

（付録１）専門用語解説

Cyber Physical System

ネットワーク化されたコンピューティングによる処理と物理的な要素が統合されたもの。実世界や人間から得られるデータを収集・処理・活用し、産業機器や社会インフラの効率化、新産業の育成、知的生産性の向上などに資すると期待されている。

ELSI (Ethical, Legal and Social Issues/Implications)

科学の進歩に伴って生じる倫理的、法的、社会的課題のこと。米国のヒトゲノム計画にて研究で必要性が表明された。人工知能やロボットに関しては、例えば、機械が下した判断に対する責任の所在、人々の心や思想を本人の意思とは無関係に勝手にモニタリングすることに対するプライバシーの取り扱い、人々の思想や行動を恣意的に特定の方向に誘導する危険性にどのように対応して回避していくかといった課題などが考えられる。

IoT (Internet of Things)

パソコンやサーバー、携帯電話などの情報・通信機器だけでなく、家電製品や自動車、機械などさまざまなモノに通信機能を持たせ、インターネットに接続し、モノの制御や周囲の状況の計測などを行うこと。ヒト、モノ、コンピューターなどが有機的に結合することによって、社会、経済、産業の効率化と付加価値の向上を実現する。

P2P ネットワーク

Peer to peer network のこと。多くの端末が参加するネットワークにおいて、端末の管理や情報交換の管理をするサーバーが存在せずに、それぞれの端末が対等の立場で情報の交換を行う。著作権を持たない楽曲データの交換などでよくない印象が持たれることもあるが、特定のサーバーがないために、情報交換のトラフィックや処理負荷の集中が避けられたり、単一障害点（Single Point of Failure）がないためにサービスのロバスト性が高いといった利点を有している。

Society 5.0

2016年に内閣府が発表した第5期科学技術基本計画の中に盛り込まれた未来社会を指す。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会。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、人間中心の社会と定義されている。

System of Systems

複数の個々のシステムが独立して動作しながら複雑に相互関係性を持って、全体としてある共通したゴールに向けて共に動くネットワーク化された大規模統合システムのこと。設計当初のむくろみを超え次々と個別システムがつながり拡大するため、全体システムの範囲や外部環境との境界が不明瞭となる特性を持ち、状況変化への対応や成長性への配慮が重要となる。

異種混合学習（Heterogeneous Mixture Learning）

理由説明が可能なホワイトボックス型の機械学習方式の代表である。深層学習を含むニューラルネットワーク系の機械学習方式はブラックボックス型であり、予測や識別の精度が高くとも、理由を説明することができず、動作保証も難しいという問題がある。一方、従来のホワイトボックス型（決定木や線形回帰等）は精度に限界があった。異種混合学習は、説明変数の重み付き線形和で当てはめ可能な区間ごとにデータを場合分けするアプローチをとり、ホワイトボックス型でありながら高い精度を達成している。

エージェントベースシミュレーション（agent based simulation）

自律的な意思決定を行うエージェントをシステムの基本的な構成要素としてモデル化し、その相互作用がシステム全体の挙動にどのような影響を与えるかを模擬する手法。エージェントのモデル化に主眼があるときは エージェントベースモデルと呼ばれることもある。複数のエージェントの相互作用による全体として発現する複雑な現象を再現したり、予測したりすることを目的としている。

エッジコンピューティング

ネットワークの末端（エッジ）において処理を行うコンピューティングのこと。ネットワークに接続されているデバイスの増加に従い、処理するデータ量が増加していくことが想定されるが、データを集約して処理を行うクラウドコンピューティングではシステム全体の負荷増大や処理遅延といった問題が生じる。これを避けるため、データが発生するエッジ（デバイス近傍）で必要な処理を行う技術として研究が活発になっている。特に次世代無線通信である 5G において、その低遅延であるという特徴を活かすためにも研究開発が盛んになされている。自動運転や建設機械の遠隔制御、遠隔診療、ロボット制御など様々な応用が考えられている。

オープンデータ（Open Data）

最小限の制約のみで誰でも自由に利用、加工、再配布ができるデータのことである。これを活用することで、行政の透明性の向上、他データとも組み合わせることによる新ビジネス創出、企業活動の効率化等を目指している。特に、セマンティック Web 分野で開発・標準化された技術を用いた Linked Open Data（LOD）は、Web 上のデータを公開・利用する方式あるいは公開されたデータセットであり、従来の Web が「文書の Web」であるのに対して「データの Web」と言われる。

仮想化（Virtualization）

ひとつの物理リソース（プロセッサやメモリ、ディスク、通信回線など）を複数の論理リソースに見せかけたり、また逆に、複数の物理リソースをひとつの論理リソースに見せかけたり、することで、コンピューターのリソースを抽象化することである。ディスクや PC、サーバーなどのコンピューターの仮想化技術の普及が進み、SDN（Software Defined Network）などのネットワークの仮想化、SDDC（Software Defined Data Center）などのデータセンターの仮想化、SDE（Software Defined Environment）などの ICT インフラストラクチャー全体の仮想化など、仮想化が ICT システム全体に広がってきている。

クラスター分析（cluster analysis）

異なった性質のものが混ざり合った集団から、互いに似た性質をもつものを集め、塊（クラスター）を作って分析する多変量解析の手法。分類のための外的基準や評価基準が決まっていない教師無しの分類を言う。基準がないため、有効な分析とするためには、適切な基準を設定する分析者の力量が問われる。

合意形成

複数の知的な主体（エージェント）が交渉し、より良い合意を形成するか、という交渉とその機構に関する研究分野。社会において個人合理性を持つエージェントが協調作業をするためには、個々の利益や効用を最大化しながら、社会やグループの利益も最大化できるように合意を得る必要がある。交渉は、マルチエージェントシステム研究で本質的に不可欠な要素であり、エージェント間の交渉プロトコル／交渉メカニズムの設計、個々のエージェントの交渉戦略の設計、交渉問題そのものの設計、交渉結果の評価手法、学習機構など、多くの研究が展開されてきた。

公開鍵暗号

暗号化とその復号に同じ鍵を使う共通鍵暗号は広く用いられているが、その鍵を安全に配送することが問題になっていた。そこで暗号化に用いられる鍵と復号に用いる鍵を別のものとした公開鍵暗号方式が開発された。メッセージを受信する者は公開鍵と秘密鍵の2つを生成し、公開鍵を全世界に公開する。送信者は受信者の公開鍵でメッセージを暗号化し送信する。受信者は自らの公開鍵のペアとなる秘密鍵を使ってメッセージを復号する。暗号化されたメッセージを傍受あるいは盗聴しても、公開鍵から秘密鍵を生成することは極めて難しいため暗号メッセージを復号することはできない。

個人情報とプライバシー（Personal Information and Privacy）

我が国の個人情報の保護に関する法律では、「個人情報」とは、生存する個人に関する情報であつて、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるものとされている。また、プライバシーは個人の秘密や私事など他人に知られたくないことで、他者から干渉されない権利のことを言う。両者は密接な関係があるが、必ずしも同じではない。

シェアリングエコノミー

余っているモノやサービスを、それを必要としている者へ提供することで市場を形成するビジネスモデルである。インターネットやスマートフォンの普及及びそれに基づくプラットフォームの出現によって、利用と提供を結びつけることが容易となり近年市場規模が急速に拡大している。Uberでは自動車とその運転が、AirBnBでは宿泊施設がプラットフォームを通じてそれを必要とする利用者にサービスとして提供されている。サービス提供者と利用者の相互の評価やネットワークを介した料金のやり取りの保障によって、サービスの信頼性を担保している。

持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals; SDGs)

2015年9月25日の「持続可能な開発サミット」で国連が採択した「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に含まれる目標。貧困や飢餓を終わらせる、公平性を保ち不平等をなくす、環境への配慮など17の目標と、さらにそれらをブレイクダウンした169の達成基準からなる。開発途上国の目標だけでなく、先進国での取り組みにも触れている。解決策の提供、合理的な政策立案などに向けたエビデンスの提供など、科学技術の貢献が期待されている。

触覚フィードバック (Haptic feedback)

手術ロボットなどのテレオペレーションでは、生体など柔軟物体に加える力の大きさを細かく調整する必要がある。このとき、効果器が物体へ加えた力に対する物体からの反力の大きさを触覚情報としてオペレーターに伝達して力の調整を実現する方法がテレオペレーションにおける触覚フィードバックである。また、ロボットハンドによる器用な物体操作の実現といった場面で、物体の変形や初期滑りの検出による把持力の調整、操作の過程で移動するハンドと物体の接触点の検出などに触覚情報が用いられる。

自律型ロボット (Autonomous robot)

オペレーターによる操作を必要とせず目標を達成するロボット。構造化された環境で、あらかじめ指定された作業を、人の介在なしに行う産業用ロボットがあるが、ここでは、構造化されておらず、変化する環境中で、その時々で適切に判断を行い、行動を調整して目的を達成することが重要である。これにより、深海、山林、災害環境、惑星探査など人の立ち入りが困難な環境における探索の詳細化・広域化、作業の達成などが可能になる。また、人間の介在による速度や稼働時間の制限を回避できる。

深層学習 (Deep Learning)

多層ニューラルネットワークを用いた機械学習方式である。特徴量空間上での識別境界だけでなく、特徴量そのものも学習できる点が革新的で、画像認識・音声認識等の分野で従来方式を大きく凌駕する性能を示して注目を浴びた。さらに、アクション結果に対する報酬から、より大きな報酬を得る方策を学習する強化学習に深層学習を組み合わせた深層強化学習を用いた「アルファ碁」は、人間のプロ囲碁棋士を破って大きな話題となった。

スマートコントラクト

広義では機械によって自動的に実行される契約を指す。例えば、自動販売機は対価となる硬貨を投入することによって所望の品物を購入することができる。Ethereumなどのブロックチェーンにはスクリプトを実行する機能が付与されており、そこに条件が合致すれば送金を実行するなどの動作を書くことができる。これが協議のスマートコントラクトである。例えば、通信販売において、商品の到着が確認されたら支払いを行うというエスクロー取引や、予測市場やマイクロペイメントなどさまざまな応用が期待されている。

スマートメータ (smart meter)

新しいタイプの電力メータ。従来のアナログ式誘導型電力量計（円盤が回るタイプ）と異な

り、電力をデジタルに計測し、メータ内に通信機能をもたせた電力量計である。電力だけでなく、都市ガスや、水道も通信機能を持たせてネットワーク化しようとしている。スマートメータを使用することで、検針業務の自動化や、住宅用エネルギー管理システム（HEMS）を通じた電気使用状況の見える化ができる。

創発（emergence）

要素間の相互作用により、要素部分の性質の単純な総和をこえた性質が、全体として現れること。要素間の複数の局所的な相互作用が複雑に組織化することで、個別の要素の振る舞いからは予測できないような新たな秩序を持ったシステムが構成される。

ソーシャルデータ（social data）

Facebook、Twitter、LinkedIn、LINE といったように、人と人のつながりを促進・サポートするコミュニティ型のサービスである、ソーシャル・ネットワーキング・サービス（Social Networking Service、SNS）から生み出されるデータ。データは自然言語や画像である。日々膨大な量のデータが生み出されるので、いわゆるビッグデータのひとつ。

ソーシャルネットワーキングサービス（Social Networking Service、SNS）

インターネット上で個人や組織が相互に交流する場を提供するサービスやサイトのこと。米国発祥の Twitter や Facebook などが全世界を席巻しているが、微博（中国）や、mixi（日本）など、特定の国でシェアの高いサービスもある。当初は趣味や興味など限定された使われ方が主流であったが、東日本大震災時の災害情報の流通、あるいは、アラブ社会での情報伝達など、社会に大きな影響を与える存在になっている。また、スマートフォンの普及に伴い、生成されるコンテンツもテキストだけでなく画像や動画などへと種類が拡大している。

ソフトウェア定義技術（Software Defined Technology）

システムの構成要素となっているハードウェアやソフトウェアのインターフェースや機能の差異を吸収し、その挙動をソフトウェアで定義・制御する技術。ネットワークを制御する SDN（Software Defined Network から始まり、ストレージ（Software Defined Storage）、コンピュート（Software Defined Compute）、データセンター（Software Defined DataCenter）とハードウェアへと広がっている。

ソフトロボティクス（Soft robotics）

ロボットシステムにおける物理的な柔軟性（ソフトネス）を取り扱うロボティクスの新興分野である。主要な研究テーマとして、柔軟性を積極的に利用した新しいロボットの開発、柔軟物体のモデル化や制御、生物システムにおける柔軟性の機能の解明などが挙げられる。ロボットへの接触安全性の付加、高分子材料によるロボットの安価な製造の実現などにより、ロボットの応用拡大に貢献すると期待されている。

デザイン思考（design thinking）

新しい機会を見つけるための問題解決に関するプロセス（デザイン）を利用して、様々な問

題を解決する方法。より良い将来の状況为目标として想定し、それを達成するために必要な様々な手段を検討する。デザイン思考は、明確に定義されていない問題を取り扱うときに有効であると言われている。

ドメイン・スペシフィック・アーキテクチャ

ムーアの法則（トランジスタサイズは1.5年で1/2になる）に従った汎用プロセッサ単体の着実な性能向上によってこれまで情報処理能力は増強されてきた。しかしムーア脳法則に陰りが見え始め、処理内容に応じたコンピューティングアーキテクチャによって、今後の性能向上を実現しようとする動きが出てきた。これがドメイン・スペシフィック・アーキテクチャである。これまでも信号処理やグラフィクス処理に特化したアクセラレータはあったが、この考えをさまざまな領域に適用しようとする考えである。特にDNN(Deep Neural Network)では、大量・多層に並べられたニューロン間の複雑な結合網という「構造」の中に入力データストリームを流し込んで学習や推論を行うことを特徴とする。処理の中に、分岐を含む手続きはほとんど存在せずDNNという構造そのものを並列なハードウェア構造の上に適切にマッピングすることで大幅な処理能力向上を見込むことができる。このような処理対象領域の特徴をアーキテクチャに反映させることで、大幅に処理効率を向上させることがドメインスペシフィックアーキテクチャの狙いである。

ニューロモルフィックコンピューティング

脳におけるニューロンとシナプスの動作に着目した計算手法であり、しばしばスパイキング・ニューラル・ネットワークという技術を利用する。ニューロン間の情報伝達は電気的なスパイクによって実行され、このスパイクはその発生時刻と電荷に応じて変化する。ニューロンはシナプスによって結合され、ニューロンが受け取る電荷はシナプスの長さによって変化する。デジタル的に実現する場合と、アナログを含む場合とがあり、多くはアクセラレータとして用いられる。汎用プロセッサ上のソフトウェアとして実現する場合に比較すると、計算効率が高いことや消費電力が低いという特徴を持っている。IBMのTrue North、マンチェスター大学のSpiNNaker(Spiking Neural Network Architecture)、IntelのLoihiなどの開発が進められている。

認知科学 (Cognitive Science)

認知科学は人間、動物、機械、社会にさまざまな形で実現されている知の構造、機能、発生を扱う研究領域である。認知科学は、情報科学、特に人工知能との密接な関係にあり、人間の知性の基盤となる構造（アーキテクチャ）の解明、知識の表現と利用に関わる研究を、主に認知（知覚、記憶、言語、思考等）領域において行う。この過程において、ニューラルネットワーク、認知神経科学、進化心理学、ロボティクスとの共同などを通して研究領域を拡大している。

認知発達ロボティクス (Cognitive Developmental Robotics)

ヒトは環境と相互作用しながら運動能力やさまざまなことを認知する能力を高めていく。環境の違い、身体の違い、事物を経験する順序の違いにより、環境との相互作用で得られる経験は人それぞれ異なる。知能が身体を持つことにより生じる性質を身体性と呼び、発達や学習における重要な役割を損なわないように、シミュレーションやロボットなどの人工システムを用

いた構成的手法により、人間の認知発達過程の新たな理解や洞察を得ると同時にロボットをはじめとする人工システムの設計論の確立を目指す学問分野。

バックドア（back door）

裏口のこと。サイバーセキュリティでは、ソフトウェアやシステムの一部にユーザに気付かれないよう秘密裏に仕込まれたアクセスポイントを指す。ネットワークを通じてユーザに気付かれずシステムに不正進入が可能になる。コンピュータウィルスに感染することで、設置されたり、プログラムの開発者がデバッグなど開発過程で利用するために組み込んだものが、そのまま放置されたりすることで、バックドアが利用できるようになってしまう。

ハッシュ関数

ここでは暗号学的ハッシュ関数について述べる。暗号学的ハッシュ関数は、任意の文字列を入力とし、固定長のサイズの文字列を出力する。そしてこの出力は(1) 対衝突性、すなわち異なる入力に対して同じ値を出力することがない、(2) 秘匿性、すなわち出力値から入力を類推することができない、という特徴を持っている。この特徴を使うと、例えば長い文書のハッシュ値をとっておき、あとでその文書が改ざんされたかどうかを調べるにはハッシュ値同士を比較すればよい。ハッシュ値は入力となる文書よりも短いので、短いデータの比較で改ざんを検知することが可能になる。さらに、仮想通貨で使う場合には、(3) パズル親和性、すなわちある特定の出力値を得るような入力を求めることが非常に困難であるという特性も使われる。

ビッグデータ（Big Data）

実世界やサイバー世界から取得された大量データであり、大規模性だけでなく、多様性、不確実性、時系列性・リアルタイム性といった性質を備える。大規模計算機を用いた高速・高効率なビッグデータ処理基盤技術と、データ中に潜む規則性を発見する機械学習を用いたさまざまなビッグデータの解析技術によって、実世界やサイバー世界のさまざまな活動・現象の精緻でリアルタイムな把握・予測が可能になってきた。

分散意味表現（Distributed Semantic Representations）

単語や文等の意味を数百次元程度の固定長ベクトルの形で表現する。従来よく使われていた bag-of-words 表現と異なり、単語や文の意味の合成・分解が可能なのが大きな特長である。文脈類似性に基づく分散意味表現の計算をニューラルネットワークで高速処理するオープンソースソフトウェア word2vec が広く使われている。いまのところ深層学習によって画像認識・音声認識分野ほどの性能向上が得られていない自然言語処理分野において、分散意味表現が注目されている。

量子コンピューター

状態の重ね合わせ、量子もつれ、量子干渉などを利用して従来のコンピューターを超える並列性を実現するコンピューター。因数分解や検索などの特定の問題を効率的に計算できる量子アルゴリズムが複数知られているほか、量子化学計算や機械学習での利用も期待されている。しかし、いずれも実用サイズの計算を実行するにはハードウェア性能が不足している。

（付録 2）検討の経緯

俯瞰報告書 2019 年版は、報告書全体のストーリー構成や論理構造を見直し、俯瞰区分および戦略的研究開発領域の修正を行い、各俯瞰区分における技術のトレンドや今後の展望および我が国の研究開発の現状と課題を踏まえ、国として推進すべき重点テーマの抽出に至った。

システム・情報科学技術の全体像の俯瞰を前提に、戦略的研究開発領域の選定や重点テーマの抽出に至った必然性を表現するという大きな方針のもとに編集を進めた。全体の構成や取り扱うべきトピックスについては特任フェロー会議の中で集中的に議論を進め、個別の研究開発領域の動向についてはワークショップで深掘りした。俯瞰報告書の検討経緯として、表 A-1 に特任フェロー会議での議論の概要を、表 A-2 に関連ワークショップの概要を記す。

表A-1 特任フェロー会議の概要

	開催日	内容
2017 年度 第 1 回	2017 年 6 月 1 日（木）	俯瞰報告書と戦略スコープ、戦略プロポーザルの関係と全体スケジュールについて共有・議論した。
2017 年度 第 2 回	2017 年 9 月 7 日（木）	俯瞰報告書 2019 年版で特筆すべき研究開発領域・トレンドを 2017 年版の俯瞰区分毎に各担当フェローから理由付で提案し、議論した。また、俯瞰区分の見直しについては別途行うこととした。
2017 年度 第 3 回	2017 年 12 月 1 日（木）	俯瞰報告書の全体の論理構成について討議した。また、前回の特任フェロー会議において特任フェローから指摘のあった点を踏まえて戦略的研究開発領域の再構成を行った。また、本俯瞰報告書のおもな更新点である戦略的研究開発領域の選定基準についてフェローより提案し、特任フェローと議論した。
2017 年度 第 4 回	2018 年 3 月 8 日（木）	全体構成について、前回までの議論の結果を A3 版概要に反映した上で、修正が必要な部分を議論した。また、各区分俯瞰図について、これまでのスナップショット的な構造俯瞰図に加えて、トレンドや歴史的背景が明確となる時系列俯瞰図を作成することを提案・議論した。
2018 年度 第 1 回	2018 年 6 月 13 日	各区分担当のフェローが新たに作成した時系列俯瞰図について、議論が必要な箇所や要修正箇所について議論を行った。また、国として進めるべき重点テーマを抽出するにあたっての基本的な 4 つの考え方について討議した。推進方策（研究開発体制・システム）の論点を整理し、特任フェローからは複数の方向性・アイディアの提案があった。
2018 年度 第 2 回	2018 年 9 月 7 日	俯瞰報告書の記載内容との関連が深い戦略プロポーザル「ブロックチェーン」「社会システム」の調査内容について担当フェローより発表があり、質疑応答にて討論した（時間配分の都合上「量子コンピューター」は机上配布のみ。）
2018 年度 第 3 回	2018 年 12 月 17 日	俯瞰報告書の全体の章立て、俯瞰図、区分俯瞰図（構造・時系列）、取り扱う戦略的研究開発領域、推進シナリオ、国が進めるべき重点テーマ、について総合的に討論した。

表A-2 関連ワークショップの概要

	開催日	関連する研究開発領域	ワークショップ報告書
科学技術未来戦略ワークショップ 「複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」	2017年6月19日（月）	2.1.5 意思決定・合意形成支援	CRDS-FY2017-WR-05
科学技術未来戦略ワークショップ 「ドメインスペシフィック・コンピューティング～新たなコンピューティングの進化の方向性～」	2017年11月29日（水）	2.4.1 プロセッサアーキテクチャ	CRDS-FY2017-WR-08
俯瞰ワークショップ 「機械学習型システム開発へのパラダイム転換」	2017年12月8日（金）	2.1.4 AI ソフトウェア工学	CRDS-FY2017-WR-11
科学技術未来戦略ワークショップ 「みんなの量子コンピューター～情報・数理・物理で拓く新しい量子アプリ～」	2018年8月17日（金）	2.4.2 量子コンピューターサイエンス	CRDS-FY2018-WR-09
科学技術未来戦略ワークショップ 「相互進化型社会システムデザイン」	2018年11月1日（木）	2.3.4 社会システムアーキテクチャ	CRDS0FY2018-WR-10

（付録3）作成協力者一覧

【人工知能・ビッグデータ】

山口 高平	慶應義塾大学 理工学部 教授（CRDS 特任フェロー）【総括責任者】
石川 冬樹	情報・システム研究機構 国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 准教授
伊藤 孝行	名古屋工業大学大学院 情報工学専攻 情報工学教育類長・情報工学専攻長・教授
乾 健太郎	東北大学大学院 情報学研究科 教授
佐藤 敦	日本電気（株）データサイエンス研究所 主席研究員
杉山 将	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授／（国研）理化学研究所 革新知能統合研究センター センター長
中川 裕志	（国研）理化学研究所 革新知能総合研究センター グループディレクター
中原 裕之	（国研）理化学研究所 脳神経科学研究センター チームリーダー
東中竜一郎	日本電信電話（株）メディアインテリジェンス研究所 兼 コミュニケーション科学基礎研究所 NTT 上席特別研究員

【ロボティクス】

國吉 康夫	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授（CRDS 特任フェロー）【総括責任者】
浅田 稔	大阪大学大学院 工学研究科 教授
荒田 純平	九州大学大学院 工学研究院 准教授
生田 幸士	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
石黒 章夫	東北大学 脳科学センター 教授
浦 環	九州工業大学 社会ロボット具現化センター センター長・教授
川村 貞夫	立命館大学 理工学部 教授
鈴木 健嗣	筑波大学大学院 システム情報系 教授
永谷 圭司	東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授
夏目 徹	（国研）産業技術総合研究所 創薬分子プロファイリング研究センター センター長
新山 龍馬	東京大学大学院 情報理工学系研究科 講師
松野 文俊	京都大学大学院 工学研究科 教授
吉田 和哉	東北大学大学院 工学研究科 教授

【社会システム科学】

西村 秀和 慶應義塾大学 システムデザイン・マネジメント研究科 教授【総括責任者】
石田 哲也 東京大学大学院 工学系研究科 教授
小澤 一雅 東京大学大学院 工学系研究科 教授
上東 貴志 神戸大学 経済経営研究所 計算社会科学研究センター センター長・教授
新 誠一 電気通信大学大学院 情報理工学研究科 教授
高橋 真吾 早稲田大学 理工学術院 教授
寺野 隆雄 東京工業大学名誉教授／筑波大学名誉教授
原 辰徳 東京大学 人工物工学研究センター 准教授
藤野 陽三 横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授
横尾 真 九州大学大学院 システム情報科学研究院 主幹教授

【コンピューティングアーキテクチャ】

徳田 英幸 （国研）情報通信研究機構 理事長（CRDS 特任フェロー）【総括責任者】
鬼塚 真 大阪大学大学院 情報科学研究科 教授
竹内 健 中央大学 理工学部 教授（CRDS 特任フェロー）
西尾 信彦 立命館大学 情報理工学部 教授
本村 真人 北海道大学大学院 情報科学研究科 教授
森川 博之 東京大学大学院 工学研究科 教授（CRDS 特任フェロー）
山下 克司 日本アイ・ビー・エム（株）技術理事
吉田 英司 （株）富士通研究所 コンピュータシステム研究所 主任研究員

※五十音順、敬称略、所属・役職は本報告書作成時点

（付録４）研究開発の俯瞰報告書（2019年）全分野で対象としている 俯瞰区分・研究開発領域一覧

1. 環境・エネルギー分野（CRDS-FY2018-FR-01）

俯瞰区分	研究開発領域
エネルギー	エネルギー資源探査・開発技術
	火力発電
	CCU(Carbon Capture Utilization)
	原子力利用
	太陽光発電・太陽熱発電
	風力発電
	バイオマス
	その他の再生可能エネルギー（地熱、海洋）
	電気エネルギー利用
	熱エネルギー利用
	化学エネルギー利用
	基礎化学品合成プロセス
	燃焼
	トライボロジー
	エネルギーシステム評価
環境	気候変動観測
	気候変動予測
	水循環
	水処理
	生物多様性・生態系の把握
	生物多様性・生態系の管理・活用
	環境分析・物質動態
	除去・浄化技術
	資源・生産・消費管理
	リサイクルと循環利用
	健康・都市生活

2. システム・情報科学技術分野（CRDS-FY2018-FR-02）

俯瞰区分	研究開発領域
人工知能・ビッグデータ	機械学習
	画像・映像解析
	自然言語処理
	AI ソフトウェア工学
	意思決定・合意形成支援
	データに基づく問題解決
	計算脳科学
	社会における AI
ロボティクス	認知発達ロボティクス
	生活支援ロボット
	医療ロボット
	海中ロボット
	宇宙ロボット
	インフラ保守・建設ロボット
	災害対応ロボット
	ソフトロボティクス
	生物規範型ロボティクス
	産業用ロボット
	研究開発用ロボット
	ナノロボット
社会システム科学	計算社会科学
	社会インフラマネジメント
	サイバーフィジカルセキュリティ
	社会システムアーキテクチャ
	制度設計
	サービスサイエンス
コンピューティングアーキテクチャ	プロセッサアーキテクチャ
	量子コンピューターサイエンス
	データセンタースケールコンピューティング
	データ処理基盤
	サービスプラットフォーム
	IoT アーキテクチャ
	ブロックチェーン

3. ナノテクノロジー・材料分野（CRDS-FY2018-FR-03）

俯瞰区分	研究開発領域
環境・エネルギー応用	太陽電池
	蓄電デバイス
	パワー半導体
	ファイン触媒
	分離技術
	複合材料
	極限環境材料・計測技術
ライフ・ヘルスケア応用	バイオ材料
	ナノ DDS・ナノセラノスティクス
	バイオ計測・診断デバイス
	バイオイメージング
ICT・エレクトロニクス応用	超低消費電力（ナノエレクトロニクスデバイス）
	発光・表示デバイス
	フォトニクス
	スピントロニクス
	MEMS・センシングデバイス
	三次元ヘテロ集積
	ロボット基盤技術
物質と機能の設計・制御	空間空隙設計制御
	分子技術
	元素戦略・希少元素代替技術
	データ駆動型物質・材料開発（マテリアルズ・インフォマティクス）
	フォノンエンジニアリング
	量子技術
	二次元機能性原子薄膜
	生物機能インスパイアード材料・システム
共通基盤科学技術	微細加工プロセス
	積層造形・レーザー加工
	接着技術
	ナノ・オペランド計測技術
	物質・材料シミュレーション
共通支援策	ナノテクノロジーの ELSI/EHS、国際標準

4. ライフサイエンス・臨床医学分野（CRDS-FY2018-FR-04）

俯瞰区分	研究開発領域
基礎基盤科学技術	遺伝子発現機構（エピゲノム、RNA）
	ゲノム編集
	ケミカルバイオロジー
	構造解析技術
	オミクス（プロテオミクス、メタボロミクス、トランスオミクス）
	一細胞オミクス技術、細胞系譜・地図技術
	細胞外微粒子・エクソソーム
	免疫科学
	時間科学（体内時計）
	老化科学
	微生物叢（マイクロバイオーーム）
	感覚器科学
	脳・神経科学
分析・計測技術（医療機器）	電子顕微鏡
	光学イメージング
	生体イメージング（MRI、PET/SPECT、NMR）
	生体分子計測技術
	ヘルスケア IoT（バイオ計測、センサー、ウェアラブル）
	計測データ解析（AI）
ホワイート・グリーンバイオ技術 （食料・農水産業、生物生産等）	環境微生物学・合成生物学
	植物・農業
	水産
	畜産
	機能性物質・食品
創薬、診断・医療技術	中分子医薬
	高分子医薬（抗体、核酸）
	AI創薬・創薬インフォマティクス・インシリコ創薬
	遺伝子治療・細胞治療
	再生医療
	オルガノイド・臓器チップ
	診断技術・バイオマーカー（リキッドバイオプシー、疾患オミクス）
	診断技術・がんゲノム医療
	生活習慣病（CKD、COPD、NASH）
	精神・神経疾患
	感染症（ワクチン・アジュバント・抗菌薬・抗ウイルス薬など）