

2030年に向けた産総研の研究戦略 (Ver. 1.0)

平成28年6月

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

<はじめに>

20世紀の科学技術は、深化と複雑化を繰り返し、膨大な「知」の集積を進め、「物理学」、「化学」、「生物学」、「地学」等の基礎的な学問を起点として、多岐に亘る体系を構築してきた。産業は、これらの科学技術を基盤としつつ、多様なビジネスモデルを生みながら発展してきた。21世紀においても、さらに科学技術が深化、複雑化して今までにない学術が生まれ、それが産業・社会と共鳴・融合して、新たな進展が生まれてくるのは、確実である。

本年度から始まった第5期科学技術基本計画(平成28~32年度)は、未来の産業創出と社会変革に向けた新たな価値創出への取り組みの強化を中軸に据える。特に、様々な分野(サービス、ものづくり、社会インフラ、エネルギーネットワーク、地球環境等)でサイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した「超スマート社会(Society 5.0)」を世界に先駆けて実現することを、主要目標に掲げている。

この様な背景のもと、産総研発足以来のスローガンである「技術を社会に」に基づき、2030年の産業像・社会像を見据えて、この研究戦略を策定した。産総研はそのミッションである「次世代の産業を創る」ために、我が国における人口減少や高齢化、地球規模の温暖化へ対応した、環境調和型の新たな産業の創出にチャレンジする。これまで培ってきた技術シーズや研究開発ポテンシャルをもとに、以下の4つのゴールに向けて研究開発を推進し、科学技術イノベーションを主導する。

第一に、膨大な情報・データから新たな知識や価値を導出する科学技術を創る。人とモノと情報を融合させることで、超スマートな産業・社会の実現を牽引する。

第二に、低炭素、資源循環を実現する科学技術を創る。我が国のみならず、世界が直面する課題を解決するため、化石燃料や希少資源に依存しない、無駄や廃棄物を徹底的に排除したサステナブルな産業・社会の創出を牽引する。

第三に、原子・分子レベルで物質や生命のメカニズムを解明し、それらを自在に制御・活用する科学技術を創る。これにより新産業の創出や健康・長寿社会の実現を牽引する。

第四に、産業と社会の安全・安心を確保する科学技術を創る。産業の進化や国土の有効利用を支え、災害に強い安全な社会の実現を牽引する。

産総研は、この4つの目標を実現するべく、以下に述べる研究戦略に絶え間ない問題提起を行いながら、研究開発を深化・発展させて行く。

2030年に向けた産総研の研究戦略



1. 情報・データの価値創出による超スマートな産業・社会

情報通信技術の急激な進化と普及により、情報・データを大量に収集し新たな知識や価値を創り出すことが可能となっている。サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合する技術を開発することで、単純な業務から人を解放し、全ての人が豊かな生活を送れる超スマート社会（Society 5.0）を実現する。

〈 戦略の柱となる研究 〉

(1) CPSにおける知覚・制御を可能にする人間拡張技術

人間の知覚・制御能力を、サイバー空間とフィジカル空間が融合された CPS (Cyber Physical System) 空間に拡張する技術を開発する。また、人の内面(感情や生理・心理等)を計測する技術を発展させ、五感で直接機器にアクセスできるヒューマンインターフェース技術を開発する。これにより、リハビリやスポーツトレーニングをパーソナル最適化すると共に、人車一体感をもたらす次世代自動車や人と深くコミュニケーションできる協働ロボットの実現につなげる。

(2) 革新的な AI 用ハードウェアと AI を使った進化するシステム

AI によって様々なサービスが自律的に日々進化するシステムを、開発する。また、膨大な情報から人や社会に有用な知識や価値を高効率に抽出できる AI 用ハードウェア技術を開発する。

(3) 超スマート社会におけるデータ流通を促進するセキュリティ技術

サイバー空間で人や機械が生成する大量のデータを安全にやり取りする技術を開発する。“柔らかな (0/1 ではない)” ウイルス自動解析やワクチンプログラム自動生成のような、AI を利用した自律進化型セキュリティ技術を開発する。

(4) 超情報接続社会のための情報入出力デバイスおよび高効率ネットワーク

サイバー空間とフィジカル空間を完璧に接続する高性能情報入出力デバイスと、収集した情報を高効率かつ高セキュリティにネットワーク可能な無線通信システム、桁違いに大規模のデータを高速・低消費電力で通信できる光ネットワーク技術を開発する。

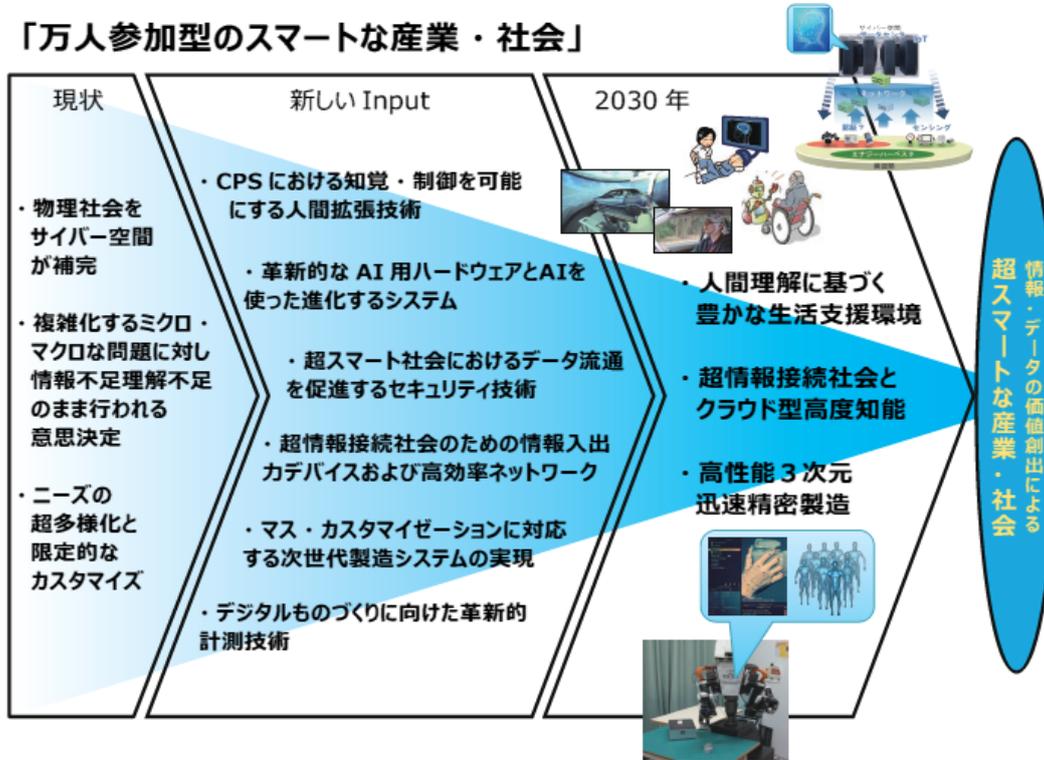
(5) マス・カスタマイゼーションに対応する次世代製造システムの実現

消費者個人専用の単品生産から大量生産まで対応可能なオンデマンド製造・加工・評価技術、および、高レジリエントで、短納期・省エネ・省コストを実現可能な CPS 対応型製造システム技術を開発する。

(6) デジタルものづくりに向けた革新的計測技術

製造現場の加工動作中の対象に対して、リアルタイムかつダイナミックに必要な計測を行える技術を開発する。さらに、幾何形状の超精密 3 次元計測やナノ分解能 CT による内部形状計測技術を確立する。

「万人参加型のスマートな産業・社会」



2. 低炭素、資源循環を基軸とするサステナブルな産業・社会

再生可能エネルギーの導入を進めて化石燃料に依存しない社会を実現し、我が国の温室効果ガス排出量を2050年までに80%削減することに貢献する。また、希少資源に依存せず普遍的な元素で従来にない機能を発揮する材料と、より効率的なリサイクル技術の開発により、環境負荷の少ない社会を実現する。

〈 戦略の柱となる研究 〉

(1) 再生可能エネルギーの適正な普及拡大

極めて高効率な太陽光発電技術、立地条件に最適な風力発電技術、大規模深部地熱発電の高効率・低コスト化技術および利用技術、再生可能エネルギーの普及を促進するスマートグリッド技術の開発を進める。

(2) 未利用のエネルギーの開拓

地熱や海洋の未利用のエネルギーを開拓し、実用化する。超臨界地熱発電に必要な技術（誘発地震の抑制、人工的熱水増加、超高温・高圧環境下での掘削とモニタリング技術）を開発する。これまで未利用であった沿岸海底下の空間を利用して、揚水発電より格段に大容量・高効率に蓄電する技術を開発する。

(3) スマートエネルギー社会を実現する省エネルギー・蓄エネルギー技術

定置用および移動体向け二次電池の高容量・低コスト化技術（ポストリチウムイオン電池、全固体電池、金属空気電池）、液体燃料を直接利用する燃料電池、貴金属使用量を大幅に削減した低コスト燃料電池の研究を進める。パワー半導体材料（SiC、GaN、ダイヤモンド）とデバイスおよび利用技術、直流送電の可能性も踏まえた電力変換技術や高温超電導材料および利用技術を開発する。

(4) 水素社会の実現

再生可能エネルギーから水素を効率的に製造し活用するために、低温で高い活性を示す触媒および高効率・低コストの水電解膜と電極材料、ならびに水素の貯蔵・輸送・利用技術を開発する。さらに、水素を液体の形で貯蔵・輸送・利用するためのエネルギーキャリア（メチルシクロヘキサン(MCH)、アンモニア、ギ酸等）の製造・利用技術を開発する。

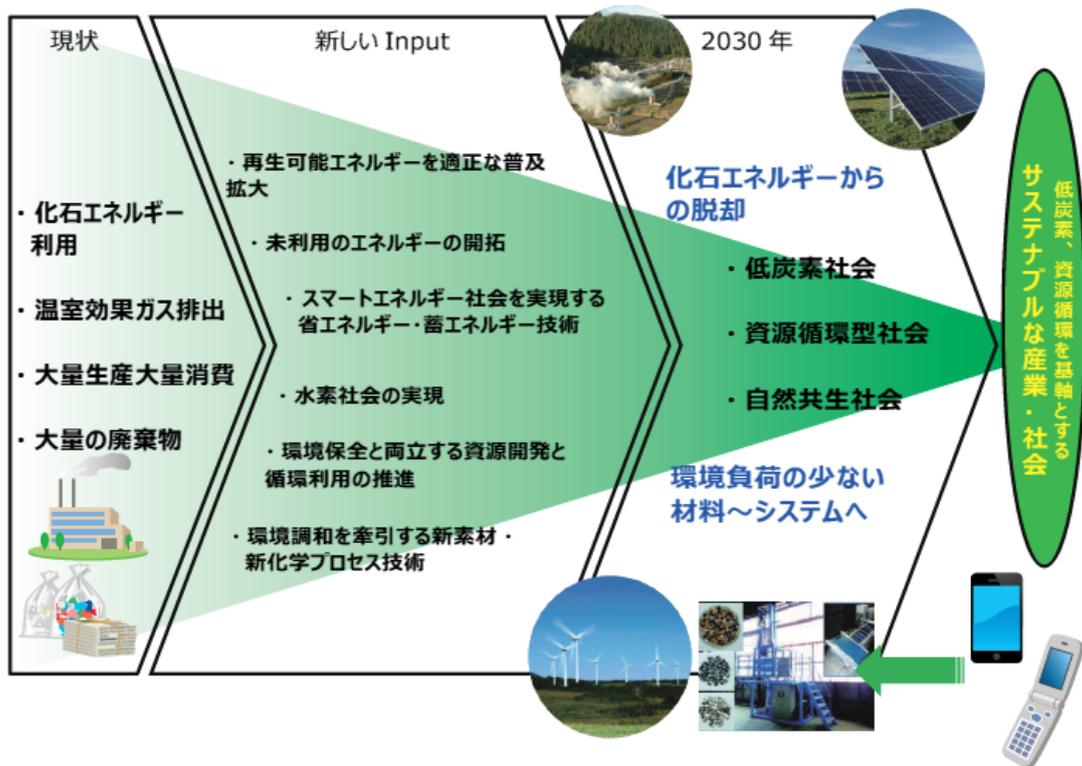
(5) 環境保全と両立する資源開発と循環利用の推進

陸と海の資源量評価技術と生産技術を、環境評価や生物多様性保護と並行して開発する。資源探査・資源量評価と生産に必要なセンシング技術、海中探査機器の情報を高速・大容量で船上に伝える通信技術、資源の採掘や精錬に伴う汚染や廃棄物の低減技術の開発に取り組む。都市鉱山や生物資源を利用し、環境保全と両立する資源循環の体系を構築する。

(6) 環境調和を牽引する新素材・新化学プロセス技術

構造部素材の超軽量化・超高機能化に向け、異種材料を組み合わせたヘテロマテリアルのプロセス技術や接合・接着技術を開発する。バイオマス原料を高い選択性で高効率に機能性素材に変換する触媒や、エネルギー効率が極めて高い磁気冷凍技術を開発する。

「化石エネルギーからの脱却、環境負荷の少ない材料～システムへ」



3. 物質・生命の本質を理解し制御・活用する産業・社会

物質や生命のメカニズム解明にとどまらず、それらをデザインし制御することが可能になってきている。この技術を発展させ、従来にない高機能な材料、デバイス、生理活性物質、細胞・動植物を作り出す技術を開発し、新産業や健康・長寿社会を創出する原動力とする。

〈 戦略の柱となる研究 〉

(1) 単一の電子・光子・原子を検出する極微小・超微細計測技術

電子を1個ずつ運ぶことによる電流標準、超微弱光を光子単位で分光計測することによる光標準を実現する。これらを超高感度検出器や鋭敏な医療検査機器につなげるほか、細胞機能をダイナミックに観察できる超高感度顕微鏡技術など実環境動的なオペランド計測技術を開発し、実際のものづくりに反映させていくための基盤を構築する。さらに原子の数を基準とする新しい質量標準、結晶格子の間隔を基準とするナノ寸法標準を確立する。

(2) コンピューショナルデザインによる新機能材料開拓

物質の原子配列構造と機能を計算し設計する手法を開発し、機能性材料の開発効率を向上させる。また、膨大に収集されている材料データに基づき、AIを活用して画期的な機能を有する材料とそのプロセスを開発する。

(3) 環境変化にアクティブ応答する高付加価値素材

環境や使用状況を学習して機能や形状が変化するアクティブマテリアルを実現する。ナノテクノロジーを駆使した有機・無機材料や、飛躍的な特性のナノカーボン材料等、これまでに無い高付加価値素材の開発を進める。

(4) 原子・分子制御による新原理・新機能デバイス

原子・分子制御により発現する新現象を応用して、超大規模データを高速処理できるデバイスや超低消費電力センサ、分子集積アクチュエータ等の新原理・新機能デバイスを開発する。

(5) バイオデザインによるものづくり革新

遺伝子の機能発現機構の理解に基づき、ゲノム編集等のバイオデザイン技術を確立する。これを収集・蓄積した生物資源や遺伝子資源に適用することで、医薬品や高価値物質を効率よく作り出す技術を開発する。

(6) 高効率創薬・個別化医療のための生体メカニズム解明

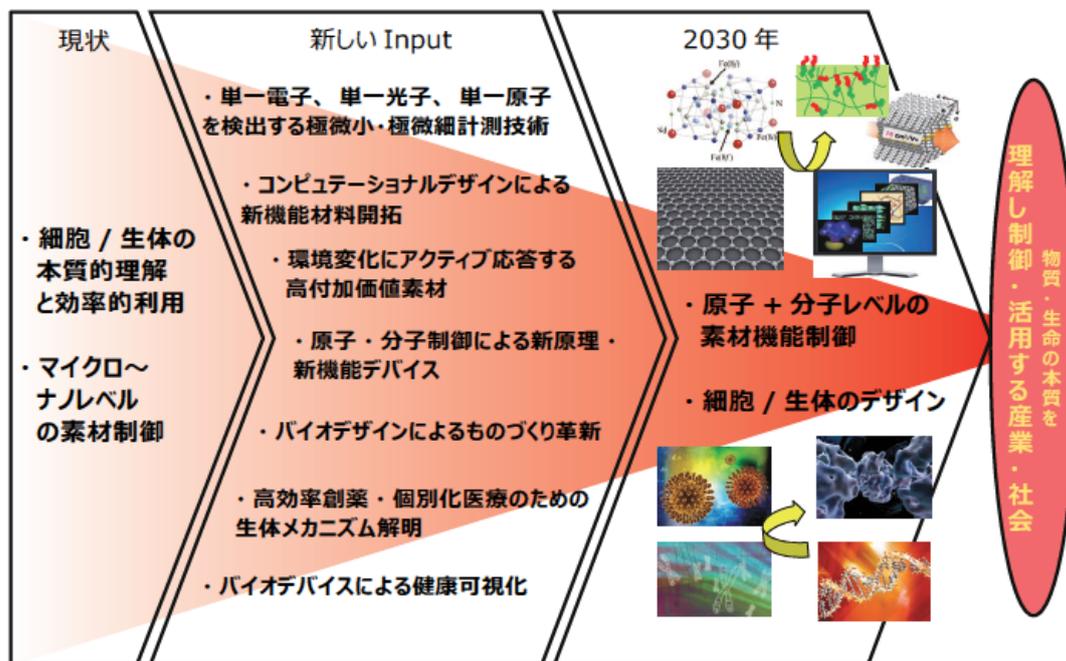
DNA、RNA、タンパク質・糖鎖等、細胞・器官・個体を形成するあらゆる物質の構造・ダイナミクスを解析できる分析技術を開発する。これを用いて生体制御メカニズムを解明し、創薬候補物質の探索・デザインの効率化、高速化を進める。さらに個人レベルの生体制御メカニズム解析を高度化し、個別化医療（オ

ーダーメイド医療)の基盤技術を開発する。

(7) バイオデバイスによる健康可視化

細胞と物質や細胞間の相互作用および細胞分化の仕組みに基づき、培養細胞や幹細胞から微細加工技術を援用してバイオデバイス (body (organ)-on-a-chip : 人工組織や人工臓器) を構成し、健康を分析する技術を開発する。さらに、パンデミック感染症対策に資する高速・高感度デバイスを開発する。

「新たな物質を作る、はかる、使う」



4. 科学技術を基盤とした安全・安心な産業・社会

様々なリスクを事前に回避するとともに、災害や環境変動のダメージ軽減と早期回復のために、総合的な科学技術力が必要である。巨大自然災害の予測や減災、資源の安定供給の確保、産業による環境や健康への影響の軽減を実現し、安全・安心な社会基盤の構築に貢献する。

〈 戦略の柱となる研究 〉

(1) 自然災害リスクの評価・低減

巨大地震や火山噴火のひっ迫度の正確な予測と、発災時の被害低減や災害からの早期回復につながる技術開発を行う。巨大地震と火山噴火が連鎖し、地震や津波、降灰等の災害が広域で発生する巨大複合災害に対する、国や企業のリスクマネジメント力の強化に貢献する。

(2) 安全・安心・クリーンな社会を実現する革新的計測技術

健康リスク評価のために、環境粒子のマルチサイズ・ダイナミック計測や多様な食品成分・環境汚染物質の精確かつ迅速な計測技術を開発する。また、我が国の喫緊の課題である社会インフラ老朽化対策のために、放射線、超音波、量子線等、各種プローブを総動員した先端計測技術を開発する。

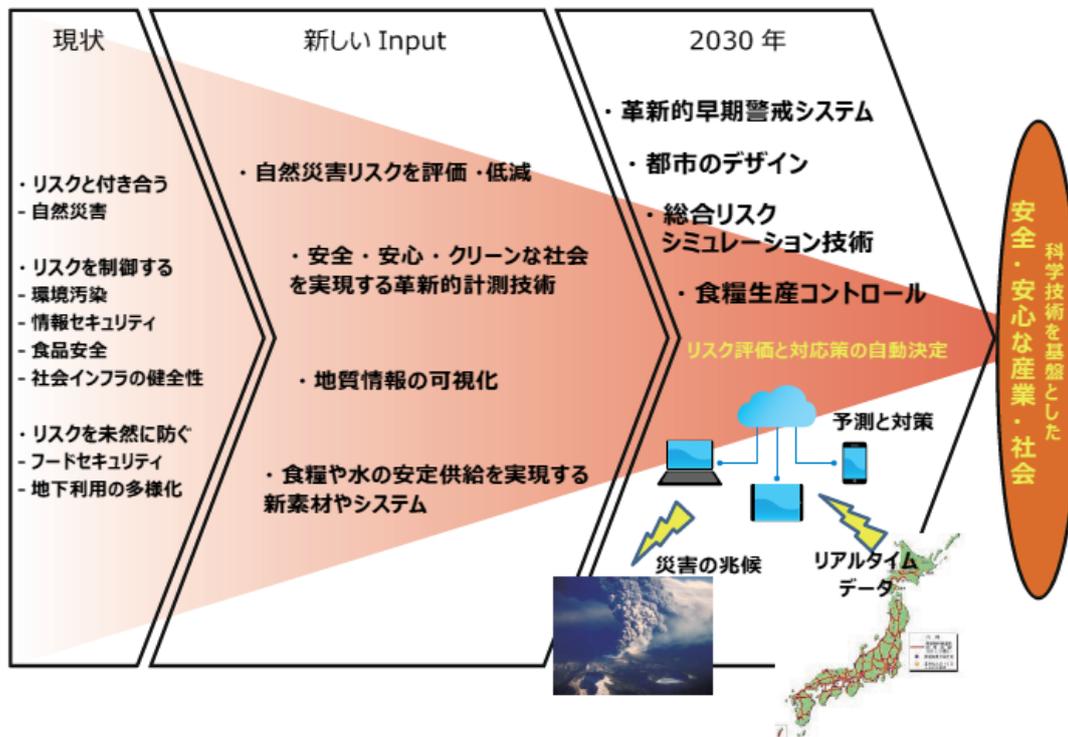
(3) 地質情報の可視化

地質図・地球科学図の整備を、国の事業として計画的に推進し、未整備地区をなくす。並行して最新の知識に基づく改定を行い、地球観測衛星情報も活用しながら国土の可視化を進める。様々なボーリングデータも活用しながら地下を可視化して、場所に応じたリスク削減策を講じるための技術開発を行う。

(4) 食糧や水の安定供給を実現する新素材やシステム

地球規模の温暖化等の大規模な環境変動に対応して食糧や水を安定的に供給するために、新素材や生産・保存・管理・輸送システム技術の開発を進める。

「科学技術を基盤とした安全・安心な産業・社会」



ここまで、2030年の未来像を映し出す産総研の研究戦略を掲げてきた。さらにその先の2050年を見据えれば、社会構造はもっと大きく変化し、必要とされる科学技術も大きく変革を遂げる。例えば、ネットワークが頭脳として機能し、全てのものごとが高速に連携される。また、材料や生命がデザインでき、必要な「もの」が、必要な時に、必要な規模でできる社会が到来するかも知れない。一方、世界の化石燃料消費をゼロにし、豊かな社会基盤に資する技術が求められる。産総研は、その時代の社会状況の変化を的確に把握し、産業科学技術の研究開発の中心的な役割を果たしてゆく。

この研究戦略は、まだまだ現在の価値観に基づいている。将来は新技術や新製品・新サービスに対する価値観そのものが大きく変化する可能性もあるだろう。産総研の日々の研究活動、大学や研究機関との学術的な交流、産業界との連携・協力、そして社会との対話を通じて、常に考察を加え、洞察力をもって新たな方向性に柔軟に舵を切り、ブラッシュアップを続ける。

<おわりに>

2001年の設立以来、産総研は、「技術を社会に」をスローガンに研究を進め、我が国の産業技術の発展とそれに基づくイノベーションの推進を担ってきた。現行の第4期中長期目標期間においては、「革新的な技術の産業への橋渡し」と「橋渡しに繋がる目的基礎研究」を柱に据えている。産総研は多岐にわたる科学技術の総合研究所として2030年を見据え、新たな技術シーズを創出し産業界へ提供し続けるにとどまらず、誰もまだ実現していない新製品・新産業を、世界に先駆けて作り出すことによって、「新技術・新産業は産総研から生まれる」という理想像を追求していきたい。また、産総研の研究成果が地域の中小・中堅企業やベンチャー企業によって最大限に活用され、日本の活力を増進させるよう、さらなる取り組みを行っていきたい。さらに、この戦略は常にアップデートしていく。