒との交流などについて説明した。

写真：国際数学オリンピック日本代表生徒による文部科学大臣への表敬訪問

コラム　2019年ノーベル化学賞「リチウムイオン電池の開発」

2019年のノーベル化学賞を吉野彰旭化成（株）名誉フェローが受賞した。受賞理由は「リチウムイオン電池の開発」であり、携帯電話などのモバイル機器の普及につながるとともに、電気自動車や蓄電池システムなど化石燃料に頼らない社会の実現に向けた貢献が評価された。世界の人々の暮らしに豊かさをもたらすだけでなく、地球環境問題にも大きく貢献するものである。

吉野氏は1981年に、導電性のポリアセチレンの研究を行う過程で、充電可能な二次電池の負極として使えることが分かり、充電池の研究を始めた。様々な材料を試行錯誤の末、1985年、正極にコバルト酸リチウム、負極に炭素材料を用いたリチウムイオン電池の原型を世界で初めて完成させた。

この研究開発の原点は、福井謙一氏（1981年ノーベル化学賞受賞）のフロンティア電子理論にさかのぼる。その理論の下で白川英樹氏（2000年ノーベル化学賞受賞）がポリアセチレンを発見した。吉野氏はポリアセチレンを産業応用できないか研究を行い、最終的にリチウムイオン電池の開発に至った。リチウムイオン電池は、学界における学術研究・基礎研究の成果を、吉野氏が産業界で継承したことによって生み出された。

写真：2019年ノーベル化学賞を受賞された吉野彰博士（旭化成（株））

（5）科学技術イノベーションの戦略的国際展開

①戦略的国際共同研究プログラム（SICORP）

我が国の研究力向上などのために研究開発における国際ネットワークを強化するため、大学などにおける国際共同研究を強力に支援することが求められている。これに応えるべく、「戦略的国際共同研究プログラム（SICORP）」では、対等な協力関係の下で、戦略的に重要なものとして国が設定した協力対象国・地域及び研究分野における国際共同研究を支援している。国際協力によるイノベーション創出のため、多様な研究内容・体制に対応するタイプを設け、相手国との合意に基づく国際共同研究を強力に推進し、相手国との相互裨益を原則としつつも、我が国の課題解決型イノベーションの実現に貢献することを目指している。

②地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

我が国の科学技術イノベーションを国際展開し、世界の「STI for SDGs」活動を牽引するため、我が国の優れた科学技術と政府開発援助（ODA）との連携により、開発途上国のニーズに基づき、環境・エネルギー分野、防災分野、生物資源分野、感染症分野における地球規模課題の解決と将来的な社会実装につながる国際共同研究を推進している。出口ステークホルダーとの連携・共同を促すスキームを活用し、SDGs達成に向け研究成果の社会実装を加速させる。2019年９月時点、これまで世界 51 カ国で 145 課題のプロジェクトが実施されており、両国の科学技術の発展や人材育成にも大きく貢献し、社会実装につながる成果を生み出している（図 331-９）。

図 331-９　非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術（タイ）

非食料系バイオマスであるジャトロファから、東アジアサミット推奨のバイオディーゼル（FAME）品質をクリアできる高品質な H-FAME の製造技術開発に成功。また、パーム由来の H-FAME を利用すれば、20vol% 混合利用が可能であることも実車走行試験で実証。この H-FAME は、タイ政府の石油代替エネルギー開発計画（2015-2036）の中で新規なバイオディーゼルとして採用された（2015）。

（6）その他のものづくり基盤技術開発

①ロボット研究に関する取組

文部科学省では、ロボット新戦略の３つの柱のうち［日本を世界のロボットイノベーション拠点とする「ロボット創出力の抜本的強化」］の柱における、「次世代に向けた技術開発」に基づき、人とロボットの協働を実現するため、産業や社会に実装され、大きなインパクトを与えるような要素技術となる AI、センシング・認識技術、機構・駆動（アクチュエーター）・制御技術、超寿命の小型軽量蓄電池技術などの開発を推進することとしている。経済産業省では、「ロボット新戦略」に基づき、未だ実現していない次世代の AI・ロボット技術のうち中核的な技術の開発を、産学官の連携で 2015 年度から開始した。これにより、ロボットが場面や人の行動を理解する技術や、柔軟に行動する技術などを開発し、ロボットが日常的に人と協働する、あるいは人を支援する IoT 社会の実現に貢献することにより、少子高齢化の中で人手不足やサービス部門の生産性の向上などの課題の解決を図っていく。

コラム 「こうのとり」～国際宇宙ステーション計画を支える日本の補給機

日本・米国・ロシア・欧州・カナダが参画する国際宇宙ステーション（ISS）計画は、比類のない平和目的の国際プロジェクトであり、我が国は、日本実験棟「きぼう」や宇宙ステーション補給機「こうのとり」を開発・運用・利用することで、ISS 計画に貢献している。

2009 年に初号機が打ち上げられた「こうのとり」は、昨年の８号機まで、全ての補給ミッションを成功させてきた。現在、ISS への物資補給機は米国やロシアも運用しているが、「こうのとり」は、唯一の成功率 100％を誇っている。

「こうのとり」は、大型観光バスに匹敵する大きさであり、宇宙飛行士の生活に必要不可欠な水・食料のほか、ISS の運用・利用の根幹を支えるバッテリ、大型実験装置等、最大６トンの物資を輸送可能である。また、「こうのとり」は、H- Ⅱ B ロケットで打ち上げられた後、ISS に向けて自律飛行し、秒速約 7.7km で飛行する ISS との距離 10m の位置で相対停止する。

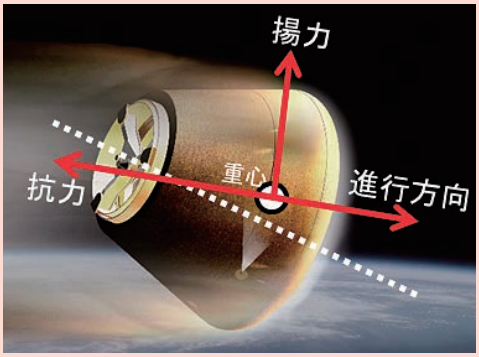
「こうのとり」は、国内宇宙企業の先端技術を結集し、我が国の基幹技術として開発され、その開発・製造・運用には、国内企業約 400 社が携わっている。開発された技術は世界トップレベルであり、例えば、ISS に接近する際に使用する近傍通信システムは、米国企業が開発した補給機に採用され、国内企業が約 60 億円で受注した実績がある。

また、2018 年には、「こうのとり」に搭載した小型カプセルの回収に初めて成功した。これは、大気圏再突入技術の実証や、ISS からの物資回収能力の獲得を目的としたものである。

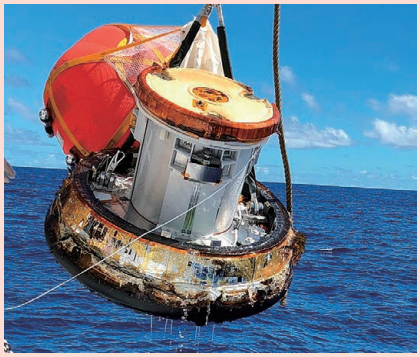
小型回収カプセルの内部は、ISS で生成した実験サンプルを冷蔵状態で地球に回収するために、断熱容器と保冷剤によって、3.5 日以上を４±２℃に保つことが求められる。断熱容器の開発には民間企業が参画し、家庭用魔法瓶に使用されている技術・ノウハウなども活用された。帰還後に確認した結果、小型回収カプセルの表面は大気圏再突入時に最大 2,000℃程度まで熱されていたが、カプセル内部は、計画通り、約 5.5 日間、４℃付近で 0.4℃の範囲で制御できていた。

小型回収カプセルにより我が国にとっての未踏技術を獲得したことに加えて、他国に頼らない ISS からのサンプル回収手段を獲得した意義は大きく、日本の宇宙利用における競争力向上や産業振興に資することが期待される。

宇宙ステーション補給機
「こうのとり」
（提供：JAXA/NASA）



「こうのとり」搭載小型回収カプセル
再突入時のイメージ（提供：JAXA）



「こうのとり」搭載小型回収カプセル
回収船に揚収されたカプセル（提供：JAXA）

2 産学官連携を活用した研究開発の推進

（1）省庁横断的プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」

SIP は、総合科学技術・イノベーション会議（以下、CSTI）が司令塔機能を発揮して、省庁の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーションを実現するため 2014 年度に創設したプログラムであり、現在実施している SIP 第 2 期においては、国民にとって真に重要な社会的課題や日本経済再生に寄与し、世界を先導する 12 の課題に取り組んでいる。

本プログラムの特長は、課題ごとにプログラムディレクターを選定し、これを中心に省庁連携による分野横断的な取組を産学官連携で推進し、基礎研究から実用化・事業化の出口までを見据えて一気通貫で研究するものであり、社会実装を控えた成果が生み出され、産業界からの評価も高い。

SIP 第 1 期（2014 年度から 2018 年度）の成果の一例として、災害時の情報集約を電子地図上で行い、関係機関への情報共有を可能とする技術「府省庁連携防災情報共有システム（SIP 4 D）」が開発され、平成 30 年 7 月豪雨などの災害現場において、医療活動、道路啓開、物資支援などの情報集約・共有に活用されてきた実績がある。

SIP 第 2 期（2018 年度から 2022 年度）についても、SIP 第 1 期と同様に着実な成果の実現のため、CSTI のリーダーシップの下で関係省庁と緊密な連携を図り、研究開発成果の社会実装につながるよう推進していく。

図 332-1　SIP の実施体制

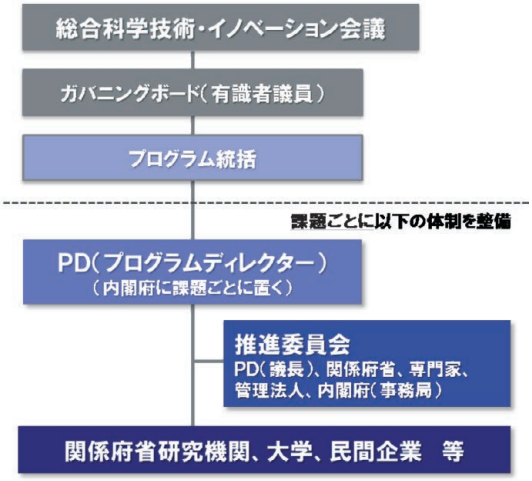
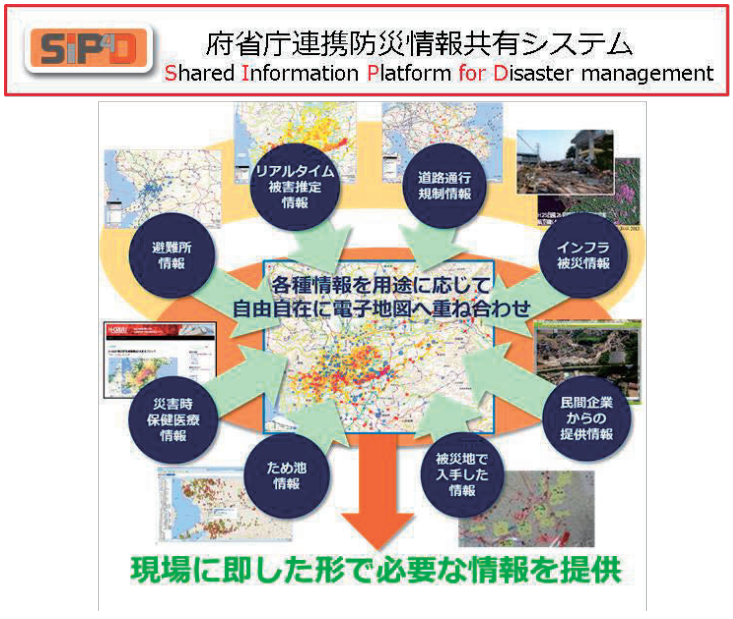


図 332-2　府省庁連携防災情報共有システム（SIP 4 D）



（2）官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

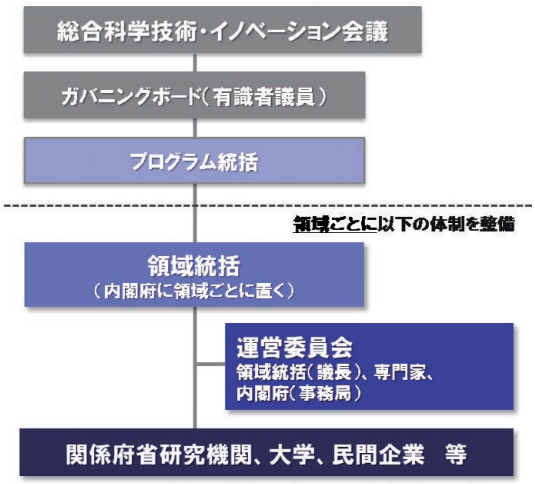
日本経済の力強い再生を目指し、科学技術イノベーションの一層の活性化、効率化と、経済社会と科学技術イノベーションの有機的連携の強化を図る観点から、「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」が2016年12月に取りまとめられ、これを踏まえ、2018年度に内閣府にPRISMを創設した。

本プログラムは、研究開発成果の活用による財政支出の効率化への貢献にも配慮しつつ、官民で民間研究開発投資誘発効果の高い領域[注8]を設定。CSTIが策定する各種戦略などに基づく技術領域において、民間研究開発投資の誘発又は財政支出の効率化に資する研究開発を、SIPとの一体的運用を図りつつ、府省連携の下で機動的に推進するものである。

プログラムの実施に当たっては、領域ごとに、推進費の配分や評価などに強い権限を持った領域統括を設置し、省庁を越えた施策の連携を促すなど、各施策の効率的・効果的実施を確保している。また、対象施策ごとに各省庁がプログラムディレクターを任命し、全体の研究計画の策定・変更、予算配分の権限を集中させることなどを必須要件としており、SIP型マネジメントの各省庁への拡大を図っている。

これまで、CSTIが策定した各種戦略などを踏まえ、インフラ、創薬、農業などのデータ連携基盤の確立などに重点化し配分を行ってきており、今後とも、CSTIが策定する各種戦略などを踏まえ、各府省庁の事業の加速などにより、官民の研究開発投資の拡大に向け推進する。

図332-3　PRISMに係るマネジメント体制



（3）産学共同研究等、技術移転のための研究開発、成果の活用促進

ものづくり基盤技術の高度化や新事業・新製品の開拓につながる多様な先端的・独創的研究成果を生み出す「知」の拠点である大学などと企業の効果的な協力関係の構築は、我が国のものづくりの効率化や高付加価値化に資するものである。

このような産学官連携活動はこれまで増加傾向にあり、大学などと民間企業との共同研究実施件数は2018年度には2万7,389件、このうち1,000万円以上の実施件数は1,237件、大学などの特許権実施等件数は1万7,002件となっているなど、着実に進展している（図332-4）。

一方、1,000万円以上の共同研究の全体に占める割合は高くなく本格的な産学官連携に課題が存在していた。

このような課題を踏まえ、「日本再興戦略2016」（2016年6月2日閣議決定）においては、研究者個人と企業の一組織（開発本部）との連携に留まってきた産学官連携を、大学・国立研究開発法人・企業のトップが関与する、「組織」対「組織」の本格的産学官連携へと発展させるため、産学官連携の体制を強化し、企業から大学・国立研究開発法人などへの投資を2025年までに3倍に増やすこととされている。

このため、文部科学省及び経済産業省は、2016年度より「イノベーション促進産学官対話会議」を共同で開催し、大学・国立研究開発法人が産学官連携機能を強化するうえでの課題とそれに対する処方箋を取りまとめた「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」を策定し、その普及に努めるとともに、2019年度より当該ガイドラインの実効性を向上させるための検討を始めている。

注8　AI技術、建設・インフラ維持管理／防災・減災技術、バイオ技術

また、本格的な産学官連携の実現に向けて、（国研）科学技術振興機構では、産学官が集う大規模産学連携拠点を構築し、基礎研究段階から実用化までの研究開発を集中的に実施し、革新的なイノベーションの創出を目指す取組として、2013 年度より「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」を実施している。トライアル拠点として採択された中から正式拠点に昇格した拠点を含め、18 の COI 拠点が活動を推進している。

さらに、2016 年度より「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」を実施しており、民間企業とのマッチングファンドにより、複数企業からなるコンソーシアム型の連携による非競争領域における大型共同研究と博士課程学生などの人材育成、大学の産学連携システム改革などとを一体的に推進することで、「組織」対「組織」による本格的産学連携を実現し、我が国のオープンイノベーションの本格的駆動を図ることを目指している。

2019 年度からは、上記の拠点型産学連携制度（COI、OPERA 等）を「共創の場形成支援」として大括り化し、一体的なマネジメントを推進している。

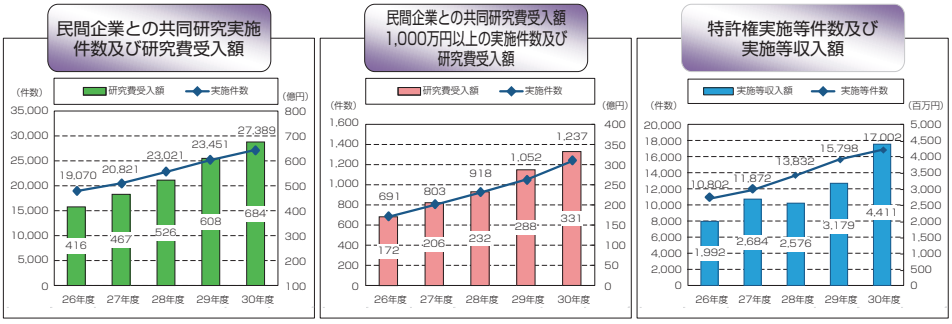
加えて、2018 年度より、文部科学省では、「オープンイノベーション機構の整備」を開始し、企業の事業戦略に深く関わる大型共同研究（競争領域に重点）を集中的にマネジメントする体制の整備を通じて、大型共同研究を推進している。

大学等発ベンチャーの新規創設数は、一時期減少傾向にあったが、近年は回復基調にあり、2018 年度の実績は 185 件となった。今後は、真に市場ニーズを捉え、強くグローバルに成長することのできる質の高い大学等発ベンチャーの創出に向けて、創業後の販路開拓などのビジネス面を含め、持続的な経営に資する環境を整備していく必要がある。

このため、（国研）科学技術振興機構では、起業前の段階から、公的資金と民間の事業化ノウハウなどを組み合わせることにより、成長性のある大学等発ベンチャーの創出を目指した支援を行う「大学発新産業創出プログラム（START）」を実施している。さらに、「出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）」を実施し、（国研）科学技術振興機構の研究開発成果を活用するベンチャー企業の設立・増資に際して、出資や人的・技術的援助を行うことにより、当該企業の事業活動を通じて研究開発成果の実用化を促進している。

また、文部科学省では、学部学生や大学院生、若手研究者などに対するアントレプレナー育成プログラムの実施により、我が国のベンチャー創出力を強化する「次世代アントレプレナー育成事業（EDGE-NEXT）」を 2017 年度から実施している。

図 332-4　大学等における産学官連携活動



※国公私立大学（短期大学を含む）、国公私立高等専門学校、大学共同利用機関が対象。

資料：文部科学省「2018 年度大学等における産学連携等実施状況について」（2020 年 1 月 17 日）

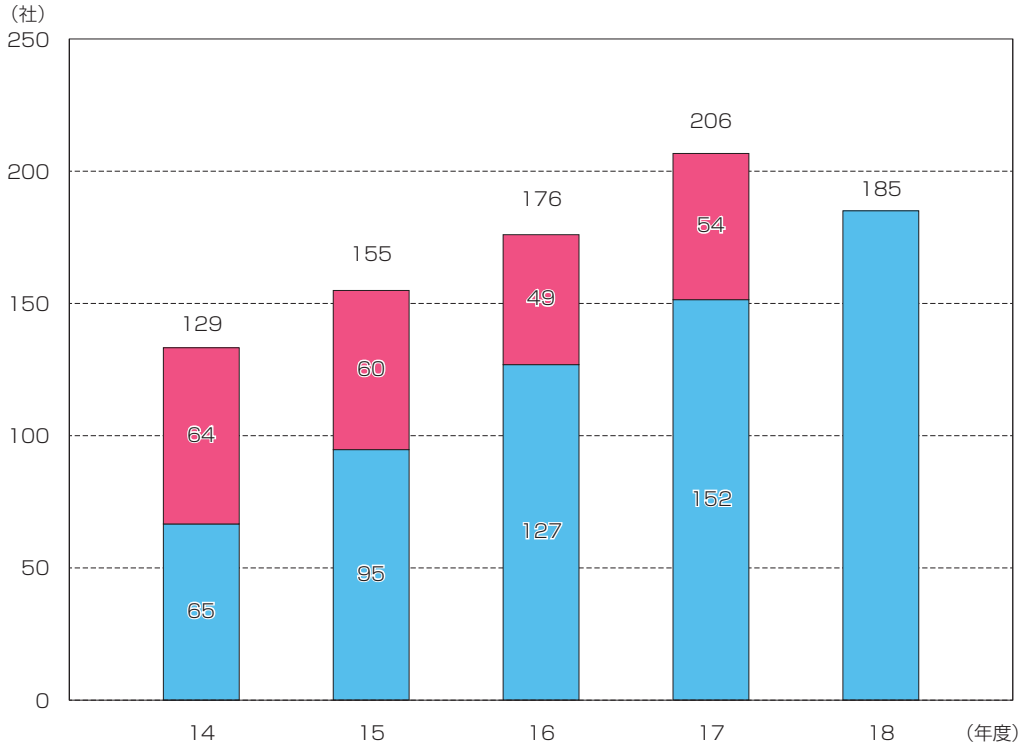
表 332-5　民間企業との共同研究の研究費の規模別実施件数及び研究費受入額内訳

区分		26 年度		27 年度		28 年度		29 年度		30 年度			
		件数	受入額（百万円）	件数	受入額（百万円）	件数	受入額（百万円）	件数	受入額（百万円）	件数	構成比	受入額（百万円）	構成比
1000 万円未満		18,379	24,423	20,018	26,075	22,103	29,397	24,399	32,026	26,152	95.5%	35,310	51.6%
	0 円	3,116		3,422		4,091		4,665		5,076	18.5%		
	1 円以上～ 100 万円未満	6,035	2,948	6,487	3,110	6,954	3,455	7,340	3,522	7,488	27.3%	3,627	5.3%
	100 万円以上～ 300 万円未満	6,935	10,435	7,666	11,499	8,283	12,568	9,348	14,120	10,180	37.2%	15,494	22.6%
	300 万円以上～ 500 万円未満	1,369	4,840	1,527	5,489	1,663	6,040	1,888	6,796	2,077	7.6%	7,462	10.9%
	500 万円以上～ 1000 万円未満	924	6,200	916	5,978	1,112	7,333	1,158	7,588	1,331	4.9%	8,727	12.8%
1000 万円以上		691	17,180	803	20,644	918	23,161	1,052	28,787	1,237	4.5%	33,114	48.4%
	1000 万円以上～ 5000 万円未満	649	12,379	743	14,472	846	16,130	951	18,481	1,118	4.1%	21,996	32.1%
	5000 万円以上～ 1 億円未満	31	1,996	45	2,969	56	3,795	77	5,030	95	0.3%	6,297	9.2%
	1 億円以上	11	2,804	15	3,202	16	3,236	24	5,276	24	0.1%	4,822	7.0%
計		19,070	41,603	20,821	46,719	23,021	52,557	25,451	60,814	27,389		68,425	

※「0 円」とは、民間企業と複数年契約を結び、研究費の受入れを別年度に行った場合である。

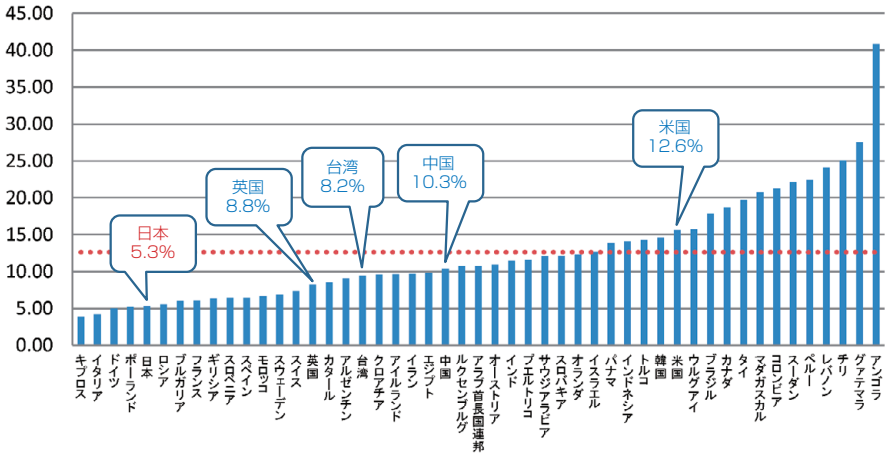
資料：文部科学省「2018 年度大学等における産学連携等実施状況について」（2020 年 1 月 17 日）

図 332-6　大学等発ベンチャーの設立数の推移



※本調査における大学等発ベンチャーとは、大学等の教職員・学生等を発明者とする特許を基に起業した場合、関係する教職員等が設立者となった場合等における企業を指す。
※ 2014 年度から 2017 年度までの設立数は、2018 年度に新たに設立が把握された企業（上記グラフ赤色部分）が含まれる。
資料：文部科学省「2018 年度大学等における産学連携等実施状況について」（2020 年 1 月 17 日）

図 332-7　各国の起業活動率



出典：経済産業省「2018 年度起業家精神に関する調査」

その他の取組として、（国研）科学技術振興機構においては、産学連携により大学などの研究成果の実用化を促進するため、大学などの個々の研究者が創出した成果を産学が共同で実用化に向けた研究開発を行うとともに、学から産への技術移転を行う「研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）」、大学などにおける研究成果の戦略的な海外特許取得の支援や、大学などに散在している特許権などの集約・パッケージ化による活用促進、大学などの特許情報のインターネットでの無料提供（J-STORE）などを通じて、大学などの知的財産活動の総合的活用を支援する「知財活用支援事業」を実施している。

また、研究開発税制について、共同研究などを通じた試験研究を促進するため、民間企業が大学などと行う共同試験研究のために支出した試験研究費について、一般の試験研究費よりも高い税額控除率を適用できる措置を設けている。

（4）大学等における研究成果の戦略的な創出・管理・活用のための体制整備

大学などの優れた研究成果を活かすためには、成果を統合発展させ、国際競争力のある製品・サービスとするための産業界との協力の推進が不可欠であり、これはものづくり産業の活性化にも資するものである。そのため、大学などにおいて、研究成果の民間企業への移転を促進し、それらを効果的にイノベーションに結びつける観点から、戦略的な産学官連携機能の強化を図っている。

1998 年に制定された「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（大学等技術移転促進法）」は、上記のような研究成果移転の促進により、我が国の産業の技術の向上と大学などにおける研究活動の活性化を図ることを目的とした法律である。本法に基づき実施計画を承認された TLO（Technology Licensing Organization）[注 9] は、2018 年度末で 35 機関に上り、これらの機関の特許実施許諾件数は 12,032 件（2018 年度）となっている。

この点、昨今の第 4 次産業革命への対応ともあいまって、大学における研究成果の社会還元を一層進めることが産業技術の向上や新たな事業分野の開拓に資することとなる。このようなことから、2019 年度より、文部科学省では、「イノベーションマネジメントハブ形成支援事業」を開始し、大学、産業界、TLO のネットワーク強化を図ることを通じて、大学における知的財産の効果的活用や共同研究の構築に資する環境整備を推進している。

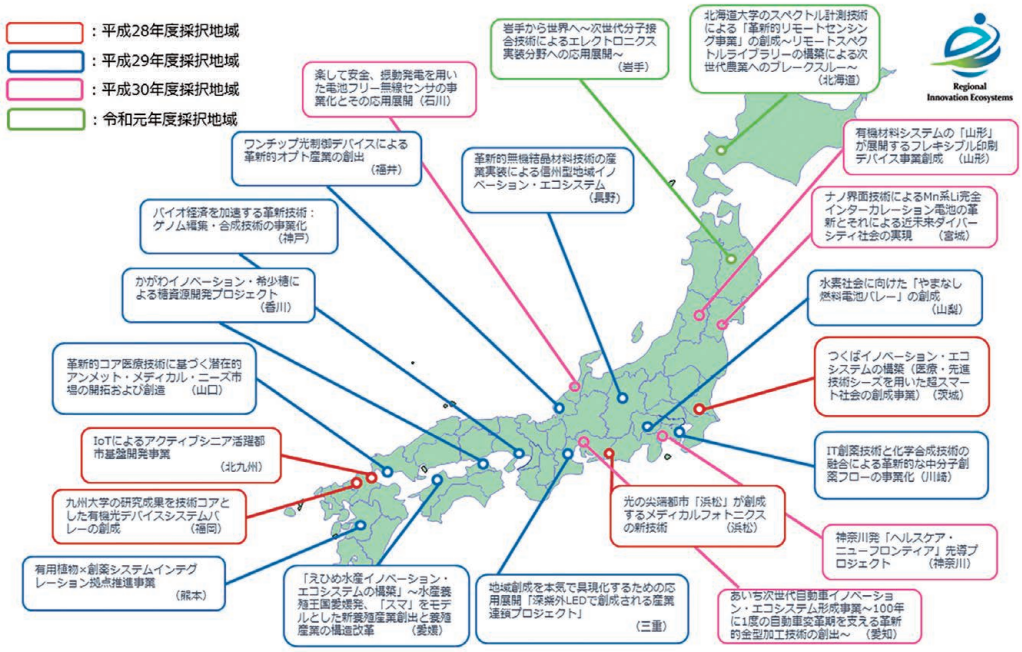
（5）地域科学技術イノベーション創出のための取組

地域における科学技術の振興は、地域産業の活性化や地域住民の生活の質の向上に貢献するものであり、ひいては我が国全体の科学技術の高度化・多様化につながるものとして、国として積極的に推進している。一方、地域イノベーション・エコシステムの形成と地方創生の実現に向けては、イノベーション実現のきっかけ・仕組みづくりの量的拡大を図る段階から、具体的に地域の技術シーズなどを活かし、地域からグローバル展開を前提とした社会的なインパクトの大きい事業化の成功モデルを創出する段階へと転換が求められている。

このため、文部科学省では、2016 年度より開始した「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」により、地域の成長に貢献しようとする地域大学に事業プロデュースチームを創設し、地域の競争力の源泉（コア技術など）を核に、地域内外の人材や技術を取り込み、グローバル展開が可能な事業化計画を策定し、リスクは高いが社会的インパクトが大きい事業化プロジェクトを支援している。2019 年度までに全 21 地域が採択されている（図 332-8）。

なお、都道府県などにおいては、各自の地域資源を活かした科学技術政策大綱や指針を策定するなど科学技術振興へのさらなる取組が期待される。

図 332-8　地域イノベーション・エコシステム形成プログラム支援地域一覧



注 9　大学等の研究成果に基づく特許権などについて企業に実施許諾を与え、その対価として企業から実施料収入を受け取り、大学等や研究者（発明者）に研究資金として還元することなどを事業内容とする機関。

第2部

令和元年度において ものづくり基盤技術の 振興に関して講じた施策

はじめに

以下では、2019年度においてものづくり基盤技術の振興に関して講じた施策を報告する（経済産業省、厚生労働省、文部科学省の省庁連携施策には小見出しに連携省庁を記載する）。

第１章
ものづくり基盤技術の研究開発に関する事項
第1節　ものづくり基盤技術に関する研究開発の推進等

1 ものづくり基盤技術に関する研究開発の実施及びその普及

（１）研究開発税制等の推進

①研究開発税制

（ア）試験研究費の総額に係る税額控除制度（総額型）

2019 年度から、研究開発型ベンチャーの成長を促すため、ベンチャー企業（設立 10 年以内で欠損金の翌期繰越額がある企業）の場合については、総額型の税額控除の上限を法人税額の 40%とした。また、試験研究費の額が平均売上金額の 10%を超える場合には、試験研究費割合に応じて税額控除の上限を最大 10%上乗せする措置を 2020 年度まで延長するとともに、新たに控除率の上乗せ（最大 10%）措置を講じた（なお、当該控除率の上乗せ措置については、2020 年度まで。）。

（イ）特別試験研究費税額控除制度（オープンイノベーション型）

2019 年度から、特別試験研究費税額控除制度（国の研究機関、大学その他の者との共同研究及び国の研究機関、大学、中小企業者への委託研究等に要する費用について、20%又は 30%を控除できる制度）の税額控除の上限を法人税額の５%から 10%に引き上げた。

また、新たに本制度の対象として新事業開拓事業者等（※）への委託試験研究（委託試験に要する費用の 25%を控除）及び民間企業等への委託試験研究（委託試験に要する費用の 20%を控除）を追加した。

（※）新事業開拓事業者等に該当する企業は、以下のいずれかに該当するもの。

（１）産業競争力強化法により経済産業大臣が認定したベンチャーファンドから出資を受けたベンチャー企業

（２）特別研究開発法人・大学発ベンチャー企業で以下の全ての要件を満たすもの

A）以下のいずれかの方法で出資を受けている

（ア）認定国立大学ファンドが出資（ファンドオブファンズを除く）

（イ）科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律に基づき特別研究開発法人が直接出資

B）役員が特別研究開発法人・大学等の職を有している

C）上記出資時に資本金５億円未満、当該出資を受けてから 10 年以内

（ウ）中小企業技術基盤強化税制

2019 年度から、中小企業向け支援を強化するため、従来の控除率 12%・税額控除の上限は法人税額の 25%を維持した上で、増減試験研究費割合が８%超の場合には、控除率を最大で 17%・税額控除の上限を 10%上乗せする措置を講じた（ただし、増減試験研究費割合が８%超の場合の上乗せ措置については、上記（ア）の税額控除の上限の上乗せ措置との選択適用。なお、当該上乗せ措置については、2020 年度まで。）。

（２）ものづくり基盤技術の開発支援

①AI チップ・次世代情報処理技術・情報通信技術等の開発（119 億 15 百万円（当初）、1100 億円（補正））

IoT 社会の到来により増加した膨大な量の情報を効率的に活用するため、ネットワークのエッジ側で動作する超低消費電力の革新的 AI チップに係るコンピューティング技術や、新原理により高速化と低消費電力化を両立する次世代コンピューティング技術（量子コンピュータ、脳型コンピュータ 等）等の開発を実施した。加えて、AI チップ開発に必要な設計ツール等の開発環境、共通基盤技術、開発に必要な知見等を提供することにより、民間企業等の AI チップ開発を支援した。また、クラウドコンピューティングの進展等により課題となっているデータセンタの消費電力抑制に向けて、電子回路と光回路を組み合わせた光エレクトロニクス技術の開発を実施した。さらに、各国で商用サービスが始まりつつある５Gに対して、超低遅延や多数同時接続といった機能が強化された「ポスト５G」に対応した情報通信システムの開発・製造基盤を強化するため、「ポスト５G情報通信システム基盤強化研究開発事業」を立ち上げた。

②AIP：人工知能／ビッグデータ／ IoT ／サイバーセキュリティ統合プロジェクト（92 億 92 百万円 *）＜内閣府、総務省、文科省、厚労省、農水省、経産省、国交省＞

（国研）理化学研究所に設置した革新知能統合研究センター（AIP センター）において、深層学習の原理解明や汎用的な機械学習の基盤技術の構築、日本が強

みを持つ分野の更なる発展や我が国の社会的課題の解決のための人工知能等の基盤技術の研究開発、人工知能技術の普及に伴って生じる倫理的・法的・社会的問題（ELSI）に関する研究などを実施している。このほか、（国研）科学技術振興機構（JST）において、人工知能などの分野における若手研究者の独創的な発想や、新たなイノベーションを切り開く挑戦的な研究課題に対する支援を一体的に推進している。

＊運営費交付金中の推計額を含む。

③未来開拓研究プロジェクト（109億50百万円）＜経産省、文科省＞

研究開発プロジェクトが小粒化、近視眼化する傾向にあるなか、技術で勝ってビジネスでも勝てるよう、我が国が強みを持つ技術であり、かつ、我が国経済社会に大きなインパクトを与える、従来技術の延長線上にない開発リスクの高い技術を未来開拓研究に指定し、文部科学省等との緊密な連携の下、研究開発を推進している。

④研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

独創的な研究開発を支える基盤を整備するため、先端計測分析における革新的な要素技術開発、機器開発の推進及びこれまでの開発成果の活用･普及を促進した。

⑤材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業（Materealize）（3億6百万円）

2019年度から大学・国立研究開発法人等において、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するもののプロセス技術の確立していない材料を社会実装に繋げるため、プロセス上の課題を解決するための学理・サイエンス基盤としてプロセスサイエンスの構築(Materealize)を目指して本事業を開始した。

⑥ナノテクノロジープラットフォーム（15億72百万円）

ナノテクノロジーに関する最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する機関が協力して、全国的な共用体制を構築することにより、産学官の利用者に対し、最先端設備の利用機会と高度な技術支援を提供した。

⑦元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞（18億95百万円）＜経産省、文科省＞

我が国の産業競争力強化に不可欠である希少元素（レアアース・レアメタル等）の革新的な代替材料を開発するため、物質中の元素機能の理論的解明から新材料の創製、特性評価までを密接な連携・協働の下で一体的に推進した。

⑧量子技術イノベーションの戦略的な推進（約160億円*）＜内閣府、総務省、文科省、経産省＞

量子科学技術の先進性やあらゆる科学技術を支える基盤性と、国際的な動向を鑑み、政府は2020年1月、統合イノベーション戦略推進会議の下、短期的な技術開発にとどまらず、産業・イノベーションまでを念頭に置き、かつ10から20年の中長期的な視点に立った新たな国家戦略として、「量子技術イノベーション戦略」を策定した。同戦略では、生産性革命の実現、健康・長寿社会の実現、国及び国民の安全・安心の確保を将来の社会像として掲げ、その実現に向けて、「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、重点的な研究開発、国際協力、研究開発拠点の形成、知的財産・国際標準化戦略、優れた人材の育成・確保を進めることとした。このうち、「重点的な研究開発」につながる施策として、関係各省は次の取組を実施している。

内閣府では、2018年度から実施している「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期」において、レーザー加工、光･量子通信、光電子情報処理と、これらを統合したネットワーク型製造システムの研究開発及び社会実装を推進している。

総務省は、2018年度から実施している「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」において、高秘匿な衛星通信に資する技術の研究開発に取り組んでいる。また、情報通信研究機構では、2001年度からどのような計算機でも解読不可能な量子暗号通信の基礎・基盤技術の研究開発に取り組んでいる。

文部科学省では、2018年度から実施している「光･量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP)」において、量子情報処理、量子計測・センシング、次世代レーザーの研究開発に取り組んでいる。また、量子科学技術研究開発機構では、2019年4月に量子生命科学領域を創設し、生命現象の根本原理の解明を目指すとともに、医療・健康分野等に革新を起こすべく先端的研究開発を行う量子生命科学の研究開発に取り組んでいる。

経済産業省では、「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」において、社会に広範に存在している「組合せ最適化問題」に特化した量子コンピュータ（量子アニーリングマシン）のハードウェアからソフトウェア、アプリケーションに至るまで、一体的に開発を進めている。また、「超低消費電力型光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業」において、電子回路と光回路を組み合わせた光エレクトロニクス技術の開発に取り組んでいる。

＊運営費交付金中の推計額を含む。

⑨宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業（SERVISプロジェクト）（3億97百万円）

我が国宇宙産業の競争力、自立性強化のため、民生

分野における優れた技術を活用した高性能かつ低コストな宇宙用部品・コンポーネントやロケットの実用化を目的として、中小、ベンチャー企業等への研究開発支援を実施。衛星データビジネスを支えるインフラとして世界的にニーズが高まっている小型衛星用ロケットでは、抜本的な低コスト化実現に向けた自律飛行安全システム等の開発を行った。また、2019 年度からは、民生技術を活用した優れた部品・コンポーネントの軌道上実証支援の研究開発事業を新たに開始した。

⑩宇宙太陽光発電における無線送受電技術の高効率化に向けた研究開発事業（２億 50 百万円）

宇宙太陽光発電システムは、昼夜・天候等にほとんど左右されることなく安定した量の太陽エネルギーを得ることができる宇宙空間において発電した電力をマイクロ波などに変換のうえ、地上へ伝送し、地上で電力に変換して利用する将来の新エネルギーシステムである。2019 年度は、宇宙太陽光発電システムの実現に必要な発電と送電を一つのパネルで行う発送電一体型パネルの開発に着手するとともに、その軽量化や、マイクロ波による無線送電技術の効率改善に資する送電部の高効率化のための技術開発等を行った。

⑪石油資源を遠隔探知するためのハイパースペクトルセンサの研究開発事業費（８億 45 百万円）

我が国の石油資源の遠隔探知能力の向上等を実現するため、高い波長分解能を有するハイパースペクトルセンサ（HISUI）を開発し、国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟に取付け、宇宙環境における実証を通じてその有用性を評価・検証する事業である。2019 年度はハイパースペクトルセンサの開発・試験を進め、国際宇宙ステーションへの取付けを行った。

⑫環境調和型プロセス技術の開発事業（40.0 億円）

我が国の鉄鋼業は、排熱回収利用等の主要な省エネ設備を既に導入しており、製鉄プロセスにおけるエネルギー効率が現在、世界最高水準であることから、既存技術の導入によるエネルギーの削減ポテンシャルは少ない状況。一方で、高炉法による製鉄プロセスでは鉄鉱石を石炭コークスで還元するため、多量の二酸化炭素排出は避けることができない。このため、製鉄プロセスにおける大幅な CO_2 排出削減、省エネルギー化を目指し、水素還元活用プロセス技術（COURSE50）、フェロコークス技術の開発を実施。水素還元活用プロセス技術（COURSE50）については、製鉄所から発生する二酸化炭素の約３割を削減することを目指して、コークス製造時の副生ガスに含まれる水素を用いて鉄鉱石を還元するための技術開発及び製鉄プロセスにおける未利用排熱を用いた二酸化炭素の分離回収のための技術開発を行った。フェロコークス技術については、製鉄プロセスから約10％の省エネルギーを目指して、金属鉄を含んだコークス（フェロコークス）を用いて鉄鉱石の還元反応を低温化・高効率化するための技術開発を行った。

⑬計算科学等による先端的な機能性材料の技術開発事業（26 億 50 百万円）

従来技術の延長線上に無い機能を有する超先端材料の創製とその開発スピードの劇的な短縮を目指し、計算科学、プロセス技術、計測技術から成る革新的な材料開発基盤技術の開発を行った。

⑭省エネ型化学品製造プロセス技術の開発事業（20 億円）

我が国が国際的に強みを有する触媒技術を活用することで、資源利用の高度化と製造プロセスのエネルギー消費量削減を目指し、

- 二酸化炭素と水を原料に太陽エネルギーでプラスチック原料等の基幹化学品を製造する製造プロセス技術（人工光合成）
- 砂から有機ケイ素原料を直接合成し、同原料から次世代 LED 封止材等の高機能有機ケイ素部材を製造する製造プロセス技術
- 非可食性バイオマス原料からコスト競争力のあるエンジニアリングプラスチック等の最終化学品までの一気通貫の省エネ型製造プロセス技術
- 機能性化学品の製造手法を従来のバッチ法からフロー法へ置き換え、廃棄物排出量を大幅削減する革新的な省エネ型の化学品製造プロセス技術の開発を行った。

⑮省エネ型電子デバイス材料の評価技術の開発事業（23 億 10 百万円）

電池・素材メーカー間のすりあわせを高度化し、電池の新材料が全固体電池材料として有用かを評価するため、標準電池の開発を行うとともに、標準電池の一部分を新材料に入れ替えて性能評価する共通基盤の構築に取り組んだ。また、コンピュータシミュレーション等を用いた高速・高効率な安全性予測手法の開発に取り組んだ。

⑯高機能なリグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術の開発事業（８億円）

樹脂への分散性、耐熱性に優れ、自動車や家電等への利用を実現する高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスの開発及び自動車部品等における構造化・部材化に関する技術開発を行うとともに、セルロースナノファイバーの安全性評価基盤技術及び原材料の高度利用技術の開発を行った。

⑰積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業（1億50百万円）

ものづくりの付加価値を高め、産業競争力を維持・強化していくためには、多品種少量生産、複雑形状、高機能化が実現できる積層造形技術を積極的に活用することが求められている。しかし、金属の積層造形技術は、そもそもの現象解明の研究さえも十分には進んでいないため、品質の再現性、均一性の確保が難しく、新規開発に多大なコストと時間が掛かることが課題となっている。そのため、2019年度より、溶融凝固現象の解明、高度モニタリング及びフィードバック制御機能の開発、積層造形技術による開発・評価手法の開発を推進している。

⑱省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発事業（6.5億円）

2016年のモントリオール議定書改正により、先進国は、代替フロン（HFC）を、2029年までに70%、2036年までに85%削減する必要がある。しかし、現時点でエネルギー効率等を十分に満たす次世代冷媒は存在せず、実用化にあたっては、燃焼性等の課題に関するリスク評価手法の確立、また、さらなるHFC削減に向けては、省エネ・低温室効果を両立する新冷媒や、次世代冷媒の特性に対応した機器の開発が必要不可欠。そのため、本事業では、次世代冷媒のリスク評価手法の確立、次世代冷媒の開発、新たな次世代冷媒に対応した省エネルギー型冷凍空調機器等の開発を推進している。

⑲革新型蓄電池実用化のための基盤技術の開発事業（34億円）

次世代自動車の普及に向けて、ガソリン車並みの航続距離と車としての価値（低重量や高積載容量、短時間充電など）の両立を実現するためには、高いエネルギー密度や耐久性・安全性を持つ革新型蓄電池の技術開発が必要となる。このため、2030年にリチウムイオン電池より性能を大幅に向上させた新原理の革新型蓄電池を実用化するため、電池の材料開発・評価や生産方法の検討などの基盤技術開発を行った。

⑳次世代電動航空機に関する技術開発事業（7億円）

航空機の運航時のCO_2排出量低減に向けて、電動推進のために必要なコア技術の開発（高エネルギー密度の電池や高出力密度のモータ等）を行う。2019年度は初年度として、電池やモータの材料の検証、試作品の設計を進めた。

（3）国家基幹技術の開発・利用によるものづくり基盤の強化

①大型放射光施設（SPring-8）の整備・共用（97億21百万円※）

大型放射光施設（SPring-8）は、光速近くまで加速した電子の進行方向を変えることで発生する極めて明るいX線「放射光」を用いて、物質の原子・分子レベルの構造などを解析できる世界最高性能の研究基盤施設である。材料科学や環境・エネルギー、生命科学、創薬等、我が国の経済成長を牽引する様々な分野で革新的な研究開発に貢献している。産業利用の割合は約2割と、諸外国の同様の施設と比べても高い。2019年度は年間約16,000人の産官学の研究者に利用された。

※SPring-8及びSACLAで一体的に運用する経費を含む。

②X線自由電子レーザー施設（SACLA）の整備・共用（69億6百万円※）

X線自由電子レーザー施設（SACLA）は、レーザーと放射光の特長を併せ持つ高度な光を発生させ、原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析する世界最先端の研究基盤施設である。光合成メカニズムの解明や、燃料電池の開発、創薬など、学術、産業共に世界最先端の革新的な研究開発成果が創出されている。

※SPring-8及びSACLAで一体的に運用する経費を含む。

③大強度陽子加速器施設（J-PARC）の整備・共用（171億69百万円（当初）、18億55百万円（補正））

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、極めて大強度の陽子加速器により生成された中性子やミュオン、ニュートリノ等を利用して、素粒子物理、生命科学、材料科学、環境・エネルギー分野などの幅広い分野の研究開発が可能な研究基盤施設である。特に中性子線施設では、持続可能な社会の構築に資する全固体セラミックス電池や固体冷媒などの開発につながる画期的な研究成果が創出されており、全実験課題のうち2～3割が民間企業による産業利用である。2019年度は年間のべ13,000人以上の産学官の研究者に利用された。

④革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築（102億60百万円）

HPCIは、世界最高水準の計算性能を有するスーパーコンピュータ「京」（2019年8月共用終了）を中核とし、国内の大学等のスーパーコンピュータやストレージを高速ネットワークでつなぎ、多様な利用者のニーズに対応する計算環境を提供するものであり、2012年9月末に共用を開始以降、「ものづくり」を

含む様々な分野における研究開発で活用されている。例えば、自動車の開発などで従来行われている風洞実験では実現が難しい、高速走行時に車両が蛇行した際の走行安全性をシミュレーションで実現することで、設計期間の短縮、コスト削減による産業競争力の強化への貢献が期待されている。

⑤スーパーコンピュータ「富岳」の開発（99 億 10 百万円（当初）、208 億 60 百万円（補正））

最先端のスーパーコンピュータは、科学技術や産業の発展などで国の競争力を左右するため、各国が開発にしのぎを削っている。文部科学省では、我が国が直面する社会的・科学的課題の解決に貢献するため、2021 年度の運用開始を目標に、「京」の後継機である「富岳（ふがく）」を開発するプロジェクトを推進している。また、ものづくり・創薬・エネルギー分野等で用いるアプリケーションについても、システムとの協調的な開発に取り組んでいる。2019 年 11 月のスパコンランキングでは「富岳」の試作機が消費電力性能を示すランキング（Green500）で世界 1 位を獲得した。

⑥官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進（13 億 26 百万円（当初）、37 億 98 百万円（補正））

最先端の科学技術は、物質の「構造解析」に加え「機能理解」が重要となっており、物質の電子状態やその変化を高精度で追える次世代放射光施設（軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源）の早期整備が求められている。同施設は、学術・産業共に高い利用ニーズが見込まれることから、財源負担も含めて「官民地域パートナーシップ」により整備することとされており、文部科学省では、2018 年 7 月、民間主体のパートナーを選定し、2019 年度より、2023 年度中の完成を目指して次世代放射光施設の整備に着手した。

⑦ AI 技術とものづくり技術の融合を目指した研究拠点の整備（194 億 99 百万円（2016 年度第 2 次補正）、20 億 03 百万円（2019 年度補正 ））

AI 技術と我が国の強みであるものづくり技術の融合を目指し、AI 技術の研究開発及び社会実装を加速化するため、国内外の叡智を集めた産学官一体の研究拠点の構築に 2016 年度より取り組み、センサ等の試作環境やロボット利用の模擬環境、世界トップレベルの人工知能処理性能を有する計算システム「AI 橋渡しクラウド（ABCI）」を 2016 年度第 2 次補正（194 億 99 百万円）にて整備した。この拠点を活用して 150 件を超える共同研究を実施した。さらに、ABCI は需要の増加に伴い、近々需要が現行機器の処理能力を上回ることが確実な状況であることから、2019 年度補正（20 億 03 百万円）にて、処理能力の拡充に着手した。

⑧政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備等事業（11 億 51 百万円）

質・量が抜本的に向上している地球観測衛星データは、防災、農林水産業、インフラ管理等の様々な分野での利用が期待されている。しかし、データが有償であることや、膨大なデータ量であるために一般コンピュータでの処理が困難であること等を理由に、産業利用は限定的であった。このため、衛星データや地上データ（人流、統計データ等）、AI や画像解析用のソフトウェアが原則無償で利用可能な政府衛星データプラットフォーム「Tellus」の開発・運用を行う。2019 年度は、2019 年 2 月にリリースしたプロトタイプ版に対し、搭載データの拡充や機能追加等を行ったバージョンアップを実施した。また、衛星データを用いたデータコンテストやデータ分析トレーニング等も開催し、衛星データを利用する人材の育成も行った。

（4）提案公募型の技術開発支援

①中小企業技術革新制度

中小企業等経営強化法（平成 11 年法律第 18 号）に基づき、新産業の創出につながる新技術開発のための特定補助金等の指定及び特定補助金等における中小企業者向け支出の目標額の設定、特定補助金等を利用して開発した成果の事業化支援措置等の方針の作成により、国等の研究開発予算の中小企業者への提供拡大及び技術開発成果の事業化を図った。

②戦略的基盤技術高度化支援事業（130.9 億円の内数）

我が国経済を牽引していく重要産業分野の競争力を支える特定ものづくり基盤技術の高度化等に向け、中小企業ものづくり高度化法の認定を受けた計画に基づき、中小企業・小規模事業者が産学官連携して行う製品化につながる可能性の高い研究・開発及び販路開拓への取組を支援することとし、2019 年度は 137 件採択した。

③ものづくり・商業・サービス生産性向上促進事業（1,100 億円（2018 年度補正）の内数）

国内外のニーズに対応したサービスやものづくりの新事業を創出するため、認定支援機関と連携して、革新的なサービス開発・試作品開発・生産プロセスの改善を行う中小企業・小規模事業者の設備投資等を支援することとし、2019 年度は 9,531 者採択した。

④ものづくり・商業・サービス高度連携促進事業（49 億 96 百万円）

「コネクテッド・インダストリーズ」の取組を広く普及させるため、また、地域経済を牽引する事業がもたらす地域経済への波及効果を高めるため、中小企業・小規模事業者等が連携して行う高度なプロジェク

トの実施に必要な設備投資等を支援することとし、2019年度は301者採択した

⑤研究開発型スタートアップ支援事業（（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構運営費交付金の内数）

自律的・連続的に創出・成長が繰り返される「エコシステム」の構築を目的とし、起業から事業化にいたるまでの事業段階に応じて一貫した研究開発型スタートアップに対する支援を実施した。

具体的には優れた技術シーズを活用した事業構想を持つ起業家候補に対して、企業の立ち上げ活動の支援や、成長性を秘めた研究開発型スタートアップに対して、支援人材、ベンチャーキャピタル、研究機関、事業会社等の協力を得ることを条件に、実用化開発等に係る研究開発費用等の支援を実施した。また、その事業段階に応じた支援を関係者のコミットを得ながら行うことにより、成功モデルの創出と関係者の定着によるエコシステムの構築を促した。

（5）オープンイノベーション拠点TIAの取組 ＜経産省、文科省＞

オープンイノベーション型の研究開発を加速させるため、（国研）産業技術総合研究所、（国研）物質・材料研究機構、筑波大学、高エネルギー加速器研究機構（KEK）、東京大学及び（一社）日本経済団体連合会が連携してオープンイノベーション拠点である「TIA」を推進してきた。民間企業がTIAを活用して、優れた性能を有する半導体の研究開発を行うなど、民間企業や大学等と連携網を広げ、産学官に開かれた研究開発拠点として、オープンイノベーションと人材育成を一体的に推進している。設立10年目の2019年度には、TIA連携プログラム探索推進事業「かけはし」の採択課題の中から、藻類の機能性食材への応用展開を図るベンチャー企業が創出された他、（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構、科学技術振興機構、日本医療研究開発機構などの大型研究プロジェクト発足につながった。また、TIAの人材育成事業として、TIA連携大学院「サマー・オープン・フェスティバル」や、若手研究人材の育成を目的とする「Nanotech CUPAL」を実施した。

2 技術に関する研修及び相談・助言等

（1）（独）中小企業基盤整備機構における経営相談・専門家派遣事業（（独）中小企業基盤整備機構交付金の内数）

（独）中小企業基盤整備機構では、中小企業支援の高度な専門性と知見を有する専門家等が、創業予定者や創業間もない企業、経営革新や新事業開拓を目指している中小企業、その他経営課題の解決に取り組む中小企業等に対して、経営相談及び専門家派遣等を通じて成長発展段階に応じたハンズオン支援を実施した。

（2）中小企業・小規模事業者ワンストップ総合支援事業（47億77百万円の内数）

中小企業・小規模事業者等が抱える様々な経営課題に対応するワンストップ相談窓口として、各都道府県に「よろず支援拠点」を配置し、一歩踏み込んだ専門的な助言を行うとともに、特に高度・専門的な経営課題に対応するために専門家派遣を実施した。

3 知的財産の取得・活用に関する支援

（1）模倣品・海賊版対策について

①政府模倣品・海賊版対策総合窓口による対応

2004年8月に経済産業省に設置された一元的相談窓口において、権利者等からの模倣品・海賊版に関する相談や情報提供を受け付け、関係省庁と連携して解決への対応を行うとともに、必要に応じて外国政府等への働きかけを実施した。

また、外国政府の制度・運用等の対応に問題があることにより、知的財産権に関し利益が適切に保護されていない事案がある場合、本窓口に対する申立に基づき日本政府が調査を行い、必要があれば、二国間協議等を実施する「知的財産権の海外における侵害状況調査制度」の運用を行っている。

②知的財産保護官民合同訪中代表団の派遣

産業界との連携の下、2019年7月に江蘇省及び上海市に官民合同訪中代表団（実務レベル）を派遣し、中国地方政府の知的財産保護担当部局に対して、法制度・運用の改善等について要請を行い、情報共有等の両国間の連携を継続していくことを確認した。

（2）知的資産経営の推進

我が国企業における自主的な知的資産経営報告書の作成による無形資産の「見える化」の促進に資するため、「知的資産経営WEEK2019」の開催を支援し、各セミナー等において講演を通じ情報提供を行うことで、知的資産経営の更なる普及・啓発を図った。

（3）営業秘密及び限定提供データ

①営業秘密管理に関する普及啓発

2015年に改正された不正競争防止法の施行を受けた営業秘密保護強化の一環として、都道府県警察の営業秘密保護対策官との連携、営業秘密侵害事犯の被害相談の指導、企業への周知活動を継続するとともに、

各地で警察庁・都道府県警察と共同の講演会を行う等、普及啓発においても連携を進めた。

また、官民の実務者間において企業情報の漏えいに関する最新の手口やその対応策に関する情報交換を緊密に行う場である「営業秘密官民フォーラム」の参加団体向けに、判例分析や逮捕情報等に関する情報を掲載した営業秘密に関するメールマガジン「営業秘密のツボ」を毎月配信している。

さらに、秘密情報の漏えいを未然に防止するための様々な対策をとりまとめた「秘密情報の保護ハンドブック～企業価値向上に向けて～」（2016 年 2 月公表）やその簡易版となる小冊子「秘密情報の保護ハンドブックのてびき～情報管理も企業力～」（2016 年 12 月公表）、不正競争防止法による保護を受けるために必要となる最低限の水準の対策を示す「営業秘密管理指針」（2019 年 1 月改訂）等の周知活動を、HP（2019 年 1 月リニューアル）や講演において引き続き行った。

②限定提供データに関する取組

IoT、ビッグデータ、AI 等の活用が進展する第４次産業革命を背景に、データの利活用を促進するための環境整備を目的として、「限定提供データ」の制度の創設等を盛り込んだ不正競争防止法の改正を行った（2018 年５月公布、限定提供データに関する規定等は 2019 年７月施行）。この限定提供データに関する制度の施行に向けて、データの提供者と利用者間の契約実務等における混乱を防ぐべく、限定提供データの要件の考え方や、不正競争行為に該当する事例などを盛り込んだ指針を 2019 年 1 月に策定・公表し、特許庁や関係団体と連携し、講演等において説明を行った。また、価値あるデータを保護しながら利活用を進めるために必要な事項についての検討を行った。

（４）知財権情報の活用に関する支援

①特許情報プラットフォーム（J-PlatPat）（(独)工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

特許情報を活用した効率的な先行技術調査や技術開発等を促進するため、インターネット上の無料サービス「特許情報プラットフォーム (J-PlatPat)」を通じて、国内外で発行された１億件以上の特許、実用新案、意匠及び商標の公報並びに審査関連情報を提供している。審査関連情報については、「ワン・ポータル・ドシエ (OPD) 照会」を通じて、世界各国の特許出願に関する情報を一括把握することが可能である。

2019 年度には、J-PlatPat の機能改善（審査経過情報が照会可能となるまでのタイムラグの解消 、照会可能な審査書類の拡充、AI を活用した最新の機械翻訳アルゴリズムによる日本公報情報及び日本審査書類情報の日英翻訳の質向上等）を行った。

②特許出願技術動向調査

大学、公的研究機関や企業等における研究開発活動の検討や効果的な出願戦略の構築のための資料、及び行政機関の科学技術政策等の策定のための基礎資料の提供を目的として、今後の進展が予想される技術テーマを選定し、特許出願技術動向の調査を行っている。2019 年度は、10 の技術テーマについて調査を実施した。

（５）権利化に対する支援

①円滑な権利化に対する支援

中小企業の円滑な特許権取得を促進するため、全ての中小企業を対象として、特許料（第１年分から第 10 年分）、審査請求料、PCT 国際出願に係る手数料（調査手数料、送付手数料、予備審査手数料）を２分の１に軽減する措置及び国際出願手数料や取扱手数料の２分の１に相当する額を交付する措置を講じている。

また、中小ベンチャー企業、小規模企業を対象として、一定の要件を満たした場合に特許料（第１年分から第 10 年分）、審査請求料、PCT 国際出願に係る手数料（調査手数料、送付手数料、予備審査手数料）を３分の１に軽減する措置及び国際出願手数料や取扱手数料の３分の２に相当する額を交付する措置を講じている。なお、中小企業による 2019 年度の軽減措置の利用件数は 56,139 件であった。

②早期権利化に対する支援

これまでの特許制度を巡る情勢変化や新たな課題を踏まえ、2023 年度までに特許の「権利化までの期間[注1]」と「一次審査通知までの期間」をそれぞれ、平均 14 か月以内、平均 10 か月以内とするなど、「世界最速･最高品質の特許審査」の実現を目指している。また、研究開発成果の早期活用、グローバルな経済活動等に対する支援を目的として、一定の要件を満たす特許出願について、出願人からの申請を受けて審査・審理を通常に比べて早く行う早期審査・早期審理を継続して実施した。加えて、地震により被災した企業の企業活動に必要な技術を早期に保護し、活用可能とするため、災害救助法（昭和 22 年法律第 118 号）の適用される地域（東京都を除く。）に住所又は居所を有する被災した企業、個人等が簡便な手続で早期審査・早期審理を受けられる「震災復興支援早期審査・早期

注１　出願人が補正等をすることに起因して特許庁から再度の応答等を出願人に求めるような場合や、特許庁に応答期間の延長や早期の審査を求める場合等の、出願人に認められている手続を利用した場合を除く。

審理」を実施している。さらに、新たな技術開発を行い、市場を開拓する段階にあるベンチャー企業による戦略的な特許権の取得をサポートすべく、「ベンチャー企業対応面接活用早期審査」及び「ベンチャー企業対応スーパー早期審査」を2018年7月より開始した。

③世界で通用する安定した権利の設定に向けたインフラ整備

企業活動のグローバル化や事業形態の多様化に伴い、企業の知的財産戦略も事業を起点としたものに移りつつある。そこで、事業で活用される知的財産の包括的な取得を支援するために、2013年4月から事業戦略対応まとめ審査を開始した。事業戦略対応まとめ審査は、新規の事業や国際展開を見据えた事業に係る製品・サービスを構成する複数の知的財産（特許・意匠・商標）を対象として、事業説明を受けたうえで、分野横断的に一括して審査を行うものである。これにより、企業の望むタイミングで、企業の事業展開を支える知財網の形成が可能となる。

また、今後、AI関連技術等が様々な技術分野で発展することが予想されるところ、AI関連技術等との関連性がこれまで薄かった出願人等に審査の運用を分かりやすく示すことや、特許庁として技術分野によらず統一的に特許性の判断を行うことが重要となる。そこで、特許庁は、2019年1月に、AI関連技術に関する事例を「特許・実用新案審査ハンドブック」に追加し、各種説明会や国際会議、国際シンポジウム等を通じてユーザーに広く周知した。

（6）知的財産の戦略的な活用に対する支援

①知的財産に関するワンストップ相談窓口「知財総合支援窓口」（（独）工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

「知的財産は敷居が高く相談に行きにくい」「どこへ相談に行けばいいか分からない」という中小企業の声を踏まえ、2011年度から、知的財産に関する悩みや相談に対し、その場で解決につなげていく「知財総合支援窓口」を47都道府県全てに設置し、様々な専門家のほか、自治体や商工会・商工会議所、よろず支援拠点等の支援機関等とも連携して知的財産のワンストップサービスを提供している。2016年度からは、事業の実施主体を（独）工業所有権情報・研修館（INPIT）とすることで、同独法が所管する他の窓口（営業秘密・知財戦略相談窓口、海外展開知財支援窓口）との連携強化を行った。その後、標準化に関するアドバイスを提供する日本規格協会（JSA）との連携強化や、支援者に対して経営デザインシートやその考え方を紹介し、将来の企業価値向上の啓発を促すなど、支援内容の一層の拡充を図っている。2019年度の相談件数は107,067件であった。

②中小企業等外国出願支援事業（中小企業等海外出願・侵害対策支援事業補助金の内数）

中小企業等による戦略的な外国出願を促進するため、（独）日本貿易振興機構（ジェトロ）や都道府県等中小企業支援センター等を通じて、外国への事業展開等を計画している中小企業に対し、外国への出願に要する費用（外国特許庁への出願料、国内・現地代理人費用、翻訳費用等）の一部を助成した。採択件数は883件であった。

③中小企業等海外侵害対策支援事業（中小企業等海外出願・侵害対策支援事業補助金の内数）

中小企業の海外での適時適切な産業財産権の権利行使を支援するため、ジェトロを通じて、模倣品に関する調査や模倣品業者に対する警告・行政摘発手続に要する費用を補助し、採択件数は17件であった。また、海外で現地企業等から知財権侵害で訴えられた場合の弁護士への相談費用や訴訟に要する費用を補助し、採択件数は2件であった。さらに、海外で自社のブランドや地域団体商標を現地企業に冒認出願された中小企業等に対し、異議申立や無効審判請求、取消審判請求等の、冒認商標を取り消すために要する費用を補助し、採択件数は15件であった。

④海外知的財産プロデューサーによる支援（（独）工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

海外における事業展開を知的財産リスクマネジメント及び知的財産活用の視点から支援するため、海外での事業展開が期待される有望技術を有する中小企業等に対して、知的財産マネジメントの専門家（海外知的財産プロデューサー）を派遣している。

2019年度は、6人の海外知的財産プロデューサーにより、224者（2020年2月末現在）の支援を行った。

⑤開放特許情報データベースの提供（（独）工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

特許の活用を促進するため、大学、公的研究機関や企業等が保有する知的財産権で、他者にライセンス又は権利譲渡する意思のある特許（開放特許）の情報を、「開放特許情報データベース」において提供している（登録件数：約3万件（2020年3月末現在））。

⑥リサーチツール特許データベースの提供（（独）工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

ライフサイエンス分野において研究を行うための道具として使用される物又は方法に関する日本特許（リサーチツール特許）の使用を促進するため、大学、公的研究機関や企業等が保有するリサーチツール特許の情報を、「リサーチツール特許データベース」において提供している（登録件数：約350件（2020年3月末現在））。

（7）技術等情報の管理に関する取組

2018年5月に成立した改正産業競争力強化法において、企業の競争力の源泉となる技術を含めた情報の適切な管理についての外部からの予測可能性を高めることにより、オープンイノベーションを進めていくため、国が認定した機関から認証を受けることができる制度を創設し、2018年9月25日に施行した。

4 戦略的な標準化・認証の推進

（1）中堅・中小企業等における標準化の戦略的活用の推進

「成長戦略フォローアップ」（2019年6月21日閣議決定）、「知的財産推進計画2019」（2019年6月21日知財戦略本部会合決定）に基づき、「新市場創造型標準化制度」を活用して企業等から規格の提案のあった案件について、2014年から2020年3月末までに規格を32件策定した。さらに、自治体・産業振興機関、地域金融機関、大学・公的研究機関（パートナー機関）と（一財）日本規格協会が連携し、地域において標準化の戦略的活用に関する情報提供・助言等を行う「標準化活用支援パートナーシップ制度」のパートナー機関数を2015年から2020年3月末までに164機関に拡大した。また、企業等向けに、標準化に関する戦略的活用についてのセミナーを、2015年から2020年3月末までに196件実施した。

（2）戦略的な国際標準化の推進（48億円600百万円）

我が国企業が有する優れた技術・製品を国内外に普及させるに当たっては、関連する国際標準を戦略的に策定することが重要である。そのため、先端医療機器、ロボット等の我が国が技術的優位を有する先端分野や、自動走行システム等の経済的波及効果の大きい社会システムに関連する分野、シェアリングエコノミーなどのサービス分野において、国際標準原案の開発、当該原案の国際標準化機関への提案等を実施した。また、その過程で得られた知見をもとに普及を見据えた試験・認証基盤の構築等を実施するとともに、国際標準化に必要な場合はJISの開発を併せて行った。

（3）世界に通用する認証基盤の強化

我が国企業の海外展開の観点から戦略的に重要な分野について、認証又は試験の結果が国際的に認められる認証基盤を国内に整備するため、大型パワーコンディショナ及び大型蓄電池の試験・評価施設の整備を行い、2016年4月より運用を開始した。2019年度においては、大型パワーコンディショナで41件の共同研究／認証実験、大型蓄電池で61件（2月末時点）の共同試験を実施した。また、両施設を活用し、我が国の国際競争力強化に資する試験手法及び国際標準開発を行った。

（4）アジア諸国等との協力関係強化

我が国企業のアジア諸国での事業展開及びアジア市場の獲得を促進するため、我が国が強みを持つ製品や技術が適正に評価される性能評価方法等の国際標準化について、アジア諸国の標準化機関と協力してワークショップ・セミナーを開催した。また、国際標準化分野での連携強化のため、ビルの省エネ・再エネ導入を目的にした、Zero Energy Buildingに関するガイドラインや評価方法の普及に資する研修をASEAN向けに実施した。さらに、国際標準化機構（ISO）、国際電気標準会議（IEC）及びASEAN品質標準諮問委員会（ACCSQ）傘下のWGと連携し、アジア地域向けの標準化人材育成ワークショップを開催した。2019年7月には、高松市で北東アジア標準協力フォーラムを開催し、日中韓3か国の標準化機関や関係企業が集まり、国際標準化活動における協力分野について議論を行った。

（5）標準化人材の育成

①標準化資格制度の実施

日本規格協会（JSA）において、標準化や規格開発に関する専門知識を備えた人材を「規格開発エキスパート」として評価して登録する「標準化人材登録制度」（2017年6月創設）を実施。規格開発エキスパート441名、規格開発エキスパート補36名を登録（2020年3月1日時点）。

②大学等における標準化教育の推進

非常勤講師としての職員派遣等を通じた支援を実施するとともに、2017年度に開発した標準化教育のモデルカリキュラム及びファカルティ・ディベロプメント教材を活用し、全国の大学等における標準化講義のさらなる拡充を支援。

③若手育成のための国際標準化人材育成講座の実施

国際標準化実務の遂行能力に加え、グローバルに通用する交渉力及びマネジメント力を兼ね備えた人材を育成するため、日本規格協会（JSA）と連携して、ISO及びIECにおける標準化に携わる若手を対象とした「ISO/IEC国際標準化人材育成講座」（通称ヤンプロ）を実施。2019年度には、同講座を3回実施し、計58名が修了した。また、このほかに、受講者同士のネットワークの維持、強化を図ることを目的として、同講座の修了者を対象とした合同研修会を開催した。

5 科学技術イノベーション人材の育成・確保

（1）卓越研究員事業（17億 56百万円）

優れた若手研究者が産学官の研究機関において、安定かつ自立した研究環境を得て自主的・自立的な研究に専念できるよう研究者及び研究機関に対して支援を行う取組を実施した。2019 年度から、若手研究者と研究機関をつなぐブリッジプロモーターによるマッチングを促進する新たな取組を導入した。

（2）次世代アントレプレナー育成事業（EDGE-NEXT）（3億 84百万円）

これまで各大学等で実施してきたアントレプレナー育成に係る取組の成果や知見を活用しつつ、人材育成プログラムへの受講生の拡大やロールモデル創出の加速に向けたプログラムの発展に取り組むことで、起業活動率の向上、アントレプレナーシップの醸成を目指し、我が国のベンチャー創出力を強化する取組を実施した。

（3）女性研究者・技術者への支援（19億80百万円）

研究と出産・育児等のライフイベントとの両立や、女性研究者の研究力向上を通じたリーダーの育成を一体的に推進するダイバーシティ実現に向けた大学等の取組のをはじめとした、科学技術イノベーションを担う女性の活躍促進に向けた取組を実施した。

第2節　ものづくり事業者と大学等の連携

1 大学等の能力を活用した研究開発の促進

（1）大学発新産業創出プログラム（START）（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

起業前の段階から、公的資金と民間の事業化ノウハウ等を組み合わせることにより、成長性のある大学等発ベンチャーの創出を目指した支援を行った。

（2）研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

大学等の研究成果の実用化促進のため、大学や公的研究機関等における有望なシーズ発掘から事業化に至るまで、切れ目なく支援をした。

（3）オープンイノベーション機構の整備事業（19億 35百万円）

企業の事業戦略に深く関わる大型共同研究（競争領域に重点）を集中的にマネジメントする体制の整備を通じて、大型共同研究の推進により民間投資の促進を図った。

（4）産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

民間企業とのマッチングファンドにより、複数企業からなるコンソーシアム型の連携による非競争領域における大型共同研究と博士課程学生等の人材育成、大学の産学連携システム改革等とを一体的に推進することで、我が国のオープンイノベーションを加速するための支援をした。

（5）地域イノベーション・エコシステム形成プログラム（36億 33百万円）

地域の成長に貢献しようとする地域大学に事業プロデュースチームを創設し、地域の競争力の源泉（コア技術等）を核に、地域内外の人材や技術を取り込み、グローバル展開が可能な事業化計画を策定し、リスクは高いが社会的インパクトが大きい事業化プロジェクトを支援した。

（6）センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数等）

大学や公的研究機関、企業等が集う、世界と戦える大規模産学連携研究開発拠点を構築・運営し、社会実装を目指して産学協働で研究開発を集中的に実施することで、革新的なイノベーションの連続的な実現と、新産業の創出を目指す取組を推進した。

2 大学等の研究成果の利用の促進

（1）知財活用支援事業（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

優れた研究成果の発掘、特許化の支援から、企業化開発に至るまでの一貫した取組を進めており、具体的には、大学等における研究成果の戦略的な海外特許取得の支援、大学等の特許情報のインターネットでの無料提供（J-STORE）を実施するとともに技術移転人材の育成を図るなど、大学等の知的財産の総合的活用を支援した。

（２）産学連携知的財産アドバイザーによる支援（(独)工業所有権情報・研修館運営交付金の内数）

地方創生に資する大学等の活動を促進するため、事業化を目指す産学連携プロジェクトを展開する大学に知的財産の専門家である産学連携知的財産アドバイザーを派遣して知的財産マネジメントを核とする支援を行う「産学連携知的財産アドバイザー派遣事業」を実施している。2019 年度は全 22 大学に産学連携知的財産アドバイザーを９名派遣した。

第２章 ものづくり労働者の確保等に関する事項

第1節　人材確保と雇用の安定

1　人材確保の支援

（１）ハローワークにおけるきめ細かなマッチング支援

ハローワークにおいては、わかりやすい求人票の作成に向けた助言・指導や、企業説明会・就職面接会の開催などに取り組む等のきめ細かなマッチング支援を行っている。

（２）人材確保等支援助成金による職場定着の促進等（121億 14百万円）

雇用管理改善や生産性向上等により「魅力ある職場づくり」に取り組む事業主等に対して人材確保等支援助成金の支給を行った。

（３）中途採用等支援助成金による転職・再就職者の採用機会の拡大等（22億 77百万円）

中途採用者の能力評価、賃金、処遇等の制度を整備した上で、中途採用者の採用を拡大させた事業主に対して中途採用等支援助成金（中途採用拡大コース）の支給を行った。

（４）製造業における外国人材受入れ支援事業（１億 1百万円）

2019 年４月１日より、新たな在留資格、「特定技能」による外国人材の受入れが開始され、経済産業省の所管では、製造３分野（素形材産業、産業機械製造業、電気・電子情報関連産業）において、特定技能外国人の受入れが始まった。

本事業では、製造３分野の「特定技能」で在留する外国人の受入れを円滑に行うため、特に中小企業に向けて、制度説明や優良な取組を紹介するセミナーを実施するとともに、中小企業及び外国人材向けの相談窓口を開設・運営等を行った。

2　景気循環に対応した雇用の維持・安定対策

（１）労働移動支援助成金による成長分野等への人材移動の実現（22億 25百万円）

事業規模の縮小等に伴い離職を余儀なくされる労働者等に対し、再就職を実現するための支援を職業紹介事業者に委託した事業主や求職活動のための休暇を与えた事業主に対して費用の一部を助成する労働移動支援助成金（再就職支援コース）の支給を行った。

また、事業規模の縮小等に伴い離職を余儀なくされた労働者等の早期雇入れや当該労働者への訓練（OJT を含む。）を行った事業主に対する労働移動支援助成金（早期雇入れ支援コース）の支給を行った。

なお、今後労働力人口の減少が見込まれる中で経済成長を図っていくためには、労働生産性を高めていくことが不可欠である。このため、事業所における生産性向上の取組みを支援するため、生産性を向上させた事業所が労働移動支援助成金等労働関係助成金（一部）を利用する場合に、その助成額又は助成率の割増等を行った。

（２）雇用調整助成金による雇用の維持・安定（62億 30百万円）

景気の変動などの経済上の理由により、事業活動の縮小を余儀なくされた事業主が、休業、教育訓練又は出向により、労働者の雇用維持を図った場合に、雇用調整助成金の支給を行った。

3　労働力需給調整機能の強化

（１）求人関係情報の積極的な提供等

ハローワークインターネットサービスにおいて、全国のハローワークで受け付けた求人の情報提供を引き続き実施している。

（2）製造業の請負事業の適正化及び雇用管理改善の推進（15百万円）

製造業の請負事業の適正化及び雇用管理改善に向けて自主的な取組を促進するため、2007年6月に策定・公表した「製造業の請負事業の雇用管理の改善及び適正化の促進に取り組む請負事業主及び発注者が講ずべき措置に関するガイドライン」に基づく審査基準による優良事業所の認定及びセミナーや好事例の周知を行うとともに、電話相談による支援等を実施した。

4 若年者の就業支援の推進及び職業意識の啓発

（1）地域若者サポートステーション（39億 72百万円）＜厚労省、文科省＞

若年無業者等の職業的自立を支援するため、地方公共団体との協働により、地域の若者支援機関からなるネットワークを構築・維持するとともに、その拠点となる地域若者サポートステーションを設置し、キャリアコンサルタントなどによる専門的な相談や各種プログラムの実施など、多様な就労支援メニューを提供する地域若者サポートステーション事業を2006年度に創設した。

2017年度においては、高校中退者等の支援を更に充実させるため、学校等関係機関との連携を一層強化し、アウトリーチ（訪問）型等による切れ目ない就労支援を実施した。

また、2018年度においては、就職氷河期に学校卒業期を迎えたおおむね40代前半の無業者に対する職業的自立支援の有効性や支援手法に係る課題等を整理、分析するためのモデル事業（就職氷河期無業者総合サポートプログラム）を全国10箇所のサポステで試行的に実施した。

さらに、2019年度においては、これらの就労支援を全国177箇所で実施するとともに、就職氷河期無業者支援サポートプログラムの検証結果等を踏まえ、おおむね40代半ばまでの無業者を対象に、基礎自治体の生活困窮者自立支援スキームとサポステ事業の連携を強化し、原則ワンストップ型で必要な支援・プログラムを提供するモデル事業（就職氷河期等無業者一体型支援モデルプログラム）を全国12か所のサポステで2か年にかけて試行的に実施している。

（2）新卒者等に対する就労支援（新卒応援ハローワーク）（84億 15百万円）

大学院・大学・短大・高専・専修学校などの学生や既卒未就職者を対象に専門的支援を行う新卒応援ハローワーク等においては、広域的な求人情報の提供や、就職支援セミナー・面接会を実施した。また、学生や既卒者の支援を専門に行う相談員であるジョブサポーターを新卒応援ハローワーク等に配置し、担当者制を基本とした個別相談、求人の紹介等就職まで一貫した支援を行うとともに、大学等との連携による学校への出張相談等を行った。さらに、就職後の職場定着支援等の相談窓口を設置し、就職活動から、職場で活躍するまでの総合的なサポートを実施した。2019年度においては、これらの就労支援を全国56箇所で実施した。

（3）フリーター等に対する就労支援（わかものハローワーク）（32億 9百万円）

主に正社員就職経験が乏しいフリーター等を対象に、正社員就職実現を目指した専門的支援を行うわかものハローワーク等において、予約担当制によるきめ細かな職業相談・応募先企業に応じた面接指導や応募書類作成・職業相談等を行った。2019年度においては、これらの就労支援を全国28箇所のわかものハローワーク等で実施した。

5 年齢にかかわりなく働ける社会の実現

（1）高齢者雇用の促進（39億 58百万円）

①高年齢者雇用確保措置の確実な実施

65歳までの定年の引上げ、継続雇用制度の導入等の措置を事業主に義務付けた高年齢者雇用安定法に基づき、当該措置を実施していない事業主に対して、ハローワークによる助言・指導等を実施した。

② 65歳超雇用推進助成金の活用促進

65歳以上への定年引上げや66歳以上の継続雇用制度の導入等を行う事業主、高年齢者の雇用管理制度の整備等を行う事業主、50歳以上かつ定年年齢未満の有期契約労働者の無期雇用への転換を行う事業主に対して65歳超雇用推進助成金を支給した。

（2）高年齢者等の再就職支援の促進（511億 39百万円）

60歳以上の求職者等をハローワーク等の紹介により継続して雇用する労働者として雇い入れた事業主に対して特定求職者雇用開発助成金を支給した。

（3）地域における多様な働き手への支援（170億 58百万円）

シルバー人材センターにおける定年退職後等の高年齢者への多様な就業機会の拡大・会員拡大などの取組や育児支援の分野など現役世代を支える取組を支援した。

2節　職業能力の開発及び向上

1 人生100年時代を見据えた労働者の職業能力の開発及び向上

少子高齢化による労働供給制約と第４次産業革命による技術革新に対応しつつ、全ての方がその能力を存分に発揮する社会を実現するためには、働く方一人一人の生涯を通じた能力開発を支援し、生産性の向上を図っていくことが不可欠である。そのためには、いくつになっても、誰にでも学び直しと新しいチャレンジの機会を確保するリカレント教育の充実や、高齢期も見据えたキャリア形成支援等を推進していく必要がある。

このため、2018 年６月に取りまとめられた「人づくり革命基本構想」や 2019 年６月に取りまとめられた「成長戦略フォローアップ」等に即して、労働者のキャリアプランの再設計や企業内のキャリアコンサルティング導入等の支援、教育訓練給付や IT 理解・活用力習得のための職業訓練等のリカレント教育施策を推進するとともに、企業の実情に応じた中高年齢層向けの訓練の提供などを図っていく。

引き続き、誰もがいくつになっても、新たな活躍の機会に挑戦できるような環境の整備に向けた取組を進めていく。

2 ハロートレーニング(公的職業訓練)の推進

（１）公共職業訓練の推進

公共職業能力開発施設では、ものづくり分野を中心として、離職者の再就職の支援や在職労働者のスキルアップ、高度な技能者の養成、学卒者に対する長期間の訓練課程の実施に取り組んでいる。このほか、都道府県が、株式会社、事業主団体 NPO などの民間教育訓練機関に委託する訓練により、地域や産業界のニーズをとらえた職業訓練を提供した。

なお、公共職業能力開発施設として、職業能力開発校（2019 年４月現在（以下、同じ。）145 校）、職業能力開発短期大学校（14 校）、職業能力大学校（10 校）、職業能力開発総合大学校（１校）、職業能力開発促進センター（46 か所）及び障害者職業能力開発校（18 校）を設置している。

（２）求職者支援制度の推進

非正規雇用の労働者など雇用保険を受給できない求職者に対するセーフティネットとして、無料の職業訓練の受講機会を提供し、一定の要件を満たす場合には職業訓練（求職者支援訓練）を受けることを容易にするための給付金を支給するなどして、その早期就職を支援する「求職者支援制度」を 2011 年 10 月から実施している。

求職者支援訓練には多くの職種に共通する基本的能力（例:パソコン操作能力など）を習得するための「基礎コース」と特定の職種（例：介護福祉など）の職務に必要な実践的能力を基本的能力から一括して習得するための「実践コース」がある。

（３）生産性向上人材育成支援センターの取組

生産性向上人材育成支援センターは、中小企業等の労働生産性向上に向けた人材育成を支援することを目的として、中小企業等の労働者一人一人の生産性向上を支援するため、民間機関等を活用し、企業の生産性向上に必要な知識やスキル等の習得を図る生産性向上支援訓練を実施している。

さらに、2018 年度からは、IT 技術の進展に対応するために、中小企業や製造現場などの在職者を対象とした、IT の活用や情報セキュリティなどの IT 理解・活用力の習得を図るIT 理解･活用力訓練を実施している。

（４）職業訓練の質の向上

民間教育訓練機関の職業訓練の質の更なる向上を図るため、厚生労働省では、「民間教育訓練機関における職業訓練サービスガイドライン」を 2011 年 12 月に策定し、PDCA サイクルを活用することによる職業訓練サービスの質の向上の取組を進めている。2014 年度よりガイドライン研修を実施しており、2018 年度より研修受講率 100％を目指すため、公的職業訓練のうち委託訓練の契約及び求職者支援訓練の認定にあたっては、ガイドライン研修の受講を要件化している。（2020 年度末までは経過措置期間。）

また、職業訓練サービスガイドライン適合事業所認定の制度については、2016 年度及び 2017 年度の試行実施を経て、2018 年度より職業訓練サービスガイドライン適合事業所認定を本格実施している。

（５）地域創生人材育成事業

人手不足分野を抱えている地域において、従来の公的職業訓練の枠組みでは対応できない、地域の創意工夫を活かした人材育成の取組を支援するため、「地域創生人材育成事業」を実施している。この事業は、都道府県から提案を受けた事業計画の中から効果が高いと見込まれる取組を選定し、新たな人材育成プログラムの開発を都道府県に委託して実施するものである。

2019年度までに、32の道府県において地域の実情に応じた事業が実施された。

3 事業主が行う職業能力開発の推進

（1）事業主に対する助成金の支給

① 人材開発支援助成金の活用促進（570億21百万円）＜厚労省、経産省＞

企業内における労働者のキャリア形成を効果的に促進するため、雇用する労働者に対して職業訓練などを計画に沿って実施した事業主に対して、訓練経費や訓練期間中の賃金の一部等を助成している。さらに、製造業や建設業等の分野において厚生労働大臣の認定を受けた一定のOJT付き訓練（「特定分野認定実習併用職業訓練」）を行う事業主及び事業主団体等に対して、高率・高額助成での支援を行っている。

また、経済産業省と連携し、中小企業等の生産性向上のため、認定事業分野別経営力向上推進機関が事業分野別経営力向上推進業務として行う、事業分野別指針に定められた事項に関する研修を実施した場合を、当該助成金制度の対象としている。

2019年4月より、リカレント教育機会の拡充を図ることを目的として、eラーニングを活用した職業訓練についても助成対象に追加するとともに、個人の学び直し支援のための環境整備として、長期の教育訓練休暇制度を導入・実施した事業主への助成メニューを追加した。さらに、中堅企業への支援策として、支給対象が中小企業に制限されていた一部のコース（「一般訓練コース」「教育訓練休暇付与コース」）について、大企業も助成対象に拡大する見直しを行った。

（2）認定職業訓練に対する支援（11億33百万円）

事業主や事業主の団体等が行う職業訓練のうち、教科、訓練期間、設備等が厚生労働省令で定める基準に適合して行われている認定職業訓練施設（全国1,103施設（2019年4月末時点））について、国や都道府県が定める補助要件を満たす場合に、これを運営する中小企業事業主等に対して、国及び都道府県からその運営等に要する経費の一部について補助を行った。

（3）セルフ・キャリアドックの普及促進（157百万円）

労働者のキャリア形成を支援するため、年齢、就業年数、役職等の節目において定期的にキャリアコンサルティングを受ける機会を設定する仕組みである「セルフ・キャリアドック」を企業に広めることを目的に、訪問等による勧奨や相談・研修等の実施を通じて導入及び取組定着の支援を行った。

4 労働者の自発的な職業能力開発のための環境整備

（1）教育訓練給付制度（255億73百万円）＜厚労省、文科省、経産省＞

労働者が自発的に職業能力開発に取り組むことを支援するため、労働者が自ら費用を負担して一定の教育訓練を受講し修了した場合に、労働者が負担した費用の一定割合を支給した。対象となる教育訓練は、雇用の安定及び就職の促進を図るために必要と認められるものを厚生労働大臣が指定しており、一般教育訓練11,514講座（2019年10月1日付）、専門実践教育訓練2,436講座（2019年10月1日付）を指定した。

また、2019年10月より、労働者の速やかな再就職と早期のキャリア形成に資する教育訓練を対象とする特定一般教育訓練給付制度を新設し、150講座（2019年10月1日付）を指定した。

（2）ジョブ・カード制度の推進（16億68百万円）＜厚労省、文科省、経産省＞

「新ジョブ・カード制度推進基本計画」に基づき、個人のキャリアアップや多様な人材の円滑な就職等を促進するために「生涯を通じたキャリア・プランニング」及び「職業能力証明」の機能を担うツールとして、キャリアコンサルティング等の個人への相談支援のもと、求職活動、職業能力開発などの各場面において一層活用されるよう、ジョブ・カードのさらなる普及促進を行った。

また、ジョブ・カードセンターにおいて雇用型訓練の支援に加えて、ジョブ・カードを応募書類、実務経験の評価、キャリアコンサルティングに活用する企業等の開拓・支援を重点的に実施した。

2019年12月末現在のジョブ・カードの作成者数は2,399,624人となっている。

第3節　ものづくりに関する能力の適正な評価、労働条件の確保・改善

1　職業能力評価制度の整備

（1）技能検定制度の運用（33億 79百万円）

技能検定制度は、労働者の有する技能の程度を検定し、これを公証する国家検定制度であり、労働者の地位の向上を図ることを目的とした国家検定であり、機械加工、電子機器組立て等のものづくり産業に関係の深い職種を中心に 130 職種について実施している。

また、130 職種のうち 111 職種は都道府県知事が、19 職種は民間の指定試験機関が実施することとなっている（2020 年４月１日現在）。

（2）社内検定認定制度の推進（１億 32百万円）

社内検定認定制度は、職業能力の開発及び向上と労働者の経済的社会的地位の向上に資するため、事業主等が、その事業に関連する職種について雇用する労働者の有する職業能力の程度を検定する制度であって、技能振興上奨励すべき一定の基準を満たすものを厚生労働大臣が認定する制度であり、2020 年４月１日現在、49 事業主等 128 職種が認定されている。

2　「ものづくり立国」の推進

（1）各種技能競技大会等の実施

①各種技能競技大会等の推進（14 億 65 百万円）

技能の素晴らしさ、重要性について若者を始めとした国民各層に深く浸透させるため、各種技能競技大会を開催した。そのうち最も規模の大きい技能五輪全国大会は、都道府県ごとに行われる地方大会で選抜された青年技能者（原則 23 歳以下）が参加して毎年開催しているが、2019 年度（第 57 回技能五輪全国大会）は 11 月 15 日から 11 月 18 日にかけて行われ、42 職種に 1,239 名の青年技能者が参加した。

②卓越した技能者（現代の名工）の表彰制度（25 百万円）

広く社会一般に技能尊重の気運を浸透させ、もって技能者の地位及び技能の向上を図るとともに、青少年が、その適性に応じ、誇りと技能を持って技能労働者となり、その職業に精進する気運を高めることを目的として、卓越した技能者（現代の名工）の表彰を実施しており、2019 年度は 11 月 11 日に表彰式を開催し、150 名を表彰した。

なお、1967 年度に第１回の表彰が行われて以来、2019 年度の第 53 回の表彰までで、被表彰者は 6,496 名となった。

（2）若年技能者人材育成支援等事業（35億 55 百万円）＜厚労省、文科省＞

若年技能者の技能向上、若者が進んで技能者を目指す環境の整備等を目的として、2013 年度に若年技能者人材育成支援等事業を創設した。

2019 年度末までに、ものづくりに関して優れた技能や経験を有する 11,515 人を「ものづくりマイスター」として認定・登録した。「ものづくりマイスター」を企業、業界団体、教育訓練機関に派遣し、若年技能者等に対する実技指導を行った。

また、同年度末までに、IT リテラシーの強化や、将来の IT 人材育成に向けて、小学生から高校生にかけて段階的に情報技術に関する興味を喚起するとともに、情報技術を使いこなす職業能力を付与するため、情報技術関連の優れた技能をもつ技能者 374 人を「IT マスター」として認定・登録し、学校等に派遣した。

さらに、同年度末までに、ものづくり現場の環境変化に伴い、IT 技術を活用した生産性向上等に関する指導も求められていることを踏まえ、中小企業等に対する IT 技術を活用した高効率なものづくりに関する実技指導を行うため、ものづくりの知識・技能等に加え、改善の能力やＩＴの技能等について一定の要件を満たす熟練技能者を「テックマイスター」として 34 人を認定し、中小企業等に派遣し従業員等に実技指導を行うこととしている。加えて、地域関係者の創意工夫による取組を一層推進することとし、地域における技能尊重気運の醸成を図った。

3　労働条件の確保・改善

（1）労働条件の確保対策

労働基準監督署等において、製造業も含め、長時間労働の抑制や賃金不払事案の解消等の一般労働条件の確保・改善及び安全衛生の確保に的確に対応するとともに、解雇等の事案にも適切に対応した。

（2）製造業の労働災害防止対策

機械災害は労働災害の約４分の１を占めており、死亡災害や後遺障害が残る重篤な災害も多いため、労働安全衛生規則による規制のほか、危険性の高い機械の種類ごとに構造規格や労働災害防止対策ガイドラインを作成するなどの個別対策を行っている。一方で、産業現場では新たな機械設備が導入されていることから、機械一般について、メーカー、ユーザーの両者が製造段階及び使用段階で機械のリスクの低減を図るこ

とを目的とした「機械の包括的な安全基準に関する指針」（2001 年６月公表、2007 年７月改正）の普及・定着を図っている。

また、電気・電子技術やコンピュータ技術の進歩に伴い、これら技術を活用することにより、機械、器具その他の設備（以下「機械等」という。）に対して高度かつ信頼性の高い制御が可能となってきている。従来の機械式の安全装置等に加え、新たに制御の機能を付加することによって、機械等の安全を確保する方策（機能安全）を労働安全衛生法令に位置づけることとし、機能安全において要求される事項を定めた「機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針」（平成 28 年厚生労働省告示第 353 号）を制定した。併せて、機能安全に係る信頼性（安全度水準）が一定以上である自動制御装置を備えたボイラーについて、制御装置の点検の頻度を緩和するボイラー及び圧力容器安全規則（昭和 47 年９月 30 日労働省令第 33 号）の改正を行った（2016 年９月公布、2017 年４月施行）。

さらに、いわゆる装置産業における高経年設備の劣化状況を調査した結果をまとめたリーフレットを作成して、計画的な設備の更新・補修を指導している。

その他、小型の移動式クレーンの転倒事故災害の防止を強化するため、つり上げ荷重３ｔ未満の移動式クレーン等に定格荷重制限装置を備えることを義務づけること等を内容とする移動式クレーン構造規格（平成７年労働省告示第 135 号）の改正を行ったところであり（2018 年２月告示、同３月施行）、これを踏まえて創設した「既存不適合機械等更新支援補助金」の活用を通じて、機械等の早期更新を促進している。

（３）製造業安全対策官民協議会

2017 年３月、官民連携と経営層の参画の下、業種横断的に、現下の安全に関わる事業環境の変化の分析・共有と既存の安全対策の改善を検討するため、厚生労働省、経済産業省、中央労働災害防止協会及び製造業主要 10 団体で構成する「製造業安全対策官民協議会」が発足した。製造業における安全対策の更なる強化にむけ、リスクアセスメント標準手法等の開発などを通じ、事業者の自主的な改善や新たな取組みを促進している。

（４）あんぜんプロジェクト等の推進

事業場等における安全活動の活性化のため、安全な職場づくりに熱心に取り組んでいる事業場等が国民や取引先に注目されるよう「あんぜんプロジェクト」を実施した。また、同プロジェクトの一環として、「『見える』安全活動コンクール」を実施した。

第３章 ものづくり基盤産業の育成に関する事項

第1節　産業集積の推進等

1 新たな集積の促進又は既存集積の機能強化及び新規産業等に係る支援機能の充実

（１）伝統的工芸品産業の振興対策事業（10億 65百万円）

伝統的工芸品産業の振興に関する法律に基づき、(一財）伝統的工芸品産業振興協会及び伝統的工芸品の各産地の特定製造協同組合等に対し、後継者育成事業や需要開拓事業等に対する補助を行った。具体的には、初心者に対する技術継承研修や中級者に対する実技指導研修などの人材育成の取組及びパリ、中国・重慶でのテストマーケティングや展示会への出展、広報活動の強化などの需要開拓の取組を支援した。

（２）地域中核企業ローカルイノベーション促進事業（20億 15百万円）

地域経済の担い手となる企業群の新事業への挑戦を促すため、以下の取組等を実施した。

- 地域のイノベーションを支える支援機関（大学、公設試験研究機関、金融機関等）からなる支援ネットワークの構築
- 支援ネットワークが新事業に取り組む地域企業群に提供する、事業の立ち上げから市場獲得までの、事業の成長段階に応じた総合的な支援（事業戦略策定、事業体制整備、研究開発、販路開拓、ノウハウ提供など）

また、国際市場に精通した専門家等で構成される「グローバル・ネットワーク協議会」を通じ、グローバル市場も視野に入れた事業化戦略の立案や販路開拓等を支援した。

（3）インフラシステム輸出

官民一体となったインフラシステム輸出を推進するため、経協インフラ戦略会議を４回（第 42 回～第 46 回）開催し、地域別・分野別・横断的テーマについて議論を行った。６月に開催された同会議では「インフラシステム輸出戦略」を改訂、本邦企業の競争力の向上を目指し、機関投資家等の負担軽減や企業のアフリカ市場参画を支援するスキームの創設やＯ＆Ｍビジネスへの参画を後押しする円借款の制度改善、環境関連の新技術を活用したプロジェクトを対象に通常より付保率を引き上げる環境イノベーション保険創設等の公的金融支援強化策を打ち出した。さらに、「質の高いインフラの国際スタンダード化」を主導するため、APEC 参加エコノミー向けにピアレビュー及びキャパシティビルディングの手順をまとめた「レファレンスガイドブック」を改訂、2019 年 12 月に公表した。

（4）レアアース・レアメタル対策＜経産省、文科省＞

高付加価値産業に必要不可欠なレアアース・レアメタル対策については、特定供給国の政策に左右されない産業構造の確立を目指して、代替材料・使用量削減技術開発やリサイクル等を推進している。2012 年度から実施している「次世代自動車向け高効率モータ用磁性材料開発」を新たに「輸送機器の抜本的な軽量化に資する新構造材料等の技術開発事業」と名称を変更し、モータの高効率化・小型化を実現するため、従来以上に強力かつ希少金属の使用を大幅に削減した磁石材料の開発を行っている。また、「資源循環システム高度化促進事業」により、我が国の都市鉱山の有効利用を促進し、資源の安定供給及び省資源・省エネルギー化を実現するため、廃製品・廃部品の自動選別技術及び高効率製錬技術の開発を行っている。

さらに、消費国間の連携強化として、レアメタル主要消費国である日米欧の政策当局者及び技術専門家が、レアメタル供給を取り巻く世界的な問題について共通理解を深め、レアメタル代替技術やリサイクル技術などといった将来の安定供給を目指した情報交換を行うため、日米欧三極クリティカルマテリアル会合を毎年開催している。2019 年度は１月にベルギーにおいて第９回目の会合を開催した。

（5）地域経済牽引事業支援事業（７億 50百万円）

地域未来投資促進法の計画承認を受けた事業者が中小企業と連携して行う、戦略分野（成長ものづくり（医療機器、航空機、新素材等）、地域商社、観光等）における設備投資を支援した。

（6）地域未来オープンイノベーション・プラットフォーム構築事業（12億円（2018年度補正））

地域経済の担い手となる企業群等によるイノベーションが創出されるエコシステムが形成されるよう、公設試験研究機関・大学等によるイノベーション支援体制構築に資する設備導入・人材育成等を支援した。

（7）医療機器産業の振興

日本の優れた「ものづくり技術」を活用した医療機関等との「医工連携」による開発・事業化事業及び医療機器開発支援ネットワークを通じた医療機器開発・実用化支援並びに日本が強みを持つロボット技術や診断技術等を活用した世界最先端の医療機器の開発を推進した。また、開発の指針となる開発ガイドライン（手引き）の策定を実施した。

2 環境性能の高い製品の普及促進等

（1）次世代自動車普及目標・長期ゴール

日本は、2030 年の新車販売台数に占める次世代自動車の割合を５～７割（ハイブリッド自動車 30～40%、電気自動車・プラグインハイブリッド自動車は 20 ～ 30%、燃料電池自動車は３%程度、クリーンディーゼル自動車は５～ 10%）にする普及目標を設定している。また、2050 年までの長期ゴールとして、世界で供給する日本車について１台あたり温室効果ガス８割程度削減を目指すとともに、究極的には電源のゼロエミッション化とも連動し、燃料から走行までトータルでの温室効果ガス排出量をゼロにする「Well-to-Wheel Zero Emission」を掲げている。

2019 年６月にとりまとめた 2030 年度の乗用車燃費基準においては、2030 年における電気自動車及びプラグインハイブリッド自動車の普及目標と整合的で、2016 年度実績値に対して 32.4%の改善を求める野心的な基準値を設定した。

（2）環境性能に優れた自動車に対する自動車関係諸税

2019 年度税制改正において、環境性能に優れた自動車に対する軽課措置のうち、自動車税及び軽自動車税のグリーン化特例については、適用期限を２年間（2019 年４月から 2021 年３月末まで）延長した上で、2021 年４月からは適用対象を電気自動車等に限定することとなった。また、自動車重量税のエコカー減税については、軽減割合を見直すとともに、２回目車検時の免税対象を電気自動車等や極めて燃費水準が高いハイブリッド車に重点化した上で、適用期限を２年間（2019 年５月から 2021 年４月末まで）延長

した。さらに、消費税率の引き上げに伴い2019年10月に廃止される自動車取得税に代わり、環境性能に応じて0～3％（軽自動車については0～2％）を課税する環境性能割が導入され、引き続き、排出ガス性能及び燃費性能が優れた環境負荷の小さい自動車・軽自動車に対する軽減措置が維持されることとなった。

（3）次世代自動車普及に向けた取組（321億円）

運輸部門における低炭素化に貢献するだけでなく、災害時に非常用電源として活用することが可能な次世代自動車の普及を促進するため、車両や外部給電器等の購入支援を行った。

また、電気自動車等の普及に必要な充電インフラの整備を促進するため、充電設備及び設置工事費の一部補助を通じて高速道路のサービスエリア、パーキングエリアや道の駅、マンション等への整備を進めた。

さらに、2020年3月末までに約120か所の水素ステーションを整備し、燃料電池自動車や水素ステーションの低コスト化に向けた技術開発や規制の見直しなどを進めた。

（4）高性能建材等の実証・普及に向けた支援（551億80百万円の内数）

既存住宅の断熱・省エネ性能の向上を図るため、工期短縮可能な高性能断熱建材や蓄熱、調湿等の付加価値を有する省エネ建材の導入の実証を支援した。

（5）J－クレジット制度（3億80百万円）

J－クレジット制度は、省エネ・再エネ設備の導入等による温室効果ガスの排出削減量等をクレジットとして認証する制度である。本事業により、中小企業等の省エネ・再エネ設備投資等を促進するとともに、クレジット活用による国内での資金循環を促すことで「環境と成長の好循環」の実現を図った。

3 産業界の取組に関する支援

（1）サポカー補助金（1127億円）

高齢運転者による交通事故が相次いでいることを踏まえ、2019年度補正予算において、高齢運転者の交通安全対策として、65歳以上の高齢者を対象に、安全運転支援装置を搭載した安全運転サポート車（サポカー）の購入等を補助するサポカー補助金を実施した。

具体的には、対歩行者衝突被害軽減ブレーキやペダル踏み間違い急発進抑制装置を搭載したサポカーの購入に対しては最大10万円、後付けのペダル踏み間違い急発進抑制装置の購入・設置に対しては最大4万円の補助を行った。

（2）多様なモビリティ導入支援事業（7億70百万円）

2019年6月の「未就学児等及び高齢運転者の交通安全緊急対策」を踏まえ、高齢運転者の自動車に代わる移動手段についての検討を行い、電動アシスト自転車については、高齢者等に対して安全講習会の実施を前提とした貸出事業を支援するとともに利用形態に係るデータ収集を実施し、電動車いす等については、認知度向上のため、安全対策を含めた普及促進を行うとともに、利用可能性を拡大するための実証事業を行うことを決定した。

第2節　中小企業の育成

1 取引条件の改善

（1）下請等中小企業の取引条件の改善

サプライチェーン全体にわたる取引環境の改善を図ることを目的とした対策パッケージ「未来志向型の取引慣行に向けて」（2016年9月公表）に基づき、2020年2月末までに自動車や電機・情報通信機器など14業種39団体において、取引適正化と付加価値向上に向けた「自主行動計画」が策定された。

また、2017年4月より全国に80名規模の下請Gメンを配置し、下請中小企業ヒアリング調査を開始しており、2018年4月にはその規模を120名体制に拡大し、年間4,000件のヒアリングを実施している。2019年12月、中小企業庁において、各団体が実施した自主行動計画のフォローアップ調査結果及び下請Gメンによるヒアリング調査結果をとりまとめて公表した。両調査結果の突き合わせを行い、改善の動きが鈍い業種については、更なる取組を要請している。加えて、自主行動計画の策定団体の拡大（機械製造業4団体、航空宇宙工業、紙・紙加工業、建材・住宅設備産業）にも取り組んだ。

2015年12月から設置された「下請等中小企業の取引条件改善に関する関係府省等連絡会議」（計13回開催）同会議での決定事項等は、働き方改革を進める上での課題（長時間労働是正や生産性向上等）等を検討するため、2017年9月に設置された「中小企業・小規模事業者の活力向上のための関係省庁連絡会議」に引き継がれ、同会議の下で引き続き、関係省庁が連携して取り組むこととなり、2020年2月末までに同会議を2回、同会議の下に設置された①下請等中

小企業の取引条件改善に関するワーキンググループ、②中小企業・小規模事業者の最低賃金引上げ力ワーキンググループ、③中小企業・小規模事業者の長時間労働是正・生産性向上と人材確保に関するワーキンググループの３つのワーキンググループを延べ 28 回開催した。

（２）下請代金支払遅延等防止法（下請法）

下請取引の適正化、下請事業者の利益保護のため、公正取引委員会と中小企業庁が密接な協力関係の下、下請法を執行した。中小企業庁は、約４万５千件の親事業者、当該親事業者と下請取引を行う約 20 万件の下請事業者に対して書面調査を実施するとともに、下請法違反事実に関する情報提供・申告等を行うための「申告情報受付窓口」により、下請法違反に関する情報収集を行ったほか、2019 年度には、830 社の親事業者へ立入検査等を行い、うち支払遅延、下請代金の減額等の下請法違反又は違反のおそれが認められた 738 社の親事業者に対し、書面による改善指導を行うなど、下請法の厳格な運用に努めた。

（３）下請中小企業振興法（下請振興法）

2020 年１月 31 日に、下請中小企業振興法の「振興基準」に、①「新たな型取引のルール」に基づき、型取引の適正化を図ること②下請中小企業の業務効率化を目的に「受発注システム等の電子化」に積極的に対応することなどについて盛り込み、改正を行った。改正された振興基準については、改正内容を産業界が策定する「自主行動計画」や国が策定する業種別下請ガイドラインにも反映することとなっている。

大企業等の問題のある取引に対しては、下請法による厳正な対応のみならず、下請振興基準の遵守徹底も図っていく。

（４）下請取引適正化のための普及・啓発

①下請かけこみ寺（９億 57 百万円の内数）

全国 48 か所に設置した「下請かけこみ寺」において、中小企業の取引に関する相談対応、裁判外紛争解決手続（ADR）を実施した。

②講習会、セミナーの開催等（９億 57 百万円の内数）

下請代金法の違反行為を未然に防止するため、親事業者の調達担当者等を対象として下請代金法や下請ガイドライン（自動車産業など 18 業種）の講習会を全国で開催した。また、下請等中小企業の経営者や営業担当者が、親事業者への価格交渉を行う上で必要な価格交渉ノウハウについて、セミナーを行った。さらに、広く下請法等の遵守を呼びかけるシンポジウム等を開催した。

２　中小企業の経営の革新及び創業促進

（１）経営革新の促進

経済的環境の変化に即応して中小企業が行う新商品の開発又は生産、新役務の開発又は提供、商品の新たな生産又は販売の方式の導入、役務の新たな提供の方式の導入その他の新たな事業活動を行うことにより、経営の相当程度の向上を図る経営革新を支援するため、以下のような支援措置を行った。

①新事業活動促進資金（財政投融資）

中小企業等経営強化法に基づく経営革新計画の承認を受け、経営革新のための事業を行う個別の中小企業者、組合及び任意グループに対し、（株）日本政策金融公庫が融資を実施した。

②中小企業信用保険法の特例

中小企業等経営強化法に基づく経営革新計画の承認を受け、当該事業を行う際の資金供給を円滑化するために、信用保証協会において、中小企業信用保険法に規定する普通保険、無担保保険及び特別小口保険等の特例による支援を実施した。

（２）創業・ベンチャーの促進

①新創業融資制度（財政投融資）

（株）日本政策金融公庫が、新たに事業を開始する者や事業を開始して間もない者に対し、無担保・無保証人で融資を実施した。

②創業者向け保証

民間金融機関による創業者への融資を後押しするため、信用保証協会において、これから創業する者又は創業後５年未満の者等を対象とする保証制度を実施した。

③ファンド出資事業

民間の投資会社が運営する投資ファンドについて、中小機構が出資（ファンド総額の１／２以内）を行うことで、民間資金の呼び水としてファンドの組成を促進し、創業又は成長初期の段階にあるベンチャー企業（中小企業）や新事業展開等により成長を目指す中小企業への投資機会の拡大を図る事業である。起業支援ファンドについては、累積出資先ファンド数 116 件、出資約束総額 2,828 億円、累積投資先企業数 3,128 社に至った。また、中小企業成長支援ファンドについては、累積出資先ファンド数 117 件、出資約束総額 8,870 億円、累積投資先企業数 1,652 社に至った（両ファンドともに 2019 年 12 月末実績）。また、「健康・医療事業分野投資促進出資事業」を活用し、2020 年２月までに中小企業成長支援ファンドを７件組成した。

④エンジェル税制

創業間もない中小企業への個人投資家（エンジェ

ル）による資金供給を促進するため、一定の要件を満たす中小企業に対して、個人投資家が投資を行った時点と、当該株式を譲渡した時点において所得税の優遇を受けることができる制度。当該制度を通じて、創業間もない企業の資金調達を支援した。

⑤女性、若者／シニア起業家支援資金（財政投融資）

多様な事業者による新規事業の創出・育成を支援するため、（株）日本政策金融公庫が、女性や35歳未満の若者、55歳以上の高齢者のうち新たに事業を始める者または開業しておおむね7年以内の者に対し融資を実施した。

⑥グローバル・スタートアップ・エコシステム強化事業（8億円の内数）

起業家や、企業内の新規事業担当者を、世界をリードするベンチャー企業を輩出するシリコンバレーに派遣して、グローバル市場への進出や社会課題の解決といった事業目線の高い新事業を創出する人材の育成を図った。また、起業家やベンチャー支援人材、大企業等とのビジネスマッチングの開催や広範なネットワーク形成の場を提供するとともに、イノベーションの創出に大きく貢献したベンチャー企業を称える「日本ベンチャー大賞」の授与等を行い、新事業創出のための基盤形成を図った。

（3）新事業促進支援事業

中小企業による新事業活動の促進を図るため、「中小企業等経営強化法」、「地域産業資源活用促進法」、「農商工等連携促進法」に基づき、中小企業者が行う新商品、新サービスの開発や、それらの販路開拓の取組に対し、予算、融資等を活用した支援を実施した。

①地域産業資源活用・農商工等連携事業（23億85百万円の内数）

上記各法律に基づく計画の認定を受けた中小企業者が、当該計画に従って行う試作品開発や販路開拓等に要する経費の一部を補助する事業であり、2019年度は83件の地域産業資源活用事業・小売業者等連携支援事業と24件の農商工等連携事業を採択した。

②新事業活動促進資金（財政投融資）

（株）日本政策金融公庫が、事業計画の認定を受け、当該事業を行う中小企業に対し、融資を実施した。

③中小企業信用保険法の特例

事業計画の認定を受け、当該事業を行う際の資金供給を円滑化するために、信用保証協会において、中小企業信用保険法に規定する普通保険、無担保保険及び特別小口保険等の特例による支援を実施した。

④商業・サービス競争力強化連携支援事業（130.9億円の内数）

中小企業等経営強化法に基づいて認定された異分野連携新事業分野開拓計画に従って行う中小企業・小規模事業者が、産学官連携して行う新しいサービスモデルの開発等を支援することとし、2019年度は34件採択した。

（4）中小企業の海外展開支援

国内での需要減少や国際競争の激化による産業構造の変化等に直面するなか、中小企業が成長するためには、アジア等の新興国をはじめとする成長著しい海外市場で新たな需要を獲得することが喫緊の課題となっているため、中小企業の本格的な海外展開に向け、資金面を含め総合的な支援策を講じていくこととした。

①現地進出支援強化事業（23.9億円の内数）

中小企業の海外展開を後押しするため、（独）日本貿易振興機構及び（独）中小企業基盤整備機構による情報提供、海外展示会や商談会等を通じた販路拡大支援、商談後のフォローアップ、現地進出後の事業安定・拡大支援（プラットフォーム事業）等、段階に応じた支援を提供し、海外進出、また発展させるまでを一貫して支援した。

②JAPANブランド育成支援事業（23.9億円の内数）

複数の中小企業が連携し、自らが持つ素材や技術等の強み等を踏まえた戦略を策定し、当該戦略に基づいて行う商品の開発や海外展示会への出展等に必要な取組に要する経費の一部を補助する事業であり、2019年度は48件の事業を採択した。

③海外展開・事業再編資金（財政投融資）

経済の構造的変化に適応するために海外展開または海外展開事業の再編を行うことが経営上必要な中小企業の資金繰りを支援するため、（株）日本政策金融公庫による融資を実施した。

④海外展開を担う人材育成の支援（44億3百万円の内数）

・技術協力活用型・新興国市場開拓事業（研修・専門家派遣事業）

開発途上国のリーダーとしての活躍が期待される産業人材に対し、日本企業が有する専門技術やノウハウ、経営管理手法等の習得に向けた日本への受入研修、専門家派遣による現地指導に対する支援をすることで我が国企業の海外進出や開発途上国の発展を促進するもの。具体的には、アジアをはじめとする開発途上国の産業技術者や経営管理者等の人材を対象に日本国内の企業の製造ライン等現場を活用した研修や、我が国からの専門家派遣による現地企業でのOJTを含む技術指導等に対する支援を行った。

・技術協力活用型・新興国市場開拓事業（国際化促進インターンシップ事業）

急拡大する新興国市場に対応できるグローバル人材を育成し、中小企業の国際展開等を促進するため、海外学生等のインターン受入を実施した。

⑤海外知的財産プロデューサーによる支援（(独)工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）（再掲　第２部第１章第１節３．（６）参照）

⑥知的財産に関するワンストップ相談窓口「知財総合支援窓口」（再掲　第２部第１章第１節３.（６）①参照）

⑦中小企業等外国出願支援事業（再掲　第２部第１章第１節３．（６）②参照）

⑧中小企業等海外侵害対策支援事業（再掲　第２部第１章第１節３．（６）③参照）

⑨新輸出大国コンソーシアム（249 億 63 百万円の内数（当初）、29 億円の内数（補正））

JETRO、中小企業基盤整備機構、商工会議所、商工会、金融機関等の支援機関を結集するとともに、幅広い分野における 247 名の専門家を確保（2020 年３月３日時点）し、海外展開を図る中堅・中小企業に対して、事業計画の策定から販路開拓、現地での商談サポートに至るまで、総合的な支援をきめ細かに実施した。

3　中小企業のものづくり基盤技術強化

（１）戦略的基盤技術高度化支援事業（再掲　第２部第１章第１節１.（４）②参照）

（２）中小企業・小規模事業者人材対策事業（13億67百万円の内数）

地域の中小企業・小規模事業者が、そのニーズに応じ、地域内外の女性・シニア等の多様な人材から、必要な人材を確保するため、企業の魅力発信やマッチングの促進等を行った。また、製造現場の経験が豊富な人材や、IoT やロボットに知見を有する人材等が指導者としての汎用的なスキルを身につけるための研修を実施し、育成した指導者を製造業等の中小企業・小規模事業者の現場に派遣する「スマートものづくり応援隊」の拠点を2019年度末時点で全国34か所に整備。

さらには、次世代自動車の技術等に知見を有する人材等が指導者としての汎用的なスキルを身につけるための研修を実施し、育成した指導者を自動車製造業等の中小企業・小規模事業者の現場に派遣する「サプライヤー応援隊」を新たに立ち上げ、2019 年度末時点で全国８か所に拠点を整備。

（３）中小企業大学校における人材育成支援（(独)中小企業基盤整備機構交付金の内数）

中小企業の人材育成を支援するため、中小企業大学校において、中小企業等の工場長や生産現場の監理・監督者を対象に、効果的な品質管理、原価管理、工程管理のノウハウを提供する「工場管理者養成コース」を実施した。

（４）中小企業等経営強化法

中小企業等経営強化法に基づく経営力向上計画を策定し、認定された企業に対し、中小企業経営強化税制や日本政策金融公庫の融資制度等税制面や金融面の支援を講じ、2020 年１月末時点において、100,339 件を認定。

（５）中小企業投資促進税制

機械装置等を取得した場合に、取得価額の 30％の特別償却又は７％の税額控除（税額控除は資本金 3,000 万円超の法人を除く）ができる措置。2019 年度税制改正において、適用期限を２年間延長（2020 年度まで）することとされた。

第3節　戦略分野（自動走行、ロボット等）での産業育成

1　戦略分野における基盤整備

（1）ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業（1100億円）

各国で商用サービスが始まりつつある５Ｇに対して、更に超低遅延や多数同時接続といった機能が強化された「ポスト５Ｇ」に対応した情報通信システムの開発・製造基盤を強化するため、「ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業」を立ち上げた。

（2）高効率・高速処理を可能とする AIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業（84億 93百万円）

IoT 社会の到来により増加した膨大な量の情報を効率的に活用するため、ネットワークのエッジ側で動作する超低消費電力の革新的 AI チップに係るコンピューティング技術や、新原理により高速化と低消費電力化を両立する次世代コンピューティング技術（量子コンピュータ、脳型コンピュータ 等）等の開発を実施した。

（3）次世代人工知能・ロボット中核技術開発（48億 74百万円）

社会課題の解決のために実世界の様々な分野に人工知能技術を適用させることを目的として、人工知能技術に加えて、センサやアクチュエーターなどロボット関連要素技術を組み合わせた研究開発とともに、「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」分野における人工知能技術等の社会実装を目指した研究開発を行った。また、人工知能技術の実世界への適用において特に重要な課題となっている人工知能技術の説明性や信頼性を向上させるための研究開発について、2019 年度から新たに着手した。

（4）健康・医療情報を活用した行動変容促進事業（７億円）

糖尿病等の生活習慣病領域では、各個人の生活習慣や行動を効果的に変容させられるかが大きな課題。このため、IoT 機器（ウェアラブル端末等）やその取得データを活用し、糖尿病等の予防・改善を図る実証研究を 2017 年度から、2019 年度まで行動変容を促すアプローチの方法や、その高度化に向けた基礎的なデータ解析手法等の研究開発を実施。

（5）ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト（５億 60百万円）

ロボットの導入コストの２割削減に向け、ロボットの本体価格やシステムインテグレーションコストを引き下げるべく、汎用的な作業・工程に使えるようなコンセプトのもとロボットの開発（ハードウェア、ソフトウェアの機能要素を共通化）を実施。

（6）ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト（36億円）

物流やインフラ点検等を効率化できるロボットやドローンの性能評価基準、運航管理システム、衝突回避技術等を福島県のロボットテストフィールド等を活用し開発。その成果を国際標準化につなげるとともに、世界の最新技術を日本に集め日本発のルールでロボットの開発競争を加速させる仕掛けを構築。

（7）高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業費（42億円）

世界に先駆けて車両の効率的な走行を可能とする自動走行技術の社会実装を実現し、省エネルギーを推進するため、安全性評価手法の研究開発を進めるとともに、高度な自動走行システムの実証等を実施。

（8）次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築事業（10億円）

世界各国で進む環境規制の高まりや自動走行などの新たな技術領域への対応など、自動車設計・開発現場の高機能化・複雑化が進む中、自動車開発の上流工程の効率化が重要であり、自動車の開発・性能評価のプロセスをバーチャル・シミュレーションで行う MBD（モデルベース開発）の推進が不可欠である。

このため、自動車メーカー、サプライヤー、エンジニアリングメーカー等が参画するモデルベース開発の研究会を開催し、新規分野での協調領域に関するモデル流通のガイドラインの整備やアカデミアとも連携した協調領域のモデル開発等を進めている。2019 年度は熱・運動性のモデルの高度化を図るとともに、新領域として EV の電力マネジメント及び熱マネジメントのガイドラインを構築した。

（9）産業系サイバーセキュリティ推進事業（（独）情報処理推進機構運営費交付金のうち 19億 28百万円）

重要インフラや我が国経済・社会の基盤を支える産

業における、サイバー攻撃に対する防護力を強化するため、（独）情報処理推進機構（IPA）に設置する産業サイバーセキュリティ推進センターにおいて、官民の共同によりサイバーセキュリティ対策の中核となる人材を育成。また、制御システムの安全検証等を実施。

（10）研究開発税制（再掲　第２部第１章第１節１．（１）①参照）

2　サイバーセキュリティの強化

（１）産業系サイバーセキュリティ推進事業（再掲　第２部第３章第３節１．（９）参照）

（２）サイバーセキュリティ経済基盤構築事業（20億96百万円）

（独）情報処理推進機構（IPA）サイバーレスキュー隊が、高度標的型サイバー攻撃を受けた企業等に対し、被害状況の把握や被害拡大を防ぐための初動対応支援（被害状況の把握や再発防止策策定）を実施。また、深刻なサイバー攻撃の温床となっている複数の国にまたがったサイバー攻撃基盤を駆除するため、標的型攻撃に関する情報を収集するとともに、各国のサイバー攻撃対応連絡調整窓口の間で情報を共有し、共同対処を行った。

（３）IT人材育成の戦略的推進（独立行政法人情報処理推進機構運営費交付金の内数）

（独）情報処理推進機構（IPA）において、IT を駆使してイノベーションを創出することのできる独創的なアイデア・技術を有する人材の発掘・育成を実施。また、若手情報セキュリティ人材の育成・排出するための倫理面も含めたセキュリティ技術と最新ノウハウを、第一線の技術者から伝授する場である「セキュリティ・キャンプ」を開催。

第４章
ものづくり基盤技術に係る学習の振興に関する事項

第1節　学校教育におけるものづくり教育の充実

1　初等中等教育において講じた施策

（１）スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール（85百万円の内数）

社会の変化や産業の動向等に対応した、高度な知識・技能を身に付け、社会の第一線で活躍できる専門的職業人を育成するため、先進的な卓越した取組を行う専門高校をスーパー・プロフェッショナル・ハイスクール（SPH）として指定し、その取組を支援した。

（２）地域との協働による高等学校教育改革推進事業（２億51百万円）

高等学校が自治体、高等教育機関、産業界等と協働してコンソーシアムを構築し、地域課題の解決等を通じた探究的な学びを実現する取組を推進している。この取組のうちプロフェッショナル型において、地域に求められる人材を育成するため、地域の産業界等と連携・協働しながら地域課題の解決等の探究的な学びを実現する取組を支援した。

（３）全国産業教育フェアの開催（22百万円）

全国の専門高校等の生徒の学習成果を総合的に発表する場を提供し、学習意欲等を高めるとともに、産業界、教育界を始め、国民一般に広く産業教育への理解を深めてもらうため、専門高校等の生徒の研究発表や作品展示、ロボット競技大会等を行う「全国産業教育フェア」を 2019 年 10 月 26 日～ 10 月 27 日（２日間）に新潟県において開催した。

（４）教員研修の実施（（独）教職員支援機構の運営費交付金の内数）

産業教育担当教員等を対象とする教員研修を実施した。

（５）産業教育施設・設備の整備

公立高等学校における産業教育施設整備については、学校施設環境改善交付金の対象事業とした。

なお、私立高等学校における産業教育のための実験実習については、必要な施設・設備の整備に係る経費の一部を学校法人に対して補助した。

（６）スーパーサイエンスハイスクール（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数等）

将来国際的に活躍しうる科学技術人材の育成を図るため、先進的な理数系教育を実施する高等学校等を指定し、学習指導要領によらないカリキュラムの開発・実践や課題研究の推進、観察・実験等を通じた体験的・問題解決的な学習等を推進する。

（7）理数教育充実のための総合的な支援（19億12百万円）

理科教育における観察・実験や指導の充実に向けた指導体制を整えるための理科観察・実験アシスタントの配置の支援や、「理科教育振興法」（昭和28年法律第186号）に基づき、観察・実験に係る実験用機器をはじめとした理科、算数・数学教育に使用する設備の計画的な整備を進めている。

（8）知的財産に関する創造力・実践力・活用力開発事業（（独）工業所有権情報・研修館運営費交付金の内数）

アイデアを知的財産へ具体化、模擬的な出願書類を作成する過程等を通じて、新しいものや仕組みを企画・提案する「創造力」、その企画・提案を実社会のルールの中で実現させていく「実践力」、更にアイデアや創意工夫を実社会の中で形にして活用する「活用力」を付けてもらうことを目的として、明日の産業人材を輩出する専門高校及び高等専門学校の生徒・学生に対し、知財学習を支援した。

2 専修学校教育において講じた施策

（1）専修学校による地域産業中核的人材養成事業（12億74百万円）

専修学校等をはじめとした教育機関が産業界等と協働して、分野に応じた中長期的な人材育成に向けた協議体制の構築等を進めるとともに、これからの時代に対応した教育プログラム等の開発や効果的な産学連携教育の実施のためのガイドラインの作成等の取組を実施した。

（2）「職業実践専門課程」の認定

2014年度から、企業等との密接な連携を通じ、より実践的な職業教育の質の確保に組織的に取り組む専修学校の専門課程を文部科学大臣が認定する「職業実践専門課程」制度を実施（認定学校数：994校、認定学科数：2,986学科（2019年3月5日現在））。

（3）「キャリア形成促進プログラム」の認定

2018年度から、専修学校における社会人が受講しやすい工夫や企業等との連携がされた実践的な短期プログラムを「キャリア形成促進プログラム」として文部科学大臣が認定する制度を創設（認定学校数：10校、認定課程数：12課程（2019年1月17日現在））。

3 高等専門学校において講じた施策

社会的要請が高い分野における実践的・創造的な技術者を育成する国立高等専門学校の教育活動を支える基盤的な経費の充実を図るとともに、高専教育の高度化、日本型高専教育制度の海外展開と国際化を一体的に推進する取組を重点的に支援した。

4 大学教育において講じた施策

（1）Society5.0に対応した高度技術人材育成事業（9億20百万円）

大学と企業等の産業界が連携し、我が国の成長を牽引する分野の専門人材を育成する実践的な教育を促進するため、「Society5.0に対応した高度技術人材育成事業」を実施している。そのうち、情報技術を活用して社会課題を解決できる人材を育成する「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成（Education Network for Practical Information Technologies, enPiT）」において、2019年度は学士課程3～4年生を主な対象とする課題解決型学修中心のプログラムと、社会人を主な対象とする体系的で高度な短期の実践教育プログラムの開発・実施を進めた。

例えば、早稲田大学を中心とする「スマートエスイー：スマートシステム＆サービス技術の産学連携イノベーティブ人材育成」の取組では、AI・IoT・ビッグデータ技術分野のビジネススクールとして社会人学び直しプログラムを開発・実施し、ビジネスからセンサまで全領域の体系的な学び、システム＆デザイン思考科目、実問題を持ち込みマンツーマン指導で制作・研究する修了制作を通じ、特定領域を深めつつ技術群を組み合わせて価値を創造する実践力の養成を図っている。

（2）職業実践力育成プログラム（BP）

社会人の職業に必要な能力の向上を図る機会の拡大を目指し、大学等における社会人や企業等のニーズに応じた実践的・専門的なプログラムを「職業実践力育成プログラム」（ＢＰ）として文部科学大臣が認定する制度を実施（認定課程数：242課程（2019年4月現在））。

（3）博士課程教育リーディングプログラム（29億円）

俯瞰力と独創力を備え、広く産学官にわたりグロー

バルに活躍するリーダーを養成するため、国内外の第一級の教員・学生を結集し、産学官の参画を得つつ、専門分野の枠を超えて博士課程前期・後期一貫した学位プログラムを構築・展開する大学院教育の抜本的改革を支援する取組を実施した。

（４）卓越大学院プログラム（74億円）

各大学が自身の強みを核に、これまでの大学院改革の成果を生かし、国内外の大学・研究機関・民間企業等と組織的な連携を行いつつ、世界最高水準の教育力・研究力を結集した５年一貫の博士課程学位プログラムを構築することで、あらゆるセクターを牽引する卓越した博士人材を育成するとともに、人材育成・交流及び新たな共同研究の創出が持続的に展開される卓越した拠点を形成する取組を推進する。

第2節　ものづくりに係る生涯学習の振興

1　一般市民や若年層に対する普及啓発

（１）日本科学未来館での取組（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

科学的な「モノの見方」を親子で体験する無料スペース「" おや？ " っこひろば」では、科学コミュニケーターが親と子の間で「やってみる」「実験する」をサポートしながら、実際に手を動かす事で実験やものづくりを体験し、親子で一緒に科学的思考を実践する取組を行っている。また、実験やゲームなどにより先端科学と暮らしとのかかわりを紹介する「アクティビティ@コ・スタジオ」では、モノが様々な組み合わせで作られていることを体験できる実験を通して、モノや科学技術を見つめる姿勢や論理的に物事を考える力を育てる取組を行っている。

（２）「子どもゆめ基金」事業による科学体験活動等への支援

（独）国立青少年教育振興機構では、「子どもゆめ基金」事業により、民間団体が行う子供の自然体験活動や科学体験活動などの様々な体験活動等に対して助成を行っている。2019 年度は、5,744 件の応募に対し、4,491 件を採択した（参照：http://yumekikin.niye.go.jp/）。

（３）（独）国立科学博物館での取組

国立科学博物館では、自然史や科学技術史に関する調査研究と標本資料の収集・保管を行い、人々のものづくりへの関心を高める展示・学習支援活動を実施している。2019 年度には、ヒットネット【HITNET】ミニ企画展「日本の航空博物館」や「重要科学技術史資料（愛称：未来技術遺産）登録パネル展」を開催し、パネルや展示品を見ながら、日々の生活を支え、豊かな文化を育んできた産業技術や、その歴史を紹介した。また、企画展「電子楽器 100 年展」では、世界初の電子楽器と言われる「テルミン」や、音楽を革新したシンセサイザーなどを展示し、人々の心の豊かさの実現に産業が貢献してきた様子などについて学ぶ機会を提供した。さらに、利用者の特性に応じて未就学児から成人までの幅広い世代に自然や科学の面白さを伝える学習支援活動を実施した。

（４）文化財の保存技術の保護（４億３６百万円）

選定保存技術の保持者・保存団体が行う伝承者養成や技術の錬磨等に対して補助を行うとともに、支援が必要な文化財の保存技術を対象として保存団体等が行う伝承者養成等に補助を行った。また、選定保存技術の公開事業を行った。

2　技術者に対する生涯学習の支援

（１）研究人材キャリア情報活用支援事業（国立研究開発法人科学技術振興機構運営費交付金の内数）

研究人材・技術者のキャリア形成・能力開発に資するため、能力開発や再教育のための e ラーニング教材をポータルサイト上で提供している。

第5章 その他ものづくり基盤技術の振興に関し必要な事項

第1節　国際協力

1 技能評価システム移転促進事業（1億円）

開発途上国（インドネシア、カンボジア、ベトナム）に対し、我が国がこれまで国及び民間の双方において培ってきた技能評価システムのノウハウの移転を進めた。

具体的には、旋盤、フライス盤等の機械加工職種、電気機器組立て職種、機械検査職種等に係る技能検定に必要な試験基準の作成や試験の採点に関する研修、技能評価トライアルなどの実施により、日本式の技能検定に関するノウハウを移転した。

さらに、我が国及び現地国政府機関、企業等で構成する官民合同委員会を開催し、事業の実施状況の確認、今後の取組等について議論し、事業の継続的な改善を図った。

2 JICA事業への協力等政府間の技術協力

外務省及び独立行政法人国際協力機構（JICA）と連携し、開発途上国の人づくりを支援するため、我が国の経済社会の発展を支えてきた人材養成に係るノウハウを活用した。また、開発途上国における職業能力開発関係施設の整備・運営等に関する助言、職業能力開発分野の専門家の派遣、職業能力開発分野の研修員の受入に対する協力等を行った。

3 外国人技能実習制度（64億58百万円）

外国人技能実習制度は、技能等の移転を通じた開発途上国等への国際協力の推進を目的に、1993年に創設されたものである。2017年11月1日に、外国人の技能実習の適正な実施及び技能実習生の保護を図るため、管理監督体制の強化や制度の拡充などを内容とする「外国人の技能実習の適正な実施及び技能実習生の保護に関する法律」が施行された。制度の適正な実施のため、外国人技能実習機構において、監理団体及び実習実施者に対する実地検査、技能実習生に対する母国語相談等を実施している。

第2節　その他

1 第8回ものづくり日本大賞の実施 <経産省、文科省、厚労省、国交省>

ものづくり日本大賞は、製造・生産現場の中核を担っている中核人材や伝統的・文化的な「技」を支えてきた熟練人材、今後を担う若年人材など、「ものづくり」に携わっている各世代の人材のうち、特に優秀と認められる人材を顕彰するもの。経済産業省、国土交通省、厚生労働省、文部科学省が連携して2005年度より隔年開催しており、2019年度で8回目の開催を迎えた。

2019年度においては、全国9地域に設置する地方分科会において第1次審査を、経済産業省が設置するものづくり日本大賞選考有識者会議において第2次審査を行い、受賞者の選定を行った結果、関係省庁の案件も合わせ、15件37名、1団体の内閣総理大臣賞受賞者を決定した（2020年1月）。あわせて、経済産業省では、経済産業大臣賞、特別賞、優秀賞の計41件236名、1団体の受賞者を決定した。

2 ものづくり白書の作成 <経産省、文科省、厚労省>

製造業の現状や課題を把握するため、ものづくり基盤技術振興基本法第8条の規定に基づく年次報告書（令和元年度ものづくり基盤技術の振興施策（2019年版ものづくり白書））を作成した。

第６章
災害からの復旧・復興、強靭化
第1節　東日本大震災に係るものづくり基盤技術振興対策

1　資金繰り対策

（１）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援

①被災中小企業への資金繰り支援（政策金融）

東日本大震災より被害を受けた中小企業・小規模事業者への資金繰り支援として、（株）日本政策金融公庫・（株）商工組合中央金庫において、「東日本大震災復興特別貸付」を引き続き実施した。

また、原発事故に係る警戒区域等の公示の際に当該区域内に事業所を有していた中小企業者等や、地震・津波により事業所等が全壊・流失した中小企業者等に対しては、県の財団法人等を通じ、貸付金利を実質無利子化する措置を引き続き実施した。

②被災中小企業への資金繰り支援（信用保証）

東日本大震災により被害を受けた中小企業・小規模事業者を対象に、既存の一般保証や災害関係保証、セーフティネット保証とは別枠の新たな保証制度である「東日本大震災復興緊急保証」を引き続き実施した。

③二重債務問題対策

2011 年度に東日本大震災の被災各県の中小企業再生支援協議会の体制を拡充する形で設置した、総合相談窓口である「産業復興相談センター」と、債権買取等を行う「産業復興機構」による中小事業者等の事業再生支援を引き続き実施した。

また、2011 年 11 月 21 日に株式会社東日本大震災事業者再生支援機構法（平成 23 年法律第 113 号）が成立し、同法に基づき設立された「（株）東日本大震災事業者再生支援機構」においても金融機関等が有する債権の買取等を通じた支援を行っている。なお、2018 年２月に法改正が行われ、震災支援機構の支援決定期間は約３年間（2021 年３月 31 日まで）延長されている。

2　工場等の復旧への支援

（１）仮設工場、仮設店舗等整備事業等（総額 366 億円）

東日本大震災により甚大な被害を受けた被災中小企業等が早期に事業を再開するための支援として、（独）中小企業基盤整備機構が仮設工場、仮設店舗等を整備し、市町村を通じて原則無償で貸し出す事業を実施した。これまで、６県 53 市町村において、648 案件が竣工している（2020 年３月末時点）。また、2014 年度から仮設施設の有効活用等を行う被災市町村に対する助成支援を開始。これまでに 129 件の仮設施設の解体・撤去や移設に要する経費を助成している（2020 年３月末時点）。

（２）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金（75億 76百万円）

東日本大震災に係る被災地域の復旧及び復興を促進するため、①複数の中小企業等から構成されるグループが復興事業計画を作成し、地域経済や雇用維持に重要な役割を果たすものとして県から認定を受けた場合に、計画実施に必要な施設・設備の復旧にかかる費用に対して、国が１／２、県が１／４の補助、②商工会等の中小企業者のための指導・相談施設等の災害復旧事業にかかる費用に対して、国が１／２の補助、を実施し、被災された中小企業等のグループなどの施設の復旧等に対する支援を行った。

（３）復旧・復興のための支援専門家派遣

（独）中小企業基盤整備機構が福島県（福島市）、宮城県（仙台市）、岩手県（盛岡市）に設置している中小企業復興支援センターにて、中小企業の相談対応や被災した中小企業、自治体及び支援機関（各種経済団体）に対して、専門家を無料で派遣する等の事業を実施した（災害復興アドバイス等支援事業）。

3　職業能力の開発及び向上

（１）人材開発支援助成金の特例措置の実施（50百万円）【一部再掲】

東日本大震災復興対策の特例措置として、福島県の事業主が一般訓練及び認定実習併用職業訓練を行う場合については、助成率の引上げ等を引き続き実施した。

4 原子力災害からの復興支援

（1）福島県における医療関連拠点整備

福島県における地域産業の活性化につなげる取組として、福島県立医科大学を中心とした創薬拠点の整備等を行う事業や大型動物を用いた安全性評価や薬機法の許認可等に関するコンサルティング等の機能、企業や医療機関が活用できるトレーニングセンター設備を備えた拠点「ふくしま医療機器開発支援センター」を整備する事業について、原子力災害等からの復興等のために設置された福島県原子力災害等復興基金を通じて支援している。

第2節　熊本地震に係るものづくり基盤技術振興対策

1 資金繰り対策

（1）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援

熊本地震により被害を受けた中小企業・小規模事業者に対して、（株）日本政策金融公庫及び（株）商工組合中央金庫による「平成28年熊本地震特別貸付」や、信用保証協会による通常とは別枠での100％保証である「セーフティネット保証４号」などの資金繰り支援を引き続き実施した。また、熊本地震により直接又は間接的に被害を受けた小規模事業者に対し、無担保・無保証人で利用できる日本政策金融公庫による小規模事業者経営改善資金（マル経）の貸付限度の拡充や金利の引下げを実施した。（熊本地震型の2019年度までの実績は、97件、4.0億円（2020年１月末時点）。）

2 工場等の復旧への支援

（1）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金（４億53百万円）

熊本地震に係る被災地域の復旧及び復興を促進するため、複数の中小企業等から構成されるグループが復興事業計画を作成し、地域経済や雇用維持に重要な役割を果たすものとして県から認定を受けた場合に、計画実施に必要な施設・設備の復旧にかかる費用に対して、国が１／２、県が１／４の補助を実施し、被災した中小企業等のグループの施設の復旧等に対して支援を行った。

第3節　平成30年7月豪雨に係るものづくり基盤技術振興対策

1 資金繰り対策

（1）災害からの再建・再生に向けた資金繰り支援

①平成30年７月豪雨特別貸付

日本政策金融公庫が、平成30年７月豪雨により被害を受けた中小企業・小規模事業者への資金繰りを支援。2019年12月末までの貸付実績は、約1,300件、約160億円となった。

②信用保証による資金繰り対策

平成30年７月豪雨により被害を受けた中小企業・小規模事業者を対象に、岐阜県、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、愛媛県、高知県及び福岡県の一部地域において、既存の一般保証とは別枠のセーフティネット保証４号及び災害関係保証を発動した。

③政府関係金融機関の運営に必要な経費（マル経融資の貸付限度額・金利引下げ措置の拡充【財政投融資】）

平成30年７月豪雨により直接又は間接的に被害を受けた小規模事業者に対し、無担保・無保証人で利用できる日本政策金融公庫によるマル経融資の貸付限度の拡充や金利の引下げを実施した。（平成30年７月豪雨型の2019年度までの実績は、161件、8.1億円（2020年１月末時点）。）

2 工場等の復旧への支援

（1）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金（6億40百万円）

平成30年７月豪雨に係る被災地域（岡山県、広島県、愛媛県）の復旧及び復興を促進するため、複数の中小企業等から構成されるグループが復興事業計画を作成し、地域経済や雇用維持に重要な役割を果たすものとして県から認定を受けた場合に、計画実施に必要な施設・設備の復旧にかかる費用に対して、国が１／２、県が１／４の補助を実施し、被災した中小企業等のグループの施設の復旧等に対して支援を行った。

（2）中小企業寄り添い型支援事業（3億40百万円）

特に被害の大きかった被災三県（岡山県、広島県、

愛媛県）のよろず支援拠点のコーディネーターを増員し、平成 30 年７月豪雨により生じた経営相談に対応するための体制を強化した。また、風評被害等による顧客離れ対策などの経営課題に対応するため、被災地域（11 府県）の中小企業・小規模事業者等に専門家等を派遣した。

（３）小規模事業者持続化補助金による販路開拓支援（53億 50百万円（2018年度予備費）、39億 93百万円（2018年度 1次補正））

平成 30 年７月豪雨により直接又は間接的に被害を受けた小規模事業者に対して、本補助事業を実施し、早期に新たな経営計画を作成し、事業再建に取り組むに当たり、その経営計画に沿って販路開拓に取り組むために要する経費の一部を支援した（採択件数:3,295 件）。

第4節　北海道胆振東部地震に係るものづくり基盤技術振興対策

1　資金繰り対策

（１）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援

①災害復旧貸付

日本政策金融公庫が、平成 30 年北海道胆振東部地震により被害を受けた中小企業・小規模事業者への資金繰りを支援。2019 年 12 月末までの貸付実績は、約 780 件、約 64 億円となった。

②信用保証による資金繰り対策

平成 30 年北海道胆振東部地震により被害を受けた中小企業・小規模事業者を対象に、北海道の一部地域において、既存の一般保証とは別枠のセーフティネット保証４号及び災害関係保証を発動した。

第5節　令和元年台風第19号に係るものづくり基盤技術振興対策

1　資金繰り対策

（１）震災からの再建・再生に向けた資金繰り支援

①令和元年台風第 19 号等特別貸付

日本政策金融公庫が、令和元年台風第 19 号等（令和元年台風第 19 号、第 20 号及び第 21 号をいう。）により被害を受けた中小企業・小規模事業者への資金繰りを支援。2019 年 12 月末までの貸付実績は、約 710 件、約 100 億円となった。

②信用保証による資金繰り対策

令和元年台風第 19 号等により被害を受けた中小企業・小規模事業者を対象に、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県の一部地域において、既存の一般保証とは別枠のセーフティネット保証４号及び災害関係保証を発動した。

③政府関係金融機関の運営に必要な経費（マル経融資の貸付限度額・金利引下げ措置の拡充【財政投融資】）

令和元年台風第 19 号等により直接又は間接的に被害を受けた小規模事業者に対し、無担保・無保証人で利用できる日本政策金融公庫によるマル経融資の貸付限度の拡充や金利の引下げを実施した。（令和元年台風第 19 号等型の 2019 年度の実績は、70 件、3.4 億円（2020 年 1 月末時点）。

2　工場等の復旧への支援

（１）中小企業組合等共同施設等災害復旧費補助金（144億円（予備費）、179億円（補正））

令和元年台風第 19 号等に係る被災地域（宮城県、福島県、栃木県、長野県）の復旧及び復興を促進するため、複数の中小企業等から構成されるグループが復興事業計画を作成し、地域経済や雇用維持に重要な役割を果たすものとして県から認定を受けた場合に、計画実施に必要な施設・設備の復旧にかかる費用に対して、国が 1/2、県が 1/4 の補助を実施し、被災した中小企業等のグループの施設の復旧等に対して支援を行った。

（２）中小企業寄り添い型支援事業（2億円（予備費））

令和元年台風 19 号等の被災地域（14 都県）のよろず支援拠点等のコーディネーターを増員し、令和元年に発生した台風 19 号等により生じた経営相談に対応するための体制を強化した。また、風評被害等による顧客離れ対策などの経営課題に対応するため、被災地域（14 都県）の中小企業・小規模事業者に専門家等を派遣した。

3 事業再建に向けた支援

（1）被災小規模事業者再建事業（持続化補助金）による事業再建支援（279億 13百万円（2019年度予備費）、57億 63百万円（2019年度補正））

令和元年度台風第19号等（令和元年台風第19号、第20号及び第21号をいう。）により直接又は間接的に被害を受けた小規模事業者に対して、本補助事業を実施し、早期に新たな経営計画を作成し、事業再建に取り組むに当たり、その経営計画に沿って販路開拓に取り組むために要する経費の一部を支援した（2020年2月末時点採択件数：1,113件）。

第７章
ものづくり分野に関係する主な表彰等制度

ものづくりの基盤技術の振興とともに、我が国のものづくり産業の発展に資する取組を行った企業又は個人に対する主な表彰等制度を概観する。

表彰制度名	表彰対象・概要	担当省庁	交付賞	頻度等
ものづくり日本大賞	我が国産業・文化を支えてきた「ものづくり」を継承・発展させるため、ものづくりを支える人材の意欲を高め、その存在を広く社会に知られるようにすることを目的に、製造・生産現場の中核を担っている中堅人材や、伝統的・文化的な「技」を支えてきた熟練人材、今後を担う若年人材など、「ものづくり」に携わっている各世代の人材のうち、特に優秀と認められる人材を表彰。	経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室	内閣総理大臣賞（経済産業省は新規募集・選定、厚生労働省・文部科学省・国土交通省は既存表彰事業から選定する形で４省上申） 経済産業大臣賞 文部科学大臣賞	【一般公募】 ＜隔年＞ 次回公募： 2020 年秋頃
日本ベンチャー大賞	起業を志す人々や社会に対し、積極的に挑戦することの重要性や起業家一般の社会的な評価を浸透させ、社会全体の起業に対する意識の高揚を図ることを目的に、若者や起業家のロールモデルとなるインパクトのある新事業を創出したベンチャー企業を表彰。	経済産業省 経済産業政策局 新規事業創造推進室	内閣総理大臣賞 経済産業大臣賞 農林水産大臣賞	【一般公募】 ＜毎年＞ 次回公募：未定
産業標準化事業表彰	高度な標準策定能力を有し、標準化を企業戦略に生かせる人材の育成の強化を図ることを目的に、国際機関における国際標準策定や、国内規格（JIS）策定といった標準化活動に優れた功績を有する個人、組織を表彰。	経済産業省 産業技術環境局 基準認証政策課	内閣総理大臣賞 経済産業大臣賞	【一般公募】 ＜毎年＞ 次回公募： 2020 年４月～５月
ロボット大賞	ロボット技術の開発と事業化を促進し、技術革新と用途拡大を加速する、社会に役立つロボットに対する国民の認知度を高め、ロボットの需要を喚起することとなどを目的に、将来の市場創出への貢献度や期待度が高いと考えられるロボット・応用システム並びにロボットに関連するビジネス・社会実装、要素技術、研究開発及び人材育成を表彰。	経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室	経済産業大臣賞 総務大臣賞 文部科学大臣賞 厚生労働大臣賞 農林水産大臣賞 国土交通大臣賞	【一般公募】 ＜隔年＞ 次回公募： 2020 年春頃

表彰制度名	表彰対象・概要	担当省庁	交付賞	頻度等
製品安全対策優良企業表彰	事業者の製品安全に対する意識の向上や、企業の枠を越えて、製品安全を重要な価値として位置付ける「製品安全文化」の定着を図り、製品安全が持続的に向上していく、安全・安心な社会づくりを目的として、製品安全の確保に向け積極的に取り組んでいる製造事業者・輸入事業者・小売販売事業者等のうち、優れていると認められた企業・団体を表彰。	経済産業省 産業保安グループ 製品安全課	経済産業大臣賞	【一般公募】 ＜毎年＞ 次回公募： 2020年 5月～7月
知財功労賞	知的財産権制度の発展及び普及・啓発に貢献のあった個人、また、同制度を有効に活用し円滑な運営・発展に貢献のあった企業等に対して表彰。	経済産業省 特許庁 総務部秘書課 総務部企画調査課	経済産業大臣賞	【知財関係団体等からの推薦】 ＜毎年＞ 推薦受付期間 8月～10月頃
はばたく中小企業・小規模事業者300社	中小企業・小規模事業者の社会的認知度の向上や、そこで働く人たちのモチベーションの向上等を目的に、革新的な製品・サービス開発、地域経済の活性化、多様な人材活用等の観点から、優れた取り組みを行っている事業者を選定・公表。	経済産業省 中小企業庁 技術・経営革新課	ー	【中小企業関係団体等からの推薦】
新・ダイバーシティ経営企業100選	ダイバーシティ推進を経営成果に結びつけている企業の先進的な取組を広く紹介し、取り組む企業のすそ野拡大を目的に、「ダイバーシティ経営」（多様な人材を活かし、その能力が最大限発揮できる機会を提供することで、イノベーションを生み出し、価値創造につなげている経営）に優れた企業を表彰。	経済産業省 経済産業政策局 経済社会政策室	経済産業大臣賞	【一般公募】 ＜毎年＞ 次回公募： 2020年 7月～9月頃
卓越した技能者（現代の名工）の表彰制度	広く社会一般に技能尊重の気風を浸透させて技能者の地位及び技能水準の向上を図るとともに、青少年がその適正に応じ、誇り希望を持って技能労働者となり、その職業に精進する気運を高めることを目的として卓越した技能者を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付能力評価担当 参事官室	厚生労働大臣賞	【都道府県等からの推薦】 ＜毎年＞ 推薦受付期間： 2月～3月
職業能力開発関係厚生労働大臣表彰	認定職業訓練や技能検定または技能振興の推進、技能水準の向上または技能労働者の処遇・地位の向上に資するとともに、職業能力開発促進法の周知徹底を図ることを目的に、認定職業訓練関係・技能検定関係・技能振興関係の優良事業所、団体及び功労者を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付能力評価担当 参事官室	厚生労働大臣賞	【都道府県等からの推薦】 ＜毎年＞ 推薦受付期間： 8月上旬まで

表彰制度名	表彰対象・概要	担当省庁	交付賞	頻度等
若年者ものづくり競技大会	職業能力開発施設、認定職業訓練施設、工業高校等において技能を習得中の原則 20 歳以下の若者に対して技能レベルを競う場を提供することにより、これら若者に目標を付与し、技能を向上させることにより就業促進を図り、併せて若年技能者の裾野の拡大を図ることを目的として開催。その各競技職種の金賞受賞者を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付能力評価担当 参事官室	厚生労働大臣賞	＜毎年＞ 開催時期： 毎年夏頃
技能五輪全国大会	国内の原則 23 歳以下である青年技能者の技能レベルを競うことにより、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して技能の重要性、必要性をアピールし、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として開催。その各競技職種の金賞受賞者及び最優秀選手団を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付能力評価担当 参事官室	厚生労働大臣賞	＜毎年＞ 開催時期： 毎年秋頃
障害者技能競技大会（アビリンピック）	障害者が日頃培った技能を互いに競い合うことにより、その職業能力の向上を図るとともに、企業や社会一般の人々が障害者に対する理解と認識を深め、その雇用の促進を図ることを目的に、アビリンピックの愛称の下、全国障害者技能競技大会を実施。その金賞受賞者を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付特別支援室	厚生労働大臣賞	＜国際大会開催年度を除き毎年秋頃＞
技能グランプリ	技能グランプリは、技能士の技能の一層の向上を図ること等を目的として、各都道府県から選抜（年齢制限はなし）された特に優れた技能を有する１級技能士等（単一等級含む）が参加する技能競技大会。各競技職種の金賞受賞者のうち、特に顕著な成績を収めた者に対して、内閣総理大臣賞が授与される。内閣総理大臣賞受賞者以外の金賞受賞者及び最優秀選手団に対して、厚生労働大臣賞が授与される。	厚生労働省 人材開発統括官 付能力評価担当 参事官室	内閣総理大臣賞 厚生労働大臣賞	<隔年> 開催時期：年度末頃
職業能力開発論文コンクール	職業能力開発関係者の意識の啓発を図り、職業能力開発の推進と向上に資することを目的として、職業能力開発に携わる方等によって執筆された職業能力開発の実践等に係る論文のうち、優秀な論文を選定。その優れた論文を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官 付訓練企画室	厚生労働大臣賞	【一般公募】 ＜隔年＞ 2021 年 5 月～ 7 月末頃まで募集。

表彰制度名	表彰対象・概要	担当省庁	交付賞	頻度等
職業訓練教材コンクール	職業訓練指導員の技術水準の向上を図り、もって職業訓練の推進とその向上に資することを目的として、公共職業訓練又は認定職業訓練等において、訓練を担当する職業訓練指導員等が開発した教材のうち、その使用により訓練の実施効果が上がり、創意工夫にあふれ、広く関係者に普及するに足る優れたものを選定。その優れた作品を表彰。	厚生労働省 人材開発統括官付訓練企画室	厚生労働大臣賞	【一般公募】 ＜隔年＞ 次回公募 2020年5月～ 7月末頃
キャリア教育優良教育委員会、学校及びPTA団体等文部科学大臣表彰	キャリア教育の充実発展に尽力し、顕著な功績が認められる教育委員会、学校及びPTA団体等を各都道府県や政令指定都市教育委員会からの推薦に基づき、表彰。	文部科学省 初等中等教育局 児童生徒課	文部科学大臣賞	【各都道府県・指定都市教育委員会からの推薦】 ＜毎年＞ 次回募集： 2020年夏頃
全国高等学校ロボット競技大会	全国の専門高校等で学ぶ生徒が、仲間と協力しながら新鮮な発想で工夫を凝らし、創造力を発揮してロボットを製作する過程を通して、ものづくりの技術・技能を習得し、次世代を担う技術者としての資質を向上させることを目的として毎年開催されている競技大会。その優勝チームを表彰。	文部科学省 初等中等教育局 参事官（高等学校担当）付産業教育振興室	優勝：文部科学大臣賞 技術奨励賞：経済産業大臣賞	【一般公募】 ＜毎年＞ 次回実施： 2020年10月
キャリア教育優良教育委員会、学校及びPTA団体等文部科学大臣表彰	キャリア教育の充実発展に尽力し、顕著な功績が認められる教育委員会、学校及びPTA団体等を各都道府県や政令指定都市教育委員会からの推薦に基づき、表彰。	文部科学省 初等中等教育局 児童生徒課	文部科学大臣賞	【各都道府県・指定都市教育委員会からの推薦】 ＜毎年＞ 次回募集： 2020年夏頃