

2. 技術開発・実証

2-3. 産業技術分野

2-3-1. ロボット・AI 技術

2-3-2. IoT・電子・情報技術

2-3-3. ものづくり技術

2-3-4. 材料・ナノテクノロジー

2-3-5. バイオエコノミー関連技術

2-3-6. 医療技術

[Topic] 戦略的イノベーション創造プログラム



2-3-1. ロボット・AI技術

ロボット分野



歴史と背景

進む社会実装

日本では、大企業を中心に、自動車、電機をはじめとする製造業において、産業用ロボットの導入が進みました。2000年代には「ロボット大国」といわれるまでにロボット産業が発展し、世界的にトップレベルの技術力を培いました。急速に進化するITとの融合も進み、産業用ロボットはより高度で複雑な作業領域での活用も期待されるようになりました。さらに、少子高齢化による労働力人口の減少、介護・福祉でのニーズ増大を背景に、産業用以外にも生活支援分野といった幅広い分野でロボットを活用しようという取り組みが広がってきました。

NEDOのロボット開発は、1998年の「人間協調・共存型ロボットシステム研究開発」プロジェクト(HRP)に始まり、以来、ロボットの新たな価値の創出を目指して日本のロボット技術開発を先導してきました。2005年には愛知万博「愛・地球博」で70種以上のロボットを展示し、サービスロボットの様々な可能性を示しました。それまで培ってきた基盤的な技術を活用しつつ、2005年度から「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発」、2006年度には「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」を、さらに2009年度からは「生活支援ロボット実用化プロジェクト」を実施しました。

2011年3月11日、東日本大震災が発生し、莫大な数の人命が失われ、数多くの建物が破壊されました。原子力発電所でメルトダウンが発生し、事故の安定化・廃炉が焦眉の課題となりました。過酷な環境での作業に日本・海外から多くのロボットが参加する中、NEDOの「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」で開発した学校法人千葉工業大学の「Quince」が放射線量のモニタリングなどに活躍しました。また、同プロジェクトで開発された日立建機株式会社の双腕仕様機「ASTACO NEO」も被災地で倒壊した建物の解体やがれきの撤去に活用されました。しかし、全体として日本の災害対応無人化システムは、実用機としてのシステム化に課題があることも明らかになりました。課題の克服を目指し、NEDOは2011年から「災害対応無人化システム研究開発プロジェクト」を実施しました。

またこの頃、笹子トンネルの天井板落下事故が発生し、高度成長期以降に整備された橋梁、トンネルなどの社会インフラの老朽化が大きな問題となりました^{注1)}。このような問題にもロボット技術の貢献が期待され、「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」(2013年6月閣議決定)では「モニタリング技術の高度化、ロボットによる点検・補修技術の開発等により、効率的・効果的なインフラ維持管理・更新を実現

図1 ● 東日本大震災の復興に尽力したロボット



千葉工業大学 Quince



日立建機 ASTACO NEO

注1) 建設後50年以上経過する社会インフラの割合が、道路橋では2013年の約18%から2033年には約67%に、トンネルでは2013年の約20%から2033年には約50%にと、加速度的に高くなると試算された(出典：平成25年度国土交通白書)

する」とうたわれました。この方針を受けて、NEDOは、2014年度から「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」を実施しました。

このように、ロボットはその活用範囲を広げ、社会課題を解決する原動力として期待されるようになってきました。同時に、ロボット技術もセンサーやAI(人工知能)などの進化によって、単なる作業ロボットから自ら学習し行動するようになるなど劇的な変化が起き始めていました。また、2010年代に入ってドイツが提唱した「インダストリー4.0」に代表されるように、急速に進化するAI/IoT(Internet of Things)などのデジタル技術を活用して産業の競争力を飛躍的に向上させようという取り組みが世界各国で行われるようになりました。

このような状況の下、2014年5月、経済協力開発機構(OECD)閣僚理事会の基調演説において安倍晋三首相(当時)は「ロボットによる『新たな産業革命』を起こす」と表明しました。これを受けて、同年9月には「ロボット革命実現会議」が発足し、2015年2月には、「ロボット新戦略」が日本経済再生本部で決定されました。具体的な推進母体としてロボット革命イニシアティブ協議会^{注2)}が設置されました。

「ロボット新戦略」では、「ロボット革命」の実現に向けた戦略の3つの柱として、①世界のロボットイノベーション拠点ーロボット創出力の抜本的強化、②世界のロボット利活用社会ーショーケース(ロボットがある日常の実現)、③世界をリードするロボット新時代への戦略、を掲げました。

そして、政府は2016年1月に閣議決定された第5期科学技術基本計画において、日本が目指すべき未来社会の姿として「Society 5.0」を提唱しました。これは、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会(Society)です。さらに、2017年には「Society 5.0」を目指すための産業の在り方として「Connected Industries」が提唱され、ロボット・AIは、IoTやビッグデータと共にその実現に向けた中核的な技術と期待されました。

こうした政策に基づいて、NEDOはロボット・AI分野において2つのプロジェクトを2015年から進めました。1つは、「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」です。ロボットの要素技術として、革新的なセンシング/アクチュエーション/ロボットインテグレーション技術の開発に取り組みました。また、AIを搭載したロボットの開発を進め、2020年には11体を開発成果として紹介しました。もう1つは、「ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト」です。ものづくり分野、サービス分野を中心に、これまでロボットが適用されてこなかった産業へのロボット導入を促進するため、また、ロボット導入費削減や誰もが使いこなせるEasy to Useなロボットを実現するため、プラットフォームロボットやプラットフォームソフトウェアの開発とともに様々なロボットの技術開発を行いました。

「ロボット新戦略」では、ロボットの競技会や実証実験、デモンストレーションを行うロボットオリンピック(仮称)の検討も提唱されました。この構想は、経済産業省とNEDOが主催する「World Robot Summit(WRS)」として具体化されました。あらかじめ設定された技術課題に対し、オープンな場で様々な技術者が多様なソリューションで競い合う競技会という仕組みは、新たなオープンイノベーションのツールとして大いに期待されました。2018年10月にはプレイベントとし

注2) 2020年6月、ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会に改称

図2 ● 皮膚センサー(上)、小型・高効率・高出力なアクチュエーター(中央)、3本指ロボットハンド(下)



て東京ビッグサイトで「WRS2018」が実施され、7万6,000人以上の来場者を迎えました。本イベントは「WRS2020」として2020年8月に福島県で、10月に愛知県で開催される予定でしたが、2020年に発生した新型コロナウイルスの感染拡大の影響により延期となっています。

また、「ロボット新戦略」では実証実験フィールドの整備が施策の1つとして示され、福島県では「福島イノベーション・コースト構想」の下に、実際の使用環境を再現して行うフィールドロボットの研究開発、性能評価などが可能な福島ロボットテストフィールド(RTF)の整備が進められました。この取り組みにNEDOは積極的に協力して、2017年11月に福島県と福島RTFを活用した実証に関する協力協定を締結し、さらに2019年4月には南相馬市とロボット関連人材育成等に関する協力協定を締結しました。これに基づき、ロボットの性能評価についての特別講座を南相馬市で実施しています。

最近10年の主なプロジェクト

❖ 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト [2008～2011年度]

ロボットの基盤的要素技術やシステム開発力をさらに強化することにより、ロボットの適応分野を拡大し、ロボット産業を日本における基幹産業の1つに成長させることが必要とされていました。こうした目的に向けて、ロボットのソフトウェアを機能ごとに分割し共通部品化したモジュール型知能化技術の開発、それらの知能モジュールを統合し事前の動作シミュレートなどを可能とするロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発を行いました。また、開発したモジュールの再利用を促進するために「RTC再利用技術研究センター」を開設して、モジュールの検査・接続検証を行い、当初計画の340を上回る362のモジュールを開発するという成果を上げています。

❖ 生活支援ロボット実用化プロジェクト [2009～2013年度]

日本では福祉・介護といった生活支援分野でも労働力不足に対応するためにロボットの活用が期待されていました。こうした分野でロボットを活用する際に課題となる対人安全技術の確立に取り組みました。検証試験を通じたロボットの安全技術の確立、安全性を検証するための試験・評価方法や手順の策定を行い、検証・試験の拠点として「生活支援ロボット安全検証センター」を茨城県つくば市に開設しました。このプロジェクトの成果が基になり、パーソナルケアロボットの国際安全規格が「ISO 13482」として2014年2月に発行されました。プロジェクトに参画したロボット3機種^{注3)}がこの規格の認証を受けています。

❖ 災害対応無人化システム研究開発プロジェクト [2011～2012年度]

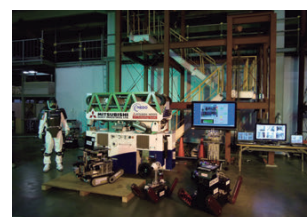
東日本大震災により、災害対応無人化システムについては、汎用性、機動性、耐久性などの様々な課題があることが明白となりました。こうした課題に対応するために、重大な災害・事故において家屋・施設が被災し、作業員の立ち入りが困難となった状況でも、速やかに状況把握・輸送・捜索、復旧活動などを行うための災害対応無人化システムの研究開発を行いました。2013年2月に、開発した9分野のロボ

図3 ● World Robot Summit 2018の様子



注3) パナソニック株式会社のフルリクライニング車いす付きベッド「リショーン」、株式会社ダイフクの配送センター内高速ビークルのエリア管理システム、CYBERDYNE株式会社の装着型サイボーグ「HAL」の3機種

図4 ● 災害対応支援ロボット



注4) 現在の新習志野キャンパス

ット技術を千葉工業大学芝園キャンパス^{注4)}内の共同研究施設で公開しました。

❖ 環境・医療分野の国際研究開発・実証プロジェクト/ロボット分野の国際研究開発・実証事業 [2012～2015年度]

日本のロボット技術を海外の介護、医療、災害対応といったの現場のニーズを反映させ、技術水準の向上とともに海外展開や市場化の促進などを図ることを目的として、海外での実証実験を推進しました。ドイツにおいては、リハビリに活用できる装着型サイボーグが2013年にEU域内で医療機器として流通・販売できる「CEマーキング」を取得したほか、デンマークでの実証実験を基に電動車椅子型ロボットが製品化されるなど、日本発技術の海外普及を支援しました。

図5 ● CYBERDYNE が開発した装着型サイボーグ「HAL」



提供：CYBERDYNE

図6 ● 製品化されたテムザックの電動車椅子型ロボット「RODEM」



❖ インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト [2014～2018年度]

図7 ● 「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」実証実験の様子



提供：ジビル調査設計

橋梁やトンネルといったインフラの維持管理・更新を行うために、(1) 構造物やその構成部材の状態を把握するセンサーシステム、(2) 構造物のひずみやひび割れを検出するイメージング技術、(3) インフラの維持管理に必要な情報を取得できるロボットの開発とそのロボットに搭載可能な非破壊検査装置の開発を行いました。

プロジェクトの推進にあたっては、成果の早期実用化を図るために、ユーザーを含めた開発体制の構築を促進したほか、すべての技術について現場での実証実験を義務付けました。特に、ロボット分野については、国土交通省と経済産業省の連携の下、実際の構造物を使った実証実験を2017年度に11回実施しました。結果的に国土交通省の試験的導入や、九州地方整備局の次世代社会インフラ用ロボット技術試験対象技術にも各3件が選定されています。

❖ ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト [2015～2019年度]

ものづくり分野・サービス分野を対象に、ユーザーニーズを基に特化すべき機能を選択し、集中した新規技術開発を行いました。ものづくり分野では、配線や食材などの柔軟物、不定形物の認識・把持・組み付けなどの技術開発14件、サービス分野では、物流・流通、外食・宿泊などの領域での業務のロボット化など計14件を助

成事業として実施しました。また、未活用領域でのロボット導入コストの2割削減を目標に、広い用途で共通に使えるプラットフォームとしてROS (Robot Operating System) などのOSS (Open Source Software) をベースにしたロボット共通ソフトウェア技術を開発するとともに、これに対応した7種類のロボットハードウェアを開発しました。開発ソフトウェアと、これを用いたシステム構築で考慮すべき安全やライセンスなどに関するガイドをウェブサイトで公開しました。



現状と課題

広がる活用領域と業界の変化

世界の産業用ロボット販売台数は2018年に約42万台で、2013年からの5年間で約2.4倍に増加しています。日本は引き続き世界のロボット生産国ですが、導入台数では中国が既に日本の約3倍に達しています^{注5)}。また、欧米でも新興企業が台頭してきています。

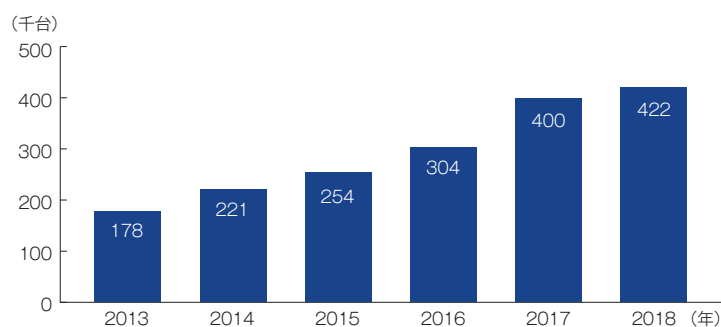
このように、日本のロボット産業は極めて厳しい競争環境にさらされており、中長期視点に立って支援することがますます求められています。そこで、日本が産業用ロボットにおける重要技術について世界をリードし続けていくことを目指し、NEDOは2020年度に「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」を開始しました。本事業では、ロボット未活用領域にも対応可能な産業用ロボットの実現に向けて、産学連携による研究開発を支援します。

ロボットを使う側にも変化を示す動きがあります。例えば、2018年7月に初のロボット・FA (Factory Automation) システムの構築などを行うシステムインテグレータ (SIer) の初の共通基盤組織として「FA・ロボットシステムインテグレータ協会 (SIer協会)」が設立されました。また、2019年11月にはロボットのユーザーやシステムインテグレータなどが参加し、「ロボットフレンドリーな環境」を検討する「ロボット実装モデル構築推進タスクフォース」を経済産業省とNEDOが立ち上げました。

ロボットの市場拡大に向けては人材育成も大きな課題です。NEDOは2010年以降、継続的にNEDO特別講座としてロボット事業に関わる人材育成を着実に進めています。

注5) 出典：International Federation of Robotics, World Robotics 2019

図8● 世界の産業用ロボット導入台数の推移



出典：International Federation of Robotics [World Robotics 2019] を基に NEDO ロボット・AI 部作成



今後と展望

市場の拡大と知能化の進展

注 6) 出典：NEDO「TSC Foresight」Vol.29、<https://www.nedo.go.jp/content/100884651.pdf>

2018年にNEDO技術戦略研究センターは、ロボット全体の世界市場は2035年に約28兆円に迫る規模に達する、という予測を公表しています^{注6)}。その背景には、ロボットの社会実装が進み、未活用領域にも普及していくという見通しがあります。現在、金額ベースで産業用ロボットがほとんどですが、今後、生活支援や医療・介護、警備、飲食などの分野に向けたサービスロボット、そして建設やインフラ維持管理などの分野に向けたフィールドロボットという新しい市場が急速に拡大し、2035年にはサービスロボットの市場が産業用ロボットの2倍近くにまで拡大すると見込んでいます。

NEDOは、このような分野に早くから取り組み、2014年7月には、これら新しいロボット分野の技術開発指針と活用例などをまとめた『NEDOロボット白書2014』を公開しています。

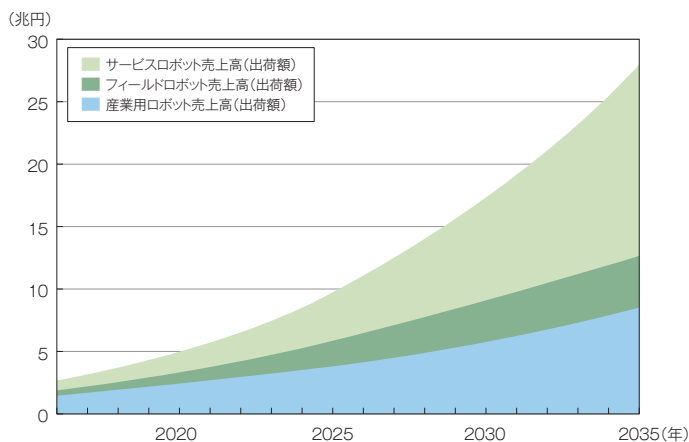
さらに、2020年に発生した新型コロナウイルスの全世界的な感染拡大は、サービスロボットの普及をさらに加速するものと考えられます。このコロナ禍に対して、NEDOは2020年度に「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」を開始しています。

新しい市場への拡大を支えるのは、ロボットの知能化です。急速に進化するAIの技術がロボットと融合し、従来は提供できなかったような自律的な行動をロボットが執るようになって考えられます。2016年の世界ロボット市場は約2.6兆円で、そのうちAI×ロボット市場は16%と推定されますが、2035年には、世界市場の51%にまで拡大する見込みです^{注7)}。

NEDOは、2011年7月に日本初のロボット用知能ソフトウェアモジュールを公開するなど、早くからロボットの知能化、そしてAIとの融合に取り組んできました。今後も、ロボットの知能化をさらに進めて、ロボットの社会実装にチャレンジしていきます。

注 7) 出典：NEDO「TSC Foresight」Vol.29、<https://www.nedo.go.jp/content/100884651.pdf>

図 9 ● ロボット分野別の世界市場予測



出典：NEDO「TSC Foresight」Vol.29 (2018年)、International Federation of Robotics「World Robotics 2016」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

図 10 ● 「NEDOロボット白書2014」(2014年7月17日発行)



ドローン分野



歴史と背景

「空の産業革命」実現に向けた技術開発

ドローンは、農作業・警備・監視・点検・物流・災害対応といった様々な用途が提案されており、民間企業による新たなサービス・事業によって国民生活の利便性や質の向上が期待されています。

日本では、2015年4月から「小型無人機に関する関係府省庁連絡会議」が開催されています。また、「空の産業革命」ともいわれる新産業の創出に向けた環境整備のため、2015年12月に「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」が内閣官房に設置されました。

このような取り組みを受けて、2017年6月に閣議決定された「未来投資戦略2017」において、ドローンなどの小型無人機の産業利用拡大に向けた環境整備として、2020年代には人口密度の高い都市でも安全な荷物配送を本格化させるため、目視外飛行や第三者上空飛行など高度な飛行を可能とするための技術開発と制度的対応を進めることが示されました。

こうした動きに対応して、NEDOはインフラ維持管理・更新向けのロボット・ドローンの技術開発での実績を基に、ドローンが空を飛び交う社会の実現に向けた技術開発・社会実装に取り組んでいます。

最近10年の主なプロジェクト

❖ インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト／研究開発項目(4)ロボット性能評価手法等の研究開発 [2016～2017年度]

「無人航空機を活用した物流」「無人航空機や水中ロボットを活用したインフラ点検」「無人航空機や陸上ロボットを活用した災害対応」などをテーマに、今後活躍が期待されるドローンなどの各種ロボットについて、求められる性能基準や安全基準などを明らかにし、その基準を測定する試験方法の開発を行いました。

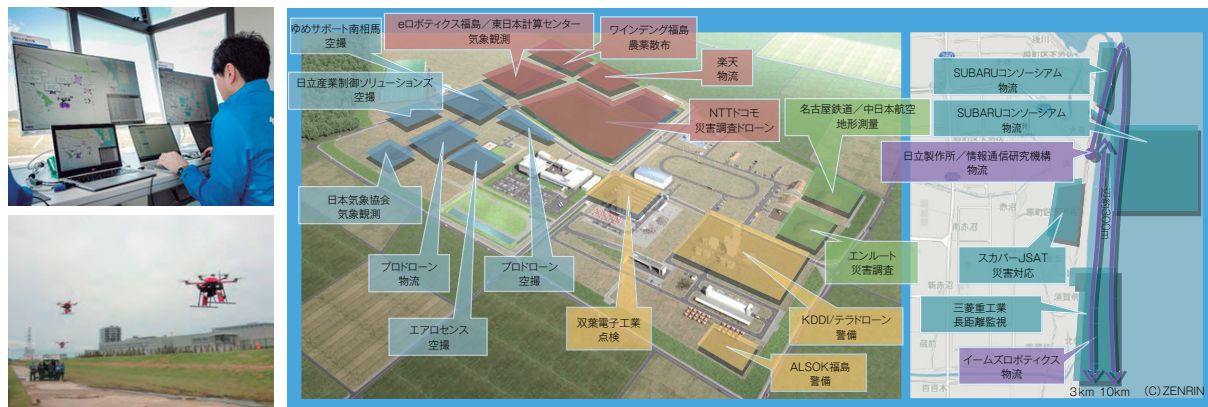
❖ ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト [2017～2021年度]

「空の産業革命に向けたロードマップ」の技術開発項目に示されている、性能評価基準、運航管理システム、衝突回避技術の開発や実証検証とともに、これらの研究開発成果を速やかに国際標準 (ISO/TC20/SC16) の国内委員会へ提案することを目的に推進しています。

福島RTFとの連携・環境整備も重視しており、飛行試験などの実施に加えて、地域の人材育成なども見据えた自治体(福島県・南相馬市)との協力協定を締結しています。

2019年10月には福島RTFにおいて29の事業者が参加し、1時間に100フライト以上の飛行試験に成功しました。本試験では、システムへ接続するためのAPI (API: Application Programming Interface) の仕様書を公開し、プロジェクトに参加していない多数の実施者も参加しました。

図11 ● 2019年10月 福島 RTFでの飛行試験



❖ 安全安心なドローン基盤技術開発〔2020年度〕

災害対応、インフラ点検、監視・捜索といった政府調達をはじめとする分野におけるドローンの利活用拡大への貢献を目指します。日本のドローン産業の競争力を強化するとともに、関連するビジネスエコシステムの醸成を目的として、ドローン関連の基盤技術開発を行います。

！ 現状と課題 研究成果の社会実装

2019年6月に「成長戦略実行計画」が公表され、2022年度をめどに「飛行禁止区域を除き、飛行ルートの安全性確保を前提として、有人地帯での目視外飛行」の実現を目指すことが具体的に示されました。

この目標達成に向けて、NEDOは2020年度からの2年間を社会実装フェーズと位置付けました。これまでの研究開発フェーズで明確となった課題の解決を図り、社会実装を進めています。

▶ 今後と展望 「空の産業革命」から「空の移動革命」へ

2020年に発生した新型コロナウイルスの感染拡大により、無人配送などドローン活用への期待はますます高くなっています。社会実装への動きは一層加速するものと考えられます。

また、ドローンなどの小型無人機を用いた「空の産業革命」の推進と並行し、2018年8月には、より大型で高出力の無人機を活用して人や物を移動させることができる、いわゆる“空飛ぶクルマ”の実現に向けて、「空の移動革命に向けた官民協議会」が設置されました。このような動きに対しても、NEDOはこれまでドローンで蓄積した知見・ノウハウや国際標準化に向けた活動などの実績を生かして貢献していきます。

AI分野



歴史と背景

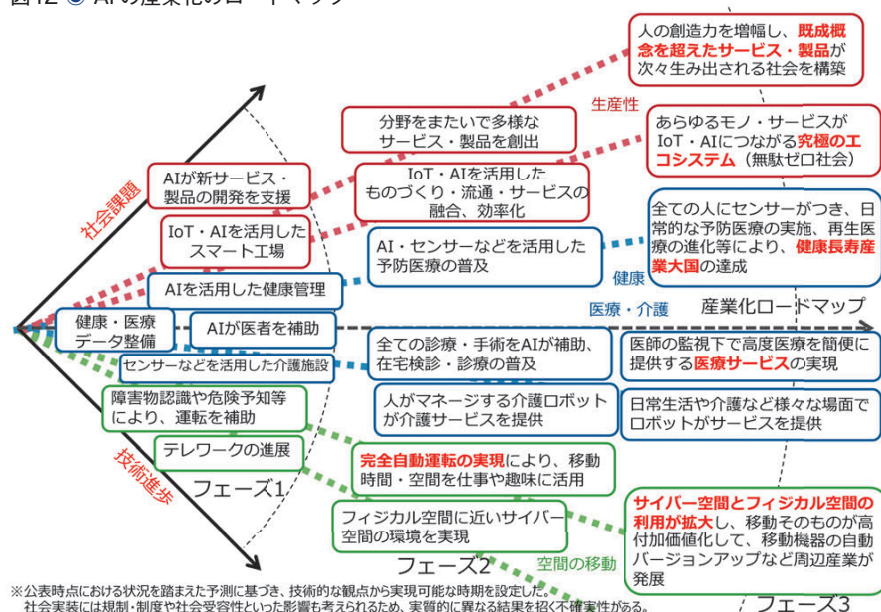
急速な発展を遂げるAI技術

近年、計算機の性能の高まりによる計算速度の大幅な向上によって、機械学習、特にディープラーニング(深層学習)が急速に進展し、AI分野に第3次ブームが訪れています。進化を続けるAIは様々な分野への応用が予想されることから、「Society 5.0」の中核的な技術分野として多くの業界から注目を集めています。

また、世界各国ではAIの開発と利用の促進に向け様々な技術戦略が策定されています。日本においても2016年4月に「人工知能技術戦略会議」が設立され、2017年3月に「人工知能技術戦略」を策定し、開発目標と産業化のロードマップが公表されています。その後、2019年に「人間中心のAI社会原則」と「AI戦略2019」が策定され、AI開発に必要な条件や産業応用から人材育成に至るまでの基本戦略が示されました。

NEDOは人工知能技術戦略会議が設立される前年の2015年に、次世代のAI技術と革新的なロボット技術の研究開発を行うプロジェクトを開始しました。2016年度の人工知能技術戦略会議の設置に伴い、「ロボット・機械システム部」を「ロボット・AI部」へと改称するとともに、「AI社会実装推進室」を設置しました。同年には「次世代人工知能技術社会実装ビジョン」を発表し、2018年には「人工知能技術戦略」において重要分野と指定された「生産性」「健康、医療・介護」「空間の移動」に対して、研究開発と社会実装を目的とした2つのプロジェクトを開始しました。さらに、社会人技術者や研究者を対象に、AI技術を活用して新たな事業・産業を創出する力を持つ即戦力人材を育成するための教育プログラム「AIデータフロンティアコース」を2017年度に開講しました。

図12 ● AIの産業化のロードマップ



出典：人工知能技術戦略会議「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」

最近10年の主なプロジェクト

❖ 次世代人工知能・ロボット中核技術開発 [2015～2019年度]

2015年に日本が打ち出した「ロボット新戦略」では、「次世代に向けた技術開発」のアクションプランを示し、革新的な次世代技術の研究開発を推進することが必要であるとしました。これを受け、NEDOはそれまでのAIやロボット関連技術の延長上にとどまらない、革新的なデータ取得・認識・推論技術、センサーやアクチュエーターなどの要素技術を研究開発のため、同年に「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトを開始しました。

その後、「人工知能技術戦略」の方針も踏まえ、プロジェクト自体も社会のシーズ・ニーズに応じて進化し続け、5年間で合計126テーマに及ぶ研究開発により、世界初を含む数多くの研究成果を創出しました。加えて社会実装に積極的に取り組み、創業間もないAIスタートアップの支援事業を展開するとともに、プロジェクト成果をコア技術とする10社以上のスタートアップを生み出しました。

図13 ①「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」におけるAI研究開発の取り組み

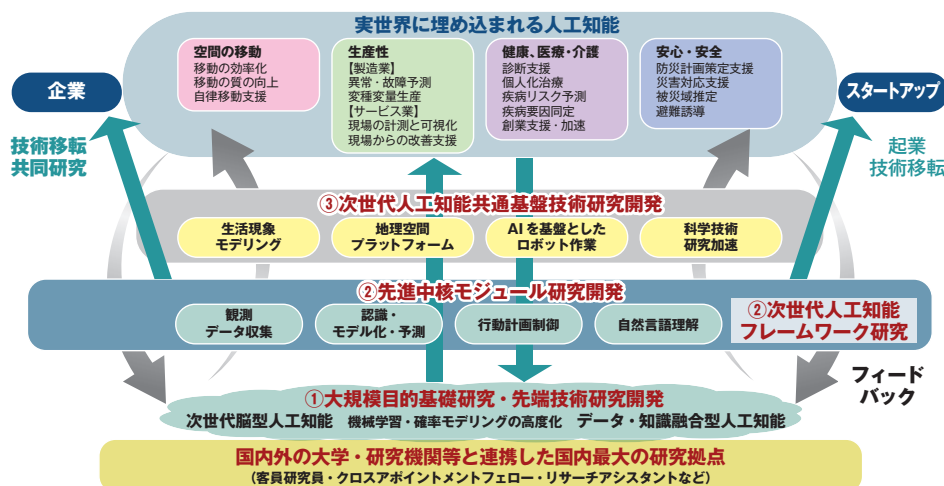


図14 ①「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」ロボット技術開発の成果事例

<道具の機能を認識するロボット>



<人の手に近い、高性能かつ堅牢性を備えた5本指ロボットハンド>



❖ 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発 [2018～2023年度]

「生産性」や「空間の移動」などの重点分野におけるAI技術の社会実装の実現に向けた研究開発プロジェクトを2018年度から推進しています。近年、「交通」「プラント」「発電」「土木」「流通」といった新たな領域へのAI導入を加速することが必要とされています。そこで、AI技術の開発・実証に加えて、より広い分野・領域でAI技術を短期間で導入・構築することを目的としています。

例えば、教師データを作成するアノテーション作業の自動化、学習モデルの精度向上に必要な最適ハイパーパラメータの探索高速化、導入加速に向けた機械学習の自動化技術などの開発を進めています。さらに、施策の仮説立案を支援する経営支援システムや、ものづくり現場の熟練者の判断をモデル化することで非熟練者の判断を支援するAI技術など、幅広い共通基盤技術の開発・実証を進めています。

すべての研究開発テーマをアジャイル型開発手法で進め、次世代AI技術の導入

期間を従来比1/10に短縮できることを実証し、AI技術の適用領域拡大、人間の発想や創造を支援する共通基盤技術の確立を目指し、AI技術の社会実装を加速させて、グローバル市場の獲得につなげます。また、人間による管理では達成できない一層の生産性向上と平準化で省エネルギー効果を得るなど、AI技術の導入による省エネルギー化と二酸化炭素(CO₂)排出削減につながることを期待できます。

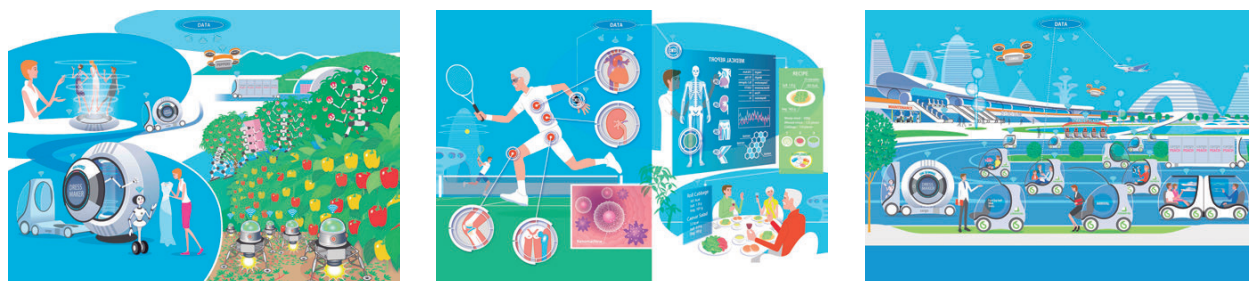
図15 ●「次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発」の全体概要



❖ 人工知能技術適用によるスマート社会の実現 [2018～2022年度]

「人工知能技術戦略」で定めた「生産性」「健康、医療・介護」「空間の移動」の重点分野において、AI技術の社会実装を推進する研究開発を実施します。具体的には、これまで研究開発、導入が進められてきたAIモジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究開発インフラを活用しながら、サイバー・フィジカル空間を結合

図16 ●「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」の全体概要



生産性分野

- ① MyData に基づくAI開発運用プラットフォームの構築
- ② データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発
- ③ AIによる植物工場などバリューチェーン効率化システムの研究開発
- ④ 農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発

健康、医療・介護分野

- ① 人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
- ② 新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計AIの開発
- ③ 人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発
- ④ 健康長寿を楽しむスマートソサエティ ～主体性のあるスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発～

空間の移動分野

- ① 安全・安心の移動のための三次元マップなどの構築
- ② サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローンAI技術の研究開発
- ③ 人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発
- ④ 判断根拠を言語化するAIの研究開発

したスマートな社会を実現するための研究開発・実証を行います。

狙いは、日本の得意分野にAI技術を応用することで競争優位性を確保することです。そのために、AI技術の有効活用に不可欠な現場データの明確化と取得・蓄積・加工のノウハウを確立し、AI技術の社会実装の先行的な成功事例を創出します。さらに、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられる超スマート社会の構築を推進します。



現状と課題

国際競争の中で開発投資が不足

2020年現在、AI技術分野の国際競争では巨額の研究開発投資を行っている米国と中国を筆頭として、世界各国による激しい技術競争が行われており、論文数、特許数ともに大きく伸びています。日本は音声処理やロボティクスへのAI適用は比較的優位と言えるものの、米国と中国に比べ研究開発投資が不足しているのが現状です。

AI技術は、広告をはじめとするネット産業から実社会へ適用が進行しています。実社会の中でも、製造、卸売り・小売りなどからAI技術の適用が始まり、今後は医療・福祉や、電力・ガス・通信、交通・運輸などのインフラストラクチャー、教育といった社会的・経済的に大きな影響を及ぼす分野への適用が期待されています。



今後と展望

適用領域の広がるAI技術

今後のさらなる計算機の性能向上によって、AI技術はより精度の高い推論を導き出すことが可能になるとみられ、これからの社会にとって必要不可欠であるといえます。特に日本では生産年齢人口の減少による人手不足とともに労働生産性の向上が大きな課題となっています。AI技術は、こうした課題の解決につながる中核的な技術の一つとして大いに期待されています。ただし、AI技術の導入に当たっては、医療、交通、教育など、AIの推論結果が社会的・経済的に大きな影響を及ぼす分野では、AIの推論結果を人間が理解できず判断の材料として使えないことや、AIの品質を評価・管理する手法が完全には確立されていないことなどが課題となっています。

これらの課題を解決するため、NEDOは2020～2024年度の5年間にわたるプロジェクトとして、「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」を開始しました。AIの推論根拠や過程を示すことによって、人がAIを理解できるようにする技術を開発します。AIならではの判断とその根拠から人が新たな気付きを得られると同時に、人の経験や知識をAIに導入することで、人の感性に合ったより身近なAIシステムの実現を目指します。

次の10年間に、NEDOはAIが人々の生活や様々な産業にとって「より身近な技術」となる社会の実現を目指します。

航空機

歴史と背景 環境規制と電動化に向け技術開発進む

航空機産業は、最先端の技術が適用される典型的な研究開発集約型の産業、かつ極めて広い裾野を有する総合産業です。また、高い安全性・信頼性が求められ、厳しい品質管理が要求されています。環境面に関しては、国際民間航空機関(ICA0)において、2050年までにCO₂排出量を50%削減(2005年比)することを目標に掲げています。これまで以上にCO₂排出量の削減が求められている中、航空機の電動化技術が注目されています。2018年7月には国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が中心となり、産学官が連携する枠組みとして、「航空機電動化コンソーシアム(ECLAIR)」が設立されています。

また、次世代航空機はさらなる安全性・環境適合性・経済性が求められています。そこでこうしたニーズに対応した技術開発を行い、日本の技術が次世代航空機に早期に導入可能な体制を構築することが必要とされています。特に期待を集めているのが、「装備品」と呼ばれる航空機の胴体や翼などの機体構造、エンジン本体を除いた大小のシステムや機器類です。これらは電気系統や油圧系統、燃料系統、空調系統、操縦系統など多岐にわたり、航空機の価値構成の40%を占める重要な分野となっています。

最近10年の主なプロジェクト

❖ 航空機用先進システム実用化プロジェクト [2015~2023年度]

本事業は航空機の安全性、環境適合性、経済性といった社会のニーズに対応し、高安全性、軽量、低コストを実現する先進システムを開発し、次世代航空機として提案可能なレベルにまで成熟させることを目的としています。

図18 ● 航空機先進システム実用化プロジェクト概要図

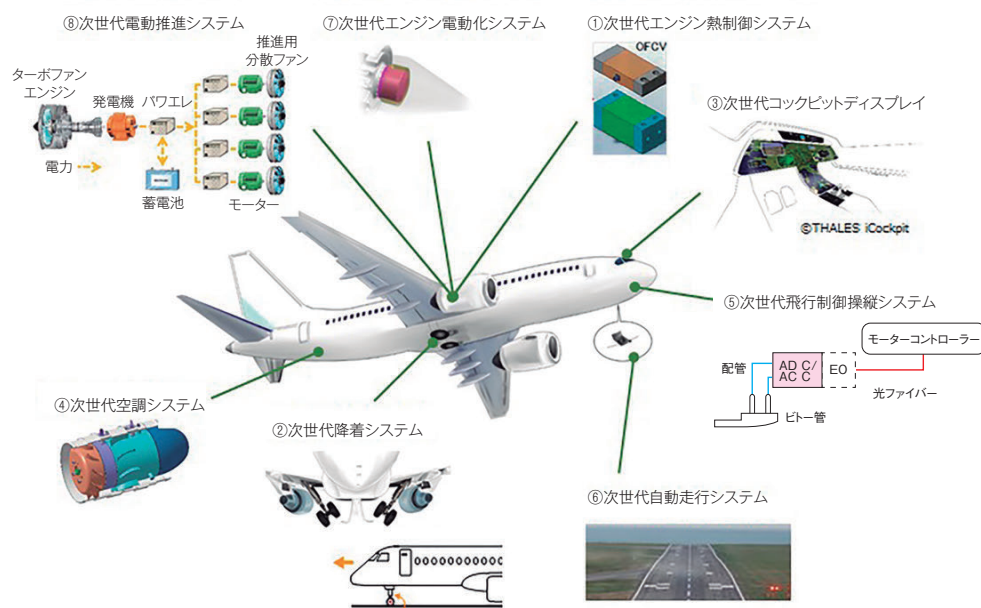
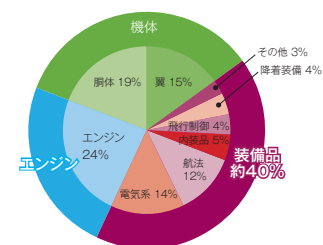


図17 ● 装備品の価値構成



出典: Frost & Sullivan [Global Commercial Aviation Electrical Power Systems and Infrastructure Market Assessment] (2008年)

さらに電動航空機の実現に向け、超電導技術を適用した推進システムや軽量蓄電池などの要素技術の研究開発に取り組んでいます。



現状と課題

実用化の取り組みと新技術への対応

装備品には安全性を証明する認証制度があり、該当する認証（基準適合証明）を取らなければ航空機に搭載できません。安全性の証明は、具体的な方法や数値基準が定められているケースが少なく、多くの場合は製造事業者が証明方法を考える必要があります。満足している数字自体が安全面に照らして十分であることを、製造事業者自らが運航実績や試験データを示して証明することが必要とされており、試験設備あるいは実機による各種試験、認証のクリアが不可欠です。蓄積した認証ノウハウや認証取得のスピード性が開発競争や市場への支配力を左右するため、監督官庁や業界団体と連携して取り組むことが重要です。



今後と展望

新型コロナウイルスによる環境変化と技術革新

世界的な新型コロナウイルスの感染拡大により、航空機需要はこれまでに経験したことがないほど大きく落ち込み、回復には数年を要すると予測されています。これにより、航空機産業も製造機数や人員の削減が進み、関連するサプライチェーンに大きな影響が及んでいます。ただし、ITの発達によりリモートでのコミュニケーション手段も浸透してきていますが、人の移動は人類の文化的、社会的、経済的、政治的活動に欠かせぬ要素であることは変わりありません。その意味で航空に関わる人材、産業、システムをサステイナブルにする必要があります。

航空機需要の回復後は、機体メーカーの製品戦略で双通路機から単通路機へ主力機種の見直しがなされたり、価格競争力から安定供給力へサプライチェーンの再編が行われたりする可能性が高いとみられます。そのため、これまで以上に環境への影響の低減、安全性と経済性の向上が重要となり、各国での技術獲得競争が加速すると予測されます。NEDOはこうした環境対応やコスト改善などに寄与する、軽量化、電動化、製造自動化技術などに関する研究開発について積極的に取り組み、航空機産業の発展に貢献していきます。

2-3-2. IoT・電子・情報技術



歴史と背景

IoT社会の実現に向けた取り組み

IoT (Internet of Things) 技術の進展により、実社会のあらゆる事業・情報がデータ化され、ネットワークを通じた自由なやりとりが可能となりつつあります。「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる」超スマート社会 (Society 5.0) の実現には、第4次産業革命技術やそれらを用いて創造される製品やサービスを次々と社会実装していかなくてはなりません。

また、経済産業省は2017年3月に、Society 5.0を実現するため、日本の産業が目指すべき姿(コンセプト)として、「Connected Industries」を提唱しています。Connected Industriesは、既存産業とデジタル技術の「つながり」をはじめとして、機械、データ、技術、ヒト、組織など様々なものつなぎによって新たな付加価値の創出や社会課題の解決を目指すものです。NEDOでは、「自動走行・モビリティサービス」「バイオ・素材」「スマートライフ」「プラント・インフラ保安」「ものづくり・ロボティクス」の5つの重点分野において、AIアプリケーションとデータプラットフォームなどが一体となった成功事例を創出し、国内企業にとどまらない幅広いデータ連携による価値の創出を促進しています。

図1 ● IoTの推進

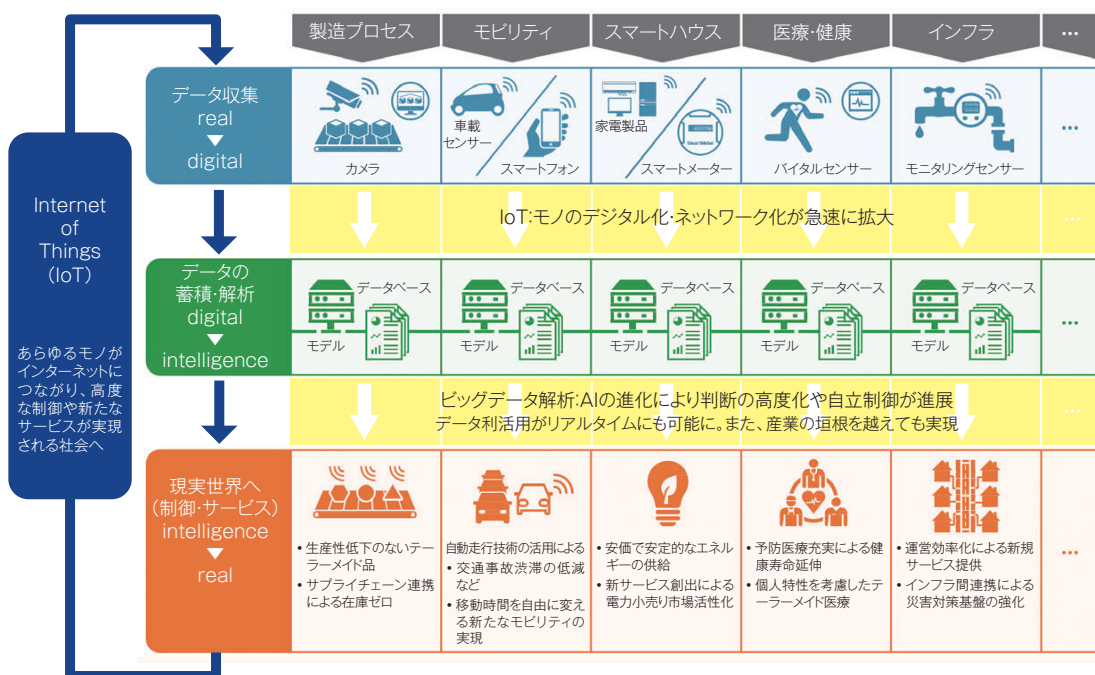
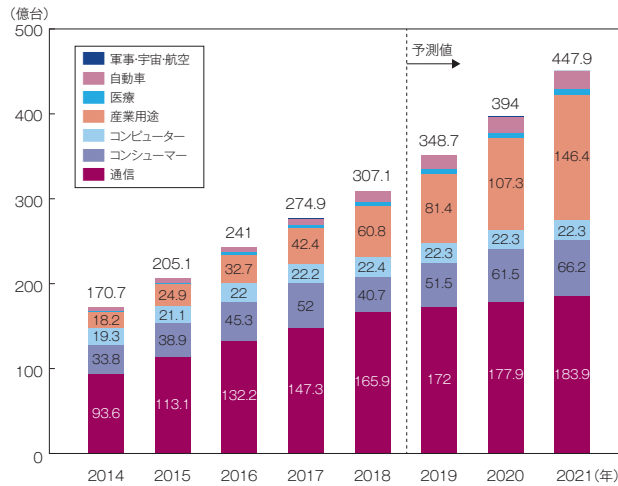


図2 ● 世界のIoTデバイス数の推移と予測



出典：IHS Technology、総務省令和元年版情報通信白書

最近10年の主なプロジェクト

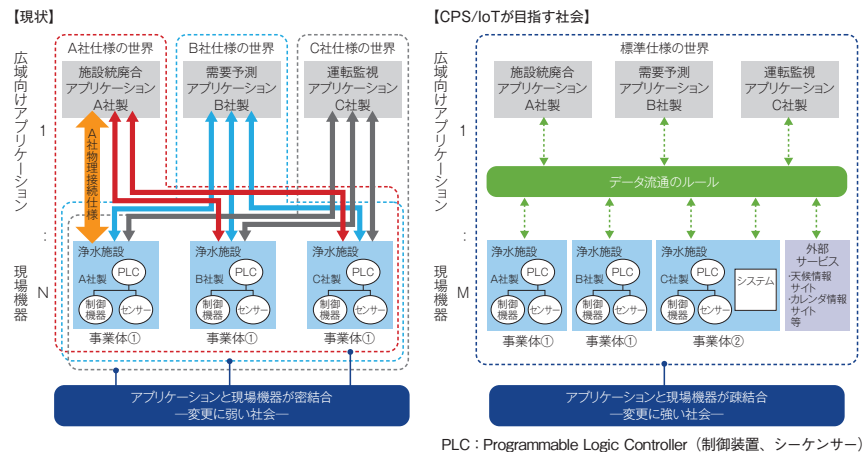
IoT

❖ IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業 [2017~2018年度]

データ連携体制の整備や業界内・業界間で協調すべきデータ収集基盤の構築に向けて、データ連携の基盤となる標準仕様の策定・公開や、セキュリティ対策・ルールの見直しなどの取り組みを実施しました。設備老朽化・人材不足といった日本が抱える社会課題の解決が不可欠な分野や、企業・業界を越えたデータ連携の可能性・潜在性を有している分野、稼働率の向上やサプライチェーンの最適構築などグローバルな視点で競争力強化を図る分野を対象として、取り組みを推進しました。

事例の1つが水道インフラ分野での取り組みです。メーカーごとに浄水場システムの仕様が異なり、広域運用が困難との課題がありました。そこで本プロジェクトでは、システムの標準仕様などを創出しました。この成果は厚生労働省から各自治体へ通達され、情報連携システムの構築などの社会実装につながっています。

図3 ● 水道インフラ分野におけるシステム標準仕様の必要性

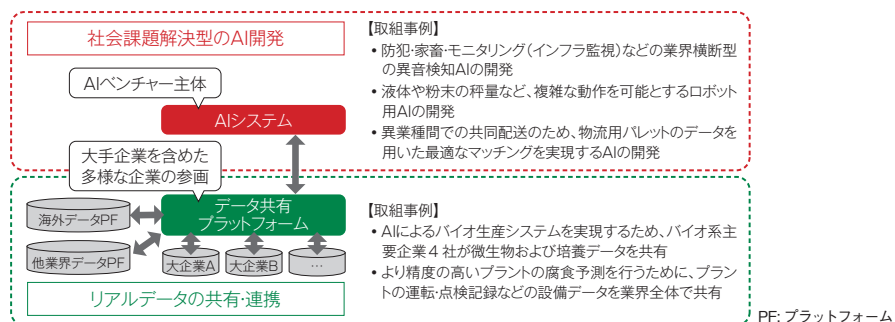


❖ Connected Industries 推進のための協調領域データ共有・AIシステム開発促進事業 [2019～2021年度]

データを巡るグローバル競争の主戦場は、バーチャルデータからリアルデータを活用したビジネスに移行しています。日本の強みである現場の良質なデータを生かし、データを介して機械、技術、人などがつながることで、新たな付加価値創出と社会課題解決を目指す「Connected Industries」の実現が重要です。

本プロジェクトでは、まず企業の垣根を越えた、協調領域におけるデータ共有・連携を促進し、そのデータをAIなどの先端技術を用いて利活用することで、世界的に競争力があるデジタルサービスを創出することを目指します。具体的には、事業者間のデータ共有プラットフォームの本格構築を支援し、協調領域データの利活用環境を整備します。同時に、そのデータなどを用いた国際競争力のあるAIシステムの開発を支援します。

図4 ● データ共有プラットフォーム構築およびAIシステム開発の支援



❖ 次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発 [2010～2018年度]

本プロジェクトは、省エネルギー・大面積・軽量・薄型・フレキシブルを実現するプリントドエレクトロニクス技術によって産業競争力を強化し市場を創出する目的で開始されました。2010～2015年度の第I期では、フレキシブルなフィルム基板上に高精細な電子回路を印刷法で作製する技術を開発し、世界初の印刷技術だけによる一貫試作ラインを構築しました。2016～2018年度の第II期では、IoT用デバイスへの適用に向け、印刷法による多品種・量産を可能とする基盤技術を開発し、多くのユースケース実証のオファーを獲得しました。プロジェクト終了後には、委託先の次世代プリントドエレクトロニクス技術研究組合の後継である開発体制として、FIIoT(Flexible IoT)コンソーシアムが2019年4月に設立されました。

図5 ● フレキシブル TFT アレイシート



図6 ● 圧力センサー (面内の圧力を緻密にセンシング)

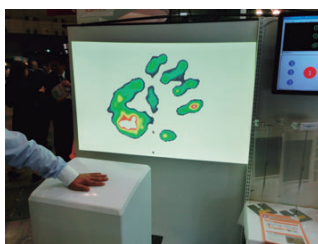


図7 ● センシングウェアのイメージ (テキスタイルに印刷した配線(右))



コンピューティング

❖ AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業 [2018～2022年度]

IoT社会の到来により急増した情報の高度な利活用を促進するには、ネットワークの末端（エッジ）で中心的な情報処理を行うことが不可欠です。ただし、エッジにおいて限られた資源を用いて効率的に処理を行うAIチップを開発するためには、高度なスキルや高額な設計ツールが必要です。特に中小・ベンチャー企業にとっては、革新的なアイデアがあるにもかかわらず、新規参入などにあたりそれらが高いハードルになっています。

本プロジェクトでは下記の二つのテーマを進め、中小・ベンチャー企業などが持つアイデアを実用化するための設計開発を支援する事業を行っています。

- ① AIチップに関するアイデアの実用化に向けた開発（助成）
- ② AIチップ開発を加速する共通基盤技術の開発（委託）

図8 ● AIチップアイデア実用化のイメージ

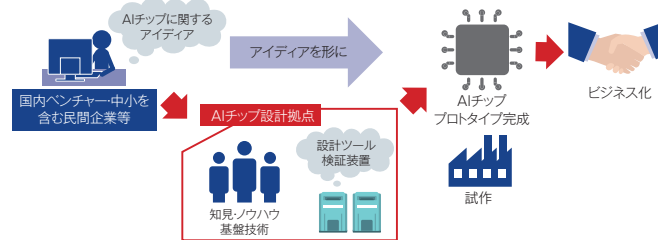


図9 ● 事業説明図

① AIチップに関するアイデアの実用化に向けた開発（助成）

民間企業等（AIチップ開発）
 ・民間企業等が持つアイデアを実用化するため、本事業により整備する開発環境などを活用して、AIチップ開発を実施



設計検証ツール
知見・ノウハウなど 提供



拠点利用による課題や
改善点・要望などのフィードバック

② AIチップ開発を加速する共通基盤技術の開発（委託）

大学・研究機関など（拠点構築）
 ・高度なAIチップ開発のための基盤技術の開発
 ・AIチップ開発に必要な開発環境（設計ツールなど）を整備
 ・AIチップ開発に取り組む民間企業などに対して、開発環境、基盤技術、専門的な知見・ノウハウ等を提供
 ・AIチップ開発を担う人材の育成



❖ 高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発 [2016～2027年度]

すべてのモノがインターネットにつながるIoT社会の到来とともに、様々な社会的課題が挙げられるようになりました。例えば、クラウドコンピューティングが社会インフラとして普及する中で、情報爆発時代のサーバー消費電力の増大にどう対応するのか。研究現場では「ムーアの法則」の限界、つまり既存技術の延長によるハードウェアの飛躍的性能向上が見込めない状況で、いかに情報産業の発展を継続させるのか。これらの課題に対して、ハードウェアのみならずソフトウ

エアとも連動し、革新的なコンピューティング技術によって情報産業の発展を支える、新しい視点での研究開発の実施が必要と考えられます。

そこでNEDOは、2016年度からIoT社会の基盤となる各種技術の高度化に向けた研究開発を推進するとともに、2018年度からはこれらの社会課題を見据え、

- ① 集約型のシステム（クラウドコンピューティング）に対して、分散型でAIなどを用いた高度な情報処理をエッジ領域で実施する、革新的なAIエッジコンピューティング技術の開発
- ② 量子コンピューティングや脳型コンピューティングなど、既存技術の延長にない新しい技術による、10年先の社会を見据えた次世代コンピューティング技術の研究開発

を新たに実施しています。具体的には、AIエッジコンピューティングの実現に向けて必要となる、専用チップやセキュリティーといった各種要素技術の研究開発を進めます。加えて、日本初となる量子アニーリングコンピューターの実用化に向けて、オールジャパンでの研究開発体制を整え、基盤技術の確立に目処をつけるなど、本プロジェクトを通じて日本の情報産業のさらなる発展に向けた研究開発を推進しています。

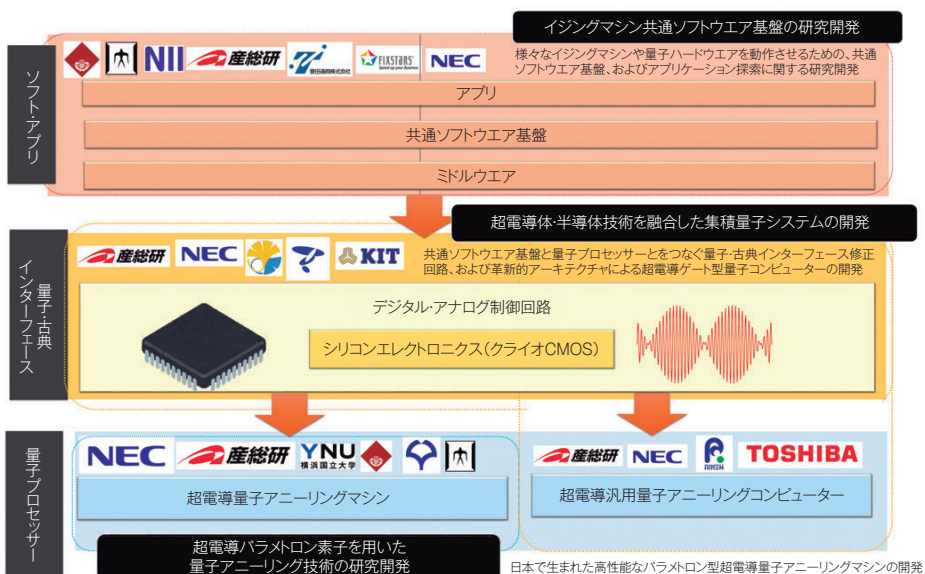
図10 ● AIエッジコンピューティングの実現に向けた要素技術

	既存ハード	新アーキテクチャ		新デバイス
1. 専用チップ (AIアクセラレータ、SoCの開発)	CPU-FPGAなど ※開発対象外	リコンフィギュラブルデバイスによるコンピューティング技術	多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術	不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術
2. コンピューティング技術 (OS、コンパイラ、ツールなど、開発環境の開発)	演算処理量の軽量化を実現するAI組込みコンピューティング技術			
	エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術			
3. セキュリティー基盤 (エッジ向けセキュリティー)	エッジデバイスのセキュリティー技術及びその評価技術			

図11 ● 日本初の量子アニーリングマシンイメージ



図12 ● 量子コンピューティング実現のためのオールジャパン体制



パワー半導体

❖ 低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト [2009~2019年度]

パワーエレクトロニクス(パワエレ)技術は、家電、自動車、鉄道、産業機器から電力ネットワークまで様々な用途で幅広く使用され、それらの機器の性能向上や省エネルギーの鍵となるコア技術です。

本プロジェクトでは、パワエレ技術の国際的な産業競争力強化を目指し、次世代シリコンデバイス開発や、炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)といった新材料パワーデバイスに必須な材料技術、設計技術、実装技術に注力して取り組みました。その結果、世界初の成果として、3,300V級と高耐圧のシリコンIGBT(Si-IGBT)(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)のスイッチング制御をわずか5Vのゲート駆動電圧で実証すること、単結晶ダイヤモンド基板を用いたマルチセル構造のGaN-高電子移動度トランジスタ(GaN-HEMT)を開発することに成功しています。また、本プロジェクトから生み出されたSiCモジュール技術は、産業用インバーターや鉄道車両にも広く活用され始めています。今後は、再生可能エネルギーの安定供給など、さらなる低炭素化社会の実現に寄与していくことが期待されています。

図13 ● 次世代パワエレプロジェクトの取り組み範囲

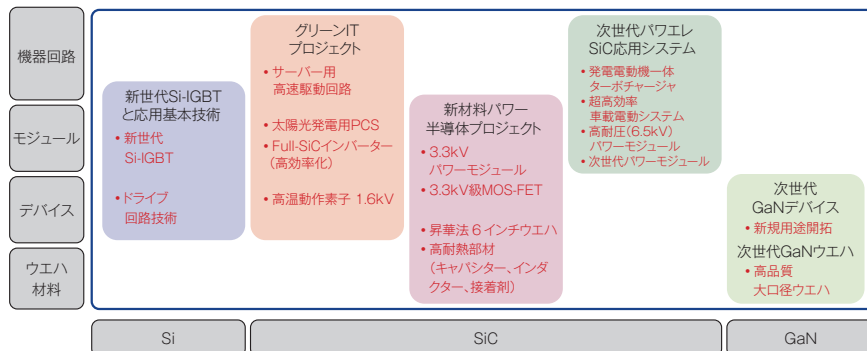


図14 ● 新世代 Si-IGBT とデジタルドライブ IC を用いた産業用実用化クラスのインバーター (10kW) 試作機で大幅な低損失化を実現

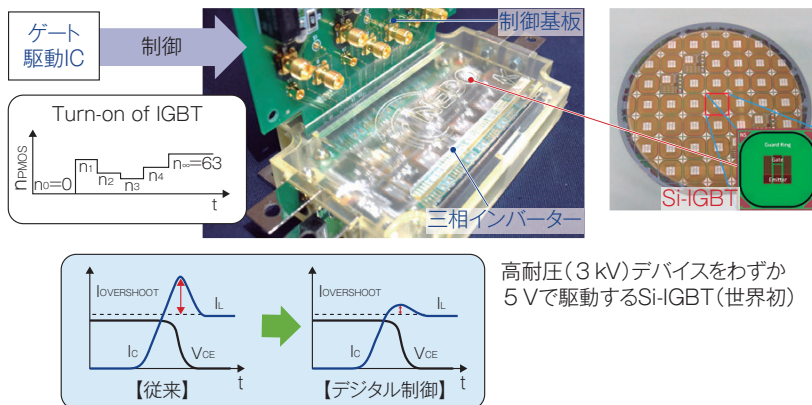
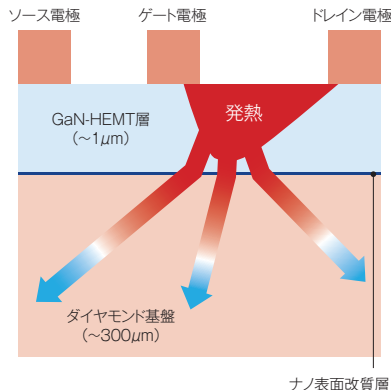


図15 ● 単結晶ダイヤモンド基板を用いたマルチセル構造の GaN-HEMT 断面構造

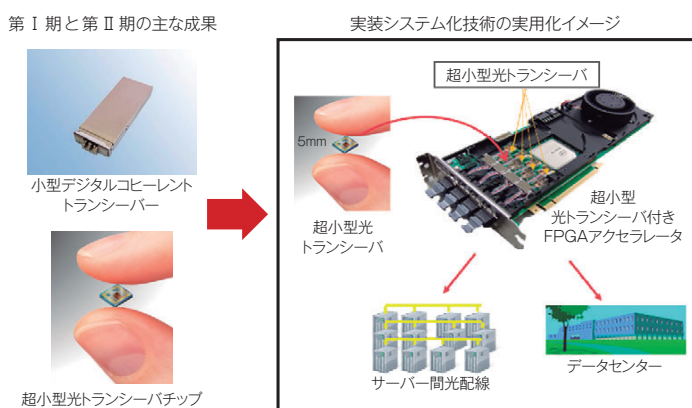


光エレクトロニクス

❖ 超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発 [2013～2021年度]

本プロジェクトでは、情報処理機器の省電力化と高速化を目的に、電子機器間の配線に光を用いる光配線技術と電子回路技術を融合させた光電子融合システム技術を実現します。2013～2017年度の第Ⅰ期・第Ⅱ期で実装基盤技術を確立し、100Gbpsのイーサネット伝送を可能とするデジタルコヒーレント技術を用いた小型光トランシーバの実用化に成功しました。また、シリコン基板上に光デバイス構造を作り込み、集積するシリコンフォトニクス技術を用いた、超小型の光トランシーバチップの実用化に成功しました。この成果を元に、委託先の技術研究組合光電子融合基盤技術研究所から分社化したアイオーコア株式会社において事業化に取り組んでいます。2018～2021年度の第Ⅲ期では、10Tbpsを想定する高密度光データ伝送、従来比で1/10を目指す省電力化を実現するシステム化技術開発に取り組んでいます。

図16 ● 超小型光トランシーバチップのシステム化のイメージ



現状と課題

新たな技術開発に向けて

NEDOは、IoT・AI・ビッグデータを活用し社会の課題を解決するという目的に向けて、実社会のデータを収集、蓄積、解析し、制御・サービスとして実社会に適用・フィードバックするという一連のサイクルにおいて、各段階での研究開発を実施してきました。また、省電力・高速処理を可能にする電子デバイスや、すべての段階におけるセキュリティー確保を柱とした分野横断的な技術開発など、ハードウェア・ソフトウェア両面からの開発を推進しています。

日本は、企業の優れた「技術力」や大学などの「研究開発力」、高い教育水準の「人材」、ものづくりや医療といった「現場」から得られる豊富な「リアルデータ」などの点で恵まれた状況にあります。ただし、こうした強みを経済・社会システムの革新や新ビジネスの創出にスピード感を持って活用できているとは言い難い状況です。また、コンピューティング分野においては、市場変化への対応が遅れたことな

どに伴い、世界シェアが落ち込むといった苦戦を強いられてきました。

日本のIoT・電子・情報産業の競争力強化のためには、データを介して機械、技術、人などがつながる Connected Industries の考え方の下、強みである要素技術を生かしつつ、ハードウェアのみならず、ミドルウェア、ソフトウェア、セキュリティ、そしてデータ、アーキテクチャも考慮した一体的な技術開発を進めることが勝負の鍵になると考えられます。



今後と展望

IoT社会の実現に向けて

2010年代を振り返ると、情報産業界にはスマートフォンの普及をはじめとするとても大きく大きな動きがあった10年間であったと言えます。情報通信技術や情報処理技術の高度化から、これまでは一般的でなかった関連機器の小型化、AIによる情報処理の普及が一気に進みました。いかに効率的に情報を収集し、蓄積し、活用するかという視点が産業の中で重要となり、様々な関連技術やビジネスが生まれていきました。同時に、既存技術による情報処理の限界が見えるようになったのもこの時期です。IT革命以降、年々世界中で扱う情報量が増え、情報爆発ともいわれる時代であって、サーバーによる消費電力の増大にどう対応していくのが大きな課題となりました。また、既存のハードウェア技術の高度化の指標となっていた「ムーアの法則」の限界、つまり半導体の微細化の限界が徐々に明らかになってきました。

IoT・電子・情報分野では、これらの限界を克服し Society 5.0が目的とする「IoTですべての人とモノがつながり、新たな価値が生まれる社会」の実現を目指して、その基盤となる技術開発を実施し、要素技術・基盤技術となる成果を創出してきました。今後も、多様な社会課題の解決に向けて、いかに実用的かつ効率的なコンピューティング技術を早期に実現するか、将来を見据えて開発を進めていく必要があります。

NEDOは、今後ともIoTを活用する事業者、研究機関、企業・大学などと連携し、個別の技術開発のみならず、既存のビジネスにとらわれない新しい事業や社会課題解決につながるサービスを生み出し、今後もIoTの社会実装に貢献していきます。

また、2020年度から「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」を開始しました。現在、第4世代移動通信システム(4G)と比べてより高度な第5世代移動通信システム(5G)は、各国で商用サービスが始まりつつありますが、本プロジェクトでは、高速・大容量に加えて、超低遅延や多数同時接続といった機能が強化されたポスト5Gに対応した情報通信システムの中核となる技術を開発し、日本のポスト5G情報通信システムの開発・製造基盤強化を目指します。これらの技術は工場や自動車といった多様な産業用途への活用が見込まれており、今後の日本の産業競争力の核となり得る技術と期待されています。

2-3-3. ものづくり技術



歴史と背景

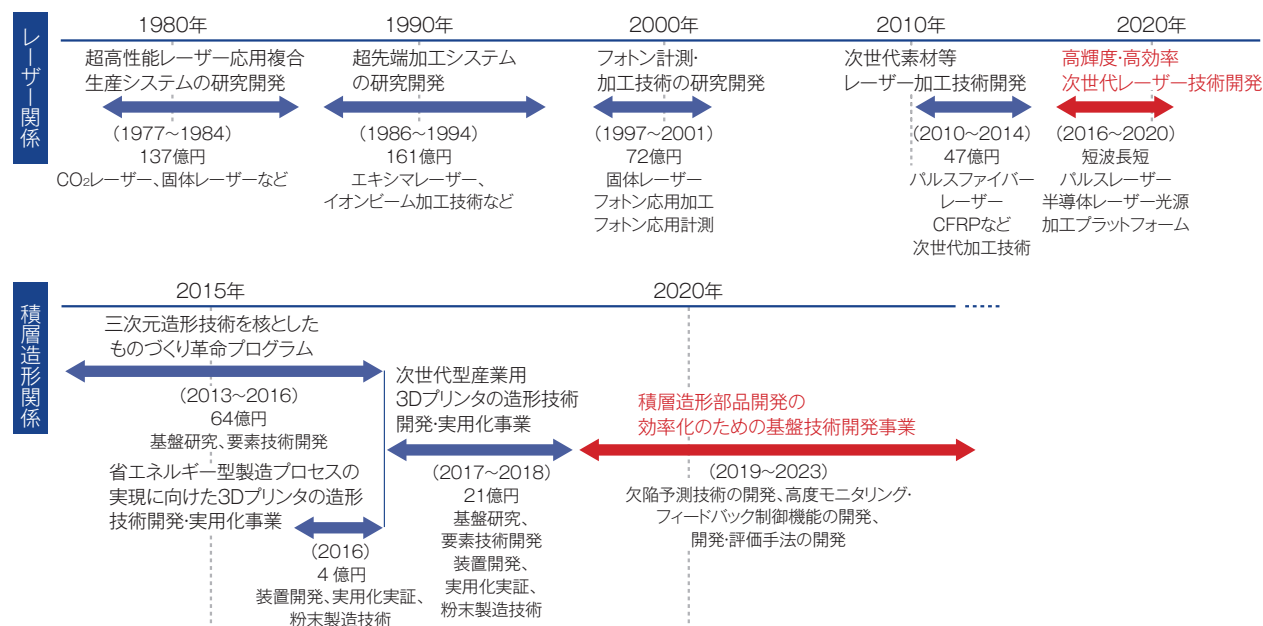
日本の強みを生かしたものづくり産業

天然資源の乏しい日本にとって、ものづくり産業は生命線です。将来的に人口減少が進むと予想される中、社会構造の変革に対応した技術革新を戦略的に取り入れた新産業革命を推進していくことが重要です。「もの」のインターネット(IoT:Internet of Things)に代表されるように、身の回りのあらゆる「もの」がネットワークでつながり、最適化により生産の効率化が進むと、これまでのものづくりの概念が一変します。

将来のものづくりの現場では、デジタル制御と親和性が高いレーザー加工の重要性が一層増すと同時に、ものづくり機器のクラウド連携や知能化が進むと考えられ、これらを融合したレーザー加工システムは日本のものづくりにおける最重要ツールの1つとして期待されています。

また、ものづくりの付加価値を上げていくためには、多品種少量生産、複雑形状、高機能化などを実現できる積層造形技術を、積極的に活用することが有効です。世界市場が積層造形技術を活用した付加価値生産の流れに向かう中、積層造形技術による製造プロセスを前提とする機能性部品が一般化すると、従来の鋳造や鍛造といった工法では対応できなくなってしまいます。そのため、日本のものづくり企業にとって、積層造形技術を活用した金属部品などの開発を早期に促進する必然性が高まっています。

図1 ● ナショナルプロジェクトの変遷

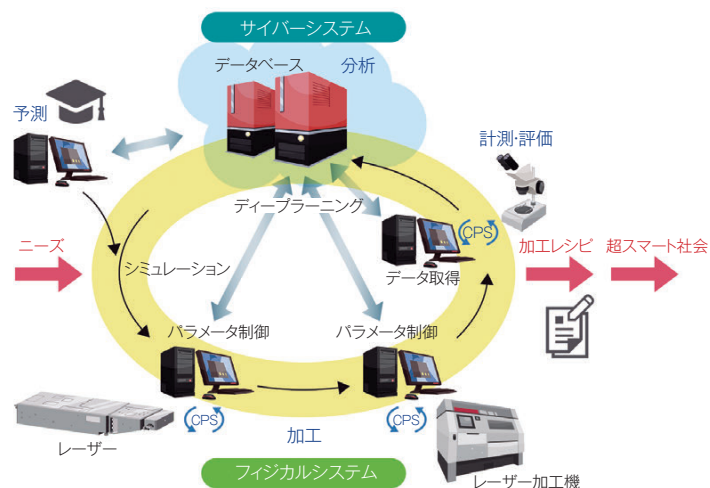


次世代レーザー

❖ 高輝度・高効率次世代レーザー技術開発 [2016～2020年度]

レーザー加工の高度化を進めるため、従来にない高輝度かつ高効率なレーザー技術と、それらを用いたレーザー加工技術を開発しています。研究開発段階からユーザー企業を巻き込み、市場性の高いレーザー装置を開発し、事業化につなげていきます。また、レーザー加工では加工対象ごとに波長などの多様なパラメータを設定する必要があり、パラメータの決定方法を実験的に導出するため、レーザー加工評価システムを開発しています。開発したレーザーの各パラメータを制御し、物性評価や解析に基づいた知見を集積してデータベース化することで、技術者の経験と勘に頼っていた加工レシピを提供するプラットフォームの構築を進めています。

図2 ● データベース構築イメージ



積層造形

❖ 次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業 [2017～2018年度]

ものづくりに革命を起こす潜在能力を持つ3Dプリンタ技術（三次元積層造形技術）は、当初、欧米を中心に活発な技術開発が行われていました。そうした中、本プロジェクトでは製造業へのインパクトが大きい金属用3Dプリンタ技術の基盤や装置、材料の開発、加えて鋳造用砂型3Dプリンタ技術の装置や材料の開発に取り組みました。

その結果、造形速度が従来比の10倍、精度が同5倍という世界最高水準の性能を持つ金属3Dプリンタ装置の実用化に成功し、加えて造形速度が従来比10倍の鋳造用砂型3Dプリンタ装置の実用化にも成功しました。これらの成果は、今後、日本におけるものづくり産業の国際競争力強化につながる事が期待されます。

図3 ● 事業イメージ



！ 現状と課題

技術の取り込みやメカニズム解明が必要

日本は、CO₂レーザーなどのガスレーザーの開発で世界を先導し、レーザー加工機システムでも圧倒的な世界市場シェアを占めていました。しかし、日本で開発された光ファイバー通信システム向け光ファイバー増幅技術を応用して、ファイバーレーザーが開発され、その省電力性や優れたビーム品質、北米で進展した高出力化などが決め手となり、海外製の高出力ファイバーレーザーが浸透しました。現在、こうしたファイバーレーザーなどの高出力固体レーザー技術やそれを応用した加工システムの世界市場で、日本は海外勢の後塵を拝しているのが実情です。

また、鋳造や鍛造、金属プレスといった日本の素形材産業の競争力を強化していくためには、日本のみならずグローバル市場から付加価値の高いものづくり技術を取り込んで収益性を高め、高い技術力を保有している企業群の稼ぐ力をさらに引き出して、産業の底上げを図ることが急務となります。しかし、金属の積層造形技術はそもそもの現象解明の研究さえも十分には進んでいないため、付加価値が高い複雑形状、高機能の部品や機能性合金の造形では品質の再現性を確保することが難しく、新規開発に多大なコストと時間がかかることが課題となっています。

▶ 今後と展望

社会普及と産業競争力強化に向けて

日本の製造業による輸出競争力を保持していくには、世界をリードできる次世代レーザー加工機産業を確立し、そのレーザー加工機を早期にもものづくりの現場へ広く普及させる必要があります。高輝度で高効率な実用性の高いレーザー装置とそれを組み込んだレーザー加工機、レーザー加工技術の開発を日本のものづくり産業の競争力強化につなげるため、産学官の英知を集結し開発する必要があります。

また積層造形分野では、品質に大きな影響を及ぼす金属の溶融凝固メカニズムが解明されておらず、金属部品の積層造形における品質の再現性の確保が課題となっています。このメカニズムを解明し、欠陥の発生要因を明確化できれば、高品質・高信頼の3Dプリンタが実現します。日本がこれを先んじて開発・社会実装し、従来のものづくりの強みを生かしつつ、グローバルニーズにも対応することで、サポーターインダストリーとしての競争力強化につながっていきます。今後もレーザーによる加工技術や、3Dプリンタなどによる三次元積層造形技術の開発と社会実装を推進し、ものづくり産業の産業競争力強化を図ります。

2-3-4. 材料・ナノテクノロジー



歴史と背景

産業を支える様々な材料を開発

NEDOは、1988年から電気を通すガラスやプラスチックである「導電性高分子材料」、組成を制御して新しい合金を作る「高機能結晶制御合金」、光エネルギーを利用した「光反応材料」などの研究開発プロジェクトを実施し、材料分野における研究開発プロジェクトの先駆けとなりました。1992年度には「原子・分子極限操作技術」の開発を始め、原子や分子を操作することで、新しい物質や素子を創る基礎技術・概念の確立を目指しました。2001年度からは、繊維、セラミックス、金属製品などの材料関連産業を中心に、研究開発プロジェクトを継続し、軽量・高強度材料や新機能ガラス、ナノファイバーなど、産業を支える目覚ましい成果を上げました。

2014年度からは、航空機や自動車の軽量化・燃費改善に向けた、鋼板やアルミニウム材、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)などによる構造材や複合材料の創製・成形技術の研究開発のほか、太陽光を利用して製造した水素と二酸化炭素(CO₂)を組み合わせてプラスチック原料を製造する技術の研究開発、データベースや人工知能(AI)などを活用して効率的に新材料などを探索する技術の基盤開発を実施しています。

材料・ナノテクノロジーの重要性については政府計画や戦略にも反映されており、「第5期科学技術基本計画」で提唱されている「Society 5.0」の実現にはデジタルイノベーションを支えるマテリアルイノベーションが不可欠だとされています。また「統合イノベーション戦略2020」では、マテリアル革新力の強化が柱の1つに盛り込まれており、日本の産業技術力強化の観点から材料・ナノテクノロジー分野の重要性が再認識されています。NEDOはこれらの政府計画や戦略にのっとり、未来の社会に必要とされる革新的な材料を開発するプロジェクトを推進していきます。

最近10年の主なプロジェクト

構造材料

❖ 革新的新構造材料等研究開発 [2014～2022年度]

国内の年間CO₂排出総量において、運輸部門は約18.5% (約2億1,000万t) を排出しています。このうち自動車は運輸部門の86%を占め、自動車の燃費改善技術は非常に社会的影響が大きいことがわかります。そこで、本プロジェクトではエネルギー使用量とCO₂排出量の削減を図るため、その効果が大きい自動車や鉄道車両といった輸送機器の抜本的な軽量化につながる技術開発などを行いました。

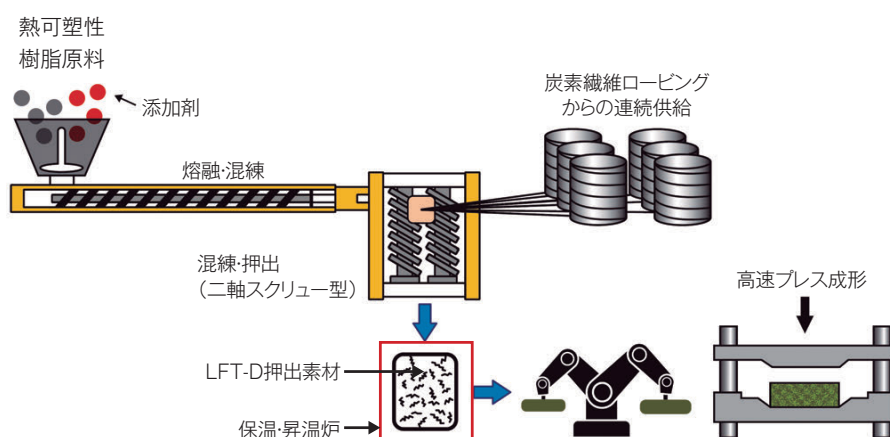
図1 ● 製作に成功したオール熱可塑性CFRPシャシー



提供: 新構造材料技術研究組合(ISMA)

本プロジェクト成果例としては、熱可塑性樹脂と炭素繊維を混練する「LFT-D (Long Fiber Thermoplastics -Direct) 工法」を用いることで、熱可塑性CFRP だけによる自動車用シャーシの製作に世界で初めて成功しました。これにより、材料供給から最終製品までの一貫自動生産が可能になり、部材コストの低減にめどを付けることができました。また鉄道車両分野では、難燃性のマグネシウム合金を用いて新幹線車両と同一断面サイズの高速度鉄道車両部分構体を試作することに成功しました。この構体は、難燃性のマグネシウム合金のみを使った世界最大級の大型構造物です。

図2 ● LFT-D 工法概念図



提供：ISMA

図3 ● 試作した高速鉄道車両部分構体の外観



提供：ISMA

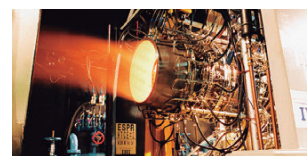
❖ 次世代構造部材創製・加工技術開発 [2015～2019年度]

エネルギー消費量削減やCO₂排出量削減は、国際的な重要課題です。航空機産業では、燃費改善や環境適合性向上、整備性向上、安全性向上といったニーズがあり、国際的な産業競争が激化しています。本事業では、複合材料をはじめとする日本が強みを持つ材料分野での技術革新を促進し、航空機に必要な信頼性・コストなどの課題を解決するための要素技術を開発しました。具体的には、次世代複合材や軽金属構造部材の創製・加工技術、航空機用複合材料の複雑形状積層技術、航空機用難削材の高速切削加工技術、軽量耐熱複合材であるセラミック基複合材料(CMC)技術、航空機用構造設計シミュレーション技術の5つの領域です。

プロジェクトの成果として、複雑形状の熱硬化性CFRPに向けた安価で小型タイプの自動積層装置を開発しました。作業による手積層と同等の品質を実現し、なおかつ複合材部材製造の高生産性・低コスト生産に対応できる積層速度での連続積層を可能としました。さらに易操作性・易メンテナンス性に加えて汎用性を備えたものとなりました。

また、次世代航空機用エンジン材料であるCMCの開発では、強度3GPa以上かつ耐クリープ特性に優れた炭化ケイ素(SiC)繊維が得られました。繊維を編んだプリフォームにおいて、体積に占める繊維の割合が30%以上というプリフォームの量産プロセスを開発しました。併せて、母材であるマトリックスの改質、コーティングの両面から耐熱性向上を行うことで、初期強度に優れ、かつ1,400℃での水蒸気暴露後でも強度低下の少ないCMC製燃焼器パネルを開発しました。

図4 ● エンジン燃焼試験の様子



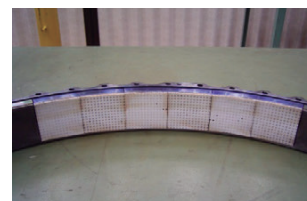
提供：IHI

図5 ● SiC 繊維



提供：宇部興産

図6 ● エンジン部品の1つであるタービンシュラウドをCMCで製作した



提供：IHI

機能性材料

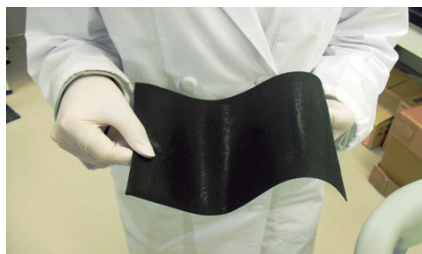
❖ 低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト [2010～2016年度]

カーボンナノチューブ(CNT)やグラフェンといったナノ炭素材料は、軽量で電気や熱の伝導が良いなどの特長を有し、省エネルギー家電や輸送機器など多くの分野での実用化が期待されています。このプロジェクトでは高品質・高純度な単層CNTの量産技術の確立や、ナノ炭素材料応用製品としての実用化技術の開発、安全性評価に向けた計測技術などの基盤技術開発を行いました。

その結果、2015年に高品質・高純度な単層CNTの革新的合成法として「スーパージグロース法」を採用する量産工場が完成し、同合成法による単層CNTの生産を開始しました。2016年には、半導体の放熱シートなどに向けて同合成法による単層CNTとゴムを複合したシート系熱界面材料を開発しました。2018年には、エンジンや掘削装置のOリングなどに向けて、単層CNTとゴムを複合した長寿命・高耐熱・高耐圧シール材の量産を開始しました。

また、2017年にグラフェンをはじめとする二次元材料の製造や用途開発のため、産総研技術移転ベンチャーとして株式会社エアメンブレンが設立されました。半導体や電化製品に利用可能なグラフェン透明導電性シートを製品化しています。

図7 ● A4サイズの単層CNT/炭素繊維/ゴム複合材料



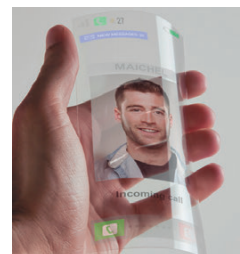
提供：産業技術総合研究所

図8 ● 耐熱Oリング「SGOINT」の外観



提供：産業技術総合研究所

図9 ● フレキシブル・透明デバイスのイメージ図



提供：エアメンブレン

❖ 次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発 [2014～2021年度]

❖ 部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業 [2020～2021年度]

国内総電力消費量の半分以上を占めるのはモーターであり、その高効率化は省エネルギーやCO₂削減にとって極めて有用です。一方で、高効率モーター用磁石には貴重な資源である希土類が使われています。特に稼働時の耐熱性向上に必要な重希土類は、資源量が僅少で偏在する、いわば調達リスクの高い資源です。自動車の電動化に伴うモーター需要の拡大が見込まれ、資源リスクを削減しつつモーターの高性能化を進める必要があります。

前者プロジェクトの第1期では、重希土類フリーの高性能磁石と軟磁性材料を用いた鉄心、これらを用いた高効率モーターの研究開発を進めました。2017年度

からの第2期は、さらに高性能な磁石開発にターゲットを絞り、高温下性能2倍という目標に迫る実用磁石の試作に成功しています。一方、基盤技術として高性能磁石の性能を発揮する高効率で小型化可能なモーターの設計・実証技術の開発を進め、損失の40%削減と40%小型化を目指しています。後者プロジェクトは供給の一部途絶といった希土類の調達リスク低減に向けて、希土類の使用量を削減またはゼロにする技術開発、あるいは低品位のために現在未利用となっている希土類資源によって代替しつつ現状以上の性能を発現する技術開発を進めています。

図10 ●「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」プロジェクトの事業概要図

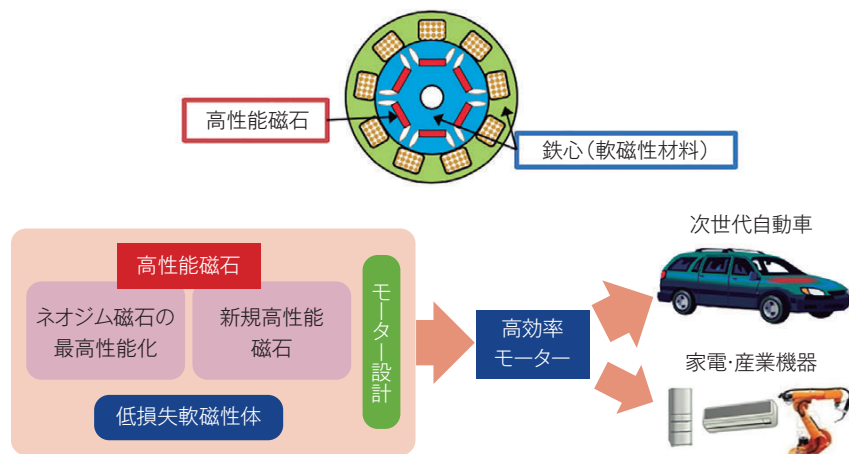


図11 ● 新規開発磁性材料を組み込んで試作した高効率モーター



提供：高効率モーター用磁性材料技術研究組合 (MagHEM)

図12 ● 超高精度モーター損失分析評価装置



提供：MagHEM

❖ 超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト [2016～2021年度]

日本の機能性材料は世界的に高いシェアを有する、日本の産業競争力の源泉です。今後も世界トップを維持するために、本プロジェクトでは有機系機能性材料を対象に革新的な機能性材料の創成・開発の大幅な加速化を目指しています。具体的には、マルチスケールシミュレーションなどの計算科学に、構造や機能発現を短時間で計測する技術によるデータ創出や、実際に材料を試作するプロセス技術の高速化を組み合わせ、材料分野において近年盛んなマテリアルズインフォマティクス (MI) を推進していきます。2019年度には、論文などから材料情報をAIで可読な構造化データとして自動抽出するAIツールの開発を開始しました。本プロジェクトで創出したデータに加えて公知材料データをAI学習に活用することにより、MIを活用した材料開発の取り組みを一層加速しています。

図 13 ● マルチスケールシミュレーションの概念図

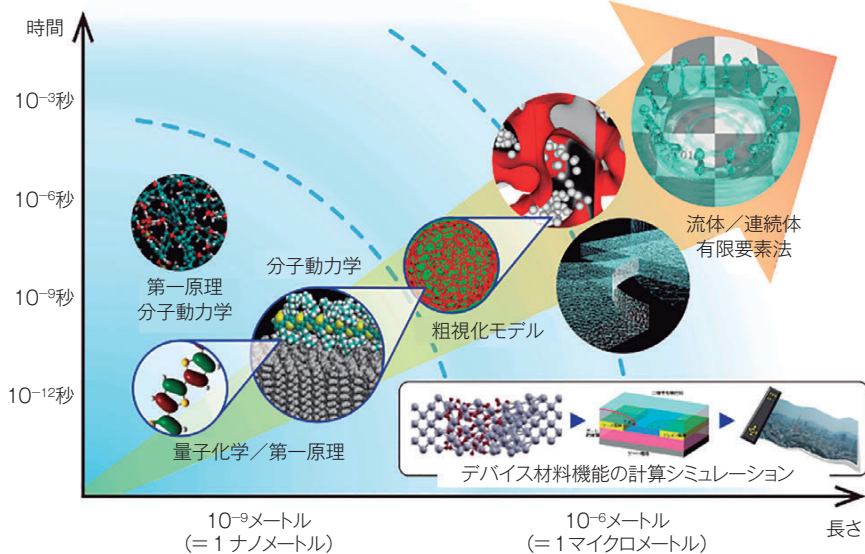
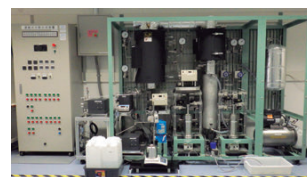


図 14 ● 開発した連続式水熱合成装置



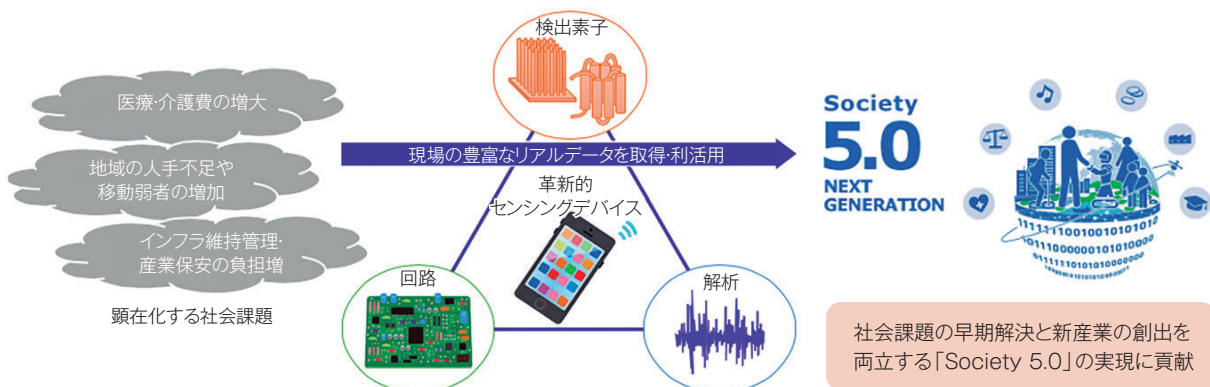
提供:先端素材高速開発技術研究組合

❖ IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発 [2019~2024年度]

日本では人口減少や少子高齢化などにより、医療・介護費の増大や地域の人手不足、老朽化するインフラの維持管理などの様々な社会課題が顕在化しています。これら課題の解決にあたり、人やあらゆるものの豊富なリアルデータを遠隔から、あるいは自動で取得して現状を精緻に見える化し、これまでにない新たな製品・サービスを生み出す革新的なセンシングデバイスが非常に重要となっています。

そこで、本プロジェクトでは日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用して、既存のIoT技術では極めて困難な超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定などを可能とする革新的センシングデバイスの開発を進めています。これにより、病気の早期予兆検知やウイルス感染の拡大防止、防災センサーネットワークの構築などを可能とし、社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する「Society 5.0」の実現を目指します。

図 15 ● 革新的センシングデバイスで「Society 5.0」実現に貢献

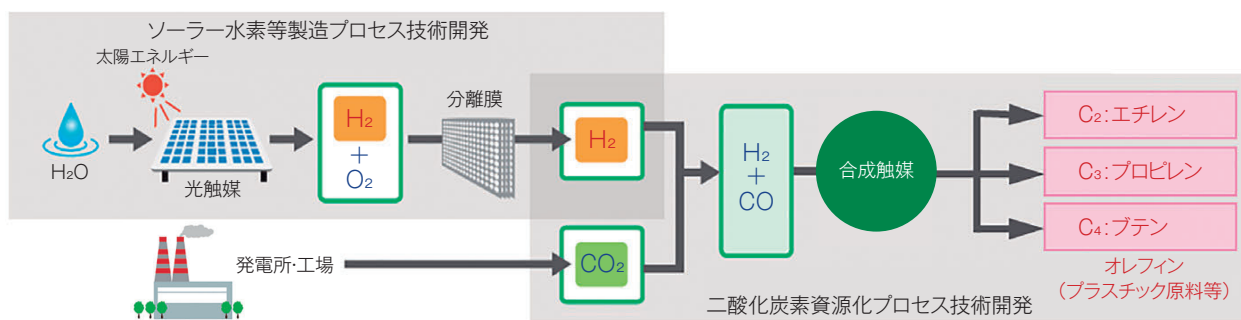


化学品製造プロセス

❖ 二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発 [2014～2021年度]

太陽光により水を水素と酸素に分解する光触媒と、得られた分解ガスから安全に水素を分離する分離膜、さらに水素とCO₂からプラスチックの原料となる基幹化学品のオレフィンを効率的に合成する合成触媒の開発を行っています。太陽光エネルギーの水素への変換効率(STH: Solar to Hydrogen)10%を実現する光触媒を開発するとともに、光触媒による水分解パネルのフィールドテストを開始するなど、実用化に向けた取り組みを進めています。本プロジェクトによる化石資源に頼らない化学品製造プロセスは、2030年頃の実用化を目指しています。商用プラントの稼働が実現し、オレフィン製造のうち年間250万tに本技術を適用できれば、CO₂排出量を年間約1,015万t削減する効果が期待できます。

図17 ● 太陽光による水素製造から二酸化炭素資源化までのプロセスの概要



❖ 有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発 [2014～2021年度]

本プロジェクトは「科学技術イノベーション総合戦略2014」におけるコア技術の一つである「革新的触媒技術」の要素技術として位置付けられました。日本が高い技術力を持つ触媒技術を生かし、二酸化ケイ素(SiO₂)を主成分とする砂から金属ケイ素に変換することなく直接有機ケイ素原料を得る製造プロセス技術や、有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術を開発しています。学術レベルの成果を実用化につなげていくため、プロジェクトを実施する国立研究開発法人産業技術総合研究所に対してケイ素化合物の製造企業を共同実施先とする産学官体制を構築し、実用化に向けた研究開発の選択と集中を強力に進めています。

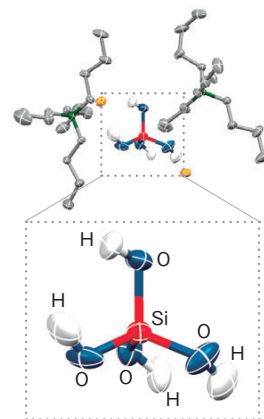
本プロジェクトでは、砂から短時間で高効率に有機ケイ素原料(テトラアルコキシシラン)を直接合成する技術開発に成功しました。従来のような砂から金属ケイ素に変換する高温条件と工程を必要とせず、有機ケイ素原料を省エネルギー・低コストで製造できます。また、世界で初めて、ガラスやシリコンの基本構造であるオルトケイ酸(Si(OH)₄)の結晶の作製にも成功しました。基本単位から構造が制御されたシリコンの合成が可能となり、高機能・高性能なケイ素材料製造への貢献が期待できます。これらの技術が実用化されることで、有機ケイ素部材の製造工程における大幅な省エネルギー・低コスト化と製品の機能性向上を目指します。

図16 ● 光触媒による水分解パネルのプロトタイプ



提供：人工光合成化学プロセス技術研究組合

図18 ● 世界初の構造解析に成功したオルトケイ酸の分子構造



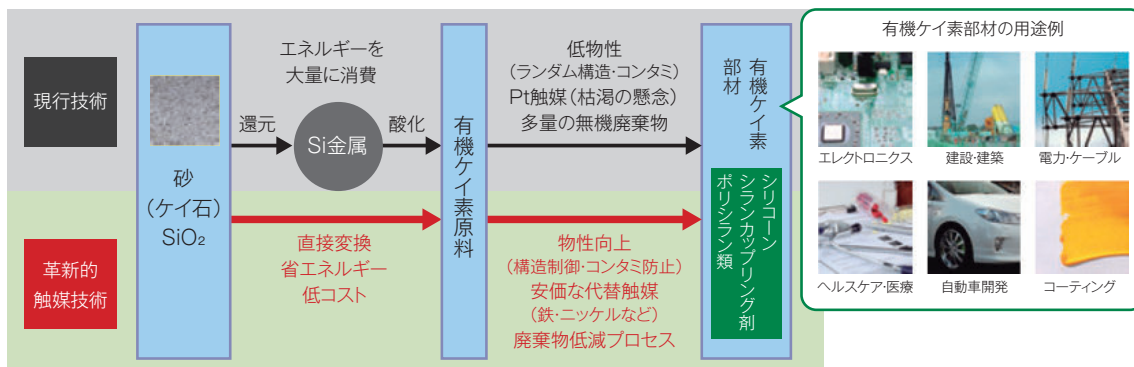
提供：産業技術総合研究所

図19 ● Si(OH)₄・2(Bu₄NCl)の粉体



提供：産業技術総合研究所

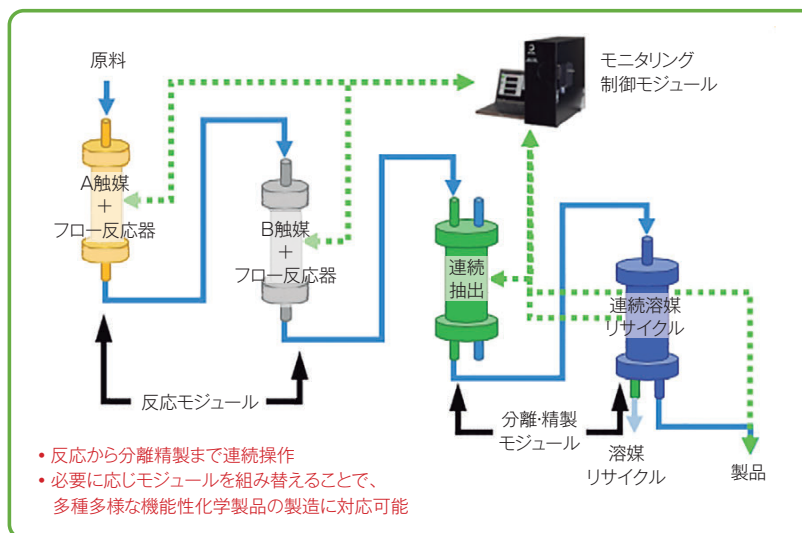
図20 ● 「有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発」の概要



❖ 機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発 [2019~2025年度]

2020年1月に統合イノベーション戦略推進会議で決定された「革新的環境イノベーション戦略」における「製造技術革新・炭素再資源化による機能性化学品製造の実現」の中では、2025年までに従来の主流であるバッチ法を革新してフロー法による精密生産を可能とし、大幅な省エネルギーとコスト低減の実現を目指しています。本プロジェクトはこの目標に向けて、大学、研究機関、化学企業が連携し、副生物の少ない新規触媒開発や省エネルギー型膜分離プロセス、溶媒リサイクルなどの要素技術開発を進め、省エネルギーで廃棄物の少ないプロセスの確立に取り組んでいます。研究開発の成果が実用化されれば、生産プロセス転換により2030年に廃棄物144万t/年の削減、CO₂排出491万t/年の削減といった効果が期待されます。

図21 ● 連続精密生産プロセスのイメージ



！ 現状と課題

主要各国が材料開発やMIに投資

素材産業は日本の輸出総額の2割強を占める主要な産業で、世界市場の過半数シェアを占める製品が約8割存在するなど、日本が強い競争力を持つ分野の1つです。また近年では、「Society 5.0」の実現やSDGs（持続可能な開発目標）の達成、新

型感染症対策などの多数の目標の中で、イノベーションエンジンとして材料・ナノテクノロジー分野の技術革新に期待が高まっています。世界の主要国の政府による科学技術イノベーション政策において、強化すべき重要技術として必ず「マテリアル」が掲げられ、積極的な研究開発投資が行われています。例えば、米国は2011年に「Materials Genome Initiative」を立ち上げ、MIによる材料開発の短期化・低コスト化に向けて約5億ドルの投資を行いました。中国は2015年に「中国製造2025」を発表し、2025年までに核心的部材とその鍵となる基礎材料について70%の自給の実現を目標として、研究開発への投資を行っています。

素材産業の課題の1つとして、成果の実用化までに長期間を要し設備投資などの負担が大きいことが挙げられます。これは、素材開発から最終製品に至るまでのサプライチェーンが長く、多種多様なニーズ・シーズのマッチング、精緻な擦り合わせが必要となるためです。しかし、近年ではAI・ビッグデータの発展によって素材産業においても研究開発期間の短縮が進展しており、材料・ナノテクノロジー分野の研究開発に大きな変革期が訪れています。今後も世界の中で日本が存在感を発揮するためには、日本が強みを有する高度な製造プロセスとそれを支える計測・分析技術などを基に、材料・ナノテクノロジー分野の技術開発における生産性を向上することが求められています。



今後と展望

材料開発がけん引する産業技術力の強化

近年、MIなどデータ駆動型材料開発の研究開発が進展したこともあり、世界的に材料・ナノテクノロジー分野の研究開発の競争が激化しています。そのような状況の中で、日本の材料開発が世界をリードするためには、日本の強みである世界最高水準の研究施設・設備、良質なマテリアルデータを活用しつつ、新しい価値と産業を産み出す取り組みを進めることが重要です。NEDOは、「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」などで材料設計の共通的な基盤技術の開発を行い、「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」などで革新的な技術を生かし社会課題の解決と新たな価値創造の実現を目指しています。今後も材料・ナノテクノロジー分野をけん引する研究開発環境を構築するとともに、産み出された技術を社会実装する技術開発マネジメントに取り組んでいきます。

また、急速に変化する社会情勢、技術開発の変革に対応するために、材料分野の俯瞰的な調査事業を実施しています。中長期的な視点で、社会に必要とされる技術ニーズ、技術シーズを捉えたプロジェクトを立案し、今後の日本の材料・ナノテクノロジー分野の産業技術力の強化に貢献する取り組みを進めていきます。

2-3-5. バイオエコノミー関連技術



歴史と背景

医療分野から工業分野への変化

1970年代に「組み換えDNA技術」が開発され、生命現象を分子レベルで解明しその産業化を目指すようになった頃から、バイオテクノロジーは急速な展開を見せるようになりました。1988年、工業技術院(当時)からNEDOへバイオテクノロジーのプロジェクト運営が移管されると、基盤技術の色合いを残しながらも産業化の性格を強めた技術開発が進みました。1998年以降は「ヒトゲノム計画」など国際的に加速する生命科学の進歩に対応すべく、「ゲノムインフォマティクス技術」など、生命情報と情報技術を融合した様々なプロジェクトを展開しました。ここで培われたバイオテクノロジーの基盤技術により、その後のライフサイエンスの方法論は大きく変化しました。2000年代には「細胞内ネットワークのダイナミクス解析技術開発」「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発」などの創薬・診断分野の技術革新を進める事業を実施しました。

一方、2009年に経済協力開発機構(OECD)は、「The Bioeconomy to 2030」を発表し、2030年にはバイオエコノミー市場が大幅に拡大すること、中でもこれまで中心であった健康・医療分野以上に、物質生産などの工業利用の市場が拡大することを予想しました。このような中、2015年にNEDOは医療分野の事業を国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)に移管し、NEDO自体はバイオテクノロジーの中でも工業分野により注力するようになりました。政府戦略においてもバイオエコノミーの実現は重要視されており、内閣府主導の統合イノベーション戦略推進会議で策定された「バイオ戦略2019」において、持続可能な新たな社会経済システムであるバイオエコノミー社会の実現が目標として掲げられました。それを踏まえ、NEDOはバイオエコノミー関連の技術開発事業を推進する部署として2019年に「バイオエコノミー推進室」を新設しました。セルロースナノファイバー(CNF)など次世代のバイオマス原料の実用化を目指す事業や、生物の細胞が持つ物質生産能力を利用するスマートセルインダストリーを実現するための事業に取り組んでいます。

最近10年の主なプロジェクト

バイオ由来材料

❖ グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発 [2009～2015年度]

日本の化学品製造産業は国際的に高い技術力と競争力を有し、経済社会の発展

を支えています。地球温暖化問題や資源枯渇問題が現実化しつつある中で様々な課題を抱えてもいます。そこで本プロジェクトでは、化学品の製造プロセスにおけるシンプル化、クリーン化、省エネルギー化、原材料・資源の多様化・有効利用、さらに、廃棄物の減容化、容易なりサイクルなどを実現することで、産業競争力強化や国際規制の先取りを図り、将来にわたって持続的に化学品を製造できるよう、新たなグリーン・サステナブルケミカルプロセスの確立を目指しました。その中で、CNFにより補強した樹脂材料とその製造プロセスの開発を行う研究開発事業を立ち上げました。産学連携により材料開発を進め、さらに木材パルプに化学処理を施した変性セルロースを樹脂と混練し、同時にナノ解繊するという製造プロセスの開発に取り組みました。本研究開発の成果を基に星光PMC株式会社が製品化したCNF複合材料「STARCEL[®]」は、株式会社アシックスの高機能ランニングシューズ製品「GEL-KAYANO[®] 25 (ゲルカヤノ 25)」のミッドソール部材の原材料の一部に採用され、世界初のCNF強化樹脂応用製品の商品化が実現しました。世界規模で一般に販売される世界初のCNF適用シューズとなりました。

図1 ● STARCEL[®]

提供：星光PMC

図2 ● GEL-KAYANO[®] 25

提供：アシックス

❖ 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発 [2013～2019年度]

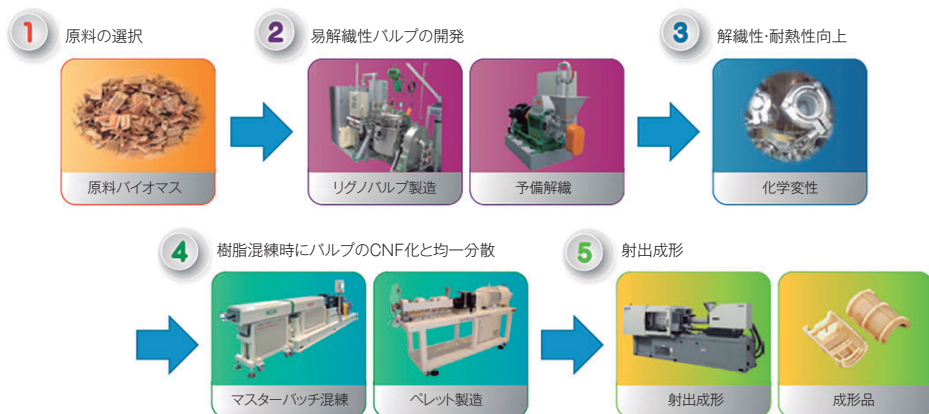
プラスチックなどの化学品の大半は石油由来原料から製造されており、将来の石油枯渇リスクなどを乗り越えるためには、非石油由来原料への転換が重要です。本プロジェクトでは、石油由来製品と比較してコスト競争力のある非可食性バイオマスから化学品製造までの一貫製造プロセスの開発に取り組みました。

・CNF一貫製造プロセスと部材化技術開発

CNFは鋼鉄の1/5の軽さで鋼鉄の5倍以上の強度を有する、軽量・高強度のバイオマス由来の高性能素材です。既存の石油由来素材の代替として、幅広い分野での活用が期待されています。本プロジェクトでは、産学官連携体制の下、耐熱性と樹脂との相溶性に優れた軽量・高強度の高性能ナノ繊維と、この材料で補強した樹脂複合材料を高効率で連続的に製造するプロセスである「京都プロセス」を世界に先駆けて開発しました。また、これらの技術を基に、木材や竹などの原料から樹脂複合材料までを一気に製造するテストプラントの稼働を開始しました。さらに、自動車メーカーなど複数のユーザー企業への試作物提供を進め、京都プロセスで得られるリグノCNF強化樹脂で成形した自動車部材を試作するなど、用途の絞り込みによる着実な社会実装の拡大を図りました。

また、本プロジェクトでは、CNF部材の社会実装を後押しするために様々な取り組みを行いました。CNFを取り扱う事業者などの安全管理を支援することを目的に、CNFの安全性評価手法に関する手順書や事例集などの書類を作成して公開しました。また、CNFを利用するメーカーが用途に応じた原料を効率的に選択できるようにするため、原料評価書を作成して公開しました。加えて、企業においてCNF新製品開発の中核となる即戦力人材の育成を目的に、人材育成講座を開講しました。2020年度からは「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクトを新規に立ち上げ、CNFの社会実装と市場拡大を早期に実現するための研究開発に取り組んでいます。

図3 ● 「京都プロセス」と部材化技術開発の概要



提供：京都大学

図4 ● リグノ CNF 強化樹脂で成形したドアトリム組み立て品



提供：テイ・エス テック

図5 ● セルロースナノファイバーの安全性評価手法に関する文書類



提供：産業技術総合研究所

図6 ● セルロースナノファイバー利用促進のための原料評価書



提供：産業技術総合研究所

・非可食性バイオマスから化学品製造までの実用化技術の開発

前処理技術が簡易で、早期実用化が期待できる、草本系バイオマスなどの非可食性バイオマスから化学品までの一貫製造のための実用化技術の開発を実施しました。その中で、食用ではない植物由来原料であるトチュウ(杜仲)の種子から、硬い樹脂状成分である「トランス型ポリイソプレン (TPI)」を抽出し、耐衝撃性や高延性を持つ高機能バイオポリマー「トチュウエラストマー®」(日立造船株式会社)の製品化に成功しました。さらに、ナノテクノロジーの総合展である「nano tech」への出展を通じ新顧客と巡り合うなど用途が広がり、これまでに3Dプリンタ用フィラメントやゴルフボールなど様々な商品に利用が広がっています。

図7 ● 機能性ゴルフボール「バイオスピン」



提供：キャスコ株式会社

スマートセル

❖ 植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発

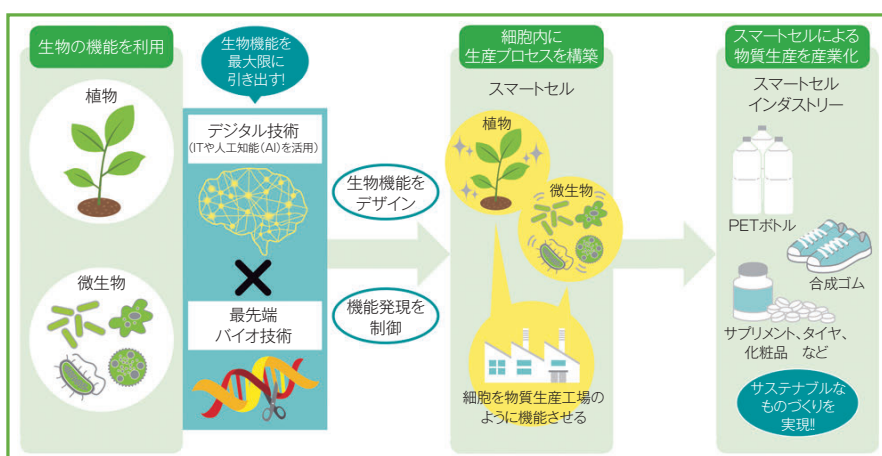
[2016～2020年度]

地球環境の持続可能性への懸念が増大する中で、生物資源・機能活用などバイオ利用による地球規模の課題解決と経済発展の共存を目指す考え方に改めて注目が集まりました。また、次世代シークエンサーなどの技術発展により急激に蓄積されてきた膨大なゲノム情報を効率的に活用することで、合成生物学のスピードが飛躍

的に高まると容易に予想されました。世界的競争に後れを取ることなく、バイオとデジタルの融合による競争力強化が急務であり、本事業を開始しました。

本事業では、化学合成では生産が難しい有用物質の創製、または従来法の生産性を上回ることを目的に、生物が持つ物質生産能力を人工的に最大限引き出した細胞「スマートセル」を構築するための基盤技術を開発しました。実用テーマ推進企業に開発中の基盤技術を応用する仕組みを採用することで、開発技術の実用化促進を図り研究開発を推進してきました。研究予算の追加・開発テーマの統合・成果の相互利用により、国産ゲノム編集技術の知財化加速、植物栽培環境制御技術の実用性向上、バイオとデジタルの融合プラットフォーム確立といった成果につながっています。

図8 ● スマートセルに関するプロジェクトの概念図



様々な有用物質を生産する能力を持つ植物を活用する場合、重要となるのは生産性制御に関わる技術です。本事業では、既存のゲノム編集技術とは異なる国産のゲノム編集技術や代謝系遺伝子発現制御技術、効率的な生産蓄積技術、栽培・生育環境による生産性制御技術を開発しています。同時に、医薬品中間体原料、健康機能性成分、農業利用が期待される物質などの生産性向上を目指す応用開発を進めています。特に、栽培・生育環境の制御による二次代謝産物の高効率生産技術は、様々な有用代謝産物へとつながるハブ化合物動態に着目するという、これまでにないコンセプトで開発された独自性の高いものです。同技術の利用を検討するユーザー企業が増えつつあります。

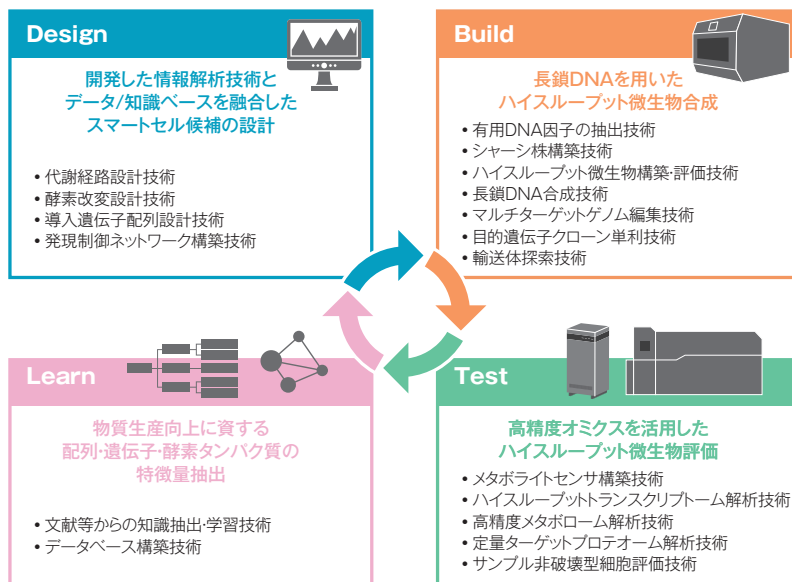
植物と比べて比較的遺伝子操作をしやすい微生物では、情報解析技術やロボティクスを活用して効率的かつ短期間にスマートセルを作り出します。生物情報データベースから有用化合物の大量生産につながる代謝経路を設計する Design ステップ、その代謝経路を効率良く微生物に搭載する Build ステップ、作成したスマートセル候補微生物の性能を見る Test ステップ、得られた様々な実験データを組み込んでデータベースを強化する Learn ステップの4ステップを繰り返すことで、実用レベルのスマートセルに育てていきます。各ステップで必要となる基盤技術は14の課題に分けて開発しています。それと並行して、技術の有効性を検証しつつデータや改良点をフィードバックする課題を走らせることで、研究のため

図9 ● 人工環境型植物工場での環境制御技術適用栽培



の研究ならず手戻りの少ないプロジェクト運営を図っています。プロジェクト4年目にあたる2019年度には、企業が実際に基盤技術を活用して実用化を目指すことをテーマとする助成事業を立ち上げ、開発技術の社会実装を推進しています。

図10 ● 「DBTL サイクル」によるスマートセル創出基盤技術



！ 現状と課題

CNFの実用化や用途拡大、利用増加を加速

バイオマス分野において、木材などの天然資源から得られるCNFの製造法などでは日本が世界をリードしています。今後は現在の競争優位性を保ちながら、製造コスト低減などにより、CNFの実用化や用途拡大、利用増加をさらに加速していくことが求められています。またスマートセル分野においては、スマートセルを構築するための基盤技術の開発を進め成果を上げてきた一方で、膨大な生物情報の活用競争が始まっている世界のバイオ産業における日本の存在感の低下が危惧されています。バイオとデジタルの融合を担える研究人材の確保に努め、日本の強みである生物育種や発酵技術などを生かしながら、生産プロセスを高度化した次世代生産技術開発により社会実装を着実に進めていく必要があります。また、海外アカデミアがゲノム編集の基本特許を次々と取得する中で、日本においてもゲノム編集技術を利用した産業の発展を実現するためには、国産のゲノム編集技術開発を戦略的に展開しなければなりません。

米国のバイオ産業の市場規模は約38兆円超で、そのうち工業分野の割合が32%に達しているのに対し、日本は2015年時点で市場規模が約3兆円、工業分野の割合は11%ほどと後れを取っている現状があります。欧米や中国などの主要国はバイオエコノミーの拡大による新たな市場形成を国家戦略に位置付けており、農業・工業・健康・医療などのあらゆる分野で投資・産業化、人材育成といった様々な施策が進められています。このような世界の潮流も踏まえ、これまでのようなシーズ発想の思考でバイオテクノロジーを活用するという戦略から、持続可能な新たな社会経済システムの要素として欠かすことができないバイオエコノミーを

いかに実現するかという戦略への転換が求められています。



今後と展望

バイオエコノミー社会の実現に向けて

バイオエコノミー市場は、2030年にはOECD諸国のGDPの2.7%（約1.6兆ドル、約192兆円）に成長し、特に、酵素やバイオ燃料、バイオプラスチックといった物質生産などの工業用途が全体の39%に達すると予測されています。その中で日本が国際競争力を持つためには、個別ラボでの分散型・縦割り構造を脱却し、国際連携や分野融合、組織間連携を実行する意識と仕組みをこれまで以上に強化する必要があります。NEDOは、新たなバイオ生産システム開発を目指す「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」プロジェクトを2020年度に開始しており、このプロジェクトには産学官合わせて数十機関が参画しています。このように多数の機関が互いに連携しながら研究開発に取り組むことで、シナジー効果が発揮されることが期待できます。また、昨今顕在化している海洋プラスチックごみ問題の解決に向け、海洋生分解性プラスチックの市場導入を促進するべく「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」にも取り組み始めています。

今後も、産学官の様々な機関・人の力を連携させ、バイオエコノミー社会の実現に向けて必要とされる技術開発を推進するとともに、社会実装に向けた取り組みに注力していきます。

Column: 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

プラスチックは、軽量かつ丈夫であり加工性に優れるといった特性を持ち、日常生活の利便性などをもたらす素材として幅広く活用されています。その一方で、新興国の経済発展と世界的な生産量の増加に伴い、近年、プラスチックごみによる海洋汚染が問題視されるようになってきました。現在、国内プラスチック生産量（年間1,000万t程度）のうち、国内市場に占める生分解性プラスチックは2,300t程度と割合が小さく、陸域の土壌またはコンポストでの分解を前提としたものが主流であり、海洋生分解性を有するプラスチックはわずかな種類しか存在しません。そのため、海洋プラスチックごみ問題の解決に向けた海洋生分解性を有する新素材開発が求められています。また、海洋生分解性プラスチックの開発・普及のために、海洋生分解性の簡便で信頼性の高い評価手法の開発も求められています。このような背景の下、「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」を実施します。

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」では、海洋生分解性プラスチックが分解されるメカニズムを解明するとともに、海洋生分解性の評価手法を確立します。また、分解途中での水中汚染物質の吸着や樹脂添加剤の溶出など、生態系への安全性の評価手法も開発します。「海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」では、新規化学構造を持つ樹脂などの新素材や新規バイオ製造プロセス、複合化技術といった新技術などによる海洋生分解性プラスチックの開発を行います。

これらの技術開発により、海洋生分解性プラスチックを利用した製品の社会実装・市場拡大を実現し、2030年には新たな海洋生分解性プラスチックの国内市場20万t/年を目指します。

2-3-6. 医療技術



歴史と背景

革新的な医療技術の実現を目指して

2009年12月に閣議決定された「新成長戦略(基本方針)～輝きのある日本へ～」で「ライフ・イノベーションによる健康大国戦略」が示され、医療産業は成長けん引産業の1つと位置付けられました。当時、日本の医療産業は急成長を続けていましたが、世界的な競争の激化により、医薬品・医療機器では貿易赤字が拡大し、さらに再生医療や個別化医療などの新たな開発分野でも実用化面での遅れが指摘されていました。また、高齢化の進展に伴い増加するがん、心疾患、脳血管疾患への対策も求められていました。

このような課題に対応して、NEDOは医薬品開発支援(創薬基盤)技術の開発、革新的な医療機器や再生医療の実用化開発、医療機器・システムの海外研究開発・実証などのプロジェクトを推進しました。

そして、2013年6月に閣議決定された「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」では国民の「健康寿命」の延伸が掲げられ、その中で医療分野における研究開発の司令塔機能の創設が打ち出されました。これに基づいて2015年4月、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)が設立され、NEDOが実施していた医療技術の研究開発が移管されました。AMEDでは、医療分野の基礎から実用化までの研究開発の切れ目ない実施、また、その成果の円滑な実用化支援が進められています。

最近10年の主なプロジェクト

❖ がん超早期診断・治療機器の総合研究開発

[2010～2014年度(一部は2008年度開始)]

本事業では、日本において死因の第1位を占めるがんについて、特に死亡者数が多く、5年生存率が低い「肺がん・肝がん・膵がん」などを対象に、患者の生存率やQOL(Quality Of Life)の向上、早期の社会復帰を目指し、より早期に発見・診断し、高精度・低侵襲な治療法の選択を可能とする技術開発を行いました。

具体的には、治療を行う基準となる「治療にたり得る1cm程度の早期がん」「がん細胞の浸潤・転移性」「治療効果」の高精度な診断を目指し、(1)血液中に循環するがん細胞の検出・遺伝子診断システム、(2)経時的にがんの性状をモニターできるマルチモダリティ対応フレキシブルPET(Positron Emission Tomography、陽電子断層撮像)装置、(3)がんの特性を識別する分子イメージング薬剤とその自動合成装置、(4)定量的で効率的な病理診断を可能とする病理画像認識/解析システム、(5)蛍光ナノイメージングによる分子病理診断技術の開発を実施しました。

また、治療技術としては低侵襲治療の実現を目指し、(1)複雑に動く臓器の微小ながんをリアルタイムに追尾してX線照射する小型治療装置、(2)患部を精度良

く効率的に治療できる内視鏡下手術支援ロボットシステムの開発を行いました。さらに2013年度には、社会的な関心や患者の増加傾向を踏まえ、大腸がんのエクソソーム^{注1)}診断技術、乳がん発症予測技術の開発にも取り組みました。

これらの研究開発は、臨床機関のニーズと企業の技術力を結び付けた医工連携体制を構築して実施し、臨床における有効性を評価して速やかな臨床研究・承認への橋渡しを目指しました。

注1) 細胞から分泌される直径30～100nmの微小な顆粒状の物質で、血液・唾液・尿などの体液中に存在する。様々な情報伝達物質を内包し、細胞間でやりとりされることから、細胞間コミュニケーションツールとしての役割が予想されている

図1 ● 細胞膜領域(水色)の特定発現タンパク「HER2」に吸着する蛍光ナノ粒子(赤色)像

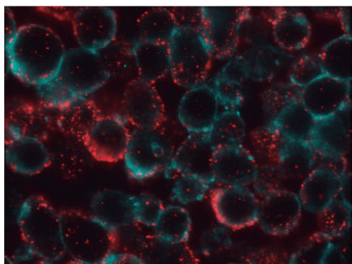


図2 ● 消化器外科用インテリジェント手術支援ロボット全景



❖ ヒト幹細胞産業応用促進基盤技術開発

- ・ヒトiPS細胞等幹細胞を用いた創薬スクリーニングシステムの開発 [2008～2013年度]
- ・ヒト幹細胞実用化に向けた評価基盤技術の開発 [2010～2013年度]

多能性幹細胞は様々な細胞に分化する能力を有し、適切な分化誘導により神経、筋肉細胞など様々な細胞を得ることができます。このため、創薬における薬効評価や安全性試験などのスクリーニング、発生・分化や疾患メカニズムの解明、再生医療への応用など、生命科学、医療分野への貢献が期待されています。中でもiPS細胞(人工多能性幹細胞)は有用な細胞源として期待され、2012年に「成熟細胞が初期化され多能性を獲得し得ることの発見」がノーベル生理学・医学賞の対象となり、社会的にもiPS細胞をはじめ各種ヒト幹細胞の活用促進に期待が高まりました。

ヒト幹細胞の産業利用に向けては、細胞の効率的な確保方法、腫瘍化問題の解決・回避方法、目的細胞を選別する方法、品質を維持・管理し培養する方法の確立が極めて重要です。また、最も早い産業応用が期待されている創薬分野では、開発効率の向上やリスク低減のために、ヒト幹細胞から分化誘導を行った各種細胞を用いて、ヒト個体での薬効と安全性を高精度で予測する基盤技術の開発が求められています。

こうした状況を踏まえ、本事業では、品質の管理されたヒト幹細胞を安定的に大量供給する技術の開発、また、ヒト幹細胞を活用して、開発候補薬の潜在的な致死性不整脈を誘発する可能性についてヒト個体と高い相関性をもって予測する、創薬スクリーニングシステムの開発を行いました。

これにより、日本が世界を先導している科学的成果であるヒトiPS細胞やその他のヒト幹細胞などを、いち早く産業応用につなげるとともに、周辺産業を含めた国際市場への展開を図り、産業競争力の確保につなげることを目指しました。

❖ 次世代機能代替技術の研究開発 [2010～2014年度]

本事業では先天的あるいは後天的に失われたヒトの組織・器官・機能などを補助・代替し、機能が低下した臓器・器官の回復を実現するための再生医療技術や医療機器の実用化を目指し、生体内で自己組織の再生を促すセルフリー型再生デバイスの開発、少量の細胞により生体内で自律的に成熟する自律成熟型再生デバイスの開発、長期在宅使用が可能な植込み型小児用補助人工心臓の開発を実施しました。

本事業の主な成果として、あらゆる組織に分化することが可能な多能性幹細胞の1つである Muse 細胞^{注2)}とその分離法に関する特許の取得、さらには Muse 細胞を用いたヒトの三次元培養皮膚の実用化を達成しました。

注2) Multi-lineage differentiating stress enduring 細胞の略。生体の、特に間葉系組織に存在する多能性幹細胞として見いだされた

❖ 環境・医療分野の国際研究開発・実証プロジェクト／先進的医療機器システムの国際研究開発及び実証 [2011～2017年度]

海外各国における現地特有の医療課題に対して、日本の企業や機関が現地国研究機関と協力し、現地医療ニーズに即した医療機器インフラ・システムを開発・実証するプロジェクトを実施し、現地医療水準の向上とともに、日本の医療機器産業の海外展開を図りました。

主な成果として、中国江蘇省にある南京医科大学第二附属医院に、セントラル方式人工透析システムを導入しました。現地の水環境と医療環境に適合した高品位なシステムが安定して稼働することを確認、さらに透析洗浄化について透析水や透析液中の化学汚染物質などで国際基準を満たすなど、中国医療環境における本システムの有効性を実証しました。

❖ 体液中マイクロRNA測定技術基盤開発 [2014年度]

先制医療・個別化医療の実現には、低侵襲で高感度なマルチマーカーによる診断システム技術が不可欠です。

本事業では、蓄積された膨大な臨床情報とバイオバンクの検体を活用して、血液中マイクロRNA発現データベースを構築し、網羅的に解析しました。これにより、乳がんや大腸がんなど13種類のがんや認知症の早期発見マーカーを見だし、低侵襲で高感度なマルチマーカーによる診断システム技術として世界に先駆け実用化することを目指しました。

本事業を含む医療分野の研究開発事業は、2015年度にNEDOからAMEDへと移管されました。

[Topic]

SIP : Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

戦略的イノベーション創造プログラム



管理法人として プログラムの運営支援を実施

「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」は、2013年6月に閣議決定された「科学技術イノベーション総合戦略」と「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」に基づいて創設されました。SIPの特徴は、府省・分野の枠を超えて基礎研究から出口(実用化・事業化)まで見据えた取り組みを推進することです。そのために、総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が司令塔機能を発揮し、社会的に不可欠で日本の経済・産業競争力にとって重要な課題を選定し、自ら予算を配分します。これまでに第1期11課題、第2期12課題があり、課題ごとにCSTIが定めるプログラムディレクター(PD)が取り組みを推進します。そのうち、NEDOは第1期で5課題、第2期では4課題について、管理法人として単独あるいは他機関と合同で研究開発の進捗管理など、当該プログラムの運営を支援しています。

<第1期の主な取り組み>

▶ 次世代パワーエレクトロニクス [2014~2018年度]

パワーエレクトロニクスは省エネルギー化のためのキーテクノロジーです。シリコン(Si)を原料とするデバイスの一部や高性能な半導体モジュールの領域で、日本企業は高いシェアを有しています。一方で物質特性上Siを上回り、次世代材料とされる炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)は、欧米やアジア各国でも開発が加速しています。そこで本事業では、SiCやGaNなどの次世代材料を中心に、次世代パワーエレクトロニクス

図1 ● 「次世代パワーエレクトロニクス」の全体像



トロンクス技術のさらなる適用領域の拡大や普及促進を目指し、次世代ウエハ技術、超高耐圧デバイス技術と次世代デバイスの特性・優位性を生かすためのモジュール技術、回路技術、制御や保護といった使いこなし技術とその応用や周辺技術を含むシステム技術まで、一貫通貫の技術開発に取り組みました。

▶ インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

[2014~2018年度]

高度経済成長期に建設されたインフラの高齢化が進む中で、重大な事故リスクの顕在化や維持管理・更新費の急激な高まりが懸念されています。しかし、熟練技術者の減少といった課題が生じており、事故を未然に防ぎ維持管理・更新の負担を減らすため、新技術の活用によりシステム化したインフラマネジメントの必要性が高まっています。本事業では、インフラの維持管理に関わるニーズと技術開発のシーズとのマッチングを重視し、新しい技術を現場で使える形で展開することで、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現することを目指しました。これにより、国内重要インフラを高い維持管理水準に維持するだけでなく、魅力ある継続的な維持管理市場を創造するとともに、海外展開を後押ししました。

図2 ● 橋梁での実証実験

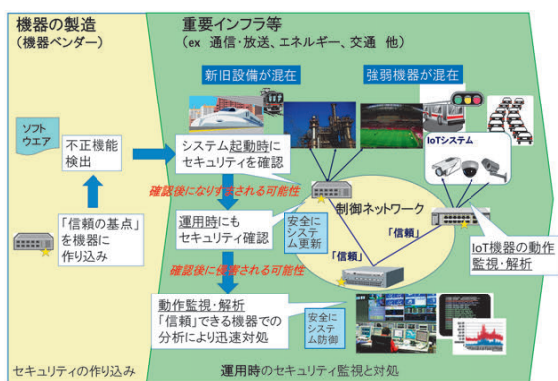


▶ 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 [2015~2019年度]

サイバー攻撃の脅威は切実な問題であり、強固なサイバーセキュリティの確保による世界で最も安心・安全な社会基盤の確立が必達の課題です。そこで本事業

では、重要インフラなどにおけるサイバーセキュリティを確保するために、重要インフラサービスの安定運用を担う制御ネットワークや制御ネットワークを構成する制御・通信機器のサイバー攻撃対策として、制御・通信機器に対し、機器やソフトウェアの真正性、完全性を確かめるセキュリティ確認技術、制御・通信機器や制御ネットワークの動作監視・解析技術と防御技術を研究開発しました。また、今後普及・拡大が見込まれるIoT (Internet of Things) システムのセキュリティ確保に向けて、これらの技術を拡張するとともに、セキュリティ人材の育成に取り組みました。

図3 ● サイバーセキュリティを確保する仕組み



▶ 革新的設計生産技術 [2014～2018年度]

近年、国際競争の激化による製造現場の海外流出や新興国の躍進、製品のコモディティ化などの要因を背景に、日本のものづくり産業の競争力が失われつつあるとの懸念があります。そこで本事業では、設計や生産・製造に関する革新的な技術の開発などを行い、地域の企業や個人が持つアイデアや技術・ノウハウを活用し高付加価値な製品やシステム、サービスを生み出す、新たなものづくりスタイルを確立することにより、日本のものづくり産業の競争力強化を目指しました。

図4 ● 「革新的設計生産技術」の概要



▶ 自動走行システム／大規模実証実験

[2017～2018年度]

日本では、交通死亡事故件数全体が減る中でも、高齢者による自動車運転中の交通死亡事故件数の増加傾向、また渋滞緩和、環境負荷低減などへの対応が急務となっています。解決策として自動走行への期待は大きく、関連市場の拡大も見込まれています。本事業では、自動走行システムの実用化に向け実証が必要と想定される「ダイナミックマップ」「HMI (Human Machine Interface)」「情報セキュリティ」「歩行者事故低減」「次世代都市交通」の重要5課題に関して、NEDO事業参画以前に開発された技術と本事業で開発した技術の大規模実証実験を2017年度に開始しました。国内外の自動車メーカーや関係企業、大学などの研究機関が開発してきた自動走行システムに関連する各技術を用いた実証実験を行い、技術開発の活性化、研究開発成果の評価・課題抽出、実用化への見極め、国際連携・協調の先導、社会受容性の醸成を行いました。

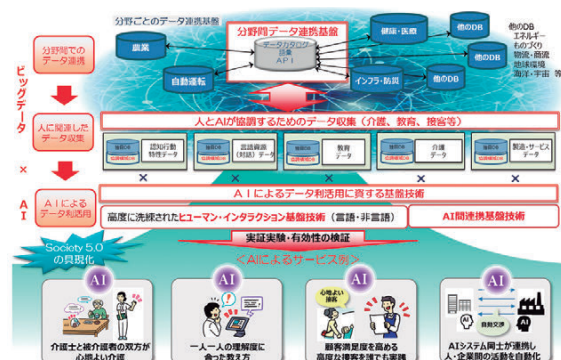
<第2期の主な取り組み>

▶ ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術

[2018～2022年度]

「Society 5.0」を具現化するには、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合するCyber Physical Systems (CPS)の社会実装が不可欠です。本事業ではビッグデータ・AIに関する基盤技術として、人とAIの協働により人の認知・行動を支援・増強するヒューマン・インタラクション基盤技術、分野間データ連携基盤技術、AI間連携基盤技術を開発しています。開発した基盤技術については有効性検証を行います。「人工知能技術戦略」とその産業化ロードマップで

図5 ● 「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」の概要



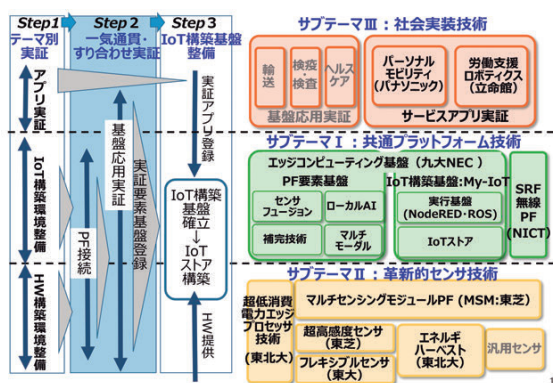
示されている「生産性」「健康、医療・介護」「空間の移動」の重点3分野を念頭に、日本が質の高い現実空間の情報に有する領域や解決すべき社会課題の領域で、複数の現場などでのデータ収集、プロトタイピング、技術実証・評価を実施します。こうして複数の実用化例を創出することで、ビッグデータ・AIを活用した新たなビジネスモデルの誕生を促進します。

▶ フィジカル空間デジタルデータ処理基盤

[2018～2022年度]

「Society 5.0」の実現には、質の高い様々な情報を有する日本の現場(フィジカル空間)からのデータを高度・高効率に収集・蓄積し、サイバー空間と高度に融合させる連携技術(CPS)の構築が必要とされています。求められるCPS構築には、リアルタイム性、制御性、超低消費電力性などに重点を置いたハードウェア技術やシステム化などの統合技術の開発が必要であり、その上で新たな共通基盤としての体系化が重要です。ただし、フィジカル空間処理の高コストや日本のIT人材不足が非常に深刻な問題となっています。そこで本事業では、容易にサイバー空間とフィジカル空間を連携させることができる、エッジに重点を置いたプラットフォーム(エッジPF)を開発し社会実装します。そして、フィジカル空間処理のコストを大幅に削減し、日本の中小・ベンチャー企業を含む産業界に貢献していきます。

図6 ● 「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」の研究概要

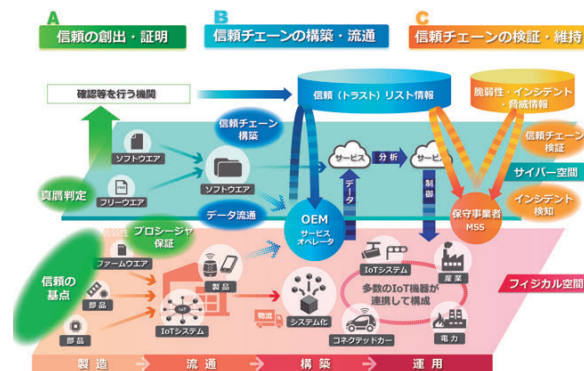


▶ IoT社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ [2018～2022年度]

産業システムや生活環境などのフィジカル空間に埋め込まれたIoT機器は、多様なネットワークを介してクラウドなどのサイバー空間と連結されています。さ

らに、高度な知識処理や分析・解析処理と連携することで、様々な付加価値を創出しフィジカル空間である経済社会に多大な恩恵をもたらします。一方、IoTの普及・拡大に伴ってサイバー攻撃の脅威があらゆる産業活動に潜みつつあります。製品やサービスを製造・流通する過程で不正なプログラムの組み込みや改造が行われるサプライチェーンリスクといった課題も顕在化しています。そこで本研究開発では、IoTシステム/サービスや中小企業を含む大規模サプライチェーン全体を守る「サイバー・フィジカル・セキュリティ対策基盤」を開発し、実稼働するサプライチェーンに組み込み実用化することで、サイバー脅威に対するIoT社会の強靭化を図ります。

図7 ● 「サイバー・フィジカル・セキュリティ対策基盤」のイメージ



▶ 自動運転(システムとサービスの拡張)

[2018～2022年度]

交通事故の低減や交通渋滞の削減、高齢者や移動制約者の方々のモビリティの確保、物流・移動サービスのドライバー不足の改善・コスト低減といった社会的課題の解決に加え、新たなサービスやビジネスの創出など、自動運転による社会変革への大きな期待があります。本事業では、自動運転を実用化と普及拡大によって社会的課題の解決に貢献し、すべての人が質の高い生活を送ることができる社会の実現を目指します。

図8 ● 「自動運転」の全体構想

