（別添１）

様式２－１－１　国立研究開発法人　年度評価　評価の概要

１．評価対象に関する事項		
法人名	国立研究開発法人産業技術総合研究所	
評価対象事業年度	年度評価	令和２年度（第５期）
	中長期目標期間	令和２年度～令和６年度

２．評価の実施者に関する事項				
主務大臣		経済産業大臣		
	法人所管部局	産業技術環境局	担当課、責任者	研究開発課　産業技術総合研究所室長　小嶋　誠
	評価点検部局	大臣官房	担当課、責任者	業務改革課長　佐野　究一郎

３．評価の実施に関する事項
・国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）と共同研究等を実施している企業や公設試等（48 者）から研究開発や産学への橋渡しの状況等についてヒアリングを実施した。 ・監事（2 名）から業務運営の効率化、財務内容等についてヒアリングを実施した。 ・理事長から自己評価結果等についてヒアリングを実施した。 ・国立研究開発法人審議会において産総研の自己評価書について意見を聴取した。

４．その他評価に関する重要事項
特になし

様式２－１－２　国立研究開発法人　年度評価　総合評定

１．全体の評定						
評定 （S、A、B、C、D）	A	令和２年度	令和３年度	令和４年度	令和５年度	令和６年度
		A	－	－	－	－
評定に至った理由	項目別評定は、「研究開発の成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項」のうちの「産総研の総合力を活かした社会課題の解決」、「経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充」及び「イノベーション・エコシステムを支える基盤整備」がA評定、その他の項目がＢ評定であり全体の評定をＡとした。					

２．法人全体に対する評価

「Ⅰ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項」

・「産総研の総合力を活かした社会課題の解決」については、

－エネルギー・環境制約への対応：ハイドライド気相成長法を用いた超高効率太陽電池開発において世界最高効率を達成しメディアにも多数取り上げられた点など、

－少子高齢化の対策：重量物搬送支援のための技術開発において、共通基盤をオープンソース化し社会実装への道筋を明確化した点など、

－強靭な国土・防災への貢献：地震発生確率が不明な活断層の調査結果が日本の防災基盤を支えると共に、国の地震調査本部による評価の信頼性向上に貢献した点など、

－新型コロナウイルス感染症の対策：全所的に取り組むための体制を迅速に整えて対応し、産総研の実験・調査結果が政府の感染防止対策や行動指針の策定等に貢献した点など、

－戦略的マネジメントの推進：バックキャストによるテーマ設定をする等により各研究における戦略的なマネジメントを実施した点など、

各課題の解決に向けて大きなインパクトのある成果が得られていると認められるため、当該項目の評定はＡとした。

・「経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充」については、

－SiC パワーモジュールの開発における自動車分野等で求められる耐久性改善の実現、サイバーフィジカルシステムのセキュリティ要求仕様の作成等を実施しトップ国際学会で受賞するなど、高い研究成果を得ている点、

－企業との共同研究を多数推進し社会実装が期待できる研究成果を得ると共に、AI チップ設計拠点において計画を上回る件数の AI チップ開発を支援するなど、新技術・製品の開発競争力強化・社会実装に貢献している点、

－産総研が構築した AI シミュレーション融合技術をコアとした事業会社の設立、産総研が構築した創薬支援技術によるベンチャーの創業など、産総研の研究成果が事業化に結びついている点、

－さらには冠ラボ・OIL をハブにした連携・融合研究の推進、公設試との連携による地域イノベーションの推進、日本政策投資銀行とのベンチャー創出支援連携、理事長によるトップセールスなど、橋渡しを支えるマネジメントを推進した点

など、産業ニーズに的確かつ高度に応えた研究を実施し、革新的な技術シーズを民間企業の事業化につなぐ「橋渡し」について高い成果が得られていると認められるため、当該項目の評定はＡとした。

・「イノベーション・エコシステムを支える基盤整備」については、

－世界最速のウイルス検出技術の開発、12 種のがんそれぞれに特有の糖鎖修飾をもつタンパク質の発見・がん標的治療薬候補となる抗体の取得など世界最高水準の成果を得ている点、

－既存の枠を超えた領域横断的な標準化活動の強化に取り組む標準化推進センターを設置し、海洋プラスチック等の標準化に取り組んでいる点、

－地質調査のナショナルセンターとして、地質情報の整備を進め、自然災害等の地域を守る安全安心の基盤構築に貢献している点

－社会課題の解決や技術経営力の強化に資する人材育成のため、国研としては極めて珍しい、技術のデザイン経営を教えるデザインスクールを実施している点、

など、大きなインパクトのある成果が得られていると認められるため、当該項目の評定はＡとした。

・「研究開発成果を最大化する中核的・先駆的な研究所運営」については、

－理事長リーダーシップの下で「第 5 期産総研の研究に関する経営方針」を策定し、執行機能の強化、組織運営体制の見直しを行い、令和 3 年度実施に向けた着実な道筋をつけた点、

－主要国(G20)のクリーンエネルギー技術分野の研究機関のリーダーを集めた国際会議「RD20(Research and Development 20 for clean energy technologies)」開催の事務局を担い、国際的な連携強化に貢献した点

など、年度計画を達成していると認められるため、当該評価項目の評定はＢとした。

「Ⅱ．業務運営の効率化に関する事項」、「Ⅲ．財務内容の改善に関する事項」、「Ⅳ．その他業務運営に関する重要事項」については、中長期計画、令和２年度計画に基づき、着実な業務運営がなされ

ていると認められるため、当該各項目の評定はＢとした。

以上を踏まえ、全体評定をＡとした。

３．項目別評価の主な課題、改善事項等
Ⅰ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 **（１）産総研の総合力を活かした社会課題の解決** ・開発した有望技術の社会実装に向けて、産業界をはじめとするより多くのステークホルダーとの連携の下に大きく展開すること。 ・研究成果水準のベンチマーク、各成果の社会実装に向けたロードマップを明確化し、各々のテーマについて、いつ頃どの程度各課題が解決でき、どのように社会に実装されて行くのか、その道筋を体制も含めて明確に示すこと。 **（２）経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充** ・冠ラボ・OIL の活用について、既存の冠ラボ、OIL における研究の深化やクロスアポイントメントを含む人的交流を強化するという方向性も含め、冠ラボや OIL の機能強化・制度改善、地域との連携強化、ベンチャー創出など、理事長のリーダーシップの下、更に拡充すること。 ・研究活動のポートフォリオを描いた絵のとおりに編成していくことは容易ではないため、外部との連携や人材の流動性強化に継続して取り組むこと。 **（３）イノベーション・エコシステムを支える基盤整備** ・第６次科学技術イノベーション基本計画にも記されている新たな価値の創造を進めるためには基盤技術への取り組みが必須である。どの領域の基盤技術を産総研の強みとしていくのか機構内でさらに議論を重ね、効率的な基盤技術への投資を行うことが重要である。 ・標準化推進センターのあるべき姿を明確にし、今後も我が国標準化活動の強力な推進を担うため、どのような標準規格が日本の強みと成り得るか、将来の標準化戦略を描くこと。 **（４）研究開発成果を最大化する中核的・先駆的な研究所運営** ・強力なトップマネジメントの下で、更なる研究開発成果を創出し、それらのグローバルな社会実装、新興国研究機関との連携を推進すること。 ・バックキャスティングで思考する過程が重要であり、その作成する過程を共有するステークホルダーの同定もキーとなるため、広く意見を聞く体制の構築を検討すること。 ・先進的な研究の成果を拡大するために、若手のマネジメントの抜擢や、経験のある人材の外部獲得・適切なシフトも行うこと。 **その他** ・キャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等の実施などにおいては、より柔軟な制度設計を行っていくこと。 ・評価に関しては必ずしも報奨金によりモチベーションが維持・向上されるわけではないため、若い職員を含めヒアリングを行い、多様な職員のモチベーションが向上される方針を検討すること。 ・広報に関して、第５期中長期計画において産総研が社会課題への貢献を掲げていることを踏まえ、SDGs や Society 5.0 との関係性を示すこと。

４．その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	**Ⅰ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項** **（１）産総研の総合力を活かした社会課題の解決** 【エネルギー・環境制約への対応】 ●温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発では、アルミニウム系材料を成長できるハイドライド気相成長法を開発し、InGaP/GaAs 二接合セルの基板からの剥離に世界で初めて成功した。その成果を発表しメディアに取り上げられるなど、外部で高く評価された。資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術の開発においては、窒素循環技術の開発において、アンモニアを固体塩として取り出す技術の開発を達成するとともに、技術をアンモニア吸着材の企業への移転し、内閣府のムーンショット型研究開発事業にも採択された。本技術は、将来のカーボンニュートラル実現に向けて重要度の高い技術であり、CO_2 変換技術は環境化学分野において著名な GREEN CHEMISTRY 誌の Hot article として選出されていることからも、その重要性と有効性が認められたと判断した。 【少子高齢化の対策】 ●「全ての産業分野での労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発」においては、遠隔制御と自立性により作業するロボットを構築し、社会実装に有効なソフトウェアをオープンソース化したことが評価できる。

●「生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発」では、日常行動から認知症を早期発見する技術の開発をコンソーシアム型共同研究により進められたことは、非常に興味深い。参加者の高い多様性により、通常の枠を超えた発想の技術となり、健康寿命の延伸に寄与することを期待する。

●「QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発」においては、医療材料・機器の試作機の開発とその製品化に向けた課題抽出を年度目標としており、血液ポンプ内部のデザインの最適化を人工知能の活用により実現するとともに、血栓検出光センサの開発により、生体適合率が向上したという結果を得られたことを評価する。また、入れ歯の粘膜調整材を共同開発により実現し、厚労省への申請、承認を受けて上市への見通しを立て、社会実装の見通しが立てられたという点を評価する

【強靭な国土・防災への貢献】

●強靭な国土の創出に関わる基盤情報整備において大きなインパクトが想定される成果が得られた。

①産総研のひずみ計が気象庁に採用され、発生が近いとされる南海トラフ地震の想定域において、24 時間の監視体制に組み込まれ、減災や今後の研究成果への効果が期待される。

②地質災害要因に対する地質情報の整備を継続的に実施し、地震災害への対策の基盤データとしての貢献を果たした。

③構造物の劣化評価において、AI 解析による結果において、目視調査と同等の欠陥検出を実証し、少子高齢化による人手不足にも貢献する成果を導出した。

④上述において、ハイインパクト論文誌に掲載され、特許出願を行った。

●強靭な国土・防災への対応として、インフラの老朽化対策の社会課題の抽出からバックキャストして各テーマを設定してきている。産総研の誇る地質調査技術を活用・展開し貴重な成果を上げてきている。特に活断層の調査結果が国の地震調査本部による評価の信頼性向上に貢献した成果は特記できる成果である。また、センシング、検査・診断技術に関しても 3 次元 X 線検査装置の実用化により電柱内部の鉄筋観察を可能にし、共同研究を開始している成果も出ている。

【新型コロナウイルス感染症の対策】

●新型コロナウイルスへの対応のための研究課題設定と成果の創出は、新たな社会的課題の発生に対して組織が機動的に対応できている事を示している。エンベロープウイルスの接触感染防止のための機能表面創成技術としてのエアロゾルデポジション(AD)法の開発、非接触体温計測の信頼性向上のための高精度平面黒体装置の開発、公共交通機関の換気効果に関する研究、大規模集客イベントなどにおける感染防止に関する研究、短時間でウイルスを検出する高速センシング技術の開発などの成果を社会に提供する事に成功した

【戦略的マネジメント】

●社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するための研究マネジメント体制の整備や、研究戦略の策定を理事長のトップマネジメントとして実施した。具体的には、企画本部内に研究戦略室を設置し、社会課題解決に向けて領域融合により取り組むための体制を構築、融合センター・ラボを設立、領域融合プロジェクトを立ち上げた。さらに、科学技術基本計画等の国家戦略や喫緊の社会課題からのバックキャストにより研究テーマを設定し、戦略的に研究開発を推進し、産総研の総合力を活かして連携・融合して重点的に取り組む研究テーマを設定し、大きな成果を上げた。

（2）経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充

●多くの研究成果が示されており、いずれも素晴らしい成果と認識する。その中で特筆すべき点について挙げさせていただきたい。

－「産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術の開発」では、人間の心身状態のモデル化やインタフェース技術の開発、CPS のセキュリティ向上のための高機能暗号やハードウェアに対するセキュリティ強化に取り組み、トップ国際学会で賞を受けるなど、外部からの評価を得た。

－「ナノマテリアル技術の開発」では、高分解能電子顕微鏡の開発を進め、Nature Communications 誌をはじめとする多くのジャーナルへの掲載や、企業共同研究により開発された CNT 複合材料が新聞報道される等、計画を超える成果を得た。

－「光ネットワークをコンピュータに実装する光電コパッケージ技術」は、IOWN でも目指している光電融合の位置技術であり、運用に必要な性能を実現し、部品・装置メーカと協業することで実業化に向けた道筋が明確にされた。

－「ものづくりおよびサービスの高度化を支える計測技術の開発」では、来る 6G で期待される 300GHz 帯通信の実現に必須となる技術を開発した。

－冠ラボや OIL の機能強化・制度改善、地域との連携強化、ベンチャー創出・事業拡大への支援、理事長によるトップセールスなどのマーケティング力の強化及び広報ターゲットの明確化と研究成果の積極的な発信など、経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充を支えるマネジメントを推進した。

●経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充においては、産業ニーズに的確かつ高度に応えた研究開発を推進している。具体的には、エネルギー・環境分野において、SiC パワーモジュールの 200℃級の高温動作におけるサイクル試験の 1 桁改善を達成し、自動車分野での耐久性要求を満たす成果が得られた。生命工学領域においては、ジスルフィドリッチペプチド医用品開発のための一気通貫技術が創薬支援のためのベンチャー創業に貢献した。情報・人間工学領域では慣性センサの開発を進め、関連知財に基づく共同研究を展開するに至っている。材料・化学領域においては、近赤外スペクトルから材料の劣化状態のオンサイト計測を可能として、技術コンサルティ

ングを含む 30 件以上の企業との共同研究に結びつくなど、産業界からの大きな期待が寄せられている。他にも新たに冠ラボ 3 件を設立し、出口を意識した共同成果を進めると共に、大学との協働を促進し、JST 事業 2 件の採択に至っている。以上の成果より、研究成果・知財に基づき企業連携体制を構築し、実証試験等によって事業化に向けた道筋を明確にしている。また、企業と共同研究を推進し、社会実装が期待できる研究成果を創出することができた。

●産総研の従来からの重点項目の一つである「橋渡し」に対する取り組みは順調に進捗していると評価できる。「情報・人間工学領域」での AI とシミュレーション融合技術をコアとした事業会社の設立、「材料・化学領域」での企業との共同研究で開発された CNT 複合材料のその後の進展、「エレクトロニクス・製造領域」での AI チップ開発の支援等は産総研の「橋渡し」の成功例として評価できる。「地質調査総合センター」や「計量標準総合センター」はそのミッションを着実に遂行しながら、注目論文や企業との共同研究に繋げる成果を得たことも高く評価できる。

●民間企業との共同研究、産総研発ベンチャーの創業など、今後の企業連携・実用化につながる研究成果が創出されている。冠ラボや OIL の機能強化・制度改善、地域との連携強化、ベンチャー創出や事業拡大に向けた支援活動を、共同研究の創出と外部資金の獲得につなげた。材料・化学領域においては、ナノマテリアル技術の開発として、高品位 CNT 合成技術や品質の劣化を抑えた分散技術による複合材料などの開発と新規用途の開発を行い、また大気中 100 °C の低温熱源上で 70 日以上の連続発電に成功しセンサーネットワークの自立電源駆動を可能とし、熱発電デバイスの上市・事業化の道筋を明確にした。スマート化学生産技術の開発として、バイオマス等の再生可能資源を原料としたバイオ界面活性剤、バイオプラスチック等の製造や利活用技術の確立、膨大な分析情報から 核心的情報を取り出すデータマイニング技術及び構造データから物性や耐久性を相関させるインフォマティクス技術を組み合わせた材料診断技術、計算シミュレーションや実験と AI・機械学習を組み合わせ、従来の人的作業に比べ 10 倍効率化可能な薄膜合成装置の実現などの実績を挙げた。これらは成果の例であるが、その研究手法は複合的、分野融合的であり、産総研内外の研究者の協力のもとに実施されており、国の研究機関としての有意義な取り組み・成果として評価される。

（3）イノベーション・エコシステムを支える基盤整備

●[基盤的技術の開発]わずか 3 分、世界一のウイルス特定高速センシング、医療系大学との連携による先導的抗がん剤治療薬の開発、クリプトサイトの発見と安定化などを高く評価。

[標準化の推進]標準化推進センター、並びに標準化オフィサーの設置、パワーコンディショナの標準化、水素効率利用の標準化などを高く評価。

[知的基盤の整備]地質情報のナショナルセンター化を特筆したい。

[マネジメント・人材育成] 研究知財の戦略的アプリケーションや、技術のデザイン経営を教えるデザインスクールの活動は、国研でも極めて珍しく、高く評価すると共に特筆しておきたい。

●長期的な視点を踏まえ、かつ統合イノベーション戦略において戦略的に取り組むべき基盤技術（AI 技術、バイオテクノロジー、量子技術、マテリアル等）との整合性を取りながら基盤技術を推進している点は評価できる。特に先端のセンシング技術の開発、量子アニーリングマシンの開発、先進バイオ高度分析技術等は国際的にも高く評価されている技術である。さらに、デジタル社会を進展させるためのデータ連携基盤については国際競争力を向上させるためにも産総研のリーダーシップが不可欠である。また、標準化活動の強化に関しては、標準化推進センターを設立し、精力的に推進している。パワーデバイスウエハーの標準化や再生可能エネルギー電源化に向けた標準化、デジタル・サービスに関する標準化、海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチックの合成・評価の標準化、水素利用に関する計量システムの標準化等多方面の領域で最適な標準化活動を展開しており、高く評価できる。

●世界水準や新規性といった観点から大きなインパクトがある成果が得られた。また、継続的な基盤整備に積極的に取り組んだ。

①世界最高レベルのウイルスセンシング技術の開発、我が国独自の大規模超伝導量子アニーリングマシンの実現、国内企業の AI 研究開発の加速、等、日本の国際力を向上させる新たな概念や技術に基づいた成果が世界最高値（性能、収率、低コスト化等）と同等レベルまで高めた。

②がん特有の糖鎖修飾を持つタンパク質の発見とそれを標的とする抗体の開発、疾患関連分子の解析系構築や溶液技術の高度化において、高い成果を導出し、Top10 ジャーナル等、世界的な学術誌における論文発表や、知財獲得を行った。

③国際標準化に向けて、標準化推進センターを新設・体制を構築し、国際標準化の活動に大きく貢献した。また、産総研主導で評価試験法を国際委員会へ提案し、国際　標準として採用された。

④地質調査のナショナルセンターとして、地質図ならびに海洋地質図の作成・整備に継続的に取り組み、成果の発信や人材育成を実施し、自然災害等の地域の安全安心導出の基盤を構築した。

⑤コロナ禍において、新型ウイルス遺伝子の定量に関する国際プロジェクトに参加し、社会全体の緊急課題解決に貢献した。

●多くの研究成果が示されており、いずれも素晴らしい成果と認識する。その中で特筆すべき点について挙げさせていただきたい。

－長期的な視点も踏まえた技術シーズの創出、標準化活動の強化、知的基盤の整備と活用促進に向けた取り組み、技術経営力の強化に資する人財の育成と、戦略的に技術を生み出し活用するための取り組みがされている。

	－基盤的技術の開発として取り組む「多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術の開発」では、タイムリーなウイルス検出という課題において、ウイルス検出に要する時間の短縮に取り組み、世界最速の３分での検出を実現した。 －「バイオものづくりを支える製造技術の開発」では、臨床機関と連携して、12 種類のがんそれぞれに特有の糖鎖修飾をもつタンパク質を発見し、抗体を取得。この成果はメディアに複数報道され、新たに複数企業と共同研究を開始するという、明日につながるものである。 －「標準化推進体制の強化」では、標準化の支援に取り組み、標準化相談窓口を設置することで、産総研内外の相談に対応した。標準化それ自体に専門的スキルが必要であり、このような取り組みは産業界からすると非常にありがたいものである。 －「パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関する標準化」は、わが国の強みとする半導体プロセスに関わるものであり、力をいれて取り組むべきテーマであることからこのような成果を歓迎する。 －「地質調査のナショナルセンターとしての地質情報の整備」、「地質情報の管理と社会への活用促進」は、民間では成しえないテーマかつ長期間を要する研究であり、防災などのための重要な技術情報として産総研が整備を進めていただけることはありがたい。 －「計量標準の開発・整備・供給と活用促進」では新型コロナウイルス遺伝子の定量化という新たに発生した喫緊の課題に取り組むものである。 －「計測技術を活用した適合性評価基盤の構築」では、国家標準・国際標準化・適合性評価という三位一体の加速度計校正技術の社会実装を果たしたことの意味は大きい。
監事の主な意見	１．研究所の業務が、法令等に従い適正に実施されているか及び中長期目標の着実な達成に向け効果的かつ効率的に実施されているかについての意見 研究所の業務は、関係諸法令及び研究所業務方法書その他の諸規程等を遵守のうえ、第５期中長期計画及び令和２年度計画に従い適法に実施され、また、中長期目標の着実な達成に向け効果的かつ効率的に実施されているものと認める。 ２．内部統制システムの整備及び運用についての意見 令和２事業年度の業務運営における内部統制システムの整備及び運用は適正に実施されているものと認める。また、内部統制システムに関する理事長の職務の執行について、指摘すべき重大な事項は認められない。 ３．研究所の役員の職務の遂行に関し、不正の行為又は法令等に違反する重大な事実があったときは、その事実 役員の職務の執行に関する不正の行為又は法令等に違反する重大な事実は認められない。

様式２－１－３　国立研究開発法人　年度評価　項目別評定総括表

中長期目標（中長期計画）	年度評価					項目別調書№.	備考
	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度		
Ⅰ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項							
産総研の総合力を活かした社会課題の解決	A○					Ⅰ－１	
経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充	A					Ⅰ－２	
イノベーション・エコシステムを支える基盤整備	A					Ⅰ－３	
研究開発成果を最大化する中核的・先駆的な研究所運営	B					Ⅰ－４	

中長期目標（中長期計画）	年度評価					項目別調書№.	備考
	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度		
Ⅱ．業務運営の改善及び効率化に関する事項							
	B					Ⅱ	
Ⅲ．財務内容の改善に関する事項							
	B					Ⅲ	
Ⅳ．その他業務運営に関する重要事項							
	B					Ⅳ	

※１　重要度を「高」と設定している項目については各評語の横に「○」を付す。
※２　困難度を「高」と設定している項目については各評語に下線を引く。

様式２－１－４－１　国立研究開発法人　年度評価　項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅰ	研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項		
関連する政策・施策	我が国全体の科学技術イノベーション政策	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人産業技術総合研究所法第１１条第１項
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	（研究開発評価、政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

①主な参考指標情報

	基準値等	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
論文発表数	2,450	2,460				
国際学会 Proceedings 数	－	182				
論文被引用数	－	68,271				
外部資金獲得総額（百万円）	25,800	36,473				
民間資金獲得額（百万円）		10,908				
公的資金獲得額（百万円）		25,565				
リサーチアシスタント採用数	－	465				
イノベーションスクール採用数	－	38				
知的財産の実施件数	－	1,151				
中堅・中小企業との共同研究契約比率（%）	－	27.7				

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）

	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
予算額（千円）	87,595,712				
決算額（千円） （うち人件費）	87,365,138 (40,861,936)				
経常費用（千円）	84,117,104				
経常利益（千円）	△26,620				
行政コスト（千円）	97,826,340				
従事人員数	5,843				

注）予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
	Ⅲ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 第５期中長期目標期間においては、研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上のため、産総研の総合力を活かした社会課題の解決、第４期に重点的に取り組んだ「橋渡し」の拡充、イノベーション・エコシステムを支える基盤整備等に取り組む。その際、別紙１に掲げる方針に基づき研究開発を進める。 世界の市場やそのプレイヤーが急速に変化し、必要とされる研究も変化、多様化している情勢に鑑み、産総研に求められる事業に機動的に対応する。特に、特措法に基づき、科学技術に関する革新的な知見が発見さ	Ⅰ．研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 第５期中長期目標期間においては、研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上のため、産総研の総合力を活かした社会課題の解決、第４期に重点的に取り組んだ「橋渡し」の拡充、イノベーション・エコシステムを支える基盤整備等に取り組む。 特に、産総研の総合力を活かした領域融合による研究開発をより一層推進するため、研究組織については、第４期中長期目標期間に設けた７つの研究領域（エネルギー・環境領域、生命工			モニタリング指標である外部資金獲得額については、民間資金及び公的資金を合わせて、364.7 億円、（間接経費を含む）となり、前年度同月比 172%と大きく上回った。 内訳をみると、民間資金獲得額は 109 億円であり前年度比 103%であったが、公的資金獲得額は 256 億円で前年度比 172%であり、特に公的資金獲得額の増加が大きかった。結果として、令和 2 年度計画にある指標値、258 億円の目標を達成した。 論文発表数についても、令和 2 年度総数で 2,460 報となっており、指標値である 2,450 報の目標を達成した。	Ⅰ全体の自己評価は明示しないが、I-1、I-2、I-3 がそれぞれ項目別評価で自己評価をＡとしている。 論文発表数・外部資金獲得額とも目標を達成し、特に外部資金獲得額は指標値を大きく上回る成果であったことから、全体として目標を上回る成果が得られていると評価する。	評定

	れた場合や、その他の科学技術に関する内外の情勢に著しい変化が生じた場合に、経済産業大臣から当該知見に関する研究開発その他の対応を求められた際は、全所的な体制を組んで取り組む。 評価に当たっては、別紙２に掲げる評価軸等に基づいて実施する。その際、研究領域等を一定の事業等のまとまりと捉えて「評価単位」とし、評価単位ごとに1．から4．の評価項目について、質的・量的、経済的・社会的・科学技術的、国際的・国内的、短期的・中長期的な観点等から総合的に評価する。	学領域、情報・人間工学領域、材料・化学領域、エレクトロニクス・製造領域、地質調査総合センター、計量標準総合センター）による研究体制を維持しつつも、企画本部による全体研究戦略のもとで領域融合プロジェクトを実施する組織体制を整備する。 また、世界の市場やそのプレイヤーが急速に変化し、必要とされる研究も変化、多様化している情勢に鑑み、機動的に対応する。特に、特措法に基づき、科学技術に関する革新的な知見が発見された場合や、その他の科学技術に関する内外の情勢に著しい変化が生じた場合に、経済産業大臣から当該知見					

		に関する研究開発その他の対応を求められた際は、全所的な体制を組んで取り組む。 ７つの研究領域において特に重点的に推進するべき研究開発については別紙１に掲げる。また、研究領域等を一定の事業等のまとまりと捉えて「評価単位」とし、その評価単位ごとの本中長期目標期間における全体的な研究開発の方向性は別紙２の通りとする。					

様式２－１－４－１　国立研究開発法人　年度評価　項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅰ―１	産総研の総合力を活かした社会課題の解決		
関連する政策・施策	我が国全体の科学技術イノベーション政策	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人産業技術総合研究所法第１１条第１項
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載） 重要度：高、困難度：高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	（研究開発評価、政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

①主な参考指標情報

	基準値等	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）

	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
研究開発予算額（千円）	25,782,800				
従事人員数	5,522 の内数				

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価 主な業務実績等	法人の業務実績等・自己評価 自己評価	主務大臣による評価
１.産総研の総合力を活かした社会課題の解決 （１）社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発の推進 SDGs の達成やエネルギー・環境制約、少子高齢化などの社会課題の解決と、日本の持続的な経済成長・産業競争力の強化に貢献する Society5.0	１.産総研の総合力を活かした社会課題の解決 （１）社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発の推進 SDGs の達成のなかでも特にエネルギー・環境制約、少子高齢化等の社会課題の解決と、日本の持続的な経済成長・産業競争力の強化に貢献する	１．産総研の総合力を活かした社会課題の解決 （１）社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発の推進 具体的な研究開発の方針は以下別紙に掲げる。	○社会課題の解決に向けて、戦略的に研究開発を実施できているか ○世界最高水準、社会的インパクトの大きさ、新規性といった観点から、レベルの高い研究成果を創出できているか ・テーマ設定の適切性（モニタリング指標） ・具体的な研究開発成果 ・論文数（モニタリング指標） 等	「エネルギー・環境制約への対応」に対しては、温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発として、GZR における領域融合研究を実施し、海水を利用した人工光合成技術の実用化応用及び天然光合成の進化過程の解明の両方に貢献できる成果、HVPE 法による世界初の Al 系材料成膜の成功とそれを用いた超高効率太陽電池の開発、二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）技術の一環である CO_2 を原料としたメタノール製造において極めて温和な条件（30℃）で合成を可能とする触媒の開発、メタネーションにおいて大気と同程度の希薄な CO_2 からメタン合成を可能とする触媒の開発などの実績を示した。 また、資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術として、分子構造の制御により従来に比べ 140%の CO_2 吸収回収量を示す吸収液や、従来と同等の CO_2 透過係数ながら、CO_2/N_2 の分離係数を大幅に向上させたイオン液体膜材料など、低濃度の CO_2 吸収・分離回収法の開発などの実績を示した。また、排ガス中の希薄なアンモニアを、ほぼ 100%脱離させることができる吸着剤、低温で N_2O を N_2 に分解可能な触媒として Ru を用い、従来の 130%の NO_X 吸蔵特性を示す触媒担体の開発などの実績を示した。 環境保全と開発・利用の調和を実現する環境評価・修復・管理技術の開発として、これまで事例のなかった四国地方を含む地域での表層土壌中の自然由来重金属類や休廃止鉱山ならびに自然放射線に関わるバックグランド（BG）情報整備、福島第一原発事故の環境回復につながる、安定的に使用可能な放射性セシウム（Cs）の吸着材の実用化及び民間企業への技術移転・販売などの実績を	＜評定と根拠＞ 評定：A 根拠：産総研の総合力を活かした社会課題の解決に向けて、「エネルギー・環境制約への対応」として、温室効果ガス大幅削減、資源の高度利用及び環境保全と環境評価・修復・管理、「少子高齢化の対策」として、生産システムの知識記述・獲得支援、次世代ヘルスケアサービス、「強靭な国土・防災への貢献」として、地質情報の整備と地質の評価、長寿命化対策等について、領域融合研究等を通して複数の国	評定　A ＜評定に至った理由＞ 令和２年度は、産総研の目的・業務、中長期目標等に照らし、成果及び取組等について総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が

	の概念に基づく革新的なイノベーションが求められている中、ゼロエミッション社会、資源循環型社会、健康長寿社会等の「持続可能な社会の実現」を目指して研究開発に取り組む。特に、2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減を目指すための新たなエネルギー・環境技術の開発、健康寿命の延伸に貢献する技術の開発、デジタル革命を促進する技術の開発・社会実装などに新たに重点的に取り組む。 【重要度：高】 【困難度：高】 課題先進国である我が国が社会課題の解決と経済成長を実現するために取り組む研究開発は、世界でも類例のない取組であり、多様な研究を効果的かつ	革新的なイノベーションが求められている中、ゼロエミッション社会、資源循環型社会、健康長寿社会等の「持続可能な社会の実現」を目指して研究開発に取り組む。特に、2050 年までに 80％の温室効果ガスの排出削減を目指すための新たなエネルギー・環境技術の開発、健康寿命の延伸に貢献する技術の開発、デジタル革命を促進する技術の開発・社会実装等に重点的に取り組む。 具体的には、エネルギー・環境制約への対応においては、温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発や資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術の開発、環境保全と開発・利用の調和を実			示した。 「少子高齢化の対策」に対しては、生産システムの最適化に向けた知識記述・獲得支援技術の開発として、熟練技術者の知を引き出し、記述する仕組みを作り出すことで、後継者不足を支援する枠組みを構築、人とロボットの安全な協調作業を実現するための計測技術の向上とデジタル化、ロボットによる重量物搬送に向けての搬送対象物及びロボットの位置の同定技術などの実績を示した。 次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発としては、生活者の健康や意識をビッグデータとして持続的に収集、活用するための健康・医療データプラットフォームの構築に向けての技術開発、車の運転など日常生活で取得できるデータの分析から認知症を早期発見する手法の開発、日常生活中の健康状態のモニタリングのためのバンド型計測デバイス及びフレキシブル熱電モジュールのプロトタイプ化、脳卒中や認知症の発症リスクの早期発見につながる評価法の開発などの実績を示した。 QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発として、ヒト血液中の新型コロナウイルスに対する抗体 5 種類を 15 分で、かつ、免疫クロマト法の 10-1,000 倍高感度な紙などを材料とした安価な検査キットの開発、人工知能（AI）を用いたデザインの最適化により赤血球破壊指数を 30%改善した血液ポンプの設計、超小型血栓検出光センサを開発し、その血栓検出能を実証した長期使用可能な体外式補助人工心臓の開発、大手機器メーカと共同で開発したマラリアの高感度診断デバイスのケニアでの実証、マイクロチップ基板上に、血中に含まれる細胞を単層配列させる表面処理剤の新規開発による血中循環がん細胞の高感度検出の成功など微小デバイスを用いた医療診断法の開発などの実績を示した。 また、肺炎リスクとして知られている義歯用粘膜調整材への微生物の付着を抑える新たな材料の厚労省の製造販売承認（一部変更申請・承認）による上市への見通し、脊椎椎体骨折で用いられるスクリューの緩み防止のために、スクリュー表面に骨形成促進因子を分散させた製造コストの低減が可能な材料と最終滅菌製造法の発見などの実績を示した。 さらに、脳卒中や認知症の発症リスクの早期発見、発症予防につながる脳血管機能に着目した評価法の開発などの実績をあげた。 「強靭な国土・防災への貢献」に対しては、地質情報の整備と地質の評価について、13 の活断層の調査と地震発生確率が不明な 5 断層について確率評価に必要となるデータの取得など活断層の活動履歴の解明とデータベース整備、AI による地震解析手法の開発に向けた応力マップの高解像度化、紀伊半島から四国の南海トラフ沿いの 12 観測点のひずみ計データの気象庁の 24 時間常時監視対象としての活用などの実績を示した。 インフラ健全性診断技術及び長寿命化技術の開発について、毎秒 1 画像以上の高速撮影を実現した 3 次元 X 線検査、近赤外域の吸光スペクトル分析によるコンクリートの塩害状況の評価、3 次元畳み込み深層学習を用いた画像認識エンジンによる検査員と同等の約 97%の精度の欠陥自動検出法、道路インフラに多用されるポリカーボネートの紫外線による強度及び変色劣化などの課	プロ・民間企業との実証実験等を主体的に進め、複数の技術の社会実装などにより社会課題解決の道筋が明確となった。「新型コロナウイルス感染症の対策」として、産総研として全所的に取り組むための体制を迅速に整え、年度当初に想定されていない課題に対して、迅速に対応、政府方針決定への貢献や感染リスクの見える化など、社会課題解決に向けた取り組みを進めた。なお、社会課題解決に向けた融合センター・ラボの設立・運営に関する総合調整の実施、社会課題からのバックキャストによる研究テーマを設定及び戦略的な研究開発推進のための研究戦略の策定など戦略的研究開発の推進のための研究マネジメントを実施した。 以上、年度当初に想定されていない課題に対して、迅速に対応するなど、目標の水準を超える多くの成果が得られたこと、【重要度：高】、【困難度：高】と設定されたテーマであることなど総合的に判断して自己評価を「A」とした。 ＜課題と対応＞	認められるため、A評定とした。A評定と判断した根拠となる具体的な成果は以下のとおり。 ①エネルギー・環境制約への対応では、ハイドライド気相成長法を用いた超高効率太陽電池開発において、世界最高効率を達成しメディアにも多数取り上げられた。この成果により、次世代移動体情報基地局や電気自動車への導入が想定されている。前者は地球上の通信不通エリアを無くし、災害通信手段としての役割、後者は充電設備の依存度低下による電気自動車の普及に資するため温室効果ガスの削減に

	着実に実施していく必要があるため。	現する環境評価・修復・管理技術の開発等に取り組む。 少子高齢化の対策においては、全ての産業分野で労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発や生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発、QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発等に取り組む。 強靭な国土・防災への貢献においては、強靭な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価や持続可能な安全・安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術及び長寿命化技術の開発等に取り組む。			題解決にもつながるハイブリッドコーティングを用いた撥水コーティング技術などの実績をあげた。 「新型コロナウイルス感染症の対策」に対しては、鉄道やバス、イベント会場等における飛沫の実態把握とリスク評価として、公共交通機関の車両内での走行時の窓開けなどによる換気効果、また、スタジアムでの入場者の行動把握（平均間隔、マスクの有無など）及び、CO_2 濃度の変化の計測や分析など新型コロナウイルス対策の指針の作成に貢献した。 人の活動に安心を与える行動指針を示して経済活動を再開するための技術開発として、ウイルス感染のリスク低減、ウイルスの見える化、及びポストコロナにおける人・事業の生産性向上のための技術開発を規定し取り組んだ。 また、「戦略的研究開発の推進のための研究マネジメント」として、新たに設置した研究戦略室が主導して、社会課題解決に向けて領域融合で取り組む融合センター・ラボの設立及び運営に関する総合調整を行った。さらに、科学技術基本計画等の国家戦略に基づき社会課題からのバックキャストにより研究テーマを設定し、戦略的に研究開発を推進するための研究戦略を策定した。 世界的な難局を打開するため、アフターコロナ検討チームを立ち上げ、「感染防止対策や行動指針」に繋がる研究として、「鉄道やバス、イベント会場等における飛沫の実態把握とリスク評価」及び「人の活動に安心を与える行動指針を示して経済活動を再開するための技術開発」をテーマとして設定し、理事長裁量予算を配賦するなど、課題解決に向けて全所的に取り組む体制を作り上げた。	研究開発成果を、効率よく社会実装できる技術に仕上げ、適切に社会課題の解決につなげることが今後の課題である。そのためには、研究を進める上で、将来本当に必要とされる産業分野をしっかり見極め、競合技術との優位性、差別化ポイント、研究開発の技術的・社会的・国際的位置付けを明らかにする、実用化を意識した定量的な開発目標を設定し、最終製品までの流れのなかでのボトルネックと解決策、実現性などを明確にする、各領域の具体的な関わり方や連携状況、成果創出の経緯をもう少し明確にして、領域のパフォーマンスを最大限に引き出すことなどが重要と考えている。また、社会課題からのバックキャストにより、研究テーマを抽出するためのマネジメントも必要である。	貢献することが期待される。 ②少子高齢化の対策では、重量物搬送支援のための技術開発において、共通基盤をオープンソース化し社会実装への道筋を明確化した。この技術開発により、生産ライン構築までの時間が短縮され、国際競争力の強化に貢献することが期待される。 ③強靭な国土・防災への貢献では、地震発生確率が不明な活断層の調査結果が日本の防災基盤を支えると共に、国の地震調査本部による評価の信頼性向上に貢献した。この成果により、南海トラフ全域の地震・地殻変

							動の常時監視が可能となっており、地震災害対策への貢献を果たしている。 ④新型コロナウイルス感染症の対策では、全所的に取り組むための体制を迅速に整えて対応し、産総研の実験・調査結果が政府の感染防止対策や行動指針の策定等に貢献した。 ⑤マネジメントでは、バックキャストによるテーマ設定をする等により各研究における戦略的なマネジメントを実施した。 今回の評価結果を踏まえ、今後も産総研は社会課題の解決に向け、イノベーションを主導し、新たなエネルギー・

							環境技術の開発、健康寿命の延伸に貢献する技術の開発、デジタル革命を促進する技術の開発・社会実装などに重点的に取り組むこととする。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善事項＞ ・開発した有望技術の社会実装に向けて、産業界をはじめとするより多くのステークホルダーとの連携の下に大きく展開すること。 ・研究成果水準のベンチマークの明確化、各成果の実装に向けたロードマップの策定と発信を「社会課題の解決」のすべての研究分野において課すことを検討する

							こと。各々のテーマについて、いつ頃どの程度各課題が解決でき、どのように社会に実装されて行くのか、その道筋を体制も含めて明確に示すこと。 ・メディアでの露出、基盤技術の提供、企業の巻き込みを促すため、研究マネジメント層のイニシアティブ、業務効率化、さらに国の行政組織のサポートにより取組を一層進めること。 ・少子高齢化の対策は、各重点領域の中での課題及びそれに対応する技術が個別に分散している状態が見受けられる。点から面へつながるような研究活

							動の設計ができればより大きなインパクトが期待できるため、膨大な研究テーマの中でなぜ産総研がそのテーマに注力するかの関係性を示すこと。 <その他の事項> 特になし
	別紙						
	１．エネルギー･環境制約への対応 ○温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発 温室効果ガスの削減目標を達成するために、新たな環境技術に関する基盤研究を国際協調のもとで推進し、再生可能エネルギーの大量導入を始めとした実証研究により、ゼロエミッ	１．エネルギー･環境制約への対応 ○温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発 温室効果ガスの削減目標を達成するために、新たな環境技術に関する基盤研究を国際協調のもとで推進し、再生可能エネルギーの大量導入を始めとした実証研究により、ゼロエミッ	１．エネルギー・環境制約への対応 ○温室効果ガス大幅削減のための基盤技術開発 ・超高効率太陽電池については、ハイドライド気相成長法（HVPE）を用いたInGaP/GaAs 二接合セルの成長および基板からの剥離を試みる。超軽量基板による用途拡大を目指す CIGS 系太陽電池については、アルカリ金属や銀などの不純物添加制御による高性能化とそのメカニズム解明を進める。 ・太陽電池性能評価技術に		温室効果ガスの削減目標を達成するために、新たな環境技術に関する基盤研究を国際協調のもとで推進し、再生可能エネルギー（以降、再エネ）の大量導入を始めとした実証研究により、ゼロエミッション社会の実現を目指す。 2050 年のゼロエミッション社会の実現に向けた研究開発は、産総研内の 6 領域の融合組織であるゼロエミッション国際共同研究センター（以降、GZR）による 1. 領域融合研究、及び 2. エネルギー・環境領域（以降、エネ・環領域）内での個別研究開発に分かれている。以下では、それぞれの研究テーマにおける主要な実績・成果を紹介する。 １．GZR における領域融合研究 GZR における領域融合研究では、一次エネルギー消費全体への再エネ導入量の拡大により CO_2 排出の大幅削減が可能な低炭素技術群の集約化・融合化のための基盤技術開発を実施している。その中でも、令和２年度に顕著な成果を挙げることができたのが下記の 3 つである。 ① 人工光合成による水素製造技術の開発： 小型原理実証装置によってレドックス媒体を用いた光触媒反応における最適な濃度、pH 条件を見いだした。また、光電極表面に担持する助触媒による反応選択性制御法を開発した。具体的には、各種元素について助触媒が食塩水溶液中での次亜塩素酸（HClO）/酸素（O_2）選択性に与える影響を系統的に調べ、CoO_x を担持すると HClO 生成を著しく促進でき、MnO_x を担持すると HClO 生成を著しく抑制できることを見いだした。この成果は、海水を利用した人工光合成技術の実用化応用、光合成の進化の研究の両方への貢献が期待される。こ	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、領域融合研究やエネ・環領域内研究等を通して複数の国プロ・民間企業との実証実験等を主体的に推進し、複数の技術の社会実装の道筋が明確となった。これらの成果は学術誌及びプレスリリースされ、社会的な注目を浴びている。これらの成果は、2050 年ゼロエミッション社会へ向けた基盤技術となることが期待できる。以上より、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

	ション社会の実現を目指す。	ション社会の実現を目指す。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・超高効率、超軽量等の特徴を持つ高機能太陽電池、長期安定電源として導入・拡大するための性能評価技術並びにシステムの安全性・信頼性や電力系統との親和性を高める技術等の開発を行う。 ・水素の製造・貯蔵・利用に関する技術開発において、太陽光やバイオマスエネルギー等を利用して、二酸化炭素から有用化学品等を製造する技術並びに再生可能エネルギーの貯蔵や輸送に資する、水素エネルギーキャリア及びシステムの高度化技術を	ついては、太陽電池高効率化や用途拡大に向けて開発されてくる新型太陽電池の性能・信頼性の正しい評価と改善に資する性能評価技術の開発に取り組む。 ・人工光合成技術として、安価な水素を製造する光触媒システムの小型原理実証装置を構築して課題を明確化するとともに、過酸化物等の有用化学品を製造する電極触媒の高効率化を行う。二酸化炭素からのメタン・ギ酸・メタノール等のエネルギーキャリア・燃料・化学原料への変換を行うための新規なプロセス・触媒の開発に関する研究を行う。 ・水素貯蔵・エネルギーキャリア製造のための新規触媒や水素材料およびこれらを用いたシステムの開発において、再エネ発電を基に製造したMCHを利用実証サイトへ提供、反応器制御モデル等の要素技術開発、ならびに変動再エネ対応型アンモニア合成触媒とプロセスの開発を進める。水素キャリア利用技術では、水素、アンモニア等の専焼及び混焼技術の開発を行う。ガスタービンでは、液体アンモニアの噴霧燃焼技術を開発する。 ・建設会社との共同研究において構築したエネルギーマネジメントシステム（再生可能エネルギーを用いた水素製造、貯蔵、利用を含		の成果を論文（iScience、Q1ジャーナル）及びプレスリリース（令和2年10月9日）し、国内の複数のメディアに取り上げられた。 ② 超高効率太陽電池の開発： 世界で初めて低コストハイドライド気相成長法（HVPE）を用いてアルミニウム（Al）系材料を太陽電池構造に導入することに成功した。これにより、インジウムガリウムリン（InGaP）太陽電池の高効率化（変換効率15.5%）及びAlAs成長による基板からの剥離に成功した。また、InGaP/GaAsからなる2接合セルでもHVPEとして世界最高の26.9%を達成した。これにより、高効率III-V族化合物太陽電池普及の加速・拡大へ道筋を示した。以上の結果をプレスリリース（令和2年10月15日）し、国内の複数のメディアに取り上げられた。 ③ 二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）技術： 二酸化炭素からのメタノール製造では、合成反応の低温化を可能とする触媒を開発した。従来の固体触媒は200℃以上の反応温度が必要だったが、本開発により極めて温和な条件（30℃）での合成反応が可能となった。これまでの低温条件での二酸化炭素の水素化ではギ酸のみが生成したのに対して、今回開発した複核イリジウム触媒を用いると、メタノールが高い選択性で生成し、一酸化炭素やメタンは検出されなかった。この成果を論文（Journal of the American Chemical Society、Q1ジャーナル）及びプレスリリース（令和3年1月14日）し、国内の複数のメディアに取り上げられた。二酸化炭素からのメタン製造では、大気中に存在するような希薄な二酸化炭素を対象とした新規プロセス開発を行った。これまでは高濃度の二酸化炭素をターゲットとしていたが、100ppm程度の低濃度の二酸化炭素を吸収し、吸収した二酸化炭素を水素化しメタンに転換する二つの機能を有する新規触媒を開発した（Q1ジャーナル1報、プレスリリース1件［令和3年2月25日］）。ギ酸のプロセス開発では、ブルックヘブン国立研究所との共同研究により、CO_2からのギ酸合成触媒について計算化学を用いた反応解析によって触媒性能向上のための新たな知見を得ることができた。 上記1.に加えて、ゼロエミッション社会の構築に資する数多くの個別テーマを推進している。その中で、令和2年度に得られた代表的な成果を以下に挙げる。 ① 超軽量太陽電池、太陽電池の性能評価技術、システムの安全性・信頼性に関する技術開発： CIGS太陽電池（銅[Cu]、インジウム[In]、ガリウム[Ga]、セレン[Se]の4元素からなる化合物系太陽電池）の高性能化に向けた要素技術開発では、Li, Na, K, Rb, Csの5元素についてCIGS薄膜（Ga/III比約0.3）に対するアルカリ金属添加効果を調べた。CZTS（ケステライト）系薄膜では性能向上の効果があったLiはCIGSでは効果が得られないこと、Ga組成比が高い薄膜（CGS）ではNaやLiなど軽元素が効果的であることを明らかにした。得られた成果はQ1ジャーナルに掲載されたほか、民間企業との共同研究（外部資金獲得）等に生かされている。 太陽電池の性能評価技術では、新規採択された国立研究開発法人新エネルギ		

		開発する。 ・深部超臨界地熱システムを利用したギガワット級地熱発電等の地熱関連研究開発を行う。また、地下浅部の未利用熱を活用する地中熱システムの社会実装を目指し、地中熱資源のポテンシャルマッピング、利用技術開発を行う。 ・エネルギー変換・貯蔵に利用される電気化学デバイス及び熱電変換デバイスについて、材料性能の向上、評価技術の高度化等の開発を行う。 ・再生可能エネルギーの大量導入に伴う電力品質の低下リスクを改善するため、太陽光や風力等の中核要素技術やアセスメント技術、需給調整力を拡充するためのエネルギーネットワーク技術	む）を郡山市場に移設設置したものに、実運用実証を行う。外部からの持ち込み水素を急速充填可能な水素貯蔵装置を加えて、急速充填を実証する。さらに吸蔵合金を用いた水素圧縮（合金水素昇圧）について企業と連携した開発に着手する。 ・深部超臨界地熱システムを利用したギガワット級発電技術の開発に関して、試掘への詳細事前検討により、有望地点での超臨界地熱システムのモデル化、抽熱量推定を行う。国内研究者のリーダーシップを取り、有望地点での地下情報収集、資源量評価を行うとともに、AI による超臨界地熱資源量評価法の開発を実施する。 ・地中熱ポテンシャル評価の全国展開を想定し、関西や九州地方など冷房負荷の割合が多くなる地域における地中熱ポテンシャル評価手法の開発に着手する。また、これまでの「開発可能性マップ」としてのポテンシャル評価に加えて、設計時に使用できる新規マップの開発に着手する。 ・電気化学デバイスにおいては、最先端の評価・解析技術を駆使し、デバイスの安定性・信頼性の向上に資する劣化機構解明、材料安定性向上研究を推進する。熱電変換デバイスについては、ナノ構造制御を利用し		一・産業技術総合開発機構（NEDO）プロジェクトにおいて新型太陽電池の性能評価技術開発を開始した。新型太陽電池の屋外高精度評価の基礎技術として、最大電力点追従動作下で測定可能な最大出力電流及び電圧から PV ストリングの DC 性能を高精度に評価する技術（温度照度補正式）を開発し、屋外設置の結晶 Si 太陽電池の PV ストリングにおいて、1%程度の僅かな出力電流の低下や、部分影による出力電圧の変化を、高精度に検出できることを実証した。本成果は様々な劣化や故障診断への展開も期待できる。 ② 水素の製造・貯蔵・利用に関する技術開発における水素エネルギーキャリア及びシステムの高度化技術の開発： 水素貯蔵･エネルギーキャリア製造のための新規触媒や水素材料及びこれらを用いたシステム開発では、変動する再エネ発電を基に水電解とメチルシクロヘキサン（MCH）製造の動的制御システムを構築して MCH を製造した。製造した MCH は脱水素実証サイトへ輸送して実証試験で利用した。アンモニア合成触媒・プロセス開発では、パイロットプラントにおいて触媒性能を評価した。水素キャリアの利用技術では、ディーゼル・水素混焼エンジン評価装置を改造し、都市ガス、水素、アンモニアを燃料とした時に、安全にエンジン性能を評価できるガスエンジン評価装置を構築した。システムの高度化技術開発については、郡山市の卸売市場での実証において、太陽電池及び燃料電池を拡充し、熱のマネジメントの高度化を行うとともに、システムの本格実証を開始した。郊外の余剰電力による持ち込み水素の街区システムへの導入に向けて、水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵装置の開発（吸蔵合金を用いた急速水素充填の試験）を進め、1 時間で 80%の水素急速充填可能であることを確認した。このシステムは、清水建設北陸支店に導入が決定しており（令和 3 年春竣工）、社会実装の道筋が明確となった。 ③ 地熱関連研究開発及び地中熱資源ポテンシャル評価・利用技術開発： 地熱関連研究開発では、国内有望 3 地域（北海道、東北、九州）の地質構造、熱構造、発電可能量を推定した。超臨界地熱システムの開発では、AI により熱構造が推定できることを示した。地中熱資源のポテンシャル評価・利用技術開発については、「開発可能性マップ」としてのポテンシャル評価に加えて、地中熱システムの設計に必要なパラメータである「見かけ熱伝導率」の推定手法の開発に着手した。その中で、京都盆地、佐賀県唐津地域及び沖縄本島における地質情報の収集を実施した。 ④ 電気化学デバイス及び熱電変換デバイスの材料性能の向上及び評価技術の高度化等の開発： 産総研－東大オペランド OIL の一環として SPring-8 東京大学アウトステーションにて、全固体 LIB のオペランド放射光軟 X 線顕微光電子装置を構築し、世界に先駆けて正極材料である $LiCoO_2$ 単結晶の各面方位における電子状態（フェルミ準位）を元素選択的（Co）に測定することに成功した。結晶表面と充放電サイクルの安定性に関する議論が可能となることで、充放電特性の向上に繋がることが期待される。セレン化銀を使用した熱電変換材料において、ナノメートル領域での結晶構造の制御により熱電性能指数（ZT）を向上させ、実用化の目安である ZT = 1.0 を室温から 100℃で達成した。この成果は論文（Journal		

		の開発を行う。 ・適正なリスク管理のための環境診断技術、客観性の高い環境影響評価技術並びに水処理等の対策技術を開発する。また、環境制約下で資源の安定供給を可能とする、都市鉱山等における資源循環技術の開発を行う。 ・エネルギー・環境制約に対応するために、化学物質や材料、エネルギーの環境リスクやフィジカルリスクに関する評価研究と産業のイノベーションを支える技術の社会実装を支援する研究開発を行う。	た高効率化と、劣化挙動解析による安定性の向上を目指し、熱電評価技術の高度化も図る。 ・結晶 Si 太陽電池セルの経時劣化を防止するため、劣化メカニズムを解明するとともに、セル作製指針を得る。 ・風力発電技術については、LIDAR 技術による洋上及び山岳での風力アセスメント技術の高度化に関する実証研究を開始、並びにLIDAR 技術と翼のプラズマ気流制御技術を統合した風車の高効率化に関する研究に取り組み各要素技術の課題を抽出する。 ・エネルギーネットワーク技術については、次世代スマートインバータの試験方法の開発のため、国内におけるグリッドコード改定の議論に参画しながら適合性試験法を検証する。 ・都市鉱山における物理選別プロセスの開発では、高品位小型家電向け無人選別システムの構築に向け、これまで開発してきた要素装置を連結・連動したシステムの試作を行う。また、化学分離プロセスでは、溶融塩を用いた分離法によるジスプロシウム分離性の高度化および吸着法による軽希土類元素の相互分離条件の最適化を実施する。 ・化学物質や材料、エネルギーの環境リスクやフィジカルリスクに関する評価研		of Materials Chemistry A、Q1 ジャーナル）及びプレスリリース（令和 2 年 5 月 28 日）を行った。また、微細構造の観点から劣化挙動を解析し、熱電評価技術の高度化のために標準デバイスの開発を進めた。 ⑤ 太陽光や風力等の中核要素技術やアセスメント技術及び需給調整力を拡充するためのエネルギーネットワーク技術の開発： 太陽光発電技術では、太陽電池の劣化要因の一つである光－温度誘起光劣化モデルの構築を行った。従来の 4 状態モデルを基にした 3 状態・逆反応なしのモデルを提案し、p 型単結晶 Si 基板を用いた PERC セルの光－温度誘起光劣化を説明できることを明らかにした。光－温度誘起光劣化は、基板中の B-O 結合も関係していることから、B の代わりに Ga をドープした Si 基板を用いることで、PERC セルの光劣化が大幅に抑制されることを示し、抑制の指針を得た。風力に関して、低コストな風況情報を取得するため、スキャニング LiDAR を活用した風況計測評価手法を開発し、その手法の実証を国内で初めて実施するとともに、2 年間の暴露試験によりプラズマ気流制御用電極の耐久性阻害要因等を明らかにし、実用化に向けた課題を抽出した。エネルギーネットワークに関して、次世代型パワーコンディショナ（スマートインバータ）の試験を国内外向けに実施して試験プラットフォームの検証を進めた。これは、分散電源の系統運用規則（グリッドコード）の議論と齟齬が無いことを確認しながら進めている。模擬慣性機能付きパワーコンディショナに対する試験・研究環境を整備し、社会実装の道筋が明確となった。 ⑥ 環境制約下で資源の安定供給を可能とする、都市鉱山等における資源循環技術の開発： 物理選別（廃製品を粉砕・選別して化学原料とするリサイクル工程）では、開発した無人選別プラントの各要素選別装置（ベンチスケール機）の装置統合化を進め、令和 3 年 6 月（予定）から新規追加項目・動静脈情報連携（メーカによる製品情報提供とそれに基づく物理選別無人化）の検討が可能な状態まで開発を進展させた。化学分離プロセスでは、溶融塩を用いた分離法で、高耐久性隔膜を用いてジスプロシウムの選択透過を実証するとともに、浴中のホウ素イオンの還元挙動を明らかにした。吸着法を用いた希薄な希土類元素の分離では新規分離剤を作製し、隣接する軽希土類元素の相互分離能を向上させた。廃製品から金属と同時に排出される廃プラに対し、高度選別を実現する新規の NEDO プロジェクトに採択され、開発を開始した。 ⑦ 化学物質や材料、エネルギーの環境リスクやフィジカルリスクに関する評価研究と産業のイノベーションを支える技術の社会実装を支援する研究開発： マイクロプラスチックの環境リスク評価では、評価の枠組みに関する文献レビューを行い、リスク評価の問題点と課題を明らかにしたとともに、リスク評価に必要なモデルパラメータや入力データの調査を行い、有害性について最新の基礎的データセットを作成した。さらに、誘導結合プラズマ（ICP）中における微粒子の原子化発光過程に着目し、この過程を高い時間空間分解で詳細に観測することで、世界初となる液中微粒子のハイスループットな粒度・構造・組成の同時分析技術を確立し、これまで計測困難な領域であった食品中の数μmサイズのマイクロプラスチックを計測することに成功した。ライフサイク		

			究として、マイクロプラスチックの環境リスク評価に関する研究を開始し、リスク評価の各段階における問題点を明らかにする。また、技術の社会実装を支援する研究開発として、データ基準年と化学プロセスデータの更新等によりインベントリデータベース IDEA を更新する。		ルインベントリデータベース IDEA については、データ基準年を平成27年(2015年）とした IDEAv3 に更新するとともに、IDEA を用いた環境負荷の見える化を通じて持続可能な社会の実現を目指すコンソーシアムを設立し、セミナー（令和 2 年 10 月 15 日)、講習会（令和 2 年 12 月 24 日)、講演会（令和 3 年 2 月 5 日）を開催した。 ⑧ 環境計測技術と環境技術の標準化： CO_2 削減効果を燃料種別に把握するため、都市の CO_2 発生量の発生源内訳の評価手法の開発を進め、石油と都市ガスそれぞれの消費に由来する CO_2 排出量を分離して評価する技術を確立した（Q1 ジャーナル１報、プレスリリース１件［令和 2 年 5 月 15 日]、新聞・雑誌・web 報道５報)。さらに、CO_2 削減による温暖化抑制効果の実態を長期的に検証するため、初めて観測に成功した大気のアルゴン濃度の経年変動を、地球温暖化の指標のひとつである海洋の貯熱量増加の評価に応用するための手法を提唱した（Q1 ジャーナル１報、国際学会招待講演 1 件)。 環境技術の標準化を積極的に推進し、環境保全の国際条約であるストックホルム条約及び水俣条約において排出対策が求められている残留性ふっ素や水銀の管理、並びに実環境中における光触媒による抗菌や水質浄化、各々を評価できる標準分析技術を開発し、複数の国際標準規格を発行した。 産総研が特に強いアドバンテージを持つ GZR による領域間融合テーマ（上記「1.GZR による領域融合研究」に対応）の意義・アウトカムは下記の通りである。 ① 人工光合成技術開発：令和 2 年度に開発した反応選択性制御方法（光電極表面に微量担持する助触媒の種類による反応選択性を制御する技術）は、光合成反応の機構解明及びその進化の仮説提唱という学術上の意義も大きい。この成果は、真に経済合理性のある人工光合成システムの各種反応の明確化への足掛かりとなる成果であり、CO_2 フリー水素（燃料）と高付加価値の有用化学品の同時製造システム提案への基礎となるものである。 ② 超高効率太陽電池の開発：高効率 III-V 族系太陽電池は、経済産業省「革新的環境イノベーション戦略」において、新たな技術の社会実装、普及拡大に向けた革新技術として位置付けられているが、大幅なコスト低減が大きな課題である。これまでに、安価な原料を用いて高速成膜が可能な HVPE 装置の開発を進めてきた。令和 2 年度は、HVPE 装置の開発を着実に前進させ、Al 系材料を太陽電池構造に導入することに世界で初めて成功した。この成果により、HVPE 法で Al 系材料が太陽電池に利用できることで、高効率な太陽電池を高速・低コストで作製できる具体的な道筋が見えた。 ③ 二酸化炭素からメタノール合成反応：令和 2 年度は、新規に設計した複核錯体触媒を開発し、低温低圧の温和な条件で二酸化炭素の水素化により高い選択性でメタノールの合成を可能とした。今回の成果は、二酸化炭素からのメタノール合成を低温・低圧化するための触媒開発の基盤的な知見を提供した。今後カーボンリサイクルの基幹物質であるメタノール製造プロセスの高効率な触媒開発への貢献が期待される。本成果は、有用革新的バイオマスの CO_2 蓄積		

					促進・転換利用技術の橋渡し、及び低炭素・再エネ・水素により高効率に CO_2 を転換する技術の橋渡しへの第一歩となる成果である。		
	○資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術の開発 資源消費型社会から脱却し資源循環型社会の実現を目指し、機能性材料の開発やリサイクル、並びにそれらの生産時に生じる二酸化炭素や窒素酸化物等の再資源化技術とその評価技術の研究開発を行う。	○資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術の開発 資源消費型社会から脱却し資源循環型社会の実現を目指し、機能性材料の開発やリサイクル並びにそれらの生産時に生じる二酸化炭素や窒素酸化物等の再資源化技術とその評価技術の研究開発を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・アルミニウムの再資源化のため、不純物の除去技術や無害化技術等のリサイクル	○資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術の開発 ・電磁力を利用した不純物元素、特にケイ素の除去を目指し、アルミニウムスクラップ模擬材を用いてケイ素濃度 2%以下のアルミニウム素材を得るための条件を明らかにする。また、収率を向上できる最適な電磁力付与条件を明らかにする。 ・多様な排出源からの二酸化炭素の省エネルギーな分離・回収を目指し、高性能な吸収液の開発のために、吸収液の分子構造が二酸化炭素の分離・回収のエネルギー消費量に及ぼす影響を明らかにする。また、二酸化炭素の分離・回収における共通評価基盤技術の開発を開始し、分離膜の透過分離特性に対する妨害ガスの影響等を調査する。 ・二酸化炭素を原料として有用化学品を製造する技術において、二酸化炭素排出量を現行製造法よりも低減することが可能な新しい触媒技術・反応プロセスを見		産業発展にともなう大量生産・大量消費に起因した環境問題が深刻化しており、気候変動枠組条約第 25 回締約国会議（COP25）に代表されるように地球規模での解決策の確立が課題である。これに伴う環境への意識の高まりにより、あらゆる産業において環境問題への積極的な対策が求められている。また、輸入資源に頼っている日本のものづくり産業にとって、供給リスクに対応可能となる供給源多様化のための研究開発が必要である。これらの問題解決には、産業における環境問題の原因物質の低排出化・分離回収・再資源化による消費と再生の循環、すなわち資源循環が鍵となる。産業発展と環境保全を両立させた持続可能な社会の実現に資する資源循環技術開発は、産総研の最重要ミッションの１つである。 上記の社会課題解決を目指し、材料・化学領域が主体となりエネルギー・環境領域、生命工学領域、エレクトロニクス・製造領域、地質調査総合センター、計量標準総合センターの計 6 領域の研究者 90 名が集結し、資源循環利用技術研究ラボを立ち上げた。資源循環利用技術として生産・廃棄で生じる CO_2 や NO_X をはじめとする窒素化合物、リン酸等の再資源化とその評価のための「炭素・窒素・リンの循環技術」の開発、バイオマスなどの再生可能資源や砂などの未利用資源から実用的な基幹化学品並びに機能性化学品の製造を可能とする「触媒技術」の開発、機能性材料や部材であるプラスチックや金属、複合材料等の使用後の廃棄物を資源として再生させるための「機能材料循環技術」の開発に取組んだ。 令和 2 年度の具体的な取組み及び成果は以下の通りである。 炭素資源循環社会の実現に向けて、多様な排出源から低エネルギー消費量で CO_2 を分離・回収する技術、及び回収した CO_2 から有用な化学品を製造する技術の開発が必要である。本研究では CO_2 分離回収法として化学吸収法及び膜分離法に注目し、CO_2 分離材料とその部材化技術及び分離デバイスの研究開発を進めた。化学吸収法における吸収液から CO_2 を脱離させる温度の更なる低減を目指して、吸収液の分子構造を変化させて物性を制御し、CO_2 を常温で回収し加熱により脱離させるプロセスによる CO_2 回収量を従来の吸収液と比べて 40%増加させた。膜分離法では、排ガス中の CO_2 分離へ向けて、分離が難しい N_2 との混合ガスからの CO_2 分離が可能な膜材料を計算化学的手法でスクリーニングした。その結果、CO_2/N_2 の分離係数が 100 以上を示す膜材料として、空孔サイズが 0.38 nm の AFX 型及び CHA 型ゼオライトを見出し、CHA 型は計算値に近い分離性能が得られることを実験的に確認した。これらの成果の一部は日刊工業新聞（2020 年 7 月 2 日）で報道され、国際学術誌に論文が掲載された。更に、低濃度の CO_2 の分離回収を目的とし、イオン液体を膜材料とした分離技術の開	水準以上に達成している。 年度計画を全て達成した上に、複数の Q1 ジャーナルへの論文掲載やエディターによる注目論文として紹介されたこと、これらの研究成果を基に企業、大学と共に複数の国プロ（ムーンショット型研究開発事業やNEDOプロジェクト等）を提案並びに実施し、社会実装が期待される成果を創出したことから、総合的に令和 2 年度計画の水準を超える成果が得られた。	

		に資する革新技術を開発する。 ・二酸化炭素を排ガス等から妨害ガスの影響なく効率的に分離回収する革新技術や回収した二酸化炭素を有用な化学品に変換するための触媒技術及び反応システムを開発する。 ・排水、排気ガス中の低濃度アンモニアやアンモニウムイオンの分離回収等、物質の有効活用や環境改善に資する革新技術を開発する。 ・バイオマス等の再生可能資源や砂等の未利用資源から実用的な基幹化学品並びに機能性化学品の製造を可能とする新規な触媒技術を開発する。 ・資源循環に資する要素技術を組み込み、LCA を考慮したプロセス設	出す。さらに、低コスト化とプロセス簡素化を目指して、従来の反応条件より低濃度・低圧の二酸化炭素で有用化学品へ変換可能な触媒と反応プロセスを開発する。″ ・アンモニアやアンモニウムイオンを原料や燃料として利活用することを目指し、排ガス中の希薄なアンモニアを吸着剤を用いて回収し、吸着されたアンモニアを固体塩として取り出す技術を開発する。 ″・砂等の安価で豊富に存在するケイ素源からケイ素化学基幹化学品の製造を目指し、大量生産の可能性を検証するため 1 kg スケールでの反応装置を導入し、稼働試験を実施する。 ・バイオマスからの触媒的基幹化学品合成において、従来の 10 倍スケールでの実証を行なう。また、セルロース系以外の成分を用いた機能性化学品合成のシーズ探索を行なう。″ ・資源循環に係わる要素技術のうち、複数の二酸化炭素分離・回収技術についてプロセス設計を行うとともに、その結果から LCA に基づく二酸化炭素排出量を試算する。これらの検討から、二酸化炭素排出量を考慮に入れたプロセス設計手法についての課題を抽出する。		発にも取組んだ。従来の高分子膜と比較して同等の CO_2 透過係数を持ち、CO_2/N_2 の分離係数を大幅に向上させたイオン液体の分離膜を開発した。低濃度 CO_2 を分離回収する膜分離システムの社会実装に向けて、企業と共同で技術開発に着手した。 　CO_2 を原料として有用化学品を製造する技術開発では、高効率で機能性化学品を合成するための触媒種や反応剤の探索に取組んだ。CO_2 からポリカーボネート/ポリウレタンの原料となるジエチルカーボネートを合成する反応において、水を副生しないテトラエトキシシランを CO_2 と反応させる方法を考案した。さらにこの反応に有効な触媒（ジルコニウムエトキシド）を見出し、製造プロセスの低コスト化や CO_2 排出量を現行製造法よりも低減しうる合成方法を開発した。テトラエトキシシランは砂等のケイ素化合物から合成することが可能であるため、実質的に砂と CO_2 から有用化学品の合成が可能となることを世界で初めて実証した。この成果を ChemSusChem 誌（Q1 ジャーナル、IF=7.96）に投稿したところ、Very Important Paper に選定され表紙を飾った。プレスリリース（令和 2 年 11 月 27 日）を行ったところ、日刊工業新聞等 5 紙で報道された。また、CeO_2 とゼオライトを組み合せた触媒によるジエチルカーボネート合成に関する成果が、環境化学分野において著名な GREEN CHEMISTRY 誌（Q1 ジャーナル、IF=9.48）の Hot article として選出される等、開発した CO_2 変換技術は学術的に高い評価を受けている。その他にも、CaC_2 を用いて CO_2 とジオール誘導体から塗料や樹脂の原料となる環状カーボネートを合成する手法の開発や、モデル排気ガス（CO_2 体積分率 15%）や空気（CO_2 体積分率約 0.04%）とエチレンジアミンから合成したカルバミン酸塩にチタン錯体触媒を適用することで、CO_2 の濃縮・圧縮・精製を経ずにエチレンウレアを高収率で合成することにも成功した。これらの炭素分離・回収・変換技術をもとに、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP 本格型）への採択や、技術コンサルティングを含めた 9 件の企業との共同研究へと発展しており、炭素循環社会実現への貢献が期待される。 　人為活動に由来し排出されるアンモニアや NO_X、アンモニウムイオン等の窒素化合物が、環境や人間の生活に大きな影響を与えている。産業活動を維持しながらこの影響を低減するため、排ガス・廃水などに含まれる窒素化合物を回収し、再利用する技術が求められている。本研究では、排ガス・廃水中に低濃度で含まれる窒素化合物を分離回収・変換し、環境に出すことなく有効利用する窒素循環技術の開発を進めた。本取組みは、令和 2 年度から始まった内閣府のムーンショット型研究開発事業において「産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出-プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」の研究テーマ代表機関として採択され、10 大学、企業 5 社と共に研究を実施している。令和 2 年度は、排ガス中の希薄なアンモニアを固体塩として取り出すための吸着材開発に取組んだ。アンモニウムイオン吸着材であるプルシアンブルー（PB）の組成制御等の材料開発を行い、吸着したアンモニアを常温での水洗によってほぼ 100%脱離させることできる、吸脱着可能なコバルト置換体 PB 吸着材を開発した。これにより、熱による回収に比べ、原理的には 1/5 以下のエネルギーでアンモニアを溶液として回収することが可能となった。この成果は		

		計・評価技術を開発する。			ACS Appl. Mater. Inter.誌（Q1ジャーナル）に掲載された。その他、窒素循環のための触媒開発を行い、低温で N_2O を N_2 に分解可能な触媒成分として Ru が活性であることを見出した。この成果について Q1 ジャーナルに 2 報の論文が掲載された。触媒を有効に機能させる担体の精密設計を行い、独自開発した高比表面積アルミナを触媒担体として活用し、触媒調製プロセスを最適化することで、既存のアルミナ粒子を触媒担体とした場合と比較して、NO_X 吸蔵特性が 30%程度向上することを見出した。この成果は Chem. Eur. J.誌の表紙裏に採用された。窒素化合物の燃料としての利用を検討し、アンモニア水をガスタービンの余剰蒸気の再利用システムに利用することで、最大 25%の出力増加が期待できることが分かった。これらの窒素循環技術を基に 4 件の企業共同研究を実施しており、今後の社会実装が期待される。 リン資源は世界的に偏在しており、日本はほぼ全量を海外からの輸入に依存しているため、リンのリサイクル技術開発は重要である。本研究では生活排水・汚泥や農業土壌中のリンの効率的回収と有効資源化に関する技術開発を進めている。本研究は年度計画になかったものであるが、リン酸を選択的に吸着できる鉱物由来材料（鉄水酸化物）の合成条件の検討を行い、加熱温度・時間・pH・共存イオンの条件を検討した結果、従来の合成方法に比べて回収できるリンの量が多く（一般的な生活排水 1L に対して吸着材 1g でリンの回収が可能）、かつ短時間で処理可能な鉱物材料の合成条件を見出した。また、生活排水を模擬した希薄リン酸水溶液からの吸着性試験を行い、合成した鉱物材料が高いリン吸着能を有することを確認した。 資源循環型社会構築のためには、従来に比べ産業競争力に優れた循環型プロセスの構築が必要となる。そのため、ライフサイクルアセスメント（LCA）に基づき、CO_2 排出量と経済性の両面から最適な循環型プロセスの提案を行う必要がある。炭素分離・回収技術で開発した化学吸収法、吸着法、膜分離法について CO_2 排出量を考慮に入れたプロセス設計手法の課題を抽出するため、各種条件での分離方法の優位性の比較が可能となるプロセスシミュレーションモデルを構築した。その他、窒素循環技術においては、産業由来の窒素化合物の循環技術の経済性評価を実施し、リン循環技術においては、工業用リンの用途別リン使用量の把握を行った。これらの成果は Q1 ジャーナルに 2 報の論文が掲載され、NEDO のエネルギー・環境新技術先導研究プログラム（エネ環先導）への採択や、3 件の技術コンサルティングへと繋がった。 資源の高度利用に向けた触媒技術の開発では、基幹化学品等の現行製造プロセスの低エネルギー化や、化石資源依存からの脱却を目指した取組みを行った。現行のケイ素化学基幹品の製造工程は金属ケイ素を経由するため、エネルギー多消費かつ高コストであることから、砂等の安価で豊富なケイ素源から製造することを目指した。令和 2 年度は大量生産の可能性を検証するため 1 kg スケールの反応装置の導入・稼働試験を実施した。原料の注入／合成物の取り出しの連続化と、脱水ユニットの並列化の装置設計によって大量生産に向けた着実な進展が見られた。関連する成果は、Q1 ジャーナルに 8 報の論文が掲載された他、12 件の特許出願を行い、製品化の道筋を明らかにした。その結果、公的資金 6 件、民間共同研究 9 件を獲得した。		

					機能材料循環技術の開発では、産業や社会インフラの維持及び製品の技術革新に不可欠な機能材料のマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、リマニュファクチャリング技術を開発することで、機能性材料の再資源化による循環システム構築を目指した。 マテリアルリサイクル技術開発において、アルミニウムスクラップからの不純物、特にケイ素の除去を目指した技術開発を行った。溶融状態のアルミニウムを電磁撹拌することでケイ素濃度が 2%以下の高純度なアルミニウム相が増大する現象を見出し、その収率を向上できる最適な電磁付与条件の探索に取組み、そのための処理条件（温度制御や撹拌速度など）を見出した。また、これに関するプロジェクト立ち上げのため、経済産業省や業界団体、企業等との調整を行った。 プラスチックをモノマーにまで分解した原料から再びプラスチックを製造するケミカルリサイクル技術が確立できれば、新しい原料モノマーから製造されたものと変わらない品質の製品を製造することが可能になる。この取組みは年度計画になかったものであるが、令和 2 年度は、高温水によるポリエチレンテレフタレート（PET）とナイロン 6 の連続処理装置の設計における課題の抽出を行った。PET の原料モノマー（テレフタル酸及びエチレングリコール）とナイロン 6 の原料モノマー（ε-カプロラクタム）が高い収率で得られる反応条件（温度、時間）を実験により決定した。本研究成果は日刊工業新聞等 3 紙で報道された。また、本研究成果を元にした新しい研究提案が、NEDO エネ環先導研究プログラムに企業及び大学と共に採択された。また、安定性が高く、廃棄処理やリサイクルが困難なスーパーエンジニアリングプラスチックであるポリスルホン（PSU）の解重合プロセスのメカニズム解明に取組んだ。PSU は、解重合後のモノマーが熱的に不安定であるため、解重合が困難であったが、溶媒や添加剤、反応温度等を適切に設定することで、十分に安定なモノマーが得られることを明らかとした。 バイオマスからの基幹化学品合成において、令和 2 年度計画の目標を超える、従来の約 30 倍スケールでエタノール変換反応を行い、目的生成物であるブタジエンの大量合成に成功した。また、リサイクル性の高いバイオポリマーの高機能化を目指し、バイオマスから得られるジヒドロフェルラ酸とバニリン酸を含む新規バイオマスベースポリエステルを開発した。開発したポリマーの熱物性測定により、芳香族ユニットが熱分解温度の上昇に寄与することを明らかとした。この成果を国際学術誌に発表しプレスリリース（令和 2 年 10 月 12 日）を行ったところ、日刊工業新聞等 3 紙で報道された。現在、国際共同研究契約の締結に向けた情報交換を行っている。 材料・部材のライフサイクル全体の省エネルギー化には、リサイクルだけではなくリマニュファクチャリングによる再利用が必要となる。これらを達成するためのオンデマンドリペア技術開発を目指し、機能性向上やメカニズム解明のための知見の構築に取組んだ。省エネな製膜技術による電子部品の開発では、従来のスパッタ法に比べて製膜時の消費電力が 1/3 となる製膜技術を開発した。金属 3D 造形技術を用いたタービンブレードのリペア技術開発では、リサイクル材料であるタービンブレードの破砕粉末をプラズマ処理すること		

					により、金属 3D 造形用の粉末に再生するプロセスの構築を達成した。これらの成果は Q1 ジャーナルに 2 報の論文が掲載された。 以上の研究成果を総括し、本取組みによる成果の意義及びアウトカムについて述べる。地球規模での解決策が求められる環境保全と産業発展とを両立させた持続可能な社会の実現のためには、資源消費型社会から脱却した資源循環型社会の実現が必要となる。材料・化学領域が主体となって 6 領域の研究者が集結して、この解決のために立ち上げた資源循環利用技術研究ラボのもと、炭素・窒素・リンの循環技術や触媒技術、機能材料循環技術の開発に取組んだ。取組みのスタートとなる令和 2 年度は、国際学術誌へ掲載された論文が注目論文や表紙として採用された他、産総研が代表となり、内閣府ムーンショット型研究開発事業や、NEDO プロジェクト等、資源循環に関わる多くのプロジェクトを企業や大学と連携してスタートさせた。また、Materials Research Meeting (MRM) 2020（主催：日本 MRS）にて、ゼロエミッション国際共同研究センターと共同でシンポジウム「物質・資源循環技術」を開催し、開発した資源循環技術に関する広報活動も行った。環境保全を通じた新たな産業・市場の創出、及びそれらを現実のものとする資源循環システム・技術の確立に向け、学術的な基盤技術と社会実装するための連携体制の構築という、着実な進展があったと考えられる。		
	○環境保全と開発･利用の調和を実現する環境評価・修復･管理技術の開発 産業･人間活動を支える各種開発利用と環境保全とを調和させながら人間社会の質をも向上させるために、環境影響の評価･モニタリングおよび修復･管理する技術の開発・融合を行う。	○環境保全と開発･利用の調和を実現する環境評価・修復･管理技術の開発 産業･人間活動を支える各種開発利用と環境保全とを調和させながら人間社会の質をも向上させるために、環境影響の評価･モニタリング及び修復･管理する技術の開発･融合を行う。今後の社会情勢やマーケティ	○環境保全と開発・利用の調和を実現する環境評価・修復・管理技術の開発 ・地圏の資源開発や産業利用を環境保全と調和的に行うために、まず自然状態の土壌を対象に調査・評価を実施し、マップとして整備する。さらにより詳細な評価や措置のために鉱石・岩石中の有害元素の分析技術の高度化や、リスク評価、浄化技術の開発を実施する。また、既存の休廃止鉱山や汚染土壌の持続的な管理を目指し、同位体解析や生態リスク評価等を用いた各種研究を推進する。		コロナ禍の中で、産業活動の著しい低下が CO_2 排出の大幅減など環境汚染の改善に繋がり、図らずも産業活動や各種資源の開発利用と環境保全が表裏一体であることが再認識されている。また、経済効率を優先させた社会の脆弱性も明らかになり、非常事態の際に素早く物資の流通を改善し、経済対策に繋がる諸開発を開始可能な、社会の“備え”が一層重要となりつつある。資源・エネルギーの確保のみならず、「環境保全」も実は社会の“備え”である。環境保全のための各種技術や基礎情報をあらかじめ整備しておくことは、先手を打った情報発信や戦略的な環境アセスメントに資することから、開発と環境を調和させながら社会を前進させるための必須の“備え”である。これは同時に、世界共通のゴール SDGs が目指す持続可能な開発につながるものであり、我が国の“備え”を国際展開し、SDGs への貢献を推進することが可能となる。 本研究では、地圏、海洋、沿岸における資源や国土の開発・利用に伴う環境影響を適正に理解・評価・修復するために、また、開発・利用に対する不安等の障害を克服するために、環境基盤情報の整備と公表、環境計測・モニタリング・生態系影響評価技術の開発、環境浄化技術の開発、リスク評価・社会経済影響分析、各種ガイドライン策定に取り組む。地質調査総合センター（GSJ）が主管領域となり、GSJ の持つ調査技術と情報整備機能に、産総研 5 研究領域の有する高度な計測、分析・評価技術等を融合させることで、統合的な技術開発と情報整備を実現する。標準化や国際連携も活用するとともに、領域融合を活性化するための人的ネットワークを可視化し連携プラットフォームを構築することで、成果の創出などに一体的に取り組む。	水準以上に達成している。 資源確保や環境修復に関する国の事業である、コバルトリッチクラストの開発、除染土壌の最終処分、休廃止鉱山坑廃水管理等の産業と環境に関わる社会課題に多様な面から取り組み、さらに国際貢献としてメコン川三角州の海岸浸食の原因究明に地質学的に取り組んでいる。これらの成果は学術的インパクトの高い Q1 ジャーナルでの論文発表に加え、国の施策へと反映され、かつ国際的な日本のプレゼンス向上へとつながるものである。	

		ングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・地圏及び生活圏を対象に、資源開発等に伴う環境影響評価、汚染環境の修復と管理に資する研究開発を行う。 ・水資源の保全や海域における資源開発等に伴う環境影響の調査・分析・評価・管理に関する研究開発を行う。 ・環境保全と開発利用の調和に資する環境モニタリング、各種分析、リスク評価に関する技術開発及び社会科学的な研究を行う。	・地下水の利用や海域での資源開発等を環境保全と調和的に行うために、地下水に関しては、国内で水文調査を展開し、その結果を順次、水文環境図として整備・公表する。また海洋に関しては、海洋環境ベースライン調査の高度化のために遺伝子手法や流況解析手法を用いた解析法の研究を進め、さらに海洋環境評価のため、海水の塩分や pH を高精度で計測するために技術開発を行う。加えて、生物に対する水環境の診断や有害性評価技術の高度化や標準化を推進する。 ・環境と調和した地圏・水圏の開発・利用に資するため、地球観測衛星データを活用し、現況把握のための各種情報の収集・マップ作成の研究および地上環境モニタリング網の整備を推進する。さらにより詳細なモニタリングとして都市域で大気組成観測を行い、取得データに基づく熱汚染シミュレーションを開始する。また、各種環境下での発生交流磁界の高精度測定のため、高精度・高安定な標準磁界発生システムの開発とそれによる小型交流磁界センサの精密評価を行うとともに、海洋環境モニタリングに資する標準物質の開発を行う。		・地圏環境リスク課題の環境調和型管理および対策に資する基盤情報整備 表層土壌中の自然由来重金属類や休廃止鉱山ならびに自然放射線に関わるバックグランド（BG）情報整備を推進した。自然由来重金属類の情報整備では、四国全域の表層土壌評価基本図を作成し、公開した（令和 3 年 3 月 30 日プレスリリース、報道 1 件）。四国にはかつて 600 を超える鉱山が存在し、周辺ではクロム等で基準を超過する地点が数件分布していたが、曝露評価によると人体への影響はないと判断された。四国地方の自然由来重金属類の分布特性や地質学的要因等の BG 情報を取りまとめた事例はこれまで無く、リスクまで評価したものは初の成果となる。 休廃止鉱山に関する情報整備では、データベースの整備に向けて、「同位体を用いた坑廃水の起源解析」、「微生物処理の適用性評価に資する菌叢解析」、「生態影響評価」、「長期濃度予測」に資するデータの蓄積を目的に、国内の 8 休廃止鉱山を対象に上記の予備調査を実施し、今後の継続的な現地調査及び保有事業者・管理自治体の調査許可を得た。さらに現地調査及び坑廃水や微生物試料の室内分析の実施により、調査対象地域の坑廃水の起源の解明や坑道周辺の水収支概念モデルの作成、階層ベイズ推定による約 100 坑廃水の金属濃度の将来予測を進めた。 自然放射線に関する情報整備では、熊本県及び愛知県において、県が管理するモニタリングポスト周辺で BG スペクトルを測定し、スペクトル情報から得た自然放射線由来の高エネルギー光子成分とサーベイメータや電子式個人線量計等の各種線量計の応答の関係性を評価した。 ・環境調和型の海底資源開発に向けた環境影響評価技術 海域での資源開発に伴う環境影響調査の一環として、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）よりコバルトリッチクラスト海域における環境調査を受託し、海洋環境ベースライン調査を実施するとともにデータの分析・解析により海洋環境影響評価技術の高度化を推進している。令和 2 年度は、日本のコバルトリッチクラスト国際鉱区が設定されている北西太平洋における 3 つの海山周辺で行われた沈降粒子自動サンプリング観測結果を解析し、堆積作用特性として貧栄養外洋域に特有な物質フラックスの特徴を把握した。沈降粒子フラックスの季節変動について、晩夏の沈降粒子フラックス増加が台風による鉛直方向の撹拌と植物プランクトンの増殖による可能性を解明し、論文発表を行った。 さらに、日本、中国、韓国、ロシアの探査鉱区を含む北西太平洋海域に対する、地域環境管理計画（Regional Environmental Management Plan, REMP）の策定に向けた国際海底機構（ISA）ワークショップに JOGMEC からの依頼で参加し、報告書を分担執筆したほか、前述の堆積特性ならびに海洋物理特性に関する新知見の口頭発表を行った。 海洋環境モニタリングに資する標準物質として、海水認証標準物質（微量元素分析用-添加、NMIJ CRM 7204-a）の開発を行い、認証手続きを完了した。 ・持続的な沿岸域利用のための環境基盤整備とリスク評価技術の開発		

					沿岸域の環境影響評価技術の開発では、沖縄及びメコン川三角州において環境影響の研究に着手した。深刻な海岸侵食問題を抱える５カ国に跨がる国際河川メコン川下流の三角州平野（ベトナム）において、地質データと年代測定に基づく長期的な海岸線変化の傾向から、調査時点の海岸侵食の要因が河川上流でのダム構築に加え、気候変動や土地利用などの複合的なものであることを示した。この成果は Q1 ジャーナルに掲載され、さらに招待講演（米国地球物理学連合）及びレビュー論文（Q1 ジャーナル）の執筆を依頼された。 沖縄のサンゴ礁危機を解決するために、沿岸生物のストレス応答及び連結性を独自の分析ツールを用いて評価し、代表的なサンゴ 2 種間で環境変化に伴う生理的応答が共生する藻類の違いによって異なることを明らかにした。また、細菌類を対象とした DNA データ解析により、地下水の流路パターンと対応する細菌群集構造が検出され、陸域負荷（環境汚染等）が地下水を通じて沿岸域まで影響を及ぼす可能性を示唆した。 さらに地下水に関する国内の水文調査の一環であるデータベースの整備では、和歌山県紀の川平野の地下水資源とその利用を調査し、水文環境図として整備し公表（令和 3 年 3 月 23 日）した。本環境図では、沿岸部の被圧帯水層が過剰揚水により海岸から数 km 内陸でも塩水浸入を受けていること、河口部では埋没河川に代表されるような選択的な地下水のパスが存在することを解明するとともに、紀の川近傍にある井戸の利用により紀の川の水が引き込まれる可能性があることから、紀の川の水質・水量の保全が、地域の水資源を守るために最も重要であることを示した。 地球観測衛星データを基に、マップ作成として土地被覆図作成のためのアルゴリズム開発を行った。また、地上環境モニタリングの為の地上観測システムの開発を行った。 ・環境調和型技術の社会実装に向けたプラットフォーム構築と実践 福島第一原子力発電所事故（以下、原発事故）の持続可能な環境回復に関しては、焼却灰の減容化技術開発を進め、高アルカリイオン濃度の焼却灰洗浄水中でも安定的に使用可能な放射性セシウム（Cs）の吸着材を実用化し、民間に技術移転を経て販売された。また、実証試験でも当該吸着材が使用されている。また、廃棄物等の 2045 年までの福島県外最終処分の社会経済性評価として、処理費用削減に向けた経済性評価、科研費で実施した 2000 人規模の社会受容性オンラインアンケート調査及び被災地住民の意識変遷調査を実施した。 気候変動・少子高齢化に対応した休廃止鉱山の省力・合理的な管理に向けては、通信電波未到達地域の鉱山を対象として抗廃水管理の省力化・災害時の遠隔監視を目指し、電波指向性・超省電力化した遠隔モニタリングシステムの第一段階の実証試験を民間企業と連携し成功させた。また、有害元素の微生物浄化処理技術の開発・高度化では、産学官連携で、従来概念を覆す有機物未添加状態でマンガン（Mn）を酸化可能な Mn スラッジ培養液を確認し、微生物群集の網羅的遺伝子発現解析を行い、Mn 酸化菌活用処理技術の原理解明を推進した。さらに、抗廃水流入河川の生態リスク評価を進め、経済産業省からの受託事業の一環で民間と連携して、２つのリスク評価・管理ガイダンス案を作成し		

た。
　海洋環境評価のため、屈折式塩分センサの新たなプロトタイプを開発し、国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）の海洋地球研究船「みらい」による太平洋上での観測で水深 3,000 m での現場測定を実施した。また、水深 1,000 m（10 MPa）における pH の自動モニタリングシステムの性能評価を実施するため、30 MPa まで加圧可能な圧力容器の構築、及び 4 ℃まで系の温度を下げる恒温装置の構築を完了した。
　都市域での熱汚染シミュレーションに関して、新型コロナウイルス感染拡大に伴う外出自粛により、大阪市のオフィス街では気温が最大 0.13℃低下（ヒートアイランド緩和）、電力消費量が 40%低下（省エネ）したと推定された。この成果は、学術誌で発表するとともにプレスリリース（令和 2 年 11 月 6 日プレスリリース、報道 4 件）された。
　各種環境下での発生交流磁界の高精度測定のため、1 μT の交流標準磁界の発生装置の構築、及び、システムの再評価を実施した。また、10 Hz～10 kHz の範囲で動作可能な交流磁界環境測定用の小型センサの評価も実施した。
　生物に対する水環境の診断や有害性評価技術に関して、水俣条約の水銀排出対策に資する誘導体化溶媒抽出同時処理－ガスクロマトグラフ質量分析法による環境水・工場排水中アルキル水銀の簡便・ロバスト分析法の分析条件を最適化し、国際標準規格(ISO 21863:2020)の発行（令和 2 年 10 月）につなげた。

　本研究の意義・アウトカムを以下に纏める。
・地圏環境リスク課題の環境調和型管理および対策に資する基盤情報整備
　土壌中の自然由来重金属類の分布情報は、汚染判明時の BG 濃度を知る上で重要な基盤情報となる。四国地方では、南海トラフ地震発生時の津波堆積物や豪雨による土砂災害が想定されるため、それら堆積物の管理・処理指針に有用な役割を果たすことが期待される。また、今後予定されている四国新幹線や高速道路等の整備におけるルート選定等での活用も期待される。休廃止鉱山 DB は、国及び自治体等と連携・共有しており、今後、国内の休廃止鉱山の管理指針策定や、途上国の小規模鉱山等へのリスク低減に展開することが期待される。

・環境調和型の海底資源開発に向けた環境影響評価技術
　貧栄養外洋域における物質フラックスの特徴把握は、日本のコバルトリッチクラスト国際鉱区周辺海域の海洋環境・生態系のベースラインデータとして、環境影響評価を行う上で非常に重要である。また、北西太平洋 REMP の ISA ワークショップにおいても報告書を分担執筆し、これを通じて産総研の成果が国際的に情報共有されたため、今後の REMP 策定において有用な科学的根拠としての役割を果たすものとなる。さらに、上記 ISA ワークショップに専門家として参加し討論することで、北西太平洋海域での環境調査研究を通じて、日本のプレゼンス向上に貢献した。国は南鳥島周辺の EEZ 内に賦存するコバルトリッチクラストについて、2028 年末までに採掘技術を確立させ、採掘の商業化を進める方針を固めている。周辺国も同島周辺の豊富な海底資源に関心を強め

					ており、資源確保に向けて対抗する狙いがあり、採掘技術の確立と同時に環境影響評価技術の早期の確立が急務である。令和 2 年 7 月に EEZ 内拓洋第 5 海山で実施された掘削試験の継続的環境モニタリングデータ解析を通じた貢献が、今後期待される。 ・持続的な沿岸域利用のための環境基盤整備とリスク評価技術の開発 国際河川であるメコン川では上流・中流域に多数のダムが稼働中であり、さらに追加が計画されている。そのため各国の利権がからみ、下流域での干ばつや海岸浸食が深刻な問題となりつつある。メコン川三角州の研究は、国内外の河川とその沿岸域の土砂量変動を評価する手法に地質学的手法が有効であることを示し、沿岸域における環境保全と急速な経済発展との調和への貢献が期待できる。 サンゴ礁生態系の保全については、事前にサンゴに共生する藻類の組成を明らかにすることで環境変化に対するサンゴ個体群への影響が予測できること、地下水の細菌叢がサンゴ個体群に悪影響を及ぼす可能性があること等の重要な情報が得られた。この成果は、画一的な環境対策ではなく、個々のサンゴや地域に応じた保全対策が必要であることを示唆している。また水文環境図は、誰でもアクセスできる地下水情報であり、国の水循環基本計画における流域の総合的な水管理の推進に貢献できるものである。 ・環境調和型技術の社会実装に向けたプラットフォーム構築と実践 数兆円規模の処理費用が必要とされる原発事故由来の廃棄物等の合理的処理に関しては、技術開発だけでなく、産学官連携、社会経済性評価、合意形成が重要となる。本成果は、環境省、国立環境研究所、民間企業等と産学官連携し、革新的な減容化技術の実用化により焼却灰の大幅な減容が期待されるとともに、今後の議論が進む県外最終処分の方向性検討、次世代人材育成等の国際的連携・理解促進に資するものである。科研費と連携して産総研主体で行った被災地住民の意識変遷調査は、ICRP（国際放射線防護委員会）から Publication146 報告書（令和 2 年 12 月出版）を通じて情報共有され、今後の原子力災害からの復興の議論に有用な役割を果たすものとなる。 休廃止鉱山に関して、遠隔モニタリングシステムの実証試験の成功により、気候変動に伴う豪雨増加や管理者の高齢化の課題に対して、超省電力で可能な抗廃水遠隔監視の社会実装により革新的な省力化が期待される。地元自治体と連携した栄養無添加で抗廃水中の Mn を酸化可能な菌の確認は、新たな低環境負荷型処理技術の実用にはずみをつけ、年間数十億円の抗廃水処理費用の大幅削減が期待される。経済産業省からの受託事業の一環で民間企業と連携して発行予定の 2 つのガイダンスは、我が国でも初の生態リスク評価・管理ガイダンスであり社会的インパクトが大きい。本成果は経済産業省の第 6 次『特定施設に係る鉱害防止事業の実施に関する基本方針』(2023 年～）策定検討の基盤情報として活用されている。これらの成果は、ISO（水質分析／土壌)、国際原子力機関、国際放射線防護機関、OECD/NEA 等を通じて国際社会への展開が期待される。		

	２.少子高齢化の対策 ○全ての産業分野での労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発 少子高齢化に対応するため、サービス業を含む全ての産業分野で労働等の投入資源の最適化、従業員の Quality of Work(QoW)の向上、産業構造の変化を先取する新たな顧客価値の創出、および技能の継承・高度化に向けて、人と協調する人工知能（AI）、ロボット、センサなどを融合した技術を開発する。	２.少子高齢化の対策 ○全ての産業分野での労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発 少子高齢化に対応するため、サービス業を含む全ての産業分野で労働等の投入資源の最適化、従業員の Quality of Work(QoW)の向上、産業構造の変化を先取する新たな顧客価値の創出及び技能の継承・高度化に向けて、人と協調する人工知能（AI）、ロボット、センサ等を融合した技術を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、	２．少子高齢化の対策 ○全ての産業分野での労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発 ・生産システムの最適化について、人を含めた構成要素の相互影響を表現したネットワークモデルをベースとして、生産システムの運用等に係る知識記述を進めるとともに、知識記述・獲得を支援する仕組みを開発する。また、人とロボットの安全な協調作業を実現し生産性向上を図るため、人の動き、機械の動きのサイバーフィジカルシステム上でのリアルタイム計測を可能とする。 ・重量物を人に代わって扱うロボット技術の開発を行う。作業環境内における搬送対象物及び自己の位置を同定し、目標位置まで対象物を搬送する技術を開発する。 ・サービス現場での顧客と従業員の相互作用の計測に基づき、令和２年度は従業員スキルのモデル化、現場		生産年齢人口の減少に伴い、労働生産性の向上や技能の継承・高度化が全ての産業分野に共通する社会課題となっている。この社会課題への対応として、労働等の投入資源の最適化、従業員の Quality of Work（QoW)の向上、産業構造の変化を先取する新たな顧客価値の創出等が求められている。これら社会課題の解決には、人と協調する人工知能（AI)、ロボット、センサ等を融合したサイバーフィジカルシステム（CPS）の構築、及び、その活用が鍵と考えられる。そこで、令和２年度は、エレクトロニクス・製造領域と情報・人間工学領域が共同で、これらの研究開発を推進するための中心的な研究ユニットとして、インダストリアル CPS 研究センターを設置した。労働集約性の高いものづくり産業とサービス産業の現場を対象に、その問題点を整理し、1. 生産システムの最適化に向けた知識記述・獲得支援技術の開発、及び、労働生産性向上のための人・機械の動きのリアルタイム計測技術の開発、2. 重量物搬送支援のための対象物搬送技術の開発、及び、3. QoW につながる従業員満足度・顧客満足度との関係性のモデリングを、当初課題として設定し、その解決に取り組んだ。 本融合研究で開発した、人の動作を統合的に計測できる技術は、人とロボットとの協調作業が期待できる成果として産業界から注目を集め、関連知財の情報開示 9 件、そして 3 件の共同研究や生産現場のデジタルトランスフォーメーション（DX）技術に関するコンサルタント契約へと繋がった。2.の重量物の搬送に係る技術の開発では共同研究先の抱える課題に解決の道筋を示したことで、高い評価を得た。また開発成果の一部をオープンソースウェア化したことで社会実装の前倒しが期待できる仕組みを構築した。以下、各項目別に成果をまとめる。 1-1.生産システムの最適化に向けた知識記述・獲得支援技術の開発 生産システムの最適化には、設備に加えて、人を含めた構成要素の相互影響を表現するネットワークモデルの構築が有効であり、そのモデルを活用することで、労働等の投入資源の最適化が可能となり、労働生産性の向上に繋がる。令和２年度は、生産システムの運用等に係る知識記述を進めるとともに、知識記述・獲得を支援する仕組みを開発した。生産システムの運用においては、①設計（コンピュータ支援設計／製造（CAD/CAM）工程)、②生産計画、③生産実行・評価などのエンジニアリング活動が継続的に行われる。これらのエンジニアリング活動は、従来熟練技術者の経験によって行われてきたが、その熟練技術者の知を引き出し、記述する仕組みを作り出すことで、後継者不足を支援する枠組みを構築することができた。以下、①②③を具体的に記述する。 ① 設計における知識記述・獲得を支援する仕組みの開発	水準以上に達成している。 新たな顧客価値の創出及び技能の継承・高度化に向けて、人と協調する人工知能（AI)、ロボット、センサ等を融合した技術の開発を行った。成果は、論文７報（うち Q1 ジャーナル 3 報、IF 付 1 報）として発表し、情報・人間工学分野では論文より注目度の高い国際会議にも 6 件採択され、特許出願 3 件、情報開示 9 件をおこなった。 開発した技術は、企業単独では開発が難しいものであり、研究開発の早い段階から、多くの企業と共同研究による技術移転を進めている。また共通基盤のオープンソースウェア化など社会実装が加速される仕組みを構築し実装希望する企業も現れた。以上により製品化や社会実装等の道筋が明確となった。 総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

		現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・製造業やサービス業等の現場における人、ロボット、機器、作業環境等から構成されるシステムに関して、モデリング、センシング、計画・制御、システム設計等の技術を高度化するとともに、人と協調する AI を活用することにより、当該システムの安全性と柔軟性を保ちつつ作業性や生産性の観点から最適化する技術を開発し実証する。 ・人のモデリングやセンシングに基づいた解析を通じて、個人差を考慮した技能の獲得・伝承を支援し、個人に合わせた動作や姿勢の提案等による生産性と QoW の向上を実現する研究開発を行う。	生産性の評価方法を開発するとともに、QoW につながる従業員満足度・顧客満足度との関係性のモデル化を研究する。		設計（CAD/CAM 工程）の観点では、工作機械への入力情報となる熟練技術者の知識に基づきパラメータ化された CAM プログラムを、ロボティックプロセスオートメーション（RPA）を活用して自動的に生成するツールのプロトタイプを開発した。ワークの基本形状モデル、及び、工作機械が持つ工具のリストを入力として、様々なスケール・素材に応じた CAM プログラムを自動的に生成できるようにすることで、一般技術者が CAD/CAM 工程において熟練技術者の知識を利用する仕組みを開発した。 ② 生産計画における知識記述・獲得を支援する仕組みの開発 生産計画では、熟練技術者の問題解決プロセスにおける複雑な思考をネットワークモデルとして記述することにより、生産計画に限らずエンジニアリング活動全般について、熟練技術者の思考回路が、「事象観察 → 要因分析 → 要因同定 → 解決策検討 → 解決策実施」という一連のサブプロセスに分解できることを明らかにした。ネットワークモデルに含まれる情報をもとに、生産計画において用いられるルールを抽出し、その結果を熟練技術者が評価しやすいガントチャートとして可視化できるツールを開発することで、生産計画における知識記述・獲得を支援する仕組みを構築した。 ③ 生産実行、評価における知識記述・獲得を支援する仕組みの開発 生産実行・評価においては、機能共鳴分析手法（FRAM）を用いて、モデルのデータベース化対象となる熟練者の作業プロセスに関するデータをモデル全体／個別機能／シミュレーション条件・結果に分類することで、データベースのフレームワークを開発した。また、モデル編集用インタフェースアプリケーションを開発試作した。生産システムの最適化では、RPA を活用して生産システムの運用等に係る知識記述を進め、ツール化することにより、知識記述・獲得を支援する仕組みを開発した。本仕組みを利用することにより、特定の生産システムに関して熟練技術者の知識をヒアリングなどで獲得すれば、エンジニアリング活動全般に知識を一般化できる。例えば、生産計画を支援するシミュレータのような支援ツールに熟練技術者の暗黙知を取り入れることが可能となり、知識伝承・技能継承に係る工程を大幅に短縮させることが期待できる。また、自動生成されたプログラムも実際の加工で検証するレベルに達したことから、社会実装に向けて、臨海副都心センター内 CPS 棟の模擬工場内の工作機械を用いた実証フェーズに前倒しで入った。これらの成果は、論文 1 報で発表した。 1-2. 労働生産性向上のための人・機械の動きのリアルタイム計測技術の開発 人とロボットの安全な協調作業を実現するためには、ロボットが人の動作を推定できることが重要であり、動作を推定、先読みすることで人との協調作業を安全に遂行することができる。令和 2 年度は、特に人の動きに関する計測技術を向上し、デジタル化することを目標に研究開発を進めた。本計測技術は、①空間における人の動き、②人の個々の部位の計測による全体身体運動の動き、③指先といった手の動きに大別することができる。以下、①②③を具体的に記述する。 ① 空間内の人の移動における動きに係る計測技術開発		

					空間内の人の動きの計測について、産総研はこれまでに慣性計測ユニット（IMU）を用いた人の歩行運動解析に基づく屋内測位技術（PDR）を、生産現場、サービス現場における改善活動を支援する技術として発展させてきた。リアルタイム処理については、すでに携帯電話でのナビゲーション機能として実用化されているが、現場の改善活動支援に活用するためには、歩行以外の多くの動作を含む対象の活動に関して、勤務開始から終了までの 8 時間程度、動線解析や作業時間分析に活用できる精度で安定した出力を得る必要がある。そこで令和 2 年度は、これまでオフライン処理で活用していた低消費電力の近距離無線技術である BLE（Bluetooth Low Energy）ビーコン電波の受信情報や、業務記録データを活用した統合測位手法のリアルタイム化開発に着手し、その基本設計を完了した。 ② 人の個々の部位の計測による全体身体運動の動きに係る計測技術開発 人の運動をリアルタイム計測するために、IMU とカメラ画像におけるデプス（深度）情報を併用した身体運動計測技術に関する研究を進めた。IMU とデプス情報からの情報を統合することで、ドリフト誤差とオクルージョン（遮蔽）というそれぞれのセンサの欠点を解消した頑健で高精度な計測を実現した。また、別の手法として、産総研が開発した高精度拡張現実（AR）マーカを IMU と融合することで、誤差が蓄積しない 6 自由度計測システムのプロトタイプを開発した。本システムはカバン 1 個に収められるほどコンパクト化が可能であり、屋内外問わず複数の身体部位の位置と姿勢を簡単に計測できるものである。さらに、高精度 AR マーカを構成する特殊レンズ部品を改良し、正方形のみであったマーカ形状を実用性の向上が確認されている長方形とすることや、貼る場所に合わせて形状変換することを可能にした。 ③ 指先まで含めた手の動きに係る計測技術開発 人の手作業認識を行う計測システムとして、画像とそのデプス情報をリアルタイムに取得可能とすることで、計測中に手作業の推定ができるようにした。以上①から③まで人の動作に関する計測技術を構築したことで、物流現場を想定した 3 次元地図環境内において、ロボットが人の動きを認識し、リアルタイムに搬送経路を生成する自律移動技術と、WEB ブラウザ上で指示された物体を実環境上で認識し、遠隔操作する技術を組み合わせた自律作業技術を構築した。ユースケースとして、コンビニエンスストアの模擬環境において構築技術を検証し、周辺の人を避けながら、人が指定した商品を認識・搬送し、手渡し（Pick & Place）するという商品マテハン作業（モノの移動/運搬に係るマテリアルハンドリング作業）に対し遠隔操作の概念実証（PoC）を実現し、人とロボットの協調作業が可能なことを示した。また、業務分析ツール統合化による生産現場とのインタラクション向上においては、本検証に際し、人の計測ツール（ハード）とバーチャル空間におけるシミュレーションツール（ソフト）をリアルタイム 3D 開発プラットフォームの一種である Unity を活用して統合し、その統合ツールの基本動作とツール間の通信が適切に行われていることを確認した。これらの成果は、国際誌に掲載されるとともに、情報開示契約（9 件）や共同研究（2 件）につながるなど産業界からも高い評価を受けた。 移動から指先といった細部の詳細な動きまで、人の一連の動作に関する計測		

技術を総合的に有する企業は少なく、人の動きに係る計測技術は産総研の強みとなっている。特に、労働生産人口の低下に起因する社会課題の解決として、人と機械の協働の仕組みは重要視されており、協調作業における作業者の動作推定のニーズは高まっている。本研究で得られた成果は、今後、就労意欲、労働安全衛生、そして生産性の向上を実現するための就労者のモニタリング技術として、実就労環境での運用が期待できる。

2. 重量物搬送支援のための対象物搬送技術の開発

大型重量物を持ち上げて移動させることが困難な場合、転がして移動させる作業が、多くの生産現場で人手によって行われている。このような作業をロボット技術によって代替することで労働生産性が向上し、人を危険な作業から解放することで QoW の向上にもつながる。令和 2 年度は、重量物搬送に向けて、作業環境内における搬送対象物及び自己（ロボット）の位置を同定し、目標位置まで対象物を搬送する技術を開発した。さらに、大型重量物によって視野が遮蔽される場合にも目標位置まで対象物を搬送できる技術を開発した。

大型重量物を転がして移動させる際、ロボットの視野は搬送対象物によって一部遮蔽され、作業環境内における自己位置同定を困難にする。また対象物が大きくロボットに近いために、対象物全体を視野に収めることが難しく、対象物の位置同定が困難になる。対象物の位置同定については、デプス画像から得られたポイントクラウド（点群）と、対象物の 3D モデルから得られたポイントクラウドとの差違を、繰り返し計算によって最小化することにより、実時間での追跡を可能にした。作業環境における自己位置同定については、対象物の追跡結果から視野中の対象物領域を求め、この領域をマスクした画像をリアルタイムに地図上に反映することで、視野に対象物が写り込んだ場合でもロバストな自己位置同定を可能にした。

自己位置推定と環境地図作成を同時に行う SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）と呼ばれる技術によって得られた作業環境のマップと、上記の位置同定技術で得られた自己及び対象物の位置から目標位置までの位置情報を利用して、ヒューマノイドロボットが対象物を搬送するための全身動作計画手法を開発した。本手法は①搬送経路の計画、②着地位置及び把持の計画、③全身動作の計画の 3 段階から構成される。①の経路計画は、経路を Reeds-Shepp カーブと呼ばれる最短経路生成技術で表現し、ランダム検索法の一つでロボットの最適経路生成アルゴリズムである RRT（Rapidly Exploring Random Tree）法を用いて決定している。②の着地位置及び把持の計画には、オフラインで計算した可到達範囲マップを組み合わせ、効率的に探索が行えるようにした。③の全身動作生成は、目標位置から動作を決定する全身逆運動学計算によって実現した。

以上によりロボットが作業環境内における搬送対象物及び自己の位置を同定し、目標位置まで対象物を搬送することを可能にした。本成果は、企業との共同研究の成果であり、共同研究先の抱える課題に解決の道筋を示したことで、高い評価を得た。また、Q1 ジャーナル論文発表 1 報、Google Scholar サブカテゴリ Top20 に入る主要国際会議での発表 2 件も行った。さらにロボッ

					ト制御共通基盤の一部をオープンソースウェア化することで実際に組み込みを希望する企業が現れるなど社会実装への道筋を明確化した。 　大型重量物の搬送における現実的なボトルネックとして、大型重量物自体によるロボット視野の遮蔽が課題であった。今回、視野欠けの状態における位置同定技術を確立したことにより、重量物の転がし移動技術を確立できれば、ロボットサイズに制限のある作業空間において、重量物を搬送することが可能となる。開発した位置同定技術は、ロボットの形態や物体の大小に関係なく利用可能であり、適用範囲は広い。また動作計画技術も円筒形物体に限定されるものではなく、ドアの開閉やカートの操作など、移動を伴う作業に広く適用できる技術であり、生産現場での様々な課題解決に活用可能である。 3. QoW につながる従業員満足度・顧客満足度との関係性のモデリング 　仕事現場の QoW の向上ならびに、その評価技術は、個々の従業員のマネジメントに活用され、生産性の向上につながる。そこで、令和 2 年度は、QoW につながるサービス現場での従業員満足度、顧客満足度、消費活動活性につながる指標をデータ化し、可視化する技術を開発した。また、これらの現場計測・可視化技術の開発プロセスとして、これまでに実践してきた現場参加型開発によるシステム改善ループのモデルについて英文書籍のチャプターとしてまとめ、出版した。 　本開発は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の「研究成果展開事業/産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム/人と知能機械との協奏メカニズム解明と協奏価値に基づく新しい社会システムを構築するための基盤技術の創出」事業の支援も受けて推進し、飲食サービス現場の業務データと行動計測データを用いて従業員満足度･顧客満足度を評価するためのモデルの構築とその実用性について検討した。成果については、国内の研究会において 2 件の発表を行った。 　生産人口低下における対策として、ものづくり産業と並んで労働集約性が高く、労働生産性の低いサービス分野においては、従業員の QoW が重要となるが、その可視化、特にマネジメント側からの見える化が遅れている。本研究で得られた従業員満足度・顧客満足度を評価するためのモデルを、個々の従業員のマネジメントに活用することで、生産性の向上が見込まれる。また、本モデルの活用は、サービス現場での顧客満足度の向上、さらには、消費活動の活性化にもつながることが期待される。 　その他、本研究課題で実施した取り組みの結果を記載する。 ・安全に関する国際規格ガイドへのモデルの提案として、人機械共存の労働安全に関して大手自動車メーカと共同研究を進めるとともに委員会活動を通じて Safety2.0 白書の発行を達成した。加えて、それに基づく IEC の新規安全ガイドライン提案にむけてドラフトを作成し、IEC の ACOS 委員会に提出した。 ・CPS 人材の育成については、令和 2 年度は IoT （Internet of Things)人材育成カリキュラム及び受講者向け教材を開発するとともに、計画を前倒しして公設試向けの IoT 人材育成講習会を 2 回（延べ参加人数 101 名）実施し、人材		

					育成を図った。		
	○生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発 次世代ヘルスケアサービスの創出に資する技術として、個人の心身状態のモニタリングおよび社会の健康･医療ビッグデータを活用して､疾病予兆をより早期に発見し、日常生活や社会環境に介入することで健康寿命の延伸につながる行動変容あるいは早期受検を促す技術を開発する。	○生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発 次世代ヘルスケアサービスの創出に資する技術として、個人の心身状態のモニタリング及び社会の健康･医療ビッグデータを活用して､疾病予兆をより早期に発見し､日常生活や社会環境に介入することで健康寿命の延伸につながる行動変容あるいは早期受検を促す技術を開発する｡今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では次の研究開発が見込まれ	○生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術の開発 ・企業との共同研究型コンソーシアムを実施して、車両や運転者のデータをもとに認知症を早期発見する手法開発に取り組む。異なる認知機能レベルの人を対象に、ドライビングシミュレータ運転、発話、歩行などのデータ、およびMRI等の医学的データを収集する。また、将来の健康状態を予測するために、経時的に採取したヒトの血液サンプルに含まれるタンパク質プロファイリングを行い、発症予測のための健常時基準データを取りまとめる。 ・日常生活における心身状態をユビキタスにモニタリングすることを目的として、生体情報センシングデバイス回路のテキスタイル上への生体適合性装着技術の開発を行う。加えて、そのために必要な電源供給技術について、電磁波による無線送受電システムおよび熱電発電による医療用セン		日本はかつてない少子高齢社会に突入している｡少子高齢社会の進展にともなって生じる課題の一つが健康寿命の延伸である｡平均寿命は世界最高水準に達している一方､疾病などの健康上の理由により日常生活に制限のある期間が約10年間存在し、この間に生活の質（QoL）の低下や医療費・介護費の増大等の問題が生じる。産総研では、健康寿命の延伸に貢献すべく、領域（情報・人間工学領域、エレクトロニクス・製造領域、生命工学領域、計量標準総合センター、材料・化学領域）横断的な取組として、個人の心身状態のモニタリングや健康･医療ビッグデータの活用により疾病予兆を早期に発見し、日常生活への介入により健康寿命の延伸につながる行動変容を促す等､次世代ヘルスケアサービスの創出に資する技術の開発を進めている。この技術開発のため、本研究開発では､1)生活者デジタルツイン※によるヘルスケアサービス提供､2)心身状態のモデル化と評価技術の開発､3)健康モニタリング技術の開発、を中心的な研究テーマとして取り組んでいる。 ※　健康や生活に関する個人の情報をサイバー空間に送り､サイバー空間内に個人を再現し、個人の状態の評価や予測などを行う技術。 令和2年度の主な成果は、下記の3点である。 ① 生活者デジタルツインによるヘルスケアサービスの提供を可能にする、健康・医療ビッグデータ活用のためのデータプラットフォームの設計 ② 心身状態のモデル化と評価技術の開発に資する、認知機能低下に関わる医学・日常生活データの蓄積、健康行動へのモチベーション（意欲）の促進要因の抽出 ③ 日常生活においてさりげなく健康状態をモニタリングするための下着型生体計測デバイス、給電システム、感情記録システムのプロトタイプ開発 ①について、令和2年度は、健康・医療ビッグデータの活用とサービス化を推進するための研究開発に取り組んだ｡生活者の健康や意識をビッグデータとして持続的に収集､活用するための健康･医療データプラットフォームの全体構成を設計し、健康共通データベース（DB)、健康データマネジメントプラットフォーム(DMP)､健康Webサービス基盤の各モジュールの開発を進め､健康･医療ビッグデータを活用するためのソフトウェア3件、データベース6件を構築した。 健康共通DBについては、健康診断や生活中で収集される各種の健康情報を同意条件や前提条件、背景情報などとともに適切に管理・統合し、各健康情報の集計と簡易な分析､確率モデル構築用のデータ作成を実行するモジュールを研究開発した。健康DMPについては、健康情報を管理する健康共通DBから転送される分析用データを用い､確率モデル構築が自動的に実行できるデータマ	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、企業7社及び大学とのコンソーシアム型共同研究の実施、企業との複数の共同研究の実施､2件の特許出願等、社会実装が期待できる研究成果を複数創出した。学術的成果としても、Q1ジャーナル6報を含む18報の論文掲載、分野トップ国際会議での発表2件等、優れた成果を得た。これらの成果から、社会課題の解決に向け、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

		る。 ・日常生活場面で計測する個人の健康･医療データと､ヘルスケアサービスや社会実験で収集されるビッグデータから､現在の心身状態や生活･行動特性を評価し､将来の疾病や健康状態を予測するモデルを研究開発する。 ・個人の生活・行動特性に応じて､その生活や社会環境に情報技術やデバイス技術で介入し､行動変容や早期受検を促すことで､将来の疾病リスク低減や健康状態の改善を実現する新たな健康管理方法やサービスを研究開発する。	サ端末給電システムの研究開発に取り組む。 ・健康維持・増進行動を促進・阻害する心理社会要因の抽出を行う。特に性格特性の影響や健康行動のモチベーションにつながる要因抽出を行う。また、歩行支援に役立つ技術として、実験室での詳細歩行データと日常生活で利用可能な簡易計測手法とを比較検討して、年齢、性別や歩行パタンから転倒リスク等の安全性を評価する手法の研究開発に取り組む。		ネジメントプラットフォームを研究開発した。健康 Web サービス基盤については、各健康情報を活用した Web サービスを複数のステークホルダー（専門家、健康サービス提供者、利用者）に同時に提供し、この Web サービスの利用履歴からステークホルダー間の相互作用を含む新たなデータ収集を行うシステムのソフトウェアを研究開発した。 ②について、令和 2 年度は、車の運転など日常生活で取得できるデータをもとに認知症を早期発見する手法の開発､健康行動を促進する個人要因の抽出に取り組んだ。 認知症の早期発見に関する取組は、企業 7 社及び大学とのコンソーシアム型共同研究「健康起因交通事故撲滅のための医工連携研究開発コンソーシアム 2」により推進した。医学的データと日常生活データの紐づけを目的に、幅広い認知機能の人を対象に、日常生活を想定した環境でのデータ（ドライビングシミュレータ運転時の運転挙動、顔画像や視線などの生体情報データ、歩行データ、会話音声データ）と MRI 脳画像、認知機能検査データなどの医学的データを収集した。MRI 脳画像による海馬の萎縮、認知機能検査による記憶機能や実行機能の低下などから、医学的に認知症と診断された者 5 名、認知症の前段階である軽度認知機能低下者と診断された者 30 名、比較群として認知機能に問題のない健常高齢者 50 名、健常若年者 30 名を対象にデータの収集・解析を行った。ドライビングシミュレータでの運転挙動データの解析から、軽度認知機能低下者では、カーブ区間走行時に健常高齢者、健常若年者と比べて、強いブレーキ操作による急減速をする人の割合が多く､速度の変動が大きくなるという特徴が確認された。また、認知症者でも同様の傾向が確認された。このことから、軽度認知機能低下者及び認知症者では、マルチタスク能力が低下していることで､カーブ走行に必要なハンドル操作とブレーキ操作を並行して行うことが困難であり､速度操作をした後にハンドル操作をするという操作の分離実施が生じることが明らかとなった。生体情報データ、特に視線データの解析から、軽度認知機能低下者では、横断歩行者がいる交差点を運転している際、歩行者に対する視認時間が長いという特徴が確認された。さらに、会話音声データから、軽度認知機能低下者では「質問に対する聞き返し」が多くなる特徴が確認された。本研究ならびに関連研究の成果は、Q1 ジャーナル『Journal of Applied Physiology』2 報を含む国際論文 6 報、Google Scholar Top 20 にランキングされている分野トップ国際会議 2 報を含む 7 報の国際会議採択につながり､日常生活の行動から認知症を早期発見する技術を社会実装するための基盤を創出できた。 健康行動を促進する個人要因の抽出に関しては、企業 1 社との共同研究として取り組んだ。健康行動の中でも運動行動と食行動に着目し、20 歳から 69 歳の男女 5,200 名を対象に調査を実施した。取得した回答データの統計的分析から、健康行動の実施段階により、個人の性格が異なることが分かった。具体的には、健康行動を実施している者は、新しい経験に好奇心をもって取り組む性格の者が多く、健康行動への関心はあるが未実施の者は、その場の感情のままに行動する傾向が強い性格の者が多かった。さらに、健康行動に無関心な者は、計画的で勤勉な性格の者が多いことが分かった。次に、健康行動の実施		

					段階について、無関心から関心段階、関心段階から実施段階への移行を予測する要因を抽出、分析した。その結果、無関心段階から関心段階への移行を促すためには、将来の疾患リスクの見える化などによる健康行動へのモチベーションを高める介入、勤勉な性格傾向に応じた具体的な健康行動実施計画の提供が有効であるという知見を得た。加えて、関心段階から実施段階への移行を促すためには、日常生活の自己管理をサポートするサービスの活用、感情のままに行動する性格傾向に合わせて、個人の感情状態に応じた介入を行うことが有効であるという知見を得た。これらは、個人に合わせた支援・介入手法を構築する上で必須となる研究知見である。本研究知見を活用することで、個人に応じて健康行動を促進する支援・介入サービスの社会実装が可能となる。 ③について、令和 2 年度は、日常生活中の健康状態のモニタリング技術の開発に取り組んだ。 疾病予兆を早期に発見するためには、人体に装着する計測装置の快適性を向上し、日常生活においてさりげなく健康状態をモニタリングする技術の開発が重要な課題となる。このため、快適な生体計測（心電・脈波・血圧）を実現するための生体適合性装着技術の研究開発を行った。下着型計測デバイスのプロトタイプとして、バンド型計測デバイスを作製し、これを下腹部に装着することで、心電信号、脈波信号の同時計測に成功した。また、このデバイスを製造するための布上配線・電極・回路形成技術に関して Q1 ジャーナル『Sensors』を含む国際論文 5 報を発表した。 日常生活中の健康モニタリング技術の社会実装には、計測装置の快適性の向上のみならず、装置の持続的な稼働を支える給電システムが必要となる。令和 2 年度は、熱電発電による医療用センサ端末給電システムの実現に向けて、体温で発電するフレキシブル熱電モジュールの熱設計を行い、プロトタイプを開発した。高出力フレキシブル熱電モジュールに、発熱体と大気との間で十分な温度差を確保するための放熱フィンを取り付けたシステムを設計し、性能評価を行った。さらに、電波放射によるセンサへの無線給電の実現に向けて、受電回路設計の研究と動作実証を行った。受電回路設計では、高効率動作が可能とされる従来の F 級回路構造を基に、電波から直流への電力変換効率が向上する構造を設計し、特許を 1 件出願した。動作実証では、リジッド基板を用いた受電回路の試作を行い、LED 電球への給電を実証した。加えて、フレキシブル基板を用いた受電回路を設計した。 年度計画に記載はないが、個人の感情に適合した介入を可能にするため、日常的な感情記録システムの開発にも取り組んだ。日常生活の行動記録として「いつ、どこで、だれが、どのように」を記録することに加え、個人が「なぜ」その行動をとったかを記録できるよう、74 種類の顔文字を用いた直感的かつ迅速な入力が可能な、スマートフォンを基盤としたシステムを開発した。開発したシステムの検証のため、26 名を対象とした予備実験と 1,000 名を対象とした本実験を実施することで、絵文字を用いた感情記録の妥当性を確認した。本システムに関する特許を出願した（特願 2021-043215）。 その他、本研究課題で実施した取組の結果		

					・将来の健康状態を予測するためのタンパク質プロファイリングの研究開発に取り組んだ。健常者及び認知症患者の血液中タンパク質のプロファイリングを目的として、NCGG バイオバンク血液を用い、質量分析計を用いた実験プロトコルの確立と解析技術の基盤を構築した。 ・歩行支援に役立つ技術の開発として、実験室での詳細歩行データ（対象人数 10 名）及び日常生活で利用可能な簡易センサによる歩行データ（対象人数 16 名、計 22,265 件の歩行データ）を計測するとともに、歩行データベース登録データの解析を実施し、高齢者の転倒リスクに関わる要因を抽出した。本研究成果は、歩行支援技術に関する企業との共同研究へと発展した。 ・年度計画に記載はないが、日常生活で使用できる健康モニタリング技術として、呼気ガスセンシングによる腸内細菌叢の計測・評価技術の開発にも取り組み、携帯型マルチセンサシステムの改良を行うことでガスの識別性能を向上することができた。研究成果の社会実装を進めるため、企業に 1 件の試料提供、1 件の関連技術の提供を行った。 ・年度計画に記載はないが、疾患・ストレスの早期発見を可能とするバイオマーカーの開発にも取り組んだ。本取り組みは、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）や科研費、民間財団からの支援を受けて推進した。糞便中のマイクロバイオームから、マウスの 2 状態（睡眠障害の有無，運動制限付加の有無）を高精度に識別することに成功、研究成果が『Analytical Chemistry』など Q1 ジャーナル 2 報へ採択されるとともに、特許 1 件の出願につながった。 ・年度計画に記載はないが、未病状態を早期発見するための未病バイオマーカーの開発のため、睡眠や食リズムの乱れから精神疾患の発症に至る未病段階のモデル動物を確立した。研究成果は、国際論文 3 報の発表につながるとともに、第 74 回日本栄養・食糧学会大会トピックス賞を受賞した。 　健康寿命の延伸は、重要な政策課題と定められており、2040 年までに 3 年以上の延伸、2024 年度末までに 1 年以上の延伸を目指すことが健康・医療戦略として閣議決定されている（2020 年 3 月）。また、ヘルスケア産業の国内市場規模は、2030 年には 37 兆円を突破すると予想されている。本研究では、日常生活でさりげなく健康状態をモニタリングする技術など、生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術を開発しており、研究成果は政策課題の解決に資する技術の開発につながるとともに、ヘルスケア産業の市場の拡大に貢献する。 　疾患の早期発見には、現在の健康状態のモニタリングに加えて、将来の疾患リスクを予測することが必要である。本研究で開発した健康・医療データプラットフォームは、疾患リスクを予測するための健康・医療ビッグデータの管理・運用基盤となり、個人の疾病リスクに基づく日常生活での健康行動支援などの様々なヘルスケアサービスにおいて活用できることから、ヘルスケアサービスの社会実装に大きな波及効果をもたらす。 　認知症は要介護原因となる主要な疾患であり、本研究で得られた成果から認知症の早期発見技術が確立すれば医療費・介護費の大幅な削減につながる。また、本研究成果に基づき、日常生活中の行動から認知機能低下の兆候を早期発		

					見できる技術が開発できれば、認知機能低下に対する早期介入により認知機能の改善や認知症発症の遅延が見込める。このような技術の開発は、自動車・車載機器に関わる産業と医療に関わる産業の連携による、新たな製品やサービスの創出という市場形成も見込まれ、経済産業界への大きな波及効果が期待される。 健康寿命の延伸には、適度な運動やバランスの取れた食事といった生活習慣への配慮が重要である。このため、日常的な健康行動を促す支援・介入が求められる。本研究は、どのような個人にどのような支援・介入を行うことが健康行動を促すかについて重要な知見を得た。今後、研究成果に基づき、個人に合わせて日常的な健康行動を促す効果的な支援・介入技術を開発できれば、ヘルスケア産業を中心にした新たな機器・サービスの創出、ひいては個人の QoL の向上と医療・介護費の削減につながる。 要介護原因となる主要な疾患（認知症、脳卒中）の予防には、日常生活中の健康状態をモニタリングすることで疾患の予兆を早期発見することが重要である。本研究で開発した、快適に装着できる生体計測機器と機器の持続的な稼働を支える給電システム、感情記録システムの開発が進めば、日常生活でさりげなく心身の健康状態をモニタリングすることが可能となり、生体計測の習慣化による疾病予兆の早期発見の実現、日常的な健康行動を促す効果的な支援・介入サービスの実装、それによる医療・介護費の大幅な削減につなげることができる。		
	○QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発 アクティブエイジングの実現に貢献する、診断や医用材料を活用した治療に関わる技術および機器の開発や、医療介入から回復期リハビリテーションまで活動的な心身状態を維持向上させる技術を開発する。	○QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発 アクティブエイジングの実現に貢献する、診断や医用材料を活用した治療に関わる技術及び機器の開発や、医療介入から回復期リハビリテーションまで活動的な心身状態を維持向上させる技術を開発する。今	○QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発 ・生体適合性医用材料や医薬品成分との組合せによるコンビネーション医療機器、疾患状態を可視化するセンシング技術の開発を行う。 ・健康状態や疾患の早期・簡便な評価法の開発を目指し、生体分子、疾患関連分子、細胞等の評価機器・デバイスを試作し、それらの製品化に向けた課題抽出を行う。 ・脳損傷後の機能回復を目指したニューロリハビリテ		我が国の平均寿命（男性：81.41 歳、女性：87.45 歳　2019 年）は年々延び、男女ともに世界最高水準に達している。一方、日常生活が制限されずに暮らせる健康寿命（男性：72.14 歳、女性：74.79 歳　2016 年）の観点からみると、平均寿命との差は 10 年近く開いている。さらに、2019 年における高齢化率（65 歳以上の人口割合）は 28.4%に達している。総人口の減少に加え現役世代の減少が進むことから、2040 年には高齢化率は 35%に達し、この結果現役世代 1.5 人で 65 歳以上の世代 1 人を支えることになると予想される。このように超高齢化に突入する本邦において、働き手の減少による経済力低下、地域間の医療格差の拡大、医療費の増加など様々な問題に直面することが懸念されているが、その社会課題解決の糸口は「生涯現役社会の実現」である。生涯現役社会の実現には高齢者の健康寿命の延伸が重要と考えられる。そのために、疾病をごく初期段階で発見でき、また罹患したとしても生活の質（QoL）を低下させることなく、社会復帰を可能とする信頼性の高い医療を日本中どこにいても享受できるシステム（ユニバーサルメディカルアクセス）の構築が必要である。産総研では、健康寿命延伸の実現に貢献する、診断や医用材料を活用した治療に関わる技術及び機器の開発や、医療介入から回復期リハビリテーションまで活動的な心身状態を維持向上させる技術の開発を中長期目標としている。令和 2 年度は、下記Ⅰ～Ⅲの年度計画について研究開発を進めた。その詳細について、計画ごとに記述する。 Ⅰ. 健康状態や疾患の早期・簡便な評価法の開発を目指し、生体分子、疾患関	水準以上に達成している。 令和 2 年度は、疾患の評価法や治療法の開発に関して試作機の開発とその製品化に向けた課題抽出を主要な目標としてきた。これに関して目標を達成した上に、それを上回る成果として、企業の新規製品上市に結び付いた成果があること、企業との共同研究を推進し社会実装の見通しが立った成果が複数あること、複数の Q1 ジャーナルへ論文が掲載されたことから、総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

		後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・先端医療技術を確立するための基盤となる医療機器・システムの技術開発、更にガイドライン策定と標準化による医療機器・システム等の実用化の支援を行う。 ・健康状態を簡便・迅速に評価する技術の開発を目指して、健康や疾患にかかわるマーカーや細胞の計測技術とそのデバイス化技術の研究開発を行う。 ・身体・脳機能等の障害を患った者でも社会参加が可能となるリハビリテーション・支援技術を開発する。	ーション技術および、認知症発症の予見や障がい者の補助デバイス習熟のための脳の適応機構解析技術の開発を行う。		連分子、細胞等の評価機器・デバイスを試作し、それらの製品化に向けた課題抽出を行う。 簡便・迅速・安価・高感度な検査キットの開発 臨床の簡易検査で汎用される免疫クロマト法は、簡便かつ迅速な診断が可能であるが、検出感度が低く、定量性に欠け、しばしば偽陰性が認められる。一方、血液検査等で汎用される ELISA 法は検出感度が高く、定量性に優れているが、操作が煩雑で時間がかかり、安定した結果を得るには熟練を要する。そこで、免疫クロマト法の簡便性・迅速性と ELISA 法の定量性を両立した安価な検査キットの開発に取り組んできた。これまでに、紙、フィルム、テープを材料として、特殊な装置を用いずに作製でき、多項目測定にも対応可能な検査用チップを開発した。試料溶液等を計量せずに適当量をサンプル孔に滴下するだけで自動的に一定量が反応部位に留まる独自のマイクロ流路技術を採用することで、熟練度に依存しない簡便・迅速かつ定量的な物質計測を本チップで実現した。令和 2 年度は、AMED「ウイルス等感染症対策技術開発」事業において、新型コロナウイルス感染症の抗体検査チップシステムを構築し、ヒト血液中の新型コロナウイルスに対する抗体 5 種類を 15 分で高感度に検出することに成功した。性能は免疫クロマト法より 10-1,000 倍高感度である。病院などへの設置を想定し、薬事承認を目指した全自動検査装置を企業と共同開発している。この成果は、化学工業日報や日刊工業新聞など複数の報道機関に取り上げられ、大きな社会的反響を得た。また、本技術を食品分野へ応用し、産総研単願特許を基盤に民間共同研究を進め、全自動装置を開発した。本装置を用いて実証試験を行い、実サンプルに対して精度は国の基準値（性能・安定性・再現性）を満たす事を示した。さらに、知財の創出を行い、製品化への道筋を明確にした。 抗体検査は、ワクチン効果の疫学調査等への活用が期待されている。本検査キットは、製造コストが極めて安価であることに加えて、標的物質を検出する際の定量性を確保するための仕組みをチップに内蔵することにより、極めて簡単な操作で従来の ELISA 法と同等の定量検査が可能である。また、スマートフォンによる定量検出も可能であるため、設備投資が安価で済むことに加えて、屋内・屋外を問わず、サンプルを入手したその場で迅速・高感度が必要な検査分野への展開が期待できる。 長期使用可能な体外式補助人工心臓の開発 新型コロナウイルス感染症の重症患者では、重度の肺炎を起こし、肺胞が著しく損傷し、酸素が十分に取り入れられない状態に陥ることがある。このような場合には体外で肺機能の代替をして体内に酸素を取り込む体外式膜型人工肺（ECMO：Extra Corporeal Membranous Oxygenation）を使用し、肺を一時的に休ませることが必要となる。ECMO は、体外で血液を循環させる血液ポンプと、血液中の二酸化炭素を除去し酸素を与える人工肺を組み合わせた装置である。従来の接触式の軸受を持つ遠心血液ポンプにおけるアンメットニーズとして赤血球破壊である溶血や血液が凝固した血栓の形成などの問題が挙げられる。さらに、新型コロナウイルス感染そのものが血栓を生じやすく、その血栓		

					症併発が重症化に関与している。そこで、産総研では優れた血液適合性と長期耐久性、異常状態の検知が可能な中長期使用可能な非接触式の軸受を持つ動圧浮上遠心血液ポンプの開発に取り組んできた。令和 2 年度は、従来デザインでも求められる基準に達していたが、人工知能を用いた血液ポンプのデザインの最適化を行い、赤血球破壊指数を 30%も改善した血液ポンプの設計に成功した。本成果は、産総研の主な研究成果としてプレスリリースを行い、多数メディアにおいて報道された。また、血液ポンプ適用時には、回路内で血液を固まりにくくするため抗凝固薬を使用するが、その投与管理のため、血栓の有無を適切に検知する必要がある。令和 2 年度は、超小型血栓検出光センサを開発し、その血栓検出能を実証した。これまでこれらの革新的血液ポンプの開発においては、企業と連携して研究を進めてきており、令和 2 年度における人工知能による血液ポンプの設計や血栓検出センサの開発によって、社会実装が期待できる研究成果の創出につながった。今後、従来の血液ポンプで生じていた溶血や血栓の形成などの血液適合性の問題を改善し、新型コロナウイルス感染症のみならず、中長期の心機能補助をせざるを得ない重篤な心不全患者の救命と、QoL 向上への貢献が期待できる。 微小デバイスを用いた医療診断法の開発 　生活者の QoL を低下させる要因として、種々の感染症が挙げられる。マラリアはアフリカを中心に年間感染者数 2 億人、死亡者数 40 万人の世界三大感染症の一つである。無症状感染者からの感染拡大が問題であり、高感度診断デバイス開発が急務である。これまで産総研はマイクロチップ基板上に単層配列させた赤血球から核染色した原虫を検出する診断デバイス開発を行ってきた。令和 2 年度は、大手機器メーカと共同で開発したブルーレイの光学系を応用した診断デバイスを用いたケニアでの実証研究をまとめ、その有用性を報告した（Q1 ジャーナル：Scientific Reports）。さらにアフリカでの製品化に向けた迅速かつ安価な高感度マラリア診断デバイス開発を行い、イメージサイトメーターとの組み合わせによって、無症状感染者の検出が有望であることを示し、社会実装への道筋を明確にした。本成果は、マラリア撲滅に向けた革新的ツールの提供につながるものである。また令和 2 年度は、血中循環がん細胞（CTC）の解析のため、マイクロチップ基板上に血中に含まれる細胞を単層配列させる表面処理剤の新規開発も行った。本処理剤を塗布したマイクロチップは、腫瘍組織から遊離して血管内に侵入した CTC の高感度検出にも有効であった。さらに、岡山大学病院消化器内科における臨床研究では、産総研が提供したマイクロチップを用い、消化器がん患者の血液について CTC の解析が行われ、従来法では見落とされていた CTC の検出に成功し、実証研究が進んだ。このマイクロチップを用いた CTC 検出法は、特許出願を行い社会実装への道筋が明確になった。本成果は、転移性消化器がんの新たな診断法、予後予測、抗癌剤による治療効果の判定などに利用されることが期待される。 また、使い捨て印刷電極を用いた微小バイオセンサを開発し、唾液中の免疫グロブリンタンパク質の検出に応用できることを示した。担当した研究者は、一連の微小バイオセンサの発展に貢献したことが評価され、応用物理学会フェロ		

					一表彰を受けた。 Ⅱ.生体適合性医用材料や医薬品成分との組合せによるコンビネーション医療機器、疾患状態を可視化するセンシング技術の開発を行う。 菌の増殖を持続的に抑制する義歯用粘膜調整材の実装 　在宅歯科医療における義歯の治療でよく使われる粘膜調整材は微生物が付着し易いため、抵抗力のない高齢者や要介護者の全身への持続的な感染源となっており、特に肺炎リスクとして認知されている。平成 27 年に企業・大学と共同で、塩化セチルピリジニウムの抗菌活性を活用した新たな粘膜調整材の開発を開始し、平成 30 年に厚労省の製造販売承認が得られたものの、モニター調査等の結果、操作性を改良する必要が生じた。そこで、原料の組成の一部を変更したうえで再試験を行い、令和 2 年度に一部変更承認申請し、承認された。本開発において、産総研は、①製品に抗菌性を付加するための抗菌材の仕様決定、②抗菌材の大量製造技術の確立（企業との協働）、③製品の非臨床による安全性評価（製品からの抗菌成分の溶出性評価）、④製造販売承認申請に関わる試験報告書作成及び信頼性調査への対応の役割を担った。このように一部変更承認が得られたことにより、上市への見通しが立った。当該粘膜調整材は、口腔内に薬剤が徐放する歯科医療用材料としては国内で初めてのコンビネーションプロダクト（医薬品と医療機器の組み合わせ製品）となる。高齢者や要介護者の在宅歯科医療に利用されれば、口腔環境の持続的な改善につながり、QoL 向上に貢献するものである。 成長因子コンビネーション金属医療機器の最終滅菌 　脊椎椎体骨折では、スクリューを用いた脊椎固定術が行われることがある。しかしながら、スクリューのゆるみが発生しやすいことが知られており、脊椎固定術による治療を行った患者の 20-40%でスクリューのゆるみが発生しているとの報告がある。このスクリューのゆるみに対する再手術に伴って年間 80～160 億円程度の医療費損失が生じている。こうした問題に対し、産総研は、骨や歯の主成分であるヒドロキシアパタイト（Ap）のマトリックス中に骨形成促進因子（FGF-2）を分散させた Ap-FGF を開発し、筑波大学医学部と共同で Ap-FGF をコーティングしたスクリューを作製した。令和 2 年度は、本スクリューの最終滅菌製造法を発見し、PCT 出願特許の国内移行を進めている。現在、筑波大学による特定臨床研究が行われている。これまでの無菌製造品は臨床研究用であり製造コストが高かったが、開発した滅菌法で製造した最終 Ap-FGF は製造コストが大幅に下げられており、社会実装につながる成果である。承認されれば世界初の最終滅菌成長因子コンビネーション金属医療機器になり、高齢化によって増加する骨粗鬆症患者の QoL 向上に寄与する。 Ⅲ.脳損傷後の機能回復を目指したニューロリハビリテーション技術及び、認知症発症の予見や障がい者の補助デバイス習熟のための脳の適応機構解析技術の開発を行う。 　脳損傷や認知症では永続的に脳機能が損なわれる上に、治療が困難であり、		

					患者の QoL を大きく低下させる。そのため、その発症を未然に防ぐことが非常に重要となる。令和 2 年度は、脳卒中や認知症の発症リスクになりえる脳血管ウインドケッセル機能に着目した評価法を開発し報告した（Q1 ジャーナル）。本評価法を活用した高精度の評価システムを構築できれば、脳卒中や認知症の発症リスクの早期発見、ひいては、脳卒中や認知症の発症予防による健康寿命延伸が期待される。		
	３．強靭な国土･防災への貢献 〇強靭な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価 地質災害に対する強靭な国土と社会の構築に資するため、最新知見に基づく活断層･津波･火山に関する地質情報の整備を行うとともに、地震･火山活動および長期的な地質変動の評価･予測手法の開発を行う。	３．強靭な国土･防災への貢献 〇強靭な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価 地質災害に対する強靭な国土と社会の構築に資するため、最新知見に基づく活断層･津波･火山に関する地質情報の整備を行うとともに、地震･火山活動及び長期的な地質変動の評価･予測手法の開発を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・活断層から発生する地震、海溝型巨大地	３．強靭な国土・防災への貢献 〇強靭な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価 ・地震発生可能性の長期評価に資するため、長大活断層の連動性評価や地形表現が不明瞭な活断層にも適用できる評価法の研究を行うと共に、宇宙線生成核種を用いた年代測定手法の改良と変動地形解析への活用を進める。また、千島海溝、相模トラフ、南海トラフ沿いなどで海溝型地震履歴の調査研究や、AI 技術導入による震源データ解析の高速化・自動化と全国内陸部の応力マップの整備を進める。このほか、都市部での強震動の伝搬・増幅特性のより正確な予測や、地震時の地盤変形の予測・評価手法の研究を代表的な活断層帯を対象に行う。また、南海トラフ沿岸での深部すべりのモニタリングと検出・解析技術の高度化を継続し、国に観測情報を提供する。		日本列島は複数のプレートが収斂する変動帯に位置することから、2016 年熊本地震や 2011 年東日本大震災にそれぞれ代表される活断層による内陸地震や海溝型地震、2014 年御嶽山噴火を例とする火山活動が繰り返し発生している。このような地質学的環境下にある我が国においては、安心・安全な国土と社会の構築に向けた国土の強靭化が必要であり、「国土強靭化基本計画（平成 30 年 12 月 14 日閣議決定）」における施策として「過去に発生した災害要因の解析評価（具体的には、活断層の活動履歴調査と活動性評価、津波の浸水履歴調査と浸水マップの整備、火山の噴火履歴調査と火山地質図の整備）」並びに「地下水等総合観測施設の整備」が位置づけられている。また、令和 2 年 12 月に内閣官房により集約された「防災・減災、国土強靭化のための 5 か年加速化対策」においては、重点的に取り組むべき対策として、防災計画に資する活断層及び火山情報の解析・評価、集約・情報提供が挙げられている。一方、防災対応を行う地方自治体からは、ハザードマップの作成や防災・避難計画の立案等に際して、地質災害の履歴や地球科学的知見の提供を求められる機会も増加している。この他、原子力施設の立地、廃止・廃棄措置、最終処分に対する国の安全規制施策の立案に際して、数十万年単位の長期的な視点での地質変動現象に対する評価手法及び将来予測に対する最新知見が必要とされている。以上のように、地震・火山活動は数百から数十万年スケールで進行する現象であることから、過去に起こった事象を明らかにする学問である地質学の手法を用いた研究への期待が大きく、行政・社会からのニーズが存在する。 ・活断層の活動履歴の解明とデータベース整備 国の地震調査研究推進本部（地震本部）の計画に則り、令和 2 年度は 13 の活断層を対象とした地形・地質・地球物理学的調査を行った。地震本部が定めた「主要活断層帯（115）」の内、地震発生確率が不明なもの（X ランクの活断層）は 41 存在するが、令和 2 年度の調査により、5 断層について確率評価に必要となるデータを得ることができた。 X ランクの活断層においては、上載層の欠如等により従来手法（^{14}C 年代測定法や火山灰分析）では年代指標が得られないため、地形表現が不明瞭な活断層にも適用できる新たな年代測定手法の開発が重要な課題である。そこで、宇宙線表面照射年代測定法（TCN 法）に着目した研究を進めており、国内における TCN 法は花崗岩地域を対象とした研究が多いことから、多様な岩種や地層への適用法の確立を目標として、令和 2 年度は和歌山県潮岬の火山岩（デイサイト）分布地域を対象とした隆起ベンチの編年を試みた。その結果、TCN 法により地殻変動に伴う離水年代推定を可能とする良好な結果が得られ、国（原子力規制庁）に報告を行った。	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、国が行う南海トラフ地震の監視・警戒体制への直接的な貢献に至ったこと、複数の地方自治体に対して火山防災施策に必要となる最新情報の提供が為されたこと、複数の Q1 ジャーナルへ論文が掲載されたこと、その一部は学会のみならず一般社会からも防災に資する研究成果として注目されたことから、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと判断する。	

		震とそれに伴う津波の予測及びそれらが周辺域へ災害をもたらす地質学的要因の解明に資する研究開発を行う。 ・火山地質図等の整備による火山噴火履歴の系統的解明並びに小規模高リスク噴火から大規模噴火を対象とした噴火推移・マグマ活動評価手法の研究開発を行う。 ・放射性廃棄物安全規制支援研究として、10 万年オーダーの各種地質変動及び地下水の流動に関する長期的評価手法の整備や、地下深部の長期安定性の予測・評価手法の研究開発を行う。	・恵山、伊豆大島、雌阿寒岳などで火山地質図作成の調査を行うとともに、火山データベースにおける完新世噴火イベントの更新を行う。物質科学的・数理物理学的手法を用い、阿蘇カルデラなどの大規模噴火の準備過程の解析および桜島・阿蘇火山などにおける火砕噴火推移の把握技術の開発を行う。火山活動の推移予測に資する火山活動モデルの構築を目指し、自然電位観測に基づく熱水系の発達過程の解明や地球化学調査に基づく浅部熱水系の物理化学構造のモデル化を行う。 ・規制機関において整備する放射性廃棄物処分に関する審査ガイド等に対応して、隆起及び侵食の評価手法、断層と周辺の高透水ゾーンの評価手法、層理面等の弱面の力学特性の評価手法の構築を行う。また、ボーリング調査結果等を用いて三次元地下水流動モデルの構築を行い、モデルの検証と更新に必要な指標の抽出・評価を行う。特に、線量評価を行う上で重要な要因である天然バリアの性能評価に関しては、深部流体が地層に与える影響、処分坑道建設に伴う掘削影響領域の水理・力学的特性の変化に関する調査、実験及び解析を実施する。		国内の活断層に関する地質情報（活動履歴や平均変位速度等）を網羅的に取りまとめた活断層データベースについては最新知見に基づく更新作業を続けており、令和 2 年度は 2 つの活動セグメントについてのデータを整備した。 ・応力マップ全国展開に向けた AI による地震解析手法の開発 従来の活断層活動性評価手法とは異なるアプローチとして、物理モデルに基づく地震の規模・時期の予測精度向上を目指し、応力や活構造、地表歪の情報などに基づき地震の発生やテクトニクスについて総合的に記述する地震テクトニックマップの作成を進めている。特に、応力場は今後起こりうる大地震の発生様式や規模を推定する上で最も重要な基本情報であることから、日本全国スケールの応力分布図（応力マップ）の作成を進めている。令和 2 年度は、高解像度の応力マップの作成を目指して、日常的に発生している微小地震も含めた大量の地震を解析するために、震源メカニズム解の推定に必要な地震波形データの P 波初動極性の読み取りに人工知能（AI）技術を応用した解析技術の開発に成功し、全国陸域部 20km 以浅で発生した約 11 万個の微小地震の震源メカニズム解を推定した。この解析技術及び研究成果を IF 付き国際誌に公表したところ、日本地震学会広報誌『なゐふる』122 号（2020 年 8 月発行）や米国地震学会（SSA）ウェブサイト上の研究者紹介コーナー“At Work”（2020 年 12 月 16 日公開）で紹介され、AI を地震学へ応用した成功事例として、国内外の学協会において高い評価を得た。 ・首都圏沿岸の津波浸水履歴情報の整備 九十九里浜沿岸の津波堆積物調査により、2 層の津波堆積物を確認した。そのうち上位の津波堆積物は ^{14}C 年代測定により 1677 年延宝もしくは 1703 年元禄と推定された。一方、房総半島南部の海岸段丘の地殻変動解析により、約 1 千年前の下位層に対比される相模トラフを波源とする巨大地震の発生は認定することはできなかった（本成果は共著論文として Q1 ジャーナルに掲載された）。これらの結果から下位層は約 1 千年前に日本海溝南部を波源とする巨大地震の津波堆積物であると示唆することができた。 ・南海トラフ観測データの気象庁常時監視への提供開始 南海トラフにおいては今後 30 年間に M8～9 クラスの地震発生確率が 70～80%と見積もられており、2017 年 11 月より国（気象庁）が南海トラフ全域で地震・地殻変動を 24 時間体制で監視し「南海トラフ地震臨時情報」等を発表することとなった。気象庁のひずみ計による地殻変動の観測は東海地域とその周辺に限られ、東海地域以西に対する監視・観測体制の早急な構築が喫緊の課題であった。一方、産総研では、紀伊半島から四国までの南海トラフ沿いに 16 地点で地下水等総合観測施設を運用し、南海トラフ地震の発生に関係すると考えられるゆっくりすべり（SSE）を対象とした地下水・ひずみ計の観測・データ解析を継続的に行ってきた。これに基づき、令和 2 年 6 月から、紀伊半島から四国に配置した産総研の 12 観測点のひずみ計データが新たに気象庁の 24 時間常時監視対象として活用されることになった。また、気象庁が同データの異常を検知した場合には、産総研でも遅滞なく対応する体制をとることになった。本データ提供は令和 2 年 6 月 23 日に産総研及び気象庁から共同プレスリリースがなされた。社会からの関心も高く、マスコミ取材は計 17 件、産総研公式		

					HP 掲載記事にも多数のアクセスがあった。 ・海溝型巨大地震切迫度評価手法の検討 南海トラフをはじめとする海溝型巨大地震の発生予測手法の開発に資する研究として、南海トラフの陸上のアナログと考えられる延岡衝上断層(宮崎県)の石英脈の分析から、プレート境界付近の水圧変化を推定した。その結果、断層活動前後の水圧変化が先行研究に比べて 10 分の 1 以下(10 MPa 程度)の変動であることが推定できた。本研究は Q1 ジャーナルに公表された後、プレスリリース（令和 2 年 8 月 3 日、報道 7 件）並びに産総研公式ホームページ「さがせ、おもしろ研究！ブルーバックス探検が行く」に掲載され、Yahoo!ニュースにも引用される等、防災に資する研究成果として高い関心が寄せられた。 ・火山地質図・データベースの整備 令和 2 年度は、2011 年度から開始された第 2 期知的基盤整備計画の最終年度にあたる。火山地質図については、計画期間内に 7 火山の完成を目標としていた中、令和 2 年度には「伊豆大島」「雌阿寒岳」の調査を行うと共に、「恵山火山」のとりまとめが完了したことで、計画を予定通り遂行した。 ・大規模噴火に至るマグマ蓄積過程の解明 適切かつ信頼性のある火山防災の計画やその実現のため、大規模火砕噴火の準備・発生・推移の定量的理解を進める研究を進めている。令和 2 年度は、我が国の代表的なカルデラ火山である姶良カルデラを事例研究として、大規模噴火の前後 3 万年間に噴出したマグマとそれに含まれる鉱物結晶の化学組成を測定し、それに基づきマグマが蓄積していた温度・圧力条件とその時間変化を解析した。その結果、約 3 万年以上前から珪長質マグマの蓄積が開始し、大規模噴火に発展したこと、また大噴火の後には組成の異なる新たな珪長質マグマの蓄積が開始していることを明らかにし、IF 付き国際誌に公表した。 ・地方自治体の火山ハザードマップの改訂や噴火避難計画策定への貢献 富士山火山防災対策会議「富士山ハザードマップ(改訂版)検討委員会」に臨時委員として 2 名が参画し、産総研が作成した富士火山地質図(第 2 版)等の最新研究成果を提供した。これにより、従来研究では認識されていなかった側火口の位置を示したことで、ハザードマップの想定火口域が変更され噴石飛散域や溶岩流流下域などの被害想定が見直された。このほか、東京都 6 火山(伊豆大島、三宅島等)の火山防災協議会に委員等として参画し火山避難計画の改訂・策定が令和 2 年 10 月に為された他、御嶽山火山防災訓練に対する助言等を行った。 ・放射性廃棄物の地下埋設処分（中深度処分）に関する安全規制支援研究 原子力規制庁では、原子力発電所の廃炉作業等で生じる低レベル放射性廃棄物の中深度処分に関する規制基準や審査ガイドの策定を進めており、将来 10 万年程度に渡る処分地の地質学的な安定性等を評価するために、地震、火山、隆起・侵食など各種の地質変動のほか、岩盤の特性や地下水の化学的・水理学的特徴等に関する地球科学的知見を必要としている。令和 2 年度は、原子力規制庁からの意向もあり、中深度処分の許可基準規則のうち廃棄物埋設地の自然条件等及び廃棄物埋設地及び坑道の岩盤工学・水理学的特性評価等に関する既存研究の技術的取りまとめを行い、報告を行った。また、地震活動に伴う地下水		

					の流量・化学変化について、起源及び深度の異なる複数の地下水の混合比の時間変化プロセスとして解明し、IF 付き国際誌に公表した。 その他、本課題で実施し計画通り達成した取組の成果を以下に記載する。 ・千島海溝、南海及び相模トラフ沿いの沿岸低地で、津波堆積物調査や地中レーダ探査等を実施し、津波浸水履歴や隆起痕跡地形解析等を行い、断層モデルの検討を進めると共に津波浸水履歴に関する地質情報(柱状図等)を整理した。 ・連動型地震の発生予測の為の調査を糸魚川-静岡構造線断層帯(中北部・中南部)を対象として行い、断層形状と広域応力場に基づく動力学的断層モデルに断層の活動履歴情報を加味することで、起こりうる連動パターンを提示することができた。 ・都市部の地下構造モデルの研究として、奈良盆地東縁断層帯を対象に地震動・微動観測を行い、基盤形状、地下速度構造解析を行うと共に、過去の地震に伴う地盤変形の解明に必要な地下探査データを収集した。 ・火山活動の推移予測に資する火山活動モデルの構築を目指して、2015 年水蒸気噴火が発生した箱根大涌谷に対する自然電位観測に基づく 3 次元比抵抗構造解析等を行い、浅部熱水系モデルを構築したことで、電磁探査(AMT 法)の水蒸気噴火のポテンシャル評価への有用性を示す事ができた。本成果は IF 付き国際誌に公表した。 ・火山活動を評価する上で重要となるマグマ上昇速度やその過程を推定する新たな手法を所内の高温高圧岩石融解実験装置により開発した。 ・噴火推移の準リアルタイム把握技術の開発のための火山灰粒子解析手法の研究を行うとともに、火山灰粒子の特徴のカタログ化・データベース化を進めた。 ・北東北太平洋沿岸部で実施したボーリング調査に基づき、揚水試験による水理特性評価解析や水質・同位体分析、三次元広域地下水流動解析を行い、地下水の流動・組成変化モデルを構築すると共に、水文学的調査による地下水モデルとの整合性についての検討を行った。 ・天然バリアに対する性能評価として、地震・断層活動や弱面すべりの発生等が地盤に与える水理・力学的影響とその影響範囲の評価・モデル化手法に関する調査・実験的検討を行い、中間的な取りまとめを行った。また、深部流体に対して、ヨウ素同位体解析等により瀬戸内地域の流体上昇域の詳細解析を行い、国内査読誌に公表した。 ・内閣府の火山防災対策会議において、行政の施策と研究・技術開発を一体的に推進するための複数の検討チームに参画し、特に「降灰の現地調査の連携・データ共有の検討チーム」では主査担当として火山噴火時に大学・関係機関が取得する降灰調査データの相互流通・利用のガイドラインを取りまとめた。 ・気象庁職員 1 名(週 1 日通年)を技術研修員として受け入れたほか、気象庁の火山業務研修（観測・解析コース;10 名）に産総研から 2 名が講師として参加した。また、東北大学変動地球共生学卓越大学院プログラムにおける課題解決型研修　1 講座を産総研で実施し、将来的に防災対応に携わる若手人材の育成にも貢献した。		

					地震・火山防災に資する基礎情報としての活断層データベース、津波堆積物データベース及び火山地質図整備については、いずれも知的基盤整備計画通り実施することができた。特に、活断層に対する調査においては、地震調査推進本部による主要活断層の評価において地震発生確率が不明な 5 つの活断層に対し、確率評価に必要となるデータを得ることができた。また、新たな活断層の調査手法として、宇宙線生成核種を用いた地形変動解析法を開発し、今後国内の多様な条件下にある活断層への適用性の拡張に向けた研究を進める足かがりを得た。これに加え、AI 技術を用いた震源メカニズム自動解析処理法を構築し、日本全国の陸域部を対象として従来より精緻な応力解析結果を公開することができた。この成果の画期的な点の一つは、一気に全国陸域を網羅する大量の震源メカニズム解が得られたことにある。これにより、AI を活用して膨大な量の地震を短期間で解析できるようになったため、対象地域・期間を容易に拡大できる。このほか、南海トラフ地震に関係する SSE 等の観測手法の開発を目的とした地下水等総合観測においては、ひずみ計観測データが気象庁による 24 時間常時監視への活用が開始された。これにより、気象庁において九州東岸を除く南海トラフのほぼ全域で SSE の発生を早期かつ広範囲に検知できるようになり、国として南海トラフ地震に関連する情報をより正確・迅速に発表することが可能となった。また、海溝型巨大地震の切迫度を評価する手法の開発では、プレート境界付近の水圧変化をモニタリング指標とすることの重要性を物質科学的に指摘することができた。 火山地質図の研究では、恵山火山地質図を取りまとめた。これにより火山噴火予知連絡会により重点的に観測整備が必要とされた 50 の活火山のうち、35 火山に対する地質図が整備されたことになる。「恵山火山」は年間 47 万人が訪れる恵山道立自然公園の中核部で、周辺住民は約 5 千名を数える。本火山は令和 3 年現在も活発な噴気活動が見られ、水蒸気噴火の発生が危惧される火山である。今回の調査の結果、従来確認されていたよりも高頻度(最近 1 万年間に 15 回以上)の噴火が確認され、小規模な噴火でも山麓の住宅地まで降灰、火砕流、土石流が到達していたことが明らかとなった。また溶岩ドーム形成が卓越することから、噴火は長期間（数年）に及ぶ可能性を指摘した。これらの研究成果については、地元自治体「恵山火山防災協議会」に最新知見として情報提供を行った。また、取りまとめ中の「日光白根火山」の調査においては、これまで活火山と認定されていなかった「三岳」が完新世に噴火実績を持つことを明らかにした。「三岳」は観光地である戦場ヶ原の近傍に位置するため、今後の防災対策の検討が必要なことから、学会講演を行い学術的な見地からの検証をうけると共に、本研究成果を地元自治体の防災関係機関に情報提供した。また、本件については地元新聞社から取材を受けた。引き続き、御嶽山等での調査を計画的に実施すると共に、防災対応に関係する重要な知見については、早急に地元自治体等に情報提供を進める。また、火山データベースに関しては、政府・自治体等の防災計画・被害想定・ハザードマップ策定等に必要な火山情報として、新たな主題図「噴火口図(仮称)」などのコンテンツ整備を進める予定である。また、大規模噴火に至るマグマ蓄積時間を明らかにした研究成果を IF 付き国際誌に公表した。マグマの蓄積時間は、周辺地域の地盤の変形速度		

					やその範囲、マグマから地中に放出される揮発性成分による地下水への熱的・化学的影響を制御する要因の一つであることから、本成果は原子力発電所の操業判断のための大規模火山活動のモニタリングや高レベル放射性廃棄物の地層処分における地下環境の長期安定性評価に資する科学的知見となる。このほか、内閣府の府省連携火山防災対応におけるガイドラインを取りまとめ、地方自治体の火山防災協議会における火山ハザードマップの改訂（富士山）や火山噴火避難計画の改訂・策定（伊豆大島等東京都 6 火山）に貢献した。 放射性廃棄物の地下埋設処分に関する安全規制支援研究においては、原子力規制庁が今後策定する規制基準や審査ガイドに必要な地球科学的知見をとりまとめ、報告を行ったところ、原子力規制庁から高い評価が得られ、今後の安全規制施策（審査ガイド等）策定の基礎資料として活用される見込みである。今後、令和 2 年度の中深度処分の取りまとめで抽出された「残された課題」に関する検討を進め、原子力規制庁が制定する埋設地立地適性や線量評価の審査ガイドの科学的信頼性の向上に向けた科学的技術的知見の整備と提供を目指す。		
	○持続可能な安全･安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術および長寿命化技術の開発 革新的なインフラ健全性診断技術およびインフラ長寿命化に向けた技術開発を行う。開発した技術は産学官連携による実証試験を通して早期の社会実装を目指す。	○持続可能な安全･安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術および長寿命化技術の開発 革新的なインフラ健全性診断技術及びインフラ長寿命化に向けた技術を開発する。開発した技術は産学官連携による実証試験を通して早期の社会実装を図る。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究	○持続可能な安全・安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術および長寿命化技術の開発 ・高信頼性インフラ劣化診断に向けて、微小振動計測の低ノイズ化技術や高感度加速度センサの信頼性評価技術を開発するとともに、構造物現場から得られる音響、画像データの AI 解析から構造物の劣化を診断する技術や保守・点検を原位置で調査することができる物理探査技術の開発を行う。また、高伸縮比を有した柔軟アクチュエータを活用して、垂直管や曲管を含む配管内を移動・検査するロボット技術及び異常部可視化技術の開発を行う。 ・インフラ設備の耐久性向		2018 年度国土交通省白書によると 2033 年に我が国のトンネル 11,000 本の 42%、道路橋 73 万橋の 63%が築半世紀を超えるとされる。また産業インフラの代表であるエチレンプラントでは 2022 年に半数以上が稼働年数 50 年を超えるとされている。このように我が国における社会・産業インフラは急速に老朽化が進むことから、維持管理に要する費用と手間の増大が懸念されている。 また同白書には老朽化したインフラの維持管理に定期検査を行う予防保全と、損傷した毎に修復する事後保全を適用した場合の経費が比較されている。それによると予防保全を適用することで 20 年後（2038 年）、及び 30 年後（2048 年）にはそれぞれ 22%、及び 47%の経費削減が可能とされている。 以上から老朽化したインフラが抱える社会課題の解決には、信頼性の高い効率的な予防保全の実現、ならびに長期間に渡りインフラの健全性を保つことができる材料・構造を用いる必要がある。そこで令和 2 年度から持続可能な安全･安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術及び長寿命化技術の開発を始めることとした。 上記の社会課題を解決するため、以下の 3 つの技術課題を設定した。 １．新規要素技術：従来の構造検査を改良する新規要素技術を開発する。具体的には 3 次元 X 線検査、分光を利用したコンクリート劣化監視、電磁気を利用した土中計測、外乱環境下において加速度センサの計測値確度を保証する感度補正技術、及び超音波を利用した配管浸食監視技術を開発する。 ２．IT・ロボット活用検査技術：効率的、かつ高精度なインフラ健全性監視を実現するため、健全性診断への AI 適用、ロボットを利用した検査技術、ならびに無線通信や応力発光を利用した遠隔監視技術を開発する。 ３．長寿命化技術：インフラの長寿命化に資する耐久性コーティング技術の開発、輸送インフラ構造材料として期待されている Mg 合金の開発、これら開発された材料の物性を評価する新規な計測技術を開発する。またインフラ寿命判断を支援する技術として、実構造物において損傷しやすい部位や形態をシミュ	水準を満たしている。 革新的インフラ健全性診断や長寿命化といった社会課題に資する技術や性能向上について研究開発を実施し、Q1 ジャーナル 9 報を含む 30 報の論文を発表した。さらに、小型 X 線システムを利用した検査、画像データに AI 解析を適用して自動的に欠陥を検出する技術、金属・ポリマーの耐久性を向上させるコーティング開発は関連企業から注目を集め、社会実装に向けた共同研究を開始した。以上より、社会課題の解決に向けてインパクトのある成果が得られたといえる。	

		開発が見込まれる。 ・老朽化が進んだインフラの健全性診断のため、非破壊検査の要素技術の高度化を図るとともに、効率的な検査実現のためAI・ロボット技術を活用した検査システムを開発する。さらに、インフラ診断の信頼性とトレーサビリティを確保するための計量・計測技術を開発する。 ・地震動によるインフラ被害の評価・予測技術を研究開発するとともに、耐久性に優れた素材や素材改質技術を開発する。また、インフラ自動施工等インフラ建設に関する新技術を開発する。さらに、インフラ構造部材の劣化診断等、特性評価の基盤技術を構築する。	上に向け、先進コーティング技術による防錆・防食コーティングやリペア技術の研究開発を行う。インフラ構造部材の特性評価の基盤技術として、微小力計測の高度化に取り組むとともに、構造部材が外力を受けた際の変形様式等から、内部の損傷個所を高精度で同定する技術について、基礎理論の構築や計測システムの開発を推進する。さらに、インフラ劣化診断用センシングデバイスの高耐久性実装技術の開発を行う。		レーションする技術を確立する。 以下、各課題における令和２年度成果を記す。 1)新規要素技術 1-1） ３次元Ｘ線検査技術：人体と比べて構造物はＸ線が透過しにくく、検査には大きな加速電圧を要するため医療用と比較して X 線源が大型になることにより撮影角度が制限されるなどの課題が存在する。このため構造物 X 線検査で得られる透過像情報は限られたものになり、高精度な検査が難しい。そこで本課題ではナノ構造カーボン電極を用いた超小型 X 線源と高感度検出器を用いて、撮影の自由度と検査精度を大きく改善した 3 次元画像 X 線検査システムを構築することを最終目標とした開発を実施している。令和２年度はＸ線検査システムを用いて毎秒 1 画像以上の高速撮影を実現した。さらに欠陥形状や大きさを容易に識別するため、撮影角度の異なる透過像を用いて 3 次元画像を再構成する検査システムの検討を開始した。本研究成果は民間企業が抱えていた技術課題を解決できることが分かり、本装置の実用化を目指した電柱内部の鉄筋観察に係る共同研究を関連電柱施工会社と開始した。さらに今後の共同研究につなげることを想定し、関連特許１件を出願した。 1-2）分光を利用したコンクリート劣化監視技術：コンクリート強度を大幅に低下させる塩化物、硫化物やアルカリシリカ反応の検出は、従来コンクリートの一部を採取して成分分析する破壊検査が行われてきたが、非破壊検査が望ましい。そこで本課題はコンクリートの近赤外域の吸光スペクトル分析から腐食状況を遠隔計測できる分光カメラシステムの開発を最終目標とする。令和２年度は 20 m 離れた位置から一回の計測で 25 m^2 のコンクリートの塩害状況を評価できることを確認し、アルカリシリカ反応の検出に向けた近赤外検出系の構築を開始した。また本開発成果について論文２報（うち Q1 論文１報）を発表した。 1-3）電磁気を用いた土中計測：水道インフラや堤防などの土木インフラの健全性を保証するためには地下の地質構造の正確な評価が求められる。そこで本課題では、土中に電場を印加し、比抵抗測定から地質構造を評価する浅部用高周波システムと深部用直流探査システムを開発することを最終目標としている。令和 2 年度は浅部用高周波探査システムの位置分解能を向上させる改良を行った。当該高周波探査システムは知財開示契約ならびに実施契約を民間企業と結び、現在技術移転に係る共同研究を実施している。 1-4）加速度センサの計測値確度保証技術：構造物診断に振動計測が利用されるが、微小振動は外乱やセンサのノイズに埋もれてしまい精密な計測が困難であった。そこで本課題では、精密計測を実現する加速度センサ補正技術として、防振台の固有振動数を低減させ、レーザ干渉計の動作を安定させる改良を実施することで、周波数 1 Hz～100 Hz において水平方向の微小振動を計測するレーザ干渉計のノイズレベルを 1/100 に低減することで、当初の目的とする低		

					減量を達成した。さらに近年利用が広がっている MEMS で作成された高感度デジタル出力型加速度センサの周波数応答を評価するシステムを構築した。本開発技術は、NEDO-PJ「超微小量センシング信頼性評価技術開発」において、様々な環境下に対応する加速度センサ補正技術開発を進めるとともに、技術コンサルティングを通した民間企業への技術提供を実施している。 　これら 4 件の主要な開発に加え、以下の開発を実施した。 ・鉄筋コンクリートの内部鉄筋の腐食はコンクリート中の水分に大きく依存する。そこでコンクリートの土中含有率を測定するため、核磁気共鳴を利用して深さ 5 mm の水分量を評価できるセンサ回路を設計した。 ・土壌を掘り起こすことなく土中埋設管の健全性を評価する技術が望まれている。そこで土中埋設管にマイクロ波を伝搬させ、埋設管近傍に異物や配壁に損傷がある場合にマイクロ波が減衰する現象を利用した土中埋設管検査手法の有効性を検証した。 ・発電所の熱交換システムで問題になる気泡浸食による配管の減肉を抑制するため、令和 2 年度は配管内の気泡分布を測定する超音波診断システムを構築した。 2) IT・ロボット活用検査技術 2-1) インフラ健全性診断への AI 適用：構造物中の欠陥検査は検査員の技量に依存し、また疲労のため長時間に渡る高精度な検査は困難であった。本課題ではこれらの問題を解決するため、超音波伝搬映像の AI 解析から欠陥を自動検出する技術を開発することを最終目標としている。令和 2 年度は各種人工欠陥を導入した金属板の超音波伝搬画像データベースを構築し、従来の機械学習を発展させた 3 次元畳み込み深層学習を用いた画像認識エンジンを開発した。その結果、検査員と同等の約 97%の精度で欠陥の自動検出を達成した。当該画像認識技術は素材メーカから注目され、航空機部材に用いられる炭素繊維複合材料の接合部における 5 mm 以下の剥離やボイドを検出する検査システム開発に関する共同研究を開始し、さらに技術コンサル 3 件を実施した。 　また音響を利用したインフラ診断の精度向上を目指し、試験体をハンマーや打診棒で打撃したときに生じる音響及び振動波形を AI 解析する音響認識エンジンを開発した。さらに磁歪素子を用いた加振プローブを開発した。本開発成果を元に技術コンサル 1 件を実施した。 2-2) ロボットを利用した検査技術：産業プラントでは被覆材下腐食と呼ばれる被覆材と配管の間に生じる腐食を、被覆材をはがすことなく検出する技術が望まれている。その課題に取り組むため、内径 31 mm の細径配管内を空気圧駆動の柔軟なアクチュエータを用いて尺取り虫のように推進し、最大直径 7 mm の工業用内視鏡やセンサを取り付けて水平管、垂直管、及び曲管を平均速度 25 mm/s で走行する配管走行ロボットを開発した。このロボット技術の詳細は Q1 ジャーナルである IEEE RA-L に発表した。現在、配管壁を加熱して、温度の時間変化の様子から腐食を検出できるか検討している。		

					2-3）無線通信プリンテッドセンサによる評価技術：近年、印刷技術を利用した多様な構成のセンサが製造され、これらを用いた効率的な構造物検査が期待されている。本課題は印刷技術で作成されたひずみセンサを構造物に貼り付け、無線通信されるひずみ情報からひび割れ発生・進展を検出する遠隔監視システムを開発することを最終目標としている。令和 2 年度は凹凸のある構造物にセンサシートを空隙なく貼り付けられる高耐久接着シートを開発した。このセンサは実装に資することから高速道路会社の興味を引き、高速道路橋梁のひび進展を監視する共同研究を開始した。さらにゲージ長 1 m の長尺ひずみセンサを用いて石油タンク溶接部のき裂進展を監視する実証プロジェクト（消防防災科学技術研究推進制度予算「屋外貯蔵タンクの浮き屋根監視用防爆センサシステムの開発」）と企業との共同研究 1 件を開始した。また関連する成果として Q1 論文 3 報、知財出願 2 件を実施した。 　これら 3 件の主要な開発に加え、以下の技術開発を実施した。 ・ドローンを利用した空中撮影画像から構造物の変形分布を計測する技術の開発を実施。 ・画像を利用した高精度な変形計測技術を利用して、鉄道が通過する際のコンクリート橋のたわみのサブミリ精度の計測に成功。 ・応力集中部を可視化する応力発光を活用して、アルミの塑性変形に伴うリューダース帯、ステンレス鋼の疲労試験において疲労寿命の約半分の疲労サイクルにおいて発生した初期疲労き裂進展の可視化に成功。 3）長寿命化技術 3-1）耐久性コーティング技術：本課題ではインフラ構造材料である金属や樹脂の長寿命化に資する表面改質を目的に、光有機金属分解法（光 MOD 法）やエアロゾルデポジション法による防錆・防食コーティングの開発を最終目標としている。令和 2 年度は、光 MOD 法による大気中でのハイブリッドコーティングを用いた撥水コーティングによる防錆・防食コーティング技術を開発した。金属への防食に加えて、従来困難であった防風壁などの道路インフラに多用されるポリカーボネートの紫外線による強度、及び変色劣化などの課題解決にもつながった。また、従来、防食に用いられてきた劣化フッ素樹脂除去といった問題を解決するため、光反応コーティングによりフッ素樹脂リペアコーティング技術を開発した。今後は耐久性試験や物性評価を行い、それらの結果を物性向上に向けたプロセス改良につなげる。本成膜技術は実装化に向けて道路インフラ企業と共同研究を開始したほか、開発された防錆・防食コーティング膜は高い撥水性があることから水分で大きく電波強度が減衰する次世代通信インフラ部材への適用が期待され、公的外部資金 NEDO PJ「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」を獲得し、研究開発を開始した。 　また、当該コーティングに関連した材料開発・評価技術開発として以下の成果が得られた。 ・豪雪地域における交通インフラの保護を目的に融雪ヒータ用低抵抗透明導電膜を開発した。さらに導電性薄膜の 2,000 回以上の冷熱サイクル加速劣化試験、及び 2 か月以上の高温保持による耐熱性評価を実施した。		

					・コーティングの硬さ評価に必要な微小力測定技術の確立を目指し、キッブルバランス法を利用した回転式の電磁力式微小力発生装置を考案し、マイクロニュートンからミリニュートンレンジの微小力を発生させる機構を構築した。また、静電力を利用してマイクロニュートンレンジの力をプランク定数から直接測定する電圧天びんの高精度化を進め、4 桁精度の測定を可能とした。 ・ゲルの表面に液体が浸みだす生体模倣性材料である Self-lubricating Organogel（SLUG）を利用することで経済的な防汚コーティングが可能であることを見出し、SLUG と基材の密着性を高めるためのプライマーの開発を開始した。 ・レーザ照射により励起された電子の遷移状況から膜の劣化機構を解明する電子分光システムを構築。 ・膜劣化による化学結合変化をラマンシフトから評価する分析システムを構築。 以上の開発成果を元に Q1 論文 4 報、知財出願 1 件、技術コンサル 2 件を実施した。 3-2） Mg 合金の開発：Mg 合金は優れた比強度から輸送インフラの電子部品収納筐体材料として期待されているが、熱伝導特性と成形性を両立させることが困難で実用化に至っていない。そこで本課題ではこれらの特性を同時発現する Mg 合金の組成を見出し、輸送インフラへ適用することを最終目標とした開発を実施した。令和 2 年度は Mg-Zn-Al-Ca-Mn 合金をベースとして、両特性を兼備する配合候補を抽出し、1.5 wt% Zn の合金で優れた室温成形性と熱伝導率を兼備することを確認した。開発された合金は、合金製造・加工メーカに注目され、3 社と共同研究、技術コンサル 2 件を実施することとなった。さらに Mg 合金を用いて実構造物製造に関する NEDO PJ「革新的新構造材料等研究開発」に参画し、実用化に向けた研究も並行して進めている。また Mg 合金の熱物性評価法としてレーザフラッシュ法を適用し、Mg 合金の熱拡散率評価としての適合性検証をするとともに、Mg 合金やコーティング材の熱拡散率をより精密に効率良く測定するための測定技術要素の開発に着手した。 3-3）インフラ構造損傷シミュレーション：橋梁等に用いられる構造部材の損傷箇所を推定するためトポロジー最適化と Lasso 正則化項を組み合わせた手法を切り欠き平板モデルに適用し、従来手法よりも高精度に内部の損傷箇所を推定できた。また損傷を有するトラス橋（桁部分にトラス構造を使った橋）に荷重を負荷した際の変位分布と損傷位置の関係を有限要素解析で評価し、実構造物へのシミュレーション適用の有効性を検証し、たわみ量の算出等計測システムの開発に資する基礎理論の構築を実施した。これらのシミュレーション結果から、モアレを利用した変形計測システムを利用した損傷検出の際に求められる変位分解能や測定箇所が導出された。 我が国の社会・産業インフラは急速に老朽化しており、今後の維持管理に要する手間と費用の増大が懸念される。さらに少子高齢化による生産年齢人口の		

					減少と相まって、社会・産業インフラの健全性保証は我が国にとって喫緊の社会課題である。 　新規要素技術として開発している高速撮影可能な小型 X 線検査システムが実現すれば、撮影された複数の 2 次元画像から 3 次元画像が再構成可能になり、人体検査のような立体視映像を得ることができる。その結果、欠陥の大きさや形状を容易に認識でき、インフラ内部の欠陥状態をより詳細に把握することができる。また分光カメラ撮影による近赤外域の吸光スペクトル解析からコンクリート劣化状況を評価する遠隔検査技術を確立することで、従来検査のように足場を組む必要がなくなり、検査日数とコストを抑えることができる。 　IT を活用した技術では超音波伝搬映像に AI 画像認識を適用することで、検査員と同等の精度で欠陥検出できることを実証した。この成果は検査員なしで欠陥を自動検出する可能性を示すもので、高精度・効率的な検査の実現に大きく貢献することが期待される。またロボットを利用した検査としてドローンに搭載されたカメラを用いて撮影された画像から構造物の変形分布を計測する技術の開発を試みている。従来の地面に設置したカメラによる撮影では、海峡や山間部に掛かる橋といったカメラと被写体までの距離が長い場合、解析に必要な精細画像が得られず、変形計測は困難であった。本ドローンとの融合技術が確立できれば、場所に関係なく全ての橋梁の健全性を評価できる。 　インフラ構造物の長寿命化に寄与する表面改質技術として開発している酸化チタンコーティングは撥水性・防氷性を有することから冬に氷着で問題になる交通インフラ用部材として、また水分で電波が大きく減衰する次世代通信用インフラ部材としてなど幅広い適用が期待される。 　現在の社会情勢を鑑みると、今後はインフラ診断のコスト削減、及びソーシャルディスタンス確保を目的とした遠隔検査・自動化技術がより一層求められることとなる。そこで令和 3 年度以降はこれらの要望に応える新規要素技術や IT・ロボット活用研究を重点的に進めることを考えている。また本研究から得られた成果は企業等との連携を通じて迅速に社会実装することで、我が国の持続可能な安全・安心社会のための革新的インフラ健全性診断及び長寿命化に資することを目指す。		
	４.コロナ対策 〇新型コロナウイルス感染症の対策 〇新型コロナウイルス感染症の感染防止や予防等に資する技術の開発 SDGs の達成やエネルギー・環	中長期計画および年度計画にはなかったが、緊急の社会要請に対応した。	・年度計画にはなかったが、緊急の社会要請に対応した。		第 5 期中長期計画では、産総研は「エネルギー・環境」「少子高齢化」「強靭な国土・防災」という社会課題の解決を目指していくことを示している。その後、新型コロナウイルス感染症という大きな社会課題が生じた。この世界的な難局を打開するため、産総研として取り組むべき課題を明らかにし、迅速に研究開発を推進することが求められている。 　コロナ禍における社会動向の把握と、社会の変化に対して求められる技術・社会課題を把握し、産総研が社会課題解決に向けて何をしなければならないのかを検討するため、所内でアフターコロナ検討チームを立ち上げた。この検討チームには、7 つの研究領域だけでなく、イノベーション推進本部や広報部なども参加し、課題解決に向けて全所的に取り組むことができる体制とした。検討チーム内での議論の結果、産総研が全所的に取り組むべき課題として、「感染防止対策や行動指針」に繋がる研究を規定し、理事長裁量予算を配賦し、領	水準以上に達成している。 　喫緊の社会課題であるコロナウイルス感染症に対して、産総研として全所的に取り組むための体制を迅速に整え、社会課題からのバックキャストにより研究課題を決定、領域融合により取り組むべく理事長裁量予算を配賦	

	境制約、少子高齢化などの社会課題の解決と、日本の持続的な経済成長・産業競争力の強化に貢献する Society5.0 の概念に基づく革新的なイノベーションが求められている中、ゼロエミッション社会、資源循環型社会、健康長寿社会等の「持続可能な社会の実現」を目指して研究開発に取り組む。特に、2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減を目指すための新たなエネルギー・環境技術の開発、健康寿命の延伸に貢献する技術の開発、デジタル革命を促進する技術の開発・社会実装などに新たに重点的に取り組む。 【重要度：高】 【困難度：高】 課題先進国である我が国が				域融合で取り組むための体制を構築した。テーマとして「鉄道やバス、イベント会場等における飛沫の実態把握とリスク評価」及び「人の活動に安心を与える行動指針を示して経済活動を再開するための技術開発」の 2 つを設定し取り組むこととした。 「鉄道やバス、イベント会場等における飛沫の実態把握とリスク評価」については、政府機関や民間スポーツ団体などからの要請もあり、不特定多数の人が利用する公共交通機関の車両内の換気について、走行時の窓開けなど、換気効果の計測を実施し、事業者の新型コロナウイルス対策の指針などの作成に貢献している。 政府からの要請で、飲食時に会話の際、口からどのように飛沫が飛ぶかを可視化・測定する実験を行った結果、飲食という行為が飛沫の飛散に与える明確な影響は無く、飲食時にマスクをしていないことによる影響に帰着されるのではないか、ということが明らかになった。この結果は第 15 回新型コロナウイルス感染症対策分科会 で報告され、「イベント中の発声がないことを前提にしうる催物（映画館等）に限定して、収容率を 100%以内にすることができることとする。」という政府の方針の決定に貢献した。 さらに、J リーグのスタジアムやクラブハウスなどでの新型コロナウイルス感染予防のための調査では、選手・スタッフが立ち入るエリアを対象としたロッカールーム ・アップルーム、審判控室、運営本部等の CO_2 濃度を測定するとともに、入場者間の平均距離、マスクの着用の有無、応援方法などの行動、ロッカーなどでの選手・スタッフの社会的距離や発話状況を調査することにより、大規模集客イベントなどでの新型コロナ感染リスクの見える化を行い、対策の指針作りや対策効果の評価へ貢献している。これらの取り組みについてプレスリリースを行い、社会への周知することにより、テレビや新聞等にて 29 件（テレビ 3 件、新聞 6 件及び Web20 件）取り上げられている。 「人の活動に安心を与える行動指針を示して経済活動を再開するための技術開発」では、社会課題を解決するための手段の分析と、産総研が保有する技術インテリジェンスの可視化の結果をふまえ、感染リスクを持続的に軽減するための技術として、ウイルス感染のリスク低減、ウイルスの見える化、及びポストコロナにおける人・事業の生産性向上に資する技術開発を規定し、研究開発に取り組んでいる。 「新型コロナウイルスの迅速検出技術の開発」では、新型コロナウイルスの感染の拡大を抑えるために、現場でウイルスを迅速に特定できる遺伝子検査機が求められている。全世界における新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染者数は 1 億人を超え、死者 200 万人に上るなど、そのパンデミックが問題となっている。現在、国内における新型コロナウイルス感染の確定診断には、抗原検査法とポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法が用いられている。PCR 法はウイルスの遺伝子を増幅するため、その検出感度が高く、抗原検査法では行えない無症状感染者の確定診断が可能である。ところが、これまでの PCR 装置は大型で消費電力が大きく、価格も高いことから専門施設内での利用に限られること、現場からサンプルを送付する必要があること、さらに測定に約 1 時間かかることなどが普及の足かせとなっていた。産総研では、これまでに高速かつ小型の	し研究推進を加速した。年度当初に想定されていない課題に対して、迅速に対応、領域融合による研究実施体制を構築、政府方針決定への貢献や感染リスクの見える化など、社会課題解決に向けた取り組みは高く評価できる。	

	社会課題の解決と経済成長を実現するために取り組む研究開発は、世界でも類例のない取組であり、多様な研究を効果的かつ着実に実施していく必要があるため。				PCR 装置の開発を進め、5～15 分程度で遺伝子検出が可能な卓上サイズの PCR 装置の試作を完成させ、連携先の企業によって開発・製造され販売開始に至った。令和 2 年度は、連携先の企業とともに新型コロナウイルス検出に用いる専用試薬キットを開発した。このキットは当該企業より上市され、既に公的医療保険の適用を受けるに至っている。本キットの販売は、連携企業と産総研の共同成果として、日本経済新聞や日刊薬業など国内の複数のメディアに取り上げられるなど、大きく社会的注目を集めた。また、本 PCR 装置、及びその専用試薬キットの根本を成す高速 PCR 技術については、先端分析機器の研究開発として評価を受け、日本分析化学会より令和 2 年度先端分析技術賞・日本分析機器工業会（JAIMA）機器開発賞を受賞した。 本成果によって、これまで専門施設内に限られていた高精度の遺伝子検査が場所を問わず実施可能となり、ウイルスを現場で素早く特定できるようになった。開発した PCR 装置はすでに新型コロナウイルスの検査体制が整備されている全国の医療機関に設置されている。ウイルスを現場で迅速に特定できることから、空港などの検疫における利用が見込まれ、将来ワクチン等によって国内での新型コロナウイルスの感染が収束した後も、海外からの持ち込みを防ぐことが可能となると期待される。さらには、本 PCR 技術・装置は、様々な感染症の診断にも応用可能であり、幅広い分野での活用が期待される。		
	（2）戦略的研究マネジメントの推進 社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するため、全所的･融合的な研究マネジメント機能を強化し、産総研の研究内容の多様性と、これまで培ってきた企業や大学などとの連携力を活かし、各研究領域の枠を超えて企業や大学等の研究者とこれまで以	（2）戦略的研究マネジメントの推進 社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するため、全所的・融合的な研究マネジメント機能を強化し、産総研の研究内容の多様性と、これまで培ってきた企業や大学等との連携力を活かし、各研究領域の枠を超えて企業や大学等の研究者とこれまで以上に	（2）戦略的研究マネジメントの推進 ・社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するため、企画本部の研究マネジメント機能を強化する体制を整える。科学技術基本計画等の国家戦略に基づく研究戦略を策定し、同戦略を推進するための融合センター・ラボ設立に向けた総合調整を行う。	○社会課題の解決に向けて、産総研の総合力を活かして連携・融合して研究に取り組むための全所的研究戦略を策定し、その実現に向けた研究マネジメントができているか ・具体的な研究マネジメントの取組状況 等	・第 5 期中長期計画では、産総研は「エネルギー・環境」「少子高齢化」「強靭な国土・防災」という社会課題の解決を目指していくことを示している。その後、新型コロナウイルス感染症という大きな社会課題が生じた。この世界的な難局を打開するため、産総研として取り組むべき課題を明らかにし、迅速に研究開発を推進することが求められている。 社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するため、企画本部内に設置した研究戦略室にて、社会課題解決に向けて領域融合により取り組むための融合センター・ラボの運営をサポートするとともに、これらに係る研究を推進するための領域融合プロジェクトを立ち上げた。 さらに、科学技術基本計画等の国家戦略に基づき社会課題からのバックキャストにより研究テーマを設定し、戦略的に研究開発を推進するための研究戦略を策定した。 加えて、喫緊の課題である新型コロナウイルス感染症対策への対応として、コロナ禍における社会動向の把握と、社会の変化に対して求められる技術・社会課題を把握し、産総研が社会課題解決に向けて取り組むべき課題を検討するため、所内でアフターコロナ検討チームを立ち上げた。当該チームで毎週の所内会議にて検討した結果をもとに、所内公募を行い、産総研の総合力を活かして連携・融合して研究に取り組むための研究テーマを設定した。	社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発を推進するための研究マネジメント体制の整備や、研究戦略の策定を年度計画通り実施した。具体的には、企画本部内に設置した研究戦略室が主導して、社会課題解決に向けて領域融合で取り組む融合センター・ラボの設立及び運営に関する総合調整を行った。さらに、科学技術基本計画等の国家戦略に基づき社会課題からのバックキャストにより研究テーマを設定し、戦略的に研究開発を推進するための研究戦略を策定した。	

	上に連携・融合して取り組むよう制度の設計、運用及び全体調整を行う。さらに、各領域の取組や戦略に関する情報を集約し、産総研全体の研究戦略の策定等に取り組む。	連携・融合して取り組むよう制度の設計、運用及び全体調整を行う。さらに、各領域の取組や戦略に関する情報を集約し、産総研全体の研究戦略の策定等に取り組む。 具体的には、研究所全体の経営方針の企画調整機能を担う企画本部の体制及び役割の見直しを行い、各研究領域との調整機能を強化するとともに、各研究領域における産学官との取組や技術情報等の情報を集約する機能の更なる強化を行う。特に、社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発については、効果的に研究を推進するために必要となる体制の整備に向けて、所内外の研究者との連携や融合が可能となる					

		ような全体調整を行う。 また、将来に予想される社会変化を見据えつつ、科学技術基本計画等の国家戦略等に基づき、産総研全体としての研究戦略を策定するとともに、機動的にその見直しを行う。					

様式２－１－４－１　国立研究開発法人　年度評価　項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅰ―２	経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充		
関連する政策・施策	我が国全体の科学技術イノベーション政策	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人産業技術総合研究所法第１１条第１項
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載） 困難度：高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	（研究開発評価、政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

①主な参考指標情報

	基準値等	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）

	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
研究開発予算額（千円）	11,193,467				
従事人員数	5,522 の内数				

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価 主な業務実績等	法人の業務実績等・自己評価 自己評価	主務大臣による評価
２．経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充 （１）　産業競争力の強化に向けた重点的研究開発の推進 第４期に培った橋渡し機能を一層拡充させるため、企業にとってより共同研究等に結び付きやすい、産業ニーズに的確かつ	２．経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充 （１）産業競争力の強化に向けた重点的研究開発の推進 第４期に培った橋渡し機能を一層推進・深化させるため、企業にとってより共同研究等に結び付きやすい、産業ニーズに的確	２．経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充 （１）産業競争力の強化に向けた重点的研究開発の推進 具体的な研究開発の方針は以下別紙に掲げる。	○第４期に構築した橋渡し機能を拡充し、産業ニーズに的確かつ高度に応えた産業競争力の強化に結びつく研究開発が実施できているか ・テーマ設定の適切性（モニタリング指標） ・具体的な研究開発成果 ・民間からの資金獲得額（モニタリング指標） 等	エネルギー・環境領域については、モビリティエネルギーのための技術の開発として、将来のモビリティ用エンジンの RDE（Real Driving Emission）低減に向けた燃料噴霧に関する衝撃波の発生と影響の予測、従来よりも 10 倍高速なシミュレーション技術による、捕集フィルタ内部の微小空間における過渡的かつ微小な現象の再現、バーチャル車両評価システムによる車両走行条件における燃費改善・省エネルギー効果の評価手法の実現、自動車分野等での要求に応える約１桁の改善となるパワーサイクル耐久性（30 万回超）を実現した SiC パワーモジュールなどの実績をあげた。 電力エネルギー制御技術の開発として、SiC デバイスにて 10 kV 超の耐電圧を実現する 4H-SiC エピタキシャル膜の厚膜化・量産工程での高品質化、金属多硫化物を正極に用いる革新的な高エネルギー密度電池の開発において課題であったサイクル特性の改善、レアメタルフリーな有機正極電池において実用電池に近い 800 mAh ラミネート電池での動作実証、燃料電池用電極触媒としての従来の 10 倍以上の活性を持つ有機分子を吸着させたコアシェル触媒に有機分子を吸着させた電極触媒の開発などの実績をあげた。 生命・工学領域について、医療システムを支援する先端基盤技術の開発として、膜タンパク質に対する優れた活性を有するジスルフィドリッチペプチドについて、ライブラリー、スクリーニング、少量多品種生産技術を組み合わせた一気通貫の創薬支援技術、分子シミュレーションによる新型コロナウ	＜評定と根拠＞ 評定：A 根拠：経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充に向けて、モビリティエネルギー及び電力エネルギー制御技術、医療システム支援のための先端基盤技術及び生物資源利用技術、人工知能技術及びサイバーフィジカルシステム技術、ナノマテリアル、スマート化学生産技術及び革新材料技術、エネルギー効率向上のためのデバイス・回路技術、情報通信技術、データ活用拡大に資する情報通信技術及び変化す	評定　A ＜評定に至った理由＞ 令和２年度は、産総研の目的・業務、中長期目標等に照らし、成果及び取組等について総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が

	高度に応えた研究を実施する。特に、モビリティエネルギーのための技術や電力エネルギーの制御技術、医療システム支援のための基盤技術、生物資源の利用技術、人工知能技術やサイバーフィジカルシステム技術、革新的材料技術、デバイス・回路技術や情報通信技術の高度化、地圏の産業利用、産業の高度化を支える計測技術などの研究開発に重点的に拡充して取り組む。 【困難度：高】 社会的・技術的動向をタイムリーに把握するとともに、産業界や個別企業との組織対組織の関係を強化し、そのニーズに応える産総研の技術シーズ群を幅広く構築すること、更には企業等との共同	かつ高度に応えた研究を実施する。特に、モビリティエネルギーのための技術や電力エネルギーの制御技術、医療システム支援のための基盤技術、生物資源の利用技術、人工知能技術やサイバーフィジカルシステム技術、革新的材料技術、デバイス・回路技術や情報通信技術の高度化、地圏の産業利用、産業の高度化を支える計測技術等の研究開発に重点的に取り組む。 具体的には、エネルギー・環境領域ではモビリティエネルギーための技術の開発や電力エネルギー制御技術の開発等、生命工学領域では医療システムを支援する先端基盤技術の開発やバイオエコノミー社会を実現する生			イルスの治療薬候補の絞り込みなど医薬品開発に対して実績をあげた。 バイオエコノミー社会を実現する生物資源利用技術として、廃水処理の中枢工程である汚泥消化プロセスで活性化等の鍵を握る微生物について最先端のゲノム解析により特殊かつ多様な代謝戦略の解明と廃水処理プロセス改良方法の考案、AI によって抗体医薬の機能向上につながる変異箇所を予測して従来の機能性タンパク質の開発を効率化・民間企業への橋渡しなどの実績をあげた。 情報・人間工学領域について、人間中心の AI 社会を実現する人工知能技術の開発として、人間による組み立て作業に関する観測データを収集し、AI 認識結果に基づいて、リアルタイムで作業内容を記号的に可視化、AI 技術のビジネス活用の障壁となっている品質管理について機械学習品質管理ガイドラインを作成し公開、少ない学習データ（従来手法に対して 1.52 倍の高速化、1/3 の学習回数）でもリアルタイムにかつ病変検出精度を専門医レベルに向上することが可能な医療用認識モデルの開発、AI とシミュレーション技術を融合した生産ラインの事前評価の高い信頼性及び効率化を実現などの実績をあげた。 サイバーフィジカルシステム技術については、慣性センサ、脈波センサを用いた人の心身状態を取り扱うセンサ・計測・評価技術、安全と安心を担保するための CPS におけるセキュリティ技術などの実績をあげた。 モビリティ技術については、自動運転の際の課題となる自動から手動運転に安全に引き継ぐ方法の確立のための引継ぎに要する時間の定量化、自治体との共同による低速自動運転車両を用いたサービス実証と中型自動運転バスを用いた数か月にわたる実証実験と事業性の評価などの実績をあげた。 材料・化学領域について、ナノマテリアル技術の開発として、高品位 CNT 合成技術や品質の劣化を抑えた分散技術による複合材料などの開発と新規用途の開発、大気中 100 ℃の低温熱源上で 70 日以上の連続発電に成功しセンサーネットワークの自立電源駆動が可能、上市・事業化に向けた道筋を明確とした熱発電デバイスなどの実績をあげた。 スマート化学生産技術の開発として、独自に開発した分光学的評価法を用いたナノセルロースの分子構造と材料特性（強度や発色性等）との相関関係の明確化など、バイオマス等の再生可能資源を原料としたバイオ界面活性剤、バイオプラスチック等の製造や利活用技術の確立、膨大な分析情報から核心的情報を取り出すデータマイニング技術及び構造データから物性や耐久性を相関させるインフォマティクス技術を組み合わせた材料診断技術、計算シミュレーションや実験と AI・機械学習を組み合わせ、従来の人的作業に比べ 10 倍効率化可能な薄膜合成装置の実現などの実績をあげた。 革新材料技術の開発として、LPG の炭化水素燃料を直接利用した世界初の SOFC ドローンの実証研究、ナノ結晶単層キャパシタデバイスを用いた高性能な誘電体の実用化、ppb オーダーの低濃度のアセトンやアンモニアの検出が可能なセラミックスガスセンサの開発などの実績をあげた。	るニーズに対応する製造技術、産業利用のための地圏の評価、ものづくり・サービス産業、バイオ・メディカル・アグリ産業等の高度化を支える計測技術など、民間企業との共同研究、産総研発ベンチャーの創業、今後の企業連携・実用化につながる研究成果も次々と生み出されている。なお、冠ラボや OIL の機能強化・制度改善、地域との連携強化、ベンチャー創出・事業拡大に向けた支援活動、理事長によるトップセールスなどのマーケティング力の強化及び広報ターゲットの明確化と研究成果の積極的な発信など経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充を支えるマネジメントを実施した。 以上、目標の水準を超える多くの成果が得られたこと、困難度　高と設定されたテーマであることなど総合的に判断して、自己評価を「A」とした。 ＜課題と対応＞ 研究開発成果を、共同研究等に結びつけ、イノベーションに結びつく「橋渡し」としていくことが課題である。そのためには、研究を進める上で、実社会のニーズをしっ	認められるため、A評定とした。 A評定と判断した根拠となる具体的な成果は以下のとおり。 ①SiC パワーモジュールの開発における自動車分野等で求められる耐久性改善の実現や、サイバーフィジカルシステムのセキュリティ要求仕様の作成等を実施した上でトップ国際学会において受賞する等、高い研究成果を得ている。この成果により、従来よりも極めて高温（150℃→200℃）における耐久性を向上させ、自動車分野等での実用化に貢献することが期待される。 ②企業との共同研究を多

	研究で高い成果を出し続けることは非常に困難な取組であるため。	物資源利用技術の開発等、情報・人間工学領域では人間中心のAI社会を実現する人工知能技術の開発、産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術の開発やライフスペースを拡大するモビリティ技術の開発等、材料・化学領域ではナノマテリアル技術の開発やスマート化学生産技術の開発、革新材料技術の開発等、エレクトロニクス・製造領域では情報処理のエネルギー効率を飛躍的に向上させるデバイス・回路技術の開発やデータ活用の拡大に資する情報通信技術の開発、変化するニーズに対応する製造技術の開発等、地質調査総合センターでは産業利用に			エレクトロニクス・製造領域について、情報処理のエネルギー効率を飛躍的に向上させるデバイス・回路技術として、超低消費電力化を可能とする電圧駆動スピン操作技術を活用した次世代不揮発性メモリVC-MRAMについて、数ナノ秒のパルス時間領域におけるエラー率を2桁低減することに成功した基盤技術、AI チップ設計時に活用可能な設計フロー・検証手法を備えた AI チップ設計拠点の整備及びデジタル・アナログ・センサ集積システムを用いた従来技術の100倍以上の電力効率で動作する静電誘導非接触入力センサなどの実績があげられている。 データ活用の拡大に資する情報通信技術として、シリコンフォトニクスチップ上にマイクロミラーとポリマー光導波路を集積化しシステム運用で必要となる高速信号伝送及び高温環境下で安定的に動作する光電コパッケージ基板の光接続の実証、32×32シリコン光スイッチの全経路に広帯域光信号を伝送し、エネルギー効率とスループットが電気スイッチの220倍の性能、従来比5倍の広帯域化全域でクロストーク-30 dB以下、偏波依存損失0.4 dB以下となることの実証などの実績をあげた。 変化するニーズに対応する製造技術として、機械学習による工作機械の主軸の振動波形から工具の磨耗を判定し工具寿命を検知する技術の開発、長寿命な工具材料の実現のためにセラミックス粒子を少量の金属バインダーでつないだ複合材料の開発、AIを用いた、スピニング加工の最適パラメータの選定を可能にする加工プロセスモデルの構築などの実績をあげた。 地質調査総合センターについて、産業利用に資する地圏の評価として、天然ガス田等でのメタン生成活動に重要な役割を担う細菌の培養技術、流速測定の下限値を従来の1/100オーダーまで下げることが可能な、地下水年代の検証のための極微小流速の測定システムの構築などの実績をあげた。 計量標準総合センターについて、ものづくり及びサービスの高度化を支える計測技術として、次世代通信に用いられるパッシブ・アクティブデバイスの評価において、信号を検出・解析して接触位置を決める方法を開発し、反射特性等の測定のばらつきを、世界で初めて従来技術の 1/10 に抑制できる技術、次世代冷媒の音速と誘電率を幅広い温度・圧力域で同時に精密計測可能な世界で初めての装置の開発と測定した各物性の NIST データベースへの実装、深層学習を用いたビッカース硬さ試験方法の自動測定システムの構築による人手不足や測定時間・コストの削減の可能性の実証などの実績をあげた。 バイオ・メディカル・アグリ産業の高度化を支える計測技術の開発として、新型コロナウイルス感染症の緊急課題に対し非接触での温度計測技術の基準となる平面黒体装置の開発、試料サイズや内部密度に依存しない動的なセンシングが可能な電磁波センシング技術を導入した AI 良品学習型検査装置の米水分量へのインライン評価への応用、超臨界流体を用いた残留農薬の高効率抽出法で、ホモジナイズ法と比較して溶媒量を 1/15 に低減した上でネ	かり見極め、研究しやすい分野だけではなく、研究が及んでいない分野に積極的に進出するなど戦略的な研究開発を進め、全体の枠組み、ロードマップ及びどのような「社会変革」や「イノベーション」へ達するのかのビジョンを明確化することなどが重要と考えている。また、橋渡し研究を効率的かつ円滑に進めるために、連携プラットフォーム機能の強化に向けての仕組みの充実、地域ニーズに応じた機動的な連携の見直し、広報活動の充実などのマネジメントも重要と考えている。	数推進し社会実装が期待できる研究成果を得ると共に、AIチップ設計拠点において計画を上回る件数のAI チップ開発を支援する等、新技術・製品の開発競争力強化・社会実装に貢献している。 ③産総研が構築したAIシミュレーション融合技術をコアとした事業会社の設立、産総研が構築した創薬支援技術によるベンチャーの創業等、産総研の研究成果が事業化に結びついている。この成果により、副作用などの弊害を最小限にすることが可能となることに加え、1研究室など最小限の

		資する地圏の評価等、計量標準総合センターではものづくり及びサービスの高度化を支える計測技術の開発やバイオ･メディカル･アグリ産業の高度化を支える計測技術の開発、先端計測･評価技術の開発等に重点的に取り組む。			オニコチノイド系農薬（NEOs）を同等に抽出可能としたことなどの実績をあげた。 先端計測・評価技術の開発として、陽電子蓄積装置を用いる高効率なビーム集束・パルス化法の要素技術に基づいた陽電子顕微鏡の実用化への目途を得るとともに、中性子透過スペクトルイメージング分析法に特化した世界的にもユニークな施設の整備において、電子ビームの安定性の向上と従来の約20倍の高出力化の達成などの実績をあげた。 なお、「経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充」を支えるマネジメントとして、冠ラボにおいての連携・融合プラットフォームとしての機能強化・制度改善等の検討、OIL においての連携・融合プラットフォームの強化にともなう共同研究と外部資金の獲得につなげた。 高機能 IoT デバイス研究開発棟については付帯設備工事を計画通りに完了させ、内部の研究開発設備の利用が可能となり、ユーザーに対する利用メニューを充実させ研究開発の支援を行った。 地域イノベーションの推進として、コロナ禍のなか、ウェブツールを活用した会議やイベントの開催、顕著な連携成果を上げた産総研 IC に対するインセンティブの付与、ホームページ公開を通じた IC の紹介や支援メニュー、連携成果事例の紹介、産技連ネットワークを活用した成果の周知や普及などを実施した。 ベンチャー支援に対しては、組織的にベンチャー創出に取り組む体制を整備し、現金出資制度の活用に向けて具体的な取組を開始した。オンラインビジネスマッチングイベントの開催など、ベンチャー創出・事業拡大に向けた支援活動を実施した。 マーケティング力の強化として、所内外のマーケティング情報の共有化、企業の新規事業の創出につながりうるテーマの探索を実施、理事長によるトップセールスとして、企業訪問の実施などにより組織対組織の連携を拡大、新規連携の提案に結びつけた。 知財マネジメントについては、中長期的な大型ライセンス案件の創出を図るため、知財専門人材の連携を強化した。ウェブ会議や e-learning の形式でセミナー及び研修を実施により、知財の活用率向上に向けた取組を実施した。 広報活動としては、広報活動ポリシーの制定により役職員一人一人の広報への理解を深めた。広報ターゲットを明確に設定し、SNS 等多様なコンテンツを活用し、研究成果の積極的な発信を行った。さらに、オンラインイベントのニーズが強まる中、積極的に WEB 配信等を行い、イベント開催においてのルールや開催方式について所内情報共有を行った。		資源投入で創薬開発が可能となるなど、我が国の製薬産業の競争力強化に貢献することが期待される。 ④冠ラボ・OIL をハブにした連携･融合研究の推進、公設試との連携による地域イノベーションの推進、日本政策投資銀行とのベンチャー創出支援連携及び理事長によるトップセールス等、橋渡しを支えるマネジメントを推進した。 今回の評価結果を踏まえ、今後も産総研は前期目標期間中に培った橋渡し機能を一層拡充させ、産業ニーズに的確かつ高度に応えた研究、企業連携・融合、地域イノベ

							ーションの推進などの取組を実施することとする。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善事項＞ ・冠ラボ・OILの活用について、既存の冠ラボ、OILにおける研究の深化やクロスアポイントメントを含む人的交流を強化するという方向性も含め、冠ラボや OIL の機能強化・制度改善、地域との連携強化、ベンチャー創出など、理事長のリーダーシップの下、更に拡充すること。 ・研究活動のポートフォリオを描いた絵の通りに編成していく事は容易ではないため、外部との連携や人

							材の流動性強化に継続して取り組むこと。 ・得られた成果をどのように社会に還元しているかの道筋を今後示すこと。 ・技術のデータベースのような利活用のための基盤整備、海外からのニーズにも応えるための整備を進めること。 <その他の事項> 特になし
別紙							
	１．エネルギー・環境領域 ○モビリティエネルギーのための技術の開発 将来モビリティとそのエネルギーの普及シナリオを策定し、それらに基づき、カーボンニュートラル燃料、オンボ	１．エネルギー・環境領域 ○モビリティエネルギーのための技術の開発 将来モビリティとそのエネルギーの普及シナリオを策定し、それらに基づき、カーボンニュートラル燃料、オンボ	１．エネルギー・環境領域 ○モビリティエネルギーのための技術の開発 ・将来モビリティ用エンジンの RDE（Real Driving Emission）低減に向けた数値モデル、すなわち、燃料噴霧、EGR デポジット生成、排ガス後処理反応等のモデル構築を行い、自動車モデルベース開発に貢献する。		地球温暖化対策としてモビリティ（運輸部門）のゼロエミッション化は急務である。車両としては 2050 年 Well-to-Wheel ゼロ CO_2、航空業界でも国際航空機からの CO_2 排出量半減など、極めて高い CO_2 削減目標が掲げられている。目標達成には革新的技術が必須であり、本課題ではこれまでの内燃機関の高効率化とともに、自動車の電動化に向けての技術開発、さらには空力や高温超電導を利用した技術開発に取り組んできた。具体的には、次世代自動車エンジン研究ラボや自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）、ゼロエミッションモビリティパワーソース研究コンソーシアム（ZEM コンソ）等による所内外の連携もあわせて、社会実装を加速させる研究開発を推進した。以下では、目標に対する代表的な実績・成果を紹介する。 　将来モビリティ用エンジンの RDE（Real Driving Emission）低減に向けた数値モデル開発として、燃料噴霧に関して企業との共同研究を推進し、燃料噴射中の衝撃波の発生と噴霧特性への影響を調査した。その結果、エンジン条件下で衝撃波発生の可能な範囲、状態及び噴霧特性への影響予測の手法を提案した（国際誌 4 報［Q1 ジャーナル 3 報］）。EGR デポジット生成についてはメカニズムの検討及びモデル構築に貢献した。完成したモデルは AICE 参	水準以上に達成している。 　目標をすべて達成した上に、民間企業との共同研究を推進するとともに、その中で社会実装が期待できる具体的な成果を上げた。また、今後の企業連携・実用化につながる研究成果（論文・特許）も次々と生み出されている。以上より、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

	ード貯蔵・変換･配電デバイス､パワーソース最適化技術、高効率推進システムなどを開発する。	ード貯蔵・変換･配電デバイス､パワーソース最適化技術、高効率推進システム等を開発する｡今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・自動車モデルベース開発に資する数値モデル構築技術を開発し､また､車両トータルシミュレーション技術とライフサイクル評価により、バーチャル車両評価システムを構築することで､電動化デバイスや材料技術等の評価を行う。 ・超電導技術を活用し､現行よりも高い出力密度を有する航空機用電気推進システムに資する技術開発を行う。 ・変換･配電デバイスについ	さらに、電動化デバイスや材料技術を組み込むことのできるバーチャル車両評価システムを構築する。 ・航空機用電気推進システムに必要な超電導機器開発を実施する。超電導線材の低損失化に向けたスクライブ線材の開発において、より安定したフィラメント Ic 特性を実現するための技術を開発する。積層構造や人工ピン止め点の高濃度添加によって線材の磁場中特性の向上を図るとともに、回転機の軽量化に有効な超電導磁気シールドを実現するための基盤技術開発を行う。 ・1.2kV 級 SiC の短絡・アバランシェ耐量の実用レベル化と同技術の 3.3kV 級への展開を行うとともに、耐環境性の観点から、SiC デバイスの 5 Mgy 以上の放射線耐性の確認、ダイヤモンドの 10^{16} cm^{-3} 台の不純物濃度制御性向上を目指す。並行して、1kV 級先進モジュールの高信頼化､3～6 kV 級デバイスによる大電流モジュール化を進める。		画メーカに提供された。排ガス後処理反応等に関しては、従来よりも 10 倍高速な粒子状物質（PM）燃焼排気流シミュレーション技術を開発し、従来実験では直接観察することが困難だった、捕集フィルタ（DPF）内部の過渡的で微小な現象が再現できることを確認した。知財申請を 1 件準備中であり、また企業との共同研究を推進している。バーチャル車両評価システムについては、ドライバモデル等を含んだ非因果モデリング手法により構築し、車両走行条件における燃費改善・省エネルギー効果の評価手法を実現した。電動車両を用いた車両実験の実施により、電動化デバイスの要素モデルを構築した（国際誌 1 報、プログラム知財登録 2 件、国内学会発表 1 件）。 RE 系高温超電導線材（RE:希土類、液体窒素中でも利用可能な超電導材料）を用いた航空機用電気推進システム向け全超電導回転機（発電機＆モータ）について、スクライビング線材の安定製造技術の開発を実施した。レーザー強度を変えた 2 段処理により特性低下抑制とフィラメント間抵抗確保を伴った安定加工を実現した。ドロス抑制に有効なレーザー波長とパルス長を見出した（特願 2021-009425、学会発表 3 件、論文 2 件）。超電導磁気シールド技術開発については、コイル化した線材間を半田で接合した構造でシールド能を向上させた（特許 1 件、学会発表 2 件）。液体窒素温度中かつ磁場環境の下で高い臨界電流特性を得るための線材作製プロセスを開発した。極薄塗布有機酸塩堆積法において、積層塗布膜の最上層に補償組成の膜を塗布することで余剰相を超電導層化し、特性向上と表面抵抗低減に成功した。バーコート法を採用することにより端部の局部的な厚膜化を防ぎ、厚膜時のクラック発生抑制に成功した。さらに、パルスレーザー蒸着法によるプロセス開発について、人工ピン止め点（APC）添加の有無膜の積層構造膜における臨界電流値を評価し、国際誌 3 報、特許 1 件、学会発表 4 件の他、企業連携・実用化に結び付く研究成果・知的財産を創出した。 SiC パワーモジュールに関しては、1.2 kV 級 SiC のアバランシェ耐量を 175 ℃で 53%改善し、同技術の 3.3 kV 級素子への適用検討を開始した。また、耐環境性の観点から、SiC デバイスの 5MGy の放射線耐性、1/2 インチ相当のダイヤ基板での 10^{16} cm^{-3} の不純物濃度制御を実現した。SiC パワーモジュールでは、熱膨張係数差を考慮した設計により、約 1 桁のパワーサイクル耐久性の改善（30 万回超）を実現し、自動車分野等での要求に応える水準とした。また、3 kV 級以上のデバイスによる 1 kA 級モジュールの基本設計を完了した。これらより、企業連携・実用化に結び付く研究成果・知財を創出することができた。 将来モビリティ用エンジンの燃料噴霧に関しては、定量的な評価等が可能となったため、衝撃波が噴霧特性に及ぼす影響を予測し現象発生を制御することで、エンジン燃焼の性能向上が期待できる。排ガス後処理反応については、DPF 単体の浄化機能の向上に加えクリーンディーゼル車の全体最適設計の高効率化など、自動車産業への波及効果が期待できる。 航空機用電気推進システムに必要な超電導機器の開発について、航空機分野における CO_2 排出 70%削減、国内での航空機業界での一次サプライヤー創出、熱電材料等の他の機能材料も含めた大きな波及効果等が期待される。		

		て、1kV 級の先進モジュール技術の量産化対応と車両機器等への適用実証により普及拡大を図る。また、耐環境性等を活かし、航空機等を想定した 3～6kV 級の高性能デバイス・モジュール技術等の開発を行う。			パワーモジュールについて、本研究で明確化した信頼性の劣化要因に基づく対策をパワーモジュール設計に取り入れることで、パワーサイクル耐性を従来比 1 桁以上改善した。30 万回超のパワーサイクル耐性の確認で、200 ℃級の高温動作パワーモジュール技術が自動車分野等での耐久性要求を満たすことが確認された。これにより、小形軽量パワエレ機器の社会実装に道を拓いた。		
	○電力エネルギー制御技術の開発 電力エネルギーを高効率かつ柔軟に運用するために、電力制御機器用の超高耐圧デバイスなどの開発、高いエネルギー密度で電力を貯蔵できる安全で低コストな高性能二次電池などを開発する。	○電力エネルギー制御技術の開発 電力エネルギーを高効率かつ柔軟に運用するために、電力制御機器用の超高耐圧デバイスの開発、高いエネルギー密度で電力を貯蔵できる安全で低コストな高性能二次電池等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。	○電力エネルギー制御技術の開発 ・SiC バイポーラデバイス性能向上に向け、エピ欠陥 0.5 個/cm^2 以下の 6 インチ SiC の厚膜(厚さ 150 μm)の実現、ライフタイムのプロセス依存性確認等を進める。パッケージの構造や材料の改善で高耐圧モジュールのリーク電流を低減する。 ・金属多硫化物等を正極に用いた革新電池の開発を進め、諸特性を評価して実用化へ向けた課題を抽出する。安全性の高い全固体電池の製造技術開発およびレアメタルフリーな有機物正極電池を高容量化するための電池構造の改良を行う。		ゼロエミッション社会の実現には再生可能エネルギーの大幅な利用促進が必要であり、電力系統と再生可能系電源の接続や系統の電圧・周波数の安定度維持のための先進パワー半導体による高機能電力変換・制御の技術及び蓄エネルギー技術の大量導入が必須となる。そのため、電力エネルギーを高効率かつ柔軟に運用するための電力制御機器用の超高耐圧デバイスなどの開発や、高いエネルギー密度で電力を貯蔵できる安全で低コストな高性能二次電池などの開発を推進する。以下では、目標に対する主要な実績・成果を紹介する。 耐圧 10 kV 超の 4H-SiC デバイスは、送配電系統向け機器の小形化、再生可能系電源の安定化を通じた主力電源化への貢献が期待されている。これまで、上記耐圧を確保するために必要となる厚さ 100μm を超える 4H-SiC エピタキシャル膜の成長技術を開発してきた。これまでに開発した技術の量産化対応に向け、作業フローや成長条件の管理基準を整備することで TIA パワーエレクトロニクス研究開発拠点（TIA パワエレ拠点）へ量産技術として移管した。また、エピ欠陥密度 0.5 /cm^2 以下の 6 インチ 150 μm 厚の 4H-SiC エピタキシャル膜成長技術を達成し、量産試作でエピ欠陥密度 0.6 /cm^2 前後の 150μm 厚の 4H-SiC が安定して成長可能であることや、キャリア濃度が±20%の範囲で精度良く制御可能であることを確認した。また、ライフタイムのプロセス依存性の確認から、アニール処理時間の最適範囲を見いだした。加えて、高耐圧モジュールのリーク電流低減に向け、リーク場所の把握と冷却構造の改善を図った。 二次電池の開発では、通常の液体電解質と固体電解質の利用の両面から取り組んでいる。金属多硫化物を正極に用いる革新的な高エネルギー密度電池の開発において、これまでの課題であったサイクル特性の改善に取り組み、電解液の溶媒と添加剤の組み合わせによって正極の 100 サイクル後の容量維持率が 80%以上と大きく改善することを見出した。今後の課題としては耐久	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、ソフトバンク等の民間企業との共同研究や企業・大学との国プロを主体的に推進するとともに、その中で社会実装が期待できる具体的な成果を複数上げた。得られた知見や開発技術は出向研究員が企業に持ち帰ったり、企業に直接サンプル提供される等により企業の競争力を高めるための技術開発に生かされている。以上より、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

		・高耐圧デバイスの開発において、ウェハの品質改善と高機能化技術を含むデバイス性能向上の技術開発を行う。また、優れたデバイス性能を引き出すための周辺技術(パッケージング、デバイス駆動、抜熱等)の開発を行う。 ・全固体電池等の高容量･安全･低コストな革新電池を実現し移動体等に利用するため、新規な電池材料開発及びデバイス化に必要なプロセス技術開発を行う。			性のさらなる向上と低コスト化技術開発等であり、これらに取り組み実用化を目指す。この事業は、国のオープンイノベーションプロジェクトのもと産学連携集中拠点方式で、自動車・電池メーカから産総研拠点に出向している研究者と共同で進めており、革新的な電池技術を創出し事業化に繋がる成果である（論文 1 報・知財 7 件)。全固体電池については、固体電解質層内のボイド生成による劣化機構を見出し、電池製造プロセスを最適化することでこれを抑制し容量維持率が向上することを示した（論文 1 報)。 一方、電池活物質のレアメタルフリー化に有効な、有機物正極電池ついては、現行のレアメタル正極（$LiCoO_2$）の約 2.5 倍の放電容量(~400 mAh/g)を示すナフタザリン類の有機分子を見出し、これを活物質とする電池開発に取り組んでいる。その成果で大企業と締結した資金提供型共同研究において 800 mAh 級ラミネート電池を作製し、実用電池に近い形での評価に繋げ、社会実装が期待できる研究成果を創出できた。これらの成果は日経新聞(WEB)等で報道され、特許出願（1 件）や学会発表（1 件）を行った。新しい材料であるため、未解明な部分も多い中、最先端の局所分光（TEM-EELS）装置での充放電機構の解析も進めており、学術的に価値ある結果も出ている（論文 1 報)。 さらに、燃料電池用の白金触媒に関し、パラジウムをコアとするコアシェル触媒にある種の有機分子を吸着させた電極触媒で、従来の白金触媒に比べ活性が 10 倍以上に向上することを見出した（論文 1 報)。本成果は、燃料電池自動車の本格普及に必須である正極の高性能電極触媒の開発において新たな方向性を示すものである。大企業 1 社と共同研究を開始し、他の 1 社にも技術協力を行っている。 SiC 以外では実現が困難な耐圧 10kV 超のパワーデバイスについては、これまでに、作業フローや成長条件の管理基準を整備したことにより、当該技術を量産試作ライン（TIA パワエレ拠点）に移管し、6 インチ 150 μm 厚の 4H-SiC エピタキシャル膜の量産試作に対応させた。現在、関連の作業フロー、成長条件、成長条件の管理基準のレシピ登録を進めている。耐圧 10 kV 超のパワーデバイスは高い信頼性を要求する用途に使われる技術のため、技術の量産性実証とその水準の一層の向上に向けた活動を並行して実施中である。厚膜の SiC エピタキシャル膜を量産試作できるようになることで、耐圧 10kV 超のパワーデバイス技術の検討用に試料を安定供給できることから、研究進展の加速化も期待できる。また、本研究で得られた成果・知見は低耐圧向け素子用のエピタキシャル膜の成長にも展開可能な重要なものとなっている。 ゼロエミッション社会実現には、自動車や航空機といったモビリティの電動化が有効であることは知られているが、上述した令和 2 年度の取組は、安全性が高くエネルギー密度の高い二次電池の開発に繋がる技術であり、電動化モビリティの走行距離（飛行距離）を伸ばし、信頼性を高める上でも大きく貢献できる。		

	２.生命工学領域 ○医療システムを支援する先端基盤技術の開発 個々人の特性にカスタマイズされた医療を目指し､バイオとデジタルの統合により蓄積した大量の個人データやゲノムデータを個別化治療法の選択や創薬開発に活用するとともに､再生医療の産業化に向けた基盤技術により医療システムを支援する。	２.生命工学領域 ○医療システムを支援する先端基盤技術の開発 個々人の特性にカスタマイズされた医療を目指し､バイオとデジタルの統合により蓄積した大量の個人データやゲノムデータを個別化治療法の選択や創薬開発に活用するとともに､再生医療の産業化に向けた基盤技術により医療システムを支援する｡今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・大量の個人医療データやゲノムデータを統合し､診断や健康評価に活用するための先端基盤技術の開発を行	２．生命工学領域 ○医療システムを支援する先端基盤技術の開発 ・大量の個人医療データやゲノムデータを AI 解析等に資する精度と形式で収集することを目指して、生体試料を自動で分析する標準プロトコルを開発し、多層オミックスデータと疾患や既存情報と照合して関連付けを行い、層別化医療の基盤を構築する。 ・再生医療に用いる多能性幹細胞等の産業化に不可欠となる品質管理に有効なバイオマーカーの探索を行い、その候補分子を選別する。		少子高齢化社会において健康寿命を延伸し、経済成長・産業競争力を強化するためには、病気を予防して健康を維持し、病気となった患者には適切な診断と治療を施す必要がある。令和２年度は、ロードマップ記載の創薬支援システムの構築に前倒しで取り組み、以下の成果をあげた。 ・ジスルフィドリッチペプチド医薬品開発のための一気通貫技術の社会実装 　ジスルフィドリッチペプチド(DRP)は分子内に複数のジスルフィド結合を有するペプチドで、毒液の主要な成分であるとともに、膜タンパク質に対する優れた活性を有する。産総研では、DRP のライブラリー作製法、スクリーニング技術及び、少量多品種生産技術を組み合わせ、創薬を支援する一気通貫の技術を構築した。令和２年度、当該技術を技術移転し、産総研発ベンチャーVeneno Technologies（株）の創業に貢献した。当社の事業は、ベーリンガーインゲルハイム・イノベーション・プライズオーディエンス賞を受賞するなど、関連業界からも評価されている。膜タンパク質を標的とした既存市場は数兆円であるが、新たな標的分子は枯渇しつつある。構築した技術は未着手の標的分子の多くに関与できる可能性を秘めており、当社の事業は未開拓の大きな市場での成長が期待されている。 ・分子シミュレーションによる新型コロナウイルスの治療薬候補の絞り込み 　新型コロナウイルス感染症の新規治療薬の開発には時間を要する。産総研では、国立感染症研究所等と協力して、安全性が確認された別の疾患の治療目的に開発された既存承認薬の中から新型コロナウイルス感染症の治療薬候補の絞り込みを行った。その結果、抗エイズウイルス薬ネルフィナビルと白血球減少症治療薬セファランチンの併用により効果的に新型コロナウイルスを排除できる可能性をコンピュータ解析により見出した。産総研は候補医薬品からの絞り込みや薬剤の有効性及び作用機序の解明に貢献した。研究成果は新聞５社、TV、Web ニュースにて報道され、社会的な注目を集めた。現在、ネルフィナビルについて専門機関において臨床研究を展開しており、人類の感染症克服への貢献が期待できる。 また、年度計画に沿って以下の研究に取り組んだ。 ・大量の個人医療データやゲノムデータを AI 解析等に資する精度と形式で収集することを目指して、生体試料を自動で分析する標準プロトコルを開発し、多層オミックスデータと疾患や既存情報と照合して関連付けを行い、層別化医療の基盤を構築する。 　産総研では、医療データと網羅的生体分子解析データの連携・統合化を図るため、疾患変異情報や遺伝子発現プロファイルを基に、薬剤－疾患－副作用の関連性を体系的な生体ネットワークとして捉える研究に取り組んでいる。令和２年度は、免疫状態を評価することを目的として、免疫チェックポイント阻害薬を投与したがん患者の末梢血検体を用い、計測された大規模・多層データを収納・解析可能とするシステム開発を実施した。クラウドシステムを利用して医療機関や解析拠点の同期型情報連携を実現するためのデータベースの構築やデータ規格の標準化を進めた。本研究は AMED「次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発」事業にて医療機関や企業と共同研究を推進した。本研究の成果は将来の個別化医療実現への貢献が期待でき	水準以上に達成している。 　令和２年度計画していた研究課題について、企業共同研究やNDA締結の上での実証試験を推進しつつ、製品化事例もでている。さらに、DRP 医薬品開発を支援する技術について技術移転を推進し、産総研発ベンチャー企業の創業に貢献した。大きな市場形成が見込まれる技術の新規事業化を実現できたことから水準以上に達している。	

		う。 ・医療システムを支援するために再生医療等の産業化に必要となる基盤技術の開発を行う。また、再生医療等に資する細胞分析及び細胞操作に必要な基盤技術の開発を行う。			る。 疾患細胞で産生された糖タンパク質は、そのタンパク質部分と糖鎖部分の組み合わせにより高い疾患特異性を示すので、優れたバイオマーカーや創薬標的となり得る。産総研では、糖タンパク質糖鎖の高感度・網羅的な解析技術の開発と成果活用を目指した糖鎖関連データベースの構築を推進した。糖タンパク質の付加位置や糖鎖構造、その割合などを１次元の質量分析で推定することで、糖鎖構造を網羅的に解析する世界最高感度の解析法を開発した。この解析技術を利用し、製薬企業や診断薬メーカー、創薬ベンチャーと共同研究を推進することで、創薬標的候補分子の糖鎖構造を解析し、創薬標的開発に貢献した。 ・再生医療に用いる多能性幹細胞等の産業化に不可欠となる品質管理に有効なバイオマーカーの探索を行い、その候補分子を選別する。 人工多能性幹細胞（iPS 細胞）は再生医療に用いる細胞源として期待されているが、iPS 細胞を培養している際に、多能性を喪失した逸脱細胞の混入が iPS 細胞の品質低下を招くことが大きな課題となっている。産総研では、逸脱細胞から培養上清中に分泌される糖タンパク質を探索し、逸脱細胞を非破壊で特異的かつ高感度で検出できる技術を開発した。研究成果は特許出願し、論文報告するとともに、試薬メーカーとのライセンシングに向けて NDA 締結の上で技術検討を推進した。また、未分化なヒト iPS 細胞に対し高い親和性を持つレクチンを令和元年度までに開発していたが、これを用いた iPS 細胞の染色キットが令和２年度に製品化された。再生医療の産業化に貢献する成果である。		
	○バイオエコノミー社会を実現する生物資源利用技術の開発 バイオエコノミー社会の創出のため、植物や微生物等の生物資源を最大限に利用し、遺伝子工学、生化学、生物情報科学、環境工学等の多層的視点から生命現象の深淵を明らかにすると	○バイオエコノミー社会を実現する生物資源利用技術の開発 バイオエコノミー社会の創出のため、植物や微生物等の生物資源を最大限に利用し、遺伝子工学、生化学、生物情報科学、環境工学等の多層的視点から生命現象の深淵を明らかにすると	○バイオエコノミー社会を実現する生物資源利用技術の開発 ・利用可能な生物資源の拡大と、生物機能を活用した物質生産・環境制御技術の確立を目指し、機能的にユニーク、もしくは系統的に新規性の高い微生物を探索する。 ・微生物と高等生物との相互作用の解明に向け、共生微生物もしくは昆虫類等の高等生物の新たな機能を探索する。 ・微生物や植物において、		生物資源利用技術の開発によりバイオエコノミー社会の創出に貢献することを目指し、令和２年度は主に以下に記載する年度計画に沿って研究に取り組んだ。 ・利用可能な生物資源の拡大と、生物機能を活用した物質生産・環境制御技術の確立を目指し、機能的にユニーク、もしくは系統的に新規性の高い微生物を探索する。 廃水処理プロセスの中枢工程にある汚泥消化プロセスに着目し、その活性化・最適化の鍵を握る微生物を捕獲・培養、ゲノム解析を行うことで、世界初のゲノム情報に基づいた廃水処理プロセスへの微生物応用技術の確立を目指している。令和２年度は最先端のゲノム解析を通じて 1,343 種類の未知微生物ゲノムを獲得し、プロセス内微生物の特殊かつ多様な代謝戦略を解明することに成功した。また、活性化すべき微生物や機能を特定し、廃水処理プロセス改良方法を考案した。本研究成果は Q1 ジャーナル（Microbiome、IF=12.16）に掲載された。また、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）を通して企業等との共同研究も進めており、今後社会実装を目指す。また産総研を代表機関とする「スマートバイオプロセスコンソーシアム」においては、産学官連携による廃水処理の実証試験を開始した。本研究をさらに発展させることにより廃水処理施設のエネルギー拠点化の実現を目指す。 ・微生物や植物において、遺伝子の転写翻訳の効率化もしくは代謝系の解析	水準以上に達成している。 令和２年度計画していた研究課題について、企業共同研究や実証実験を着実に推進し、社会実装が期待できる研究成果を創出することができた。また、年度計画に含まれていなかった課題についても橋渡しを前提とした企業との共同研究で成果を上げ、各種メディアに取り上げられ社会の注目を集めたうえ、キット開発や事業化準備までこぎつけている。総合的に目標の水準を超える成果が得	

	ともに、その応用技術を持続性社会実現に向けて利活用することを目指す。	ともに、その応用技術を持続性社会実現に向けて利活用することを目指す。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・種々の環境条件における未知・未培養微生物の探索・単離培養、微生物・植物等の新規遺伝子資源探索、生物間相互作用を含む新規生物機能の解明及びそれらの利用技術の開発を行う。 ・多様な宿主を用いて有用機能性物質生産の効率的な製造を行うための研究術開発を行う。	遺伝子の転写翻訳の効率化もしくは代謝系の解析により、効率的に物質生産を行うための基盤を確立する。		により、効率的に物質生産を行うための基盤を確立する。 従来の機能性タンパク質の開発は、膨大な変異タンパク質群の作製と解析が必要であることや確実性に欠けるなどの課題があった。令和 2 年度、AI によって抗体医薬の機能向上に資する変異箇所を予測する技術などを開発することで開発の効率化を達成し、Q1 ジャーナル（Scientific Reports）などにおいて成果を発表した。本研究成果による機能性タンパク質の改良技術は NEDO プロジェクトなどを通して民間企業 3 社に橋渡しされ活用されている。 ・微生物と高等生物との相互作用の解明に向け、共生微生物もしくは昆虫類等の高等生物の新たな機能を探索する。 作物の重要害虫であるカメムシ類を研究対象とし、昆虫が持つ呼吸器官である「気管」の形成促進に腸内細菌が関わること、腸内細菌不在状態では気管が正常に発達しないことなどを発見した。本研究成果は Q1 ジャーナルである米国アカデミー紀要に掲載され、プレスリリースし、Web メディアで紹介された。本成果をもとに気管形成阻害物質の探索を行い、新たな害虫防除法の開発に向けた橋渡しを推進する。本研究の代表者は、応用を指向した研究に携わる有望な若手研究者としてバイオインダストリー奨励賞を受賞した。 また、上記年度計画には記載していないが、中長期目標の達成につながる下記の研究に取り組み、成果を上げた。 ・実用化に向けた新規抗体作成技術及び精製技術の開発 糖鎖を認識する「抗糖鎖抗体」は、がんや感染症の診断への応用が期待されている。産総研では、これまで難しいとされていた種類の糖鎖に対しても抗体を取得できる免疫技術の開発に成功した。本研究成果は Q1 ジャーナル International Journal of Molecular Sciences に掲載され、大きな反響があり複数のメディアに紹介された。また、関連内容で国内外で成立した特許技術と合わせ、企業との共同開発に発展した。 また、抗糖鎖抗体の多くが IgM と呼ばれる抗体のサブタイプであるが、精製が困難であることが医薬品応用への障壁となっていた。そこで、令和元年度発表された抗体精製用セラミックス粒子を利用し、企業との共同で新たに IgM 抗体の精製法を確立した。本技術は Q1 ジャーナルである Scientific Reports に掲載され、プレスリリースを行い新聞等に掲載されるなど反響が得られた。開発した技術は操作も容易であり、精製後の加工に適した高純度の IgM を得られるため、産業用途の IgM 製造への橋渡しが期待され、事業化に向けた道筋を明確にした。 これらの成果をさらに展開することによりがんや感染症の創薬や診断の高度化が期待される。 ・体外診断用医薬品原料酵素の従来技術をはるかに上回る高生産化に成功 血中コレステロール定量のために使用されている検査薬の原料酵素コレステロールエステラーゼについて、従来の育種法では不可能であった生産量が野生株の 30 倍以上向上した *B. stabilis* スマートセルを構築することに成功した。本技術は NEDO スマートセルプロジェクトを通して企業と共同開	られた。	

					発したものであり、社会実装が期待されることから、現在事業化準備を進めている。プレスリリースし、複数の新聞等で取り上げられた。本成果は *B. stabilis* を宿主とした分泌タンパク質としては世界最高レベルの高生産化を達成したものであり、野生株を用いた生産工程と比較し年間 CO_2 排出量を約 23 トン軽減した低環境負荷スマートセルインダストリーが実現する予定である。		
３．情報・人間工学領域 ○人間中心の AI 社会を実現する人工知能技術の開発 AI-Ready な社会を実現するために、説明可能で信頼でき高品質な AI、実世界で人と共進化する AI を実現する技術を開発する。	３．情報・人間工学領域 ○人間中心の AI 社会を実現する人工知能技術の開発 AI-Ready な社会を実現するために、説明可能で信頼でき高品質な AI、実世界で人と共進化する AI を実現する技術を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・実世界において人・AI・機械がインタラクションを通じて協調し、共に向上し育つことで、知識とデータを蓄積・創出する AI 基盤技術を研究	３．情報・人間工学領域 ○人間中心の AI 社会を実現する人工知能技術の開発 ・機械の動作を計画する AI の処理過程を、人が理解できるように可視化・言語化する技術を開発し、機械と人による対話的な協調作業システムのプロトタイプを構築する。また、人の生活行動データから、半自動で知識グラフを作成し、生活行動データの蓄積と知識創出に関する研究開発を実施する。 ・民間企業との共同研究・人材受入を進め、実事例に基づく AI の信頼性を評価するガイドラインを整備するとともに、国際標準化提案に向けた活動を実施する。また、実事例への適用検証を実施し、結果をリファレンスガイドとして整理する。さらに、試験を効率的に行うテストベッドシステムのプロトタイプを試作する。 ・学習済み AI が獲得した知識を代表特徴量として抽		産業界において人工知能（AI）の活用が進みつつあるが、AI による解析結果の根拠や信頼性が不明である、誰もが容易に活用できる技術とはなっていない等、社会実装を深化させる上での課題がある。産総研では、AI-Ready な社会の実現を目指して、人間と協調できる AI の説明技術、実世界で信頼できる AI の評価技術、容易に構築・導入できる AI の基盤技術など、人間中心の AI 技術の研究開発を推進している。 令和 2 年度の主な成果は下記の 4 点である。 ① 人間の知識を機械学習へ組込む説明可能な AI 技術を開発 ② AI 品質ガイドラインの策定と社会展開 ③ 段階的臓器間転移学習による専門医レベルの診断精度向上 ④ 人工知能とシミュレーションの融合による産業システムの最適化と事業会社の設立 ①について、人間による組み立て作業に関する観測データを収集し、AI 認識結果に基づいて、リアルタイムで作業内容を記号的に可視化するとともに、人と AI との対話を向上させるため、ビデオから AI の推定結果と生活行動の知識を関連付けて説明するためのグラフ構造を用いた Semantic Indexing 技術と知識構築方法を研究開発した。また、東京大学と連携して、人の科学的知見を AI に取り込んだ新たな材料電子構造の予測技術を研究開発した。深層学習モデルの内部に、データの偏りに影響されない普遍的な量子物理的情報を表現することにより、現在深層学習で大きな問題となっている予測結果の解釈性・信頼性の問題を解決した。これらの成果は、物理学分野のトップジャーナルである Physical Review Letter（IF= 8.385）、ロボティクス分野のトップジャーナルである Robotics and Automation Letters など Q1 ジャーナル 5 報に掲載、及び分野トップ国際会議（Google Scholar Top20）にランキングされている国際会議３報で採択された。さらに、日-EU 共同研究公募において e-VITA プロジェクトが採択された。 ②については、AI 技術のビジネス活用にとって大きな障壁となっている品質管理について、検査項目を整備した機械学習品質管理ガイドラインを作成し日本語の第一版（令和 2 年 6 月 30 日）、英語版（令和 3 年 2 月 12 日）を公開した。また、ガイドラインの具体的な活用を支援する共通基盤の品質評価テストベッドα版（機能限定）を開発し、オープンソースソフトウエアとして公開した(令和 2 年 11 月 18 日)。これらの成果は、民間企業での実ビジネスにおける活用計画や、経産省商情局などの種々の AI 実用化プロジェクトにおいて利用の検討が進むとともに、国際標準化への提案活動にも大きく	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、研究成果をもとにした事業会社の設立につながった。知財出願・実施、共同研究の実施等、社会実装に向けた橋渡しの成果を着実に出している。学術的成果としても、複数の Q1 ジャーナルへ論文掲載、分野トップ国際会議での発表等、優れた成果が出ている。これらの研究成果から、総合的に目標水準以上の成果が得られた。	

		開発する。 ・AI 技術の社会適用に不可欠な AI の品質向上と信頼性確保のため、AI を評価するルールや試験環境、品質向上技術及び評価方法を研究開発する。 ・人が AI の判断を理解し納得して利用するため、AI の学習結果や推論根拠等を人が理解できる形で示し、説明や解釈ができる AI 技術を研究開発する。 ・対象用途の学習データの多寡に関わらず高精度な AI を容易に構築するための基盤となる、汎用学習済みモデルやその構築のための高速計算処理技術を研究開発する。	出し、それに基づいて識別や判定を実施する手法のプロトタイプを開発する。また、代表特徴量を可視化して、AI による識別結果の根拠として利用者へ提示するとともに、利用者が AI へ教示するシステムを構築する。実応用を模した環境にて専門家に使ってもらい、性能検証や課題抽出を実施する。 ・AI 橋渡しクラウド（ABCI）を用いて、容易に AI を構築可能にする学習済み汎用モデルを少なくとも１種類構築し評価する。また当該モデルの学習時に適用可能な高速計算手法を開発し、ABCI 上で性能評価を実施する。		貢献している。 ③については、学習用データや学習済みモデルなどの様々な人工知能資源を整備し容易に構築・導入できる AI 基盤の実現のために、AI 橋渡しクラウド(ABCI)を用いてさまざまな分野で汎用的に使える認識モデルを構築し評価を行った。特に、医療用認識モデルは、医療系 AI スタートアップ企業や医療機関と共同で研究を進めつつ、少ない学習データでも段階的な転移学習により病変検出精度を専門医レベルに向上するとともに、ABCI を利用することでリアルタイム検出が可能になった。さらに、ABCI 上で深層学習の高速計算手法、分散並列の二次最適化技術を開発し、従来手法に対して 1.52 倍の高速化、1/3 の学習回数で同レベルの精度を達成した。これらの成果を企業連携に繋げ、論文４報（うち Q1 ジャーナル２報）、トップ国際会議である SC20 及び KDD20 にて成果を発表したほか、第 108 回日本泌尿器科学会総会 総会賞を受賞した。 ④については、AI とシミュレーション技術を融合し、生産ラインの事前評価の効率化を実現した。異なる顧客ニーズに応える生産ラインでは、各工程での平均所用時間、人員配置などのパラメータのパターンが膨大となり、評価時間の増大やシミュレーション精度に課題があった。AI を用いて最適な特徴パラメータを探索することにより、信頼性が高く効率的な設計案を作成することに成功した。さらに、実データに基づき AI 特徴量を可視化することにより、利用者が AI 結果の根拠を理解し、意思決定することができた。自動車工場設計の実証実験では設計時間を１か月から１日に短縮し、シミュレーションでの生産効率の予測誤差を 20%から 3%に縮めた。化学プラントの運転変更操作に適用したところ、操作時間が 40%短縮した。これらの成果をもとに、NEC を含めた６社により、導入希望会社向けに設計・コンサルティングを行う BIRD INITIATIVE 株式会社を設立した（令和２年９月２日）。 その他、本研究課題では、世界 10 カ国の国際共同プロジェクトにおいて、日本の研究チームのメンバーとして、産総研のスパコン AAIC を利用して世界のパン小麦 15 品種の高精度ゲノム解読に成功した。研究成果は『Nature』に、農林 61 号小麦の詳細情報は『Plant and Cell Physiology』に同時に掲載された。 人間知識と AI を融合する技術的基盤構築は、AI の判断根拠を人間に説明し信頼性を高めるとともに、AI 品質に関する不透明性の解消やビジネス活用の加速が期待できる。医療分野における学習モデルの汎用性と再利用可能性を示し、専門医程度の診断精度を達成することで、AI 導入による早い病気の発見が期待できる。また、材料量子物理学への科学的知見に基づく深層学習技術は、材料開発や創薬の分野における大規模な有用物質探索への貢献とともに、新たな AI 技術領域のシーズを創出したと考える。シミュレーションと AI の融合技術は、産業システムの最適化とともに、開発技術の社会へ還元する仕組みとして普及の可能性を広げた。		

	○産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術の開発 循環型社会を牽引する技術として、社会の活動全体をサイバー空間に転写し HPC・AI・ビッグデータ技術を駆使して産業や社会変動の予測や最適化を可能にし、更にサイバー空間での計画をフィジカル空間に作用させ介入・評価・改善する一連のプラットフォーム技術を開発する。またそれらに係る安全と信頼を担保する、セキュリティ強化技術やセキュリティ評価技術、セキュリティ保証のあり方について研究開発する。	○産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術の開発 循環型社会を牽引する技術として、社会の活動全体をサイバー空間に転写し HPC・AI・ビッグデータ技術を駆使して産業や社会変動の予測や最適化を可能にし、更にサイバー空間での計画をフィジカル空間に作用させ介入・評価・改善する一連のプラットフォーム技術を開発する。またそれらに係る安全と信頼を担保する、セキュリティ強化技術やセキュリティ評価技術、セキュリティ保証のあり方について研究開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はある	○産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術の開発 ・人間の身体力学モデルと疲労などの心理モデルを統合し、人間の心身状態の計測データを即時にそのモデルに反映させて可視化する技術、さらに、モデルに基づき心身の状態を予測提示し、行動変容を促すためのインタフェース技術を開発する。 ・高機能暗号技術の実用化を目指し、量子計算機に対しても安全にする汎用的な強化技術を開発する。また、ハードウェアに対する攻撃手法を系統的に整理し、不正回路の挿入を検知する技術を開発する。さらに、IoT 製品及び製品の製造工程に関するセキュリティを確認するための、セキュリティ保証スキームの研究開発に取り組む。		サイバーフィジカルシステム(CPS)では、フィジカル空間をサイバー空間に転写する際に、人の心身状態データの取り扱いが課題であった。また、サイバー空間・フィジカル空間の双方において、セキュリティに関する脅威が存在した。そこで産総研では、CPS において人の心身状態を取り扱うセンサ、計測・評価技術の開発、CPS における安全と安心を担保するためのセキュリティ技術の研究開発を推進している。 令和 2 年度の主な成果は下記の 2 点である。 ① 人を含んだ CPS の構築のため、慣性センサを用いた身体運動計測の頑健化と高精度化、脈波センサを用いた生体計測技術の研究開発、心身機能解析のための基盤ソフトウェアの整備を行なった。 ② CPS のセキュリティ向上にむけ、高機能暗号の効率化の実現やハードウェア攻撃の対策に関する系統的な調査、IoT 機器用マイコンのセキュリティ要求仕様の作成を行なった。 ①における身体運動計測の頑健化と高精度化については、慣性センサからの姿勢情報に加えて、製品と身体の接触やカメラ画像を拘束条件として導入することで、計測の頑健化と高精度化を実現した。この成果は、国際誌 Sensors（Q1 ジャーナル）に掲載された。この身体運動計測技術は、生活環境や就労環境のような実現場において、運動のモニタリングを実現するための計測技術として、社会の中での運用が期待でき、企業との共同研究において活用開始した（実施 1 件）。生体計測技術の研究開発については、加速度センサやオプティカルフローセンサを参照することで、脈波信号からのモーションアーチファクトの除去を実現し、実用化に向けた企業との共同研究を開始した。心身機能解析のための基盤ソフトウェアの整備としては、身体力学モデルと心理モデルを統合した一元的な解析、可視化機能により、心身機能解析が行える基盤ソフトウェアの研究開発を進め、産総研知財として 3 件登録した（関連知財含めて開示 21 件，実施 12 件）。このように産総研の知財に基づく共同研究を進め、実用化の道筋を明確にした。身体力学モデルの構築においては、人の筋骨格構造をコンピュータ上に再現することで、運動中の身体負荷(疲労)の推定を実現した。この成果は、国際誌 IEEE Robotics and Automation Letters（Q1 ジャーナル）に 2 報掲載された。 ②CPS のセキュリティ技術の研究の成果として、最難関国際会議での受賞や論文誌への掲載などの優れた学術的な成果が得られた。その 1 つとして、量子計算機に対しても安全性を実現するための数学的構造を構築し、それを元に実際に耐量子計算機暗号・署名の設計や、それらの高機能暗号への拡張を行った。例えば、米国立標準技術研究所（NIST）において標準化が検討されている耐量子計算機暗号の効率化及び高機能化に成功した。こちらの成果は分野トップ国際会議 Asiacrypt 2020（Google Scholar 分野 Top 20 国際会議:GST20）に 2 件採録された。 高機能暗号の代表例である属性ベース暗号の効率化に成功し、永く未解決問題であった漸近的に最適な効率性を持つ放送型暗号を世界で初めて実現した。本成果は分野トップ国際会議 Eurocrypt 2020（GST20）に採録され、同会議で Best Paper Award を受賞した。	水準以上に達成している。 人の心身状態を含んだ CPS の実現にむけた技術開発や CPS のセキュリティ強化に関する成果は、特許出願 2 件、産総研知財登録 6 件、産総研知財開示 21 件、実施 13 件等、技術を橋渡しする上で必要となる知財の強化に繋がり、多数の知財活用事例につながった。同時に、学術面でも 21 報（Q1 ジャーナル 10 報）の論文発表、国際学会での受賞など、高いプレゼンスを示している。これらの成果より、技術の橋渡しに向け、目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

		が、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・フィジカル空間における人間や機械をモデル化し、その状態や動きをサイバー空間にリアルタイムに同期させるデジタルツイン技術、予測・計画・最適化技術、その結果に基づきフィジカル空間に働きかけるインタフェース技術を研究開発する。 ・サイバーフィジカルシステムのセキュリティ向上を目指し、セキュリティ強化技術、セキュリティ評価技術、セキュリティ保証スキームを研究開発する。			CPS を構成するハードウェア攻撃手法に対する対策としては、不正回路の挿入（ハードウェアトロージャン）に関する論文調査を系統的に行い、情報処理学会誌の解説として出版した。その他、IoT 機器用マイコンを対象とした新たなセキュリティ保証スキーム構築のため、ハードウェアの脆弱性リスト(暫定版)を作成し、IoT 機器用マイコンのセキュリティ要求仕様を纏めた。 その他、本研究課題で実施した取組の成果 ・足の母趾爪に対して振動刺激を与えることで歩行の安定化を支援する技術を開発した。この成果は、国際誌 Applied Sciences（Q1 ジャーナル）に掲載された。 ・運動と同期したリアルタイムの環境制御・運動介入により、歩行障害の原因となる床反力及び筋活動が低減することを実験的に明らかにした。本成果の関連特許を 1 件出願した。さらに、医療分野における共同研究へ発展した。 本研究で構築した基盤技術は、人の心身状態を含む CPS を世界に先駆けて実現するものであり、人を含んだ産業や社会システムの高度化に寄与することが期待できる。生活中の運動機能や、就労中の作業負担を推定するための解析技術として、共同研究での活用が期待できる。 量子計算機に対する安全性を汎用的に実現するための数学的構造の構築は、量子計算機が実現された後のセキュリティ強化のための理論的根拠となることが期待される。CPS を構成するハードウェアに対するセキュリティ向上に関する技術開発は、グローバル化されたサプライチェーンにおける不正防止／検知が可能となり、安全な社会を支える技術としての貢献が期待される。IoT 機器用マイコンを対象とした新たなセキュリティ保証スキーム構築により、多様かつ大量な IoT 機器のセキュリティの評価／保証がより広く可能となり、IoT 機器を活用した高度なサービスの社会実装促進が期待される。		
	○ライフスペースを拡大するモビリティ技術の開発 日常生活における人の移動の自由度を高め、新たなモビ	○ライフスペースを拡大するモビリティ技術の開発 日常生活における人の移動の自由度を高め、新たなモビ	○ライフスペースを拡大するモビリティ技術の開発 ・低速自動運転車両を用いたサービス実証、中型バスを用いた自動運転の実証実験、MaaS に関する実証実験		近年、加齢や障がい等により移動の自由が損なわれ、生活の質の低下につながる人々の生活移動空間（ライフスペース ）の縮小が問題になっている。ライフスペース拡大のため移動の自由度を高める新たなモビリティサービスの実現が急務であり、移動支援技術や移動の意欲を向上させるための移動に伴う価値の向上技術の研究開発を行うことでこのサービス実現を目指す。 令和 2 年度の主な成果は下記の 3 点である。 ① 自動から手動運転への運転引継ぎに要する時間の定量化 ② 自動運転サービスの事業モデルの構築 ③ 大型企業連携（冠ラボ）による新規プロジェクトの立ち上げ	水準以上に達成している。 目標をすべて達成した上に、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の成果が自動車工業会への成果移管につながったこと、有償事業化に代表されるモビ	

	リティサービスの実現に貢献するために、身体機能、認知機能、知覚機能、社会心理などの影響因子に起因するバリアを低減し移動を支援する技術および、移動することにより発生する価値を向上させる技術を開発する。	リティサービスの実現に貢献するために、身体機能、認知機能、知覚機能、社会心理等の影響因子に起因するバリアを低減し移動を支援する技術及び、移動することにより発生する価値を向上させる技術を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・人の心身機能や状態と、移動能力及び移動意欲に関する客観的データ分析のもとに、いくつかのモビリティレベルを定義し、それぞれのレベルに応じた移動支援システム及びサービスの開発と移動価値を向上する技術を研究開発する。 ・移動の効率	を複数地域にて行う。また、歩行者と共存するモビリティにおいて交通インフラを利用した自動運転、ならびに、移動経路のリスクアセスメントに基づいた自動運転の試行を行う。さらに、自動運転から手動運転への運転交代場面におけるドライバーの状態に関するデータ収集を行う。 ・移動の阻害要因と移動価値を、身体・知覚・認知機能・社会心理の面から理解するための調査を実施する。また、移動支援装置のデータ収集機能の開発と、それを用いたデータ収集を行う。		①については、自動運転から手動運転に安全に切り替えるシステム構築に必要なヒトの情報処理機序を明らかにした。現在、自動運転車両を運転する際、自動から手動運転に引き継ぐ場面が多々あり、安全な引き継ぎ方法の確立が喫緊の課題である。戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）にて、自動から手動運転の引継ぎに要する時間の定量化に成功し、今後行う安全に運転を引継ぐことができる事前要請システムを構築するための基盤ができた。本成果は Q1 ジャーナル 2 報に報告し、自動車工業会の自動運転ヒューマンファクター配慮事項への成果移管の合意を得たため、製品や技術において実装されることが十分に期待できる。また、欧米の複数の研究機関と連携し、本成果の国際標準化(ISO/TC22/SC39/WG8) を推進している。 ②については、自治体と共同して実環境に近い実証実験を行い、自動運転サービスの事業化に向けた事業化モデルの構築を行なった。高齢化と過疎化の進行に伴う公共交通機関の縮小・廃止により、地方での移動が阻害されることが問題となっている。この問題を解決するため、低速自動運転車両を用いたサービス実証と中型自動運転バスの実証評価を行なった。低速自動運転車両を用いたサービス実証では、2 つの地域で半年以上にわたる長期間の実証を行い、永平寺町では有償事業として運行開始した。中型自動運転バスの実証評価では、2 台のバスを開発し、5 つの地域で実運用に近い形で 1 カ月以上実証実験を実施し、自動運転バスの導入に向けた受容性及び事業性を評価した。これらの成果は実場面に近い状態での実証実験で得られたことと、有償事業化をなし得たことを考慮すると、自動運転車両を用いたモビリティサービスの社会実装が期待できる研究成果を創出した。 ③については、産総研が強みを持つ生体計測技術と住友理工の高分子材料技術を融合させ、自動車業界の変革に応えうる技術・製品を創出することを目的とし、住友理工-産総研 先進高分子デバイス連携研究室を 2020 年 10 月に設立した。 その他、本研究課題で実施した取組 ・歩行者と共存するモビリティについては、地図上の静的な危険源だけでなく他の歩行者との衝突等の動的な危険源に関しても評価を行なった。また、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）にて、模擬市街地コースで自動運転電動車椅子の実証試験を行い、リスク低減のための自動走行ソフトウェアの検証を行った。これらにより、小型モビリティの実用化に結びつく研究成果を創出した（Q1 ジャーナル 1 報、Google Top 20 国際学会 5 件）。 ・経産省「スマートモビリティチャレンジ」プロジェクトを受託し、16 地域で様々な種類のモビリティサービスの実証実験を行うことで、サービスの種類ごとの事業化モデルや課題を特定し、モビリティサービスの事業化に向けた道筋を明確にした（令和 2 年度予算 9.9 億円）。 ・移動価値の決定要因を抽出するため、移動のメリットに関する 1300 人規模の調査を実施し、外出目的ごとの移動価値の決定要因を特定した。 ・電動車椅子などの福祉機器利用者における移動の阻害要因を抽出するた	リティサービスの事業化に向けた道筋を明確にする複数の研究成果を得られたことから、総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

		だけでなくプロセスや目的がもたらす価値を向上する技術、更に移動能力や移動価値の向上が人々のライフスペースと健康・QoL に与える効果を評価する技術を研究開発する。			め、福祉用具専門相談員を対象とした調査（300 名規模）を実施し、身体機能レベルごとの移動阻害要因を特定した。 ・移動支援装置の開発として、データロガー機能内蔵の電動アシスト歩行器を 10 台用意し、歩行器のロガーデータから歩行周期の推定や直進性の向上のための制御技術を開発した。 5G の登場により自動運転車両の市場は急速に拡大している。自動運転システムの安全性を担保する成果を得たことにより、産総研が自動運転のヒューマンファクター分野で国際的なプレゼンスを示すことができた（Q1 ジャーナル 2 報、他 2 報）。 2030 年には 2018 年比 3.5 倍の 2 兆 8600 億円の市場規模に大きく成長することが予想されている自動運転車両を用いたモビリティサービス事業化に向けた基盤を作ることができた（1 地域で有償事業化）。 民間企業との連携研究室の新規の設立は、民間企業が培ってきた先進技術と産総研の研究開発の成果を融合することで橋渡しを深化し、企業による新事業の立ち上げ、国際市場の拡大等につながることが期待される。		
	４．材料・化学領域 ○ナノマテリアル技術の開発 革新的機能発現が期待されるグラフェン等の二次元ナノ材料や、高品位ナノカーボンの部素材化技術などを開発する。また、快適で安全な生活空間を創出するため、多様な環境変化に応答するスマクティブ材料などを開発する。	４．材料・化学領域 ○ナノマテリアル技術の開発 革新的機能発現が期待されるグラフェン等の二次元ナノ材料や、高品位ナノカーボンの部素材化技術等を開発する。また、快適で安全な生活空間を創出するため、多様な環境変化に応答するスマクティブ材料等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより	４．材料・化学領域 ○ナノマテリアル技術の開発 ・ラマン評価で G/D 比 100 以上の CNT を合成する技術開発、分散による G/D の劣化を 50%以下に抑えた分散技術開発及び CNT と樹脂や銅等の複合材の新規用途開発を行う。 ・新たに開発した低欠陥 CNT 分離法の高度化を進め、分離前後で結晶性の指標であるラマンスペクトルの G/D 比を 2 倍に増加させる方法を開発する。 ・CNT や金属ナノ粒子等と高分子からなるハイブリッド電極によるソフトアクチュエータやセンサの開発を進め、感覚デバイス、ソフトセンサー等の新しい情報		革新的機能発現が期待されるカーボンナノチューブ（CNT）やグラフェン等のナノマテリアルは、電子デバイスや建材、医薬品など幅広い分野において活用が期待される。本項目では、ナノマテリアル技術の社会実装を目指した橋渡し研究の取組みについて述べる。 CNT の社会実装に向けては、高品位 CNT の合成技術や複合化技術、特性や安全性の評価技術開発が求められている。高品位 CNT 合成技術の開発や品質の劣化を抑えた分散技術による複合材料などの開発及び新規用途の開発を行った。CNT 合成技術の開発は 3 件の企業共同研究で推進しており、マイクロプラズマを利用した CNT 合成装置を開発し、令和 2 年度目標とする G/D 比（結晶性の指標）100 以上を達成した。CNT の複合化に関する取組みでは、分散による G/D の劣化を 50%以下に抑えた分散技術を開発し、力学強度に優れた CNT 大面積自立膜や CNT 樹脂複合材料の開発に成功した。特に CNT 樹脂複合材料では CNT と高耐熱樹脂（PEEK）との複合化によって、複合材料の課題であった耐衝撃性能を克服し PEEK 単体を上回る特性を示した。さらに、丸棒やボルト、フィルム等各種成型加工も可能であった。また、CNT 銅複合材料の高周波特性の評価方法についての検討を始めた。これらの成果については Q1 ジャーナルへ 6 報の論文が掲載された。CNT 樹脂複合材料は日刊産業新聞等 7 紙で報道された。CNT 評価技術の開発では、階層的な CNT の構造を学習した人工知能による構造生成・特性予測による仮想実験システムを構築し、経済性に優れた CNT の最適組成の導出や複数の要求特性を満たした条件を仮想実験から導出する技術を開発した。以上の通り、CNT の合成から社会実装までの幅広い取組みを多くの企業共同研究によって推進しており、特に、CNT 複合材料においては、企業共同研究により、社会実装が期待できる研究成果を創出する事が出来た。 CNT の次世代電子デバイスへの応用のため、低欠陥 CNT 分離法の高度化や用途開発に取組んでおり、令和 2 年度から科研費 基盤研究(S)に採択され研	水準以上に達成している。 Nature 姉妹誌などのトップジャーナルを含む、複数の Q1 ジャーナルへの掲載や表紙等へ採用されたこと、研究成果に基づき、企業と共同で NEDO プロジェクトに採択され連携体制を構築したこと、複数の企業共同研究を通じて、ナノマテリアル（ナノカーボン複合材料や熱化学電池、刺激に応答する剥離材料など）の社会実装に向けた道筋を示したことから、総合的に令和 2 年度計画を超える成果が得られた。	

		変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・ナノカーボンの高度化･低コスト化合成技術､分散等のプロセス技術及びナノデバイス化技術を開発し､新規用途の開拓と実用化を目指した評価技術を開発する。 ・効率的エネルギー利用やデバイス等の高性能化のためにナノ粒子、カーボンナノチューブ､二次元ナノ材料等の各種ナノ材料の合成や複合化､界面制御技術及び先端評価に関わる基盤技術を開発する。また、ガラス等の組成やナノ構造を制御して光機能材料等を開発する。 ・有機合成やソフトマテリアル技術をベースに快適な暮らしに貢献	機器への応用展開を進める。 ・二次元ナノ材料の工業的利用を目指して、要素技術の確立と用途実証を行う。 ・低温熱源で動作する熱発電デバイスを開発するため、有機ナノ複合材料を用いて熱により充電可能な熱化学電池の高出力化並びに有機熱電モジュールの高性能化を図る。 ・環境応答性ナノバイオ材料の機能性物質を必要な場所に送達するシステムの原理確認を行い、その原理に基づいた環境応答性ナノバイオ材料の高度化を進める。 ・光機能材料として無機アップコンバージョン材料に着目し、ファイバや微小球を利用した特性向上を検証する。 ・刺激に応答して機能を発現する新規表界面物性制御技術の構築に向け、光で易剥離性等を発現する液晶/樹脂複合膜について、液晶の相構造および相転移が複合膜の物性に及ぼす効果について検証する。 ・日射透過率の制御幅を向上させた調光材料の開発を進め､ロール to ロール法により幅 200mm 以上、長さ 5m 以上の調光フィルムを作製する。さらに環境調和型建材実験棟を用いた低放射材料の実証評価を行う。 ・固体（例えば氷）の付着力ゼロ（装置検出限界）を		究を実施している。ゲルカラムクロマトグラフィーを用いた低欠陥分離法の開発により CNT の結晶性指標であるラマンスペクトルの G/D 比を分離前の 2 倍に向上させた。用途開発においては他研究機関と共同で、CNT で修飾した電極を用いた小型センサで、エチレンを高感度で検出することに成功した。これらの成果を基にした 13 報の論文が Q1 ジャーナルに掲載された。CNT や金属ナノ粒子等と高分子からなるハイブリッド電極を用いた軽量かつ柔軟で低消費電力なソフトアクチュエータ開発では、電極となる CNT の分散状態がアクチュエータの特性に大きく影響することを明らかとし､A4 サイズのアクチュエータ用電極膜の塗工が穴あきや擦れなく再現可能となり、感覚デバイス、ソフトセンサー等への応用に向けた検討を進めた。これらの成果は日刊工業新聞で報道された他、Q1 ジャーナルに 4 報の論文が掲載された。 　本取組みは年度計画にはなかったものであるが、二次元ナノ材料を含むナノマテリアルを実用化するためには、原子・分子レベルの構造解析を可能とする計測評価技術が必要であり、電子のエネルギー状態と空間分布情報などの原子状態を同時に測定可能な高度ナノ計測技術開発を進めた。新規発光材料の一つである六方晶窒化ホウ素-グラフェン量子ドットハイブリッド材料の界面の高精度電子顕微鏡観察を行い、境界に存在する 5 員環と 7 員環構造が発光に寄与していることを明らかにした。この成果は他機関と共同で Nat. Commun.誌（Q1 ジャーナル）に掲載された。その他にも、遷移金属原子がクラスター形成する際の相変化の原子レベル解析を行った成果が Nat. Chem.誌（Q1 ジャーナル）に、遷移金属クラスター原子の精密構造解析が Angew. Chem. Int. Ed.誌（Q1 ジャーナル）に掲載されるなど、多くの成果がトップジャーナルに掲載された。これらの低次元材料には、触媒、エネルギー変換、蓄電池、通信など、次世代技術を支えていく上で有望な材料が多く含まれ、低次元材料の評価技術を企業の新規製品開発に適用することで、産業競争力強化に繋がると考えられる。 　二次元ナノ材料の工業的利用を目指して、フレキシブル電極やデバイス用基板を提供するための技術開発に取組んだ。開発したラマン分光法を用いた評価法によってグラフェンのキャリア移動度向上にグラフェンの応力ひずみの緩和が重要であることを明らかにし、この知見に基づいて評価した化学気相成長グラフェンは世界最高値の移動度（40,000 cm^2/Vs）を示した。開発した評価法は、二次元材料の品質検査などへの応用が期待され、二次元材料の量産化へ大きく貢献することが期待される。その成果は AIP Adv.誌の表紙を飾った。 　IoT 社会を支えるセンサーネットワークの自立電源駆動を目指した低温熱源で動作する熱発電デバイスの開発を行った。積層型の導電性高分子熱発電デバイスの耐久性評価を行い、大気中 100 ℃の低温熱源上で 70 日以上の連続発電に成功した。この成果は Q1 ジャーナルに論文が掲載された。また、充電可能な熱化学電池の実用化に向け、企業 2 社と共に NEDO の先導研究を開始した。熱起電力や導電率を令和元年度から 50%以上向上することに成功し、実証試験等によって上市・事業化に向けた道筋を明確にした。 　ヘルスケア産業の国際競争力強化を目指した環境応答性ナノバイオ材料		

		するスマクティブ材料の創製に取り組み、製造･利用に関わる基盤技術を開発する。 ・調光材料技術及び付着を防止する表面処理技術等をベースに健康増進や生活環境の快適性向上に寄与するスマクティブ材料を開発する。	目指し、外部刺激（主として温度）に応答し任意温度（-15～50℃）で機能性液体を可逆的に徐放させ、安定な液体膜を形成する材料を開発する。		の開発では、リン酸カルシウムを仲介させることで、カーボンナノホーンと破骨細胞抑制剤の複合化に成功し、破骨細胞抑制効果が増加することを実証した。これらの成果についてプレスリリース（令和３年１月７日）を行い、日経産業新聞等５紙で報道された他、Q1 ジャーナルに論文７報が掲載され、内２誌で表紙と裏表紙を飾った。 近赤外領域の光の有効活用を目指した無機アップコンバージョン（UC）材料の開発では、ガラスファイバ先端にレーザー光を集光照射可能な光学系を構築した。また、UC ガラスによって作製した微小球からの高収率な UC 発光を確認した。これらの成果について Q1 ジャーナルに論文２報が掲載された。 ジェルネイルは剥離時に人体に有害なアセトンを用いている。アセトンを使用しない、刺激に応答して機能を発現する液晶/樹脂複合材料の剥離技術の開発を目指した。令和２年度は、接着剤メーカ/ユーザメーカと技術情報開示契約を締結して市販品製造に向けた検討を行った。これにより事業化に向けた道筋を明らかにした。 日射透過率の制御幅を向上させた調光材料の開発を進め、幅 220 mm、長さ 10 m の調光フィルムをロール to ロール法で作製した。また、低放射材料の実証評価を行い、省エネ性能や快適性が向上する知見を得た。 氷の付着力がゼロ（装置検出限界）を目指し、外部刺激（主として温度）に応答し任意温度で機能性液体を可逆的に徐放させ、安定な液体膜を形成する材料開発を進めた。樹脂に添加する機能性液体の分子量と添加量が液体の徐放温度に及ぼす影響を調べ、氷点下で徐放する条件を見出した。この成果を基に有償試料提供契約を締結し、試作品を企業に提供した。		
	○スマート化学生産技術の開発 原料多様化の加速と生産効率の向上のため､バイオマス等の未利用資源から機能性化学品･材料を合成する技術や所望の機能性化学品･材料を必要な量だけ高速で無駄なく合成する触媒･反応システムなどを開	○スマート化学生産技術の開発 原料多様化の加速と生産効率の向上のため､バイオマス等の未利用資源から機能性化学品･材料を合成する技術や所望の機能性化学品･材料を必要な量だけ高速で無駄なく合成する触媒･反応システム等を開発	○スマート化学生産技術の開発 ・バイオマス等の未利用炭素資源からアルコール等への高効率触媒変換を目指し、バイオマス由来の二酸化炭素や合成ガスの接触水素化反応により、収率 20%以上でメタノールあるいはエタノールを直接合成することが可能な触媒を開発する。 ・機能性化学品の連続生産を目指し、基幹５反応の連続精密生産に適した触媒フロー反応プロセス（収率 80%以上）を３種以上開発す		化学生産技術における原料多様化の加速と生産効率の向上のため、①バイオマス等の未利用資源から機能性化学品・材料を合成する技術、②所望の機能性化学品･材料を必要な量だけ高速で無駄なく合成する触媒･反応システム、③材料データの利活用を加速して新材料の開発競争力を強化するための材料診断技術、④計算材料設計技術等の開発が求められている。 バイオマス材料の社会実装にはコスト低減と特性解明に基づいた材料開発が鍵である。本研究ではバイオマス材料であるナノセルロースの物性向上メカニズム、及び機能発現メカニズム解析に重点を置いた取組みを行った。独自に開発した分光学的評価法を用いて、ナノセルロースと疎水性物質との相互作用を評価し、分子構造と材料特性（強度や発色性等）との相関について明らかにした。これらの成果は Q1 ジャーナルに５報の論文が掲載され、紙パルプ技術協会賞等３件の受賞に繋がった。また、産総研中国センターに設置した「なのセルロース工房」を通じ、多くの企業、大学の技術者へプロセス技術の研修を行う等、ナノセルロースの社会実装のための基盤構築に貢献した。 バイオマス等の再生可能資源を原料とした機能性バイオベース化学品（バイオ界面活性剤、バイオプラスチック等）の製造や利活用するための基盤技術の確立を目的とした研究に取組んだ。バイオ界面活性剤合成遺伝子の機能解析を進め、水系での使用感が優れたバイオ界面活性剤の生産及び高度好塩	水準以上に達成している。 トップジャーナルを含む複数の Q1 ジャーナルへの掲載や表紙等へ採用されたこと、多くの企業共同研究や技術コンサルティングを通じた企業課題（高分子材料の耐久性評価、バイオベース材料の利活用、触媒反応の高度化など）の解決、企業への技術研修等、企業の産業競争力強化に大きく貢献したことから、総合的に令和２年度計画を超える成果が得られた。	

	発する。また、材料データの利活用を加速して新材料の開発競争力を強化するため、材料診断技術、計算材料設計技術などを開発する。	する。また、材料データの利活用を加速して新材料の開発競争力を強化するため、材料診断技術、計算材料設計技術等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・廃棄物やエネルギー消費量削減を目指した基幹化学品並びに機能性化学品の革新的な製造プロセス構築のため、触媒技術、単位操作技術、人工知能と連携した触媒設計手法等を駆使した連続精密生産製造システムを開発する。 ・機能性と資源循環性の両立に資するナノセルロース複合材料とバイオベース化学品（界面活性剤等）の製造・	る。さらに、触媒フロー反応プロセスをスケールアップ（~10 g h^{-1}）した液一相系反応の反応器モジュールを試作する。 ・ナノセルロースの特性を発揮させる材料設計に向け、ゴムや顔料等の疎水性物質との相互作用を分光学的に解析し、分子構造と材料特性（強度や発色性等）との相関を検証する。また、バイオ界面活性剤の生産性向上及び構造制御に向け、合成遺伝子や代謝経路の解析をベースに、生産菌の育種・改良を進める。 ・新規診断技術の開発に向け、ポリオレフィン等をモデル材料として近赤外分光法により得られたスペクトルから機械強度を推定する手法を開発する。また、技術コンサルティング制度等を活用して、保有する分析・解析技術の実材料評価への適応可能性を検証する。 ・多様な装置に組込み可能な小型マイクロ波加熱モジュールの開発を目指し、磁場加熱による電子部品へのダメージを抑制した金属溶融技術の開発を行う。 ・機能性化学品の連続生産の開発に向けて、分離・精製工程の抽出操作を対象に、モデル溶液から抽出率80%以上を達成するとともに、それぞれの手法における連続化の課題を抽出する。 ・目的材料を効率良くかつ		菌を用いた分子量300万以上の超高分子量バイオプラスチックの合成に成功した。これらの成果は、生物工学奨励賞（斎藤賞）等3件の受賞に繋がった。 機能性化学品の需要は、高付加価値や多品種少量生産にシフトすると予測されており、それに対応するための生産プロセスが求められている。本研究では、バイオマス等の未利用炭素資源の有効活用や、従来のバッチ法を連結型フロー法による連続精密生産プロセスに置き換えることを目指した。バイオマス由来の二酸化炭素や合成ガスの接触水素化反応によるアルコールの直接合成が可能な触媒開発に取組み、1 MPaの低圧下でエタノール収率4%を達成した。反応圧依存性から実用的な圧力条件の5 MPaで収率を見積もると、約20%の収率でエタノールを合成出来ることが分かった。また、フロー反応・新触媒開発を行い、アルコールからアルデヒドへの酸化反応、ニトロ基の水素化反応、エステルから直接的なアミド化反応など基幹5反応群のうち5つの反応において、収率80%を達成した。また、エステルの直接的アミド化反応では、100 時間を超える連続フロー運転に成功した。また、スケールアップした一相系反応器モジュールの開発を進め、10 g h^{-1}レベルの生産速度を達成した。上記の連続精密生産プロセス構築をさらに高効率化するための基盤技術として、データ科学を活用した触媒設計技術開発を行った。14万の有機化合物の分子構造と、計算化学によって算出した物性値のデータセットを活用し、機械学習モデルを構築することに成功した。これを触媒活性予測モデル構築の入力情報として活用する転移学習を行った結果、触媒反応の収率を精度よく予測することに世界で初めて成功した。これらの成果は、Angew. Chem. Int. Ed.誌のHot PaperやAdv. Synth. Cat.誌のVery Important Paper 及び表紙に選出された他、Phys. Chem. Chem. Phys.の表紙、Chem. Commun.誌の扉絵への採用を含む7報の論文がQ1ジャーナルに掲載されるなど、学術的に非常に高い評価を得ている。また、目的材料を効率よくかつ高速に得るための共通基盤手法の開発に向けて、ナノ粒子やポリマーナノコンポジットを対象として、自動制御・プロセス及びインライン分析データの自動蓄積が可能なフロー製造装置の開発に取組み、1日に約 30 条件のナノ粒子自動合成が可能なシステムの開発に成功した。機能性化学品の製造において、主流であるバッチプロセスから反応・分離・精製の工程を連結した連続生産を可能にするスマート化学システムへの転換を目指した取組みを行った。各種装置をパッケージ化した連続抽出装置の試作を行い、この装置を用いてモデル溶液から抽出率80%以上での目的物質の連続抽出に成功した。 特定物質の選択的な加熱や短時間の熱処理が要求される場合において、マイクロ波加熱を利用した反応プロセスは非常に有効である。基盤となる小型マイクロ波加熱モジュールの開発に取組んだ。従来の制御基板の 1/20 の小型化に成功し、加熱モジュールとしての組込み可能性が向上した。 高分子材料は、分子構造や添加剤組成、高次構造などが複雑なことから、品質の安定化や耐久性などで発生した問題の分析が困難であることが多い。本研究では、膨大な分析情報から核心的情報を取り出すデータマイニング技術及び構造データから物性や耐久性を相関させるインフォマティクス技術を組み合わせた、材料診断技術の開発に取組んだ。非破壊で高分子材料の劣		

		利用に関わる基盤技術を開発する。 ・高分子材料を扱う企業間の擦り合わせ力の強化やサプライチェーンの適正化に向け、品質や耐久性向上に資する材料診断技術を開発する。 ・原料多様化と生産効率の向上に向けて、マイクロ波やマイクロプロセス技術、膜分離等の高度分離技術、流体制御や物性制御並びにシミュレーション技術を駆使した反応・分離・材料合成プロセスを開発する。 ・新材料の開発期間を短縮するため、材料機能に対する高い順方向予測能力を持つ計算シミュレータ群を開発すると同時に、材料データを構造化し、構造化された材料情報から新材	高速に得るための共通基盤手法の開発に向けて、操作因子を自動で連続して段階的に変化させることが可能なフロー合成システムを作製する。また、金属ナノ粒子合成系において200条件以上の自動合成を実施する。 ・5つ以上の素材グループに対応したデータ駆動型材料設計サービスの産業界への提供開始を目指し、データ駆動型材料設計に必要な材料データの集積とその構造化、設計ルールを導出するためのデータ科学的手法の開発に取り組む。さらに、それらを統合する材料設計プラットフォームの構築を進め、データ駆動型材料設計サービス開始時の仕上がり比で2割程度まで開発を進める。		化状態を予測するインフォマティクス技術を利用し、加熱劣化させたポリプロピレンの近赤外分光スペクトルから、引張破断伸びを予測する手法を構築した。これにより材料の劣化状態のオンサイト計測が可能となった。本成果のプレスリリース（令和2年7月20日）を行ったところ、日刊工業新聞等11紙で報道された。関連する成果は、Q1ジャーナルに11報の論文が掲載された。これらの成果を基に、技術コンサルティングを含む企業共同研究30件を実施し、高分子材料を扱う川上から川下までの多くの企業が抱える、プラスチックの成型や耐久性などの課題解決に大きく貢献した。 新材料の開発期間を短縮するためには、材料機能に対する高い順方向予測能力を持つ計算シミュレータ群を開発すると同時に、材料データを構造化し、その材料情報から新材料の設計ルールを導出するためのデータ科学手法の開発が必要である。信頼性の高いデータ駆動型材料設計を実施可能となるデータの創出を目指して取組み、計算シミュレーション技術と AI の連携によって、電気伝導度に関する良質なデータを取得する技術の開発と、マルチスケールのシミュレーション技術による蓄電、粉体、スラリー材料の機能予測能力の強化を達成した。これらを含めた関連する研究成果は Physical Review Letters 等の Q1 ジャーナル 15 報を含む 37 報の論文として発表された。計算シミュレーションや実験と AI・機械学習を組み合わせたベイズ最適化プログラムを作成し、共同研究先の大学が開発したロボット技術による薄膜物質自動合成装置に搭載し、合成・計測・探索に人間の介在を必要としない自律的な薄膜合成装置を実現した。これにより薄膜作製条件の探索を、従来の人的作業に比べ 10 倍効率化することに成功した。本成果のプレスリリース（令和2年11月19日）を行ったところ、日本経済新聞等3紙で報道され、5報の論文が Q1 ジャーナルに掲載された。本研究は第5期終了時の目標とするデータ駆動型材料設計サービスの開始に向けて、基盤となる技術やシステムの整備など、計画通り進捗している。また、多くの企業にデータプラットフォームを提供する等の連携も進めており、産業界の新材料の開発競争力強化に貢献した。		

		料の設計ルールを導出するためのデータ科学手法を開発する。それらを運用するために必要な材料設計プラットフォームを構築する。					
	○革新材料技術の開発 次世代社会の根幹を支える革新材料として、異種材料間の接合及び界面状態並びに材料の微細構造を制御することによって、機能を極限まで高めた材料や軽量で機械的特性に優れたマルチマテリアルなどを開発する。	○革新材料技術の開発 次世代社会の根幹を支える革新材料として、異種材料間の接合及び界面状態並びに材料の微細構造を制御することによって、機能を極限まで高めた材料や軽量で機械的特性に優れたマルチマテリアル等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・次世代モビリティや新しい冷凍等空調システムに必	○革新材料技術の開発 ・次世代モビリティを目指し、Sm-Fe-N 系焼結磁石を現状の 1.5 倍の性能まで引き上げ、実用化のための可能性を検証する。 ・空調システムを目指した磁気冷凍材料の長期安定性を従来の 2 倍にするとともに、システムへの搭載を想定し、サブミリの流路を確保したベッド形状を明らかにする。 ・Fe-X 系軟磁性材料の高飽和磁化（Fe を超える磁化）と大量合成（従来比 3 倍）プロセスの開発を進める。 ・皮膚ガス中のアセトンを検知するセンサの精密評価に向けて、100ppb のアセトンで評価可能な高湿度ガス調整機能を備えたセンサの評価装置の開発を行う。 ・液体燃料が利用可能なモビリティ向け電源を目指し、プロトン伝導性固体イオニクス材料を用いた燃料電池（600℃）及び強靭性金属－セラミック燃料電池		次世代モビリティやヘルスケア分野を支える革新材料の開発が産業競争力強化のために重要となる。本項目では燃料電池やセンサ、磁石、軽量材料等の革新材料技術の社会実装を目指した橋渡し研究に取組んだ。 次世代モビリティなどの電源を目指した固体酸化物燃料電池(SOFC)やプロトン伝導セラミック燃料電池（PCFC）の開発を進めた。石油液化ガス等（LPG）の炭化水素燃料を直接利用できる SOFC 技術を開発し、LPG 使用時に 600 ℃で 0.4 W/cm^2（従来比 30%向上）の出力が得られた。これを搭載した世界初の SOFC ドローンを実証し、長時間飛行の見通しを得た。この成果は日刊工業新聞等 17 紙で報道され、社会的な注目を集めた。更に高出力化が期待できる PCFC の電極材としてナノ複合化粉体を噴霧熱分解法により合成し、出力性能を従来の 2 倍となる 0.5 W/cm^2（600 ℃）に向上させた。これは令和 2 年度目標（0.6 W/cm^2）より低い値であるが、電解質－電極界面の改良も必要であることを見出したことから、次年度以降に取り組む予定としている。また、年度計画にはなかった取組みとして、産総研で開発した化学焼結法によって、PCFC 用 $BaZrO_3$ 系電解質材料のバルク体を通常の焼結温度（1700 ℃）より非常に低い温度（100 ℃）で作製することに成功し、水素イオン伝導率の評価を開始した。これらの成果は Q1 ジャーナルに論文 4 報が掲載され、日本セラミックス協会進歩賞を受賞した。 モビリティの電動化や Internet of Things（IoT）機器の高性能化に伴い、安全で高性能な誘電体デバイスの実用化が求められている。本研究では、$BaTiO_3$ ナノ結晶単層キャパシタデバイスの開発を行った。集積したナノキューブ単層膜の上部電極をスパッタで形成する際、単層膜のピンホール等の欠陥部で上下の電極がショートすることが問題であったが、ナノキューブ層と上部電極の界面にグラフェン電極層を挿入する技術を確立し、Φ100 μm電極において誘電損失 1.3%を達成した。当該電極を用いたキャパシタ構造に関する特許 1 件を出願した。蓄電池用硫化物正極材料においては 1 バッチで 50 g を 25 分で合成する技術を確立した。 ヘルスケア分野においてニオイ検知のための高感度なガスセンサが求められている。従来のガスセンサでは検知が困難な低濃度ガスを検出可能なセラミックスガスセンサの開発を行った。SnO_2 ナノシート型や、セラミック/ナノカーボン複合型センサを開発し、ppb オーダーの低濃度のアセトンやアン	水準を満たしている。 トップジャーナルを含む複数の Q1 ジャーナルへの掲載や裏表紙へ採用されたこと、各種学会等での受賞、新聞報道などにより成果が広く普及され、社会的な注目を集めたこと、企業共同研究や有償試料提供契約、実施許諾契約によって電池材料や磁性材料などの様々な革新材料について、社会実装が期待できる研究成果を創出することができた。電解質－電極界面の改良を行うことで、高度な目標について確実に達成する指針を得たため、総合的に目標水準の成果が得られたと判断した。以上より、総合的に令和 2 年度計画の水準を満たす成果が得られた。	

		須の耐環境性に優れたバルク磁性材料等を新たな粉末合成法や焼結プロセス等の粉末冶金技術を駆使して開発する。 ・材料の組成、微細構造、異種材料の接合及び界面状態等を制御することによって、革新的な性能を示すセンサデバイス、電気化学デバイス、蓄電デバイス、物質変換デバイス等を開発する。 ・特性が異なる金属や材料等を組み合わせた高機能マルチマテリアルの材料設計技術や接合技術及びマルチマテリアルのリサイクル技術や信頼性評価技術等を開発する。	(700℃)で 0.6W/cm2 を実証する。 ・ナノ結晶の単層キャパシタデバイスを目指し、Φ100um の電極において誘電損失 10%以下を実証する。蓄電池用の硫化物正極材料においては、1 バッチで 50g 以上の合成条件を明らかにする。 ・窒素資源の循環社会の実現に向けて、空間内の組成設計をした無機系多孔質材料の窒素酸化物（NOx）吸蔵性能を見極め、90%以上の活性が得られる条件を明らかにする。 ・マグネシウム合金圧延材を対象に、集合組織を制御して 150℃で嵌合可能な成形性を有する板材を試験片レベルで作製する。また、他の材料に関しても、マルチマテリアル化可能な材料特性を発現させるための条件を明らかにする。さらに、接合体のリサイクル性向上に資する易分離技術の設計指針を得るため、各種特殊外部場に反応を示す物質について調査を行う。		モニアの検出を達成した。また、バブリング部及びガス流路を加温・加圧式として、これらの温度及び圧力の調製により露点近傍の湿度を与えることのできる加湿装置をアセトン等のガス混合器に連結したセンサ評価装置を開発した。これらの成果は、Ind. Eng. Chem. Res.誌への裏表紙への採択含め 5 報の論文が Q1 ジャーナルに掲載された他、日本セラミックス協会学術賞や IAAM Scientist Award 等 3 件の受賞に繋がった。これらの成果を基に 7 件の企業共同研究を遂行し、セラミックスセンサの社会実装に向けた道筋を明確にした。 窒素資源の循環社会実現に向けて取組み、空間内の組成設計をした無機系多孔質材料によって NOx 吸蔵成分の性能を改良し、吸蔵した NOx を NH_3 化できることを確認した上で、NOx 吸蔵成分の 90%以上を機能させる条件を見出した。 モビリティ用の高回転モータや高周波用インダクタに要求される性能を持った高性能軟磁性材料である Fe-Mn 軟磁性材の実用化に向けた取組みを行い、プロセス条件の見直しにより Fe を超える飽和磁化を持つ磁性粉体を、従来比 3 倍量の大量合成に成功した。これにより複数企業への有償試料提供に結び付いた。ポストネオジム磁石である Sm-Fe-N 系焼結磁石の開発に取組み、添加元素組成や、解砕プロセスの検討によって、これまで焼結することによって磁気特性が低下していた現象を明らかにし、この現象を抑制することで、焼結体の磁気特性を 1.5 倍にした。これにより企業共同研究が加速された。また、年度計画にはなかった取組みとして、機械学習を援用した材料特性予測プロセスを開発し、少ない実験回数で高い性能を示す磁石の合成プロセス条件の探索に成功した。 フロン類フリーの冷凍システムを目指した磁気冷凍材料の開発を進めた。特性の低下に繋がる長期安定性の課題について元素添加により改善し、従来の 2 倍以上の安定性を得ることに成功した。加えて、サブミリの流路を確保したベッド形状が作製できることを明らかにした。固体蓄熱セラミックスである二酸化バナジウムと金属との複合化において、密着性の優れた界面を形成する技術を開発し、高熱伝導率で耐久性の高い固体サーマル素子を作製した。この成果は日刊工業新聞等 4 紙で報道された。これらの成果を元にして実施許諾契約を締結し、企業の材料開発に貢献し事業化に向けた道筋を明確にした。 軽量材料を用いるマルチマテリアル化により輸送機器の抜本的な軽量化を実現しようとする場合、異種材料接合技術の構築が不可欠である。本研究ではマグネシウム（Mg）合金とアルミニウム（Al）合金の接合のための技術開発を進めた。NEDO プロジェクトに企業と共に参画し、Mg 等の軽量構造材料の製品化に向けた体制を構築した。150 ℃において Al 合金に匹敵するヘミング加工性を示す Mg 合金板材を開発した。また、Mg/Al 接合部材の軸力変動抑制や、Mg 合金と Al 合金との接合界面のガルバニック電流低減特性を明らかにした。これらの成果は Q1 ジャーナルに論文 2 報として掲載された。その他の材料に関しても、マルチマテリアル化可能な材料特性を発現させるための取組みや、革新材料の開発に向け、セラミックス、木質材料、バイオ材		

					料の開発を進めた。セラミックスの高温焼結では、投入エネルギーの 99%が廃熱となっており、これを改善するための焼結装置用断熱材が必要である。ゲル化凍結法によって開発されたセラミックス断熱材は、同等の強度を持つ耐火レンガと比較して 30～90%低い熱伝導率を示し、その熱伝導率と強度は世界最高水準を示した。この成果によって 2 件の実施許諾契約が締結され、企業の材料開発に貢献した。軽量で意匠性の高い木質資源の工業利用化のためのマルチマテリアル化技術の開発では、種々の脱成分処理によりリグニンを低分子化して除去することで、木質資源の成形性の向上を達成した。ヘルスケア分野において、セラミックスや生体分子の異種材料を適材適所に組み合わせることが求められている。薬剤輸送が可能なバイオコアシェル粒子の開発を行い、抗がん剤含有バイオコアシェル粒子を用いることで、がん細胞の生存率が有意に低下することを明らかにした。関連成果は、令和 2 年度には国立研究開発法人日本医療研究開発機構の基礎研究支援制度に採択され、世界的に喫緊の課題であるウイルス等感染症対策技術の開発をスタートした。 　接合体のリサイクル性向上に資する易分離技術の設計指針を得るため、特殊外部場に反応を示す物質について調査を行い、マイクロ波照射によって急激な体積膨張を示す物質を見出した。		
５.エレクトロニクス･製造領域 ○情報処理のエネルギー効率を飛躍的に向上させるデバイス･回路技術の開発 高度な情報処理を超低消費電力で実現するために、高速､超低エネルギーで書き換え可能な不揮発性メモリや低電圧で動作するトランジスタなどのデバイス技術､AI	５.エレクトロニクス･製造領域 ○情報処理のエネルギー効率を飛躍的に向上させるデバイス･回路技術の開発 高度な情報処理を超低消費電力で実現するために、高速､超低エネルギーで書き換え可能な不揮発性メモリや低電圧で動作するトランジスタ等のデバイス技術、AI	５．エレクトロニクス・製造領域 ○情報処理のエネルギー効率を飛躍的に向上させるデバイス・回路技術の開発 ・超低消費電力不揮発性メモリとして期待される電圧駆動 MRAM(VC-MRAM)のための記憶素子の新材料を開発し、メモリの高密度化に必要な電圧駆動効率 500 fJ/Vm 以上（従来の最高性能の 1.5 倍）を達成する。 ・カルコゲナイド超格子デバイスを用いた高速・大容量不揮発性メモリの開発に向け、フェロ相の改善によ		デジタルトランスフォーメーション（DX）を加速するため、ビッグデータを高速、高効率に処理するコンピューティング技術が必要となっている。その様なコンピューティング技術の実現に向け、要素技術の研究開発に取り組んだ。 　超低消費電力化を可能とする電圧駆動スピン操作技術を活用して、静的ランダムアクセスメモリ(SRAM)代替が可能な次世代不揮発性メモリ「電圧駆動磁気ランダムアクセスメモリ(VC-MRAM)」の基盤技術開発を行った。VC-MRAM の記憶素子である磁気トンネル接合素子への重元素ドーピングと界面酸化制御技術により、400 fJ/Vm の電圧駆動効率を実現し、界面酸化制御の最適化により 500 fJ/Vm 以上を実現する指針を得た。計画にある 500 fJ/Vm は VC-MRAM の高集積化を可能とする理想的な性能であるが、400 fJ/Vm も従来の最高性能を 20%更新する優れた性能であり、しかも従来よりも安定性のある作製プロセスを用いて得られたものである。この 400 fJ/Vm でも中程度の集積度の持つ VC-MRAM の開発は可能であり、電圧駆動効率と素子作製の安定性を高いレベルでバランスさせる優れた成果である。また、書き込みパルス電圧の時間幅が長くなるほどエラー率が増大するという既存書き込み手法の問題に対し、書き込み電圧の形状を制御した新規電圧書き込み手法を開発した。数ナノ秒のパルス時間領域におけるエラー率を 2 桁低減することに成功し、高 IF ジャーナルの Q1 ジャーナル（IF=12.3）に発表した。さらに、ウェハ接合技術により、単結晶巨大磁気抵抗素子の三次元積層を実現し、Q1 ジャーナル（IF=7.7）に発表したほか、複数のメディア（新聞 2 紙と技術情報誌 2 誌）で報道され社会的な注目を集めた。これらに加えて、VC-MRAM を含	水準を満たしている。 　社会ニーズの高い、高速・高効率情報処理デバイス及び回路技術の開発においては、高 IF ジャーナル(IF>10)を含む 37 報の論文（うち Q1 ジャーナル 14 報）を学術誌に発表した。また新聞や国内外の複数のメディアによる報道があり、社会的な注目を集めた。AI チップ開発のオープンイノベーション拠点を整備した結果、当初計画の年間 10 件以上を大きく上回る 28 件の研究開発を支援した。以上、産業ニーズに高度に応えた研究開発を実施し、企業への橋渡しを推進した。高度な目標について確実に達成する指針	

	チップなどの回路設計技術、高機能化と低消費電力化を両立する 3 次元実装技術などを開発する。また、これらの技術の開発および橋渡しに必要な環境を整備する。	チップ等の回路設計技術、高機能化と低消費電力化を両立する３次元実装技術等を開発する。また、これらの技術の開発及び橋渡しに必要な環境を整備する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・スピントロニクス技術を用いたSRAM代替可能な超低消費電力不揮発性メモリ、新原理・材料に基づく高速・大容量の不揮発性メモリやニューロモルフィックデバイス、従来のトランジスタと比べて大幅な超低消費電力化を実現する急峻スイッチングトランジスタ等のロジックデバイス技術等を開発する。	る歩留まりを 80%に向上させるなど等、量産化技術の開発を行う。 ・新原理急峻スイッチングデバイスに向け、3 次元 Fin 形成技術、微細ゲート加工技術、極浅接合等の改善を通じて、MOSFET の限界を超えるオン電流急峻立ち上がりと、オン電流の増大の両立を達成する。 ・センサ・アナログ・デジタル集積システムのための低消費電力化及び高精度化を実現する要素回路を設計・試作する。 ・AI チップ設計拠点の活用件数を 10 件以上とする。 ・3 次元実装技術について、3 um以下の微細なシリコン貫通電極構造を信頼性高く形成するプロセス技術、300 mm ウェーハを貼り合わせるプロセス技術、およびそれらの構造の解析・評価技術を開発し、それら共用化に向けた基盤技術を整備する。 ・IoT デバイスへの新材料導入検討を迅速に行うため、各種パラメータを実験および量子化学計算により収集し、IoT デバイスを構成する低消費電力トランジスタ、不揮発メモリ、センサデバイスの回路形成に必要な新材料を含むデバイスシミュレーション技術を確立する。 ・量子干渉効果を利用した小型で高安定な小型時計用発振器を実現するため、令		む MRAM の開発に関して、論文数 14 報（Q1 ジャーナル 4 報）、特許出願 2 件、特許登録 5 件、IEEE Fellow 表彰など受賞 2 件の成果を挙げた。 我が国の産業界における AI チップ開発を加速することを目的として、AI チップ設計拠点の整備、ならびに先端 AI チップの開発に取り組んだ。AI チップ設計拠点に関しては、拠点利用者の支援ツールとして、AI チップ設計時に活用可能な、高位記述言語・ハードウェア記述言語からの AI チップ設計フローや、検証装置(エミュレータ)を用いた AI チップ検証手法、ならびに AI アクセラレータの参考用設計データを開発・整備した。また、これら開発した技術を活用して、計画を大きく上回る、28 件（企業、大学等）の AI チップ開発を支援した。 先端 AI チップの開発に関しては、AI 処理の高効率化を可能とするデジタル・アナログ・センサ(DAS)集積システムの開発を進めた。センサデバイス製造企業と共同研究を推進し、センサ感度向上のためのデジタル自動補正技術等の開発に関して、3 件の特許出願を行った。 また、静電誘導を用いた人の動きを検出する非接触入力センサ向けの回路の開発に取り組んだ結果、従来技術に対して 100 倍以上の電力効率で動作する事を実証した。これら先端 AI チップの開発に関して、論文数 3 報（Q1 ジャーナル 2 報）の成果を挙げた。 以上の成果のアウトカムをまとめると、不揮発性メモリについては、500 fJ/Vm を超える電圧駆動効率が実現できれば、SRAM を超える集積度を持つ VC-MRAM の開発が可能となる。SRAM はシステム LSI の混載メモリとして広く用いられているが、待機電力消費が大きいことと近い将来微細化限界に達するという深刻な問題がある。SRAM を代替する不揮発性メモリが実現されれば、システム LSI のさらなる省電力化と高集積化が可能となり、IT・IoT 機器の高性能化に大きく寄与するものとなる。 半導体チップの開発については、通常、試作前にエミュレータによる機能の検証を行うが、そのエミュレータの導入・利用コストが高いことが、AI チップの開発を目指す中小企業やベンチャー企業の参入障壁となっている。この課題に対応するため、NEDO の事業で、産総研と東大が連携して運営する AI チップ設計拠点は、AI チップ開発者にエミュレータの利用環境を提供することにより、利用者の AI チップ開発期間・コストが縮小された。これにより、我が国の AI チップ開発競争力の強化に貢献した。また、開発している DAS 集積システムはセンサデバイス等の IoT デバイスの大幅な省電力化を可能とする技術であり、スマートフォンなどの携帯電子機器の大幅な電力削減効果が期待できる。 その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・相変化メモリの研究開発では、実用化に不可欠な歩留まり 80%に向けた共同研究を企業と実施した。カルコゲナイド超格子薄膜の高い配向性制御技術をスパッタ法において確立し、量産化要素技術（歩留まり 80%以上）に目処	を得たため、総合的に目標水準の成果が得られたと判断した。	

		・データの収集と処理の高効率化に向け、ニューロモルフィック等の新原理コンピューティングの基盤技術、AIチップ等の集積回路設計技術の研究開発を行うとともに、我が国におけるAIチップ開発を加速するための設計拠点を整備する。 ・IoTシステム等の高機能化と低消費電力化のための3次元実装技術、貼り合わせ技術等を用いた異種材料・デバイスの集積化技術等を開発するとともに、TIA 等の共用施設を拠点とした橋渡しを推進する。	和2年度はアルカリガスセル作製に向け、高温脱ガス処理を施した後に単結晶サファイアと Si を接合する手法を確立する。また、孤立状態にある原子を生成するための特殊グレーティングの設計、試作及び評価を実施する。		をつけ、企業からの要求に応えるなど、論文数5報（Q1ジャーナル2報）の成果を挙げた。 ・従来の金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）では、ゲート電圧印加によりドレイン電流を一桁増加せるためには最低でも60 mVが必要であり、MOSFETの省電力化には60 mV以下のゲート電圧で電流を一桁増加させる技術の開発が求められている。それを実現する技術として、量子現象を利用したシリコントンネルFET（TFET）などが提案され、実際に60 mV以下で電流を一桁以上増加するTFETが開発されていたが、電流密度が低いため、実用化には至っていない。MOSFETの限界を超えるオン電流急峻立ち上がりと、オン電流の増大を両立する「急峻スイッチングデバイスの開発」という非常に高い目標の実現に向け、令和2年度は、3次元Fin構造と極浅接合を組み合わせた新たなシリコン TFET を提案し、その両立が理論的に可能であることをシミュレーションにより示すなどの成果を挙げ、論文2報を発表した。また、提案した新構造デバイスの実現には、デバイス作製プロセスの開発が必要であることが分かり、その開発に着手した。 ・3次元実装技術について、高い信頼性で3 μm以下の微細なシリコン貫通電極構造を形成するプロセス技術を構築した。本成果は、Google Top20に該当する国際会議であるIEDMに採択された。また、300 mmウェハを貼り合わせるプロセスの基盤技術を構築し、国内学会の優秀論文賞など、2件受賞した。さらに、同基盤技術を用いて、積層型のSi/Ge異種チャネル相補型FETを実現した。本成果も、IEDMに採択され、新聞で4件と国内外の電子メディアで4件の報道がなされ、社会的な注目を集めた。 ・デバイスシミュレーション技術の構築に関しては、最先端の微細トランジスタで重要性が増しているサーマルアセスメントを可能とする理論モデルを確立し、論文1報を発表した。 ・量子干渉効果を利用した小型で高安定な小型時計用発振器の開発に関しては、1本のレーザビームで孤立原子を生成する2次元グレーティングの設計、試作、評価を行い、寸法誤差5%以内の精度での作製方法を確立した。また、高温脱ガス処理後にMEMS加工済Si基板とサファイア基板を低温で封止接合する手法を確立し、Q1ジャーナルに発表した。		
	○データ活用の拡大に資する情報通信技術の開発 データ活用シーンの拡大と新規創出の基	○データ活用の拡大に資する情報通信技術の開発 データ活用シーンの拡大と新規創出の基	○データ活用の拡大に資する情報通信技術の開発 ・光スイッチの実用化に向けて、性能改善を進めるとともに光伝送実験による性		近年、クラウドサービスの高度化・複雑化により、情報処理の高性能化が益々必要となっている。これには、各LSI素子の性能向上に加え、多種多様な高性能素子間を低電力、大容量かつ低遅延で通信する技術の創出が喫緊の課題となっている。その候補として、光を用いた通信技術が注目されている。 産総研では、LSI と光デバイス（シリコンフォトニクス）を同一基板上に融合実装が可能な光電融合型回路基板（光電コパッケージ）の研究開発を行っている。令和2年度は、シリコンフォトニクスチップ上にマイクロミラーとポリマー光導波路を集積化した光電コパッケージ基板の光リンク（光接続）	水準以上に達成している。 令和2年度計画していた研究課題に対して実用化につながる世界最高性能の光路変換部の低損失化技術の開発に成功し、事業化の道筋を	

	盤として、大容量データを低遅延かつ高エネルギー効率で伝送する光ネットワークと、これに関連するフォトニクスデバイスや高周波デバイスなどを開発する。	盤として、大容量データを低遅延かつ高エネルギー効率で伝送する光ネットワークと、これに関連するフォトニクスデバイスや高周波デバイス等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・モバイル端末からクラウドまでをシームレスに収容しダイナミックかつ柔軟に最適運用可能な光ネットワーク技術や、ネットワーク構築に必要となるシリコンフォトニクスを基盤とした光電融合型光トランシーバや光スイッチ技術等の研究開発を行うとともに、これら技術を効率的に開発するエコ	能評価を行い、実使用条件での良好な動作を達成する。また、LSI とシリコンフォトニクスが同時に実装可能な光電融合型回路基板を試作し、光リンク検証を行う。 ・シリコンフォトニクスコンソーシアムの運営を通じたシリコンフォトニクス R&D 向けマルチプロジェクトウエハ試作の機能強化のため、受光器やハイブリッド機能集積などプロセスデザインキット(PDK)を新たに整備し、先端的デバイスライブラリを充実させる。 ・高周波対応の窒化物デバイスの開発に向け、AlGaN に代わる高いピエゾ効果を示す AlScN の MOCVD 用の化合物材料探索と装置改造を行い、GaN-HEMT デバイス構造の 2DEG 動作を確認する。 ・部材および部材コーティング技術について、令和 2 年度は、表面化学修飾技術を用いて作製した５G 用フレキシブルプリント配線基板における異種材料の接合メカニズムを解明するとともに、低誘電樹脂上への光 MOD による３D 金属配線技術を開発する。		を実証した。また、光電コパッケージ基板の光伝送特性の評価と温度試験を実施し、システム運用で必要となる 56 Gbps までの高速信号伝送及び、85 ℃の高温環境下での安定的な動作を実証した。さらに、シリコンフォトニクスの多数チップを光接続するのに欠かせない光路変換用のマイクロミラーでは、独自の非球面ミラー形状を考案することにより、16 波長多重に相当する 60 nm の帯域幅（波長域 1300 nm - 1360 nm）で世界最高性能の低光接続損失(<-3 dB)を達成した。これは、1 ポート当たり 1.8 Tbps の通信速度に対応でき、世界最高水準のスーパーコンピュータ富岳のプロセッサのポート当たりの通信速度(0.1 Tbps)の約 20 倍に達する。本成果は特許出願するとともに、Q1 ジャーナルに掲載された。その成果を基に、回路基板を製造販売する部品メーカーと、次世代光電コパッケージ実用化に向けた共同研究を開始するとともに、装置メーカーとの実証試験の枠組みを構築し、事業化に向けた道筋を明確にした。 産総研では、世界最高峰のシリコンフォトニクス製造技術・設備を活用し、小型かつ世界最大規模の光スイッチの開発に取り組んでいる。令和 2 年度は、光スイッチの実使用条件として 32×32 シリコン光スイッチの全経路に広帯域光信号（WDM-PS-64QAM）を伝送し、経路あたりの通信速度 1.91 Tbps を示す良好な特性を得た。また、偏波ダイバーシティ回路の最適化により、8×8 規模スイッチで、従来比 5 倍の広帯域化に相当する C-バンド（波長域 1530 - 1560 nm）全域でクロストーク-30 dB 以下、偏波依存損失 0.4 dB 以下を達成した。さらに、これまでのプロトタイプ光スイッチシステムの 1/16 の面積比となる小型(9 cm×13.5 cm)の制御回路付 8×8 光スイッチシステムや、低損失スイッチ回路、シリコン波長可変フィルタ、大規模スイッチアーキテクチャのためのシステムを開発した。本成果については、2 件の特許出願を行い、Q1 ジャーナルに 5 報が掲載された。 シリコンフォトニクスは、先端半導体と同様にファブレスでの製造が検討されている。産総研では、シリコンフォトニクスコンソーシアムを設立し、活動の一環として、産総研スーパークリーンルーム産学官連携研究棟（SCR）を活用したシリコンフォトニクス R&D ファブを、世界に先駆けて展開している。令和 2 年度は、プロセスフローの改善により、シリコンフォトニクスデバイスの相乗り試作（MPW）期間の大幅な短縮化（4.5 カ月⇒2.5 カ月）を実現し、想定を上回る企業・大学等、11 機関へ試作品を提供した。さらなる R&D ファブのメニュー（プロセスデザインキット：PDK）の拡充のため、標準受光器製造用の高品質 Ge 薄膜形成と、III-V 族化合物半導体光源を実装するプロセスを確立した。本成果は、Q1 ジャーナルに 3 報が掲載され、フォトニクス分野の主要国際会議で発表した。 以上の成果のアウトカムをまとめる。シリコンフォトニクスを実装した光電コパッケージ基板で 56 Gbps 信号の動作を実証した成果は、システム運用で必要となる性能を実現したものである。世界最高性能の低光損失のマイクロミラーの開発により、光路変換部の損失を大幅に低減した成果は、シリコンフォトニクスを多数実装する際の光路変換部の損失の課題を解決し、光電コパッケージの実用性を向上するものである。このような光電コパッケージ	明確にする研究成果を創出した。また、開発した技術の橋渡し活動である MPW の実施により、国内企業・研究機関の研究開発能力の強化に貢献した。さらに、13 報の Q1 ジャーナルを含む 29 報の論文を発表し、今後の企業共同研究にもつながる高い学術レベルに裏付けられた橋渡しの強化となる研究を実施した。総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

		システムの構築に向けた基盤整備を行う。 ・ポスト5G、6Gの基盤技術として、高周波対応の窒化物材料・デバイス技術、高周波特性に優れた部材及び部材コーティング技術等の研究開発を行うとともに、システム構築に必要となる高周波特性評価技術の研究開発を行う。			の実用化により、LSI 素子の通信ボトルネックの解消やシステムの省電力化が期待できる。 　また、大規模シリコンフォトニクス光スイッチが実使用条件での光伝送に成功したことにより、データセンターへの適用が期待できる。今後、増大するデータセンターや公衆網における大規模ネットワークにおいて、電気スイッチのエネルギーの増大が懸念されており、光スイッチの実用化はこれら大規模ネットワーク全体の低消費電力化に大きく貢献するものと期待される。 　さらに、多くの企業、研究機関が活用している産総研コンソーシアムによるシリコンフォトニクス MPW については、その試作リードタイムの短縮やメニューの拡大は、国内フォトニクス産業の技術開発力の向上に大きく貢献するものである。特にポスト 5G から 6G の時代に向けて、様々な情報通信機器への低電力・大容量かつ低遅延なフォトニクスの利用拡大を促進し、関連する国内企業の国際競争力の強化につながるものと期待される。 　その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・紫外光による表面化学修飾技術を用いて作製した 5G 用フレキシブルプリント配線基板適用部材について、表面改質基材の深さ分析及び剥離試料の界面分析により、異種材料の接合メカニズムの鍵を握る官能基と基材の結合様式を解明した。また、光 MOD 法を用いることで高周波に有効な低誘電率のフッ素樹脂上に金属薄膜を密着させることに成功し、3D 金属配線の主要技術を開発した。本成果は、招待講演（4 件）で発表し、本成果に関連する特許を 1 件出願した。 ・AlScN の MOCVD 用の化合物材料探索と装置改造を行い、Sc を含んだ AlN 成膜を確認した。また、ピエゾ効果の高い AlScN を用いた高性能な GaN の高電子移動度トランジスタ（HEMT）の実現に向け、ピエゾ効果を高める超格子構造を導入した新しいチャンネル構造の成長技術を開発した。さらに、GaN-HEMT の作製を行い、2 次元電子ガス（2DEG）の形成を示唆するトランジスタ動作を確認した。		
	○変化するニーズに対応する製造技術の開発 社会や産業の多様なニーズに対応するため、変種変量生産に適した製造技術、高効率生産を実現するつながる工	○変化するニーズに対応する製造技術の開発 社会や産業の多様なニーズに対応するため、変種変量生産に適した製造技術、高効率生産を実現するつながる工	○変化するニーズに対応する製造技術の開発 ・生産システムの最適化・効率化に向け、生産システムの重要な構成要素の一つである機械工具の最適な運用を実現するため、各種データに基づく加工および工具の状態を見える化する技術の開発および機械工具の		社会や産業の多様なニーズに対応するため、高効率化や変種変量生産に適した製造技術、高機能部材の製造プロセスや低環境負荷プロセス技術の開発が求められている。令和 2 年度は、機械工具の運用最適化に向けた切削工具の耐久性の向上のための要素技術や、喫緊の社会課題である新型コロナウイルス感染症に対応する接触感染防止技術等の開発に取り組んだ。 　生産システムの重要な構成要素である切削加工において、工具、特に切れ刃の摩耗を適切に管理し、加工精度と生産性（低コスト）を両立することが求められる。この課題に対して、まず、工具の状態をモニタリングし工具寿命を検知する技術開発として、工作機械の主軸の振動波形から工具の磨耗を機械学習によって判定するシステムを構築し、工具寿命を延長する条件の判定法を定式化した。また、長寿命な工具材料の実現に向けて、超微細な網目状組織と整合結合によりセラミックスの硬度と金属の靭性を併せもつ Ti(C,N)-W 系サーメット（セラミックス粒子を少量の金属バインダーでつな	水準以上に達成している。 　令和 2 年度計画していた製造プロセス高効率化に向けて、産業ニーズに的確かつ高度に応えた研究開発を実施した。特に、新型コロナウイルス感染防止に資するコーティング技術や、共同研究先が事業化した微細構造表面の製造技術など、社会実装が期待で	

	場システム、高機能部材の製造プロセス技術などを開発する。	場システム、高機能部材の製造プロセス技術等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・工場内あるいは複数工場に設置された機器から構成される生産システムに関して、生産性、品質、環境影響等の多様な観点からの評価を基に、最適化・効率化する手法を開発する。 ・変種変量生産に適したミニマルファブ技術等を活用して、多様なニーズに応えるデバイスや新機能デバイスを高性能化するプロセス技術を開発する。 ・新素材や難加工材料の加工や変種変量生産に対応するため、各種加工の基礎過程	長寿命化を実現するサーメット等の材料開発を推進する。 ・ミニマルファブ技術について、デバイス種として3種の基礎プロセス技術およびデバイス技術を開発すると共に、つくば、臨海副都心センター、九州センターの各拠点等を活用して所内外のユーザーに対する試作サービスを実施する。 ・半導体検査装置や水素製造など、多様な応用が期待されるグラフェン等を電極に用いた電子放出デバイスについて、電流密度などの性能を向上させる材料・プロセス技術を開発し、従来技術を上回る性能の実現を目指す。 ・塑性加工、鋳造などの加工プロセス時における加工現象の解明に向けて、各種材料の空隙・クラックなどの欠陥発生シミュレーション技術の開発を進める。 ・CFRP・金属などの複合材構造における接着・接合信頼性の評価を可能とする接着・接合構造の可視化技術の開発を進める。 ・金属・樹脂へ低温コーティングを施した機能性部品について、資源循環が可能であることを原理実証する。 ・IoT デバイス向けの全固体電池の開発について、複合正極・電解質部材の性能改善を進めると共に、エネルギー密度 250mAh/g 以上		いだ複合材料）を開発した。本サーメットは、従来の超硬合金よりも特に高温硬度に優れ、難削材であるニッケル基超合金やスーパーステンレス鋼のドライ切削において長寿命であることを実証した。この成果は Q1 ジャーナルに採択されると共に、新聞社の取材3件、技術相談5件と多くの反響があり、うち機械工具メーカーには実装検討に向けた試料提供を行う等、社会的な注目を集めた。 塑性加工の一種であるスピニング加工について、AI を用いて最適加工パラメータの選定を可能にする加工プロセスモデルを構築すると共に、絞り加工やしごき加工における加工形状と金属組織分布の相関性を明らかにし、加工精度を飛躍的に向上させる加工制御法を見出した。一連の成果は、Q1 ジャーナル5報を含む8報の論文に発表した。また、引き抜きによる伸線加工については企業との資金提供型共同研究へと発展した。 炭素繊維複合材料（CFRP）の接着について、高分子シミュレーションを活用することで、接着界面における3種の結合状態の可視化に成功し、その界面の破壊評価が可能となった。CFRP と金属チタンの電磁接合について、シミュレーション援用によりチタンと CFRP を 10 MPa を超える強度で接合することに成功し、Q1 ジャーナルを含む論文2報に発表した。 社会・産業ニーズに応える高機能部材の橋渡し事例として、広い入射角範囲で世界最高レベルの低反射特性を有する微細構造表面の製造技術を利用した防曇レンズパネルを民間企業と共同開発し、プレスリリースした。本内容に関して、報道各社に記事が掲載され、大手企業を含む複数の企業から多くの反響を得た。さらに、共同発表した企業にライセンシングを行い、当該企業は、事業を開始した。 環境負荷低減のための資源循環型プロセスの構築に向けて、コーティング技術を事例に原理検証を行った。塗布光照射（光 MOD）法を応用した透明導電膜のリユースプロセスを開発し、光 MOD 法を用いることで資源循環プロセスが原理的に可能であることを実証した。一連の成果に関して、国内外で 3 件の招待講演を行うと共に、Q1 ジャーナル 6 報を含む 8 報の論文、CrystEngCom 誌で注目論文として紹介された。 変化するニーズへの対応として、昨今大きな問題となっている新型コロナウイルスの接触感染防止のための表面創成技術の開発に取り組んだ。AMED・ウイルス等感染症対策技術開発事業（基礎研究支援）において、ISO21702 基準を満足する抗ウイルス機能表面の創成にエアロゾルデポジション(AD)法を用いて成功し、プレスリリースした。 以上の成果のアウトカムをまとめる。 高温硬度に優れるサーメット工具材料の開発による長寿命化と機械学習を利用した工具の余寿命管理は、工具を用いた生産システムの運用最適化そして生産性向上につながる技術であり、産業競争力の維持・強化に寄与する。また、産総研のオリジナル技術である AD 法は、変化するニーズに迅速に対応できるコーティング技術であり、例えば令和2年度に開発した抗ウイルス機能表面を有する部材は、この特性を活かした開発事例である。	きる研究成果を創出することができた。また Q1 ジャーナルに掲載された 23 報を含む 54 報の論文を発表、エディターズチョイスに選ばれる等、学術的に高い評価を受けた論文もあり、橋渡しの深化に寄与するシーズ創出も行った。以上より、総合的に目標の水準を超えて達成している。	

		の理解に基づくシミュレーションと加工時に収集したデータとを活用する新しい製造技術の研究開発を行う。 ・多様なニーズに対応する低環境負荷の先進コーティング技術やレーザープロセス技術、高分子材料や樹脂フィルム等に適用可能な低温プラズマ技術等の研究開発を行う。	の高容量正極の作製技術を開発する。 ・多様なニーズに対応可能な波長制御型および赤外波長制御型レーザー加工テスト装置の開発を進め、10 種類以上の材料に対する網羅的試験を実施し、データベースを構築する。また、低温プラズマ技術を利用して、樹脂フィルム等の表面自由エネルギー制御、高速エッチング等の新機能を付加する表面処理技術を開発する。		その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・ミニマルファブ技術では、IoT デバイスなど汎用向け及び宇宙機向けなど特定用途向け集積回路を実現できる簡易版 SOI-CMOS 2 層アルミ配線プロセス技術や、ピエゾ抵抗型加速度センサ、ダイヤモンドを用いたショットキーダイオード等を開発し、特許 2 件を出願するとともに、論文 1 報を発表した。また、つくば、臨海、九州センターの 3 拠点において、内部試作に加え、外部試作 10 件に対応した。 ・グラフェン電極電子放出デバイスにおいて、放出電流量を μA から mA へ 1,000 倍に向上させることに成功し、Q1 ジャーナル 2 報を含む論文 3 報を発表するとともに、資金提供型共同研究につなげた。 ・IoT デバイス向けの全固体電池の開発について、緻密化に適する電解質材料を適用することで、複合正極・電解質部材の性能改善に成功した。また、正極材料を、目標を上回るエネルギー密度 270 mAh/g まで高容量化することに成功し、Q1 ジャーナル 5 報を含む論文 8 報を発表した。 ・波長制御型ならびに時間制御型レーザー加工テスト装置の開発に取り組み、産業用セラミックス、金属、樹脂部材を中心に 10 種類以上の材料において、系統的なレーザー加工試験を実施、データベース化した。また、ゴムや PET などの高分子材料の親水化、及び、高速エッチング処理条件を見出すなど、低温プラズマ技術に関して論文 12 報を発表した。		
	６.地質調査総合センター 〇産業利用に資する地圏の評価 地下資源評価や地下環境利用に資する物理探査、化学分析、年代測定、微生物分析、物性計測、掘削技術、岩盤評価、モデリング、シミュレーション等の技術開発を行う。	６.地質調査総合センター 〇産業利用に資する地圏の評価 地下資源評価や地下環境利用に資する物理探査、化学分析、年代測定、微生物分析、物性計測、掘削技術、岩盤評価、モデリング、シミュレーション等の技術開発を行う。今後の社会情勢や	６．地質調査総合センター 〇産業利用に資する地圏の評価 ・メタンハイドレート開発研究と連携した海洋調査・環境影響評価や、在来型燃料資源のポテンシャル評価、油ガス田での微生物によるメタン生成の解明を進める。東南アジアでの現地調査等に基づく開発可能性評価、国内の鉱物資源情報整備や再度の開発可能性検討を行う。国内粘土・珪質資源評価および鉱物材料利用促進のための技術開発、		国際情勢の変化に対応した地下資源・エネルギーの安定確保、放射性廃棄物の地層処分、産業利用に関わる地圏環境の保全ならびに地圏・海洋等の調査・評価の重要性が高まっている。 　微生物起源メタンの理解を目指す地下微生物の研究として、天然ガス田等でのメタン生成活動に重要な役割を担う細菌（RT761 株）を培養することに成功した。本菌株は細胞構造が一般的な細菌とは根本的に異なる新しい細菌であり、原核生物の根源的な特徴について再定義を迫る発見であった。本研究成果はハイインパクト国際誌 Nature Communications（Q1 ジャーナル）に論文掲載され、エディターにより注目論文として紹介された。さらに、本研究に関するプレスリリース（令和 2 年 12 月 14 日、報道 2 件）や産総研公式 Twitter では大きな社会的反響を呼び（約 1,000 件のリツイートや 2,000 件を超える“いいね”）、小中学生向けの科学雑誌への掲載も予定されている。 地圏環境利用・保全のための研究として、資源エネルギー庁から受託した地層処分技術の信頼性と安全性の更なる向上のための委託研究を推進した。超長期の地下水流動解析モデルに影響を与える地下水年代の測定結果を検証するための、単一孔による注揚水試験プッシュプルテストと水素・酸素安定同位体トレーサーとを組み合わせた極微小流速の測定システムを構築した。本手法により流速測定の下限値を従来技術の 1/100 である 10^{-8} m/s オーダーまで下げることに成功し、本研究成果を国際誌 *Journal of Hydrology*（Q1 ジャーナル）に論文掲載した。	水準を満たしている。 　学術的インパクトの高い成果が得られ注目度の高い Q1 ジャーナルへ複数の論文が掲載されたことに加え、プレスリリースや公式SNSにも社会から高い注目が寄せられた。また、広範な分野への適用が期待される粒子解析技術を特許出願し、概要調査環境でも高精度に地下水の極微小流動を測定するシステムの構築や海底鉱物資源量の把握を行うなど、国の政策にも貢献する成果が挙がった。総合的に目標の水準を満たす成果が得られた。	

		マーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・在来・非在来型燃料資源、金属・非金属鉱物資源、鉱物材料、地圏微生物資源並びに地熱資源・地中熱利用等の地下資源の評価に係る技術開発及び情報整備を行う。 ・地層処分・地下貯留等の地圏環境利用並びに地下水・土壌等の地圏環境保全の評価に係る技術開発及び情報整備を行う。 ・各種産業利用のニーズに対応した地下地盤や地層の物理・化学特性並びに年代測定のため地質調査技術の開発を行う。 ・海洋における再生可能エネルギーの利用拡大を支えるため、地質地	知財活用を推進する。超臨界地熱システムの資源量詳細評価に基づく試掘候補地ランキングおよび AI による熱構造推定法等の開発、冷房負荷地域を対象に地中熱ポテンシャル評価技術の開発を行う。 ・地層処分・地下貯留に関して、我が国沿岸部の深層地下水の分析・特性評価を行い、適切な評価手法を検討し、地下水微流速推定法の開発を進める。沿岸域での高精度重力モニタリング技術の運用方策の策定を行い、CO_2長期遮蔽性能に関わる力学－化学―水理連成データの取得を進め、CO_2吸着膨潤を考慮したジオメカニックモデリング手法を確立する。土壌汚染に関して、無機系吸着剤や環境微生物等を利活用した土壌・地下水汚染浄化技術の開発を行い、表層土壌調査と評価技術の建設発生残岩や災害土砂等への適用展開を図る。 ・地盤含水率計測や透水性把握のための核磁気共鳴法や IP 探査のシステム開発及び、無人機物理探査技術の開発を行う。岩石物性計測の高度化および物性データベースの構築を行う。地下注水誘発地震の事例研究、室内注水実験による被害リスク低減法および室内・野外観測データ統合化による断層再活動兆候の検出法の開発を進め、資源開発のための掘削技術に関連		鉱石品位の世界的な低下傾向のもとで有限な鉱物資源を有効に利用するという課題の解決を目指し、鉱石中の主成分から微量成分まで同時に定量評価することが可能な新たな粒子解析技術を開発した。幅広い濃度範囲で定量できる微小域元素分析に、元素組成に基づいて各微小域の鉱物種を分類するアルゴリズムを組み合わせた解析技術であり、民間との資金提供型共同研究に結び付く知財として特許出願を行った。 海洋利用を促進するための研究として、第 3 期海洋基本計画（平成 30 年 5 月 15 日閣議決定）の下、産総研が持つ深海曳航探査技術を活かし、海底熱水鉱床賦存候補域、資源泥の濃集層分布域の新たな情報を取得した。この成果を元に民間技術コンサル 1 件、委託研究 2 件を実施した。また海洋利用の基本情報である海洋地質図シームレス化に着手した。 高スペクトル分解能衛星センサに関する研究として、石油探査技術等の高度化等に適用されるハイパースペクトルセンサ HISUI のデータ信頼性・品質の向上のために「校正計画書」を更新し、定常観測を継続するための「HISUI OMP 運用シナリオ」を策定した。観測技術に係る成果が国際誌に論文掲載された（2 編）。 その他、本課題で実施した取組の成果を以下に記載する。 ・日本海表層型メタンハイドレートの賦存状況の把握のための海洋調査を行い、環境影響計測機器の海底設置を行った。また国内在来型燃料資源について、粘土鉱物がナフタレンの熱熟成度指標に及ぼす影響に関する研究成果が国際誌に掲載された。 ・鉱物資源については、ミャンマーと連携し全土の鉱物資源情報の収集を通じた開発可能性の検討を進め、国内で希土類資源の賦存量評価に係る現地調査を実施した。 ・国内粘土・珪質資源評価について、愛知県瀬戸地域の堆積性カオリン鉱床の成因を解明し Q1 ジャーナルに論文掲載された。また、吸着材ハスクレイを用いた除湿システムの農業分野への展開を促進した。 ・国内有望地点での超臨界地熱システムのモデル化・資源量評価を行うとともに、AI による熱構造推定技術の開発等を行った。また、佐賀県唐津地域や沖縄本島を対象に冷房負荷地域での地中熱ポテンシャル評価技術の開発に着手した。 ・CO_2地中貯留の長期遮蔽性能評価に関して、力学－化学－水理連成データを整備するとともに、キャップロックの遮蔽性能評価で不可欠な空隙率－浸透率の関係の導出に成功した。また、高精度重力モニタリング技術については、沿岸域での重力モニタリング運用方策を取りまとめた。 ・マグネシウム化合物等の無機鉱物系吸着材及び発光バクテリアを利活用した土壌汚染の浄化・評価技術の開発を推進し、建設発生残岩の実態に即したアルカリ環境下での溶出試験評価手法等を検討した。 ・地盤含水率測定や透水性把握に対する核磁気共鳴法（NMR）の適用性を検討し、農水分野への展開も促進した。また、IP（強制分極電気）探査及びドローンによる無人機物理探査システムの開発を推進した。		

		盤安定性の評価に係わる技術開発を行う。 ・世界最先端の高スペクトル分解能衛星センサを用いたデータ処理技術開発を行う。	した岩石試験を行う。品位低下､鉱床深部化に対して、選鉱・分析技術の高度化による廃石や尾鉱の資源価値向上手法を検討する。 ・日本周辺の海洋利用を促進するため、高分解能データの取得技術の確立とともに、海洋地質図のデジタル化を進め、シームレス化の準備を行う。 ・高スペクトル分解能衛星センサの校正技術を開発し、世界最先端センサのHISUI に適応を検討する。		・含水状態の変動等も考慮した、電気物性計測技術の開発に着手した。また、物理探査データの解釈を支援する鉱石等の基礎物性データベースの構築を進めた。 ・地下注水誘発地震の収集事例を用いた包括研究から発生条件等を解明すると共に、室内実験による地下応力推測法や室内・野外観測データ統合化による断層再活動兆候の検出法の開発を進めた。また、資源開発のための掘削技術の高度化に資する岩石試験を行った。 地下微生物の研究に関して、今回の新しい細菌（RT761 株）の培養とその性質解明は燃料資源の形成に関与する微生物活動を理解する上で重要な成果である。 地層処分技術に関する資源エネルギー庁の委託研究では、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の進め方（文献・概要・精密調査の 3 段階）のうち、概要調査～精密調査の前半に係る技術開発を推進している。今回、単一孔で極微小の地下水流動速度を高精度に測定する方法を考案した意義は非常に大きく、地層処分の超長期安全性評価のモデルの高度化につながる。 鉱石の主成分元素と微量成分を同時定量評価する新たな粒子解析技術を活用すれば、従来の主成分のみを対象とする開発だけではなく、銀などの一定の経済的価値を有する副成分を含めた生産を企画でき、開発全体としての経済価値を確保し、資源を有効活用できる可能性が広がる。また、ヒ素などの鉱石中のペナルティ元素の正確な評価による鉱山開発のリスク低減技術への波及や、電子デバイス開発に用いる材料の評価にも適用可能であるなど、広範囲な分野へ貢献する。 海洋利用を促進するための研究では、国としての海底熱水鉱床に関する 5,000 万トンレベルの資源量把握及び今後の採鉱・揚鉱試験に向けた有用な情報を提供した。また、海洋再生エネルギー開発等を後押しする日本周辺海域のシームレスな海洋地質情報の整備へ大きく貢献した。 高スペクトル分解能衛星センサの開発・運用の実績が世界的に限定的な中で、今回の成果は我が国の当該センサ開発技術を世界最先端に維持させることに貢献し、今後の商用センサ開発に係る校正技術の国際標準策定にもつながる。		
	７.計量標準総合センター ○ものづくりおよびサービスの高度化を支える計測技術の開発	７.計量標準総合センター ○ものづくりおよびサービスの高度化を支える計測技術の開発	７．計量標準総合センター ○ものづくりおよびサービスの高度化を支える計測技術の開発		日本の基幹産業である自動車産業を始めとしたものづくり産業における信頼性の高い品質保証、及び新興サービスを支える IoT や次世代通信基盤等の信頼性確保に不可欠となる、極めて高度な計量･計測技術が求められている。産総研では、国家計量標準の開発を通じて培った卓越した計量・計測技術を直接経済成長・産業競争力の強化に結びつける、いわゆる産業界への「橋渡し」機能の拡充に積極的に取り組んでいる。以下に、本研究課題の令和 2 年度の主な実績等をまとめる。 ［第 6 世代移動通信（6G）を実現するデバイス・回路計測技術の開発］	水準を満たしている。 年度計画をすべて達成し､Q1 ジャーナル 7 報を含む 11 報の論文が掲載された。電磁波イメージング及び X 線 CT 装置開発に関しては、企業連携・実用化に結び付く研究成果・知財を創出することができた。さらに、	

	自動車を始めとするものづくり産業における高品質な製品製造、および新興サービスを支えるIoTや次世代通信基盤等の信頼性確保に不可欠な計量・計測技術の開発・高度化を行う。	自動車を始めとするものづくり産業における高品質な製品製造及び新興サービスを支えるIoTや次世代通信基盤等の信頼性確保に不可欠な計量・計測技術の開発・高度化を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・自動車を中心とする輸送機器等のものづくり産業における高品質な製品製造に不可欠な幾何学量、力学量等の計測技術、評価技術の開発・高度化を行う。 ・従来よりも大容量・低遅延通信が求められる次世代通信の信頼性確保に必要とされる定量評価技術を開発し、次世代通信デバイス性能の	・既存の計量標準を活用し、ものづくり産業に必要となる計測評価技術の開発・高度化を進める。設計、開発の効率化を実現する三次元幾何学量の評価技術の開発に取り組む。 ・次世代通信に用いられるパッシブ・アクティブデバイスの評価技術の高度化を進める。 ・次世代熱流センサの評価をはじめとする各種センサの効率的な性能評価及び測定結果の信頼性確保に必要とされる計測技術、評価技術の開発・高度化を行う。		6Gの議論が始まる中、100 GHzを超えるミリ波の利用も現実味を帯びてきたが、システムや回路の設計において実装するデバイスの設計パラメータの精度が十分ではなく、量産化の大きな壁となっている。これまでのデバイス計測技術では、デバイス電極にプローブ先端を接触させる際の位置決め精度が不十分であったため、50 GHz以上では反射特性等の評価において十分な精度で測定結果を得ることができなかった。そこで、次世代通信に用いられるパッシブ・アクティブデバイスの評価技術の高度化に関する取組において、信号を検出・解析して接触位置を決める方法を新たに開発した。その結果、300 GHz帯で反射特性等の測定のばらつきを、従来技術の1/10となる2%以下に抑制することに世界で初めて成功した。この成果について、Q1ジャーナルに2報の論文が掲載され、さらに特許出願を行った。現在、NEDOポスト5G先導研究にて、6Gの実現に向けた300 GHz帯CMOS回路の量産化に資する高精度計測技術と測定結果に基づく材料設計技術の研究に取り組むとともに、これまでの研究成果の応用に関する企業等との資金提供型共同研究により、実用化に向けて道筋がついた。 ［地球環境にやさしい次世代冷媒の物性評価と冷凍空調技術開発に必要なデータベースへの実装］ オゾン層破壊や地球温暖化などの環境問題が深刻化したことから、冷凍空調機器に使用されている従来のフロン系冷媒は、国際的な枠組みの中で生産・消費が厳しく規制されている。このため、既存の冷媒と同等以上の性能を有し、尚且つ地球環境への負荷が少ない次世代冷媒の開発が強く求められている。このニーズに応えるべく、次世代冷媒の開発と実用化を目的としたNEDOプロジェクトに参画した。そして、世界で初めて次世代冷媒の音速と誘電率を幅広い温度・圧力域で同時に精密計測可能な装置を開発し、次世代冷媒の各物性を明らかにした。そして、冷凍空調技術開発において世界的に用いられているNIST（アメリカ国立標準技術研究所）のデータベースに実装した。この成果について、Q1ジャーナル3報を含む4報の論文が掲載された。さらに、これまで蓄積した知識経験を活かし、企業・大学からの受託研究や技術コンサルティングを実施し、企業等が抱える技術課題の解決にも貢献した。 ［深層学習を用いた正確かつ効率的な材料の特性評価技術の開発］ 自動車の材料の機械的特性評価等に用いられるビッカース硬さ試験では、硬質の四角錐圧子を材料表面に押込み、残ったくぼみ角の位置を顕微鏡で測定し、硬さを算出する。この試験では、測定者による手動測定と、画像処理による自動測定の方法がある。前者は測定結果に対する個人差が大きいといった課題があり、後者は画像解析の精度が低く、測定する試料によっては正確にくぼみ端を検出できないといった問題があった。そのため、精密な硬さの測定が必要な校正事業者等では、熟練者による手動測定が行われているが、人手不足や測定時間・コストの削減等の課題を解決するために、高精度な自動測定システムの構築が強く求められていた。そのようなニーズに応え	NEDO等の国家プロジェクトに参画し、実施計画の目標を着実に達成し、国等の計画推進に貢献することができた。	

		高精度計測技術を確立する。 ・新しい情報サービスを支えるIoT、AI等の技術と共に用いられる各種センサの効率的な性能評価及び測定結果の信頼性確保に必要とされる計測技術、評価技術の開発・高度化を行う。			るべく、本研究では、多様な試料に対応可能な汎用性の高い自動測定法の構築に向けて、深層学習を用いたくぼみサイズ測定手法を開発した。この成果について、2 報の論文が掲載された。本手法により測定者の技能や試料に依存せず、より迅速かつ正確なビッカース硬さ測定が可能となり、効率的な材料の特性評価に貢献できるなど、ニーズに的確に応えた研究開発ができた。 ［高速で高解像度な電磁波イメージング技術の開発］ 　次世代通信に用いられるパッシブ・アクティブデバイスの性能評価において、電磁波の空間分布を高速・高解像に測定する技術が求められている。従来の手法では、電磁波の空間分布を、アンテナなどのセンサを機械的に走査するか、アレイ構造にしてイメージングしていたが、走査に時間がかかることやセンサの大きさによる制約により、高速で高解像に測定することができないといった課題があった。本研究では、セシウム原子の二重共鳴と呼ばれる現象を利用して、電磁波の空間分布を赤外線の蛍光分布に変換してカメラで撮像する技術を開発し、高速で高解像な電磁波イメージングを実現することに世界で初めて成功した。本研究では、Q1 ジャーナルに 1 報の論文掲載と特許出願をするなど、企業連携・実用化に結び付く研究成果・知財を創出することができた。本技術は、次世代通信で利用されるミリ波・テラヘルツ波領域にも適用可能であり、次世代通信デバイスの高度化や信頼性向上に貢献できる。 　その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・三次元幾何学量の評価技術を開発するために、X 線 CT 装置の三次元位置の測定精度を評価するための新たなゲージを考案した。 ・次世代通信で利用されるミリ波・テラヘルツ波領域における電力測定技術を確立した。 ・省エネシステムの構築に必要な熱流の可視化等を行う熱流センサの評価装置開発では、従来約 36 時間かかっていた測定時間を約 3.5 時間に短縮するとともに、測定範囲の拡大を実現した。これにより、効率的な評価と感度係数の値付け範囲の拡大が実現し、熱流センサの普及に貢献できる。		
	○バイオ・メディカル・アグリ産業の高度化を支える計測技術の開発 医療機器の高度化を支える医療放射線等の評価技術、生体関連成分の	○バイオ・メディカル・アグリ産業の高度化を支える計測技術の開発 医療機器の高度化を支える医療放射線等の評価技術、生体関連成分の	○バイオ・メディカル・アグリ産業の高度化を支える計測技術の開発 ・放射線治療用高エネルギー電子線の照射線量の信頼性を高めるため、水吸収線量の校正手法の開発を行う。また、内用療法に用い		健康・医療や安全性に関係する計測・環境測定等の分野では、計測の正確さと信頼性の確保が極めて重要であり、そのための計量標準の整備も必要不可欠である。本課題では、「国民生活の安全・安心」へ貢献する高度な計測技術を開発するとともに、産業界への「橋渡し」機能強化を推進している。令和 2 年度は、新型コロナウイルス感染症対策の一環として実施した高精度温度基準器に必要な平面黒体を迅速に開発し、また産学連携により実現した電磁波による食品検査技術が新聞報道されるなどの非常に高い評価を受けた。以下に令和 2 年度の主な実績等をまとめる。 ［非接触体温計測の信頼性向上のための高精度平面黒体装置の開発］	水準以上に達成している。 　年度計画を全て達成するとともに、新型コロナウイルス感染症対策技術として、産総研開発の「暗黒シート」を、検疫現場で使用可能な高精度温度基準器に適用する技術開発に取り組み、実用化に向けて迅速	

	利用拡大を可能にする定量的評価や機能解析技術、更に豊かで安全な生活に不可欠な食品関連計測評価技術等の開発・高度化を行う。	利用拡大を可能にする定量的評価や機能解析技術、更に豊かで安全な生活に不可欠な食品関連計測評価技術等の開発・高度化を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・医療機器の滅菌や放射線治療における照射線量の信頼性を確保するための計測技術、評価技術の開発・高度化を行う。 ・医薬品や食品の品質評価・管理の信頼性確保に資する分析評価技術の開発・高度化を行う。 ・臨床検査結果の信頼性確保に資する生体関連物質の分析評価技術の開発・高度化を行う。	られる放射性薬剤の放射能を校正する手法の開発を行う。 ・医薬品や食品の品質評価を非破壊・非接触で行う電磁波センシング技術の高度化開発を行う。 ・蛍光X線分析法による医薬品中元素不純物分析技術の確立に必要となる装置校正用標準物質の新規製造技術を開発する。 ・玄米中残留農薬分析の技能試験を企業と共催し、分析法の詳細な検討に基づき信頼できる参照値を提供する。 ・臨床検査結果の信頼性確保に資する標準物質開発のため、D-アミノ酸の純度評価技術を確立する。		当初年度計画にはなかった新型コロナウイルス感染症の緊急課題に対し、非接触での温度計測技術の基準となる平面黒体装置の開発を行った。物体の赤外線放射量から温度分布を非接触で可視化する計測技術、サーモグラフィは新規感染症の水際対策に必要な体表面温度の同時・非接触計測を可能にするため、検疫現場の負担軽減、時間短縮に有効である。しかし、現場でも使えかつ十分な精度の温度基準器を実現できる高放射率の黒体材料が従来はなかった。そこで、産総研が令和元年度に開発した平面状の黒体材料「暗黒シート」を活用し、非接触体温計測の高精度化と信頼性向上に必要な温度基準となる平面黒体装置の開発を行った。本取組は国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）令和2年度ウイルス等感染症対策技術開発事業において実施し、その結果、0.1 ℃より良い基準温度精度の実現に必要な放射率0.998以上を有する、平面黒体装置の基盤技術を確立した。本実証によって、上市・事業化に向けた課題と道筋を明確にした。関連成果はOptics Express誌(Q1ジャーナル)に1報の論文を報告し、特許2件を出願した。本成果は新規感染症の防疫強化・現場負担の軽減、経済活動の早期正常化に貢献でき、今後の未知感染症等の対策へも適用可能である。 ［電磁波を用いたインライン品質評価技術］ 電磁波に関連する計量標準で培った高精度電磁波センシング技術を農産物、食品、インフラ分野等への検査技術として展開した。本技術は、被測定試料中を伝搬する電磁波の振幅と位相の変化を高精度・高感度に検出するもので、試料サイズや内部密度に依存しない動的なセンシングが可能である。特に食品原料の検査技術は、食品メーカ、装置メーカ、AI企業等が連携して実現した、検査精度100%を有する世界初のAI良品学習型検査装置に電磁波センシング技術を導入し、高い検査精度を維持しつつ食品中の異物検査を可能にした。本技術の取組は第2回日本オープンイノベーション大賞農林水産大臣賞の受賞や日本経済新聞での報道(令和3年1月9日)など、非常に高く評価されている。さらに、食品や農産物の品質や歩留まりに大きく影響する水分率の測定に関しても開発している。ベルトコンベアで毎秒500 gで搬送される米試料について98.5%の精度での計測に成功している。令和2年度は、農水省イノベーション事業を始めとする公的事業で基礎技術を開発し、水分率計測の精度向上に成功した。そして、装置化や現場実装のための企業との共同研究を推進し、実証試験等によって事業化に向けた課題と道筋を明確にした。あわせて基幹技術の独自特許を2件出願し、知財を具現化した解析プログラムをライセンスし、企業における新製品開発に貢献した。また、技術コンサルティングを通じて、同技術による医薬品の検査に取り組んでいる。 ［超臨界流体を用いた残留農薬の高効率抽出法の開発］ 食品中の残留農薬の精確な分析には、食品由来の夾雑物から極微量の農薬の分離が必要であり、抽出、精製、機器分析等の複数工程から成る複雑な分析法が利用される。加えて、分析対象農薬の増加とともに分析法の自動化や高速化が求められている。抽出法として一般的なホモジナイズ法は、農薬を	に成果を挙げた。さらに、電磁波センシング技術においては、産学連携による食品原料の検査技術開発の成果が令和2年2月の受賞に引き続き、令和2年度の取組に関して、日本経済新聞での紹介、複数の連携相談など、高い評価を受けており、企業との共同研究を通じた社会実装に向けた開発を着実に進めることができた。	

					効率よく抽出できる反面、操作が煩雑で自動化が困難、大量の有機溶媒が必要という欠点がある。本研究では、抽出工程の自動化と有機溶媒使用量の削減が可能な超臨界流体抽出法（SFE）において、残留農薬を抽出する条件を最適化した。SFE は高温高圧下で抽出を行うため、熱分解する農薬への適用性に懸念があるためである。その結果、熱に弱いネオニコチノイド系農薬（NEOs）が残留した食品試料に対して、条件の最適化によりホモジナイズ法と比較して溶媒量を 1/15 に低減した上で NEOs を同等に抽出できることを実証し、論文 1 報で報告した。この成果は、残留農薬分析の全自動化・高速化に大きく貢献するものであり、条件最適化によりユーザーも利用できる指針を示すことで、ユーザーが抱える分析技術課題の解決に貢献した。 その他、本研究課題で実施した取組を以下に記載する。 ・放射線治療用高エネルギー電子線の照射線量の信頼性向上のため、電子線の水吸収線量を評価し、開発した電子線に対する水吸収線量標準の依頼試験による校正を開始した。また、内用療法に用いられる放射性薬剤 Zr-89 による校正を可能とした。 ・医薬品の元素不純物ガイドライン（ICH Q3D）に対応した蛍光 X 線分析法による不純物分析技術の確立のため、装置校正用標準物質の製造技術を開発した。 ・玄米中残留農薬分析の技能試験を日本電子株式会社と共催し 47 機関が参加した。参照値の提供及び参加者の結果の統計分析・解析を行った。 ・臨床検査結果の信頼性確保に資する標準物質開発のため、主要なアミノ酸類（約 40 種）の NMR スペクトルのデータベースを作成し、D-アミノ酸の純度を約 0.5%の不確かさで迅速に評価する技術を確立した。		
	○先端計測･評価技術の開発 量子計測、超微量計測、極限状態計測等、既存技術の延長では測定が困難な測定量･対象の計測･評価技術の開発を通して、新たな価値の創造に繋がる先端計測･評価技術の実現を目指す。	○先端計測･評価技術の開発 量子計測、超微量計測、極限状態計測等、既存技術の延長では測定が困難な測定量･対象の計測･評価技術の開発を通して、新たな価値の創造に繋がる先端計測･評価技術の実現を目指す。今後の社会情勢	○先端計測・評価技術の開発 ・既存技術では測定が困難である多孔質材料内部に取り込まれる分子の含有量の評価手法の開発を行う。 ・X 線や中性子線・陽電子・イオン等の量子ビームを用いた先端計測手法の高度化に向けて、短パルス量子ビーム計測技術や先端材料分析技術ならびに質量分析応用技術の開発を行う。		本課題では、量子計測・超微量計測・極限状態計測等、既存技術の延長では測定が困難な測定量・対象の計測・評価技術の開発を行っている。新たな価値の創造に繋がる計測技術の実現を目指し、X 線・陽電子線・中性子線・超短パルスレーザ等の量子プローブ及び検出技術、並びにそれらを活用した計測分析技術の開発・高度化を行うとともに、材料分野等の企業への「橋渡し」機能の強化に取り組んでいる。以下に令和 2 年度の主な実績等をまとめる。 ［陽電子・中性子等量子ビームを用いた先端計測分析法の開発］ 高度な製品開発に必要な材料・構造開発においては原子・分子レベルの構造から異種材料の接合まで適合可能な評価技術が必要である。計量標準総合センターでは、電子加速器による陽電子や中性子等の量子ビーム発生技術を基盤として、原子空孔を高感度に検出可能な陽電子ビームによるミクロ構造分析法、透過性に優れる中性子による接合・接着材料や金属部品の内部構造分析法等の開発、及びこれら手法が利用可能な施設の構築を進めている。 陽電子計測利用施設は、共同研究や共用施設利用制度を活用し、年間 10 件以上の研究課題に利用され、企業等が抱えている技術課題の解決に貢献している。現在、次世代計測として、通常 10 mm 径のプローブを 1/1,000 程度に	水準以上に達成している。 年度計画をすべて達成し、Q1 ジャーナルに 1 報を含む 3 報の論文が掲載された。陽電子・中性子等量子ビームを用いた先端計測分析法の開発では、企業の抱える課題の解決に資する知財を創出した。IoT 型放射線線量計の開発では、産総研の技術が社会で利活用されるインパクトのある成果としてプレスリリースを行った。その結果、全国紙及び福島	

		やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・既存技術の延長では困難な測定を可能にする先端計測･評価技術の実現を目指して、X 線、陽電子線、中性子線、超短パルスレーザ等の量子プローブ及び検出技術、並びにそれらを活用した計測分析技術の開発･高度化を行う。			集束する陽電子顕微鏡の開発を進めている。陽電子顕微鏡は、原子空孔分布マッピングによる、実用材の劣化破壊起点解析等への応用が期待されているが、集束やパルス化での強度損失で実用化が困難となっていた。本研究では、陽電子蓄積装置を用いる高効率なビーム集束・パルス化法の要素技術開発を進め、陽電子顕微鏡実用化の目途を得るに至った。また、陽電子計測法の適用範囲拡大のため、陽電子入射深さを表面近傍数百ナノメートル内で制御し、非晶質材料中の分子間空隙中における溶質分子拡散現象の解析手法を確立した。本研究成果は、2 報の論文で報告した。今後、保護膜やろ過膜等の分子分離性能の劣化解析への活用が期待される。 　中性子解析施設(AISTANS)は、中性子透過スペクトルイメージング分析法に特化した、世界的にもユニークな施設として、平成 29 年度より整備を進めている。令和 2 年度は、まず、出力・安定性の高度化に取り組み、中性子の発生に用いる電子ビームの軌道のリアルタイムモニタリング・制御技術の開発による安定性の向上や、固体メタン減速材や中性子ガイドミラーの導入等により、従来の約 20 倍の高出力化などを達成した。これにより、ラジオグラフィー分析が可能になり、接合材や接着材中の健全性に関するボイド･欠陥･浸水等の分析ができるようになる。さらに、材料分析技術の開発として、接合・接着試料等の非破壊内部観察技術や、結晶構造の異なる鉄鋼・金属材料を可視化する技術等の開発に着手し、材料・化学領域とも連携して、接合された金属材料等の分析を開始した。これら関連成果により、企業と連携を推進し、社会実装が期待される成果となった。さらに、2 件の特許出願を行った。 ［IoT 型放射線線量計の開発］ 　福島第一原子力発電所事故の避難指示解除区域へ帰還する住民や放射線作業を行う現場では、放射線被ばくをできる限り低減することが望まれており、いつ・どこで・だれが・どの程度被ばくしているかという情報を正確に把握することのできる放射線量モニタリング技術が必要とされていた。本研究では、放射線の先端計測技術と最新の IoT 技術を融合することで、電池の消耗をほとんど気にせずに放射線量の時間推移を本体ディスプレイや情報端末で確認できる線量計を開発した。また、千個以上の線量計に対応できる専用の送受信機を開発し、データ収集と効率的な線量計の校正による正確性の維持を可能にした。これにより、多数の線量計の放射線量の時間推移を分析することで放射線被ばくを低減でき、国民の安全・安心の確保及び福島の復興への取組に貢献することができる。本研究成果はプレスリリース（令和 3 年 1 月 27 日）を行い、全国紙及び福島県の地元紙など多数のメディアに掲載され、社会的な注目を集めた。 ［X 線 CT による多孔質材料内部に取り込まれる分子の含有量評価手法の開発］ 　3 次元構造を定量的に解析可能な X 線 CT 法において、単に構造・形態の観察だけでなく、物性評価への応用ニーズが高まっている。本研究では、多様	県の地元紙など多数のメディアに掲載され、社会的注目を浴びた。	

					な分子種を取り込むハイドレートに着目し、放射光を用いた単色 X 線 CT 法によって吸収コントラスト画像の X 線エネルギー依存性を測定した。得られた画像データに対し、結晶構造をもとに算出した X 線に対する質量吸収係数の X 線エネルギー依存性を基準とすることで、ハイドレートの同定及び分子サイズ孔内部に取り込まれる分子含有量を評価できることを実証した。これにより、物体内部に存在する物質の検出やその組成の評価が可能となり、工業製品の形状と内容物の非破壊同時検査や保安検査における危険物の探知などへの展開が期待される。本研究成果は、Q1 ジャーナルに 1 報の論文が掲載された。 その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・全数検査に対応した X 線検査手法の高度化では、X 線源の小型化及び高出力化を実現した。 ・陽電子ビーム分析法では、高スループット化技術及び民間移転用小型化汎用技術の開発を進めた。 ・イオンビーム技術では、sub-MeV～MeV 級の高速クラスターイオンのマイクロビーム化と短パルス化技術の開発に世界で初めて成功した。さらに 2 次イオン放出現象の実験的解明も行い、高感度イメージング質量分析に向けた高度イオン照射技術の基盤を確立した。		
	（2） 冠ラボや OIL 等をハブにした複数研究機関･企業の連携・融合 オープンイノベーションを進めるため、第 4 期に強化した冠ラボや OIL などをハブとし､これに異なる研究機関･企業の参加を得るよう積極的に働きかけ､複数組織間の連携･融合研究を進め､産学官連携･融合プラットフォー	（2）冠ラボや OIL 等をハブにした複数研究機関･企業の連携・融合 産総研の技術シーズを事業化につなぐ橋渡し機能として強化した冠ラボや OIL 等をハブとし、これに異なる研究機関や企業の参加が得られるよう積極的に働きかけ､複数組織間の連携･融合研究を進めるオープンイノベ	（2）冠ラボや OIL 等をハブにした複数研究機関・企業の連携・融合 ・パートナー企業のニーズに特化した大型共同研究等を行う組織「連携研究室及び連携研究ラボ（冠ラボ)」をハブにした複数企業・大学等による推進事例を増やすために、異分野融合を促進するための交流会やシンポジウムを開催するなど、連携・融合プラットフォームとしての機能強化を行う。 ・CIP の活用が最適なものについては、経済産業省が行う組成や利活用に向けた検討に、産総研の持つ研究	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携による地域イノベーションの推進に取り組んでいるか ○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状	・冠ラボについて、令和 2 年度は 3 つの新規冠ラボの設立支援と、計 17 ラボの活動支援を行った。これらのうち、5 つの冠ラボが他企業や大学等との共同研究を実施（計 9 件）し、冠ラボをハブとした組織間連携を推進した。その結果、冠ラボと出口企業（2 社）との連携から 2 件の成果が創出され、プレスリリース（令和 2 年 11 月 16 日、令和 2 年 11 月 24 日）による PR 活動から新聞報道等につながった。また、冠ラボからの技術移転による新規スタートアップ企業「BIRD INITIATIVE」が設立される（令和 2 年 9 月 20 日）など、冠ラボをプラットフォームとした連携・融合活動が様々な形で社会に展開され始めた。 令和 2 年度は連携・融合プラットフォームの機能強化に向けて、異分野融合促進のための交流会やシンポジウムを開催する予定であった。しかしコロナ禍でこれらの開催が困難となったため、イノベーションコーディネータ（IC）等の連携担当者が各冠ラボと面談をして異分野融合の提案をするなどの取組を行った。具体的には、１つの領域が中心になって連携していた既存の冠ラボに対して、分野を越えた新規テーマの探索や既存テーマの拡大を提案し、産総研の他領域や大学とのマッチングを実施した。また、新規の冠ラボには、企業の新事業シーズの探索や連携テーマの設定について、領域の枠等にとらわれずに、パートナー企業と産総研がコンセプトの段階から双方にとり最適な連携の形を検討する「共創型技術コンサルティング制度」の積極的な活用を促した。 さらには、年度計画にある業務に加え、冠ラボの設置や運営に関わる注意点をまとめた「冠ラボの手引き」を作成し、これを冠ラボ関係者に共有した。	冠ラボにおいては、連携・融合プラットフォームとしての機能強化に向け、各ラボとの面談を通じて運営上のニーズ収集と課題の整理を行った。令和 2 年度以降、制度改善等の検討を進める。これらの働きかけを通じて､令和 2 年度は、冠ラボによるベンチャー創出や出口企業との 3 者連携へと発展した。また、OIL においては、定期的なシンポジウムの開催による情報発信や外部人材の積極的な受入れによって、連携・融合プラットフォームの強化を図り、共同研究と外部資金の獲得に繋げた。	

	ムとしての機能を強化・展開する。また、経済産業省とともに、CIP（技術研究組合）の設立に向けた議論に積極的に参加して産総研の持つ研究や運営に関する知見を提供し、関係企業間の調整等の働きかけを行う。 さらに、多様な研究ニーズに対応するオープンイノベーションの場を充実するため、TIA 推進センター、臨海副都心センター、柏センター等における研究設備・機器の戦略的な整備及び共用を進めるとともに、研究設備・機器を効果的に運営するための高度支援人材の確保に取り組む。	ーションが促進されるよう、省庁連携を含めた複数組織間の連携・融合プラットフォームの機能強化・展開を行う。具体的には、複数組織の連携を念頭に置いた、産総研をハブにした複数企業・大学等によるイノベーションの推進及びその大型連携の効率的な支援に取り組む。また、異分野融合を促進するため、交流会やシンポジウム等の開催を行う。 また、経済産業省におけるCIP（技術研究組合）の組成や利活用に向けた検討に、産総研の持つ研究や CIP 運営に関する知見を提供することにより、積極的に議論に参加し、CIP の活用が最適なものについては、経済産業省とともに、関係企業	や CIP 運営に関する知見を提供し、設立に向けた働きかけを行う。 ・令和元年度末に竣工した「高機能 IoT デバイス研究開発棟」の立ち上げを着実に進めるとともに、外部ユーザーへのワンストップサービス拡充による拠点の利便性向上を図り、TIA の「橋渡し」機能の更なる強化を行う。 ・国内外の半導体産業界の研究開発に貢献するため、スーパークリーンルーム（SCR）が保有する各種半導体設備と技術の組織的活用を行い、新規デバイスの研究開発を行う CIP、企業、大学等の研究活動を支援する。 ・企業等による臨海副都心センターのサイバーフィジカルシステム（CPS）研究棟、柏センターの AI 橋渡しクラウド（ABCI）の利用拡大を促し、冠ラボ等を通じた複数企業との連携を推進する。	況 ・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	加えて、産総研のイントラページの大幅な改修を行い、冠ラボにおける先進的な研究への取組で創成された知財の取得手続きの支援や、冠ラボの運営に関する事務支援を可視化し、冠ラボ運営の平準化と簡略化、安全性の向上を図った。これらの取組により、連携・融合プラットフォームの更なる機能強化につながることが期待される。加えて、冠ラボからの要望に基づき、調達手続きの迅速化や簡素化等、10 項目以上の実効性のある制度改善に、関係部署と共に取り組んだ。冠ラボ運営の負担軽減や効率化に係るこれらの一連の取組は、パートナー企業の代表者からも高く評価された。 産総研が大学キャンパス内に設置し、大学の基礎研究と産総研の産業技術の融合を推進するオープンイノベーションラボラトリ（OIL）について、令和 2 年度は第 4 期における OIL の成果と課題の抽出を行い、第 5 期の OIL の方針を策定した。これに基づき、積極的な情報発信と外部人材の活用を行い、連携・融合プラットフォームとしての OIL の機能強化を図るとともに、大型の共同研究や外部資金の獲得を推進した。 積極的な情報発信としては、OIL 主催のワークショップを 16 件開催した。ワークショップはコロナ禍に対応するべくウェブ形式で行い、幅広い分野の研究者間の議論と交流を通じて異分野融合を促進した。また、OIL の研究成果の普及として、論文発表 181 報（平均 IF 6.121）、プレスリリース 13 件を行った。外部人材の活用を推進する方策として、外部人材の受入れを積極的に行い、令和 2 年度は、OIL 全体で大学教員をクロスアポイントメントとして 15 名、招聘研究員として 25 名、学生をリサーチアシスタント（RA）として 74 名受け入れた。 産総研・阪大 先端フォトニクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリ（大阪大学 OIL）では、連携している工学研究科コースの博士課程学生 31 名のうち 13 名（コース内博士課程学生の 42%）を RA として雇用した。RA 制度を活用して優秀な研究人材を確保でき、研究の加速につながった。 上記の活動によって、OIL と他機関との共同研究契約件数は令和元年度の 21 件から令和 2 年度は 25 件（令和元年度比 19%増）に、外部資金の獲得額は令和元年度の約 4.9 億円から令和 2 年度には約 5.4 億円（令和元年度比 11%増）にいずれも増加した。また、大阪大学 OIL 及び産総研・筑波大 食薬資源工学オープンイノベーションラボラトリ（筑波大学 OIL）の活動が高く評価され、社会課題解決のための研究開発と産学共創拠点の形成を一体的に推進する「JST 共創の場形成支援事業」に両大学 OIL が共同参画することが決まった。OIL をハブとした異分野融合の促進と連携・融合プラットフォームの機能強化に向けた取組が着実に進んでいる。 ・令和 2 年度は CIP（技術研究組合）の設立に至る事案はなかったが、運営に際して発生した諸問題に適切に対応し、そこで得られた運営に関する知見を蓄積した。CIP 活用のため、ベンチャーキャピタルと CIP の面談を、関係部署と協力して実施した。	高機能 IoT デバイス研究開発棟は、付帯設備工事を計画通りに完了させ、内部の研究開発設備の利用が可能となった。スーパークリーンルーム（SCR）では、ユーザーに対する利用メニューを充実させ研究開発の支援を行った。共用施設の利用体制構築では、新型コロナウイルス感染症の流行による人の移動自粛がある中でも、拠点の利便性向上のためのシステム導入やこれまでの運用の見直しを積極的に行った。デバイス試作業務やマルチプロジェクトウエハーといった取組で橋渡しの強化を図り、国内外の装置利用者の研究活動支援を強化した。	

		間の調整等の設立に向けた働きかけを行う。 併せて、多様な研究ニーズに対応するオープンイノベーションの場を充実するため、TIA推進センターや臨海副都心センターのサイバーフィジカルシステム（CPS）研究棟、柏センターのAI橋渡しクラウド（ABCI）等において、社会や産業界のニーズを捉えた研究設備・機器の整備及び共用を進め、研究設備・機器を効果的に運営するための高度支援人材の確保に取り組むとともに、ノウハウの組織的活用を推進する。			・IoTの普及を一層促進するべく、令和元年度に竣工した「高機能IoTデバイス研究開発棟」について、研究開発活動に必要な装置類の付帯設備工事をすすめ、第一期工事を計画通りに完了させた。これにより、本研究棟内の半導体製造に必要な電力、冷却水、ガス等の利用が可能となった。また、SCR棟から高機能IoTデバイス研究開発棟へ、原子間力顕微鏡、応力測定器等の試作した半導体デバイスの評価を行う装置3台を移設した。令和2年にこれらの供用を開始し、所内ユーザーによる利用が始まっている。 オープンイノベーション拠点「TIA」において、基礎研究を深化させるための新たなアカデミアの参画として、令和2年4月1日よりSTT-MRAMなどの超低消費電力のメモリ、及びそれらを活用した革新的なIoT/AIチップの設計/試作能力に強みを持つ国立大学法人東北大学が加入し、TIA参画機関が6機関となった。 令和2年度はTIA参画機関間の共用施設利用の連携をさらに強化し、外部ユーザーがワンストップで利用できる橋渡し環境の構築を進めた。今般、新たに国立大学法人東京大学と東北大学が所有する施設をTIAの共用施設データベースに登録を行い、利用者がワンストップでTIA 6機関の装置を検索できる、効率的で利便性の高い、共用施設利用体制を構築した。 産総研が所有する共用施設については、新型コロナウイルス感染症流行による人の移動自粛が進む状況下において、スタッフがテレワーク等のため現場対応ができない際に備えて、一部の装置にリモート操作システムを導入した。スタッフが直接現場にいることなく操作を行えるようにしたことで、利用者の利便性が向上した。また、これまで共用施設を使用したユーザーへの利用料等の精算手続きは、紙媒体への押印を伴うものだったが、押印廃止を含めた精算手続きの見直しを行った。具体的にはネットワーク上で精算手続きを行えるシステムを新たに構築し、当事者間のやり取りを12工程から6工程まで削減させたことで、利用者の利便性向上と産総研の業務効率化が図られた。 ・国内外の半導体産業の研究開発に貢献するため、スーパークリーンルーム(SCR)が保有する各種半導体設備の外部利用を促進し、技術研究組合（CIP）、企業、大学等の約60組織による154件の外部利用に対応することにより、国内外の半導体産業の研究開発活動を支援した。窓口相談業務とデバイス試作業務（プロセスインテグレーション）を充実させ、SCRの技術スタッフによる装置操作を行うことで、ユーザーによる単体装置利用に留まらない複数の装置を統合したより高度な試作メニューの提供を行った。また、シリコンフォトニクスに関しては、エレクトロニクス・製造領域と連携し、複数の企業や大学等の試作を一枚のウェハーに相乗りさせるマルチプロジェクトウェハー(MPW)の試作を完成させ、小口で複雑な依頼に対しても、小回りのきく支援体制を確立した。 SCRパワーエレクトロニクスライン(SPEL)では、住友電気工業株式会社との共同研究により、次世代モビリティ向けのSiCパワー半導体量産技術開発を推進するとともに、新たな企業との共同テーマを開始した。		

					TIA 参画機関が組織の枠を超えて連携し、新領域を開拓するための調査研究を支援する TIA 連携探索プログラム「かけはし」では、令和元年度に引き続き、TIA 運営諮問会議メンバー企業 4 社に「かけはし」への課題提案を依頼した。令和 2 年度は令和元年度から 11 件増加した 75 件（うち企業提案 6 件）の提案があり、52 件（うち企業提案 6 件）を採択した。 TIA 連携大学院の講義の一つである「TIA パワーエレクトロニクスサマースクール」を初めて Web 会議方式で開催し、過去最多の 165 名(2012 年～2020 年 累計 1,265 名)が参加した。同じく Web で開催した超電導スクールも 64 名(2016 年～2020 年 累計 267 名)が参加しパワーエレクトロニクス分野、超電導分野における若手人材の育成が着実に進められた。海外の協賛大学と開催した国際超電導シンポジウム（ISS2020）は、Web と産総研内会場とのハイブリッド形式で開催し、海外から過去最多となる 182 名を含む 462 名が参加し、海外大学との連携・ネットワークの強化を図った。また、産総研が民間企業と実施しているオープンイノベーションの推進に向けた民活型の共同研究体である「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション（TPEC)」では、参加機関が令和元年度より 13 機関増加し、民間 44 社、公的機関 21 機関の 65 機関となった。 外部連携や拠点運営の現場業務を実行する上でも戦略的な視点を持つことが重要であることから、TIA 推進センター内部組織の戦略ユニットと連携推進ユニットを統合して戦略連携ユニットに再編し、ユニット長の指揮の下で一体となって業務が行われる体制を整備した。 ・CPS 研究棟においては、産業界における協調型研究開発を推進するためコンソーシアムのメンバーを中心として、テストベッドの活用、共同研究を年度計画通り推進した。研究及び成果展開のためのロードマップ作成や、研究推進のための WG を複数立ち上げるなどの活動も実施した。 ABCI の利用拡大を促進すると共に、利用増による待ち時間増大を解消するためインフラ拡張整備を推進し、年度末までに処理能力の倍増を達成した。外部機関からの利用（約款）は、3 月末時点で 209 件であった。 また、コマツ、住友理工との冠ラボを立ち上げ、新たな企業連携体制を構築した。		
	（3）地域イノベーションの推進 地域における経済活動の活発化に向けたイノベーションを推進するため、地域の	（3）地域イノベーションの推進 産総研のつくばセンター及び全国８カ所の地域研究拠点において、地域の中堅･中	（3）地域イノベーションの推進 ・地域ニーズに応じて機動的な連携制度等の見直しを行うため、産技連等の活用を検討する。 ・イノベーションコーディネータ（IC）会議や地域セ	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携による地域イノベーションの推進に取り組んでいるか	・地域ニーズに応じて機動的に連携制度等の運用を見直すための議論の場として、産総研と公設試の連携組織である産業技術連携推進会議（産技連）関東地域部会において企画調整分科会を新たに発足した。また、公設試人材を産総研へ受け入れて共に研究を行う地域産業活性化人材育成事業について、運用の見直しを行った。産技連ネットワークを活用して広くこれを周知することにより、本事業の制度利用者が令和元年度の 4 名から 15 名へ大幅に増加した。さらには、産技連を通じて地域における材料診断技術の底上げを行った。	コロナ禍のなか、ウェブツールを活用した会議やイベントの開催、3 地域での「つながる工場テストベッド事業」の開始、顕著な連携成果を上げた産総研 IC に対するインセンティブの付与、ホームページ公開を通じた IC の紹介や支援メ	

	中堅･中小企業のニーズを把握し､経済産業局や公設試験研究機関及び大学との密な連携を行う｡産総研の技術シーズと企業ニーズ等を把握しマーケティング活動を行うイノベーションコーディネータ（IC）が関係機関と一層の連携･協働に向けた活動を更に充実するため､マニュアルの整備､顕著な成果をあげた IC へのインセンティブの付与等を行う。 また､地域センターは､地域イノベーションの核としての役割を果たすため､「研究所」として「世界レベルの研究成果を創出」する役割とのバランスを保ちながら､地域のニーズに応じて｢看板研究テーマ｣を機動的に見直すと	小企業のニーズを意見交換等を通じて積極的に把握し、経済産業局や公設試験研究機関及び大学との密な連携を行うことにより､地域における経済活動の活発化に向けたイノベーションの推進に取り組む｡産総研の技術シーズと企業ニーズ等を把握しマーケティング活動を行うイノベーションコーディネータについては､手引き等のマニュアル類の整備やコーディネータ会議の開催､顕著な成果をあげた IC への表彰といったインセンティブの付与等の活動の充実を図るとともに､限られたリソースを効率的に活用し､関係機関との一層の連携･協働に取り組む。	ンター所長が集まる会議を開催する。地域の企業・大学・公設試験研究機関等の人材や設備等のリソースを活用したプロジェクトを拡大するため、産技連等のネットワークを活用する。 ・限られたリソースを効率的に活用し、関係機関との一層の連携に取り組むため、産総研の技術シーズと企業ニーズ等を把握してマーケティング活動を行う IC 等への支援として、所内の連携制度の活用・手続きに関する課題を整理する。また顕著な成果をあげた IC へインセンティブを与える等の制度を設計する。 ・経済産業局や公設試験研究機関及び大学などの地域のステークホルダーと協力してイベント等を開催し、また地域の中堅・中小企業を訪問するなどしてそのニーズを把握する。 ・中堅企業等に対し、連携制度や事例等をパンフレットやホームページ、イベント等を通じて周知広報を行う。	○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状況 ・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	・イノベーションコーディネータ(IC)等が集まる会議として､｢地域 IC 会議｣を 2 回､「拡大技術マーケティング会議」を 3 回開催し、IC 同士が意見交換やコミュニケーションを行う場を定期的に提供した。また、新たな取組として地域 IC ウェビナーを 4 回開催し、連携の成功事例を紹介するなどの機会を設け、連携担当者に向けて情報提供を行った。さらに、地域センター所長が集まる会議として、地域拠点戦略会議を毎月開催し、地域センターの連携活動内容を共有するとともに、地域連携の方向性や地域イノベーションへの貢献策等、地域センター共通の課題について議論した。会議はいずれもウェブを活用したリモート形式で行い、また、公募審査にもウェブ面談を取り入れるなど、コロナ禍のなかでも支障をきたすことなく取組を行った。 公設試のリソースを活用したプロジェクトとして、公設試と産総研をウェブでつないで設備の稼働状況をリアルタイムで「見える化」する「つながる工場テストベッド」を構築し、公設試と共に地域中小企業での IoT 活用促進と、IoT に関する地域課題の解決を図るための方法論を検討する「つながる工場テストベッド事業」を推進した。｢つながる工場｣は製造業における作業の効率化に資することから、地域中小企業への普及を図るために、令和 2 年度は産技連ネットワークを活用して公設試へ公募を行い、北東北（青森県、秋田県、岩手県)、静岡県、福井県の 3 地域 5 県で、公設試との共同研究を開始した。令和 3 年度からは本事業をさらに展開して、地域企業への IoT 普及を目指す。 ・IC 等への支援として、連携活動を円滑に進めることができるように、内部マニュアルや産総研公式ホームページの IC 紹介ページを整備した。さらに、顕著な連携成果を称える感謝状授与の制度を創設し､IC のモチベーションの一層の向上を図った。令和 2 年度は外部に委嘱している IC のうち 9 名に対して感謝状を授与し、優良事例と連携成果の情報共有を行った。 ・地域センターにおいては地域の関係機関と協力し、企業ニーズの把握やマーケティング活動等を行うための各種イベントをコロナ禍においてもウェブツールを活用して開催した。具体的には、北海道センターでは道内外の研究機関、大学、公設試と協力し、「産総研北海道センターシンポジウム in 旭川」を令和 3 年 2 月 2 日に開催した（オンライン参加 296 名)。東北センターでは公設試と共に、地域の社会課題の解決をテーマにした「テクノブリッジフェア in 東北」を令和 3 年 2 月 18 日に開催した（オンライン参加 214 名)。福島再生可能エネルギー研究所では長野県と共に「再エネ×テクノブリッジ in 長野」を令和 2 年 12 月 18 日に開催した（来場 111 名、オンライン参加 387 名)。関西センターでは関西広域連合、関西経済三団体及び大阪産業局と共に、関西圏の公設試が一堂に会した「産業技術支援フェア in KANSAI 2020」をウェブで令和 2 年 12 月 4 日に開催した（オンライン参加 598 名)。中国センターでは広島大学と共に､「アカデミア･ブリッジ　～地域イノベーションの推進に向けて～」と題してウェブ配信を令和 3 年 2 月 8 日に行った（オンライン参加 133 名)。四国センターでは四国圏内 5 大学と協力し、地	ニュー、連携成果事例の紹介、産技連ネットワークを活用した成果の周知や普及等、従来からのパフォーマンスを落とすことなく、年度計画通り実施した。	

	ともに、地域の企業・大学・公設試験研究機関等の人材や設備等のリソースを活用したプロジェクトを拡大すること等に取り組む。	また、地域イノベーションの核としての役割を持つ地域センターについては、「研究所」として「世界最高水準の研究成果の創出」の役割と、地域のニーズをオール産総研につなぐ連携拠点の役割とのバランスを保ちながら、必要に応じて「看板研究テーマ」の地域ニーズに応じた機動的な見直しを行うとともに、地域の企業・大学・公設試験研究機関等の人材や設備等のリソースを活用したプロジェクトを拡大すること等により地域イノベーションに貢献する。			域産業へ IoT や AI の活用を紹介する「四国オープンイノベーションワークショップ」を令和 3 年 2 月 3 日に開催した（オンライン参加 151 名）。九州センターでは、最新の研究成果や企業との連携事例を紹介する「九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデー」を令和 2 年 10 月 8 日に開催した（オンライン参加 385 名）。これらのイベントの開催により、複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んだ。 また、政府系の 9 機関（協力機関）によるスタートアップ支援機関連携の協定を締結し、産総研は技術相談の面からその一翼を担うことで、ベンチャー創出を含む中堅・中小企業の支援強化に取り組んだ。 ・これまで紙媒体で提供していた中堅・中小企業と産総研との連携の成果事例を、令和 2 年度からは、公式ホームページ上で公開した。また、中小企業庁の中小企業向け補助金・総合支援ウェブサイト「ミラサポ plus」で、産総研の支援制度や中堅・中小企業と産総研との連携の成果事例を紹介した。さらに、経済産業省と協力し、経済産業省のホームページ上への産総研の支援制度紹介ページの開設、日本商工会議所会員や地域未来牽引企業向けのメールマガジンの発信等、広報活動の充実に取り組んだ。		
	（4） 産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化 産総研の先端的な研究成	（4）産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化 先端的な研究成果をスピ	（4）産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化 ・持続可能な社会を実現する産総研技術移転ベンチャ	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携によ	・研究推進組織と緊密に連携し、ベンチャー創出に組織的に対応する体制を整備した。具体的には、創業候補案件の調査・発掘や創業前段階からの事業戦略の構築支援等に取り組む専門人材として、スタートアップ・コーディネータを新たに 2 名配置した。また、大企業との連携活動から始まりベンチャー創出に至る案件への対応や、手続きの迅速化のために称号付与と支援措置を一体化する規程の改正等を、着実に実施した。令和 2 年度は新規に 3 社のベンチャーに対して産総研技術移転ベンチャーの称号を付与した。また、冠	研究推進組織と連携して組織的にベンチャー創出に取り組む体制を整備し、現金出資制度の活用に向けて取組を開始した。また、組織対組織の連携により、ベンチ	

	果をスピーディーに社会に出すことによりイノベーションを牽引し、ひいては我が国の産業競争力強化に貢献するため、生命工学分野等での産総研技術移転ベンチャー企業の創出及びその支援に引き続き取り組む。 また、未来投資戦略や統合イノベーション戦略に掲げる日本型の研究開発型ベンチャー・エコシステムの構築に向けて、現金出資等の施策を活用して、質の高い研究開発型ベンチャー等を多く創出するための支援環境整備を進め、経済産業省等のベンチャー支援政策に貢献する。	ーディーに社会に出していくため、産総研技術移転ベンチャーの創出・支援を進める。具体的には、研究開発型ベンチャー・エコシステムの構築において重要なロールモデルとなる成功事例の創出と、ベンチャー創出・成長を支える支援環境整備の実現を目指し、現金出資機能の活用やクロスアポイントメント等の人材流動化のための施策の強化を図りつつ、ベンチャー創出を念頭に置いた外部リソースの活用や、カーブアウト型ベンチャーへの支援も含めた多様な研究開発型ベンチャーの育成に取り組む。	ーの創出を推進するため、研究推進組織と緊密に連携し組織的にベンチャー創出を実現する体制を整備する。創業前段階から外部機関と連携し事業化に向けたビジネスモデル構築と創業後の資金調達や販路開拓への支援を強化する。	る地域イノベーションの推進に取り組んでいるか ○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状況 ・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	ラボ発ベンチャーの創業支援を1件、スタートアップ・コーディネータを中心とする創業候補案件の事業化可能性の調査及びビジネスプランのブラッシュアップ等の支援を8件、領域との創業候補テーマの検討を1件、実施した。研究現場の事業化マインドを高めるために、スタートアップ・コーディネータの主導で、「研究者のための事業化による研究成果の社会実装勉強会」をエネルギー・環境領域向けに開催した。加えて、現金出資機能の活用に向けて、デューデリジェンスの手法の検討を行うとともに、出資実現に向けた取組を開始した。 次に、ベンチャー創出に向けて、組織対組織の連携による創業前段階からの支援を実施した。具体的には、産総研の研究開発力・技術力と株式会社日本政策投資銀行（DBJ）の金融・事業化ノウハウを結合してベンチャー事業創造を支援・加速する、「AIST&DBJ VENTURE 2050」プログラムを新たに開始した。外部機関と連携したこのプログラムにより、産総研単独では成し得なかった経営面の支援をベンチャーに提供することが可能となった。加えて、茨城県及びつくば市が主導する「つくばスタートアップ・エコシステム・コンソーシアム」の活動に参画し、国のスタートアップ・エコシステム構築に向けた施策と連動したベンチャー創出・支援の実施に向けて、研究機関の集積を活かしたディープテック・スタートアップ創出の拠点の形成に貢献した。また、令和元年度に引き続き、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、独立行政法人中小企業基盤整備機構、株式会社つくば研究支援センター、各種ファンド及びベンチャーキャピタル等と定期的に面談や意見交換を行った。 コロナ禍における創業支援・成長支援として、茨城県及び一般社団法人ベンチャー・カフェ東京と連携して、ピッチ形式によるビジネスマッチングイベント「TSUKUBA CONNECT 産総研 NIGHT」を令和3年1月22日にオンラインで開催した。このイベントには従来の集合型イベントを大きく上回る300名超が参加した。ほかにも、イノベーションリーダーズサミットやつくばビジネスマッチング会等の外部のピッチイベント、ビジネスマッチングイベントに累計で35回（16社）の登壇・出展等の支援を行った。さらに、産総研技術移転ベンチャーの認知度向上のため、産総研公式ホームページのベンチャー紹介コーナー（TECH Meets BUSINESS）の拡充やパンフレットの刷新等の広報施策を実施した。 これらの支援活動を通じてベンチャーの事業活動の拡大や成長を促し、研究成果の実用化が進んだことにより、令和2年度の産総研技術移転ベンチャーからの知財実施料収入は4,100万円に達した（産総研全体の知財実施料収入の約18%）。また、多数の表彰の受賞（Hmcomm株式会社が大学発ベンチャー表彰2020において新エネルギー・産業技術総合開発機構理事長賞を受賞、サイトセンシング株式会社が世界発信コンペティション（主催：東京都）において東京都革新的サービス特別賞を受賞、ときわバイオ株式会社が第1回TCIベンチャーアワードにおいて大賞を受賞、等）に至るなど、おおむね年度計画どおりの成果が得られた。	ャー創業の前の段階から、その創出に向けた支援を行う取組として、株式会社日本政策投資銀行と「AIST&DBJ VENTURE 2050」プログラムを開始した。ほかにも、オンラインビジネスマッチングイベントの開催をはじめとするベンチャー創出・事業拡大に向けた支援活動を着実に実施した。これらにより、令和2年度は3社に対して新たに産総研技術移転ベンチャーの称号を付与するに至ったほか、産総研技術移転ベンチャーからの知財実施料収入が4,100万円に達し、多数の表彰の受賞に至るなど、年度計画どおりの成果が得られた。	

	（5） マーケティング力の強化 産総研が保有する技術シーズを企業のニーズへのソリューションとして提案する「技術提案型」と、第４期中長期目標期間に開始した新事業の探索等を企業とともに検討する「創型コンサルティング」を通じて、企業へのマーケティング活動を、第５期においても、引き続き強化する。 また、大企業から地域の中堅・中小企業まで幅広い企業を対象として、新たな連携の構築や将来の産業ニーズに応えうる研究テーマの発掘や創出を目指し、企業や大学、他の国立研究開発法人、経済産業省等との連携により得た情報の蓄	（5）マーケティング力の強化 企業へのマーケティング活動を行うにあたって、産総研が保有する技術シーズを企業のニーズへのソリューションとして提案する「技術提案型」の連携に加え、第４期中長期目標期間に開始した技術コンサルティング制度に基づき、企業とともに新事業の探索・提案とそれに必要な検討を行う「共創型コンサルティング」の取組を強化しつつ、幅広い業種や事業規模の企業に対してマーケティング活動を推進する。 また、企業や大学、他の国立研究開発法人等との連携により得た情報を蓄積しつつ、新たな連携を構築する。具体	（5）マーケティング力の強化 ・企業へのマーケティング活動を行うにあたって、「技術提案型」の連携に加え、企業とともに新事業の探索・提案とそれに必要な検討を行う「共創型コンサルティング」の対象業種を拡大するため、取組事例の所内外への周知普及を強化する。 ・IC 活動の充実化のため、企業や大学、他の国立研究開発法人等との連携により得られる情報について、会議等を通じて共有を図る。 ・ 幅広い業種とより一層の連携を図り、さらに自前技術にとらわれない連携を推進するため、マーケティングの担当部署を中心に、領域横断で産総研研究者と企業技術者、産総研幹部と企業経営幹部等の複数レイヤーによるコミュニケーションを図る。	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携による地域イノベーションの推進に取り組んでいるか ○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状況 ・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	・マーケティング活動のさらなる拡充を図るため、企業が直面している個々の技術課題に対応する従来の技術コンサルティングに加え、新規事業に向けた技術シーズの探索から連携テーマの立上げまでを企業に提案する「共創型コンサルティング」を重点的に推進した。イノベーション推進本部に所属するイノベーションコーディネータ（IC）が軸となり、複数領域が連携してテーマを創出する体制を構築した。その結果、大型連携に向けた協議が進み、8 件の共創型コンサルティングの締結に至った。特に、経営課題から導き出される研究テーマを共同で探索したことにより、これまで産総研において連携実績の少なかった業種（陸運業や金融業）との共創型コンサルティング契約につながった。 一方で、コロナ禍による連携活動の制限や企業経営の悪化による連携の停滞を乗り越えるために、連携の在り方を模索して新たな取組を実施した。具体的には、①企業のニーズと産総研の技術シーズを相互に発信する全社・全所規模のウェブ交流会を 3 回開催した（自動車、計測機器、産業機器メーカ）。②新型コロナウイルスに関連した産総研の技術シーズを企業に積極的に紹介し、コロナ禍における企業ニーズを把握し、連携提案を行った（計測機器、総合電機メーカ等）。③研究紹介ウェブカタログ「テクノブリッジ® On the Web」へのアクセス履歴から、関心の高い技術シーズや業種別の閲覧数分布等を分析し、その結果を IC や研究者と共有した。これらにより、企業へ提案する技術シーズの最適化を図り、研究テーマの創出を推進した。 こうした新たな取組により、令和 2 年度の技術コンサルティング契約件数は令和元年度と同水準を維持し、686 件（令和元年度 690 件）となった。また、資金提供型共同研究契約件数は 1,051 件（令和元年度 1,245 件）、提供額は 74.7 億円（令和元年度 75.8 億円）となり、コロナ禍以前の水準を維持した。 ・産総研の技術シーズを活用した新規事業の創出を目指す企業との組織対組織の連携拡充に向けて、連携担当者を集めて 100 人規模の全所的な会議を開催した。会議では、新たに開発した技術の社会実装には領域を横断した研究が重要であることを理事長自らが発信するとともに、各担当者からは産総研独自の組織対組織連携制度である「冠ラボ」の活用事例を共有してその積極的な活用を促し、また、企業や大学、他の国立研究開発法人との連携において産総研が直面している直近の課題や異業種間連携の取組について情報共有を行った。さらに、産学官連携活動における新たな試みやコロナ禍における産業動向について大学や企業から講演者を招いたほか、社会における様々な動向を踏まえて産総研の連携活動を充実させていくための議論を交わした。 ・組織対組織の連携創出の取組では、経営層間のコミュニケーションを起点として確実な連携構築を図るべく、理事長によるトップセールスを 10 業種 16 企業に対して実施した。トップセールスにあたっては、IC 等の連携担当者が蓄積した人脈や企業情報を基に、社会課題解決における相手企業の経営戦	さらなる領域融合を推進するため、イノベーション推進本部が軸となって所内外のマーケティングに関する情報の共有を図り、産総研が有する幅広い技術分野と制度を生かして企業の新規事業の創出につながりうるテーマの探索を行った。さらに、組織対組織の連携を拡大するとともに、領域融合に基づいた新規連携を提案するため、トップセールスとして理事長による企業トップとの面談を 16 件実施した。この結果、令和 2 年度においては 13 件の領域融合提案及び 1 件の包括連携締結につながった。	

	積、IC の活動の充実等によるマーケティング活動を推進する。	的には、マーケティングの担当部署を中心に、産総研研究者と企業技術者、産総研幹部と企業経営幹部等の複数レイヤーによるそれぞれの自前技術にとらわれないコミュニケーションを促進すること等により、組織対組織のより一層の連携拡大を推進する。			略上の課題を分析し、単一の技術シーズに囚われることなくオール産総研で取り組む領域融合のテーマを提案した。非鉄金属、窯業、銀行、化学、精密機器、陸運、電気機器等、幅広い業種の企業に対して、全領域が参加する領域を横断した幹部同士の意見交換を実施した。その結果、5 企業との間で 11 件の技術コンサルティング（うち 4 件は共創型コンサルティング）の契約調整につながり、大型連携を前提とした技術協議を開始した。さらに、組織対組織、複数領域による重層的な連携を行うため、大型の連携を前提とした包括協定をグローバル企業 1 社と締結した。		
	（6）戦略的な知財マネジメント 産総研の所有する知的財産権の積極的かつ幅広い活用を促進し、活用率の向上を図るため、保有知財のポートフォリオや出願戦略の見直し等に組織的に取り組む。また、産総研の知財の保護及び有効活用の双方の観点から、企業等へのライセンス活動	（6）戦略的な知財マネジメント 産総研の所有する知的財産の積極的かつ幅広い活用を促進するため、保有知財のポートフォリオや出願戦略について見直しを行う。その際、産総研の知財の保護・有効活用の観点を踏まえて、企業等へのライセンス活動も含めた適切な知財マネジメン	（6）戦略的な知財マネジメント ・産総研の所有する知的財産の積極的かつ幅広い活用を促進するため、出願戦略の見直し等の検討を行う。 ・研究現場と連携し、保有知財を有効活用して事業化につなげるために、有望知財の発掘と技術移転シナリオの企画立案の強化に取り組み、ライセンス契約の拡大を図る。 ・中長期的な大型ライセンス案件の創出を目指して、知財専門人材が研究開発段階からの支援に取り組む。 ・知財専門人材の育成・強化に取り組むとともに、職員等の知財リテラシー向上	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携による地域イノベーションの推進に取り組んでいるか ○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状	・産総研の所有する知的財産の積極的かつ幅広い活用を促進するため、令和元年度に引き続き技術移転の可能性を重視した検討を実施した。具体的には、特許管理検討会の毎月の開催、国内出願の審査請求要否や外国出願の要否を含む出願戦略の検討に取り組み、知的財産・標準化ポリシーの改定に着手した。 ・コロナ禍において企業業績が厳しい状況のなかでも、企業と積極的にコンタクトをとることで令和元年度（1,209 件）と同等の実施許諾等契約件数（令和 2 年度 1,151 件）を維持し、社会実装を着実に進展させた。知財収入（一時金収入及びランニング収入）としては、大型案件による一時金収入増があった令和元年度（7.7 億円）と比較して全体としては減少した（令和 2 年度 3.7 億円）が、定常的な収入につながるランニング収入を着実に確保した（令和 2 年度 2.38 億円、令和元年度 2.35 億円）。また、保有知財の有効活用を図るために、技術説明会で産総研知財の技術シーズを積極的に紹介した。具体的には、社会課題の一つである with コロナ時代に期待される技術分野をテーマとした近畿経済産業局主催の技術説明会や、研究推進組織と連携した技術説明会で合計 22 テーマを紹介し、企業 5 社との交渉に進展した。 ・中長期的な大型ライセンス案件等の創出を図るため、ベンチャー開発・技術移転センターにあった技術移転業務を知的財産部に移管し技術移転室を発足させるとともに、専門人材である知的財産オフィサー（IPO）と技術移転マネージャー（TLM）との連携を強化した。具体的には、IPO と TLM からなる	中長期的な大型ライセンス案件の創出を図るため、知的財産部に技術移転業務を移管したことをきっかけに知財専門人材の連携を強化した。また、コロナ禍の状況でも、令和元年度（1,209 件）と同等の実施許諾等契約件数（1,151 件）を維持した。さらには、職員全体の知財リテラシー向上を図るため、ウェブ会議や e-learning の形式でセミナー及び研修を実施した。以上のとおり、知財の活用率向上に向けた取組を年度計画通り実施した。	

	も含めた適切な知財マネジメントを行う。	トを行う。具体的には、知財専門人材による研究開発段階からの支援、戦略的なライセンス活動等に取り組むとともに、知財の創出から権利化、活用までを一体的にマネジメントすること等により知財の活用率の向上を図る。	のため、所内セミナー等による情報発信を行う。	況 ・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	知財専門人材チームにおいて、お互いの活動情報等を密に共有することにより、企業にとって魅力ある知財の確保と、それによる社会実装の促進を図った。また、機動的に社会実装を進めるため、IPO が選定した有望案件について、TLM に当該案件の技術概要や支援状況等の情報を共有した。さらに、IPO が知財分析等を通じ、相手方企業の潜在的要望や、そこに応える産総研の強みを示して連携構築につなげる機能を強化した。また、研究テーマづくりにおいて、知財情報の提供を行うなど、IPO の役割を明確化した。このほかに、案件に応じて他部署の専門人材（イノベーションコーディネータ（IC）等）との組織的な連携を強化し、それぞれの専門人材が相手方企業に重層的に働きかけを行うことで研究成果を実用化に繋げる支援体制について、検討を開始した。 ・コロナ禍の状況においても職員全体の知財リテラシー向上を図るため、毎回異なるトピックで情報発信を行う定期開催セミナー（令和 2 年 8 月以降毎月開催。延べ 626 名参加）や、基礎知識習得を図る知的財産権研修（受講者 138 名。令和元年度は受講者 87 名）を実施した。従来の集合型開催からウェブ会議及び講義を映像コンテンツ化した e-learning 形式の導入により、知的財産権研修は令和元年度を上回る受講者数を達成した。		
	（7） 広報活動の充実 産業技術の向上及びその成果の普及等を図るに当たり、企業や大学、他の国立研究機関等の技術的に成果を活用する主体に加えて、行政機関や国民の理解と支持、更には信頼を獲得していくことがますます重要となっている。このため、職員の広報に対する意識の向上を図る	（7）広報活動の充実 企業への技術の橋渡しを含めた研究成果の普及を図るに当たり、共同研究先となり得る企業への働きかけに加えて、行政機関や国民の理解と支持、さらには信頼を獲得していくことがますます重要となっている。そのため、研修等を通して職員の広報に対する意識及びスキル	（7） 広報活動の充実 ・プレス発表や取材対応、記者懇談会などを通じ、マスメディアに対し、研究成果や組織経営に関する情報を積極的に提供することにより、記事化および TV 報道につなげる。 ・産総研内・外の研修等を活用し、職員の広報に対する意識及びスキルの向上を図る。また、広報効果を客観的な指標で把握するための調査等について検討を行う。 ・出版物による情報発信においては、冊子ごとの読み手を意識した魅力的な記事の企画、制作に努める。また、発信力の向上を目指し、従来のウェブ公開や関係機	○複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの場の創出に取り組んでいるか ○公設試験研究機関等との連携による地域イノベーションの推進に取り組んでいるか ○産総研技術移転ベンチャーの創出や支援の強化に取り組んでいるか ○広報活動の充実が図られているか ・複数組織の連携・融合によるオープンイノベーションの取組状況 ・地域イノベーション推進の取組状況	・プレスリリースや取材対応、記者懇談会などを行い、積極的に研究成果や活動に関する情報の提供を行った。特に、新型コロナウイルス感染症対策のための研究活動については、J リーグ等関係機関との適時の調整・協調を図り、より効果的なプレスリリース発表に努めた。また、四国センターでは、四国経済産業局の定例記者会見において身体動作解析産業プラットフォームを発表するとともに内覧会を開催するなど効果的な情報発信などにより、いずれもマスメディアによる報道に繋げた。 ・全職員を対象として、広報研修～メディアのプロが伝授！「伝える力」～と題した動画コンテンツのオンライン配信を行うことで、職員の広報に対する意識及びスキルの向上を図るとともに、広報活動ガイドラインを策定し、産総研広報活動ポリシーの理解促進とともに、産総研としての一体感のある効果的な広報活動の推進を図った。また、ターゲットを明確にした多様な広報活動において、その活動効果を客観的に把握するための方法等についての検討を行い、令和 3 年度以降において客観的な指標把握を行うこととした。 ・広報誌「産総研 LINK」の制作にあたり、主要な読み手となる企業への訴求力を向上するため、企画段階から研究領域と協力しテーマ設定を行った。産総研の総合力を感じられる「センサ技術」、「データ連携」、「新型コロナウイルス関連研究」の他、東日本大震災から 10 年が経過する節目の年に合わせて「地質情報を伝える」ことをテーマに特別号を作成した。新たな配布方法として、イベント等のオンライン化が進む社会に合わせ、冊子の PDF ファイル	所内の広報活動の基本的な活動方針として広報活動ポリシーを制定し、役職員一人一人が広報への理解を深め、産総研全体としての広報活動を推進した。また、ターゲットを明確に設定し、ターゲットに合わせて SNS 等多様なコンテンツを活用し、研究成果の積極的な発信を行った。さらに、オンラインイベントのニーズが強まる中、積極的に WEB 配信等を行い、イベント開催においてのルールや開催方式について所内情報共有を行った。	

	とともに、広報の専門知識や技能を持つ人材を活用し、国民目線で分かりやすく研究成果や企業等との連携事例を紹介する取組等を積極的に推進し、国立研究開発法人トップレベルの発信力を目指すとともに、その効果を把握し、産総研の活動や研究成果等が国民各層から幅広く理解されるよう努める。	の向上を図るとともに、広報の専門知識や技能を有する人材等を活用し、国民目線で分かりやすく研究成果や企業等との連携事例等を紹介する。その取組として、プレス発表、広報誌や動画による情報発信等を積極的に推進する。国立研究開発法人のなかでトップレベルの発信力を目指すとともに、アンケート、認知度調査等による客観的な指標によりその効果を把握しつつ、国民各層へ幅広く産総研の活動や研究成果の内容等が理解されるよう努める。	関等への配布に加え、冊子媒体ならではの利点を生かした新たな配布方法の検討を行う。 ・産総研公式ホームページの充実を図るとともに、研究成果等の映像など魅力あるコンテンツの製作、産総研ブランドの醸成に取り組む。さらに、SNS 等を活用して広く一般国民に対して理解しやすい情報発信に取り組む。 ・幅広い産総研の活動や研究成果の内容を地域住民や子供たちにわかりやすく紹介するため、一般公開を実施する。また、産総研の認知度向上のため、地域の科学イベント等へ積極的に研究成果等を出展する。 ・常設展示施設「サイエンス・スクエア つくば」では、産総研への理解を一層深めてもらうため、興味を引く特別展示や特別見学ツアーを実施する。	・産総研技術移転ベンチャーの創出・支援の強化の取組状況 ・広報活動の充実に向けた取組状況等	や電子ブック以外での発信に向けた移行検討を行い、令和 3 年度に WEB 記事での展開を試行することを決定し、そのための準備を行った。 ・第 5 期中長期計画で取り組む「社会課題の解決」に関する効果的な情報発信を行うため、産総研公式ホームページのリニューアルについて検討を開始した。 　多様化する WEB コンテンツを活用し、科学や研究に関するわかりやすく端的な動画を提供する新規 YouTube チャンネル「かがくチップス」の開設（第 62 回科学技術映像祭　科学技術館館長賞受賞）のほか、ターゲットを明確に絞り込んだ取組を行った。例えば、①大学生や高校生など「学生層」をメインターゲットに据え、一般的に可視化が困難な人工知能技術を理解していただくため、当該技術を使用したエンターテイメントアプリ「大学擬人化マンガキャラ診断」を制作しぴあ株式会社と連携し公開、②子供向けの WEB コンテンツ「産総研サイエンスタウン」をリニューアルし、感染予防の一環として外出制限がかかる社会状況において、子どもたちが WEB で楽しめるよう新しい読み物や実験、工作動画等のコンテンツを追加するなどの改善を図った。なお、エンターテイメントアプリ「大学擬人化マンガキャラ診断」は公開後、短期間で百万をこえるアクセス数を得るなど、社会からの大きな反響を得ることができた。 ・新型コロナウイルスの感染症拡大防止の観点から、令和 2 年 10 月につくば市近隣中学校から要望があった実験教室では、Zoom 及びカメラ、スイッチング機器等を利用し、新たな取組としてオンラインにより講義・科学工作指導を行った。また令和 3 年 2 月には別の中学校からの要望で Google meet を利用したオンラインによる講義・科学工作指導を行った。いずれの場合もアンケートによる回答で 100%の満足度を得るなど、コロナ禍における有意義な授業に寄与できた。福島再生可能エネルギー研究所では、地域住民や子供たちをはじめ、全国の方にもわかりやすく研究成果を紹介するためオンラインで一般公開を実施、また臨海副都心センターでは、隣接する日本科学未来館のフィールドを活用した市民参加型研究に企画提案し、一般の方が産総研の研究成果に触れる機会を設けた。さらにイノベーション推進本部連携企画部国際室では、海外からオンラインでの産総研への訪問が可能となるオンラインビジットを整備した。また研究領域において、経済産業省「未来の教室」STEAM ライブラリ事業における STEAM 教育（コンテンツ）に協力し、中高生向け教育の場を提供した。 　オンラインイベントのニーズが強まる中、WEB を活用したイベント開催の知見の蓄積が全所的になかったことから、所内組織を横断した WEB イベント・コンテンツ対策チームを立ち上げ、試行錯誤の中においても WEB イベントを実施してきた部署などからの有用な情報を Sharepoint サイトに取り纏め、広く所内に発信し、情報共有を行い、WEB イベントの実施に向けた効率的・効果的な対応が取れるよう取り組んだ。今後も様々な WEB イベント事例や様々なノウハウなど情報を集積・共有していく。		

					・コロナ禍により各種イベント開催への制約が増す中、小中学校の夏休み期間（8 月 1 日～8 月 23 日）に十分なコロナウイルス感染症の防止対策をとったうえで「夏休みこども科学教室」をサイエンス・スクエアつくばにおいて開催し、身近な素材でできる科学実験や科学工作を体験できるコーナーを提供し、合計 194 名の青少年が参加した。また、11 月 21 日～23 日、28 日、29 日には「秋のこども科学教室」を開催し、感染症対策をとりながら屋外実験を含む科学実験をサイエンス・スクエアつくばにおいて提供した。合計 84 名が参加した。いずれも「コロナ禍で外出先が激減する中でのイベントで嬉しかった」、「コロナが落ち着いたらまた産総研に来たい」、「他のイベントも経験してみたい」など、参加した子供たちのほか、親からも感謝の言葉を頂くなど大変な好評を得た。 　サイエンス・スクエアつくばでは、産総研の技術が使われている「玉虫塗ナノコンポジット」を用いたプロ野球球団用ヘルメットや、「CNT 複合材料」のエンジニアリングプラスチックからなるボルトなど、一般来場者にもわかりやすく、より身近に感じていただける展示品を追加するなど、幅広い層に向け産総研の研究成果の普及に取り組んだ。		

様式２－１－４－１　国立研究開発法人　年度評価　項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅰ―３	イノベーション・エコシステムを支える基盤整備		
関連する政策・施策	我が国全体の科学技術イノベーション政策 知的基盤整備計画	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人産業技術総合研究所法第１１条第１項
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	（研究開発評価、政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

①主な参考指標情報

	基準値等	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）

	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
研究開発予算額（千円）	6,991,066				
従事人員数	5,522 の内数				

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価 主な業務実績等	法人の業務実績等・自己評価 自己評価	主務大臣による評価
３.イノベーション･エコシステムを支える基盤整備 （１）　長期的な視点も踏まえた技術シーズの更なる創出 基幹的な技術シーズや革新的な技術シーズを更に創出するため､単年度では成果を出すことが難しい橋渡しにつながる基礎	３.イノベーション･エコシステムを支える基盤整備 （１)長期的な視点も踏まえた技術シーズの更なる創出 基幹的な技術シーズや革新的な技術シーズをさらに創出するため、単年度では成果を出すことが難しい長期的･挑戦的な研	３．イノベーション・エコシステムを支える基盤整備 （１）長期的な視点も踏まえた技術シーズの更なる創出 具体的な研究開発の方針は以下別紙に掲げる。	○長期的な視点により、技術シーズの更なる創出につながる研究開発を実施できているか ○世界最高水準、社会的インパクトの大きさ、新規性といった観点から、レベルの高い研究成果を創出できているか ・テーマ設定の適切性（モニタリング指標） ・具体的な研究開発成果 ・論文数（モニタリング指標） 等	「長期的な視点も踏まえた技術シーズの更なる創出」については、多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術として、特定ウイルスを特異的に認識するペプチドアプタマーを凝集誘起発光分子に付与して光検出によりインフルエンザウイルスを当初計画の５分を上回る３分で検出、プレス加工設備に取り付けた外部センサと設備の内部情報を生産中に一括収集する技術を開発し生産時の異常状態の実時間その場抽出を実現、生体計測のためのウェアラブル熱流センサを開発し、人の活動消費エネルギーの計測に成功などの実績をあげた。 量子状態制御基礎技術として、日本初の量子アニーリングマシンの極低温性能評価システムを構築し、初めて６量子ビット規模での量子アニーリング動作に成功。シリコン量子コンピュータの高速・高忠実度動作の妨げとなるノイズについて、その発生源が半導体／絶縁膜界面欠陥にあることを世界で初めて特定。トンネル FET 型シリコン量子ビット用のシミュレーション技術を一般のシリコン量子ビットに拡張して、基本素子の伝導特性のシミュレーション技術を確立し、量子ビットの基本動作の再現にも成功した。 バイオものづくりを支える製造技術として、健康状態によって変化する細胞表面の糖タンパク質の糖鎖構造について、標的分子探索技術、糖タンパク質の構造を解析・可視化する技術、及び標的候補となる糖タンパク質の糖鎖構造の変化を認識する抗体を取得する技術の開発、肥満症の予防や改善法の開発を目的としてタイ産ハーブに含まれる新規抗肥満成分を同定するなど	＜評定と根拠＞ 評定：A 根拠：イノベーション・エコシステムを支える基盤整備に向けて、「長期的な視点も踏まえた技術シーズの更なる創出としての基盤的技術の開発」として、多種多様なデータ収集のためのセンシングシステム技術、量子アニーリングマシン等の量子状態制御基礎技術、バイオものづくりのための製造技術及び先進バイオ高度分析技術､ABCI を活用したデータ連携基盤の整備、「標準化活動の一層の強化としての標準化	評定　A ＜評定に至った理由＞ 令和２年度は､産総研の目的･業務、中長期目標等に照らし､成果及び取組等について総合的に勘案した結果､適正､効果的かつ効率的な業務運営の下で｢研究開発成果の最大化｣に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が

	的な研究も含め、長期的・挑戦的な研究についても積極的に取り組む。特に、データ駆動型社会の実現に向けて、従来は取得できなかった多種多様なデータの収集を可能にするセンシング技術の開発等、未来社会のインフラとなるような基盤的技術の開発を拡充して行う。	究についても積極的に取り組む。 具体的には、エネルギー・環境領域では新規材料創製、高性能デバイス開発、システム化研究、評価手法開発等に資する各要素技術を長期的な視野で取り組むことにより、極めて高いハードルであるゼロエミッション社会に必達するための革新的な技術シーズ開発を実施する。 生命工学領域では、医療基盤技術並びにバイオものづくり技術のいずれにおいても、その根幹となる生命現象や生体分子の理解なくして新しい技術は生まれないことから、新しい技術につながるシーズとなりえる生命現象の探究を継続的に遂行する。			の実績をあげた。 先進バイオ高度分析技術の開発として、新たに発見したHSVタンパク質の1つが、HSVが引き起こす病態の一種である「ウイルス性脳炎」の発症をコントロールする病原性因子であることを見出し、脳炎発症の仕組みの解明、新しい糖鎖プロファイリング技術により皮膚の老化に伴って幹細胞の糖鎖修飾パターンが変化することを発見し再生医療の産業化に貢献などの実績をあげた。 データ連携基盤の整備として、産総研の研究成果、成果創出の過程で取得したデータを広く社会で活用するために、研究データポリシーを外部公開するとともに、研究データを管理・運用するための要領の策定、ABCI上のデータ連携機能の強化については、データ連携機能のプロトタイプ開発を完了し限定公開、データ連携基盤となるABCIの処理能力強化として、数TB級の巨大データを用いた大規模機械学習処理を高速化するライブラリ及びAIフレームワークを開発し、他のスパコン拠点に圧倒的な大差をつけて世界最速記録を達成するなどの実績をあげた。 「標準化活動の一層の強化」については、標準化の推進として、パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関して、SiCエピ欠陥の非破壊試験法に関するIEC規格1件が国際標準として正式に採用、映像酔い抑制評価技術について、ISO/TC 159に国際標準として提案し国際標準文書として制定された。また、重金属等の溶出試験法のうち、上向流カラム通水試験は産総研がリーダーを務め、ISO技術仕様から正式規格ISO 21268-3へ2019年にアップグレードしたが、国内関連業界よりこの国内標準化が求められた。その他、再生可能エネルギーの導入効果を最大化するため、分散電源の系統連系要件に対し太陽光発電に特化した追加要件の規格草案（CD）の審議や、太陽光発電システムにおけるパワーコンディショナ（PCS）の効率評価に関わる動的効率試験法の国際標準としての採用など、標準化において多くの成果を収めた。 「知的基盤の整備と一層の活用促進に向けた取組等」については、陸域では当初の年間計画より多い5万分の1地質図幅2区画を出版し、その結果、第2期知的基盤整備計画の数値目標10年間40区画を達成した。さらに、20万分の1地質図幅1区画を計画より前倒しで出版できた。海域では各種データベースの更新を行い、海洋地質図3編の完成を予定している。沿岸域では、国及び自治体の地震防災に直接的に役立つ成果が得られた。都市域では、東京都心部の3次元地質地盤図整備を着実に進めた。 従前から継続してきた地質情報の整備・管理（出版業務を含む）に関して、情報システムの更新・セキュリティ向上等を計画通り着実に実施し、ユーザの利便性向上に寄与した。また、十分な感染防止対策の下で、GSJの研究成果の普及活動を不断に実施した。特に過去の活動成果を「知的資源」として管理・利用し、例年以上に所外機関の要請に応えたことは、公的機関としての産総研の信頼性・知名度の向上に貢献したと考える。	の推進」として、SiCなどのパワーデバイス、重金属等の溶出試験法などの国際標準化、「知的基盤の整備と一層の活用促進の取組」として、陸域・海域、沿岸域・都市域などの地質図幅の出版、地質情報の整備・管理、国際原子時校正に使用可能な光格子時計、自動車の衝突安全性評価に用いる加速度計の評価試験法の社会実装などの整備を実施し、産業基盤として極めて重要性が高い技術開発を実施した。 なお、イノベーションスクール、デザインスクールなど技術経営力の強化に寄与しうる人材育成などイノベーション・エコシステムを支える基盤整備を支えるマネジメントを実施した。 以上、目標の水準を超える多くの成果が得られたことなど総合的に判断して、自己評価を「A」とした。 ＜課題と対応＞ イノベーションを支える基盤的研究、標準化、知的基盤の整備に向けては、着実な研究はもちろん、「橋渡しの拡充」「社会課題の解決」に組込むことを考慮して、技術的なデメリットや再現性・ロバスト性・取り	認められるため、A評定とした。 A評定と判断した根拠となる具体的な成果は以下のとおり。 ①世界最速のウイルス検出技術の開発、12種のがんそれぞれに特有の糖鎖修飾をもつタンパク質の発見・がん標的治療薬候補となる抗体の取得等、世界最高水準の成果を得ている。これらの成果により、ウイルスの感染拡大を防止するための高速ウイルスセンサの実現に貢献すること、抗体がん治療の大幅な費用削減と安全性向上に貢献することが期待される。 ②既存の枠を超えた領域横断的な標

		情報･人間工学領域では､産総研の研究成果を中心としたデータ群の体系化とそのオンラインアクセスのための情報システムを整備し､データ駆動社会におけるデジタル･サービスの参照アーキテクチャの国際的な標準化を国内外の関連機関と連携して推進する。さらに､ニューロリハビリテーションや次世代コンピューティング等についての基盤研究を実施する。 材料･化学領域では、素材・化学産業の競争力の源泉となる機能性化学品の高付加価値化及び革新的な材料の開発やその実用化等の基盤技術の確立に資する研究開発を実施する。特に､材料の新機能発現等の			光格子時計において、世界最高レベルの高稼働率運転を実現し、国際原子時校正に使用可能なイッテルビウム光格子時計として世界で初めて認定され、国際原子時の校正に貢献した。さらに、新型コロナウイルス感染症に係る国際比較への参加、計量標準の維持等、コロナ禍下での問題に迅速に対応した。また、水銀の三重点の代替技術の開発も同感染症対策とともに食品の安全・安心、環境問題にも資する重要な成果である。 産総研が主導して提案した加速度計の評価試験法が国際標準として制定され、国内自動車業界で用いられていた評価手法の国際的な利用環境が構築された。これにより、欧米の評価手法へ変更した場合に発生する多大なコスト負担及びこれまでに蓄積された技術データ・ノウハウの消失を防ぐことができ、国内の自動車産業に多大なインパクトを与えた。この成果の社会的意義は高く評価されており､2020 年度 日本機械学会標準事業表彰 国際功績賞を受賞している。 遠心流動場分離装置の構築では、国際標準化に向けて体制を構築し、産総研主導で、評価試験法を国際委員会へ提案するなどの活動を行った他、特許出願 1 件、受賞 2 件、プレスリリースを行った。 5G/ポスト 5G に係る成果として、部材の評価試験法が国際標準として採用され、社会的にインパクトを与えるとともに、関連特許のライセンスを実施するなど、産総研の技術が利活用されている。 なお、イノベーション・エコシステムを支える基盤整備を支えるマネジメントとして、イノベーションスクールでは、「イノベーション人材育成コース」において 15 名の博士研究者を､「研究基礎力育成コース」において 23 名の大学院生の育成を実施、技術経営力の強化に寄与しうる人材育成を行えた。デザインスクールでは、「マスターコース」においては 13 名の産総研職員と企業研修生を、「ショートコース」においては、14 人の産総研職員を、「単発コース」においては、15 人の産総研事務系職員の育成を実施、技術経営力の強化に寄与しうる人材育成を行えた。	扱い安さ・低コスト化の評価なども重要であると考えている。 また、社会課題解決を実践できるなど技術経営力に寄与する人材の育成も重要であり引き続きイノベーションスクール、デザインスクールなどの人材育成が重要と考えている。	準化活動の強化に取り組む標準化推進センターを設置し、海洋プラスチック等の標準化に取り組んでいる。この取組により､海洋生分解性プラスチック開発に向けた海洋生分解試験法の確立･標準化の重要性を確認することができ､標準化の実現により海洋プラスチック廃棄物の削減を目的とした海洋生分解性プラスチックの開発などが期待される。 ③地質調査のナショナルセンターとして､地質情報の整備を進め､自然災害等の地域を守る安全安心の基盤構築に貢献している。こ

		革新的な技術シーズの創出のために、電子顕微鏡等による高度な先端計測技術並びに理論や計算シミュレーション技術を利用した研究開発を進める。 エレクトロニクス・製造領域では、情報通信やものづくり産業における未来価値創造の基盤となる新材料技術、新原理デバイス技術、先進製造プロセス技術の開発等の基盤研究を実施する。 地質調査総合センターでは、地質情報に基づき、資源・環境・防災等の明確な目的を持つ基盤研究を実施する。 計量標準総合センターでは、次世代の計量標準や将来の橋渡しに繋がる基盤的、革新的な計測技術シーズを創出するため、物					の取組により、原子力規制庁の審査会合資料等に用いられ、原子力施設の設置基準等の基礎情報として貢献した。 ④社会課題の解決や技術経営力の強化に資する人材育成のため、国研としては極めて珍しい、技術のデザイン経営を教えるデザインスクールを実施している。 今回の評価結果を踏まえ、今後も産総研は基幹的なシーズや革新的なシーズをさらに創出するため、多種多様なデータの収集を可能にするセンシング技術の開発、標準化活動の強化、知的基盤の整備などの取組を実施することとする。

		質や材料の存在量や空間的分布、さらに個別構造や電子構造等に関するこれまでにない情報を引き出せる各種計測技術、量子検出技術、新規原子時計等の開発を行う。 　また、データ駆動型社会の実現に向けて、従来は取得できなかった多種多様なデータの収集を可能にするセンシング技術の開発等、未来社会のインフラとなるような基盤的技術の開発を行う。具体的には、多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術の開発や非連続な技術革新をもたらす量子状態制御基礎技術の開発、バイオものづくりを支える製造技術の開発や先進バイオ高度分析技術の開発等					＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善事項＞ ・産業界、大学などを巻き込んでの展開、現在の活動の強化と外部人材・組織との協業による加速をさせるため、国際的にトップレベルの基盤技術を迅速に社会で活用できるよう、企業との協力関係あるいは迅速なベンチャー企業の創設などの仕組みを構築することを検討すること。 ・第6次科学技術イノベーション基本計画にも記されている新たな価値の創造を進めるためには基盤技術への取り組みが必須である。どの領域の基盤技

		に取り組むとともにデータ連携基盤の整備を推進する。					術を産総研の強みとしていくのか組織内でさらに議論を重ね、効率的な基盤技術への投資を行うこと。 ・引き続き基礎研究の萌芽を目指し、Nature Index 収録誌への投稿など、日本の高い技術力を世界に向けて発信すること。 ・標準化推進センターのあるべき姿を明確にし、今後も我が国の標準化活動の強力な推進を担うため、どのような標準規格が日本の強みと成り得るか、将来の標準化戦略を描くこと。 ・経済性、社会的な影響評価を学ぶデザインスクールは現代の日本の教

							育に欠けている分野であり、将来的に高い競争力を有する人材となることが期待されることから、引き続き先駆的な活動を行うこと。 <その他の事項> 特になし
	別紙						
	１.基盤的技術の開発 ○多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術の開発 データ駆動型社会において求められる基盤技術として、従来は取得できなかった多種多様なデータの収集を可能にするセンシング技術、収集したセンシングデータの統合により新たな情報を創	１.基盤的技術の開発 ○多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術の開発 データ駆動型社会において求められる基盤技術として、従来は取得できなかった多種多様なデータの収集を可能にするセンシング技術、収集したセンシングデータの統合により新たな情報を創	１．基盤的技術の開発 ○多種多様なデータを収集可能にするセンシングシステム技術の開発 ・環境健全性観測として、短時間高感度ウイルス検出技術を開発し、模擬サンプルウイルスで５分以内高感度検出を達成する。また、高応答性湿度計の開発などにより、人の心身情報を計測し、アクチュエータで快適度情報をフィードバックする技術を開発する。 ・生産現場でのプロセス評価技術構築に向け、生産設備内部情報とそれにかかるセンサ取得信号の相関解析		安全安心な社会の実現に向け、生活社会空間情報の高度取得活用を可能にする様々なセンシング技術が求められている。令和２年度は、「日常生活における環境健全性モニタリング」、「製造工程での生産性向上のためのセンシングシステム」、及び「生体計測のためのセンサのウェアラブル化技術」に特に注力して関連技術の研究開発に取り組んだ。 日常生活における環境健全性モニタリングに向け、令和２年度は、短時間でウイルスを検出できる高速センシング技術の開発を行った。特定ウイルスを特異的に認識するペプチドアプタマーを凝集誘起発光分子に付与し、これを高濃度添加して光検出する技術を開発することで、インフルエンザウイルスを、当初計画の５分を上回る３分で検出することに成功した。関連して、論文３報（うちQ1ジャーナル１報）を発表し、電気学会から基礎・材料・共通部門表彰を受賞した。また、ナノ粒子塗布層を感湿材とした高速湿度計測の応答原理を解明し、湿度変化の検出により呼吸の周期を計測可能なセンサを開発した。さらに、本技術をマスク型のセンサに展開し、口呼吸や脈波などの生体情報の実時間その場計測を実現した。この開発技術は論文４報（うちQ1ジャーナル２報）に成果が掲載され、特許２件を出願し、生体医工学シンポジウムアワードも受賞した。加えて、快適度情報のフィードバックを可能にする、世界最薄最軽量のハプティクス用フィルム状アクチュエータアレイを開発した。皮膚に多彩な触覚を与えられる本技術は、企業製品の付加価値向上に貢献する技術として（プレスリリース令和３年１月18日）、企業等から多数の問い合わせを受けている。また、関連して特許３件も出願した。 製品製造における生産性の向上を目指して、生産現場での異常やリスクを未然に検出する技術の開発に取り組んだ。令和２年度は、プレス加工設備に取り付けた外部センサと、設備の内部情報を生産中に一括収集する技術を開	水準以上に達成している。 世界最高レベルの新規のセンシング技術を複数開発し、Q1ジャーナル13報の発表、10件の受賞を受けるなど学術的に注目を浴びた。また29 件の特許出願の中には企業が社会実装に向けた検証試験を開始したものがあり、今後早期に市場展開が期待できる。その他にも社会課題解決の基盤となる研究成果が多く得られており、総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

	出する技術、および、これらに用いる材料・プロセス技術などを開発する。	出する技術及びこれらに用いる材料・プロセス技術等を開発する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・安全安心な社会生活環境を支えるセンシング技術として、日常生活の環境健全性をモニタリングする技術、人が感じる心身快適度を計測する技術等を開発する。 ・生産現場等における異常やリスク等を未然に発見するその場、実時間 IoT センシング技術を開発する。 ・センサ情報の信頼性を確保するための信号評価技術、過酷環境での情報取得を可能とするセンサ実装技術、取得情報の活用	技術による異常状態抽出シミュレーション技術を開発する。また、作業者の活動センシング技術や材料ライフサイクルの可視化技術等を開発し、作業異常やリスクなどが予測可能であることを検証する。 ・ウェアラブルセンサ実装技術として、テキスタイル上 0.5 ㎜ピッチ配線形成および IC 実装技術を開発する。また、環境温度や湿度の変化に応じて発電・給電する環境発電素子を開発し、センサを駆動する自律分散電源を実現する。 ・将来の橋渡しに繋がる基盤的、革新的な計測技術として光の量子揺らぎ制御技術と量子光センシング技術の開発を行う。 ・X線吸収分光と小角X線散乱の高速同時測定法を開発し、ナノ粒子の化学状態・特定元素の原子間距離・粒子外形構造の同時観察に応用する。		発し、数千ショットを超える大量データの取得とその可視化により、生産時の異常状態の実時間その場抽出を実現した。また、産業機械の製造組み立てにおいて、部品や内壁等の内部圧を可視化するセンシングシステムを開発し、これまで成しえなかった「実時間で作業異常を検出する製造管理システム」を構築した。これら開発した技術の一部は、企業において実用化検討が行われるに至った。生産性向上に資する技術に関しては、九州半導体エレクトロニクスイノベーション協議会技術大賞受賞や、論文 5 報（うち Q1 ジャーナル 2 報）を発表した。また、出願した 17 件の特許には社会実装フェーズのものも含まれ、今後、早期に市場展開が望める。 　生体計測のためのセンサのウェアラブル化に取り組み、そのための実装技術の開発を行った。テキスタイル上に銅と銀の二層からなる高耐久伸縮配線を 0.5 ㎜幅で形成する技術、及び IC チップを低損傷実装する技術の開発に成功した。さらに、これらの技術を活用したウェアラブル熱流センサを開発し、人の活動消費エネルギーの計測に成功するなど、当初計画を上回る成果を得た。これらに関連して、論文を 10 報（うち 1 報は Editor’s Choice に選定[T. Koshi et al., Micromachines, 11, 977, 令和 2 年 10 月]、またうち 2 報は Q1 ジャーナル）を発表するとともに、国内外に 7 件の特許出願を行った。 　以上の成果のアウトカムをまとめる。 　環境モニタリング技術の開発では、ウイルスや生体情報の高速検出を可能とする高感度センシング技術を開発した。施設入口でウイルス感染を引き起こす可能性のある人を見つけ、感染拡大を防止するための装置「ウイルスゲートキーパー」の実現には 1 分でのウイルス検出が求められるが、この実現に向けて着実な成果を上げることができた。新型コロナウイルスへの適用に向けた研究にも着手しており、本技術が実用化されれば、劇場やイベント会場、福祉・介護施設などの閉鎖空間で、以前と同様に安心して各種活動が実施可能になると見込まれる。また、センシング情報を皮膚にフィードバックできるアクチュエータ技術も開発し、生活空間における健全性情報の活用に道筋をつけた。製造工程のセンシングに関して、装置内部の異常を実時間その場検出できる技術を開発し、装置の異常や製品不良を未然に防ぐシステムへと応用されることで、生産コストの削減や生産性の大幅な向上に貢献すると期待される。センサウェアラブル化に関しては、布上に IC チップやセンサを低損傷実装する技術を開発し、心身快適性などの健康情報の取得実現に道筋をつけた。これら開発技術は、高度な情報の活用による安全安心な社会の構築に寄与するものである。 　その他、本研究計画で実施した内容の成果を記載する。 ・湿度等の変化により 40 μW 以上の出力で発電する環境発電素子を開発し、自律分散電源として IoT センサの駆動が可能なことを示した。 ・光の量子的な強度揺らぎの性質を利用した高効率二光子励起光源を開発し、従来の二光子励起顕微鏡の 2 倍の蛍光効率を実現した。関連する内容に		

		のためのシステム化技術等の研究開発を行う。 ・次世代の計量標準や将来の橋渡しに繋がる基盤的、革新的な計測技術シーズを創出するため、物質や材料の存在量や空間的分布、更に個別構造や電子構造等に関するこれまでにない情報を引き出せる各種計測技術の開発、量子検出技術の開発、新規原子時計等の開発を行う。			ついて2報の論文発表を行った。 ・試料を3秒以内に室温から約3000 Kまで多段ステップ状に高速加熱する技術を開発し、広い温度域におけるエンタルピーを拡張不確かさ2.7%で瞬時に測定することに成功した。関連する内容について1報の論文発表を行った他、関連特許1件が実施された。 ・X線吸収分光スペクトルと小角X線散乱分布を同時計測するシステムを開発し、燃料電池の触媒反応機構の解明といった用途に拡張可能な「白金ナノ粒子の化学状態及び局所構造・外形構造の同時観測」に成功した。		
	○非連続な技術革新をもたらす量子状態制御基礎技術の開発 情報処理通信をはじめとする様々な産業分野に非連続な技術革新をもたらす量子コンピューティングや量子センシングなどの実現に向けて、量子デバ	○非連続な技術革新をもたらす量子状態制御基礎技術の開発 情報処理通信をはじめとする様々な産業分野に非連続な技術革新をもたらす量子コンピューティングや量子センシングなどの実現に向けて、量子デバ	○非連続な技術革新をもたらす量子状態制御基礎技術の開発 ・令和元年度までに開発した超伝導量子アニーリングマシン(6量子ビット)の極低温下における計算性能評価を行う。 ・シリコン量子ビット素子について、界面近傍にある動作性能を制限するノイズ発生源を特定する。また、これまでに確立した 80 K での TFET 量子ビット特性		量子技術は、情報処理通信をはじめとする様々な産業分野に非連続な革新をもたらす技術として、世界各国で戦略的に研究開発が進められている。産総研は量子コンピューティングや量子センシングなどの実現に向けて、量子デバイス作製技術を含む量子状態制御基礎技術、新量子材料などの研究開発に取り組んだ。 超伝導量子アニーリングマシンは、D-Wave Systems 社（D-Wave）によって既に商用化されているが、実ビジネスに適用するためには、さらなる大規模化とともに、要素回路の動作特性を支配する要因の解明が必要である。産総研は令和元年度に、独自のアーキテクチャと製造法に基づく日本初の量子アニーリングマシンの作製に成功している。令和2年度は、極低温性能評価システムを構築し、計算性能評価を行い、6 量子ビットの量子アニーリングマシンの動作を 10 mK の極低温下で実証した。D-Wave を除けば、6 量子ビット規模での量子アニーリング動作に成功したのは産総研が最初である。この成果に関連した予備実験の結果は、超伝導分野の主要国際会議 ISS 及び応用物理学会において招待講演として発表した。また、量子センシング高感度化のための量子コンピュータアルゴリズムを世界で初めて構築する成果も得た。この成果を Q1 ジャーナルで発表したところ、国際的に高い反響を呼び、出版	水準を満たしている。 目標を達成あるいは大きく上回るとともに、高度な目標については達成する指針を得た。Q1 ジャーナル 19 報を含む論文 36 報を発表した。そのうち、量子技術に関する1報は僅か6か月で引用数が 23 件に達するなど、当該分野で高い評価が得られた。また量子アニーリングマシンの集積化に優れた回路方式やシリコン量子ビットのシミュレーション技術など、量子コンピュ	

	イス作製技術や周辺エレクトロニクスを含む量子状態制御基礎技術を開発する。	イス作製技術や周辺エレクトロニクスを含む量子状態制御基礎技術を開発する。 ・超伝導エレクトロニクスを利用した量子アニーリングマシンやシリコン量子ビット等の量子コンピュータ技術と、低温CMOS 等の周辺エレクトロニクス技術を開発する。 ・既存技術の改良では実現できない超高感度センシングや新規な情報処理等を実現する量子効果デバイスの創出に必要となる新材料技術及び新原理デバイス技術の研究開発を行う。	シミュレーション技術を一般量子ビットを対象とした極低温下計算技術に発展させる。 ・超伝導アレイ検出器搭載の走査電子顕微鏡で、10nm の元素分解能を実現させるとともに、実用化に向けた企業連携を進める。光子やガンマ線の大面積超伝導アレイ検出器用メンブレン技術、ならびに 80ch 周波数多重読出し回路を開発、単位帯域幅(1Hz)の 1/2 乗あたり 20 pA 程度の読出し雑音を実現する。 ・新材料開発について、非従来型超伝導材料の特異な量子状態を利用した新原理デバイスに向け、アンチペロブスカイト型リン化物等の非従来型超伝導材料を 2 種類以上開発する。また、フレキシブル圧電センサーの実現に向けて、300 pm/V 以上の圧電ひずみ効果や 10 マイクロ C/cm^2 以上の自発分極をもつ水素結合型有機強誘電体／反強誘電体を開発する。		から僅か 6 か月で、プレプリントも含めて 23 件の引用数(Google Scholar 調べ)を達成した。 シリコン量子コンピュータの実現に向けて、基本素子である量子ビットの更なる高速・高忠実度動作が求められているが、ノイズがその阻害要因の一つとなっている。令和 2 年度は、シリコン量子ビット素子におけるノイズ発生源が半導体/絶縁膜界面欠陥にあることを世界で初めて特定した。本成果は Google Top20 に該当する国際会議である VLSI Symposium に採択された。また、シリコン量子ビット素子の設計技術は確立されておらず、これを実現する素子特性のシミュレーション技術の開発が急務となっている。令和 2 年度は、令和元年度に開発したトンネル FET 型シリコン量子ビット用のシミュレーション技術を一般のシリコン量子ビットに拡張した。基本素子の伝導特性のシミュレーション技術を確立し、量子ビットの基本動作の再現にも成功した。これらの成果は国際会議及び論文誌に発表した。さらに、シリコン量子ビットの動作温度を向上させるための新規トラップ形成不純物を発見し、同不純物を用いた量子ドット動作に成功する成果も得た。本成果に関して論文 1 報を発表した。 これらに加えて、量子コンピュータの研究開発に関して、論文数 12 報（Q1 ジャーナル 3 報)、特許出願 4 件の成果を挙げた。 特異な量子状態を示す非従来型超伝導材料を利用した新原理デバイスの開発、及び高温超伝導材料の実用化を目的として、新規超伝導体の物質開発を行った。令和 2 年度は、空間反転対称性を有しない $SrPd_3P$ をはじめとするアンチペロブスカイト型リン化合物超伝導体を発見した。また、高圧合成法と計算科学を相補利用する新規物質探索手法を開発し、同手法を用いて超伝導体 $Sc_{20}C_{8-x}B_xC_{20}$ を発見した。さらに、Ca を含まない 100 K を超える臨界温度を有する銅酸化物超伝導体を複数発見した。これらの研究成果は Q1 ジャーナルに 2 報が掲載され、Nature 姉妹誌の Communications Materials 誌に 1 報が掲載された。これらに加えて、超伝導材料の研究開発に関して、論文数 13 報（Q1 ジャーナル 9 報)、特許登録 1 件の成果を挙げた。 以上の成果のアウトカムをまとめる。 開発した独自方式の回路は、従来技術よりも集積化の点で優れており、その基本動作実証にも成功したことから、この技術を発展させることで、大規模超伝導量子アニーリングマシンが実現できる。この実現により、従来の非ノイマン型コンピュータでは不可能であった大規模な組合せ最適化処理が高効率で可能となる。シリコン量子コンピュータは、超伝導量子ビット方式に比べ、大規模集積と高温動作において有利であるという特徴がある。開発したシミュレーション技術は、集積化のための回路設計に必要な技術であり、また温度特性を改善する新規不純物の発見は、シリコン量子ビットの高温動作化につながる。これら量子コンピュータの実現が、創薬・金融・AI など、様々な産業分野においてイノベーションをもたらすと期待される。 非従来型超伝導体は、量子計算における誤り訂正問題を解決するトポロジカル量子コンピューティングのプラットフォームとして期待されている。今	ーティングの大規模化に向けた基盤技術を開発した。総合的に目標水準の成果が得られた。	

					回新たに発見したアンチペロブスカイト型リン化合物は、空間反転対称性を有しない特徴的な結晶構造を持った非従来型超伝導体の可能性が高く、また、同物質群の多様性も豊富であることから、新原理デバイスに適した材料が発見されることが期待される。 その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・超伝導アレイ検出器の研究開発では、10 nm 以下の元素分解能をもつ走査電子顕微鏡を実現し、民間企業から提供された実用材料の微量元素分析を行った。また、光子やガンマ線検出用素子はメンブレン構造を改良し、80 ch 周波数多重読出し回路の動作を確認するとともに、計画にある目標 20 pA/√Hz を上回る世界最良の 9 pA/√Hz@40ch の低雑音読出を実現し、Q1 ジャーナルに１報が掲載された。 ・フレキシブル圧電センサの実現に向けて、有機ピエゾ材料として水素結合型有機強誘電体／反強誘電体の開発に取り組んだ。高い圧電定数を有する高性能な有機ピエゾ材料は、人に不快感を与えない軽量で柔らかいバイタルセンサを実現するための基盤材料として期待されているが、実用化には既存の硬い無機ピエゾ材料と同等の圧電定数 300 pm/V の実現が求められている。しかし、既存の有機ピエゾ材料の圧電定数は高々高分子で 70 pm/V、低分子系でも 100 pm/V であり、有機材料で圧電定数 300 pm/V の実現は非常に高い目標である。その目標を達成するため、材料開発の指針となる強誘電体の相転移近傍における格子変化の詳細な解析を行ったところ、300 pm/V を実現する材料開発の指針を得たが、その材料作製には競合し合う結晶相を精密に制御できる高度な結晶構造設計が必要であることも分かり、その技術開発に着手した。また、水素結合の重水素化による分極増強を図り、自発分極が 10 μC/cm^2 に達する有機強誘電体を実現した。これらに関連して、Q1 ジャーナル 3 報、総合報告としてレビュー論文 1 報を発表した。		
○バイオものづくりを支える製造技術の開発 動物個体や動物細胞を利用した新たなバイオ素材、医薬品化合物の探索、新規製造方法の確立をするとともに、新しいバイオ製品を生み出す	○バイオものづくりを支える製造技術の開発 動物個体や動物細胞を利用した新たなバイオ素材、医薬品化合物の探索、新規製造方法の確立をするとともに、新しいバイオ製品を生み出す	○バイオものづくりを支える製造技術の開発 ・ゲノム情報では説明できないエピジェネティック病態モデルを哺乳類細胞で構築する。 ・診断法および治療法開発への応用を目指し、がんサブタイプに特徴的なタンパク質上糖鎖修飾を同定する。また、慢性疾患の診断や治療効果の指標となるタ		バイオものづくり技術の開発において、シーズとなりうる生命現象の探究を継続的に遂行することが必須である。令和 2 年度は主に下に記載する年度計画に沿って研究に取り組んだ。 ・診断法及び治療法開発への応用を目指し、がんサブタイプに特徴的なタンパク質上糖鎖修飾を同定する。また、慢性疾患の診断や治療効果の指標となるタンパク質上糖鎖修飾を同定し、プローブとなる抗体を開発する。 AMED「糖鎖利用による革新的創薬技術開発」事業において、健康状態によって変化する細胞表面の糖タンパク質の糖鎖構造を創薬標的と考え、標的分子探索技術、糖タンパク質の構造を解析・可視化する技術、及び標的候補となる糖タンパク質の糖鎖構造の変化を認識する抗体を取得する技術を開発した。さらに臨床機関と連携して 12 の疾患を対象として疾患試料から標的となる分子を探索し、抗体の取得を試みた。また、データ共用や成果発表のためのレポジトリとして開発した糖鎖関連のポータルサイトに関する論文を Nature Methods (Nature Index 収録のハイレベルな Q1 ジャーナル,IF:30.822)にて発表し、新聞などでも 6 件取り上げられた。さらに複数の	水準以上に達成している。 令和２年度計画していた４つの課題について基盤となる技術シーズを創出し、Nature Index に収録された論文誌を含む Q1 ジャーナルに論文が掲載された。一部は新聞に取り上げられ社会の注目を集めた。さらに、令和２年度の当初計画にない追加課題も推進し、Nature Index に収録されたハイレベルな	

	次世代ものづくりのためのシーズ発掘および基盤技術開発を行う。	次世代ものづくりのためのシーズ発掘及び基盤技術開発を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・モデル生物・細胞を用いて病態メカニズムの解明を進めると共に疾病診断・治療のための技術開発を行う。 ・新機能・高機能を有するタンパク質・核酸・生理活性物質等の生体物質の探索・開発、それらの生物機能・分子機能の解明及び利用技術の開発を行う。	ンパク質上糖鎖修飾を同定し、プローブとなる抗体を開発する。″ ″・生物を用いた機能物質生産システムおよび物質分解システムの評価系を確立するために、種々の環境条件を反映させた測定系を構築する。 ・動物細胞アッセイ系を用いて食品等の生物由来の新規機能性成分を探索し、同定する。		企業との共同研究が開始された。分子標的薬の開発では創薬標的の枯渇が深刻な問題となっているが、本研究成果により、今後製薬企業等による新規分子標的薬の開発が進むことが期待される。 ・動物細胞アッセイ系を用いて食品等の生物由来の新規機能性成分を探索し、同定する。 肥満症の予防や改善法の開発を目的として脂肪細胞の分化抑制作用を有する天然化合物の探索を行い、タイ産ハーブに含まれる新規抗肥満成分を同定した。 ・生物を用いた機能物質生産システム及び物質分解システムの評価系を確立するために、種々の環境条件を反映させた測定系を構築する。 本研究開発の主な成果は、「海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチック材料等の合成・評価技術の標準化」に記載したので割愛する。その他の成果として、ウミホタル由来の発光物質を利用することで従来法よりも簡便に糖タンパク質量を測定できる技術を見出した。 ・ゲノム情報では説明できないエピジェネティック病態モデルを哺乳類細胞で構築する。 エピジェネティック修飾の人為的な調節による神経疾患の病態モデル細胞構築を目指す研究に取り組み、同定した天然由来成分がヒトの脳の神経細胞の産生を促すこと、エピジェネティクス制御機構を介して神経分化を促進することなどを見出した。 上記 3 つの項目について全て年度計画を達成し、Q1 ジャーナルとして 18 報が掲載された。総じて、研究成果の新規性の観点から大きなインパクトのある成果が得られた。 さらに、年度計画には記載していないが、下記 2 課題についても成果が得られたため追加で報告する。 ・革新的ながん複合免疫療法薬の開発 免疫チェックポイント阻害薬はがん治療の新たな潮流として世界中で注目されているが、重篤な副作用が懸念され高額であることが課題となっている。本研究では、メソポーラスシリカなどをアジュバンドとして併用することにより、免疫チェックポイント阻害薬の使用量を標準治療の 1/10 に減少しても標準治療と同等の抗がん免疫効果が得られることを動物試験で示した。本成果は Nature Index に収録されたハイインパクトな Q1 ジャーナル 2 誌（Nature Communications 及び Chemical Communications）に掲載され、世界の複数の電子メディアによって報告された。また、Chemical Communications 誌の裏表紙において有望な技術として紹介された。今後本技術をヒトに応用することで大幅な医療費削減と安全性向上、がん治療の高度化が期待される。 ・天然化合物骨格改変技術の確立 上市されている医薬品の 6 割は天然物を元に開発された化合物であるが、骨格の改変が極めて困難であるという問題を抱えている。そこで、AMED 事業「革新的中分子創薬技術の開発／中分子製造技術の開発」において革新的創	Q1 ジャーナルに複数の論文を発表し、世界のメディアに取り上げられ、多くの反響を得た。総合的に目標の水準を超える成果が得られた。	

					薬モダリティーとなる天然化合物骨格改変技術を開発し、デザイン通りに新規化合物及び誘導体を生産する技術を確立した。本技術を用いて作製した骨格改変化合物の中から、強力な生理作用発現機序を示す新規誘導体を見出すことにも成功した。本研究成果はNature Index収録のハイインパクトなQ1ジャーナルであるNature communications誌に掲載され、AMED研究のトピックスとして掲載された。今後、技術高度化による革新的中分子化合物ライブラリーの拡充や、企業における新薬候補化合物創出への応用に繋げていく。		
	○先進バイオ高度分析技術の開発 バイオ関連技術における測定･解析を含めた評価技術の高速･高感度化やこれまで困難とされた生体物質の測定を可能とする新規な技術開発を推進し､バイオ医薬品の品質管理技術の高度化､バイオ計測標準技術に加えこれからのバイオものづくりなどへのサポートを展開する。	○先進バイオ高度分析技術の開発 バイオ関連技術における測定･解析を含めた評価技術の高速･高感度化やこれまで困難とされた生体物質の測定を可能とする新規な技術開発を推進し､バイオ医薬品の品質管理技術の高度化､バイオ計測標準技術に加えこれからのバイオものづくり等へのサポートを展開する｡今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では次の研究開発が見込まれる。 ・生体や細胞の生体分子及	○先進バイオ高度分析技術の開発 ・生体物質や疾患関連物質の解析系を構築する。さらに、解析結果の再現性・信頼性や、研究・検査機関間のデータの比較互換性を高めるための分析プロトコルの標準化に向け、その基盤を確立する。 ・細胞や個体中の生体関連物質等の動態や作用機序に関する評価技術の開発を目的として、細胞操作や細胞の活動状態の可視化技術の開発を行う。″ ″･産総研独自の溶液NMRや電子顕微鏡等の分析技術を高度化し、バイオ医薬品の品質管理に活用するための測定手法を確立する。それらの分析技術を利用して、バイオ医薬品の品質に関わる物質変化の過程を評価する。		少子高齢化社会における医療ニーズは今後ますます高まることが予想され、次世代の医療に資する高度診断技術や創薬支援技術に関連する基盤技術の開発が必要とされている。令和２年度は主に下に記載する年度計画に沿って研究に取り組み、124報（うち54報はQ1ジャーナル）の論文が掲載された。 ・生体物質や疾患関連物質の解析系を構築する。さらに、解析結果の再現性・信頼性や、研究・検査機関間のデータの比較互換性を高めるための分析プロトコルの標準化に向け、その基盤を確立する。 疾患関連物質の解析系を構築するために、質量分析を用いたウイルスタンパク質の網羅的同定技術を開発し、単純ヘルペスウイルス（HSV）ゲノム情報からは想定されなかった 9 つの新規 HSV タンパク質の同定に成功した。また、新たに発見したHSVタンパク質の１つが、HSVが引き起こす病態の一種である「ウイルス性脳炎」の発症をコントロールする病原性因子であることを見出し、脳炎発症の仕組みを解明した。東京大学との共同研究により推進し、産総研はウイルスタンパク質同定技術の開発を担った。研究成果はNature Communications誌（ハイインパクトなQ1ジャーナル）に共同筆頭論文として掲載された。本研究により開発された新しいウイルス遺伝子の解読法は、新型コロナウイルスの遺伝子解読などさまざまなウイルス研究に応用展開され、人類の感染症克服に貢献することが期待される。 糖鎖の特徴的な構造を解析する新しい糖鎖プロファイリング技術を用い、皮膚の老化に伴って幹細胞の糖鎖修飾パターンが変化することを発見した。また、老化型の糖鎖パターンを持つ皮膚幹細胞では、細胞の増殖が顕著に低下した。研究成果はAging Cell誌（Q1ジャーナル）に掲載、プレスリリースされ、Web ニュースにとりあげられた。本技術は糖鎖変化を利用した皮膚幹細胞の老化状態の検出や老化の制御へとつながり、再生医療の産業化に貢献することが期待される。 ・細胞や個体中の生体関連物質等の動態や作用機序に関する評価技術の開発を目的として、細胞操作や細胞の活動状態の可視化技術の開発を行う。 シングルセル解析技術を改良することで、分裂酵母細胞が休眠から目覚める際の遺伝子の発現状態の変化について解明した。その結果、休眠打破に重要とみられる遺伝子を網羅的に見つけ出し、それらの中でも一部の遺伝子の変動が極めて重要な役割を果たすことを明らかにした。研究成果は Nature Communications誌（ハイインパクトなQ1ジャーナル）に掲載された。さらに、日本経済新聞電子版等で報道された。 細胞や個体中の生体関連物質の評価技術の開発に関し、実際の臓器と似た	水準以上に達成している。 令和２年度に計画していた３つの課題について基盤となる技術シーズを創出し、ハイインパクトな Q1 ジャーナルに複数件掲載された。その一部は多数のメディアに取り上げられて社会の注目を集めた。さらに、令和２年度の当初計画にない追加課題も推進し､Q1ジャーナルに掲載されるとともにプレスリリースにて多くの反響を得た。総合的に水準以上に達している。	

		びこれらに作用する物質等の動態について分子レベルで解析･評価する技術を開発する。 ・バイオ素材の製造工程における素材の評価及び製造管理を効率化するための標準物質開発や標準検査法を開発する。			構造の血管をもつ組織を人工的に作る技術を開発した。血管を通じて培養液を流すことで、酸素や栄養を供給して大きな組織を維持したり、試験の対象である薬剤を流し入れたりすることができるため、創薬や再生医療分野への貢献が期待される。研究成果はScientific Reports誌（Q1ジャーナル）等に掲載され、日経産業新聞や日経サイエンス誌、他7件に取り上げられるなど、社会的に大きな反響を得ている。 ・産総研独自の溶液NMRや電子顕微鏡等の分析技術を高度化し、バイオ医薬品の品質管理に活用するための測定手法を確立する。それらの分析技術を利用して、バイオ医薬品の品質に関わる物質変化の過程を評価する。 　産総研独自の溶液NMRを用いた分析技術を利用し、創薬ターゲット分子の中の隠れた創薬標的部位「クリプトサイト」が平衡状態の中でわずかな確率で存在することを発見した。同定したクリプトサイトを安定に存在させる変異体を設計し、医薬品候補化合物の探索を容易にする新たな戦略を確立した。研究成果はScience Advances誌（ハイインパクトなQ1ジャーナル）に掲載された。担当した研究者は日本核磁気共鳴学会の進歩賞を受賞した。製薬企業との共同研究において推進した研究であり、医薬品候補化合物の探索効率を向上させる新技術として社会実装され、新規治療薬の開発への貢献が期待される。 　さらに、年度計画には記載していないが、下記の課題についても成果が得られたため追加で報告する。 ・ゲノム編集をコントロールする核酸分子の開発 　ゲノム編集技術は生物学、医薬分野で大きく注目されているが、偶発的なターゲット外のゲノム配列の変異・欠失を抑制することがゲノム編集技術の安全性を担保する上で大きな課題となっている。令和2年度の追加課題として、ゲノム編集酵素の活性をコントロールする核酸分子を開発した。この核酸分子を細胞内に導入することにより、より正確にゲノム編集ができることを実証した。研究成果はNucleic Acids Researchに掲載された。また、プレスリリース（令和2年10月30日）で多くの反応があり、日本経済新聞他3件の新聞、Webメディアで報道された。原理的に様々なゲノム編集酵素に適用可能なため、医療、品種改良、診断など、ゲノム編集を利用する様々な分野での利用が期待される。		
	○データ連携基盤の整備 産総研の研究活動の結果または過程として取得されたデータおよび外部のオープ	○データ連携基盤の整備 産総研の研究活動の結果又は過程として取得されたデータ及び外部のオープンデ	○データ連携基盤の整備 ・オープンサイエンスに資するデータに関する各種取り決めを策定・管理・運用する体制を整備する。 ･ABCIが提供するクラウドストレージをデータ基盤と		データ駆動型のデジタル社会を進展させるには、データ連携が重要となる。そのためは、集められたデータを体系的に管理し、安全に使いやすく提供することが可能なデータ連携基盤の整備が求められる。 令和2年度の主な成果は下記の3点である。 ①　オープンサイエンスを目的とした産総研のデータ公開・運用体制の整備（データポリシー、要領） ②　データ連携プラットフォーム整備に向けたABCI上のデータ連携機能の強化 ③　各種デジタルデータとしての歩行データの計測・蓄積	水準以上に達成している 　データ連携基盤に関して、ポリシーの公開、プラットフォーム基盤の技術的改良、世界最大規模の歩行DBの拡充・公開といった多面的な観点からの基盤強化を	

	ンデータを、オンラインアクセスが可能な形式でデジタルデータ群として情報システムとともに整備し、知的資産を体系化、組織化することで社会の基盤的価値の提供を行う。	ータを、オンラインアクセスが可能な形式でデジタルデータ群として情報システムとともに整備し、知的資産を体系化、組織化することで社会の基盤的価値の提供を行う。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・研究データを広く社会で活用するためのポリシーを策定し、FAIR原則に則った公開方法を構築し、それに従ってデータの積極的な公開を進める。 ・AI の実社会応用のためのデータ連携基盤として、集められたデータを体系的に管理し、安全に使いやすく提供することが可能なオープンイノベーショ	して活用し、集められたデータを体系的に管理し、安全に使いやすく提供するための方法を確立する。データ連携機能のプロトタイプを実現し、限定公開を目指す。 ・歩行データを新たに50例以上計測するとともに、既存の顔表情データ等と併せて身体・運動に関するデータの一般公開に向けた情報提供環境を整備する。		①については、産総研の研究成果、成果創出の過程で取得したデータを広く社会で活用するために、研究データポリシーを外部公開するとともに、研究データを管理・運用するための要領の策定を進めた。 ②については、ABCI が提供するクラウドストレージを活用した、データ連携機能のプロトタイプ開発を完了し、限定公開を行なった。また、開発したデータ連携機能を元に日立製作所との共同研究を進め、自社運用（オンプレミス）計算環境と外部運用（クラウド）の計算環境をシームレスに連携させて運用するクラウドバースティング技術を開発した。本成果はプレスリリースにて公開した(令和 2 年 12 月 14 日)。ABCI が提供するクラウドストレージでは、データや通信の暗号化・細粒度のアクセスコントロールが採用されていることにより安全性が担保され、デファクトスタンダードの API の採用により利便性も担保される。 データ連携基盤となる ABCI の処理能力強化として、理化学研究所と富士通株式会社と共同で、数 TB 級の巨大データを用いた大規模機械学習処理を高速化するライブラリ及び AI フレームワークの開発を進めた。開発した技術を ABCI 及びスーパーコンピュータ規模の処理を必要とする大規模機械学習処理のベンチマークである MLPerf HPC ベンチマークに適用した結果、他のスパコン拠点に圧倒的な大差をつけて世界最速記録を達成した。本成果は、HPC 分野トップ国際会議 SC20 で発表するとともに、プレスリリースにて公開した(令和 2 年 11 月 19 日)。なお、ABCI の令和 2 年度の利用実績では、2,000 人以上の利用者数を記録しており、広く活用されていることがわかる。 ③については、主に歩行データの収集を行った。歩行は人のもっとも基本的な移動手段であり、歩容には様々な疾患リスク等が反映されていることが知られている。具体的には、（ア）実験室での詳細歩行データ計測を 20 名新たに追加して、世界最大規模の歩行データベースに対して更にデータを追加して、累計 459 名分となった。（イ）日常生活で利用可能な簡易センサによる歩行データ計測としては、16 名を対象に、日常生活で利用可能な簡易センサを用いて、計 22,265 件の歩行データを計測した。（ウ）データの一般公開に向けた情報提供環境を整備した。 その他、本研究課題で実施した取組の成果を記載する。 研究データの公開事例として、人工衛星だいち 1 号に搭載された合成開口レーダーPALSAR が計測したデータの画像処理を行い、森林の伐採や農地の変化、建造物の消失といった広範囲な地表面の時系列変化に関するデータの公開を行なった。このデータは人工知能研究センターの公開サイトにて、完全なオープン＆フリーポリシー（CC BY）で公開した。本成果は、プレスリリースにて公開した(令和 2 年 5 月 22 日)。 農林水産省との共同研究では、人工衛星を元にした作成された農地の区画情報（筆ポリゴン）に対して、深層学習に基づく形状変化を自動抽出する技術を開発し、従来５年を要していた区画情報の更新を 1 年で行うことが可能となった。この区画情報は、オープンデータとして公開されており、農地情	実現した。また、その過程及び結果において、AI のベンチマークで世界最高性能達成、論文としては(Q1 ジャーナル 8 報含む) 19 報の掲載を達成し、学術界/産業界に対する高いプレゼンスが示せている。プレスリリースも 4 件行なった。これらの成果より、基盤的技術の開発において、目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

		ンプラットフォームを整備する。 ・さまざまな産業で利用可能な人の身体・運動・生活に関するデジタルデータ群を整備する。			報のデジタルインフラとしてスマート農業等での活用が期待される。本成果は、プレスリリースにて公開した(令和2年7月10日)。 研究データポリシーの公開及びデータ運用体制の整備は、産総研の研究データの活用につながるだけではなく、研究データの活用方法を社会に広めることで、研究のオープンサイエンス化を推進することが期待される。 データ連携に活用されるクラウドバースティング技術は、異なる計算環境においても、計算環境の違いを意識することなく、AIによる処理・分析を可能にする。したがって、オンプレミスの使いやすさとABCIをはじめとするクラウドの大規模な計算資源の活用を両立することが期待される。開発した大規模機械学習処理を高速化するライブラリやAIフレームワークは、今後ABCI上で利用可能にするとともに一般公開する予定である。これにより、大規模機械学習の活用が容易となり、シミュレーション結果の解析による異常気象の検出や宇宙物理学上の新たな発見への応用が期待される。 産総研の歩行データベース※は、実験室で計測した歩行データのデータベースとして世界最大規模であり、国内外で広く利用されている。令和2年4月1日から12月31日までの間に、国内から75件、海外から15件の利用申請があった。歩行データベースと併せて一般公開に向けた情報提供環境に含む予定のAIST顔データベースについては、令和2年度において24件のデータ提供を実施した。 ※ https://unit.aist.go.jp/harc/ExPART/GDB2019.html		
	（2）標準化活動の一層の強化 IT/IoT化等により異分野の製品が繋がるスマート化に関する標準化テーマが増加する中、これらを従来の業界団体を中心とした標準化活動で進めることは難しい。このため、「標準化推進センター（仮称）」を新設し、領域横断的な標準	（2）標準化活動の一層の強化 IT/IoT化等により異分野の製品が繋がる等、スマート化に資する領域横断的な標準化テーマが増加し、従来の業界団体を中心とした標準化活動が難しい状況にある。このため「標準化推進センター（仮称）」を新設し、領域横断的な分野等	（2） 標準化活動の一層の強化 ・「標準化推進センター（仮称）」を新設する。当該センターにおいて、領域横断的な分野等の標準化テーマの選定を行い、その標準化に着手するとともに、産総研の研究者から提案される標準化の支援の強化に取り組む。 ・標準化専門人材（仮称）の職制の新設等により、産総研内外からの標準化相談に対応する窓口機能を整備し、外部の標準化ニーズと所内研究シーズのマッチング等を通じて標準化活動の支援を行う。	○標準化活動の一層の強化に取り組んでいるか ・標準化活動の取組状況 等	・令和2年7月に標準化推進センターをイノベーション推進本部に新設し、デジタルアーキテクチャ推進センター情報標準化推進室と連携して、産総研の標準化活動を牽引する体制を強化した。 具体的には、領域研究戦略部長等をメンバーとする標準化戦略会議を2回開催した（令和2年9月30日及び令和3年3月11日）。また、海洋プラスチックに関する標準化といった、政策的ニーズや産業界のニーズに対応したニーズ主導の領域横断的な分野の標準化テーマを5件、産総研の研究者から提案された研究成果に対応する標準化テーマを3件、それぞれ選定し予算支援等を行った。加えて、経済産業省標準化委託事業（令和3年度開始予定）へのテーマ提案を支援するなど、標準化の支援を強化した。 ・研究開始段階から戦略的な標準化に向けた支援活動等を行う体制整備として、産総研内外からの標準化ニーズに応えるべく標準化相談窓口を設置するとともに、令和2年7月に新設した標準化の専門人材「標準化オフィサー」を中心に、積極的に相談窓口からの標準化相談への対応を開始した。具体的には、48件（うち外部からの相談16件）の相談に対応し、標準化オフィサーの専門知識と経験を活かして標準化ニーズと産総研の人材や技術シーズとのマッチングを7件行った。また、標準化を実現するための戦略及び規格活用の普及策等の支援について検討を開始した。さらに、産総研内における標準化ネットワーク構築のため「標準化の会」（会員数327名）を組織し、標準化活動における情報共有と標準化への意識啓発を図る活動を開始した。	領域横断的な標準化や、産総研全体での標準化活動全般を強化する取組を、年度計画通り実施した。標準化推進センターを新設し、領域横断的な標準化テーマを選定して、その標準化に着手するとともに、研究者から提案される標準化の支援の強化に取り組んだ。また、産総研内外からの標準化相談に対応する窓口機能及び標準化専門人材として「標準化オフィサー」を新設することにより、標準化ニーズと所内研究シーズのマッチング等を通じて標準化活動の支援を行った。	

	化テーマ等に積極的に取り組むとともに、研究開発段階からの標準化活動の推進や研究領域に係る外部からの標準化相談に対する調整機能等を担う体制の整備など、産総研全体での標準化活動全般の強化に取り組む。	の標準化に積極的に取り組むとともに、産総研全体での標準化活動全般の強化に取り組む。 その際、研究開発段階からの標準化活動として、パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関する標準化や再生可能エネルギーの主力電源化に向けた標準化、デジタル・サービスに関する標準化、機能性材料等の再資源化及び評価技術の標準化、海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチック材料等の合成・評価技術の標準化、土壌汚染等評価・措置に関する各種試験方法の標準化、水素の効率的利用を実現する計量システムの標準化等を推進する。 また、研究領域に係る外部	・国際標準化委員会等への議長やエキスパート等の派遣を支援し標準化活動を主導する。		・産総研内の標準化活動の実績についてモニタリングを開始し、標準化活動状況を把握した。国際標準化委員会等の議長やコンビーナ等として延べ 64 名の産総研職員が活動し、国際標準 25 件、国内標準 9 件の標準化提案を行った。また、コロナ禍で対面での国際会議が開催されないなか、当該委員会等の議長やコンビーナ等が、オンライン会議等で標準化活動を主導している現状を確認した。さらに、国際標準化機構（ISO）や国際電気標準会議（IEC）の新規活動分野において、日本主導での標準化活動が展開できるように、将来的に国際議長やコンビーナとしての活躍が見込まれる産総研からのエキスパート人材の選定及び参加調整を行った。		

		からの標準化相談に対する調整機能等を担うため、標準化専門の職制を新設して研究開始段階から戦略的な標準化に向けた支援活動等を行う体制を構築する。また、国際標準化委員会等へ議長やエキスパート等を派遣することで標準化活動を主導していく。					
	別紙						
	２.標準化の推進 ○パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関する標準化 SiC ウェハの評価方法に関する国際標準化により、次世代パワーデバイス応用の早期実現を促す。	２.標準化の推進 ○パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関する標準化 SiC ウェハの評価方法に関する国際標準化により、次世代パワーデバイス応用の早期実現を促す。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以	２．標準化の推進 ○パワーデバイス、パワーデバイス用ウェハに関する標準化 ・SiC エピ欠陥の非破壊試験法に関する IEC 規格の成立と、関連技術の新規提案を行う。また当該規格に準拠したウェハ品質検査の SiC 量産試作ラインでの運用を開始する。		機器応用の早期実現を促進する観点から、SiC ウェハの評価方法に関する国際標準の整備を進めている。国際標準開発事業（平成 27～29 年度；昭和電工、住友電気工業と共同提案）での SiC ウェハ欠陥判別試験法の IEC 国際標準化、国際共同開発・普及促進事業（平成 30～令和 2 年度；東レリサーチセンターと共同提案）での SiC ウェハ品質に関する第三者試験機関設置の検討、つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション（TPEC）材料評価技術開発プロジェクト（平成 30 年度～継続中）などを通じ、これまでに 4 件の国際規格を提案した。そのうち 3 件が成立し、1 件は成立に向けた活動に移行した。 令和 2 年度は、SiC エピ欠陥の非破壊試験法に関する IEC 規格 1 件（IEC63068-3）が国際標準として正式に採用された。社会的にインパクトを与えることが期待される。さらに、関連技術について IEC に新規 1 件(IEC63068-4)を提案するとともに、当該規格に準拠したウェハ品質検査を SiC 量産試作ラインに適用し、運用を開始した。 上記活動の成果として提案された非破壊検査法によるウェハ品質とデバイス信頼性の関係把握を通じた製造技術の改善は、我が国の産業界が国際的優位性を保つ上でも重要である。 機器応用の早期実現に向け、市場流通する材料・部品及び製品の品質や性能を的確に評価する技術は必須であることから、国際標準の整備に取り組んでいる。まず、ウェハ品質の評価手法の国際標準化を進め、SiC ウェハの欠陥判別試験法の IEC 国際標準化を進めた。(非破壊検査である本提案手法は、	水準以上を達成している。 目標をすべて達成した上に、将来の高効率デバイスの普及に欠かせないSiCに関する国際標準化を 1 件成立、1 件提案という成果を上げた。この成果は、我が国の産業界が国際的優位性を保つ上でも重要であることより、総合的に目標の水準を超える成果が得られたと評価する。	

		下に取り組む。 ・SiC ウェハの評価指標を明確化し、デバイス製造を支える評価技術として産業界に広く提供する。さらに、高性能パワーデバイスの性能評価手法の整備を進め、応用機器開発の高度化を図る観点から、産業界への評価手法の普及と国際標準化を進める。			産業界での活用との親和性も高い。）そして、SiC ウェハ品質に関する第三者試験機関設置の検討につなげ、当該技術の普及や産業界における製品開発促進の下支えを図っている。 　これまでに 4 件の国際規格を提案し、IEC 規格 3 件を成立させている。（1 件は IEC 化に向けた活動に移行の段階。）また、産業界での広範な利用を進める観点から、当該規格に準拠したウェハ品質検査を産総研内の SiC 量産試作ラインに適用し、運用を開始した。 　パワーエレクトロニクスは社会インフラを支える技術であることから、信頼性不良による社会的・経済的損失が大きい。このため、ウェハ、デバイス、応用機器の各段階での品質や信頼性の評価法の整備が肝要である。材料から応用機器に至る広範囲での検討を進めている産総研で得られた本研究の成果・知見は、デバイス、応用機器の品質や信頼性を把握する基盤にもなる極めて有用なものであり、我が国の産業界が国際的優位性を保つ上で重要である。		
	○再生可能エネルギーの主力電源化に向けた標準化 再生可能エネルギーの主力電源化のために、分散型電源システム及び系統連系に関する国際標準化を推進する。	○再生可能エネルギーの主力電源化に向けた標準化 再生可能エネルギーの主力電源化のために、分散型電源システム及び系統連系に関する国際標準化を推進する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・変動性の問題を解決する	○再生可能エネルギーの主力電源化に向けた標準化 ・分散電源システム高度化に係わる、国内のグリッドコード改訂およびロードマップ策定の議論に参画し、エネルギー変換機器等の制御技術および分散電源のアグリゲーション関連要素技術の試験法を開発し、海外研究機関と連携して標準化を進める。		太陽光発電と風力発電は時空間的な出力変動を伴うため、電力需要とのマッチングを図るための調整能力が電力ネットワークに求められている。再生可能エネルギーの導入効果を最大化する技術開発のため、分散型電源システム及び系統連系に関する国際標準化を推進した。民間企業及び認証機関と共に試験方式の開発と試験実績を積むことで、我が国の分散電源の研究開発プラットフォームを構築した。以下では、目標に対する主要な実績・成果を紹介する。 　スマートインバータに関しては、その系統安定化支援機能が適切に働くことを確認する試験方式を開発しており、大型スマートインバータ（500 kW）に対する国内初の試験に続き、家庭用スマートインバータに対する試験を行った。この結果により沖縄県宮古島市の配電系統に国内で初めて連系される見込（令和 3 年 6 月以降予定）となった。これらの試験の積み重ね、及び我が国の分散電源の研究開発プラットフォームを構築したことで、国際電気標準会議（IEC） TC82（太陽光電池システム）等において、分散電源の系統連系に係る国際標準規格の提案・審議に繋がった。具体的には、分散電源の系統連系要件（IEC TS 62786）に対し、太陽光発電に特化した追加要件の規格草案（CD）を審議（IEC TS 62786-2、62786-20）した。さらに、太陽光発電システムにおけるパワーコンディショナ（PCS）の効率を実際の気象環境に近づけて評価するための動的効率試験法（IEC TS 63156）が国際標準として正式に採用された。この正式採用により、社会的に大きなインパクトを与えることが期待される。	水準を大幅に超えて達成している。 　目標をすべて達成した上に、国際標準化を 1 件成立、2 件審議中というめざましい成果を上げた。目標に深く関連する課題：各種新型太陽電池の高精度な性能評価のための一次基準校正技術開発も実施し、1 件の国際標準化継続認定の承認を得たとともに、水素を電解生成するための高温水蒸気電解の開発においても、国際規格化へ向けた体制を構築した。以上より、総合的に目標の水準を大幅に超える成果が得られたと評価する。	

		ため、マイクログリッドを制御するエネルギー変換機器の高度化、蓄エネルギーに関わる制御技術、調整力となる分散電源システムの高度化等に関わる標準化に資する研究開発を行う。			上記の令和２年度計画に対応する取組に加えて、各種新型太陽電池の高精度な性能評価のための一次基準校正技術開発を行い、最高校正能力を 0.5%オーダー（k=2）に向上させることができた。また、我が国の太陽電池の性能に係る国際相互承認のトレーサビリティ証明となる校正証明書を発行している鉱工業分野の依頼試験（基準太陽電池の校正）のラボラトリの能力認定規格の改正に伴い、品質マネジメントシステムの改正と国際比較によって移行審査を完了し、ISO/IEC 17025：2017 での継続認定の承認を得た。 さらに、水素を電解生成するための高温水蒸気電解の開発も併せて実施した。その結果、電解セルの性能向上については、正極について運転温度 700 ℃、電流密度 0.2 A/cm^2 で界面抵抗を 0.065 Ωcm^2 まで低減させることが可能になった。これにより電解電流密度をサーモニュートラル条件下で従来の 0.5 A/cm^2 程度から 2 A/cm^2 程度まで向上できる可能性が得られた。本研究で作成した電解セル試験方法をもとに、日本工業会などと国際規格化へ向けた体制を構築した。 PCS の電力変換効率を、従来の定格効率では無く、利用場所の気象条件を基にしたエネルギー効率で示す方式を開発し IEC TS 63156 として発行させたことで、輸出先国においてより高性能な PCS を開発し、他国メーカとの差別化により輸出競争力を高めることが可能となった。PCS の将来の市場では、蓄電池と組み合わせて電力系統の電力供給の安定化に資する次世代型（スマートインバータ）が主流となる。スマートインバータの導入普及を促進するために重要なグリッドコードに関する審議の中で、スマートインバータを外部から統括管理（アグリゲーション）するときに必要な通信方式を含めることとなった。これらが発行されれば、スマートインバータの普及が容易となり、2050 年におけるカーボンニュートラル向けた温室効果ガス削減に大いに寄与できる。 各種新型太陽電池の一次基準校正技術開発では、超高温定点黒体炉の測光標準としての利用技術の開発等により、校正の不確かさを 0.72%から 0.5%に低減し、最高校正能力を向上させた。この成果は、鉱工業分野の依頼試験（校正）により発行される国際相互承認ロゴ付きの校正証明書に表記され、産学界における計測結果の信頼度向上に繋がる。ラボラトリの能力認定の認定規格改正に対応し、移行期間の 3 年以内に認定継続の承認を得た。これにより、国際相互承認ロゴ付きの新たな校正証明書の発行が可能となった。この成果は、太陽光発電システムの設計における安全余裕の裏付けなど、社会的課題の解決にも波及効果がある基盤技術である。 高温水蒸気電解に関する研究で得られた高性能電極により、耐久性が向上されつつ水素製造速度が倍増されればシステムのコスト低減に大きな効果が期待できる。また、高温水蒸気電解では炭酸ガスも高効率電解可能なので、開発した性能評価手法をもとに国際標準化が進めば水素製造だけではなく再エネからの炭化水素製造技術（P to X）に対しても大きな影響が期待できる。		

	○デジタル･サービスに関する標準化 データ駆動型のデジタル社会を進展させるため､実証実験が拡大する中､特定の利用シーンにおける個別システムは領域横断的なデータ利用､アプリケーション連携､認証･認可などを垂直統合し部品の再利用を阻害しているが､社会制度を考慮したデジタル･サービスの標準的な参照アーキテクチャをデザインし技術的な観点から評価を与えた上で､国内外の関連機関とも連携して国際的な標準化を推進する。	○デジタル･サービスに関する標準化 データ駆動型のデジタル社会を進展させるため､実証実験が拡大する中､特定の利用シーンにおける個別システムは領域横断的なデータ利用､アプリケーション連携､認証･認可等を垂直統合し部品の再利用を阻害しているが､社会制度を考慮したデジタル･サービスの標準的な参照アーキテクチャをデザインし技術的な観点から評価を与えた上で､国内外の関連機関とも連携して国際的な標準化を推進する｡今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では以下に取り組む。 ・AI のビッグ	○デジタル・サービスに関する標準化 ・AI に関わる国際標準化や品質保証に向けた専門委員会での活動や海外機関との連携を実施する。 ・シェアリングエコノミー、サービス安全、健康経営などの新たなサービスプラットフォームに関する理念、ガイドラインの国際標準化に向け、ISO の所定会議で 2 つ以上の NWIP 提案を行う。 ・介護機器を含むサービスロボットやそのセンサ、ロボットを用いたサービスなどの安全試験基準、効果評価基準を開発する。		データ駆動型のデジタル社会を進展させるため、産総研は領域横断的なデータ利用、新たなデジタル・サービスの創出に資する国際標準化を推進することが期待されている。 令和 2 年度の主な成果は下記の 2 点である。 ① AI に関する国際標準化の推進 ② 映像酔い抑制評価技術に関する国際標準文書の制定 ①については、AI は社会に多大なる便益をもたらす一方で、その影響力が大きいがゆえに適切な開発と社会実装が求められている。 令和 2 年度は、AI 分野の国際標準化機関 ISO/IEC/JTC1 SC42 “Artificial Intelligence”に NWIP(New Work Item Proposal)4 件、(人工知能ユースケース TR、人工知能ライフサイクル IS、人工知能品質 TR、人工知能データ品質 IS) の提案を行い承認された。さらに、政府主導の AI に関するグローバル・パートナーシップ (GPAI) や日欧標準化連携会議において、機械学習品質マネジメントガイドラインが連携主要テーマとして採択された。また、情報交換基盤の確立・進化の目的から、認証制度の国際ワークショップ等を実施し、先進的な取り組みを行っている EU、ドイツ、カナダ、シンガポール、IEEE などと最新情報の交換を可能とする関係を確立した。 ②については、生体情報に関わる標準化を実施した。大型ディスプレイやヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いる時の課題として映像安全性がある。経済産業省の委託事業「映像の生体安全性に関する国際標準化」により、光感受性対策、3D 視覚疲労対策、映像酔い対策など、映像により生じ得る好ましくない生体影響をできるだけ抑制し、映像の有効な利用の普及を促す標準化を目指した研究開発に取り組んできた。今回、産総研が研究開発した映像酔い抑制評価技術について、産総研が主導して業界代表のメンバーを招いた委員会を組織し、ISO/TC 159(人間工学、国内委員長は産総研から選出)に国際標準として提案した。提案は、まず技術報告として令和元年度発行(ISO/TR 9241-393:2020)され、令和 2 年度 5 月に国際標準文書(ISO 9241-394:2020)として制定された。 その他、本研究課題で実施した取組 ・健康長寿社会を目指した国際標準化に向けて体制を構築し、産総研主導で経産省が推進する健康経営に関する国際標準提案を ISO/TC 314(高齢社会)に対して、新しい作業部会の設立の提案とともに実施した。 ・介護ロボットを含む人機械共存安全のための人検知センサの性能評価方法を開発し、国内委員会委員長として標準化活動を進め、IEC TR 62998-2:2020 の発行に至った。 ・ロボットサービスの安全マネジメントに関して令和元年度発行された JIS Y 1001 に基づき NWIP 提案を行い、採択された。TC299/WG7 を新たに立ち上げて議長に就任し、ISO 31101 として国際審議を開始した。 ・Open Geospatial Consortium(OGC;地理空間情報の国際標準化団体)が規定したデータ交換形式の問題点を改善し、より簡潔な記述が可能かつ Web 環境	水準を大幅に超えて達成している。 目標をすべて達成した上に、複数分野における国際標準の採択、NWIP 提案に繋がった。特に、映像安全性に関しては国際標準として採用され、さらに Occulus 社（Facebook 傘下）や HMD プラットフォーム大手 5 社（Google、Microsoft 等）が加わる XR Association のガイドラインで引用されるなど社会的にインパクトを与えた。また、産業基盤として極めて重要性が高い AI の標準化についても国際的なプレゼンスを十分に示している。これらの成果から、総合的に目標の水準を大幅に超える成果が得られたと考える。	

		データ、ライフサイクル、ガバナンス等、日本のAI技術を強化する国際標準化を推進し、標準専門家による研究者向け支援の充実を図り、分野横断的な標準活動に取り組む。 ・スマートシティやシェアリングエコノミー等の新たなサービスプラットフォームに関するアーキテクチャ、管理、認証の国際標準化を推進する。 ・人と共存する産業用ロボットやサービスロボットの安全を確保するセンサやIoT、アクチュエーション技術及びその安全マネジメントに関する標準化や評価認証プラットフォームを研究開発する。			で利用しやすい新しいデータ形式であるMF-JSON形式を開発した。OGCの国際標準仕様として採択・公開された。 ・地理空間情報へのAI活用や国際標準化のニーズをまとめるため、産総研の主導で提案し設立されたOGC GeoAI ドメインWGの活動を先導し、国際標準化へ向けた体制を構築した。 近年、内閣府『統合イノベーション戦略推進会議』で決定された「人間中心のAI社会原則」のほか、OECD、EUなど海外の様々な機関からもAI技術の社会受容性に関する提言がなされ、AIシステムの開発や利用ビジネスの当事者が対応を迫られている。AIを採用する製品・システム・サービスの開発及び利用に関する標準化は、自動運転やロボット制御など安全性の確認が不可欠な分野や、個人の融資などの信用管理など公平性が重要な分野など、多くの分野で実問題に対するAI適用を進める基盤となる。その標準化において産総研がイニシアティブをとり、国際的なプレゼンスを示している意義は大きい。 映像安全性に関する標準は、HMDの業界ガイドラインや映像関連製品の利用説明書に用いられるなど、メーカーや消費者への理解普及について社会的に大きなインパクトを与えた。担当者はこれらの標準化の成果から経産大臣賞を受賞した。安全性をできるだけ確保し、快適な映像利用の普及を促進することは、映像産業の振興に寄与するだけでなく、映像利用が医療等の分野などへと拡大する現代において、社会全体の大きな利益につながると予想される。		

	○機能性材料等の再資源化及び評価技術の標準化 機能性材料やそれを使用した製品の再資源化に関する品質･性能の評価方法に関する標準化を推進する。	○機能性材料等の再資源化及び評価技術の標準化 機能性材料やそれを使用した製品の再資源化に関する品質･性能の評価方法に関する標準化を推進する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが､現時点では以下に取り組む。 ・ガスバリアフィルム等の機能性材料の原料となる粘土等のナノマテリアルの品質の評価法等の国際標準化に取り組む。 ・｢モントリオール議定書キガリ改正｣へ対応可能な地球温暖化効果の低い冷媒の普及拡大に向け、冷媒漏洩時の安全性に係る燃焼性評価法の標準化に取り組む。	○機能性材料等の再資源化及び評価技術の標準化 ・ガスバリアフィルム用粘土についての日本提案国際規格を ISO 国際会議において議論・開発する。 ・現在使用されている特定不活性冷媒と同等以下の微燃性を有する混合冷媒の安全性等級の標準化に向け、消炎距離の評価方法を開発し、2 種混合冷媒 1 組について混合組成と着火特性の関係を明らかにする。 ･10mm 未満の短いリサイクル炭素繊維の力学特性評価のため、ポリマーとの複合試料を用いた評価手法開発に取り組む。具体的には、配向の揃った複合試料を押出法により作製する技術の開発に取り組み、高配向複合試料を作製するための条件を明らかにする。また、配向複合試料を用いた力学試験法の開発を行う。 ・複合負荷をかけた際の接着接合部の耐久性を評価すると共に、代表的な組み合わせであるアルミニウムとエポキシ系接着剤の接合界面を分析して接着メカニズムの解明に取り組む。		機能性材料やそれを使用した製品の再資源化、及び品質・性能の評価方法に関する標準化を推進した。 ガスバリアフィルム用粘土やシリカ多孔体は、特性データの項目や取得方法がメーカによって異なっているため、ユーザはどのメーカの製品を購入すべきかを判断できず、製品普及や関連産業の拡大の妨げになっている。本研究では、製品として優れたガスバリアフィルム用粘土やシリカ多孔体について、測定すべき特性とその測定方法の規格を標準化するとともに、それらの認証体制を確立することを目指した。令和 2 年度に実施した取組みは以下の通りである。粘土とプラスチックスからなるガスバリアフィルム用粘土については、規格原稿を ISO 中央事務局に送付し、ISO の規格開発の最終段階となる規格発行のプロセスに移行した。また、産総研標準化推進センターと連携して規格認証体制を検討し、試験機関に対して試験項目のヒアリングを実施した。 年度計画になかった取組みであるが、シリカ多孔体規格案については、測定すべき特性を整理した上で提案した規格案の内容が国際投票で認められ（36 か国中反対投票なし、7 か国の積極参加（エキスパート登録））、ISO/PWI TS 22298 として予備作業項目に登録された。関連する成果が国際学術誌に 2 報の論文として掲載された。これらのガスバリアフィルム用粘土やシリカ多孔体の規格は、サプライヤには原料の性能をアピールする根拠となり、ユーザには適切な製品を選択する根拠になる。これにより、製品普及や関連産業の拡大の促進が期待される。 「モントリオール議定書キガリ改正」へ対応可能な地球温暖化効果の低い冷媒の普及拡大に向け、新冷媒の国際標準登録に必須な燃焼限界及び燃焼速度の評価法の高精度化や、漏洩時の着火源としての可能性の判断に必要な着火特性の評価法の標準化に取組んだ。9 種類の冷媒について国内外の標準化法と大規模装置による燃焼限界を評価・比較し、合理性のある新評価法及び判断基準を策定した。また、混合冷媒の安全性等級の標準化に向け、消炎距離の評価方法を最適化した。企業からの要請により、2 種の開発冷媒の燃焼性評価を行い、いずれも「微燃性」であることを明らかにした。 炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は軽量構造部材として年 10%を超える需要増が期待されている一方、循環経済に資する取組みとしてのリサイクルが求められている。既存の炭素繊維の評価手法では、CFRP から取り出されたリサイクル炭素繊維の状態を適切に評価することは困難である。リサイクル炭素繊維の性状を考慮した評価技術を開発し標準化を行うことで、リサイクル炭素繊維の品質を安定化させれば資源循環の促進につながる。配向繊維束を用いた繊維機械特性評価手法の開発に取組み、測定系の剛性向上、タブ部接着層の変形量を考慮したコンプライアンス補正法の開発、試験片のアライメント法の改良、繊維間の摩擦を考慮した繊維束引張試験の解析法の確立により、繊維特性を精度よく測定することに成功した。単繊維引張試験による測定結果とも一致する値が得られており、配向繊維束を用いる試験法の確立について大きな進捗が得られた。その成果は Q1 ジャーナルに論文が掲載された。また、ポリマー複合材料を用いた評価手法開発に取組み、小型試験片	水準以上に達成している。 ISO 規格の発行プロセスへの移行や、ISO 規格案の予備作業項目への登録など、複数の案件で着実に国際標準化へのステップを進めていることから、総合的に令和 2 年度計画を超える成果が得られた。	

		・炭素繊維強化プラスチック（CFRP）のリサイクルによる再資源化に向けて必要となる品質･性能の評価方法を開発し､その標準化に取り組む。 ・異種材料の接着･接合の強度や耐久性等を評価する技術を開発して、その標準化に取り組む。			を用いた 90 ° 引張試験の検討を開始した。配向の揃った複合材料を作製するための条件を検討し、小型一方向複合材料を作製した。また、経済産業省資源循環経済課が実施する「リサイクル炭素繊維の利用・評価手法等に関する国際動向調査」への協力を行った。 接着技術は実用技術として産業界や一般社会で既に広く用いられており、軽量化や高機能化、プロセスコスト低減のための接着による製品製造は今後増え続けると考えられる。一方、接着関連技術はニーズ先行で使われてきた技術であるため、学術的な裏付けが不十分である。そこで、新構造材料技術研究組合の組合員として国家プロジェクトに参加するとともに、接着・接合技術コンソーシアムや接着接合基盤技術共同研究体を設立し、産学官の連携を推進する国内初の接着技術の研究拠点を産総研に形成し、高信頼性の接着接合技術の確立と標準化に取組んできた。令和 2 年度はアルミニウムとエポキシ系接着剤の接合界面の電子顕微鏡観察を行い、アルミニウムとエポキシ樹脂の接着強度低下はアルミニウムの劣化に起因していることを明らかにした。更に、解明したメカニズムに基づいて、楔試験片とオープンフェース試験片を用いた 2 つの評価手法の妥当性を検証した。これらの成果は Q1 ジャーナルに 6 報の論文が掲載された。この 2 つの劣化評価手法について、新たに ISO の国際会議において新規審査対象の案件として予備提案を行った。また、6 件の異材の接合部評価試験に関して ISO 化へのステップを進め、2 件が新規格として発行された。		
	○海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチック材料等の合成･評価技術の標準化 海洋プラスチックなどの廃棄プラスチックの世界的課題に対して､海洋生分解性プラスチックの機能評価手法（含劣化試験）等の提案や品質基準に対する標準化を推進する。	○海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチック材料等の合成･評価技術の標準化 海洋プラスチック等の廃棄プラスチックの世界的課題に対して､海洋生分解性プラスチックの機能評価手法(含劣化試験)等の提案や品質基準に対する標準化を推進する｡今後の社会	○海洋プラスチック等に関する生分解性プラスチック材料等の合成・評価技術の標準化 ・関係機関と連携して、海洋生分解に関わる ISO 既存評価法（実験室内）の検証を進めるとともに、国内外の生分解性プラスチックの市場状況を調査し、海洋生分解評価法に関わる標準化戦略に貢献する。 ・新規バイオベースプラスチック材料を開発し、モノマー組成や混合状態と海洋生分解能の相関関係を明らかにすることで、海洋環境		海洋プラスチック等の廃棄プラスチックは、生態系を含めた海洋環境の悪化や漁業や観光への影響など、様々な問題を引き起こしており、近年はマイクロプラスチックによる海洋生態系への影響が世界的な懸念事項となっている。これらの海洋プラスチックを削減するためには、海洋生分解性プラスチックの開発や市場導入を促進するための海洋生分解性評価法の確立が必要とされるが、日本ではそれらの整備が遅れている。信頼性の高い効率的な海洋生分解性試験法を国際標準化できれば、海洋性分解プラスチック製品等の認証システムを構築することが可能となり、分析機関、認証機関、製造メーカが一体となった海洋生分解性プラスチックの開発や市場導入の加速が期待される。 そこで、産総研が代表者となって NEDO プロジェクト「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業／海洋生分解性に係る評価手法の確立」を実施するための体制を企業 1 社、大学 2 校、公的研究機関 2 機関等と共に構築し、ISO 国際標準化を視野に入れた生分解性評価手法の開発に取組んだ。 国内外の生分解性プラスチックの技術動向・市場調査から、信頼性の高い海洋生分解性プラスチックの開発に向けては、効率的な海洋生分解試験法の確立・標準化が必須であることがわかった。このため、日本バイオプラスチック協会と連携して、海洋生分解評価法の標準化を実現するための上記プロジェクトを開始した。具体的な取組みとして、pH や紫外光照射といった環境因子が、生分解性プラスチックの生分解に対して与える影響を評価するため	水準以上に達成している。 複数の企業、大学と共同で国際標準化に向けた体制の構築を行い、かつ国際標準化に向けた NEDO プロジェクトを開始したことから、総合的に令和 2 年度計画の水準を超える成果が得られた。	

		情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・廃棄プラスチックの課題解決に向け、関連する国内審議業界団体、外部研究機関、民間企業等と連携して、海洋生分解性プラスチックの生分解度評価手法や品質基準等に関わる標準化に取り組む。 ・高機能かつ生分解性を有する新規バイオベースプラスチック材料等の標準化に取り組む。	下における生分解メカニズム解明を目指す。		の生分解性試験方法の構築、及び生分解メカニズムを解明するため必要な、高分子の構造解析手法の構築に対して、モデル生分解性プラスチック（ポリエステル3種類）を用いて取組んだ。高分解能質量分析（MALDI-TOF/MS及び熱分解 GC/MS）を用いた分析を実施し、高分子の主鎖構造や共重合組成などの構造解析手法を構築した。また、生分解性プラスチック2種及びリファレンスとしてのセルロースを加えた3サンプルについて、冬季の実海域海水による海洋生分解性試験を実施した。また、新規バイオベースプラスチック材料開発に取組み、市販の生分解性ポリエステルと生分解性ポリアミドのブロック共重合体の合成に成功した。		
	○土壌汚染等評価･措置に関する各種試験方法の標準化 土壌や環境水の合理的かつ低環境負荷の汚染評価･措置を推進するために、再現性が高い各種試験方法の開発お	○土壌汚染等評価･措置に関する各種試験方法の標準化 土壌や環境水の合理的かつ低環境負荷の汚染評価･措置を推進するために、再現性が高い各種試験方法の開発及	○土壌汚染等評価・措置に関する各種試験方法の標準化 ・2019 年度に成立をしたISO 21268-3 「上向流カラム通水試験」について国内標準化を推進するとともに、土壌汚染に関係する溶出・吸着試験結果等の高度化、データベース化の基礎的検討を推進する。		トンネル掘削や都市の再開発等では、自然由来も含めた重金属汚染土壌の処理費用や受入場所選定が社会的な問題となり、重金属等の溶出リスクの適切な評価のための試験方法、経済性の高い措置方法の標準化が急務である。 溶出試験法のうち、上向流カラム通水試験は産総研がリーダーを務め、ISO技術仕様から正式規格 ISO 21268-3へ2019年にアップグレードしたものの、国内関連業界よりこの国内標準化が求められた。国内審議団体である公益社団法人地盤工学会と産総研とが中心となり関連の研究機関・民間企業・業界団体等と連携し、JIS 化に向けた準備委員会（産総研がリーダーに就任）を立ち上げた。そして、ISO 21268-3と関連する国内規格との整合性の確認や追加事項の有無などについて議論を重ね、JIS 原案の構成を決定し、令和 3年2月にJIS原案作成公募制度へ応募した。さらに、溶出試験や吸着試験自体の高度化に関してメンブレンフィルターの性能を解明した研究成果と、土壌吸着試験結果における試験バイアスを定量的に評価して吸着性能の予測	水準以上に達成している。 令和2年度の計画を着実に推進した上で、複数の Q1 ジャーナルへ論文が掲載されたこと、国内標準化に向けて主導的な役割を果たしていること、また複数の外部資金を得て技術開発を実施していることから、総合的に水準以上の成果が得られた。	

	よび標準化を目指す。	び標準化を目指す。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・土壌汚染の溶出特性評価に利用される試験法について、国際規格をベースとして、日本産業規格での国内標準化を促進する。 ・自然由来重金属汚染措置について、各種材料性能評価試験法の国内標準化等を推進し、低コスト・低環境負荷型汚染対策の構築に貢献する。	・自然由来重金属汚染措置等で使用される環境材料の性能評価試験法に関する試験規格案の策定および室内・室間での精度評価試験を実施する。		を可能にするデータベース構築に関する研究成果を、それぞれ国際誌（いずれもQ1ジャーナル）に公表した。 吸着層工法（汚染土壌を盛土とし、下部に吸着材を設置する工法）が、重金属による土壌汚染に対して低コスト・低環境負荷な措置方法として提案されているが、吸着材の性能評価方法がいまだ標準化されていない、また長期的な性能を評価できる試験法が確立されていないという技術的な課題が残されている。そのため、本工法は法律上では重金属による土壌汚染に対する措置方法として明示されているものではないが、吸着材の適切な性能評価試験の標準化として産業界から強く求められているものである。そこで、産総研主導のもと、吸着材の性能評価試験の標準化に関する検討委員会を外部有識者及び関連企業等をメンバーとして令和元年8月に設置し、これまで5回（令和2年度は2回）の議論を重ね、室内・室間での精度評価試験による再現性確認、JIS の範囲及び試験法の素案を決定した。一方、信頼性の高い吸着材の性能評価試験法を策定するために、関連民間企業と協業して様々な吸着材を用いた精度評価試験（8～10 機関が参画）を実施し、試験法の再現性を評価した（技術コンサルティング12件）。そして、その結果を反映したバッチ吸着試験の試験規格案を作成した。さらに、吸着材の長期的性能評価に資する浸水試験法を産総研が新たに考案した。 上向流カラム通水試験の国内標準化では、産総研主導で関連機関・企業・業界団体等と協議・調整を重ね、JIS 原案の内容を決定できたことは大きな前進であり、その結果、令和3年2月にJIS原案作成公募制度へ応募し、令和4年度中にJIS原案提出という国内標準化に向けた目処を立てることができた。また、メンブレンフィルターの種類別の性能を解明した Chemosphere（Q1ジャーナル）への掲載論文は、土壌汚染対策法に定められた環境省告示18号試験の再現性向上に有益な情報を含み、次回の法改正時に試験法の再現性向上で貢献するものである。さらに、土壌吸着試験結果における試験バイアスを定量的に評価した Geoderma（Q1ジャーナル）への掲載論文は、汚染土壌リスク評価時に重要となる重金属等の吸着性能の正確な予測を可能とし、土壌汚染対策法におけるリスク評価の高度化につながる。これらの研究成果により、自然由来重金属等の汚染土壌リスクをより現実的に評価することが可能となり、合理的な措置の推進に貢献したといえる。 低コスト・低環境負荷な措置方法となる吸着層工法の法的な認定とそのための吸着材の適切な性能評価試験の標準化は、土壌汚染に係る大きな課題解決につながる。その活動において、産総研主導のもとで主要な関連民間企業を検討委員会メンバーに組み入れたことは、標準化結果の迅速な普及という観点で極めて大きな意義がある。吸着材の性能評価の国内標準化に向けて、令和3年内にJIS原案作成公募制度へ応募する目処も立てることができた。また、様々な吸着材を用いた精度評価試験の結果は、世界的にも波及する研究成果と考えられ、将来的なISO化も視野に入れた検討が期待される。さらに、吸着層工法における当該課題の解決に不可欠な長期的な性能評価を支える試験法の検討を開始し、当該工法の確立に向けて着実に進展している。		

					重金属による土壌汚染問題を解決するために、各種試験方法の構築及び標準化、土壌汚染の措置方法である吸着層工法に不可欠な吸着材の性能評価に係る技術開発と標準化を推進している。関連の研究機関・民間企業・業界団体等と連携して外部資金を得ながら知見の結集を主導し、国内標準化活動を力強く推進している。また、基礎的な研究成果はQ1ジャーナルに論文掲載され、研究成果の公表を着実に行っている。		
	○水素の効率的利用を実現する計量システムの標準化 安心かつ効率的な水素利用の実現に向けて、水素取引に必要な流量や圧力などの計量標準および関連した産業標準を整備する。	○水素の効率的利用を実現する計量システムの標準化 安心かつ効率的な水素利用の実現に向けて、水素取引に必要な流量や圧力等の計量標準及び関連した産業標準を整備する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・水素インフラにおける適正かつ効率的な取引に必要な高圧水素ガスや液化水素に関する計量技術の開発、計量標準の整備を行う。また、関係する国内外の産業標準化を推進する。	○水素の効率的利用を実現する計量システムの標準化 ・移動式水素ディスペンサー計量精度検査装置を開発し、水素ステーションにおける水素燃料計量システムの計量検査技術の実証試験を行い、産業標準化の基盤となる技術データを蓄積する。		2020年10月、我が国は温暖化対策として「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、目標達成のための手段の一つとして水素エネルギーの利活用拡大が挙げられている。水素はエネルギー自給率の低い日本にとって高い可能性を秘めた二次エネルギーとして、将来中心的な役割を担うことが期待されている。2019年3月に策定された”水素・燃料電池戦略ロードマップ”では、水素ステーションを、2020年度までに160か所程度、2025年度までに320か所程度の整備を目標としており、2020年代後半までに水素ステーション事業の自立化を目指すとされている。燃料電池自動車(Fuel Cell Vehicles; FCV)についても、2020年度までに4万台程度、2025年度までに20万台程度の普及を目指すとしている。このような背景のもと、水素インフラにおける適正かつ効率的な取引に必要な高圧水素ガスや液化水素に関する計量技術の開発、計量標準の整備を行い、国内外の産業標準化の推進が求められている。 本課題では、水素供給コストの低減と安定化、水素ステーション運営コストの低減、公正な水素燃料商取引の実現へ向けて、水素流量計測技術の開発及び水素計量システムの標準化を進めている。令和2年度は燃料電池自動車の実車充填による計量検査の実施とそのデータ蓄積とともに、従来法では水素燃料の計量ができない重量車両に係り、関連企業、業界団体とともに国際標準化に向けた体制を構築した。本研究課題について、以下に令和2年度の実績等をまとめる。 水素ステーション普及のためには、FCVに供給される高圧水素を計量する水素燃料計量システム（水素ディスペンサー）の計量精度を高精度かつ効率的に検査する技術の確立が必須であり、移動式水素ディスペンサー計量精度検査装置の開発を推進している。現在、水素ディスペンサーの計量精度検査で主に用いられている方法は、大型の検査用装置に搭載されたFCV用充填タンクに水素ガスを充填し、その質量を音叉式はかりで計測する重量法であるが、低コスト化・効率化の観点から、国家標準で校正した高圧水素用コリオリ流量計を基準器とするマスターメーター法が今後の計量精度検査において有効な手法であると考えられている。 2016年にJIS B 8576（水素燃料計量システム-自動車充填用）が制定されて以降、計量器の国際的な技術基準である国際勧告OIML R139（Compressed Gaseous Fuel Measuring Systems for Vehicles）の改定が行われ、この国際勧告に我が国が主導した水素ディスペンサーの計量精度と検査方法に関する規定が追加されている。上記JISに関連して、水素ステーションにおけるマスターメーター法を用いた水素燃料計量システムの計量検査技術の確立と実証試験を行い、検査用装置の可搬性の向上、重量法による結果と±1%	水準を満たしている。 移動式マスターメーター法計量精度検査装置による検量検査や実車の燃料電池車への水素燃料充填によるマスターメーター法計量検査の実施と技術データの蓄積、脱圧量補正方法の検証を進めた。また、これらの結果を受けて、ISOへの提案を見据えたJIS改正の準備を進めている。そして、本手法のHDVへの適用に向けた開発を共同実施企業とともに開始した。このように令和2年度は、移動式水素ディスペンサー計量精度検査装置のさらなる開発推進と国際標準化に向けた体制を構築した。	

					以内での一致などその有効性が確認でき、産業標準化の基盤となる技術データが得られている。 令和２年度は、これらの蓄積データに加えて、経済産業省産業標準化推進事業「戦略的国際標準化加速事業／産業基盤分野に係る国際標準開発活動／マスターメーター法による水素燃料計量システム計量検査に関する JIS 開発」において、移動式水素ディスペンサー計量精度検査装置による検量検査、燃料電池自動車を用いた実車充填によるマスターメーター法計量検査の実施と検査精度に係る技術データの蓄積、ならびに脱圧量補正方法の検証を行った。これらの結果を受けて、更なる効率的な検査方法の確立を目指すとともに、上記 JIS 改正（マスターメーター法による器差検査の方法の規定追加）に向けた準備を進めている。 さらに、上記の移動式マスターメーター法計量精度検査装置による水素ディスペンサーの計量検査技術の開発実績をもとに、従来の計量精度検査方法である重量法では水素計量の対応が困難なバスやトラックなどの重量車両（Heavy Duty Vehicles; HDV）へのマスターメーター法の適用へ向けた NEDO 委託事業「超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業／水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発／HDV 等の新プロトコル対応の水素燃料計量システム技術と充填技術に関する研究開発」が令和２年度に新たに採択され開発を開始した。本事業により国際標準化に向けて、関連企業、業界団体とともに、HDV 対応の水素燃料計量システム技術及び充填プロトコルの開発と実証試験を共同で実施する体制を構築し、活動を開始した。		
	（３）知的基盤の整備と一層の活用促進に向けた取組等 我が国の経済活動の知的基盤として、地質調査や計量標準等は、資源確保に資する探査・情報提供や産業立地に際しての地質情報の提供、より正確な計量・計測基盤の社会・産業活動への提供等を通じて重要な役	（３）知的基盤の整備と一層の活用促進に向けた取組等 我が国の経済活動の知的基盤として、地質調査や計量標準等は、資源確保に資する探査・情報提供や産業立地に際しての地質情報の提供、より正確な計量・計測基盤の社会・産業活動への提供等を通じて重要な役	（３） 知的基盤の整備と一層の活用促進に向けた取組等 具体的な研究開発の方針は以下に掲げる。	○国の知的基盤整備計画に基づいて着実に知的基盤の整備に取り組んでいるか ・知的基盤整備の取組状況 等			

	割を担っており、我が国における当該分野の責任機関として、これらの整備と高度化は重要な役割である。 　そのため、国の「知的基盤整備計画」に沿って、地質調査や計量標準に関する知的基盤の整備及び一層の活用促進に取り組むとともに、経済産業省及び関連計量機関等との連携により計量法の執行体制を確保し、我が国の産業基盤を引き続き強化する。	割を担っており、我が国における当該分野の責任機関として、これらの整備と高度化は重要な役割である。そのため、国の「知的基盤整備計画」に沿って、地質調査や計量標準に関する知的基盤の整備及び一層の活用促進に取り組むとともに、経済産業省及び関連計量機関等との連携により計量法の執行体制を確保し、我が国の産業基盤を引き続き強化する。 　具体的には、地質調査のナショナルセンターとして３次元地質地盤図等の地質情 　報の整備を行うとともに、国や自治体等の様々なコミュニティでの地質情報の利用を促進する。また、産業・社会ニーズに即した計量標準					

		の開発･整備や計測技術を活用した適合性評価基盤の構築を行うとともに､計量標準の維持・供給、更なる成果普及及び人材育成の強化を行いつつ､計量法で定められた計量器の検査や型式の承認等の業務の着実な遂行とOIML(国際法定計量機関)をはじめとした法定計量に関する国際活動に貢献する。					
別紙							
３.知的基盤の整備 ○地質調査のナショナルセンターとしての地質情報の整備 知的基盤整備計画に沿った国土及びその周辺海域の地質図幅･地球科学図等を系統的に整備するとともに､海底資源確保や都	３.知的基盤の整備 ○地質調査のナショナルセンターとしての地質情報の整備 知的基盤整備計画に沿った国土及びその周辺海域の地質図幅･地球科学図等を系統的に整備するとともに､海底資源確保や都	３．知的基盤の整備 ○地質調査のナショナルセンターとしての地質情報の整備 社会的重要地域等の地質調査を行い、5 万分の 1 地質図幅､20 万分の 1 地質図幅、地球化学図及び地球物理図等の作成を継続するとともに、5 万分の 1 地質図幅 1 区画の出版と 3 区画の原稿完成、20 万分の 1 地質図幅 1 区画の原稿を完成させ		産総研第 5 期中長期計画及び国の第 2 期知的基盤整備計画に基づき、陸域、海域、沿岸域、及び都市域の地質情報整備を進めている。 陸域では、関東～東海地域と地方中核地域、及び地質標準が確立できる地域を優先的に 5 万分の 1 地質図幅の整備を行った。令和 2 年度は、計画より多い 2 区画となる「陸中関」､「池田」の印刷を完了し、第 2 期知的基盤整備計画（2011 年度～2020 年度）の目標値である 10 年間 40 区画出版を達成した。また、20 万分の 1 地質図幅「野辺地」（第 2 版）を当初の計画より早く改訂・出版できた。20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2 の更新を計画通り行い、より簡略化した地質凡例案を作成した。さらに、兵庫県と連携して標高タイル配信技術を利用した詳細 3D 地図（兵庫県版）の提供を開始し、プレスリリース（令和 2 年 10 月 1 日、報道 4 件）を行った。アウトリーチとしては、広報部と連携し、“日本の骨格を描き出せ！～地質図作成プロジェクト～”と題した地質図の解説（令和 2 年 6 月配信開始、令和 3 年 3 月に第 62 回科学技術映像祭 科学技術館館長賞を受賞）、“陸化した深海堆積物の詳細な分布を示した地質図が完成”と題した「上総大原」図幅（令和元年度出版）（令和 2 年 5 月配信開始）の成果を、産総研公式 YouTube チャンネルの“かがくチップス”、“研究が語る!1 分解説”にてそれぞれ配信した。	水準以上に達成している。 陸域では当初の年間計画より多い 5 万分の 1 地質図幅 2 区画を出版し、その結果、第 2 期知的基盤整備計画の数値目標 10 年間 40 区画を達成した。さらに、20 万分の 1 地質図幅 1 区画を計画より前倒しで出版できた。海域では各種データベースの更新を行い、海洋地質図 3 編の整備が完了した。沿岸域では、国及び自治体の地震防災に直接的に役立つ成果が得られた。都市域で	

	市防災に資する地質情報を提供する。	市防災に資する地質情報を提供する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・社会的重要地域等の 5 万分の 1 地質図幅の整備、日本全国の 20 万分の 1 日本シームレス地質図の継続的更新及び地球化学図・地球物理図等を系統的に整備する。 ・沖縄トラフ周辺海域の海洋地質調査を着実に実施し、日本周辺の海洋地質情報の整備を行う。 ・紀伊水道・瀬戸内海周辺沿岸域等の地質調査を実施し、海陸シームレス地質情報の整備を行う ・ボーリングデータを活用した都市域の地質地盤情報整備として、首都圏主要部の	る。さらに、20 万分の 1 日本シームレス地質図の更新を行う。 奄美大島と種子島の間の地質調査を行っていない海域の海洋地質情報を取得する。既存データの解析から日本列島主要 4 島周辺並びに沖縄本島周辺の海洋地質図の 3 図幅を整備する。 令和 2 年度から紀伊水道沿岸域の陸域及び海域の地質・活構造調査を実施する。陸域ではボーリング調査・活構造調査や反射法地震探査などを実施し、海域では音波探査と掘削、堆積物の採取なども実施する。令和 2 年度には伊勢湾・三河湾沿岸域の海陸シームレス地質情報集（地質図）を整備する。 東京都 23 区域の 3 次元地質地盤図のとりまとめを行う。また、埼玉県南東部の 3 次元地質地盤図整備に向け、基準ボーリング調査を始めとする地質調査を開始する。併せて 3 次元地質モデルの作成と公開システムの改良を継続して実施する。		海域では、新規プロジェクトとして、沖縄トラフ周辺海域のうち南部トカラ列島周辺海域の調査を予定通り開始した。令和 2 年度は久米島周辺海底地質図、久米島周辺表層堆積図、種子島付近海底地質図の 3 図幅の原稿を整備した。また、過去に出版された海洋地質図及びその基礎情報について情報を収集、デジタル化を進めており、日本周辺海域の反射法地震探査断面、高分解能音波探査、海底底質情報のデータベースの大幅な更新を行った。今後の海底地質図の利便性向上のため、シームレス化に向けた情報の整理に着手している。 沿岸域では、相模湾沿岸域海陸シームレス地質情報集を整備し、ウェブ出版の準備が完了した。伊勢湾・三河湾沿岸域では、令和 3 年度の出版に向けてのとりまとめを実施した。紀伊水道沿岸域では調査を開始した。 都市域では、埼玉県南東部の 3 次元地質地盤図整備に向け、基準ボーリング調査を始めとする地質調査を開始した。東京都心部の 3 次元地質地盤図整備を計画通り進め、5 万地点以上に及ぶ既存の土木・建築ボーリングデータへの対比（層相や地層の固さ軟らかさを示す N値などを手作業で）をもとに 3 次元モデリングを実施し、東京都心部の地下数十 m までの地層の詳細な 3 次元分布形態を明らかにした。これにより、地表の地形からは分からない東京都心部地下の軟弱層の分布を 3 次元で抽出することができた。また、整備計画になかった N値分布の立体図も作成することで、軟弱層の分布や建築物の支持層となる地層の深度を視覚的に容易に理解できるようになった。3 次元地質地盤図は令和 3 年 4 月の公開に向けて着実に準備を進めている。 陸域の地質図幅は、ハザードマップ、防災対策、ライフライン構築、産業立地、資源開発、観光開発の基礎資料として国や自治体、民間に幅広く利用される。5 万分の 1 地質図「十和田湖」（令和元年度発行）は、原子力規制庁の審査会合資料やビジターセンターの展示資料に用いられ、原子力施設の設置基準や地質災害軽減などの基礎資料として利用された。20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2 の利用も広まり、ウェブヒット件数も年間約 3 億件と高い値を維持し、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の「日本土壌インベントリー」や地理院地図に組み込まれた。 海域では、国が策定した第三期海洋基本計画（平成 30 年 5 月 15 日閣議決定）で得られた琉球列島及び沖縄トラフ周辺の海底地質情報を独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）と共有し、海底鉱物資源賦存域の有用な情報として利用される。海洋地質図には、断層情報や地震性・火山性堆積物の情報など地質災害や海洋環境の情報が含まれており、安心・安全な社会の構築に向けて利用される。さらに、産総研は、海底地質調査技術及び日本周辺海域の地質情報の知見を有する機関として、JOGMEC と共同で海底熱水資源調査に向けた海域選定タスクフォースを推進している。 沿岸域では、房総半島沿岸域の研究成果は、構造物の建造や漁業のための海底の状況把握に大いに役立つ。三浦半島断層群、国府津−松田断層の研究成果は、地震調査研究推進本部の活断層活動評価に貢献すると予想される。伊勢湾・三河沿岸域の重力探査による研究成果により、活断層である内海断層や高浜断層の活動の形状が明らかとなり、同沿岸域における多くの断層の挙	は、東京都心部の 3 次元地質地盤図整備を着実に進めた。いずれの課題も、成果を国際誌・国内誌・プレスリリースで公表し、知的基盤の学術的価値及び社会的価値を高めた。	

		地質調査を実施し、3次元地質地盤図の整備を行う。			動の変化やこの地形の成り立ちが予測できる。本研究成果は IF 付きジャーナルに論文を掲載しプレスリリース（令和2年10月20日、報道1件）を行ったところ、外部より1,000件を超える多数のアクセスを受け反響を呼んだ。同海域の音波探査と堆積物調査により、海域活断層である白子−野間断層の活動評価に資する年代データや地下構造が得られ、地震調査研究推進本部における断層評価改訂の審議に活用された。 都市域では、東京都心部で初めて地層の詳細な3次元分布が明らかになった。今後、ハザードマップや都市インフラ整備での活用だけでなく、土木建築物の基礎工事や地下水流動解析など工学分野での利用も期待される。		
	○地質情報の管理と社会への活用促進 地質情報データベースや地質標本の整備・管理を行い、効果的に成果を発信することにより、地質情報の社会への活用を促進する。	○地質情報の管理と社会への活用促進 地質情報データベースや地質標本の整備・管理を行い、効果的に成果を発信することにより、地質情報の社会への活用を促進する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・高い精度・信頼度の下で整備した地質情報を、二次利用し易い形態にて管理するとともに、地質情報や地質標本等の一次データの管理を行う。	○地質情報の管理と社会への活用促進 地質図幅の記載情報のデータベース化に不可欠な、記載情報の構造化仕様を検討し、データ作成に着手する。また、地質調査において取得・整備された地質情報や地質標本について、標準化を含めた品質管理を行うとともに、研究成果の一次データのアーカイブ管理を進める。 研究成果から構築されたデータベース等に関し、セキュリティ上の安全性を確保しつつ、社会的に有用に利用されるよう整備・管理する。また、信頼性の高い研究成果物を出版するとともに、電子化・標準化を計画的に推進し、ウェブサイト、地質標本館、各種アウトリーチ活動等を通して、広く社会に提供する。 知的基盤として整備された地質情報に関して、多様な形態のアウトリーチ活動等を通し、広く一般社会での認知度を向上させるとと		地質情報が社会的に広く理解・共有されると共に、安全・安心で質の高い社会生活の実現に資することが「地質の調査」のアウトカムとして重要である。そのために、地質情報及び地質資試料の管理、公開、提供及び展示等による社会への普及活動を実施した。 地質情報・地質標本の整備・管理に関し、地質標本の国際的な標準に対応した情報管理手段を検討すると共に、「地質標本データベース(DB)」の管理用システムの更新に着手した。また、地質調査総合センター(GSJ)が所蔵する地質関連の文献・地質図類を網羅した「地質文献DB」システムを一新し、検索の高速化、スマートフォン等の多様な環境への適応等を実現した。さらに、地質図幅等の記載情報の構造化仕様に関し、試作データに基づき仕様検討を行った。 地質情報DBの運用では、「地熱情報DB」の新規公開の他、各種DBの更新と管理を実施した（令和2年度DB更新128件、サーバ管理34件）。同時に、DBシステムをより安全に維持運用するため、主要DB（活断層DB等）については新OS環境への移行を完了した。 出版業務に関しては、当初の計画より多い1/5万地質図幅2区画、1/20万地質図幅1区画、水文環境図2地域、重力図1地域、土壌評価図1地域等、及び研究報告類（GSJ研究報告、GSJ地質ニュース等）を出版・公開した。 これらの出版成果物に関して、インターネットを通して社会へ効果的に情報提供するため、統合ビューア「地質図Navi」の機能改良に着手し、シームレス地質図 V2 の選択表示機能の高度化と、標高データを利用した海水準変動表示機能の追加等を行った。 一方、地質情報の社会への浸透のためのアウトリーチ活動については、コロナ禍のために大幅に縮小せざるを得なかった。地質標本館は2回の臨時休館（令和2年2月末〜5月末、令和3年1月中旬〜2月上旬）を余儀なくされ、開館時においても来館者の自粛、入館制限等により入館者数は1.2万名余りで、令和元年度（5万人）に対しおよそ8割減となった。このような状況下でも感染防止対策を徹底した上で、最大限のパフォーマンスを発揮するよう努力し、以下のように計画を達成した。令和2年は地質標本館開館40周年であり、開館記念日(8月19日)には来館者とともに記念セレモニーを行った。特別展として「GSJのピカイチ研究−2019年」、「祝チバニアン誕生！」（拡大版も併せて2回)、「深海の新しい資源にせまる」、「GSJのピカイチ研	水準を満たしている。 従前から継続してきた地質情報の整備・管理（出版業務を含む）に関して、情報システムの更新・セキュリティ向上等を計画通り着実に実施し、ユーザの利便性向上に寄与した。また、十分な感染防止対策の下で、GSJの研究成果の普及活動を不断に実施した。特に過去の活動成果を「知的資源」として管理・利用し、例年以上に所外機関の要請に応えたことは、公的機関としての産総研の信頼性・知名度の向上に貢献したと考える。	

		・地質情報データベースを整備･充実させるとともに､各種出版物､ウェブ､地質標本館や所外アウトリーチ活動等を通じて､地質情報を広く社会へ提供する。 ・地質情報の社会的有用性に関して一般社会での理解浸透を図り、国･自治体､企業､研究機関等様々なコミュニティでの地質情報の利用を促進する。	もに、国・自治体、企業、研究機関等の様々なコミュニティーのニーズを踏まえたうえで、それに適合するような地質情報の提供・利用を推進する。		究－2020 年」、企画展として「海で暮らした？デスモスチルス」を開催した。また、外部主催も含めたオンラインイベント（3 回）、サイエンス・スクエアつくばとの科学教室イベント等に参加した。さらに、新聞・テレビ・雑誌等 9 件の取材を受けた。これらに加え、地質標本館外の取り組みとして、地質情報可視化アプリ「ジオ・ビュー」の実証実験を行った。人材育成活動として、3 回の地質調査研修、2 回の博物館実習、2 回の薄片研磨技術研修を実施した。また、機関連携としては、外部機関（博物館等）への試料提供 6 件、イベントの共催・後援 18 件（令和元年度からの継続分を含む）を実施した。 令和 2 年度はコロナ禍により、各地の博物館で操作・接触を伴う体験型展示が使用停止になるなどした。このため、全国科学博物館協議会に巡回展登録した過去の特別展パネルデータを利用した企画展の希望が GSJ に例年以上に多く寄せられ（令和元年度は 3 展）、GSJ はこれに積極的に応えた結果、6 博物館の 7 展（うち 1 カ所 1 展は令和元年度から継続）で当館展示物が利用された。併せて、前述の地質標本など資試料の貸し出しについても協力した。さらに、教科書出版社から 5 件の標本写真の依頼があった。 地質情報の整備・管理では、研究の一次データはトレーサビリティ確保の上で重要で、組織的な管理が必要である。「地質標本 DB」はその管理例であるが、システムが古いことからデータ更新に手間がかかり、結果としてユーザ側の利便性が低下していた。令和 2 年度の更新により、管理及びユーザ利便性が向上するとともに、その情報価値が社会的に認知され、内閣府の運営する分野横断型統合ポータル「ジャパンサーチ」からの連携依頼に応じて、データ連携を進めることになった。これにより、GSJ が有する地質標本情報の利用場面（教育、研究等）が広がることが期待できる。「地質文献 DB」についても公開から四半世紀が経過し、システムが陳腐化していたが、令和 2 年度の更新によってユーザビリティが向上した。 次に、令和元年度比で、地質図 Navi の利用回数は 16%増加、GSJ ウェブサイトの月当たりデータダウンロード数は 52%増加となり、社会のデジタル化の流れに応えた結果が表れたものと考えられる。また、コロナ禍であっても、従前からの地質情報の発信にかかわる努力が、成果の普及に結びついた。 全国科学博物館協議会に巡回展登録してある地質標本館特別展パネルデータは一種の「GSJ の知的資源」であり、その利活用として各地の博物館からの要請に応えることは、GSJ 及び産総研の組織的な信頼性・知名度の向上として評価される。		
	○計量標準の開発･整備･供給と活用促進 SI 単位の定義改定も踏まえた次世代の計量標準の開発	○計量標準の開発･整備･供給と活用促進 SI 単位の定義改定も踏まえた次世代の計量標準の開発	○計量標準の開発・整備・供給と活用促進 ・改定された SI 単位の定義に基づいて、キログラムの定義を実現する技術の同等性を確認するための国際		計量標準総合センターは、計量法に基づいた国家計量標準の維持・管理・供給を主要課題として活動し、国の知的基盤整備計画に基づいて標準整備を進めている。また、法定業務を着実に執行し、計量業務に携わる計量人材の育成の強化に取り組んでいる。令和 2 年度は、当初の整備計画にない知的基盤の整備として、新型コロナウイルス感染症に係る国際比較や対策に資する温度標準開発など、社会的関心の高い課題の解決に大きく貢献した。以下に令和 2 年度の主な実績等をまとめる。	水準以上に達成している。 年度計画をほぼ達成した上で、光格子時計において、世界最高レベルの高稼働率運転を実現し、国際原子時校正に使用可能なイッテルビウ	

	並びに、産業・社会ニーズに即した計量標準の開発・整備を行うとともに、整備された計量標準を確実に供給する。更に計量標準の活用促進に向けて、計量トレーサビリティシステムの高度化を進める。	並びに産業・社会ニーズに即した計量標準の開発・整備を行うとともに、整備された計量標準を確実に供給する。更に計量標準の活用促進に向けて、計量トレーサビリティシステムの高度化を進める。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・改定されたSI 単位の定義に基づく計量標準の現示技術の高度化及び次世代計量標準のための研究開発を推進する。 ・産業・社会ニーズに対応して設定される国の知的基盤整備計画に基づいて、物理標準及び標準物質の開発・範囲拡張・高度化等の整備を進めるとともに、既に利用されて	比較に参加するとともに、高精度な熱力学温度実現システムを開発し、次世代温度標準の開発を推進する。また、シリコン単電子ポンプ素子の並列駆動の実証と量子メトロロジートライアングル測定を行う。 ・知的基盤整備計画に基づいて、物理標準及び標準物質の整備を進めるとともに、既に利用されている整備済みの計量標準の維持・管理・供給を行う。併せて、計量法の運用に係る検査・試験・審査・技術基準の作成及びそれらに関連する支援を行う。 ・計量トレーサビリティの高度化を実現するため、一対多型校正技術による効率の良いトレーサビリティ確保のための手法の開発に取り組む。 ・計量研修等を実施し、法定計量技術に関わる人材育成を行うとともに、計量標準・標準物質・法定計量に関する展示会への出展やセミナー、計測クラブの会合等を実施し、計量標準の更なる成果普及及び人材育成の強化に取り組む。		［デジタルPCR装置を用いた核酸の高精度かつ高感度な絶対定量技術の開発-デジタルPCRを用いた遺伝子の絶対定量国際比較への参加-］ 当初年度計画にはなかった新型コロナウイルス感染症の緊急課題に対し、基盤整備の観点から診断に用いるPCR検査の信頼性向上のため、デジタルPCRを用いた遺伝子の絶対定量の国際比較に参加した。計量標準総合センターでは、微小量のウイルス由来RNAの絶対定量法として、デジタルPCR装置を用いた核酸の高精度かつ高感度な絶対定量技術を開発した。既存の化学分析による絶対定量技術である高速液体クロマトグラフィー同位体希釈質量分析法(LC-IDMS)やLC-IDMSで値付け済みのRNA認証標準物質を用いて妥当性確認することで、デジタルPCRの測定条件を最適化した。本国際比較には計量標準総合センターを含む16か国から21機関が参加しており、各機関のデジタルPCR法による結果及びLC-IDMS等による各種定量法の結果は、速報値として、おおよそ±40%以内での一致が確認された。これにより、新型コロナウイルスのPCR検査の各機関の測定能力同等性が確認でき、定量法の基盤となる関連標準物質等の開発が可能となった。新型コロナウイルス感染症対策の一環として迅速に対応した結果であり、国際度量衡局のWEBサイトに速報プレスリリース（令和2年12月9日）が掲載され活用された。 ［光格子時計の高稼働率運転］ 現在の1秒を定義するセシウム原子のマイクロ波線スペクトルより周波数が4桁高い原子の光スペクトルを用いる光時計の研究が、秒の再定義を目指し世界中で推進されている。秒の再定義条件の1つに、光時計による国際原子時の精度向上が挙げられている。この実現には長期連続運転が必須であるが、極めて高精度に制御されたレーザを多数用いるため大変困難であった。産総研では、世界に先駆けて実現したイッテルビウム光格子時計の連続運転時間の長時間化を含む高度化に取り組み、独自開発のレーザ周波数制御自動復帰機構により長期無人連続運転を実現した。令和元年10月から半年間、平均稼働率80.3%での運転に成功し、令和3年2月現在、世界で最も安定運用できる光時計といえる。人工衛星による遠距離時計比較精度も改善され、世界最高性能のセシウム原子時計と同等精度で国際原子時を監視できた。この実績により、令和2年8月に時間周波数諮問委員会の作業部会にて、国際原子時校正に使用できる時計と認定された。令和3年2月現在、他で認定されている光時計は世界で4機関のみである。さらに、令和3年1月には世界で初めてイッテルビウム光格子時計による国際原子時の校正が反映された。本内容に関連した成果は1報の論文で報告した。今後、基礎物理定数の恒常性の検証や相対性理論の検証等、基礎科学への貢献も期待される。 ［次世代温度標準の開発を目指した水銀の三重点の代替技術］ 新型コロナウイルスのワクチンの保管や食品等の品質管理、カーボンニュートラルのための新燃料である水素の大量輸送・貯蔵では、0 ℃以下の低温での正確な温度計測が重要である。しかし、既存の温度標準では、近年規制が強まっている水銀を用いた温度定点(約-39 ℃)が必要不可欠なため、メー	ム光格子時計として世界で初めて認定され、国際原子時の校正に貢献した。さらに、新型コロナウイルス感染症に係る国際比較への参加、計量標準の維持等、コロナ禍下での問題に迅速に対応した。また、水銀の三重点の代替技術の開発も同感染症対策とともに食品の安全・安心、環境問題にも資する重要な成果である。	

		いる整備済みの計量標準の維持・管理・供給を行う。また、計量法の運用に係る技術的な業務と審査及びそれらに関連する支援を行う。 ・計量標準の活用を促進するため、高機能・高精度な参照標準器等の開発並びに情報技術の活用により、計量標準トレーサビリティシステムの高度化を進める。また、研修、セミナー、計測クラブ、ウェブサイト等を活用した、計量標準の更なる成果普及及び人材育成の強化に取り組む。			トル条約では、その代替技術の開発を各国に提言している。その代替の開発を目指し、CO_2、SF_6、及び Xe の三重点(約-57 ℃、約-50 ℃、及び約-111 ℃)を実現するシステムを構築した。そして、それらの温度を 1/1,000 ℃を下回る精度で評価した。新たな技術開発により、CO_2は世界初の高精度測定の結果が得られ、SF_6、Xe は他国との高精度な一致を確認した。令和 3 年 2 月現在、代替候補の 3 物質すべてで高精度に三重点を実現できる機関は、産総研のみであり、社会的関心の高い技術的問題の解決に大きく貢献する成果が得られた。また、10 本を超える標準温度計に対し、1/10,000 ℃を下回る高精度での比較測定による性能評価も進めた。これらの結果は知的基盤整備計画に基づいて着実に成果を上げているものであり、学会発表、論文で報告した。今後は更なる技術の開発を進め、次世代の水銀フリー温度標準の確立を目指す。 ［計量標準業務に係る新型コロナウイルス感染症への対策］ 　計量標準は社会インフラであり、途絶えることは経済活動の停滞だけでなく、国民の安全・安心の確保に重大な影響をもたらす。計量標準総合センターは、計量法に従いコロナ禍下においても関連業務を継続する必要があった。令和 2 年度当初の緊急事態宣言発出時には、所管官庁と緊密に連携しつつ、受付・事前相談などに対するオンライン会議の活用、現地検査を郵送による検査への変更、基準器検査の有効期限の延長といった法令措置の要請などの対応を迅速に実施した。また、遠隔配信や参加人数の調整を含む感染防止策の実施等により、計量教習等の受け入れを維持した。さらに、ステイホームの一助として、国際単位系（SI）の基本単位の説明や自宅での工作を紹介する「大人も子供も学べるコーナー」を令和 2 年 4 月 23 日にいち早く公開した。 　その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・改定された基本単位の定義に基づき、キログラムを実現する技術の同等性確認のための国際比較に参加し、国家計量機関間の実現能力の整合性を確認した。 ・熱力学温度測定のための音響気体温度計の開発を進め、0 ℃から 30 ℃の温度域で高精度測定に成功した。 ・シリコン単電子ポンプ素子の並列駆動の実証と量子メトロロジートライアングル(量子レベルでのオームの法則の整合性:3 つの電気量（電圧、電流、抵抗)の整合性）の測定に関しては、新型コロナウイルス感染症拡大による出勤制限等の影響により、素子開発等を担う予定であった共同研究先企業の進捗に大幅な遅れが生じたため、計画達成には至らなかったが、産総研の取組として、並列駆動を可能にするシリコン単電子ポンプ素子の測定システム開発を行うとともに、ジョセフソン素子を用いて量子メトロロジートライアングル検証システムにおける量子化電圧ステップを動作確認するなどの成果を挙げており、計画達成に向けての目途が立っている状況である。		

					・計量トレーサビリティの高度化のため、装置メーカと共同で一対多型校正技術を新たに揮発性有機ハロゲン物質に適用し、3%以下の精度を実現した。 令和２年度のアウトプット(令和３年３月末) 標準供給数　2,449 件 検査・試験・審査・技術基準の作成等の支援件数　1,587 件 展示会出展数　1 件 計量研修実施数（研修人数）　186 名 セミナー、会合開催数　10 回		
	○計測技術を活用した適合性評価基盤の構築 国際同等性が担保された信頼性の高い計量標準を活用し産業標準を制定するとともに、それらに対応した適合性評価基盤を構築する。	○計測技術を活用した適合性評価基盤の構築 国際同等性が担保された信頼性の高い計測標準を活用し産業標準を制定するとともに、それらに対応した適合性評価基盤を構築する。今後の社会情勢やマーケティングにより変更される可能性はあるが、現時点では以下に取り組む。 ・国際同等性の確保された信頼性の高い計量・計測標準を活用し、製品の認証に必要となる国内外の産業標準化を推進する。 ・適合性評価基盤の構築・強	○計測技術を活用した適合性評価基盤の構築 ・国際同等性の確保された信頼性の高い計量標準を活用し、ミリ波帯コネクタの技術仕様に関する国際規格の新規提案を行う。 ・流量計や三次元測定機などに関して、適合性評価基盤の中核となる国際標準を視野に入れた研究開発を推進する。 ・データベースの整備において、スペクトルデータや熱物性データに関する情報を更新するとともに、遅滞なくユーザーに公開する。		計量標準総合センターは、国家計量標準の整備と供給（産総研法に定める第 3 号業務）を主要課題として活動し、製品・サービスの適合性評価における基盤の構築及び強化に取り組んでいる。以下に、本研究課題の令和２年度の主な実績等をまとめる。 ［自動車業界と連携した加速度計校正技術の社会実装］ 　自動車の衝突安全性は、衝突試験時にドライバーに負荷される加速度をひずみゲージ式加速度計で測定することにより評価されてきた。自動車の衝突安全性評価は、我が国の自動車会社が欧米へ輸出する際における型式承認の重要事項であり、かつその評価法では自動車産業の国際的な品質マネジメントシステム規格である IATF 16949 に準拠していることが必須である。しかし、欧米では衝撃校正によりひずみゲージ式加速度計の信頼性を評価・確保しているにも関わらず、我が国の主要自動車会社では遠心校正によるメーカの独自保証を行っていたことから、両者の校正結果の同等性が懸念されていた。そのため、産総研では、すでに保有していたレーザ干渉式衝撃測定装置及び衝撃加速度標準の技術を基にして、ひずみゲージ式加速度計の特性評価手法を新たに開発し、遠心校正と衝撃校正における校正結果の同等性を示した。さらに、その評価手法を自動車業界の関係機関と連携して確立し、遠心校正を ISO 国際規格として制定したことにより国際的な利用環境も構築した。令和 2 年度は、同規格に基づく世界初の校正事業者の ASNITE 認定取得（一次標準へのトレーサビリティと同等性証明）に技術的貢献をするなど、国家標準・国際標準化（ISO 国際規格制定）・適合性評価という、産総研ならではの三位一体による加速度計校正技術の社会実装を行った。この認定により、相互承認（MRA）された加速度計を用いて安全性試験結果を容易に証明できることとなった。一連の成果は、欧米の評価手法へ変更した場合に発生する多大なコスト負担及びこれまでに蓄積された技術データ・ノウハウの消失を防ぎ、国内の自動車産業に大きな利益をもたらした。この成果の社会的意義は産業界のみならず学術界でも高く評価されており、2020 年度 日本機械学会標準事業表彰 国際功績賞を受賞している。 ［世界最高の遠心加速度を実現した遠心流動場分離装置の構築］ 　近年、微粒子材料の精密な分級技術の開発が必要となっている。これは、高性能電池材料開発や半導体デバイス製造工程管理において、材料の数ナノ	水準を大幅に超えて達成している。 　年度計画を達成し、Q1 ジャーナル 1 報を含む 3 報の論文が掲載された。さらに、産総研が主導して提案した加速度計の評価試験法が国際標準として制定され、国内自動車業界で用いられていた評価手法の国際的な利用環境が構築された。これにより、欧米の評価手法へ変更した場合に発生する多大なコスト負担及びこれまでに蓄積された技術データ・ノウハウの消失を防ぐことができ、国内の自動車産業に多大なインパクトを与えた。この成果の社会的意義は高く評価されており、2020 年度 日本機械学会標準事業表彰 国際功績賞を受賞している。遠心流動場分離装置の構築では、国際標準化に向けて体制を構築し、産総研主導で、評価試験法を国際委員会へ提案するなどの活動を行った他、特許出願 1 件、受賞 2 件、プレ	

		化に資する、計測・分析・解析手法及び計測機器・分析装置の開発・高度化並びに計量に係るデータベースの整備・高度化に取り組むとともに、関連する情報を更新・拡充し、広く提供する。			メートルレベルでの精密サイズ制御が必要とされていることや、2020 年より新たに REACH 規制（EU で制定された化学物質の登録・評価・認可・制限に関する法案）に加えられた、サイズを根拠にした材料規制が進展しているためである。本研究では、広いサイズ範囲の精密な分級を実現するために、新たに開発した密閉性と高速回転を両立させた独自のローター回転機構を用いた遠心流動場分離装置を開発した。この装置では既存の欧州製装置の約 6 倍に相当する遠心加速度を安定に発生可能であり、ナノメートル領域における材料の分離能を画期的に向上させた。また、流路の高さが 1 mm 以下で層流を維持できる精密流路（分離チャネル）を設計することで、サイズ分級の高分解能化と分級時間の半減を達成した。当該技術を活用した装置は、令和 2 年 11 月に共同研究企業から製品販売が開始されており、先に制定した ISO/TS を用いて当該技術を活用できる。さらに汎用的な利用拡大に向けて技術の高度化を行うとともに、当該評価試験方法の妥当性確認試験をプレ標準化の国際的な枠組みである「新材料及び標準に関するベルサイユプロジェクト（VAMAS)」へ提案・開始し、国際規格(IS)制定を推進した。 ［5G/ポスト 5G 向け部材評価技術の国際標準化］ 　サービスが開始された 5G 及び今後の高度化が進むポスト 5G では、無線通信の周波数が 4G に比べて 1 桁高くなる。そして、6G においても、さらなる高周波化が進み、100 GHz を超える電磁波の利用が想定されている。このような今後 10 年以上にわたる技術動向から、高周波帯の部品や部材とそれらの評価方法の研究開発、その後の製品化の流れと並行して、標準化も必須となる。特に、部品類の評価については、IEC を中心に、IEEE などのフォーラムでの標準化が進められていることから、近年はデジュール標準（一般に認められている標準化団体が作成する標準）とフォーラム標準（幾つかの団体や企業などが協力して自主的に作成する標準）の一体的な標準化を推進してきた。令和 2 年度は、部材の評価方法の IEC 標準化を達成するとともに、企業への解析プログラムや関連特許のライセンスも実施した。今後も産総研の高精度計測技術を基盤として、経済産業省　国際電気標準課の支援を受け、ポスト 5G に向けた部品等の標準化を推進する。 　その他、本研究課題で実施した取組の結果を記載する。 ・国際標準化を視野に入れた、座標測定器（CMM）による幾何形状測定の不確かさを算出する新たな方法を開発した。 ・化学物質のスペクトル・材料物性データを公共財として活用することを目的に、有機化合物のスペクトルデータベース（SDBS)、分散型熱物性データベース（TPDS）及び固体 NMR スペクトルデータベース（SSNMR_SD）の運用を行った。 ・ミリ波帯コネクタの技術仕様に関する国際規格の新規提案に向けた体制を構築し、提案を表明するまでに至ったが、新型コロナウイルス感染症の拡大の影響を受け、予定していた会議が延期されたため、提案は来年度に持ち越しとなった。	スリリースを行った。 5G/ポスト 5G に係る成果として、部材の評価試験法が国際標準として採用され、社会的にインパクトを与えるとともに、関連特許のライセンスを実施するなど、産総研の技術が利活用されている。	

	（4）技術経営力の強化に資する人材の養成 技術経営力の強化に寄与する人材の養成・資質向上・活用促進は、産総研が担うべき重要な業務であり、イノベーションスクールやデザインスクール等の人材育成事業の充実・発展を図り、制度利用の促進を進める。	（4）技術経営力の強化に資する人材の養成 技術経営力の強化に寄与する人材の養成・資質向上・活用促進は、産総研が担うべき重要な業務であるため、「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ（令和２年１月総合科学技術・イノベーション会議決定）」における施策の方向性に基づき、イノベーションスクールやデザインスクール等の人材育成事業の充実・発展を図り、制度利用の促進を進める。 イノベーションスクールにおいては、博士号を持つ若手研究者や大学院生に向けて、産総研が有する高度で専門的な知識と技術を活かし	（4）技術経営力の強化に資する人材の養成 ・イノベーションスクールにおいては、産業界を中心として広く社会にイノベーティブな若手研究者を輩出することを目的とし、博士人材及び大学院生を対象に、受講生のニーズに合わせた講義・演習や、産総研における研究開発研修、長期企業研修などを実施する。また、修了生が主催するイベント等の運営を支援し、人的ネットワークの拡充に貢献する。さらに、スクール生以外の大学院生にもスクールの講義を聴講できるようにし、将来的なイノベーションスクールへの応募に繋げる。 ・産総研デザインスクールにおいて、イノベーションを起こそうとしている産総研と企業の人材を対象に、経済性や社会的影響まで含めた俯瞰と、理学、工学、経済学、社会学、法律学などの各分野の多様なステークホルダーとの共創によって社会的課題解決を実践できる人材の育成に取り組む。具体的には、未来洞察手法、システム思考、デザイン思考等の研修を実施し、社会課題をプロジェクトに設定して解決する。また、令和２年度は、修了生	○技術経営力の強化に寄与する人材の養成に取り組んでいるか ・技術経営力の強化に寄与する人材育成状況 等	・イノベーションスクールにおいては、企業、大学、公的研究機関等の多様な分野で活躍し、オープンイノベーションに貢献できる人材の輩出を目的として、「イノベーション人材育成コース」（若手博士研究者対象）と「研究基礎力育成コース」（大学院生対象）の２コースを開校し、年度計画通りの人材育成を達成できた。 「イノベーション人材育成コース」は４月に開校し、15 名の博士研究者を受入れ１年間のプログラムを実施した。産総研の最先端研究に従事して自身の研究能力を研鑽しながら、スクール独自の講義・演習を受講した。この中では、「異分野連携のためのコーチング」といった演習等を通して連携力を、「知的財産」や「標準化」等の講義から研究力を、「博士人材のキャリアデザイン」といった講義等から人間力の、3 つの能力を学び育てた。また、自身が希望する企業において研究開発の実態やマネジメントについて学ぶ 2～4 か月の長期企業研修を、全てのスクール生について行うことができた。これらのプログラムを修了したスクール生は、将来は民間企業をはじめ、広く社会の場で活躍し、技術経営力の強化に寄与できる「イノベーション人材」として活躍することが見込まれる。なお、内３名については、講義・演習、企業研修を終了後、そのプログラムの効果もあって早期に就職することができた。「研究基礎力育成コース」は 10 月に開講し、23 名の大学院生に対して、講義・演習と産総研での研究開発からなる半年間のプログラムを実施した。講義・演習では「社会で求められる力」、「研究論文とは」、「研究費獲得」といったプログラムを通じて、連携力、研究力、人間力を学び、研究者として自立するために必要な力を醸成した。なお、講義については、スクール生以外であっても聴講できるようにした。また、社会情勢に応じて「データサイエンス講習」といった任意選択講義も用意し、より能動的に向学を希望するスクール生に対応した。 令和２年度は新型コロナウイルス対策として講義・演習についてはオンラインでの対応も行い、全てのカリキュラムを実施できた。企業研修等の依頼や打ち合わせにも積極的にオンライン会議のシステムを用い、滞りなく研修が行えるよう対応した。オンライン講義等に関して蓄積したノウハウは、今後のスクール運営においても活用していく。 ・社会から課題を引き出し、経済性や社会的な影響まで評価を行い、技術と社会との合意形成を図りながらフィードバックするノウハウを持つ人材が不足している。デザインスクールにおいては、社会的検証技術及び、技術を社会に繋げる技術マーケティング能力の向上を目指し、社会イノベーションの実践に関する研究活動や協働プロジェクト活動を推進できる人材育成を目的として、「マスターコース」（産総研職員と企業研修生対象）と「ショートコース」（産総研職員対象）、「単発コース」（産総研職員対象）の３コースを開校し、年度計画通りの人材育成を達成できた。 「マスターコース」は７月下旬に開校し、６名の企業研修生と７名の産総研職員を受入れ６か月のプログラムを実施した。スクール生は、探求力、俯	計画通りの成果が得られた。イノベーションスクールでは、「イノベーション人材育成コース」において 15 名の博士研究者を、「研究基礎力育成コース」において23名の大学院生の育成を実施でき、技術経営力の強化に寄与しうる人材育成を行えた。 デザインスクールでは、「マスターコース」においては 13 名の産総研職員と企業研修生を、「ショートコース」においては、14 人の産総研職員を、「単発コース」においては、15 人の産総研事務系職員の育成を実施でき、技術経営力の強化に寄与しうる人材育成を行えた。	

		つつ、広い視野や企画力及び連携力等を習得する講義・演習、産総研での研究開発研修、民間企業での長期インターンシップ等のプログラムを実施し、社会の中でいち早く研究成果を創出できる人材の養成に取り組む。また、社会課題への理解を深める講義・演習を充実させるとともに、修了生による人的ネットワークの拡大を支援する。 デザインスクールにおいては、社会から課題を引き出し、経済性や社会的な影響まで評価を行い、技術を社会と合意形成しながらフィードバックするノウハウを持つ人材が不足していることから、社会的検証技術及び技術を社会につなげる技術マー	の卒業後の交流・プロジェクト推進等を支援しながら、ワークショップやシンポジウムの開催、大学や企業へのコンサルティング活動等の産学官民共創活動を展開する。		瞰力、共創力、実践力の４つの力を培うことを目的として、カリキュラム作成や評価方法の開発などで連携しているデンマークのKAOSPILOTの講師によるクリエイティブリーダーシップ研修、未来を俯瞰するための未来洞察、共創力などを培うデザイン思考、アート思考などを学びながら、地域の社会課題をテーマとしてアクティブラーニングを行い、1 月末の成果報告と評価委員会における総合評価を経て、2 月初旬に無事全員の修了式を迎えた。令和 2 年から開始した「ショートコース」では、産総研所内のマスターコース修了生が講師を務め、マスターコースで得られた知見を元にデザイン・実践するコース（計５回）を開き、主に共創力を養う研修を行った。また「単発コース」では、産総研事務職を対象に、マスターコースの最初に行っているKAOSPILOTのクリエイティブリーダーシップ研修を行った。 さらには、研修以外の広報活動として、年 5 回の Designing X in new normal ageとして、オンラインでの心理的安全な場の構成、well-being,サスティナビリティ、組織、共感型リーダーシップについてのオンラインシンポジウムを行い、毎回100名以上の参加者を集めた。 令和２年度は、新型コロナウイルス感染症対策として、全ての研修、イベントを基本オンラインで設計、実行、評価を行う必要から、全てのカリキュラムなどを再設計して行った。結果的に、令和元年度までの対面での研修とは遜色のない研修生の気づきと学びを得ることができた。ここで蓄積されたオンライン研修のノウハウは、産総研所内の他の研修についてアドバイスを行うことで利活用されている。令和３年４月の新人職員研修では、デザインスクールの設計による一部のカリキュラムを行うべく、人事部人材開発室と調整中である。修了生の交流、プロジェクト推進としては、月１回のペースで、アルムナイのオンラインミーティングを開催した。また、オンラインでのワークショップ開催や人材育成手法に困っている、所内の他部署、大学、企業からの研修の依頼が来ている。		

		ケティング能力の向上を目指し、社会イノベーションの実践に関する研究活動や協働プロジェクト活動を推進できる人材育成に取り組む。					

様式２－１－４－１　国立研究開発法人　年度評価　項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅰ―４	研究開発成果を最大化する中核的・先駆的な研究所運営		
関連する政策・施策	我が国全体の科学技術イノベーション政策	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人産業技術総合研究所法第１１条第１項
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	（研究開発評価、政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

①主な参考指標情報

	基準値等	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）

	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度
研究開発予算額（千円）	1,543,607				
従事人員数	321 の内数				

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
				主な業務実績等	自己評価	
４.研究開発成果を最大化する中核的･先駆的な研究所運営	４.研究開発成果を最大化する中核的･先駆的な研究所運営	４．研究開発成果を最大化する中核的・先駆的な研究所運営	○特定研究開発法人として求められている取組を推進できているか ○国の施策等への貢献に取り組んでいるか ・特定研究開発法人としての取組状況 ・国の研究プロジェクト等への取組状況 等	「特定法人の役割」については、理事長のリーダーシップの下、世界最高水準の研究成果の創出、普及及び活用を促進し、国家的課題の解決を先導するため、「第５期 産総研の研究に関する経営方針」を策定した。さらに、経営方針について理事長自身が職員へ説明する場を設けるなどにより、経営方針の所内浸透に取り組んだ。また、理化学研究所や情報通信研究機構等と連携して「人工知能研究開発ネットワーク」を運営し、我が国のイノベーションシステムの牽引に向けた取り組みを実施した。 「技術インテリジェンスの強化・蓄積及び国家戦略等への貢献」については、所内に技術インティジェンスワーキンググループ（技術インテリ WG）を立ち上げ、我が国最大級の機能を活かした最先端の技術動向の把握・分析により、積極的に経済産業省や NEDO-TSC へ情報提供を進めた。また、国が策定する研究開発の方針等の国家戦略等に企画立案段階から貢献するなどの成果が得られた。 「国の研究開発プロジェクトの推進」については、関係部署に産総研が取り組むべき研究テーマを積極的に提示することによって、新型コロナウイルス感染症対策についての AMED 事業として 10 件の課題が採択された。また、FREA での再生可能エネルギーと水素エネルギーに関するプロジェクトなど経済産業省等との連携により設置された重要拠点について、政策要請を踏まえた運営を行った。 「国際的な共同研究開発の推進」については、ゼロエミッション国際共同	＜評定と根拠＞ 評定：Ｂ 根拠：「特定法人の役割」として、理事長のリーダーシップの下、世界最高水準の研究成果の創出、普及及び活用、国家的課題の解決の先導のための経営方針を策定、「技術インテリジェンスの強化・蓄積及び国家戦略等への貢献」として、我が国最大級の機能を活かした最先端の技術動向の把握・分析をもとに経済産業省や NEDO-TSC への情報提供、「国の研究開発プロジェクトの推進」として、新型コロナウイルス感染症対策	評定　Ｂ ＜評定に至った理由＞ 自己評価書の「Ｂ」との評価結果が妥当であると確認できた。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善方策＞ ・強力なトップマネジメントの下で、更なる研究開発成果を創出し、それ

					研究センターにおいて、国際会議「RD20」の第２回開催事務局を担い、G20 を中心とする国立研究機関等との人的交流や国際共同研究の連携強化を図り、環境対策に資する革新技術の研究開発を推進した。	などのプロジェクトの採択、ゼロエミッション国際共同研究センターなどの「国際的な共同研究開発の推進」などの実施により、多くの顕著な実績・成果を得ることができた。 以上、研究開発成果を最大化する研究所運営として、目標の水準に達したことなどを総合的に判断して、自己評価を「Ｂ」とした。 ＜課題と対応＞ 　世界最高水準の研究成果の創出のためには、理事長のリーダーシップの下で、産総研の総合力を発揮することが重要であり、そのための効率的な組織運営が重要と考えている。 　「社会課題の解決」及び「橋渡し」研究の推進のため、基礎的な研究が手薄になり、長期的な視点での基礎体力が弱体化しないよう、限られたリソースの中でバランスの取れたマネジメントが重要である。	らのグローバルな社会実装、新興国研究機関との連携を推進すること。 ・バックキャスティングで思考する過程が重要であり、その作成する過程を共有するステークホルダーの設定もキーとなるため、広く意見を聞く体制の構築を検討すること。 ・文理融合を更に進めること。 ・研究者の外国人比率、女性比率の増加に努めること。 ・先進的な研究の成果を拡大するために、若手のマネジメントの抜擢や、経験のある人材の外部獲得・適切なシフトも行うこと。

	（1）特定法人としての役割 理事長のリーダーシップの下で、特定法人に求められている以下の取組を推進する。 ・国家戦略に基づき、世界最高水準の研究成果の創出、普及及び活用を促進し、国家的課題の解決を先導する。 ・我が国全体のイノベーションシステムを強力に牽引する中核機関として、産学官の人材、知、資金等の結集する場の形成を先導する。 ・制度改革等に先駆的に取り組み、他の国立研究開発法人をはじめとする研究機関等への波及・展開を先導する。 ・法人の長の	（1）特定法人としての役割 理事長のリーダーシップの下で、特定法人に求められている取組を推進する。具体的には、世界最高水準の研究開発成果を創出し、イノベーションシステムを強力に牽引する中核機関としての役割を果たすべく、科学技術基本計画等の国家戦略に基づき社会課題の解決に貢献する世界最高水準の研究開発等に取り組む。 また、「AI 戦略 2019（令和元年６月統合イノベーション戦略推進会議決定）」や「革新的環境イノベーション戦略（令和２年１月統合イノベ	（1） 特定法人としての役割 ・「AI 戦略 2019」に基づき、理化学研究所、情報通信研究機構と連携し、日本の AI の研究開発などの連携の機会を提供する「AI 研究開発ネットワーク」を運営する。 ・ゼロエミッション国際共同研究センターを中心に「革新的環境イノベーション戦略」を実施する国内研究拠点の府省・官民連携を行う「ゼロエミッション拠点フォーラム（仮称）」を主催するとともに、「東京湾岸ゼロエミッション・イノベーションエリア」構想に主要機関・事務局として参画する。 ・特定国立研究開発法人特例随意契約（特例随契）について、1,000 万円への上限金額引上げに応じて体制を整備する。 ・特例随契を導入した知見を提供することにより、同制度の他機関への適用拡大に貢献する。 ・迅速、柔軟かつ自主的・自律的なマネジメントを実施するため、PDCA の機能強化に資する組織体制を見直す。		・理事長のリーダーシップの下で、国家戦略に基づき、世界最高水準の研究成果の創出、普及及び活用を促進し、国家的課題の解決を先導するため、「第 5 期 産総研の研究に関する経営方針」（経営方針）を策定した。また経営方針について理事長自身が職員へ説明する場を設けるとともに、各部署内での意見交換を促すことにより、経営方針の所内浸透に取り組んだ。さらに、「研究テーマの品質向上」などによって産総研の価値を向上させ、企業及び大学と連携してオープンイノベーションを促進していくことを示した経営方針を、理事長自らが外部での講演やメディアへの取材対応により喧伝することで、冠ラボの新規開拓を含めた我が国のイノベーションシステムの牽引に向けた取り組みを実施した。 ・「AI 戦略 2019」に基づき、理化学研究所や情報通信研究機構等と連携し、「人工知能研究開発ネットワーク」の運営等の取組を実施した。具体的には、会員機関に対する「新型コロナウイルス感染症対策に係る AI を活用した取組」の調査結果の発信や「人間中心の AI：第 2 回仏独日シンポジウム」の共催活動などの連携の機会の提供を通じて、人工知能研究開発の活性化に取り組んだ。 ・「東京湾岸ゼロエミッション・イノベーションエリア」構想を具体化するものとして令和 2 年 6 月に設立された、「東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会」に、ゼロエミッション国際共同研究センターは事務局及び幹事機関として参画し、同構想の推進に取り組んだ。また、国内研究拠点の府省・官民連携を行う「ゼロエミッション拠点フォーラム（仮称）」の主催に向けて、文部科学省の次世代エネルギー基盤研究拠点設立との協調を図るなど関係省庁との調整を行い、令和 3 年度の開催に向けた準備を進めた。 ・特定国立研究開発法人特例随意契約（特例随契）について、規程類の整備、これまで一部研究職員により行われていた検収作業を事務職員に一本化した検収体制構築等のガバナンス強化を行い、年度計画通り 1,000 万円への上限金額引上げに相応しい体制を整備した。 ・年度計画に基づく着実な体制整備により他の国立研究開発法人に先駆けて特例随契の上限金額引き上げに取り組んだ。引き上げが認められたことで、他の国立研究開発法人への波及や展開が期待される制度改革に貢献した。 ・迅速、柔軟かつ自主的・自律的なマネジメントのため、企画本部内に新た	理事長のリーダーシップの下で、特定法人として求められている役割について、計画通りの成果が得られた。具体的には、我が国のイノベーションシステムの牽引に向けた「人工知能研究開発ネットワーク」の理化学研究所や情報通信研究機構等と連携した運営や、制度改革等への先駆的な取組に向けた特例随契の上限額引き上げへの体制整備などに取り組んだ。	＜その他事項＞ 特になし

	明確な責任の下、迅速、柔軟かつ自主的・自律的なマネジメントを実施する。	ーション戦略推進会議決定)」等に基づき、人工知能研究センターやゼロエミッション国際共同研究センター等で産学官の叡智を結集して研究を推進する活動をはじめとして、他の国立研究機関等との連携を主導することで我が国のイノベーションシステムの牽引に貢献する。 併せて、第４期に他の特定法人に先駆けて特定国立研究開発法人特例随意契約を導入した知見を提供することにより、同制度の他機関への適用拡大に貢献するとともに、所内における諸制度の運用改善を図りつつ、必要な制度改革を積極的に働きかける。 こうした様々な取組を効果			に研究戦略室及び研究評価室を設置する組織体制の見直しにより、第５期中長期目標期間内の組織評価方針である「定性的評価」に合わせて、成果の質をきめ細かく自己評価し、PDCA を可能とする体制を整備した。また、社会課題解決に向けた融合研究を推進するためのロードマップを策定し、フォローアップに取り組んだ。		

		的に推進するために、PDCAの機能強化に資する組織体制の見直しを行うことにより、迅速、柔軟かつ自主的･自律的なマネジメントを実施する。					
	（2）技術インテリジェンスの強化･蓄積及び国家戦略等への貢献 産業競争力の強化に向けて我が国が重点的に獲得すべき優れた技術シーズやエマージングテクノロジーを探索・特定し、これらに対して限られたリソースを戦略的に配分するためには､国自らが世界の産業や技術の動向･競争力を俯瞰し､国家戦略を描くための技術インテリジェンスの強化や蓄積が必要となる。 産総研は､国	（2）技術インテリジェンスの強化･蓄積及び国家戦略等への貢献 世界最高水準の研究開発成果の創出に向けた研究開発を推進する中で､最先端の技術動向の把握や革新的技術シーズの探索・発掘等､自らのインテリジェンス機能のさらなる向上を図るとともに､必要に応じて､経済産業省や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）の技術戦略研究センター(TSC)に対して､その	（2）技術インテリジェンスの強化・蓄積及び国家戦略等への貢献 ・世界最高水準の研究開発成果の創出に向けた研究開発を推進する中で、機微情報の管理に留意しつつ、最先端の技術動向の把握や革新的技術シーズの探索・発掘等、自らのインテリジェンス機能のさらなる向上を図るとともに、所内の各研究者が有する技術インテリジェンス機能をより発揮する仕組みの構築を進める。同時に、経済産業省をはじめとする府省や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）の技術戦略研究センター（TSC）等との情報交換を通じ政策ニーズを踏まえつつ、積極的に研究動向、技術動向を検討すると同時に、新たな技術シーズに係る研究開発の提案を行い、国が策定する第6期科学技		・様々な研究のバックグラウンドを持つ産総研研究者延べ 40 名からなる技術インテリジェンスワーキンググループ（技術インテリ WG）を立ち上げて、年度計画の通り自らのインテリジェンス機能のさらなる向上や、所内の各研究者が有する技術インテリジェンス機能をより発揮する仕組みの構築を進めた。具体的には、技術インテリ WG において、産総研が設定した社会課題の解決に向けた 4 つの研究テーマ（ウィズ／アフターコロナ、ゼロエミッション、資源循環、次世代ヘルスケア）ついて、解決に向けた技術的手段と産総研が強みを持つ技術の分析をするとともに、その分析結果をもとに既存研究テーマの強化や理事長裁量予算による新たな研究テーマの立ち上げを行った。 また、技術インテリ WG の取組の 1 つとして企画本部と研究領域が連携して産総研の技術インテリジェンスを外部に提供する体制を構築した。併せて、国が策定する研究開発の方針等の国家戦略に企画立案段階から貢献した。具体的には、経済産業省と NEDO-TSC との間で、ゼロエミッションや資源循環等に関する技術交流会を開催することで、該当分野における産総研が持つ先端的な知見や研究開発動向などの技術インテリジェンスを積極的に提供した。また、経済産業省と検討した施策（国内において保持する必要性の高い重要技術に関する研究開発の継続・技術の承継）が、国が策定した「統合イノベーション戦略 2020」や「第 6 期科学技術・イノベーション基本計画」に反映された。	技術インテリジェンスの強化・蓄積及び国家戦略等への貢献について、計画通りの成果が得られた。具体的には、技術インテリジェンスの強化・蓄積に向けた所内の技術インテリ WG を立ち上げ、我が国最大級の技術インテリジェンス機能を活かした最先端の技術動向の把握及び技術分析により、積極的に経済産業省や NEDO-TSC へ技術インテリジェンスの提供を進めた。また、国が策定する研究開発の方針等の国家戦略等に企画立案段階から貢献した。	

	立研究開発法人として我が国最大級の技術インテリジェンス機能を有することから、最先端の技術動向の把握、ゲームチェンジをもたらしうる次なる革新的技術シーズの探索や発掘など、自らのインテリジェンス機能の更なる向上を図るとともに、経済産業省や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）の技術戦略研究センター（TSC）に対して技術インテリジェンスを提供し、産業技術に係る知見の蓄積、共有、関係機関の能力向上に貢献できる組織体制を構築する。 　また、技術インテリジェンスや人的ネットワークを活かし、国が策定する研究開発	見識の共有を行う。具体的には、我が国最大級の技術インテリジェンス機能を有する国立研究開発法人として、研究開発に資する幅広い見識を活かし、経済産業省や NEDO との密なコミュニケーションを通じて、国が策定する研究開発の方針等の国家戦略等の策定に積極的に貢献する。	術基本計画（仮称）、統合イノベーション戦略 2020（仮称）等の国家戦略等の策定に貢献する。				

	の方針等の国家戦略等の策定において、経済産業省やNEDO に対して企画立案段階から積極的に貢献する。						
	（３）国の研究開発プロジェクトの推進 世界最高水準の技術インテリジェンスを蓄積する特定法人として、経済産業省及び NEDO、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）等の関係機関と連携しつつ、引き続き、国の研究開発プロジェクトにおける主導的役割を担う。 また、福島再生可能エネルギー研究所や AI 研究拠点、ゼロエミッション国際共同研究センター、量子デバイスを含む次世代コンピューティング拠点等、	（３）国の研究開発プロジェクトの推進 経済産業省等の関係機関との連携により、国家戦略を実現するための国の研究開発プロジェクトの組成に貢献する。また、NEDO や国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）等の研究開発プロジェクトにおいては、担当する研究だけでなく、プロジェクトリーダーとして成果の創出に向けてプロジェクトを牽引する役割についても積極的に果たす。 国の施策を推進するうえでの重要拠点	（３）国の研究開発プロジェクトの推進 ・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）や国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）等の研究開発プロジェクトに積極的に参画するとともに、プロジェクトを牽引する役割についても積極的に担う。 ・ゼロエミッション国際共同研究センターの研究設備を整備して、「革新的環境イノベーション戦略」の重点研究テーマの基礎研究を推進する体制を整える。併せて、基礎研究成果に基づく実証・実装研究を福島再生可能エネルギー研究所（FREA）と連携して進める体制を整える。また、FREA は再生可能エネルギーに関するわが国唯一の国立研究機関として、多様な最先端研究開発を推進するとともに、被災地復興、地方創生に資する産学官連携、人材育成を加速させる。 ・サイバーフィジカルシステム（CPS）研究棟における		・NEDO や AMED 等の研究開発プロジェクトに積極的に参画するため、関係部署に産総研が取り組むべき研究テーマを積極的に提示した。その結果、新型コロナウイルス感染症対策について、AMED 事業として 10 件の課題が採択された。 ・「革新的環境イノベーション戦略」の重点研究テーマを推進するため、産総研つくば西事業所においてゼロエミッション国際共同研究センターの研究拠点を整備するとともに、福島再生可能エネルギー研究所（FREA）とオンラインツールの活用を含めた複数回にわたる研究交流会と意見交換会を通じ、再生可能エネルギーや水素・エネルギーキャリア技術を中心に基礎研究成果に基づく実証・実装研究を連携して進めるための体制を整えた。FREA では再生可能エネルギーと水素エネルギーに関し、NEDO 事業等の国のプロジェクトの推進及び、企業との共同研究による技術実証と普及を推進した。さらに被災地企業のシーズ支援事業により、被災地企業に対して令和 2 年度に 17 件の技術開発支援を行った。なお、被災地企業の 4.5 億円の売り上げ（令和 2 年度調査額）に貢献した。また、リサーチアシスタント（RA）を 7 名、技術研修生 12 名を受け入れるなど、人材育成にも貢献した。 ・産業用ロボット大手 6 社が設立した技術研究組合である「産業用ロボット次世代基礎技術研究機構（ROBOCIP ロボシップ）」と連携し、NEDO 事業「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」を実施、サイバーフィジカルシステム研究棟の小型模擬店舗における商品ハンドリングのための基盤技術となる商品データベース設計を開始した。 AI 橋渡しクラウド(ABCI)を活用した、NEDO 事業「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」など、国の研究プロジェクトを実施、AI 基盤技術開発及び社会実装の加速化に取り組んだ。 また、「人工知能研究開発ネットワーク」のホームページにおいて、「新型コロナウイルス感染症対策に係る AI を活用した取組」の調査結果や AI 学習用のデータセットなどを公開する取組により、AI 技術の普及に貢献した。 ・年度計画通り、次世代コンピューティング技術の研究開発の中心となる新原理コンピューティング研究センターと、プラットフォームフォトニクス研究センターを令和 2 年 10 月に設置した。	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)や国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)等と連携し、国の研究開発プロジェクトを積極的に牽引した。具体的には、新型コロナウイルス感染症対策について、AMED 事業として 10 件の課題が採択された。 また、経済産業省等との連携により設置された重要拠点について、政策要請を踏まえた運営を行った。	

	国の施策を推進する上での重要拠点の機動的な設置や効果的な運営を経済産業省等との連携により、着実に推進する。	としては、まず、2050 年までの温室効果ガスの 80%削減に向けた革新的環境技術に関する基盤研究を世界の叡智を融合させながら進めるための「ゼロエミッション国際共同研究センター」を整備し、同センターと「福島再生可能エネルギー研究所(FREA)」との連携により、革新的環境技術の研究開発において世界をリードする。また、国の研究機関として初めての AI 研究拠点である「人工知能研究センター(AIRC)」は、「AI 戦略 2019(令和元年６月統合イノベーション戦略推進会議決定)」において、AI の実世界適用に向けた AI 基盤技術と社会への橋渡しに向けた研究の世界的な中	産学官連携活動を推進するとともに、AI 橋渡しクラウド(ABCI)の利用促進や「AI 研究開発ネットワーク」を通じた AI 技術の普及に貢献する。 ・次世代コンピューティング技術の研究開発を実施する研究センターを設置する。				

		核機関として世界をリードすることが期待されており、その役割を担うため、AI 橋渡しクラウド（ABCI)やサイバーフィジカルシステム（CPS）研究棟を含む AI グローバル研究拠点における研究開発との好循環の形成により、AI 基盤技術開発及び社会実装の加速化に取り組む。また、「AI 研究開発ネットワーク」の事務局として、AI 研究開発に積極的に取り組む大学・公的研究機関等との連携を積極的に推進する。 　さらに、量子デバイスを含む次世代コンピューティング拠点を経済産業省等との連携により整備すること等に取り組む。					

	（4）国際的な共同研究開発の推進 主要国(G20)のクリーンエネルギー技術分野の研究機関のリーダーを集めた国際会議「RD20 (Research and Development 20 for clean energy technologies)」を開催することをはじめ、研究機関間の国際的なアライアンス強化や人的交流を図る。さらに、機微技術の着実な管理に留意しつつ、ゼロエミッション国際共同研究センターを中心とするゼロエミッションと我が国の産業競争力の強化に貢献する国際的な共同研究等を行うことをはじめ、国内のみならずグローバルな視点からの社会課題解決を推進する。	（4）国際的な共同研究開発の推進 「ゼロエミッション国際共同研究センター」において、G20 を中心とする世界有数の国立研究機関等のリーダーが出席する国際会議「RD20 (Research and Development 20 for Clean Energy Technologies)」の開催事務局を担い、研究機関間の国際的なアライアンス強化や人的交流を促進するとともに、国際連携拠点としてのイノベーションハブ機能を果たす。また、同センターにおいて「革新的環境イノベーション戦略(令和２年１月統合イノベーション戦略推進会議決定)」に登録された重点研究テーマの研究を実施し、国内	（4） 国際的な共同研究開発の推進 ・ゼロエミッション国際共同研究センターにおいて、国際会議「RD20 (Research and Development 20 for clean energy technologies)」の開催事務局を担うとともに、G20 を中心とする国立研究機関等との人的交流や国際共同研究の強化を図り、環境対策に資する革新技術の研究開発を推進する。		・ゼロエミッション国際共同研究センターにおいて、国際会議「RD20 (Research and Development 20 for clean energy technologies)」の第２回の開催事務局を担い、オンライン開催、テクニカルセッション及びリーダーズセッションから構成される複数日にわたるプログラム、取りまとめ文書の議長サマリーからリーダーズサマリーへの発展等、第１回会議からの進化を実現しつつ、G20 を中心とする国立研究機関等との人的交流や国際共同研究の連携強化を図り、環境対策やクリーンエネルギー技術に関する革新技術の研究開発を推進した。	ゼロエミッション国際共同研究センターにおいて、国際会議「RD20 (Research and Development 20 for clean energy technologies)」の第２回開催事務局を担い、オンライン開催等を取り入れ第１回会議からの進化を実現しつつ、G20 を中心とする国立研究機関等との人的交流や国際共同研究の連携強化を図り、環境対策に資する革新技術の研究開発を推進した。	

		のみならずグローバルな視点から温暖化対策に貢献する革新技術の早期実現に貢献する。					

４．その他参考情報	
通則法第 28 条の４の規定に基づく評価結果の反映状況	
評価結果	令和２年度の対応状況
（総合評価） ● より安定的に民間資金の導入を図るには、企業のグローバル化を見据えるとともに、既に実施しているオープンイノベーションラボラトリ（OIL）に参加している大学などの多様な研究者、産学連携コーディネータなどの取り込みを図り、よりグローバルでオープンな形での産官学共同研究を実施していくことが重要。このようなプラットフォームを構築することにより、企業連携を担う人材不足の解消や企業連携を促進するための支援人材不足が解消されることが期待される。加えて、様々な段階での共同研究が展開され、共同研究の暗黙知的ノウハウが形式知化され、より効率の良い共同研究が展開されることが必要。	● ゼロエミッション国際共同研究センター、冠ラボ・オープンイノベーションラボラトリ（OIL）等で、グローバルでオープンな形での産官学共同研究を推進することを目指した。 冠ラボについては、3 つの新規冠ラボの設立支援と、計 17 ラボの活動支援を行い、そのうち、5 つの冠ラボが他企業や大学等との共同研究を実施（計 9 件）した。また、冠ラボの技術を移転してスタートアップ企業が新規に設立されるなど、冠ラボをプラットフォームとした連携・融合活動が様々な形で社会に展開され始めた。OIL と他機関との共同研究契約件数は 25 件、外部資金の獲得額は約 5.4 億円に増加した。OIL をハブとした異分野融合の促進と連携・融合プラットフォームの機能強化に向けた取組が着実に進んでいる。RD20 の第 2 回の開催事務局を担い、オンライン開催、複数日にわたるプログラム等、G20 を中心とする国立研究機関等との人的交流や国際共同研究の連携強化を図り、環境対策やクリーンエネルギー技術に関する革新技術の研究開発を推進した。
● 目標の主軸を変更するのであれば、産総研は何をもって国に貢献するのか、その点を明確にしなければならない。実際の運営においては、民間資金獲得における評価等を見ても、各領域の縦割りが強すぎる面がある。技術に融合分野が増えているように、領域横断的なプロジェクト運営を柔軟に行う仕組みを構築すべき。	● 経済産業政策の中枢的実施機関として、社会課題の解決に向けたイノベーションを主導していくとともに、これらイノベーションを支える基盤的研究、既存の産業分野の枠を超えた領域横断的な標準化活動、地質調査や計量標準に関する知的基盤の整備に取り組んだ。また、領域横断的なプロジェクト運営を柔軟に行うために、領域融合センター・ラボを設置し、社会課題解決に向けた研究開発を領域の枠を超えて進めるための組織づくりを行った。 産総研の総合力を活かした社会課題の解決に向けて、領域融合研究等を通して複数の国プロ・民間企業との実証実験等を主体的に進め、複数の技術の社会実装などにより社会課題解決の道筋が明確となった。イノベーション・エコシステムを支える基盤整備に向けて、多種多様なデータ収集のためのセンシングシステム技術、SiC などのパワーデバイス、陸域・海域、沿岸域・都市域などの地質図幅の出版などの整備を実施し、産業基盤として極めて重要性が高い技術開発を実施した。社会課題解決に向けた融合センター・ラボの設立・運営に関する総合調整の実施、社会課題からのバックキャストによる研究テーマを設定及び戦略的な研究開発推進のための研究戦略の策定など戦略的研究開発の推進のための研究マネジメントを実施した。
● 橋渡しについては、橋渡しできる人材の確保が難航したと振り返っている分野が一つ以上あり、本部との情報共有によって早期に状況を把握し、支援を提供する事が必要。	● 領域におけるイノベーションコーディネーターや連携主幹の充実を目指して、領域とイノベーション推進本部による意見交換の場などで課題の共有に努めるとともに、人材確保や育成に向けた必要な支援を検討し実行した。具体的な支援策として、橋渡しの拡充を図るうえで必要となるマーケティング、知的財産等の専門人材の強化育成に向けた各種研修やセミナー等の企画や、イノベーションコーディネーター向けのマニュアルの整備を進めた。

		拡大技術マーケティング会議を3回開催し、領域における連携担当者を含めた連携活動の好事例の共有等を行った。領域からの標準化ニーズ発掘のための情報収集体制を整備（相談件数5件）し、領域と調整しながら戦略策定に着手（3件）した。技術コンサルティング制度活用状況の分析結果について領域へ説明会を実施した。領域の企業担当イノベーションコーディネーター等と協力して、産総研知財の活用促進に向け、有望な技術シーズに対する知財アセットの構築支援を行うための、要素技術の調査を開始した。新任のイノベーションコーディネーターや企業連携に関心のある職員を対象に、その基本知識や所内制度等を習得する連携人材育成研修（令和2年10月22日実施/113名）を開催した。領域を含めた所内における知財人材育成のため、知的財産権研修（基礎編（受講者177名、修了者82名）、発展編（受講者39名、修了者25名））や、知財・標準化セミナー（8月（受講者80名）、9月（受講者31名）、10月（受講者115名）、11月（受講者73名））を実施した。イノベーションコーディネーター向けのマニュアルを整備し、冊子として配布した。	
	● 全体のマネジメントについては、今回より、未達の要因分析と対応策が自己評価書でも明示され、振り返りプロセスが改善した。成功の要因についても分析する事が望ましい。領域をまたいで、様々な立場から、振り返りの共有を強化することが求められる。	● 第4期の反省を生かして、技術インテリジェンスの強化、領域融合を推進するための組織を構築し、強化を図った。理事長のリーダーシップの下、世界最高水準の研究成果の創出、普及及び活用、国家的課題の解決の先導のための経営方針を策定、「技術インテリジェンスの強化・蓄積及び国家戦略等への貢献」として、我が国最大級の機能を活かした最先端の技術動向の把握・分析をもとに経済産業省やNEDO-TSCへの情報提供、「国の研究開発プロジェクトの推進」として、新型コロナウイルス感染症対策などのプロジェクトの採択、ゼロエミッション国際共同研究センターなどの「国際的な共同研究開発の推進」などの実施により、多くの顕著な実績・成果を得ることができた。	
	● 現状の更なる改善点の洗い出しやこれを踏まえた一層の取組を強化し、マーケティング機能を支える組織全体の体制の整備や意識改革も引き続き行っていくことが必要。	● マーケティング機能を支える組織については、社会課題解決に向けたバックキャストによる研究テーマ設定や、戦略的な国際標準化活動の推進を目指して、組織全体の体制整備を行うとともに、橋渡しの拡充を図るうえで必要となるマーケティング、知的財産等の専門人材の強化育成に向けた各種研修やセミナー等の開催を通じて、意識改革に関する取組を行った。 体制強化として主に以下の4点を実施した。標準化推進センターを新たに設置（令和2年7月1日）。標準の専門人材「標準化オフィサー」を新設してワンストップサービスでの相談体制を整備した。また、デジタルアーキテクチャ推進センター情報標準化推進室と連携して、標準化活動をけん引する体制を強化した。所内標準化ネットワーク構築のため「標準化の会」を新設（令和2年7月10日開始、327名）し、標準化への意識啓発を実施した。知的財産部に技術移転業務を移管（令和2年7月1日）し、知的財産オフィサーと技術移転マネージャーとの連携を強化。イノベーションコーディネーターや中小企業連携コーディネータ等とも連携し、企業への多角的な働きかけの議論を開始。研究推進組織と緊密に連携し、ベンチャー創出に組織的に対応する体制を整備。創業候補案件の調査、発掘や創業前段階からの事業戦略の構築支援等に取り組む専門人材（スタートアップコーディネーター）をベンチャー開発センターに2名、新たに配置。また、専門人材の育成に向け、連携人材育成研修、知的財産権研修、知財・標準化セミナー、産総研の経営方針等に係る本部勉強会（2回）、本部職員のコンプライアンス意識啓発のための研修会（令和2年12月18日実施/159名）、職員のモチベーション向上及びコミュニケーション円滑化を目的としたミーティング（9回/産学官契約部）など、相互の活動への理解と業務を模索するための各種研修やセミナー等を開催した。	
	● 組織改革や人材の育成・活用についても、優秀な若手・中堅人材の研究者獲得と人材流動化促進を積極的に行いRA制度やクロスアポイントメント制度の更なる活用も含めた組織内外の若手雇用・育成と、シニア世代の能力・経験の最大活用を図っていくことが必要。	● 多様な採用制度を柔軟かつ効果的に活用し、優秀な若手・中堅人材を積極的に採用するとともに、一定の年齢に達した研究職員一人一人の「適性の見極め（キャリアゲート）」を実施することにより、研究業務から研究連携業務等の支援業務へ人材流動を進め産総研全体のパフォーマンスの最大化を	

		図った。リサーチアシスタント（RA）については、国の取組状況等に応じて、産総研全体での受入増を目指し、併せてクロスアポイントメント、兼業等の人事制度を活用し、優れた研究人材の循環を促進するとともに、引き続き再雇用制度を活用し、定年に達したシニア世代の能力・経験の最大活用を図った。 ゼロエミッション国際共同研究センターで行う革新的な研究を担う人材や、社会課題の解決のための研究を推進する人材を採用した。また、採用選考は原則オンライン面接とし、海外等の遠方からも選考を受けやすい体制とし、優秀な人材の採用に結びつけた。また、新たな職制に対応した評価基準等を設定するとともに、一定の年齢に達した研究職員一人一人の適性を見極め今後のキャリアパスを考える機会「キャリアゲート」を実施した。令和 2 年度は 19 名の者をキャリアチェンジし、組織全体のパフォーマンスの向上を図った。令和 2 年度は、新規に 5 件のクロスアポイントメント協定を締結し、大学法人及び民間企業との間の受入者・出向者は総勢 56 名となった。また、リサーチアシスタント制度を引き続き活用し、令和 2 年度の採用実績は 465 名である。さらに、兼業については、令和 2 年度 971 件の実績となり、優れた研究人材の循環を促進した。平成 30 年度よりシニアスタッフ（再雇用制度）の配置について、研究推進組織に配置することを可能とし、定年に達したシニア世代の能力・経験の最大活用を図った。	
	（民間資金の対応方策：エネルギー・環境領域） ● 短期間で人的資源不足を解消することは人材育成の観点からも困難であるため、人的資源の課題は長期的に対応し、引き続き短期間で対応可能な共同研究 1 件あたりの獲得額増加に努めることで民間資金獲得額の向上を図る。主な取組として、一定金額規模以上の共同研究全てにイノベーションコーディネーター等を配置するなど体制の強化を図る。さらに、テクノブリッジフェアにおける個別企業の招待や個別企業への領域幹部の訪問機会を強化するなど、積極的な企業連携の強化に努める。	● 民間資金獲得額をモニタリングしつつ、イノベーションコーディネーターの再配置や領域幹部による企業への働きかけを強化することで、連携を拡大させた。 担当イノベーションコーディネーターと領域幹部による企業幹部への働きかけを行うことにより、令和 3 年度開始の新たなパワーエレクトロニクスの大型共同研究 1 件の獲得と、令和 3 年度からの新たな大型共同研究を前提とした技術コンサル 1 件の開始につながった。FREA 清水建設冠ラボでは、商用規模（水素貯蔵量 1,000 m^3～）への拡大に向けた課題解決と、実証のために令和 3 年 7 月～令和 5 年度末の予定で第 2 フェーズの冠ラボとして継続することで合意した。東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会では、参加企業等の活動を紹介するセミナーなどを企画・運用して、産学官それぞれの協業可能性、次期連携の働きかけを実施した結果、参画企業等からの連携希望が寄せられ、公的資金公募への提案などの議論が進んだ。	
	● 幅広い研究テーマにおける橋渡し研究を促進するために、領域の持つ有望なシーズを軸とした①民間資金で運用されるプラットフォーム型研究活動の拡大、②プラットフォーム型研究活動から資金提供型共同研究への展開、③技術コンサルティングから資金提供型共同研究への展開へ向けた継続した取組が必要。	● 民間企業ニーズの把握と、それに応じて①～③の適切な形態での連携強化に努めた。具体的には、プラットフォーム型研究活動については、コンソーシアム活動を活用して新たな個別企業との連携を模索し、技術コンサルティングについても、コンサルティングの活動の中で生まれた課題解決型の共同研究の立案などを図った。 ①令和 3 年 3 月にパワーエレクトロニクスのプラットフォーム型研究活動として、新たな分科会を発足したことをプレスリリースした結果、新たな企業複数社から問い合わせがあり、連携に向けた取り組みへとつながった。②自動車用内燃機関技術研究組合 AICE では、自己資金に加え経済産業省補助金も含めた研究テーマに参画し研究資金を獲得した。またデータベース運用に関しても資金を獲得するとともに、次年度の展開として NEDO 先導研究への提案にも結びつく活動の基盤を構築した。③日立造船冠ラボでは、技術コンサルで共同研究適用可否を判断し、連携につなげた（令和 2 年～）。またレドックス・フローの NEDO 先導研究の令和 2 年度追加公募に、技術コンサルを行った 2 社と共同申請し採択された。	
	（民間資金獲得の対応：生命工学領域）		

	● 個々の案件を予算規模や波及効果などで区分けし、領域の研究戦略部とユニットの産学官連携担当者のどちらがフォローするかを明確化し、迅速なフォローが行えるよう企業連携推進の円滑化を図る体制を構築する。 ● 研究戦略部主導で戦略的な連携構築を目指し、バイオ分野に限らない幅広い業種の企業との交渉を進めることが必要。 ● 連携担当者の数を更に増やし、先ずは研究ユニットと定期的に情報交換を行い、これまでは見落としていたような新しい技術に対して特許戦略を立案する等、企業にその新しい技術を紹介していくことが必要。 （民間資金獲得の対応：材料・化学領域） ● 先方ニーズの変化を捉えるためテクノブリッジフェア等を活用し、企業経営層からの情報収集を強化する等の対策を進める。 ● 契約交渉に対して見切りをつけ、別のパートナーを模索するなどの柔軟な対応をとることができなかった場合もあったため、企業との交渉期間を予め設定するなどのスケジュール管理を進める。 ● 橋渡し研究では、研究成果を事業化まで繋げることが重要であるため、領域職員が企業の事業化まで関与する体制を検討する必要がある。 ● 日本全体のエコイノベーションシステムの中で、産業界とりわけ素材・化学産業界から信頼される研究組織になるために、技術移転の実績を積み上げるとともに、大学等との連携により、産業界の長期的かつ根源的な課題に応える骨太の研究開発を目指す必要がある 。	● 個々の案件を予算規模や波及効果などで区分けし、領域の研究戦略部とユニットの産学官連携担当者のどちらがフォローするかを明確化し、迅速なフォローが行えるよう企業連携推進の円滑化を図る体制を構築した。 　地域拠点にユニットの産学官連携担当者をアサインし、予算規模によって研究戦略部とユニットの連携担当者の役割分担を明確にした。 ● バイオ分野に限らない幅広い業種の企業との交渉を進めるため、研究戦略部において戦略的な連携構築を目指した体制を構築した。 　多様な業種の企業を訪問しニーズ情報を収集、企業の中長期戦略に沿った複数の研究提案を行い、新規事業を共に創り上げる連携体制を提案した。 ● 研究戦略部の連携担当者の数を増やし、また研究ユニットと定期的に情報交換・情報収集を行い、企業にその新しい技術や情報を紹介した。 　研究戦略部の連携担当者を 7 名に増員した。また、研究ユニットと定期的な情報交換を行い、多彩な技術を総括した技術マップを作成し、企業への技術紹介を行った。 ● テクノブリッジや各種イベントを積極的に活用することで、IC や領域幹部による企業経営層からの情報収集を強化した。 　東北センターと中部センターで開催されたテクノブリッジにおいて、企業経営層から情報収集を行った。 ● 企業との契約交渉において、担当部署との間で契約締結までのスケジュールを共有し、契約に向けたスケジュール管理を行った。 ● 研究成果を事業化まで繋げるため、産総研職員の企業へのクロスアポイントを検討した。 　産総研職員による企業へのクロスアポイントの準備を行った。令和 3 年度からクロスアポイントで事業化に向けた支援を開始する。 ● 社会課題に応える骨太の研究開発を進めるため、大学との連携拠点である OIL の研究テーマについて見直しをおこなうとともに、各地域センターと地域中核大学との連携による地域イノベーションに取り組んだ。 　大学との連携拠点である OIL では、社会課題解決に向けた研究テーマの見直しを行った。また、各地域センターと地域中核大学(東北大、筑波大、名大、名工大)との FS 共同研究や合わせ技ファンド事業による連携を通じ、地域イノベーションに取り組んだ。	

様式２－１－４－２　国立研究開発法人　年度評価　項目別評定調書（業務運営の効率化に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅱ	業務運営の効率化に関する事項		
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する政策評価・行政事業レビュー	（政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

	評価対象となる指標	達成目標	基準値等（前中長期目標期間最終年度値等）	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度			（参考情報）当該年度までの累積値等、必要な情報
	一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計の効率化	前年度比：1.36%以上		1.36%							
	民間資金獲得額（千円）	－		0							

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
	II.業務運営の効率化に関する事項	II.業務運営の効率化に関する事項	II. 業務運営の効率化に関する事項		「研究推進体制」については、領域融合プロジェクトを実施するため、複数の研究領域における既存の研究開発力を活用し、1 つの融合研究センター及び 5 つの融合研究ラボを設置した。また、橋渡しの拡充のため、新規に 3 つの冠ラボを、デジタル・サービスに関する標準化を推進するため「デジタルアーキテクチャ推進センター」を設置した。 「本部体制」については、PDCA の効率化のための研究戦略と評価の一体管理、「橋渡し」の拡充、地域イノベーションの推進、標準化活動の推進、広報力の強化、イノベーション人材の育成の観点で、全所的・融合的なマネジメントを強化する体制として、研究戦略室、イノベーション人材部等を新設した。さらに、研究事務担当に新たにチーム制を導入し、業務の改善及び業務分担の見直しを行った。 「研究施設の効果的な整備と効率的な運営」については、「施設整備計画（令和 2 年度版）」を策定して計画通り施設の改修工事を実施した。また、令和 3 年度以降に改修を要する施設を抽出し、先行改修設計を実施した。さらに、会計検査院からの改善処置要求に対して、土地の国庫納付・返還に向けた具体的なスケジュールの策定、スペース管理規程の改訂及び既存建物解体等の手続きについて迅速に着手した。 「適切な調達の実施」については、調達に係るガバナンス強化等条件を満たすための措置を講じ、特例随意契約の上限額引上げ適用法人の指定を受け	＜評定と根拠＞ 評定：B 根拠：「研究推進体制」として、複数の研究領域における既存の研究開発力を活用した領域融合プロジェクトの実施、「本部体制」として、研究戦略と評価の一体管理、全所的・融合的なマネジメントを強化する体制、「研究施設の効果的な整備と効率的な運営」として、施設整備計画に基づいた計画通りの施設の改修工事の実施、「適切な調達の実施」として調達の適正性を確保しつつ迅速かつ効	評定　B ＜評定に至った理由＞ 自己評価書の「B」との評価結果が妥当であると確認できた。 なお、令和 2 年 10 月 21 日に会計検査院から是正改善の処置要求を受けた件については、利用予定のない土地を国庫納付又は県への返還を行うべく着

					ることとなった。これにより調達の適正性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達手続きが可能となる対象事案が拡大した。 「業務の電子化」については、業務システムの安定稼働を目標に、セキュリティトークンを導入した二要素認証への切替を完了し、業務システムのクラウド化について課題の整理などの検討を進めた。また、個別システムの情報を整理し、システムの構築方法を分類して、候補となるプラットフォームによる検証を実施した。 「業務の効率化」については、押印手続きの見直しなど必要な制度の見直しをトップダウンで進めるとともに、各部署における IT ツールの導入などをボトムアップで積極的に推進した。その結果、所全体として運営費交付金に係る経費の効率化目標（前年度比 1.36%以上の効率化）を達成するとともに、コロナ禍の状況においても業務を継続できる体制を構築した。	率的な調達手続きの実施、「業務の電子化」として、業務システムの安定稼働の方策、「業務の効率化」として、効率化目標（前年度比 1.36%以上）の達成など、業務運営の効率化に関して、目標の水準に達達したことなどを総合的に判断して、自己評価を「B」とした。 具体的な評定と根拠は、各項目に記載のとおり。 ＜課題と対応＞ 領域融合プロジェクトの効率的な実施には、融合研究センターなどの設置を臨機応変に対応できることが必要であり、そのための制度設計・運用が重要と考えている。 また、適切かつ合理的な調達の実施を維持するためには、契約手続きの公正性及び透明性を確保することが課題である。このため、外部有識者等による契約監視委員会による点検を引き続き実施し、不断の改善を進めていく。 情報インフラの安定的な稼働、不正アクセスに対するセキュリティ強度の確保のため、監視方法や運用手順の見直しを引き続き実施する。	実に取組が進められていることを確認した。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善方策＞ ・冠ラボについて、今後の計画として、さらに新設していくのか、既設のラボの拡充発展を目指していくのか、関連するラボ間の協力関係構築も可能であるのか、そのほか効果的な冠ラボ運営を検討すること。 ・広報に関しては、第５期中長期計画において産総研が社会課題への貢献を掲げていることを踏まえ、SDGs や Society 5.0 との関係性を示すこと。

							＜その他事項＞ 特になし
	１.柔軟で効率的な業務推進体制 （1）研究推進体制 特定法人として世界最高水準の研究成果を創出することが求められていることを踏まえ、第５期の最重要目標である社会課題の解決に貢献する研究開発を、既存の研究領域等にとらわれることなく、組織横断的に連携・融合して推進していく組織体制を機動的に構築する。研究領域においては、裁量と権限に伴う責任を明確化した上で、基礎と応用のベストミックスになるように、交付金や人材のリソー	１.柔軟で効率的な業務推進体制 （1）研究推進体制 特定法人として世界最高水準の研究成果を創出することが求められていることを踏まえ、第５期の最重要目標である社会課題の解決に貢献する研究開発を既存の研究領域等にとらわれることなく、組織横断的に連携・融合して推進していく組織体制を機動的に構築する。具体的には、研究所全体の経営方針の企画調整機能を担う企画本部が研究開発を効果的に推進するために必要となる体制の整備に	１．柔軟で効率的な業務推進体制 （１）研究推進体制 ・領域融合プロジェクトの実施するため、融合研究センター、融合研究ラボを設置する。 ・橋渡しの拡充のため、冠ラボを新設・拡充する。 ・デジタル・サービスに関する標準化を推進するため「デジタルアーキテクチャ推進センター」を設置する。		・領域融合プロジェクトを実施するため、既存の７つの研究領域の研究開発力を活用し、令和元年度に先行して設置した「ゼロエミッション国際共同研究センター」に加えて、1 つの融合研究センター（全ての産業分野での労働生産性の向上と技能の継承・高度化に資する技術の開発を行う「インダストリアル CPS 研究センター」）及び 5 つの融合研究ラボ（資源循環型社会に向けた資源の高度利用技術とシステム評価技術開発を行う「資源循環利用技術研究ラボ」、環境保全と開発・利用の調和を実現する環境評価・修復・管理技術開発を行う「環境調和型産業技術研究ラボ」、生活に溶け込む先端技術を活用した次世代ヘルスケアサービスに資する技術開発を行う「次世代ヘルスケアサービス研究ラボ」、QoL を向上させる高品質・高機能・高精度な治療・診断技術開発を行う「次世代治療・診断技術研究ラボ」、持続可能な安全・安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術及び長寿命化技術開発を行う「サステナブルインフラ研究ラボ」）を設置した。 ・橋渡しの拡充のため、3 つの冠ラボ（顧客の健康経営に資する人と建設機械の協調を高める人間拡張技術を開発する「コマツ-産総研　Human Augmentation 連携研究室」、安全・安心・快適を目的とした先進高分子デバイスに関する研究を推進する「住友理工-産総研 先進高分子デバイス連携研究室」及び世界トップレベルの粒子計測を可能とするシステムの実用化をめざす「堀場製作所-産総研 粒子計測連携研究ラボ」）を設置した。 ・デジタル・サービスに関する標準化を推進するため「デジタルアーキテクチャ推進センター」を設置した。	領域融合プロジェクトを実施するため、既存の研究領域における研究開発力を活用し、1 つの融合研究センター及び 5 つの融合研究ラボを設置した。また、橋渡しの拡充のため、新規に 3 つの冠ラボを設置した。さらに、デジタル・サービスに関する標準化を推進するため「デジタルアーキテクチャ推進センター」を設置した。	

	ス配分や他の国立研究開発法人･大学等との連携を行う。	向けて､所内外の研究者との連携推進や融合が可能となるような全体調整を行う。 また、研究領域においては、産業競争力の強化に向けた研究開発や長期的･挑戦的な研究開発といった研究フェーズに応じて予算や人材のリソース配分等のマネジメントを行う。					
	（2）本部体制 第５期の最重要目標である社会課題の解決に貢献する研究開発を進めるため､産総研全体の研究戦略等を策定し､これに基づいて連携･融合して取り組むよう全体調整を行う全所的･融合的なマネジメントを強化する組織体制を構築する。また､研究者に対する各種事務作業に	（2）本部体制 第５期の最重要目標である社会課題の解決に貢献する研究開発を進めるため､産総研全体の研究戦略等に基づいて全体調整を行う全所的･融合的なマネジメントを強化する。また､研究関連マネジメント以外に関しても、マーケティング､契約業務等それぞれの部署の課題に対	（2） 本部体制 ･ 全所的研究戦略（仮称）の策定のため企画本部に研究戦略の担当部署を設置する。 ･ 全所的な研究戦略と評価の一体管理（PDCA の効率化)､「橋渡し」の拡充、地域イノベーションの推進、標準化活動の推進、広報力の強化、イノベーション人材の育成の観点で､全所的･融合的なマネジメントを強化する体制を整備する。 ･ 研究者の各種事務作業に係る負担を軽減するため、令和２年度に研究事務担当に新たにチーム制を導入し、より適正かつ効率的な管理･運営業務を推進する。		・社会課題の解決に貢献する研究開発推進、融合的なマネジメント強化、産総研全体の研究戦略の立案を行うため、企画本部内に全領域等を束ねる研究戦略室を設置した。 ・全所的な研究戦略と評価の一体管理（PDCA の効率化）のため、企画本部内に研究評価室と業務評価室を設置し、研究開発状況データの分析、研究開発テーマの分析等を行い、研究戦略室と連携を図った。また、地域イノベーションの推進並びに標準化活動等を推進するため、イノベーション推進本部及び地域センターと連携して総合調整を行う地域室を企画本部内に設置した。また、広報力の強化のため広報部を新たに設置するとともに、イノベーション人材の育成の観点でイノベーション人材部を設置し、全所的・融合的なマネジメントを強化した。 ・研究関連マネジメント以外の業務関係組織の見直しとして、機能的かつ効率的に業務を行えるよう本部組織の改編及び研究事務担当に新たにチーム制を導入し、業務の効率的な管理・運営体制を構築した。	全所的な研究戦略と評価の一体管理(PDCA の効率化)､「橋渡し」の拡充、地域イノベーションの推進、標準化活動の推進、広報力の強化、イノベーション人材の育成の観点で、全所的・融合的なマネジメントを強化する体制を整備した。具体的には、企画本部に、研究戦略を立案する研究戦略室、全所的な研究戦略と評価の一体管理（PDCA の効率化）を行う研究評価室及び業務評価室、イノベーション推進本部及び地域センターと連携して総合調整を行う地域室を設置した。また、広報力の強化を行う広報部及びイ	

	係る負担を軽減し、研究者が研究に専念できる最適な環境を確保するため、より適正かつ効率的な管理・運営業務の在り方を検討し、推進する。	して柔軟に体制を組み替えつつ対応を進める。 　さらに、研究者の各種事務作業に係る負担を軽減するため、研究事務担当に新たにチーム制を導入する等、より適正かつ効率的な管理・運営業務の在り方を検討し、推進する。				ノベーション人材の育成を行うイノベーション人材部を設置した。 　さらに、研究事務担当に新たにチーム制を導入し、業務体制の強化及び業務分担の見直しを行った。	
	２.研究施設の効果的な整備と効率的な運営 　個別企業との共同研究、国の研究開発プロジェクト、オープンイノベーションの場の提供など、産総研が担う多様な研究業務を進めるために必要な施設を戦略的に整備する。老朽化の著しい施設を廃止し、必要に応じて企業・大学・公設試等の施設を活用すること等に	２.研究施設の効果的な整備と効率的な運営 　個別企業との共同研究、国の研究開発プロジェクト、オープンイノベーションの場の提供等、産総研が担う多様な研究業務に応じた施設整備を進めるべく、第５期施設整備計画を軸として戦略的に整備・改修を進めるとともに、老朽化の著しい施設を計画的に閉鎖・解	２．研究施設の効果的な整備と効率的な運営 ・第５期施設整備計画（仮称）に基づき作成する「産業技術総合研究所 施設整備計画（令和２年度版）」に基づき、つくばセンター本部・情報技術共同研究棟電気設備（中央監視）改修工事、北海道センターG1 棟機械設備（熱源）改修その他工事等を実施する。 ・令和３年度以降に計画する工事の先行設計業務を行う。		・令和２年度運営費交付金による老朽化対策について、老朽化が著しいつくばセンターの中央監視関連設備及び北海道センターの空調関連設備等の改修工事等を実施した。 　具体的には、つくばセンター本部・情報技術共同研究棟の電気設備（中央監視）を改修したことにより、自家発電設備の停電時における電源供給負荷の見直し（回路変更）がなされたため、停電時の研究停止のリスクが低減した。また、北海道センターの G1 棟の機械設備（熱源）を改修したことにより、空調停止等に起因した研究機器の故障等による研究停止のリスクが低減、研究環境に合った空調の仕様に改めたことから、研究開発環境の維持、安全対策の強化、省エネルギー化及び維持管理費の縮減を図る等、計 11 件の工事を実施した。 ・つくば東事業所において、東-4D・4E・4F 棟、東-5C・5D・5E 棟の空調設備、衛生設備及び受変電設備の改修工事に関して設計業務を実施した。また、四国センターにおいて、研究廃水処理施設の改修工事に関して設計業務を実施した。さらに、東北センターにおいて、給水配管、給水ポンプ及び受水槽設備の改修工事に関して設計業務を実施した。 ・北海道センターの土地の一部及び九州センターが佐賀県から貸借している土地の一部について、会計検査院より「有効に利用されていない」旨の指摘を受けた（令和 2 年 10 月 21 日付：是正改善の処置要求）。当該指摘に対して「北海道センターについてはグラウンドを含め今後利用予定のない土地を国庫納付すること」及び「九州センターについては指摘された土地を含め今後利用予定のない土地を佐賀県へ返還すること」を決定し、国庫納付・返還に向けた具体的スケジュールの策定とスペース管理規程の改訂、及び既存建物解体等の手続きに着手した。	令和２年度計画通りに各業務を実施した。 　令和元年度における施設整備計画の進捗と予算の措置状況を踏まえた見直しを実施し「施設整備計画（令和２年度版）」を策定して施設の改修工事を実施した。また、令和３年度以降に改修を要する施設を抽出し、つくばセンター東事業所の空調設備等、四国センターの研究廃水施設及び東北センターの給水配管、給水ポンプ及び受水槽設備について先行改修設計を実施した。 　さらに、年度計画にはなかったが会計検査院から発出された「産総研が保有するなどしている土地の利用状況につ	

	より、施設全体を効率的・効果的に運用する。また、施設の有効活用及び研究における連携強化を図るため、企業や大学等による産総研施設の活用をより一層促進する。	体することで、施設全体の効率的かつ効果的な運用を図る。また、施設の有効活用及び研究における連携強化の観点から、必要に応じて企業、大学、公設試等の施設を活用する。				いて」の改善処置要求に対し、指摘された土地の国庫納付・返還に向けた具体的スケジュールの策定、スペース管理規程の改訂及び既存建物解体等の手続きについて迅速に着手した。	
	３.適切な調達の実施 調達案件については、毎年度策定する「調達等合理化計画」に基づき、経済産業大臣や契約監視委員会によるチェックの下、一般競争入札を原則としつつ、随意契約によることができる場合の規定の適用による特命随意契約や「特定国立研究開発法人の調達に係る事務について」（平成 29 年 3 月 10 日内閣総理大臣総務大臣決定）において認められ	３.適切な調達の実施 毎年度策定する「調達等合理化計画」に基づき、一般競争入札等や特定国立研究開発法人特例随意契約、特命随意契約の公正性・透明性を確保しつつ、主務大臣や契約監視委員会によるチェックの下、契約の適正化を推進する。 また、第４期から継続して契約審査体制のより一層の厳格化を図るため、産総研外から採用する技術の専門家を契約審査に	３．適切な調達の実施 ・ 契約監視委員会を開催し、「令和２年度調達等合理化計画」の策定のほか、一般競争入札及び特例随意契約に係る一者応札・応募状況等及び特命随意契約の事後点検を行い、契約の適正化を推進する。また、委員会点検による意見・指導等については、全国会計担当者会議等において共有し、改善に向けた取組を行う。 ・ 技術的な専門知識を有する契約審査役を産総研外から採用し、政府調達基準額以上の調達請求に係る仕様内容、契約方法及び特命随意契約の妥当性について、審査を実施する。 ・ 政府調達基準額以上の案件が少ないつくばセンター各事業所及び地域センター等については、契約審査の対象範囲を拡大して、契約審査役による審査を実施す		・令和２年度調達等合理化計画について、調達の公正性及び透明性を確保するため、適切な随意契約及び一者応札の低減に向けた具体的な取組を定め、本計画に基づき適切な調達手続きを実施した。また、調達請求案件については、日ごと、契約形態や内容を点検し、疑義のある案件については、詳細確認及び調達請求者への個別ヒアリング等を実施し、リスクの低減を図った。なお、産総研における調達の実施状況については、外部有識者等により構成される契約監視委員会の点検を受け、点検結果及び委員からの意見等については、全国会計担当者会議等を通じ、所内関係者へ周知することにより適切な調達を推進した。 ・令和２年度調達等合理化計画において、適切な随意契約及び一者応札の低減に向けた具体的な取組として掲げた契約審査役による事前点検に関し、競争性のない随意契約の妥当性及び政府調達基準額以上の調達請求に係る仕様内容等について、第４期中長期目標期間から継続して点検を実施した。また、政府調達基準額以上の調達請求の少ない事業組織については、点検対象の基準額を個別に設定することにより審査の対象範囲を拡大し、事業組織間の点検案件数の均一化を図った。加えて、令和２年度は、特例随意契約を点検の対象とし制度の適合性の確保を図った。なお、同計画において、一般競争入札等の競争性確保の観点から、入札等への参加希望者が余裕をもって計画的に提案を行えるよう、適切な公告期間を設けることを定め、令和２年度においては、公告日から入札日までの期間を平均で 28.2 日確保した。（令和３年３月末実績） ・年度計画にはなかった実績 研究開発に係る調達の迅速化を目的として創設された特例随意契約制度（産総研は平成 29 年 10 月より導入）について、国において検討が進められていた同制度の適用上限額の引上げ（500 万円から 1,000 万円）及び調達範囲の拡大（「財産の買入」及び「役務の提供」に加え、「製造の請負」及び「物件の借入」を追加）に関し、その指定を受けるための条件（調達に係るガバナンス強化等の措置）が、国から具体的に示された。これに対応すべく、規程	年度計画に掲げた目標を確実に実施するとともに、特例随意契約に係る適用上限額の引上げに関し、その指定を受けるための条件（調達に係るガバナンス強化等の措置）が国から示されたことを踏まえ、所内関係部署による連携の下、短期間において必要な措置を着実に講じ、令和３年４月１日から上限額引上げの適用法人に指定されることとなった。これにより調達の適正性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達手続きが可能となる対象事案が拡大した。これは年度計画の目標を上回る成果である。	

	た公開見積競争を原則とする特定国立研究開発法人特例随意契約等も活用し、公正性・透明性を確保しつつ合理的な調達を実施する。	関与させ、契約に係る要求仕様、契約方法及び特命随意契約の妥当性・透明性について審査を行うとともに、契約審査の対象範囲の拡大に向けた取組を行う。	る。		類の改正及び検収体制の強化等、当該指定を受けるための必要な措置を速やかに講じた。これにより、令和 3 年 2 月 26 日付で、上限額の引上げの適用法人に指定されることとなった。（令和 3 年 4 月 1 日付の契約から適用） なお、令和 2 年度における特例随意契約の実績は 1,295 件（令和 3 年 3 月末実績）であり、特例随意契約と一般競争入札の標準的処理期間（調達請求から契約締結までに要する期間）の比較において、特例随意契約による場合、約 20 日間短縮されることから、令和 2 年度においては、年間で約 25,900 日間（令和 3 年 3 月末実績）の短縮効果が得られた。		
	４.業務の電子化に関する事項 電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図るとともに、利便性の向上に努める。また、幅広い ICT 需要に対応できる産総研内情報システムの充実を図る。	４.業務の電子化に関する事項 電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図るとともに、利便性の向上に努める。また、幅広い ICT 需要に対応できる産総研内情報システムの充実を図る。そのために、業務システム等の情報インフラの安定的な稼働を確保するとともにセキュリティ対策の強化を行う。さらに、業務システムのクラウド化への検討を開始する。	４．業務の電子化に関する事項 ・申請手続きの簡素化や承認手続きの省力化を図るため、汎用ワークフローシステムを用いて、会議費申請等の紙文書で運用している申請の電子化を推進する。 ・産学官・国際システムの安定稼働及び更なるセキュリティ強化のため、システムの骨格にあたるフレームワーク部分の更改に着手する。		・業務改革推進室と連携し、申請手続きの電子化など業務効率改善に取り組んだ。具体的には、汎用ワークフローを用いて、各業務の申請・報告事務手続きを簡素化し、講習会等の申込申請、各種報告書、新型コロナウイルス感染症に関連した報告申請を簡素化、承認処理の電子化を推進した。また、押印廃止に伴う代替手段として、処理が複雑な申請手続きの汎用ワークフローへの切替を実施している。 ・現行システムは 20 年前の技術やアーキテクチャにより構築されているため、令和 3 年度以降に業務システム全体の再構築を推進する方針とし、調達手続きを進めていたフレームワーク更改手続きも見直しの対象とした。既存システムの再構築方法の検討にシフトし、個別業務システムの分類、移行方法と課題の洗い出しを実施した。	業務システムの安定稼働を目標に、個別システムの保守・改修を遅滞なく実施した。ID 統合管理システム改修では、セキュリティトークンを導入した二要素認証への切替も障害なく完了した。業務システムのクラウド化は、令和 2 年度から検討を開始した業務システム再構築の中で課題を整理している。業務システム全体については再構築による利便性の向上、申請の電子化などを予定していたクラウド化よりも広げる方向で、関係部署、研究ユニットとも連携しながら検討を開始した。個別システムの情報を整理、構築方法として 4 種類に分類し、候補となるプラットフォームによる検証を実施するなど、目標の水準を満たしている。	

	５.業務の効率化 運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計について前年度比 1.36％以上の効率化を図る。 なお、人件費の効率化については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を公表するとともに、国民に対する説明責任を果たす。	５.業務の効率化 運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分等は除外したうえで、一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計について前年度比 1.36％以上の効率化を図る。具体的には、産総研全体の業務生産性を向上させるため、各部署における自主的な業務改革・効率化に係る活動を促進し、所全体での実効的な活動へと広がるよう、当該活動の積極的な横展開を図る。また、社会動向も踏まえつつ、新たな働き方や業務効率化の手法を積極的に取り入れながら、職員等の業務改革意識を向上させるた	５．業務の効率化 ・運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計について前年度比 1.36％以上の効率化を図る。 ・具体的には、業務フロー分析等を基にした全所的な業務改革や制度見直しに取り組むとともに、業務に係るコストの「見える化」を推進することで、各部署において業務の不断の見直しによる自律的な業務運営の効率化を促す。 ・さらに、所外の先進的な取組を参考にしながら、ITツールを用いた業務効率化を推進し、産総研全体の業務生産性の向上を図る。 ・自発的に業務改善に取り組む人材の育成を幅広く行い、現場での業務改善活動の定着・横展開と全所的な改善意識の向上を図る。 ・人件費の効率化については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を公表し、国民に対する説明責任を果たす。		・業務効率化に向けた IT ツールの活用や業務フローの見直しなど、次項以降で具体的に記載する取組を推進したことにより、所全体として運営費交付金に係る経費の効率化目標（前年度比 1.36%以上の効率化）を達成した。 ・これまで押印を要していた手続きを見直し、必要な規程類の改正を行ったうえで、所内での手続きにおける押印を原則廃止するとともに、当該手続きのオンライン化を推進した。また、令和 2 年度より全所的に導入した Microsoft Teams を活用して、理事会などの所内の会議や対外的なイベントのオンラインでの開催を推進するとともに、その開催方法のノウハウをイントラ上で共有する取組などを実施した。 これらの取組により、コロナ禍の状況でも業務を継続できる体制を構築するとともに、令和元年度比で複写機費用を約 46%（約 800 万円）削減、会議費を約 93%（約 5,000 万円）削減するなど、大幅な経費削減を達成した。 ・各種申請の受付やセミナーの参加登録など各部署における定型的な業務について、Microsoft Forms や Power Platform などの IT ツールを活用することで手続きを効率化し、より付加価値の高い業務に従事する時間を確保できた。 一例として、調達物品の検収体制が変更されたことに伴い、各事業所では調達請求者への納品連絡が負担増となることから、つくば中央第五事業所では納品連絡の業務を効率化するアプリケーションを作成した。この取組により当該事業所だけでも年間 900 時間以上の効率化が見込まれることから、今後、他の事業所等への横展開を図る予定。 ・各部署での業務改革活動を主導する業務改革マイスターを対象として、外部講師によるセミナーや先進的な取組を行っている企業との意見交換会をオンラインで開催するなど、職員の業務改革に係るスキル向上や意識向上に向けた取組を行った。また優秀な業務改革事例の顕彰と所内での横展開に役立てることを目的とした業務改革大会の開催や、各事業所に設置しているデジタルサイネージや毎月発行している業革ニュースによる業務改革に関するトピックスの紹介などにより、各部署での業務改革に係るマインドの醸成を促進した。 ・令和元年度実績に基づくラスパイレス指数、役員報酬、給与規程（俸給表を含む）、職員給与及び総人件費の状況等について、「独立行政法人の役員の報酬等及び職員の給与の水準の公表方法等について（ガイドライン）」（平成 15 年 9 月 9 日付総務大臣）に基づき、公式ホームページに令和 2 年 7 月 7 日に公表した。 ●ラスパイレス指数 研究職員：102.6 事務職員：99.8	業務の効率化に向けて、必要な制度の見直しをトップダウンで進めるとともに、各部署における IT ツールの導入などをボトムアップで積極的に推進した結果、所全体として運営費交付金に係る経費の効率化目標（前年度比 1.36%以上の効率化）を達成するとともに、コロナ禍の状況においても業務を継続できる体制を構築した。	

		めの取組を実施する。 　なお、人件費の効率化については、政府の方針に従い、必要な措置を講じるものとする。給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を公表するとともに、国民に対する説明責任を果たす。					

４．その他参考情報	
通則法 28 条の 4 の規定に基づく評価結果の反映状況	
評価結果	令和 2 年度の対応状況
● 目的基礎研究と橋渡しは車の両輪の関係にあるので、両者がトレードオフの関係にならないよう、注意深い運営が求められる。	● 全所的な研究の経営戦略を策定し、目的基礎研究と橋渡し研究がトレードオフの関係にならないよう、運営を行う。「社会課題の解決」「橋渡しの拡充」と並んで、「イノベーション・エコシステムを支える基盤整備」を 3 本柱として研究戦略を策定し、PDCA の効率化のための研究戦略と評価の一体管理、技術経営力の強化に寄与しうる人材育成などイノベーション・エコシステムを支える基盤整備を支えるマネジメントを実施した。
● 持続可能な社会への解を提供するために、領域をまたいだ活動が一層求められる。新規性の高い研究は地理的に近接した環境で活動する領域の異なる研究者のグループによってなされる傾向が高いという知見もある。	● 経済産業政策の中枢的実施機関として、社会課題の解決に向けたイノベーションを主導していくとともに、これらイノベーションを支える基盤的研究、既存の産業分野の枠を超えた領域横断的な標準化活動、地質調査や計量標準に関する知的基盤の整備に取り組む。領域横断的なプロジェクト運営を柔軟に行うために、領域融合センター・ラボを設置し、社会課題解決に向けた研究開発を領域の枠を超えて進めるための組織づくりを行う。産総研の総合力を活かした社会課題の解決に向けて、領域融合研究等を通して複数の国家プロジェクト・民間企業との実証実験等を主体的に進め、複数の技術の社会実装などにより社会課題解決の道筋が明確となった。イノベーション・エコシステムを支える基盤整備に向けて、多種多様なデータ収集のためのセンシングシステム技術、SiC などのパワーデバイス、陸域・海域、沿岸域・都市域などの地質図幅の出版などの整備を実施し、産業基盤として極めて重要性が高い技術開発を実施した。社会課題解決に向けた融合センター・ラボの設立・運営に関する総合調整の実施、社会課題からのバックキャストによる研究テーマを設定及び戦略的な研究開発推進のための研究戦

		略の策定など戦略的研究開発の推進のための研究マネジメントを実施した。	
	● 引き続き予算の執行計画・執行管理の徹底等を行うとともに、財務内容の改善を今後も行っていくことが重要。	● 財務担当部署から経営層への財務内容の報告を行い、引き続き必要な改善に努めた。産総研の総合力を活かした戦略的研究開発や、標準化推進、地域イノベーションの推進等など運営費交付金を充当して行う事業について予算編成を実施した。また、外部資金獲得のため、企業における産総研の認知度向上に係る予算を広報部に配賦し、産総研ホームページの構成のあり方など、より効果的な宣伝の方法を検討した。また、財務諸表を正確に作成し、公式ホームページで公表したことにより、公的機関としての国民への説明責任を果たした。	
	● 引き続き適切な調達の実施等を進めるとともに、効率的な業務運営体制の整備を今後も行っていくことが重要。	● 「調達等合理化計画」での適切な調達手続きに関する取組の策定のほか、契約監視委員会での一般競争入札、特例随意契約に係る一者応札・応募状況等及び競争性のない随意契約の事後点検を行い、引き続き契約の適正化を推進した。特例随意契約の適用上限額引き上げ（500 万円から 1,000 万円へ）のための所要条件（本部組織・事業組織による検収制度・体制の確立）に対応するため、体制を整備した。引き続き、業務効率化を補助する IT ツールを積極的に活用しながら、各部署の業務改善活動 に共同で取り組むとともに、有用な業務改善事例の積極的な横展開等や、各種の取組みによる業務経費の削減効果について定量的な評価を行った。また、関係部署と連携しながら業務のデジタル化や既存の業務システムの再構築の検討を進めた。「調達等合理化計画」において、調達の公正性及び透明性を確保するため、適切な随意契約及び一者応札の低減に向けた具体的な取組を定め、本計画に基づき適切な調達手続きを実施した。また、産総研における調達の実施状況については、外部有識者等により構成される契約監視委員会の点検を受け、点検結果及び委員からの意見等については、全国会計担当者会議等を通じ、所内関係者へ周知することにより適切な調達を推進した。特例随意契約に係る適用上限額の引上げ及び調達範囲の拡大に関し、その指定を受けるための国から示された条件（調達に係るガバナンス強化等の措置）に対して必要な措置を着実に講じ、令和 3 年 2 月 26 日付で、上限額引上げ等の適用法人に指定された（適用開始日は、令和 3 年 4 月 1 日）。年度末に開催した業務改革大会において、所員による投票で選出した優秀な業務改革事例 6 件を発表し、所内への横展開と各部署での業務改革の機運醸成を図った。さらに押印手続きの見直しなどを中心に業務フローの見直しや業務のデジタル化を推進した。	

様式２－１－４－２　国立研究開発法人　年度評価　項目別評定調書（財務内容の改善に関する事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅲ	財務内容の改善に関する事項		
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する政策評価・行政事業レビュー	（政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

	評価対象となる指標	達成目標	基準値等（前中長期目標期間最終年度値等）	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度			（参考情報）当該年度までの累積値等、必要な情報
	民間資金獲得額（千円）	-	-	0							

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
					「財務内容の改善」については、産総研の総合力を活かした戦略的研究開発や、標準化推進、地域イノベーションの推進等など運営費交付金を充当して行う事業について予算編成を実施した。また、外部資金獲得のため、企業における産総研の認知度向上に係る予算を広報部に配賦し、産総研ホームページの構成のあり方など、より効果的な宣伝の方法を検討した。また、財務諸表を正確に作成し、公式ホームページで公表したことにより、公的機関としての国民への説明責任を果たした。 不要資産有効管理システムにより、所内における資産等を有効活用するとともに、所外に対して利用希望者を募り資産等の有効活用に努め、経費削減つなげた。 「不要財産の処分に関する計画」については、2か所の国庫納付に向けた手続きを行った。関西センター尼崎支所については、近畿財務局に示された補完指示事項への対応を行い、また、つくばセンター第7事業所船橋サイトについては、千葉財務事務所による現地調査への対応などを実施した。	＜評定と根拠＞ 評定：B 根拠：「財務内容の改善」として、運営費交付金を充当して行う事業についての予算編成、財務諸表の公表による公的機関としての国民への説明、「不要財産の処分に関する計画」として、国庫納付に向けた対応など、財務内容の改善に関して、目標の水準に達達したことなどを総合的に判断して、自己評価を「B」とした。 具体的な評定と根拠は、各項目に記載のとおり。 ＜課題と対応＞ 引き続き予算の執行計画・執行管理の徹底等	評定　B ＜評定に至った理由＞ 自己評価書の「B」との評価結果が妥当であると確認できた。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善方策＞ ・リユースの活動は、リマニュファクチュアリングなどに展開できれば、新たな研究テーマにも成り得るため、更なる効

						を行うとともに、期間目標値達成に向けた財務内容の改善を今後も行っていく。	果をあげるよう努めること。 ・短期的には結果が出ない萌芽的研究･基礎研究にも戦略的にリソースの割り当てを決める必要があるため､その方針を検討すること。 <その他事項> 特になし
	Ⅲ.財務内容の改善に関する事項 運営費交付金を充当して行う事業については､本中長期目標で定めた事項に配慮した中長期計画の予算を作成し､効率的に運営する。また､保有する資産については､有効活用を推進するとともに､不断の見直しを行い､保有する必要がなくなったものについては廃	Ⅲ.財務内容の改善に関する事項 運営費交付金を充当して行う事業については､本中長期目標で定めた事項に配慮した中長期計画の予算を作成する。 目標と評価の単位である事業等のまとまりごとにセグメントを区分し､財務諸表にセグメント情報として開示する。また、事業等のまと	Ⅲ. 財務内容の改善に関する事項 ・ 運営費交付金を充当して行う事業については、本中長期目標で定めた事項に配慮した令和２年度計画の予算を作成する。 ・ 財務諸表において、７領域、研究マネジメント、法人共通の区分でセグメント情報を開示する。また、セグメントごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算報告書にて説明する。 ・ 保有する資産については所内においてリユース等の有効活用を推進する｡また、不用となった資産については、所外に情報を開示し売却を推進するとともに、適		・令和２年度計画を踏まえ、産総研の総合力を活かした戦略的研究開発や、標準化推進、地域イノベーションの推進等に関する予算編成を実施した。また、九州センターの未利用土地を佐賀県へ返却するための土地調査を実施した。 ・財務諸表において、適切なセグメント情報を開示し、予算計画及び執行実績を公表した。具体的には、財務諸表の開示すべきセグメント情報を事業等のまとまりごとの区分とし、公式ホームページで正確に公表した。また、決算報告書においても事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし､公式ホームページで正確に公表した。 ・令和２年度における不要資産の所内リユース数は 888 件（令和３年３月末実績）であり、新たに購入した場合を想定すると 360,812 千円（令和３年３月末実績）の経費削減を達成した。所外リユース数は 188 件（令和３年３月末実績）であり、1,598 千円（令和３年３月末実績）の売却を行った。 また、老朽化が顕著な建物等のうち、使用しないと組織決定された建物等については「減損の兆候」及び、減損の兆候に該当する建物等を閉鎖したことが確認された際には「減損の認識」とし、適切に財務諸表に反映した。 ・「日本再興戦略 2016」にある、企業からの投資３倍増という目標を踏まえ、外部資金の獲得を積極的に行う施策として､企業における産総研の研究内容の認知度向上に係る予算を広報部に配賦し､産総研ホームページの構成のあり方等、より効果的な宣伝の方法を検討した。	運営費交付金を充当して行う事業については、令和２年度計画を踏まえた予算編成を実施した。また､「日本再興戦略 2016」にある、企業からの投資３倍増という目標を踏まえ、外部資金の獲得を積極的に行った。具体的には、企業における産総研の認知度向上に係る予算を広報部に配賦し、産総研ホームページの構成のあり方を検討した。 年度計画に基づき、財務諸表を正確に作成し、公式ホームページで公表した。これにより、公的機関としての国民への説明責任を果	

	止等を行う。 　さらに、適正な調達・資産管理を確保するための取組を推進するほか、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12 月24 日閣議決定）等既往の閣議決定等に示された政府方針に基づく取組を着実に実施する。特に、同方針において、「法人の増収意欲を増加させるため、自己収入の増加が見込まれる場合には、運営費交付金の要求時に、自己収入の増加見込額を充てて行う新規業務の経費を見込んで要求できるものとし、これにより、当該経費に充てる額を運営費交付金の要求額の算定に当たり減額しないこととする。」とされていることを踏まえ、民間企業	まりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算報告書にて説明する。 　保有する資産については有効活用を推進するとともに、所定の手続きにより不用と判断したものについては、適時適切に減損等の会計処理を行い財務諸表に反映させる。 　さらに、適正な調達・資産管理を確保するための取組を推進するほか、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月閣議決定）等既往の閣議決定等に示された政府方針に基づく取組を着実に実施する。特に、同方針において、「法人の増収意欲を増加させるため、自	時適切に減損・除却等の会計処理を行い、財務諸表に反映させる。 ・「日本再興戦略 2016 －第４次産業革命に向けて－」（2016年６月閣議決定）で設定された、2025年までに企業からの投資３倍増という目標を踏まえ、外部資金の獲得を積極的に行う。			たした。 　保有する資産については、不用資産有効管理システム（通称：「リサイクル掲示版」）を運用し所内における資産等の有効活用を推進した。さらに、所内で使用希望がない資産等についても、産総研の公式ホームページを活用し、外部需要調査として所外に利用希望者を募り資産等の有効活用に努めた。また、減損、除却等の会計処理を適切に行った。 　以上により、年度計画の目標を満たしている。	

	等からの外部資金の獲得を積極的に行う。	己収入の増加が見込まれる場合には、運営費交付金の要求時に、自己収入の増加見込額を充てて行う新規業務の経費を見込んで要求できるものとし、これにより、当該経費に充てる額を運営費交付金の要求額の算定に当たり減額しないこととする。」とされていることを踏まえ、民間企業等からの外部資金の獲得を積極的に行う。 Ⅳ.短期借入金の限度額 （第５期：15,596,779,000円） 想定される理由:年度当初における国からの運営費交付金の受け入れが最大３ヶ月遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払い遅	 Ⅳ．短期借入金の限度額 ・（15,596,779,000円） 想定される理由：年度当初における国からの運営費交付金の受け入れが最大３ヶ月遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払い遅延を回避する。		該当なし。		

		延を回避する。					
		Ⅴ.不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画 ・関西センター尼崎支所の土地(兵庫県尼崎市、16,936.45 ㎡)及び建物について、国庫納付に向け土壌汚染調査等所要の手続きを行う。 ・つくばセンター第７事業所船橋サイトの土地(千葉県船橋市、1,000 ㎡)及び建物について、国庫納付に向け所要の手続きを行う。	Ⅴ．不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画 ・関西センター尼崎支所の土地（兵庫県尼崎市、16,936.45 ㎡）及び建物について、国庫納付に向け土壌汚染調査等所要の手続きを行う。 ・つくばセンター第７事業所船橋サイトの土地（千葉県船橋市、1,000 ㎡）及び建物について、国庫納付に向け所要の手続きを行う。		・尼崎支所の国庫納付にあたり、土壌汚染調査（表層）において、30ｍ格子内の汚染範囲を確定するための追加調査を実施した。また、近畿財務局からの国庫納付準備のための補完指示事項について対応した。 ・船橋サイトの国庫納付にあたり、令和元年度に行ったアスベスト含有量調査の追加調査としてアスベストの飛散状況調査を実施、調査結果を千葉財務事務所に報告した。また、千葉財務事務所による現地調査に協力した。	関西センター尼崎支所及びつくばセンター第７事業所船橋サイトの国庫納付に向け、必要な調査等を実施した。また、関西センター尼崎支所については近畿財務局との協議において示された補完指示事項への対応を行い、つくばセンター第７事業所船橋サイトについては千葉財務事務所による現地調査に対応するなど、国庫納付に向けた手続きを行った。	
		Ⅵ.剰余金の使途 剰余金が発生した時の使途は以下のとおりとする。 ・重点的に実施すべき研究	Ⅵ．剰余金の使途 剰余金が発生した時の使途は以下のとおりとする。 ・重点的に実施すべき研究開発に係る経費 ・知的財産管理、技術移転に係る経費 ・職員の資質向上に係る経		令和２年度に剰余金は発生しない。		

		開発に係る経費 ・知的財産管理、技術移転に係る経費 ・職員の資質向上に係る経費 ・広報に係る経費 ・事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図るための電子化の推進に係る経費 ・用地の取得に係る経費 ・施設の新営、増改築及び改修、廃止に係る経費 ・任期付職員の新規雇用に係る経費　等	費				

４．その他参考情報

様式２－１－４－２　国立研究開発法人　年度評価　項目別評定調書（その他業務運営に関する重要事項）

１．当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅳ	その他業務運営に関する重要事項		
当該項目の重要度、困難度	（必要に応じて重要度及び困難度について記載）	関連する政策評価・行政事業レビュー	（政策評価書若しくは事前分析表又は行政事業レビューのレビューシートの番号を記載）

２．主要な経年データ

	評価対象となる指標	達成目標	基準値等（前中長期目標期間最終年度値等）	Ｒ２年度	Ｒ３年度	Ｒ４年度	Ｒ５年度	Ｒ６年度			（参考情報）当該年度までの累積値等、必要な情報
	民間資金獲得額（千円）	-	-	0							

３．中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価

	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
	Ⅵ.その他業務運営に関する重要事項	Ⅶ.その他業務運営に関する重要事項	Ⅶ. その他業務運営に関する重要事項		「人事に関する事項」については、「産総研人材マネジメントポリシー」を策定し、各人材のキャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等を実施した。特に、採用において、原則オンライン面接として海外等の遠方からも選考を受けやすい体制として、革新的な研究を担う人材や、社会課題の解決のための研究を推進する人材など、優秀な人材の採用に結びつけた。クロスアポイントメント制度、兼業、リサーチアシスタント制度等を積極的に活用し、より多くの優れた研究人材の循環を促進した。研究職員が務めていた室長ポストに事務職員を配置するなど職員の職種や所属組織の壁を取り払い、適材適所の人事配置により研究企画人材の育成を開始した。 「業務運営全般の適正性確保及びコンプライアンスの確保」については、顧問弁護士との契約を、新たにIT関連等の専門的な法律相談とともに、新型コロナウイルス感染症や働き方改革等の時事関連にも対応することとし、研究者からの専門的な法律相談に応じた適切かつ迅速な対応を可能とした。令和２年度から新たに顧問弁護士による研究者向けの研修を開催し、法務機能の周知及び法的思考の啓発を行った。また、「令和 2 年度内部監査年度計画書」を掲げ、業務効率化や新型コロナウイルスの影響の観点から、Web による非対面の監査を実施し、自らの業務プロセスについて議論し自己評価させる手法を取り入れるなどの改善により、これまでの監査品質を向上させながらも、従来の３倍の数の部署への内部監査を実施した。 「情報セキュリティ対策等の徹底による研究情報の保護」については、不正アクセスの再発防止策として、令和２年度実施した端末管理ソフトの導入やネットワーク分割をもって一通りの対策は完了し、NISC による特別監査においても、「再発防止策に向けた対策及び改善策について、おおむね履行の実績を確認した」との監査結果であった。また、不正アクセスの再発防止策と	＜評定と根拠＞ 評定：Ｂ 根拠：「人事に関する事項」として、各人材のキャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等の実施、「業務運営全般の適正性確保及びコンプライアンスの確保」として、研究者からの専門的な法律相談に適切かつ迅速に対応するための外部弁護士との連携拡大・深化、厳正な内部監査の実施、「情報セキュリティ対策等の徹底」として、不正アクセスの再発防止策の実施など、その他業務運営に関する重要事項に関して、目標の水準に達達したことなどを総合的に判断して、自己評価を「Ｂ」とした。	評定　Ｂ ＜評定に至った理由＞ 自己評価書の「Ｂ」との評価結果が妥当であると確認できた。 ＜指摘事項、業務運営上の課題及び改善方策＞ ・キャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等の実施などにおいては、より柔軟な制度設計を行っていくこと。

					して、端末管理ソフトの導入等によって、万が一の侵入やサイバー攻撃の早急な検出・対策が可能となり被害を最小限に抑えることができるようになった。 「情報公開の推進等」については、法令等に基づく開示請求に適切に対応するとともに、法人文書の管理、及び個人情報の管理について、継続的な自主点検やe-ラーニングを通じて職員の意識向上を図った。 「長期的な視点での産総研各拠点の運営検討」については、マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム形成を目指した新たなオープンイノベーション拠点の整備を検討した。また、地域室を新設し、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、長期的な視点で検討を行う体制を整え、議論を開始した。 「施設及び設備に関する計画」については、ゼロエミッション国際共同研究拠点整備を着実に進め、また、各拠点の老朽化が著しいインフラ設備等の改修工事を実施し、研究開発環境の維持及び安全・防災対策を強化した。	＜課題と対応＞ 産総研の価値の最大化のためには、研究プレゼンスの向上に貢献する優秀な研究職員や、専門性も発揮して研究職員と共に研究プロジェクトを支える事務職員などの採用や育成が必要となる。そのため、研究業績とともに独創性、先見性、創造性に関する採用基準を導入するなどして、国内外から優秀かつ多様な人材を採用する。産総研の社会的な信頼性の維持・向上等を図るため、厳格なリスク管理と、役職員等一人ひとりのコンプライアンス意識の更なる向上が課題である。その対応として、コンプライアンス推進週間の強化、階層別研修等を引き続き実施する。組織全体での改革意識を高めるとともに、改善活動の積み重ねにより大きな効果を得られるような取組を行うことが継続的な課題である。このため、業務全体の効率化、意識啓発活動、有用な業務改善事例の積極的な横展開等に取り組む。 内部監査で確認された発見事項については、被監査対象部署以外においても発生する可能性があり、組織全体とし	・産総研の人材マネジメントに関して、グローバルの観点からの人材の流動化施策も検討すること。 ・評価に関しては必ずしも報奨金によりモチベーションが維持･向上されるわけではないため、若い職員を含めヒアリングを行い、多様な職員のモチベーションが向上される方針を検討すること。 ・国立研究開発法人として、橋渡し研究などで出口戦略を実行するのと同時に将来に向けた基礎研究に取り組むこと。 ＜その他事項＞ 特になし

						て再発防止を図ることが課題であることから、引き続き、理事長を委員長とするコンプライアンス推進委員会への速やかな報告や定期的な理事会への報告等により、リスク情報の一元化を図るとともに、組織全体への情報共有や制度所管部署との意見交換等を通じ、早期のリスク発生軽減と業務改善に繋げる。法人文書管理については、法人文書の作成・保存から廃棄までの各段階におけるルールの遵守を徹底することに加え、情報公開への迅速かつ適正な対応のため、法人文書の所在を的確に把握し管理することが課題である。その対応として、引き続き、法人文書管理の適切かつ効率的な運用方法について検討する。産総研施設の大半を占めるつくばセンターは移転後 40 年以上が経過し、機械設備、建物本体の老朽化が進行しており、維持管理コストの上昇につながっている。また、危険な老朽化施設の閉鎖を促進する一方で、研究活動の拡大に向けた連携・橋渡し研究等に係るスペースの確保も行う必要がある。これらの課題については、研究施設の維持の優先度を定め、適切	

						かつ効率的な施設整備を実現するとともに、省エネルギー性能に最大限配慮した設備改修を実施していく。老朽化施設の閉鎖促進による施設維持管理経費の削減と、効率的かつ効果的なスペース利活用を継続していく。	
	１.人事に関する事項 研究開発成果の最大化及び効果的かつ効率的な業務実施のため、多くの優れた研究者が自由な発想の下で研究に打ち込める研究所であることが理想であることを認識し、若手、女性、外国人研究者、学界や産業界からの人材等、多様で優秀な人材を積極的に確保するとともに、特に若手研究者が、中長期的な成果を志向した研究に取り組めるよう、採用や人事評価等においては、短期的・定量的	１.人事に関する事項 第５期においては、研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上のため、研究職員を国内外から広く公募し、産総研のミッションに継続的に取組む人材、特定の研究課題に一定期間取組む優れた業績を有する人材、計量標準・地質調査等の基盤的研究を推進するための人材等を採用する。その際の採用形態として、パーマネント型研究員（修士型含む。）、任期終了後にパーマネント化審査を	１．人事に関する事項 ・令和２年度においては、令和２年１月末に設立した「ゼロエミッション国際共同研究センター」が実施する革新的技術に関する研究（再生可能エネルギー、蓄電池、CO2 分離・利用、人工光合成等）を行う人材など、「世界に先駆けた社会課題の解決と経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションの創出」を推進するための人材を採用する。また、第４期に引き続き、産総研のミッションに継続的に取組む人材、特定の研究課題に一定期間取組む優れた業績を有する人材、計量標準・地質調査等の基盤的研究を推進するための人材等を採用するため、その際の採用形態として、パーマネント型研究員（修士型含む。）、テニュアトラック型任期付研究員（任期終了後にパーマネント化審査を受けることが可能）及びプロジェクト型任		・ゼロエミッション国際共同研究センターで行う革新的な研究を担う人材や、社会課題の解決のための研究を推進する人材を採用した。また、採用選考は原則オンライン面接とし、海外等の遠方からも選考を受けやすい体制とし、優秀な人材の採用に結びつけた。 ・新たな職制に対応した評価基準等を設定するとともに、一定の年齢に達した研究職員一人一人の適性を見極め今後のキャリアパスを考える機会「キャリアゲート」を実施した。令和 2 年度は 19 名の者についてキャリアチェンジを行い、組織全体のパフォーマンスの向上を図った。「産総研人材マネジメントポリシー」と連動した研修制度及びエキスパート職育成のための研修を企画し、令和 3 年度から導入することとした。また、自主企画研修（職員の提案に基づき企画する研修）では、ビジネスコミュニケーション研修等を実施し、連携構築や社会実装を推進できる人材の育成を行った。 ・令和 2 年度は、新規に 5 件のクロスアポイントメント協定の締結を行い、大学法人及び民間企業との間の受入者・出向者は総勢 56 名となった。また、リサーチアシスタント制度を引き続き活用し、令和 2 年度は 465 名の採用実績となった。さらに、兼業については、令和 2 年度 972 件の実績となり、優れた研究人材の循環を促進した。 ・産総研での研究活動に専念しながら学位を取得できる産総研リサーチアシスタント制度を引き続き活用し、令和 2 年度は 465 名の大学院生が産総研の研究開発業務に従事した。大学院での講義や研究活動等のため産総研に長期滞在が困難な学生についても、大学の事情に応じた雇用が可能となるよう、年間の雇用日数や月あたりの勤務日数を柔軟に設定できる運用を継続して実施した。これにより制度の活用が促進され、リサーチアシスタントの採用実績が約 14%（採用総数令和元年度比）増加した。また、産総研で実施している研究開発プロジェクトにリサーチアシスタントが参画することで、研究現場の活性化と研究成果（学会・論文発表等）の創出拡大につながった。 〈リサーチアシスタント採用実績〉 令和元年度：（修士）269 名、（博士）140 名　計 409 名	令和２年９月に策定された「第 5 期 産総研の研究に関する経営方針」を踏まえ、産総研の価値の最大化のため、各人材のキャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等の制度の適切な実施及び運用を行うため、速やかに「産総研人材マネジメントポリシー」を策定し、特に人事配置については、研究職員が務めていた室長ポストに事務職員を配置するなど職員の職種や所属組織の壁を取り払い、適材適所の徹底に向けた取組を開始した。また、評価に基づく契約職員への報奨金制度の導入等、働き方改革を推進した。さらに、クロスアポイントメント制度、兼業、リサーチアシスタント制度等を積極的に活用し、より多くの優れた研究人材の循環を促進した。 計画通りの成果が得られた。リサーチアシス	

	な評価に限定せず、挑戦的な研究テーマの構想力や産総研内外との連携構築能力なども勘案する。 　他方で、研究成果の見える化を図り、研究者の適性を見極め、研究実施に限らない各種エキスパート職への登用も含めたキャリアパスの見直しを進める。 　さらに、クロスアポイントメントや兼業、混合給与、年俸制、博士課程等の大学院生を雇用するリサーチアシスタント（RA）などを活用し、他組織との人的連携や人材流動化を促進する。 　事務職も登用先を広げ、研究企画、IC などにも積極的に登用し、研究・産学連携のプロデュースおよびマネジメントを行える人材を育てる。	受けることが可能なテニュアトラック型任期付研究員、及びプロジェクト型任期付研究員（年俸制含む。）を柔軟かつ効果的に運用することにより、多様で優秀な人材を積極的に採用する。 　また、産総研全体のパフォーマンスの最大化と、個々の研究職員が能力を発揮して働き甲斐を高めることを目的として、一定の年齢に達した研究職員の「適性の見極め」を実施する。その際、従来の研究業務に限らない各種エキスパート職への登用も含めたキャリアパスの見直しを進めるとともに、各種エキスパート職を目指す者に対しては、専門スキル等を習得するための研修受講等、	期付研究員（年俸制含む。）を柔軟かつ効果的に運用することにより、多様で優秀な人材を積極的に採用する。 ・ 組織全体のパフォーマンスの最大化と、個々の研究職員が能力を発揮し、働き甲斐を高めることを目的に、一定の年齢に達した研究職員一人一人の「適性の見極め」を実施して適材適所を徹底する。その際、各種エキスパート職を目指す者に対しては、その適性に応じた多様な職制を設定して処遇するとともに、新たな職制に対応した評価基準等を設定し、適切で公平な人事評価制度を運用する。さらに、それぞれの分野に求められるスキル等の専門研修を実施する等、キャリアチェンジ後のフォローアップにも十分な対策を講じる。 ・ 令和２年度においては、引き続き卓越した人材が大学や公的研究機関、企業等の壁を越えて、複数の組織において活躍できるよう、クロスアポイントメント（混合給与）、兼業、リサーチアシスタント（RA）等の人事制度を積極的に活用し、より多くの優れた研究人材の循環を促進する。 ・ 特に RA については、国の取組状況等に応じて、産総研全体での受入れ増を目指す。 ・ 令和２年度においては、		令和２年度　：（修士）277 名、（博士）188 名　計 465 名 ・事務職員を初めて連携主査として研究戦略部に１名、イノベーション推進本部に１名配置し、連携活動に必要な専門知識の獲得や企業等とのネットワーク構築を前提とする戦略的な研究企画・連携案件のプロデュース業務に従事させるなど、研究企画人材の育成を開始した。 ・自他の認識ギャップを可視化させ本人のマネジメントスキルへの気づきを引き出す「360 度観察」を試行的に実施した。対象者を研究ユニット長とし、直属の部下から得た評点とコメントを集約して対象者にフィードバックし、振り返りの材料として活用させた。 ・研究リーダー候補者を対象に、管理者研修を実施した。また、マネジメント層には、新しい価値を生み出す考え方の一助として、バックキャスト思考法を学ぶための、「技術と市場」をテーマとする特別研修を実施した。 ・「人材活用等に関する方針」に基づく人材確保・育成について、「第５期 産総研の研究に関する経営方針」を踏まえ、産総研の価値の最大化の観点から、「産総研人材マネジメントポリシー」を策定した。各人材のキャリアパス構築に向けた採用・育成・配置・評価等の取組を定め、特に、人事配置については職員の職種や所属組織の壁を取り払い、適材適所の徹底に向けた取組を開始したほか、キャリアゲートの適切な実施、能力評価制度、360 度観察、契約職員報奨金制度等を導入し、その取組を総合的に推進した。また、第 5 期ダイバーシティ推進策に基づき、優秀な研究者の採用に向けた多様な取組を実施し、新規採用研究職員における女性研究者の累積比率 18%以上を維持した。	タントの採用実績が令和元年度比で約 14%増加した。	

	併せて、研究職・事務職に関わりなく 360 度観察などを取り入れた上で、役員を筆頭としたマネジメント層及びその候補者、研究マネジメントを行う人材の育成・研修システムの見直しを行う。 なお、人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」に基づいて取組を進める。	必要なフォローアップを行う。 さらに、卓越した人材がそれぞれの組織で活躍するクロスアポイントメント（混合給与）や兼業、優れた研究開発能力を有する大学院生を雇用して社会ニーズの高い研究開発プロジェクト等に参画させるリサーチアシスタント（RA）等の人事制度を活用し、大学や公的機関、民間企業等との間でイノベーションの鍵となる優れた研究人材の循環を促進する。 加えて、研究体制の複雑化等に伴い、重要性を増している研究企画業務やイノベーションコーディネータ（IC）業務等にも事務職員を積極的に登用し、研究・産学連携のプロデュース	事務職員を研究企画業務等に登用して、社会的・政策的な要請に基づく全所的な研究戦略の企画・立案に関する業務等に従事させ、研究・産学連携のプロデュース及びマネジメントが行える専門的な人材に育成する。 ・ 令和２年度においては、研究職員・事務職員に関わりなく、上司、同僚、部下などの複数の者から「対象者の日常行動に対する観察」を集計し、本人と他者との認識のギャップを可視化させることにより、管理職に対して現状の課題認識に繋げるとともに、本人への行動改善を促す 360 度観察を導入する。 ・ また、将来、研究所経営を担うマネジメント層の候補者及び研究業務とマネジメント業務の双方に通じ、研究組織をプロデュース等して新しい価値を生み出す研究マネジメントを行う人材の育成・研修システムの見直しを行う。 ・ 人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき、令和２年度においては、第５期の「人材活用等に関する方針」を定めるとともに、その取組を推進する。				

		及びマネジメントが行える専門的な人材に育成する。 　併せて、研究職員・事務職員に関わりなく新たに 360 度観察等を取り入れるとともに、役員を筆頭とした研究所経営を担うマネジメント層及びその候補者並びに研究業務とマネジメント業務の双方に通じ、研究組織をプロデュース等して新しい価値を生み出す研究マネジメントを行う人材の育成・研修システムの見直しを行う。 　なお、人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき、ダイバーシティ推進、ワーク・ライフ・バランス推進を含めた「人					

		材活用等に関する方針」を定めて取り組む。					
	２.業務運営全般の適正性確保及びコンプライアンスの推進 産総研が、その力を十分発揮し、ミッションを遂行するに当たっては、業務全般の一層の適正性確保も必要かつ重要である。このため、業務が適正に執行されるよう、業務執行ルールの不断の見直しに加え、当該ルールの周知徹底等を行い、厳正かつ着実にコンプライアンスを確保する。	２.業務運営全般の適正性確保及びコンプライアンスの推進 業務運営全般の適正性が確保されていることは、産総研がミッションを遂行するうえでの大前提である。業務の適正な執行に向けて、法令や国の指針等を踏まえ、業務執行ルールの不断の見直しを行うとともに、当該ルールの内容について、説明会、研修及び所内イントラでの案内等により、職員に周知徹底する。 また、厳正かつ着実なコンプライアンス推進のため、職員のコンプライアンス意識を高めるべく、所要の職員研	２．業務運営全般の適正性確保及びコンプライアンスの推進 ・業務運営の基盤となる業務執行ルールについて、法令や国の指針等を踏まえ、不断の見直しを行うとともに、業務が適正に執行されるよう、職員に周知徹底する。 ・各組織単位で運営方針を定め、各組織の所属職員に対し、組織の役割やマネジメント方針を明確に示す。 ・顧問弁護士を最大限に活用しつつ、業務運営上の課題に対する法的支援を行う。また、共同研究契約書をはじめとする各種契約書の審査を行うことで、契約に係るリスクの未然防止を図る。 ・特定の階層を対象とした階層別研修及び全職員を対象とした職員等基礎研修（e-ラーニング）において、職員のコンプライアンス意識を高めるための研修を実施する。 ・「コンプライアンス推進週間」について、実施期間を「週間」から「月間」に変更するとともに、当該期		・業務の適正な執行のために、見直しが行われた業務執行ルールについて、ポスター等により適切な時機に広く職員等に周知を行った。また、各種研修において、業務執行ルールが適正に執行されずに発生したリスク事例等を紹介することにより、注意喚起を行うとともに、再発防止を促した。 ・組織単位の運営方針として、令和２年度ポリシーステートメントを策定し所内に周知することにより、各組織の構成員に対し、組織の役割やマネジメント方針を明確に示した。 ・外部弁護士との連携を拡大・深化し、研究者からの IT 関連等の専門的な法律相談に広く対応するとともに、新型コロナウイルス感染症や働き方改革等の時事関連にも対応する等、合計約 140 件の法律相談に適切かつ迅速に対応した。また、共同研究契約書に加え、新たに一般調達関連及び情報システム関連等の契約書についても審査プロセスを本格開始し、合計約 290 件の契約書について審査を行った。 ・職員等のコンプライアンス意識を高めるために、e-ラーニング及び階層別研修において、コンプライアンスに関する講義を実施した。講義では、近年発生したリスク事例の紹介やグループワークを実施し、より効果的にコンプライアンス意識の向上を図り、再発防止を促した。さらに、令和２年度から新たに顧問弁護士による研究者向けの研修を開催し、法律相談の事例等を紹介しながら、研究遂行上備えておくべき法的視点を養成した。 ・平成 30 年度から毎年度実施している「コンプライアンス推進週間」について、実施期間を「週間」から「月間」に拡大して、組織一体で強力にコンプライアンスを推進した。具体的には、12 月を「コンプライアンス月間」と設定し、①理事長からのメッセージの所内発信、②幹部及び管理職を対象とした特別研修の実施、③部署ごとでの主体的な取組の決定・実施、④研究所全体の取組の対外発信、⑤スローガンの所内公募及びポスターへの掲載等のコンプライアンスに関する取組を重点的に行った。 ・国研協に産総研の主導により設置された「コンプライアンス専門部会」（以下、「専門部会」という。）において、令和元年度に引き続き、専門部会長及び事務局を担い、全 27 法人が参加する専門部会を 2 回開催し、コンプライアンスに関する情報共有を図るとともに、共通課題について検討を行った。また、平成 30 年度から参加法人が合同で実施してきた「コンプライアンス推	各項目について所期の計画を確実に実行するとともに、業務運営上の課題に対する法的支援の強化とコンプライアンス意識向上のための普及啓発の点において、水準以上の実績を上げた。具体的には、研究者からの専門的な法律相談に対応するために、令和２年度新たに外部弁護士との連携を拡大・深化し、相談内容に応じた適切かつ迅速な対応を可能とした。また、研究現場におけるリスク感度養成のために、令和２年度から新たに顧問弁護士による研究者向けの研修を開催し、法務機能の周知及び法的思考の啓発を行った。さらに、国立研究開発法人協議会（以下、「国研協」という。）においてコンプライアンス専門部会の事務局を担い、当該部会の統一スローガンやポスターの作成、合同研修の実施等に取り組み、コンプライアンス推進の牽引役として貢献した。 また、業務の適正性を検証するため、令和元年度と比して監査品質を	

		修や啓発活動等を引き続き実施する。 業務の適正性を検証するため、内部監査担当部署等による計画的な監査等を実施する。 コンプライアンス上のリスク事案が発生した場合には、定期的に開催するコンプライアンス推進委員会に迅速に報告し、理事長の責任の下、適切な解決を図るとともに、有効な再発防止策を講じる。	間中の取組を強化し、コンプライアンスのより一層の推進を図る。 ・昨年度に引き続き、国立研究開発法人協議会コンプライアンス専門部会の部会長及び事務局を担い、国立研究開発法人全体のコンプライアンス推進を牽引する。 ・業務の適正性を検証するため、研究推進組織、本部組織、事業組織及び特別の組織並びにそれらの内部組織を対象に包括的な監査を効率的かつ効果的に実施する。 ・コンプライアンス上のリスク事案が発生した場合、コンプライアンス推進委員会（委員長：理事長）に迅速に報告が行われる体制を維持する。 ・コンプライアンス推進委員会を定期的に開催し、同委員会において、リスク事案の対応方針を決定のうえ、発生現場に対し具体的な指示を行い、適切な解決を図るとともに、有効な再発防止策を講じる。 ・所内で発生したリスク事案を役員等が出席する定例会議において報告し、リスク事案の共有及び再発防止に努める。		進週間」について、「コンプライアンス推進月間」として実施期間を拡大することを産総研から提案して実現し、当該期間において、統一スローガンやポスターの作成、参加法人の幹部及び管理職を対象とした研修を実施した。 ・研究所の経営活動全般にわたる制度及び業務の執行状況を監査し、改善及び合理化への助言、勧告等を行うことにより、その公正かつ効率的な執行を確保することを目的として、令和４年度までの３年間で全組織（127）をおおむね３年で一巡することを目指し、令和２年度においては、51 組織を対象とした内部監査を実施した。 内部監査で確認された発見事項を毎週開催されるコンプライアンス推進委員会へ報告することにより、委員会への速やかな情報共有と委員会からの指示に対応した。併せて、被監査部署等における軽微な発見事項についても速やかに改善を促すことで、早期からのリスク発生の低減に繋げた。 ・令和２年度に引き続き、コンプライアンス上のリスク事案について、理事長を委員長とする「コンプライアンス推進委員会」に迅速に報告が行われる体制を維持し、リスク事案の解決に向けて適切に対応した。 ・「コンプライアンス推進委員会」を毎週開催し、所内で発生したリスク事案を迅速に報告して対応方針を決定し、関係部署に対して、再発防止策の策定や外部の関係先への対応等について具体的な指示を出すことにより、リスク事案の解決にむけて迅速かつ適切に対応した。さらに、関係部署と連携して、発生したリスク事案の原因等を分析し、類似のリスク事案の発生可能性を想定した新たな専門講習や理解度テスト等の導入を図り、全所的に有効な再発防止策を講じた。 ・所内で発生したリスク事案の概要や対応状況の進捗等について、領域や本部組織の長、幹部職員が出席する会議や、全国の地域センター所長や事業所長が出席する会議において定期的に報告することにより、リスク情報の共有とそれによる再発の防止に努めた。	向上させながらも、従来の３倍の数の部署への内部監査に加えて、個別テーマ監査も含めた「令和２年度内部監査年度計画書」を掲げ、計画通りに実施した。実施に当たっては、業務効率化や新型コロナウイルスの影響の観点から、Web による非対面の監査を実施し、自らの業務プロセスについて議論し自己評価させる手法（統制自己評価＝CSA）を取り入れるなどの改善を図った。	

	３.情報セキュリティ対策等の徹底による研究情報の保護 第４期中長期目標期間中に発生した不正アクセス事案を踏まえ、情報システム及び重要情報における情報セキュリティの確保のための対策を徹底する。また、重要情報の特定及び管理を徹底する。さらに、震災等の災害時への対策を確実に行うことにより、業務の安全性、信頼性を確保する。	３.情報セキュリティ対策等の徹底による研究情報の保護 第４期中長期目標期間中に発生した不正アクセス事案を踏まえ、情報システム及び重要情報における情報セキュリティの確保のための対策と、重要情報の特定及び管理を徹底する。具体的には、産総研ネットワークの細分化等による強固なセキュリティ対策を講ずるとともに、サイバー攻撃や不審通信を監視する体制を整え、不正アクセス等を防止する。 さらに、震災等の災害時に備え、重要システムのバックアップシステムを地域センター等に設置し運用する等の対策を行い、これにより業	３．情報セキュリティ対策等の徹底による研究情報の保護 ・不正アクセスの再発防止策としての情報セキュリティ対策を徹底して行う。 ・機密性の高い情報の管理を徹底することで、重要情報の保護に万全を期す。 ・災害時を想定したバックアップ機能の維持や訓練の実施等により、有事に備えた対応を行う。		・コロナ禍により当初計画通り作業を進めることが困難であったが、不正アクセスの再発防止策として、端末管理ソフトの導入や、フラットなネットワークを解消し、万が一マルウェアの侵入やサイバー攻撃があっても被害を最小限に抑え、かつ早急な検出や対策が可能なネットワークへの構成変更を実施した。また、不正アクセスの発覚を受け実施された内閣サイバーセキュリティセンター（NISC）による特別監査も令和２年度で終了し、再発防止策に向けた対策及び改善策についてもおおむね履行の実績を確認したとの監査結果を受けた。研究の利便性を著しく損ねることなくセキュリティを向上させる取り組みを行ったことに対し、監査報告書では「貴法人は、令和２年度より、CISO 及び情報セキュリティ主管部の体制を刷新し、ガバナンスの強化を目指す姿が印象に残りました。引き続き、CISO と情報セキュリティ主管部が、綿密に連携を図り、日常的なセキュリティ管理上の課題に加えて、『研究機関の特性に配慮したガバナンスの必要性』という中長期的な経営課題の推進に努めてください。」とのコメントが出されている。（注：CISO＝最高情報セキュリティ責任者） ・情報の管理を徹底するため、情報セキュリティ監査において、情報セキュリティポリシーの周知状況及び各種管理簿の作成状況を確認する書面監査の手法を見直し、全ユニット（158）の情報機器等の管理簿の内容まで確認することで、より具体的な管理方法等の助言、対策に繋げた。また、技術情報流出への対策強化として、実験データ等を記録する「研究ノート記録システム」の改修を行い、システムから実験データのダウンロード及び印刷の制限をするとともに USB メモリを使用禁止とした。これに加え、技術情報の管理方法に関するガイドラインを策定し、技術情報流出対策を強化した。 ・災害発生時にインフラシステムを早急に復旧するための事業継続計画対応訓練を実施した。これに加え、不正アクセス事案を踏まえ、大規模なセキュリティインシデント発生時を想定した事業継続計画対応訓練も実施し、復旧における体制や手順の確認を実施した。	コロナ禍により当初計画通り作業を進めることが困難であったが、不正アクセスの再発防止策は、令和２年度実施した端末管理ソフトの導入やネットワーク分割をもって一通りの対策は完了した。重要情報の保護については、端末管理ソフト等を用いて、端末の情報管理などを実施予定。事業継続計画対応訓練については、災害時を想定した訓練に加え、セキュリティインシデントを想定した訓練も実施するなど、目標の水準を満たしている。	

		務の安全性、信頼性を確保する。					
	４.情報公開の推進等 適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報の公開を行うとともに、個人情報の適切な保護を図る取組を推進する。具体的には、「独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律」（平成13 年12 月5日法律第 140 号）及び「独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律」（平成15 年5月 30 日法律第59 号）に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を行う。	４.情報公開の推進等 適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、法令等に基づく開示請求対応及び情報公開を適切かつ積極的に実施するとともに、個人情報の適切な保護を図る取組を推進する。 具体的には、「独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律」（平成13年法律第140号）及び「独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律」（平成15年法律第59号）に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を行う。	４．情報公開の推進等 ・法令等に基づく開示請求対応及び情報公開を適切かつ円滑に実施する。また、情報公開請求の対象となる法人文書の適切な管理のため、部門等に対する点検等を効率的かつ効果的に実施する。 ・個人情報の適切な管理のため、部門等に対する点検等及び監査を効率的かつ効果的に実施する。また、職員の理解増進を図るため周知徹底を行う。		・情報公開法に基づく法人文書の開示請求6件に対応し、すべての案件について期限内に適切に開示決定等を実施した。任意事項の情報公開の対応を要する案件はなかった。 業務運営の透明性を向上させる観点から、すべての産総研規程類（91件）を公式ホームページで公開するとともに、規程類の制定・改正の都度、速やかに公開した。 情報公開請求の対象となる法人文書の適切な管理の推進については、点検等を効果的に実施した。 具体的な取組として、法人文書の適切な管理の推進については、各部署における管理状況の自主点検を行うとともに、総務企画部による管理状況の現場調査（7部署）を実施した。 産総研内全部署（93部署）の文書の分類及び保存期間等の基本事項を定めた法人文書分類基準表の更新を実施するとともに、更新後の基準表をイントラに掲載し、法人文書を適切に管理するための基本情報として職員等に周知した。また、業務運営の透明性を向上させる観点から、産総研内全部署の基準表を公式ホームページで公開した。 テレワークの増加や押印の見直しに伴い、イントラに掲載している「法人文書管理マニュアル」について、法人文書の電子的管理に関する内容等を拡充し、職員等に周知した。 法人文書の適切な管理について、職員等の認識と理解を増進させるため、全職員等を対象にe-ラーニングによる研修を継続実施した（受講率：99.9%）。 ・個人情報の適切な取扱いに向けて、点検、監査を効率的に実施した。 具体的には、マイナンバーを含む個人情報保護について、職員等の認識、理解を増進させるため、令和元年度に引き続き、全職員等を対象にe-ラーニングによる研修を実施した（受講率：99.9%）。 個人情報の適切な管理の推進のため、各部署における管理状況の自主点検を行うとともに、対象部署の拡充及び事務の効率化のため、情報セキュリティの監査と合わせた統合監査として、書面及び現場による調査（158部署）を実施した。	年度計画を踏まえて適切な取組を実施し、計画どおり達成できた。 法令等に基づく開示請求に適切に対応するとともに、法人文書の管理、及び個人情報の管理について、継続的な自主点検やe-ラーニングを通じて職員の意識向上を図った。	

	５.長期的な視点での産総研各拠点の運営検討 産総研が世界トップレベルの研究機関として、社会課題の解決、経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションを創出するため、つくばセンター、臨海副都心センター、柏センター、福島再生可能エネルギー研究所、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、長期的な視点で第５期中長期期間中に検討を行う。	５.長期的な視点での産総研各拠点の運営検討 産総研が世界トップレベルの研究機関として、社会課題の解決、経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションを創出するため、つくばセンター、臨海副都心センター、柏センター、福島再生可能エネルギー研究所、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、産総研の各拠点は世界最高水準の研究開発を行う研究開発拠点であることを十分考慮し、長期的な視点で第５期中長期目標期間中に検討を行う。	５．長期的な視点での産総研各拠点の運営検討 ・産総研が世界トップレベルの研究機関として、社会課題の解決、経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションを創出するため、つくばセンター、臨海副都心センター、柏センター、福島再生可能エネルギー研究所、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、産総研の各拠点は世界最高水準の研究開発を行う研究開発拠点であることを十分考慮し、長期的な視点で検討を行う。		・「統合イノベーション戦略 2020」において政府戦略を策定することとされているマテリアル分野に関する新たな研究拠点として、マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム形成を目指したオープンイノベーション拠点の整備を材料・化学研究領域及び企画本部にて検討した。具体的には、日本が強みを有する製造プロセス技術の更なる高度化を図り、データ活用によるプロセス技術開発等を加速させるためのマテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム形成を目指し、材料・化学研究領域の研究ユニットが配置されている地域センターを、原料から製品に至るまでの製造プロセスデータの収集、改善、分析を行うオープンイノベーション拠点として強化することを検討した。 また、地域センターの企画機能を担う地域室を企画本部内に新設し、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、長期的な視点での検討を進めた。地域センター所長及び研究戦略部長等による地域拠点戦略会議を定期的に（11 回/年）開催し、加えて web 会議システムを活用した地域室と地域センターとの意見交換等によって、地域における連携活動の在り方等について議論を進めた。 さらに令和２年度は、連携活動の促進のため設けている全６個のサイトの必要性を議論し、web 会議や貸し会議室の利活用によって現在の機能代替が可能であるとの判断をもとに「仙台青葉サイト」を令和２年度末で廃止することを決定した。	「統合イノベーション戦略 2020」において政府戦略を策定することとされているマテリアル分野に関する新たな研究拠点として、マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォームの形成を目指したオープンイノベーション拠点の整備を材料・化学研究領域及び企画本部にて検討した。 地域センターの企画機能を担う地域室を企画本部内に新設し、各地域センターの最適な拠点の配置や運営について、長期的な視点で検討を行う体制を整え、議論を開始した。	

		６.施設及び設備に関する計画 　下表に基づき、施設及び設備の効率的かつ効果的な維持・整備を行う。また、老朽化によって不要となった施設等について、閉鎖･解体を計画的に進める。 　エネルギー効率の高い機器を積極的に導入するとともに、安全にも配慮して整備を進める。 （表省略）	・ 施設及び設備の効率的な維持・整備のため、平成31年度当初予算で実施する、老朽化対策（電力関連設備、給排水関連設備、外壁・屋根・内装関連設備、中央監視関連設備、特殊ガス防災関連設備）を着実に推進する。 ・ 令和元年度補正予算で実施する、革新的環境イノベーション戦略加速プログラム（ゼロエミッション国際共同研究拠点整備）及び施設整備費補助金（防災対策）（外壁・屋根・内装関連設備、外構）を着実に推進する。		・平成 31 年度当初予算の施設整備費補助金による老朽化対策について、老朽化が著しい各設備の改修工事を実施した。 　具体的には、つくばセンター、中部センター及び関西センターの電気設備、外壁・屋根・内装設備、給排水設備及び自動制御設備を改修したことにより、災害が発生した場合、火災や感電による人身事故の危険や大規模停電や漏水等に起因した研究機器の故障等による研究停止のリスクが低減した。また、同センターの中央監視設備及び特殊ガス防災設備を改修したことにより、関連法に定められる使用基準等を遵守できなくなる可能性や、特殊ガスの漏洩による有毒ガスの拡散、漏電などによる火災など、重大事故につながるリスクが低減し、研究開発環境の維持及び安全対策の強化を図る等、計 13 件の工事を実施した。 ・令和元年度補正予算の施設整備費補助金による「革新的環境イノベーション戦略加速プログラム（ゼロエミッション国際共同研究拠点整備）」において、「2050 年までに温室効果ガス排出量 80％削減（令和 2 年 1 月当時）」という長期的目標に向け、世界の叡智を結集し、国際共同研究を実施する場として「ゼロエミッション国際共同研究拠点」（令和 3 年 3 月完成）をつくばセンター西事業所内に整備した。「ゼロエミッション国際共同研究拠点」は、築後 40 年以上を経過する既存の研究棟を改修するため難易度の高い工事であったが、エネルギー効率の高い機器や太陽光発電設備を積極的に導入する等、環境負荷の低減に配慮の上、短期間の過密スケジュールの中で完了させることができた。また、老朽化によって不要となった 2 棟（延床面積 994 ㎡）については、解体撤去を実施した。 　防災対策について、耐用年数の超過により研究施設の劣化が著しいことから、大規模な災害が発生した場合、研究施設への浸水・漏水による研究機器の故障や漏電による火災・感電などの人身事故が発生する恐れもあるため、つくばセンター、東北センター及び臨海副都心センター施設の屋根・外壁、内装・外構の改修工事を行い、研究開発環境の維持及び安全対策の強化を図ることで業務停滞による企業の社会経済活動への影響を防止する等、計 6 件の工事を実施した。	令和２年度計画通りに各業務を実施した。 　革新的環境イノベーション戦略加速プログラム（ゼロエミッション国際共同研究拠点整備）を着実に推進させた。また、老朽化が著しいつくばセンター、中部センター、関西センター及び九州センターの電気設備、外壁・屋根・内装設備、給排水設備、自動制御設備、中央監視設備及び特殊ガス防災設備の改修工事を実施し、研究開発環境の維持及び安全対策の強化を図った。さらに、つくばセンター、東北センター及び臨海副都心センターの外壁・屋根・内装設備、外構を整備することにより、防災対策の強化を図った。	

４．その他参考情報	
通則法 28 条の 4 の規定に基づく評価結果の反映状況	
評価結果	令和 2 年度の対応状況
● 引き続き「コンプライアンスの意識を持った組織文化の醸成」等を推進し、業務運営体制の整備を今後も行っていくことが重要。	● 職員等のコンプライアンス意識を高めるために、e-ラーニング及び階層別研修において、コンプライアンスに関する講義を実施した。 　平成 30 年度から実施している「コンプライアンス推進週間」について、実施期間を「週間」から「月間」に拡大して、組織一体で強力にコンプライアンスを推進した。 　国研協コンプライアンス専門部会において、令和元年度に引き続き、専門部会長及び事務局を担い、国立研究開発法人全体のコンプライアンス推進を牽引する。専門部会を 2 回開催し（7 月及び

	3 月）コンプライアンスに関する情報共有を図るとともに、共通課題について検討を行った。また、平成 30 年度から参加法人が合同で実施してきた「コンプライアンス推進週間」について、「コンプライアンス推進月間」として実施期間を拡大することを産総研から提案して実現し、統一スローガンやポスターの作成、参加法人の幹部及び管理職を対象とした研修（令和 2 年 10 月）を実施した。