

＜資料 1＞

学術の大型施設計画・大規模研究計画のマスタープラン

1. 課 題 一 覧

(1) 人文・社会科学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
B	「地域の知」の資源のグローバルな構造化と共有化プラットフォーム (Global Integration of Regional Knowledge Resources and its Intercommunity Platform)	開発費:20、年間運営経費:7(総額90)	H22-H31 (H22-H26開発期間、H27-H31運用期間)	地域の知の研究資源(古文書、古地図など)を収集・デジタル化、構造化する。地域の研究の飛躍的發展に資する。収集、保存管理、検索、分散利用のため共有化プラットフォームを開発・構築し、恒常的拠点を形成する。	地域固有の社会・環境に立脚してグローバル化時代の地球社会的問題に関する重層的・多元的な理解と解決策策定に資する。地域情報整備に協力し、開発途上国支援となる。	エ 多言語対応、様々な地名や暦、曖昧性などに対応する世界に例のない顕著な特色を持つ。	日本学術会議提言で内容は検討済み。地域研究コミュニティは、地域研究コンソーシアムを設立済み。地理学コミュニティは地理学連携機構を設立し、推進を進めている。
B	日本語の歴史的典籍のデータベースの構築 (Integrated Database of Classical Japanese Texts in the Pre-Meiji Period)	初期投資:20、年間運用経費:年間19×10年で190	H23-H32年度	日本文化の根幹をなす歴史的典籍の活用態勢が整っていない。著作権・出版権の法的検討や、新漢字コード等の開発の上に、書誌・原本画像・翻字テキストがリンクしたデータベースを構築し、万人の利用を可能にする。	日本文化の全領域に対する総合索引が備わることになり、諸外国に匹敵する大規模日本語辞書の編纂も可能になる。その結果、日本文化の国際的発信に大きく貢献する。	エ 本計画により、漢字コード互換システムでは、アジア諸国中で日本が優位に立ちうる。	学術会議の言語・文学委員会や日本学関係の学会・大学の有志から、賛同と全面協力の意向を得ている。国文学研究資料館の関連資料の蓄積もあり、速やかにスタートできる。
B	心の先端研究のための連携拠点(WISH)構築 (Web for Integrated Studies of the Human Mind)	初期投資:16、年間運用経費:9	H23-H28	心の神経・社会・進化・発達・文化的基盤の解明と社会科学への応用を、霊長類研究の成果を活かしつつ文理連携体制で推進し、計画終了時に世界初で最先端の「心の先端研究」拠点機関を設立する。	共感、信頼、公正、互惠、協力などを生み出す心のしくみを解明し、現代社会が直面する多様な心の問題の解決に向けた政策策定への指針を提示する。	エ 連携8拠点が諸外国と濃密な関係を構築し、霊長類学など日本固有の貢献が期待できる。	「心の先端研究拠点と心理学専門教育分科会」を中心に定期会合と日本心理学会シンポジウム等で検討を重ね、『日本の展望』分野別報告書にも明記され、機は熟している。

(注1) 計画のカテゴリー: A: 大型施設計画、 B: 大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル: ア: 対等レベルの国際共同建設、 イ: 日本主体の国際共同建設、 ウ: 外国主体の国際共同建設に参加、 エ: 研究レベルでの国際共同・協力、 オ: その他

(2) 生命科学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
B	次世代ゲノム科学を基盤とした環境適応戦略研究拠点の形成 (Establishment of the research center/network of the environmental adaptation strategy based on the next-generation genome science)	初期投資: 80、運営費など: 100	H22－H25: 建設機関 H26－H31: 運転・運用期間	生物は常温の他、極限環境(温泉、雪氷下、砂漠、深海など)に適応して棲息する力を持つ。この多様な環境適応機構について次世代ゲノム科学を基盤に解析し、その知的資源を地球環境、食料、医療問題の解決に役立てる。	生物の多様な環境への適応機構がゲノム科学で解明され、その成果が、生物エネルギーや気候変動耐性作物の生産、真核生物の構造生物学を基盤にした医学・創薬に利用される。	わが国では常温・極限環境に適応する生物のゲノム科学は世界の最先端を進んでいる。	当該計画の中心となる研究コミュニティにおいて、次世代ゲノム科学の推進に関する要素技術の基盤は確立し、役割分担の合意形成が図れば早期の実働が可能である。
B	生物多様性の統合生物学的観測・データ統合解析ネットワーク拠点 (Integrative Biological Network for Monitoring and Data Integration and Analysis of Biodiversity)	56	H22－H31	生物多様性ホットスポットの生態系・生物多様性監視のための指標群および広域・長期観測データの統合・分析法の開発。複雑で動的な対象の包括的理解にもとづく温暖化、富栄養化、外来生物侵入の影響の評価および予測。	生態系・生物多様性に関する基礎科学的、統合科学的理解を飛躍的に向上させるとともに、生物多様性ホットスポットの保全と持続可能な利用に必要な知見を社会に提供。	エ	「長期生態系観測ネットワーク」等の活動実績をもとに、統合生物学委員会での審議にもとづき立案。新設拠点(原生流域等)は過疎地の遊休施設借用等により整備予定。
B	先進的医学研究のための遺伝子改変動物研究コンソーシアムの設立 (Establishment of an Animal Genetic Engineering Consortium for Cutting Edge Medical Research)	160 初期投資: 70、年間運営費等: 10年で90	H22－H25: 初期投資期間 H26－H31: 運転・運用期間	多くの疾病には遺伝子機能の異常が関係しており、遺伝子機能の解明は創薬に直結する。機能解明に最も有効な手段である遺伝子改変動物の利用促進のため、4大学が中心となり系統的な作製・解析・供給を行う。	研究者コミュニティからの要望を受け入れつつ遺伝子改変動物を作製・解析・供給することにより、我国の医科学研究の質的向上と新規治療薬の開発が見込まれる。	エ 過去に作られた1万種の改変マウスのうち、14%は我国で作製され、貢献が大きい。	遺伝子改変動物の作製は医学、免疫学、実験動物学などの広い学問領域での喫緊の重要課題であり、平成21年度より東大、熊大、阪大による予備的研究計画が開始している。

B	糖鎖科学の統合的展開をめざす先端的・国際研究拠点の形成 (Establishing a Cutting-edge International Research Center Aiming for the Integrated Development of Glycoscience)	初期投資: 31.1(1年目、2年目)、年間運用経費: 88.8	H22—H23: 建設期間、一部運転・運用期間 H24—H28: 運転・運用期間	糖鎖科学の重要な柱である構造解析と機能解析の統合的展開により、先端的・国際研究拠点の形成をめざす。とくに、進展著しい質量解析・NMRの成果と、日本がリードしてきた糖鎖遺伝子・ノックアウト解析の成果を融合し、医学・生物学の諸課題の解決に貢献する。	糖鎖の構造と機能解析の統合的理解と国際研究拠点の形成をめざす。進展著しい質量解析・NMRの成果と、日本がリードしてきた糖鎖遺伝子・ノックアウト解析の成果を融合し、医学・生物学および他領域の発展に貢献する。	イ 日本人が6割の糖鎖関連遺伝子のクローニングを行い、また糖鎖解析技術でも世界をリード。	糖質学会と糖鎖科学コンソシアムを中心に長年、拠点形成計画を練り、それに強い支持と賛同が得られており、研究技術のレベルも高く、設立への連携体制も十分成熟している。
B	臨床研究推進による医学知の循環と情報・研究資源基盤の開発研究計画 (Center to accrue medical knowledge: development of infrastructure for informatics and research resources)	総額: 450(初期投資: 150、年間運営経費: 30)	H23: 建設期間 H24—H32: 運転・運用期間	研究成果の実用化を加速する「橋渡し研究基盤」と日常の臨床データを全国規模で集積・解析する「臨床情報基盤」を併せ持つ恒常的拠点を形成し、基礎研究から臨床医学、臨床医学から基礎研究への「知の循環」を実現。	日本発の革新的医薬品・医療機器の迅速な社会還元が実現すると共に、蓄積された臨床データの疫学的解析により新規の治療法開発が加速し、医学研究の発展に大きく貢献。	エ 各国の医療情報データベースや臨床研究・審査の国際標準化プロジェクトと連携。	橋渡し研究には既に実施実績があり、その基盤整備に産学の高いニーズが顕在化。臨床情報基盤は学会を中心に方向性が十分に議論されており、当計画はすぐにも実施可能。
B	ゲノム医療開発拠点の形成 (Research center for genomic medicine)	初期投資: 120、年間運用経費: 20	H23: 建設期間 H23—H27: 運用	ゲノム解析技術の爆発的進歩に基づき、パーソナルゲノム(個人の全ゲノム配列)により、最適な診断・治療方針を進める「パーソナルゲノム医療パラダイム」を実現し、医療の質を格段に高めるための拠点を形成する。	個人のゲノム特性に基づき、最適な診断・治療法が実現する。さらに、疾患の予防を含めた、最適な健康維持を実現する。その成果を、標準化された医療として実現し、幅広い波及効果が期待される。	エ ゲノム解析技術の爆発的進歩を医療に結びつけるパラダイムは国際的優位性を実現できる。	日本人類遺伝学会が「パーソナルゲノム医療が拓く医学・医療」をテーマに学術集会を開催、文科省特定領域研究で日本人ゲノムの参照配列の整備を開始するなど、成熟度は高い。
B	次世代高機能MRIの開発拠点の形成 (Center for development of next generation high-performance magnetic resonance imaging)	建設費総額: 150、年間運用経費: 50	H23: 建設期間 H23—H27: 運用期間	MRIの更なる性能向上には、超高磁場を用いた装置・駆動用ソフトウェア、それらを駆使する分析法の開発が喫緊の課題である。10テスラ超臨床用装置を開発・運用し医理工の学際的人材育成も担う研究拠点を形成する。	疾病による生体内の微細な構造的及び機能的な変化への感度は超高磁場化により飛躍的に改善し、高精度の病態把握による心臓病・認知症性疾患・癌の極早期診断が可能となる。	エ 全世界で約40台に対し本邦は未だ1台であり拠点整備が国際共同研究発展の契機となる。	超高磁場MRI拠点設置の国際競争が繰り広げられており、特に7テスラ機は開発が熟して過去2-3年諸外国で急速に導入が進んでいる。拠点整備は一刻の猶予もない状況である。

B	創薬基盤拠点の形成 (Research Center for Drug Discovery)	初期投資:(建設費)90、年間運用経費10	H22-H31	生命科学の進展により疾患に関する理解が格段に深まり、創薬研究の気運が高まっている。しかし日本の大学等の公的機関には基盤設備がないため、本格的創薬研究は行えない状況にある。この恒常的拠点形成を目的とした計画。	本基盤設備により創薬の探索段階からの本格研究が可能になり、高度の創薬教育・バイオベンチャーの育成・難治稀少疾患治療薬開発などの波及効果がある。	エ 創薬研究は多分野の融合研究であり、日本の研究者が得意とする研究体制が構築できる。	設備の一部は国プロジェクトで設置が開始され、それに基づく画期的成果から大規模基盤の設置と恒常的運営の重要性が研究者コミュニティの合意の下に提案された。
B	メタボローム研究拠点の形成 (Establishment of Metabolome Research Center)	初期投資:50、年間運用経費:18×10年	H22-H31	生体内のあらゆる代謝産物を主として質量分析計により網羅的、包括的に解析するメタボロミクス研究を飛躍的に発展・普及させるため、解析・化合物収集・データベース構築を行う中核となる拠点を形成する。	疾患特異的代謝経路の同定、発症メカニズムの解明、疾患バイオマーカーの同定、早期診断・治療効果の予測、新規治療薬開発の飛躍的進歩が期待できる。	エ 我が国は、メタボローム研究の対象である脂質や糖質の研究分野で世界をリードしている。	メタボローム解析、標準化合物収集、データベースの構築について、一部研究は開始されており、統合するセンターを構築することについて、関係研究者により合意されている。
B	グリーンイノベーション研究拠点の形成 (Formation of Research Center for Green-innovation)	建設費(初年度投資:75)、年間運用経費:25×7年、総計250	H22-H28	①次世代植物・昆虫資源作出用の大型実験圃場・飼育設備・研究センター建設、②低炭素社会用のセルロース系バイオリファイナリー構築、③グリーン関連大気・水・土環境の改善・修復等の研究拠点形成。恒久的拠点形成へ。	高品質・多収・耐環境遺伝子組み換え生物の作出、低炭素社会への環境適応技術、環境対策・修復技術、バイオテクノロジー関連工学技術等の構築・普及。	エ 革新的な遺伝子組み換え動植物の作出法、低炭素社会対応技術、野外・屋内環境調節技術の確立・普及。	学術会議農学・食料科学委員会で合意を得ているが、3分野・多部門が関与するため、相互調整が必要である。大枠が固まれば具体的計画の検討推進が可能である。
B	食品機能の活用とその科学的検証システムの研究拠点の形成 (Formation of research center for food functions and scientific verification system)	初期投資:10(機能性食品精密解析装置)、年間運用経費:10	初期投資(H23-H25)、運用期間(H23-H32)	複合的な食品機能の科学的な検証システムの確立を目指し、食品機能のin vivoでの評価、消化管内での成分動態解析、新規機能成分の探索と、それらのデータの統合・解析のための研究拠点を形成する。	ヒトの健康維持のため、医食同源という立場から、食品機能の有効性を科学的に検証するシステムが完成し、これらを活用した産業の発展にも貢献することができる。	オ 食品機能という概念は我が国で提唱されたものであり、優先性が高い領域である。	本提案は、JSTにおけるワークショップや、関連学協会、学術会議の農学・食料科学委員会などでの検討により、作成された。要素技術についての準備は進んでいる。

(注1) 計画のカテゴリー: A:大型施設計画、 B:大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル: ア:対等レベルの国際共同建設、 イ:日本主体の国際共同建設、 ウ:外国主体の国際共同建設に参加、 エ:研究レベルでの国際共同・協力、 オ:その他

(3) エネルギー・環境・地球科学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
A	高性能核融合プラズマの定常実証研究 (Demonstration of steady-state high-performance fusion plasma)	LHD:設備投資123、運転実験経費721、JT60SA:設備投資(日本分担)217、運営費34.4(他、既存設備解体・改造費要)	LHD:H22—H33施設整備及び運転、JT60SA:H19—H27建設、H27—H29運転	核融合エネルギーの早期実現のためには高温高密度プラズマの定常保持の実証が不可欠であり、核燃焼実験炉計画ITERと相補的に我が国独自のヘリカル方式によるLHDの最高性能化計画と、トカマク方式のJT-60SA計画がこれを担う。	高性能プラズマ制御手法を確立し、非線形・多階層にわたる現象の理解と新しい物理パラダイムの創出、シミュレーション科学、材料科学等に進展をもたらす。	LHD:エ、JT60SA:ア、LHDはわが国独自のアイディアに基づく。JT60SAはわが国に建設。	ブラ核学会、核融合ネットワーク等での議論の積み上げと支持を得て科学技術・学術審議会基本問題特別委員会で重点化計画として承認され、準備ないし実行段階にある
B	高温工学試験研究炉(HTR)を用いた高温ガス炉水素製造システム開発計画 (Development Program of HTGR Hydrogen Production System using HTR)	試験経費:32.5	H22—H28試験	地球環境問題解決のための原子力及び水素エネルギーの利用拡大に向け、材料や化学反応プロセスなどの科学技術課題の研究開発を行い、高温ガス炉を用いた熱化学法による水素製造システムの原型を提示することを目指す	核エネルギーを水素の化学エネルギーに変換する大規模システムの実証は発電のみにとどまっている原子力の利用分野を大きく拡大することが期待できる。	エ HTRは世界最高の950℃の熱を取り出すことができる唯一のガス炉である	原子力産業協会の原子力熱利用検討会において、CO ₂ 削減の有力候補として、国が実用化に向けて取り組むよう、また国民への普及促進のために活動中
B	「エネルギー・環境技術国際研究拠点(Solar Quest)」計画 (International Research Center for Global Energy and Environmental Technologies)	設備費:12、運営費等:86	H19—H26	既存の研究組織を核に太陽光・風力・バイオマスなどのハイブリッド再生可能エネルギー技術、貯蔵・輸送技術、ウィルス感染症によるパンデミック対策等の環境リスク低減技術などの総合的研究を計画	新しい科学の発展が期待でき、積極的な国際展開により、持続可能な社会構築に向けてわが国の科学的イニシアチブの獲得も期待される	エ 太陽光発電・光触媒技術に関するわが国の技術をベースにした国際標準化を指向	温室効果ガス削減に向けて太陽光発電等の普及拡大、再生可能エネルギー利用量の増進など、学術コミュニティからも大きな期待、核となる計画は進行中

B	非平衡極限プラズマ 全国共同連携ネット ワーク研究計画 (Research Network on 'Non-equilibrium and Extreme State Plasmas')	設備費:63、 運営費等:20	H22－ H31(H25まで 設備)	核融合、高エネルギー密度、ナノ・バイオま で広く展開する最先端プラズマ物理研究の 方法論を、非平衡極限プラズマという共通 学理から連携し研究ネットワーク化を推進。 核融合エネルギーの実現や新機能物質創 成研究を加速	極限プラズマの非平衡過程 がかかわる課題を統合して視 野に納め、宇宙天体プラズマ の自然界のダイナミックスや 核融合プラズマの物性を理 解させる学理の基盤を構築 する	エ 海外大学との学 術協定、LIA等 の国際プロジェ クトを積極的に 展開	コアグループの連携の実績 の上に構想され、学会や核 融合科学ネットワークでの議 論を経て提案。一般物理学 分科会主催シンポジウムでも その学術的価値が説明され 議論
A	衛星による全球地球 観測システムの構築 (Construction of a satellite earth observation system)	4000－5000 (運営費: 1500)	GCOM-W: H23; ALOS-2, EarthCARE, GPM: H25; ALOS-E, GCOM-C1: H26に打ち上 げ予定	地球水循環・気候変動・地表面詳細観測を 目的とした衛星地球観測システムの構築。 地球温暖化・環境問題の対処に必要な長期 の全球モニタリングデータを提供する。	変化する地球気候と表層環 境に関する長期の全球デー タが取得できる。環境問題の アセスメントとモデル予測の ための不可欠な初期条件と 検証データとなる。	ア CEOS, GCOSの 国際枠組み参 画。NASA、ESA との共同。	計画は、科学者フォーラム、 宇宙開発委員会で定期的に レビューされている。
A,B	未来予測を目指した 統合的な地球環境の 観測・実験・モデル研 究計画 (Coordinated observational, experimental and modeling projects for the prediction of the Earth's environmental changes, Earth surface system)	621(運営費: 418)	H23－H25年 までに開発、 準備;H27年か らの全体のフル 運用を計画	人間圏に深く関わる地球周辺と地球表層系 の詳細な観測・実験と、その変化予測を気 候・気象モデルによって行う。地球周辺宇宙 空間観測、大気と海洋・湖沼の総合的観 測、気候・気象モデルによる予測研究で構 成される。	地球周辺と地球表層系の3 次元データの取得と変化メカ ニズムの解明。地球気候や 極端現象の将来予測精度の 向上。	エ IUGG各団体、 NSF、NOAA、ハ ドレー大気研究 所、インドネシア 諸機関と協力	基礎となる研究は成熟してい る。また、地球温暖化等、地 球環境問題の解決のため に、地球観測推進委員会や 学術会議地球惑星科学委員 会などで十分な議論が進め られている。

A	最先端技術で探る地球内部ダイナミクスと防災研究計画 (Geodynamics and geohazard research programs utilizing the state of art technologies)	初期投資(「ちきゅう」掘削装置の改造を含む):400、運用経費:400-600	H24-H33(当初2年で開発、2年で建設、その後運用開始)	プレート境界における新しいダイナミクスを構築して、地殻の形成、地震・火山活動の解明と予測を目指す。そのために、地球掘削、素粒子透視、地震探査、海底ネットワーク等の先端技術を統合した計画を推進。	プレートテクトニクスを超えた地球内部ダイナミクスは、自然観の発展のみならず、防災やCO2の地層貯留など、社会の安心・安全と新しい産業育成に貢献する。	エ 「ちきゅう」は世界最先端の深海掘削船で我が国だけが所有。	IODPにおけるマントル掘削は、掘削地点が3ヶ所に絞られており、事前調査が始まっている。海底ケーブル、素粒子透視も基礎開発は終了。地震探査は、準備が完了。
B	全地球生命史解読と地下生物圏探査計画 (Deciphering the history of the Earth and life and exploration of subsurface deep biosphere)	初期投資:300、年度経費:50×10年	H24-H33	生物が進化の過程で、炭素や窒素などの物質循環の一翼を担ったため、地球環境に大きな影響を及ぼすようになった。この関係について全地球生命史を地下生物圏の活動も包括した形で解読する。	1. 地球と生命のかかわり合いとその歴史を把握し、地球の物質循環における生物の役割を理解する 2. 地下生命圏における物質循環の解明とCCSへの応用	エ	全地球生命史解読は、主要研究機関からの提案がなされた段階であり、コミュニティーにおける議論が必要である。なお、地下圏微生物研究はFS 段階にあり、実験装置の設計に入っている。

(注1) 計画のカテゴリー: A: 大型施設計画、 B: 大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル: ア: 対等レベルの国際共同建設、 イ: 日本主体の国際共同建設、 ウ: 外国主体の国際共同建設に参加、 エ: 研究レベルでの国際共同・協力、 オ: その他

(4) 物質・分析科学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
A	高強度パルス中性子・ ミュオンを用いた物質 生命科学研究 (Materials and Life Science with High Intensity Neutron and Muon Beams)	建設費： 200 運用経費： 20/年	建設期間： H22－H33 運用期間： H22－	J-PARC物質生命科学実験施設(MLF)の中 性子およびミュオン実験ステーションのビー ムラインの高度化および将来計画ビームラ インの実現により、物質科学・生命科学分 野の研究に強力なツールを提供する。	中性子およびミュオンの大強 度ビーム実験施設の整備に より、物質科学・生命科学分 野の格段の進展が見込まれ る。	エ 米・欧とともに中 性子の世界3大 拠点の一翼を 担う。	本計画は、運営主体である J-PARCセンター、JAEA、 KEK、およびユーザーグルー プであるJ-PARC利用者協議 会による検討に基づき構想さ れたものである。
A	放射光科学の将来計 画 (Synchrotron Radiation Science in the Future)	建設費： 480 運用経費： 75/年	建設期間： H24－H26 H29－H31 運用期間： H26－H31	Super-KEKB計画との連携による超高輝度 軟X線・VUV光源の整備(KEK-X計画)、お よびSPring-8の改造による回折限界エミッタ ンズを持つX線用蓄積リング型放射光源の 実現(SPring-8 II計画)。	ナノビームによる局所構造、 局所電子状態の解明、放射 光が支える広範な科学技術 分野の強化と産業利用を含 む新たな応用分野の開拓。	エ 米・欧およびア ジア諸国の放 射光施設と連携 して光科学を推 進する。	本将来計画は、日本放射光 学会を中心として各放射光施 設およびそれらの利用者とし て放射光学科学合同シン ポジウムにおける議論にもと づき構想されたものである。
A	強磁場コラボラトリー (次世代強磁場施設) 計画 (High Magnetic Field Collaboratory-High Field Facilities in the Next Generation)	建設費： 300 運用経費： 30/年	建設期間： H23－H26 H23－H27 運用期間： H23－H28	我が国の主要強磁場施設の連携によるネッ トワーク型研究拠点(強磁場コラボラトリー) を構築し、パルスおよび定常強磁場の特徴 を活かしたオールジャパンの運営体制で共 同利用・共同研究を推進する。	強磁場における新たな物質 相の発見など物質科学の進 展が見込まれると同時に、強 磁場実験環境の提供は材料 科学・生命科学など他分野へ の波及効果も期待できる。	エ 米国・欧州とと もに強磁場研究 施設の世界3大 拠点の一翼を 担う。	研究者コミュニティ(強磁場 フォーラム)で重ねてきた議 論に基づく計画であり、各々 特徴と役割分担をもつ強磁場 施設の連携により強磁場科 学の推進と人材育成を図る。

B	物質開発ネットワーク 拠点 (Laboratory Network for New Materials Development)	初期投資： 50 運用経費： 5/年	建設期間： H23－H24 運用期間： H23－	物質科学分野の共同利用・共同研究拠点 等を中心としたネットワーク型連携組織を構 築し、新物質探索、高品質試料作製、構造 解析、物性評価の支援を行なう。また新物 質に関する学術情報を整理し物質開発活 動に資する。	大型実験施設による研究と 縦系横系の関係にある新物 質開発研究への組織的取り 組みによって物性科学を格段 に発展させ、物質開発に関す る我が国の優位性を拡大す る。	オ 新物質開発は 我が国が世界 をリードしている 分野である。	基本構想は以前から学術会 議物研連等で検討され、対外 報告としてまとめられたもの である。具体的実施計画は、 共同利用拠点の新制度の推 移を見つつ1年程度をかけて 詰める。
---	--	---------------------------------	---------------------------------------	--	--	---	--

(注1) 計画のカテゴリー： A：大型施設計画、 B：大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル： ア：対等レベルの国際共同建設、 イ：日本主体の国際共同建設、 ウ：外国主体の国際共同建設に参加、 エ：研究レベルでの国際共同・協力、 オ：その他

(5) 物理学・工学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
A	Bファクトリー加速器の高度化による新しい物理法則の探求 (Exploring Physics beyond the Current Particle Theory with Super B-Factory)	建設費総額: 350、年間運用経費: 70	建設期間 H22ーH25 運転期間 H25ーH32	KEKBのビーム衝突性能を40倍増強することによって、宇宙初期に起こったはずの極めてまれな現象を再現し、そこに現れる未知の粒子や力の性質を明らかにする。それによって、新しい物理法則の全容解明を図り、宇宙から反物質が消えた謎に迫る。	初期の宇宙を支配した新しい物理法則を解明することができ、宇宙から反物質が消えた理由の解明や、宇宙暗黒物質の正体・起源を明らかにすることもつながらデータを得る。	イ 欧米、アジア諸国、豪州から30以上の大学・研究機関が参加する。	素粒子物理コミュニティの最優先計画。建設費の一部が既に予算化されている。
A	J-PARC加速器の高度化による物質の起源の解明 (Revealing the Origin of Matter with Upgraded J-PARC)	建設費総額: 380、年間運用経費: 25	建設期間 H22ーH26 運転期間 H27ーH31	J-PARC加速器の主リングビーム強度の増強、ニュートリノビームラインの大強度対応、ハドロン実験施設の拡張とビームラインの整備を行い、さまざまなビームを用いた素粒子原子核実験を世界最高感度で行う。	我が国が主導してきたニュートリノ、K 中間子、ハイパー核などの素粒子原子核の実験的研究を大強度ビームを使って発展させ、物質の起源や形成過程の詳細を解き明かす。	イ 欧米、アジア諸国、豪州など12カ国62機関からの研究者が既に参加している。	素粒子分野コミュニティでは、主リング加速器ビーム強度の増強を、原子核分野コミュニティでは、原子核素粒子実験施設のうち、ハドロン部分拡充を、最優先事項と考えている。
A	国際リニアコライダー(ILC)の国際研究拠点の形成 (World Research Center for the International Linear Collider)	建設費総額: 6700、年間運用経費: 200	建設期間 H27ーH36 運転期間 H37ーH46	国際リニアコライダーは、アジア・欧州・北米3極の素粒子物理研究者の国際協力により実現を目指している最高エネルギーでの電子・陽電子衝突型加速器である。真空の構造、暗黒物質の正体、宇宙初期当時の物理法則を発見し宇宙の進化を解明する。	超対称性理論や余剰次元理論などの現在の素粒子理論を超えるより基本的な物理法則を決定し、さらに予想だにされていない新粒子や新現象の発見も可能である。	ア アジア、欧州、北米の3極共同で建設予定。	2006年に高エネルギー物理学研究者会議は、ILC実現のための技術開発を進めると同時に、高度化したKEKBとJ-PARCでの研究を推進する事を決めた。

A	大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験 (Nucleon Decay and Neutrino Oscillation Experiments with Large Advanced Detectors)	建設費総額: 500-750、年間運用経費: 20	建設期間 H26-H32 運転期間 H33-H47	スーパーカミオカンデの20倍となる100万トン級水チェレンコフ検出器、および10万トン級液体アルゴン検出器を用いて核子崩壊の発見を目指すと同時に、加速器・宇宙ニュートリノを用いたニュートリノの精密研究やニュートリノ天文学研究を行う。	核子崩壊現象を発見し素粒子の統一描像を確立し、増強したJ-PARCのニュートリノビームを使って、電子やニュートリノなど強い相互作用をしない素粒子の反応の粒子反粒子対称性の破れを発見する。	イ 日本には国際協力実験であるスーパーカミオカンデによる実績がある。	現在、J-PARCで進行中のニュートリノ振動実験から期待される成果が得られれば、素粒子、宇宙線双方のコミュニティでの高い優先順位となる。
A	RIBFのRIビーム発生系の高度化による不安定核の研究 (Exploring the Frontiers of Nuclear Physics with Advanced Radio Isotope Beam Factory)	建設費総額: 150、年間運用経費: 40	詳細設計: H25、建設: H26-H28、据付・開始: H29	「RIビームファクトリー(RIBF)」のRI(放射性同位元素)ビーム発生系を高度化し、原子核物理学の不安定核物理分野での世界最先端重イオン加速器施設としての研究を国際的に先導する。	陽子・中性子が過剰な不安定核の特異な性質に根差した新たな反応研究を展開することができ、元素合成過程や中性子星など宇宙天文分野への波及効果も期待できる。	イ 平成22年現在、RIBFは世界的に優位。高度化により平成29年、平成27年の稼働予定の米欧計画を超えたRIビームを供給。	本計画は核物理学コミュニティー(核物理懇談会)の総会(平成21年10月)で承認されている。主要要素技術は開発済みでRIBFでの大強度ビーム制御技術を蓄積している。
B	計算基礎科学ネットワーク拠点 (Network of Computational Facilities for Basic Sciences)	運用経費: 41/年	運用期間: H22-H32	物理学・化学を中心とする計算基礎科学分野の国内6機関が連携し、全国的・学際的な研究体制と、当該分野のスパコン諸設備と次世代スパコンを適切に活用する体制を構築し、最先端の計算基礎科学を推進する。	計算科学において必須の萌芽的・中小規模から大規模な研究までを支える計算資源の重層的体制が整備され、計算基礎科学分野における飛躍が期待できる。	エ 米・欧と激しい競争関係にあり、アジア諸国の水準向上も目覚ましい。	素核宇宙分野、物質分野それぞれでは既に連携体制の構築が進んでおり、次世代スパコン計画を一つの契機として、基礎科学分野として全体連携を推進する段階。
A	大型低温重力波望遠鏡(LCGT)計画 (Large-scale Cryogenic Gravitational wave Telescope project)	建設費: 155、運用経費: 4.32/年	H23-H27(建設)H28-H29(試運転)H30-(運用(10年以上))	人類がいまだ観測したことがない重力波を捉える超高感度レーザー干渉計を建設し、世界初検出を目指す。7億光年先まで観測可能な感度を実現するために、世界で初めて冷却した鏡を用い、地下設置とする。	強重力場での一般相対性理論の検証が行われ、時空の動的な性質が明らかになる。海外の装置との共同観測により、全く新しい重力波天文学の学問分野が創始される。	エ 日本独自の低温鏡・地下設置で日本が建設。国際技術協力、完成後は世界同時観測など	1990年代半ばより系統的な技術開発を推進し、すぐにも建設できる状況。日本学術会議天文学・宇宙物理学分科会の計画推進の提言など国内外からの支持多数。

A	30m光赤外線望遠鏡 (TMT) 計画 (Thirty Meter Telescope project)	建設費: 1300、 運用経費: 50 /年 (日本は各1 /4程度を分担)	H24-H31 (建設) H30- (運用)	直径30mの光赤外線望遠鏡をハワイに建設し、ダークマター・ダークエネルギーの物理、初期宇宙の銀河形成史、太陽系外惑星特に生命が存在し得る地球型惑星の探索、ブラックホールの物理の解明など、広範な宇宙解明の最前線を開く。	学術面では初期宇宙史の解明や系外地球型惑星の探索などを通じ、人類の宇宙観を変革をもたらす、補償光学技術は医療や産業界に波及することが期待される。	ア 建設は国際共同。 日本は高度な技術で参加、する望遠鏡とも連動。	日本の地上天文学コミュニティが最優先課題として合意、多くの推進動向がある。技術的には大きな障害は無く、日米加の足並みが揃えばすぐにでも建設開始が可能
A	一平方キロメートル電波干渉計 (SKA) 計画 (Square Km Array project)	建設費: 2000、 定常運用経費: 200 (日本は各10%負担)	H25-H34 (建設) H29- (初期運用) H35- (本格運用、30年以上)	国際協力による開口面積が平方キロメートル級の巨大なcm波・m波帯の長波長電波干渉計。短波長電波用のアルマと相補的。高感度・広視野・高分解能の観測で宇宙の基本問題の解明、広い科学分野の先端研究を目指す。	大有機分子探索等による宇宙における生命起源、パルサーを用いた背景重力波の検出や相対性理論検証、宇宙磁場の起源と進化、宇宙再電離と初期天体形成などの解明を目指す	ウ 国際コンソーシアムで建設、日本は建設・運用の10%程度を負担	準備の国際委員会が活動、日本はオブザーバ派遣。欧州、南アフリカ、オーストラリアでプロトモデル建設中。日本はオーストラリアと協力。2013年までにサイトを決定予定。
B	複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進 (Promotion of Leading Research toward Effective Utilization of Multidisciplinary Nuclear Science and Technology)	初期投資: 60、 運用経費: 38 × 10年	H22-H31	人類社会の持続的発展には原子力・放射線の利用が必要である。本計画では、研究炉・加速器を用いる共同利用・共同研究を軸に、複合的な原子力科学の発展と有効利用に向けた先導的研究を推進し、その拠点を形成する。	より安全で効率的な原子力・放射線の有効利用への道が拓かれ、BNCT研究等の成果を社会に還元することにより、人類福祉に貢献するものであることが具体的に示される。	エ 加速器駆動未臨界炉ADSR研究、癌治療のBNCT研究が世界をリードしている。	世界初のADSR実験、BNCT研究が行われており、これらを中心とする複合原子力科学の進展について、関係諸学会、大学原子力教員協議会等からも強く支持されている。
B	高エネルギー密度科学研究推進計画 (Project for Developing Researches of High Energy Density Science)	総額: 90 (初期投資: 84、 運営費等: 6)	H23-H25年度: 大型装置設置、 H26-H28年度: 研究課題実施	サブエクサワットレーザーを開発し、前人未踏の超強度場を実現することにより、相対論的プラズマ物理、非線形量子電磁力学を開拓する。高エネルギー密度科学のフロンティアである超高強度場の国際研究拠点を目標とする。	・高エネルギー密度科学のフロンティア開拓: 超相対論的粒子加速、模擬ブラックホール輻射、真空偏極効果の検証、金属水素の実現etc. ・エクサワットレーザー技術の確立	エ ・これまでの記録を何桁も凌駕する最高の超高強度場 ・爆縮用レーザーとの同期照射	・研究計画は拠点の運営委員会・専門委員会を中心に策定 ・現利用者を中心に新たな超高強度場コミュニティを創出 ・サブエクサワットの要素技術は開発済み。実装上のR&Dが必要

(注1) 計画のカテゴリー: A: 大型施設計画、 B: 大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル: ア: 対等レベルの国際共同建設、 イ: 日本主体の国際共同建設、 ウ: 外国主体の国際共同建設に参加、 エ: 研究レベルでの国際共同・協力、 オ: その他

(6) 宇宙空間科学

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
A	次世代赤外線天文衛星 (SPICA) 計画 (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics)	製作:330、 運用費等:5.6/年	H23—H30(建設期間) H30—H35(運用)	「ビッグバンから生命の誕生まで」の宇宙史の解明を目指す赤外線天文衛星。絶対温度6Kまで冷却した口径3m級の大型望遠鏡を搭載することにより、赤外線での圧倒的な高感度を達成する。日欧協力を軸とした国際ミッション。	科学成果:(1) 銀河誕生のドラマ、(2) 惑星系形成のレシピ、(3) 宇宙における物質の輪廻という現代天文学の重要課題の解明。 波及効果:極低温冷却等、宇宙開発戦略技術の開拓。	イ 日本の優位性: (1)ミッション実現の鍵となる技術を保有、 (2) 本ミッションのインプットとなるサーベイ観測を「あかり」にて実施	研究者コミュニティによる10年以上にわたる検討と技術開発。JAXAにおける正式なプリプロジェクト化。欧州におけるAssessment Study の推進。日欧共同で平成23年のプロジェクト化を目指す。
A	アストロ-H(ASTRO-H)計画 (New Exploration X-ray Telescope ASTRO-H project)	製作:約167、 運用費等:4/年	H21—H25(建設期間) H25—H28(第一期運用)	宇宙のダイナミックな進化とエネルギー集中過程の解明を目指し、X線超精密分光と広帯域観測により銀河団内部の高温ガスの運動を測定し、厚い周辺物質に隠された巨大ブラックホールの誕生と成長の過程を明らかにする	銀河団中の高温ガスの速度をはじめて測定し銀河団物質の運動エネルギーを明らかにするとともに、硬X線観測で巨大ブラックホールの進化とその銀河形成に果たす役割を解明する	イ 日本が主導する大型国際X線衛星。NASAの大規模参加。世界の天文台として公開	X線天文コミュニティが総力をあげて支援。25校の国公立大学、150人を超える研究者がミッション実現に邁進。平成23年1月宇宙開発委員会にて開発移行に値するとの評価をうけた
A	複数衛星による地球磁気圏探査(SCOPE)計画 (Simultaneous multi-scale observations in the Earth's magnetosphere: SCOPE)	製作:185、 運用費等:4/年	H23—H29(建設期間) H30—(運用)	宇宙プラズマの「その場」で衛星編隊による同時マルチ・スケール観測を実施し、磁気圏現象における大規模ダイナミクスと鍵となるミクロ物理との連携(スケール間結合)を理解するための実証的基盤を与える。	同時マルチ・スケール観測から、磁気圏プラズマがなぜダイナミックに振舞うのか、その本質を理解する。その知見を、普遍的な宇宙プラズマ物理の体系構築に活用する。	イ 次世代観測計画を、日本が主導してカナダとの分担により実施。欧米など各国が本計画との連携を検討。	研究者で構成されるWGが計画を提案、ISAS理学委員会にてミッション定義審査を通過(平成21年1月)。平成23年にカナダと合同で技術準備審査を予定。衛星間通信技術などの検討が進行中。

A	太陽系進化の解明を目指す宇宙惑星探査・開発プログラム (Space exploration program aiming for the research of solar system evolution)	製作:650、地上設備:6、運用費等:21/年	H23-H29(複数プロジェクトから構成されるため、明記せず)	星・惑星系の形成と進化の法則、特に、太陽系における地球と生命の位置づけの経時的に把握、宇宙における太陽系の普遍性と特殊性の理解のための、月着陸探査、小惑星サンプルリターン等の諸計画	太陽系誕生・初期進化の実証的解明、特に水と有機物探査、月の構造・進化の理解による地球の初期進化の理解	月探査はイ、サンプルリターンはエ	月探査は概念設計段階、技術開発はほぼ完了、サンプルリターンはWG活動中で設計・制作段階。事前観測は終了。いずれも関連コミュニティーの支持あり
---	---	-------------------------	---------------------------------	--	--	------------------	--

(注1) 計画のカテゴリー： A：大型施設計画、 B：大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル： ア：対等レベルの国際共同建設、 イ：日本主体の国際共同建設、 ウ：外国主体の国際共同建設に参加、 エ：研究レベルでの国際共同・協力、 オ：その他

(7) 情報インフラストラクチャー

カテゴリー (注1)	計画名称	所要経費 (億円)	計画期間	計画概要	期待される 成果	国際共同の レベル (注2)	構想の成熟度
B	大規模分散型高性能 計算およびデータ共 有システム (National Academic Cloud Computing Facility for High- Performance Computing and Shared Scientific Databases)	運用経費: 10/ 年	運用期間: H23ー	学術を推進するために必要となる最新鋭のクラウド型計算資源および大規模なストレージを効果的に分散配備し、広い分野の研究者の利用に供するための共有分散型情報基盤の整備と必要なソフトウェアの研究開発を推進する。初期4年の成果を評価し、恒常的な運用を目指す。	従来の情報基盤を一層強化し、学術関係機関の共有の計算資源として機能することにより、多くの学術分野でICTを駆使したe-サイエンスという研究手法に向かうよう加速し、国際的な連携も強化する。	オ 下支えるネットワーク基盤の水準は世界をリードしている。	学術会議の情報学委員会にてe-サイエンスの重要性等を議論してきた検討結果を踏まえたもの。平成23年導入予定のSINET4の実現と同期して上位レベルの機能強化として本計画が位置づけられる。
A	超大型仮想統合ネットワークテストベッド (Federate Large-scale Virtualized Network Testbed)	建設費: 150、 運用経費: 120	H24ーH27 建設・開発 H28ーH29 運用・実証実験	ネットワーク科学およびクラウド、セキュリティ、大規模センサーネットワークなど関連する様々な分野の研究成果の有効性を実証するための革新的超大型ネットワークテストベッドを構築する。	現代社会が依存するインターネットに代わる新しいパラダイムのネットワーク基盤を日本発の技術で構築し、グローバルに普及させる。	エ 既存のテストベッドは米国およびアジア諸国に接続され多くの連携研究の実験が行われている。	すでに、小規模なテストベッドの構築・運用の実績があり、研究コミュニティも形成されており、早急に開始することができる。

(注1) 計画のカテゴリー: A: 大型施設計画、 B: 大規模研究計画

(注2) 国際共同のレベル: ア: 対等レベルの国際共同建設、 イ: 日本主体の国際共同建設、 ウ: 外国主体の国際共同建設に参加、 エ: 研究レベルでの国際共同・協力、 オ: その他

＜資料 2＞

学術の大型施設計画・大規模研究計画のマスタープラン

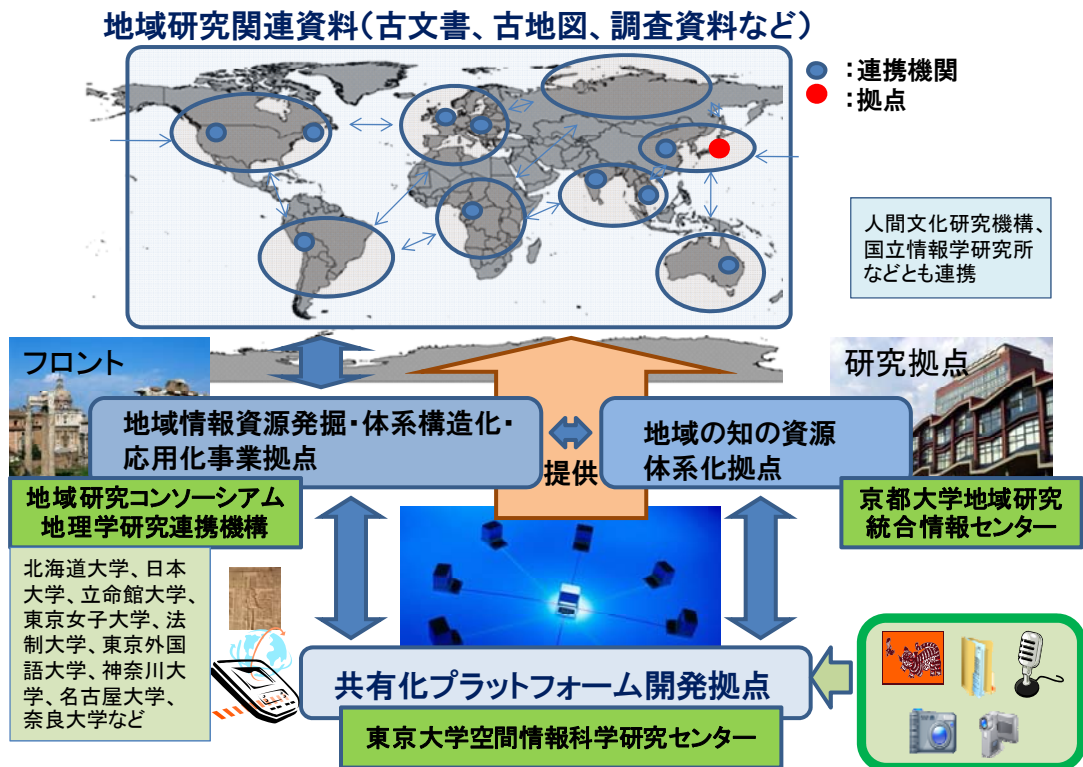
2. 課 題 説 明

(1) 人文・社会科学

「地域の知」の資源のグローバルな構造化と共有化プラットフォーム

①計画の概要

国際的な協力体制のもと、日本を含む世界諸地域を対象とする「地域の知」（地域に育まれてきた地域固有の知）の研究資源（古文書、古地図、史料、地誌、調査資料、統計資料など）を収集・保存・デジタル化し、今までに散逸していた「地域の知」の資源を連携・関連づけて構造化し、活用する。これにより国内外のアカデミック・コミュニティに埋もれている多くの「地域の知」資源の共同利用が促進され、地域の研究の飛躍的な発展に資するようになる。



「地域の知」資源は単に文字情報だけではなく、画像、音声、動画など多様な形態で蓄積する必要があるため、これらを収集、保存管理、検索、分散利用が可能となる人文社会科学独自のシステム、「共有化プラットフォーム」を開発・構築する。これは多言語対応、様々な地名や暦、曖昧性などに対応する顕著な特色を持ち、世界にも例のないシステムの開発となる。このプロジェクト推進は、広く「地域の知」に関わる研究者協同の下、事業実施には大学共同利用機関や大学等の学術研究機関が中心となって遂行し、日本の人文社会科学系研究者の共同利用施設として運営し、世界に広く公開する。

②科学的な意義

世界諸地域に散在するさまざまな史料、地誌、文書、地図、画像・映像、録音などの資料へのアクセスが「共有化プラットフォーム」により飛躍的に改善され、政治、経済、社会、文化、環境に関する世界諸地域独自の「知の体系」と、その固有な発展経路が明らかになり、地域固有の社会・環境に立脚してグローバル化時代の地球社会的問題に関する重層的・多元的な理解と解決策策定に資することができる。国際的には、欧米の政策学重視の地域研究を超えて、言語や歴史、地理、文化といった基礎学の蓄積を礎にした日本独自の研究を発信することで世界に貢献し、また日本の地理学で蓄積してきた日本の「地域の知」情報を世界に発信することで、国外の研究者の日本の地域理解が格段に深まる。さらに、本プロジェクトは開発途上国支援の一環として、当該国の地域情報

整備に協力し、当該国にノウハウ提供することが日本の重要な国際貢献となる。

③所要経費

90 億円（開発費：20 億円、システムの年間維持費：3 億円、資料デジタル化費用 2 億円の予算規模が必要となる。また、拠点運営費：年間 2 億円が必要となる。）

④年次計画

平成 22～31 年度

（具体的な計画）

平成 22～23 年度：国内外の代表的な資料収集機関を中心とした学術ネットワークを構築し、研究推進体制を確立するとともに、各機関の資料収集状況・収集政策等の情報共有を実現する。同時に各機関が所有する資料を中心として、デジタル化・目録化等の技術的課題の検討を行う。

平成 24 年度：共有化プラットフォームのプロトタイプを開発する。

平成 26 年度：資料収集の分担や予算措置などの政策的協力体制および目録化規則およびデータベース統合などの技術的協力体制を確立する。さらに試行システムを関連諸機関に適用し、機能の修正・拡張等を進める。

平成 27～31 年度：システムの本格的運用を開始し、連携する資料収集機関を増やしつつ国際的ハブとしての役割を担う。共有化プラットフォームの普及と端末システムの開発を済ませ実用化する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

京都大学地域研究統合情報センター：地域の知の資源体系化事業拠点（体系構造化事業主体）

東京大学空間情報科学研究センター：共有化プラットフォーム開発拠点（システム開発事業主体）

地域研究コンソーシアム・地理学連携機構：地域情報資源発掘・体系構造化・応用化事業拠点（現地調査実施事業主体）

上記機関の他、北海道大学、日本大学、立命館大学、東京女子大学、法政大学、東京外国語大学、神奈川大学、名古屋大学、奈良大学、人間文化研究機構、国立情報学研究所などが連携する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、資金的な見込が立っていないために、企画書段階ではあるが、すでに、日本学術会議地域研究委員会の提言「『地域の知』の蓄積と活用に向けて」（平成 20 年 7 月 24 日）の作成段階で内容については、すでに検討されており、それが提言にまとめて公表されている。また、平成 16 年、国内の地域研究コミュニティは、世界諸地域を対象とする地域研究の横断的統合の必要性を踏まえて、地域研究コンソーシアムを設立した。平成 17 年には、地域研究コンソーシアム内に情報資源共有化研究会、及び地域情報学研究会を設置し、国内関連組織における資料の収集・利用のネットワーク化のための課題と方策についての検討を開始している。さらには、平成 21 年年 11 月 21 日に開催された地域研究学会連絡協議会でも賛同を得ている。また平成 20 年には地理学コミュニティが地理学連携機構を設立し、上記提言を支持してその推進を進めている。

⑦国際協力・国際共同

地域の研究に関連する資料は、質的にも量的にも膨張し続けており、もはや一国、あるいは一機関で収集・保存する能力を超えている。この問題を解決するために、国際協力による資料の分担収集・目録作成・デジタル化とインターネットによる情報の共有化が必須である。そのためには、各国資料収集機関の協調体制を実現し、分担収集などの政策的課題に関して合意を形成するとともに、多様で多言語の資料データベースを統合検索する等の技術的課題を解決する必要がある。

学術情報のデータ整備・活用の国際協力推進組織として、人文社会科学分野では英国の UK データアーカイブ（UKDA）などがみられるが、日本では、特に、人文社会科学分野での取り組みが遅れている。アメリカの ECAI/PNC 電子地図・歴史文化情報資源共有化事業や時空間に基づくソフトウェア開発やデータベース構築を行う ECAITech、データベースを公開する ECAI Clearinghouse などの機関とは、緊密な連携を行っており、国際協力が可能な体制にある。

「日本語の歴史的典籍のデータベースの構築」計画

①計画の概要

本計画は、日本文化の最重要の遺産である歴史的文献を統一的かつ正確に保存するために、国家レベルでのデータベース化（電子アーカイブ化）を行おうとするものである。今回の計画は、総数の把握と原本の所在が確認できている江戸時代末までの典籍（文書でなく書物）50万点強を対象とし、明治期以降の典籍は今後の計画に委ねたい。当該データベースは、（１）書誌データベース（原本の詳細な書誌）、（２）画像データベース（原本の画像）、（３）テキストデータベース（翻刻テキスト）の三種がリンクして構築される必要がある。またこの計画は、次の三つの局面から同時並行で進められる。（１）対象となる書物の網羅的書誌調査、底本選定、資料解読、入力。（２）データベースの無償提供を前提とした、出版社や個人との著作権・出版権の調整。（３）新たな漢字コードの策定と既存コードの調整。また、漢字文化圏諸国をはじめとする諸外国との漢字コード互換システムの開発。インターネット上の公開システム、検索システムの開発。諸外国のデータベースとの相互乗り入れの検討。

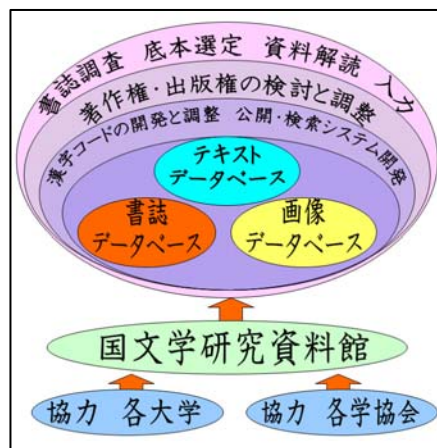
古典籍のいわゆる電子化はすでに多くの機関で始まっているが、それは図書検索のための書名データベースや、わずかな数の貴重書のデジタル画像化にとどまっており、図書館業務の簡素化や貴重書の保存に幾分か資するのみで、古典籍の真の活用という観点からは極めて不十分と言わざるを得ない。

日本の社会や文化の現状を正確に把握し、また将来への適切な方策を考えるためには、過去の日本語テキストを十全に活用できることが必須であり、そのためには、一部の専門家のみが使えるようなくずし字のままの古典本文のデジタル画像ではなく、古典本文をテキストファイル化した、万人に利用可能なデータベースが必要とされる。

本来、国家的な予算を投入して進められるべき事業である大辞書の編纂や、古典籍の網羅的な目録も、日本では善意の出版社がそれを肩代わりするという形で進められてきた（小学館「日本国語大辞典」、岩波書店「国書総目録」「古典籍総合目録」等々）。また、諸外国では、文化予算の裏付けもあって、主要な古典がほとんどすべてテキストファイル化され、またそれが無償でインターネットを通じ世界に公開されている。日本の現状は、欧米に比べても、中国・台湾、韓国等のアジア諸国に比べても、はなはだ遅れていると言わざるを得ない。日本文化の国際的な発信を推進するためには、日本古典籍のテキストデータベース化は、まず最初になされるべきものである。

②科学的な意義

日本の歴史・文化の根幹をなす過去の書物のテキストデータベース化はほとんど進んでおらず、欧米や、中国・台湾、韓国等のアジア諸国に比べてはなはだ遅れをとっている。現状を放置しておいては、いずれ外国企業の検索エンジン主導の、不正確・不完全な日本語文献の商業ベースのデータベース化により、万人に開かれた日本語の歴史的文献の集成は不可能となろう。本計画の科学的な意義は、まず何より、このデータベース化により真の意味での日本文化の国際的な発信が可能となる点にある。また、このデータベースが完成した暁には、日本語学・日本文学・日本史学から、社会学・宗教学・美学芸術学・思想史・法制史・経済史・医学史・科学技術史に至る、日本文化の全分野に対する総合索引が備わる事となり、各領域の研究の飛躍的進捗が期待できる。例えば、温暖化、異常気象、大規模地震等の地球環境の変動を歴史的に知る手がかりも、観測記録が残る近代より前の資料としては、日記、家記、随筆等々の古典籍以外にはない。また、持続可能な社会への一指標として、環境問題やエネルギー問題を調和的に解決していた近代以前の社会の姿を知るには、諸々の古典籍の中に描きとられた各時代の具体相を見る他はない。それらの根本資料をこのデータベースは提供する。さらにこのデータベースの完成により、諸外国が国家事業として完成させた大規模辞書に匹敵する、真に浩瀚な日本語辞書の編纂も初めて可能となる。



③所要経費

210 億円（初期投資：20 億円、運営費等：190 億円）

④年次計画

平成 23～32 年度（古典籍の概数 50 万点を、10 年間でデータベースとして構築する）
（具体的な計画）

平成 23 年度：実施機関の施設整備および入力・通信設備の整備を行う。又、国文学研究資料館未調査本の書誌調査、著作権法等の検討、文字コードや検索機能等の技術的検討を開始。

平成 24～28 年度：未調査本の書誌調査を続行しつつ、底本選択が比較的容易なものから、書誌データベース・画像データベース・テキストデータベースの構築を進める。

平成 29～32 年度：テキストデータベース構築に比重を移し、諸データベースを完成する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

国文学研究資料館〔大学共同利用法人 人間文化研究機構〕（中心となる機関、全体を統括する。ただし、現在の組織図の「情報事業センター」〔調査収集、電子情報、普及・連携活動、情報資料サービスの 4 事業部から成る〕を「典籍データベース事業センター」〔仮称〕などとし、調査・解説、法整備、漢字コード・公開システムの 3 事業部〔仮称〕を中心とした組織に改変する）

東京大学大学院人文社会系研究科（東日本〈静岡県以東〉所在の古典籍を広く主管、また関東所在の古典籍を分担）・名古屋大学大学院文学研究科（西日本〈愛知県以西〉所在の古典籍を広く主管、また中部所在の古典籍を分担）

北海道大学大学院文学研究科（北海道の古典籍を分担）、東北大学大学院文学研究科（東北の古典籍を分担）、早稲田大学大学院文学研究科・慶應義塾大学大学院文学研究科（関東の古典籍を分担）、京都大学大学院文学研究科・大阪大学大学院文学研究科・同志社大学大学院文学研究科（関西・中国・四国の古典籍を分担）、九州大学人文科学研究院（九州の古典籍を分担）

また今後、国立国会図書館・国立公文書館等にも必要に応じ協力を要請してゆく。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画について、日本文学・日本語学を中心とした日本学関係の諸学会に対しては、学会としての正式な合意自体はまだ求めているが、本計画の輪郭が学術会議の会員・連携会員から伝えられた日本近世文学会（本計画の中心となり得る学会）をはじめとする諸学会およびその会員からは、計画への支持と、実現した場合の全面支援の返答があった。また、日本学術会議の言語・文学委員会、およびその下部組織である古典文化と言語分科会・科学と日本語分科会では、この件に関して何度も討議し、喫緊の課題である事が了承されている。加えて、学術会議の「日本の展望」の言語・文学分科会でも、本計画の趣旨を分科会の提言に盛り込むことが決定しており、学術会議の全面的な支援も期待できる。さらに、国文学研究資料館を支え、本計画の実行に協力する、上記⑤に記した 10 大学をはじめとする諸大学の関係者の賛意を得て、各大学の日本学関係の教員代表によって組織されたグループにより、計画の具体的な手順の検討に入りつつある。

⑦国際協力・国際共同

漢文は、中国のみならず、日本、韓国・朝鮮、ベトナム等においても用いられた、過去のアジアの国際共通語であった。その国際共通語で書かれた文章さえ、各国の漢字の処理や漢字コードの相違により、データとして円滑に流通していないのが現状である。本計画の一つの柱である新漢字コードの策定（Unicode では不足）、また漢字文化圏における漢字互換システムの開発により、国際的に真に有用な古典籍データベースの構築が可能となり、テキストデータベースに関しては後発である我が国が、漢字文化圏の文献集成の中心的な役割を果たすことができる。しかしそれも、漢字文化圏諸国間のコード問題に関する合意無しには不可能である。現在、中国の北京日本学研究中心、台湾の東呉大学、韓国の高麗大学・韓国外国語大学等の日本学の研究者達と、これについて共に検討を加えている。また、欧米をはじめとする諸言語と日本語が、データ上で一緒に扱いがたいという事があり、日本語データベースを諸外国で利用する時に、上述の漢字文化圏における漢字コードの問題と同種の問題が起き得る。それについても、イナルコ（フランス）、ローマ大学（イタリア）、ロンドン大学（イギリス）等の日本学関係者と意見交換中である。

心の先端研究のための連携拠点（WISH）構築

①計画の概要

本計画は、心理学と脳科学や広義の認知科学の研究拠点を基盤とした「心の先端研究のためのネットワーク」を整備し、文理連携によって、心のはたらきとその神経基盤、進化基盤、及び社会基盤を解明することを目的とする。こうした心の先端研究拠点は、欧米にはあるが日本には無い。我が国は、年間の自殺者が3万人を超え、20歳台の死因の半数で1位を占める。背景には、対人関係の構築の困難、コミュニケーション能力の欠如、家族の崩壊等がある。本計画は、共感、信頼、公正、互惠、協力など、人間社会の基盤を構成する心のはたらきを学際的に解明し、科学的人間理解に基づく社会制度設計のための基盤を提供することを具体的な目標とする。人間の心の科学的解明には、認知科学や社会諸科学との連携、さらには脳科学との協働が必要不可欠である。新たな飛躍の機会として、神経経済学や神経政治学など、社会行動を含めた心のはたらきの神経基盤を解明する心の科学研究に対する要請が急速に高まっている。こうした背景のもとに、心・言語・絆、といった心のはたらきの科学的理解をすすめる、脳科学者と心理学者・認知科学者、そして社会科学者の協働を促進するためのインフラ整備が緊急に必要とされている。心の神経基盤、進化基盤、社会基盤、そして個体内での発達や心と文化の関連性の研究を含む、広い枠組みの中での共同・協働を促進し、日本が独自に発展させてきた霊長類研究など既存の成果を活かして、心の研究の世界最先端をめざすのが、本事業(Web for Integrated Studies of the Human Mind, 略称 WISH) の目的である。



②科学的な意義

人間の本性としての家族や言語の起源として、共感する能力や互惠的な行動など、社会的知性とその発達の科学的理解が急速に展開している。たとえば、ミラーニューロンの発見など脳科学の成果と、共感や模倣や他者の心の理解とを結びつけた研究が展開しつつある。人間は本質的に社会的存在である。その心のはたらきの神経基盤と進化基盤と社会基盤の解明は、文理の連携による新しい社会科学を作り出そうとしている。共感、信頼、公正、互惠、協力などを生み出す心の科学研究は、現代社会が直面する様々な心の問題についての理解を進め、そうした問題に対する解決策を個人レベルで提供するとともに、個人レベルでは解決できない社会レベルの問題に対する解決策の提供につながるだろう。心のはたらきを、脳科学や進化学や社会科学と結びつけて理解し、神経基盤と進化基盤と社会基盤を解明する拠点は世界的にも存在しておらず、WISH 事業は、日本独自の科学研究を開拓し、世界の最先端研究を生み出すことになる。

③所要経費

70 億円（初期投資：16 億円、運営費等：毎年度 9 億円で 6 年間の合計 54 億円）

④年次計画

平成 23～28 年度

平成 23 年度：「心の先端研究」の分科会活動を通じて形成し確立した文理 8 拠点の連携を発展させ、個々の特性を活かしつつ、未整備な装置（アイトラッカー、NIRS、TCS、fMRI、次世代シークエンサー等）についてその初期整備をおこなうと同時に、若手研究者を雇用し、すでに合意している客員交流制度を充実させた連携拠点型の研究体制を整える。それと並行して平成 22 年度から発足する文部科学省の「共同利用・共同研究拠点」等を活用した全国的展開への準備をする。

平成 24 年度：拠点間交流プログラムの初期成果として、共感、信頼、公正、互惠、協力など、人間社会の基盤を構成する心のはたらきの研究成果を検証し、各拠点の交流協定を統合するかたちで海

外派遣と招聘の事業を進め、世界標準の研究と国際連携ネットワークを作る。

平成 25 年度：「WISH(心の先端研究)」と冠した学術雑誌を刊行し、人間の心の科学研究の成果を国際的に発信し、J-STAGE を活用して国内外の研究成果のデータベース化を図る。

平成 26 年度：「心の先端研究」の比較的永続的な中核機関の立案に活動を収斂する。本計画の特徴であるウェブ型連携を維持しながらも、時限の経費に制約されない中核機関を構築する。こうした欧米にあって日本に無い心の科学研究の中核機関を、日本学術会議の支援を得て設立する。

平成 27 年度：「心の先端研究」を標榜する国立中核機関を設立する。

平成 28 年度：これまでの 6 年間の研究を総括し新設の中核機関へと受け渡す。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

京都大学総合人間研究ユニット（文・教育・総合人間学部・人間環境学研究科・情報学・こころの未来研究センター、霊長類研究所・野生動物研究センター・高次脳機能研究センター・高等教育研究開発推進センターから構成されるユニット、連携拠点の中核機関と位置づける）

慶応義塾大学人間知性研究所（慶応大と理化学研究所の共同構成）

北海道大学社会科学実験研究センター

東京大学進化認知科学研究センター

お茶の水女子大学生涯発達追跡研究センター

玉川大学脳科学研究所（米国カリフォルニア工科大学との国際連携）

理化学研究所・脳科学総合研究センター

自然科学研究機構・生理学研究所（機構内での領域融合センターを含む）

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、第 20 期の開始と同時に発足し、21 期に引き継がれた日本学術会議心理学・教育学委員会「心の先端研究拠点と心理学専門教育（略称：心の先端研究）」分科会を中心に、毎年 2 回の定期会合と日本心理学会シンポジウム等で検討を重ねてきた計画である。この検討の成果は既に、日本学術会議心理学・教育学委員会 日本展望心理学分科会より、報告『心理学分野の展望—人間社会の持続的発展にこたえる心の科学の構築』（平成 20 年 2 月）としてまとめられている。本報告でなされた提案を具体化するものが本計画である。また本計画の中核は、21 世紀 COE プログラムからグローバル COE プログラムへと継続採択される中で連携を進めてきた「心の研究」5 拠点到、脳神経研究を進める 3 拠点を加えた 8 拠点であるが、これらの拠点メンバーは心理学ならびに隣接諸科学の学会長等の職をつとめるなど、それぞれのコミュニティと強く結びついている。

⑦国際協力・国際共同

米国は「脳の 10 年」に続いて、同様の国家的支援をめざして「心の 10 年」計画を始めた。英国は「心の豊かさ」プロジェクトを始めている。現代社会が直面する自殺、いじめ、ひきこもり、家族崩壊をはじめとした諸問題の解決には待ったがない^(注)。それには、人間の心そのものの研究と、神経基盤・進化基盤・社会基盤に関する先端研究が必須である。日本も、第 4 期の科学技術基本計画づくりを迎える中、科学技術・学術審議会の脳科学委員会は心と脳を基礎とする総合研究の重要性を自覚している。こうした研究には国際連携による切磋琢磨が必須だが、そのためにこそ日本らしい独自の貢献がなければならない。現在、すでに日本を中核として、人間の本性の進化的起源に関する日独米英伊仏の国際プロジェクト HOPE 事業(京大)が立ち上げられている。同様に、WISH 事業に参加する 8 拠点のそれぞれが諸外国との濃密な関係を取りむすびつつ、実験社会科学、生涯発達科学、社会脳科学、人間進化学、比較認知科学といった人間の心の科学的な研究の新領域を開拓している。こうしたすでに起動している事業を基盤として、①文理連携の心の先端研究の展開、②人間の日々の暮らしの問題から発する基礎研究、③大学・大学共同利用機関・独立行政法人など機関を超えた連携の研究拠点ネットワークの構築こそ、日本固有の貢献である。

注) 病気やケガ、そして自殺や事故、犯罪などがどれだけ社会にダメージを与えているかを測る指標として DALY (disability-adjusted life year) がある。すべての傷病のなかで、トップはがん、2 位は脳血管疾患だが、うつ病(3 位)、認知症(4 位)、自殺(6 位)など心の病が上位を占め、その社会コストは極めて大きい。

(2) 生命科学

次世代ゲノム科学を基盤とした環境適応戦略研究拠点の形成

①計画の概要

基礎生命科学研究は、近年解読が進んだモデル生物のゲノム情報を基盤として、分子生物学から構造生物学へと驚異的な発展を遂げている。我が国として、この状況に立ち向かい次世代を担う優れた先端的研究を発信し続けるには、特色ある独創的な研究や材料の開発が必須である。生物は、所謂、常温常圧に棲む生物の他、100℃を越える温泉、熱砂の砂漠、雪氷の下、超高気圧の深海、空気の希薄な高山などの極限環境にも棲息している。生命の単位、細胞は、常温から多様な極限環境においても増殖、分化、適応能力を獲得してきたが、ゲノム情報は、現在基礎生物学のみならず、農業、創薬、医療等、多方面への利用が期待されている。そこで、本プロジェクトは、常温に棲息するモデル生物材料と極限環境に棲息する生物のゲノム解析を行い、その情報をもとに増殖、分化及び適応機構の解明と利用を目的とする。研究組織としては、図1のように、基礎生物学研究所、国立遺伝学研究所などを中心拠点として東京大学、千葉大学、海洋研究開発機構などがサブセンターとして参加する。研究整備内容としては、(1) 特色あるモデル生物の探索と開発、(2) 多様な生育環境の変化状態を再現する生物育成研究設備、(3) 生物の環境適応をポストゲノム解析する先端研究機器、(4) 研究スペースと研究設備の確保、(5) ゲノム・ポストゲノム情報などのデータベース管理拠点の整備がある。

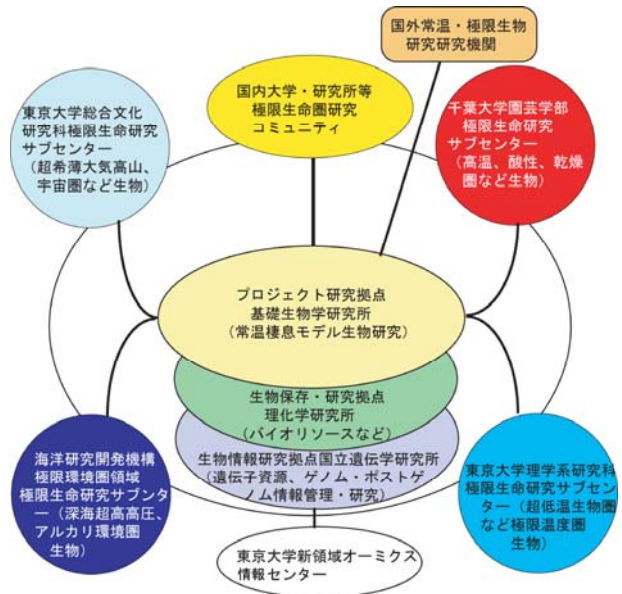


図1 研究組織

②科学的な意義

国際的なニーズに対応できる生命科学の推進には、既存のモデル生物のポストゲノム情報を基盤に加えて、生物の特性が顕現している特異な環境に生息する生物の探索、適応機構の解析が重要である。こうした生物特性を利用した基礎生物学的研究が、医学、農学をはじめ生命科学に革命をもたらした例が本年度も発表された。単細胞の原生生物（テトラヒメナ）がヒトの病気や老化に関わるテロメアやテロメラーゼの発見に発展した研究と、高温極限環境に生息する好熱細菌を用いリボソームの高次構造の解明に貢献した研究が医学生理学と化学の2分野のノーベル賞を得た。本プロジェクトは、生物の多様性に着目して、細胞の根幹となる増殖、分化及び適応機構の次世代の生命科学プロジェクトを提案するものである。本研究の成果は、図2研究成果に示されるように基礎生物学、構造生物学的発展にとどまらず、医療、環境変動に強い作物の作出をはじめとした食糧問題、高温での炭酸固定による環境問題の解決など、多角的な分野での成果が期待される。また、これら研究拠点及びサブセンターを形成することにより、従来の枠を越えた学問分野を横断する新たな研究分野が創成される。

③所要経費

180 億円（初期投資：60 億円（1、2 年目）、20 億円（3、4 年目）：運営費等：100 億円）内訳は以下になる。

平成 22～23 年度：初期投資：多様自然環境対応型高度育成施設、30 億円：次世代シーケンサー 8 式、8 億円：質量分析装置 6 式、9 億円：PET 陽電子断層撮影装置 2 式、1 億円：電子顕微鏡 3 式、3 億円：レーザー蛍光顕微鏡 6 式、3 億円：人工培養装置 10 式、6 億円：運営費、備品・消耗品費、20 億円：人件費、6 億円

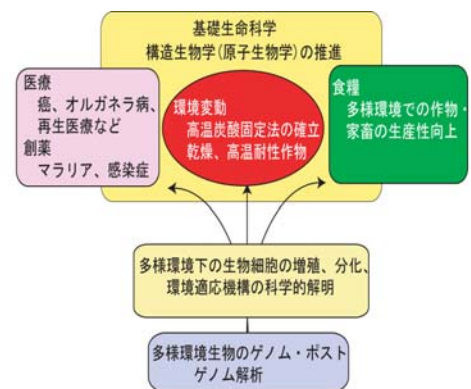


図2 研究成果

平成 24～25 年度： 初期投資：20 億円；運営費、備品・消耗品費、20 億円；人件費、6 億円

平成 26～27 年度： 運営費、備品・消耗品費、20 億円；人件費、6 億円

平成 28～31 年度： 運営費、備品・消耗品費、16 億円；人件費、6 億円

④年次計画

平成 22～23 年度：研究拠点とサブセンター間の連携体制及び詳細な研究計画を構築し、各実験を開始する。

平成 24～25 年度：研究拠点における研究成果多様なモデル生物等の管理、研究サポート体制を整備、強化する。また国内外研究者コミュニティとの連携確立を行う。

平成 26～27 年度：サブセンターとなる東大では超低温環境生物類など、千葉大学では、高温温泉藻類、海洋研究開発機構では超高压耐性細菌類などを中心に得られた成果を既存のモデル生物と比較検討を行う。特に研究拠点及び各センターの成果を検討し、最も革新的で独創的な成果をより発展させる。

平成 28～31 年度：プロジェクトで得られた成果を論文や特許として積極的に発信するとともに、新たな研究材料の保存、リソース化、配布を行う。また、中国をはじめ国際社会との連携体制を構築し、基礎生物学研究成果の人類社会への利用を実現させる。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

[中核拠点] 基礎生物学研究所、国立遺伝学研究所、理化学研究所バイリソースセンター、主要拠点：東京大学（総合文化研究科、理学系研究科、新領域研究科）、千葉大学園芸学部、海洋研究開発機構、国内研究コミュニティ（山形大学、筑波大学、立教大学、愛媛大学、広島大学、山口大学、熊本大学など）

⑥学術コミュニティの合意状況等

プロジェクト研究拠点・各サブセンターなど個々の研究機関では、これまで優れた研究を進めて成果を挙げており、当該プロジェクトを推進する備えはできていた。日本学術会議基礎生物学委員会は、これらをまとめ、格段に特長・独創性があり、将来性のある世界的なプロジェクトをたちあげるために検討を行ってきた。その結果、各委員及び中心メンバーは全体としての調整をしつつ、拠点・サブセンターグループと、高度で実行可能な研究の推進のための具体的な企画書作成段階に入った。またこの計画と並行して、拠点・サブグループでは、それぞれにおいて学術創生研究などを進め、中心的実行者を軸にオールジャパンで本プロジェクト研究の基盤的研究を進め、企業連携、他分野との融合、若手育成、アジアの研究者との交流を一段と図ってきた。また、各地で、毎年研究会・シンポジウム開催などをも行い、準備を進めてきた。

⑦国際協力・国際共同

本プロジェクトの研究は、第3の生命圏と言われる、これまで未開拓であった極限環境に棲息する生物の保有する、高度な環境適応機構について、常温に棲息する生物との比較ゲノム・ポストゲノムを基盤に解明・応用することである。多様な極限環境は世界に広がっており、国際協力・国際共同は重要である。しかしながら、最も重要な点は、我が国としての独自性、独創性を持った研究推進によって、国際社会に貢献することである。現在、我が国を中心にして、多様環境に関わる国際プロジェクトが立ち上げられつつあり、第一回の国際会議が東京で開催された。今後はこうした会議を重ねることにより連携を強化し、持続社会の実現に向けて研究成果の共有に基づく互惠的関係を構築し、円滑な研究の推進体制を目指す。これまで極限環境生物を我が国から配布され、連携関係にある研究者は次のようである。 Dr. Aziz Sancar (Univ. North Carolina Chapel Hill, 米), Dr. Agustin Vioque (Universidad de Sevilla-CSIC スペイン)、Dr. Elisabeth Gantt (University of Maryland 米国) 他 30 研究機関。

生物多様性の統合生物学的観測・データ統合解析ネットワーク拠点

①計画の概要

生物多様性の保全と持続可能な利用は、国際的にも国内でも優先度の高い社会的目標の一つとなっている。そのための科学的課題として、複雑で動的なシステムである生態系と生命史の所産としての生物多様性の現状を、監視とデータ統合・解析を通じて把握し、保全・管理のための課題を明らかにすることが求められている。特に、日本列島を含む生物多様性ホットスポット（本来は生物多様性が高いにもかかわらず、危機が高まっている地域、世界に34箇所）の監視については社会的な要請が大きい。しかし、保全上の重要性が特に高い原生的な生態系とその生物多様性に関する知見はきわめて不十分である。それは、日本でも残存している原生的な生態系が北海道、本州中央の山岳域、離島域など人里離れた遠隔地にあり、研究・観測の拠点が十分に整備されていないこと、また、これらについての統合的な研究が組織されていないことによる。そのような状況に鑑み、本研究計画は、生物多様性ホットスポットの的確な現状把握と将来予測に資するため、多様なタイプの原生的な生態系を対象とし、遺伝子から生態系にいたる各階層の生物多様性と生態系機能の基礎科学的な理解を深化するとともに、社会的な要請にこたえることを目標に、ネットワーク化された拠点による観測と統合研究を提案する。

生態系に関しては、物質・生物動態の空間的なまとまりとしての流域単位とした監視が有効である。一方で、高山域や亜熱帯地域はその特殊な環境ゆえの重要性が高い。そこで、本計画では、流域の全体（海岸部を含む）に原生的な状態が比較的に残されている河川流域として、別寒辺牛川（北海道）等の各流域、高山域として北海道日高山脈や大雪山、亜熱帯域として西表島等を主な監視対象（地図参照）とし、全国6箇所の拠点を整備し、既存のものとネットワーク化して長期にわたる統合的観測を行い、生物多様性・生態系の現状と変動、その要因と要因間の関係を解明し、生物多様性の保全と持続可能な利用のために必要な情報を社会に提供する。

各拠点に加え、研究計画から社会への情報提供までを統合的に統括する統合生物学の研究センターとして「拠点解析センター」の設置をする。適応進化を含む動的な特性にも注目して遺伝子の多様性に関するデータ統合解析をすすめるエコゲノム研究の中心となるセンターは別途整備する。なお、本研究計画は、日本各地の自然系博物館とも連携してすすめる。

②科学的な意義

現在、地球は、毎年約4万種が失われるという空前の大絶滅時代を迎えている。それは、生命史に蓄積されてきた膨大な遺伝情報と適応戦略情報の急激な喪失を意味する。さらに、生態系の変質や特定のタイプの生態系の喪失が、生態系サービスの喪失・改変を介して人類社会に与える影響は甚大なものである。しかし、現状の把握がきわめて不十分な現状のもとでは、複雑に絡まり合った現象を解明し、生物多様性と生態系の変化に関する科学的な予測をすることが難しい。既存の自然史や生態情報を最大限活用するとともに長期的な監視によって生物多様性ホットスポットの原生的な要素を残す生態系を監視・研究対象とし、遺伝子から生態系までのいくつもの生物学的階層において多様性と動態にアプローチすることは、生物多様性と生命史について統合的で包括的な理解を深める上で意義が大きい。また、本研究計画を同様の国際的なプログラムと連携することで、大きな空間的なスケールでの生物多様性と生態系機能の科学的な現状把握と将来予測が可能となる。気候変動や土地利用変化、侵略的外来生物の影響の激化など、今後に予想される人為的な環境変動のもとで、生態系サービスを持続可能な形で確保するため管理計画の立案に欠かせない情報を社会に提供するという応用科学的な意義も大きい。

③所要経費

256億円（初期投資：56億円、運営費等：20億円×10年）

④年次計画

平成22年度：研究・観測拠点の整備および観測装置の設置（6ヶ所×1億円＝6億円）、大規模長期計測プロットの設置と環境・生物モニタリングを開始。統合生物学的研究計画を立案する。

平成23年度：拠点解析センター（50億円）の整備（内訳：センター建設費用20億円、次世代シーケンサー5基で7億円、安定同位体測定システム一式10億円、非破壊計測システム一式10億円）

円、生態系情報データベースシステム8億円、センター運営費用5億円)。大規模長期計測プロットの設置と環境・生物モニタリングを開始する(各フィールド研究拠点の整備10億円)。

平成22～31年度運営費：各年度20億円(拠点間連携および国際的な連携＝フォーラムの開催など、多元スケールでの生物多様性、生態系サービスの変動パターン・要因等を解析・評価)。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

全体調整・統括：日本学術会議統合生物学委員会との連携のもとに新たに組織される統合生物学大型研究総括チームが日本長期生態学研究ネットワーク(JaLTER)と共同で調整・統括を行う。

拠点解析センターの設置・運営：東北大学、名古屋大学などが候補となる

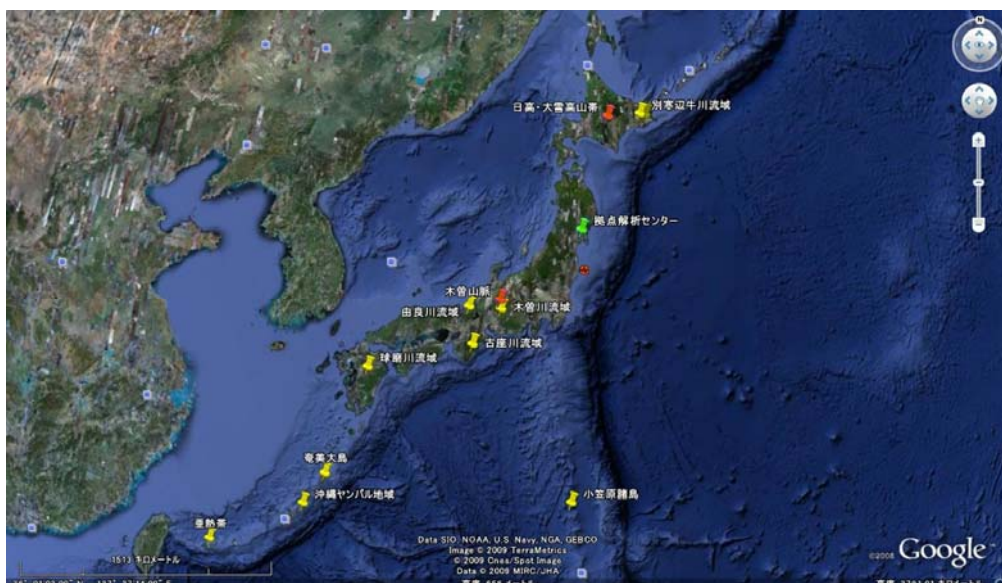
各地拠点における観測、研究の推進：北海道大学、東北大学、東京大学、国立環境研究所など、全国の十数の大学・研究機関。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本長期生態学研究ネットワーク(JaLTER)からの提案をもとに、日本学術会議の統合生物学委員会において、検討がなされたものである。JaLTERは、大学、国公立研究所等によって運営されている全国の46サイト(森林、草原、農地、湖沼、沿岸、深海)からなる学際的なサイトネットワークであり、平成18年に変動環境下における大規模長期の観測、野外実験、環境教育を実施するために設立。日本生態学会、日本森林学会、日本ベントス学会、日本陸水学会、水文・水資源学会、森林立地学会の後援。生態系観測サイトの整備と共同利用、統合研究の重要性については、文部科学省の科学技術・学術審議会の研究計画・評価分科会地球観測推進部会の報告書等においても述べられている。

⑦国際協力・国際共同

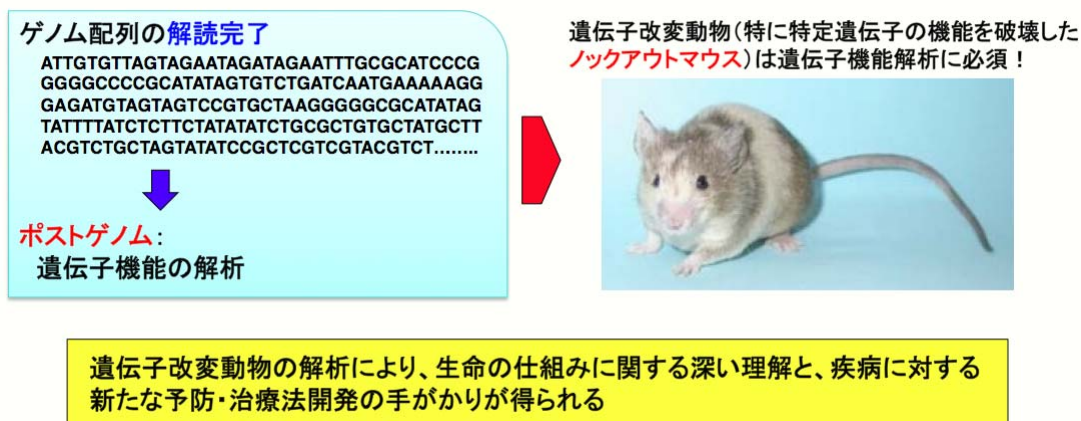
本研究計画は、生物多様性科学国際協同プログラム(DIVERSITAS)、地球圏－生物圏国際協同研究計画(IGBP)の一環を担う。現在、日本(JaLTER)を含む40カ国が加盟している国際長期生態学研究ネットワーク(ILTER)を中心にして、環境変動下における生態系研究に関する国際的などが進められている。これらの実績を背景とし、またいっそうの連携強化に寄与する本計画により学際的な大規模・長期生態系研究のレベルアップが図られ、国際的な研究イニチアチブやプログラムにおいて我が国の統合生物学分野が主導的な役割を果たす。生物多様性や生態系は、近距離移動する渡り鳥や海洋生物などによって他の地域と密接に結びついている。したがって、それらの観測や保全にあたっては国際協力や国際共同研究が不可欠である。この統合生物学研究拠点は、東アジア、環太平洋諸国との観測における連携、情報交換、共同研究、共通のデータベース構築などを積極的に進める。本計画によって強化されるネットワークは、東アジアにおける関連の研究・教育の拠点としても重要な役割を果たすことが期待される。



先進的医学研究のための遺伝子改変動物研究コンソーシアムの設立

①計画の概要

ゲノムプロジェクトにより遺伝子配列が明らかにされたが、機能解析は今後に残された重要な研究課題である。ことに、多くの病気が遺伝子機能の異常により引き起こされることから、個体レベルでの遺伝子機能の解析は、病気の発症機構の解明、治療法の開発において重要である。本計画では、2万数千存在すると言われるヒト遺伝子の中から、疾患に関連した2000遺伝子を選別、遺伝子欠損（ノックアウト）マウスを中心とした遺伝子改変動物を作製することにより、遺伝子機能の解明を行い、新たな治療法を開発することを目的とする。このため、ノックアウトマウスの作製・解析に関して作製技術や解析に実績のある東大、阪大、熊大、および、ブタの遺伝子改変に取り組んでいる九大、を拠点としてネットワーク型遺伝子改変動物研究コンソーシアムを設立する。コンソーシアムの設立により、遺伝子改変マウスの作製に必要な方法論、研究材料を共有でき、効率化できるとともに、解析の幅が広がることが期待できる。また、本コンソーシアムでは関連する研究者コミュニティからの要望を反映しながら遺伝子改変動物を作製する予定であり、かつ、作製された遺伝子改変動物は共有の研究資源（バイオリソース）として研究者が自由に利用できることを目指しており、我が国における医学生物学の発展に多大の貢献をすることが期待できる。また、同様のプロジェクトを進めているアメリカ、カナダやヨーロッパのコンソーシアムと連携することにより効率的な研究展開を目指す。



②科学的な意義

塩基配列というゲノム情報は、機能の解析という研究を付け加えることにより、はじめて生命の仕組みや疾病の予防や治療に役立つ知識として生まれ変わる。構造解析やRNA、プロテオーム解析など、各分野での研究が盛んになってはいるものの、試験管内で再現できる生命現象は限定されている。特にがんや感染、免疫、発生、神経などといった高次生命現象の解明には個体を用いた解析が必要不可欠である。ゲノムプロジェクトとして塩基配列データを知るために傾注された努力は、そこで見つかった個々の遺伝子の機能解析情報と統合されることにより、生命の仕組みに関する深い理解と、その応用としての疾病に対する新たな予防・治療法の開発につながり、科学的な意義が完結すると共に、人類の健康に貢献できる。本研究計画では、全世界的な脅威である感染症、最近増加傾向が指摘されているアレルギーや自己免疫疾患、遺伝子の異常で引き起こされることが明らかになってきたがん、人口減少の一因である不妊症、糖尿病などの生活習慣病に代表される代謝疾患、などを対象とする。各大学がこれまで培ってきた基盤の上に、さらに関連する遺伝子改変動物を体系的に作製・解析し、疾病の発症、病態形成における個々の遺伝子の役割を明らかにすることにより、当該遺伝子を標的とする新たな治療法を開発できる可能性が高い。

③所要経費

160億円（初期投資：70億円、作製・運営経費等：90億円）

平成22年度：設備・備品費：40億円、運営経費：3億円

平成23年度：設備・備品費：30億円、運営経費：7億円

平成 23 年度～31 年度：運営経費等毎年 10 億円

④年次計画

平成 22～31 年度

(具体的な計画)

平成 22-24 年度：遺伝子改変マウスの作製のための標的遺伝子の選定、遺伝子改変法の効率化、迅速化に向けた技術的検討、用いる ES 細胞の選定等の基礎準備を行ったのち、変異マウスの作製を開始する。また大量の遺伝子改変マウスの作製解析に向けた研究環境の整備を行う。作製されたマウスは順次表現型解析を行い、疾病との関連を明らかにする。また、ブタを用いた研究についても開始し、飼育環境の整備を行う。

平成 23～31 年度：改変マウスおよびブタモデルの作製および解析を行う。また作製マウスのリソース化、配布も順次行っていく。国際コンソーシアムとは頻回に協議を行い、表現型解析の精度を深化させていく。病態形成に関与する遺伝子を同定した場合は、これを標的とする治療法の開発を行う。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学医科学研究所

大阪大学微生物病研究所

熊本大学生命資源研究・支援センター

九州大学大学院医学研究院附属動物実験施設

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、東京大学、大阪大学、熊本大学に於いて検討を重ねてきた研究計画に、独自に九州大学が作成した研究計画を融合させたもので、東京大学、大阪大学、熊本大学では本研究計画の予備的研究計画がそれぞれ概算要求として提出されていることから、本研究計画はこれら各大学の要望でもある。また、日本実験動物学会はこれまで遺伝子改変動物の作製、保存などの技術開発と利用促進において中心的役割を果たしてきたが、概ね本計画への理解が得られている。この他、遺伝子改変動物を利用する側として、免疫学会やウイルス学会、癌学会などの構成員からも本研究計画の実現を望む声が非常に強い。

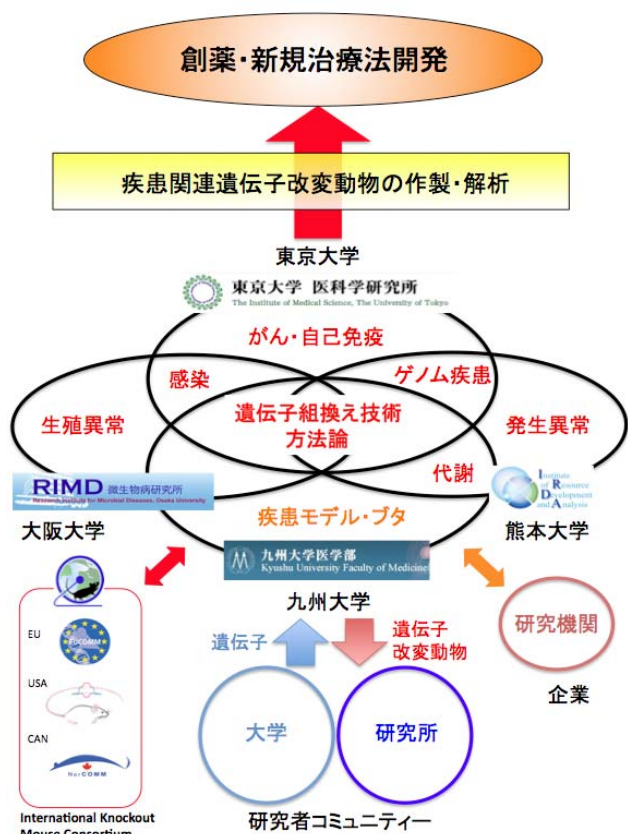
⑦国際協力・国際共同

現在、欧州と米国、カナダを中心にして、国際プロジェクトが立ち上げられ進行しつつある。これらの国際コンソーシアムとの連携を密にし、相互補完態勢を構築することにより計画の円滑な完成を目指す。遺伝子改変動物は遺伝子資源として有用であるとともに知的財産としての価値を有するため、理想的には人類共通の財産として利用されることが望まれるが、競合的な関係になることもあり得る。我が国からの発言権を確保する意味でも国際的な貢献が必要である。連携と貢献は表裏一体をなしており、このプロジェクトの推進が是非とも必要である。

組織における連携関係者は以下のようになっている。

EuCOMM (欧州) : W. Wurst (ドイツ Helmholtz 研究所)、A. Bradley (イギリス Sanger 研究所)

KOMP (米国) : D. Friendewey (Regeneron)、NorCOMM (カナダ) : G. Hicks (マニトバ大学)



糖鎖科学の統合的展開をめざす先端的・国際研究拠点の形成

①計画の概要

本研究計画は、医学・生物学研究の重要な柱である糖鎖科学において、複合糖質の構造解析と機能解析の成果との統合的理解を進め、糖鎖科学の飛躍的な発展と他分野への更なる貢献のための、先端的・国際拠点の形成をめざす。日本の糖鎖科学研究は、これまで国際的にリーダーシップを発揮してきた。さらに、すべてのタンパク質の60%以上が糖鎖による修飾をうけており、ライフサイエンス研究の中で糖鎖研究を無視できないため、多くの領域の研究者の糖鎖研究への参入が期待されてきた。一方、国際競争も熾烈化しており、我が国の糖鎖研究の系統的な環境整備はたち遅れていることから、国策的な位置づけとボトムアップ型の研究を融合させる。

第1に、質量分析(MS)を中心とした統合的な糖鎖の構造と機能解析の融合を図り、先端レベルのシステム糖鎖科学を創成する。第2に、大学を中心に拠点を整備し、次代の研究者を育成する、第3に、開かれた拠点の形成により、他分野の研究者や企業との連携促進、アジア諸国を含めた国際的研究協力の進展を図る。具体的には、1. 総合的な糖鎖構造解析のための質量分析・NMR拠点、2. 細胞、組織、体液レベルの糖鎖と糖鎖認識分子およびその遺伝子の発現と相互反応の解析拠点、3. 糖鎖遺伝子改変動物の系統的解析拠点、4. 糖鎖化合物の合成の拠点、5. 糖鎖科学推進のための種々の資材とデータベースの構築による機能的なネットワーク拠点を構築する。

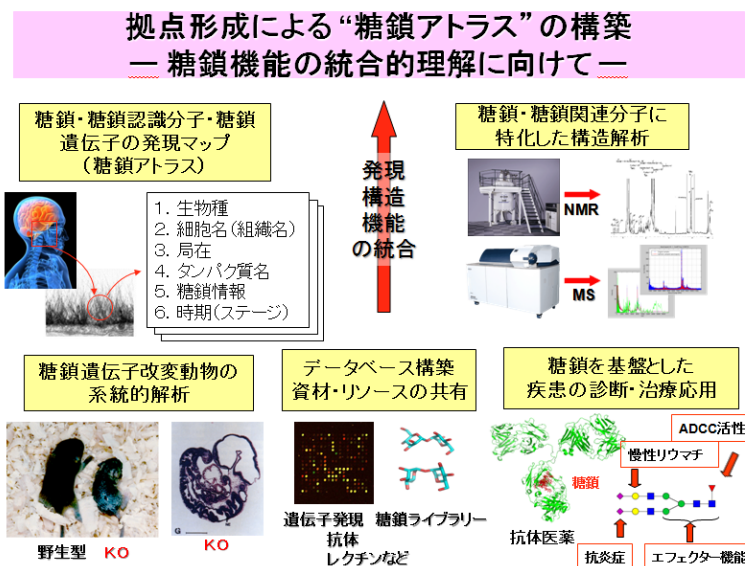
②科学的な意義

全国的な規模で研究拠点形成とその有機的な連携体制を構築することであり、これまで蓄積されてきた糖鎖研究の成果が強化・革新され共有化されて、ポストゲノム生物学の重要基盤をなす糖鎖科学の一層の発展が可能となる。その結果、糖鎖発現と機能に関する体系的な情報としてのいわば“糖鎖アトラス”の創成が可能となり、日本の糖鎖科学の飛躍的前進の基盤となるとともに、糖鎖科学が医学・生物学にとって貴重な

テコ役割を果たすことが期待される。特に、国民の生活と健康をおびやかす難病や感染症の発症機構の解明や制御が現実的に展望可能となる。例えば、インフルエンザ等の新興・再興感染症の制御、癌の診断・治療、リウマチ等の自己免疫や炎症の治療、アルツハイマー病やパーキンソン病をはじめとする神経変性疾患、糖尿病や動脈硬化など生活習慣病の予防・治療、さらに老化に伴う筋・骨格系の機能低下の予防や再生医学への応用など、糖鎖の横断的な機能に基づく幅広い応用と効果が期待される。とくにすでに利用されているタミフル、リエンザなどのインフルエンザ治療薬をさらに高度機能化した創薬開発、細菌、寄生虫、ウイルス、がんなどの糖鎖ワクチンの開発、抗体の持つ糖鎖を改変しADCC活性(抗体依存性細胞傷害活性)を著しく高めた抗体医薬や、血中濃度を高め、半減期を長くした新たな生物製剤の開発などは大きな期待がもてる。これらの研究成果をもとに、新しい創薬科学への展開が期待される。また、更に、日本の糖鎖科学の将来を担う若手研究者や女性研究者の育成と、国際的リーダーシップを発揮しうる高レベルの糖鎖科学の創出が可能となる。

③所要経費

119.9億円(初期投資:28.1億円(1年目)、3億円(2年目)、運営費等:88.8億円)



④年次計画

平成 22～28 年度（7 年間）

（具体的な計画）

平成 22 年度：糖鎖構造解析など各拠点の設備と人員の整備、支援部門の体制の整備を行う。

平成 23 年度：解析体制の整備、および糖鎖研究資材の提供、アレイ解析、ノックアウト解析などの支援開始とデータベースの構築。

平成 24 年度：ヒトおよび動物の糖鎖、糖鎖遺伝子発現と機能のアトラスの試作とデータベース公開の開始。

平成 25-28 年度：疾患関連糖鎖情報の公開、糖鎖機能応用研究の遂行。ならびに、アジア、欧米諸国との連携促進、国際拠点としての機能を推進する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

中核拠点：理化学研究所、名古屋大学、分子科学研究所（研究推進とコーディネーション）

主要拠点：大阪大学、九州大学、京都大学、北海道大学、東京大学、東北大学

連携・協力機関：立命館大学、大阪成人病センター、東京都老人研究所、岐阜大学、高エネルギー加速器研究機構、産業技術総合研究所、大阪府立母子保健総合医療センター研究所、東海大学、宮城県立がんセンター、愛知医科大学、神戸薬科大学、高知大学、お茶の水女子大学、東北薬科大学、創価大学など。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本糖質学会（JSCR）および日本糖鎖科学コンソーシアム（JCGG）において基本的な概要と科学的な意義に関する検討を行い、強い支持と賛同が得られている。

⑦国際協力・国際共同

現在、世界で使用されている標準的な構造解析法が日本発であり、また 60%以上の糖鎖遺伝子のクローニングやその機能解析が我が国の研究者によりおこなわれ、我が国の糖鎖研究は世界をリードしてきた。国際ヒトプロテオーム機構（HUPO）において、糖鎖解析法の標準化を世界の 23 機関とを行い、また糖鎖科学の重要性を NIH 白書としてまとめる中で中心的な役割を果たした。学振の「先端研究拠点事業-国際戦略型:ヒト疾患関連機能グライコミクスイニシアティブ」により、アメリカ、EU 諸国などと数年間にわたり国際協力と若手育成事業を展開し、ハワイでの日米の糖鎖学会の会員が一堂に会した合同会議、ドイツでの糖鎖のバイオイノフォーマティクスのトレーニングコース、がんのバイオマーカーやバイオイノフォーマティクスの米国立衛生研究所

(NIH) との 2 度の合同会議、我が国が提案して設立した糖転移酵素の国際会議を定期的開催した。また、本年、第 1 回 Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG) を開催した。

米国では NIH、国立総合医科学研究所 (NIGMS) が機能グライコミクスの拠点形成や、また糖鎖によるがんのバイオマーカー開発も国策として行っている。また、EU のデータベース構築、ドイツなどの拠点形成計画、中国や韓国などアジアでも、国家的取組みが進められており、有形無形の国際競争と連携・協力が進行している。



臨床研究推進による医学知の循環と情報・研究資源基盤の開発研究計画

①計画の概要

本研究計画は、基礎研究から臨床医学、臨床医学から基礎研究の「知の循環」を加速化するため、研究成果の治療法への展開を推進する国際的研究基盤と国際標準に準拠した情報基盤を新たに研究開発する。そしてその研究開発拠点を形成し、開発された基盤を社会に提供することで「知の循環」を具現化する。具体的には、1) 基礎研究から臨床への実用化推進のため、国内アカデミアの研究成果に基づいて新たな治療法へ展開し、その治療法を次世代の臨床に迅速に実用化するための橋渡し研究基盤を提供し、更に臨床効果や安全性に対する国際標準となる評価系構築を目指してレギュラトリーサイエンスや医療経済学研究を強力に推進する。さらに、2) 臨床情報の基礎研究への還元推進として、日常臨床で蓄積される膨大な臨床データを国際標準に準拠した形式で全国規模で1元的にデータベース化し、それをデータマイニングや疫学解析することによってそこから臨床に直結しうる基礎研究課題や、創薬などの治療法開発などにつながる疫学的端緒を発見し、新たな基礎研究、臨床研究、社会医学研究への還元を目指す。

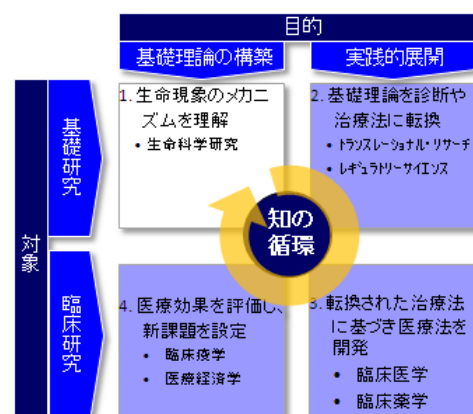
現在、基礎研究を臨床へ迅速に実用化することが、医学だけでなく社会的にも大きな課題となっている。創薬や医療機器開発では実用化の過程で世界標準のプロセスを経なければ、臨床応用することは許されない状況となっている。このための臨床研究や初期臨床試験、動物実験（代替法開発を含む）、安全性・毒性試験、臨床シミュレーション、試験用薬・試作機の製造、知財管理・使用、レギュラトリーサイエンスの構築などを効率よく実施する研究センターの設置や人材育成は、我が国の臨床医学界にとって早急に対応が急がれるべき課題である。本拠点は我が国にまず1カ所設置し、ヒト初回投与試験を重点的に実施する医療施設、国際標準に基づく大型動物を含めた動物実験施設、安全性・毒性試験施設、ケミカルバンク、細胞等のバイオリソースバンク、知財およびデータ管理室などから構成される全国の共同利用機関となり、国内アカデミアのシーズ実用化への橋渡しを先導する。

また、臨床現場で多量の臨床データが生み出されているが、標準的なデータ受け渡し方法やそのための標準的な基盤システムがなく、診断・治療法の有効性評価には、数年の期間と多額のコストが必要である。また、医薬品副作用の発生をリアルタイムに全国規模で把握できないため、薬害が拡大する危険性がある。さらに医療現場の情報と基礎研究とを結びつけるシステムが存在しないため、研究開発の対象となるアンメットニーズを系統的に見つけ出すことができない。本研究では、まず、多施設の日常診療で蓄積される臨床情報を匿名化・標準化された形で個々の患者の同意範囲情報とともに収集し、臨床データの大規模蓄積と疫学的活用を実現する標準データベースシステムを研究開発する。また大規模に蓄積された標準データベースから系統的に端緒的知識を抽出するためのデータマイニング手法の研究開発を行う。

②科学的な意義

現在、各医療機関ではプロトコルやデータ形式が十分に標準化・規格化されずに臨床研究が実施されているうえ、取得された臨床データも審査当局への申請データとしては活用されず、迅速な臨床応用が達成されないケースが見られる。本研究の科学的意義として、前臨床試験や臨床研究を集約的に推進する研究基盤を構築することにより、治療法の臨床効果や安全性を迅速に検証することが可能となり、臨床医学の発展に大きく寄与することがある。そのうえ治療法の新たな適応の発見や、医療ニーズの極めて高い希少疾患や難治性疾患の治療法開発などが期待される。また、先端技術に基づく治療法はその臨床的評価や審査の枠組みが存在しない事に起因して実用化が大きく遅延することがある。そこでレギュラトリーサイエンスや医療経済学研究を並行して実施する事により、

図) 統合的医学研究による知の循環



世界を先導する新たな評価・審査の枠組みを提唱していく事が可能となる。

また、情報基盤構築に向けた研究の科学的意義は、電子カルテやレセプト電子化など臨床 IT 化時代を迎えつつあるなかで、日常臨床で蓄積される電子的臨床情報を全国規模で一元データベース化し系統的に解析することによって、未知の研究端緒を得られ、それが新たな臨床に将来結びつく基礎研究課題や臨床研究課題が得られることである。また日常臨床から得られる大規模データベースを研究利用できることは、多様な着想にもとづく新たな基礎研究、臨床研究、社会医学研究の課題探索のためのパイロットスタディーやシミュレーションスタディーを活性化させる。特にデータベース集積がある疾患において患者全数をカバーできるような規模に成長した場合には、その疾患における悉皆データを非常に小さいタイムラグでバイアスなく解析できるため、従来のサンプリング方式による解析にくらべて極めて信頼性の高いエビデンスを極めて低コスト、短時間で得ることができる。数年の期間と数十～数百億円のコストをかけて行ってきた臨床アウトカムの評価や薬剤副作用の発生状況の把握、多剤併用時の予期しない臨床イベント発生率の解析などが、リアルタイムかつ低コストで実現できることになり、新たな創薬や臨床研究に課題を提供できる。また大規模臨床データのように、欠損値を多く含み、かつ定量、定性、コード化、フリーテキストなど多様なデータタイプが混在する多項目時系列データベースから新たな知の端緒を発見するデータマイニング手法、知識発見手法の開発研究は、インターネット上に蓄積される大規模情報検索や集合知解析技術の新たな応用手法の発展に直結する。

③所要経費

450 億円（初期投資：150 億円、運営費等：30 億円）

平成 23 年度：150 億円（センター建設・研究設備：120 億円、運営費等：30 億円）

平成 24～26 年度：40 億円（研究設備：10 億円、運営費等：30 億円）

平成 27～32 年度：30 億円（運営費等：30 億円）

④年次計画

平成 23～32 年度

（具体的な計画）

平成 23～26 年度：研究センター（医療施設、大動物実験施設、安全性・毒性試験施設、ケミカルバンク、バイオリソースバンク、知財・データ管理室等）の整備を行う。

平成 25～32 年度：国内アカデミアのシーズを活用した前臨床試験を実施する。

平成 27～32 年度：国内アカデミアのシーズを活用した臨床研究・臨床試験を実施する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学医学部附属病院、京都大学医学部附属病院、大阪大学医学部附属病院、九州大学病院、千葉大学医学部附属病院、筑波大学病院、国立国際医療センター、国立精神神経センター、国立長寿医療センター、理化学研究所

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本医療情報学会を中心として、これまでに医療情報の標準化基盤の整備のために研究を各大学関係者が協調しておこなっているほか、年 1 回の医療情報学連合大会ではここ数年複数の臨床系学会、診療情報関連の学会や団体とともに臨床情報データベースの在り方、臨床疫学データベース解析に関するシンポジウムなどを共催で行い、本計画にある考え方について一定の方向性を示してきた。

⑦国際協力・国際共同

現在、米国や韓国で医療情報のナショナルデータベース計画が立ち上げられ、数百万から数千万人単位の集団で医療評価が行えるようになった。これに呼応して臨床研究や治験の国際ハーモニゼーションが進んでおり、我が国も医療機器の国際プロジェクト(IHE)に参加し、臨床研究や医療機器の国際標準化を進めている。

ゲノム医療開発拠点の形成

①計画の概要

本研究計画は、近未来の医療において、患者一人一人のゲノム情報の網羅的解析（パーソナルゲノム解析）に基づき、最適な診断・治療方針を決定するというパーソナルゲノム医療を実現することが必須であるとの考えに立ち、その実現のために「ゲノム医療開発拠点」を構築する。

これまでのゲノム医学研究では、ゲノム上の目印となる頻度の高い多型性を用いた解析（ゲノム関連解析、genome-wide association study (GWAS)）が主流であったが、このアプローチで見出される要因は、疾患に対する Effect size の小さなものとどまり、疾患の病態の全体像を理解するには至らず、従って、医療にゲノム解析を導入することが実現していなかった。

右図に示すように、診療上、診断や治療方針を決定する上で重要であるのは、疾患に与える Effect size の大きい要因をすべて把握することである。最近の研究では、このような Effect size の大きいゲノム上の多様性 (variants) は、一般集団においては、アレル頻度の低いものであると考えられている。従って、このように医学的に重要な低頻度 variants をとらえるには、現在行われている GWAS では不可能であって、ゲノム配列の網羅的解析、すなわち、パーソナルゲノム解析が必須である。

これまでの技術では、1人1人の全ゲノム配列を解読することは、費用的にも、労力的にも困難であったが、最近になり、次世代型シーケンサーと呼ばれる高速シーケンサーが実用化され、パーソナルゲノムを決定し、Effect size の大きい variants を網羅的に解明することが初めて可能になった。すなわち、遺伝性、孤発性を問わず、疾患の発症に対して Effect size の大きい variants を解明し、患者1人1人のパーソナルゲノム解析に基づき最適な診断、治療を実現するという、パーソナルゲノム医療の実現が期待される。

パーソナルゲノム医療を実現するためには、次のような、早急に克服すべき課題がある。すなわち、1. 高精度のパーソナルゲノム解析技術の確立、2. 膨大なゲノム情報を解析し、全ての臨床情報とパーソナルゲノム情報を統合しそこからパーソナルゲノム医療のための情報を抽出するインフォマティクス研究、3. パーソナルゲノム情報を医療に応用するための標準化、4. パーソナルゲノム情報に基づいた医療応用に関する倫理的、法的、社会的課題についての研究、5. パーソナルゲノム医療のシステム化、制度整備についての研究、などである。

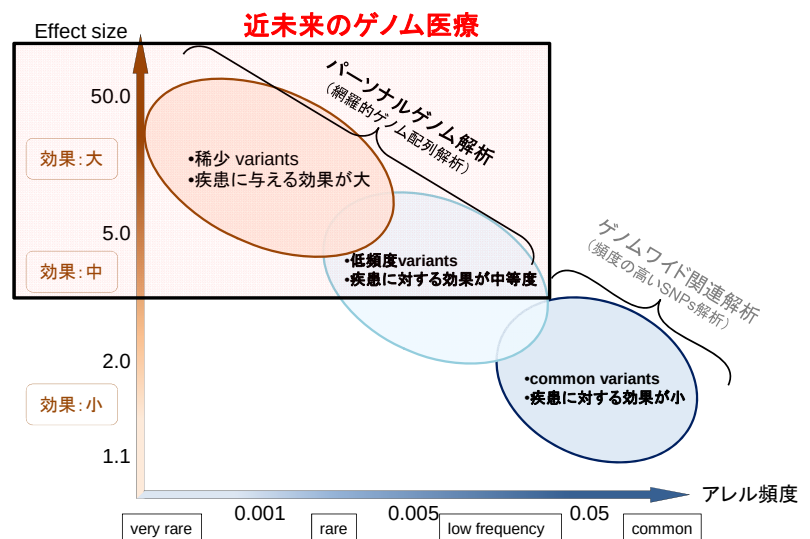
パーソナルゲノム医療においては、患者のゲノム情報、臨床情報を扱うことから、診療と密接に連携した研究が基本であり、大学病院を中心とする医療機関を拠点として、次世代の医療パラダイムとしてのシステム設計と標準化の研究が必須となる。

このような背景から、パーソナルゲノム医療の実現のために、大規模ゲノム解析研究拠点、パーソナルゲノム医療・ゲノム医学インフォマティクス研究拠点、分散型のパーソナルゲノム医療拠点を設置し、これらの拠点間をセキュリティの高いネットワークで接続し、クラウドコンピューティングを含めた分散型拠点を構築し、幅広い臨床応用のための開発研究を推進する。

②科学的な意義

本研究の科学的意義は、パーソナルゲノム解析を基盤として、遺伝性、孤発性を問わず、疾患の発症機構を根本的に解明し、解明された発症機構に基づく治療法開発研究を実現すること、そして、パーソナルゲノム医療という、全く新しい医療パラダイムを実現することにある。特に、テラバイ

アレル頻度とEffect sizeに基づく疾患関連遺伝子探索パラダイム



トオーダーのゲノム情報解析技術、診療から得られる全ての臨床情報を扱う情報解析技術の実現など、学術的に極めて重要な課題が含まれており、学際的な研究分野の構築が必須である。パーソナルゲノム医療という全く新しい医療パラダイムの実現には、さまざまな標準化が必要であり、医療に対する波及効果は計り知れないものがある。さらに、疾患の治療法、予防法の最適化により、国民の受ける恩恵は大きく、医療費の削減にも寄与する。国際的に見ても、パーソナルゲノム医療の標準化は、我が国の産業の発展の上で重要な役割を果たすと期待される。

③所要経費

平成 23 年度：120 億円（拠点の整備 50 億円、研究設備費 50 億円、運用経費 20 億円）

平成 24～27 年度：各年 20 億円（運用経費）

④年次計画

平成 23～27 年度
（具体的な計画）

平成 23 年度：パーソナルゲノム解析拠点およびゲノム医学インフォマティクス研究拠点の整備を行う。日本人ゲノムの参照配列を整備する。

平成 24～25 年度：疾患を対象とした網羅的なパーソナルゲノム解析を実施し、疾患に関与する Effect size の大きいゲノム上の variant を網羅的に解明するとともに、知識データベースを構築する。

平成 26～27 年度：パーソナルゲノム医療の実現に向けた標準化を進める。

経費：総予算 200 億円（5 年間）

（建設費：拠点の整備 50 億円、研究設備費 50 億円、運用経費の概算：年間 20 億円）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学（パーソナルゲノム医療・ゲノムインフォマティクス拠点）、国立遺伝学研究所（大規模ゲノム解析）

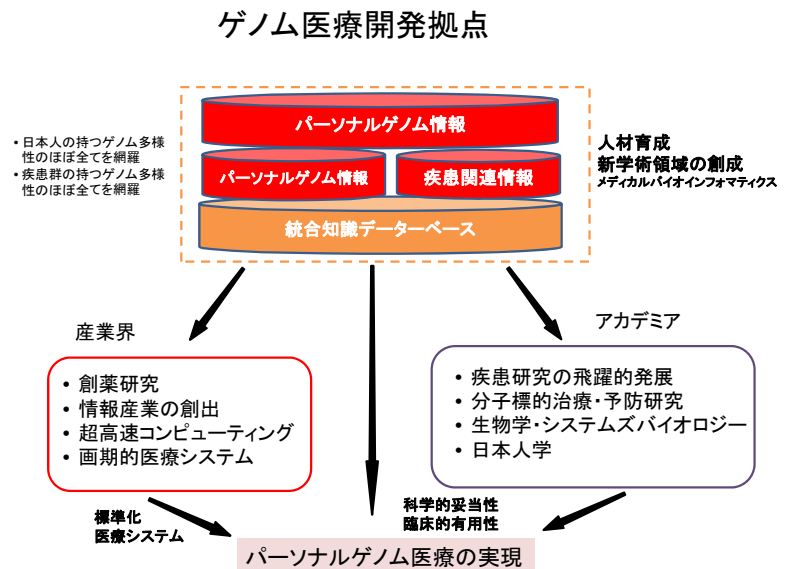
東京医科歯科大学、大阪大学、慶應義塾大学（パーソナルゲノム医療研究拠点）

⑥学術コミュニティの合意状況等

日本人類遺伝学会においても、パーソナルゲノム医療の重要性が認識されており、平成 21 年度に開催された日本人類遺伝学会第 54 回大会では、「パーソナルゲノム医療が拓く医学・医療」をテーマとして開催されており、その重要性が認識されている。文部科学省特定領域研究において、日本人ゲノムの参照配列の整備の重要性が指摘され、参照配列の整備が開始されている。

⑦国際協力・国際共同

現在、米国、欧州、中国などを中心にして、1000 genome project が進められている。この国際プロジェクトは、1000 人程度の全ゲノム配列を解析することにより、比較的頻度の低いゲノム多様性についてのデータを整備をするというものであるが、日本はこのプロジェクトに参加しておらず、日本人ゲノムの多様性情報の解析が立ち後れており、このことは、我が国で、日本人を対象としたパーソナルゲノム解析を進める必要性、緊急性を強く支持するものである。

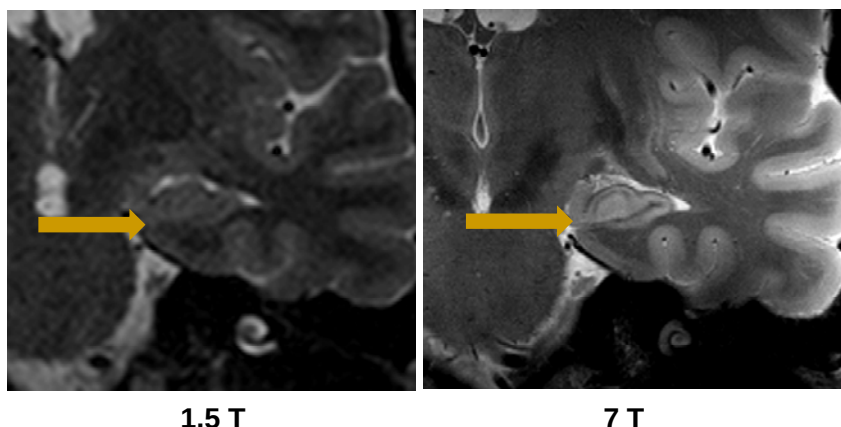


次世代高機能 MRI の開発拠点の形成

①計画の概要

MRI (磁気共鳴画像) は、非侵襲的に、生体の画像診断を行うことができ、医療分野で必須の診断機器として用いられ、癌・心臓疾患・脳疾患をはじめとする様々な疾患の非侵襲的な早期診断を可能とし、治療法を決定していく上でも大きなインパクトをもたらしている。

現在、診療で用いられている MRI 装置は、1.5 テスラーの磁場強度を用いた機器が主流であるが、技術革新により、磁場強度をさらに増強し、超高磁場を用いた臨床用装置の開発が待望されている。超高磁場化より、空間および時間分解能が飛躍的に改善し、また病変部位の微細構造や化学的組成の変化への感度の向上がもたらされるため、その利点を最大限に生かした臨床用装置の開発により診断能力が劇的に向上すると期待される。



MRI の技術革新は、画像診断にとどまらず、さまざまな最先端の解析を可能にしている。例えば、機能的 MRI を超高磁場下で行うと大脳皮質機能カラムのようなサブミリメートルの機能単位の神経活動も可視化されるため、神経回路の生理的な機能の解析、機能異常の評価が可能となり、アルツハイマー病や神経難病の早期診断にブレークスルーをもたらすことが期待される。また従来の技術では困難であった動脈・細動脈・微小血管・静脈の灌流・血流量の個別評価が超高磁場 MRI を用いることが可能となり、虚血性心疾患や脳卒中などの動脈硬化性病変の精密な評価、早期診断に有用である。また、近年進歩の著しいナノ粒子を応用した造影剤を利用することにより、微細な虚血・炎症病変・癌の診断も可能となる。またナノ粒子造影剤を用いることにより移植幹細胞を一細胞レベルで追跡可能となり、再生医療の臨床評価においても大きな役割を果たすと期待される。さらに情報処理技術の革新により、心臓などの運動する臓器に対しても、リアルタイムでの血管撮影・壁運動評価・灌流評価が可能となると期待される。

このように、MRI を用いた研究、診療への応用では、7-10 テスラーの超高磁場を用いた MRI 装置の開発と、このような装置を駆使するためのソフト開発が喫緊の課題となっている。我が国では、現在、新潟大学に7テスラーの装置が1台設置されているものの、国際的には、分子レベルで描出が可能な10テスラー超の超高磁場 MRI の開発が急がれている状況にあり、我が国において、この分野の研究拠点を早急に整備していく必要がある。

②科学的な意義

次世代高機能 MRI の開発拠点の形成のためには、MRI 装置の開発というハード面だけでなく、磁気共鳴の物理学 (MR physics) に精通した人材の育成、その応用のための情報処理 (インフォマティクス) 分野の人材育成、診療と密接に連携し、さまざまな modality の解析装置 (PET、SPECT、脳磁図、脳波など) を総合した開発拠点の構築が求められる。このように、物理学から情報処理、臨床医学に精通した人材の育成、研究拠点の整備は、すそ野の広い科学的意義があると共に、従来の解析で到達できなかった、最先端の医療を実現することを可能にする。すなわち、心臓病や冠動脈病変、認知症性疾患、癌などの早期診断を可能にする。さらに、構造的な解析 (微細構造、化学的組成) と機能的な解析を総合した解析が可能となるので、従来とは比較にならない高精度の診断、病態の把握が初めて実現する。

③所要経費

平成 23 年度：200 億円（拠点の整備 50 億円、研究設備費 100 億円、運用経費 10 億円）

平成 24 年度：10 億円（運用経費）

平成 25 年度：10 億円（運用経費）

平成 26 年度：10 億円（運用経費）

平成 27 年度：10 億円（運用経費）

④年次計画

平成 23～27 年度

（具体的な計画）

平成 23 年度：10 テスラー超の MRI の開発は 1 カ所で行い、7 テスラー MRI を全国の 4 カ所に設置する。（東京大学、三重大学、新潟大学、京都大学など）情報処理システムを各拠点に整備する。

平成 24～25 年度：MRI 装置の開発と情報処理システムの整備、ソフト開発を進める。

平成 26～27 年度：超高磁場 MRI を用いた臨床応用研究を進め、診療装置としての標準化を進める。

経費：総予算 200 億円（5 年間）

建設費：拠点の整備 50 億円、研究設備費 100 億円

運用経費の概算：年間 10 億円

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学（10 テスラー超 MRI、7 テスラー MRI 装置の開発と研究）、三重大学、新潟大学、京都大学（7 テスラー MRI 装置の開発と研究）

⑥学術コミュニティの合意状況等

超高磁場の MRI 研究の必要性は学術コミュニティで十分認識されているが、研究は緒についたばかりという状況であり、学術コミュニティを積極的に形成していく必要がある。

⑦国際協力・国際共同

現在、7 テスラー以上の超高磁場装置は、全世界で 35 台が稼働しており、我が国はまだ 1 台という状況にあるが、機能的 MRI 画像については、小川誠二博士により発見されるなど、我が国の研究者の貢献も大きい。国際的には、研究者コミュニティがよく形成されており、我が国で「次世代高機能 MRI の開発拠点」の設置が実現すれば、国際協力、国際共同研究が飛躍的に発展するものと期待される。

創薬基盤拠点の形成

①計画の概要

大学等の公的研究機関における医薬探索の創薬研究の基盤設備を整備すると同時に、以下の成果のデータベース化を目的とする。本計画の提案では、難治疾患、患者数の少ない稀少疾患あるいは顧みられない疾患（rare and neglected diseases）の治療薬の開発を最終目標とし、そのための公的な創薬基盤設備を整備し、化合物/薬理活性データあるいは疾患の生体情報などのデータを収集し、それらのデータベースを構築し、全国の生命科学研究者の創薬研究の基盤とする。

具体的な基盤設備として、

- 1) 十万種類を超えるロボット制御の化合物ライブラリー施設、化合物の収集（天然化合物を含む）/保管体制の構築
- 2) 高効率スクリーニングセンターの設置
- 3) 論創薬研究の基盤となる in silico アプローチのための大型コンピュータ設備
- 4) 最適化研究のための化学合成センター
- 5) 毒性と体内動態などの前臨床試験のための関連設備
- 6) 創薬研究データベースセンター

が必要となる。大学等我が国の研究施設間で創薬研究のネットワークを構築し、そのネットワークに基づいて、例えば活用されていない大学発の非市販化合物を化合物ライブラリーとして収集/保管することで研究資源の有効活用を図る。上記の設備はいずれも研究の基礎となる設備/装置であり、初期投資と同時に毎年の運営費が極めて重要である。

②科学的な意義

- 1) 従来、日本には大規模な公的化合物ライブラリーなどの基盤がなかったため本格的な創薬研究は行えなかった。疾患の標的となるタンパク質の機能解析を研究テーマにしている生命科学研究者は日本に数多くおり、この基盤を整備することにより大学等公的機関の研究成果をオリジンとする医薬品創製の道が切り開かれる。



- 2) 患者数の少ない稀少疾患あるいは顧みられない疾患の治療薬の開発は営利を目的とする製薬企業では多くの場合行われない。その一方で、公的研究機関で難治疾患の発症機序の解明に取り組んでいる研究者は多数おり、この公的な基盤整備で大学等においてこのような疾患の治療薬の開発に取り組むことができるようになる。
- 3) 得られる成果は、医薬品としての有用性だけではなく、生命科学研究のツールとして有力な武器となりシステムバイオロジーなどの他分野の研究への波及効果が期待できる。
- 4) 創薬研究者の人材の養成に有用であり、我が国の創薬力の底上げに貢献する。

③所要経費

総予算 190 億円

初期投資：施設の建設費を含め、初期投資額として 90 億円。

（内訳：化合物ライブラリー設備の充実などに 40 億円、スクリーニングセンターに 10 億円、

化学合成センターと In silico アプローチ研究に 10 億円、前臨床試験設備に 13 億円、PET 等の分子イメージング設備に 10 億円、データベース構築に 2 億円、その他運営費に 5 億円)

運営費：年間 10 億円 (10 億円×10 年間 = 100 億円)

④年次計画

研究継続期間：10 年間 (平成 22 年度～平成 31 年度)

平成 22 年度～平成 24 年度

「①大型研究計画の概要」に記載の 1)～4) までの基盤設備をこの 3 年間で設置・構築する (ただし、天然化合物の収集および保管管理は長時間を必要とするため平成 31 年度まで継続)。

平成 25 年度～平成 31 年度

「①大型研究計画の概要」に記載の 5)、6) を整備するとともに、全国共同利用施設として効率的に運用するネットワークシステムを構築する。計画は 10 年を一つの区切りと考えている。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

中心実施機関：東京大学、京都大学、理化学研究所、産業総合研究所、慶応大学、(独) 医薬基盤研究所

東京大学：合成化合物の収集・保管および配布、創薬研究データベース、全国共同利用の創薬スクリーニングセンターの設置

理化学研究所：in silico による理論創薬センターの設置

東京大学・理化学研究所：毒性と体内動態などの前臨床試験のための関連設備

産総研・理研・慶応大学：天然化合物の収集・保管およびデータベース構築

京都大学：創薬合成センターの設置

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本学術会議主催の「第 1 回日本の創薬力向上シンポジウム」(平成 20 年 5 月 7 日) で討議され、それに基づいて日本学術会議薬学委員会および日本薬学会将来展望委員会で論議し、合意された。「第 2 回日本の創薬力向上シンポジウム」が平成 21 年 12 月 4 日に計画され、具体案が討議された。

⑦国際協力・国際共同

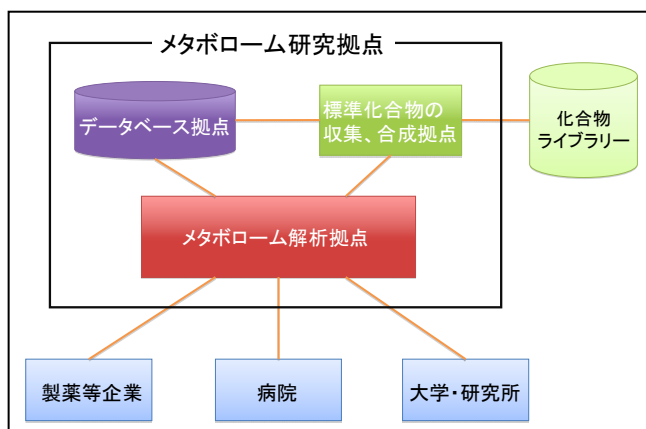
現在、米国では国立衛生研究所 (NIH) 主導で平成 16 年より Molecular Libraries Initiative が進められ、投資総額：400 億円で、平成 20 年までに数十万の化合物サンプルの収集と保管を完了し、それらを用いたスクリーニング体制が構築されている。第 1 期の Pilot Phase が昨年終了した。その後 Production Phase として第 2 期がスタートし (予算規模は第 1 期と同じ)、平成 26 年まで予定されている。この NIH プロジェクトの実施担当者とは密に連絡を取り合っており、本提案が実現した暁には連携を組み、難病克服に向けて国際協力が行われることになる。

メタボローム研究拠点の形成

①計画の概要

本研究計画の目的は、生体内の代謝産物を網羅的かつ定量的に解析するためのメタボロミクス研究の拠点を形成することである。メタボロミクス手法を用いて、動脈硬化、がん、アルツハイマー病、メタボリックシンドロームなど様々な難治性疾患の病態に関与する因子を見だし、それぞれの疾患に適応した早期診断・治療効果の予測、並びに新規治療薬の開発を目指す。

メタボローム研究拠点としては、質量分析装置とデータ解析システムを中心とした以下の拠点が必要である。



- 1) メタボローム解析拠点：ポストゲノム時代を迎え、メタボローム研究の重要性が認識され、我が国でもいくつかの研究室で研究が行われてきている。しかし、4つの塩基を対象とするゲノム解析や20種のアミノ酸を対象とするプロテオーム解析に比べ、メタボローム解析が対象とする化合物種が圧倒的に多く、解析に熟練を要する難点があるため、普及が遅れている。メタボローム研究の技術を飛躍的に発展・普及させるための中心となる拠点を形成する。
- 2) データベース拠点：測定データから代謝物および代謝経路を自動同定するシステムの開発や、代謝物の測定値を包括的に収納、保管するデータベース拠点を形成する。
- 3) 標準化合物の収集、合成拠点：現在、メタボロミクス研究における大きな課題は、代謝標準化合物の大幅な欠如であり、早急に整備するための拠点を形成する。

②科学的な意義

- 1) メタボロミクスは生命科学における網羅的な研究手法の一つであり、生体内の低分子化合物の代謝動態を網羅的に解析し、生物機能との関連を明らかにする研究手法である。この方法を用いることで、疾患特異的な代謝経路の同定、発症メカニズムの解明、疾患バイオマーカーの同定が飛躍的に進むことが期待される。また、メタボロミクス研究の中核機器である質量分析計はその取り扱いが煩雑であり、これを扱える人材が大学・企業ともに不足しており、その育成も急務となっている。メタボローム解析拠点は人材育成の拠点としても大きな貢献が期待できる。
- 2) メタボロミクス技術を創薬標的の新規探索システムとして活用するためには、代謝物・代謝経路を自動同定するシステムの開発や、代謝物の測定値等のデータベースの構築が極めて重要である。このようなデータベースを質量分析装置と連結した「検索エンジン」を開発することにより、産業界とのデータ共有および国際コンソーシアムへの貢献が可能になる。
- 3) 近年メタボローム測定法の進展は目覚ましく、一度に1000種類以上の代謝物が定量的に検出できるようになってきた。しかし、検出されても構造を特定できるのは、10-20%であり、大半は構造が不明の物質である。これが現在のメタボローム研究の世界的な課題である。そこで、既存の化合物ライブラリー施設との連携を図り、さらに新しい代謝物については必要に応じて有機化学的合成を行なうことで、メタボローム標準化合物を揃える。標準化合物が揃えば日本がメタボローム研究で世界を凌駕できるばかりでなく、研究成果から日本の医薬、農学、食品、化学分野の産業が飛躍的に発展する。また標準化合物を世界に供給することで国際貢献にもつながる。

③所要経費

総予算 230 億円

初期投資：施設の整備費を含め、50 億円（内訳：施設の整備に 20 億円、質量分析器等の機器の整備に 20 億円、データベース構築に 10 億円）

運営費等に 180 億円（内訳：代謝標準物質合成に $8000 \text{ 種} \times 100 \text{ 万円} = 80 \text{ 億円}$ 、運営費に $10 \text{ 億円} \times 10 \text{ 年} = 100 \text{ 億円}$ ）

④年次計画

平成 22～31 年度

（具体的な計画）

平成 22 年度：施設と機器類の整備を行う。

平成 23 年度：代謝標準物質の合成、サンプルの解析、データベースの構築、人材育成を開始する。

平成 24～28 年度：代謝標準物質の合成、サンプルの解析、データベースの構築、人材育成を継続する。

平成 29～31 年度：メタボロミクス技術を完成させ、創薬、臨床への応用へ発展させる。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学：脂溶性代謝物のメタボローム解析、メタボロームデータベースの構築と管理、代謝標準物質の収集、保管、配布；慶応大学：代謝標準物質の合成；国立医薬品食品衛生研究所：メタボローム解析に基づく生物活性評価；大阪府立母子健康総合医療センター研究所：メタボロミクスの技術開発と臨床応用；大阪大学：水溶性代謝物のメタボローム解析；理研植物科学研究センター：植物の二次代謝物のメタボローム解析

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本質量分析学会、日本医用マススペクトル学会、日本脂質生化学会を中心として討議され、合意された。さらに、日本学術会議の薬学委員会生物薬学分科会および日本薬学会将来展望委員会で、議論され本計画が合意されている。

⑦国際協力・国際共同

現在、米国では国立衛生研究所（NIH）主導のLipidMAPSが平成 15 年より進められ、10 年間総額 70 億円の予算で、脂質性代謝物の分析手法の確立、データベースの構築などが進められている。ヨーロッパでは、平成 20 年より European Lipidomics Initiative (ELIfE) が、4 年間で 15 億円の予算で、脂肪滴を基本にした疾患応用を目指したプロジェクトが進行している。中国、シンガポールでもメタボロミクスを含んだバイオメディカル部門への集中的な投資が開始している。欧米のグループから日本は国際協力が申し込まれており、共同プロジェクトが始まっている。今後我が国でも研究拠点を形成し、より一層の取り組みが必要であると感じている。

我が国は、メタボロミクスの対象である脂質や糖質などの研究分野は世界的にも優れており、とくに脂質の分野では主要な代謝酵素やメディエーター、受容体のおよそ 20-30% が日本人の発見である。しかしながら本格的なメタボロミクスの解析システムの普及は遅れており、これらの技術を駆使できる研究者の養成も追いついていない。とくに創薬という観点から製薬企業における取り組みも、欧米の企業に比べて遙かに遅れている。今後、我が国が創薬に基づく難病克服に向けた国際協力体制をとる上で、国内のメタボロミクス基盤技術の推進、および人材育成を目標にした国家レベルの戦略的拠点が是非とも必要である。

グリーンイノベーション研究拠点の形成

①計画の概要

本研究計画は緑の技術革新研究所（センター）の研究拠点形成である。これには3分野がある。

1) 次世代植物の作出のための大型実験圃場と研究センターの建設

(1) 遺伝子組み換え作物（GMO）・農業用昆虫等の創出、(2) 遺伝子組み換え作物等の隔離圃場・隔離施設（人工気象室、網室、飼育室）の整備、(3) 革新的高耐旱性・耐塩性・耐寒性・耐暑熱性植物の創出、(4) 食料増産・自給率向上のイノベーション的技術開発と政策研究、(5) 植物光合成の生理・生態・環境的反応特性のイノベーション的徹底解明と応用研究等々の推進を早急に行う。

2) 低炭素社会実現に向けたセルロース系バイオリファイナリー構築等の研究拠点形成

(1) 石油リファイナリーから非可食性資源のセルロース系バイオマス原料による燃料・化学品・材料の統合的生産バイオリファイナリー（糖、リグニン、油脂等バイオマスによる新コア化合物生産）構築下での、①芳香族系コア物質作出技術、②セルロース等多糖類変換と同時にリグニンからの芳香族系コア・機能性物質生産技術の確立、および(2) 遺伝子組み換え CO₂ 高吸収植物、(3) 劣悪環境下緑化目的の木本・草本性 CO₂ 固定植物、(4) 沙漠緑化・沙漠化防止用植物、(5) 環境修復用水性植物等の作出・育成の推進を早急に行う。

3) グリーン関連大気・水・土環境の改善・修復研究拠点の形成

(1) 巨大面積の沙漠緑化と沙漠気象改善、(2) 黄砂防止用防風林・植生地の造成、(3) 革新的人工降雨法による水資源確保と水質保全、(4) 緑化による安心・癒し効果評価法開発、(5) 気象・土壌・水環境の改善・保全法の開発推進、(6) 土壌への炭素貯留増加の推進、(7) 農林水畜産業のイノベーション環境負荷軽減と環境修復、(8) 超低位環境負荷物質生産の推進、(9) 資源枯渇による農業への影響評価・対策、(10) 農業用エネルギーの革新的技術開発、(11) 地球温暖化による生理生態的植物反応と順応・順化機構の解明、(12) 温暖化による作期・栽培場所移動の対策、(13) 極端高低温・乾燥湿潤による作物被害のバイオ的気象的軽減技術開発、(14) 猛暑・冷夏・早魃・豪雨等の極端気象多発性継続傾向の解明・対策、(15) 地球温暖化下の異常気象多発化機構の解明・対策、(16) 異常気象長期予報の高精度化の推進、(17) ヒートアイランド軽減用屋上緑化の推進、(18) 都市近郊でのフードマイレージ軽減用園芸作物の作出・導入、(19) 農業用航空機導入による多目的利用法の推進、(20) 人工衛星による農業利用リモートセンシング推進、(21) 遺伝資源・環境資料の超多量データベースの構築と IT 利用法の開発等々の推進を早急に行う。

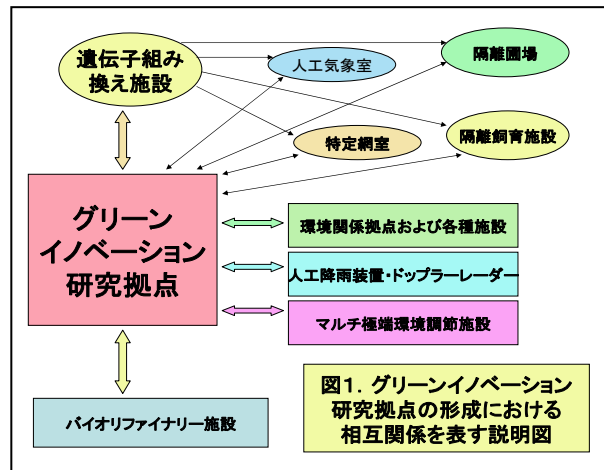


図1. グリーンイノベーション研究拠点の形成における相互関係を表す説明図

②科学的な意義

本研究の科学的意義は次のとおりである。農学関係の大型研究は、ゲノム研究（イネ、カイコ）、バイオリソースの整備・維持（イネ、ムギ、ダイズ、トマト、キク、カイコ等）やデータベース関係であり、多くはイネゲノムに代表される遺伝子関係研究である。一方、CO₂ 増加による地球温暖化と異常気象の多発、沙漠化・黄砂・エルニーニョ、大気汚染と酸性雨、利用可能水資源の減少と水質悪化、オゾン層の破壊、森林破壊等々があり、環境破壊が進み、環境問題が大きくクローズアップされるが、まとまった大型研究は農学関係では皆無に近い。しかし、環境悪化対応と環境修復に関しての技術革新的対応が不可欠である。従って、次の提案に意義がある。

植物（作物、果樹・花卉、牧草・飼料・工芸作物）、昆虫（カイコ、ミツバチ）等の農業用生物の遺伝子関係研究を推進する必要がある。一方、植物（作物）の発芽、生育、収穫・調整には環境が密接に関係するため、生物－環境に社会経済情勢も含めた総合的研究が必要である。すなわち農学・食料部門では、主に植物をグリーン（緑）として捉え、その技術開発・革新が不可欠であると考え

ている。これには、バイオテクノロジーで代表される農業の工学的視点が必要であり、従来から機会ある毎に提示されてはきたが、ここに改めてグリーンイノベーションの名称として提案するものであり、本研究部門によって研究を早急に推進する意義が大きい。

③所要経費

研究拠点整備(初期投資)費：案1)研究期間10年の場合：50億円、案2)5年の場合：100億円
内訳：

1)遺伝子組み換え施設【遺伝子組み換え装置・遺伝子組み換え栽培隔離温室・特定網室・隔離圃場】：14億円、昆虫バイオテクノロジー大型飼育装置：4億円、雲水量密度観測レーダー：14億円、マルチ極端環境調節装置：10億円、バイオリファイナリー装置：8億円

2)遺伝子組み換え施設【遺伝子組み換え装置・遺伝子組み換え栽培隔離温室・特定網室・隔離圃場】：28億円、昆虫バイオテクノロジー大型飼育装置：8億円、雲水量密度観測レーダー：28億円、マルチ極端環境調節装置：20億円、バイオリファイナリー装置：16億円（各2装置）

総額：1)10年の場合：250億円（初期投資：50億円、運営費等：20億円／年）

2)5年の場合：250億円（初期投資：100億円、運営費等：30億円／年）

最先端の研究であるので、5年程度で特に早急に推進必要がある。研究費は同額である。

④年次計画

1)平成22～31年度、2)平成22～26年度

（具体的な計画）

平成22年度：遺伝子組み換え施設、昆虫バイオテクノロジー大型飼育装置、雲水量密度観測レーダー、マルチ極端環境調節装置、バイオリファイナリー装置等の整備を行う。

平成23年度：遺伝子組み換え、昆虫バイオテクノロジー、雲水量密度観測レーダー、マルチ極端環境調節、バイオリファイナリー等々の運用を開始する。

平成24～26年度：グリーンイノベーションに関する解析・解明を行い、技術を完成させる。

（研究期間10年の場合：平成27～31年度：グリーンイノベーション技術の改良と実用化を行う）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学、京都大学、九州大学、筑波大学、北海道大学、名古屋大学、東北大学、東京農工大学、千葉大学、愛媛大学、琉球大学、日本大学、明治大学、東京農業大学等々において共同研究、あるいは個別研究が実施されているが、大型研究でないの、今後、推進・実施する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本学術会議農学委員会・食料科学委員会合同委員会で平成21年10月19日に論議し、合意されるとともに、その後も何度かのメール等にて情報交換を行って了承を得たものである。

なお、研究については、個別に多くの学会で実施してきているが、総合的な大型研究計画としては、今回が初めてである。例えば、遺伝子組み換えにおいては日本作物学会、園芸学会、育種学会、また遺伝子組み換え施設・特定網室関係では日本生物環境工学会や日本学術会議農学委員会農業生産環境工学分科会を中心に検討されている。また、環境関係では日本農業気象学会、日本農芸化学会、日本土壌肥料学会、日本農業工学会、日本沙漠学会等で研究の必要性が検討されている。さらには、林業関係では日本森林学会等で、緑化やCO₂の固定等、多くの事項について個別的対応は多くある。しかしながら、いずれの研究場所、学会においても大掛かりな研究は予算等の関係から実施できていない状況であり、必要性は確認している。

⑦国際協力・国際共同

（独）科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター資料によると、現在、アメリカではグリーンニューディール政策、バイオリソース、イギリスでは次世代農作物開発、EUではETP（次世代植物、バイオ燃料技術）、中国では遺伝子組み換えによる生物製品、新品種の育成、次世代の工業バイオテクノロジー等々の研究が実施されている。

しかし、外国との共同研究では、個別に幾つかの国、例えばアメリカ、ドイツ、チュニジア、中国、モンゴル等々と共同研究を行っているが、最先端技術とはいいがたく、また単発的であり、大型研究としては、実施されていない状況にある。

食品機能の活用とその科学的検証システムの研究拠点の形成

①計画の概要

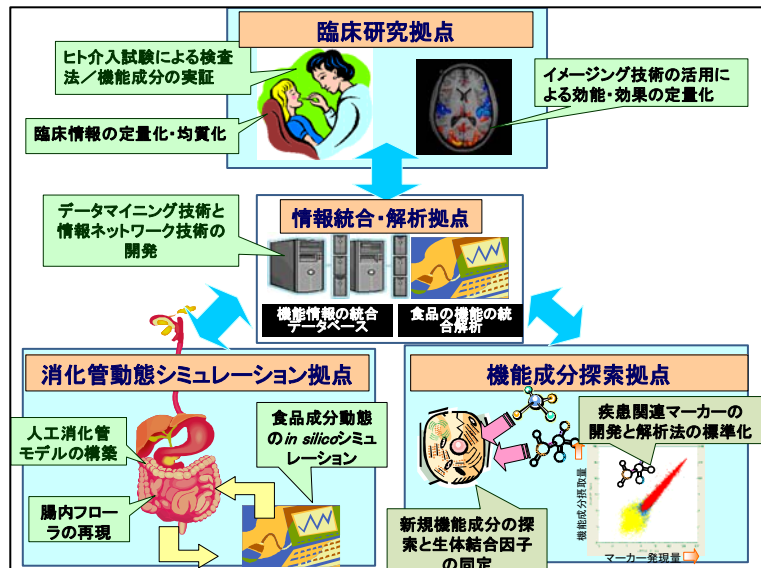
本計画は、複合的な食品機能の科学的解明を目的にした研究開発、拠点形成に関する提案である。具体的には、農学・工学・医学等の異分野の研究者を結集させ、食品機能を *in vivo* で評価するための「臨床研究拠点」、消化管内での成分動態の「シミュレーション拠点」、機能成分の「探索拠点」、そしてそれらのデータの「統合・解析拠点」を設置し、食品機能の科学的検証システムの確立を目指す。以下に各拠点の概要を記す。

1) 臨床研究拠点：疾患の予防や治療法の改善などを目的にヒトを対象とした臨床研究を行う。ここでは、機能食品の効果の検証、検証のための評価基準の策定、臨床情報の収集、解析などを実施する。

2) 消化管動態シミュレーション拠点：ヒト消化管を模倣したモデルを人工的に構築し、これを活用することにより食品成分の代謝プロセスのリアルタイム定量解析を行う。また、これらの結果を計算機を用いて解析し、成分動態の *in silico* モデルを構築する。

3) 機能探索拠点：生物代謝物などのスクリーニングから新規機能成分を探索する。ここでは探索に資するアッセイやスクリーニング法の開発も行う。また、指標となる機能マーカーの開発や標準化に向けた戦略についても検討する。

4) 情報統合・解析拠点：本拠点では各拠点で得られた知見を集積するとともに、それらを統合的に解析し食品機能の総合評価を行う。



②科学的な意義

第3期科学技術基本計画では、その中に「食の機能性を活用した健康な生活の実現」という表現が見られる。しかし、この分野について十分な政策的支援が行われ、研究が進展したとは言い難い。食品は、かつてはエネルギーやビタミンなどの栄養素として考えられてきたが、それぞれの食品の成分に、ヒトの身体に一定の有効な影響を示すものがあることが明らかとなり、それを食品の新たな機能として研究する学問が展開してきた。この研究は、日本の食品科学研究者によって概念が提示され、発展してきたものである。こうした研究の歴史の中で、近年、多くの食品中の人体に対する有効成分が明らかとなり、それらを積極的に摂取することが、ヒトの健康の維持や疾病の治療・改善のために有効である可能性が示されてきた。ヒトの健康維持等のための食品の重要性を、医食同源という立場からも明らかにするためには、こうした食品成分の有効性を明らかにして、活用する研究の展開が必要であり、日本のみならず、熱帯多雨林地域から乾燥地域まで幅広く、世界の気象環境に応じた食用植物や機能性植物（例えば、耐旱性沙漠植物の抗酸化物質の高含有事例）を対象とした研究の展開が期待される。

こうした機能性食品の活用は、現在大きな産業に発展してきており、今後もヒトの健康の維持という観点で、さらに発展していくと考えられる。一方、現在、こうした食品成分の機能や効用の科学的検証が十分行われないまま、イメージとして扱った商品が氾濫する傾向もある。これは社会の科学的知識の確立に悪影響を与える問題でもあり、またヒトの健康を正しく守るという観点から見逃せない問題である。さらに、有効性が期待される成分であっても、これを濃縮して長期間摂取することの安全性も危惧される。しかし、食品成分の機能の科学的評価システムは、医薬品の評価システムに比べ、確立しているとは言い難く、食品の安全・安心の意味からも大きな課題である。

そのため、組織、器官、個体レベルでの検証システムの確立に向けた研究が必要である。食品が複合成分系であることは、問題の解決の困難さを示しているが、その解決のためには、農学・医学・工学の連携研究が必要であり、その研究拠点の形成が不可欠である。

③所要経費

合計 110 億円

研究拠点整備（初期投資）費：10 億円（内訳：機能性食品精密検査装置：10 億円）

経常経費：年 10 億円（当面 10 年間で想定）

④年次計画

4 つの拠点形成プログラムを平成 23 年度から、同時進行的に動かす。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学、京都府立医科大学、大阪大学、日本大学、筑波大学、九州大学、京都大学等

⑥学術コミュニティの合意状況等

本提案に関するワークショップは JST において 2 度開催されており、異分野融合の必要性、研究開発の推進方策、科学技術および社会・経済効果等について以下の報告書に纏められている。

○分野融合ワークショップ報告書 <http://crds.jst.go.jp/output/pdf/05wr11.pdf>

○科学技術未来戦略 WS「安全・品質を担保するための食成分・機能情報の定量化」

<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/08wr06.pdf>

個別の課題については、日本農芸化学会、日本食品科学工学会、日本栄養・食糧学会など複数の学会に加盟している団体、研究機関等で行われている。これまで大規模な取り組みはないものの、食品の機能に関しては膨大な知見が蓄積されており、統合的な研究を行う素地は十分にあるといえる。またテクノロジーの進展も著しく、特に計算機の高度化・高速化は本計画にある研究開発に大きく寄与するものと考えられる。

なお、本研究課題は、日本学術会議農学委員会、食料科学委員会において審議され、まとめられたものである。

⑦国際協力・国際共同

本計画に係る研究開発は欧米においても活発化しつつある。例えば、欧州ではオランダと英国に積極的な投資が見られる。オランダでは、欧州でも最大規模の食品関連クラスター「フードバレー」をワーニンゲン市に構築し、欧州の食品研究の一大拠点を形成している。また、英国では代表的な研究費助成機関であるリサーチカウンスル（BBSRC）がフードアンドセキュリティ部門において食品の総合研究に着手する方針を打ち出している。さらに、米国では国立衛生研究所（NIH）の資金拠出により、UC Davis において栄養ゲノムの拠点が構築されている。ここでは、生活習慣病を食品によって予防することに主眼を置き、ヒトを対象とした大規模な臨床研究が実施されている。

(3) エネルギー・環境・地球科学

高性能核融合プラズマの定常実証研究

①計画の概要

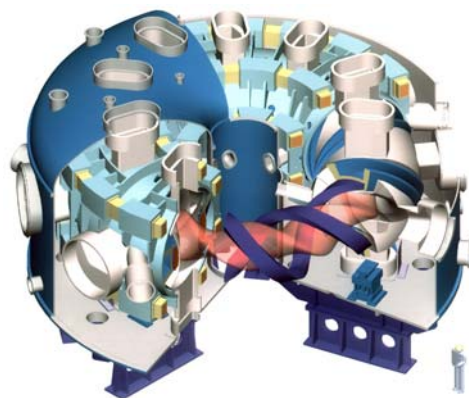
核融合エネルギーの早期実現は、21 世紀におけるエネルギー環境問題の解決に大きな意義を持っている。このためには、2030 年代に核融合発電原型炉を稼働させるための研究開発を推進する必要がある。原型炉の設計には、核燃焼の実証と高温高密度プラズマの定常保持の実証が不可欠であり、国際熱核融合実験炉（ITER）と本研究計画が、それぞれに対応したものとなっている。後者は、ITER 計画ではできないものであり、我が国独自のヘリカル方式による大型ヘリカル装置（LHD）の最高性能化計画と、トカマク方式の JT-60SA 計画から成っている。LHD は本質的に定常性を具備しているため、最高性能化によってヘリカル方式が原型炉の要件を満たすことを示すこと、JT-60SA では自発的に流れるプラズマ電流の制御による高効率定常運転法の確立によって、トカマク方式としての原型炉の要件を実証することを計画している。これら二つの方式は、共にもう一步のところであり、2030 年代での原型炉の実現のためには、共に今、推進することが必須である。また、平成 27 年度末の JT-60SA 運転開始までは世界的に見ても LHD と欧州の JET しか大型実験装置がなく、核融合研究の絶え間ない推進には、LHD を稼働し続ける必要がある。

本研究計画によって、定常運転と高性能化の達成に立った高温高密度プラズマの精密な科学的理解、プラズマ電流の有無による異同を説明しうる学理体系の確立等の研究を推進し、これらに伴う工学研究の進展をも合わせることによって原型炉形式の選択と、その設計に必要な理工学基盤の体系化が可能となる。これらと ITER 計画を合わせることで、原型炉の工学設計とその建設開始段階まで、研究開発を到達させることができる。

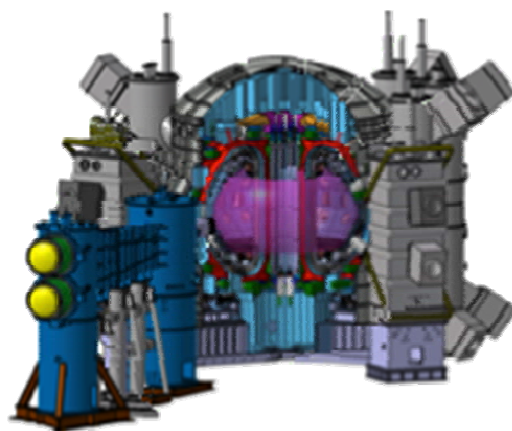
LHD は、大学における核融合研究を集大成するための共同研究装置として、大学からのボトムアップにより、学術審議会での建議・報告を経て核融合科学研究所に建設された。世界最大の超伝導コイルを有する LHD は、本質的に定常運転が可能で、長期間の運転を必要とする発電炉に適している。これまでに、大学等との双方向型共同研究により、核融合燃焼条件に近い領域の定常プラズマ生成に成功している。次段階として、加熱機器の増設、重水素実験等により、その性能を最大限に発揮させて、定常性と運転制御性に優れた原型炉を可能にするデータベースの構築と関連する理工学の総合的体系化を目指す。

JT-60SA の目的は、高自発電流割合プラズマの制御等トカマク方式の高効率定常化に関する ITER では取得できないデータを獲得することにより、トカマク方式の原型炉設計につなげることである。併せて、ITER に先だって先進的実験を行い、その結果を反映することにより、ITER 計画における我が国の主導性を確保することを目指している。JT-60SA 計画は、EU との「幅広いアプローチ協定」により、平成 19 年度を初年として開始された。平成 27 年度末に建設を完了し、10 年間の幅広いアプローチ活動期間中にプラズマ実験運転を開始する予定である。

本計画は、2つの実験プロジェクトを軸として国内外の共同研究・連携体制を更に強化するものである。さらに、長期にわたる核融合研究を担う人材育成や、我が国のエネルギー関連産業界へ国際競争力ある技術蓄積を図るものとなっている。



大型ヘリカル装置（LHD）



JT-60SA

②科学的な意義

核融合研究の対象となる高温高密度プラズマは物質の第4の状態であり、強い非線形性と非平衡性を持つ典型的な複雑系である。この学術的理解と体系化は宇宙の成り立ちの理解にもつながるものである。核融合研究の最先端ではプラズマ物理学に留まらず、超高温、極低温、放射線などの極限環境に耐え、核融合炉運転の信頼性と経済性に対応できる、材料科学や極限技術工学などの革新的な進展を必要とし、かつこれらの分野の進歩を促進するものである。具体例として、自律した複雑系を成す高温高密度プラズマの物理研究と制御性の研究を推進し、高性能プラズマの長時間保持と固体壁への熱流束抑制等を実現するとともに、これらの制御手法を確立すること、非線形・多階層にわたる現象の理解を通じた新しい物理パラダイムの創出やシミュレーション科学に進展をもたらすこと、得られた知見を基礎科学、例えば宇宙プラズマ物理の学理解明等へ応用すること、高熱負荷、高粒子負荷、高中性子束に耐え得る材料及び機器を研究することによって、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス、情報・通信、環境等の他分野への波及を図ること等、があげられる。

③所要経費

LHD 実験の最高性能化 844 億円（整備投資：123 億円、運転・実験経費等：721 億円）

JT-60SA 計画 435 億円（日本分担：217.5 億円、欧州分担：217.5 億円。初期投資：400.6 億円、運営費等：34.4 億円）他、既存設備の解体・改造等を実施する必要あり。

④年次計画

・LHD 実験の最高性能化 平成 22～33 年度

平成 22～30 年度：除熱排気装置の整備、プラズマ加熱装置の増強によってプラズマの最高性能化を実現し、高精度のプラズマ診断機器によって精密な解析を進める。地元との安全協定締結後、重水素実験に速やかに着手する。

平成 31～33 年度：最高性能を実証し、プラズマ物理学、関連理工学の体系化を図る。

・JT-60SA 計画 平成 19～29 年度

平成 19～27 年度：新築建屋の建設、機器の設計・工場製作、現地組立工事を行う。

平成 26～27 年度：各機器の試験、及び総合試験を行う。

平成 27 年度末～29 年度：プラズマ実験運転を開始する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

核融合科学研究所（LHD の整備及び実験の実行）

筑波大学、東北大学、富山大学、京都大学、大阪大学、九州大学の関連センター等の大学・研究機関（双方向型共同研究等の LHD との共同研究）

日本原子力研究開発機構（JT-60SA の製作・組立、プラズマ運転・研究の実施）

The European Joint Undertaking（JT-60SA 機器の製作、プラズマ運転・研究の実施）

⑥学術コミュニティの合意状況等

核融合科学研究の方向性を決める上で、プラズマ・核融合学会等の学会活動や、学術コミュニティの組織的な活動の場となっている核融合ネットワーク及び核融合エネルギーフォーラムを中心とした議論の積み上げが重要な役割を果たしてきた。このような議論の場において、本計画は、学会・学術コミュニティから、学術研究としての必要性和その実行が強く支持されている。こうした議論と並行して、国の審議会においても継続的にチェックアンドレビューが行われてきた。科学技術・学術審議会学術分科会基本問題特別委員会で核融合研究ワーキンググループが設置され、学術コミュニティによる審議の結果、その報告書「今後の我が国の核融合研究のあり方について」（平成 15 年）では、本研究の軸となる LHD と JT-60SA が重点化計画として承認され、実施に関わる議論は、その後、計画評価分科会・核融合研究作業部会に引き継がれている。

⑦国際協力・国際共同

LHD については、核融合科学研究所の大学共同利用機関としての機能を国際的に展開することによって、国際共同研究が進められており、IEA ステラレータ協定や日米・日中・日韓などの2国間協定、海外 15 研究機関との学術交流協定などの各種のスキームがこれを支援する形となっている。JT-60SA は、「幅広いアプローチ」協定に基づいた日欧の共同計画として実施されており、日欧両政府より選出された委員が運営にあたっている。

高温工学試験研究炉を用いた高温ガス炉水素製造システム開発計画

①計画の概要

本計画は、地球環境問題解決に大きく貢献することが期待される原子力及び水素エネルギーの利用拡大に向け、材料や化学反応プロセスなどの科学技術課題に対して研究開発を行い、高温ガス炉を用いた熱化学法による水素製造システム（高温ガス炉水素製造システム）の原型を提示することを目指すものである。

高温ガス炉については、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が 950℃の熱を発生する熱出力 30MW の高温工学試験研究炉（HTTR）を有し、高温ガス炉の技術基盤の確立に関する試験研究を終了し、高度化に関する試験研究を実施する段階にある。高温ガス炉からの高温熱を用いて水を熱化学分解する革新的な水素製造技術である熱化学法については、実験室規模でヨウ素（I）と硫黄（S）を循環物質とする IS プロセスによる連続水分解を検証し、次段階への準備として腐食性プロセス環境で用いるセラミックス製硫酸分解器の機器試作などの要素技術開発を終え、要素技術の信頼性検証に進む段階にある。高温ガス炉と核熱利用システムの接続に関しては、パイロット規模の炉外試験により化学プロセスの擾乱を原子炉の運転に波及させない技術を開発している。

高温ガス炉水素製造システムの原型提示に向けて、その前段階である核熱による水素製造の実証試験に備えるため、核熱利用システムとしての使い易さや安全性の限界に係る研究として、HTTR を用いた安全性実証試験、燃料の燃焼特性試験、及び、核熱供給特性試験を実施し、核物理などをベースとした学術的アプローチによる炉心性能健全性、燃料健全性等の確認、並びに、水素製造システムを一般化学プラントと同等の施設として設計するために爆発による圧力波伝播対応などの安全設計方針の妥当性検証を行う。並行して、IS プロセスについては、要素技術開発で培った学術的、技術的知見を基に、耐腐食性を有し、高圧操作に耐える化学反応器の構造健全性を確認するための信頼性模擬試験を行う。

以上の試験研究を 3 年程度で完遂し、その成果を踏まえて、実用化開発に取り組む産業界の実施主体による資金措置も得て、HTTR に IS プロセスを接続して原子力水素製造実証を行う HTTR-IS 試験段階に進む。HTTR-IS 試験により、核熱による水素製造を実証し、原子力委員会のロードマップに記載された 2020 年頃に高温ガス炉と IS プロセスによる水素製造システムの原型を提示することを目指す。

②科学的な意義

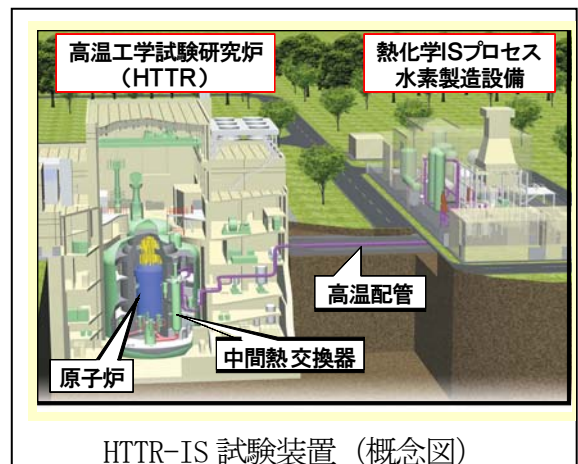
本研究の科学的意義は、核エネルギーを水素の化学エネルギーに変換する大規模システムの実証にある。

核エネルギーの化学エネルギーへの変換、また、それを実現する手段としての熱化学反応のサイクルを用いた水の熱分解による水素製造、いずれも具体例のない新規な大規模概念であり、これらを実証する科学的及び技術的意義は大きい。

この科学的・技術的成果の直接的効果として、現在は発電のみにとどまっている原子力の利用分野を大きく拡大することが期待できる。高温ガス炉は 1000℃近い高温熱を供給できる唯一の原子炉であり、従来の発電分野でも高効率化が図れる。また、高い安全性を有することから、需要地近接立地が容易になる等の優れた特性も有しており、幅広い産業分野における熱需要に応えることが可能である。

一方、水素は電力とは異なり大量貯蔵が可能であり、また、エネルギー最終需要の過半を占める熱利用にも水素燃焼で対応できるため、水を原料とすることにより石油のような大きな価格変動を生じることなく、低炭素社会で要求される大量の水素を安定して供給することが可能である。このため、本研究開発の成果は、火力発電用燃料や都市ガスへの水素混合、水素を利用した還元製鉄、火力発電用水素タービン等への大量水素供給を核として低炭素社会の早期実現を促すものである。

また、本研究開発における技術の波及効果として、研究開発された耐熱・耐食性の大型セラミッ



クス機器は、化学工業及びエネルギー産業において過酷な環境で用いられる機器の高耐久性代替機器として、あるいはプロセス高効率化を実現する機器として応用でき、セラミックスの幅広い工業機器への適用促進が期待できる。

③所要経費

総額 32.5 億円

④年次計画：平成 22～26 年度

平成 22 年度：HTTR 試験（安全性実証試験、核熱供給試験）（5.5 億円）

IS プロセス信頼性模擬試験（ブンゼン工程試験装置の設計／製作）（1 億円）

平成 23 年度：HTTR 試験（安全性実証試験、核熱供給試験）（5.5 億円）

IS プロセス信頼性模擬試験（ヨウ化水素工程試験装置の設計／製作）（1 億円）

平成 24 年度：HTTR 試験（燃焼特性試験、安全性実証試験、核熱供給試験）（5.5 億円）

IS プロセス信頼性模擬試験（硫酸工程試験装置の設計／製作）（1 億円）

平成 25 年度：IS プロセス信頼性模擬試験（統合試験）（1 億円）

HTTR-IS 試験検討（基本設計）及び安全評価、HTTR 関連試験（5.5 億円）

平成 26 年度：IS プロセス信頼性模擬試験（統合試験・評価）（1 億円）

HTTR-IS 試験検討（詳細設計）及び安全評価、HTTR 関連試験（5.5 億円）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画に関しては、原子力産業協会の原子力熱利用検討会（座長：関本博・東工大教授、学識者、メーカ、電力会社、ゼネコン、熱利用企業などが参加）において、CO₂削減の有力候補として、国が実用化に向けて取り組むよう、また国民への普及促進のために活動している。また、日本鉄鋼協会のグリーンエネルギー製鉄研究会（新日本製鐵、JFE スチール、神戸製鋼所、住友金属工業、原子力機構、北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、早稲田大学、大阪大学、九州大学等）では、鉄鋼用水素製造に関して高温ガス炉水素製造システムによる原子力エネルギー利用の調査を進め、水素の現行製鉄プロセスへの大量使用と 2050 年を目指した水素製鉄炉の構築について検討している。

⑦国際協力・国際共同

HTTR は世界で唯一 950℃の熱を取り出すことができる高温ガス炉であり、第四世代炉（Gen-IV）の超高温ガス炉（VHTR）に最も近い原子炉として原子炉の異常を模擬した試験も行えることから、米国の高温ガス炉計画、OECD/NEA による高温ガス炉の安全性に係る試験計画に HTTR 利用が計画されているなど国際的な評価は非常に高い。また、高温ガス炉開発を進める国々からも研究施設として注目されており、当該研究分野の COE として期待されている。

その他、中国の高温ガス炉 HTR-10（原子炉出口温度 700℃）とは運転・保守技術に関する情報交換協定を結んでいるほか、高温ガス炉導入を計画中的のカザフスタンの研究機関及び大学等と高温ガス炉開発に関する研究実施取り決めを締結し、人材育成等に関する覚書を締結している。

一方、競争力のある水素製造システムとする上で、IS プロセスにおける 40-50%の水素製造効率の実現及び機器の簡素化などの課題を効率的に解決するため、国際研究開発協力である GIF（第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム）の VHTR システムの水素製造プロジェクトとして、学術的・技術的に IS プロセスの要素技術開発、原子炉接続技術の開発等を各国と協力して進めている。

「エネルギー・環境技術国際研究拠点計画」

①計画の概要

持続可能な社会の実現に向けて、科学技術が果たすべき役割は極めて大きい。なかでも、再生可能エネルギーの利用拡大を進め低炭素社会を築くことや、地球規模の感染症拡大防止のような広義の環境リスク低減など、持続可能な社会の構築に向けた課題に総力をあげて取り組まねばならない。これらの課題解決には、多様な科学技術を結集し分野を超えた総合的研究が必要である。

東京大学先端科学技術研究センターは、「学術の発展と社会の変化から生じる新たな課題へ機動的に挑戦し、人間と社会に向かう先端科学技術の新領域を開拓することによって、科学技術の発展に貢献する（センター規則第2条）」ことを目的とし、分野融合を進めながら標記課題に取り組んできた。平成20年度には、産学連携・国際協調の下に幅広くエネルギー・環境技術の研究を進める「エネルギー・環境技術国際研究拠点（Solar Quest）」を設置し、先進的なプロジェクトを開始している。

再生可能エネルギーの本命とされる太陽光発電については、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の革新的太陽光発電技術研究開発事業の一つとして「ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発」を受託し量子構造を利用する超高効率太陽電池を研究している。また、最先端研究開発プログラムでは「低炭素社会に資する有機系太陽電池の開発」が採択され、次世代低コスト太陽電池の研究を開始する。一方、開放電圧（Voc）対策や省エネルギーに資する

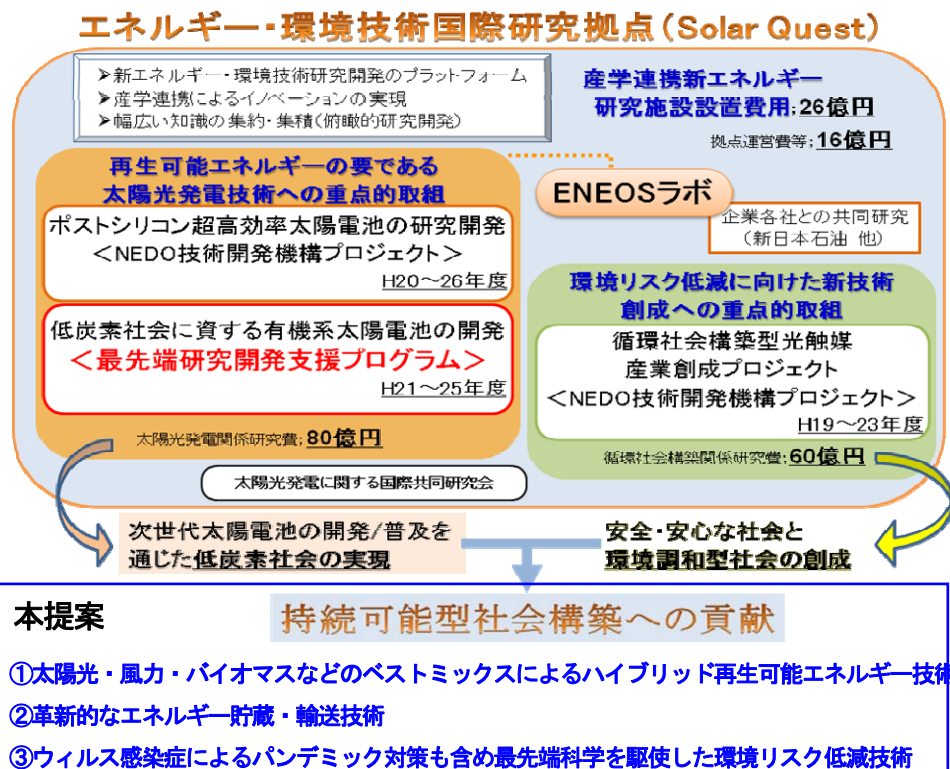


図. エネルギー・環境技術国際研究拠点構想

研究としてNEDO委託事業「循環社会構築型光触媒産業創成プロジェクト」を実施し、安全・安心な社会と環境調和型社会の創成を指向した研究を実施している。本提案では、これらの研究組織を核にして、新たに、①太陽光・風力・バイオマスなどのベストミックスによるハイブリッド再生可能エネルギー技術、②革新的なエネルギー貯蔵・輸送技術、③ウィルス感染症によるパンデミック対策も含め最先端科学を駆使した環境リスク低減技術などの総合的研究を計画している。

②科学的な意義

本拠点では、最先端の半導体デバイス技術を持つ研究者が超高効率太陽電池の研究に取り組むことによる半導体科学の飛躍的な進歩、有機ナノ材料の高度な合成技術を持つ研究者が超低コスト太陽電池の研究に取り組むことによる光電変換科学の深化、光触媒材料技術の医療分野への展開など、最先端融合研究により有用な科学を生み出してきた。本提案では、再生可能エネルギーのベストミックスによる総合的利用技術、革新的なエネルギー貯蔵・輸送技術、ウィルス除去によるパンデミック対策などに必要な新しい科学の発展が期待できる。また、積極的な国際展開により、持続可能な社会構築に向けて我が国の科学的イニシアチブの獲得も期待される。

③所要経費

98 億円（初期投資：産学連携新エネルギー研究施設 12 億円、運営費等：86 億円）

運営費内訳 循環社会構築関係研究費：10 億円、太陽光発電国際連携費：2 億円、
ハイブリッド再生可能エネルギー関係研究費：28 億円、エネルギー貯蔵
輸送技術関係研究費：30 億円、研究機関運営費：16 億円、
（この他、個別研究に対し自己資金・外部資金 134 億円を確保する）

④年次計画

平成 19～26 年度

（具体的な計画）

- ・平成 21～22 年度：研究開発の拠点として「産学連携新エネルギー研究施設」を新たに建設（実験施設整備費として 12 億円が必要）
- ・平成 19～23 年度：NEDO 委託事業「循環社会構築型光触媒産業創成プロジェクト」においてウィルス対策研究を実施（ウィルス研究として 10 億円が必要）
- ・平成 20～26 年度：NEDO 委託事業「ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発」で高効率な太陽光発電技術を構築（国際連携活動予算として 2 億円が必要）
- ・平成 22～25 年度：ハイブリッド再生可能エネルギー関係研究費として 28 億円が必要）
- ・平成 22～26 年度：エネルギー貯蔵輸送制御・環境技術関係の総合的研究（研究開発経費として 30 億円が必要）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

- ・ハイブリッド再生可能エネルギー技術：東京大学、大阪大学、兵庫県立大学、名城大学、九州工業大学、産業技術総合研究所、シャープ、新日本石油他
- ・革新的なエネルギー貯蔵・輸送技術：東京大学、京都大学、早稲田大学、ソニー、アイシン精機、シャープ、東レ、住友化学、太陽誘電、新日本石油、リコー他
- ・環境リスク低減技術：東京大学、近畿大学、九州工業大学、産業技術総合研究所、神奈川科学技術アカデミー、パナソニック電工、TOTO、三井化学、昭和タイタニウム他

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、応用物理学会、日本化学会、電気化学会などで中心的役割を担うメンバーが中心となっている。また、日本学術振興会産学協力研究委員会「次世代の太陽光発電システム第 175 委員会」のコアメンバーとして活躍している研究者を結集している。さらに、企業メンバーは太陽光発電技術研究組合や光触媒工業会の主要メンバーである。本計画の推進により太陽光発電等の普及拡大が進み、再生可能エネルギー利用量を飛躍的に増やすことで、我が国の温室効果ガス削減目標の達成に貢献することができ、学術コミュニティからも大きな期待がかけられている。

⑦国際協力・国際共同

研究開発と並行して海外の大学・研究機関等との交流・連携を通して国際的な研究拠点の構築を目指し、新エネルギーに関連する幅広い知識の集約と広範な研究開発を推進する。太陽エネルギー関連技術については、産業界・海外研究機関・政府関連機関との連携で国際共同研究会を発足し、エネルギー環境技術をグローバル展開するための戦略を立案している。また、NEDO 革新的太陽光発電技術研究開発事業の国際会議を毎年開催している。さらに個別の研究における国際協力・国際共同については、太陽光発電技術開発において、将来的な欧米・アジア地域との協調を目指し、インペリアルカレッジ（英）、マドリード工科大学（スペイン）、アリゾナ州立大学（米）との共同研究を開始する。当面は、研究開発を通じた人的交流が主体となるが、最終的には技術移転や海外生産拠点の拡大までを見込んでいる。太陽光発電も光触媒技術も、我が国の技術をベースにした国際標準化を目指している。

非平衡極限プラズマ 全国共同連携研究ネットワーク計画

①計画の概要

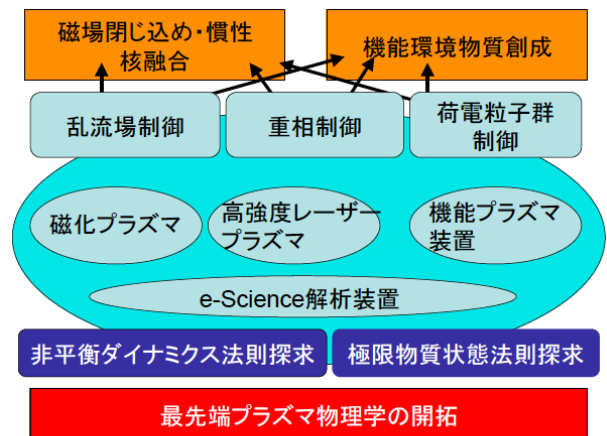
概要 本研究計画は、磁化プラズマから高エネルギー密度プラズマやナノ・バイオプラズマまで広く展開している最先端プラズマ物理研究の方法論を、非平衡極限プラズマという共通学理から連携し推進する全国共同連携研究ネットワークである。これによって核融合エネルギーの実現や新機能物質創成研究を加速し、脱CO₂社会へ貢献する。大学群で新たに開拓された研究の芽を連携研究ネットワークにより展開する。大型装置による核融合研究を補完する研究方法を提案する。

背景 核融合研究開発は、国際熱核融合実験炉(ITER)が建設され磁場閉じ込め制御核融合の科学的実証が近づき、米国National Ignition Facilityによる慣性核融合点火実験も近い。我が国でも日本原子力研究開発機構と核融合科学研究所や大学の研究センター群が大型装置を用い、核融合定常燃焼の実現をめざす研究開発が進んでいる。新エネルギー供給と脱CO₂社会への転換が強く求められている今日、核融合燃焼制御の更なる改善方策やプラズマと炉材料との両立性等、緊急な研究が必要とされ、核融合科学・プラズマ物理学を脱CO₂社会に活かす事が急務である。

基盤となる展開 核融合研究開発を学理として支える大学等で、研究チームが近年独創的成果を上げ我が国の学術的プレゼンスを高めている。磁場核融合乱流プラズマや高エネルギー密度プラズマ、プラズマ固相相互作用、ナノ・バイオプラズマ等の先導成果に立脚し、非平衡極限プラズマという視点からシナジーを発揮することで共通の学理が体系的・普遍的に展開できる。

連携研究内容 本提案では、従来の連携研究成果を基礎として非平衡極限プラズマ連携研究ネットワークを進め、「乱流構造と制御」「重相(プラズマ・気体・液体・固体が共存する状態)の制御」「荷電粒子クラスターの制御」という連携テーマに挑む。

「乱流構造」については、磁場閉じ込めプラズマ中の乱流が帯状流などのメソスケール構造と共存しており、レーザープラズマでもメソスケール構造が生まれる。多スケール構造乱流の物理を解明し、核融合炉におけるプラズマ制御の基礎学理を提供する。「重相の科学」は、レーザープラズマ生成技術とレーザープラズマ計測手法をプラズマ壁相互作用研究と連携統合する事によって、核融合装置の容器壁で起きる超高エネルギー密度ダイナミクスを解明し、核融合炉壁の基礎科学データを構成する。更にテラパスカル非平衡動的圧縮や電磁場非平衡を通じた新物質創成を進展させ、電磁波製鉄による脱CO₂成果などを更に広い対象に拡張し、社会のためのエネルギー科学に寄与する。「荷電粒子群の制御」では、ナノ・バイオプラズマにおいてナノ構造・遺伝子等の精緻な構造を持った荷電粒子クラスターとプラズマ場の相互作用を研究し、揺動制御法の適用等を通じ乱流制御との連携が互惠関係を生む。こうした連携研究によって、エネルギー環境問題に寄与するための核融合研究・プラズマ物理研究を加速する事が出来る。



②科学的な意義

核融合エネルギー科学への寄与としては、核融合エネルギーの生成およびエネルギー環境科学への寄与の双方から意義が深い。核融合エネルギーの生成の観点からは、プラズマ燃焼制御のために希求されている「動的」輸送現象の理解を与える。本研究は核融合プラズマを対象とし、乱流と時空構造の動的応答の解明を先導する。微視的揺動とメソスケール揺動更には巨視的パラメタの界面等が生成消滅する、多スケールな「乱流プラズマ構造」の時空構造や動的応答・遷移の物理過程に取り組み、理論・シミュレーション・実験研究を統合し、核融合炉制御の基盤となる輸送法則の定式化を目指す。核融合炉システムの科学では、ITERでも突発的に1000MW/m²近い熱負荷を受ける状況も予想され、そうした物質状態の正確な知識が炉設計の基礎として不可欠である。本研究では、高強度レーザーによる極限高エネルギー密度プラズマと磁化プラズマ壁相互作用研究を統合し、従来未解明の物質相(重相)のダイナミクスを解明する。本計画では実験室で重相状態を作り、レ

レーザー高エネルギー科学で培われたレーザー量子ビームプローブによって高精度計測を実現し、炉設計の基盤を構成する事が出来る。エネルギー環境科学へ展開する観点からは、非平衡極限プラズマ科学を活用した物質創成が脱CO₂社会への大きな科学的意義をもつ。脱CO₂社会実現のためにはエネルギー消費過程での革新も必要であり、電磁波制御技術を非平衡科学と結合する事で新規な還元プロセスを開拓する事ができ、また、核融合高エネルギー密度プラズマ研究で考案された動的高圧プラズマ法によって新物質生成科学を推進するなど、科学的な意義が大きい。

同時に、物理学の観点からも意義を強調したい。宇宙天体プラズマの自然界のダイナミックスや核融合プラズマの物性を理解させる学理の基盤を構築する。乱流揺動間の相互作用、分岐機構や確率的遷移機構の同定など、熱平衡状態からかけ離れたプラズマの構造形成機構と選択則を法則の形で提示し、普遍的な理解を与えることができる。高エネルギー密度極限プラズマは、未解明の凝縮相研究を実現し従来不可能だった物質の取り出しに道を開く等、高エネルギー密度科学という新たな学問領域を開拓する。電磁波非平衡場の科学や非平衡媒質としての生体とプラズマの相互作用も未来の科学の中心課題を導く。極限プラズマの非平衡過程がかかわる課題を統合して視野に納め、プラズマ物理学や関連諸科学における今後の研究発展を刺激することが出来る。

③所要経費

83 億円（設備投資：63 億円、運営費等：20 億円）

④年次計画

平成 22 年度から 31 年度。

当初提案で具体的にあげたテーマで発足し、3 年の時点で見直し本連携方法の有効性が実証されれば、更に多くのテーマに対して連携ネットワーク体制を拡充する。全国共同連携研究所のような連携組織を実現する事を目指す。

平成 22 年度は連携研究を発足させ、方法論を整理する。平成 22 年度から 25 年度までに実験設備を順次製作する。○プラズマ乱流発生計測装置、○重相プラズマ発生レーザーと重相計測装置、○高エネルギー密度新規物質創成取り出し装置、○機能性プラズマ装置、○電磁場非平衡物質創成装置、データ解析計算機システムを含む e-Science 解析装置を製作する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

コアとなる機関は、九州大学応用力学研究所（プラズマ乱流）、大阪大学工学部および電気通信大学（高エネルギー密度プラズマ）、名古屋大学工学部（プラズマ固体相互作用）、東北大学工学部（ナノバイオプラズマ）、核融合科学研究所（非平衡 RF 科学）、がそれぞれ共同研究グループと協力して先導し、連携共同ネットワーク研究を推進する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

コアグループは、学会の場で非平衡プラズマ物理という観点から連携活動を行っている。連携研究システムとしても、九州大学、大阪大学、核融合科学研究所、フランスの国立科学研究センターとプロバンス大学が連携し LIA336（磁場核融合に関する国際共同研究所）を設立し、高エネルギー密度プラズマ科学では、大阪大学光科学センターを中心に学内連携及び国内 16 機関と英米仏 26 機関による International Collaboration for High Energy Density Science (ICHEDS) プロジェクトが実施されるなど、コミュニティ内での合意が形成されてきた。本計画はこうした連携の実績の上に構想され、学会や核融合科学ネットワークでの議論を経て、磨かれ提案されている。日本学術会議物理学委員会物性物理学・一般物理学分科会主催シンポジウムでもその学術的価値が説明され議論されている。

⑦国際協力・国際共同

プラズマ乱流の研究では、九州大学伊藤プラズマ乱流研究センターが発足し、ドイツ、アメリカ、イギリス、フランスとの大学間協定や学術協定に基づく共同研究、上記 LIA336 等が活動を開始している。高エネルギー密度プラズマ科学では、国際プロジェクト ICHEDS が実施され、英米仏等との大学間協定や学術協定に基づく最先端共同研究が進められている。これらの世界的先導的成果の実績を踏まえ、連携研究ネットワークを国際的の最高学術水準で実施する。

衛星による全球地球観測システムの構築

①計画の概要

国際間観測枠組みである「全球地球観測システム (GEOSS) 10 年実施計画」の実現に貢献する我が国の国家基幹技術である「海洋地球観測探査システム」(「第3期科学技術基本計画」(平成18年3月28日閣議決定)による)の根幹をなすシステムとして、JAXA が中心となって衛星による全球地球観測システムの構築を進めている。現在運用中または今後10年以内で打上予定または提案されている観測衛星ミッションとして、(A)気候変動観測を目的とした GCOM シリーズ、(B)植生や地殻変動観測などを行う「だいち」(ALOS、平成17年度打上げ)ならびにその後継シリーズ、(C)気候変動予測の不確定要素として重要な雲・エアロゾル・降水プロセスの観測を行う EarthCARE および GPM コア衛星、(D)大気中の温室効果ガス観測を行う「いぶき」(GOSAT、平成20年度打上げ)ならびにその後継シリーズ、ならびに(E)静止軌道より大気汚染物質と気象データの観測を行う静止大気・気象観測衛星がある。

②科学的な意義

(A) 気候変動観測を目的とした GCOM シリーズ

地球環境変動観測ミッション「GCOM」では、地球規模での気候変動、水循環メカニズムを解明するため、地球規模で長期間(10~15年程度)の観測を継続して行えるシステムを構築する。水循環に関する観測は、マイクロ波放射計を搭載する水循環変動観測衛星：GCOM-W により実施する。GCOM-W は降水量、水蒸気量、海洋上の風速や水温、陸域の水分量、積雪深度などを観測する。気候変動に関する観測は、多波長光学放射計を搭載する気候変動観測衛星：GCOM-C により実施し、雲、エアロゾル、海色(海洋生物)、植生、雪氷などを観測する。これらの衛星群により、雲を含む大気、陸域、海洋から雪氷圏にいたる観測を高頻度で行ってデータを収集する。

(B) 植生や地殻変動観測などを行う「だいち」(ALOS) ならびにその後継シリーズ

陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) ならびにその後継シリーズに搭載される L バンド合成開口レーダ、ならびに、可視近赤外光学センサによる観測データは、温室効果ガスの吸収源となる森林や植生の変化を把握することを通じ、途上国における森林減少・劣化による温室効果ガスの排出削減(REDD: Reducing the Emission from the Deforestation and the forest Degradation)の把握・検証などに活用される。また、SAR 観測データを用いた干渉処理により、地震前後での地殻変動観測を行うことが可能である。

(C) 気候変動予測の不確定要素として重要な雲・エアロゾル・降水プロセスの観測を行う EarthCARE および GPM コア衛星

雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」は、搭載する4つのセンサ(雲プロファイリングレーダ、大気ライダー、多波長イメージャーおよび広帯域放射収支計)により、雲、エアロゾルの全地球的な観測を行い、これまで十分な観測が行われてこなかった鉛直方向の雲粒やエアロゾルの分布、雲粒が上昇・下降する速度の計測等を行い、雲、エアロゾルとそれらの相互作用による放射収支メカニズムを解明して、気候変動予測の精度向上に貢献する。

全球降水観測計画(GPM)は、二周波降水レーダー(DPR: Dual-frequency Precipitation Radar)とマイクロ波放射計を搭載した主衛星と、マイクロ波放射計を搭載した副衛星群により、約3時間毎の全球降水観測を可能とし、気候変動が降水に及ぼす影響の解明に貢献する。

(D) 大気中の温室効果ガス観測を行う「いぶき」(GOSAT) ならびにその後継シリーズ

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)は、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの濃度分布を宇宙から観測する。従来、地上の二酸化炭素観測地点の数は不十分で、観測地点の位置にも偏りがあったが、宇宙からの高頻度でグローバルな観測データと地上観測データ、シミュレーションモデルを組み合わせることにより、二酸化炭素の濃度分布を高精度で推定することができ、二酸化炭素吸収排出量の推定精度向上に貢献する。

(E) 静止軌道より大気汚染物質と気象データの観測を行う静止大気・気象観測衛星

JAXA が計画している静止大気・気象ミッションでは、世界で未だ実現していない、静止軌道からのハイパースペクトルサウンダーを用いて大気汚染物質と気象データの高精度・高頻度観測

を行い、日本を含む東アジア域の大気・気象環境の実況を監視し、その動態を把握することを通して、気候変動問題へ貢献する。

③所要経費

今後10年で4,000～5,000億円

④年次計画

日本の地球観測ミッションについては、宇宙基本計画(平成21年6月2日宇宙開発戦略本部決定)の中で、10年程度を視野に入れた開発利用計画が策定されている。GCOM-W衛星が平成23年度、ALOS-2衛星、EarthCARE衛星およびGPM衛星が平成25年度、ALOS-3衛星、GCOM-C1衛星が平成26年度の打上げを目指している。GCOMシリーズとALOSシリーズは地球観測を持続的に行うために、順次打ち上げが計画されている。静止大気・気象観測衛星については平成29年頃の打上げを目指している。

⑤提案する中心の実施機関または実施体制

宇宙航空開発研究機構(JAXA)(A～E)

情報通信研究機構(NICT)(C)

環境省(D)

⑥学術コミュニティの合意状況等

いずれの観測衛星計画においても、当該ミッションに関連する分野の学術コミュニティの研究からなるサイエンスチームが組織され、観測機器の仕様を決定付けるミッション要求の策定は、サイエンスチームとの合意の下で行われる。

⑦国際協力・国際共同

国際枠組みとしてGCOSおよびCEOSのもとに計画が立てられている。(C)のEarthCARE、GPMについては、それぞれヨーロッパ宇宙機関(ESA)、アメリカ航空宇宙局(NASA)の地球観測衛星に搭載する観測センサを日本が開発する国際共同プロジェクトの形がとられている。また、その他のミッションにおいても、観測データの校正・検証、利用研究等の分野において多岐にわたる国際協力を行っている。

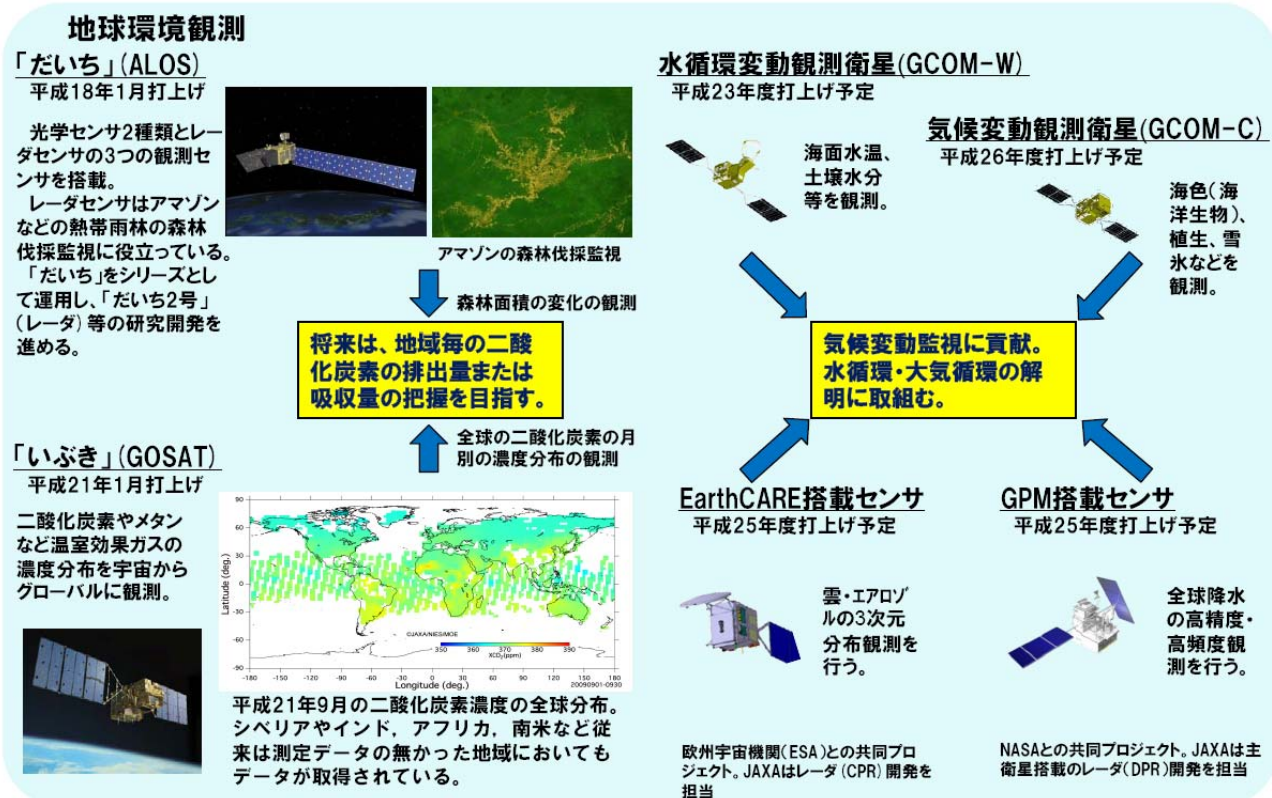


図) 地球観測衛星分野の衛星の研究開発

未来予測を目指した統合的な地球環境の観測・実験・モデル研究計画

①計画の概要

本課題では、今まで個別に行われる傾向が強かった地球環境観測とモデリング研究を連携し、観測から実験、モデルまでの一貫した研究体制によって、地球環境の統合的な未来予測を行う。本計画は次の3つの課題から成る。

(A) 地球周辺宇宙空間観測

(B) 大気と海洋・湖沼の総合的観測

(C) 気候・気象モデルによる予測研究

であり、以下、これらの課題について記述する。

(A) 地球周辺宇宙空間観測

太陽活動が地球の大気環境に及ぼす影響を定量的に評価する。太陽フレアや宇宙嵐時の宇宙放射線災害予測の基礎情報となる全球的な宇宙電磁気環境をリアルタイムの観測・監視できるシステムを構築する。また、大型の磁気圏・電磁圏のシミュレーション実験装置を導入する。(名古屋大学太陽地球環境研究所、九州大学宇宙環境研究センター) また、海外100観測点のデジタル磁力計の設置、それに基づいた全球的な宇宙電磁気環境の解析と監視を行う(九州大学宇宙空間環境研究センター)。また、ジオスペース観測計測システム機器群および太陽—大気相関計測システム機器群の開発、運用を目指している(名古屋大学太陽地球環境研究所)。

(B) 大気と海洋・湖沼の総合的観測

レーダー、多機能ライダー、大気オゾン・水蒸気ゾンデ観測システムなどを、全球の特徴的な領域に展開し、衛星では得られない大気観測をおこなう。そのために、南極、赤道域、大洋における特徴的な領域を選び、リアルタイムで観測できるシステムを構築する。専用航空機の導入も重要である。これらの観測によって、成層圏から対流圏への物質循環、人為起源物質の地球規模での拡散、台風などの、地球環境変動研究にとっての重要なデータ解析を行う。国立極地研究所、東京大学大気海洋研究所、京都大学生存圏研究所、名古屋大学地球水循環科学研究センターなど。

海洋における表層から深層までの海水の循環とそのダイナミクスを知るためには、観測空白域であるインド洋と南大洋の観測が重要である。また、南極アデリーコースト沖などの高緯度の厳しい海域でも運用が可能なブイの開発と運用を行う(海洋研究開発機構)。堆積物に記録された古環境解析のデータも取得する。

また、極域から赤道域まで地球縦断的に湖沼群の物理・化学・生物環境変動データを高度な観測ステーションや堆積物古環境解析を用いてシステムティックに取得し、地球環境変動の指標を得る(京都大学生態学研究センター)。さらに、都市周辺の環境、とくに大気・土壌・地下水・河川は、汚染物質が点から面へと拡大する。しかし、このシステムは非常に複雑であり、汚染がどのような経路で広がり、また、環境浄化をどのように行うべきか、予測が難しい。そのため、数mから数10mの大きさの現地モデルを屋内に作製して、さまざまなモデル実験を行い、汚染物質の挙動解析、浄化予測に役立てる(名古屋大学エコトピア科学研究所)。

(C) 気候・気象モデルによる予測研究

気候変動の研究は、社会影響が大きいためにその対策ともつながっている重要な研究課題である。しかし、現状では、長期の事業計画が立てにくい短期的なプロジェクトとして行われている。この状況を改善するために、国内諸機関個別に行われている気候モデル開発を、総合的に連携し、必要な計算機利用時間を確保して、このような予測研究をさらに向上させる定常的な仕組みを形成することが重要である。また台風などのハイインパクトウェザーと雲の高分解能モデリングが必要である。そのために、気候変動予測連携研究拠点を設立して東京大学大気海洋研究所、気象研究所、国立環境研究所、海洋研究機構、名古屋大学地球水循環科学研究センターなどが連携して、個々の特色ある気候研究を発展させる。

②科学的な意義

地球表層系は、人間社会との相互作用を含む我々に最も身近なシステムである。このため、このシステムの挙動を理解し、現在大きな問題になりつつある地球温暖化や地球環境の将来予測の向上を図ることが重要である。そのスケールも全球から局地的な現象まで、統合的に理解できることを目指す必要がある。本計画では、このような多圈的複合問題を、観測・実験・モデリングの統合的利用によって研究し、地球環境における人間圏の果たす役割と影響の理解を画期的に向上させる。

③所要経費

今後10年で (A) 50 億円、(B) 392 億円、(C) 179 億円

④年次計画

計画ごとに若干こととなるが、概ね平成23-25年までに開発、準備を終えて平成27年からの全体のフル運用を計画している。(C)については、平成25年フル稼働予定の次世代スーパーコンピュータの利用が特に必要である。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

国立極地研究所、海洋開発研究機構、東京大学理学系研究科、東京大学大気海洋研究所、名古屋大学太陽地球環境研究所、名古屋大学水循環研究センター、名古屋大学エコトピア科学研究所、京都大学生態学研究センター、京都大学生存圏研究所、九州大学宙空環境研究センターなど。地球温暖化問題や環境問題に関わる課題は、気象庁、環境省とも緊密に連携するべきである。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画の多くは、これまで個々の研究機関などが中心となり、研究者グループや学協会などで検討が進められてきた。これらをできるだけ連携・総合して推進することが、日本学術会議地球惑星科学委員会および地球惑星科学連合において検討されている。本課題分野の大型研究は多省庁にわたっており、本アンケートが全容ではない。

⑦国際協力・国際共同

個々の計画については、すでに国際協力が始まっている。IUGG 傘下の科学団体や、米国科学財団、米国海洋大気庁、英国ハドレー大気研究所、インドネシアの諸機関などがその中に含まれている。

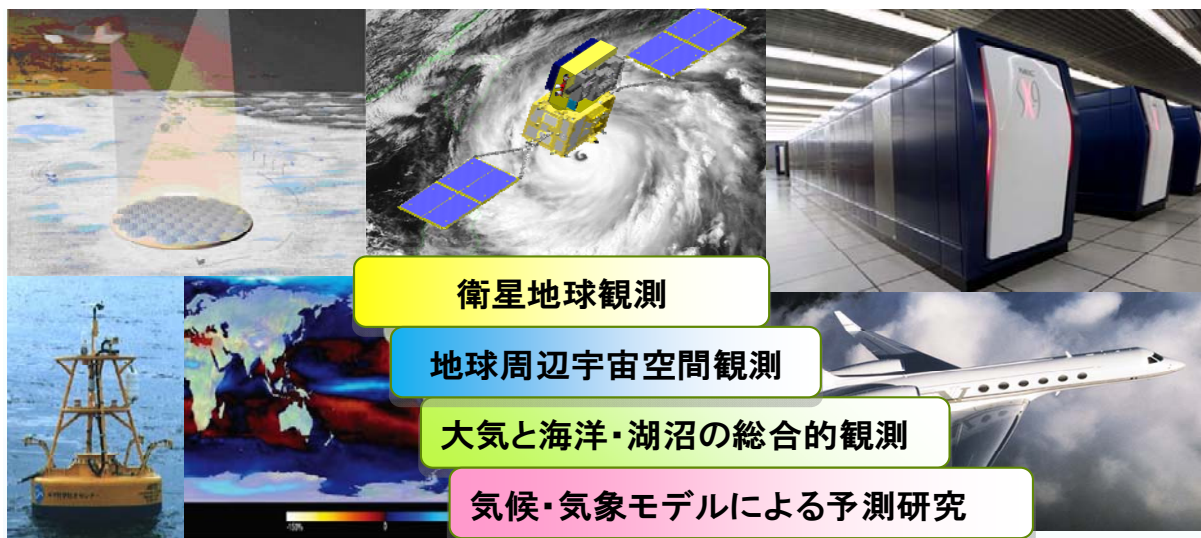


図) 未来予測を目指した統合的な地球環境の観測・実験・モデル研究計画

最先端技術で探る地球内部ダイナミックスと防災研究計画

①計画の概要

日本列島は、プレート沈み込み境界に位置し、地震や火山活動、地殻変動が活発であり、その研究は防災の面からも日本の地球惑星科学コミュニティに課せられた大きな課題である。本計画は次の4つの分野から構成されている。

- (A) 海溝型地震の発生機構と防災技術開発計画
- (B) 高エネルギー素粒子地球物理学創成計画
- (C) 高分解能地殻構造探査とマントル掘削計画
- (D) 地震・火山噴火予知のための観測研究計画

以下これらの分野の内容について述べる。

(A) 海溝型地震の発生機構と防災技術開発計画

現在、統合国際深海掘削計画(IODP)の下、海洋研究開発機構を中心に東南海トラフにおいて「ちきゅう」を用いた「南海トラフ地震発生帯掘削計画」が進行中である。また、平成21年度より同海域にて「地震・津波観測監視システム(DONET)」の設置が始まる。これらの計画は、プレート境界への深海掘削と海底ケーブルネットワークの運用を統合して、海溝型巨大地震の発生機構解明とリアルタイム地震通報システム、早期津波警報システムなどの防災技術開発に貢献することを目的としている。今後はさらなる研究開発を行い、同様の計画を関東地震震源域で展開する。関東沖や太平洋プレートに200点規模の孔内観測を含む観測ステーションを展開し、陸上ネットワークと統合する。また、東大地震研究所などを中心に陸上からプレート境界面まで掘削する超地下深部掘削計画(JUDGE)も検討されている。また、ロシア、アラスカまでプレート沈み込み境界を国際観測しようとする計画も北海道大学などによって進められている。

(B) 高エネルギー素粒子地球物理学創成計画

宇宙線に含まれる高エネルギー素粒子(特にミューオン)は、地下を透過するが、それを用いて地球内部を透視することが可能である。本計画では、この透視技術を火山の内部構造やマグマの挙動の研究に応用する。活動的火山とその周辺に縦方向、横方向に観測坑を掘削し、素粒子透視装置を設置する。同時に観測坑に絶対重力計の数10台のアレイを設置し、また、火山ガスなどのモニターも行う。この透視装置によって、マグマの移動・対流を動画イメージとして捕らえる事ができれば、地震・火山噴火予知研究に大きく貢献できる。

(C) 高分解能地殻構造探査とマントル掘削計画

日本列島において高精度地震探査を実施して詳細な地殻構造データを得ることは、地殻活動の数値モデルを構築するために不可欠である。このようなモデルにより新しいテクトニクスの体系化を目指すことができる。本計画は日本列島において今後10年間で海陸を結んだ10測線の地殻・上部マントル構造の高分解能地震探査を行う。IODPの下、ハワイ沖・コスタリカ沖などにおいて科学史上初めて海洋地殻とモホ面を貫通し、マントルを掘削する計画が検討されている。このために「ちきゅう」を改造し、新たな掘削装置を搭載する。この計画によって、海洋地殻の形成過程、最上部マントルの性質など地球内部ダイナミックスにおける基本的な知見を確立するとともに、海底下生物圏の生息限界そして地下深部での炭素などの物質循環を探査する。

(D) 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

地震予知と火山噴火予知を目指す研究計画は、平成21年から統合されて「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」として実施されている。この計画では、国によって整備された基盤的観測網(Hi-net, GEONET等)と大学等の学術機関が計画的に実施する機動的観測による地殻とマントルの活動のモニタリングと、地震・火山現象のモデル化に基づく予測シミュレーションを統合し、より定量的な予測をすることを目標としている。現在、プレート境界の大地震については「アスペリティモデル」の有効性の検証が進展し、発生場所と規模の予測について一定の見通しが得られた。今後は、シミュレーションの高度化を目指して研究を推進する。火山噴火については、十分な観測体制の火山において噴火時期と場所の予測が可能になった。今後、噴火様式・規模・推移の予測のため、モニタリングや噴火履歴等の知見に基づき、噴火事象分岐の支配則を取り入れた物理・化学

モデルの構築を目指している。

②科学的な意義

地球惑星科学においては、中央海嶺における海洋地殻の誕生から沈み込み境界におけるその消滅、そして島弧におけるマグマの発生、地殻の形成、地震に伴う地殻の変形など、一連の過程をより

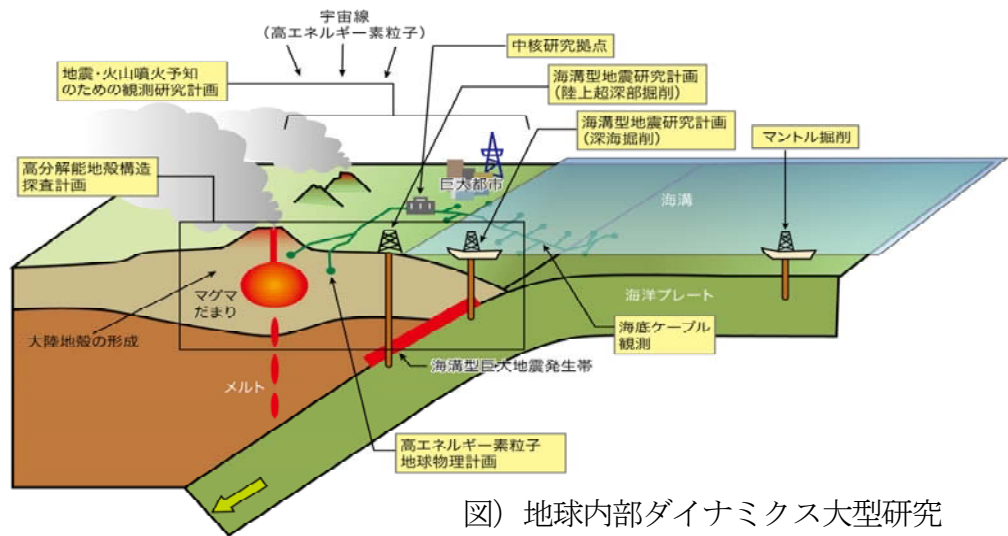


図) 地球内部ダイナミクス大型研究

定量的に理解し、固体地球ダイナミクスの統一モデルを構築することが重要となる。プレートテクトニクスは、その標準モデルとして、非常に大きな貢献をしてきたが、次の3つの現象について、十分な説明を与えることができない。それは、(イ) マントルから地殻はそもそものようにして形成されるのか、(ロ) プレート境界で地震はどのように発生するのか、その発生予測は可能か、(ハ) マグマはどのように発生して、火山を作るのか、火山活動の推移予測は可能か、である。以上の問題の解決には、地殻からマントル、プレート境界、火山体内部を直接にサンプリングすること、透視やリモートセンシングで内部構造を詳細に調べること、さらに活動そのものを直接モニタリングすることが必要である。本計画は、地球内部掘削、素粒子透視装置、高分解能地震探査、海底ケーブルネットワーク観測、予測シミュレーションによる地震・火山活動予測などによって、この問題に挑戦しようとしている。

③所要経費

10年で800億円—1000億円

④年次計画（平成24年—33年）

海溝型地震計画は、技術開発を経て、平成28年よりネットワークの一部設置を開始。深海掘削は平成29年より開始する。素粒子地球物理学計画は、平成26年までに技術開発を行い、火山掘削などの設置作業を平成29年までに終了。その後運用を開始する。地殻構造探査は、10年間に10測線を実施。マントル掘削は、平成27年から掘削を開始する。地震・火山噴火予知のための観測研究では、地震のシミュレーションのシミュレーションと物理モデルの高度化、火山噴火の物理・化学モデルの構築を経て、平成28年年からはシミュレーションのさらなる高度化を行う。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学地震研究所および大気海洋研究所、東京大学、千葉大学、北海道大学、東北大学、名古屋大学、京都大学、京都大学防災研究所、九州大学、海洋研究開発機構、防災科学研究所など。

⑥学術コミュニティの合意状況等

IODPでは、平成21年9月に行われたIODP国際会議で将来科学計画が検討され、平成27-32年でのマントル掘削達成を目指す。国内参加機関としては、日本掘削科学コンソーシアム（J-DESC）が研究計画の取りまとめを行っている。地震予知研究は、平成20年に科学技術・学術審議会より、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について」が建議された。

⑦国際協力・国際共同

IODPは、日、米、欧州、中国など計24カ国が参加している国際共同計画である。また最近、欧米を中心に検討が始まったDeep Carbon Observatory計画も本計画との連携が議論されている。地震・火山噴火予知研究計画では、実施機関が各国の研究機関・大学等と学術協力協定・覚書等を結び、共同研究を進めている。

全地球生命史解読と地下生物圏探索計画

①計画の概要

地球は生命の星であり、地球と生物の関わりの本質を解明せずして地球惑星科学の体系を作ることとはできない。地球と生物の関係の本質は、生物が炭素や窒素などの物質循環の一翼を担ったため、地球環境に大きな影響を及ぼすようになったということである。しかし、この関係を、地下生物圏も包括した形で理解することについては、まだ殆んど行われていない。

本計画は、全地球生命史を解読し、かつ、生物と地球の相互作用を人間の未来社会構築に役立てようとする壮大な目標を持つ。本計画は (A) 全地球生命史解読計画と (B) 地下生物圏探索計画の2つの分野から構成される。

(A) 全地球生命史解読計画

平成7年から3年間、科学研究費補助金重点領域研究として「全地球史解読計画」が実施され、大きな成果を収めた。本計画は、その成果を受け継ぎながら、さらに大規模で、かつ生命科学の最新科学技術をも取り込んだ先端的な手法を用いて、生命の起源から現在に至る全地球生命史の解読を実施する。本計画では1) ボーリングプロジェクト研究拠点 (大型陸上生物化石サブ研究拠点を含む) 2) ゲノム解析研究拠点 3) 実験生命史研究拠点 の3つの研究の柱をもって展開する。研究計画では、世界各地の主要な地域での陸上及び海洋掘削を行って得られたコア試料を用いて連続的で高解像度の記録を読み出し、生物の劇的な進化/絶滅の経時変化と環境変動との関係を含めて議論する。記録の復元は、形態解析、群集解析、微量元素、有機地球化学分析、生元素の安定同位体分析、古DNA解析等を喪らぬに行うとともに、モデル生物の全ゲノム解析、精密な環境を制御した培養実験を組み合わせる事によって、新たな切り口で展開する。

(B) 地下生物圏探索計画

近年、数 km までの地球内部に莫大な微生物生命圏が存在することが分かってきた。とくに統合深海掘削計画 (IODP) や「ちきゅう」による海底下の地層掘削などによって、その実態が分かり始めてきた。また、熱水噴出孔や冷湧水活動域、嫌気水塊限環境生物圏では、化学合成生態系の存在が普遍的に知られている。これらの極限環境生物圏は炭素や水素などの循環に深く関係していると考えられ、本研究計画は、現場環境を維持した試料採取や現場実験を主体として、この循環のメカニズムを理解することにある。本研究計画は、(1) 地下生命圏における H_2 、 CO_2 、 CH_4 の循環を解明、(2) 現場実験装置と室内実験を導入した代謝メカニズムの研究、の2つを柱に研究を展開する。とくに、地球深部探査船「ちきゅう」を活用して、世界初めての掘削孔を用いた現場観測と実験を行い、CCS を視野に入れた「ジオバイオテクノロジー」を目指す。

②科学的な意義

40億年前に地球の生命が発生して以来、地球と生命はお互いに影響を及ぼしてきた。たとえば、シアノバクテリアから発生される酸素による大気の汚染、デボン紀から石炭紀における陸上生態系による二酸化炭素の減少と急速な寒冷化などの事件のように、生物が地球環境に強い影響を与えた例も多くみられる。現在、社会問題となっている人間による化石燃料の消費に起因した温暖化の進行もこの例の一つとして捉えることができる。生物は地球を構成する元素 (とくに軽元素) から作られており、生物地球化学的な循環に積極的に関わり、地球環境を制御する役割を果たしてきた。全地球生命史の解読は、地球と生命のかかわり合いとその歴史を把握し、物質循環に関する生物の役割を理解することに大きな貢献をする。微生物を主体とする地下生物圏も物質循環に大きく関与しており、地下深部を含めて循環する炭素を中心とした物質循環の実体とその進化について検証することを通じて、いままで主に真核生物を中心に検討されてきた地球と生物の相関関係の枠組みを大きく変更することになる。

③所要経費

10 年間で 800 億円 (このうち、地下生物圏研究が 500 億円)

④年次計画 (平成 24 年—平成 33 年)

全地球生命史研究では、10 年で 15 ヶ所程度の典型的なサイトをボーリングする。全ゲノム研究、実験生命史では、当初 2 年間で設備の初期投資 (約 100 億円) を行い、モデル生物の全ゲノム解析

を含んだ地球科学と生命科学を融合した研究を実施する。

地下生物圏研究では、「ちきゅう」による掘削を平成 24-27 年の間に実施。その後に孔内実験装置を設置する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

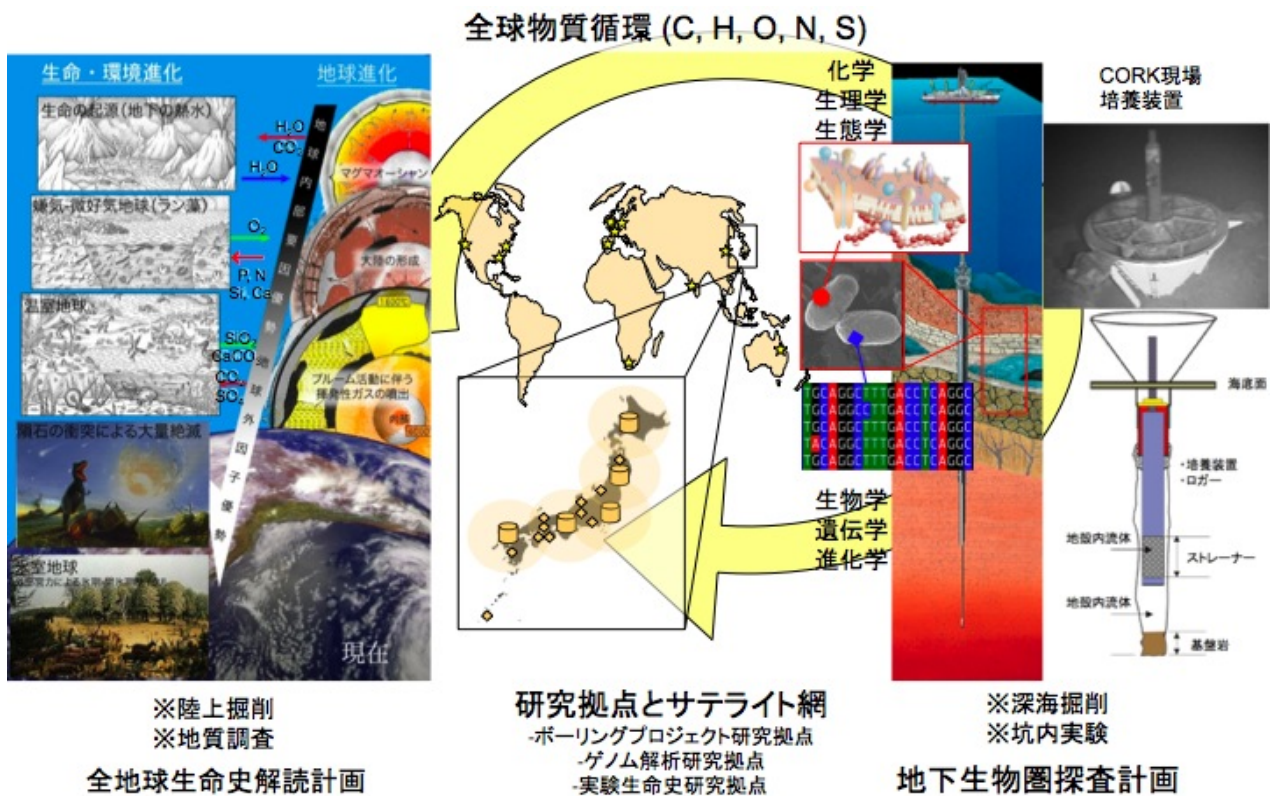
東北大学、東京工業大学、東京大学、京都大学霊長類研究所、九州大学、東洋大学、東邦大学、国立科学博物館、海洋研究開発機構などを拠点とし、多くの大学、研究機関と連携して研究を展開する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

全地球生命史計画は、科研費重点領域研究の成果に基づき、日本古生物学会、日本地質学会を中心とした研究コミュニティで研究計画が検討されている。地下生物圏探索計画は、現在、統合国際深海掘削計画において掘削提案として提示され、日本掘削科学コンソーシアムにおいても検討されている。

⑦国際協力・国際共同

統合国際深海掘削計画において、地球環境変動史研究、地下生物圏研究のマスタープランが国際ワークショップなどを経て検討されている。また、全地球生命史解読については IGC、AGU、EGU などの大規模国際会議においてワークショップが恒常的にもたれ、ゲノム科学をも巻き込んだプロジェクトとして計画案が練られている。欧米を中心に計画されている Deep Carbon Cycle プロジェクトも本計画の一翼を担う。



(4) 物質・分析科学

高強度パルス中性子・ミュオンを用いた物質生命科学研究

①計画の概要

本計画は大強度陽子加速器施設（J-PARC）の物質生命科学実験施設（MLF）の中性子散乱実験ステーションおよびミュオン実験ステーションに設置ないしは建設中のビームラインの高度化、さらには将来計画のビームラインの実現により、我が国の物質科学・生命科学分野の研究に格段の新展開を図るものである。

具体的な整備計画として、中性子に関しては当面、垂直型反射率計、極端条件下単結晶解析装置、特殊条件下構造解析装置、偏極中性子装置、中性子イメージング装置、MIEZE 型スピンエコー装置などのビームラインの建設と高度化を推進する。ミュオンに関しては、現在、低・高速ミュオンビームラインの分光器性能及び時間分解能の高度化が進行中であるが、これに加えて、超低速ミュオンビームラインの早期実現により、表面研究および顕微研究の飛躍的な発展と世界研究拠点形成を目指す。これに続いて、低速ミュオンラインの多ポート化、超高速、超低速負ミュオンビームの開発を推進する。なお、第1期の成果を踏まえて、次々期計画として、中性子やミュオンの第2ターゲットステーション建設も含めた J-PARC MLF 施設の更なる展開が想定される。



②科学的な意義

物質・生命の基礎科学は、巨視的な数の原子分子からなる多種多様な複雑系が示す多彩な性質や機能を基本原理から理解することを目指す。中性子やミュオンなどの量子ビームはそれらの研究において強力なツールを提供する。中性子は、その高い物質透過性や軽元素原子による強い散乱という特徴を有し、X線と相補的なプローブとして生体物質やソフトマターも含む諸物質の構造解析、分光解析、およびイメージングに威力を発揮する。またスピンによる静的・動的散乱を用いて磁気構造、さらにはそれらの動的側面の解明に強力な手段を提供する。ミュオンは物質の表面や内部に止まり、高感度かつ広い時間スケールで磁性を測定し、中性子散乱や核磁気共鳴と相補的に電子状態とそのダイナミクスに関する重要な情報をもたらすとともに、電子や水素に関わる物質・生命の機能に直結するユニークな情報を提供する。J-PARC の大強度ミュオンビームを用いてのみ実用化可能な超低速ミュオンは、ナノメートルスケールで表面から物質内部まで連続的に電子状態を測定することが可能な唯一の方法である。J-PARC が供給する大強度ビームは、これら量子ビームを用いた実験研究に一大革新をもたらすことが期待される。

③所要経費

I. 中性子施設整備費（建設経費 115億円、運転経費 11億円）

A) 中性子分光装置新規建設経費（6 台分）平成22年度開始、建設経費 75億円、運転経費 3 億円/年【内訳】垂直型反射率計、極端条件下単結晶解析装置、特殊条件下構造解析装置、偏極解析装置、中性子イメージング装置、MIEZE型スピンエコー装置

- B) 既設装置高度化経費 (15台分) 平成22年度開始、建設経費 40億円、運転経費 8億円/年
 【内訳】大強度チョッパー、DNA、タンパク質単結晶、中性子核断面積、基礎物理、超高分解能粉末回折計、超高压装置、高分解能チョッパー、冷中性子非弾性、小角散乱装置、反射率計、残留応力、粉末計、燃料電池回折計

II. ミュオン施設整備費 (建設経費 84.5億円、運転経費 6億円/年)

- A) 超低速ミュオン 平成23年～25年度、建設経費 20億円、運転経費 1.4億円/年
 B) 低速ミュオン 平成25年～27年度、建設経費 20億円、運転経費 1.4億円/年
 C) 高速ミュオン 平成30年～33年度、建設経費 30億円、運転経費 2.1億円/年
 D) 既設装置高度化経費 (ミュオン標的周り 1次陽子BLおよび低・高速ミュオンBL)

平成22年度開始、建設予算 14.5億円、運転経費増額分 1.1億円/年

III. 運転経費 (高度化による増額分 計20億円/年*)

- A) 中性子分光器運転経費 11億円/年 (上記 I-A)、B) の機器21台分、再掲)
 B) ミュオン実験装置運転経費 6億円/年 (上記 II-A)～D) の機器群分、再掲)
 C) 中性子・ミュオン共通運転経費 3億円/年 (業務委託費を含む)
 *3 GeVリング、リニアック、1次ビームライン、中性子・ミュオン源等、既設施設運転に関わる経費は含まれていない。

なお、将来の第2ターゲットステーション計画に関わる予算は別途検討を要する。

④年次計画

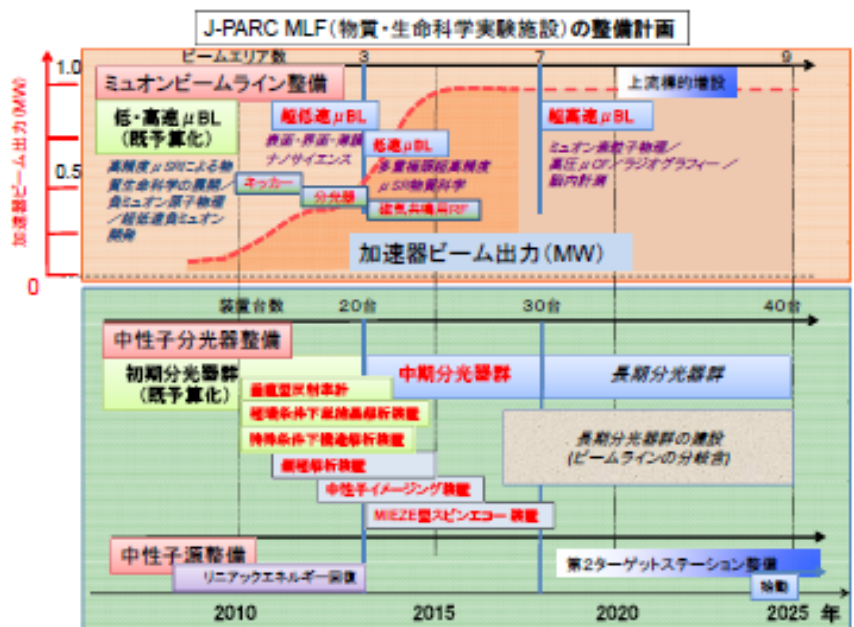
ビーム強度が所定の目標に達する平成25年から本格運用を可能とするよう、可及的速やかに建設を進める。年次整備計画を以下に示す。ミュオンに関しては超低速ミュオンビームラインの建設を最優先とする。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

JAEA、KEK 物質構造科学研究所、J-PARC センター、関連分野研究者所属大学・研究機関等

⑥学術コミュニティの合意状況等

J-PARC MLF の実験装置群整備計画については、当事者である JAEA、KEK 物質構造研、J-PARC センター、およびユーザーグループである J-PARC 利用者協議会、J-PARC 国際アドバイザー委員会 (IAC) によって検討が進められてきた。なお我が国の中性子科学の実験資源の活用に関して、ここでは J-PARC MLF のパルス中性子に関する将来計画を記したが、原子炉ベースの定常中性子源と加速器ベースのパルス中性子源の各々の特徴を最大限に生かすような調和の取れた利用体制の確立が望まれる。



⑦国際協力・国際共同

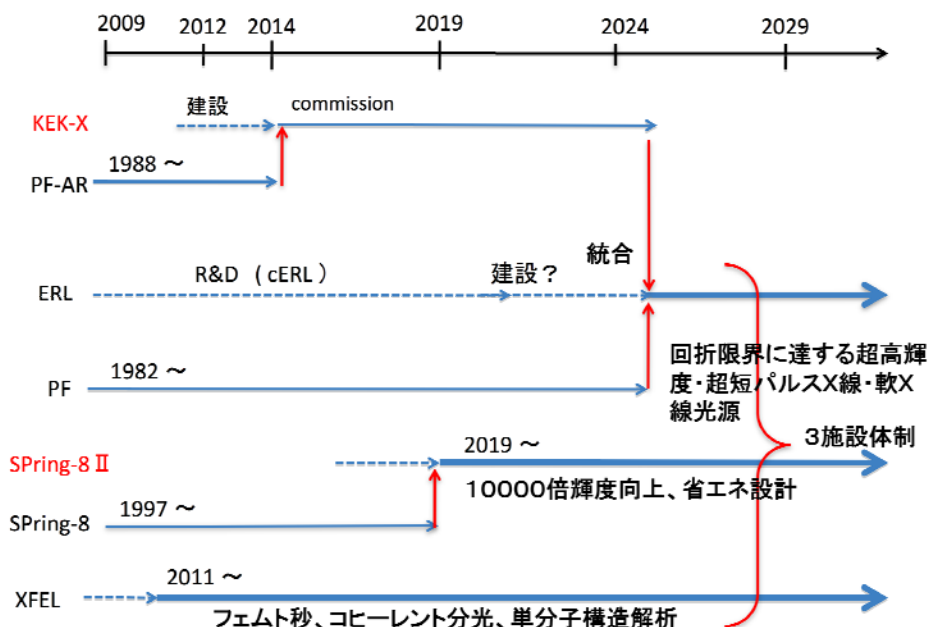
高強度パルス中性子源としては、J-PARC MLF は米国オークリッジ国立研究所 (ORNL) の SNS、英国ラザフォード・アップルトン研究所 (RAL) の ISIS とともに世界の三極をなす。ミュオン実験施設は英国 RAL、カナダ TRIUMF、スイス PSI など稼働しているが、J-PARC MLF では世界最高強度パルスミュオンや超低速ミュオンなど優れた特徴を有する装置の建設が予定されている。J-PARC MLF の整備・高度化により中性子・ミュオンを用いた量子ビーム科学で世界を先導することができる。

放射光科学の将来計画

①計画の概要

日本における放射光科学をさらに発展させるためには、リング型光源と線形型光源の2つが必要である。リング型光源については、現在、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の放射光科学研究施設(PF)とSPring-8の2つが相補的に稼働し、数多くの成果を創出している。今後も物質科学の更なる発展を支え、世界的な競争に打ち勝つためには、それぞれの光源の高度化が必要不可欠である。

1) KEK・PFについては、Super-KEKB計画と連携を取り、高エネルギー物理実験との共用リングとしてX線を含む超高輝度軟X線・VUVを供する光源を検討する。この光源が実現する場合は、現在のARリングを廃止する(KEK-X計画)。2) SPring-8については、これを改造して回折限界エミッタンスを持つ輝度1万倍のX線用蓄積リング型放射光源を実現する。併せて、可能な限りの省エネルギー設計を実施し、CO₂排出量削減、運転経費削減を目指す(SPring-8 II計画)。なお、平成31年以後のKEK-ERL(エネルギー回収ライナック)の実現に向けたR&Dを引き続き行う。線形型光源に関しては、まもなく完成予定(平成23年完成予定)のXFEL(X線自由電子レーザー)を用いて世界最高のフェムト秒、コヒーレントX線を用いた新しいサイエンスを展開する。3年程度を目安に改訂することを想定した、今後20年を視野に入れた放射光将来計画ロードマップ(線表)を図1に示す。



②科学的な意義

リング型光源計画であるKEK-X計画とSPring-8II計画は、KEK・PFとSPring-8の相補的な役割を引き続き担いながら、物質科学における基礎および応用研究を更に推進する。

1) KEK-X計画では、世界に先駆けて超高輝度X線を含む軟X線・VUV光源を実現し、ナノビームでなければ開拓不可能な不均一系の基礎研究を新しく展開できる。これにより、不均一系機能性物質の機能発生メカニズムの直接解明に必要な空間および時間軸での極めて広い階層構造の情報を得ることができる。またナノ領域における局所構造、局所電子状態を明らかにすることで、新しいナノサイエンスを推進することができる。この計画は、将来の実現を目指すERL計画への橋渡しとしての位置づけも有する。

2) SPring-8 II計画では、SPring-8の高度化により、SPring-8が支えている広範な科学技術分野をさらに強力に支えるとともに、産業利用を含む新たな応用分野が開拓できる。具体的には、化学反応中間体の解明による触媒の飛躍的な性能向上、動作中半導体デバイスの欠陥生成機構解明による高性能デバイス開発の指針提案、超高分解能フォノン分光による超伝導機構解明、など超

高輝度という特徴をフルに利用した新しい応用研究が展開できる。

一方、線形型光源である建設中の XFEL 光源においては、フェムト秒時間分解能の世界を切り開くと同時に、コヒーレント X 線を用いたイメージング、および単一分子の構造解析を実現する。さらに未知の領域であった励起状態のサイエンスを展開する。

③所要経費

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1) KEK-X 計画 | 建設経費：80 億円（運転経費：15 億円／年） |
| 2) SPring-8 II 計画 | 建設経費：400 億円以内（運転経費：60 億円／年） |

④年次計画

- | | |
|-------------------|---------|
| A) KEK-X 計画 | |
| 平成 24 年 ～26 年 | : 建設 |
| 平成 26 年 ～ | : 運転・実験 |
| B) SPring-8 II 計画 | |
| 平成 29 年 ～31 年 | : 改造 |
| 平成 31 年 ～ | : 運転・実験 |

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

理化学研究所、高輝度光科学研究センター、KEK

⑥学術コミュニティの合意状況等

ERL 計画と SPring-8 II 計画に関しては、日本放射光学会を中心として、各放射光施設およびそれらの利用者とともに放射光科学合同シンポジウムにおいて議論を重ね、将来計画の重要性が認識されている。ERL 計画に関しては、日本放射光学会の特別委員会において次期リング型光源とすることが確認されている。また、SPring-8 II 計画に関しては、これまでに世界最高の放射光源である SPring-8 の次期計画として提案され、合同シンポジウムおよび SPring-8 シンポジウムなどにおいて数多くの議論を重ね、コミュニティの合意が得られている。

KEK-X に関しては、高エネルギー物理学分野との議論が開始されており、同時に放射光コミュニティ内での議論が開始されたところである。

一方、世界 3 極（日、米、欧）の一角として XFEL に対する期待が大きい。特に超高輝度なパルス X 線、コヒーレント X 線はレーザー光のコミュニティとの連携も新しく構築されつつあり、全く新しいサイエンスの息吹、期待が強く感じられる。

⑦国際協力・国際共同

次世代蓄積リング型放射光源は、国際的に関心が高まっており、ドイツの PETRA-III がこの方向の計画として先頭を走っている。また、米国 SLAC 国立加速器研究所でも PEP-X が検討されている。Super-KEKB との連携を前提として進める KEK-X はこのような国際的な潮流の中に位置づけられ、様々な R&D を分担して行うことによって経費の削減がはかれる可能性が高く、国内及び国際的な協調を大切にしていきたい。

SPring-8 II 計画については、米国アルゴンヌ国立研究所、ブルックヘブン国立研究所、ローレンス・バークレー国立研究所、SLAC 国立加速器研究所、と連携して共同開発を実施している。また、省エネルギー化は、大型研究装置共通の課題であるが、大幅アップグレードと同時に省エネルギー化改造を実施し、CO₂ 排出量削減、運転経費削減を目指す。

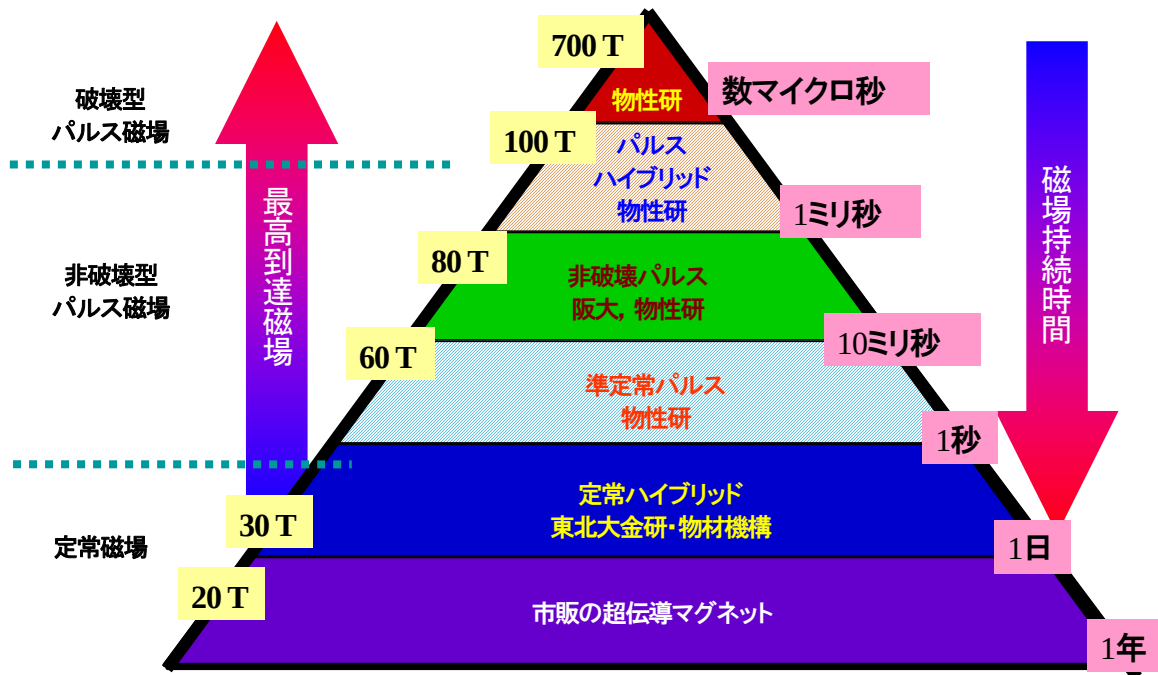
現在 R&D を進めている ERL 計画については、リング型放射光としての極限の光源性能をもった放射光施設を開発するものであり、国際的にもさきがけ的な基盤設備となる。世界的には米国のコーネル大学、APS が公式に表明しており、コーネル大学とは MOU を結んで加速器要素技術開発に関して国際協力体制を構築している。また、APS とは研究者の交流を進めてその協力関係構築準備を進めている。

XFEL については、SLAC 国立加速器研究所、Euro-XFEL と連携して実施しており、平成 23 年の供用開始に向けて順調に進んでいる。

強磁場コラボラトリー計画（次世代強磁場施設）

①計画の概要

我が国が強い伝統をもつ強磁場科学の研究を格段に発展させるべく、強磁場施設の連携によるネットワーク型研究組織（強磁場コラボラトリー）を構築し、オールジャパンの運営体制で共同利用・共同研究を推進する。具体的には、定常強磁場について東北大学金属材料研究所と物質・材料研究機構の強磁場装置を発展させた 50T ハイブリッドマグネットおよび 30.5T 超伝導マグネットを備えた強磁場施設を新設する。パルス強磁場については東京大学物性研究所を主たる拠点として整備し、破壊型で 1000T、非破壊型ロングパルスで 100T までをカバーした物性研究を実施する。大阪大学は設備の整備を行い、超強磁場・超高压・極低温の複合極限科学の拠点とする。



②科学的な意義

磁場は物性物理学、物質科学、材料工学、分子化学などにおいて重要な実験パラメータである。電子の軌道運動やスピンの磁場応答から電子構造に関する知見が得られるとともに、強磁場によるそれらの制御により新たな物質相が発現する。物性物理学においては、半導体低次元電子系における量子ホール効果（ホール伝導度が e^2/h という物理定数に量子化される現象）、分子性導体における磁場誘起超伝導、さらにはグラフェン（単層グラファイトシート）において実現される相対論的エネルギー分散関係をもつ電子（ディラックフェルミオン）の特異的な挙動等、強磁場特有の多彩な現象が発見され研究されている。しかしながら、現在発生可能な最高磁場をもってしてもある種の磁性体中のスピンに対する実効内部磁場には未だ及ばない、といった状況であることから、より強い磁場のフロンティアを追求することには大きな意義がある。一方、定常強磁場は、材料研究分野における超伝導体の特性評価や、環境・エネルギー分野において重要な種々の機能材料の強磁場 NMR による分析などに関して、その必要性が高まっている。無機材料の高分解能構造・機能解析は、30T 以上のノイズの少ない高品質な強磁場下でのみ可能となることから、定常強磁場の必要性が以前にも増して高くなっている。

③所要経費

A) パルス強磁場

建設・整備費： 75 億円（直流発電機、コンデンサバンク、その他）

【内訳】 ロングパルス用直流発電機（25MW/20MJ、東京大学物性研究所）、ロングパルス用

コンデンサ電源 (20kV/5MJ、東京大学物性研究所)、複合極限用コンデンサ電源 (15kV/10MJ、大阪大学)、破壊型パルス強磁場用コンデンサ電源 (50kV/10MJ、東京大学物性研究所)

維持運営費 : 8 億円/年

B) 定常強磁場

建設・整備費 : 225 億円 (建屋、電力設備、各種マグネット、その他)

【内訳】 52MW 直流電源 (650V/80kA)、50T ハイブリッドマグネット、40T 水冷マグネット、35T 水冷マグネット、30.5T 超伝導マグネット、水冷マグネット用冷凍機、超伝導マグネット用ヘリウム冷凍機

維持運営費 : 22 億円/年



④年次計画

パルス強磁場 : 平成 23 年 破壊型パルス強磁場用コンデンサ電源整備、平成 24 年 複合極限用コンデンサ電源整備、平成 25 年 ロングパルス用コンデンサ電源整備、平成 26 年 ロングパルス用直流発電機整備

定常強磁場 : 平成 23 年ー24 年 設計、平成 25 年ー27 年 建設、平成 28 年 試験運転、平成 29 年 供用開始

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

パルス強磁場 : 東京大学物性研究所、大阪大学極限量子科学研究センター、

定常強磁場 : 東北大学金属材料研究所、独立行政法人物質材料研究機構

⑥学術コミュニティの合意状況等

強磁場科学の研究者コミュニティでは強磁場フォーラムを組織し、将来計画の議論を重ねてきた。本計画はそれに基づくものであり、各々の特徴と役割分担をもつ強磁場施設の連携により、オールジャパン体制で強磁場科学を推進するとともに、将来を担う高度の技術者・研究者の育成を図る。

⑦国際協力・国際共同

米国では国立強磁場研究所(NHMF)、欧州では仏・独・蘭に存在する強磁場施設の統合に向けた動きがある。また中国においても欧米に匹敵する規模のパルス強磁場施設(武漢)が稼働を始めるなど国際的な競争は激化している。我が国の強磁場コラボラトリーはこれら世界の有力強磁場実験施設と競いつつも協力体制を構築し、国際的な役割分担による強磁場科学の発展を担う。

物質開発ネットワーク拠点

①計画の概要

興味深い性質をもつ新物質の開拓や試料の高品質化は物質科学の根幹であり、我が国が世界をリードしている分野である。この優位性をさらに確立するために、新物質探索活動を組織的に支援する体制を整備する。物質科学分野の共同利用・共同研究拠点等を中心としたネットワーク型の連携組織を構築し、新物質探索、高品質試料作製を支援するとともに、構造解析、物性評価を迅速かつ効果的に行なう体制を整える。

また新物質に関する学術情報を整理し、物質開拓活動にフィードバックする。物質開発の有力な手段でありながら個別研究グループでは維持・運営が困難である高圧合成や超薄膜作製・微細加工などの設備は、地域性を考慮した拠点において整備することが有効である。

このような試みは今まで例がなく、物質開拓を大規模研究として組織的に実施することはこの分野における我が国の優位性を更に増進することとなる。

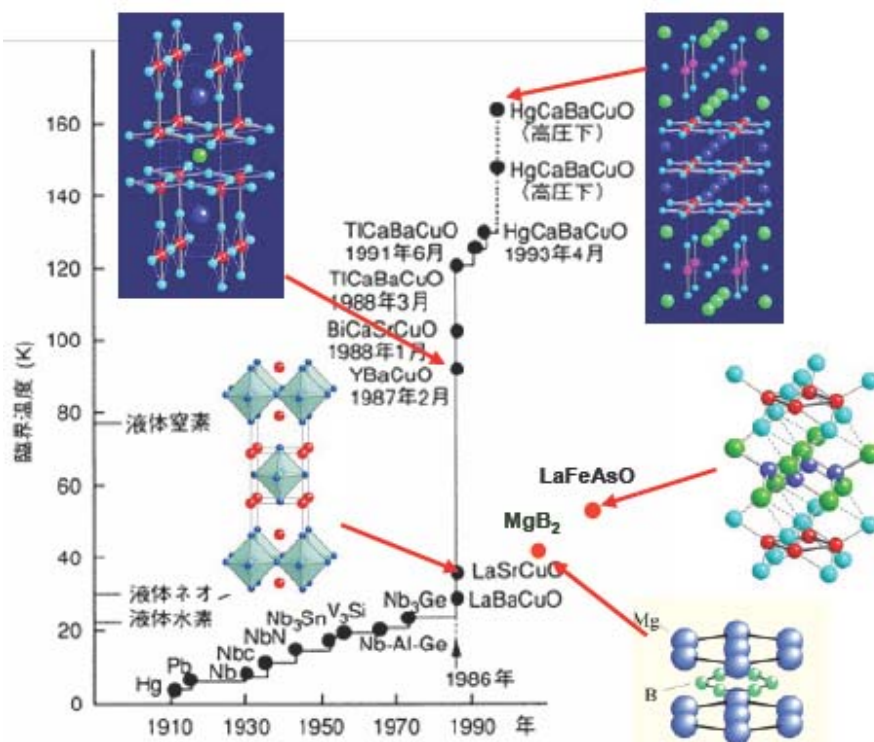
②科学的な意義

新物質の発見によって物性科学の新たな分野が築かれた事例は数多い。記憶に新しいところでは、銅酸化物の発見から始まった高温超伝導研究が物質開拓の機運を生み、硼化物系や鉄系酸化物の発見によって更なる発展を遂げた経緯が好例である。このような新しい物質の探索は、これまで個々の研究者の創造性にもとづく活動として行われてきたが、今後は、多くの研究者が連携し、系統的に行う努力が必要である。そのための拠点形成と研究者間の連携は、これからの物質科学を育てていく上で必要不可欠な作業と言えよう。物質科学において、新物質の発見が研究の展開を一変させた例は、高温超伝導をはじめとして枚挙に暇がない。物質としては既知であっても、大型純良単結晶や超高純度試料など試料の質の格段の向上によって研究が新たな局面に展開することや、高圧など新たな物理環境において新奇物性が見出されることも少なくない。物質科学においてはまさに「試料を制するものは研究を制する」のである。物質開発は、関連研究者の独自の発想による研究活動に機動的に対応できるよう、地域性も考慮した分散型ネットワーク拠点による支援を行なうことが望ましい。また、物質開発・物性評価に活用できる装置群の情報を集約し、必要に応じて利用を可能とする情報ネットワークと共同利用・共同研究体制を整備することによって、既存設備の有効活用を図ることも重要である。

③所要経費

装置整備費 : 約 10 億円 × 5 拠点

各拠点に 10 億円規模の投資を行い、物質開発・物性評価に必要な機器設備群*を既存設備の有効利用にも配慮しつつ、各拠点の特徴が発揮されるよう整備する。さらにそれらの拠点を中心とするネットワークを構築し、物質開発に関する情報を集約することにより、物質開発研究を



組織的に支援する。

* 高分解電子顕微鏡、X線結晶解析装置、元素分析装置、走査プローブ顕微鏡、高圧合成装置、高圧下物性測定装置、磁化測定装置、電流磁気効果測定装置、フーリエ分光装置、光学特性測定装置、磁気共鳴測定装置、超薄膜成長装置、微細加工設備など。

運営費 : 各拠点 1億円/年

④年次計画

1年程度の全体調整および運用体制検討期間を経て、平成23年度から5ヵ年計画で整備を進める。

⑤提案する中心的実施機

関または実施体制

物質科学分野の共同利用・共同研究拠点である東京大学物性研究所、東北大学金属材料研究所、京都大学化学研究所、物質デバイス領域共同研究拠点（北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学資源化学研究所、大阪大学産業科学研究所、九州大学先導物質化学研究所）、および関連分野の研究開発独立行政法人である物質材料研究機構。



⑥学術コミュニティの合意状況等

個別の研究グループの活動である物質開発を組織的に支援することによって我が国の物質科学の優位性を確立するという考え方は、「物性研究拠点整備計画」などにおいて検討されてきた。具体的な検討は物性コミュニティを代表する物性委員会の責任において、日本学術会議物理学委員会物性物理学・一般物理学分科会や物理学会の関連領域とも連携して進める。

⑦国際協力・国際共同

物質開発研究は、物質作製と物性測定の研究協力によって推進されることが多く、そのような研究協力は国内・国際を問わず個別の研究者間のコミュニケーションベースで行なわれている。それらを十分に尊重した上で、多くの研究者の自由な発想による多様な試みを必要とする物質開発研究活動を更に加速するという観点から、研究資源や物性データに関する情報を整備するなど組織的な取り組みを我が国が先導して行なうことは有意義であり、物質開発に関して国際的優位性をもつ我が国が主導して物質開発ネットワークを世界に広げて行くことは物質科学の発展に大きく寄与することとなる。

関連資料

- [1] 「物性研究拠点整備計画」日本学術会議 物理学研究連絡委員会 報告（平成8年12月）
- [2] 「物性研究拠点整備計画の具体化に向けて」日本学術会議 物理学研究連絡委員会 物性物理専門委員会 報告（平成12年5月）

(5) 物理科学・工学

B ファクトリー加速器の高度化による新しい物理法則の探求

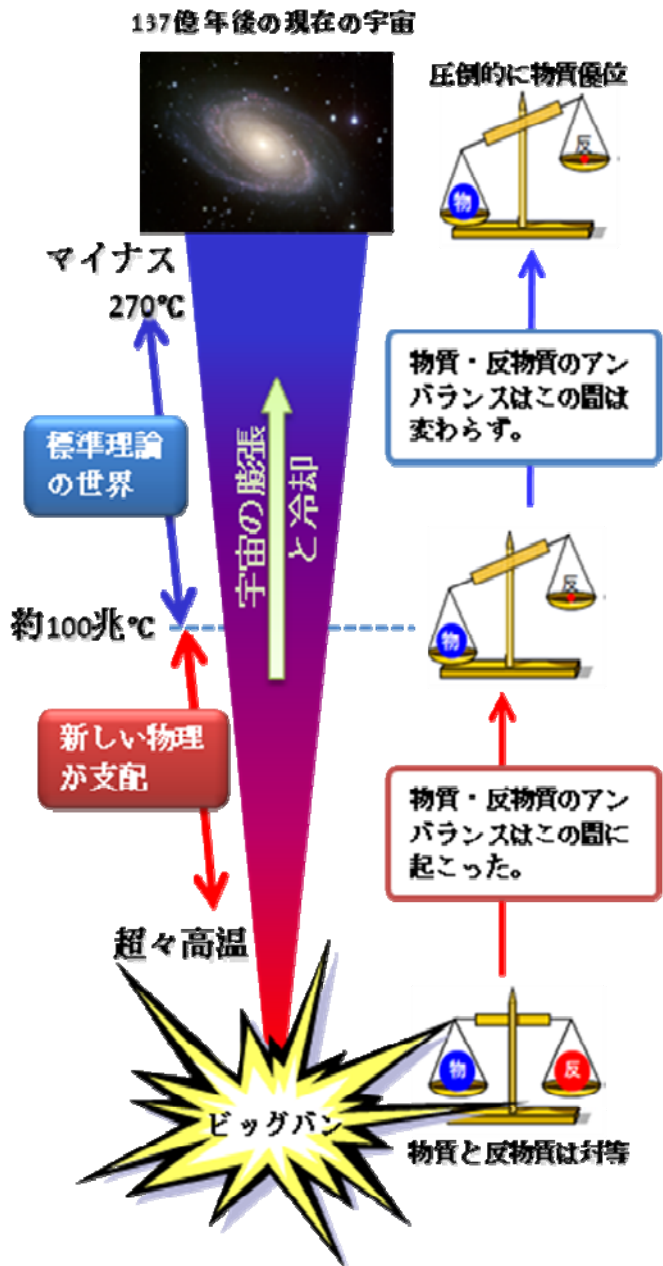
①計画の概要

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) B ファクトリー (KEKB) はこれまでの研究で小林・益川理論の実験的検証に成功し、この結果は平成 20 年の小林、益川両氏のノーベル物理学賞につながった。この理論は、素粒子 (クォーク) の反応における粒子と反粒子の対称性の破れ (CP 非対称性) の起源を説明するが、宇宙進化の過程において反物質が消え去った理由は依然として謎のままである。そこには、現在の素粒子理論の枠組みを超えた未知の物理法則が関与したと考えられている。本提案では、KEKB のビーム衝突性能をこれまでの 40 倍に増強することによって、宇宙初期に起こったはずの極めてまれな現象を再現、そこに現れる未知の粒子や力の性質を明らかにし、新しい物理法則の全容解明を図る。さらにこれによって、宇宙から反物質が消えた謎に迫ることを目標にする。

このために、KEKB 加速器の入射器、ビームパイプ、電磁石などに大幅な改造を施し、ビーム衝突点でのビームの太さを 50 ナノメートル (現行は 1 ミクロン) に絞ると同時に、ビーム電流を 2 倍に増強する。また、あわせて反応を測定する測定器に、高い反応率のもとで高精度の測定が可能となるように改造を施す。

②科学的な意義

素粒子物理学においては、これまで数百ギガ電子ボルト以下のエネルギースケールに適用できる物理法則として標準理論が確立されており、ほとんどの実験結果はこの理論によって理解することができる。しかしながら、宇宙の全エネルギーの 96% を占めるといわれる暗黒物質・暗黒エネルギーの正体や宇宙から反物質が消え去った理由、物質の質量の起源など、人類の自然理解の根幹にかかわる謎は標準理論では未解決のまま残されている。これらはテラ (10^{12}) 電子ボルトを超えた世界を支配する未知の物理法則を明らかにすることで解明されと考えられている。新しい物理法則の有力候補の例として、超対称性理論がある。この理論では、現在知られているすべての素粒子に対応して、「超対称性パートナー」と呼ばれる新しい粒子が存在している。その結果、標準理論の理論的不十分さを補うと同時に、前述の大きな謎に解決の鍵を与えと考えられている。世界の素粒子研究の最前線は、このような新しい物理法則の発見・解明である。本研究計画は、これまでの KEKB 実験で得られている標準理論だけでは説明が困難な現象を突破口として、新しい物理法則を探索し、そこに現れる新粒子の性質、相互作用、混合現象、CP 非対称性などを明らかにする。これによって、新しい物理法則の解明に本質的な役割を果たすと同時に、宇宙から反物質が消え去った理由を解明することが期待される。



加速器を用いた研究によって、高いエネルギーにおける物理法則を明らかにするための一つのアプローチは、高エネルギーの加速器を建設し、大きな質量をもつ新粒子を直接作り出してその性質を調べることである。欧州合同原子核研究所（CERN、スイス）で稼働が開始した大型ハドロン衝突型加速器（LHC）はこの例である。もう一方のアプローチとしては、エネルギーは低くても高い強度のビームによって、きわめて稀な現象を研究することで超対称性粒子などの性質を調べるビーム強度フロンティアの手法がある。素粒子研究においては、エネルギーフロンティアとビーム強度フロンティアの研究は互いに競争しながら、かつ相補的に現在の素粒子像を明らかにしてきた。ビーム強度フロンティアの手法では、重い粒子が関与する反応ほど反応が起こる確率が低く、したがって、多く実験データが必要である。KEKB では、これまで B 中間子などの崩壊において稀な現象を観察する実験を行い、標準理論に現れる粒子の性質を解明してきた。今後研究対象となる超対称性粒子などは標準理論に現れる粒子に比べて非常に重いことから、この研究のためには、これまでと比べてはるかに多くの実験データを必要とする。したがって、本研究計画では、現 KEBK の衝突性能をさらに 40 倍に高めることで、B 中間子や τ レプトンなどの極めて稀な崩壊現象の精密測定を可能にする。この結果、世界に先駆けてごく初期の宇宙を支配した新しい物理法則を解明することができ、さらに、宇宙から反物質が消え去った理由の解明や、宇宙暗黒物質の正体・起源を明らかにすることもつながるデータを得ることができる。このように本研究計画による新しい物理法則の発見と解明は人類の自然理解を大きく飛躍させるものである。

③所要経費

改造費用総額：350 億円、運転経費等：70 億円/年、7 年間

④年次計画

平成 22～31 年度

（具体的な計画）

平成 22～25 年度：建設期

この間、継続的に入射器、ビームパイプ、電磁石、衝突点などの加速器の構成要素の改造を行い、これと並行して測定器の改造を行う。平成 24 年度末から試運転を開始し、平成 25 年度中旬に物理実験を開始する。

平成 25～32 年度：運転期

物理実験を継続して行い、平成 32 年度までに現行の 50 倍のデータ量を蓄積する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

高エネルギー加速器研究機構：加速器の改造、測定器の基幹部分の改造

これに加えて、国内では東京大学、名古屋大学、東北大学など多数の大学が参加し、新しい測定器の建設、データ解析などを分担する。国外からもアメリカ、ヨーロッパ、アジア諸国、オーストラリアから 30 あまりの大学・研究機関が参加し、KEK や国内の大学と共同で実験の建設、遂行、結果発表などを行う。

⑥学術コミュニティの合意状況等

国内の実験素粒子物理学の研究者の団体である高エネルギー物理学研究者会議は平成 18 年に、ボトムアップ過程によって、ILC によるエネルギーフロンティアでの研究を最重要課題とし、ILC の実現を目指した技術開発と同時に、高度化した KEBK と J-PARC での研究を推進し、長期にわたって日本が世界をリードし続けるためのロードマップを策定した。これを受けて、KEK は平成 20 年に 5 カ年の研究計画を具体的にまとめ、このなかで、KEKB の高度化を高い優先度で実施するとしている。

⑦国際協力・国際共同

従来 KEBK における Belle 実験グループは世界 15 ヶ国 59 の大学・研究機関から参加する約 400 名の研究者で構成される国際研究グループであったが、ここで提案する高度化計画に伴ってこのグループを拡大・再編することとしている。新しいグループ BelleII は最終的に 600 人をこえる研究者の参加と財政的貢献も含んだ研究実施組織へと成長することが見込まれている。

J-PARC 加速器の高度化による物質の起源の解明

①計画の概要

J-PARC（大強度陽子加速器施設）加速器において

- 1) 主リング加速器ビーム強度を現在の設計強度である 0.75 メガワットから 1.7 メガワット以上に増強する。
- 2) ニュートリノビームラインを大強度ビームに対応可能なように高度化する。
- 3) 原子核素粒子実験施設の拡張とビームラインの整備・高度化を行う。

これによりニュートリノ、K 中間子、ミュー粒子などのビームを用いた素粒子原子核実験を世界最高感度で行う。この J-PARC 加速器高度化により我が国が主導してきたニュートリノ研究、K 中間子の希崩壊、ハイパー核（ストレンジネス量子数を持った原子核）の系統的研究をはじめとする実験研究とともに、大強度ビームを利用した新たな研究を、将来にわたって牽引し発展させ、物質の起源を素粒子物理と原子核物理によって解き明かすことを目的としている。

原子核の構造や反応の全容を明らかにするには、素粒子クォークどうしを束縛し、核子（陽子と中性子）を含むハドロンと呼ばれる粒子群生成の起源である強い相互作用の詳細な研究が必須である。元素、そして物質の形成仮定の理解とは、原子核形成過程の理解であり、ハドロン物理の研究は宇宙の元素形成史の解明に必須である。また、最近の素粒子理論によるとビッグバンにおいて、物質と同量だけあったはずの反物質が現宇宙に存在しない理由は、ニュートリノの持つ性質にあるという。これら、宇宙の物質形成史や反物質消滅の謎を高度化された J-PARC 加速器を使って解明することができる。

②科学的な意義

前世紀における原子核素粒子物理学の進展により、人類の自然観は大きな変革を遂げたと言える。ギリシャ哲学に始まる原子論に基づく物質観は、6 種類のクォークと 6 種類のレプトン（電子、ミュー粒子、ニュートリノなど）にもとづく素粒子の標準模型として確立した。物質形成の歴史は、宇宙発展の歴史でもある。

我々は物質の起源を考えることで、宇宙の歴史を遡行し、現在の物質に満ちた宇宙を説明するには、二つの問題を明らかにする必要があると考えるに至った。

一つは、クォークを物質の基本粒子である陽子・中性子の中に閉じこめる強い相互作用の基礎研究、つまり物質形成に関する研究、そしてもう一つは宇宙初期には同数あったはずの粒子・反粒子の間の非対称性（CP 非保存）を生む機構、つまり物質／反物質の非対称性の起源の解明である。

前者の問題に対しては、本提案による J-PARC 高度化で可能になる多彩な実験で新粒子探索、高密度核物質の再現、また質量などの基本的属性の変化を調べる事で解明を目指す。既に兆候が報告されるこれらの問題に対して、本計画による研究はより明確な回答を与えることが出来ると期待される。

後者に対しては大強度化で可能になる精密実験で精査する。現在の物質／反物質の非対称性を説明するには、クォーク混合によって CP 非保存を産む小林・益川理論を 10 桁上回る効果が必要とさ



れる。クォーク混合の精査はK中間子を用いて深化させる。既に大きな混合があるニュートリノも大きなCP非保存の起源として精査する。さらに中性子の電気双極子モーメントの精密測定でCP非保存の理解を深める。そして、ミュー粒子の崩壊様式や属性の精密研究は、CP対称性に関わらず新しい物理現象探索の場として極める。

このような多様な精密実験は日本のJ-PARC加速器によって先鞭がつけられ、それを欧米が急速に追う展開になっている。J-PARC施設を高度化して世界最高感度の実験を行い、新たな発見を続けることで国際的なリーダーシップを発揮することができる。また、高度な基礎科学研究を担う若手研究者の持続的育成は、世界最先端の魅力的な研究の場で、継続的に行うことで初めて可能となる。従って、次世代の国際的リーダーを輩出する場としても本計画の意義は大きい。

③所要経費

建設費：380億円（内訳：主リング加速器ビーム強度増強（90億円）、ニュートリノビームライン改良（60億円）、原子核素粒子実験施設拡充（ハドロン施設（100億円）、ミューオン・中性子（130億円））、

運転経費等：25億円/年、5年間

④年次計画

平成22～31年度

（具体的な計画）

平成22-23年度：ビームラインと実験計画の策定、施設高度化の設計と開発研究、および建設の開始。

平成24-25年度：施設の本格的建設

平成26年度：施設運転の調整

平成27-31年度：実験の遂行

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

高エネルギー加速器研究機構（KEK）が中核拠点として、日本原子力研究開発機構と共同で実施する。原子核素粒子実験施設拡充のハドロン部分については、理化学研究所仁科加速器研究センターが主体的に参画する可能性が高い。その他、大阪大学核物理研究センター、東京大学宇宙線研究所などが参画する可能性がある。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、素粒子分野、原子核分野のコミュニティのボトムアップの議論を通じ、そのサポートを得て提案するものである。両分野合同のシンポジウムを開催し、その後もコミュニティからの選出委員で構成される高エネルギー委員会、核物理委員会における議論を経て、今回の提案に至った。素粒子分野コミュニティでは、主リング加速器ビーム強度の増強を、近々の最優先事項と考えている。また、原子核分野コミュニティでは、原子核素粒子実験施設のうち、ハドロン部分拡充を、最優先事項と考えている。

また、当該実験施設は、当初から拡張性を阻害しないように設計されていて、例えばハドロン実験施設におけるビームダンプの移設機構などはすでに現施設に組み込まれている。その後の実験提案によって必要となった部分に関しても、新しい技術の開発研究、国際共同研究グループの編成、施設の詳細設計などを既に進めている段階である。従って、予算措置とともに本計画を開始出来る状況が整っている。

⑦国際協力・国際共同

J-PARCの素粒子原子核実験施設では、T2K実験の12カ国62機関、約500人による国際共同研究に始まり、様々な規模の国際協力で研究が推進されており、米国や欧州、アジアの研究者が多数参加して実験が行われている。本計画では、この優位な基盤を確固たるものとすることで、海外の研究者を一層引きつけ、本施設を世界的研究拠点としてより一層発展させることを目指す。欧米で策定中の将来計画に対してJ-PARCが優位性を保つためには、内外に開かれた体制で国際的レベルでの情報交換、共同研究促進、若手育成における協力体制の構築などを持続的に行う必要がある。加速器、ビームライン、標的などの基盤施設を、実施機関が整備し、魅力的な研究が可能になる事を明確に打ち出す事が、国際協力の成功の鍵といえる。

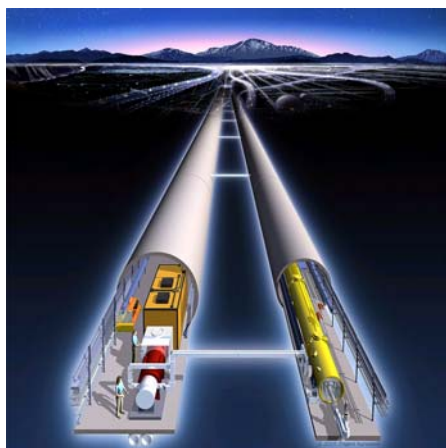
国際リニアコライダーの国際研究拠点の形成

①計画の概要

国際リニアコライダー (ILC) は、アジア・欧州・北米 3 極の素粒子物理研究者の国際協力により実現を目指している最高エネルギーでの電子・陽電子衝突実験である。衝突エネルギーは 200GeV～500GeV の領域を網羅し、将来は 1000GeV への拡張の可能性も視野に入れ設計している (GeV はギガ電子ボルト)。従来の円形の電子・陽電子加速器は、放射光放出によってエネルギーに限界があったが、これを突破するため、放射光放出の無い直線型の加速器を全長約 30km の地下トンネルに配置して、電子と陽電子を逆方向から加速して正面衝突させる。ILC 加速器に関して行なってきた技術開発のポイントは、超伝導を用いた加速装置の性能向上および粒子ビームの太さを非常に細くして粒子密度を増やし衝突頻度を大きくして建設コストおよび消費電力を下げることにある。平成 24 年にはこれらの技術開発・設計最適化を踏まえて工学設計書を完成する。最近の素粒子物理学の重要な発展は、電子・陽電子コライダーとハドロンコライダー両者での研究の相乗効果によって成されてきた。欧州 CERN 研究所で稼働を開始した陽子衝突実験 LHC が特異な新粒子・新現象を広いエネルギー領域において発見し大局を俯瞰するのに適しているのに対し、ILC は素粒子同士である電子と陽電子の衝突により全エネルギーが素粒子反応に用いられ、素粒子反応の素過程を直接観測する事が可能である。この特性により新しい物理原理を直接決定することができる。ILC は特にヒッグス粒子およびトップクォークのファクトリー (生成工場) として、これらの素粒子に関する詳細研究が行えるはじめての加速器となる。電子・陽電子コライダーでのみ可能な詳細研究によって、素粒子物理学の標準理論を越えた新たなパラダイムの構築を目指す。反応エネルギーがコントロールされた環境の元で極初期の宇宙の状態を再現し、宇宙の真空の構造、暗黒物質の正体、宇宙初期当時の物理法則を解明することで宇宙の進化の大きな謎に迫る。大型研究計画である ILC は、素粒子・宇宙の研究から人類の新たな自然観を創成することが期待されるだけでなく、技術開発・製造の過程においては幅広い分野において超伝導技術をはじめとする多くの先端技術の新展開を促進し、さらに国際的協力のもとに学術・教育・技術の集積する新たな国際研究拠点を構築することになる。

②科学的な意義

ILC での実験は多目的であり、素粒子物理の根幹をなす多くの発見がもたらされると考える。ILC の特徴は物理原理の決定能力と衝突エネルギーを遙かに超える超高エネルギーまで見通せることにある。とりわけヒッグス機構あるいはそれに代わる素粒子の質量の起源の詳細を明らかにし、これにより南部理論による真空の自発的対称性の破れを理解することが出来る。強い相互作用によるノイズにより LHC では発見・研究が困難である現象でも ILC では最大エネルギーの閾値以下に存在する現象をすべからず発見し詳細研究を行なえる。例えば、超対称性粒子がエネルギー閾値以下にひとつでも存在すれば、その詳細研究から暗黒物質の正体を決定できる。超対称性理論や余剰次元理論などの標準理論を越えるより基本的な物理法則の決定、更には現在の理論では予想だにされていない新粒子や新現象の発見の可能性もある。さらに、LHC と ILC の結果を合わせることで大統一理論など衝突エネルギー



左上：ILC加速器概要
右上：開発中の超伝導加速器 (KEK)
下図：加速器トンネル内部の様子



を遙かに超えるプランクスケールまでの物理法則や極初期の宇宙の解明への道が実験的に決定される可能性を持つ。

③所要経費

建設総額：約 6700 億円、運転期経費：約 200 億円/年。拠出額は三極で分担。建設期はホスト領域が 50%を拠出すると年間予算総額 340～480 億円規模。他の参加国が残りをも分担（例えば約 10%/国）。ただし、設計の改良および LHC の初期の結果により ILC の加速器の衝突エネルギーの最適化が可能で、これによるコスト低減を目指している。

④年次計画

平成 24～47 年度

（具体的な計画）

平成 24 年度：工学設計書の完成。これから 3 年でサイト決定など国際的合意が出来たとして、

平成 27 年度：ILC 加速器及び測定器の建設を開始。建設期間は 7 年～10 年

平成 37～47 年度：ILC の運転・データ解析

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

加速器開発及び建設は参加研究機関による国際協力により実施する。国内の加速器開発・建設の中核機関は高エネルギー加速器研究機構(KEK)。国内の大学研究機関は物理実験の測定器開発・建設と物理解析を主に担当。海外を含め千人以上、300 を越える研究機関（国内：東北大学、東京大学、名古屋大学、信州大学、京都大学、広島大学、神戸大学、広島大学、佐賀大学等、約 40 機関）が設計段階から参加。

⑥学術コミュニティの合意状況等

我が国では平成 18 年に高エネルギー物理学研究者会議（研究者コミュニティ）でのボトムアップ過程によって ILC によるエネルギーフロンティアでの研究を学術的最重要課題とし、ILC の実現を目指した技術開発と高度化した KEKB と J-PARC での研究を推進し、ILC の実現・研究に至る長期にわたって日本が世界をリードし続けるための全体ロードマップを策定した。世界的にも平成 12 年から平成 14 年にかけて、アジア、欧州、米国の 3 極の素粒子物理研究者コミュニティにおいて、素粒子物理学分野の LHC の次に建設する大型基幹計画は電子・陽電子リニアコライダーであり世界が協力して実現を目指す、という国際コンセンサスを得た。これを受けて平成 14 年には国際将来加速器委員会（ICFA）が ILC の実現を目指した研究者による国際協力体制を創った。政府関係の情報交換の場（FALC）および平成 17 年には世界の大型加速器を持つ素粒子研究拠点を中心とした国際加速器設計チーム（GDE）が創成され、平成 19 年には基本設計を終了。現在は産学連携を進め製造に向けた技術開発および工学設計を進めている。現在までの実験および理論により絞り込まれている質量領域にヒッグス粒子などの新粒子が存在すると考えられているが、エネルギーが現在の設計基準とする 500GeV では新粒子・新現象に届かない可能性はゼロではない。この場合に備え KEK では超伝導加速の加速能力を上げる研究を進めている。

⑦国際協力・国際共同

現在、ILC での物理研究、加速器および測定器の設計開発の全てはアジア・欧州・北米の 3 極がまとめ研究の大規模な国際協力による共同研究で推進している。計画の全体統括は世界の高エネルギー物理コミュニティを代表する ICFA が行っており、その元に加速器技術開発のための国際設計チームおよび測定器・物理研究部門が置かれている。加速器技術開発における開発拠点を KEK（アジア）、DESY（Deutsches Elektronen-Synchrotron：欧州）、フェルミ国立加速器研究所（FNAL：北米）に設置している。我が国はアジアの開発拠点としての KEK を中核に最重要技術である超伝導主線形加速器およびナノメートルサイズのビーム制御システムの開発において主導的な役割を担ってきた。この超伝導加速技術を用いた放射光施設がドイツで建設中であり、米国でも陽子加速器計画と兼ねた大規模の開発を進めている。測定器開発においては 2 つの大型国際協力による提案が設計を進めている。これらの技術開発・設計最適化を踏まえて工学設計書を 2012 年に完成する。

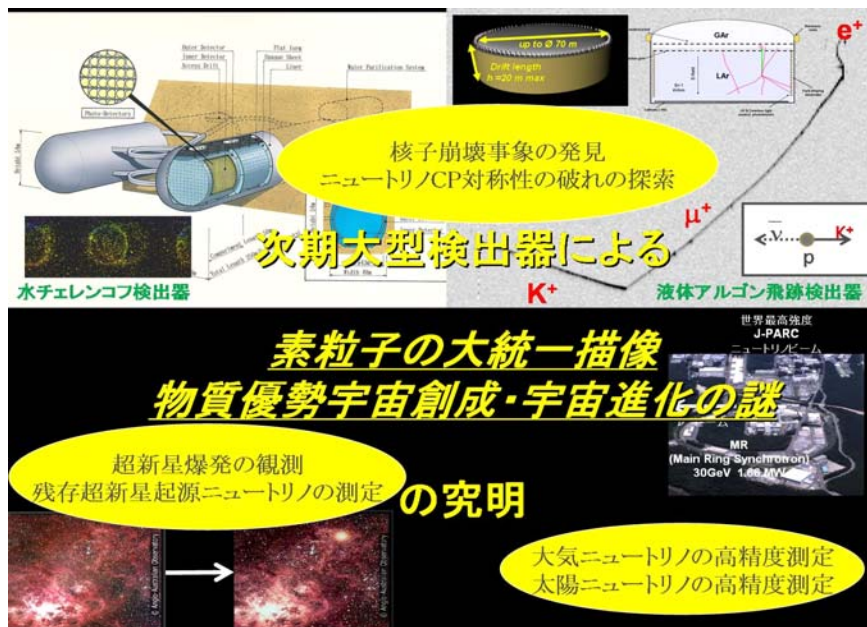
大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験

①計画の概要

本研究計画はスーパーカミオカンデの 20 倍となる 100 万トン級水チェレンコフ検出器、および 10 万トン級液体アルゴン検出器を用いて核子崩壊の発見を目指すと同時に、加速器・宇宙ニュートリノを用いたニュートリノの精密研究やニュートリノ天文学研究を行い、素粒子物理学の新たな展開や天文・宇宙物理学に新たな知見をもたらすことを目指す。

②科学的な意義

実験事実裏付けられた素粒子の描像は極めて精緻なものとなり、エネルギーのスケールでは 10^{11} 電子ボルト (eV)、大きさでは 10^{-17} m の極微のスケール、そして宇宙の進化においては、ビッグバンシナリオでの宇宙の開闢から 10^{-10} 秒以降の領域の基礎物理法則をほぼ完全に理解しきったと言える。しかしながらさらなる極微の領域においては人類の知的好奇心に訴える謎が未だ多く存在する。本研究の科学的意義は、大型先端



検出器を活用して、1) 核子崩壊現象を発見し、素粒子の新たな統一描像いわゆる大統一理論を確立し、2) 大強度陽子加速器施設 (J-PARC) における世界最高強度ニュートリノビームとの組み合わせにより、レプトン (電子やニュートリノなど強い相互作用をしない素粒子の総称) 反応の粒子反粒子対称性 (CP 対称性) の破れを発見し、小林・益川機構以外の CP 対称性の破れを見出すことにより、宇宙において、なぜ物質と反物質が同等に存在せず物質だけに偏っているのかという謎を解明することである。大統一描像の検証は、エネルギーのスケールでは 10^{25} eV、大きさでは 10^{-30} m のスケール、そして宇宙の開始から 10^{-36} 秒の領域を一気に解明することを意味する。更には、超新星爆発で生成されるニュートリノや、大気や太陽から飛来するニュートリノの精密観測により“宇宙創成の謎”にせまるべく、ニュートリノを使った素粒子・天文・宇宙物理学を展開する。

核子 (陽子と中性子) 崩壊の探索は、カミオカンデ、スーパーカミオカンデにより日本が世界を主導しており、核子の寿命が 10^{33} 年以上であることまではわかってきた。大型先端検出器の実現により、さらなる長寿命領域が探索可能となり、かつ、他の測定器技術の追随を許さない粒子識別・測定能力により、測定器内で起こるあらゆる核子崩壊のパターンを高効率で同定することが可能となるため、核子崩壊現象の詳細にわたる情報が得られる。高い粒子測定能力は、核子崩壊シグナル事象をバックグラウンドからはっきりと弁別可能とし、実験結果の質を高める。探索可能領域は、代表的な崩壊モードである、陽子から陽電子と中性パイ中間子への崩壊モードに関して 10^{35} 年以上に至ると期待される。これまでに、 10^{11} eV レベルまでの高エネルギー加速器実験の測定結果から、大統一理論は超対称性を持つべきであると結論されている。超対称性とは、大統一と共にその実在性が期待されている、標準理論を超えるためのガイドラインであり、全ての素粒子に対して、そのスピンが $1/2$ だけ違うパートナーが存在するということを预言する体系である。この超対称性を持つ大統一理論においては、多くのモデルで、陽子がニュートリノと荷電 K 粒子に崩壊する過程の部分寿命が 10^{35} 年以下であると主張されており、これが事実であれば、大型先端検出器で確実に信号事象をとらえる事ができる。

CP 対称性の破れは、大強度加速器実験によって、素粒子のメンバーであるクォークの世界におい

てはその存在が確立し、小林・益川機構によりよく説明される。しかしながらこの現象を反物質のない宇宙を作るに必要な CP 対称性の破れと直接関係づけるには至っておらず、他の CP 対称性の破れの起源の更なる追求、特にクォークと共に物質の構成要素であるレプトンの世界における CP 対称性の破れの追及が注目されている。現在、J-PARC で進行中のニュートリノ振動実験から期待される成果が得られ、かつ、大型先端検出器と J-PARC 大強度高品質ニュートリノビームの組み合わせが実現すれば、世界に先駆けてレプトンの一種であるニュートリノの関与する過程における CP 対称性の破れの発見が可能となり、基礎物理学の金字塔となる。

③所要経費

建設費：500－750 億円、
 運転経費等：20 億円／年、15 年間

④年次計画

平成 26～48 年度

(具体的な計画)

平成 22 年度～平成 24 年度：基礎開発・地質調査を行い、検出器の詳細設計を行う。

平成 25 年度：実験提案・予算要求を開始する。

平成 26 年度：検出器の建設（所要 7 年）を開始する。

平成 33 年度：実験を開始する。

平成 33～48 年度：陽子崩壊・ニュートリノ振動実験の解析を行い主要な結果をまとめる。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

東京大学宇宙線研究所、高エネルギー加速器研究機構、東京大学、京都大学、東北大学、名古屋大学、神戸大学など

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画はこれまで、高エネルギー物理学研究者間（主に高エネルギー加速器研究機構、東大、京大、東北大）や、宇宙線物理学研究者間（主に宇宙線研究所、名古屋大）の双方で議論されてきた。また、J-PARC を利用するコミュニティの代表で構成される J-PARC 利用者協議会において、その将来計画が「J-PARC における研究の展望」としてまとめられており、素粒子分野の重要計画として次期大型ニュートリノ・核子崩壊検出器が提案されている。さらに宇宙線コミュニティにおいても宇宙線研究所将来計画シンポジウム・提案会において同様の研究計画が提案されており、R&D の推進が支持されている。

⑦国際協力・国際共同

現在まで、「次世代核子崩壊・ニュートリノ検出器」に関する国際研究会を平成 11 年からほぼ毎年開催し、議論や情報交換を行ってきた。大型検出器による核子崩壊発見やニュートリノ CP 対称性の破れの測定の科学的意義・重要性については、世界中の研究者が賛同しており、日本、米国、ヨーロッパ、三極で実験の実現可能性が追求されている。日本には国際協力実験であるスーパーカミオカンデによる核子崩壊・ニュートリノ研究の大きな成果と実績があること、また世界最大強度の加速器ニュートリノビームを生成する J-PARC が存在することから、本研究は、国際協力の中で日本が主導すべき必然性がある。現在、日本を含む三極において、自地域内の建設候補地選択や独自の検出器デザイン、機器の基礎開発が行われている。米国では、既に 50 億円規模の開発予算が措置されており、ヨーロッパでも 2 億円程度の予算で測定器開発や候補地選択作業が進行中であり、激しい国際競争となっている。

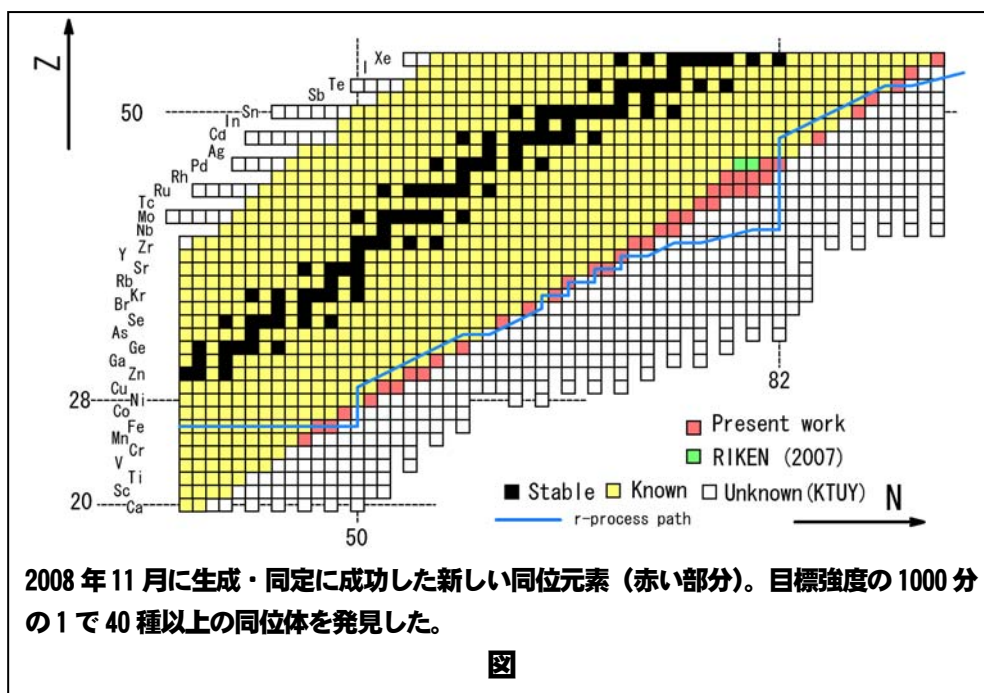
RIBF の RI ビーム発生系の高度化による不安定核の研究

①計画の概要

本研究計画は、理化学研究所仁科加速器研究センター「RI ビームファクトリー (RIBF)」の RI (放射性同位元素) ビーム発生系を高度化することによって、原子核物理学の不安定核物理分野での世界最先端重イオン加速器施設としての科学的先導性、優位性、地位を不動のものとする。

RIBF では、安定な原子核と比べ陽子数・中性子数が極端に異なるエキゾチック原子核をビームとして生成し、その性質を調べることで、新しい原子核モデルの構築、鉄からウランに至る元素合成過程の解明、RI ビームを利用した新たな応用研究の展開などを目指している。RIBF 施設は、複合加速器系と RI ビーム生成装置で構成された「RI ビーム発生系」(440 億円) と RI ビームの利用研究を展開するための「基幹実験施設」(55 億円) からなり、2006 年度には RI ビーム生成系施設が完成し、2007 年より世界の先陣を切って稼働を開始した。2008 年には 40 種以上の新同位元素の生成と同日に成功するなど大きな成果をもたらした。この成果は、世界の新同位元素年間発見数 40 と並んでおり、RIBF のみで世界の年間総生産量を達成したことになる。2009 年現在、RI ビームの生成能力は世界の他の既存施設の 100 倍以上を誇っている。

RIBF 計画は現在欧米に先行して進んでいるものの、欧米の政府認可された次期計画としては、アメリカ FRIB 計画、ドイツ FAIR 計画があり、それぞれ平成 29 年、平成 27 年の稼働を目指している。なかでも FRIB 計画は、大強度 RI を製造するために、400kW もの大強度ウランビームを加速する計画であり、現在の RIBF の目標値、80kW をはるかにしのぐ。この FRIB に対しても科学的優位を確保するため、RI ビーム生成系の高度化を計画している。現在の RI ビーム発生系を一部改造することにより、400kW の大強度ビームを繰り出し、FRIB を超えた大強度 RI ビームを発生する。この高度化計画の予算総額は、150 億円であり、イオン源増強、中間加速器 1 台の超伝導化、最終段加速器の RF 改造、1 次ビームライン改造、RI ビーム分離装置の高強度対策などを含む。



②科学的な意義

本研究の科学的意義は、エキゾチック核研究を推進し、弱束縛性や陽子数・中性子数の大きな非対称性に起因する諸現象を調べ、新しい原子核モデルの構築、鉄からウランに至る元素合成過程の解明、RI ビームを利用した新たな応用研究の展開などを目指すことにある。RIBF は水素からウランに至る全元素にわたるエキゾチック核をビームとして供給できる点が特徴であり、新たなセレンディピティを生み出す基盤としての強力なインフラを構築している。RIBF では拡大した核図表全般にわたる異常領域の探索を行い、世界に先駆けて情報発信することを目的としている。本計画では、RIBF の基盤をなお一層強固することによって異常領域を集中的に研究する。

エキゾチック核研究は、強力な重イオンビームと効率良い不安定核ビーム生成法の発明により、大きな発展を遂げつつあり、本計画もその延長線上にある。この研究分野においては、安定核およびその近傍で構築された原子核の描像とは大きく異なる現象・性質が軽い核の領域で見出され、核子多体系の新しい存在形態を示唆するものとして、その研究の重要性が認識されている。新しく見出

された代表的な現象には、魔法数における閉殻構造の喪失と新魔法数の出現、異常に大きな半径を持った中性子分布（「中性子ハロー・スキン構造」）などがある。これらの実験成果は、核物質の静的性質とともに動的性質にも大きな特異性が現れることを示しており、理論研究に対し、核構造前面に関する枠組みを再構築する強い動機を与えている。最近、中重核領域の中性子過剰核の性質、特に $N=50$ 、 82 、 126 といった中重核に対応する魔法数での殻構造や集団運動に関する議論も盛んになりつつある。これらの領域の原子核についての核構造に関する諸性質は、超新星爆発に関連する諸現象や宇宙での元素合成過程のひとつ、 r -過程の振る舞いとも深く関わっている。一方、形態やレスポンスの違いから、核反応や高励起状態の様相にも異変が予想される。中性子星の外殻構造や超新星爆発に深く関与している非対称核物質の状態方程式を調べることも挑戦的な課題のひとつである。RIBF では未知領域の開拓により、上記のような特異現象の発見を軽核領域から中重核領域へと深化させるとともに、構造研究のみならず特異な性質に根差した新たな反応研究を展開する。

③所要経費

建設費：150 億円、運営費等：40 億円／年

④年次計画

平成 25～29 年度

(具体的な計画)

平成 25 年度：調査費に基づき超伝導 ECR イオン源・固定周波数超伝導リングサイクロトロン・RF システム・RI ビーム発生系放射線遮蔽の詳細設計を開始する。

平成 26 年度：固定周波数超伝導リングサイクロトロンの製作を開始する。

平成 27 年度：超伝導 ECR イオン源・RF システムの製作を開始する。

平成 28 年度：RI ビーム発生系放射線遮蔽の製作を開始する。

平成 29 年度：超伝導 ECR イオン源・固定周波数超伝導リングサイクロトロン・RF システム・RI ビーム発生系放射線遮蔽の据付けを行い、大強度 RI ビームの発生を開始する。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画「RIBF の RI ビーム発生系の高度化計画」は、原子核物理学実験・理論研究者で構成された核物理懇談会での総会（平成 21 年 10 月）で承認を受けた。現在進めている RIBF はこれまでの複数の国際評価委員会での評価、国内外の研究者を集めたワークショップなどを通じて、施設計画の議論・立案を行っており、国際的な学術コミュニティを意識して計画を推進してきた。また、施設運営については全国共同利用研とは異なり、機関間協力協定を基軸とした新しい共同運営方式を取り入れている。東京大学・原子核科学研究センター（CNS）は、CNS 固有の実験施設を RIBF 内に設けており、実験課題採択委員会を理研とともに共同開催している。CNS 以外にも今後、東北大学、筑波大学、KEK と共同運営を行う予定である。本計画を推進するにあたり、従来通り、共同運営機関および国際的な学術コミュニティを意識した運営を行う。

⑦国際協力・国際共同

当該分野は欧米の三極化が進みつつあり、RIBF は世界かつアジアの研究拠点として重要な位置を占めており、世界の共用施設として国際的な学術コミュニティに開かれた運営を行っている。

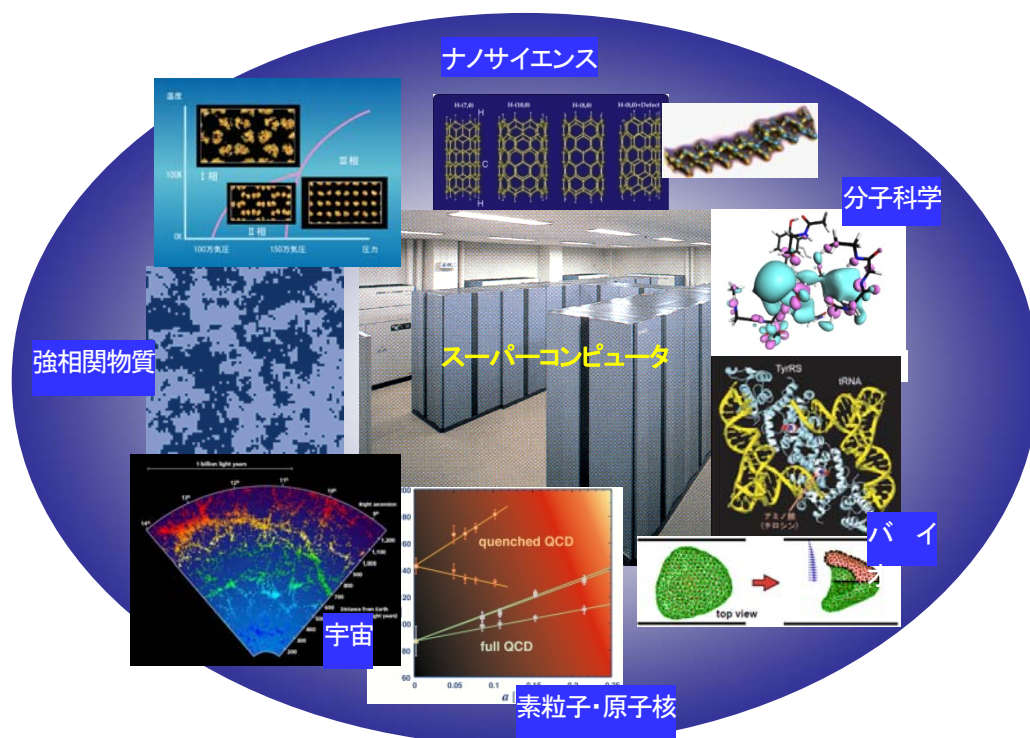
加速器や RI ビーム分離装置等の技術開発は、欧米の主要加速器研究施設（GSI、NSCL、GANIL、ANL、PSI など）と国際協定を締結して行われている。アジア諸国との関係においては、中国国内の加速器施設と 30 年前より協力関係にあり、また、20 年前よりインドとも交流があり、共同開発を行っている。国内外の研究者から構成された実験課題採択委員会 PAC を設け、国際的なコミュニティからの実験申請を受け付けている。基幹実験施設および実験プログラムにおける国際共同研究も推進しており、大型検出器を中心とした共同開発や共同実験をフランス、米国の研究者とともに推進している。

計算基礎科学ネットワーク拠点

①計画の概要

計算科学は、最先端のスーパーコンピュータにより科学の最前線を切り開く学際的な分野である。その意味で、次世代スーパーコンピュータは、2010 年代前半における計算科学の挑戦的課題をめざす場として位置づけられる。しかしながら計算科学の画期的成果は、それを支える多様な中小規模プロジェクト、新しいアイデアやアルゴリズムを創出する萌芽的プロジェクト、さらにそれらを有機的に結合する融合的研究の上に立って始めて可能となる。従って、計算科学の推進には、次世代スーパーコンピュータに代表される最高性能のスーパーコンピュータと並んで、発展途上の中小規模計算・萌芽的研究を推進する全国共同利用研究所等のスーパーコンピュータ、さらに基礎研究を中心とする各大学・研究室レベルでの計算機という三層構造を基本に、それらをネットワーク面や制度面でも有効にリンクさせて、相互補完的に機能する研究体制を構築・推進することが重要である。

本ネットワーク拠点では、物理学・化学等を中心とする計算基礎科学分野において、国内の中心的拠点である 6 研究機関が協力して当該分野における第二層の連携研究体制を構築する。基礎科学各分野間の学際的な協力はもちろん、計算科学分野と計算機科学分野の全国的な連携活動を強化して、次世代スーパーコンピュータの適切な活用による研究展開を推進するとともに、2010 年台後半に目指すべき exascale 計算科学に向けての基礎研究を行い、また次世代の計算科学研究者・技術者を育成する。



②科学的な意義

スーパーコンピュータの進歩は極めて早く、2010 年代前半は、次世代スーパーコンピュータをはじめとして、10Pflops スケールの計算が実用化される。また、2010 年代後半には、1Exaflops を目標とするプロジェクトも予想される。このような進展により、基礎科学分野においては、クォーク・レプトンに基づく陽子・中性子等の素粒子の解明(素粒子標準理論と格子 QCD)や、原子核の構造・反応の解明、宇宙進化におけるブラックホールや銀河構造の形成や超新星における元素合成の機構の解明、量子力学に従う多粒子系であるナノ物質、超伝導などの新しい性質を示す物質の電子構造の

第一原理計算、さらにはプラズマ流体・生体系など複雑多体系のシミュレーションなど、多彩な分野において、飛躍的な進展が期待される。

③所要経費

設備費： 各拠点のスーパーコンピュータの借入・運用経費 6 拠点総額 約 40 億円/年

運営費： 連携拠点の構築と維持・管理 約 1 億円/年

*上記の経費には、次世代スーパーコンピュータ関連の経費は含まれていない。

④年次計画

- ・平成 22 年度～23 年度 計算基礎科学ネットワークのサブネットとして素核宇宙分野（高エネルギー加速器研究機構（KEK）、筑波大計算科学研究センター、国立天文台）及び物質分野（東京大学物性研究所、自然科学研究機構分子科学研究所、東北大学金属材料研究所）それぞれの連携体制を強化するとともに、アルゴリズム研究を中心にサブネット間連携を構築。並行して、平成 24 年度開始予定の次世代スーパーコンピュータの利用に向けて準備研究を協力して実施。
- ・平成 24 年度～28 年度 次世代スーパーコンピュータを本格活用して素核宇宙分野及び物質分野における戦略利用を推進、計算基礎科学ネットワーク拠点におけるサブネット間連携を強化し、学際科学としての計算科学を推進。エクサスケールの計算科学に向けての準備研究を検討。
- ・平成 29 年度～31 年度 エクサスケールの計算科学に向けての本格的な取り組みを実施。

なお、計算基礎科学ネットワーク各拠点のスーパーコンピュータ設備は更新時期に併せて順次設備導入を実施する。平成 22 年度（東京大学物性研究所、KEK）平成 24 年度（国立天文台）平成 25 年度（筑波大学計算科学研究センター）等

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

高エネルギー加速器研究機構、筑波大学計算科学研究センター、国立天文台、計算基礎科学連携拠点（以上 3 拠点の連携拠点）、東京大学物性研究所、自然科学研究機構分子科学研究所、東北大学金属材料研究所。

⑥学術コミュニティの合意状況等

それぞれの学問分野におけるスーパーコンピュータのユーザーグループ等で将来計画の議論が行なわれてきた。物質科学の分野では、「計算物質科学連絡会議」、「計算物性物理連絡会」などが組織され活動している。素粒子原子核宇宙分野では「計算基礎科学コンソーシアム」が平成 20 年度に設立され、平成 21 年度には、KEK・筑波大計算科学研究センター・国立天文台が連携する「計算基礎科学連携拠点」が設置された。また関連して、新学術領域「素核宇宙融合による計算科学に基づいた重層的物質構造の解明」が平成 20 年度に採択された。

次世代スーパーコンピュータプロジェクトにおいて、平成 21 年度に 5 つの戦略分野が決定されたことを受けて、物質科学分野及び素粒子原子核宇宙分野において、全国的な連携協力体制の構築が議論された。前者においては東京大学物性研究所を中心に自然科学研究機構分子科学研究所、東北大学金属材料研究所などが連携して分野 2 の戦略機関を構成し、後者では計算基礎科学連携拠点が分野 5 の戦略機関となって、研究推進を行う体制が整備されつつある。

⑦国際協力・国際共同

スーパーコンピュータの計算資源を活用した計算科学の推進は国際競争力の重要な要素であり、我が国が十分な国際競争力を維持するためには、ハードウェアとソフトウェアの調和の取れた開発体制が必須である。同時に、計算基礎科学の分野で最先端の研究活動を推進する上では、国際共同研究や情報交換が必須であることから、それらが支障なく行なえるように、先端技術の輸出規制等に配慮しつつ適切な国際協力体制を整備することが必要である。

既に、計算基礎科学分野では、米国における DOE の SciDAC プログラム、欧州における PRACE プログラム等の、研究・人材育成・計算設備を総合的に整備推進する諸プログラムと研究レベルでの様々な国際交流・連携が存在する。本計画においては、これらのプログラムと本格的な国際連携を進め、グローバルな視野から計算基礎科学の推進を行う。

大型低温重力波望遠鏡計画

①計画の概要

大型低温重力波望遠鏡 (LCGT) 計画は、我が国独自の低温技術を盛り込む観測装置を神岡の地下に設置して、重力波の世界初検出を目指し、その後、世界的観測ネットワークの一翼を担う計画である。観測装置は、連星中性子星の合体や超新星爆発起源の重力波に対して高い感度を持つ第2世代のファブリ - ペロー方式高感度レーザー干渉計である。予想される前記の信号を考慮して、およそ 20Hz から 1kHz の帯域で感度が最高になるように設計されている。確実に重力波を捉えるためには、連星中性子星の合体現象を 7 億光年先まで検出できる感度を持つ必要がある。そのため、LCGT は基線長を 3 km とし、地面振動雑音を避けるために地下設置 (神岡鉱山跡地) とし、かつ、日本独自の開発技術である世界初の低温鏡 (20K) を採用した。それと並行して開発されてきた 100W クラスの大出力レーザーや低周波防振装置も、不可欠の要素技術である。これらにより重力波の観測に必要な設計感度が達成できることは、TAMA および CLIO 実証実験における長年の開発研究で確かめられてきた。

重力波の発見以後は、改良型 LIGO やヨーロッパの次期 Virgo 計画など LCGT と同程度の感度を目指す計画と共同して重力波観測網を構成し、グローバルな重力波天文台のアジア・オセアニア地域の拠点として活用する。

②科学的な意義

アインシュタインが一般相対論で予言した重力波は重力場の波動で、光速で伝播する。その存在は確実と考えられているものの、まだ人類が検出してはいない。これまで、宇宙は基本的に電磁波の情報によって解明されてきたが、それとは全く独立な情報が重力波によって得られる。すなわち重力波の直接観測は一般相対論の直接確認とともに、新たな宇宙現象の把握と、新たな天文学の創成を意味する。LCGT がまず検出を目指すのは、中性子星やブラックホールなどが関係する強い重力変動のもとで発生する重力波である。その直接検出ができれば中性子星やブラックホールなどの運動が時間を追って観測され、アインシュタイン理論の検証、あるいはもし理論との不一致が発見されれば、新たな物理学の発展の種となる。

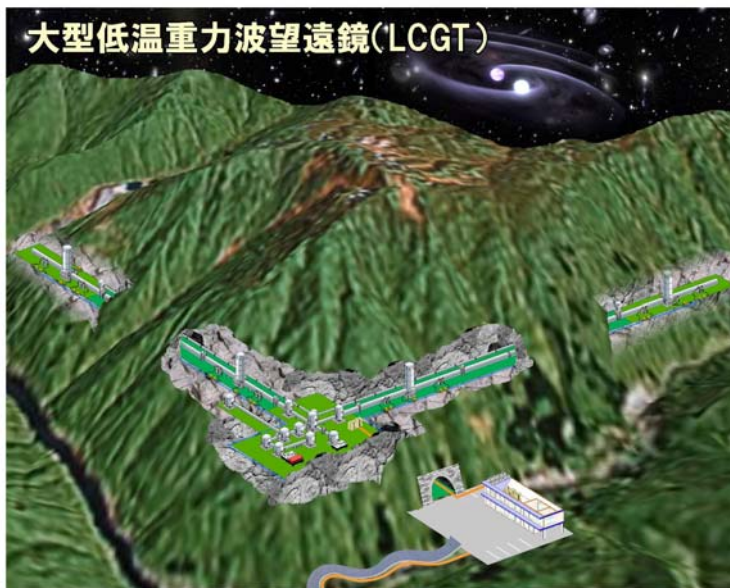
LCGT の主要な観測対象である上記の連星中性子星合体で発生する重力波は、年に数回から数十回の頻度で観測できると予想され、重力波の波形 (チャープ波形) を観測することにより合体した中性子星質量の決定が可能である。また大質量星の最後である超新星爆発では、ニュートリノでも見えない中性子星の振動が直接観測されると期待され、超高密度物質の情報が得られる。さらに、ブラックホールの準固有振動、連星ブラックホールの合体やブラックホールへの星の落下などの事象の観測により、特異天体の極限状態の物理学に大きな進展が期待される。また重力波は、将来的には宇宙初期のインフレーションなどを起源とする宇宙背景重力波も観測対象であり、われわれの膨張宇宙の誕生についてのほぼ唯一の直接観測手段となるだろう。

③所要経費

201 億円 (初期投資 : 155 億円、運営費等 : 建設期 : 3 億円、観測期 : 43 億円/10 年間)

④年次計画

平成 23 年度 :	トンネル掘削着手、干渉計各パーツ製作開始、データ解析準備
平成 24 年度 :	トンネル完成、真空系インストール開始
平成 25 年度 :	真空系完成
平成 26 年度 :	光学系インストール着手



平成 27 年度： 干渉計完成、テスト観測開始

平成 28、29 年度：装置調整、長期観測に向けた準備完了（2 年間）

平成 30 年度以降： 観測及びデータ解析（10 年以上）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

本計画は東京大学宇宙線研究所をホスト機関とし、国立天文台および高エネルギー加速器研究機構と協力して 120 名に達する国内外の研究者と共に推進する国際共同計画である。国内各機関研究者の役割は、以下の通り。

東京大学宇宙線研究所：	装置の建設・運用の統括、トンネル建設と設備の維持運転
国立天文台：	干渉計方式の詳細設計と製作、データ処理・配信
高エネルギー加速器研究機構：	真空装置・低温装置の製作
東京大学理学系研究科：	懸架装置の製作・調整
東京大学新領域研究科：	主鏡および入射光学系の製作・調整
電気通信大レーザーセンター：	レーザー光源の製作・調整
産業総合研究所：	高性能光学素子の検査・特性測定
東京大学地震研究所：	基線伸縮補償系の製作・調整
大阪市立大学理学研究科：	データ解析と国際協力の構築
京都大学理学研究科：	観測天体の設定

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画のホスト機関である東京大学宇宙線研究所では、平成 5 年の将来計画検討小委員会報告以降、LCGT を研究所の中核将来計画として推進してきた。平成 6 年以来、日本学術会議天文学研究連絡委員会および天文学・宇宙物理学分科会から重力波研究の推進が幾度も提言された。最近では、日本学術会議天文学・宇宙物理学分野での長期計画（年度内に報告とりまとめ予定）では、今後日本が国家レベルで推進すべき主要 3 大型研究計画の 1 つとされ、またすぐに建設が可能と判断されている。また、日本学術会議素粒子物理学・原子核物理学分野では、平成 20 年 9 月の審議記録の付録において「LCGT 計画の早急な着手が望まれる」とされている。なお、国際純粋・応用物理学連合の下部組織である重力波国際委員会は平成 20 年 LCGT をアジア・オセアニア地域に早急に整備すべき重要計画として声明を出した。

⑦国際協力・国際共同

LCGT は、重力波の初検出にチャレンジする装置であると同時に、重力波天文学の構築に必須の観測装置となる。具体的な宇宙現象の観測には重力波源の位置測定が必要だが、そのためには地球上に最低 3 台の重力波望遠鏡をうまく配置することが必要である。従って国際的観測ネットワークの構築は検出後の本質的要請であり、アジアに位置する日本に LCGT を建設することはその意味からも重要である。このように重力波天文学の発展には国際協力が不可欠であり、重力波観測をリードしてきた実績を持つ日本が果たすべき責任と、世界からの期待は極めて大きい。

極めて高感度の干渉計技術に関しては、日本のパイロット装置 TAMA の推進で育った多数の若手研究者が欧米の重力波研究機関で研究を続けていること、また、早くから LIGO や Virgo と研究協力が交わされ、冷却実験機である CLIO のデジタル制御系技術開発に関しても、東京大学宇宙線研究所と LIGO 研究所の間で研究協力協定が締結されている。このように世界の最先端の技術を遅滞なく取り込み、また日本の技術を発信できる幅広いチャンネルが確保されている。

30m 光赤外線望遠鏡計画

①計画の概要

30m 光赤外線望遠鏡 (TMT) 計画は、2020 年代の観測天文学の主役となる口径 30m の光赤外線望遠鏡をハワイに国際協力で建設することを目指すものである。

現在、世界で 10 基を超える 8m-10m 級地上望遠鏡が稼働中であり、天文学はこの 10 年で各段の発展を遂げた。だが、ダークエネルギーやダークマターの謎の解明、膨張初期の宇宙で起きた天体形成の直接観測、さらに太陽系外の恒星を回る惑星の探査と「第二の地球」やそこにおける生命存在の兆候の発見といった新たな重要課題に挑戦するには、補償光学を高度化した大口径の次世代望遠鏡の建設が必要であり、日米欧でその構想の検討が進められてきた。

日本の天文学コミュニティはすばる望遠鏡の成果と実績を踏まえ、カリフォルニア大学等により

予備検討が進められてきた 30mTMT 計画 (右のイラスト) に参画する方針を固め、平成 20 年 11 月に国立天文台と TMT 評議会の間で覚書を交わし、協議を続けてきた。その後、平成 21 年 7 月には建設予定地がハワイ島マウナケア山頂のすばる望遠鏡に隣接する地点に定まり、建設計画への平成 23 年度からの参加にむけて、分担内容の具体化



など準備作業を進めている。日本学術会議の『天文学・宇宙物理学天文学・宇宙学分科会の『天文学・宇宙物理学長期計画』では、早急に実現すべき最も重要度の高い計画であると規定された。

②科学的な意義

平成 11 年に完成した口径 8.2m すばる望遠鏡は、最遠銀河の発見、原初銀河の系統的探査、ガンマ線バースターの観測、宇宙再電離終焉期特定、爆縮型超新星の非対称爆発の実証、重元素量最小の恒星の発見、原始惑星系円盤の渦巻構造の発見、太陽類似星の周囲を巡る惑星系の初撮像、太陽系外縁天体の探査、などで世界をリードする成果を挙げている。

すばる望遠鏡に比べて約 4 倍の空間解像力、13 倍の集光力、最大で約 200 倍の観測効率を実現する 30m 望遠鏡 TMT が完成すれば、レーザーガイド補償光学系の高度化により、赤色帯での限界等級は、現在の 28 等相当から最大 33 等相当にまで高感度化することができる。優れた解像度と広い視野を持つすばる望遠鏡のサーベイ能力と組み合わせることにより、すばる望遠鏡による成果をさらに飛躍させ、具体的には、

- (1) 太陽系外の恒星のハビタブルゾーン (生命存在可能圏) 内の「第二の地球」を発見し、その大気の分光分析による生命存在の兆候を探査する。
- (2) クエーサー吸収線系の赤方偏移時間変化の超精密測定により、宇宙膨張史を直接測定して宇宙膨張を加速するダークエネルギーの性質を解明する。
- (3) 赤方偏移 10 以上の宇宙初期の原始銀河やガンマ線バースト天体などの撮像・分光観測から宇宙史における、星形成史を解明する。

- (4) 銀河団の重力レンズ効果の測定によるダークマター分布の研究
- (5) アンドロメダ銀河など局所銀河群に属する銀河の恒星を、高解像観測で個々の星として観測し、その色等級図を恒星進化モデルとつきあわせて、銀河系の創世の物語を解明する。
- (6) 面分光機能と補償光学系を組み合わせた観測で、形成途上銀河の内部力学構造を分析し、銀河形成機構を探究する。
- (7) 活動銀河中心核や銀河系中心などに潜む巨大ブラックホール周辺の時空構造とジェット発生機構を解明する。
- (8) 銀河系内の球状星団やバルジ星の年周視差や固有運動を測定し、銀河系の3次元構造と運動を解明する。

などの研究を格段に進めることができる。2010年代前半から稼働する予定の次世代6.5m宇宙望遠鏡JWSTや、チリに日米欧の国際協力で建設中のアタカマリ波サブミリ波干渉計(ALMA)とも連携し、宇宙の観測研究に新しい局面を開くと期待される。

③所要経費

建設費約1300億円のうち300億円はムーア財団の寄付等により、すでにカリフォルニア大学・カリフォルニア工科大学が確保している。建設費の残りと運営費を日本・米国・カナダ・中国が分担する構想で、インド・ブラジルも参加に関心を寄せている。日本は492枚の主鏡の制作やすばる望遠鏡で培った高度な技術の蓄積に基づく先端的観測装置の制作を軸に分担することを検討しており、建設費の25%程度の約350億円と完成後の運営費等約13億円/年程度が必要となる。

④年次計画

建設期間は平成24～31年度を予定しており、平成22年度に国際協議をさらに進めて、日本の分担内容の詰めを行う。国際合意の上、平成23年度は最終技術開発、平成24年度から建設を開始し、平成31年度には試験観測を開始する予定。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

自然科学研究機構国立天文台が、日本の光赤外線天文学コミュニティを代表して建設し運用する。東京大学、京都大学、東北大学、広島大学、名古屋大学、北海道大学、大阪大学、東京工業大学、愛媛大学、茨城大学、埼玉大学などが、観測装置開発や観測研究で協力する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画の実現は、日本の光赤外線天文学のコミュニティ（光赤外天文連絡会）の将来計画検討報告書「2010年代の光赤外天文学」（平成16年度）で最優先課題として提案され、国立天文台は平成17年度に次世代望遠鏡プロジェクト室を設置し、具体的検討を開始した。国立天文台長の諮問委員会である光赤外天文専門委員会の推進勧告(平成18年度末)をうけ、平成20年11月、国立天文台長とTMT評議会議長の間で推進協力に関する覚書が交わされ、国立天文台は文部科学省に平成22年度準備費概算要求を提出した。学術会議物理学委員会の天文学・宇宙物理学WGでは2年にわたった分野長期計画の検討報告を平成22年3月に公表する予定であり、その中でTMTを「緊急に日本の公式参加の条件を整え、平成24年の建設開始を目指す米国他と早急に歩調をそろえるべき計画と規定している。

⑦国際協力・国際共同

現在、ムーア財団の寄付を受けたカリフォルニア大学、カリフォルニア工科大学、カナダ天文学大学連合が準備費を出資して、国際プロジェクトによる準備・開発が立ち上げられている。3ヶ月ごとに開催されるTMT評議会には、平成19年夏から日本もオブザーバ参加している。平成20年11月の覚え書き交換からは、予算措置を伴わないものの協力機関との位置づけで、計画の最適化と国際協力推進に寄与している。日本の技術・観測レベルの高さはすばる望遠鏡などで国際的にも十分認識されており、米国、カナダと対等なパートナーとしての早期参加が期待されている。中国に加えてインド、ブラジル、台湾も参加に強い関心を示しており、アルマよりさらに広いアジアコンソーシアム形成の可能性も高い。この国際協力のなかにあつて、完成後は広視野サーベイ能力に秀でたすばる望遠鏡と連携した観測、またアルマとの密接な連携観測を行うことにより、日本の研究者は独創性の高い天文学で世界をリードすることができる。

一平方キロメートル電波干渉計計画

①計画の概要

一平方キロメートル電波干渉計 (SKA) 計画は国際的組織によって建設計画が進められている巨大な電波干渉計である (図参照)。アンテナ 2000 台から 3000 台で構成され、総開口面積が一平方キロメートル台となることから、SKA (Square Kilometer Array、一平方キロメートル電波干渉計) と呼ばれている。観測周波数 0.1GHz から 25GHz 帯というセンチメートル波をカバーし、現在日・米・欧で建設が進められているミリ波サブミリ波干渉計 ALMA とは完全に相補的な役割を担う。周波数帯は大きく 3 つに分けられ、(i) 0.1 GHz–1GHz は低周波 SKA と呼ばれ開口型アンテナ (図中央から下にかけて描かれているタイプのアンテナ) を用い、(ii) 1GHz–10GHz は中間周波 SKA と呼ばれパラボラアンテナタイプ (図中で上部に描かれているタイプのアンテナ) を用い、(iii) 10GHz 以上は高周波 SKA と呼ばれ(ii)と同様にパラボラアンテナを用いる。基線長は最大 3000km と考えられており、超長基線電波干渉法 (VLBI) 並みの高空間分解能観測が実現される。SKA の特徴は上記の長波長電波の観測のほか、(i) 高感度、(ii) 広視野、(iii) 広帯域、(iv) 高分解能、の 4 点である。建設地は大気が安定していて人口電波が少なく、広大な土地が確保できるという観点から、オーストラリアと南アフリカが最終候補地となっている。

本計画は国際的な組織で推進が図られており、ヨーロッパ、アメリカ、オーストラリア、南アフリカ、カナダ、中国が、それぞれ大規模な予算を投入して参画している。またインドやニュージーランド等も関連する計画を進め、韓国も関連プロジェクトに着手し始めるなど、国際組織は現在も再編成をしながら計画が進んでいる。

②科学的な意義

SKA はセンチ波・メートル波帯の汎用性の高い望遠鏡であり、太陽系から宇宙論規模のスケールまで、幅広い科学的研究が飛躍的に進むと期待されている。とりわけ以下にあげる 5 つの研究テーマは、最も科学的インパクトの高い課題に掲げられている。

1. 宇宙における生

命：高空間分解能観測によって半径数 AU の原始惑星円盤を直接撮像し、惑星の誕生を明らかにする。また生命に結びつくような複雑な分子輝線を長波長の電波で探査し、生命の誕生に迫る。さらに地球外生命から発せられる電波を捉える SETI も、現実的観測課題である。



2. 宇宙の暗黒時代：宇宙の再電離が起こる頃の中性水素原子ガスを直接観測し、再電離の過程とそれを引き起こした宇宙最初の天体を捉える。またこの時代に初めて生成される一酸化炭素などの分子輝線や、宇宙最初のブラックホールを捉える。

3. 宇宙磁場の進化：数億の背景天体について回転量度の全天サーベイを行い、銀河系から遠方銀河にまでわたる宇宙磁場の分布を調べ その起源と進化を探る。

4. 重力理論の検証：2重パルサーやブラックホールと連星系をなすパルサーのパルスを測定することにより強い重力場での相対性理論を検証する。また銀河系中にある多数のパルサーを観測す

ることによって、我々の近傍を通過する重力を捉える。

5. 銀河進化：中性水素原子輝線で全天サーベイ観測を行い、 $z=1.5$ までの銀河分布図を描きだす。

これにより銀河進化と宇宙の構造形成、ダークエネルギーの性質を明らかにする。また連続波観測では最も遠方の星形成や重力レンズ効果を探る。

③所要経費（全体額）

建設費：2000 億円、運営費等：年間 200 億円

そのうち日本の寄与は、それぞれの最大 10% 程度を想定している。

④年次計画（国際的見通し）

平成 19～35 年度

（具体的な計画）

平成 19－24 年度：望遠鏡のデザイン検討、所要経費見積もり

平成 21－24 年度：アンテナ試作機をオーストラリア、南アフリカに建設（欧、米は既設）

平成 25 年度：アンテナ建設地の決定。建設のための国際組織の設立。

平成 25－34 年度：低周波・中間周波 SKA の建設。

平成 30 年度：初期運用

平成 35 年度：本格運用

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

国内では、国立天文台が中核となることが想定されている。現在は、国内研究者レベルでの観測計画の立案、組織の検討等の活動が進められている。

⑥学術コミュニティの合意状況等

SKA が学術的に非常に重要な計画であること、日本のコミュニティとして将来参加する道を探るべきとの合意は、ほぼ形成されている。天文学・宇宙物理学分野の長期計画で取り上げられており、電波天文学コミュニティで具体的な参加形態や、国内推進体制等を検討中である。現在国内では公式には本計画参画のための組織は存在しないが、平成 20 年 5 月から関連分野の研究者有志によって SKA コンソーシアムが結成され、研究者レベルでの活動が始まっている。コンソーシアムには約 60 名の研究者が参加し、月 1 回の電話会議を含めた定例会での情報交換や議論、ワークショップの開催等が行われてきた。また天文学会や宇宙電波懇談会シンポジウム、VLBI 懇談会シンポジウム等の電波関連の会議においてコンソーシアムの活動報告等を進めている。

多くの関連研究者が一平方キロメートル電波干渉計（SKA）に強い関心を持っており、SKA コンソーシアムのようなボトムアップ的な活動が支持されている。しかし既に国際組織で検討が進む SKA 計画の中で、科学的研究面と技術開発面の両方からいかに日本の研究者の独自性が発揮できるか、予算やマンパワーをどうするかといった点が、議論の焦点となっている。

⑦国際協力・国際共同

現在予算を投入しているヨーロッパ、アメリカ、オーストラリア、南アフリカ、カナダの研究者によって SKA 科学技術委員会 が組織され、年 1－2 回の会議、2、3 カ月おきの電話会議が開かれて、計画遂行のための議論・決定がなされている。国内の SKA コンソーシアムは SKA 科学技術委員会にオブザーバーとして招待されており、国内の活動状況を報告するとともに、SKA の国際的な進捗状況についての情報収集を行っている。

また、各国の予算機関からなる非公式会議が設置されて国立天文台も参加しており、SKA に関する情報・意見交換を行っている。

SKA の試験的望遠鏡として、ヨーロッパでは LOFAR と呼ばれる低周波 SKA の試験的アンテナが、建設候補地の一つであるオーストラリアでは ASKAP、もう一つの南アフリカでは MeerKAT など中間周波 SKA の試験的アンテナが、アメリカでは Allen Telescope Array といった高周波 SKA の試験的アンテナが、それぞれ建設あるいは部分的に稼働している。これらは国際的にも共同研究を募っているが、日本はオーストラリアの ASKAP による科学研究チームに加わって、科学的研究を共同で進めている。

本計画の最終的な国際組織は建設地が決まる平成 25 年には決定するため、それまでには日本からの参加、国内の推進体制を明確にすることが必要である。

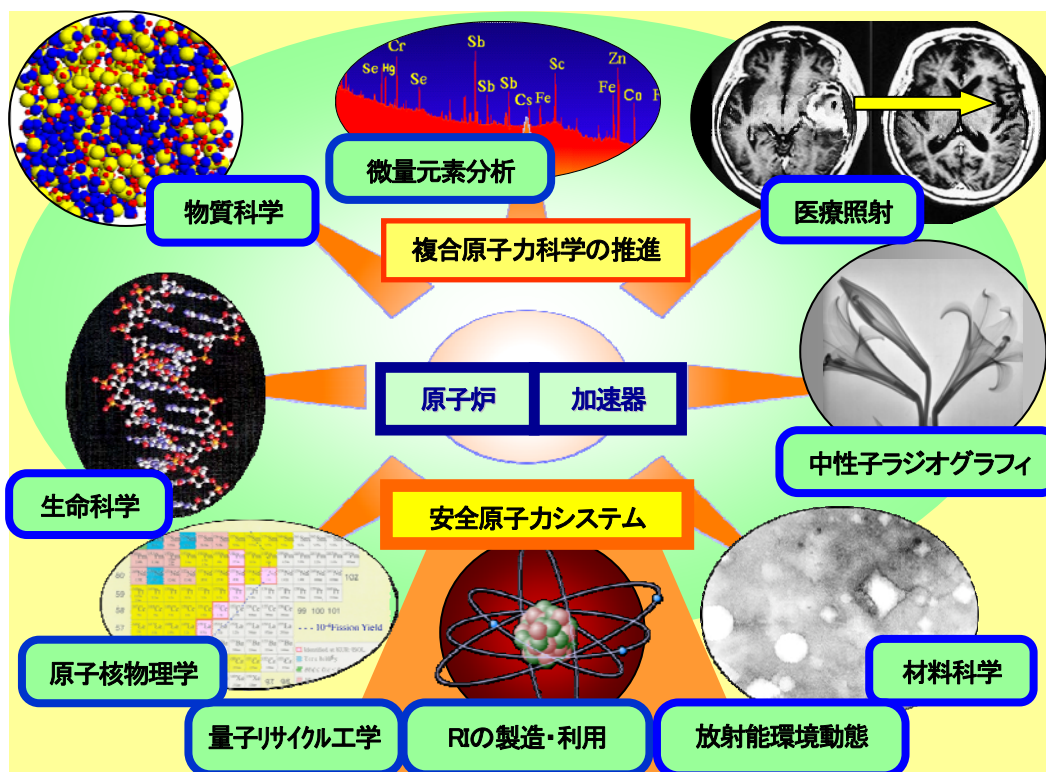
複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進

①計画の概要

本計画では、人類社会の持続的発展に必要と考えられる原子力・放射線の新たな利用法の開発を含む複合的な原子力科学分野の発展を目指し、個々の研究者の豊かな創造性に基づく先導的な研究の実施を旨として、萌芽的・基礎的な実験研究に重点を置き、各種研究会の開催を織り交ぜつつ、共同利用・共同研究を推進する。その際、多様化する新たな研究ニーズに対応し得る施設・設備の導入・整備に努めつつ、原子力・放射線施設の特質に鑑み、原子炉実験所の教員が全国の研究者を組織して共同で行うプロジェクト研究を重視し、世界をリードする研究教育活動を発展的に展開するものとする。また、固定磁場強集束型 FFAG 陽子加速器を用いた加速器駆動未臨界炉 ADSR の開発に関する基礎研究については、同炉が安全性と核変換特性に優れた未来型原子力システムとして期待され、世界を先導する研究として国際的な注目を集めていることから、同研究の中核組織としての機能を果たすべく附属安全原子力システム研究センターを拡充・強化することにより、より一層の推進を図る。

②科学的な意義

本研究の科学的な意義は、原子力・放射線施設を用いる実験に重点を置いた共同利用・共同研究を軸に事業を展開することにより、複合的な原子力科学の裾野が拡大・発展し、より安全で効率的な原子力・放射線の利用を支える基礎・基盤的学術の新たな創成と展開につながり、それらの有効利用に道を拓くことにある。また、中性子捕捉療法研究等の成果を社会に発信・還元することにより、複合原子力科学の応用が暮らしに役立つものであることを示し、現代社会に蔓延する原子力・放射線に対する負のイメージを転換して、原子力・放射線の利活用が人類福祉に貢献するとの認識を社会的に醸成することにつながるものと期待される。さらに、学際分野における共同利用・共同研究体制の下で行う先導的な研究を遂行することにより、大学における教育研究活動にインパクトを与え、次代を担う俯瞰的視野を持った優秀な人材が育つものと期待される。



複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進（京都大学原子炉実験所）

③所要経費

98 億円（初期投資：60 億円、運営費等：38 億円）

④年次計画

平成 22～31 年度（10 年間）

（具体的な計画）

平成 22～24 年度：コラボレーションリサーチラボ新営（Ⅰ期、Ⅱ期）の整備を行う。

平成 23～25 年度：イノベーションリサーチラボの整備を行う。

平成 22～25 年度：FFAG 陽子加速器の性能向上を図る。

平成 22～31 年度：固形廃棄物倉庫の増設、基幹整備等を行う。

平成 22～31 年度：加速器駆動未臨界炉 ADSR の開発研究を行う。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

京都大学原子炉実験所

京都大学原子炉実験所は、昭和 38 年に京都大学に附置され、以来、全国大学の共同利用研究所としての実績を重ねている。この実績をもとに、関連分野コミュニティの広い研究者群による共同利用・共同研究を軸に研究用原子炉等の施設・設備の有効活用を図り、核エネルギー利用と放射線利用を車の両輪として複合原子力科学に係る学術の発展に努め、国内のみに止まらず、アジアにおける国際的な実験研究の中核的拠点として機能しつつ、大学研究者等には先端的研究の場を、大学院学生等には実践的基礎科学教育の場を提供し、次代を担う人材の育成に寄与する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、旧文部省学術審議会特定領域推進分科会原子力部会の報告「大学における研究用原子炉のあり方について」（平成 12 年 11 月）に基づき、日本学術会議選出の委員を始め多数の学外者を含む運営委員会の下に設けた研究計画委員会を中心に検討を重ねてきたものであり、物理学・化学から工学・医学にわたる多くの研究者群からなる原子炉実験所の共同利用研究者グループ等によって強く支持されている。また、本計画を実施する体制としての共同利用・共同研究拠点の申請・認定に当たっては、関連分野コミュニティから多くのサポートレターを得ている。

事業の軸となる共同利用・共同研究については、上記の運営委員会の下に設けた共同利用研究委員会等において方針の立案、課題採択等の具体的作業を行い、実施については、原子炉実験所の原子力基礎科学、粒子線物質科学、放射線生命医科学の 3 研究本部体制の下で、国内外の大学・研究機関等と協力・連携を図りながら推進していく。また、本事業の実施に不可欠な原子力・放射線の利用に係る安全確保及び法規制対応については、安全管理を担当する部・室を設けるとともに、安全管理本部が統括する体制として万全を期している。

⑦国際協力・国際共同

研究用原子炉関係では、韓国原子力研究所（KAERI）との研究協力協定に基づき、研究炉・HANARO を利用した共同利用・共同研究を実施する。また国際協力・共同として、現在外国の 24 研究機関との間で国際部局間協定を締結あるいは学術交流に関する覚書を交換しており、研究用原子炉の技術開発・利用研究、並びに原子力工学およびこれに関連した教育について、これら機関との学術上の協力・共同と研究者及び学生の交流を継続・発展させていく。FFAG 陽子加速器を用いた加速器駆動原子力システム(ADS)に関する基礎研究については、先導的研究として世界の注目を集めており、日本原子力研究開発機構（JAERI）を含む国内機関との協力に加えて、欧州の EUROTRANS プロジェクト参加機関である FZK（ドイツ）、CEA（フランス）、PSI（スイス）、SCK・CEN（ベルギー）、ENEA（イタリア）などと実験及び解析の両面における国際協力研究を推進する。また、アジア ADS ネットワーク会合を通して、韓国、中国等との連携を強化して進める。

高エネルギー密度科学研究推進計画

①高エネルギー密度科学研究推進計画の概要

エネルギー密度とは、単位体積あたりのエネルギーという単位から明らかなように、1程度の大きさの係数の相違を除けば「圧力」に他ならない。しかし「超高圧力」なる言葉が包含する圧力領域が一般に数メガバールまでであるのに対し、高強度レーザーで発生可能な圧力は100メガバールに迫り、さらにこれに爆縮による体積収縮を用いることにより、恒星の中心の圧力に匹敵するテラバールの圧力すら既に実現されている。また、これを凌駕する光圧力を発生させ燃料を点火する「高速点火」の進展により、原子核の周りのクーロンポテンシャルに影響を与えるほどの超高強度場の発生が現実の課題となった。本研究計画は、このような「超超高圧力」と「超高強度場」を発生させる2つの大型レーザー[激光 XII 号レーザー並びに世界最大の LFEX (Laser for Fusion EXperiment) ペタワットレーザー]を改良して、以下のような豊富で新しい学術を切り拓くものである。

1. プラズマ物理：圧縮性流体乱流、無衝突衝撃波、高速流の安定性、相対論的プラズマなどの、非線形プラズマ現象の実験領域に挑む。
2. 原子・核物理：高輻射場中の光電離プラズマの挙動の様な非平衡原子過程から超高強度場中の電離現象、核反応現象に到る、多電子原子物理、非摂動的原子物理などの新たな量子力学モデルを必要とする研究領域に挑む。
3. 超高密度物性：これまでは、地上で実現できなかった高圧力下、高密度状態の物性を研究する。凝縮系の物理研究、惑星形成や隕石衝突などの宇宙物理研究に取り組むとともに、新物質創成、金属水素の実現など、多角的な超高圧利用を進める。
4. 超高強度レーザー科学：高出力レーザー材料、増幅システム開発を実施、エキサワットレーザー技術の基礎を確立する。これによって、未踏の超高強度電磁場による非線形量子電磁力学など更なる実験領域の拡大を目指す。

②科学的な意義

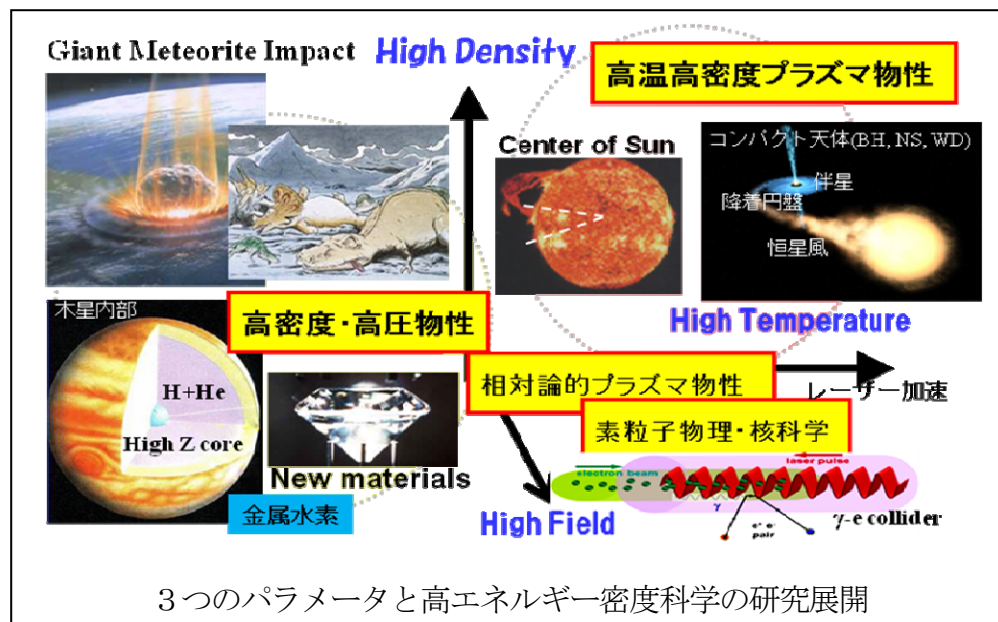
本研究の科学的意義は世界に先駆けて高エネルギー密度科学のフロンティアを開拓することである。本研究期間内には、

1. 相対論的プラズマ物理の基礎研究を背景として、超高強度レーザーによる高エネルギー粒子発生

の物理を解明し、コンパクトで高効率のレーザー量子源 (X線源、陽子源、中性

2. 星の内部に匹敵する超高密度、超高温度の状態を地上に実現し、種々の天体現象を解明する。無衝突衝撃波の生成とそれによる粒子加速の実証。模擬ブラックホールを生成し、コンパクト星周辺の非平衡プラズマの挙動を解明。圧縮性流体乱流や高速流の安定性、非平衡原子過程などの基礎学術研究を展開する。

3. 高強度レーザーによる低エントロピー圧縮技術を確立し、夢の高温超電導状態と言われる金属水素などの超高圧化での新物質創を目指すとともに、超高強度レーザーを用いた多機能な診断技術によって高密度縮退プラズマ物性研究を展開する。



③所要経費

90 億円（初期投資（激光 XII 号レーザー装置の更新他）：84 億円、運営費等：6 億円）

④年次計画

実施期間：平成 22～27 年度

（具体的な計画）

平成 22 年度：基幹研究班の形成。各研究課題ごとに、5 年間の研究計画の詳細とレーザー装置に対する要求仕様を決定する。シミュレーションによる定量的な予測精度を向上させ、最適化設計に活用する。

平成 22～24 年度：大型レーザー装置の更新。各研究班からの要求仕様をもとに、段階的に装置の更新を実施する。更新と並行して、下記基礎実験を実施する。

基礎実験課題 1. 相対論的プラズマ制御による超高強度レーザー集光特性向上、2. 極限プラズマ診断装置開発、3. 高密度プラズマ加熱基礎研究 4. シミュレーションコードのベンチマークテストのための基礎実験を実施する。

平成 25～27 年度：主要研究課題の研究を実施、以下の目標を達成する。

1. レーザーイオン加速による 1 GeV 陽子の生成、2. 超高密度プラズマの加熱（2 千万度黒体輻射の実現）と無衝突衝撃波の生成、3. 超高強度レーザーによる直接核反応と高効率電子・陽電子生成 4. 超高密度プラズマ生成（100 g/cc）と金属水素の探求、5. 100 J 級広帯域 OPCPA（光パラメトリックチャープパルス増幅）技術確立。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、（連携研究機関）大阪大学光科学センター、原子力研究開発機構関西研究所

⑥学術コミュニティの合意状況等

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターは、関連コミュニティの要望を背景に、平成 18 年度より高出力レーザー装置を用いた全国共同利用研究センターとなり、年間 129 研究機関と、120 件余の共同研究を実施している（平成 20 年実績）。これらの実績を踏まえ、平成 22 年度よりレーザーエネルギー学研究拠点としての認定を経て、来年度から新たな活動を開始する。本計画は、拠点の運営委員会および専門委員会が審議・承認されるとともに、関連学会で開催されたシンポジウム（平成 18 年春、平成 19 年秋物理学会）と、センターにおける共同研究成果報告会に於いて共同研究者コミュニティの意見が集約されてきた。また関連学会におけるインフォーマルミーティングに於いても審議されている。[プラズマ核融合学会年会（平成 20 年 12 月）、レーザー学会年会（平成 21 年 2 月）、プラズマ核融合学会年会（平成 21 年 12 月予定）]。

⑦国際協力・国際共同

米、英、仏、中の研究所と相互に相互の施設を利用した共同研究が進められている。米国では、平成 24 年までに国立点火施設で人類初の制御された核融合点火・燃焼が実施されるが、日本に対する強い参加要請が行われている。核融合点火後は、国際的な共同研究体制により高エネルギー密度科学の研究が展開される計画である。日本の FIREX 計画に触発され、米欧各極とも、精力的な高速点火レーザー核融合とその関連研究が進められており、米国ロチェスター大学ではペタワットレーザーが完成し、日本に続いて爆縮用レーザーと加熱レーザーの両方を持つに至った。また欧州では、エキサワットレーザーである ELI（Extreme Laser Infrastructure）計画が進められている。このような状況の下で、今後この分野における日本の優位性とリーダーシップを維持するためには、早急に LFEX レーザーの性能を最大限に引き出し、世界最高の照射強度を実現するとともに、激光 XII 号レーザーの本来の性能回復と多機能化を図ることが期待される。

(6) 宇宙空間科学

次世代赤外線天文衛星 (SPICA) 計画

①計画の概要

次世代赤外線天文衛星 (SPICA: Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) 計画は、ビッグバンから生命の発生にまで至る「バリオン物質が描きだす宇宙構造の形成と進化」を解明することを目指す次世代赤外線天文衛星計画である。ハッブル宇宙望遠鏡をも上回る口径 3m 級 (現在の案は 3.5m) の大型望遠鏡を宇宙に打ち上げ、絶対温度 6K 以下にまで冷却することにより、今までにない圧倒的な高解像度 (大口径のため)・高感度観測 (大口径+冷却のため) を達成し、宇宙論から太陽系外の惑星探査まで、幅広い天文学・宇宙物理分野に大きなインパクトを与えると期待される。SPICA 計画は、平成 18 年に打ち上げられた赤外線天文衛星「あかり」の成功に象徴される我が国のスペース赤外線天文学の成果と実績を踏まえて立案され、宇宙用極低温冷凍機の全面的採用、軽量望遠鏡、及び太陽-地球系の第 2 ラグランジュ点を周回する軌道を採用する等、極めて高い独創性と確実な実現性とを併せ持つ計画である。特に、日本が独自に磨き上げた技術である宇宙用冷却システム等の活用が、その実現の鍵となっている。SPICA は長年にわたる我が国の天文学コミュニティで議論・技術開発を経て、打上げ経費を含んで 500 億円以下の大型科学衛星計画として、宇宙航空研究開発機構が中心となって概念検討および技術開発が進められている。SPICA は我が国が発案・主導し、世界の研究者が参加する大型の国際協力プロジェクトであり、特に欧州の参加が ESA Cosmic Vision の枠組みの中で議論され、具体的な検討が進んでいる。平成 30 年度の打上げを目指している。

②科学的な意義

ビッグバンから生命の誕生まで: 137 億年前のビッグバン以降の宇宙の歴史の中で、現在の宇宙を構成している多種多様な天体が誕生、進化してきた。SPICA は特に天体を構成するバリオン物質の輪廻に着目し、次の 3 つのサブテーマを通して、天体の進化過程の解明を目指す。

(1) 銀河誕生のドラマに迫る

我々の宇宙は誕生直後の「単純な宇宙」から、銀河等様々な天体で構成

された極めて「複雑な宇宙」へ進化した。SPICA は高感度の赤外線観測により最も初期の銀河の誕生をとらえ、現在の宇宙の「複雑さ」の起源と進化に迫る。特に SPICA は赤外線観測の特徴を活かし、星間塵による減光の影響を受けることなく銀河の本質に迫り、かつ熱放射のピークをとらえて全エネルギーを観測できることが大きな特徴である。

(2) 惑星系形成のレシピを探る

SPICA は、赤外線観測の利点を活かし、太陽系外惑星系を直接に撮像するのみならず、その大気組成を分光観測で調べることができる。特に、生命と結び付きの深い「水」「酸素」「二酸化炭素」の存在を探る。地球以外の惑星の大気でこれらの分子が検出されれば、惑星における生命の発生に関して貴重な情報を得ることができる。これは、天体物理学における意義のみならず、我々の宇宙観・生命観そのものを見直す大きな機会となり、文化的な意義も大きい。

(3) 宇宙における物質の輪廻

宇宙の多様性は、He よりも重い元素 (O, C, N, Si 等。これを天文学では「重元素」と呼ぶ) によるところが多い。しかし、その「重元素」の多くは、固体に取りこまれ、一般には観測が困難である。SPICA は赤外線におけるその強力な分光能力を活かし、ガス相のみならず、固体相の観測も行なうことができる。これにより、宇宙における物質の輪廻を総合的に明らかにする。



③所要経費

469 億円（概算、日本の負担分のみ）

（初期投資：6 億円、衛星開発経費：324 億円、打上げ経費：111 億円、運用経費：28 億円）

④年次計画

平成 20~35 年度

（具体的な計画）

平成 20-22 年度： 概念設計・計画決定フェーズ

平成 23-24 年度： 基本設計フェーズ

平成 23 年度： 日欧双方において、計画の最終承認

平成 24-25 年度： 詳細設計フェーズ

平成 26-30 年度： 制作試験フェーズ

平成 30 年度： 打上げ

平成 30-35 年度： 観測運用

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

国内の主たる実施機関

宇宙航空研究開発機構、東京大学、名古屋大学、国立天文台等

国外の主たる実施機関

欧州： 欧州宇宙機構（ESA）、SPICA 観測装置コンソーシアム（約 10 カ国）

韓国： 韓国国立天文台(KASI)、ソウル大学等

米国： NASA

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は、日本天文学会会員を中心とする 200 名を超えるワーキンググループにより、ミッションの位置付け、ミッション構成の検討を、約 10 年にわたり進めてきた。さらに、その活動と並行して、宇宙用冷凍機など、ミッション実現の鍵となる技術についても、戦略的に開発を進めてきた。その結果、平成 17 年に光赤外線天文学研究者コミュニティがまとめた将来計画「2010 年代の光赤外線天文学」の中で「次世代スペースミッションとしては SPICA 計画が最重点計画」とされている。また第 19 期日本学術会議・天文研連・特別議事録において「SPICA を最重要スペース・ミッションとして推薦」とされた。これらを踏まえて、平成 22 年にまとめられた日本学術会議物理学委員会天文学宇宙物理学分科会による長期計画報告書「天文学・宇宙物理学の展望と長期計画」において、「国家として推進すべき重要計画」の一つとして強く推薦された。

これらを受け、平成 19 年 9 月に JAXA 宇宙科学研究本部にミッション提案が行われ、審査の結果、平成 20 年 7 月に「プリ・プロジェクト」（概念設計、計画決定フェーズの承認）として JAXA 内にチームが設置された。

⑦国際協力・国際共同

SPICA は世界的にユニークなミッションであり、世界の関連研究者から注目されている。

特にヨーロッパでは科学衛星の長期計画 ESA Cosmic Vision 2015-2025 において、SPICA にヨーロッパが参加するプロポーザルが、高い競争率を勝ち抜いて Assessment Phase に進む計画の 1 つとして、平成 19 年 11 月に採択された。これを受けて ESA が主導する望遠鏡等の検討と、10 カ国以上が参加する SAFARI（SPICA Far-Infrared Instrument）コンソーシアムによる遠赤外線焦点面観測機器の検討・開発が進んでいる。

また韓国からは焦点面観測装置の一部を負担したいという強い意向が寄せられており、具体的な検討が進んでいる。

米国も焦点面観測装置の一部を担当する意向を示しており、NASA からその検討のための Announcement of Opportunity が平成 21 年 7 月に出され、現在チームの選択が進んでいる。

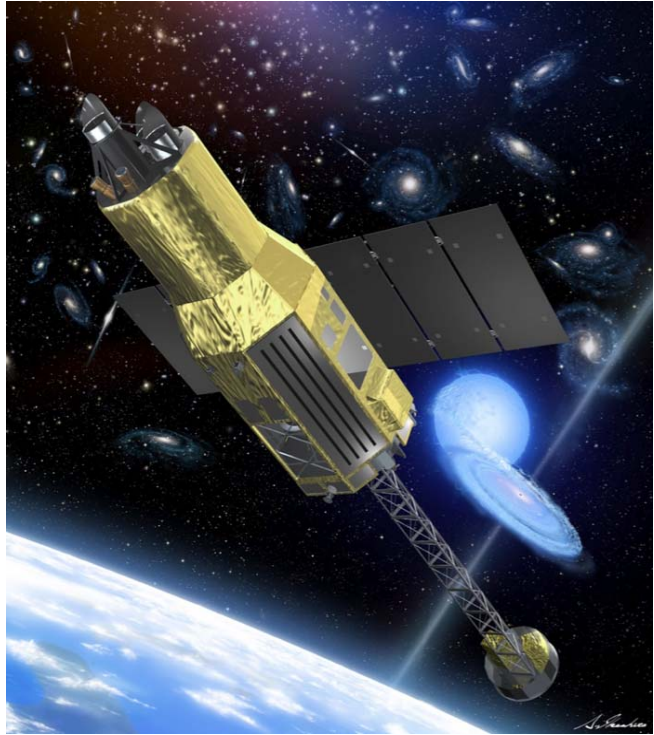
このように、SPICA は、「日本が主導する」国際天文台ミッションである。この実現には、(1) SP ミッションに必須の基幹技術を日本がもっていること、(2) SPICA 観測の重要な先導となるサーベイ観測を日本の「あかり」衛星が行ったこと、などが重要な役割を果たしている。

アストロ-H 計画

①計画の概要

アストロ-H (ASTRO-H) 計画は平成 25 年度に日本が H-2A ロケットで打ち上げをめざす国際 X 線天文衛星である。重量約 2.5 トン、全長 14m と日本が打ち上げてきた天文衛星でも最大規模を誇り、X 線からガンマ線におよぶ非常に広い波長域において高い感度での観測が可能である。ASTRO-H プロジェクトの目的は、以下の 5 つの項目にまとめられる。

- 1) 銀河団という宇宙最大の天体における熱エネルギー、銀河団物質の運動エネルギー、非熱的エネルギーの全体像を明らかにし、ダイナミックな銀河団の成長を直接観測する。
- 2) 厚い周辺物質に隠された遠方(過去)の巨大ブラックホールを現在運用中の日本のX線衛星「すざく」の約100倍の感度で観測し、その進化と銀河形成に果たす役割を解明する。
- 3) ブラックホールのごく近傍の物質の運動を測定することで重力による効果を把握し、相対論的時空の構造を明らかにする。
- 4) 宇宙に存在する高エネルギー粒子(宇宙線)がエネルギーを獲得する現場の物理状態を測定し、重力や衝突・爆発のエネルギーが宇宙線を生み出す過程を解明する。
- 5) 距離(年齢)の異なる銀河団内のダークマターの分布と総質量を測定し、銀河団の進化に果たすダークマターと暗黒エネルギーの役割を探求する。



これらはいずれも、宇宙そのものの理解に繋がる科学的成果の創出を目指したものであり、国際宇宙 X 線天文台として、世界トップレベルの科学研究成果を継続的に創出することが期待できる。この目的を実現するために、本計画では、5 年程度で ASTRO-H 衛星を開発し、以下の世界最先端装置による軌道上での観測を実現する。

1) 軟X線望遠鏡とエネルギー分解能 7 電子ボルトを持つマイクロカロリメータ検出器からなる軟X線超高分解能分光システム(観測範囲: 0.5–12 keV)。2) 軟X線望遠鏡と大面積X線CCDを用い、広い視野を持つ軟X線撮像分光システム(同: 0.3–10 keV)。3) 硬X線望遠鏡と硬X線半導体撮像装置からなる硬X線撮像分光システム(同: 5–80 keV)。4) 狭視野半導体コンプトンカメラにもとづく軟ガンマ線検出システム(同: 10–600 keV)。

硬 X 線望遠鏡の焦点距離 12 メートルを実現し、打ち上げ時の振動、温度変化・放射線等の軌道上環境で、対象とする天体を 5 秒角以下の精度で指向するための構造と制御系、絶対温度 55 ミリ度を実現する冷凍機システムをデータ処理、通信系などともに実現する。打ち上げ後最低 3 年間の観測をめざす。観測提案は広く全世界から公募され、最終的に観測データは公開される。

②科学的な意義

宇宙の進化は、星、銀河、銀河団がおりなす巨大な階層構造を作るとともに、ブラックホールに代表される驚くべきエネルギーと物質の集中を生み出してきた。ほぼ一様な状態から膨張を続けてきた宇宙で、数 10 桁も異なる空間的・密度的スケールにわたって、実に多彩な構造が作られてきたことは驚異である。銀河団は宇宙最大の天体であり、それを研究し、その進化を探ることが宇宙の構造がどのようにでき、進化してきたかを知ることにつながる。その際、銀河団の構成要素である銀河、あるいはその中のブラックホールが、どのように共に進化し、銀河団形成にどのような役割を果たすかを知る事が重要である。

宇宙で我々が観測できる物質の80パーセントはX線でしか観測出来ない高温状態にあり、宇宙の全貌を知る上で、X線観測は不可欠の手段である。世界最高のエネルギー分解能を持ち、X線からガンマ線までの広大なエネルギー範囲を観測する衛星「ASTRO-H」によって高温ガスの運動を捉え、宇宙の進化をリアルタイムの映像として明らかにし、超広帯域の観測とも合わせることで、ダイナミックな宇宙の進化の真の姿が初めて明らかにされる。「ASTRO-H」は、単に宇宙に関する情報を増やすだけでなく、宇宙の階層構造における最大の天体-銀河団における高温ガスの運動と高エネルギー粒子を初めて「見る」手段を提供し、宇宙の進化の本質に迫るための「新たな視点」を構築するものである。

③所要経費

約178億円（初期投資：約167億円、運用費等：約4億円/年、打ち上げロケットを含まない。）
打ち上げロケットを含めると総額250億円程度となる見込み。

NASAは約48億円をマイクロカロリメータシステムの開発に用いる事を決定。

④年次計画

平成21～28年度

平成21年度：衛星の基本設計を行う。観測機器の基本試験を行う。

平成22年度：衛星の詳細設計を行う。観測機器の試作を行う。

平成23～24年度：衛星、観測機器の製造を行う。

平成25年度：総合試験を行う。衛星打ち上げ

平成26～28年度：衛星の運用を行い、初期の実証観測を経て、公募観測に移行する

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

- ・宇宙航空研究開発機構：全体とりまとめ、衛星開発、打ち上げ、運用、データアーカイブ
- ・NASA：マイクロカロリメータ検出器共同開発、軟X線望遠鏡、運用協力、米国内でのサポート
- ・大学等：X線望遠鏡は名古屋大学、愛媛大学、NASA、JAXA他、マイクロカロリメータ検出器及び冷却システムは、JAXA、首都大学、金沢大学、埼玉大学、理化学研究所、NASA、SRON他、軟X線撮像検出器は大阪大学、京都大学他、硬X線検出器はJAXA、東京大学他、軟ガンマ線検出器は、JAXA、Stanford U.、広島大学、早稲田大学、東京大学他が主な開発メンバー。他サイエンス検討、ソフトウェア開発、較正実験などにおいて、青山学院大学／ESA／Yale U.／Wisconsin U.／STScI／MIT／MPI-K／県立ぐんま天文台／工学院大学／神戸大学／Columbia U.／CEA-DSM-IRFU／CfA/Harvard／Saint Mary's U.／Durham U.／Dublin Institute for Advanced Studies／中央大学／中部大学／筑波大学／東京工業大学／東京理科大学／東邦大学／奈良女子大学／日本大学／日本福祉大学／物質材料機構／Michigan U.／宮崎大学／U. Geneva／U. Marylandが参加し計画を実施する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

日本のX線天文学は、世界でもトップレベルの成果を挙げており、「はくちょう」、「てんま」、「ぎんが」、「あすか」、「すざく」と続くX線天文衛星の高い実績がある。ASTRO-H計画は、合計25校に達する日本の国公立大学の研究グループの支持と協力で検討が進められてきた。本計画は、こうした日本のX線天文学コミュニティの総意をもって宇宙航空研究開発機構(JAXA)に提案され、平成19年に学術コミュニティより選出された委員によって構成される理学委員会において、是非実施すべきミッションと認定された。その後、宇宙航空研究開発機構および宇宙開発委員会において、科学意義、技術面での準備状況、体制などの観点の評価が行われ、開発を行う準備ができているという判定が下されている。

⑦国際協力・国際共同

ASTRO-Hは日本が主導する科学衛星計画である。これほどの性能を持つ国際X線天文台衛星は今後10年以上にわたって諸外国においても存在しないため、国際的に非常に高く評価されており、米国はマイクロカロリメータシステムやガンマ線検出器の共同開発に参加する。NASA、ESAのアメリカ、ヨーロッパの宇宙機関はそれぞれASTRO-H計画にサイエンス面でアドバイスを与えるためのサイエンス委員会のメンバーを公募によって選定し、活動を行っている。その他にもオランダ、スイス、フランスの研究機関・大学等を含め、18機関が英知を結集して開発を行う体制がとられている。

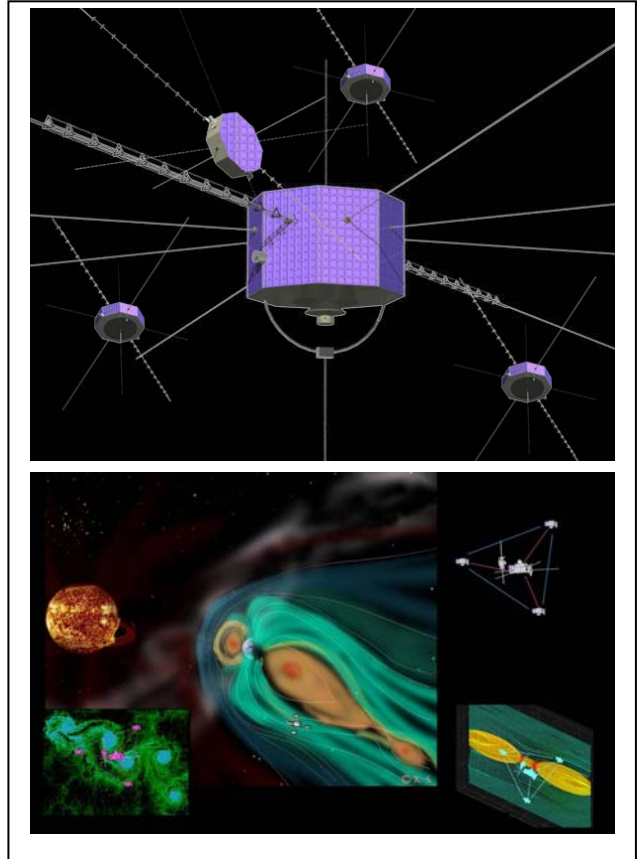
複数衛星による地球磁気圏探査計画

①計画の概要

宇宙空間は希薄だが活動的なプラズマガスで満たされ、そこでは興味深い現象が展開している。地球周辺の宇宙空間すなわち磁気圏では、プラズマ現象の現場に衛星を投入して「その場」観測が実施されてきた。その成果をふまえ、磁気圏を自然が提供する宇宙プラズマ実験室とみなして次世代プラズマ観測を行い、「プラズマ宇宙観」の確立へと貢献するのが、「複数衛星による地球磁気圏探査 (SCOPE) 計画」である。SCOPE は、(1) 5機からなる衛星編隊により、(2) 衛星間距離を適正に調整して「同時マルチ・スケール」観測を実施することで、(3) 「マルチ・スケール物理」の視点から衝撃波・磁気リコネクション・プラズマ乱流といった普遍的に重要な物理過程の根源的理解へと迫る、という特質を持っている。SCOPE は、関連研究者コミュニティの合意を踏まえて宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 宇宙科学研究本部 (ISAS) に設置されたワーキンググループ (WG) において中型科学衛星計画として検討され、平成 21 年 1 月に ISAS・宇宙理学委員会の MDR (ミッション定義審査) を通過した。現在は SRR (システム要求審査) に向けて、チームが作業を進めている段階にある。SCOPE はその初期検討段階から、次世代磁気圏探査計画として国際的にも注目を集めてきた。SCOPE はカナダとの国際共同を想定しているが、欧州 ESA で検討される Cross-Scale 計画と高度に連携した同時観測も深く議論されてきた。米国・ロシア・中国も様々な形での連携観測計画を策定しており、SCOPE は世界の次世代磁気圏観測計画におけるコアとしての役割を果たすものである。平成 30 年頃の打ち上げを目指している。

②科学的な意義

SCOPE 計画の科学的意義は、地球磁気圏の宇宙プラズマガス現象を「その場」での同時マルチスケール観測を行うことによりその物理を根底的に理解し、「プラズマ宇宙観」の確立に寄与することにある。宇宙プラズマにおいて普遍的に重要な現象である衝撃波、磁気リコネクション、乱流による異常輸送現象は、地球周辺の宇宙空間でも展開されている。宇宙プラズマはガスを構成する粒子同士が衝突して緩和することのない無衝突状態にあり、その振る舞いは地上での常識を超えている。したがって宇宙プラズマ現象の現場、すなわち「その場」に衛星を送りこんで、荷電粒子の振る舞いを直接サンプルして調べると同時に電磁場の計測を行う磁気圏観測による精密かつ確実な情報は、これらの現象を根底的に理解し「プラズマ宇宙観」を確立していく上で必須である。SCOPE においては同時マルチスケール観測によってこの情報を引き出す。それは、(1) 粒子加速といった興味深い効果を生み出すダイナミックな宇宙プラズマ現象は、全体としては大規模だが、その中には微小な「鍵となる領域」が埋め込まれていること、(2) ダイナミクスを理解していく上での本質は大規模ダイナミクス (流体スケール、イオン・スケールと呼ぶ：地球磁気圏で 500~10,000km) と「鍵領域」におけるマイクロ物理 (電子スケールと呼ぶ：地球磁気圏で <100km) とを同時に把握してこれらの連動を解明することだ、という最新の問題意識に基づくものである。SCOPE は、親子衛星ペアで世界最高性能のプラズマ観測を行い、これまで十分ではなかった電子スケールでのマイクロ物理を解像すると同時に、3機の子衛星編隊が親子ペアを囲む大規模場を同時観測して同時マルチ・スケール観測を実現し、以下の基本的な問いに答える。



- ・衝撃波面における上流から下流への状態遷移は、無衝突プラズマにおいていかに達成され、そこでどのように粒子が非熱的に加速されるのか？
- ・磁気エネルギーが爆発的に開放される磁気リコネクションはいかに駆動され、そこで生じる高温プラズマジェットはいかに周辺場と相互作用し、そこでどのように粒子が加速されるのか？
- ・異なるプラズマが接する境界面での大規模な渦の発生に伴い、いかにして「鍵領域」が出現し、そこでどのようなマイクロ物理が粒子加速やプラズマ拡散を起こさせるのか？

③所要経費

250 億円（打上げ経費を含めた、JAXA 負担分。中型科学衛星計画の予算規模である。）

④年次計画

平成 20 年度： MDR（ミッション定義審査）合格とのステータスを、JAXA 宇宙科学研究本部・宇宙理学委員会において得る。

平成 21～23 年度： SRR（システム要求審査）に向けてシステム検討を深化させる。

平成 24 年度～： 平成 30 年頃の打ち上げを目指してプロジェクト開始。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

主体は JAXA 宇宙科学研究本部。提案そのものは、研究者がヴォランティア的に集結して結成された WG によってなされ、プロジェクト化されるまでの概念検討や技術試験も、WG が JAXA における資金を競争的に獲得して実施する。WG を構成するメンバーは、JAXA 宇宙科学研究本部、東京大学・京都大学・名古屋大学など全国の大学・高等専門学校・研究機関に所属する理学・工学の研究者である。MDR 審査に向けて提出した提案書には、150 名を超える研究者からの賛同を得た。

⑥学術コミュニティの合意状況等

地球磁気圏の観測は、日本が長年の実績を有する分野である。SCOPE 計画はその高い実績をもとに、新たに軌道上での編隊飛行という技術要素を開発し、それを最大限に活用しながら宇宙プラズマの真髄へと迫る新しい観測（同時マルチ・スケール観測）を実施しようとするものである。SCOPE 計画 WG は地球電磁気・地球惑星圏学会（SGEPSS）の会員を中心に構成されており、学会において広く議論した成果をふまえて提案された計画である。また、提案書への賛同者には、実験室プラズマや太陽プラズマ物理学など、従来は異なる分野とされてきた隣接分野の研究者も見られ、SCOPE 計画が宇宙プラズマ物理の普遍的な解明を目指すものであることが広く理解されていると言える。さらに以下に述べるように、世界の学界においても次世代地球磁気圏観測は同時マルチ・スケール観測であるべきという結論へと収束しており、SCOPE 計画には広い国際共同の可能性がある。

⑦国際協力・国際共同

世界の磁気圏観測分野において Cluster（欧州、平成 12 年打ち上げ）から MMS（米国、平成 26 年打ち上げ）へと続く 4 衛星による編隊観測は、それぞれイオン・スケール、電子スケールの観測を実施する。THEMIS（米国、平成 19 年打ち上げ）は散開した多点での観測から大規模ダイナミクスの様相を明らかにしている。これらのミッションは画期的な成果を出すと同時に、磁気圏・宇宙プラズマ物理の根源的理解のためには、これらの観測を同時に行う、同時マルチ・スケール観測が必須であるという新しいミッション欲求を生み出した。SCOPE はこの最先端の問題意識に答えるものであり、それ故、それがコアとなって広い国際協力の可能性が検討されている。まず SCOPE 計画そのものがカナダとの共同を想定している（カナダが子機 3 機を提供、親子ペア衛星の提供と打ち上げを日本が担当）。欧州は Cross-Scale という 7 機の衛星からなる計画を想定し、SCOPE と連携して 12 機の衛星群を構成して同時観測のスケール・レンジを充実させることを検討してきた。SCOPE の打ち上げには、想定するロケット H-2A の能力の半分しか必要としないので、米国は SCOPE 編隊と連携して観測する衛星 2～3 機をこの余剰能力を活用して打ち上げ、同時観測を充実させることを検討している。ロシア・中国も同様に、衛星を追加することによる充実策を独自打ち上げによって実現することを検討している。いずれにしても SCOPE 計画は国際共同のコアであって、親子衛星ペアによって世界最高性能のプラズマ観測を行うことから、それとの連携によって大きな成果が生まれるという期待が、広く喚起されている。

太陽系進化の解明を目指す宇宙惑星探査・開発プログラム

①計画の概要

本研究は、宇宙空間を利用したさまざまな科学観測・実験を行うために、宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究本部を中核とした大学共同利用システムの下で実施される大型研究計画である。この中には、宇宙空間からの天文学・宇宙物理学、太陽系探査科学、宇宙科学・宇宙開発を可能とする工学などの分野が含まれており、まず、大枠を決めて、その中から提案が選定される。数10億円以上の予算規模のものとして、次の3つの計画が準備されている。

(A) 小型科学衛星計画(宇宙ステーション利用、輸送系開発実験、外国衛星計画の一部負担、等を含む)

数10億円規模(小型科学衛星計画には打上げ費用を含む)を10年で6-10計画

(B) 中型科学衛星計画(外国衛星計画の一部分担を含む)

100億円程度以上~250億円程度以下(打上げ費用を含む)を10年で3-5計画

(C) 大型科学衛星計画

250億円以上~500億円程度以下(打上げ費用を含む)を10年で1-2計画。

これらの計画は、研究者コミュニティの代表が入った委員会にて競争的に計画の選定が行われる。計画の概念検討段階では、宇宙科学研究本部の下に、ワーキンググループ(WG)が結成され、必要な準備が行われる。計画が動き出せる段階にきたと判断されると、JAXAの評価を受け、予算要求がされる。現在、準備が進められている計画としては、次のものがある。中型科学衛星計画としては、

(B-1) 小惑星サンプルリターン(HAYABUSA-2)計画

JAXAでの準備資金によって技術開発・準備段階にある。

(B-2) 複数衛星による磁気圏探査(SCOPE)計画

JAXAでの準備資金によって技術開発・準備段階にある。

(B-3) ソーラー電力セイル計画

JAXAでの準備資金によって技術開発・準備段階にある。

(B-4) 太陽観測衛星計画

研究グループの具体的検討によるWG段階にある。

(B-5) 火星周回衛星計画

研究グループの具体的検討によるWG段階にある。

大型科学衛星計画としては、

(C-1) 月面探査(SELENE-2)計画

JAXAでの準備資金によって技術開発・準備段階にある。

これらのほとんどは、国際的な協力について協議中であり、打ち上げ費用なども含めて国際計画の一部として準備し、また、搭載装置なども国際的な分担がなされる。

②科学的な意義

宇宙惑星科学の究極の目標は、星・惑星系の形成と進化の法則を理解することにある。とりわけ、太陽系における地球とそこに棲む生命の位置づけを経時的に把握すること、また、宇宙における太陽系自体の普遍性と特殊性を理解することである。

近年、日本において惑星・小天体・惑星間空間探査が実現されたことは、宇宙惑星科学が新たなフェーズに入ったことを意味する。「あけぼの」、「ようこう」、「GEOTAIL」に続いて、「れいめい」、「ひので」が打ち上げられ、太陽からジオスペースへのエネルギー輸送、太陽フレア・サブストーム・磁気嵐等巨視的構造の時間変化、粒子加速過程、磁気リコネクションによる太陽フレアや全地球的なオーロラの発生などを明らかにしつつある。固体惑星探査では、「はやぶさ」による小惑星イトカワ探査は、衝突破片の再集積(ラブルパイル)という小惑星モデルを実証するとともに、世界で初めて月以外の太陽系天体の試料が獲得された可能性を残している。「かぐや」による月探査は、世界で初めて全球の詳細画像や地形図、重力や放射性元素、磁場の正確な全球分布などを取得した。本計画は、このような実績に基づき、次世代の探査・開発を目指したものである。

宇宙惑星科学における今後の重要な課題は次のようであり、それぞれの計画と対応している。

(A) 太陽系の起源・進化の実証的な研究

探査やサンプルリターンにより持ち帰られる宇宙物質の研究と、惑星形成論や天文観測との連携により、実証的な惑星系進化論を構築する。これには、小惑星サンプルリターン計画、火星周回衛星計画、月面探査計画が対応している。

(B) 惑星大気や磁気圏物理の普遍性と特殊性の研究

惑星大気・磁気圏探査の進展は、火星においては太陽風による大気のはぎとり、水星においては希薄大気構造及び惑星磁気圏、木星においては巨大磁気圏における粒子加速等の課題に発展している。今後は、地球における大気・磁気圏のさらなる研究とこれらを比較して、より普遍性のある研究を展開する。これには、複数衛星による磁気圏探査計画が対応している。

(C) 系外惑星の探査と宇宙生物学および宇宙進化の研究

宇宙の構造、進化を解明するとともに、太陽系外での惑星系の探索、進化を研究し、また、生命進化に必要な物質や環境の普遍性について研究を展開する。これには、大型国際 X 線望遠鏡や次世代赤外天文衛星が対応している。

(D) 太陽活動の研究

近年、太陽活動の変動と地球環境変動の対応が注目されており、より定量的な太陽活動の観測とその原因の解明が求められている。これには、太陽観測衛星が対応している。

(E) 宇宙開発技術・工学の研究

宇宙開発に新しい芽をもたらし、自在な科学観測・探査活動を可能とする工学研究、さらに宇宙開発利用に革新をもたらす創造的、萌芽的な工学研究を推進する。これには、ソーラー電力セイル計画、月面探査計画が対応している。

③所用経費

10 年間で 2000 億円－3000 億円

④年次計画

平成 27 年頃までに打上げを予定

(B-1) 小惑星サンプルリターン計画

(B-5) 火星周回衛星計画

(C-1) 月面探査計画

平成 32 年頃までに打上げを予定

(B-2) 複数衛星による磁気圏探査計画

(B-3) ソーラー電力セイル計画

(B-4) 太陽観測衛星計画

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究本部(ISAS)を中核として大学共同利用システムの下で実施。計画資金は、JAXA への運営費交付金を主要な財源として準備する。個々の衛星計画は、宇宙科学研究本部が核となって全国の大学・研究機関の当該分野の研究グループが一体となって遂行。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画については、主に宇宙科学研究本部の大学共同利用委員会を中心に研究提案の受付から、ワーキンググループによる検討が行われてきた。その間、関係各学会における検討・議論も平行して行われている。

⑦国際協力・国際共同

月面探査計画は、国際的な将来の月面有人基地計画への参加の一步である。その他については、欧州、米国などの宇宙機関、あるいは研究者との国際的協議が進行中である。



図) 小惑星探査機「はやぶさ」

(7) 情報インフラストラクチャー

大規模分散型高性能計算およびデータ共有システム

①計画の概要

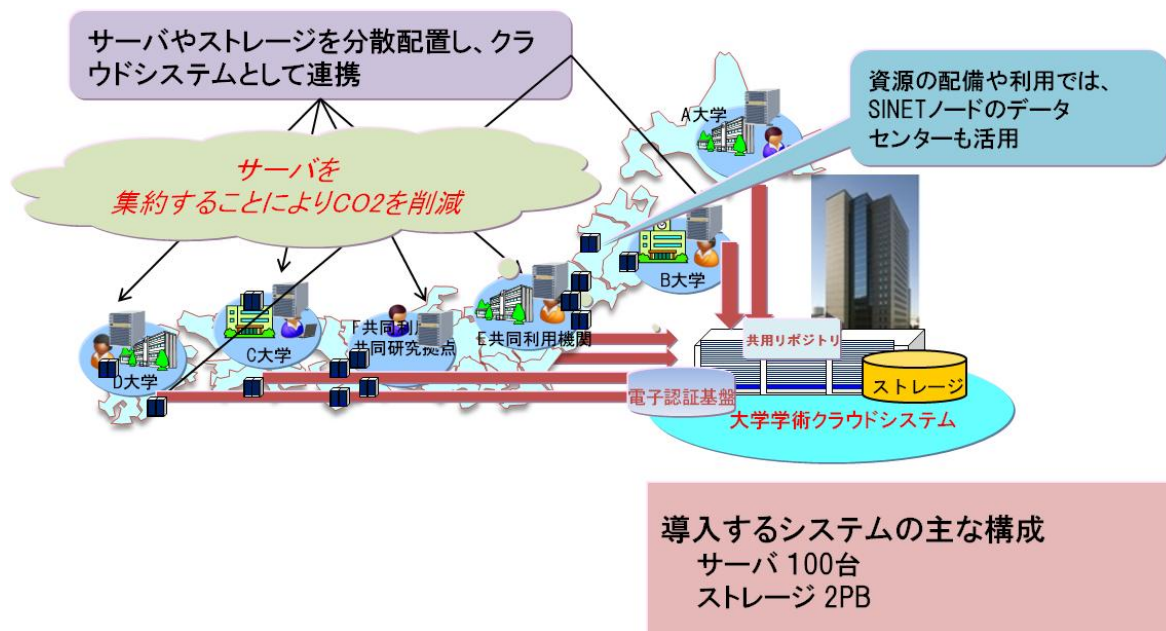
本計画は、21 世紀の科学を推進するために必要となる最新鋭の計算資源および情報資源を効果的に配備し、研究者の利用に供するための情報基盤の整備と研究開発に係るものである。

多くの分野の学術研究を強化し知の統合を支える e-サイエンス体制の推進には情報基盤が必須である。そのため、本研究計画では大学の情報基盤センターや研究機関で提供されるスーパーコンピュータなどの計算資源を仮想化するグリッドを配備し、さらに学術研究機関が共有できる大容量のストレージ機能とその他の学術コミュニティ活動支援機能を実現し、学術研究分野全体に提供する柔軟で先進的な学術コミュニティのための学術クラウド基盤を運用する。

本計画では、スーパーコンピュータを持つ情報基盤センター群（平成 21 年度より共同利用・共同研究拠点化）および国立情報学研究所の提供する計算資源とネットワーク資源を基礎に、全国の大学や共同利用研究所の計算資源をグリッド技術及びクラウドコンピューティング技術を活用して仮想化し、あらゆる分野の学術研究活動に必須の情報基盤として提供しようとするものである。

現状の参加機関の資源では不足するのが、大規模データ共有のためのストレージ基盤であり、本計画ではまず 2 ペタバイトのストレージと、これを中心にクラウド計算資源用のサーバ（総数 100 台程度）を加えて整備することを第一の柱としている。これらを大学や SINET ノードのデータセンターに配備して効率的な利用を図る。さらに、このような大規模なシステムを活用するための基本ソフトウェアやミドルウェアの継続的開発および先端研究と密接に連携しつつソフト開発や運用にあたる人材の拡充が第二の柱である。

本計画は、第一期として 4 年を目途に第一フェーズの展開を行い、様々な観点からの評価を得て次世代のシステム計画に発展させ、継続的に運用していくことを想定している。



大規模分散型高性能計算およびデータ共有システム

②科学的な意義

本研究計画の科学的意義は、学問の手法が ITC を駆使した e-サイエンスに向かう中で、現在の情報基盤を更に強化し、全国の学術関係機関の共有のシステムとして整備する点にある。我が国の学術研究のレベルを維持・発展させ、並行して先進的な国際連携を進めていくためにも、本計画に含

まれる大規模ストレージや計算資源を有効活用する学術クラウド基盤整備が必須の課題になる。また、超並列分散ソフトウェア技術や大規模分散データベース技術の観点からも多くのチャレンジを含む。

特に、一カ所に集中して資源配備するのではなく、分散したクラウド環境で適切な資源を必要なだけ使うというシステム構成は、今後の低炭素社会の実現と資源の効率的共用という観点から、学術の社会に対する説明責任を果たすために必須の特性といえることができる。

また、今回は我が国で従来から不十分なレベルにあると指摘されてきた学術用ソフトウェア開発体制の充実と、学際的な課題解決に立ち向かうことのできる若手人材の拡充をもう一つの柱に据えていることも重要である。

すべての教育研究分野で情報基盤を必要とする現在、本計画により情報学からもたらされる分散処理、資源仮想化、高性能計算などの分野での研究開発成果が学術界全体に与えるインパクトは極めて大きいと考える。

③所要経費

37 億円（サーバおよびストレージ等（リース）：13 億円、ソフト開発・人件費等：24 億円）

④年次計画

平成 23～26 年度

（具体的な計画）

平成 23 年度：ストレージ装置およびクラウドサーバの導入を行う（3 ヶ月 1 億円）

ソフトウェア開発経費および人件費（6 億円）。

平成 24 年度：クラウド環境の運用を開始する。（計算資源 4 億円、ソフト開発等 6 億円）

平成 25～26 年度：運用を継続し、併行して次世代システムの計画を立案する（10 億円／年）。

以下、同規模で運用するということであれば、10 億円／年。

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

国立情報学研究所および学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学の情報基盤センターによるネットワーク型拠点）を中心とし、各大学、研究機関の連携の元で行う。

⑥学術コミュニティの合意状況等

学術会議の情報学委員会にて情報学における重要課題の検討を過去 4 年余り行ってきたが、本研究計画はこの検討をベースにしたものである。先程、検討の総括として「情報学の展望」を取りまとめたところであるが、この中で特に、他の学問領域に広く影響する基本的な情報学の課題として e-サイエンスの実現を取り上げ、方策を検討してきた。ネットワークやスーパーコンピュータ資源等の更なる整備、データベースの共有、そして人材育成などの課題が指摘されている。

また、全国の大学の情報基盤センター等にはすでにスーパーコンピュータが設置され、様々な研究に利用されているが、今後もこれを強化していく必要がある。一方、国立情報学研究所では、大学等と連携して先進的なネットワーク SINET を整備運用してきた。このような情報基盤の運用に携わる機関の間では、従来から研究会組織を動かして、グリッド、認証基盤、高性能計算などの個別の分野で更なる貢献をするための計画を検討してきた。また、その中で大規模データアーカイブやバックアップの必要性も検討されてきた。以上のような検討を踏まえ、情報学委員会として本研究計画を提案するものである。

⑦国際協力・国際共同

現在、米国では TeraGrid などスーパーコンピュータを連携運用するグリッドが立ち上がっており、同様に EU においても EGEE のような国際規模のグリッドが運用されるにいたっている。本計画の中には、既に情報基盤センターで試行が始まっている我が国のグリッドの展開も含まれているが、これが国際的にも我が国の学術界を代表するグリッドとして国際展開するためにも本研究計画が重要である。このためにも、若手人材を確保して、欧米と直に対応するような体制整備が必要である。また、我が国の有する様々な大規模研究装置の利用に当たり、本計画の提供するネットワークとストレージ環境は必須の基盤といえる。

超大型仮想統合ネットワークテストベッド

①計画の概要

ネットワークは、人類の持続的な発展のための知識社会の形成に必要な不可欠なインフラであり、現在ブロードバンドインターネットや携帯ネットワークに経済活動や社会生活、教育、医療・介護、そして科学技術研究などがますます依存度を高めている。2010年代の人類社会の継続的な発展にはより高度で低エネルギー消費の安心安全なネットワーク基盤が必須であり、誰でも安心して接続できる高信頼で様々なアプリケーションに柔軟に適應できる高度なネットワークの研究開発の推進は国力の維持強化と科学技術の進展にとってきわめて重要である。学術として考えれば、ネットワーク科学および工学は、理論研究のみならず、機能を実装し、実験室に留まらず、広域の実験用ネットワークを用いて検証し、それがまた理論研究にフィードバックされるスパイラル様式で成長発展を遂げてきた。インターネットがその代表的な成功例であり、またオープンイノベーションを強力に推し進める現代のインフラストラクチャーとして存在している。この数年情報通信技術（ICT）の利用を根本から変革するクラウドコンピューティング技術が登場し、これまでのICTの保有からICTの利用への転換を図る情報システムへのパラダイムシフトが進展することが想定される。これはネットワークとアプリケーションを統合させたサービスを提供しユーザはそれを必要に応じて利用するという新しいパラダイムの概念によるものであり、それを提供する基盤としての新世代ネットワークの研究開発が急務である。新しいパラダイムのコンピューティングとネットワーキングを融合し、2010年代以降の社会生活、政治・経済、医療・介護、そしてe-Scienceなどの科学研究などに必要なネットワークインフラ技術の研究には超大型のネットワークテストベッドの構築が必要となる。米国は今後の高度な知識社会を支えることができる革新的ネットワークの研究開発を推進するための、国立科学財団（NSF）助成による新しいネットワークテストベッドGENI（Global Environment for Network Innovations）の構築に注力し、多くの大学の研究者が参画している。欧州においてもEUのFP7プログラムにおいて将来のネットワーク技術の研究とそれを実証するネットワークテストベッドの構築を進めている。

②科学的な意義

近年、ネットワーク上のデータ量は指数関数的に増加し、2020年代には現在の1000倍以上になると予想されており、その急増するデータ量や消費電力削減に対応するペタビット級且つグリーンICTを実現するエネルギー効率1000倍を実現する光技術を核としたネットワーク基盤技術を構築する必要がある。また、地球規模での環境維持のベースとなる環境モニタリングや、個人に合わせたネットワークサービスを提供するための状況モニタリングを実現するためには、1000億規模の機器が接続される有線・無線統合のネットワークを運用管理する技術の構築が必要である。また、時代と共に要求されるネットワーク機能も変化、或いは多様化するため、常に自己刷新が可能である自己組織化ネットワークが必要と考えられ、物理ネットワークやコンピュータ・ストレージ資源の仮想化をベースにした多様なネットワークを柔軟にフェデレートする安定且つ高信頼な仮想ネットワーク管理・運用する技術が必要とされている。さらに、日本全国の研究者数千、数万人が、それぞれの研究を同時に遂行可能にするための、仮想化を活用したオーバーレイネットワークや、クラウドコンピューティング接続ネットワーク、またワイヤレス・フォトリックネットワークを含んだ複数レイヤーでエンド・エンドのネットワークスライスをユーザの要求に応じて提供する機能を実現する技術も必須である。これらを実現する従来の情報理論、通信理論を超える新しいネットワーク科学の創生とそれによる新アルゴリズムや新アーキテクチャを実証する大規模なネットワークテストベッドで実験・実証し、新理論にフィードバックして理論体系化を図ることを可能とする。

③所要経費

320億円（回線費用150億円、インフラ部開発：60億円、プラットフォーム部開発：50億円、テストベッド構築：30億円、クラウド設備購入費用：30億円）

④年次計画

- 平成23～26年度：全体アーキテクチャの研究とサブプロジェクトごとにネットワーク科学の研究とその実証研究を行う。具体的な計画を以下に示す。

- ・平成23年度～24年度：サブプロジェクト毎に研究・開発
- ・全体アーキテクチャの研究（拠点合同）、インフラ構築（光・パケット統合ネットワークノード開発、ワイヤレステストベッド開発、仮想化ノード開発）（約60億円）、プラットフォーム開発（P2Pオーバレイ開発、クラウドネットワーク開発、光ネットワークテストベッド、ワイヤレステストベッドプラットフォーム開発）（約30億円）、テストベッド管理・計測システム、大規模シミュレータ開発（10億円）
- ・平成25年度：結合試験およびテストベッドシステム開発
- ・各プロジェクトの結合、全国展開・海外テストベッド接続のためのノード開発（約30億円）、クラウド向け等設備購入（約20億円）
- ・平成26年度～27年度：ワールドワイド実験および高度サービス開発と実証実験運用およびサービス開発（約20億円）

⑤提案する中心的実施機関または実施体制

情報通信研究機構、東京大学、大阪大学、慶應義塾大学、産業技術総合研究所、情報学研究所、京都大学、東北大学、東京工業大学、電気通信大学、横浜国立大学、奈良先端大学院大学、北陸先端大学院大学、筑波大学、名古屋大学、九州工業大学、新潟大学、青山学院大学、NTT 研究所、KDDI 研究所、NEC、富士通、日立、などを拠点とする。広く大学に接続するために学術情報ネットワーク（SINET）をアクセスネットワークとして活用する。

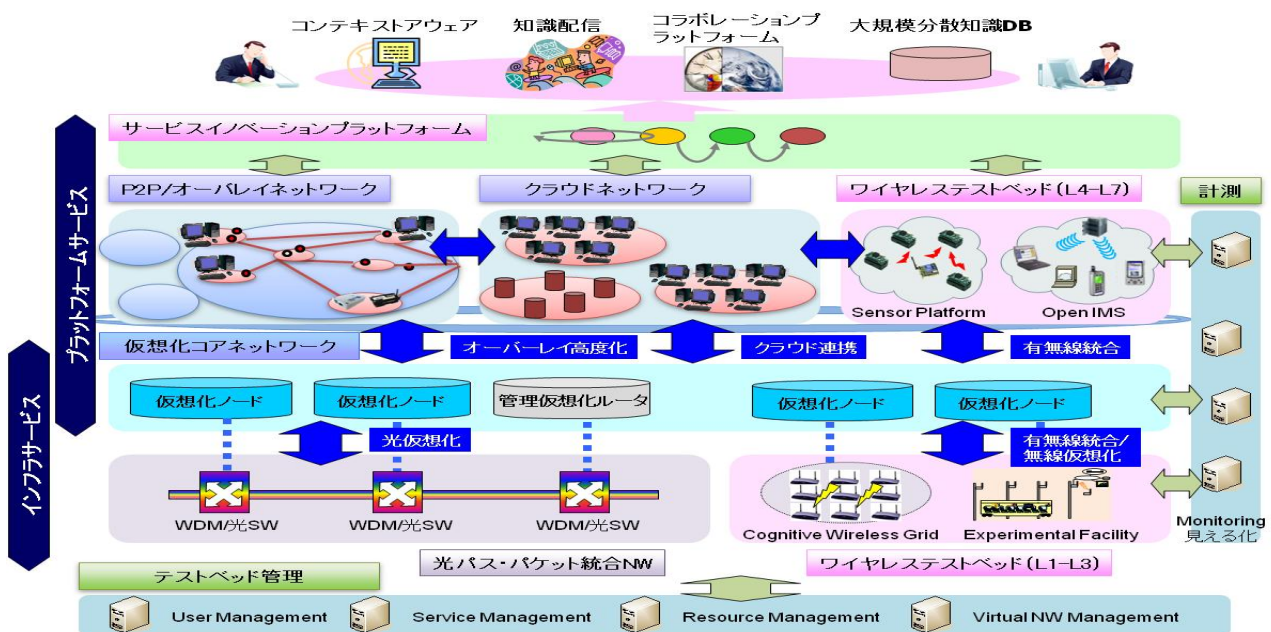
情報通信研究機構に全体を統括するセンターを置き、下記の研究プロジェクトを拠点に配置して研究を推進する。テストベッドネットワーク構築P、フォトニック・ワイヤレス融合ネットワークP、ネットワークフェデレーション制御P、グローバルネットワーク計測シミュレータP、ネットワーク仮想化P、ネットワーク科学P、グリーンネットワークP、クラウドネットワーキングP、リアルタイムNWアプリケーションP、医療 ICTP を推進する。

⑥学術コミュニティの合意状況等

本計画は情報学委員会情報ネットワーク社会基盤分科会および電気電子工学委員会通信電子システム分科会において議論されたものである。

⑦国際協力・国際共同

米国のNSF ファンドによる GENI ネットワークテストベッド、EU のFP7 プログラムにおける FIRE や GEANT (G3) のテストベッド構築が進展しており、それらとの接続により共同研究を推進する計画が進められつつある。



超大型仮想統合ネットワークテストベッド

参 考 資 料

＜参考１＞ 我が国における大型研究施設（装置、設備等を含む）計画に関する調査

平成21年3月19日

日本学術会議 科学者委員会
学術の大型研究計画検討分科会
委員長 岩澤 康裕

学術の大型研究計画に関する調査

第１回：大型研究施設(装置、設備等を含む)計画について

本調査の目的

学術の大型研究計画検討分科会は、学術研究を推進するに当たり、大型の施設を必要とする計画、多数の研究者の長期にわたる共同を必要とする計画、膨大なデータ集積が必要な計画など、多額の経費が必要とされ、また多分野の協調や国際的協力の枠組み等が求められる学術の大型研究計画について、長期的かつ俯瞰的な視点から、我が国における企画・推進方策の在り方や、それらの方策を実現するためのシステムの構築に向けた検討を行うことを目的に、平成20年10月に科学者委員会の下に設置されました。

本分科会では、今後の検討の基礎資料とするため、現在計画中の学術研究計画の事例の収集・把握を行うことを目的に調査を実施することとしております。

そのため、今回は、その第1段階として、大型の研究施設(装置、設備等を含む)を対象に調査を行うものです。なお、今後、第2回の調査として、多数の研究者の長期にわたる計画的共同を必要とする研究、膨大なデータ集積が必要な研究等に係る調査を行うこととしております。

1. 調査結果の取扱い等について

今回の調査結果は、国際対応も含め今後の方策・体制等を検討する基礎資料として利用するものであり、予算への反映等に利用するものではありません。

ただし、今後、国際的な場面(G8関係等)等において、大型研究計画に関する情報交換や議論が行われる可能性もあり、優劣等の判断につながらないように十分に配慮した上で、基本的な情報に限って利用する可能性があります。

なお、本調査結果については、個票を直接公開することはありません。

2. 今回の調査対象

総額、数十億円以上(装置、設備等を含む建設費。運営費は除く)の大型研究施設の計画。

3. 調査項目(研究計画毎(一件一様式)で作成してください。)

(1) 計画のタイトル[英文があれば併記] (2行以内程度)
(2) 計画の概要 (簡潔な目標と、主に施設に係わる具体計画、予算規模 等) (10行以内程度)
(3) 科学的な意義 (期待される科学的成果、さまざまな効果を明確に) (10行以内程度)

(4) 主な実施機関（実施の中心となる機関名とその役割）（5行以内程度）
(5) 実行組織（計画責任者および実行グループの主要メンバーの所属、役割等。進んだ段階にある場合は、主な実施機関とコミュニティにおける実行組織の概要。<u>ただし、国際協力・国際共同については次項</u>）（10行以内程度）

(6) 国際協力・国際共同（協力・共同の形態、想定される日本の役割、現在の国際的状況、建設時および完成後の協力・共同の体制、その他海外動向など）

（10行以内程度）

(7) 準備状況（現在計画がどの段階にあるかを、①中心メンバーによる企画段階、②研究者グループの具体的検討による企画書段階、③一定の準備資金（明記の事）を得ての技術開発等開発・準備段階、④計画の全容が定まり予算要求段階、などの段階を明記の上、コミュニティの合意状況も含めて準備の現状を具体的に記述）（10行以内程度）

(8) タイムスケジュール(いつ頃までの実現を期待しているか、現状とスケジュールの根拠を明示) (10行以内程度)

(9) 計画における国際協力・国際共同の重要性と問題点 ((6)の記述を踏まえ、この計画における国際的な協力・共同の枠組みの重要性、ユニークさ、問題点や今後の課題などを簡潔に) (10行以内程度)

(10) 回答を頂いた方(代表者)の連絡先

お名前:

ご所属:

ご連絡先:

E-mail アドレス:

<参考2> 我が国における大規模研究計画（大型施設を除く）に関する調査

平成21年6月5日
日本学術会議 科学者委員会
学術の大型研究計画分科会
委員長 岩澤 康裕

学術の大型研究計画に関する調査
第2回：大型研究計画(大型施設は除く)について

本調査の目的

学術の大型研究計画分科会は、学術研究を推進するに当たり大型の施設あるいは大規模な基盤設備を必要とする計画、多数の研究者の長期にわたる共同を必要とする計画、膨大なデータ集積が必要な計画など、多額の経費が必要とされ、また多分野の協調や国際的協力の枠組み等が求められる学術の大型研究計画について、長期的かつ俯瞰的な視点から、我が国における企画・推進方策の在り方や、それらの方策を実現するためのシステムの構築に向けた検討を行うことを目的に、平成20年10月に科学者委員会の下に設置されました。

本分科会では、今後の検討の基礎資料とするため、現在計画中の学術研究計画の事例の収集・把握を行うことを目的に、大型の研究施設(装置、設備等を含む)を対象とした調査を実施致しました。この第一段階の調査に引き続き、今回は第二段階として、大型の研究施設等を含まない大型の研究計画についての事例の収集・把握を目的とした調査を実施致します。今回の調査対象となるのは、科学研究費補助金等では実施が困難であり、個別研究プロジェクトの枠を超えた大分野の根幹となる大型研究計画となります。

1. 調査内容の取り扱い等について

今回の調査結果は、国際対応も含め今後の方策・体制等を検討する基礎資料として利用するものであり、予算への反映等に利用するものではありません。

ただし、今後、国際的な場面(G8関係等)等において、大型研究計画に関する情報交換や議論が行われる可能性もあり、優劣等の判断につながらないように十分に配慮した上で、基本的な情報に限って利用する可能性があります。

なお、本調査結果については、個票を直接公開することはありません。

2. 今回の調査対象

総額、数十億円以上(設備、ネットワーク構築、データ集積、運営費等の経費)の大型研究計画。なお、大分野の根幹となる大型研究計画であれば、分野により必要とする予算規模は異なるので上記の総額は目安とお考え下さい。

4. 調査項目(研究計画毎(一件一様式)で作成してください。)

(1) 計画のタイトル[英文があれば併記] (2行以内程度)
(2) 計画の概要 (簡潔な目標と、主に設備、ネットワーク構築、データ集積、運営に係わる 具体計画等) (10行以内程度)
(3) 科学的な意義 (期待される科学的成果、さまざまな効果を明確に) (10行以内程度)

(4) 予算規模(初期投資と運営費等の細目をそれぞれ記載)と研究継続期間 (10行以内程度)
(5) 主な実施機関 (実施の中心となる機関名とその役割) (5行以内程度)
(6) 実行組織 (計画責任者および実行グループの主要メンバーの所属、役割等。進んだ段階にある場合は、主な実施機関とコミュニティにおける実行組織の概要。ただし、国際協力・国際共同については次項) (数行以内程度)

(7) 国際協力・国際共同（協力・共同の形態、想定される日本の役割、現在の国際的状況、建設時および完成後の協力・共同の体制、その他海外動向など）
(10行以内程度)

(8) 準備状況（現在計画がどの段階にあるかを、①中心メンバーによる企画段階、②研究者グループの具体的検討による企画書段階、③一定の準備資金(明記の事)を得ての技術開発等開発・準備段階、④計画の全容が定まり予算要求段階、などの段階を明記の上、コミュニティの合意状況も含めて準備の現状を具体的に記述）（数行以内程度）

(9) タイムスケジュール(いつ頃までに実現を期待しているか、現状とスケジュールの根拠を明示) (数行以内程度)

(10) 計画における国際協力・国際共同の重要性と問題点 ((7)の記述を踏まえ、この計画における国際的な協力・共同の枠組みの重要性、ユニークさ、問題点や今後の課題などを簡潔に) (数行以内程度)

(11) 回答を頂いた方(代表者)の連絡先

お名前:

ご所属:

ご連絡先:

E-mail アドレス:

※調査票送付先は＜参考1＞と同じ。

＜参考３＞ 調査票送付先リスト

（総計 206 件、第 1 回調査・第 2 回調査共通。対象は本文 11 ページ参照。）

日本学術会議分野別委員会（※委員長宛にて送付）

（計 30 件）

委員会名	委員会名
言語・文学委員会	臨床医学委員会
哲学委員会	健康・生活科学委員会
心理学・教育学委員会	歯学委員会
社会学委員会	薬学委員会
史学委員会	環境学委員会
地域研究委員会	数理科学委員会
法学委員会	物理学委員会
政治学委員会	地球惑星科学委員会
経済学委員会	情報学委員会
経営学委員会	化学委員会
基礎生物学委員会	総合工学委員会
統合生物学委員会	機械工学委員会
農学委員会	電気電子工学委員会
食料科学委員会	土木工学・建築学委員会
基礎医学委員会	材料工学委員会

大学（※大学長及び研究所・センター長宛にて送付）

（大学：27 件、研究所・センター：88 件、計 115 件）

大学名	研究所・センター名
北海道大学	低温科学研究所
	電子科学研究所
	遺伝子病制御研究所
	触媒化学研究センター
	スラブ研究センター
	情報基盤センター
帯広畜産大学	原虫病研究センター
東北大学	金属材料研究所
	加齢医学研究所
	流体科学研究所
	電気通信研究所
	多元物質科学研究所

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
群馬大学	生体調節研究所
千葉大学	環境リモートセンシング研究センター
	真菌医学研究センター
東京大学	医科学研究所
	地震研究所
	東洋文化研究所
	社会科学研究所
	生産技術研究所
	史料編纂所
	分子細胞生物学研究所
	宇宙線研究所
	物性研究所
	海洋研究所
	先端科学技術研究センター
	気候システム研究センター
	素粒子物理国際研究センター
	空間情報科学研究センター
	情報基盤センター
東京医科歯科大学	生体材料工学研究所
	難治疾患研究所
東京外国語大学	アジア・アフリカ言語文化研究所
東京工業大学	資源化学研究所
	精密工学研究所
	応用セラミックス研究所
	原子炉工学研究所
一橋大学	経済研究所
新潟大学	脳研究所
富山大学	和漢医薬学総合研究所
金沢大学	がん研究所
静岡大学	電子工学研究所
名古屋大学	環境医学研究所
	太陽地球環境研究所
	エコトピア科学研究所
	地球水循環研究センター
	情報連携基盤センター

京都大学	化学研究所
	人文科学研究所
	再生医科学研究所
	エネルギー理工学研究所
	生存圏研究所
	防災研究所
	基礎物理学研究所
	ウイルス研究所
	経済研究所
	数理解析研究所
	原子炉実験所
	霊長類研究所
	東南アジア研究所
	放射線生物研究センター
	生態学研究センター
	学術情報メディアセンター
	地域研究統合情報センター
大阪大学	微生物病研究所
	産業科学研究所
	たんぱく質研究所
	社会経済研究所
	接合科学研究所
	核物理研究センター
	レーザーエネルギー学研究センター
	サイバーメディアセンター
神戸大学	経済経営研究所
鳥取大学	乾燥地研究センター
岡山大学	資源生物科学研究所
	地球物質科学研究センター
広島大学	原爆放射線医科学研究所
	放射光科学研究センター
高知大学	海洋コア総合研究センター
九州大学	生体防御医学研究所
	応用力学研究所
	先導物質化学研究所
	情報基盤センター
佐賀大学	海洋エネルギー研究センター

長崎大学	熱帯医学研究所
琉球大学	熱帯生物圏研究センター

大学共同利用機関（※機構長及び研究所・センター等長宛にて送付）

（機構：4件、研究所・センター：18件、計22件）

機構名	研究所・センター等名
人間文化研究機構	国立歴史民俗博物館
	国文学研究資料館
	国際日本文化研究センター
	総合地球環境学研究所
	国立民族学博物館
情報・システム研究機構	国立極地研究所
	国立情報学研究所
	統計数理研究所
	国立遺伝学研究所
自然科学研究機構	国立天文台
	核融合科学研究所
	基礎生物学研究所
	生理学研究所
	分子科学研究所
高エネルギー加速器研究機構	素粒子原子核研究所
	物質構造科学研究所
	加速器研究施設
	共通基盤研究施設

共同利用・共同研究拠点（※拠点の長宛にて送付）

（計7件）

大学名	共同利用・共同研究拠点
早稲田大学	イスラーム地域研究機構
慶應義塾大学	パネルデータ設計・解析センター
文化女子大学	文化ファッション研究機構
大阪商業大学	JGSS 研究センター
関西大学	ソシオネットワーク戦略研究機構
慶應義塾大学	Keio-Med Open Access Facility（慶應医科学開放型研究所）
京都大学	再生医科学研究所

研究開発独立行政法人（※理事長宛にて送付）

（計 32 件）

法人名	法人名
沖縄科学技術研究基盤整備機構	農業・食品産業技術総合研究機構
情報通信研究機構	農業生物資源研究所
酒類総合研究所	農業環境技術研究所
国立科学博物館	国際農林水産業研究センター
物質・材料研究機構	森林総合研究所
防災科学技術研究所	水産総合研究センター
放射線医学総合研究所	産業技術総合研究所
科学技術振興機構	石油天然ガス・金属鉱物資源機構
日本学術振興会	新エネルギー・産業技術総合開発機構
理化学研究所	土木研究所
宇宙航空研究開発機構	建築研究所
海洋研究開発機構	交通安全環境研究所
日本原子力研究開発機構	海上技術安全研究所
国立健康・栄養研究所	港湾空港技術研究所
労働安全衛生総合研究所	電子航法研究所
医薬基盤研究所	国立環境研究所

<参考4> 諸外国における大規模研究施設等に関する検討状況

(内閣府 平成20年度 科学技術外交推進のための基礎的調査「大規模研究施設に関する諸外国の動向調査」より抜粋)

(1) 欧州 (ESFRI: European Strategy Forum on Research Infrastructures)

2008年版欧州研究インフラロードマップ

区分	プロジェクト名称	概要	建設費用 (M€)	運用経費 (M€/year)	稼働若しくは改良開始
(社会科学並びに 人文学) Social Sciences and Humanities	CESSDA	社会科学分野において、研究者に高品質データを提供し、また容易なアクセスを可能とするための施設	30	3	2013
	CLARIN	全ての分野の研究者に対し有用な言語資源や技術を提供する研究インフラ	104	7.6	2014
	DARIAH	分化遺産研究機関が源資料を研究するためのデジタルインフラ	12	4	2013
	European Social Survey	2001年に設立され社会的価値の長期変遷をモニターするための欧州社会調査のアップグレード	54**	9**	2008
	SHARE	現在進行中の人口高齢化の経験的、経済的及び社会科学的分析のためのデータインフラ	11.6	0.3	2008
(環境科学) Environmental Sciences	AURORA BOREALIS	欧州の極地研究用砕氷船	635	32.5	2014
	GOPAL (ex EUFAR)	対流圏研究のための長距離航空機	50	3 (+6000€/hour)	2012
	EISCAT_3D Upgrade	イオノスフェアや宇宙天気研究のためのEISCAT施設のアップグレード	60-250	4-10	2015
	EMSO	学際的海洋底観測所	160	32	2013
	EPOS	テクトニクスおよび地球表面ダイナミクス研究のためのインフラ	500	80	2018
	EURO-ARGO (GLOBAL)	海洋観測ブイシステム	80	7.3	2011
	IAGOS	商用航空機による気候変化観測	15	0.5-1	2012
	ICOS	統合炭素観測システム	128	14	2012
	LIFEWATCH	生物多様性の保護、マネージメント、及び持続的利用に関する研究のためのインフラ	370	71	2019
	SIAEOS	Svalbard統合北極圏地球観測システムのアップグレード	50	9.5	2012
(エネルギー) Energy	ECGSEL	欧州二酸化炭素および貯蔵研究所インフラ	81	6	2011
	HiPER	高速点火核融合のための高出力長パルスレー	800	検討中	2020+
	IFMIF (GLOBAL)	国際核融合材料照射施設	1000	150-80	2020
	JHR	核分裂反応容器材料試験用高フラックス反応容器	500	24-33	2014
(生物科学及び医 科学) Biological and Medical Sciences	BBMRI	生物バンクおよび生体分子リソース研究インフラ	170	15	2013
	EATRIS	医療における欧州先進トランスレーショナル研究インフラ	255	50	2013
	ECRIN	臨床試験および生物療法のための汎欧州インフラ	50	5	2014
	ELIXIR (GLOBAL)	生物学的情報のための欧州ライフサイエンスインフラのアップグレード	470	100	2012
	EMBRIC	欧州海洋生物学リソースセンター	100	60	2018
	EU-OPENSREEN	化学生物学のためのオープンなスクリーニングプラットフォームの欧州インフラ	40	40	2012
	EuroBioImaging	生物学並びに生物医学におけるイメージング技術の研究インフラ	370	160	2012
	High Security BLS4 Laboratory	レベル4病原体の研究のための高セキュリティ研究所のアップグレード	174	24	2018
	Infrafrontier	モデル哺乳類ゲノムのフェノタイプ化並びにアーカイブ化のための欧州インフラ	270	36	2010
	INSTRUCT	統合構造生物学インフラ	300	25	2012
(物質並びに分析 施設) Materials and Analytical Facilities	EMFL	欧州磁場研究施設	120	8***	2015
	ESRF Upgrade	欧州シンクロトロン放射光施設のアップグレード	238	83	2009-2014
	EuroFEL (ex-IRUV-FEL)	赤外～軟X線領域向け相補型自由電子レーザー	1200-1600	120-160	2007-2020
	European Spallation	中性子分光のための欧州核破砕型中性子源	1300	110	2019-2020
	European XFEL	ハンブルグ硬X線自由電子レーザー	1043	84	2014
	ILL 20/20 Upgrade	欧州中性子分光施設のアップグレード	171	5***	2007-2017
(物理科学及び工 学) Physical Sciences and Engineering	CTA	ガンマ線天文学のためのチェレンコフ望遠鏡アレイ	150	10	2013
	E-ELT	光学天文学のための欧州極巨大望遠鏡	950	30	2018
	ELI	極高光強度ショットパルスレーザー	400	50	2015
	FAIR	反陽子およびイオン研究のための施設	1187	120	2016
	KM3NeT	立方キロメートル体積のニュートリノ望遠鏡	200	5	2016
	PRINS	汎欧州ナノ構造研究インフラ	1400	300	2009-2015
	SKA (GLOBAL)	電波天文学のための平方キロメートルアレイ	1500	100-150	2016
	SPIRAL2	希少放射性同位体ビームの生成と研究	196	6.6	2014
(情報通信イン フラ) e-Infrastructures	PRACE (ex EU-HPC)	欧州の先進コンピューティングに関する連携	200-400*	50-100	2009-2010

*毎2-3年にハイエンドインフラを更新するために予測される費用**6年を超える建設/運用の統合に必要な***現行の運用コストへの追加
建設“開始”(緑)は、予算措置及び契約がほぼ定まったことを意味する
建設準備が進行しているが、予算や契約は未だ定まっていない(黄色)
太字斜体字は、2006年ロードマップ以後追加された施設

(2) 英国 (Large Facilities Roadmap 2008)

ロードマップに記載されたプロジェクト一覧

分野	プロジェクト名	経費 (百万ユーロ)	運用予定
天文学、天体物理、核・素粒子物理	Future High Energy Colliders	5,000	2020~
	European 3rd Generation Gravitational Wave Observatory (Einstein Telescope)	200	2014~
	Next Generation Neutron Sources	about 240	2015, 2020
	Underground Science Initiatives	45	2010~
	Large Hadron Collider	50	2015
	European Extremely large Telescope	750	2017
	Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)	850	2012/13
	Power Lazer Energy Research Project (HiPER)	N/A	N/A
	Neutrino Factory	2,000	2015~
	Square Kilometre Array	1,100	2014~2020
医学・生命科学	Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure	100	2009
	European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine	255	2012
	European Centre for Systems Biology	50~70	2012
	European Life-Science Infrastructure for Biological Information (ELIXIR)	100	2012~13
	Infrafrontier	320	2017
	Infrastructures for Clinical Trials and Biotherapy Facilities	36	N/A
	Institute for Animal Health - Compton	150	2013
	Institute for Animal Health - Pirbright	195	2012
	Integrated Structural Biology Infrastructure	300	2008
	Mary Lyon Centre	18	2006
	Laboratory for Molecular Biology	197	2012
	National Academic Drug Development Facility	N/A	N/A
	Research Complex at the Rutherford Appleton Laboratory	26	2009
	UK Biobank	74	2010
コンピューター・データ処理	National Institute for Medical Research	500	2014~
	National Service Provision for High End Computing	52	2007~2013
エネルギー	High Power Laser Energy Research Project	500	2017~2019
	Mega Amp Spherical Tokamak (MAST)	35	2011~2012
環境科学	Atmospheric Research Aircraft	25	2015
	Community Heavy-Payload Long Endurance Instrumented Aircraft for Tropospheric Research and Geosciences (COPAL)	50~100	2012
	Euro-Argo	76	2010
	European Multidisciplinary Seafloor Observation	150	2012
	European Polar Research Icebreaker (Aurora Borealis)	360	2012
	Ground-based and airborne mobile atmospheric observatory	6	within 5 years
	Halley Research Station Antarctica	45~50	2010
	Instrumented Autonomous Global Observing System - European Research Infrastructure (IAGOS ERI)	20	2012
	Integrated Carbon Observation System	275	2012
	Life Watch	370	2014
	Oceanographic Research Ship (replacement for RRS Discovery)	55	2012
	Oceanographic Research Ship RRS James Cook	40	2007
	Rothera Research Station, Antarctica	30	2018
	Royal Research Ship (replacement for Ernest Shackleton)	N/A	N/A
	Royal Research Ship (replacement for James Clark Ross)	N/A	N/A
材料科学	Daresbury and Harwell Science and Innovation Campuses	125~250	2010~2012
	Diamond Light Source - phase III	79	2015
	Diode Pumped Optical Laser for Experiments (DIPOLE)	15, 50~85	2012
	European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)	262	2017
	European X-Ray Free Electron Laser (X-FEL)	1,082	2013
	Extreme Light Infrastructure (ELI)	200~500	2014
	Institute Laue-Langevin (ILL)	160	2017
	Isis	29, 35	2012, 2016
	Mesoscale Facility Service Provision	10	in operation
	New Light Source	100	2015
社会科学・人文科学	Administrative Data Service	0.5	2008
	British Election Study (BES)	2	2008~2010
	Census of Population Programme	8	2006
	Centre for Longitudinal Studies (CLS)	18	2010
	Council for European Social Science Data Archives (CESSDA)	30	2008
	Economic and Social Data Service (ESDS)	14	2003, 2007
	European Social Survey (ESS)	0.7	2009~2010
	National Centre for E-Social Science (NCeSS)	11	2007/2008
	National Centre for Research Methods (NCRM)	12	2008
	Research Facility for the Birth Cohort Studies	105	2010
	Secure Data Service (SDS)	0.3	2008
	English Longitudinal Study of Ageing (ELSA)	8	2000
	UK Household Longitudinal Study (UKHLS)	16	2008
	UK Longitudinal Study Centre (ULSC)	1.4	2009

(3) 米国 (DOE)

Status of Facilities in 20-Year Outlook

By the end of FY 2008

					R&D	Conceptual Design	Engineering Design	Construction	Operation
Priority	Program	Facility							
1	FES	ITER							
2	ASCR	UltraScale Scientific Computing Capability							
Near-Term	Tie for 3	HEP	Joint Dark Energy Mission						
		BES	Linac Coherent Light Source						
		BER	Protein Production and Tags	→ Bioenergy Research Centers*					
		NP	Rare Isotope Beam Facility (previously RIA) #						
	Tie for 7	BER	Characterization and Imaging	→ Bioenergy Research Centers*					
		NP	CEBAF Upgrade						
		ASCR	ESnet Upgrade						
		ASCR	NERSC Upgrade						
		BES	Transmission Electron Aberration Corrected Microscope						
	12	HEP	BTeV #			Terminated			
13	HEP	International Linear Collider							
Mid-Term	Tie for 14	BER	Analysis/Modeling of Cellular Systems	→ Bioenergy Research Centers*					
		BES	SNS 2-4 MW Upgrade						
		BES	SNS Second Target Station						
		BER	Whole Proteome Analysis	→ Bioenergy Research Centers*					
	Tie for 18	NP/HEP	Double Beta Decay Underground Detector						
		FES	Next-Step Spherical Torus						
		NP	RHIC II						
	Tie for 21	BES	National Synchrotron Light Source Upgrade*						
		HEP	Super Neutrino Beam						
	Far-Term	Tie for 23	BES	Advanced Light Source Upgrade					
BES			Advanced Photon Source Upgrade						
NP			eRHIC or eLIC or Electron Ion Collider						
FES			Fusion Energy Contingency						
BES			HFIR Second Cold Source and Guide Hall						
FES			Integrated Beam-High Energy Density Physics Experiment						

complete

75-100%50-75%25-50%> 0%

* technological readiness change

changed due to planned facility abroad

(4) 米国 (NSF)

全米科学財団の主要研究機器施設建設に係るプロジェクトおよび予算実績・計画 (2008 年予算)

優先順位	プロジェクト名	予算実績・計画 (単位: 百万ドル)		
		設計・開発	実装・建設	運転・保守
第1 優先	Alaska Region Research Vessel (ARRV) (アラスカ地域調査用砕氷船)	2	123	年間 7.5～9
	Atacama Large Millimeter Array (ALMA) (アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計)	38	499	年間 20～25
	Earth Scope (地質観測計画)	9	197	年間 25～30
	IceCube Neutrino Observatory (南極氷によるニュートリノ観測施設)	1	243	年間 5～30
	National Ecological Observatory Network (NEON) (全米生態系観測施設ネットワーク)	66	100	年間 10～30
	Ocean Observatories Initiative (OOI) (海底ケーブルによる海洋観測イニシアティブ)	60	331	年間 30～50
	Scientific Ocean Drilling Vessel (SODV) (深海掘削船)	5	115	年間 35～40
	South Pole Station Modernization (SPSM) (南極基地の改修)	16	149	年間 15～20
第2 優先	Advanced Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (AdvLIGO) (次世代レーザー干渉計型重力波観測施設)	41	205	年間 30～50

<参考5> 学術の大型研究計画検討分科会審議経過

第1回：平成21年3月16日（月）14:30～17:30

- ・分科会の設置について
- ・日本学術会議におけるこれまでの検討について
- ・海外の事例について
- ・学術の大型研究計画に関する調査について

第2回：平成21年4月20日（月）14:00～16:00

- ・各国の状況について
- ・調査結果について
- ・第2回調査について

第3回：平成21年5月28日（木）10:00～12:00

- ・大規模研究施設に関する諸外国の動向調査について
- ・調査結果のヒアリング（天文学分野（宇宙科学を含む））・検討
- ・第2回調査について

第4回：平成21年6月22日（月）17:00～20:00

- ・調査結果のヒアリング（素粒子・原子核分野、物質科学分野、固体地球科学分野）・検討

第5回：平成21年7月13日（月）15:00～18:00

- ・調査結果のヒアリング（宇宙・惑星・地球科学分野、エネルギー分野）・検討
- ・第2回調査結果の検討

第6回：平成21年8月26日（水）15:00～18:00

- ・第2回調査結果のヒアリング（生命科学）
- ・第2回調査結果の理学・工学および人文社会学のヒアリングについて
- ・学術の大型装置計画・大規模研究計画の取りまとめについて

第7回：平成21年9月28日（月）13:00～16:00

- ・「学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会」審議経過報告について
- ・第2回調査結果のヒアリング（生命科学、理学・工学）
- ・学術の大型装置計画・大規模研究計画の取りまとめについて

第 8 回：平成 21 年 10 月 5 日（月）13:00～16:30

- ・第 2 回調査結果のヒアリング（理学・工学、人文・社会科学）
- ・学術の大型装置計画・大規模研究計画の取りまとめについて
- ・「学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会」審議経過報告について

第 9 回：平成 21 年 10 月 26 日（月）13:00～15:00

- ・学術の大型装置計画・大規模研究計画の取りまとめ素案について

第 10 回：平成 21 年 11 月 16 日（月）10:00～12:00

- ・第一次リスト案の検討・調整
- ・提言（案）の構成と分担の検討
- ・科学者委員会の査読委員決定にかかる資料の検討

第 11 回分科会：平成 21 年 12 月 21 日（月）10:00～12:00

- ・第一次リスト案の取りまとめ
- ・提言（案）の構成と分担の検討

第 12 回分科会：平成 22 年 1 月 15 日（金）9:30～12:30

- ・最終リスト案の取りまとめ
- ・提言（案）の構成と分担の検討

第 13 回分科会：平成 22 年 2 月 1 日（月）9:30～12:30

- ・最終リスト案の取りまとめ
- ・提言（案）の検討

第 14 回分科会：平成 22 年 2 月 15 日（月）9:30～12:30

- ・提言（案）の取りまとめ

日本学術会議科学者委員会を経て、日本学術会議幹事会（第 90 回）（平成 22 年 2 月 25 日）において、提言『学術の大型施設計画・大規模研究計画—企画・推進策の在り方とマスタープラン策定について—』を承認