

JST/CRDS 発行 俯瞰報告書と最近の話題

- システム・情報科学ユニットを中心にして -

2021年12月17日

JST研究開発戦略センター(CRDS)
システム・情報科学技術ユニット

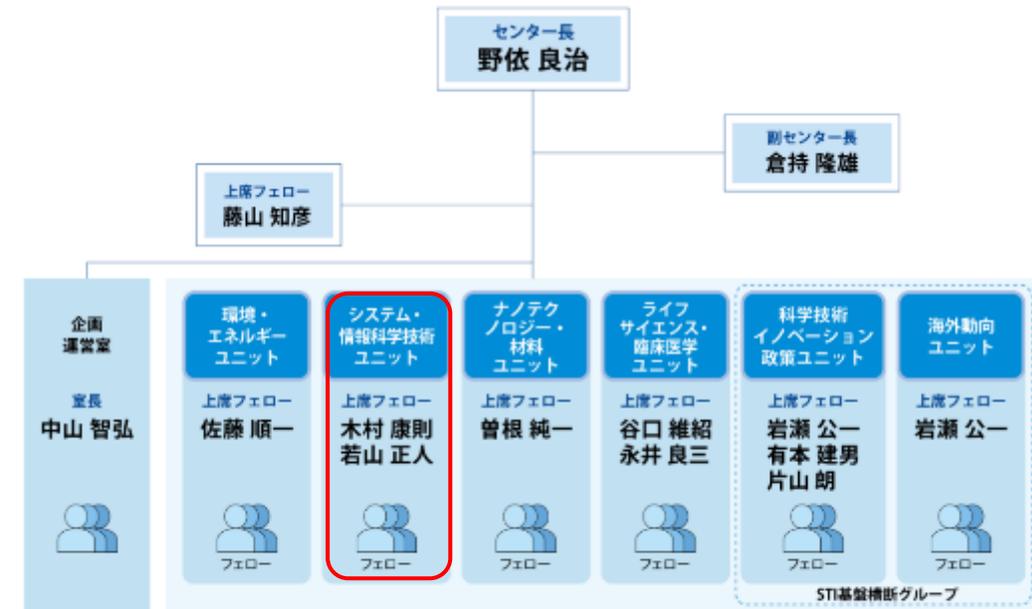
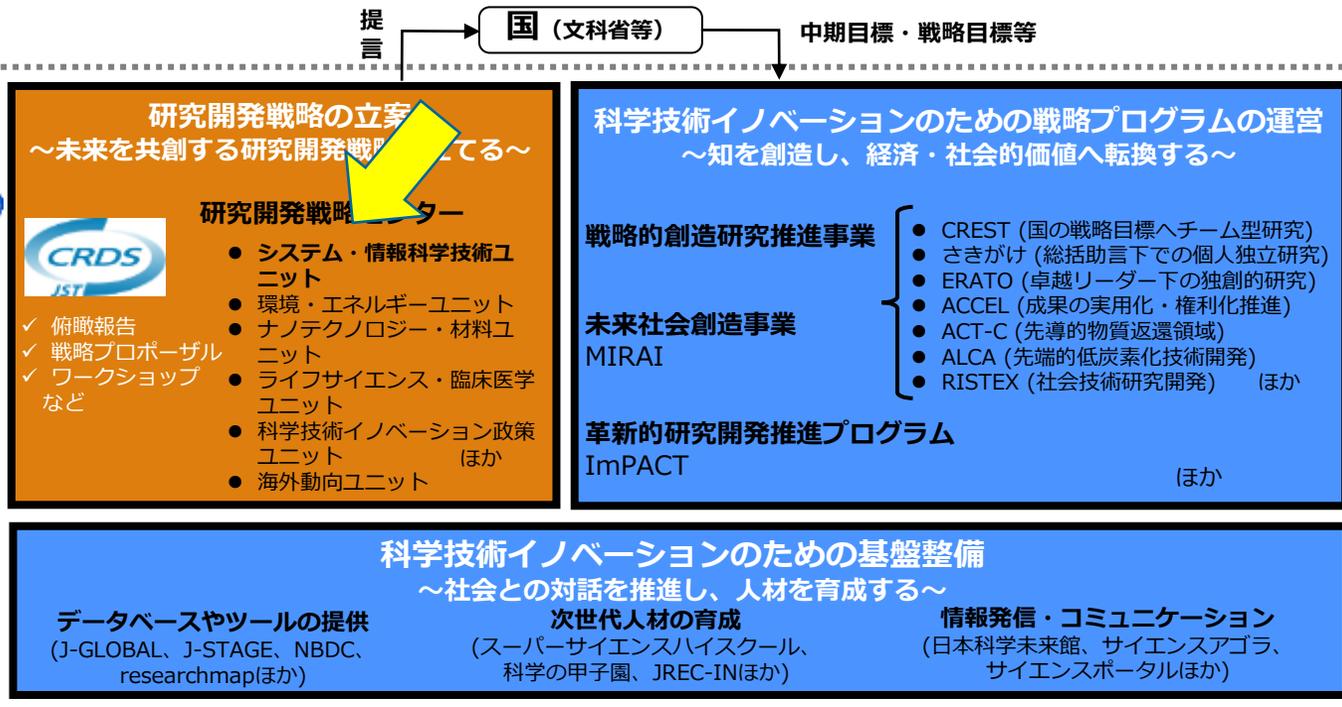


JSTの機能とCRDSの役割

- JSTの主要事業はアカデミアへの戦略的ファンディング
 - 理事長：濱口 道成、常勤職員：1,257名（2021/4/1現在）
 - 収入：106,369百万円（2021年度）
- CRDSは国の研究開発戦略・ターゲティングを提言
 - 常勤職員：79名（2021/4/1現在）

CRDS組織

科学技術振興機構



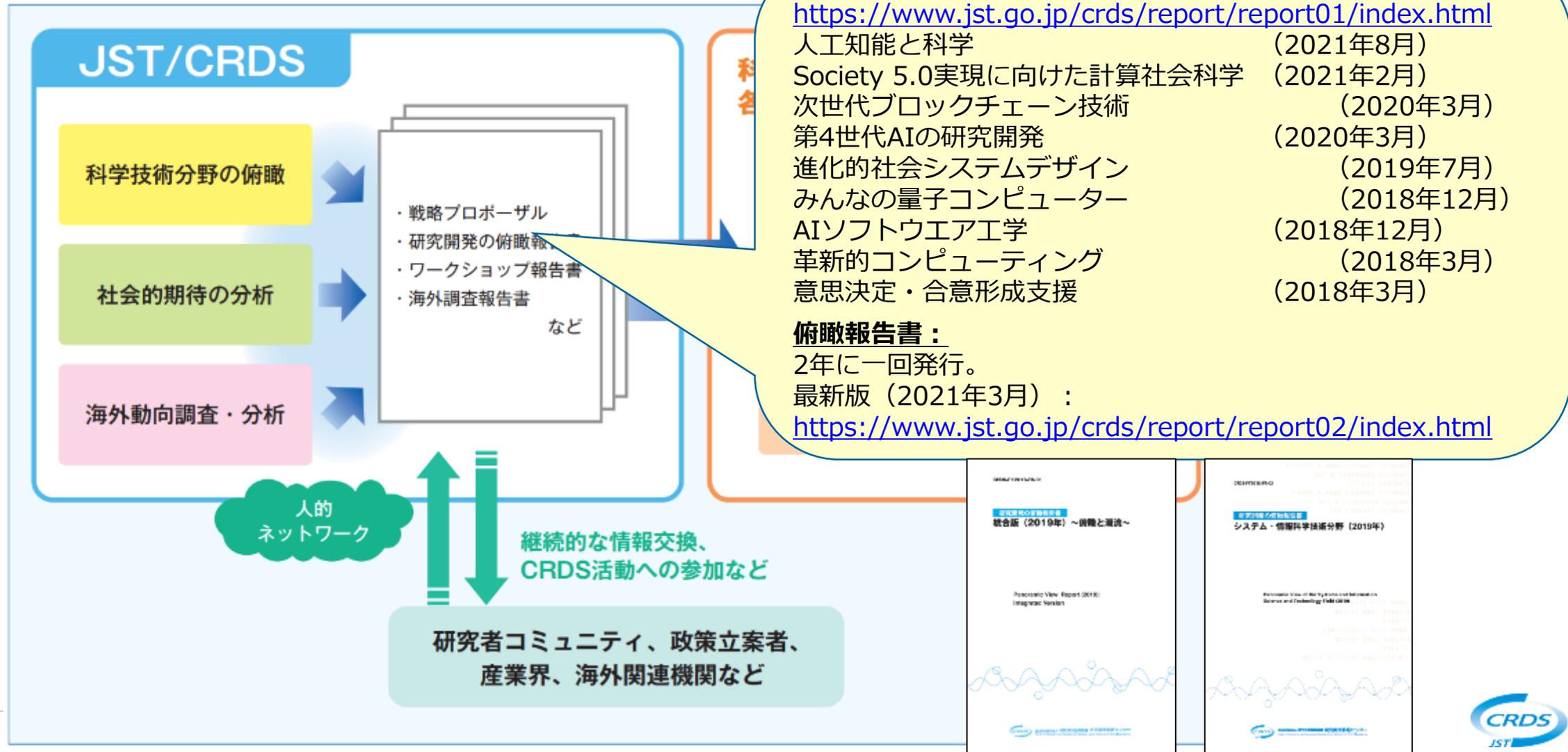
(2021年9月時点)

<https://www.jst.go.jp/all/jigyoyu/>
<https://www.jst.go.jp/crds/>



CRDSの活動概要

- 国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場に立つて行う組織として、平成15年（2003年）7月に、独立行政法人科学技術振興機構（当時）に設置



システム・情報科学技術分野の俯瞰報告書

青字：今日の説明箇所



目次

はじめに

1 俯瞰対象分野の全体像

1.1 俯瞰の範囲と構造

1.1.1 社会の要請、ビジョン

1.1.2 科学技術の潮流・変遷

1.1.3 俯瞰の考え方（俯瞰図）

1.2 分野の研究開発を取り巻く現状

1.2.1 社会・経済の動向

1.2.2 研究開発の動向

1.2.3 社会との関係における問題

1.2.4 主要国の科学技術・研究開発政策の動向

1.2.5 研究開発投資や論文、コミュニティ等の動向

1.3 今後の展望・方向性

1.3.1 今後重要となる研究の展望・方向性

1.3.2 日本の研究開発の現状と課題

1.3.3 新型感染症対策でのICT利用

1.3.4 国として推進すべき重点テーマ

1.3.5 研究開発体制・システムのあり方

2 俯瞰区分と研究開発領域

2.1 人工知能・ビッグデータ

2.2 ロボティクス

2.3 社会システム科学

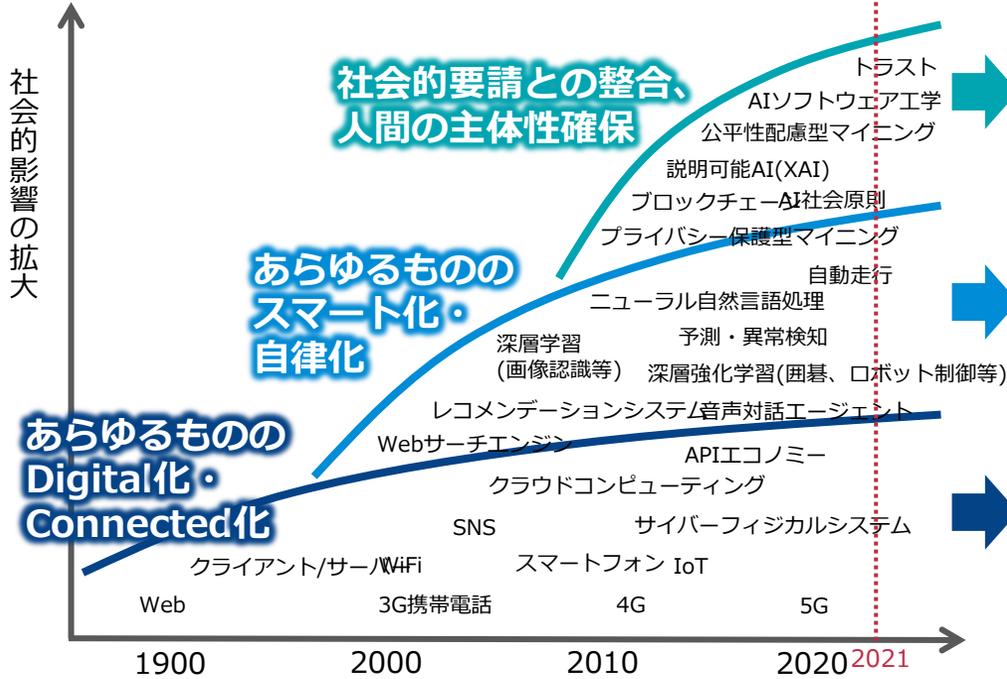
2.4 セキュリティー・トラスト

2.5 コンピューティングアーキテクチャー

<https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2020-FR-02.html>
12.4MB, 520ページ

研究俯瞰の方法(1)

情報分野全般の技術トレンドと社会の要請・ビジョン

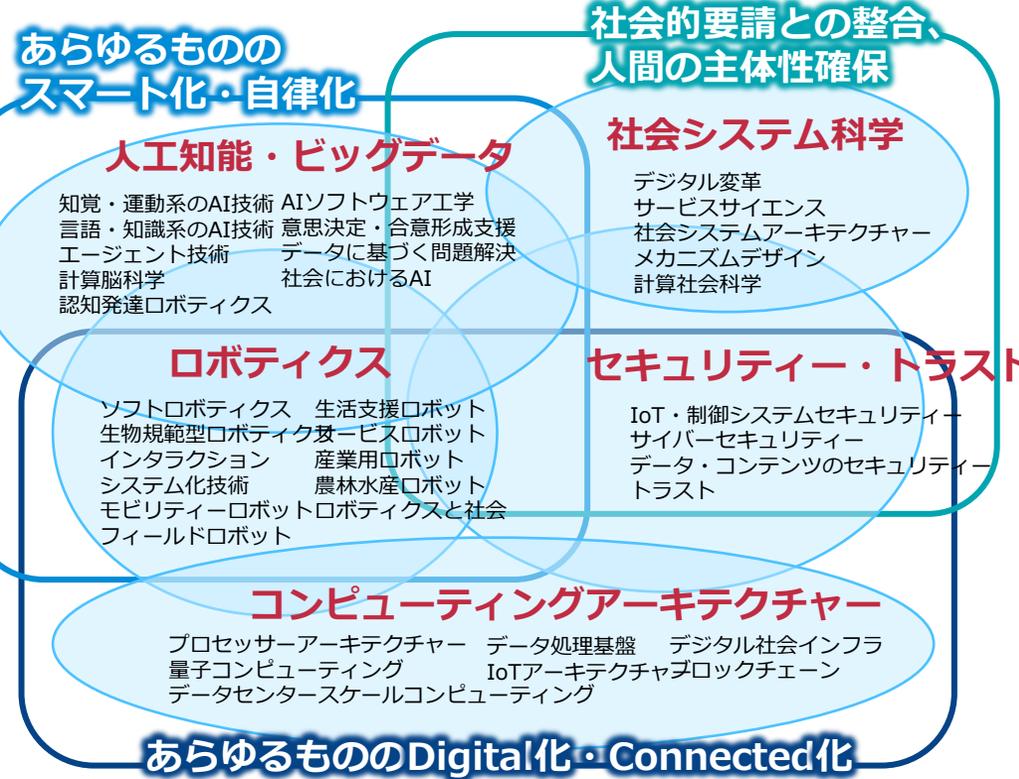


Society 5.0、
第6期基本計画に
中核的に貢献

社会課題解決と
人間中心社会の
実現

データ駆動型/
知識集約型の
価値創造

サイバー世界と
フィジカル世界の
高度な融合



- 注目技術群の母集合
- 外部の調査会社・団体・学会等が注目する技術トピック群
 - 有識者ヒアリング等に基づきCRDS関係メンバーが注目した技術トピック群
 - CRDS特任フェロー(※)によるアドバイス

- 3つの選定基準
- ① エマージング性
 - ② 社会の要請・ビジョン
 - ③ 社会インパクト

俯瞰対象とする
注目すべき研究領域の選定

※CRDS特任フェロー(2020年度) 敬称略・50音順
合原一幸、喜連川優、國吉康夫、竹内健、田中健一、
徳田英幸、西村秀和、森川博之、山口高平



研究俯瞰の方法(2)

国際競争力確保に向けた4つのシナリオ

①強い技術を核とした骨太化

既に保有している、あるいは、育ちつつある強い技術を足掛かりとして、技術の国際競争力を骨太化する作戦

②強い産業の発展・革新の推進

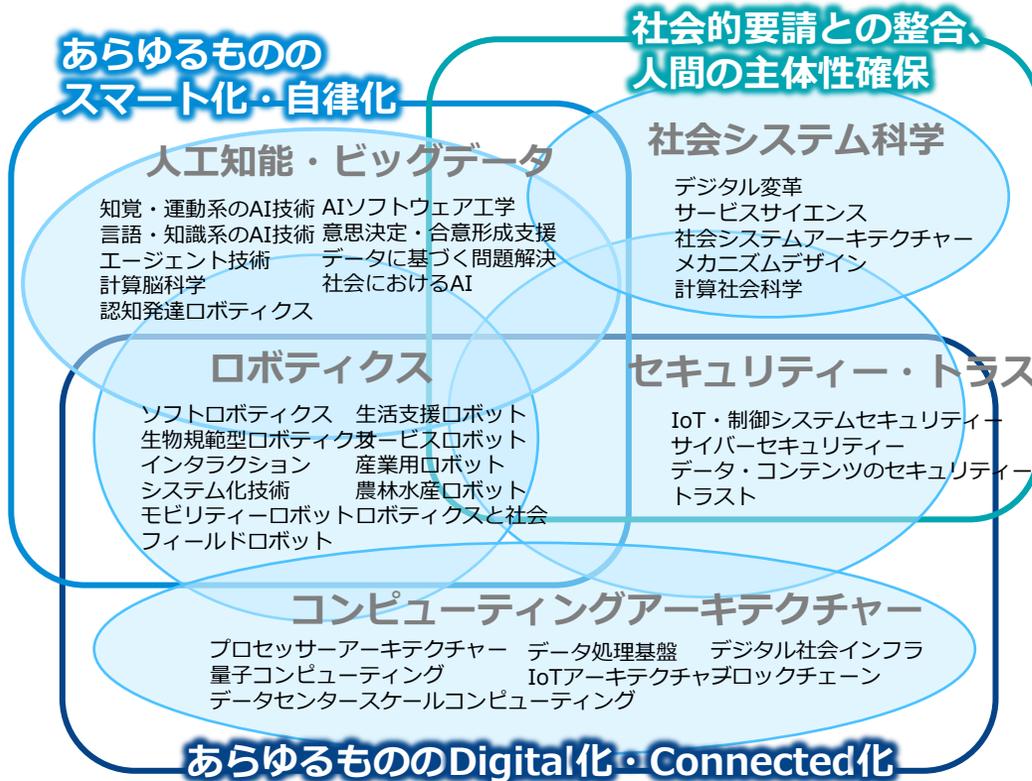
既に保有している、あるいは、育ちつつある強い産業を足掛かりとして、国際競争力のある技術群を育てる作戦

③社会課題の先行解決

課題先進国として、先端技術の社会受容性が高いことを活かして、国際競争力を構築する作戦

④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、他国に依存せず、国として保有・強化しなくてはならないという考え



CRDSが考える重点テーマ21 (部分)

	①強い技術	②強い産業	③社会受容	④社会基盤
第4世代AI	レ			レ
信頼されるAI		レ		レ
AIと人間の共進化	レ		レ	
社会システムを支えるAIアーキテクチャー				レ
AIと科学	レ			レ
AI×ロボット融合	レ	レ		
社会的に成長するロボット		レ	レ	
テレプレゼンス		レ	レ	
チームロボティクス	レ	レ		
Societyデジタルツイン			レ	
コグニティブセキュリティ			レ	レ
トラスト基盤				レ
Society5.0プラットフォーム			レ	レ
ブロックチェーン		レ	レ	
データセンタースケールコンピューティング				レ

重点テーマ21

第4世代AI

深層学習と知識・記号推論の融合。
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。



AI

信頼されるAI

AIの社会的要請（ブラックボックス問題、差別・偏見など）を充足し、信頼される高品質AIの実現を目指す。



AI

AIと人間の共進化

高度なスキルをAIが学習し、幅広い層に活用できるようにすることで、人間とAIの協調活動アップを目指す。

AI x 人間

AI

社会システムを支えるAIアーキテクチャー

AI技術が社会システムとして組み込まれて動作する世界において解決すべき技術課題の解決に取り組む。

AI x 社会基盤

AI 社会システム科学
コンピューティングアーキ

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・加速することを目指す。

AI x 社会システム

AI

AIxロボット融合

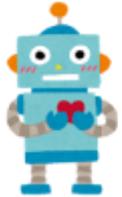
AI研究とロボット研究の融合。両分野のしなジェネティックな進展を創出。

AI x ロボット

AI ロボティクス

社会的に成長するロボット

人間の社会的行動を理解し、自ら社会的行動がとれるロボットの実現を目指す。



ロボティクス

テレプレゼンス

遠隔操作するロボットを介して、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。

トレイグジスタンスロボット（東大・筑大）



ロボティクス

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で、複雑なタスクに柔軟に対応できるロボットの実現を目指す。



ロボティクス

Society デジタルツイン

社会課題解決を支援するために、実データの解析・社会モデルの利用により、社会現象を模擬する社会シミュレーター実現を目指す。



社会システム科学

コグニティブ セキュリティー

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。



AI

セキュリティ・トラスト

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を行う。

AI x トラスト

AI セキュリティ・トラスト
社会システム科学

重点テーマ21

Society 5.0 プラットフォーム

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。



コンピューティングアーキ
社会システム科学

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発に関する研究開発を行う。



コンピューティングアーキ

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を行う。



コンピューティングアーキ

非フォン・ノイマン コンピューティング

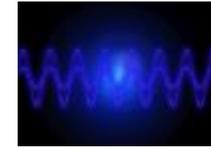
ニューラルネットワークや組合せ最適化を高速に実行するハードウェアや、そのための新しいコンピューティングパラダイムの探求と実証を狙う。



コンピューティングアーキ

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Gapを埋めるコンピューター科学・工学の学際的研究開発を行う。



コンピューティングアーキ

リアルタイムシステム

ポスト5Gの高速・大容量・超低遅延通信を狙うICTシステムアーキテクチャーの研究開発を行う。



コンピューティングアーキ

データ流通・共有基盤

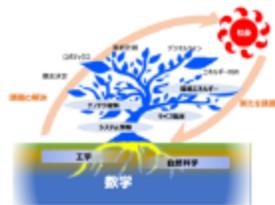
政府や行政機関が持つビッグデータの流通・共有を遠隔に行うためのデータベース基盤の構築を目指す。



コンピューティングアーキ
社会システム科学

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。



ニューノーマルとDX

生活様式の変容が求められる中、高まるITへの社会的期待に応えるための研究開発を行う。

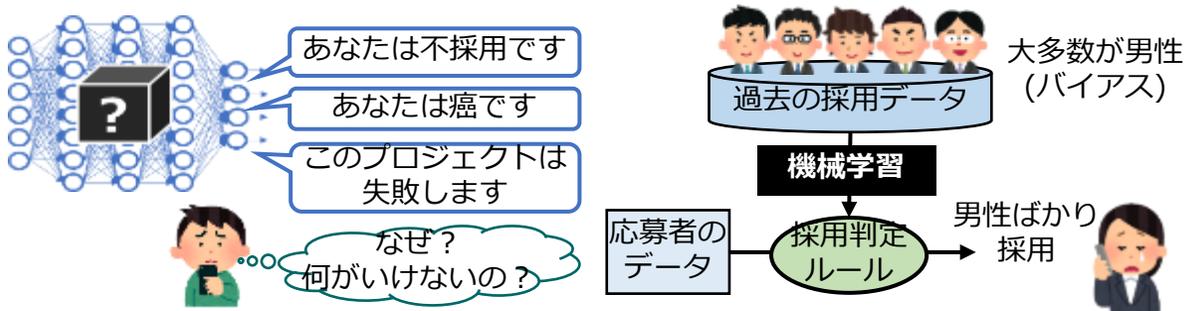


AI研究の潮流① 「信頼されるAI」へ

精度・性能だけでなく、社会から求められるAIの安全性・信頼性確保のための技術開発

AIの安全性・信頼性に関して顕在化した問題

●ブラックボックスAIに求められる説明性・公平性の問題



●AIの脆弱性・悪用による新種のサイバー攻撃

Adversarial Examples

深層学習の誤認識を誘発させる攻撃ができてしまう



<https://arxiv.org/pdf/1707.08945.pdf>



DeepFakes

本物と見分けるのが困難なフェイク動画が容易に作成でき、政治操作動画やフェイクポルノ動画が社会問題化



●AI応用システムの品質保証問題



従来は処理手順・ルールを書くことで動作を定義する演繹的な開発法(プログラミング)だが、機械学習はデータを例示することで動作を定義する帰納的な開発法へとパラダイム転換

- ✓ 従来のテスト法では、**動作保証・品質保証ができない**
- ✓ **精度100%は無理**で、誤りはほぼ不可避

「信頼されるAI」への取り組み推進

AI社会原則・AI倫理指針

- 日本政府「人間中心のAI社会原則」(2019/3)
- 欧州委員会「信頼できるAIのための倫理ガイドライン」(2019/4)
- IEEE「倫理的に配慮されたデザイン」(2016/12、2017/12、2019/3)
- OECD「AIに関するOECD原則」(2019/5) ※42か国が署名 他

AI品質管理ガイドライン・国際標準化

- 日本 QA4AIコンソーシアム「AIプロダクト品質保証ガイドライン」(2019/5、2020/2、2020/8)
- 日本 産総研「機械学習品質マネジメントガイドライン」(2020/6、2021/7)
- 信頼性を含むAI全般の国際標準化活動: ISO・IEC JTC1 SC42、IEEE SA P7000シリーズ
- 自動運転分野での規格策定: 「SaFADホワイトペーパー」(2019/6 欧州)、「UL4600」(2020/4 米国)

AI開発方法論・技術群

- 説明可能AI (XAI)
- 公平性配慮機械学習
- プライバシー保護型機械学習
- 機械学習システムのテスト/デバッグ法
- Safe Learning、リカバリー設計
- フェイク検知、ファクトチェック
- 大規模意見集約・合意形成システム 他

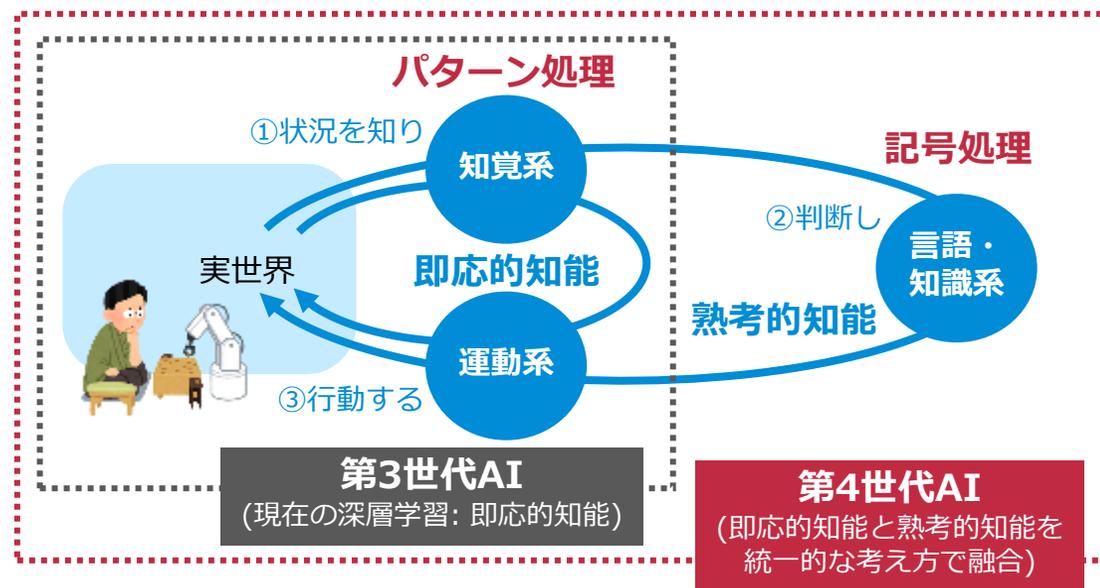
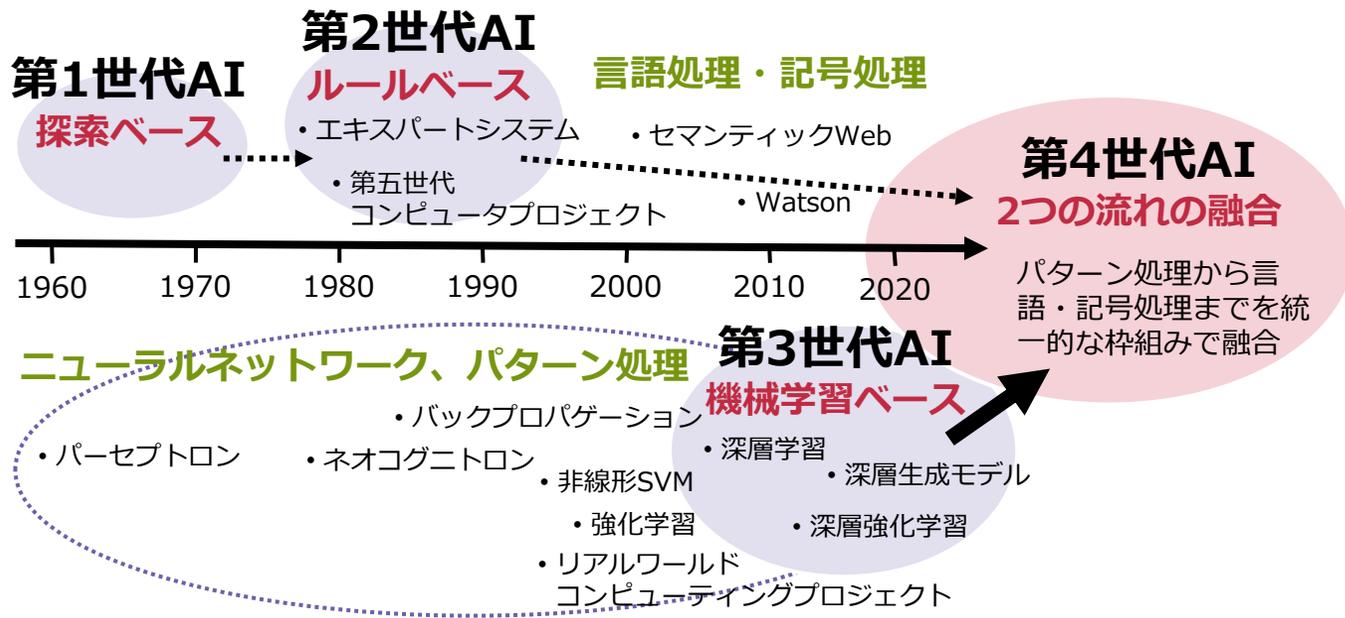
国による戦略的プログラム

- 米国 DARPA「XAI: 説明可能AI」(2017~)
- 日本 JST「信頼されるAI」(2020~)
- 日本 NEDO「AI信頼性/共進化AI」(2019~)



AI研究の潮流② 第3世代AIから「第4世代AI」へ

即応的知能(パターン処理)と熟考的知能(記号処理)の融合によって現在のAIの限界を克服



第3世代AI(現在のAI)の限界

学習に大量の教師データや計算資源が必要



学習範囲外の状況に弱く、実世界状況への臨機応変な対応ができない



パターン処理は強いが、意味理解・説明等の高次処理はできていない



即応的知能 System 1	熟考的知能 System 2
高速、直感的、無意識的、非言語的、習慣的	低速、論理的、意識的、言語的、計画・推論型

限界克服に向けて「人間の知能」から学ぶ

人間は大量の教師データなしに学習・成長し、学習したことを組み合わせて別な場面・状況にも応用できる、消費電力はわずか20W程度

米中欧日の取り組み比較 ～日本の勝ち筋～

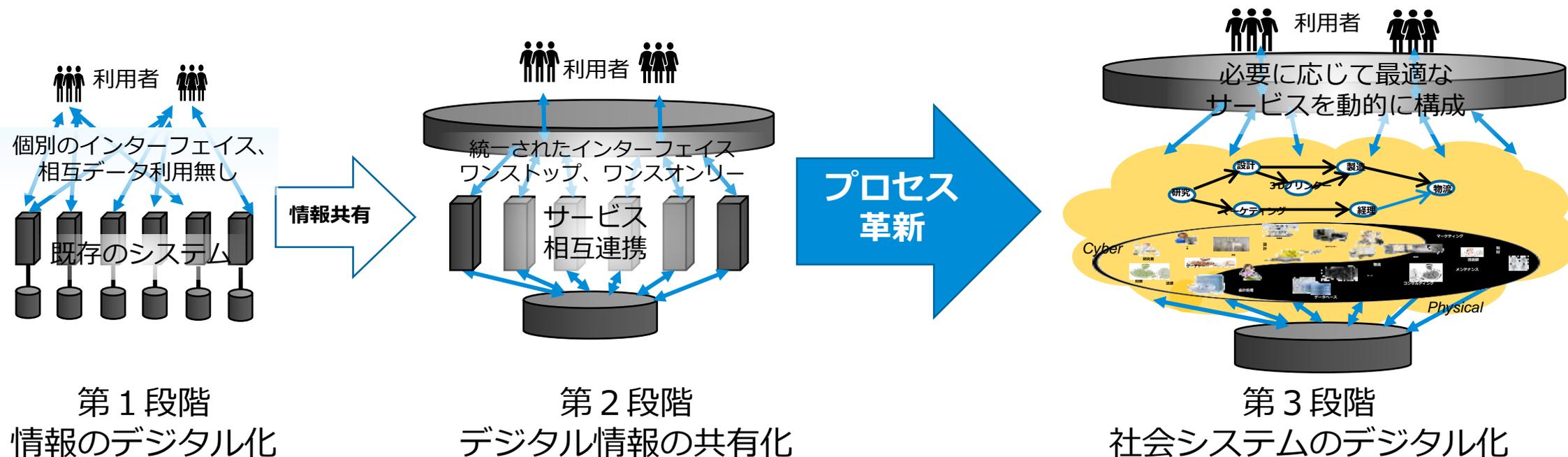
	取り組みの特徴	潮流①信頼されるAIへ	潮流②第4世代AIへ
米国	<ul style="list-style-type: none"> GAFGAがビジネスと基礎研究の両面で圧倒的に優位 GAFGAやスタートアップによる民間の活発な技術開発の一方、<u>DARPAが国としての中長期的な研究投資</u>(AI Next Campaign)をシャープに打ち出している 経済・国家安全保障のためのAI強化 	○幅広い観点から研究の取り組みがあり、層が厚い	○革新技術創出から産業化まで強み保有・牽引、第4世代への取り組みも始まっている
中国	<ul style="list-style-type: none"> 次世代人工知能発展計画(AI2030)を掲げ、<u>AIリード企業5社</u>を選定、政府がAI産業を後押し、BtoC中心にビッグデータ獲得、AI実装スピードに勢い <u>国際学会でも躍進</u>著しく、米中二強の状況 政府はAIを活用した<u>監視・管理社会</u>(社会信用システム、天網、金盾)の構築推進、他国と大きく異なるAI応用技術開発を推進 	△国として原則は掲げたものの、市場での実践は伴っていないように見える	○現状、第4世代への動きは見えていないが、第3世代の技術改良・実装速度で凌駕しており、侮れない
欧州	<ul style="list-style-type: none"> 各国のAI戦略に加えて、Horizon 2020/Europeによる国横断のAI研究(AI for Europe)を推進 <u>AIに関わる国際ルール作り</u>を通して米中・GAFGAと異なる路線を打ち出し(GDPR、信頼できるAIのための倫理ガイドライン、欧州AI法案等) 	○理念・倫理ガイドラインを重視・施策化	△強い部分はあるが、米中ほど産業化の勢いが無い
日本	<ul style="list-style-type: none"> 「<u>人間中心のAI社会原則</u>」「<u>AI戦略2019</u>」(アップデート版「AI戦略2021」)を策定、信頼される高品質なAI (<u>Trusted Quality AI</u>)を打ち出し 理研AIP、産総研AIRC、NICTが中核国研として国のAI研究を牽引 	○信頼性・品質確保のための具体的な取り組みでやや先行	○第4世代への取り組みは早いですが、まだ層が薄い

米中二強と言われる現状だが、
2つの新潮流では日本が先行できるチャンスあり

高品質AIの強みを確立 × 第4世代AIで先行を狙う

- 日本の産業界が従来から持っている品質・信頼性へのこだわりを活かす
- AI品質に関する具体的な取り組みで先行
- 第4世代AIはどの国もスタートライン、日本にも先行チャンスあり
- 知能基礎研究の強みやロボットとの融合も活用

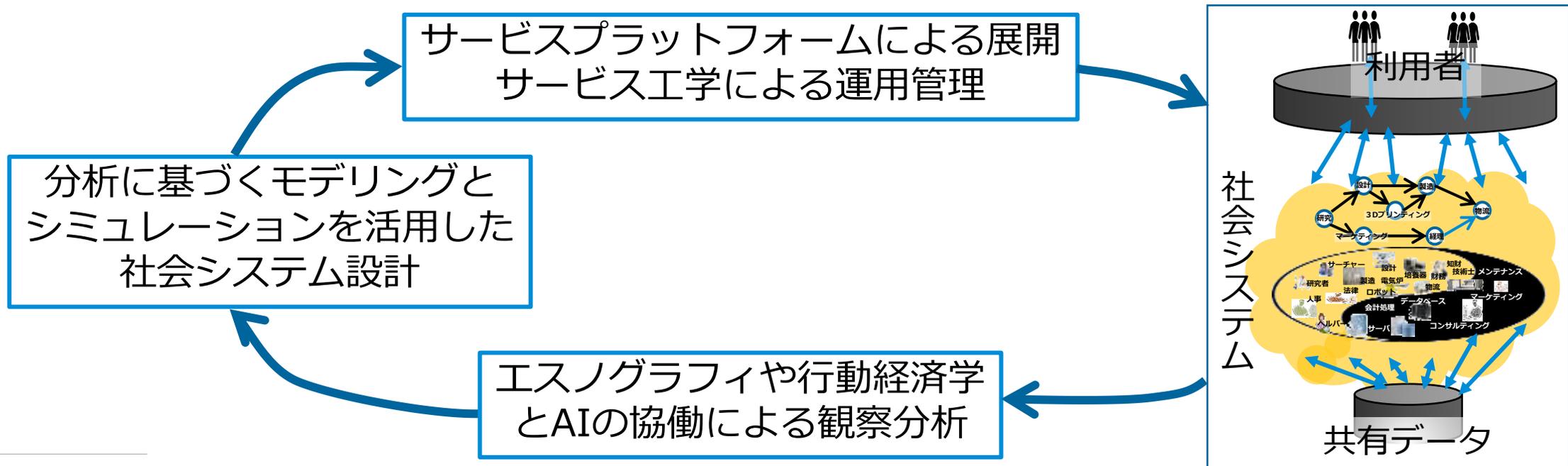
ソーシャルDX3.0 ~デジタル化による社会変革~



- 道路や鉄道、電力など物理的なインフラとともに、社会を支えるデジタル社会インフラ
- 国民生活、産業、経済などの基盤を支えるデータ収集・配信と利活用のための技術が重要
- 社会システムのデジタル化を推進し、社会のDXを推進

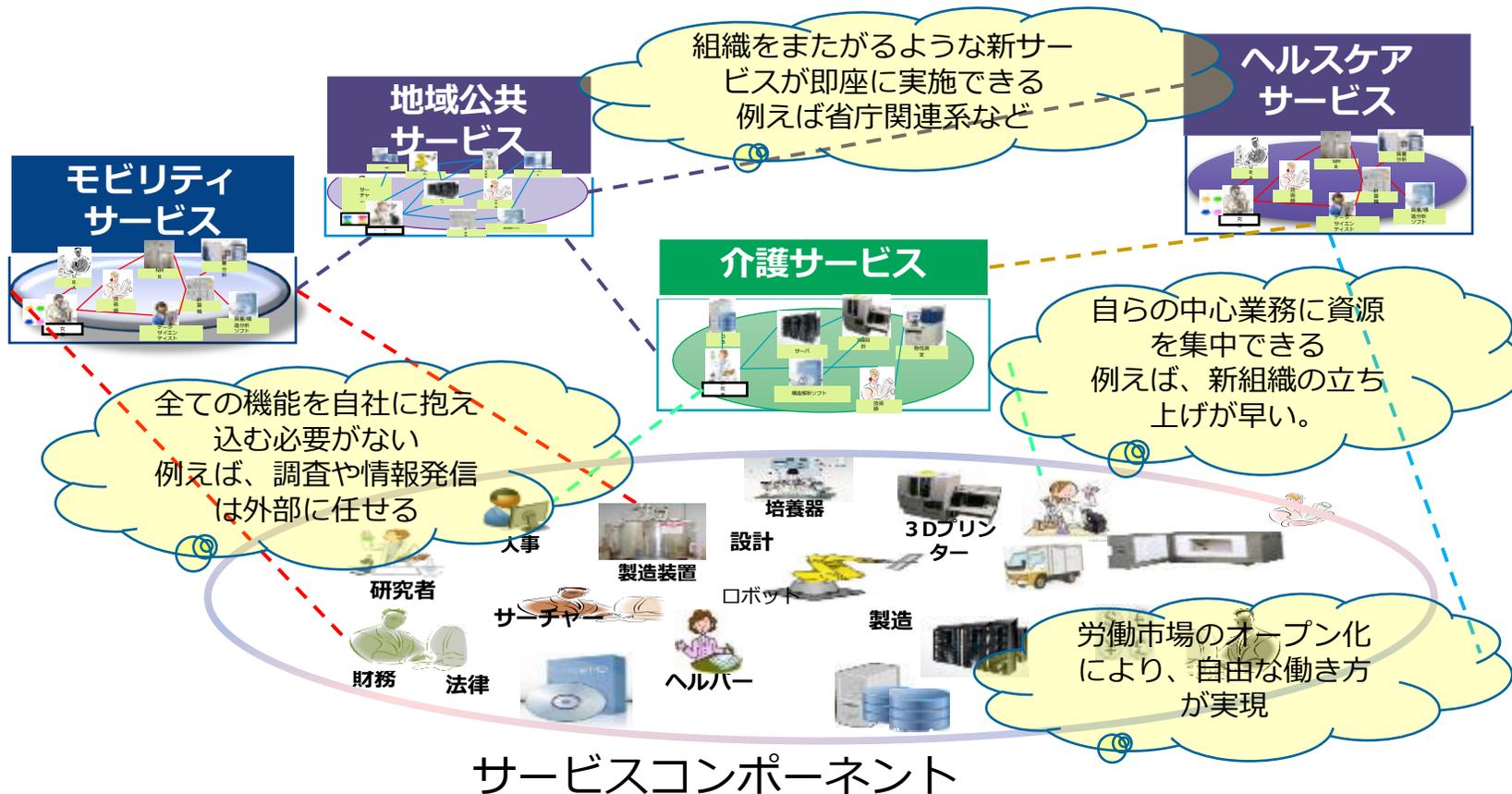
概要

- COVID-19によってデジタルへの移行が否応なく進んだ
- 社会の仕組みのデジタル化、社会システムの効率向上、利用者の便益向上、新たな社会サービスへの対応力の強化が期待されている
- 社会のDXを推進し、経済発展と社会課題の解決を両立する人間中心の社会を実現したい
- そのためには、行動分析、制度設計、実行管理、業務分析に向けた、情報科学と人文社会科学との融合領域の研究開発を行う必要がある



メリット

- 業務プロセスをデジタル化することにより、プロセスを可視化し最適に再設計、実行を監視し、無理、無駄、ムラを排除
- 必要なモノ・ことを、必要な人に、必要な時に、必要な社会サービスを合成し、社会の様々なニーズに対し、きめ細やかに対応



- 複合的な機能を持ったビジネスプロセスを必要に応じて合成 (例：モビリティPF+介護PF →地域公共PF)

- コンポーネントを呼びだしてサービスを合成
- デジタル化により、実行を監視し、効率を向上。

- 社会の中の機能をコンポーネント化
- リアル、サイバー両方の機能、人が提供する機能も含む

メタバース



学術集会もVR空間で一コロナ禍にあっても「身体と精神の制約を解き放つ」意欲的な試みで実現
https://scienceportal.jst.go.jp/reports/other/20200817_01.html



Meta Quest2

メタバース (Metaverse)

- 計算機ネットワーク上に構築された、インタラクティブで没入型の3次元仮想空間
- 2006年のSecond Lifeという仮想世界サービスに続く第二のブーム
- 仮想空間における単一性の担保という意味でブロックチェーンも関係

利用分野

- ゲーム
- イベント（コンサート、マーケット、婚活、旅行、学会）
- 治療（痛み、PTSD）

関連企業

- 日本：カバー、グリー等
- 米国：EPIC Games、VRChat Inc.、Meta (Facebook)、NVIDIA等

技術的課題

- UI：使いにくいゴーグルやコントローラーの改善、低コスト化
- 通信バンド幅の拡大、レイテンシーの低減（没入感を高める画像、アバターの操作性に直接影響）
- 仮想世界をスピーディーかつ精緻に構築可能にする技術
- 複数の仮想世界・コントローラを接続するインターフェース等の標準化

AWSのWavelengthとPrivate 5G

AWS Wavelength
5G デバイスのための超低レイテンシーアプリケーションを提供

Wavelength Zoneの使用を開始する | 日本特有のケーススタディを見る

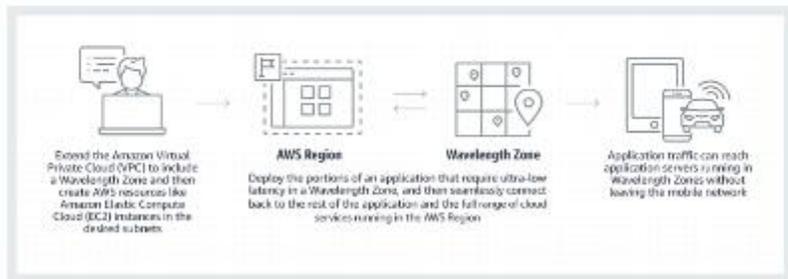
使い慣れた AWS のサービス、API、ツールを使用して、学習力面識なしに次世代のアプリケーションを構築します。

アプリケーションを一度開発して、グローバル 5G ネットワーク全体の複数の Wavelength Zone にデプロイをスケールアップします。

安価な AWS インフラストラクチャサービスを利用して、革新的な 5G IoT アプリケーションの開発を加速します。

仕組み

AWS Wavelength は、AWS コンピューティングおよびストレージサービスを 5G ネットワーク内に組み込んで、超低レイテンシーアプリケーションの開発、プロプライエタリなスケールアップのためのリアルタイムコンピューティングプラットフォームを提供します。



<https://aws.amazon.com/jp/wavelength/>

- 5Gネットワーク内にAWS環境を構築（Wavelength Zone）することで、5Gアプリケーションに超低レイテンシー環境を提供
- リアルタイム性（低レイテンシー）、高バンド幅を要求するメタバースの実現手段になる？
- IoTにおけるMECサーバの設計にも好適な仕組み？
- 日本ではKDDIと提携

AWS Private 5G
 Easily deploy, manage, and scale a private cellular network

Sign up for preview access | Contact Sales

Connect thousands of devices and machines with the low latency and high bandwidth of a private 5G network.

Get your network up and running in days with no long planning cycles, no complex integrations, and automated setup.

Secure your network with granular access controls for all connected devices, integrated with existing IT policies.

Scale your network capacity on demand or add devices with a few clicks, and pay only for the capacity and throughput you use.

How it works

AWS Private 5G is a managed service that makes it easy to deploy, operate, and scale your own private cellular network, with all required hardware and software provided by AWS.



<https://aws.amazon.com/jp/private5g/>

- プライベート5Gに必要な環境をまるごと提供
- やりたいことをWebから記入すると、サーバ、基地局、SIMが送られてくる
- 利用料だけで利用可能
- ローカル5G環境を整えるための初期コストが低い
- 2021/11/30 公表。当面、米国のみ

研究開発戦略の動向（諸外国）



基礎研究から応用開発、ビジネスの立ち上げなど**全ての面で世界をリード**。**研究開発の中心は企業**。政府からも、NSFを中心に**基礎研究に対して継続的な投資**がなされている。



欧州委員会が、中長期成長戦略Europe2020のもと、**欧州デジタルアジェンダ**を立ち上げ。**Horizon2020**や**後継のHorizon Europe**を推進。IMAGINE DIGITAL, CONNECT EUROPEという旗印の下、諸外国に対抗。



海外で経験を積んだ研究者の帰国や招集により、**国際化と研究水準向上を図る**。2017年中国国務院が「**次世代AI発展計画**」を公表。2030年までに中国のAI技術を世界最先端に引き上げ、**AI関連産業の市場規模を10兆元超（約160兆円）にする目標**。

ICT海外政策動向 米国：重要技術の確保



◆ 米国のサプライチェーンに関する大統領令 (2021.2)

➢ 重要4品目および6産業分野のサプライチェーン評価・リスク・対処の報告書作成を担当省庁に指示

重要4品目 (6/8 報告書公表)	半導体製造および先進パッケージング	電気自動車用を含む大容量電池	
	レアアースを含む希少鉱物 (critical minerals)	医薬品および医薬品有効成分	
➔ 製造・研究開発の強化、政府融資による国内生産拡大、対外資源開発投資の拡大、官民コンソーシアムの設立、国際連携の強化、等を提言			
6つの産業分野 (1年以内に報告)	国防	公衆衛生および生物学的危機管理	情報通信技術 (ICT)
	エネルギー	運輸	農産物・食料生産



◆ 国家安全保障戦略暫定指針 (2021.3)

➢ 国家・経済安全保障における科学技術の重要性を強調

- 研究開発、コンピューティング、最先端製造などの科学技術投資を倍増
- STEM教育に投資して科学技術労働力を拡大、世界の優秀な人材を引きつける政策を推進
- 高速インターネットアクセスや安全な5Gネットワークなど、21世紀のデジタルインフラを構築
- 人類の利益のために宇宙空間を探索・利用し、宇宙空間活動の安全性、安定性、セキュリティを確保
- セキュリティ、経済競争力、および価値を高めるために、新たな技術標準を策定
- 民主的な同盟国やパートナーと連携し、集成的な競争優位性を拡大
- 科学技術の基盤を強化するにあたり、サイバーセキュリティを最優先事項



◆ 国際連携の強化

クアッド(米日豪印) (2021.3)

- 半導体やレアアースのサプライチェーン見直し
- 5GやAIの標準規格策定で協力

米一日 (2021.4)

- 半導体、バイオ、AI、量子、宇宙、ICT等の研究開発協力
- 6Gに共同投資

米一韓 (2021.5)

- 半導体の相互補完投資
- AI/量子/6Gで協力
- ハイテク製造・供給網TF設置検討

G7サミット (2021.6)

- 希少鉱物、半導体等のサプライチェーンリスクに対処

ICT海外政策動向 EU : Horizon Europeの構成と予算



- 予算総額は2021年～2027年の7年間で955億ユーロ。このうち54億ユーロは復興基金からのもの
- これまで実施されていたHorizon 2020（2014年～2020年）の予算748億ユーロと比べ、3割程度増
- 三本柱と「参加拡大と欧州研究圏（ERA）強化」で構成。各プログラムの予算内訳は以下表の通り
- 全体予算の35%（約334億ユーロ）を気候変動対策に充てる
- 第二の柱の一環として、社会課題の解決を目指す5つのミッションを設定（「気候変動」「がん」「海洋」「都市」「食料・土壌」）
- Horizon Europeを補完するプログラムとして、加盟国共同での防衛研究・開発研究を目的とした「欧州防衛基金」に79.5億ユーロ、原子力研究・トレーニングを目的とした「Euratom」に19.8億ユーロ（期間はいずれも7年）が措置されている

【Horizon Europeの各柱のプログラムと予算内訳】

単位：ユーロ

第一の柱 (最先端研究支援) 「卓越した科学」	250億	第二の柱 (社会的課題の解決) 「グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力」	535億	第三の柱 (市場創出の支援) 「イノベティブ・ヨーロッパ」	136億
欧州研究会議(ERC)	160億	6つの社会的課題群 (クラスター) ・健康 (82億) ・文化、創造性、包摂的な社会 (23億) ・社会のための市民安全 (16億)	515億	欧州イノベーション会議(EIC)	101億
マリー・スクウォドフスカ・キュリー・アクション	66億	・デジタル、産業、宇宙 (153億) ・気候、エネルギー、モビリティ (151億) ・食料、バイオエコノミー、資源、農業、環境 (90億)	(153億)	欧州イノベーション・エコシステム	5億
研究インフラ	24億	共同研究センター(JRC)	20億	欧州イノベーション・技術機構(EIT)	30億
参加拡大と欧州研究圏 (ERA)強化					34億
参加拡大とエクセレンス普及	30億	欧州研究・イノベーション(R&I)システムの改革・強化		4億	
合計					955億

【出典】 Horizon Europe, the EU research and innovation programme 2021-2027 general overviewを元にCRDSで作成

ICT海外政策動向：中国の科学技術政策の特徴と基本政策



- 科学技術政策は優先度が高い。専門家の意見を取り入れ、関連分野、中央・地方のマルチレベルで包括的に立案・運営。
- 習近平政権の科学技術政策は、科学技術を第一の生産力としイノベーションを重視。
 - ①R&Dの拡張、②国内のみならず世界全体を見据えて政策推進、③ハイテク技術の産業化、④研究不正の顕在化、が特徴。
- 「中国の夢」：「一带一路」政策等を通じて、2050年までに中華民族の偉大な復興をめざす。
 - 目標達成には、強固な経済と製造業が必要。

実施状況	主な科学技術イノベーション関連政策名	内容
終了	1. 国家中長期科学技術発展計画綱要（2006～2020年）	中国の科学技術の発展に対する包括的な計画。 イノベーション能力の向上し、イノベーション型国家を目指す。 →「国家科学技術重大特定プロジェクト」
終了	2. 科学技術イノベーション第13次五カ年計画（2016～2020年）	上記1と3の政策を受けて策定された、イノベーション型国家構築の実施計画
継続	3. 国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030年）	上記1の強化。3段階のロードマップ 2020年までにイノベーション国家の仲間入り、2030年までにイノベーション国家の上位に位置づけ、2050年にイノベーション国家強国となる。
策定	4. 国民経済・社会発展第14次五カ年計画および2035年長期目標要綱	2021年3月発表。全19編65章からなる科学技術イノベーション分野を含む社会全体の中長期計画案
未発表	・国家中長期科学技術発展綱要（仮称）（2021～2035年） ・科学技術イノベーション第14次五カ年計画（仮称）（2021～2025年）	2021年に策定される科学技術に関する中長期政策

研究開発戦略の動向（日本）



産業における強み：

産業用ロボット、FAシステム、スーパーコンピュータ、生体認証など。ただし、グローバルな市場で**圧倒的な強みを持ってビジネス展開する状況にはない**。

強みを生かした上で、**社会の問題解決に向けてソリューションを提供することに活路を求めていくべき**。

政策面：

我が国が目指すべき未来社会の姿としてSociety 5.0が示される。

Society 5.0：サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会

情報技術が重要な役割を果たし、社会の根幹を形づくることが期待。

また、セキュリティーに代表されるような社会基盤を支える技術は、**国の安全性・安定性の観点から、重点的・継続的に投資を確保する必要**がある。

コアとなる技術領域を見極めて、研究開発を進めるべき。

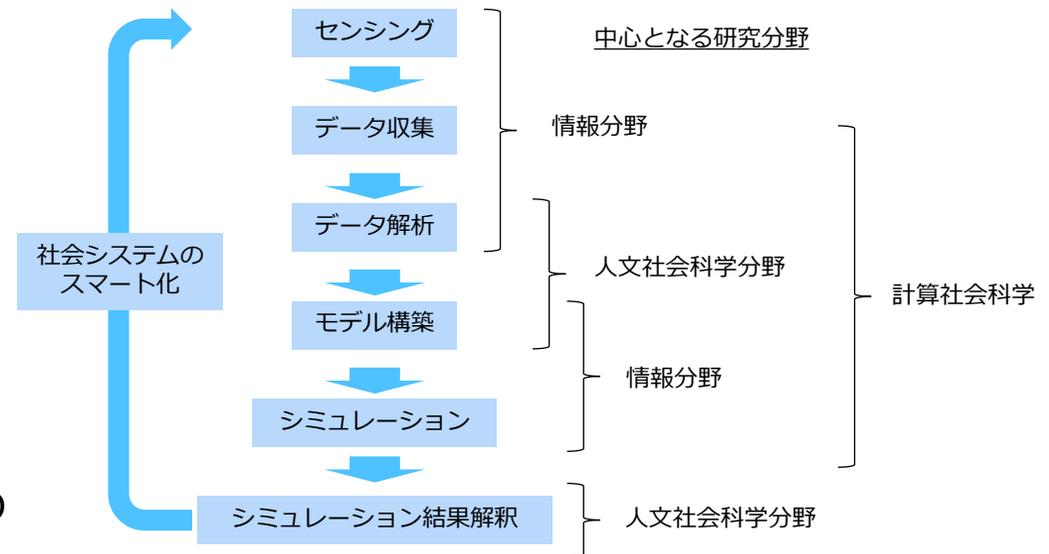
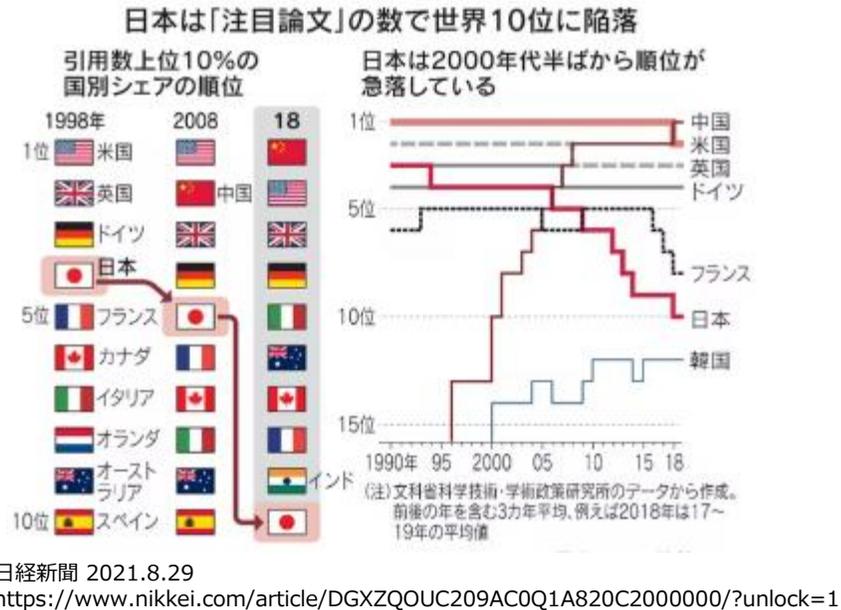
人材育成（1）

研究開発のテーマ、スタイルの変化

- 従来の研究領域を跨いだ分野横断的（融合的）なテーマが増大
 - AI+ロボット、コンピュータシステム+ネットワーク（5G/6G）
- 社会との関係を考慮、出口を意識したテーマが増大
 - AI+倫理/規範、人文社会科学系との連携（右図）
 - R&D から R&D&D (R⇔D⇔Deploy) へ
 - Waterfall モデルから Agile モデルへ
 - 技術で勝って、ビジネスで負けない

社会の変化や要請に対して柔軟に対応できる人材の育成が必要

- 大学院教育を通じて実現
- 弟子の育成から課題提案/解決型博士の育成へ
- 理系文系の枠を超えた幅広い知識を持ったT型人間の育成
- 大学、産業界双方から魅力的に見える人材交流システムの構築



例：ソーシャルDX3.0の構成技術と研究領域

人材育成（2）

- Double Major 制度の導入
 - 文理バランスの取れた人材の育成、技術至上主義からの脱却
 - 東工大で同様の試みがあり
- 院生のインターン制度、コンサルタント派遣の充実
 - 米国の院生は夏に企業のインターンをやったり、企業とコンサルタント契約をすることはかなり一般的
 - 院生は博士取得後の就職先を見定め、企業も戦力として期待し、扱う。
 - 給料も相当額出る。博士学生の生活費サポートの一つ
 - 社会との接点を早い時期から持つ（学生側から）
 - 企業の博士採用に対する意識の改善（産業界から）
- 産学連携研究の拡充
 - 院生が企業研究者のもとで博士研究を行う。場合によっては企業に赴く
 - 教授はクロスアポイントメントで企業のポストを持つ
 - 例：セキュリティ分野ではノウハウは企業に溜まっている。A.I.もビッグデータは企業が保持していて、外部に出したくない。企業で研究すれば、実データにアクセス可能。
 - 企業の博士採用に対する意識の改善

東工大リベラルアーツの登竜門—東工大
立志プロジェクト—



東工大は国内屈指の理工系大学であると同時に、これまでも絶続的に、教養教育の充実に取り組んできました。その伝統を活かしつつ、2016年4月より「リベラルアーツ研究教育院」が新たに設置され、学士課程から博士後期課程に至るまで連続する教養教育をスタートしました。その第一歩を踏み出すための授業として、「東工大立志プロジェクト」があります。

出典：立志プロジェクト

https://www.titech.ac.jp/education/stories/visionary_project_2016.html

【事例】

(蘭)フィリップス社：大学との契約で大学院生を受け入れ、研究指導を実施

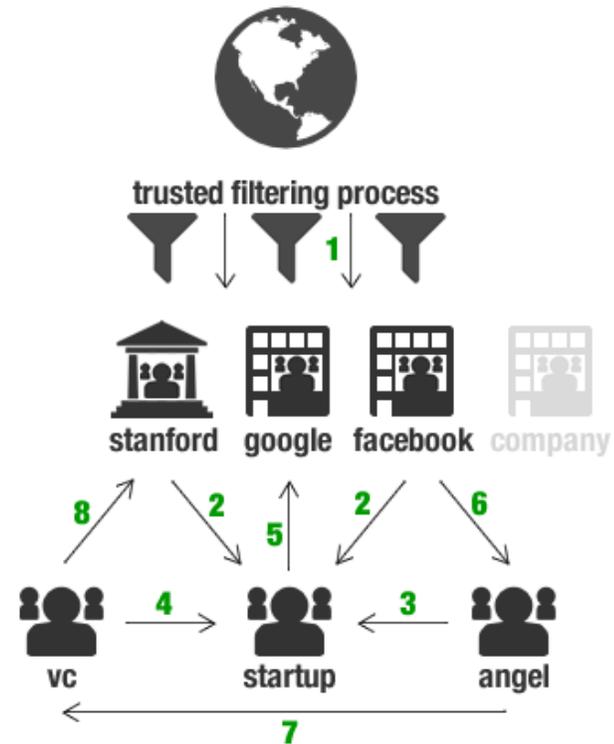
(英)CASE studentship：博士学生が大学と企業双方で研究指導を受け、博士号を取得するプログラム。最低3ヶ月は企業での研究に従事

(仏)CIFRE：企業の研究開発活動と連携して博士学生を育成・支援する施策

人材育成（3）

- 社会人を経験した博士の増加
 - 企業在籍のまま、または企業経験をした上で（退職して）、博士課程に進学する機会を増やす。
 - 学費、生活費のサポート体制が必須
 - 博士学生の経済面での高待遇化が必須
 - 特にシステム・情報分野では、企業との差が歴然で、博士に進学するより、修士で卒業する傾向
 - 博士課程在籍者は、学生ではなく、研究者身分にする
 - 各種社会保険制度の適用
 - 社会人から博士課程への進学する場合の障壁を低くする
- 学会活動の奨励
 - 博士取得の条件に学会活動を入れる
 - 発表するだけでなく、学会の運営側に回って社会経験をする
 - 人脈構築

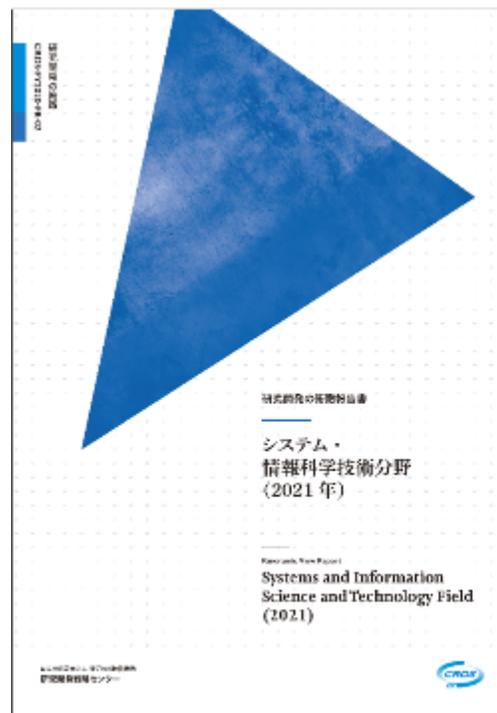
シリコンバレーの例
It's Made out of People



<http://danzambonini.com/silicon-valleys-secret-sauce-its-made-out-of-people/>

まとめ

- 俯瞰報告書
 - 選定基準：エマージング性、社会の要請・ビジョン、社会インパクト
 - 重点テーマ21：強い技術、強い産業、社会受容、社会基盤
 - 今後の検討事項
 - 境界領域の扱い/人文社会分野との連携：ネットワーク、A.I.、ロボティクス、ソーシャルDX 3.0
 - 特定領域の扱い：スパコン、半導体
- いくつかのトピックス
 - AIの勝ち筋、ソーシャルDX 3.0、メタバース
- 研究開発動向
 - 米国/欧州/中国の状況
 - 日本：強い技術を生かして、社会課題を解決するための方策の策定。産学官の連携
- 人材育成
 - 研究開発テーマ、スタイルの変化。研究力の低下
 - 人材の流動性の確保、そのための仕組み作り
- 他機関との協調、連携
 - NEDO TSC、NICT IDI
 - etc.



目次 はじめに

- 1 俯瞰対象分野の全体像
 - 1.1 俯瞰の範囲と構造
 - 1.1.1 社会の要請、ビジョン
 - 1.1.2 科学技術の潮流・変遷
 - 1.1.3 俯瞰の考え方（俯瞰図）
 - 1.2 分野の研究開発を取り巻く現状
 - 1.2.1 社会・経済の動向
 - 1.2.2 研究開発の動向
 - 1.2.3 社会との関係における問題
 - 1.2.4 主要国の科学技術・研究開発政策の動向
 - 1.2.5 研究開発投資や論文、コミュニティー等の動向
 - 1.3 今後の展望・方向性
 - 1.3.1 今後重要となる研究の展望・方向性
 - 1.3.2 日本の研究開発の現状と課題
 - 1.3.3 新型感染症対策でのICT利用
 - 1.3.4 国として推進すべき重点テーマ
 - 1.3.5 研究開発体制・システムのあり方
- 2 俯瞰区分と研究開発領域
 - 2.1 人工知能・ビッグデータ
 - 2.2 ロボティクス
 - 2.3 社会システム科学
 - 2.4 セキュリティー・トラスト
 - 2.5 コンピューティングアーキテクチャー

CRDSの本 研究開発の俯瞰報告書（2021年）

新刊

2021/10/20
発売

国内外の社会や科学技術イノベーションの動向及びそれらに関する政策動向を把握・俯瞰・分析し、今後のあるべき方向性を展望するものです。

主要な研究開発領域ごとに国内外の動向や主要国間の国際比較を記載しているほか、主要国の科学技術政策立案体制、科学技術基本政策、研究開発投資戦略等についても記載しています。



環境・エネルギー分野
(2021年)

A4 670頁 3,300円 (税込)



システム・情報科学技術分野
(2021年)

A4 522頁 3,300円 (税込)



ナノテクノロジー・
材料分野 (2021年)

A4 486頁 3,300円 (税込)



ライフサイエンス・
臨床医学分野 (2021年)

A4 692頁 3,300円 (税込)



企業の技術・研究開発戦略立案や
新規研究開発テーマ探索を
ご担当の方へおすすめの4冊です。



出版社 日経印刷(株)へは
こちらから



PDF版は無償で
ダウンロード可能です。

全国の書店からのお取り寄せやオンライン書店にてご購入いただけます

