

基盤技術の方向性について ～俯瞰報告書の概要報告～

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

トレンド

世界のトレンドおよび日本固有のトレンドをとらえ、分野の技術トレンドを加味した上で、あるべき姿に向けて、システム・情報科学技術が挑戦すべき課題を抽出する

世界の トレンド

- 個人・コミュニティの力の拡大
- 機械の高度化と浸透
- 格差の拡大と社会の不安定化
- 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

日本の トレンド

- 少子高齢化
- 経済低成長と財政行き詰まり
- 社会インフラ老朽化
- エネルギー問題
- 自然災害の脅威

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

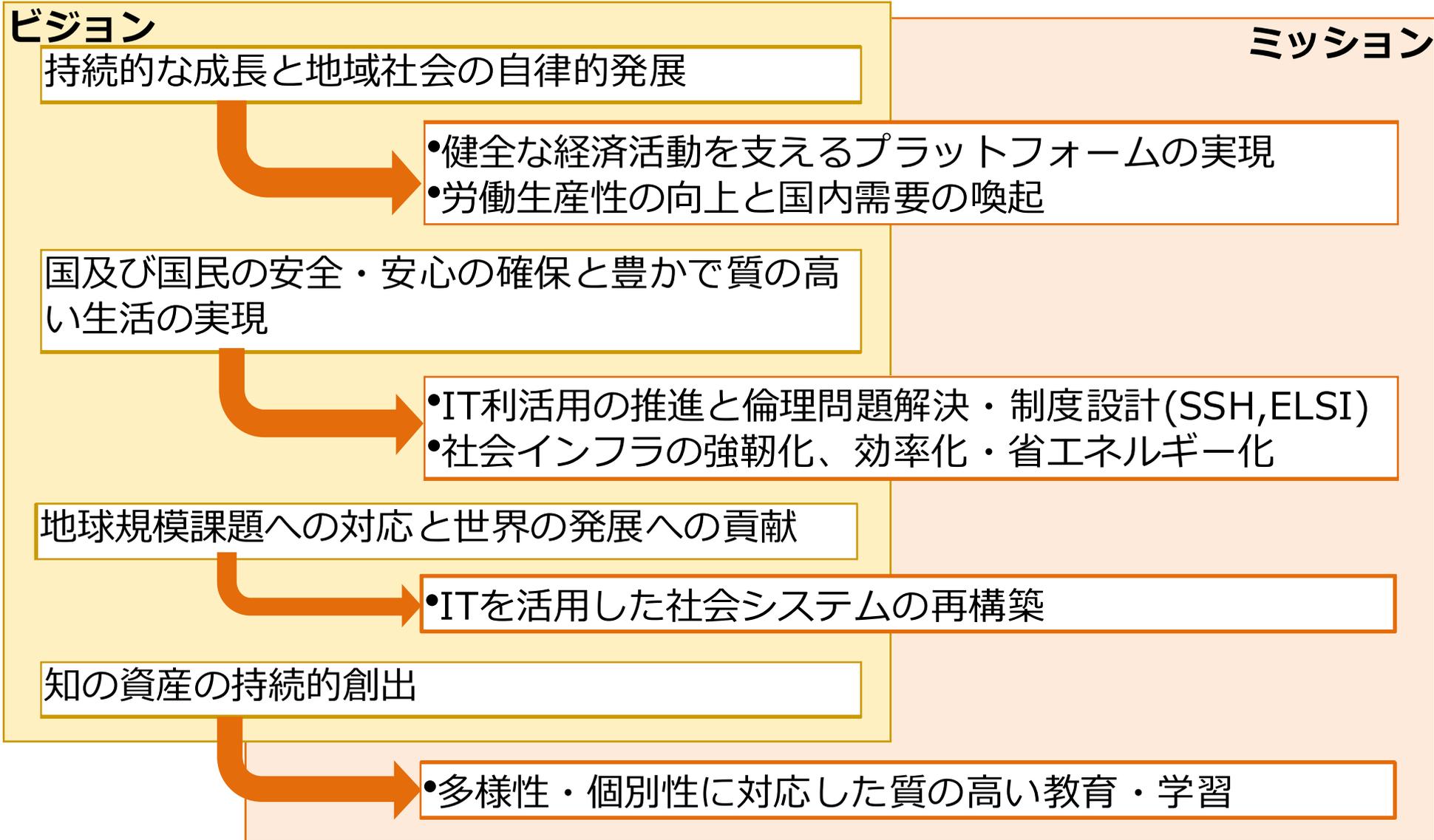
世界、日本、科学技術のトレンド

政治・経済・社会・人間心理のトレンド・要因	システム・情報科学技術との関連
世界	
世界経済成長は年2-3%と低成長、需要拡大の妙手なし、中国経済変動の影響大	システム・情報科学技術への投資の減少
民主主義の揺らぎ	システム・情報科学技術が本来持つオープン性や公平性への挑戦
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、無くならない貧困、食料偏在化	格差・飢餓・貧困の低減への期待
市場主義の揺らぎ、特に金融市場主義への反発	新たな市場原理の構築の期待
中国・ロシア・イスラム世界など地政学リスク高水準、テロ増加	危機回避・リスク対策への期待
温暖化、地球環境リスク、自然災害リスクの増加、都市化による問題増	予防、予知、減災への期待高まる
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、意志決定システムの変化、教育への期待の変化	システム・情報科学技術の利活用の推進によるシステム・情報科学技術投資拡大、同時に依存度が高まる危惧
先進国、新興国の消費・サービス構造の変化	サービス化はさらなる高度なシステム・情報科学技術を要請する
日本	
少子高齢化（役割担い手の減少）	ロボットやエージェント、知的処理などによる労働力の代替
経済低成長と財政の行き詰り	システム・情報科学技術やロボット産業拡大および社会コスト削減への期待
社会・インフラ老朽化	インフラ再構築、コスト削減への期待
原発の位置づけとエネルギー問題	リスク検知・オペレーション最適化のためにシステム・情報科学技術活用
自然災害の脅威	予防、予知、減災への期待高まる
地方創生への期待	システム・情報科学技術による物理的制約の超越と地場産業興隆
社会保障費の増大、介護・教育・安全安心への期待	生涯健康管理システムの構築
働き方の変革、一億総活躍	ワークシェア、AI/ロボットとの共存社会、皆が働ける社会の実現
科学技術・その他	
科学技術の急激な進展と歓迎と拒否の二極化、デュアルユース、サイバーリスクの増大	社会受容、国防へ積極適用に関する議論
人工知能・生命科学と人間尊厳、ELSI	AI研究の方向性・あり方を左右する
技術を持つ者と持たざる者	デバイス解消のための技術やケア
国家・国際機関の相対的予算不足	効率的な政府や公的機関の運用へのシステム・情報科学技術の貢献が求められる
パワーの根源としての科学技術の争奪・伝播（国・企業・組織）	国家戦略としての取組み強化が必要

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から



システム・情報科学技術のトレンドと技術課題

経済、社会・環境、人間・文化の多様な分野に影響を与えるITは適用の過程においてそれ自身を継続的に進化させる技術である

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合わせたサービスやアプリケーションも普及。一方で、**既存の計算原理の性能限界が明らかになりビッグデータや人工知能用の新たな計算原理の必要性が高まる。**

●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地球規模の複雑なシステムの一部となった。一方で、**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 ●Social Networking Service ●高速株取引 ●制御システムセキュリティ ●Connected Car

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

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



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

- ネットワーク集合知
- 対話、相互作用からの知識獲得
- 状況ダイナミクスの把握、構造化
- 言語、非言語情報の統合
- 価値の発見支援

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

- 発見科学、発見情報学
- 科学的発見、予測、仮説生成
- 帰納、演繹、直感、セレンディピティ
- コレクティブインテリジェンス
- 助言形成、根拠の可視化

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

- ソーシャルコンピューティング
- 納得、説得、調停、合意形成
- マルチエージェントシステム
- ソーシャルフィジクス
- メカニズムデザイン

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

⑤ELSI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

- 情報倫理、ロボット倫理 ● 後期教養教育 ● プライバシー、個人情報保護、製造物責任、ロボット法
- 社会受容、科学技術社会論、公共哲学、ELSI、SSH

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

CPS/IoT/REALITY 2.0俯瞰図

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

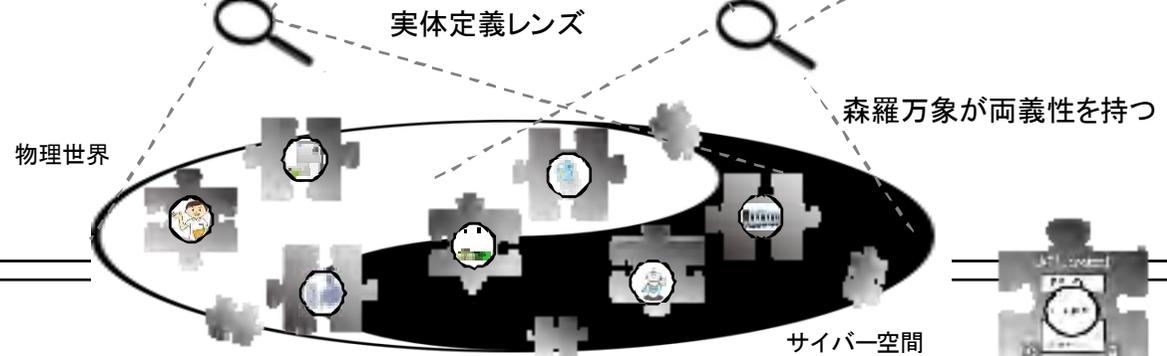
5. REALITY2.0による社会デザイン

- ・CPS/IoT/REALITY2.0の社会への適用技術(行動経済学、人文社会学等)
- ・応用事例、REALITY2.0実現のシナリオ、社会デザイン学
- ・社会経済モデル、デジタルトランスフォーメーションデザイン
- ・実体定義のリスクと脅威(影の部分、攻撃へのモチベーション)
- ・産業総力、社会の受容性、成長度



4. ソフトウェアデファインドソサエティーのサービスプラットフォーム

- ・APIエコノミー
- ・コンポーネント検索、発見技術
- ・価値の再配分・契約
- ・認証、認可技術
- ・SLA保証・運用技術、
- ・プラットフォームセキュリティ、エコシステム(事例)



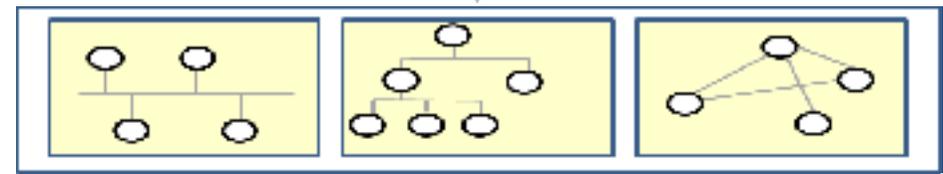
3. モノ、ヒト、コトのスマートなサービス化技術

- ・モノ、ヒトの機能のコンポーネント化
- ・コンポーネント粒度の最適化
- ・実体定義レンズ、コンポーネントの呼び出し、統合化
- ・機能・非機能要件定義
- ・コンポーネントアーキテクチャー、マイクロサービス、サーバレス

コンポーネント化された機能
S: sensor, A: actuator

2. CPS/IoT/REALITY2.0 アーキテクチャー

- ・自律分散協調アーキテクチャー
- ・ストリームコンピューティング
- ・エッジコンピューティング
- ・データアーキテクチャー
- ・大量トランザクション処理、知的処理、認知アーキテクチャー、セキュリティ



1. モノ・ヒト・コトのインターフェース

- ・ヒト、モノ、コトのセンシング
- ・デバイスとサービスシステムとのインターフェース
- ・M2M



社会システムデザイン俯瞰図

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

① サービスサイエンス

価値創造や社会コスト削減といったサービスイノベーションを実現するための、複雑なサービスシステムに潜む論理の発見、サービスシステムの設計管理手法、および基盤となる共通言語やフレームワーク等に関する分野

② 社会計測

社会の構造や構成要素の相互作用などを計測により理解しようとする研究分野

④ 社会インフラオペレーション

人々の生活を支える社会基盤(道路、鉄道、上下水道、送電網、港湾、ダム、通信網、学校、病院、公園、公営住宅、IT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

③ 分析・評価モデル

技術の経済インパクトやバリューチェーン、エコシステム、価値の再配分を分析・評価するためのモデルとデザインの方法論

サービスプラットフォーム

社会サービスを社会システムとして設計・実装・運用するための共通的な基盤
→ CPS/IoT/ REALITY 2.0

⑥ 制度設計

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

⑤ 社会システムアーキテクチャー

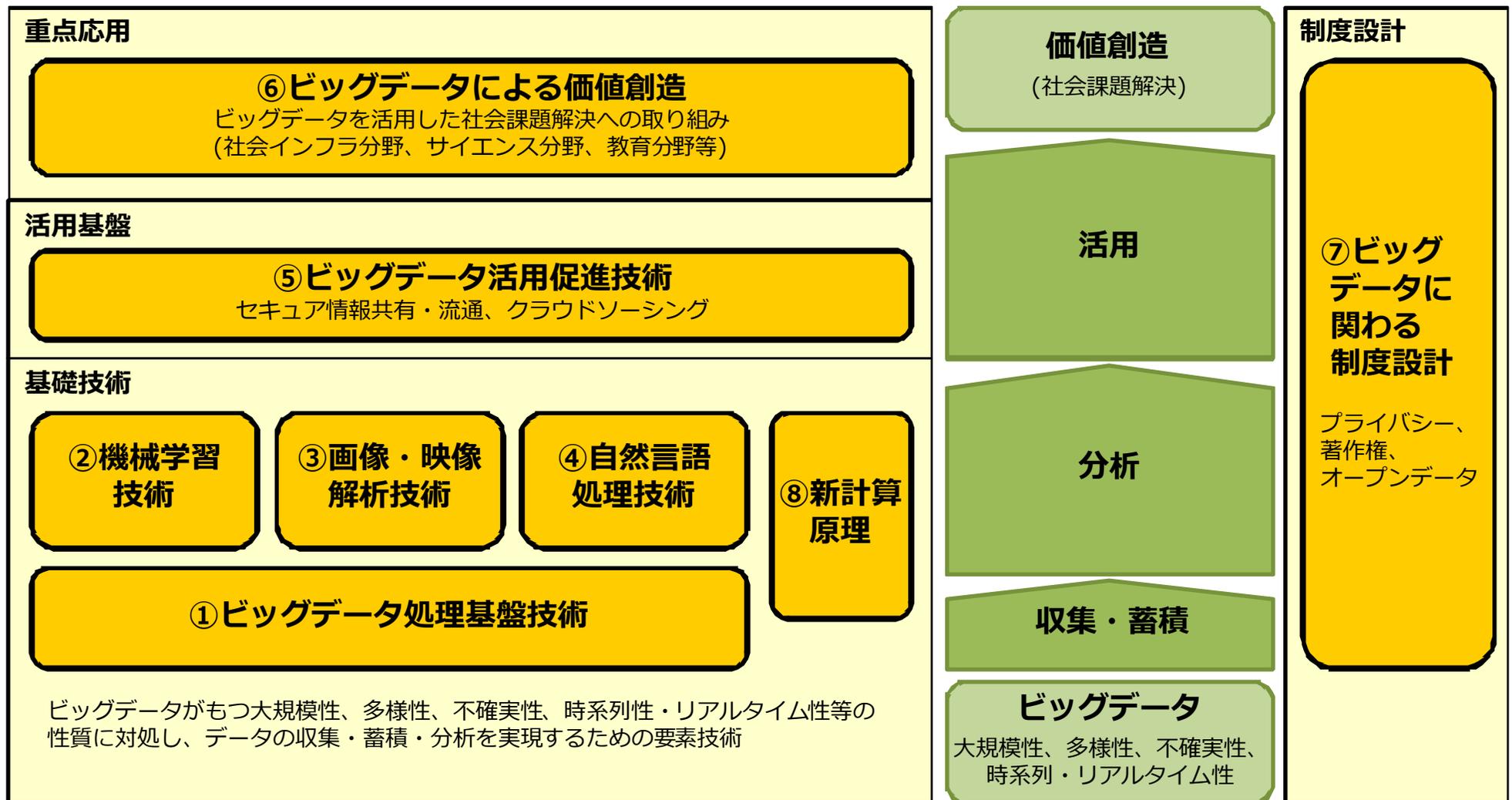
社会システムの目的達成のための設計思想、システムに関わるステークホルダー間で共有可能なシステムの定義、及び環境変化への対応やシステム自身の進化を可能にするマネージメント。

社会システム基礎理論

最適化、モデリング&シミュレーション、複雑系システム等の社会システムデザインに必要な学問的に体系化された基礎理論

「ビッグデータ」俯瞰図

- 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



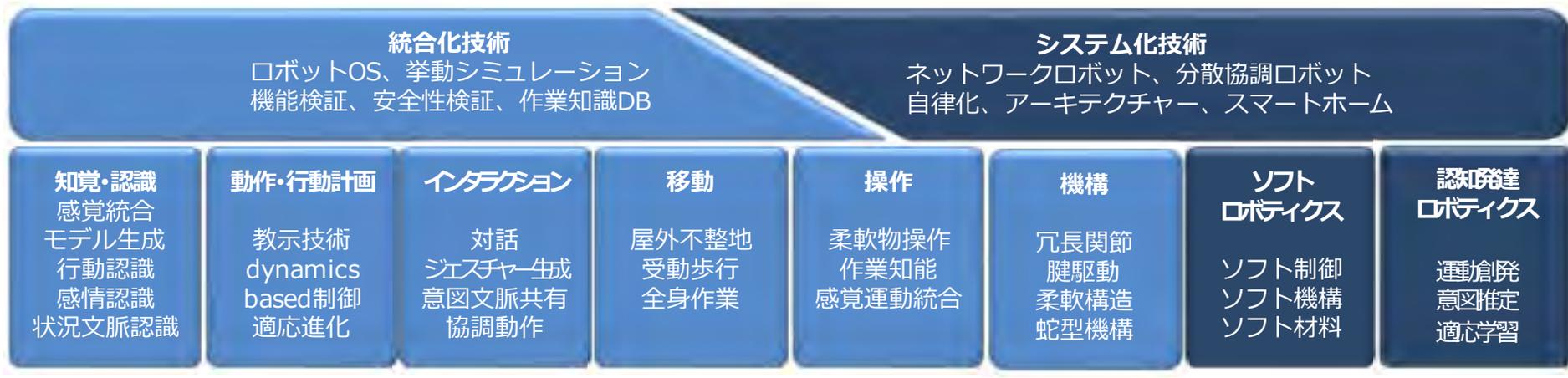
ロボティクス俯瞰図

- 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



機能コンポーネント・統合化技術



基盤技術



セキュリティ 区分俯瞰図

- 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。
- IoTに代表される物理世界のセキュリティも重要に
- 要素技術に加えて、システム全体への配慮が必須

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

⑦ IT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

③ 認証・ID連
携(ブロック
チェーン)

④ プライバシー
情報の保護と利
活用

システム
セキュリティ

⑤ セキュリティ
アーキテクチャ

②サイバー攻撃の検知・防御・フォ
レンジック

⑥ 運用・監視技術

デバイス
セキュリティ

① IoTセキュリティ(制御システムセ
キュリティ)

教育・人材開発

法制度