



研究開発の俯瞰報告書 (2015) システム科学技術分野の概要

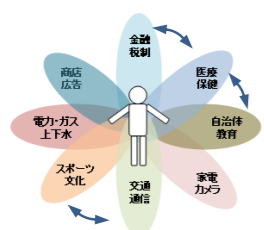
JST 研究開発戦略センター
システム科学ユニット

システムの進化の歴史と課題

- 歴史**
- エジソンの発送配電網(1890)
白熱電球はシステムの要素
 - フォード生産システム
大量生産大量消費の出現
 - 電信電話ネットワークの発展
通信によるシステム化の促進
 - 各種管理技術の発達
生産、品質、経営のシステム化
 - レーダー早期警戒システム(1939)
意思決定支援
 - システム科学の誕生
システム理論、予測、OR
サイバネティクス、通信理論
 - ENIAC 計算機利用システム化(1946)
 - アポロ計画(1960)
システム工学の発展
 - 新幹線予約/運行システム(1965/72)
日本における先進的システム
 - トヨタ生産システム(1973)
 - インターネットの普及(1990s)
 - GPS運用開始(1993)
 - ネット検索システムの普及(2000s)
 - 世界金融システム危機(2008)

現代はシステムの時代

私達はさまざまなシステムに囲まれて生きている



各システムは単独で存在しているわけではない

相互依存、相互連携は急激に増大

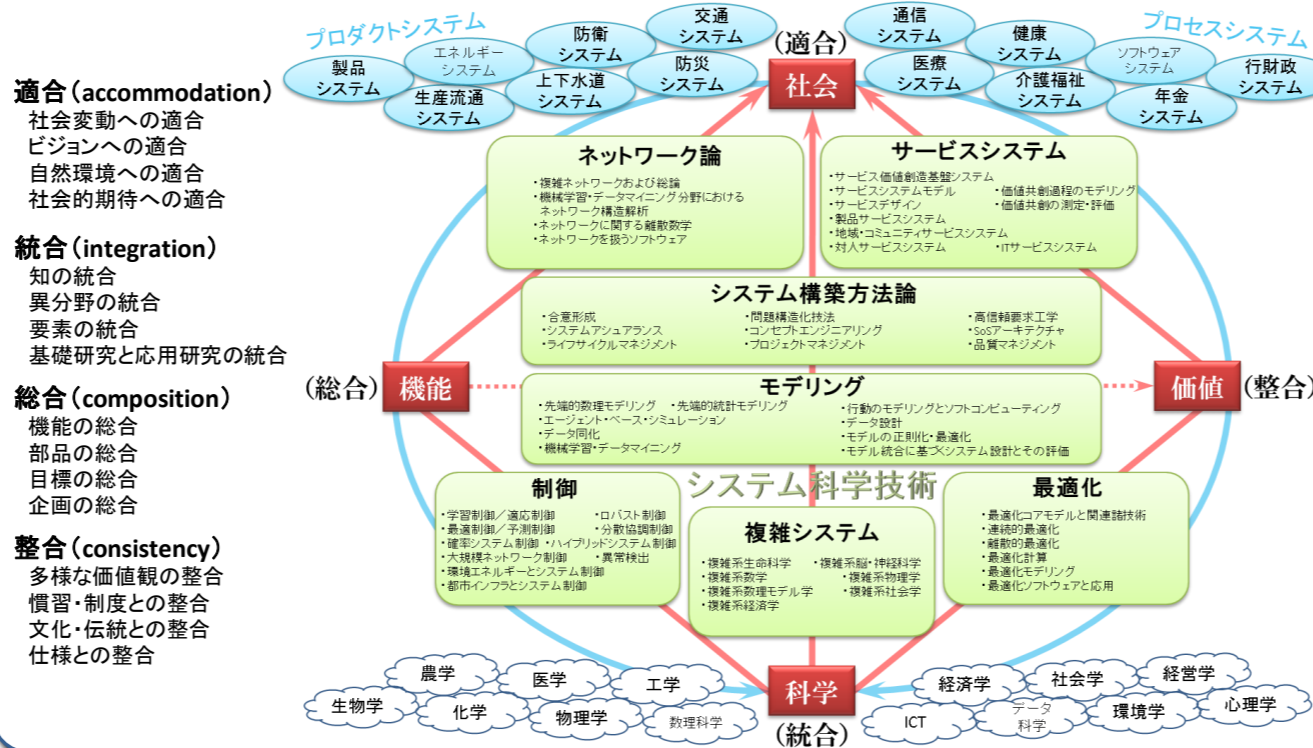
バーチャル世界でのシステムの重要性増大

直面する困難

- システムの大規模化・複雑化
⇒ SoS (Systems of systems)
- ステークホルダの多様化、価値観の対立
- リスク(外来リスク、内在リスク)への対応

システム科学技術分野の俯瞰と戦略的研究領域

「システム科学技術は、システムを正確に解析し望ましいシステムを構築・管理するための科学的な基盤と、それを達成するための技術的な手法の総体」
⇒ システム構築に必要な二つの側面: 科学・技術と社会実装、総合的機能(プロダクト)と整合的価値(プロセス)



適合 (accommodation)

社会変動への適合
ビジョンへの適合
自然環境への適合
社会的期待への適合

統合 (integration)

知の統合
異分野の統合
要素の統合
基礎研究と応用研究の統合

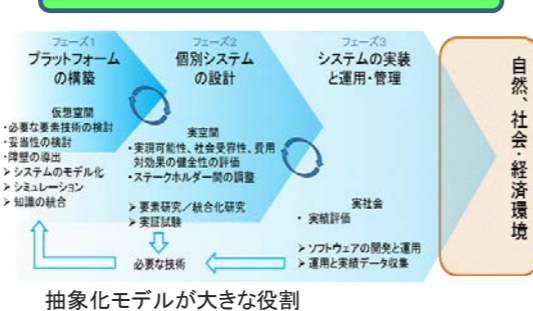
総合 (composition)

機能の総合
部品の総合
目標の総合
企画の総合

整合 (consistency)

多様な価値観の整合
慣習・制度との整合
文化・伝統との整合
仕様との整合

システム構築の3フェーズ方式



システム科学技術の振興策

- 教育・基礎研究分野**
- カリキュラム、人材育成制度作り
 - システム構築型プロジェクトの設定
 - システム科学技術研究機関の新設
 - 対応する行政組織の指定
- 産業分野**
- 総合システム産業の育成
 - 企業のシステム技術部門の拡充
 - 技術研究組合制度の活用
 - シンクタンクの振興

乗り越えるべき壁

- 要素技術偏重
- システム思考の弱さ
- 縦割りに行政
- 学問の細分化の進行
- システム産業の未成熟
- ソフトウェア技術の弱体化
- 基礎研究と応用研究の断絶

社会的・経済的インパクト

専門研究分野のシステム化研究

- バイオテクノロジー
ex. システムバイオロジー
- ナノテクノロジー
ex. マテリアルインフォマティクス
- 環境・エネルギー
- 情報科学
- ソーシャルメディア
- インフラ
- 都市工学

日本が直面する課題の解決 - 社会システム構築による -

- 再生可能エネルギーを含むエネルギー・環境システム
- ロバストかつレジリエントな社会インフラシステム
- 国レベルの統合防災システム
- 高齢化社会に対応したヘルスケアシステム
- 高付加価値農業を含む食料生産システム
- 統合的なリスクの予測と管理システム
- 人口減少が進む中での地域再生システム

価値創造による産業競争力の向上

- 社会動向予測に基づいた新しい価値の創造
- 総合システム産業向けの基盤技術、標準化戦略支援
- 総合システム産業による社会インフラ輸出

システム科学技術分野の戦略的研究

システムとは何か?

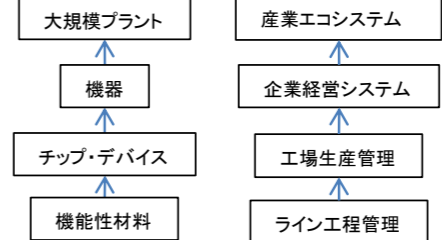
「システムとはある目的を達成するために機能要素が適切に結びついた複合体」
⇒ システム研究の今日的意義は社会課題解決にある

システムの二大分類

プロダクトシステム: 要素が目に見えるシステム
(ex. 工業製品、社会インフラ、社会組織、etc.)
プロセスシステム: 要素が目に見えないシステム
(ex. 金融システム、ソフトウェア、法制、etc.)

システムの階層性

すべての階層でシステム化が必要



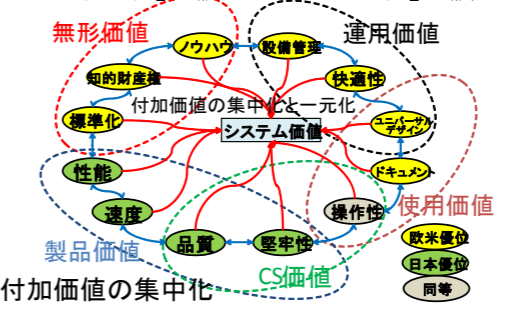
プロダクトシステム階層例 プロセスシステム階層例

情報(ICT)システム ≠ システム (社会、製品、生物、etc.)

情報(ICT)システムは実現手段であり、かつ重要要素
■ 自然システム(気象、etc.)も、分析対象として含む

価値創造を担うシステム

「デジタル化」の波から「システム化」の波へ



国際比較と海外動向

学問分野

日本	全般的に米国、欧州に次ぐ力。 強み: モデリング、最適化、複雑システム 弱み: 産業化、システム化
米国	すべての分野で圧倒的に優位。特に、制御、最適化、システム化、スパコン、ネットワーク科学、ソーシャルメディアなど
欧州	全般的に米国に次ぐ力。 強み: 予測理論、システム理論、サービスシステム 弱み: 産業化
中国	「システム科学」の学位がある。中国科学院には数学・システム科学研究院が設置されており、この分野の振興が活発。スパコンも強い。

システム科学関連の研究機関

- 米国**
- サンタフェ研究所(SFI)
 - ニューイングランド複雑系研究所(NECSI)
 - 国際一般システム研究研究所(IIGSS)
 - 国際システム研究所(ISI)
 - RAND Corporation
- 欧州**
- 国際応用システム解析研究所(IIASA)【欧】
 - フランクフルター協会システム・イノベーション研究所【独】
 - マックスプランク複雑技術システム研究所【独】
- アジア**
- 中国科学院(CAS)システム科学研究所【中】
 - インド工科大学(IIT)システム科学センター【印】
- 日本**
- 情報・システム研究機構(システム科学部門なし)

産業分野

- システム思考の弱さ
- 要素技術で勝ってシステム製品で負ける
半導体、液晶など
- Bechtel等欧米はシステム産業隆盛
- 国際標準化(ISO15288, etc.)で立ち遅れ
- 欧米は製造過程の一層のシステム化を推進している
(GEのIndustrial Internet, ドイツのIndustrie 4.0, EUのARTEMIS, etc.)

システム科学関連のファンディング

- Future Earth プログラム
- NSF Engineering Research Centers (ERC) プログラム
- NSFにおけるSystems Science領域へのファンディング
- Global System Science (EU H2020-FET-PROACTIVE トピック, 1,000万円)
- T-AREA-SoS プロジェクト(EU FP7-ICT, 55万円, 2011-2013)
- CPSoSプロジェクト(EU FP7-ICT, 69万円, 2013-2016)