

荒波を行く科学技術立国「日本丸」の信頼されるナビゲーターをめざす

研究開発戦略センター、通称CRDS (Center for Research and Development Strategy) は、わが国の科学技術イノベーション政策に関わる調査と分析、効果的な戦略の提案を、中立的な立場で行う公的シンクタンクとして、2003年7月に設置された。これまで発信してきた数々の報告書や提言は、行政や研究機関のみならず産業界からも注目され、政策の実施に力強い指針となっている。CRDSの意義とめざす姿について、野依良治センター長と各ユニットの5人の上席フェローに聞いた。



未来を支える科学技術に必要なこと

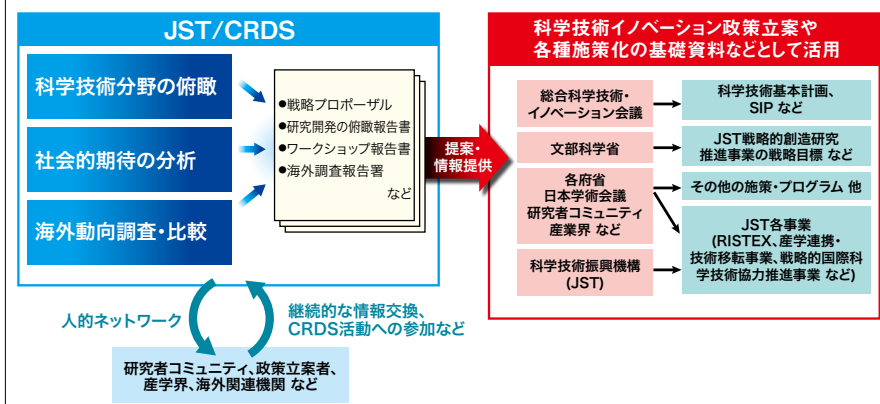
わが国は、超高齢化と人口減少という大きな課題を抱えています。また、地球規模の温暖化とエネルギー問題についても、資源に乏しいという固有の事情を踏まえた独自の解決策を見いださなければなりません。科学技術は、私たち1人1人の豊かな生活をはじめ、社会の安全や快適、国家の平和と繁栄、さらに地球全体の環境保全や文明の持続的発展の助けになるものと期待されています。

あるべき未来を支える科学技術には、単なる効率や利便性の向上だけでなく、人間性や基本的人権を尊重する、真の社会性が求められます。科学技術の研究・開発に関わる者は、

広い視野を持ち、自然科学、工学、社会科学、人文科学など異分野の知も取り入れながら、科学技術に対する信頼を築き、グローバルな

視点で社会の共感を得ることも忘れてはなりません。

CRDSにおける研究開発戦略の立案プロセスと活動の位置付け



科学技術は国力の源泉である

このところの景気低迷による厳しい財政状況が続く中でも、昨年からの第5期科学技術基本計画では5年間で総額26兆円という、これまでを上回る規模の研究開発投資目標を設定しました。科学技術を国力の源泉と位置づけていることの表れでしょう。この期待に応えるためにも、研究教育機関は具体的な政策を踏まえながら、自律的にかつ責任をもって優れた成果をあげ、社会の課題を解決するイノベーションに貢献しなければなりません。

グローバル化が進む中で、欧米のみならず新興国との競争も激しくなり、わが国は産業競争力だけでなく学術研究の面でも、国際的地位が相対的に低下しつつあります。その回復には、まず研究教育機関が現状を直視し、基礎と応用からなる学術研究の重要性を再認識すべきです。さらに、強い危機感をもって回復に取り組むという不退転の決意とともに、その実現を可能にする制度改革を実行することが必要です。

IoT(モノのインターネット)や人工知能などの新たなデジタル技術の活用によって第4次産業革命が進行し、産業構造も大きく変化しています。政府の「日本再興戦略2016」は、それらの技術の活用とオープンイノベーションによる超スマート社会の実現を目標としています。変革を先導するのは科学技術イノベーションですが、その実現には、学術研究という基盤を固めつつ、柔軟な産学官連携を進めること、そして、科学技術の持続的発展の担い手

である人材の育成も欠かせません。

人こそがCRDSの資源

今日の国内外の状況は荒波の大海にも例えられ、そこを乗り切る「日本丸」には、難しい舵取りが要求されています。CRDSは、その信頼されるナビゲーターの役割を担っていくことをめざしています。

2003年の設立以来、公的シンクタンクとして、JSTのための存在にとどまらず、社会から見える、役に立つ存在として、信頼される組織をめざしてきました。

主な活動は、国内外の科学技術の動向調査や、わが国の課題の抽出、科学技術戦略や政策立案につながる提言の作成です。それらの基となるのは客観的な証拠ですが、難しいのは、公表された証拠のほとんどは過去の、局所的あるいは断片的な事実でしかなく、必ずしも全体像を正確に把握したものではないということです。集めた証拠を、現実の世界を動かす戦略に結びつくような「インテリジェンス」に昇華させるためには、空を舞う鳥の目とともに、地上の虫の目、水中の魚の目といった多方面からの視点が必要です。

それらを持つ人材こそが、CRDSの資源です。広く産学官から募った、さまざまな背景を持つ人の知識、考え方、そして国内外の人脈と質の高い情報ネットワークこそが、かけがえのない資源であり、CRDSのアイデンティティなのです。このような組織は、ほかに例を見ないでしょう。

研究開発戦略センター (CRDS)

「かけがえのない存在」をめざして

各種の提言や報告書としてまとめたものが、CRDSの最終的な成果物ですが、それだけで活動が終わるわけではありません。私たちの主張の全容や論点が、社会に理解され、波及効果を生み出すには、公開シンポジウムや専門家のワークショップ、さまざまな領域の有力者との対話が不可欠です。そのため、文書をインターネットで発信するだけでなく、産学官それぞれの分野で、できるだけ多くの方々と直接対話して意思疎通を図るとともに、相互批判できるような関係を築くことに努めています。

また、私たちの提言が政策を動かし、その政策によって優れた研究成果や技術開発に結びつくためには、多様な研究から可能性の芽を見つけ出して育てる「目利き」の存在も重要です。JSTには、その力をさらに高め、科学技術イノベーションの創出に貢献することが期待されています。

CRDSは、社会における「かけがえのない存在」でありたいと願っています。そのために、信頼し、共鳴してくださる方々を最大限に増やす努力を続け、社会の多くの人々の知恵とつなぎ合わせることによって、活動の質と価値を高めていきます。

私自身、これまで培ってきた経験や知識を社会のお役に立てたいという思いからセンター長を拝命し、さまざまな発信をしています。そうしたことを通じて、CRDSの提言や国の科学技術政策への関心が高まり、わが国の科学技術創出立国としてのさらなる発展に貢献できれば幸いです。

長期的で広い視野から、真に重要な戦略を見いだす

CRDSは、これまで数多くの報告書や提言を出してきました。研究開発の俯瞰や海外動向、科学技術上の重要課題や国の施策として取り組むべき研究開発の戦略などを、政策立案者や産学の皆様にお届けしています。また、抽出された課題や戦略について広く情報を集め、さまざまな角度から議論するワークショップなども積極的に開いています。

こうした活動が実際の成果に結びついた1つが、「元素戦略プロジェクト」です。2004年に箱根で開催したトップ研究者らによるワークショップをきっかけに始まりました。それまでレアメタルに頼っていた機能をありふれた元素で

置き換えることに世界に先駆けた施策でチャレンジし、希少資源問題への対応と産業競争力の向上に貢献しています。また、データ科学を活用した新しい研究推進方策「マテリアル・インフォマティクス」の確立に向けたプロジェクトや、科学技術の発展の基盤となる研究設備や計測機器の共用を促進する取り組みなども、私たちの提言が発端となって動き出しました。

科学技術によるイノベーションを考え実現するには、10年から20年という長い時間軸と、世界を俯瞰する視野が必要です。そのような中、多くの情報を集め、社会全体のことを考えつつ、長期的な視点や広い視野からの課題抽



中山 智弘 (なかやま ともひろ)
研究開発戦略センター 企画運営室長・フェロー

出や深い洞察を伴う戦略立案ができることがCRDSの強みです。実際に研究資金を配分するJSTの中にあることは、各界に多くの人脈を構築し、最先端の研究開発の知見を集め、また、先を見据えた研究投資を実現する上で大きな意味があると考えています。

多様な分野に横串を刺し、 新たな価値を創造

環境・エネルギーユニット

佐藤 順一 上席フェロー

生命のすべてにかかわる 根幹的な要素

環境とエネルギーは、人間を含む生命のすべてにかかわる根幹的な要素である。「環境とはまさに、生命を取り巻く大気や水、居住空間です。エネルギーは、生命活動を維持する源であり、人間の経済活動にも不可欠なものです。2つの要素は密接にかかわり合いながら、さまざまな科学・技術の領域とも関係しています。そのような非常に広い分野を俯瞰して、わが国がめざすべき方向を見極めることが、私たちの仕事です」と、ユニットの活動について語る。

環境の分野では、森林から農地まで含めた総合的な視点から、「緑」について考えているという。「緑、つまり植物は、地球温暖化だけでなく食料、工業材料、エネルギーなどの観点からも重要な存在です。緑を守りつつ活用していくには、数十年先を展望しながら、どのような思想と管理方法、技術が必要なのか、関係省庁や学問分野の枠を超えた取り組みを今から進めなければなりません」。

エネルギー分野では、今後、再生可能エネルギーの導入比率が大幅に高まると予想される中で、解決すべき課題や求められる技術、電源のベストミックスなどについて検討し、戦略プロポーザルとしてまとめる準備をしている。また、エネルギー分野を支える基盤技術とは何かを改めて整理し、弱い部分があれば強化していくための戦略にも着手した。

工学の考え方を取り入れた戦略を

「環境・エネルギー分野は、社会課題から来るニーズが先にあり、それに対して必要なシーズを見いだすことで発展してきました。現在は、科学・技術の分野の細分化が進み、シーズもあちこちに点在していることから、あらゆる分野に横串を通してシーズを探し出し、どう組み合わせれば価値を生み出せるのかを考え



佐藤 順一（さとう じゅんいち）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1976年東京大学大学院工学系研究科航空学専門課程博士課程単位取得の上満期退学、同年 石川島播磨重工業株式会社（現 株式会社IHI）入社 技術研究所研究員、79年工学博士取得、2006年同社 取締役常務執行役員 技術開発本部長、08年株式会社IHI検査計測 代表取締役社長、12年株式会社IHI顧問、16年より現職。97-98年プレーメン大学客員教授、00年より清華大学客員教授、04-05年東北大学客員教授。日本燃焼学会会長、日本機械学会会長を経て現在、日本工学会会長。

ることが重要となっています。それは簡単なことではありませんが、各科学・技術分野を担っている約100の工学系学会・協会、およびCRDSの他のユニットとも連携、協力してネットワークをつくりながら取り組んでいます」。

2016年3月に着任して以降、発電所の見学といった実際の体験を取り入れ、ユニットメンバーの視点を磨くことにも努めている。

そうした視点は、自身が長年打ち込んできた工学における考え方に通じるものだ。「社会の課題解決に向けて科学と技術を利用し、創意工夫して社会適用する」という工学の考え方を取り入れた戦略で、産学の連携がより深まり、新たな価値創造につながることを期待したい。

人と機械の新しい関係を 模索する

システム・情報科学技術ユニット

岩野 和生 上席フェロー

超スマート社会を実現する 新時代のIT

「今年4月、政府は『Society 5.0』というキーワードを打ち出し、情報科学技術を最大限に活用した未来の超スマート社会のイメージを描きました。これは情報科学技術によって社会を変革していくという明確な意思表示です」と岩野さんは強調する。Society 5.0は狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続いて5番目に出現する社会という意味だ。情報社会をさらに発展させて、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合し、より高い新しい価値を創造できる社会づくりをめざしている。

クラウド、IoT、ビッグデータ、AIといったIT（情報科学技術）の技術進歩や考え方の変化にともなって、ITがビジネスや生活を確実に変えるものであることが肌感覚として理解されてきました。それは国や社会にとっても同様です。しかし社会全体の変革には特定組織の独りよがりのIT推進では無理です。みんながビジョンを共有し進める必要があります。専門家は自分の所属する利益集団を代表するのではなく、社会的価値をどう生み出すのかを誠実に考えるべき時が来ました。またその考えを一般の人に伝え、信頼感を醸成していかなければなりません。CRDSとして、そのための提案をしていきたいと考えています」。

社会全体のエコシステムには 人文科学も大事

もう1つのキーワードとして「REALITY 2.0」をあげる。これはサイバー世界と現実世界が一体となって切り離せない世界のことを指す。「人間と機械の関係をとらえ直し、哲学的な考察を通して未来はどういう社会が望ましいかを議論すべき時代に入りました。科学技術と社会・人文科学の両者の議論を通じて、新しい考え方を世の中に提示していく必要があります」。

その背景には、IoTやM2M（機械から機械へ）、ビッグデータ活用技術の進化により、データがサービスを動かしている現実がある。そのようなサービスはさまざまなパーツを組み合わせ提供されている。

岩野さんは、どのようなサービスを構築し、提供するかを決めるのは「知識ではなく知恵」であると語る。「社会がサービスの進化をどう受け入れるか、新サービスにより高まった価値や富をどう再配分するかを今こそ考えるべき時期」。ITを基盤に社会全体のエコシステムを構築していくことは、いわば価値観の落とし所を見つけていく作業とも言えよう。情報科学技術は、もはや社会・人文科学と切り離しては議論できないものになり、新しい価値を産みだす源泉になっているようだ。



岩野 和生（いわの かずお）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年 東京大学理学部数学科卒業、同年日本アイ・ビー・エム株式会社入社、87年 米国プリンストン大学Computer Science学科よりPh.D.取得。東京基礎研究所所長、米国ワトソン研究所Autonomic Computing担当、大和ソフトウェア開発研究所所長、先進事業担当、未来価値創造事業担当などを歴任、2012年より三菱商事株式会社 ビジネスサービス部門顧問。2012年から2016年12月まで現職。東京工業大学客員教授。

ナノテクと材料技術にも サイバー空間の利用が重要に

ナノテクノロジー・材料ユニット
曾根 純一 上席フェロー

広がるナノテクの応用領域

材料技術は進化を続けている。原子や分子のレベルで物質の特性を制御するナノテクノロジーがほとんどの産業分野で大きな役割を果たすようになってきた。これまでナノテクノロジーは半導体生産の微細加工技術がけん引してきた。しかし、現在ではその応用領域は情報通信やエレクトロニクスから環境やエネルギー、さらに健康や医療の分野へと広がりを見せている。

「さらなるイノベーションにはICTの影響が見逃せません」と曾根さん。「工場の中はIoTによって製造プロセスが大きく変わっています。また健康・医療用の生体情報計測などにウェアラブルデバイスが多数利用されるようになりました。マイクロ流体デバイスと呼ばれるMEMS（機械要素を組み込んだ微小デバ

イス）技術などの微細加工技術を利用したデバイスも血液計測などに活用されています。高齢者などの支援のために知能ロボットやVR/AR（仮想現実/人工現実）技術を生かそうという取り組みも広がろうとしています。環境・エネルギー面では電気自動車の2次電池、自動走行のためのセンサー技術などが今後多用されるようになるのは間違いありません。情報通信分野では、すでに半導体集積回路の2次元的な集積化小型化が限界を迎えており、3次元化や量子力学やスピントロニクスなどの新デバイス応用、電気配線の光配線通信化など、アーキテクチャ（設計思想）の変化を迫られています。

一方で、深刻化する地球温暖化など、環境・エネルギー分野の課題解決には材料によるイノベーションが欠かせません。太陽電池や二次電池は言うに及ばず、廃熱から電気エネルギーを生み出す熱電変換デバイス、さらには大量に

自然界に存在する水と二酸化炭素から水素などのエネルギー燃料を作り出す人工光合成など、その飛躍的な性能向上や実用化には新材料の開発、導入が必須です。これらの素材分野は日本の産業競争力の高い分野であり、研究開発も含めて日本が世界を先導していくことが重要です」。

情報技術を融合した材料技術が 新しい価値を創造する

そこで曾根さんが重要視するのが CPS（サイバー・フィジカル・システム）だ。現実世界（フィジカル空間）にある多様なデータを収集し、サイバー空間に蓄積された膨大なデータを大規模データ処理技術で分析し、現実世界の価値創造に生かすというもの。

「ロボットや車の自動運転などのアプリケーションは市場が先導して、いろいろ登場してくるでしょう。材料の面で市場の要求に対応できる研究開発が必要です。従来からの材料技術に加え、さらなる省エネ性やコンパクト性など、新しいニーズに対応可能なハードウェア技術がますます求められるはずで

す。もともと材料分野は化学、物理学、生物学など多様な学問の学際領域でした。今後は情報科学も融合し、産業一般に高い付加価値を創り出す方向への発展がより重要になります」。

曾根 純一（そね じゅんいち） 研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士課程修了、同年日本電気株式会社 中央研究所 入社、83年理学博士取得、99年基礎研究所長、2004年基礎・環境研究所長、07年中央研究所支配人を歴任、08年JST-CREST「ナノシステム創製」研究総括、10年独立行政法人物質・材料研究機構 理事、15年より現職。16年までナノ学会会長。現在、アジアナノフォーラム副会長、応用物理学会フェロー。

超スマート社会の 医療・ライフサイエンス

ライフサイエンス・臨床医学ユニット
永井 良三 上席フェロー



永井 良三（ながい りょうぞう）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1974年東京大学医学部卒業、同大医学部附属病院第三内科助教授、群馬大学医学部第二内科教授、東京医科歯科大学難治疾患研究所客員教授などを経て、99年東京大学大学院医学系研究科内科学専攻循環器内科教授、2003年東京大学医学部附属病院病院長、09年同病院トランスレーショナルリサーチ機構長、12年4月より自治医科大学学長、14年より現職。医学博士。

ビッグデータ活用による個別予見医療、 超スマートアグリサイエンス

「医療やライフサイエンスの領域で重要なのは基礎研究の統合と循環です。そのエンジンとなるのはビッグデータとインフォマティクス（情報科学）」と永井さんは語る。

「臨床医学は、これまでの医学に統計的解析を加え、統計的な事実の蓄積を基に特定の集団に関する予見的な医療を提供することはできるようになりました。これからは増加する医療、介護情報のビッグデータを分析することで、患者1人1人に合わせた最適な医療を提供できるようになるでしょう。病気の兆候をより早くみつけ、適切に対応する予見的な医療も可能になります。そのような『個別予見

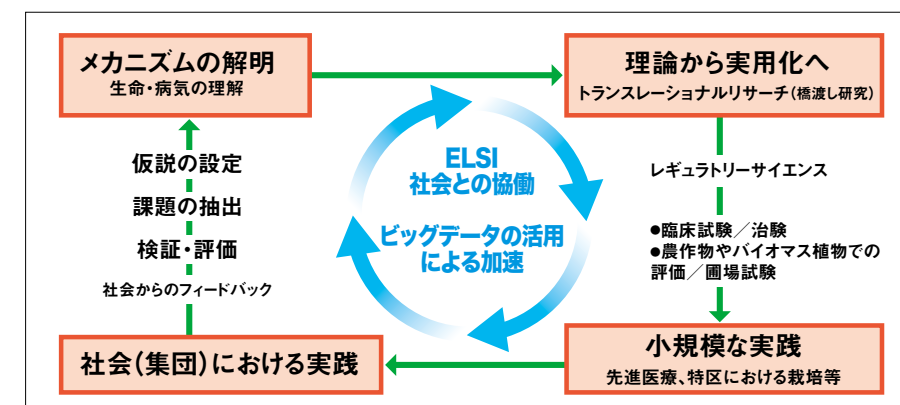
医療』をめざす条件が整ってきました。より大きな集団や社会に対し大規模にあてはめる時期にきています」。

社会の全領域の知の要素が関連

「この領域には医学、理学、農学、工学などの基礎の学問、バイオテクノロジー、臨床医学、農業科学などの応用の学問、さらに倫理的問題を扱う人文社会科学までも関係しています。社会の全領域の知の要素が必要であり、人工知能技術も含めたインフォマティクスの利用がますます重要です。ところがこれに興味を抱く人材は不足しています。他分野に流れがちな人材の目を、こちらの領域に向けるような取り組みも必要になっています」。

永井さんが取り扱うトピックスは、腸内細菌とヒトの健康や病気との関係解明、土壌や根の周辺の微生物が植物の生育に及ぼす影響解明、老化の原因やメカニズム、最新機材を利用した医療用イメージング技術、8Kなど高精細画像の一般利用など、非常に多岐にわたっている。これらすべての研究開発に共通するのがビッグデータとインフォマティクスだ。「ゲノム、たんぱく質、環境因子などのデータ統合もまだ十分ではありません。分散している知識の統合と活用をより一層進めることが、イノベーションの鍵となるはずで

す。ただし、医療・介護の臨床情報ビッグデータの統合はまだ途上にあり、このプラット





人間の尊厳と科学技術の関係に深い考察を

藤山 知彦 上席フェロー

グローバリズムの3つの規範

科学技術は民主主義や市場原理と並んで近代が生み出したグローバリズムの規範である。ところが現状はこれらの規範が揺らいできている時代だと指摘する。科学技術では生命科学や人工知能、ビックデータの爆発的進歩が「リアルとバーチャル、生物と非生物、自己と非自己の境界を曖昧にし不安を感じている人が増えています。」同様に民主主義はポピュリズムの進展に脅かされ、市場主義はバブルの発生をとめられておらず多くの人の絶対的な信頼を失いつつあるという。

「仮に日米EUをこの3つの規範の信奉者と考えると15年前に世界の7割を占めていたこれらの国の経済力は今5割にしか過ぎません。3つの規範を立て直すには、自然科学、社会科学、人文科学の知恵を集めて議論することが重要です。」と強調する。「特に科学技術においてはELSIをしっかり認識をして答えを出していく必要があります。」

ELSIとは科学技術の倫理的、法律的、社会的問題を意味する。「これを科学への制約だと考える人もいます。しかし、ELSIに対し正面から向き合うことは科学技術に多くの人の支持を獲得するまたとない機会です。まずは科学技術の領域でトランスサイエンス(自然科学を超えた)の問題から手をつけるべきではないか。その際、歴史的視座を持ち、現下の世界情勢の中で日本の位置づけ、役割をはっきりさせて どういう方向に科学技術を発展させるかについて考える必要がある。こうした議論を深めるのも、シンクタンクであるCRDSの役割だと思っています。」

今こそ、ELSIの議論を

「さらにそこには人間の尊厳に対する考察が欠かせません。昔、ゲートが発明されて間もない顕微鏡をのぞかれ、これが宇宙の真理だ、と言われた時にゲートはしかし人間の真理ではない、ときりかえしたそうです。ゲートが提起した問題を我々は、人工知能や生命科学の中でいかに正面から受け止めるかとい

う時代に来ていると思います。言い換えるとELSIの問題を乗り越えた科学技術が次世代の支配的な科学技術になるはずで。自然科学者は「文系と理系」「産と学」「文化の多様性」の壁を越えて外の世界と関わっていく必要があると思います。」

人工知能が自分よりも優れた人工知能を作る可能性を指摘される今、人間性と科学技術イノベーションの関係について研究者も一般人も真剣な哲学的考察を深める必要がありそうだ。



藤山 知彦 (ふじやま ともひこ)

研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年東京大学経済学部経済学科卒業。同年三菱商事調査部入社、1993年泰国三菱商事業務部長、2000年戦略研究所長、2002年中国副総代表、2005年 国際戦略研究所所長、2008年執行役員国際戦略研究所長、2010年執行役員コーポレート担当役員補佐、2013年常勤顧問。2016年4月より現職。

CRDSシンポジウムのお知らせ

「IoT/AI時代に向けたテクノロジー革新 ~大変革時代の新機軸とは」

日 時: 2017年3月7日(火) 13時~17時40分 会 場: 丸ビルホール(東京都千代田区)

概 要: IoT/AI時代の社会・産業はテクノロジーとともにどう変化していくのか、求められるテクノロジー・デバイスの課題は何かなどを議論し、わが国が大変革時代にどう舵を切るべきかを考える。

※詳細はCRDSホームページ<http://www.jst.go.jp/crds/>をご覧ください。多くの方のご参加をお待ちしております。

(シンポジウム専用ページは近日公開予定)