

【光・量子技術分野研究開発プラン】

令和4年8月10日
量子科学技術委員会

1. プランを推進するにあたっての大目標:「未来社会を見据えた先端基盤技術の強化」(施策目標9-1)

概要: 我が国の未来社会における経済成長とイノベーションの創出、ひいてはSociety5.0の実現に向けて、幅広い分野での活用の可能性を秘める先端計測、光・量子技術、ナノテクノロジー・材料科学技術等の共通基盤技術の研究開発等を推進する。

2. プログラム名:光・量子技術分野研究開発プログラム

概要: 内外の動向や我が国の強みを踏まえつつ、中長期的な視野から、21世紀のあらゆる分野の科学技術の進展と我が国の競争力強化の根源となり得る量子科学技術の研究開発及び成果創出を推進する。

上位施策:

○量子未来社会ビジョン(令和4年4月22日 統合イノベーション戦略推進会議決定)

5. 今後の取組

I. 各技術領域の取組

(1)量子コンピュータに関する取組 (2)量子ソフトウェアに関する取組 (4)量子計測・センシング／量子マテリアル等に関する取組

II. イノベーション創出のための基盤的取組

○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決定)

1. 技術開発戦略 2. 国際戦略 3. 産業・イノベーション戦略 4. 知的財産・国際標準化戦略 5. 人材戦略

○第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日 閣議決定)

2. 官民連携による分野別戦略の推進 ③量子技術

…(略)…「量子技術イノベーション戦略」に基づき、…(略)…基礎基盤的な研究開発から社会実装に至る幅広い取組を、我が国の産学官の総力を結集して強力に推進する。

【光・量子技術分野研究開発プラン／光・量子技術分野研究開発プログラム】

○「重点的に推進すべき取組」と「該当する研究開発課題」

プログラム達成状況の評価のための指標

○アウトプット指標：・・・研究成果の創出状況（関連事業を通じた研究成果の学会等発表・論文等掲載数（累計））

○アウトカム指標：・・・関連事業による研究成果の論文掲載数に占めるTOP10%論文割合

	2016 (FY28)	2017 (FY29)	2018 (FY30)	2019 (FY31)	2020 (FY2)	2021 (FY3)	2022 (FY4)	2023 (FY5)	2024 (FY6)	2025 (FY7)	2026 (FY8)
<p>経済・社会的な重要課題に対し、量子科学技術（光・量子技術）を駆使して、非連続的な解決を目指す研究開発の推進</p>	<p>次世代加速器要素技術開発プログラム 概要：ビーム入射スキームに関する実装可能な基盤技術開発を推進する</p>				後						
	中			後							
	<p>光・量子融合連携研究開発プログラム 概要：光・量子ビーム技術の利用研究等を推進する</p>			後							
	<p>最先端の光の創成を 目指したネットワーク 研究拠点プログラム 概要：光科学技術の研究開発及び人材育成を推進する</p>										
		前					中				
<p>光・量子技術飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) 概要：量子情報処理、量子計測・センシング、次世代レーザー領域における研究開発及び人材育成を推進する</p>											

我が国の競争力強化の
根源となり
得る優れた
研究成果の
創出

次世代加速器要素技術開発プログラムの概要

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 28 年度～平成 30 年度

事後評価 令和元年度

2. 研究開発概要・目的

我が国の科学技術全体を支える基盤技術である「光・量子ビーム技術」においては、先導的な技術開発や利用研究を推進するとともに、分野融合を含めた様々な可能性へのチャレンジにより、境界領域を開拓していくことが期待されている。そのような技術のうち、次世代加速器は高エネルギー物理学のフロンティア開拓、放射光光源、医療応用等の広範な分野に亘って、学術研究から産業応用、社会生活を支える重要な基盤技術である。

そのため本研究開発課題では、高性能・省コストの次世代加速器の中でも、特に汎用性が高く、また緊急性の高い次世代の放射光をターゲットとし、高性能化のボトルネックとなっているビーム入射スキームに関する実装可能な基盤技術を開発し、世界を先導する次世代加速器を実現する礎となることを目指す。

3. 研究開発の必要性等

【必要性】

平成 28 年度より実施した本研究開発課題の検討に際し、第 4 期科学技術基本計画（平成 23 年度～平成 27 年度）においては、それまで分野別に重点化された科学技術の振興に代わって、問題解決型あるいは課題対応型で科学技術を進め、更にイノベーションを推進することが示され、また分野融合やイノベーションの促進に向け、飛躍的な技術革新をもたらし、幅広い研究開発課題に共通して用いられる基盤技術の高度化や施設及び設備のネットワーク化、研究開発の促進、相互補完性の向上等が示されている。

特に、光・量子科学技術については、第 4 期科学技術基本計画においては「領域横断的な科学技術の強化」として、「複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進する」ことが明記されており、現行の第 5 期科学技術基本計画（平成 29 年度～令和 2 年度）においても当該技術は「新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術」と位置付けられ、「複数の技術が有機的に結びつくことで、相互の技術の進展を促すことも予想されるため、技術間の連携と統合にも十分留意する。」とされている。

光・量子ビーム科学技術は、基礎科学から産業応用に至るまで共通基盤としてのキーテクノロジーであり、イノベーションを支える基盤技術としてその果たす役割と重要性は益々高まっており、先導的な技術開発や利用研究を推進するとともに、分野融合や境界領域の開拓及び高度な研究人材の育成を促進し、我が国の優位性を更に確固としていくことが必要である。

本研究開発課題は、先導性や発展性等の観点から科学的・技術的意義が高いことに加え、産業応用や国際競争力の向上等の観点から社会的・経済的意義、また国や社会の課題解決への貢献等の観点から国費を用いた研究開発の意義についても高いものである。

【有効性】

本研究開発課題は、平成20年度より実施している「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」で得られた課題や状況の変化を踏まえ、光・量子ビーム科学技術の更なる発展を目指すための重点的課題として検討されてきたものである。

具体的には、次世代放射光加速器において高いエネルギー効率を維持しながら、より微細な現象の探索を可能とする極低エミッタンスを実現するため、加速器の基本性能に影響を与えることなく必要な蓄積電流まで安定にビーム入射を可能とする新たな技術を開発するものである。また、本研究開発課題では、実装を前提に研究を進めたものであり、こうした技術開発の成果は今後、現在建設中の次世代放射光施設に設置する加速器や、SPring-8の加速器の高度化にも活用され、貢献するものであり、有効性は極めて高い。

【効率性】

本研究開発課題では、平成20年度から実施している「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」のうち主に「量子ビーム基盤技術開発プログラム」の成果や課題等を踏まえ更なる発展を目指すものであり、先導的な取組を推進するものである。

そのため、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（平成6年法律第78号）第2条第3項に規定する特定放射光施設であるSPring-8及びSACLAを設置・運営する理化学研究所が中心となり、事業全体の運営を管理するとともに、POによるプロジェクトマネジメントによる連携・協力を強化することとしており、効率的な成果の確実な創出に向け、強力な推進体制を構築する。

また、事業の推進に際しては、毎年度進捗確認を実施して、内外の研究動向や諸状況も踏まえつつ、計画の見直しや必要に応じた改廃を行うこととしており、成果の着実な創出が図られるように実施された。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H28(初年度)	H29	H30	総額
予算額	49百万円	49百万円	50百万円	148百万円
執行額	49百万円	49百万円	50百万円	148百万円

5. 課題実施機関・体制

プログラムオフィサー（PO） 大垣 英明 京都大学エネルギー理工学研究所 教授
採択課題「革新的次世代リング加速器ビーム入射部の開発」

代表機関 国立研究開発法人理化学研究所

参画機関 公益財団法人高輝度光科学研究センター、株式会社トーキン、日本高周波株式会社

光・量子融合連携研究開発プログラムの概要

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 25 年度～平成 29 年度

中間評価 平成 28 年度、事後評価 平成 30 年度

2. 研究開発概要・目的

我が国の科学技術全体を支える基盤技術である「光・量子ビーム技術」においては、先導的な技術開発や利用研究を推進するとともに、分野融合を含めた様々な可能性へのチャレンジにより、境界領域を開拓していくことが期待されている。

そのため本事業では、

(1) 光・量子ビーム技術の連携を促進し、我が国の有する施設・設備を横断的に活用する先導的利用研究を推進することと、

(2) 将来を俯瞰した基盤技術開発を推進することで、

課題解決に向けた研究開発を強化し、開発の成果を社会に還元するとともに、将来の利用研究の礎とすることを目指す。

3. 研究開発の必要性等

【必要性】

第 4 期科学技術基本計画においては、これまでの分野別の重点化科学技術から問題解決型あるいは課題対応型で科学技術を進め、更にイノベーションを推進することが示され、また分野融合やイノベーションの促進に向け、飛躍的な技術革新をもたらし、幅広い研究開発課題に共通して用いられる基盤技術の高度化や施設及び設備のネットワーク化、研究開発の促進、相互補完性の向上等が指摘されている。

特に、光・量子科学技術については、「領域横断的な科学技術の強化」として、「複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進する」ことが明記されている。

光・量子ビーム科学技術は、基礎科学から産業応用に至るまで共通基盤としてのキーテクノロジーであり、イノベーションを支える基盤技術としてその果たす役割と重要性は益々高まっており、先導的な技術開発や利用研究を推進するとともに、分野融合や境界領域の開拓及び高度な研究人材の育成を促進し、我が国の優位性を更に確固としていくことが必要である。

本事業は、先導性や発展性等の観点から科学的・技術的意義が高いことに加え、産業応用や国際競争力の向上等の観点から社会的・経済的意義、また国や社会の課題解決への貢献等の観点から国費を用いた研究開発の意義、についても高いものである。

【有効性】

本事業は、平成20年度より実施している「光・量子科学技術研究開発拠点形成に向けた基盤技術開発」で得られた課題や状況の変化を踏まえ、光・量子ビーム科学技術の更なる発展を目指すための重点的課題として検討されてきたものである。

具体的には、光・量子ビーム科学技術について、基礎科学から産業応用まで広範な分野を支えるキーテクノロジーとして、「融合・連携」と「イノベーションの創出」をキーワードに、様々な分野の課題解決への貢献が強く求められている中、ものづくり力の革新により、他国が追従できない新しい領域の開拓を目指すものである。

光・量子ビーム科学技術による分野融合や境界領域の開拓とともに、我が国の強みを活かした先端基盤施設・装置等による「課題解決」や、研究開発と一体となった当該分野を支える若手人材の育成が図られることが期待され、研究開発の質の向上への貢献や実用化への貢献、人材の養成等に対し非常に貢献するものであり、有効性は極めて高い。

【効率性】

本事業では、平成20年度から実施している「光・量子科学技術研究開発拠点形成に向けた基盤技術開発」のうち主に「量子ビーム基盤技術開発プログラム」の成果や課題等を踏まえ更なる発展を目指すものであり、当該基盤技術開発で平行して実施している10年事業「最先端の光の創製を目指したネットワーク研究拠点プログラム」との連携を更に強化し、光科学技術と量子ビーム技術の一体的な研究開発・利用研究や施設間の垣根を越えた先導的な取組を推進するものである。

そのため、学会や産業界等の有識者からなる会議等が事業全体の運営を管理するとともに、PD・POによるプロジェクトマネジメント、情報共有や研究人材の交流等による連携・協力を強化することとしており、効率的な成果の確実な創出に向け、強力な推進体制を構築する。

また、事業の推進に際しては、毎年度進捗を確認、中間評価を実施して、内外の研究動向や諸状況も踏まえつつ、計画の見直しや必要に応じた改廃を行うこととしており、成果の着実な創出が図られることが期待され、効率的に実施される。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額
予算額	927 百万	852 百万	924 百万	760 百万	641 百万	4,104 百万
執行額	927 百万	852 百万	924 百万	760 百万	641 百万	4,104 百万

5. 課題実施機関・体制

○総括プログラムオフィサー、プログラムオフィサー

総括PO	独立行政法人 日本学術振興会	家 泰弘
PO	国立大学法人 京都大学	井上 信
	一般財団法人 放射線利用振興協会	森井 幸生

○プロジェクト名・代表研究者等（全9プロジェクト）

	プロジェクト名	代表研究者の機関名	代表研究者
横断的利用研究	量子ビーム連携によるソフトマテリアルのグリーンイノベーション	国立大学法人 九州大学	高原 淳
	実用製品中の熱、構造、磁気、元素の直接観察による革新エネルギー機器の実現	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構	篠原 武尚
	中性子と放射光の連携利用によるタンパク質反応プロセスの解明	国立大学法人 京都大学	三木 邦夫
	レーザー・放射光融合による光エネルギー変換機構の解明	大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構	足立 伸一
	中性子とミュオンの連携による「摩擦」と「潤滑」の本質的理解	大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構	瀬戸 秀紀
	エネルギー貯蔵システム実用化に向けた水素貯蔵材料の量子ビーム融合研究	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構	町田 晃彦
基盤技術開発	光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発	国立大学法人 東京大学	辛 埴
	小型加速器による小型高輝度X線源とイメージング基盤技術開発	大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構	照沼 信浩
	ものづくり現場で先端利用可能な小型高輝度中性子源システムの整備・高度化	国立研究開発法人 理化学研究所	大竹 淑恵

最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラムの 概要

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 20 年度～平成 29 年度

中間評価 平成 23 年度及び平成 27 年度、事後評価 平成 30 年度

2. 研究開発概要・目的

光科学技術は、物質・材料、バイオテクノロジー、情報通信、ものづくり等の基盤となるものであり、今後のイノベーション創出や産業競争力向上に不可欠なキーテクノロジーであるといえる。

本事業では、光科学技術の中で、特に、今後求められる新たな発想による最先端の光源や計測手法の研究開発を進めると同時に、このような先端的な研究開発の実施やその利用を行い得る光科学技術に関わる若手人材等の育成を図る。当該分野の研究開発能力を有する複数の研究機関がネットワーク研究拠点を構築し、産業界や他分野の研究機関等と密接に連携・協力することにより、光科学技術のシーズと各分野のニーズのマッチングを図る。

本ネットワーク研究拠点において策定される拠点構想は、以下の 3 点の内容を同時に具備するものとする。

- 1) 欧米の機器・手法に追従するのではない革新的手法による、新しい光源・計測法等の研究開発を目指すこと
- 2) 拠点を形成する大学等が協力して光科学技術に関する大学院教育カリキュラムをもつなど、次世代の光科学技術を担う若手人材を育成するための具体的なプログラムを実施すること
- 3) 最先端の光を十分に活用している研究者や研究機関等のユーザーと構想段階から連携することにより、開発する光源等の具体的な利用を明確化すること

採択課題－ 2 課題

先端光量子科学アライアンス (APSA)

融合光新創生ネットワーク (C-PhoST)

3. 研究開発の必要性等

【必要性】

光科学技術は、ナノテクノロジーをはじめ、ライフサイエンス、IT、環境等の広範な科学技術や微細加工等の産業応用に必要不可欠な基盤技術である。最先端の光源や計測手法の研究開発を進めるとともに、光科学技術の将来を担う若手人材の育成を図るためには、先進的な光の要素技術に関しての我が国のポテンシャルと他分野のニーズを結合させ、産学官の多様な研究者が連携・融合するための研究・人材育成拠点の形成が必要である。

【有効性】

本拠点に参加する光科学技術分野の大学・研究機関間の連携により、最先端の光源や計測手法の研究開発や光科学技術の将来を担う若手人材の育成が一層効果的に進展するとともに、光科学技術分野を中心とした産業界、ユーザー研究者との連携・融合へと展開することも期待できる。

【効率性】

本拠点は、全国に散在している光科学技術に関する研究者や研究機関の有するポテンシャルを結集し、既存の資源を効率的・効果的に活用するものである。また、本プログラムにおける拠点間の協力関係を強化するため、専門的知見を有する専門家を総括プログラムオフィサー（総括PO）・プログラムオフィサー（PO）として置き、別の拠点の活動で得られた経験や知見を共有し活用するなど、プログラム全体として優れた成果が出るような体制を整備している。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H20(初年度)	H21	H22	H23	H24
予算額	764 百万	775 百万	742 百万	652 百万	701 百万
執行額	764 百万	775 百万	742 百万	652 百万	701 百万

年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額
予算額	701 百万	548 百万	506 百万	587 百万	566 百万	6,542 百万
執行額	701 百万	548 百万	506 百万	587 百万	566 百万	6,542 百万

5. 課題実施機関・体制

総括プログラムオフィサー（総括PO） 加藤 義章 光産業創成大学院大学 学長（当時）
プログラムオフィサー（PO） 藪崎 努 京都大学 名誉教授
八木 重典 科学技術振興機構 プログラムマネージャー
（平成20年度～平成25年度） 佐野 雄二 内閣府 ImPACT プログラムマネージャー

【先端光量子科学アライアンス（APSA）】

研究代表者 東京大学 教授（当時）五神 真（平成20年度～平成26年度）
特任教授 三尾 典克（平成27年度～平成29年度）

代表機関 東京大学

参画機関 理化学研究所、電気通信大学、慶応義塾大学、東京工業大学

【融合光新創生ネットワーク（C-PhoST）】

研究代表者 大阪大学 教授 兒玉 了祐

代表機関 原子力研究開発機構（平成20年度～平成24年度）

大阪大学（平成25年度～平成29年度）

参画機関 京都大学、自然科学研究機構分子科学研究所、量子科学技術研究開発機構

光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)

平成30年度要求・要望額 : 調整中(新規)
うち優先課題推進枠要望額 : 調整中

背景・課題

- 量子科学技術は、近年の技術進展により、**超スマート社会**(Society5.0)実現に向けた社会課題の解決と産業応用を視野に入れた**新しい技術体系**が発展する兆し。
- このような背景を踏まえ、官民研究開発投資研究開発プログラム(PRISM)において、**光・量子技術**を含む革新的フィジカル空間基盤技術を**ターゲット領域**とすることが決定した他、科学技術・学術審議会において**量子科学技術(光・量子技術)の新たな推進方策**を策定。
- **米欧中**で産学官の研究開発投資や産業応用の模索がこの数年で拡大*する中、**官民投資を拡大**し、他国の追従に対し、**簡単にコモディティ化できない**知識集約度の高い技術体系を構築することが重要。
*1 Google: Quantum AI研究所を設立(2013~)、英国:5年間で£270Mの研究イニシアチブ(2014~)、EU:€18規模の「量子技術Flagship」事業を予定(2019~)等
- 光拠点プログラム**の優れた人材・成果を最大限活かしつつ、今後の量子科学技術の進展を先導する研究開発を推進。
**2 最先端の光の創生を目指したネットワーク研究拠点プログラム(2008~2017年度)

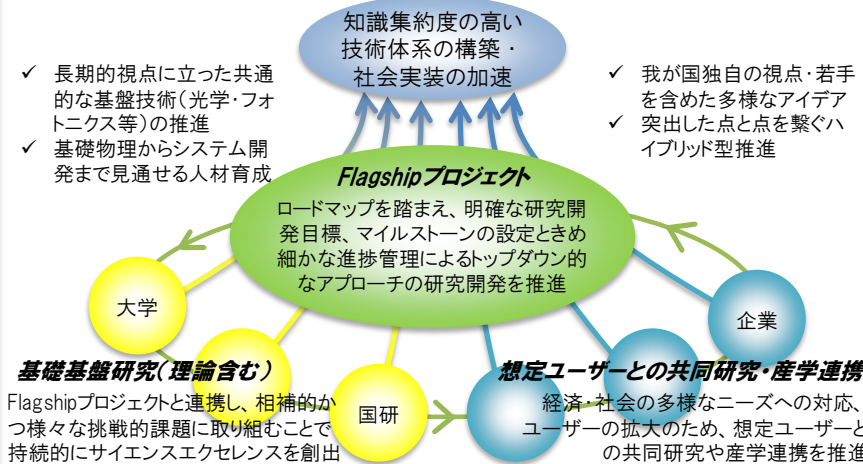
事業概要

【事業の目的・目標】

- ✓ 高いインパクトを与え得る技術領域を対象とする**ロードマップ**を踏まえた研究開発を推進し、**従来技術の限界を非連続に解決(Quantum leap)**し得る「量子」のポテンシャルを最大限に引き出し、**Society5.0関連技術を横断的に強化**

【事業概要・イメージ】

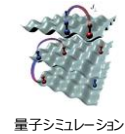
- ✓ ロードマップを踏まえ、**異分野融合、産学連携のネットワーク型研究拠点**による研究を推進
- ✓ **明確な研究開発目標、マイルストーンの設定ときめ細かな進捗管理**により推進する**Flagshipプロジェクト**を中核に、基礎基盤研究、想定ユーザーとの共同研究・産学連携を併せて推進



【対象技術領域】

- ① 量子情報処理(主に量子シミュレータ・量子コンピュータ)

【**電子の相互作用等のシミュレーション**により、物性や化学反応を支配する電子状態を解明し、超低消費電力デバイス等の開発や創薬への応用を実現。大規模データの高速度処理・計算へ発展



量子シミュレーション

- ② 量子計測・センシング

【**従来技術を凌駕する精度・感度**により、自動走行やIoTはもとより、生命・医療、省エネ等の様々な分野でこれまでなかった情報と応用を実現



固体量子センサ(ダイヤモンドNVセンタ)

- ③ 極短パルスレーザー

【**電子の動きの計測・制御**を実現するアト秒スケールの極短パルスレーザーの開発・活用により、化学反応メカニズム解明や電子状態制御による高性能電子デバイス等を実現



アト秒パルスによる電子状態の観測

- ④ 次世代レーザー加工

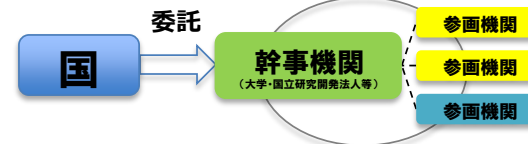
【加工学理や機械学習を活用し、ワンストップで最終形状に仕上げが可能な高精度・低コストの**CPS(サイバー・フィジカル・システム)型次世代レーザー加工技術**を実現



CPS型次世代レーザー加工

【事業スキーム】

- ✓ 事業規模: 調整中/ネットワーク拠点・年
- ✓ 事業期間: 原則5年間とし、中間評価の結果を踏まえ、**最長10年間**まで延長可。
- ✓ 早い段階での民間投資が見込まれる研究開発課題について、**府省連携で推進し、民間研究開発投資を拡大**する。ネットワーク拠点(×4拠点)



【量子ビーム分野研究開発プラン】

令和4年8月10日
量子科学技術委員会

1. プランを推進するにあたっての大目標：「オープンサイエンスとデータ駆動型研究開発等の推進」(施策目標8-3)

概要：研究の飛躍的な発展と世界に先駆けたイノベーションの創出、研究の効率化による生産性の向上を実現するため、情報科学技術の強化や研究のリモート化・スマート化を含めた大型研究施設などの整備・共用化の推進、次世代情報インフラの整備・運用を通じて、オープンサイエンスとデータ駆動型研究等を促進し、我が国の強みを活かす形で、世界の潮流である研究のデジタルトランスフォーメーション(研究DX)を推進する。

2. プログラム名：量子ビーム分野研究開発プログラム

概要：研究DXを支える大型研究施設(Spring-8、SACLA、J-PARC、次世代放射光施設(NanoTerasu))や全国の研究施設・設備・機器の整備・共用を推進し、研究成果の一層の創出・質的向上を図る。

上位施策：

○第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日 閣議決定)

・官民共同の仕組みで建設が進められている次世代放射光施設の着実な整備や活用を推進するとともに、大型研究施設や大学、国立研究開発法人等の共用施設・設備について、リモート化・スマート化を含めた計画的整備を行う。

○経済財政運営と改革の基本方針2022(令和4年6月7日 閣議決定)

・大型研究施設の官民共同の仕組み等による戦略的な整備・活用の推進、情報インフラの活用を含む研究DXの推進…等により、研究の質及び生産性の向上を目指す

○新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画・フォローアップ(2022年)(令和4年6月7日 閣議決定)

・研究DXの実現に向けて、AI・データ駆動型研究を推進するため、研究デジタルインフラ(スパコン、データストレージ、SINET)や先端共用設備群、大型研究施設の高度化を進める
・官民地域パートナーシップに基づき、2023年度の次世代放射光施設の稼働を目指すとともに、産学官金・地域が連携したイノベーションコミュニティの形成を支援する

○統合イノベーション戦略2022(令和4年6月4日 閣議決定)

・次世代放射光施設について、官民地域パートナーシップによる役割分担に従い、2023年度の稼働を目指し着実に整備を推進
・Spring-8・SACLA・J-PARCをはじめとする量子ビーム施設について、着実な共用を進めるとともに、施設間連携やリモート化・スマート化に向けた取組を推進
・Spring-8について、データセンターやデータインフラの整備、データ共有に向けた取組等を着実に推進
・Spring-8のみならずJ-PARC等の他の大型研究施設についても、データセンター整備やデータ共有に向けた取組等について検討

【量子ビーム分野研究開発プラン／量子ビーム分野研究開発プログラム】

量子科学技術委員会

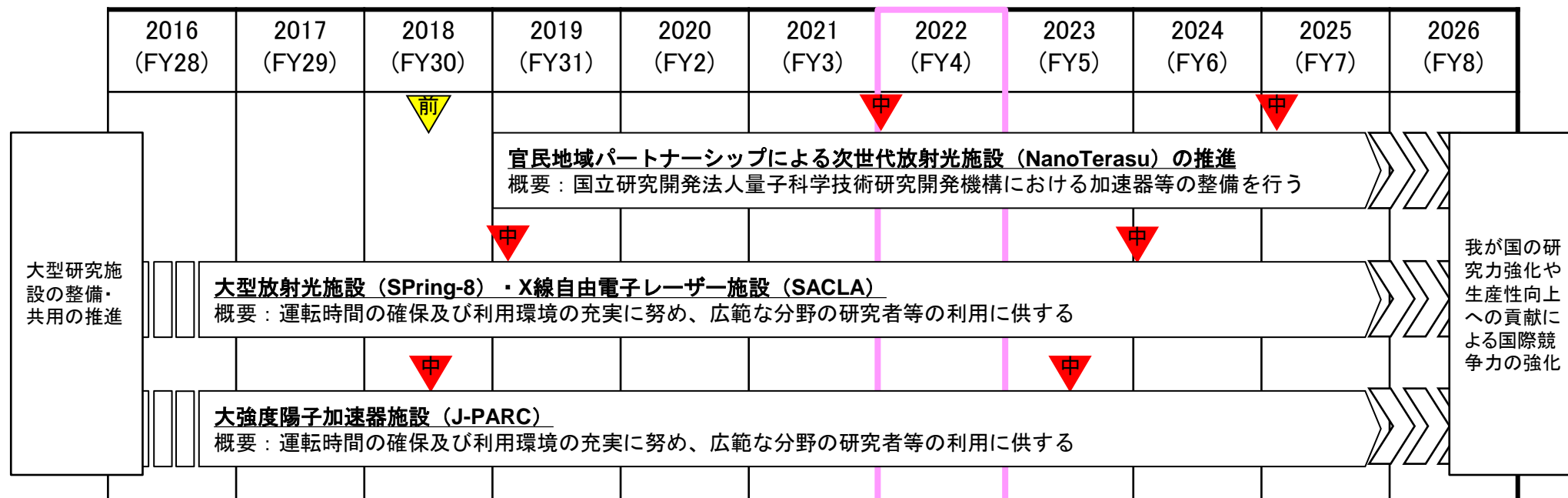
○「重点的に推進すべき取組」と「該当する研究開発課題」

プログラム達成状況の評価のための指標

○アウトプット指標：…各施設の年間運転時間（次世代放射光施設（NanoTerasu）にあつては、加速器・ビームラインの開発・整備進捗率）

○アウトカム指標：…各施設に関する研究の発表論文数。

152



官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進

平成31年度要求・要望額 : 百万円
 (平成30年度予算額) : 百万円)

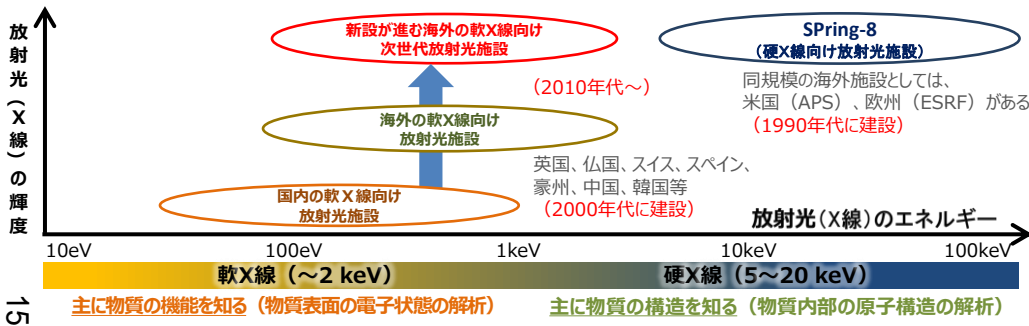


○最先端の科学技術は、物質の「構造解析」に加えて物質の「機能理解」へと向かっており、物質の電子状態やその変化を高精度で追える高輝度の軟X線利用環境の整備が重要となっている。このため、**学術・産業ともに高い利用ニーズが見込まれる次世代放射光施設（軟X線向け高輝度3GeV級放射光源）の早期整備が求められている。**

○次世代放射光施設は、**財源負担も含めて「官民地域パートナーシップ」により整備することとされており、本年7月、文部科学省において地域・産業界のパートナーを選定。**

○これらを踏まえ、我が国の研究力強化と生産性向上に貢献する**次世代放射光施設について、官民地域パートナーシップによる施設整備に着手。**

国内外の放射光施設が生み出す放射光の輝度



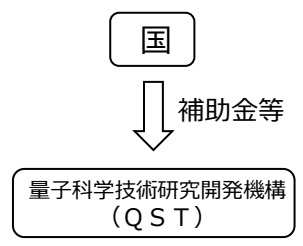
【事業概要】

<官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の整備>

① **施設の整備費 百万円(償)**
 施設の整備着手に必要な、ライナック及び蓄積リングの電磁石、高周波空洞管等を整備する。

② **業務実施費 百万円**
 研究者・技術者等の人件費及び施設整備に必要なビーム測定等環境を構築する。

【事業スキーム】



【今後のスケジュール】

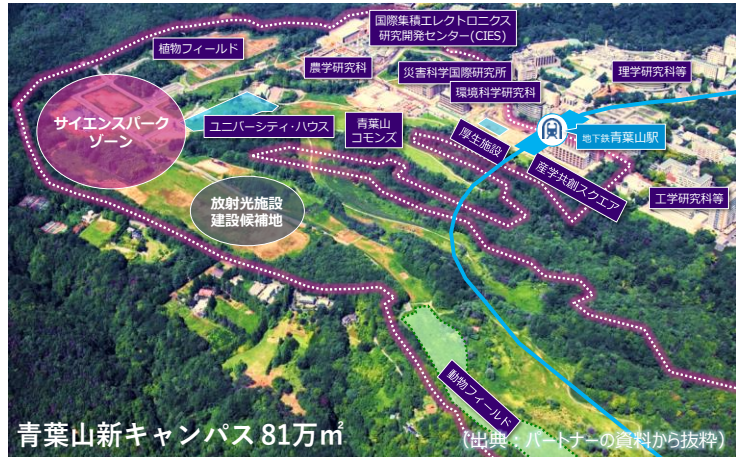
	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
加速器 (ライナック及び蓄積リング)	整備着手	約170億円程度			ファーストビーム
ビームライン		最大約60億円程度			運用開始
基本建屋	約83億円程度				
研究準備交流棟			約25億円程度		
整備用地	約22億円程度				

■ 国が分担 ■ パートナーが分担

官民地域パートナーシップによる役割分担

○パートナー：一般財団法人光科学イノベーションセンター[代表機関]、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、一般社団法人東北経済連合会

○整備用地：東北大学 青葉山新キャンパス内 (下図参照)



○整備費用の概算総額：約360億円程度(整備用地の確保・造成の経費を含む)
 ・想定される**国の分担：最大約200億円程度** (ビームラインを5本整備する場合)
 ・**パートナーの分担：最大約170億円程度** (ビームラインを7本整備する場合)

項目	内訳	試算額	役割分担
加速器	ライナック、蓄積リング、輸送系、制御・安全	約170億円程度	国において整備
ビームライン	当初10本 (パートナーは最大7本)	約60億円程度 (パートナーは最大約40億円程度)	国及びパートナーが分担
基本建屋	建物・附属設備	約83億円程度	パートナーにおいて整備
研究準備交流棟	建物・附属設備	約25億円程度	
整備用地	土地造成	約22億円程度	

※整備期間中の業務実施費(建設工程の管理、事務管理費等)は除く

大型放射光施設 (SPring-8) の整備・共用

2019年度予算額 (案)	: 8,340百万円
2018年度予算額	: 8,530百万円
2017年度予算額	: 8,445百万円
2016年度予算額	: 8,219百万円
2015年度予算額	: 7,878百万円



※すべて当初予算額、利用促進交付金は含まない

背景・課題

- SPring-8は、微細な物質構造の解析が可能な**世界最高性能の放射光施設**。生命科学、環境・エネルギーから新材料開発まで広範な分野で先進的・革新的な研究開発に貢献。
- 平成9年の共用開始から20年以上が経過し、利用者は着実に増加。毎年約16,000人の産学官の研究者が利用。
- 同等性能の大型放射光施設を有するのは日米欧のみであり(他に米国APS、欧州ESRF)、SPring-8は安定なビーム性能を発揮中。

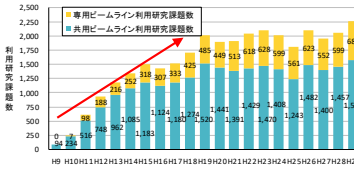
事業概要

【事業の目的・目標】

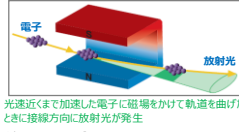
SPring-8について、安定的な運転の確保及び利用環境の充実を行い、産学の広範な分野の研究者等の利用に供することで、世界を先導する利用成果の創出等を促進し、我が国の国際競争力の強化につなげる。

【事業概要・イメージ】

- ① **SPring-8の共用運転の実施** **8,340百万円(8,530百万円)**
- 5,000時間運転の確保及び維持管理等
- ② **SPring-8・SACLAの利用促進*** **1,381百万円(1,379百万円)**
- 利用者選定・利用支援業務の着実な実施 ※ SACLAと一体的・効率的に実施。



放射光の発生原理



【事業スキーム】

- ✓ 施設設置者: (国研)理化学研究所[理研]
- ✓ 登録施設利用促進機関: (公財)高輝度光科学研究センター[JASRI]



【これまでの成果】

論文発表: ネイチャー・サイエンス誌をはじめ、SPring-8を利用した研究論文は累計約**14,000**報。
(例えば、サイエンス誌の2011年の世界の10大成果のうち2件がSPring-8固有の成果。※はやぶさ試料解析、光化学系Ⅱ複合体。)

産業利用: 稼働・整備中の57本のビームラインのうち**4本は産業界が自ら設置**。共用ビームラインにおける**全実施課題に占める産業利用の割合は約2割**。

創業のブレークスルーにつながる膜タンパク質と脂質の相互作用を解明

[Nature (2017.5.11) 掲載]
【使用ビームライン】BL41XU 【中心研究機関】 東京大学、高輝度光科学研究センター

- SPring-8において、医学的・生物学的に重要な機能を持つ膜タンパク質の一つであるカルシウムポンプを構造解析し、**膜タンパク質とそれを取り囲む生体膜を構成するリン脂質の相互作用の詳細を世界で初めて解明**。膜タンパク質の機能発現と生体膜とが密接に関わっていることを解明。
- 創業の重要なターゲットである膜タンパク質の機能発現に、生体膜がどのように関わるかが明らかになったことで、今後、**膜タンパク質の機能理解に基づく創業のブレークスルーに高い期待**。

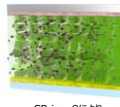


カルシウムポンプとリン脂質の原子モデル

高変換効率な有機薄膜太陽電池の構造を解明

[Nature Photonics (2015.5.25) 掲載]
【使用ビームライン】BL46XU 【中心研究機関】 理化学研究所、北陸先端科学技術大学院大学等

- SPring-8のX線構造解析により、エネルギー変換効率10%を超える有機薄膜太陽電池内の半導体ポリマーの向きや分布等が**エネルギー変換効率の向上の鍵であることを解明**。
- エネルギー変換効率を向上させる半導体ポリマーの分子構造や分布等の条件が明らかになったため、**太陽電池の実用化の目安であるエネルギー変換効率15%の到達に向けた研究の加速に期待**。



SPring-8により半導体ポリマー分子の分布状態を解明

2019年度予算額 (案)	: 5,525百万円
2018年度予算額	: 5,639百万円
2017年度予算額	: 5,600百万円
2016年度予算額	: 5,350百万円
2015年度予算額	: 5,239百万円



※すべて当初予算額、利用促進交付金は含まない

X線自由電子レーザー施設 (SACLA) の整備・共用

背景・課題

- SACLAは、原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化の瞬時計測・分析が可能な**世界最高性能のX線自由電子レーザー施設**。放射光(波長の短い光)とレーザー(質の高い光)の両方の長所を併せ持った高度な光源。
- 国家基幹技術として平成18年度に整備開始、平成24年3月に共用開始。
- X線自由電子レーザーは**人類が初めて手にした革新的光源**。世界では、これまで、日本、米国(米国LCLSは平成22年に供用開始)が稼働していたが、平成29年から欧州・スイス・韓国が相次いで運転を開始。SACLAは、世界で最もコンパクトな施設で最も短い波長が得られる点で優位性を発揮。

事業概要

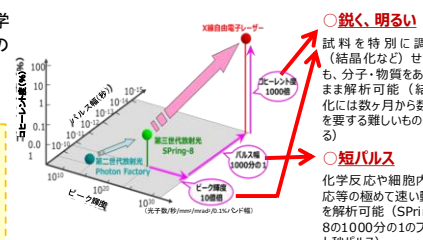
【事業の目的・目標】

SACLAについて、安定的な運転時間の確保及び利用環境の充実を行い、産学の広範な分野の研究者等の利用に供することで、世界を先導する利用成果の創出等を促進し、我が国の国際競争力の強化につなげる。

【事業概要・イメージ】

- ① **SACLAの共用運転の実施** **5,525百万円(5,639百万円)**
- 5,815時間運転の確保及び維持管理等
- ② **SPring-8・SACLAの利用促進[再掲]*** **1,381百万円(1,379百万円)**
- 利用者選定・利用支援業務の着実な実施 ※ SPring-8と一体的・効率的に実施。

X線自由電子レーザー (放射光+レーザー) の特長



【事業スキーム】

- ✓ 施設設置者: (国研)理化学研究所[理研]
- ✓ 登録施設利用促進機関: (公財)高輝度光科学研究センター[JASRI]



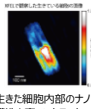
【これまでの成果】

- 共用開始以来、採択課題数は351課題。**ネイチャー誌をはじめとするトップ論文誌に累計44報の論文掲載**。
- 平成29年9月より**3本のビームラインを同時に共用開始**しており、更なる高インパクト成果の創出に期待。

生きた細胞をナノレベルで観察することに成功 (ナノ: 10⁻⁹ = 10億分の1)

[Nature Communications (2014.1.7) 掲載]
【使用ビームライン】BL3 【利用期間】2011年度~2014年度 【中心研究者】 西野吉則 (北海道大学)

- 電子線やX線などを用いた従来の顕微鏡・放射光では、観察に必要な一定のビーム照射や結晶化により細胞は死んでしまっていたが、SACLAのフェムト(10⁻¹⁵)秒オーダーの発光時間を使うことで、自然な状態の生きている細胞内部のナノ構造を捉えることに成功。
- **生きた細胞をナノメートルの分解能で定量的に観察できる手法を世界で初めて確立**。未だ解明されていない原核微生物のグム複製やそれに続く細胞分裂などの重要な細胞内現象の解明に期待。

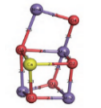


生きた細胞内部のナノ構造を高コントラストで可視化

光合成を行う正確な3次元原子構造を解明 ~人工光合成開発への糸口~

[Nature (2015.1.1) , Nature (2017.2.21) 掲載]
【使用ビームライン】BL3 【利用開始年】2011年度 【中心研究者】 沈建仁 (岡山大学) 他

- 植物は、光化学系Ⅱ複合体というタンパク質で水分解を行い、生命が必要とする酸素を作り出すことは長く知られていたが、原子構造や機構は未知のままだった。20年間の研究とSACLAで開発した解析法により、**1.95Å分解能で全構造とその触媒中心構造を正確に解明することに世界で初めて成功**。さらに続けて、**触媒中心が水分子を分解する過程を捉え、酸素分子が発生する直前の構造を世界で初めて解明**。
- **自然界の光合成が原子レベルでいかに行われているかの解明**につながる重要成果であり、**人工光合成開発の実現に向けて前進**。



光化学系Ⅱ複合体の触媒中心の原子構造 (Mn, Ca, O, クワター、窒素原子)

大強度陽子加速器施設の概要

1. 課題実施期間及び評価時期

平成12年度～

事前評価 平成12年度

中間評価 平成15年度及び平成19年度及び平成24年度

2. 研究開発概要・目的

大強度陽子加速器施設（以下「J-PARC」という。）は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という。）と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（以下「KEK」という。）が共同で茨城県東海村に建設した、世界最高レベルの陽子加速器により様々な分野の最先端の研究を展開する施設である。具体的には、物質科学、生命科学、原子力工学、原子核・素粒子物理学など広範な研究分野を対象に、中性子、ミュオン、ニュートリノなどの多彩な二次粒子を用いた新しい研究手段を提供し、基礎科学から産業応用まで様々な研究開発を推進するものである。

3. 研究開発の必要性等

【必要性】

本事業は、J-PARC という多目的の最先端研究施設を整備・運用するものであり、中間子やニュートリノを用いた自然界の基本原理を探求する原子核・素粒子物理学や世界最大強度の中性子やミュオンを用いた物質・生命科学といった、フロンティアを拓く基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至る幅広い分野の研究が期待されるものである。

科学技術・学術的意義等の極めて高いものであり、国際公共財としての規模の大きさ、対象とする研究分野の多様性、関連する研究者層の広がり、見込まれる成果の重要性などに鑑みれば、国として、着実に進めることが必要である。

【有効性】

原子核・素粒子物理学分野では、新しい学問体系の構築や、新しい核物質の生成と物質の質量発生機構の解明を目指しており、世界的にリードする我が国の学術的な地位を更に躍進させるものである。物質・生命科学分野では、量的・質的に新しい研究分野が開拓され、新材料の開発、学理の究明、新しい医薬品の開発等への貢献が期待される。特に中性子は、X線(放射光)と相補的な特徴を活かした研究の進展が期待される。また、J-PARC が目指す方向性は、科学技術基本計画における理念に合致するものであり、幅広い分野の研究に大きく寄与する本事業の役割は非常に大きい。さらに、国際的な研究・教育センターとしての役割も期待されている。また、加速器などの研究者や中性子利用の技術支援者等の人材育成という

観点からも非常に重要であり、我が国の科学技術の推進に極めて有効である。

【効率性】

本事業は、JAEA と KEK というミッションや文化が異なる機関が共同で進めている画期的なものである。両機関は、円滑な運営の実施に向けた協力協定を締結するなど、一致協力して着実な推進に取り組んでおり、J-PARC の一体的かつ効率的・効果的な運営を行うために「J-PARC センター」を設置している。また、J-PARC を適切に運営するため、両機関の代表及びセンター長から構成される「運営会議」を設置し、両機関の長がその合意を尊重する仕組みを構築している。ユーザーにとって使いやすい施設となり、最先端の成果を創出していくため、センターの役割は重要であり、順調な運営が期待される。

4. 予算の変遷

年度	H12(初年度)	…	H28	H29	H30	H31 ※	総額
予算額	27億	…	163億	163億	164億		—
(内訳)	JAEA 27億	…	内局 97億 JAEA 7億 KEK 63億	内局 102億 JAEA 3億 KEK 58億	内局 103億 JAEA 3億 KEK 58億	※概算要求前であり、額は調整中。	終了年度無し

※ 表内の額は全て当初予算。

5. 課題実施機関・体制

主管研究機関 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

6. その他

J-PARC のうち中性子線施設については、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」における特定中性子線施設に指定されており、広く研究者等の利用に供することとなっている。

1. プランを推進するにあたっての大目標:「オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進」(施策目標8-3)

概要:研究の飛躍的な発展と世界に先駆けたイノベーションの創出、研究の効率化による生産性の向上を実現するため、情報科学技術の強化や、研究のリモート化・スマート化を含めた大型研究施設などの整備・共用化の推進、次世代情報インフラの整備・運用を通じて、オープンサイエンスとデータ駆動型研究等を促進し、我が国の強みを活かす形で、世界の潮流である研究のデジタルトランスフォーメーション(研究DX)を推進する。

2-1. 情報分野研究開発プログラム(1)AIP:人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト

概要:未来社会における新たな価値創出の「鍵」となる、人工知能、ビッグデータ、IoT、サイバーセキュリティについて、「理研革新知能統合研究センター(AIPセンター)」に世界最先端の研究者を糾合し、革新的な基盤技術の研究開発や我が国の強みであるビッグデータを活用した研究開発を推進するとともに、関係府省等と連携することで研究開発から社会実装までを一体的に実施する。

2-2. 情報分野研究開発プログラム(2)Society5.0実現化研究拠点支援事業

概要:大学等において、情報科学技術を基盤として、事業や学内組織の垣根を越えて研究成果を統合し、社会実装に向けた取組を加速するため、学長等のリーダーシップにより組織全体としてのマネジメントを発揮できる体制構築を支援する。

2-3. 情報分野研究開発プログラム(3)AI等の活用を推進する研究データエコシステム構築事業

概要:オープンサイエンスとデータ駆動型研究等を国際水準で促進し、我が国の研究力の飛躍的發展を図るため、分野・機関を越えてデータを共有・利活用するための全国的な研究データ基盤の構築・高度化・実装等を行う研究DXの中核機関群(※)を支援する。また、中核機関群では、全国的な研究データ基盤等の利用を促進するため、全国の大学・研究機関・産業界によるデータ駆動型研究の支援や、研究DXを進めるための環境整備として、データマネジメントに係る人材育成の方策の検討・実施、研究データの取扱いに関するルール・ガイドライン等の整備も行う。

※ 上記取組を効果的に実施するため、研究データ基盤の構築・高度化・実装の中心的役割を担う機関(中核機関)が、複数の関係機関(共同実施機関)と有機的に連携した体制を構築する。

2-4. 情報分野研究開発プログラム(4)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)の構築

概要: HPCIを構築するとともに、この利用を推進する。具体的には、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象である「富岳」と国内の大学等のスパコンを高速ネットワークで結び、多様なユーザーニーズに応える計算環境を提供するHPCIを構築するとともに、幅広い分野の研究者等による利用を促進する。また、次世代計算基盤に関して、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定しつつ、具体的な性能・機能等について調査検討する。

【情報分野研究開発プラン】

上位施策：

第6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日閣議決定）

第2章 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

2. 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

(2) 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）

まず、データの共有・利活用については、研究の現場において、高品質な研究データが取得され、これら研究データの横断的検索を可能にするプラットフォームの下で、自由な研究と多様性を尊重しつつ、オープン・アンド・クローズ戦略に基づいた研究データの管理・利活用を進める環境を整備する。特にデータの信頼性が確保される仕組みが不可欠となる。また、これらに基づく、最先端のデータ駆動型研究、AI駆動型研究の実施を促進するとともに、これらの新たな研究手法を支える情報科学技術の研究を進める。同時に、ネットワーク、データインフラや計算資源について、世界最高水準の研究基盤の形成・維持を図り、産学を問わず広く利活用を進める。また、大型研究施設や大学、国立研究開発法人等の共用施設・設備について、遠隔から活用するリモート研究や、実験の自動化等を実現するスマートラボの普及を推進する。これにより、時間や距離の制約を超えて、研究を遂行できるようになることから、研究者の負担を大きく低減することが期待される。また、これらの研究インフラについて、データ利活用の仕組みの整備を含め、全ての研究者に開かれた研究設備・機器等の活用を実現し、研究者が一層自由に最先端の研究に打ち込める環境が実現する。

【目標】・オープン・アンド・クローズ戦略に基づく研究データの管理・利活用、世界最高水準のネットワーク・計算資源の整備、設備・機器の共用・スマート化等により、研究者が必要な知識や研究資源に効果的にアクセスすることが可能となり、データ駆動型研究等の高付加価値な研究が加速されるとともに、市民等の多様な主体が参画した研究活動が行われる。

【情報分野研究開発プラン／情報分野研究開発プログラム(1)～(4)】

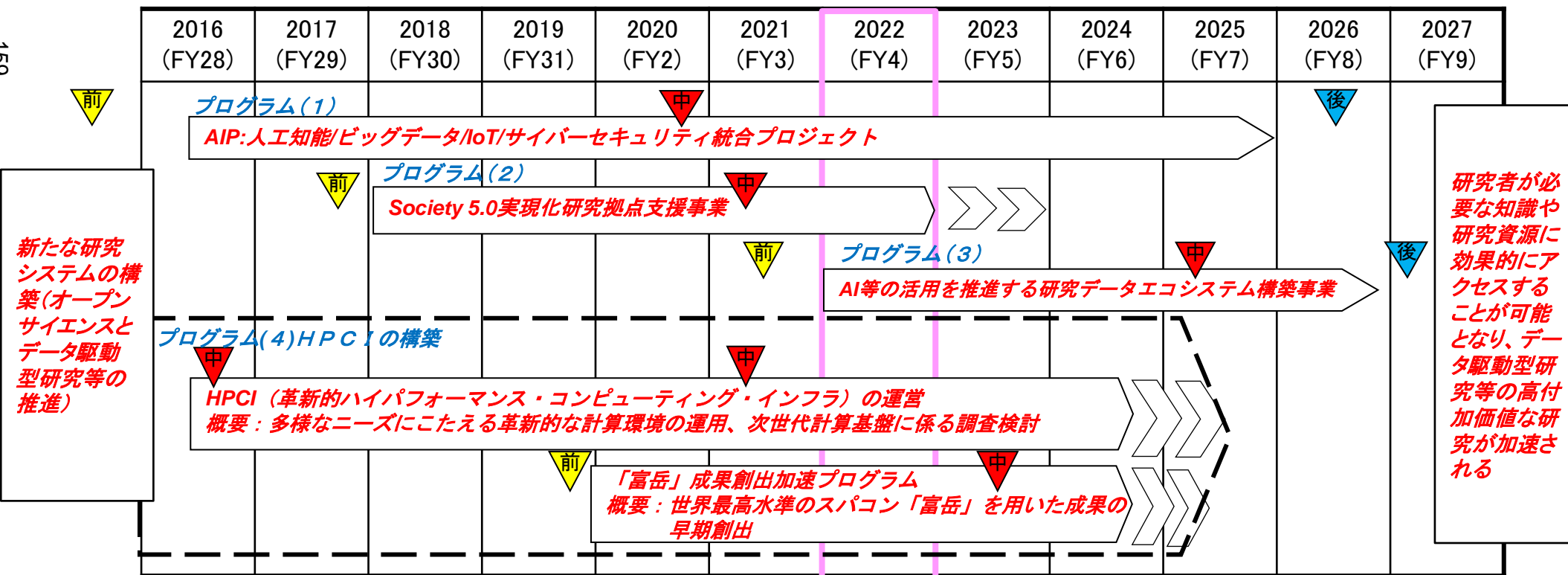
情報委員会

○「重点的に推進すべき取組」と「該当する研究開発課題」

プログラム達成状況の評価のための指標

- プログラム(1) ○アウトプット指標:人工知能やビッグデータ解析関連の国際的に権威のある会合での入賞者数(累計)/共同研究の参画研究機関数
○アウトカム指標:AIPセンターの研究成果に基づき実社会での実証実験に至っている案件数(累計)/AIPセンターの研究成果に基づき開発された、次世代の新たな人工知能基盤技術の数(累計)
- プログラム(2) ○アウトプット指標:企業、自治体、他の研究機関等の参画機関数/国際会議開催等のアウトリーチ活動件数
○アウトカム指標:社会実装された研究開発のテーマ数/企業等との共同研究契約の件数/社会実装のための実証実験の完遂/外部資金獲得状況
- プログラム(3) ○アウトプット指標:中核機関群の選定後に具体的な指標を検討/全国的な研究データ基盤と接続・連携する個別分野等のデータプラットフォーム数※中核機関群の選定後に目標値について検討
○アウトカム指標:全国的な研究データ基盤にデータを登録する機関数※中核機関群の選定後に目標値について検討/全国的な研究データ基盤で検索可能な研究データのメタデータ数※中核機関群の選定後に目標値について検討/機関リポジトリを有する国立大学法人・大学共同利用機関法人・国立研究開発法人におけるデータポリシーの策定率
- プログラム(4) ○アウトプット指標:HPCIの中核となるスーパーコンピュータ「富岳」の年間稼働率
○アウトカム指標:集計年度末までに登録された、HPCIを利用した研究の論文発表数

159



※ 研究開発課題の評価に当たり、必要に応じて、外部有識者の意見を踏まえた評価を行う。

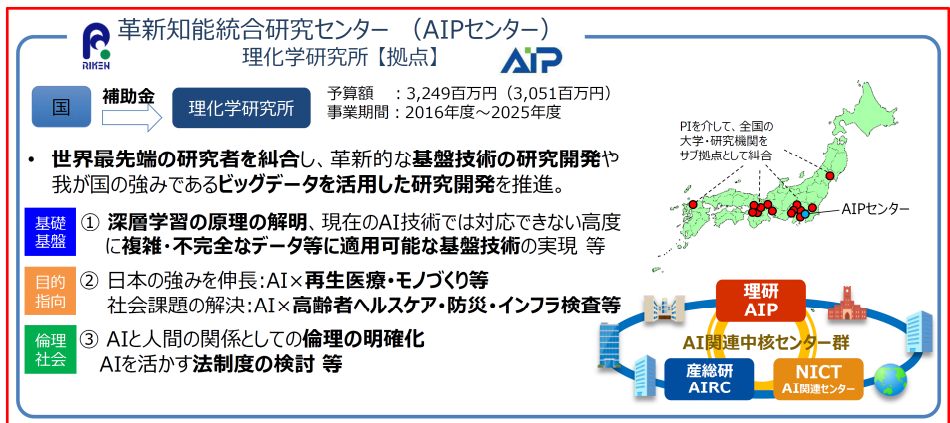
「AIP：人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト」の概要

事業概要

「AIP：人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト」は、以下の二つの事業を一体的に行うことによって、人工知能（以下「AI」という。）ビッグデータ、IoT及びサイバーセキュリティに関する革新的な基盤技術の研究開発を推進するものである。

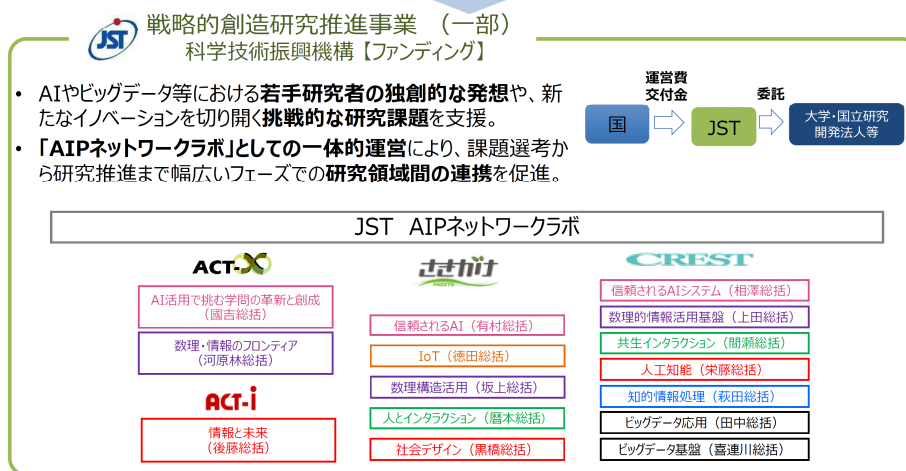
- ・革新的な AI の基盤技術の研究開発等を行う拠点の構築（理化学研究所革新知能統合研究センター（以下「理研 AIP センター」という。））
- ・科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業の一部である「AIP ネットワークラボ」による全国の大学・研究機関等における AI、ビッグデータ、IoT 及びサイバーセキュリティに関する研究開発の支援

本評価では、同プロジェクトのうち、理研 AIP センターの取組を対象とするものである。



※本評価の対象

一体的に推進



予算の変遷（理研 AIP センター分）

年度	平成 28 年度 (初年度)	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31/令和元 年度	令和 2 年度
予算額	1,450 百万円	2,950 百万円	3,051 百万円	3,051 百万円	3,249 百万円

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業の概要

1. 事業実施期間及び評価時期

平成30年度～令和4年度

(ステージゲート評価を経ることでさらに最大5年間延長が可能)

中間評価 令和2～3年度、事後評価 事業最終年度の翌年度

2. 概要・目的

(1) Society 5.0 実現化研究拠点支援事業

Society 5.0 (IoT、ビッグデータ、人工知能等のイノベーションをあらゆる産業や社会生活に活用することで、様々な社会的課題が解決される社会)の経済システムでは、「自律分散」する多様なもの同士を新たな技術革新を通じて「統合」することが大きな付加価値を産むため、眠っている様々な知恵・人材・技術・情報をつなげ、イノベーションと社会的課題の解決をもたらす仕組みを世界に先駆けて構築することが必要である。一方、大学等では知恵・人材・技術・情報がすべて高い水準で揃っているが、社会的課題を捉え、解決に向け組織全体のポテンシャルを統合し複数の技術を組み合わせて社会実装を目指す取組や、社会実装の為の実証実験のコーディネート等を担う人材、データの整理・活用を担う人材が不足していると考えられる。上記のような状況の下、Society 5.0の実現の先端中核拠点として大学等がイノベーションの先導役となる様に、イノベーションを実現できる拠点の形成が必要である。

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業(以下「本事業」という。)は、Society 5.0の具体像を情報科学技術を基盤として描き、その先導事例を実現するための研究開発を行い、事業や学内組織の垣根を超えて研究成果を統合し、社会実装に向けた取組を推進する大学等の先端中核拠点に対し、補助金により支援を行うものである。

公募・選考の結果、平成30年9月18日に、大阪大学の「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」が採択され、取組が進行中である。

(2) 採択事業(大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点)

大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点(以下「採択事業」という。)では、代表機関の大阪大学、協力機関の国立研究開発法人理化学研究所(以下「理化学研究所」という。)及び日本電気株式会社(以下「NEC」という。)の3機関を中心に、

- ・ 人々の心や身体 の健康の増進(ウェルネス研究)
- ・ 安全で快適な居住環境が得られる未来に向けた人生のQOL向上のデザイン(ライフスタイル研究)
- ・ 楽しみや学びから生き生きとした生活の実現(エデュテインメント研究)

の3つのカテゴリにおいて、個人の健康や医療・介護に関するデータ(パーソナル・ヘルス・レコード、PHR)に、日常生活の中で生み出される様々な生活関連データや、周りの人達との人間関係、社会活動等に関するデータを連結した「パーソナル・ライフ・レ

コード」(以下「PLR」という。)をパーソナルデータとして捉え、収集・分析し、個人と社会へ還元するサイクルを通じて、地域の社会的課題の解決を目指す取組を行っている。

さらに、大学等における学術研究で収集され、学術目的で活用される質の高い多様なパーソナルデータについて、再利用する際にデータ提供者の再同意を得る「ダイナミックコンセント」と、突合可能性を保持しデータの価値を大きく減じることなくプライバシーを守ることができる「仮名化」により、学術分野以外も含む様々な主体が二次利用できる仕組みの構築を目指している。

そして、PLR を収集・管理・分析・二次利用するためのプラットフォーム(以下「PLR基盤」という。)を構築し、データ取引市場(以下「MYPLR」という。)を介してPLR基盤上に保管されたパーソナルデータが流通し、新たな製品開発等のイノベーションにつながる仕組みについて、試験運用を行っている。



図1 採択事業の目的



図2 採択事業の概要

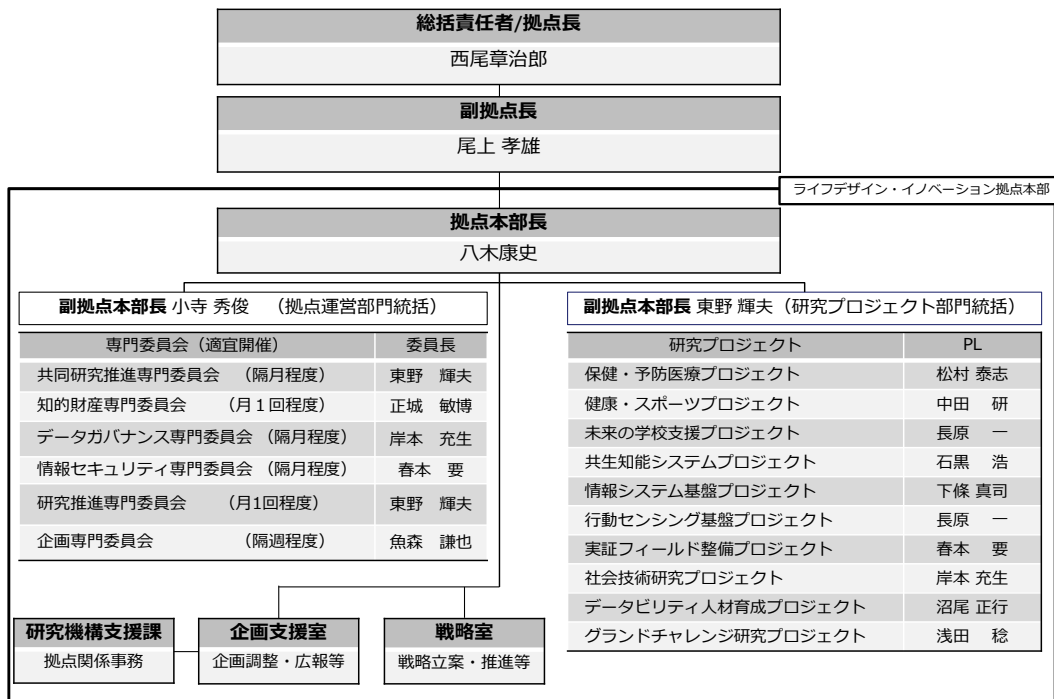


図3 ライフデザイン・イノベーション研究拠点内組織

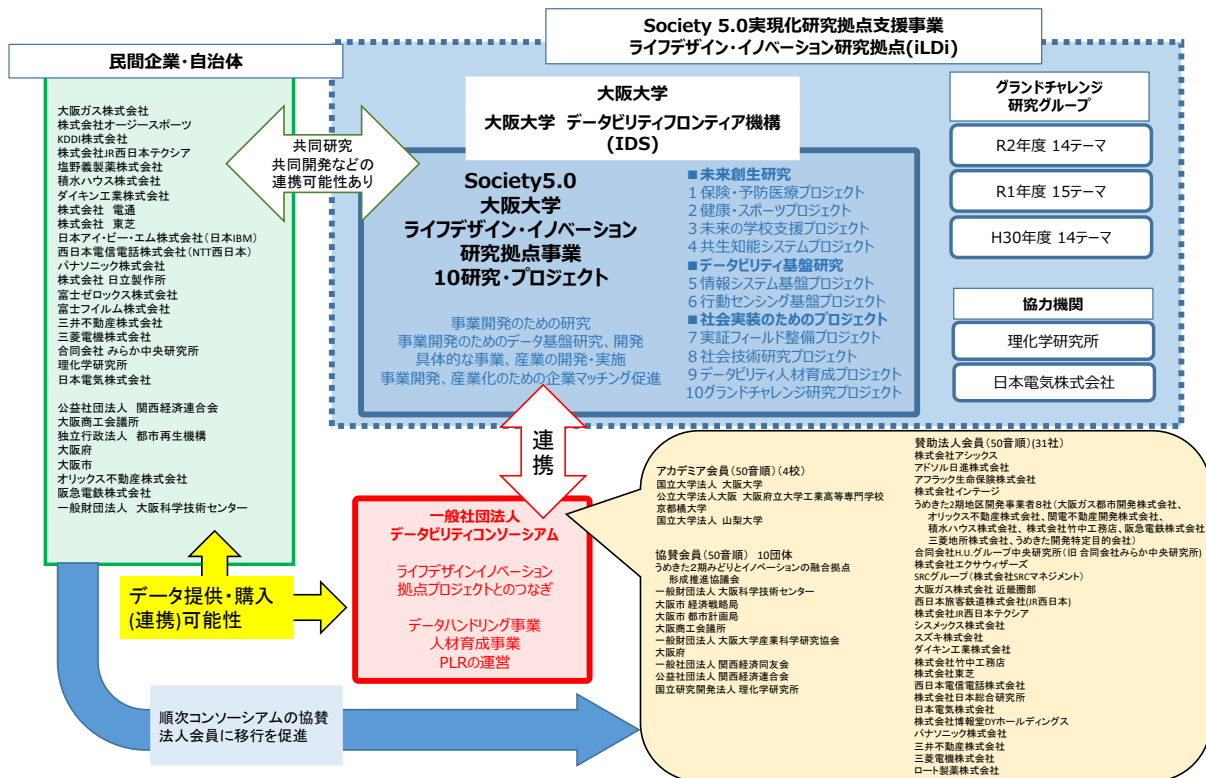


図4 ライフデザイン・イノベーション研究拠点及び連携機関（令和3年2月1日時点）

3. 研究開発の必要性等

(1) 必要性

○本事業は、情報通信技術（ICT）を最大限に活用してサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実世界）を融合させた取組を進めることや、様々な知恵・情報・技術・人材をつなぎ、社会的課題の解決とイノベーションをもたらす仕組みを世界に先駆けて構築することを目指しており、閣議決定（「科学技術基本計画」）等で示された政府方針に合致している。

○したがって、国の基本方針推進のために本取組の必要性は高い。

(2) 有効性

○本事業は、Society 5.0の実現に向けた官民の研究開発を促進することを目的として、公募により選ばれた大学等の知恵・情報・技術・人材を統合して社会貢献につなげる取組である。社会システムの変革や新産業の創出等に直接的・間接的波及効果が期待されるとともに、学生の積極的な参加により、未来を生み出す人材の育成も期待できる。

○以上より、本取組は様々な波及効果が見込まれ、有効性が期待できる。

(3) 効率性

○本事業は、大学等に蓄積された最先端の基礎・基盤的研究や既存の研究プロジェクトの成果等について情報科学技術を核として統合するものであり、また、学長等のリーダーシップの下で推進する方針は、大学等の有するポテンシャルの最大化を図るもの

といえる。加えて、大学等がもつ公共性は、多種多様な企業の参加を可能とし、民間投資誘発効果が期待できるため、政府として投資対効果の高い取組といえる。また、事業運営に当たっては、別途、文部科学省として有識者による評価・指導及び助言を行う体制を整備することとしている。さらに、本取組は、他機関や産業界等との連携のための供用基盤の強化を図り、様々な機関・分野の研究者等の利活用も促進することとしている。

○以上により、本取組は効率的な実施が期待できる。

4. 予算の変遷

年度	H30(初年度)	R1	R2
予算額	700 百万	701 百万	701 百万

5. 事業実施機関・体制

研究代表者 大阪大学総長 西尾章治郎

代表機関 大阪大学

協力機関 理化学研究所、NEC

グランドチャレンジ採択大学（平成30年度～令和2年度24大学）

愛知工業大学、大阪体育大学、大阪府立大学、岡山大学、九州大学、京都産業大学、京都橘大学、久留米大学、慶應義塾大学、高知県立大学、神戸大学、信州大学、千葉大学、筑波大学、東京大学、東京電機大学、同志社大学、東北大学、鳥取大学、奈良先端科学技術大学院大学、北海道大学、山梨大学、立命館大学、和歌山大学

背景

新型コロナウイルス感染症の猛威により、我が国のデジタル化への遅れが顕著になったことから、**次の成長の原動力として「デジタル」が最重要視**されている。特に、デジタル技術の進展により、**データ駆動型研究の重要性が高まる**など、研究手法が大きく変化しており、**研究DXにより生産性を飛躍的に向上させるためには、膨大な量の高品質なデータの利活用を推進していくことが鍵**である。このため、全国の大学・研究機関を超高速・大容量につなぐ学術情報ネットワークSINETとともに、**我が国における研究データの管理・利活用を促進するための中核的な研究データ基盤の構築・高度化・実装**を行い、**各分野等で構築が進められているデータプラットフォーム等と連携した、オープン・アンド・クローズ戦略に基づく研究データの管理・利活用を促進することが求められている**。

また、データ戦略では、SINETは研究のみならず、大学等の知を活かせる社会インフラとしての機能高度化・拡充なども念頭に置いた整理を行うとされている。

【経済財政運営と改革の基本方針2021】（令和3年6月18日閣議決定）研究の生産性を高めるため、研究DXを推進するとともに、研究を支える専門職人材の配置を促進する。

【成長戦略フォローアップ2021】（令和3年6月18日閣議決定）

・研究のDXの実現に向け、AI・データ駆動型研究を推進するため、全国の先端共用設備や大型研究施設も効果的・効率的に活用し、2022年度からマテリアル、ライフサイエンス等多様な分野の研究データを戦略的に収集・共有・活用する取組を強化する。

未解決の課題

- 各分野におけるデータプラットフォームや、各機関におけるリポジトリの構築等が進められている。これらをつなぎ、**分野・機関を越えてデータを共有・利活用するための全国的な研究データ基盤の実装が未実施**であり、国際的にも遅れをとっている。
- 政府全体の方針に基づき、公的資金による研究データの取扱いに当たり、研究者に求められる責務が増大（DMPの作成、メタデータ付与等）しており、対応が必要。
- 研究データの取扱いルール等の制度の整備や普及が追いついておらず、データサイエンスに不可欠であるデータマネジメント人材も不足。
- DXによる研究手法の変革が一部にとどまっており、情報インフラを徹底的に活用したAI・データ駆動型研究の進展が不十分。

実施内容

事業期間：R4年度～R8年度

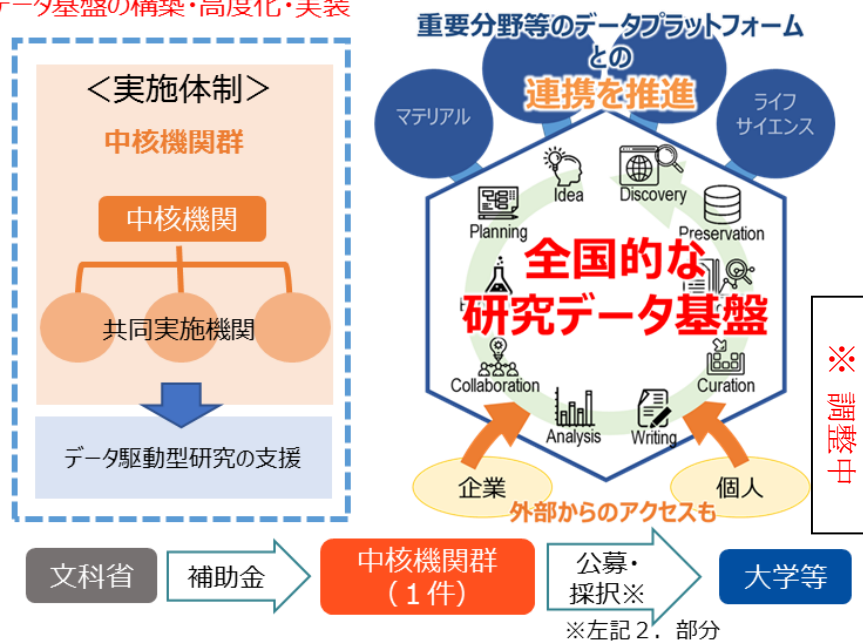
- 我が国の研究力の飛躍的発展を図るため、各分野・機関の研究データをつなぐ**全国的な研究データ基盤の構築・高度化・実装**と、**データ駆動型研究の拡大・促進**の支援を行う、**研究DXの中核機関群を支援**する。

1. 全国的研究データ基盤の構築・高度化・実装

- 全国的研究データ基盤の構築・高度化・実装**
 - ・研究データの管理・蓄積・利活用・流通といった点で適切かつ実用的な機能を確保した全国的な研究データ基盤を整備
 - ・構築が進む各機関・各分野のリポジトリやデータプラットフォームとの連携・接続
- 研究データ基盤の活用に係る環境の整備**
 - ・ルール・ガイドライン整備、データマネジメント人材育成支援 等

2. 研究データ基盤やSINETの更なる活用を通じたデータ駆動型研究の支援（分野とのマッチング形成）

- ・異なる分野間でのデータ連携を促進し、データ駆動型研究の振興に貢献
- ・分野とのマッチング形成を通じ、全国的研究データ基盤に対する利活用の観点からのニーズを積極的に掘り起こし、一層の利活用を推進
- ・産業界とも連携し、リアルタイムデータも用いながら地域課題等に関する研究開発を積極的に支援することで新しいビジネスの創出に貢献



1. 背景等

- 運用開始（平成 24 年 9 月末）からの事業について中間評価を行う。
- 具体的には、前回の中間評価時（平成 27 年度）における評価項目を中心に改めて対応状況等について確認・評価を行う。また、令和 3 年度に予定されている「富岳」の運用開始や HPCI を構成する情報基盤センター等で今後見込まれるシステムの導入等を踏まえた HPCI のあり方について検討を行う。

2. 事業目的

我が国の計算科学技術を推進するため、スーパーコンピュータ「京」及びスーパーコンピュータ「富岳」を中核とする 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）を構築するとともに利用体制を整備し、画期的な研究成果の創出に向けた利用を促進する。

HPCI は、高速ネットワークにより「京」及び「富岳」を中核として国内の大学等のシステムや共用ストレージを結んだシームレスな利用を実現する計算環境の構築により、世界トップクラスのスーパーコンピュータやその他の計算資源をユーザが容易に利用できる計算科学技術環境を実現するものであり、多様なユーザーニーズに応えとともに全てのユーザに開かれた革新的な計算環境として、計算したデータの共有や、共同での分析等を可能にした計算資源を多くのユーザの利用に供するものである。これを適切に運用し利用を推進することで画期的な研究成果を創出し、科学技術の発展や産業競争力強化に資するとともに、人材育成やスーパーコンピューティングの裾野の拡大にも貢献することを目的とする。

3. 事業概要等

(1) 概要

9 大学情報基盤センター等のシステム及び共用ストレージの計算資源に全国の利用者が一つのユーザアカウントによりアクセス可能とした HPCI システムを、安定的かつ利便性高く運用するとともに、利用を促進し、また産業利用促進等のための利用者支援を実施。

(2) 機能及び実施機関

a) HPCI 運営企画・調整（高度情報科学技術研究機構）

- ・ より効率的・効果的な HPCI の運営の実現、及び今後の運営の在り方に関する調査検討
- ・ 技術面での統括的業務、HPCI システムの構成機関等との調整業務、HPCI システムの構成機関による連携協力体制の構築

b) HPCI システム運用

- ・ 認証局の設置、運用及び保守
(国立情報学研究所)
- ・ HPCI 共用ストレージの運用及び保守
(東京大学、理化学研究所、筑波大学)

c) HPCI の利用促進

- ・ 計算資源提供機関との調整、利用負担金支払業務、課題選定及び共通窓口の運用、ユーザ管理システムの運用・保守
(高度情報科学技術研究機構)
- ・ 利用支援及び産業利用促進、アクセスポイントの設置・運用
(高度情報科学技術研究機構、計算科学振興財団)

※ 9 大学情報基盤センター等のシステム及び高速ネットワークの保守・運用は、各所有機関が実施。事業実施機関以外の資源提供機関等は以下のとおり。

- ・ 9 大学情報基盤センター等のシステム
北海道大学 情報基盤センター
東北大学 サイバーサイエンスセンター
筑波大学 計算科学研究センター
最先端共同 HPC 基盤施設 (JCAHPC)
東京大学 情報基盤センター
東京工業大学 学術国際情報センター
名古屋大学 情報基盤センター
京都大学 学術情報メディアセンター
大阪大学 サイバーメディアセンター
九州大学 情報基盤研究開発センター
海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
統計数理研究所 統計科学技術センター
産業技術総合研究所
- ・ 高速ネットワーク (SINET)
国立情報学研究所

4. 予算の変遷

(単位：百万円)

年度	平成 24 (初年度)	平成 25	平成 26	平成 27	平成 28	平成 29	平成 30	令和元	令和 2
予算額	1,856	2,318	1,518	1,379	1,418	1,428	1,473	2,059	1,999

(参考) 上記のほか、「京」を中核とする HPCI の産業利用支援・裾野拡大のための施設拡充として平成 24 年度補正予算で 79 億円を措置

5. 評価項目及び視点等

評価に際しては前回の中間評価等を踏まえ、以下の項目を中心に評価を行う。

(1) 進捗状況及び成果等について

- ① 安定的かつ利便性の高い運営
- ② 産業界を含めた利用者の拡大
- ③ 利用分野の拡大
- ④ シミュレーションの大規模化
- ⑤ 成果創出

(2) 体制について

ユーザ視点からの推進を目的とした一般社団法人 HPCI コンソーシアム及び HPCI 計画推進委員会等との連携。

(3) 成果の利活用について

HPCI から生まれる成果の効果的な広報。

(4) その他

スーパーコンピュータ「富岳（ふがく）」（ポスト「京」）の開発

令和元年度予算額 : 9,910百万円
 (前年度予算額) : 5,630百万円



文庫科学館

平成30年度第2次補正予算額 : 20,860百万円

背景・課題

- 全ての人とモノがつながり、今までにない新たな価値を生み出す超スマート社会の実現を目指すSociety5.0においては、シミュレーションによる社会的課題の解決や人工知能（AI）開発及び情報の流通・処理に関する技術開発を加速するために、スーパーコンピュータ等の情報基盤技術が必要不可欠

【成長戦略等における記載】（成長戦略フォローアップ）

- スーパーコンピュータ「富岳」（ポスト「京」）からの早期の成果創出を実現するため、試行的利用を2020年度から開始するとともに、AIやデータ科学への活用を推進。

事業概要

【事業の目的】

- 我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化に資するため、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として、令和3～4年の運用開始を目標に、世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指す。

【事業の概要】

- システムとアプリケーションを協調的に開発することにより、世界最高水準の汎用性、最大で「京」の100倍のアプリケーション実効性能を目指す。
- アプリケーションの対象として、健康長寿、防災・減災、エネルギー、ものづくり分野等の社会的・科学的課題を選定。
- 消費電力：30～40MW（「京」は12.7MW） ○ 国費総額：約1,100億円

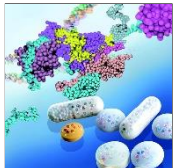
【期待される成果例】

★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

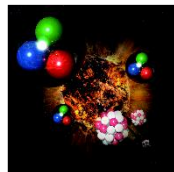


- ★医療ビッグデータ解析と生体シミュレーションによる病気の早期発見と予防医療の支援実現



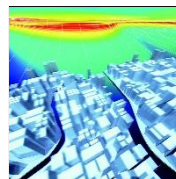
★基礎科学の発展

- ★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



★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



【システムの特徴】

★消費電力性能

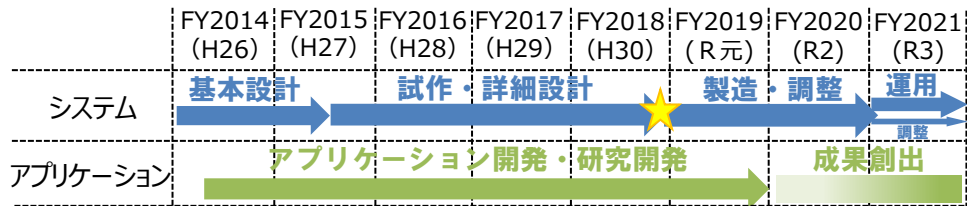
★計算能力

★ユーザーの利便・使い勝手の良さ

★画期的な成果の創出

⇒ 総合力のあるスーパーコンピュータ

★ 総合科学技術・イノベーション会議が平成30年11月22日に実施した中間評価において、「ポスト「京」の製造・設置に向け遅延なく推進していくことが適当」とされた。

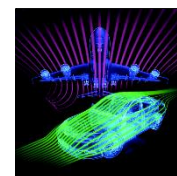


★産業競争力の強化

- ★次世代産業を支える新デバイスや材料の創成の加速化

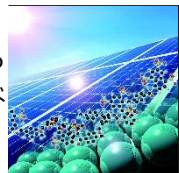


- ★飛行機や自動車の実機試験を一部代替し、開発期間・コストを大幅に削減



★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



理化学研究所
 計算科学研究センター
 (兵庫県神戸市)

「富岳」の性能について

「富岳」の開発目標

- ・最大で「京」の100倍のアプリケーション実効性能※1
- ・消費電力 30～40MW（「京」は12.7MW）

「京」とポスト「京」の性能比較

	「富岳」※2	「京」
理論演算性能	400 PFlops以上 (対「京」比:約34倍以上)	11.3 PFlops
総メモリバンド幅 ※3	150 PB/sec以上 (対「京」比:約29倍以上)	5,184TB/sec

- ※1 ハードウェアの性能向上とアプリケーションのアルゴリズムの改良効果を合わせて演算性能を比較するもの。
- ※2 「富岳」に搭載されるCPUの性能（理論演算性能2.7 TFlops以上、メモリバンド幅1,024GB/sec）、搭載数（15万個以上）から推定。
- ※3 単位時間当たりどれだけのデータをメモリからCPUに転送できるかの値。

（参考）

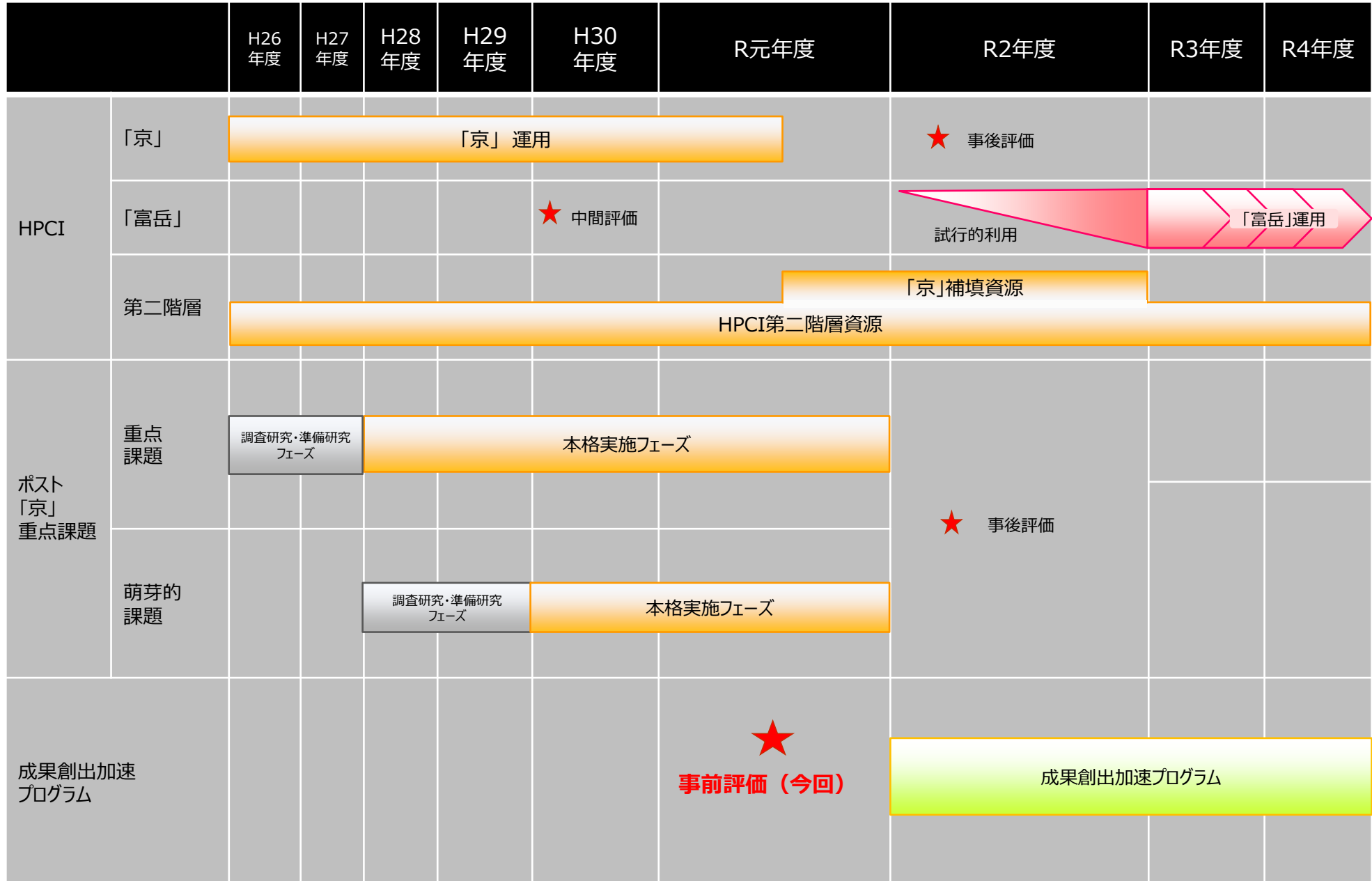
- ※4 「富岳」では、5分野から9つの主たるターゲットアプリケーションを選定。
- ※5 総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会 第2回評価検討会（平成26年10月28日）の資料より抜粋。
- ※6 Genomon以外試作機での測定値を元に推計。試作機1ノード（1CPU）を使ってアプリケーションの一部を実行した時間から推定。
- ※7 CSTI報告時に想定していたアプリケーションのバージョンが更新され、問題設定が変更されているため比較できないが、1日あたりのゲノム情報解析の検体数は2,000検体以上であり目標（1,000検体以上）をクリアしている。

「富岳」のターゲットアプリケーション※4実効性能

（数値は、「京」の性能との比較）

分野	重点課題	2014年時点の目標性能※5	現時点の性能見込み※6	アプリケーション
社会の実現 健康長寿	①生体分子システムの機能制御による革新的創薬基盤の構築	100倍	<u>125倍以上</u>	GENESIS
	②個別化・予防医療を支援する統合計算生命科学	- ※7	8倍以上	Genomon
防災・環境問題	③地震・津波による複合災害の統合的予測システムの構築	15倍	45倍以上	GAMERA
	④観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化	75倍	<u>120倍以上</u>	NICAM+LETKF
エネルギー問題	⑤エネルギーの高効率な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発	40倍	40倍以上	NTChem
	⑥革新的クリーンエネルギーシステムの実用化	15倍	35倍以上	Adventure
産業の強化競争力	⑦次世代の産業を支える新機能デバイス・高性能材料の創成	35倍	30倍以上	RSDFT
	⑧近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発	20倍	25倍以上	FFB
基礎科学の発展	⑨宇宙の基本法則と進化の解明	50倍	25倍以上	LQCD
相乗平均		約32倍	約37倍以上	

重点課題及び成果創出加速プログラムに関するスケジュール



スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム



文部科学省

1. 背景

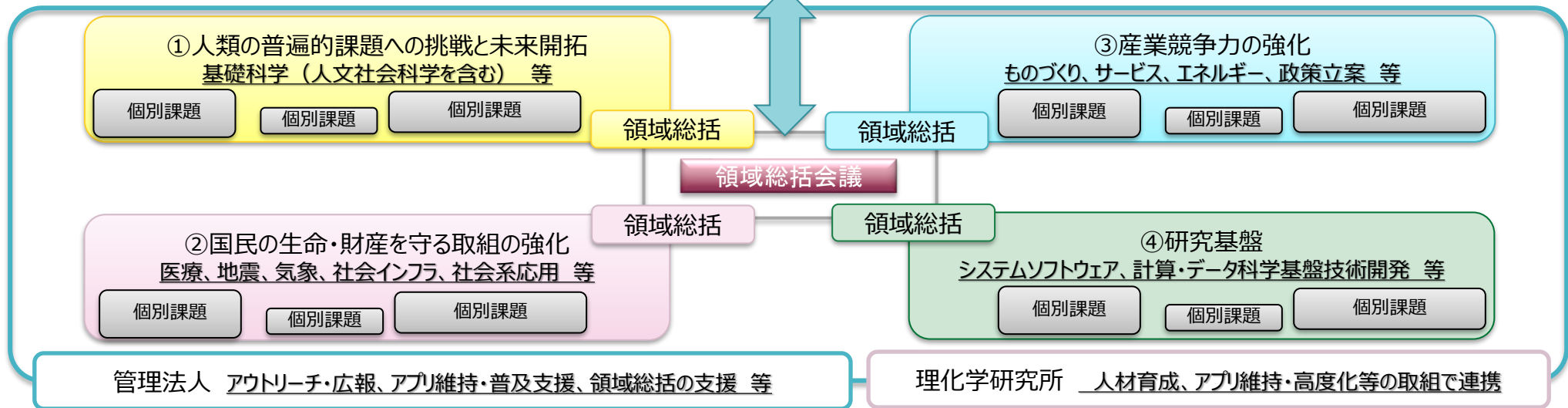
- 計算機の発展に伴い進展してきたシミュレーションとAI・データ科学について、多くの分野ではこの2つの手法を融合・連携させる科学技術の新たなパラダイムへの挑戦が始まっている。また、他国においても、2021年にエクサFLOPS級の計算機を開発するとともに、その計算資源をAI・データ科学に優先的に振り向けることが表明されている（米国 AI イニシアティブ、欧州 Horizon2020等）。このように、AI・データ科学分野も含めた大規模計算機のいち早い利活用が我が国の科学技術力再生の成否の鍵。
- 早ければ2021年の運用開始を目指して開発が進められている「富岳」において、京の最大100倍の実効性能を目指したシステムとその上のアプリケーションがCo-designによって開発されている。その成果を最大限活用し、2020年度から試行的利用を通して、シミュレーションを中心とする計算科学とAIやデータ科学を組み合わせた新たな科学的パラダイムを構築し、早期に成果を創出することが可能。

2. 事業概要

- ・ ①人類の普遍的課題への挑戦と未来開拓、②国民の生命・財産を守る取組の強化、③産業競争力の強化、④研究基盤の4領域を設ける。
- ・ 領域ごとに定められた選定基準に基づき、個別課題を採択。また、領域ごとに個別課題間の連携、成果創出に向けた取組等について文科省に助言を行う領域総括を設置するとともに、事業全体の方向性や領域を超えた連携について検討する領域総括会議を設置。さらに、アウトリーチ・広報活動、アプリケーションソフトウェア群の維持・高度化・普及の支援、領域総括による中長期的な視野に基づく指導等を実施する管理法人を設ける。
- ・ 選定された課題は、スーパーコンピュータ「富岳」の計算資源を優先的に無償で使用。



文部科学省



分野別研究開発プランの策定の進め方について

令和4年1月26日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会

(分野別研究開発プランの策定に当たって)

○研究計画・評価分科会では、主に第5期科学技術基本計画に関する研究開発課題に対応するため、今後10年程度を見通し、おおむね5年程度を計画の対象期間として「研究開発計画」を取りまとめ、当該計画に基づき研究開発課題を実施してきた。

○一方、近年、政府全体での分野別の戦略・計画が策定され始め、かつ、科学技術・イノベーション基本計画（以下「第6期科技・イノベ基本計画」という。）が、令和3年3月26日に閣議決定されたことから、研究計画・評価分科会においては、文部科学省において重点的・戦略的に推進すべき研究開発の取組や推進方策を定めるため、現行の「研究開発計画」を改定することではなく、分野毎のまとまりで実施する取組・推進方策を分野別研究開発プランとして、分野別委員会等毎に作成し、研究計画・評価分科会で決定することとした。

○当該プラン策定に当たっては、平成29年2月に策定された「研究開発計画」の考え方を踏襲し、効果的なフォローアップの実施が可能となるように、本プランの体系と文部科学省における政策評価体系を可能な限り整合させるとともに、プランを毎年度見直すことにより、より時宜にあった内容とすることとした。

1. 基本的な考え方

1. 内閣官房等において策定されている政府全体の戦略・計画がある中、文部科学省として実施する、各分野において重点的・戦略的に推進すべき研究開発の取組や推進方策を定めるため、分野毎のまとまりで実施する取組・推進方策を分野別研究開発プランとしてとりまとめる。
なお、プランがとりまとめられ次第「研究開発計画」は廃止するものとする。
*政府全体の戦略・計画がない場合は、分野別委員会等で案を策定し、研究計画・評価分科会で決定する。
2. 分野別研究開発プランは、文科省の政策評価の体系に沿って策定するものとする。
3. 当該分野別研究開発プランにおいて、政策評価の体系における「達成目標」の任意の単位(単独、複数)を研究開発プログラムとする。

2. 分野別研究開発プランの策定

1. 政策評価の体系に基づき、毎年度分野別委員会等でフォーマットに従って、分野別研究開発プラン案を策定
2. 8月に開催される研究計画・評価分科会で、各分野別研究開発プランを決定
*分野別研究開発プランにおいて、研究開発プログラムの単位を明確にする。

※分野別委員会等：研究計画・評価分科会の直下に設置する委員会及び情報委員会

<参考>

政策評価：効果的かつ効率的な行政の推進及び政府の有する諸活動について国民への説明責任の徹底を目的とする。
(「行政機関が行う政策の評価に関する法律」第1条抜粋)

研究開発プログラム評価：目標の設定された研究開発プログラムごとに評価をすることにより、実施の可否を判断するとともに、研究開発の質の向上や運営改善、計画の見直し等につなげることを目的とする。
(「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」2.1.1 評価の目的より抜粋)