

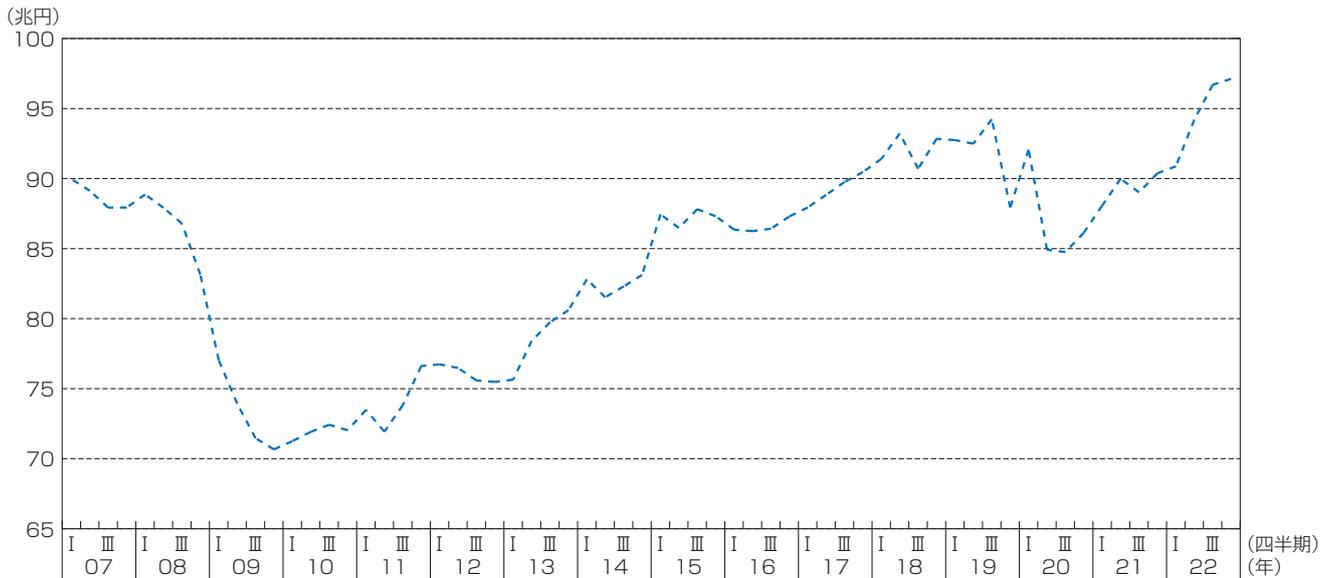
第3章

企業の投資動向

我が国の設備投資額の推移をみると、2020年前半に新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響等により減少し、同年第3四半期に底を打った後、2022年

第2四半期には新型コロナウイルス感染症の感染拡大前の水準を上回り、増加傾向が続いている（図300-1）。

図300-1 名目民間企業設備投資額の推移



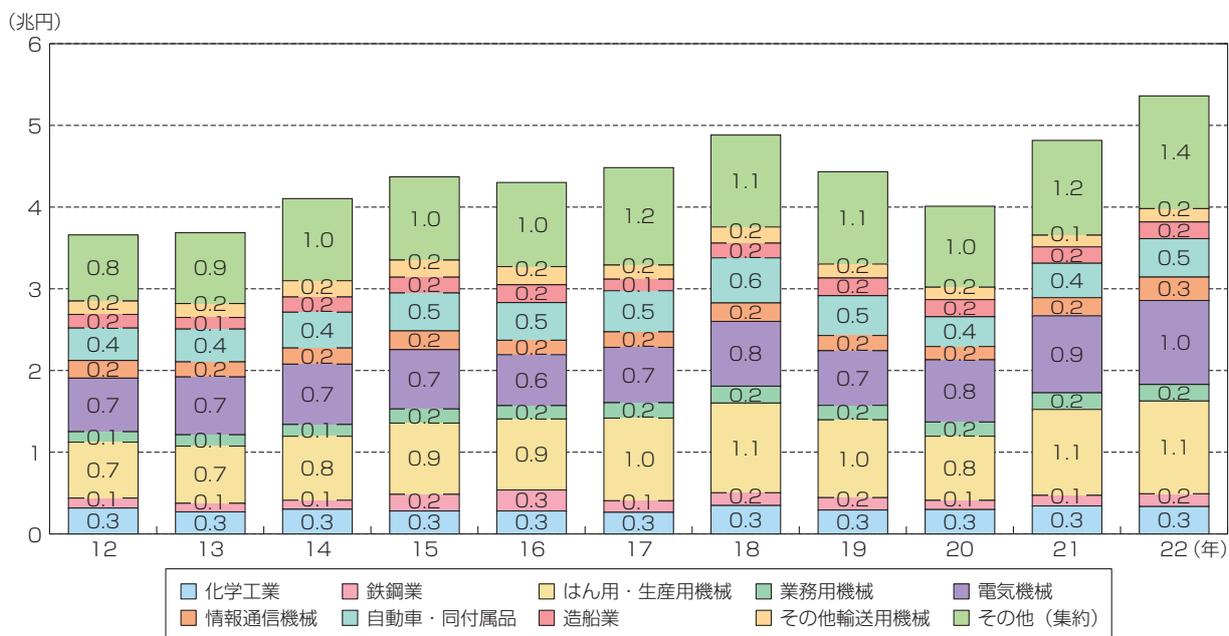
備考：季節調整値、日本企業全体の設備投資額を指す。

資料：内閣府「2022年10-12月期四半期別GDP速報（2次速報値）」（2023年3月）

また、製造事業者からの設備用機械類の受注状況を把握するため、内閣府「機械受注統計調査」の機械受注額を業種別にみると、2021年は、前年と比較して、はん用・生産用機械や電気機械を中心に増加し、

2022年も引き続きはん用・生産用機械や電気機械に加え、自動車・同付属品、情報通信機械、鉄鋼業及びその他輸送用機械を中心に増加している（図300-2）。

図300-2 機械受注額の推移（製造業業種別）



資料：内閣府「機械受注統計調査」（2023年3月）

企業の業況判断と設備投資の過不足感を把握するため、日本銀行「全国企業短期経済観測調査」の業況判断DI及び生産・営業用設備判断DIをみると、製造業では、2021年から新型コロナウイルス感染症の感染

拡大の影響が緩和されたこと等を受け、業況判断が回復していたが、2023年第1四半期に入り悪化している。設備判断は2021年第4四半期から過剰感が弱まっている（図300-3）。

図300-3 業況判断・生産・営業用設備判断DI（製造業）



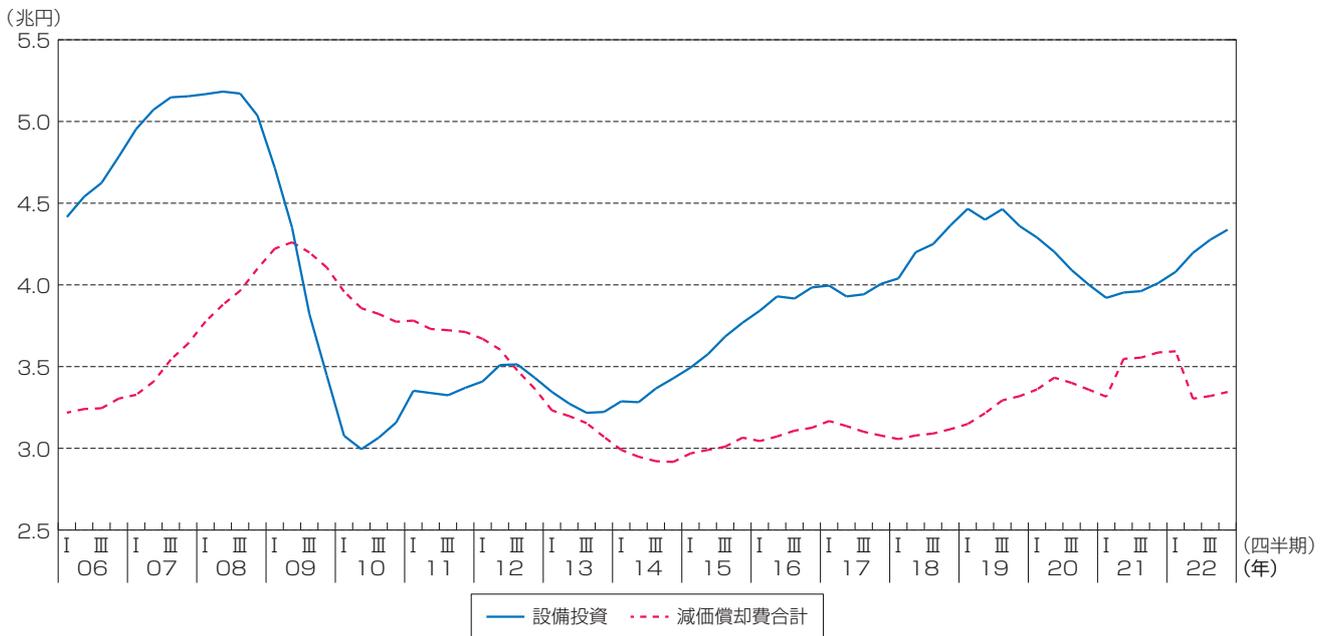
備考：1. 「業況判断DI」は、企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断を示すものであり、良いと回答した企業の割合から悪いと回答した企業の割合を引いて算出。
2. 「生産・営業用設備判断DI」は、企業の生産設備・営業用設備の過不足についての判断を示すものであり、過剰と回答した企業の割合から不足と回答した企業の割合を引いて算出。

資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」（2023年4月）

財務省「法人企業統計調査」をみると、製造業における設備投資額は、2012年第3四半期以降、減価償却費を上回って推移している。2021年第2四半期か

ら新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響が緩和されたこと等を受け、増加傾向が続いている（図300-4）。

図300-4 製造業の設備投資額と減価償却費

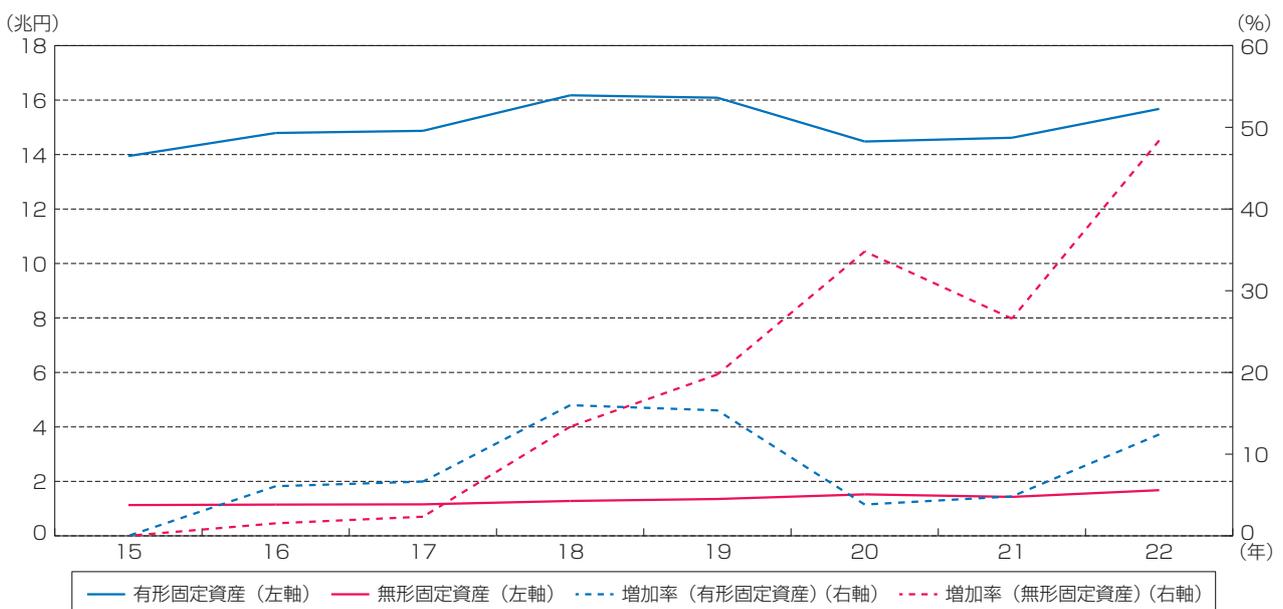


資料：財務省「法人企業統計調査」(2023年3月)

また、有形固定資産と無形固定資産への設備投資額の推移をみると、無形固定資産への投資額は、2022年には2015年比で約5割増加しており、有形固定資

産の約1割と比べて高い増加率となっている（図300-5）。

図300-5 製造業の設備投資額と2015年比の増加率（有形固定資産・無形固定資産）

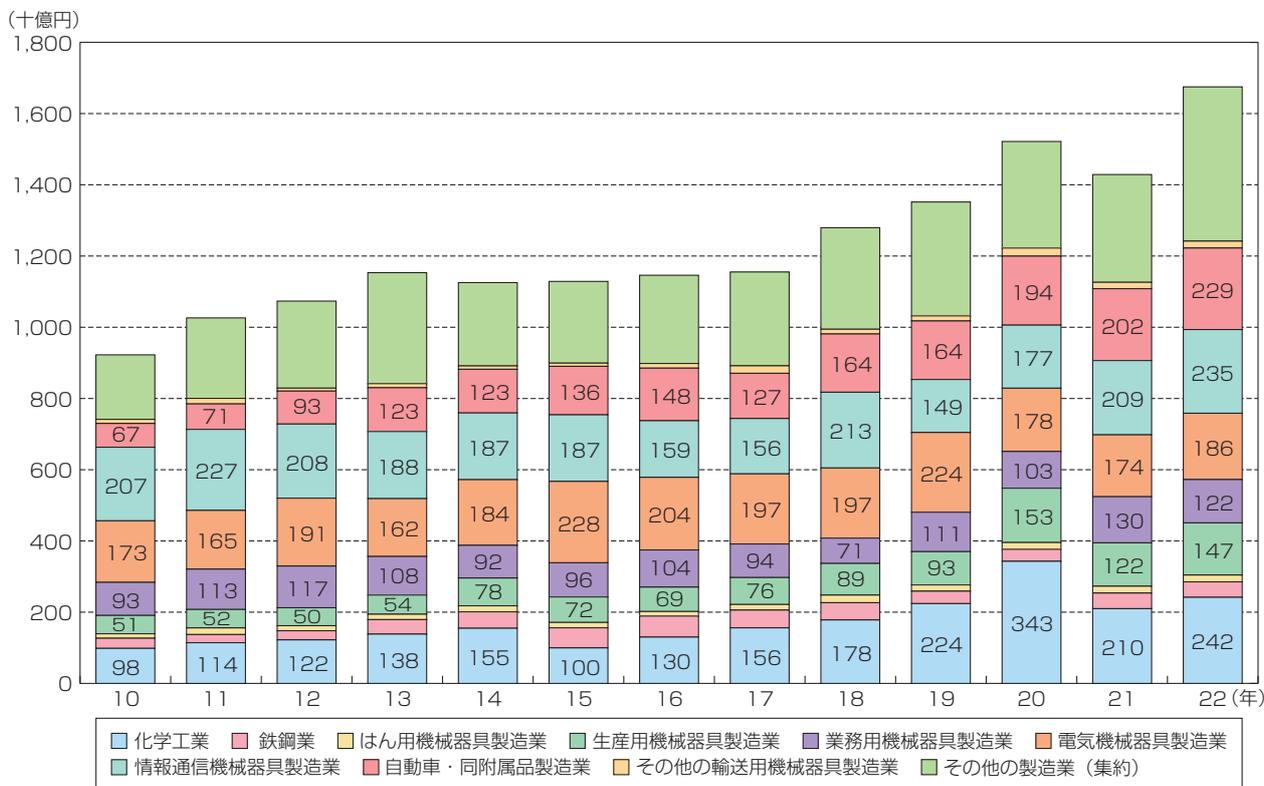


資料：財務省「法人企業統計調査」(2023年3月)

製造業のIT投資⁵の推移をみると、2022年は約1.7兆円と前年比で約0.2兆円の増加となり、化学工業、生産用機械器具製造業、電気機械器具製造業、情報通

信機械器具製造業、自動車・同付属品製造業において前年に比べて増加している（図300-6）。

図300-6 IT投資の推移（業種別）



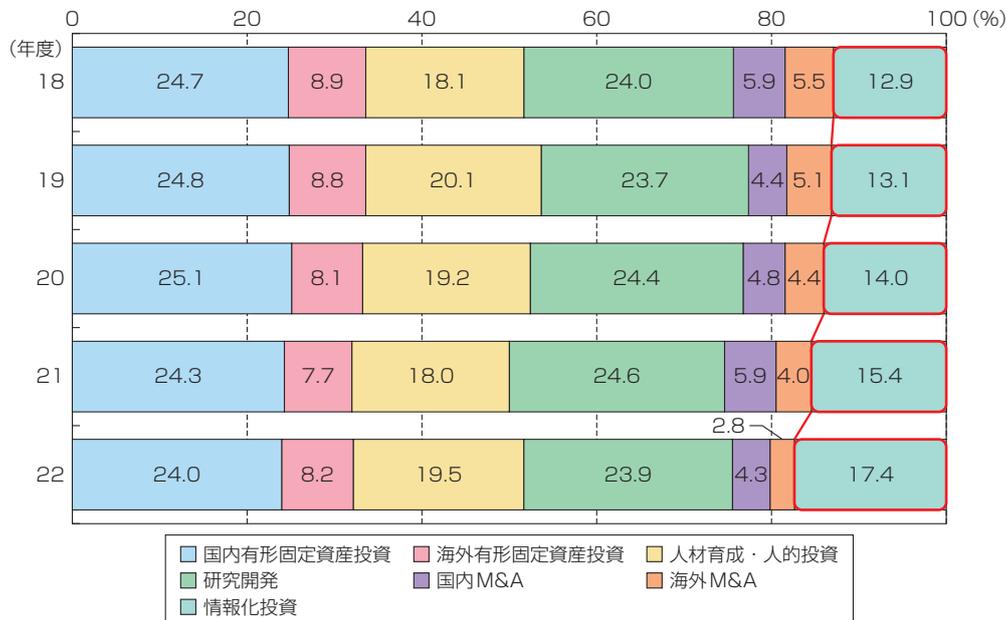
備考：四半期のIT投資額を集計したもの。
資料：財務省「法人企業統計調査」（2023年3月）

5 IT投資は、設備投資からソフトウェアを除く設備投資を引いた金額を指す。

製造業の投資判断の優先度を把握するため、(株)日本政策投資銀行「全国設備投資計画調査」による広義の投資優先度をみると、国内有形固定資産投資、研

究開発、人材育成・人的投資の優先度が高く、2018年度以降同じ傾向が続いている。また、情報化投資は2018年から年々優先度が上がっている(図300-7)。

図300-7 広義の投資優先度



備考：1. ここでいう「広義の投資」とは、国内での有形固定資産投資のほか、海外での有形固定資産投資や研究開発、M&A、人的投資などを含めた投資行動とする。

2. 資本金10億円以上の大企業を調査対象としている。

資料：(株)日本政策投資銀行「全国設備投資計画調査」(2022年6月)より経済産業省作成

また、生産現場でIT投資を行い、その成果として得られるデータを解析し、生産効率を上げるため、データサイエンティストといった専門人材を育成する取組

も進んでいる。ここでは、データサイエンティストの育成やリスクリングの促進などの人材投資に積極的に取り組んでいる企業の事例を紹介する。

コラム

リスクリングによる人材投資
・・・三井化学(株)、オムロン(株)

化学メーカー大手の三井化学(株)のこれまでの生産現場では、過去の経験や理論に基づいた限定的な解析が行われてきた。デジタル化が進む工場の生産現場では、様々な機器や生産工程からビッグデータが得られ、その解析には、生産技術に関する知識とデータ解析に関わる能力の両方が必要であることから、同社では、2022年度から生産技術系人材を対象としたデータサイエンティスト育成プログラムを実施している。

このプログラムは日本アイ・ビー・エム(株)が支援しているもので、「データアナリスト基礎(レベル1)」、「データアナリスト応用(レベル2)」、「データサイエンティスト(レベル3~レベル6)」の大きく3段階に分かれており、知識やスキルの保有を評価するだけでなく、できることによってレベルを定義している。本プログラムの研修は、アルゴリズム、統計・分析、データ倫理、プロジェクトマネジメント等をOJTとOFF-JTを組み合わせて実施している。レベル1のデータアナリスト基礎教育は、三井化学の生産技術系エンジニア全員(約250人)を受講対象としており、既に約120人の教育が完了している。

この研修を通じて、2025年度末までに、化学プラントの複雑な現象に対するデータ解析や、プラントの状態を予測するモデル構築等ができる生産技術系データサイエンティストを、国内主要5工場全てに配置する計画を進めている。主要5工場ごとに生産品目や取扱装置・設備が異なるため、各工場に精通したデータサイエンティストを継続的に育成、配置し、高効率で安全、安定した工場の実現を目指している。

図 三井化学の生産技術系データサイエンティストの教育体系

	データアナリスト基礎 (レベル1)	データアナリスト応用 (レベル2)	データサイエンティスト (レベル3以上)
できること	作業に最低限必要な 基礎知識を有する	上位者の指導の下、 要求された作業を遂行できる	独力で解析作業を遂行できる
教育方法	講義の聴講でデータ解析概要を 学び、ハンズオンで統計解析 ソフトSPSSの使い方を学ぶ	品質悪化の要因解析と、 品質予測モデル作成を 演習形式で行う	自職場の技術課題解決を OJT形式で実施する

出所：三井化学（株）

オムロン（株）は、社員一人ひとりが個性や能力を思う存分発揮できる環境を作るため、2023年3月から社員が専門学校やビジネススクールに通う等、専門性を高めるための学び直しを行う際に、短日勤務や短時間勤務を選択できるようにする制度を導入した。

「短日勤務制度」は1週間当たりの勤務日を3日又は4日にできる制度で、「短時間勤務制度」は1日の就業時間を15分単位で最大2時間短縮できる。これらの制度を活用するには事前申請及び承認が必要となり、働いていない時間の給与は支給されないが、この制度は最長2年間活用でき、社員は会社に在籍したまま学び直しの時間を確保することができる。この制度はオムロン（株）の全社員約4,600人が対象となり、働きながら学び直しができる機会を提供することで、専門性の高い人材の育成、確保につなげる狙いがある。

コラム

金属熱処理のスペシャリストの育成と次世代リーダーとなるグローバル人材の育成を両輪で推進

・・・(株) 東研サーモテック

金属熱処理専門企業の（株）東研サーモテックは、主要取引先である自動車業界の海外展開に呼応する形でいち早く海外生産体制を整え、現在は国内12工場に加えてタイ、マレーシア、中国、メキシコにも生産工場を構えるグローバル企業である。同社が得意とする自動車のエンジン部品への熱処理加工には、高い強度と精密精度を求められ、その高い要求に応えられる海外企業は少なく、同社のグローバル展開が日本の自動車産業の海外展開に貢献してきた側面もある。ダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC）をはじめとする表面改質技術の薄膜形成処理であるドライコーティングも同社の主力事業で、金属熱処理のノウハウとコーティング技術の合わせ技で極めて高い強度、機能を実現し、多様な顧客の要望にスピーディに応える技術開発力も有している。

同社の技術や品質を支えているのは、長年にわたって地道に育成・確保してきた「人財」である。正社員約700人のうち、約8割が金属熱処理技能士や金属材料試験技能士という国家資格を取得しており、そのうち2割以上が最上位の資格である特級技能士を有しており、金属熱処理業界において突出した資格取得者数と質を誇っている。加えて、同社の特徴は製造現場のみならず管理部門の社員も技能士の資格を取得している点にある。営業から企画・設計、製造、アフターサービスまでの全ての工程を金属熱処理のプロフェッショナル集団が支える体制が構築されている。

また、2010年12月にはタイに熱処理技術者を育成するためのトレーニングセンターを開設した。同社のタイ工場働く社員を対象に、「安全」、「金属熱処理」、「語学（英語と日本語）」、「コンピュータスキル」、「新入社員教育」、「日本への1年間の研修派遣」という6つの研修プログラムを提供し、熱処理や語

学に関するテストや、昇進昇格に必要なテストも実施している。日本への研修派遣が決まったタイ人の従業員に対して、事前に日本の風習文化を学んでもらう場にもなっている。2021年に（公社）国際経済労働研究所（IEWRI）のタイ現地機関が実施したワークモチベーション調査では、同社のタイ工場は「働きがい」や「勤労意欲」において高い評価がなされており、このような高いモチベーションを支える要因の1つがこのトレーニングセンターにおける研修への理解と満足度にあるとの調査結果が得られている。また、熱処理技術のレベル2からレベル3の試験については、2010年からタイ国立のスラナーリー工科大学と共同で試験を作って実施するようになり、2018年にタイの熱処理協会認定の公的資格に格上げされた。さらに上位のレベル4からレベル5についても、引き続き社内テストとして実施しており、タイでも金属熱処理のスペシャリストの養成に取り組んでいる。

一方で、日本国内においては工業高校の学生、特に材料科や機械科を目指す学生が減少する等、将来の担い手不足が深刻化している。また、タイ現地法人が長年にわたり人材投資に力を入れてきたことから、海外現地法人の力量が高まるにつれ、指導者にふさわしいレベルの人員数が不足してきた。そのため、今後はより高いレベルの日本人社員を育成し、海外現地法人に送り込む必要が出てきた。

このような事情を考慮し、4年前に「グローバル人材育成プログラム」を立ち上げた。これまでコツコツと続けてきた全社員の底上げを目的としたボトムアップ教育ではなく、リーダーシップが執れる人材を選抜して、10年後・20年後の東研サーモテックを託せる次世代のリーダーに育てることを目標としたプログラムである。グローバル人材育成プログラムは選抜教育とはいえ公募による立候補制で、マネジメントや実務経験、知識を幅広く身につけていく。また、これまでは必要に応じて海外へ社員を派遣してきたが、このプログラムでは明確に研修という位置づけで3か月海外へ派遣する。

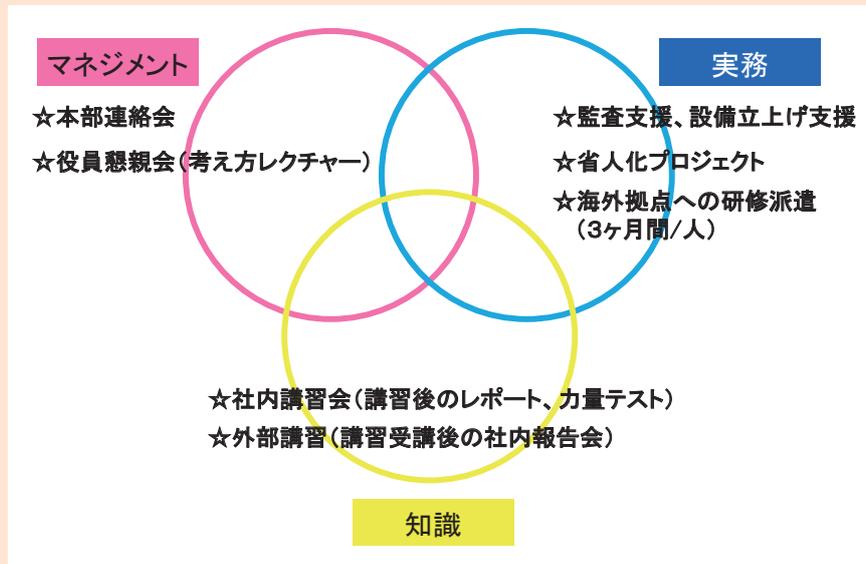
同社は、国内外での金属熱処理技術者の育成に加え、やる気のある人材の中から海外工場の管理職も任せられるようなグローバル人材として次世代を担うリーダーを育成することで、さらなる成長を目指している。

図1 タイ工場に隣接して設置されたトレーニングセンターとテスト受講風景



出所：（株）東研サーモテック

図2 グローバル人材育成プログラム



出所：(株) 東研サーモテック

製造事業者における設備投資の実態を把握することを目的として行われた調査において、2022年における大企業と中小企業の設備投資（有形固定資産・無形固定資産）の有無を比較すると、大企業は約9割、中

小企業でも約8割の企業が有形固定資産投資を行っている。一方で、無形固定資産においては、大企業は約8割の企業が投資を行っているのに対して、中小企業は約4割にとどまっている（図300-8・9）。

図300-8 設備投資（有形固定資産）の有無（規模別）

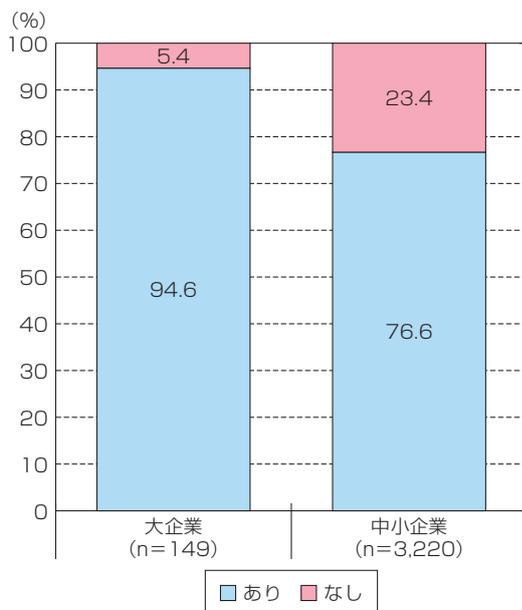
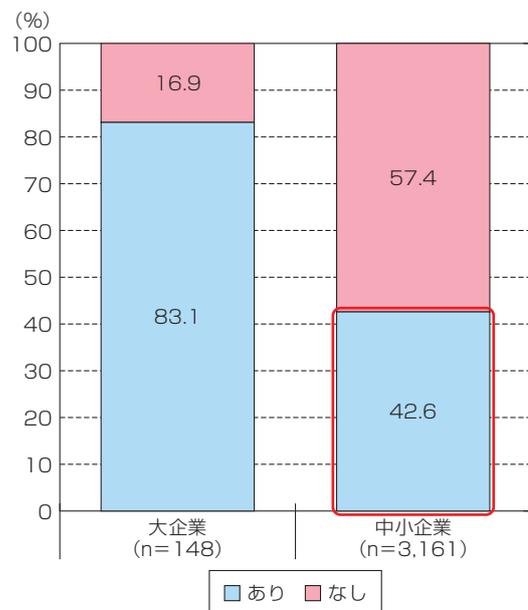


図300-9 設備投資（無形固定資産）の有無（規模別）

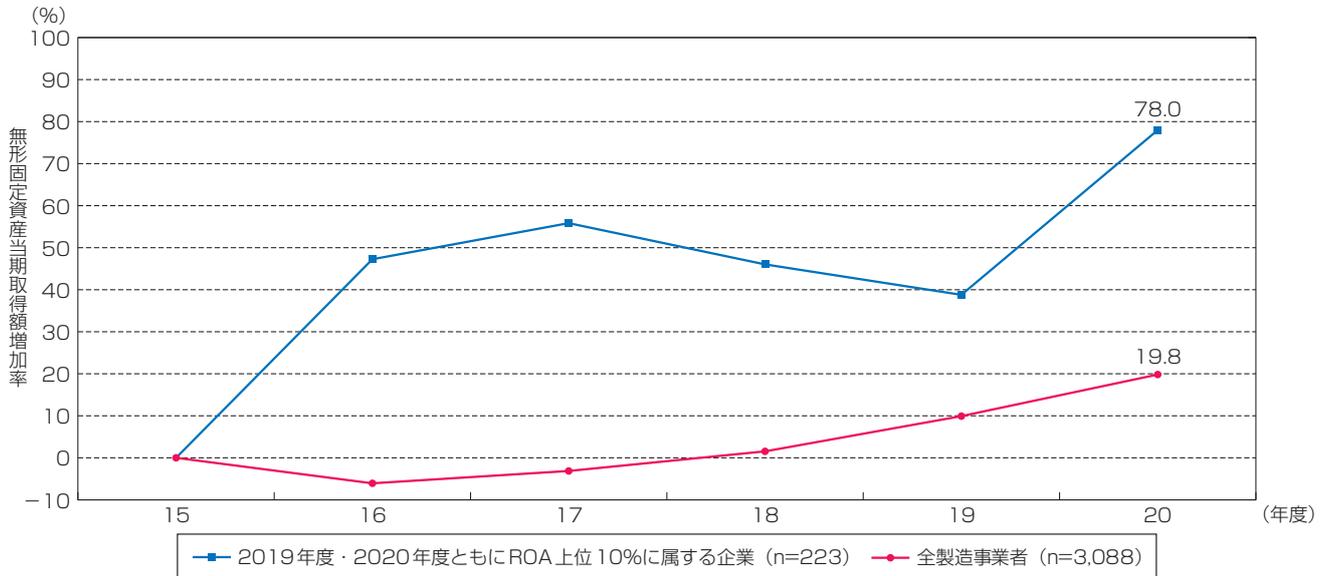


資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2023年3月）

投資動向と収益力の関係を把握するため、経済産業省「経済産業省企業活動基本調査」のデータを基に、総資産に対してどれだけ利益が出ているかを示す総資産営業利益率（ROA：Return on Assets）が高い企業群を抽出して、全製造事業者と比較した。2019年度

と、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響があった2020年度ともにROA上位10%に属する製造業の企業群は、2020年度は2015年度比で無形固定資産当期取得額が約8割増加しているのに対して、全製造事業者では約2割の増加にとどまっている（図300-10）。

図300-10 無形固定資産当期取得額とROAの関係

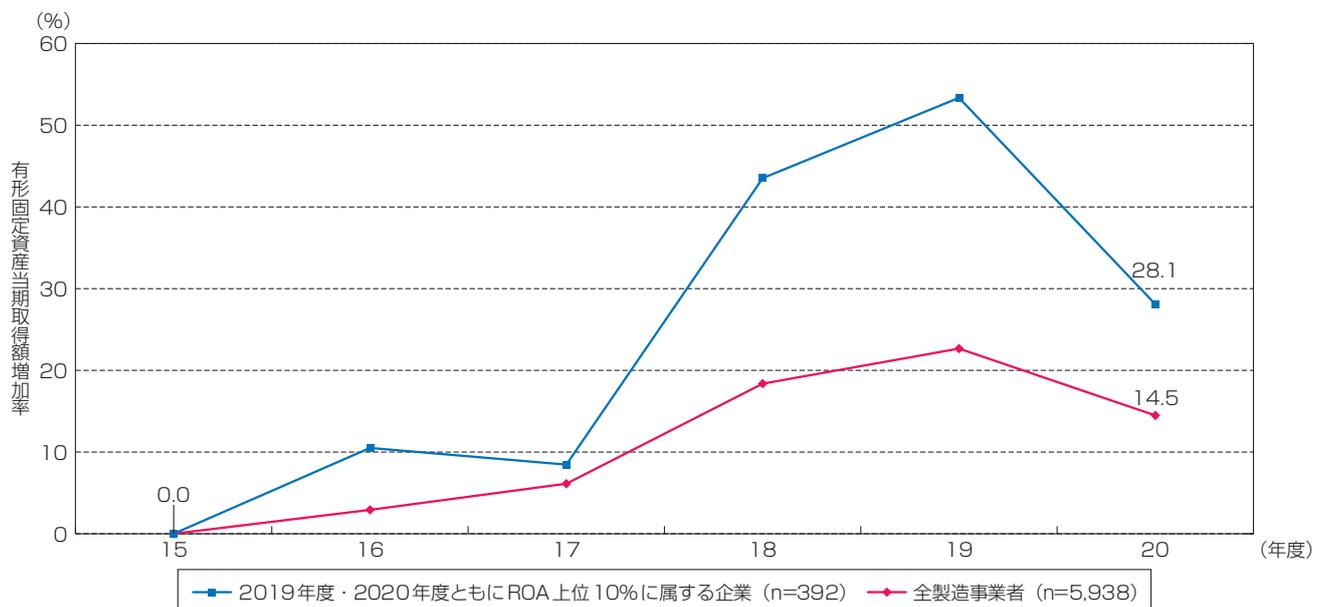


備考：1. 無形固定資産当期取得額は、各企業群の取得額の平均額を算出。
 2. 無形固定資産当期取得額増加率=(各年度の取得額-2015年度の取得額)/2015年度の取得額×100(%)にて算出。
 資料：経済産業省「経済産業省企業活動基本調査」より再編加工

有形固定資産当期取得額とROAの関係についても、2019年度、2020年度ともにROA上位10%に属する企業群は、2020年度は2015年度比で有形固

定資産当期取得額が約3割増加しており、全製造事業者では約1割増加している（図300-11）。

図300-11 有形固定資産当期取得額とROAの関係

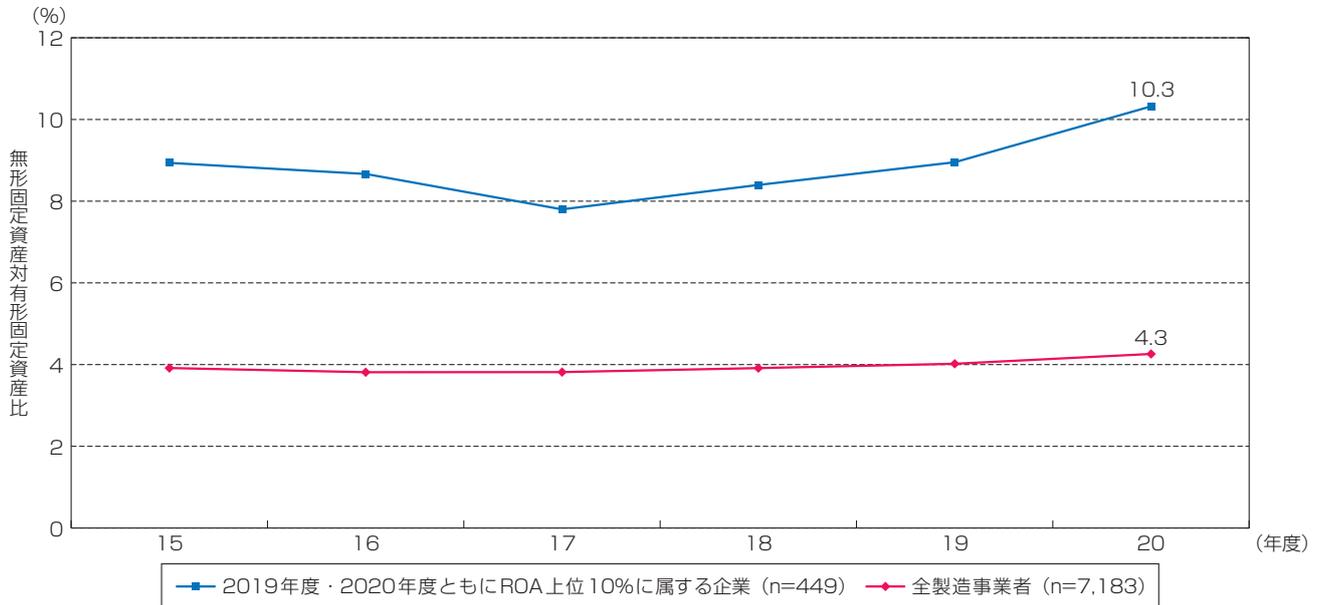


備考：1. 有形固定資産当期取得額は、各企業群の取得額の平均額を算出。
 2. 有形固定資産当期取得額増加率=(各年度の取得額-2015年度の取得額)/2015年度の取得額×100(%)にて算出。
 資料：経済産業省「経済産業省企業活動基本調査」より再編加工

また、製造事業者が保有する、有形固定資産に対する無形固定資産の割合をみると、2019年度、2020年度ともにROA上位10%に属する企業群は、無形固

定資産の割合が全製造事業者より高くなっている（図300-12）。

図 300-12 有形固定資産保有額に対する無形固定資産保有額の割合



備考：1. 有形固定資産保有額及び無形固定資産保有額は、各企業群の保有額の平均額を算出。

2. 無形固定資産保有額／有形固定資産保有額×100（％）にて算出。

資料：経済産業省「経済産業省企業活動基本調査」より再編加工

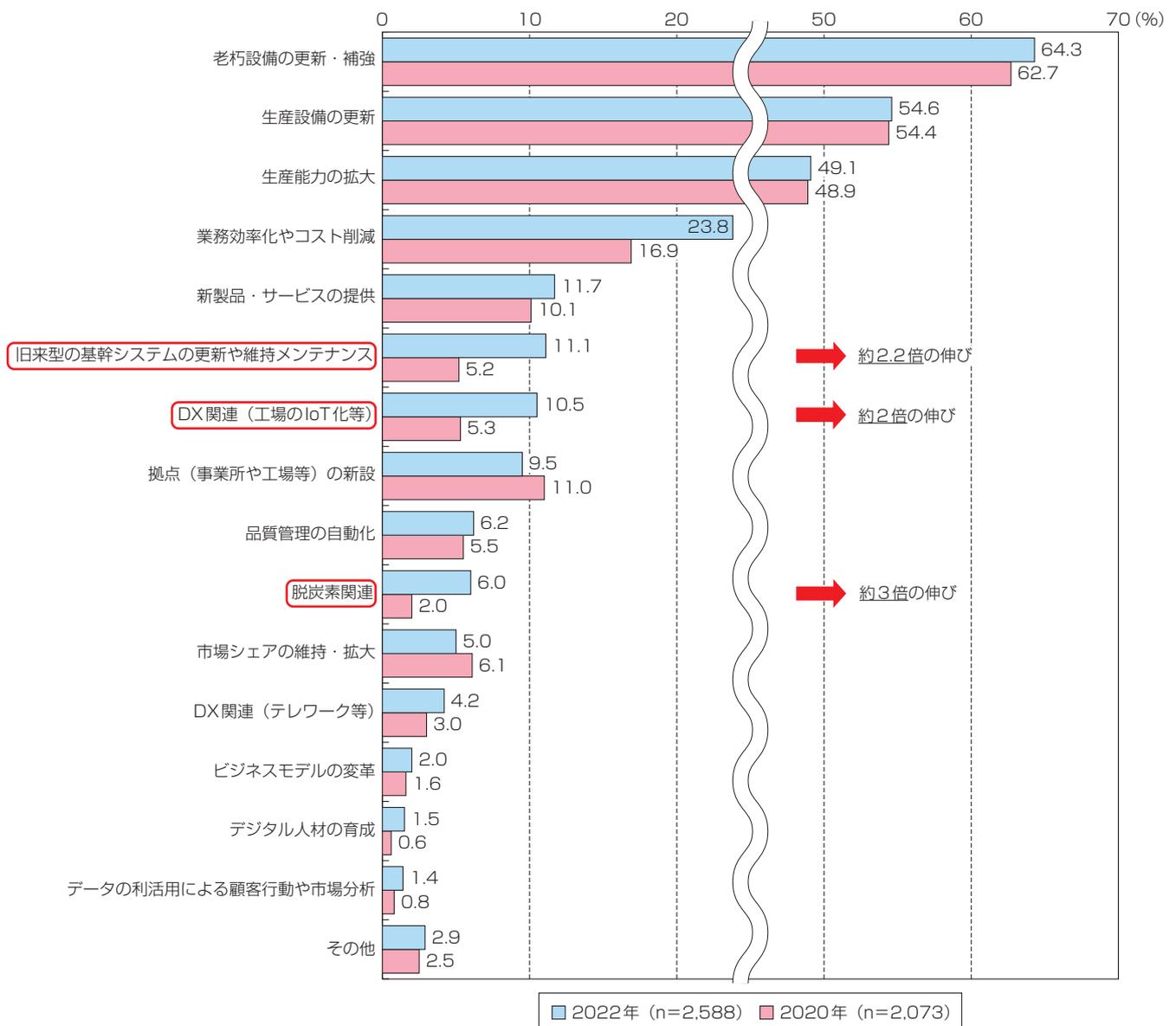
このことから、新型コロナウイルス感染症の感染拡大といった不確実性の高い状況下にあっても、収益力

のある製造事業者は、有形・無形固定資産投資を着実に進めていたことが分かる。

有形固定資産投資の目的について、2020年と2022年を比較すると、いずれの年においても、「老朽設備の更新・補強」、「生産設備の更新」といった設備の維持更新が多くなっている。2022年は2020年と比べて、システム化やDX関連の設備投資に該当す

る「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス」、「DX関連（工場のIoT化等）」に加え、GX関連の設備投資に該当する「脱炭素関連」が大きく伸びている（図300-13）。

図300-13 2020年と2022年における設備投資の目的（有形固定資産）

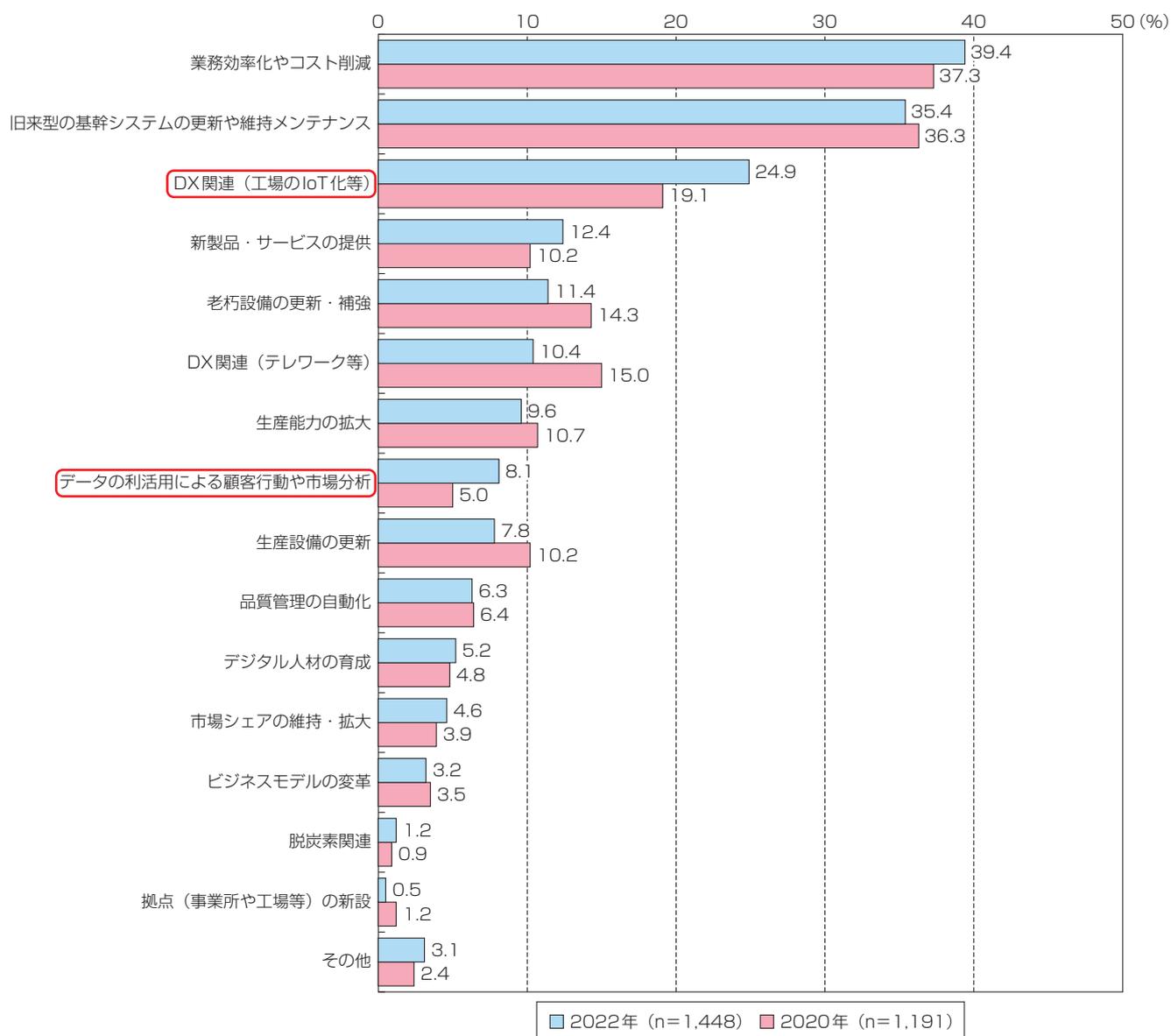


資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2023年3月）、同（2022年3月）

無形固定資産投資の目的についても、2020年と2022年を比較すると、いずれの年も、「業務効率化やコスト削減」、「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス」が多くなっている。また、2022年は

2020年よりも、「DX関連（工場のIoT化等）」、「データの利活用による顧客行動や市場分析」が伸びている（図300-14）。

図300-14 2020年と2022年における設備投資の目的（無形固定資産）

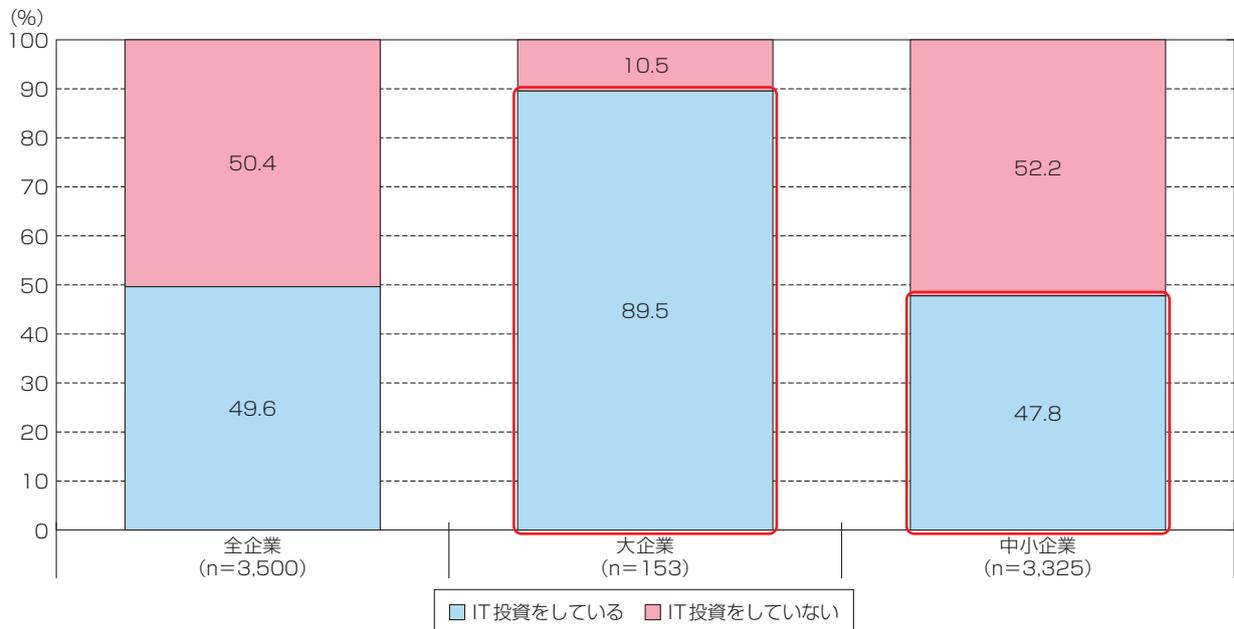


資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2023年3月）、同（2022年3月）

製造業の直近1年間におけるIT投資の実態を把握することを目的とした調査をみると、約5割の企業がIT投資を行っている。また、企業規模別にみると、

大企業は約9割の企業がIT投資を行っているのに対して、中小企業は約5割にとどまっており、企業規模による取組の差がみてとれる（図300-15）。

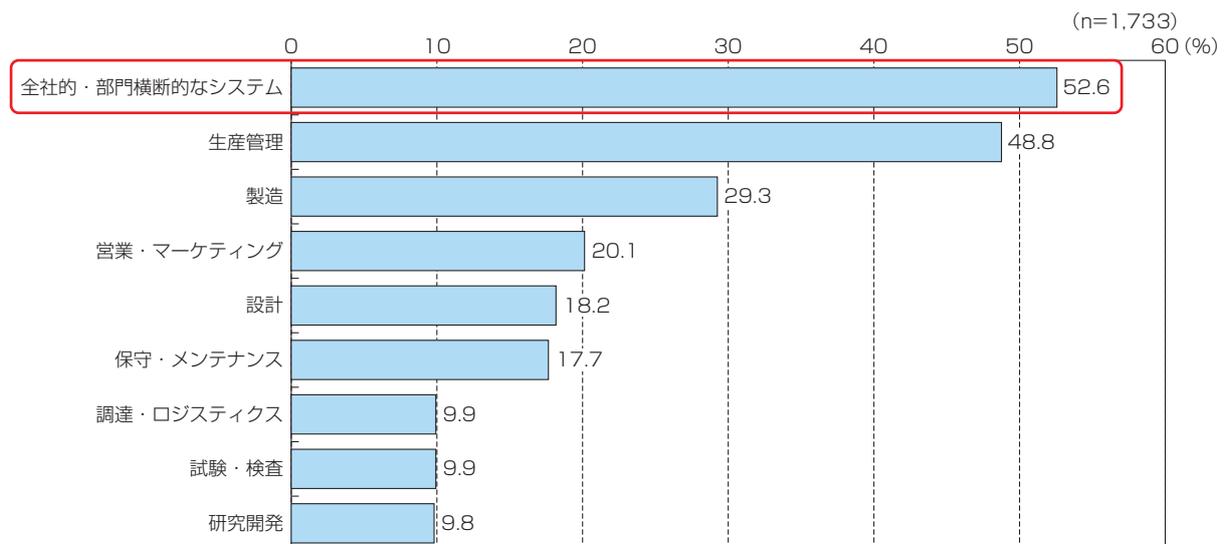
図300-15 IT投資の実施状況（企業規模別）



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」（2023年3月）

具体的なIT投資の対象については、「全社的・部門横断的なシステム」が多い（図300-16）。次いで「生産管理」

図300-16 具体的なIT投資の対象

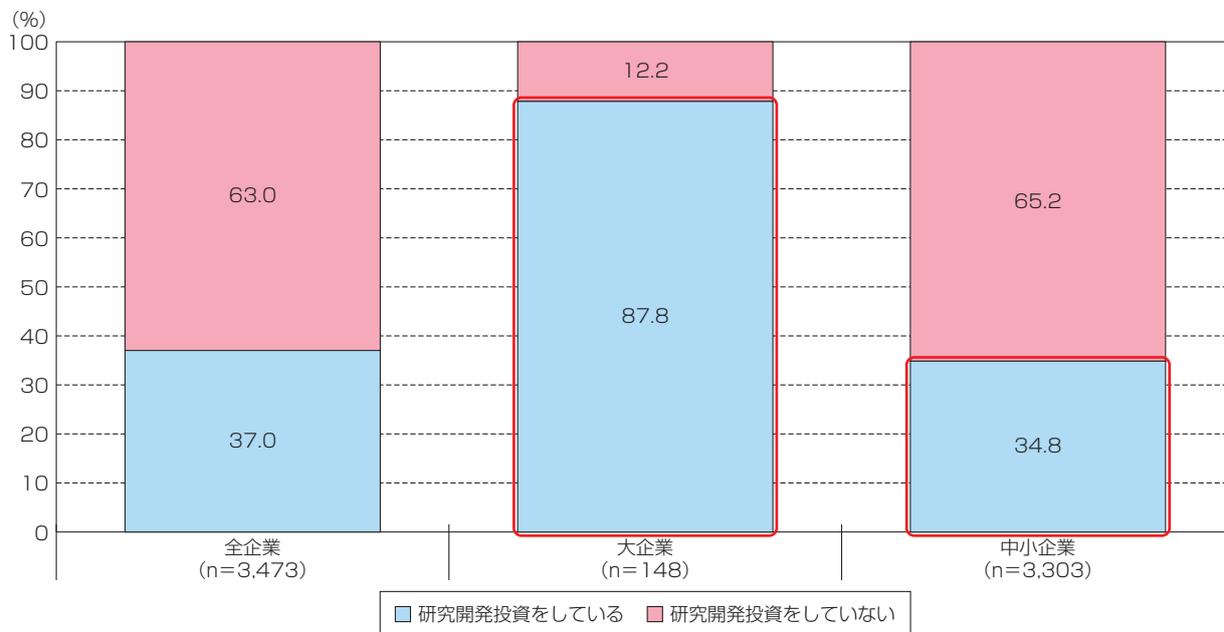


資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2023年3月）

製造業の直近1年間における研究開発投資の実態を把握することを目的とした調査をみると、研究開発投資を行っている企業は約4割である。また、企業規模別に比較すると、大企業は約9割が研究開発投資を

行っているのに対して、中小企業は約3割にとどまっており、企業規模による取組の差がみてとれる（図300-17）。

図300-17 研究開発投資の実施状況



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」（2023年3月）

研究開発投資を行っている企業のうち、大企業はほぼ全ての企業、中小企業は約9割の企業が既存事業向けの研究開発投資を行っている。また、新規事業向け

の研究開発投資は、大企業は約7割、中小企業は約5割の企業が行っている（図300-18・19）。

図300-18 研究開発投資の実施状況（既存事業向け）

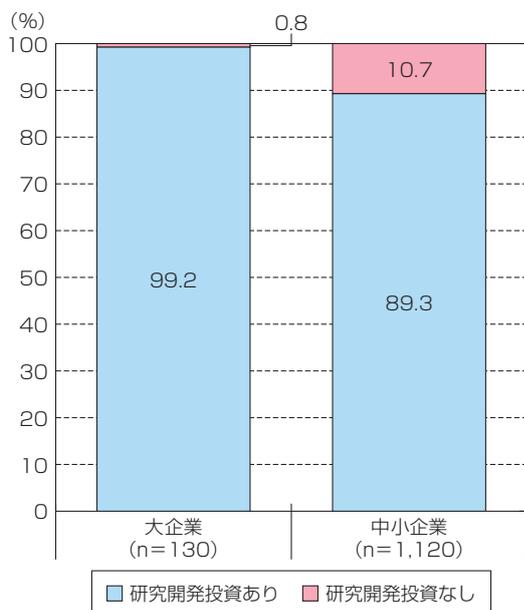
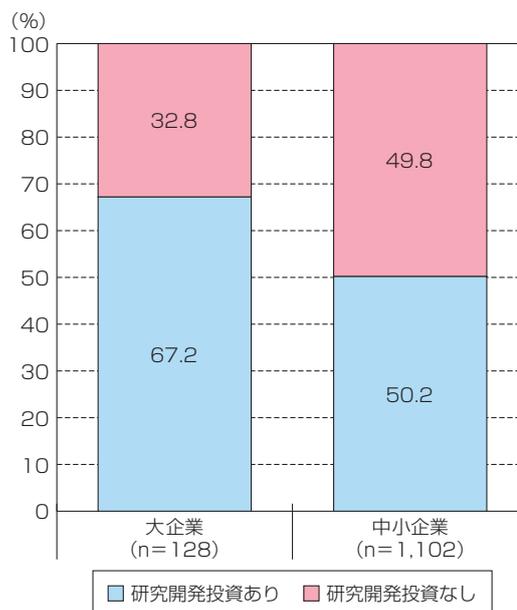


図300-19 研究開発投資の実施状況（新規事業向け）



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」（2023年3月）

研究開発投資の目的をみると、既存事業向け、新規事業向けともに、「新製品・サービスの提供」が最も多く、次いで既存事業向けでは「業務効率化やコスト

削減」、新規事業向けでは「ビジネスモデルの変革」が多くなっている（図300-20・21）。

図300-20 研究開発投資の目的（既存事業向け）

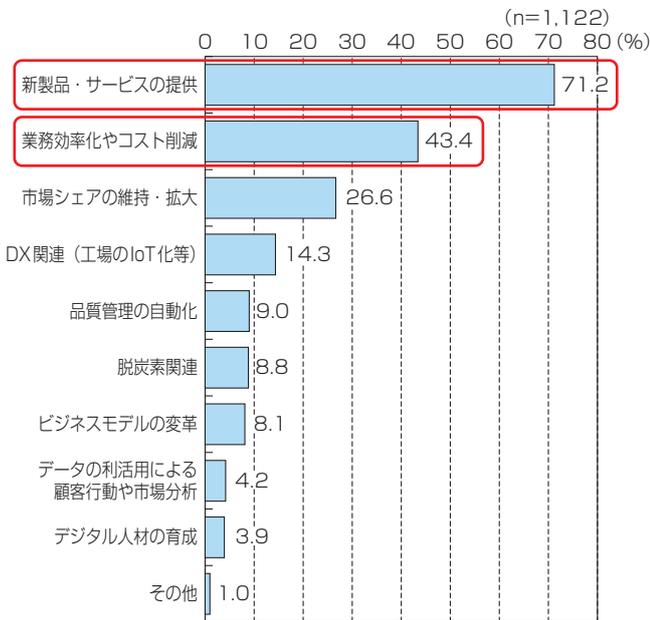
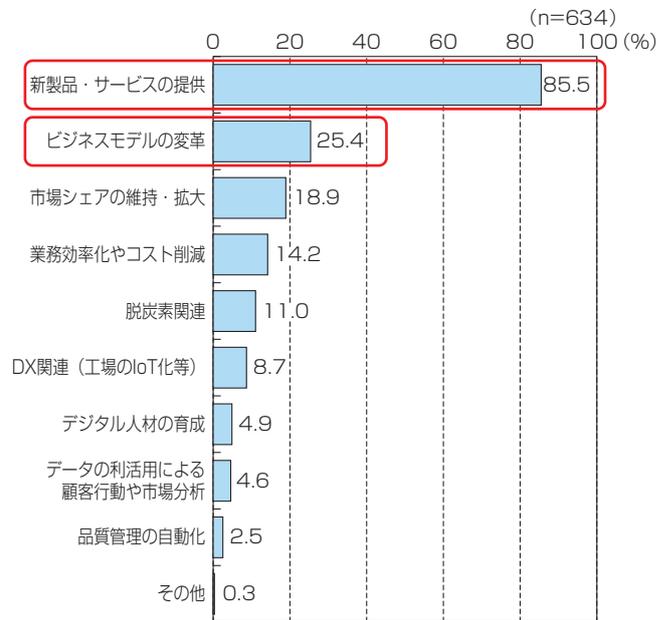


図300-21 研究開発投資の目的（新規事業向け）



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」（2023年3月）

研究開発におけるプロジェクト期間をみると、既存事業向けでは、大企業、中小企業ともに約9割の企業が5年未満で研究開発を行っている。新規事業向けで

は、約8割の中小企業のプロジェクト期間が5年未満であるのに対して、約半数の大企業は5年以上の長期的な研究開発を行っている（図300-22・23）。

図300-22 研究開発プロジェクトの期間（既存事業向け：規模別）

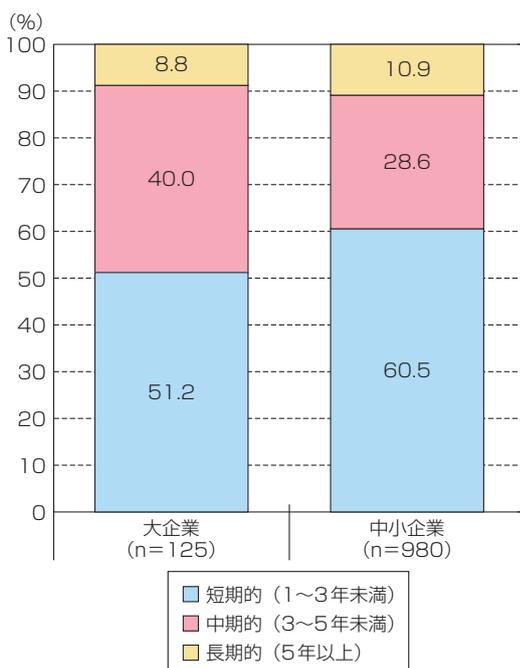
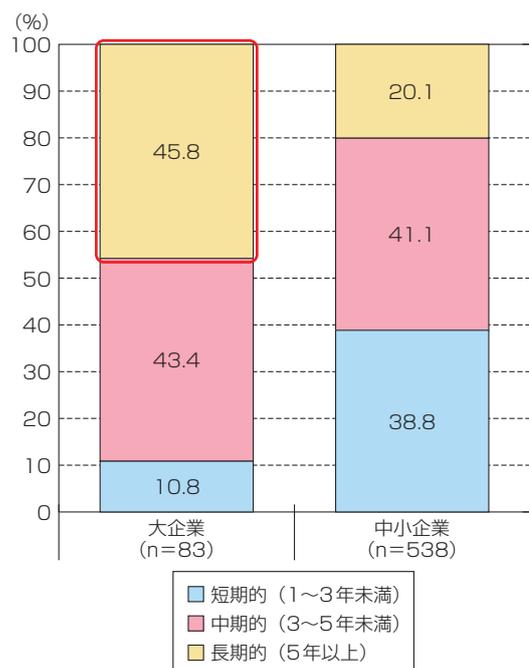


図300-23 研究開発プロジェクトの期間（新規事業向け：規模別）



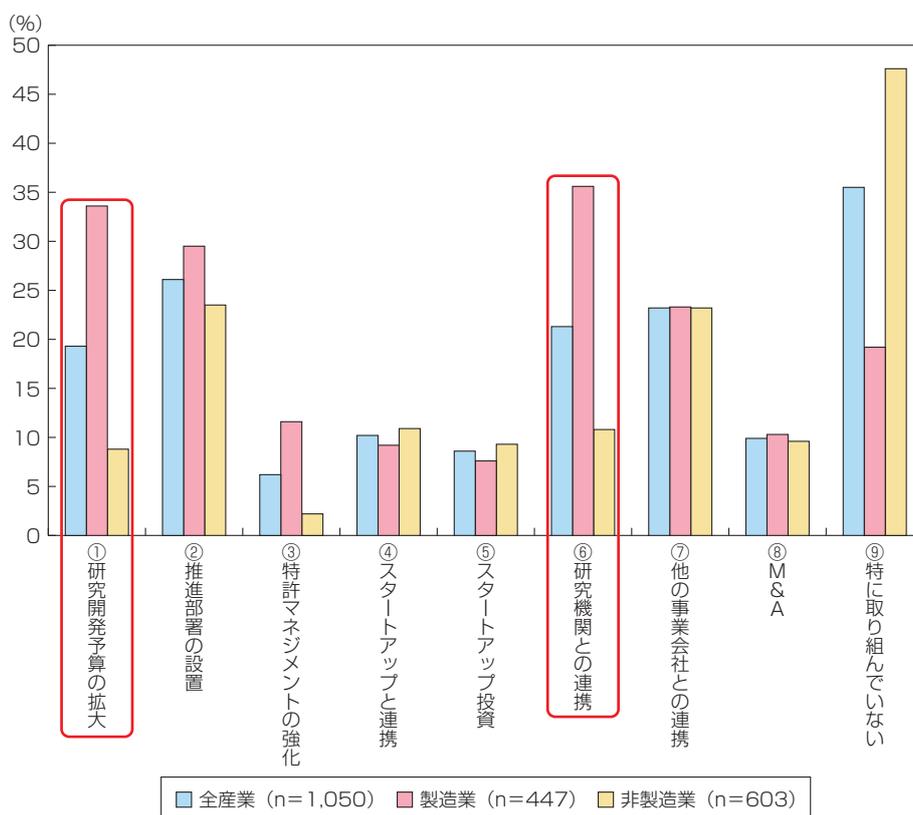
資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2023年3月）

しかし、近年では、グローバル化、市場ニーズの多様化、新興国の台頭等を背景として、製品のライフサイクルが短期化し、競争が激化してきた。このため、高付加価値な製品やサービスの創出をより早く実現するための手段として、複数の事業者が連携して研究開発に取り組むオープンイノベーションが重要となって

いる。

(株)日本政策投資銀行「全国設備投資計画調査」をみると、製造業においてはイノベーションを推進するため、「研究機関との連携」、「研究開発予算の拡大」に取り組んでいる企業が多い(図300-24)。

図300-24 イノベーションに向けた取組



備考：資本金10億円以上の大企業を調査対象としている。

資料：(株)日本政策投資銀行「全国設備投資計画調査」(2022年6月)より経済産業省作成

大企業を中心に、研究開発予算の拡大や、研究機関と連携する取組が進み、経営資源に限られる中堅・中小企業では、地方自治体や地域金融機関との産学官金連携により、オープンイノベーションを推進する事例もみられるようになった。

以下では、国内の大企業、中小企業の先進事例や、海外の応用研究機関が、大学・研究機関等が持つ技術シーズを実用化から社会実装まで伴走支援している事例を紹介する。

コラム

ものづくり分野でオープンイノベーションに取り組む企業 ・・・(株)安川電機、シナノケンシ(株)、岡本硝子(株)

(株)安川電機はコア技術であるモーション制御、ロボット技術、パワー変換を生かしたACサーボ、インバータ、産業用ロボットで世界最高水準の性能を誇る製品群を生み出しているグローバル企業であり、1960年代後半に「メカニズム」と「エレクトロニクス」を融合した「メカトロニクス (Mechatronics)」という概念を世界に先駆けて提唱した企業として知られている。2017年にはメカトロニクス技術とICT技術の融合による新たな産業自動化革命の実現を目指したソリューションコンセプト「i³-Mechatronics (アイキューブ メカトロニクス)」を公表した。

「i³-Mechatronics」は、生産自動化にデジタルデータマネジメントを加えて顧客のスマート工場化を

目指すもので、①integrated（統合的）、②intelligent（知能的）、③innovative（革新的）の3つの「i」のステップでイノベーションを実現する。そのために、要素技術開発は技術開発本部が行い、製品開発は事業部が行うというこれまでの分業型を見直し、開発プロセス自体を統合する必要があるとして、2021年に安川テクノロジーセンタ（YTC）を稼働させ、各拠点に分散していた技術者を集約し、開発・設計から生産ラインの立ち上げまで一気通貫した技術開発体制を構築した。また、このYTCを核にオープンイノベーションを展開し、開発プロセスを統合した「オール安川」×「オープンイノベーション」で、顧客の価値創造につながる技術開発を強化する戦略をとっている。

YTCでは同社のコア技術とシナジー効果を生み出せるパートナーとオープンイノベーションを展開しており、大学とは、ロボット制御技術の開発や最先端技術の研究を行い、産業界とは、センサー、ネットワーク通信、制御、クラウドといったコア技術を包括する周辺分野の技術領域で協業している。行政とは、次世代のエンジニア人材育成や中小企業支援といった産業創出に取り組み、ベンチャー企業とは、新たなマーケット情報の探求に加えてユニークで尖った技術の開発を行う等、産学官ベンチャーそれぞれと特徴ある協業を目指している。

例えば、九州工業大学とはYTCを拠点に未来の産業用ロボットの研究開発で連携を強化している。また、東京工業大学には2020年から3年間にわたり「YASKAWA 未来技術共同研究講座」を開設し、10年後の最終的な成果に向けて、産業用ロボットの超軽量アクチュエータの研究を行うとともに、日本の未来を担う優秀かつ独創的な発想ができる技術者・研究者の育成にも取り組んでいる。

また、同社は工業分野のみならず、農業分野の自動化への取組も加速させている。全国農業協同組合連合会（JA全農）とは、YTCを活用しながら「きゅうりの葉かき作業」や「いちごの選果作業」等の自動化といった、スマート農業の具体化を目指している。人手不足の解消、現場労働の作業軽減、生産性の向上が大きな課題となっている農業に同社の自動化技術を活かせる余地は大きい。今後もオープンイノベーションを通じて、同社が100年にわたって培ってきた技術を社会課題解決に活かすことで、サステナブルな社会の実現にも貢献できるとしている。

図1 i³-Mechatronics（アイキューブ メカトロニクス）コンセプト



出所：(株) 安川電機

産学官連携で新たな技術開発・体制づくり強化

・九州大学

農業分野の共同研究を含め、技術交流、人材育成を実施

・九州工業大学（内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」事業）

革新的ロボットテクノロジーによる自律作業ロボットの共同開発

・東京工業大学

人協働ロボット用の超軽量アクチュエータの研究をテーマに、「YASKAWA未来技術共同研究講座」を開設

・JA全農

「日本の農業の発展と日本の食と国際競争力強化に貢献することを目的」に業務提携



YTC外観



きゅうり葉かき実証ロボット



いちご選果ロボット

出所：(株) 安川電機

シナノケンシ(株)は、環境、自動化、医療・福祉、車載という4つの事業領域で、精密モータを主軸に多様な製品・サービスを展開している。2018年に創業100周年を迎えたのを機に、2019年6月に新しいコーポレートブランドとして「ASPINA」を立ち上げた。同社は信濃絹糸紡績(株)としてシルク事業で創業し、1962年に精密モータ事業に参入してからは、モータを軸に時代の変化に合わせてダイナミックに事業領域を変化させてきた。しかし、今後は既存事業だけでは収益的に厳しくなるとの危機感の下、同社の日米中欧の拠点が連携してグローバルな新事業チームを組成し、市場・技術情報を交換するとともに、オープンイノベーション活動として政府プロジェクトへの参加や、LP投資(ベンチャーキャピタル等が組成するファンドへ有限責任事業組合員として投資する手法)を通じたスタートアップ企業との協業といった新事業展開を進めている。

革新的なアイデアを持つスタートアップ企業は、試作開発の先の量産化で壁に突き当たることが多い。同社にはモータを活用した様々な駆動技術(ハードウエア)や制御技術(ソフトウエア)の蓄積があることに加え、自前で工場や量産に必要な設備、部品調達のためのサプライチェーンも保有しており、こうした同社のストックやノウハウがスタートアップ支援に有効に機能している。

同社は現在、小型人工衛星を手掛ける(株)アクセルスペースと、衛星の姿勢制御に用いる基幹部品であるリアクションホイールの共同開発も行っており、さらに、(株)アークエッジスペースとは超小型衛星「CubeSat」向けの超小型リアクションホイールの開発も進めている。衛星ビジネスは過渡期にあり、多数の人工衛星を低軌道で運用する衛星網を構築する「衛星コンステレーション」に向けて民間企業の参入が相次いでいる。小型人工衛星を多数打ち上げる短期運用に取り組む民間企業が増えているが、長期運用を前提とする大型衛星とは品質、性能、コスト、リードタイムに対する考え方が異なる。使用する部品を安く、短納期で、大量に調達する必要があるため、国内でこれらの要求に応えられる調達先を探していたベンチャーキャピタルからの声かけもあり、同社と小型衛星を手掛けるスタートアップ企業とのマッチング

が成立した。現在、同社は100～500kg級の人工衛星向けのリアクションホイールのラインナップ化を進めており、衛星のサイズや使用目的など様々なニーズに対応できる体制を構築しつつある。

同社にとって、スタートアップ企業との協業はすぐに事業化や収益につながるものではないが、多くのスタートアップ企業が参入している市場こそが将来のビジネスのシーズとなる市場であると考えており、スタートアップ企業と協業することで新しい市場へ参入するための準備にいち早く取り掛かることができる。

また、スピード感のあるスタートアップ企業と連携することで、同社の既存事業領域でもスピード感が増しており、新規事業への参入のみならず、同社の経営体質の変革にもプラスの効果を生み出している。

図3 100kg級人工衛星向けリアクションホイールの外観



出所：シナノケンシ（株）

岡本硝子（株）は、特殊ガラス製品の研究開発、製造、販売を手がける企業であり、液晶プロジェクター用反射鏡（2022年世界市場シェア約8割）、フライアイレンズ（同約7割）、歯科用デンタルミラー（同約7割）等で世界市場シェアナンバー1を誇る優れた製品を生み出している。

また、それ以外にも、次世代自動車用ガラス製品、固体光源用ガラス製品、脱炭素社会向け製品、海洋探索向け製品等の新たな事業を次々と立ち上げ、事業の多角化と売上構造の転換を進めている。

さらに、既存・新規技術をもとに、紫外線高反射膜「Hi-UVC」、5G通信用の低温同時焼成セラミックス（LTCC）用のガラスフリット、高機能放熱基板など、新規技術による新規顧客や市場の開拓という最もリスクが高い分野における研究開発にも挑んでいる。

新分野となる高機能放熱基板の開発では、東京東信用金庫が、取引先であった岡本硝子へ提案したことがきっかけとなり、岡本硝子がLTCC粉末の商品化や受託加工で培った様々な材料を扱う塗工技術を活かして、放熱素材開発の名古屋大学発スタートアップ企業である（株）U-MAPと、2021年から共同開発を進めることになった。

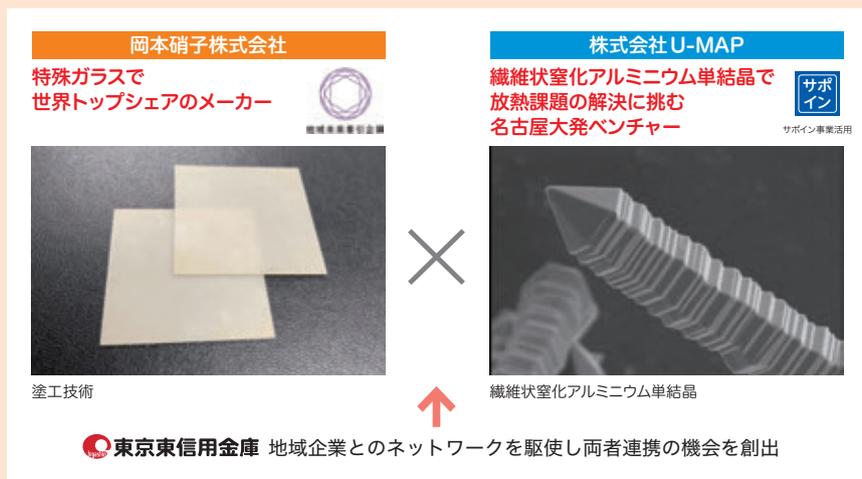
現在、U-MAPが独自開発した新素材「Thermalnite」（繊維状窒化アルミニウム単結晶）を用いて、窒化アルミニウムが持つ高い熱伝導率とセラミックスが持つ耐久性等を両立させる高機能放熱基板の開発を進めている。岡本硝子のシート成形技術を活かし、コストを大幅に低減することで、大型電気自動車（バス等）の電子制御ユニットやインバータ、データセンタの電源、窒化アルミニウム基板が多く使われる鉄道・新幹線などのパワーモジュール、光通信分野における新規顧客、市場の開拓を目指している。

具体的には、岡本硝子とU-MAPは、事業再構築補助金等を利用して量産設備を整備した上で、技術開発を加速させるため、「成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech事業）」を活用し、パワー半導体の高密度実装に対応した高放熱セラミック基板の開発を進め、大型電気自動車の電子制御ユニットでの活用に向け、実用化を目指している。

この事業では、岡本硝子とU-MAPが主たる研究機関となり、名古屋大学が回路基板の熱解析、大同大学がデバイスの熱解析・信頼性の評価を行っている。大学発スタートアップ企業であるU-MAPから大学の研究者を紹介してもらい、熱解析や信頼性評価を産学連携で実現している等、スタートアップ企業の人脈やネットワークを活用することで、発展的な産学連携を実現している。

このように、岡本硝子は、金融機関等の仲介により、スタートアップ企業と協業し、ものづくり分野における産学官金連携によるオープンイノベーションに取り組んでいる。複数事業者の連携による相乗効果によって、新事業やイノベーションが生まれやすくなり、新しい市場の開拓にもつながることになる。

図4 岡本硝子（株）と（株）U-MAPとの連携事例



出所：関東経済産業局「中堅・中小企業とスタートアップの連携による価値創造チャレンジ事業」

コラム

海外のオープンイノベーション推進機関 ・・・三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株） 国際アドバイザー事業部 副部長 尾木 蔵人 氏

先端技術の研究成果を事業化し社会実装することは、企業や産業の発展にとって重要である。一方で、「研究機関や大学が開発したテクノロジー」と「企業が実際のビジネスや製造プロセスに使える技術」との間には、社会実装の実現を阻む課題が存在する。研究機関が開発したテクノロジーを、企業が活用したい技術にまで橋渡しを行う部分について、我が国は必ずしも得意としてこなかったと考えられる。この背景には、「研究成果を生み出せば、自然に企業が集まって社会実装が進むはず」という考え方がある。技術革新のスピードが速く、技術が高度化している今日においても、実際にはビジネスの現場でのニーズにまで踏み込んだ積極的なサポートや橋渡しがなければ、研究成果を実用化まで持ち込むことが難しい。一方で、論文等で評価される研究者側には、実用化まで伴走するインセンティブに乏しく、この結果、研究機関と企業との間に社会実装を阻むギャップが生まれることになる。このギャップは、「ダーウィンの海」と呼ばれている。

では、技術の社会実装をスムーズに進め、このダーウィンの海を泳ぎきる取組は、海外の先進的な事例では、どのように行われているのだろうか。その答えは、応用研究機関と呼ばれる、社会実装支援機関による取組にある。中核となる応用研究機関が、スタートアップ企業や研究機関、大学等を支援する仕組みがあり、エコシステムを活用してオープンイノベーションを行い、社会実装を強力に推進する。このような社会実装の仕組みが産学官連携の形でデザインされ、有効に機能しているのである。ここからは、ドイツ、オランダ、台湾の事例を紹介する。

我が国と並ぶ世界の製造大国であるドイツは、科学技術開発を企業のビジネスに展開するフラウンホーファー研究機構という特徴的な社会実装支援機関を持っている。ドイツ全域に76の研究所、研究施設があり、スタッフ約3万人を擁する欧州最大の応用研究機関である。図は、世界各国がそのモデルを研究し

たとされる「フラウンホーファーモデル」の特徴を示している。横軸の公共部門や大学が担う基礎研究から、企業などの民間部門が担う商品化、大量生産までのプロセス中、中央のイノベーションギャップを埋める部分を、自らの役割と位置付けている。そのため、論文や学会発表にこだわるのではなく、むしろ小ロットでの実証といった企業が手を出しにくい領域を支援したり、量産化や製品化手前までの地道な支援を行うなど、まさしくダーウィンの海を渡る船頭としての役割を果たしている。

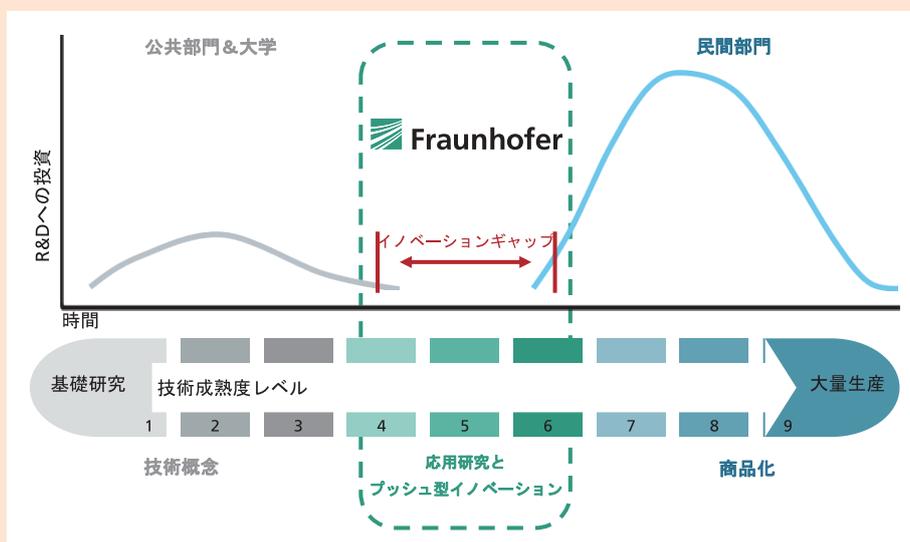
また、フラウンホーファー研究機構ではダブルハット方式という制度がある。これは大学の研究者が契約ベースでフラウンホーファー研究機構にも在籍し、研究成果の実用化に重点を置いた取組を行い、それに見合った報酬を受け取ることができる仕組みで、人材の流動化を担保して、研究者を介した技術移転を可能にしている。我が国でも「橋渡し」を目的にクロスアポイント制度が導入され、研究者が複数の機関に雇用されて研究開発に従事できる仕組みがあるものの、依然としてダーウィンの海の問題が存在する。ドイツでこの橋渡しがうまく機能している背景には、やはりフラウンホーファー研究機構のように、社会実装をミッションとした巨大な応用研究機関の存在が大きいといえる。

オランダ応用科学研究機構（TNO：Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek）も、フラウンホーファーモデル同様、研究成果の社会実装を重視し、イノベーションギャップの克服を主要な役割として掲げている応用研究機関である。オランダ国内に14の研究拠点と、約3,500人のスタッフを擁する。オランダは、英国のEU離脱後、バランサーとしてEU内での存在感が増しており、この中でTNOは、半導体や量子技術をはじめEU最先端技術開発の産学官連携分野でリーダーシップを発揮している。社会実装を行うパートナー企業は国内外にわたり、機動的なエコシステムの運営を行う一方で、スタートアップ企業の育成にも積極的に取り組んでいる。

アジアに目を移してみると、台湾にも特徴的な応用研究機関である、工業技術研究院（ITRI：Industrial Technology Research Institute）がある。ITRIは、社会実装モデルとして、「スタートアップ企業を設立し、企業がこれに投資する出口戦略」を持つ点に特徴がある。スタッフ数は6,000人を超え、これまでに270社以上のスタートアップ企業を育成してきた。半導体ファウンドリーとして世界トップシェアをもち、最先端のナノレベルの半導体生産技術をもつ台湾のTSMCは、熊本県に2つの半導体工場を新設することが注目されている。このTSMCも、実はITRIモデルを使って設立されたスタートアップ企業がその源流である。

フラウンホーファー研究機構、TNO、ITRIは海外企業との共同研究にも積極的で、海外にも広く門戸を開いている。日本企業が海外市場でのビジネス拡大を目指す場合、海外のエコシステムやオープンイノベーションの仕組みをよく理解して、社会実装支援機関である海外の応用研究機関をうまく活用することも選択肢として考えられるのではないだろうか。

図 「イノベーションギャップ」を橋渡しするフラウンホーファーモデル



出所：フラウンホーファー研究機構