

第4期中長期目標中間期間における 業務実績等報告書

(平成31年4月1日～令和4年3月31日)

国立研究開発法人海洋研究開発機構

目次	1
第4期中長期目標期間中間におけ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にとるべき措置	5
1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進	5
2 海洋科学技術における中核的機関の形成	112
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	143
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	160
IV その他業務運営に関する重要事項	171

第4期中長期目標期間中間におけ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			
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	1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進	A	III 財務内容の改善に関する目標を達成するためとるべき措置	1. 予算、収支計画、資金計画	B
	(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発	A		2. 短期借入金の限度額	
	(2) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発	A		3. 不要財産又は不要財産となることを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	
	(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		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	
	(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		5. 剰余金の使途	
	(5) 挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発	S		6. 中長期目標期間を超える債務負担	
	①挑戦的・独創的な研究開発の推進	A		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	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	B
	2 海洋科学技術における中核的機関の形成	A		2. 人事に関する事項	
	(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	B		3. 施設及び設備に関する事項	
(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進	A				
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とるべき措置	B				
1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立	B				
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、研究船や探査機等を保有し、運用している機構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、我が国の海洋科学技術の中核的機関として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、当機構は第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6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日閣議決定）においては、第5期科学技術基本計画に引き続き、海洋科学技術は、大きな価値を生み出す国家戦略上重要な科学技術として位置付けられている。また、第3期海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）においては、「科学的知見の充実」が引き続き実施すべき主要な施策と位置付けられるとともに、新たに、「海洋状況把握（MDA）」体制の確立等の総合的な海洋の安全保障の取組や「北極政策」の推進に係る項目が追加されたところである。

上記のような背景のもと、第4期中長期目標期間の前半3年間として、中長期計画に定めた当初の期待を上回る研究開発成果が得られた。特に顕著なものとして以下の成果が創出された。

- 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発においては、新型コロナウイルス感染症に対応したロックダウン対策により温室効果ガスや大気汚染物質の排出量も減少したことに着目して、物質ごとに、排出量変化を大気中濃度の応答や気候影響と結びつけて評価し、窒素酸化物（NOx）の排出量は地球全体で15%以上減少し、温暖化と健康影響を生む対流圏のオゾン総量を2%減少させたことが判明した。
- 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発においては、最先端の窒素同位体比分析技術による北太平洋域のアイソスケープとサケ背骨の窒素同位体比の履歴測定を組み合わせた統計モデルによって、サケの回遊経路推定手法を確立し、ベーリング海大陸棚で性成熟を終えて母川に回帰することを明らかにした。
- 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発においては、室戸海底ケーブルを用いた長期連続観測を実施し、DAS観測により初めて南海トラフ浅部低周波微動の観測に成功し、地震発生帯活動監視に有効であることを示すことに成功した。
- 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、「数値解析リポジトリ」に関わる研究課題（プレート運動予測、流体力学最適化、宇宙線の気象影響予測、海洋地球の同期現象、サイト地震動、粒子ボックス解析等）毎に、創生される付加価値情報とそのユーザを意識したグランドデザインを完成した。数値解析に必要なデータを明示し、想定される「四次元仮想地球」との関連も可視化した。
- 挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、現場環境再現培養法によって「世界初のアスガルドアーキア（MK-D1株）」の培養に成功し、形態・生理・ゲノム解析を進め、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。
- 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、様々な新規観測・監視センサやデバイス開発、さらには高性能海中通信機器の開発や応用を通して、標準化構築を進めた。

2020年冬より世界的に拡大した新型コロナウイルスへの対策としては、令和2年3月に設置した緊急対策本部を中心に、テレワークの推進や経理システムの電子化や文書処理の省略化等、「新しい日常」下においても機構の業務が円滑に進むよう、様々な対応策を短期間のうちに、迅速かつ効果的に導入した。また、機構の船舶に関しては、全乗船者に対しPCR検査を実施し、乗船前2週間の健康管理を徹底するなどの取組を進め、早期に研究航海を再開するなど、感染拡大防止に向けた取組と研究開発の推進を両立した。さらに、広報・アウトリーチ戦略においては、従来のイベント等を中心とした接触型広報から非接触型広報への転換を積極的に図り、オンラインの強みを活かした「国民生活浸透型」広報への抜本的な改革に成功した。

一方、令和元年度に発生した「CO₂センサー搭載型漂流ブイの製作に係る不適切行為」については、執行部署と調達部署が一体となって調達におけるリスクを最小化し、契約の確実な履行を通じて、研究開発成果の最大化を目指すため、諸規程の改正を実施するとともに、令和2年度までに実施した再発防止のための取組を機構役職員に浸透させる取組を継続した。また、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ついては、緊急対策本部及び8月に新設した情報セキュリティ・システム部を中心に徹底した課題の洗い出しと再発防止策を講じた。再発防止策については引き続き更なる措置は必要であるが、改善に向けての道筋は定まったと言える。さらに、理事長主導で「コンプライアンス行動規準」を示し、役職員にコンプライアンス意識を浸透させた。以上のことから、令和2年度主務大臣評価において指摘された信用失墜行為については是正措置が実施されたと評価する。

以上に例示した成果も含め、研究開発成果の最大化に向けて研究開発成果のみならず、それを支える研究基盤の運用及びマネジメントの観点からも、機構全体として顕著な成果が得られていると判断した。

全体の評価

評価に至った理由

第4期中長期目標期間の前半3年間として、中長期目標達成のための顕著な成果が創出されており、令和2年度主務大臣評価において指摘された信用失墜行為については是正措置がなされたとして機構全体の評価をAとした。

評価

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にとるべき措置							
【I-1】	1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進	【評定】 A						
【中長期目標】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>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。</p> <p>(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発</p> <p>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。</p> <p>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により、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。</p> <p>(2) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発</p> <p>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、</p>		A	A	A				

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的基盤技術の開発

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				
決算額(千円)	32,635,501	30,694,496	38,736,975				
経常費用(千円)	33,312,685	32,005,920	29,861,106				
経常利益(千円)	▲575,951	▲870,527	▲443,428				
行政コスト(千円)	43,048,711	37,157,763	32,492,244				
従事人員数(人)	734	673	666				

*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」の項目に関しては、中長期計画等に照らし

て、総じて当初の期待を上回る成果を創出したため、「A」評価とする。特に顕著なものとして以下の研究開発成果が挙げられる。

地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発においては、新型コロナウイルス感染症拡大に対応したロックダウン対策により温室効果ガスや大気汚染物質の排出量も減少したことに着目して、物質ごとに、排出量変化を大気中濃度の応答や気候影響と結びつけて評価し、窒素酸化物（NOx）の排出量は地球全体で 15%以上減少し、温暖化と健康影響を生む対流圏のオゾン総量を 2%減少させたことが判明した。

海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発においては、最先端の窒素同位体比分析技術による北太平洋域のアイソスケープとサケ背骨の窒素同位体比の履歴測定を組み合わせた統計モデルによって、サケの回遊経路推定手法を確立し、ベーリング海大陸棚で性成熟を終えて母川に回帰することを明らかにした。（令和 2 年度）

海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発においては、室戸海底ケーブルを用いた長期連続観測を実施し、DAS 観測により初めて南海トラフ浅部低周波微動の観測に成功し、地震発生帯活動監視に有効であることを示すことに成功した。

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、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、「数値解析リポジトリ」に関わる研究課題（プレート運動予測、流体力学最適化、宇宙線の気象影響予測、海洋地球の同期現象、サイト地震動、粒子ボックス解析等）ごとに、創生される付加価値情報とそのユーザを意識したブランドデザインを完成した。数値解析に必要なデータを明示し、想定される「四次元仮想地球」との関連も可視化した。

挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、「世界初のアスガルドアーキア（MK-D1 株）」の培養に成功し、形態・生理・ゲノム解析を進め、MK-D1 株が培養された原核生物として真核生

(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 (海の豊かさを守る

物に最も近縁な生物であることを明らかにした。

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、様々な新規観測・監視センサやデバイス開発し、高性能海中通信機器の開発や応用を通して、標準化構築を進めた。

補助評定：A

本項目に係る中長期計画前半の3年間の計画に照らし、予定どおり、あるいは想定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムに相当する成果を出すことできた点などを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。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、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。】

前半3年間の成果は、独創性・革新性・発展性が十分に大きなものであるだけでなく、国際水準に照らしても非常に画期的な成果である。以下に主要な成果を列記する。

<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>

北極域温暖化増幅メカニズムの解明

進行する北極温暖化の中で、河川水が海水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て大気-海水-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した。中でも、大陸から北極海に注ぎ込む大川の水増量・高温化が、海水融解や、北極圏の気温を36年間で約0.1℃上昇させたなど北極海温暖化への影響を定量的解明に成功した。河川水の影響は最大の温暖化原因とされ

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。

てきた「アイスアルベドフィードバック効果」に比して1.5倍の効果があることがわかり、従来の定説を覆す革新的成果となった。

温室効果ガス排出起源の定量的解明

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、CH₄、N₂O)全てに拡張し、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することができた。中でも最近の「畜産」部門の排出量の増加、ブラックカーボンの排出源として「家庭」部門が重要であることを明らかにした。

海洋プラスチック

海洋プラスチックの沿岸から外洋へ分布する機構として台風などの大型気象災害の重要性、海洋プラスチックがもたらす有機化合物汚染が海洋生態系のトッププレデターにも及んでいることなど社会に大きなインパクトを与える成果となった。

海洋生態系サービスの将来予測

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、海洋生態系の変動と経済的評価を行った結果、概して生態系サービスは現状維持若しくは低下することを見出した。この成果は次期生物多様性国家戦略の資料に活用されている。

【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」>

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たことにより、今後の温室効果ガスの有効な削減対象を具体的に指摘することができた上、基盤的な予測情報となった。これらは気候変動に対する適応・緩和及び防災政策立案に資する重要な成果であるとともに、政策上何を解決すべきかを提示することができ、IPCC第6次報告書でも報告された。

将来の海洋生態系サービスに関わる成果は次期生物多様性国家戦略の資料に活用された。

高度な全球シミュレーションモデルを他に先

駆けて開発した。公表されたモデル論文は IPCC 第 6 次報告書に記述される多くの研究成果創出に貢献し、Web of Science top 1%あるいは 0.1%論文に選ばれるなど予測研究の発展に多大な貢献をもたらした。

IPCC 第 6 次報告書に執筆者、査読編集者として直接関わった上、UNFCCC のパネルディスカッションでの発言が公式文書化され、他にも IPCC タスクフォースメンバー、日本代表団メンバーを輩出し、IPCC 第 6 次報告書を各国が取りまとめていく国際交渉プロセスにも貢献した。また、IOC/西太平洋地域小委員会(WESTPAC)共同議長として国連・国際社会に貢献している。

生物・生態系に関わる成果は、次期生物多様性国家戦略策定に資するものであると同時に、地球環境や生態系の保全にとって重大な意味を持つ成果である。

海洋プラスチックに関わる成果については GOOS、UNEP 等が検討中の全球海洋ゴミ観測ネットワーク IMDOS 構築に資するものである。

地球環境部門長が総合海洋政策本部の参与として海洋基本計画の策定に直接関わることで気候・環境・生態系に関わる政策提言のアウトカム創出にも貢献することができた。

以上、政策立案等に貢献する様々な成果の創出に至っており、地球環境部門の研究者の想定を超えるパフォーマンスは大いに評価されるべき点と自負する。

【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。】

年度計画を部署ごと、さらには研究者等個人毎の目標、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。また、そのうえで、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。

また、成果最大化のために、社会や市民への直接的貢献を意識した成果創出にも注力した。具体的には以下のとおり。

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。

具体的には 2021 年度までに、

<フローチャートにおけるアウトプット「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>

地球環境部門と付加価値情報創生部門との連携で津軽海峡の流況短期予測システムの試験版を完成させ、海況情報公開サイト「MORSETS」に実装・公開した。アクセス時間が4時から5時と早朝であることから、地元の漁業者らに活用してもらっていることが分かる。

また、国際的な枠組みの下で実施されている観測システムの安定的運用、大型係留ブイの省力化へ向けたグライダーや無人自律航行艇の実用化、自動観測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などを行うことで、限られたリソースを最大限に活かしながら国内外の海洋観測コミュニティに貢献した。具体的には密度計開発による塩分観測の高精度化の成功、Deep Argo フロート観測の進展、日本独自の AI を活用したデータ品質管理、Signature データ同化などである。さらに、海洋酸性化の監視観測のために開発した pH/pCO₂ センサーは、精度と安価の両者を兼ね備えた独創性の高いセンサーであり、漂流型観測フロート搭載も十分に見込まれる将来性の高い取組となっている。

<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>

Argo フロート観測、大陸間縦断高精度観測 (GO-SHIP) などあらかじめ計画されていた観測を無事故で実施することができた。

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、熱帯におけるウェーブグライダーや Argo フロート観測を試験的に繰り返し実施した。以上、国際協力の中でフラックス研究に焦点を絞るなどリソースを抑えつつ、中長期計画後半の熱帯域の観測の品質クオリティを維持できるように観測スキームを確立することがで

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

Argoフロート観測（4,000本の維持）、大陸間縦断高精度観測（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（須賀利雄招へい上席研究

きた。

<具体的な研究開発成果>

表層グライダーに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することができた。この成果により、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ることができた。

塩分観測の高精度化やDeep Argoフロート観測の進展、AIを利用したデータの品質管理、Signatureデータ同化などの成果はいずれも気候変動に不可欠かつ世界をリードできる重点課題を同定した点で想定を上回る質の高い成果の創出となった。

海洋深層水温の観測から1985年以降で直近7年の昇温率が最も高いことを明らかにした。この結果は深層の熱分布や昇温進行の機構解明の重要な手がかりとなるかもしれない意義の高い成果である。

<国際社会、国等の政策への貢献状況>

Deep Argoフロート、乱流フロートの経験値を積み、Argoフロートの国際コミュニティに情報を発信した。

「海大陸研究強化年（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。

<研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等>

成果を最大化する活動の一環として、南北両太平洋のArgoデータの品質管理と公開を担当している。責任を持って太平洋Argoデータセンターを運用することで世界のコミュニティに貢献している。

一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。

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

員)、GO-SHIP Science CommitteeのExecutive Group Member(勝又勝郎グループリーダー)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度の海洋地球研究船「みらい」航海)。熱帯におけるウェーブライダーや Argo 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。

Deep Argo フロート、乱流フロートの経験値を積み、Argo フロート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可能性がある。

夏季節内振動をターゲットにした「海大陸研究強化年(YMC)」の集中観測において、ウェーブ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。

-

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。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。

具体的には 2021 年度までに、

<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>

北極域における観測等については、コロナ禍の中、各国の計画が中止や延期になる中で、「みらい」による観測航海を毎年実施することができた。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。

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を順調に進めた。

海水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、COMAI は機体を完成させ、令和 3 年「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済ませた。

<具体的な研究開発成果>

進行する北極温暖化の中で、河川水が海水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て大気-海水-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できた。これらの成果によって、温暖化に最も貢献する要因となっているとされてきた「アイスアルベドフィードバック」以上に、河川水の熱などの影響が大きいことを定量的に

示すことができた。

石油と同等の炭化水素を合成する能力をもつ植物プランクトンを発見した成果は、興味を示す多数の企業の中から、1社と秘密保持契約を締結し利活用に向けた検討体制を整えることができた。以上、前者は温暖化増幅メカニズムの要因として従来の知見を覆す要因を特定することに結びつき、後者は想定を超える社会的インパクトがあるものでありいずれも特筆すべき成果と言える。

<国際社会、国等の政策への貢献状況>

北極海広域同時観測計画 (Synoptic Arctic Survey: SAS) において主導的役割を担い、その推進に貢献した。また、Pacific Arctic Group、Nansen Legacy などのマルチ国際連携やノルウェー、米国、イギリス、インドなどとの二国間連携などを通じた国際共同研究を積極的に進めた。これらの国際共同研究の実施は「我が国の北極政策」の柱の1つである「国際連携」に貢献するアクションである。

北極評議会の作業部会が行う各種報告書作成や成果の情報発信に貢献した。

令和3年度より北極域研究船建造の予算がつくこととなった。令和8年度の就航を目指し、中長期計画の後半では、国際プラットフォームとしての運用に向けたアピール活動、そのためのより一層の国際連携研究の強化などを実施していく予定である。

<研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等>

海水下観測用小型ドローン (COMAI) の開発に関して、新型コロナウイルス感染症拡大による出勤出張制限と期中の欠員の影響で遅れが出ている。当初、令和4年度までに運用評価の実施を計画していたが、これを令和5年度までに変更するが、これは COMAI の開発に研究ニーズを取り入れて更なる付加価値をつけるためであり、「現場をセンサー等で測定可能な COMAI」を「現場を測ってサンプル採取も可能な COMAI」へと進化させるためである。

・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て大気-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できた。特に、石油と同等の炭化水素を合成する能力をもつ植物プランクトンを発見した成果は想定を超えるものであり、企業と秘密保持契約を締結し利活用に向けた検討体制を整えた。

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できた。

・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

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、「みらい」による観測航海を毎年実施、太平洋側北極海での貴重な観測データを取得、公開できた。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。

2022（令和4）年度以降の航海計画立案やさらにその先の国際共同・連携観測を進めている。

・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

新型コロナウイルス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できた。

・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。

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「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済ませた。ただし進捗としては、コロナによる出勤出張制限と期中の欠員の影響で遅れが出ている。

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・海水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
- 海水下観測ドローン等を活用した新たな北極海観測システムの運用等に取り組む。

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、

<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>

北西太平洋において、係留系による K2 と KE0 での定点観測、BGC Argo フロートによる広域観測を計画通り実施することができた。また、これらの研究航海では、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。

純国産かつ世界初となる新たなセンサーを搭載した昇降フロートの開発に着手した。

<具体的な研究開発成果>

マイクロ X 線 CT 法 (MXCT) による分析技術を構築し、石灰質生物への海洋酸性化影響評価の定量的な手法を確立することに成功した。この装置は世界で唯一の装置であり、国内外から石灰質生物への海洋酸性化影響評価試料が多数押し寄せ、3 年間で 4,202 検体の計測を実施した。また、MXCT を用いた成果として酸性化や形態学的解析に関する論文 7 本を公表した。さらに、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。国内外の反響の大きさは想定以上であった上、MXCT 装置を用いて博士の学位取得の指導を行うなど、予定外の人材育成貢献にも結びついた。

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するこ

とができた。

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、CH₄、N₂O)全てに拡張し、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することができた。中でも最近の「畜産」部門の排出量増加、ブラックカーボンの排出源として「家庭」部門が重要であることを明らかにした。

<国際社会、国等の具体的な政策提案等への貢献>

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たことにより、今後の温室効果ガスの有効な削減対象を具体的に指摘することができた上、基盤的な予測情報となった。これらは気候変動に対する適応・緩和及び防災政策立案に資する重要な成果であるとともに、政策上何を解決すべきかを提示することができ、IPCC第6次報告書でも報告された。

IPCC第6次報告書に執筆者、査読編集者として直接関わった上、UNFCCCのパネルディスカッションでの発言が公式文書化された。

「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に貢献する新たなプロジェクトの提案を行うとともに、オンラインセッション Ocean Decade Laboratories ” A Productive Ocean” のサテライト活動として、「北西太平洋の豊かな海洋生態系の未来にむけて」を主催するなど、地球環境部門の研究者がリード役となって Ocean Decade に貢献することができている。

<研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等>

成果最大化のために、社会や市民への直接的貢献を意識した成果創出にも注力した。具体的には、地球環境部門と付加価値情報創生部門との連携により津軽海峡の流況短期予測システムの試験版を完成させ、海況情報公開サイト「MORSETS」に実装・公開した。アクセス時間が4時から5時と早朝であることから、地元の漁業者らに活用してもらっていることが分かる。

ロシアに設けている大気の観測拠点は昨今の国際情勢を鑑み、停止することとしている。

・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 K2 と KE0 での定点観測、BGC Argo 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ー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。

・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

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た。酸性化や形態学的解析に関する論文 7 本を公表した。加えて、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。

・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

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) 全てに拡張し、メタンの人為起源排出の上昇など、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ウイルス・ロックダウン時期の窒素酸化物 (NO_x) 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。

・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

上記の成果を含め、IPCC 第 6 次報告書 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」部門を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 年からの津軽海峡東部での観測から検出された pH/Ω 急低

- ・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。

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-大気-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

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、地球環境部門と付加価値情報創生部門の連携により、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。更なる改良のため、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球大学と連携し、観測網充実に向けた技術開発を実施中である。

<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>

高解像度数値モデルを用いた数週間から季節程度の数値実験を実施し、観測データとの比較解析を計画通り実施することができた。

季節内振動が台風進路に及ぼす影響などの予測可能性に関する知見や、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、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の獲得についても計画通りの進捗となっている。

将来の気候変動予測のための高度な全球シミュレーションモデルを他に先駆けて開発するこ

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、

とができた。

<具体的な研究開発成果>

IPCC 第 6 次報告書貢献の一環として、第 6 期結合モデル相互比較計画 (CMIP 6) 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。

CMIP 6 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、公表されたモデル論文は IPCC 第 6 次報告書に記述される多くの研究成果創出に貢献した。特筆すべきは、Web of Science top 1%あるいは 0.1%論文に選ばれるなど予測研究の発展に多大な貢献をもたらしたことで、想定を超えるインパクトを世界の気候分野コミュニティに与える成果となった。

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。この成果は、南極棚氷融解量をシミュレーションモデルに組み込むことで、今後の温暖化による南極周辺からの淡水供給の予測の確度を高めることに貢献する重要な成果である。

<国際社会、国等の具体的な政策提案等への貢献>

上記に記載の通り、高度な全球シミュレーションモデルを他に先駆けて開発した。公表されたモデル論文は IPCC 第 6 次報告書に記述される多くの研究成果創出に貢献し、Web of Science top 1%あるいは 0.1%論文に選ばれるなど予測研究の発展に多大な貢献をもたらした。

IPCC タスクフォースメンバー、日本代表団メンバーを輩出し、IPCC 第 6 次報告書を各国が取りまとめていく国際交渉プロセスにも貢献した。

<研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等>

地球システムモデルに初期値化システムを適用することにより、従来扱えなかった全球炭素循環の予測を可能とした上、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

・ マッデン・ジュリアン振動 (MJO) 等の数週間から季節程度の時間規模における変動現象が、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

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風の発生頻度の気象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、第6期結合モデル相互比較計画 (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 第6次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地球システム統合モデル (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 吸収変動を観測と統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

素循環の要件を、旧来・従来モデル実験との比較から特定することを可能にした。これら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、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している。以上、我々の優位性を活かしながら、成果の最大化を目指し、温暖化に関する国際交渉などで将来的な活用に結びつけたい。

- ・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 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。

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。

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。

海水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。

<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>

深海域真核微生物と魚類を対象とした環境 DNA を用いる効果的な多様性把握を進める手法や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、深海生態系の多様性情報を簡便かつ効果的に、また、生態系に低負荷で把握する手法など深海生物・生態系の環境影響評価に関わる手法を計画通りに確立する

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。

具体的には 2021 年度までに、

ことができた。成果の一部は特許申請も行っている。さらに、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することにも成功した。

これまで取得できなかった表層から海底直上までの乱流環境のベースラインデータを投下型の乱流計で取得できるようにし、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 (Tanaka et al., 2021)、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)。以上の手法は、海底資源開発に伴う懸濁粒子の動態を評価する環境影響評価手法としての重要な成果となっている。

海洋マイクロプラスチック (MP) 分析について、ハイパースペクトルカメラ (HSC) を用いて微小 MP を高速に計測するシステムの開発や、HSC による MP 種類判別モデルを構築することができた。以上、多くの手法開発を計画通りに確立するに至った。

<具体的な研究開発成果>

海洋プラスチックの沿岸から外洋へ分布する機構として台風などの大型気象災害の重要性、海洋プラスチックがもたらす有機化合物汚染が海洋生態系のトッププレデターにも及んでいることなど社会に大きなインパクトを与える成果となった。

黒潮続流再循環ジャイアにおいて、表層のプラスチック分布実態や深海底への鉛直輸送過程を調べ、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し、全海洋におけるプラスチック分布実態把握へ向け情報を提供した。

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、海洋生態系の変動と経済的評価を行った結果、概して生態系サービスは現状維持若しくは低下することを見出した。この成果は次期生物多様性国家戦略の資料に活用された。

<国際社会、国等の具体的な政策提案等への貢献>

将来の気候及び社会経済シナリオに基づく変

動を踏まえた海洋生態系サービスについて、おおむね現状維持若しくは低下することを見出した成果は次期生物多様性国家戦略の資料に活用された。

海洋生物地理情報システム（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 への参画や貢献プロジェクトの提案を行うとともに、全球海洋ごみ観測ネットワーク IMDOS の構築準備を進めるなど、地球環境部門の研究者がリード役となって Ocean Decade に貢献することができている。

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。その一部は 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るなど、想定以上に国際的に貢献する成果となっている。

<研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等>

今後、次期 SIP などの開始により環境影響評価のニーズはますます高まることが予想される。限られたリソースを最大限活かしながら、高まるニーズにうまく応えられるよう引き続き効率的なマネジメントを心がける。

・ 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

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）をおこなった。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イベント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（MP）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。ハイパースペクトルカメラ（HSC）を用いて微小 MP を高速に計測するシステムの開発や、HSC による MP 種類判別モデルを構築した。海洋 MP 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、産業技術総合研究所と共同）。

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。

・ 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

・ 環境影響評価手法の最適化及びそのためのツール開発

- ・ 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。

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若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。

深海生物分布情報 1,823 件を海洋生物地理情報システム (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 WG、MP 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 (AOGEO/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。

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
- ・ 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。

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、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

補助評定：A

本項目に係る中長期計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムに向けた取組を着実に実施したこと等を総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸毎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「海洋生態系等が有する未知の機能の解明と知見の蓄積」>

サケ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。

<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」>

微量硫黄量・同位体組成測定法のリュウグウ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

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。

意義の極めて大きい成果であり、中長期計画を上回るものである。

<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」>

中部沖縄トラフ海域の試料を用いた海底熱水鉱床の解析による成果は、同海域における海底熱水鉱床の生成メカニズム解明に資する重要なものであり、科学的意義は大きい。中長期計画を上回る成果と評価できる。

【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」>

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。中長期計画を達成する成果である。

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顕著な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」>

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、A-STEPやCRESTといった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顕著な成果を挙げた。

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。

具体的には2021年度までに、

深海極限環境に生息する微生物が持つ未知の有用機能に関する知見の創出に向け、ゲノム情報等の多元的解析や関連する技術開発を進めた。具体的には、複数の調査航海や試験・訓練航海を通じ深海バイオリソース（深海堆積物、深海微生物株、水塊試料）の収集・保管を行うとともに、日本海溝・伊豆小笠原海溝・マリアナ海溝及びその周辺の深海平原域から採取した深海底堆積物中の微生物群集及び環境因子の多元的解析により、近接する海溝縁辺と海溝底の微生物生態系（即ち生物機能ポテンシャル）が明瞭に異なること、地理的に離れた海溝間でも類似した系統群が存在すること等を明らかにした。また、環境変動研究への貢献を目指し、Bio-Go-Ship 等との国際連携に関する調整を進めている。

深海バイオリソースの産業利用の促進に向け、深海堆積物及び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を令和2年2月に開始し、大学及び民間企業合わせてこれまで計11件（深海堆積物20本、深海微生物株615株）の提供を行った。このうち海洋酵母由来のカロテノイドについては、化粧品原料として令和6年度

【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。】

年度計画を部署毎、さらには研究者等個人毎の目標・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。また、そのうえで、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。

サケ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ものである。

深海バイオリソース提供事業について、大学

中の上市を目指した取組が始まっている。また、深海微生物株コレクションの継続的な整備を進めるとともに、深海堆積物・水塊試料から得た環境ゲノム情報及び付随する多元的情報を包括して管理するデータベースの構築を進めている。

深海の極限環境（高圧・高温・高圧）で発現する特異な物理化学プロセスに発想を得た「深海インスパイアード化学」の研究開発を進めた。深海熱水噴出孔に発想を得て開発したナノ乳化技術の実用化に向け民間企業への技術指導契約を3件実施したほか、本技術による微細油滴の生成が二段階で進行することを明らかにした。研究成果最適展開支援プログラム「A-STEP」課題「深海極限環境に発想を得た高温・高圧技術による天然食品素材の高付加価値化」として進めた研究においてカロテノイドの色調が微粒化化によって淡色化する主因が特異な分子構造に起因する構造歪みであることを明らかにした。また、加圧による高分子のナノ構造変化を利用して、圧力をスイッチとして必要な時にオンデマンドで解重合可能なサステイナブルプラスチックの開発を目指した研究提案「バロポリエステル：圧力による精密分解制御」（研究代表者：出口 茂 海洋機能利用部門生命理工学センター長）がJST 戦略的創造研究推進事業プログラム「CREST」の令和3年度新規課題として採択された。

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。中長期計画を達成する成果である。

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、A-STEPやCRESTといった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顕著な成果を挙げた。

年度計画を部署毎、さらには研究者等個人毎の目標・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。また、そのうえで、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。

・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

ブ)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。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。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。

さらに、微量炭素・窒素・硫黄の同位体組成の測定法について、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もつことを明らかにした。

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全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。クライオ走査電子顕微鏡を用いたイメージング技術

- ・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。

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による英国王立顕微鏡協会（RMS）Scientific Imaging Competition 2021の映像部門1位獲得等の成果を得た。

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、（超）好熱アーキア、（超）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。

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。

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
- ・（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、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

中部沖縄トラフ海域の試料を用いた海底熱水鉱床の解析による成果は、同海域における海底熱水鉱床の生成メカニズム解明に資する重要なものであり、科学的意義は大きい。中長期計画を上回る成果と評価できる。

物理探査技術の研究開発に関しては、民間企

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。

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産業利用の促進に向け改良・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査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い、さらに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、「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

業との共同研究を通じ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顕著な成果であると評価できる。

年度計画を部署毎、さらには研究者等個人毎の目標・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。また、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。

・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。

術開発を進めた。

そのほか、CCS 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・ひずみ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3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。

海底資源の成因プロセスの解明及び有望海域の推定に向け、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。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。

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「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关联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。そのほか、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し、衝突イベントに伴う隕石及び被衝突物の溶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。

そのほか、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。

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、(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)

- ・ 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) : 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 : 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

（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 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。

補助評定：A

本項目に係る令和元年度から令和3年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、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>

多数の世界初の海底観測技術を統合して海底地殻変動観測システムの開発、設置、展開を進めた。これらと既設の孔内センサーにより南海トラフ地震発生帯浅部の多様なゆっくりすべり活動を捉えることに成功した。

海底ケーブル光ファイバーを使ったDAS観測技術の実用化のため、長期連続観測を実施した。その結果、DAS観測により初めて南海トラフ浅部低周波微動の観測に成功した。また、海底地殻変動計測のための光ファイバー観測装置を世界で初めて開発し海洋潮汐と同期した海底歪変化をとらえた。

ウェーブライダーを用いて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同様な精度でのデータ取得に成功した。これらを用いて千島から日本海溝沿いでの実用運用を行い、データ収録を進めた。

南海地震震源域広域3D 探査及びデータ処理が終了した。その結果からスロー地震活動を規定する沈み込む海洋プレート構造を明らかにした。例えば、室戸岬沖には、多数の小規模海山を伴う尾根状の高まりが沈み込んでおり、スロー地震は小規模海山周辺に集中していることが分かった。

南海トラフ全域において海域探査を陸上観測点で観測した記録など多様な既存データを統合解析したことで、海陸境界部を含む南海トラフ地震発生帯の全体像を3D で捉えることに成功した。

南海掘削試料の物性計測、掘削データ解析及びモデリングを組み合わせた融合的アプローチにより、室戸沖スロー地震発生域にパッチ状の高圧間隙水圧帯が複数存在していることを初めて直接捉えた。また、紀伊半島沖南海プレート境界上盤の歪蓄積域における岩石強度と応力、水理特性、熱特性に関する物性状態を明らかにした。

東北沖地震震源域におけるアウターライズ震源断層分布を明らかにし、それに基づく津波伝搬・浸水の評価を行った。また、これまでの東北地方太平洋沖地震研究成果を取りまとめインパクトファクターの高い国際誌に総説論文として発表した。

<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>

上記の取組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において課題となっている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。

<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>

活発な活動を続けた西之島、爆発的な噴火をした福徳岡ノ場において、観測船、無人探査機、ウェーブライダー、ドローンなどを用いた機動的な観測、試料採取、活動モニタリングを行い、噴火活動のデータを取得するとともに、火山内部構造、爆発的噴火のメカニズムを明らかにした。

西之島では、ドローンによる空中磁気測量データをデータ駆動科学の手法スパースモデリングを活用して解析し、1973年の噴火時に固化したマグマ及び2013年の噴火により磁化が失われた火口付近の構造を明らかにした。

福徳岡ノ場噴火では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・アレイがデータを解析することにより、衛星画像や空振計の観測の約20分前から海底での火山活動が開始していたことを明らかにした。

【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>

開発したセンサーと既存孔内観測装置で観測された南海トラフスロー地震活動に関連するデータを即時把握・解析し、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随時報告するとともに、特異な特徴に関してはタイムリーに情報提供を行った。

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

ウェーブライダーを用いて千島から日本海溝沿いで海底地殻変動データ収録を進め、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、報告した。

南海トラフ、日本海東縁、日本海溝、南西諸島での地下構造情報、断層情報を地震調査研究推進本部に提供し、長期評価、津波評価に活用された。

西之島、福徳岡ノ場の噴火に関する、噴火活動、噴火メカニズム、噴火履歴のデータと知見を火山噴火予知連絡会に提供し、火山活動評価に活用された。

<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>

即時津波予測システムへ津波瓦礫予測を実装し、その現地適用を行った。また、社会実装を検討・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。】

本課題で開発した手法、取得したデータ及び構築したモデルを「数値解析リポジトリ」と「四次元仮想地球」に統合していくために、機構内共同研究体制を構築している。また、防災科学技術研究所と地震・津波防災に資する調査観測・研究等について包括的に連携協力を推進し、その成果の利活用による社会実装を目指すなど、機構内外の連携を強化した。

研究の加速のため、令和3年度も新たな大学・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するとともに、外部資金プロジェクトの活用を進めた。

本項目に係る年度計画に照らし、予定どお

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。

具体的には 2021 年度までに、

り、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したと評価する。

<技術開発>

【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。】

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、1 cm 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実現した、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、海底に展開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。また、令和2年12月からのゆっくり滑りの観測では、海底傾斜計によって低周波微動が始まる前に発生したゆっくりした地殻変動が捉えられており、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。

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ーによる観測により、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掛かるGNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測のコストを全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ており、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検出が大いに期待できる。

また、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ということで令和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化されたDAS観測装置による長期連続観測が開始され、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されている。また、DAS観測記録の解析により、海底で発生する、より長周期の海洋変動要因の変化を見出すとともに、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観測装置の開発がなされ、その結果、80km 先までの歪変動計測が実施できており、海底ケーブルを用いた広域の地殻変動観測というアウトカムの創出に至っている。

【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。】

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、孔内観測点の他、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、気象庁南海トラフ地震検討会に報告し、国の南海トラフ地震発生評価に活用された。

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。

【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。】

防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、その元で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、今後の研究開発を協力して進める体制を構築した。

科研費基盤 S「巨大地震の裏側～巨大化させないメカニズム」（令和4年度までの5年間）等の外部資金を獲得して実施している。

また、海上保安庁海洋情報部との包括連携協定の元で結ばれている「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や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>

【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。】

巨大地震の発生が危惧されている南海トラフでは、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により、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。また、大きな被害をもたらした2011年東北地方太平洋沖地震についても、巨大すべり域の北限付近の実態や巨大すべりを食い止めた構造要因について明らかにしたほか、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も進めた。また、これらの成果を取りまとめ、著名な国際誌に2本の総説論文を発表した。米国、ニュージーランドなどと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、ヒクランギにおける海山沈み込みとスロー地震の関係などを明ら

- ・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・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 6m 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

かにした。

【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。】

南海トラフから南西諸島にかけての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断層モデル検討委員会などで海域断層情報 DB に基づく南西諸島域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。

【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。】

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）や新学術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。

では、令和2年12月に設置した傾斜計付近で始まった「浅部ゆっくりすべり」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・気象庁南海トラフ地震評価検討会・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較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が行うための、現場水圧較正技術の開発と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., JGR, 2020)を経て、実海域実証試験を行い、1cm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。そのうえで、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。

海底ケーブル光ファイバー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、地方公共団体(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、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., GRL, 2022)などにより成果を公表した。これらについて

・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

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。

さらに、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、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つける特筆すべき成果である。

ウェーブライダーを用いて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、当初計画を優位に超え、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・海象センサー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。

・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

熊野灘における既存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 (Tonogawa et al., 2021, EPS)。

1946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。OBS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クラン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。

2011 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

<ul style="list-style-type: none"> ・海底堆積物の採取及び解析による地震発生履歴の調査 <p>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、</p>	<p>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、2011 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.)。</p> <p>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)。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 ・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 <p>等に取り組む。</p> <p>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。</p>	<p>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事を確かめた (Kanamatsu et al., 2021 Marine Geology)。</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>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、</p>

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。

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。

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。

具体的には2021年度までに、

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したと評価する。

【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。】

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ることで、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。また、プレート境界の固着すべりの現状把握において課題となっている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。

【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。】

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3次元地下構造モデル(ver. 1)を構築するとともに、今後の海陸統合モデルの構築とその持続的改善の枠組みについて問題を

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）で提言した。

南海トラフ巨大地震震源域の浅部延長におけるゆっくり地震活動を、気象庁南海トラフ地震検討会と地震調査委員会に、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。

「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。

【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。】

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。

さらに、「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 等を実装される研究開発体制も含まれている。

加えて、防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、そのもとで、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利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。

・ 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 3次元 P 波速度構造モデルをマルチパラメータ化し、3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ーン関数ライブラリを構築した(Hori et al., 2021)。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。

・ 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

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(Iinuma, 2018)、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。

・ 海底地すべり等、地震以外の津波発生

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

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
- 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
- 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
- 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。

て、既存の海底地すべり痕情報に基づいて調査した。全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，地震学会 2021）。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）。

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）に資料提出がなされ、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、気象庁南海トラフ地震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（Takahashi & Imai, 2022）、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。

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す、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。そこで、本課題では、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」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。

具体的には2021年度までに、

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したと評価する。

【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。】

中長期計画を予定通りに進めるとともに個人の自由な発想による研究や他の機関との共同研究を奨励することにより、これまで決着がつけられなかった地球最大の火成活動によるオントンジャワ海台の成因仮説についての有力な証拠の発見、世界にも類のない火山灰の系統的データベース及びそのデータを活用した最新のデータ駆動科学手法による火山灰給源システムの構築、西之島におけるドローンを活用した磁気構造探査や海底サンプルの解析による爆発的噴火メカニズムの解明、福徳岡ノ場に関する水中音波観測の成功や軽石分析による噴火メカニズムの理解において大きな科学的成果が生まれた。

【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。】

西之島と福徳岡ノ場について火山噴火予知連絡会へ数多くの報告をおこない、その活動が評価されて機構研究者が評価検討会のメンバーになり、国への直接的な知見の提供ができる体制

を整えた。

原子力規制庁、海上保安庁、産業技術総合研究所、東京大学地震研究所をはじめとした複数の大学機関へ、得られた成果の提供や共同研究を通じた情報交換を行い、海域火山の長期評価等へ貢献した。また、海域火山研究に関するアウトリーチ活動を積極的に進めた。とりわけ、福徳岡ノ場や西之島などの火山噴火に機動的に対応し、研究調査を進め成果を上げるだけでなく、アウトリーチによる国民の海域火山リテラシーの向上に大きく貢献した。

【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。】

部門から個人に至る各階層で、毎年、相互に連携した研究計画を作成し、計画に沿った研究を効率的に進めることにより、西之島研究、福徳岡ノ場海底火山研究、データ駆動科学を活用した火山灰給源同定システムの開発、オントンジャワ研究において、卓越した成果が得られた。コロナ禍により出勤率の低下及びテレワークの増大により、実験室での作業等に極めて大きな影響が出たが、現場の担当者を中心にセンター全体で作業の効率化や自動化を積極的に進め、研究の停滞を避けることができた。

・ 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

ウェーブ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。

・ 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

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

・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。

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・分析を行った。その成果として、福徳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

日本弧下マンツルの流体分布を明らかにした (Iwamori et al., JGR, 2021)。

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
- ・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動や噴火過程の比較検証
- ・「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。

【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

(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

数)
・共同研究件数 等

・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

（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的解析手法を開発し、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

補助評定：A

本項目に係る中長期計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、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「政策的課題や社会的課題の解決への貢献」>

「数値解析リポジトリ」に向けた各コード開発と、それらの成果において想定を上回る論文・特許・受賞成果があり、計画を上回る成果

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。

である。

「四次元仮想地球」のコンテンツと、それらの成果において想定を上回る論文・受賞成果があり、計画を上回る成果である。

【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。】
＜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」＞

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おり、計画を上回る成果である。

＜フローチャートにおけるアウトカム「付加価値情報の国際社会、国、地方自治体、産業界等への提供」＞

「四次元仮想地球」の外部利用を促進するために、「四次元仮想地球」プロジェクトウェブサイトを作成したことは、計画を上回る成果である。

＜フローチャートにおけるアウトカム情報連携のためのデータ群及び数理解析手法群の整備」に該当＞

国内外機関とのデータ連携として、文部科学省からの補助事業である第4期 DIAS プロジェクト（地球環境データ統合・解析プラットフォーム事業）の代表機関を令和3年度から務めており、これは計画を上回る成果である。

国内外とのデータ連携促進のひとつとして取り組んでいる日本海洋生物多様性情報連携センター（J-OBIS）推進事務局についても、データ受入や委員会開催など順調に進捗しており、これは計画を上回る成果である。

【評価軸：得られた成果を社会へ発信し、課題解決に向けた取り組み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「付加価値情報の国際社会、国、地方自治体、産業界等

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

への提供」>

特許出願・プレスリリースは全ての部署から毎年度複数発出し、並行して SNS や動画サイトを活用して成果を拡散した。また、開発した数値解析コードの公開及び商用化も進んでおり、これは計画を上回る成果である。

【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。】

年度計画を部署毎、グループ毎、研究者毎の目標、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。そのうえで、次期中長期計画への発展可能性等も見据え、研究者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。

また、研究開発における PDCA サイクルをより強く意識した研究計画のモニタリングを令和2年度より継続した。特に「付加価値情報創生システム」の構築に関して、Check（課題）を踏まえ、令和3年度計画を軌道修正するためのAction（改善）を行った。

人的資源の獲得と適切な配分を行った。これに加えて、付加価値情報創生部門数理科学・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を展開し、機構内他部門・他部署との連携を深める仕組みを構築した。加えて、生物分野やさまざまな社会的応用に関連するコンテンツといった新しい分野に対応する人材を優先的に確保した。

これらにより数理科学の側面での機構内の研究連携を強化し、研究成果を最大化していく。

従来の個別研究から組織的研究へ転換する過程の中でも、「付加価値情報創生システム」のコンポーネントは充実し、いくつかの研究で政策的課題や社会的課題の解決に貢献するような成果が創出された。特定のニーズに対応した成果により、システムに多様性がもたらされ大きく

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。

「数値解析リポジトリ」に関わる研究課題（プレート運動予測、流体力学最適化、宇宙線の気象影響予測、海洋地球の同期現象、サイト地震動、粒子ボックス解析等）ごとに、創生される付加価値情報とそのユーザを意識したグランドデザインを完成した。数値解析に必要なデータを明示し、想定される「四次元仮想地球」との関連も可視化した。

国際プロジェクト (GEBCO) への貢献の他、海外の機関との連携のための調整や、開発した技術の応用展開のための調整が進んでおり、計画を超えた成果を創出した。

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。

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、データコンベア基盤、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。

進展した。

「数値解析リポジトリ」の開発がおおむね順調に進捗し、期待を上回る水準の学術的成果が創出されている。

国際プロジェクト (GEBCO) への貢献の他、海外の機関との連携のための調整や、開発した技術の応用展開のための調整が進んでおり、計画を超えた成果を創出した。

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、データコンベア基盤、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。

以上、従来の個別研究から組織的研究へ転換する過程にある中でも、「付加価値情報創生システム」のコンポーネントが充実し、いくつかの研究で政策的課題や社会的課題の解決に貢献するような成果が創出された。特定のニーズに対応した成果により、システムに多様性がもたらされ大きく進展し、科学的意義も大きいツールを「数値解析リポジトリ」にラインアップすることができたことや、合理的な研究マネジメントを取り入れ研究開発計画を軌道修正したことを、期待を上回る、計画以上の達成と判断した。

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。

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

「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/ML ライブラリ構築に向けた

「数値解析リポジトリ」の開発がおおむね順調に進捗し、期待を上回る水準の学術的成果が創出されている。

サイト地震動では、地震被害シミュレーションを企業が利用できるように整備し、チュートリアルを実施した。

感染症予測では、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。天然漁場と養殖生簀の両面から水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化に貢献する成果である。

軽石漂流シミュレーションについては、多様なステークホルダーとのコミュニケーションやコラボレーションのため、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の創生であり、明確なユーザに対する情報を創生し、発信するという「四次元仮想地球」の典型例を実現した成果である。

以上、中長期目標・計画の達成に向け「四次元仮想地球」の典型例を実現したことや、フォ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」に一部到達したことなど、期待を上回る、計画以上の達成と判断した。

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

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。

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つか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。

-
-

令和2年度に、次期研究基盤たる「地球シミュレータ」の調達導入を達成した。「地球シミュレータ」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他、コスト面でも優れたものである。また、令和3年度は「地球シミュレータ」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備を順調に行うことができた。

「四次元仮想地球」の実行基盤のプロトタイプとして、データセントリックサーバ(DCサーバ)を導入しユーザへの提供を開始した。国内外機関とのデータ連携として文部科学省からの補助事業第4期DIASプロジェクトの代表機関を令和3年度から務めている。

令和3年度は情報セキュリティインシデントに伴い、インターネット接続の切断やセキュリティ対策による工数不足などのため、データ連携に関する基盤整備について計画変更し実施した。国内外と

令和2年度に調達導入した「地球シミュレータ」では、従来の運用技術者主体の選定から、研究者と運用技術者が一体となった選定となり、研究成果の最大化を重視した仕様による入札公告を実現した結果、ベクトルプロセッサ、スカラプロセッサ CPU、GPU の3つの CPU が併用されたユニークな「地球シミュレータ」を導入することができた。多様かつ多数の計算系研究者が利用可能であり、従来研究の発展と新規研究実現を両立し得る新たな研究基盤の導入に成功した。

計算機の運用について、過剰な低優先度ジョブ投入の抑制による待ち時間の改善、課題種別

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
 - ・ 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)
 - ・ 情報基盤利用課題数、登録成果数

のデータ連携促進のひとつとして取り組んでいる J-OBIS 推進事務局についても、データ受入や委員会開催など順調に進めている。

(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

の利用期間の見直しによる繁忙期の混雑の改善に加えて、コロナ禍でも継続的なユーザサポートを実施したことによりユーザの利便性確保を達成した。

以上、コロナ禍においてもユーザ利便性確保を達成したこと及び情報創生のために最適な実行基盤を整備したことを、期待を上回る、計画以上の達成と判断した。

・共同研究件数

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

（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に向けた自発的マルチメディアアウトリーチ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における前半3年間の自己評価はS評価とする。

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「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、3年間に「深海熱水

電気化学メタボリズムファースト仮説の実証」や「隕石を介した宇宙-地球-海洋-生命の相互作用素過程の理解」が飛躍的に進み、多くの理論的・実験的証拠の提示に成功しただけでなく、液体/超臨界 CO₂化学進化や原始海水組成の実験的再現を含めた最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」や「海洋での生命初期進化モデル」の完成にむけた大きな進展があった。また、海洋や生命の誕生を準備する地球・地球外高圧鉱物学の体系化に至る特筆すべき成果の創出があった。

もう一つの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、「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明と新しい真核生物誕生シナリオの提唱」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世界的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。また、ダークマター微生物が有する機能を付加した人工生命機能作成技術の確立においても、「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」、の基盤技術確立に至る進展と成果があった。

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、深海化学合成巻貝スケーリーフットに対する発見から全ての謎の解明に至る学術研究を完遂し、種の保護にまで及ぶ展開を導いた。その一連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つく唯一無二の成功例となった。また、「海水-堆積物最表層環境生態系の描像とその機能の体系理解」を提示し、かつ将来的な「大気-海洋-海底-海底下の生物地球化学リンケージの統合的理解」の方向性を決定

づける成果があった。

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、研究におけるセレンディピティにつながった。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国際自然保護連合（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ついた。

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「我が国独自の独創的な技術基盤の創出」に該当>

「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」に対しては、レーザー加工技術や光ファイバーを用いたこれまでの海洋研究開発分野ではなかったような新しい技術開発を進めただけでなく、それを応用・活用した産学官との共同研究を多数展開し、いずれも期待を上回る進展と成果創出に結びついた（共同研究の推進

については評価軸②にも貢献)。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、多くの知財化が進んだ。

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技術開発の発露を積極的に展開する方向性として、「次世代地球惑星科学・生命科学を担う極微小領域・高精度化学分析技術の開発」に取り組み、これまで確立してきた極微小領域・高精度化学分析を高度化させるとともに、多面的共同研究を展開することによって、「はやぶさ2」試料キュレーション phase II における化学分析の主導、IODP 掘削試料への応用研究、ダークマター微生物の探索と機能の理解への応用、さらに考古学や工芸品産地特定への応用、といった派生する分野での成果創出に大きく貢献した。また、コロナ禍が続く中で、民間企業の開発への極微小領域・高精度化学分析の提供も継続して実施した（共同研究の推進については評価軸②にも貢献）。

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ついており、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「将来の研究・技術シーズの創出」及び「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

(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

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。さらに、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共同研究の促進）に結びつけたことは、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。また、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発信したことも部門独自の研究開発マネジメントといえる。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、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既に大きな実績を上げつつある。さらに、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。

中長期計画の前半3年間で、超先鋭研究開発部門として、(以下、延べ数) 357本の研究論文の発表、約1,400百万円に至る外部資金、産学官連携の共同研究77件(うち、民間との共同研究30件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究を47件、外国機関との共同研究を9件)の実施、共同研究費として220百万円の受入、特許出願(国内+外国)37件、受賞20件、プレスリリース28件、641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約23百万円の寄附金獲得、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

シフトを導くような飛躍的成果や体系的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②）、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⑥）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。

具体的には 2021 年度までに、

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、3年間に「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説の実証」や「隕石を介した宇宙-地球-海洋-生命の相互作用素過程の理解」が飛躍的に進み、多くの理論的・実験的証拠の提示に成功しただけでなく、液体/超臨界 CO₂化学進化や原始海水組成の実験的再現を含めた最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」や「海洋での生命初期進化モデル」の完成にむけた大きな進展があった。また、海洋や生命の誕生を準備する地球・地球外高圧鉱物学の体系化に至る特筆すべき成果の創出があった。本項目において、前半3年に達成すべき目標を大きく超える進展と成果創出を達成したと自己評価する。

「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、長期的な展望と組織的なサポート、そして更なる新展開を目指す挑戦によって支えられた研究開発の到達点として、「真核生物の起源となったアスガルドアーキアの分離・生理機能の解明と新しい真核生物誕生シナリオの提唱」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世界的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や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。また、ダークマター微生物が有する機能を付加した人工生命機能作成技術の確立においても、「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」、の基盤技術確立に至る進展と成果があった。本項目においても、前半3年に達成すべき目標を大きく超える目覚ましい進展と革新的な成果創出を達成したと自己評価

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、世界の一般社会に広く浸透し様々な創作活動や市場展開がみられる「深海のアイドル生物＝スクーリーフット」に対する発見から全ての謎の解明に至る学術研究を一つの到達点に至らしめ、さらに種の保護にまで及ぶ展開をもたらした。一連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つく唯一無二の成功例となった特筆すべき成果創出とその波及効果と言える。それ以外の研究においても多くの成果が創出されただけでなく、個々の最新成果やこれまでの機構の深海研究を統合するような「海水-堆積物最表層環境生態系の描像とその機能の体系化理解」を提示し、かつ将来的な「大気-海洋-海底-海底下の生物地球化学リンケージの統合的理解」の方向性を決定づける成果があった。これは機構の独創性や先導性を体現し学術のパラダイムシフトや新しい学術領域の創出を導くような研究成果であった。本項目においても、前半3年に達成すべき目標を大きく超える目覚ましい進展と革新的な成果創出を達成したと自己評価する。

独自の中長期計画課題の進展だけでなく、他の中長期計画課題における成果の最大化に貢献した例として、「海域地震及び火山活動に関する現場試料を用いた物性研究や高精度化学分析による発生メカニズムの理解及び活動状況の予測」も、独自・先導的な実験・分析技術の開発と独創的・挑戦的な着想に基づく研究展開により、当初の計画を上回る研究進展と成果の創出があった。

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、特異的なプラスフェ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ついた。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。さらに、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）に結びつけたことは、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。また、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、中長期計画における前半3年間で、(以下、延べ数) 357 本の研究論文の発表、約 1400 百万円に至る外部資金、受賞 20 件、プレスリリース 28 件、641 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

・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、に向けた令和元年度から令和3年度の取組として、

(1) 「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。

【令和元年度進展と成果】

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., Sci. Adv., 2019; Astrobiol., 2019; White et al., Astrobiol., 2020; 北台, 2019)。また、海水中での有機物の安定化・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 CO_2 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 CO_2 の純粋試料の採取と溶存成分の分析に成功した。

【令和2年度進展と成果】

液体/超臨界 CO_2 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、 CO_2 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., Commun. Chem. 4, 37, 2021)。

【令和3年度進展と成果】

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., Chem Comm, 2021; Zhang et al., Astrobiol, 2021; Sanden et al., Dalton Transact, 2021; Yamaguchi et al., JPC C, 2022)。また、現世の海底熱水系における液体/超臨界 CO_2 の形成原理、冥王代の海底熱水系での液体/超臨界 CO_2 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 CO_2 が化学進化に対して果たしう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 (Shibuya & Takai, PEPS, submitted)。

いう具体的な数値データと合わせて、高く評価する。

【達成度と意義】

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）。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。

- (2) 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。

【令和元年度進展と成果】

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., Phys. Earth Planet. Interior, 2019) 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年度進展と成果】

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., J. Geophys. Res. Planets, 2021)。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., Mineral, 11, 321, 2021)。

【令和3年度進展と成果】

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压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 CO₂、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., G3, 2021; Ueda & Shibuya, Minerals, 2021)。

【達成度と意義】

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、生命誕生にむ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」の強い結びつ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。

- (3) 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年度進展と成果】

普通コンドライト隕石の極微小領域 TEM・X線分析と理論計算から主要構成鉱物である新鉱物ポワリエライトを記載・報告し (Tomioka et al., Comm. Earth Environ., 2021)、火星隕石の微小領域の放射光 XAFS 分析により、40 億年前の火星炭酸塩中に含窒素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., Nature Comm., 2020; Nakada et al., Minerals, 2021; Nakada et al., American Mineralogist, 2020)。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., Sci. Adv., 2021)。

【令和3年度進展と成果】

「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 II 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 (Ito et al., submitted; Yada et al., 2021; Ito et al., 2021)。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., Meteor Planet Sci, 2021; Miyahara et al., Meteor Planet Sci, 2021; Okuchi et al., Nature Comm, 2021; Zhang et al., Geophys Res Lett, 2021)。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., PEPS, 2021)。

【達成度と意義】

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いえる。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 (b) 等、に向けた令和元年度から令和3年度の取組として、

- (1) 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。

【令和元年度進展と成果】

平成19年から3つの中長期計画を跨いで継続してきた現場環境再現培養法 (Imachi et al., Sci. Rep., 2019) によっ

- ・「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 (b) 等に取り組む。

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., Nature, 2020)。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 (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 年度進展と成果】

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 年度進展と成果】

平成 25 年から 2 つの中長期計画を跨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 (Yamamoto et al., ISME J, submitted)

【達成度と意義】

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 (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、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な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。

- (2) 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年度進展と成果】

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., Nature Comm., 2020) 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., Comm. Biol., 2020)。さらに、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., PNAS, 2020)。加えて、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., Science, 2020)。

【令和3年度進展と成果】

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., GCA, 2022; Templeton et al., Biogeosci, 2021)。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., Nature Comm, 2022; Köster et al., G3, 2021)。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., Front Microbiol, 2022; Mori et al., M&E, 2021)。

【達成度と意義】

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ヨ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。

- (3) 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。

【令和元年度進展と成果】

平成 17 年から 4 つの中長期計画を跨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出来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., PNAS, 2019)。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., ISME J., 2020)。

【令和2年度進展と成果】

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」を決定づける論文を発表した (Sun et al., Nature Comm., 11, 1675, 2020)。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論文を 3 本発表し (Sato et al., Marine Biology, 167, 79, 2020;

Watanabe et al., J. Crust. Biol., 40, 556-562, 2020; Watanabe et al., Marine Biodiversity, 51, 9, 2021)、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年度進展と成果】

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纏めた成果に加えて、長年にわたる地道な調査と観測データ取得と現場実験、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., Prog Ocenogr, 2021; Nomaki et al., Global Change Biol, 2021)。

【達成度と意義】

スケーリー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他に、スケーリーフットを IUCN が発刊するレッドリストへの登録に成功し(Sigwart et al., Nature Ecol. Evol., 2019)、かつ令和3年度にはアルビンガイを含むほとんど全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＝スケーリーフット」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つく唯一無二の成功例となった特筆すべき成果創出とその波及効果といえる。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。正に海洋-海底-海底下の「生命と環境の関わり」を結びつ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-海底下を一貫通貫的に研究してきた機構でしか為し得ない特筆すべき成果といえる。

- (4) 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。

【令和元年度進展と成果】

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., Nature Com., 2019)。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., Sci. Adv., 2019)。

【令和2年度進展と成果】

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, 職務著作2戦略第2363号, JAMSTEC, 2020)。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., PLoS One, 15, e0244464, 2020)。

【令和3年度進展と成果】

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事に成功し、論文投稿を行った (Kuruma et al., submitted)。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。

【達成度と意義】

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

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)
- ・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 (a)
- ・「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」の代謝・生理機能の解明 (b)
- ・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 (b)

等に取り組む。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。

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つながる確かな手応えを得た。

その他、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萌芽として進める研究や活動に対する令和元年度から令和3年度の取組として、

- (1) 令和2年度から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プラットフォーム（陸上・海洋）を活用した学際的な共同研究やそれを利用した海洋環境・生態系データの収集を行った。

【令和2年度から令和3年度進展と成果】

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について、NEDO ムーンショット型研究開発事業「生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発」（研究代表者：群馬大学 粕谷健一）、ERCA 環境研究総合推進費「バイオマス廃棄物由来イタコン酸からの海洋分解性バイオナイロンの開発」（研究代表者：北陸先端科学技術大学院大 金子達夫）、NEDO「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業：海洋生分解性に係る評価手法の確立」（研究代表者：産業技術総合研究所 国岡正雄）、NEDO 先導研究プロジェクトエネルギー・環境新技術先導研究プログラム「海洋環境を利用する新しい海洋生分解性プラスチック創出」（研究代表：日清紡ケミカル）、に分担者や協力者として参画し、陸上や現場での生分解検証実験・航海実海域試料を用いた海洋動態評価法の開発を進めた。

【達成度と意義】

生分解性プラスチックに対する海洋環境微生物群集の適応過程とプラスティスフェア形成において、予想外の相関・因果関係が発見され、極めて興味深い結果が得られつつあるのと同時に、それぞれのプロジェクトにおいて着実な進展があった。また、「イタコン酸からの海洋分解性バイオナイロンの開発」において実用性の高い新しい技術が確立されたため特許出願にも至った。これらの外部資金の獲得につながった共同研究は、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、社会的ニーズの一つでもある機構だけ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、特異的なプラスティスフェ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「自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発」が新たな海洋研究における学術領域の開拓に結びつくセレンディピティの好例となった。正に当初の計画になかった進展と特筆すべき成果創出があったと自己評価する。

- (2) 将来的な海洋・海底開発に伴う海洋生態系への影響評価の手法やベースライン情報の構築に向けて、令和元年度から深海極限環境におけるサウンドスケープの描像と生命-環境相互作用への関わりについての研究を進め、日本近海のいくつかの特徴的な深海環境に設置したハイドロフォンのデータ分析を行った。また、これまでの研究成果の体系化を通じて、「今そ

こにある深海熱水化学合成生物の危機」の客観的評価を行い、国際社会へ発信した。

【令和元年度から令和3年度進展と成果】

令和元年度にはそれぞれの環境や生態系に特徴的なサウンドスケープが存在することを明らかにするとともに (Lin et al., Trends Ecol. Evol., 34, 1066-1069, 2019)、令和2年度は ISA が主催する各国際ワークショップでの深海生態系モニタリングの有効なツールとしてのリスト化を推し進めた。令和3年度は、それぞれの環境や生態系に特徴的なサウンドスケープが存在することを論文発表した (Chen et al., Limnol Oceanogr, 2021)。また、令和3年度までに、これまでの世界中の深海熱水域の調査を通じたデータを活用し、全ての深海熱水に固有な軟体動物の分布・存在様式に基づいた IUCN レッドリスト評価を行い、公式な評価を確定させた (Molloy et al., the IUCN Red List of Threatened Species 2020, 2020)。さらに、その根拠となる科学的評価法についての論文を発表した (Thomas et al., Conserv Biol, 2021; Amon et al., Mar Policy, 2022)。

【達成度と意義】

一連の研究成果は、将来的な環境変動や生態系保全に向けて、サウンドスケープデータが深海生態系のベースライン物理環境として活用出来る可能性を示しただけでなく、海底資源の開発に伴う海洋生態系の影響評価に対する最も迅速・簡便で効果的な手法である可能性を国際的に認知させることに結びついた。また、IUCN レッドリストを通じて、科学的な証拠に基づいた深海熱水化学合成生物の現状評価を世界の科学者だけでなく、社会に広く発信することまで達成した。正に計画になかったものの今後の学術の発展と社会的波及効果が期待できる成果創出があったと自己評価する。

- (3) 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」を利用した取組みとして若手人材育成航海（若手人材育成プロジェクト）を行った。

【令和元年度から令和3年度進展と成果】

令和元年度から令和3年度にかけて、「しんかい 6500」・「よこすか」による潜水調査航海（通称ガチンコファイト航海）を3回行った。3回の航海に100以上の国内外の大学・高専等に所属する計384名の応募があり、計22名の「よこすか」乗船体験、計10名の「しんかい6500」潜航体験させることができ

た。既にガチンコファイト航海参加学生 22 名の間で、自発的な一種の秘密結社的な OB・OG サロンが形成され、個々のキャリア形成や海洋調査や有人潜水船の存続に関する幅広い議論やコネクション作りが進んでいる。22 名の中で、更なる高等教育課程に進んだ学生は 10 名であり、既にガチンコファイト航海での試料や経験を基にした論文発表も行われている (Hashimoto et al., IJSEM, 2021; Chen et al., Limnol Oceanogr, 2021)。また、これまでのガチンコファイト航海の経過や結果、波及効果について、多くのメディアで発信し (例えば Watanabe et al., Deep Sea Biol. Soc. News, July 1, 2020; NHK プロフェッショナル; 機構ウェブサイト; YouTube 等)、機構内外の認知は飛躍的に高まった。

【達成度と意義】

既に我が国の大学等の教育機関や海洋科学に関連する多くの業界において「機構にしかできない次世代人材育成のアプローチとしてのガチンコファイト航海」が認知されるに至った。最も重要な事は、ガチンコファイト航海参加学生がサロンを形成し、学生のキャリア形成のロールモデルとして活躍し、それを中心とした海洋調査や有人潜水船の存続に関する幅広い議論やコネクション作りが進んでいることである。これは、正に想定になかった展開と波及効果であり、中長期計画の後半においても、「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」の航海を続ける必要がある。

- (4) 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「ガチンコファイト航海」以外の様々なアウトリーチ・エデュケーションに取り組んだ。

【令和元年度から令和3年度進展と成果】

令和元年度に高知コア研究所が主導した「地震津波碑の保全と3D デジタルアーカイブ化」と「南海地震による集落水没伝承の科学的検証」は学術研究 (Tanikawa et al., 2019) と地方公共団体及び地域住民を巻き込んだ学術研究への興味喚起及び社会資本として防災意識の向上活動を連動させた特筆すべきアウトリーチ・エデュケーション成果となった。また、令和3年度には、地震断層運動を再現実験するための摩擦・物性研究で得られた成果を活用して、多くの人に機構の研究活動を知ってもらうために JAMSTEC50 周年記念企画「すべらない砂甲子園」を実施した。全国から公募で選ばれた 50 の砂の中からト

ーナメント形式により「一番すべらない砂（摩擦最強の砂）」を決定したもので、試合内容を科学的解説とともにウェブサイトにて配信した（YouTube 全 28 話配信、総視聴回数 34,000 以上を達成）。ソーシャルメディアを有効活用し、教養とエンターテインメントを兼ね備えたコンテンツを提供したことにより、全国のテレビ、ラジオ、新聞等で数多く取り上げられるなど、機構の研究活動に対する一般市民の理解及び機構の知名度向上に大きく貢献することができた。超先鋭研究開発部門が標榜する挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化に向けた上記のような目立つ取組だけでなく、新型コロナウイルスの拡大による大きな制限はあったが、地道な地域社会や高等教育進学以前の次世代人材に向けたアウトリーチ・エデュケーション活動を精力的に継続してきた。ただ活動を行うだけでなく、その活動が機構の研究活動に対する認知や知名度向上や積極的なキャリア志望や支援とどのように結びついたかに関する意識調査や効果の見える化を進めた。結果として、1,700 人を超える不認知層を含む 2,000 人以上の一般市民や学生といった参加者に対する活動を通じて、99.7%の参加者の印象変化を導き、50%近い参加者の就職や支援希望を引き出す大きな効果があった。さらに、機構に期待する研究開発テーマ選択において、参加者の 60%が「機構に最も期待する研究＝超先鋭研究開発部門に関連する研究開発テーマ」として選択する効果を得た。

【達成度と意義】

超先鋭研究開発部門が標榜する挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化に向けて、上記の通りインターネットや YouTube、SNS を活用した自発的マルチメディアアウトリーチを展開した取組の成果は、「ガチンコファイト航海」や「すべらない砂甲子園」の認知度の上昇や活動継続への要望からその波及効果は明らかである。また、超先鋭研究開発部門で実施している意識調査からも、挑戦的・独創的な研究への共感・支援意識の向上が明らかである。それら全ての様々なアウトリーチ・エデュケーションの効果は、Altmetrics 分析において、超先鋭研究開発部門の論文 1 本当たりの反響指数が機構の研究開発部門内で最高であり、世界のあらゆる地球科学・生物学研究機関との比較においてもトップレベルである結果で示された。挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化を目指した自発的アウトリーチ・エデュケーション活動が、特筆すべき成果創出を大きな社会的波及効果へ結びつける効果的な方法論であることが示されつつある。

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©）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。

具体的には2021年度までに、

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、中長期計画における前半3年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。

「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」に対しては、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する装置改良を進め、最終的に地震発生域下限に相当する封圧 1GPa、間隙水圧 750MPa、温度 400°C での実験に成功した。また、含水条件下での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。本項目においては、前半3年に達成すべき目標に対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」に対しては、レーザー加工技術や光ファイバーを用いたこれまでの海洋研究開発分野ではなかったような新しい技術開発を進めただけでなく、それを応用・利活用した産学官との共同研究を多数展開し、いずれも期待を上回る進展と成果創出に結びついた。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、多くの特許出願に至った。本項目においては、前半3年に達成すべき目標と計画を上回る進展と成果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技術開発の発露を積極的に展開する方向性として、「次世代地球惑星科学・生命科学を担う極微小領域・高精度化学分析技術の開発」に取り組む、これまで確立してきた極微小領域・高精度化学分析を高度化させるとともに、多面的共同研究を展開することによ

て、「はやぶさ2」試料キュレーション phase II における化学分析の主導、「IODP」掘削試料への応用研究、ダークマター微生物の探索と機能の理解への応用、さらに考古学や工芸品産地特定への応用、といった派生する分野での成果創出に大きく貢献した。さらに、コロナ禍が続く中で、民間企業の開発への極微小領域・高精度化学分析の提供も継続して実施した。本項目においても、前半3年に達成すべき目標と計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

全く新しい海洋生態系の現状把握や影響評価の観測技術の開発を目指す「スケーラブル海中多次元マッピングシステム開発」も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技術開発の発露と位置づけることができる。機構独自の技術開発や学術成果の蓄積に加えて、AIを始めとする国内外の様々な先端技術を階層的に組み合わせたマッピングシステムの開発が大きく前進し、国内外の様々なプラットフォームを用いた調査航海での実使用と応用展開を行った。大規模・高品質な海洋生物画像教師データの取得のみならず、浮遊生物の分類・人為的海洋開発や環境変動に伴う生態系への影響評価での科学的成果の創出に結びついたと同時に、陸上あるいは船上での機械学習アプリケーションのプロトタイプも完成し、スケーラブル海中多次元マッピングシステムの原型が確立された。本項目においても、計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

以上述べてきたように、ほぼ全ての項目において前半3年に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) 37 件の特許出願(国内+外国)を行い、産学官連携の共同研究を 77 件(うち、民間との共同研究 30 件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究を 47 件、外国機関との共同研究を 9 件)実施し、共同研究費として 220 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、が見込ま

・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 (C)
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、の確立に向けた令和元年度から令和3年度の取組として、

(1) 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。

【令和元年度から令和3年度進展と成果】

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 1 GPa、間隙水圧 750MPa、温度 400°C 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, Tectonophys., 2019)。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)。加えて、令和2年度には、地震発生帯に広く起きうる熱水-岩石反応の物理・化学特性実験的に検証しう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を再現に成功した。

【達成度と意義】

世界的な新型コロナウイルス感染症の拡大もあって、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。

(2) 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回収・利用・貯留技術の開発を行った。

れることも踏まえて、本研究課題の前半3年間の自己評価はA評価とする。

【令和元年度から令和2年度進展と成果】

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., J. Material Process. Tech., 2021)、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., Metals, 10, 2020)、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を用いてメタンを合成できる事を明らかにした。

【令和3年度進展と成果】

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、プレスリリース
https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20210712/）。

【達成度と意義】

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つけただけでなく、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ついた。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。

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。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。

その他の挑戦的・独創的な技術開発に向けた令和元年度から令和3年度の取組として、

- (1) 次世代地球惑星科学・生命科学を担う極微小領域・超高精度化学分析技術の開発を行うとともに、挑戦的・独創的な研究成果の創出に結びつける。

【令和元年度から令和2年度進展と成果】

「はやぶさ2」やその他の地球外天体探査により持ち帰られる貴重な試料の分析に向け、微小領域での試料加工と TEM-NanoSIMS/SIMS-STXM による同一試料リンケージ分析（微細組織・構造、元素・同位体、分子・化学構造）を可能とする試料ホルダー・輸送容器を独自開発した（Ito et al., Earth Planet. Space, 2020）。また、微小領域の高精度化学分析を可能とする固体試料

の高度表面研磨法が特許取得された（特許第 6754519 号）。微小領域高精度化学分析技術開発やその技術応用の実績が評価され、先端的技術開発の重点的拠点としての認知を高めることができ、各種整備資金の獲得に結びついた。

【令和 3 年度進展と成果】

連携協定に基づく他機関（SPRING-8、分子科学研究所 UVSOR、国立極地研究所、JAXA キュレーション、首都大学東京）連携の枠組みで「はやぶさ 2」が持ち帰ったリュウグウ試料分析を実施し、一次分析の予察的成果の論文発表を行った。原子力発電所の廃炉計画等において重要な情報となる放射性 Sr (⁹⁰Sr) の表面電離型質量分析計を用いた高感度分析法の開発を進め、従来の 100 倍の検出感度向上/分析下限値の低下（検出限界：1,600 atom）を達成し、論文発表を行った(Wakaki et al., Sci Rep, 2021)。先端的同位体分析技術を活用し、地球科学に加え、分析化学・文化財科学など関連分野において、有孔虫試料の分析による古環境変動解析や考古試料の産地推定などの技術開発を進め、出土火葬骨に対する食性解析や漆工芸品の産地判別への応用を行った。

【達成度と意義】

これまで確立してきた極微小領域・超高精度化学分析を高度化させ、多くの惑星探査（例えば「はやぶさ 2」試料キュレーション phase II）・地球科学（例えば「IODP」掘削試料）・生命科学分野（例えばダークマター微生物の探索と機能の理解）への応用研究を進め、研究論文の発表だけでなく、多数の産学官との共同研究の展開に至った。この項目においても計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

- (2) 高コストで限られた機会である海洋探査を最大限効率化しつつ試料採取に依存しない海洋生態系の現状把握や影響評価の新しい技術であるスケーラブル海中多次元マッピングシステムの開発に向けて、その一つの柱となる AI による海洋生物の認識・分類法の確立を行う。

【令和元年度から令和 2 年度進展と成果】

多種多様なプラットフォームで使用可能な可搬型 4K ステレオカメラ撮影装置を開発し、機構やシュミット財団の調査船を用いた研究調査での実使用を行い、AI による海洋生物の認識・分類法確立に向けた多種多様な機械学習用画像教師データを得ただけでなく、実際の新規分類群の海洋生物の同定を論文化した (Lindsay et al., Diversity, 2020; Seid et al., BiodiversityData J., 2020)。また、「江戸っ子 325」によって、台風による河川の増水に伴う深海海底混濁流現象を世界で初めて画像として捉える事に成功し、論文発表を行った (Kawagucci et al., Peer J., 2020)。

【令和3年度進展と成果】

ビデオデータアノテーションツールの継続開発と 8K ビデオデータを用いた機械学習アルゴリズムを補助するためのアプリケーション継続開発、さらにアノテーションセットから機械学習用教師データをエクスポートするためのアルゴリズム開発を進め、技術開発の過程で得られた分析データを用いた浮遊性動物の分類・分布・生物地理的研究への有効性を示す論文発表を行った (Lindsey, Sci Robotics, 2021; Iida et al., Plankton Benthos Res, 2021; Wagner et al., Mar Policy, 2021; Hidaka et al., Plankton Benthos Res, 2021)。また、採取試料から得られたプランクトン画像と、無人探査機に搭載された様々な撮影装置 (ホログラフィックカメラやステレオ視カメラなど) で得られたプランクトン画像を統合するデータベースの拡大を進めるとともに、画像分類基盤技術を構築した (Irisson et al., Annu Rev Mar Sci, 2021)。さらに、ホログラフィックカメラとラマン分光分析を統合させた海中浮遊粒子分類センサーの開発を進め、船上試験と海中運用まで実現した (Lie et al., IEEE J Oceanic Eng, 2021; Liu et al., J Optical Soc America A, 2021)。

【達成度と意義】

新しい海洋生態系の現状把握や影響評価の新しい技術の開発を目指す「スケーラブル海中多次元マッピングシステム開発」では、機構独自の技術開発や学術成果の蓄積に加えて、AI を始めとする国内外の様々な先端技術を階層的に組み合わせたマッピングシステムの開発が大きく前進し、浮遊生物の分類・人為的海洋開発や環境変動に伴う生態系への影響評価での科学的成果の創出に結びついたと同時に、陸上あるいは船上での機械学習アプリケーションのプロトタイプも完成し、スケーラブル海中多次元マッピングシステムの原型が確立された。計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

【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。
- 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

(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：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

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地下生命圏の探査や機能の解明、将来的なマントル掘削等の実施に向け、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。

補助評定：A

本項目に係る中長期計画に照らし、予定以上の成果が創出されたことを総合的に勘案した結果、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取組「海洋調査プラットフォーム関連技術の高度化」に該当＞

海洋調査プラットフォーム関連技術の開発については、機構内外の研究者・有識者及び国内他機関との意見交換において助言を得つつ、計画の調整や継続的な検討が効果的に行われている。その結果としてフルデプスの ROV については、高速かつ長距離の音響通信技術や新素材を用いた耐圧容器、高圧環境の影響を受けないアクチュエータの開発等、現状市場からは得ることができない技術課題を解決したことは顕著な成果である。また、7,000m 以深対応の AUV の開発についても、既存の AUV 機体の大規模改造を前提にした計画を立案するなど、開発期間の短縮や予算の動向に対応した、柔軟な対策の立案ができています。

海底探査技術の国際大会において、国内の若手研究者を中心としたチームのメンバーとして活動し、提供を行った AUV-NEXT を含む無人観測システムで、準優勝という成果を収めるとともに、大会に出場した他機関の研究者と継続的に交流を行い、高精度海底地形データの補正手法の標準化に関する取組を進め、その成果を取りまとめるまでに至ったことは顕著な成果である。

水中音響関連技術の研究開発について、外部資金の導入を積極的に図るとともに、有人潜水船で使用する画像伝送装置の開発を行い、世界最高性能の通信速度を持つ装置を実運用に提供

した。また、この装置は米国の海洋研究所が所有する有人潜水船にも試験的に搭載され、その性能をデモンストレーションすることができたことは顕著な成果である。

海底局と移動体間での高速音響通信を用いた自己位置補正手法及び光通信を用いた高速データ授受技術の検証が試験航海で成功裏に行われたことは、独立した海底局から船舶等を用いずに任意にデータを回収するという、将来の自動観測システムの実装シナリオを実現するための要素技術を海域で検証したことになり、その成果は顕著な成果と言える。

画像情報から多様な特徴点を自動で抽出したり、3次元形状をデジタル化するAI技術についても、大きな進展が見られたことは顕著な成果と言える。また、その成果がSociety 5.0科学博で公開され一般的な認知度が上がったことは高く評価できる。

計測機器の精度を保証する技術の一つである、水温トレーサブルについて、SOP(Standard Operation Procedure)を取りまとめるとともに、開発を行った精密大容量校正水槽の運用と供用を開始するに至ったことは、この分野において国際標準に等しい環境をコミュニティに提供できるようになったということであり、特に顕著な成果と言える。

<フローチャートにおけるアウトプット「多様な海洋環境に対応する探査・調査能力の獲得」に該当>

海底設置型掘削装置(BMS)についても、研究者の多様な要望に対応できるよう機能向上を進め、海底下20mの地点への地殻変動観測点の設置等を実現し、他の機関では実現することができない高精度な観測を支える技術確立することができたことは高く評価できる。

【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「課題(1)～(3)の研究開発成果の最大化による国の海洋政策等への貢献」に該当>

洋上中継機(ASV)の一つであるウエーブグライダーについては複数機からなる運用体制の整備が進み、令和2年度には十勝沖地震の発生に伴う緊急調査にも供され、機動的な調査観測に対応できる無人観測の体制が整備され、運用されるまでに至ったことは顕著な成果と言える。

<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>

新型コロナウイルス感染症の収束が見通すことができない中、乗船・訪船者に対する対応基準について、複数回の乗船前PCR検査、乗船前自己隔離、継続乗船者への検査など、国内の感染状況の変化や、緊急事態宣言・蔓延防止等重点措置の発令等の社会情勢に対応しつつ、研究航海の安全かつ最大限の実現に部門全体が一丸となって取り組んだ。特に、外国人乗船者への対応にあたっては、我が国のみならず、関係各国の水際対策等をも踏まえ、入国時やその後のフォローを丁寧に行ったほか、変則的な配乗計画を策定し実行するなど、安全な研究航海の実施に向けて柔軟かつスピーディーな対応を実施した。これら乗船者への対応に加え、船上の遠隔診断システムの実装や医師の処方が必要な新型コロナウイルス経口治療薬の全船舶への搭載など、船舶の安全対策の強化が大きく進んだことは特に顕著な成果と言える。

同様に、コロナ禍において、8か月にわたる学術研究船「白鳳丸」の改造工事、各船舶の法定検査、新たに搭載する機器の試験を着実に実施することができたことも評価できる。

<フローチャートにおけるアウトカム「課題(1)～(3)の研究開発成果の最大化による国の海洋政策等への貢献」に該当>

ArcS II やSIP など、国内の政策的課題の推進

に貢献できるよう、海洋調査プラットフォームの供用を行い、着実に計画を遂行した。加えて、新型コロナウイルス感染症の蔓延が続く中、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、欧州海洋研究掘削コンソーシアム（ECORD）や日本メタンハイドレート株式会社（JMH）、産業技術総合研究所（AIST）からの受託事業を実施し、所望の成果を獲得し、機構の国内外へのプレゼンス向上に貢献したことは顕著な成果である。

また、船舶有効活用の一環として、「ちきゅう」の回航時間を活用した、掘削プログラム表層掘削科学プログラム（Chikyu Shallow Core Program: SCORE）を実施し、広く研究者の乗船機会を確保するとともに、若手研究者や大学院生等が積極的に参加できる場を提供することができたことも評価できる。

【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「海洋調査プラットフォーム関連技術の高度化」に該当>

中長期計画に記載した開発項目を着実に進めており、結果を踏まえても適切なマネジメントが図られていたと考える。また、研究者等個人毎の自由な発想に基づく新規研究の実施も適宜進めており、大型の競争的資金の獲得や、科学博で紹介した AI 技術等の独創的な研究が加速した。

<フローチャートにおける取組「大水深・大深度掘削技術の開発」に該当>

掘削技術開発については、実装に必要な経費の確保等の課題もあることから、各技術課題の最終目標、科学目標との関連、周辺技術の動向、必要経費、運用開始のタイミング等を精査し、ロードマップのアップデートを実施している。

術開発

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、

AUV-NEXT やフリーフォールカメラシステム（FFC11K）を開発の軸として、機構内外の研究者や国内他機関との意見集約を行い、次世代深海探査システム委員会において助言を得つつ、広域かつ大水深域への対応や観測の自動化に向けた無人探査システムの開発計画を推進した。有人探査機の開発についても、継続的な検討を実施している。

海洋調査プラットフォーム関連技術の開発については、機構内外の研究者・有識者及び国内他機関との意見交換において助言を得つつ、計画の調整や継続的な検討が効果的に行われている。

その結果としてフルデプスのROVについては、高速かつ長距離の音響通信技術や新素材を用いた耐圧容器及び高圧環境の影響を受けないアクチュエータの開発等、現状市場からは得ることができない技術課題について着実に問題を解決している。

また、7,000m以深対応のAUVの開発についても、既存のAUV機体の大規模改造を前提にした計画を立案するなど、開発期間の短縮や予算の動向に対応した、柔軟な対策の立案ができています。

調査観測の完全無人化に向けた技術の開発については、海底局と移動体の間で高速音響通信を用いた、AUVの海中位置補正技術や光通信を用いた高速データ接受技術等が実海域で検証され、実用化に向けた取組が加速している。

ASVの一つであるウエーブライダーについては複数機からなる運用体制の整備が進み、令和2年度には十勝沖地震の発生に伴う緊急調査にも供され、機動的な調査観測に対応できる無人観測の体制が整備されている。

その他、広くセンサーの開発・改良、自動化、省力化及び拠点形成への取組として、海底探査技術の国際大会において、国内の若手研究者を中心としたチームのメンバーとして活動し、提供を行ったAUV-NEXTを含む無人観測システムで、準優勝という成果を収めるとともに、大会に出場した他機関の研究者と継続的に交流を行い、高精度海底地形データの補正手法の標準化に関する取組を進め、その成果を取りまとめるまでに至った。

フロートやCTDなどの海洋観測の標準的な機器群については、市販品には求めることが難しい、小型化やサンプリングの高速化、コストパフォーマンスの向上等の機能向上に取り組むと

・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。

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ィ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。

大深度用ウィンチケーブルの運用上の問題点を検証するためのシミュレータを開発し、評価に着手した。

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 2 年 11 月 6 日から 7 日にかけて発生した十勝沖地震の震源域周辺のプレート間固着・すべりの現状を把握するため、ウエーブグライダーを用いた緊急調査を 11 月 30 日から約 10 日間にわたって実施した。従来船舶や係留系などによって行われてきた観測の代替手段として、ウエーブグライダーの導入が有効であることが検証され、シップタイムや準備コストの低減、機動性の向上等において効率化できることが確認できた。

さらに、これらの進捗状況を踏まえ 2025

とともに、日本の国家標準にトレーサブルな水温塩分校正の環境を確立し、外部供用が行うことができるまでに整備を進めた。

水中音響関連技術の研究開発については、外部資金の導入を積極的に図るとともに、有人潜水船で使用する画像伝送装置の開発を行い、世界最高性能の通信速度を持つ装置を実運用に提供することができた。この装置は米国の海洋研究所からも注目され、当該研究所の所有する有人潜水船にも試験的に搭載され、その性能をデモンストレーションすることができた。

BMS についても、研究者の多様な要望に対応できるよう機能向上を進め、海底下 20m の地点への地殻変動観測点の設置などを実現し、他の機関では実現することができない高精度な観測を支える技術を確立することができた。

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

・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、各システムの特長も踏まえて、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。

-

-

国内産学官の若手研究者・技術者を中心としたオールジャパンチーム (Team KUROSHIO) のメンバーとして、海底探査技術の国際競技大会「Shell Ocean Discovery XPRIZE」にて実機を投入し、24 時間以上の長時間連続航行や海底地形データの取得に成功し準優勝した。

AUV で取得する地形データの補正手法について、国内関連機関・研究者と共同で標準化に取り組み成果の公開を行った。

多目的観測フロート (MOF) や、CTD センサの小型化及び高速サンプリング化について、独自の開発・改良を進めた。

ウエーブライダーの衛星通信機能や耐候性を向上し、多様な観測計画に供用を行った。

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。併せて機構内の Argo フロートユーザ及び国内の水中センサーユーザからの要望を受け、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。

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 FFC11K に搭載し、船舶と水深 9,230m の間でも同等の通信性

(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、将来的なマントル掘削等の実施に向け、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。

能が得られることを確認した。

BMS について、令和 2 年度は「ちきゅう」の運用で培われた掘削技術の適用を行い、海底下約 20m の地点に高精度な地殻変動観測点を構築することに成功した。

令和 3 年度は、事前調査ができない浅海域における作業の安全確保のため、海底視認と音響測位等の構成に関する機能向上を行い浅海域でのサンプルリターンを実現した。

マントル掘削候補地のハワイ沖及びコスタリカ沖での気象・海象調査を行い、オペレーションで想定される風波条件を把握した。また、大水深ライザーについて、管体に現行より高強度の素材、ライザー径などをパラメータとしたライザー解析を実施し、風波条件に基づき実現可能となるライザー編成を把握した。

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。

-

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概念を提示し特許を出願した。

また、機械学習を含めた情報科学を用いた掘削地層特性や柱状地質試料（コア）回収率の予測、及び異常検知の基盤技術構築を進めており、過去の掘削航海中のデータを用いた学習データのデータベース構築、機械学習手法の開発及びリアルタイム予測の基本スク립トの製作を進めている。

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、周辺技術の動向、必要経費及び運用開始のタイミング等を精査し、ステージゲートを再設定しロードマップのアップデートを実施した。その後も定期的にロードマップの進捗レビューを行うことで、周辺動向に合わせた今後の開発課題の選択と集中を行っていく体制が整備され、効率的な運用がなされている。

(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、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。

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、大きな事故のない船舶運用実現に資することができた。

令和2年度は、新型コロナウイルス感染症対応として、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、船内での感染症の予防対策として乗船・訪船基準等及び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を策定した。手順については適宜、更新・運用している。令和2年7月以降、延べ4,000人以上に乗船前PCR検査を実施し、航海中の船舶内での発症を未然に防ぐことに貢献した。

令和3年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の疑いがある者が発生し、航海を中止せざるを得ないこともあったが、長期停船をすることなく運航を継続することができた。船内での感染拡大を防ぐため、同8月までに航海中でも医師の遠隔診察・抗原検査を可能とする船上遠隔診断システムを全船舶に実装し、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。これにより、航海中に感染の疑いがある者が発生しても感染者の重症化リスクを軽減することが期待できるようになった。

令和2年11月に「みらい」船上で発生したノロウイルス集団感染を受けて、同年12月までに司厨部員の乗船前の食中毒起因菌やノロウイルス検査実施等を含む仕組みを取りまとめ、運用している。令和3年8月までに航海中の船内食中毒拡大防止のため、医師の遠隔診察・ノロウイルス/0-157の抗原検査実施を可能とする船上遠隔診断システムの実装を完了した。

令和3年4月、安全衛生管理に関するノウハウの伝承において「安全衛生・環境品質に関する基本方針」の実現に必須となる枠組みを取りまとめた「安全衛生・品質・事故防止マニュアル」を完成させるとともに、その下に緊急性・必要性の高い順から業務手順書を作成し、運用している。

令和2年12月より重要事項を周知・啓蒙する「HSQE ニュース」を月1回、また、広く関係者に注意喚起を行う「HSQE 注意情報」を2月末までに3回発行した。また、ローカルウェブ上に上記ニュース、注意情報の他、新型コロナウイルス感染症対応基準等の情報を掲載・更新し、積極的に継続的な情報発信を行っている。

令和2年度より、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個別会合を行い、情報・意見交換を行っている。さらに毎年、船舶の安全運用に関する外部協力者との

海洋調査プラットフォームの安定的な運用については、令和2年度以降、新型コロナウイルス感染症がまだ収束を見ない状況であるが、新型コロナウイルス感染症に対応した乗船・訪船基準を整備し、その時々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行えていることは、非常に高く評価できる。

また、この期間に船舶におけるコロナや食中毒等の感染症に関する船上遠隔診断システムの実装、新型コロナウイルス感染症治療薬の搭載等を着実に整備したことも高く評価できる。

さらに、安全衛生に関しても定期的な情報の配信や意見交換が行われるとともに、各航海の作業計画についてリスクアセスメントを強化するなど、安全に配慮した取組も強化されている。

プラットフォームの継続的な機能向上については、令和3年3月から8ヶ月をかけて「白鳳丸」の大改造工事を実施するとともに、機構フリートの調査機能の整理と構成の見直しを行い、令和4年2月に「かいらい」の運用を停止した。

「ちきゅう」の運用については、CIBを令和元年6月に開催し、新しい資金調達スキームが必要であるとの助言を受け、機構の予算状況も加味しつつ、実現可能な中長期計画を策定した。

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。

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。

意見交換会を実施し、連携を図っている。

令和元年度より、船舶等の安全運用の基本となるリスクアセスメントを、全航海を対象に導入した。令和2年度から令和3年度にかけては、航海毎のリスクアセスメント項目を増やすなどの見直しを行い、事故の発生を未然に防ぐ取組を強化した。

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、老朽化した機器・設備の維持や更新にあたっては、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。

「白鳳丸」は中長期的な継続運用に必要となる老朽化対策及び改修並びに機器更新を目的とした補助事業として、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。本工事では、主機関・発電機・音響測深装置の換装や、新たにフルデプスでの観測及びクリーン採水が可能となる繊維ケーブルを採用したCTDウインチの搭載を行うことで、研究者のニーズに更に幅広く応えられる環境が整備できた。

機構のフリート構成の見直しを行い、令和3年度に深海調査研究船「かいいい」を停船することを決定し、令和4年2月に「かいいい」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に向けて、令和元年度にビークル及び船上装置の改造を行った。令和2年3月には「新青丸」に搭載し、水深2,000mまでの試験潜航を行い、ビークル適合性、自動制御を含む運用データを取得した。また、令和2年度にはオペレータの慣熟訓練や運用手順の最終確認を完了し、令和3年3月より研究船利用公募に供した。

情報管理の一元化や航海開始までの所内プロセスの効率化、そして安全管理体制の強化を目指し、世界の多くの海洋科学調査船運航機関で導入されているMFP(Marine Facilities Planning: 研究船運航計画統合システム)の本格導入に向けて、令和元年のIRSO(The International Research Ship Operators 国際研究船運航者会議: 30ヶ国、49機関が参加)内のワークショップにおける意見交換を踏まえつつ検討を開始した。令和2年度は本システムについての調査を進め、令和3年度に導入を決定し、令和5年度に実施する令和6年度航海の課題提案での運用開始に向けて、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進めている。

南海LTBMS(長期孔内観測システム)については、世界でも最も潮流の速い海域の中にある地震帯へのセンサー設置に関して、T-Limit等の実績に基づいた対策により、コスト削減や期間短縮を可能とす

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。

る計画を立案した。

マントル掘削について、開発中の技術に加えて、市場にある技術も考慮に入れ、「ちきゅう」による掘削候補地のフィージビリティ及び各候補地で必要となる技術的課題及び予算・工程に関して検討を行い、研究者の効率的な掘削候補地の検討に資する情報提供を行った。

研究航海支援の品質向上を目的として、令和元年度より開始した乗船研究者への「航海評価アンケート」を毎年度実施した。「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」等の項目について5段階評価とともに、改善要望等の意見も収集した。令和2年度は8月下旬の航海からアンケートを開始し、令和3年度までに、65航海のべ222件のアンケートを収集した（全162航海）。母数が少ないため、詳細な分析には至っていないが、ネットワーク環境については改善要望が強いことが明確になった。

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。課題提出直後から研究者の細かなニーズや調査内容、海域、適用する調査機材を把握し、それらの情報を踏まえて、使用可能船舶や対象海域における漁業活動や船舶の往来、許認可、調査支援情報、調査に必要な増員情報等の共有を行うべく、機構内関係者課題説明会を開催した。同時に運航委託会社向けにも課題説明会を設け、航海内容を共有し、航海の問題点について、更なる洗い出し作業を行った。これにより、令和4年度は各船当たりの航海日数が非常に多い中、航海計画策定の初期段階での機器や要員の調整が可能となり、増員計画等にも柔軟かつ早急に対応することができた。

船舶運航計画策定の初期段階から、海域や調査内容において類似点の多い航海をまとめるなどの作業を行った。これによって、各船舶の回航日数や観測機器の艀装日数を削減するなど効率的な船舶運用を行うことが可能となり、各船舶の稼働日数を最大限確保した。

さらに、「ちきゅう」については、IODPの国際枠組みの下、ちきゅう IODP 運用委員会（CIB）による検討及び助言を受けて、機構が策定した科学掘削計画に基づき運用する。

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

国際深海科学掘削計画（IODP）の枠組みの下、第7回「ちきゅう」IODP 運用委員会（CIB）を令和元年6月にオンサイトで開催、第8回を令和3年6月にオンラインで開催した。なお、第8回CIBにおいて、「ちきゅう」による科学掘削計画に関し、新しい資金調達スキームの検討が必要である、との助言を受けた。これを踏まえて、機構の予算状況等も加味しつつ、運用計画を策定した。

海洋調査プラットフォームの効率的かつ国際的な運用に資する取組の一つとして、「かいめい」を用いたECORDのIODP研究航海の実施に向けて、令和2年度から関係機関と綿密かつ円滑に準備を進め、ECORDと共同で、東北地方沖の地震履歴を解明する掘削航海を令和3年4月から6月に実施し、成功を収めた。さらに本航海のコア分析作業を「ちきゅう」船上で令和4年2月から3月に実施した。

J-DESC との協働プログラムである SCORE として3航海を実施した。

機構が定めた新型コロナウイルス感染症に係る乗船・訪船基準の下、品質低下を最小限に抑えつつ高品質の船上科学サービスを提供した。科学掘削や資源掘削に対応するため「ちきゅう」研究区画の分析装置・環境を可能な限り維持した。「ちきゅう」においては、「かいめい」により採取したコアの分析のうち X-CT 画像撮影、微量元素分析（IPC-MS 及び ICP-OES）及び一部のガス分析を行い、令和4年2月に実施の船上コア分析に備えた。さらに、分析精度の向上、分析手法の効率化のための実装を行いつつ、技術継承・向上を図った。

令和3年度は、「新青丸」クリーンラボコンテナの改造・修理を行い、研究航海での供用を開始した。また「ちきゅう」において、従来P波測定のみであった弾性波速度計測について、P波S波測定装置の新規開発を行い、科学サービスの水準を向上させた。

研究船6船で取得された観測データ及び試料については、研究者のメタデータ、データ、クルーズレポート提出の支援を行った。また、海洋プラットフォームの活用・成果についてTwitterを通じて、適宜に発信している。

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

(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）

【I-2】

2 海洋科学技術における中核的機関の形成

【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への推進等

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。

【評定】

A

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
A	A	A				

【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				
決算額（千円）	5,492,732	7,213,825	8,588,929				
経常費用（千円）	6,166,151	5,831,177	7,372,144				
経常利益（千円）	61,074	▲142,630	231,975				
行政コスト（千円）	9,933,242	7,670,737	9,208,326				
従事人員数（人）	229	324	386				

*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

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を戦略的に活用し

業務実績

評価コメント

評価：A

「海洋科学技術における中核的機関の形成」の項目に関しては、年度計画等に照らして、総じて当初の想定を上回る成果を創出したため、「A」評価とする。特に顕著なものとして以下の成果が挙げられる。

広報・アウトリーチ活動においては、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、それまで機構が実施してきた施設や船舶の一般公開をはじめとする「接触型広報活動」が全く行えなくなった。しかし、コロナ禍の逆境を変革のチャンスと捉え、オンラインコンテンツを活用した「非接触型広報」への方針転換に着手した。オンラインコンテンツを通じて、海洋科学技術の研究開発成果を、より分かりやすく、より国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に切り換えることができた。また、科学館や博物館、民間企業等の外部機関との連携により、これまでリーチすることが難しかった新たな層に対して、研究開発成果の発信や認知の向上を図ることができたことは高く評価できる。

海洋調査プラットフォーム等の研究開発基盤の供

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。

(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

用については、政策的課題への供用として、ArCS II や SIP 等の課題の推進に積極的に取り組んだ。その他の産学官の多様な機関への船舶供用として、新型コロナウイルス感染症の蔓延が続く中、ECORD や JMH、AIST からの受託事業を実現し、それぞれの事業を実施し、国内外のネットワークの醸成に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは顕著な成果である。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、共同利用の推進について、令和2年度以降の新型コロナウイルス感染症がいまだ収束を見ない状況であるが、新型コロナウイルス感染症に対応した乗船・訪船基準を整備し、常に最新の国内の感染状況を踏まえ、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行うことができていることは、特に顕著な成果と言える。

補助評定：B

本項目について、中長期目標や事業計画に照らし、成果・取組等について、業務実績を踏まえ着実な業務運営がなされたことから本項目の評定を B とする。評価軸の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。】

国内の産学官連携・協働の取組として、国内の大学、研究機関、関係省庁、民間企業、地方公共団体等 30 機関との包括連携協定に基づき、戦略的な連携や協働を進め、研究開発成果の社会実装、社会教育及び普及活動を推進し、3年度間を通して科学的成果の社会還元を着実に進める体制構築を行った。水族館としては初となる新江ノ島水族館との協定締結、防災科学技術研究所、国立大学法人香川大学及

び坂出市との観測データの南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協力協定締結などを行い、国内各機関と相互の強みをいかした連携関係の拡大を進めた。また、各団体が運営するオンライン上のビジネスマッチングオープンプラットフォーム（Yokohama Big Advance、Biz-Create、ビジネスチャンス・ナビ、産学連携プラットフォーム）に参画し、研究開発成果の展開・活用をより推進できる体制を構築した。

令和元年度には研究成果報告会をオンラインで開催し、国内外参加者約 600 名へ機構の成果を展開した。研究開発成果の社会実装を意識したプログラム構成とした結果、新たなビジネス層の呼び込みに成功し、講演者と参加者間での意見交換の場を設け民間企業等の協働や利活用の契機となった。

萌芽的研究開発の所内育成として、株式会社オーシャンアイズに対して、「JAMSTEC ベンチャー」の認定を行い、水産 AI 技術の社会実装を推進した。「JAMSTEC ベンチャー」への支援策としては、JAMSTEC ベンチャー支援規程に基づく支援の他、資金調達やステージアップに有用な情報提供、対外情報発信支援等を行った。

外部資金獲得に向けて、寄附金等の受け入れ体制の拡充を進め、これまでに募集型特定寄附金を 2 件立ち上げ、寄附募集とともに特設ウェブサイトの公開などの周知活動を行った。また、コロナ禍の影響を強く受けつつも、国の政策課題等に係る施策へ積極的に参画することを通して外部資金を獲得した。

広報・アウトリーチ活動においては、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、それまで機構が実施してきた施設や船舶の一般公開をはじめとする「接触型広報活動」が全く行えなくなった。しかし、コロナ禍の逆境を変革のチャンスと捉え、オンラインコンテンツを活用した「非接触型広報」への方針転換に着手した。オンラインコンテンツを通じて、海洋科学技術の研究開発成果を、より分かりやすく、より国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に切り換えることができた。また、科学館や博物館、民間企業等の外部機関との連携により、これまでリーチすることが難しかった新たな層に対して、研究開発成果の発信や認知の向上を図ることができ

①国内の産学官との連携・協働及び研究開発成果の活用促進

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

論文の集計方法は、令和元年度より独自集計からクラリベイト・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」の登録データによる方法に変更した。これにより、標準的な基準で抽出されたデータを用いて評価できることとなり、他機関との比較等も可能になった。集計にあたっては継続的に同一基準で集計できるようマニュアルを整備した。あわせて同社の解析ツール InCites Benchmarking and Analytics を用い

たことは高く評価できる。

国外や国際枠組みに対しては、コロナ禍という極めて困難な期間であったが、オンライン会議等を積極的に行い、国際連携を通じた海洋に係る課題解決への貢献、また、国際人材採用を含めた包括的・組織的取組を通じて、海洋科学技術における中核的機関としての責務を果たした。ユネスコ政府間海洋学委員会(IOC)、G7 海洋の未来ワーキンググループ、「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」等といった関係する各種国際枠組み等において、3年度間を通して積極的に関与した。令和3年度には、ユネスコ政府間海洋学委員会西太平洋地域小委員会(WESTPAC)第13回政府間会合が開催され、機構職員が日本政府代表団として参加すると同時に、職員1名が副議長として参画した。同会合では同職員がWESTPAC加盟国である米国、ベトナム及びフィリピンからの支持を受けてWESTPAC共同議長に選出され、WESTPACの会期間の活動を主導した。IODPにおいては、ECORDからの受託事業を実現し、それぞれの事業を計画通り実施したことで、国外のネットワークの醸成に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは高く評価できる。IOC国内協力推進委員会及びJ-DESC等、日本国内科学コミュニティへの支援も滞りなく進められている。さらに、バイラテラル協力については、海外の海洋研究機関等との協定等による効果的な連携体制の構築のみならず、フランス、インド等とは協定等の枠組みを超えた国際的な取組等を通じた協力を推進した。

以上から、国内外の関係機関との連携強化等を着実に進め、成果の社会還元への推進が図られたと評価する。

機構の研究成果である海況を予測するデータ同化技術を活用した海況予報提供サービスを行う株式会社オーシャンアイズに対して、「JAMSTECベンチャー」の認定を行い、水産AI技術の社会実装を推進した。「JAMSTECベンチャー」への支援策として、JAMSTECベンチャー支援規程に基づく支援、資金調達やステージアップに有用な情報提供、対外情報発

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。

て論文公開数、被引用数、TOP10%・1%論文割合等について経時変化や他機関との比較を取りまとめた。

国内機関との共同研究は令和元年度の119件から令和3年度には135件に増加した。外国機関との共同研究は令和元年度の46件から減少し令和3年度は34件となった。共同研究経費の受け入れについては直接経費のみとして運用してきたが、機構全体での経費の必要性を鑑みて、間接経費も受け取ることができるように関連規程を改正し、令和2年度より運用を開始した。

機構の研究開発成果や業績情報を研究者/技術者ごとに外部公開するシステム「JAMSTEC研究者総覧」については、情報セキュリティインシデントの影響により一時公開停止となったが、再公開に備えて運用・管理を着実にいった。

機構研究者の研究業績データベースであるJDBについては、次期システム導入に向けて令和3年度より検討を開始した。

萌芽的研究開発の所内育成として、機構の研究成果である海況を予測するデータ同化技術を活用した海況予報提供サービスを行う株式会社オーシャンアイズに対して、「JAMSTECベンチャー」の認定（令和元年11月）を行い、水産AI技術の社会実装を推進した。「JAMSTECベンチャー」への支援策としては、JAMSTECベンチャー支援規程に基づく支援の他、資金調達やステージアップに有用な情報提供、対外情報発信支援等を行った。

機構の目的に賛同した民間企業等が会員となっている賛助会は、機構の研究開発成果、技術開発に関する情報を提供しつつ、意見交換・交流等を行うことで民間企業等と連携強化を図っている。海洋関連企業のみならず異業種・異分野の企業への賛助会入会活動を推進し、令和3年度末実績として賛助会会員数175社、会費総額78,335千円となった。また、令和元年度に小学生の海や海洋科学技術への興味・関心を高めるために実施している「JAMSTEC海洋の夢コンテスト」について、賛助会会員へ協賛を募り、10社から計2,300千円の協賛金を受領した。

賛助会の活動としてはセミナー・報告会等は新型コロナウイルス感染拡大防止のため主にオンラインでの開催となったが、会員よりはオンラインのため参加しやすいとの声もあった。会員向けイベントについては、感染対策を取りつつ、横須賀本部見学、新江ノ島水族館見学会及び機構が展示協力した日本科学未来館への見学会を実施した。また、「福島ロボットテストフィールド(RTF)」の見学会については、新型コロナウイルス感染拡大のため延期しており、令和4年度に開始する予定となっている。

賛助会会員企業の若手職員を対象としたセミナーを令和元年度に初めて開催し、機構内外の技術開発の現状やトピックスを紹介するとともに、会員間の情報交流を図った。令和2年度には第2

信支援等を行った。また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により法人発ベンチャーへの出資が可能となったことから、出資業務に係る関連諸規程及び体制の整備を行った。

機構の目的に賛同した民間企業等が会員となっている賛助会は新型コロナウイルス感染拡大防止のため、主にオンラインでのイベントを開催した。会員企業の若手職員を対象とした若手セミナーを2回開催し、地方公共団体や関連協議会にも案内して交流範囲を広げ、オンラインでの交流を図った。

国内機関間連携としては、水族館としては初となる新江ノ島水族館との協定締結、防災科学技術研究所、国立大学法人香川大学及び坂出市との観測データの南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協力協定締結などを行い、国内各機関と相互の強みを活かした連携関係の拡大を進めた。また、各団体が運営するオンライン上のビジネスマッチングオープンプラットフォーム（Yokohama Big Advance、Biz-Create、ビジネスチャンス・ナビ、産学連携プラットフォーム）に参画し、研究開発成果の展開・活用をより推進できる体制を構築した。

外部資金獲得に向けて、寄附金等の受け入れ体制の拡充を進めており、これまでに募集型特定寄附金を2件立ち上げ、寄附募集とともに特設ウェブサイトの公開などの周知活動を行った。

福徳岡ノ場海底火山の噴火に伴う軽石の大量放出が生じた際には、軽石到達シミュレーションを早期に実施し、その結果の公開を行った。地方公共団体や漁業関係機関などから多くの問合せ等を受け、さらに影響が懸念される海域の漁業関係者へ積極的な情報展開を行うことで、地方公共団体や漁業者による活用につながった。

特許管理の適正化を目指して、管理方法の改善をすすめて、発明者の負担を軽減しつつ速やかな出願を可能とすることで、出願数が増加した。

横浜市、函館市及び函館水産・海洋都市推進機構、静岡市、八戸市、神戸市、横須賀市などとは各地方公共団体が推進する海洋産業振興施策への協力を通じて、連携関係の強化を図っている。

今後も、国内外の関係機関との連携強化等を進め、成果の社会還元を推進していく。

回目となる賛助会会員企業の若手職員を対象としたセミナーでは、地方公共団体や関連協議会にも案内し交流範囲を広げるとともに、パネルディスカッションやネットワーキングタイム等、オンラインでの交流を図った。

国内機関間連携としては、水族館としては初となる新江ノ島水族館との協定締結、国立研究開発法人防災科学技術研究所との連携範囲の拡大、防災科学技術研究所、国立大学法人香川大学及び坂出市との観測データの南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協力協定締結、海域と陸域をつなぐシームレスな循環型・持続可能社会を創成する新たな研究拠点の形成を目指して東京農工大学との包括協定締結を行い、国内各機関と相互の強みを活かした連携関係の拡大を進めている。その他、海洋分野における AI の社会実装化を目指し、今後の海洋分野における課題解決、新産業の創出や人材の育成などの社会的要請に貢献することを目的に、東京海洋大学が発起人となった、東京海洋大学海洋 AI コンソーシアム（国内7機関、海外1機関参画）に参画した。

また、海洋プラスチック課題解決に向けた取組として、日本パラオ親善ヨットレースにおいて実施した海洋プラスチック調査に際し、複数の民間企業に協賛を募り、それに応じた2社と協賛覚書を締結し、計20,116千円の協賛金を受領した。

石油業界大手 Shell 社が主たるスポンサーとなり XPRIZE 財団が主催した海底探査の国際コンペティション“Shell Ocean Discovery XPRIZE”に挑戦した日本発の産学官共同チーム「Team KUROSHIO」が、同コンペで準優勝となったことを受けて、令和元年9月に優勝チーム「GEBCO NF-Almuni」とともに安倍内閣総理大臣を表敬訪問し、結果報告を行った。また、千葉市科学館等での一般向け報告を10回、経団連フォーラム21等の産業界向け報告を3回行い、国内8機関の連携による成果を幅広い層へアピールした。

寄附金等の受け入れ体制の拡充のため、クレジットカード方式や募金箱方式での受け入れを可能とする環境整備を進め、ウェブフォームの作成や機構内の規程・マニュアル類の改訂を行った。また、募集型特定寄附金を2件立ち上げ、寄附募集とともに、特設ウェブサイトの公開、対外イベントでの告知、ビジネスプラットフォーム「Eight」での発信等による周知活動を行った。これらの取組により、令和2年度は247件、令和3年度は85件の寄附があった。また、遺贈の受入体制の整備を進め、初の遺贈寄附受入を実施した。

産学連携の推進及び産業界のニーズ調査のため、面談した企業へのフォローアップアンケートを開始した。また、産学連携機能の強化を図るため、産学連携窓口を機構ウェブサイト上に設置

し、窓口へ連絡しやすいよう配付用の QR コードシールの作成等も併せて実施した。

公益財団法人木原記念横浜生命科学振興財団主催・横浜市共催のライフサイエンス分野のビジネスマッチングイベント「オープンイノベーションカンファレンス」に出展した。また、フジサンケイビジネスアイ主催の展示会「SUBSEA TECH JAPAN2021」にも新たに出展した。

また、機構の深海バイオリソース提供事業や次世代「地球シミュレータ」の有償利用に関する産業界向けのチラシ、横須賀本部施設の産業利用を促進するための施設利用案内のパンフレットを新規に作成し、賛助会企業等への配付や展示会での活用を行った。

産学連携に向けた異分野・異業種交流や新規のニーズ・シーズマッチングを目的に、ビジネスマッチングオープンプラットフォーム（YBA、Biz-Create、ビジネスチャンス・ナビ、産学連携プラットフォーム）に参画した。また、ニーズ・シーズの掲載やイベントの周知、公募情報の案内等を行い、プラットフォームを利用した研究開発成果の展開・活用を推進した。今後は、機構の研究成果や技術などをどう活かせるか検討し、市場にまだ存在していない新しい価値を生み出すという考え方でのアプローチを進める。

さらに、コロナ禍でも企業との交流・情報発信を継続して行うため、ビジネスプラットフォーム「Eight」を新たに導入し、機構の研究トピックスや50周年記念事業、寄附等の発信を約180回、オンライン名刺交換・交流を実施することで、フォロワー数の約1,500人増加にも繋げた。

このほか、50周年記念事業として、機構が実施している北極研究や深海研究の認知度向上や情報発信を効果的に行うために、株式会社ポケモンが運営するプロジェクトポッチャマと協働で北極と深海の研究発信をウェブサイト及びTwitterで実施した。ウェブサイトへのアクセス数は延べ約40,000件、Twitterキャンペーンの参加者は約7,000人となり、機構公式Twitterのフォロワー数増加につながった。上記の発信内容を紹介した紙製ファイルを、同じく50周年記念事業の母校訪問プロジェクトで講演した学校等へ約1,500部配付した。

同じく50周年記念事業であるYouTuberとのタイアップでは、世間に大きな影響力を持つ者とコラボレーションして横須賀本部高圧実験水槽を活用した動画を取り上げることで、YouTubeにて427万回再生され、公開直後に急上昇1位となるなど、機構事業の効果的な周知活動につながった。

また、50周年記念事業の一環として、ドラマの撮影協力を行

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ふ、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。

い、機構の岩石研究の紹介をウェブサイトや SNS で実施し、機構の研究活動の効果的な配信に繋げた。

令和3年8月には、小笠原諸島最南端部に位置する福岡ノ場海底火山が噴火し、大量の軽石が放出されたが、機構では、琉球列島で軽石が問題になり始めた令和3年10月より、どのように福岡ノ場から軽石が到達したかシミュレーションを行い、11月末には関東付近にも漂着する可能性があることを予測した。その後、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と協力し、JAXAが人工衛星で発見した軽石の位置から漂流計算を行うことで、より精緻な予測計算を実施、11月下旬には予測通りまとまった量の軽石が伊豆諸島に到達したことから、メディアにも多く取り上げられたところである。本件は地方公共団体や漁業関係機関などから多くの問合せ等を受けたが、YouTubeや機構ウェブサイトで、最新の軽石漂流シミュレーションを積極的に継続して公表・発信し、影響が懸念される海域の漁業関係者へ積極的な情報展開を行うことで、地方公共団体や漁業者による活用につながった。

特許については、3ヶ年で124件(国内65件、外国59件)を出願した。3ヶ年で特許82件が登録され、128件を放棄した。特許の保有数は、活用されていない特許権を放棄して開放することにより令和元年度の214件から令和3年度は175件となった。意匠権、商標権、プログラム著作権については大きな変化はなかった。

知的財産権による収入は、令和元年度21,398千円、令和2年度21,388千円、令和3年度14,694千円であった。令和3年度は、画像・映像の収入は伸びたものの、プログラム著作物に係る大型案件がなかったことから全体としては減少した。

特許管理の適正化を目指して管理方法の改善を継続して実施しており、出願時(PCT出願を含む)には合議体による審議を止め発明者の負担を軽減しつつ速やかな出願を可能とし、各国移行時や審査請求時の審議では発明者からプレゼンテーションを受けるなど必要性の確認を行うなど審査方法の見直しを進めた。出願数は令和元年度の32件から令和3年度の49件に増加した。

特許・プログラム・画像等及びその他の知的資産の活用に関する契約は令和元年度の71件から令和3年度は46件となった。

ベンチャー創出支援の更なる推進を目指して、機構がベンチャーに対し行う支援措置の考え方を整理し、機構の関連規程を改正して認定ベンチャーの従事者が機構業務とベンチャー業務とを両立させやすい環境整備を進めた。あわせて、利益相反マネジメントの観点に基づく調達の制限等についても規定した。認定ベンチャーに対しては機構の支援措置の内容紹介・アドバイス等を行っ

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。

た。

地方公共団体等との連携については、機構の拠点がある地域を中心に連携の内容の充実、連携範囲の拡大を順次進めている。

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」のもと、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。令和2年以降は開催方式をオンラインに移行したことで、全国各地から参加者が集まるなかで、機構の研究開発成果の出版、シンポジウムでの機構研究者の講演を行った。

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・漁業に関係する方々を対象として、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」（令和元年、令和2年）を開催した。

静岡市とは、海洋産業クラスター協議会の下、地元の産業振興のための研究開発・事業活動の活発化を狙いとした共同研究プロジェクトを推進しており、機構はそのプロジェクトの推進にあたって、引き続き、助言等を行った。また、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。

八戸市からの依頼で、青森県内外のものづくり企業、大学・公設試験研究機関が互いに製品・技術・研究成果等の展示交流を行うとともに、産学官金連携を目的とした「あおもり産学官金連携Day2019」に出展した。

神戸市とは、「Techno-Ocean2020」（主催：Techno-Ocean Network）が会場開催は中止となったため、オンライン上での出版を行った。「Techno-Ocean2021」は共催し、シンポジウムでの講演を行った。

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でいく。

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）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。

また、静岡県とは県が策定した「マリンオープンイノベーションプロジェクト」への協力を通じて、駿河湾における各種調査・試験航海、小型浮魚類回遊生態の解明と漁場予測技術の確立、MaOI 海洋微生物ライブラリーと機構リソースの連携等を進めている。

「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により法人発ベンチャーへの出資が可能となったことから、出資業務に係る関連諸規程及び体制の整備を進めた。あわせて、出資業務に伴う利益相反マネジメントについても関連諸規程の改正を行った。また、JAMSTEC ベンチャー及びベンチャー創業相談に対して機構の支援措置の内容紹介・アドバイス等を行ったほか、JAMSTEC ベンチャーのアントレプレナーシップの醸成のために啓発ポスターを作成するなど、支援活動の見える化に努めた。

1. 政府間海洋学委員会（IOC）に関する我が国の取組への貢献
 - 1) 文部科学省からの依頼により、機構内に IOC 協力推進委員会及び専門部会を設置・開催し、関係分野の専門家による意見交換を実施した。
 - 2) IOC 執行理事会及び IOC 総会に職員が継続的に日本政府代表団の一員として出席し、専門的知見から IOC の意思決定に貢献した。
 - 3) 機構研究者がユネスコ政府間海洋学委員会西太平洋地域小委員会（WESTPAC）の副議長（平成 29 年から令和 3 年）及び共同議長（令和 3 年から）に就任し、WESTPAC 関連活動を主導した。
 - 4) 機構職員（事務主幹級）1 名が IOC 事務局（フランス・パリ）の P-4 ポストに outwarding しており、IOC 事務局海洋政策・地域調整課（IOC/MPR）にて業務に従事している。
 - 5) 機構研究者が世界海洋科学白書（Global Ocean Science Report）の編集委員会（Editorial Board）に参加し、第 2 版の作成に貢献した。世界海洋科学白書第 2 版は令和 2 年に刊行された。
2. 「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」への対応
 - 1) 「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」準備期間において、PICES 及び日本ユネスコ委員会 IOC 分科会の共催を得て、7 月から 8 月に、北太平洋及び西太平洋縁辺海の地域コンサルテーション及び計画ワークショップを開催し、地域計画策定への貢献と国内向け普及啓発を行った。

コロナ禍という極めて困難な期間であったが、総じて、国際連携を通じた海洋に係る課題解決への貢献、国際人材採用を含めた包括的・組織的取組を通じて、海洋科学技術における中核的機関としての責務を果たしたと考える。

IOC、G7 海洋の未来ワーキンググループ、「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」等といった関係する各種国際枠組み等において、積極的に関与した。また、IODP においては、ECORD からの受託事業を実現し、それぞれの事業を計画通り実施したことで、国外のネットワークの醸成に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは高く評価できる。なお、IOC 国内協力推進委員会及び J-DESC 等、日本国内科学コミュニティへの支援も滞りなく進められている。

さらに、バイラテラル協力については、海外の海洋研究機関等との協定等による効果的な連携体制の構築のみならず、フランス、インド等とは協定等の枠組みを超えた国際的な取組等を通じた協力を推進し、ひいては成果の社会還元を推進している。

加えて、オンラインを駆使した Young Research Fellow の採用活動を継続した。

ECORD からの受託事業を実現し、それぞれの事業を計画通り実施したことで、国外のネットワークの

- 2) 国連海洋科学の10年に関する研究会（日本海洋政策学会と（公財）笹川平和財団海洋政策研究所とが共同で立ち上げ）に、機構役員及び機構研究者が研究会メンバーとして参加し、国内外の情報収集及び情報発信を行い、国連海洋科学の10年に係る国内意思決定等に関与・貢献した。
- 3) 第1回 Ocean Decade Call for Action 公募を通じて、機構が関与する諸活動として、Programme（5件）及び Project（2件）が承認され、実施中である。第2回 Ocean Decade Call for Action 公募開始に伴い、機構を一参加機関とした、Programme（1件）、Project（2件）、UN-led Decade Actions（2件）及び Activity（1件）を申請した。国際海洋環境情報センター（GODAC）から申請した Activity（1件）が既に承認された。
- 4) 上記のほか、機構役職員が国内外で開催される種々の講演、オンラインイベント、シンポジウム等に関与した。
3. 国連機関等が主導する国際的なプログラムへの対応
第2期 World Ocean Assessment (WOA II) のためのレギュラープロセスに、専門家グループ (Group of experts) メンバーとして研究者が参加した。WOA II は国際連合総会で採択され、令和3年度に刊行された。
4. G7 海洋の未来ワーキンググループ、全球地球観測システム (GEOSS) 等の国際的取組への対応
 - 1) G7 科技大臣会合（平成28年5月、於：つくば）の成果文書「つくばコミュニケ」で採択された「海洋の未来 (Future of the Seas and Oceans)」に対するフォローアップを目的とした「海洋の未来 (Future of the seas and oceans)」作業部会が設置されており、ワーキンググループメンバーやその他のグループに機構研究者を選出する等、積極的な貢献を行っている。
 - 2) GEO 本会合等に参加して情報収集等を行った。また、GEO 本会合では文部科学省及び我が国地球観測機関とともに展示ブースに出展・参加し、持続可能な開発目標 (SDG13、14) や気候変動等の政策決定に資する機構の海洋観測活動を紹介した。アジア・オセアニア地球観測 (AOGEO) に関する政府間会合（オンライン）では、機構研究者が AOGEO 調整委員会共同議長として関与、参加する等の貢献を行った。
5. 我が国の二国間の取組への貢献
関係国の二国間等政府間協力の推進に貢献した。具体的には、オーストラリア（令和元年度）、インド（令和2年度）、米国（令和3年度）、英国（令和3年度）、ノルウェー（令和3年度）、EU（令和3年度）及びカナダ（令和3年度）との科学技術合同委員会等に参加し、二国間の研究協力の展開等を示した。

醸成に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは高く評価できる。

また、J-DESC 事務局としての活動も滞りなく進められている。

令和元年度から令和3年度までにかけて、以下に示すような種々のハイレベルな意思決定者（役職等は当時のもの）と交流・協議し、機構の地球規模課題解決への貢献について直接説明等を行った。

フレデリック・ヴィダル高等教育・研究・イノベーション大臣（フランス）（令和元年度）

イセリン・ニーブー研究・高等教育大臣（ノルウェー）（令和元年度）

チャールズ皇太子（英国）（令和元年度）

トミー・E・レメンゲサウ Jr. 大統領（パラオ）（令和元年度）

ローラン・ピック駐日フランス大使（フランス）（令和元年度）

ウシャ・ディクシット在日インド大使館参事官（科学技術分野担当）（令和2年度）

ステファン・ホイクル・ヨハネソン駐日アイスランド大使（アイスランド）（令和3年度）

6. 海外の主要な海洋研究機関等との研究開発協力及び交流の推進

1) フランス海洋開発研究所（フランス）

令和元年度に、海洋関連の課題における協力を強化すべく日仏両国政府の間で立ち上げられた日仏包括的海洋対話に貢献するため、機構とフランス海洋開発研究所（L'Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer: IFREMER）が中心となり、南太平洋における技術的・科学的・社会的深海観測の日仏協力プロジェクトの立ち上げのためのサイエンス・ワークショップをニューカレドニアで開催した。その後、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により日仏包括的海洋対話は開催されなかったものの、機構及び IFREMER はオンライン会議を通じて深海観測の日仏協力プロジェクトの実現・達成に向けた具体的な検討・協議・計画策定を進めた。なお、本観測計画は、IFREMER をリード機関、機構をパートナー機関とする「国連海洋科学の10年」におけるプログラムとして登録された。

2) 地球科学省（インド）

令和2年度に在京インド大使館（協力：文部科学省、インド地球科学省（Ministry of Earth Sciences: MoES）により India - Japan Webinar on “Marine Plastic Prevention and Management” が開催され、機構から理事及び研究者が講演者として参加した。これを受け、インド大使館による協力のもと、令和3年度にインドと日本の関係研究者による海洋プラスチック研究分野の科学協力に関する円卓会議（オンライン）を開催（2回）した。機構を筆頭とした日本の関係機関及び MoES を筆

頭としたインドの関係機関から研究者等が集い、世界的な環境問題である海洋プラスチック汚染につき、まだ調査が十分でない各海域におけるプラスチック分布を含め、グローバルな分布やその移動等の把握に資するため、海洋プラスチックごみに関する両国の取組や研究の紹介に加え、両国の協力可能性について議論・意見交換を行い、日印双方の研究者等によるワーキンググループが立ちあげられた。

3) アメリカ海洋大気庁 (米国)

機構職員・研究者の派遣 (人材交流) に加え、令和元年度には理事長がNOAAを直接訪問し、両機関との今後の協力について意見交換を行った。令和2年度のコロナ禍においてもウェブ会議システムを活用し、覚書に基づくNOAA-JAMSTEC定期会合をオンライン形式で開催した。定期会合ではこれまでの両機関における研究協力活動のレビューを行うとともに、更なる協力に向けた意見交換並びに活発な議論を行った。また、令和3年度におけるNOAAの新長官の就任に伴い、理事長及び理事が新長官とオンライン会議を行い、両機関の連携・協力に関する意見交換を行った。

4) 海外の主要な海洋研究開発機関等と研究開発協力に関して包括協力協定 (MOC) を締結又は更新した。令和3年度には新たにトロムソ大学 (ノルウェー)、キング・アブドラ科学技術大学 (サウジアラビア) との包括的な連携・協力を開始した。

5) 役員が海洋観測のためのパートナーシップ (POGO) の加盟機関メンバーとして年次総会に参加して、POGO の意思決定に参加した。また、POGO の活動、成果等を紹介する動画に役員が出演する等、POGO のその他の活動に対しても協力・貢献した。

IODP 等の国際科学掘削計画に関しては、現行の枠組みにおける「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

IODPについては、令和2年度よりECORDと協働し、「かいめい」による東北地方沖の地震履歴を解明する掘削航海を令和3年4月から6月に実施し、「ちきゅう」でのコア試料分析を令和4年2月から3月に行った。本航海においては、ECORDと連携した情報発信に留意し、プレスリリースやSNSによる発信、高校や大学と中継した航海中のオンライン授業等を実施した。また、高知大学と連携し、高知コアセンターの運営を行い、コア試料の保管・管理・提供を実施した。

ICDPについては、令和2年度に掘削提案促進ワークショップを開催し、そこで出た提案の一部がプロポーザルとして提出されるなど、若手研究者も育成しつつ活発な活動が行われている。それらの活動をJ-DESCと連携しつつ実施してきた。また、ICDP参加に係るドイツ地球科学研究所との覚書の更新を令和3年度に行った。

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 2023 年 10 月以降の IODP の後継枠組みに関する議論を進める。

IODP、ICDP への参画に向けたワークショップ支援や国際委員の派遣、乗船者の派遣及び支援により、研究者コミュニティを牽引する役割を果たしてきた。

令和 6 年以降の IODP の枠組みを構築するため、これまでの知見やノウハウを活かし、機構が国際コミュニティにプレゼンスを発揮して、国内外の関係機関・関係者との議論を継続的に実施している。

現行 IODP の枠組み（平成 25 年から令和 6 年）以降、新たな枠組みの中で進められる 2050 年までの海洋科学掘削の指針を示した科学計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」(SF2050) の作成にあたっては、J-DESC を通じて、日本から研究者を国際執筆・レビューチームに推薦し、招請された 6 名が策定に直接携わったほか、出版費の分担、途中稿へのパブリックコメント募集など、策定までの各段階でコミュニティの取りまとめの役割を果たすなど、大きく貢献した。さらに、J-DESC の研究者らと協力し、SF2050 への日本の関わりや社会に及ぼす影響などを一般向けにわかりやすくまとめたパンフレットを作成し、ウェブサイト上で公開するとともに関連大学等へ配布するなどの普及活動を行った。

③外部資金による研究開発の推進

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。

中長期目標期間前半（令和元年度から令和 3 年度）はコロナ禍の影響を強く受けつつ、外部資金の獲得実績としては、科研費をはじめとした競争的研究費及びその他受託研究費といった外部からの研究資金の獲得課題総数は、令和 3 年度が 530 件（令和元年度 526 件）と僅かながらも増加し、獲得総額は令和 3 年度が 69.8 億円（令和元年度 69.9 億円）とほぼ横ばいであった。いずれも令和元年度から令和 3 年度にかけてはコロナ禍の中でありながらも着実に業務を実施した。

国の政策課題等に係る施策への参画については、文部科学省、防衛装備庁からの直接の受託のほか、環境研究総合推進費を通じた環境省の受託や JST、NEDO、JAXA などからの受託を通して、我が国の海洋科学技術分野の発展に貢献した。

賛助会の運営を通して、研究開発成果発信・展開、会員同士の相互交流の促進、異業種・異分野を含むネットワーク拡大を推進したことにより、令和元年度から令和 3 年度までに、休退会や新規加入の変化はあるものの会員数は 8 社減（令和 3 年度末で会員数 175 社。賛助会収入は 1,500 千円減）にとどまった。

寄附金等の受け入れ体制の拡充のため、ウェブフォームでの寄附申込み及びクレジットカード払いへの対応を開始した。また、募集特定寄附金 2 件（最前線海洋研究の『実践』を通じた若手人

中長期目標期間前半（令和元年度から令和 3 年度）はコロナ禍の影響を強く受けつつ、国の政策課題等に係る施策へ積極的に参画することを通して外部資金を獲得した。競争的研究費及びその他受託研究費といった、外部からの研究資金の獲得課題総数は、令和 3 年度が 530 件（令和元年度 526 件）と僅かながらも増加し、また獲得総額は令和 3 年度が 69.8 億円（令和元年度 69.9 億円）とほぼ横ばいであった。いずれも令和元年度から令和 3 年度にかけてはコロナ禍の中でありながらも着実に業務を実施した。

材育成プロジェクト、50周年記念事業)を立上げ、寄附募集を実施した。

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

・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・大学院等と連携大学院に係る協定を締結し、大学等との連携体制の下、効率的に若手人材への指導を行った。

令和元年度は函館市、函館国際水産・海洋都市推進機構の共催による包括連携協定事業として「海への招待状 for Girls in Hakodate」を函館市内にて開催した。また、海洋都市横浜うみ協議会が主催した「若手職員による交流会」への参加や、同協議会の教育・市民協働部会の取組として近隣の小・中学校(8校)への施設見学の実施、「海に関する仕事紹介セミナー」にて就職希望の学生に対して機構の紹介などを実施した。

賛助会若手交流セミナーでは、関連協議会を通じた民間企業や地方公共団体等の巻き込みを図った結果、多種多様な業種、職種から多くの参加があり、連携を深める一助となった。

機構の施設・設備を活用した、水中ロボット技術に関する若手人材育成イベント(主催:水中ロボネット、後援:神奈川県、横須賀市など)に対し、オンライン開催・広報を支援した。

・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

50周年記念事業の一環として、海洋分野の未来の50年を支える人材の育成を目的とした母校訪問プロジェクトを企画し、全国の

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、成果の社会還元への推進が図られたか。

国内の大学・大学院等と連携大学院に係る協定を締結し、若手人材の指導を行い、また、学生を対象としたイベント等に積極的に参加するなど地方公共団体や民間企業と連携により、成果の社会還元への推進を図ることが出来た。

将来的な人材確保のための裾野拡大

海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的とした有人潜水調査船「しんかい6500」による潜航調査航海への参加がきっかけとなり、他分野から地球科学分野の大学院に進学した学生が複数名おり、本プロジェクト実施の効果が見られた。また、航海で得たサンプルを用いた研究を希望した参加学生は、科学論文の執筆・投稿及び国際学会での発表に挑戦するなど、将来の海洋科学技術分野の研究者としての人材育成に寄与することが出来た。

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。

職員の母校 10 校（令和 2 年度：2 校、令和 3 年度：8 校）でキャリアパスや仕事内容に関する講演を実施した。講演内容は順次、ウェブサイトや SNS 等で発信している。研究者の仕事を知る機会、将来の選択肢の幅を広げる機会として、アンケートでも好評だった。

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各年度 1 回ずつ実施した。有人潜水調査船「しんかい 6500」による潜航調査航海を実施し、応募者の中から選ばれた学生（令和元年度：7 名、令和 2 年度：7 名、令和 3 年度：8 名）が「よこすか」に乗船、機構の実際の研究開発の現場を体験した。また、参加学生の中から令和元年度及び令和 2 年度は各 3 名、令和 3 年度は 4 名が「しんかい 6500」による潜航調査を体験した。さらに、令和 2 年度からはコロナ禍において、参加学生の感染防止対策を徹底して実施し、事前研修等のオンライン化などを実施した。本取組については、研究開発に従事する職員の取組や研究開発に臨む考え、参加学生へのインタビューに関する動画を、機構ウェブサイトや SNS を通じて紹介をし、令和元年度は NHK による番組放送により注目を集めた。

機構内においても JAMSTEC Young Research Fellow（博士号を取得した若手研究者について自らの研究課題の業績を伸ばし、研究者として更なる飛躍を遂げられることを目的として期間を定めて雇用される制度）に対し、個別にメンターを置いてサポートを行っている。

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。

今中長期計画が開始してからは、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、それまで機構が実施してきた、施設や船舶の一般公開をはじめとする「接触型広報活動」が全く行えなくなった。このような状況の中、コロナ禍の逆境を変革のチャンスと捉え、これまでの「接触型広報」からオンラインコンテンツを活用した「非接触型広報」への方針転換に着手してきた。これまでの間に、オンラインを最大限活用したコンテンツを通じて、より国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に切り換え、数々の成果を挙げてきた。

また、機構の創立 50 周年を令和 3 年 10 月に迎えるにあたり、様々な形で周年活動が行われてきた。広報アウトリーチ活動においても、機構のブランディング活動や、特設ウェブサイトでの取組発信、50 周年グッズ制作・販売、各種オンラインイベントなどを通じて、機構の研究開発活動に関する外部への効果的な情報発信を実施。海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

今中長期計画が開始してから、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、それまで機構が実施してきた、施設や船舶の一般公開をはじめとする「接触型広報活動」が全く行えなくなった。このような状況の中、コロナ禍の逆境を変革のチャンスと捉え、これまでの「接触型広報」からオンラインコンテンツを活用した「非接触型広報」への方針転換に着手してきた。この間、オンラインを最大限活用したコンテンツを通じて、海洋科学技術の研究開発成果を、より分かりやすく、より国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に切り換え、数々の成果を挙げた。

また、科学館や博物館、民間企業等の外部機関との連携により、これまでリーチすることが難しかった新たな層に対して、研究開発成果の発信や認知の

・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。

通常であれば見聞きすることができない研究者の生の声や、リアルな研究現場の様子を、オンラインコンテンツ等のツールを活用することで、これまで以上に全国の広範囲へ発信することができた。これにより、従来の広報活動では実現できなかった、研究をより身近に感じられる広報発信を実現し、広報活動の在り方そのものを「国民生活浸透型」広報へと改革することに成功した。以下に、3年間で取り組んできた主な成果を記す。

新型コロナウイルス感染拡大後の初動対応としては、オンライン環境下で授業や仕事を行う者が急増するなど、自宅で過ごす時間が増える事を想定し、機構の施設に来訪しなくとも、オンライン上で回遊しながら海の研究を身近に感じられるコンテンツとして「JAMSTEC パーク」、オンライン会議システムの背景として使える機構のオリジナル壁紙や、オリジナルのソーシャルディスタンスロゴのデザイン制作等、「離れていても楽しめる・親しめる」新たな試みを積極的に行い、数々の実績をあげた。

文部科学省「一家に1枚ポスター」企画では、これまで元素周期表や超電導、太陽、くすりなど、純粋な科学をテーマにした内容が中心であったところ、文理融合の観点から、様々な社会課題を有する「海」をテーマとした企画立案に取り組み、令和3年度のテーマとして海洋の分野から初めて採択された。紙媒体のポスターは全国の小中高等学校及び博物館等へ29万枚配布された。また、文部科学省及び機構ウェブサイトやSNSを通じて、国民に「海」の大切さを広く発信する施策を実施した。さらに、GIGAスクール構想により学校現場で今後一人1台の端末が実現することなども踏まえ、紙媒体とリンクした特設ウェブサイトを制作し、オンラインを活用することで、海にまつわる研究開発を全国の国民への認知・理解を広げるための戦略的な活動を行った。

機構が実施している研究開発活動について、より深く、より分かりやすく理解してもらうため、JAMSTEC BASE（海と地球の情報サイト）を開設し、豊富なコンテンツとともに公開した。国民生活浸透型広報への改革に伴い、スマートフォンでのブラウジング

向上を図ることができた。

さらに、令和3年10月に機構の創立50周年を迎え、広報アウトリーチ活動においては、海洋科学技術における中核的機関として、更なる50年先を見据えた機構のブランディング活動や、特設ウェブサイトでの取組発信、50周年グッズ制作・販売及び各種オンラインイベント等を通じて、機構の研究開発活動に関する外部への効果的な情報発信を実施。海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

や SNS を用いた情報収集を念頭に、ユーザにとって親しみやすい機能性やデザインを追求することで、これまでになかった海と地球の魅力的な情報プラットフォームを構築することができた。

これからの社会を担う小中高生を中心とした若年層をターゲットに、機構の研究開発を分かりやすく理解してもらおうプログラムとして、マリン・ディスカバリー・コースの立ち上げを、令和2年度から進めてきた。令和3年度は、学校等で活用しやすいよう、45分間の授業時間に合わせ学習指導要領に沿ったオンラインレクチャープログラムを開発した。学校、教育委員会等の33団体へ向けて、のべ1,600名を超える児童生徒へ同プログラムを実施し、若年層に向けて機構の取組について周知を行った。

・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取組を行う。

機構独自ではリーチすることが難しい一般層に対して、機構の認知と研究開発活動への理解を得るため、新たにコラボレーションを企画した。連携先のファン層を通じて効果的に機構の事業活動を伝えた。また、日常生活の中に溶け込んだコンテンツとすることで、研究をより身近に感じられる広報発信を実現した。以下に、3年間で取り組んできた主な成果を記す。

東北地方太平洋沖地震から10年を機に、これまで東北大学と連携して行った調査研究の成果を発表した。オンライン開催シンポジウム「我々は東北沖地震から何を学んだか？ーその時何が起こり、これからどうなるのかー」では、横浜（機構）と仙台（東北大学）からのリアルタイム2元中継とすることで、聴講場所や人数による制限を受けないシンポジウムを開催することができた。参加場所を問わず大多数が参加可能な非接触型のオンライン広報を実現させた。

深海を初めて本格的にVR映像化した作品「深海VR」について、科学技術映像祭受賞による全国科学館での上映、国際映画祭への出展、ソフトバンク株式会社への配信許諾を行った。「深海VR」のYouTubeチャンネルでの再生回数は、740万回を超え、「深海」という生活から離れた空間を、VRによる新たなツールで国民により身近な存在へと引き合わせることで、理解増進に大きく貢献した。

国立科学博物館企画展「学術研究船白鳳丸30年の航跡」の共催による展示を実施した（展示期間：令和2年11月10日から12月13日）。本企画展の関連イベントとして、研究航海中の船舶であった「白鳳丸」とライブ中継を実施し、研究航海の様子をYouTubeで配信した。リアル展示だけでなく、参加場所を問わず、多数が参加可能なオンライン上で、研究現場というより具体的な体験を提供するイベントを併せて実施し、リアル×非接触型のオンライン広報活動として成功させた。結果として、国立科学博物館の企

画展シリーズとしては過去最多となる 21,606 名の来場者を動員した。

無人探査機「かいこう」による深海探査を、より幅広い層にオンラインで体感してもらうため、美しく臨場感に溢れる深海探査の VR 映像を「リアルタイムで」陸上に配信する企画を行った。これにより、東京スカイツリータウンの Society5.0 特設会場に深海探査の VR 映像を 4K 画質でリアルタイム配信することに成功した。また、「ニコニコ動画」と連携し、二日間にわたる航海のドキュメンタリーを 25 時間以上にわたって密着生放送した。

創立 50 周年を記念し、日本における海洋調査の歴史と研究の最前線を紹介する企画展「日本の海洋調査への挑戦とあゆみ」を国立科学博物館（東京・上野）で開催した。「日本の海洋調査のあゆみ」、「大気海洋から読み取る地球の姿と未来」、「未来の海洋調査への挑戦」の 3 テーマで構成し、海洋調査船や探査機の模型、深海から採取した生物・岩石サンプル、深海映像などの展示を行った。また、令和 3 年にノーベル物理学賞を受賞した真鍋淑郎フェローの業績や、地球温暖化、海洋プラスチックなど最新の研究も紹介し、約 9 ヶ月間、約 754,000 人の来場者に海洋への理解関心を高める取組となった。

内閣府と共同開催した「Society5.0 科学博」（東京スカイツリー）では、我が国が目指す「Society5.0」の未来像、SIP・ImPACT の成果、国の研究機関等における先端的・独創的な技術を集結し、科学技術の面白さや大切さを目に見える形で発信し、展示（令和 3 年 7 月 15 日から 28 日）は、新型コロナウイルスの感染予防対策を徹底した上で、無事に開催された。また、新型コロナウイルス対策の一環として、実際に会場で鑑賞しているような臨場感あふれるバーチャル体験ができるよう、サイバー展示を専用ウェブサイトで実施した。展示期間中の延べ来場者数は約 70,000 人であった。専用ウェブサイトへの累計アクセス数は、136,952PV を数え、Society5.0 への関心の高さがうかがえる結果が得られた。また、期間中、駿河湾で潜航する「かいこう」からのリアルタイム深海探査映像を、東京スカイツリー会場に中継する画期的な取組にチャレンジし、鮮明な映像を無事に届けることができた。これに合わせて、登壇者による VR 体験を交え、「海の Society5.0 はどんな未来？」と題したトークイベントを実施した。

文部科学省が主催する「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、広報事業の一環として協力を行った（令和 4 年 1 月 18 日実施）。YouTube 視聴によって参加した全国の児童たちは、深海探査中継やクイズなどを通じて、海洋環境や深海生物に対する理解を深めることができた。文部科学省が

- ・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。

推し進める GIGA スクール構想に寄与する特別講座を、機構が実施協力することで、海洋分野から先進的な教育行政に貢献する取組となった。

今中長期計画期間における報道対応は、新型コロナウイルス感染拡大の中、柔軟な対応が求められたが、様々な工夫を凝らし、的確な手法を通じて、以下に挙げる業績を得た。なお、コロナ禍を受け、すぐさま取材対応の全面オンライン化を実現したことで、首都圏メディアの他、地方メディアの取材受入も可能となり、取材対応件数は大きく増加した。

令和3年3月11日に東日本大震災から10年を迎えることを機に、機構の研究開発の成果の周知と理解増進のため、メディア意見交換会(全3回)を開催し、番組等への取材案内に加えて、ウェブサイトでの特集記事掲載などを研究部門と連携して実施した。連載コラムやシンポジウムとも連携した特集企画として成立し、震災10年の記事を執筆する記者に良いタイミングで的確な情報をインプットすることに成功した。特に地震シミュレーションに関しては多数のメディアで報道された。

社会的に多くの注目を集める小惑星リュウグウのサンプル分析開始に合わせ SPring-8 において現地及びオンラインによる記者説明会を実施した。ラボツアーの中継など工夫も凝らすことで、オンラインを含め多くの参加者を集め、新聞・テレビ・ネットを問わず大々的な報道となり、科学への関心を大いに喚起した。

真鍋淑郎フェローのノーベル物理学賞受賞に伴い、本人・関係者・受賞内容に関する取材の対応にあたりながらも、機構の現在の気候変動予測研究やその応用可能性について記者説明会を実施するなど、機構の活動への理解やそのプレゼンス向上に努め、各種報道へ結びつけた。

福徳岡ノ場の噴火に伴う軽石の漂流は想定以上の被害を引き起こすなど社会的影響が大きかったことから、海底火山に関する基本情報や軽石の漂流及び被害予測などについて取材が殺到した。本件については、美山透主任研究員の軽石漂流予測シミュレーションを基軸にメディア取材に最大限対応した。また、シミュレーション情報等についてはウェブサイトを通じた情報発信も積極的に行った。この対応は、各種報道を通じて国・地方公共団体・漁業関係者等幅広い層への情報発信へと結びつくとともに、被害対策にも適切な情報提供等で貢献したものと考えられる。

厳重な新型コロナウイルス感染防止対策がとられる所有船舶で、西之島等、注目を集める海域での乗船取材を受け入れ、貴重な映像の撮影機会を提供し最前線の研究紹介を行った。

新型コロナ対応について、陽性者が確認された場合、適時その

情報をウェブサイトに掲載するとともに、船舶の運航等に影響がある場合はプレス発表を行うなど、社会に的確に情報発信を行ってきた。

【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、外国15）
- ・知的財産の保有件数：特許権214件（国内129、外国85）、意匠権4件（国内2、外国2）、商標権26件（国内26）、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

(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フロンティアにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結

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

文部科学省北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)及びSynoptic Arctic Survey(SAS)による北極域国際連携同時事業や、SIP「革新的深海資源調査技術」等の政策的な課題の推進のために船舶を供用した。SIPではASVを用いた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賦存量の調査・分析等を行い、レアアース泥回収に向けた中間目標約3,000m分の揚泥管及びハンドリング機器に関して、実海域での揚泥管の接続・降

果、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：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の政策的課題への供用については、ArCS IIやSIP等の課題の推進に積極的に取り組んだ。

その他の産学官の多様な機関への船舶供用として、新型コロナウイルス感染症の蔓延が続く中、ECORDやJMH、AISTからの受託事業を実現し、それぞれの事業を実施し、国内外のネットワークの醸成に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは顕著な成果である。

従来と異なるアーキテクチャーとなった「地球シミュレータ」の導入・供用について、計画通り行っている。

新型コロナウイルス感染症への対応や令和2年度末に発生した情報セキュリティインシデントの対応もあったが、オンラインコンテンツの強化やオンラインイベントの開催など新たな日常に対応した活動へと柔軟に対応した。

共同利用の推進について、令和2年度以降の新型コロナウイルス感染症がまだ収束を見ない状況であるが、新型コロナウイルス感染症に対応した乗船・訪船基準を整備し、常に最新の国内の感染状況を踏まえ、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行うことができていることは、特に顕著な成果と言える。

海洋調査プラットフォームの政策的課題への供用については、ArCS IIやSIP等の課題の推進に積極的に取り組んだ。

その他の産学官の多様な機関への船舶供用として、新型コロナウイルス感染症の蔓延が続く中、ECORDやJMH、AISTからの受託事業を実現し、それぞれの事業を実施し、国内外のネットワークの醸成

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。

下作業を実施した。

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、国からの受託のみならず、商業利用の入札やファシリティを持たない国、研究コミュニティへの積極的な働きかけを行い、以下の結果を得た。

ECORDから外部資金受託事業として、令和3年4月から6月にかけて研究航海を実施し、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。また、本航海のコア分析作業を、令和4年2月から3月に「ちきゅう」船上で行った。

経済産業省が進める「砂層型メタンハイドレートの研究開発」を、JMH等が受託し、資源開発を進めている。その一環である令和2年度の海底地形調査（サイトサーベイ）に、機構が運用する深海巡航探査機「うらしま」（水中ドローン）の活用が採択され、要求されたデータの高精度取得を完遂したことにより、海底事前調査における AUV の有効性が民間市場で認識された。また、令和3年度は、上述の調査海域における実海域地盤調査に、我が国唯一の大深度掘削船である「ちきゅう」を供用し、掘削を成功させた。

同様に、「表層型メタンハイドレートの研究開発」においても、機構が開発を進める海中レーザー光を用いた海洋調査技術に係る航海を AIST から受託し、「かいいい」により実施した。新型コロナウイルス感染拡大により、船舶運用が困難な状況にありつつも、これらを成功させることで、海洋資源開発分野における機構のプレゼンスを発揮し、産業界と連携し我が国の政策的な課題の推進に貢献した。

「ちきゅう」の回航時を有効利用し、短期間で実施できる SCORE を J-DESC と共同で実施（平成29年度より）。令和3年度には、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。

令和元年4月から5月には、防衛省からの緊急要請を受けて、「かいいい」による F-35A 搜索協力を行った。

HPCI に参加し、令和元年度 4 件、令和2年度 5 件、令和3年度 2 件への「地球シミュレータ」の計算資源の供用を行った。また、新型コロナウイルス対策研究課題への資源提供にも参画した。

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

現行 IODP の枠組み(平成25年から令和6年)以降、新たな枠組の中で進められる 2050 年までの海洋科学掘削の指針を示した科学

に貢献し、機構のプレゼンスを向上することができたことは顕著な成果である。

従来と異なるアーキテクチャーとなった「地球シミュレータ」の導入・供用について、計画通り行っている。

新型コロナウイルス感染症への対応や令和2年度末に発生した情報セキュリティインシデントの対応もあったが、オンラインコンテンツの強化やオンラインイベントの開催など新たな日常に対応した活動へと柔軟に対応した。

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。

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

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

計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」(SF2050)の実現に向けた議論を促進するため、ワークショップやシンポジウムを開催し、経費やロジスティックスの支援を行った。

海洋調査プラットフォームの効率的かつ国際的な運用に資する取組の一つとしてECORDのIODP研究航海に「かいめい」を供用する計画を令和2年度から進め、Expedition 386(令和3年4月から6月)として航海を実施した。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7000m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以上のコアの採取に成功した。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。

令和2年度から、共同利用での新しい取組として大学院生の乗船機会を増やす公募が実施され、機構で実施する研究航海に共同利用にて採択された大学院生へ乗船機会を提供した。

共同利用航海においても、令和2年度から新たに課題担当窓口を設け、研究者が抱える課題を理解し、詳細な研究ニーズを確認した上で、運航計画に漏れなく反映させるといった、質的な向上を図った。また、調査内容、適用する調査機材及び海域の把握を行い、それらの情報を踏まえ、使用可能船舶、航海時期の対象海域における漁業活動、船舶の往来、許認可、調査支援情報及び調査に必要な増員情報等についての課題説明会を令和3年度に開催した。同時に、運航委託会社にも課題説明会を設けて、航海内容を共有することで航海の問題点の更なる洗い出しを行った。早めの調整を行うことで線表に落とし込み、令和4年度の増員計画等にも対応することができた。

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及び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。機構船舶航海での公開数は、2,393航海・7,792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

共同利用の推進について、令和2年度以降の新型コロナウイルス感染症がまだ収束を見ない状況であるが、新型コロナウイルス感染症に対応した乗船・訪船基準を整備し、常に最新の国内の感染状況を踏まえ、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行うことができていることは、特に顕著な成果と言える。

コロナ禍や情報セキュリティインシデントがありながらも、研究活動を通じて得られたデータ及び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、データ及びサンプルの提供・利用が着実に促進された。

新型コロナウイルス感染症による航海数の減や情

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。

て、令和2年度は新たに「白鳳丸」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、11件のデータ公開に加え、令和3年度には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、中期計画前半となる3年度間（令和元年度から令和3年度）に154航海・722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、年度内に公開した。また、コロナ禍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、データ・サンプルの利用申請・問合せにきめ細かな対応を継続させた。

その結果、中期計画前半となる3年度間（令和元年度から令和3年度）での、対応件数は713件、データ・サンプルの件数としては17,931件もの対応を行った。新型コロナウイルス感染症による航海数の減や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通り作業を進めることができた。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。また、令和3年度には、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・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の検討にも着手した。

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、外部公開サイトとなるDARWINとの連携を深め、管理と公開が一体化した効率的な運用を令和2年度に開始した。

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ソナー（MBES）のノイズ除去にも有効であること、データ処理・作業へ

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通り作業を進めることができた。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。

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。また、令和3年度には、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・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の検討にも着手し、関係技術の高度化が図られている。

機構が世界の海洋科学技術の発展に貢献する研究開発活動を実施するために必要な研究基盤整備として学術情報を収集し、その充実を図り、コロナ禍や働き方改革などの多様な状況においても必要な資料を迅速に提供できるよう、サービス拡充に努めた。

中期計画前半の3年が経過するにあたり、業務の振り返り・見直しを行い、担当業務の内容や体制を整理し、実態に即した形にするために規程類の改訂が必要であることを明らかにするとともに、中期計画後半にやるべきことの見通しを立てた。

以上、中長期計画において令和3年度までに見込まれた業務については着実に実施した。

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、中期計画前半となる 3 年度間（令和元年度から令和 3 年度）に、航海概要報告（CSR）139 件、海底設置型観測機器設置情報（MOR）18 件を登録した（クリアリングハウス累計登録：964 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 115 件のデータを管理並びに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。

機構が世界の海洋科学技術の発展に貢献する研究開発活動を実施するために必要な研究基盤整備として学術情報を収集し、その充実を図り、コロナ禍や働き方改革などの多様な状況においても必要な資料を迅速に提供できるよう、サービス拡充に努めた。

学術雑誌について、利便性の高い電子資料を中心に、価格高騰と予算の逼迫の状況をふまえて費用対効果を加味した選定を実施する等、効率的な購入を実施した。学術雑誌の年間購読数は、令和元年度の 716 タイトルから令和 3 年度には 699 タイトルに減少した。他方、購入抑制によって必要な資料の利用に支障が生じ研究開発が遅滞することがないよう、機構未所蔵資料の入手について、他機関図書館との相互協力（※1）に加え、ペイ・パー・ビュー及びドキュメントデリバリーサービス（※2）を開始した。図書 の 提供 数 は、令和元年度の 93,748 点から令和 3 年度には 104,378 点と増加し、うち、電子資料の占める割合は令和元年度の

32%から令和3年度の40%に増加した。テレワーク先への郵送サービスも開始し、機構の研究開発活動及び業務に必要な資料の提供環境の充実を図った。

※1 相互協力：他の図書館からコピーや現物を取り寄せる、あるいは機構所蔵資料を相手に提供する仕組み。

※2 ペイ・パー・ビュー及びドキュメントデリバリーサービス：いずれも論文単位で購入する仕組み。電子媒体での入手も可能。

機構職員のみならず、広く社会一般に対しても、機構の研究開発成果を還元し、海洋地球科学に関する理解を深めるため、横浜研究所図書館を一般の利用に供するとともに、蔵書目録のインターネット公開、ニュースレターの発行や一般向けの企画展示の実施、地域図書館との連携協力によるイベントなどを継続的に実施した。また、機関リポジトリを通じ、機構の研究成果を広く社会に発信した（コロナ禍及び情報セキュリティインシデントの影響により一部サービスは休止期間あり）。

機構図書館は、令和2年度に、内閣総理大臣により、保有する歴史的若しくは文化的な資料又は学術研究用の資料について適切な管理を行うものとして、「歴史資料等保有施設」の指定を受けた。我が国の海洋科学技術の中核機関である機構の研究開発の歴史を体系的に保存するため、機構関連図書（機構で刊行した資料、機構所属者の著書、その他機構に関する図書資料）を網羅的に調査し、収集・整理・保管し、機構内の利用者はもとより、一般開放図書館においても提供している。

また、機構を含めた独立行政法人が課せられている国立国会図書館への納本義務を遂行するため、刊行物納本のとりまとめを積極的に行った。納本義務を果たすことで、国民へ提供するとともに、機構刊行物の散逸を防止した。

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。

利活用促進につながる企画立案並びに関係する方針や制度及び書式等の改訂・整備を継続し、令和2年度はデータ及びサンプルに関する申請書類の押印廃止・省略するための見直し・書式の改訂を行った。また、令和3年度には航海により得られた生物サンプルは、これまで海外への提供を行ってこなかったが、機構研究者の研究活動に資するよう規程を改正（令和3年7月26日施行）した。また、関係部署との協働によりガイドラインを作成し、機構内へ周知することで、研究活動への推進に貢献した。

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決めへの確認、採取・取得した場所や内容による取り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付加価値情報創生部門地球情報基盤センターデータ管理グループが行っている業務についても中期計画前半の3年が経過するにあたり、業務の振り返り・見直しを行い、担当業務の内容や体制を整理し、実態に即した形にするために規程類の改訂が必要であることを明らかにするとともに、中期計画後半にやるべきことの見直しを立てた。

【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

【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】 B						
【中長期目標】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
<p>1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立</p> <p>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。</p> <p>2. 業務の合理化・効率化</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		B	B	B				
中長期計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
		<p>評定：B</p> <p>本項目について、中長期計画や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていると考え、自己評価を「B」とする。</p> <p>前中期目標期間に発生した機構の信頼性に関わる重大なインシデントについては、本中長期目標期間より機構業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化、事業の効率化や意思決定の迅速化等を行い、新たなス</p>						

1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立

ターゲットを切っている。

理事会をはじめとする会議体について、附議事項を大幅に整理し、意思決定の迅速化を図った。

令和元年に発生した調達に係る不適切な事案に端を発した調達契約上の諸問題については、「調達ポリシー」を制定するとともに会計規程の抜本的な見直しを行った。令和3年に発生した情報セキュリティインシデントについては、理事長のリーダーシップを発揮し、理事長を本部長とする「情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部」が速やかに設置するとともに、体制強化として同年8月に情報セキュリティ・システム部を新設した。また、両事案については、制度・体制の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組について内部統制委員会にて客観的な評価のモニタリングを継続している。同委員会においては、実情に合ったルールの見直しが行なわれないなど、職員の意識の問題を認識したため、これを反映した「コンプライアンス行動規準」が理事長より示され、理事長自ら役職員のコンプライアンス意識の徹底についてメッセージを発し、役職員の意識醸成を促した。

新型コロナウイルス感染症拡大を契機に、経理処理や文書処理等の電子化をより一層進めるなどこれまでの業務の在り方を見直すとともに、会議のオンライン化に対応した環境整備を進めるなど、迅速かつ効果的におこなったことは高く評価できる。

また、契約業務については従来から継続的に手続の公正性及び透明性を確保しつつ進められている。

補助評定：B

本項目について、中長期計画や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていると考え、自己評価を「B」とする。評価の視点ごとの根拠は以下のとおり。

【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。】

前中期目標期間に発生した機構の信頼性に関わる重大なインシデントについては、本中長期目標期間より機構業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化、事業の効率化や意思決定の迅速化等を行い、新たなスタートを切った。

令和元年に発生した調達に係る不適切な事案に端を発した調達契約上の諸問題については、「調達ポリシー」を制定するとともに、会計規程の抜本的な見直しを行った。令和3年に発生した情報セキュリティインシデントについては、理事長のリーダーシップを発揮し、理事長を本部長とする「情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部」が速やかに設置するとともに、体制強化として同年8月に情報セキュリティ・システム部を新設した。また、両事案については、制度・体制の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組について内部統制委員会にて客観的な評価のモニタリングを継続している。同委員会においては、実情に合ったルールの見直しが行なわれないなど、職員の意識の問題を認識したため、これを反映した「コンプライアンス行動規準」が理事長より示され、理事長自ら役職員のコンプライアンス意識の徹底についてメッセージを発し、役職員の意識醸成を促した。

このように理事長の強いリーダーシップの下、組織のマネジメント強化が進められており、業務運営の適正化が進められていると評価できる。

【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。】

適切な統制環境維持のため、内部監査、研修、各種委員会の開催等を実施するとともに、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・取組が機構全体で進められている。また、令和元年度に発生した調達にかかるイン

(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部統制のより一層の強化に取り組む。

シデントに端を發した調達契約上の諸問題については、制度の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組が実施された。このように組織のマネジメント強化が進められており、内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が進められていると評価できる。

マネジメントの強化や機構内での分野間、部門間の連携については、経営戦略会議や部門間連携会議を毎月開催して経営判断に資する議論をするなど、柔軟かつ機動的な機構の運営を行っている。

外部有識者から構成される経営諮問会議を開催し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ている。

適切な統制環境維持のため、内部監査、研修、各種委員会の開催等を実施するとともに、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・取組が機構全体で進められている。

前期中期目標期間に発生した機構の信頼性に関わる重大なインシデントについては、本中長期目標期間より機構業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化や事業の効率化、意思決定の迅速化等を行い、新たなスタートを切った。

令和元年に発生した調達に係る不適切な事案に端を發した調達契約上の諸問題については、「調達ポリシー」を制定するとともに、会計規程の抜本的な見直しを行った。令和3年に発生した情報セキュリティインシデントについては、理事長のリーダーシップを発揮し、理事長を本部長とする「情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部」が速やかに設置するとともに、体制強化として同年8月に情報セキュリティ・システム部を新設した。また、両事案については、制度・体制の抜本的な見直しや再発

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

経営に係る中長期的な基本方針及び戦略に関する議論を進めるため、経営戦略会議を毎月開催した。本会議では主に国の政策や国内外の様々な状況を踏まえた国際戦略や大型の費用に係る資金計画など、機構の経営方針等について議論を行った。

また、理事（研究開発担当）、理事（運用管理担当）及び部門長（研究部門及び運用開発部門）が各部門間の課題等について意見交換を行う部門間連携会議を毎月開催するとともに、理事長が直接部門長と議論する場として、理事長・6部門長懇談会を隔月で開催し、経営判断に資する議論を行った。

さらに、外部有識者から構成される経営諮問会議を令和元年度から令和3年度の間5回開催した。同会議では大型プロジェクト獲得に向けた新たな取組等について紹介し、機構の事業面や運営面の観点から幅広く多様な助言を得て、第3期戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の提案等に活用した。

政府が対策を進めている経済安全保障への対応を着実に実施す

防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組について内部統制委員会にて客観的な評価のモニタリングを継続している。同委員会においては、実情に合ったルールの見直しが行なわれないなど、職員の意識の問題を認識したため、これを反映した「コンプライアンス行動規準」が理事長より示され、理事長自ら役職員のコンプライアンス意識の徹底についてメッセージを発し、役職員の意識醸成を促した。

予算に関するPDCAの各取組を強化し、主務大臣評価の結果を機構内での業務計画編成に効果的に反映させる枠組みを構築した。

これらの取組を通じ、理事長の強いリーダーシップの下、組織のマネジメント強化が進められており、内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が進められていると評価できる。新たな情報セキュリティインシデントが発生したことにより厳しい指摘を受けたことを大変重く受け止めた上で、速やかな調査と再発防止策の策定・実施により、インシデントを契機とした制度の抜本的な見直しに繋げるなど、適切なマネジメント及び内部統制機能が働いたことを評価する。

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。

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。

るため、令和4年度から対応すべき課題について部署横断での検討を進めた。

1) 内部統制に係る取組

前中期目標期間に発生した組織の信頼性に関わる重大なインシデントを受け、機構業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化、事業の効率化や意思決定の迅速化等を行った。また、内部統制の実効性を高めるため、内部統制システムの第一人者を外部講師として招き、講演会形式で内部統制研修を行った。その内容については、研修後の内部統制委員会において再確認し、一部は機構の内部統制に取り入れた。当該研修は内部統制の根幹を司る役員だけでなく、今後の機構を担う職員等も参加できるようにし、機構全体で役員が目指す内部統制の在り方を考える機会を提供することで、機構全体で内部統制への意識醸成を図った。

さらに、令和元年度に発生した調達に係るインシデントについて調査した結果、インシデント発生の背景に検査ルールの理解不足による検査員等制度の形骸化や不適切な行為を醸成する周辺環境などがあったことが指摘された。本事案については、その発覚後速やかに会計検査院にも報告したところ、令和元年度決算検査報告において不当事項として公表された。これらを重く受け止め、令和2年度には経理部において会計機関のルールの抜本的な見直しと明確化、教育研修、開発要素を含む契約の有り方や具体的な制度案を提言するための検討会の設置などの再発防止策を策定し、内部統制委員会にてその内容を点検した。その実施状況や効果の状況については、令和3年度の内部統制委員会において報告され、内部統制委員会としても、その実施状況や効果について内部統制の成熟度モデル(COBIT)を用いるなどして客観的なモニタリングを実施するなど、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対するサイバーセキュリティマネジメントも含め、適切な対応が進んでいるかを点検した。

加えて、業務方法書に定められた内部統制の基本事項に関する諸規程の整備及び運用状況を各所管部署に確認した結果、「統制環境」において、規程類は整備されているものの、実情に合ったルールの見直しが行われないうまま、正しく運用されないうといった2つの事案に共通する根底的な問題についても対策が必要であるという根本的な意識の問題を認識したことを踏ま

え、「コンプライアンス行動規準」の見直しを実施することに加え、理事長より、「コンプライアンス行動規準」及び「調達ポリシー」の徹底を踏まえたコンプライアンスに関するビデオによるメッセージを役職員へ発信した。

2) 内部監査

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、実地監査及び聞き取り調査等により内部監査を実施した。

「競争的資金等」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。

取引先へのヒアリングや過年度の不適切事例から役務検査の立会監査等を実施し、不正が発生するリスクに対して重点的にサンプルを抽出して、リスクアプローチ監査を実施した。

3) 職場環境・組織風土に係る問題改善の取組

令和元年度にリスクマネジメント委員会のもと設置された若手・中堅職員からなるワーキンググループにおいて、機構全体の組織風土改革を目指し、問題点の洗い出し及び改善に向けた方向性の検討が行われた。令和2年度には、ワーキンググループから4件の職場風土・組織風土に係る改善課題が提起された（①所内情報の集約・共有、②ハラスメント対策の強化、③管理職級の組織マネジメント力強化、④経営に関する計画・指針等の策定）。令和3年度にはこれら改善課題への対応策を具体的に検討するとともに取組状況をモニタリングしていくなど、今後も機構としての職場環境・組織風土に係る問題改善の取組を引き続き推進している。

4) リスクマネジメントへの取組

機構において潜在化・顕在化しているリスクを認識するため、令和2年度に全役職員を対象にリスク識別アンケート調査を実施した。また、リスクマネジメント研修の一環として、リスクマネジメント推進担当者に対し、認識したリスクの職場への影響度や発生可能性を想定した評価（リスク評価）を行わせた。その結果はリスクマネジメント委員会にて共有され、令和3年度は、その評価結果を踏まえて令和3年12月に開催されたリスクマネジメント委員会において優先対応リスクを4件（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）を選定し、令和4年3月に開催されたリスクマネジメント委員会にて選定された

リスクの対応状況を点検した。今後も継続して対応状況をモニタリングしていく。また、令和4年3月には、リスクマネジメント研修として令和2年度のリスク評価結果の報告とともに、優先対応リスクに主眼を置いたリスク対応の参考となる手法等の研修を行った。

5) 研究不正及び研究費不正使用防止の取組

研究費不正使用及び研究不正に係る国のガイドラインにおいては、日常的に目が届き実効的な管理監督を行い得る体制や、組織としての責任体制の確立による管理責任の明確化が求められていることから、これまでの体制を見直した。研究開発及び運用管理部門においては部門長、経営管理部門においては部長及び室長をコンプライアンス推進責任者及び研究倫理教育責任者とするなど、組織規程に基づく業務執行体制と整合するように改めた。

また、研究費不正使用に係る国のガイドライン改正（令和3年2月）に合わせ機構内の規程改正も行い、①ガバナンスの強化、②意識改革、③不正防止システムの強化の3項目を柱として、不正防止対策を強化する体制の再構築を行った。その他、国のガイドラインに基づき、機構職員を対象に研究費の不正防止に係るeラーニング研修（日・英）及び初任者研修を実施した。さらに、機構職員が研究費を使用する際に留意すべきポイント等を明示した「研究費使用ハンドブック（日・英）」を新たに作成し、所内公開した。

加えて、研究不正に係る国のガイドラインに基づき「研究活動における不正行為にかかる調査等実施規則」について、不正行為の証拠が存在し、被告発者が不正行為の疑いを覆すことができない場合にも不正行為と認定するという内容を新たに明記して、研究不正に対するより厳正な対応を図った。

6) コンプライアンスの推進

リスクマネジメント及びコンプライアンス推進の一環として、所内に設置されたデジタルサイネージを活用した法令遵守等を呼びかけるメッセージの定期発信、コンプライアンス推進月間の設定、リスクマネジメントに関するニュースの配信など、役職員一人ひとりのコンプライアンス意識の向上を図った。

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

中長期計画や年度計画をもとに、合理的な資源配分を行うため、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

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

務を執行した。また、自己評価や主務大臣評価の結果については、機構内で広く周知しフォローアップを行った。令和 2 年度・令和 3 年度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を把握し、関係各部署との定期的な会合を実施した。

このほか、業務計画等編成に向けて選別した複数の業務について、関係各部署に実施状況のヒアリング等を実施するなど理事（経営管理担当）を中心に効率化の検討を継続的に実施した。今中長期目標期間の新たな取組として、予算に関する PDCA の各取組みを強化するとともに主務大臣評価の結果を機構内での業務計画編成に反映させる枠組みを構築した。

理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、各年度の業務実績に係る自己評価会議を実施し、業務実績等報告書として主務大臣へ提出し、公表した。また、各年度の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。

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など、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。その他の取組として、普及広報活動においては、機構の公式 Twitter や Facebook など SNS での反応を分析した。「地球シミュレータ」の運用に当たっては研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標を導入するなど、多様な面から機構の活動に対する効果を把握するように努めている。

また、論文の集計においては、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。そのため、標準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となっている。

中長期計画の達成度が高い評価を得た部門に対しては、資金配分を重点化した。

平成 30 年度から令和 2 年度において、各年度の業務実績に係る自己評価会議の実施（平成 30 年度には第 3 期中期目標期間における自己評価も実施）、業務実績等報告書の提出及び公表を着実に実施した。また、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。

客観的な自己評価となるよう、各種指標等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。また、SNS 上の反応の分析、研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標の導入など、多様な面から機構の活動に対する効果を把握するように努めている。加えて、S 評価を獲得した部門に対して、重点的に資金配分するといった措置を行った。

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等、客観的で信頼性の高い自己評価の実施状況
- ・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

補助評定：B

本項目について、中長期目標や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていると考え、自己評価を「B」とする。評価の視点の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。】

理事会をはじめとする会議体について、附議事項

(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。

理事会をはじめとする会議体について見直した決裁権限に基づいて、附議事項を大幅に整理・例示して周知するとともに、平成27年度から開始した会議資料ペーパーレス化の継続、ウェブ会議システムの活用により、迅速な意思決定体制整備と会議出席者の時間、移動コストの効率化を図った。

また、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、緊急対策本部を設置（令和2年3月27日付）するとともに、事業縮小基本方針を策定し、必要最低限の事業の継続を行なった。また、テレワークを本格的に導入して出勤者を抑制するとともに、機構船舶による研究航海を中止し、政府による緊急事態下（令和2年4月7日から5月25日）における感染予防策を徹底した。緊急事態宣言解除後は、『JAMSTECにおける「新たな日常」に向けて』を策定し、感染予防を徹底した上で事業縮小を解除した。（令和2年6月30日）。特に機構船舶に関しては、全乗船者に対しPCR検査を実施、乗船前2週間の健康管理を徹底することにより、令和2年8月1日に研究航海を再開した。さらに、テレワーク時においても業務を円滑に進めるため、経理処理等の電子化や文書処理の省略化（捺印省略）、会議のオンライン化、グループウェアの活用によるコミュニケーション促進策などを実施し、業務の効率化を一気に促進した。加えて、2度目の緊急事態宣言下（令和3年1月8日から3月7日）においても、感染予防策を再徹底した上で、事業を継続した。

国等が示した業種別ガイドラインを参考に機構における特定共用施設（高圧実験水槽、多目的プール等）の利用ガイドラインを策定し、緊急事態宣言解除後、早急に外部利用を再開した。電子顕微鏡の遠隔利用（オンライン）システムを構築し、実験室における感染拡大防止策を徹底しつつ、研究活動を維持した。

船舶にてクラスタが発生した際は、出勤者の抑制をしつつも、初の試みであるオンラインでの緊急対策本部会合を行い、迅速かつ合理的な判断の場を確立した。

を大幅に整理し、意思決定の迅速化を図った。

新型コロナウイルス感染症拡大を契機に経理処理や文書処理等の電子化をより一層進めるなど、これまでの業務の在り方を見直すとともに、会議のオンライン化に対応した環境整備を進めるなど、迅速かつ効果的に行ったことは高く評価できる。

また、契約業務については従来から継続的に手続の公正性及び透明性を確保しつつ進められている。

意思決定の迅速化として、理事会をはじめとする会議体について、見直した決裁権限に基づいて附議事項を大幅に整理した。

業務の電子化として、会議資料ペーパーレス化の継続、ウェブ会議システムの活用により、迅速な意思決定体制整備と会議出席者の時間、移動コストの効率化を図った。

また、新型コロナウイルス感染拡大防止の一環としてテレワークを本格的に導入して出勤者を抑制するとともに、テレワーク時においても業務を円滑に進めるため、経理処理等の電子化や文書処理の省略化（捺印省略）、会議のオンライン化、グループウェアの活用によるコミュニケーション促進策などを実施し、業務の合理化・効率化を図った。

新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、緊急対策本部を設置、事業縮小基本方針を策定し、船舶にてクラスタが発生した際は、オンラインでの緊急対策本部会合を行い、迅速かつ合理的な判断の場を確立した。

研究成果の社会実装を目指した4つの大型プロジェクトについて、外部有識者からなるアドバイザリー・ボード等の意見も踏まえ、研究開発計画書の作成を行った。

第3期の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）について、機構から積極的な提案を実施し、次期SIPのターゲット領域として「海洋安全保障プラットフォームの構築」を課題候補とすることが決定された。

これらの取組を通じ、新型コロナウイルスの影響下においても業務の合理化・効率化が飛躍的に進ん

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。

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

一般管理費については、各年度は以下実績（人件費及び公租公課を除いた一般管理費から、特殊要因経費を差し引き算出）のとおりであり、毎年度平均で前年度比3%以上の削減を達成している。

令和元年度：377,282,062円

令和2年度：368,481,454円

令和3年度：358,143,251円

その他の事業費についても、各年度において前年度比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、研究成果の社会実装を目指した大型プロジェクトを具体化するため、各省庁の意見等を踏まえ採択した4つのプロジェクトについて、外部有識者からなるアドバイザリー・ボード等の意見も踏まえ、研究開発計画書の作成を行った。また、令和5年度からの開始が予定されている第3期の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）についても、内閣府に対して機構から積極的な提案を実施し、次期SIPのターゲット領域として「海洋安全保障プラットフォームの構築」を課題候補とすることが決定された。また、機構は、令和5年度からのSIPの開始に向けた本課題候補のフィージビリティスタディを内閣府から依頼され、その研究推進法人を担うこととなった。

だこと、新たな事業の創出や成果の社会還元への取組が期待通り進められたと評価とする。

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。

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、本給表水準の見直しや期末手当の月数見直しを行い、職員給与規程等の改正を実施した。

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

1. 随意契約の適正化に関する取組について以下に記載する。

(1) 適正性の審査・点検

「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）に基づき、事務・事業の特性を踏まえ、PDCA サイクルにより、公正性と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に取り組むため、平成 27 年度以降、調達状況を踏まえ各年度において調達等合理化計画を定めた。また、同計画に基づき、研究開発成果の最大化を目指して調達の合理化を推進し、併せて調達に関するガバナンスの徹底を行った。

「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）に基づく情報の公開」に対応し、公共工事、物品役務等の随意契約情報、落札情報を機構ウェブサイト継続して公表を行った。

2. 一者応札・応募の低減に向けた取組

(1) 入札説明書の電子公付等

一者応札の低減に向け、遠隔地にいる者等の入札への参加の機会の確保、入札会への立ち合いが困難である事業者への負担軽減が期待できるため、令和元年度から郵便入札を導入した。

応札者や応募者を増やすための取組として、入札説明書の電子交付を継続した。

(2) 調達情報の発信

競争性を高めるための取組として、入札公告後に応札が期待できる者への個別の声かけ、調達情報をメールマガジンにて配信、機構ウェブサイトにて年間調達予定情報を掲載した。

(3) 仕様書等の見直し

契約金額が高額であり連続して応札者が 1 者である案件について、参入障壁緩和のための仕様要件の見直し、十分な周知期

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、本給表水準の見直しや期末手当の月数見直しを行い、職員給与規程等の改正を実施し、適正な水準の維持を図った。

調達については、原則として一般競争入札等の競争性のある契約方式によることとし、随意契約による場合は、公正性と透明性を高めるためその結果を随時公表した。また、「独立行政法人におけ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）に基づく取組について推進し、業務の合理化・効率化を着実に実行した。

間を確保するため公告期間を延長、技術審査資料の書類作成期間を延長し応札予定者の事務負担の軽減、十分な業務引継ぎ期間を考慮した入札日の設定などを行うことにより、参入機会の確保に取り組んだ。

(4) 辞退届の分析

入札参加の辞退届において、必要な人員体制を確保するのが困難、納入期限が間に合わないという理由等があった。その他、次期以降に受注できないリスクがあることが挙げられており、毎年契約する経営管理部門の年間契約について単年度契約から複数年度契約化を行うなどした。

3. 調達合理化計画の見直し

(1) 契約内容・契約形態の見直し

調達規模の見直しについて、経営管理部門における毎年契約される保守等について、調達規模の拡大や調達事務の効率化等の観点等から、単年度契約から複数年度契約への見直しを行った。

科学支援業務の見直しについて、これまで「ちきゅう」とその他研究船（5船）を別の部署でそれぞれ運用していたため別契約としていたが、今中長期目標期間において船舶運用部門である当該部署が統合されたことを受けて、適切なガバナンスの確保を目的として検討を行い、令和3年度契約より統合した。また、これまで行っていた一般管理費方式を利益率方式に改め、本業務における事業経費の透明化を図り、事業者とともに効率的かつ合理的な経費管理を実行することとした。

さらに、契約の統合に合わせて調達の規模を見直し、「データ・サンプルの品質評価・管理・公開に関わる支援業務」、「国際海洋環境情報センター研究情報公開支援業務」を別契約とし、令和3年度調達においては総合評価落札方式を実施した。

(2) 共同調達の推進

これまでに引き続き、近隣の国立研究開発法人と複写機用紙及びプリンタ用紙の共同調達を実施し、地方拠点と隣接する国立大学法人とコピー用紙、ガソリン、窒素を共同で調達することで経費削減や業務の省力化を実現した。また、他の国立研究開発法人と新たな共同調達導入の可能性について、検討を開始した。

(3) 一括調達等の推進

既存のネット調達の機能向上を目的として、作業着等のカタログ化による発注業務の簡便化、調達制限品（オフィス家具）の見直しによるネット調達アイテム数の増加、サプライヤの追加登録による調達先の増加、工業用間接資材ネットストアとの

連携接続等の改善をおこない、調達手続の利便性を高めた。

(4) 規程類の改定民法改正への対応

令和2年4月に施行された民法改正に対応するため、標準契約書及び約款を改訂し、専門家の支援を得ながら、契約不適合責任制度への対応、消滅時効の改正等について点検、整理を行った。

4. 調達に関するガバナンスの徹底

(1) 随意契約に関する内部統制の確立

概算金額が3千万円を超える案件については、契約審査委員会において随意契約の適正性について審査を継続して行った。また、契約審査チームにおいて、概算金額が随契限度額から3千万円までの案件についても審査を行った。

(2) 研究開発法人における契約の在り方についての検討

開発要素を含む契約の在り方検討会より、開発要素を含む調達契約について、機構として認識すべきリスクへの対応の在り方や調達契約プロセスごとの在り方を見直し、具体的な制度案を作成することについて提言されたことを踏まえ、以下のとおり調達の在り方及び制度の具体的改善策を取りまとめた。

① 要求部署と会計機関の適切な役割分担

予算執行責任者の規定：機構における予算執行については、経営管理規程に基づく部署長等と物品管理規則に基づく物品供用責任者が二重に存在していたため、前者を予算執行責任者とし責任と権限を一元化した。

また、予算執行責任者は、要求部署における技術的課題の検証の他、裁量と責任の下で柔軟な執行も可能とし、執行請求手続においても効率化を図った。

検査員・監督員について、契約担当役による指名を廃して、確実な履行を確保しトラブル等においても速やかに対応するため、予算執行責任者による指名に変更し、要求部署の業務として規定した。

② 調達におけるリスクマネジメントによるリスクの最小化

要求部署を調達に係るリスクマネジメントを行う部署（責任者は予算執行責任者）とする。一方で、経理部を予算執行部署に対するリスクの事前レビュー及び事後モニタリングを行う部署として規定した。

③ 研究開発の特性を考慮した類型等の新設

研究開発要素を含む役務、製造の場合、例えば試作や技術的難易度の高い業務の内容に対して請負人が負う完成責任が過重である場合があると考えられるため、業務委託契約（準委任成果完成型）を新設するなど、実態に即した契

約類型を用意することとした。

④調達ポリシーの制定

本事案に対する再発防止策の一環として、調達は機構の研究開発活動の一端を担う重要な活動であり、公正な倫理観のもとに誠実な行動が求められること等を役職員に改めて認識させるとともに、機構は法令遵守を何よりも優先し、信頼ある調達活動を追求する姿勢であることを機構内外に示すために調達ポリシーを基本方針として制定し、令和2年12月15日に機構ウェブサイトにおいて公表した。

(3) 調達契約の適正な履行に向けた取組（再発防止策フォローアップ）

①研究開発部門との意見交換会の実施

研究開発部門を対象に会計ルールが現場において適正に理解され機能しているかなどについてヒアリングを実施した。研究現場において、会計ルールが適正に浸透・定着されつつあり、意見や要望を踏まえた更なる対応によりPDCA確立のための連携体制の構築を図った。

②会計システムの改修

本来、検査員自ら検査実施を徹底するため、会計システムにログインした検査員のみが検査調書の作成可能とするように会計システムの改修を行った。他にも、適切な監督・検査を行うため、契約関係書類（契約書・仕様書等）を機構関係者にメールで通知するとともに、会計システム上でも共有できる仕組みを導入した。

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契案件及び契約金額1億円を超える契約案件については、事後点検として内部監査において毎年度全数監査を受けた。年度ごとに調達等合理化計画の自己評価を踏まえ、改善点を令和4年度の調達等合理化計画に反映した上で、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。また、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、手続の公正性と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善を図った。

【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。

【関連指標】

(主な定量的指標)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">・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） <p>（その他の指標）</p> <ul style="list-style-type: none">・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 | |
|--|--|

【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																																																																																																																																																																																
<p>【中長期目標】</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		<p>業務実績</p>					FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7																																																																																																																																																																										
							B	B	B																																																																																																																																																																														
中長期計画・評価軸等		業務実績					評価コメント																																																																																																																																																																																
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>1. 予算、収支計画、資金計画</p> <p>(1) 予算</p> <p>平成31年度～令和7年度（2019年度～2025年度）予算</p> <p>（単位：百万円）</p>		<p>令和元年度決算</p> <p>（単位：百万円）</p>					<p>評定： B</p> <p>予算の適切かつ効率的な執行状況</p> <p>『予算』</p> <p>四半期で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。</p> <p>『収支計画』</p> <p>当期総損失を含む利益剰余金は独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果生じたものであり、主に業務達成基準の原則化に伴って予算額以上に運営費交付金を収益化することができないために発生する損失から構成され、これは中長期目標期間終了年度に収益化され、損益がバランスするものである。したがって、損益の発生要因も適切である。</p> <p>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。</p> <p>『資金計画』</p> <p>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ない。</p> <p>貸し倒れの恐れのある債権はなく、「債権評価およ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</p>																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <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> </thead> <tbody> <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>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</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>146,179</td> <td>91,638</td> <td>6,085</td> <td>243,901</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</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>3,124</td> <td>3,124</td> </tr> <tr> <td>（管理系）</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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> </tbody> </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	0	0	0	0	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	146,179	91,638	6,085	243,901	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	0	0	3,124	3,124	（管理系）					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	<table border="1"> <thead> <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> </thead> <tbody> <tr> <td>収入</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>運営費交付金</td> <td>31,181</td> <td>5,073</td> <td>935</td> <td>37,190</td> </tr> <tr> <td>施設費補助金</td> <td>3,127</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>3,127</td> </tr> <tr> <td>補助金収入</td> <td>521</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>521</td> </tr> <tr> <td>事業等収入</td> <td>947</td> <td>202</td> <td>350</td> <td>1,500</td> </tr> <tr> <td>受託収入</td> <td>2,370</td> <td>288</td> <td>0</td> <td>2,658</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>38,146</td> <td>5,563</td> <td>1,285</td> <td>44,995</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>1,232</td> <td>1,232</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>1,033</td> <td>1,033</td> </tr> <tr> <td>うち、人件費</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>647</td> <td>647</td> </tr> <tr> <td>（管理系）</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>物件費</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>386</td> <td>386</td> </tr> <tr> <td>公租公課</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>199</td> <td>199</td> </tr> <tr> <td>業務経費</td> <td>26,737</td> <td>5,201</td> <td>0</td> <td>31,938</td> </tr> <tr> <td>（公租公課を除いた業務経費）</td> <td>26,466</td> <td>5,140</td> <td>0</td> <td>31,606</td> </tr> </tbody> </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	31,181	5,073	935	37,190	施設費補助金	3,127	0	0	3,127	補助金収入	521	0	0	521	事業等収入	947	202	350	1,500	受託収入	2,370	288	0	2,658	計	38,146	5,563	1,285	44,995	支出					一般管理費	0	0	1,232	1,232	（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	1,033	1,033	うち、人件費	0	0	647	647	（管理系）					物件費	0	0	386	386	公租公課	0	0	199	199	業務経費	26,737	5,201	0	31,938	（公租公課を除いた業務経費）	26,466	5,140	0	31,606							
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	0	0	0	0																																																																																																																																																																																			
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	146,179	91,638	6,085	243,901																																																																																																																																																																																			
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	0	0	3,124	3,124																																																																																																																																																																																			
（管理系）																																																																																																																																																																																							
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																																																																																																																																																																																			
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	31,181	5,073	935	37,190																																																																																																																																																																																			
施設費補助金	3,127	0	0	3,127																																																																																																																																																																																			
補助金収入	521	0	0	521																																																																																																																																																																																			
事業等収入	947	202	350	1,500																																																																																																																																																																																			
受託収入	2,370	288	0	2,658																																																																																																																																																																																			
計	38,146	5,563	1,285	44,995																																																																																																																																																																																			
支出																																																																																																																																																																																							
一般管理費	0	0	1,232	1,232																																																																																																																																																																																			
（公租公課を除いた一般管理費）	0	0	1,033	1,033																																																																																																																																																																																			
うち、人件費	0	0	647	647																																																																																																																																																																																			
（管理系）																																																																																																																																																																																							
物件費	0	0	386	386																																																																																																																																																																																			
公租公課	0	0	199	199																																																																																																																																																																																			
業務経費	26,737	5,201	0	31,938																																																																																																																																																																																			
（公租公課を除いた業務経費）	26,466	5,140	0	31,606																																																																																																																																																																																			

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	0	0	0	0
補助金事業	3,805	0	0	3,805
受託経費	12,129	0	0	12,129
計	146,179	91,638	6,085	243,901

〔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等を勘案し、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。

【運営費交付金の算定ルール】

毎事業年度に交付する運営費交付金（A）については、以下の数式により決定する。

$$A(y) = \{(C(y) - Pc(y) - Tc(y)) \times \alpha 1 (\text{係数}) + Pc(y) + Tc(y)\} + \{(R(y) - Pr(y) - Tr(y)) \times \alpha 2 (\text{係数}) + Pr(y) + Tr(y)\} + \varepsilon(y) + F(y) - B(y) \times \lambda (\text{係数})$$

$$C(y) = Pc(y) + Ec(y) + Tc(y)$$

$$R(y) = Pr(y) + Er(y) + Tr(y)$$

$$B(y) = B(y-1) \times \delta (\text{係数})$$

$$P(y) = Pc(y) + Pr(y) = \{Pc(y-1) + Pr(y-1)\} \times \sigma (\text{係数})$$

$$Ec(y) = Ec(y-1) \times \beta (\text{係数})$$

うち、人件費 (事業系)	4,143	1,085	0	5,229
物件費	22,323	4,055	0	26,378
公租公課	271	61	0	332
施設費	3,099	0	0	3,099
補助金事業	480	0	0	480
受託経費	2,319	291	0	2,610
計	32,636	5,493	1,232	39,360

〔注1〕各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

〔注2〕「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

令和2年度決算

(単位：百万円)

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	29,247	4,817	889	34,953
施設費補助金	136	1,888	0	2,025
補助金収入	295	0	0	295
事業等収入	657	322	252	1,231
受託収入	2,405	206	0	2,611
計	32,740	7,233	1,142	41,115
支出				
一般管理費	0	0	1,073	1,073
(公租公課を除いた一般管理費)	0	0	1,020	1,020
うち、人件費 (管理系)	0	0	641	641
物件費	0	0	378	378
公租公課	0	0	53	53
業務経費	27,962	5,120	0	33,082
(公租公課を除いた業務経費)	27,709	5,067	0	32,775
うち、人件費 (事業系)	4,211	1,116	0	5,326
物件費	23,498	3,951	0	27,449
公租公課	253	53	0	306
施設費	136	1,888	0	2,024
補助金事業	269	0	0	269
受託経費	2,327	206	0	2,533

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。

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

引き続き自己収入の増加に向けた取り組みを推進する。

$$Er(y) = Er(y-1) \times \beta (\text{係数}) \times \gamma (\text{係数})$$

各経費及び各係数値については、以下の通り。

B(y) : 当該事業年度における自己収入の見積り。B(y-1)は直前の事業年度におけるB(y)。

C(y) : 当該事業年度における一般管理費(新規追加・拡充分、特殊要因経費を含まない)。

Ec(y) : 当該事業年度における一般管理費中の物件費。Ec(y-1)は直前の事業年度におけるEc(y)であり、直前の事業年度における新規追加・拡充分F(y-1)を含む。

Er(y) : 当該事業年度における事業費中の物件費。Er(y-1)は直前の事業年度におけるEr(y)であり、直前の事業年度における新規追加・拡充分F(y-1)を含む。

P(y) : 当該事業年度における人件費(特殊要因経費を含まない)。

Pc(y) : 当該事業年度における一般管理費中の人件費。Pc(y-1)は直前の事業年度におけるPc(y)。

Pr(y) : 当該事業年度における事業費中の人件費。

Pr(y-1)は直前の事業年度におけるPr(y)。

R(y) : 当該事業年度における事業費(新規追加・拡充分、特殊要因経費を含まない)。

Tc(y) : 当該事業年度における一般管理費の公租公課。

Tr(y) : 当該事業年度における事業費中の公租公課。

F(y) : 当該事業年度における新規追加・拡充分。新規に追加・拡充される経費であり、各事業年度の予算編成過程において、当該経費を具体的に決定。F(y-1)は直前の事業年度におけるF(y)として、一般管理費又は事業費の物件費(Ec(y-1)又はEr(y-1))に含める形で算出される。

ε(y) : 当該事業年度における特殊要因経費。当該事業年度において法人運営を行う上で各種法令等の定めにより義務的に行う必要があるものに係る経費及び重点施策の実施、事故の発生、退職者の人数の増減等の事由により時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。各事業年度の予算編成過程において、当該経費を具体的に決定。

計	30,694	7,214	1,073	38,981
---	--------	-------	-------	--------

[注1]各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注2]「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

令和3年度決算(単位:百万円)

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	26,568	5,253	973	32,795
施設費補助金	9,597	1,888	0	11,486
補助金収入	86	864	0	950
事業等収入	382	168	89	638
受託収入	3,195	756	0	3,951
計	39,828	8,929	1,062	49,819
支出				
一般管理費	0	0	1,065	1,065
(公租公課を除いた一般管理費)	0	0	939	939
うち、人件費(管理系)	0	0	571	571
物件費	0	0	368	368
公租公課	0	0	126	126
事業経費	25,764	5,252	0	31,016
(公租公課を除いた事業経費)	25,512	5,204	0	30,716
うち、人件費(事業系)	4,221	1,182	0	5,403
物件費	21,291	4,021	0	25,313
公租公課	252	48	0	300
施設費	9,595	1,888	0	11,483
補助金事業	85	830	0	915
受託経費	3,292	620	0	3,912
計	38,737	8,589	1,065	48,391

[注1]各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

$\alpha 1$: 一般管理費効率化係数。中長期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\alpha 2$: 事業費効率化係数。中長期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

β : 消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

γ : 業務政策係数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

δ : 自己収入政策係数。過去の実績を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

λ : 収入調整係数。過去の実績における自己収入に対する収益の割合を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

σ : 人件費調整係数。各事業年度の予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

【中長期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等】上記算定ルール等に基づき、以下の仮定の下に試算している。

・運営費交付金の見積りについては、 ε （特殊要因経費）及びF（新規追加・拡充分）は勘案せず、平成30年度を基準に $\alpha 1$ （一般管理費効率化係数）は毎年度平均で前年度比3%の縮減、 $\alpha 2$ （事業費効率化係数）は毎年度平均で前年度比1%の縮減として試算（ただし、平成31年度については、決定額を計上）。

・ λ （収入調整係数）は一律1として試算。

・ β （消費者物価指数）は変動がないもの（ $\pm 0\%$ ）として試算。

・ γ （業務政策係数）は一律1として試算。

・人件費の見積りについては、 σ （人件費調整係数）は変動がないもの（ $\pm 0\%$ ）として試算。

・自己収入の見積りについては、過去の実績を勘案し、一律据え置き（ $\pm 0\%$ ）として試算。

【注2】「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

【評価指標に対する実績】

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』

各年度における当期総利益・当期総損失は以下のとおりである。

令和元年度 当期総利益：207,912,296円

令和2年度 当期総損失：529,312,303円

令和3年度 当期総損失：118,209,919円

これらは主に独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果、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計上されたものであり、通常の業務運営により発生したものである。

また、各年度における利益剰余金は以下のとおりである。

令和元年度：1,753,866,313円

令和2年度：974,402,837円

令和3年度：755,464,510円

これらは全て現金を伴うものではなく、独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果、発生したものである。

各年度における運営費交付金の未執行率は以下のとおりである。

令和元年度：13.7%

令和2年度：20.9%

令和3年度：26.4%

主な要因は、船舶の保守修繕費用を計画的に繰り越したものの、コロナウイルスの影響等による事業の遅延・変更に伴って繰り越されたもの及び事故・災害等の不測の事態に備えて計画的に運営費交付金の配分を留保したもののなどである。繰り越した事業は翌年度以降に実施し、または実施するための計画を検討中であり、業務運営上大きな影響はない。

『3. 資金計画』

金融資産の保有状況については以下のとおり。

・受託収入の見積りについては、過去の実績を勘案し、一律据え置き（±0%）として試算。

① 金融資産の名称と内容、規模

現金及び預金

令和元年度末時点： 8,171,737,816 円

令和2年度末時点： 9,728,871,701 円

令和3年度末時点： 10,846,911,530 円

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）

各年度末時点で保有する現金及び預金は主に翌年度へ繰り越した運営費交付金及び未払金や預り金などの債務返済の原資である。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、常に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、全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

各年度の事業等収入は以下のとおりである。

令和元年度： 1,500 百万円

令和2年度： 1,231 百万円

令和3年度： 638 百万円

自己収入の増加に向けた取組を継続的におこなっており、令和2年度からは、それまで企業を中心に獲得していた寄附金を、広く一般からも募集する仕組みを構築し、本格的に稼働している。

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(2019年度～2025年度)

(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
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] 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。

令和元年度収支実績

(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	33,288	6,155	1,283	40,726
業務経費	26,121	4,704	0	30,825
一般管理費	0	0	1,268	1,268
受託費	2,715	263	0	2,978
補助金事業費	459	0	0	459
減価償却費	3,992	1,189	15	5,196
財務費用	25	11	0	36
臨時損失	3,683	1,322	725	5,730
収益の部				
運営費交付金収益	23,951	4,853	787	29,591
受託収入	3,167	288	0	3,455
補助金収益	459	0	0	459
その他の収入	2,173	399	549	3,121
資産見返負債戻入	2,987	687	12	3,686
臨時利益	3,666	1,324	711	5,701
純損失	△593	63	52	△478
前中長期目標期間繰越	671	10	5	686
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	79	73	57	208

[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。

令和2年度収支実績

(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	31,986	5,819	1,170	38,975
業務経費	25,699	4,521	0	30,220

一般管理費	0	0	1,156	1,156
受託費	2,252	203	0	2,455
補助金事業費	252	0	0	252
減価償却費	3,783	1,095	15	4,892
財務費用	20	13	0	33
臨時損失	31	18	15	64
収益の部				
運営費交付金収益	24,522	4,324	745	29,591
受託収入	2,268	206	0	2,474
補助金収益	259	0	0	259
その他の収入	1,356	567	648	2,571
資産見返負債戻入	2,730	592	12	3,333
臨時利益	38	24	1	63
純損失	△ 863	△137	220	△ 779
前中長期目標期間繰越	255	△8	3	250
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	△608	△145	223	△529

[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。

令和3年度収支実績

(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	29,752	7,308	1,020	38,080
業務経費	24,049	5,358	0	29,407
一般管理費	0	0	1,009	1,009
受託費	2,275	615	0	2,890
補助金事業費	77	438	0	515
減価償却費	3,350	897	12	4,259
財務費用	110	64	0	174
臨時損失	100	60	23	183
収益の部				
運営費交付金収益	23,436	4,759	897	29,092
受託収入	2,692	756	0	3,448
補助金収益	85	452	0	537
その他の収入	574	1,187	116	1,877
資産見返負債戻入	2,630	449	11	3,091
臨時利益	105	60	7	173
純損失	△439	232	△12	△219
前中長期目標期間繰越	98	2	2	101
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	△341	234	△11	△118

(3) 資金計画

平成31年度～令和7年度(2019年度～2025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	27,122
投資活動による支出	10,058	6,305	419	16,782
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	8,7643	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	0			
施設整備費による収入	0	0	0	0
財務活動による収入	0	0	0	0
前期中期目標よりの繰越金	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。

[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。

令和元年度資金実績

(単位:百万円)

区別	金額
資金支出	
業務活動による支出	35,657
投資活動による支出	9,386
財務活動による支出	1,633
翌年度への繰越金	8,172
資金収入	
業務活動による収入	
運営費交付金による収入	37,190
補助金収入	524
受託収入	2,709
その他の収入	2,893
投資活動による収入	
施設整備費による収入	3,127
その他の収入	6,010
財務活動による収入	0
前年度よりの繰越金	2,395

[注] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

令和2年度資金実績

(単位:百万円)

区別	金額
資金支出	
業務活動による支出	34,408
投資活動による支出	4,018
財務活動による支出	1,654
翌年度への繰越金	9,729
資金収入	
業務活動による収入	
運営費交付金による収入	34,953

補助金収入	295
受託収入	2,204
その他の収入	2,140
投資活動による収入	
施設整備費による収入	2,025
その他の収入	21
財務活動による収入	0
前年度よりの繰越金	8,172

[注]各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

令和3年度資金実績

(単位：百万円)

区別	金額
資金支出	
業務活動による支出	35,258
投資活動による支出	13,317
財務活動による支出	1,456
翌年度への繰越金	10,847
資金収入	
業務活動による収入	
運営費交付金による収入	32,795
補助金収入	949
受託収入	4,214
その他の収入	1,681
投資活動による収入	
施設整備費による収入	11,486
その他の収入	25
財務活動による収入	0
前年度よりの繰越金	9,729

[注]各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

2. 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。

(なし)

(なし)

<p>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。</p>	<p>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、適切に国庫に返納した。(令和元年 12 月 10 日)</p>	
<p>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。</p>	<p>(なし)</p>	<p>(なし)</p>
<p>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。</p>	<p>(なし)</p>	<p>(なし)</p>
<p>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。</p>	<p>(なし)</p>	<p>(なし)</p>

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

前期中期目標期間から繰り越した積立金は、主に前期中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。

【IV】 IV その他業務運営に関する重要事項		【評定】 B						
		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
<p>【中長期目標】</p> <p>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。 政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準群を踏まえ、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		B	C	B				
中長期計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
<p>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。 また、独立行政法人等の保有する個人</p>	<p>情報公開に関しては、令和元年度開示請求件数は3件、他の行政機関、法人等による第三者意見照会対応は2件であった。 令和2年度開示請求件数は0件、他の行政機関、法人等による第三者意見照会対応は3件であった。</p>	<p>評定：B</p> <p>本項目について、中長期計画目標や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていると考え、自己評価を「B」とする。評価の視点ごとの根拠は各項目に記載のとおり。</p> <p>【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適切に対応するとともに、公文書等の管理に関する法律（平21年法律第66号）</p>						

情報の保護に関する法律（平成 15 年法律第 59 号）に則り、個人情報適切に取り扱う。

令和 3 年度開示請求件数は 0 件、他の行政機関、法人等による第三者意見照会対応は 2 件であった。

また、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）の定めに沿って、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行った他、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施した。

令和元年度から令和 3 年度において、ヒューマンエラー起因のメールの誤送信による個人情報漏洩事案が計 9 件、不正アクセスによる個人情報漏洩が計 1 件発生した。誤送信したファイルの削除を依頼し、再発防止の一環として全役職員を対象とした資料配付による教育を行った。機構資産情報端末の持ち出し時における対応や、個人情報漏洩事例の注意喚起を行い、漏洩の未然防止及び漏洩後の迅速な対応ができるよう役職員の意識醸成を図った。

令和 3 年 3 月に発覚した不正アクセスによる情報セキュリティインシデントにおいて、個人情報の漏洩があることが判明したため、関係者への連絡を行うとともに、情報セキュリティ対策を進めた。

教育研修として、新規採用者には講義形式による研修を行い、全役職員には資料配布及び掲示による教育を行った。全役職員への教育研修については、従来は個人情報漏えい防止や委託先管理等の特定のテーマに特化した内容であったが、法制度や機構における管理保護体制、取得・利用時のルール、ヒューマンエラーによる漏えい等防止策、漏えい等発生時の初動対応等の被害拡大防止策等、個人情報保護に係る基本的かつ重要事項をまとめた内容とし、機構全体の個人情報保護に係る理解度の底上げ及び意識醸成を図った。

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。また、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施し、法人文書の開示請求に的確に対応できる整備を行った。

個人情報保護に関しては、ヒューマンエラー起因による個人情報漏洩事案が発生したが、関係者に対して速やかに連絡するとともに、誤送信したファイルの削除を依頼した。また、再発防止の一環として全役職員を対象とした資料配付による教育を行った。さらに、機構資産情報端末の持ち出し時における対応や、個人情報漏洩事例の注意喚起を行い、漏洩の未然防止及び漏洩後の迅速な対応ができるよう役職員の意識醸成を図った。

【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 3 月に発生した情報セキュリティインシデント（不正アクセス）は、機構業務に多大な影響を与え、国民からの信頼を失う結果となった。この点を重く受け止め、令和 3 年度においては当該インシデントからの復旧と再発防止策の実進を進めた。これらは今後も継続して取り組んでいく必要があることから、令和 3 年 8 月に体制の強化として新設された情報セキュリティ・システム部を中心に、再発防止に向けて着実な取組を実施した。インシデント発生後の対応（調査、復旧、再発防止策の実施）は着実に進められている。

他方、本中長期目標期間当初から実施している各種教育訓練、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、情報セキュリティ委員会を中心とした機構全体での情報セキュリティ確保に向けた取組、新型コロナウイルス感染拡大防止対応等のためのテレワークにおける情報セキュリティの確保と役職員の利便性向上の両立、ネットワーク機器や業務システムの更新等の業務は、情報セキュリティインシデントによる一時的な業務停滞はあったものの、おおむね計画通り進捗したものと評価する。

【評価の視点：労働安全衛生管理を徹底し、業務の

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、「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群」を踏まえ、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とともに、情報倫理の教育や遵守に取り組むことで情報セキュリティ対策を推進する。

令和3年3月に大規模な情報セキュリティインシデントが発生し、機構業務に多大な影響を与え、国民からの信頼を失う結果となった。当該インシデントについては、情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部を設置し、その下に対策チームを編成し、全体被害状況の把握と原因究明、復旧を目指した対応、再発防止策を実施した。緊急対策本部を中心として、情報セキュリティ・システム部の新設、重点的な予算措置、各種教育研修の実施、Computer Security Incident Response Team (CSIRT) の設置等、情報セキュリティの確保に向けた取組を進め、国民からの信頼の回復に努めた。また、並行して、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年度版）を踏まえた規程類の改正等の情報セキュリティ対策等を着実に実施した。

さらに、情報セキュリティ委員会については令和元年度から最高情報セキュリティ責任者（CISO）を委員長とし、全ての部署の責任者を委員とする構成に拡大し、機構内の情報セキュリティ対策について各部署間の意見調整を図り、対策と方針を検討する機能を持つものとした。

新型コロナウイルス感染拡大防止等のためのテレワークへの対応については、VPN 接続の要件見直しやリモートアクセスツールの活用を通じ、情報セキュリティの確保と役職員の利便性向上の両立を図った。

情報システムに関する技術動向を踏まえ、学術情報ネットワーク SINET6 への切り替えを行う（令和4年4月 SINET6 の利用開始）とともに、所内ネットワークのセキュリティの中核となるファイ

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、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。

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、教育訓練の手法として YouTube を取り入れて実施したことで、役職員へより安全衛生に関する情報に触れる機会を増やすことができ、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、有機的に再発を防止し、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は、機構の緊急対策本部事務局による対応策策定に資する情報収集を行った。

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る。

【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

アウォール機器の更新や、業務電子決裁システム（回議書・届出申請書システム、勤怠管理システム、出張旅費システム）の大規模更新（令和4年6月利用開始予定）を行った。

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」をはじめとする安全衛生管理関係の規範類については、適切及び確実な管理ができるように、適宜、制定・改正・廃止を行った。

また、「衛生管理者連絡会」の設置や監督官庁への届出を遺漏なく行うための体制作りなど、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。

事故・トラブル等の情報共有については、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し、再発の防止、リスクの低減を図っている。

さらに、教育訓練については情報セキュリティを考慮しながらYouTubeを利用して受講機会を提供することで、教育訓練の利便性及び効率化を図るとともに、各種マニュアルや教育訓練用教材については、英文化を進めることで、安全衛生に係る情報共有の強化を図っている。

新型コロナウイルス感染拡大防止対策については、機構の緊急対策本部事務局による対応策策定に資する情報収集を行った。

人材の質と層の向上、国内外からの優秀な人材の確保、職員の

【評価の視点：優秀な人材の確保・育成、職員の資

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。

具体的には以下の取組を実施する。

- ・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。
- ・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

モチベーション向上、多様化した働き方に対応するための環境整備等を目指し、以下の取組を実施した。

国際ポスドク制度を改め、令和元年度より「JAMSTEC Young Research Fellow」制度（博士号を取得した若手研究者について自らの研究課題の業績を伸ばし、研究者として更なる飛躍を遂げられることを目的として期間を定めて雇用される制度）を創設し、世界トップレベルの大学の個別のリクルート担当部門にアクセスを行うとともに、応募をウェブサイト画面での入力に変更し、セミナーや面接選考でもインターネットを活用した方式に柔軟に対応するなど、多様で優秀な人材を惹きつける工夫を行ってきた。コロナ禍で入国が困難な外国人研究者については入国までの間テレワークでの勤務を可能とし、機構での研究活動を行うことを可能とした。

クロスアポイント制度については弾力的運用を行うため、手続について基本的にはセンター長、プログラム長レベルで決裁が行えるよう見直しを行った。令和元年度の実績は7件、令和2年度の実績は6件、令和3年度は7件であった。

令和元年度に定年制研究者が増加していることを踏まえ、研究職が長くモチベーションを高く保つことができるよう、研究職の内部昇格制度を創設し、研究に携わる職種について見直しを行った。

令和元年度に職員の更なるモチベーションアップを目指した新人事評価制度を本格的に導入した。

令和2年度に支援職が長くモチベーションを高く保つことがで

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。】

優秀な人材の確保・育成の取組として、「JAMSTEC Young Research Fellow」制度により国内外の優秀かつ多様なポスドク人材を確保するため、新型コロナウイルスの影響を受けても、インターネットを活用した採用方式に変更しながら、応募者の維持に努めた。コロナ禍でも採用した研究者を入国までテレワーク勤務を可能とするなど柔軟に対応することで、優秀な人材の確保に繋がった。また、支援職が長くモチベーションを高く保つことができるよう、支援職の定年制職員への登用制度、内部昇格制度及び業績手当を計画どおり導入した。

職員の資質・能力の向上に関する取組としては、評価者研修に加え、階層別研修、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、研究倫理教育、在外研究員等派遣制度、日本語教室（外国籍研究者対象）等による個々のキャリア開発を計画通り進めた。

生産性向上の取組として、令和元年度に在宅勤務制度の試行を開始し、これは新しい働き方の一つとして令和3年1月に全役職員を対象として制度化した。令和3年度には同制度の更なる拡充のための検討を開始した。また、育児・介護休業法改正に伴い、育児・介護休業を取得しやすい雇用環境を整備するため、既存の制度を改め、役職員のワークライフバランスを推進し、働きやすく能力を発揮しやすい職場環境を整えた。

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。

きるよう、支援職の内部昇格制度を創設し、若干名の内部登用を実施した。

令和2年度に引き続き、支援職の処遇改善策として、継続的な運用を想定した支援職の定年制職員への登用制度と内部昇格制度を創設し、それぞれ若干名の内部登用を実施し、また、支援職に業績手当を導入した。

令和5年度から国家公務員に定年延長制度が導入されることに伴い、令和3年度に同様の制度設計の検討を開始した。

令和3年度に職員の自己研鑽に係る休職制度の検討を開始した。

評価者研修に加え、階層別研修、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、研究倫理教育、在外研究員等派遣制度、日本語教室（外国籍研究者対象）等による個々のキャリア開発を進めた。

ワークライフバランスの推進に関しては、令和元年度にテレワーク制度の試行を開始し、新しい働き方の一つとして令和3年1月に全職員を対象として制度化した。令和3年度には同制度の更なる拡充のための検討を開始した。また、育児・介護休業法改正に伴い、育児・介護休業を取得しやすい雇用環境を整備するため、制度を改めた（令和4年4月施行）。

船員の働き方改革実現に向けた船員法改正に伴い、労務管理責任者の選任等船員の勤務時間管理の適正化のための規程改正を行った（令和4年4月施行）。

【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其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。

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の更新を実施、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の整備を実施するなど、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化を実施するとともに、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、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果たしている。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。

老朽化対策については、令和元年度において既存施設の改修履歴及び図書類をもと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年度においては、むつ研究所及び横浜研究所のLCCを算出、横須賀本部と併せ取り纏めを行った。

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」を取り纏め、それを基に深海総合研究棟基幹施設改修基本計画・設計を実施、上記LCCと併せ「施設設備マスタープラン」を策定した。

令和3年度においてはマスタープランに基づき同年補正予算を獲得するとともに、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ていくこととなった。

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、老朽化した機器・設備の維持や更新にあたっては、機能、効果及び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。

【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。】

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の確保を目的としたものを最優先に更新を行い、施設・設備を健全に維持した。

老朽化対策、深海総合研究棟の改修計画については、各年度において適切に計画を推進し施設設備マスタープランを策定できた。また、これをもとに施設・設備計画推進委員会を設置し、計画的な整備計画を推進していく仕組みを作った。

上記のとおり、計画に対して施設・設備を適正に維持管理し、中長期保全計画、深海総合研究棟改修計画等においても適正に業務を推進して修繕計画を策定し、施設・設備計画推進委員会を設置したことは今後の修繕計画を策定する上で重要な取組である。

新型コロナウイルス感染症の収束が見通すことができない中、良好な研究環境の整備維持として、令和3年3月から8か月にわたる「白鳳丸」の大改造工事を着実に実施できたことは評価できる。

また、機構フリートの調査機能の整理と構成の見直しを行い、令和4年2月に深海調査研究船「かいらい」の運用を停止した。

<p>【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。</p> <p>【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</p>	<p>学術研究船「白鳳丸」は中長期的な継続運用に必要となる老朽化対策及び改修並びに機器更新を目的とした補助事業として、令和3年3月から大規模修繕工事を開始し11月末に完工した。</p> <p>機構のフリート構成の見直しを行い、令和3年度に「かいいい」を停船することを決定し、令和4年2月に「かいいい」の運用を停止した。</p>	
--	---	--