



文部科学省

次世代計算基盤の検討に関する 政府内の動向等について

令和3年5月

文部科学省研究振興局

参事官(情報担当)付計算科学技術推進室

1. 「富岳」、HPCIの現状

スーパーコンピュータ「富岳」及び 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の運営

事業目的

- 「富岳」を中核とし、多様な利用者のニーズに応える革新的な計算環境 (HPCI: 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ) を構築し、その利用を推進することで、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。

【統合イノベーション戦略2020】

・2021年度の共用開始を目標とするスーパーコンピュータ「富岳」の試行的利用 (2020年度から実施) を活用して、新型コロナウイルス感染症治療薬候補の同定など同ウイルス感染症対策に資する研究を先行して実施するとともに、大学や国研等のスパコンで構成されるH P C I (革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ) の計算資源活用の臨時公募により、新型コロナウイルス感染症対策に資する研究課題を実施する。

事業概要

1. 「富岳」の運営等 15,329百万円 (12,555百万円)

- 「富岳」の**早期の共用開始**を行うとともに、「富岳」を用いた**成果創出の取組を推進**する。(新型コロナウイルス対策に資する課題について優先的な採択・支援を想定)

※ 令和2年4月より共用開始前の試行的利用として新型コロナウイルス対策課題を実施。

【期待される成果例】

★健康長寿社会の実現

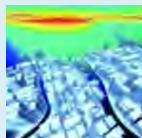
★高速・高精度な創薬シミュレーションの実現による新薬開発加速化



★医療ビッグデータ解析と生体シミュレーションによる病気の早期発見と予防医療の支援実現

★防災・環境問題

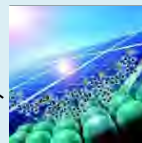
★気象ビッグデータ解析により、竜巻や豪雨を的確に予測



★地震の揺れ・津波の進入・市民の避難経路をメートル単位でシミュレーション

★エネルギー問題

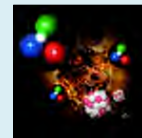
★太陽電池や燃料電池の低コスト・高性能化や人工光合成メタンハイドレートからメタン回収を実現



★電気自動車のモーターや発電機のための永久磁石を省レアメタル化で実現

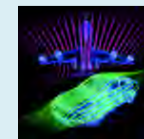
★基礎科学の発展

★宇宙でいつどのように物質が創られたのかなど、科学の根源的な問いへの挑戦



★産業競争力の強化

★次世代産業を支える新デバイスや材料の創成の加速化



★飛行機や自動車の実機試験を一部代替し、開発期間・コストを大幅に削減

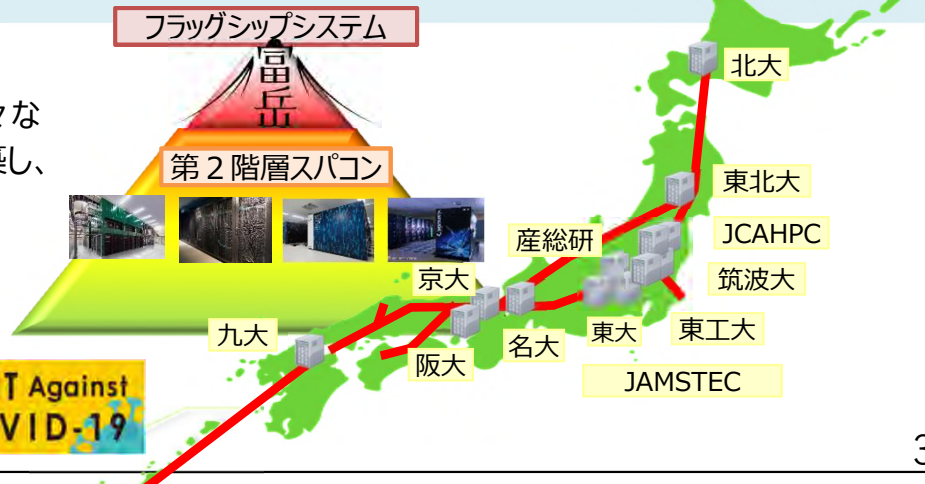
2. HPCIの運営 1,886百万円 (1,999百万円)

- 国内の大学等のスパコンを高速ネットワークでつなぎ、利用者が一つのアカウントにより様々なスパコンやストレージを利用できるようにするなど、多様なユーザーニーズに応える環境を構築し、全国のユーザーの利用に供する。

≪HPCIを利用した論文等≫

- 累計 8,530件
- バイオ、物質・材料、防災・減災、ものづくり、宇宙・素粒子、数理科学など広範な分野に及ぶ。

- **構成機関の協力のもと、新型コロナウイルス対策に係る課題の緊急公募を令和2年4月より実施。**(10課題以上採択)



スーパーコンピュータ「富岳」

- 「京」の後継機としてH26年度から開発。
- **世界最高水準のスーパーコンピュータ**を国として戦略的に開発・整備し、**科学技術振興、産業競争力強化、安全・安心の国づくり等**に貢献。
幅広いアプリケーション・ソフトウェアを高い実効性能で利用できる計算機システムと、**重点課題に対応したアプリケーションの開発を協調的に行い（Co-design）、世界を先導する成果の早期の創出**を目指す。

【開発目標】

■ 最大で「京」の**100倍のアプリケーション実効性能**

■ 消費電力：**30～40MW**（「京」は**12.7MW**）

【国費総額】

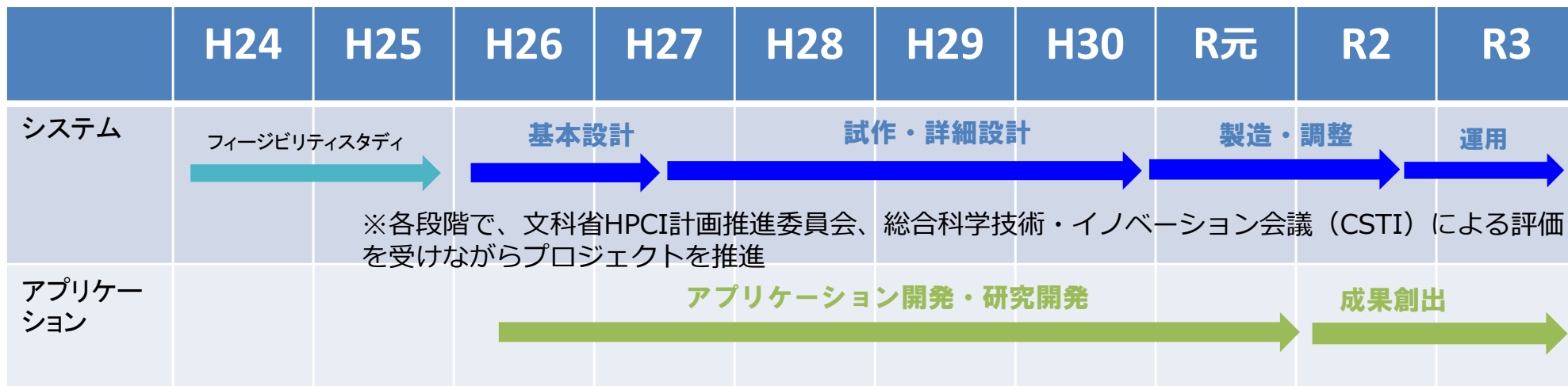
約**1,100億円**



スパコンランキング（TOP500,HPCG,HPL-AI,Graph500）で**世界1位**を獲得（2020.6,2020.11 4部門での1位獲得は**史上初**）



「富岳」の開発経緯



- H30年11月** 総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）における中間評価
「製造・設置を遅延なく推進していくことが適当」→ **製造段階へ**
- R元年12月** 富士通工場（石川県かほく市）から理化学研究所計算科学研究センター（神戸市）に
ラックの出荷開始

⇒4月～コロナ対策のための緊急的利用
- R2年5月** 全432ラックの搬入終了

⇒6月 スパコンランキング4部門で1位
- R2年7月** 「富岳」利活用の基本方針策定、試行的利用の公募開始
- R2年8月** R3年度利用課題公募開始

⇒11月 スパコンランキング4部門で2期連続1位

⇒当初予定を前倒して、**令和3年3月9日共用開始**

「富岳」で期待される成果

「富岳」開発の考え方

コデザインで進められた「富岳」の開発

「計算の科学」

Armエコシステム・オープンソース等による高性能・省電力・汎用化を推進。

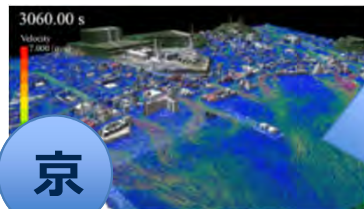


「計算による科学」

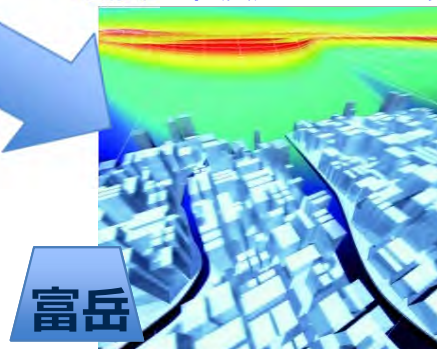
「富岳」を用いて重点的に取り組むべき、社会的・科学的課題（9重点課題）に向けたアプリケーション開発を実施。

想定される成果

都市の一部（10キロ平米）で津波災害の予測



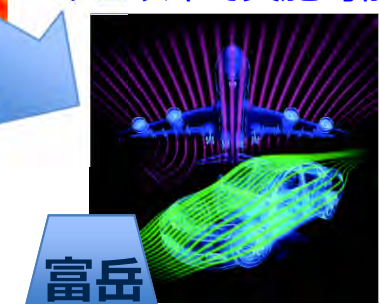
都市全体（数10キロ平米）で地震と津波が複合する災害予測



空力・車体の振動・音響を解析し、「騒音の少ない車両設計」を実現



「京」で数十日かかる解析を半日以下で実施可能に

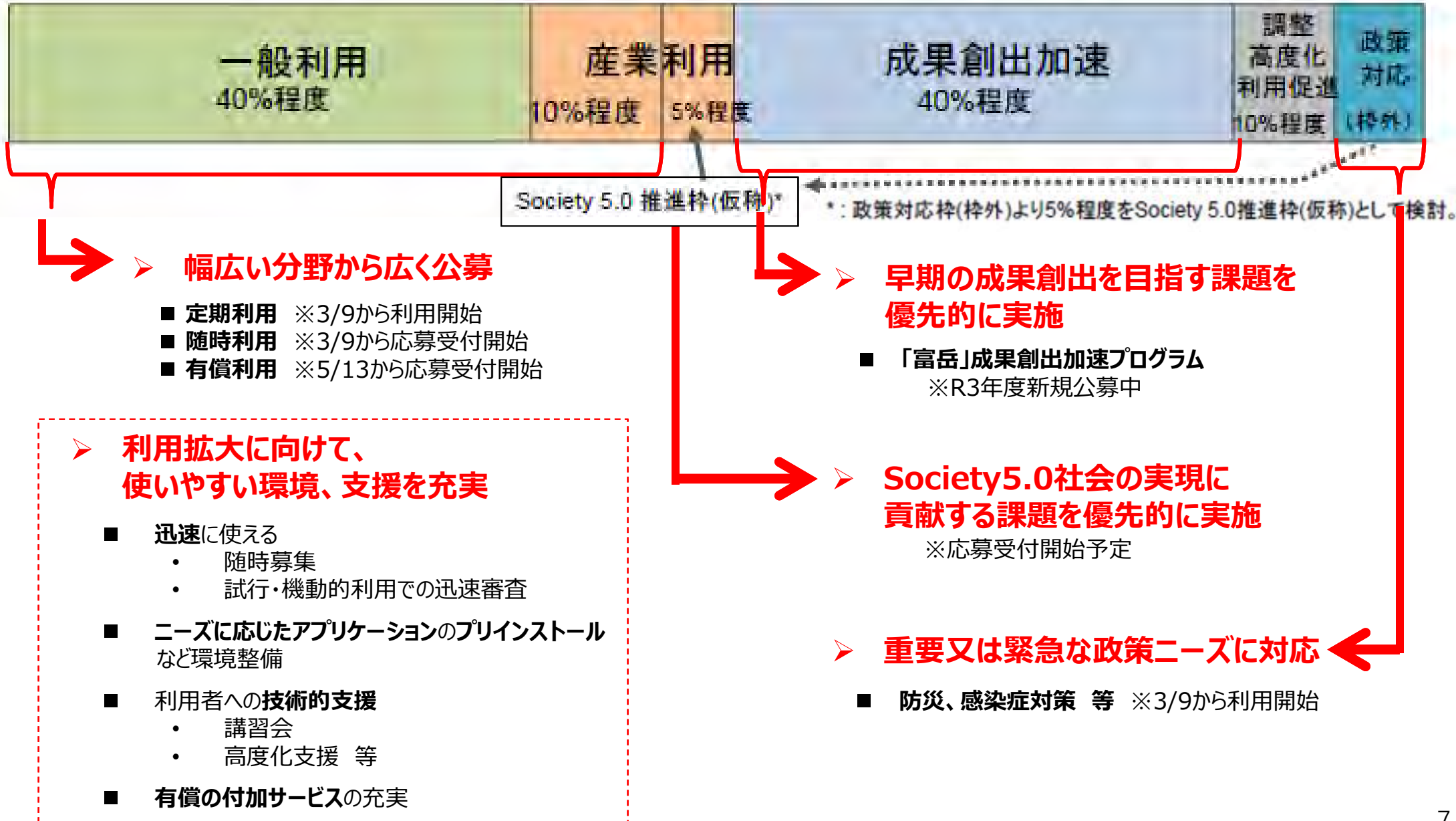


⇒R2年11月時点

9つのターゲットアプリケーションのほぼ全てにおいて目標性能倍率を達成

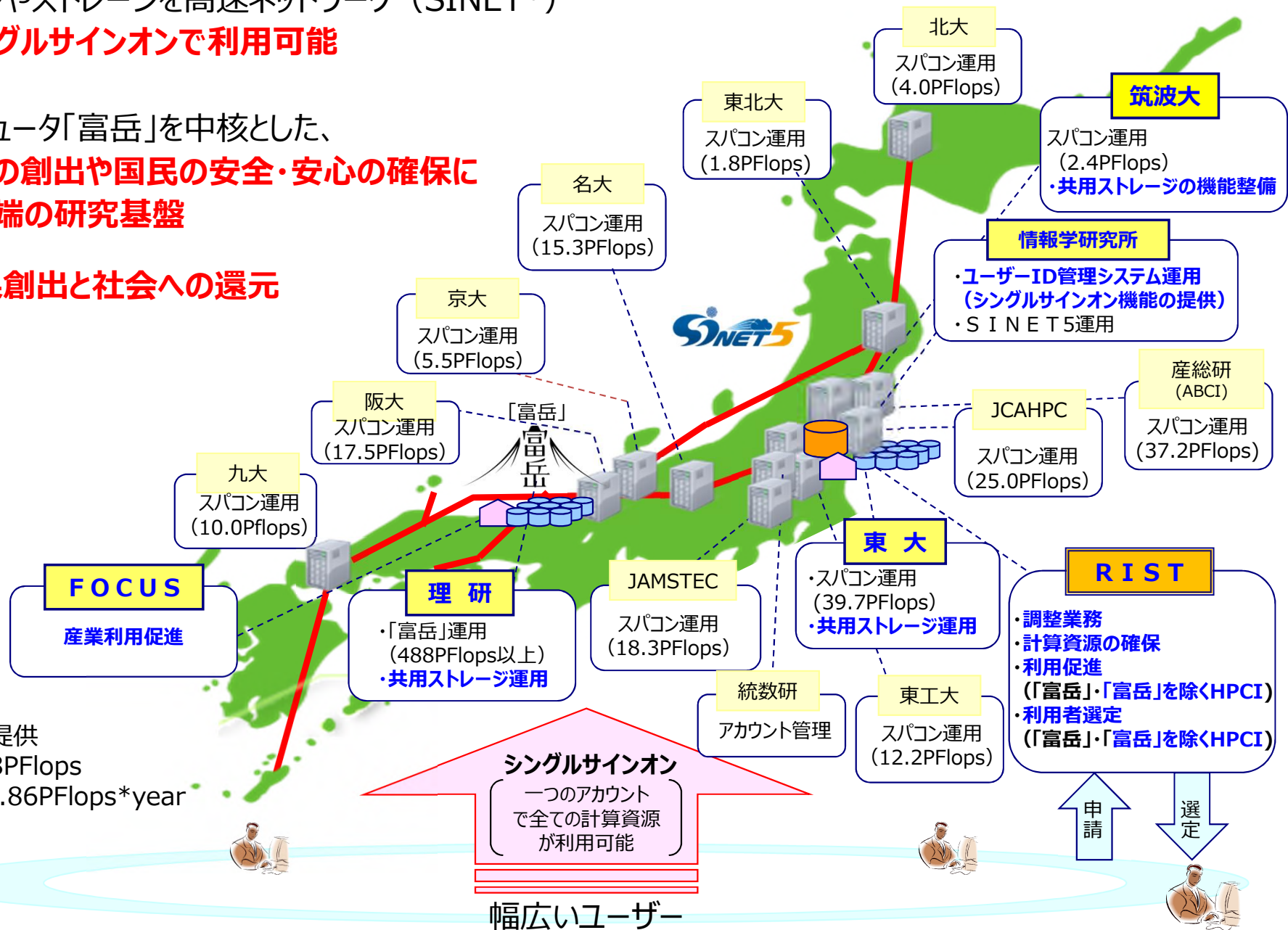
「富岳」本格共用段階の利用

□ 「富岳」の計算資源配分の考え方 (R.2.7.17通知 「スーパーコンピュータ「富岳」利活用促進の基本方針」より)



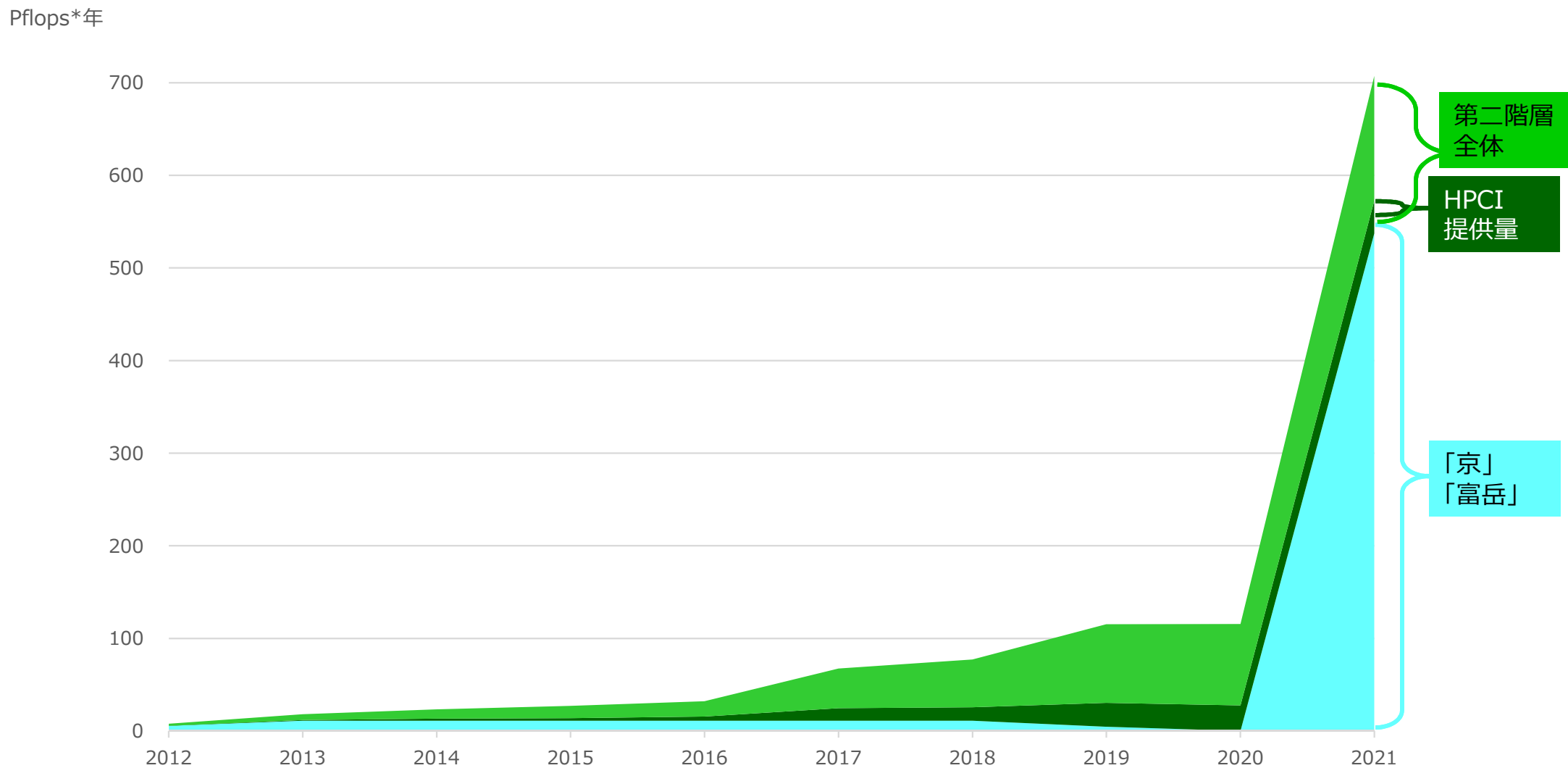
HPCI (革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)

- 国内のスパコンやストレージを高速ネットワーク (SINET*) でつなぎ、**シングルサインオンで利用可能**
- スーパーコンピュータ「富岳」を中核とした、**イノベーションの創出や国民の安全・安心の確保につながる最先端の研究基盤**
- 画期的な成果創出と社会への還元**



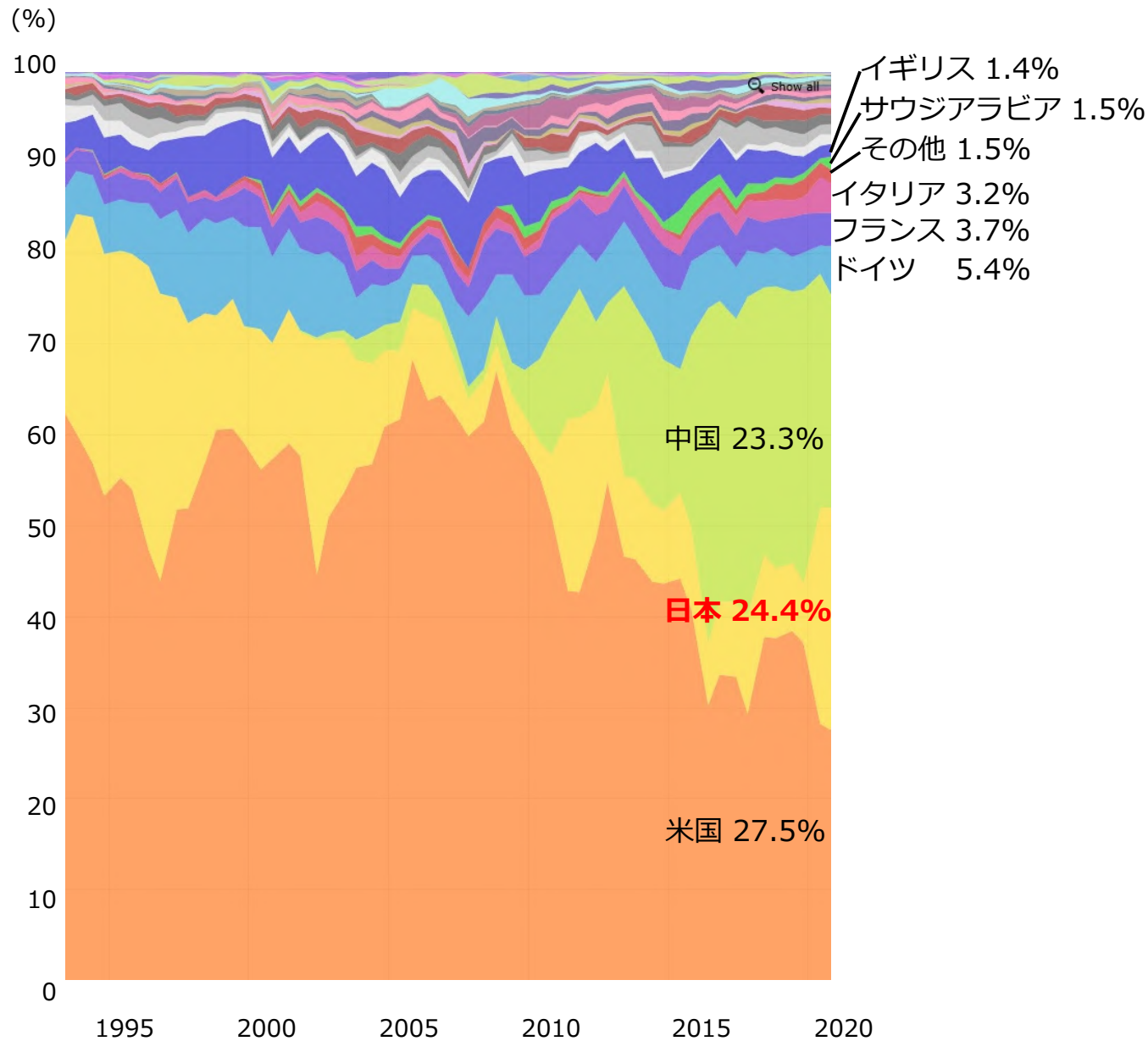
- 12機関から計算資源提供
- 総システム性能：188PFlops
- HPCI提供資源量：34.86PFlops*year

HPCI提供資源量の推移



TOP500国別シェアの推移 -計算資源量シェア：2020/11月-

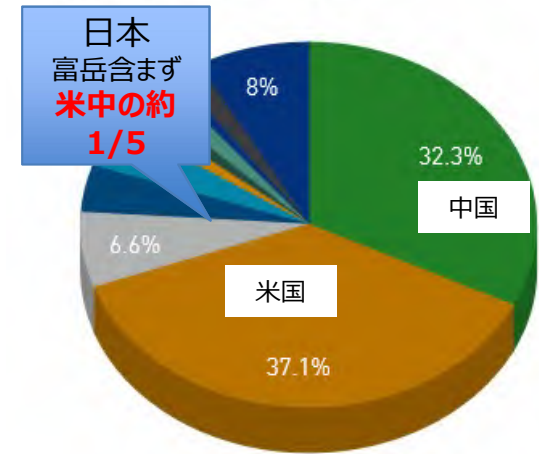
[国別計算資源量割合 (%)] ※全台数500台(公表ベース)



(<https://www.top500.org/> より)

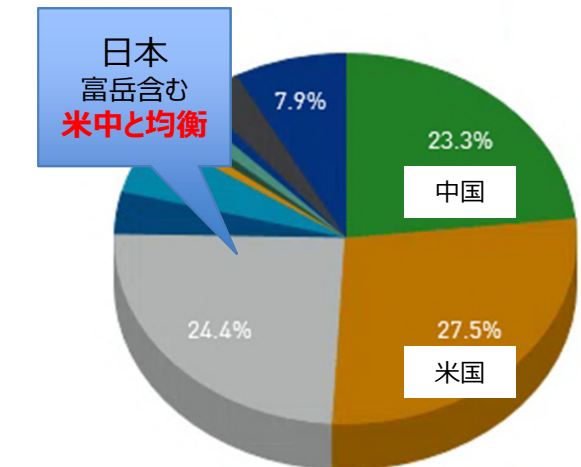
2019年11月 (富岳含まず)

Countries Performance Share



2020年11月 (富岳含む)

Countries Performance Share



2. 関連する提言等

(文部科学省、情報委員会、HPCI計画推進委員会)

◆HPCIの現状と課題

- ・ 文科省では、平成26年度からフラッグシップマシンとしてスーパーコンピュータ「富岳」の開発に着手。令和3～4年の共用開始を目指し、順調に進捗。
- ・ 各大学の基盤センター等と連携し、HPCIも順調に運用されており、平成30年度末までの研究課題は1,342件(のべ11,685人)。
- ・ 一方、計算科学分野や情報科学分野の動向として、①利用分野拡大およびユーザーニーズの多様化、②アーキテクチャの多様化(半導体微細化の限界等)、③データ量の指数的增长、④情報分野における教育への期待の高まり が指摘されている。

◆将来のHPCIのあり方について

- ・ 最先端の科学的成果を創出するためのHPCIを、引き続き整備・運用していくことは我が国の科学力、産業力等の維持・向上に必要不可欠。
- ・ 将来のHPCIの姿を具体化していく上で、以下の4点に十分留意しながら検討すべき。

①アーキテクチャの多様性とプラットフォームの整備

- ・ 将来的にはHPCIには異なるアーキテクチャを混在させ、多様なアプリケーションに適応させるべき。フラッグシップマシンの定義や役割の再検討、HPCIの全体構成の長期的、俯瞰的視点からの検討が必要。
- ・ ユーザーの要望が多様化するため、多様なアプリケーション分野への適応、計算基盤利用プロセスの高効率化、高生産化を実現するための取組(ソフトウェア、人材育成、利用支援等)を行うことの重要性が増していく。

②データ利活用基盤の構築

- ・ HPCI内外から得られる大規模データ処理のインフラであるHPCIをそのニーズと整合性のとれたシステムとすべき。
- ・ データが有効に活用されるための基盤構築を推進する必要。
- ・ 低レンテンシで高バンド幅なネットワークの存在が重要であり、SINETの機能強化及びHPCI構成システムとの連携が必要。

③ボーダレス化の進展

- ・ 世界最高性能のスパコンを1つの国の技術と予算で作り上げることは困難になりつつあり、解析されるデータも国境を越えて収集されることが想定されるため、HPCI分野における国際連携を推進すべき(国内外拠点が参画する計算・データ共有基盤構築、大規模データの共同解析プロジェクトの推進、HPCI分野の国内外機関間の共同研究の促進等)。
- ・ 民間企業によるクラウド型サービスを研究者が利用することが常態化しつつあり、科学、産業を支える計算基盤として、国と民間それぞれの特徴を踏まえた上で、ユーザーからみて最適となるHPCIを実現すべき。

④人材育成

- ・ アーキテクチャ、OS、コンパイラ、基本ライブラリ等のシステム系の技術を保持し続けるための人材育成の努力が不可欠。
- ・ 高度な技能をもつ支援要員の育成に力をいれるとともに、キャリアパスを産学の関係者で検討すべき。
- ・ ボーダレス化に対応し、国際連携を推進する観点からの人材育成も重要。

◆実現するための具体的な取組例

- ・ 将来的にHPCIに導入される可能性がある斬新な未開拓技術およびそれらを用いた計算機構成方式、基盤ソフトウェア・アルゴリズムを研究する基礎研究プロジェクト
- ・ 多様なアーキテクチャから構成されるHPCI全体の有効活用を実証するための研究開発プロジェクト(ソフトウェア等の利用環境整備含む)
- ・ 海外の研究拠点との連携を推進するプロジェクト(国外拠点も参画する計算・データ共有基盤の構築、大規模データの国際共同解析プロジェクト等)
- ・ 潜在的ユーザーがHPCIを活用するための支援するための体制強化、利用支援人材のキャリアパス構築をHPCI参画基盤が連携して実施するプロジェクト
- ・ 科学的課題・社会的課題を見据えつつ、その解決に必要な計算科学・データ科学的アプローチと、その実現に必要なネットワークも含めたHPCI全体像を示すロードマップの策定
- ・ 技術研究開発プロジェクトからHPCIの利用に関するプロジェクトに跨ったワークショップの開催

第6期科学技術基本計画に向けた今後のHPCIの方向性に関する検討 論点まとめ

令和元年10月18日
第4回情報委員会

■各種応用分野に強みを発揮する専用機の発展

- 量子コンピュータが最適化問題や暗号計算などに強みを発揮する可能性が指摘されているように、それぞれの特定分野に強みを発揮する専用の計算資源がそれぞれの分野のHPCとして役割分担するような計算手法が増えてくることが想定される。実際には、専用のハードウェアアーキテクチャを用いる場合もあれば、汎用性の高いハードウェア上に仮想化技術で実装される場合も想定する必要がある。

■多様なシステムからなるバランスの取れたHPCI

- 国の機関及び民間によって今後提供される先端的な計算資源の動向も踏まえつつ、我が国の科学技術・学術研究の発展に不可欠な計算インフラの全体像を俯瞰し、多様なシステムから構成されるバランスの取れたHPCIを検討していく必要がある。複数の先端的計算資源や大規模データベースを効率よく接続する高速かつ高信頼なネットワークとその上のデータ流通まで含めた国レベルの統合的なシステム構成と、技術の進歩を意識した継続的なシステムの更新や保守の体制を考えるべきである。

■ソフトウェア技術と人材の重要性

- 応用分野別にコ・デザインを高度に適用・開発することで専用化された計算資源で構成されるHPCIをユーザーのニーズに応じて効果的・効率的に組み合わせるための基盤的なソフトウェア技術の重要性が増してくる。利用者の立場から、利用できる計算資源を柔軟に組み合わせる利用することを可能とするコンパイラや仮想化技術を含む「基盤ゲートウェイソフトウェア」とでもいうような技術開発を推進していく必要がある。また、このような汎用的な基盤ソフトウェアの研究開発・普及を支える人材を長期的視点から継続的に育成、支援していくことが重要である。

「コロナ新時代に向けた今後の学術研究及び情報科学技術の振興方策について（提言）」の概要

（令和2年9月30日 科学技術・学術審議会 学術分科会・情報委員会）

- ポイント**
- コロナ新時代に向けて、多様な広がりを持つ学術知の確保のための学術研究の振興と、これと密接不可分な情報科学技術の振興が必須
 - コロナ新時代に向けた学術研究及び情報科学技術の振興に当たっては、学術研究・情報科学技術が**社会の負託**に応えられるよう、諸施策の推進を通じ、**研究を継続するためのレジリエンスの確保**、**新しい研究様式への転換**及び**研究者の交流・連携の担保**を実現すべき

I 検討の背景・方向性

- ・コロナ禍により社会の在り方が変容した結果、「**コロナ新時代**」とも呼ぶべき**新たな時代が到来**し、時間や地理的制約を超えた新たな活動スタイルが普及
- ・社会の様々なデータの活用が量的・質的に拡大し、**データ駆動の活動が社会のあらゆる分野に波及・進展**
- ・コロナ禍が浮き彫りにした課題の克服を通じて**より良い未来社会、Society 5.0の実現に向けた変革**につなげるという視点が重要
- ・コロナ禍のような予測困難な事態に対応するには、**多様な学術知の確保**が最善の策であり、国は、研究者の自由な発想に基づく**学術研究への公的投資を充実し振興を図ること**、及びそれを支える**情報科学技術への研究開発投資の拡充**、**研究のデジタル・トランスフォーメーションの推進**に取り組むことが必要
- ・コロナ新時代において、**学術研究は**、社会から期待される役割（①～③）を果たすことが必要
 - ①我が国が直面している社会的課題の解決に向け、**学術知を創出・蓄積・提供**
 - ②地球規模の課題の解決に向け、**国際社会と連携して貢献**
 - ③コロナ新時代を切り拓く**豊かな教養と高度な専門的知識を備えた人材を育成**
- ・コロナ新時代に向けた学術研究の振興と、これと密接不可分な情報科学技術の振興のため、学術分科会と情報委員会が連携して検討し、**合同で提言**

II 学術研究及び情報科学技術の振興方策

（1）不測の事態においても研究を継続するためのレジリエンスの確保

- ・競争的研究費の柔軟な運用や科研費の「基金化」の推進、評価に当たっての配慮により、**研究者の負担や不安を軽減する競争的研究費制度**を実現
- ・国の支援の下、博士後期課程学生の処遇の向上や多様なキャリアパスの確保、URAの安定的な配置等により、**若手研究者等が安心して研究に取り組める環境**を整備
- ・大学等において、**不測の事態においても可能な限り研究活動を継続**できるような体制を整備

（3）研究者の交流と連携の担保

- ・**オンラインサービスを効果的に活用したコミュニケーション**により、研究活動を活性化
- ・国は、若手研究者の海外研さん機会を充実すること等により、**国際研究ネットワークを強化**
- ・国は、**共同利用・共同研究体制**について、不測の事態でも研究を継続できるようなシステム構築や共同利用・共同研究拠点のネットワーク化により**強化**するとともに、「**大規模学術フロンティア促進事業**」を積極的に推進
- ・オンラインと対面のハイブリッドな教育研究の充実に向けて、**情報通信環境の強化や感染拡大防止対策の観点から大学等の施設を整備**

（2）コロナ新時代にふさわしい新しい研究様式への転換

- ・情報科学技術自体の研究開発を恒常的に進めつつ、SINETなど**国全体の一体的情報システム基盤及び大学等における情報システム基盤を整備・高度化**
- ・研究におけるデータ活用のため、データの取得・共有・長期保存等を可能にする**セキュアな研究データ基盤を構築**
- ・大学図書館及び多様な学術情報のデジタル化や著作権法の見直し、研究の遠隔化・スマート化など、**研究環境のデジタル化を促進**

（4）社会の負託への応答

- ・**国による総合的・計画的な人文学・社会科学の振興**により、新たな価値の提示や社会課題の解決等においてそれらの知見を活用
- ・国の支援の下、**AIやビッグデータ等を用いて様々な社会ニーズに対応**するとともに、情報科学技術分野と各分野の密接な連携を通じ、**データ駆動型科学、AI駆動型科学等の新たな科学的手法の発展を促進**
- ・教育・学習データの分析・活用、デジタル教育コンテンツのリポジトリ化と共用促進等により、**教育の発展に貢献**
- ・国は、研究の多様性を確保するため、**多様な研究分野に十分に投資**するとともに、**学術政策、科学技術政策及び大学政策が連携して施策を推進するための体制を構築**

次世代の学術情報基盤ネットワークとデータ基盤整備の在り方について（審議まとめ）【概要】

令和2年7月 科学技術・学術審議会 情報委員会 次世代計算基盤検討部会 次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備作業部会

1. はじめに

Society5.0を具現化するための新たな価値創造システムの構築する必要性やオープンサイエンスの概念が世界的に急速な広がりを見せている状況を踏まえ、次世代の学術情報ネットワークとデータ基盤整備の在り方を取りまとめ

2. 次世代の学術情報ネットワークとデータ基盤整備の必要性

- 世界は知識集約型社会へと大きな変革期を迎え、最先端の科学やアイデア、ビッグデータ等の「知」が圧倒的な競争力の源泉・財となる時代が到来しつつあり、様々な分野の研究開発や社会生活において、情報やデータの持つ価値は、以前にもまして大きくなっている。
- 実世界のあらゆる活動から取得したデータをサイバー空間で解析し社会生活の効率化や変革に役立てるデータ駆動型社会を迎えつつあり、研究データ利活用のためのネットワーク基盤の超高速化とオープンサイエンス、あるいは「データ駆動型サイエンス」の実現に向けての本格基盤構築が世界的に加速化。
- 第5期科学技術基本計画や統合イノベーション戦略2019等においても学術情報ネットワーク・データ基盤の重要性に関し、政策提言がなされている。

3. SINET5の現状について

- SINETは、国立情報学研究所（NII）を運用母体として、1992年に運用開始。2016年4月からはSINET5が運用され、2020年3月末現在で、全国の大学・研究機関等932機関が参加。
 - ・国内回線：日本全国を100Gbpsの高速回線で接続。2019年12月には、東京ー大阪間を400Gbpsに増強。冗長経路を確保して障害時の迂回機能を実装し、自然災害時でも通信断の発生しない高信頼性を実現。
 - ・国際回線：北米・欧州は、リング状（日本ーロサンゼルスーニューヨークーアムステルダムー日本）の100Gbps回線として、回線帯域と信頼性を同時に強化。また、日本ーシンガポール間を100Gbpsに増強。
 - ・その他、VPN、クラウド基盤、認証基盤等に関する機能を提供。また、モバイル機能をSINETに連結させた「広域データ収集基盤」の実証実験を実施中。
 - ・学術情報の検索サービス「CiNii」（年間約4億ページビューの利用）、機関リポジトリの構築支援のための共用リポジトリシステム「JAIRO Cloud」（約600機関がこのシステムを利用して機関リポジトリを設置）を運用中。
 - ・2017年から研究データ基盤（NII Research Data Cloud）の開発を推進。基本機能の実装を完了し、実証実験を実施中。

4. 海外の学術情報ネットワーク・データ基盤整備の状況

(1) ネットワーク基盤

- 海外主要国の国内ネットワーク（NREN）は、100Gbps回線から400Gbps以上の回線へ増速する計画を推進。

- ・米国（Internet2）：2011年～2013年に全米を100Gbps化。現在全米を400Gbps（メトロエリアは800Gbps）とする次世代インフラを構築中
- ・欧州（GÉANT）：現在、欧州40か国を100Gbpsで接続。2025年には主要国間に400Gbps～2Tbpsの回線帯域が必要であることから、新ネットワークを構築中。
- ・オーストラリア（AARNet）：主要拠点間を100Gbpsで接続。2019年3月に400Gbps～600Gbpsの光伝送実験を実施。

- 主要な国際接続回線（アジアー北米、アジアー欧州、欧州ー北米、北米ー南米、欧州ー南米、北米ーアフリカ、欧州ーアフリカ）は100Gbps化が完了。国際大型研究プロジェクトの進展により、さらに増強される傾向。

(2) データ基盤

- 近年、欧州やオーストラリアで、ネットワーク上の既存サービスを軸に、各研究分野におけるサービスを連携させ「オープンサイエンスプラットフォーム」を形成する動き。
 - ・欧州：域内の研究データを適切に管理・共有するための研究データ基盤としてEuropean Open Science Cloud（EOSC）の構築を推進。ネットワーク基盤（GÉANT）上に、High Performance Computingやクラウド基盤、認証基盤、データ管理・共有のための共通基盤を配備し、各研究分野におけるサービスを連携。
 - ・オーストラリア：研究データ管理を推進していくための基盤開発が進捗。例えば、研究データ管理計画（Data Management Plan：DMP）の支援ツールでは、研究不正の疑いが生じた時に時系列的な研究データ管理状況が確認できる機能、オープンサイエンスの推進や研究公正の支援からデータ公開のリポジトリシステムと連携する機能などの機能開発が進んでいる。

5. 利用者等からの要望

- 我が国の主要な大型研究におけるネットワーク需要（将来の利用帯域）の調査結果、及びSINET5の利用状況を踏まえ、最低でも1.35倍／年のトラフィック量の増加を見込んだ回線帯域の増強が必要
- 国際回線もトラフィック量は増加傾向。海外のNRENと歩調を合わせつつ、海外の実験施設の利用スケジュール等を考慮して高速化することが重要。
- 大学・研究機関～SINET DC間のアクセス環境の改善（地域間格差の是正）
- 遠隔地、広範囲エリア、移動体などからセキュアにデータ収集できる通信環境の継続、5G技術の取込みへの期待
- セキュリティ強化（VPN機能の高度化、認証機能の強化、DDoS攻撃を短時間で検出・抑止する機能等の付加）
- 研究者が利用しやすいデータ基盤（日常の研究活動に沿うサイクル、データが自動的に保存される仕組みの構築）
- 研究データの管理・公開を支援する人材育成 等

6. 新型コロナウイルスの影響からの新たな必要性

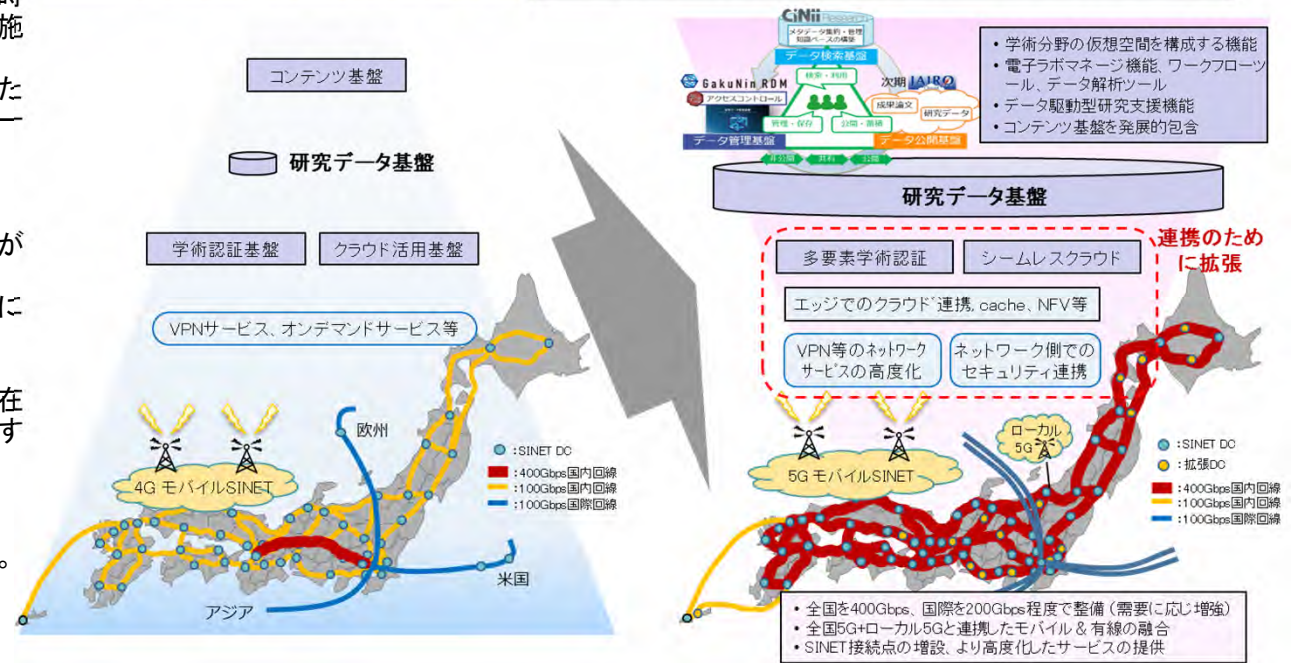
- 新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言を受けて、各大学等で臨時休業を余儀なくされる中で、約9割の大学において、遠隔授業が実施されるなど、ネットワーク環境を活用した教育活動が実施。
- 研究者や学生が教育研究活動を行う場が、大学内から自宅を含めた空間に広がり、ネットワークの通信環境の安定性を、商用ネットワークを含めて確保する必要。
- オンライン会議システムのより高度にセキュアな環境の開発と導入、講義コンテンツの共有プラットフォームの構築、5G技術などを活用した超リアル型通信の導入等、コロナ時代における新たな要請が出つつある。
- 大学における遠隔教育の均質化及び高度化の検討が必要。長期的にはNIIが大学と連携して、学習管理システム（Learning Management System: LMS）のクラウドサービス化を実現することが望ましい。
- COVID-19に関する研究成果の速報性が重視され、研究成果公開の在り方にも変化が生じている。その際には、研究成果の信頼性を担保するデータの公開が重要。
- 欧州では、COVID-19に関する研究データの共有支援のための「European COVID-19 Data Portal」を構築。今後、我が国も同様のデータポータルを構築し、国際的な連携への参画を図っていく必要。
- 今般の非常事態の中で、社会的にも学術的にも価値が高いデータをまとめて公開することは必要に重要な活動。長期的には、通常時から研究データを単に公開しておくだけでなく、特定テーマの利用に供するように整理・発信する機能や枠組みを備えておき、緊急事態や自然災害など、速報性が求められる場合に対応できるような発信機能を強化することが望ましい。

7. 今後の次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備の方向性について

- 今後の学術情報ネットワークにおけるトラフィック量の増加予測、オープンサイエンスの潮流への対応、海外の学術情報基盤の整備の状況・方向性を考慮すると、我が国の教育研究における国際競争力の維持・向上を図るため、
 - ・ 400Gbps光伝送技術と5Gモバイル技術が融合した革新的な「ネットワーク基盤」によって国内外の広大なエリアから研究データを収集し、
 - ・ 国際標準に準拠し研究分野特有の機能を柔軟に付加できる「研究データ基盤」によって幅広い研究分野において研究データの蓄積から再利用までの研究プロセス全体を支援し、
 - ・ かつ、高度なセキュリティ技術で研究データを保護することで、オープンとクローズドな空間を研究者の意思で戦略的に活用しながら、国際共同研究や分野横断的な研究を容易にする、**最先端の研究環境「次世代学術研究プラットフォーム」を、2022年4月に、世界に先駆けて実現**することが重要。

SINET5 (2016~2021年度)

次世代学術研究プラットフォーム(2022~2027年度)



- その際、アクセス環境の改善、セキュリティ強化、研究データのライフサイクルに沿った支援サービスの提供等も考慮して整備する必要。
- COVID-19の拡大に伴い、ネットワーク環境を活用した教育研究活動が新たに行われている中で浮かび上がってきた課題については、可能な限り早期に解決策を見出すべく、検討を重ねていくことが求められる。


8. まとめ


- 我が国の大学・研究機関が国際競争力を保ち、優れた教育研究活動を展開していくためには、セキュアで高度な教育研究環境の持続的な確保につながる学術情報基盤の整備が不可欠。
- 大幅な増加が見込まれる情報流通ニーズに応える帯域の確保とともに、グローバルに相互運用可能（インタオペラブル）なデータ基盤を整備し、ネットワーク基盤と研究データ基盤を融合させた次世代学術研究プラットフォームとして運用することが重要。
- 研究者や学生が教育研究活動を行う場は、学内から自宅を含めた空間に広がり、学内向けの各種サービスの運用も、必要に応じて学外のクラウドを利用しているなど、大学等のネットワーク環境は学内・学外の区別が非常に難しくなってくる。そのようなネットワーク環境の急速な変化に対応しつつ、次世代学術研究ネットワーク・データ基盤をインフラとして、知識集約型社会の中で「知」が循環し、研究成果を社会実装に結びつけるイノベーションエコシステムを確立することが期待される。


文部科学省におけるデジタル化推進プラン【概要】

(令和2年12月23日 文部科学省デジタル化推進本部)

- 今般の新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、テレワークやオンライン会議といったデジタルツールの活用が急速に浸透。「フィジカル」から「サイバー」の空間への移行が劇的に進展し、**個々人の生活様式を変えるほどの大きなパラダイムシフト**が発生。
- こうした中、教育、科学技術、文化芸術、スポーツの各分野において、高まる新たなニーズや期待に随時機動的にこたえつつ、ポスト・コロナ期の**ニューノーマルに的確に対応していくために必要なDXに係る取組**を早急かつ一体的に推進していく必要。
- **ソフト・ハードの両面から文部科学省の強みを最大限に活かし、各分野におけるデジタル化に向けた取組を相乗的に加速させるとともに中長期的視野から競争力の源泉となる新たな成長基盤の構築**を推進。

教育におけるデジタル化の推進 	1. GIGAスクール構想による一人一台端末の活用をはじめとした学校教育の充実	<ul style="list-style-type: none"> ・GIGAスクール構想等による一人一台環境の整備、一人一台端末環境に対応した教室用機の整備 ・ICT端末の安全・安心な活用の促進、通信ネットワーク環境の整備・円滑化、学校のデジタル化等の推進 ・学習者用デジタル教科書の普及促進、CBT活用の推進、発達段階に応じた遠隔・オンライン教育の推進 ・[GIGA-StuDX推進チーム]の設置による全国の教育委員会・学校に対する支援活動の展開 ・教師のICT活用指導力の向上、ICT活用教育アドバイザー、GIGAスクールサポーター、ICT支援員等による支援等
	2. 大学におけるデジタル活用の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル技術を活用した高等教育の高度化・成果の普及 ・国立大学法人等におけるハイブリッド教育研究環境の整備、大学入学者選抜におけるデジタル活用等
	3. 生涯学習・社会教育におけるデジタル化の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・高卒認定・中卒認定の受験申請・証明のデジタル化 ・専修学校におけるオンライン・先端技術利活用の推進と支援のための環境整備 ・生涯学習・社会教育分野のICTを活用した取組の推進等
	4. 教育データの利活用によるEBPMの推進	<ul style="list-style-type: none"> ・教育データの標準化、効果的な利活用の推進 ・教育データの国における分析・研究体制とEBPMの推進等

デジタル社会の早期実現に向けた研究開発 	1. デジタル社会への最先端技術・研究基盤の活用	<ul style="list-style-type: none"> ・マテリアル等の多様な分野で進んでいる研究データの整理・収集・共有によるデータ駆動型研究開発の推進 ・研究施設・設備機器リモート化・スマート化の推進とデータの標準化や、スパコン「富岳」やSINETの活用などの基盤の整備・強化、また、最先端技術の試用を進め官民連携で早期に社会実装 ・海洋・環境など多様な情報を活用した防災シミュレーション、気候変動予測等の高精度化等
	2. 将来のデジタル社会に向けた基幹技術の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・産学公協力による新基幹技術の創出 ・計算科学技術の高度化及びSociety 5.0実現等に向けた成果創出加速 ・公平性・透明性・説明性を有するAIを実現するため、理論をはじめとする基幹技術の研究と社会実装に向けた研究開発を推進、量子技術（量子コンピュータ、量子計測・センシング等）の研究開発推進等
	3. 研究環境のデジタル化推進	<ul style="list-style-type: none"> ・研究マネジメントに必要な情報のデータベース化、DXによる研究活動の変化等の分析研究データ基盤、プレプリント等を活かす先導的な政策検討 ・公募型研究費に係る申請、審査、管理のDXを推進 ・富岳、SPRING-8等の共用施設・設備に係る各種手続きのDX ・実験ロボットの研究開発など、研究活動の機械化・遠隔化・自動化の推進等

「新たな日常」における文化芸術・スポーツ・行政DX 	1. 文化芸術DX戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・新型コロナウイルスや災害といったリスクが顕在化した状況においても、無理なく文化芸術活動の継続・発展・継承が可能となる環境の整備 ・DXを活用した文化資源の保護・活用、文化芸術に関する行政の効率化等
	2. デジタル社会におけるスポーツの新たな展開	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル技術を通じた、新たな運動・スポーツ機会の創出、動作分析等による選手トレーニングの効率化 ・デジタル技術の活用により、会場の一体感や試合・競技の臨場感を観客に提供するための取組み推進 ・リモートでの選手のサポートの高度化や、試合の運営、団体の活動のサポート等
	3. 行政情報システムの刷新等	<ul style="list-style-type: none"> ・「文部科学省行政情報システム」について、中央省庁初の全クラウド化を実施。十分なセキュリティを確保し、場所を問わない多様な働き方や省外機関等との円滑なネットワーク体制構築に対応。 ※行政手続における書面、押印、対面規制の見直しを実施。

DX人材育成及び確保



DX人材の育成・確保に向けて

・学校におけるICT活用を推進し、小中高において学習の基盤となる情報活用能力を育成

・デジタル時代の「読み・書き・そろばん」である「数理・データサイエンス・AI」の基礎などの必要な力を全ての国民が育み、あらゆる分野で人材が活躍する環境を構築

・Society 5.0時代を先導するデジタルネイティブな人材（データ駆動型研究や研究現場のDXを主導できる人材等）の育成・確保

・文部科学省におけるDX関係職員の養成、確保等

ソフト・ハードの両面から
真の「デジタル強国」に向けた
文部科学行政を推進！

3. 関連する政府の方針、研究開発プロジェクト等

第6期 科学技術・イノベーション基本計画のポイント（情報関係）

○ 我が国が目指す社会（Society 5.0）の実現

第5期以降の富の追求より多様な幸せを重視する人々の価値観の変化等を踏まえ、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せを実現できる社会」の実現を追及。

この実現に向けた科学技術・イノベーション政策として、文部科学省等において、以下のような取組を推進。

<データ基盤整備>

- ・様々な分野におけるデータプラットフォームの整備・運用
- ・持続可能な「データ・エコシステム」に向けた分野間データ連携の仕組の構築
- ・「研究データ基盤システム」の持続的運営
- ・公的資金による研究データへのメタデータの付与・管理体制の構築
- ・研究データの管理・利活用の促進体制の整備・国際協調
- ・各研究分野でデータ駆動型研究の基盤となるプラットフォームの整備

<インフラ整備>

- ・次世代社会インフラや次世代コンピューティング技術の開発
- ・SINETの増強と学術情報基盤を支えるシステムの研究開発
- ・スーパーコンピュータ「富岳」共用を含む安定的な計算基盤の増強
- ・大型研究設備や大学等の共用施設のリモート化・スマート化の推進

<先端技術の研究開発>

- ・AI戦略2019に定める中核基盤研究開発
- ・基盤分野（OS、プログラミング、セキュリティ、データベース等）を含めた数理・情報科学技術研究の加速

<人材育成>

- ・デジタル社会を担う人材の育成、教育体制の充実

等

科学技術・イノベーション基本計画(概要)

現状認識

国内外における情勢変化

- 世界秩序の再編の始まりと、科学技術・イノベーションを中核とする国家間の覇権争いの激化
- 気候危機などグローバル・アジェンダの脅威の現実化
- ITプラットフォームによる情報独占と、巨大な富の偏在化

加速

新型コロナウイルス感染症の拡大

- 国際社会の大きな変化
 - 感染拡大防止と経済活動維持のためのスピード感のある社会変革
 - サプライチェーン寸断が迫る各国経済の持続性と強靱性の見直し
- 激変する国内生活
 - テレワークやオンライン教育をはじめ、新しい生活様式への変化

科学技術・イノベーション政策の振り返り

- 目的化したデジタル化と相対的な研究力の低下
 - デジタル化は既存の業務の効率化が中心、その本来の力が未活用
 - 論文に関する国際的地位の低下傾向や厳しい研究環境が継続
- 科学技術基本法の改正
 - 科学技術・イノベーション政策は、自然科学と人文・社会科学を融合した「総合知」により、人間や社会の総合的理解と課題解決に資するものへ

「グローバル課題への対応」と「国内の社会構造の改革」の両立が不可欠

我が国が目指す社会(Society 5.0)

国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会

【持続可能性の確保】

- SDGsの達成を見据えた**持続可能な地球環境の実現**
- **現世代のニーズを満たし、将来の世代が豊かに生きていける社会の実現**

【強靱性の確保】

- 災害や感染症、サイバーテロ、サプライチェーン寸断等の脅威に対する**持続可能で強靱な社会の構築**及び**総合的な安全保障の実現**

一人ひとりの多様な幸せ(well-being)が実現できる社会

【経済的な豊かさと質的な豊かさの実現】

- 誰もが**能力を伸ばせる教育**と、それを活かした**多様な働き方を可能**とする労働・雇用環境の実現
- 人生100年時代に**生涯にわたり生き生きと社会参加し続けられる環境の実現**
- 人々が夢を持ち続け、コミュニティにおける**自らの存在を常に肯定し活躍**できる社会の実現

この社会像に「信頼」や「分かち合い」を重んじる**我が国の伝統的価値観**を重ね、**Society 5.0を実現**

国際社会に発信し、世界の**人材と投資**を呼び込む

Society 5.0の実現に必要なもの

サイバー空間とフィジカル空間の融合による**持続可能で強靱な社会への変革**

新たな社会を設計し、**価値創造の源泉となる「知」の創造**

新たな社会を支える**人材の育成**

「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環

Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

- **総合知**や**エビデンス**を活用しつつ、未来像からの「バックキャスト」を含めた「フォーサイト」に基づき政策を立案し、評価を通じて機動的に改善
- 5年間で、政府の研究開発投資の総額 **30兆円**、官民合わせた研究開発投資の総額 **120兆円** を目指す

国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革

- サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出**
 - ・ 政府のデジタル化、デジタル庁の発足、データ戦略の完遂（ベースレジストリ整備等）
 - ・ Beyond 5G、スパコン、宇宙システム、量子技術、半導体等の次世代インフラ・技術の整備・開発
- 地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進**
 - ・ カーボンニュートラルに向けた研究開発（基金活用等）、循環経済への移行
- レジリエントで安全・安心な社会の構築**
 - ・ 脅威に対応するための重要技術の特定と研究開発、社会実装及び流出対策の推進
- 価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成**
 - ・ SBIR制度やアントレ教育の推進、スタートアップ拠点都市形成、産学官共創システムの強化
- 次世代に引き継ぐ基盤となる都市と地域づくり(スマートシティの展開)**
 - ・ スマートシティ・スーパーシティの創出、官民連携プラットフォームによる全国展開、万博での国際展開
- 様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用**
 - ・ 総合知の活用による社会実装、エビデンスに基づく国家戦略*の見直し・策定と研究開発等の推進
 - ・ ムーンショットやSIP等の推進、知財・標準の活用等による市場獲得、科学技術外交の推進

※AI技術、バイオテクノロジー、量子技術、マテリアル、宇宙、海洋、環境エネルギー、健康・医療、食料・農林水産業等

知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化

- 多様で卓越した研究を生み出す環境の再構築**
 - ・ 博士課程学生の処遇向上とキャリアパスの拡大、若手研究者ポストの確保
 - ・ 女性研究者の活躍促進、基礎研究・学術研究の振興、国際共同研究・国際脳循環の推進
 - ・ 人文・社会科学の振興と総合知の創出（ファンディング強化、人文・社会科学研究のDX）
- 新たな研究システムの構築(オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進)**
 - ・ 研究データの管理・利活用、スマートラボ・AI等を活用した研究の加速
 - ・ 研究施設・設備・機器の整備・共用、研究DXが開拓する新しい研究コミュニティ・環境の醸成
- 大学改革の促進と戦略的経営に向けた機能拡張**
 - ・ 多様で個性的な大学群の形成（真の経営体への転換、世界と伍する研究大学の更なる成長）
 - ・ 10兆円規模の大学ファンドの創設

一人ひとりの多様な幸せと課題への挑戦を実現する教育・人材育成

探究力と学び続ける姿勢を強化する教育・人材育成システムへの転換

- ・ 初等中等教育段階からのSTEAM教育やGIGAスクール構想の推進、教師の負担軽減
- ・ 大学等における多様なカリキュラムやプログラムの提供、リカレント教育を促進する環境・文化の醸成

「AI戦略2019～人・産業・地域・政府全てにAI～」概要 (令和元年6月11日統合イノベーション戦略推進会議決定)

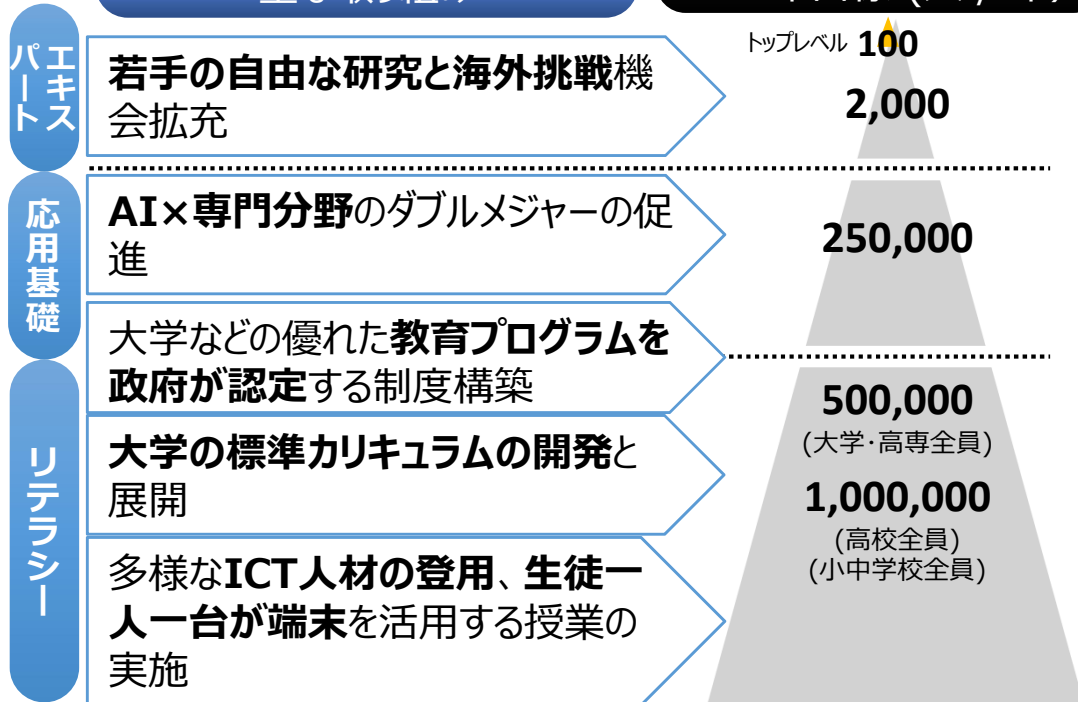
- Society 5.0は、科学技術イノベーションの活用を通じて人間中心の社会を実現する壮大な構想。
AIはその鍵となる基盤技術
 - 「人間中心のAI社会原則」*に基づき、実現すべき未来のビジョンを共有した上で、**AIの社会実装を推進するための戦略を策定**
- *統合イノベーション戦略推進会議決定（平成31年3月）

人材育成

- ◆ 持続可能な社会の柱の1つとして、優先して議論

主な取り組み

2025年目標 (人 / 年)



研究開発

- ◆ AI研究開発ネットワークの構築
- ◆ AI中核研究プログラムの立ち上げ



AIの基盤的・融合的な中核研究プログラムの立ち上げ

基礎理論

コンピューティング・デバイス

高品質かつ信頼できるAI

AIのシステムコンポーネント

「A I 戦略2019 ～人・産業・地域・政府全てにA I～」概要 (令和元年6月11日統合イノベーション戦略推進会議決定)

社会実装

◆重点5分野におけるA I の社会実装で世界をリード

健康・医療



農業



国土強靱化



交通インフラ・物流



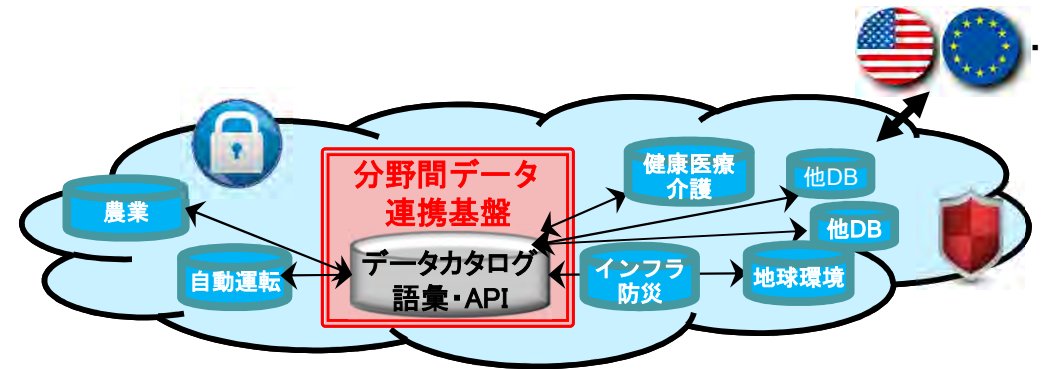
地方創生(スマートシティ)



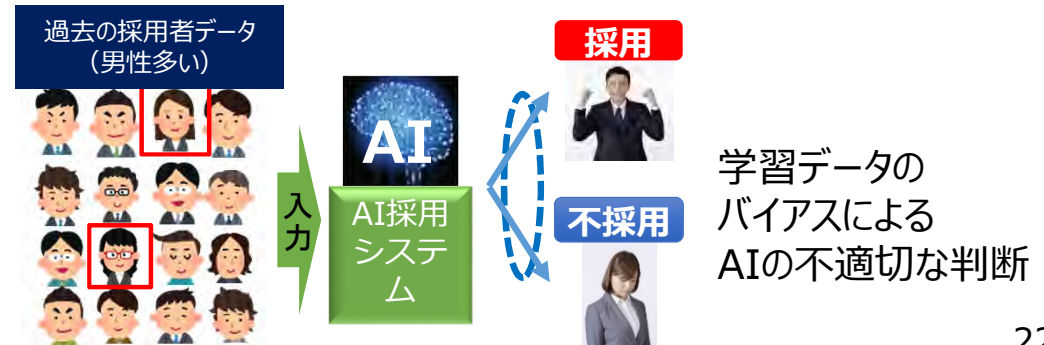
データ・トラスト・セキュリティ

◆次世代のA I データ関連インフラの構築と国際連携

- 重点5分野におけるデータ連携基盤の本格稼働
- 欧米等と相互認証可能なトラストデータ連携基盤の構築
- A I 活用によるサイバー攻撃対策技術の確立



トラスト（信頼性）の課題：過去のデータで不適切な判断



量子技術イノベーション戦略 (令和2年1月21日統合イノベーション戦略推進会議)

- 量子技術は、将来の経済・社会に変革をもたらす、安全保障の観点からも重要な基盤技術であり、米欧中では本分野の研究開発を戦略的かつ積極的に展開
- 我が国においても「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、重点的な研究開発や産業化・事業化を促進。量子コンピュータのソフトウェア開発や量子暗号などで、世界トップを目指す

<量子技術イノベーション創出に向けた重点推進項目>

I 重点領域の設定

- ✓ 世界に先駆けて「量子技術イノベーションを実現」



- ✓ 「主要技術領域」、「量子融合イノベーション領域」を設定し、ロードマップを策定

〔例：量子コンピュータ、量子通信・暗号、量子AI、量子セキュリティ〕

- ✓ 研究開発支援を大幅に強化し、企業等からの投資を呼び込み

II 量子拠点の形成

- ✓ 国内外から人や投資を呼び込む「顔の見える」拠点が不可欠



- ✓ 「量子技術イノベーション拠点(国際ハブ)」の形成を本格化

〔例：量子ソフトウェア研究拠点、量子慣性センサ研究拠点〕

- ✓ 基礎研究から技術実証、人材育成まで一気通貫で実施

III 国際協力の推進

- ✓ 産業・安全保障の観点から、欧米との国際連携が極めて重要



- ✓ 量子技術に関する多国間・二国間の協力枠組みを早期に整備

〔令和元年12月に日米欧3極によるシンポジウムを日本で初開催〕

- ✓ 特定の国を念頭に安全保障貿易管理を徹底・強化

上記の取組を含め、量子技術イノベーションの実現に向けて、5つの戦略を提示

技術開発戦略

国際戦略

産業・イノベーション戦略

知財・国際標準化戦略

人材戦略

Beyond 5G推進戦略 -6Gへのロードマップ-

(R2年6月30日 Beyond 5G推進戦略懇談会 (総務省))

Beyond 5G 推進戦略の全体像

出典：総務省ホームページ

- **Beyond 5G推進戦略**は、
 - ①2030年代に期待されるInclusive、Sustainable、Dependableな社会を目指した**Society 5.0実現のための取組**。
 - ②Society 5.0からバックキャストして行う**コロナに対する緊急対応策**かつ**コロナ後の成長戦略を見据えた対応策**。
- 本戦略に基づく**先行的取組**については、大阪・関西万博が開催される**2025年をマイルストーンとして世界に示す**。

基本方針

グローバル・ファースト

- 国内市場をグローバル市場の一部と捉えるとともに、我が国に世界から人材等が集まるようにするといった双方向性も目指す。

イノベーションを生むエコシステムの構築

- 多様なプレイヤーによる自由でアジャイルな取組を積極的に促す制度設計が基本。

リソースの集中的投入

- 我が国のプレイヤーがグローバルな協働に効果的に参画できるようになるために必要性の高い施策へ一定期間集中的にリソースを投入。

政府と民間が一丸となって、国際連携の下で戦略的に取り組む

研究開発戦略

先端技術への集中投資と、大胆な電波開放等による

世界最高レベルの研究開発環境の実現

2025年頃から順次要素技術を確立

知財・標準化戦略

戦略的オープン化・デファクト化の促進と、海外の戦略的パートナーとの連携等による

ゲームチェンジの実現
サプライチェーンリスクの低減と市場参入機会の創出

Beyond 5G必須特許シェア10%以上

展開戦略

5G・光ファイバ網の社会全体への展開と、5Gソリューションの実証を通じた産業・公的利用の促進等による

Beyond 5G readyな環境の実現

2030年度に44兆円の付加価値創出

Beyond 5Gの早期かつ円滑な導入

Beyond 5Gにおける国際競争力強化

インフラ市場シェア3割程度
 デバイス・ソリューション市場でも持続的プレゼンス

産学官の連携により強力かつ積極的に推進

Beyond 5G推進コンソーシアム

- ①各戦略に基づき実施される具体的な取組の共有、②国内外の企業・大学等による実証プロジェクトの立ち上げ支援、③国際会議の開催

※総務省の部局横断的タスクフォースが戦略の進捗を管理。毎年プログレスレポートを作成・公表し、必要に応じて戦略を見直す。

我が国半導体産業を巡る全体像

出典：令和3年3月
第1回 半導体・デジタル産業戦略検討会議

<主な構造変化>

経済安全保障の環境変化

米中技術覇権の対立

中国企業向け
販路・サプライチェーンの見直し

米国の設計開発・国内生産強化に伴う
製造装置・素材の米国移転の懸念

製造拠点（ファウンドリ）の
台・韓の地政学リスク

アフターコロナのデジタル革命

- 5G・BD・AI・IoT・DXの進展（Society5.0の実現）
- エッジ処理の増加（エッジクラウド含む）、通信×コンピューティング融合
- 微細化の限界（前工程）⇒ 積層化・3D実装・ヘテロジニアスコンピューティング（中後工程）

エネルギー・環境制約の克服

- 産業自動化・電動化による電力消費増加
- データ処理量の急増に伴うIT機器の消費電力の急増
⇒ 革新素材（SiC、GaN、Ga₂O₃）、光エレクトロニクス

レジリエンスの強靱化

- 海外依存度の高まりによる
サプライチェーンリスクの増大
- 世界的な半導体不足の発生

<今後の対応策>

国内産業基盤の強靱化

需要面

<デジタルニューディールの推進>

5Gインフラ、クラウドDC
（エッジ・HPC含む）
等投資促進支援

DX推進
（5Gユースケース、自動走行・
ロボティクス、FA・IoT、スマートシティ、
医療・ヘルスケア、ゲーミング等）

供給面

【設計】

<ロジック半導体のアーキテクチャ強化>

アプリケーションシステムに係る
ロジック半導体設計の促進

AIチップ・次世代コンピューティング技術開発
（東大・産総研拠点、NEDO）

【製造】

<ファウンドリの基盤確保>

先端ロジック半導体
ファウンドリの国内立地

先端半導体デバイスの
製造技術開発・基盤強化

【素材・製造装置】

< choke point 技術の磨き上げ>

先端製造プロセス
パイロットライン

省エネ半導体・光エレ開発

経済安全保障上の国際戦略

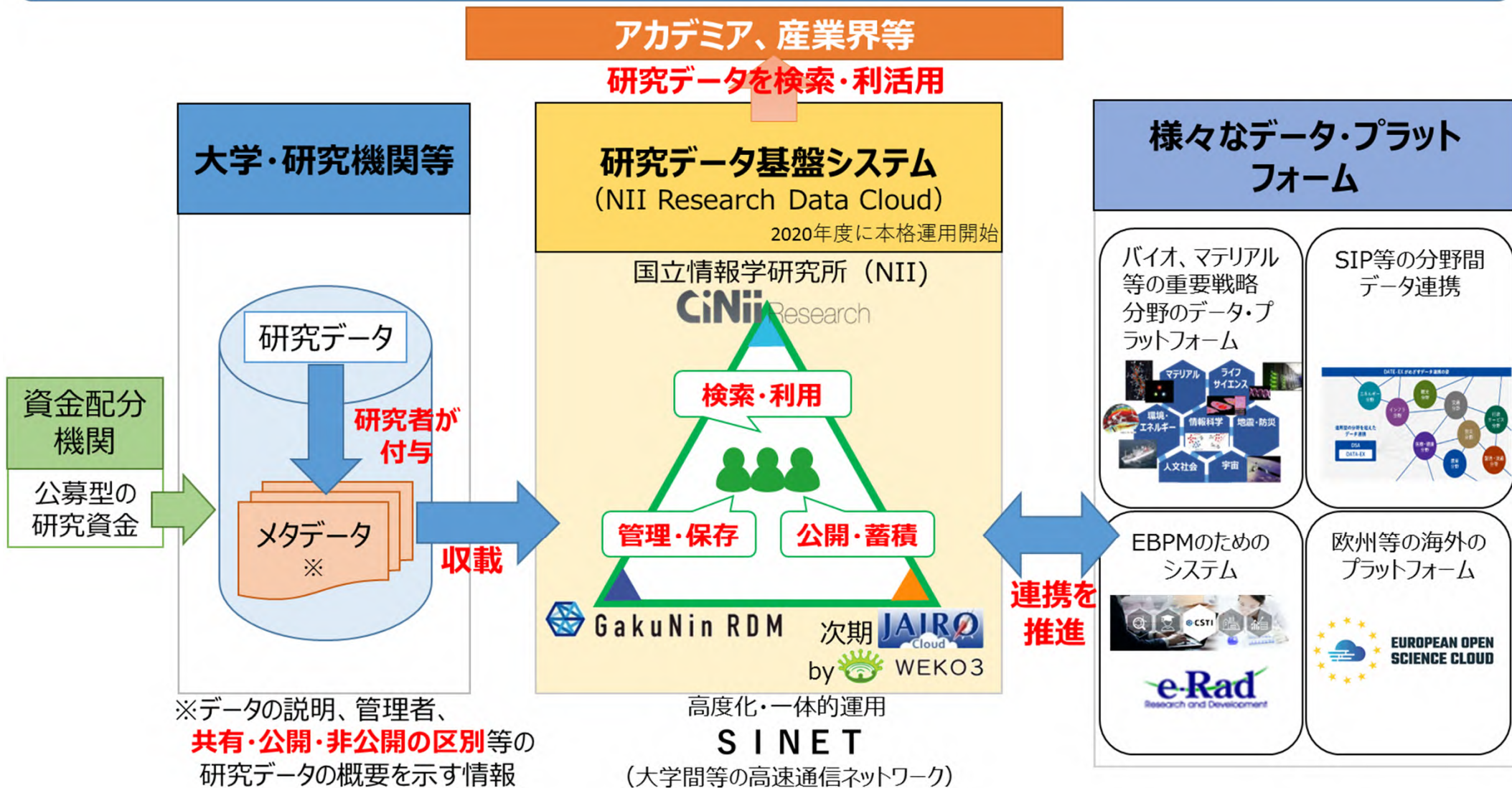
先端技術のインテリジェンス強化

有志国等の連携による産業政策の協調

公的資金による研究データの管理・利活用に関する基本的な考え方について

研究データ基盤システムを中核としたデータ・プラットフォームの構築

- 研究データの公開・共有を推進、産学官のユーザが**データを検索可能**
 - ムーンショット型研究開発制度**における試行(2020年度開始)、その後、次期**SIP**に導入
- ➡ **全ての公募型の研究資金**の新規公募分に導入(2023年度まで)



データ 戦略タスクフォース第一次とりまとめ【抜粋】

(R2年12月21日、デジタル・ガバメント閣僚会議決定)

IV 引き続き検討すべき事項

3. デジタルインフラの整備・拡充

(1) デジタル社会を支えるインフラ概念の拡大

デジタル化が新たな段階に入ったことにより、デジタル化を支えるインフラについての考え方も大きく変化している。

これまでデジタル化を支えるインフラとしては主に通信インフラが念頭に置かれてきたが、社会全体のデジタル化を支えるためには、通信インフラにとどまらず、データを貯蔵するクラウドインフラ、データを処理し付加価値を与える 計算インフラや半導体デバイス、データの信頼性を高めるためのトラストインフラなど幅広いインフラを念頭にデジタルインフラの整備を図っていくことが求められている。欧州のデータ戦略においては、こういった考え方に基づきクラウドの仮想統合を想定したGAIA-X49、HPC(高速計算機)資源の計画的整備、欧州共通データスペースなどの整備を打ち出している。

本データ戦略においてもデジタル社会のインフラをアーキテクチャの土台に位置付けており、今後各国の動向も踏まえつつ戦略的に強化を図っていく必要がある。

(3) インフラ高度化

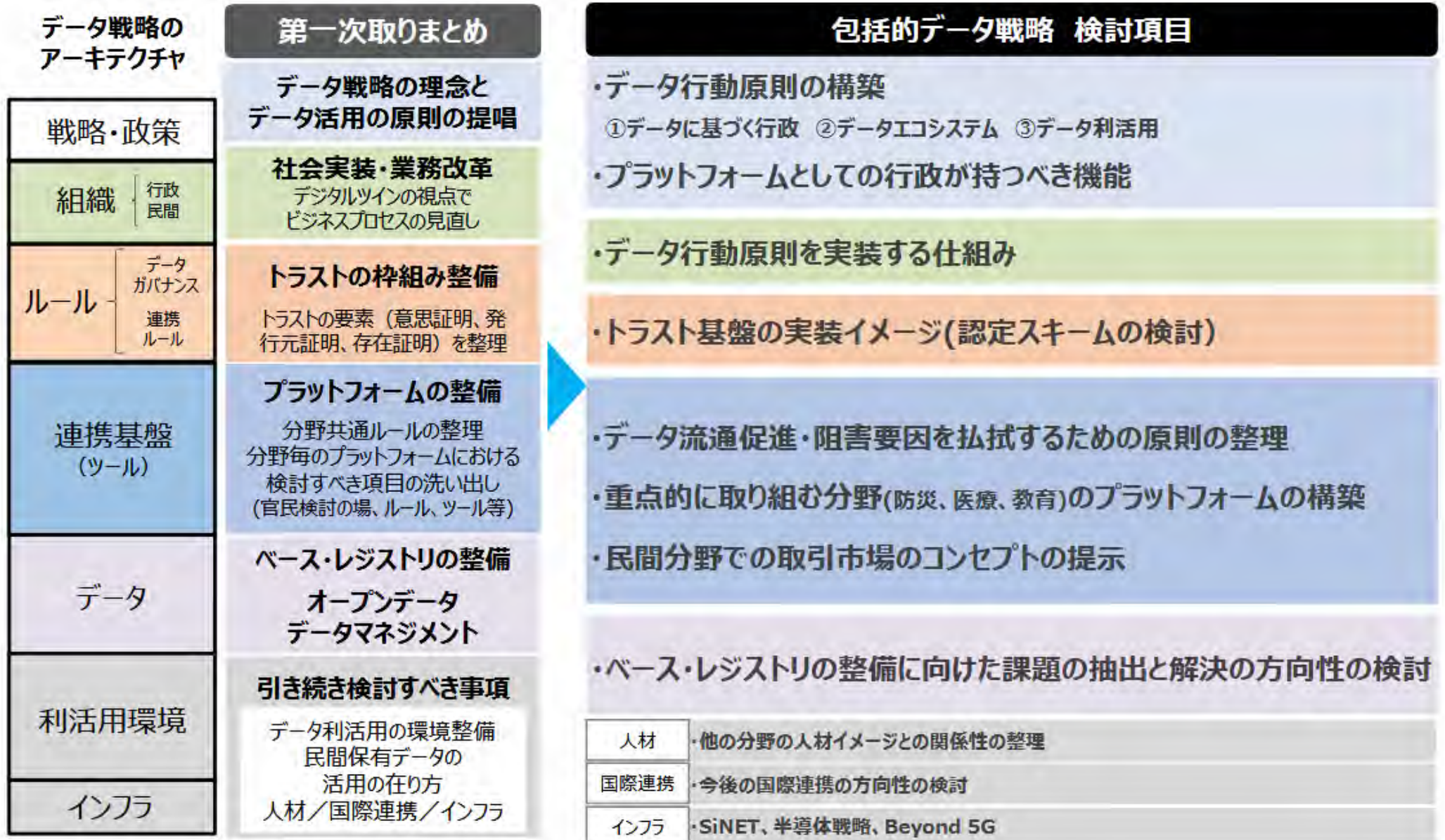
通信インフラはデジタル社会のもっとも土台となる基盤であり、今後光ファイバの整備/5G 展開を図るとともに、Post5G, Beyond5G など次世代のインフラ構築に向けた取組を推進していく必要がある。

また、デジタルインフラとして、スパコン富岳などの世界トップレベルの高度な計算資源を今後計画的に整備するとともに、当該資源を研究者だけでなく企業 から国民に至るまで社会の幅広い層が活用できる仕組みを構築する必要がある。

クラウドサーバもデジタル社会のインフラを支える重要な要素であるが巨大なグローバル企業が支配力を強めるなかで我が国としてどのようにクラウドインフラを構築していくか今後検討していく必要がある。

包括的データ戦略（仮称）の方向性

■ 昨年末にデータ戦略タスクフォースとりまとめで示された課題について実装に向けた検討項目を整理中



○CREST Society5.0を支える革新的コンピューティング技術

研究総括： 坂井 修一（東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授）

研究領域の概要

私たちの社会は、情報技術があらゆるところに浸透した超スマート社会（Society5.0）に変貌を遂げようとしています。超スマート社会の情報インフラは、巨大なクラウド群と無数のエッジから成ると考えられます。多くの場合、エッジにはセンサやアクチュエータがあり、これらを制御する超小型高性能コンピュータとネットワークインタフェースが備えられています。クラウドは、物理的に分散された多数のサーバとなりますが、論理的にはさまざまなサービスの総体として抽象化されることになると考えます。

このためエッジ、クラウドのいずれにおいても、大量かつ多様なデータを扱うことになるため従来の情報処理技術の高度化などに加えて、人工知能（深層学習など）、量子計算、光計算などがキーテクノロジーとなります。現実の諸問題に一定の時間内で回答するリアルタイム技術も、多様化する社会のニーズに答えるべく高度化する必要があります。その上で、これらを統合し、システムとして高効率・省エネルギーで機能させるための新しい回路技術、アーキテクチャ技術、ソフトウェア技術が必要となります。

本研究領域は、こうした近未来の超スマート社会を念頭に、従来技術の単純な延長では得られない新しいコンピューティング技術を研究開発することを目標とします。具体的には、以下の研究開発に取り組みます。

- （1） 情報処理を質的に大転換させる新たなコンピューティング技術の創出
- （2） アルゴリズム、アーキテクチャ等の技術レイヤーを連携・協調させた高効率コンピューティング技術の研究開発

これらの研究開発により、高度な情報処理を活用したスマートロボット、スマート工場、自動運転、IoT、セキュリティ強化などによる超スマート社会（Society5.0）の実現に貢献します。

○さきがけ 革新的コンピューティング技術の開拓

研究総括：井上 弘士（九州大学 大学院システム情報科学研究所 教授）

研究領域の概要

超スマート社会を実現しその持続可能性を維持するためには、情報処理基盤の要であるコンピュータシステムの飛躍的かつ継続的な発展が必要不可欠となります。しかしながら、近い将来、半導体の微細化がついに限界に達すると予想されており、コンピュータシステムを進化させ続けるための新しい概念や技術の創出が求められています。

そこで本研究領域では、半導体微細化に頼らない革新的コンピューティング技術の開拓を目指します。大きなダイナミズムを有する超スマート社会を支える情報処理基盤を構築するには、社会的変化と技術的進歩を敏感に察知し、将来を予測し、様々なトレードオフを考慮した上で、柔軟かつ斬新な発想に基づく次世代コンピュータシステムを実現しなければなりません。そこで、高性能化、低コスト化、低消費電力、安全性向上、高信頼化、運用容易性向上、など、様々な観点から次世代コンピュータシステムのあるべき姿を探求します。

研究内容としては、1) 回路、アーキテクチャ、システムソフトウェア、プログラミング、アルゴリズム、アプリケーションなどを対象としたクロスレイヤ、コデザインに基づく新しい高効率コンピューティング技術の確立、2) 現在主流であるデジタルCMOS 処理とは異なる新コンピューティング技術の創成、3) 従来の計算モデルとは一線を画す新計算原理／新概念の創出、などを対象とします。そして最終的には、世界をリードする若手研究者を輩出するとともに、持続可能な超スマート社会の実現を可能にするための情報処理基盤の構築に貢献します。

ムーンショット型研究開発制度

出典：内閣府ホームページ

制度概要

超高齢化社会や地球温暖化問題など重要な社会課題に対し、人々を魅了する野心的な**目標（ムーンショット目標）**を国が設定し、**挑戦的な研究を推進する制度**。

目標

「**Human Well-being**」（人々の幸福）を目指し、その基盤となる社会・環境・経済の諸課題を解決すべく、**7つのムーンショット目標を決定**（目標1～6：令和2年1月23日 総合科学技術・イノベーション会議決定、目標7：令和2年7月14日 健康・医療戦略推進本部決定）

目標設定に向けた3つの領域

（人々の幸福で豊かな暮らしの基盤となる「社会・環境・経済」の領域）

社会

急進的イノベーションで
少子高齢化時代を切り拓く

<課題>

少子高齢化、労働人口減少、人生百年時代、一億総活躍社会等

環境

地球環境を回復させながら
都市文明を発展させる

<課題>

地球温暖化、海洋プラスチック問題、資源の枯渇、環境保全と食料生産の両立等

経済

サイエンスとテクノロジーで
フロンティアを開拓する

<課題>

Society 5.0実現のための計算需要増大、人類の活動領域拡大等

長期的に達成すべき7つの目標

目標1：2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現

目標2：2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現

目標3：2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現

目標4：2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現

目標5：2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出

目標6：2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現

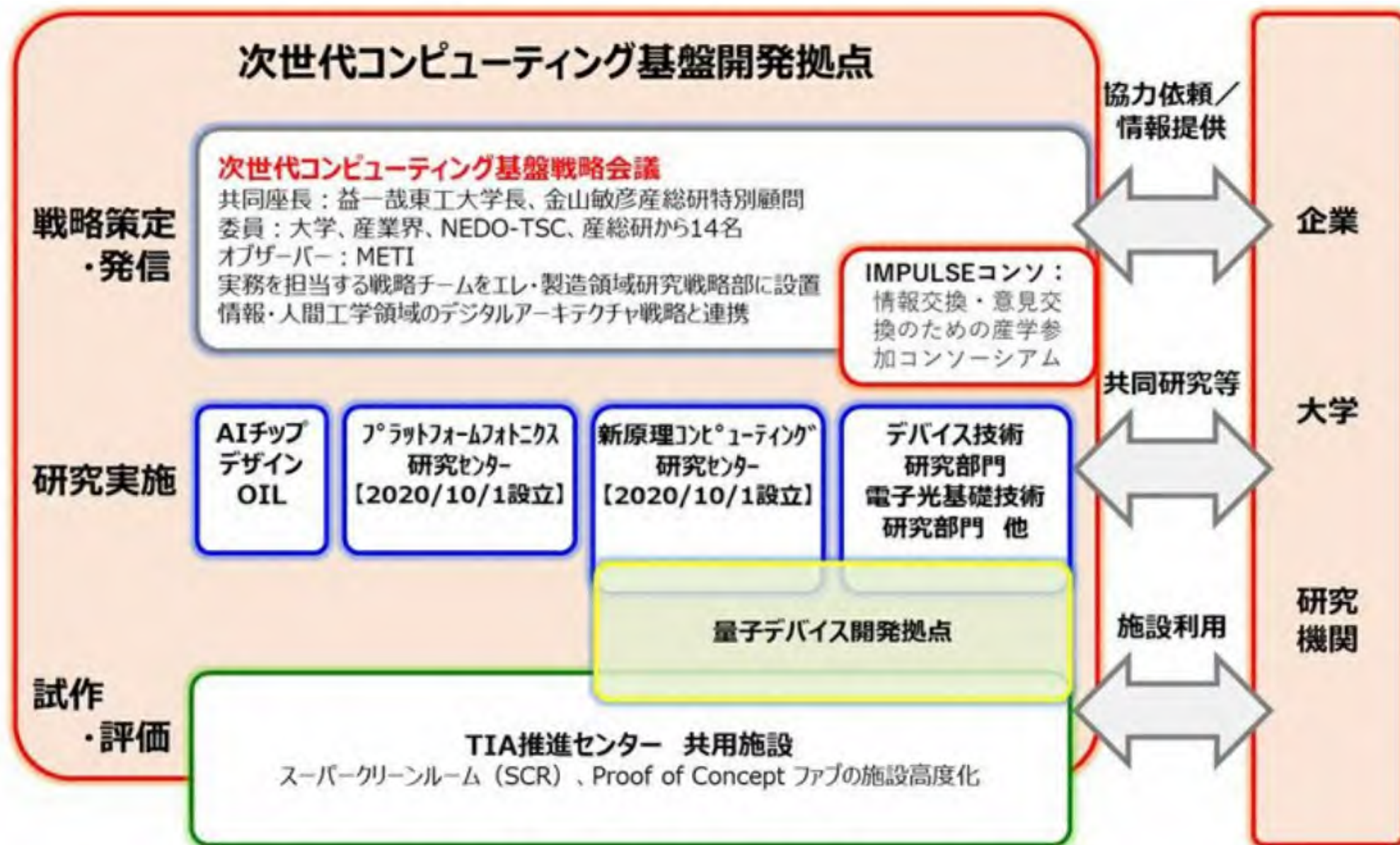
目標7：2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステイナブルな医療・介護システムを実現

“Moonshot for Human Well-being”

（人々の幸福に向けたムーンショット型研究開発）

次世代コンピューティング基盤開発拠点

出典：産総研ホームページ



産総研 次世代コンピューティング基盤開発拠点の体制図