

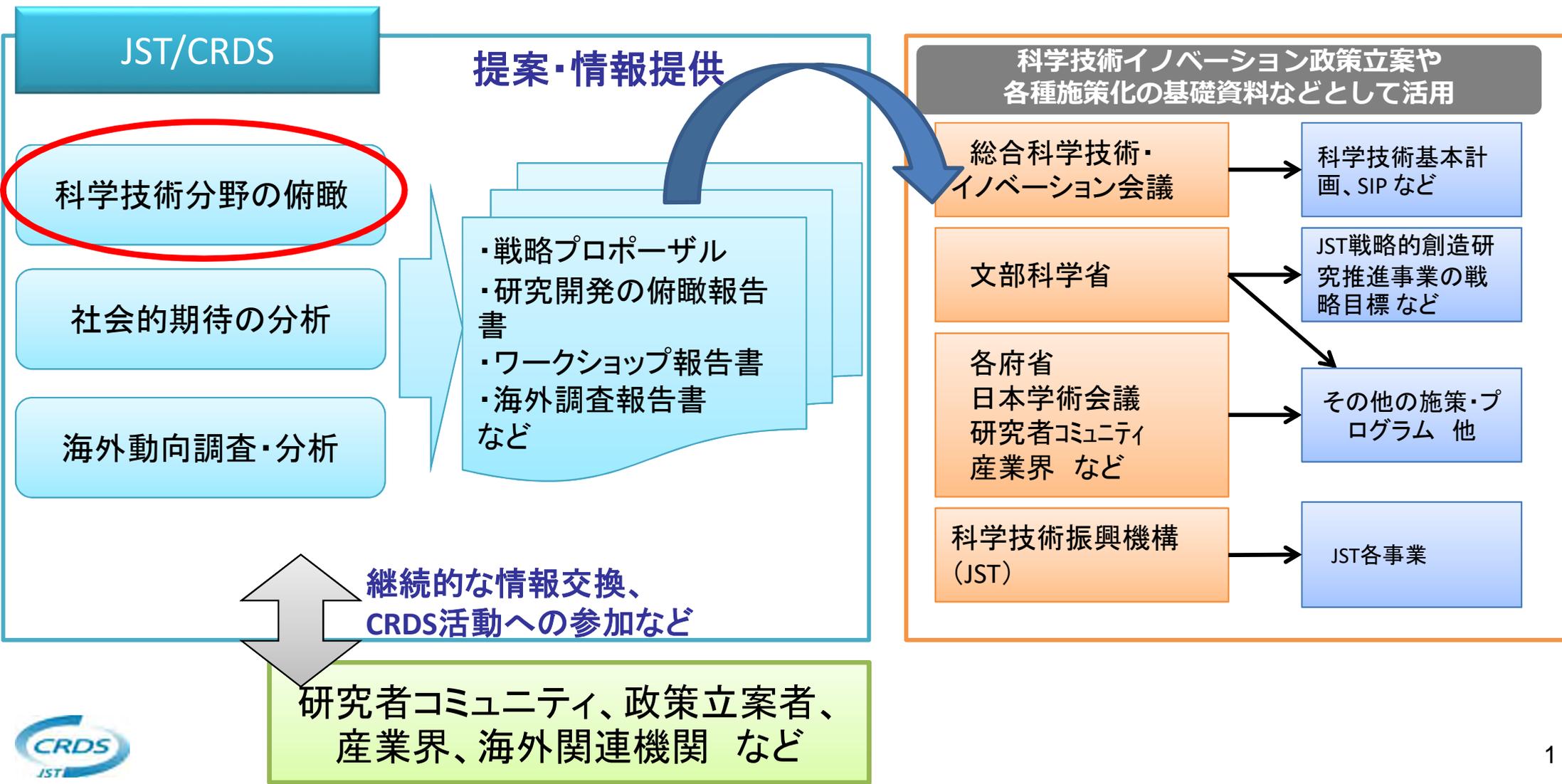
俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野 2017版の概要

JST 研究開発戦略センター
システム・情報科学技術ユニット
平成29年6月6日



研究開発戦略センター(CRDS)の活動の概要

国内外の社会や科学技術イノベーションの動向および政策動向を把握・俯瞰・分析することにより、科学技術イノベーション政策や研究開発戦略を提言し、その実現に向けた取り組みを行う



「研究開発の俯瞰報告書」とは

- わが国の科学技術振興とイノベーション創出に向けた研究開発戦略立案の基礎として、科学技術分野における研究開発の現状の全体像を把握し、今後の方向性を展望する俯瞰活動の結果をとりまとめたもの



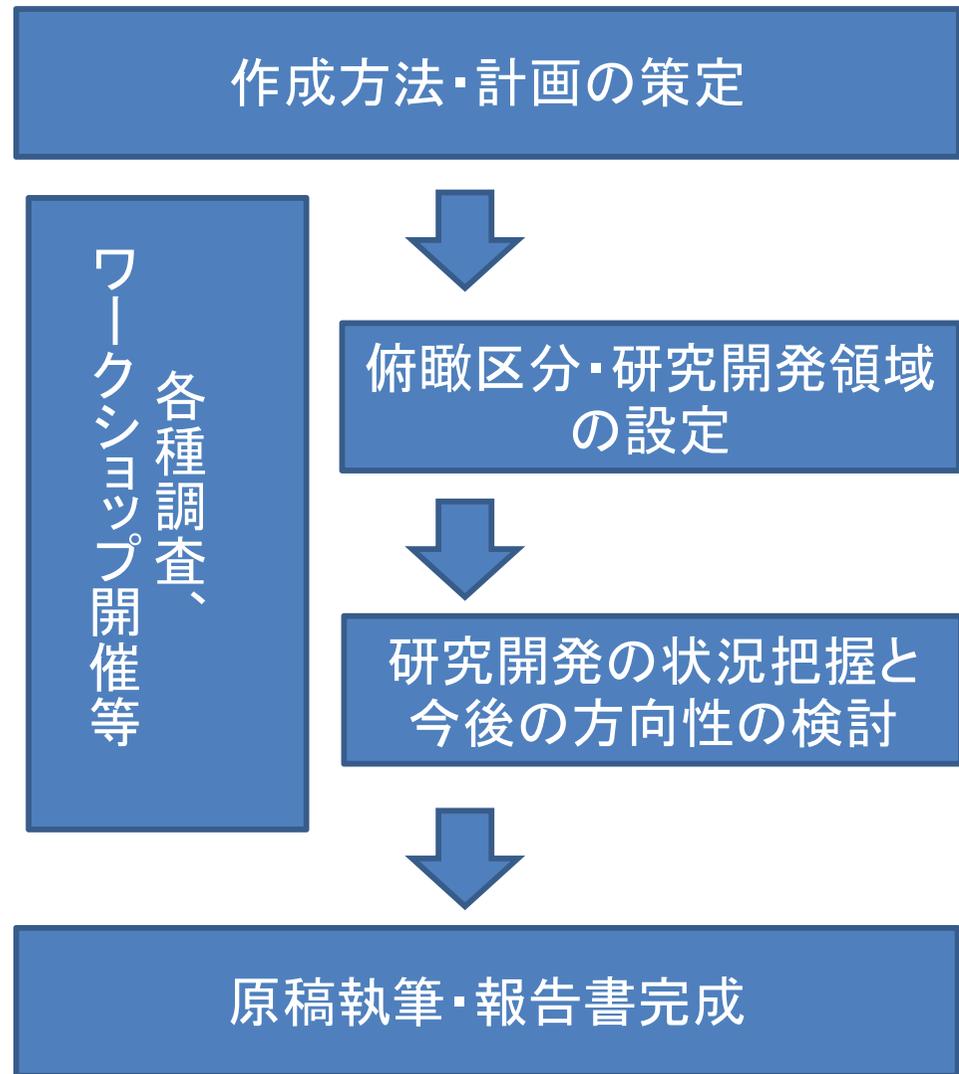
CRDSでは俯瞰の結果浮かび上がった課題等を、戦略プロポーザル等のテーマとしてさらに検討し、政策提言を行う

- 研究開発戦略立案の基礎資料・根拠資料として、国および関係機関の研究開発戦略の施策化のための基礎資料等として内外で活用

(活用事例)

- CSTI本会議資料として採用、各種政策文書(NEDOナノテクノロジー・材料分野技術ロードマップ、環境エネルギー技術革新計画等)に反映
- 各種施策(文科省「省エネルギー社会の次世代半導体研究開発」等)に反映
- メディア(日経新聞等)、特許動向調査、各種文献等で引用

俯瞰報告書の主な作成プロセス



インプット

主な活動

- 外部専門家との情報交換
- 情報収集(論文・参考資料、学会参加など)
- 各種DBによるファクト分析
- CRDSメンバーによる議論(ユニットミーティング、フェロー会議等)

外部専門家の協力

- インタビュー: 延べ412人
- WS等開催: 34回
- WS参加者: 延べ422人
- 報告書作成協力者: 延べ464人
(2017年版 5分野の合計)

研究開発の俯瞰報告書(2017年版)について

対象分野

エネルギー分野、環境分野、システム・情報科学技術分野、
ナノテクノロジー・材料分野、ライフサイエンス・臨床医学分野

報告書の主なコンテンツ

第1章 目的と構成

第2章 俯瞰対象分野の全体像(約100P/分野)

- ・俯瞰の構造と範囲
- ・研究開発の歴史・変遷
- ・研究開発を取り巻く現状
- ・今後の展開と日本の研究開発戦略の方向性



第3章 俯瞰区分と研究開発領域(約500P/分野)

＜研究開発領域ごとに以下を詳述＞

- ・国内外の研究開発動向
 - ・科学技術的・政策的課題
 - ・日・米・欧・中・韓等の国際比較
- (基礎研究／応用研究・開発フェーズごとの現状・トレンド)

その他、別冊「主要国の研究開発戦略」では主要国(日本、米国、欧州連合(EU)、英国、ドイツ、フランス、中国、韓国)における科学技術イノベーション政策や研究開発戦略の動向をとりまとめている

研究開発領域ごとの記載例 (×168領域)

3.3.2 機械学習技術

(1) 研究開発領域の簡潔な説明

機械学習 (Machine Learning) は、データの背後に潜む規則性や特異性を発見することにより、人間と同程度あるいはそれ以上の学習能力をコンピューターで実現する技術である。これにより、事象や対象物について、その観測データに基づく判別、予測、異常検知等が可能になる。情報爆発・ビッグデータの時代と言われる今日、さまざまな事象や対象物について大量の観測データが得られるようになり、機械学習技術はさまざまな分野に応用されている。例えば、画像認識、音声認識、医療診断、文書分類、スパム検出、広告配信、商品推薦、囲碁・将棋等のゲームソフト、商品・電力等の需要予測、与信、不正行為の検知、設備・部品の劣化診断、ロボット制御、車の自動運転、在の第3次人工知能 (AI) ブームをけん引しているのは機械学習技術の進化である。

業界動向

機械学習技術の応用の広がり

画像認識、音声認識、医療診断、文書分類、スパム検出、広告配信、商品推薦、囲碁・将棋等のゲームソフト、商品・電力等の需要予測、与信、不正行為の検知、設備・部品の劣化診断、ロボット制御、車の自動運転、等々

- 大規模データ&計算パワーを有する巨大IT企業が先導 (Google, Facebook)
- AI・深層学習の研究所設立、中核人材の競争戦 (GoogleによるDeepMind, FacebookのAI研究所, Baiduの深層学習研究所, Toyota Research Inst)
- 機械学習のOSS普及 (Torch, TensorFlow, Chainer等の深層学習フレームワーク) これを活用したスタートアップによる応用・ビジネスの拡大
- 非営利団体OpenAI: 連携・オープン化、巨大IT企業支配への対抗も脱む
- 北米はすべての面で大きな強み、中国が上向き、欧州はGoogle DeepMindの存在感、日本は各社組織強化・政策強化するも北米の投資規模とは隔

技術動向

1950年代 パーセプトロン
1980年代 バックプロパゲーション
1990年代 カーネル学習器(SVM)
1970年代後半 ネオコグニトロン
2006年 深層学習 Deep Learning (多層ニューラルネットワーク)

深層学習のインパクト

- 従来は人手で設計されていた特徴抽出まで自動化し、精度向上
- 2010年代 画像認識・音声認識のコンテストで従来法を大幅に上回る圧倒的性能を達成
- 様々な分野で深層学習による従来法の置き換えが進行

深層学習の課題

- 大規模データ&計算パワーを必要とする
- ノウハウやヒューリスティックスの積み上げで使いこなしが難しい
- ブラックボックスでモデルの解釈や結果の理由説明が困難
- 学習結果から意思決定までにはギャップあり

機械学習技術の次のチャレンジ

- ① 複雑化・深層化する構造に対する高効率・高速化
 - 複雑化・深層化を効率よく扱うアルゴリズム
 - 深層学習・機械学習向きのプロセッサ、脳型計算機
- ② 分析プロセス設計の自動化
 - 構造設計やパラメータ設定の自動化
 - そのための理論、道具立ての整備
- ③ 学習結果の解釈性の確保
 - 深層学習等のブラックボックス型機械学習の振る舞いの理論的解明
 - 高精度なホワイトボックス型機械学習 (例: 異種混合)
- ④ 機械学習から意思決定まで通じた解法の実現
 - 大量事例に基づく深層強化学習 (例: AlphaGo, PFN)
 - 機械学習 - OR/ハイブリッド (例: 異種混合学習による器生成に基づく予測型意思決定最適化)
 - 自然言語処理・知識ベースと機械学習の融合 (例: W)

図 3-3-3 領域俯瞰：機械学習技術

(2) 研究開発領域の詳細な説明と国内外の動向

[機械学習研究の発展概観]

機械学習の研究は、古くは人間の脳の学習機能をコンピューターで実現しようという1950年代の研究にさかのぼる。パーセプトロン¹⁾と呼ばれる単純なニューラルネットワークモデルが提案され、任意の線形分離関数を学習できることから1960年代に一大ブーム

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした根拠など
日本	基礎研究	○	↑	電子情報通信学会 IBISML 研究会は700人を超え、人工知能学会は会員数4000人、全国大会参加者数1500人を超える等、AI・機械学習のコミュニティは育っている。しかし、国際トップ会議 (ICML, NIPS, AAAI 等) に採択される数は限られている。理化学研究所革新知能統合研究センターが機械学習の基礎研究強化を打ち出し、JST CREST、ERATO も含めて上向き。
	応用研究・開発	○	↑	NEC、富士通、日立、パナソニック、NTT、Yahoo Japan!、楽天、リクルート等が AI 分野に積極的な技術開発投資を行っている。特に深層学習に関しては、PFN がロボット制御で Amazon Picking Challenge 2016 に初出場して2位 (1位と同スコア)、トヨタやファナック等の大手との提携による事業強化、ライフサイエンス分野への AI 適用等も進めている。
米国	基礎研究	◎	↑	大学、企業とも機械学習の研究を非常に盛んに行っており、規模、質ともに世界をリードしている。例えば、機械学習のトップレベル国際会議の一つ ICML では、2016年の採択論文のうち半数近くが米国発の論文であった。
	応用研究・開発	◎	↑	既に巨大 IT 企業となった Google、Facebook、Microsoft 等が AI・機械学習に積極的な投資をしていることに加えて、Airbnb、Uber 等 AI 技術を活用したベンチャー企業が次々と誕生し、国際的に成功を収めている。例えば、Google の収益のほとんどを占める自動広告配信 (年間売り上げ6兆円) は機械学習技術によるものであり、戦略メッセージを Mobile First から AI First へと切り替えた。DeepMind をはじめ AI・深層学習のベンチャー買収も積極的に実行している。トヨタが AI 研究開発のために設立した TRI も1000億円規模の予算を投入すると発表された。
欧州	基礎研究	○	→	英国、ドイツ、フランス、スイス、イタリア、スペイン等の大学や研究機関にて機械学習の基礎研究が盛んに行われている。
	応用研究・開発	○	↑	ロンドンの Google DeepMind、ベルリンのトップレベル国際会議の Amazon Machine Learning 等、北米の企業の欧州支社が中心となり、応用研究開発を行っている。特に DeepMind が基礎・応用の両面で存在感を増している。ICML や NIPS 等での採択率もトップクラスである。
中国	基礎研究	○	↑	機械学習の主要な国際会議である ICML を2014年に北京でホストする等、当該分野の研究者人口が爆発的に増加している。北米とのコラボレーションも活発である。清華大学・MSRA (Microsoft Research Asia) 等を中心に、機械学習の国際会議での中国からの採択数が伸びている (国別で米国に次ぐ)。
	応用研究・開発	○	↑	Baidu、Huawei Noah's Ark Lab、MSRA、Horizon Robotics 等、企業による応用研究開発が活発に進められている。
韓国	基礎研究	△	→	ソウル大学、KAIST、POSTECH 等の主要大学にて関連の研究は行われているが、国際的に顕著なものは多くない。
	応用研究・開発	△	↑	韓国の大企業が共同で出資して設立した民間の研究機関である知能情報技術研究院 (AIRI) が2016年10月に始まり、応用研究のトレンドは上昇しつつある。また、Samsung 等も応用研究開発に力を入れている。

システム・情報科学技術分野の範囲

持続可能な社会を支える基盤となる技術

人工知能やCPS/IoT、ビッグデータ、ロボティクス、情報セキュリティなどの情報技術

社会に適用するためのシステム科学技術

トレンド

システム・情報科学技術に関わりの深い政治・経済・社会のトレンドとシステム・情報科学技術のトレンド

世界のトレンド

- 地球規模乃至一国内での格差問題の提起、SDGsニーズの市場化
- 市場主義の揺らぎ、特に金融市場主義への反省
- 経済活動のデジタル化と持続的発展への要求
- 温暖化、都市化、地球環境リスク、自然災害リスクの増加
- IoT・AI・ビッグデータ等による産業構造、労働構造、人間行動の変化、意思決定システムの変化
- 先進国、新興国の消費・サービス構造の変化
- 個人・コミュニティの力の拡大

日本のトレンド

- 少子高齢化（役割の担い手が減少）
- 経済成長、財政の行き詰まり
- 社会インフラの老朽化
- 原発の位置づけとエネルギー問題
- 自然災害の脅威の拡大
- 社会保障費の増大、介護・教育や安全・安心への期待
- 働き方の変革、一億総活躍

システム・情報科学技術のトレンド

社会に浸透するIoT、ビッグデータと人工知能

コンピューターが小型軽量高性能になることで、機器のスマート化とデータのデジタル化が進み、大量のデータの収集と解析が可能になった。ビッグデータと機械学習を組み合わせたサービスやアプリケーションも普及。IoTは世の中は大きく変える新たなパラダイムである。特に人工知能の進歩・社会浸透に対しては倫理的、法的、社会的な観点での懸念に対する事前の対策が急務となる。

- Internet of Things and Digitalized Data (Smartphone, Camera, Sensor, Appliance)
- User Generated Content (SNS, Blog, Wikipedia)
- AIアプリ (画像・音声認識や自動翻訳)

システム化、複雑化する世界

情報通信の無線化・大容量化・グローバル化は、機器や人をクラウドにリアルタイムにつなぐことを可能にし、今や情報システム、制御システムを問わず世界中のあらゆるシステムは全地球を覆う巨大かつ複雑なシステムの一部となった。安全を脅かすセキュリティ脅威やシステム不全の連鎖的な波及への対応が不可欠になっている。

- Cyber Physical Systems ● Industrie 4.0 ● Industrial Internet
- SNS ● 高速株取引 ● 制御システムセキュリティ ● Connected Car
- Society 5.0 ● Smart & Connected Communities

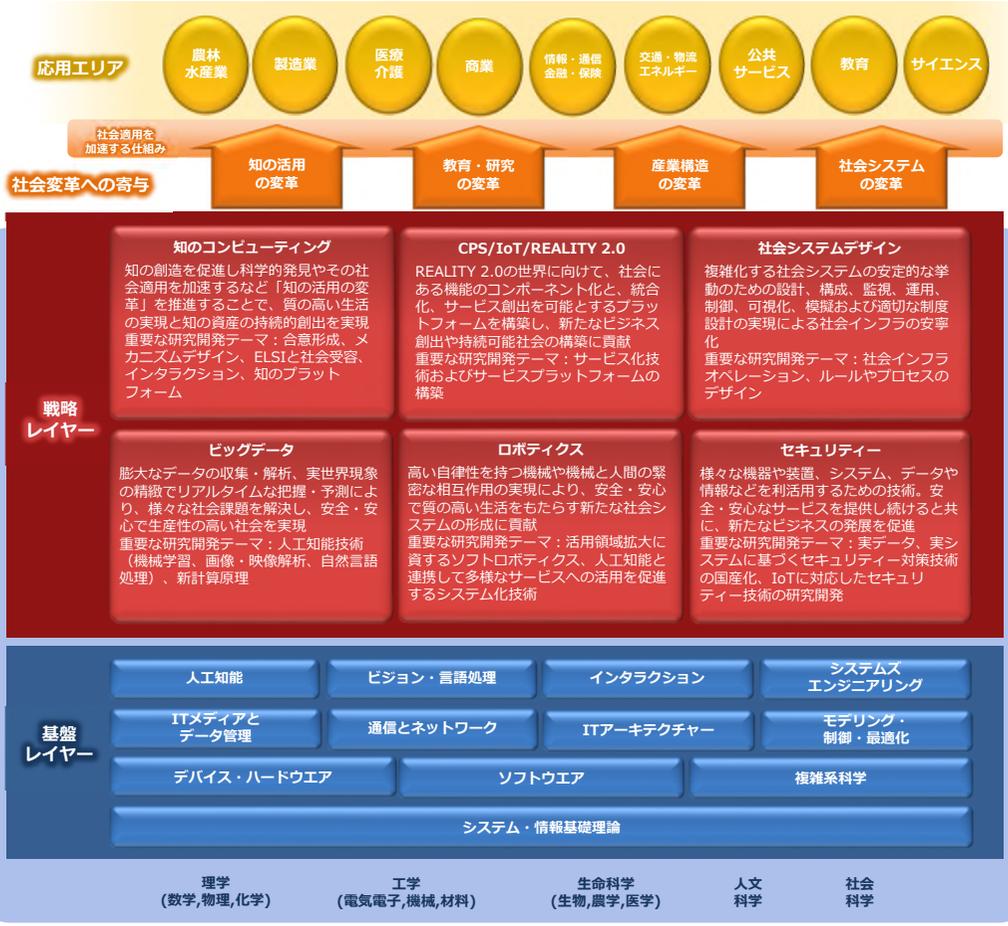
ソフトウェア化、サービス化する世界

仮想化の考え方がハードウェアの懸念、共有からソフトウェアやサービスのコンポーネント化、再利用に広がり、FinTechなどの新たなIT活用技術を実現した。また、人や資産をサービスコンポーネントとして共有するシェアリングエコノミーというサービス形態も出現した。システムにITを取り込んだ社会システムデザインやサービス科学が重要になる。

- Software Defined Society ● FinTech ● API Economy ● Sharing Economy

分野の俯瞰と戦略的研究領域

技術や社会・経済のトレンドを的確にとらえ、システム・情報科学技術を俯瞰し、あるべき姿(Society 5.0)の実現に寄与する

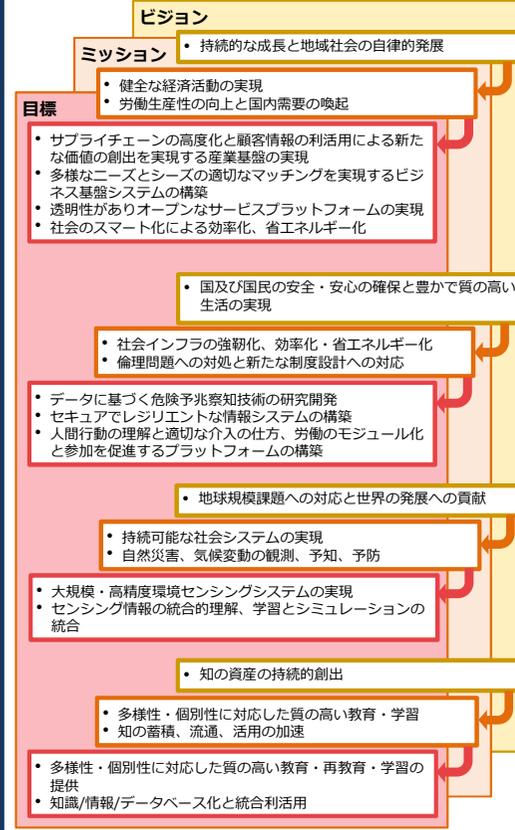


ビジョンとミッション

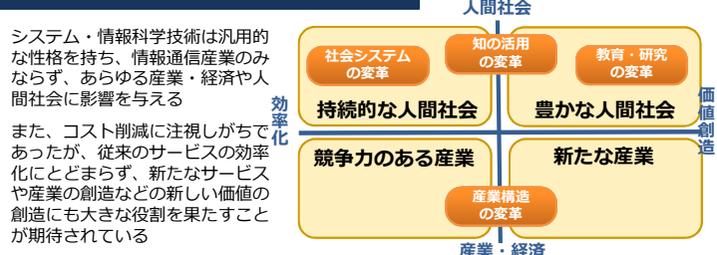
ビジョン = 第5期科学技術基本計画における目指すべき国の姿 (Society 5.0)

ミッション = 目指すべき国の姿を目指して、超スマート社会を実現するためにシステム・情報科学技術が実現すべきこと

目標 = システム・情報科学技術が具体的に達成すること



社会経済インパクトの広がり



- システム・情報科学技術は汎用的な性格を持ち、情報通信産業のみならず、あらゆる産業・経済や人間社会に影響を与える
- また、コスト削減に注視しがちであったが、従来のサービスの効率化にとどまらず、新たなサービスや産業の創造などの新しい価値の創造にも大きな役割を果たすことが期待されている
- 社会システムの再デザインによる効率的な社会の実現・・・(例)効率的な電子政府
- コストの低減による産業競争力の強化・・・(例)サプライチェーンの最適化
- 新しい価値の創造による新産業の育成・・・(例)シェアリングエコノミーの出現
- 知の創造と伝播による豊かな社会の実現・・・(例)オープンサイエンス

主要国・地域の施策・取り組み

- 日本**
- 基礎研究を含む大型の研究開発プロジェクトを推進。特に近年では人工知能やロボットの基礎技術への取り組みを強化。また、IoT推進コンソーシアムなど国際連携、制度改革、標準化などの取り組みも強化されつつある。
 - 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合(AIP)プロジェクト(2016年～)
 - 革新的人工知能技術の開発・活用、科学データ解析による新たな価値創造、ビッグデータ充実のための高度なセンサー/IoT技術とセキュリティの研究開発。
 - SIP、ImpACT(2014年～)
 - 次世代人工知能、ロボット中核技術開発(2015年～)
 - 現場に合わせて柔軟に対応できる人工知能、環境変化に影響されない視覚・聴覚、自律的に多様な作業を実現するスマートアクチュエーション及び共通的手法・技術の開発。
 - SIP、ImpACT(2014年～)
 - 自動走行、インフラ維持管理、防災・減災機能、サイバーセキュリティ、海洋資源調査、量子人工脳、サイバーシミュレーション、タフロボティクス、超ビッグデータプラットフォームなど。
 - 総額約30億円/5年・プロジェクト(内閣府)
 - IoT推進コンソーシアム(2015年～)
 - 産業官の企画・連携により、IoTに関する技術の開発・実証及び標準化、IoTに関する各種プロジェクトの創出及び当該プロジェクトの実施に必要な規制改革等の提言等を推進。
- 世界**
- ダボス会議(World Economic Forum) 2016年の会議では、第4次産業革命を統一テーマに掲げ、その意味と対応を議論。
 - 関連における自律型致死性兵器システム(LAWS)の制限に関する議論(2014年～)
 - 特定通常兵器禁止制限条約(CCW)の枠組みで、定義、国際人道法上の課題などについて議論が開始。
- 米国**
- 情報科学技術の基礎研究と人材育成に継続的に投資。また、コミュニティごとの社会的課題へ取り組むための産学官の連携による研究開発が活発化。政府による投資だけでなく、民間の自発的な投資が活発。
 - 科学的技術者 For All Initiative(2016年～)
 - Computer Science (CS)を経済機会と社会の流動性に必要な基本的スキルと認識。米国全体で40億ドル、学区ごとに1億ドルを配分し、K-12期間にCS教育を担う教員の育成、教材へのアクセス拡大、地域パートナーシップ構築を行う。
 - National Smart Cities Initiative(2015年～)
 - 地域共同体による交通渋滞、犯罪、経済成長、気候変動対応、公共サービス提供などの課題への取り組みを共同研究により支援。NITRDが省庁連携の枠組みSmart and Connected Communities Frameworkを策定。NSFではSmart Service Systems of PFIプログラムを開始。総額1.6億ドル
 - Big Data R&D Initiative (2012年～)
 - ビッグデータから知見を引き出すための技術開発。2015年には米国4地域で、アカデミア、産業、政府の新たな協同コンソーシアムBig Data Regional Innovation Hubsが立ち上がり、重要課題解決に取り組む。総額2億ドル
 - Industrial Internet(2012年～)
 - GE社が打ち出したコンセプトで、製品に取り付けたセンサーからの稼働情報のビッグデータを術して、運用・保守や新製品開発に活かす。2014年にIndustrial Internetの方向性として、エネルギー、製造業、交通・物流、医療、金融、建設の6分野で、データ駆動型技術とデータサイエンスの融合による産業革新を目指す。2014年にIndustrial Internetの方向性として、エネルギー、製造業、交通・物流、医療、金融、建設の6分野で、データ駆動型技術とデータサイエンスの融合による産業革新を目指す。
- 欧州**
- アカデミア研究の強みと欧州連合の巨大市場を産業競争力に結びつけることを目指し取り組みを推進している。倫理的・法的・社会的問題(ELSI)を扱うプロジェクトや域内の標準化を見据えた取り組みなどが特徴的。
 - Factories of the Future PPP(2014年～)
 - 適応的な機械、ICT、先進材料のハンドリングなどの技術開発と統合化により、欧州の製造業の技術基盤強化を目指す。11.5億ユーロ/7年
 - FET Flagship Human Brain(2013年～)
 - 脳科学の研究活動やデータを新しいICTプラットフォーム上に集約して人間の脳を単一の大規模システムとして描きだすことを目指す。12億ユーロ/10年
 - Industrie 4.0(2013年～、ドイツ)
 - 生産拠点としてのドイツの未来を実現する産学官共同のアクションプラン。Bosch, Siemens, SAP等の企業が中心となり推進。政府は産学官連携推進の先端クラスター競争プログラムで地域企業や大学との連携を支援。12億ユーロ/10年
 - UIC(2014年～、5億ユーロ/5年(産業界3億ユーロ、BMBF2億ユーロ))
- 中国**
- 国際競争力を維持・強化する観点から製造業の高度化に取り組む。
 - 中国製造2025(2015年～)
 - 中国製造2025(2015年～)
 - 高効率で持続可能な製造業への転換、高付加価値化、需要に応じた迅速で柔軟性の高い生産、専門技術人材・マネジメント人材の育成を目指し、技術開発の拠点整備と人材育成を推進。
- 韓国**
- 少額だが研究開発や市場化を牽引しており、幅広い産業の育成を目指す。
 - ビッグデータ産業発展戦略(2013年)
 - 医療や交通、物流等の有望6業種でビッグデータ活用プロジェクトを進め、データ仮想化や分散技術などの中核技術開発に取り組み。2017年までに国内ビッグデータ市場の拡大、高度人材確保、グローバル市場競争力向上を目指す。

俯瞰の構成

トレンド

世界の社会・経済の
トレンド

日本固有のトレンド

システム・情報科学技術
のトレンド

- 社会に浸透するIoT、ビッグデータと人工知能
- システム化、複雑化する世界
- ソフトウェア化、サービス化する世界

分野の俯瞰と 戦略的研究領域

トレンドとビジョンのギャップ
を埋めるための研究開発

戦略レイヤー:
社会価値として大きなインパクトを生み出す戦略シナリオに基づく区分

**重点研究開発
テーマ**

基盤レイヤー:
基盤技術として世界に通用するものを生み出す区分

ビジョン・ミッション

第5期科学技術基本計画
「目指すべき国の姿」

システム・情報科学技術
のミッション

ミッションを実現するための
目標

社会経済インパクトの広がり

主要国・地域の施策・取り組み

世界の技術革新の潮流

- システム・情報科学技術が急速に進歩し、世の中に普及
情報科学技術とシステム科学技術が深く融合
- ムーアの法則の限界、コンピューティングアーキテクチャの
行き詰まり
- ビジネス、他の科学技術分野、および社会への適用が進み、相互作用的にシステム・情報科学技術が進展
これらの進展は米国が主導的。政府だけでなく民間企業の役割も大きい
- 欧州では社会的課題および産業界との関連付けを重視、
中国、韓国でも社会適用が進む
- 人工知能など新たな科学技術に対する、ELSIへの対処な
ど国際的整備への取組が重要

システム・情報科学技術のトレンド

社会に浸透するIoT、ビッグデータと人工知能

コンピューターが小型軽量高性能になることで、機器のスマート化とデータのデジタル化が進み、大量のデータの収集と解析が可能になった。ビッグデータと機械学習を組み合わせたサービスやアプリケーションも普及。IoTは世の中は大きく変える新たなパラダイムである。特に人工知能の進歩・社会浸透に対しては倫理的、法的、社会的な観点での懸念に対する事前の対策が急務となる。

● Internet of Things and Digitalized Data (Smartphone, Camera, Sensor, Appliance) ● User Generated Content (SNS, Blog, Wikipedia) ● AIアプリ (画像・音声認識や自動翻訳)

システム化、複雑化する世界

情報通信の無線化・大容量化・グローバル化は、機器や人をクラウドにリアルタイムにつなぐことを可能にし、今や情報システム、制御システムを問わず世界中のあらゆるシステムは全地球を覆う巨大かつ複雑なシステムの一部となった。安全を脅かすセキュリティ脅威やシステム不全の連鎖的な波及への対応が不可避になっている。

● Cyber Physical Systems ● Industrie4.0 ● Industrial Internet ● SNS ● 高速株取引 ● 制御システムセキュリティ ● Connected Car ● Society 5.0 ● Smart & Connected Communities

ソフトウェア化、サービス化する世界

仮想化の考え方がハードウェアの隠蔽・共有からソフトウェアやサービスのコンポーネント化、再利用に広がり、FinTechなどの新たなIT活用技術を実現した。また、人や資産をサービスコンポーネントとして共有するシェアリングエコノミーというサービス形態も出現した。システムにITを取り込んだ社会システムデザインやサービス科学が重要になる。

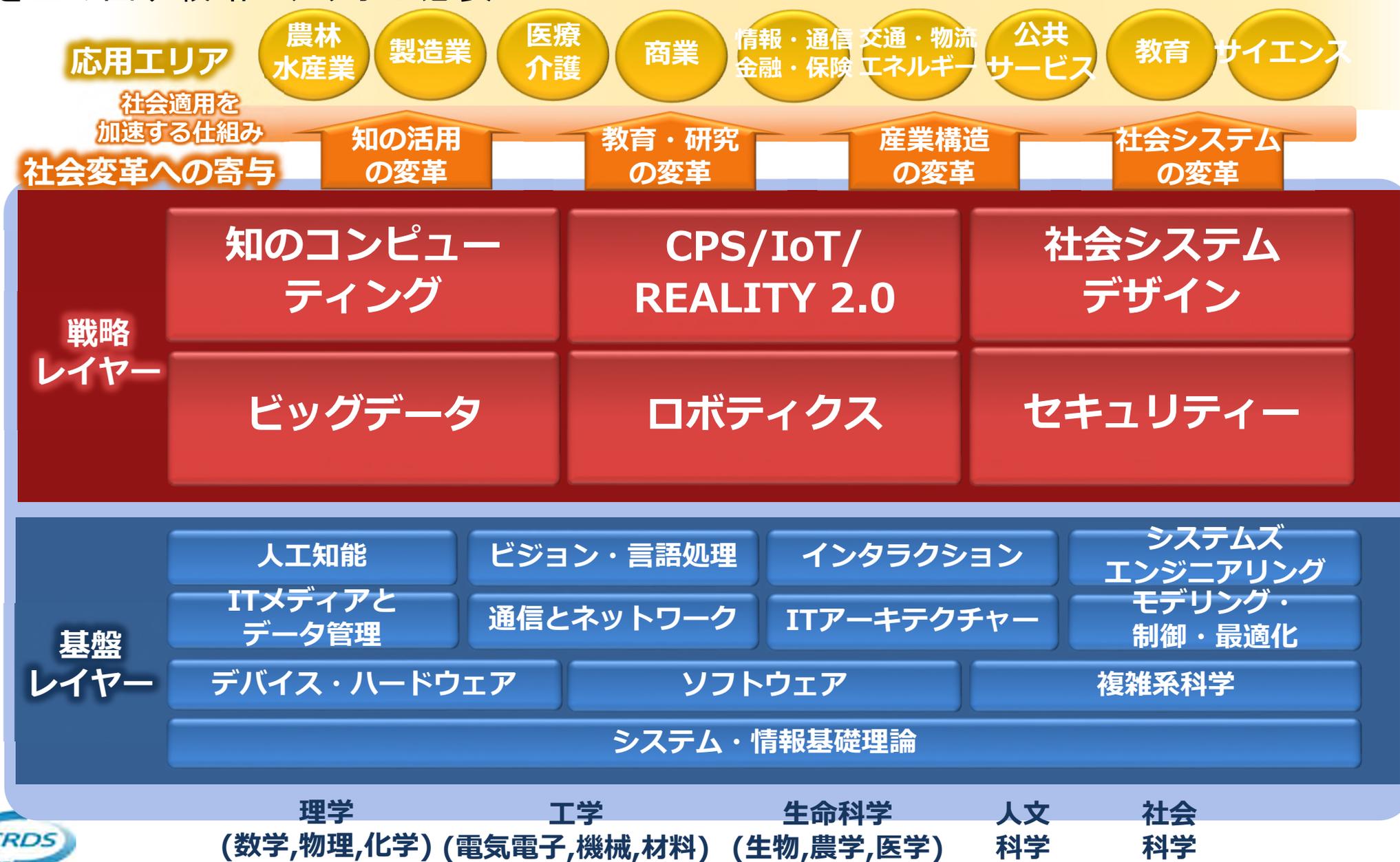
● Software Defined Society ● FinTech ● API Economy ● Sharing Economy

科学技術における日本の位置づけ

- 基礎研究においては米国には及ばないが、以下に強み
 - 量子コンピューティングの基礎理論の構築
 - セキュリティーにおける暗号技術の研究開発
 - 機械学習における独自の学習アルゴリズム および ロボット、言語処理へのアルゴリズムの適用
- 新たな技術を活かした新規事業の創出が不活発
→基礎研究にも悪影響
- ビッグデータの蓄積・利用は官民ともに米国比で大きな遅れ
- 規制緩和、法的整備、ビジネスモデルの創出ともに不十分
- Society5.0などの構想はあるが実現はこれから
- 国際的制度の枠組構築などに対して、日本の参画は不十分

分野の俯瞰と戦略的研究領域

基盤技術として世界に通用するものを生み出すことに加えて、社会価値として大きなインパクトを生み出す戦略シナリオが必要



知のコンピューティング

知の創造を促進し科学的発見やその社会適用を加速するなど「知の活用の変革」を推進することで、質の高い生活の実現と知の資産の持続的創出を実現

① 知の集積・増幅・探索

知の集積の加速とその世界への伝播増幅、環境状況に合った探索

② 予測、発見の促進

集合知やローカル・データベースをオープンデータにした予測と発見の科学

③ 知のアクチュエーション

集積・発見された知を、行動変容を含めて、個人・社会に普及・還元

④ 知のプラットフォーム

集積した知、生み出された価値等を社会に還元・共有・普及・促進を加速しやすくする社会エコシステム・プラットフォームの構築

⑤ ELSIと社会適用

知の集積・増幅・検索・予測・発見・アクチュエーションを可能にする倫理的・法的・社会問題の整備、ガイドライン設計

⑥ 人文・社会科学に学ぶ

哲学

心理学

認知科学

法学

経済学

社会学

⑦ 生命科学に学ぶ

脳情報システム

生物学

医学

⑧ 情報科学に学ぶ

人工知能

知的インタラクション

ビジョン言語

機械学習

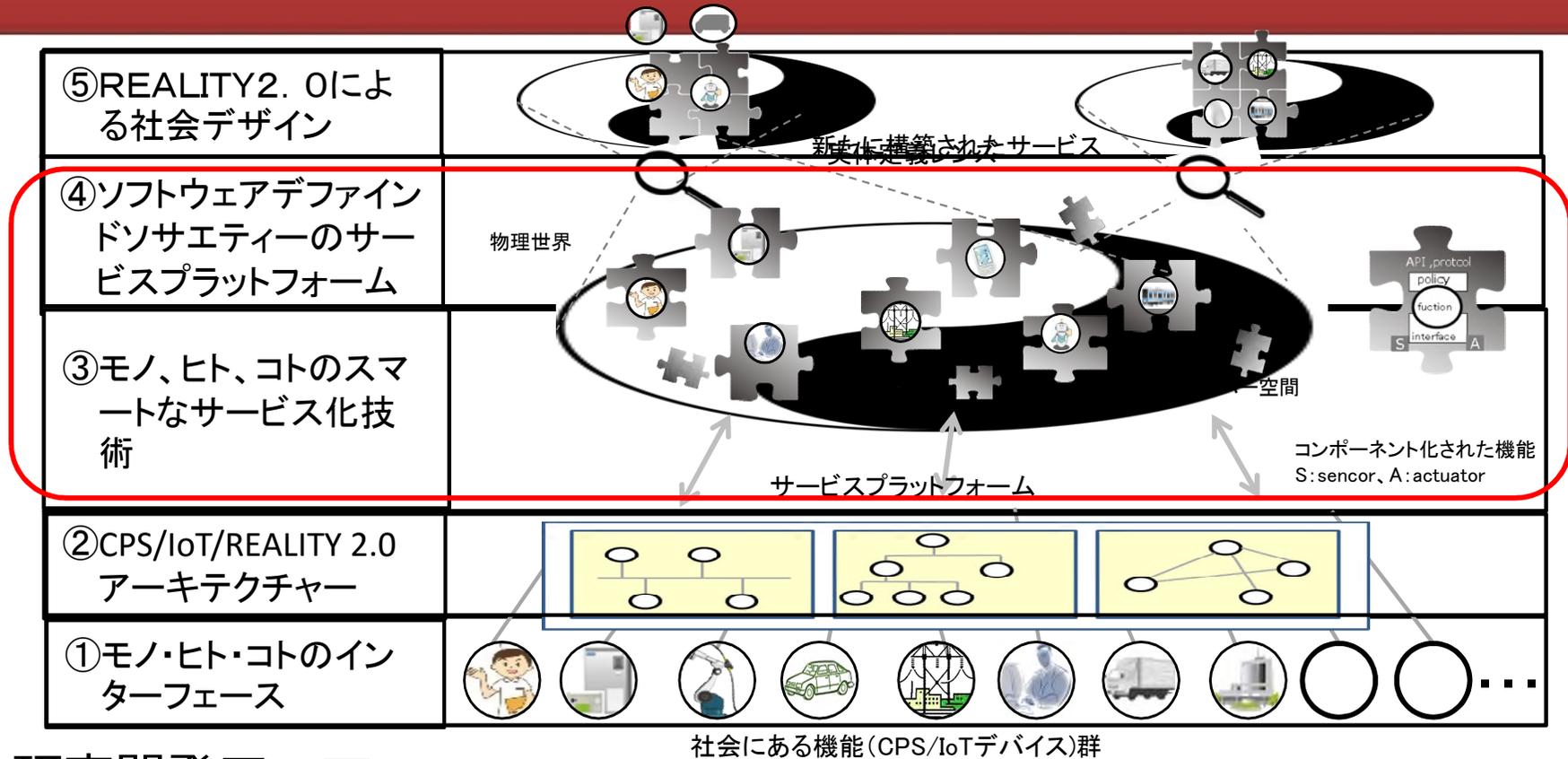
ビッグデータ

重要な研究開発テーマ：

- 集団の意思決定と行動変容を促進するための合意形成・メカニズムデザインの研究③
- 人間同士や人間と機械の相互作用に関わるインタラクションの研究⑧
- 蓄積・発見された「知」の共有・相互利用のメカニズムの構築のに向けた研究④
- 人々が恩恵を受け入れ、負のインパクトを最小にするためのELSIと社会受容の研究⑤

CPS/IoT/ REALITY 2.0

物理世界とサイバー空間が一体化した世界REALITY 2.0の世界に向け、社会にある機能のコンポーネント化と統合化、サービス創出を可能とするプラットフォームを構築し、社会・産業構造の変革を起こし、新たなビジネス創出や持続可能社会に貢献する



重要な研究開発テーマ：

- 社会全体をサービスとして利用・提供可能とするサービス化技術としてモノ、ヒト、コトのAPI化や管理設計技術、サービス仲介技術③
- 社会システムを構築するためのサービスプラットフォーム構築技術として、ユーザーの需要動向把握、サービスのオーケストレーションや認証認可技術④

社会システムデザイン

複雑化する社会システムの安定的な挙動のための設計、構成、監視、運用、制御、可視化、模擬および適切な制度設計の実現による社会インフラの安寧化

観察・評価

設計・実装・運用

制度設計

⑦ サービスサイエンス

① 社会計測

④ 社会インフラオペレーション

② 分析・評価モデル

③ サービスプラットフォーム

⑥ 制度設計

⑤ 社会システムアーキテクチャー

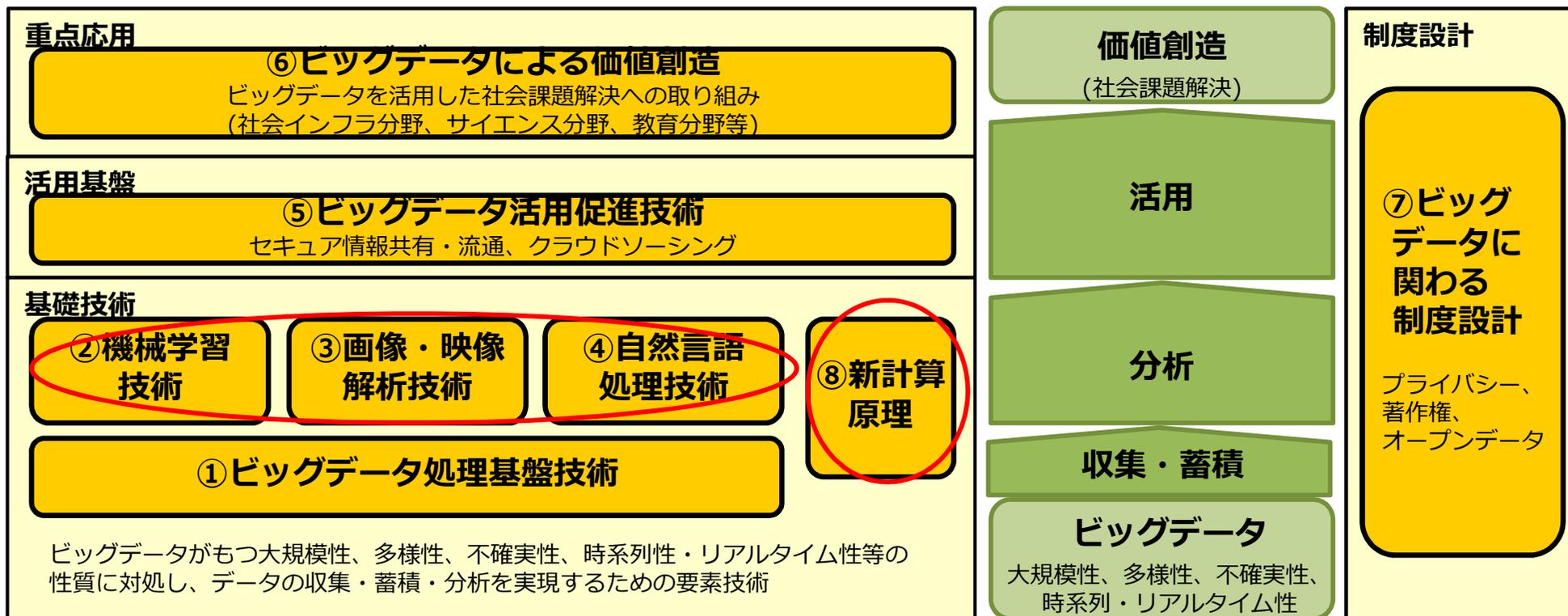
⑧ 社会システム基礎理論

重要な研究開発テーマ：

- 社会のスマート化による効率化、省エネルギー化を実現するための、社会インフラの安全・安心で継続可能なオペレーションに関する技術④
- 人間行動の理解と適切な介入の仕方、労働のモジュール化と参加を促進するプラットフォームの構築③、および、多様性・個別性に対応した質の高い教育・再教育・学習の提供の実現のための、公平性・効率性・合理性・秩序・社会受容性・ELSIの考慮・社会実装時の負の影響考慮が求められるルールやプロセスのデザイン⑥

ビッグデータ

- 膨大なデータの収集・解析、実世界現象の精緻でリアルタイムな把握・予測により、様々な社会課題を解決し、安心安全で生産性の高い社会を実現
- 人間の手に負えない大規模複雑な社会課題が深刻化し、その解決手段としてビッグデータに大きな期待



重要な研究開発テーマ：

- 実社会・実世界の課題解決（ソリューション）にフォーカスした技術開発が重要
迅速かつシャープに性能を出す機械学習②、画像・映像解析③、自然言語処理④等の強化
- 実社会・実世界に大規模分散するビッグデータを低消費電力で高速・高効率に扱う
新たな計算原理⑧

ロボティクス

高い自律性を持つ機械や機械と人間の緊密な相互作用の実現により、安心安全でQoLの高い生活をもたらす新たな社会システムの形成に貢献

応用領域

社会インフラ

モビリティ

生活支援

コミュニケーション

医療

製造

①ロボティクスと社会

②モビリティ・フィールドロボット

③空中ロボット

④生活支援・福祉ロボット

⑤医療ロボット

⑥産業用・研究開発用ロボット

機能コンポーネント・統合化技術

統合化技術

⑦システム化技術

知覚・認識

動作・行動計画

インタラクション

移動

操作

機構

⑧ソフトロボティクス

⑨認知発達ロボティクス

基盤技術

材料

動力

センシング

通信・情報処理

人工知能

重要な研究開発テーマ：

- 活用領域拡大に資するソフトロボティクス⑧
- 人工知能と連携して多様なサービスへの活用を促進するシステム化技術⑦

セキュリティ

- 様々な機器や装置、それらの複合体である通信やコンピューターシステム、データや情報などを利活用するための技術。安全・安心なサービスを提供し続けると共に、新たなビジネスの発展を促す。

クラウド、次世代ネット、医療、ビッグデータなどの発展が期待される分野

⑦ITシステムのためのリスクマネジメント技術

情報
セキュリティ

システム
セキュリティ

デバイス
セキュリティ

⑤セキュリティ
アーキテクチャ

③ 認証・ID連携

④プライバシー情報の
保護と利活用

②サイバー攻撃の検知・防御

⑥運用・監視技術

①IoTセキュリティ

教育・人材開発

法制度

重要な研究開発テーマ：

- 実データ、実システムに基づくセキュリティ対策技術の国産化②
- IoTに対応したセキュリティ技術の研究開発①