

大規模学術フロンティア促進事業 学術研究基盤事業

年次計画について

令和6年8月

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会

目 次

● 大規模学術フロンティア促進事業

- ・ データ駆動による課題解決型人文学の創成
- ・ 大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進（すばる）
- ・ 宇宙と生命の起源を探求する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡アルマ2計画
- ・ 30m光学赤外線望遠鏡（TMT）計画の推進
- ・ KEK スーパーBファクトリー計画
- ・ 大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化（J-PARC）
- ・ 高輝度大型ハドロン衝突型加速器（HL-LHC）による素粒子実験
- ・ 「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ研究の推進
- ・ 大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画
- ・ 大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験（ハイパーカミオカンデ計画の推進）
- ・ ヒューマングライコームプロジェクト

● 学術研究基盤事業

- ・ 研究データの活用・流通・管理を促進する次世代学術研究プラットフォーム（SINET）
- ・ 南極地域観測事業
- ・ 超高温プラズマ学術研究基盤（LHD）計画

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進											
実施主体	自然科学研究機構国立天文台											
所要経費	233億円（うち外部資金30億円）				計画期間	2022年から2031年（10年間）						
計画概要	ハワイ島マウナケア山頂に設置した大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の機能を強化し、超広視野撮像分光による大規模サーベイ観測を中心として国際学術コミュニティに供し、宇宙の構造進化と元素の起源に迫る。											
研究目標（研究テーマ）	①暗黒物質と暗黒エネルギーの性質の探求及びニュートリノ質量の決定 ②宇宙の構造形成、銀河形成・進化の物理過程の理解 ③マルチメッセンジャー天文学の展開 ④地球型惑星候補天体の同定											
年次計画	2022(R4)	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)	2030(R12)	2031(R13)	2032(R14)	期 末 評 価
すばる望遠鏡の老朽化対策												
	温度環境維持設備改善 方位・高度軸駆動部改修		ドーム駆動部改修 望遠鏡制御システム改修			電気系改修 主焦点交換機構改修						
すばる望遠鏡の機能強化 超広視野多天体分光器（PFS）及び超広視野高解像赤外線観測装置（ULTIMATE）の開発 ＊PFS、ULTIMATEの広視野赤外線観測装置は外部資金により整備予定 ＊望遠鏡そのものの機能強化であるULTIMATEのGLAOはフロンティア事業で実施予定												
	PFSの開発と設置調整			PFSの運用								
	ULTIMATE（GLAO、広視野赤外線観測装置）開発					ULTIMATE（GLAO、広視野赤外線観測装置）の運用						
すばる望遠鏡による「暗黒物質、暗黒エネルギー」、「宇宙の構造形成、銀河形成・進化」、「マルチメッセンジャー天文学」、「地球型惑星候補の同定」等の研究	すばる望遠鏡による国際共同利用研究：4大科学目標を中心とした多様な天文学分野における最先端の研究の展開											
	暗黒物質と暗黒エネルギーの性質の探求及びニュートリノ質量の決定											
	宇宙の構造形成、銀河形成・進化の物理過程の理解											
	マルチメッセンジャー天文学の展開											
	地球型惑星候補天体の同定											
他の望遠鏡との連携・一体的な運用	Rubin Observatory（米国光赤外天文学研究機関）との連携											
	Euclid衛星（欧州宇宙機関）との連携											
	Roman宇宙望遠鏡（米国航空宇宙局）との共同観測											
	他望遠鏡との連携・一体的な運用、運営費の削減等が可能な運用体制の検討・構築					米欧30m級望遠鏡GMT、EELT等との協調観測						
評価の実施時期	－	－	－	－	進捗評価	－	－	－	－	－		
【参考】 計画推進に当たっての留意事項	【事前評価報告書における留意点（R3.7）】 ① 計画的な老朽化対策 運用開始からすでに20年以上が経過する中、自然災害等により顕在化する老朽化や定常的なメンテナンス不足に対し、計画を作成し順次対策を進めているが、本計画で導入を予定している新たな装置が十分な成果を生み出すためには、基本となる施設の計画的な老朽化対策が重要となる。運用を続けるフェーズからクローズまでの道筋を見据えた将来計画に基づいた老朽化対策の実施が必要である。 ② 共同利用・共同研究機能の強化 本計画により整備する最先端機器を用いた国際的な共同利用・共同研究の実施にあたっては、例えば、国立天文台を中心とする国内研究機関と海外研究機関との間で多くの人事交流を行うなど、研究者の定着を実現するための方策を持つことや、私立大学の研究者の増加を含めた研究者コミュニティの拡大が必要である。また、研究課題の採択にあたっては、より高度で多面的な研究計画の提案を促していくことが必要である。 ③ 研究者が最大限の能力を発揮できる環境の整備 特に、若手を含む研究者が、プロジェクトの運用業務にエフォートの多くを割かれ、自身の研究に専念できなくなることはないよう、業務の適切な分担への配慮など研究環境の整備に取り組む必要がある。また、本計画を安定的に運用していくためには、優れた人材の獲得・育成及び専門人材（URA、技術職員等）の充実のための継続的な取り組みが必要である。 ④ 他の望遠鏡との連携・一体的な運用 ローマン宇宙望遠鏡（NASA）やEuclid衛星（ESA）など次世代宇宙望遠鏡との共同研究、マウナケア天文台群におけるケック天文台やジェミニ天文台との観測時間交換、チリのベラ・ルービン天文台やE-ELTなど他の望遠鏡計画、観測施設等との国際連携については、人的交流も含めて更に発展させる必要がある。30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）とすばる望遠鏡の一体的運用については、TMT 計画が平成27 年度以降、現地での建設が中断し、今後の見通しが明確といえる状況にないため、引き続き状況を注視しつつ、将来的な一体運用の在り方を検討することが不可欠である。また、TMT の見通しが不透明な状況にあるため、すばるとTMT の効果的な連携の観点から、柔軟かつ臨機応変に対応できる体制を検討することが必要である。 ⑤ 社会・国民からの支持を得るための取組 本計画は多額の国費を必要とすることからも、その研究内容については、よりわかりやすい説明を行い、社会・国民から支持を得ていく必要がある。特に、ハワイの地元住民との良好な関係を築くための対話や交流の継続が必要であり、リスクコミュニケーションの専門家を導入するなどの積極的な対応も求められる。また、我が国における最先端の技術創出に関わるものとして、経済安全保障の観点で成果を把握することも重要である。											

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	30m光学赤外線望遠鏡(TMT)計画の推進									
実施主体	<TMT計画全体> 日本を含めた5か国による国際共同事業(米国(カリフォルニア工科大学、カリフォルニア大学)、カナダ(カナダ天文学大学連合)、中国(中国国家天文台)及びインド(TMT連携機構))であり、米国法人であるTMT国際天文台(TIO)が、現地における工事及び完成後の運用を統括 <日本の実施体制> 【中心機関】自然科学研究機構国立天文台 【連携機関】北大、北海道教育大、東北大、筑波大、茨城大、埼玉大、東京大、東工大、神奈川大、名大、信州大、京大、甲南大、大阪産業大、神戸大、兵庫県立大、広島大、愛媛大									
所要経費	建設予算総額 1,800億円(TMT計画全体) (日本の負担分:375億円、建設費総額の約21%程度) 年間運用経費 未定			計画期間		建設期間:平成25年度(2013)～令和3年度(2021)※ ※TIOが担うTMT計画全体は2029年度までを予定(さらに遅れる可能性有り) 運用期間:開始時期未定 (運用開始以後30年間運用予定) (事前評価 平成23年(2011)11月、平成24年(2012)9月、進捗評価 令和元年(2019)8月、11月)				
計画概要	TIOが現地での工事・完成後の運用を統括し、ハワイ島マウナケア山頂域に、日本、米国、カナダ、中国及びインドの国際協力科学事業として口径30mの光学赤外線望遠鏡(TMT:Thirty Meter Telescope)を建設し、第二の地球探査と生命の確認、ダークエネルギーの性質の解明、宇宙で最初に誕生した星の検出などに挑むことを目的とする(補償光学を高度化したTMTは、究極の望遠鏡として2020年代後半から約30年間、観測天文学の基幹装置となる。)。日本は、TMT計画の枢要部分である主鏡分割鏡の製作・加工等を担う。									
研究目標(研究テーマ)	1. TMT望遠鏡の建設 2. 最先端観測研究による新たな宇宙像の開拓(第二の地球探査と生命の確認、ダークエネルギーの性質の解明、宇宙で最初に誕生した星の検出)									
年次計画	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (R1)	2020 (R2)	2021 (R3)	—
<TMT望遠鏡の建設・運用> TIOが現地でのTMT望遠鏡の建設・運用を行う。日本は、主に望遠鏡構造、主鏡鏡材、主鏡研磨の一部、観測装置の一部の建設を担当。 ○望遠鏡本体構造の製作 ○主鏡分割鏡の製作 ○観測装置の製作		TIOにより定められている主鏡分割鏡等の製作							期末評価	
			←----- 現地建設の中断(2019年11月時点で再開時期未定)							
評価の実施時期	—	—	—	—	—	—	進捗評価	—	進捗評価	

計画推進に当たっての留意事項等	【進捗評価報告書での留意点(R元年 8月)】 ①TIOとの緊密な連携による事業の推進 TMT計画全体は5か国による国際共同事業であり、現地での建設・運用を統括する米国法人であるTIOのもと、各国の役割分担が定められている。そのため、国際協力の下で国立天文台が担うべき役割(主鏡分割鏡の製造等)の進捗を引き続き注視して精査すべきである。 また、TMT計画全体の現地での建設運用を統括するのは米国法人のTIOであるが、TIOの意思決定を担うTIO評議員会に国立天文台長もメンバーとして参加している。そのため、例えば、国立天文台がこれまで実施してきたハワイにおける理解増進活動などを通じて獲得したノウハウや知見をTIOに積極的に提供することにより、こうした活動をTIOとして実施するよう促し、ハワイにおけるTMT計画全体のプレゼンス向上と地元住民の理解を目指すことを求めるなどTIOとの緊密な連携を実施することが重要である。 ②不測の事態に備えた事前検討の着手 ハワイ現地における工事の再開及び今後の展開が長期化する懸念から、場合によっては、TMT建設の代替候補地(スペイン・ラパルマ島)等になる可能性がある。その際、TMTとの将来的な一体運用を目指しているすばるの運用にも影響を与えるものであり、本計画の国際的優位性の確保に加え、代替案に決定した場合の課題について国立天文台が十分に検討しておく必要がある。TMT計画に投じてきた国費が科学技術のために適切に活かされるよう、代替候補地等であっても有効的に活用できる研究開発部分(主鏡の製作や鏡面加工等)の精査についても併せて国立天文台は、早期に検討することが必要である。 【進捗評価報告書での留意点(R元年 11月)】 8月末時点の進捗評価書に記載したとおり、国立天文台は引き続きTIOとの緊密な連携による事業の推進を図るとともに、不測の事態に備えて、TMT計画に投じてきた国費が科学技術のために適切に活かされるよう、代替候補地等であっても有効的に活用できる研究開発部分(主鏡の製作や鏡面加工等)の精査について至急、検討することが必要である。2021年度末までにプロジェクト完了の見通しが明らかとなった場合、改めて進捗評価を行うこととする。
-----------------	---

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称		KEK スーパーB ファクトリー計画										
実施主体		高エネルギー加速器研究機構										
所要経費		1,242億円 ※このうち、電気料金の高騰による運営費増や設備の高度化等については、実施機関に対し、本事業予算に限らない多様な財源の確保と予算縮減、整備計画の平準化等の検討を求める。	計画期間		2023年～2032年							
計画概要		極めて高い衝突性能を持つSuperKEKB加速器を用いて電子と陽電子を衝突させ、B中間子などの重い複合粒子を生成し、未知の素粒子や未知の力がその崩壊過程に及ぼす量子的効果の影響を精密測定により明らかにするもの										
研究目標（研究テーマ）		1. 運転継続と性能向上、データ蓄積 2. 主な装置の維持改善作業 3. 実験データの解析と成果の発表										
年次計画		2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)	2030(R12)	2031(R13)	2032(R14)	2033(R15)
1. 運転継続と性能向上、データ蓄積 運転を継続し加速器測定器の性能を向上しつつデータを蓄積する												
2. 主な装置の維持改善作業												
エネルギー効率を改善するため老朽化機器の更新を計画的に行う。また、衝突点及び近傍の改造を行うことで目標性能を達成する。入射器及びビーム輸送路の性能を向上させ、効率よい運転を行う	メインリング	エネルギー効率改善										
		老朽化対策										
		衝突点及び近傍の改造、ビーム輸送路改善、大電力高周波源増強										
	入射器											
		入射器の改造など(パルスマグネット増設、エネルギー幅圧縮装置増設、架台・コリメータ整備、電源PCB対策)										
	Belle II測定器	その他の放射線対策、老朽化に伴う機器の更新など										
		第二期測定器改修・改造の準備										
		第一期測定器改修(崩壊点検出器入替、光検出器入替など)					第二期測定器改修・改造					
3. 実験データの解析と成果の発表 データを解析し得られた成果を報告、学術論文にまとめ、広く発信する。素粒子物理学の新しいパラダイムを拓く、或いは、そのために必要な次の道筋を示す。												
評価の実施時期		—	—	—	進捗評価	—	—	—	—	—	—	

期末評価

計画名称	KEK スーパーB ファクトリー計画
【参考】 計画推進に当たっての 留意事項	【事前評価報告書における留意点（R4.7）】
	① 現行計画における科学目標の達成と科学的成果について 現行計画では、年次計画に基づいた装置の高度化を行い、現時点で世界最高性能での物理実験を行っているものの、現行計画における衝突性能及び蓄積データ量の目標は達成されていないのが現状である。本計画では、期待される物理的成果を創出するために衝突性能の向上とデータ蓄積とのバランスを考慮した運転計画を策定しており、衝突性能についてはKEKB 加速器の30 倍、蓄積データ量についてはBelle 実験の15 倍を本計画期間における新たな目標としている。 本計画の推進にあたっては、欧州合同原子核研究機関（CERN）のLHCb 実験など素粒子物理学研究における他の計画との国際競争が激化する中で、引き続き世界を牽引し続けていくため、加速器の性能向上に係る課題を分析した上で、本計画における目標達成に向けた詳細な計画を策定し、それを着実に実行していくことが求められる。 また、上記目標を早期に達成することにより、新たな物理法則の発見・解明において、高度化した実験装置によるBelle II 実験だからこそ得ることができる、Belle 実験を超える飛躍的な科学的成果（宇宙の暗黒物質や消えた反物質の謎の解明等）の創出や、関連分野への波及効果を期待する。
	② 安定的な運転時間の確保について 上記の科学目標を着実に達成していくためには、安定的な運転時間を確保していくことが重要である。一方、昨今の世界的な原油価格の高騰や為替の変動等により計画推進にかかる電気代の大きな負担が予想されており、今後の運転経費にも影響することが見込まれる。このような状況の中、実験時間の縮減を前提とせず必要な運転時間を確保していくためには、国からの予算措置のみによらない財政の多様化の検討や、運転経費の効率化等による所要経費の抑制等の取組が求められる。 財源の多角化については、コラボレーションを行う海外機関からの更なる参画を得るほか、企業との連携を通じて支援を得ることなどが考えられる。また、初期投資等の課題はあるものの、必要な電力の一部を自ら発電できる環境を作ることもし引き続き検討の余地があるのではないかと。また、研究の優先順位付けや装置の高度化スケジュールの見直し等により、電気代の高騰の影響を最小限に留める取組も期待される。 なお、国は、社会情勢や実施主体の検討・取組の状況を踏まえつつ、本計画が着実に推進されるよう適切な支援に努めることが重要である。
	③ 若手研究者の育成（キャリアパス）について 現行計画の推進においては、多くの若手研究者が参画しており、現場の責任者に積極的に若手を登用するなど、国際的な大規模プロジェクトのマネジメントに携わることで経験を積みながら成長できる機会を創出している。当該分野においては、このような大型のプロジェクトの推進が若手研究者の育成に大きな役割を担っており、引き続き、本計画に期待される役割は非常に大きいものと言える。本計画の推進にあっても、若手研究者の適切なキャリアパス形成を支援するような取組を積極的かつ継続的に行うことが求められる。 また、若手研究者が積極的にアイデアを出し、実現していくことができる環境づくりを通じて、今後のプロジェクトを支える研究者の育成に努めることが必要である。このことは、人材育成の観点のみならず、最終的な科学目標の達成に向けた取組にも資するものと考えられる。
	④ 国際的なプロジェクトとしてのマネジメントの強化 現行計画の国際プロジェクトとしてのマネジメントは適切に機能しているものと認められるが、令和4年2月に始まったロシアによるウクライナ侵略により、ロシア、ウクライナの両国がコラボレーターとなっている本プロジェクトの推進に一定の影響が生じている。 本計画の推進にあっても、適切な国際コラボレーションを通じてプロジェクトの着実な実施が図られるよう、ロシア、ウクライナ両国を含めた関係各国と適切な対応を検討していくことが求められる。さらに、長期にわたるプロジェクト実施にあたり、このような不測の事態に対処できるよう、実施主体であるKEKが強いリーダーシップを発揮しつつ、引き続き国際マネジメントを強化し、さまざまなリスクを未然に低減させる取り組みを行っていくことが重要である。
	⑤ その他 本計画のプロジェクト内容や研究成果は、物質の起源や宇宙の始まりといった人類共通の知的好奇心を醸成する内容であるが、一般には理解されにくい面があるため、SNSやマスメディアを活用した分かりやすい情報発信、小中高生を対象とした見学会、企業研修や市民との交流会の開催、学部生等を対象とした体験学習の実施など、社会や国民の理解促進や将来の後継者育成に向けた取組みをこれまで以上に推進する必要がある。

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化										
実施主体	【中心機関】高エネルギー加速器研究機構 【連携機関】日本原子力研究開発機構、東京大学宇宙線研究所(他20機関(国内)および47機関(国外))										
所要経費	1,121億円 ※このうち、電気料金の高騰による運営費増や設備の高度化等については、実施機関に対し、本事業予算に限らない多様な財源の確保と予算縮減、整備計画の平準化等の検討を求める。	計画期間	2023年から2032年(10年間)								
計画概要	大強度陽子加速器(J-PARC)大強度陽子ビームで多彩な二次粒子を生成し、基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至るまで幅広い分野の実験を行う。年間9ヶ月の運転を実施し宇宙と物質の起源と進化の解明を目指す。										
研究目標(研究テーマ)	1. 加速器のビーム強度の増強 2. ハドロン・ミュオン素粒子実験 3. ニュートリノ振動実験 4. 中性子・ミュオン物質生命科学実験 5. ミュオン異常磁気能率とミュオン電気双極子能率の測定実験										
年次計画	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)	2030(R12)	2031(R13)	2032(R14)	2033(R15)
1. 加速器のビーム強度の増強 MR加速器の増強により、ニュートリノ振動実験に必要な速い取り出し1.3MWとハドロン実験に必要な遅い取り出し100kWを実現する。	大強度化のための施設整備										期末評価
	加速器の運転										
2. ハドロン・ミュオン素粒子実験 K中間子ビームによる素粒子原子核実験、高運動量ビームの実験、ミュオン-電子変換実験(COMET)などを引き続き行う。さらに、実験施設の拡張とビームライン・測定器の整備、大強度化対応を進める。	素粒子・原子核研究の展開										
		施設拡張、整備、大強度対応									
3. ニュートリノ振動実験 東大宇宙線研究所と共同で、ニュートリノにおけるCP対称性の破れと質量の階層性の探索を引き続き行う。	大強度化・前置検出器の整備										
	ニュートリノ研究の展開・実験の高度化										
4. 中性子・ミュオン物質生命科学実験 世界最高のピーク強度を持つJ-PARCパルス中性子・ミュオンを用いた物質・生命科学研究を引き続き行い、測定装置の高度化により、社会課題開発への貢献を視野に入れて発展させる。	物性研究の展開										
						測定装置の高度化					
5. ミュオン異常磁気能率とミュオン電気双極子能率の測定実験 ビームラインと実験設備を設置して実験を行う。	準備、調査	建設									
							運用				
評価の実施時期	—	—	—	—	進捗評価	—	—	—	—	—	

計画名称	大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化
【参考】 計画推進に当たっての 留意事項	【事前評価報告書における留意点(R4.7)】
	① 現行計画における科学目標の達成 現行計画のうち、ビーム強度の増強については年次計画に基づいた装置の高度化を行い、現時点で世界最高性能を実現しているものの、現行計画において目標とした速い取り出し750kW、遅い取り出し100kW の実現については現行計画終了時までには達成することは困難であると考えられる。この点について、速い取り出しは本計画の初年度で、また遅い取り出しについても数年以内での達成を見込んでいる。ビーム強度の増強は、JPARCの高度化の根幹をなすものであり、本後継計画ではニュートリノ実験をさらに発展させ、国際競争力を維持するために速い取り出しを1.3MW まで段階的に強化していくことを目標としている。ニュートリノ実験は特に激しい国際競争下にあり、後継計画における目標は遅滞なく達成されることが重要である。そのためにも、現行計画における目標を早期に達成するため、現行計画期間中に達成することができなかった要因、課題等を踏まえ、本計画においては、当該施設及び加速器技術の優位性や特性に基づいた明確な戦略を示してそれを実行していくことが求められる。
	② 計画的な老朽化対策 運転開始から15 年近くが経過し、施設の老朽化への対応が課題となっている。経年劣化による不具合や部品の入れ替えなどへの抜本的な対応が必要で、故障等のトラブルにより共同利用実験に影響を及ぼすことがないよう、資金計画を含めた計画的な老朽化対策を講じていくことが必要である。 本計画の推進にあたっては、KEK の「インフラ長寿命化計画」等により老朽化対策を長期的な計画をもとに実施するとともに、施設だけでなく設備についても、老朽化対策の経費について長期的な試算を行った上でプロジェクトの継続性を確保することが求められる。その際、装置の高度化と運転、老朽化対策とのバランスのとり方について、コミュニティやコーポレーターとの調整を通じた一層の工夫を行うことが求められる。
	③ 安定的な運転時間の確保について 上記の科学目標を着実に達成していくためには、安定的な運転時間を確保していくことが重要である。一方、昨今の世界的な原油価格の高騰や為替の変動等による電気代の大きな負担が生じており、今後の運転経費にも影響することが見込まれる。このような状況の中、実験時間の縮減を前提とせず必要な運転時間を確保していくためには、国からの予算措置のみによらない財政の多様化の検討や、運転経費の効率化等による所要経費の抑制等の取組が求められる。 財源の多角化については、企業との共同研究開発、受託研究を通じて産業界の更なる参画を得るほか、外部資金の導入、国際協力の推進を通じて支援を得ることなどが考えられる。また、初期投資等の課題はあるものの、必要な電力の一部を自ら発電できる環境を作ることや大型研究設備の更なる省電力化に取り組むこと等も検討の余地があるのではないかと。また、研究の優先順位付けや装置の高度化スケジュールの見直し等により、電気代の高騰の影響を最小限に留める取組も期待される。 なお、国は、社会情勢や実施主体の検討・取組の状況を踏まえつつ、本計画が着実に推進されるよう適切な支援に努めることが重要である。
	④ 若手研究者の育成(キャリアパス)について 本計画の推進においては、多くの若手研究者が参画しており、若手研究者が、国際的な大規模プロジェクトに参画することで経験を積みながら成長できる機会を創出している。J-PARC の建設開始から20 年以上、運転開始から約15 年が経過するなか、立ち上げに携わった研究者がリタイアしていく部分を次世代の研究者の育成によって補い、技術やノウハウを継承していくことが求められる。 後継計画の推進にあたっては、引き続き若手研究者の適切なキャリアパス形成を支援する取組を通じて、今後のプロジェクトを支える研究者の育成に努めることが必要である。さらに、学部生を実験に体験参加させるなど若年層へのアプローチを積極的に行うことで、長期的な当該分野の人材育成につながる取組が期待される。 このような取組は、人材育成の観点のみならず、最終的な科学目標の達成に向けた取組にも資するものと考えられる。
	⑤ その他 本計画は、宇宙と物質の起源や進化に関わる科学成果に加えて、カーボンニュートラルに資する新技術開発、新しい蓄電池開発等の産業利用、文理融合型の成果など、社会や国民の関心を高める幅広い成果が期待できる。研究内容等は一般に理解されにくい面もあるため、SNS やマスメディアを活用した分かりやすく、関心を集めやすい情報発信の工夫や、高校生や学部生等を対象とした体験学習の実施、産業界との連携強化等により、社会や国民の理解の促進や将来の後継者育成に向けた取組みをこれまで以上に推進する必要がある。

計画名称	高輝度大型ハドロン衝突型加速器(HL-LHC)による素粒子実験										
実施主体	【中心機関】 高エネルギー加速器研究機構 【連携機関】 東京大学、筑波大学、早稲田大学、東京工業大学、お茶の水女子大学、東京都立大学、信州大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、神戸大学、九州大学										
所要経費	建設費総額 約2,140億円（日本負担分 約98億円） 年間運用経費 約300～1,000億円/年（日本負担分 約5.5億円/年） ※このうち、建設費に係る追加負担(当初計画から増額された約49億円)については、実施機関に対し、経費の十分な精査及び連携国との交渉や調達に係る効率化を通じた予算縮減並びに本事業予算に限らない多様な財源の確保等の検討を求める。			計画期間	建設期間 2019年度～2028年度 運転期間 2028年度より運用開始(以後10年間運転予定(2028年度は調整運転)、フロンティア事業としての運転は2028年度まで) (評価実績: 事前評価2018年度)						
計画概要	本計画は、欧州合同原子核研究機関(CERN)の加盟国23か国とオブザーバ国である日本、米国等による国際共同プロジェクトとして、CERNが運営する大型ハドロン衝突型加速器(LHC)を高輝度化(HL-LHC)し、陽子と陽子の衝突頻度(ルミノシティ)を大きく向上させ、LHCの陽子・陽子衝突点のひとつに設置されるATLAS検出器を高輝度化に対応できるようにアップグレードする。これにより、現行のLHCよりも広い質量領域においてより生成確率の低い新粒子の探索を可能にすることや暗黒物質の直接生成等を行うこと、2012年にCERN(ATLAS実験・CMS実験)で発見されたヒッグス粒子の性質の詳細な調査を行うことを目的とする。本計画で得られる成果は、暗黒物質や暗黒エネルギーに対する知見を与える可能性もあり、素粒子物理学のみならず宇宙物理学などの近隣学問分野の将来の方向性を決める上で重要なものとなる。また、本計画により、これまでに築き上げてきた日本と欧米各国との信頼関係をより強固なものとし、研究者の国際社会における流動性を高めると同時に、日本の国際社会における存在感をより向上させる。										
研究目標(研究テーマ)	1. LHC高輝度化に向けた装置の建設 2. データ収集および素粒子物理標準模型を超える新たな物理法則の探求										
年次計画	2019(R元)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)
1 LHC高輝度化に向けた装置の建設	高輝度化に向けた装置の建設										
加速器建設 (CERNがホスト、日本負担分として国際協力)	建設(2019年度～) (電磁石7台:～2026年度) (ヒーター電源及び高周波発生・分配装置:～2027年度)										
・ビーム分離用電磁石	搬入・設置 調整・試験										
・クエンチ保護用ヒーター電源	ビーム分離用電磁石の製造										
・クラブ交差のための高周波発生及び分配装置	ヒーター電源及び高周波発生・分配装置の製造										
検出器製造 (様々な検出器を日本の担当部分として製造)	製造(2019年度～) (シリコンピクセル検出器・シリコンストリップ検出器・ミューオントリガー検出器(～2026年度))										
	搬入・設置 調整・試験										
2 データ収集および素粒子物理標準模型を超える新たな物理法則の探求	調整運転										
・検出器の調整、校正作業を行い、高統計、高品質のデータ取得に向けた準備を行う。											
評価の実施時期	—	—	—	—	進捗評価	—	—	進捗評価	—	—	
【参考】 計画推進に当たっての留意事項	【進捗評価報告書における留意事項(R5.8)】 1) 国際連携の強化とプレゼンスの向上 コロナ禍とウクライナ情勢等によって計画が遅れており、今後もさらに大きく変わる可能性も排除できないことから、国際連携を一層強化し、様々な状況を想定した検討も行いつつ、長期的視点で戦略的に計画を進めていくことが必要である。また、日本の貢献度に見合う待遇や学術的成果を得ることができるように、我が国がデータ解析の面においても世界をリードする成果を創出できるよう努めることが望まれる。 2) 経費の効率化と財源の多様化 国際情勢の変化による物価やエネルギー価格の高騰や市場変動とコスト上昇等によって、当初計画より材料費等の価格上昇が続いており、さらに追加貢献にかかる費用負担も求められている。予算の検討にあたっては、国際情勢を注視しながら、経費の十分な精査を行うとともに、連携国との交渉や産業界を含めた財源の多様化を図ることが必要である。 3) 若手人材の育成と多様化の推進 計画の遅れによって若手人材のキャリア形成に影響が出ないよう、若手との対話を促進し、状況把握に努めるとともに、研究者人材の多様化を推進するため、海外に比して少ない女性研究者の積極的な登用に努めることが望まれる。 4) 成果の可視化と情報発信 計画について広く国民の理解を得るために、日本グループの貢献や若手の活躍状況、産業応用につながった事例等を可視化し、プレスリリース等を通じて積極的に情報発信することが望まれる。特に、全体計画の遅れに運動した本計画の変更や追加貢献にかかる費用負担については、国民の支持を得られるようより丁寧かつ十分な説明が必要である。										

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ研究の推進													
実施主体	【中心機関】東京大学宇宙線研究所 【連携機関】(国内)高エネ研、京都大 ほか12機関 (国外)カリフォルニア大アーバイン校、ボストン大 ほか24機関													
所要経費	建設費総額 約 104億円 年間運用経費 約 7億円					計画期間	運用期間 平成25年度～ 令和6年度 (評価実績: 事前評価 平成2年度、中間評価 平成14年度 ※事故後の復旧について、進捗評価 平成28年度)							
計画概要	ニュートリノ研究における世界最大級の大型実験装置「スーパーカミオカンデ」を改良し、ニュートリノの全貌解明に向けた研究の展開やニュートリノを利用した宇宙観測を実施することで世界のニュートリノ研究の中心を担う。													
研究目標(研究テーマ)	1. ニュートリノの質量階層性など全貌解明に向けた研究の展開 2. ニュートリノを用いた宇宙観測 3. 大統一理論の検証を可能とする陽子崩壊の探索													
年次計画	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)	2016(H28)	2017(H29)	2018(H30)	2019(R1)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	
1. ニュートリノの質量階層性など全貌解明に向けた研究の展開 ・加速器や原子炉ニュートリノ実験の結果を合わせることで観測精度の向上を図り、大気ニュートリノの精密観測により、ニュートリノ質量階層性の発見を目指す。 ・T2K実験の観測精度を向上し、原子炉ニュートリノとの比較によりニュートリノと反ニュートリノの違いを探り(ニュートリノのCP非保存)、その兆候を探る。 ・周辺ノイズを取り除くことで太陽ニュートリノの観測精度を向上させ新種ニュートリノの存否の決着を目指す。	観測開始							ニュートリノ質量階層性の発見を目指す					期 末 評 価	
	J-PARCの増強(750kW)【大強度陽子加速器施設(J-PARC)による物質起源の解明において実施】													
								ニュートリノのCP非保存の兆候を探る						
								新種ニュートリノの存否の決着を目指す						
	環境整備(ノイズ低減)													
2. ニュートリノを用いた宇宙観測 ・超純水にガドリニウムを溶解するなど装置の感度向上を図ることで超新星爆発からのニュートリノを捉え、超新星爆発の機構解明に迫る。 ・太陽内部等での暗黒物質同士が対消滅して生まれるニュートリノの飛来方向を、解析プログラムの改良を行いより良く捉えることにより、観測精度を2倍にして暗黒物質を探る。	超純水にガドリニウムを溶解するための装置の改良													
								超新星爆発からのニュートリノの捕捉を目指す						
								本観測開始						
	電子回路の改良									暗黒物質の高感度探索				
	解析プログラムの改良													
3. 大統一理論の検証を可能とする陽子崩壊の探索 ・ニュートリノの質量を含む大統一理論の検証を行うため、継続して陽子崩壊の探索を行う。	観測開始								大統一理論の検証					
評価の実施時期	—	—	—	進捗評価	—	進捗評価	—	—	—	—				

計画名称	「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ研究の推進
計画推進に当たっての留意事項等	【年次計画変更に当たっての留意点(R5.1)】 ○新型コロナの影響により特に現地の若手研究者等のスタッフの負担が大きくなっている。若手のモチベーションは高いがそれに頼るだけではなく、適切なエフォート管理及び評価、クロスアポイントの活用、キャリアパスの確保、研究者・技術者等の増員を検討するとともに、シミュレーションや解析手法等の高度化の検討においても若手の意見を取り入れながら進める必要がある。 ○ガドリニウムの使用に当たっては、引き続き厳重な安全管理を行うとともに、地域住民への透明性の高い情報提供、溶解に携わる作業従事者・研究者の安全確保及び健康管理、事故防止対策等について留意する必要がある。 ○ガドリニウムの投入による感度向上は認められているが、並行して物理解析の準備を着実に行うことで、延長した2年間で有効に活用して新たな研究成果創出に一層注力して頂きたい。
	○ スーパーカミオカンデの運営経費の確保に配慮しつつ、一般経費化を図るなど大規模学術フロンティア促進事業の枠組みから外すことも含め、その位置付けを検討する。
	【進捗評価報告書における留意点(H30.8)】 ①国際共同研究体制の更なる深化と国際費用分担の更なる検討について 本プロジェクトは高い国際競争力を有し、10か国の研究機関が参画し、全体の半数弱という高い割合の海外研究者が参加する国際共同研究体制となっている。今後、Tank Open Country Boardにおける意思決定プロセスの明確化や、国際共同実験に基づくオーサーリストの作成プロセスの明確化など、国際共同研究体制を更に深化させること、並びに海外研究者の更なる参加に応じて、通常運転時の運転経費等への更なる貢献を得ることが期待される。
	②ガドリニウム実験に伴う安全対策の更なる徹底について 従来から行ってきた環境影響への対策や地元住民への説明を徹底することはもとより、今後、工事へ着手するに当たり、ガドリニウムの溶解に携わる作業従事者及び研究者への研修や、作業現場の安全確保など、事故防止に向けた教育と対策の徹底や、第三者機関によるガドリニウムの漏えい検知や、検知した場合の具体的な対応プロセスの事前検討などを含む安全対策全般に対するチェック機能の整備と情報の公開など、更に慎重な対応が求められる。
	③年次計画上の最終年度におけるアウトカムの明確化について 2019年度から2022年度まで4年間のガドリニウム実験が、当該分野において具体的にどのような意義を持つものなのか、達成目標としてのアウトカムを明らかにすることが求められる。このことは、期末評価における達成度の確認に寄与するばかりでなく、国民や社会からの支持を得る上でも必要である。

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験(ハイパーカミオカンデ計画の推進)												
実施主体	【中心機関】 東京大学宇宙線研究所、高エネルギー加速器研究機構 【連携機関】 (国内)大阪市立大、岡山大、慶応義塾大、神戸大、京都大、京産大、東工大、東京都立大、東京理科大、東北大、名古屋大、宮教大、横国大 (海外)INFN and Dipartimento Interateneo di Fisica di Bari (Italy), Institute for Nuclear Research (Russia), King's College London (UK), Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique (France), National Centre for Nuclear Research (Poland), Oxford University (UK), Sungkyunkwan University (Korea), TRIUMF (Canada), University Autonoma Madrid (Spain), University of Geneva (Switzerland) 他												
所要経費	建設費総額 約 822億円 (日本負担分 約 645億円) ハイパーカミオカンデ 約730億円(日本負担約583億円 ※うち自主財源200億円) J-PARC加速器 約92億円(日本負担約62億円) 年間運用経費 約60億円/年 (建設終了後の運転経費) ※このうち、建設費の増(当初計画から増額された約100億円)については、実施機関に対し、設計や行程に関する十分な精査による経費の更なる効率化及び国際協力体制における連携並びに本事業予算に限らない多様な財源の確保等様々な方策の検討を求める。				計画期間	建設期間 2020年度～ 2027 年度(8年計画:2019年度一部着手) 運転期間 2027年度より運用開始(以後ハイパーカミオカンデ装置が20年間、J-PARC加速器が10年間運転予定、フロンティア事業としての運転は2029年度まで) (評価実績: 事前評価 2019年度)							
計画概要	日本をホスト国とする世界約20カ国による国際協力科学事業として、岐阜県飛騨市に総重量26万トン(有効質量19万トン)の大型先端検出器「ハイパーカミオカンデ」を建設するとともに、運用中のJ-PARC大強度陽子加速器の増強や前置ニュートリノ検出器の整備と組み合わせて素粒子ニュートリノの性質の全容を解明し、さらに陽子崩壊の探索や超新星ニュートリノの観測を行う。スーパーカミオカンデの約8倍の有効質量の検出器に従来の2倍の性能を持つ最新型光センサーを使用することで究極の性能を実現するハイパーカミオカンデは、2020年代後半から20 年以上にわたり素粒子・宇宙研究の国際的な基幹装置となる。												
研究目標(研究テーマ)	1. ハイパーカミオカンデ装置建設と運転 2. ニュートリノビーム増強と前置検出器整備 3. ニュートリノ観測と陽子崩壊探索												
年次計画	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)	2030(R12)		
1. ハイパーカミオカンデ装置建設と運転	※2019年度一部着手 ①ハイパーカミオカンデ装置建設 ②ハイパーカミオカンデ装置運転											期末評価	
①巨大地下空洞を掘削し、26万トンの超純水と超高感度光電子増倍管からなる装置を建設する。 ②世界最高感度の陽子崩壊・ニュートリノ検出器として長期安定運転を行う。	空洞掘削 水槽設置工事 光電子増倍管製造 純水システム設置、注水 建設マネジメント等												
2. ニュートリノビーム増強と前置検出器整備	①J-PARC加速器およびニュートリノビームラインの大強度化 ③加速器と前置検出器の運転 ②前置検出器の詳細設計、建設												
①J-PARC加速器およびニュートリノビームラインを1.3MWへ大強度化を進めるとともに、②高精度測定に向けて前置ニュートリノ検出器を整備する。 ③素粒子ニュートリノの性質の全容解明のために、1.3MWの大強度ビームと高精度前置ニュートリノ検出器の長期安定運転を行う。	ビーム性能向上、ビーム制御、ビーム対策												
3. ニュートリノ観測と陽子崩壊探索	データ取得・物理解析												
人類にとっての根源的な問いに答えを出すべく「ニュートリノ振動の全容解明」「ニュートリノ天文学」「陽子崩壊探索」の研究を推進する。													
評価の実施時期	—	—	—	—	進捗評価	—	—	進捗評価	—	—			
進捗評価に当たっての留意事項等	【進捗評価評価報告書での留意点(R6年8月)】 1) 経費の効率化と財源の多様化 エネルギー価格の高騰や市場変動による資材費の高騰及び建設技術者等賃上げによる建設コストの上昇により、本プロジェクト建設予算総額の増加が生じている。計画の推進にあたっては、国際情勢を注視しながら、経費の更なる効率化に向けて設計や工程に関する十分な精査を継続的に行うとともに、国際協力体制における連携や産業界も含めた財源の多様化等様々な方策を検討することが必要である。 2) 若手人材の育成と多様化の推進 計画の遅れによって若手人材のキャリア形成に影響が出ないよう、若手との対話を促進し、状況把握とモチベーション維持に努めるとともに、将来的に若手研究者が本分野をリードできるよう長期的な視点で人材育成に取り組む必要がある。また、多様な考えを取り込むことで新たな価値や成果の創出を期するため、海外に比して少ない女性研究者の積極的な登用に努めるなど、人材の多様化を推進することが望まれる。 3) 情報発信の強化 全体計画の遅れに連動した本計画の変更や追加費用負担が生じている中、計画についてより広く国民の支持を得るために、目指す成果や進捗状況などに関する丁寧かつ積極的な情報発信が必要である。												

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	ヒューマングライコームプロジェクト～糖鎖ビッグデータから生命科学の革新へ～																				
実施主体	【代表機関】東海国立大学機構【連携機関】自然科学研究機構、創価大学																				
所要経費	321億円				計画期間	2023年～2032年															
計画概要	本計画は、真の生命現象の統合理解のために必要不可欠である糖鎖ビッグデータを取得し、ヒトの糖鎖ナレッジベース「TOHSA」とTOHSAを活用した連携基盤を構築することで、糖鎖研究の一般化を実現し、現在の生命科学のあり方を革新するものである。																				
研究目標(研究テーマ)	1. 情報基盤確立(世界標準法基盤確立、糖鎖ナレッジベース TOHSA構築) 2. 設備・技術基盤確立(糖鎖ナレッジベース TOHSA構築用設備整備、糖鎖構造解析革新技術開発) 3. 連携基盤確立(オープンミックスラボ等による連携構築、疾患と糖鎖の関係性解明、糖鎖ネオ細胞の樹立)を通して拡張セントラルドグマ(ゲノム→タンパク質のセントラルドグマを拡張し、糖鎖を含む多分子による統合的な生命活動制御の概念)の基礎を確立する																				
年次計画	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	2026(R8)	2027(R9)	2028(R10)	2029(R11)	2030(R12)	2031(R13)	2032(R14)	2033(R15)										
1. 情報基盤確立	・(セグメント1)ヒト糖タンパク質の構造情報を網羅したヒト糖鎖精密地図を作成する(ヒト糖鎖精密地図)。フェーズ1で血液について、フェーズ2で臓器組織にも対象を拡大する。 ・(セグメント2)22万件のヒト糖鎖構造情報を取得する(ヒト疾患関連糖鎖カタログ)。フェーズ1で認知症・老化に集中し、フェーズ2で難治性がんなどの疾患に対象を拡大する。これに合わせて、フェーズ1の前半2年間で糖鎖構造解析技術の世界標準法の基盤を確立する。 ・(セグメント3)200種類の糖鎖関連酵素解析による糖鎖生成の情報を取得し(糖鎖生成アトラス)、糖鎖の作られ方の仕組みを解明する。 ・(セグメント4)上記糖鎖基盤情報(ヒト糖鎖精密地図、ヒト疾患関連糖鎖カタログ、糖鎖生成アトラス)を核とする糖鎖ナレッジベース TOHSA を構築する。2027年度までにβ版TOHSAを限定公開し、2030年度までにTOHSAを完全公開し、本格運用を開始する。																				
ヒト糖鎖精密地図作成(血液)(フェーズ1)												ヒト糖鎖精密地図作成(血液・臓器組織)(フェーズ2)									
2万件のヒト糖鎖構造情報取得(ヒト疾患関連糖鎖カタログ)(フェーズ1)												20万件のヒト糖鎖構造情報取得(ヒト疾患関連糖鎖カタログ)(フェーズ2)									
世界標準法基盤確立																					
糖鎖生成の情報取得(糖鎖生成アトラス)												糖鎖生成の情報取得及び仕組みの解明(糖鎖生成アトラス)									
TOHSA のβ版限定公開												TOHSA の完全公開及び本格運用									
												完全公開	本格運用開始								
2. 設備・技術基盤確立	「1. 情報基盤確立」の各セグメントを支える設備・技術基盤を確立する。 ・ヒト糖鎖に関する網羅的情報を取得するために必要な革新的技術を搭載したシステムを導入する。 迅速グライコプロテオミクス全自動装置は前半5年間で基盤整備を行い、大規模コホート解析を実施可能な運用体制を整える。 糖鎖の4次元構造可視化システムは、フェーズ1で可視化技術を確立し、フェーズ2で可視化システムを整備する。 ・糖鎖ナレッジベース TOHSA 構築用設備を前半5年間で整備する。																				
迅速グライコプロテオミクス全自動装置の基盤整備・運用体制の構築																					
糖鎖4次元構造可視化技術の確立(フェーズ1)												糖鎖4次元構造可視化システムの整備(フェーズ2)									
糖鎖ナレッジベース TOHSA 構築用設備整備																					
3. 連携基盤確立を通じた計画的融合研究の推進	・糖鎖ナレッジベース TOHSA を活用したオープンミックスラボ等の連携基盤を構築するとともに、国際戦略を踏まえた計画的融合研究を実施する。 TOHSAの構築及びTOHSAを基礎とした計画的融合研究を実施する。 ・「1. 情報基盤確立」で取得した「ヒト疾患関連糖鎖カタログ」と臨床データなどを組み合わせて、認知症・老化・難治性がんなどと糖鎖の関係性を検出、解明する。フェーズ1で認知症及び老化と糖鎖の関係性を検出し、フェーズ2で老化、認知症、難治性がん等の疾患と糖鎖の関係性を解明する。 ・「1. 情報基盤確立」で取得した「糖鎖生成アトラス」を基盤に糖鎖を改変したネオ細胞を樹立する。																				
オープンミックスラボ等による連携基盤整備																					
国際連携基盤の確立(フェーズ1)												国際ネットワークの確立(フェーズ2)									
計画的基盤融合研究の実施																					
												計画的応用融合研究の実施									
認知症と糖鎖／老化と糖鎖の関係性検出(フェーズ1)												疾患と糖鎖の関係性解明(フェーズ2)									
糖鎖を改変したネオ細胞の作製												糖鎖を改変したネオ細胞の樹立									
	—	—	進捗評価	—	進捗評価	—	—	—	—	—											

計画名称	ヒューマングライコームプロジェクト～糖鎖ビッグデータから生命科学の革新へ～
【参考】 計画推進に当たっての 留意事項	○科学目標については、事前評価結果を踏まえた適切な目標設定がなされていると認められるが、本計画は今後著しい発展が見込まれる研究分野に関する取組であり、科学目標を含めた今後の研究計画については、研究の進展や得られた成果等に合わせ、計画期間中に適切なアップデートを行うことが求められる。本作業部会としては、進捗評価等において計画の進捗や後述の留意点への対応状況のみならず、分野全体の状況等を注視しつつ進捗管理を行うこととする。 【事前評価報告書における留意点(R4.11)】 ① 適切な科学目標の設定について 本計画では、3つの研究目標として「情報基盤確立」、「設備・技術基盤確立」、「連携基盤確立」を挙げ、糖鎖構造解析の世界標準法を確立し、大規模かつ網羅的なヒト糖鎖情報を収めるナレッジベース「TOHSA」を構築して世界的な研究拠点形成を目指すこととされている。一方で、このナレッジベース構築とそれを基盤とした研究によってどのような生命科学上の成果を見据えているのか、科学的に達成すべき目標が明確に示されていない。3つの研究目標を通じてどのような科学目標をいつまでに達成するのか、客観的指標により示すことが求められる。 ② 戦略的な共同利用・共同研究体制の構築と人材育成について 本計画の研究目標の1つとして「連携基盤確立」が掲げられているとおり、本計画の推進に当たっては、国際連携体制の強化も含め戦略的な共同利用・共同研究体制の構築が重要である。本計画は、東海国立大学機構のほか、自然科学研究機構、創価大学が連携して実施するものとなっているが、これまでの糖鎖研究の実績などの強みを生かしつつ、各実施主体がそれぞれの役割を明確にし、効果的な協力を図ることが求められる。 共同研究体制の運営にあたっては、ナレッジベースが糖鎖研究にとどまらない幅広い研究者に有効に活用されるよう、広くコミュニティの発想を取り入れた柔軟な取組が望まれる。特に、ナレッジベースを継続的に拡充しつつ、利便性を向上させ、持続的、長期的に安定した運用を行うことが不可欠である。本計画において確立される「連携基盤」が、より多くの分野の研究者の研究力向上と連携・協力を資する基盤となるよう、具体的なプロセスを明確にしたうえで取り組むことが求められる。 また、今後著しい発展が見込まれる糖鎖研究やその関連分野において、将来の発展を支える人材を長期的な視野を持って育成していくことが求められる。本「連携基盤」における共同研究体制においては、若手研究者が将来のキャリア形成につなげられるような取組を行うことや、国際共同研究におけるリーダーシップ能力の獲得の機会創出等が十分に図られるよう、十分に留意した運営が望まれる。 ③ 将来を見据えた予算計画、人員計画について 本計画において構築される糖鎖ナレッジベースは、継続的な拡充を行いつつ、研究者コミュニティに開かれたものとして長期にわたって維持されることが求められる。本予算計画では、運営費の占める割合が高い傾向にあるが、本計画期間中から、運営費の効率化や財源の多角化等、将来の自走化に向けた取組が必要である。 また、人員計画についても、予算規模や関連研究者コミュニティの状況を踏まえて詳細な検討が望まれる。 ④ 社会・国民の支持を得るための取組について 本計画のプロジェクト内容や期待される研究成果は、「糖鎖」という存在そのものも含め、広く国民にその重要性が理解される段階には至っていない。一方で、本分野の研究の進展は、がんや認知症などの国民の生命、QOL に密接に関係する疾病の診断や治療に大きく貢献する可能性を秘めたものである。したがって、本研究の成果とその意義を適切に国民に示すことができれば、国民の十分な理解・支持を得ることは可能と考えられる。 本計画の推進には多額の資金と時間を要するが、その過程においては国民の支持を得ることを念頭に置いた効果的なアウトリーチ活動が行われる必要がある。人類の生命活動や健康と密接な関係を持つと考えられる「糖鎖」については、実施機関が最新の研究に基づく知見を幅広く国民に伝え、国民の支持を得るようにすることが重要である。その意味でも本計画のアウトリーチ活動は社会的意義が大きいものと言える。例えば、SNS やマスメディアを活用した分かりやすい情報発信、一般の市民を対象とした説明会、交流会、小中高生を対象としたイベント、学部生等を対象とした体験学習の実施など、本研究の学術的意義や将来性、重要性について広く理解、支持が得られるよう、積極的な活動が望まれる。このような活動は、広く国民の支持を得るだけでなく将来この分野を支える人材の育成にもつながるものと言え、中長期的な視野に立った取組が必要である。

学術研究基盤事業の年次計画

計画名称	研究データの活用・流通・管理を促進する次世代学術研究プラットフォーム									
実施主体	情報・システム研究機構 国立情報学研究所									
所要経費	853億円 ※このうち、研究データ基盤の高度化に係る経費の増額については、実施機関に対し、本事業予算に限らない多様な財源の確保及び経費の効率化を求める。また、ネットワーク基盤の増強についてはその必要性を慎重に検討する。					計画期間	2022年度～2027年度			
計画概要	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、社会の効率化や変革に役立てる「データ駆動型研究」を促進するための次世代学術研究プラットフォームの整備と運用を実現する。									
研究目標 (研究テーマ)	1. 研究データ基盤の整備・運営 2. ネットワーク基盤の整備・運営									
年次計画	2022 (R4)	2023 (R5)	2024 (R6)	2025 (R7)	2026 (R8)	2027 (R9)				
1. 研究データ基盤の整備・運営 研究データの収集・管理・公開・利活用を飛躍的に容易にする研究データ基盤の運営をその規模を拡大しながら実施する。また、研究データ基盤の機能強化を行い、早いものは2025年度に試験運用/本運用を開始する。また、運用開始後も、利用者からのフィードバック等に基づき、機能の拡充を図る。	研究データ基盤の運営									
	研究データ基盤の新機能開発/実証実験 (機能高度化グループ1)				試験運用/本運用					
	研究データ基盤の新機能開発/実証実験 (機能高度化グループ2)				試験運用/本運用					
					高度化機能の拡充					
2. ネットワーク基盤の整備・運営 全国的な400Gbpsネットワークの整備・運営、大型研究施設支援等のための接続点の拡大、超高速モバイル機能との融合、VPN等ネットワークサービスの高度化、クラウドサービスや認証基盤との連携、国際接続環境の強化等を実現する。また、トラフィック量の増加に合わせたネットワーク基盤の増強も実施する。	ネットワーク基盤(SINET6)の運営(国内400Gbps、国際回線等の運営)									
	需要に応じてネットワーク基盤の増強を予定									
	欧州回線増速									
	国内800Gbpsの導入									
	国際回線増速(南米などを予定)									
							次期ネットワーク基盤の構築・移行			
計画推進に当たっての留意事項等	○SINET6については、多くの研究コミュニティにとって既に必須の研究インフラとなっており、極めて高い基盤性が認められる。今後、学術研究基盤事業として長期的に実施していくことは適当であるが、予算要求が巨額なだけに、これまで同様の緊張感をもって計画を進めていくことが必要である。 ○特に研究データ基盤について、何をどこまで整備するのか、利用者の数はどの程度見込まれ、かつどのような利用方法が見込まれるのか、基盤の利用により研究者が研究に割くことができる時間はどの程度増えるのか等を具体的に分析し、それらを総合的に検討して、費用対効果の最適化を行う必要がある。 ○研究者コミュニティの要望は極めて多様であり、かつ、年次的にも大きく変化していく可能性があるため、フレキシブルな計画とそれに対応できる体制が求められる。 ○安定的に基盤を支えることに貢献できる人材(や組織)との連携、及び研究コミュニティだけでなく産業界の協力を集約できる実施体制を育てていくことが重要である。 ○基盤の重要性は拡大の一途をたどるが、NIIという組織の規模も踏まえ、適正な事業範囲の確認と国際情勢の把握は、事業実施と並行して繰り返し行っていくことが望まれる。									

※状況に応じ、計画期間中の適切な時期に作業部会による進捗確認を実施する。

学術研究基盤事業の年次計画

計画名称	南極地域観測事業										
実施主体	情報・システム研究機構 国立極地研究所										
所要経費	108億円			計画期間	2022年度～2027年度						
計画概要	南極地域観測第Ⅹ期6か年に基づき、気候変動等の解明に不可欠な地球環境システムへの理解を深めるための様々な研究の基盤となる観測施設の維持管理、高精度な基礎データの取得の継続、プラットフォームの運営、観測等を実施する。										
研究目標 (研究テーマ)	南極地域観測第Ⅹ期6か年計画(南極地域観測統合推進本部 令和3年11月30日)に基づき、1. 研究基盤の維持管理・整備・運営 2. 地球環境変動の解明に向けた基本観測と研究観測、公開 3. 社会との協働 を実施する。 (参考:南極地域観測第Ⅹ期6か年計画) https://www.mext.go.jp/content/20211130-mxt_kaiyou-000019258-06.pdf										
年次計画		2022 (R4)	2023 (R5)	2024 (R6)	2025 (R7)	2026 (R8)	2027 (R9)				備考
1. 研究基盤の維持管理・整備・運営 昭和基地をはじめとする観測施設を適切に維持管理し、観測を行う隊の編成や支援、「しらせ」等との調整を行う。		掘削場建設		燃料・物資輸送				ドームふじ観測拠点Ⅱ			* : PANSY 南極昭和基地 大型大気レーダー
		基礎・鉄骨工事		第一期	第二期	新夏期隊員宿舎建設工事					
				内部工事				新発電棟建設工事			
		地学棟		電離層棟	倉庫棟		内部工事	解体工事			
		設置		試験運用			PANSY*				
	第64次				第67次			新型風力発電機			
		第65次				第68次			観測隊		
			第66次			第69次					
2. 地球環境変動の解明に向けた基本観測と研究観測 基本観測により国際的または社会的要請の高い科学観測データを継続的に取得・公開するとともに、独創的・先駆的な研究を目的として実施する研究観測により、地球環境システムの理解につなげ気候変動等の解明に貢献する。 【南極地域観測第Ⅹ期6か年計画における重点研究観測】 サブテーマ1 最古級のアイスコア採取を軸とした古環境研究観測から探る南極氷床と全球環境の変動 (科学目標) ・ドームふじ近傍の地点において、最古級アイスコアの掘削を目指す ・氷床下の基盤岩の採取、広域にわたる氷床の表面質量収支や流動にかかるデータ取得 ・南極氷床変動復元を目的とした海底堆積物や、陸上・湖底堆積物掘削・氷河地形調査 サブテーマ2 氷床―海水―海洋結合システムの統合研究観測から探る東南極氷床融解メカニズムと物質循環変動 (科学目標) ・トッテン氷河域を中心に、分野横断的な統合研究観測を実施 ・ビンセネス湾（ウィルクスランド沖）およびリュツォ・ホルム湾において、氷河上での直接観測および船上観測を実施 サブテーマ3 大型大気レーダーを中心とした観測展開から探る大気大循環変動と宇宙の影響 (科学目標) ・大型大気レーダーを中心とした多角的な複合観測および国際協同観測を中心に、ミュオン計と中性子計を統合した観測やオーロラ撮像システムの多点展開など、宇宙線観測や極冠域でのオーロラ撮像ネットワーク観測を充実 ・南極上空の風に乗って南極域全域の観測を可能とする気球観測を実施 ※上記、第Ⅹ期6か年計画に基づく重点研究観測等の科学目標の達成状況に関する進捗確認は、南極地域観測統合推進本部が行う外部評価結果を活用し実施する。								モニタリング観測（宇宙圏変動・気水圏変動・地圏変動・生態系変動）			* * : LH湾 リュツォ・ホルム湾 観測期間：夏隊は出発年度の12月頃～2月末頃まで（海洋観測については3月まで）、越冬隊は出発年度の2月～翌年度の1月末までが観測期間となる。
		深層掘削準備		氷床深層掘削		検層		ドームふじ観測拠点Ⅱでの第3期深層掘削			
		宗谷海岸域	LH湾**	トッテン氷河沖		宗谷海岸域		沿岸域・海底堆積物掘削			
				昭和基地周辺				氷河・海洋観測			
		トッテン氷河・ビンセネス湾（66・67次：集中観測）						雲・エアロゾル観測			
		昭和基地・船上						大気全層通年観測・宇宙線観測等			
				昭和基地				オーロラカメラ観測			
		多点展開（ケーシー、コンコルディア、デュモン・デュルビル等）						一般・萌芽研究観測			
				毎年、公募により採択							
3. 社会との協働 社会との連携を積極的に進め、社会と共に創る南極地域観測を目指す。								オープンデータによる社会還元			
								民間とのパートナーシップ拡大			
								新教育活動と人材育成			
								情報発信・双方向コミュニケーション			
計画推進に当たっての留意事項等	○南極という極限環境で実施される事業であり、学術研究基盤として長期的かつ継続的な観測活動が重要であるため、引き続き、安全や環境への配慮の下で着実に事業を推進すべきである。特に、新型コロナウイルスなどの感染症対策や昨今の燃料の高騰など国際状況の変動によるリスクへの適切な対応が求められる。 ○既存施設の維持(老朽化対策)と新たな施設整備の適切なバランスを維持すべきである。 ○長期的な観測データによってもたらされる地球環境の変化に対する情報は極めて貴重であり、南極にある各国の観測施設との積極的な共同研究、データ共有をさらに進めることを期待する。 ○共同利用に関しては、既存の研究分野にとらわれることなく様々な分野との連携を図ることを期待する。 ○若手や女性研究者の育成の観点から、研究観測の公募に若手研究者等が参加しやすい環境を整えることが望ましい。										

※状況に応じ、計画期間中の適切な時期に作業部会による進捗確認を実施する。

学術研究基盤事業の年次計画

計画名称	超高温プラズマ学術研究基盤(LHD)計画			
実施主体	自然科学研究機構核融合科学研究所			
所要経費	105億円／3年間 (内訳:国費9,140百万円、海外からの提供資金(国際共同研究等)36百万円、自己資金1,290百万円)	計画期間	2023(令和5)年度～2025(令和7)年度	
計画概要	超高温プラズマを安定的に生成できる大型ヘリカル装置(LHD)を学際的な研究基盤として活用し、核融合に限らず、宇宙・天体プラズマにも共通する様々な複雑現象の原理に迫る国際共同研究を実施する。LHDは、多種の高性能計測器群を装備した実験装置であり、超高温プラズマの内部で起こる様々な複雑現象を透視し分析する能力において、世界一の時間・空間分解性能をもつ。また、大きなエネルギー量をもつプラズマを能動的に変化させ、その応答を研究するための強力な粒子ビームや電磁波の入射装置を備えている。これらの設備を用いた実験研究を理論・シミュレーション研究と一体となって推進する。核融合科学の目的は、①核融合炉の実現までに残された課題を解決する、革新的なアイデアを創出するとともに、②科学・技術としての一般性を高め、分野を超えた協力によって学際的なフロンティアを切り開くことである。これら二つの方向性によって多面的に展開し得る学術研究として、核融合科学のパラダイム転換を推し進める。学際性を高め、多くの分野を繋ぐ頭脳循環を生み出すために、核融合コミュニティのみならず、他分野を含む広い研究者コミュニティに、データの利用を広げ、オープンサイエンスを推進する。			
研究目標(研究テーマ)	集団現象の科学の核心的なテーマである㊦速度空間に在る自由度(集団を構成する要素たちの個別的な運動)が生み出す複雑現象、④微視的な揺らぎがスケール階層性を突破して一挙に巨大化する突発現象、㊵非平衡環境下で起こる複雑な量子プロセス、を主要な課題として研究する。これらは核融合科学の中長期的ビジョンを構成する研究テーマであるが、当該プロジェクトの3年間で、以下の成果を挙げることを目標とする。 【核融合炉実現に貢献する学術研究】 ①-1 核融合プラズマの高性能化を可能とする原理の理解:イオンの速度分布の歪みを高時間分解能で計測し、乱流輸送の原理を解明(㊦)。不純物イオンの分光データを整備し、核融合炉周辺プラズマにおける重原子不純物の輸送モデルを構築(㊵)。 ①-2 核融合プラズマの定常化を可能とする原理の理解:プラズマ中の温度・磁場・電場・乱流を10kHz以上の高時間分解で計測するシステムを構築し、プラズマの突発的崩壊の予兆を探索(④)。 ①-3 原型炉開発の加速への独創的な貢献:不純物入射による放射損失量を定量評価(㊵に対応)。核融合プラントのトリチウム残量の定量評価に必要な科学的根拠の確立(㊵)。 【集団現象の科学としての学際的展開】 ②-1 プラズマ現象を通じた集団現象の普遍的原理の理解:異種イオンの速度分布歪みの高時間分解能計測により、エネルギー分配則を解明(㊦)。 ②-2 実験室物理による宇宙・天文現象の理解:プラズマ中の温度・磁場・電場・乱流を高時間分解能で計測し、太陽フレアのトリガーとなるプラズマ現象を解明(④)。宇宙における重元素の起源解明に必要な分光データを整備(㊵)。 ②-3 核融合科学技術の社会実装:高性能計測技術のスピンオフによる技術イノベーション(④)。シースプラズマの安定性によるプロセスの高精度化。EUV等短波長光源に応用できる発光スペクトルの実験データベース構築(㊵)。			
年次計画	2023(R5)	2024(R6)	2025(R7)	
1. 研究基盤の整備と運用				期 末 評 価
残留トリチウム対策				
計測機器整備				
加熱装置整備				
運転		LHDの運転は、1年目から2年目にかけて1回、3年目に1回、実施する。		
次期研究基盤に向けた設計活動				
2. 核融合研究				
核融合プラズマ高性能化研究				
核融合プラズマ定常化研究				
原型炉設計に資する研究				
3. 他分野との学際研究				
プラズマの普遍原理・現象研究				
宇宙・天文現象の解明				
応用技術の社会実装研究				
【参考】 計画推進に当たっての留意事項	①ユニット制による学際研究、共同研究の推進について 異分野融合による学際研究を3年という限られた期間の中で推進するに当たっては、新たに設置された11のユニットが研究推進に主体的に取り組むことにより、学際的な研究を効率的に進めることが重要である。ユニットを学際研究の場としてうまく機能させるためには、ユニットリーダー等が計画の企画立案、研究の方向性の調整、成果のとりまとめ、そのフォローアップなど適切な研究マネジメントの役割を担うことが求められる。さらに、必要に応じて現在提案されている11ユニットの統廃合や新ユニットの創設などについても柔軟に検討するなど、制度面あるいは運用面について現場の声を聴きながら工夫を重ね、新たな体制が学際研究、共同研究の推進に資するものとなることが期待される。 ②若手研究者の育成について 学際的なテーマや新規性の高いテーマについては、研究のすそ野を広げる観点からも、発想力の豊かな優秀な若手研究者が長期間同テーマで研究出来るような環境整備が望まれる。特に若手研究者の野心的な取り組みに対しては、短期間で成果が出ない場合でも、研究以外に課題となる部分がないかなど確認しながら、長期戦略を持ったサポートを行うことが必要である。 ③核融合科学の発展及び核融合発電の実現への貢献について LHDの総合的なプラズマ閉じ込め性能はITERを始めとする大型トカマク装置ほど高くはないことから、プラズマ性能の向上を目指すのではなくプラズマ物理の理解に重きを置く事業へのシフトは理にかなったものと認められる。特に、本計画の実施に当たっては、プラズマを長時間維持できるLHDの特長を活かして、「プラズマと壁との相互作用」等の核融合発電の実現における重要かつ深刻な課題を解決するためのコアとなる学術基盤としての貢献が求められる。学際領域への展開によるすそ野の広がりも重要であるが、核融合科学研究所、LHDにしかできない核融合科学の核心を突く研究を強力に推進し、核融合発電実現に向けたプロセスの中で確かな成果を挙げることが重要である。 ④その他 評価の観点ごとに多様なKPIが設定されている点は分かりやすいが、3年間の計画推進の中では科学目標の達成のための取組を着実に行うべきである。			