

国立研究開発法人理化学研究所

令和 3 年度計画

令和 3 年 3 月 29 日

令和 4 年 2 月 17 日改正

目次

序文	3
I. 研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置	3
1 研究開発成果を最大化し、イノベーションを創出する研究所運営システムの構築・運用	3
(1) 研究所運営を支える体制・機能の強化	3
○経営判断を支える体制・機能の強化	
○経営判断に基づく運営の推進	
○研究開発活動の運営に対する適切な評価の実施、反映	
○イノベーションデザインの実施及びエンジニアリングネットワークの形成	
(2) 世界最高水準の研究成果を生み出すための研究環境の整備と優秀な研究者の育成・輩出等	4
○若手研究人材の育成	
○新たな人事雇用制度	
○研究開発活動を支える体制の強化	
○ダイバーシティの推進	
○国際化戦略	
○研究開発活動の理解増進のための発信	
(3) 関係機関との連携強化等による、研究成果の社会還元への推進	5
○産業界との共創機能の強化と成果活用等支援法人等への出資等	
○科学技術ハブ機能の形成と強化	
○産業界との連携を支える研究の取組	
(4) 持続的なイノベーション創出を支える新たな科学の開拓・創成	7
○新たな科学を創成する基礎的研究の推進	
○分野・組織横断的なプロジェクトの推進	
○共通基盤ネットワークの機能の強化	
(5) 研究データ基盤の構築等による情報環境の強化	7
○オープンサイエンスの推進	
○情報科学研究の推進及び情報科学の知見を用いた組織・分野横断的な取組の推進	
○次世代ロボティクス研究の推進	
2 国家戦略等に基づく戦略的研究開発の推進	8
(1) 革新知能統合研究	
(2) 数理創造研究	
(3) 生命医科学研究	

(4) 生命機能科学研究	
(5) 脳神経科学研究	
(6) 環境資源科学研究	
(7) 創発物性科学研究	
(8) 量子コンピュータ研究	
(9) 光量子工学研究	
(10) 加速器科学研究	
3 世界最先端の研究基盤の構築・運営・高度化	20
(1) 計算科学研究	
(2) 放射光科学研究	
(3) バイオリソース研究	
II. 業務運営の改善及び効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	24
1 経費等の合理化・効率化	
2 人件費の適正化	
3 調達合理化及び契約業務の適正化	
III. 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置	25
1 予算(人件費見積を含む)、収支計画、資金計画	
2 外部資金の確保	
3 短期借入金の限度額	
4 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産に関する計画	
5 重要な財産の処分・担保の計画	
6 剰余金の使途	
7 中長期目標期間を越える債務負担	
8 積立金の使途	
IV. その他業務運営に関する重要事項	26
1 内部統制の充実・強化	
2 法令遵守、倫理の保持	
3 業務の安全の確保	
4 情報公開の推進	
5 情報セキュリティの強化	
6 施設及び設備に関する計画	
7 人事に関する事項	

別紙

28

(序文)

独立行政法人通則法第 35 条の 8 において準用する同法第 31 条の規定に基づき、国立研究開発法人理化学研究所の令和 3 年度(2021 年度)の業務運営に関する計画を次のとおり定める。

I. 研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

1 研究開発成果を最大化し、イノベーションを創出する研究所運営システムの構築・運用

I. に係る研究開発の総合的な取組を通じ、研究所として、今年度に2,300報程度の学術論文発表数を維持することを旨とする。同時に、高水準の研究開発成果の創出により、被引用数の順位で上位10%以内に入る研究所の学術論文の比率について27%程度を維持することを旨とする。

(1) 研究所運営を支える体制・機能の強化

○経営判断を支える体制・機能の強化

理研戦略会議や科学者会議において研究所の経営や推進すべき研究開発の方向性等を議論するとともに、議論の結果等を研究所の運営に適切に反映する。さらに、科学技術に関して革新的知見の発見や内外情勢の著しい変化が生じた場合において、研究開発その他の対応が新たに必要になったときは、文部科学大臣と十分な意志疎通を図りつつ、迅速な対応を行う。

○経営判断に基づく運営の推進

研究所全体の研究計画が効果的・効率的に進むよう予算・人事等の資源配分方針を策定するとともに、緊急に着手すべき研究や早期に加速することにより成果創出が期待される研究等に対して理事長裁量経費を機動的に措置する。戦略的・政策的に重要なテーマを設定して戦略的研究展開事業を推進するとともに、独創的研究提案制度において将来新たな研究分野へ発展する可能性のある挑戦的・独創的な課題を選定し、その推進を図る。

○研究開発活動の運営に対する適切な評価の実施、反映

令和元年度に開催した第 11 回「理化学研究所アドバイザー・カウンシル」(RAC)及び研究センター等毎に開催したアドバイザー・カウンシルからの提言を、研究所運営に適切に活用する。また、RAC の重要な指摘事項等についてフォローアップを行うため、中間的な位置付けとしての RAC(Interim RAC。仮称)を開催する。

○イノベーションデザインの取組及びエンジニアリングネットワークの形成

理研内外のインタフェイス機能を強化し、自然科学のみならず人文学・社会科学の研究者との対話を進める。引き続き未来シナリオ作成の水準を高めるとともに、産学官のステークホルダーが共創していくための場を運営し、求められる研究所像と未来志向の研究開発の企画立

案の検討を進める。エンジニアリングネットワーク制度所内公募型課題を実施し、組織横断的なネットワークの形成促進、異分野連携によるエンジニアリング研究を引き続き進める。

(2) 世界最高水準の研究成果を生み出すための研究環境の整備と優秀な研究者の育成・輩出等

○若手研究人材の育成

大学院生リサーチ・アソシエイト制度では、柔軟な発想に富み、活力のある大学院博士課程在籍者を受け入れ、育成する。今年度は、130人程度を受け入れる。

国際プログラム・アソシエイト制度では、優秀な外国籍の大学院博士課程留学生を育成し、将来、日本と海外を結ぶ国際的なネットワークを構築することを目指し、今年度は30人程度を新たに受け入れる。

博士後期課程学生の柔軟な受け入れをするために、学部生・博士前期課程学生も含めた新たな学生支援制度を新設し、今年度は試行的に5人程度を受け入れる。

基礎科学特別研究員制度では、創造性、独創性に富む優秀な若手研究者が自由な発想で主体的に研究できる場を提供し、国際的に活躍する研究者を育成する。今年度は150人程度を受け入れる。

理研白眉制度では、未開拓の研究領域等、野心的な研究に挑戦しようとする若手研究者に研究室主宰者として独立して研究する機会を与え、広い視野を持つ国際的な次世代の研究人材を育成する。今年度は2名を受け入れる。

○新たな人事雇用制度

無期雇用職員の採用を進め、公募選考等を通じて優れた人材の獲得に努める。また、任期制研究者についても、研究に従事できる期間を原則7年とする等、安定的な研究環境を提供し、さらに、上級テクニカルスタッフ職を新たに設置する等研究センター等で柔軟かつ機動的に人材を活用するとともに、国内外の大学・研究機関等で活躍する人材として輩出することに努める。高度な研究支援業務を担う無期雇用職コーディネーター、高度研究支援専門職、研究支援専門職が担う業務の範囲について検討し、多様な人材の確保に努める。

○研究開発活動を支える体制の強化

限られた人員での業務配分の最適化をするとともに、センター長室等における研究支援機能を強化する。個々の事務職員や研究部門におけるコーディネーター、アシスタント等がその立場や環境に関わらず高い意欲を持って業務に取り組めるようにするため、能力・業務実績を反映するキャリアパスの設計の検討を行う。無期雇用である高度研究支援専門職、研究支援専門職について、所内での昇格スキームを運用する。また、適正に業務を見直し、あるいは不要な業務は廃止する等により、適宜業務の改善を図る。

○ダイバーシティの推進

出産・育児や介護の際及びその前後においても研究開発活動を継続できるよう男女共同参画の理念に基づいた仕事と家庭の両立のための取組等を実施し、研究環境を整備する。個々の事情に応じた多様で柔軟な働き方実現するため目的限定型フレックスタイム制度を運用する。

指導的な地位にある女性研究者の累計在籍者数について、45 名を目指すとともに更なる増加に向けた取組を行う。

受入れ環境の国際化の一策として、事務文書の翻訳と英語ライティングワークショップ開催を継続する。英文所内ニュースレターRIKENETIC はオンライン発行を軌道にのせ、外国人職員向けに役立つ情報を発信する。

加えて、研究所全体で、障害者雇用の支援等に取り組む。2020 年 12 月に開設した横浜地区における業務支援室に業務支援員(障害者)を増員し本格的に運用を開始する。

○国際化戦略

トップレベルの海外研究機関・大学と、研究協力協定や国際連携大学院協定の締結等による機関間連携・協力を進める。各海外事務所の収集する情報と研究現場の情報を交叉させることにより研究活動を国際連携に繋げるとともに、新型コロナウイルス感染拡大の状況を踏まえて、オンラインを活用した研究交流の促進を図る。

○研究開発活動の理解増進のための発信

優れた研究開発成果や社会還元の内容について、様々な広報ツールを活用し、情報発信を積極的に行う。特にオンラインツール、SNS の活用について最大化を図り国内外の幅広い層へ情報提供する。プレス発表、広報誌、施設公開、各種講演会等を通じて国民にわかりやすく情報を提供するとともに、「科学道」を用いた理解増進活動により、幅広く理解・支持されるよう努める。国際社会に対しての情報発信を強化するため、英語でも SNS を一層活用した広報活動に取り組む。また、国際的な科学技術関連イベントでのセッション企画提案を行い、大使館・国際機関等の関係者への発信イベント、及び情報発信も実施する。

(3) 関係機関との連携強化等による、研究成果の社会還元の推進

○産業界との共創機能の強化と成果活用等支援法人等への出資等

産業界との融合的連携研究制度において研究開発課題を着実に設置・遂行するとともに、株式会社理研鼎業(以下「理研鼎業」)の連携・協力のもと、産業・社会のニーズを捉えた研究開発課題発掘の機会を広げ、より確実に成果が創出され、推進できる体制を強化する。

具体的には、産業界との連携センター制度については、企業と研究所の組織対組織の共創機能が発揮できるよう、一研究センターに留まらず、研究所の複数センターに跨る連携チームの構成も可能とする柔軟な制度運用を行う。これにより、企業のニーズ探索、新技術開発テ-

マ創出から事業化の取組を行う。また、同時に社会的課題解決に目を向けた研究課題創出のための情報提供・テーマ探索支援を推進する。

また、研究成果の技術移転効果を最大化させるための調査及び制度等の企画立案を行うとともに、企業との共創、知的財産権等のライセンス、ベンチャー支援、共同研究促進等の活動を一体化させることにより、研究成果の最大化及び社会還元に向けた取組を強化する。これに合わせて産業界との共創機能を強化するための企業の経営戦略に基づくコンサルティングと研究センター等の積極的参加を引き出すテーマ創出活動を推進する。

研究所発ベンチャーの設立を強力に支援するため、IP ランドスケープ等の手法を活用した技術の優位性判断、市場調査等を進め、外部ベンチャーキャピタル等の情報も得ながら事業計画の立案等の支援を強化する。さらに、職員の産業連携意識や起業意識を醸成するための活動を行うとともに、ビジネスプランのディスカッションや人的ネットワークを活かした起業相談支援を行う。

知的財産権を強化するための研究開発や基礎研究段階の研究成果を実証段階の成果まで高める研究開発を推進し、市場性を勘案した質の高い知的財産権を確保すると同時に、これまでの知財に関し、実施許諾後の実施状況から、価値や費用対効果を検証し、権利維持の必要性を見直す等、効率的な知財管理を行う。

さらに、ICT やソーシャルメディアを駆使した企業への紹介・提案活動を積極的に実施するとともに、科技ハブ事業の関係機関とも連携し、複数特許技術のパッケージ化等を含めた新たな戦略的ライセンス活動を推進する。

○科学技術ハブ機能の形成と強化

イノベーションの創出を推進するため、引き続き、政府関係機関移転基本方針（平成 28 年 3 月まち・ひと・しごと創生本部決定）等も踏まえつつ、大学、研究機関や産業界と協働し、研究所が科学技術におけるハブを形成し、その機能を強化する。

既存及び新規の科学技術ハブ形成に資する研究テーマの発掘を目的として九州大学、広島大学、大阪大学、東北大学などと合意のもと、新規または継続のマッチングファンドによる共同研究支援を実施する。さらに、科学技術ハブ設置先の大学において経験が豊富でかつ幅広い知見を有する者を配置し、マッチングファンドに加えて新たに大学等との組織間連携を展開する施策を推進する。引き続き科学技術ハブの効果を計るための指標（KPI・KGI）による進捗確認を行う。

○産業界との連携を支える研究の取組

創薬・医療技術基盤プログラムでは、低分子化合物、抗体、核酸等の新規物質や細胞医薬品の候補の創成を目指し、新たなテーマの導入を行うとともに、リード最適化段階のテーマについては、1件に関して最終製品を包含する特許の取得段階まで進める。創薬・医療技術プロジ

エクト 1 件に関して非臨床試験を実施する。また、大学等の基礎的研究成果を医薬品として実用化に導くための研究開発を支援する取組を通じて、関係府省並びに関係機関と連携してアカデミア発の創薬に取り組む。

予防医療・診断技術開発プログラムは、令和 3 年度末のプログラム終了に向け、予防医療・診断技術の共同研究等の取組を推進しつつ、共同研究等の終了あるいはその後の発展の取組の構築を支援する。

(4) 持続的なイノベーション創出を支える新たな科学の開拓・創成

○新たな科学を創成する基礎的研究の推進

研究室主宰者がそれぞれの専門の研究を様々な視点、技術等を活用して推進するとともに、新しい研究領域や課題の創出につながる基礎的研究を推進する。「国際協調による物理分野の高精度計測技術の革新」に加えて、特に「次世代の量子技術イノベーションを支える極微加工・計測技術の開発」を実施する。

○分野・組織横断的なプロジェクトの推進

バイオ産業の振興に資する微生物—宿主共生系の総合的な理解と活用(共生生物学プロジェクト)を実施する。

○共通基盤ネットワークの機能の強化

共同利用機器運営協議会を運営し、研究所共通研究基盤施設・機器等ポータルサイトの維持管理運営業務を行うとともに、機能拡充、及び研究所外への展開の可能性を検討する。

(5) 研究データ基盤の構築等による情報環境の強化

○オープンサイエンスの推進

研究データ共有のための所内連携組織を整備し、研究分野ごとの特色に配慮したデータポリシーに基づきオープン・アンド・クローズ戦略を念頭に生命科学と医科学の分野を中心に研究データを収集する。さらに、二次利用可能なオープンデータとして利活用を促すよう研究開発を推進する。

その活動支援のために、研究データを多方面から共有・利活用可能とする研究データ管理基盤を整備し、同時にアクセス制御にも留意する。さらに、他研究機関における研究データ基盤との相互運用性について必要なシステム要件を精査する。

研究データ利活用の促進に向けては、研究データの科学的価値向上を図るため、標準策定活動において考慮された優先度に沿ってメタデータを付与することで、研究データ群のカタログ化を進め、研究データ提供者の作業省力化をもたらす記述支援ツールの開発に着手する。

○情報科学研究の推進及び情報科学の知見を用いた組織・分野横断的な取組の推進

データ主導型生命医学のミドルウェア系プラットフォームを確立するため、基盤系プラットフォームの核となる生命現象の記述・推論(説明・予測)の標準化に着手する。

また、拡張知性のミドルウェア系プラットフォームの確立に向けて、基盤系プラットフォームの開発に必要なデータ取得に着手する。

(注)本研究では他の機関等との共同研究のために、当該機関等に保有個人情報を提供することを予定

○次世代ロボティクス研究の推進

令和 2 年度に整備した試作ロボットでの検証に基づき「こころのメカニズムを取り入れたロボット情報処理機構」の初期型の設計を完成させる。その設計に基づき、3 種類のロボットプラットフォームを整備すると共に、プロジェクトの拠点に整備する家庭空間での実証実験を開始し、人とのインタラクションに関する大規模データの収集と解析を行う。これらにより、「こころのメカニズムを取り入れたロボット情報処理機構」の初期型の検証と改良点の探索を進める。

2 国家的戦略に基づく戦略的研究開発の推進

我が国の科学技術イノベーション政策の中核的な研究機関として、科学技術・イノベーション基本計画等の国が取り組むべき課題、政府戦略等の達成に向け、以下の研究開発を推進する。

(1) 革新知能統合研究

以下の3つの分野の研究開発と人材育成に引き続き取り組むとともに、特に、「統合イノベーション戦略 2020」及び「AI 戦略 2019 フォロアアップ」に基づき、AI の説明可能性などの Trusted Quality AI に関する研究開発や新型コロナウイルス関連研究、その他の基盤技術の研究開発に取り組む。

① 汎用基盤技術研究

深層学習等の原理の解明に向けた理論研究等を推進するとともに、完全な正解ラベルが得られない状況でも精度よく学習できる限定情報学習技術等の次世代AI基盤技術の開発に取り組む。また、人間が理解でき、ロバストな深層学習手法の開発等に資する理論研究に取り組む。

② 目的指向基盤技術研究

医療、バイオ、ものづくり、新材料、防災・減災、教育などの分野において、機械学習の新しい基盤技術を実装した解析システムを開発するとともに、AI 技術により、我が国が強みを有する分野の科学研究の加速に取り組む。また、ロバスト性の高い医療 AI 開発等に取り組む。

③ 社会における人工知能研究

個人データを本人が管理する仕組みの実証実験と実運用、個人データの匿名化と再識別に関する加工技術と評価方法の確立等に取り組むとともに、人工知能技術が普及する社会にお

ける価値観、倫理、法制度、社会制度に関する検討結果を発信する。また、敵対的環境下においてもロバストで説明可能性を持つセキュア深層学習モデルの研究等に取り組む。

④ 人材育成

大学等との連携及び企業からの研究者・技術者受入れ、海外の大学・研究機関との連携による人材交流等を通じ、AI研究に関する専門的な知見を有する人材育成に努める。

(2) 数理創造研究

理論科学(物理、化学、生物、情報)・数学・計算科学に携わる若手研究者が、分野の枠を越えて情報交換を行うことで、各分野での新たな展開や新奇な学問領域の創出を目指す。量子情報科学において、国内外の中核機関と連携を図り、分野を牽引する若手研究者の育成を図る。人文学・社会科学と数理科学の文理融合研究を進める。基礎科学と産業界の共創を新たなプラットフォームのもとで進め、基礎研究と応用研究のバランスのとれた発展を図る。

① 数学と自然科学の共進化

京都大学(理学研究科、数理解析研究所)、東北大学(材料科学高等研究所)、九州大学(理学研究院、マス・フォア・インダストリ研究所)、カリフォルニア大学バークレー校(数学科、物理学科)、中国科学院(カブリ理論科学研究所)など国内外の数理科学関連機関や数理創造プログラムサテライトを活用し、数学と流体力学、数学と量子物質科学、数学と機械学習、数学と情報理論、数学と臨床医学などの学際研究を継続する。また、数学と物理学の接点となるシュレーディンガー作用素の超局所解析、数学と経済学の接点となる複雑ネットワークとその動的構造の代数幾何学的研究を進める。これらは、数学者、理論物理学者、医学者、経済学者などが、それぞれ最先端の手法や知見を活かして協働することで進展が見込まれるテーマであり、新しい数学概念の構築にも資する。さらに、武蔵野大学(数理工学センター)と連携し、数理科学の産業応用基盤を構築する。

② 複雑化する生命機能の数理的手法による解明

集団遺伝学やゲノム進化学については、数理生物学者、理論物理学者、数学者の連携による遺伝子ネットワークの数理解析、生態学においては、数理生物学者と理論物理学者の連携による、情報理論を用いた多様性解析、育種の観点からはソバ(植物)やサラブレッド(動物)のゲノムデータ解析に基づく遺伝学的研究を進展させる。また、生体リズムを規定する非線形振動システムや、真核生物における DNA の空間構造など、生命における基本的な構造や機能に関する数理モデル構築を、数理生物学者と理論物理学者が共同で行う。

③ 数理的手法による時空と物質の起源の解明

ブラックホールや中性子星など、極限状態にある天体の内部構造の解明を、一般相対論と量子論を統合的に扱うことで進める。特に量子ブラックホール研究については、台湾国立大学

との共同研究を継続発展させる。また、中性子星構造と中性子星合体からの重力波については、イリノイ大学、大阪大学との共同研究を進める。また、カリフォルニア大学バークレー校内に発足したアメリカ国立科学財団 Physics Frontier Center のパートナー機関として、電磁波、重力波およびニュートリノの観測によるマルチメッセンジャー天文学の理論研究を東京大学(宇宙線研究所)、立教大学と連携して推進する。さらに、スーパーコンピュータ「富岳」を用いた格子ゲージ理論の大規模シミュレーションを展開し、新たなクォーク多体系の存在形態を探究する。

④ 数理科学的手法による機械学習技術の探求

革新知能統合研究センターと協力し、深層学習の高速化・精密化に繋がる理論物理学的手法に基づくアルゴリズム開発を行う。また、九州大学(マス・フォア・インダストリ研究所)、東京工業大学(工学院)との協業により、非線形力学系の作用素表現に基づく、力学系の制御や統計的機械学習の基礎理論構築を進める。創発物性科学研究センター、計算科学研究センター、量子コンピュータ研究センターと連携して、トポロジカル量子計算、量子機械学習、量子-古典ハイブリッド計算などの基礎研究を進め、その実問題への応用を、東京工業大学、民間企業の研究部門、カリフォルニア大学バークレー校、ローレンス・バークレー国立研究所の研究者と協働で行う。

⑤ 分野及び階層等を越えた人材育成

国内外に設置した数理創造プログラムサテライト(仙台、京都、神戸、福岡、東京、バークレー)のハブ機能を一層高めることで、学際的共同研究を促進する環境の拡充を図る。人文学・社会科学と自然科学の融合領域への研究を進めるため、京都大学大学院総合生存学館と連携し、社会科学と自然科学の統合的解明と新たな数理手法の開発を推進する。また、次世代を担う若手研究者の育成のため、大学等において、分野横断的、また先端的研究の講義を行い、性別や国籍を越えた基礎科学研究者育成の取組を進める。

(3) 生命医科学研究

① ゲノム機能医科学研究

細胞制御の体系的な把握のために制御性 RNA の相互作用や機能を解析しデータベース構築を行うとともに、シングルセル解析や制御性 RNA 発現予測のための技術開発を行う。また、遺伝子制御領域を含むゲノムの個人差解析によってヒト疾患を理解する研究を行うとともに、データベースも拡充する。

② ヒト免疫医科学研究

実験動物では解析が難しいヒト集団での遺伝的不均一性に起因する免疫応答の多様性に関して、トランスクリプトーム、プロテオームをはじめとしたオミックス解析の統合による新しいヒト

免疫機能研究手法の開発を通し、ヒト及び実験動物双方の異同を検証し、免疫が関与する疾患の原因となる発現変異や変異タンパクの同定に向けた研究を行う。

③ 疾患システムズ医科学研究

これまでに皮膚炎や糖尿病をはじめとした慢性炎症、病原微生物感染による急性炎症の遷延化・重症化などの疾患モデル動物を用いて、各種炎症の病態モデルの構築とその精緻化を行ってきた。これらのモデルに実験的摂動を加えて妥当性を検証すると同時に、治療標的やバイオマーカーの抽出を行う。また、病態モデルに、集積したヒトデータがどの程度外挿可能であるかを検証し、創薬標的となりうる分子経路の発見を目指す。

④ がん免疫基盤研究

「がん」発症から進行に伴う免疫恒常性機構の段階的破綻の層別化研究により、これまでに確立した新しいマウスモデルやがん臨床検体のオミックス解析を進め治療の糸口となる治療標的細胞、及び分子探索を探り、新たながんの診断に役立つ免疫分類及び新規治療法開発に向けた研究を行う。

(4) 生命機能科学研究

① 分子・細胞状態の可視化と予測・操作研究

これまでに作製した細胞状態可視化のための新規プローブを発展させ、細胞状態操作のためのプローブを開発する。合わせて、高度基盤技術として全自動細胞内1分子解析システムに連結する自動細胞試料調製・搬送装置を開発し、手動に依存した従来法を上回る24時間以上の継続計測により1日あたり6000細胞の遠隔自動1分子スクリーニング法を確立する。また、自動化した細胞分析プラットフォームを用いて数千個の細胞データを取得し、得られたデータセットを用いて、AIにより、細胞画像から細胞状態を推定するプラットフォームの構築に着手する。さらに、超高磁場核磁気共鳴装置(NMR)を用いて、動的構造の観点よりGタンパク質共役型受容体のシグナル選択性制御機構を解明する。

② 細胞から臓器へと階層を繋ぐ臓器形成機構と臓器間連関機構の解明

これまでの胎児呼吸器細胞の1細胞転写解析から明らかになった、肺の組織幹細胞の制御に必要な遺伝子について、マウスのライフステージを通じて幹細胞の制御や疾患の発症に関わることを遺伝子改変動物とオルガノイド培養技術を用いて明らかにする。また、腎臓と膀胱組織からなる尿路系組織を幹細胞から人工的に再構成するため、開発を進めてきた膀胱オルガノイドを高度化・機能化し、膀胱のバリア機能を付与する。さらに、昨年度に着手したマウスの各臓器のアトラスを完成させるとともに、これまでに開発してきた透明化・高速顕微鏡観察技術基盤をさらに進化させることで、より大きな動物であるラットの全脳全細胞解析に着手する。

③ 生物のライフサイクル進行の制御機構の解明研究

老化機序の同定を目指し、卵母細胞の老化速度が食餌制限などの体外要因やライフサイクルのステージによって影響を受ける可能性について、トランスクリプトーム解析から明らかにする。また、霊長類のライフサイクルにおける個体レベル・中枢臓器の非侵襲観察技術に基づいて機能恒常性の解明を進める。さらに、ライフサイクルにおける個体の成熟に伴い必要とされる高強度の運動機能を実現するしくみを解明するため、細胞間マトリクスのナノ繊維化による引っ張り強度増強の分子機構を、進化的に保存されたタンパク質に着目して研究する。

(5) 脳神経科学研究

① ヒト脳高次認知機能解明を目指した研究

推論、内省、互惠性の高次認知機能を司る脳領域のマッピングの成果を踏まえ、各脳領域の機能の作動原理の同定を進める。さらに、言語、他者を考慮した上での意思決定、高次学習等の、ヒト認知に特有な行動と脳機能との関係性の理解を目指す。特に高次学習に関しては、潜在的に獲得した複数の記憶(潜在記憶)の統合メカニズムを、行動と fMRI データを組み合わせ解明する。

また、令和 4 年に導入を予定している 7T-MRI の高いスペクトル分解能を利用した抑制性／興奮性シナプス伝達物質の比を分子指標とする撮像法開発や、遺伝子多型と言語発達の関連解析等の、神経活動指標、ゲノム等分子指標の大規模データの収集・解析を活かした研究を進める。

② 動物モデルに基づいた階層横断的な研究

動物モデルを用いて、①で解析する高次認知機能をはじめとする様々な脳機能とそのメカニズムについて、細胞から、シナプス、局所回路、大域回路、個体、社会レベルまでを包含した階層横断的な研究を進める。多感覚統合、感覚と運動情報の統合、価値判断、情動、学習、記憶、意思決定といった脳機能を支える計算とメカニズムの解明を進める。特に短期記憶と長期記憶については、記憶を効率的に維持するシナプスの分子的基盤と、未開拓な皮質下の回路の解析を行う。さらに社会的行動について、上下関係に基づいた意思決定の神経基盤の理解と、社会性の基礎となる愛着行動の霊長類モデルの確立を目指す。

③ 理論・技術が先導するデータ駆動型脳研究

ヒトに適応する高時空間解像度・低侵襲性脳イメージング技術については、令和 4 年度に運用開始を予定している 7T-MRI の性能を最大限に引き出すための技術開発(撮像アーチファクトの解消・補正、空間分解能のさらなる向上など)を開始する。動物モデルに適応するバイオイメージングについては、より高精細で、広く、深く、速く、長く、非侵襲的に、多角的に(マルチチャンネルで)計測する近年の要請を満たすことで、神経科学のみならず広く生命科学に適用可能な技術開発を先導する。相補的なアプローチとして、特定の細胞タイプにおいてより高感度で高

時間分解能の計測を行うことのできる、光遺伝学と大規模細胞外電気生理学的記録法を組み合わせた手法を確立する。

また、大規模脳計測データの蓄積と解析技術開発のために、理研 CBS が構築してきた、情報理工学分野等の幅広い分野の研究者とのデータ駆動型脳科学関連技術開発に係る共同研究体制を駆使して、研究をさらに促進する。さらに、大規模データを活用した脳の作動理論モデルの構築及び新しいデータ駆動型脳研究の確立に向けて、神経回路モデルとベイズ推論をつなぐ新たな理論等の構築を進める。

④ 精神・神経疾患の診断・治療法開発及び脳機能支援・拡張を目指した研究

精神・神経疾患等の病態の共通性と多様性の解明のために、アルツハイマー病、双極性障害、発達障害、統合失調症などに関する研究を、脳神経医科学連携部門を通じた国内外の臨床機関との連携も活用して、引き続き実施する。アルツハイマー病については、非ヒト霊長類モデルとして作製したアルツハイマー病モデルマウスマウセットを用いて、認知行動解析を行いつつ、PET による非侵襲的イメージング解析の準備を進め、発症メカニズム解明研究をさらに進展させる。統合失調症、双極性障害、自閉症等の精神疾患については、遺伝性疾患の分子診断に必要な知見を集積し、疾患モデル動物におけるシナプスと認知行動等の実行機能との関連解析により発症機序の解明研究を進める。また、神経変性に関わるタンパク質凝集体やグルコース脂質の作動機序の解明を目指す。さらに、社会的孤立や現代社会の様々なストレスが脳に与える影響の解析等を個体や集団レベルで進め、情動、社会性等の脳内機構を基盤にした脳・身体機能補完技術の開発に必要な知見を集積し、日常生活の向上に貢献するイノベーションシーズの提供を目指す。

(6) 環境資源科学研究

① 革新的植物バイオ

これまでの研究で得られた有用な新規遺伝子及び機能性小分子を用いたゲノム編集、ケミカルバイオロジー等の技術を活用し、環境ストレス適応、バイオマス生産、病害抵抗性等の機能向上した植物を創出する研究開発を推進する。さらに、継続して植物の環境ストレス適応、バイオマス生産、成長等を定量的データとして解析するために、遺伝子型と表現形質の相関を見るフェノタイピング技術の開発と利用を進める。制御機構の解明については、統合オミックス解析や情報科学等と組み合わせ、転写因子とそのネットワーク、エピジェネティックな発現制御等の研究を進める。

② 代謝ゲノムエンジニアリング

有用化合物の生産に関して、設計された代謝経路を実現する酵素反応選択技術を引き続き開発する。各有用化合物の構造特徴量をもとに、基質の構造類似度を計算して、各酵素反応

に対する基質の反応優先度を評価し、上記構造特徴量の抽出指標を検証する。また、ゲノム科学等を駆使した遺伝子・代謝関連情報の収集については、放線菌等の微生物や有用物質を生産する植物からゲノム、トランスクリプトーム、メタボローム等のゲノム関連情報の収集とその結合を継続するとともに、バイオ生産に有用な遺伝子等の同定を推進し、その機能の検討を開始する。これらをAI等の情報科学やゲノム関連情報、合成生物学やゲノム編集技術を用いて、微生物や植物を宿主として複雑な化合物や化石資源に頼らない工業原料等のバイオ生産の設計を継続し、具体的な手法を開発する。また、環境代謝ゲノムについては、環境物理因子、微生物因子や物質因子から、AI関連の情報技術高度化により重要因子を抽出し、各因子関係の可視化・構造化を行い、複雑系制御の指針化を進める。

③ 先進触媒機能エンジニアリング

大気資源の利用では、二酸化炭素と有機ナトリウム化合物によるカルボン酸類の合成を開発する。また、炭素材料等の新たな担体を利用したモリブデンクラスター担持体触媒を用い、アンモニア合成の高効率化を行う。さらに、分子状酸素を利用した酸化的ラジカル環化反応の最適化とともに、機構解析を行う。

水資源の利用では、高効率かつ長期安定的に水を分解し続けるマンガン系触媒の開発を継続して進め、時間変動する太陽エネルギーを利用した水素製造システムの構築に向けた基礎原理を抽出する。また、モリブデン系触媒の化学反応ネットワークを最適化し、自己触媒機能を有する脱窒触媒システムを設計する。

地殻資源の利用では、希土類金属触媒を活用し、キノリン類の不斉 C-H 結合付加反応を開発する。また、新しいモリブデン触媒系を開発し、カルボニル化合物の還元的カップリング反応によるアルケン合成手法を開発する。さらに、フルオロアルキル化反応における新規立体制御法の開発、ニッケル触媒を用いる環化付加型反応の機構解析を行うとともに、新規連続反応を開発する。加えて、フロー反応に適用可能なシリコンナノ構造体・高分子担持型金属触媒を開発し、連続的有機変換反応に適用する。安価で再利用可能な普遍金属触媒を開発すべく不溶性コバルト触媒を開発し、カップリング反応を検討する。

④ 新機能性ポリマー

希土類触媒を用いて、非極性オレフィンと極性オレフィンモノマーの高選択的なマルチブロック共重合を開発し、合成した新規高分子材料について、熱物性や引っ張り試験、自己修復性など様々な観点から物性評価を行う。一方、バイオマスオレフィンモノマーの重合では、立体構造・連鎖構造を精密制御可能な重合触媒並びに開始剤の設計・探索を行い、目的とする機能を付与したバイオマスオレフィンポリマーの合成を達成する。

生物有機化合物群からのポリマー素材の創出については、さらなる高耐熱性ポリマー素材の開発を目指し、バイオマス由来芳香族化合物群から含芳香族ポリアミド素材の開発に取り組む。

高機能ペプチドポリマー素材の創製については、環境低負荷な水系プロセスを用いて、既存の高分子材料と同等もしくはそれ以上の力学物性・環境分解性を示す高分子素材を創出する。また、光合成細菌を利用した高分子合成プロセスでは、菌体外への分泌や、多様な高分子素材を生合成できる細胞を構築し、産業応用を目指す。

⑤ 先端技術プラットフォーム

質量分析計を用いたメタボローム解析については、ケモインフォマティクスも活用した植物メタボロームアノテーション基盤を用いた生物種及び代謝物カテゴリー横断的なメタボロームネットワークの解析手法を継続すると同時に、微量高速分析系で取得する大規模データの解析基盤技術を実際の植物試料に応用する。

顕微鏡解析、イメージング技術開発については、倍率領域・観察項目が異なる超解像光学顕微鏡と電子顕微鏡を組み合わせた光電子相関顕微鏡法の開発を継続して進め、三次元解析と組み合わせた新たな解析技術開発を開始する。

表現型解析技術については、これまでに導入された各種イメージング解析装置を組み合わせた統合的解析基盤技術を構築するとともに、新たなライブセルイメージングを可能にする FRET イメージングプローブ等を開発する。また、アルキンを用いたラマンイメージング法を化合物や生体分子の動態解析に応用する。

天然化合物バンクについては、新型コロナウイルスなどの感染症及び様々な疾病治療薬のスクリーニングに提供するために、サブライブラリー(ウイルス、真菌、細菌、キナーゼ、ホスファターゼなどを標的とした特殊ライブラリー)を構築し、順次提供を開始する。

データ科学の導入と情報基盤整備に関しては、これまでに確立した CRISPR-Cas9 を用いたノックアウト細胞プールについて、網羅的シーケンス解析で得られる大量のデータを分析し、化合物による表現型を決定する遺伝子ネットワーク(ケミカルゲノミクスネットワーク)を解析するためのプラットフォームを確立する。

また、膨大な質量分析プロテオームデータを整備し、これまで見逃されていた ORF の探索技術を開発する。化合物構造決定に関しては、化学構造と ^{13}C -NMR 化学シフトの網羅的データベースを構築し、データ科学を基盤とした構造解析技術基盤を確立する。

その他、若手人材の活用と育成に向け、若手研究者を対象とした表彰制度や研究助成、大学院生教育プログラムなどの取組みを行う。

(7) 創発物性科学研究

① エネルギー機能創発物性

3元素以上を含む水素化合物について大規模構造探索計算を行って、高圧下での室温超伝導体が実際に存在し得るかを明らかにするとともに、より低圧・高温で超伝導が生じる可能性を検討する。

与えられた結晶構造から安定な磁気構造を決定する効率的な方法論を確立し、反強磁性体の中で横熱電係数が大きな物質を理論的に探索する。また、非磁性のトポロジカル物質(ワイル半金属)においてベリー位相に基づいて生じる横熱電効果を実証する。

有機系エネルギーデバイスでは、非平面型や非直線型などの分子形状に基づき、分子凝集状態や結晶固体における対称性を制御し、ヘテロ接合型およびシフトカレント型太陽電池の高効率化を行うとともに、分極を利用した振電発電デバイスに展開する。

② 創発機能性ソフトマテリアル

超スマート社会の実現を目指し、従来のアクチュエーターとは異なる新しい力の発生機構によるソフトアクチュエーター材料を開発する。多数のコロイド粒子を巨視スケールで配列するとともに、粒子間に働く巨大な斥力と引力とを能動的に制御することにより、強度・方向性・制御性に優れた機械力の発生法を開発する。加えて、フレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクスにおける革新的なエネルギー供給法を開発する。有力な供給源となる有機太陽電池に関し、薄さや軽さを損なうことなく長期信頼性を向上させるべく、材料/界面安定性を向上させるとともに、薄型封止膜材料の開発を行う。印刷プロセスとの組み合わせにより、安価で、どこでも作れる、長期間安定な、高効率の薄型有機太陽電池の基礎を確立する。

③ 量子情報電子技術

スピン利用の量子回路による革新的情報処理技術の開発へ向けて、前年度に開発した3量子ビット試料を用いて高精度な量子回路制御技術の開発、同位体制御 ^{28}Si の導入による量子操作忠実度の改善、環境雑音による量子コヒーレンス制限要因の解明を行う。また、多重ドット集積化に適した小規模量子構造を提案し、必要な作製技術を開発する。

マヨラナ準粒子を実現できるトポロジカル超伝導状態を創発する人工構造の探索を行う。トポロジカル絶縁体 - s 波超伝導体複合構造、ラッシュバ分裂の顕著な固体表面における原子層二次元超伝導体を作製し、超低温走査型トンネル顕微鏡でその場評価を実施する。また、分子線エピタキシーで作製した人工超伝導薄膜を、超高真空環境下で超低温走査型トンネル顕微鏡まで搬送する技術も開発する。

④ トポロジカルスピントロニクス

マルチフェロイック(磁性と強誘電性の両方の性質を持つ)らせん磁性体において、高度な複合機能化を目指し、テラヘルツ光の偏光制御を実現する。また、らせん磁性体において、テラヘルツ光領域での磁気クロミズム(磁場によって物質の色が変わる現象)と磁気構造変化の関係

を明らかにする。さらに、相対論的ワイルフェルミオンにおけるテラヘルツ領域の非線形光学効果の研究とそれに基づいた光検出の実証を行う。また、ベリー位相に基づいたシフトカレントの設計と物質・機能開発を行う。トポロジカル絶縁体・磁性体・超伝導体を用いて、運動量空間と実空間におけるトポロジカル創発粒子のプラットフォームを構築する。さらに、らせん磁性体に生じる創発電場を用いることで、ナノスケール・室温動作・符号可変・高周波特性などの機能を持つ創発インダクタを実現する。

⑤ 人材育成

東京大学、清華大学、中国科学院カブリ理論科学研究所との連携協定を基に、研究者の相互訪問とともに、合同ワークショップを開催し、研究交流を推進する。東京大学、清華大学に設置している若手研究者主宰の連携研究室では、シニア研究者によるメンターシップの下、研究リーダーの育成を行う。物理、化学、量子技術等、異分野間で研究キャンプを含むシンポジウム・討論会を開催し、若手研究者を中心に発表・討論する機会を設け、より広い知識と視野を育む環境を整備する。特定国立研究開発法人との連携を強力に推進し、産業技術総合研究所との合同ワークショップの開催とともに、共同で研究を支援するために設置した制度を用いて、世界最先端の独創的研究を実施する。

(8) 量子コンピュータ研究

① 量子コンピュータ研究開発

試作した超伝導 64 量子ビットチップを回路に実装し、動作確認を行う。

16 量子ビット回路上での量子誤り検出符号の実証に向けた基礎データを取得する。

連続量量子テレポーテーションの技術に基づき、測定誘起型光量子計算方式の研究を開始する。

誤り耐性量子計算アーキテクチャ研究、NISQ マシン応用のためのアルゴリズム研究を進める。

また、企業との連携により超伝導量子コンピュータの実用的なプロトタイプ機の開発に着手する。

② 量子情報科学基盤研究

半導体スピン量子ビット集積化に向けた MOS 量子ドットの作製を開始する。

三角格子光格子中の冷却原子に対するフロケ制御による量子相転移の実験に向けた条件検討を行う。

③ 先駆的なイノベーションの創出に向けた取組及び国際連携ハブとしての役割

理研内において、量子計測や量子マテリアルなどの基礎科学連携、数理科学や計算機科学などの異分野でワークショップ・討論会等を開催し、若手研究者を中心に発表・討論する機会を設け、より広い知識と視野を育む環境を整備するとともに連携研究への発展を模索する。

量子技術イノベーション戦略に基づく量子技術イノベーション拠点の拠点間連携等を進め、国際シンポジウムの開催をはじめとした国際連携及び、量子技術人材育成、知的財産や技術国際標準化等の日本として取り組むべき社会的・科学的課題の解決に向けた会議開催、研究設備・機器相互利用や外部共用といった拠点間および拠点外への研究開発支援の推進等の主導的な役割を行う。

(9) 光量子工学研究

① エクストリームフォトンクス研究

これまで高効率で高出力の単一アト秒パルス発生のために理研が独自に開発してきた高エネルギー光シンセサイザーで発生したアト秒パルスの時間波形を計測するための光電子時間分解分光装置を構築し、より正確なパルスのキャラクタライゼーションを行う。光格子時計においては、車載化した可搬型プロトタイプ機を用いて、重力ポテンシャル計としての応用に向けた実証実験を行う。

② サブ波長フォトンクス研究

超解像共焦点ライブ顕微鏡の高度化を進め、20 立体／秒の時間分解能での超解像を実現する。サブ波長観察のための高光安定性の蛍光タンパク質を開発する。多次元情報処理と機械学習による画像解析では、画像認識過程を分析し、人の判断に沿った特異部検出法を開発する。高速電子ビームリソグラフィ法により赤外吸収メタマテリアルを作製し、これを用いて複数の生体分子をzeptomoleレベルで同時検出・同定するマルチチャネル分子認識センサーデバイスを開発する。フェムト秒レーザー加工技術を高度化することでサブ波長3次元構造を構築し、超高感度 SERS 分析チップを開発する。

③ テラヘルツ光研究

新型テラヘルツ波発振器のテラヘルツ波出力を増強させるため、励起光の光子を連鎖的に下方波長変換する技術の研究開発を行う。また、量子計測・センシング技術研究として、テラヘルツ光の量子検出の方法に関して研究を行う。また、テラヘルツ量子カスケードレーザーの高出力化のために、バンド内遷移光利得の制限要因となる要因（電流リークと注入構造）に関する研究を行い、ワットクラスの高出力動作のメカニズムを明らかにする。さらに、高強度テラヘルツ光を用いた生体組織の構造制御の利用範囲拡大を図るために、実験室内の小型光源を用いて生きた細胞へのテラヘルツ光照射実験を行う。

④ 光量子技術基盤開発

中赤外線領域の新規波長可変レーザー結晶の育成を行い、波長 $4\mu\text{m}$ 以上で蛍光観測を目標として光学評価を実施する。中赤外領域の波長可変領域を拡張するために複合材料によるレーザーシステムの開発を推進する。小型中性子源では、現行のシステムに加えて、可搬型の試作として開発した超小型中性子源 RANS-II の稼働を開始する。また、先端光学素子の開発では、新規な回折光学素子加工のための微細溝加工の基礎技術を確立する。

(10) 加速器科学研究

① 原子核基礎研究

119 番元素の超重元素合成研究を実施するとともに、高性能ガンマ線検出器などを利用した中性子過剰核の魔法数研究、未知 RI 核の特性の解明、状態方程式研究、中性子星表面の爆発現象の観測や氷床コア自動レーザー融解装置の開発等を通じた元素合成過程研究を進める。また、放射性廃棄物の減容化に資する核反応研究を推進し、元素変換研究を促進する。

さらに、RIBF を擁する優位性を活かして国内外の機関との実験及び理論両面での連携体制を拡充し、HiCARI 及び BRIKEN 国際コラボレーションを実施する。また、これらの活動を通じて、当該分野の人材育成を推進する。

② BNL 及び RAL との国際協力に基づく素粒子物性研究

理研 BNL 研究センターでは、陽子のスピン構造や高温高密度核物質の性質解明のため BNL の重イオン衝突型加速器 (RHIC) でジェット状の粒子生成の完全測定を行うべく検出器の改造を進める。その際、コロナ禍で人の移動が制限されているが、国際分業体制を構築し推進する。並行して既得のデータの解析を進め、クォーク多体系の特徴的現象を理論・実験の両面から解明する。

理研 RAL ミュオン実験施設では、コロナ禍で人の移動が制限されているが、その中でも既得データの解析、超低速ミュオンビーム発生効率化に向けた装置の設計・制作など、制限下でも実施可能な活動を推進する。また、本年度 7 月以降に理研 RAL ミュオン施設が長期シャットダウンに入り、その際 RAL と協力してミュオン施設の大規模改修を進め、次年度夏以降のビーム再開に備える。

③ 重イオン・RI ビームを用いた学際応用研究

ゲノム情報を用いた重イオンビーム育種技術の高度化を進めるとともに、照射実績を収集したデータベースを作成する。国内大学等との連携を促進し、有用 RI の製造技術開発及び RI 頒布事業を進め、核医学治療に期待される銅 67、アスタチン 211 やアクチニウム 225 の応用研究を推進する。産業利用では、宇宙航空用電子部品の宇宙線耐性試験を中心に、試験技術の高度化を行い利用者の拡大を図る。

④ RIBF の加速器施設の高度化・共用の推進

ウランビームの強度をさらに上げるための開発を行うとともに、加速器制御系の高度化を図る。また、昨年度までに整備してきた超伝導線形加速器の安定的なビーム供給を行う。加速器高度化計画については、必要となる装置の設計を進め、荷電変換リング等構成要素の製作に着手する。利用研究については実験課題を国際公募し、外部有識者を含めた課題選定委員会にて課題選定を行う。また、産業利用については別途国内公募を実施し課題選定を行う。若手育成のためにチャレンジングな課題へのビームタイム枠を設けるなど、施設の戦略的利用を図るとともに、効率的な運転計画を策定し、老朽化対策を行いながら、RIBF を用いた研究成果の最大化を目指した運営を進める。

3 世界最先端の研究基盤の構築・運営・高度化

(1) 計算科学研究

スーパーコンピュータ「富岳」について、総合科学技術・イノベーション会議による中間評価結果(平成 30 年 11 月決定)や、それを踏まえ改正された特定高速電子計算機施設の共用の促進に関する基本の方針(令和元年 9 月改正)等に基づき、Society5.0 を支える中核的な計算機インフラとして共用に供するための環境の整備等を図る(下記①)。また、国際的な計算科学分野の中核拠点として、「計算の、計算による、計算のための科学」を目指すための活動を積極的に行う(下記②)。

① 「富岳」の共用と利用者拡大(「富岳」の Society5.0 の中核拠点化に向けた取組)

- (a) 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)の中核である超高速電子計算機(「富岳」)を適切に運転・維持管理し、利用者に対して計算資源を提供する。「富岳」については、年間稼働率 90%以上を維持しつつ、平均消費電力が 23MW(「京」運用初年度の約 1.5 倍)を上回らないよう運用する。なお、制度変更に伴い、後年度以降の電力消費が大きく変動することが予想されるため、電力需要に柔軟に対応できるよう、データ収集・分析を行う体制を整備する。また、Society5.0 の中核拠点として機能することを目指し、「Society5.0 推進枠」の課題推進に向けた協力を計算科学振興財団等と連携して取り組む。
- (b) 「富岳」を Society5.0 の基盤とするべく、AI・データ科学・シミュレーションの各種オープンソースソフトウェアの移植・整備・普及促進、AI と HPC の融合によるサイバーフィジカル環境の実現、エッジとクラウドの連携を可能とする大規模データ基盤の構築、デジタルツイン実現に向けた HPC のクラウド型利用に係る技術開発等に、Society5.0 の実現に取り組むユーザーコミュニティと連携・協力して取り組む。加えて、研究所内の各センター等とも連携し、「富岳」の高度化に資する研究を推進するための体制整備に着手する。一方で、HPCI コンソーシアムのもとで HPCI の一層の発展に貢献するべく、関係機関と緊密に連携し、運用技術の提供等、研究所が率先して取り組む。また、「富岳」の利用者拡大に資する

ため、研究所で開発しているソフトウェア等の高度化を行い、理研鼎業や株式会社理研数理等と連携し、ソフトウェア等の研究成果について利用者への普及に取り組む。さらに、利用者拡大及び「富岳」テクノロジーの普及に資するクラウド的利用についてプロバイダーとの共同研究を令和 3 年度中も継続し、それらの成果等をもって「富岳」利用への適用及び共用制度に関する文部科学省での所要の検討に貢献する。

(c)他分野も支える計算科学分野の人材育成の重要性に鑑み、センターのミッションおよび地元を含む関連機関との適切な連携・役割分担を意識し、計算科学技術の発展に寄与する国内外の人材の育成、啓発に係る事業を実施することとし、地元自治体との連携により整備した研究教育拠点(COE)形成推進事業を通じ Society 5.0 を担う広い視野を持つ人材の育成に貢献する。アウトリーチ活動等のセンター事業についても、人材育成の観点から、重点化・効率化をはかり、より効果的な人材育成事業として推進する。令和 3 年度は、新たに EU との連携による ASEAN 諸国における人材育成事業に取り組むほか、若手を対象とした人材育成の一環として、「富岳」活用による「Supercomputer Contest(スーパーコン)」の発展に貢献する。

(d)「富岳」の共用開始を受けて創出される研究成果を各機関と協力し適宜把握しながら、「Society5.0 への貢献」という新たな切り口にて、適切なタイミングで社会へ発信することで、「富岳」への期待をさらに高める。その発信にあたっては、マスコミを効果的に活用するとともに、デジタルコンテンツのさらなる活用や、Society5.0 への貢献にフォーカスをあてたイベントを開催する。また、若者が計算科学技術への興味を惹起するような取組を行う。

② 計算科学のコア・コンピタンスによる計算科学分野の中核拠点としての活動

HPC を基盤として、AI・ビッグデータ・シミュレーションを有機的に融合するべく研究活動を推進する。具体的には、「Society5.0 の実現」、「革新的大規模計算科学シミュレーション技術基盤の確立」、「次世代計算基盤を目指した計算機システム構成原理の探求」の柱立てで研究を推進し、「富岳」を活用した、創薬のための新たな AI 技術の開発とデータベースの開発、シミュレーションとインフォマティクスの融合による新材料設計、量子コンピュータのシミュレーション解析や、量子・AI に必要となる高性能高次テンソル科学ソフトウェアの研究開発に取り組む。また、兵庫県及び神戸市からの補助を受けて実施する研究教育拠点(COE)形成推進事業により創出された「Society5.0 の実現」に資する研究成果については、地元自治体にその成果を還元し、地域の課題解決等に貢献する。加えて、国内外の研究機関や研究者等の交流による多様な知識を融合し、人材育成及びさらなる成果創出のために、共同研究の実施や国際シンポジウム等を開催形態にとらわれず積極的に開催することにより、国際的な頭脳循環における中核拠点として先進的・革新的な研究等を促進するとともに、その成果を全世界に発信する。

(2) 放射光科学研究

① 大型放射光施設の研究者等への安定した共用

大型放射光施設(SPring-8)及びX線自由電子レーザー施設(SACLA)を幅広い研究者等への共用に供するため、これまでに蓄積された知見を活かした合理的・効率的な機器調整・運用・維持管理等を進めることで低いダウンタイムを維持し、年間総運転時間の8割程度の利用時間を研究者等へ提供する。また、挿入光源(アンジュレータ)駆動時のビーム微小変動を抑制するため開発したハードウェア及びソフトウェアの性能評価を行い、実運用を開始する。さらに、多種多様な分野の研究者が集まる「放射光施設」を通じた、大学、企業、国立研究開発法人等がダイナミックな連携を進めることを可能とする仕組み(リサーチ・リンケージ)を発展させるため、既に連携を進めている大学に加えて、国立研究開発法人への拡充に努める。

② 計測機器、解析装置等の開発による放射光利用環境の向上

完成した次世代のX線画像検出器のプロトタイプ機を利用して放射光高度計測手法を開発するとともに、引き続き高速・大容量データの高速リアルタイム処理技術の開発を進める。

また、クライオ電子顕微鏡については、データ解析ソフトウェアの充実を図りつつ、引き続き生命科学、材料科学分野の高難度試料への応用研究を進める。単粒子解析の共用装置を整備し、外部供用を開始する。

③ X線エネルギー分析技術の深化による実用材料ナノ評価の推進

コンプトン散乱計測、ラマン散乱計測、共鳴非弾性散乱計測などの分光学的手法とイメージング手法を組み合わせた技術を完成させ、実用材料での動作下・非破壊でのイメージング実験に着手する。非弾性散乱計測基盤については、従来の計測技術にX線反射鏡技術を導入するための要素技術開発を進める。

④ 放射光施設の高度化に向けた要素技術開発

昨年度までテスト運転を実施してきたSACLA線形加速器からSPring-8蓄積リングへの高輝度電子ビームの入射によるユーザー運転を1年間通じて実施する。また、ビームライン運転のオートメーション化に加え、試料準備のオートメーション化、実験のリモート化に関する開発をすすめる。これらを組み合わせた、パイロットビームラインを完成させる。

(3) バイオリソース研究

① バイオリソース整備事業

(ア) 高次生命現象のゲノム機能解明と感染症を含むヒト疾患の診断・治療・創薬の開発研究に有用なモデルマウス系統、(イ) 環境応答機構研究、共生研究及び穀物研究において、モデル植物であるシロイヌナズナ及びミナトカモジグサの野生由来系統、変異体・形質転換体、(ウ)

生命医科学研究に必要なヒト及び動物由来の培養細胞（癌細胞、iPS 細胞等）、（エ）ライフサイエンスの広範な研究分野で必要なゲノム及び病原性ウイルスの遺伝子を含む cDNA クローン、細胞の分化やタンパク質の挙動を可視化する遺伝子クローン、遺伝子導入ベクター、（オ）環境と健康の研究に必要な共生微生物や生態系で重要な役割を果たす微生物等、多種多様な微生物の収集・保存・提供を行う。加えて、バイオリソース関連のメタデータ統合、並びにこれに伴うホームページ公開コンテンツの充実と発信を行う。また、バイオリソースとその特性情報の利活用向上を図るため、リソース横断検索機能を向上させる。さらに、新型コロナウイルス等の感染症研究を加速するため、関連するバイオリソースの情報整備・発信に注力する。

これらの取組により、以下の保存数、提供総件数の目標を目指す。

	保存数	提供総件数
実験動物	9,100 系統	10,000 件
実験植物	837,304 系統	4,800 件
細胞材料	13,900 系統	13,200 件
うち iPS 細胞	3,510 系統	320 件
遺伝子材料	3,809,150 系統	4,000 件
微生物材料	28,800 系統	12,000 件

最新の ISO9001:2015 国際品質マネジメント認証に従い、遺伝子検査、微生物検査、質量分析等に関する最先端検査を継続し、厳格な品質管理を実施する。さらに、バイオリソースを播磨事業所のバックアップ施設に逐次移管して、それらを保全する。アジア研究リソースセンターネットワークや国際マウス表現型解析コンソーシアム等のバイオリソースの整備に関する国際的取組に参画し、主導する。加えて、所内外者を対象にバイオリソースを効果的に利活用するための iPS 細胞の取扱い、マウス体外受精法、マウス表現型解析法、微生物の取扱い等の研修事業を、新型コロナウイルス感染症の流行状況に応じ、感染防止策を講じた上で実施し、高度な技術を普及・移転する。筑波大学、南京大學、ソウル国立大学等の国内外の大学等との連携によるバイオリソースに関わる人材育成についても、新型コロナウイルス感染症の流行状況に応じて実施する。

② 基盤技術開発事業

バイオリソース整備事業を効果的かつ効率的に実施するため、精巣上体の直接凍結によるワンステップ精子凍結法を開発する。また、改良型レンチウイルスベクターを用いて、野生由来マウス系統の個体及び ES 細胞への蛍光マーカー遺伝子の導入法を開発する。これらにより、マウスの寄託と提供及び安定的な維持と利用を促進する。

③ バイオリソース関連研究開発プログラム

(ア) iPS 創薬基盤開発として、てんかん・皮膚難病等を対象にしたオルガノイド技術による疾患モデル化と病態解析・創薬研究を実施するとともに、取得した技術を用いたアカデミア・企業等との共同研究・支援を行う。(イ) iPS 細胞高次特性解析開発として、肝臓・腎臓関連の難治性疾患患者由来の iPS 細胞の特性解析を進めるとともに、それぞれの疾患標的細胞種への分化誘導技術を開発し、病態モデルとなり得る細胞レベルの表現型を探索する。(ウ) 次世代ヒト疾患モデル研究開発として、神経難病等のモデルマウスを作製する。既に開発した電気穿孔法による遺伝子導入技術をさらに改良し、長鎖のヒト変異遺伝子のノックイン技術を開発する。(エ) マウス表現型解析開発として、各種疾患モデルや老齢マウスを対象に国際標準の方法による表現型情報の取得と整備を行う。また、整備した解析プラットフォームの利用機会を国内研究者に提供する。さらに、新規形態イメージング法や行動解析法の開発に取り組む。(オ) 疾患ゲノム動態解析技術開発として、前年度に開発したイメージング及びシングルセル解析による分化状態の定量的評価技術を改善し、ヒト iPS 細胞を含む幹細胞の分化能検定に適用し、各種細胞株の分化特性情報を取得する。また、各種細胞株から大量の画像を取得し、機械学習を用いた細胞判別技術を高精度化する。(カ) 植物-微生物共生研究開発として、根圏微生物のハイスループットな単離培養法を確立し、単離した微生物を対象にミナトカモジグサを含むモデル植物-根圏微生物(アーバスキュラー菌根菌・根圏細菌・植物内生菌)の実験系を用いて、微生物及び植物の共生効果を評価する。

II. 業務運営の改善及び効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

1 経費等の合理化・効率化

運営費交付金事業において中長期計画に沿って経費等の合理化・効率化を図る。また、省エネルギー推進に向けた取組として、多様な啓発活動による職員等への周知徹底、施設等の使用量把握及び分析の強化、エネルギー消費効率最も優れた製品の採用をさらに促進する。研究所全体の研究スペースの配分等について、限られた研究スペースをより有効に活用するため、資源活用の効率化を図る。

2 人件費の適正化

人件費(給与と諸手当)水準については、世界最高水準の専門的な知識、経験、資質、及び人員配置、年齢構成等を十分に考慮し、国家公務員における組織区分、人員構成、役職区分、在職地域、学歴等の比較及び類似の業務を行っている民間企業との比較を行う等、厳しく検証し国民の理解を得られるよう必要な措置を講ずる。

なお、今年度は短時間労働者に関する適切な人材の確保のために必要な給与制度の見直し措置を講じる。

3 調達合理化及び契約業務の適正化

契約については、原則として一般競争入札等の競争性のある契約方式によるものとし、「調達等合理化計画」に基づき、事業及び事務の特性を踏まえつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組む。随意契約については、「独立行政法人の随意契約に係る事務について」(平成26年10月総務省行政管理局)を踏まえ、公平性、透明性を十分に確保する。これら取組が着実に実施され、公正性、透明性が確保されているか点検・検証を行う。

調達に当たっては、研究開発業務の特性を考慮した上で、多様な調達方式を活用し、質と価格のバランスにも配慮した効果的な調達を実施する。

また、これらの取組が適正に行われるよう、所内への周知徹底を図るとともに、取組状況を検証の上必要な措置を講じる。

Ⅲ. 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置

1 予算(人件費見積を含む)、収支計画、資金計画

別紙に記載する。

2 外部資金の確保

政策の動向等の適切な把握、企業との意見交換等に努め、個人レベル及び機関レベルでの外部資金の積極的な獲得を図る。また、寄附金獲得のための工夫をするとともに、広報と連携して種々のイベントや公式ウェブサイトでの寄附金の案内、知的財産権のライセンス活動(前述)によるライセンス収入の獲得、共同研究等の推進により、多角的な資金確保に努める。

3 短期借入金の限度額

短期借入金は240億円を限度とする。

想定される理由:

- ・運営費交付金の受入の遅延
- ・受託業務に係る経費の暫時立替等

4 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産に関する計画

不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産に関する計画はない。

5 重要な財産の処分・担保の計画

不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産以外の重要な財産処分・担保の計画はない。

6 剰余金の使途

決算において剰余金が生じた場合の使途は、以下の通りとする。

- ・重点的に実施すべき研究開発に係る経費
- ・エネルギー対策に係る経費
- ・知的財産管理、技術移転、新株予約権の権利行使に係る経費

- ・成果活用等支援法人等への出資に係る経費（自己収入を原資とすることを基本とする。）
- ・職員の資質の向上に係る経費
- ・研究環境の整備に係る経費
- ・広報に係る経費

7 中長期目標期間を越える債務負担

中長期目標期間を越える債務負担については、研究基盤の整備等が中長期目標期間を越える場合で、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断されるものについて行う。

PFI 事業として、本部・事務棟整備等事業を実施する。

8 積立金の使途

前中長期目標期間の最終年度において、独立行政法人通則法第 44 条の処理を行ってなお積立金があるときは、その額に相当する金額のうち主務大臣の承認を受けた金額について、以下のものに充てる。（国立研究開発法人理化学研究所法に定める業務の財源に充てる。）

- ・中長期計画の剰余金の使途に規定されている重点的に実施すべき研究開発に係る経費、エネルギー対策に係る経費、知的財産管理・技術移転・新株予約権の権利行使に係る経費、成果活用等の支援法人等への出資に係る経費（※）、職員の資質の向上に係る経費、研究環境の整備に係る経費、広報に係る経費

※出資に係る経費については、自己収入を原資とすることを基本とする。

- ・自己収入により取得した固定資産の未償却残高相当額等に係る会計処理

IV. その他業務運営に関する重要事項

1 内部統制の充実・強化

内部統制については、各組織からの内部統制の推進状況等に関する報告を受け、必要に応じ是正措置や再発防止に取り組む。また、研究所の業務目的の達成を阻害する要因等であるリスクに対する対応計画を策定してこれを実施し、その結果を分析・評価してリスク管理を行う。

内部監査については、中期的な観点での監査計画に基づき、毎年の契約・経理等会計部門に加えて、センター毎あるいはテーマ毎等に効率的・効果的に実施する。また、監事の実効性を確保するための事務体制を維持するとともに、機動的かつ専門性の高い監事監査を実施できるよう補助することにより、監事機能の強化を図る。

2 法令遵守、倫理の保持

研究活動等における不正行為及び研究費の不正使用の防止について、研究倫理教育の実施により意識の向上を図るとともに、研究不正の防止策に関する取組状況の確認等を行う。健全な職場環境の確保に向け、ハラスメント等を起こさないための研修、e ラーニング等による啓

発活動を行う。

また、産学官連携活動等の推進環境確保のため、役職員の外部における活動と、研究所における責任との利益相反を審査し、適切な利益相反マネジメントを行う。

3 業務の安全の確保

コロナ禍においても研究活動の適正な継続、効率的な BCP を構築するため、必要な各種研究内容または管理対象に応じた事務手続の効率化及び所内規程等の整備を推進する。また、所全体で画一化したコンテンツとともに、地区オリジナルのコンテンツを構築したうえで、e ラーニング及び管理システムを活用した即時性の高い教育訓練を実施することで、労働者の安全確保並びに業務環境の適正維持を図る。

4 情報公開の推進

情報公開法に基づく適切な情報公開を行う。特に、契約業務及び関連法人については、透明性を確保した情報の公開を行う。

5 情報セキュリティの強化

情報セキュリティ対策の PDCA を実施し、必要に応じて情報セキュリティ関連文書を更新する。最新のルールを浸透させるため、随時 e ラーニング教材を更新して研修を行う。既存情報システム運営におけるセキュリティ維持はもとより、新たに導入する情報システム基盤においては積極的に最新技術を採用し、認証の高度化や情報の格付けに応じた適切な管理が行える情報環境とすることで、研究所のサイバーセキュリティレベルを向上させる。

6 施設及び設備に関する計画

横浜事業所、播磨事業所に施設課を新たに設置し、事業所間で老朽化対策に温度差が出ないよう、改修・更新・整備について計画的かつ着実に実施する。高経年化対策及び施設の有効活用については、研究の発展に応じて柔軟に対応できるよう研究所が定めた基本方針に則り実施方針を作成し、引き続き良好な研究環境を整備・維持する。

7 人事に関する計画

優秀な人材の確保、適切な職員の配置、職員の資質の向上を図る。研究人事制度やクロスアポイントの活用により研究者の流動性の向上を図り、研究の活性化と効率的な推進に努める。

<別紙>

1 予算(人件費見積を含む)、収支計画、資金計画

(1) 予算

令和3年度

(単位:百万円)

区 分	研究所運 営システム の構築	研究戦略 事業	研究基盤 事業	法人共通	合計
収入					
運営費交付金	12,543	31,224	6,407	3,955	54,129
施設整備費補助金	880	2,686	9	-	3,575
設備整備費補助金	-	-	-	-	-
特定先端大型研究施設整備費補助金	-	-	1,006	-	1,006
特定先端大型研究施設運営費等補助金	-	-	27,041	-	27,041
次世代人工知能技術等研究開発拠点形 成事業費補助金	-	3,576	-	-	3,576
雑収入	514	45	163	-	722
特定先端大型研究施設利用収入	-	-	555	-	555
受託事業収入等	1,108	11,916	486	-	13,510
計	15,045	49,448	35,668	3,955	104,116
支出					
一般管理費	-	-	-	3,955	3,955
(公租公課を除いた一般管理費)	-	-	-	2,018	2,018
うち、人件費(管理系)	-	-	-	1,353	1,353
物件費	-	-	-	665	665
公租公課	-	-	-	1,937	1,937
業務経費	13,057	31,269	6,570	-	50,897
うち、人件費(事業系)	2,006	2,225	849	-	5,080
物件費(無期雇用人件費・任期制 職員給与を含む)	11,051	29,044	5,722	-	45,817
施設整備費	880	2,686	9	-	3,575
設備整備費	-	-	-	-	-
特定先端大型研究施設整備費	-	-	1,006	-	1,006
特定先端大型研究施設運営等事業費	-	-	27,597	-	27,597

次世代人工知能技術等研究開発拠点形 成事業費	-	3,576	-	-	3,576
受託事業等	1,108	11,916	486	-	13,510
計	15,045	49,448	35,668	3,955	104,116

(注) 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

(2) 収支計画

令和3年度

(単位:百万円)

区 分	研究所運 営システム の構築	研究戦略 事業	研究基盤 事業	法人共通	合計
費用の部					
経常経費	13,625	49,581	56,507	3,960	123,673
一般管理費	-	-	-	3,940	3,940
うち、人件費(管理系)	-	-	-	1,353	1,353
物件費	-	-	-	649	649
公租公課	-	-	-	1,937	1,937
業務経費	11,346	31,095	28,079	-	70,521
うち、人件費(事業系)	2,006	2,225	849	-	5,080
物件費	9,340	28,870	27,231	-	65,441
受託事業等	988	10,623	434	-	12,044
減価償却費	1,291	7,862	27,994	21	37,168
財務費用	1	3	4	-	7
臨時損失	-	-	-	-	-
収益の部					
運営費交付金収益	10,807	27,507	5,549	3,671	47,533
研究補助金収益	-	3,442	21,866	-	25,308
受託事業収入等	1,112	11,964	488	-	13,565
自己収入(その他の収入)	511	45	718	-	1,274
資産見返負債戻入	1,021	6,020	27,329	21	34,391
引当金見返に係る収益	69	311	252	269	902
臨時収益	-	-	-	-	-
純利益又は純損失(△)	△106	△294	△308	0	△708
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	54	440	98	-	591
目的積立金取崩額	-	-	-	-	-
総利益又は総損失(△)	△52	146	△210	0	△116

(注) 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

(3) 資金計画

令和3年度

(単位:百万円)

区 分	研究所運 営システム の構築	研究戦略 事業	研究基盤 事業	法人共通	合計
資金支出	22,529	61,779	66,559	5,752	156,619
業務活動による支出	14,725	41,129	18,532	4,060	78,447
投資活動による支出	2,745	7,656	40,803	15	51,220
財務活動による支出	167	344	62	-	574
翌年度への繰越金	4,892	12,650	7,161	1,676	26,378
資金収入	20,296	63,699	67,280	5,752	157,027
業務活動による収入	14,159	46,751	34,652	4,067	99,630
運営費交付金による収入	12,543	31,224	6,407	3,955	54,129
国庫補助金収入	-	3,576	27,041	-	30,618
受託事業収入等	1,107	11,906	486	-	13,499
自己収入(その他の収入)	509	45	718	112	1,383
投資活動による収入	884	2,686	1,015	-	4,585
施設整備費による収入	880	2,686	1,015	-	4,581
定期預金解約等による収入	3	-	-	-	3
財務活動による収入	-	-	-	-	-
前年度よりの繰越金	5,253	14,261	31,613	1,685	52,813

(注) 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。