

国立研究開発法人理化学研究所

令和 6 年度計画

令和 6 年 3 月 19 日

## 目次

序文	4
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	4
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	4
(1) 研究所運営を支える体制・機能の強化	4
○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	5
○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	7
○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	9
○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構築	
○社会や地球規模の課題の予測と介入による制御の実現の推進	
○科学研究サイクルの加速及び探索空間の拡大等による科学研究の革新の推進	
(5) 研究データ基盤の構築等による情報環境の強化	10
○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	11
(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	25
(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	30
1 経費等の合理化・効率化	
2 人件費の適正化	
3 調達の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	31
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	32
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 情報システムの整備及び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

35

(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 6 年度(2024 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、令和6年度に2,300報程度の学術論文発表数を維持することを目指すとともに、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目指す。

#### (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

科学技術・イノベーション基本計画等の科学技術イノベーション政策を踏まえ、政策課題の達成に向けた研究開発や、社会からの様々な要請に対応した戦略的・重点的研究開発を推進するため、理研戦略会議や理研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。

また、更なる運営機能の強化・拡充を図るため、次期中長期に向け、エビデンスに基づく戦略的運営体制の整備等に着手する。

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、戦略的・政策的に重要で早期の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 5 年度に開催した第 12 回「理化学研究所アドバイザー・カウンシル」(RAC)及び各センターで開催した「アドバイザー・カウンシル」(AC)からの提言を研究所や研究センター等の運営等に適切に活用するとともに、対応状況について適宜フォローアップを行う。

また、研究所の研究成果を示す指標の在り方について、国内外の動向や研究分野の特性にも十分配慮し、次期中長期計画に向け、慎重に検討を進める。

#### ○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

令和 6 年度は、今中長期期間中に行ったイノベーションデザイン活動等を総括した上で、第 5 期中長期計画に向け、未来戦略室の体制や理研における人文社会科学研究等について検討する。エンジニアリングネットワークの形成で得られた知見を活かして、研究所内の新たな組織連携を効率的かつ効果的に促進する施策を検討する。

## (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。令和 6 年度は 150 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、令和 6 年度は 30 人程度を新たに受け入れる。

理研スチューデント・リサーチャー制度では、研究所の研究ポテンシャルと若手研究者の柔軟な発想と活力との融合を図り、創造的・基礎的研究を一層推進することを目的とし、大学院博士課程、修士課程又は大学学部最終学年在籍者を柔軟に受け入れ、育成する。令和 6 年度は 30 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。令和 6 年度は 160 人程度を受け入れる。

国際的な研究開発競争の中、優秀な若手研究者を育成するために理研白眉制度を発展させる形で令和 5 年度に設立した RIKEN Early Career Leaders 制度では、令和 6 年度に着任する第一期生のスムーズな研究開始をサポートするとともに、令和 7 年度着任の公募を行う。

理研白眉制度では、引き続き理研内での研究の活性化や他機関に転出する際の研究継続・発展のための支援を行う。

#### ○新たな人事雇用制度

無期雇用研究職員の採用を進め、公募選考等を通じて優れた人材の獲得を継続する。また、無期雇用研究職員及び任期制研究職員を対象に、ベース賃金となる固定給及びこれに連動する変動給を見直し、2020 年から 7 年間かけて給与水準を平均 10%程度引き上げる施策を継続する。これにより、柔軟かつ機動的な研究体制の確保、また職員のモチベーション向上を

図り、安定的な研究環境を提供した上で、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。また、高度な知識や経験を有する研究支援を担う職員が幅広い分野で活躍できるよう、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

限られた時間と労力で最大の成果を得るため、常に最適な業務配分を追求する。また、事務職員や各研究センター等で研究支援を担う職員が高い意欲を持って業務に取り組めるよう、能力や業務実績に応じた評価手法の採用やキャリアパスの設計を行い、更なる研究活動の活性化や事務業務の効率化を図る。さらに、業務の見直しや定期的な棚卸しにより、不要業務の廃止を含めて業務改善を随時行う。

#### ○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。不妊治療と仕事の両立のための職場環境整備を推進することを目的として、出生サポート休暇制度を運用する。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は、2023年度に当初目標としていた45名を達成したが、今年度は更なる増加に向けて採用活動を行うとともに、新たな数値目標設定の検討を行う。

国際頭脳循環の場としての環境整備の一環として、令和5年度に引き続き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により、外国人職員向けに役立つ情報を発信する。各事業所が実施する外国人支援業務の、本部における総合調整の一環として、外国人の職員等を対象とした入退所時のオンライン説明会、オンラインでの日本語教室並びにメディカル及びセキュリティサービスの提供を実施し、各事業所とも外国人支援について連携を図る。

加えて、研究所全体で、障害者雇用の支援等に取り組み、積極的な採用活動を推進する。また、和光、横浜に続き他地区における業務支援員(障害者)の受け入れ体制の整備に関する調査を引き続き実施するとともに、採用計画と就業環境の整備について検討する。

#### ○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。令和5年度に引き続き、ボトムアップの連携とトップダウンポリシーとを掛け合わせた国際連携支援のほか、国際連携のスタートアップ、派遣・受入れ事業等を実施し、国際頭脳循環に資する活動を行う。また、国際情勢とアカデミア情勢を踏まえたトップダウンによる戦略的な国際連携を強化する。

#### ○研究開発活動の理解増進のための発信

国民の理解増進・人材育成を図るため、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、引き続き最大化を図り、国内外の幅広い層へ情報発信する。プレス発表、広報誌、施設公開、各種講演会等を通じてわかりやすく情報提供し、理研の活動がより幅広く理解・支持されるよう努める。海外との連携強化や国際人材の確保を目的として、海外メディアを対象としたプレスリリースや RIKEN Research 等による海外への情報発信を行う。特に、海外の若手研究者等に研究の場としての魅力を紹介するため、引き続き RIKEN Research の構成について検討を継続し、魅力的な理研紹介ブックレット及びビデオを制作する。また、海外の学生を対象とした見学対応を行う。各国との研究協力推進のため、大使館・国際機関等関係者を対象とした各種イベント開催や来訪対応を行い、連携を強化する。

### (3) 関係機関との連携強化等による、研究成果の社会還元への推進

#### ○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

研究所の産み出す新たな学知を産業界に提示し、デジタルツインや予測する科学を実現する計算科学や AI 等の研究領域について、理研のみならず国内外の趨勢を把握し、企業の関心を踏まえつつ新産業創造に繋がるテーマを選定し、組織対組織の連携による企業との“協創活動”を推進する。

このため、株式会社理研鼎業(以下「理研鼎業」)や株式会社理研数理との連携を深め研究成果の社会実装に向けた橋渡し機能を強化し、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。あわせて、海外企業との連携に向けて関係部課とも協力しつつ、必要な体制を整備する。

産業界との融合的連携研究制度については、既に設置された研究チームの研究開発計画を着実に遂行する。また、産業界との連携センター制度については、関係センターとともに、既に設置された連携センターの組織対組織の連携強化を図る。これらの制度について、研究所全体の産業連携活動の活性化に結び付けるべく、また、知の価値を適切に反映させることで新たな知を生み出し続ける創造サイクルを形成するべく発展的に見直すとともに、次期中長期計画開始時に本格稼働させるよう令和 6 年度中に新たな制度の試行的運用を図る。

研究所は、令和5年度までに理研鼎業とともに取り決めた産業連携活動の強化に向けた基本方針に基づき、各研究室に担当者を配置し企業等へのマーケティングを踏まえた発明発掘活動を行うことで研究成果から社会実装まで一貫して責任を持つ体制を整えた。令和 6 年度は理研鼎業を通じた能動的な発明発掘活動により得られた研究成果を共有化・蓄積するとともに、研究所と理研鼎業の戦略的な知財管理機能の集約に着手し、産業界はじめ研究所内外の情報を体系的に勘案して研究所の産業連携の推進・社会実装を本格化させる。さらに、



外部専門家機関との連携を促進するとともに、理研鼎業が一層効果的な連携活動に向けての助言を受けるため、アドバイザリーボード(専門的知見を持つ有識者等で構成)を設置する。

スタートアップの創設/成長を強かに支援するため、令和5年度に打ち出したスタートアップ支援方針に基づく活動を推進する。具体的には、理研の研究開発の成果を事業活動において活用等するスタートアップに対しては、要望に応じ、新株予約権を支払対価とする支援、専用実施権の設定による実施許諾の推進等を行うとともに、同スタートアップの創設に向けては、ギャップファンド等の施策との有機的連携、研究所の設備の活用の促進等を図り、日本におけるディープテックエコシステムの機能強化に貢献する。

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、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など、効率的な知財管理を行う。さらに、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

大学等との組織的なネットワークを活用し、次世代を担う若手研究者や学生等の人材育成を図るとともに、革新的な研究成果や新たな基礎研究のシーズの創出を支援する。また、大学等との新たな組織間連携の検討に向け、研究所や大学等が強みを有する研究分野等の調査・分析を継続して実施する。

#### ○産業界との連携を支える研究の取組

##### 1)既存の創薬テーマ・プロジェクトの推進

活動中の創薬テーマ・プロジェクトの研究開発を継続して推進するとともに、価値の高いテーマを見極め、リソースを投入して社会実装を強化する。テーマ・プロジェクトのステージアップは3件以上達成する。企業・医療機関等への技術移転・提携等の社会実装は1件の達成を目指す。

##### 2)新規創薬テーマの探索と推進

アンメットニーズが明確かつ研究所の強みが活かせる疾患を中心に、「革新的なターゲット(創薬標的)」や「モダリティー(創薬技術)」に関する新規テーマを研究所内で幅広く探索するとともに、創薬テーマとして推進する。新規テーマ提案は4件以上達成する。

##### 3)次期中長期計画を見据えた新たな創薬戦略、研究基盤体制の構築

研究所内関連研究センターとの連携による Transformative Research Innovation Platform of RIKEN platforms(以下「TRIP」)を進め、創薬標的の探索、標的妥当性の検証、研究所内外のデータを活用した創薬DX化等の強化を始めとする、今後の「創薬・医療技術基盤プログラム(DMP)」の事業・ミッションの変革に繋がる新たな研究機能の強化を図る。また、これら創薬

戦略の達成のための新たな創薬研究基盤の構築、研究成果の社会実装の強化に繋がる体制の強化、DMP 組織の改編等により、次期中長期計画に繋がる組織体制を構築する。

#### (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。更に持続可能な社会に向けたイノベーションに貢献する新たな科学を開拓するため、新規分子・機能を創る融合的次世代化学分野等の研究を実施する。

##### ○分野・組織横断的なプロジェクトの推進

研究所内横断研究課題の実施については、その中心的な役割を担えるよう努めながら新たな研究領域の開拓を進めるとともに、萌芽的な研究で分野融合的な発展が期待される研究課題(CPR 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構築

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、技術支援サービスを実施する。さらなるポータルサイトの機能拡充及び研究所外との連携協議を継続する。

##### ○社会や地球規模の課題の予測と介入による制御の実現の推進

TRIP の構築を推進し、新たな価値の創成に資する研究を推進するため、以下の取組を行う。

###### 1)多様な分野のデータを蓄積・統合した良質なデータ基盤の整備

データ創出元での研究の利便性とデータの長期安定保存の両立に向け、東西にデータを分散配置するために整備した設備環境を稼働させるとともに、多様な分野の良質なデータを効率的に収集し、AI、数理科学の研究に活用可能なメタデータを付与する方法等の実装に着手する。

###### 2)AI、数理科学による計算可能領域拡張に向けた基盤の整備

量子計算科学を推進する研究所内横断の研究体制にて、計算可能領域拡張に向けた量子古典ハイブリッド計算等のアルゴリズム開発を推進する。また未来の予測制御の科学を開拓するため、研究所内横断の研究体制にて、データ同化・AI・数理等による予測・制御・推定の計算可能領域を拡張する方法やアルゴリズム開発を推進する。

###### 3)スーパーコンピュータと量子コンピュータ等のハイブリッド環境基盤の整備

スーパーコンピュータと量子コンピュータや専用型計算機とのハイブリッド環境に向けた研究体制を拡充するとともに、接続環境、ソフトウェア、プログラミング環境等の研究開発を推進する。

#### 4)新たな価値の創成に資する研究

1)～3)で整備する基盤を活用し、新たな価値の創成に資する研究を推進する。新たに脱石油化学社会に向けた高分子化学に関する研究に着手する。

#### ○科学研究サイクルの加速及び探索空間の拡大等による科学研究の革新の推進

高度な計測技術等による良質なデータの整備や多種・多様な科学研究データの学習・推論・生成に必要な基盤の整備、実験自動化・高速化技術の開発等に着手し、科学研究の革新に資する科学研究向け基盤モデルの研究開発を推進する。

##### 1)科学研究向け基盤モデル開発・共用の共通基盤技術開発

既存の基盤モデルに多種・多様な科学研究データを学習・生成させる基盤技術の開発や基盤モデルを用いて自律的・能動的に学習するシステムの構築に向けた設備整備及びアルゴリズムの開発等に着手する。

##### 2)生命・医科学研究向け基盤モデル及び材料・物性科学研究向け基盤モデル開発

生命現象の各階層(分子、細胞、個体)を統合的に解釈して予測できる基盤モデルの実現に向けて、各階層に対応した生命・医科学研究向け基盤モデル開発に着手する。

また、物性や材料構造・作製方法等を統合的に解釈して予測できる基盤モデルの実現に向けて、良質な文献・実験・計算データのハイスループット収集システムや物性予測手法の開発等に着手する。

##### 3)革新的な計算基盤の開拓

科学研究向け基盤モデルの開発・共用に最適な計算環境の構築に向けた体制を整備し、専用計算機の整備やシステムソフトウェア開発等、運用に向けた取組を行うとともに、AI 向けの新たな計算機原理の研究開発等に着手する。

#### (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

令和6年度半ばを目途に、次期情報通信技術戦略(ICT 戦略)の検討において、TRIP の推進を支えるための研究データ基盤とその開発・整備方針を明確にする。

全所的な研究データ管理システムの運用を着実に実施するとともに、各研究センターや情報システム部が運用しているデータ解析基盤等との連携試験を通して集約・一元化を進め、その方法論を確立する。また、国内の中核的な研究データ基盤整備の推進のため、他の研究機関との協調・連携機能に関する仕様を策定する。

研究データの科学的価値向上のため、メタデータ記述支援ツールを活用し、他機関との連携も行いながら研究データ群の迅速なカタログ情報の作成支援を実施する。

研究用ネットワークの性能を高度に活用するための技術開発等を行う。

個人情報等を安全に管理・利用するためのデータ解析環境の高度化等、生命科学、医科学等

の分野において研究データの共有・利活用を促進するための取組を行う。

#### ○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

これまでに、多数の健康・医療の課題に対する AI・モデルの開発と疾患発症過程を状態遷移で表現するモデルの開発によって予測の医学の標準化を行ってきた。さらに生命医科学の因果モデルと予測に用いるサロゲートモデルを統合するために圏論を導入する。この圏論のモデルをミドルウェア系プラットフォームとして、予測の科学に取り組む研究者に提供し、研究所におけるデータ科学のハブとしての役割を確立する。

また、拡張知性のミドルウェア系プラットフォームに関しては、生物学と物理学を統合した新たな推論基盤を確立したことから、これを基礎においた理論研究に着手し、次期中長期計画に展開する。

#### ○次世代ロボティクス研究の推進

ロボットの音声認識や画像認識、各種センサーの情報処理を頑健化し、人が沢山いる環境でも安定して動作する状況認識を実現することで、限定世界で環境の変化を認識し、人の意図を推測し、計画を変更しながら自律的に動作するロボットの構築を進める。心理学・認知科学・社会科学等人間そのものを対象とした研究を強化するとともに、ロボットを利用した心理学や人の社会性等、人間のこころの仕組み(記憶、感情、個性等)に対する研究を引き続き展開する。

以上により、中長期計画で示された「こころのメカニズムの計算論的解明とロボット実装を通じた構成論的実証」という段階への到達を目指す。

## 2 国家戦略等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 2023」及び「AI 戦略 2022」に基づき、AI の説明可能性等の AI の信頼性の向上に関する研究開発、その他の基盤技術の研究開発に取り組むとともに、研究開発 DX 基盤の高度化や、TRIP の取組を促進するため、理研内の連携強化を図る。

#### 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や因果推論の実用的なアルゴリズム等の次世代 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、教育等の分野において、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 開発や、AI・データ駆動型研究の推進等を通じ、研究開発の DX 等に取り組む。

## ③ 社会における人工知能研究

構造化データの分散的活用とそれに基づくパーソナル AI の実証実験、個人データを扱うサービスに用いる手続きや技術の妥当性と受容性の解明に取り組む。また、AI が職に与える社会経済的影響の評価、AI による消費者被害や犯罪の予防、AI が普及する社会における価値観、倫理、法制度、標準化のあり方に関する知見の発信、AI の挙動を人間が理解できるように説明する方法の開発等に取り組む。

## 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(物理学、化学、生物学、情報科学)・数学・計算科学に携わる若手研究者が、分野の枠を越えた情報共有と研究協力を行うことで、各分野における新たな展開と新奇な学問領域の創出を目指す。量子計算科学においては、TRIP と連携して理研横断コンソーシアム「RIKEN Quantum」を運営し、物理学、化学、生命科学、計算科学、情報科学、社会科学にまたがって量子計算機の実機利用を促進するとともに、量子計算科学の基礎と応用を牽引する若手研究者育成に努める。数理科学の応用展開については、TRIP と連携して理研横断コンソーシアム「RIKEN Prediction Science」に参画し、気象科学、環境科学、生命科学、人文社会科学における予測と制御の基礎となる数理概念の構築と若手人材育成に努める。経済学をはじめとする人文社会科学と数理科学の文理融合研究を一層進めるとともに、数理科学と医科学の連携による臨床医学・基礎医学の進展に努める。東京大学、京都大学、奈良女子大学との連携を通じて、若手数理人材及び女性研究者の育成を図る。

### ① 数学と自然科学の共進化

京都大学(理学研究科、総合生存学館、数理解析研究所、高等研究院)、東北大学(材料科学高等研究所)、九州大学(マス・フォア・インダストリ研究所)、東京大学数理科学研究科、沖縄科学技術大学院大学、カリフォルニア大学バークレー校(数学科、物理学科)、ブリティッシュコロンビア大学(電子情報工学科)、中国科学院(カブリ理論科学研究所)、台湾理論科学研

究センター(数学、物理学)等、国内外の数理科学関連機関との連携を強化し、数学と臨床医学、数学と経済学、数学と量子物質科学、数学と宇宙科学、数学と機械学習、数学と量子計算等の学際研究を進める。それぞれの分野の最先端の手法や知見を活かして協働することで、各分野の進展が加速されるとともに、新しい数学概念の構築を目指す。

#### ② 複雑化する生命機能の数理的手法による解明

数理生物学者と理論物理学者が共同で、情報理論に基づく生物多様性の時間変化、生物の概日リズムとその安定性、ウイルス感染の実時間ダイナミクス等、非平衡開放系としての数理モデルの構築と数理解析を行う。数理生態学においては、生物群集の多様性における地理的・環境的要因についての実データに基づいた数理解析を行う。生物情報学においては、最新のヒトゲノムデータを用いた人類進化の系譜や、病原体の系譜とヒト系統の共進化についての研究を行う。

#### ③ 数理的手法による時空と物質の起源の解明

中性子星やブラックホールに代表されるコンパクト天体の構造や形成過程について、素粒子物理学、原子核物理学、宇宙物理学、計算物理学、情報科学等による学際的共同研究を行う。カリフォルニア大学バークレー校の理研-バークレーセンターに長期派遣している研究員を通じて、ニュートリノ、暗黒物質、原始重力波、高密度核物質、クォーク・グルーオン・プラズマに関する大規模数値シミュレーションと量子計算を用いた国際共同研究を進める。米国ローレンス・バークレー国立研究所のチームと連携し、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により、ハドロン間相互作用や新奇なハドロンのクォーク構造を探究する。

#### ④ 数理科学的手法による機械学習技術の探求

物質科学、宇宙科学、計算科学における数値シミュレーションの機械学習を用いた加速を情報科学者と理論物理学者の共同で行う。TRIP の下で、構想を踏まえ、量子コンピュータ研究センター、計算科学研究センター、開拓研究本部、革新知能統合研究センター、創発物性科学研究センターと協力して、量子アルゴリズム・量子古典ハイブリッドアルゴリズムの開発及び量子機械学習に関する基礎研究を進める。

#### 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、九州、東京、バークレー)のハブ機能を活用し、サテライト間の人材還流を継続して行う。理研-バークレーセンターに派遣する長期滞在研究者(理研バークレーフェロー)や短期滞在研究者を拡充し、国際的環境の中で若手育成を図る。女性限定公募を継続して行うことでダイバーシティを推進し、数理科学における女性研究者育成に努める。東京大学・京都大学と開催している学部1、2年生を対象としたオンライン合同講義を継続し、若手数理人材育成に努める。奈良女子大学との連

携による学部 1、2 年生への分野横断的連続講義と、奈良女子大学学部生の理化学研究所への訪問プログラムを継続し、女性研究者の卵を育成する。京都大学理学研究科が実施する数理教育プログラム(MACS)と共同し、京都大学学部生・大学院生の理研訪問プログラムを実施する。民間財団と連携し、ギフト人材の育成に貢献する。

### (3) 生命医科学研究

#### ① ゲノム機能医科学研究

長短鎖ノンコーディング RNA、繰り返し配列を含む遺伝子制御領域の機能解析、及びヒト疾患における遺伝子制御領域を含むゲノムの個人差解析をさらに推し進めることを通じ、ヒト疾患が惹起されるメカニズムの解明とヒト疾患や薬剤標的に関連する新規遺伝子を同定する。

#### ② ヒト免疫医科学研究

免疫システムを理解し疾病の制御に繋げるため、マウス研究とともに直接ヒトの免疫系を計測する方法論として、これまでに構築した個人のマイクロバイーム、ゲノム情報、免疫担当細胞別の遺伝子発現、エピゲノム、プロテオーム、リポドーム等のマルチオミックス解析系を通じて得られたデータを遺伝統計学的手法や機械学習・深層学習等の AI 技術を含めた統合解析を行うことにより、ヒトの免疫システムの理解に加え、それらに基づく免疫応答予測や患者の層別化、及び自己免疫疾患等の疾患の新たな制御法を開発する。

#### ③ 疾患システムズ医科学研究

アトピー性皮膚炎や糖尿病等の疾患モデル動物や患者由来材料の時系列的な計測を空間スケール、及び、オミックススケールでのデータ統合を行い、各種疾患の病態モデルの構築を行う。その上で、モデル動物を用いて、遺伝的あるいは分子標的薬等による治療的介入によるモデルの検証を行う。また、これまで明らかにしてきた治療標的に対するヒトにおける介入技術開発を行う。

#### ④ がん免疫基盤研究

がんの予後予測、及び治療法の開発として、マウスモデルでの概念実証の樹立と臨床検体のオミックス解析をさらに推し進め、より高精度ながん疾患の層別化と進行予測の確立に向けた実証を行うとともに、がん免疫微小環境を対象としたオミックス解析から得られる細胞情報に基づく疾患標的分子探索を行い、新規標的治療法開発に向けた基盤を構築する。

### (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

新規高分解能非染色光学顕微鏡法を完成させ、細胞状態可視化のための蛍光プローブを用いた蛍光顕微鏡画像を教師データとして自動取得し、AI による学習まで自動的に行うパイ

プラインを構築し、プローブを用いない非染色での細胞状態推定技術を実現する。また、AI を利用したハイスループット画像解析システムを構築し、開発してきた自動細胞観察・分取装置と組み合わせて、網羅的解析により規定する単一細胞の経時的な状態変化を非侵襲に推定するシステムを開発する。さらに、これまでに開発した次世代光シート顕微鏡と細胞核動態自動計測システムを利用して、着床前のマウス胚全体の細胞核動態計測データを 100 個体分に増加し、受精から胚盤胞までの全細胞動態のデータ駆動数理モデルを構築し、データ及びモデルを公開するデータベースを構築する。加えて、幹細胞の増殖や枯渇、生殖細胞の染色体数異常等の細胞老化で起こる現象について、その時空間的な機序を、独自に開発したプローブを用いた染色体の三次元追跡技術や代謝ダイナミクスの解析により明らかにし、それを駆動するクロマチン構造や細胞内構造の制御等の分子メカニズムを特定する。

## ② 細胞から臓器へと階層を繋ぐ臓器形成機構と臓器間関連機構の解明

先天性の呼吸器疾患患者から iPS 細胞を樹立し、オルガノイド培養技術を使って培養皿上で疾患を再現するとともに、機能破綻原理を特定し、新規治療法探索の基盤技術を確立する。また、消化管を取り巻きその組織発生や機能をサポートする臓側中胚葉細胞をヒト iPS 細胞から誘導し、そこに膀胱形成に最適な位置情報を付加する。これと膀胱上皮オルガノイドを組み合わせることで、機能性を持ったミニ膀胱の作製を実現する。さらに、令和 5 年度に発展させたハイスループットな透明化・全細胞技術を完成させ、マウス脳の免疫染色方法の開発や中枢神経系の疾患解析を加速させる。また同手法をマウス脳以外の臓器にも拡張する。さらにラット脳の全脳免疫染色技術開発を行う。加えて、ヒト・霊長類動物の中枢神経系組織の水分子拡散画像と血液酸素化画像データを膨大に取得し、大規模並列計算と機械学習モデルによりノイズを除去し、生物学的モデルにより臓器内分画(皮質)の構成成分ミエリンや神経突起、神経細胞密度を推定し、大規模データから機能発現の個体差や加齢等との因果性を解析する基盤を構築する。

## ③ 生物のライフサイクル進行の制御機構の解明研究

卵母細胞の老化に伴うクロマチン状態の変化が染色体分配機構に及ぼす影響を同定し、その可逆性と不可逆性を見出す。可逆性の過程を操作することにより、老化に伴う染色体分配エラーの実験的な抑止を実現する。また、中枢臓器における組織微細構造を非侵襲で包括的に可視化する技術を構築し、発達・老齢期の臓器再構築機構を遺伝子・環境因子と併せて網羅的に分析することにより、「加齢」と「社会性」に関わる臓器の微細構造変化の特性を明らかにする。さらに、加齢に伴って起こる組織幹細胞の恒常性破綻機構の分子機構を、老化に伴うクロマチン構造の変化と遺伝子発現変化の観点から明らかにする。

## (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

超高磁場 7T-MRI 装置と、AI 技術やこれまでに構築した超音波刺激装置等を組み合わせた計測・解析技術を用いて良質なヒト脳データを創出し、各脳領域の活動と行動の因果関係の同定を進め、推論や内省、他者推定や意識経験といったヒト脳高次認知機能の機序解明を推進する。また、ヒト脳高次認知機能を支える睡眠や学習の仕組みを、マルチモーダル脳イメージング手法や神経修飾物質動態計測等によって検証する。さらに、ヒトの高度なコミュニケーション能力や社会性の仕組みを模索するため、令和 5 年度に基盤を構築したハイパースキャニング手法の改良や、同手法を用いた脳データ計測実験や大規模社会調査を行う。

#### ② 動物モデルに基づいた階層横断的な研究

ヒトの高次機能を支える脳の動作原理を解明するため、これまで③で開発した各種イメージング技術や脳の理論モデル等を用いた動物モデルの脳データ創出と統合解析を通じ、引き続き細胞からシナプス、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。意識レベルの変容と脳領域である前障の神経活動との相関、子が親から正しい発声パターンを学ぶメカニズム、情動が記憶の固定化を促進させるメカニズム、海馬及び嗅内皮質における予測的な空間ナビゲーションに関わる神経回路メカニズム、運動学習の回路メカニズムの解明を目指した研究を行う。

#### ③ 理論・技術が先導するデータ駆動型脳研究

開発した脳計測技術やビッグデータ解析技術等の活用により、意識・無意識と関連する細胞や神経回路のネットワーク構造の同定と、視覚情報処理に関わる神経細胞の網羅的同定及び神経回路遺伝学的・機能的解析を行う。加えて、数理解析や計算論の研究を推進し、汎用性 AI 開発等へと繋がり得るシーズの創出を目指す。具体的には、力学系をベイズ推論として概念化するベイズ力学の提案、生物学的に妥当な次元圧縮メカニズムの定式化、グラフ構造に対応する特徴を抽出する統計学習手法の開発、てんかん発作の数理解析モデル開発等の研究を進める。

#### 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

大規模ヒトゲノムデータ、ヒト由来脳組織、ヒト iPS 細胞、疾患関連遺伝子改変動物モデル等を用いて、種々の精神・神経疾患の病態の解明及び早期診断法・治療法の開発に向けた研究を、引き続き脳神経医科学連携部門及び慶應義塾大学医学部等国内外の臨床機関と連携しつつ推進する。アルツハイマー病に関しては、疾患マーモセットモデルの病態解析を推進するとともに、近年開発した神経幹細胞の活性化技術を用いて、疾患マウスモデルの認知機能を改善できるかどうかを検証する。また、タウ病理を再現する次世代疾患動物モデルの確立を目指す。自閉スペクトラム症に関しては、大規模ヒトゲノムデータの解析を通じた新規責任遺伝子の同定と、遺伝子改変動物モデルを用いた機能解析を行う。さらに、神経変性疾患の原

因タンパク質が凝集・脱凝集・伝播するメカニズムを解明することで、神経疾患の克服による健康寿命の延伸に貢献することを目指す。

また、我が国の脳神経科学の中核拠点として、国内外の研究機関、大学、産業界等とも協力し、次世代の脳神経科学を担う人材の育成や研究成果の社会展開・還元のための取組を推進する。

## (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、耐病性、共生、再生等の機能向上した植物(作物、藻類等)の創出技術の確立を目指す。確立した創出技術の圃場等への応用展開を進め、栽培・培養条件の検討を進める。

さらに、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継続して推進する。

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、シングルセル発現解析等の研究をさらに進める。

また、植物と共生する生物のゲノム情報に基づき共生応答の理解を進める。

国際連携、企業連携等を通じて、開発した技術を応用展開するための基盤構築を目指す。

### 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の構築技術を開発する。令和5年度までに開発した高活性酵素の設計技術を発展させ、実際に創製しながらその有効性を実証する。

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、令和5年度に引き続き微生物や植物等のオミクスデータから得られる情報を活用する。有用な遺伝子及び新規天然化合物等の同定を継続し、新たな情報を統合した高度なバイオ生産プラットフォームを構築する。

令和5年度までに得られた有用ゲノム関連情報等を、AI等の情報科学技術開発のための基盤とし、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技術の構築を継続し、有用情報を効率的に統合して高度な細胞設計手法を開発する。

また、環境共代謝系については、環境物理因子、微生物因子や物質因子のデータベース整理から、AI関連の情報技術高度化により重要因子を抽出し、各因子同士の因果分析から共

生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、二酸化炭素を利用する新しい炭素-炭素結合の形成反応を開発する。また、モリブデンクラスター担持体触媒によるアンモニア合成について、令和 5 年度までの最適化条件をより総合的に検討し、実用化を見据えた反応系の高性能化を行う。さらに、分子状酸素を用い、炭素-酸素結合形成反応を開発する。

水資源の利用では、令和 5 年度まで開発を進めてきたマンガン酸化物触媒を、固体高分子型水電解セルに組みこむ。これにより、非貴金属触媒を用いた水素製造反応を実証する。また、水中で機能する酵素模倣型のモリブデン系触媒を用いた嫌氣的アンモニア酸化の反応機構を解明し高活性化を行う。

地殻資源の利用では、希土類金属触媒を活用し、様々なアミノ基置換多環式化合物を効率的に合成できる、炭素-水素結合の活性化を伴うイミン類と不飽和炭素-炭素結合との環化反応を開発する。資源偏在等の問題を踏まえ、リチウム化合物を、代替可能なナトリウム化合物を基盤とする有機合成法の確立と、特に鉄のような普遍金属を触媒として用いたクロスカップリングの開発と機能性分子への合成応用を目指す。また、キラル遷移金属錯体を用いた連続不斉点を有する含窒素化合物の新規構築法の開発や、非共有結合性相互作用を利用する基質認識可能な配位子を設計し、金属触媒と合わせて用いることにより、芳香族化合物の位置選択的 direct 官能基化反応を開拓する。さらに、銅触媒を用いたラジカル炭素-炭素結合形成反応の開発を行い、その反応機構を明らかにする。マイクロ波・光照射による触媒的有機変換反応の最適化・効率化を検証する。またフロー反応に適用可能な担持金属触媒による、フロー型有機変換反応を最適化する。加えて、安価で再利用可能な普遍金属触媒として不溶性高分子金属触媒による有機変換反応の効率化を行う。

### ④ 新機能性ポリマー

希土類触媒を用いて、性質の異なる多成分オレフィンの精密共重合を系統的に検討し、より優れた自己修復性材料を開発する。一方、バイオマスオレフィンモノマーの重合では、バイオマス由来アクリルモノマーを中心に側鎖置換基効果や立体規則性連鎖構造などを詳細に検討し、より優れた機能発現の設計指針を獲得する。

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、再成形可能な新規含芳香族熱硬化性樹脂素材に対し、構成モノマー単位の分子構造と架橋密度、繰り返し成形による材料特性評価等を網羅的に調べ、より高性能な材料の創出を図る。また、海洋分解性を有する新規ポリエステルベースの共重合体の合成と生分解機能の評価を進め、開発技術の高度化を達成する。

高機能なタンパク質及びペプチドポリマー素材の創製については、構造タンパク質や人工

配列のデータベースを基に機械学習による構造予測や配列設計手法を取り入れ、生分解性、強度、生体適合性等に優れた機能性高分子材料を設計・合成する。また、光合成細菌を利用して合成される高分子材料や機能性バイオマスの機能を明らかにし、新素材合成技術の企業移転を図る。

#### 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を活用したアノテーション基盤を用いて、生物種や代謝物のカテゴリーを問わずに利用可能なネットワーク解析手法の高度化を継続する。同時に、植物等の大規模データを取得する微量高速分析系を用いたメタボローム解析技術基盤を高度化する。

顕微鏡解析、イメージング技術開発については、倍率領域・観察項目が異なる光学顕微鏡や電子顕微鏡等、様々なイメージングを組み合わせた多次元・多階層相関顕微鏡法の開発を進め、動植物・微生物に応用する。

表現型解析技術については、これまでに構築した各種イメージング解析技術を統合した表現型解析技術とリボソームプロファイリングを含む新しいオミクス解析技術を組み合わせた大規模解析を推進する。

また、アルキンや重水素を用いたラマンイメージング法の化合物プローブの開発と応用を進める。

天然化合物バンクについては、抗がん剤、抗ウイルス剤、抗真菌剤、抗細菌剤のスクリーニングに適した標的別サブライブラリーを整備して、構造活性相関に関するデータベースを構築する。特に、抗真菌剤に関する化合物ライブラリーに関しては、化合物が誘導する真菌の形態変化を搭載したデータベース (fMolPhoBase) を構築し、新規抗真菌剤スクリーニングを加速する。理研内外の研究者に化合物ライブラリーを提供し、創薬スクリーニングの支援を継続する。

データ科学の導入と情報基盤整備に関しては、これまでに高度化した酵母変異株プールと CRISPR-Cas9 によるヒトノックアウト細胞プールのバーコードシーケンスデータによって化合物による表現型を決定するケミカルゲノミクスネットワーク解析プラットフォームを用いて取得してきた化合物プロファイリングデータを整備し、化合物名から、あるいは遺伝子名から検索可能なデータベースを構築する。

DIA (データ非依存測定) プロテオミクスの最適化を行い、従前の DIA 法や DDA (データ依存測定) と比較する。また、新規オーバーラップ ORF の機能解析を進め、翻訳を抑制するまでのメカニズムを解明する。

化合物構造決定に関しては、化学構造と  $^{13}\text{C}$ -NMR 化学シフトの網羅的データベース構築を継続し、データ科学を基盤とした有機化合物の構造解析技術を確立し応用研究を進める。

開発された先端技術とデータベースの活用を促進するため、センター内共同研究推進プロ

グラムをさらに推進する。

環境資源分野における優れた若手人材の活用と育成に向け、国内外の大学・研究機関との連携を強化し、国際連携研究室を新たに設置するほか、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等の取組を引き続き実施する。また、実社会への応用展開を視野に、人文社会科学との連携や、企業との連携も強化する。

## (7) 創発物性科学研究

### ① エネルギー機能創発物性

超伝導体の物質設計として、令和5年度までに蓄積してきた転移温度の第一原理計算法を拡張し、転移温度以下の超伝導状態の第一原理計算法の開発と応用を進める。

磁性体の物質設計に関しては、これまで着目してきた基底状態の計算に加え、基底状態と拮抗し、格子定数の変化やキャリアドーピング等で実現する可能性のある準安定構造に着目した物質探索を行う。また、トポロジカル転移が熱電効果に与える影響を調べる。

有機系エネルギー機能材料では、令和5年度までに確立した集合体構造シミュレーションや構造制御法を活用し、新しいキャリアドーピング法とドーパント分子による有機熱電変換材料の開発、また、新規な光架橋剤や表面偏析技術を用い、バルクヘテロを超えたナノ構造制御による有機薄膜太陽電池の開発を行う。

### ② 創発機能性ソフトマテリアル

令和5年度まで原理検証してきた、力学的に異方性・極性のゲルについて、伸縮方向を自在に規定できる特長を活かすことにより、計測不要な方向のノイズを除去しつつ、目的方向のシグナルのみ抽出し定量化する応力センサーを開発する。さらに、データ連続採取によるヘルスケア並びにロボットアーム用の電子皮膚への応用に向け、このセンサーのウェアラブル化を行う。

また、自立駆動する次世代ウェアラブルデバイスの実現に向け、使用者の体型に合わせてデジタルかつ自動で作製できる全身スマートテキスタイルの設計手法に関する研究を進める。皮膚貼付型歪みセンサーについては、皮膚より弱い力で伸縮性を確保しつつ、機械的耐久性と環境安定性も兼備させることで、スポーツ等のユースケースにおける有用性を実証する。加えて、これらのデバイスで取得した生体信号情報を、機械学習を通じ高精度で分析するための技術開発を行う。

さらに、上記のウェアラブルセンサシステムを駆動させる電源システムとしての有機太陽電池について、その安定性をさらに向上させ、全塗布型デバイスを実環境にて使用する場合においても、1,000時間以上の大気安定性・耐水性を実現する。

### ③ 量子情報電子技術

スピン量子回路の大規模化に向けて、構成単位となる量子ビット列を試作する。5~12 量子ビットの量子回路について量子ビット、及び交換結合の制御性を評価する。量子誤り訂正の基盤技術として、ゲートパルス整形による量子ゲートクロストークの低減、核スピン量子フィードバックによる量子ビット安定化等の新技術を開発する。新原理の量子デバイスの開発研究として、電子波束生成と電子波束量子ビットの伝搬回路とを組み合わせた実験系を構築する。

マヨラナ準粒子を実現するプラットフォームを探索する。バルク物質では Fe(Se,Te)が最も有望な候補であるが、大きな不均一性が問題になっているため、均一性向上が期待される薄膜試料の測定を試みる。また、超伝導体基板を用いて人工的にマヨラナプラットフォームを構築することを目指し、Nb やその化合物の清浄表面準備法を探るほか、磁性元素による修飾とその単一原子操作や、強磁性薄膜との界面形成を試みる。

#### ④ トポロジカルスピントロニクス

マルチフェロイクス物質において、テラヘルツ帯のマグノン共鳴を用いた光起電力効果を実証する。また、磁性とトポロジカルな電子構造の結合から生じる巨大な第二次高調波発生を実現し、磁場による非線形光学効果のスイッチングを目指す。

電気分極により空間反転対称性が破れた半導体において、トポロジカル絶縁体相・ワイル半金属相の探索を行う。またこれらのトポロジカル相における量子ホール効果の観測を行い、スピン偏極したカイラルエッジチャネルによる非散逸電気伝導の実証を目指す。また、量子ホール系等におけるエッジチャネルの量子輸送現象の非線形性を、分散の非線形性と電子間相互作用を取り入れて明らかにする。

ワイル半金属における表面状態とバルク状態の双方が、角度分解光電子分光においてどのような特異性をもたらすかを解明する。スキルミオン結晶の電流誘起運動に伴うホール効果のフロー領域深くまでの変化を、実験・理論双方から明らかにし、スピントクスチャと電子の動的相互作用の全貌を解き明かす。

#### ⑤ 人材育成

オンサイトでの国際会議、CEMS 研究キャンプ、トピカルワークショップ等を再開し、若手 PI 及び若手研究者に発表、並びに世界一流の研究者と交流する機会を提供する。統合物性科学研究プログラムのユニットリーダーの新規採用を進め、その研究室立ち上げの人的・財政的サポートを通じて若手 PI の育成に努める。連携関係では、引き続き東京大学、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に従って、若手 PI による連携研究室運営についてメンターによるサポートを行うとともに、共同研究を推進する。毎年度開催している合同ワークショップのほかに、大学院生を含む若手を中心としたオンラインワークショップを開催する。週 1 回のディスカッションミーティングのほかに、毎月著名な研究者を招聘して行う CEMS コロキウムを継続する。優れた研究成果を挙げた研究者に CEMS Awards を授与することで、その

意欲を高める。国立研究開発法人や企業との連携を引き続き実施し、共同研究を推進する。

## (8) 量子コンピュータ研究

### ① 量子コンピュータ研究開発

超伝導 144 量子ビットチップの開発と同時に、量子ビット周波数低減によるコヒーレンス増強と忠実度向上を目的とした改良を行う。開発した技術を国産初号機「叡」に適用し、叡の高度化に資する。

量子-古典ハイブリッド計算用量子コンピュータシステムを構築し、動作確認を行う。

光量子コンピュータ実機製作を引き続き進め、クラウド公開の準備を行う。

半導体スピン量子ビットの大規模化に向けて、5~12 量子ビットデバイスの操作を行う。

初期の誤り耐性量子コンピュータのためのアーキテクチャ研究及び評価を行う。

既存の量子-古典ハイブリッド量子アルゴリズムが抱える問題を解決する新手法を開発する。

機械学習の量子計算応用に理論的に取り組むとともに、量子コンピュータ実機を用いた 20 量子ビット程度以上の量子計算応用を実施する。

企業との連携センターと共同で開発し、クラウド公開した超伝導量子コンピュータの利用の仕組みの構築や運用を行う。

### ② 量子情報科学基盤研究

令和 5 年度に開発した手法を使って、三角格子光格子中の冷却原子を用いたフラストレート磁性体の量子シミュレーションを行う。

マイクロ波共振器の量子状態制御と論理量子ビット安定化操作を実現する。

### 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

理研内外において異分野の研究者を交えたワークショップ・討論会等を開催し、発表・交流する機会を設け、より広い知識と視野を育む環境を整備するとともに、連携研究を拡大する。

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始めとした国際連携、及び量子技術人材育成、知的財産や国際標準化、産学連携戦略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や共同イベントの開催を行う。また、研究設備・機器相互利用や外部共用といった拠点間及び拠点外への研究開発支援の推進等の主導的な役割を担う。

## (9) 光量子工学研究

### ① エクストリームフォトリクス研究

アト秒研究においては、DC-OPA 法を基にした新規増幅法を高度化することにより、TW 級出力を持つサブサイクルサイクルレーザーシステムの開発に取り組む。さらに、これまでに開

発したシングルサイクルレーザーを用いた高調波発生実験を行い、超広帯域軟X線スペクトル発生を実現する。光格子時計の研究においては、これまで開発してきた小型可搬型光格子時計を用いて潮汐効果等による重力ポテンシャルの動的な変動を遠隔比較で観測することで、時計の測地応用を実証する。

## ② サブ波長フォトニクス研究

超解像共焦点ライブ顕微鏡による高速超解像 5D イメージングで、様々な細胞小器官の相互作用ダイナミクスを解明する。高速超解像多角的観察のための蛍光タンパク質技術を開発する。ヒトの視覚認知の分析により得られた顕著度に基づいた画像圧縮・再現の画像処理法を開発する。高アスペクト比を持つナノ構造を加工可能とする独自に開発したナノ加工技術を活用して、高 NA メタレンズや光アイソレータ素子等の光機能素子を開発する。作製した 3 次元プラットフォームをサブ波長観察へ応用し、また次世代 IC 用スケーラブル高アスペクト精密加工技術を開発する。

## ③ テラヘルツ光研究

バックワードテラヘルツ波パラメトリック位相整合条件を利用した光波とテラヘルツ波の光量子変換技術に関して研究を行い、励起光源一体型テラヘルツ波光源の研究開発を行う。テラヘルツ光量子センシングに関する研究では、テラヘルツ波から光波へと光量子変換して、テラヘルツ波検出する実験の構築を行う。

また、テラヘルツ光の医療応用やテラヘルツ技術の安全性の検証のため、テラヘルツ光の生体影響について、様々な視点から検証を行う。具体的には、令和 5 年度まで行ってきた DNA 損傷修復に対するテラヘルツの照射影響評価に加えて、テラヘルツ光照射時の細胞膜ダイナミクスへの変化を観察する。

さらに、テラヘルツ量子カスケードレーザーに関して窒化物半導体を活性層に用いることで、未開拓周波数の動作の実現を目指した研究を行う。

## ④ 光量子技術基盤開発

中赤外線領域の波長可変レーザー開発では、高度化に向けた基盤研究を継続的に進める。新結晶による波長可変領域、自己波長変換方式による励起光からの変換効率の向上により、より実用的な光源技術の開発を進める。温暖化ガス等の微量計測を可能とする。小型中性子源の開発では可搬型中性子源システム RANS-Ⅲ用の超小型陽子線加速器をトレーラーに搭載し、トレーラー内環境での陽子線の加速を可能とさせる。また中性子塩分計 RANS- $\mu$  による 3 次元マッピングへ向けた計測技術並びに 3 次元データ再構築技術の開発を進める。中性子源の高輝度化のための新たな中性子反射素材の改良並びに RANS による検証実験を行う。さらに中性子線による量子コヒーレンシーや宇宙での中性子寿命計測等のサイエンス研究のための計測技術の高度化開発を進展させる。光学素子の研究開発では、50 ナノメートル以下



の形状測定を可能とする。これを利用して可視光、赤外線、中性子線のみならず、X線等にも適応可能なシングルナノメーター精度の実現を目指す。また、大型の超精密加工装置の整備を進め、 $\phi$ 500mm程度までの大型の光学素子の加工技術の研究開発を進める。更に、多層膜コーティング技術の研究開発も進める。

## (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等を利用した中性子過剰核の魔法数研究、実験及び理論研究の協働による未知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への自動レーザー融解装置の適用等を通じた元素合成過程研究を進める。

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、国際共同研究を実施する。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との国際協力に基づく素粒子物性研究

令和6年度にsPHENIX実験は偏極陽子衝突実験を行う。令和5年度と同実験がRHICの故障により約2か月早く終了したため、立ち上げ(コミッショニング)が完了していなかったINTT測定器のコミッショニングを、実験開始後速やかに完了し、偏極陽子衝突実験データ収集を開始する。実験中は理研メンバーがINTT測定器の運用を行い、sPHENIX実験の「スピン・コーディネータ」として偏極陽子衝突実験を主導する。令和6年度はデータを取得し、速やかにその解析を進めるとともに、令和5年度データの解析も進め、理研を中心としてsPHENIX実験の最初の論文を出版することを目指す。並行して、既得のPHENIX実験の物理解析も進める。これらにより、クォーク多体系の特徴的現象の解明を目指す。

### 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、収集したデータベースを用いて、理研独自のノウハウを確立する。国内大学、企業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、特にアルファ線核医学治療での利用が期待されるアスタチン-211、鉛-212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。

また、原子力発電所から排出される高レベル放射性廃棄物の大幅な減容を可能とする核反応研究に向けた大強度加速器の要素技術開発を行うとともに、各要素技術を社会実装して社会課題を解決する可能性を見出す。減容化に資する核反応研究と関連するデータベース構築を推進し、元素変換研究を促進する。

#### ④ RIBF の加速器施設の高度化・共用の推進

ウランビームを始めとする重イオンビームの大強度化と高安定化に取り組むとともに、超重元素合成実験に対して大強度ビームの供給を行う。さらに、加速イオン種を拡大するため、マイクロオープンなどの開発に着手する。加速器高度化計画については、令和 5 年度に行われた技術審査結果に基づき、構成要素の詳細設計を進め、一部を試作して性能の検証を行う。また、RIBF のより一層の効率的運用を目指し、加速器、基盤実験装置に対して自動化を推進してきており、令和 6 年度は RIBF 実験データ処理系において演算加速器を導入することで高速情報処理を可能とする。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、老朽化対策を行いながら、RIBF を用いた研究成果の最大化が図れるよう運転を行う。RIBF の進める原子核基礎研究の意義や研究成果をより分かりやすい形で積極的に周知し、研究の推進に対する国民からの理解を得る。

### 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

「第 6 期科学技術・イノベーション基本計画」(令和 3 年 3 月 26 日閣議決定)に基づき、「富岳」Society 5.0 推進拠点等を通じて、いくつかの社会課題に取り組み、スーパーコンピュータ「富岳」の高度化及び利用拡大を図りつつ、Society 5.0 の実現に不可欠な計算機インフラとすることを旨とするとともに、利用者の多様なニーズに応える安定的な計算基盤として共用に供する(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 Society 5.0 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とともに、中長期的にカーボンニュートラルの実現に向け、R-CCS が培った先端的な運用技術をさらに高度化させつつ、利用者の協力も得ながら、世界最高峰の省エネ運用を目指す。また、商用クラウドベンダーの技術部門と協力し、「富岳」で蓄積されたソフトウェア環境の成果を他のスーパーコンピュータにも普及するいわゆる「バーチャル富岳」実現のための技術開発を行い、「富岳」と同様のアプリケーション利用環境を商用クラウド上に構築する。その他、「富岳」のサービスの拡充やアプリケーション利用環境の拡充、SINET6 を活用したデータ連携基盤との連携等「富岳」利用環境の高度化を推進する。さらに、保守作業の効率化・最適化による稼働率の向上(目標:令和 5 年度と同等程度(令和 5 年度実績見込 96.4%)、

ヘルプデスク機能の高度化及びツールを活用した利用者とのコミュニケーションの円滑化により、運用の効率化と利用者向けサービスの改善を目指す。

(b) Society 5.0 の実現に貢献できるデジタルツインを構築するべく、蓄積された各分野のシーズやノウハウを土台に、「富岳」を利用した社会課題解決等に資する取組(ソリューション)を産み出し、そのソリューション・モデルを発信するとともに、これらを社会へ定着させることに資するプラットフォームの構築を目指して取り組む。このため、理研と企業との協創活動とも連携しつつ、企業や社会のニーズを抽出し、プロジェクトメイキング、プロジェクトマネジメントを行う。この活動を加速すべく Society 5.0 実現に向けた「富岳」研究開発成果やソフトウェア等の活用事例や具体的な活用方法も含め、企業や自治体等への認知を高める。商用クラウドベンダーやサービスプロバイダーと協力し、特に「バーチャル富岳」実現のためのビジネス上の取組と「バーチャル富岳」を通じた研究成果の普及を進める。また、「富岳」Society 5.0 推進拠点の体制を強化するとともに、国による次世代計算基盤のフィージビリティスタディと連動し、取組を進める。また、民間事業者やコンソーシアムとの連携を通じて研究所で開発しているソフトウェア等の利用者への普及、利便性向上を図る。加えて、研究所内外との研究組織とも連携し、計算可能領域の拡張を図りつつ、HPC の高度利用に資する研究・開発基盤の構築に貢献する。具体的には、次期中長期計画の中心的な取組である TRIP に関して、他の理研研究センターと連携し、外部資金も活用して、「富岳」活用を含む量子 HPC 連携プラットフォームの構築やその実現のための研究開発等、必要な研究・開発基盤の整備を推進する。さらに、TRIP-AGIS を含め様々な科学分野における AI の利用(AI for Science)を促進するため、「富岳」に AI 専用計算機を連携させ、世界トップレベルの科学基盤モデルの開発・活用を可能とする計算環境の実現に向けた取組を推進する。また、理研放射光科学研究センターとともに、SPring-8/SACLA から生成されるビッグデータ処理のための技術開発を推進する。さらに、理研内や国立情報学研究所、HPCI の他の資源提供機関と連携し、「シミュレーション」-「データ」-「AI」-「量子」が有機的に結合した情報基盤の構築を目指す。

(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及び地元を含む関係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)形成推進事業等を通じ 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は、インターン事業の重点化・効率化を図るとともに、若手人材を計画的に採用・育成する取組を推進する。また、令和 5 年度に引き続き、EU との連携による ASEAN 諸国でのスクーリング等、国際連携を促進し、アカデミアのみならず産業界を担う高度な技術を持った人

材の育成に寄与するほか、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「Supercomputing Contest(スーパーコン)」の発展に貢献する。さらにダイバーシティの向上を目指し、女性 PI の採用拡充を図る。

(d) Society 5.0 や SDGs に対する「富岳」の貢献や、「富岳」を用いて創出される研究成果を、登録機関を始めとする各機関と協力し適切なタイミングで社会や産業界へ発信することで、「富岳」による貢献・成果への認知度や理解をより一層高める。また、R-CCS からの発信にあたっては、社会への影響を考慮しつつ、積極的な発信ができるよう検討・調整するとともに、報道機関を効果的に活用する。また、国内及び国際的なアウトリーチ活動を強化し、さらに、従来のデジタルコンテンツの発信を引き続き着実に実施することに加え、デジタル時代に相応しい先端的な発信内容・発信方法を取り入れ、若者の計算科学技術への興味を喚起する。

## 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 の情報技術としての深化と、個々の科学分野や産業分野の発展へ貢献する計算科学の研究開発の基盤構築に取り組むほか、「デジタルツイン」基盤と Society 5.0 の推進、さらには将来の情報科学のグランドチャレンジとしての新コンピューティング・パラダイムの探求を進める。加えて、次世代の HPC 基盤に関しては、外国を含む外部機関との連携をもって取り組む。具体的には、「富岳」NEXT の調査研究においては中核機関となって推進する。また、量子 HPC 連携プラットフォーム構築に向け、体制を強化し、それに関わる研究開発、利活用を推進する。さらに、AI for Science を促進するため、新たな組織を整備し、それに関わる研究開発、利活用を推進する。また、地元自治体に研究成果を還元し、地域の課題解決等に貢献するために、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)形成推進事業等による研究成果の創出を目指す。さらに、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、人材育成及び更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及び SPring-8 の高度化(SPring-8-II)に向けた取組

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を導入したビームライン運転を安定的に行う。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、他の国立研究開発法人とも連携交渉を進め、更なる拡充に努める。

SPring-8 のアップグレード(SPring-8-Ⅱ)に向けた取組として、推進体制を強化するとともに、目標とする超低エミッタンス蓄積リングの実現に向け効率的な機器の製作、搬出入、アライメント等の方途を検討する。

更に、SPring-8-Ⅱに向けた広報活動として、発信のターゲットを明確化しつつ、既成概念にとらわれない新たなツールを活用した広報を効果的・継続的に実施するための戦略を策定し、実行する。

## 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

TRIP に資する最先端研究基盤プラットフォームとして、所内連携を通じて SPring-8/SACLA から創出される大容量・高品質データの処理・解析・利活用技術の開発を進める。

所内外連携により、半導体評価等の国家戦略の推進や重要課題の解決に資する放射光利用の拡大を図るとともに、それに対応する計測技術・解析技術の高度化を進める。

次世代 X 線画像検出器のプロトタイプ機を利用した放射光高度計測手法の開発や、高速・大容量データの高速リアルタイム処理技術の開発によって得られた知見を活かし、XFEL の次世代画像検出器のプロトタイプ機を完成させる。また、それをを用いた広範な X 線計測手法の高度化を実現する。

SPring-8 データセンターを本格運用しつつ、幅広いユーザーの更なる利活用に向けて利便性向上を図るほか、将来の SPring-8 のアップグレードによって大容量化する計測データを迅速、効率的に処理・解析する手法の開発に取り組む。

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について、共同研究等を通じた外部供用を進めていく。

## 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等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や確立した非弾性散乱基盤技術を展開し、硬X線非弾性散乱計測による電池等のオペランド解析及び非破壊計測の利用を進める。

## ④ 放射光施設の高度化に向けた要素技術開発

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進め、これらを組み合わせた、パイロットビームラインを本格的に運用す

るとともに、他のビームラインへの導入を進める。AI やマシンラーニングを用いた加速器調整システムを試験的に運用する。

### (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ゲノム編集マウス系統、(イ) 環境応答機構研究、共生研究及び穀物研究に有用なシロイヌナズナ及びミナトカモジグサの野生系統、変異体・形質転換体とそれらの付随情報、(ウ) 生命医科学研究に必須の細胞材料(ヒトがん細胞株、ヒト疾患特異的 iPS 細胞株、動物細胞株等)及びそれらに由来する加工細胞(分化マーカー発現細胞等)、(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の配列や cDNA クローン、細胞の分化や細胞内外のタンパク質の挙動を可視化する遺伝子クローン、遺伝子ツール、(オ) 環境と健康の研究に有用で多様な微生物の種を代表する基準株や動植物に共生する微生物株の収集・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を促進するとともに、AI を活用したバイオリソース関連情報収集の効率化及び生命科学研究動向の分析に取り組む。

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	9,700 系統	17,500 件
実験植物	838,300 系統	8,400 件
細胞材料	14,200 系統	23,100 件
うち iPS 細胞	3,600 系統	560 件
遺伝子材料	3,809,450 系統	7,000 件
微生物材料	30,150 系統	21,000 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、研究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実施し、高度な技術を普及・移転する。筑波大学、南京大学、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を実施する。

#### ② 基盤技術開発事業

産仔作出効率を改善するために、胚移植における体温低下を抑制する麻酔法を開発する。また、マウス体細胞クローンにおける初期胎盤形成の異常を改善するために、クローン由来の胎盤幹細胞を単一細胞トランスクリプトームにより解析し、発現異常遺伝子を特定する。

### 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、難病・希少疾患 iPS 細胞と遺伝子関連解析技術を用いて、創薬の基盤構築とアカデミア・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、パターン培養を用いて、個々の iPS 細胞株の分化傾向の特性を評価できるアッセイ系を開発するとともに、実際に 10 例以上の健常人・疾患患者由来 iPS 細胞のデータを集めて、分化傾向の特性データを公開する。(ウ) 次世代ヒト疾患モデル研究開発として、患者由来の変異を導入した神経難病モデルマウスの運動機能検査及び遺伝子発現解析を行い、発症と病態の進行に関わるメカニズムの解明を行う。(エ) マウス表現型解析開発として、各種疾患・老齢モデルマウスを対象に国際標準解析プラットフォームにより表現型情報を取得し、高付加価値疾患モデルマウス整備を行う。また、解析プラットフォームを国内研究者に提供して研究基盤強化を図る。さらに、認知症表現型解析に特化した新たな行動解析パイプラインの開発に取り組む。(オ) 植物-微生物共生研究開発として引き続き、単離菌株の共生効果の評価解析から有益な系統を選抜する。菌株及び関連する技術・情報について研究コミュニティ及び社会へ還元するため、特許化や産業化等を想定した産業界及び国内外の大学や研究機関と戦略的な共同研究等を行う。

## 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。全職員を対象とした省エネルギーに関する e ラーニングを実施するとともに、老朽化し、効率の悪い機器の更新を進め、照明の LED 化を進めるなど、省エネルギー、二酸化炭素の排出抑制の対応に引き続き取り組む。

施設委員会の下で研究スペースの有効活用を調整するとともに、情報の見える化の一環として部屋の利用様態をまとめる。

### 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するとともに、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など、厳しく検証し、国民の理解を得られるように必要な措置を講ずる。

なお、令和 6 年度は、国内外の人材獲得競争の状況も踏まえ、適切な人材確保のために必

要な給与制度の見直し等の措置を講ずる。

### 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 1 日総務省行政管理局)を踏まえ、公平性、透明性を十分に確保する。これらの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、研究所内への周知徹底を図るとともに、監事及び外部有識者によって構成する契約監視委員会により取組状況を検証の上、必要な措置を講ずる。

## 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、寄附者分析に基づくドナーケアの拡充や他の研究開発法人等との連携強化を行い、寄附金獲得のための新たな方策の検討を行うとともに、広報との連携による種々のイベント等における寄附金の案内、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用途は、以下のとおりとする。

- ・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継続して実施する。

## 8 積立金の用途

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用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。さらに、これまでに蓄積された所内のリスク情報等を分析・評価するため体制の強化等を行ったので、その体制において分析・評価の調査を本格的に開始し、リスク管理機能の強化を図る。

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、テーマ毎、あるいはリスク毎等に効率的・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、強化された体制において取組における体系化に着手し、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とともに、職員等からの通報、相談に対する窓口を研究所内外に設置し迅速かつ適正に対応する。さらに、職員等のコンプライアンス意識を高める啓発活動、窓口業務及び法的リスク・レピュテーションリスク等に対するより効果的な運営体制の構築を図る。

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とともに、研究インテグリティの観点も含めた対応を行う。

## 3 業務の安全の確保

研究遂行時に必要となる安全対策と安全に対するリテラシーの向上をさらに進める。そのために体制や仕組み等をより充実させ、リスク評価や職場点検、情報共有等をさらに効果的に実施し、実験室環境の適正維持と安全意識の向上に取り組む。また、法令等で求められる事項に着実な対応をするため、引き続き合理的なルールの策定や教育教材の整備、管理システムの構築を行うなど、管理の徹底を図る。

## 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。

## 5 情報システムの整備及び情報セキュリティの強化

情報セキュリティ対策の PDCA による継続的な改善を実施し、情報セキュリティ関連文書を継続的に更新し、情報セキュリティ強化に努める。最新のルールを浸透させるため、随時 e ラーニング教材の更新と追加を行い、継続的な研修を続ける。既存情報システム運営におけるセキュリティ対策の維持・強化はもとより、新たに導入する情報システム基盤においては、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」(令和 3 年 12 月 24 日デジタル大臣決定)の通り、PMO 運営支援体制の試行的な運用を進める。積極的に最新技術を採用した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を継続的に維持・改善することで、研究所のサイバーセキュリティレベルをさらに向上させる。次期中長期に向けたセキュリティ対策も含めた次期 ICT 戦略を検討・策定し、情報システムの適切な整備及び管理を継続的に進

める。

## 6 施設及び設備に関する計画

施設委員会で決定した実施方針にのっとり、当該施設・設備を活用した研究の必要性と施設・設備の老朽化等を勘案した優先度を考慮して老朽化対策及び高経年化対策を進める。情報の見える化を進めるため、施設保全カルテの本格的作成に取り掛かる。

施設・設備の改修・更新・整備については、研究が円滑に進むよう計画的に、技術的知見を持って調整し、安全に遂行する。取得する国有地に整備する施設の建設準備を進め、中性子工学試験施設を完成させ、省エネ化試験施設の建設を進める。

## 7 人事に関する計画

無期雇用研究職員の採用等を通じた優秀な人材の確保、また時限的な研究開発プロジェクトの実施に必要な専門人材を確保するとともに、優れた研究成果を挙げた職員への表彰状授与等により、能力を最大限に発揮して研究に従事できる環境を整備する。また、社会情勢等を踏まえた業務内容の変化や新たな業務に対応するため、リスキリングのための知識・スキルの習得に向けた学習機会を提供し、職員の能力向上に努め、適切な配置・育成を図る。クロスアポイント制度の活用により、研究者の流動性向上に伴う研究活動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6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	17,866	27,930	5,547	4,006	55,348
施設整備費補助金	-	-	-	-	-
設備整備費補助金	-	-	-	-	-
特定先端大型研究施設整備費補助金	-	-	300	-	300
特定先端大型研究施設運営費等補助金	-	-	28,646	-	28,646
次世代人工知能技術等研究開発拠点形 成事業費補助金	-	3,077	-	-	3,077
雑収入	612	90	171	-	873
特定先端大型研究施設利用収入	-	-	763	-	763
受託事業収入等	2,095	10,782	2,005	-	14,882
計	20,573	41,879	37,432	4,006	103,890
支出					
一般管理費	-	-	-	4,006	4,006
(公租公課を除いた一般管理費)	-	-	-	2,053	2,053
うち、人件費(管理系)	-	-	-	1,388	1,388
物件費	-	-	-	665	665
公租公課	-	-	-	1,953	1,953
業務経費	18,478	28,020	5,718	-	52,216
うち、人件費(事業系)	1,880	2,308	798	-	4,986
物件費(無期雇用人件費・任期制 職員給与を含む)	16,598	25,712	4,920	-	47,230
施設整備費	-	-	-	-	-
設備整備費	-	-	-	-	-
特定先端大型研究施設整備費	-	-	300	-	300
特定先端大型研究施設運営等事業費	-	-	29,409	-	29,409
次世代人工知能技術等研究開発拠点形 成事業費	-	3,077	-	-	3,077
受託事業等	2,095	10,782	2,005	-	14,882
計	20,573	41,879	37,432	4,006	103,890

(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6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	18,997	44,994	62,126	3,998	130,115
一般管理費	-	-	-	3,986	3,986
うち、人件費(管理系)	-	-	-	1,388	1,388
物件費	-	-	-	646	646
公租公課	-	-	-	1,953	1,953
業務経費	16,031	26,481	30,915	-	73,426
うち、人件費(事業系)	1,880	2,308	798	-	4,986
物件費	14,151	24,173	30,117	-	68,441
受託事業等	1,578	8,119	1,510	-	11,207
減価償却費	1,389	10,394	29,702	12	41,496
財務費用	4	11	6	-	21
臨時損失	-	-	-	-	-
収益の部					
運営費交付金収益	15,526	24,090	4,660	3,778	48,053
研究補助金収益	-	2,482	25,400	-	27,882
受託事業収入等	2,148	11,054	2,056	-	15,258
自己収入(その他の収入)	610	90	934	-	1,634
資産見返負債戻入	965	6,824	28,750	12	36,550
引当金見返に係る収益	47	310	224	209	790
臨時収益	-	-	-	-	-
純利益又は純損失(△)	295	△154	△109	0	32
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	7	65	19	-	91
目的積立金取崩額	-	-	-	-	-
総利益又は総損失(△)	302	△89	△91	0	123

(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6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	27,840	57,161	50,617	6,266	141,884
業務活動による支出	17,801	34,843	33,440	4,166	90,250
投資活動による支出	3,709	14,133	13,627	19	31,488
財務活動による支出	150	482	299	-	931
翌年度への繰越金	6,180	7,703	3,252	2,081	19,216
資金収入	27,840	57,161	50,617	6,266	141,884
業務活動による収入	20,570	41,872	37,111	4,181	103,735
運営費交付金による収入	17,866	27,930	5,547	4,006	55,348
国庫補助金収入	-	3,077	28,646	-	31,723
受託事業収入等	2,094	10,776	2,004	-	14,873
自己収入(その他の収入)	610	89	915	175	1,790
投資活動による収入	2	-	300	-	302
施設整備費による収入	-	-	300	-	300
定期預金解約等による収入	2	-	-	-	2
財務活動による収入	-	-	-	-	-
前年度よりの繰越金	7,268	15,289	13,206	2,085	37,848

(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。