

次世代計算基盤

- トレンドとアーキテクチャー -

2021年5月27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

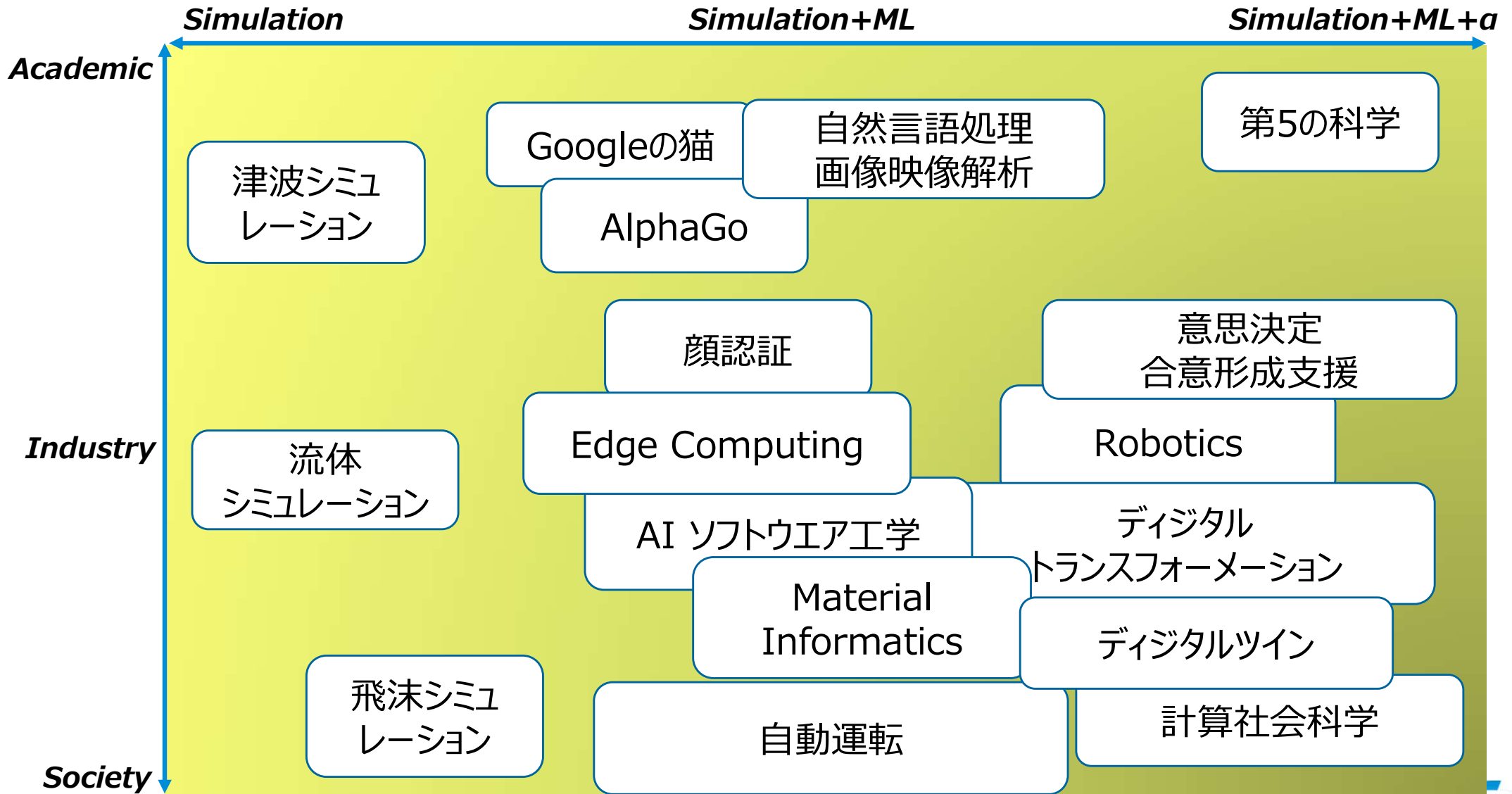


概要

- 利活用分野の拡大（作るから使うへ）
 - 科学技術に加え社会課題も対象
 - 富岳による飛沫シミュレーション
 - 新しい科学
 - 実空間データ（IoT）の活用：Society 5.0(CPS) への貢献
 - Democratization of HPC
 - HPC as a Service
 - エコシステムの構築：運用形態や予算措置. SME含め裾野の拡大
- ハイブリッドアーキテクチャー（ハイブリッドクラウド）
 - HPC+Data+クラウド
 - HPC：CPU+GPU ⇔ Simulation+ML(Deep Learning)
 - Data：データ基盤+実空間データ（IoT）
 - クラウド：Supercomputers+Clouds
 - 使いやすいユーザインターフェイス
 - データの扱い
 - 異種データ, 秘匿（企業）データ, セキュリティ, プライバシー

科学の進化とHPCの利用拡大（1）

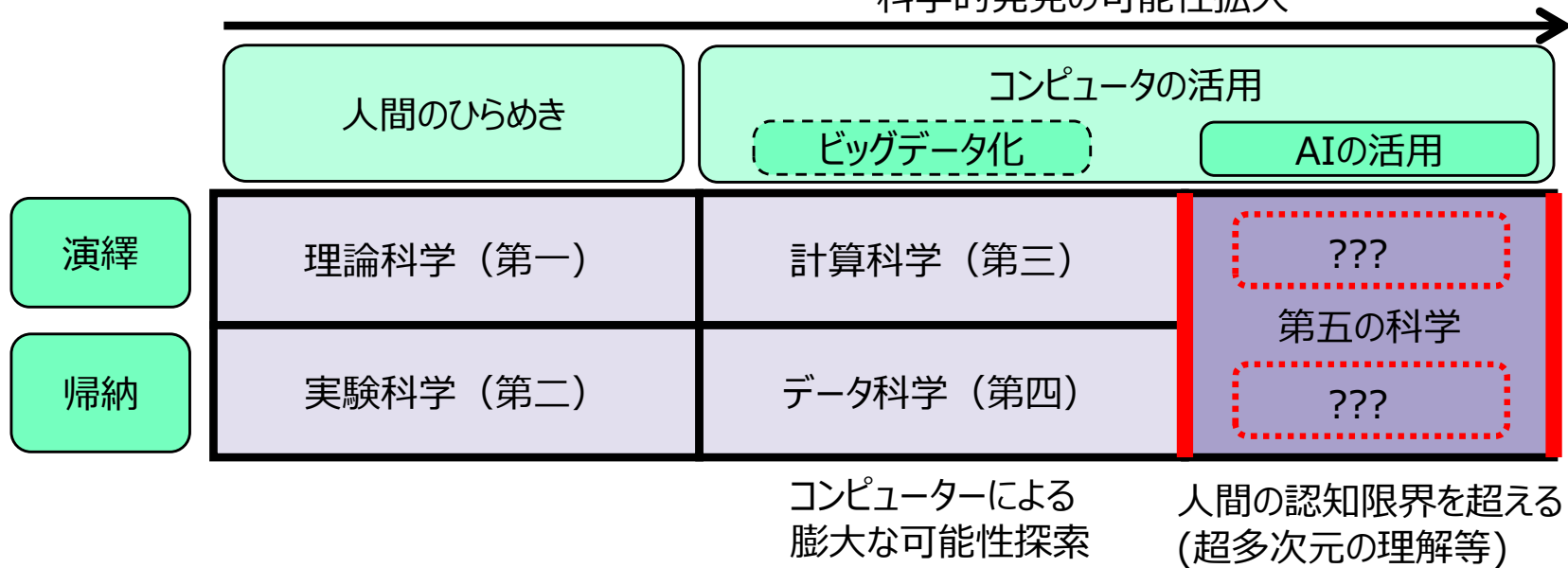
シミュレーション等、計算中心のHPC利用から、
Deep Learning等も加えた計算+データ駆動のHPC利用、社会課題解決へ



科学の進化とHPCの利用拡大（2）

Deep Learning等を活用した計算 + データ駆動のHPC利用とその先へ

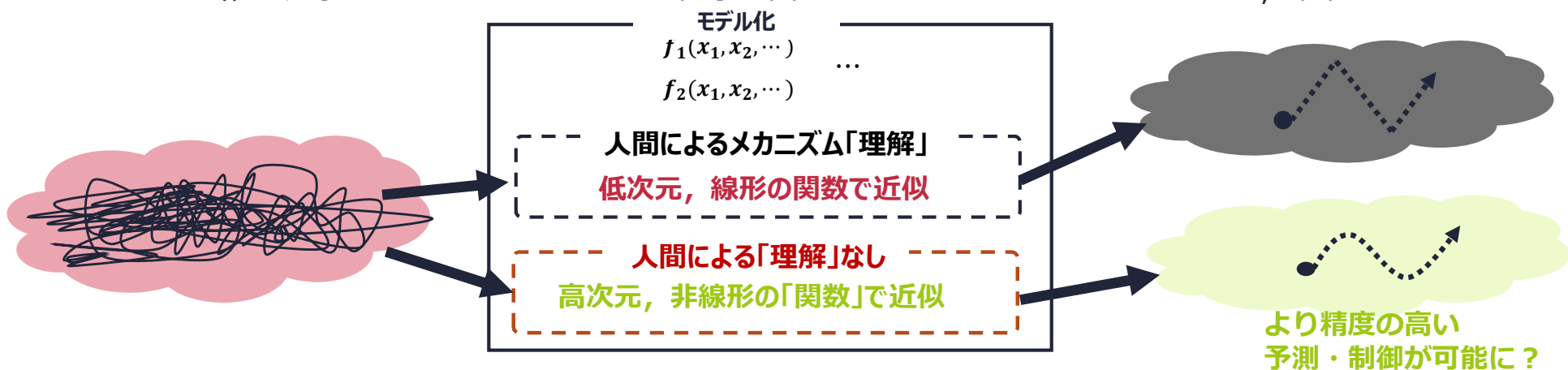
科学的発見の可能性拡大



とても複雑な現象

科学の営み

予測, 制御



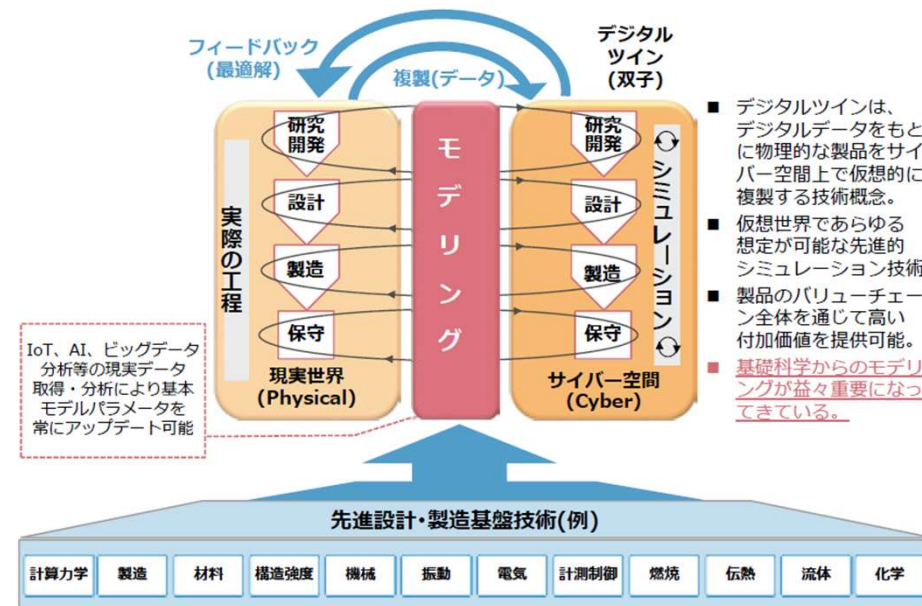
CRDSで検討しているHPC/AI応用事例



デジタルトランスフォーメーション（特にビッグデータやAIによる変革）が研究開発にどのような変容を及ぼしているかをまとめたCRDSの報告書

ライフサイエンス、創薬、バイオ生産、物質・材料、ものづくり、医療、ヘルスケア、農業、生物多様性、気象・気候、エネルギー、都市、政策立案を取り上げてどのような変革が想定されるかを記載

<https://www.jst.go.jp/crds/report/report04/CRDS-FY2020-RR-01.html>



- デジタルツインは、デジタルデータをもとに物理的な製品をサイバー空間上で仮想的に複製する技術概念。
- 仮想世界であらゆる想定が可能な先進的シミュレーション技術。
- 製品のバリューチェーン全体を通じて高い付加価値を提供可能。
- 基礎科学からのモデリングが益々重要になってきている。

図 2-5-1 デジタルツインと、分野横断の複合現象モデリングを支える多様な基盤技術

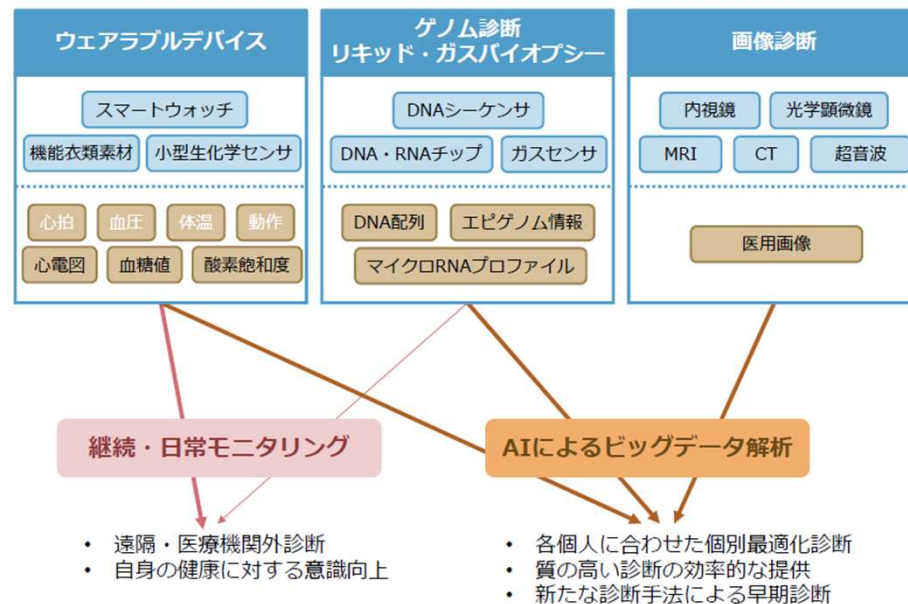


図 3-2 ヘルスケアにおける、新しい診断・モニタリング手法および AI 活用による効果

科学の進化とHPCの利用拡大（3）

社会課題解決に向けたHPC利用へ

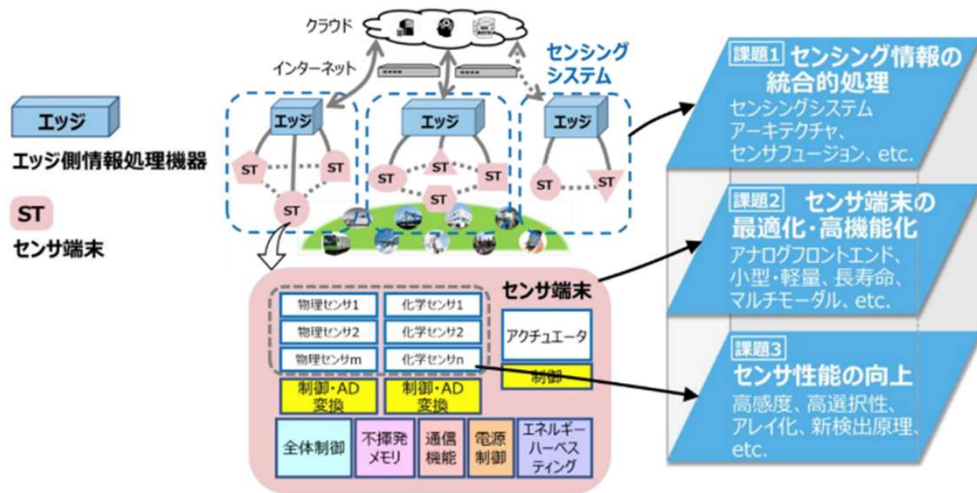
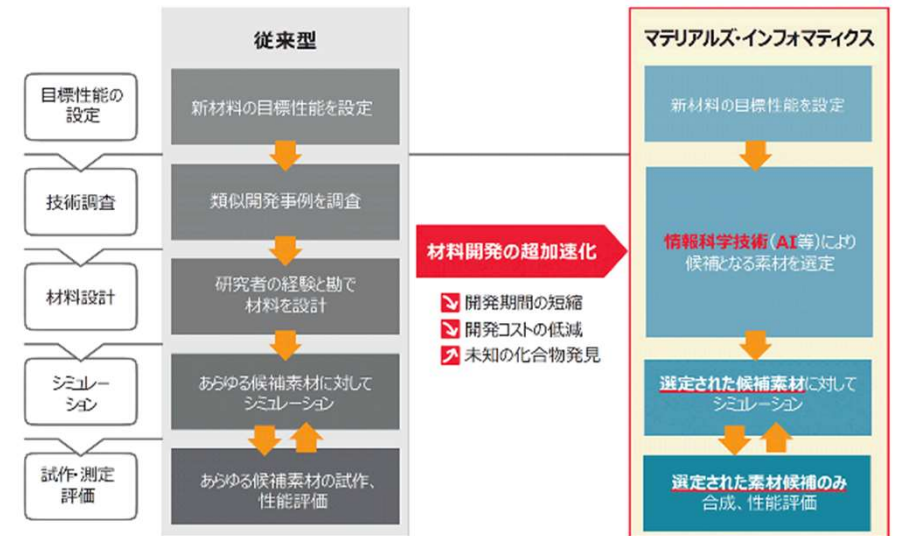


図 1-1 IoT・センシングシステム概念図とセンサ融合基盤技術の構築に必要な研究開発課題
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2019/SP/CRDS-FY2019-SP-10.pdf>



https://www.hitachi-hightech.com/hsl/products/ict/cloud/ci/or_mi.html

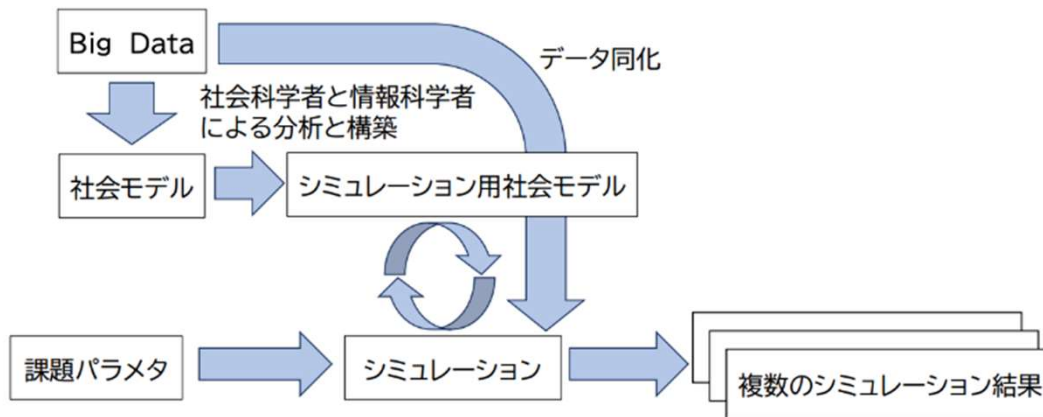


図 1 提案する社会シミュレーション

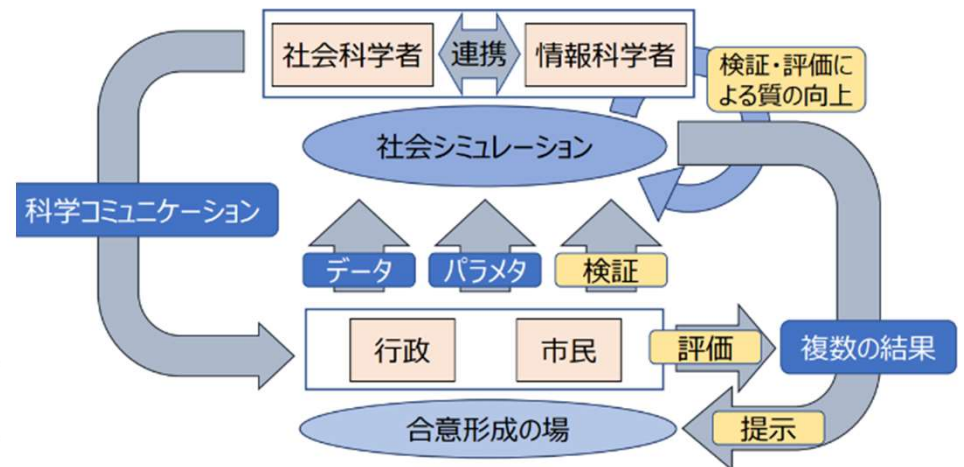


図 2 社会シミュレーション利用方法案

TOP500に見る各国のカテゴリー別HPC台数

TOP500	日本		米国		欧州		中国	
Research	18台	54.5%	35台	32.4%	29台	30.5%	10台	4.9%
Academic	11台	33.3%	13台	12%	24台	25.3%	8台	3.9%
Industry	4台	12.1%	48台	44.4%	42台	44.2%	168台	81.6%
Government			12台	11.1%			20台	9.7%

TOP100	日本		米国		欧州		中国	
Research	10台	58.8%	18台	60%	15台	48.4%	2台	100%
Academic	6台	35.3%	5台	16.7%	9台	29%		
Industry	1台	5.9%	2台	6.7%	7台	22.6%		
Government			5台	16.7%				

Research 国研等、Academic 大学等、Government 国防等？

2020年11月発表データから

産業利用の割合が特徴的。 日本は少ないが、ヨーロッパはアメリカと同じぐらいで、中国は極端に多い。

アカデミアの内訳

日本 JCAHPC、東工大、名古屋大×2、九州大、東大、京大、国立天文台、北大、東北大、筑波大

米国 テキサス大×3、レンセラー工科大、MIT×2、ミシシッピ州立大、テキサスA&M大、

カリフォルニア大学サンディエゴ校、ニューヨーク大、ハーバード大、パーデュー大、クレムゾン大

欧州（国ごと）ドイツ7台、イギリス3台、フランス3台、フィンランド2台、ポーランド2台、スウェーデン2台など。

欧州の取り組み例

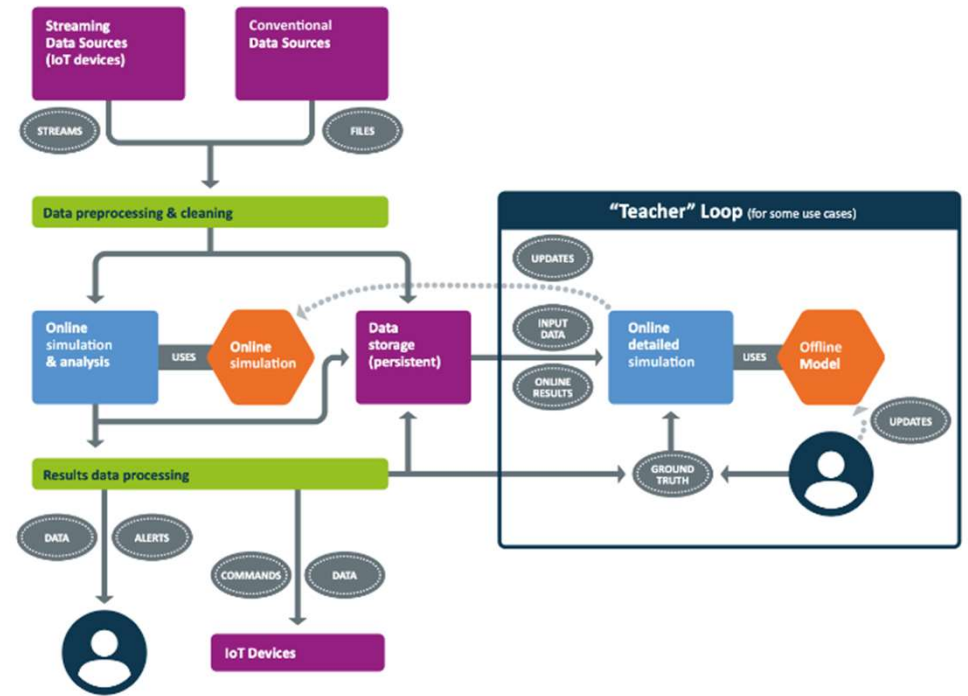
欧州のETP4HPCが提唱する Digital Continuum

- SRA (Strategic Research Agenda) はETP4HPCが発行しているHPCの技術ロードマップ。
- 2020年版では新しいコンセプトとして **Digital Continuum (デジタル連続体)** を提案し、その中にHPCを位置づけている。HPCを他のデジタル技術と組み合わせ、リアルタイムなソリューションを作り出すことを目指している。

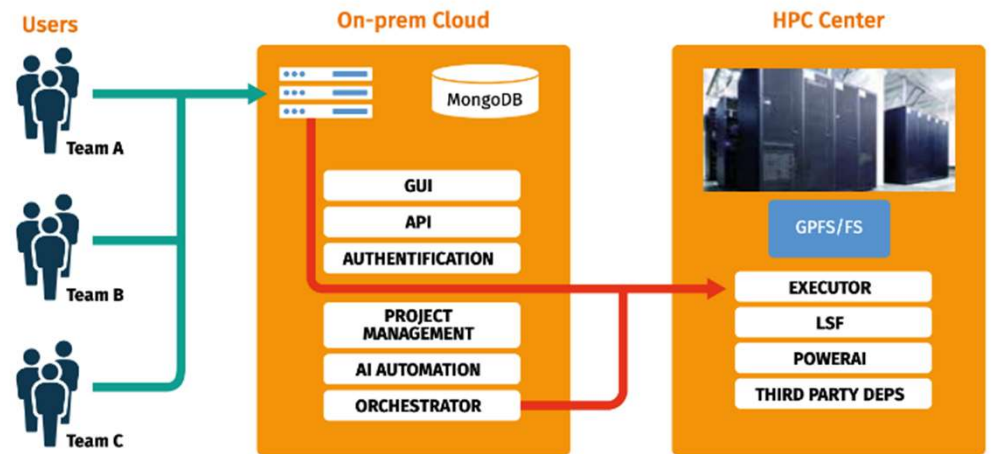


出典：ETP4HPC's SRA 4
<https://www.etp4hpc.eu/sra.html>

ETP4HPC : European Technology Platform for High Performance Computing

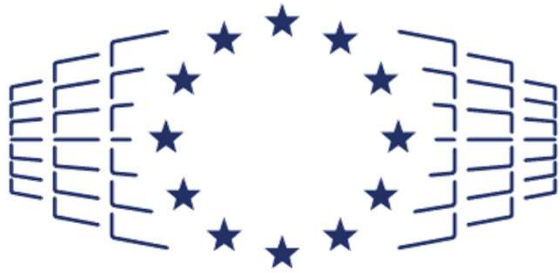


A typical mixed simulation and machine learning workflow

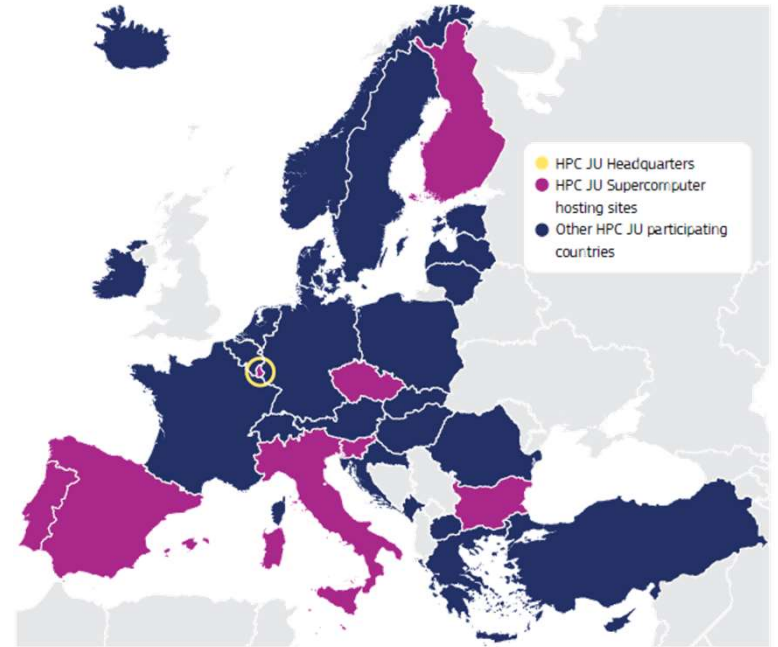


On-prem Cloud + HPC architecture solution

欧州のHPC関連組織



EuroHPC
Joint Undertaking



EuroHPC Joint Undertakingは2018年に設立された、32カ国と2つの団体（ETP4HPCとBig Data Value Association）から構成されるファンディング機関。EUの予算と各国の予算を合わせてHPC設置を進める。



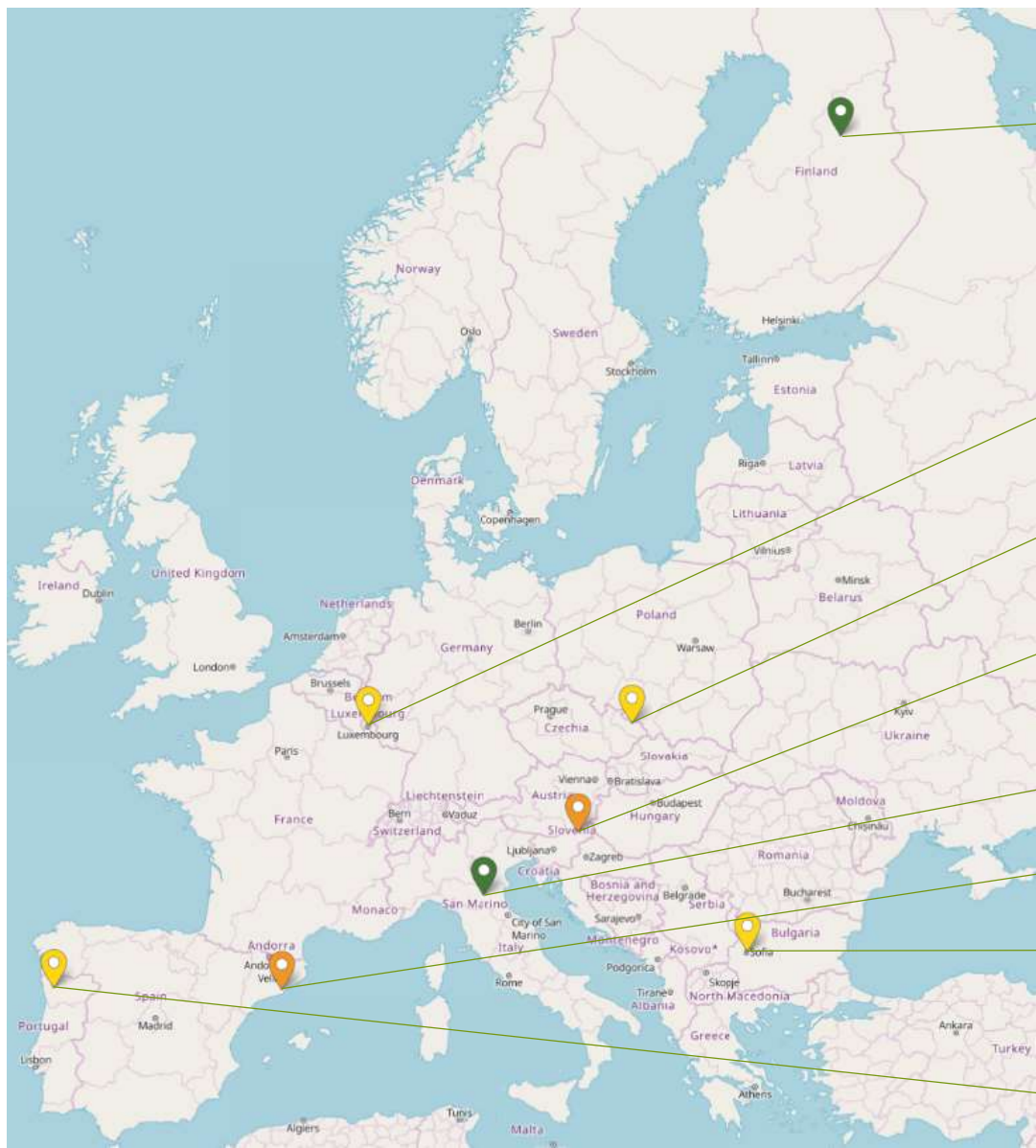
**EUROPEAN TECHNOLOGY
PLATFORM FOR HIGH
PERFORMANCE COMPUTING**

ETP4HPCはEuroHPCに参加する団体のひとつで、**産業界主導のシンクタンク**。ヨーロッパの科学界、産業界、市民に及ぼすHPCの経済的および社会的恩恵を最大化するために、HPC関連のR&Iを進展させることがミッション。



EuroHPC JUが設置するHPC（2021年4月現在）

2021年4月現在、8つのHPCを設置（稼働 1、構築中 6、調達中 1）



フィンランド LUMI
375PF/552PF
EPYC + Instinct
117PB
構築中

ルクセンブルク MELUXINA
12PF/15+PF
EPYC + Ampere
20PB+5PB
構築中

チェコ KAROLINA
9.13PF/15.2PF
HPE Apollo

スロベニア VEGA
6.9PF/10.1PF
EPYC + Ampere
1PB+23PB
稼働中

イタリア LEONARDO
249.4PF/322.6PF
x64+Ampere
>100PB
構築中

スペイン MareNostrum5
Category: Pre-exascale
調達中

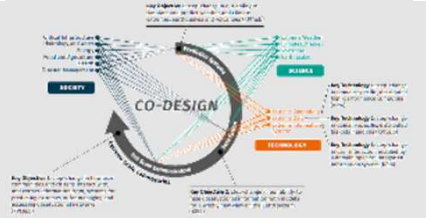
ブルガリア PetaSC
4.44PF/6PF
EPYC
2PB
構築中

ポルトガル Deucalion
7.22PF/10PF
A64FX+EPYC+Ampere
11PB
構築中



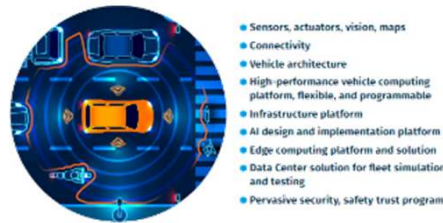
ETP4HPCのDigital Continuumユースケース

自然災害の予測



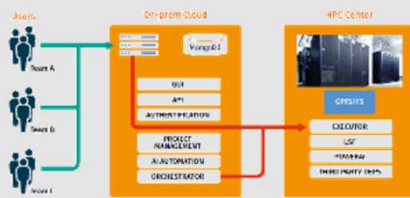
地球環境のデジタルツインを作成することで、異常気象を予測し、自然災害のダメージを抑制

自動運転サービス



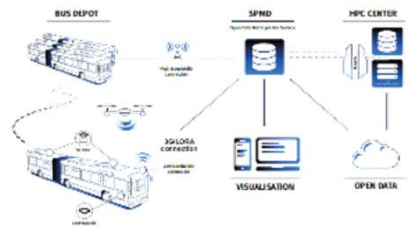
自動運転車はエッジ、フォグ、クラウドコンピューティングの連携が必要。さらに多数の自動運転車の最適制御を行うためにHPCを利用

AIオートメーション



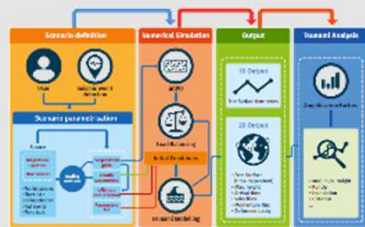
色々なユーザが作成するAI学習モデルを利用して、より精度の高い学習モデルを自動的に作成し提供

大気品質予測サービス



大気の状態をセンサーから集めてシミュレーションすることで、市民、自治体、科学者、企業にオープンデータやサービスを提供

地震、噴火、津波のリアルタイムより早い予測

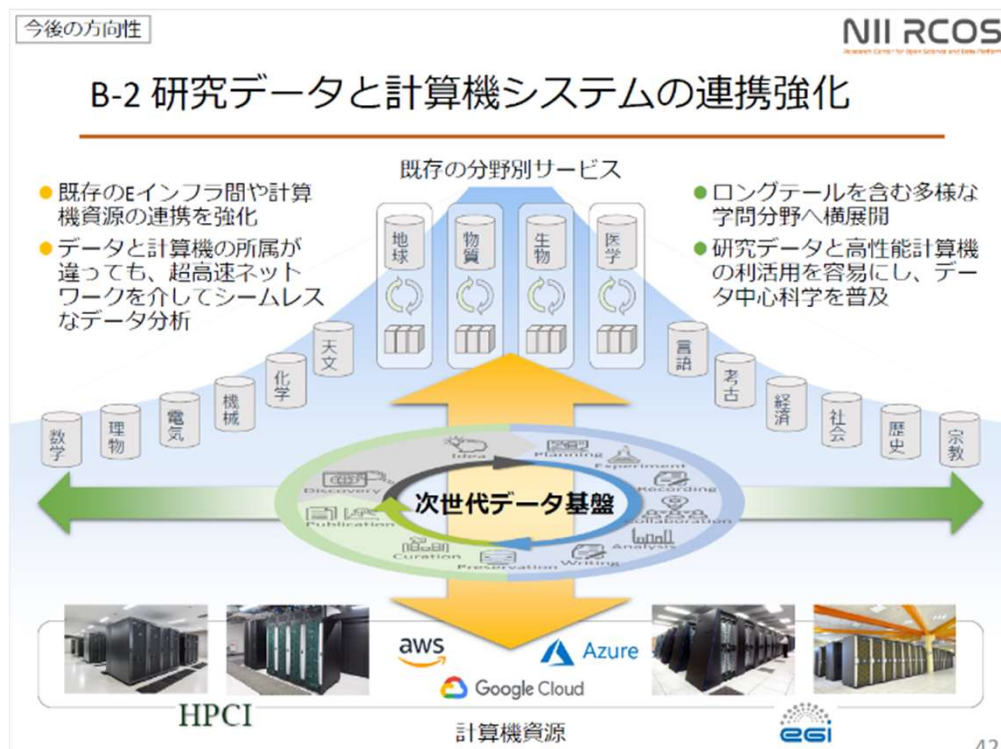
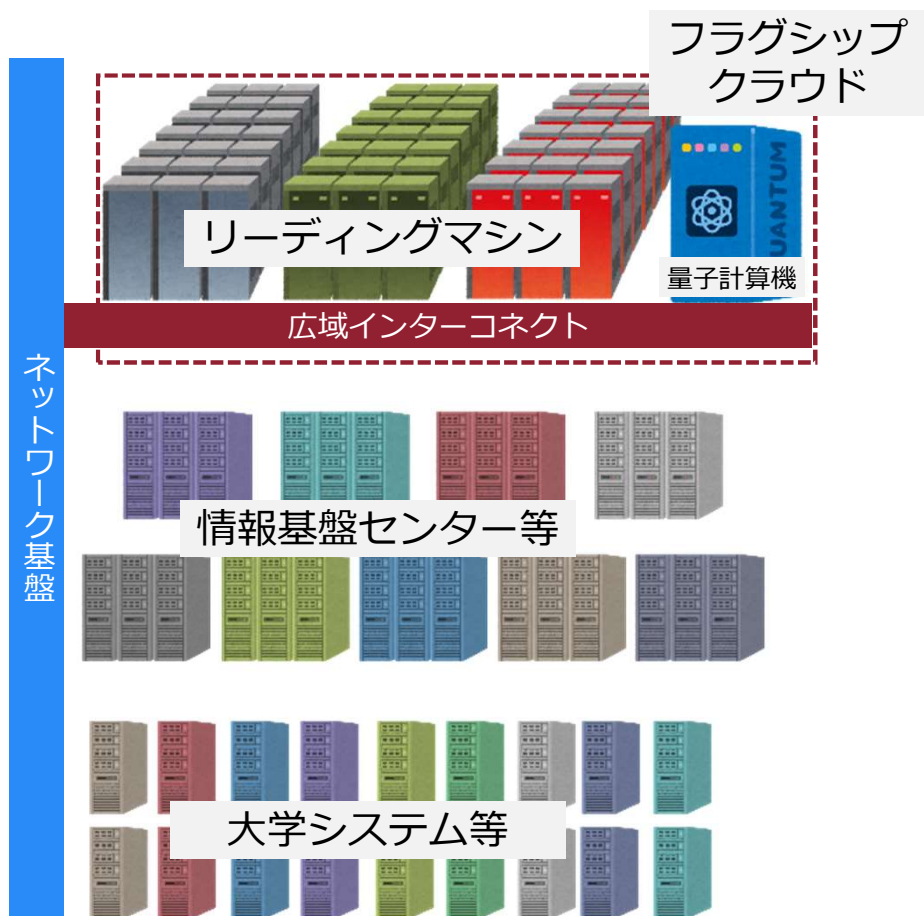


センサー情報をもとに、地震、噴火、津波の発生を予測し、警報を発出

HPCのアーキテクチャトランスフォーメーション(AX)

リーディングマシン群で構成するハイブリッドクラウドへ

データ基盤だけでなく、計算基盤も有する次世代学術研究プラットフォームを構成

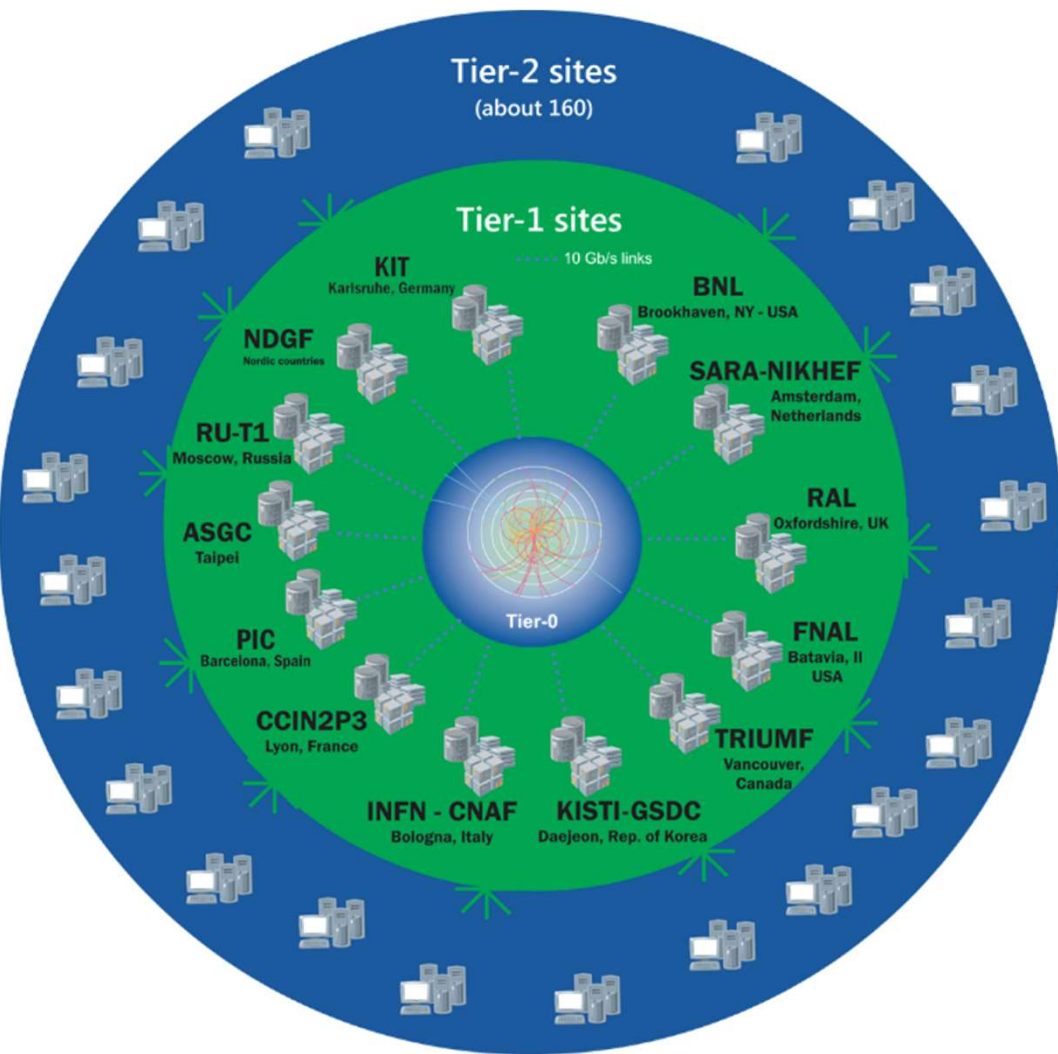


次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備作業部会（第2回）資料1より

CERNのWLCG (Worldwide LHC Computing Grid)

CERNのLHCから出力される19GB/sの生データはCERNに設置されたTier-0から10Gb/s専用光ネットワークで世界中のTier-1 (13サイト) に送られ処理されている。Tier-1は送られてきたデータを解析し、保管し、Tier-2 (155サイト) からのデータ要求に応える。

LHC: Large Hadron Collider



出典 : <https://wlcg-public.web.cern.ch/tier-centres>

アーキテクチャトランスフォーメーション (AX) に向けた技術課題

基礎・基盤から応用・運用まで
バランスの取れたシステム設計の必要性

ハードウェア関連

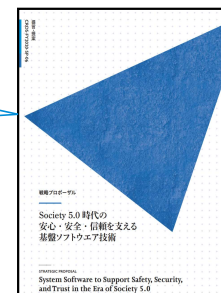
- 量子計算機、ニューロモルフィックコンピューティング、アプロキシメートコンピューティング等新たなコンピューティング理論とその実装
- 広域インターコネクト

ソフトウェア関連

- 異種混合クラウドで性能を出す計算手法
- 計算機の違いを隠蔽するシステム化技術／仮想化技術／UI等のソフトウェア
- 異種混合クラウドのセキュリティー
- 産業利用や共同研究を考慮したデータ管理

運用関連

- 次世代学術研究プラットフォームとの連携
- 継続利用に向けたエコシステムの実現（運用形態や予算措置等）



戦略プロポーザル
Society 5.0 時代の安心・安全・信頼を支える基盤ソフトウェア技術
CRDS-FY2020-SP-06

Enabling Technologies

Short term

Domain Specific Architectures

- Open Architecture
- Agile Development
- RISC V
- Approximate Computing

Network of supercomputers

- Security and Trust
- User friendly interface

Edge Computing

- Keeping real-time property
- Handling non-structured data

Secured computation

- Homomorphic Encryption
- Secure Multi-Party Calculation

Photonic Computing

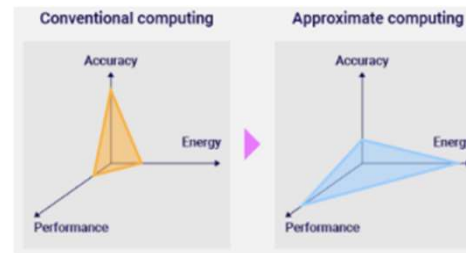
NTT IOWN

Brain Computing

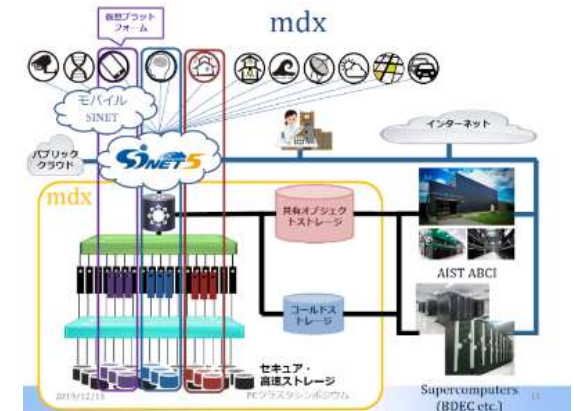
Quantum Computing

From Science to Engineering

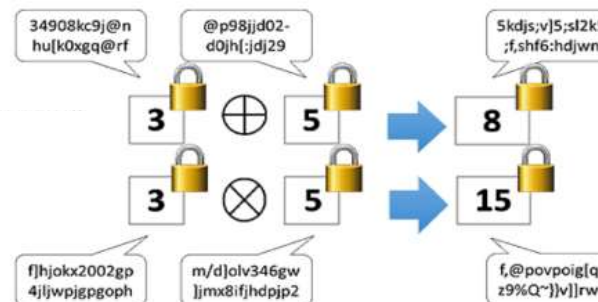
Long term



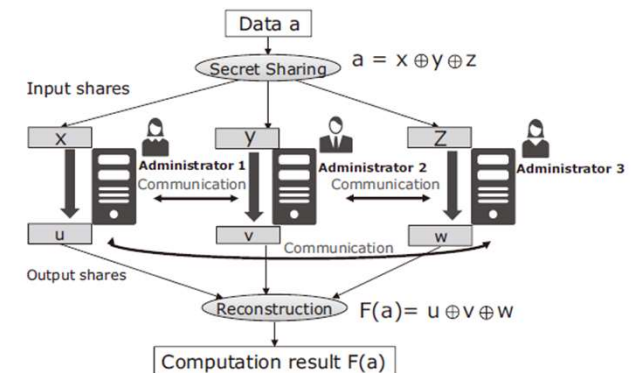
<https://co-design.t.u-tokyo.ac.jp/research/approximate-computing/>



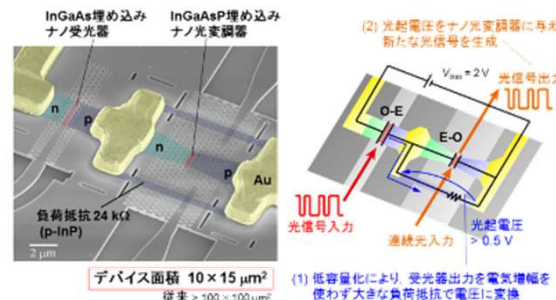
https://www.pccluster.org/ja/event/2019/12/PCCC19_13_8_taura.pdf



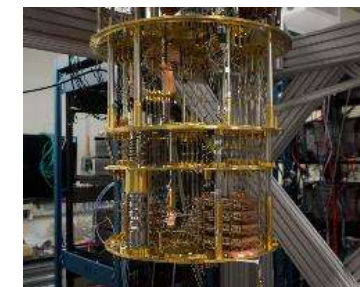
<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20170301/index.html>



<https://jpn.nec.com/techrep/journal/g16/n02/160211.html>



<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190416-2/>



<http://news.line.me/articles/oa-wired/39b83c045e45>

計算機を支える半導体技術の技術動向

ロジック用デバイス

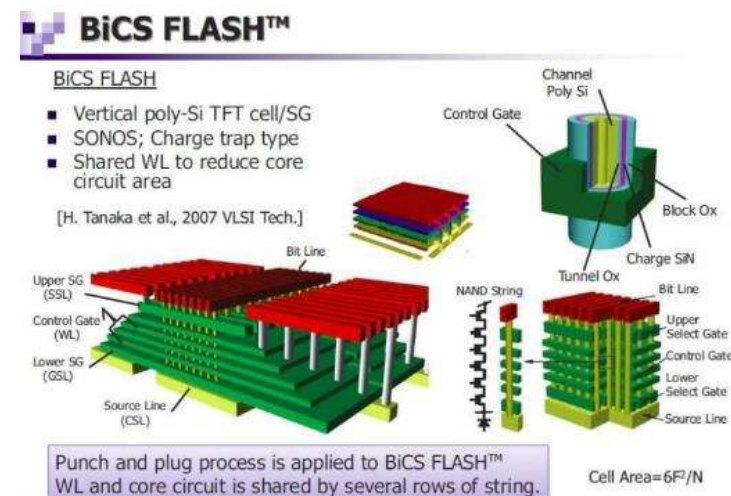
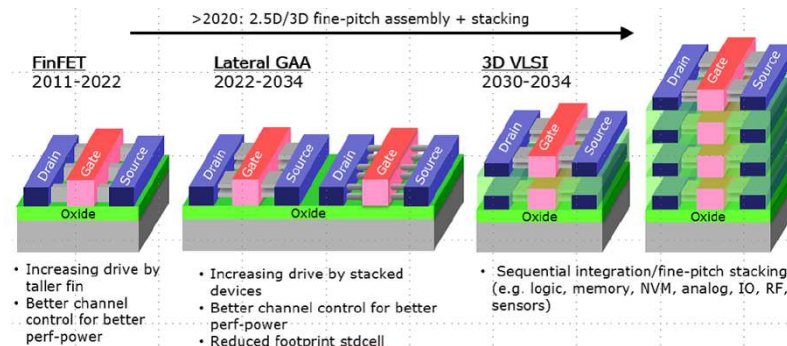
- トランジスタ素子の形状が平面型からFin型、横型ゲート・オール・アラウンド型へ進化
- 2030年代以降、Siナノシートあるいは2D物質が縦積みされた3D化世代へ突入

不揮発性メモリ

- NAND型Flashメモリ：3D積層構造形成技術が大容量化をけん引
- 非電荷保持可型メモリ：ReRAM（抵抗変化メモリ）、PCM（相変化メモリ）、スピンMRAM、FeFET（強誘電体トランジスタ）

微細化ロードマップ

- 2021年現在、TSMCが5nmプロセスを量産。3nmプロセスのリスク生産も2021年予定
- IBMが5月6日に2nmのテストチップを発表。2024年後半の実用化を見込む



TOSHIBA Leading Innovation 100 | IMW 2017 Tutorial - Y. Fukuzumi | 9/61

Logic/Foundry Process Roadmaps (for Volume Production)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Intel		14nm+	10nm (limited) 14nm++		10nm	10nm+	7nm EUV 10nm++
Samsung		28nm FDSOI	10nm	8nm	7nm EUV 6nm EUV	18nm FDSOI 5nm	4nm
TSMC		16nm+ FinFET	10nm	7nm 12nm	7nm+ EUV	5nm 6nm	5nm+
GlobalFoundries		14nm FinFET		22nm FDSOI 12nm FinFET		12nm FDSOI	12nm+ FinFET
SMIC		28nm			14nm FinFET	12nm FinFET	
UMC			14nm FinFET			22nm FinFET	

Note: What defines a process "generation" and the start of "volume" production varies from company to company, and may be influenced by marketing embellishments, so these points of transition should only be seen as very general guidelines.

Sources: Companies, conference reports, IC Insights
<https://icinsights.com/data/articles/documents/1237.pdf>



半導体ビジネスの動向（私見）

• 米国

- バイデン政権：米国雇用計画（2021年3月）総額2兆ドル（8年）。
 - 研究開発に1,800億ドル，製造分野に3,000億ドル。
- 製造業への回帰，雇用創出。

• TSMC（台湾）

- 米国アリゾナ州に新工場建設へ（総額120億ドル）。
- 地政学的リスクの回避。



2021年2月 Pat Gelsinger が Intel CEOに。
「2023年に投入する次世代CPUは大半を自社生産へ」
<https://news.mynavi.jp/article/20210114-1643085/>

• 欧州

- 世界級のエクサスケールスパコンを2023年までに完成（22.3億ユーロ）。
- 課題解決のための技術を導入，利活用に重点。

• 中国

- 半導体関連技術に5兆円を超える投資（国家集積回路産業投資基金）。
- 国家の威信をかけて「半導体強国」構築へ。

• 米中関係/コロナ禍を契機？に（車載）半導体不足，サプライチェーンが課題に。

- シリコンサイクル（需給バランス）。
- 競争から協調へ。

半導体研究開発について（私見）

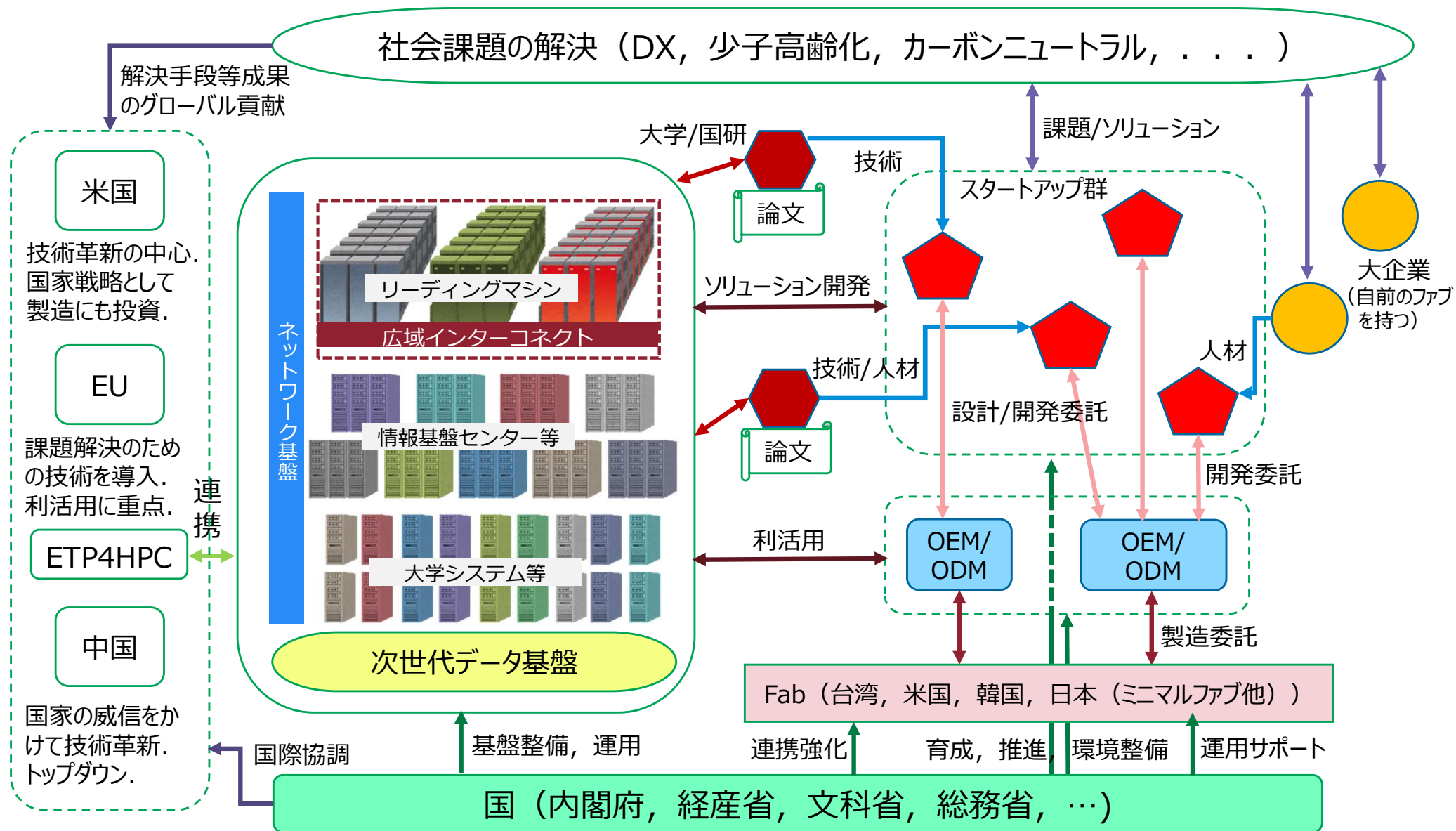
• 日本の強み

- 実社会データ（IoTデータ）とサイバーとの連携。GAFAはサイバー中心。
 - IoTデータには、非定型/リアルタイムデータなど属性の幅が大きい。
 - サイバー（アプリ、ソリューション）側からの要求仕様も多様。
- 高速/効率処理のためにはハードウェア化が必要。
 - 多品種少量生産，低消費電力化，開発期間の短縮。
- HPCのCPU + GPUはアプリソフトの流通性等を考えると，de factoシステムにするのが得策。IoTチップ（とサイバーとの連携）で日本の特長を出す。

• 実現のための方策

- 小回りの利くスタートアップ群を育成。
 - ユーザの要求を設計に反映。必ずしも半導体開発の技術，ノウハウを持たない。
 - 開発期間の短縮，アジャイル開発。オープンコミュニティ資産を活用。
（例：RISC-V）
 - チップ開発は，ODM/OEM，ミニマルファブ等の活用など，いわゆる水平分業体制を取る。「製造」の一段上の「設計」の水平分業化，マルチクライアント。
- 各々の分野で強い専門家集団を育成し，環境変化に柔軟に対応する。
 - 人材の流動性確保

半導体研究開発エコシステム（私見）



お知らせ

ワークショップ

コンピューティングアーキテクチャー分野の動向と今後の展望

- 日時：2021年5月31日（月）13:00～15:00
- 場所：オンライン開催
- 参加者（敬称略）：
 - 徳田 英幸 情報通信研究機構 理事長
 - 竹内 健 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 教授
 - 坂井 修一 東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻 教授
 - 井上 弘士 九州大学システム情報科学府 情報知能工学専攻 教授
 - 小川 宏高 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 総括研究主幹

プログラム

- (1) 挨拶・趣旨説明 徳田先生，木村上席（10分）
- (2) 最近の動向 竹内先生（15分+5分）
- (3) 研究開発動向
 - ① CREST「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術」坂井先生（15分+5分）
 - ② さきがけ「革新的コンピューティング技術の開拓」井上先生（15分+5分）
 - ③ 産総研の取り組み 小川総括研究主幹（15分+5分）
- (4) 総合討議・ラップアップ 徳田先生（30分）

お申し込みは以下へ

高島 (y2takashima@jst.go.jp)

木村 (yasunori.kimura@jst.go.jp)

戦略プロポーザル「Society 5.0時代の安心・安全・信頼を支える基盤ソフトウェア技術」

<https://www.jst.go.jp/crds/report/report01/CRDS-FY2020-SP-06.html>

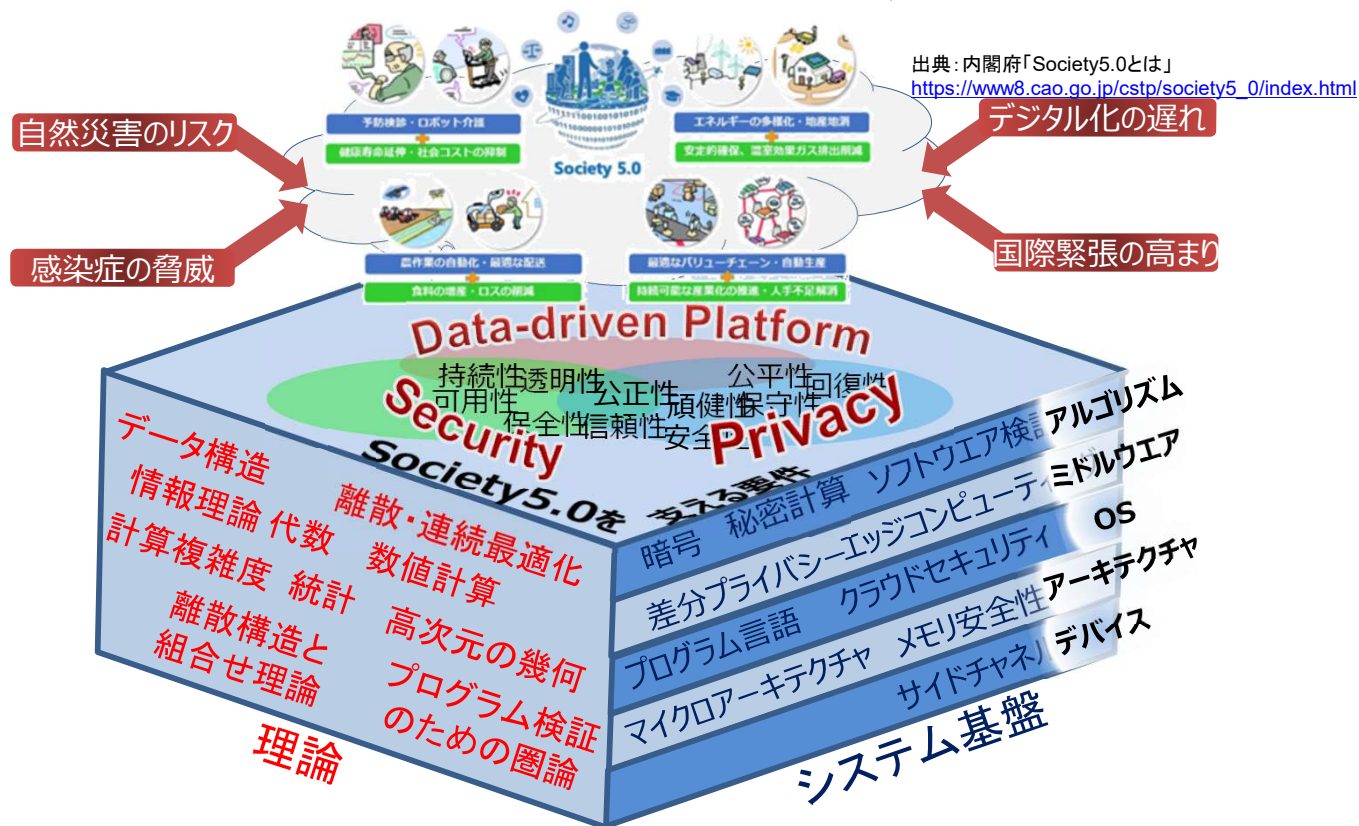
ポストコロナ時代のSociety 5.0プラットフォームに求められる、柔軟かつ堅固なシステム基盤を実現するために、理論とシステム基盤が高度に連携した研究開発を推進する。これにより、安心安全で信頼できるシステムソフトウェアの実現を目指す。

信頼できないハードウェアやOSを含む計算環境で安全なシステムを構築可能とするセキュリティ技術の創出

オープンな環境でもプライバシーを確保するデータ収集・解析技術の創出

データの自由な流通と個人情報の安全性確保を両立するデータ駆動プラットフォーム研究

直面する難局への対応と持続的かつ強靱な社会・経済構造の構築



「理論×システム基盤」で安全安心なシステムソフトウェアの実現

米国HPC動向

政策文書等

国家戦略コンピューティングイニシアチブ・改訂版（2019年11月、NSTC）

- ▶ 従来の戦略（新領域開拓、コンピューティングインフラとエコシステム、パートナーシップ）に加え、新興のヘテロなシステムへの関与、データやアーキテクチャを含むインフラへの投資、およびHPCコミュニティ向けのサイバーセキュリティ勧告を追加

未来の先進コンピューティング・エコシステムの開拓：戦略計画（2020年11月、NSTC）

- ▶ 国家戦略コンピューティングイニシアチブに基づき、以下の戦略目標を提示
 - ・ 産・官・学・NPOにまたがる戦略的リソースとして、先進コンピューティング・エコシステムを活用する
 - ・ 革新的で、信頼され、検証され、使用可能で、持続可能なソフトウェアおよびデータのエコシステムを確立する
 - ・ 先進コンピューティングとそのアプリケーションの未来を推進するべく、基礎・応用・橋渡し研究開発を支援する
 - ・ 先進コンピューティング・エコシステムを構築・維持するために必要な、多様で有能で柔軟な労働力を拡大する

連邦機関の施策、研究開発等

- DOEとNIH傘下の国立がん研究所（NCI）との協力により、がん細胞に対する計算予測モデルとシミュレーションの開発が進み、ビッグデータによるがん研究の能力が加速。同成果は国際学会（SC19）で最優秀論文賞を受賞（2019.11）
- DOEのHPCサミット（Summit）は、NASAや産業界と共同で量子超越性の実証に貢献（2019.10）
- DOEは、HPCを科学研究に活用するための新たなツールと技術の開発のため、2つの学際チームに合計総額5,750万ドル/5年を提供。2チームはアルゴンヌ国立研究所とローレンスバークレー国立研究所がそれぞれ主導（2020.8）
- NSFはHPCフロンテラ（Frontera）の導入・運用に6,000万ドルを資金提供（2018.8）。現在フェーズ2のコンピューティング・ファシリティの研究開発を推進
- NSFはコンピューティング分野の拠点型プログラムで新たに3件採択（2020.3）
 - ▶ グローバル感染症の計算疫学（バージニア大学）現実世界のアプリ領域に関わる複雑なプロセスの理解（MIT）、コヒーレントイジングマシン（スタンフォード大学）
- COVID-19 HPCコンソーシアム立ち上げ。IBM、DOEが中心となり、世界中のCOVID-19研究者にHPCリソースへのアクセスを提供（2020.3）
 - ▶ 科学技術政策局（OSTP）とNITRDは本取り組みをベースとして、緊急時に計算リソース（コンピューティング、ソフトウェア、データ、専門知識等）を迅速に動員するための「国家戦略コンピューティングリザーブ（NSCR）」の設置に向けたパブコメ募集を実施（2020.12-2021.1）
- COVID-19への取り組みとしてDOE国立バーチャル・バイオテクノロジー研究所（NVBL）を設立。国立研究所が有する診断、コンピューティング、光源、中性子源等のリソースや専門知識へのアクセスを提供（2020.4）

バイデン政権「米国雇用計画 (American Jobs Plan)」

※2021年3月31日発表

- ◆ 経済成長のための**広範なインフラ整備に8年間で2兆ドル超を投資** (財源は増税で賄う)
- ◆ 製造インフラ関係では、**重要技術の研究開発や製造能力確保に焦点**

運輸 : 6,710億ドル	運輸インフラの修繕・近代化 [6,210]			レジリエンス [500]
生活 : 3,110億ドル	水道 [1,110]	高速道路・トランスポート [1,000]	電力 [1,000]	
建物 : 3,780億ドル	住宅・商用ビル [2,130]	学校・保育施設等 [1,370]	連邦施設等 [280]	
福祉 : 4,000億ドル	高齢者・障害者の在宅および地域ベースのケア [4,000]			
製造 : 5,800億ドル	研究開発 [1,800]	製造業支援 [3,000]	労働力開発 [1,000]	

研究開発(1,800億ドル)関係の主要事項

- 国立科学財団 (NSF) に500億ドル
 - 「技術局」を新設し、半導体、**コンピュータ**、通信、先進I初ター、バイオ等の先端技術に資金提供
- 地域イノベーションに300億ドル
- 研究インフラの更新に400億ドル
- 気候・クリーンエネルギーR&Dに350億ドル
 - 気候高等研究計画局 (ARPA-C) の新設含む
- マイノリティ向け高等教育機関に250億ドル

※連邦政府研究開発費について、対GDP比を現状の0.7%から**2%に引き上げる意向**を示す (3/25 公式会見)

製造業支援(3,000億ドル)関係の主要事項

- 重要品目の国内製造能力のエンリグと支援に500億ドル
- 半導体製造能力強化に500億ドル
- 医療分野の製造・R&D強化等に300億ドル
- クリーンエネルギー技術の政府調達に460億ドル
- 地域イノベーションハブ等に200億ドル
- 国立標準技術研究所 (NIST) に140億ドル
 - 製造業拡大パートナーシップ(MEP)の規模を4倍(6億ドル)に
- 製造業向け融資プログラムに520億ドル
- 起業支援プログラムに310億ドル

デジタル・ヨーロッパ (Digital Europe)

- 欧州のデジタルトランスフォーメーション (DX)を加速するための新規プログラム
- 予算額は2021年～2027年の7年間で75億8,800万ユーロ
- **スーパーコンピューター、AI、サイバーセキュリティ等の機能強化に必要なインフラを構築**
- Horizon Europeや他プログラムと補完的に機能し、欧州のDXを促進

単位：億ユーロ

分野	金額	概要
高性能 コンピューティング	22.3	<ul style="list-style-type: none">➤ 世界級のエクサスケールスーパーコンピューターを2023年までに完成➤ アクセシビリティ向上、健康・環境・安全等の公共分野におけるスーパーコンピューティングの利用拡大
人工知能 (AI)	20.6	<ul style="list-style-type: none">➤ 企業や行政機関によるAI利用への投資➤ 「欧州データ空間」の構築、大規模なデータセットへの安全なアクセスと保存、および信頼できてエネルギー効率の高いクラウドインフラ促進➤ EU加盟国の健康・交通分野等における既存AI実験施設の強化・支援
サイバーセキュリティ・ 信用	16.5	<ul style="list-style-type: none">➤ 量子通信インフラを通じた光通信・サイバーセキュリティ分野の能力強化➤ ネットワーク・情報システムの均一な高レベルのセキュリティ実現のため、加盟国と民間部門の先端スキル・能力強化
先端デジタルスキル	5.8	<ul style="list-style-type: none">➤ データ、AI、サイバーセキュリティ、量子、HPC等の主要分野における将来の専門家のための特別なプログラム・訓練の設計と提供
経済・社会全体でデジタルの幅広い利用確保	10.7	<ul style="list-style-type: none">➤ ヘルス、グリーン分野などにおける高インパクトの社会実装支援➤ 「デジタルイノベーションハブ」のネットワークを構築・強化し、あらゆる地域にハブを置き企業がデジタルの機会から利益を得られるようにする

中国：第14次五カ年計画*(2021-25)における科学技術イノベーション関係の主要事項

*全人代(2021年3月)において承認

2025年までの 数値目標

- デジタル経済の核心産業の対GDP増に占める割合を**10%以上**に
- **社会全体の研究開発経費を年7%以上増加**、対GDP比を第13次5カ年計画時の実績を超える
- 人口1万人当たりの「高価値特許」を**12件以上**とする

科学技術イノベーションによる発展の堅持、現代的産業体系の発展を加速（第2編）

1. 国家科学技術戦略の強化

- ・ 研究開発の場の整備
 - ✓ 量子情報、光工学、マイクロエレクトロニクス、ネットワーク通信、AI、バイオ医学、現代エネルギーシステム等のイノベーションに焦点をあてた国家実験室の設立、国家実験室再編による戦略的科学技术力増強
- ・ 最先端の科学技術研究を強化
 - ✓ 戦略的重要分野の指定：AI、量子情報、集積回路、臨床医学・VR/AR、脳科学・脳型知能、遺伝子・バイオプリンター、宇宙・地球深部・深海・極地観測
 - ✓ 「科学技術イノベーション2030 - 主要プロジェクト」の策定・実施
- ・ 基礎研究の強化を促進
 - ✓ 「基礎研究10年行動計画」の策定・実施、基礎研究センター整備
 - ✓ 中央政府の基礎研究投資(2021年)を10.6%増、第14次期間中基礎研究経費率を8%以上に
- ・ 科学技術イノベーション基盤の改善
 - ✓ 国際科学技術イノベーションセンター、国立科学センター等の整備

2. 企業の技術イノベーションの強化

- ・ 税制上の優遇措置等により研究開発投資の増額を奨励
- ・ 産業界において共通となる基礎技術の研究開発を支援

3. イノベーション・高度人材育成

- ・ 高度人材の育成
 - ✓ 国際競争力のある若い科学技術人材の育成
 - ✓ 基礎科学分野での人材育成
 - ✓ 海外人材を引き付ける研究・生活環境の提供
- ・ 人材制度改革
 - ✓ イノベーション能力、品質、有効性、貢献を重視へ
 - ✓ インセンティブメカニズムの改善

4. 科学技術イノベーションシステムとメカニズムの改善

- ・ 科学技術管理システムの改革
- ・ 知的財産権保護、知的財産権に関する法規則の改善

産業と経済の基盤強化（第3編）

1. 産業システム強化

- ・ 産業サプライチェーンの近代化
- ・ 製造業の最適化とアップグレード

2. 戦略的新興産業

- ・ 次世代情報技術、バイオテクノロジー、新エネルギー、新素材、ハイエンド機器、新エネルギー車、グリーン環境保護、宇宙航空、海洋機器等の革新
- ・ 未来の分野：脳型知能、量子情報、遺伝子技術、次世代ネットワーク、深海・航空・宇宙開発、水素エネルギーとエネルギー貯蔵等の分野での産業育成

「デジタル中国」の建国（第5編）

1. デジタル技術の革新的アプリケーションの強化

- ・ ハイエンドチップ、AIアルゴリズム等の主要技術の研究開発
- ・ ハード、クラウド、ソフトの統合研究開発
- ・ 量子等の先端技術開発、情報・ライフ・材料等との融合強化
- ・ オープンソースの知的財産・法整備の改善

2. デジタル工業化の促進

- ・ AI、ビッグデータ、ブロックチェーン、クラウド、セキュリティ等、新興デジタル産業の育成
- ・ 通信機器、電子部品、ソフトウェアの産業レベルの向上
- ・ 5Gアプリケーションシナリオと産業エコロジーの構築

3. 産業のデジタル化促進

- ・ 主要産業・地域に産業インターネットプラットフォームとDX推進センターを設立

国防・軍隊の近代化（第16編）

1. 国防と軍隊の近代化

- ・ 兵器や装備の近代化の加速のため、国防科学技術における独自の革新

2. 軍民の共同開発継続

- ・ 海洋、航空宇宙、サイバースペース、生物学、新エネルギー、AI、量子技術等の領域で軍民の科学技術協力
- ・ 科学研究施設の共有、科学研究成果と主要産業の発展の双方向の変革と応用
- ・ インフラの共同建設・共有強化