

第4期中長期目標期間終了時に見込まれる 業務実績等報告書

国立研究開発法人海洋研究開発機構

目次

目次	1
第4期中長期目標期間終了時に見込まれる業務の実績に関する評価一覧.....	2
法人全体に対する評価	3
Ⅰ 研究開発の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とるべき措置.....	7
1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進.....	7
2 海洋科学技術における中核的機関の形成	157
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	196
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	216
Ⅳ その他業務運営に関する重要事項.....	222

第4期中長期目標期間終了時に見込まれる業務の実績に関する評価一覧

中長期計画項目				評価	中長期計画項目		評価	
法人全体に対する評価				A	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、収支計画、資金計画	B	
Ⅰ 研究開発の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 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進			A		2. 短期借入金の限度額		
	(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発			A		3. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画		
	(2) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発			A		4. 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画		
	(3) 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発			A		5. 剰余金の使途		
	(4) 数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発			A		6. 中長期目標期間を超える債務負担		
	(5) 挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発			①挑戦的・独創的な研究開発の推進		S		7. 積立金の使途
				②海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発と運用		A		
	2 海洋科学技術における中核的機関の形成			A		Ⅳ その他業務運営に関する重要事項	1. 国民からの信頼の確保・向上	A
	(1) 関係機関との連携強化による研究開発成果の社会還元等の推進等			A			2. 人事に関する事項	
				(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進	A		3. 施設及び設備に関する事項	
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				A				
1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立			A					
2. 業務の合理化・効率化			B					

法人全体に対する評価

法人全体に対する評価

<評価結果の総括>

令和元年度から開始された第4期中長期目標において、海洋研究開発機構（以下、「機構」という。）は、研究船や探査機等を保有し、運用するとともに、それらの強みを活かした海洋観測や多様な研究開発による高水準の成果の創出及びその普及・展開等を行い、我が国の海洋科学技術の中核的機関としての役割を担うことが求められている。また、その際、我が国全体としての海洋科学技術の研究開発成果を最大化するために、国内外を含めた他機関との分担や協働の在り方を最適化し、現状の連携をより一層強化するとともに、新たな協働体制を確立することが期待されている。そのため、機構は、第4期中長期計画において、海洋から地球全体に関わる多様かつ先進的な研究開発とそれを強力に支える研究船や探査機等の海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の研究基盤の運用を一体的に推進し、膨大な観測・予測データの集約・解析能力を向上させ、高水準の成果の創出とその展開を促進することとしている。

第4期中長期目標期間（令和元年度から令和7年度）において、機構は、国の総合的な海洋研究開発機関として、海洋から地球全体に関わる基礎から応用、多様かつ先進的な研究開発を推進し、国際的にも高く評価される顕著な成果を数多く創出した。得られた成果は、期初より政府・政策、産業界、社会等への展開を目指しており、研究開発が進展する中で、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第7次評価報告書への科学的知見の提供、気象庁や地震調査研究推進本部への観測データ等の報告、深海堆積物・深海微生物株の提供事業等による民間企業との連携拡大、社会への付加価値情報発信と充実している。挑戦的・独創的な研究開発については、第4期中長期目標期間を通して、特に顕著な研究開発成果を創出するとともに、若手人材育成も推進した。

また、海洋科学技術における中核的機関の形成に関する成果として、新型コロナウイルス感染症の流行、燃料費・電気料金の高騰等の困難な状況下においても、研究開発を強力に支える海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の研究開発基盤の安全かつ安定的な運用と供用を行うとともに、政府の緊急依頼等にも対応し、海洋科学技術分野における我が国の中核的機関としての役割を果たしている。令和3年度における北極域研究船「みらいⅡ」の建造開始、新地球シミュレータ（ES4）の運用開始など研究開発基盤の維持・拡大も図られている。さらに、主要な国際枠組みへの積極的な貢献、海洋科学掘削における国際協力の牽引等を通じて、国際的なプレゼンスを発揮している。加えて、海洋 STEAM 事業を開始し、地方自治体等と協働して展開するなど、海洋人材の裾野拡大を目指した取組も推進している。組織のマネジメント機能の強化、継続的な業務効率化など業務運営に関する取組も当初の計画を上回る水準で進展しており、第4期中長期目標の達成が見込まれるとともに、全体として顕著な成果が得られると総括できる。

○海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進

特に顕著な成果を含む以下のような研究開発成果を創出した。

- 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発については、全球海洋観測を基盤とし、北極域研究や気候変動と人間活動の関係解明に関し大きな進展があった。特に、北極海に流入する暖かい河川水による熱拡散の定量的評価や、太平洋側北極海の海洋垂表層における貯熱量の顕著な増加を明らかにするなど、北極域の海洋熱収支に関する新たな知見を得た。これらの成果は、北極域の海洋環境及び生態系のアセスメントに活用されることが期待される。また、亜寒帯域におけるプランクトンの生育に影響を与える可溶性鉄の黄砂による供給量の定量的評価や、森林火災で放出されたエアロゾル粒子が数千キロメートル離れた西部北太平洋上における氷晶核濃度の上昇に寄与することの解明など、人間圏の諸活動が与える影響の実態把握及び評価について特筆すべき進展があった。観測データや数値モデルを活用した気候変動現象の理解においても科学的に非常に高い意義を有する成果を得ている。国際計画への参画による観測体制の充実を背景に、海洋大循環の理解深化や予測実験のための気候モデル・地球システムモデルの開発において顕著な成果を創出した。また、海洋プラスチック研究の学術的価値向上に寄与した期でもあり、一部の成果はプラスチック汚染に関する法的拘束力を有する国際条約への提出レポートに引用されており、今後の議論における科学的根拠としての活用が期待される。

得られた成果を背景に、他にも活発に国内外の様々な場における人的貢献及び施策立案等への知見の提供がなされた。特に、IPCC 第7次評価報告書に向けては、コロナ禍におけるロックダウンの影響評価やメタン同位体比を用いた農畜産業由来のメタン排出の重要性指摘など、科学的に重要な知見の発信に至った。研究開発マネジメントでは、中長期目標期間開始時より推奨していた課題横断の連携が実を結び、期中を通じて高い活性と挑戦的な取組を維持できている。

- 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発については、生物・非生物両面から海洋における物質循環及び有用資源の成因理解に関し大きな進展があった。具体的には、全20種類のアミノ酸の炭素・窒素安定同位体比（ ^{13}C 、 ^{15}N ）の微量精密測定法を改良し、これを応用してサケの脊椎骨に保存される生態履歴の復元を実現した。動物プランクトン試料の窒素同位体比に基づく北太平洋域の同位体比地図（アイソスケープ）と組み合わせることで、サケの回遊経路を個体ごとに推定する統計モデルを構築し、新たな回遊経路推定手法を確立した。本方法はマサバ眼球の水晶体にも適用可能であることを明らかにしたほか、独自開発の

マイクロ切削技術を用い、クロマグロ類の耳石等を対象とした解析を行い、海洋生物資源の回遊経路把握に向けた知見を得た。海底資源については、コバルトリッチクラスト（鉄マンガン酸化物）の成因研究を進め、沿岸域と遠洋域における化学組成や形成年代の比較、海山平頂部と斜面における化学組成や生成速度の比較等により、海底資源の形成過程を分析して生成モデルを提案した。

特に期の後半には、得られた科学的知見、技術、データ及びサンプルを関連産業に展開し、我が国の海洋産業利用の促進に寄与した。例として、令和2年2月に開始した深海堆積物・深海微生物株の外部提供を行う深海バイオリソース提供事業において、令和6年度末までに水深8,000メートルまでの深海堆積物約1,000種類、好気条件で培養可能な深海微生物株約5,300株を整備し、これまでに延べ35の民間企業・研究機関へ提供を実施した。また、深海バイオリソース提供事業とニーズの接点拡大を図るため、一般財団法人マリンオープンイノベーション機構及び独立行政法人製品評価技術基盤機構と利用促進に関する連携覚書・協定を締結し、医薬・化粧品・バイオ関連展示会への出展等を通じ利用拡大に努めた。さらに、炭化水素資源採掘における賦存量評価の精度向上や探査深度（最大約2km）を目指した海洋電磁探査技術の実現に向け、令和3年度より企業との共同研究を開始し、知見の蓄積と技術移転を推進している。技術移転は最終段階にあり、内閣府の研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム（BRIDGE）に採択されたことから、令和7年度より民間船舶を用いた最終実証試験の実施を予定している。

- 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発については、科学的に非常に高い意義を有する成果を多数創出し、政府委員会等へ重要な観測データを随時報告するなどの貢献を果たした。具体的には、南海トラフ紀伊水道沖に設置した長期孔内観測システムの整備を完了するとともに、南海トラフ全域において従来モデルより一桁以上高い解像度のプレート境界断層モデルの構築に成功した。これらの成果は南海トラフにおける地震推移予測手法の開発に活用されている。また、日本海溝における一連の研究成果を踏まえ、国際深海科学掘削計画（IODP）第405次研究航海「日本海溝巨大地震・津波発生過程の時空間変化の追跡（JTRACK：Tracking Tsunamigenic Slip Across the Japan Trench）」を主導し、実現に至った。さらに、鬼界カルデラの研究においては、岩石・地質学的研究と地震・地球物理学的研究を統合し、新たな知見を得た。これにより巨大噴火を起こしたカルデラ火山の時空間活動モデルを世界で初めて提案した。

紀伊半島沖に設置した長期孔内観測システムの観測データについて、気象庁及び地震調査研究推進本部への報告を開始し、令和6年8月及び令和7年1月に発令された南海トラフ地震臨時情報に関連した報告も行った。また、令和6年に発生した能登半島地震等に関しては、機構内関連部署及び国内関係機関と連携し、迅速に緊急調査を実施した。

- 数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発については、中長期目標期間前半において、巨大地震の波動伝搬シミュレーションを活用した各地点の地震動評価、気候の季節予測情報と南アフリカにおけるマラリア発生数データを用いた感染症発生予測、海洋環境変動情報と多様な魚種の資源分布データ統合による海洋生物分布の推定・予測の3課題に重点的に取り組んだ。後半には、海洋プラスチックごみの画像解析や熱中症リスク情報予測、軽石漂着の予測シミュレーション、デジタル生簀の開発など社会的課題の解決に向けた多様な研究開発を推進した。これらの成果は、「数値解析レポジトリ」及び「四次元仮想地球」のウェブサイトを通じて公開しており、海洋地球データに付加価値情報を付け、国内外の幅広い利用者のニーズに即して最適化した情報を創出し、提供している。

研究開発の実行基盤である地球シミュレータ（ES3/ES4）は極めて高い可用性を確保し、安定的運用を実現したほか、ネットワークやストレージ等の大規模整備を推進した。また、データ公開のためのソフトウェア（DaCS）を開発し、容易なデータ連携環境を構築している。さらに、開発されたソフトウェア等は産業界においても幅広く活用され、共同研究やライセンス契約によって成果を上げている。研究開発マネジメントでは、数理分野と他部門の橋渡しを積極的に推進し、異分野間連携や研究者交流を促進することで組織全体の研究力強化に寄与した。

- 挑戦的・独創的な研究開発の推進については、多くの研究及び技術開発項目において当初計画を遥かに上回る進展及び成果を達成するとともに、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく当初想定しなかった進展と成果が得られた。具体的には、「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明」、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」、「第2の電気合成生態系の発見」、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示が挙げられる。体系的総説や一般書の出版、国際会議や一般向け講演を通じてその定着も大きく進み、最終目標である新しい学術領域の創成に向けて期待を遥かに上回る達成があった。

挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化、成果や技術の価値化のためのアウトリーチや社会への働きかけ、特に次世代人材育成の企画（「ガチンコファイト航海」、「すべらない砂甲子園」等）を実施した。戦略的・効果的に社会に発信することにより、研究開発のマネジメントと成果の価値化を導くマネジメントとの相乗効果を生み出し、次世代を担う研究者の育成に向けて期待を遥かに上回る達成があった。

- 海洋調査プラットフォームに係る先端基盤技術開発と運用については、深海探査に必要な新技術の開発と探査システムへの迅速な応用により、深海探査能力の大幅な向上を実現した。水中音響通信技術では世界トップレベルの速度で通信が可能な装置を探査機で安定運用させるとともに、音響測位統合装置の開発により複数機同時運用が可能になった。これらの技術を基盤として活用し、将来に向けた新たな深海探査システムとして、ランダーシステムと小型AUVを組み合

わせた探査機を提案し開発を推進した。また、探査機の小型・軽量化に大きく貢献する耐压容器、サーボモータ及び自律行動の強化によるサンプル採取に向けた個別技術の作動確認を行うなど、フルデプスからのサンプルリターン実現可能性の目処を立てた。さらに、広域深海探査能力の確保に向けては、自律型無人探査機「うらしま」を改造し、機構による最先端の音響通信技術を導入等することで、試験段階において国産 AUV として最深の水深 6,606.3m に到達するとともに、水深 8,000m での調査が可能となる見通しを得た。

海洋調査プラットフォームの運用では、第 4 期中長期目標期間開始時の部署統合により、研究船と地球深部探査船「ちきゅう」で培われた知見・経験が相互活用され、緊急航海や IODP 第 405 次研究航海 JTRACK を含む難易度の高い業務に生かされるとともに、研究開発成果の最大化に寄与した。JTRACK においては、関連機器の性能向上を図るとともに強潮流対策を徹底し、深海域での掘削を安全かつ効率的に行うことで、ターゲットである断層帯を含む浅部から深部までの連続したコア試料取得に成功した。また、乗船・訪船基準の策定、PCR 検査実施等の体制を迅速に整え、コロナ禍にも研究航海を安全かつ安定的に実施し、調査・観測活動を支えたことは顕著な成果である。さらに、北極域研究船「みらいⅡ」の建造及び運用に向けた取組も着実に進展している。

○海洋科学技術における中核的機関の形成

以下のような顕著な成果を創出した。

- ・国内の産学官との連携・協働及び研究開発の活用促進については、令和 6 年度にベンチャー支援制度を見直し、起業支援と機構の経済的利益の両立を可能にする新制度を導入した。また、職員の起業意識を高める「アントレプレナーシップ養成塾」を開始し、定例化を予定している。さらに、知財活用、受託業務、ベンチャー化の各手法について課題整理を行い、新たな収益スキームの構築に取り組んだ。
- ・国際協力の推進については、新型コロナウイルス感染症による一時的な停滞があったものの、主要な国際枠組みに積極的に参画し、日本の意向を国際政策に反映させるとともにプレゼンス向上に貢献した。特に、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）では西太平洋地域小委員会（WESTPAC）共同議長に日本の研究者が選出され、地域活動を主導。G7 海洋の未来イニシアティブ（FSOI）では文部科学省と連携し政策提言を行い、海洋デジタルツインなど先進研究の国際発信でもリーダーシップを発揮した。また、海洋科学掘削に関しては、2050 年までの海洋科学掘削の国際的な指針を示す科学計画書「2050 Science Framework」の策定に貢献するなど、国際的に主導的な役割を果たした。IODP³（International Ocean Drilling Program）への移行に際しては、J-DESC の活動に加え、国際会議のホストや欧州との協議を通じて、50 年以上続く国際プログラムの継承を実現した。
- ・広報・アウトリーチ活動の促進については、研究開発の認知向上を目的に、対象者に応じた戦略的広報を展開した。オウンドメディアである「JAMSTEC BASE」の本格運用を令和 3 年度に開始、講談社の「ブルーバックス」との連携により情報発信を強化し、令和 6 年度には年間 116 万件超の閲覧数を記録した。また、令和 6 年度からはメディア意見交換会の定期開催も始まり、記事掲載数が増加している。さらに、JAMSTEC 特集ムックの発行やイベント開催を通じて非認知層へのアプローチを強化している。加えて、令和 5 年度からは「海洋 STEAM 事業」に本格着手し、教材制作や授業動画の公開、教員研修の実施などを推進。令和 6 年度には「海洋 STEAM 推進課」を新設、「海洋 STEAM 事業推進コンソーシアム」を設立した。学習指導要領に準拠した海洋 STEAM 教材は、これまでに 5 巻制作し、機構ホームページに「海洋 STEAM 教材ライブラリー」を開設して無償で公開するとともに、実践授業の動画事例も掲載している。PLIJ STEAM Learning Community や JST サイエンスチームのサイトにも展開し、令和 6 年度末時点で、教員用教材は全国で 266 件ダウンロードされている。推進コンソーシアムは、教材を活用した教育方法の理論研究や教員による実践授業のノウハウ構築・定着を図り、授業実践教員の増加を目指すために設立し、本コンソーシアムで令和 7 年度中に「海洋 STEAM 教育ハンドブック」を取りまとめ、書店、大学生協、オンライン書店等での販売を予定している。
- ・大型研究開発基盤の供用については、新型コロナウイルス感染症の影響、燃料費・電気料金の高騰等、さまざまな困難があった中においても、大型研究開発基盤の安全かつ安定的な運用と供用を継続するとともに、データ及びサンプルの利用拡大を図ることにより、我が国の学術研究の発展、政府・政策、産業に大きく貢献した。また、第 4 期中長期計画期間中、防衛省からの調査依頼に基づき、機体搜索に 2 度（令和元年度：航空自衛隊戦闘機 F-35A、令和 6 年度：海上自衛隊哨戒機 SH-60K）協力し、いずれも機体の発見に成功した。これらの成果は長年にわたり蓄積された運用技術や知見を結集した結果であり、機構でしか成し得ない成果である。計算機システムである地球シミュレータ（ES4）については、年々利用機関が増加し、令和 6 年度には 195 機関を記録するとともに、国の気候変動研究、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）、産業界向けの有償利用、新型コロナウイルス対策研究等多様な分野に提供した。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、効率的な運航計画の立案等により、おおむね採択された公募航海を実現しており、我が国の学術研究の発展に貢献した。その上で、令和 6 年能登半島地震に際しては、当初計画にはなかった調査航海を複数回実施し、機動力を発揮した。

データ及びサンプルの提供・利用促進については、研究や社会のニーズを踏まえ取組を着実に推進及び強化している。研究活動を通じて得られたデータ及びサンプルについては、体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施した。また、DOI の付与、AI によるデータ処理の自動化、サンプル管理

データベースの強化等、国際標準に即した高度化を推進した。さらに、国における研究インテグリティ・セキュリティ及びオープン・クローズ戦略の動向等を踏まえ、研究成果物等全般を対象とする諸規程等やデータポリシーの大幅な改定を行い、データ・サンプルの運用体制を見直し・整備した。加えて、日本海洋データセンター（JODC）等の国内外の基幹システムと連携し、我が国の海洋データ基盤の発展及びMDA（海洋状況把握）等の政策推進に貢献した。

○業務運営の改善及び効率化、その他業務運営に関する事項

以下のような顕著な成果を創出した。

- 組織のマネジメント機能の強化については、理事長が組織の運営方針を示し、未来戦略課を改組して情報収集・発信や政策提言を推進した。また、令和4年度にはプロジェクトマネジメント規程を制定し、以降6件のプロジェクトに適用している。特に令和6年度のJTRACKでは、理事長が委員長を務めるプロジェクト審査委員会を経て実施が決定され、航海中も成功基準や変更管理手順に基づき適切に対応し、プロジェクト成功を収めるに至った。
- 内部統制と業務運営の適正化については、研究領域の拡大や技術の高度化を踏まえ、令和3年度に「コンプライアンス行動規準」を見直し、理事長が職員向けにビデオメッセージを発信した。内部統制の評価ではCOBIT（control objectives for information and related technology）モデルを用い、情報セキュリティや調達プロセスの成熟度向上を確認した。さらに、研究インテグリティ確保や経済安全保障対策への対応として、令和6年度に研究インテグリティ・コンプライアンス室を新設し、内部統制システムが適切に機能するよう業務運営の適正化を図った。
- 業務の合理化・効率化については、コロナ禍を契機に、非効率な業務プロセスを見直し、事業縮小方針の策定やテレワーク導入、経理・文書処理の電子化、会議のオンライン化などを進め、大幅な業務の簡素化とCO₂削減を実現した。コピー用紙の使用量も平成30年度比で半分以上となり、事業者クラス分け評価制度において直近3年間でS評価を獲得した。また、理事長のリーダーシップの下、業務改革タスクフォースを設置し、会議の統廃合や「事務業務のガイドライン」策定により業務効率化を推進するとともに、DXリテラシー講座や施策立案ワークショップを実施し、令和6年度には3件の概念実証（PoC）を開始した。さらに、業務の合理化・効率化のための情報共有基盤として、ローカルウェブに替わる内部ポータルサイトを導入し、情報集約とユーザビリティ向上を実現した。加えて、統合文書管理基盤としてBoxへのストレージ統一を完了させ、セキュリティ強化と多様なアクセスを実現した。これにより、集約された所内情報を将来的に生成AIの学習情報源として活用することも可能となった。

全体の評定	
評定に至った理由	評定
第4期中長期目標期間を通して、中長期目標達成のための顕著な成果が創出されているため、機構全体の評定を「A」とした。	A

【Ⅰ】	Ⅰ 研究開発の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とるべき措置														
【Ⅰ－１】	１ 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進														
【中長期目標】 機構は、第５期科学技術基本計画、第３期海洋基本計画等を踏まえ、これまでの取組を一層発展させて、以下に示すような課題に取り組む必要がある。 ・地球環境の維持・保全と持続可能な利用、海洋由来の自然災害への対応等の経済・社会的課題への対応 ・関係府省連携の下、MDA体制の確立に資する海洋調査・観測体制を強化し、海洋の安全・安心に貢献 ・海洋分野における Society 5.0 の実現に向け、膨大な海洋情報の集約、解析及び予測に係る研究開発の推進 ・海洋科学技術分野における我が国の研究開発力の強化や、SDGs 等の国際的な枠組みへの科学的知見の提供等による国際的なプレゼンスの向上 このため、本中長期目標期間中において、以下の（１）～（４）の研究開発課題に重点的に取り組む。また、研究者の自由な発想や独創的な視点を活かして、次世代海洋科学技術を支える新たな知の創出に資する挑戦的・独創的な研究開発を推進するとともに、これらの研究開発を支える基盤的技術の開発に取り組む。 （１）地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発 近年、地球温暖化等の地球環境変化が経済・社会に与える影響の顕在化、深刻化が危惧されており、第３期海洋基本計画やSDGs、パリ協定等においても、地球環境の保全や気候変動への対応は政策上の重要課題として位置付けられている。とりわけ、地球温暖化の影響が最も顕著に出現する北極域を対象とした調査・観測・研究の重要性は、世界的にもますます高まっている。また、人間活動の地球環境への影響は地球温暖化のみならず海洋酸性化や生態系変動等、様々な形で表面化してきており、地球環境変化と人間活動の相互作用に関する評価を踏まえて、地球環境変化を把握し、将来を予測することが求められている。特に、膨大な体積、面積、熱容量を有する海洋は、大きな時空間規模で進行する地球環境変化において重要な役割を果たしていると考えられている一方、その実態には未解明な部分が多く残されている。 このため、機構は、未だ解明されていない地球環境変化の実態把握を進めて、その変化の中長期的な将来予測を行うため、地球環境変動モデル等の高度化に取り組む。これを実現するために、観測網の無人化、省力化、高精度化等に向けた新たな観測技術の開発等を行うなど観測網の整備・高度化を図るとともに、多様な手法を組み合わせることで、我が国沿岸域を含むアジア地域、北極域、北西部太平洋、熱帯太平洋、インド洋等の重点海域等の高精度な観測を実施する。また、これら観測により得られたデータの蓄積・分析やモデルの高度化を行うことで、昇温、海洋酸性化、貧酸素化、生態系変動等の海洋に表れる地球環境変化の実態把握やプロセスの理解を進める。その上で、こうした取組により得られた地球環境変化に関する新たな知見と人間活動との相互影響に関する評価を行い、人間活動の影響を含めた地球環境変化の中長期的な将来予測を導き出す。得られた成果については、国内外の各種活動を通じて発信することで、我が国及び国際社会等における政策の立案等に貢献する。 （２）海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発 我が国の周辺海域には、多様な生物、鉱物、エネルギー資源等の海洋資源が存在すると考えられているが、それらの海洋資源については、未確認のまま残されているものも含め、ごく一部しか有効利用できていない。特に、深海・深海底等の科学的調査が進んでいない海域には、表層域とは異なる生態系等が構築され、数多くの未															
								【評定】A							
								見込評価				期間評価			
								A				—			
								FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	
A	A	A	A	A	S										

発見の生物が生息していると考えられている。この中には人類社会に有用な機能を持つものも存在し得るため、これら未知の機能の発見・解明が必要である。また、我が国の領海等に賦存する鉱物資源の有効利用のためには、有望資源の賦存する海域や賦存量を把握する必要がある、このためにはその形成メカニズムの解明が重要である。

このため、機構は、海洋の調査・観測で採取した海洋生物を含む各種試料を分析し、海洋生態系における炭素循環・窒素循環・エネルギー循環等を把握するとともに、ナノ科学や情報科学等との学際連携を進めて、海洋生態系が有する未知の機能を解明する。

また、海底鉱物資源の有望海域の推定のため、これまでの調査・観測等で得られた試料、データ等を詳細に解析し、海底資源生成モデルを体系化・普遍化することにより、有望資源の成因プロセスを解明する。

これらの研究開発を進めるに当たっては、必要に応じて（１）の研究開発課題の成果を取り入れるとともに、他の大学や公的研究機関、民間企業等との連携を強化することで、より効果的な成果の創出を目指す。また、得られた試料、データ、科学的知見等を積極的に産業界へ提供することで、海洋資源の産業利用の促進に貢献する。

（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発

我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び海域で発生する地震の長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。

このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震活動に関する現状把握・長期評価及び海域火山活動評価に貢献する。

これを実現するために、防災科学技術研究所や大学等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測設備の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。

（４）数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発

人間の経済・社会活動が多岐にわたり、生態系と生物多様性の破壊、気候変動、海洋酸性化など、人間活動が地球システムの機能に大きな影響を及ぼすに至った今日において、将来にわたって豊かな社会を存続させるためには、相互に関連している地球環境、経済及び社会の諸課題に対して統合的に取り組み、解決していくことが必要となっている。従来、上述（１）から（３）のような個別の研究開発課題で得られる知見を基に対策が検討されてきた。しかし、これら種々の対策には、地球環境、経済及び社会に与える効果が、相乗便益（コベネフィット）をもたらすもののほか、一方を達成しようとする他方を犠牲にしなければならないトレードオフの関係に立つものもあるため、その効果を科学的見地から検証し、有意な対策を選択していくことが必要とされている。

このため、機構は、複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性を発見・解明するために、高度な数値解析を効率的に行う情報基盤の整備・運用を図りつつ、機構内の様々な分野の研究者及び技術者や国内外の関連機

関等と連携して、海洋・地球・生命に関する情報・データを収集・蓄積するとともに、高度化した数理科学的手法を用いてこれらのデータを整理、統合、解析する。また、高性能なユーザインターフェースを構築して、数理科学及び情報科学の専門知識を有しない利用者のニーズにも即して最適化した情報を創生し、提供する。

（５）挑戦的・独創的な研究開発と先端の基盤技術の開発

海洋は、氷海域、深海底、海底下深部等の到達困難な領域や多種多様な未知の生物種が存在するなど、今なお人類に残されたフロンティアである。これらフロンティアへの挑戦や新たな分野の開拓のためには、これを可能にする科学的・技術的な知的基盤を構築し、その利用を推進することが必要であり、これにより、人類の知的資産の創造や新たなイノベーション創出に貢献することが期待できる。

このため、機構は、世界をリードする新たな学術領域や技術領域の開拓に向けて、分野や組織の枠を越えた柔軟かつ機動的な研究体制を構築することなどにより、新規性・独創性を有する挑戦的な科学研究に取り組むとともに、研究者の自由な発想や新技術の組合せによるボトムアップ型の技術開発を推進する。これにより、将来を見据えた研究・技術シーズや我が国独自の独創的な技術基盤を創出する。

また、上述（１）から（３）の研究開発課題の成果最大化を図るとともに、MDAに資する海洋調査・観測体制の強化など、我が国の海洋政策等の推進に貢献するために、未踏のフロンティアへの挑戦に不可欠な海洋調査・観測用のプラットフォームを展開し、その運用技術及び技能の向上を図るとともに、海洋ロボティクス、深海探査技術、大水深・大深度掘削技術等の海洋調査・観測技術の高度化に取り組む。これにより、同プラットフォームの安全かつ効率的な運用を実現するとともに、氷海域及び深海底を含む多様な海洋・海底下環境に対応する高精度な探査・調査能力を獲得する。

【インプット指標】

（中長期目標期間）	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
予算額（千円）	38,273,106	34,517,068	47,501,285	50,890,426	59,178,264	64,783,268	
決算額（千円）	32,635,501	30,694,496	38,736,975	33,391,865	36,317,076	50,373,203	
経常費用（千円）	33,312,685	32,005,920	29,861,106	29,550,664	30,859,075	37,827,767	
経常利益（千円）	▲575,951	▲870,527	▲443,428	▲320,432	512,658	▲443,431	
行政コスト（千円）	43,048,711	37,157,763	32,492,244	31,413,410	32,728,600	39,702,133	
従事人員数（人）	734	673	666	734	730	744	

*従事人数については本項目に関連する部署の所属人数の合計。（ただし担当者が明らかな場合は当該部署の担当者数をカウント）複数の項目にまたがる部署については重複して人数をカウントしており、評価書全体での「インプット指標」の合計と職員数は一致しない。兼務者は含まない。

中長期計画・評価軸等	業務実績	評価コメント
		評価：A 「海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進」の項目について、本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出等が見込まれることから、自己評価を「A」とする。項目ごとに特に顕著な成果を含む以下のような研究開発成果を創出した。 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発については、全球海洋観測を基盤とし、北極域研究や気候変動と人間活動の関係解明に関し大きな進展があった。特に、北極海に流入する暖かい河川水による熱拡散の定量的評価や、太平洋側北極海の海洋垂表層における貯熱量の顕著な増加を明らかにするなど、北極域の海洋熱収支に関する新たな知見を得た。これらの成果は、北極域の海洋環境及び生態系のアセスメントに活用されることが期待される。また、亜寒帯域におけるプランクトンの生育に影響を与える可溶鉄の黄砂による供給量の定量的評価や、森林火災で放出されたエアロゾル粒子が数千キロメートル離れた西部北太平洋上における氷晶核濃度の上昇に寄与することの解明など、人間圏の諸活動が与える影響の実態把握及び評価について特筆すべき進展があった。観測データや数値モデルを活用した気候変動現象の理解においても科学的に非常に高い意義を有する成果を得ている。国際計画への参画による観測体制の充実を背景に、海洋大循環の理解深化や予測実験のための気候モデル・地球システムモデルの開発において顕著な成果を創出した。また、海洋プラスチック研究の学術的価値向上に寄与した期でもあり、一部の成果はプラスチック汚染に関する法的拘束力を有する国際条約への提出レポートに引用されており、今後の議論における科学的根拠としての活用が期待される。

得られた成果を背景に、他にも活発に国内外の様々な場における人的貢献及び施策立案等への知見の提供がなされた。特に、IPCC 第7次評価報告書に向けては、コロナ禍におけるロックダウンの影響評価やメタン同位体比を用いた農畜産業由来のメタン排出の重要性指摘など、科学的に重要な知見の発信に至った。研究開発マネジメントでは、中長期目標期間開始時より推奨していた課題横断的連携が実を結び、期中を通じて高い活性と挑戦的な取組を維持できている。

海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発については、生物・非生物両面から海洋における物質循環及び有用資源の成因理解に関し大きな進展があった。具体的には、全 20 種類のアミノ酸の炭素・窒素安定同位体比 (^{13}C 、 ^{15}N) の微量精密測定法を改良し、これを応用してサケの脊椎骨に保存される生態履歴の復元を実現した。動物プランクトン試料の窒素同位体比に基づく北太平洋域の同位体比地図（アイソスケープ）と組み合わせることで、サケの回遊経路を個体ごとに推定する統計モデルを構築し、新たな回遊経路推定手法を確立した。本方法はマサバ眼球の水晶体にも適用可能であることを明らかにしたほか、独自開発のマイクロ切削技術を用い、クロマグロ類の耳石等を対象とした解析を行い、海洋生物資源の回遊経路把握に向けた知見を得た。海底資源については、コバルトリッチクラスト（鉄マンガン酸化物）の成因研究を進め、沿岸域と遠洋域における化学組成や形成年代の比較、海山平頂部と斜面における化学組成や生成速度の比較等により、海底資源の形成過程を分析して生成モデルを提案した。

特に期の後半には、得られた科学的知見、技術、データ及びサンプルを関連産業に展開し、我が国の海洋産業利用の促進に寄与した。例として、令和2年2月に開始した深海堆積物・深海微生物株の外部提供を行う深海バイオリソース提供事業において、令和6年度末までに水深 8,000 メートルまでの深海堆積物約 1,000 種類、

好気条件で培養可能な深海微生物株約 5,300 株を整備し、これまでに延べ 35 の民間企業・研究機関へ提供を実施した。また、深海バイオリソース提供事業とニーズの接点拡大を図るため、一般財団法人マリンオープンイノベーション機構及び独立行政法人製品評価技術基盤機構と利用促進に関する連携覚書・協定を締結し、医薬・化粧品・バイオ関連展示会への出展等を通じ利用拡大に努めた。さらに、炭化水素資源採掘における賦存量評価の精度向上や探査深度（最大約 2 km）を目指した海洋電磁探査技術の実現に向け、令和 3 年度より企業との共同研究を開始し、知見の蓄積と技術移転を推進している。技術移転は最終段階にあり、内閣府の研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム（BRIDGE）に採択されたことから、令和 7 年度より民間船舶を用いた最終実証試験の実施を予定している。

海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発については、科学的に非常に高い意義を有する成果を多数創出し、政府委員会等へ重要な観測データを随時報告するなどの貢献を果たした。具体的には、南海トラフ紀伊水道沖に設置した長期孔内観測システムの整備を完了するとともに、南海トラフ全域において従来モデルより一桁以上高い解像度のプレート境界断層モデルの構築に成功した。これらの成果は南海トラフにおける地震推移予測手法の開発に活用されている。また、日本海溝における一連の研究成果を踏まえ、国際深海科学掘削計画（IODP）第 405 次研究航海「日本海溝巨大地震・津波発生過程の時空間変化の追跡（JTRACK：Tracking Tsunamigenic Slip Across the Japan Trench）」を主導し、実現に至った。さらに、鬼界カルデラの研究においては、岩石・地質学的研究と地震・地球物理学的研究を統合し、新たな知見を得た。これにより巨大噴火を起こしたカルデラ火山の時空間活動モデルを世界で初めて提案した。

紀伊半島沖に設置した長期孔内観測システム

の観測データについて、気象庁及び地震調査研究推進本部への報告を開始し、令和6年8月及び令和7年1月に発令された南海トラフ地震臨時情報に関連した報告も行った。また、令和6年に発生した能登半島地震等に関しては、機構内関連部署及び国内関係機関と連携し、迅速に緊急調査を実施した。

数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発については、中長期目標期間前半において、巨大地震の波動伝搬シミュレーションを活用した各地点の地震動評価、気候の季節予測情報と南アフリカにおけるマラリア発生数データを用いた感染症発生予測、海洋環境変動情報と多様な魚種の資源分布データ統合による海洋生物分布の推定・予測の3課題に重点的に取り組んだ。後半には、海洋プラスチックごみの画像解析や熱中症リスク情報予測、軽石漂着の予測シミュレーション、デジタル生簀の開発など社会的課題の解決に向けた多様な研究開発を推進した。これらの成果は、「数値解析レポジトリ」及び「四次元仮想地球」のウェブサイトを通じて公開しており、海洋地球データに付加価値情報を付け、国内外の幅広い利用者のニーズに即して最適化した情報を創生し、提供している。

研究開発の実行基盤である地球シミュレータ(ES3/ES4)は極めて高い可用性を確保し、安定的運用を実現したほか、ネットワークやストレージ等の大規模整備を推進した。また、データ公開のためのソフトウェア(DaCS)を開発し、容易なデータ連携環境を構築している。さらに、開発されたソフトウェア等は産業界においても幅広く活用され、共同研究やライセンス契約によって成果を上げている。研究開発マネジメントでは、数理分野と他部門の橋渡しを積極的に推進し、異分野間連携や研究者交流を促進することで組織全体の研究力強化に寄与した。

挑戦的・独創的な研究開発の推進については、多くの研究及び技術開発項目において当初

計画を遥かに上回る進展及び成果を達成するとともに、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく当初想定しなかった進展と成果が得られた。具体的には、「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明」、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」、「第2の電気合成生態系の発見」、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示が挙げられる。体系的総説や一般書の出版、国際会議や一般向け講演を通じてその定着も大きく進み、最終目標である新しい学術領域の創成に向けて期待を遥かに上回る達成があった。

挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化、成果や技術の価値化のためのアウトリーチや社会への働きかけ、特に次世代人材育成の企画（「ガチンコファイト航海」、「すべらない砂甲子園」等）を実施した。戦略的・効果的に社会に発信することにより、研究開発のマネジメントと成果の価値化を導くマネジメントとの相乗効果を生み出し、次世代を担う研究者の育成に向けて期待を遥かに上回る達成があった。

海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発と運用については、深海探査に必要な新技術の開発と探査システムへの迅速な応用により、深海探査能力の大幅な向上を実現した。水中音響通信技術では世界トップレベルの速度で通信が可能な装置を探査機で安定運用させるとともに、音響測位統合装置の開発により複数機同時運用が可能になった。これらの技術を基盤として活用し、将来に向けた新たな深海探査システムとして、ランダーシステムと小型 AUV を組み合わせた探査機を提案し開発を推進した。また、探査機の小型・軽量化に大きく貢献する耐圧容器、サーボモータ及び自律行動の強化によるサンプル採取に向けた個別技術の作動確認を行うなど、フルデプスからのサンプルリターン実現可能性の目処を立てた。さらに、広域深海探査能力の確保に向けては、自律型無人探査機「うらしま」を改造し、機構による最先

(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発

本課題では、国際的な研究枠組みや協力体制を活用し、地球環境の保全に資する観測及び予測に係る研究開発を推進する。そのため、我が国周辺海域に加えて、北極域、北西部太平洋、熱帯太平洋、インド洋等において、機構がこれまで実績を積み重ねてきた地域を重点化し、海洋酸性化、貧酸素化、昇温、生物多様性の喪失、汚染物質による影響等、海洋表層から深層までの広範囲にわたって、世界的な課題とされる環境変化の実態を科学的に解明するとともに、それらの変化に関する数年から百年程度の中長期的な将来予測に取り組む。また、前述の重点地域は、季節レベルでの我が国の気候の決定に影響を及ぼす地域であることから、発生する諸現象のプロセスの理

端の音響通信技術を導入等することで、試験段階において国産 AUV として最深の水深 6,606.3m に到達するとともに、水深 8,000m での調査が可能となる見通しを得た。

海洋調査プラットフォームの運用では、第4期中長期目標期間開始時の部署統合により、研究船と地球深部探査船「ちきゅう」で培われた知見・経験が相互活用され、緊急航海や IODP 第405 次研究航海 JTRACK を含む難易度の高い業務に生かされるとともに、研究開発成果の最大化に寄与した。JTRACK においては、関連機器の性能向上を図るとともに強潮流対策を徹底し、深海域での掘削を安全かつ効率的に行うことで、ターゲットである断層帯を含む浅部から深部までの連続したコア試料取得に成功した。また、乗船・訪船基準の策定、PCR 検査実施等の体制を迅速に整え、コロナ禍にも研究航海を安全かつ安定的に実施し、調査・観測活動を支えたことは顕著な成果である。さらに、北極域研究船「みらいⅡ」の建造及び運用に向けた取組も着実に進展している。

補助評定：A

本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

【評価軸：海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。】

<フローチャートにおけるアウトカム「地球環境の保全、気候変動への対応」に該当>

本中長期計画期間を通じ、すべての課題で、観測、開発に関して無事故、法令違反なく、中長期計画に基づき戦略的に実施できている。特に北極航海では外務省を通じた綿密な調整によ

解を進めるとともに、観測機器や手法の自動化、観測機器の小型化等を推進し、観測自体を無人省力化していくことで、経済的かつ効率的な観測網への転換を促進する。

本課題によって得られた科学的なデータや知見については、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）・パリ協定、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）、気候変動に関する

政府間パネル（IPCC）報告書、北極評議会（AC）のワーキンググループ等に係る各種活動等を通して積極的に発信し、SDGs の特に目標 13（気候変動に具体的な対策を）や目標 14（海の豊かさを守ろう）等の国際的な政策課題の達成に貢献するとともに、我が国の海洋基本計画等に示された政策課題の達成にも貢献する。

り、コロナ禍における活動制限の時期であったが無事の航海を完遂した。また、航海計画の効率化などにより、燃料費単価の高騰に対しても計画どおりの航海を実施している。

全球観測研究においては、Argo 計画や全球船舶各層観測プログラム（以下「GO-SHIP」という。）等への参画による観測の充実に基づく海洋大循環の理解の深化（例えば、Kawai et al., 2020, J. Oceanogr.; Shigemitsu et al., 2020, Front. Microbiol. など）、人間圏の諸活動が与える影響の実態の把握と評価（例えば、Nagashima et al., 2023, Sci. Rep.; Taketani et al., 2025, Environ. Sci. & Technol. など）、予測実験のための気候モデル/地球システムモデルの開発（Hajima et al., 2020, GMD、など多数）など、中長期計画期間全般において機構/地球環境部門らしい分野で想定を超える成果が得られている。

さらに、全球海洋観測網、陸域における観測網を維持し、地球環境の保全、気候変動への対応に必須のデータを計画どおり提供している。

北極域研究においては、北極域の海水熱収支にかかる新たな知見の提供に資する成果を複数公表した。船舶や衛星での観測の困難さ等から推定が難しかった北極海に流入する暖かい河川水による熱の広がりについて、新たに河川水温の計算を組み込んだモデルにより初めて定量的に評価し河川水による熱流入が北極海の海水厚を地域的に最大 10%以上減少させ北極温暖化増幅の一因であることを明らかにしたこと（Park et al., 2020, Sci. Adv.）、海洋地球研究船「みらい」による約 20 年間の観測データをまとめて解析し、ベーリング海峡から流入する暖かい太平洋起源水の水温の上昇や海洋循環の変動などを理由に、これまで報告例がほとんどなかった太平洋側北極海においても海洋亜表層（水深数十メートル）の貯熱量が約 1.8 倍と顕著に増加していることを明らかにしたこと（Muramatsu, Watanabe et al., 2025, Sci. Rep.）など、本中長期計画期間全体を通じて顕著な成果が得られた。これら北極域における海洋熱輸送プロセ

スの継続的なモニタリングは、海水の熱的減少をはじめとした海水変動の理解等を通じて、海洋環境や生態系のアセスメントにも活用されることが期待される。

加えて、海洋マイクロプラスチックの実態解明に向けて、技術開発面・研究面の両面で想定を大きく超える成果が創出された。本中長期計画から本格的に着手した分野ではあるものの、技術開発面ではコンタミネーションを防ぐ堆積物採取手法やマイクロプラスチックの自動分析に向けたハイパースペクトル技術などの各種要素技術開発を進め（例えば Tsuchiya et al., 2019, Methods X; Kitahashi et al. 2021 Analytical Methods など多数）、令和6年度末にはマイクロプラスチックの材質・形状・個数を高速かつ非破壊的に測定できる半自動分析装置を民間企業と共同で開発するに至った（Nakajima et al., 2025, Environ Sci: Adv）。研究面では、船舶等による観測を実施し、陸で発生するプラスチックの流出と極域へ輸送される経路の解明（例えば Ikenoue et al., 2022, Sci Total Environ など）、中深層における水柱マイクロプラスチックの分布と沈降プロセスの解明（Zhao et al., 2023, PNAS Nexus）、などの多数の知見を得た。令和6年度末には、これまでほぼ未解明だった海面下の水柱におけるマイクロプラスチックの空間分布パターンの把握を大きく進めることができ、Nature 誌に掲載されるまでの成果となった（Zhao et al., 2025, Nature）。一部論文は政府間交渉が続いているプラスチック汚染に関する法的拘束力のある国際文書（条約）に提出されたレガシープラスチックに関するレポートに引用されており、今後の更なる議論への科学的根拠としての活用が期待される。

【評価軸：得られた成果を国際社会、国等へ提供し、政策立案等へ貢献しているか。】

＜フローチャートにおけるアウトカム「国際社会、国等における政策等への貢献」に該当＞

G7 海洋の未来イニシアティブ（Future of the

Seas and Ocean Initiative。以下「FSOI」という。) ワーキンググループにおいて OneArgo 及び海洋デジタルツインでは共同リード、北極域海洋観測ではリードを日本が務め、このうち OneArgo と北極域海洋観測については地球環境部門から専門家等を派遣し、科学的知見のインプットを実施したことで、G7 科学技術大臣会合コミュニケ等における海洋観測推進に関する提言に至ったことは、非常に重要なアウトカムの一つである。

このほか、国際連携による北極海同時広域観測プロジェクト (Synoptic Arctic Survey。以下「SAS」という。) の実施や事務局の受諾、北極域観測の成果に基づく北極評議会の作業部会の一つである北極圏監視評価プログラム (Arctic Monitoring and Assessment Program。以下「AMAP」という。) の活動の推進、中央北極海無規制公海漁業防止協定に関するワーキンググループ (Working group for Integrated Ecosystem Assessment of the Central Arctic Ocean。以下「WGICA」という。) への参加及び報告書作成への貢献、気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change。以下「IPCC」という。) 第6次評価報告書 AR6 (リードオーサー、レビューエディター)・第7次評価報告書 AR7 (リードオーサー) としての参画、国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP/UNFCCC) での Earth Information Day などにおける5回連続での科学的知見等の情報発信、沖合海底自然環境保全地域の継続的なモニタリングなど、国際協力や政策等への貢献においても想定を超えるアウトプットを行った。特に、IPCC AR7 に向けては、コロナ禍のロックダウンの影響の評価 (Sekiya et al., 2023, Sci. Adv.)、メタン同位体比を用いたメタン放出における農畜産業からの排出の重要性の指摘 (Chandra et al., 2024, Comm. Earth & Environ.) などの科学的に重要な知見の発信に至るなど、特筆すべき貢献をしている。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】
＜フローチャートにおける取組「国内外の各種活動を通じた科学的知見の発信、エビデンスの提供」に該当＞

年度計画を部署ごと、さらには研究者等個人ごとの目標、計画まで落とし込むことで、適切に年度計画が実行されるようにマネジメントしている。その上で、次期中長期計画への発展可能性等も見据え、研究者等個人の自由な発想に基づく新規研究の実施も適宜進めるよう環境を整えている。

研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントとして、様々なレベルにおいて部署間の密な連携を中長期計画期間全般での目標としており、海域地震火山部門（海底ケーブル観測の拡張、HF レーダーデータ同化による津波早期警戒予測精度向上）、付加価値情報創生部門（結合同化システム、JCOPE-MORSETS、津軽ジャイアーにおける広域の生物生産）、超先鋭研究開発部門（ラマン分光分析技術）、技術開発部・超先鋭研究部門（日仏ニューカレドニア調査）などを例に、多様な部門・分野間で連携し、ユニークな活動を通して科学的成果を出していることを高く評価する。

あわせて、課題間でも、北極海に流入するマイクロプラスチックの推定、シベリア森林火災で放出されるエアロゾルの氷晶格形成への影響評価などの成果も得られた。

民間企業との共同研究の結果として、反射型FTIR を用いてマイクロプラスチックの材質・形状・個数を高速（従来法に比べ約7倍）かつ非破壊的に測定できる半自動分析装置の開発に成功したことは、中長期計画を上回る成果である。

この他、むつ研究所における海峡情報公開サイト「MORSETS」による津軽海峡の流況短期予測情報の公開継続及び普及型海洋レーダーの実運用準備、アジア海色ポータルの開発・航海による赤潮に関連するデータの公開、沖合海底自然環境保全地域の継続的な調査への協力を通じた

①観測による海洋環境変動の把握と観測技術開発

本課題では、主に物理的、化学的な海洋環境の変動・変化を精密に把握し、観測、理論、予測の科学的なサイクルの加速に資する。特に北西部・熱帯太平洋における熱収支や淡水収支、物質収支の推定、それらと大気海洋相互作用との整合性の理解の深化、更には全球規模の物理的、化学的な海洋環境変化の把握に関する観測研究を行う。

生物多様性における重要海域選定への貢献も高く評価する。

フロートや船舶による観測について、準備から実際の観測に至るまで事故なく完遂することができている。

あわせて、観測によって得られた各種データは迅速に公開されており、船舶観測については航海ごとのデータブックを作成し、フロートについては格子データの提供、データ同化プロダクトの提供により、世界中で活用され成果の根拠となっている。

特筆すべき成果としては、Argo 計画や GO-SHIP 等への参画による観測の充実に基づく海洋大循環の理解の深化につながっていることであり（例えば、Kawai et al., 2020, J. Oceanogr.; Shigemitsu et al., 2020, Front. Microbiol. など）、これは想定を超える成果である。

また、本課題で目標としてきた新たな観測システムの提案については、シグネチャを活用した海洋データ同化システムの実装や大気プロファイルの推定、ウェーブライダーや係留ブイを用いた海面フラックス推定の高度化への着手などが進んでおり、高く評価できる。

国際社会、国等の政策への貢献においては、G7 FSOI における OneArgo へのインプット及び専門家の派遣、これまでの協力関係をベースとしたインドネシアおよびフィリピンに展開する観測サイトの（撤収ではなく）機材の無償譲渡による現地期間による観測への移行、全球海洋観測パートナーシップ（Partnership for Observation of the Global Ocean。以下「POGO」という。）を通じた「みらい」航海への外国の研修生を受け入れ準備（実際の乗船は令和7年度）などはキャパシティビルディング、アウトリーチに関するアウトカムにつながる重要なアクションとなった。

これら活動は中長期計画を上回るものであ

具体的には 2021 年度までに、
・ 国際的な枠組みの下で実施されている観測システムの維持運用、大型係留ブイの運用を省力化するための表層グライダーや無人自律航行艇の実用化、自動観測の拡充のための漂流型観測フロート等を用いた新たな観測技術の開発

・ 海洋・大気における諸現象の素過程の理解を目的とした、熱帯域等の大気海洋相互作用が活発な海域における、上記の新たな技術を活用した試験的な観測等に取り組む。

Argo フロート観測（4,000 本の維持）、全球船舶各層観測プログラム（GO-SHIP）観測（年 2 回の貢献）を中長期計画前半の間に無事故で実施した。Argo Steering Team の Co-chair（須賀招聘上席研究員）、GO-SHIP Science Committee の Executive Group Member（勝又グループリーダー）など各コミュニティにおいて要職を輩出した。密度計による塩分測定の実用化に目途が立った。

研究志向の将来性を吟味し、現業的になっていた Triton ブイの観測を終了するとともに、科学的価値の高いフィリピン沖のスーパーサイトを拡充した（2 回の「みらい」航海）。熱帯におけるウェーブグライダーやアルゴフロート観測をテスト的に繰り返し、国際協力の中でフラックス研究に焦点を絞るなど限られたリソースの選択と集中投資によって、中長期計画後半の熱帯域の高品質な観測を維持できるように観測スキームを確立した。

DeepArgo、乱流フロートの経験値を積み、アルゴの国際コミュニティに情報を発信した。AI の活用による日本独自の品質管理への貢献も中長期計画前半の大きな成果であり、少ないリソースで機構の得意分野を確立することができる状況が整いつつある。これらの活動を推進することで、将来、国際コミュニティに対して独自の貢献が期待できる。

期中でアイデアが進んだ、統計学・数学理論（ラフパス理論）を取り入れたデータ同化手法の実装に着手できた。将来、海洋科学データ解析全般に応用の可能性がある。

夏季季節内振動をターゲットにした海大陸研究強化年（Years of the Maritime Continent（YMC））の集中観測において、ウェーブグライダーに全球測位衛星システム（GNSS）受信機を搭載し、上空の水蒸気量を計測する技術を確立した。これにより、例えば線状降水帯への水蒸気供給の研究などに対して、船舶以外の手法による将来の観測の可能性を広げた。

コロナ禍の中、令和 2 年度は「みらい」航海を YMC プロジェクトの一環として実施することでフィリピン、パラオ等の機関の協力を得て 45 日間に及ぶ集中観測を実現した。将来の安定した観測網維持を企図し現地機関職員と共同でデータの高精度化を実施し、補正済みデータを公開した。また手法は論文として発表するだけでなく、現地の運用改善と職員への人材育成に寄与した。

コロナ禍で断念した一部観測についても、現地機関との活発なコミュニケーションにより、リモートで指示しながら現地職員だけで

る。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

- ・既存技術と新技術を統合した観測システムを活用し、北西部太平洋における海盆レベルでの海洋大気間の熱収支や淡水収支、物質収支の実態を調査することによる、亜寒帯海洋構造の成因、維持機構の理論の再構築

- ・我が国の季節レベルの気候に大きな影響をもたらすエルニーニョ、インド洋ダイポールモード等の諸現象の発生プロセスと熱帯太平洋域の海洋循環、水塊の挙動、輸送過程等との関連性の把握等に取り組む。

代替観測を実施し、データを取得した。この経験を通して、今後の観測の在り方についての認識を双方で深めた。

Argo フロートを順調に展開し、高精度な品質管理も継続した。その結果として格子データ及びデータ同化プロダクトを提供し、気候変動の指標の一つである海面上昇などの理解の精緻化につながった。

G0-SHIP 観測を4回実施（令和7年4月実施を含む）し、日本周辺及びインド洋での高精度な観測データを取得し公開した。G0-SHIP 航海について日本は米国、英国に次いで貢献しており、その半分は機構が実施している。

このほか、塩分標準の歴史的見直し、深層高感度センサの開発、Deep Argo 用センサの圧力依存性の研究など深層に対して必要な観測技術研究を継続的に進めている。

これらを通じ、海洋熱波に伴うサブダクションの変化の解明（Kawai et al., 2020 J. Oceanogr.）や蛍光性有機溶存物の大規模観測による炭素循環における大循環と溶存態有機物（Dissolved Organic Matter（DOM））の役割評価に向けた基礎的な成果（Shigemitsu et al., 2020, Front. Microbiol.）を得るなど、全球・海盆スケールの海洋循環評価につながる成果を創出するとともに、海洋観測の有用性と必要とされる条件の洗い出しに貢献した。

あわせて、データ同化手法を長年の海洋循環再現へ応用するなど、データ解析手法の探索に一定の貢献を行った。

世界中で最も海面水温が高い暖水プールと呼ばれる東部インド洋から西部太平洋において、「みらい」による複数の観測航海と係留ブイ観測を継続し、大気海洋相互作用にかかわるデータの取得を継続した。

あわせて、本中長期計画期間中にインド洋ダイポールモード現象（Indian Ocean dipole。以下「IOD」という。）などの海洋変動を研究するグループと降水など大気変動を研究するグループを統合し、極端現象の背景となる現象の理解・解明に努めた。その成果として、IOD の発生要因解明や暖水プールの変動と季節内変動の関係発見など、統合後3年で62編の論文となり、最終的には100編近い成果を創出する見込みである。

また、国際プロジェクトである YMC の拠点機関として、成果促進策として7学会21誌横断型の合同特集号を企画し、令和7年2月末現在で120編（遡及分を含むと180編）以上の成果を創出してい

加えて、自らが新たな観測システムの有効性を検証し、次世代の全球海洋観測システムの方向性を世界に提言するとともに、島嶼国の協力を取り付け、熱帯域における海洋と大気の変動を定常的に把握するための観測データ流通網確立を目指す。

②北極域における環境変動の把握と海水下観測技術開発

地球温暖化の影響が最も顕著に現れている北極域において、海洋・海水環境の現状把握のためのデータの取得を促進し、海洋と海水との相互作用等の気候・環境システムの理解を進めることにより、北極域の環境変動に係る将来予測の不確実性を低減するための研究開発を行う。

る。

これら論文による成果創出には、その基盤となる観測の実施だけではなく新技術の導入が加速要因となった。フロートを活用したフラックス研究の促進に加え、水蒸気観測は人工衛星だけでなくAI/ML (Machine Learning) も取り入れ高度化し、また、ウェーブグライダーや船舶、フロート、係留システムを用いた統合的な観測を複数回実施し、いずれも次期研究の土台を築いた。

また、世界気候研究計画 (World Climate Research Programme. 以下「WCRP」という。) や世界気象研究計画 (World Weather Research Programme (WWRP)) など国際機関、プログラムの委員等を務め、機構の活動・成果と国際的動向のリンクを実現するとともに、一部では国際・学際計画の立案に寄与することで、主導的な役割も果たしている。

さらに、モンスーン等の長期的な観測を体制の見直しを行い、長年の協力体制を基盤としてインドネシア及びフィリピンにおいて機材の無償譲渡による現地機関による観測へ移行した。

船舶や陸域での観測について、準備から実際の観測に至るまで事故なく完遂することができている。特に、「みらい」北極航海については、外務省を通じた綿密な調整により、コロナ禍における活動制限の時期であったが無事の航海を完遂したことは、重要な意義があった。

特筆すべき成果としては、北極域の海水熱収支にかかる新たな知見の提供に資する成果を複数公表したことにある。北極海に流入する暖かい河川水による熱の広がりについて初めて定量的に評価し、河川水による熱流入が北極温暖化増幅の一因であることを明らかにしたこと (Park et al., 2020, Sci. Adv.)、海洋地球研究船「みらい」による約 20 年間の観測データをまとめて解析し、これまで報告例がほとんどなかった太平洋側北極海においても海洋垂表層の貯熱量が顕著に増加していることを明らかにしたこと (Muramatsu, Watanabe et al., 2025, Sci. Rep.) などは本中長期計画期間中の顕著な

- 具体的には 2021 年度までに、
- ・船舶、係留系、漂流ブイ等による観測データや衛星観測データを用いた、北極海における基礎生産等の環境要素に関する時空間的な変動の解析と可視化、それらのデータの公開
- ・北極海広域観測計画への参画、高精度なデータの取得とそれらのデータの公開

北極海域の CO₂ 及び基礎生産についてのマッピング・国際比較やデータ公開は順調に進められている。

進行する北極温暖化の中で、河川水が海氷減少や北極温暖化増幅に与える影響など海洋を中心とした大気-海氷-海洋-陸域間の関係性に関する研究や、物理-化学-低次生物にわたる研究成果を公表することができた。

北極評議会の作業部会が行う報告書作成や成果の情報発信に積極的に貢献した。

新型コロナウイルス感染拡大に伴い各国の計画が中止や延期になる中で、関係機関・研究者の多大なる尽力もあり、海洋地球研究船「みらい」による観測航海を毎年実施し、太平洋側北極海での貴重な観測データを取得、公開することができた。また北極海広域同時観測計画（SAS）において主導的役割を担い、その推進に貢献した。

令和 4 年度以降の航海計画立案や更にその先の国際共同・連携観測

成果である。

このほか、北極域で起きている環境変化の実態を示す成果（Nishino et al., 2023, Nat. Commun.ほか）も出ており、一部は SAS の枠組みによるカナダ・韓国との協同の成果となっている。

国際連携においても、本課題は高い活性を維持しており、前述の SAS への参画のみならず、令和 12 年に計画されている次期の北極海同時広域観測プロジェクト（SAS-2）に向けて令和 7 年 1 月よりその事務局を担うようになった意義は非常に大きい。また、「みらい」北極航海への公募を通じた若手研究者の乗船、北極域研究船「みらいⅡ」の国際研究プラットフォームとしての運用に向けた様々な分野の研究者・技術者を集めた国際ワークショップの開催なども評価できる。

国等の政策への貢献においては、G7 FSOI ワーキンググループのリード役、日本の代表として北極評議会の作業部会の一つである AMAP の活動の推進や WGICA への参加など、国際的にも重要な役割を主導しており、重要なアウトカムとなっている。

これら活動は中長期計画を大きく上回るものである。

・既存データと新たに取得したデータの比較解析や、気候モデル等の開発や活用による、海洋・海氷環境の変動と気候変動との関連性に関する知見の創出 ・北極海観測の拡充に向けた、小型の海氷下観測ドローンに係る要素技術開発、ドローン試作機の製作及び実海域試験による運用評価の実施等の推進等に取り組む。 さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、 ・北極評議会のワーキンググループ等が作成し公表する環境アセスメント報告書への得られたデータや知見の提供 ・中緯度域や熱帯域と同等のデータの充実に目的とした北極海広域観測の継続的な実施及びそれらのデータの公開 ・観測データと数値実験結果の統合による、北極域の海洋・海氷に係る物理的理解に基づいた将来予測の不確実性低減に資する知見の提供 ・海氷下観測ドローン等を活用した新た	を進めている。 コロナ感染拡大による出勤制限や情報セキュリティインシデントなどの影響を受けつつも、北極域のモデルの高度化やアップグレードを進めた。また既存データやモデル実験の結果から、気候予測モデルにおける海氷厚・面積の再現性の評価や、積雪アルベドフィードバックや北極温暖化増幅の将来予測に対する影響や役割などに関する研究成果を公開することができた。 海氷下観測用小型ドローン（COMAI）の開発と、測位システム（電波灯台）に関する研究・開発を進めた。COMAI は機体を完成させ、令和3年には「みらい」北極航海での初めての実海域試験を実施した。電波灯台は各種試験からその機能確認を完了している。 日本の代表として、北極評議会の作業部会の一つである AMAP の活動（会合への参加、専門家の推薦、報告書の提出など）を推進するとともに、WGICA にも参加を継続し報告書作成に貢献した。 また、G7 の作業部会の一つである G7 FS01 の専門家グループで北極域海洋観測のトピックにおいてリード役を担い、その議論をリードし、報告を行うなど、主導的な役割を果たした。 コロナ渦による制限や燃料費高騰による影響があったものの、令和元年から毎年「みらい」北極航海（北極プロジェクトによる受託航海）を無事故で完遂し、データの公開を進めた。特に、令和2年から令和4年には国際プロジェクトである SAS の国際連携航海として実施した。 部門内の連携及び北極プロジェクトや国際連携に基づく多数の成果があった。例えば、北極域で起きている環境変化の実態を示す成果（Nishino et al., 2023, Nat. Commun. ほか）を公表するとともに、海洋-陸域-大気の各圏が相互作用する現象を解明する成果を示した（Park et al., 2020, Sci Adv. ほか）ことなどは、北極域の変化とその影響評価のためには、多圏相互作用の理解が必要であることを示唆する重要な成果となった。 また、国際プロジェクトをリードする成果も公表（Watanabe et al., 2019, J. Geophys. Res. Oceans; Yasunaka et al., 2023, GBC など）し、令和6年度までの6年間で、査読付き英文誌での成果公表が主著・共著合わせて286本となった。 海氷下の観測を可能とするシステムの開発とこれにかかる基礎研
--	---

な北極海観測システムの運用等に取り組む。

加えて、北極域研究船の就航後に国際研究プラットフォームとして運用するため、積極的に多国間・二国間の共同研究を推進する。

併せて、若手人材の育成や観測データの共有を推進する。

③地球表層と人間活動との相互作用の把握

経済活動が活発な沿岸域や、地球温暖化の影響が顕著に表われている北極域等、我が国を含む全球の気候や環境に影響を与える地域を重点化し、地球表層を総合的に扱うために、海洋、大気、それらと不可分な陸域における、水循環や物質循環、生態系変動等を観測と予測の両アプローチから捉え、それら地球表層の

究・開発を実施した。海水下ドローンの実用化は想定よりやや遅れが生じているが、実際の海水下での試験運用（画像の撮影等）に加え、有索ではあるが自律航行試験の実施までに至っている。令和10年に「みらいⅡ」搭載機器として船側による運用を始める予定である。

「みらいⅡ」の国際研究プラットフォームとしての運用に向けた取組として、令和5年年11月に第1回国際ワークショップを開催し、科学のみならず工学・先住民・運用・国際連携など様々な視点から発表があり意見交換を実施した。令和7年10月に第2回を開催予定である。

あわせて、北極研究コミュニティが集まる最大のイベントである Arctic Science Summit Week を令和9年に函館で開催するための招致に成功するなど、「みらいⅡ」就航後の国際協力に向けて着実に体制を整えている。

これら取組を、実際の建造を所管する北極域研究船推進部と共に実施した。

また、SAS に関しては、令和7年から機構が事務局を引き受けることとなった。令和12年に計画している SAS-2 の実施に向けて、今後 Science and Implementation plan の取りまとめなどを進めていく予定である。

令和5年度に実施した「みらい」北極航海を対象として、海外を含む若手研究者からの研究提案公募を実施した。8か国から16件（うち海外11件）の応募があり、最終的には米国・英国・デンマーク・ポルトガルから5課題6名の若手研究者が航海に参加し観測を行った。令和6年度については、このうちポルトガルの若手研究者が再度「みらい」北極航海に乗船し、乗船後も研究生として受け入れ共同で分析を行うなど、日本と諸外国間だけではなく若手研究者間の新たな国際共同・連携の下地となった。

船舶や陸域での観測について、準備から実際の観測に至るまで事故なく完遂することができている。一部係留系の流出などはあったが、原因究明や対策は完了し、観測を継続している。

特筆すべき成果としては、AR7 の作成に向けて、コロナ禍のロックダウンの影響の評価 (Sekiya et al., 2023, Sci. Adv.)、メタン同位体比を用いたメタン放出における農畜産業が

変動等と人間圏における諸活動の相互作用を理解するための研究開発を行う。

具体的には 2021 年度までに、
・生物地球化学観測フロート、自律型の水中グライダー、航空機等を用いた新たな観測システムの提案と、船舶や係留系ブイ等による大気・海洋観測の拡充

北西太平洋において毎年船舶観測を行うとともに、係留系による観測点 K2 と観測点 KE0 での定点観測、生物地球化学（BGC）アルゴフロートによる広域観測を実施した。また、純国産かつ世界初となる新たなセンサを搭載した昇降フロートの開発に着手した。海空ドローンや船上での係留気球の有用性を評価した。

らの排出の重要性の指摘（Chandra et al., 2024, Comm. Earth & Environ.）などがあり、科学的に重要な知見の発信に至っている。

また、太平洋沖合での定点観測（長期時系列観測）と船舶等による統合観測を組み合わせ、亜寒帯域ではプランクトンの生育に影響する可溶鉄のうち黄砂による供給量が全体の約 25% に上ること、また亜熱帯域では降雨による窒素等の沈着が基礎生産力を変化させることなどを初めて明らかにする（Nagashima et al., 2023, Scientific Reports）など、顕著な成果が創出されている。

あわせて、国等の政策への貢献と関連し、IPCC AR6（リードオーサー、レビューエディター）・AR7（リードオーサー）としての参画するとともに、COP/UNFCCC での Earth Information Day などにおいて 5 回連続で科学的知見等の情報を発信するなど、想定を上回る顕著な成果を創出したと判断する。

さらに、むつ研究所における津軽海峡での海洋短波レーダーの観測継続と漁業者等への発信、アジア海色ポータルによるクロロフィル a 濃度データなどの提供（赤潮）など、研究成果の発信も着実に継続している。

海洋短波レーダーについては、船舶観測や衛星観測と統合的に解析することにより尻屋崎沖海底地形を津軽暖流が乗り越える際に引き起こす硝酸塩乱流鉛直フラックスが広範囲の生物生産維持に寄与することを明らかにする（Kaneko et al., 2025, Nat. Commun.）などの成果にもつながっている。

これら活動は中長期計画を上回るものである。

- ・海洋酸性化、昇温、貧酸素化等に係る海洋環境実測値の空白域減少とデータの充実を通じた、炭素や微量物質の循環、海洋生態系、陸上植生変動等の実態把握

- ・前述の各現象におけるプロセスごとの水収支や物質収支、エネルギー収支等の理解度を高めるための、大気・海洋等観測データ、衛星観測データ、予測モデルによる数値実験結果等の総合的な解析

- ・ブラックカーボンの沈着や海洋酸性化等の環境汚染が進行している北極域と、その原因物質の主要な発生源であるアジア太平洋域における、環境汚染と人間活動との相互作用に関する評価

- ・機構がこれまで知見を蓄積してきた沿岸域である津軽海峡周辺域を試験海域とした、海況変動の把握・予測と、（４）とも連携した情報発信等に取り組む。

北太平洋の外洋から沿岸域の石灰質生物への海洋酸性化影響評価に資するマイクロX線CT法（MXCT）分析技術を構築し、国内外から3年間で4,202検体の計測を実施し、酸性化や形態学的解析に関する論文7報を公表した。また、空白域である南大洋、北極海、北大西洋のデータセットの取得を行った。上記に記載の航海では、アジア域由来人為起源物質による海洋生物地球化学への影響評価を軸とした学際的な観測を実施した。窒素栄養塩が枯渇している亜熱帯海域で、船舶で雨を追跡して培養実験を行い、降水後に基礎生産力が1.5倍に高まったことを確認し、世界初の知見を得た。

国際MAX-DOAS測定網、福江島でのエアロゾル等大気微量成分観測、陸上植生の真値計測を継続し、新たな衛星アルゴリズムを評価するとともに、10年超の長期トレンドを明らかにした。

大気輸送モデルMIROC4-ACTM逆計算システムを3種の温室効果気体（CO₂、メタン、N₂O）すべてに拡張し、メタンの人為起源排出の上昇等など、全球及び地域別の収支を明らかにし、IPCC第6次報告書（IPCC AR6）の主要結果につながる知見を提供した。大気組成の衛星データ同化システムを改良し、平時及び新型コロナ・ロックダウン時期の窒素酸化物（NOX）排出量変化やオゾン気候影響等を世界で初めて明らかにした。一次生産者の動的環境適応を定式化するとともに、多様な時空間スケールの事象がシミュレート可能な1度・1/4解像度・1/10解像度の海洋生態系－物質循環モデルを開発した。

上記の成果含め、IPCC AR6 WG1 報告書に筆頭著者・査読編集者として直接貢献し、国連気候変動枠組条約締約国会議（UNFCCC/COP）でもCO₂に関する発言が公式文書化されるなど知見が活用された点は想定を大幅に上回る結果となった。

ブラックカーボンの世界的な排出源である中国からの排出量が過去10年で4割もの急速な削減を遂げたが、現在でも「家庭」部門において主に排出が続いていることを明らかにし、対策コストの低い有効な削減対象であることを指摘した。

平成24年（2012年）からの津軽海峡東部での観測から検出されたpH/Ω急低下の原因を、近年の津軽暖流量の増加に見出した。

津軽海峡流況の季節変動の特徴や機構を解析した。地元利用者の要望を踏まえ、付加価値情報創生部門と連携し、短期流況予測技術開発及び断続的な情報発信の高度化を実施し、出漁前などに使いやすい海況情報公開サイト「MORSETS」としてリアルタイムで情報発信した。さらなる改良のため、東海大学との連携により発信情報の実社会での活用実態の予備調査を行った。青森県立むつ工業高校や琉

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

・各種観測データ、数値実験結果等を統合し、多様な環境ストレスに対する海洋生態系や物質循環の応答の定量的な理解を進めることによる、環境汚染やそれによる海洋生態系機能の変化等の環境変化と人間活動とを包括的に結びつける知見の創出

・海洋一大気一陸域における物質循環や生態系変動、物理化学現象について整合性のある理解、その理解に基づく地球表層と人間活動との相互作用、それらと気候変動との関係の明確化等に取り組む。

④地球環境の変動予測

これまで地球環境変動モデルは、地球

球大学と連携し、観測網充実にに向けた技術開発を実施中である。

太平洋沖合での定点観測（長期時系列観測）と船舶等による統合観測を組み合わせ、亜寒帯域ではプランクトンの生育に影響する可溶鉄のうち黄砂による供給量が全体の約25%に上ること、また亜熱帯域では雨による窒素等の沈着が基礎生産力を変化させることなどを初めて明らかにした（Nagashima et al., 2023, Sci. Rep.）。

このほか、BGC フロート観測による北西太平洋亜寒帯域の生物地球化学パラメータの季節・経年変動を明らかにする、実海洋に即した新しい低次栄養段階生物の動的環境適応モデルである FlexPFT の開発（Masuda et al., 2023, L&O Letters）など、海洋環境の変化に対するプランクトンの応答とそれが生態系に与える影響の定量的評価に資する成果も得られている。

むつ研究所近傍では、津軽海峡での海洋短波レーダーによる観測を継続し、船舶観測や衛星観測と統合的に解析することにより、尻屋崎沖海底地形を津軽暖流が乗り越える際に引き起こす硝酸塩乱流鉛直フラックスが広範囲の生物生産維持に寄与することを明らかにする（Kaneko et al., 2025, Nat. Commun.）などの成果創出につながっただけでなく、MORSETS サイトを通じた漁業者等への情報提供を継続して実施している。

情報発信という観点では、北部タイランドでのハイパースペクトル観測を通じた気候変動観測衛星「しきさい」GCOM-C/SGLI データの校正により正確な赤潮の評価が可能となり、それを用いてアジア海色ポータルを開発し、250m 水平解像度のクロロフィル a データなどの公開に至っている。

IPCC AR6 WG1 報告書の作成にあたり、機構で育った研究者を初めて執筆陣として送り出し、物質科学面で世界の最前線の成果の取りまとめに携わった。あわせて、論文やデータも多数引用された。

また、AR7 の作成に向けて、コロナ禍のロックダウンの影響の評価（Sekiya et al., 2023, Sci. Adv.）、メタン同位体比を用いたメタン放出における農畜産業からの排出の重要性の指摘（Chandra et al., 2024, Commun. Earth Environ.）など、科学的に重要な知見を発信した。

さらに、これら結果を COP/UNFCCC の国際会合等における発信などを通じて、人間活動などが地球表層の変動に与える影響を精緻に評価し、これら科学的知見・根拠の提供による政策立案支援に至った。

期間を通して、情報セキュリティを維持しつ

システムを構成する様々なサブシステムごとの時空間スケールに焦点を当て、比較的独立に複数が開発されてきた。本中長期目標期間においては、これらの地球環境変動モデルと観測研究との連携を強化することで個々の再現性や予測精度を向上させるとともに、各モデルが得意とする時空間スケールにおける再現性の高さ等の長所を活用してモデル間の連携を促進する。これにより、各々のモデルが扱う時空間スケールの重複領域や気圏、水圏、生物圏等、各圏の相互作用によって発生する極端現象や環境変動のメカニズムについて新たな知見を得る。また、これらの活動を通し、我が国の地球環境変動予測研究に係る中核として複数機関の連携体制を牽引することを目指す。

具体的には 2021 年度までに、
・マッデン・ジュリアン振動 (MJ0) 等の数週間から季節程度の時間規模におけ

高解像度数値モデルを用いた数週間から季節程度の大規模な数値実験を実施し、観測データと数値実験結果との比較解析から、季節内振動が台風進路に及ぼす影響や、エルニーニョ年における強い台

つ地球シミュレータを効率よく活用した丁寧なモデリングを実施し、ユニークな科学的成果と国等への政策への貢献をバランスよく完遂した。

国内の他研究機関/大学と連携しながら、気候モデル/地球システムモデルを開発 (Hajima et al. 2020, GMD、など多数) し、国際的な枠組みである結合モデル相互比較プロジェクト (Coupled Model Intercomparison Project。以下「CMIP」という。) に参加し、規約に従い多数のシミュレーション (例: 過去の気候再現実験や将来予測実験の結果) を実施した。これが IPCC AR6 WG1 報告書で使用されるとともに、機構を含む世界の様々な研究者が、本モデル/シミュレーション結果を利用した解析を行い、それらの結果が多数引用されることによって IPCC に大きく貢献したことは、非常に高く評価できる。

また、地球システムモデル (Earth system models。以下「ESM」という。) を用いた炭素循環変動の長期再構築データを提供することにより、全球二酸化炭素収支報告の最新評価版 GCB2023 及び 2024 へ貢献を開始した。

IPCC には将来シナリオに基づいた予測実験、「全球炭素計画 (Global Carbon Project (GCP))」に対しては炭素循環を含むモデルによる数年規模の予測データ等の提供を通じ、世界有数のモデルとして貢献しており、想定を超える成果と判断する。

また、これらモデル開発などを通じ、K-scale (1~数 km 格子) 気候シミュレーション実現に向けた開発、トンガ海底火山噴火で生じた津波において理論研究でのみ存在が予言されていたペケリス波の寄与を検出するなどの深淵な地球科学的成果も得られている。

これら活動は中長期計画を上回るものである。

る変動現象が、より短い時間規模で変動する台風等に及ぼす影響の理解を進めるための数値計算精度の向上

- ・これまで開発してきた個々の地球環境変動モデルの更なる高精度化、更にこれらのモデルを連携させた数週間から10年程度の環境変動を取り扱うことを可能とする数値計算システムの開発と、温室効果ガス濃度変動、海洋酸性化や貧酸素化、雲の変動等の諸現象への適用

- ・海洋、大気等の素過程の理解に基づいたモデリング手法の高度化、当該手法の活用による個別要素間での物質循環や物理的・化学的現象の相互作用を扱うための新たな手法の開発等に取り組む。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ

風の発生頻度の大气変動に起因する不確実性といった予測可能性に関する知見、極域成層圏の季節内スケールの変動が台風の発生に及ぼす影響や、季節内振動の発生における波動擾乱や日周期変動の影響など、現象間の相互関係に関する知見を獲得した。また、関連する物理過程やモデル解像度の改善により予測精度を向上し得る可能性を示した。いずれも、台風予測のリードタイム延長につながる、大きな意義を持つ成果と言える。

IPCC 第6次報告書貢献の一環として、CMIP6 で策定されている中核実験及び各種サテライト実験を遂行し、実験データの大半を国際データ配信システム(ESGF)にて公開するに至った。また、物理気候モデルMIROC6の記述論文出版をはじめとして、温暖化に伴う日本周辺海水位上昇メカニズム、季節から数年規模気候変動予測精度評価、台風の温暖化変化と台風の種の変化傾向の関連性など、CMIP6実験データの解析から得られた科学的成果を論文として投稿し、一部は被引用上位1%論文に認定された。さらに、貢献筆者、日本代表団メンバーなどとして、IPCC 報告書作成に関与した。世界で広く活用されるデータセットを構築し、学術的にも反響の大きな成果を公表した上で、社会的にも注目度の高い報告書に直接的・明示的な貢献を行うなど、成果は想定を大きく上回った。

初期値化システムをESMへ適用することにより、従来の予測システムでは扱えなかった全球炭素循環の予測を可能とした。海洋CO₂吸収変動を観測と整合的に再現するために必要な物理・炭素循環の相互作用過程を、旧来・従来モデル実験との比較から特定することができた。実験データは国際連携研究でも活用されており、他機関モデルとの比較・検証の結果、我々のシステムでの炭素循環の再現性と予測は先行する欧州機関と同等以上のパフォーマンスを示すことが分かった。温暖化に関する国際交渉などで将来的な活用が期待できる、意義の大きい成果となった。

海氷海洋モデルへ棚氷要素モデルを結合した新しいモデルフレームワークを構築し、20世紀間での南極棚氷融解量を定量的に見積もるとともに、その変動メカニズムを明らかにした。融解量を衛星データから推定する道を開く意義深い成果である。

また、高精度数値解法に基づく氷床年代推定手法の開発、海洋微細乱流過程の表現方法に起因する過渡的気候応答の不確実性定量化、大気海洋結合系に内在する不安定増幅モードを説明する新しい数理理論を構築など、基盤的技術開発と理論に立脚した科学的知見を創出するに至った。

台風等の極端現象について、海面水温偏差の及ぼす影響や、季節

2025 年度までに、

- ・台風等に伴う極端現象の発生確率予測手法の開発、数週間から季節程度の時間規模における大規模な変動現象と台風等との相互作用メカニズムの理解及びこれら諸現象の予測に関する知見の創出

- ・より高精度化した数値計算システムによる環境変動に係る予測結果と観測データとの比較検証、気候変動対策への知見提供を視野に入れた人間活動との相互作用も含めた環境変動の要因分析

- ・温暖化抑制策や適応策の立案等に資する知見の提供等に取り組む。

内振動との関係、その予測性能評価に関する知見を提示した。

また、WCRP の Digital Earths 活動が提唱する K-scale (1～数 km 格子) 気候シミュレーション実現に向け開発を進め、例えば全球非静力学モデル NICAM による大容量シミュレーションデータの高速処理アルゴリズムの開発 (HPC Asia 2024 best paper award 受賞) や、プロセス理解に根差した物理過程設定の改良による気候場と台風や季節内振動等の気象擾乱の再現性の両立を達成し、同設定を適用した全球 3.5km 格子実験において良好な結果が得られることを示す (AGU Editor's Highlight (全論文の 2 %以下) に選出された) など、多数の想定を超える成果が得られた。

あわせて、最新の観測データと高解像度の大気海洋モデルを用いた複合的なシミュレーションを用いた成果として、トンガ海底火山噴火で生じた津波について、理論研究でのみ存在が予言されていたペケリス波の寄与を検出するなど、気象学における歴史的発見という科学的意義を持つ成果の創出に至った。

氷河性ダスト起源鉄の大気 CO₂ 濃度への影響、植物プランクトンの生物生産への鉄の影響、富栄養化や労働生産性の低下といった人間活動の影響の分析、nonCO₂-GHG 削減の温暖化減速への寄与の検出など、多数の成果の創出に至った。

また、棚氷や氷床モデルなど、従来実装されていない極域要素モデルの開発を進めた。開発成果は多くの論文創出につながったほか、100 万年前の氷を探索する国際的な取組「Oldest Ice Project」において、南極氷床掘削地点の選定方針に方向性を与えた。

成層圏再解析国際比較プロジェクト (S-RIP) や赤道準 2 年振動 (Quasi-Biennial Oscillation (QBO)) 気候モデル比較国際プロジェクト (QBOi) において、赤道成層圏半年振動に関する再解析データや衛星観測データを用いた成果を得た。

以上のような研究成果を基に、CMIP6 実験群のデータを、国際データ配信システム (ESGF) で、早い段階から (28 グループ中 4 番目) 公開した。このうち、モデル記述論文 2 編は引用上位 1 %であるなど高い評価を得るとともに、多数の論文成果が IPCC AR6 へ引用された。

また、GCB で ESM により創出したデータが令和 5 年及び令和 6 年の 2 か年続けて参照された。参照された ESM は、我々のものを含めて 5 つであるが、CMIP6 への参画グループは世界で 28 程度あることから、当分野での機構の先進性を示す成果と言える。

さらに、付加価値部門との連携の下に、全球雲解像モデル数値実験データを公開した。

⑤地球環境変動と人間活動が生物多様性に与える影響評価

地球環境変動の重要な指標の一つとされる海洋生物多様性の変動を把握するとともに、人間活動が生態系へ与える影響の評価に資する知見を得る。特に、海洋環境変動から受ける影響に関して得られている情報が少ない深海生態系について、その充実のために環境 DNA 分析や現場観測等の調査を実施するとともに、環境データとの統合的な分析・解析を行う。さらに、深海生態系や多様性に対する人間活動による影響の実態把握とその評価に資する知見を得るため、海洋プラスチックを対象とした新たな計測技術の開発やデータの拡充とともに、環境影響評価手法の最適化に取り組む。

船舶や探査機による観測について、準備から実際の観測に至るまで事故なく完遂することができている。

特筆すべき成果としては、海洋マイクロプラスチックの実態解明に向けて、技術開発面・研究面の両面で想定を大きく超える成果が創出されたことである。本中長期計画から本格的に着手した分野ではあるものの、技術開発面では各種要素技術開発を進め（例えば Tsuchiya et al., 2019, Methods X、Kitahashi et al. 2021 Analytical Methods など多数）、令和6年度末にはマイクロプラスチックの材質・形状・個数を高速かつ非破壊的に測定できる半自動分析装置を民間企業と共同で開発するに至った（Nakajima et al., 2025, Environ Sci: Adv）。

あわせて、研究面では、陸で発生するプラスチックの流出と極域へ輸送される経路の解明（例えば Ikenoue et al., 2022, Sci Total Environ など）、中深層における水柱マイクロプラスチックの分布と沈降プロセスの解明（Zhao et al., 2023, PNAS Nexus）、などの多数の知見を得た。令和6年度末には、これまでほぼ未解明だった海面下の水柱におけるマイクロプラスチックの空間分布パターンの把握が大きく進み、Nature 誌に掲載されるまでの成果となった（Zhao et al., 2025, Nature）。

また、海洋保護区を含む深海底より新種、新分布記録などを多数報告するとともに、環境省に対して海洋保護区の管理に向けた情報提供を継続している。

この環境省への情報提供以外にも、多数の国等の政策に貢献している。付加価値情報創生部門との共同による国際的な海洋生物多様性データベース（Ocean Biodiversity Information System. 以下「OBIS」という。）日本ノードを運営と OBIS 全体の運営への参画、IMDOS の Seafloor litter タスクチームの共同議長への選

具体的には 2021 年度までに、
・ 環境 DNA 分析や現場観測等による深海域の生物分布と多様性の現状把握

・ 海洋プラスチックに係る分布調査、海洋プラスチックの種類や形状、個数を効率的に把握するための新たな計測技術の開発

環境 DNA を用いて効果的な深海性真核微生物と魚類の多様性把握手法を開発し、真核微生物の多様性の違いを環境要因と比較できるようにした。これは計画以上の進捗となった。

深海域の上位捕食者を直接モニタリングし多様性や生息密度等を把握する手法を確立するとともに、魚類を殺傷することなく組織片を取得する方法の考案（特許）を行った。また、実際の深海性サメ類の生息数や遊泳速度を求めることができた。

深海生物の存在と分布量を映像解析により、直接的かつ効率的に把握する方法を確立した。

多様性変動をモニタリングするためのベースライン情報（新種記載や生物相）を集積した。

継続的な深海生態系モニタリングを実施する効率的な手法として、ランダー等を用いた環境 DNA、メタゲノム分析、環境計測手法を開発中である。

沖合海底自然環境保全地域（深海底の海洋保護区）が、海洋保護区としての条件を満たしていることを提示した。この情報は海洋保全政策（SDGs14 や生物多様性条約）の推進に貢献しており想定以上の波及効果があった。

黒潮続流再循環域において、表層や直下の深海平原にプラスチックごみが集積するホットスポットを発見するとともに、プラスチックごみの深海への輸送過程を解明した。全海洋におけるプラスチック分布実態把握へ向けて情報を提供した。

台風によって大量のプラスチックが陸から外洋へ速やかに輸送されるプロセスを解明し、プラスチック分布量の把握には台風のような事象後の調査の重要性を提示した。

プラスチックに由来する POPs（臭素系難燃剤等）が、深海サメ類（上位捕食者）のみならず、深海化学合成生態系にまで広がっていることを明らかにした。

堆積物からマイクロプラスチックを効率よく検出する前処理手法や、採集時のコンタミネーションを軽減する方法を確立した。ハイ

出と海洋プラスチック汚染防止に向けた科学的議論への参画、環境影響評価手法の開発と公表などは重要なアウトカムとなっている。

また、国立科学博物館や NHK と共同で主催した特別展「海」（令和 5 年開催）をはじめとしたアウトリーチにも多数参画しており、海洋リテラシーの向上にも大きく寄与している。

これら活動は中長期計画を上回るものである。

- ・ 環境影響評価手法の最適化及びそのためのツール開発

パースペクトルカメラ（HSC）を用いて微小マイクロプラスチックを高速に計測するシステムの開発や、HSC によるマイクロプラスチック種類判別モデルを構築した。海洋マイクロプラスチックの採取から分析までの手法を総説として発表した。

深層学習を用いた画像解析により生物分布量を計数する手法を藻場で確立し、フジツボや深海性底生生物にも適用できるようにした。

海底資源開発に伴う懸濁粒子の動態を評価するため、投下型の乱流計で表層からこれまで取得できなかった海底直上までの乱流環境のベースラインデータを取得できるようにした。深海乱流強度データと超音波流速計の測流データから深海乱流の推定を行うとともに、深海乱流を推定する乱流運動エネルギー散逸率の推定方法等を開発した（特願 2021-140907、産総研と共同）。

環境変動に敏感に応答する微生物の機能を遺伝子から評価するための遺伝子機能解析システム Genomaple を開発、公開し、微生物の機能推定を効率的にできるようにした。

海底資源開発における環境影響評価の新技术として、深海乱流計測、画像解析、分布推定モデリング、メタバーコーディング等による生物検出、流動モデルによる幼生分散推定方法等を提案した。

日本の海洋生態系サービスについて、将来の気候及び社会経済シナリオに基づく変動を踏まえ、生態系の変動と経済的評価を行い、概して生態系サービスは現状維持もしくは低下することを見出した（環境研究総合推進費 S15 テーマ代表機関、政策決定者向けサマリー）。この情報は、次期生物多様性国家戦略策定プロセスの中で、戦略骨子に取り上げられるなど政策に大きく貢献した。

- ・ 国際的な枠組みに位置付けられるデータベースへのデータ提供や科学的知見の提供による社会的課題解決に向けた国際連携の強化等に取り組む。

深海生物分布情報 1,823 件を OBIS に登録、公開するとともに OBIS の日本ノードとして OBIS 全体のマネジメントや環境 DNA データの取り込み等を推進した。

「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（The Ocean Decade）」のうち海洋生物多様性に関するプログラム Marine Life 2030 への参画やプロジェクトの提案を行うとともに、全球海洋ゴミ観測ネットワーク IMDOS の構築準備を進めた。

環境省主催の国際ワーキンググループ、マイクロプラスチック観測・分析の調和、データハブ構想等に情報提供した。

深海での環境影響評価手法の普及を図るため、政府間海洋学委員会国際海洋データ・情報交換システム（IOC/IODE）の Ocean Best Practices System Repository で技術プロトコルを公開した。一部は ISO の国際規格として発行されるとともに、国際海底機構の海底

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、 ・生物分布データや環境データ等を統合した深海域の生物多様性に関する知見の創出 ・海洋プラスチックの分布量推定及び動態把握	鉱物探査における環境調査観測の技術指針に推奨手法として記載された。 環境省「モニタリングサイト 1000」、日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER）等の観測ネットワークへ参画し、成果をアジア・オセアニア海洋観測に関する政府間会合／アジア太平洋生物多様性観測ネットワーク（AOGE0/APBON）等の国際ネットワークで公表した。 深海底の海洋保護区において、継続的/効率的な深海生態系モニタリング法を開発するとともに、既存の海洋保護区が海洋保護区として機能していることを環境省に提示し保護区の管理を推進した。 深海における環境 DNA のサンプリングや前処理手法の開発が大きく進展し、その成果として真核微生物の多様性と環境変動の関係について一定の成果があった。令和7年度までに、大型生物と環境変動の関係について成果をまとめる予定である。 また、海洋保護区を含む深海底より新種、新分布記録などを多数報告するとともに、環境省に対して海洋保護区の管理に向けた情報提供するなど、我が国の政策への貢献を継続している。 さらに、付加価値情報創生部門と共同し、OBIS の日本ノードを運営するとともに、OBIS 全体の運営に参画し、情報の蓄積及び発信と安定的な運用に貢献している。 本中長期計画より、機構で新たなテーマとして海洋プラスチック研究に着手し、海洋プラスチックの種類や形状、個数を効率的に把握するための新たな計測技術の開発や、海洋マイクロプラスチックに係る分布調査による実態把握を実施した。 その結果、コンタミネーションを防ぐ堆積物採取手法やマイクロプラスチックの自動分析に向けたハイパースペクトル技術などの開発を進め、令和6年度末にはマイクロプラスチックの材質・形状・個数を高速かつ非破壊的に測定できる半自動分析装置を民間企業と共同で開発するに至るなど、分析技術の開発などが進展した。 あわせて、表層・深海底のプラスチックのホットスポットの発見と成因、マイクロプラスチック分析技術の開発などが進展した。 また、船舶等による観測を実施し、陸で発生するプラスチックの流出と極域へ輸送される経路の解明、中深層における水柱マイクロプラスチックの分布と沈降プロセスの解明など、多数の知見を得た。令和6年度末には、これまでほぼ未解明だった海面下の水柱におけるマイクロプラスチックの空間分布パターンの解明し、Nature 誌へ掲載された (Zhao et al., 2025, Nature)。 さらに、これらの成果創出を踏まえ、IMDOS（国際統合海洋ごみ観
---	---

・ 人間活動による擾乱が深海生態系へ与える影響に関わる知見の創出

・ 国内外の関係機関や枠組みに対する、環境変動が生物多様性に与える影響評価に資する知見の提供等に取り組む。

【評価軸】

○ 海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らし

測システム)の Seafloor litter タスクチームの共同議長に選出され、海洋プラスチック汚染防止に向けた科学的議論に参画するまでに至った。

CTD 採水、VMP-X 乱流計測、プランクトンネット採集、KM-ROV 潜航、フリーフォールランダーシステムの設置回収及び海底環境計器観測(セジメントトラップ・ADCP 流向流速計・カメラ・海中音録音装置)からなる環境影響評価総合パッケージの実践観測を実施した。これらは、産官学への普及を企図して公表するとともに解説報文をまとめつつある(投稿準備中)。

また、超先鋭研究開発部門と共同で深海運用型ラマン分光分析技術を開発し、マイクロプラスチックの現場計測のみならず化学物質の状態変化などにも使える見込みである。

さらに、水中音(サウンドスケープ)計測技術の開発を進めており、経済安全保障重要技術育成プログラム(K Program)、生物多様性研究は変動海洋エコシステム高等研究所(WPI-AIMEC)において活用が開始されている。

加えて、技術開発部・超先鋭研究開発部門とともに、フランス Ifremer との共同深海調査(日仏ニューカレドニアプロジェクト)に参画している。

上述のように、海洋保護区のモニタリング継続、IMDOS への参画(共同議長)、環境影響評価手法の開発と公表などを通じ、多様な手段で国等の政策へ貢献を果たした。

その結果として、プレスリリース 30 件以上、書籍出版/監修出版 40 件以上、講義・講演約 200 件、メディアでの取り上げは約 850 件に至るなど、活発なアウトプットの創出がなされている。加えて、多数の外部資金プロジェクト(K Program、SIP、WPI-AIMEC、創発的研究支援事業、環境研究総合推進費 S-I、S-II、環境省、文部科学省海洋資源利用促進技術開発プログラム、Ocean Shot、民間助成など)に参画している。

これら活動を支える、総計 69 航海(機構船舶 56、国内船舶 8、外国船舶 5)や総計 26 回(国内 24 回、海外 2 回)のフィールド調査を大きなトラブルなく実行した(外国船舶による 1 航海のみ査証(ビザ)の関係で乗船できなかった)。

ても科学的意義の大きい成果が得られているか。

○得られた成果を国際社会、国等へ提供し、政策立案等へ貢献しているか。

○研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・ 中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・ 具体的な研究開発成果
- ・ 国際社会、国等の政策への貢献状況
- ・ 研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等

(モニタリング指標)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数)
- ・ 共同研究件数 等

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：192 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数)：10,048 回の内数
- ※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,840 本) が 2019 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数：34 件

(令和2年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：253 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数)：11,481 回の内数
- ※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,910 本) が 2020 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数：32 件

(令和3年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：242 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数)：14,235 回の内数
- ※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,041 本) が 2021 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数：42 件

(2) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発 我が国は四方を海に囲まれ、管轄水域の面積が国土の約 12 倍に及ぶ海洋国家である。この広大な海域における環境は、北は亜寒帯から南は亜熱帯まで、更には浅海から深海まで多様性に富んでおり、我が国は様々な形でその恩恵を享受してきた。しかし、生物、非生物を問わず、我々が利用できている海洋の有用な資源と機能は未だにごく一部に過ぎない。第 3 期海洋基本計画でも「海洋の産業利用の促進」において、「海洋鉱物資源関係の研究開発を着実に推進」すること、「深海・深海底等の極限環境下における未知の有用な機能、遺伝資源等について研究開発を推進」することが示されている。	(令和 4 年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数：223 本 ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,319 回の内数 ※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,032 本）が 2022 年に引用された回数 ・共同研究件数：48 件 (令和 5 年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数：216 本 ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,268 回の内数 ※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,992 本）が 2023 年に引用された回数 ・共同研究件数：48 件 (令和 6 年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数：193 本 ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,426 の内数 ※2020 年から 2024 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文（2,968 本）が、2024 年に引用された回数 ・共同研究件数：38 件	補助評定：A 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠は以下のとおり。 【評価軸：海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。】 <フローチャートにおけるアウトプット「海洋生態系等が有する未知の機能の解明と知見の蓄積」に該当> サケやマサバを例に同位体比とシミュレーシ
--	--	---

更なる海洋資源の有効利用のためには、１）生物プロセスにおける物質・エネルギー循環や深海生物の生存戦略とその機能を理解することにより、海洋生態系の有する未知の機能を解明することと、２）熱水活動、沈降、堆積、化学反応等の非生物プロセスが関わっていると思われる有用な鉱物資源の成因を解明することが必須である。

そこで、本課題では生物、非生物の両面から海洋における物質循環と有用資源の成因の理解を進め、得られた科学的知見、データ、技術及びサンプルを関連産業に展開することで、我が国の海洋の産業利用の促進に貢献する。なお、本課題で得られる知見と（１）で得られる知見を両輪として研究開発に取り組むことで、海洋の持続的な利用に資する。

ョンを用いて北部北太平洋域における回遊ルートを特定する等、海洋生物資源の持続的利用に不可欠な海洋生物の生態の解明や、海洋生物資源と環境との相関の理解に大きく資する成果を創出した。これは全国紙での掲載等、社会の関心も高く、中長期計画を上回る成果であった。

＜フローチャートにおける取組「研究開発成果の展開に向けた産学官との連携・協働」に該当＞

微量硫黄量・同位体組成測定法の小惑星リュウグウや小惑星ベヌーの帰還試料への応用は、同試料の特徴を明らかにし今後の詳細な分析に必要な基礎情報を提供しただけでなく、今後のサンプルリターンミッションにおいて初期キュレーションとして行うべきことの標準となり得るものとなった。本中長期計画で確立された高度な分析手法が、世界でも注目される顕著な研究成果に結び付いた。

＜フローチャートにおけるアウトプット「有望資源の成因プロセスの解明」に該当＞

コバルトリッチクラストをはじめとする海底試料の解析による成果は、資源の生成メカニズム解明に資する重要な知見であり、その科学的意義は大きい。海底資源の形成過程を紐解き生成モデル案を示したことは、中長期計画を着実に達成する成果である。

【評価軸：得られた成果を産業界等へ提供し、産業利用の促進が図られているか。】

＜フローチャートにおける取組「海洋資源の利用促進に向けた産業界への知見、データ、技術、サンプルの提供」に該当＞

深海バイオリソース提供事業について、大学及び民間企業への提供を着実に進めており、提供先機関での商業的利用に向けた取組も見られる。中長期計画を上回る成果であると評価できる。

物理探査技術の研究開発に関しては、民間企業との共同研究を通じて海洋資源の利用促進に

向けた取組を積極的に推進した。海洋電磁探査については天然ガス資源への応用を進めており、鉛直型電気探査や浅海域での電気探査といった複数の探査手法においても連携・技術移転に取り組んでいる。内閣府の社会実装プログラムにも採択され、令和7年度4月から開始しており、民間技術移転の加速が期待される。中長期計画を上回る成果であると評価できる。

<フローチャートにおける取組「研究開発成果の展開に向けた産学官との連携・協働」に該当>

深海インスパイアード化学の研究開発について、技術指導契約を通じて機構のこれまでの研究開発で培った科学的知見や技術を礎に民間企業との協働を進めるだけでなく、外部資金の獲得によって研究開発成果の実用化に向けた検証や社会的課題の解決に向けたイノベーションの創出に取り組むなど、成果の社会還元を目指した産学官での積極的な連携・協働に係る活動を推進することにより中長期計画を上回る成果を挙げた。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】

年度計画を部署、さらには研究者等個人の目標・計画まで落とし込むことで、適切に年度計画が実行されるようにマネジメントしている。その上で、次期中長期計画への発展可能性等も見据え、研究者等個人の自由な発想に基づく新規研究の実施も適宜進めることとしている。

令和3年度までの期間においては、文部科学省が発行する学習資料「一家に1枚 海」の監修を行い、全国の小中学校等への配布を通じて海が持つ多様な世界や関連する研究開発を広く紹介したほか、文部科学省と機構が連携して実施した「GIGA スクール特別講座～教室から深海探査につながろう！～」において船上からのライブ動画配信に協力する等、研究開発活動の魅力を伝え将来の人材育成に資する活動を積極的に行った。また、テレワーク実施を推進する

①海洋生物と生物機能の有効利用

海洋中の物質循環を精緻に理解するために、海洋生物試料や地質試料等、各種試料を用いた化学的・分子生物学的解析を行い、循環を支配する環境的、生理学的、進化的背景を明らかにするとともに、海洋生物資源の在り様を定量的に把握する。

また、深海の極限環境に適応する過程で生物が獲得した独自の機能の解明を進める。さらに、関連産業界、大学、公的研究機関等との連携・協働を進めて、これらの研究開発で得られた科学的知見、データ、技術及びサンプルを社会に還元する。

等、新型コロナウイルスの感染拡大を防止しつつ研究開発の進捗を最大限維持することに努めた。

本中長期計画の後半においては、期中前半で研究・開発された成果の関連産業に対する展開・利用促進を図った。例えば、深海バイオリソース提供事業における産業展示会の機会を利用したアウトリーチに加え、深海バイオリソース提供事業とニーズの接点を拡大するため、一般財団法人マリンオープンイノベーション機構及び独立行政法人製品評価技術基盤機構それぞれと、利用促進に向けた連携に関する覚書・協定を締結し利用拡大に努めた。

令和5年12月から深海微生物由来の酵素を用いた医薬品原料開発を目的とした民間企業との共同研究を開始するなど、その利用促進が進められている。

サケやマサバを例に同位体比とシミュレーションを用いて北部北太平洋域における回遊ルートを特定する等、海洋生物資源の持続的利用に不可欠な海洋生物の生態の解明や、海洋生物資源と環境との相関の理解に大きく資する成果を創出した。これは全国紙での掲載等、社会の関心も高く、中長期計画を上回る成果であった。

微量硫黄量・同位体組成測定法のリュウグウやベヌーの帰還試料への応用は、同試料の特徴を明らかにし今後の詳細な分析に必要な基礎情報を提供しただけでなく、今後のサンプルリターンミッションにおいて初期キュレーションとして行うべきことの標準となり得るものとなった。科学的意義の極めて大きい成果であり、中長期計画を上回る成果と評価できる。

また、機構が有する分析技術を用いることで小惑星リュウグウやベヌーのサンプルから多くの知見を得られたことは、当該技術が非常に優れていることを示すものであり、現在の地球や海洋がどのような化学進化を経てきたか、その起源を探究する上でも重要な知見となる。本中長期計画で確立された高度な分析手法が、世界

具体的には 2021 年度までに、
・生態系の構造やその物質循環の把握を
目的とした、海洋生物等の天然試料中
に含まれる各種有機化合物に関する定
量法及び同位体の高精度な分析法の開
発

海洋における生物地球化学プロセスの詳細な理解に向け、各種微量物質の分析法の開発・堅牢化・高度化を図り、一部についてはその応用も進めた。

具体的には、全 20 種類のアミノ酸の炭素・窒素安定同位体比 (^{13}C 、 ^{15}N) の微量精密測定法を改良した。本方法を応用してサケの脊椎骨に保存される生態履歴を復元し、動物プランクトン試料の窒素同位体比に基づく北太平洋域の同位体比地図 (アイソスケープ) と組み合わせてサケの回遊経路を個体ごとに推定する統計モデルを構築し、新しい回遊経路推定手法を確立した (Hayashi et al., 2020, Ecology Letters.)。本方法はマサバ眼球の水晶体に対しても適用できることを明らかにした (Harada et al., 2022, Frontiers in Marine science.) ほか、独自に開発したマイクロ切削技術を用いてクロマグロ類の耳石等を対象とした解析を行い、海洋生物資源の回遊経路の把握に向けた知見を獲得した。

また、南関東ガス田の深部地下帯水層で採取した試料を用いてメタン生成アーキアだけが持つ機能性分子の補酵素 F430 について定量分析を行い、深部流体中に棲息するアーキアが今も活発にメタンを生成し続けていることを明らかにするとともに、地下深部から得られたメタン等の放射性炭素同位体比を測定した結果、深部流体は天水による表層からの炭素供給がほぼ無く、独立した地下生命圏を形成していることを明らかにした (Urai et al., 2021, ACS Earth and Space Chemistry.)。諏訪湖で採取した試料についても補酵素 F430 の微量分析等を行い、酸化的な表層水中に高い活性を持つメタン生成アーキアが存在することを示した (Urai et al., 2022, ACS Earth and Space Chemistry.)。

さらに、微量炭素・窒素・硫黄の同位体組成の測定法を小惑星探査機「はやぶさ2」により小惑星リュウグウより持ち帰った試料に応用した。「はやぶさ2」試料の解析においては、ガス試料中に含まれる水・アンモニアの超高感度同時検出手法の構築も行い、それを

でも注目される顕著な研究成果に結び付いたと言える。

深海微生物のゲノム情報から新規機能酵素 (糖分解酵素) を発見したことは、陸上とは異なる極限環境である深海のメタゲノム情報が、新規酵素の探索に有用であることを示した成果である。令和5年 12 月から民間企業と産業利用に向けた共同研究を実施しており、海洋生物資源の有効利用事例として今後が期待されるものであり、年度計画を顕著に上回る成果と評価できる。

	応用した。それらの結果、試料は小惑星全体の特徴を反映しており、既知の CI コンドライト（最も原始的な隕石グループ）に非常に近い化学組成を持つことを明らかにした（Yada et al., 2021, Nature Astronomy.）。 加えて、海水及び堆積物試料からのヘム B の高感度定量法及び化合物レベルの炭素・窒素同位体分析法の確立、クロロフィルの同位体比分析法改良による海洋におけるシアノバクテリアの貢献度推定法の確立、メチオニンの窒素同位体比の測定法を応用した沿岸生態系における陸起源有機物の寄与の定量法の確立、極微量サンプルで炭素・酸素同位体を分析する新しい「中赤外レーザー分光システム」の確立等を行った。
・ 極限環境を再現しつつ微生物の分離培養及び代謝機能の分析を行うための技術開発	培養困難な種まで含むすべての単離微生物における炭素中央代謝及びアミノ酸生合成経路の同定に適用可能なフュージョンマスを用い、超高感度な安定同位体トレーサー代謝解析手法を確立した。これにより従来のガスクロマトグラフ質量分析計を用いた同様の解析手法に比べ、より少ない試料で更に高精度、高感度な微生物代謝解析を実施することを可能とした。 バイオマスナノファイバーを用いたナノバイオスクリーニング技術について、新規創薬シーズ探索への応用を目指し、民間企業・大学との3者共同研究を開始したほか、多重エマルジョンを鋳型とする階層的な内部構造を有するセルロースナノファイバー微粒子の生成にも成功した（Nabata et al., 2021, Colloids and Surfaces A.）。クライオ走査電子顕微鏡を用いたイメージング技術をシーズとして民間企業と共同で制作した高分子基板の表面ナノ微細構造の観察像は、英国王立顕微鏡協会（Royal Microscopical Society (RMS)）Scientific Imaging Competition 2021 の映像部門1位獲得等の成果を得た。
・ 上記技術を未知の代謝機能を持つ新たな微生物に応用することによる知見の創出 等に取り組む。	フュージョンマスを活用した超高感度な代謝解析手法を用い、好熱アーキア、好熱バクテリア等における炭素中央代謝経路や未知アミノ酸生合成経路の探索を機構内外の研究者と連携し、進めている。また、先端的なシーケンス手法を用いた海洋表層微生物群集のメタエピゲノム解析により、海洋微生物から新規 DNA メチル化酵素を多数発見するとともに、海洋表層の微生物生態系において、DNA メチル化が微生物の生理生態や進化に多大な影響を及ぼしている可能性を示した（Hiraoka et al., 2022, Nucleic Acids Research.）。 環境ゲノム情報の有用性を実証するため、機構内外の研究者と連携し、新規有用酵素の探索を進めているほか、独自に開発した RNA ウイルスの網羅的検出手法である Fragmented and primer Ligated

さらに、これらの進捗状況を踏まえ
2025 年度までに、
・海洋生態系と物質循環との関係性の詳細な把握による、海洋生物資源の有効利用に必要な知見の創出

dsRNA Sequencing (FLDS) 法について、病原性ウイルスゲノム解析への適用を進めるなど、ウイルス探索の有効性を実証するための研究を機構内外の研究者と連携して進めた。また、これら分析技術のシーズに対するニーズ調査も並行して実施した。

令和3年度までに得られた成果を踏まえ、更なる各種微量物質の分析法の開発・堅牢化・高度化、またその応用を進めた。

具体的には、眼球の同位体比を用いた回遊経路推定手法の解析精度を上げるため、海洋生態系同位体モデルを用いて改良した北太平洋西部の同位体地図を作成するとともに、眼球水晶体のアミノ酸窒素同位体比、さらにこれらを数理的につなぐ状態空間モデルを構築し、海洋生物のアイソスケープ法を高度化した。特にマサバについて、成長期（3～7月）のアイソスケープを複数枚使用し、海流を考慮した解析により、回遊経路を推定することに成功した。その結果、生後30日まで黒潮続流の影響を受けて多少南下した後、成長後期には北東方向へ移動する履歴を読み取ることができた。

また、各種微量物質の高度な分析を実施するため、天然物質中に含まれる各種核酸塩基（プリン及びピリミジン）の定量法及び単離・精製法、16種類のアミノ酸の炭素・窒素同位体比の精密分析法、天然中の微量硫黄の同位体比測定の鍵となる新しい前処理手法、ヘムの鉄同位体比の測定法の技術を確立した。ヘムの鉄同位体比の測定法に基づき、海洋表層における生物に取り込まれる鉄の動きを解析した。ヘムBは生物によって合成される鉄を含む主たる化合物で、その分布と動態から海洋一次生産を律速する鉄サイクルの詳細に迫ることができる。本成果により、海洋中の微生物細胞中の鉄プールサイズが、従来の想定値の約5倍であることが明らかになった（Isaji et al., 2025, PEPS.）。今後、鉄同位体比（ $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ 比）を測定し、鉄の動態への更に深い理解へ繋がる。

さらに、高精度な微量物質の分析手法を活用して、小惑星リュウグウ帰還試料を対象に元素分析、同位体比測定をはじめとする各種の詳細分析を行い、リュウグウが軽元素に富んだ天体であること（Takano et al., 2024, Nature Communications.）、アミノ酸やカルボン酸、有機アミン等の様々な有機化合物が約2万種存在することを明らかにした（Naraoka et al., 2023, Science.）。あわせて、窒素複素環化合物を対象とした超高感度・高精度分析手法による解析を行い、すべての地球生命のRNAに含まれる核酸塩基の一つであるウラシル及び生命の代謝に不可欠な補酵素の一つであるビタミンB₃を検出することに成功した（Oba et al., 2023, Nature Communications.）。

加えて、NASA 主導の探査機 OSIRIS-REx が小惑星ベヌーから持ち帰ったサンプルについて、機構の海洋機能利用部門生物地球化学セ

・(4) で取り組む数理科学等と連携した深海生物のゲノム情報等の解析による、深海生物に特有の代謝機能やナノ構造機能等、未知の有用機能に関する知見の創出等に取り組むとともに、

ンターに対して直接分析依頼があり、初期分析を行った。本依頼はこれまでの実績を評価されたことによるものと言える。分析の結果、ベヌーから持ち帰られたサンプルからアミノ酸や核酸塩基など多種の生命関連分子を検出し、多くの有機分子は低温環境における高濃度アンモニア溶液中の反応で生成した証拠を示し、最初の報告を行った。

これらの成果は初期太陽系の化学進化の一次情報を提供するとともに、非生命的な有機分子群が生命誕生につながる進化の過程をどのように導いたかを理解する上で、重要な知見である (Glavin et al., 2025, Nature Astronomy.)。

「ちきゅう」下北半島沖掘削で採取された堆積物試料を対象としたメタゲノム解析により構築した微生物ゲノム (MAG) 及びウイルスゲノム (VMAG) を解析し、アスガルドアーキアを宿主とする3つの新科相当の新規ウイルス系統群を発見した。各ウイルス群がコードするタンパク質の90%以上は既知のウイルスがコードするものと異なり、系統的には原核生物ウイルスに近く、真核生物型のウイルスとは異なることが明らかとなった。2つの新規ウイルス系統群は溶菌性、もう1つの系統は非溶菌性の性質を持つと推測され、これらのウイルス系統群が深海環境におけるアスガルドアーキアの生態系コントロールに重要な役割を担っている可能性を示唆した (Sofia et al., 2022, Springer Science and Business Media.)。

フュージョンマスによるアイソトポマー (同位体分子種) 解析を活用して多様な微生物を対象とした新規代謝経路探索等を推進した。また、この代謝解析技術による貢献が期待され、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) グリーンイノベーション基金事業「バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進プロジェクト」において、「有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化」でのCO₂固定微生物の探索等に参画することとなった。

酵素分解によってナノファイバー状のセルロースゲル表面で形成される凹みを利用して、1ng (1gの10億分の1) 以下の極微量セルロースの酵素加水分解を超高感度に可視化・定量できる技術 (Surface Pitting Observation Technology。以下「SPOT」という。) を開発した (Tsudome et al., 2022, iScience.)。SPOT を応用したスクリーニングにより、深海からセルロース分解能を有する新奇な微生物を多数分離した。また、バイオインフォマティクス解析によって、これらの深海微生物が陸上微生物由来とは系統的に大きく異なるユニークなセルロース分解酵素群を有することを発見した (Tachioka et al., 2024, Journal of Wood Science.)。これにより、深海に生息する微生物が、カーボンニュートラル実現に向け

産業利用の促進のため、得られた科学的知見、データ、技術及びサンプルを積極的に関連業界へ提供する。

②海底資源の有効利用

海底資源の形成過程を明らかにするために、これまでフィールド調査、試料採取及び分析、データ解析、数値モデル開発について個別に取り組んできた。その結果、非常に幅広い時空間スケールでの元素濃集等の化学過程と、分散相から凝縮相への相変化における分別等の物理過程が複雑に影響することが理解されてきた。そこで、これらの調査手法についてシームレス化し化学・物理過程の相関を見いだすとともに、得られた科学的知見に基づく海底資源生成モデルを構築し、有望な海域を理論的に予測するための研究開発を実施する。また、得られた知見と技術を関連業界に広く展開することで、海洋産業の発展に貢献する。

たバイオ生産技術に重要な新規セルロース分解酵素の探索に向けた有望なバイオリソースであることを明らかにするとともに、陸域から流入したセルロースが深海に到達し、深海の微生物生態系を支える重要な役割を担っている可能性を示唆した。

さらに、伊豆小笠原海溝水深 5,747m で採取された深海堆積物から既知とは異なる配列を得られたことから、当該配列由来の酵素を作製・活性測定を行ったところ、これまで未発見だったオリゴ糖遊離型の β -NGA であることが明らかとなった。得られた知見を基に公共タンパク質データベースの大規模な再解析を行った結果、4 つもの新規酵素グループを発見した (Sumida et al., 2024, Nature Communications.)。これは深海メタゲノム情報から新規機能酵素 (オリゴ糖/単糖遊離型の β -NGA) を発見した成果である。令和 5 年 12 月から産業利用に向けて株式会社 糖鎖工学研究所 (GlyTech, Inc) と共同研究を実施しており、新規酵素の有用性を実証していく予定である。

深海バイオリソース提供事業において、大学・民間企業合わせて延べ 35 機関へ深海堆積物・深海微生物株を提供するとともに、提供サンプルコレクションの整備及び深海環境ゲノムデータベースの構築を進めた。また、深海バイオリソース提供事業とニーズの接点を拡大するため、一般財団法人マリンオープンイノベーション機構と独立行政法人製品評価技術基盤機構のそれぞれと、利用促進に向けた連携に関する覚書・協定を締結した。

物理探査技術の研究開発に関しては、民間企業との共同研究を通じて海洋資源の利用促進に向けた取組を積極的に推進した。海洋電磁探査については天然ガス資源への応用を進めており、鉛直型電気探査や浅海域での電気探査といった複数の探査手法においても連携・技術移転に取り組んでいる。中長期計画を上回る成果であると評価できる。

また、コバルトリッチクラスト (鉄マンガン氧化物) の成因研究を進め、沿岸域と遠洋域における化学組成や形成年代の比較、海山平頂部と斜面における化学組成や生成速度の比較等により海底資源の形成過程を紐解き生成モデル案を示したことは、中長期計画を着実に達成する成果である。

具体的には 2021 年度までに、
・ 調査及び分析の効率化、精緻化、低コスト化を図るための探査技術開発

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「次世代海洋資源調査技術」で開発した物理探査技術について、複数の民間企業との共同研究等を通じて産業利用の促進に向けた改良・応用・展開を進めた。具体的には、海洋電磁探査技術の天然ガス資源探鉱への応用に向けた共同研究において、ROV ウィンチによる曳航体運用技術の確立、賦存量の推定精度向上に向けた検出能力の検証等に取り組むとともに、受託研究として令和 2 年度に実海域調査を行い、探査ターゲットに対して十分な精度を持つデータを提供した。また、別の民間企業との共同研究において鉛直電極配置型の電気探査システムの構築を行うとともにデータ取得・処理法等の技術移転を行ったほか、他の民間企業との共同研究において電気探査による浅海域での地盤構造の把握に向けた研究開発を開始した。

AUV を用いた探査技術開発として、2 機の AUV を用いた熱水鉱床域における比抵抗及び自然電位異常のデータ取得を行い、既知のデータとの比較検証を実施したほか、令和 3 年度には深海巡航探査機「うらしま」を用いた伊豆小笠原海域における海底熱水鉱床の自然電位異常の検知・マッピングに関する検証を行い、より高精度・広範囲な海底資源調査を可能とする技術開発を進めた。

そのほか、二酸化炭素改修貯留（Carbon dioxide Capture and Storage。以下「CCS」という。）漏洩モニタリングにも応用が可能な、鉱床域での環境影響評価に関する自然電位・比抵抗の長期モニタリング技術の開発や、深海底におけるセメント硬化体内部の圧力・歪の連続計測手法の構築、独自に構築した地理情報システム（GIS）データベースを用いた航海採取データの管理・可視化、海底地形の自動空間解析機能による微細地形の可視化及び船舶と探査機位置のデジタル三次元空間上でのリアルタイムプロットによる測位の可視化等を行った。

海洋資源の産業利用の促進に向けた科学的知見、データ等の提供に関しては、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構による沖縄トラフ海域の調査に対して熱水鉱床の兆候に関する知見を提供したほか、同機関との勉強会開催、ワーキンググループ参加等を行った。

・ 海底資源形成を促すプロセスと環境を特定することを目的とした、幅広い時間スケールにおける物性・化学組成、生物種、同位体及び年代の測定並びに地球内部-海洋間の相互作用と物質循環の体系化等に取り組む。

海底資源の成因プロセスの解明及び有望海域の推定に向けて、海底熱水鉱床、鉄マンガン酸化物及びレアアース泥を対象とした研究開発を進めた。

具体的には、海底熱水鉱床の生成に関し、中部沖縄トラフ海域の試料を用いた解析から、微生物活動に由来する極端に低い硫黄同位体比組成を示す黄鉄鉱を発見するとともに、鉱化作用の進行に伴う黄鉄鉱組織と形状の変化と同時に硫黄同位体比組成が高まること、他の硫化鉱物による置換が生じることを明らかにした。これらによ

って、海底熱水鉱床の初期形成プロセスにおいて海底下の微生物活動が鉱床生成を誘発・促進している可能性を示唆した (Nozaki et al., 2020, Geology.)。また、海底下の鉱化作用が既存の軽石層を置換する形で進んでいることを明らかにすることにより、海底熱水鉱床の生成メカニズムについて、同生説・後生説に関する長年の論争の決着に資する重要な成果を得た。

上記に加え、海底熱水鉱床の生成プロセス解明に向けた研究開発では、海洋電気探査で得られたデータの解析によって海底熱水鉱床が海底付近に加え海底下でも成長する「二階建て構造」の可視化に成功するだけでなく、数値モデルの構築と熱水流動のシミュレーション、現場観測結果との統合により、「二階建て構造」を構成する海底熱水鉱床の形成メカニズムを解明した (Ishizu et al., 2019, Geophysical Research Letters.)。

大規模海底熱水鉱床の存否検証及び形成メカニズム解明のため、高い鉱床ポテンシャルが指摘されている伊豆小笠原海域において深海潜水調査船支援母船「よこすか」を用いた調査航海を令和3年度に実施し、火山フロントから背弧凹地にかけての網羅的熱水ポテンシャル把握に向けたデータ取得を行うとともに、東北海洋生態系調査研究船「新青丸」を用いて東青ヶ島海丘カルデラにおいて金の濃集機構の多角的な解明に向けた調査航海を実施した。

鉄マンガン酸化物の生成速度・レアメタル濃集プロセス解明のため、福島沖の磐城海山で採取したマンガンクラスト試料のオスミウム同位体比と元素組成の分析を行い、水深によってクラストの平均成長速度が異なることを明らかにするとともに、クラストの主成分金属元素及び微量金属元素の成長方向における変動は水深によって差があることから、同一海山であっても堆積環境によって各元素の濃集度に差異が生じ、それがクラストの成長速度変化に相関していることを示唆した。また、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構より提供された試料の同位体と化学組成の分析により、コバルトリッチクラストの成因についての検証を進めた。さらに、実海域における長期沈殿実験により鉄マンガン酸化物の生成現場を捉えることに成功する等の成果を得た。

レアアース泥の成因・濃集機構の解明に向けた研究開発として、南鳥島海域で採取された超高濃度レアアース泥（総レアアース濃度が 5,000 ppm 以上のもの）を対象とした解析により、当該レアアース泥が生成された時期を明らかにするとともに、その生成メカニズムを提案した。また、レアアース泥の成因に係る比較研究として、陸上のアナログである高知県安芸アンバー鉱床を対象に分析を行い、当該鉱床に含まれるレアアースの生成場所・生成時期に関する知見を獲得した。さらに、南鳥島周辺のピストンコア試料を用いたレアアース泥の解析において海洋隕石衝突イベントの証拠を検出

さらに、これらの進捗状況を踏まえ 2025 年度までに、
・得られた各種データを解析した海底資源及びその周辺環境についての空間的広がりや時間変化の四次元マッピングや、様々な時空間スケールでの海洋環境変遷と鉱物資源の形成過程の詳細の解明
等に取り組むとともに、

し、衝突イベントに伴う隕石及び被衝突物の熔融と冷却によって白金族元素の異常濃集が生じたことを確認した (Nozaki et al., 2019, Scientific Reports.)。

加えて、物理・化学データの統合解析手法の開発、SIP 革新的深海資源調査技術テーマ1課題「レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析」の課題目標であるレアアース泥の概略資源量評価・資源量三次元マッピングへの貢献等を進めた。

令和4年度には、海洋鉱物資源の成因研究に資する調査技術の高度化について、伊豆-小笠原弧における既知の海底熱水活動域を対象に「かいめい」を用いた高周波マルチビーム音響測深機 (Multibeam echo sounders。以下「MBES」という。) による高分解能の音響散乱データ取得を行い、三次元空間で物体を表現するボクセルモデルでの変換による可視化で得られた画像データを検証した結果、これまで当該海域では捉えることができなかった熱水プルームによる音響散乱現象の検出に初めて成功した (Kaneko et al., 2022, 情報地質)。

また、コバルトリッチクラスト (鉄マンガン酸化物) においてはいくつかの知見を得ることができた。日本近海 (磐城海山) と遠洋域 (北西太平洋) それぞれで採取されたコバルトリッチクラストを分析・比較したところ、両方の 2,700 万年前以前の層において化学組成の大きな変動を見出した。これは太平洋深層水の化学組成の変化を反映していると考えられる。一方、2700 万年前から現代までの化学組成は似ており、北西太平洋一帯のコバルトリッチクラストは、海域によらず平頂部クラストの化学組成が類似している可能性を示したほか、遠洋域のコバルトリッチクラストは 2700 万年前のリン酸塩化が顕著であることも明らかとなった。成長速度の比較を行った結果、遠洋域で採取されたクラストの平均成長速度は 100 万年に約 1.3mm から 1.6mm で生成過程を通して成長速度の大きな変動は見られなかったのに対し、大陸縁辺で採取されたクラストは生成開始から約 3,000 万年前までは 100 万年に約 7mm から 11mm と成長速度が高く、それ以降は 100 万年に約 1mm から 3mm と比較的低い成長速度であることが分かった。大陸棚縁辺の海山では斜面崩壊等による碎屑物由来物質の取り込みによって成長速度に変化が生じたと考えられることから、クラストの成長速度の変化の要因として、海洋環境の地域差以外にもテクトニクス場の影響も大きいことを示唆した。

磐城海山の水深 1,700m~5,200m に至る側線で採取した鉄マンガンクラストの年代測定、成長方向に沿った各層の化学組成分析を行った。その結果、水深によって生成開始年代が異なっていた。理由として斜面崩壊が発生し海水に接していなかった新たな角礫岩が露出

(4) とも連携した数理科学的な知見を盛り込んだモデルの構築による資源の生成及び分布予測と、それから得られた科学的知見、データ、技術等を産業界へ提供する。

【評価軸】

- 海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 得られた成果を産業界等へ提供し、産業利用の促進が図られているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

することにより、その上でクラストが再成長した可能性が考えられる。また、海山中腹～基底部の鉄マンガンクラストは、風化により崩れた山体岩石を取り込むことで成長速度が速くなり、その希釈効果でレアメタル濃度が下がっていると推測された。これらは海底鉱物資源の成因プロセスや生成モデルの構築に役立つ成果であり、コバルトリッチクラストの探査計画や資源量評価にも貢献すると期待される。

物理探査技術の開発及びその解析においても成果が創出された。国内の海底熱水鉱床域で取得された自然電位データ、電気・電磁データ等を用いた鉱床域における地下構造モデルの構築を進めて誌上発表 (Ishizu et al., 2019, Geophysical Research Letters.) するとともに、東青ヶ島海丘カルデラにおける調査航海にて地球物理データの取得を行った。また、海洋電磁探査技術について民間企業への技術移転するため、天然ガス賦存量の推定精度向上に向けた探査観測機器の改良、鉛直電極配置型の電気探査システム構築において実海域試験を通じたデータの取得・解析を行うとともに、共同研究による試験航海を実施し、コスト削減を目指した新しい探査手法の実証に成功した。これにより費用対効果を考慮したガス鉱床探査のデータ取得・処理・解析から評価に至る基本的な基盤技術は確立したと言え、今後は民間企業主体の総合的な検証フェーズとなる。内閣府が進める研究開発成果の社会実装を推進するための「研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム (BRIDGE)」に、これまで機構が開発してきた物理探査技術の民間企業への移転を進める内容が採択され、総合的な検証と技術移転に向けた取組を開始する予定である (令和7年度4月に開始)。

- ・ 中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・ 具体的な研究開発成果
- ・ 成果の社会還元状況
- ・ 研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等

(モニタリング指標)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数)
- ・ 共同研究件数
- ・ 特許出願件数

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数 : 82 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 10,048 回の内数
- ※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,840 本) が 2019 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数 : 13 件
- ・ 特許出願件数 : 4 件

(令和2年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数 : 97 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数) :
- ※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,910 本) が 2020 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数 : 22 件
- ・ 特許出願件数 : 1 件

(令和3年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数 : 87 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 14,235 回の内数
- ※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,041 本) が 2021 年に引用された回数
- ・ 共同研究件数 : 26 件
- ・ 特許出願件数 : 3 件

(令和4年度)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数 : 91 本
- ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 13,319 回の内数
- ※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,032 本) が 2022 年に引用された回数

- ・共同研究件数：27 件
- ・特許出願件数：7 件

(令和 5 年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：90 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,268 回の内数

※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,992 本）が 2023 年に引用された回数

- ・共同研究件数：30 件
- ・特許出願件数：3 件

(令和 6 年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：82 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,426 の内数

※2020 年から 2024 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文（2,968 本）が、2024 年に引用された回数

- ・共同研究件数：35 件
- ・特許出願件数：2 件

(3) 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発

近年、我が国では、兵庫県南部地震（1995 年）、東北地方太平洋沖地震（2011 年）、熊本地震（2016 年）、北海道胆振東部地震（2018 年）のような地震や、それに伴い発生する津波による災害が多発している。また、鬼界カルデラを始めとする海域火山による突発的な災害も危惧されており、大規模な火山噴火による津波の発生も重大なリスクである。

そこで、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、地震の再来が危惧されている南海トラフの想定震源域や日本周辺海域・西太平洋域において、研究船や各種観測機器等を用いて海域地震や火山に関わる調査・観測を実施し、地震・火山活動の現状把握と実態解明を行う。さらに、これら観測によって得られるデータを解析する手法を高度化し、大

補助評価：A

本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

【評価軸：海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。】

<フローチャートにおけるアウトプット「地震発生メカニズムの理解に資するデータと知見の蓄積」に該当>

南海トラフでのゆっくり滑りの発生を捉えるために、紀伊水道沖に新たな孔内地殻変動観測システムを構築し、国等へのデータ提供を開始した。

規模かつ高精度な数値シミュレーションにより地震・火山活動の推移予測を行う。

本課題では、これらの取組によって得られた科学的知見を国等に提供することで災害の軽減に資するとともに、SDGs の目標 11（住み続けられるまちづくりを）も念頭に、我が国と同様に地震・津波・火山活動による災害が多発する各国への調査観測の展開や研究成果の応用を試みる。

室戸沖海底ケーブル等を活用して、光ファイバーセンシング（DAS）に関する技術開発が大きく進展した。既存の DAS 技術より長周期で安定した広帯域観測を行ったことにより、DAS によって鳥島沖で発生した津波を明瞭に観測することに成功した。これは世界で初めて光ファイバーセンシングにより明瞭に津波を捉えた事例であり、光ファイバーセンシングの津波観測への活用可能性を示した極めて画期的な成果である。

巨大地震の発生が危惧されている南海トラフ全域のプレート境界地震断層を高解像度で三次元的に捉えることに成功し、プレート地震断層の固着・すべりを規定する構造要因などの把握につながった。南海トラフ域の掘削試料等を使った研究や地震探査の高解像度物性イメージングなどにより、スロー地震発生場の実態理解に資する成果を得た。

平成 23 年東北地方太平洋沖地震が発生した日本海溝域では、深海底に残された地震・津波の痕跡から、過去の巨大地震の履歴を復元する手法の高度化を進め、平成 23 年東北地方太平洋沖地震のような海溝軸近傍の巨大すべりが繰り返されてきたことを明らかにした。

＜フローチャートにおけるアウトプット「プレート固着の現状把握と推移予測に資するデータと知見の蓄積」に該当＞

プレート境界の固着・すべりの現状把握と推移予測解析のベースとなる地下構造モデルに関して、構造探査による詳細構造に基づいた分岐断層を導入してグリーン関数を計算するとともに、実データへの適用の有効性や推移予測活用における有用性を示した。

次の南海トラフ地震のシナリオ検討にとって不可欠な、過去の南海トラフ地震のすべり分布を 1707 年の地震以降について推定するとともに、三次元不均質構造を導入した上で現在の固着状態の推定を行った。

津波予測では、AI 技術を活用した即時予測手法の開発によりデータ同化手法が津波終息過程の予測に有効であることを実証した。

＜フローチャートにおけるアウトプット「火山活動の予測研究に資するデータと知見の蓄積」に該当＞

鬼界カルデラについては、カルデラ噴火へ至るマグマ蓄積過程や現在の火山下マグマの状況把握等、巨大噴火を起こしたカルデラ火山の時空間活動モデルを初めて提案した。伊豆小笠原海域については、実態の分かっていなかった大室ダシに関して、活動的な海底火山であることを初めて実証した。西之島では継続的な調査研究から、マグマの活動状況の推移を明らかにした。令和5年度に突発的に生じた孺婦海山の活動に対して緊急調査を実施し、未知の火山活動の実態を解明した。

海域火山をモニタリングするための新しい技術として、光ファイバーケーブルを用いた地震観測（DAS）やハイドロフォンを用いた水中音波観測の開発を進め、実用段階に至るまで高めた。火山から流出する軽石が引き起こすハザード予測に資する漂流軽石シミュレーション等、データサイエンスを活用した火山研究に関しても多数の成果を創出した。

【評価軸：得られた成果を国や関係機関に提供し、地震発生帯の長期評価等へ貢献しているか。】

＜フローチャートにおけるアウトカム「地震発生帯の現状把握・長期評価、および火山活動評価への貢献」に該当＞

紀伊水道沖に新たに設置した孔内光ファイバー歪・間隙水圧の観測結果を気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会及び地震調査研究推進本部地震調査委員会へ情報提供を開始した。

南海トラフから南西諸島にかけて沈み込むプレート形状モデルは長期評価報告書「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）」に基盤モデルとして採用された。

令和6年能登半島地震発生後には、国内の大学・研究機関と協力して迅速に緊急調査航海を

実施するとともに、その成果を随時地震調査委員会や地元自治体などに報告した。

＜フローチャートにおけるアウトカム「地震発生帯の現状把握・長期評価、および火山活動評価への貢献」及び「防災・減災への貢献」に該当＞

南海トラフの地下構造研究の成果は、文部科学省からの受託研究「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」（令和2～6年度）等を通して地震調査研究推進本部に提供した。

南海トラフで発生したゆっくり滑りの変化やそれに伴う超低周波地震や低周波微動の活動を、気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会と地震調査研究推進本部地震調査委員会に毎月報告するとともに、令和6年3月からは、令和5年度に紀伊水道沖に設置した新しい長期孔内観測システムによって得られるデータを追加して報告を実施している。令和6年8月8日や令和7年1月13日の日向灘の地震における南海トラフ地震臨時情報に関連した報告等を行った。

西之島の継続的な調査の成果、新たに判明した大室ダシの火山活動、孀婦海山の緊急調査の結果等を火山噴火予知連絡会や火山調査研究推進本部等の国の機関に報告した。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】

地震調査研究推進本部、火山調査研究推進本部、気象庁、海上保安庁とは、専門委員の派遣や機関間の連携協定、共同研究等の契約を通じて、定期的に成果を報告しており、双方の取組、研究開発成果の社会実装・アウトカム創成を進めた。

基盤研究（S）や学術変革領域研究などの大型科学研究費助成事業（科研費）を獲得することや民間企業との共同研究資金の活用を通じて、研究開発を大規模・稠密化を進め成果の最大化、高度化を図った。

①海域観測による地震発生帯の実態把握

海底下で発生する地震は、陸域と比較して未だ実態の把握が大幅に遅れている。そこで、地震活動の現状把握と実態解明のために、広域かつ精緻な観測データをリアルタイムで取得する海底地殻変動・地震活動観測技術システムを開発し、展開する。特に、巨大地震・津波の発生源として緊急性や重要性が高い海域を中心に三次元地殻構造や地殻活動、断層物性、地震活動履歴等に係る調査を実施する。また、これら観測システム及び調査によって得られた各種データセットは、地震調査研究推進本部等、我が国の関係機関で地震発生帯の現状評価等に活用されるように広く情報提供する。さらに、これら日本周辺での知見に加えて、アジア太平洋地域の地震・津波の実態解明と防災研究推進のための広域的な共同研究体制を構築する。

令和6年能登半島地震や礪波海山噴火等の突発的な災害に対して、機構内の関連部署や国内関係機関と連携し、総力をあげていち早く緊急対応を実現した。

IODP 第405次研究航海「日本海溝巨大地震・津波発生過程の時空間変化の追跡 (Tracking Tsunamigenic Slip Across the Japan Trench (JTRACK))」掘削調査や「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」等の国内外の大型プロジェクトを主導し、成果を創出した。

海底地殻変動の連続・リアルタイム観測を実現するための技術開発において、1cm未満の精度の現場水圧校正技術による水圧計を用いた上下水準変動観測等、多数の世界初の取組を統合することで、従来に比べて桁違いに低いノイズレベルの海底傾斜の観測、海底に展張した光ファイバー歪計測をいずれも高い次元で実現したことは、南海トラフ震源域全域への海底地殻変動リアルタイム観測の広域展開実現という本課題の目標に大きく前進した成果と言える。これらの観測からは、令和2年12月からの熊野灘、令和4年1月からの紀伊水道沖でのゆっくり滑りが捉えられており、海底地殻変動観測リアルタイム観測点を広域・多点で展開することの重要性を実証しただけでなく、浅部ゆっくり地震の物理を理解する上で貴重な知見を与えるものである。

東南海地震震源域のみに設置されていた長期孔内観測システムを、南海地震震源域から日向灘まで3か所に展開する計画を進め、紀伊水道沖に令和5年度に設置し、リアルタイムの観測を開始したことは、ゆっくり滑りの南海トラフ広域での実態解明につながることで大きく期待される成果と言える。長期孔内観測では、繰り返し発生する小規模なゆっくり滑りがとらえられており、その解析から、ゆっくり滑りの継続期間に海洋変動が影響していることを示唆している。これは、浅部ゆっくり滑りの発生メカニ

ズム解明につながる重要な成果である。

ウェーブグライダーによる多点自動観測システムの実証とウェーブグライダー搭載の多項目センサによる観測により、これまで船舶の使用が不可欠で時間・人・経費のいずれもコストのかかる GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測のコストをすべての面で大幅に削減するとともに、精度の更なる向上を可能としている。これにより、観測頻度を上げ、時間分解能と推定精度の向上した観測が展開され、海底ケーブルで地殻変動観測のできない日本海溝や千島海溝などの海域で、プレート境界浅部（海溝軸近傍）を含む固着・すべりの時間変化の解析がなされた。

地震・津波等の被害が出ていない段階で、大地震につながる先行過程を直上で観測できる可能性があることを踏まえ、令和2年度に緊急観測を実施したことは、地震発生予測のコミュニティにとって大きなパラダイムシフトであった。

海底光ファイバーケーブルを用いた光ファイバーセンシングでは、南海トラフを横断する室戸沖ケーブルでの高感度・広帯域化された DAS 観測装置による長期連続観測が実施され、それによって、南海トラフで発生する浅部低周波微動が稠密観測解析されるようになった。これによって令和6年1月1日に発生した能登半島沖地震に伴って浅部低周波微動が誘発されたことを観測しており、浅部スロー地震の発生要因に重要な示唆を与えている。また、鳥島沖で発生した津波を海底ケーブル光ファイバーセンシングにより世界で初めて明瞭に観測したことで、海底観測の新たな可能性を示した。さらに、海底地殻変動のようなゆっくりとした変動観測に適した新たな光ファイバーセンシング観測装置や、歪・温度・水圧を分離して観測することを可能とする海底光ファイバーセンシングケーブルの開発実証がなされ、海底ケーブルを用いた広域の広帯域地震・地殻変動観測というアウトカムの創出に至っている。

令和2年12月から南海トラフで発生したゆっ

くり滑りは、孔内観測点のほか、開発した海底傾斜計で観測され、解析の結果を地震調査委員会、気象庁南海トラフ沿いに地震に関する評価検討会に報告し、国の南海トラフ地震発生評価に活用された。熊野灘に設置された3点に加え、令和5年度からは紀伊水道沖に設置された1点を合わせ4点の長期孔内観測システムによるゆっくり滑り観測結果を気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会・地震調査委員会に報告し南海トラフ地震震源域の現状評価に活用されている。また、令和6年8月8日に日向灘地震M7.1が発生したことに伴う「南海トラフ地震臨時情報」に対応し、リアルタイムの孔内観測データからゆっくり滑りの開始等、顕著な変化・影響が地震後に認められないことを報告し活用された。さらに、令和6年1月1日に発生した能登半島沖地震後に室戸沖で浅部低周波微動が発生したことを室戸沖でのDAS観測によって見出し地震調査委員会に報告している。日本海溝北部で群発的に発生した地震を受けて実施したウェーブライダーを用いた海底地殻変動観測では、取得したデータを準リアルタイムに解析し、その成果を迅速に地震調査委員会に報告し、日本海溝の地震活動評価に活用された。

DAS等の光ファイバーセンシングの最先端技術開発の成果は、民間企業等のニーズと合致し、共同研究の開始や課題拡大につながった。

防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、その下でDONET高度化とN-net拡張部の開発を進めるためのワーキンググループを立ち上げ、研究開発を協力して進める体制を構築し進めている。

海上保安庁海洋情報部との包括連携協定の下で結ばれている「海底地殻変動の観測・解析技術の高度化に関する共同研究」により、海底地殻変動観測データの交換やデータ解析の高度化、気象学的応用に関する共同研究を進めているほか、東北大学との「千島・日本海溝海域での地殻変動・地震共同観測」により、同海域での海底地殻変動・地震観測を共同で推進してい

る。

調査観測においては、巨大地震の発生が危惧されている南海トラフ全域のプレート境界地震断層を高解像度で三次元的に捉えることに成功し、プレート地震断層の固着・すべりを規定する構造要因などの把握につながった。南海トラフ域の掘削試料等を使った研究や地震探査の高解像度物性イメージングなどにより、海山や海嶺が沈み込んでいる場ではプレート境界部に高圧間隙流体がパッチ状に分布するなどスロー地震発生場の実態理解に資する成果を得た。

大きな被害をもたらした平成 23 年東北地方太平洋沖地震が発生した日本海溝域では、前弧域に加えて沈み込み帯インプットの実態把握も進めたことで、海溝軸近傍の巨大すべり発生場の広がりを見定めていた要因の一つは沈み込み帯インプットの不均質性であることを明らかにした。また、発生が危惧されているアウターライズ地震津波のハザード評価を進めたほか、日本海溝の深海底に残された地震・津波の痕跡から、過去の巨大地震の履歴を復元する手法の高度化を進め、平成 23 年東北太平洋沖地震のような海溝軸近傍の巨大すべりが繰り返されてきたことが分かってきた。

今後 M9 クラスの巨大地震の発生が懸念されている千島海溝域でも、プレート境界断層形状とプレート固着・すべりとの関係性を発見したほか、アウターライズ地震断層マップに基づく地震津波ハザード評価も行った。

米国、ニュージーランドなどとの国際共同研究も積極的に進め、ビッグデータを活用した南海トラフ海陸統合 3D 地下構造モデル構築研究や、ヒクラングにおける海山沈み込みとスロー地震の関係などを明らかにした。

南海トラフから南西諸島にかけて沈み込むプレート形状モデルを地震調査研究推進本部の海溝型分科会に報告し、このモデルは長期評価報告書「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）」に基盤モデルとして採用されたほか、日本海溝アウターライズ地震津波のハザード評価について地震調査研究推進本部

具体的には 2021 年度までに、
・ 海底地殻変動観測の高度化を目的とした、地震・津波観測監視システム（DONET）設置海域における海域実証試験

海底に海底着座型ボーリングマシン（BMS）を用いて掘削した孔に傾斜計を設置し、DONET に接続することで、海底地殻変動観測を連続・リアルタイムで観測することのできるシステム開発と評価を行った。平成 30 年度に設置した 6 m 孔内への孔内傾斜計の設置に引き続き、BMS の改造による大口径孔の掘削、高い感度と安定性のレーザー光干渉式傾斜計の開発、掘削直後の孔内への探査機によるモルタル打設と機器降下設置、100m 長の孔内機器-DONET 接続等、多数の世界初の海底観測技術を統合することによって、令和 3 年 2 月には、海底下 20m 孔内への孔内傾斜計の設置と DONET への接続に成功し、実海域観測評価を開始し、これまでの海底観測では得られなかった低ノイズの観測が実施できることを示した。また、設置した孔内傾斜計では、令和 2 年 12 月に設置した傾斜計付近で始まった「浅部ゆっくり滑り」の検出に成功し、深部孔内データと合わせて断層すべりモデル評価を行って浅部プレート境界でのすべりであることを示し、地震調査委員会・気象庁南海トラフ沿い地震に関する評価検討会・地震予知連絡会へ報告した。なお、傾斜計の変動が捉えられた最初の期間は、孔内データを含む他の地殻変動や微動活動が始まる前であり、傾斜計の検知能力の高さを実証するとともに、浅部ゆっくり地震の物理にとっても重要な知見を与えると期待される。

DONET 水圧計を現場で高精度に繰り返し校正することによって、水圧計データに含まれるドリフト成分を除去し、水圧計を使って海底の高精度な海底上下地殻変動観測を行うための、現場水圧校正技

の津波部会で報告した。また、地震調査研究推進本部の海域活断層評価手法検討分科会などで海域断層情報データベースに基づく南西諸島の断層分布等についても報告するなど、地震発生帯の長期評価等へ貢献している。

令和 6 年能登半島地震発生後には、国内の大学・研究機関と協力して迅速に緊急調査航海を実施するとともに、その成果を随時地震調査委員会や地元自治体などに報告している。

機構の中長期計画に基づき、部門、センター、グループの中長期計画を立案し、それに沿って各年度、各個人の研究計画を推進することで、調査実施から成果の創出まで、多人数で数年間を要する大規模研究テーマについてもほぼ計画通りに進められている。また、基盤研究（S）や学術変革領域科研費などの大型科研費を獲得することで、調査を大規模・稠密化するなど研究成果の最大化、高速化を図っている。

・ 光ファイバーセンシング等の新たな海底地殻変動・地震活動観測技術や、より広域な観測を効率的に行うための無人自動観測技術の開発

術の開発と DONET の多点の水圧計の繰り返し較正と、長期的な海底上下地殻変動量の評価を実施した。水圧計の高精度な現場校正技術に必要な基本的技術について、実験室での評価 (Machida et al., 2020, JGR) を経て、実海域実証試験を行い、1 cm 未満の精度での現場水圧計較正が可能であることを実証した。その上で、DONET 水圧計の現場較正を 1B-08、1B-05、1D-15、2C-10、2C-11 の計 5 点で実施し、水圧計による長期的な海底水準変動評価を進めた。ここから、水圧計で得られた海底水準変動率が近傍の GNSS-音響測距結合方式観測による長期的な変動率と整合的な結果が得られることが確認された。このことによって、水圧計によって高信頼の海底水準変動評価がリアルタイムに実施できることを実証した。

海底の光ファイバーの伸縮を観測する光ファイバー歪計の開発を行い、DONET に接続することによって、海底の歪の 3 年にわたる連続観測を行っている。観測からゆっくり地震やゆっくり滑りを検出しうることを示すとともに、光ファイバー歪観測品質を高めるための取組を進めた。

海底光ファイバーケーブルを使った光ファイバーセンシングの評価・展開を、機構の室戸沖海底ケーブルを中心として、豊橋沖、初島沖ケーブルで実施するとともに、地方自治体 (鹿児島県三島村) や事業者 (電源開発株式会社、鉄道総合技術研究所) と連携して、各地域の海底ケーブルや陸上ケーブルを用いた DAS 観測を実施し、各地域の地震発生の状況把握等に活用した。特に、室戸沖海底ケーブルでは、長期連続観測を実施するとともに、長周期・短周期の観測ノイズを減少させるための超安定レーザー光源を導入し、観測装置の能力を向上させた。その結果、令和 4 年 1 月及び 3 月に室戸沖で発生した浅部低周波微動の稠密観測に初めて成功した。

また、DAS 観測データの解析を進め、論文 (Matsumoto et al., 2021, Sci. Rep.; Ide, Araki, Matsumoto, 2021, EPS; Tonegawa et al., 2022, GRL) などにより成果を公表した。これらについては、地震観測だけでなく、海底での攪拌過程など海洋の稠密な観測に DAS が有益であることを見出したもので、他分野へも波及する科学的に重要な成果である。そのほかにも、光ファイバーセンシングで観測される雑微動を用いた地下構造の解析を実証し、地下の構造連続モニタリングに道を開く重要な成果も得られた。

令和 3 年度には、新しく海底地殻変動計測に適用可能な光ファイバー観測装置の開発を行い、室戸沖海底ケーブルでの試験を実施し、80km の距離まで光ファイバー歪を良好に観測できることを確認した。また、無人探査機によって自在に海底展開可能な海底光ファイバーセンシングケーブルの開発を実施した。これらは当初計画にはない新技術の開発であるが、海域での光ファイバーを使った海底

- ・ 南海トラフ等の重要海域における複雑な断層形状や断層付近の各種物性を三次元的に捉えるための構造探査及び海底地震観測

地震・地殻変動のリアルタイムモニタリングの実現に道を付ける特筆すべき成果である。

ウェーブグライダーを用いて GNSS-音響測距結合方式の自動・無人海底地殻変動観測を行うシステムを開発し、船舶を用いた観測とほぼ同程度のばらつきでの海底局位置推定が可能であることを示した。その後、千島～日本海溝沿いでの実用運用を行いデータ収録を進め、得られたデータ・成果を定期的に地震調査委員会へ報告する体制を整備した。これは、当初計画を超え、アウトカムに直結する成果である。これに加えて、機構船舶を用いて GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測を行うための態勢を整備して、海底地震観測・地殻構造探査などの航海の海況不良時等に海底地殻変動観測を実施できるようにしたことで、観測頻度を上げることができた。東北地方太平洋沖地震の余効変動場の時間変化を把握し、プレート境界浅部（海溝軸近傍）での固着・すべりの時間変化の検出が可能になった。今後、地震調査研究推進本部の長期評価等への成果の活用や、準リアルタイムでのデータ伝送及び海底局位置解析の高度化による緊急観測への貢献、気象・海象センサを追加して得られるデータによる海底地殻変動検出精度の向上などが期待できる。

熊野灘における既存マルチチャンネル反射法地震探査（Multi-Channel Seismic survey (MCS)）データを再解析、解釈し、スロー地震活動を規定する構造要因やプロトスラスト帯の発達などについて成果を取りまとめ、多数の論文を発表した（Shiraiehi et al., 2019, G3; Shiraishi et al., 2019, JPG; Shiraishi et al., 2019, Geophys. Prospecting; Wu et al., 2019, Tectonophysics; Shiraishi et al., 2020, EPS; Tiley et al., 2021, Geosphere）。また、掘削時の船舶ノイズを活用して地震断層の反射強度の時間変化を捉えることに成功し、スロー地震活動と流体の関係性などの議論に資する成果を発表した（Tonegawa et al., 2021, EPS）。

昭和 21 年南海地震の震源域（潮岬沖から足摺岬）とその周辺部において、プレート境界断層の複雑な形状や物性などを三次元的に捉えるための大規模な反射法構造探査を実施し、従来の南海トラフ・広域プレート境界断層モデルよりも一桁程度高い解像度でプレート境界断層形状の複雑さを把握することに成功した。その結果、小規模海山（直径 10 km 程度）が多数分布する尾根状の高まりとスロー地震活動分布は良く相関していることが確認でき、沈み込む海洋プレートの形状不均質性がプレート境界地震発生様式と良い相関を示すことが明らかになった。海底地震計の探査結果からも熊野灘と紀伊水道の比較によって同様な相関を確認した（Qin et al., 2020, GRL）。これらプレート境界断層の複雑な形状の一因はフィリピン海プレートの拡大軸付近の過去の断層の再活動によるものであるとの

解釈を誌上発表した (Kimura et al., 2021, Island Arc)。また、南海トラフ域における過去 20 年にわたる海域構造探査データやそれを陸上観測点で受信したデータをコンパイルして作成したビッグデータを活用することで、陸域も含めた南海トラフ地震発生帯の広域な三次元構造モデルを構築した (Arnulf et al., 2022, Nat. Geo.)。これらの結果は、南海トラフ三次元構造モデルの高度化、プレート固着・すべりのリアルタイムモニタリングや推移予測の高度化に不可欠な貢献をするものと期待される。

南海トラフ西端部の日向灘や南西諸島海域では、沈み込み帯の実態把握を目指した構造探査観測を新たに実施しデータ解析を進めるとともに、既存データを活用した地震活動研究や地下構造モデル研究も進め、成果をとりまとめて論文発表した (Tonegawa et al., 2020, GJI; Yamamoto et al., 2020, EPSL; Arai et al., 2021, EPS; Takahashi et al., 2022, GJI)。

海山沈み込みや多様なスロー地震が発生するなど南海トラフと共通な特徴を示すニュージーランドヒ克蘭ギ沈み込み帯における国際共同研究を進め、海山沈み込みとスロー地震の関連性や上盤構造の性質とプレート境界断層の固着・すべりの相関などを明らかにした (Gase et al., 2019, GRL; Arai et al., 2020, JGR; Gase et al., 2021, JGR; Bassett et al., 2022, GRL)。これらの結果は、南海トラフにおける研究成果と合わせることで、地震発生様式の多様性を規定する要因把握研究の高度化に資するものである。

平成 23 年東日本太平洋沖地震後に実施してきた地震構造探査や地震観測の成果を取りまとめ、東日本太平洋沖地震時の巨大すべり域の実態やその広がりを規定していた構造要因や (Fujie et al., 2020, Geology; Nakamura et al., 2020, Sci. Rep.)、アウターライズ地震活動や断層の実態について誌上発表した (Obana et al., 2019, GJI; Obana et al., 2021, GJI; Park et al., 2021, Sci. Rep.)。また、東北地方太平洋沖地震後に地震津波の発生確率の高まりが指摘されている日本海溝アウターライズ巨大地震断層分布を明らかにし、アウターライズ地震津波ハザード評価を行いデータベース化した (Baba et al., 2020, JGR; Baba et al., 2021, Sci. Rep.)。さらに、過年度の成果も含めて、10 年にわたる地震探査・観測研究成果をとりまとめ、著名な国際誌に 2 本のレビュー論文としても発表した (Kodaira et al., 2020, Ann. Rev. Earth and Planetary Sciences; Kodaira et al., 2021, Science)。加えて、平成 23 年東北地方太平洋沖地震前後の差分海底地形を不確定性まで考慮して解析した結果、北緯 39.5 度付近でも数メートルの上下動変位を伴うすべりが生じていた可能性を示した (Fujiwara et al., 2021, Frontier Earth Sci.)。

南海トラフ熊野灘や室戸岬沖における掘削試料・データを活用す

・海底堆積物の採取及び解析による地震発生履歴の調査等に取り組む。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、
・連続リアルタイム海底地殻変動観測システムの DONET 設置海域等への広域展開

ることで、スロー地震発生域のプレート境界付近には高間隙水圧帯がパッチ状に分布していることや、間隙水圧の上昇がスロー地震を惹起することなどを明らかにした (Okazaki et al., 2020, JGR; Hirose et al., 2021, JGR; Bedford et al., 2021, EPSL)。

主に日本海溝、南海トラフにおける長期間の地震発生履歴が記録された堆積層からの試料採取に取り組んだ。南海トラフにおいては長期記録を得るために地球深部探査船「ちきゅう」を利用したことで良好な試料が採取でき、年代解析を進めた。日本海溝においては大水深で採取が可能な海底広域研究船「かいめい」を利用した IODP プロジェクトとして複数の長尺試料を採取した。既存試料を用い、地震に誘発されたタービダイトの年代を地磁気記録を利用して解析できることを確かめた (Kanamatsu et al., 2021, Marine Geology)。

紀伊水道沖において海底光ファイバー歪計での多成分歪計測を継続するとともに、熊野灘では C0002 サイトに海底光ファイバー歪計による観測を追加し、紀伊水道沖 2F-S2、1B-S1 には海底水圧計の設置を行い、それぞれ長期観測を開始した。また、DONET 水圧計の現場較正を計7か所で実施し、海底地殻変動が検出し得る海域を拡げた。うち、2か所では、頻繁に現場較正を行うことにより、計測の精度を高め、海底が定常的に沈降していることを明らかにした。

東南海地震震源域の熊野灘でのみ行われていた掘削孔内での高感度なゆっくり滑りの観測を広域展開するために、新しく長期孔内観測システムの開発を行い、令和5年度には紀伊水道沖に「ちきゅう」で長期孔内観測システムの設置と DONET2 への接続を実施し、南海地震震源域沖合でのゆっくり滑りの高感度観測を開始した。新しく開発した孔内光ファイバー歪計観測データに見られる地震動・海底水圧負荷の応答を海底水圧・孔内間隙水圧及び周辺の DONET 地震計記録と孔内光ファイバー歪計及び周囲の地殻をモデルとした有限要素解析により比較分析実施し、孔内光ファイバー歪計の計測感度を定量化、地殻面積歪を計測していること、設置後約1年を経過し、設置した孔内光ファイバー歪計が安定して計測できていることを示し、気象庁南海トラフ沿い地震に関する評価検討会・地震調査委員会への観測結果報告を開始した。また、令和6年8月8日に M7.1 日向灘地震が発生したことに伴い「南海トラフ地震臨時情報」に対応し、リアルタイムの孔内観測データからゆっくり滑りの開始等、顕著な変化・影響が地震後に認められないことを報告し活用された。

ウェーブグライダーを用いて GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測 (GNSS-A 観測) を行うシステムにより、繰り返し観測を実

施、解析により東北地方太平洋沖地震の余効変動場を把握し、地震調査委員会にて報告した。また、GNSS-A 解析における解析精度の向上を図る手法開発を実施し (Tomita et al., 2025, MGR)、今後の地震本部の長期評価等に成果が活用されることが期待できる。

光ファイバーセンシングでは、高安定レーザーを利用することによって観測限界を大幅に高めた DAS (分布型音響センシング) による、室戸沖沖合約 120km までの DAS 観測を常時・連続的に実施し、鳥島沖で発生した津波を海底ケーブルによる分布型光ファイバーセンシングによって始めて明瞭に観測することに成功した (Tonegawa and Araki, 2024, GRL)。

相模湾では、光ファイバーセンシングによって歪・温度・水圧の分布を観測することができる海底ケーブルの試験から、実際に海底 10km の範囲で稠密に歪・温度・水圧を分離観測できることを実証した。光ファイバーセンシングによる海底ケーブルを使った地殻変動観測では、海底水温変動の影響除去が大きな課題であったが、本開発ケーブルの活用によって稠密な高精度な海底地殻変動が実現することが期待される。

DAS で得られたデータをリアルタイムに DONET データと統合解析するシステムを構築した。システムは、毎分 DAS 及び DONET で得られるデータを合わせ、PhaseNet や機械学習の研究成果を適用した地震の震源解析と低周波微動を含むイベントのエンベロープ相関法による解析を行うもので、令和 6 年 8 月に室戸沖で発生した地震とその余震活動では気象庁一元化解析で得られない微小な地震活動まで含んで解析できることを示した。

紀伊水道沖に設置した長期孔内観測システムの孔内ファイバーに対する光ファイバーセンシングを実施し、DAS 及び地殻変動観測に適した RFAS (Rayleigh Frequency Acoustic and Seismic) 光ファイバーセンシング技術による観測に科学目的の海底掘削孔内観測として世界で初めて成功した。得られた結果は、光ファイバーセンシング技術によって地層の構造を稠密 (1m 分解能) に計測できることを示唆しており、長期的な繰り返し計測によって地殻構造の時間変化をモニタリングするなどの応用に道を切り開くものである。

・ 南海トラフ等における詳細な構造探査及び海底地震観測や、これまでデータが不足していた千島海溝・日本海溝等における広域構造及び地殻活動の調査

プレート固着・すべりの不均質性と比較議論できる解像度のプレート境界断層の実態を把握するために、南海トラフ全域で地下構造調査を実施してきた結果、既存データと合わせて 247 本の反射法探査測線で南海トラフ全域をカバーできるところまで到達した。この膨大なデータに基づき描き出したプレート境界断層モデルは、小さな海山の沈み込みとスロー地震分布の相関の議論にも活用できるなど非常に解像度が高く、今後、世界中の多くの研究者に活用されるだけでなく、国や関係機関等で活用される重要な基盤的観測成果

となるものと期待される。この南海トラフ全域のプレート境界形状の成果については、データ取得後3か月で論文を投稿したところである。他方、先行してデータを取得してきた各海域の研究については、令和5年度及び6年度にも成果を多数の論文として出版している。

まず、紀伊水道（潮岬から室戸岬付近）では、巨大地震分布やスロー地震分布から推定されるプレート固着・すべりの境界域に沿ってプレート境界付近の構造に不連続があることを発見した（Nakamura et al., 2022, GRL）。この構造不連続は、海底地震計を用いた波形インバージョン解析（Full waveform inversion (FWI)）によって、上盤プレート内に発達した流体に富む破砕帯であることが分かってきた（Shiraishi et al., 2025, Marine and Petroleum Geology）。また、反射法データに基づき付加体の形状から Critical Taper Theory によって推定したプレート境界断層の有効摩擦係数分布やプレート境界断層形状の粗さを定量的にマッピングし、浅部スロー地震活動が活発な海山列の沈み込みの後方（トラフ側）では断層形状が複雑で有効摩擦係数も低くなっていることを示した（Flores et al., 2024, GRL）。さらに、同データの浅部堆積層内に見られる Bottom Simulating Reflector (BSR) 分布に注目することで、熱流量分布から活動的な断層を特定するなどの試みも進めてきた。

熊野灘では上盤構造の不均質性がプレート間固着域の形成に必要な役割を果たしていることや（Kimura et al., 2022, G3）沈み込む海山や海嶺といった海洋プレート表層の形状不均質性が付加体の成長に大きな影響を与えていること、その成長過程にスロー地震活動が関与している可能性を指摘した（Kimura et al., 2024, G3）。また、南海トラフ西端の日向灘では、九州パラオ海嶺の沈み込みがスロー地震活動の分布と良い相関を示すことや、プレート境界付近の流体分布、そして泥火山の成長にも影響を与えている可能性などについて指摘した（Arai et al., 2023, Nat. Comm; Arai et al., 2024, EPS; Arai et al., 2025, PEPS）。

千島海溝・日本海溝では、大局的な地下構造を把握するための構造調査を進める一方で、既存構造探査データや日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の観測データを活用した解析研究成果を取りまとめた。

まず、千島海溝・日本海溝域に沈み込む海洋プレートの実態に関して過去10年以上に及び機構の構造探査に関する研究をまとめた総説論文を発表した（Fujie et al. 2023, PEPS）。また、東北地震の震源域の南限付近の多数の反射法データを統一的な視点で再解釈することで、海溝軸近傍の地下構造の地域性と地震活動の関連性について系統的に整理した（Qin et al., 2022, EPSL）。さらに、日本海

・海底堆積物に基づく地震履歴調査手法
の確立と重要海域への適用
等に取り組む。

また、以上の調査・観測から得られた
データを詳細に解析し、地震発生帯の実
態把握に係る知見として、国、地方公共
団体、関係機関へ提供する。

溝に沈み込む直前の太平洋プレート上の堆積層の不均質性を詳細に
調べて沈み込み帯の地震活動などと議論した (Nakamura et al.,
2023, PEPS)。この成果は日本地震学会の論文賞を受賞した。

千島海溝においては、沈み込む海洋プレートの形状とスロー地震
分布の関係性をデータに基づき指摘したほか (Yamaguchi et al.,
2024, GRL)、アウターライズ地震断層マップを作製し (No et al.,
2024, EPS)、それに基づく津波シミュレーションを通したハザード
評価も行った (Baba et al., 2024, EPS)。

S-net データは、ノイズ記録を用いた堆積層構造の解析や
(Tonegawa et al., 2022, JGR)、遠地震のレシーバー関数を用い
た応力場解析 (Tonegawa et al., 2024, EPS) を通して、地下の構
造や応力場の時間変化の検出に使えることが分かってきた。

地震津波を引き起こす多数の活断層が分布する日本海において
は、機構のこれまでの構造探査研究に基づく総説論文を発表したほ
か (Sato et al., 2023, Island Arc)、大きな地震津波被害を引き
起こした令和6年能登半島地震の発生を受け、海域余震観測や海域
断層の実態把握を目指した構造探査観測など、約1年の間に7回の
緊急・臨時調査観測を実施した。

主に日本海溝、千島海溝における長期間の地震発生履歴が記録さ
れた堆積層からの試料採取に取り組んだ。既存試料を使って宮城沖
北部の地震履歴記録を得た (Kanamatsu et al., 2023, PEPS) 日本
海溝においては IODP プロジェクトとして採取した複数の長尺試料を
用いて、地震に誘発されたタービダイトの年代を地磁気記録を利用
して解析した。千島海溝は採泥調査が進んでいない海域であったた
め、地震性イベント堆積層の特徴を把握するため通常の採泥器を使
い広い範囲から試料採取を行い炭素14年代の取得を進めた。

南海トラフの孔内観測点3点に加え、本中長期計画中に海底傾斜
計1点、海底光ファイバー歪計1点の海底設置と DONET 接続を行
い、海底地殻変動のリアルタイム計測を開始し、継続的な観測を行
っている。孔内観測点3点による観測結果の国への定期的な報告を
継続するとともに、浅部ゆっくり滑り等が発生した場合には、海底
傾斜計・海底光ファイバー歪計等の観測結果を含め国に報告できる
よう観測態勢が維持強化された。令和2年12月から令和3年1月に
熊野灘における大規模なゆっくり滑り発生時には、孔内観測点に加
え、新たに設置した海底傾斜計のデータを合わせ、ゆっくり滑りの
規模と滑り分布・時間変動について分析を行い、地震調査委員会等
に報告を実施している。

熊野灘に設置された孔内3か所に加え、紀伊水道沖に「ちきゅ
う」で設置した長期孔内観測システムで観測される孔内間隙水圧お

よび孔内光ファイバー歪観測結果を気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会・地震調査委員会への提供を開始した。また、令和6年8月8日に日向灘 M7.1 地震が発生したことに伴う、国の「南海トラフ地震臨時情報」においては、気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会に、リアルタイムの孔内観測データからゆっくり滑りの開始等、顕著な変化・影響が地震後に認められないことを報告し活用された。

ウェーブライダー及び機構船舶を用いて得られた海底地殻変動観測データの解析結果を定期的に地震調査委員会へ報告し、東北地方太平洋沖地震の余効変動の評価に貢献した。

アウターライズ地震断層マッピング結果及び津波浸水ハザード評価結果を地震調査研究推進本部の津波評価部会に報告した。令和6年能登半島地震後の海域調査観測の状況や成果等を随時地震調査委員会に報告したほか、地元自治体（石川県）の防災会議などでも報告した。

②地震・津波の発生過程の理解とその予測

地震発生帯の現状把握・長期評価へ貢献するために、地震発生帯の調査観測から得られた最新の観測データに基づき、地震発生メカニズムの理解やプレート固着の現状把握と推移予測に資する知見を蓄積する。そのためには、まず、①で取得した各種データと既存データ等を統合してこれまでに機構で開発された地震発生帯モデルを高精度化し、それらモデルを用いた地震発生帯変動の計算結果と観測データの解析による現状把握及び推移予測の手法を確立する。同時に、これまでに構築してきた即時津波被害予測システムの高度化を進める。得られた知見は、国等の地震・津波被害想定や現状評価のための情報として提供するとともに、（４）とも連携して社会へ情報発信する。

中長期計画で高度化した海底での連続リアルタイム地殻変動観測データを海底での広帯域地震観測データ等と組み合わせて解析することにより、巨大地震震源域の浅部延長における多様なゆっくり地震の詳細な時空間変化を捉えるとともに、海洋変動との比較等も行うことで新たな科学的知見を得た。

プレート境界の固着すべりの現状把握と推移予測解析のベースとなる地下構造モデルに関して、構造探査による詳細構造に基づいた分岐断層を導入してグリーン関数を計算するとともに、モデルや観測データの曖昧さに起因する推定誤差を定量化する手法開発を進め、実データへの適用の有効性や推移予測活用における有用性を示した。また、南海トラフ地震と内陸地震・スラブ内地震の相互作用について、粘弾性構造の影響を考慮した解析を行い、南海トラフ地震前後の地震活動の活発化・静穏化に関する理解を進めた。

南海トラフで発生したスロースリップの実データに対して摩擦パラメータ推定手法を適用し、推移予測が可能であることを示した。また、次の南海トラフ地震のシナリオ検討にとつ

て不可欠な、過去の南海トラフ地震のすべり分布を 1707 年の地震以降について推定するとともに、三次元不均質構造を導入したうえで現在の固着状態の推定を行った。さらに、大地震前の切迫度指標となる b 値の時空間変化の評価を南海トラフに導入した。

津波予測では、AI 技術を活用した即時予測手法の開発によりデータ同化よりも早いタイミングで精度向上が可能であることを実証するとともに、データ同化手法が終息過程の予測に有効であることを示した。

地質試料の力学実験から、プレート境界の固着・すべりの現状把握と推移予測に必要なとなる、中速域の摩擦特性や空間分布について新たな知見が得られた。

長期評価や地震調査委員会での現状把握において基礎となる三次元地下構造モデル(ver. 1)を構築するとともに、多様な用途へ活用可能な地下構造モデルの構築に向けた短期及び長期の目標設定・プロジェクト化提案を踏まえて、構造情報共通基盤のプロトタイプ構築に着手し、国の委員会（地震調査研究推進本部強震動評価部会及び地下構造モデル検討分科会）で情報共有した。また、南海トラフの地下構造研究の成果は、文部科学省からの受託研究「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」（令和 2～6 年度）等を通して地震調査研究推進本部に提供した。

南海トラフで発生したゆっくり滑りの変化やそれに伴う超低周波地震や低周波微動の活動を、気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会と地震調査研究推進本部地震調査委員会に毎月報告するとともに、陸域で変化が捉えられる前に、海域データでゆっくり地震活動の発生開始を捉えて気象庁に報告した。令和 6 年 3 月からは、令和 5 年度に紀伊水道沖に設置した新しい長期孔内観測システムによって得られるデータを追加して報告を実施している。また、室戸沖海底ケーブルを用いて連続的に実施している DAS 観測データに基づき、令和 6 年能登半島地震後に誘発されたと考えられる低周波微動

活動について報告した。さらに、令和6年8月8日や令和7年1月13日の日向灘の地震における南海トラフ地震臨時情報に関連し、地震後に地殻変動が見られない等の報告を行った。

即時津波予測システムを用いた図上訓練を実施し、初動における救援対応地域の意思決定に浸水予測情報は極めて有用であることや津波到達予測時刻以降は浸水域内での活動撤退の意思決定に活用可能であること、また、津波の終息過程予測が意思決定にとって重要であることを明らかにした。

数値解析リポジトリと四次元仮想地球の重要な柱の1つであるサイト地震動評価と「富岳」成果創出加速プログラムで、国が行う長周期地震動評価のツールを地球シミュレータにも実装し、チュートリアルを受けた企業の担当者が現実的な地下構造モデルでの長周期地震動計算を実施し、学会発表等を行った。

本課題の実施には、文部科学省受託研究「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」（令和2年度から5年間）、文部科学省補助金事業「富岳」成果創出加速プログラム「大規模数値シミュレーションによる地震発生から地震動・地盤増幅評価までの統合的予測システムの構築とその社会実装」（令和2年度から3年間）、科研費基盤S「震災軽減のためのヘテロ解析による地殻イメージング手法の開発とその適用」（令和4年度まで5年間）等の外部資金を獲得して実施している。また、「富岳」プロジェクトの計算機科学・計算科学的成果を科学的成果につなげるため、令和3年度から採択された科研費学術変革領域研究（A）における研究領域提案（Slow-to-Fast 地震学）のモデル・予測班、総括班に加わった。

「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」には、本課題の中心となるプレート境界の固着・すべりの解析手法の開発成果が国土地理院のリアルタイム解析システムREGARD 等にも実装される研究開発体制も含まれている。

防災科学技術研究所との包括連携協定を結

具体的には 2021 年度までに、
・新たな観測システム、調査・観測、実験によって得られたデータを用いた三次元地震発生帯地下構造モデルの構築

既存広域 2D 調査に基づく三次元 P 波速度構造モデルをマルチパラメータ化し、三次元地下構造モデル (ver. 1) を構築するとともに、中長期計画後半の先取りで今後のモデル構築・持続的改善の枠組み (データ仕様や共有方法等) について問題を整理・検討し、国の委員会 (地震調査研究推進本部強震動評価部会及び地下構造モデル検討分科会) において提言した。

全国一次地下構造モデル (既存 3D モデル) での地表変形のグリ

び、その下で、国だけでなく地域・企業等の防災に貢献することを目的として、陸海統合地震観測網のデータや地殻構造・地殻変動の調査・探査データをはじめとした調査観測データの活用による推移予測等の研究開発と社会実装、これらに必要な調査観測のニーズを踏まえた技術開発を共同で実施するためのタスクフォースを令和 2 年度に立ち上げ、両機関がこれまで以上に密に協力して研究開発を進める体制で、共同研究を進めている。

紀伊水道沖への長期孔内観測システムを用いた南海トラフゆっくり滑り観測監視計画の推進にあたっては、機構内にプロジェクト参画者から構成される部門横断の連絡体制を構築し、定期的に情報共有、課題検討を行った。また、孔内観測システム開発・製作については、機構内有識者からなるシステム製作推進委員会を設置し、システム設計、試験要領、試験結果、設置環境適合性評価等を検討した。これにより、プロジェクト参画者外の視点からも計画の進捗管理、システムの安定性評価を進めることができた。

地震調査研究推進本部、気象庁、海上保安庁とは、専門委員の派遣や機関間の連携協定、共同研究等の契約を通じて、定期的に成果を報告しており、双方の取組、研究成果の社会実装・アウトカム創成の検討を進めた。

中長期計画の達成を目指して研究を加速するため、国内外の大学・研究機関、防災担当機関等との連携に向けた協議や共同研究を開始・継続するとともに、外部資金プロジェクトの活用を進めた結果、中長期計画のプロジェクトは順調に成果の創出・発信ができた。

・地震発生帯における地殻活動の変動状況の把握と予測のためのデータ同化手法の高精度化

・海底地すべり等、地震以外の津波発生源を考慮した、即時津波被害予測システムの高度化
等に取り組む。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、
・三次元地震発生帯地下構造モデルの高度化と、同モデルを用いた地震の発生、地震波の伝播、津波の発生等の各過程に関するシミュレーションや、地殻活動のデータ解析の実施

ーン関数ライブラリを構築した (Hori et al., 2021, EPS)。情報セキュリティインシデント等の影響によってウェブサイト上での公開が遅れているが、公開後に国内外の研究者によって、プレート境界でのすべり・固着分布の推定に活用されることが期待できる。

変位速度場の空間勾配に基づいてプレート境界での固着状態の時空間変化を自動モニタリングするシステムを構築し、国土地理院が運用を開始した。地震時・地震後のすべり分布と粘性緩和による変位とを同時推定する手法や、固着・すべり分布の不確かさを含めて推定する手法を開発して実データへの適用を行った。今後、構築したグリーン関数ライブラリや解析システムを用いたプレート固着・すべりの現状評価のため地殻変動データ解析が行われることが期待される。また、プレート間の固着・すべり状態の現状把握を、モデル誤差や観測誤差等の種々の要因による不確かさも含めて正確に把握することが可能になると期待できる。

長期孔内観測装置や DONET で観測されたスロー地震活動に関連するデータを即時把握・解析し、浅部超低周波地震やスロースリップイベントの特性についての新たな知見を論文発表するとともに、地震調査研究推進本部の地震調査委員会や気象庁の南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会に即時的に報告する体制を整備した。

南海トラフ沖を対象とした海底地すべりによる津波の影響について、既存の海底地すべり痕情報に基づいて調査した。すべての海底地すべりが有意な津波を励起するわけではなく、陸棚斜面での海底地すべりによる津波は有意な高さとなって沿岸に到達することを定量的に示した (今井・他, 2021, 地震学会)。即時津波予測システムへの実装を目指して津波瓦礫評価手法を構築した。沿岸部で甚大な津波被害となる場合、津波瓦礫は浸水境界で多く堆積することを明らかにした (Imai et al., 2022, APPL SCI-BASEL)。

南海トラフを含む領域で地下の粘弾性を取り入れた有限要素モデルを構築し、昭和 19 年、昭和 21 年の両地震 (昭和東南海地震、昭和南海地震) による内陸断層への応力載荷の計算を実施した。結果を国内外の学会で発表し、論文が出版された (Hashima et al., 2024, EPS)。また、同様のモデルを用いて、粘性緩和の効果を取り入れた想定南海トラフ地震による地殻変動についての解析を行い、沈み込むスラブ下の低粘性層の検出可能性についての検討を行い、論文が出版された (Murakami et al., 2024, EPS)。曖昧さも考慮した評価が可能な手法を南海トラフの固着分布に適用するにあたり、3D 不均質弾性モデルを新たに導入した内容を論文発表した (Raymundo et al., 2024, JGR)。

	潮汐を除去した DONET 海底水圧計のリアルタイム処理を開始し、津波及び海底地殻変動をモニタリングする体制を確立した。海洋モデリング (JCOPE) に基づく海洋擾乱の定量評価を新規孔内観測点にも適用した。また、熊野灘での繰り返し発生するゆっくり滑りのうち、規模に比べてイベントの継続時間が長かった場合があり、そのメカニズムについて海洋変動による外的な応力変化の影響を評価した (Ariyoshi et al., 2024, Tectonophys.)。 地震波伝播過程を高解像度解析する大規模非線型並列有限要素法コード (Ewave FEM) を用いた相模トラフ巨大地震による長周期地震動計算を「富岳」で行い、非構造格子のメッシュサイズに注目した計算結果の精度評価を行った。地形及び現実的な地盤構造を組み合わせた様々な地下構造の下で、Ewave FEM と広く実務に使われている有限差分法で長周期地震動計算を実施し、両手法の検証を行った。南海トラフ沿いの巨大地震を対象として、多様な破壊シナリオを考慮した震源モデルを 3D 不均質構造に与えた多数の長周期地震動計算を「富岳」で実現するとともに、各シナリオの違いが長周期地震動に与える影響を分析した。また、Ewave FEM を用いた能登半島地震による長周期地震動計算を「富岳」で行い、関東地域での特徴的な波動伝播特性を見出した (山本・他, 2024, 日本建築学会)。
・掘削による実断層サンプルを用いた力学実験結果に基づく、断層運動の力学過程のモデル化	南海トラフ・プレート境界を模擬した地質試料の力学実験から、火山ガラス・スメクタイトの中速域摩擦特性が南海トラフ浅部スロー地震の発生に関与している可能性を示した (Okuda et al., 2023, JGR)。また、紀伊半島沖の南海プレート境界断層のすべり特性を支配する摩擦の速度依存パラメータの空間分布モデルを提唱した。 IODP 掘削で採取された岩石コアを用いた模擬掘削力学実験の結果を精査して、掘削時に岩盤強度と岩種を推定する手法を開発した (Tanimoto et al. 2024, Sci. Rep.)。また、その手法を用いて JTRACK 航海でプレート境界断層帯の強度解析を行った。
・データ同化手法を用いたプレート固着状態の推移予測の試行	日々得られる地殻変動観測データと 3D モデルの地震発生サイクルシミュレーションの地殻変動データを比較・評価する推移予測システムのプロトタイプを構築し、予測の試行を継続するとともに、セキュリティインシデントを踏まえた機構内のサーバ運用ポリシーの変更への対応を進めた。また、DONET の圧力計で得られる海底水圧の日平均値を随時算出するルーチンを導入し、推移予測システムに組み込むための準備を進めた。 推移予測に用いる地震発生サイクルモデルの妥当性評価として、M9 前後の固着・すべり状態が小繰り返し地震から推定されるものと調和的であることを示した (Nakata et al., 2023, PEPS)。

・防災科学技術研究所等の関係機関との協力により高度化した即時津波被害予測システムの社会実装等に取り組む。

また、これらに取り組むことにより、地震・津波の発生過程の理解とその予測を進め、得られた知見及びデータを国、関係機関等へ提供する。

粘弾性応答まで含めた3Dモデルを用いた南海トラフ地震半割れ後のプレート固着推移予測の数値実験を行い、南海受託プロジェクトの成果報告会等で発表した（受託プロジェクト報告書で公表）。

ゆっくり滑りの発生の最中に、摩擦パラメータをデータに合わせて最適化する推移予測手法を開発し、豊後水道の長期的ゆっくり滑りの実データに適用した（Kano et al., 2024, EPS）。

瀬戸内海などの内海に限定して、即時津波予測システムにおいて、海域における漂流物集積リスクを可視化できるように、システムインターフェースの改良を行った。この改良により、海路からの応急活動に資する情報を提供可能となった。AI技術を活用した津波予測の可能性について、東北太平洋における沖合観測網（S-net）を利用して検討を行った。AI技術を活用した予測手法の性能評価と課題について検討した（Wang et al., 2023, EPS）。

津波干渉法を利用した津波予測の可能性について、沖合観測網（DONET）、オフライン水圧観測と検潮記録を組み合わせて検討を行った。令和4年（2022年）トンガ噴火津波のイベントを利用して予測性能を確認した結果、振幅は過小評価になるものの、津波到達から終息までの全過程の包絡形状はおおむね再現できることが分かった（徳田・他, 2023, 土木学会論文集）。

リアルタイム津波浸水情報を利用した消防活動に関する図上訓練を香川県坂出市で行った。即時津波予測システムから得られる情報を踏まえて消防活動を検討し、初動における救援対応地域の意思決定に浸水予測情報は極めて有用であることや津波到達予測時刻以降は浸水域内での活動撤退の意思決定に活用可能であることが分かった。また、和歌山県由良町で実施した図上訓練からは、津波の終息過程予測が意思決定にとって重要であるとのニーズが明らかになった。

沖合水圧計のデータ同化によって沿岸津波後続波の予測精度が向上することを実証し、津波の警報発令から解除までを含む包括的な津波過程予測にデータ同化が活用可能であることを示した（Wang et al., 2024, Ocean Eng.）。

紀伊水道 HF レーダーが津波即時予測に活用できることを実データで示した（Wang et al., 2024, SRL）。

国土地理院が運用を開始した、変位速度場の空間勾配に基づいてプレート境界での固着状態の時空間変化を自動モニタリングするシステムによるデータ解析結果については、第229回地震予知連絡会（令和2年11月26日）に資料提出され、以後定例事項として毎回報告されている。

令和2年3月以降4回のスロースリップについて、気象庁南海ト

ラフ沿いの地震に関する評価検討会に速報解析や毎月の定例会で報告し、活動監視の評価資料として活用された。

各地方公共団体に実装してきた即時津波予測システムの総括を行い、今後の課題について言及するとともに、試験的に津波漂流物の流動状況を尾鷲市の予測システムに実装し、その成果を地方公共団体に提供した。即時津波予測システムの実利用に向けた活用手法を検討・促進するために、機構、防災科学技術研究所、大学、地方公共団体で南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協定を締結するとともに、更なる活用のための地方公共団体等との議論が、「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」の情報発信検討会で実施された。

「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」において開発が進められている自動震源決定システムや通常と異なる地震活動の検出と情報発信するためのシステム、固着・すべりの時空間変化と地震時すべりの即時推定の手法及び情報発信システム、さらには「富岳成果創出加速プログラム」で開発が進められている長周期地震動評価計算に、本課題で構築した三次元地震発生帯地下構造モデルが活用される体制を整備した。

能登半島沖地震の後に南海トラフ沿いにおいて津波や海底地殻変動が起きていないことを即時に確認できた。また、紀伊水道沖に新設した海底孔内観測点のリアルタイム観測データを、気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会・地震調査研究推進本部地震調査委員会資料に取り込めるようにして、令和6年3月からの報告開始に貢献した。令和6年8月8日の日向灘地震で南海トラフ地震臨時情報（調査中）が発令されている間の気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会において、長期孔内観測点（熊野灘3点、紀伊水道沖1点）で、ゆっくり滑りの開始等の顕著な変化が地震後に認められないことをリアルタイム観測データで確認し、報告した。また、数日前から熊野灘で浅部ゆっくり滑りが発生しており、日向灘地震によって誘発されたものではないことも報告した。

③火山及び地球変動要因としての地球内部活動の状況把握と変動予測

海底火山の噴火は、突発的かつ大規模な災害をもたらし、また地球環境への影響が非常に大きい。これら火山災害の発生予測や地球環境への影響評価を行うためには、その原因となる熱、マグマ、流体の発生と輸送現象、噴火履歴や噴火推移、更にそれらの準備過程に当たる地球内部活動を理解することが重要である。そ

中長期計画に沿って海域火山に関する調査を物質科学的及び地球物理学的研究の両面から実施し、火山の活動履歴と現状把握に関して研究成果を創出した。鬼界カルデラについては、カルデラ噴火へ至るマグマ蓄積過程や現在の火山下マグマの状況把握等、海域研究なくして成しえない新知見を得て、巨大噴火を起こしたカルデラ火山の時空間活動モデルを初めて提案し

こで、本課題では、地球深部探査船「ちきゅう」等を用いた海洋掘削を推進し、海底火山活動の観測、調査、地質試料の採取分析によって活動履歴、過去の噴火様式等の現状を把握する。また、得られたデータや知見を用いて地球内部構造や物質の収支等を推定し、火山活動を支配する地球内部流体やエネルギーの循環機構、マグマ供給の仕組み等を、単体の火山からグローバルな規模まで解明する。

た。伊豆小笠原海域については、実態の分かっていなかった大室ダシに関して、活動的な海底火山であることを初めて実証した。西之島では継続的な調査研究から、マグマの活動状況の推移を明らかにした。令和5年度に突発的に生じた孺婦海山の活動に対して緊急調査を実施し、未知の火山活動の実態を解明した。

海域火山をモニタリングするための新しい技術として、光ファイバーケーブルを用いた地震観測やハイドロフォンを用いた水中音波観測の開発を進め、実用段階に至るまで高めた。火山から流出する軽石が引き起こすハザード予測に資する漂流軽石シミュレーション等、データサイエンスを活用した火山研究に関しても多数の成果を創出した。

西之島の継続的な調査の成果、新たに判明した大室ダシの火山活動、孺婦海山の緊急調査の結果等を火山噴火予知連絡会や火山調査研究推進本部等国の機関に報告した。海域からの火山研究に関するこれまでの実績が評価されて、新たに発足した火山調査研究推進本部の立ち上げに際し機構研究者が委員に選任されるなど、同本部の活動に直接的に貢献した。

孺婦海山の突発的な活動に対する緊急調査等、直接的なハザードが及ぶうる火山活動に対して機動的に対応し、知見を国の機関に積極的に報告した。

海上保安庁、産業技術総合研究所、気象庁、原子力規制庁、東京大学地震研究所をはじめとした複数の大学機関、及び東京都等の自治体と共同研究を実施し、得られた知見について情報交換や共同での成果発表を行った。また、海域火山研究に関するアウトリーチ活動として、一般向けの講演会や学生向けの見学、記事執筆による研究成果の紹介等を積極的に進め、海域火山に対するリテラシーの向上に大きく貢献した。

中長期計画のロードマップにのっとり、センター、グループの年度ごとの研究計画を綿密に立て、その中での各研究者の役割を明確化して研究進捗を管理した。緊急対応が必要であった

具体的には 2021 年度までに、 ・ 無人自動観測システムと海底観測機器を組み合わせた海域火山観測システムの開発 ・ 我が国最大規模のカルデラ等を対象とした構造探査、火山体の海底調査、岩石試料の採取 ・ 火山活動の現状把握とマグマや流体の生成から噴火に至る過程及び様式の理解に基づいて得られる海底火山活動の予測に資するデータ及び知見の国及び大学等研究機関への提供等に取り組む。	ウェーブグライダーによる海域火山活動観測装置の試験運用に成功し、マーメイドによる西之島火山活動データの収集を開始した。 包括的核実験禁止条約機構の国際監視システムのハイドロフォンアレイ観測点を利用した海底火山活動の検出に成功し、海域における常時監視システム実現への大きな成果となった (Metz, 2022, AST)。 西之島でドローンによる遠隔無人空中磁気測量に成功し、最新のデータ駆動科学を活用して、ドローンデータから西之島地下の磁化構造を明らかにし (Tada et al., 2021, EPS)、その成果は高く評価され、学会誌においてプレスリリースされた。 鬼界海底カルデラで過去に起きた破局噴火と現在まで続く火山活動の履歴と実態解明を目指し、地質・岩石・地球化学的アプローチと地震・地球物理学的アプローチを連携させた統合観測を実施した。その結果、過去の 2 回の破局的大噴火 (9 万 5,000 年前と 7,300 年前) を引き起こしたマグマ活動の実態が解明され、現在は、次の破局的大噴火にいたる準備過程が進行していることが明らかになった。 また、鬼界海底カルデラ周辺の既存海底ケーブルを用いた DAS の試験観測を行い、カルデラ内部に気象庁の震源カタログに無いマグニチュード 1 から 2 の地震の検出に成功し、海底火山活動のリアルタイムモニタリングの実現に向けた大きな成果が得られた。 令和 2 年の西之島の大規模火山噴火に対して、機動的観測を実現し、西之島の周辺海底で溶岩や火山灰の採取に成功した。その化学組成データから西之島における令和 2 年の爆発的噴火は黒色の玄武岩～玄武岩質安山岩マグマと白色のデイサイトマグマを交互に噴出したバイモーダルな火山活動であったことを明らかにした。また、今回の平成 25 年以降の西之島噴火活動に関する調査研究の成果として、内部のマグマの進化モデルや現在の活動モデルを提案した。(Maeno et al., 2021, FES) 令和 3 年の福徳岡ノ場の海底火山噴火において大量の軽石が噴出・漂流したことを受けて、機動的調査として軽石の採取・分析を	突発的な火山活動に対しても研究計画を柔軟に調整し、元からの計画と新規計画の両方が円滑に進むようマネジメントを図った。その結果、海域火山活動に関する新知見、モニタリング手法に関する技術開発、データサイエンスを活用した軽石漂流予測や地球内部研究等で多数の卓越した成果の創出につながった。
--	--	--

行った。その成果として、福岡ノ場火山が爆発的な噴火に至ったメカニズムが明らかになり (Yoshida et al., 2022, Island Arc)、論文、学会、プレス発表等を行い、アウトリーチ活動も積極的に行った。

これらの知見は気象庁の火山噴火予知連絡会へ報告した。その活動が評価されて、機構研究者が火山噴火予知連絡会の検討員会の委員に任命され、海域火山の研究成果の提供を開始した。海底カルデラ研究における原子力規制庁との共同研究を進め、共同研究の成果は国の原子力政策の検討に活用された。海上保安庁とは海域火山の観測データを共有し、海域の防災・減災に貢献した。東京大学地震研究所をはじめとして、大学や他の国研との共同研究を通じて、海域火山活動の把握・予測に資するデータ及び知見を提供した。

火山灰（テフラ）同定は過去の火山噴火から将来の火山災害リスクを評価する基礎となる情報であるため、最新のデータ駆動科学を活用して、起源不明の火山灰（テフラ）試料の地球化学データから供給源火山・基準テフラ層を同定するシステムを構築した。また、国内外の文献を集め化学組成データを中心にコンパイルし、国内火山灰に関しては初となるデータベースを作成した。

地球上最大の火成活動であるオントンジャワ海台の成因やその下部のマントルダイナミクスに関する研究で、大きな進展があり (Isse et al., 2021, Comm. Earth Env.: Obayashi et al., 2021, Sci. Rep.), その仮説検証に向けた IODP 海洋掘削提案書が認められた。

データ駆動科学解析法に基づき、地震波データを数理解析し、東北日本弧下マントルの流体分布を明らかにした (Iwamori et al., JGR, 2021)。

主として伊豆小笠原弧の火山に対して、活動中の火山や今後噴火の可能性のある火山の現状把握のための調査研究、海域火山をモニタリングするためのシステムの開発、及び火山活動により流出する軽石が引き起こすハザード評価を行った。これらの調査や研究から得られた知見を国の機関等に報告した。

令和5年10月に鳥島近海で発生した地震・津波を受けて、緊急調査航海を実施した。地震と津波の発生源が孀婦海山近傍の火山活動であることを、海底地形調査や津波シミュレーションから明らかにし、孀婦海山の中央部に海底カルデラ火山の存在を発見した (Fujiiwara et al., 2024, Geophysical Research Letters)。また、孀婦海山から鳥島リフトに至る海域で発生した地震を海底地震計で観測し、地震活動の時空間分布の解析から孀婦海山を含み鳥島リフトに沿ってより広域でマグマ活動があった可能性を示した (Obana et al., 2025(印刷中), Earth Planets Space)。これらの

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

- ・伊豆・小笠原弧等の海底火山における海域火山観測システムを用いた火山活動の現状把握

緊急調査航海で得られたデータから得られた知見を、気象庁火山噴火予知連絡会へ報告した。また、令和6年度には孺婦海山周辺で構造探査と岩石試料採取等の総合調査航海を実施した。

ハイドロフォンアレイに記録された伊豆・小笠原・マリアナ諸島から到来する水中音響信号を解析し、これらの海域に存在する海底火山活動のモニタリングにハイドロフォンアレイが有効であることを実証した。また、水中音波の周波数特性から爆発的現象の有無を判別する手法を開発した (Tanaka et al., 2025, Seismological Research Letters)。ハイドロフォン解析結果を火山調査研究推進本部に報告し、解析技術について気象庁から問い合わせを受けるなど、リアルタイム火山観測システムとして実用化が見込める段階に至った。

伊豆諸島に敷設されている海底光ファイバーケーブルを用い、火山に関連する地震活動を DAS 観測により実施した。その結果、気象庁カタログに載っていない地震も含めて、この海域で起こる地震のモニタリングに成功した。ケーブルの健全性や DAS システムによる伊豆諸島火山監視の可能性について東京都へ報告した。また、海外においてもトンガ王国で実施した DAS 観測によって、令和4年に大規模噴火を起こしたフングトンガ火山直下を含むトンガ海域火山周辺の地震活動を検知し、DAS 観測によるトンガ海域火山活動モニタリングが可能であることを実証した (Nakano et al. 2024, Earth Planets Space)。

地球物理学的観測技術として、火山体などの海洋地殻浅部の電気伝導度分布を三次元で推定する手法を開発し、論文公表した (Tada et al., 2024, Earth Planets Space)。また、電磁気データの逆解析に確率論的評価を導入し、西之島の電磁気異常のソース領域を評価した (Ichihara et al., 2025 Earth Planets Space)。さらに、機械学習による地震・火山シグナル判別と活動モニタリング手法を開発した (Nakano and Sugiyama, 2022, Earth Planets Space)。

漂流軽石のハザード評価のために、伊豆小笠原弧等の海域火山で発生した軽石を想定して、これまで行ってきた軽石漂流の推移を予測するシミュレーション結果を容易に可視化するシステムを構築した (桑谷ほか, 2023, 情報地質)。この軽石漂流シミュレーションを活用して、令和5年10月に発生した鳥島近海地震や令和6年9月に須美寿島付近で発生した海域地震イベントに関連して発見された軽石の漂流予測を行い、気象庁火山噴火予知連絡会や火山調査研究推進本部に報告した。

・継続的な各種調査・観測の実施、試料の採取及び分析により蓄積された知見を活用した、国内外の火山の中長期活

伊豆小笠原弧の海域火山、及び九州南方の鬼界海底カルデラを対象に、物質科学的及び地球物理学的調査や観測手段を活用して、火山活動の履歴、マグマの生成過程、火山下マグマの現状を明らかに

した。これらの調査や研究から得られた知見を国の機関等に報告した。

鬼界カルデラでは、調査航海で得られた岩石試料の分析から、海底溶岩ドームが約 2,000 年前と比較的最近成長したこと、マグマだまりは 3 km より浅いところに形成されていることを明らかにした (Hamada et al., 2023, Journal of Volcanology and Geothermal Research)。また、「ちきゅう」による海底掘削試料の分析から、7,300 年前に起きたカルデラ噴火は、約 9,000 年かけて巨大マグマだまりを成長させていたことが判明した (Hanyu et al., 2024, Communications Earth & Environment)。鬼界カルデラ海域における自然地震観測データを用いて地震波トモグラフィー解析を実施し、カルデラ直下の複数の深さで地震波低速度域を検出し、マグマ供給システムに関する知見を論文投稿した。海域巨大カルデラ火山噴出物の化学組成データの収集を進め、鬼界カルデラデータベース及び始良カルデラデータベースを構築した (上木他, 2023, 火山)。以上の研究から、過去に巨大噴火を起こした鬼界カルデラ火山の時空間活動の全貌を明らかにした。

西之島と福德岡ノ場では、「かいめい」航海による火山活動調査を実施した。ドローンを用いた接近調査により活動状況を観測するとともに、火山形成史解明のため周辺海域の調査を実施した。西之島では、それまで安山岩質だったマグマが令和 2 年噴火から玄武岩質のマグマに変化し、新たな活動のステージに移行したことを明らかにした (Tamura et al., 2023, Frontiers in Earth Science)。福德岡ノ場や西之島の火山岩試料の観察・化学分析により、マグマ溜まりの構造や噴火メカニズムを明らかにした (Yoshida et al., 2023, Island Arc; Yoshida et al., 2023, Scientific Reports)。これらの研究結果を随時火山噴火予知連絡会に報告した。西之島の溶岩の空隙率・P 波速度・比抵抗・浸透率を測定して、空隙構造と溶岩流の物性の関係を明らかにした (Akamatsu et al., 2024, Journal of Volcanology and Geothermal Research)。

伊豆大島の南方にある大室ダシは活動状況が不明であったが、岩石の分析から 14,000 年前に爆発的噴火を、直近では 7,000~10,000 年前に溶岩流出があったことを明らかにし、実態の分かっていなかった大室ダシが活動的な火山であることを初めて示し、火山噴火予知連絡会に報告し、火山噴火予知連絡会の火山活動評価に活用された (McIntosh et al., 2022, Geology)。

本州や沖縄諸島に漂着する多種の軽石に関して岩石学・地球化学・漂流シミュレーションなどのアプローチにより、その起源や漂流メカニズムなどを明らかにし、複数の論文を投稿した。また、令和 5 年 1 月に噴火警報が発せられたベヨネース列岩 (明神礁) に関して、軽石が噴出した場合の本土へのリスク評価シミュレーション

・「ちきゅう」等を用いた火山体深部や海洋地殻の実態と形成過程の解明を目指した海洋掘削を可能とするためのデータ及び研究成果の創出等に取り組む。

結果を、気象庁火山噴火予知連絡会へ報告した。軽石漂流シミュレーションによる事前のハザード予測研究を原子力規制庁に報告した。

過去の大規模火山活動で形成された海台の研究として、オントンジャワ海台直下のマントル遷移層の地震学的構造を解析し、410km不連続面の凹凸が沈み込んだプレートやホットスポット列と密接に関連していることを見出した (Suetsugu et al. 2022, Physics of the Earth and Planetary Interiors)。オントンジャワ海台からドレッジで得られた岩石試料を用いて、オントンジャワ海台の形成時にはマニヒギ海台、ヒクラング海台も同時にできており、超巨大海台が形成されたとする仮説を化学組成解析から実証した (Tejada et al, 2023, Scientific Reports)。

海洋地殻とマントルの状態に関する研究として、地震波走時データから、マントル最下部における地震波速度異方性とマントル最下部における流動の可能性を指摘した (Tanaka, 2025, Geosciences)。アンデスの沈み込み帯における地震波トモグラフィから、火山活動に関連した上部マントルの異常構造を発見した (Kondo et al., 2024, Journal of Geophysical Research)。チリ沖の沈み込む海嶺における広帯域海底地震観測より、同地域では従来認識されていたより遥かに活発な地震活動が発生していることが判明した (Ito et al., 2023, Journal of South American Earth Science)。

海洋掘削に対する貢献として、オントンジャワ海台の成因、及び海洋コアコンプレックス形成メカニズムを解明するために IODP へ提案し2件の掘削提案が科学面の審査を通過し、掘削実現に向けた準備が整った。地中海のサントリーニ火山における IODP 掘削航海に参画し、約 50 万年前に起きた未知の巨大噴火の痕跡、及び有史にも巨大噴火があったことを共著者として論文公表した。

データ駆動科学を用いた地球科学研究として、火山岩組成を基に確率的に起源テクトニクスを判別したり、岩石の熔融度などを推定する新しい汎用的な機械学習モデルを開発した (Ueki et al., 2024, Geochemistry Geophysics Geosystems)。地球化学データセットから、地学プロセスを抽出する枠組みを開発し、地殻マントル断面の露出するオマーンオフィオライトの地球化学データに適用して、多様な地球内部プロセスの抽出に成功した (Miki et al., 2025, Geochemistry Geophysics Geosystems)。また、同様の解析手法を掘削物性データに適用することで、蛇紋岩化を含む地球内部プロセスの抽出に成功した (Akamatsu et al., 2025, Lithos)。さらに、オマーン掘削コアデータの空間不均質性解析を通じて、従来の地震波速度異常の解釈が微視的なクラックの影響を過大評価してい

る可能性を指摘した (Akamatsu et al., 2024, Geophysical Research Letters)。オフィオライト研究のこれまでの成果を統合して、新しいオフィオライト及び海洋地殻成因モデルを提唱した (Tamura et al., 2022, Island Arc)。地球物理学観測で得られる地震波速度と電気伝導度から、地球内部の岩相・流体量・形状等を確率的に推定する新しいデータ科学手法を開発した (Kuwatani et al., 2023 Journal of Geophysical Research)。

流体シミュレーション研究として、マグマの火道を想定した狭く閉じられた空間における流体の挙動について、水槽実験やシミュレーションにより対流の形態を明らかにした (Yanagisawa et al., 2024, Journal of Fluid Mechanics)。地球マントルの現在の温度場と表面速度のみから過去の対流を復元する新たなデータ同化手法を公表し (Nakao et al., 2024, Geophysical Journal International)、また、岩石の持つ温度圧力履歴情報などから過去の対流を復元するデータ同化手法を新たに開発し論文投稿した。

化学分析技術開発として、バリウム同位体の分析技術を開発し、堆積物のバリウム同位体比がグローバルな古環境変動の鋭敏な指標として有用であることを示した (Miyazaki et al., 2023, Geochemical Journal)。また、分析化学におけるスペクトル解析の精度に関する歴史的問題に数理的な解を与え、分析精度向上に資する理論的基盤を構築した (Hagiwara and Kuwatani, 2024, Scientific Reports)。

【評価軸】

- 海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 得られた成果を国や関係機関に提供し、地震発生帯の長期評価等へ貢献しているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果

- ・国等が行う地震発生帯の長期評価等への貢献状況
- ・研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等
(モニタリング指標)
- ・学術論文誌等への論文等掲載数
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)
- ・共同研究件数

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：86 本
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)：10,048 回の内数
- ※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,840 本) が 2019 年に引用された回数
- ・共同研究件数：28 件

(令和2年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：105 本
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)：11,481 回の内数
- ※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,910 本) が 2020 年に引用された回数
- ・共同研究件数：34 件

(令和3年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：103 本
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)：14,235 回の内数
- ※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,041 本) が 2021 年に引用された回数
- ・共同研究件数：35 件

(令和4年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：94 本
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)：13,319 回の内数
- ※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,032 本) が 2022 年に引用された回数
- ・共同研究件数：36 件

(令和5年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：100 本
- ・論文の質に関する指標 (論文被引用数)：13,268 回の内数
- ※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機

(4) 数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発 本課題では、非常に複雑なふるまいを示す地球システムの変動と人間活動との相互関連性の理解を推進する目的で、(1)(2)(3)の研究開発過程で逐次得られる全てのデータを連携する手法と、連携された膨大なデータの高効率かつ最適な処理を可能にする数理解析手法を開発し、相互関連性を見いだすための研究開発を行う。これらの実行によって、地球システムに内在する未知なる因果関係(環境変動を介在した地殻活動と生態系変動の関係等)を抽出するとともに、得られた解析結果を活用し、これまでにない視点から様々な利用者のニーズに即して最適化された情報の創生を目指す。 そのため、1)多様な数値解析とその検証に係る手法群の研究開発、2)それらの数値解析結果を活用した情報創生のための研究開発、3)数値解析や情報創生を効率的に実行する機能を備えた実行基盤の整備・運用に取り組む。 また、前述の利用者のニーズに最適化した情報を広く発信することによって、政策的課題の解決や持続的な社会経済システムの発展に貢献する。さらに、本取組の国内外の関係機関への拡張を試みる	構所属の著者が含まれる論文数(2,992本)が2023年に引用された回数 - 共同研究件数:32件 (令和6年度) - 学術論文誌等への論文等掲載数:87件 - 論文の質に関する指標(論文被引用数):13,426回の内数 ※2020年から2024年の間にWeb of Science収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数(2,968本)が2024年に引用された回数) - 共同研究件数:29件	補助評定:A 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。 【評価軸:海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。】 <フローチャートにおけるアウトプット「複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性を発見・解明」に該当> 中長期目標・中長期計画に基づき、海洋基本計画等での政策上の課題に対して、数値解析を効率的に行うための情報基盤の整備・運用を図りつつ、機構内の様々な分野の研究者・技術者や国内外の関連機関等と連携して、海洋・地球・生命に関する情報・データを収集・蓄積し、新たな知見を発見・解明し、論文等により成果を公表した。 具体的には、前半3年間にグランドデザインで示した3つの重点課題(サイト地震動、感染症、海洋生物)のプロジェクトを構築し、さらに後半4年間で数値解析リポジトリとして22解析手法、四次元仮想地球として15データを構築、進展させた。これらは機構ウェブサイトで
--	---	---

ことで、より高度で有用な情報を創生するためのフレームワークの構築を目指す。

公表している。

これらの活動は、海洋地球データに付加価値情報を付け、専門知識を有しない利用者のニーズに即して最適化した情報を創生し、提供したものである。

【評価軸：中長期目標・中長期計画等に基づき、情報基盤の整備・運用が効率的になされ、国内外の関係機関との連携が進展しているか。】

【評価軸：得られた成果を社会へ発信し、課題解決へ向けた取組への貢献等が図られているか。】

＜フローチャートにおけるアウトカム「政策的課題や社会的課題の解決への貢献」に該当＞

開発されたソフトウェア等を産業界にも提供し、様々な産業において機構が開発した技術が活用されているほか、気象情報サービス業、保険業界、建設業、素材メーカー等の幅広い民間企業との共同研究を行うとともに、共同研究収入やライセンス収入を得るなど、産業利用の着実な成果を上げている。また、地球科学データは、データ統合・解析システム（DIAS）等のプラットフォームを通じて継続的かつ実効的に提供しており、科学技術の社会実装と産業連携の好循環を形成している。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】

情報セキュリティインシデントの対応にあたっては、付加価値情報創生部門の基盤開発の人員をセキュリティ対策に充てるなど組織全体の対応に貢献しつつ、部門における中長期計画の達成に遅れが出ないように適切なマネジメントを行った。

研究開発基盤（DIAS 等）を、SIP3 や学会データベースと結び付けるマネジメントを行うことで、成果の最大化に寄与した。

中長期計画前半3年間のグランドデザインを踏まえ、山岳ガイド活動（他研究分野の数理分野との橋渡し）や自律した研究者の自発的な行動による分野連合（部門間の連携）が進んだ。

①数値解析及びその検証手法群の研究開発

地球システムを構成する多種多様な現象に対し、時空間スケールが全く異なるデータを連携させるために、それらの規格を統一するためのデータ変換ツールを開発する。また、規格の統一により連携が可能となったデータに対して数理的処理を施すために、時間発展計算、データ同化等に加えて、人工知能に代表される先端的な機能を含む各種の数値解析手法群を集約した大規模数値解析基盤システム「数値解析リポジトリ」を開発する。さらに、リポジトリ開発の一環として、数値解析の品質を保証するための検証技術の開発も行う。

具体的には 2021 年度までに、
・「数値解析リポジトリ」のグランドデザイン、複数の数値解析手法群の開発、統一規格への変換ツール開発と、機構のデータ群を用いた有用性の検証

・数値解析結果に対する、品質と信頼性を担保するための検証手法の開発等に取り組む。

数値解析レポジトリの開発がおおむね順調に進捗している。これに加えて、論文・特許・学会論文賞などで、期待を上回る水準の学術的成果が創出されている。また、国内外の関係機関との連携により、実データと数値解析結果との比較に基づく検証の仕組みが整備されている。社会への学術成果の発信も適切に行われており、特許出願・プレスリリースは毎年複数発生している。数理科学・先端技術研究開発センターにおいては、数理の崖の山岳ガイド活動（他研究分野と数理分野との橋渡し）を展開し、機構内他部門・他部署との連携を深める仕組みの構築が進められている。

令和元年度に先端可視化の調査・分析を実施、令和 2 年度にテンソル場可視化のプロトタイプ可視化を実施、令和 3 年度にはテンソル場可視化の開発を実施した。

運用基盤については、適切なマネジメントによる運用を着実に実施するとともに、新たなデータ提供・連携基盤ツール（DaCS）等のソフトウェアデザインを開始し計画的な開発を進めた。

研究開発の基盤ファシリティの向上はもとより、セキュリティ対応も考慮した Earth Analyzer（以下「EA」という。）を導入した。

「数値解析リポジトリ」の開発が順調に進捗し、22 件の手法の登録、HP の公開に至ったことは期待を大きく上回る成果である。

サイト地震動プロジェクトの完遂、機構内大型プロジェクトへの貢献、国際ワークショップ開催など、国内外関係機関との連携の進展は顕著であると評価する。

中長期計画前半 3 年間のグランドデザインを踏まえ、山岳ガイド活動（他研究分野の数理分野との橋渡し）や自律した研究者の自発的な行動による分野連合（部門間の連携）が進んだ。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

- ・機構のデータ連携、数値解析手法及びその検証技術の更なる高度化と拡充
- ・「数値解析リポジトリ」の高度化及び拡充のための内外の利用者との連携並びに国内外関係機関との協働等に取り組む。

データ利用に関わる研究課題の調査・分析を実施したほか、データコンペア基盤、データプール基盤、データガバナンス基盤から構成される「データ連携基盤」の構成を検討した。

「数値解析リポジトリ」の開発が順調に進捗し、22件の手法の登録、HPの公開に至った。数値解析リポジトリの具体的な成果については以下のとおり。

絶縁破壊解析手法を独自開発し、特に Maxwell 方程式に基づく絶縁破壊の有限要素解析が可能となった。本手法を足がかりとした物理シミュレーションの統一理論構築の可能性が見込まれる (Noguchi et al., 2020, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering)。

固体連続体の破壊解析手法を独自開発し、特に波動方程式又は力のつり合い式を支配方程式とした脆性材料の破壊解析が可能となった。本手法を用いることで地震断層挙動や氷河崩壊現象の解析も期待することができる (Hirobe et al., 2021, Physical Review Letters)。

モデル駆動型及びデータ駆動型の同期解析手法を独自開発し、特に時空間リズムへの適用が可能となった。本手法を用いることで海洋地球分野に潜む同期現象を発見・解明できる可能性が見込まれる (Kawamura et al., 2019, Physical Review Research 1; Arai et al., 2024, Communications Biology)。

魚類の遊泳力学ソルバーと回遊経路ソルバーを独自開発し、特に流体-構造-運動の相互作用や最適回遊経路を計算することが可能となった。本手法を用いることで海洋資源管理や持続可能な開発目標に貢献することが期待される (Li et al., 2024, Scientific Reports)。

粒状体計算の高速・並列化技術、膜の力学解析手法、全速度流体ソルバーの研究開発等において、計算科学的な成果を達成した。要素の分布が Z 軸から X-Y 面へ大きく変化する問題の並列化で、負荷分布に合わせ並列化領域を動的最適化する三次元動的負荷分散技術を開発した (Chen., 2024, Computers and Geotechnics)。また、高性能流体手法研究としては、強い圧縮流れも非圧縮流れも同時に正しく安定に扱うことができる、世界初の全速度流体シミュレーション手法を開発した (Minoshima et al., 2020, The Astrophysical Journal Supplement Series)。さらに、正対力学手法研究では生物における膜や殻の化学弾性、熱弾性、均質化手法に関する手法を開発した (Ettore et al., 2022, International Journal of Solids and Structures)。

構造発達と地震を一体的に再現する固体地球研究の大目標に向

け、既往の技術的制約を超えた数値岩箱の DEM (Discrete Element Method) シミュレーションに成功した。地質学的スケール (10km 以上) から地震学的スケール (1,000 分の 1 秒以下) まで三次元空間でシームレスに再現した。これにより、「数値解析リポジトリ」においてコード開発から地震学と地質学をまたぐ新領域の開拓に貢献した (Furuichi et al., 2023, Tectonophysics)。

粒子法シミュレーションを用いて、マグマオーシャンと月の形成プロセスや、ダストの離散集合・熱進化といった惑星形成プロセスの理解を進めた。また、DEM 計算により微惑星が宇宙の塵の衝突合体のみによって形成される可能性が低いことを発見した。(Arakawa, et al., 2023, Astronomy & Astrophysics)

②数値解析結果を活用した高度かつ最適な情報創生に係る研究開発

「数値解析リポジトリ」等により出力されたデータを効率的に蓄積・管理するとともに、先端的なデータ解析・分析機能を備えた大規模データシステム「四次元仮想地球」を開発する。また、本システムを用いて、複雑に絡み合う地球システムの相互関連性を発見・解明するとともに、解明した相互関連性を基に利用者ニーズに即して最適化した情報を創生し、より価値のある情報として社会に提供する。本システムについては、「産学官」の利用者と協働の下で開発を推進し、利用者自身が情報を創生することも考慮したインターフェースを実装するとともに、社会的活用を視野に入れ、四次元情報可視化コンテンツの開発を行う。

「四次元仮想地球」は、「数値解析リポジトリ」との連動を前提とした具体的な情報の創生を念頭におきながら開発や整備を進める。

具体的には 2021 年度までに、
・南海トラフ地震への備えに貢献することを目的とした、(3) の三次元地震発生帯地下構造モデルも活用した数値解析による、ライフライン、交通網ネットワーク、産業集積地等に関する地震

「サイト地震動」については、令和元年度に均質な地盤構造モデルの作成等、令和 2 年度に地球科学用 AI ライブラリ構築に向けた基盤研究開発を応用研究、令和 3 年度にサイト地震動評価の実行環境整備及びチュートリアルを実施した。

四次元仮想地球の開発においては、15 データを WEB で公開し、多数の共同研究が行われるとともに、多様な情報が発信された。

中長期計画の前半 3 年間で、ランドデザインに基づく重点課題 (サイト地震動、感染症、海洋生物) のプロジェクトを構築し、後半 4 年間では、海洋プラスチックごみや軽石漂着の粒子追跡シミュレーション、養殖魚の計測技術、都市微気象などの新たなプロジェクトを展開・進展させた。これらの成果は、数値解析レポジトリ及び四次元仮想地球等を通じて広く公開している。こうした一連の取組により、海洋地球データに付加価値情報を付与し、専門知識のない利用者のニーズにも即した、分かりやすく最適化された情報の提供を実現した。

動の影響に係る情報の創生

- ・地域ごとの気候・気象条件と特定生物種の発生増減による伝染病リスクとの相関関係や、黒潮大蛇行や海水温変動と海洋生物資源分布の変化との関係等の情報の創生等に取り組む。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

- ・高度かつ最適な情報の創生と社会発信を持続的なものとするため利用者との協働による創生可能な情報の拡充
- ・情報の更なる高度化・最適化を目的とした、国内外の関係機関とのデータ連携等の促進
- ・「四次元仮想地球」と「データ統合・解析システム（DIAS）」との連携を促進し、気候情報科学と社会をつなぐ情報の創出

等に取り組む。

③情報創生のための最適な実行基盤の整備・運用

本課題を効率的に実現するため、「数値解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」の実行基盤として、膨大なデータの取扱いに適した機能を有する高速な計算機システム、データサーバ、そしてそれ

令和元年度に気候予測モデル・感染症流行モデル、現地の気候データ・保健データを検討し、令和2年度から季節予測精度向上のため開発を実施した。マラリア流行予測の他、同様に気候変動の影響を受け流行の増減が現れるコレラ流行予測モデルの開発や、他分野として農業への応用例を提示した。

上記テーマに加え、黒潮予測や軽石漂流シミュレーションといった最先端の海洋予測モデルを使った付加価値情報を創生し発信した。また、海洋プラスチックの断片化の新しい理論や領域海洋一大気モデルにより日本の豪雨の予測可能性の実証を進め、「四次元仮想地球」による付加価値情報の拡充が進展した。

四次元仮想地球の開発を順調に進め、15件のデータの登録及びHPの公開に至った。四次元仮想地球の具体的な成果については以下のとおり。

季節予測システム「SINTEX-F」を用いて、スーパーインド洋ダイポールモード現象が日本付近の記録的な暖冬の原因のひとつであることを突き止めた（Doi et al., 2025, npj Climate and Atmospheric Science）。

観測データと海洋再解析データを用いて親潮域の平成22年以降の海洋熱波を詳細に解析し、黒潮・親潮の流路変動が水温・塩分上昇やブリ漁獲量増加と密接に関係することを新たに明らかにした（Miyama et al., 2021, Frontiers in Marine Science）。

大気海洋結合モデルによるシミュレーションを実施し、南極海の海水変動を解析した。その結果、温室効果ガスの排出増加が海水減少を引き起こす一方、排出削減で海水が回復する可能性が明らかになった（Morioka et al., 2024, Nature Communications）。

エルニーニョと東アフリカの短雨に関する顕著な予測精度を持つ最先端の機械学習モデルを開発した。マラリア等の感染症の早期警戒精度向上が見込まれるほか、モンスーンの予測可能性を形成する上で植生が果たす重要な役割についても新たな発見が期待される（Patil et al., 2023, npj Climate and Atmospheric Science）。

令和2年度に、次期研究基盤たる地球シミュレータ（以下「ES4」という。）の調達導入を達成した。ES4は従来研究の発展と新規研究実現のバランスを取りつつ要求仕様を大きく上回ったほか、コスト面でも優れたものである。また、令和3年度はES4のサポートを積極的に行い、数値解析リポジトリが利用するハードウェア環境の整

計算機環境の整備については、限られた人員にもかかわらず、大規模なハードウェアの整備が確実に行われた。利用者にとってよりよい環境整備であり、計画を想定以上に超えた成果が得られている。

らを接続する高速ネットワークを整備する。実行基盤の整備及び運用は、国内外機関との相互共有も考慮し、セキュリティを確保した上で互換性を重視して進め、他機関との連携を容易にすることでより多くの利用者の獲得を促す。これにより、「数値解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」の高度化、拡充等の推進に資する。そのため、2021 年度までに最適なハードウェアの検討、整備等に取り組み、2025 年度までに、実行基盤の安定的な運用体制の確立、利便性の向上を図るとともに、国内外機関とのデータ連携の促進等に取り組む。

【評価軸】

- 海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 中長期目標・中長期計画等に基づき、情報基盤の整備・運用が効率的になされ、国内外の関係機関との連携が進展しているか。
- 得られた成果を社会へ発信し、課題解決へ向けた取組への貢献等が図られているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果
- ・情報基盤の効率的な運用による関係機関との情報連携の状況
- ・成果の社会還元状況

備を順調に行った。

四次元仮想地球の実行基盤のプロトタイプとして、データセンタリックサーバ（DC サーバ）を導入しユーザーへの提供を開始した。また、令和5年度にポスト DA として EA を導入し、令和6年度から運用を開始した。さらに、国内外機関とのデータ連携として第4期 DIAS 事業の代表機関を令和3年度から務めている。

中長期計画期間を通して極めて高い可用性（運転効率）を達成し計算機環境の安定的運用を継続的に実現した。技術支援と研究成果最大化に向けた重点的サポートを実施した。

令和3年度のセキュリティインシデント対応に伴い、ソフトウェア整備・運用の計画を見直し、令和4年度から情報セキュリティ対応を含めたデータ連携基盤の展開を開始した。API（Application Programming Interface）による国内外機関へのデータ配信も開始することでデータ連携を容易に実現可能なソフトウェア基盤が整備でき、機構内における基盤ツールの稼働数が40サイト以上に達した。

これまでと異なる EA の運用を令和6年度から開始し、利用前のヒアリング、利用開始後のサポートも丁寧に行うなど、順調に利用が進んでいる。

情報セキュリティインシデント対応を踏まえ、整備・運用の計画を見直し、令和4年度から情報セキュリティ対応を含めたデータ連携基盤の展開を開始するなど、当初計画になかったものについても、内外の環境に応じて機動的に適切に対応した。

- ・研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）
- ・情報基盤利用課題数、登録成果数
- ・共同研究件数

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：86 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：10,048 回の内数
※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,840 本）が 2019 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：62 件（所内 22＋成果創出加速 1＋成果専有型有償利用 4＋指定課題（統合 P）3＋指定課題（受託）6＋公募 26）
- ・登録成果数：569 件
- ・共同研究件数：27 件

(令和 2 年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：87 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：11,481 回の内数
※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,910 本）が 2020 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：64 件（所内 21 件＋成果創出加速 1 件＋成果専有型有償利用 6 件＋指定課題（統合 P）3 件＋指定課題（HPCI）5 件＋公募 28 件）
- ・登録成果数：304 件
- ・共同研究件数：26 件

(令和 3 年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：103 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：14,235 回の内数
※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,041 本）が 2021 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：59 件（所内 26 件＋チャレンジ利用課題 5 件＋指定課題（統合 P）3 件＋指定課題（HPCI）2 件＋指定課題（その他）1 件＋公募 22 件）
- ・登録成果数：306 件
- ・共同研究件数：24 件

(令和 4 年度)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：80 本

- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,319 回の内数
- ※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,032 本）が 2022 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：72 件（所内 28 件＋チャレンジ利用課題 13 件＋指定課題（気候変動予測先端研究 P）4 件＋指定課題（HPCI）2 件＋指定課題（その他）2 件＋公募 23 件）
- ・登録成果数：296 件
- ・共同研究件数：29 件

（令和 5 年度）

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：104 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,268 回の内数
- ※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,992 本）が 2023 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：71 件（所内 34 件＋チャレンジ利用課題 5 件＋指定課題（気候変動予測先端研究 P）4 件＋指定課題（HPCI）2 件＋公募 26 件）
- ・登録成果数：592 件
- ・共同研究件数：24 件

（令和 6 年度）

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：95 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,426 回の内数
- ※2020 年から 2024 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文（2,968 本）が、2024 年に引用された回数
- ・情報基盤利用課題数：69 件（所内 33 件＋チャレンジ利用課題 5 件＋指定課題（気候変動予測先端研究 P）4 件＋指定課題（HPCI）2 件＋公募 25 件）
- ・登録成果数：311 件
- ・共同研究件数：29 件

（５）挑戦的・独創的な研究開発と先端 的基盤技術の開発

海洋表層から深海底にいたる膨大な海洋空間及びその地下空間は、その多くが未だ人類にとっての研究開発の空白領域であり、更にその極限ともいべき深海や、氷に閉ざされた極域、その下に広が

る海底下等の環境は、まさに地球に残された最後のフロンティアである。これらフロンティアへの挑戦や新たな分野を切り拓くための科学的・技術的な知的基盤を構築し、機構内外での利用を推進することにより、人類の知的資産の創造や新たなイノベーションの創出に貢献するため、挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発に取り組む。

①挑戦的・独創的な研究開発の推進

本課題では、海洋空間という、遠隔観測可能な宇宙をも凌駕する不可視領域を有する極限的な環境、あるいは地球最後のフロンティアに対し、以下に示すような挑戦的・独創的な研究開発に取り組むことにより、将来の「海洋国家日本」を支える飛躍知及びイノベーション創出に向けた科学的・技術的な知的基盤の構築を実現する。また、挑戦的・独創的な取組や、そこから得られる成果によって、あらゆる世代の国民の科学・技術への興味と関心を喚起し、ひいては我が国の科学技術政策の推進に大きく貢献する。さらに、本課題は 10～20 年後の飛躍知やイノベーションの創出につながるような将来への投資という側面だけでなく、その特性を生かして、(1)(2)(3)の各研究開発の基礎を支え、それら異なる分野の連携を促進し、課題解決を加速するといった側面からも取り組み、研究開発成果の最大化や科学的価値向上にも貢献する。

補助評定：S

将来的な学術のパラダイムシフトを導くような革新的成果や体系的理解の創出を目指す独創的・挑戦的研究とそれを導く革新的な技術開発を目指し、中長期計画における前半3年間、後半4年間に達成すべき目標を設定しつつ予期しない新機軸研究や技術開発の発露を期待し研究開発を進めた。

多くの研究及び技術開発項目において、当初の計画を遙かに上回る進展と成果、また、当初想定しなかったものの自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究及び技術開発の発露としての進展と成果があった。さらに、多くの特筆すべき成果の創出だけに留まらず、挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化や成果や技術の価値化に向けた自発的アウトリーチや社会への働きかけを展開することによって、最終目標である新しい学術領域の創成や次世代スター研究者の育成に向けた期待を遙かに上回る達成があったことから本課題の中長期計画の自己評価を「S」とする。評価軸ごとの具体的な根拠は以下のとおり。

【評価軸：将来も見据えた挑戦的・独創的な研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。】

<フローチャートにおけるアウトプット「将来の研究・技術シーズの創出」に該当>

部門の3大重点研究テーマとして掲げた「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋

の役割の理解」に対しては、中長期計画前半に最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果があった。また、「真核生物の起源シナリオの提示」や「白亜紀末大量絶滅の原因特定」という「海洋地球生命進化史」に関する特筆すべき成果があった。中長期計画後半には、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」モデルの弱点を相補する新しいモデル＝「前生物的化学進化を促進したとする液体・超臨界 CO₂ 仮説」が提示されただけでなく、2つのモデルの融合による完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果に至った。また、「第3の生命エネルギー獲得システムの実証」や「バクテリア・光合成全進化史の描像」といった「海洋地球生命進化史」に関する特筆すべき成果が創出された。さらに、「はやぶさ2」サンプルリターンで回収されたリュウグウ試料の分析によって、「リュウグウの形成温度圧力条件の特定」や「リュウグウ有機物（宇宙有機物）の由来と履歴の特定」といった代表的成果をはじめとする30本以上の論文発表を行っただけでなく、地球外海洋を持つ土星衛星エンケラドスの観測・理論予測・再現実験を通じた元素循環の特定やハビタビリティの推定といった「太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出」に関する特筆すべき成果があった。本項目において、中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなく、これらの研究分野における機構のブランドを確立するに至ったと自己評価する。

2つ目の3大重点研究テーマである「ダークマター微生物の探索と機能の解明及びダークマター生命機能を付加した人工生命機能作成技術の確立」においては、中長期計画前半に「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明」や「深海極限生態系や海底生命圏の限界条件の拡張や種・機能多様性の体系知の確立」といった機構の圧倒的な存在感や先導性を確固とする研究成果の創出や学術のパラダイムシフトを導くような研究成果が得

られた。中長期計画後半にも、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」、「微生物金属腐食原因微生物の特定とメカニズム解明」、「地震生命圏の発見」、「プラスティスフィア微生物生態系の発見」、「未知・不完全微生物として名高いCPRバクテリア・DPANNアーキアの機能解明」、「世界初のメタノール共栄養共生微生物の発見」といった特筆すべき成果が多数創出された。一方、「ダークマター生命機能を付加した人工生命機能作成技術の確立」においては、中長期計画前半に準備・確立した研究環境や技術を活用し、中長期計画後半に、「自らリン脂質を合成し自己増殖する人工細胞系の構築」や「誰でも簡単に人工細胞系実験を行うことができるレシピ・キット開発」という特筆すべき成果があったことに加え、「海水・深海環境で駆動する人工細胞の成功」といった中長期計画に明記された具体的な科学目標の達成を裏付ける成果があった。また、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」と「第2の電気合成生態系の発見」という成果を通じて、電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムの基盤的知見創出も達成した。本項目において、中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなくこれらの研究分野における機構のブランドを更に発展させ、レガシーとして確立するに至ったと自己評価する。

最後の3大重点研究テーマである「生命と環境の共進化を紐解く生物戦略と環境要因の相互作用の理解」においても、中長期計画前半での「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える環境・生物学的機構の解明」や「アルビンガイ共生機構の多様性創出メカニズムの解明」、及び海水-堆積物最表層深海生態系が海洋表層一次生産者の種類に依存して組成や機能が変化するという「海水-堆積物最表層深海生態系の再発見」という特筆すべき成果があったことに続き、中長期計画後半には、モデル計算と

観測に基づいた「インド洋や西太平洋の深海化学合成生態系の生物地理や接続性の体系的理解」や「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える分子機構の解明」という特筆すべき成果を通じて、生命と環境の共進化イベントの環境・生物学的要因の理解に迫る目覚ましい進展があった。また、中長期計画後半には、「未知・未分類原生生物の培養・分離と新規分類群 CAM クレードの提唱」や「非ダーウィン型進化能を持つアセトスポラ綱原生生物の培養・分離と機能解明」というダークマター原生生物の探索と機能解明における特筆すべき成果や、「有孔虫の殻形成分子機構の解明」や「高濃度リンを細胞内に蓄積する有孔虫の発見」という異常機能モデル生物＝有孔虫に関する特筆すべき成果があった。これらの成果は中長期計画に明記された具体的な科学目標対象である「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物の代謝・生理機能の解明」に向けた成果であり、難易度の高い目標を達成した証左といえる。さらに、中長期計画後半にはダークマター海洋生物の探索と機能解明研究が加速され、多数の深海生物や生態系の発見や記載があった。その一つのゴールとして、「軟体動物（貝類）の希少種の発見と全進化系統関係の解明」という学術領域の基盤となる体系知が創出された。本項目において、この中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があったことに加え、機構独自の新しい学術領域ブランドの萌芽があったと自己評価する。

重点課題としては当初想定していなかったものの、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発を積極的に展開した結果として、「海洋プラスチック危機解決に向けた生分解性プラスチックへの代替を目指す研究開発における海洋生態系機能活用」への新展開があった。多数の外部資金の獲得につながった共同研究は、社会的ニーズの一つでもある機構が有する海洋探査や研究開発プラットフォームが、機構以外の研究業界や社会での価値創造や波及効果に結びつく成功例となっただけでなく、プラットフォー

ム活用を主目的として開始した新たな研究開発の取組が、特異的なプラスチック海洋環境微生物群集の存在と未知機能の発見につながるといったセレンディピティの好例となった。また、「深海サウundscape学という新たな学術領域の確立と推進」や「深海熱水に固有な軟体動物の IUCN レッドリストに基づいた公式な評価」も、当初の計画にはなかった画期的な研究進展や成果創出に結び付いた。本項目における研究進展と成果創出は、不確実性の高い挑戦的・独創的な研究における画期的な成功例となったと自己評価する。

これらの多くの特筆すべき成果は、機構独自の研究開発を代表するフラッグシップ研究の最高到達点となっただけでなく、国際水準に照らしても科学的インパクト（論文発表雑誌の影響度指数や引用回数に基づく指標、学会等での受賞数等）や社会的インパクト（プレスリリースの数や反響、研究業界以外での発信数や反響、一般書籍やアウトリーチ活動の数や影響、発表論文の Altmetrics 指標等）の面から、革新的な成果であることが証明されている。

＜フローチャートにおけるアウトプット「我が国独自の独創的な技術基盤の創出」に該当＞

「極微小領域・超高精度化学分析技術」に対しては、中長期計画前半での「微小領域リンケージ分析用の試料輸送容器・ホルダの開発」に続き、中長期計画後半ではその製品化と「はやぶさ2」回収試料の分析における実使用で 300 個以上使用され、少なくとも 2,400 万円の売上を民間企業にもたらしたという成果があった。また「極微小領域・超高精度化学分析技術」を用いた「はやぶさ2」回収試料の分析は計 31 本の多数の国際的評価の高い論文発表に結び付いただけでなく、その分析技術の提供による産学共同研究を展開し、年間 1000 万円以上の受託研究費を獲得した。

「レーザー加工や電気化学的処理を活用した熱水利用新技術やその他の挑戦的・独創的技術の開発」では、中長期計画前半での「テフロン

系樹脂と鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工プロセスの完成」や「コンクリートガラス化技術の開発」の成果創出が中長期計画後半でのその応用や社会実装に向けた大型外部資金プロジェクトに結び付いただけでなく、「電気化学的処理を活用した熱水利用新技術」が中長期計画後半に「南関東ガス田における「電気合成 CCU」リアクター開発」や「超深海 CCS への現場実証・環境影響評価技術」、「ガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の開発」や「深海熱水噴出孔でのバイナリー式地熱発電技術開発コンセプトの提示」という知財、民間企業との共同研究及び外部資金獲得という目覚ましい成果に結び付いた。

「生命機能画像解析技術の確立と応用」に対しても、中長期計画前半に準備した計画に基づき、中長期計画後半に「スケーラブル海洋生物探査・定量・分類・解析システムの完成」とそれに基づく知財化と現場環境での実使用による多数の論文発表という目覚ましい成果があった。また、中長期計画後半には「EVS を用いた海洋粒子の観察・解析手法を開発」という特筆すべき成果があった。さらに、論文や国際会議発表を通じて、開発した技術による「海洋生物のデジタル認識・分類法」や「海洋資源開発に伴う生態系への影響評価への適用」を国際コミュニティへ啓蒙することで外部資金の獲得や国際ルール策定に貢献した。

これらの多くの特筆すべき技術開発成果は、科学的意義もさることながら、機構が有する独創的な技術開発に訴求力を感じる様々な産学官との共同研究の実施に結び付いており、特許出願数、共同研究実施数、共同研究受託費額、あるいは新たな大型外部資金や国主導プロジェクトへの参画・貢献といった面から、画期的な成果であることが証明されている。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】

＜フローチャートにおけるアウトプット「将来の研究・技術シーズの創出」及びアウトプット

「我が国独自の独創的な技術基盤の創出」に該当>

これらの研究・技術開発の進展や成果創出だけでなく、その成果の持つ学術的な価値や社会的意義や波及効果について、あるいはそれを導くプロフェッショナルな研究者の生き様や研究活動について、様々なメディアや方法論で広く一般社会に発信し、海洋科学への興味や知的好奇心の喚起を促進させた。また、その行為に対する事後分析や価値化（寄附金や民間企業との受託・共同研究の促進）に結び付けたことは、研究開発法人の研究開発の進め方に対する極めて先進的かつ挑戦的なマネジメントとその成果であった。さらに、より長期的かつ大局的な研究開発の社会的価値である次世代研究者やそれを支援する人材育成に対する具体的かつ効果的な企画（例えば「ガチンコファイト航海」や「すべらない砂甲子園」等）を行い、様々な戦略と効果的な方法で社会に発信したことも部門独自の研究開発マネジメントと言える。挑戦的・独創的な研究・技術開発、そしてその成果の最大化や価値化を導く研究開発マネジメントの相乗効果は、外部資金獲得や共同・受託研究費や寄付金の受け入れ、社会での実使用、あるいは一般社会に対する機構や部門の認知度や各成果の社会インパクト指標の上昇といった数値指標に反映されているだけでなく、最終目標である新しい学術領域の創成や次世代スター研究者の育成において大きな実績があった。加えて、部門内で育成された極めて優秀な研究開発人材を機構内外の組織・機関へ輩出していることも部門独自の研究開発マネジメントとして強調する。

中長期計画において、超先鋭研究開発部門として、（以下、延べ数）740 本の研究論文の発表、3,237 百万円に至る外部資金、産学官連携の共同研究 133 件（民間との共同研究 58 件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究 75 件（うち外国機関との共同研究 14 件））の実施、共同研究費として 254 百万円の受入、特許出願（国内＋外国）54 件、受賞 35 件、プレスリリース

(イ) 柔軟かつ自由な発想に基づく基礎及び挑戦的・独創的な研究

本課題では、将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系理解の創出を最大の目的として、不確実性の高い挑戦的・独創的な研究に取り組む。特に、既に世界を先導する萌芽性や傑出した独創性が認められる「生命の誕生」や「生命と環境の共進化」に及ぼした海洋の役割の理解（重点テーマ④）、暗黒の極限環境生態系における、未知の微生物の探索やその生理機能の解明（重点テーマ⑤）等の研究を重点的に推進することにより、本中長期目標期間内に関連研究分野の主流となるべく成果を創出し、我が国が世界をリードする学術領域を構築する。

67 件、1,745 件の機構外アウトリーチ・エデュケーション事業、挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化と人材育成に関わる実績や視覚化された波及効果、さらにそのアウトリーチによる 25 百万円を超える寄附金獲得があった。これらの具体的な数値指標と進展と成果創出は、計画・実行・分析・対策といった研究開発成果を最大化するためのマネジメントが適切に図られた結果といえる。

将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系的理解の創出を目指す独創的・挑戦的研究課題では、中長期計画における前半 3 年間、後半 4 年間に達成すべき目標を設定しつつ予期しない新機軸研究の発露も期待しながら、その達成に向けた研究開発を進めた。

「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」に対しては、中長期計画前半に「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説のモデル提唱と再現実験に基づく検証」や「生命の材料＝宇宙起源説 vs 地球地産地消説論争を決する実験的検証」が飛躍的に進み、最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果があった。また、「真核生物の起源シナリオの提示」や「白亜紀末大量絶滅の原因特定」という「海洋地球生命進化史」に関する特筆すべき成果があった。中長期計画後半には、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の弱点を相補する新しいモデル＝「前生物的化学進化を促進したとする液体・超臨界 CO₂ 仮説」が提示されただけでなく、2つのモデルの融合による前生物学的化学進化や窒素・リンといった生体必須元素供給における弱点を克服する実験的検証が飛躍的に進み、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果に至った。さらに、体系的総説や一般書の出版や国際会議や一般向けの講演を通じてその定着も大きく進んだ。加えて、「第 3 の生命エネルギー獲得システ

ムの実証」や「バクテリア・光合成全進化史の描像」といった「海洋地球生命進化史」に関する特筆すべき成果が創出された。あわせて、「はやぶさ2」サンプルリターンで回収されたリュウグウ試料の分析を主導し、「リュウグウの形成温度圧力条件の特定」や「リュウグウ有機物（宇宙有機物）の由来と履歴の特定」といった代表的成果をはじめとする30本以上の論文発表を行っただけでなく、地球外海洋を持つ土星衛星エンケラドスの観測・理論予測・再現実験を通じて元素循環の特定やハビタビリティの推定といった「太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出」に関する特筆すべき成果があった。本項目において、中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなく、これらの研究分野における機構のブランドを確立するに至ったと自己評価する。

「ダークマター微生物の探索と機能の解明」においては、中長期計画前半に「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明」や「深海極限生態系や海底下生命圏の限界条件の拡張や種・機能多様性の体系知の確立」といった機構の圧倒的な存在感や先導性を確固とする研究成果の創出や学術のパラダイムシフト、新しい学術領域の創出を導くような研究成果が得られた。中長期計画後半にも、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」、「微生物金属腐食原因微生物の特定とメカニズム解明」、「地震生命圏の発見」、「プラスチック微生物生態系の発見」、「未知・不完全微生物として名高いCPRバクテリア・DPANNアーキアの機能解明」、「世界初のメタノール共栄養共生微生物の発見」といった機構の圧倒的な存在感や先導性を更に補強する特筆すべき成果が多数創出された。一方、「ダークマター生命機能を付加した人工生命機能作成技術の確立」においては、中長期計画前半に準備・確立した研究環境や技術を活用し、中長期計画後半に、「自らリン脂質を合成し自己増殖する人工細胞

系の構築」や「誰でも簡単に人工細胞系実験を行うことができるレシピ・キット開発」という特筆すべき成果があったことに加え、「海水・深海環境で駆動する人工細胞の成功」といった中長期計に明記された具体的な科学目標の達成を裏付ける成果があった。また上記のように、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」と「第2の電気合成生態系の発見」という成果を通じて、電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムの基盤的知見創出も達成した。本項目において、中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなく、これらの研究分野における機構のブランドを更に発展させ、レガシーとして確立するに至ったと自己評価する。

「生命と環境の共進化を紐解く生物戦略と環境要因の相互作用の理解」においては、中長期計画前半での「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える環境・生物学的機構の解明」や「アルビンガイ共生機構の多様性創出メカニズムの解明」及び海水-堆積物最表層深海生態系が海洋表層一次生産者の種類に依存して組成や機能が変化するという「海水-堆積物最表層深海生態系の再発見」という特筆すべき成果があったことに続き、中長期計画後半には、モデル計算と観測に基づいた「インド洋や西太平洋の深海化学合成生態系の生物地理や接続性の体系的理解」や「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える分子機構の解明」という特筆すべき成果を通じて、生命と環境の共進化イベントの環境・生物学的要因の理解に迫る目覚ましい進展があった。また、中長期計画後半には、「未知・未分類原生生物の培養・分離と新規分類群 CAM クレードの提唱」や「非ダーウィン型進化能を持つアセトスポラ綱原生生物の培養・分離と機能解明」というダークマター原生生物の探索と機能解明における特筆すべき成果や、「有孔虫の殻形成分子機構の解明」や「高濃度リンを細胞内に蓄積する有孔虫の発見」という異常機能モデル生物＝有孔虫に関する

る特筆すべき成果があった。これら成果は中長期計画に明記された具体的な科学目標対象である「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物の代謝・生理機能の解明」に向けた成果であり、難易度の高い目標を達成した証左といえる。さらに、中長期計画後半にはダークマター海洋生物の探索と機能解明研究が加速され、多数の深海生物や生態系の発見や記載があった。その一つのゴールとして、「軟体動物（貝類）の希少種の発見と全進化系統関係の解明」という学術領域の基盤となる体系知が創出された。本項目において、この中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があったことに加え、機構独自の新しい学術領域ブランドの萌芽があったと自己評価する。

また、中長期計画の重点課題としては当初想定していなかったものの、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発の発露を積極的に展開する方向性として、「海洋プラスチック危機解決に向けた生分解性プラスチックへの代替を目指す研究開発における海洋生態系機能活用」への新展開があった。多数の外部資金の獲得につながった共同研究は、社会的ニーズの一つでもある機構の有する海洋探査や研究開発プラットフォームが、機構以外の研究業界や社会での価値創造や波及効果に結びつく成功例となっただけでなく、プラットフォーム活用を主目的として開始した新たな研究開発の取組が、特異的なプラスティスフィア海洋環境微生物群集の存在と未知機能の発見につながるといったセレンディピティの好例となった。さらに、「深海サウンドスケープ学という新たな学術領域の確立と推進」や「深海熱水に固有な軟体動物の IUCN レッドリストに基づいた公式な評価」も、当初の計画にはなかった画期的な研究進展や成果創出に結び付いた。本項目における研究進展と成果創出は、不確実性の高い挑戦的・独創的な研究における画期的な成功例となったと自己評価する。

これらの研究進展や成果創出だけでなく、その成果の持つ学術的な価値や社会的意義や波及

具体的には 2021 年度までに、
・最新の知見を統合した「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示 (a)

最新の知見を統合した「生命の誕生」や「生命と環境の共進化」に及ぼした海洋の役割の理解、特に「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示に向けて、令和元年度から令和3年度は以下の研究開発に取り組んだ。

「生命の起源の場＝深海熱水」説の弱点である「深海熱水環境での有機物の化学進化の実験的証拠が少ないこと」と「海水中で有機物の高分子化・組織化が困難であること」を解決する理論・観測・再現実験の三位一体の検証を行った。

令和元年度には、非酵素学的電気化学原始代謝系の諸素過程の成立の最重要かつ最難関な反応ステップ ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{アミノ酸} + \text{TCA}$ 回路有機酸) の実証を進め、約 40 億年前の深海熱水発電場を想定した実験条件下で生じる硫化鉱物と金属との複合体がその成立の鍵となることを明らかにした上で論文・総説を発表した (Kitadai et al., 2019, Sci. Adv.; Kitadai et al., 2019, Astrobiol.; White et al., 2020, Astrobiol.; 北台, 2019, 地球科学)。また、海水中で

効果、あるいはそれを導くプロフェッショナルな研究者の生き様や研究活動について、様々なメディアや方法論で広く一般社会に発信し、海洋科学への興味や知的好奇心の喚起を促進させた。また、その行為に対する波及効果分析やベネフィットの還元・獲得 (寄附金や民間企業との共同研究の促進) に結び付けたことは、研究開発法人の研究開発の進め方に対する極めて野心的かつ先進的な挑戦的取組とその成果であると自己評価する。さらに、より長期的かつ大局的な研究開発の社会的価値である次世代研究者やそれを支援する人材育成に対する具体的かつ効果的な企画を行い、様々な戦略と効果的な方法で社会に周知する取組を行ったことも期待を上回る成果として自己評価する。

超先鋭研究開発部門として、本中長期計画において、(以下、延べ数) 740 本の研究論文の発表、3,237 百万円に至る外部資金、受賞 35 件、プレスリリース 67 件、1,745 件の機構外アウトリーチ・エデュケーション事業、挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化と人材育成に関わる実績や視覚化された波及効果という具体的な数値データと合わせて、本研究課題では特に顕著な成果を創出したと評価する。

の有機物の安定化・高分子化・組織化の鍵となる新たな流体として液体/超臨界 CO₂ の重要性に着目し、世界初の天然環境に存在する液体/超臨界 CO₂ の純粋試料の採取と溶存成分の分析に成功した。

令和2年度には、液体/超臨界 CO₂ も導入可能な深海熱水を模した実験室内電気化学リアクターを用いた実験を行い、CO₂ の電気還元を介したチオエステルの合成に成功し、論文発表を行った (Kitadai et al., 2021, Commun. Chem.)。

令和3年度には、非酵素学的電気化学原始代謝系の諸素過程における化学反応機構の詳細について検証を進める思考実験と再現実験を進め、硫化金属の電気化学的安定性や状態変化、有機物合成反応メカニズムに関する4本の論文発表を行った (Lee et al., 2021, Chem. Comm.; Zhang et al., 2021, Astrobiol.; Sanden et al., 2021, Dalton Transact; Yamaguchi et al., 2022, JPC C)。また、現世の海底熱水系における液体/超臨界 CO₂ の形成原理、冥王代の海底熱水系での液体/超臨界 CO₂ 形成の可能性を体系化するとともに、冥王代海底熱水系において液体/超臨界 CO₂ が化学進化に対して果たし得る役割に関する理論も構築した。その結果を仮説提唱論文として投稿した。

一連の研究成果によって、約40億年前の深海熱水における「エネルギー通貨とエネルギー代謝・タンパク質前駆体代謝・脂質前駆体代謝」の成立過程が実証されるに至り、最新の知見を統合した「深海熱水での生命誕生シナリオ」としての「深海熱水電気化学金属メタボリズムファースト仮説」が完成し、論文や総説においてその提示に至った。一般書での仮説紹介や解説を通じて最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の普及にも大きな進展があった (山岸・高井, 2019, 集英社)。さらに、「深海熱水電気化学金属メタボリズムファースト仮説」の弱点を克服しうる「液体・超臨界二酸化炭素化学進化」説の提示に至った。本項目だけに着目しても、中長期計画の達成目標である完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示と普及に向けた計画を遙かに上回る進展と成果創出があった。

生命誕生あるいは初期進化プロセスに大きな影響を及ぼしたと考えられる初期大気—海洋環境の復元に対して、理論・観測・再現実験の三位一体の検証を行った。

令和元年度には、初期大気—海洋環境の窒素循環の復元に向けて、様々な試料における窒素同位体分別係数を決定し、初期大気海洋での窒素同位体分布を推定した。関連する研究論文 (Usui et al., 2019, Phys. Earth Planet. Interior) を発表し、さらに冥王代—太古代だけでなく原生代や顕生代における「生命と環境の共進化」に関わる重要なイベントにおける詳細なプロセスを理解する鍵となる新たな地質学・地球化学的証拠を得ることに成功し、研究論文を6

本発表した。

令和2年度には、令和元年度に続き初期大気-海洋環境の窒素循環の復元に向けて、冥王代-太古代海洋への隕石超高速衝突の再現実験を行い、隕石の水中破壊過程と海底衝突条件について論文を発表した (Nishizawa et al., 2021, J. Geophys. Res. Planets)。また、冥王代・太古代の原始的地球大気と海洋から生み出される海底熱水システムに対する実験室内再現実験を行い、冥王代・太古代の海洋窒素フラックスの推定に関する論文を発表した (Nishizawa et al., 2021, Minerals)。

令和3年度には、原始海洋の主要溶存成分組成に対する理論計算及び高温高圧熱水反応実験を進め、初期海水が岩石の種類によらず弱酸性で、Na に対して CO_2 、Mg、Ca に富んでおり、原始の海水は現在の海水と異なるものであったことを明らかにした (Ueda et al., 2021, G3; Ueda & Shibuya, 2021, Minerals)。

一連の研究成果によって、「深海熱水での生命誕生シナリオ」の前提条件となる未解決命題「有機物の宇宙起源説 vs 地球起源説」論争の新たな切り口を提示した。一つは、生命誕生に向けた化学進化過程において海洋に溶解した隕石や彗星によってもたらされた宇宙起源有機物の寄与が予想以上に大きいという可能性である。もう一つは、それでも量論に基づいた推定は、原始的地球大気中の N_2 から雷放電によって NO_x となり、海底熱水システムにおいてアンモニアへ変換される雷放電・海底熱水による還元的窒素化合物の供給が地球生命の起源及び初期進化を支えるという確証を提示したことである。「生命誕生材料である有機物の地球起源説」と「深海熱水での生命誕生シナリオ」の強い結び付きを提示するに至った。また、地球の初期海水の主要化学組成復元と初期進化を実験的に検証した世界初の成果は、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の構築に向けた最も重要な基盤情報となる。中長期計画の達成目標である完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示と普及に向けた計画を遙かに上回る進展と成果創出があったと自己評価できる。

中長期計画では、最新の知見を統合した「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示のその先に、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示と普及があり、かつ太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出という達成目標がある。それに向けて、極微小領域・高精度化学分析技術や理論計算によって、宇宙における岩石-水反応の理論計算や再現実験及び現存する隕石試料の分析を通じた検証を進めた。

令和元年度から令和2年度には、普通コンドライト隕石の極微小領域透過型電子顕微鏡 (TEM)・X 線分析と理論計算から主要構成鉱物である新鉱物ボワリエライトを記載・報告し (Tomioaka et al.,

・「真核生物の起源となったアーキア（古細菌）」や「光合成あるいは化学合成に寄らない、電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物」の代謝機能の解明（⑥）等に取り組む。

2021, Comm. Earth Environ.), 火星隕石の微小領域の放射光 X 線吸収微細構造解析 (XAFS) 分析により、40 億年前の火星炭酸塩中に含まれる有機物や水岩石反応の痕跡を検出し、論文を 3 本発表した (Koike et al., 2020, Nature Comm.; Nakada et al., 2021, Minerals; Nakada et al., 2020, American Mineralogist)。また、メキシコユカタン半島沖のチチュルブクレーターの IODP 掘削試料の分析から、巨大隕石衝突クレーター内部にも隕石由来のイリジウム濃集が見られることを初めて明らかにした (Goderis et al., 2021, Sci. Adv.)。

令和 3 年度には、「はやぶさ 2」によるサンプルリターンに成功したリュウグウ試料のキュレーション Phase-2 化学分析を主導し、含水炭素質隕石との酷似性、粗粒含水鉱物中での脂肪族炭素の濃集、硫化物高圧相の発見、などの発見があった (Yada et al., 2021, Res. Square; Ito et al., 2021, Res. Square)。また、新鉱物ポワリエライトの合成実験を行い、カンラン石のナノ秒無拡散高圧相転移メカニズムを明らかにしただけでなく、小惑星・火星の起源物質の衝撃変成組織から、小天体衝突によるこれらの天体表層物質の焼結作用、含水鉱物の高密度化現象を初めて明らかにした (Yoshida et al., 2021, Meteor. Planet. Sci.; Miyahara et al., 2021, Meteor Planet Sci.; Okuchi et al., 2021, Nature Comm.; Zhang et al., 2021, Geophys. Res. Lett.)。さらに、一連の研究成果や天然高圧鉱物研究の半世紀の成果について総説論文を国際誌に発表した (Miyahara et al., 2021, PEPS)。

一連の研究成果や天然高圧鉱物研究の半世紀の成果についての再編は、地球や海洋、あるいは地球外天体や地球外海洋の元となった起源物質の衝突履歴における高圧鉱物の形成や進化に対する新しい体系知を提出するに至り、新たな技術と知見に基づく新たな学術領域の創成の端緒となった特筆すべき成果と言える。中長期計画の達成目標である太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出に対して、前倒しの進展と特筆すべき成果創出があったと自己評価する。

暗黒の極限環境生態系における未知の微生物の探索やその生理機能の解明、特に「真核生物の起源となったアーキア（古細菌）」や「光合成あるいは化学合成によらない、電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物」の代謝機能の解明等に向けて、令和元年度から令和 3 年度には以下の研究開発に取り組んだ。

現場環境再現培養法や実験室内電気化学培養、あるいは現場電気化学培養法といった新たな集積培養技術と、最新オミクス解析を組み合わせた方法論によって、真核生物の起源となったアーキアとし

て注目されながらも未培養のままであったアスガルドアーキアや第3の生命エネルギー獲得システムである電気合成微生物の分離、形態・生理・機能の検証を行った。

令和元年度には、平成19年から3つの中長期計画をまたいで継続してきた現場環境再現培養法 (Imachi et al., 2019, Sci. Rep.) によって、世界で初めてアスガルドアーキア (MK-D1 株) の単離に成功しただけでなく、その形態・生理・ゲノム解析から MK-D1 株が培養された原核生物として真核生物に最も近縁な生物であることを明らかにした。また、明らかになった特徴的な形態や生理・共生機構を基に、真核生物の誕生についての新しい仮説モデル「Entangle-Engulf-Endogenize (E3) model」を提案する論文を Nature 誌に発表した (Imachi et al., 2020, Nature)。本成果は bioRxiv にプレプリントを発表した段階で、世界的なトピックスとなり、Nature、Science、Cell 誌でのニュースとして報道され、また Science 誌が選ぶ2019年(令和元年)における最も革新的であった十大科学ニュース「ブレークスルー・オブ・ザ・イヤー」の1つに選出された。

令和2年度には、MK-D1 株の更なる生理・遺伝学的特性の検証を進め、MK-D1 株のプロテオミクスデータ及び急速冷凍レプリカ法による電子顕微鏡像を取得に成功しただけでなく、新しいアスガルドアーキアの集積培養も得た。また、米国 Moore 財団から外部資金(機構には3年間でUS\$323,750)も獲得した。

令和3年度には、平成25年から2つの中長期計画をまたいで継続してきた実験室内及び現場電気化学培養法によって、世界で初めて電気合成微生物の集積培養に成功し、マルチオミクス解析によって、電気エネルギーに支えられた一次生産と増殖を実証する事に成功した。

アスガルドアーキア (MK-D1 株) の培養分離及び形態・生理・機能の特定とそれに基づく真核生物の誕生についての新しい仮説モデルは、bioRxiv にプレプリントを発表した段階で、世界的なトピックスとなり、Nature、Science、Cell 誌でのニュースとして報道され、また、Science 誌が選ぶ2019年(令和元年)における最も革新的であった十大科学ニュース「ブレークスルー・オブ・ザ・イヤー」の1つに選出される程のインパクトのある研究成果であった。さらに、令和3年度には機構職員が選ぶ「最もインパクトのあった機構発の研究成果」にも選出された。本成果やそれに続く電気合成微生物の存在実証は、大きなポテンシャルを有する若い研究者の個人的な着想と日々の努力、そして長期にわたる組織的なバックアップを基にしたボトムアップ研究が世界の学術研究の潮流に革命的影響を与える波及効果をもたらすことができるという「基礎研究のドリームサクセスストーリー」が機構から生み出されている最高の実例であり、計画を遙かに上回る進展と特筆すべき成果創出があっ

たと自己評価する。

深海探査や IODP 掘削航海で得られた試料を用いて、高度な培養技術やマルチオミクス解析等の最新の微生物学的アプローチと地球化学的アプローチによって、深海極限生態系や海底下生命圏の限界条件・存在様式・機能の検証を行った。

令和元年度から令和2年度には、IODP 掘削航海で得られた試料を用いた詳細な海底下微生物生態系の解析を通じて、表層生産力の乏しい南太平洋環流域での海底下堆積物中に1億年以上にわたって生き残ってきたと考えられる微生物群の生存を確認し、その代謝活動の復元に成功した (Morono et al., 2020, Nature Comm.) だけでなく、海底下深くに存在する古い海洋地殻上部の玄武岩帯に、岩石中のエネルギーや栄養で生息する岩石内微生物生態系が存在することの実証に成功した (Susuki et al., 2020, Comm. Biol.)。また、これまでの IODP で得られた様々な海底下堆積物掘削試料を用いた微生物群集のメタゲノム解析データの網羅的・統合的解析を通じて、全球の海底堆積物に生息する微生物の多様性が、貧エネルギー環境にもかかわらず、海洋や土壌中の微生物多様性に匹敵することを定量的に示した (Hoshino et al., 2020, PNAS)。さらに、高温地熱勾配環境である南海トラフの堆積物環境の IODP 掘削試料を用いて、100℃を超える高温環境においても生命活動が存在する可能性を示す論文発表を行った (Heuer et al., 2020, Science)。

令和3年度には、陸域地下あるいは深海の蛇紋岩流体生命圏探査において重要な指標となる物理・化学環境の特定を進め、その成果について2本論文発表を行った (Menzies et al., 2022, GCA; Templeton et al., 2021, Biogeosci)。室戸沖 IODP 掘削航海 T-limit の試料分析を通じて、温度によって制約される海底下生命圏の限界の特定とその拡張に成功し、論文発表を行った (Beulig et al., 2022, Nature Comm.; Köster et al., 2021, G3)。また、海底下微生物の未知機能を予測・推定する新たな分子生態学的手法の開発を進め、方法論確立と現場環境への応用について論文発表を行った (Wakamatsu et al., 2022, Front. Microbiol.; Mori et al., 2021, M&E)。

これら一連の研究成果は、地球のダークマター微生物のマジョリティである海底下微生物生態系における「生命圏の限界」や「遺伝的・機能的多様性」に対する革新的な理解を導く、世界的にも大きな注目と高い評価を得た特筆すべき成果であり、「真核生物の起源となったアーキア (古細菌)」や「光合成あるいは化学合成によらない、電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物」と並ぶ「深海・海底下ダークマター微生物の探索・機能の解明と地球生命の限界拡張」といった目標に対して、計画を遙かに上回る進展と特

筆すべき成果創出があったと自己評価する。

暗黒の極限環境生態系における微生物以外のメイオベントスや大型生物について、その生理機能や環境と生命の相互作用メカニズムに向けた研究開発として、探査による現場観測・現場実験と研究室内マルチオミクス解析を組み合わせた方法論によって深海化学合成生物や水塊・堆積物生態系の機能や多様性を生み出す分散適応メカニズムの検証を行った。

令和元年度には、平成 17 年から 4 つの中長期計画をまたいで継続してきたインド洋熱水域における現場観測や現場実験、実験室内での分析と実験及び理論計算を統合して進めてきた深海熱水性巻貝スケーリーフットの硫化鉄鉱化作用の解明を完了し、スケーリーフットの体内から鱗を構成する細孔を通じて排出される還元的硫黄と体外から鱗を構成する細孔を通じて浸透する二価鉄の反応が常温・常圧では人為的に生成することができないパイライトナノ結晶成長を促し、鱗の成長に伴って鱗最外層に蓄積される」というメカニズムの実証を研究論文として発表した (Okada et al., 2019, PNAS)。同じくインド洋熱水域における現場観測や現場実験、実験室内での分析と実験及び理論計算を統合して進めてきた深海熱水性巻貝アルビンガイの水素に依存した化学合成共生システムの存在様式の解明を完了し、世界で初めて「水素が豊富な熱水域では水素酸化、水素が乏しく還元的硫黄が豊富な熱水域では硫黄酸化、どちらよりもメタンが豊富な熱水域ではメタン酸化に依存した化学合成共生システムが優占する」という理論予測を現存する熱水化学合成生物で実証することに成功した (Miyazaki et al., 2020, ISME J.)。

令和 2 年度には、令和元年度に続き、スケーリーフットのゲノム・トランスクリプトーム解析を通じて、「スケーリーフットの鱗形成プロセスの解明」を決定付ける論文を発表した (Sun et al., 2020, Nature Comm.)。また、日本周辺の化学合成生物群集の多様性や分散過程を理解する上でのミッシングリンクとなっていた伊豆・小笠原弧熱水域とマリアナ島弧・背弧域の化学合成生物群集の遺伝的接続性に関する新たな知見について 3 本論文を発表し (Sato et al., 2020, Marine Biology; Watanabe et al., 2020, J. Crust. Biol.; Watanabe et al., 2021, Marine Biodiversity)、化学合成生物群集の分散を阻害する深層海流や地形障壁の重要性を示した。

令和 3 年度には、有孔虫や珪藻といった原核生物以外の海洋微生物の生理機能や環境との応答性についての新たな成果、海洋動物における「生命と環境の共進化」の鍵となる形態と機能の関係性を明らかにする成果、海洋表層から海底に至る水塊微生物群集の構造や生物地球化学物質循環への機能についての調査航海に基づいた観測をまとめた成果に加えて、長年にわたる地道な調査、観測データ取

得、現場実験及び最新のオミクス解析と高精度顕微鏡解析を含めた網羅的な研究を統合して、海洋環境の最優占環境である深海平原の海水-堆積物最表層環境における深海生態系の構造と機能を描像した論文を2本発表した(Nomaki et al., 2021, Prog. Ocenogr.; Nomaki et al., 2021, Global Change Biol.)。

スケारीフットやアルビンガイについては、上記の一連の研究成果に至るまでに機構や国内研究者によって過去から現在にかけて多数の論文が発表されており、令和元年度には本成果のほかに、スケारीフットを国際自然保護連合(IUCN)が発刊するレッドリストへの登録に成功するとともに(Sigwart et al., 2019, Nature Ecol. Evol.)、令和3年度にはアルビンガイを含むほとんどすべての深海化学合成生物に対するIUCNレッドリストの公式評価を完了させた。世界的に一般社会に広く浸透し、様々な2次・3次創作や商品への展開がみられる「深海のアイドル生物＝スケारीフット」の学術研究を切り開き、発展させ、さらに種の保護にまで及ぶ展開をもたらしたこれらの研究とその波及効果は、機構発の新たな学術分野の創成と社会への積極的なアウトリーチが、社会的かつ国際的な大きな活動へと結び付く唯一無二の成功例となったことから、特筆すべき成果創出とその波及効果と言える。また、令和3年度に創出された「海水-堆積物最表層環境における深海生態系の構造と機能の描像」は、長年全く顧みることがなかった地球最大の深海生命圏である深海平原堆積物表層環境において、静かではあるが重要な生物地球化学物質循環や生態系の機能が存在し、さらにその下に広がる海底下堆積物微生物圏との時空間相互作用を通じて海惑星地球の「生命と環境の共進化」を支えてきたメカニズムに初めて切り込む画期的な成果といえる。まさに海洋-海底-海底下の「生命と環境の関わり」を結び付ける最終最大の障壁を破壊する破壊的知の創造の端緒を開いた研究であり、海洋-海底-海底下を一気通貫的に研究してきた機構でしかなし得ない特筆すべき成果といえる。

探索した未知の微生物が有する機能を付加した人工的な生命機能の作成やそれを応用した物質生産システムに係る基盤的知見の創出に向けて、「海水中での人工細胞の生成」や「自ら増殖する人工細胞の創出」、あるいは「一分子機能解析」や「一細胞生理・生態学」の基盤技術の確立を行った。

令和元年度には、新しい研究人材を招致・増強し、人工細胞による生命の3大エネルギー代謝の一つである光合成エネルギー代謝の再構成とフェムトリッター微小流体デバイスを用いた機能未知1遺伝子の機能解析技術の構築に取り組んだ。その成果として、世界で初めて光合成エネルギー代謝を実験室環境で人工的に再現することに成功した論文を発表した(Berhanu et al., 2019, Nature

Comm.)。また、1 遺伝子からの in vitro タンパク質発現と機能の定量化を可能にした論文を発表した (Zhang et al., 2019, Sci. Adv.)。

令和 2 年度には、天然海水や人工海水を使った脂質膜 (リポソーム) の形成を試み、膜形成やタンパク質合成に成功しただけでなく、新たなフェムトリッター微小流体デバイスの安定的供給と大規模データ解析環境の構築した (張翼他, 2020、職務著作 2 戦略第 2363 号)。それらのデバイスを用いて、核酸処理制限酵素の新たな機能についての解析論文を発表した (Zhang et al., 2020, PLoS One)。

令和 3 年度には、膜脂質を合成して自ら増殖 (細胞分裂) する人工細胞の創出に取り組み、無細胞リン脂質合成系を高度化することで、最大 400 μ M のリン脂質を人工細胞内で合成することが可能になり、人工細胞の肥大、つまり分裂寸前の増殖過程までを再現することに成功し、論文投稿を行った。また、人工細胞作成技術の高度化・応用に取り組み、迅速・簡便な人工細胞作成プロトコルを新たに開発し、特許出願及びキット製品化、さらにベンチャー企業立ち上げの準備を行った。一細胞超並列培養実験にも成功し、一細胞生理・生態学の端緒を切り開いた。

人工細胞による生命の 3 大エネルギー代謝の一つである光合成エネルギー代謝の再構成の成功は、残る 2 大エネルギー代謝 (化学合成と電気合成) の人工的再構成への道筋を確立する特筆すべき成果創出となった。また、1 遺伝子からの in vitro タンパク質発現と機能の定量化を可能にした技術開発とその高度化及びその技術を活用した成果創出と一細胞超並列培養実験の成功は、今後の「一分子機能解析」や「一細胞生理・生態学」の道筋を切り開く大きな進展であった。計画を上回る進展と特筆すべき成果創出によって、中長期計画中に我が国が世界をリードする学術領域の創成に繋がる確かな手応えを得た。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ 2025 年度までに、
・「深海熱水での生命誕生シナリオ」完全版の提示とその定着 (a)

最新の知見を統合した「生命の誕生」や「生命と環境の共進化」に及ぼした海洋の役割の理解、特に「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示とその定着に向けて、令和 4 年度から令和 6 年度には以下の研究開発に取り組んだ。

「生命の起源の場＝深海熱水」説の弱点である「ウォーター・パラドックス」問題を解決するシナリオの提示と「硫化金属触媒・電気化学メタボリズムファースト説」と「液体/超臨界 CO₂ 仮説」を融合させる「深海熱水での生命誕生シナリオ」完全版構築に向けた理論・観測・再現実験の三位一体の検証を行った。

令和 4 年度には、「生命誕生の場＝海底熱水」説の弱点であった部

分を強固に補完しうる独創性に優れた「液体/超臨界 CO₂ 化学進化説」の提唱と「電気化学メタボリズム進化説」との融合を達成 (Shibuya & Takai, 2022, PEPS) し、最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の完成へと導く特筆すべき成果があった。

令和5年度には、「原始深海熱水の化学進化や代謝系の成立に必要なエネルギー源、炭素源、窒素源とその供給・進化プロセス」を再現実験によって完全証明しうる「原始深海熱水環境におけるアンモニアの選択的濃集メカニズムの実証」(Takahagi et al., 2023, PNAS) という特筆すべき成果があった。この成果を受けて、本中長期計画に達成を目指した「深海熱水での生命誕生シナリオ」はほぼ完成し、さらに次の目標である究極版「深海熱水での生命誕生シナリオ」完成に残された課題は、「原始深海熱水の化学進化や代謝系の成立に必要なリン源とその供給プロセス」、「前生物学的ポリペプチドの生成と原始酵素機能」と「前生物学的両親媒性脂質の生成と原始膜機能」の解明のみとなった。

令和6年度には、令和3年度に約40億年前の深海熱水域を想定した実験条件下で CO₂ の電気還元を介したチオエステル合成に成功したが (Kitadai et al., 2021, Comm. Chem.)、その出発材料物質として理論的に仮定されたメタンチオール存在と供給メカニズムは未実証であった。令和6年度には、太古の深海熱水域における発電現象と液体・超臨界 CO₂ プールの共存を想定した実験を行い、超臨界 CO₂ と NaCl 水溶液の2相系においてモリブデン硫化物を触媒としたメタンチオール生成 ($\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CH}_3\text{SH} + 2\text{H}_2\text{O}$) を実証する (Kitadai et al., 2024, Comm. Earth Environ.) という特筆すべき成果があった。また、これまで機構が行ってきた UltraH³-Linkage 仮説の実験的検証、地球史における大気-海洋 CO₂ 濃度変動、海洋の誕生再現実験、電気化学メタボリズムファースト仮説、液体/超臨界 CO₂ 仮説などの海洋地球生命史に関する知見と、地球外海洋における海洋化学進化や生命存在可能性とハビタビリティに関する知見、に関する体系的理解を総説論文として発表し (Shibuya, T., et al., 2025, Geophys. Monog.)、「深海熱水での生命誕生シナリオ」完全版の定着に向けた大きな進展があった。

これらの取組と成果は、本中長期計画のこの課題における最終達成目標である「「深海熱水での生命誕生シナリオ」完全版の提示とその定着」」を最大化させるものであり、部門の研究開発目標である「超先鋭研究開発部門発の学術分野の創成」を名実ともに裏付ける証左となった。

「生命の起源の場＝深海熱水」説を補強する当時の地球表層環境の復元や生命の起源以降の海洋地球生命史の重大イベントのシナリオ提示に向けて、理論や地質記録に基づくボトムアップアプローチ

とゲノム解析に基づくトップダウンアプローチによる検証を行った。

令和3年度までに冥王代・太古代の地球における有機物の起源や海洋窒素フラックスに基づいた「生命の材料＝地産地消説」の提示という成果があったが、令和4年度はその成果を補強する光化学反応による還元的窒素やアミノ酸生成プロセスの実験的証明に成功した（Zang, X. et al., 2022, *Astrobiol.*）だけでなく、別の研究グループによる新たな学術成果の報告があり、その成果を含めた初期海洋の窒素循環体系モデルの提示（Nishizawa M., 2022, *Nature Geoscience*）があった。また、微生物ゲノム情報を基にした統合的系統解析によって、地球生命の初期進化において極めて重要な役割を果たしたと考えられる最古の共通祖先＝LUCA からアーキアの誕生やメタン生成代謝の誕生に関する新しい学説を提示した（Mei, R., 2023, *PNAS Nexus*）。

令和5年度には、理論・モデルに基づいた考察と高知コア研究所の統合極微量超高精度化学分析技術を高温・高圧実験によって合成された試料に適用することによって、冥王代・太古代マントルの酸化還元状態や化学組成進化の再現に成功する（Kuwahara et al., 2023, *Nature Geosci.*; Kuwahara & Nakada, 2023, *EPSL*）という特筆すべき成果があった。

令和6年度は、「太古代に起きた地球生命史上最大イベントである地球大酸化事変（GOE）を引き起こした微生物＝真犯人の特定」という特筆すべき成果があった（Nishihara et al., 2024, *PNAS*）。10万以上の解読されたバクテリアのゲノム配列に基づく全バクテリア進化史の解読と30以上の光合成関連遺伝子の分子進化の統合解釈を合わせて、バクテリアの進化と光合成の進化の時系列整合を有した全バクテリア・光合成進化史のシナリオを提示し、「GOEの犯人はシアノバクテリアではなく、酸素発生型シアノバクテリア祖先バクテリア（実体は現世の地球において未だ特定されていない）」とする新学説を提唱した。

これらの取組と成果は、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の完成を補強する成果となっただけでなく、部門の目指す海洋地球生命史重大イベント（地球生命の誕生、エネルギー革命と生命初期進化、LUCAの誕生、光合成の誕生と進化及び真核生物の誕生）の体系的理解を導く革新的シナリオの提示という目標を達成する大きな進展と成果となった。「超先鋭研究開発部門発の学術分野の創成」に大きく貢献した。

・地球を含めた太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出

地球を含めた太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出に向けて、令和4年度から令和6年度には以下の研究開

(a)

発に取り組んだ。

令和4年度には、「はやぶさ2」により地球に持ち帰られたリュウグウ試料について、連携研究機関と協力し、高知コア研究所で確立された極微量超高精度化学分析技術を駆使したリュウグウ粒子の鉱物・有機物分析を実施した。「小惑星リュウグウが形成後に大規模な水質変成を受けたこと」、「リュウグウの起源が太陽系外縁部であること」及び「世界で初めて脂肪族炭素に富む有機物の発見」(Ito et al., 2022, Nature Astronomy)やリュウグウ形成過程における温度圧力条件の再現に成功(Tomioka et al., 2023, Nature Astronomy)といった特筆すべき成果に加えて、他14本の研究論文発表という成果創出があった。

令和4年度に引き続き、令和5年度も高知コア研究所の統合極微量超高精度化学分析を適用したリュウグウ試料研究に関する論文発表を行い、日本発の太陽系サンプルリターンプロジェクトから導かれる世界的な成果創出に大きく貢献した。また、実験・モデル計算に基づくリュウグウや太陽系母天体における有機物生成・分解プロセスの解明(Li et al., 2023, Science Adv.)や、リュウグウでの成果を踏まえた原始太陽系における有機物の由来・生成・進化に関する体系的理解に向けた成果があった。さらに、令和5年度には、火星・エンケラドスにおける地球外海洋の形成や存在、あるいはそこでの存在生命存在可能性＝ハビタビリティの理解を革新する画期的な成果があった。特に、理論計算と再現実験に対する部門研究者の貢献が大きい「エンケラドスの内部海に高濃度のリン酸が溶存する可能性を世界で初めて明らかにした論文」(Postberg et al., 2023, Nature)は、機構が発表したすべての論文の中で最も高いAltmetrics 値＝3,184 を記録し、国際的にも一般社会にも大きなインパクトを与えた特筆すべき成果であっただけでなく、上述の「原始深海熱水の化学進化や代謝系の成立に必要なリン源とその供給プロセス」と同様の現象が太陽系地球外海洋で起きている(起きた)可能性を示す特筆すべき成果であった。

令和5年度までに「はやぶさ2」サンプルリターンで回収されたリュウグウ試料について、連携研究機関と協力し21本の論文を発表し(さらに令和6年度にも10本の論文発表を積み重ねた。)、日本発の太陽系サンプルリターンプロジェクトから導かれる世界的な成果創出に大きく貢献した。特に、生命を構成するリンの供給源として有望なアモルファス鉱物をリュウグウのサンプル中に発見した成果(Pilorget et al., 2024, Nature Astronomy)、始原的な隕石(リュウグウ試料)が地球に落下してからの地球の空気や水分による変質(地球風化)過程を実験的に検証した成果(Imae et al., 2024, Meteo. Planet. Sci.)及びリュウグウ試料から太陽系形成時の希ガス組成を考察した成果(Verchovsky et al., 2024, Nature

Comm.) は、高知コア研究所の研究者の貢献度が大きく、地球外海洋形成プロセスやその物理・化学性質の理解や地球外海洋でのハビタビリティの考察に大きく貢献する重要な成果となった。また、令和5年度の「エンケラドス内部海の高濃度リン酸」に続く、エンケラドスの内部海ハビタビリティを考える上での次なる制約条件となり得る微量元素元素の存在量を再現実験・理論計算によって明らかにした (Tan et al., 2025, J. Geophys. Res. Planet.)。

これらの取組と成果は、どのように太陽系が形成され、その中でどのように原始地球や海洋を含む生命の誕生や地球外生命を育む天体環境を出来上がったか、という一級の科学命題への最高到達解を導くような国際的にも注目されうる特筆すべき成果であった。これら部門の研究成果は、地球以外の太陽系天体において「様々なエネルギー源や元素に富んだ多様な有機物を胚胎しうる生命の誕生と存続を誓約する地球外海洋の形成と存在」を明らかにした。一方、部門の理論・観測・実験に基づく「冥王代-太古代の大気-海洋環境の復元」や「生命誕生シナリオ」の研究成果は、「地球生命は地球起源の有機物材料を利用して初期地球特有の深海熱水環境の中で誕生したこと」を強く示す。この二つの方向性は科学理論としては矛盾することなく、太陽系における海洋と生命の関係性に関する新しい見方を提示する。本中長期計画の部門の成果は、「地球でも、地球以外でも、海洋が誕生し生命が育まれる可能性があること」を明らかにしている一方で、宇宙に多様かつ豊富に存在し得る有機物材料とは関わりなく「原始地球ではその大気・海洋環境条件の下で地産・地消の有機物が準備され生命は誕生したこと」、そして「その地球型原始海洋形成や生命誕生プロセスが宇宙や太陽系においても普遍的あること」を示すものといえる。これまでの成果は、この分野において超先鋭研究開発部門は、名実ともに、自他ともに認める、世界で最も先鋭的な科学理論や学術領域を切り開いた研究組織であることを明確に示すものといえる。

- ・「極限環境に優占しつつも、形態や機能が一切不明のままであるバクテリア」や「最も原始的な真核生物と考えられる原生物」の代謝・生理機能の解明 (b)

暗黒の極限環境生態系における未知の微生物の探索やその生理機能の解明、特に「極限環境に優占しつつも、形態や機能が一切不明のままであるバクテリア」や「最も原始的な真核生物と考えられる原生物」の代謝・生理機能の解明等に向けて、令和4年度から令和6年度には以下の研究開発に取り組んだ。

現場環境再現培養法や実験室内電気化学培養、あるいは現場電気化学培養法、といった新たな集積培養技術と、最新オミクス解析を組み合わせた方法論によって、真核生物の起源となったアーキアとして注目されながらも未培養のままであったアスガルドアーキアや第3の生命エネルギー獲得システムである電気合成微生物に加えて、

「極限環境に優占しつつも形態や機能が一切不明のままであるバクテリア」や「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物」の分離、形態・生理・機能の検証を行った。

令和4年度には、「ダークマター微生物の探索と機能の解明」において、「生命と環境の共進化」における5大イベントである「LUCA (Last Universal Common Ancestor: あらゆる生物の共通の祖先と考えられている生物)の誕生とポスト LUCA 生命初期進化」(Mei et al., 2023, PNAS Nexus)、「初期生命エネルギー革命」及び「真核生物の誕生」に関する独自の方法論の普及・一般化 (Imachi et al., 2022, Nature Protocols)に加えて、令和3年度までの到達目標としていた「電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物の代謝・生理機能の解明」や「第3の生命エネルギー獲得様式と生態系の実証」を達成 (Yamamoto et al., 2022, ISME J.) するといった世界的に注目された特筆すべき成果の創出があった。また、学術的にも社会的にも極めて重要なダークマター微生物機能の一つとして考えられている微生物金属腐食の鍵となる微生物群集と反応プロセスの特定 (Miyano et al., 2022, Materials Transactions; Wakai et al., 2022, Front. Microbiol.; Wakai et al., 2022, Materials Degradation; Ihara et al., 2022, Microorganisms) にも成功した。この成果は、超先鋭研究開発部門で一級の学術的命題の解明に向けて取り組んできた学術的成果が大きな社会的課題解決の極めて重要な糸口になることを示す大きな成功例となった。

令和5年度には、「極限環境に優占しつつも、形態や機能が一切不明のままであるバクテリア」として、「死菌喰い微生物の培養・分離とその増殖生理の解明」(Hirakata et al., 2023, ISME J) や「光化学反応中心＝光化学系 II と集光装置＝クロモソームを用いた世界で初めての光合成微生物の培養・分離」(Tsuji et al., 2024, Nature) という特筆すべき成果があっただけでなく、生命の共通祖先に近い高度好熱性の微生物集団から全く新奇な RNA ウイルスのゲノムの発見 (Urayama et al., 2024, Nature Microbiol.) や世界最深部のマリアナ海溝堆積物中の真核微生物 (カビ) の多様性の解明 (Varrella et al., 2024, J. Fungi.) のようなダークマター微生物の探索や機能解明に大きく貢献する成果の創出があった。また、「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物の代謝・生理機能の解明」を大きく進展させる「海洋環境からの原始的な原生生物ディプロネマの培養・分離とリボゾーム RNA の遺伝子構造の解明」(Yabuki et al., 2024, MicrobiologyOpen) といった成果があった。

令和6年度には、令和4年度の「電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物の代謝・生理機能の解明」に続き、「蛇紋岩流体域における電気合成生態系の発見」(Suzuki et al., 2024, Nature Comm.) という特筆すべき成果があった。また、「真核生物の

起源となったアーキア（古細菌）に関する研究」の進展として、「Promethearchaeati 界の発見と記載」（Imachi et al., 2024, IJSEM）を行った。さらに、「極限環境に優占しつつも、形態や機能が一切不明のままであるバクテリア」として、「バクテリアの細胞壁成分のみを偏食するバクテリアや特異なメタン菌の細胞端に寄生する CPR バクテリアの培養・分離とその特殊増殖機能の解明」（Katayama et al., 2024, Nature Microbiol.; Nakajima et al., 2025, IJSEM）という特筆すべき成果の創出を導いた。さらに、「世界初のメタノール共栄養共生微生物の発見」（Huang et al., 2025, Nature）という、地球生命史の重大進化イベントの理解や地球生命の遺伝的・機能的多様性創出メカニズムの理解といった学術発展だけでなく、海洋におけるエネルギー資源の成因・動態や生物地球化学物質循環を体系的に理解する上で大きなブレークスルーとなることを如実に示す目覚ましい成果があった。加えて、「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物の代謝・生理機能の解明」に関しても、「非ダーウィン型進化能を持つアセトスポラ綱原生生物の培養・分離と機能解明」（Yabuki et al., 2025, M&E）という、ダークマター原生生物の中に非ダーウィン型進化能を持つ生物が数多く存在することを予見する革新的な成果があった。

これら「ダークマター微生物の培養・分離・機能特定」研究は本中長期計画で掲げたすべての到達目標を達成する進展と成果創出と言える。特筆すべき成果の数や関連する分野に与えたインパクトを考慮して、「ダークマター微生物の培養・分離・機能特定」研究が、名実ともに「世界に誇る機構（日本）が主導する学術分野」となったと自己評価する。

深海探査や IODP 掘削航海で得られた試料を用いて、高度な培養技術やマルチオミクス解析等の最新の微生物学的アプローチと地球化学的アプローチによって、深海極限生態系や海底下生命圏の限界条件・存在様式・機能の検証を行った。

令和4年度から令和5年度には、IODP 第343次航海で得られた超深海堆積物環境試料、しかも東北沖地震直後の日本海溝プレート境界域試料からの海底下微生物生態系の存在様式と機能の解明（Kawagucci et al., 2023, M&E）や、IODP 第386次航海で得られた「科学掘削史上最深到達」堆積物環境試料の海底下微生物生態系の群集構造や機能の解明（Jitsuno et al., 2024, mSphere）という特筆すべき成果があったことに加え、IODP 第385次航海で得られたグアイマス海盆熱水域堆積物環境の掘削試料を用いた限界生命圏の微生物群集の構造と機能を明らかにした（Mara et al., 2023, ISME J; Mara et al., 2023, Nature Commn.）。

令和6年度には、引き続き IODP 第385次航海で得られたグアイマ

ス海盆熱水域堆積物環境の掘削試料を用いた限界生命圏の構造と機能の解明を進め、シングルセルレベルでの細胞活性測定や現場試料の微生物活性実験に基づいた微生物活動の限界条件の解明 (Meyer et al., 2024, AEM; Nagakura et al., 2024, FEMS Microbiol. Ecol.) や限界微生物群集の構造と機能の理解 (Mara et al., 2024, Comm. Earth Environ.; Yamanaka et al., 2024, Chem. Geol.; Aiello et al., 2024, GCA) に大きな進展があった。また、多様な IODP 試料を用いて大規模な堆積物中の古環境 DNA の解析を行い、10 万年前までの堆積物試料にはでは明確な古環境指標となる eDNA が保存されていることを明らかにして (Hoshino & Inagaki, 2024, PEPS)、比較的最近の古海洋や古環境の再現や解釈において eDNA 解析が大きな武器となることが示した。

これらの成果は、令和 3 年度までに達成した進展と成果を合わせて、「深海・海底下ダークマター微生物の探索・機能の解明と地球生命の限界拡張」といった目標に対して、計画を遙かに上回る進展と特筆すべき成果創出の証左といえる。特筆すべき成果の数や関連する分野に与えたインパクトを考慮して、「深海・海底下ダークマター微生物の探索・機能の解明と地球生命の限界拡張」研究も、名実ともに「世界に誇る機構（日本）が主導する学術分野」となったと自己評価する。

暗黒の極限環境生態系における微生物以外のメイオファウナやマイクロファウナについて、その生理機能や環境と生命の相互作用メカニズムに向けた研究開発として、探査による現場観測・現場実験と研究室内マルチオミクス解析を組み合わせた方法論によって深海化学合成生物や水塊・堆積物生態系の機能や多様性を生み出す分散適応メカニズムの検証を行った。

令和 4 年度には、スケーリーフットの鱗の主構成成分の特定 (Isobe et al., 2022, Biomacromolecules; Isobe et al., 2022, J. Royal Soc. Interface) に成功し、20 年以上の研究に裏打ちされたスケーリーフット研究史の新たな局面を切り開いた。また、これまでに得られたデータに基づいたインド洋熱水域や北西太平洋熱水域における化学合成生物の生物地理に関する体系的理解 (Zhou et al., 2022, Diversity Distribution; Brunner et al., 2022, Ecol. Evol.) という特筆すべき成果があった。

令和 5 年度には、令和 4 年度に引き続きスケーリーフットの硫化鉄コート形成メカニズムの生化学過程の特定と常温常圧でのパイライト生成に成功 (Yamashita et al., 2023, Acta Biomaterialia) し、スケーリーフット研究史に新しい足跡を残した。また、部門研究者が縮退する海洋生物の探索と分類に関する学術の復興を目指す国際的な取組を主導し、提言論文を発表することで（例えば Rogers

et al., 2023, Front. Mar. Sci.; Sigward & Chen, 2023, Bioessay)、国際的な海洋環境や生態系保護の政策や NGO 活動への機運造成（例えば国連の Digital DEPTH プロジェクト、Ocean Census や Ocean Shot、Senckenberg Ocean Species Alliance といった研究ネットワーク）に大きな貢献を果たした。さらに、令和 4 年度に引き続き、汎太平洋熱水域や南シナ海から北部インド洋における化学合成生物群集の生物地理や接続性に関する体系的理解（Tunnicliffe et al., 2024, Divers. Distrib.; He et al., 2023, Ino. Geosci）だけでなく、北西太平洋熱水・湧水の上に生息するコシオリエビの遺伝的接続性や分散プロセスの解明（Xu et al., 2023, Mol. Ecol.）という特筆すべき成果があった。加えて、機構の研究者によって明らかにされた有孔虫の殻形成過程（Toyofuku et al., 2017, Nature Comm.）においても未解決のまま残された殻形成分子機構について、大規模トランスクリプトーム化石を通じて世界で初めて有孔虫の殻形成に関わる遺伝子（タンパク質）を特定することに成功した（Ujiie et al., 2023, Sci. Adv.）。この成果は、有孔虫が「初期真核生物進化の鍵を握る原始的単細胞原生生物」や「生物学のパラダイムシフトをもたらす異常機能モデル生物」としての可能性を示す特筆すべき成果となった。

令和 6 年度には、「ダークマター海洋生物＝新種海洋生物の探索」において、ガラパゴス沖の Rose Garden 熱水域から「生きた化石・単板綱＝ネオピリナ」の 60 年ぶりの再発見に成功したこと（Chen, J. 2024, Molluscan Study）や南シナ海の冷湧水からの新種の無板類（殻が無い貝の仲間）の発見・記載（Chen et al., 2024, Zoosyst. Evol.）といった世界的に注目される成果があっただけでなく、それらの発見を利用した軟体動物全体のゲノム配列に基づいた系統進化の体系的解明（Chen et al., 2025, Science）という特筆すべき成果があった。また、貧酸素環境に生息する有孔虫が、リン酸塩をクレアチンリン酸やポリリン酸の形で細胞内に蓄積し、嫌気環境下でのエネルギー獲得に用いていることを発見した（Glock et al., 2025, Nature）。この成果は、未だ不明のままである海洋性リン鉱資源の成因解明や有孔虫を利用した新しい環境リン酸除去技術の開発に結び付く可能性が大きく、部門を代表する特筆すべき成果となった。

これらの成果は、「深海のアイドル生物＝スケーリーフット」の学術研究をさらに発展させた。機構発の新たな学術分野の創成と社会への積極的なアウトリーチが、社会的かつ国際的な大きな活動へと結びつく顕著な成功例となった。また、「ダークマター微生物の探索・培養・分離」だけでなく、「ダークマター海洋生物＝新種海洋生物の探索」も、「部門（機構）発の学術分野の創成」に結び付いたことを示す証左となった。

・探索した未知の微生物が有する機能を付加した人工的な生命機能の作成や電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムに係る基盤的知見の創出
(⑥)
等に取り組む。

暗黒の極限環境生態系における未知の微生物の探索やその生理機能の解明、特に探索した未知の微生物が有する機能を付加した人工的な生命機能の作成や電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムに係る基盤的知見の創出等に向けて、令和4年度から令和6年度には以下の研究開発に取り組んだ。

探索した未知の微生物が有する機能のハイスループットスクリーニング及びオーダーメイド人工細胞を用いた機能の特定・実験室内再構成に取り組んだ。

令和4年度には、世界初の「自らリン脂質合成し細胞膜を再生産する人工細胞の構築」の成功(Eto et al., 2022, Commun. Biol.)という特筆すべき成果があっただけでなく、人工細胞作製プロトコルを簡略化最適化した方法論とキット開発に成功した(Shimane & Kuruma, 2022, Front. Bioeng. Biotech.)。

令和5年度には、「自ら成長し分裂する(自己増殖する人工細胞)の創成」のため、大腸菌由来のリン脂質合成系遺伝子セットをリン脂質膜小胞に内包し、リン脂質が膜内で安定して合成される人工細胞の構築を進めた。人工細胞内で合成されたタンパク質を膜内へ誘導する修飾技術の開発に成功した(Matsumoto et al., 2023, ACS Syn. Biol.)。また、人工細胞技術の応用や利活用(人工ワクチン製造やドラッグデリバリーシステムの開発)に向けて、脂質ナノ粒子膜上に任意のタンパク質を提示するシステム開発を進めた。人工Nanobody(Nb)抗体が、標的分子特異的に結合することを示す進捗を得た。これらの成果により大型外部資金採択(AMED-SCARDA)を得た。

令和6年度には、本中長期計画における部門の到達目標の一つであった「海水中あるいは深海環境で機能する人工細胞系の構築」を達成する成果(Kuruma et al., 2024, ACS Synt. Biol.)があった。また、これまでの成果を踏まえた人工細胞技術の応用や利活用(人工ワクチン製造やドラッグデリバリーシステムの開発)に向けて、多数の外部資金採択(科学研究費助成事業(科研費)基盤研究Bや、日本医療研究開発機構(AMED)先端国際共同研究推進プログラム(ASPIRE))を得た。

世界初の「自らリン脂質合成し細胞膜を再生産する人工細胞の構築」や「海水中あるいは深海環境で機能する人工細胞系の構築」という特筆すべき成果があり、達成すべき目標を上回る進展と成果創出を達成したと自己評価する。

さらに、「人類起因型海洋危機の解決に向けた海洋利用プラットフォームの運用と海洋環境・生態系知見の活用」に向けて、令和4年

度から令和6年度には以下の研究開発に取り組んだ。

令和3年度までの取組に引き続き、海水温上昇・海洋酸性化・海洋プラスチック蓄積・海洋生態系擾乱といった人類起因型海洋危機の問題解決に向けた海洋利用プラットフォームの運用と海洋環境・生態系知見の活用を目指した研究・技術開発に取り組んだ。

令和4年度には深海に蓄積するマイクロプラスチックが深海生物に与える影響について複数の生物種の生理・生態的な機能への影響を特定した (Bouchet et al., 2023, Environ. Pollution; Ikuta et al., 2022, Front. Mar. Sci.)。

令和5年度には、動物プランクトンとマイクロプラスチック動態の関連性に関する知見 (Alfonzo et al., 2023, Sci. Total Environ.)、現場ラマン分光分析やホログラフィックカメライメージによるプランクトンとマイクロプラスチック識別の新技术の開発 (Takahashi et al., 2023, 2023 IEEE Underwater Technol.; Liu et al., 2023, 2023 IEEE Underwater Technol.)、海洋マイクロプラスチック汚染の現状把握と将来研究展望の体系的総説 (Mofokeng et al., 2024, ICES J. Marine Sci.)、市民科学が海洋ゴミ汚染解決に具体的に貢献する統計学的方法論の開発 (Matsuba et al., 2023, Mar. Poll. Bull.) といった海洋プラスチック危機の現状と生態系の相互作用に関する画期的な成果を多数創出した。また、これまで部門では、新規開発生分解性プラスチックの素材開発や深海分解現場実験に取り組んできた。その一つの到達点として、生分解性プラスチックが微生物によって海洋・深海環境で実際に分解されることを世界で初めて実証しただけでなく、その分解が特定の未培養微生物種の未知ポリエステル・アルコール分解酵素群の機能に依存することやそれらの微生物種が汎全海洋な分布を示すこと等、特筆すべき成果があった (Omura et al., 2024, Nature Comm.)。さらに、海洋生態系構成生物に蓄積される人為起源有害物質汚染に関する新しい知見 (Ikuta et al., 2023, Front. Mar. Sci.; Ishitani et al., 2023, Environ. Pollution) といった成果が多数創出された。

令和6年度には、深海における生分解性プラスチックの微生物分解に関わる材料依存かつ詳細な微生物群集組成や機能を明らかにした (Suzuki et al., 2024, Polymer Degrad. Stabil.; Suzuki et al., 2025, ACS Sustain Resour. Management) だけでなく、得られた生分解性制御の鍵となる環境要素、生物相などの網羅的情報をデータベースとして公開した。また、複数の大型外部資金プロジェクトと連動した機構研究プロジェクトの科学的成果や進展を体系的にまとめた総説論文を発表した (Isobe et al., 2025, Curr. Opinion Chem. Eng.)。

これらの成果は、大型外部資金プロジェクトの展開と併せて、海洋プラスチック蓄積が海洋生態系へ与える影響の解決に向けた科学

技術的対策の基盤確立に大きく寄与するものであるだけでなく、現在の海洋生態系の構造や機能の新しい理解をもたらす特筆すべき学術成果といえる。また、これまでの生分解性プラチックに関わる機構研究プロジェクトの科学的成果や進展を体系的にまとめた総説論文を発表したことは、本中長期計画設定当初に想定しなかった「人類起因型海洋危機の解決に向けた海洋生態系機能活用のための海洋利用プラットフォームの運用」という目標達成を大きく加速させただけでなく、部門の研究開発目標である「超先鋭研究開発部門発の学術分野の創成」に新たな分野「海洋プラスチックフィアの理解と利活用」を加えることになった。

加えて、次世代人材及び分野融合研究者の育成とそれに資する研究のオープンサイエンス化（国連海洋科学の10年における「開かれた海」や「魅惑的な海」テーマに関わる海洋研究の民主化）の促進に向けて、令和4年度から～令和6年度には以下の研究開発に取り組んだ。

中長期計画にある「若手人材の育成」の達成に向け、「保有ファシリティ等を活用した先端研究現場体験とその経験に基づく若手人材の海洋分野への強力な興味喚起及び動機付け」を利用した取組を行うとともに、様々なアウトリーチ・エデュケーションに取り組んだ。

令和4年度から令和5年度には、海洋研究技術開発の次世代人材及び強力なサポーターを育成する目的で、VIP体験型実践航海（通称：マネーの虎航海）は断念し、急遽「しんかい6500」体験若手人材育成航海（通称：第4回ガチンコファイト航海）へ切り替え、学部生1名＋大学院生2名＋深海探査未経験の若手研究者4名を選抜し、大学院生2名＋深海探査未経験若手研究者2名を「しんかい6500」潜航調査の経験に結び付けた。また、本中長期計画中に実施された高知県-高知大学-高知コア研究所による連携の実績等が評価され、内閣府の地方創生に関する有識者懇談会において、研究機関の地方移転の優良事例として紹介されるに至った。さらに、アウトリーチ・エデュケーション活動を「目にみえる成果＝論文発表や外部資金獲得」に結び付けることによって（谷川ら、防災教育研究, 2023; 令和5年度日本学術振興会「ひらめき☆ときめきサイエンス」や科研費基盤C）、アウトリーチ・エデュケーションは研究開発の副業ではなく本業であることを証明した。加えて、令和3年度に児童向け書籍を上梓した高知コア研究所の諸野上席研究員は、令和4年度と令和5年度に全国の博物館や科学館、学校での講演を行い、一人で計2,500人以上の対象人数にアウトリーチ&エデュケーション活動を行った実績を示した。

令和元年度から令和3年度まで実施した「第1回～第3回ガチン

これらにより、世界の当該分野における圧倒的な先進性を誇る科学成果や新しい学術領域を築き、挑戦的・独創的な研究開発の基盤を構築する。

コファイト航海」や令和5年度に実施した非公開での「第4回ガチンコファイト航海」に引き続き、海洋研究・技術開発の次世代人材及び強力なサポーターを育成するために、「しんかい 6500」調査航海を利用した体験若手人材育成の取組を実施した。令和6年度は学部生3名＋大学院生9名＋深海探査未経験の外部を含む研究者7名を乗船させ、深海探査未経験者6名を「しんかい 6500」潜航調査の経験に結び付けた。また令和3年度に高知コア研究所が企画・実施した「JAMSTEC50 周年記念行事 すべらない砂甲子園」は、YouTube全28話配信、総視聴回数34,000以上を達成した優良アウトリーチ・エデュケーションコンテンツであったが、令和6年度はその「すべらない砂甲子園」の企画意図や効果への考察や実際の摩擦実験の結果に対する科学的解釈を科学論文として成果創出に結びつけた(Tanikawa et al., 2025, PEPS)。

「海洋研究開発を担う次世代人材育成」では、中長期計画前半での「第1～3回ガチンコファイト航海の実施」や「すべらない砂甲子園の企画・実施」という特筆すべき取組と波及効果に続き、中長期計画を通じた着実かつ精力的なアウトリーチ・エデュケーション取組が「内閣府有識者会議での高評価」や「研究成果のAltmetrics値の向上」、計4,000人近くのアウトリーチ対象者に基づく「機構の認知度やブランディング価値向上」といった評価や波及効果に結び付いた。特に「第1～3回ガチンコファイト航海の実施」に続く非公開での「第4回ガチンコファイト航海の実施」や「外部資金プロジェクト航海での若手人材の参加」によって、100名近くの新規航海経験と50名近くの新規有人潜水船経験を導いたことは深海研究開発コミュニティの拡大と持続に大きく貢献すると自負する。これらの成果も研究や技術開発の成果やその社会への還元効果の最大化する特筆すべきマネジメントと自己評価する。

中長期計画に記載した重点的研究テーマや項目に対して、以下のような一連の特筆すべき科学成果を積み重ね、日本（機構）独自の新しい学術領域を創成・確立したあるいは発展させたと自己評価する。

「生命の誕生」や「生命と環境の共進化」に及ぼした海洋の役割の理解

「深海熱水での生命誕生シナリオ」完全版の提示とその定着」に対しては、中長期計画前半に「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説のモデル提唱と再現実験に基づく検証」や「生命の材料＝宇宙起源説 vs 地球地産地消説論争を決する実験的検証」が飛躍的に進み、最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果があった。中長期計画後半には、「深海熱水電気化学メ

タボリズムファースト仮説」の弱点を相補する新しいモデル＝「前生物的化学進化を促進したとする液体・超臨界 CO₂ 仮説」が提示されただけでなく、2つのモデルの融合による前生物学的化学進化や窒素・リンといった生体必須元素供給における弱点を克服する実験的検証が飛躍的に進み、完全版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示という特筆すべき成果に至った。さらに、体系的総説や一般書の出版や国際会議や一般向けの講演を通じてその定着も大きく進んだ。

「海洋地球生命進化史」についても、中長期計画前半に「真核生物の起源シナリオの提示」や「白亜紀末大量絶滅の原因特定」という特筆すべき成果があったのに加え、中長期計画後半には「第三の生命エネルギー獲得システムの実証」や「バクテリア・光合成全進化史の描像」といった特筆すべき成果が創出された。「太陽系における海洋の起源や普遍性に迫る新たな海洋像の描出」についても、中長期計画前半に「地球・地球外高圧鉱物学の体系化」という特筆すべき成果を準備した上で、中長期計画後半に「はやぶさ2」サンプルリターンで回収されたリュウグウ試料の分析を主導し、「リュウグウの形成温度圧力条件の特定」や「リュウグウ有機物（宇宙有機物）の由来と履歴の特定」といった代表的成果をはじめとする30本以上の論文発表を行なった。また、地球外海洋を持つ土星衛星エンケラドスの観測・理論予測・再現実験を通じた元素循環の特定やハビタビリティの推定といった独創的な特筆すべき成果があった。

中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなく、これらの研究分野における機構のブランドを確立するに至ったと自己評価する。

暗黒の極限環境生態系における未知の微生物の探索やその生理機能の解明

「形態・機能未知の極限微生物の代謝・生理機能の解明」においては、中長期計画前半に「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明」や「深海極限生態系や海底下生命圏の限界条件の拡張や種・機能多様性の体系知の確立」といった機構の圧倒的な存在感や先導性を確固とする研究成果の創出や学術のパラダイムシフト、新しい学術領域の創出を導くような研究成果が得られた。中長期計画後半にも、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」、「微生物金属腐食原因微生物の特定とメカニズム解明」、「地震生命圏の発見」、「プラスティスフィア微生物生態系の発見」、「未知・不完全微生物として名高い CPR バクテリア・DPANN アーキアの機能解明」、「世界初のメタノール共栄養共生微生物の発見」といった機構の圧倒的な存在感や先導性を更に補強する特筆すべき成果が多数創

出された。これらの成果は中長期計画に明記された具体的な科学目標対象である「真核生物の起源となったアーキア」や「光合成あるいは化学合成に寄らない電気をエネルギーとして利用する電気化学合成微生物」の代謝機能の解明」や「極限環境に優占しつつも形態や機能が一切不明のままであるバクテリアやアーキア」の培養・分離・機能解明の成果であり、難易度の高い目標を達成した証左といえる。

「人工的な生命機能の作成や電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムの基盤的知見の創出」においても、中長期計画前半に準備・確立した研究環境や技術を活用し、中長期計画後半に、「自らリン脂質を合成し自己増殖する人工細胞系の構築」や「誰でも簡単に人工細胞系実験を行うことができるレシピ・キット開発」という特筆すべき成果があったことに加え、「海水・深海環境で駆動する人工細胞の成功」といった中長期計に明記された具体的な科学目標の達成を裏付ける成果があった。また、上記のように、「第3の生命エネルギー獲得システム＝電気合成とそれに依存した電気合成微生物生態系の実在証明」と「第2の電気合成生態系の発見」という成果を通じて、電気化学合成の仕組みを応用した物質生産システムの基盤的知見創出も達成した。

中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があっただけでなく、これらの研究分野における機構のブランドをさらに発展させ、レガシーとして確立するに至ったと自己評価する。

暗黒の極限環境生態系における未知のメイオ・マクロファウナの探索やその生理機能の解明

「生命と環境の共進化イベントの環境・生物学的要因の理解」においては、中長期計画前半での「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える環境・生物学的機構の解明」や「アルビンガイ共生機構の多様性創出メカニズムの解明」及び海水-堆積物最表層深海生態系が海洋表層一次生産者の種類に依存して組成や機能が変化するという「海水-堆積物最表層深海生態系の再発見」という特筆すべき成果があったのに続き、中長期計画後半には、モデル計算と観測に基づいた「インド洋や西太平洋の深海化学合成生態系の生物地理や接続性の体系的理解」や「スケーリーフットの形態・生理・機能の特異性を支える分子機構の解明」という特筆すべき成果を通じて、生命と環境の共進化イベントの環境・生物学的要因の理解に迫る目覚ましい進展があった。

「時空間的生命多様性創出の根本原理の提示」においても、中長期計画前半に準備した計画に基づき、中長期計画後半に、「未知・未分類原生生物の培養・分離と新規分類群 CAM クレードの提唱」や

「非ダーウィン型進化能を持つアセトスポラ綱原生生物の培養・分離と機能解明」というダークマター原生生物の探索と機能解明における特筆すべき成果や、「有孔虫の殻形成分子機構の解明」や「高濃度リンを細胞内に蓄積する有孔虫の発見」という異常機能モデル生物＝有孔虫に関する特筆すべき成果があった。これら成果は中長期計画に明記された具体的な科学目標対象である「最も原始的な真核生物と考えられる原生生物の代謝・生理機能の解明」に向けた成果であり、難易度の高い目標を達成した証左といえる。また、中長期計画後半にはダークマター海洋生物の探索と機能解明研究が加速され、多数の深海生物や生態系の発見や記載があった。その一つのゴールとして、「軟体動物（貝類）の希少種の発見と全進化系統関係の解明」という学術領域の基盤となる体系知が創出された。

中長期計画の最終目標を前倒し達成する進展と多くの特筆すべき成果創出があったことに加え、機構独自の新しい学術領域ブランドの萌芽があったと自己評価する。

（ロ）未来の海洋科学技術を築く挑戦的・独創的な技術開発研究

本課題では、海洋科学技術を革新するような成果の創出を最大の目的として、不確実性は高いものの、既存技術の発展的延長に因らない挑戦的・独創的な技術開発研究に取り組む。特に、従来の調査・観測においてはほとんど活用されていなかったが、既に萌芽性が認められているレーザー加工や電気化学的な処理を活用した計測、極微小領域や超高精度での分析といった新しい技術を組み合わせた独自技術開発（重点テーマ③）に重点的に取り組み、本中長期目標期間内に独創的な技術基盤を創出し、将来の海洋研究開発を支える新技術を構築する。

海洋科学技術を革新するような成果の創出を目指す挑戦的・独創的な技術開発でも、中長期計画に達成すべき目標を設定しつつ予期しない新機軸技術開発の発露を期待しながら、その達成に向けた技術開発を進めた。

「極微小領域・超高精度化学分析技術」に対しては、中長期計画前半での「微小領域リンケージ分析用の試料輸送容器・ホルダの開発」に続き、中長期計画後半ではその製品化と「はやぶさ2」回収試料の分析における実使用で300個以上使用され、少なくとも2,400万円の売上を民間企業にもたらしたという成果があった。また「極微小領域・超高精度化学分析技術」を用いた「はやぶさ2」回収試料の分析は計31本の多数の国際的評価の高い論文発表に結びついただけでなく、その分析技術の提供による産学共同研究を展開し、年間1000万円以上の受託研究費を獲得した。計画を上回る進展と独創的な成果創出があっただけでなく、効果的なマネジメントによる研究や技術開発の成果の最大化を達成したと自己評価する。

「レーザー加工や電気化学的な処理を活用した熱水利用新技術やその他の挑戦的・独創的な技術

の開発」では、中長期計画前半での「テフロン系樹脂と鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工プロセスの完成」や「コンクリートガラス化技術の開発」の成果創出が中長期計画後半でのその応用や社会実装に向けた大型外部資金プロジェクトに結び付いただけでなく、「電気化学的処理を活用した熱水利用新技術」が中長期計画後半に「南関東ガス田における「電気合成 CCU」リアクター開発」や「超深海 CCS への現場実証・環境影響評価技術」、「ガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の開発」や「深海熱水噴出孔でのバイナリー式地熱発電技術開発コンセプトの提示」という知財、民間企業との共同研究及び外部資金獲得という目覚ましい成果に結びついた。計画を上回る進展と独創的な成果創出、加えて効果的なマネジメントによる研究や技術開発成果の最大化、を達成したと自己評価する。

「生命機能画像解析技術の確立と応用」に対しても、中長期計画前半に準備した計画に基づき、中長期計画後半に「スケーラブル海洋生物探査・定量・分類・解析システムの完成」とそれに基づく知財化と現場環境での実使用による多数の論文発表という目覚ましい成果があった。また、中長期計画後半には「EVS を用いた海洋粒子の観察・解析手法を開発」という特筆すべき成果があった。さらに、論文や国際会議発表を通じて、開発した技術による「海洋生物のデジタル認識・分類法」や「海洋資源開発に伴う生態系への影響評価への適用」を国際コミュニティへ啓蒙することで外部資金の獲得や国際ルール策定に貢献した。着実な進展と独創的な成果創出、更に効果的なマネジメントによって研究や技術開発の成果の最大化を達成したと自己評価する。

以上述べてきたように、ほぼすべての項目において本中期計画で達成すべき目標と計画を上回る進展と成果があった事に加えて、超先鋭研究開発部門として、(以下、延べ数) 54 件の特許出願(国内+外国)を行い、産学官連携の共同研究を 133 件(民間との共同研究 58 件、国内や国

具体的には 2021 年度までに、
・ 高温高圧な条件下において地震断層運動を再現する実験技術、レーザー加工や電気化学的な処理による熱水利用に係る新技術の確立 (©)
等に取り組む。

高温高圧な条件下において地震断層運動を再現する実験技術及びレーザー加工や電気化学的な処理による熱水利用に係る新技術の確立に向けて、令和元年度から令和3年度には以下の研究開発に取り組んだ。

海溝型地震の震源域の物理化学条件を再現しうる含水条件下での地震断層運動を再現できる実験技術や科学掘削に伴う掘削データからの現場岩石強度を推定する技術の確立を行った。

令和元年度は、Griggs 型高温高圧変形試験機に流体圧を制御するための仕組みを世界に先駆けて導入し、海溝型地震震源域の含水高温高圧条件の実験室内再現を開始し、令和2年度には地震発生域下限に相当する封圧 1GPa、間隙水圧 750MPa、温度 400℃での岩石変形実験に成功した。また、含水条件と比較・対比するための無水条件における地震断層レオロジーを検証し、論文として発表した (Okazaki & Hirth, 2019, Tectonophys.)。令和元年度には、掘削せん断強度から岩石強度を推定するためのキャリブレーション試験をするための技術開発にも成功し、その概要を論文として報告した (Hamada et al., 2019, Marine Petrol. Geo.)。さらに、令和2年度には、地震発生帯に広く起き得る熱水-岩石反応の物理・化学特性実験的に検証し得る熱水摩擦試験機の開発パイロット試験を行い、地震発生帯の熱水環境下での地震性すべりの再現に成功した。

世界的な新型コロナウイルス感染症の拡大もあり、材料や部品の確保といった点で、試験機の開発改良に若干の遅れはあったものの、中長期計画前半3年間の目標として掲げた「震源域条件における地震断層運動を再現できる実験技術」を達成する着実な進展と成果創出があったと自己評価する。

レーザー加工や電気化学的な処理による熱水利用に係る新技術の確立に向けて、異素材間接合に関するレーザー加工手法の検証とスケール防護技術コンセプトの実証、岩石に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象の理解と応用、熱水の電解による局所的なシリカのトラップ反応と溶解反応を引き起こす新たなスケール防護技術に関する技術の実証及び生物電気化学リアクターによる二酸化炭素

外の大学や研究機関との共同研究 75 件 (うち外国機関との共同研究 14 件)) 実施し、共同研究費として 254 百万円を受け入れた。また、新たな大型外部資金を獲得、あるいは新たな国主導のプロジェクトへの積極的な参画・貢献、があったことも踏まえて、顕著な成果を創出したと評価する。

回収・利用・貯留技術の開発を行った。

令和元年度から令和2年度には、異素材間接合に関するレーザー加工手法の検証とスケール防護技術コンセプトの実証において、テフロン系樹脂（ETFE 等）と鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工手法の最適化に成功し、論文発表を行っただけでなく（Kawakami et al., 2021, J. Material Process. Tech.）、ムーンショット型研究開発制度などの外部資金獲得（3件、5,400万円／年度）と3件の特許出願を行った。岩石に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象の理解と応用において、様々な実験条件の最適化を検討することにより、1m 鉄筋コンクリートのレーザガラス化切断を世界で初めて成功した。本技術開発の基盤要素技術開発に関する論文を発表し（Semboshi et al., 2020, Metals）、2件の特許出願及び科研費や企業との共同研究での外部資金を獲得した（3件、約 8,000 万円／年度）。生物電気化学リアクターによる二酸化炭素回収・利用・貯留技術の開発において、天然ガス田かん水を用いて 10L のパイロットリアクターテストを行い、電気メタン生成反応速度が数百倍に向上する現象を確認し、地下圏微生物と電気と CO₂ を用いてメタンを生合成できる事を明らかにした。

令和3年度には、異素材間接合に関するレーザー加工手法の検証とスケール防護技術コンセプトの実証において、テフロン系樹脂と鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工プロセスを完成させただけでなく、その構造的・化学的機構を明らかにし、外部資金プロジェクトとしての目標達成と報告書の提出を行った（NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラム実用化開発）。また、本成果の更なる社会応用や実装に向けた、より規模の大きな新たな外部資金プロジェクトに採択された（安全保障技術研究推進制度タイプS）。岩石に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象の理解と応用において、コンクリートガラス化の基礎現象を明らかにした。本成果によりコンクリートが内部の水蒸気爆発を起こすことなくガラス化・安定化する技術が完成し、知財化（特願 2022-006211）も達成した。熱水の電解による局所的なシリカのトラップ反応と溶解反応を引き起こす新たなスケール防護技術に関する技術の実証において、理論予想に基づいた実験データが得られ、工学利用可能技術である確証を得た。生物電気化学リアクターによる二酸化炭素回収・利用・貯留技術開発の応用展開として、鉱山汚染環境での有害金属種除去技術の開発に成功し、「重金属イオンの回収方法、重金属イオンを回収するための構造体、および微生物の集積方法」として九州大学との共同特許出願に至った。さらに、ムーンショット型農林水産研究開発事業「植物根の生長をリアルタイムで計測する Fiber-RADGET の開発」の分担研究において、光ファイバーによる根生長の計測技術「Fiber-RADGET」を完成させた（特願 2021-103909）。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ2025年度までに、

- ・震源域地震断層や沈み込むスラブ内における物理・化学反応プロセスの解析に係る実験技術、水中レーザーを用いた、生物を識別する技術や高精度に標準試料を加工する技術の確立 (©)

等に取り組む。

レーザー加工や電気化学リアクター、あるいは光ファイバーというこれまで海洋研究開発の現場で用いられることが少なかった要素・技術を用いて、機動性や柔軟性に富んだ産学官の共同技術開発・応用研究を多数展開し、多くの外部資金の獲得に結び付けただけでなく、いずれも期待を上回る進展と論文発表や知財化といった成果創出に結び付いた。また、機構内で涵養されていた電気化学と微生物利用の技術基盤を融合させたこれまでにない新しい技術開発の進展があり、多くの特許の出願に至っている。計画を上回る進展と成果創出があったと自己評価する。

震源域地震断層や沈み込むスラブ内における物理・化学反応プロセスの解析に係る実験技術、水中レーザーを用いた、生物を識別する技術や高精度に標準試料を加工する技術の確立等に向けて、令和4年度から令和6年度には以下の研究開発に取り組んだ。

海水や岩石といった液体・固体試料や生物試料に対する微小領域・高精度化学分析に関する実験技術開発及び「はやぶさ2」帰還試料（小惑星リュウグウサンプル）等の分析による技術の検証・応用を行った。

前述したように、令和4年度には高知コア研究所で確立された極微量超高精度化学分析技術を駆使したリュウグウ試料やその他の隕石、あるいは地球の地質試料の分析に応用され、多くの特筆すべき成果の創出に結び付いた。その他に、極微量超高精度化学分析技術の応用研究例として、地下水水理と各種汚染の動態と原因の理解 (Toyoda et al., 2022, Appl. Geol.; Shintani et al., 2022, J. Hydrol. Regional Study; Umam et al., 2022, Geochemical J.) や地震や火山噴火といった過去の地質学的イベントのプロセスや影響評価の理解 (Bôle et al., 2022, J. Petrol.; Hane et al., 2022, PLoS One; Eom et al., 2022, Chem. Geol.; Miyamoto et al., 2022, GRL; Salmeron et al., 2022, PEPS; Yoshimura et al., 2022, Front. Mar. Sci.; Iryu et al., 2023, PEPS; Liu et al., 2022, EPSL; Aoki et al., 2023, Anal. Chem.; Anvarov et al., 2022, Biogeoscience) といった多くの成果創出があった。また、高知コア研究所で技術開発した火山岩に含まれる火成鉱物中のメルト包有物の揮発性元素濃度計測手法を応用し、九州の沈み込み帯火山の脱ガスのプロセスと揮発性元素の挙動を明らかにした (Kawaguchi et al., 2022, J. Petrol.)。さらに、「ちきゅう」によって取得されたロギングデータと船上計測データの再解析から掘削地質体のメソスケール地質構造を解析するための簡便な手法の確立 (Hamada et al., 2022, Scientific Drilling) や南海プレート境界浅部の断層コアを再度観察・分析から巨大地震の高速すべりとスロー地震の低

速すべりの同時局在性の発見 (Kimura et al., 2022, G32)、といった顕著な成果創出があった。

令和5年度には、令和4年度に引き続き、高知コア研究所で確立された統合極微量超高精度化学分析を駆使したリュウグウ試料やその他の隕石、あるいは地球の地質試料の分析に応用され、多くの特筆すべき成果の創出に結び付いた。その他、簡便でハイスループットな MC-ICP-MS 極微量超高精度 Sr 同位体比分析法の確立 (Li et al., 2023, GCA) や NanoSIMS 用大気非暴露搬送装置の開発 (特許第 7382028 号)、といった成果創出があった。また、日向灘南海トラフの地下構造探査調査からスロー地震分布の不均質性が沈み込む海嶺がもたらす地下構造に依存することを明らかにしたこと (Arai et al., 2023, Nature Comm.)、南海トラフの浅部スロー地震の発生形態や発生場を広く網羅した総説論文を発表したこと (Takemura et al., 2023, Earth Planet Space)、実験データを基にした沈み込み帯における地震断層のすべりに伴う摩擦特性や鉱物物性を明らかにしたこと (Okuda et al., 2023, EPSL; Okuda et al., 2023, JGR Solid Earth)、等、高知コア研究所で確立された地震断層運動を再現する実験技術を活用した地震発生メカニズムに対する多数の独創的成果創出があった。

令和5年度までに「はやぶさ2」サンプルリターンで回収されたリュウグウ試料について、高知コア研究所が大きな貢献を果たした特筆すべき成果 (Ito et al., 2022, Nature Astronomy; Tomioka et al., 2023, Nature Astronomy) を含む 21 本の論文を発表し、令和6年度も引き続き、10 本の論文発表を行い、日本発の太陽系サンプルリターンプロジェクトから導かれる世界的な学術成果創出に大きく貢献した。また、中性子回折、二次イオン質量分析 (SIMS)、透過型電子顕微鏡 (TEM) などを用いた世界に類を見ない統合解析により、地球下部マントル最主要鉱物のブリッジマナイトの構造中の水素位置と量を特定し (Purevjav et al., 2024, American Mineralogist)、地球惑星を構成する岩石・鉱物中の水の存在状態や定量を明らかにした。また、高知コア研究所で確立された地震断層運動を再現する実験技術を活用して、岩石剛性変化に着目した摩擦実験による断層の構造進化と摩擦特性の解明 (Chang et al., 2024, Geophys. Res. Lett.) や、回転式せん断試験機を用いた掘削パラメータを用いた強度推定法の実験的検証を行い、実際の IODP 航海での適用性の提示 (Tanimoto et al., 2024, Sci. Rep.) といった独創的成果の創出があった。

本中長期計画を通じて開発してきた地震断層運動を再現する実験技術や極微小領域・超高精度化学分析技術を活用した多数の特筆すべき成果や独創的な成果の創出は、地震断層運動再現実験技術や統合極微量超高精度化学分析技術が、多様な学術分野で世界最先端の

成果創出に必須となる極めて重要な基幹科学技術であることの証左となった。当初の目標を上回る研究進展と成果の創出があったと自己評価する。

熱水電気化学を利用した新たなスケール防護・金属回収技術の開発やジオ電気バイオリアクターによる CO₂ と電気を用いたメタン生成手法の実証実験に取り組んだ。

令和4年度には、極限環境電気化学リアクターや熱水と海水を混合する「ジオケミカルフローリアクター」の整備を完了するとともに、ガルバニック腐食を用いたカソード反応を熱水や鉱山廃液等の有害物質除去のための基盤技術として応用する現場検証実験を行った。また、改良型現場ジオ電気バイオリアクターの構築を完了し、南関東ガス田湧水を用いた電気 CO₂ 資化メタン生成に関する最適な条件の検討を終えた。

令和5年度には、ガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の特許化を進めるとともに、改良型現場ジオ電気バイオリアクター試験における微生物群メタオミックス解析を行った。本システムに関する特許出願は審査請求及び国際特許出願プロセスに至った。

令和6年度には、ガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の開発は完遂し、機構単独での技術開発として特許出願（特願 2024-072290）を行った。この特許申請は令和5年度に九州大学と共同で出願し、現在審査請求予定の特許（特開 2023-130005）と合わせて、電気化学的処理を活用した熱水利用新技術の開発を達成する成果となった。また、深海熱水噴出孔でのバイナリー式地熱発電技術開発コンセプトを検討し、高温高圧フローリアクターによる硫化鉱物生成の検証実験を行った。これらの成果を、株式会社商船三井技術研究所を代表、機構を共同研究先とした外部資金課題（NEDO 課題設定型産業技術開発費助成事業（水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発））として外部資金獲得に結び付けた。さらに、関東天然瓦斯開発株式会社との共同研究計画「千葉県茂原地域での天然ガスかん水と微生物を用いた CO₂ 利用技術の研究」において、改良型現場ジオ電気バイオリアクターの最適化を完遂した。本システムに関する特許出願は審査請求及び国際特許出願に至った（Ishii et al., 2024, US Patent App.）。加えて、同様の取組を、JAPEX との共同研究で北海道勇払ガス田での微生物を用いた CO₂ 利用技術に展開した。

電気化学的処理を活用した熱水利用新技術の開発として、中長期計画後半にガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の開発が完成し部門研究者単独での特許出願という成果創出も達成した。また、「深海熱水噴出孔でのバイナリー式地熱発電技術開発」という全く新しい技術開発コンセプトの着想とその検証に向けた外部資金獲得

や新たな共同研究資金獲得にも結び付き、当初の目標を上回る研究進展と成果の創出があったと自己評価する。さらに、ジオ電気バイオリアクターによる CO₂ と電気を用いたメタン生成手法の技術の実用化に大きな進展があっただけでなく、国際特許出願という成果創出があった。この CO₂ と電気を用いたメタン生成手法の技術開発や実用化を進める中で、特異な現象を見出し、その現象を見逃さず「世界で2例目となる「Promethearchaeati 界」アーキアの培養・分離に成功」というセレンディピティによる特筆すべき成果の兆しを得た。これは単なる偶然ではなく、挑戦的・独創的な技術開発の推進が挑戦的・独創的な学術成果に結び付く「超先鋭的学術成果と社会応用イノベーションが邂逅する」ことを示す象徴的な成果となった。当初の目標を上回る研究進展と成果の創出があったと自己評価する。

スケーラブル海中多次元マッピングシステム開発に基づく AI 海洋生物の認識・分類法の確立や海洋環境影響評価に向けた技術開発に取り組むとともに、調査航海での技術の検証・応用を行った。

令和4年度には、国内の様々な航海に参加し、技術開発を応用したマイクロプラスチックを含む海洋浮遊粒子の同定や新規海洋生物の同定といった多くの論文発表に結びつけた (Takahashi et al., 2023, Optics Exp.; Jamieson et al., 2023, Mar. Biol.; Bergman et al., 2023, Deep Sea Res. Part I; Peterson et al., 2022, Plankton Benthos Res.; Johnston et al., 2022, Front. Ecol. Evol.; Fernández-Urruzola et al., 2023, Front. Mar. Sci.)。また、スケーラブル海中多次元マッピングシステムの構成要素である画像記録方法、画像記録プログラム、情報処理装置及び画像記録装置のパッケージについて特許出願 (米国特許 16/954494, 2022; 日本国特許特願 2017-24691, 2022) を達成しただけでなく、方法論の有用性や普及を啓蒙する提言総説論文を国際海底機構へ提案した (Lindsay, 2022, International Seabed Authority)。

令和5年度から令和6年度には、令和4年度に引き続き国内外の様々な航海に参加し、スケーラブル海中多次元マッピングシステムの実用展開を行った。これらの実用データを利用した新規深海浮遊生物の発見とデジタル画像分類の成功やマイクロプラスチックを含む海洋浮遊粒子の同定といった多くの画期的な論文発表に結びつけた (Lindsay et al., 2023, Zootaxa; Bergman et al., 2023, Diversity; Sangekar et al., 2023, 2023 IEEE Underwater Tech. (UT23); Takahashi et al., 2023, 2023 IEEE Underwater Tech. (UT23); Liu et al., 2023, 2023 IEEE Underwater Tech. (UT23); Verhaegen et al., 2023, Limnol. Oceanogr.)。また、スケーラブル海中多次元マッピングシステムの方法論の有用性や普及を啓蒙す

る多くの提言総説論文を発表した (Alfonzo et al., 2023, Sci. Total. Environ.; Baco et al., 2023, Peer J.; Mofokeng et al., 2023, ICES J. Mar. Sci.)。

これらの成果は、本中長期計画で実施したスケーラブル海中多次元マッピングシステム開発が、設計・要素技術開発・システム統合・実海域観測を経て、海洋生物のデジタル認識・分類法確立と海洋プラスチック危機の現状把握や海洋資源開発に伴う生態系への影響評価への適用により成果創出に結び付いた結果である。計画を上回る進展と多数の画期的な論文発表や方法論の有用性や普及を啓蒙する多くの提言総説論文の発表は特筆すべき成果があったと自己評価する。今後、さらにシステム統合を進めることで、学術的成果だけでなく、海底金属資源開発に伴う環境影響評価への応用や海洋デジタルツイン研究開発への応用、それに伴う外部競争的資金の獲得が期待できる。

その他の挑戦的・独創的な技術開発に取り組むとともに、研究開発において達成された技術やアイデアの応用展開によって、産学官との連携・共同研究を促進した。

令和4年度には、超音波を用いた音響技術を応用し、2mmの解像度で海底下15-20cmに埋没して生息する深海生物の分布・動態・生態の可視化に成功した (Mizuno et al., 2022, Sci. Rep.)。また、電源開発株式会社との共同研究開発で、水深500m以深の深海環境に高純度の液体CO₂を直接注入する装置を開発すること、およびその様子を日本で初めて高解像度カメラで撮影することにも成功した。

令和5年度には、平成29年度の「JAMSTECイノベーションアワード」に資金支援を受けて、基本概念やシステムの設計を行い試作機まで構築していた「深海冷凍装置=Deep-sea Freezer」の実用機（耐圧水深=2000m）の制作と相模湾での実用テストを行ない、深海試料の現場冷凍保存に成功した (Kawagucci et al., 2023, Front. Mar. Sci.)。また、高知コア研究所の統合極微量超高精度化学分析技術を利用した産学官からの社会・産業的応用展開を進め、アカデミアとの共同研究や企業との受託分析・共同研究を大きく拡大し、受託分析費として約1,220万円を獲得した。さらに、令和4年度に販売開始した岩石試料研磨を効率的にできる研磨法（特許第6754519号、特許7023538号）や研磨板の販売拡大の営業・宣伝努力によって研磨板の販売枚数を拡大した。

令和6年度には、ソニー技術開発部が代表機関となっている文部科学省海洋地球課内局事業「海洋生物ビッグデータ活用技術高度化」研究に参画し、EVSという新規のセンサを用いた海洋粒子動態を長期間定量的に観測する技術を開発し、陸上研究室での実験と実際の深海環境での実使用の成果を論文として発表した (Takatsuka

これらにより、未来の海洋科学研究を切り拓く全く新しい技術開発の到達点を示す。

et al., 2024, Ecol. Evol.). また、令和5年度以降も高知コア研究所の統合極微量超高精度化学分析技術を利用した産学官からの社会・産業的応用展開を令和5年度と同水準に維持し、受託分析費として約1000万円を獲得した。

これらの取組や成果は、部門で確立された技術が、多様な学術分野で世界最先端の独創的な成果創出に結びつittedだけでなく、民間企業主導の開発や社会実装に大きく貢献し得ることを示す象徴的な成果といえる。電源開発株式会社やソニー技術開発部と共同で開発した技術や「深海冷凍装置＝Deep-sea Freezer」は独創性に優れた本中長期計画における部門を代表する技術開発といえる。特にEVSを用いた海洋粒子動態を長期間定量的に観測する技術について、世界各地の様々な機関から共同研究の申し込みがあり、「環境変動に伴う生態系変動のモニタリング技術」や「海洋資源開発に伴う生態系への影響評価」に対するコストパフォーマンスに優れた革新的な技術として、「環境DNA解析」(例えば令和5年度の部門の成果(Yabuki et al., 2024, MicrobiologyOpen))、「サウンドスケープモニタリング」(例えば令和5年度の部門の成果(Lin & Kawagucci, 2024, Limnol. Oceanogr. Lett.))に続く第三の柱となることが期待される。当初の目標を超える研究進展と成果の創出があったと自己評価する。

中長期計画に記載した重点的研究テーマや項目に対して、以下のような一連の進展と科学的成果を積み重ね、開発された技術の価値を最大化するマネジメントと通じて、未来の海洋科学研究を切り拓く全く新しい技術開発を達成したと自己評価する。

「極微小領域・超高精度化学分析技術」に対しては、中長期計画前半での「微小領域リンケージ分析用の試料輸送容器・ホルダの開発」に続き、中長期計画後半ではその製品化と「はやぶさ2」回収試料の分析における実使用で300個以上使用され、少なくとも2,400万円の売上を民間企業にもたらしたという成果があった。また「極微小領域・超高精度化学分析技術」を用いた「はやぶさ2」回収試料の分析は計31本の多数の国際的評価の高い論文発表に結びつittedだけでなく、その分析技術の提供による産・学共同研究を展開し、年間1,000万円以上の受託研究費を獲得した。目覚ましい進展と成果創出があっただけでなく、効果的なマネジメントによる研究や技術開発の成果の最大化を達成したと自己評価する。

「レーザー加工や電気化学的処理を活用した熱水利用新技術やその他の挑戦的・独創的技術の開発」では、中長期計画前半での「テフロン系樹脂と鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工プロセスの完成」や「コンクリートガラス化技術の開発」の成果創出が中長期計画後半でのその応用や社会実装に向けた大型外部資金プロジェク

トに結び付いただけでなく、「電気化学的処理を活用した熱水利用新技術」が中長期計画後半に「南関東ガス田における「電気合成CCU」リアクター開発」や「超深海CCSへの現場実証・環境影響評価技術」、「ガルバニック腐食を用いたカソード反応技術の開発」や「深海熱水噴出孔でのバイナリー式地熱発電技術開発コンセプトの提示」という知財、民間企業との共同研究及び外部資金獲得という目覚ましい成果に結び付いた。目覚ましい進展と成果創出を効果的なマネジメントによって研究や技術開発の成果の最大化を達成したと自己評価する。

「生命機能画像解析技術の確立と応用」に対しても、中長期計画前半に準備した計画に基づき、中長期計画後半に「スケーラブル海洋生物探査・定量・分類・解析システムの完成」とそれに基づく知財化と現場環境での実使用による多数の論文発表という目覚ましい成果があった。また、中長期計画後半には「EVSを用いた海洋粒子の観察・解析手法を開発」という特筆すべき成果があった。さらに、論文や国際会議発表を通じて、開発した技術による「海洋生物のデジタル認識・分類法」や「海洋資源開発に伴う生態系への影響評価への適用」を国際コミュニティへ啓蒙することで外部資金の獲得や国際ルール策定に貢献した。目覚ましい進展と成果創出、効果的なマネジメントによって研究や技術開発の成果の最大化を達成したと自己評価する。

【評価軸】

- 将来も見据えた挑戦的・独創的な研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果（独創性、革新性、先導性、発展性等）
- ・研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等

(モニタリング指標)

(モニタリング指標)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）
- ・ 共同研究件数
- ・ 特許出願件数

（令和元年度）

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：111 本
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：10,048 回の内数

※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,840 本）が 2019 年に引用された回数

- ・ 共同研究件数：21 件
- ・ 特許出願件数：11 件

（令和2 年度）

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：127 本
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：11,481 回の内数

※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,910 本）が 2020 年に引用された回数

- ・ 共同研究件数：29 件
- ・ 特許出願件数：13 件

（令和3 年度）

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：119 本
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：14,235 回の内数

※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,041 本）が 2021 年に引用された回数

- ・ 共同研究件数：28 件
- ・ 特許出願件数：13 件

（令和4 年度）

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：124 本
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,319 回の内数

※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,032 本）が 2022 年に引用された回数

- ・ 共同研究件数：21 件
- ・ 特許出願件数：4 件

（令和5 年度）

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数：139 本
- ・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,268 回の内数

※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,992 本）が 2023 年に引用され

②海洋調査プラットフォームに係る先端 的基盤技術開発と運用 機構の研究開発成果の最大化や「SIP 革 新的深海資源調査技術」等の国等が推進 する事業に資するため、海洋調査プラッ トフォームに係る技術開発、改良（機能 向上及び性能向上）、保守・整備、運用を 実施し、調査・観測能力の維持・向上を 図る。特に、7,000m 以深の海域や複雑な 地形の海域さらに地震や火山活動が活発 な海域や熱水噴出域等は上述の研究課題 の重要な研究対象域であり、このような 海域での調査・観測の安全性や精度の向 上、効率化が重要である。そのため、海 洋調査プラットフォームの自動化、省力 化、小型化といった海洋ロボティクス の発展を図り、多様な観測活動に対応可 能な次世代型無人探査機システム等の開 発・実装を進める。また、巨大地震発生 メカニズムの解明や海底下地下生命圏の 探査や機能の解明等未踏のフロンティア への挑戦に向け、大水深・大深度掘削に 係る技術開発とその実証を、（３）等の他 の研究開発課題とも連携して段階的に進 める。さらに海洋調査プラットフォーム 技術開発に係る国内外の様々な関係機関 との連携・協働や、上述の技術開発や ICT 等の先進的な技術の導入と既存の手	た回数 ・共同研究件数：16 件 ・特許出願件数：9 件 （令和 6 年度） ・学術論文誌等への論文等掲載数：127 本 ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,426 の内数 ※2020 年から 2024 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機 構所属の著者が含まれる論文（2,968 本）が、2024 年に引用され た回数 ・共同研究件数：19 件 ・特許出願件数：4 件	補助評定：A 本項目に係る中長期計画に照らし、成果・取 組等について総合的に勘案した結果、顕著な成 果の創出が認められることから、自己評価を 「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠につ いては以下のとおり。 【評価軸：将来も見据えた挑戦的・独創的な研 究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき 戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的 意義の大きい成果が得られているか。】 <フローチャートにおけるアウトカム「新たな 科学的・技術的な知的基盤の構築と利用拡大に よる人類の知的資産の創造やイノベーション創 出への貢献」に該当> 広域の探査能力の確保については、令和 7 年 度の完成を目指し、水深 7,000m 以深対応の航行 型 AUV を開発することとしていた。設計段階に おいて、地震研究での詳細海底地形図の活用を 視野に入れ、潜航深度を水深 8000m とさらに大 深度化することとし、早く研究に定常的に活用 できるようにするために、大深度用の浮力材及 び耐圧容器を格納してもペイロードスペースが 確保可能な既存機「うらしま」を改造すること とした。この改造方針は、ソフトウェアを既存 機の改変に留めることにもなり、大きく時間が かかるソフトウェアのエラーの発見及び修正の
---	--	---

法・技術との融合を図ることにより、スマートな海洋調査・観測や運用を進める。

これらの取組を通し海洋状況把握（MDA）を始めとする海洋に関わる安全・安心の確保等、我が国の海洋政策の達成に貢献する。

ための時間を短縮しても、これまでの信頼性が維持できるという利点もある。

これらの工夫により、令和6年度から海域試験を開始し、水深1,000m級の作動試験においては、すべての航行機能が正しく作動し、順調に終了することができた。その上で、水深6,500m試験へと進み、国内開発のAUVの最高深度である6606.6mへ到達し、既に令和7年度に深度8,000mに潜航するための準備が整っている点は特筆すべき成果と言える。

音響通信については、これまでに既存の通信装置の10倍以上の通信速度を出す装置を機内外の探査機に搭載し試験を行ってきた。これを基に、令和元年度以降は、フルデプス級ランダーシステムにも搭載して、水深9,230mからの通信に成功し、どの探査機でもあらゆる深度から安定的に運用が可能であることを確認した。

この成果は、研究者や運航者からのコミュニケーション効率化による潜航時間の有効活用、オペレーション指揮のための状況把握といった高い評価を得るとともに、全く新しい探査機の形態や行動の検討を可能とした点で、特に顕著な成果と言える。

音響通信で高頻度での海底における状況確認が可能となったことから、重厚な装備が必要なアンビリカルケーブルの代わりに、前述の音響通信装置を用いたランダー+小型AUVシステムとすることで、フルデプス級の探査システムが実現可能となった。ここでは、小型軽量化と自律機能の向上に取り組んできた。小型軽量化では、セラミック耐圧容器を開発するとともに、フルデプス級で作動するサーボモータ、それらを使った0.1度単位で位置合わせ可能なマニピレータ等の開発し、水深9,000m級の海底での作動を確認した。また、AIや画像フィードバックによる、自律行動の強化が進み、令和6年度までに試験機におけるサンプル採取行動の個別技術の作動確認を行った。これは新システムによるフルデプスからのサンプルリターンへの可能性が期待できることから、特筆すべき成果と言える。

【評価軸：海洋調査・観測技術の高度化や海洋調査・観測用のプラットフォームの効率的運用により、機構の研究開発成果の最大化が図られたか。】

＜フローチャートにおけるアウトカム「新たな科学的・技術的な知的基盤の構築と利用拡大による人類の知的資産の創造やイノベーション創出への貢献」に該当＞

海底長期孔内観測システム（Long Term Borehole Monitoring System。以下「LTBMS」という。）の設置については、南海トラフゆっくすべり断層観測監視計画（令和4年度～令和7年度）の下、令和4年度には適切な掘削サイト選定や当該サイトの調査を実施したほか、コークヘッド大型化等の機器改良等を行った。令和5年度には地球深部探査船「ちきゅう」を用いた航海を実施し、途中、機器（Wellhead）の沈下が発生しながらも、適切に対応し、無事観測センサの設置に成功した。その結果、令和6年度には日本地震学会技術開発賞（功績名：海底長期孔内観測システムの開発による連続リアルタイム海底地殻変動観測の実現）を所内研究部門と共に受賞することができた。本航海では、当初作業予定に加えて、今後の作業に向けて当該海域の事前調査も実施しており、これら一連の取組は、我が国の防災減災に資する取組として、顕著な成果と言える。

国際科学掘削計画（International Ocean Discovery Program。以下「IODP」という。）第405次研究航海「日本海溝巨大地震・津波発生過程の時空間変化の追跡（Tracking Tsunamigenic Slip Across the Japan Trench。以下「JTRACK」という。）」（9月6日～12月20日実施）においては、当初定めた目標を全てクリアし、科学目的の達成に大きく貢献した。本航海の実施にあたっては、これまでの掘削航海の知見等を生かし、コアリングシステム、各種ランニングツール及び水中カメラシステム（Under Water TV）などの関連機器の性能向上を含む見直しを行うとともに、現場海域が強潮流域であ

ることを踏まえた綿密な潮流対策を図り、深海域における掘削を安全かつ効率的に実施した。その結果、ターゲットである断層帯も含め、浅部から深部までの連続したコア回収に成功したこと、また、IODP 第 343 次航海「東北地方太平洋沖地震調査掘削（Japan Trench Fast Drilling Project。以下「JFAST」という。）」よりもコア回収率が上がったことは極めて顕著な成果と言える。なお、本掘削においては、海洋科学掘削史上初の、総ドリルパイプ長 7,906m の世界記録を樹立することができた。

【評価軸：研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。】
＜フローチャートにおけるアウトプット「海洋調査プラットフォームの安全かつ効率的な運用の実現」に該当＞

令和 2 年度以降、新型コロナウイルス感染症拡大を受けて、乗船・訪船基準の整備や改訂、PCR 検査の実施等、事態の収束が見えない中で迅速かつ適切に対応した。これにより、コロナ禍という緊急事態においても、研究航海を大きく妨げることなく安定して運用を行ったことは顕著な成果といえる。

本中長期計画開始時に、研究船と「ちきゅう」の運用部署を統合したことで、それぞれの知識・経験を活かし、船舶運航や保守整備、各種機器の改良・機能向上を推進することができた。例えば、リスクアセスメントの機構全船への導入や衛星通信システムを含む船内ネットワークの整備、「白鳳丸」の大規模改造工事では、「ちきゅう」運用で培われた知見が活かされた。一方、JTRACK では、水中カメラシステム（Under Water TV）や音響測位システムの改良に、研究船運用で培われた知見が活かされた。こうした知見の相互活用により、研究開発成果の最大化に寄与できたことは、特筆すべき成果と言える。

海洋由来の社会的な課題に対し、科学的な知見やデータを基にした対応をしていくためには、検証可能かつ高精度な観測・調査能力を確保し、海域の状況を適切に把握、モニタリングすることが必須である。そのため「今後の深海探査システムの在り方について」（科学技術・学術審議会海洋開発分科会次世代深海探査システム委員会（平成 28 年 8 月））による提言等に基づき、広域かつ大水深域への対応が可能な、自律型を含む無人探査機システムを実装する。実装に当たっては国内外の動向を確認しつつ、他の機関とも協働することで、汎用性の高いシステムを実現する。また、有人探査機については、当該システムによる成果を踏まえつつ、次世代の有人探査機開発に向け継続的に検討する。

具体的には 2021 年度までに、
・水深 7,000m を超える領域の調査が可能な無人探査機（ROV）技術の確立

・より大水深での調査を可能とする自律型無人探査機（AUV）の技術開発等に取り組む。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ 2025 年度までに、
・広域かつ網羅的な調査に対応可能な AUV 技術の確立

フルデプス ROV 技術については、調達・運用が困難な大深度用ウインチケーブルに頼らない、新しいビークルコンセプトを実現するために、必要な要素技術として、高速・長距離音響通信技術、セラミックス耐圧容器の設計手法の開発及び高圧下でも駆動効率が低下しない AC サーボモータの開発といった、要素技術を確立した。

7,000m 以深対応 AUV の開発については、「うらしま」の改造を基本に行うことで工期の短縮を目指すこととし、次世代深海探査システム委員会において、開発方針について助言を得た。母船に頼らない AUV の自動観測を実現させるために、音響測位機能を持つ海底局による AUV の海中位置補正技術と水中での光通信システムを用いた AUV-海底局間の高速度データ通信技術を実海域において検証した。

令和 6 年度は、水深 6,500m 級を目指した試験潜航を行い、深度 3,000m、4,000m、5,000m 及び 6,000m において姿勢及び浮量の確認を、深度 4,000m 及び 6,000m において音響通信測位の確認を行った上で深度 6,606m まで到達した。この航海では、更なる通信ノイズ対策として、電気ノイズの発生源であるスラストドライバに電源ノイズフィルタを追加した。この試験においては、試験段階であるにもかかわらず、国産 AUV としての最高到達深度である水深 6,606.3m へ到達した。加えて、潜航中の位置や状態の把握及び航走指示に不可

掘削技術開発については、各技術課題の最終科学目標との関連、国の委員会の動向、必要経費及び運用開始のタイミング等を踏まえた上で、ステージゲートを再設定するなど、本中長期計画全期間において、ロードマップのアップデートを適切に実施することができた。

・調査・観測の完全無人化に向けた技術的検討やそれら技術の試行等に取り組む。

また、本中長期目標期間を通じて、広く基盤的・汎用的な観測システムやセンサ等の改良・開発を実施するとともに、各システムの特性も踏まえて、通信、測位、撮像等の各種機能や装置について、高精度化、効率化のための自動化、省力化、小型化等に係る技術開発を促進し、我が国の中核的な海洋先端技術開発拠点となる。

欠な音響通信において、通信を妨害するノイズが低減し、安定的な音響通信・測位の目途が立ったことから、令和7年度に深度 8,000m に潜航するための準備が整った。

新コンセプト無人探査機の開発に向けてフルデプス級で作動するサーボモータ、それらを使った 0.1 度単位で位置合わせ可能なマニピレータ等を開発し、水深 9,000m 級の海底での作動を確認した。また、実際のビークルがランダーにドッキングするためのドッキングマークの検出及びそのマークをターゲットとした位置制御試験を水槽にて行ったところ、装着したスラップガン（吸水口 7 cm）での意図した試料採取が可能な範囲内である、直径 0.1m 以内および方位 $\pm 2^\circ$ 以内で機体の保持に成功した。この結果は、ドッキングやスラップガンでのサンプリングに必要な精度を満たしたことを示す。

水温・塩分校正システムについては、国家標準とのトレーサブルを確立し、温度の計測精度 $\pm 0.002^\circ\text{C}$ 、塩分の計測精度 $\pm 0.0003 \text{ S/m}$ の水温塩分計の校正が可能となった自動校正を導入した。あわせて、機構内の Argo フロートユーザー及び国内の水中センサユーザーからの要望を受け、外部供用を実施し、気候変動分野の水温・塩分校正に大きく寄与した。

これまでの基礎研究の成果を基に、大型の外部資金（安全保障技術研究推進制度（委託元：防衛装備庁）「Time Reversal による長距離 MIMO 通信の研究」令和元年 1 月から令和 5 年 3 月）を獲得し、水平方向のマルチパスリッチな環境における水中音響通信の高速化・長距離化について大規模な実証研究を進めている。また、これまでの基礎研究の成果を基に、大型の外部資金（安全保障技術研究推進制度（委託元：防衛装備庁）「1Gbps $\times$ 100m の BL 積を達成する水中光ワイヤレス通信技術の研究」（令和元年度から令和 3 年度）を獲得し、可視光域における電磁波伝搬の高効率化・高精度化に影響する環境パラメータ及びアプリケーションとしての実装手段について検討し、海域試験にて検証を行った結果、これまでにない 1Gbps $\times$ 100m の超高速化・長距離伝搬（光無線通信）を達成した。

「しんかい 6500」搭載用に内製で高速通信装置（画像伝送装置）を開発し、市販の通信装置を大きく上回る 600kbps $\times$ km という世界最高性能の通信速度を達成した。また、米国ウッズホール海洋研究所からの要請で、同型の実験機を、有人潜水船「アルビン」で試験的に搭載し、音響通信による画像伝送の実験に成功した。さらに、同型機をフルデプス級ランダーシステムに搭載し、船舶と水深 9,230m の間でも同等の通信性能が得られることを確認した。

(ロ) 大水深・大深度掘削技術開発

巨大地震発生メカニズムの解明、海底地下生命圏の探査や機能の解明等未踏のフロンティアへの挑戦に向け、大水深・大深度での掘削技術やその関連技術、孔内現位置観測に係る技術の確立が重要である。そのため、それらの科学的ニーズを把握するとともに、必要な技術開発項目を抽出の上、実行可能な開発計画を策定し、段階的に実施する。

具体的には 2021 年度までに、複数種の機器類について試作機製作を実施するとともに、それらの性能検証とコアリングシステムの構築に向けた浅海域での実証試験等に取り組む。

さらに、当該進捗状況を踏まえて 2025 年度までに、新たに開発した機器類による大水深・大深度での硬質岩掘削に向けた候補海域における試掘等の着実な進捗を図る。

また、本中長期目標期間を通じて、その他掘削に係る基盤的な技術開発に取り組む。

硬岩用のコアリングツールとして、タービン駆動コアリングシステムについて、平成 30 年 6 月に実施した実海域試験の結果を再評価し、強度向上等の改良が必要な部分を抽出した。これらの課題を踏まえ、令和 3 年に改良設計を行い、試作機を製作した。新型コロナウイルス感染症の影響で製作に時間を要したが、性能確認試験を令和 4 年 2 月に実施し、有効性の確認を行えたが、シアピンの保持機構についての新たな課題を得た。

ライザーシステムの大水深化の技術開発を行っていたが、令和 4 年度末にステージゲート審査を行い、海洋開発分科会海洋掘削委員会において取りまとめられた方針を踏まえ、マントル掘削の優先度が従来よりも落ちることなどから、本開発の次フェーズへの移行は中止することとした。

タービン駆動コアリングシステムについて、令和 3 年度より改良設計や陸上性能試験を繰り返し実施したほか、硬岩コア採取のために必要となるタービンモーター減速機の構成要素の強度向上やカッティングシューの改良を進めた。令和 7 年度に陸上コアリング試験を行い、システムの最終構成を確定する予定である。

硬岩層向けの小径 Rotary Core Barrel (以下「RCB」という。)について、インナーバレルの強度の低さが課題であったところ、より強度の高い RCB のインナーバレルとの共通化を図り、それに合わせたアウターバレルを製作した。また、海域試験を行い、コアが採取できることを確認した上で、JTRACK に供し、良好なコアをこれまで以上の高い回収率で取得することができた。

高性能高機能ドリルパイプシステムとして、多段非接触通信・給電の伝送基礎検討を行い、伝送技術や通信給電機能ドリルパイプシステムの新コンセプトを提示し特許を出願した。

掘削技術開発については、各技術課題の最終科学目標との関連、国の委員会の動向、必要経費及び運用開始のタイミング等を踏まえた上で、ステージゲートを再設定するなど、本中長期計画全期間において、ロードマップのアップデートを適切に実施することができた。

(ハ) 海洋調査プラットフォームの整備・運用及び技術的向上

機構の保有する海洋調査プラットフォームについて、各研究開発や社会からの要請に応じて安全性、法令遵守を担保しつつ安定的に運用するために、各プラットフォームの経過年数や耐用年数等も考慮しつつ、継続的な機能向上に取り組む。

新規開発の掘削ツールである Long Slips の実機プロトタイプ製作を行い、Long Slips 用の付属に機器である Lifter の設計及び試作も行った。そして「ちきゅう」にて洋上でハンドリング確認を行い、Long Slips 及び Lifter の「ちきゅう」の他の掘削機器との操業上での整合性の確認を行い、当初計画内容を完了した。さらに計画を前倒しして、IODP 掘削プロジェクトに実際に使用し、実荷重・実環境下での有効性の確認を行った。この IODP 航海は、Long Slips 及び Lifter の使用を前提に掘削計画が立案されており、本研究開発は、IODP 航海の成功へ貢献したと言える。そして、実操業での有効性確認により、Long Slips 及び Lifter が、「ちきゅう」の標準装備品としての準備を開始した。

インフォマティクス掘削システム構築に向けて、掘削データと、物理モデルやドリルパイプダイナミクス解析等を融合したハイブリッド機械学習による掘削状態把握の手法開発及びその有効性の確認を進めた。操業異常の代表例である抑留（ドリルパイプが掘削孔の中で埋没したり、はまり込んだりして動かなく事象）に対する新手法に関して、海外の石油開発関係企業から注目を得て、共同での性能評価を進めるに至っており、石油業界でも評価を受ける成果を創出した。

令和元年度の機構の組織再編とともに、安全な船舶運用のための環境安全管理体制を整えることを目的に、安全教育の基本となる安全衛生・環境・品質マネジメントシステム（以下「HSQE-MS」という。）を検討・導入した。「安全衛生・環境・品質に関する基本方針」を実現すべく、令和3年度に最上位の HSQE-MS マニュアルを策定し、適宜見直しやマニュアル下部にあたる各種作業手順書作成のほか、それらに基づいた対応を行うことによって、体系的かつ継続的な運用を実施している。

前中長期計画（平成30年度）まで「ちきゅう」で標準的に用いてきた船舶等の安全運用の基本となるリスクアセスメントを、本中長期計画開始時から全研究航海に導入した。航海ごとのリスクアセスメントの内容等を見直し、リスクの低減、安全運用の更なる向上に継続して努めている。また、並行して航海情報管理の一元化を目的として本中長期計画当初より導入を検討した Marine Facilities Planning（以下「MFP」という。）を利用して、令和6年度には従前個別ファイルにて管理してきたリスクアセスメントに関する情報を一括管理し、所内プロセスを効率化した。

Health, Safety, Quality, Environment（以下「HSQE」という。）に関する重要事項の周知・啓蒙や注意喚起を目的に、「HSQE ニュー

本中長期計画開始時から、研究船の運用部署と「ちきゅう」の運用部署が統合されたことにより、それぞれの知識・経験を活かして、船舶の安全運航や保守整備、各種機器の改良・機能向上に努めることができた。具体的には、航海前安全評価（リスクアセスメント）の機構全船への導入や、衛星通信システムを含む船内ネットワークの整備、「白鳳丸」大改造工事等の実施等のほか、令和6年度の IODP 第405次航海「JTRACK」を無事に成功裏に終えることができた。各部署で培われてきた知識・経験を融合させることにより、本中長期計画全体を通じて研究開発成果の最大化に寄与できたことは、特筆した成果と言える。

また、新型コロナウイルスへの対応については苦慮することも多かったが、乗船・訪船基準及び PCR 検査の実施手順策定、政府指針や感染状況に応じた方針改訂、医師による遠隔での診断を受けられる体制の整備や新型コロナウイルス

ス」「HSQE 注意情報」の発行や所内イントラネット上への情報掲載等を行った。また、安全な船舶運用のため、船舶の運用・運航委託会社の安全管理部門と定期的に会合を開き、情報・意見交換を行うほか、毎年、船舶の安全運用に関する外部協力者との意見交換会を実施し、連携を図った。

新型コロナウイルス及び感染症への対応として、以下取組を実施した。令和元年度は、新型コロナウイルスが世界的な広がりを見せ始めたものの、対応方法や防止策等が不明確な時期であったため、機構船舶全船に対して2月中旬より水際対策を指示するとともに、乗船・訪船基準を明文化するなどの対応を行った。令和2年度は、4月から7月までの4ヶ月間、機構船舶全船に緊急停船措置を講じた。8月からの研究航海再開に合わせて、船内における感染症の予防策として、乗船・訪船基準、PCR 検査の実施手順及び船内にて感染者（疑い含む）が発生した場合の対処手順等を策定した。令和2年7月以降、延べ2,000人以上に乗船前PCR 検査を実施し、航海中の船内における発症を未然に防ぐことに貢献した。また、令和2年度に「みらい」船上で発生したノロウイルス集団感染を受けて、再発防止策を取りまとめた。あわせて、航海中の船内食中毒拡大防止のため、船上でもノロウイルスや0-157などの抗原検査実施を可能とした。令和3年度には、8月以降、新型コロナウイルス変異株の急拡大により、航海中の船内で感染疑い者が発生し、航海中止を余儀なくされることもあったが、隔離措置等適切な対応を行うことによって、長期停船をすることなく、運航を継続することができた。延べ2,500人以上に乗船前PCR 検査を実施した。船内での感染拡大を防ぐため、8月までに全船舶で航海中でも医師による遠隔での診断を受けられる体制を整えた。さらに、この体制の下、1月までに全船舶に新型コロナウイルス感染症治療薬の搭載を完了した。令和4年度には、延べ約2,000人以上に乗船前PCR 検査を実施し、年度内に計12名（12航海）の乗船前陽性確認により、船内感染拡大を未然に防ぐことができた。同期間中に停泊中の船内で感染が確認される事例が7件発生したが、船上検査と医師による遠隔での診断を受けることにより、適切な対応を行い、感染拡大を抑えることができた。令和5年度には新型コロナウイルス感染症の法令上の位置づけが5類に変更されたことに伴い、乗船前PCR 検査の廃止とともに乗船基準・訪船基準等を改訂し、安全な船舶運航を継続した。

そのほか情報セキュリティの強化に関する取組として、情報インシデントへの対応に関する研修を実施したほか、サイバー攻撃への対応を取りまとめた項目を「白鳳丸」のSafety Management System（以下「SMS」という。）へ追加するなどの対策を講じた。あわせて、「白鳳丸」については、内部監査を継続して実施し、その結果に基づき、SMSの改訂を行った。

ス経口治療薬の全船搭載などの積極的な対策により、研究活動に支障をきたすことなく、安全運航に寄与できたことも顕著な成果であった。

さらに、フリート構成の見直しや、船上居住環境の改善、各種老朽化対策にも取り組むことができた。特に、船齢30年を超える「しんかい6500」について、引き続き深海調査の最前線で活躍させるべく、耐圧殻の設計寿命が見込まれる令和22年ごろまでを見据えて、更新期限を迎える機器や構成部品の交換等を行うほか、入手不可能な部品等の代替の検討を計画的に実施するなどの対応を継続的に行った。その結果として、令和6年度に無事1,839回の潜航を達成することができたことは、特筆すべき成果であった。

船舶に関して、日々発生するトラブルや研究観測に必要なウインチ等の整備に対応しつつ、安全の確保を最優先に、中長期の整備計画を定め、改良工事や船舶安全法に従い保守整備を実施した。老朽化した設備の更新や維持にあたっては、機能や効果、維持コスト等を勘案し、資産を適切に管理した。

令和２年度に機構の研究開発に必要な機能とフリート構成について再検討を行い、その結果を踏まえ、令和４年２月に深海調査研究船「かいいい」及びランチャー／ビークル方式の「かいこう」の運用を停止した。

海洋調査の高度化及び効率化のため、「かいこう」ランチャーレス運用化に向けた検討を進め、令和元年度にビークル及び船上装置の改造を実施した。その後、「新青丸」での試験潜航を重ねた結果、実運用に問題のないことを確認し、令和２年度に調査航海を開始した。また、更なる効率化を進めるため、令和５年度には「かいいい」を用いた試験潜航を実施し、令和６年度から同船での研究航海を開始した。これにより、２隻の研究船での運用が可能となった。

「白鳳丸」は、中長期的な継続運用に必要となる老朽化対策、改修及び機器更新を目的として、令和３年３月から８ヶ月に及ぶ大規模修繕工事を実施した。主機関・発電機・音響測深装置などの重要機器類の換装、環境対策としての排出ガス浄化システム（SCR）の導入及び新たにフルデプスでの観測・クリーン採水が可能となる CTD 繊維ケーブル・ウインチの搭載を実施し、研究者のニーズに更に幅広く応えられる観測環境を整備した。

「よこすか」は、令和６年から３ヶ年間の整備計画を立案し、研究活動への影響を抑えるために毎年実施される検査ドック期間に合わせて老朽化対策工事を実施した。船底部や燃料タンクの減肉・破孔や各種配管の劣化等、また、「しんかい 6500」の運用に必要な着揚収装置等の補修、継続整備が困難な各種電気制御システムの換装を実施した。

令和６年度末時点の通算潜航回数は 1,840 回に達した。平成元年に完成した「しんかい 6500」は既に船齢 30 年を超えているが、我が国において最も深くまで潜航し、試料を採取することが可能な調査船である。今後も深海調査研究の最前線で活躍させるべく、各種機能向上や効率化に取り組んだ。高速音響通信装置（画像伝送装置）の画像更新レートの向上や、潜航前のプレダイブチェックに必須の作業となっている各機器の時刻同期作業において、複数ある GPS の同期を集約し、業務の効率化及び省力化を進めた。また、耐圧殻の設計寿命とされる等価潜航回数 1,000 回に到達する令和 22 年頃までの期間、更新期限を迎える機器や構成部品の交換及び入手不可能となってしまった部品等の代替品への更新などを計画的に実施すべく、造船所やメーカー等と検討を進めた。

そのため、既存の手法・技術と（イ）及び（ロ）により開発された技術や先進的な技術の融合を図ることにより、スマートな海洋調査・観測や運用を進める。また、運用状況の適切なモニタリングを通じた効率的な維持管理手法を構築する。

船齢が 30 年を超える「白鳳丸」「よこすか」については、乗員、研究者居室の個室化や、女性衛生区画の改善など労働環境の改善を実施した。また、効率的・効果的な研究活動を支援するために、「よこすか」「新青丸」「白鳳丸」の研究室の照度を改善したほか、ネットワークセキュリティ対策と合わせて、大容量インターネット回線を機構船舶全船へ導入した。

さらに、北極域研究船「みらいⅡ」の令和 8 年 11 月の就航に向けて、ドップラーレーダー等研究開発に必要な機能を「みらい」から「みらいⅡ」に移転するために必要な検討や工事を行い、令和 8 年 3 月に「みらい」の運用を停止する見込みである。

加えて、現在老朽化が進む「ハイパードルフィン」にて実施している地震・津波観測監視システム（Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis。以下「DONET」という。）の構築・整備のためのケーブル敷設、センサの設置、保守整備、新たな長期孔内観測システムの構築などの重作業について、将来的に「かいこう」で実施すべく、具体的な検討を進めている。

航海情報管理の一元化により、機構業務の DX 化を推進するため、世界の機関で採用されている MFP を導入し、令和 3 年度から継続してシステムのカスタマイズや所内関係者向けトレーニングを実施するなどの調整を行った。令和 6 年度には、各航海に関する実施要領書及び運航予定一覧表（線表）の作成を行う機能について、実運用を開始したほか、従前個別ファイルにて管理してきたリスクアセスメントに関する情報を本システム上にて一括管理できるように改良した。本取組によって、各研究者からの課題提案書、各研究航海の実施要領書、各船の運航予定一覧表（線表）及びリスクアセスメントに関する情報をオンラインにて一元管理することが可能となった。現状は船舶位置情報の共有のみに留まるところ、引き続き本システムを使用する海外の船舶運航機関との更なる情報共有を検討している。

令和 4 年度より、船員のストレス状態を早期に把握するとともに、必要な労務環境の改善・対応を行うなど、船員全体のメンタルヘルス向上を目的として、エンゲージメントサーベイ及びパルスサーベイを導入した。船上という特殊な環境の下で働く船員の体調面のみならず、対人関係、部内、グループ内での業務の偏りや疲労の傾向などを分析し、問題点及び改善点を上長が把握できるようにするなど、コミュニケーションツールの 1 つとして効果を得ている。

南海トラフゆっくり滑り断層観測監視計画の下、「ちきゅう」を用いた南海 LTBMS 航海（令和 5 年 11 月 6 日から 28 日）を実施し、観測センサの設置に成功した。本航海にあたっては、掘削リスクを最小としつつ科学目的を満たした適切な掘削サイトの選定や当該サイ

トの事前調査を実施し、研究者持ち込みのセンサ等が組み込まれる観測システムの変更に対応するため、コークヘッドの大型化等の機器改良を行った。また、資機材の輸送遅れを事前に織り込んだ適切なスケジューリングを行うなど、各種準備を実施した。航海中、現場の表層地層が想定以上に軟質であったことによって、孔口の土台沈下が発生したが、ケーシング長を伸ばす等の対策を速やかに行い、予定より5日間早く全作業を完遂することができた。その結果、当初予定した作業に加え、同様のLTBMSの設置が予定されている地点において、今後の掘削に備えた事前調査も併せて行うことができた。当該観測センサについては、令和5年12月28日から令和6年1月11日の「新青丸」の航海において、DONET2への接続を完了し、これによって南海地震震源想定域において初となるゆっくり滑りのリアルタイム観測が開始された。なお、令和6年度には日本地震学会技術開発賞（功績名：海底長期孔内観測システムの開発による連続リアルタイム海底地殻変動観測の実現）を所内研究部門とともに受賞することができた。

平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震の震源域である日本海溝において調査を行うため、「ちきゅう」を用いて、9月6日～12月20日にJTRACKを実施した。本航海は、断層帯周辺の応力の蓄積状態の時間変化、断層の構造や物性の特徴、地層内の流体が断層周辺の応力状態へ与える影響を解明することを目的に、平成24年実施したJFASTの調査海域に再訪し、掘削同時検層、コア試料の採取、長期孔内温度計測システムの設置を実施した。本航海の実施にあたっては、コアリングシステム、各種ランニングツール及び水中カメラシステム（Under Water TV）などの関連機器の性能向上を含む見直しを行うとともに、黒潮の北上によって現場海域が強潮流域になっていることを踏まえ、強潮流対策を図り、安全かつ効率的に調査を行った。その結果、掘削同時検層においては海洋科学掘削史上初となる総ドリルパイプ長7,906mの記録を樹立し、コア採取においてはターゲットである断層帯を含めた上盤側（陸側プレート）の堆積物から下盤側（太平洋プレート）の玄武岩層に至る一連の高品質なコアサンプルを採取することができた。コア採取では、「ちきゅう」による掘削史上における連続コアリング長を更新し、コア回収率についてはJFASTから約2倍向上した。また、長期孔内温度計測システムの設置においては、JFAST観測井の搜索及び大水深における128個のセンサ設置に成功した。

南海LTBMS航海及びJTRACKの実施にあたっては、文部科学省科学技術・学術審議会海洋開発分科会海洋科学掘削委員会による「今後の海洋科学掘削の在り方について（提言）」を踏まえて、令和4年度に制定したプロジェクトマネジメント規程に基づき、予算やスケジュール、リスクへの対応等をまとめたプロジェクト計画書の審査を

これらの取組によって効率的な運用を実現しつつ、各研究開発課題と連携し、それぞれの計画達成に必要な最適な研究船の稼働日数確保に努める。	受けた上で航海を実施した。また、プロジェクト計画書に定めたマイルストーンや意思決定プロセスに沿って、航海の進捗状況を経営層と適切に共有するとともに判断を求めるなど、必要な対応を行った。特に、令和5年度に実施したLTBMS航海は本審査を受ける初めてのプロジェクトとなり、航海中に機器（ウェルヘッド）の沈下が発生したが、本規程の下、適切な対策を速やかに行い、結果として予備日を5日残して全作業を完遂することができた。 船員法改正や船員の働き方改革などの国の動きを踏まえ、毎月の労働時間や休息時間の管理に留まらず、陸上の船舶労務管理者が遅滞なく船上の労務状況を確認・指導するため、機構の自主運航船である「白鳳丸」に船員勤怠管理ツールを導入すべく、令和5年度から検討を開始した。令和6年度は、複数の候補となるツールのうち、船上に導入が可能なものについて動作確認を行い、課題を把握した。 新型コロナウイルス感染拡大防止を目的として、令和2年4月から7月末までの4か月間、機構全船の緊急停船措置を行った。これにより、24航海（延べ362日）が中止・延期となったが、機器や要員の手配を含む航海計画を早急に見直すことによって、24航海のうち21航海（延べ316日）は、同年度中に振り替えて実施した。一部の受託航海では、外国人研究者が来日できない等の理由により令和3年度に繰り越すものもあったが、4ヶ月間の緊急停船期間中に実施できなかった課題については、ほぼ年度内に実施することができた。 令和2年度から、研究船の運航計画策定プロセスの中に、課題毎の担当者を設置する新たな取組を行い、令和3年度から本格運用を開始した。各課題の担当者が、課題の研究目的・希望調査海域や調査計画案などの詳細を把握した上で、使用可能船舶や希望時期の対象海域における諸条件（漁業活動や船舶の往来、必要となる許認可や支援、増員情報等）について課題内容説明会を実施した。説明会では、船舶運航の関連部署及び運航委託会社が航海実施に向けた確認事項・問題点の洗い出しなどを行い、その後担当者が課題提案者への問合せ等を実施することで、スムーズな航海計画立案に向けた支援を行った。これにより、航海日数が非常に多い中でも、航海計画策定の初期段階で機器や要員の調整が可能となり、効率的な航海計画を策定し、各船舶の稼働日数を最大限確保することができた。また、運航委託会社等と定期的に会合を開くなど意思疎通を図るとともに、船舶の運航線表の作成や変更及び増員に関する情報などを前広に展開し、船舶の安全かつ円滑な運航に努めた。
さらに、「ちきゅう」については、国際	IODP の国際枠組みの下、「ちきゅう」IODP 運用委員会（Chikyu

深海科学掘削計画（IODP）や海洋科学掘削に関する国際動向を踏まえ、理事長の諮問機関として設置した「ちきゅう IODP 運用委員会（CIB）」の助言を受けて、機構が策定した科学掘削計画に基づき運用する。加えて、北極域研究船就航に向けた建造及び運用体制の構築を進める。

また、研究開発成果の円滑な創出に資するため、海洋調査プラットフォームの利用者に対する科学的・技術的な支援を提供するとともに、継続的にそれらの熟成や向上を図り、取得されるデータ等の品質管理の提供の迅速化を図る。

具体的には、研究船上における研究設備の維持、管理を進めるとともに、研究

IODP Board。以下「CIB」という。）にて、平成 30 年度に実施された IODP 第 358 次研究航海に関する事後評価及び助言を受けるとともに、令和元年度以降の「ちきゅう」の運用についても併せて助言を受けた。令和 4 年度には、JTRACK の実施に関する助言を受け、これを踏まえて、令和 6 年度に JTRACK が実現した。また、令和 5 年度には、IODP の後継プログラムである国際海洋科学掘削計画（International Ocean Drilling Programme。以下「IODP³」という。）における東北沖日本海溝域での 2 航海について、CIB の後継である Mission Specific Platform Facility Board (MSP-FB) から助言を受け、令和 7 年度に IODP³ 第 502 次及び 503 次研究航海として実施する見込みである。

北極域研究船「みらいⅡ」は、令和 3 年 8 月にジャパン マリンユナイテッド株式会社と船舶建造請負契約を締結し、建造を開始した。令和 4 年度には、詳細（機能）設計として、一般配置（図）や主発電機、LNG 設備、船橋設備、電動機等の長納期の主要機器に係る具体的な仕様（数量やメーカーを含む）について検討・協議を実施し決定した。令和 5 年度は、一般配置検討の結果を踏まえ、鋼材の加工・ブロック組立の開始に向けた生産設計を進めるとともに、令和 6 年度にかけて、鋼材等材料の加工・船体ブロック製造等を行い、9 月から建造ドックにてブロック搭載を進め、令和 7 年 3 月には進水を実施した。令和 7 年度は、建造工場岸壁において船内の電線等の敷設、内装、分析装置・機器の搭載などの艤装工事を着実に進めるなど、建造事業者、建造監理事業者、就航後の運用も見据え、艤装員派遣事業者及び研究観測支援準備事業者と連携し、建造及び運用体制の構築を着実に推進した。また、令和 5 年 11 月には、他国砕氷船の運航者とのセッションを実施し、国際的かつ継続的な連携の下、氷海域に係る航行ノウハウなどに関する情報・意見交換を行った。このセッションは令和 7 年 10 月にも二度目の開催を予定している。さらに、STEAM 教材制作・活用、建造記録映像取得とそれらを活用した動画コンテンツ制作・公開、他機関との共催イベント実施など、海洋科学技術戦略部ほか担当部署・他機関と協働し、建造工程進捗に併せた広報・情報発信を積極的に行った。

これまで機構においては、研究航海支援の強化を目的として、乗船研究者への「航海評価アンケート」を実施し、航海全般、航海の安全性、準備段階の支援、船上観測機器・研究設備、船上での研究支援、船上ネットワーク環境、船内生活などの項目について、改善要望等の意見を収集してきた。

令和 2 年度から令和 6 年度の 5 年間の回答の集計を行った結果、全体として、回収件数 1,052 件、回答率 37%となった。寄せられたコメントへの対応として、大容量インターネット回線の機構船舶全

航海計画の策定、研究船上での計測、試料採取及び分析等の支援を行い、高品質の科学データ取得と成果の創出に貢献する。得られた多量のデータや試料に関しては、機構内の関係部署と連携し、適切に保管・管理し、運用していく。また、海洋調査プラットフォームの利用者の育成や拡大を目指して、関係機関とも連携して国内外に広く活動や成果を発信する。

【評価軸】

- 将来も見据えた挑戦的・独創的な研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 海洋調査・観測技術の高度化や海洋調査・観測用のプラットフォームの効率的運用により、機構の研究開発成果の最大化が図られたか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果（独創性、革新性、先導性、発展性等）
- ・海洋調査・観測用のプラットフォームの運用状況や、多様な海洋環境に対応する探査・調査能力の獲得状況
- ・研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等

船への導入による通信環境の改善や、「よこすか」「新青丸」「白鳳丸」の研究室の照度改善等を実施した。また、当該アンケートで寄せられた観測支援等に対する謝意については、事務局内に留めず、乗組員や委託会社等にも伝えるなどの取組を行い、船上と乗船研究者間のコミュニケーション強化に寄与した。

本中長期計画の開始にあたり、研究船の運用部署と「ちきゅう」の運用部署が統合された。各部署にて培われた知見を活かすことにより、以下のとおり海洋調査プラットフォームの性能を維持・向上させ、研究開発成果の円滑な創出に資した。「ちきゅう」の運用で培われた知見を活かして、航海前安全評価（リスクアセスメント）を機構全船に導入したほか、衛星通信システムを含む船内ネットワークの整備及び「白鳳丸」大改造工事等を実施した。令和6年度のJTRACK 実施に際しては、水中カメラシステム（Under Water TV）の改良や大深度向けトランスポンダの導入などにおいて、研究船の運用で培われてきた知見が最大限活かされた。

(モニタリング指標) ・学術論文誌等への論文等掲載数 ・論文の質に関する指標 (論文被引用数) ・共同研究件数 ・特許出願件数 ・船舶運航日数 (所内利用及び公募課題) 等	(モニタリング指標) (令和元年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数 : 35 件 ・論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 10,048 回の内数 ※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,840 本) が 2019 年に引用された回数 ・共同研究件数 : 16 件 ・特許出願件数 : 12 件 ・船舶運航日数 (所内利用及び公募課題) : 1,216 日 (共同利用航海を含む船舶総航海日数) (令和2年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数 : 29 件 ・論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 11,481 回の内数 ※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,910 本) が 2020 年に引用された回数 ・共同研究件数 : 13 件 ・特許出願件数 : 26 件 ・船舶運航日数 (所内利用及び公募課題) : 1,004 日 (共同利用航海を含む船舶総航海日数) (令和3年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数 : 21 件 ・論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 14,235 回の内数 ※2017 年から 2021 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,041 本) が 2021 年に引用された回数 ・共同研究件数 : 14 件 ・特許出願件数 : 18 件 ・船舶運航日数 (所内利用及び公募課題) : 1,190 日 (共同利用航海を含む船舶総航海日数) (令和4年度) ・学術論文誌等への論文等掲載数 : 13 件 ・論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 13,319 回の内数 ※2018 年から 2022 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (3,032 本) が 2022 年に引用された回数
---	--

- ・共同研究件数：11 件
- ・特許出願件数：22 件
- ・船舶運航日数（所内利用及び公募課題）：1,091 日（共同利用航海を含む船舶総航海日数）

（令和 5 年度）

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：15 件
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,268 回の内数
- ※2019 年から 2023 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,992 本）が 2023 年に引用された回数
- ・共同研究件数：16 件
- ・特許出願件数：19 件
- ・船舶運航日数（所内利用及び公募課題）：1,130 日

（令和 6 年度）

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：9 件
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：13,426 件の内数
- ※2020 年から 2024 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文（2,968 本）が、2024 年に引用された回数
- ・共同研究件数：20 件
- ・特許出願件数：3 件
- ・船舶運航日数（所内利用及び公募課題）：1,121 日

【I-2】	2 海洋科学技術における中核的機関の形成	【評価】 A						
【中長期目標】 (1) 関係機関との連携強化による研究開発成果の社会還元等の推進等 機構が、経済・社会的課題や地球規模の諸課題の解決に貢献していくためには、国内外の大学や公的研究機関、民間企業等の関係機関との連携・協働関係を今まで以上に推進していくとともに、研究開発成果や知的財産を戦略的に活用していく必要がある。このため、機構は、成果やノウハウ等を知的財産として権利化するのみならず、関係機関との新たな価値の協創のための連携体制の構築や、萌芽的研究開発等の実施による将来の技術シーズの創出に努める。その際、成果を経済・社会ニーズに即して分かりやすく情報提供するとともに、論文・特許等の研究開発成果を適切に把握・管理することが重要である。 機構は、我が国の海洋科学技術の中核的機関として、国際的な枠組みに対し積極的に協力するとともに、海外の主要な研究機関との連携を一層強化する。特に、国際深海科学掘削計画（IODP）の下で、地球深部探査船「ちきゅう」を用いた科学掘削プロジェクトの進展を図るため、関係機関との連携強化、プロジェクトへの我が国からの参加推進や参加国の増加等に取り組む。 機構の研究開発活動を活性化させ、その成果を更に発展させて社会へと還元していくために、種々の国のプロジェクトへ積極的に参画していくとともに、民間資金等の外部資金の積極的な導入を進める。さらに、機構の研究開発の成果を事業活動において活用し、又は活用しようとする者（成果活用事業者）に対する出資並びに人的及び技術的援助を行うものとする。 将来の海洋立国を担う研究者及び技術者を育成するため、大学、民間企業、公的研究機関等との連携体制を強化し、優れた若手研究者や大学院生等を国内外から積極的に受け入れるとともに、高等学校教育とも連携し、将来の海洋科学技術分野において活躍しうる人材を確保するための裾野拡大に取り組む。 国民の海洋科学技術に関する理解増進を図るため、国民各層の特徴等を踏まえた戦略的な普及広報活動を行う。活動にあたっては、機構単体では難しい層へも広く周知を行うべく、分野を問わず様々な企業・機関等と連携し、相乗効果を狙った活動にすることが重要である。 (2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進 機構は、海洋科学技術の更なる向上のために、その保有する海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の施設設備を、産学官の多様な外部機関の利用に供する。 また、東京大学大気海洋研究所等との緊密な連携協力の下、学術研究の特性に配慮した船舶運航計画を策定し、これに基づき研究船の効率的な運航・運用を行い、大学及び大学共同利用機関における海洋に関する学術研究に関し協力を行う。 研究活動を通じて得られたデータやサンプル等の海洋科学技術に関する情報等については、情報等の性質や重要性を踏まえて適切に整理・保管するとともに、研究者のみならず広く国民が利用しやすいよう、利用者のニーズに応じて適切に提供する。		見込評価				期間評価		
		A				—		
		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
		A	A	A	A	A	S	

【インプット指標】							
(中長期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
予算額（千円）	6,997,485	7,988,865	8,956,804	9,407,274	11,181,765	10,331,245	
決算額（千円）	5,492,732	7,213,825	8,588,929	6,861,840	9,866,647	9,199,580	
経常費用（千円）	6,166,151	5,831,177	7,372,144	7,062,582	8,723,009	8,258,944	
経常利益（千円）	61,074	▲142,630	231,975	464,451	▲425,674	586,591	
行政コスト（千円）	9,933,242	7,670,737	9,208,326	9,090,814	10,440,106	10,146,410	
従事人員数（人）	229	324	386	396	562	595	
*従事人数については本項目に関連する部署の所属人数の合計。（ただし担当者が明らかな場合は当該部署の担当者数をカウント）複数の項目にまたがる部署については重複して人数をカウントしており、評価書全体での「インプット指標」の合計と職員数は一致しない。兼務者は含まない。							
中長期計画・評価軸等		業務実績				評価コメント	
機構は、前項で述べた基盤的研究開発を推進し、我が国の海洋科学技術の中核的機関として、社会的・政策的課題や地球規模の諸課題の解決に向け、関係機関に対して積極的に科学的知見を提供していくことで、我が国の研究開発力の強化を目指す。加えて、上記知見の提供や国際プロジェクトや海外機関との共同研究等において主導的役割を果たすことで、我が国のみならず国際的な海洋科学技術の中核的機関としてのプレゼンスの向上を目指す。そのため、国内外の大学や公的研究機関、関係府省庁、民間企業、地方公共団体等との戦略的な連携や協働関係を構築するとともに、機構における研究開発成果や知的財産に関しては、産業利用を促進するなど戦略的に活用していくことで、成果の社会還元を着実に推進する。あわせて、国民の海洋科学技術に関する理解増進や異業種との人材交流の推進、将来の海洋科学技術の更なる発展						評価：A 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。根拠は以下のとおり。 国内の産学官との連携・協働及び研究開発の活用促進については、令和6年度にベンチャー支援制度を見直し、起業支援と機構の経済的利益の両立を可能にする新制度を導入した。また、職員の起業意識を高める「アントレプレナーシップ養成塾」を開始し、定例化を予定している。さらに、知財活用、受託業務、ベンチャー化の各手法について課題整理を行い、新たな収益スキームの構築に取り組んだ。 国際協力の推進については、新型コロナウイルス感染症による一時的な停滞があったものの、主要な国際枠組みに積極的に参画し、日本の意向を国際政策に反映させるとともにプレゼンス向上に貢献した。特に、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）では西太平洋地域小委員会（WESTPAC）共同議長に日本の研究者が選出され、地域活動を主導した。G7海	

を担う若手人材の育成にも貢献し、知・資金・人材の循環を活性化させることにより、社会とともに新しい価値を創造していく。

さらに、研究開発成果の最大化を目的として、海洋科学技術に関わる総合的な研究機関である強みを生かし、社会的・政策的なニーズを捉えて、機構が保有する多様な海洋調査プラットフォームや計算機システム等の大型の研究開発基盤の供用を促進するとともに、取得したデータ及びサンプルの利用拡大に取り組む。

洋の未来イニシアティブ（FSOI）では文部科学省と連携し政策提言を行い、海洋デジタルツインなど先進研究の国際発信でもリーダーシップを発揮した。また、海洋科学掘削に関しては、2050年までの海洋科学掘削の国際的な指針を示す科学計画書「2050 Science Framework」の策定に貢献するなど、国際的に主導的な役割を果たした。IODP³（International Ocean Drilling Program）への移行に際しては、J-DESCの活動に加え、国際会議のホストや欧州との協議を通じて、50年以上続く国際プログラムの継承を実現した。

広報・アウトリーチ活動の促進については、研究開発の認知向上を目的に、対象者に応じた戦略的広報を展開した。まず、オウンドメディアである「JAMSTEC BASE」の本格運用を開始するとともに、講談社の「ブルーバックス」との連携により情報発信を強化し、令和6年度には年間116万件超の閲覧数を記録した。また、令和6年度からはメディア意見交換会の定期開催も始まり、記事掲載数が増加している。さらに、JAMSTEC 特集ムックの発行やイベント開催を通じて非認知層へのアプローチを強化している。加えて、令和5年度からは「海洋 STEAM 事業」に本格着手し令和6年度には「海洋 STEAM 推進課」を新設して、活動を加速させた。学習指導要領に準拠した海洋 STEAM 教材は、これまでに5巻制作し、機構ホームページに「海洋 STEAM 教材ライブラリー」を開設して無償で公開するとともに、実践授業の動画事例も掲載している。PLIJ STEAM Learning Community や JST サイエンスチームのサイトにも展開し、令和6年度末時点で、教員用教材は全国で266件ダウンロードされている。令和6年度には「海洋 STEAM 事業推進コンソーシアム」を立ち上げ、教材を活用した教育方法の理論研究や教員による実践授業のノウハウ構築・定着を図っており、令和7年度中に「海洋 STEAM 教育ハンドブック」を取りまとめ、書店、大学生協、オンライン書店等での販売を予定している。

大型研究開発基盤の供用については、新型コロナウイルス感染症の影響、燃料費・電気料金の高騰等、様々な困難があった中においても、大型研究開発基盤の安全かつ安定的な運用と供用を継続すると

(1) 関係機関との連携強化による研究
開発成果の社会還元の推進等

ともに、データ及びサンプルの利用拡大を図ることにより、我が国の学術研究の発展、政府・政策、産業に大きく貢献した。また、第4期中長期目標期間中、防衛省からの調査依頼に基づき、機体搜索に2度（令和元年度：航空自衛隊戦闘機 F-35A、令和6年度：海上自衛隊哨戒機 SH-60K）協力し、いずれも機体の発見に成功した。これらの成果は長年にわたり蓄積された運用技術や知見を結集した結果であり、機構でしか成し得ない成果である。計算機システムである地球シミュレータ（ES4）については、年々利用機関が増加し、令和6年度には195機関を記録するとともに、国の気候変動研究、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）、産業界向けの有償利用、新型コロナウイルス対策研究等多様な分野に提供した。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、効率的な運航計画の立案等により、おおむね採択された公募航海を実現しており、我が国の学術研究の発展に貢献した。その上で、令和6年能登半島地震に際しては、当初計画にはなかった調査航海を複数回実施し、機動力を発揮した。

データ及びサンプルの提供・利用促進については、研究や社会のニーズを踏まえ取組を着実に推進及び強化している。研究活動を通じて得られたデータ及びサンプルについては、体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施した。また、DOIの付与、AIによるデータ処理の自動化、サンプル管理データベースの強化等、国際標準に即した高度化を推進した。さらに、国における研究インテグリティ・セキュリティ及びオープン・クローズ戦略の動向等を踏まえ、研究成果物等全般を対象とする諸規程等やデータポリシーの大幅な改定を行い、データ・サンプルの運用体制を見直し・整備した。加えて、日本海洋データセンター（JODC）等の国内外の基幹システムと連携し、我が国の海洋データ基盤の発展及びMDA（海洋状況把握）等の政策推進に貢献した。

補助評定：A

本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。根拠は以下のとおり。

【評価軸：海洋科学技術における中核的機関として、国内外の関係機関との連携強化等を進め、成果の社会還元の推進が図られたか。】

国内の産学官との連携・協働及び研究開発の活用促進については、平成 17 年度に創設したベンチャー支援制度を令和 6 年度に見直し、市場で切磋琢磨し企業価値を高め事業拡大を目指す起業を支援するとともに、機構も投入リソースに対して対価として経済的利益を得ることが可能な新制度をした。また、職員の起業マインド醸成を目的とした「アントレプレナーシップ養成塾」の開催を開始し、定例化を予定している。令和 7 年度には、認定ベンチャーの販路拡大支援や実践的講習の実施により、起業支援と研究成果の事業化を推進する見込みである。さらに、知財活用、受託業務、ベンチャー化の各手法について課題整理を行い、新たな収益スキームの構築に取り組んだ。

国際協力の推進については新型コロナウイルス感染症の影響による一時的な国際活動の停滞が見られたものの、主要な国際枠組みに積極的に参画し、科学的知見の提供や議論の主導等を通じて国際政策形成への日本の意向反映及びプレゼンス向上に貢献した。特に、ユネスコ政府間海洋学委員会 IOC においては WESTPAC 共同議長への研究者の選出を契機に地域活動を主導した。また、G7 海洋の未来イニシアティブ（G7 FS01）においても文部科学省と連携し政策提言の取りまとめ等を実施した。さらに、海洋のデジタルツイン等の先進的研究を国際場面で紹介し、リーダーシップを発揮した。

海洋科学掘削に関しては、2050 年までの海洋科学掘削の国際的な指針を示す科学計画書「2050 Science Framework」の策定に貢献するなど、国際コミュニティにおいて主導的な役割を果たした。国際海洋科学掘削計画 IODP³への移行に際しては、J-DESC の各種委員会や学会での対応に加え、IODP Forum Meeting 及び PMO Meeting をホストすると

もに、今後の運営方針やプログラム間の協力体制に関し欧州との議論を重ね、50年以上継続する国際プログラムの継承を実現した。

外部資金による研究開発の推進については、文部科学省等の各種公募型研究への応募を積極的に行い、研究費の獲得件数は第3期比 128.6%、獲得額は 94.7%（獲得額に占める比率が高いSIPを除いた場合、第3期比 108.1%）となるなど、全体として増加傾向を示した。科研費については、第3期比で獲得件数 132.5%、獲得額 126.3%、新規採択率＋4.5ポイントと、特に顕著な成果が得られた。研究費獲得支援として、研究計画調書等の共有によるグッドプラクティスの展開や支援体制の強化を図り、外部資金獲得への意識が機構内に浸透している。また、研究費の適正使用確保のため、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」に基づく対応及び、外部資金応募前の事前確認等により、研究インテグリティの確保に努めている。

国等の大型外部資金プログラムに複数採択されている。戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において、第1期、第2期に引き続き、「海洋全保障プラットフォームの構築」（第3期）を開始した。また、北極域研究推進プロジェクト（ArCS）に続き、令和2年度からは北極域研究加速プロジェクト（ArCSⅡ）を実施し、令和7年度からは北極域研究強化プロジェクト（ArCSⅢ）の開始が予定されている。さらに、令和2年度には「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」が、令和4年度には「気候変動予測先端研究プログラム」が、それぞれ前プロジェクトに引き続き開始された。加えて、令和5年度には、国立大学法人東北大学と共同で提案した「変動海洋エコシステム高等研究機構」が、文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）において新規拠点として採択された。同年度には、経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）において2課題が採択され、プロジェクトチームを設置するなど体制整備を進めた。

若手人材の育成については、特に大学連携において、新たに筑波大学や東京大学との協定締結によ

り、連携協定校が 16 校に拡大され、博士課程学生やインターンシップ生の受入れ体制が着実に整備された。また、東京海洋大学の卓越大学院プログラムを活用し、海洋×AI といった先進的かつ実践的な人材育成が進められている。

教育機関や自治体と連携した取組も活発に展開されており、特に「深海研究スーパーキッズ育成プロジェクト」や「海洋クラブ」などを通じて次世代の科学リテラシー向上と人材育成に寄与している。また、女子中高生向けの支援イベント「海への招待状 for Girls」はダイバーシティ推進の観点から意義深い取組である。さらに、国際人材育成事業への参画や受入れによる国際交流の推進、オンライン広報の強化といった点でも、広く社会への認知度向上や次世代層への啓発に寄与しており、戦略的な情報発信を行った。

博士号取得者向けプログラム「Young Research Fellow」制度の継続的な運用とメンター制度の導入は、若手研究者の成長支援と環境整備という観点から有意義な取組であり、機構の研究力の向上に貢献している。

広報・アウトリーチ活動の促進については、機構の研究開発の取組が国民に広く認知・理解されるよう、普及広報対象者の特徴を踏まえた戦略的な広報活動を実施した。

オウンドメディア「JAMSTEC BASE」の本格運用を開始し、機構の研究活動を紹介するコンテンツを積極的に掲載した。機構による情報発信だけでは周知が難しい関心層に対しては、講談社の「ブルーバックス」ウェブと連携して情報発信を行うなど、国民の目に留まりやすい仕組みを活用した結果、年度ごとに注目が高まり、令和 6 年度には年間 116 万件を超える閲覧数につながった。

また、令和 6 年度からメディア意見交換会を定期的実施しており、記事掲載数が増加している。すべてが当該取組によるものではないが、その効果は顕著に見られることから、今後もプレスリリースと両輪で継続的に実施していく。

さらに、機構の非認知層に対し、海洋研究開発の意義や魅力を伝えることを目的として、JAMSTEC 特集ムックの制作による情報発信計画着手した。令和

7年度には書店等での一般発行、イベントの実施、ムック発行に合わせたオンライン展開などを通じて、新たなファン層の獲得に取り組む予定である。

令和5年度から次世代海洋人材育成に向けた「海洋 STEAM 事業」に本格的に着手し、令和6年度には海洋 STEAM 推進課を新設して活動を加速させた。令和7年には、機構職員が文部科学省から「科学技術教育アドバイザー」に任命され、その活動と連携しながら取組を推進している。

本事業では、学習指導要領に準拠した海洋 STEAM 教材を5巻制作し、機構ホームページに「海洋 STEAM 教材ライブラリー」を開設して無償で公開した。あわせて、実践授業の動画事例も掲載し、PLIJ STEAM Learning Community や JST サイエンスティームのサイトにも展開した。令和6年度末時点で、教員用教材は全国で266件ダウンロードされている。

また、「我が国の海洋研究を推進する市議会議員連盟」加盟の8自治体を中心に、小学校での実践授業を実施し、令和6年度までに10自治体で授業や教員向け研修を行った。八戸市立吹上小学校では、令和6年度に、海洋 STEAM 教材を活用した授業と JTRACK 航海中の「ちきゅう」船上をライブ中継でつなぎ、150名を超える児童、保護者、地域住民が防災について学ぶ機会を創出した。同校教員は前年海洋 STEAM 事業の活動に対し「令和5年度文部科学大臣優秀教職員表彰」を受賞しており、教員にも波及効果が認められている。

さらに、教材を活用した教育方法の理論研究や教員による実践授業のノウハウ構築・定着を図り、授業実践教員の増加を目指すため、令和6年度に「海洋 STEAM 事業推進コンソーシアム」を設立した。本コンソーシアムでは令和7年度中に「海洋 STEAM 教育ハンドブック」を取りまとめ、書店、大学生協、オンライン書店等での販売を予定している。

加えて、高等学校の探究型学習支援にも着手し、東京都立日比谷高校、私立麻布学園高校、神奈川県私立湘南白百合学園高校において探究講座を実施・協力した。

科学的成果の創出を目指す過程で得た機構の知見を用いて、Society5.0を始めとする社会的・政策的な課題の解決と産業の活性化を推進する。推進に当たっては、学術論文や特許等知的財産を適切に把握し管理する。また、ノウハウ、アイデア等の管理及び利活用や志向性の強い萌芽的研究開発の所内育成等を行うことにより活用対象となり得る知的財産の拡大と充実を図る。さらに、国、地方公共団体、大学、研究機関、民間企業等との連携関係を通じ、共同プロジェクトの実施や研究者・技術者の人材交流、情報交換、交流会（機構自らが実施するものを含む）への参加等に積極的に取り組むことにより、活用対象となり得る知的財産の発展・強化や訴求効果の向上を目指す。

JAMSTEC ベンチャー支援制度は、職員がベンチャー起業をする際の創業期の負担の軽減に重きを置いた最長 10 年間の支援制度として平成 17 年度にスタートした。第 3 期中は法改正を踏まえて支援措置を追記し、第 4 期に入ってから令和 3 年度には科学技術・イノベーション活性化に関する法律の改正により JAMSTEC ベンチャーに対して直接出資が可能となったことを受けて出資業務に関する規程等を整備した。これらの施策により、JAMSTEC 認定ベンチャーに対する最大限の支援制度が整備された。しかし第 4 期前半、令和 5 年度までのベンチャー起業件数は、平成 31 年度に認定された 1 件のみの実績であった。

これを受けて令和 5 年より、研究者の元来のモチベーションである成果の論文文化のみに向けられていた意識を社会還元やその先の社会課題の解決へと向けるために必要となるアントレプレナーシップの向上、従来の受身的な事業化シーズの収集に起因するシーズの不足を改善するための事業化シーズ探索への事務方の関与、認定ベンチャーへの支援をさらにその次の支援へとつなぐためのベンチャー支援の仕組み作り等の課題への議論と対応を開始した。

令和 6 年度には社会課題の解決、更には国力に繋がるスタートアップ型ベンチャーの創出に向けて、各種方策の実行と規程等改正を実現した。具体的には「JAMSTEC ベンチャー起業に向けた支援メニュー」の拡充施策として、起業構想相談から実際の起業化までのワンストップでの伴走支援を強化した。対外戦略課が内外の専門家と共に起業前から事業性・成長性を見据えた事業構想検討に強く関与することにより、結果として機構初のスタートアップ型 JAMSTEC ベンチャー認定 1 件の創出につながった。また、更なる起業の促進や全機構役職員の社会課題解決意識の醸成を図ることを狙い「アントレプレナーシップ養成塾」セミナーを開催し、これを定例化する計画である。さらに、ベンチャーの成長支援と機構の経済的利益の一挙両得の実現を目指し、ベンチャー認定の要件の 1 つに「ベンチャーが機構に対し新株予約権を付与すること」を新設、JAMSTEC ベンチャー支援規程を改正した。これにより、機構は認定ベンチャーへの支援を行うことで、当該認定ベンチャーが成長拡大できれば、将来、支援措置に見合うリターン（配当やキャピタルゲイン）を得ることができるようになった。これらを踏まえ、令和 7 年度には認定ベンチャーの事業価値向上への販路拡大支援を進めるとともに、「アントレプレナーシップ養成塾」では研究開発系スタートアップ起業に向けて必要な基礎知識、事業計画書の作り方等、数回シリーズで実践講習を予定している。新たな機構発ベンチャーの活性化とキャピタルゲインを得て次の研究開発へとつなぐサイクルの創出を見込んでいる。

JAMSTEC ベンチャー支援制度は、第 1 期の平成 17 年度に制定以後、職員がベンチャー起業をする際の創業期負担の軽減に重きを置いた支援制度として、JAMSTEC 認定ベンチャーに対する最大限の支援制度を整備してきた。しかし、第 4 期において令和 5 年度までベンチャーの認定件数は 1 件に留まっていたことから、令和 5 年度をベンチャーへの支援施策を見直す転換期と捉え、新たな議論を開始した。令和 6 年度には、従前のベンチャーのように機構からの支援に大きく頼るだけではなく、実際の市場で切磋琢磨し企業価値を高め事業拡大を目指す起業を支援し、機構も投入リソースに対して対価として経済的利益を得ることが可能な新制度を導入し、規程等を改正・施行した。また、全機構役職員のアントレプレナーシップの醸成を図ることを狙い「アントレプレナーシップ養成塾」を開催し、今後もこれを定例化する計画である。令和 7 年度は認定ベンチャーの事業価値向上への販路拡大支援を進め、研究開発系スタートアップ起業に向けて必要な実践講習を予定しており、新たな機構発ベンチャーの活性化とキャピタルゲインを得て次の研究開発につなげるサイクル創出を見込んでいる。

また同時に、研究成果等の活用方法としてよく知られる、主に知的財産権等の使用許諾、受託業務、JAMSTEC ベンチャー化の 3 種類の分類について、改めてそれぞれのメリット、デメリット、課題の洗い出しを行った。これらの枠組みはそれぞれが独立した課題ではなく、産業連携活動の拡大と収益構造の改善という観点で新たなスキームとして整備すべきとの判断に至り、これを事業化シーズの収益構造改善事案として取り組んだ。結果として、隠れた価値の発掘にもつながり、従来なら廉価で請け負わざるを得なかった事案に対して、積極的に付加価値を付し、民間企業との協業という観点での収益化と事業の持続的な発展に資する仕組みを検討した。その際には既存の特許等の知的財産権の許諾などの枠組みに限定せず、それら枠組みを活用しつつも新たなスキームを構築した。

さらに、海洋政策を掲げる地域における、海洋産業振興政策や環境政策、人材育成政策との協働により、機構の持つポテンシャルを社会に展開するとと

これら諸活動は、特許等のライセンス、ベンチャー起業、各種コンテンツ化による提供等個々の活用対象の特性を踏まえ、時宜を得た方法で成果として結実させ、我が国の関連分野の研究開発力の強化へと繋げる。また、各方法によって獲得した各種リソースを用いて次なる研究開発に繋げるという、継続的な科学的成果の創出サイクルを好循環させることを目指す。

第4期では、機構の研究開発成果の最大化のために、科学技術の研究成果を活用し自己収入を高めること目指し、成果の社会還元の方策と方向性の議論と整理を通して研究成果を活用した収益・収入確保の方策について検討を行ってきた。主に知的財産権等の使用許諾、受託業務、JAMSTEC ベンチャー化の3種類に分類ができ、それぞれのメリット、デメリット、課題が洗い出した。

知的財産権等の使用許諾は、研究・技術開発の成果から創出された知的財産権を民間企業に対して使用許諾し知財収入が得られるリターンが明確であるが、機構ならではの研究分野に特化した知財の特徴から、企業へ特許単体を許諾しても実施のためには技術的な指導提供が求められるため、これまでも知財ライセンスに対するニーズは高くなかった。

受託業務は、機構の高い研究力・技術力による研究成果や、ノウハウを活用し、民間企業からの高いニーズに応じられることから、その分社会貢献要素も強くなる。既存の機構のアセットを用いるため初期投資は不要で、交付金以外の収入を得る手段である点や、機構が受け取る収入は100%機構の収入となるという点がメリットである。一方で、従前は機構が国費で運営される国立研究開発法人であることなどから依頼側である民間企業からは廉価を求められることも多く、結果として業務を安価で請け負い、利益を出さない、という受託業務のケースが少なくなかった。また、受託業務のニーズが高まるほど、対応する研究者のマンパワー・エフォートに依存することから、ニーズの高まりに比例して機構の本来業務の遅滞を生み出す可能性があり、純粋に件数増・収入増とはいかないことがデメリットとなっている。

JAMSTEC 認定ベンチャー化は、ベンチャーが機構研究成果を活用することによる知財収入、加えて新制度においてはキャピタルゲイン等の収益がメリットとして考えられるが、機構役職員がベンチャーを起業することに対しての障壁が大きく、ベンチャーの成長支援と機構が経済的利益を得ることの両者を実現するための支援制度改革が必要であった。

これらの枠組みはそれぞれが独立している課題ではなく、産業連携活動の拡大と収益構造の改善という観点で新たなスキームとして整備すべきとの判断に至り、事業化シーズの収益構造改善事業として取り組んだ。具体的には、市場に比較対象となる価格設定がないことにより、慣習的にこれまで行われてきていた既存の「受託等対価積算規則」等による実費ベースでのコスト積み上げによる値付け方法や、場合によっては社会へ貢献する色合いが濃

もに、機構の研究開発活動の円滑な進展のための活動に着実に取り組んだ。

さらに、地方公共団体が主体となり推進する各地域における海洋産業振興施策、人材育成施策等との連携・協働を一層深化させ、民間企業等との連携施策の結実を目指した活動を着実に推進する。

くなり無償による提供を行っていた事案に対して、改めてその価値を見出し、積極的に付加価値を付し、民間企業との協業という観点での収益化と事業の持続的な発展に資する仕組みを検討した。その際には既存の特許等の知的財産権の許諾などの枠組みに限定せず、それら枠組みを活用しつつも新たなスキームを構築した。

JAMSTEC ベンチャーは、「起業件数」や「実績」の評価に留まらず、ベンチャー支援措置による投入リソースに対して、機構が経済的利益を得ることも新たな目標として設定する方針を固め、前述のとおり大幅な JAMSTEC ベンチャー支援制度の改革を実現した。

海洋政策を掲げる地域における、海洋産業振興政策や環境政策、人材育成政策との協働により、機構の持つポテンシャルを社会に展開し、また、機構の研究開発活動の円滑な進展のために、次の活動に取り組んだ。

横浜市が設置し、機構が参画する「海洋都市横浜うみ協議会」の下、年に1回、海洋産業の振興・活性化を図り、新たな海洋産業の創出につながることを目的として毎年開催している「海と産業革新コンベンション」（共催：海洋都市横浜うみ協議会、横浜市、海と産業革新コンベンション実行委員会）に企画・立案の段階から協力した。

函館市及び函館国際水産・海洋都市推進機構と三者共催で、機構の所在地以外の場所では初めて、理系分野に興味を持っている女子中高生向けに海洋科学の魅力を知ってもらうためのイベント「うみへの招待状 for Girls in Hakodate」を令和元年に実施した。また、主に水産・漁業に関係者を対象として、津軽海峡における機構むつ研究所の海洋環境観測の実施状況や、観測で得られる海況データを収集・活用する取組を紹介する、「海洋環境モニター報告会」を継続して開催している。さらに、令和5年度、令和6年度には連携事業の一環として函館市が主催したイベントに協力し、機構職員が講演することで函館市民の海洋リテラシー向上活動に協力した。

静岡市とは、市が令和元年2月に策定した「静岡市海洋文化拠点施設基本計画」に基づき整備を計画している静岡市海洋文化拠点施設について、令和元年11月に同施設の学術コンテンツの集積等に係る協力覚書を締結し、具体的な協働施策を開始した。

神戸市とは、「Techno-Ocean2021」及び「Techno-Ocean2023」において共催し、シンポジウムでの講演や展示を行った。

横須賀市とは海洋分野における人材育成、産業振興及び環境問題への対策について相互に連携することにより、地域の発展と海

加えて、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）に基づき、機構の研究開発の成果を事業活動において活用し、又は活用しようとする者（成果活用事業者）に対する出資並びに人的及び技術的援助を行うものとし、機構の成果の一層の普及を図る。

②国際協力の推進

機構は、我が国のみならず、国際的な海洋科学技術の中核的機関として、機構及び我が国の国際的プレゼンスの向上を図りつつ、地球規模の諸課題の解決に貢献するため、海洋に関する国際協力を推進する。そのため、関係する国連機関、国際プロジェクト、SDGs や持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021～2030 年）等の各種国際枠組み等において、積極的に関与するとともに、必要な局面においては主導的役割を果たす。また、海外の海洋研究機関等との共同研究や協定等による効果的な連携体制の構築

洋科学技術の水準の向上により一層資するため、包括協定を締結した。横須賀市の海洋プラスチックごみ対策に関する取組や市の教育活動「横須賀海洋クラブ」などに連携して取り組んだ。

内外の専門家と共に、金銭的な利益の評価（事業性の評価）に強く関与することを通して、ベンチャー相談から起業化までのワンストップ伴走支援を強化した。また、令和 6 年度には全機構役職員の意識醸成を図ることを狙い「アントレプレナーシップ養成塾」セミナーを開催するとともに、以降の定例開催を計画した。

さらに、ベンチャー認定の要件の 1 つに「ベンチャーが機構に対し新株予約権を付与すること」を新設し、機構は支援措置を投入することで、認定ベンチャーが成長拡大できれば、将来、支援措置に見合うリターン（配当やキャピタルゲイン）を得ることができる規程に改正した。新制度の下では 5 年目を事業性・成長性評価の一つの区切りとし、新株予約権を行使するか放棄するか決定する予定である。こうした取組の結果、令和 6 年度改正新制度後に機構初となるスタートアップ型ベンチャーの起業を創出。JAMSTEC ベンチャー認定 1 件につながっている。

令和 7 年度は認定ベンチャーの事業価値向上への販路拡大支援を進め、「アントレプレナーシップ養成塾」では研究開発系スタートアップ起業に向けて必要な基礎知識、事業計画書の作り方等、数回シリーズで実践講習を予定し、新たな機構発ベンチャーの活性化とキャピタルゲインを得て次の研究開発につなげるサイクル創出を見込んでいる。

国際協力の推進に関しては、第 3 期においても、海洋科学やそれに関する国際協力、関連する科学政策等について検討・調整を行う、ユネスコの政府間海洋学委員会（IOC）や G7 海洋の未来イニシアティブワーキンググループ（G7 FSOI WG）などの政府間枠組みの活動に参加し、機構の持つ科学的知見の提供などを行うことで、海洋科学の円滑な推進や発展に向けた国際協調に取り組んできたが、本中長期目標期間中の取組により、更に重要な役割を担い、これらの枠組みでの我が国の対応や国際的なプレゼンス向上などに大きく貢献した。

具体的には、IOC の地域補助機関である IOC 西太平洋地域小委員会（WESTPAC）において、令和 3 年に機構研究者が WESTPAC 議長に選任され、各国関係者等と連携し、同地域における海洋科学に

本中長期目標期間は新型コロナウイルス感染症の影響により一時的に国際的な活動が縮小した期間があったものの、主要な国際枠組みの活動への積極的な貢献を行い、科学的知見の提供や議論の場のリード役を担う等の活発な活動を通じて、国際ルール形成や国際政策に対し日本の意向を反映するとともに、国際的なプレゼンス向上に大きく貢献した。

また、機構が今後国際的に主導していきたい研究開発について、計画的に国際的な場で紹介し、当該分野での機構の国際的なリーダーシップを示す取組を行った。

IOC について、令和 3 年度には機構研究者が 22 年

により、海洋科学技術分野の発展及び我が国の研究開発力の強化に繋げる。

関する協力等の WESTPAC 関連活動を主導した。同研究者は令和 5 年に WESTPAC の活動等を通じた日本の国際的プレゼンスの向上に対する功績を高く評価され、「海洋立国日本の推進に関する特別な功績」分野で海洋立国推進功労者表彰（内閣総理大臣賞）を受賞した。令和 7 年 3 月には、東京で開催された第 15 回 WESTPAC 政府間会合において議長として議論をリードし、WESTPAC 地域内の海洋科学に関する国際協力の推進を主導した。

また、令和 5 年に日本人として初めて IOC 議長に選任された道田豊特任参事／東京大学総長特使（国連海洋科学の 10 年担当）の活動を支えるため、機構内に「IOC 協力推進事務局」を設置し、IOC 事務局（パリ）との連絡調整や IOC 役員会への参加などの支援を行った。

令和 3 年から開始された「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」（UN Ocean Decade）に関しても、令和元年に機構は WESTPAC 及び北太平洋海洋科学機構（PICES）と協力して、北太平洋及び北太平洋の縁辺海域を対象とした地域コンサルテーション会合を開催し、西太平洋地域での UN Ocean Decade の立ち上げと推進に貢献した。また、「第 2 回国際黒潮共同調査（CSK-2）」は、WESTPAC 議長である上記研究者が中心となり WESTPAC に提案し、令和 3 年に WESTPAC 事業として承認され、その後、UN Ocean Decade のプログラムとして承認されており、機構の国際的なプレゼンスとアジア・太平洋域でのリーダーシップを高めることにつながった。

G7 FS0I ワーキンググループについては、我が国政府への関連する科学的な知見の提供にとどまらず、G7 メンバー間で合意した FS0I ワークプランで定められた、海洋デジタルツイン、北極海観測や国際的な海洋観測プロジェクトである OneArgo などの、我が国にとっても重要な複数の優先分野について、令和 5 年から、それぞれ機構研究者が専門家グループによる議論の場の共同リード役や調整役を担い、当該場の議論の主導や提言取りまとめ、G7 FS0I ワーキンググループへの報告などに大きく貢献した。また、令和 5 年から機構研究者が G7 FS0I ワーキンググループの日本のナショナルフォーカルポイント（文部科学省）の科学アドバイザーに委嘱されたほか、令和 5 年に我が国が G7 FS0I ワーキンググループ会合を開催した際は科学アドバイザーや専門家グループの代表としての機構研究者などが参加し、議論を主導したほか、機構職員が会議資料や報告書の作成、各国との調整などを主導することで会議運営のサブ面を担い、会合を成功に導いた。

ぶり 3 人目の日本人 WESTPAC 共同議長（2 期目は議長）に選出され、令和 3 年開始の「国連海洋科学の 10 年」の同地域での推進を含め、地域内活動を主導した。また、G7 FS0I については、我が国が G7 ホスト国となった令和 5 年度から、文部科学省と連携し、一部の FS0I の活動を主導するとともに、政策提言の取りまとめ等を行い、我が国のプレゼンス向上に貢献した。G7 FS0I や STS Forum2024 などの機会において機構の海洋のデジタルツインに関する取組を打ち込み、当該分野における機構の国際的なリーダーシップを示す機会とした

本中長期目標期間開始以降、第 2 期 IODP（International Ocean Discovery Program）後の海洋科学掘削の指針を示した科学計画書である「2050 ScienceFramework」策定への貢献にはじまり、国際海洋科学掘削計画 IODP³への移行に当たっては、J-DESC の各種委員会や学会での対応を行うとともに、IODP Forum Meeting 及び PMO Meeting をホストとして運営した。また、今後の運営方針やプログラム間における協力体制等について欧州と活発な議論を行うなど、国際コミュニティにおいて機構は主導的な役割を果たし、50 年以上続く国際プログラムを無事に継承することができた。

また、第3期中長期目標期間においては、様々な国際枠組みへの対応を行い、それぞれの場に合った機構専門家の参加や知見の提供を行ったものの、機構の研究開発・取組を意図的に世界に打ち出していく、という形での活動は十分にできていなかった。第4期中長期目標期間は新型コロナウイルス感染症の影響により一時的に国際的な活動が縮小した期間があったものの、北極研究や海洋のデジタルツインの開発などの機構が今後国際的に主導していききたい研究開発について、計画的に国際的な場で紹介し、当該分野での機構の国際的なリーダーシップを示す取組を行った。

具体的には、機構が開発を進め、アジア域におけるハブとなることを目指している海洋デジタルツインについては、G7 FSOI ワーキンググループの優先トピックとなっており、G7 FSOI ワーキンググループ下の専門家グループにおいて機構の研究者が EU の専門家と共にコリードとして議論を主導した（令和6年度）。日本が主催した令和5年5月の G7 広島サミット会場では北極を含む海洋からの観測によるデータ取得と取得したデータを使った海洋デジタルツイン開発までの取組を紹介し、機構の取組が海洋の持続的な利用に貢献することを国内外に紹介した。また、日本で開催される科学技術をテーマとした最大級の国際会議である「STS Forum」の海洋セッションにおけるテーマとして提案（令和5年度）し、そのセッションでのスピーカーとなった世界的にも有力な専門家を機構の横須賀本部に招聘（令和6年度）し、機構の取組紹介や意見交換を行った。さらに、令和7年2月にマレーシアで開催された「全球海洋観測のためのパートナーシップ（POGO）」年次会合において機構研究者が海洋のデジタルツインのセッションで登壇し、参加した各国の海洋研究機関、大学からの参加者に対し、機構の海洋デジタルツインに関する取組やアジアのハブ構想についての発表を行った。これらの取組により、この分野における機構の先進性・リーダーシップを示した。

さらに、令和5年に我が国が開催した FSOI ワーキンググループ年次会合に、科学アドバイザーや専門家グループ代表として機構研究者が出席し、科学的知見に基づき、G7 FSOI ワーキンググループの活動や今後の方向性、優先分野に関する議論に積極的に参加したほか、機構職員が会議資料や報告書の作成、各国との調整などを主導することで会議運営のサブ面を担い、会合を成功に導いた。

加えて、令和6年にイタリアで開催された FSOI ワーキンググループ年次会合においても、上記アドバイザーを含む機構職員が参

海洋科学掘削に関する国際協力について、IODP や海洋科学掘削に関する国際動向を踏まえ、CIB の助言を受けて、機構が策定した科学掘削計画に基づき「ちきゅう」の運用を継続するとともに、高知大学と連携・協力し、掘削コア試料の保管・管理、提供等を実施する。さらに、我が国の IODP・国際陸上科学掘削計画（ICDP）等への参加を促進するため、日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）を通じて国内の研究者に対して IODP・ICDP への参画に向けた支援等を行い、研究者コミュニティを牽引する役割を果たす。加えて、「ちきゅう」を用いた科学掘削プロジェクトの進展を図るため、「ちきゅう」の国際的な認知度の向上、成果の普及及びプロジェクトへの参加国の増加に努める。また、参画関係機関と連携して 2024 年 10 月以降の IODP の後継枠組みに関する議論を進める。

加し、科学的知見を提供するとともに、G7 FS01 ワーキンググループの活動に関する議論に参加し、参加各国とともに海洋科学政策につながるいくつかの提案を取りまとめた。本会合では、令和 7 年からはナショナルフォーカルポイント（文部科学省）をサポートし、国内外の調整を担うナショナル・コーディネーターを各 G7 メンバーが指名することが決定され、我が国のナショナル・コーディネーターとして機構職員が指名された。

本中長期計画期間中には、IODP の次期プログラムへの移行を見据えた活動が進められたが、様々な形で日本のコミュニティが関わり、新しいプログラムでの主導的な役割を果たすべく活動した。令和元年度には、J-DESC 主催の国際ワークショップを通じて日本が目指す次世代の科学目標について議論を深め、2050 年までの海洋科学掘削の指針を示す科学計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」（SF2050）の策定に J-DESC を通じて執筆者を派遣し、参加国間の共同作業により令和 2 年に出版した。令和 3 年度以降は、日本と欧州を中心に IODP の後継プログラムを構築する取組が開始され、その後約 3 年間の協議を経て、日欧が主導する新たな後継プログラム「国際海洋科学掘削計画（International Ocean Drilling Programme: IODP³）」の合意書が締結され、令和 7 年に発足する見込みである。また、米国や中国が独自に進めるプログラムとの連携体制の構築に向けた検討も行われた。

並行して、令和 3 年度には、欧州科学掘削コンソーシアム（European Consortium for Ocean Research Drilling、以下「ECORD」という。）との協働により「かいめい」を運用し、東北地方沖の地震履歴を解明する IODP 第 386 次研究航海を実施し、「ちきゅう」船上においてコア試料分析を行った。本航海では、ECORD と連携して、プレスリリースや SNS を活用した情報発信を行い、「かいめい」船上から、中学、高校及び大学とのオンライン授業も実施した。令和 6 年度には、断層帯周辺の応力の蓄積状態の時間変化、断層の構造や物性の特徴、地層内の流体が断層周辺の応力状態へ与える影響を解明することを目的に、東北沖において「ちきゅう」による JTRACK を実施した。また、SNS を通じた情報発信やライブ中継イベントなどのアウトリーチ活動を積極的に展開した。令和 7 年度には、令和 7 年に発足する IODP³ の研究航海として、東北沖において IODP³ 第 502 次及び第 503 次研究航海を実施する見込みである。

高知コアセンターの国際運営にあたっては、コア試料の保管・管理・提供を継続して行った。令和 5 年度及び 6 年度には、高知

コアセンターと J-DESC の協働により、同センターに保管されているコア試料を国際研究チームが再解析するプロジェクトを実施した。

IODP において「ちきゅう」を継続的に国際供用することで、その国際的な認知度向上に努めるとともに、国内研究者が他国の IODP 掘削船に参加する機会も提供した。その結果、国内研究者の国際的な流動性の向上及び研究成果の創出促進に寄与した。国内の研究コミュニティに対しては、J-DESC を通じて IODP への参画を促進するため、ワークショップの支援、提案書の提出推進、国際委員の派遣、乗船者の派遣及び支援を行った。

ICDP に関しては、国内の ICDP 責任機関として、ドイツ地球科学研究所との間で日本の ICDP 参加に関する覚書を令和 3 年度に更新し、次回の覚書更新は令和 7 年度末に予定している。また、ICDP の掘削提案を承認する理事会（EC）委員を継続的に派遣し、国際プログラムの運営に寄与している。令和 2 年度には ICDP に関する掘削提案促進ワークショップを開催し、提案の一部がプロポーザルとして提出された。これらの活動は、若手研究者の育成を含め、J-DESC との連携を通じて実施され、さらに ICDP サイエンスプラン 2020-2030 の執筆にも貢献した。その後も、J-DESC を通じてコミュニティを牽引し、IODP 発足 25 年記念シンポジウムへの貢献、日本からの掘削提案の提出、各種ワークショップへの参加を通じて国際協力を推進している。

③外部資金による研究開発の推進

運営費交付金を充当して行う事業との相乗効果により、機構の研究開発を一層加速させ、成果の更なる発展等に繋げていくため、国や独立行政法人及び民間企業等が実施する各種公募型研究等に積極的に応募し、委託費、補助金及び助成金等の外部資金による研究開発を推進する。特に、国の政策課題等に係る施策への参画を通して、我が国の海洋科学技術分野の発展に貢献するとともに、民間資金の積極的な導入に努める。

第 4 期においては、第 3 期に引き続き、文部科学省等の国や独立行政法人及び民間企業等が実施する競争的研究費をはじめとする各種公募型研究への応募を積極的行った。その結果、獲得件数及び獲得額について第 3 期と第 4 期の平均値を比較すると、獲得件数は第 3 期の 425.2 件に対し第 4 期は 546.8 件と 121.6 件の増加（128.6%）となり、獲得額は第 3 期の 97.4 億円に対し第 4 期は 92.2 億円と 5.2 億円の減少（94.7%）となった。ただし、獲得額に占める SIP の比率が高く、SIP を除くと第 3 期の 41.2 億円に対し、第 4 期は 44.5 億円と 3.3 億円の増加（108.1%）となった。特に、科研費については、獲得件数が第 3 期比 132.5%、獲得額が第 3 期比 126.3%、新規採択率が第 3 期比+4.5 ポイントとなった。

科研費については、第 3 期から実施している応募支援の取組について、好事例を共有する仕組み（研究計画調書閲覧等グッドプラクティスの共有）や支援体制の改善を継続的に実施した。その他、令和 6 年度には獲得拡大のための取組（一部契約の約款方式化、応募手続きフローの見直し、寄附金制度の見直し等）に取り

第 4 期においては、第 3 期に引き続き、文部科学省等の国や独立行政法人及び民間企業等が実施する競争的研究費をはじめとする各種公募型研究への応募を積極的行った結果、獲得件数及び獲得額について第 3 期と第 4 期の平均値を比較すると、全体として獲得件数は第 3 期比 128.6%となり、獲得額は第 3 期比 94.7%となったが、獲得額に占める比率が高い SIP を除くと第 3 期比 108.1%となった。特に、科研費については、獲得件数が第 3 期比 132.5%、獲得額が第 3 期比 126.3%、新規採択率が第 3 期比+4.5 ポイントと顕著な増加となった。

第 3 期から実施している応募支援の取組について、好事例を共有する仕組み（研究計画調書閲覧等グッドプラクティスの共有）や支援体制の改善を継続的に実施し、交付金だけに頼らない研究費獲得の活動が広がりを見せ、研究者それぞれが研究費を獲得するという意識が機構全体に広がっている。

組むとともに、機構が保有する知見や技術への対価としての戦略的経費の整理と規程改正を実施し、自己収入の拡大につながる仕組みを整えた。

第3期に引き続き、関係部署間の情報共有を行うとともに外部資金システムを活用し外部資金の適正な執行を行った。また、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」の改正に合わせ、新たにコンプライアンス教育・啓発活動に係る基本計画を策定するとともに、毎年度の実施計画及び結果報告の取りまとめやコンプライアンス教育の受講間隔の見直しを実施した。さらに、研究インテグリティ確保のための外部資金への応募前の事前確認の取組を実施した。

国等が主体的に推進するプロジェクトとして、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）については、「次世代海洋調査技術」（第1期）及び「革新的深海調査技術」（第2期）に引き続き「海洋全保障プラットフォームの構築」（第3期）を開始した。また、平成27年度開始の「北極域研究推進プロジェクト（ArCS）」に引き続き令和2年度から「北極域研究加速プロジェクト（ArCSⅡ）」を実施し、令和7年度からは「北極域研究強化プロジェクト（ArCSⅢ）」が開始となる予定である。令和2年度には「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」が、令和4年度には「気候変動予測先端研究プログラム」がそれぞれ前プロジェクトから引き続き開始となった。さらに、令和5年度には、国立大学法人東北大学と共同で提案した「変動海洋エコシステム高等研究機構」が文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）の新規採択拠点として採択された。加えて、令和5年度には、経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）に2課題が採択され、プロジェクトチームを設置する等体制を整備した。

研究費の不正使用を防止するため「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」に則った取組及び研究インテグリティ確保のための外部資金応募前の事前確認の取組を実施した。

国等が主体的に推進するプロジェクトとして、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）は第1期、第2期に引き続き「海洋全保障プラットフォームの構築」（第3期）を開始した。また、「北極域研究推進プロジェクト（ArCS）」に引き続き令和2年度から「北極域研究加速プロジェクト（ArCSⅡ）」を実施し、令和7年度からは「北極域研究強化プロジェクト（ArCSⅢ）」が開始となる予定である。令和2年度には「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」が、令和4年度には「気候変動予測先端研究プログラム」がそれぞれ前プロジェクトから引き続き開始となった。さらに、令和5年度には、国立大学法人東北大学と共同で提案した「変動海洋エコシステム高等研究機構」が文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）の新規採択拠点として採択された。加えて令和5年度には、経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）に2課題が採択され、プロジェクトチームを設置する等体制を整備した。

④若手人材の育成

海洋科学技術分野における若手人材の育成及び人材の裾野の拡大に向け、機構として一貫した戦略の下で、若手人材の育成は機構職員一人ひとりが果たすべき重要な役割との認識を持ち、大学等他機関との連携体制を構築して効率的・効果的な取組を推進する。具体的には以下の施策を実施するとともに、各施策の有効性について留意しながら、より効果的な人材育成施策を展開するための改善や拡充に取り組む。

第4期においては、大学連携・人材育成・アウトリーチなど多岐にわたる分野で優れた成果が認められる。特に大学連携においては、新たに筑波大学や東京大学との協定締結により、連携協定校が16校に拡大され、博士課程学生やインターンシップ生の受け入れ体制が着実に整備されたことは高く評価される。また、東京海洋大学の卓越大学院プログラムを活用し、海洋×AIといった先進的かつ実践的な人材育成が進められている点も注目に値する。

さらに、若手人材育成では「しんかい6500」を活用した調査航海を通じて、学生に実地体験の機会を提供し、分野を越えた進学や学術的成果へとつなが

・連携大学院や民間企業等と連携体制を構築し、国等が推進する人材育成事業等も活用して、若手研究者・技術者や大学院生等を国内外から受け入れ、機構の優れた研究開発環境を提供するとともに、それらの人材が研究開発に専念するための各種支援を行う。

国内の大学・大学院と連携大学院協定を継続的に締結し、博士課程学生やインターンシップ生の受入れを推進した。新たに筑波大学や東京大学との協定を締結し、連携協定校は計 16 校に拡大した。また、東京海洋大学の「海洋産業 AI プロフェッショナル育成卓越大学院プログラム」を活用し、海洋×AI 分野の人材育成に注力した。

有人潜水調査船「しんかい 6500」を活用した調査航海を複数年実施し、多くの学生が実際の研究現場を体験した。参加学生の中には、他分野から地球科学分野への進学者や研究成果を学会・国際誌で発表した例もあり、実施効果が顕著に見られた。

博士号取得者向けプログラム「Young Research Fellow」を継続的に運用し、個別メンター制度で研究者の成長と研究環境を整備し、支援した。

自治体や地元企業との連携を強化し、小中高生向けの「深海研究スーパーキッズ育成プロジェクト」や「海洋クラブ」などを実施した。地域住民や学生を対象としたサイエンスカフェや展示イベント、専門分野を紹介する講演を通じて、若手人材の興味を喚起した。

女子中高生向けの理系進路選択支援イベント「海への招待状

っていることは、育成プログラムとしての効果を具体的に示しており、成果を創出している。

「Young Research Fellow」制度の継続的な運用とメンター制度の導入も、若手研究者の成長支援と環境整備という観点から有意義な取組であり、研究力の向上に貢献している。

地域連携については、教育機関や自治体と連携した取組が活発に展開されており、特に「深海研究スーパーキッズ育成プロジェクト」や「海洋クラブ」などを通じて次世代の科学リテラシー向上と人材育成に寄与している点は評価できる。女子中高生向けの支援イベント「海への招待状 for Girls」も、ダイバーシティ推進の観点から意義深い取組である。

加えてさらに、国際人材育成事業への参画や受入れによる国際交流の推進、オンライン広報の強化といった点でも、広く社会への認知度向上や次世代層への啓発に寄与しており、戦略的な情報発信が行われた。

総じて、計画された目標に対し、着実かつ多面的に実績が積み重ねられており、機関としての社会的役割・教育的機能を果たすための取組が高水準で遂行されたものと評価できる。

・ウェブサイト等の活用により、機構の人材育成に係る取組を積極的に発信するとともに、海洋科学技術分野において活躍する研究者・技術者のキャリアパスを想起できるような情報発信を実施する。また、スーパーサイエンスハイスクール等の高等学校教育とも連携し、海洋科学技術に触れる機会を積極的に提供することで、将来的な人材確保のための裾野拡大に取り組む。

⑤広報・アウトリーチ活動の促進

機構の研究開発や海洋科学技術による社会的・政策的課題、地球規模の諸課題の解決への対応を始めとする機構の取組について国民に広く認知・理解されるよう、普及広報対象者の特徴を踏まえた戦略的な広報活動を行う。

for Girls」を実施。女子学生や保護者を対象に研究者による講演やパネルディスカッションを行い、理系進路への理解を深める機会を提供した。

「さくらサイエンスプラン」や「オーシャンイノベーションコンソーシアム」といった国際的な人材育成事業を活用し、海外からの参加者を受け入れ、国際的な人材交流を促進した。

オンラインによる広報活動を強化し、研究開発の取組を紹介する動画や研究者へのインタビューをウェブサイトや SNS を通じて発信した。YouTube における動画配信も行い、幅広い層への情報提供を実現することができた。また、創立 50 周年記念事業として「母校訪問プロジェクト」や展示会、イベントを実施した。職員の母校での講演を通じて、次世代へのキャリアパスの提示や研究者の仕事への理解を深める取組を展開した。

国民に機構の取組の重要性について、成果の発信を通じて広く認知、理解され、支持を大きく広げていくため、普及広報対象者の特徴を踏まえた内容・手法を用いた広報活動に戦略的に取り組んだ。具体的には、国民が情報を得る主な手段である SNS とオンラインメディアを基盤に国内有数の出版科学レーベルと連携した広報活動、これまで接点が不足していた業種や世代等への海洋 STEAM 教育を通じた取組等の広報活動の強化、プレス発表を実施するとともに、記者説明会等を通し、マスメディア等へ理解増進を積極的に深める取組を柱として広報活動を進めた。特筆すべき成果は以下のとおり。

従来の広報誌や展示といった手法だけでなく、機構の取組を国民が知る情報の接触機会を増やすため、本中長期目標期間においてオウンドメディア「JAMSTEC BASE」の本格運用を開始した。海洋科学技術による諸課題の解決に取り組む機構の研究活動の紹介コンテンツを積極的に制作し、機構による情報発信だけでは周知することが難しい関心層に向けては、国民に広く浸透している講談社の科学レーベルである「ブルーバックス」ウェブと連携して情報発信を行うなど、国民の目に留まりやすい仕組みを作り、活用したことで、年度ごとに注目が上がり、令和 6 年度には年間 116 万件を超える閲覧数につながった。

また、令和 6 年度からメディア意見交換会を定期的実施しており、多くのメディア関係者に認知される事となった。記事掲載数が安定的に増加しており、増加要因の全てではないものの、この効果は顕著に見て取れることから、今後もプレスリリースと両輪で継続的に実施していく。

さらに、国内の海洋分野で初めて教科等横断的な

- ・ 保有する広報ツール（ウェブサイト等）、拠点施設、設備及び船舶等を活用し、機構の研究開発について国民がわかりやすく理解できるよう工夫した取組を行う。

今日では国民ひとりひとりがウェブや SNS を通じた情報回遊が主要かつ気軽な手段となっていることから、広報誌や展示といった従来型の手法だけでなく、機構の成果や活動を伝える取材記事が SNS やウェブにおいて存在感を高めた露出をすることが重要と位置づけ、組織サイトとは別途に構築したオウンドメディア及び外部サイトを通じた配信を令和元年度から継続的に実施した。「気候変動研究」「深海生態系」「海底地震」「火山研究」「海洋科学掘削研究」など、社会的関心の高いテーマについて独自取材により記事を制作しオウンドメディアで発信することで、一般の方々へ機構の取組を分かりやすく伝えるための話題を創出することができた。オウンドメディア内におけるコンテンツを多様化させ、一般の方々がウェブサイト内で楽しんで記事を読むことができる仕組みを構築し、制作したコンテンツは、機構による情報発信だけでは周知することが難しい関心層に向けた情報展開として、講談社「ブルーバックス」ウェブと連携して情報発信を行った。その結果、令和元年 11 月より運用を開始したオウンドメディアの記事へのアクセス数は、令和 2 年度、3 年度において年間数十万件のアクセスがあり、その後も年々順調に増加し令和 6 年度において

学びである STEAM 教育を通じて社会課題解決型の次世代海洋人材育成を体系立てて実施する海洋 STEAM 事業に着手し、学校教育現場で利活用できるように学習指導要領に準拠した体系的な海洋 STEAM 教材を合計 5 巻制作するとともに、様々な分野の教員が利活用できるように環境整備を行った結果、実際に各地の小学校、中学校、高校での教育での実装が実現した。

機構の非認知層へ海洋研究開発の意義や魅力を伝えるための、JAMSTEC 特集ムックの制作に着手した。社会とのより広い関係作りの推進を目指し、令和 7 年度には書店等における一般への発行、書店等におけるイベントの実施、ムック発行に合わせたオンラインでの情報展開など、従来の広報活動で不足していた新たなファン層の獲得に取り組むこと予定である。

このように、機構の研究開発の取組が国民に広く認知・理解されるよう、普及広報対象者の特徴を踏まえた戦略的な広報活動を実施した。

- ・機構だけでは広報活動が難しい層へも広く周知するために、各種メディア、企業、科学館、博物館、水族館等、分野を問わない様々な外部機関と連携し、双方が相乗効果を期待できる形での取組を行う。

はアクセス数が年間約 116 万件に達した。Yahoo ニュース等の主要ポータルサイトでアクセス数上位に多数のコンテンツがランクインするなど、国民の目に留まりやすい仕組みにつながり、多くの方々に記事を読んでいただくことに成功した。また、機構の取組をより広く周知するため、プレスリリースや広報活動などの実施と共に公式 SNS も活用し、タイムリーな情報発信を継続的に行った。さらに、社会で注目された事象について検索されやすいようにテーマ等を工夫したことで、例えば北極域や生命の限界に関する話題を取材して作成した記事などの複数記事において、ネットメディアでもアクセスランキング入りするだけでなく、更なる新聞テレビ等の報道取材に繋がり、社会に機構の活動への理解と共感が相乗的に広がるような情報展開を推進した。

機構の主要なプロジェクトである世界最先端の海洋地球科学の研究を国民に直に届ける広報活動として、国際深海科学掘削計画の研究航海を実施中の洋上の「ちきゅう」船上と中継するライブ配信を行い、定期的な記者説明会の実施、出港時、帰港時に加え、科学掘削での最長パイプ長の世界新記録達成時には、新聞等のメディアで広く報道され注目を集めた。また、日本科学未来館、名古屋市科学館をはじめとする全国各地 14 か所の博物館等において、企画展示とオンラインイベントでの中継イベントを実施し、「ちきゅう」とのライブ中継を通じて国民が研究者・技術者と交流した様子は、地震・津波の被害を受けた東北地方をはじめとしたテレビ、新聞、インターネットニュースで紹介された。さらに、JTRACK 研究航海の学校教育現場への社会実装を実現させるため、海洋 STEAM 教材を用いた実践授業と教室と「ちきゅう」船上とをライブ中継でつなぎ、学校の先生が双方向性のある海洋 STEAM 授業を国内で初めて実施した。これは機構が海洋 STEAM 事業の一環として制作した「海洋 STEAM 教材」の第3巻「海の地震と防災・海底下の地層」を八戸市立吹上小学校の授業カリキュラムに取り入れた形で実施した。これらのオンライン発信やイベント等を通じ、延べ 20 万人規模相当へのアウトリーチを実施した。

また、社会からの広い理解につなげるため、理事長のリーダーシップの下、従来の広報対象者以外への接点を新たに創出し、非認知層にも関心の輪を広げるアプローチとして、令和6年度からは、一般雑誌とのタイアップにより海洋研究開発の意義や魅力を伝える特集ムックの制作を通じた情報発信に取り組んだ。地球環

境や生物多様性、科学技術の進歩など機構の取組への関心が見込める多様な業種に携わる情報感度の高い読者層に向けて、機構の研究開発の意義や魅力を伝えるツールとして、令和7年度中の発行を目指してライフスタイル・カルチャー誌における機構の活動の特集ムックの制作に着手しており、書店等におけるイベント、オンラインでの連動した情報展開を実施するなど新たなファン層の開拓に取り組む予定である。

さらに、様々な接触機会を通じて海洋科学技術に注目し、関心を抱いた方に、機構の取組への理解を深めてもらう機会を創出するため、博物館等の様々な外部機関との連携を行った。各地の博物館・科学館・水族館等と協力・連携した常設展示、企画展示を行ったほか、特に令和5年7月15日～10月9日の期間には、国立科学博物館、NHK、読売新聞社等と共に企画展「海—生命のみなもと—」の企画監修を実施し、国民との大規模な接触機会を創出することができた。夏休みを中心に総来場者数は約29万人を越え、展示会場におけるアンケート調査では「大変興味深く満足」、「理解が深まった」、「今後、JAMSTECの活動を応援したい」が7割を越えるポジティブな反響を得た。この特別展を通して、海洋を取り巻く社会的・政策的課題、地球規模の諸課題への取組について、一般の方々の理解を高める成果をあげ、外部機関と双方に相乗効果を期待できる形での取組が実現した。

令和5年度に閣議決定された第4期海洋基本計画において、「海洋人材の育成・確保」が明記されたことを踏まえ、国の総合的な海洋研究機関として、令和5年度から計画的な次世代海洋人材育成に向けた「海洋STEAM事業」に本格的に着手した。新規事業を組織的に推進させるため、令和6年4月には「海洋STEAM推進課」を新設して活動を加速させた。海洋STEAM事業は、教科等横断的な学びであるSTEAM教育を通じて社会課題解決型の次世代海洋人材育成を体系立てて実施する事業である。国内の海洋分野で初めてSTEAM教育体系に貢献する新しい機軸となった。令和7年4月に文部科学省から任命された「科学技術教育アドバイザー」としての活動とも併せて、地域や学校の実情、児童生徒の学習の状況に応じた海洋分野のSTEAM教育の充実に向けた取組を更に推進した。具体的な取組は以下のとおり。

教材の制作と学校での実装

学校教育現場で利活用できるよう、学習指導要領に準拠し、また学齢に応じた体系的な海洋STEAM教材を合計5巻制作した。令

和5年度は、小学校高学年をメインターゲットとして、海を取り巻く身近な課題としてあげられる3つのテーマについて教材を制作した（第1巻：海の生き物と環境の変化、第2巻：海洋プラスチックとわたしたちの生活、第3巻：海の地震と防災 海底下の地層）。さらに、令和6年度は、ターゲットを中学生や高校生に設定し、技術的な側面から学びを深めていくことができる2つのテーマについて教材を制作した（第4巻：深海探査の探究、第5巻：北極の研究と船）。

また、制作した教材を教員や児童生徒が効果的に利活用できるよう、令和5年度中に機構のHP（海洋STEAM教材ライブラリー）を立ち上げ、無償でダウンロードができるように掲載した。さらに、アクセス者が実践した授業の動画を閲覧できるよう、事例紹介を掲載した。このほか、PLIJ（学びのイノベーションプラットフォーム）の運営するPLIJ STEAM Learning CommunityのサイトやJSTの運営するサイエンスティームのサイトにも教材を掲載し、様々な分野の教員などが利活用できるように環境整備を行った。なお、令和6年度末時点で、海洋STEAM教材ライブラリーからの教員用教材が、日本全国で266件ダウンロードされた。

さらに、「我が国の海洋研究を推進する市議会議員連盟」に加盟の8自治体を中心に、学校での実装授業を実施（函館市：あさひ小学校、むつ市：関根小学校、八戸市：吹上小学校、横浜市：金沢小学校、横須賀市：小原台小学校、静岡市：清水小学校、神戸市：浜山小学校、名護市：名護小学校）し、令和6年度までに、10自治体で実践授業や教員向けの研修を実施した。この中で、令和6年11月には、八戸市立吹上小学校において海洋STEAM教材を用いた実践授業と「ちきゅう」によるJTRACK研究航海の学校教育現場への社会実装を同時に実現した。学校と「ちきゅう」船上とをライブ中継でつなぎ、双方向性のある海洋STEAM授業を国内で初めて実施した。150名を超える児童やその保護者、地域住民等が地震研究の最前線について学び、学校教育の中で防災について考える機会を創出した。この取組はまさに、文部科学省が国立研究開発法人に求め役割の一つである、地域住民等の参画により地域と学校が連携・協働する「地域学校協働活動」の仕組みの活用といえる。なお、当該教材の制作や実践授業に多大な貢献をした八戸市吹上小学校の教員は、活動が高く評価され、「令和5年度文部科学大臣優秀教職員表彰」を受賞した。このように、機構だけでなく、関係する教員にも良い波及効果が認められている。

海洋 STEAM 教育の更なる発展に向けた新たなスキームの構築

海洋 STEAM 事業の取組を更に推進していくために、海洋 STEAM 教材の利活用方法の実践の他、海洋 STEAM 教材を活用した授業を実践する教員を増やしていけるよう、大学の教育学部と連携をし、海洋 STEAM 教材を用いた教育方法の理論的研究や、小中高の現役の教員による実践授業の実施によるノウハウの構築と定着を図るため、「海洋 STEAM 事業推進コンソーシアム」を令和 6 年度に立ち上げた。コンソーシアムで議論した内容は、令和 7 年度中に「海洋 STEAM 教育ハンドブック」として取りまとめ、全国の書店や教育学部のある大学の生協、オンライン書店等で販売し、広く普及させていく予定である。海洋分野と STEAM 教育を掛け合わせた国内で初めての教育書であり、将来的に海洋のあらゆる分野に係る授業を計画し、実践できる担い手を増やす契機となると見込まれる。

海洋 STEAM 探究型学習

小中学校だけではなく、高等学校の探究型学習への協力を念頭に、海洋 STEAM 探究型学習にも新たに着手した。海洋 STEAM 教材の活用を通じて、東京都立日比谷高等学校や私立麻布学園高等学校、神奈川県私立湘南白百合学園高等学校などの高校で探究講座に貢献した。

日比谷高等学校においては、同校が進める SSH 課題研究や海外研修プログラムにおいて、海洋の生物多様性等についてグループで調べ学習し、現状理解や課題の抽出、提言を行う探究活動に協力した。また、研究者による最新の研究紹介を交えた施設訪問の機会を提供し、生徒の課題発見能力、問題解決力の向上に大きく貢献した。

麻布高校においては、教養総合講座「海洋地球科学と教育」（海洋 STEAM 探究講座）に企画協力し、全 8 回のリレー講座を通じて、機構内の精鋭研究者からそれぞれ最先端の話題を提供した。機構で扱う海洋地球研究部門の範囲を表層から地球内部まで限なく扱った内容であり、生徒の探究学習や進路選択につながっていくことが大いに期待された。

海洋 STEAM 教材の社会教育施設での活用

海洋 STEAM 教材の社会教育施設への利活用の一環として、八戸市の視聴覚センター・児童科学館にあるプラネタリウムのリニューアルに伴い、五藤光学研究所と共同で、海洋 STEAM 教材の画

- ・時宜に応じたプレス発表を実施するとともに、記者説明会等を通し、マスメディア等へ理解増進を深める取組を行う。

【評価軸】

- 海洋科学技術における中核的機関として、国内外の関係機関との連携強化等を進め、成果の社会還元の推進が図られたか。

【関連する指標】

(評価指標)

- ・国内の産学官の研究機関との連携や知的財産等の利活用に向けた取組状況及

像・映像を活用した全天周映像のプラネタリウムコンテンツ「海と地球の未来」を制作した。同研究所と協力し、全国のプラネタリウムへコンテンツ提供をしていくことも視野に入れており、今後全国的に拡大されることが期待される。また、静岡市が整備している博物館事業においても海洋 STEAM 教材を活用していくことを静岡市及び乃村工芸社と共同で企画している。今後は、学校教育の延長線上にあるリアル体験の場における海洋 STEAM 教材の活用を更に進め、社会教育施設への実装も進めていく。

機構の取組が国民に支援されるためには、多くの国民に注目され、その取組に関心を持っていただくことが第一段階である。その主要な取組としてマスメディアで取り上げられるため、時宜に応じたプレス発表、記者説明会に加えて、本中長期目標期間を通して乗船取材で最新成果を伝えた科学教育番組「サイエンス zero」や幅広い視聴層に訴求する教養バラエティ番組「ブラタモリ」をはじめとして、新聞・雑誌・ラジオ・インターネットメディアに至る数多くのメディアを通じて情報発信を行った。

また、令和 6 年度からメディア意見交換会を定期的を実施しており、多くのメディア関係者に認知されることとなった。メディア掲載件数（クリッピングサービス等を基に集計）の各年の総数の平均値を比較すると、第 4 期平均値は第 3 期平均値に比べて 1.13 倍となっており、記事掲載数が安定的に増加してきている。増加要因のすべてではないものの、この効果は顕著に見て取れることから、今後もプレスリリースと両輪で継続的に実施していく。上述のメディア意見交換会は、多くの関係者に認知されていることから、理事長からの情報発信の場としてもこの意見交換会の枠を活用することができ、理事長からの記者向けに情報発信の場としても活用することができた。

びその成果

- ・海外の研究機関等との連携や国際的枠組みへの参画に向けた取組状況及びその成果
 - ・外部資金の獲得に向けた取組状況及びその成果
 - ・海洋科学技術分野における若手人材の育成や人材の裾野の拡大に向けた取組状況及びその成果
 - ・広報、アウトリーチ活動の取組状況及びその成果 等
- (モニタリング指標)
- ・学術誌への論文等掲載数、特許出願件数、知的財産の保有件数、実施許諾件数
 - ・外部資金獲得額、件数
 - ・国際共同研究契約件数
 - ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数、研究生・インターンシップ生の受入人数
 - ・広報媒体における企画数及びアクセス等反響状況 等

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・学術誌への論文等掲載数：519 本
- ・特許出願件数：32 件（国内 17 件、外国 15 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 214 件（国内 129 件、外国 85 件）、意匠権 4 件（国内 2 件、外国 2 件）、商標権 26 件（国内 26 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：1 件
- ・外部資金獲得額、件数：526 件、70.1 億円
- ・国際共同研究契約件数：43 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：15 人
Young Research Fellow：5 人
研究生：152 人
インターンシップ生の受入人数：27 人
- ・広報媒体における企画数：35 本
- ・反響状況（アクセス数）：424,906 回

(令和2年度)

- ・学術誌への論文等掲載数：626 本
- ・特許出願件数：43 件（国内 16 件、海外 27 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 182 件（国内 110 件、外国 72 件）、意匠権 4 件（国内 2 件、外国 2 件）、商標権 23 件（国内 23 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：4 件
- ・外部資金獲得額、件数：507 件、67.0 億円
- ・国際共同研究契約件数：37 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：5 名
Young Research Fellow：6 名

研究生：106 名

インターンシップ生の受入人数：148 名

- ・広報媒体における企画数：88 本
- ・反響状況（アクセス数）：8,619,382 回

（令和3年度）

- ・学術誌への論文等掲載数：608 本
- ・特許出願件数：49 件（国内 32 件、海外 17 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 175 件（国内 104 件、外国 71 件）、意匠権 4 件（国内 2 件、外国 2 件）、商標権 23 件（国内 23 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：1 件
- ・外部資金獲得額、件数：530 件、69.8 億円
- ・国際共同研究契約件数：34 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：9 名

Young Research Fellow：7 名

研究生：77 名

インターンシップ生の受入人数：151 名

- ・広報媒体における企画数：96 本
- ・反響状況（アクセス数）：3,472,997 回

（令和4年度）

- ・学術誌への論文等掲載数：556 本
- ・特許出願件数：36 件（国内 15 件、海外 21 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 186 件（国内 101 件、外国 85 件）、意匠権 2 件（国内 1 件、外国 1 件）、商標権 21 件（国内 21 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：3 件
- ・外部資金獲得額、件数：547 件、129.8 億円
- ・国際共同研究契約件数：27 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：17 名

Young Research Fellow：3 名

研究生：110 名

インターンシップ生の受入人数：12 名

- ・広報媒体における企画数：82 本
- ・反響状況（アクセス数）：2,156,516 回

（令和5年度）

(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進

- ・学術誌への論文等掲載数：593 本
- ・特許出願件数：33 件（国内 12 件、海外 21 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 201 件（国内 114 件、外国 87 件）、意匠権 2 件（国内 1 件、外国 1 件）、商標権 21 件（国内 21 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：2 件
- ・外部資金獲得額、件数：575 件、106.5 億円
- ・国際共同研究契約件数：27 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：26 名
Young Research Fellow：3 名
研究生：139 名
インターンシップ生の受入人数：19 名
- ・広報媒体における企画数：85 本
- ・反響状況（アクセス数）：2,300,149 回

（令和 6 年度）

- ・学術誌への論文等掲載数：531 本
- ・特許出願件数：11 件（国内 8 件、外国 3 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 203 件（国内 120 件、外国 83 件）、意匠権 2 件（国内 1 件、外国 1 件）、商標権 18 件（国内 18 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：4 件
- ・外部資金獲得額、件数：596 件、110.3 億円
- ・国際共同研究契約件数：24 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数
JSPS 特別研究員等：6 名
Young Research Fellow：4 名
研究生：128 名
インターンシップ生の受入人数：18 名
- ・広報媒体における企画数：138 本
- ・反響状況（アクセス数）：2,080,377 回

補助評価：A

本項目に係る年度計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。

【評価軸：研究開発基盤の供用やデータ・サンプル

の利用拡大を図ることにより、我が国の海洋科学技術の水準向上及び学術研究の発展に貢献したか。】

海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の研究開発基盤の供用については、新型コロナウイルス感染症の影響、燃料費・電気料金の高騰等、さまざまな困難があった中においても、研究開発基盤の安全かつ安定的な運用と供用を継続するとともに、データ及びサンプルの利用拡大を図ることにより、我が国の学術研究の発展、政府・政策、産業に大きく貢献した。

第4期中長期目標期間中、防衛省からの依頼に基づき、機体捜索に2度（令和元年度：航空自衛隊戦闘機 F-35A、令和6年度：海上自衛隊哨戒機 SH-60K）協力し、いずれも機体の引き揚げにつながる重要な成果を得た。いずれも、当初は稼働予定のなかった深海曳航調査システム「ディープ・トウ」を、短期間で調査可能な状態に整備し対応した。特に令和6年度においては、機構船舶ではなく民間船舶に「ディープ・トウ」を搭載するため、船上でのデータ処理機能や音響測位装置の搭載等、各種調整を短期間で実施した。これらの成果は、長年にわたり蓄積された運用技術や知見を結集した結果であり、機構でしか成し得ない成果である。

計算機システム「地球シミュレータ（ES4）」については、課題採択を通じて、国内外の大学、研究機関、企業等に対し計算資源を広く提供しており、利用機関数及びアカウント数は年々増加している。令和6年度には195機関・1,192アカウントを記録した。また、国の気候変動研究、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）、産業界向けの有償利用、新型コロナウイルス対策研究等、多様な分野に資源を提供した。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、共同利用については、効率的な運航計画の立案等により、おおむね採択された公募航海を実現しており、我が国の学術研究の発展に貢献した。その上で、令和6年能登半島地震に際しては、迅速かつ柔軟に対応し、当初計画にはなかった調査航海を複数回実施した。特に令和6年1月には、発災から約15日で航海を実現するなど、特筆すべき機動力を発揮した。

①海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の研究開発基盤の供用

機構は、海洋調査プラットフォーム、計算機システム、その他の施設及び設備を、機構の研究開発の推進や各研究開発基盤の特性に配慮しつつ、SIP等の政策的な課題の推進に供する。また、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）等の我が国の科学技術を支える共用基盤の一環として積極的に貢献する。さらに、海洋科学技術の向上を目的として、公的資金、民間資金の別を問わず外部資金の積極的な確保も含め、産学官の多様な機関への利用にも供する。そのため、これらの研究開発基盤の安定的な運用と利便性の向上に取り組む。

以下の実施内容について船舶を供用し、政策的な課題の推進に貢献した。

北極域研究加速プロジェクト（ArCSⅡ）に「みらい」を供用した。特にコロナ禍においては、オンラインの活用に加え、各国の水際対策を踏まえた柔軟な対応を行うなど、研究活動に支障が出ないように最大限の調整を行った。

また、令和元年度の航空自衛隊戦闘機 F-35A 墜落事故を受け、緊急搜索航海として「かいめい」及び「ディープ・トウ」を供用した。海域で取得したデータを提供することにより、その後の機体の発見、引き揚げ作業に大きく貢献した。

さらに、令和6年度の海上自衛隊哨戒機 SH-60K 墜落事故を受け、緊急調査航海に「ディープ・トウ」を供用した。本航海では運用停止中であった「ディープ・トウ」を短期間で整備するとともに、民間の船舶を傭船して緊急搜索航海を実施することにより、機構船舶の研究航海に影響を与えることなく、鳥島東方沖水深約 5,500m の海域で墜落した機体を発見、位置を特定し、その後

データ及びサンプルの提供・利用促進については、取組の着実な推進及び強化により、国内外との共同研究や社会的ニーズに対応した研究活動を展開した。

研究活動を通じて得られたデータ及びサンプルについては、体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施している。機構船舶による航海で実施された調査の基本情報（メタデータ）の公開件数は、令和6年度に 2,614 航海・8,212 潜航に達し、着実な増加が見られた。また、DOI の付与、AI によるデータ処理の自動化、サンプル管理データベースの強化等、国際標準に即した高度化を推進し、1,577 件のデータ公開・申請に対応した。さらに、国における研究インテグリティ・セキュリティ及びオープン・クローズ戦略の動向を踏まえ、研究成果物等全般を対象とする規程類及びデータポリシーの大幅な改定を実施し、データ・サンプルの運用体制を整備した。加えて、日本海洋データセンター（JODC）等の国内外の基幹システムと連携し、我が国の海洋データ基盤の発展及び MDA（海洋状況把握）等の政策推進に貢献した。

本中長期計画期間には船舶供用において国や外部機関等からの多くの要望に応えることができた。防衛省からの要請を受けて、令和元年には「かいめい」を用いて航空自衛隊戦闘機 F-35A の搜索を実施した。令和6年度には海上自衛隊哨戒機 SH-60K 搜索に際し、運用停止中であった「ディープ・トウ」を短期間で整備したことに加え、傭船での調査に合わせた各種調整を行い、墜落した機体を発見、位置を特定し、その後の機体引き揚げ作業に大きく貢献した。これらは、これまで機構にて培われてきた運用技術及び知見を結集することによって実現できた極めて顕著な成果と言える。

内閣府が推進する SIP「革新的深海資源調査技術」においては、必要な試験及びメンテナンス等を年次で実施し、令和4年度に世界初となる水深 2,470m からの揚泥に成功した。なお、南鳥島沖における揚泥実施に向けて、予定どおり、令和7年に掘

の機体引き揚げ作業に大きく貢献した。本航海は傭船によるものであったが、短期間で航海に必要な準備等を行い、機体を発見、位置を特定し、その後の機体引き揚げ作業に大きく貢献した。

SIP「革新的深海資源調査技術」への協力として、機構船舶を供用し、AUV 複数機運用の海上試験や、レアアース泥を含む海洋鉱物資源の調査・分析を実施した。機器開発に係る協力、作業計画の作成、リスクアセスメント及び実際の航海におけるドリリングエンジニアの乗船等、プロジェクトを一貫してサポートしつつ、令和4年度には「ちきゅう」を用いた揚泥実海域試験を実施し、水深2,470mにおける海底堆積物の揚泥に世界で初めて成功した。あわせて、令和7年度に実施予定の南鳥島沖水深6,000m海域におけるレアアース泥揚泥試験に向けて、ROV 搭載やライザーハンドリング・レアアース回収手法に係る技術協力や物品手配・スケジュールの調整等を実施した。

機構船舶の供用による外部資金の積極的な確保や多面的な産学官への貢献を目的として、「砂層型メタンハイドレートの研究開発（JMH:日本メタンハイドレート調査株式会社）」及び「表層型メタンハイドレートの研究開発（AIST:産業技術総合研究所）」への協力として、令和2年度から継続して機構船舶及び探査機を供用し、委託元の要望に応えた。これら一連の受託事業においては、継続してドリリングエンジニア等を派遣し、掘削事業を通じて産学官連携へ貢献した。また、令和3年度には、「ちきゅう」の回航を有効利用する「「ちきゅう」を用いた「表層科学掘削プログラム（SCORE:Chikyu Shallow Core Program）」において、新たに教育乗船枠を設け、若手研究者や大学院生等に向けて、幅広く乗船機会を提供し、全国の大学から選抜された6名が参加した。

計算機システムについては、公募課題として機構外を対象に課題募集を行い、令和元年度26件、令和2年度28件、令和3年度22件、令和4年度23件、令和5年度26件、令和6年度25件を採択し、国内大学や公的研究機関、民間企業等に広く計算資源を供した。令和7年度は34件を採択し、計算資源を供する予定である。また、我が国の科学技術を支える共用基盤の一環として、文部科学省の「統合的気候モデル高度化研究プログラム」（平成29年度～令和3年度）及び「気候変動予測先端研究プログラム」（令和4年度～）に継続的に計算資源を提供している。さらに、HPCI（革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ）にも参加し、令和元年度4件、令和2年度5件、令和3年度2件、令和4年度2件、令和5年度2件、令和6年度2件にES4の計算資源の供用を行った。令和7年度には2件の供用を行う見込みである。加えて、新型コロナウイルス対策研究課題への資源提

削を実施する予定である。本掘削が成功すれば、世界で初めて水深6,000mからの揚泥が可能となる。

「ちきゅう」等を供して外部資金を得るにあたっては、本来の研究が損なわれることがないように掘削事業のための運航計画を調整し、外部機関の要望を満たす船体の機能強化等を実施した。経済産業省関連の掘削調査事業においては、委託元の要求に応えることはもちろんのこと、関連会社との良好な関係の下、ドリリングエンジニア等の派遣なども実施し続けたことは、官民連携の人材育成スキームを確立し、我が国の海洋科学技術の水準向上及び発展に大きく寄与したと言える。

IODP第386次研究航海においては、コロナ禍であったが、オンラインでの打合せ等を含む様々な調整を実施し、航海や試料分析を実施することができた。国際枠組みの中において得難い研究材料と高水準な研究の場を提供することで、日本のリーダーシップの下での科学成果創出と国際プレゼンスの向上に貢献した。

計算機システムについては、ES4導入にあたり計算資源配分を改訂するなど、産学官へ幅広く継続的に供用し、利用機関数等の継続的増大を果たした。

新型コロナへの対応や令和2年度末に発生した情報セキュリティインシデントに適切に対応し、問題なく運用を行った。

また、供用に当たっては、国際的なネットワークの醸成やリーダーシップの発揮等にも留意し、国際的な海洋調査・観測拠点としてのプレゼンスの向上に資する。

供にも参画した。

産業界等向けの成果専有型有償利用も実施し、外部資金の確保にも努めている。ES4 の利用機関総数は、令和元年度 147 件、令和2年度 148 件、令和3年度 148 件、令和4年度 149 件、令和5年度 153 件、令和6年度 195 件であり、継続的に増加している。アカウント数も令和元年度 822、令和2年度 763、令和3年度 829、令和4年度 968、令和5年度 976、令和6年度 1,192 であり、継続的に増加しているといえる。

令和元年度から令和6年度にかけて、IODP の総合推進機関として、機構船舶を国際的に供用した。

令和3年度には、ECORD の IODP 研究航海に「かいめい」を供用し、IODP 第 386 次研究航海として航海を実施した。本研究航海は東北地方太平洋沖地震の震源域を含む日本海溝の地震発生メカニズム解明に資するものである。新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、乗船予定であった海外の研究者や ECORD 科学支援スタッフは参加できなかったが、日本に拠点を置く研究者・科学支援スタッフにより、日本海溝に沿った水深 7,000m 超の合計 15 地点においてジャイアントピストンコアラーによる採泥を行い、5 万年前から 10 万年前まで遡る古地震記録の取得が期待される総延長 830m 以上の柱状地質試料（コア試料）の採取に成功した。航海終了後、清水停泊中の「ちきゅう」船上にて、コア試料の個別分配や分析等を2回に分けて実施し、国際枠組みの中において得難い研究材料と高水準な研究の場を提供することで、日本のリーダーシップの下での科学成果創出と国際プレゼンスの向上に貢献した。

国内の研究コミュニティに対しては、JOIDES Resolution（米国）や特定任務掘削船（欧州）を含む3船に国内研究者を選出・派遣した。また、各種国際委員を派遣し、掘削提案の評価や実施計画の策定に貢献することで、我が国の国際的ネットワークの構築とリーダーシップの発揮を促進した。さらに、国際ワークショップやシンポジウムを積極的に開催・支援した。令和元年には「科学掘削の未来：2023 年からその先へ」をテーマに議論を行い、この成果が 2050 年（令和 32 年）までの国際海洋科学掘削の指針となる科学計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」（SF2050）の策定に大きく貢献した。加えて、令和5年度に実施した日欧共催のワークショップ「Workshop on the future of Scientific Ocean Drilling」では、オンライン参加を含む 23 か国から 250 名が参加し、IODP³ 発足に向けた国際プログラムを主導するうえで大きな成功を収めた。さらに、IODP³ の枠組み構築において ECORD とともに主導的な

役割を果たし、主要メンバー国として日本の国際プレゼンスを一層高めた。

新たに開始される予定の IODP³の下、令和7年度の航海実施に向けて、研究者の提案書に基づき、「ちきゅう」を用いた掘削計画を立案した。立案にあたっては、可能な限りロジスティクスのコストを削減し、高効率かつ低予算になるよう関係者との調整を行った。これにより、「ちきゅう」を用いることが効果的かつ効率的であることを、提案者である ECORD の研究者にも理解いただいた。

国際調査船運航者会議（The International Research Ship Operators (IRSO)）やオセアニア域の調査船運航者の会議体である Research Vessels Of New Zealand and Australia (RVONZA) など、国際的な海洋観測船の運用機関が参集する会議に参加し、船舶運用や安全・教育に関する情報交換を行った。

②学術研究に関する船舶の運航等の協力

機構は、我が国の海洋科学技術の水準向上及び学術研究の発展に貢献するため、共同利用・共同研究拠点である東京大学大気海洋研究所と協働し、年間400日程度のシップタイムを確保した上で学術研究の特性に考慮した船舶運航計画を策定し、これに基づき学術研究船等の効率的な運航・運用を行う。

機構は東京大学大気海洋研究所（AORI）協議会において承認された研究船・学術研究船共同利用課題に基づき、毎年船舶の運航を実施している（合計400日が目安）。

燃料費が高騰する中、航海の実施にあたっては、東京大学大気海洋研究所と調整を行い、調査海域、調査内容、時期が類似する航海を海域ごとに設定して回航日数の低減を図り、効率的な航路となるように停泊港を設定するなどの対応を行った。

本中長期目標期間中の実績としては、研究船共同利用運営委員会からの要望どおり、「白鳳丸」1,051日、「新青丸」1,178日、「よこすか」228日、「かいらい」11日で計2,468日の運航日数となる見込みである。

令和6年能登半島地震を踏まえ、活発な地震活動が継続している震源域周辺海域における地震観測等を行うことを目的として、以下の対応を行った。航海の実施にあたっては、東京大学大気海洋研究所との連携の下、漁業関係者との調整を踏まえた調査観測エリアの選定、船員、乗船研究者及び観測技術員に係る調整等を速やかに行うなど、必要な準備を短期間に行うことができた。

令和5年度には、緊急航海として「白鳳丸」を用いた（第1次航海：令和6年1月16日から23日、第2次航海：令和6年2月19日から3月1日、第3次航海：令和6年3月4日から3月16日）ところ、令和6年度には、2航海に「白鳳丸」を計22日間供用した（第4次航海：令和6年6月15日から6月23日、第7次航海：令和7年1月7日から1月19日）。なお、第5次航海（令和6年8月30日から9月6日）及び第6次航海令和6年9月23日から9月30日については傭船で実施した。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、令和2年度以降の新型コロナウイルス感染症の影響があつものの、感染症蔓延下の乗船・訪船基準を整備し、かつ、時々の国内の状況を勘案し、内容の改定を行うことで調査研究計画を大きく妨げることなく運用を実施できたことは、特に顕著な成果と言える。

令和6年能登半島地震発生から短期間で緊急航海を計画・準備し、その後全7次にわたる緊急調査航海（一部傭船を含む）を完遂することができた。学術研究の貢献はもとより、国民の安心安全に寄与する取組として、極めて顕著な成果と言える。

③データ及びサンプルの提供・利用促進

機構は、国内外で実施されている研究、MDA を始めとした我が国の施策及び国際的な枠組み・プロジェクトの推進や、世界の海洋科学技術の発展に貢献するため、その保有する研究開発基盤等によって取得した各種データやサンプルに関する情報等を効果的に提供する。提供に当たっては、データ・サンプルの取扱に関する基本方針等に基づき体系的な収集、整理、分析、加工及び保管を実施するとともに、それら関係技術の高度化を図る。

また、データ及びサンプルの提供の在り方については、利用者ニーズや各データ及びサンプルの性質、提供に当たってのセキュリティ対策を総合的に勘案して最適化を図るための検討を随時実施し、関係する方針や制度等を改訂・整備する。

図書館においては、国内及び世界の海洋科学技術の発展に貢献するための機構の研究開発活動に必要な情報の提供環境維持と充実並びに機構が保有する情報資源を広く一般に効果的に提供することに努めた。

学術雑誌の価格が高騰する状況下においても研究開発活動に必要な情報の提供環境を維持するため、機構全体で利用可能な学術雑誌の年間購読に加えて、個人に対して有料・論文単位で文献を提供するサービス等を組み合わせることにより、費用対効果の高い学術情報提供環境を構築し、機構の研究成果の発信力向上にも寄与した。また、図書館間のネットワークの充実に努め、特に本中長期目標期間中においては神奈川県内の各種図書館との連携を強化する等、職員に対して機構未所蔵資料の提供環境を広げるとともに、広く一般にも、機構が所蔵する海洋及び地球科学を中心とした学術情報を提供する環境を充実させた。

学術機関リポジトリの運用を通じて、外部へ機構の研究開発成果を発信した。機構刊行物や論文等を本文データとともに公開しており、その一部にはデジタルオブジェクト識別子（Digital Object Identifier。以下「DOI」という。）を付与している。オープンサイエンス推進のため、雑誌の年間購読とオープンアクセス論文出版の一体的な契約モデルである転換契約モデルを一部導入した。

日本の海洋地球科学の歴史としての機構の研究開発活動の経緯を伝える各種資料について、その散逸を防ぎ、機構の研究者や職員はもとより広く社会に永続的に提供するため、機構関連資料を網羅的に収集、整理し、調査研究等の利用に供した。あわせて、図書館員が依頼を受けて実施した調査研究の事例を国立国会図書館レファレンス協同データベースに登録し、令和6年度には累積登録数及び年間登録数が顕著であったことで国立国会図書館長から御礼状を受ける等、インターネットを通じて広く社会に機構の研究開発を紹介し、活用機会を提供した。

国民の海洋に関する理解増進に寄与するために一般開放している横浜図書館（地球情報館）については、コロナ禍中の閉館を経て再開館の後、機構の研究開発活動を紹介し所蔵する情報資源を広く一般に提供する目的で、広報部署が実施した一般向けのイベントに積極的に協力する等、利用促進に努めた。また、横浜市金沢区に加え、横須賀市との地域連携を新規に実施し、地元の図書館内で企画展示を実施するなどして、地元市民に対する機構の研究開発の理解増進につとめた。さらに、館内を一部リニューアルし、海洋 STEAM 教育に資する専門書や参考図書を充実させ、一般

データ及びサンプルの提供・利用促進については、取組の着実な推進と強化により、国際共同研究や社会ニーズに迅速に応えた。

研究活動を通じて得られたデータやサンプル等の体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施した。機構船舶航海で実施された調査の基本情報（メタデータ）の公開数は令和6年度に2,614 航海・8,212 潜航となり、着実に公開数を増やしている。

また、DOI 付与や AI によるデータ処理の自動化、サンプル管理データベースの強化等国际標準に即した高度化を推進し、令和元年度から令和6年度までにデータ公開・申請対応を1,577 件実施した。

さらに、国の研究インテグリティ・セキュリティやオープン・クローズ戦略の動向を踏まえ、研究成果物等全般を対象とした規程類及びデータポリシーの大幅改定を実施し、データ・サンプル運用の体制を整備した。これにより各部署での戦略的な活用が可能となり、研究開発の推進に大きく貢献した。

加えて、日本海洋データセンター（JODC）等国内外の基幹システムと連携し、我が国の海洋データ基盤の発展と MDA などの政策推進に貢献した。

利用に供した。

データ及びサンプルの提供・利用を促進するために、研究活動を通じて得られたデータやサンプル等の体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施した。機構船舶航海で実施された調査の基本情報（メタデータ）の公開数は令和6年度に2,614 航海・8,212 潜航となり、着実に増加させた。

また、東京大学大気海洋研究所と協力して実施している共同利用航海についても、既存の研究船「新青丸」・「よこすか」に加えて、令和2年度は新たに学術研究船「白鳳丸」、令和3年度は深海調査研究船「かいいい」のデータ品質の評価や情報収集、公開等への取組を開始した。さらに、令和3年度末までに共同利用航海の航海情報及び航海により得られたデータ・サンプル情報の公開作業を定常化させた。その結果、中長期計画期間中（令和元年度～7年度）のうち令和6年度までに577 航海・3,324 件のデータを公開した。

機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報は公開サイト「航海・潜航データ・サンプル探索システム（DARWIN）」等に掲載しており、各種情報を利用者自らダウンロードできる形で公開してきたが、令和3年3月に発生した情報セキュリティインシデントによりDARWIN等の各種サイトが公開停止となった。そのため、早期再開を目指してDARWINサイトの公開情報をリスト化した暫定的なサイトを構築し、令和3年度内に公開した。また、新型コロナウイルスの感染拡大の影響によるイベントの中止やテレワーク増加に加えて、情報セキュリティインシデントに起因した問合せが散見されたため、データ・サンプルの利用申請・問合せへのきめ細かな対応を継続させた。令和5年度には基盤システムを用いた新たなDARWINを構築し、航海・潜航及び観測データを公開し、セキュリティを向上させるとともに、保守コストを従来の10分の1程度に低減することが可能となった。また、令和6年度には新たなサンプル種を追加した上で、サンプル情報もDARWINで公開した。

その結果、中長期計画期間中（令和元年度～7年度）のうち令和6年度までに、対応件数は1,577件、データ・サンプルの件数としては78,022件もの対応を行った。コロナ禍の航海数の減少、情報セキュリティインシデントによる公開サイトの停止期間があったが、データの処理・公開対応についてはおおむね計画どおり作業を進めることができ、また、データ・サンプルの申請に対応についても問合せ内容に応じて公開サイトの紹介、利用方法の案内、申請方法の手引き・助言等を着実に実施した。

関係技術の高度化としては、利用者のニーズや国内外の動向を踏まえ、デジタルオブジェクト識別子（DOI）付与を開始し、令和

2年度には DARWIN 上で公開している航海単位での付与を完了した。さらに、令和3年度に、既存の DOI 管理システムに対して、セキュリティ強化、オープンサイエンス動向への対応及び外部 DOI サービスとの連携による機能拡充した新たなシステム構想を検討した結果、令和4年度に新たなシステムを構築し運用を開始した。令和5年度にクルーズレポートへの DOI 付与を行うとともに、令和6年度に航海単位の DOI メタデータを改善し、FAIR 度（Findable、Accessible、Interoperable、Reusable のデータ共有のための4原則）を向上した。

さらに、令和6年度には機構サンプルの情報を管理する「JAMSTEC サンプル管理データベース（JSDB）」を機能強化し、新たなサンプル種を追加した上で外部公開サイトとなる DARWIN と連携を深め、管理と公開が一体化した効率的な運用を行うとともに、令和7年度航海から機構内研究者による JSDB への情報登録を本格的に開始した。

加えて、令和3年度には、単独測線の多い機構船舶データの一つである海底地形のデータ処理に、AI を用いた新たなソナーデータ処理 S/W「CARIS Mira AI」を導入し、自動ノイズ除去機能の有効性を検証した。その結果、当該ソフトは深海用マルチビーム音響測深機（MBES）のノイズ除去にも有効であること、データ処理・作業への時間短縮となることから、MBES データ処理への活用を開始した。これにより、従来のマニュアル処理と比較し、好例として10分の1以下、平均3分の1程度に処理時間を短縮するとともに、情報セキュリティインシデントによるデータ処理への影響が生じたが、この処理時間短縮に伴い、予定されていた処理件数を達成させた。

海洋基本計画（平成20年3月閣議決定）の主要施策の一つである海洋情報の一元的管理・提供の体制整備への対応として、内閣官房総合海洋政策本部事務局の総合調整の下、海上保安庁が構築・運用を行っている海洋情報の所在検索サイトとなる「海洋情報クリアリングハウス」への連携として、中期計画期間中（令和元年度～7年度）のうち令和6年度までに、航海概要報告（CSR）442件、海底設置型観測機器設置情報（MOR）37件を登録した（クリアリングハウス累計登録：1,257件）。また、我が国の総合的な海洋データバンクとなる日本海洋データセンター（JODC）に対して、機構船舶による航海で取得された水温・塩分等611件のデータを精度管理及びフォーマットを統一した後に提出しており、これらのデータは「JODC オンラインデータ提供システム（J-DOSS）」に反映されるとともに、我が国の海洋状況把握（MDA）の能力強化に向けた取組の一環として海上保安庁が運営する海洋情報の集約・共有サイト「海洋状況表示システム」（海しる）にも反

映されている。以上のような JODC への継続的なデータ提供を通じて、国際海洋データ・情報交換システム（IODE）活動へ貢献するとともに、機構が公開・運用するサイト環境の維持・管理を通じて、国際的な取組（GCMD、GEOSS Portal、EarthChem 等）と連携しメタデータを継続的に提供することにより、西部北太平洋域の情報充実に貢献した。

機構コアの保管セクション数は令和元年度開始時の約 14,000 本から令和 6 年度終了時の 18,000 本まで増加している。また、機構コアに係るサンプルリクエスト、計測支援件数は令和元年度から令和 6 年度終了時までの合計で 165 件 となっている。

データ及びサンプルの管理・公開の対象は年々増加しており、データ及びサンプルの提供を希望する件数も増加傾向にある。その一方で、国の安全に関する対応、制約条件や各種の取り決めへの確認、採取・取得した場所や内容による取扱い等は複雑化しており、公開・提供するための確認は従来よりも丁寧かつきめ細かな対応が必要となっている。このような状況を踏まえ、機構船舶によるデータ・サンプルを主体として管理・公開を担当している地球情報基盤センターデータ管理グループが行ってきた業務についても第 4 期中長期目標期間前半までに業務の振り返り・見直しを行い、第 4 期後半に向けて担当業務の内容や体制を整理した。また、実態に即したデータ・サンプル運用を実現するため中長期計画後半の令和 4 年度から 5 年度にかけて関連する規程類の改訂を行うとともに、令和 6 年度にサンプル取扱いに関するマニュアルを制定した。さらに、これまで情報管理部署で管理してきた岩石アーカイブサンプルの適切な減量・整理及びメタデータ更新により、令和 6 年度末までにサンプル保管空間の利用効率化とサンプルアクセス及び取扱いの利便性を向上し、令和 7 年度からサンプル管理部署で扱う岩石サンプルと一体化することにより機構全体で効率的かつ効果的にサンプル利活用を促進するための環境を整備した。加えて、近年複雑化しているデータ・サンプル利用及び公開要件を研究者が主体的に管理するための仕組みを令和 6 年度に整備し、データのオープン・クローズ対応に関する研究者の意識を醸成するとともに関連情報の収集・共有を効率化した。

CTD 水温センサについて関係部署と協働でメーカー校正と機構内校正を併用した実運用を令和 6 年度に開始し、校正コスト削減とともに稼働安定化と測定精度維持を実現した。

【評価軸】

- 研究開発基盤の供用やデータ・サンプルの利用拡大を図ることにより、我が国の海洋科学技術の水準向上及び学術

研究の発展に貢献したか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・ 研究開発基盤の供用状況や供用促進に向けた取組状況とその供用等を通じた成果
 - ・ 学術研究に係る船舶の運航・運用状況とこれを通じた成果
 - ・ 各種データ、サンプルの提供及びその利活用の状況 等
- (モニタリング指標)
- ・ 受託航海における船舶運航日数（日）
 - ・ 地球シミュレータにおける公募課題数（件）
 - ・ 学術研究に係る船舶運航日数（日）、研究成果発表数
 - ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数 等

(モニタリング指標)

(令和元年度)

- ・ 受託航海における船舶運航日数（日）：286 日
- ・ 地球シミュレータにおける公募課題数（件）：26 件
- ・ 学術研究に係る船舶運航日数（日）、研究成果発表数：380 日、0 件
- ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数：10,528 件

(令和2年度)

- ・ 受託航海における船舶運航日数（日）：252 日
- ・ 地球シミュレータにおける公募課題数（件）：28 件
- ・ 学術研究に係る船舶運航日数（日）、研究成果発表数：297 日、0 件
- ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等：11,075 件

(令和3年度)

- ・ 受託航海における船舶運航日数（日）：380 日
- ・ 地球シミュレータにおける公募課題数（件）：22 件
- ・ 学術研究に係る船舶運航日数（日）、研究成果発表数：299 日、0 件
- ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等：11,901 件

(令和4年度)

- ・ 受託航海における船舶運航日数（日）：301 日
- ・ 地球シミュレータにおける公募課題数（件）：23 件
- ・ 学術研究に係る船舶運航日数（日）、研究成果発表数：334 日、1 件

	・航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等：12,456 件 (令和5年度) ・受託航海における船舶運航日数(日)：283 日 ・地球シミュレータにおける公募課題数(件)：26 件 ・学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数：394 日、6 件 ・航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等：13,101 件 (令和6年度) ・受託航海における船舶運航日数(日)：249 日 ・地球シミュレータにおける公募課題数(件)：25 件 ・学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数：369 日、17 件 ・航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等：14,155 件	
--	---	--

【Ⅱ】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		【評定】A						
【中長期目標】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立 機構は、海洋科学技術の中核的機関としての役割を着実に果たすために、理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能をより一層強化し、業務運営の効率化を図るとともに、リスク管理やコンプライアンスの徹底等内部統制を強化し、業務運営の適正化を図るものとする。特に、研究不正対策については、国のガイドライン等を遵守し、研究活動における不正行為及び研究費の不正使用を未然に防止する効果的な取組を推進する。また、更なる研究開発成果の向上を図るために、機構内での分野間の連携を強化し、法人一体となって課題に取り組める研究開発体制を構築するとともに、国の政策や国内外の研究開発等に関する最新の動向等を研究計画に反映させる。さらに、効果的・効率的な業務運営が行われているかを適時に点検し、更なる業務改善に反映していくなど、PDCA サイクルの実施を徹底する。 2. 業務の合理化・効率化 機構は、管理部門の組織の見直し、調達合理化、業務の電子化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、業務の合理化・効率化を図るものとする。 運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの及び拡充されるもの並びに法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、平成 30 年度を基準として、一般管理費（人件費及び公租公課を除く。）については毎年度平均で前年度比 3 % 以上、その他の事業費（人件費及び公租公課を除く。）については毎年度平均で前年度比 1 % 以上の効率化を図る。なお、新規に追加されるもの及び拡充されるものは翌年度から効率化を図るものとする。 給与水準については、国家公務員の給与水準を十分考慮し、役職員給与の在り方について検証した上で、業務の特殊性を踏まえた適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表する。契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づく取組を着実に実施することにより、業務の公正性、透明性を確保しつつ契約の合理化を図る。また、内部監査や契約監視委員会により取組内容の点検・見直しを行う。		B	B	B	B	B	A	
中長期計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
		評定：A 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。根拠は以下のとおり。 組織のマネジメント機能の強化について、理事長が組織の運営方針を示し、必要な体制を整備している。令和 4 年度にシンクタンク機能等の強化のため改組した未来戦略課では、国内外からの情報収集及び情報発信を行い、海洋に関する政策提言にもつな						

げている。また、令和4年度にはプロジェクトマネジメント規程を制定し、以降6件のプロジェクトに対して本規程を適用している。特に、令和6年度のJTRACKでは、理事長が委員長を務めるプロジェクト審査委員会の審査を経て実施を決定し、航海中も事前に整理したプロジェクトの成功基準や変更マネジメントの手順等に基づいて適切に対応することで、プロジェクトの円滑な実施及び成功に寄与した。

内部統制と業務運営の適正化については、研究領域の拡大、技術の高度化等の状況変化を踏まえ、令和3年度には「コンプライアンス行動規程」を見直すとともに、理事長から職員に向けて行動規程等の徹底を図るビデオメッセージを発信した。また、内部統制の現状評価においては COBIT (control objectives for information and related technology) の成熟度モデルを活用し、情報セキュリティ及び調達プロセスについて達成レベルの向上を確認している。さらに、研究インテグリティ及び経済安全保障対策の要請の高まりを受けて、重要技術、人的情報、行政文書等の管理レベルの向上に取り組み、令和6年度には対策推進の総括等を担う研究インテグリティ・コンプライアンス室を新設し、制度の見直し、職員向け研修の実施等、内部統制システムが適切に機能するよう業務運営の適正化を図ってきた。

業務の合理化・効率化については、コロナ禍を契機に、感染対策に留まらずコロナ後も見据えて非効率な業務プロセスを洗い出し、事業縮小基本方針の策定、テレワークの本格導入による出勤者抑制、オンラインでの緊急対策本部立ち上げ、経理処理や文書処理の電子化、会議のオンライン化など大幅な電子化・簡素化を果たした。A4 サイズのコピー用紙の購入枚数は、第3期中長期計画の最終年度である平成30年度の4,320,000枚に比べ、令和6年度は1,527,500枚と半分以下となっている。また、電気や燃料の使用量減による大幅なCO₂削減を達成したことで事業者クラス分け評価制度において直近3年間S評価を獲得している。

これらの対応と並行して、理事長のリーダーシップの下、業務改革タスクフォースを設置し、会議・委員会の統廃合や運営簡略化を行うとともに、事務

1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立

業務全般の合理化・効率化や時間削減のための推奨事項を示した「事務業務のガイドライン」を作成した。令和5年度に行ったフォローアップアンケートでは、回答した職員のうち7割以上が業務のスピードアップを実感している。また、DX推進に取組み、令和5年度に職員の意識改革とスキル向上のためDXリテラシー講座を開催、続いてDX施策立案ワークショップを実施、企画立案で終わらず令和6年度に立案された3施策の概念実証（PoC）を開始した。

また、業務の合理化・効率化のための情報共有基盤として、ローカルウェブに替わる内部ポータルサイトをローコードシステムで導入し、情報集約とユーザビリティ向上を実現した。さらに、統合文書管理基盤としてBoxへのストレージ統一を完了させ、セキュリティ強化と多様なアクセスを実現した。これにより、集約された所内情報を将来的に生成AIの学習情報源として活用することも可能となった。これらの多岐にわたる取組の結果、事務業務を中心に機構全体で着実な改善が実現し、コロナ禍という未曾有の事態にあっても、影響を最小限に抑えて業務を継続した。

補助評定：A

本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。

【評価の視点：理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能の強化が図られているか。】

理事長が策定したマニフェスト等の方針にて示している「海洋・地球・生命・人類の統合的理解の推進と、社会との協創による地球の未来の創造」を実現する研究機関となるため、理事長のリーダーシップの下、組織の強化等に取り組んできた。マネジメントの強化については、シンクタンク機能・外部連携機能の強化を目指して令和4年度に改組した未来戦略課を中心に、情報収集及び情報発信に力を入

(1) マネジメント及び内部統制

機構は、前期中期目標期間の状況及び社会情勢等を踏まえた上で、理事長のリーダーシップの下、マネジメント及び内

れ、総合海洋政策本部の AUV 戦略に情報をインプットする等、海洋に関する政策提言にもつながっている。また、令和4年度にはプロジェクトマネジメント規程を制定し、以降6件のプロジェクトに対して本規程を適用してきた。特に令和6年度の JTRACK 実施に当たっては、理事長が委員長を務めるプロジェクト審査委員会での審査を経て実施を決定し、航海中も事前に整理したプロジェクトの成功基準や変更マネジメントの手順等に基づいて適切に対応することで、プロジェクトの円滑な実施及び成功に寄与した。

【評価の視点：内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。】

研究領域の拡大や技術の高度化等の状況変化を受けて、内部統制の強化に取り組んできた。契約履行の適正性確保を図るためのルール改正に加えて、教育研修や定期的な検証等の再発防止策を実施するとともに、職員の倫理意識醸成を図るため、令和3年度には「コンプライアンス行動規準」を見直し、理事長から職員に向けて行動規準等の徹底を図るビデオメッセージを発信した。また、内部統制の現状評価においては COBIT (control objectives for information and related technology) の成熟度モデルを活用し、情報セキュリティ及び調達プロセスについて達成レベルの向上を確認している。さらに、研究インテグリティ確保及び経済安全保障対策の要請の高まりを受けて、令和6年度には対策推進の総括等を担う研究インテグリティ・コンプライアンス室を新たに立ち上げ、重要技術、人的情報、行政文書等の管理レベルの向上に取り組み、制度の見直しや職員向けの研修を実施する等、内部統制機能の向上を図った。

令和5年4月に理事長がマニフェストを策定し、長期ビジョンのスローガンである「海洋・地球・生命・人類の統合的理解の推進と、社会との協創によ

部統制のより一層の強化に取り組む。

る地球の未来の創造」を実現する研究機関となるためのより具体的な方針を示した。また、理事長の運営方針の具体化・遂行を支える特別な体制として、理事長達にて各種タスクフォース（業務改革タスクフォース、STEAM 事業推進タスクフォース、WPI-AIMEC タスクフォース）を設置し、理事長のリーダーシップの下、マネジメント及び内部統制を強化してきた。

マネジメントの強化については、シンクタンク機能を有する未来戦略課を新たに設置し、深海探査システムや AUV に関する国内外の動向を収集し、それらを内閣府や文部科学省が主導する議論の場で積極的に共有し政策立案に資する活動を行ったほか、JAMSTEC Advisory Board や経営諮問会議における外部有識者からの助言・提言を踏まえて、機構の今後の取組の検討を進めるなど戦略的なマネジメントを強化した。また、令和4年度には「プロジェクトマネジメント規程」を新たに制定し、「ちきゅう」による科学掘削について、プロジェクト審査委員会での適切な実施可否判断を行い、突発的に発生した事象についても円滑かつ透明性が確保された計画変更を行うなどマネジメントを強化したことで、プロジェクトの円滑な実施及び成功に寄与した。

不適切な調達事案については、発生要因を分析した上で会計ルールの改正や教育研修を実施する等、適切に再発防止策が進められたことを COBIT の成熟度モデルにおいて評価し、最終段階である「最適化」まで完了していることを確認している。

リスクマネジメントについては、中長期目標の達成を阻害するリスクを把握し、その影響度等を勘案しつつ適切な対応が行われている。

経済安全保障対策については、令和6年4月に研究インテグリティ・コンプライアンス室を新たに設置し、重要技術(モノ)の管理、人的情報(ヒト)の管理、業務文書等(情報)の管理（統合文書管理基盤（Box）の導入）などの対策を着実に実施しており、一層の対策強化の推進が図られている。

適切な統制環境維持のため、研究不正・研究費不

マネジメントの強化については、海洋科学技術の中核的機関として更なる研究開発のパフォーマンスの向上を図るために、国の政策や国内外の様々な動向を踏まえつつ機構の方針を示し、それを浸透させるため職員との意思疎通を一層促進する。また、機構内での分野間や部門間の連携を高めるため柔軟かつ機動的な組織運営を行う。研究開発に関する業務運営については、海洋研究開発機構アドバイザリー・ボード（JAB；JAMSTEC Advisory Board）を本中長期目標期間に開催し、機構の取組について説明・議論を行い、国際的な視点から助言及び提言を受ける。さらに、業務運営全般について外部有識者との定期的な意見交換を実施し、政策及びマネジメントの視点から助言を受ける。

マネジメントの強化に向けて、理事長が作成したマニフェスト等を通じて機構方針の職員への浸透を図り、組織改革や事務部門の取組を強化してきた。シンクタンク機能の強化を目指し、令和4年度に設置された未来戦略課においては、最新の成果や適切な情報を機構外に打ち出すことを通じた政策決定のプロセスへの貢献、産業界への働きかけ等を通じた機構の社会における存在感や貢献の可視化、機構外からのフィードバックを通じた機構内外の情報や人材の循環促進を目的として事業を推進してきた。具体的には、国内外の機関へのヒアリング・訪問などを通じて収集・整理・分析した情報に基づき、国のAUV戦略に応じたAUVの新しい利活用のビジョンの検討、また執筆活動を行い、関連する情報を政策文書に反映させた。また、その過程において、賛助会をはじめとする産業界や、AUVの専門家等との関わりも深めており、執筆内容の公表により招待講演の依頼を受けるなどの成果も出ている。

また、重要検討課題である「深海探査機能」については、研究者、技術者で構成される検討ワーキンググループでの議論や、職員との意見交換会などを実施し、機構の方針決定に貢献した。これらの内容を、シンクタンク機能の一環として収集した国内外の動向と併せて文部科学省科学技術・学術審議会海洋開発分科会「深海探査システム委員会」で積極的に共有し、政策立案に資する取組を行った。

さらに、JAMSTEC Advisory Board においては、委員から得ら

正防止への対応、内部監査、研修、各種委員会の開催と並行して、客観的で信頼性の高い自己評価の実施、主務大臣評価結果の業務運営への反映・取組を機構全体で進めている。

理事長の強いリーダーシップの下、マネジメント及び内部統制の強化、組織及び諸規程等体制の整備、意思決定プロセスの明確化を実施し、安全保障輸出管理を含む経済安全保障対策、各種タスクフォースの設置、業務効率化等に取り組んできた。特に、経済安全保障対策という大きな課題の下、これまでリスクとして捉えられなかったリスクを再認識し、経営者の意思決定によるトップダウンで内部統制の構築を進め、機構全体で能動的にリスク対策に取り組むマネジメントへ深化している。

れた助言を踏まえ、次期中長期目標期間の目指すべき姿及びその実現に資する取組について検討を進めた。外部有識者からの助言・提言としては、経営諮問会議も本中長期計画期間中6回開催し、経営管理部門の取組や研究開発の展望と成果等について意見交換を行った。特に、令和6年2月の会議後は、提言を踏まえて令和7年度戦略会議の重要議題を設定するなど、マネジメントに反映した。こうした、情報発信を通じた機構への情報のフィードバックを通じて、機構のマネジメントと内部統制に貢献した。

第3期において、「ちきゅう」による南海掘削が目標としていたプレート境界断層への到達を断念したことを踏まえて令和元年度に開催した外部評価・助言委員会において、プロジェクトマネジメントの不足が指摘され、機構全体で適切な役割分担とその責任を明確にし、事前に意思決定方法を十分検討する必要があるとの助言を受領した。これを受けて令和4年度に、機構における重要プロジェクトの定義、プロジェクトの実施体制、プロジェクトマネージャが実施すべきマネジメントの内容、プロジェクトに対するガバナンス等を規定する「プロジェクトマネジメント規程」を制定し、令和5年度に施行した。施行後、令和7年度までの間に6件のプロジェクトに対して本規程を適用しており、このうち計画段階にあった「ちきゅう」による科学掘削航海2件については、理事長が委員長を務めるプロジェクト審査委員会においてプロジェクトマネージャが策定した「プロジェクト計画書」を基にステージゲート審査（予算などの機構が有するリソースとの適合状況やリスクマネジメントの状況等に関する審査）を行い、航海の実施を決定した。これら航海においては、プロジェクトの成功基準や変更マネジメントの手順等が役員と共有されていたことで、航海直前及び航海中に発生した突発的事象に対しても円滑かつ透明性が確保された計画変更を実現でき、過去の教訓を踏まえてプロジェクトのマネジメントを強化したことで、プロジェクトの円滑な実施及び成功に寄与した。また、令和5年度には、理事長が指定したプロジェクトについて定期的な進捗状況の確認やプロジェクト遂行段階で発生した諸課題へ適切な対応を検討するための「プロジェクト連絡会」を設置し、プロジェクトマネージャから理事長等への定期的な進捗報告、経営層との課題やリスク情報等の共有、必要に応じた経営層からの指導を行うことで適切な進捗管理に努めた。さらに、機構におけるプロジェクトマネジメント文化の醸成を目指して、令和5年度には全職員を対象にプロジェクトマネジメントの概要や必要性等を説明する研修、令和6

内部統制の強化については、更なる業務運営の効率化を図りつつ、組織及び業務における、意思決定プロセス及び責任と裁量権の明確化、コンプライアンスの徹底等を図る。その際、中長期目標の達成を阻害するリスクを把握し、その影響度等を勘案しつつ適切に対応を行う他、法令遵守等、内部統制の実効性を高めるため、日頃より職員の意識醸成を行う等の取組を継続する。また、内部統制システムが適正に運用されているか、内部監査等により点検を行い、必要に応じ見直すとともに組織運営に反映する。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は、研究活動行動規準等に従い、体制、責任者の明確化、教育の実施等、不正行為及び研究費の不正使用防止のために効果的な取組を推進する。さらに、複雑化する国際情勢下においても社会に対する要請に応えつつ、研究活動を安全に推進するため、経済安全保障対策などの政府の方針を踏まえ、重要情報の管理等のより一層の強化に取り組む。

年度には技術開発に携わる職員を対象にプロジェクトマネジメントに係る実践的手法を学ぶ研修を実施した。

不適切な調達事案の発生を発端として、研究領域の拡大や技術の高度化などの状況変化、各部署における「ローカルルール」の存在等、制度的・体制的なひずみが内部統制上の問題点であると認識し、内部統制の観点から修正を図った。

具体的な対応策として、予算執行責任者（部門長）を規程上に定義し、予算執行責任者が仕様内容を把握している自部署の者を監督員・検査員に指名するなど、契約履行の適正性確保を図るための抜本的なルール改正を行うとともに、教育研修や定期的な検証などの再発防止策を実施した。また、機構は高度かつ専門的な研究を実施していることから、そうした研究に使用する特殊な機器の製作等、開発要素を含む契約の在り方について検討会を設置し、要求部署による調達リスクマネジメントの徹底、予算執行プロセス監視の強化、プロジェクトマネジメント規程の制定などを提言した。このような様々な取組の進捗状況を点検するとともに、令和3年度に発生した情報セキュリティインシデントに対する再発防止策としての体制及び対策の強化について、COBIT (control objectives for information and related technology) の成熟度モデルを用いて内部統制の現状を評価し、達成レベルが向上していることを確認した（情報セキュリティリスクは COBIT の成熟度モデルにおいて、最高ランク5の「最適化」まで達したため、令和5年度をもってモニタリング終了。調達プロセス改善に関する取組も令和6年度にて終了）。

その他、職員の倫理意識醸成を図るため、「コンプライアンス行動規準」を見直し、「コンプライアンス行動規準」及び「調達ポリシー」の徹底を図るビデオメッセージを理事長から発信した。さらに、令和5年4月には理事長がマニフェストを策定し、長期ビジョンでのスローガンである「海洋・地球・生命・人類の統合的理解の推進と、社会との協創による地球の未来の創造」を実現する研究機関にするためのより具体的な方針を示した。また、理事長の運営方針の具体化・遂行を支える特別な体制として、理事長達にて各種タスクフォースを設置し（業務改革タスクフォース・STEAM 事業推進タスクフォース・WPI-AIMEC タスクフォース）、理事長のリーダーシップの下、マネジメント及び内部統制を強化している。さらに、明確な経営責任のもとで着実に業務を遂行するため、経営に関する重要事項等を審議する「経営会議」の設置に

向けた準備を進めた（令和7年4月設置）。経営に係る中長期的な基本方針及び戦略などについては全所的な議論をするため戦略会議に付議した後、改めて経営会議にて議論を尽くすなど、より一層の内部統制及びガバナンスの強化を図った。

リスクマネジメント

リスクを網羅的に把握し、客観的な評価と管理を行い、経営戦略に活用するため、機構のリスクを網羅する「想定リスク一覧表」を毎年更新した上で経営課題として取り組む優先対応リスクを想定リスク一覧表から選定し、組織的に対応した。近年では、研究インテグリティ・研究セキュリティに関するリスクや、技術の発展に伴い新たに生じるAI関連のリスクを想定リスク一覧表に追加している。

具体的な取組として、令和元年度に設置した若手・中堅職員からなるワーキンググループが「個々のリスクを取り上げるより、これらリスクの温床となり得る不健全な職場環境、組織風土としないよう、機構全体で時間をかけ取り組む」という課題認識の下に提案した「健全な職場環境・組織風土を阻害するリスク対策」を優先対応リスクに掲げ、組織横断的な解決を目指して各部署が対策に取り組んだ。（ワーキンググループからの提案課題：①ハラスメント対策の強化（安全/自由な発言環境づくり）、②内部ポータルサイトの改修（情報の整理/共有）、③管理職級のマネジメント強化（業務改善の人的余力不足）、（①②は対応済み、③は優先対応リスクの人事関連リスクに統合））。令和3年度には、令和2年に実施した全役職員対象のリスク識別アンケート調査の結果をもとに想定リスク一覧表を更新し、リスクマネジメント推進担当者による評価を実施して、①人事関連リスク、②施設・設備関連リスク、③情報セキュリティ関連リスク、④経済安全保障リスクの4件を新たに優先対応リスクとして選定した。選定された優先対応リスクについては、部門横断的な協力体制でリスク低減に向けた取組を開始した（令和5年度に⑤プロジェクトマネジメントリスクを追加）。これらの実施・対策状況を内部統制の評価手法であるCOBITのフレームワークに当てはめ、リスク管理・内部統制委員会において継続的なモニタリングを実施することで、改善につなげている（②施設・設備関連リスク、③情報セキュリティ関連リスク、⑤プロジェクトマネジメントリスクは、効果的な対応策の実施に加え、継続的な統制・改善の基盤を確立できていることを確認し、モニタリングを終了している）。

経済安全保障対策

「研究活動の国際化、オープン化に伴う新たなリスクに対する研究インテグリティの確保に係る対応方針について（令和3年4月27日 統合イノベーション戦略推進会議決定）」「大学及び公的研究機関における研究インテグリティの確保について（依頼）（令和3年4月27日3文科科第70）」が発出された令和3年度には、機構全体で組織的な対応を行うべく経済安全保障関連リスクを優先対応リスクに選定し、令和4年4月に経済安全保障対策推進室を時限的に設置し、部門間協力をより強固にしながら、研究インテグリティの確保・安全保障輸出管理に対する組織横断的な検討と取組を行った（重要技術（モノ）の管理、人的情報（ヒト）の管理、業務文書等（情報）の管理（統合文書管理基盤（Box））の導入）。

具体的な取組として、安全保障輸出管理上の規制貨物（先端技術）の全所的把握、みなし輸出及び研究インテグリティに関する全役職員を対象とした自己申告、研究記録を含む研究成果物の管理規程の整備等を具体化・実装した。

令和6年4月には経済安全保障等の対策推進の総括等を担う研究インテグリティ・コンプライアンス室を新たに立ち上げ、職員向けの研修・説明会の実施、関係部署間の定期会合、入退構管理の厳格化、視察・見学時の対応方針の決定、招聘職員の廃止（必要に応じてクロスアポイントメントや客員研究員、アドバイザー等に振り分け）、外来研究員制度等の見直し、採用や受入等の誓約書の見直しなど、各部署が協力関係を保ちながら、機構全体でより一層の対策強化を図っている。これらの取組については、リスク管理・内部統制委員会において継続的なモニタリングと審議を実施している。

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

「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン（平成26年8月26日文部科学大臣決定）」に基づき、研究不正を抑止し、機構の研究活動における誠実性、客観性及び透明性の確保に資する環境整備を推進するため「研究倫理教育計画」を策定し、e-learning教材を活用した研究倫理教育を実施した。

文部科学省策定の「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」に基づく研究費不正使用防止のコンプライアンス教育を実施した。また、毎年「コンプライアンス教

業務の実施に際しては、下記の自己評価や、主務大臣評価の結果を業務運営にフィードバックすることで PDCA サイクルを循環させ、業務運営の改善に反映させるよう努めるとともに、上記の取組等を総合的に勘案し、合理的・効率的な資源配分を行う。 これらの取組を推進することにより、中長期目標達成のための適切なマネジメントを実現する。 （２）評価 中長期目標等に即して、「法人としての研究開発成果の最大化」、「法人としての適正、効果的かつ効率的な業務運営の確保」の面から、自ら評価を実施する。その際、国の研究開発評価に関する大綱的	育・啓発活動実施計画」を作成し、コンプライアンス教育の継続と受講を徹底するなど、理解促進と知識定着を目指した取組を実施・報告した。さらに、令和６年度第１回リスク管理・内部統制委員会において研究費不正防止計画に係る取組状況のモニタリング結果を報告するとともに、監事の意見や他法人との比較情報を基に役員・部門長・部長による議論を開始した。 内部監査の実施 機構の業務実態を正確に把握し、業務の適正かつ効率的な運営を確保するため、書面監査、聞き取り調査及び実地監査等により内部監査を実施した。「競争的研究費等」については「研究機関における公的研究費の管理・監査ガイドライン（実施基準）」等に基づく不正防止の観点から監査を実施した。書面監査に加え、納品後物品の実地監査、取引先との帳簿突合を実施するなどし、不正の発生が懸念されるリスクに対して重点的にサンプルを抽出し、リスクアプローチ監査を実施した。 中長期計画や年度計画を基に、合理的な資源配分を行うための業務計画を策定し、これに基づき適切に資金配分を行い、業務を執行した。特に令和２年度及び令和３年度には新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言に基づく事業活動の縮小の影響、令和４年度には電気代高騰の影響の実態把握に努め、適切な予算配分となるよう見直し、再配分等の調整を行った。 また、本中長期目標期間の新たな取組として、主務大臣評価の結果を機構内の業務計画編成に反映させる枠組みや、主務大臣評価で高い評価（Ｓ）を得た研究開発部門に対して翌々年度の実行予算の配分を重点化する仕組みを構築、運用した。 （上述内容に包含） 理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、自己評価会議を実施し、各年度及び中間期間における実績を業務実績等報告書として主務大臣へ提出するとともに、公表した。また、業務実績の評価結果については、機構内において広く周知するとともに、フォローアップを実施した。	理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、自己評価会議を実施し、各年度及び中間期間における実績を業務実績等報告書として主務大臣へ提出するとともに、公表した。また、業務実績の評価結果については、機構内において広く周知するとと
---	--	---

指針（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）、独立行政法人通則法等の政府方針等を踏まえ、適切な時期に評価を実施し、結果を公表する。

自己評価に当たっては参考となる指標や外部評価等を取り入れ、客観的で信頼性の高いものとするよう留意する。

また、本中長期目標期間半ばに中間評価を行い、その結果を業務運営に反映させる。

【評価の視点】

- 理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能の強化が図られているか。
- 内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。

【関連指標】

（主な指標）

- ・ 外部有識者との業務運営全般に係る意見交換の実施状況及び得られた助言等の業務運営への反映状況
- ・ 国の政策や国内外の様々な動向を踏まえつつ策定した経営方針を機構内に浸透させるための取組状況
- ・ 組織マネジメント上の諸問題に対応した抜本的改革や再発防止措置への取組状況
- ・ 改革・再発防止措置による効果や副作用についての点検状況、点検結果に基づく対策の見直し・業務改善実績
- ・ リスク管理の徹底に向けた取組状況（リスク評価の実施状況、当該リスク評価に基づく低減策の検討状況等）
- ・ 研究不正、研究費不正の防止に向けた取組状況
- ・ 指標を活用した業務の進捗状況の把握

客観的な自己評価となるよう、モニタリング指標等で定量的数値を用いているほか、各部門において評価助言委員会を開催する等、これまでの成果・実績や今後の運営等に対して外部有識者の意見を積極的に聴取し、客観的かつ公正な評価の実施に努めた。また、論文数については、クラリベイト・アナリティクス社が提供するオンライン学術データベース「Web of Science」の登録データにより集計している。標準的な基準で抽出されたデータを用いて評価しており、他機関との比較等も可能になっている。

もに、フォローアップを実施した。客観的な自己評価となるよう、各種指標などを活用するとともに、必要に応じ外部有識者からの評価を受ける機会を設けている。

- ・自己評価及び大臣評価結果の業務運営への反映状況 等

2. 業務の合理化・効率化

(1) 合理的かつ効率的な業務運営の推進

研究開発力及び安全を損なわないよう

補助評定：B

本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされ、中長期目標や中長期計画の達成が見込まれることから、自己評価を「B」とする。根拠は以下のとおり。

【評価の視点：管理部門の組織の見直し、調達の合理化、業務の電子化等に取り組むことにより、業務運営の合理化・効率化が図られているか。】

コロナ禍を契機として業務改革を推進し、事業縮小方針の策定、テレワーク導入、各種業務の電子化・オンライン化に取り組み、大幅な業務の電子化・簡素化を果たした。また、業務改革タスクフォースを設置し、会議・委員会の統廃合や運営の簡略化、「事務業務のガイドライン」の作成・展開にも取り組んだ。さらに、DX 推進のための講座及びワークショップを開催し、企画立案した5テーマのうち3テーマについて令和6年度に概念実証（PoC）を開始した。加えて、内部ポータルサイトの刷新やストレージの Box への統一を行い、情報集約とユーザビリティの向上、セキュリティ強化と多様なアクセスの対応を果たすとともに、集約された所内情報を将来的に生成 AI の学習情報源として活用することも可能になった。

これらの多岐にわたる取組の結果、事務業務を中心に機構全体の着実な業務改善が実現し、コロナ禍という未曾有の事態にあっても、影響を最小限に押さえて業務を継続したと言える。また、今後一連の取組を機構内に深く定着させ、更に効率的な運用を目指す業務改革を推進する体制整備を行った。

第4期中長期目標期間、特にコロナ禍という未曾

これまでは組織の拡大路線に伴い、過去からの業務が整理され

配慮した上で、意思決定の迅速化、業務の電子化、人材の適正配置等を通じた業務の合理化・効率化に機構を挙げて取り組むことで、機構の業務を効率的に実施する。

ないまま積み重なってしまっている状況があった。そうした中で迎えたコロナ禍は、奇しくも、こうした長年見過ごされてきた非効率な部分を実際の問題として露呈させる契機となった。第4期長期計画の特に前半はこの状況を踏まえ、新型コロナウイルス感染症への対応として事業活動の縮小を余儀なくされた一方で、これを業務全体を見直す好機と捉え、集中的に改革に取り組んできた。

具体的には、コロナ禍において必要最低限の事業活動で機構のパフォーマンスを最大限発揮するため、事業縮小基本方針の策定、テレワークの本格導入による出勤者抑制、オンラインでの緊急対策本部立ち上げ、経理処理や文書処理の電子化、会議のオンライン化などを断行した。これらは単なる感染対策にとどまらず、コロナ禍で浮き彫りになった非効率な業務プロセスを洗い出し、抜本的な効率化を図るとともに、コロナ後も見据えて改革を定着させることを目指したものである。その結果、業務の大幅な電子化・簡素化の進展を果たすことができた。

最も使用量の多い A4 サイズのコピー用紙の購入枚数については、第3期中期計画の最終年度である平成30年度の4,320,000枚に比べ、令和6年度は1,527,500枚と半分以下に抑えて大幅減を達成することができた。令和元年度の消費税率の引き上げや、断続的な単価値上がりにもかかわらず、購入金額は、第3期の最終年度である平成30年度の2,118,182円に比べて、令和6年度は1,137,675円であり、約100万円のコストダウンを実現した。また、電気や燃料の使用量減による大幅なCO₂削減を達成したことで事業者クラス分け評価制度においては、直近3年間S評価を獲得している。

これらの対応と並行して、機構全体のDX化も強力に推進した。業務改革タスクフォースを設置し、会議・委員会の統廃合及び運営簡略化を行うとともに、事務業務全般の合理化・効率化及び時間削減のための推奨事項を示した「事務業務のガイドライン」を作成・展開するなど、従来は散在しがちだった業務の統合と効率化を両輪で進めた。令和5年度に行ったフォローアップアンケートにおいて、アンケートに回答した職員のうち7割以上が業務のスピードアップを実感している。令和6年度に行ったフォローアップアンケートにおいてもアンケートに回答した職員のうち7割以上が「事務業務のガイドライン」の推奨事項を実践しており、効率化を実感している。また、機構内のリテラシー向上のため、令和5年度にDXリテラシー講座・施策立案ワークショップを開催した。DXリテラシー講座には部署・役職・勤務地を問わず全所から希望者70名が参加し、DX施策立案ワークショップには、講座において実装可能性の高いアイデア企画を提案した者が23名参

有の事態を契機として、機構の持続的発展に向けた業務改革を推進した。まず、組織拡大の中で長年見過ごされてきた業務の非効率性を改善するため、事業縮小方針の策定、テレワーク導入、各種業務の電子化・オンライン化に取り組み、大幅な業務の電子化・簡素化を果たした。A4サイズのコピー用紙の購入枚数は第3期の最終年度である平成30年度に比べ、令和6年度は半分以下となっている。また、電気や燃料の使用量減による大幅なCO₂削減を達成したことで事業者クラス分け評価制度においては直近3年間S評価を獲得している。

また、理事長のリーダーシップの下、業務改革タスクフォースを設置し、会議・委員会の統廃合や運営簡略化を行うとともに、「事務業務のガイドライン」を作成・展開した。令和5年度に実施したフォローアップアンケートでは回答した職員の7割以上が業務のスピードアップを実感している。さらに、DX推進のため令和5年度にはDXリテラシー講座・施策立案ワークショップを開催し、企画立案された5テーマのうち3テーマについて令和6年度にPoC（概念実証）を開始した。

加えて、内部ポータルサイトの刷新や当サイトのストレージのBoxへの統一を行い、情報集約とユーザビリティの向上、セキュリティ強化と多様なアクセスの対応を果たした。これにより、集約された所内情報を将来的に生成AIの学習情報源として活用することも可能になった。

これらの多岐にわたる取組の結果、事務業務を中心に機構全体の着実な業務改善が実現し、コロナ禍という未曾有の事態にあっても、影響を最小限に押さえて業務を継続したと言える。また、今後一連の取組を機構内に深く定着させ、更に効率的な運用を目指す業務改革を推進する体制整備を行った。

運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの及び拡充されるもの並びに法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、平成 30 年度を基準として、一般管理費（人件費及び公租公課を除く。）については毎年度平均で前年度比 3 % 以上、その他の事業費（人件費及び公租公課を除く。）については毎年度平均で前年度比 1 % 以上の効率化を図る。新規に追加されるもの及び拡充されるものは翌年度から効率化を図るものとする。

これらを通じ、政策や社会的ニーズに応じた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。

加し、5つの企画立案を行った。うち3テーマ（①生成 AI 活用した職員のための対話型相談窓口（内部用のチャットボット）の導入、②人事系の応募資料の自動作成ツールの構築、③RFID（電子タグ）による機構資産（研究機材）の管理システムの構築）については令和 6 年度から PoC（概念実証）を開始している。職員の意識改革とスキル向上を図るとともに、新たなアプリケーション開発にも着手することができた。

情報共有基盤としては、ローカルウェブに替わる内部ポータルサイトをローコードシステムで導入し、情報集約とユーザビリティ向上を実現した。また、統合文書管理基盤として Box へのストレージ統一を完了させ、セキュリティ強化と多様なアクセスへの対応を果たした。これにより、集約された所内情報を将来的に生成 AI の学習情報源として活用することも可能となった。

これらの多岐にわたる取組の結果、事務業務を中心に機構全体で着実な業務改善が実現し、コロナ禍という未曾有の事態にあっても、その影響を最小限に抑え、研究成果を継続的に創出することができた。業務効率化の効果は具体的な数値としても現れており、改革の成果が明確になりつつある。今後は業務改革タスクフォースを発展的に解消し、業務改革推進本部を新たに立ち上げ（令和 7 年 6 月設置）、一連の取組を機構内に深く定着させるとともに、更に効率的な運用を目指して、生産性の向上、人員配置及び組織設計、PMO（ポートフォリオマネジメント）機能の 3 本柱で業務改革を推進していく予定である。

一般管理費については、平成 30 年度から令和元年度にかけての削減率 5.03 % ・令和元年度から令和 2 年度にかけての削減率 2.33 % ・令和 2 年度から令和 3 年度にかけての削減率 2.81 % ・令和 3 年度から令和 4 年度にかけての削減率 3.44 % ・令和 4 年度から令和 5 年度にかけての削減率 2.74 % ・令和 5 年度から令和 6 年度にかけての削減率 2.92 % であり、平均して 3.21 % の削減を達成している。令和 6 年度から令和 7 年度にかけても同様に削減を行う見込みである。

その他の事業費についても、毎年度 1 % 以上の効率化を達成している。

国立研究開発法人として我が国及び世界の持続的な発展や様々な社会課題の解決に貢献し研究成果を社会実装することを目指して、競争的資金の獲得を狙う大型研究プロジェクトの計画立案や

なお、人件費の適正化については、次号において取り組むものとする

(2) 給与水準の適正化
給与水準については、政府の方針を踏まえ、役職員給与の在り方について検証した上で、国家公務員の給与水準や業務の特殊性を踏まえ、組織全体として適正な水準を維持することとし、その範囲内で国内外の優れた研究者等を確保するために弾力的な給与を設定する。

また、検証結果や取り組み状況を公表するとともに、国民に対して理解が得られるよう説明に努める。

(3) 契約の適正化
研究開発成果の最大化を念頭に、「独立

体制整備、各施策のビジョンや要件等の情報収集の強化に取り組んだ。その結果、内閣府の依頼を受けて令和4年度には第3期の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の海洋領域における課題候補のフィージビリティスタディを実施し、令和5年度からの正式課題「海洋安全保障プラットフォームの構築」の研究推進法人に採択されるとともに、令和5年度には経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）「無人機技術を用いた効率的かつ機動的な自律型無人探査機（AUV）による海洋観測・調査システムの構築」及び「先端センシング技術を用いた海面から海底に至る海洋の鉛直断面の常時継続的な観測・調査・モニタリングシステムの開発」の研究代表機関にも採択された。また、令和7年度には、研究開発と Society 5.0 との橋渡しプログラム（BRIDGE）の研究開発課題として、「環境負荷の小さい純国産ハイブリッド3次元海洋電磁探査技術の開発と社会実装」及び「海洋プラスチック問題に対応するためのハイパースペクトル技術・AI・コーヒーマシンを融合させたマイクロプラスチック自動分析システムの確立と社会実装に向けた調査研究」が採択された。

毎年の人事院勧告及び「一般職の職員の給与に関する法律等の一部を改正する法律」を踏まえた見直し事項について適切に対応した。また、適正水準の範囲内で国内外の優れた研究者等を確保するため柔軟な給与設定を行った。

毎年度検証結果や取組状況について適切に公表した。

ラスパイレス指数		
	事務・技術職員	研究職員
令和元年度	110.3	97.8
令和2年度	108.7	95.0
令和3年度	109.0	96.0
令和4年度	109.0	95.2
令和5年度	108.6	94.4
令和6年度	108.4	93.1

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」

中期目標期間を通して、給与水準については毎年の人事院勧告を及び法律を踏まえ、適正な給与水準の維持を図り、研究者等の給与水準設定にも配慮した。

契約の適正化については、「独立行政法人におけ

行政法人における調達等の合理化の取り組みの推進について」(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき、研究開発業務の特性を踏まえ、調達に関するガバナンスを徹底し、PDCA サイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に、調達等の合理化の取組を行う。

(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき策定した令和元年度から令和 6 年度の各調達等合理化計画について、下記の取組を行った。

随意契約の適正化に関する取組として、概算見込額が随契限度額を超える案件について経理部職員で構成する契約審査チームで審査を行った。また、概算見込額が 3,000 万円を超える案件については、機構内の管理職職員で構成する契約審査委員会において、競争性のない随意契約によらざるを得ない調達であるかの審査を実施した。

一者応札・応募の低減に向けた取組として、すべての入札案件について入札説明書の電子交付を実施するとともに、遠隔地の事業者への入札機会の確保や入札参加者の移動・時間コストの低減のため、令和元年度に郵便入札制度を導入した。また、令和 5 年度からは電子入札システムの運用を開始し、遠隔地の事業者への更なる入札機会の確保、同時刻での複数案件の開札等のための環境を構築した。

調達情報の発信については、公告後の参加候補者への声掛け、専門紙での工事入札情報の掲載、調達情報メールマガジンの配信及び機構ウェブサイトでの年間調達予定情報の掲載を継続して実施した。

参入機会の確保に向けた仕様書等の見直しについては、横浜研究所の建築・設備等管理業務等を対象に令和 2 年度において仕様要件の見直し、公告期間の延長、技術審査資料の作成期間の延長、業務引継ぎ期間を考慮した入札日の設定等を行い、複数者の応札による競争的な環境を実現した。また、要求部署より提出された予算執行請求書に添付される仕様書等の記載内容を継続して確認し、調達に必要な情報が過不足なく記載されているか、分かりやすい内容であるかといった点をチェックし適宜修正の提案等を行った。さらに、多くの事業者にとって休日となるゴールデンウィーク期間、夏季及び年末年始を入札公告期間、書類作成期間、入札日等に設定しないこととし、公平性等の確保に努めた。

船舶等運航委託業務の改善については、調達における競争性の確保、調達プロセスにおける公正性及び透明性の確保並びに該当契約における機構のガバナンスの強化の観点から改善を図ることを目的に設置した船舶運航委託契約改善実行委員会を令和 2 年 8 月、令和 3 年 4 月、10 月及び令和 5 年 12 月に開催し、平成 30 年 3 月の第 1 回委員会から行った審議・点検の結果をまとめた報告書を作成し令和 6 年 3 月に公表した。また、審議・点検の結果を適時反映し改善するとともに、当該報告書に基づき、次期中長期目標期間における船舶等の運航等に係る諸契約の調達手続きを開始した。

る調達等合理化計画の取組の推進について」(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき策定した令和元年度から令和 6 年度の各調達等合理化計画を実施し、調達等に係る業務の合理化、効率化等の取組を着実に推進・実行した。また、調達に係る契約にお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こととし、随意契約による場合は、公正性・透明性を高めるためその結果を随時公表した。

北極域研究船「みらいⅡ」の建造に係る調達については、令和3年度に仕様書原案に対する意見招請の実施、長期の公告期間の確保等による公平性・透明性のある調達手続きを実施した。また、艀装員派遣及び運航業務について、船舶運航委託契約改善実行委員会の審議内容を踏まえた調達手続きを令和4年度に実施し、複数社の参加による競争性のある手続きを実現した。

辞退届については、各年度に集計を行い一者応札・応募となった要因及び辞退理由の傾向分析を行い、次年度の調達手続きにおいて仕様要件の見直し、記載内容の明確化、公告等手続きの前倒し、複数年契約化等の検討・調整を行った。

契約金額の引き下げや事務の合理化等に向けた契約の分割、統合、複数年契約化等による契約内容・契約形態の見直しについては、各船舶及び各事業所で実施する海洋観測・試料分析・データ品質管理等に係る科学支援業務を対象に令和2年度に検討・調整を行い、各船舶の科学支援業務に係る契約を統合するとともに、横浜研究所及び GODAC における各科学支援業務をそれぞれ別個の契約として分割した。また、令和5年度には、全拠点で利用する機構内ネットワーク機器の賃借及び同ネットワークのセキュリティ監視支援業務を対象に、競争の導入による公共サービスの改革に関する法律（平成18年法律第51号）に基づく民間競争入札（市場化テスト）として、調達規模を見直した上でネットワーク機器の賃借とセキュリティ監視支援業務とに分割した調達を実施した。

共同調達の推進については、横須賀本部、横浜研究所及び東京事務所で使用する複写機用紙及びプリンタ用紙の調達を対象に、国立研究開発法人水産研究・教育機構との2機関での共同調達を継続して実施するとともに、令和5年度には独立行政法人国立特別支援教育総合研究所との3機関での共同調達に関する協定書を締結し、令和6年度の契約から当該3機関での共同調達を実施した。また、高知コア研究所においてガソリン等の調達に関し国立大学法人高知大学との共同調達を継続して実施した。

一括調達等の推進については、サブスクリプション方式によるグラフィックデザインソフト等のライセンス利用を対象に、スケールメリットの享受と競争性の確保を目的として令和2年度に機構全体での共通IDへの統合・管理集約を行い、令和3年度より一括調達を実施した。また、契約事務の効率化等を目的としてネット調達システムを継続して運用し、事務用品、機器部品、研究試薬等を対象に要求部署での発注を可能とすることで、掲載価格での取引による見積入手の手間の軽減、手続き短縮による発注期間及び納品期間の短縮、事業者の大量仕入れによる調達価格の引き下げ、事業者との直接的な接点の解消による不正防止の推進等を

行った。

公平性・透明性を確保しつつ合理的な調達を可能とするための契約等に係る仕組みの見直しについては、民法改正に応じた標準契約書等における契約不適合責任制度の導入、消滅時効の改正等を令和元年度に行った。また、令和３年度には開発要素を含む調達案件に対応した随意契約の適合事由を関連諸規程に加える改正を行い、令和４年度には予算執行責任者によるリスクマネジメント実施に係る考え方やプロセスを定めた実施要領を策定した。

随意契約に関する内部統制の確立については、前述の契約審査チーム及び契約審査委員会による審査体制の維持に加え、随意契約限度額以上で随意契約を締結したすべての案件に対し、契約の事後に契約監視委員長の点検を実施した。

研究開発法人の特性を踏まえた調達に関するガバナンスの徹底については、令和２年度に検討会を設置しリスク対応への在り方等に関する改善策を取りまとめ、これに基づき令和３年度及び令和４年度に前述の随意契約の適合事由追加及びリスクマネジメント実施要領の策定を行ったほか、令和４年度より、概算見込額１,０００万円を超える物品の製造案件について要求部署におけるリスクチェック内容の確認を含む仕様書等の審査を実施した。

不祥事の発生の未然防止のため、機構役職員が遵守し着実に取り組むべき事項や姿勢を定めた調達ポリシーを令和２年度に策定し機構ウェブサイトで公表した。また、各種業務マニュアル等に基づき検査員等の業務実施状況に関する定常的な確認・点検を行うとともに、関連する業務マニュアル等を対象に継続的な見直し・改正を実施した。さらに、調達担当者の外部講座受講により契約実務に必要な知見の習得を行ったほか、研究不正の倫理教育を機構全体で継続して実施し、研究費不正利用の防止に係る理解及び意識の向上に努めた。

以上の調達等合理化計画の実施のほか、「公共調達の適正化について」（平成１８年８月２５日付財計第２０１７号）に基づき、競争入札及び随意契約に係る情報について、機構ウェブサイトにおいて随時公表を行った。

また、内部監査及び契約監視委員会により、契約業務の点検を受けることで、公正性及び透明性を確保する。

随契限度額を超える随意契約案件及び契約金額１億円を超える契約案件について、事後点検として内部監査において全数監査を受けた。また、令和元年度から令和５年度の各調達等合理化計画の自己評価を踏まえ、令和２年度から令和６年度の各調達等合理化計画を作成し、監事及び外部有識者で構成される契約監視委員会で点検を受けた。さらに、同委員会により随契限度額を超える全ての案件について事後点検を受け、手続きの公正性及び透明性の確保に努めた。なお、指摘された事項については適宜対応し改

【評価の視点】 ○管理部門の組織の見直し、調達合理化、業務の電子化等に取り組むことにより、業務運営の合理化・効率化が図られているか。 【関連指標】 （主な定量的指標） ・一般管理費の削減率（数値目標：毎年度平均で前年度比３％以上） ・その他の事業費の削減率（数値目標：毎年度平均で前年度比１％以上） （その他の指標） ・給与水準の適正化のための取組状況 ・給与水準の検証結果 ・調達等合理化計画に基づく取組状況 ・内部監査や契約監視委員会による点検・見直しの状況 等	善を図った。	
--	---------------	--

【Ⅲ】					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					【評定】 B																																																																																																																																																																																																									
【中長期目標】 機構は、予算の効率的な執行による経費の削減に努めるとともに、受託収入、特許実施料収入、施設・設備の使用料収入等の自己収入や競争的資金等の外部資金の確保、増加、活用等に努める。 独立行政法人会計基準の改訂等を踏まえ、運営費交付金の会計処理として、引き続き、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する。 運営費交付金の債務残高についても勘案しつつ予算を計画的に執行するものとする。必要性がなくなったと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進めるものとする。										見込評価				期間評価																																																																																																																																																																																																					
										B				—																																																																																																																																																																																																					
										FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7																																																																																																																																																																																																			
										B	B	B	B	B	B																																																																																																																																																																																																				
中長期計画・評価軸等					業務実績					評価コメント																																																																																																																																																																																																									
1. 予算、収支計画、資金計画 （1）予算（中長期計画の予算） 平成31年度～令和7年度予算 （単位：百万円）					平成31年度～令和7年度決算見込 （単位：百万円）					評定：B 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていることから、自己評価を「B」とする。 予算の適切かつ効率的な執行状況 『予算』 期中、定期的に執行状況を役員に報告するなどして、適切に管理・執行を行った。 『収支計画』 当期総利益は通常の業務運営により生じたものであり、法人の業務運営に問題等はない。 当期総利益を含む利益剰余金は独立行政法人会計基準に基づき会計処理を行った結果生じたものである。したがって、損益の発生要因は適切である。 運営費交付金債務と業務運営との関係について適切な分析が行われており、業務達成基準による運営費交付金の収益化が適切に行われている。 『資金計画』 滞留資金について適切に精査されている。なお、運営費交付金債務と欠損金等の相殺により発生した滞留資金は																																																																																																																																																																																																									
<table><tr><th>区分</th><th>研究開発</th><th>中核的機関形成</th><th>法人共通</th><th>合計</th></tr><tr><td>収入</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>運営費交付金</td><td>124,568</td><td>87,643</td><td>5,814</td><td>218,026</td></tr><tr><td>施設費補助金</td><td>27,985</td><td>0</td><td>0</td><td>27,985</td></tr><tr><td>補助金収入</td><td>3,805</td><td>0</td><td>0</td><td>3,805</td></tr><tr><td>事業等収入</td><td>5,677</td><td>3,994</td><td>271</td><td>9,942</td></tr><tr><td>受託収入</td><td>12,129</td><td>0</td><td>0</td><td>12,129</td></tr><tr><td>計</td><td>174,164</td><td>91,638</td><td>6,085</td><td>271,886</td></tr><tr><td>支出</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>一般管理費</td><td>0</td><td>0</td><td>6,085</td><td>6,085</td></tr><tr><td>（公租公課を除いた一般管理費）</td><td>0</td><td>0</td><td>5,641</td><td>5,641</td></tr><tr><td>うち、人件費（管理系）</td><td>0</td><td>0</td><td>3,124</td><td>3,124</td></tr><tr><td>物件費</td><td>0</td><td>0</td><td>2,517</td><td>2,517</td></tr><tr><td>公租公課</td><td>0</td><td>0</td><td>444</td><td>444</td></tr><tr><td>業務経費</td><td>130,245</td><td>91,638</td><td>0</td><td>221,883</td></tr><tr><td>（公租公課を除いた業務経費）</td><td>128,876</td><td>90,675</td><td>0</td><td>219,551</td></tr><tr><td>うち、人件費（事業系）</td><td>9,852</td><td>6,931</td><td>0</td><td>16,783</td></tr><tr><td>物件費</td><td>119,025</td><td>83,743</td><td>0</td><td>202,768</td></tr><tr><td>公租公課</td><td>1,369</td><td>963</td><td>0</td><td>2,332</td></tr><tr><td>施設費</td><td>27,985</td><td>0</td><td>0</td><td>27,985</td></tr><tr><td>補助金事業</td><td>3,805</td><td>0</td><td>0</td><td>3,805</td></tr><tr><td>受託経費</td><td>12,129</td><td>0</td><td>0</td><td>12,129</td></tr></table>					区分	研究開発	中核的機関形成	法人共通	合計	収入					運営費交付金	124,568	87,643	5,814	218,026	施設費補助金	27,985	0	0	27,985	補助金収入	3,805	0	0	3,805	事業等収入	5,677	3,994	271	9,942	受託収入	12,129	0	0	12,129	計	174,164	91,638	6,085	271,886	支出					一般管理費	0	0	6,085	6,085	（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	5,641	5,641	うち、人件費（管理系）	0	0	3,124	3,124	物件費	0	0	2,517	2,517	公租公課	0	0	444	444	業務経費	130,245	91,638	0	221,883	（公租公課を除いた業務経費）	128,876	90,675	0	219,551	うち、人件費（事業系）	9,852	6,931	0	16,783	物件費	119,025	83,743	0	202,768	公租公課	1,369	963	0	2,332	施設費	27,985	0	0	27,985	補助金事業	3,805	0	0	3,805	受託経費	12,129	0	0	12,129	<table><tr><th>区分</th><th>研究開発</th><th>中核的機関形成</th><th>法人共通</th><th>合計</th></tr><tr><td>収入</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>運営費交付金</td><td>203,782</td><td>41,138</td><td>5,878</td><td>250,798</td></tr><tr><td>施設費補助金</td><td>34,018</td><td>5,313</td><td>0</td><td>39,331</td></tr><tr><td>補助金収入</td><td>5,391</td><td>4,636</td><td>0</td><td>10,027</td></tr><tr><td>事業等収入</td><td>4,122</td><td>1,908</td><td>2,216</td><td>8,246</td></tr><tr><td>受託収入</td><td>19,645</td><td>8,106</td><td>0</td><td>27,751</td></tr><tr><td>計</td><td>266,958</td><td>61,101</td><td>8,094</td><td>336,153</td></tr><tr><td>支出</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>一般管理費</td><td>0</td><td>0</td><td>7,889</td><td>7,889</td></tr><tr><td>（公租公課を除いた一般管理費）</td><td>0</td><td>0</td><td>6,886</td><td>6,886</td></tr><tr><td>うち、人件費（管理系）</td><td>0</td><td>0</td><td>4,385</td><td>4,385</td></tr><tr><td>物件費</td><td>0</td><td>0</td><td>2,501</td><td>2,501</td></tr><tr><td>公租公課</td><td>0</td><td>0</td><td>1,003</td><td>1,003</td></tr><tr><td>業務経費</td><td>205,322</td><td>40,478</td><td>0</td><td>245,800</td></tr><tr><td>（公租公課を除いた業務経費）</td><td>203,635</td><td>40,132</td><td>0</td><td>243,767</td></tr><tr><td>うち、人件費（事業系）</td><td>29,724</td><td>8,046</td><td>0</td><td>37,770</td></tr></table>					区分	研究開発	中核的機関形成	法人共通	合計	収入					運営費交付金	203,782	41,138	5,878	250,798	施設費補助金	34,018	5,313	0	39,331	補助金収入	5,391	4,636	0	10,027	事業等収入	4,122	1,908	2,216	8,246	受託収入	19,645	8,106	0	27,751	計	266,958	61,101	8,094	336,153	支出					一般管理費	0	0	7,889	7,889	（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	6,886	6,886	うち、人件費（管理系）	0	0	4,385	4,385	物件費	0	0	2,501	2,501	公租公課	0	0	1,003	1,003	業務経費	205,322	40,478	0	245,800	（公租公課を除いた業務経費）	203,635	40,132	0	243,767	うち、人件費（事業系）	29,724	8,046	0	37,770							
区分	研究開発	中核的機関形成	法人共通	合計																																																																																																																																																																																																															
収入																																																																																																																																																																																																																			
運営費交付金	124,568	87,643	5,814	218,026																																																																																																																																																																																																															
施設費補助金	27,985	0	0	27,985																																																																																																																																																																																																															
補助金収入	3,805	0	0	3,805																																																																																																																																																																																																															
事業等収入	5,677	3,994	271	9,942																																																																																																																																																																																																															
受託収入	12,129	0	0	12,129																																																																																																																																																																																																															
計	174,164	91,638	6,085	271,886																																																																																																																																																																																																															
支出																																																																																																																																																																																																																			
一般管理費	0	0	6,085	6,085																																																																																																																																																																																																															
（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	5,641	5,641																																																																																																																																																																																																															
うち、人件費（管理系）	0	0	3,124	3,124																																																																																																																																																																																																															
物件費	0	0	2,517	2,517																																																																																																																																																																																																															
公租公課	0	0	444	444																																																																																																																																																																																																															
業務経費	130,245	91,638	0	221,883																																																																																																																																																																																																															
（公租公課を除いた業務経費）	128,876	90,675	0	219,551																																																																																																																																																																																																															
うち、人件費（事業系）	9,852	6,931	0	16,783																																																																																																																																																																																																															
物件費	119,025	83,743	0	202,768																																																																																																																																																																																																															
公租公課	1,369	963	0	2,332																																																																																																																																																																																																															
施設費	27,985	0	0	27,985																																																																																																																																																																																																															
補助金事業	3,805	0	0	3,805																																																																																																																																																																																																															
受託経費	12,129	0	0	12,129																																																																																																																																																																																																															
区分	研究開発	中核的機関形成	法人共通	合計																																																																																																																																																																																																															
収入																																																																																																																																																																																																																			
運営費交付金	203,782	41,138	5,878	250,798																																																																																																																																																																																																															
施設費補助金	34,018	5,313	0	39,331																																																																																																																																																																																																															
補助金収入	5,391	4,636	0	10,027																																																																																																																																																																																																															
事業等収入	4,122	1,908	2,216	8,246																																																																																																																																																																																																															
受託収入	19,645	8,106	0	27,751																																																																																																																																																																																																															
計	266,958	61,101	8,094	336,153																																																																																																																																																																																																															
支出																																																																																																																																																																																																																			
一般管理費	0	0	7,889	7,889																																																																																																																																																																																																															
（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	6,886	6,886																																																																																																																																																																																																															
うち、人件費（管理系）	0	0	4,385	4,385																																																																																																																																																																																																															
物件費	0	0	2,501	2,501																																																																																																																																																																																																															
公租公課	0	0	1,003	1,003																																																																																																																																																																																																															
業務経費	205,322	40,478	0	245,800																																																																																																																																																																																																															
（公租公課を除いた業務経費）	203,635	40,132	0	243,767																																																																																																																																																																																																															
うち、人件費（事業系）	29,724	8,046	0	37,770																																																																																																																																																																																																															

計	174,164	91,638	6,085	271,886
---	---------	--------	-------	---------

〔注１〕各積算欄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。

〔注２〕上記予算額は運営費交付金の算定ルールに基づき、一定の仮定の下に試算されたもの。各事業年度の予算については、事業の進展により必要経費が大幅に変わることを勘案し、各事業年度の予算編成過程において、再計算の上決定される。公租公課については、所要見込額を試算しているが、具体的な額は各事業年度の予算編成過程において再計算の上決定される。

〔注３〕収入中の施設費補助金及び支出中の施設費については、現時点で勘案していないが、具体的な額については、各事業年度の予算編成過程において、各事業年度における施設・設備の改修・更新等に必要経費が再計算され決定される。

物件費	173,911	32,086	0	205,997
公租公課	1,688	346	0	2,034
施設費	33,978	5,307	0	39,285
補助金事業	5,311	4,587	0	9,898
受託経費	19,151	7,963	0	27,113
計	263,762	58,334	7,889	329,985

〔注１〕各積算欄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。

〔注２〕見込額は平成 31 年度～令和 6 年度決算額に、令和 7 年度予算額を加味して算出している。

【主な増減理由】
 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）に係る運営費交付金を受領したことから、運営費交付金収入が増加した。令和 3 年度から北極域研究船の建造が開始されたことに伴って、施設費補助金及び施設費が増加した。また、当初予定以上に補助金事業の交付を受け、あるいは受託事業を受注したことから、補助金収入、補助金事業、受託収入、受託経費が増加した。

【評価指標に対する実績見込】
予算の適切かつ効率的な執行状況
 『1. 予算及び2. 収支計画』
 平成 31 年度から令和 7 年度までの総利益は 325 百万円を見込んでいるが、これは運営費交付金の収益化や貯蔵品などにおいて収益と費用の計上年度のずれが生じて一時的に利益が計上されるものを見込んでおり、現金を伴うものではなく、独立行政法人会計基準に基づき会計処理を行った結果、発生するものである。
 運営費交付金はすべて業務遂行のために支出する見込みであり、未執行額は見込んでいない。

『3. 資金計画』
 令和 7 年度末時点の金融資産の保有状況については以下のとおり見込んでいる。
 ①金融資産の名称と内容、規模
 現金及び預金 10,484 百万円

ない。
 貸し倒れの恐れのある債権はなく、「債権評価及び貸倒引当金計上に係る事務処理マニュアル」に基づき適切に債権の管理・回収を行っている。
 金融資産の規模、保有・運用状況及び運用体制は適切である。

②保有の必要性（事業目的を遂行する手段としての有用性・有効性）

年度末時点で保有する現金及び預金は未払金や預り金などの債務返済の原資を見込んでいる。期中も資金繰り計画に基づいて運営費交付金の交付を受けており、業務の進捗に応じた適切な規模の資金を保有している。

③管理状況

金庫で保管する必要最小限の現金を除き、すべて銀行預金へ預け入れを行っている。貸し倒れの恐れのある債権はない。

自己収入増加を推進する取組の状況と自己収入全体の獲得額

事業等収入は7年間の予算額 9,942 百万円に対して、実績見込額 8,246 百万円となっている。これは令和2年度から令和3年度に新型コロナウイルス感染拡大の影響により一部事業を縮小等して実施したことが主な要因となっている。これまで行ってきた自己収入の増加に向けた各種取組について、引き続き実施していく。

競争的資金等の外部資金の獲得額

（I-2-(1)-③「外部資金による研究開発の推進」に記載）

（2）収支計画

平成31年度～令和7年度収支計画

（単位：百万円）

区別	研究開発	中核的機 関形成	法人共通	合計
費用の部				
経常費用	161,086	95,589	6,018	262,692
業務経費	115,500	84,576	0	200,075
一般管理費	0	0	5,932	5,932
受託費	12,129	0	0	12,129
補助金事業費	3,805	0	0	3,805
減価償却費	29,652	11,013	86	40,752
財務費用	288	128	0	415
臨時損失	688	484	183	1,355
収益の部				
運営費交付金収益	113,662	80,742	5,143	199,547
受託収入	12,129	0	0	12,129
補助金収益	3,805	0	0	3,805
その他の収入	7,551	5,313	789	13,653
資産見返負債戻入	23,637	9,111	58	32,806
臨時利益	688	484	183	1,355

平成31年度～令和7年度収支実績見込

（単位：百万円）

区別	研究開発	中核的機 関形成	法人共通	合計
費用の部				
経常費用	222,488	53,641	7,857	283,986
業務経費	180,704	37,080	0	217,785
一般管理費	0	0	7,785	7,785
受託費	16,673	6,748	0	23,421
補助金事業費	1,629	2,749	0	4,378
減価償却費	23,481	7,064	72	30,617
財務費用	449	274	0	722
臨時損失	3,893	1,455	810	6,159
収益の部				
運営費交付金収益	171,063	36,524	5,190	212,776
受託収入	19,831	8,093	0	27,923
補助金収益	1,635	2,821	0	4,456
その他の収入	8,355	3,121	3,121	15,440
資産見返負債戻入	19,801	3,288	66	23,155
臨時利益	3,892	1,465	722	6,079

純損失	△589	△551	△29	△1,169
前中長期目標期間繰越	589	551	29	1,169
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	0	0	0	0

〔注１〕退職手当については、役員退職手当支給基準及び職員退職手当支給基準に基づいて支給することとなるが、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

〔注２〕各積算欄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

平成 31 年度～令和 7 年度資金計画

（単位：百万円）

区別	研究開発	中核的機関形成	法人共通	合計
資金支出				
業務活動による支出	129,129	82,348	5,645	217,122
投資活動による支出	38,043	6,305	419	44,767
財務活動による支出	6,992	2,984	21	9,997
翌年度への繰越金	0	0	0	0
資金収入				
業務活動による収入				
運営費交付金による収入	124,568	87,643	5,814	218,026
補助金収入	3,805	0	0	3,805
受託収入	12,129	0	0	12,129
その他の収入	5,677	3,994	271	9,942
投資活動による収入				
施設整備費による収入	27,985	0	0	27,985
財務活動による収入	0	0	0	0
前期中期目標期間よりの繰越金	0	0	0	0

〔注〕各積算欄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。

純利益又は純損失	△2,254	784	432	△1,038
前中長期目標期間繰越	1,343	10	10	1,363
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益又は総損失	△911	795	441	325

〔注１〕各積算欄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。

〔注２〕見込額は平成 31 年度～令和 6 年度決算額に、令和 7 年度計画額を加味して算出している。

【主な増減理由】

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）に係る運営費交付金を受領したことから、運営費交付金収益や業務経費が増加した。また、当初予定以上に補助金事業の交付を受け、あるいは受託事業を受注したことから、補助金収益、補助金事業費、受託収入、受託費が増加した。

平成 31 年度～令和 7 年度資金実績見込

（単位：百万円）

区別	合計
資金支出	
業務活動による支出	269,572
投資活動による支出	60,087
財務活動による支出	10,105
翌年度への繰越金	10,484
資金収入	
業務活動による収入	
運営費交付金による収入	250,798
補助金収入	10,028
受託収入	27,145
その他の収入	14,486
投資活動による収入	
施設整備費による収入	39,331
その他の収入	6,066
財務活動による収入	0
前期中期目標期間よりの繰越金	2,395

〔注１〕各積算欄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。

〔注２〕見込額は平成 31 年度～令和 6 年度決算額に、令和 7 年度計画額を加味して算出している。

2. 短期借入金の限度額 短期借入金の限度額は113億円とする。 短期借入が想定される理由としては、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の場合である。 3. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画 機構の成立時において海洋科学技術センターから承継した政府出資金見合いの借上社宅敷金のうち、前期中期目標期間において返戻された現金について国庫納付する。 その他の保有資産の必要性についても適宜検証を行い、必要性がないと認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。 4. 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画 前号に規定する財産以外の重要な財産の譲渡、又は担保に供する計画はない。 5. 剰余金の使途 機構の決算において剰余金が発生した場合の使途は、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要なとされる業務への充当、研究環境の整備や知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育の充実、業務のシステム化、広報の充実に充てる。	【主な増減理由】 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）に係る運営費交付金を受領したことから、運営費交付金による収入及び業務活動による支出が増加した。令和3年度から北極域研究船の建造が開始されたことに伴って、施設整備費による収入及び投資活動による支出が増加した。また、当初予定以上に補助金事業の交付を受け、あるいは受託事業を受注したことから、補助金収入、受託収入、業務活動による支出が増加した。 (なし) 令和元年12月に、借上社宅の解約に伴い返戻のあった政府出資金見合いの敷金 3,887,600 円を独立行政法人通則法第46条の2第1項の規定に基づき、適切に国庫に納付した。 令和5年度に「みらい」について令和7年度をもって運航を停止する決定を行った。これを受けて令和6年度に独立行政法人通則法等に基づく手続きを開始した。 (なし) (なし)	独立行政法人通則法に基づいて適切に国庫納付手続きが行われた。 「みらい」については、引き続き独立行政法人通則法等の手続きに従って適切に処分を行っていく。
---	--	--

6. 中長期目標期間を超える債務負担 中長期目標期間を超える債務負担については、研究基盤の整備等が本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。 7. 積立金の使途 前期中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。 ①中長期計画の剰余金の使途に規定されている、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要とされる業務に係る経費、研究環境の整備に係る経費、知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育に係る経費、業務のシステム化に係る経費、広報に係る経費 ②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 【評価の視点】 ○予算の効率的な執行による経費の削減や、自己収入、外部資金の確保、増加、活用等に努めることにより、財務内容の改善が図られているか。 【関連指標】 (主な指標) ・ 予算の適切かつ効率的な執行状況 ・ 自己収入増加を推進する取組の状況と自己収入全体の獲得額 ・ 競争的資金等の外部資金の獲得額 等	(なし) 前中長期目標期間から繰り越した積立金は、主に前中長期目標期間中に自己収入により取得した固定資産の未償却残高や、貯蔵品の取得により一時的な利益が発生したものであるため、対応する固定資産の償却や貯蔵品の消費に合わせて取り崩しを行っている。	前中長期目標期間から繰り越した積立金は中長期計画に従い、適切に充当されている。
--	--	--

【Ⅳ】		Ⅳ その他業務運営に関する重要事項	【評価】						
【中長期目標】 1. 国民からの信頼の確保・向上 適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成 13 年法律第 140 号）に基づき、情報公開を行うとともに、独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律（平成 15 年法律第 59 号）に基づき、個人情報を適切に取り扱う。 「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）にのっとり、情報システムの適切な整備及び管理を行う。また、「政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準群」（令和 3 年 7 月 7 日サイバーセキュリティ戦略本部決定）を踏まえ、適切に情報セキュリティ対策を講じ、情報システムに対するサイバー攻撃への防御力、攻撃に対する組織的対応能力の強化に取り組むとともに、職員への研修を徹底する。また、対策の実施状況を毎年度把握し、PDCA サイクルにより情報セキュリティ対策の改善を図る。 業務の遂行に当たっては、安全の確保に十分に留意して行うこととし、業務の遂行に伴う事故の発生を事前に防止し業務を安全かつ円滑に推進できるよう、法令に基づき、労働安全衛生管理を徹底する。 2. 人事に関する事項 研究開発成果の最大化と効果的・効率的な業務運営を図るため、高い専門性、俯瞰力、リーダーシップ等を持った多様な人材の確保及び育成に取り組む。特に、クロスアポイントメント制度等の活用を図ることで、優秀な研究者等を国内外から積極的に確保する。また、適材適所の人員配置や、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇を行うとともに、多様化した働き方に対応するため、職場環境の維持・向上に努め、生産性向上を図る。なお、機構における人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」に基づいて取組を進める。 3. 施設及び設備に関する事項 業務に必要な施設や設備については、老朽化対策を含め必要に応じて重点的かつ効率的に更新及び整備する。			A						
			見込評価				期間評価		
			A				—		
			FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
			B	C	B	B	B	A	
中長期計画・評価軸等			評価コメント						
業務実績			評価：A 本項目に係る中長期目標や中長期計画に照らし、活動による成果、取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果の創出が見込まれることから、自己評価を「A」とする。根拠は以下のとおり。						
1. 国民からの信頼の確保・向上									

独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成 13 年法律第 140 号）に則り、情報提供を行う。

第 4 期中長期目標期間における情報公開開示請求件数は、令和 6 年度末時点で 5 件であった。法人文書の開示請求に的確に対応するため、公文書等の管理に関する法律（平成 21 年法律第 66 号）の定めに従って、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行ったほか、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施した。（情報公開請求件数：令和元年度：3 件、令和 2 年度：0 件、令和 3 年度：0 件、令和 4 年度：1 件、令和 5 年度：1 件、令和 6 年度：0 件）

【評価の視点：情報公開及び個人情報保護について適切に取り扱われたか。】

情報公開については、法律に従い、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行ったほか、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施するなど、適正な管理を行っている。個人情報保護に関しては、ヒューマンエラーに起因するメールの誤送信等による個人情報漏えい事案が年数件発生したが、直ちに所要の対応を行い、二次被害防止の措置を講じた。また、再発防止に向けて個人情報の漏えい防止策に関する情報を配信するなど注意喚起を行うことにより役職員の意識醸成を図っている。

【評価の視点：情報セキュリティ対策を適切に講じているか。また、対策の実施状況を点検し、改善が図られているか。】

令和 3 年に発覚した情報セキュリティインシデントからの復旧に当たり、不正侵入防止やウイルス監視機能の強化、サイバー攻撃に対する防御力の強化など、情報セキュリティ対策を着実に推進してきた。また、政府機関等のサイバーセキュリティ対策のための統一基準を踏まえた情報セキュリティ対策及び NISC 監査を通じて情報セキュリティ対策の点検を継続的に行い、情報セキュリティの向上を図っている。

【評価の視点：労働安全衛生管理を徹底し、業務の安全確保が図られたか。】

安全衛生管理に関する規範類並びに体制を時節の課題及び PDCA を考慮しながら適切に整備することで、機構の安全衛生管理の水準を高めることができた。特に令和 4 年 5 月に労働安全衛生法令の改正により、化学物質規制が大きく見直されたが、法令の施行に間に合うよう機構内の規程、役職員向け説明会、各部署へのマニュアルの作成、薬品管理システムの改修及び教育訓練用動画資料の作成を実施しており、遅滞なく対応できていると思料される。

国立研究開発法人 6 法人による安全衛生交流会を立ち上げ、幹事として交流会を主導しており、労働安全衛生の分野全般について他法人と情報を共有し協力しつつ、安全教育コンテンツを共用することに

また、独立行政法人等の保有する個人情報
の保護に関する法律（平成 15 年法律

個人情報保護に関しては、ヒューマンエラーに起因するメール
の誤送信等による個人情報漏えい事案が年数件発生した。直ちに

より、国立研究開発法人全体の安全教育水準の標準化を検討する等、一定の労働安全衛生管理に係る標準を構築していくことを模索している。また、国立大学系の情報交換会への参加を通じ、他の国立研究開発法人・大学と情報交換を行うことで、労働安全衛生管理のより一層の適正化を図っている。

事故・トラブルの情報や安全衛生管理上のノウハウについては、ヒヤリハット・改善提案の投稿システムをアンケート作成、管理ソフトウェア（Google フォーム）を用いた方法に刷新したり、教育訓練の手法として動画共有プラットフォーム（YouTube）を取り入れたりするなどの取組を行うことで、より安全衛生に関する情報に触れることのできる機会を増やし、安全衛生管理に関する意識の醸成を図ることができた。また、事故・トラブルの原因を分析し、再発防止策、改善策等を安全・環境会議等の会議で報告・審議して役職員に展開することで、有機的に再発の防止、リスクの低減を図っている。

新型コロナウイルス感染拡大防止対策についても、その状況下での信頼性のある情報の収集を行い、機構の緊急対策本部事務局である総務部総務課並びに船舶運用管理部署である研究プラットフォーム運用開発部門（当時）等の新型コロナウイルス対応担当部署に対し、対応策策定のための助言を行うことで、蔓延防止に寄与した。

学術研究船「白鳳丸」において発生した転落死亡事故は、機構の安全配慮義務上の違反に起因する事故ではないが、機構の歴史の中で初めて死者を出す痛恨の事故であり、この事実を決して忘れることなく教訓とし、今後もゼロ災害・ゼロ疾病を達成できるよう、より効果的な安全衛生管理システムの構築を図っていく。

環境配慮関連事項については、「温室効果ガス排出削減等のための政府実行計画」に沿って各種取組を行うため、「国立研究開発法人海洋研究開発機構地球温暖化対策実行計画」を令和 6 年 7 月に刷新し、温室効果ガスの排出削減に計画的に取り組んでいくこととしており、着実に対応している。

第 59 号)に則り、個人情報適切に取り扱う。

「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)等にのっとり、最新の技術動向を踏まえながら、情報システム基盤・環境の整備を継続的に推進する。また、日々新たな手口でのサイバー攻撃が明らかになってきているところ、「政府機関等のサイバーセキュリティ対策のための統一基準」(令和3年7月7日サイバーセキュリティ戦略本部決定)等を踏まえ、規程類の整備及び教育・訓練の徹底等により、職員の情報セキュリティに対する意識向上を図る。さらに、不正侵入防止やウイルス監視機能の強化等、サイバー攻撃に対する防御力の強化に取り組むことで、情報セキュリティ対策を推進する。

業務の遂行に当たっては、安全に関する規程等を適切に整備し、事故トラブル情報や安全確保に必要な技術情報・ノウハウを共有し、安全確保に十分留意す

所要の対応を行い、二次被害防止の措置を講じるとともに、関係者に対して速やかに説明と謝罪を行った。また、再発防止のため個人情報の漏えい防止策に関するメールニュースを配信し、具体的な取組方法やセルフチェックを取り入れた注意喚起を行うことにより役職員の意識醸成を図った。(個人情報漏えい事案：令和元年度：0件、令和2年度：4件、令和3年度：5件、令和4年度：5件、令和5年度：4件、令和6年度：0件)

令和3年に発覚した情報セキュリティインシデントからの復旧にあたり、以下の4点について対策の強化を実施した。

システム強化に関する対策として、仮想プライベートネットワーク(Virtual Private Network (VPN))に対する多要素認証を導入するとともに、拠点間ネットワークの見直しを実施し、セグメント分割によるアクセス制御を実施した。

運用の強化に関する対策として、NISC(内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター)の提供する第二GSOCをはじめとするネットワーク監視体制を整えた。また、端末についてはEDR(Endpoint Detection and Response)による監視体制を整えるとともに、SIEM(ログ統合監視基盤)による統合的なログ監視を実現した。重要サーバについては、定期的な脆弱性診断を実施できる環境を整えた。

組織・体制及びマネジメントの強化に関する対策として、情報セキュリティ対策を統括する情報セキュリティ・システム部を設置し、対策の強化とインシデントへの迅速な対応ができる体制とするとともに、最高情報セキュリティアドバイザーとの定期的な会合を実施した。また、機構内にCSIRT(Computer Security Incident Response Team)体制を構築することにより、迅速なインシデント対応をとれるようにした。

情報提供・教育訓練の強化に関する対策として、外部機関からの脆弱性情報を収集する体制を構築するとともに、階層別の教育を定期的実施することにより、役職員の情報セキュリティ対応スキルの向上を図った。

この他、政府機関や研究開発機関における情報セキュリティ対策の取組強化の方向性を踏まえ、ゼロトラストの構築に向けた検討を進めるとともに一部整備に着手するなど、更なる情報セキュリティの強化に取り組んだ。

規程等の整備については、法令の遵守並びに適切及び確実な管理ができるように以下のとおり実施した。

機構の安全衛生管理に係る基本方針である「安全衛生及び環境配慮に係る基本方針」については、時節の課題を盛り込むため、

る。

本中長期目標期間中に3度の改正を実施した。また、令和4年5月に労働安全衛生法令の改正により化学物質管理に係る規制が大きく見直されたため、当該改正法令に対応できるよう、化学物質管理関連規程類を改正、制定した。あわせて、労働安全衛生管理関連規程類についても、現行法令及び機構の業務実態を精査した上で必要な改正を行った。さらに、令和5年10月に放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則が改正、施行されたことに伴い、改正内容を反映するため放射線障害予防規程等の改正を行った。加えて、環境配慮関連事項については、令和3年10月に閣議決定された「政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画」の内容に沿って機構においても各種取組を行うため、既存の「国立研究開発法人海洋研究開発機構地球温暖化対策実行計画」を令和6年7月に改正した。

安全衛生管理及び環境配慮に関して実施した主な取組は、以下のとおりである。

令和元年度に衛生に関する技術的事項の管理に必要な調査や情報の共有を目的に「衛生管理者連絡会」を設置したほか、監督官庁への届出を遺漏なく行うための体制を明確化するなど、安全衛生管理体制をより強固なものとするため施策についてもPDCAを考慮しながら着実に推進した。また、労働安全衛生法令の改正に伴う新たな化学物質規制の対応については、化学物質リスクアセスメントをはじめとする化学物質管理業務を系統的行うための制度設計及び施行、役職員向けの説明会の開催、化学物質管理を行う上でのマニュアル類の整備、薬品管理システムの改修、教育訓練用教材の作成等を行い、遺漏なく対応した。

国立研究開発法人6法人（理化学研究所、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、国立環境研究所、量子科学技術研究開発機構、海洋研究開発機構）による安全衛生交流会を令和4年度に立ち上げ、幹事として開催し、労働安全衛生の分野全般について他の法人と情報を共有し協力しつつ、安全教育コンテンツを共用することにより、国立研究開発法人全体の安全教育水準の標準化を検討する等、一定の労働安全衛生管理に係る標準を構築していくことを模索している。また、国立大学系の情報交換会への参加を通じ、他の国立研究開発法人・大学と情報交換を行うことで、労働安全衛生管理のより一層の適正化を図った。

事故、トラブルなどの情報及びヒヤリハット、改善提案の収集については、従来の取組を継続し、各事象、事例を取りまとめ、原因分析、再発防止策、改善策等を関連委員会で報告、審議の上職員又は担当部署に展開し、再発の防止、リスクの低減を図って

いる。また、ヒヤリハット、改善提案の投稿システムをアンケート作成、管理ソフトウェア（Google フォーム）を用いた方法に刷新するなど、より投稿しやすい環境を整備した。

令和元年12月から令和5年5月に渡り流行した新型コロナウイルス感染症に係る拡大防止対策については、情報収集を行い、機構の緊急対策本部事務局である総務部総務課並びに船舶運用管理部署である研究プラットフォーム運用開発部門（当時）等の新型コロナウイルス対応担当部署に対し、対応策策定のための助言を行った。

極めて残念ながら令和4年7月24日に学術研究船「白鳳丸」の船内において転落死亡事故（階段からの転落）が発生した。本事故は、機構の安全配慮義務上の違反に起因する事故ではないが、本事故に係る対応として、緊急対策本部の設置及び初動の対応、理事長等から役職員及び関係者に対する安全意識の向上及び安全確保の強化についての周知、関係者のメンタルケア、外部有識者を含む調査部会の設置及び本事故に係る検証、船内生活に関するルールの見直し、検証に係る過程において認められた安全管理システム上の不具合についての改善等を行い、二度とこのような事故を起こさないための再発防止策を講じた。

安全確保に必要な情報やノウハウの共有については、以下の取組を行った。

各種安全衛生教育に関する教育訓練用動画を作成し、動画共有プラットフォーム（YouTube）を利用して受講機会を提供することにより、教育訓練の利便性向上と効率化を図っている。また、感染症対策、転倒防止、防火、防災等、その時々課題に応じたテーマを設定した上で外部講師による職員向け安全セミナーを毎年開催し、役職員の安全意識の醸成及び向上を図った。

【評価の視点】

- 情報公開及び個人情報保護について適切に取り扱われたか。
- 情報セキュリティ対策を適切に講じているか。また、対策の実施状況を点検し、改善が図られているか。
- 労働安全衛生管理を徹底し、業務の安全確保が図られたか。

【評価指標】

（主な指標）

- ・情報開示請求への対応状況

- ・保有個人情報等の管理状況
- ・情報セキュリティ対策の実施状況、点検及び業務改善の実績
- ・労働安全衛生管理に係る業務の実施状況、点検及び業務改善の実績 等

2. 人事に関する事項

海洋科学技術により、社会的・政策的課題に対応するため、人材の質と層の向上に寄与する取組や、国内外からの優秀な人材の確保を推進する。また、職員のモチベーション向上や、多様化した働き方に対応するための環境整備に努める。なお、機構の人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき策定した「人材活用等に関する方針」に基づいて取組を進める。

具体的には以下の取組を実施する。

【評価の視点：優秀な人材の確保・育成、職員の資質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組み、生産性の向上が図られているか。】

人材の多様性・流動性を確保しつつ、組織全体として持続的な成長を支える人事制度の整備・運用が着実に進められており、意義深い成果が見られた。

研究職・支援職双方に対する昇格制度や登用制度の導入・拡充は、キャリア形成への明確な動機付けとなっており、職員のエンゲージメント向上と優秀な人材の定着に寄与している点が高く評価される。特に、支援職から基幹職への登用制度の整備は、多様な人材が能力を発揮しやすい柔軟なキャリアパスの構築につながっている。

また、クロスアポイントメント制度に関しても、外部人材の受入れに対してインセンティブを導入することで、今後更なる活用拡大が見込まれる点は、オープンイノベーション推進の観点からも評価できる。Young Research Fellow 制度についても、厳しい外部環境下において一定の応募者数と質を維持しており、今後予定されている処遇改善とあわせ、優秀な若手研究者の確保に引き続き寄与することが期待される。さらに、JAMSTEC リスタート支援公募など、多様なキャリア背景を持つ人材の活用に取り組んでいる点も先進的である。

職員表彰制度の見直しについても、モチベーション向上を意識した「奨励賞」や、挑戦的な取組に報いる「JAMSTEC 賞」の導入により、組織内のチャレンジ文化の醸成に貢献している。

働き方の柔軟性確保に向けた在宅勤務制度やフレックスタイム制度の拡充、ワークライフバランスの支援制度等も、多様なライフステージにある職員を力強く支える制度整備であり、人的資本経営の視点から非常に高く評価される。

人材育成の面では、研修・教育機会の充実に加

- ・高い専門性、俯瞰力、リーダーシップを持った優秀かつ多様な人材の確保及び育成について、計画的に行う。

- ・大学、公的研究機関等との連携体制に基づき、クロスアポイントメント制度等の活用を図ることで、優秀な国内外の人材を確保するための取組を推進する。

- ・ダイバーシティにも配慮しつつ、事業状況に応じた人員配置、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇や、職員の能力や意欲に応じた研修等を組織的に支援することによる個々のキャリア開発、男女共同参画やワークライフバランスを推進し、職員が働きやすく能力を発揮しやすい職場環境を整え、職員一人ひとりの多様で柔軟かつ生産性の高い働き方を推進する。

優秀な人材の確保、職員のモチベーション向上については、研究職の主力が任期制職員から定年制職員に移行していく中で、昇格制度を導入し、より長くモチベーションを高くして研究成果を創出できる環境整備を実施した。支援職についても同様に、これまで昇格制度がなかったところに上位区分への登用制度を導入し、キャリアアップを目指す者がチャレンジできる環境を整備した。また、支援職には基幹職への登用制度も整備し、優秀な支援職を基幹職として登用する制度を整備した。

クロスアポイントメント制度については、令和6年度以降外部から受け入れる対象者にインセンティブを付与できる仕組みを整備したこともあり、令和7年度以降クロスアポイントメント制度の適用者が増加する見込みとなっている。

優秀な人材確保の取組としては、Young Research Fellow の採用が挙げられる。Young Research Fellow は令和元年度から令和6年度にかけて、途中のコロナ禍や近年の円安の影響により応募者は微減の状況にあるものの、十分な質を確保できる程度の人数を集めることができしており、外国人研究者の割合も順調に15%程度で推移している。本中長期目標期間において Young Research Fellow の処遇改善にも着手する見込みであり、具体的には研究費の増額、給与のアップを検討しているところである。また、多様な人材という観点では、一時的に研究開発の場から遠ざかった研究者・技術者等を対象とした JAMSTEC リスタート支援公募を令和5年度から開始した。

評価に関係する事項として、機構職員の機構の業務に対する様々な取組をより一層奨励するため、従来の業績表彰の区分に加え、特定表彰として「奨励賞」及び理事長特別表彰として「JAMSTEC 賞」を加えた。「奨励賞」は、職員のモチベーションにつながるように、日頃の取組が選考時に重視されるため、従来よりも表彰にエントリーしやすい配慮をしている。また、「JAMSTEC

え、中途採用者へのメンター制度導入やキャリアパスの可視化など、きめ細やかな支援が行き届いており、個々の成長を組織の成長へとつなげる好循環が期待される。

加えて、「くるみん」「えるぼし」認定取得に向けた取組の継続は、ダイバーシティ&インクルージョンの推進において社会的信頼性を更に高めるものであり、今後の成果が期待される。

賞」においては、極めて挑戦的な課題に取り組み、これまでの体系や方向性を大きく変革・転換させ、機構及び社会に飛躍的な功績を与えた場合に表彰し、期末手当（または業績手当）の加算金額も大幅に増額することで、職員に対して極めて困難な課題へも挑戦し、革新的な功績をあげることがを促すことに役立っている。

多様化した働き方への対応については、令和元年度に試験導入した在宅勤務制度について、毎年度見直しを実施しながら、丁寧な議論を重ねて段階的に拡充を実施してきた。その結果、令和6年度には裁量労働制適用者は無制限、それ以外の者は月10日制限で在宅勤務を実施することができているほか、裁量労働制適用者以外でもフレックスタイム制度の拡充（コアタイムの短縮、フレキシブルタイムの拡充を実施）と併せて、極めて柔軟な働き方を実施することができる環境である。

在宅勤務制度については、一般社団法人日本テレワーク協会（JTA）のテレワーク専門家であるJTAアドバイザリーボードメンバーから所見を得てモニタリングを実施した。機構の在宅勤務に係る取組は、公的組織におけるテレワーク活用の事例としてJTAが主体となり令和7年5月にプレス発表される予定である。また、夏期休暇を見直し、取得時季を限定しないワーク・ライフ・バランス特別休暇に改めることで全職員の多様な働き方を支援している。さらに、子育てや介護を行う者においても、育児・介護に関する各種制度を併用することができ、職員が様々なライフステージで自身のパフォーマンスを最大化できる働き方を選択可能な環境を整備した。加えて、休職した職員を支援するための職場復帰プログラムの制度化、育休等により長期休業する職員の代替職員の採用を開始するなど、休職者とその周囲の者の両方を支援する仕組みも導入した。

人材育成に関しては令和元年度から令和3年度まで、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを実施したほか、評価者研修、階層別研修、スキル研修、初任者研修、ハラスメント防止研修、成長促進ワークショップ、研究倫理教育、在外研究員等派遣制度、サバティカル制度、アンコンシャスバイアス研修、メンタルタフネス度向上研修、日本語教室（外国籍研究者対象）等の研修、e-learningを活用した障がい者差別解消研修、ダイバーシティ&インクルージョン研修、50代向けキャリアデザイン研修、シニア人材とのコミュニケーション研修など、コンテンツを充実させてきた。また、新入職員に関しては従来から実施しているOJTに加え、特に中途採用が増加してきたことを踏まえて入所2年目の職員を対象にメンター制度を導入し、先輩職員が定期的に対象職員との面談の機会を持つような仕組みを構築した。

【評価の視点】

○優秀な人材の確保・育成、職員の資質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組み、生産性の向上が図られているか。

【関連指標】

(主な指標)

- ・多様な人材の採用・活用状況
- ・クロスアポイントメント制度の活用等
他機関との人事交流の状況
- ・事業の状況や職員のキャリアパス、ワークライフバランスの実現等を考慮した施策の実施状況
- ・職員研修の実施状況
- ・人事評価制度の運用状況 等

3. 施設及び設備に関する事項

施設及び設備について、適切な維持・運用と有効活用を進め、常に良好な研究環境を整備、維持していくことが必要である。

そのため、既存の研究施設及び本中長期目標期間に整備される施設及び設備の有効活用を進めるとともに、老朽化対策を含め、施設及び設備の改修、更新及び整備を適切に実施する。

人材育成計画についても、令和7年度に向けて令和6年度には、特に事務職員が自身のキャリアアップをイメージしやすくなるようにキャリアパスや各部署において必要なスキルを明確化することと併せて、理想の人材像を意識した育成の計画の原案を策定した。

なお、ダイバーシティの推進に関しては、令和7年度までに「くるみん」「えるぼし」の認定要件についてモニタリングを継続しており、令和7年度に認定申請を実施する予定である。

船舶に関して、安全の確保を最優先に、中長期の整備計画を定め、保守整備等を実施した。また、機器・設備の維持や更新に当たっては、機能や効果、維持コスト等を勘案し、整理を行いつつ資産を適切に管理した。施設・設備の維持管理については、法定点検及び自主点検などを確実に実施するとともに、老朽化しているもので特に安全性を確保するためのものを最優先に効率的に更新を行い、施設・設備を健全に維持した。

研究設備の整備として、令和2年度は横須賀本部において重要インフラである給水ポンプ室を更新し、高知コア研究所では、研究施設の空調の更新及びコンテナ整理の一環として新実験室の整備を実施した。むつ研究所ではコンテナを整備するなど、研究環境の合理化を実施した。国際海洋環境情報センター（GODAC）において、省エネルギー対策として照明器具のLED化を実施すると

【評価の視点：中長期目標達成のため必要な施設・設備の整備・改修等は適切に行われたか。】

老朽化対策、深海総合研究棟の改修計画において施設設備マスタープランを策定し、これに基づいて各所改修工事の補正予算を獲得し実施している。特に令和6年度には、今後30年にわたる研究活動や船舶建造計画を見据え、将来的に発生が見込まれる研究ニーズや社会的要請を体系的に整理し、「いつ・何を・どのタイミングで議論・整備すべきか」を可視化する計画を策定し、研究設備の最適化に向けて見通しが立てられた。

照明のLED化と人感制御及び高効率空調機への更新を計画的に進め、省エネルギーと大幅なCO₂削減

もに、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として換気設備の更新を実施した。令和3年度は横須賀本部において、潜水調査船整備場及び海洋工学実験場の大型シャッター台風対策工事を実施し、横浜研究所においては、夏場の空調熱負荷軽減のため地球情報館トップライト改修工事を実施した。むつ研究所試料分析棟においては、老朽化した ICP-MS 室空調換気更新工事を実施し、省エネルギーに考慮し、保守管理面から機器の能力選定及びシステムの最適化を行った。高知コア研究所では居室の間仕切り変更に伴い、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、高知大学との調整を図りながら換気設備の新設及び更新工事を実施した。令和4年度は横須賀本部において、海洋技術研究棟空調換気設備更新工事及び電灯設備更新工事を実施し、高効率空調設備の採用と電灯の LED 化をする等省力化を図り、横浜研究所において、シミュレータ研究棟空調換気設備更新工事を実施し、同様に省電力化を図った。むつ研究所においては、試料分析棟冷凍機・空調機器更新工事を実施し、結露による不具合など懸念事項を改善した。令和5年度は令和4年度補正予算で措置された施設整備費補助金により、無停電電源装置、冷凍冷蔵設備、空調換気・照明設備、外壁等の改修工事を計画どおり実施した。令和6年度は補正予算で措置された施設整備費補助金のうち、横浜研究所境界塀新設工事を実施するとともに、横須賀本部各所にある冷凍冷蔵保管庫を1箇所を集約し、敷地内に点在している保管庫の廃止を行い、サンプル管理の効率化及び電気使用量削減に貢献した。深海総合研究棟の老朽化対策においては、令和5年度に見直しを行った受変電設備更新工事について、令和7年度末までに更新を完了する計画を着実に進めるとともに、研究開発棟の建設に着手し研究開発環境の向上を推進し、施設及び設備の維持・運用を推進した。

老朽化対策の計画については、令和元年度において既存施設の改修履歴及び図書類を基に横須賀本部中長期保全計画策定に必要なライフサイクルコスト（LCC）の算出を行った。令和2年度にはむつ研究所及び横浜研究所の LCC を算出し、横須賀本部とあわせて取りまとめた。また、深海総合研究棟の改修計画においては、深海総合研究棟改修等検討ワーキンググループを立ち上げて実験室のゾーニング及び実験機器の集約化を検討し、令和2年度に「深海総合研究棟改修等における基本的な考え方」を取りまとめ、それを基に深海総合研究棟基幹施設改修基本計画・設計を策定し、上記 LCC とあわせて「施設設備マスタープラン」を策定した。これに基づき各所改修工事の予算要求を行うとともに、今後、機構の保有する施設設備に関する経営戦略的視点による総合的な企画及び計画立案に資するため、施設・設備計画推進委員会を設置し、同委員会により施設設備の計画的な整備計画を推進し

を達成した。平成28年度から開始された事業者クラス分け評価制度（SABC 評価制度）においては、直近3年間S評価（通算7回S評価）を獲得している。

【評価の視点】 ○中長期目標達成のため必要な施設・設備の整備・改修等は適切に行われたか。 【関連指標】 (主な指標) ・施設・設備の維持管理状況 ・施設・設備の計画的な整備・改修・保守点検状況 等	ている。特に令和6年度には、今後30年にわたる研究活動や船舶建造計画を見据え、将来的に発生が見込まれる研究ニーズや社会的要請を体系的に整理し、「いつ・何を・どのタイミングで議論・整備すべきか」を可視化する計画を策定した。この取組は、これまで個別・断片的であった設備整備や改修計画に対して、全体最適の視点を導入することを目的としたものであり、研究現場における中長期的なニーズの変化に対応できる基盤整備の方針を明確化した。また、船舶建造についても、従来の延長線上ではなく、新たな研究価値を創出する構想と併せて検討を進めることで、財政当局に対しても説明可能な論理的基盤を整えつつある。 令和6年度までに照明のLED化と人感制御及び高効率空調機への更新を計画的に進め、省エネルギーと大幅なCO₂削減を達成した。資源エネルギー庁が平成28年度から開始した事業者クラス分け評価制度（SABC 評価制度）においては、直近3年間S評価（通算7回S評価）を獲得している。	
--	---	--