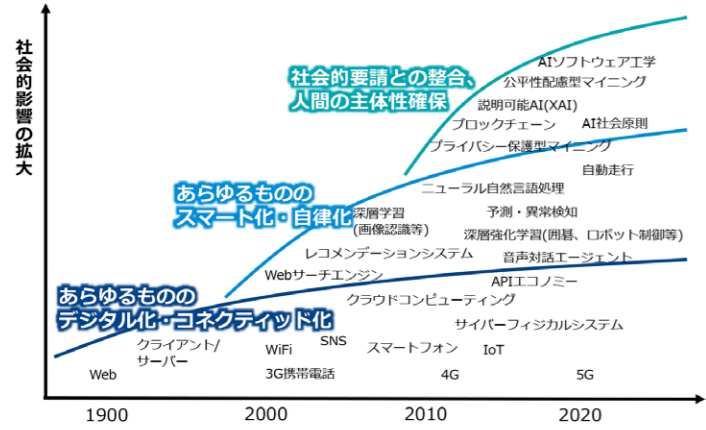


技術トレンドと社会の要請・ビジョン



サイバー世界とフィジカル世界の高度な融合

Internet of Things (IoT) やサイバーフィジカルシステム (CPS) は、社会生活を支える基盤となる。

データ駆動型・知識集約型の価値創造

知識・情報・データベース化と統合的活用、それを実現するプラットフォームや人工知能技術、実際の人間社会に影響するCPSなどにより、データ駆動型・知識集約型の価値創造が加速される。

社会課題解決と人間中心社会の実現

経済発展と社会問題解決を両立し、誰もが快適で活気に満ちた質の高い生活を送れるような社会システムデザインが促進される。

社会・経済の動向

世界

- 新型コロナウイルス感染症の蔓延。社会の分断、経済活動の後退
世界経済成長は年3-4%と低成長、民主主義の揺らぎ
格差問題、SDGsニーズの市場化、無くならない貧困、食料偏在化
市場主義の揺らぎ、金融市場主義への反発
地政学リスク高水準、テロ増加
温暖化、地球環境リスク、自然災害リスクの増加
産業構造、労働構造、人間行動の変化、意志決定システムの変化、教育への期待の変化
先進国、新興国の消費・サービス構造の変化

日本

- 新型コロナウイルス感染症による社会経済活動の後退
少子高齢化(役割担い手の減少)
経済低成長と財政の行き詰まり
社会インフラ老朽化
原発の位置づけとエネルギー問題
自然災害の脅威
地方創生への期待
社会保障費の増大、介護・教育・安全安心への期待
働き方の変革、一億総活躍

戦略の基本的な考え方

① 技術：強い技術を核とした骨太化

保有・育ちつつある強い技術を足掛かりとし、技術の国際競争力を骨太化する作戦・シナリオ。国の研究開発プロジェクトなどで生み出した中核技術として周辺技術を開けあわせ技術領域を拡大・強化。

② 産業：強い産業の発展・革新の推進

保有・育ちつつある強い産業を足掛かりとし、国際競争力のある技術群を育てる作戦・シナリオ。日本に強みのある産業での課題解決を推進し、その産業とそれを支える技術群の競争力を育成・拡大。

③ 社会：社会課題の先行解決

先端技術の社会受容性で先行できることを活かし、国際競争力を構築する作戦・シナリオ。社会課題解決のための先端技術導入や環境変化に対する社会受容性の面で先行し、他国への事業展開も狙える。

④ 基盤：社会基盤を支える根幹技術確保

社会基盤を支える根幹技術は、国として保有・強化しなくてはならないという考え。オープンイノベーション、他国からの技術導入も組み合わせ、バランスよく技術開発・活用を進める。

推進すべき重点テーマ

第4世代AI ④技術

深層学習と知識・記号推論を融合することで、人間と親和性が高く、実世界で発達・成長するAIの実現を目指す。

信頼されるAI ④産業、④基盤

社会的要請を充足し、信頼される高品質なAIを実現する。

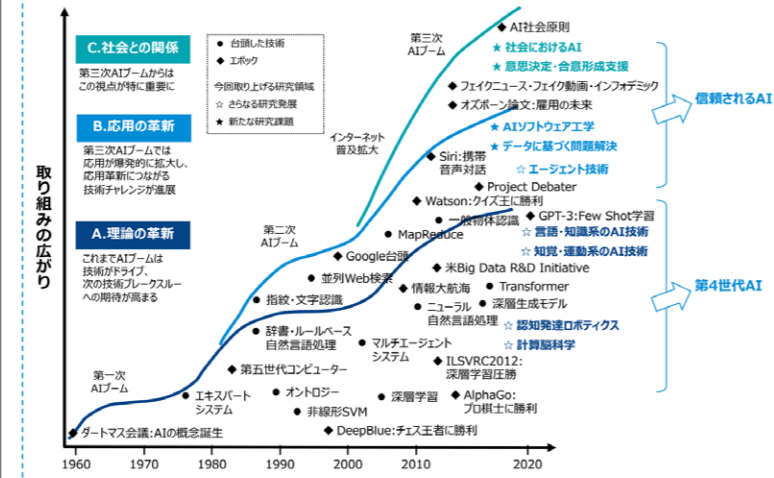
AIと人間の共進化 ④技術、④社会

人間とAIの協調活動をレベルアップする。

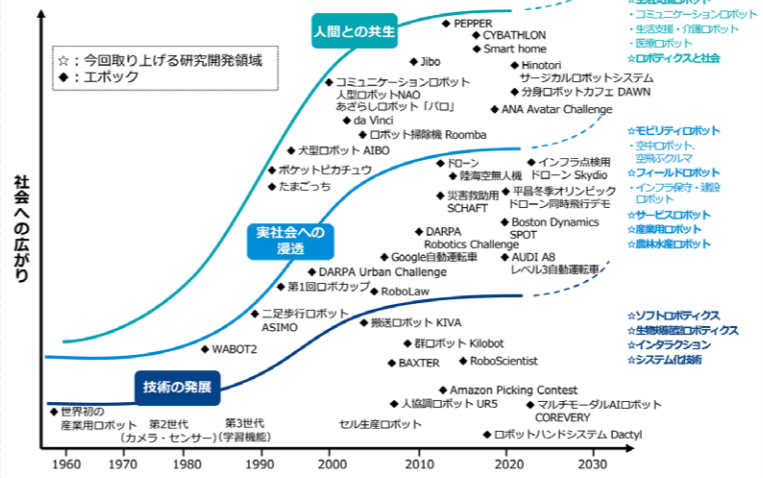
社会システムを支えるAIアーキテクチャー ④基盤

多数のAIシステム/エージェント間の交渉・協調・連携や望ましいメカニズムデザイン、分散協調AIアーキテクチャー等に取り組む。

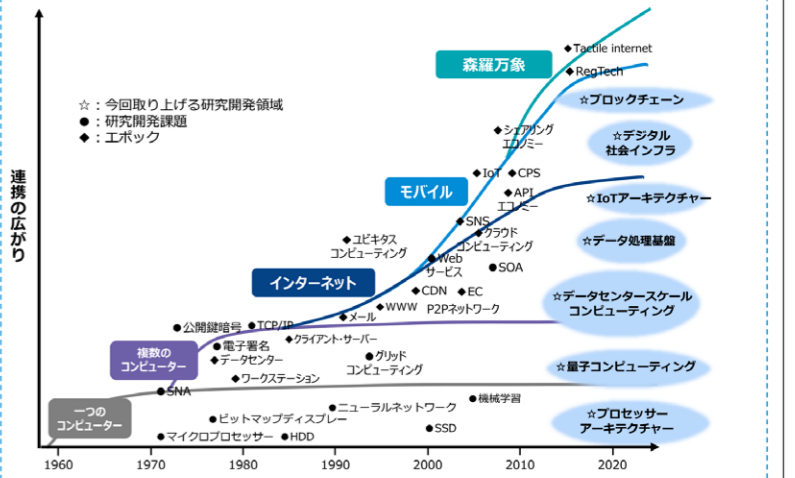
人工知能・ビッグデータ



ロボティクス



コンピューティングアーキテクチャー



分野の俯瞰と戦略的研究開発領域

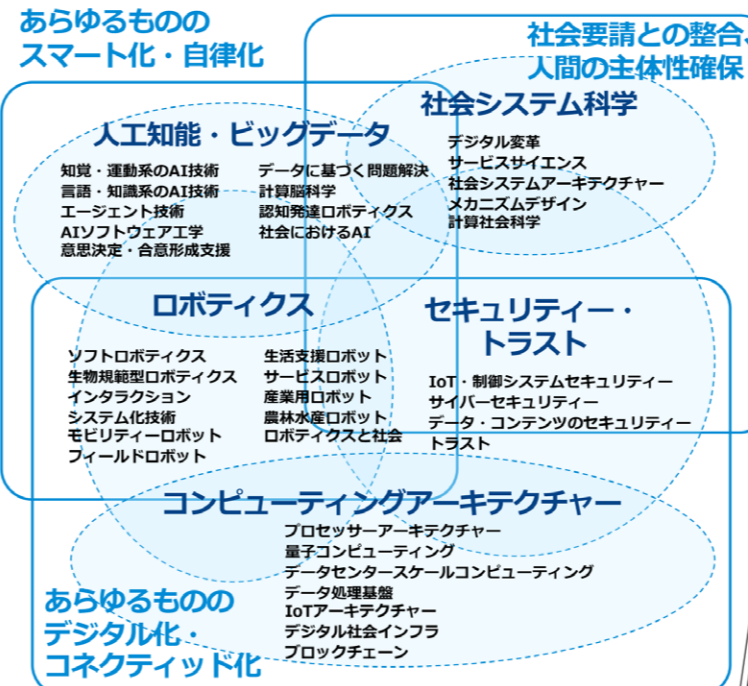
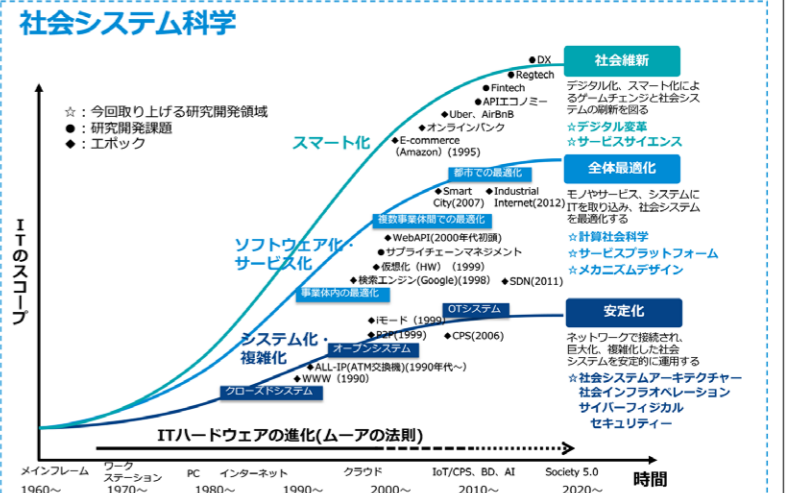
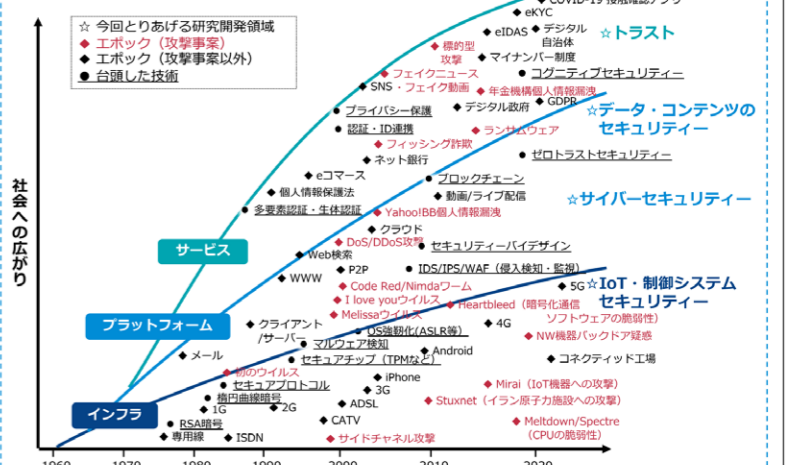


Table with 4 columns: 人工知能, ビジョン・言語処理, インタラクション, システムズエンジニアリング. It details strategic and basic layers of research.

俯瞰区分と研究開発領域



セキュリティ・トラスト



AIと科学 ④技術、④基盤

AI・データ駆動型科学によって科学的発見・理解を拡大・加速する。

AI×ロボット融合 ④技術、④産業

AI・ロボット両分野のシナジェティクな進展を狙う。

社会的に成長するロボット ④産業、④社会

人間の社会的行動を理解し、自らも社会的・道徳的規範に基づいた社会的行動をとることができるロボットの実現を目指す。

テレプレゼンス ④産業、④社会

遠隔操作ロボットを介して、周辺の環境を知覚し、自由に行動するなど、あたかもその場にいるような体験ができる技術の実現を目指す。

チームロボティクス ④技術、④産業

複数のロボットの協調行動により、複雑なタスクに柔軟に対応する。

Society デジタルツイン ④社会

IoT等のセンシング技術で取り込んだ実際の社会活動データを解析し構築された社会モデルを利用し、社会現象を模擬する社会シミュレータ。

コグニティブセキュリティ ④社会、④基盤

人間の認知や思考、意思決定などに悪影響を与える攻撃からの防御に関する研究開発を行う。

トラスト基盤 ④基盤

情報社会における安心・信頼の確保を目指す総合的な研究開発テーマ。

Society 5.0プラットフォーム ④社会、④基盤

サイバー・フィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会課題解決を両立するプラットフォーム構築を目指す。

ブロックチェーン ④産業、④社会

信頼性を担保した分散管理台帳技術の基盤構築と応用開拓に関する研究開発を行う。

データセンタースケールコンピューティング ④基盤

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ーの研究開発。

非フォンノイマンコンピューティング ④技術

ニューラルネットワークや組合せ最適化を高速に実行するハードウェアや、そのための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。

量子コンピューティング ④産業、④基盤

アルゴリズムの要求と現状のハードウェア性能の間のギャップを埋めるコンピューター科学・工学の学際的な研究開発を行う。

リアルタイムシステム ④産業、④基盤

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ーの研究開発を行う。

データ流通・共有基盤 ④基盤

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目指す。

数学と情報科学 ④技術

数学や数理科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。

ニューノーマルとDX ④社会、④基盤

生活様式の変容で、仕事、学校、政府などのデジタルトランスフォーメーション (DX) により高まるITへの社会的期待に応える。



## 2.2 システム・情報科学技術分野

システム・情報科学技術（IT）は汎用的な技術分野であり、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。新型コロナウイルスの感染拡大に際しては、デジタル革新の有効性が世界各国で実証され、ITの重要度は増すばかりである。ITによる変革は、ナノテクやライフサイエンスなどの科学技術の発展にも大きく貢献している。

「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野（2021年）」（以下、分野別版報告書）では、システム・情報科学技術が目指す「サイバー世界とフィジカル世界の高度な融合」「データ駆動型・知識集約型の価値創造」「社会課題解決と人間中心社会の実現」の3つのビジョンと、システム・情報科学技術の進化における「あらゆるもののデジタル化・コネクティッド化」「あらゆるもののスマート化・自律化」「社会要請との整合、人間の主体性確保」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」「社会の要請・ビジョン」「社会インパクト」の3点を選定基準に、戦略的に重要度が高い36の研究開発領域を特定した。CRDSでは、この36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」「セキュリティー・トラスト」「コンピューティングアーキテクチャー」の5俯瞰区分にまとめた（図2.2-1）。

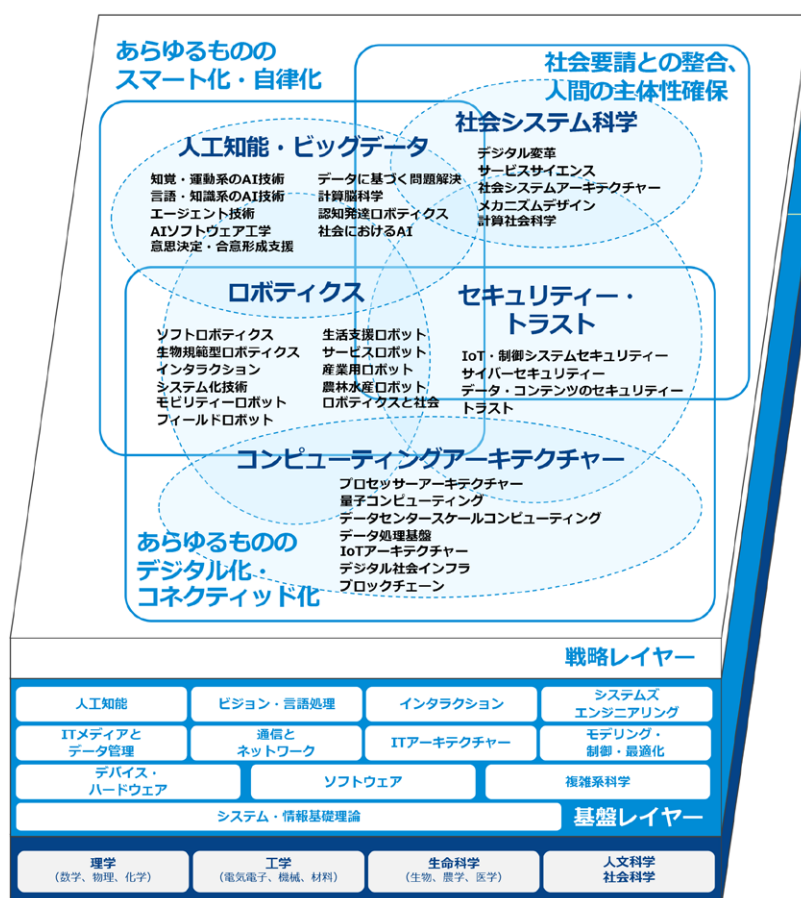


図 2.2-1 システム・情報科学技術分野の俯瞰

「研究開発の俯瞰報告書 (2019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、別の俯瞰区分にあったセキュリティーに関連する研究開発領域を集めた新しい俯瞰区分を新設し5区分とした。俯瞰区分ごとの俯瞰図については、2019年版と同様に、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。分野別版報告書では「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21の重点テーマを抽出した (表2.2-1)。

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、さまざまな形での、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。特に、科学技術の進展と雇用の関係、技術導入の差異が経済的格差に与える影響、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。分野別版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。

表2.2-1 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*			
		技術	産業	社会	基盤
第4世代AI	深層学習と知識・記号推論を融合することで、現在の深層学習の課題を克服し、人間と親和性が高く、実世界で発達・成長するAIの実現を目指した研究開発テーマ。	○			
信頼されるAI	AIのブラックボックス問題、差別・偏見問題、脆弱性問題、品質保証問題、フェイク問題等の解決という社会的要請を充足し、信頼される高品質なAI (Trusted Quality AI) を実現するための研究開発テーマ。		○		○
AIと人間の共進化	専門家等の高度なスキルをAIが学習し、より幅広い層の人々がそれを活用できるようにすることで、人間とAIの協調活動をレベルアップする研究開発テーマ。	○		○	
社会システムを支えるAIアーキテクチャー	AI技術がさまざまな社会システムに組み込まれて動作する世界 (ユビキタスAI) において解決すべき技術課題として、多数のAIシステム/エージェント間の交渉・協調・連携や望ましいメカニズムデザイン、社会システムスケールの効率的な分散協調AIアーキテクチャー (AI向けチップから計算機クラスターやエッジ・クラウドまで総合的に捉えて) 等に取り組む研究開発テーマ。				○
AIと科学	AI・データ駆動科学によって科学的発見・理解を拡大・加速するための研究開発テーマ。	○			○
AI×ロボット融合	人工知能研究とロボット研究を融合的に取り組み、両分野のシナジェティックな進展を狙う研究開発テーマ。	○	○		

社会的に成長するロボット	人間の社会的行動を理解し、自らも社会的・道徳的規範に基づいた社会的行動をとることができるロボットの実現を目指す研究開発テーマ。		○	○	
テレプレゼンス	遠隔操作するロボットを介して、周辺の環境を知覚し、自由に行動するなど、あたかもその場にいるような体験ができる技術の実現を目指す研究開発テーマ。		○	○	
チームロボティクス	複数のロボットをチームとして再構成し、協調して行動することにより、様々な複雑なタスクに対し柔軟に対応できるロボットの実現を目指す研究開発テーマ。	○	○		
Society デジタルツイン	社会課題解決を支援するために、IoT等のセンシング技術で取り込んだ実際の社会活動データを解析し構築された社会モデルを利用し、社会現象を模擬する社会シミュレーター実現に必要な研究開発テーマ。			○	
コグニティブセキュリティ	人間の認知や思考、意思決定などに悪影響を与える攻撃からの防御に関する研究開発テーマ。			○	○
トラスト基盤	情報社会における安心・信頼の確保を目指す総合的な研究開発テーマ。				○
Society 5.0プラットフォーム	サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会課題解決を両立するSociety 5.0のプラットフォーム構築を目指す研究開発テーマ。			○	○
ブロックチェーン	信頼性を担保した分散管理台帳技術の基盤構築と応用開拓に関する研究開発テーマ。		○	○	
データセンタースケールコンピューティング	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ーの研究開発。				○
非フォンノイマンコンピューティング	ニューラルネットワークや組合せ最適化を高速に実行するハードウェアや、そのための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研究開発テーマ。	○			
量子コンピューティング	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	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ーの研究開発を行うテーマ。		○		○
データ流通・共有基盤	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目指すテーマ。				○
数学と情報科学	数学や数理科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。	○			
ニューノーマルとDX	生活様式の変容が求められる中、仕事、学校、政府などのオンライン化やデジタルトランスフォーメーション(DX)により高まるITへの社会的期待に応えるための研究開発テーマ。			○	○

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

表2.2-2 研究開発状況の国際比較（システム・情報科学技術分野）

	国・地域	日本		米国		欧州		中国		韓国	
	フェーズ	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用
人工知能・ビッグデータ	知覚・運動系のAI技術	○↗	○↗	◎↗	◎↗	○→	○↗	○↗	◎↗	△→	△↗
	言語・知識系のAI技術	○↗	○→	◎→	◎↗	○→	○→	◎↗	◎↗	△→	○↗
	エージェント技術	○→	○↗	◎→	◎→	◎→	○→	○↗	○↗	△→	△→
	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	◎→	○→	◎→	◎→	◎→	◎→	◎↗	○↗	○→	○→
ロボティクス	認知発達ロボティクス	○↗	○↗	△→	△↘	○→	○→	△↘	△↘	△↘	△↘
	社会におけるAI	◎→	○↗	◎→	◎→	◎→	◎→	△→	△↗	△→	△→
	ソフトロボティクス	○→	○↗	◎↗	◎↗	○→	◎↗	○↗	○↗	○→	△↗
	機構・生物規範型	○↗	○→	◎↗	◎↗	○↗	○→	○→	◎↗	○→	△→
	インタラクション	○↗	○↗	◎→	◎→	◎→	○↗	×→	○→	△→	○↗
	システム化技術	○→	◎↘	◎→	◎→	○→	○↗	○↗	◎↗	△↗	△→
	モビリティロボット	○↘	○→	◎→	○↗	◎→	○→	◎→	◎→	○→	○→
	フィールドロボット	○→	○→	○→	◎↗	○→	◎↗	-	-	-	-
	介護・医療ロボット（コミュニケーション）	◎→	◎→	◎↗	◎↗	○↗	△↗	△↗	○↗	○→	△→
	介護・医療ロボット（生活支援・介護）	◎↗	◎↗	◎→	○→	◎→	◎↗	△↗	○↗	○→	△→
	介護・医療ロボット（医療）	○→	○↗	◎→	◎→	◎↗	○→	○↗	○↗	○→	○→
	サービスロボット	◎↗	◎↗	◎↗	◎↗	○→	×↘	○↗	◎↗	△↗	○→
	産業用ロボット	○→	○↘	○→	◎→	○→	○→	○↗	◎↗	○→	△→
農林水産ロボット	○→	◎↗	◎→	◎↗	○→	◎↗	◎↗	△→	○→	◎↗	
社会システム科学	デジタル変革	○→	○↗	○→	◎→	○→	○→	○→	◎→	○→	○→
	サービスサイエンス	○→	○→	◎→	◎→	○→	◎↗	○→	-	-	△↗
	社会システムアーキテクチャー	○→	○→	◎→	◎↗	◎→	◎↗	○→	○↗	○→	△→
	メカニズムデザイン	○↗	△→	◎↗	◎↗	◎↗	○↗	○↗	△→	△→	△→
	計算社会科学	○→	△↗	◎↗	◎↗	◎↗	○↗	○→	◎↗	○→	○↗
セキュリティ・トラスト	IoT・制御システムセキュリティ	○→	○↗	◎↗	◎↗	○↗	◎↗	○↗	○↗	△→	△→
	サイバーセキュリティ	○↗	○→	◎→	◎→	○→	○↗	◎↗	△↗	○→	○→
	データ・コンテンツのセキュリティ	○→	○→	◎↗	◎↗	○→	◎↗	○↗	○↗	○→	△→
コンピューティングアーキテクチャー	プロセッサアーキテクチャー	△→	△→	◎→	◎→	○→	○→	◎→	◎↗	○→	△→
	量子コンピューティング	○↗	△→	◎↗	◎↗	◎→	△↗	○↗	△↗	--	--
	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	○→	○→	◎→	◎→	◎→	○→	◎→	◎→	○→	△→
	IoTアーキテクチャー	△↘	○↘	◎→	◎→	○→	○↘	◎↗	◎↗	△→	○→
	デジタル社会インフラ	○→	○→	◎↗	◎→	◎→	○→	◎↗	◎↗	△→	○→
	ブロックチェーン	○→	○→	◎→	◎→	○→	◎↗	○→	◎↗	△→	△→

[注] 研究開発領域毎の状況を相対比較した結果（記号は現状を、矢印はトレンドを表す。詳細は俯瞰報告書に記載）を並べたものであり、ある国・地域について研究開発領域間の状況を比較・集計したものではない。