

エグゼクティブサマリー

システム・情報科学技術は汎用的な技術分野であり、他のさまざまな分野においてその効果を発揮し、多様な領域の問題解決や新産業創出を加速する。エネルギー・交通などの社会インフラや行政・住民サービスといった社会システムを改善し、情報通信産業のみならず、製造業やサービス業、農業などの効率化・高付加価値化を実現する。さらに、エネルギー・環境、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス・臨床医学、人文社会科学などの発展にも大きく寄与する。

本俯瞰報告書では、Society 5.0の実現にむけシステム・情報科学技術が目指すべき「産業構造の変革」「社会システムの変革」「教育・研究の変革」「知の活用の変革」の4つのビジョンと、システム・情報科学技術の進化における「スマート化」「システム化・複雑化」「ソフトウェア化・サービス化」といった技術トレンドとの両方の観点から、当該分野における研究開発を俯瞰した。

当分野の俯瞰は、基盤レイヤーと戦略レイヤーの2層で捉え、戦略レイヤーに含まれる研究開発領域として「エマージング性」「社会インパクト」「ビジョン・ミッション」の3点を選定基準に、戦略的に重要度が高い33の研究開発領域を特定した。CRDSでは、この33の研究開発領域を先述の3つの技術トレンドにマッピングした上で、「人工知能・ビッグデータ」「ロボティクス」「社会システム科学」「コンピューティングアーキテクチャ」の4俯瞰区分にまとめた（図）。

「研究開発の俯瞰報告書（2017年）」からの主な更新点として、戦略的研究開発領域の刷新とともに、俯瞰区分を6区分から4区分に見直した。また、区分ごとの俯瞰図についても、前回版の区分俯瞰図の更新に加えて、歴史的背景や動向・トレンドが判断しやすいよう時系列の区分俯瞰図を新たに作成した。

社会・経済の動向を含めたわが国の置かれた環境、現在の日本の取り組み状況やポジションを踏まえると、単に技術発展の世界的な方向性だから取り組むというのではなく、国際競争力を構築・維持するための作戦・シナリオや、国として取り組むべき意義を明確に持った研究開発投資戦略が必要である。本俯瞰報告書では「強い技術を核とした骨太化」「強い産業の発展・革新の推進」「社会課題の先行解決」「社会基盤を支える根幹技術確保」の4つの基本的な考え方を提示した。また、研究開発の現状の全体像を把握・分析・可視化することに加え、CRDSが考える今後のあるべき方向性・展望を顕在化させるため、上記の4つの考え方に基づいて国として推進すべき20の重点テーマを抽出した（表）。

システム・情報科学技術分野の研究開発戦略の立案には、技術トレンドだけでなく、さまざまな形で、社会とシステム・情報科学技術との相互作用を理解する必要がある。とくに、科学技術の進展と雇用の関係、技術的格差の経済的格差への影響、科学技術がもたらす倫理的・法的・社会的な問題を常に意識すべきである。これらの動向に対してシステム・情報科学技術が適切な発展を遂げ、健全で持続可能な社会を構築するためには、多様な観点からの想像力ある検討が必要である。本俯瞰報告書はそのために必要ないくつかの視点を調査・分析によって中立的な立場から提供するものである。

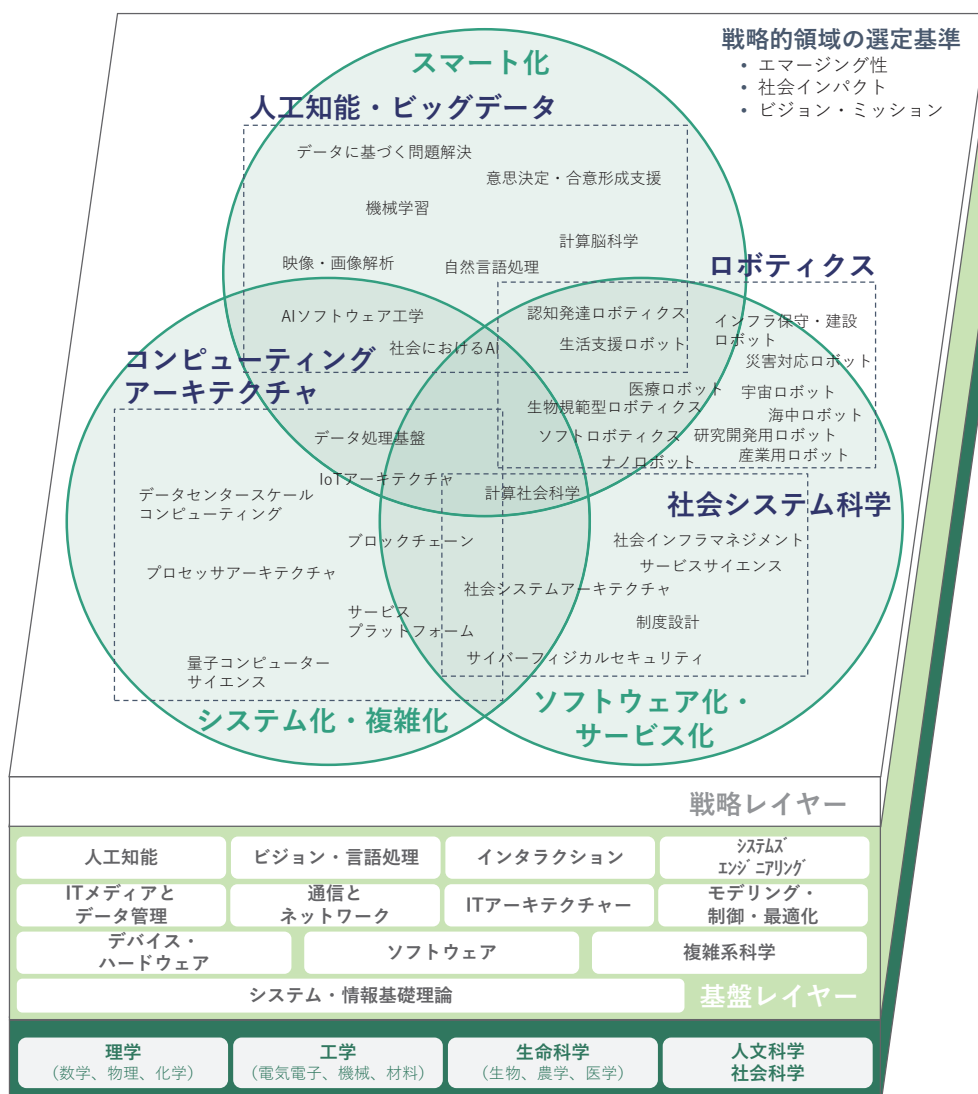


図 システム・情報科学技術分野の俯瞰

表 重点テーマの抽出

重点テーマ (関連研究開発領域)	狙い・概要	戦略の4つの基本的な 考え方* (1)技術 (2)産業 (3)社会 (4)基盤			
意思決定・合意形成支援 (2.1.5)	多様な価値観が混在・対立し、フェイクニュースが社会問題化しつつある複雑社会において、個人・集団が主体性や納得感を持って意思決定できるような、情報科学技術を活用したより良い仕組みの実現を目指した研究開発テーマ。	○			○
AI ソフトウェア工学 (2.1.4)	データの例示によってシステムの動作を帰納的に定義するシステム開発の新パラダイム。安全性・信頼性を確保した AI 応用システムの効率のよい開発方法論・技術体系の確立と社会実装をねらうテーマである。	○		○	
計算脳科学 (2.1.7)	脳を情報処理システムととらえた研究分野で、深層学習・強化学習をはじめ AI の基本メカニズムとの関係が深まっている。Neuroscience-Inspired AI、計算機による全脳シミュレーション、社会脳科学等の進展から AI 技術への示唆が見込まれる。	○			
統合 AI (2.1.3)	第2次 AI ブームはトップダウン型 AI（ルールベース）、第3次 AI ブームはボトムアップ型 AI（機械学習）が主流だったが、その先はトップダウンとボトムアップの両者の統合（機械学習＋記号推論、帰納型＋演繹型）へ向かうと考えられる。元来、記号処理系である自然言語処理の分野で深層学習との統合が見られ、さらなる発展が見込まれる。	○			
自律・認知発達ロボティクス (2.2.1)	人間の学習のように認知機能を学習・創発する仕組みをロボットに与え、認知機能の研究とロボットへの応用をはかる研究開発テーマ。			○	
生物規範型ロボティクス (2.2.9)	生物の身体構造の物理制約による歩き方の効率的な学習など、様々な面で生物を規範とするロボティクス技術の開発。ソフトロボティクスも含む。		○		
人間・機械共生 (2.2.2)	レベル3自動運転やロボティクス・プロセス・オートメーション（RPA）との協調作業など、人間と機械の協力作業にかかるシステム・情報科学技術を扱う。技術的な側面だけでなく、製造物責任法（PL 法）やソフトウェア品質標準など、法制度的な側面の課題も含まれる。	○		○	
ビッグデータに基づく問題解決 (2.3.1)	トリリオンセンサー時代の計測によって作り出される多様なビッグデータを、社会経済システムおよび人間行動に活かすための研究開発。			○	
Society デジタルツイン (2.3.1)	実際の社会現象の情報を IoT などから入力し、リアルタイムで情報を更新する「社会のシミュレーター」実現が必要となる、数理モデリング、複雑系科学、シミュレーション・データ同化技術などを含むテーマ。			○	
社会システムデザイン (2.3.4)	強靱かつ柔軟で効率的な社会システムを実現するための基盤技術の研究開発。継続性・可用性確保のための社会システムの構造を設計する。				○
RegTech (2.3.5)	特許や法律などの文章を機械可読とすることで、テキストマイニングや機械学習を使って利用しやすくし、人間の作業を支援する技術を開発するテーマ。				○
サイバーフィジカルセキュリティ (2.3.3)	情報・システム・デバイスセキュリティにわたる、サイバーフィジカルシステム全体の安全性の確保に必要な、技術・人材・法制度の研究開発。				○
サービスプラットフォーム (2.4.5)	Reality2.0 実現基盤としてのプラットフォームの構築をめざすテーマ。エッジからクラウドに至る CPS アーキテクチャの最適化を含む。			○	○
ブロックチェーン (2.4.7)	ネットワーク上の複数のノード間で共有されつつ同期されることで同じ状態が保たれるデータの集合である分散管理台帳を実現する技術の基盤構築と応用開拓。ブロックチェーン利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化。		○	○	
データセンタースケールコンピューティング (2.4.3)	データセンター規模での計算機システムアーキテクチャの研究開発。				○
非フォンノイマンプロセスアーキテクチャ (2.4.1)	ニューロモーフィック、量子計算、近似計算、アナログ計算などを含む新しいコンピューティングパラダイムの探求と実装実証をねらう。	○			
量子コンピュータサイエンス (2.4.2)	量子アルゴリズムの要求と現状の量子ハードウェア性能の間にある大きなギャップを埋めるコンピューター科学・コンピューター工学の学際的な研究開発テーマ。		○		○
リアルタイムシステム (2.4.6)	ポスト 5G の高速・大容量・超低遅延通信をねらう ICT システムアーキテクチャの研究開発を行う。低遅延ネットワークの実現による感覚・体験を共有するサービスなど新産業の創出も見据える。		○		○
データ流通・共有基盤 (2.4.4)	政府や行政機関が持つビッグデータの流通・共有を円滑に行うためのデータベース基盤の構築をめざすテーマ。共通語彙や API 整備など技術面の他、プライバシーや情報セキュリティなど法制度やガイドラインなどの課題解決も求められる。				○
数学（基盤レイヤーのため、対応節なし）	数学や数理学と情報科学の連携・融合による新しい理論・技術の構築を目指すテーマ。とくに、データ駆動型のアプローチである情報科学と数理モデル型アプローチの数理学との連携を重視する。	○			

* (1)技術：強い技術を核とした骨太化、(2)産業：強い産業の発展・革新の推進、(3)社会：社会課題の先行解決、(4)基盤：社会基盤を支える根幹技術確保。

Executive Summary

System and Information Science and Technology (SIST) is a fundamental general purpose technology. It affects various fields in science and technology by accelerating problem-solving and new industry creation in many ways. It improves social infrastructures such as energy and transportation, as well as social systems such as administrative and civil services. It also influences manufacturing, agriculture and service industries in terms of efficiency and high added value. Furthermore, it contributes greatly to the progress of science and technology disciplines in general; environment, energy, nanotechnology, material science, life science, clinical research, as well as social sciences.

In this panoramic view report, we took a birds-eye view picture of research and development activities from the viewpoint of both the following four visions and three technology trends in SIST field. Those visions are namely "transformation of industrial structure", "transformation of social systems", "transformation of education and research", and "transformation of utilization of wisdom", and the trends are "smartization", "systematization and integration", and "softwarization and servicization".

We identified strategically important 33 R&D areas under the consideration of criteria such as "emerging technology", "social impact", and "visions and missions". As shown in Figure, after mapping these 33 R&D areas to the above-mentioned three technology trends, we categorized them into 4 divisions of "Artificial Intelligence and Big Data", "Robotics", "Social System Science", and "Computing Architecture".

A major update from "Panoramic View Report (2017)" is the reform of the strategic R&D areas (we decrease the number of divisions from 6 to 4). In addition to the update of the static panoramic view map of each division, we newly created maps in time series so that readers can understand historical backgrounds more easily and grasp technology trends more clearly.

The national R&D investment strategy with a persuasive scenario to maintain global competitiveness is needed, away from just following the global trend of R&D, given Japan's current social and economic situation and R&D efforts and position in the global competition. In this report, we proposed 4 basic ideas of "strengthening the advantage of technology", "strengthening the advantage of internationally competitive industries", "solving social problems prior to the other countries" and "securing the fundamental technologies to support the social infrastructure". We chose 20 important themes that Japan should promote as a nation, based on those 4 ideas (see Table).

In planning R&D strategies in this field, it is necessary to understand not only technology trends but also interactions between society and SIST in various forms. In particular, we should always be aware of the relationship between technological progress and employment, the impact on the gap between rich and poor, ELSI (ethical, legal and social issues) in science and technology. In order to build a sustainable society with

appropriate development of SIST, various viewpoints from stakeholders are imperative. This panoramic view report provides essential viewpoints based on our survey and analysis.

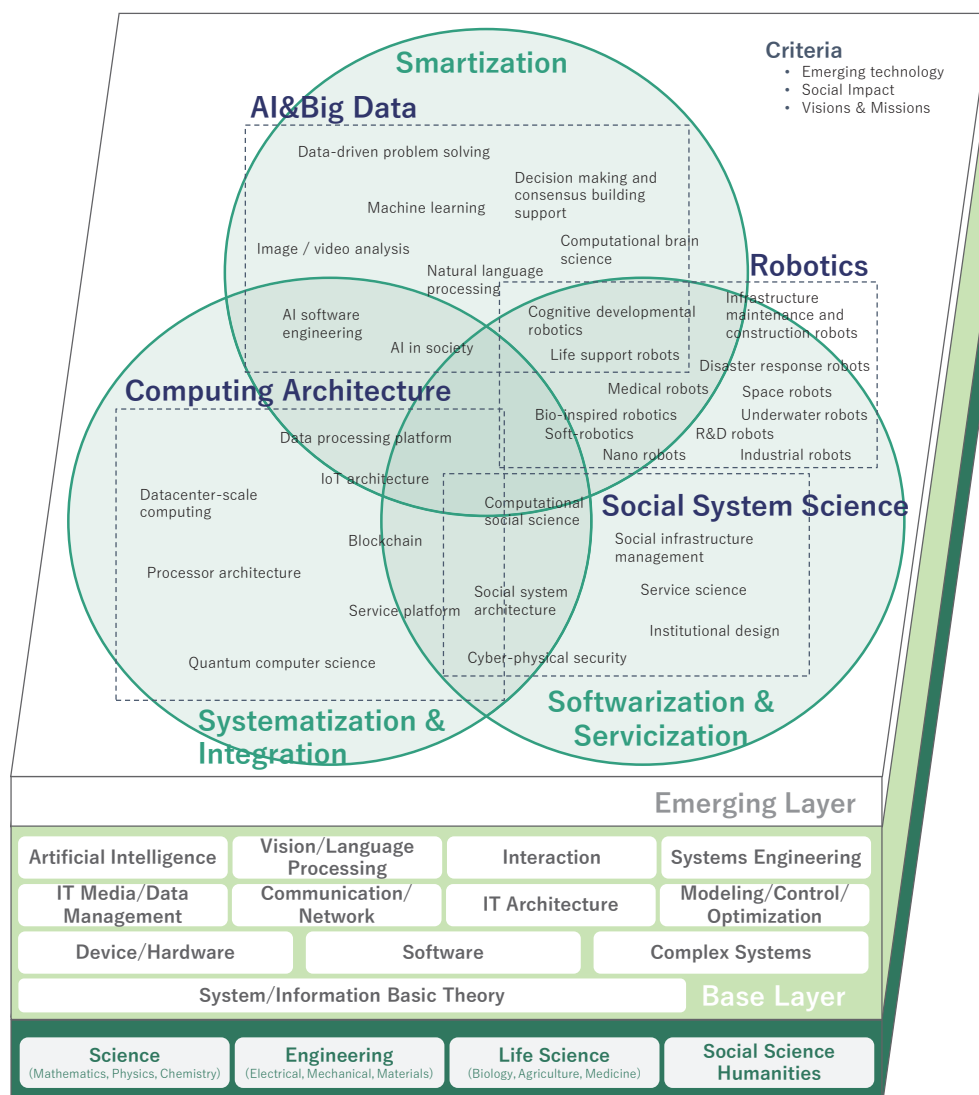


Figure : A panoramic view map of SIST.

Table : 20 important theme based on 4 basic ideas.

Important theme (relevant section)	4 basic ideas of strategy*			
	(1)Tech	(2)Ind	(3)Soc	(4)Infra
Decision making and consensus building support (2.1.6)	○			○
AI software engineering (2.1.4)	○		○	
Computational brain science (2.1.7)	○			
Integrated AI (2.1.3)	○			
Autonomous and cognitive developmental robotics (2.2.1)			○	
Bio-inspired robotics (2.2.9)		○		
Human-machine symbiosis (2.2.2)	○		○	
Problem solving based on big data (2.3.1)			○	
Digital twins of society (2.3.1)			○	
Social system design (2.3.4)				○
RegTech (2.3.5)				○
Cyber-physical security (2.3.3)				○
Service platform (2.4.5)			○	○
Blockchain (2.4.7)		○	○	
Data center-scale computing (2.4.3)				○
Non-Von Neumann processor architecture (2.4.1)	○			
Quantum computer science (2.4.2)		○		○
Realtime systems (2.4.6)		○		○
Platform for data distribution and sharing (2.4.4)				○
Mathematics (-)	○			

*(1)Tech: "strengthening the advantage of technology", (2)Ind: "strengthening the advantage of internationally competitive industries", (3)Soc: "solving social problems prior to the other countries" and (4)Infra: "securing the fundamental technologies to support the social infrastructure"