

令和3年度
業務実績等報告書

国立研究開発法人海洋研究開発機構

目次	1
令和3年度業務の実績に関する評定一覧	2
法人全体に対する評価	3
I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置	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	108
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	146
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	166
IV その他業務運営に関する重要事項	173

令和3年度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 2. 短期借入金の限度額 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 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 5. 剰余金の使途 6. 中長期目標期間を超える債務負担 7. 積立金の使途	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) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発	A				
	(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) 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) 挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発	① 挑戦的・独創的な研究開発の推進				A
		② 海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発と運用				A
	2 海洋科学技術における中核的機関の形成	A	Ⅳ その他業務運営に関する重要事項	1. 国民からの信頼の確保・向上 2. 人事に関する事項 3. 施設及び設備に関する事項	B	
	(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				
	(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、令和3年度は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、微量硫黄量及びその同位体組成（0.3 μ gS）の測定法を、小惑星探査機「はやぶさ2」により小惑星リュウグウより持ち帰った試料に対し応用し、当該試料は小惑星全体の特徴を反映しており、既知の隕石ではCIコンドライト（最も原始的な隕石グループ）に最も似てい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、計算流体力学を用いて、魚は波打ち運動の振幅を一定に保ちつつ、周波数のみを制御することによって、遊泳運動のエネルギーを最適化していることを示した。
- ・挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、最初の海洋誕生プロセスを超臨界強酸性原始大気が冷えた後の水岩石反応から海洋を実験的（及び計算）に再現し、地球の初期海水の主要化学組成復元に成功した。
- ・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、7,000m以深での広域かつ網羅的な調査に対応可能な次世代型無人探査システムの開発・実装に向け、バッテリーを効率的に搭載するため、セラミックスを用いた大型円筒耐圧容器の設計手法を確立した。

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、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調査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	評価
第4期中長期目標期間の3年目として、令和3年度は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。	A

【I】	I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置																				
【I-1】	1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進						【評定】 A														
<p>【中長期計画】</p> <p>機構は、前文に記載した4つの課題、すなわち「地球環境の保全と持続的な利用、海域由来の災害対策等に係る科学的知見の充実」、「大規模データの統合及び解析機能の強化と社会への情報発信」、「挑戦的・独創的な研究開発の推進による次世代科学技術を支える知の創出」、「多様な海洋環境へのアクセスを可能とする探査・調査システムの整備及び高度化」に対応するため、本中長期目標期間において、以下に記載する研究開発を推進するとともに、研究開発の推進に必要な海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の大型の研究開発基盤の整備・運用を進める。また、実施に当たっては、常に政策的・社会的なニーズを捉えて不断の見直しと重点化を図るとともに、産学官の多様なセクターと連携・協働しながら機動的かつ横断的に取り組むことにより、海洋科学技術に係る我が国の中核的機関として、更には世界をリードする海洋研究開発機関の一つとして、最大限の能力発揮を目指す。さらに、総合的な研究機関であることの強みを活かし、大規模な研究開発はもとより、将来も見据えた挑戦的・独創的な研究開発の充実にも取り組むとともに、研究開発を支える各種システムの自動化、省力化、小型化や、分析、解析、予測手法等の国際標準化を志向する。</p> <p>これらの研究開発により創出された成果のアウトリーチ活動を通じて、若者を中心としたあらゆる世代の国民の「知の先端を切り開く科学・技術への興味と関心」を喚起するとともに、高等学校、高等専門学校、大学等の教育機関や海洋、インフラ、情報産業等に関わる民間企業等との連携を通じて、我が国の科学技術を支える人材育成にも貢献する。</p>							<table border="1"> <tr> <td>FY1</td> <td>FY2</td> <td>FY3</td> <td>FY4</td> <td>FY5</td> <td>FY6</td> <td>FY7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	A	A	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)	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																		
<p>*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。</p>																					

年度計画・評価軸等	業務実績	評価コメント
		<p>評価：A</p> <p>「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、年度計画等に照らして、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。</p> <p>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%減少させたことを突き止めた。</p> <p>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、微量硫黄量及びその同位体組成（0.3μgS）の測定法を、小惑星探査機「はやぶさ2」により小惑星リュウグウより持ち帰った試料に対し応用し、当該試料は小惑星全体の特徴を反映しており、既知の隕石ではCIコンドライト（最も原始的な隕石グループ）に最も似ていることを明らかにした。</p> <p>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。</p> <p>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、計算流体力学を用いて、魚は波打ち運動の振幅を一定に保ちつつ、周波数のみを制御することによって、遊泳運動のエネルギーを最適化していることを示した。</p> <p>挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、最初の海洋誕生プロセスを超臨界強酸性原始大気が冷えた後の水岩石反応から海洋を実験</p>

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

論文については、その数だけでなく、質の維持にも取り組む必要がある。

火山活動に関する研究開発は災害の軽減・資源開発・エネルギー源の観点から極めて重要であるが、海域における火山活動に関する研究開発は火山活動履歴の解明や現状把握にとどまっており、目指すアウトカムへの明確な道筋はまだ示されていないと考える。プロセスに関する研究に更に力を入れる必要がある。

各課題において得られたデータや研究成果は、「(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」において開発が進められている大規模データシステム「四次元仮想地球」の重要な構成要素であると考えられるが、本研究開発との連携の流れが明示されているのは「(3) 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」のみである。機構全体の研究開発において、課題間の連携を更に意識する必要がある。

(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

【指摘に対する措置事項】

引き続き論文の質の維持に留意して取り組む。

九州南方や伊豆小笠原における火山研究開発では、DAS を活用した防災減災研究を、複数の地方公共団体と共同で計画あるいは開始していて、既にアウトカムへの道筋が明確になっている。

「数値解析リポジトリ」の開発思想は、「海洋・地球・生命」に関するさまざまな現象を再現・予測するためのシステムであり、これまでに先行課題として取り組んできた代表的なものがサイト地震動プロジェクトとなっている。今後、「今はないけれど必要なもの」の研究開発を押し進めるべく、Extreme Edge の開拓と機構内における部門間の連携強化により成果創出に繋げる。

的（及び計算）に再現し、地球の初期海水の主要化学組成復元に成功した。

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、7,000m 以深での広域かつ網羅的な調査に対応可能な次世代型無人探査システムの開発・実装に向け、バッテリーを効率的に搭載するため、セラミックスを用いた大型円筒耐圧容器の設計手法を確立した。

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等を総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価

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 (海の豊かさを守ろう) 等の国際的な政策課題の達成に貢献するとともに、我が国の海洋基本計画等に示された政策課題の達成にも貢献する。

軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

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

漂流型ロボット (Argo) フロートによる全球海洋観測網の維持、北極海の Synoptic Arctic Survey の成功等の国際観測プロジェクトへの貢献を通じて、地球環境の保全、気候変動への対応に必須のデータを計画通り提供している。また、AI の活用による日本独自の海洋データ品質管理も実施する等、限られたリソースを有効に使いながら機構の得意分野を確立することができる状況を整えつつある。

新型コロナウイルス感染症拡大によるロックダウン期間に着目し、人間活動からのブラックカーボン (BC) 及び窒素酸化物 (NO_x) の排出量変化と大気組成変動を定量評価した結果、中国から飛来する BC 粒子の排出は想定したより減少しなかった。その原因は「家庭」部門が「産業・輸送」部門より大きな排出割合を占めるためであることがわかった。この成果は、地球環境保全・気候変動への対応にとって重大な意味をもつ成果である。

【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「地球環境の保全、気候変動への対応」に該当>

「国連海洋科学の10年」の call for action に、国際黒潮プロジェクト (OSK-II) や海洋生態系に関わるもの等、合計8件の国際プロジェクトを申請した。令和2年度までの申請と比べて、機構研究者が主導したプロジェクトが大部分である点が想定を上回る結果となった。

上記にも記載した新型コロナウイルス・ロッ

クダウン期間に着目した、人間活動からの BC 及び NO_x の排出量変化と大気組成変動の定量評価の結果は、BC 及び NO_x の今後の有効な削減対象として、低コストで実施可能な「家庭」部門強化の政策が有効であるという点を指摘した重要な成果である。

<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」>

IPCC 第6次報告書の主筆者、依頼著者や査読編集者を機構の生え抜き研究者らが担当した。IPCC 第6次報告書は UNFCCC における政策を決める際の科学的根拠となるものであり、国際的な推薦で決まる役割であることから、機構研究者が国際的にも高く評価された結果である。また、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。さらに、2020年に引き続き、IOC/西太平洋地域小委員会(WESTPAC)共同議長として国際社会に貢献している。

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。本情報は、次期生物多様性国家戦略策定にも資する成果である。

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。】

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。

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。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

また、成果最大化のために令和 3 年度は特に社会や市民への直接的貢献を意識した成果創出に注力した。具体的には以下のとおり。

<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、地元の漁業者らが活用していることが分かる。

海洋プラスチック (MP) について、台風のような大型気象災害が大量の MP を陸から沿岸域へさらに外洋へと輸送するプロセスを公表した。MP が含む有害物質が深海サメから検出され、生態系のトッププレデターが既に有機化合物汚染の影響を受けていることを公表した。

北極海で採取されたハプト藻が原油と同じ炭化水素を合成する能力を持つことを発見した。全く想定・計画していなかった成果であり、カーボンニュートラルへ向けた取組として代替燃料の開発が加熱しているためか、国内外の多くのメディアに取り上げられた。

コロナ禍で他機関では航海キャンセルも相次ぐ中、計画通りに高品質観測を実施することができた。この結果、サイエンスプランに沿った Argo フロート (16 基)、BGC Argo フロート (1 基)、Deep Argo フロート (1 基) の投入を完遂することができた。

特筆すべき成果としては、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がわかった。地球温暖化の 9 割の熱は海洋が吸収していることはわかっているが、海洋深層における熱分布や昇温の進行メカニズムについてわかっておらず、深層の熱分布や昇温進

・サイエンスプランに沿った Argo フロート、BGC Argo フロート、Deep Argo フロートの投入と投入支援を行う。当該サイエンスプランでは、北西太平洋と南大洋を中心とした、表層から深層における海洋循環と水塊特性の形成・変質過程の把握、並びに炭素循環のうち pH に注目した観測研究をメインとする。

・海洋地球研究船「みらい」による令和3年度熱帯太平洋航海を実施する。メインの目的はトライトンブイの回収、並びにフィリピン海ブイの入れ替えとその付近での大気海洋集中観測となる。全球熱帯観測システムの最適化を進めるため、今後後者のフィリピン海ブイをスーパーサイトと位置付け、マルチプラットフォーム観測システムのメインでの活用を進める。航海時には Wave Glider 観測や漂流ブイ観測を実施し、全球大気海洋フラックスデータセットの改善に活用する Sea truth データの広域取得に向けた取り組みを進める。また、引き続きインド洋の ADCP 係留系と小型トライトンブイによる観測を行う。

・「みらい」による令和3年度北太平洋亜寒帯航海を実施する。従来の GO-SHIP 精度を確保しながら、必要なデータを得るべく観測を実施する。過去の同一

サイエンスプランに沿った Argo フロート（16基）、BGC Argo フロート（1基）、Deep Argo フロート（1基）の投入を行った。Argo フロートは当初予定（10基）より増え、Deep Argo 1基は豪州でのコロナ禍の影響を受け、令和4年度に投入を延期した。分光光度計を CO₂ 標準ガス検定装置に組み込み、観測で用いる標準ガスの濃度を高精度で決定できるようになった。全炭酸、全アルカリ度、pH の測定について、日本分析化学会の学会誌「ぶんせき」で公表した。

海洋地球研究船「みらい」による令和3年度熱帯太平洋航海をコロナ禍の中、観測の高い品質を維持しつつ無事故で完遂した。トライトンブイの回収により、現業的な定点観測は終了し、フィリピン海ブイを予定どおり強化した。ウェーブグライダー観測、漂流ブイ観測も予定どおり実施し、データ解析中である。インド洋の ADCP 係留系1基と小型トライトンブイ2基はコロナ禍で回収交換ができず電池切れとなっており、早期の回収を計画している。

「みらい」による令和3年度北太平洋亜寒帯航海をコロナ禍の中、観測の高い品質を維持しつつ事故なく完遂し、大陸間縦断高精度観測（GO-SHIP）の観測精度を確保した貴重なデータを獲得した。過去の同一観測線データとの比較解析を実施して、深層昇温が近年

行メカニズム解明の重要な手がかりとなるかもしれない想定を超えた成果を得ることができた。

国際プロジェクト「海大陸研究強化年（YMC）」で得られたデータの共同検証を通じて、データ精度向上を図ることができた。また、フィリピン現業気象機関の運用の改善や当該機関職員の技能向上にも貢献した点は、日本の科学技術外交に資する重要なアウトカムと言える。

観測線データとの比較解析を実施して海洋環境変動を定量的に検知する。

・ 基盤的な国際観測システムの活用とそれへの貢献として観測データの公開、2次データの作成・公開、及び標準物質の開発を実施し公開する。

・ 海洋観測データを用いた解析を行うことで、海洋環境変動の把握と、全球・北部・熱帯太平洋における熱や淡水、物質収支の推定に関する知見を獲得し、論文・学会にて公表する。

・ それぞれの観測技術を活かした次世代の観測網構築を目指し、センター横断のブレインストーミングを実施し、スキーム、ウェイト、不確定要素の洗い出しを行いつつ、研究課題を発展・リバイスする。

・ 水蒸気やオゾンなどを計測する特殊ゾンデを用いた観測を実施し、観測技術の確立に向けたデータを収集するとともに、モンスーンや夏季季節内振動に伴う物質輸送の実態把握を行う。フィリピン、パラオ、インドネシア、ベトナムなど長期観測サイトの維持活動を通して、現地機関との協力関係を推進し、特に、新型コロナウイルス感染症禍において従来の観測形態維持が難しい中、今後のデータ流通網の確立に必要な人材育成や観測の在り方の検討を

では最も大きかったことを把握した。昇温率が年によって変動しており、温暖化による線型的な環境変動を単純に反映しているのではない可能性を示唆し、昇温メカニズム解明の手掛かりとなりうるデータを獲得した。また、標準物質を用いることで物質分布の有意な変化を初めて検知した。

観測データ、2次データの更新（太平洋 Argo データセンター関連サイト、米国海洋大気庁／太平洋海洋環境研究所（NOAA/PMEL）サイト、トライトンWeb、MILA、MOAA_GPV、AQC データセット、ESTOC）は予定どおり実施できたが、情報セキュリティインシデントが原因で一部は外部からアクセスができない状況となっている。国際比較はコロナ禍で延期となったが、標準物質は予定どおり作成した。

データ解析により、Deep Argo の国際共著論文（EOS Spotlight 選出）、インド洋の混合動態に関する論文等、科学的に価値の高い論文が公開された。一方、論文数は、海洋観測研究センター全体で令和2年度の40本（うち主著20本）から、令和3年度は26本（うち主著12本）に減少した。大型航海が2つ重なった年であったことも一因だが、非乗船研究者の成果が年度内に間に合わなかったことが大きかったと分析している。（年度末時点で8本の主著論文が審査・リバイス中。）

所内セミナーを活性化し、有色溶存有機物（CDOM）、塩分観測、深海センサー、乱流混合観測、データ同化手法等次世代観測に関する重点項目を明確にした。

「みらい」MR21-03 航海中に、上部対流圏から下部成層圏をターゲットに、高精度水蒸気、オゾン、高高度（40km まで）の特殊ゾンデ観測を実施した。また、共同研究相手のメーカーによる新機種測器の精度検証や、高高度観測の問題点を抽出した。

1年以上にわたり観測サイトを訪問できていない一方で、今後の高精度データ取得に向けて、国際プロジェクト「海大陸研究強化年（YMC）」で得られたデータの共同検証を通じて、精度向上だけでなく、現地（フィリピン）現業気象機関の運用改善と職員の技術向上を実現した。

行い、ソフトウェアの開発や機材整備にも着手する。

・ Years of the Maritime Continent (YMC) プロジェクトや長期観測サイトで得られたデータを用いて、海大陸域や西部熱帯太平洋における大気海洋相互作用研究を推進するとともに、モンスーンや熱帯低気圧、Atmospheric River など熱帯から日本を含む中高緯度へ影響を与える現象について理解を深化させ、成果を論文等で公表する。

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。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

・ 北極域研究加速プロジェクト (ArCS II) 及び国際連携による北極海広域同時観

YMC で取得された現場データから、研究コミュニティに活用されている各種海面水温データにバイアスがあることを示し、沿岸日周期の振る舞いにも影響を与えている可能性を指摘した。

観測海域における変動の日本への影響を調べる観点から、客観解析や数値モデルを活用した Atmospheric River の研究を進め、海面水温の感度実験等に着手した。

新型コロナウイルス感染拡大に伴う渡航制限の影響を受け当初計画の変更があったものの、安全・無事に「みらい」による北極海航

コロナ感染拡大に伴う渡航制限の影響を受け当初計画の変更があったものの、安全・無事に「みらい」による北極海航海を実施し、海洋・大気・海氷に関する貴重な観測データや分析試料を得ることができた。この航海は国際プログラム Synoptic Arctic Survey (SAS) の一環で、コロナ禍で SAS に関係する諸外国の航海がキャンセルされる中、航海を完遂することができた点は、計画通りとはいえ SAS にとっては価値のある国際貢献となった。

ディクレタリアという種の植物プランクトンが石油と同等の炭素数 10 から 38 までの一連の飽和炭化水素を合成する能力を持つことを発見した。従来多くの生物は、1つか2つの飽和炭化水素を合成する能力を持つものの、炭素数の短いものから長いものまで、石油と同じ一連の飽和炭化水素を合成する機能を持つ生物はこれが初めての発見であり、興味を持つ複数の企業の中から、エネルギー産業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。以上の成果は想定を超えた成果であり、将来のカーボンニュートラルに貢献する可能性を秘めている。

測計画 (Synoptic Arctic Survey :SAS) の一環として、「みらい」北極航海による太平洋側北極海の観測を実施する。

- ・海水が存在する北極海での通年観測データを取得するために、係留系回収・設置作業を「みらい」北極航海にて実施する。また大気-海水-海洋相互作用過程を明らかにするために、漂流ブイや海水観測機会を利用した国際共同研究を進める。
- ・太平洋起源水塊や河川水が北極海の物質循環や生態系に与える影響を評価する。また海洋酸性化や海水下環境の動態観測に関する国際共同研究も進め、これらの成果を公表する。
- ・海水減少と関連して、太平洋起源水や河川水などの変動やその環境に対する影響を評価し、成果を公表する。物理過程のみならず、生物地球化学過程の季節・経年変動や物質循環・生態系への影響に関する研究を進め、成果を公表する。
- ・海洋・海水環境の変動の実態把握と、水循環や海洋酸性化・海洋生態系の変化との関連性を明らかにするために、CO₂・メタンの吸収・放出量に関するマッピングの国際相互比較やマッピングプロダクトの製作を進める。
- ・周北極域における水・炭素収支変動及び域外からの流入量変化の要因を明らかにするために、「みらい」やアラスカ・シベリアなどの観測拠点などにおいて SLCFs (短寿命気候汚染物質) の観測を実施・継続する。また観測や数値モデル、衛星データなどを組み合わせた解析を進め、成果を発表する。

海を SAS の一環として実施、海洋・大気・海水に関する貴重な観測データや分析試料を得ることができた。

令和 4 年度も引き続き実施する SAS について、これまでと同様に主導的役割を担い、計画立案を進めた。また 2030 年頃に計画されている SAS-2 の議論を始めることができた。

北極海航海で得られた植物プランクトンの分析を進めた結果、ハプト藻の一種である *Dicrateria rotunda* (*D. rotunda*) が石油と同等の炭化水素 (炭素数 10 から 38 までの飽和炭化水素) を合成する能力を持つことを初めて発見し、プレス発表を行った。将来のバイオ燃料の開発につながる可能性があり、興味を持つ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。

北極海に流入した暖水 (太平洋夏季水) の輸送や、水循環における降雨・融雪・凍土融解等の成分やプロセスの寄与を評価できるモデルの開発、物質循環や海洋生態系に重要な海水中の栄養塩の新たな分析手法の検証、海洋生物由来粒子の沈降フラックス経年変動等の想定以上の論文を発表した。また、共著論文としても、チュクチ海での大気循環場と海洋循環の関係や、ホッキョククジラの回遊タイミングと環境要素との関係、アイスアルジー国際モデル間比較等、北極海の海洋と海水について物理・化学・生物にまたがる多くの成果を公表できた。

北極海における大気-海洋間 CO₂ 交換量については、モデル改良を進めるとともに、国際的な地域炭素収支評価プロジェクト「RECCAP2」の枠組みで既存のマッピングデータも含めた国際比較を進めている。北極海に最適化したクロロフィル a 濃度のマッピングデータの作成・公開及び基礎生産データの更新を行い、計画は達成した。

コロナ禍による各種の制限がある中で、「みらい」やアラスカ・シベリア等の観測拠点において、温室効果ガスや SLCFs、関連する環境要素の観測データを取得することが出来た。

データ解析及びモデル実験による永久凍土融解の東シベリアの河川流出量への影響評価や、AI を用いた潜在植生の地理分類の判定と将来予測への適応 (令和 4 年度プレス発表) 等の多くの研究成果を発表した。また、国内外共同の共著論文として、陸域生態系の機能を 3 つの包括的機能で説明する成果や、「みらい」船上のエアロゾル観測の分析結果から海水減少により雲の相状態の変化を示した成果ほか

・温暖化に伴う海水・海洋上層の変化について、モデルによる再現性の向上に向けた開発や、モデル設定の再考を行う。海水減少やこれと関係する海洋・気象プロセスの変化・変調と、これらの不確実性に関する知見を得て、成果を発表する。

・海水下の観測を可能とするために、海水下観測用小型ドローンの試作機の作製・試験を実施する。海水下の新測位手法に関する試作機による実験研究と実用化に向けた取り組みを推進する。海水厚を電磁テレメトリ手法で計測するための基礎研究に取り組む。

・亜寒帯—北極域海洋生態系研究国際プログラム (Ecosystem studies of Sub-arctic and Arctic Seas) を北海道大学と共同で準備・開催する。また査読付き国際誌において北極圏特集号の企画・編集を担当し、成果公表を推進する。

③地球表層と人間活動との相互作用の把握

経済活動が活発な沿岸域や、地球温暖化の影響が顕著に表われている北極域等、我が国を含む全球の気候や環境に影響を与える地域を重点化し、地球表層を総合的に扱うために、海洋、大気、それらと不可分な陸域における、水循環や物

多くの論文が公表された。

結合モデルの海水-海洋部分の高度化等作業について、海水上アルベドのより高度なパラメタリゼーションを結合モデル「MIROC」に導入し、アップデートを加えた。MIROC 海洋部分の更新 (COC04→COC05) を機構内の複数部署・他機関の研究者が協力して行った。

モデル実験やその結果の解析から、積雪アルベドフィードバックが中高緯度地域の地表気候に及ぼす影響評価や、ユーラシア大陸北部の夏期降水量の経年変動の空間変動、将来予測実験における排出シナリオによる北極温暖化増幅への寄与(プレス発表)等に関する研究成果を発表した。

水槽試験、岸壁試験を経て、「みらい」北極航海において北極海で初めての海水下観測用小型ドローン「COMAI」実海域試験を実施し、「みらい」による着水揚収と遠隔制御による潜航、北緯 75 度での航法装置 (IMU+磁気センサハイブリッド) の評価、音響システムの評価、自律航行 (方位・深度制御) の試験等を実施した。その結果を踏まえ、各種調整を行い、令和 3 年度末に海域試験を実施した。令和 4 年度に改めて「みらい」北極航海での実海域試験に臨む。

海水下測位システム (電波灯台) の水上試験を実施した。海中の高効率アンテナの海水域評価を行い、鉛直伝搬データを取得した。海中に信号源をおいた場合の海水上電波分布の計測に成功し、シミュレーション結果と一致することを確認した。プロトタイプで機能確認を済ませ、実証システムの評価につながる成果を得た。

2021 ESSAS Annual Science Meeting を開催し、約 150 人の参加があった。米国地球物理学連合の論文誌「JGR-Ocean」特集号を企画し、投稿を受け付け、編集者らとともに、査読を進めている。

IPCC 第 6 次報告書 WG1 報告書の公表に、筆頭著者や査読編集者として直接貢献することができた。

コロナ禍による中国から飛来するブラックカーボン粒子の排出減少幅が想定していたより小さいことを観測した。その原因として、「家庭」

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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

- ・ フロートやグライダー、ドローンを利用した新たな観測システム開発を、搭載するセンサー評価と合わせて引き続き実施し、性能と有効性を評価する。
- ・ 上記と船舶観測により NOAA 提携下の北西部北太平洋測点 KE0 や K2 における時系列観測を強化して実施し、物理—化学—生物を結びつけるプロセスを解析する。また、大気組成変動や降水による栄養塩供給にも着目した航海観測とデータ総合解析を実施する。大気組成及び陸域生態系の ECV(必須気候変数)観測では静止衛星の検証を継続する。
- ・ 上記の観測により空白域を低減し、昇温・酸性化・貧酸素化、汚染拡大、植生変化といった主要な地球表層の変化とその随伴現象を捉え、そのデータからメカニズムを解析する。また、海洋生産を促す微量金属等栄養塩について

世界初となる高速フラッシュ励起蛍光光度計(FRRF)及び pH/CO₂ センサーを搭載した昇降フロート開発のため、機構と鶴見精機、東京海洋大学の間で共同研究を締結し、開発に着手した。また、低コストのイオン感応性電界効果トランジスタ(ISFET)を用いた pH/CO₂ センサーを製作し、実海域による性能評価試験を実施した。

北西部北太平洋の観測定点 St. K2、KE0 に設置のセジメントトラップ係留系や BGC Argo フロートによる水温・塩分・クロロフィル・沈降粒子等時系列観測を実施した。北西太平洋亜寒帯域での夏/秋季の植物プランクトンブルームの発生と終息を初めてとらえ、そのメカニズムに、光・水温・鉄の環境因子が複合的に関与することを明らかにした。「みらい」MR21-06 航海では、中規模渦を横断し、渦中心から縁辺への水塊構造、基礎生産力、粒状物質鉛直分布の変遷を計測した。衛星データ解析から黒潮続流の盛衰で変化する冬季発生中規模渦と冬/春季の植物プランクトンの発生量の関係を明らかにした。亜熱帯域で捕集した雨試料中に高濃度の窒素、鉄、リンの栄養塩を発見し、海洋への降雨栄養塩の供給が現場海域の基礎生産力を増幅させうることを実験的に見出した。

静止衛星を検証するとともに、超高頻度光学衛星群(PlanetScope)の利用から、ボルネオの熱帯多雨林における一斉開花現象の観測に世界で初めて成功した。

ICP-MS 質量分析計による鉄分析において 0.1nM 程度の分析を達成した。更なる高精度化のため塩分除去の効果を検証中である。プランクトン生体内の鉄分析法開発で標準物質の認証値内での分析を達成し、培養実験で得られた試料の分析を実施している。

部門が「産業・輸送」部門より大きな排出割合を占めることを初めて解明することができた。これは偶然にもコロナ禍で一時的に「産業・輸送」部門の活動が停止されたために明らかにすることができた想定外の成果であり、今後の有効な温暖化対策として「家庭」部門を強化することが有効であるという具体的な政策立案の提示に資する重要な成果である。

上記の2つともに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」並びに「国際社会、国等における政策等への貢献」両者に資するものである。

も計測し、培養実験等を含めた解析を行う。

- ・海洋酸性化に関し、マイクロX線CT法(MXCT)によるプランクトンの応答を解析し、国内外の試料分析を請負う。

- ・津軽海峡での海洋酸性化の状況把握及び国内ネットワークの構築を昨年度に引き続き実施する。また、昨年度に構築した同海域の海況予測試験システムの高精度化及びそれに必要な観測網を構築・維持する。

- ・上記観測データや培養・飼育実験データを導入しながら、渦許容解像度レベルの新たな海洋生態系モデルや、細胞レベルで生物の振る舞いを再現するモデルを開発する。

- ・アジアや北極を含む全球規模での長寿命温室効果気体(GHG_s)や短寿命気候汚染物質(SLCP_s)のブラック解析では、IPCC第6次報告書の最終稿取りまとめと公表に貢献する。排出量変化や土地被覆変化等の定量評価の為に、高解像度モデルや新たな衛星を現場観測と結び付ける。新型コロナウイルス感

海洋酸性化による石灰化生物への影響評価のための委託分析を継続して実施している。令和3年度実績は受け入れ機関数:11(うち海外3)、総分析検体数:1147検体(対令和2年度比:94%)である。令和3年11月以降、不具合によりMXCT2機ともに運用停止していたが、復旧の目途が立った。

津軽海峡東部で検出されていたpH/Ω急低下の原因を近年の津軽暖流量の増加に見出した。この急低下が継続するかどうか、今後も観測継続が必須である。13機関の協力を得て、厚岸湾、函館湾、臼尻、忍路湾、蘭越、紋別、陸奥湾、日生、志津川湾、八代海での酸性化監視を継続し、廿日市、佐田岬、糸島を追加した。

令和2年度に引き続き、半導体ISFETを用いた津軽海峡のpH/pCO₂の連続観測を継続して実施した。また、津軽海峡に生息する石灰質生物(プランクトン、ベントス)に対し、MXCTによる殻密度計測を開始した。

地元の利用者のニーズを取り込み、当初計画を超え、地球環境部門と付加価値情報創生部門との連携で基礎開発した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に実装の上公開した。また、流況データ等の解析により津軽暖流の季節変動理論を検証した。本成果は流況予測精度向上等にも活用される予定である。さらに、流況観測網拡充に向け、琉球大と連携し、普及型海洋レーダ開発を開始した(令和4年度に稼働予定)。加えて、既存レーダ観測値と合わせた流況算出のため、本海域に合ったベクトル合成手法を開発し、細部検討後、令和4年度に実装を予定している。

植物プランクトンのC:Chl比の動的環境適応について、計算コストが低く、生物応答の再現性が高い瞬時順応(IA)を実装した次元モデルを開発した。また、渦許容解像度モデル「COCO」に海洋生態系モデル「NEMURO」を結合するとともに、「地球シミュレータ」上で実行可能な1/10解像度OFES-NPZDの開発を完了した。

IPCC第6次報告書第1作業部会(WG1)報告書の公表に筆頭著者、査読編集者として直接貢献し、一般向け講演会やウェブサイト上コラム等で普及活動を行った。メタン収支等を取りまとめ、人間が温暖化原因とする結論の導出をけん引した点は想定を大幅に超えた成果となった。現場観測と地域モデル、又はTROPOMI衛星と高解像度モデルとを統合し、新型コロナ・ロックダウン期間に着目し、人間活動からのブラックカーボン(BC)及び窒素酸化物(NO_x)排出量変化と大気組成変動を定量評価し、中国から飛来するブラックカーボ

染症の世界的蔓延による経済活動低下と大気組成変動の関係について解析する。

・「日本—アジア沿岸海色モニタリングシステム」を定常運用するためのシステム開発を継続する。ハイパースペクトル計測器の応用では、プラスチックの実環境計測試験や大気汚染衛星評価検証、将来の GOSAT-GW 衛星データからの排出量推計手法の開発評価を行う。

・亜寒帯—北極域海洋生態系研究国際プログラム (Ecosystem studies of Sub-arctic and Arctic Seas) を北海道大学と共同で主催し、これまでの研究成果を発表する。また、北極域環境総合研究センターと協力して JGR にて北極海特集号を企画し広く投稿論文を集める。

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、

ン粒子の排出減少幅が比較的小さく、その原因は「家庭」部門が「産業・輸送」部門より大きな排出割合を占めることを見出した。また、逆計算法により、陸や海から大気へ放出される N_2O の増加速度が社会経済 (SSP) シナリオ群を凌ぐことを明らかにした。土地被覆変化の衛星解析を行った。IPCC 第6次報告書で存在量や気候影響の面で高い不確実性が指摘された、大気中ブラウンカーボン、バイオエアロゾル、ヨウ素について、アジア・太平洋域での観測評価結果を論文化し、自然システムの役割についても評価を高めた。

「日本—アジア沿岸海色モニタリングシステム」に MODIS 1 km 解像度データを取り込んで高度化した。社会的に注目された北海道の赤潮も検出しており、今後アルゴリズム改良を予定している。ハイパースペクトル計測に基づき、プラスチックの計測試験や GEMS 静止衛星を含む大気汚染衛星評価検証、GOSAT-GW 衛星データ利用を見越した排出量推計手法の開発評価を行った。

2021 ESSAS Annual Science Meeting を開催し、約 150 人の参加があった。JGR-Ocean 特集号を企画し、2022 (令和4) 年2月1日まで投稿を受け付け、現在、編集者らとともに、査読を進めている。

IPCC 第6次報告書 (WG1) で主著・共著論文・データが多数引用された。また、累積排出量-昇温の間の比例定数 (TCRE) に関する部分を「貢献筆者」として執筆した。さらに、IPCC には、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。WG1 被引用論文の一部は想定を超えて広く評価され、WG2 や WG3 の報告書でも引用された。

雲の微視的過程が大規模な場に影響を与えることや上空の現象が表面付近の振動現象を駆動することを明らかにした結果等、上層雲の温暖化における内部プロセスの解明につながる成果を導き出した。雲の内部プロセスの解明は、温暖化予測の不確実性を低減することに大きく貢

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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

- ・世界共通の気候変動予測実験デザイン(CMIP6)で策定されている種々のモデル実験とデータ提出を継続するとともに、季節内から100年程度といった様々な時間スケールの環境変動の評価とメカニズム及び関連プロセスの理解を進めるため、センター独自の派生実験も行いつつ、出力データの解析を行い、炭素循環や海洋熱吸収、雲の動態変化など、気候変動予測にとって重要なプロセスについて知見を得る。

- ・炭素循環を含む十年規模気候予測システムについて、初期値化実験及び予測実験を実施するとともにデータを解析し、物理・生化学変数の予測可能性及びこれをもたらすプロセスを調べる。

- ・素過程の理解と将来のESM高度化を目指し、ESMに含まれる、あるいは将来含まれうるプロセスの研究をプロセス間の相互作用にも注目して継続する。具体的には、成層圏—対流圏相互作用や、海洋微細スケール現象のパラメタ化などが課題としてあげられる。特に、寒

IPCC第6次報告書の第一作業部会(WG1)報告書で主著・共著論文が多数引用された。また、IPCC第6次報告書では、TCRE(累積排出量一昇温の間の比例定数)に関する部分を「貢献筆者」として執筆した。IPCCに関しては他に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貢献した。WG1被引用論文の一部は想定を超えて広く評価されWG2、3の報告書でも引用された。

黒潮続流域とメキシコ湾流域の海面水温の同期変動を世界で初めて明らかにし、サイエンス誌で公表した。メカニズムとして海洋前線構造と大気偏西風との相互作用が考えられる。本成果には、機構で開発した高解像度気候モデルを用いることが必須であった。広く一般報道もされ、想定以上の反響を得た。

温暖化による上層雲量変化の物理プロセスについて、気圧変化により、雲粒の成長と併合・沈降過程が促進され、温暖化緩和の方向に働くことを示した。重要な雲の内部過程を同定する記述的成果を想定していたが、大規模場と微物理過程との相互作用という当初想定以上の発見につながった。

パーフェクトモデル予測実験を地球システム統合モデル(ESM)を用いて実施し、大気海洋間CO₂フラックス変動の予測可能性に対する海洋物理・生物化学プロセスそれぞれの重要性は、海域によって異なることを示した(解析中)。こうした要因分析は、世界的にもいまだ稀有で希少価値は高い。また、新規的な試みとして、これまでに開発してきたアンサンブルベースの初期値化手法を、物理変数の変動特性から海洋生態系変数の変動推定が可能なよう拡張し、ESMへ実装した。その結果、既存の初期値化手法に比べて、より観測と整合的なCO₂フラックス変動を再現することに成功した(解析中)。

燃焼鉄の海洋生態系への影響についてレビュー(主著受理)するとともに、船舶観測とモデルを融合研究により燃焼鉄の海洋の生物生産における重要性を立証した(共著受理)。高インパクトファクター誌に発表した。

ダストの大きさ・形状を正しく考慮することで大気・地表間の熱の分配が変わることを示した(現在気候で0.4W/m²程度)。気温等の将来予測にも影響を与えうる知見を得た。高インパクトファクター

献する重要な成果である。温暖化の社会経済面を対象とした報告書にも論文が引用される等、成果は想定を超えて幅広く認知されることとなった。

冷圏陸域の素過程とそのモデル化については未解明な部分が多いため現地での観測・情報収集も行い、収集・観測したデータを公開に適した内容とデータ形式に編集する。

・数週間から季節程度の時間スケールの変動や台風等の極端現象の相互関係を理解するため、季節程度の大規模アンサンブル数値実験を行い、季節内振動、台風・豪雨等の極端現象、降水日変動等に関する解析を行う。また極端現象の中長期予測高度化に向け、大気海洋結合モデル等を用いた基礎的な実験を行い、技術的問題を把握する。

誌に発表した。

棚氷要素を含む海洋-海水結合モデルを用いて、南極の海水面積と棚氷底面融解変動を調べた。両者は強い負の相関関係があり、この関係は海水変動が駆動する南極沿岸域の水塊変動によって説明できることが分かった(主著出版)。衛星から得られる海水面積データをプロキシとして利用することにより、連続広域観測の困難な棚氷融解量を推定可能であることを示した意味は大きい。

国際プロジェクトでマルチモデル解析を行い、高度 50hPa の QBO 位相により成層圏極夜ジェットの強度が変化する現象は多モデルで再現されるが過小評価されていることを示した(共著論文出版)。

寒冷圏陸域の素過程理解のため、国内の観測・情報収集を、コロナ禍対応で規模を縮小し行った。

海水位予測データの力学的ダウンスケールに向けて、全球渦解像海洋モデルを開発し、20 世紀半ばから近年までの再現実験を実施した。また、更なる高解像情報の創出のため、地球環境部門と付加価値情報創生部門による研究連携を進め、機械学習による統計的ダウンスケール手法を試行し、一定の精度を得た。

アラビア海における気候モデル共通誤差を検証した結果、海面水温の低温誤差が、インドモンスーンに伴う降水やその遠隔影響の再現性を悪化させていることを特定した。インド沿岸海水位予測の不確実性につながるこの誤差は、アラビア海西部からインド西岸への海洋渦による暖水輸送の過小評価に起因しており、海洋を高分解能化した気候モデルでは改善されることが示された(国際誌へ投稿準備中)。

数週間から季節程度の時間スケールの変動や台風等の極端現象を対象とする季節程度の大規模アンサンブル実験を行い、北西太平洋中緯度の海面水温偏差が西太平洋の台風分布に影響を及ぼしうることを初めて定量的に示し、台風の季節予報につながりうる重要な知見を得た。

世界の天候に影響を及ぼす季節内振動の発生過程について、数日周期の大気上空の波動擾乱の増幅が引き金となることを初めて示した。定説を覆す高インパクトの知見であり、外部資金を得て新たに雇用した研究員による当初計画にない成果となった。

数値実験データと観測データを用いて季節内振動、台風・豪雨等の極端現象、降水日変動等に関する解析を行い、台風進路予測に対する季節内振動の影響や(Nakano et al., 2021)、季節内振動の発生・東進メカニズムにおける波動擾乱の役割(Takasuka et al., 2021)、アジア山岳域の降水日周期メカニズム(Sugimoto et al., 2021)等に関する新たな知見を獲得した。また、大気海洋結合モデル等を用いた中長期の基礎的な実験とモデルの誤差評価を行い、来期

に向けた課題を把握した。得られた研究成果を論文等において公表した。

⑤地球環境変動と人間活動が生物多様性に与える影響評価

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

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

- ・環境変動による深海生態系への影響評価を行うために、海洋深層水を活用した環境 DNA 解析を主軸に研究を実施し、海洋生物の多様性変動を効率的・効果的に把握する。そのために令和 3 年度はこれまでに確立した手法を用いて駿河湾・相模湾で採取した試料を解析し、変動の有無と規模を把握する。

深海域に生息する上位捕食者を直接モニタリングし、その多様性や動態、生息密度を把握する手法を確立しただけでなく、実際の深海性サメ類の生息数や遊泳速度まで求めることができ計画にない成果が創出できた。

深海で運動性生物を認識し、組織片を自動取得する装置基盤を開発し（藤原ら、特許第 6984922 号）、より効果的、効率的なモニタリング方法開発の端緒を得た。

深海の真核微生物を対象とした、遺伝子配列を効率的に検出し、多様性を把握するための手法を確立し、さらに相模湾、駿河湾において季節ごとの出現種パターンを見出し、計画以上の進捗を得た。

362 件の海洋生物の分布存在情報を海洋生物地理情報システム (OBIS) に登録、公開した。

海洋プラスチックの研究では、十分に吟味されてこなかった台風等の激甚災害によるプラスチックの大量流出（管理下プラスチックが一瞬にして管理外ごみと化す）の実態を明らかにすることができた。この成果は、大雨等の災害時に備えたプラスチックごみの陸上管理の重要性を示した。

プラスチック由来の残留性有機物質汚染が深海サメ等広く深海生態系のトッププレデターにまで及んでいることを明らかにした。深海の大型生物等は「すり身」等加工食品として我々の食卓にのぼる食材である点から、機微であるものの看過できない重要情報として、観測海域周辺の漁業関係者らに丁寧に説明を施しながら論文公表に結びつけることができた。

環境影響評価研究では、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生態系の変動と経済的評価を行った。その結果、海洋生態系サービスはおおむね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策定に使われるとともに、戦略骨子に取り上げられることとなり、想定を超えて国の政策に貢献する成果となった。

・海洋マイクロプラスチック（MP）データの迅速な蓄積に寄与するため、ハイパースペクトルカメラや蛍光観察による定量的で効率的な MP 測定手法を開発する。

・表層から深海の MP 分布や水平・鉛直輸送過程を明らかにするため、調査船や民間船との共同で調査を行う。

・MP による生物への影響を把握するために、生物学的実験を行い、MP の取り込みや化学物質取り込みなどの知見を得る。

・深海域の生物やプラスチック分布実態を把握するため、調査で得られた映像・画像データ及び深海デブリデータベースから海洋ごみの定量化を進める。

・海洋プラスチック汚染や海洋保全などに対する国内外の課題解決に貢献するため、国内外の関係機関や枠組みに対し情報収集や提供、協働し連携を強化する。また、研究を通じて国内外の海洋リテラシー向上に貢献する。

・環境変動による生態系への影響を評価するため、生態系の評価指標の作成と、近底層における環境観測手法及び画像解析手法の最適化を図る。昨年度現場から取得したデータや収集したデータの検討を踏まえ、近底層の微細流動環境及び画像解析手法を検討し、実際の抽出を行い、精度の検討方法、調

ハイパースペクトルカメラ（HSC）で MP の材質を分類するためのアルゴリズムを開発したほか、コーヒードリップマシンを活用した濾過装置と HSC を組み合わせた MP 連続分析システムを開発している。

台風前後で調査し、台風によって大量の MP が陸から沿岸域へ、さらに外洋へと輸送されるプロセスを明らかにし、プラスチック分布量の把握には台風のようなイベントも加味する必要性を提示するとともに、陸上からの海洋への排出管理が激甚気象災害で簡単に崩れることを示した。

ヨットで MP を採集する簡便なサンプリング装置をヨットセラーと共同で開発している。

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）や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。

深海デブリデータベースの映像データのうち、潜水調査船等で取得した 442 潜航分について、海底面積当たりのプラスチックごみの数と種類データを取得した。

環境省主催の国際ワーキンググループ、MP 観測・分析の調和、データハブ構想等に情報提供するとともに、「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（The Ocean Decade）」において、全球海洋観測システム（GOOS）、国連環境計画（UNEP）等と全球海洋ゴミ観測ネットワーク IMDOS の構築準備を進めた。年間を通じてアウトリーチ（メディア・講演他 50 件以上）を精力的に行った。

日本の海洋生態系サービスについて、将来の気候及び社会経済シナリオに基づく変動を踏まえ、生態系の変動と経済的評価を行い、概して生態系サービスは現状維持若しくは低下することを見出した。この情報は、次期生物多様性国家戦略策定に使われるとともに、戦略骨子に取り上げられた。遺伝的な指標による海洋保護区設定に関する重要海域の検討手法について一部の成果を公表した。

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

査の対象、装備等に応じた処理方法を作成する。併せて、粒子の挙動、生物量、生態系の評価方法に関わるこれまでの解析手法を更新する。

- ・日本の沖合海底自然環境保全地域の状況把握及び管理を行うため、簡便な生態系モニタリングの技術（手法）開発を行う。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

地球環境状況の把握、変動予測などの研究成果を、国際社会のルール形成や国の政策等に役立てることが求められる。

北極研究については、我が国としてこ

率の推定方法等を開発した（特願 2021-140907、AIST と共同）。画像解析による沿岸性底生生物の計数法を深海性底生生物に適用し、大まかな分類群の抽出と計数を可能とした。これは資源開発等に伴った粒子拡散評価ツールや生態系への影響評価ツールとして期待される。

深海底の沖合海底自然環境保全地域（海洋保護区）において、環境省等が今後、継続的な深海生態系モニタリングを実施するための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している（環境研究総合推進費 SII-7）。この手法を令和 4 年度までに完成させ、海洋保護区の管理に貢献する。

西七島海嶺沖合海底自然環境保全地域において、深海生態系の調査を行い、当該海域における生態系が保全地域指定書の要件に適合し、海洋保護区としての機能を有していることを環境省に提示した（環境省請負調査）。

【指摘に対する措置事項】

気候変動枠組み条約（UNFCCC）等における国際ルール形成の科学的根拠となる、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 6 次評価報告書ワーキンググループ 1（WG1）報告書作成において、地球環境部門より、第 5 章のリードオーサー、第 6 章のレビューエディター各 1 名、コントリビューティングオーサー 4 名が直接作成に関与したほか、論文・データの引用 135 件、地球システムモデル実行とデータ提供等の形で多数の研究者が貢献した。また、河宮未知生・地球環境部門環境変動予測センター長が日本政府代表団の一員として、報告書とりまとめプロセスに貢献した。また、総合海洋政策本部の参与会議に原田尚美・地球環境部門長が参与として参画し、重要な政策ごとに立ち上げられているプロジェクトチーム（PT）やスタディグループ等での話題提供や議論に必要な知見を提供した。SDG14 を推進する PT では主査を務める等、内閣総理大臣に手交する重要な海洋政策に関する報告書取りまとめに貢献した。加えて、海洋観測や大気汚染等に関する省庁や関係機関で構成される委員会への参加（環境省中央環境審議会微小粒子状物質等専門委員会、アルゴ計画推進委員会等）、政府がまとめる報告書への知見の提供（日本の気候変動 2020）や海洋保護区のモニタリング実施等、国の政策への貢献を行っている。

アジアで初めて開催された北極科学大臣会合（ASM3）において、北極域研究船のプロモーション動画の上映や資料配布を行い、我が国

れからの分野であるが、機構では既に大きな成果を得つつある。今後、北極に関する我が国の貢献、あるいは戦略を考える基礎となるように、外部機関や政府とも十分に連携することが望まれる。また、北極域研究船の導入後は、それを最大限に活用し顕著な科学的成果を上げるとともに、北極研究の成果や意義について継続的に社会へ発信していくことも必要であり、そのような面からも機構への期待は大きい。

既に国内外の研究機関や民間企業との共同研究は推進されているが、民間企業からの受託費を伴う共同研究の更なる増加が期待される。

「海洋ごみの削減は重要な課題であり、それを重視した研究開発が望ましい。また実態把握のために水中ドローンなど効率的な調査法の活用が期待される。」との昨年度の指摘に関して、研究開発の更なる発展、特に、海底ごみのより効率的な調査法についての検討が引き続き望まれる。

「一般の人々の関心が高い気候変動予測について、個々の研究成果という『各論』だけでは理解しにくい。全体を俯瞰する視点で進捗や展望の説明・発信を」という昨年度の指摘に関して、専門機関等を介した国際的な活動は行われている

の北極域研究の取組を紹介した。また、北極域研究船の建造に着手し、それを用いた国際プロジェクト立案に向けた活動を実施中である。具体的には、文部科学省と連携し、日-英、日-ノルウェー、日-EU の科学技術合同委員会等で北極域研究船や日本の研究の取組を紹介するとともに、各国の駐日/在日大使館や研究機関と共同プロジェクトを検討するためのワークショップやセミナー等を開催した（米国、フィンランド、ノルウェー、英国、カナダ、アイスランド、EU）。また、デンマーク、フランス、インド、ベトナムなどとも研究協力についての議論を行った。これらにより、これまでの国際共同研究に加え、北極海比較研究、海氷を介した物質循環・生態系研究、海洋プラスチック、氷河水文学などの新たな共同研究計画が立案されている。加えて、北極評議会の作業部会の一つである北極圏監視評価プログラム（AMAP）が取りまとめる環境評価報告書作成に共著者として貢献した。公開された報告書の政策決定者向け要約版及び紹介動画の邦訳版を作成し、AMAP 及び ArCS II のサイトにて公開し、関係省庁及びメディア向けセミナーを行った（ArCS II の成果）。

令和3年度においては13件の共同研究に着手し、うち民間企業5件であった。民間企業からの資金提供を受けて実施する共同研究はなかったが、民間企業から、栄養塩標準物質の濃度測定に関する業務委託を1件受けている。引き続き、機構の方針を踏まえて検討を進めていく。

海洋ごみについて、実態把握のために必要となる効率的な解析手法の開発を進めている。深海底にも大量のプラスチックごみが存在することが既に明らかになっており、これまでの機構の調査で撮影された深海底の映像から、海ごみが映ったものを抽出し「深海デブリデータベース」として公開しているほか、深海デブリデータベースの映像からAIを使ってプラごみの量を推定する手法の開発の開発に取り組んでいる。加えて、機構として生分解性プラスチックの研究も開始しているところ。

令和3年度はIPCC第6次報告書WG1報告書の公表、真鍋淑郎フェローのノーベル物理学賞受賞や、UNFCCC/COP26開催といった気候変動に多くの注目が集まった。こうした状況を踏まえ、「カーボンニュートラルの科学」と題したIPCC第6次報告書の内容を紹介する一般向け講演会の開催、ウェブサイトでのIPCC第6次報告書に関する連続コラムの掲載、「統合的気候モデル高度化研究プログラム」公開シンポジウム「気候は今どうなっている？どうなっていく？～IPCC最

が、国内の一般の人々向けにも更なる取組が求められる。

「関係機関及び機構内の他の部門との連携をどのように進めているかについて、また、その具体的なアウトカムについて明確に示していただくことよと考えられる」との昨年度の指摘は重要な課題であり、その対応についてより明確に取り組む必要がある。引き続き、国内外の関係機関との積極的な連携に期待する。

【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、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。

新報告書を読み解く～」での講演、真鍋フェローの受賞を受けた「JAMSTECの地球環境変動予測研究について」と題したマスメディア向けのレクチャーの実施等、時機をとらえ、多数の一般の人々向けの取組を行った。

地球環境部門と機構内及び国内外の関係機関との連携は大変重要と認識しており、観測の時間・空間・項目等や、モデル・科学的知見・専門的技術・データ・研究ファシリティ等を補完させながら、中長期計画で設定する研究開発の成果の最大化に効果的と考えられる相手との協力を進めている。例えば、令和3年度の共同研究については、国内27件、外国との研究機関では14件実施中である。環境省など関連機関からの受託研究が29件進行中である。他機関との具体的なアウトプットの例としては論文執筆の際の他機関研究者との共著が考えられる。IPCC第6次報告書に引用された地球環境部門の論文のうち、他機関との共著は91%であり、他機関の研究者との連携により良い成果の創出につながった例となっている。機構内連携に関しては、主に付加価値情報創生部門と連携しており、例えば、津軽海峡の海況情報公開サイト「MORSETS」への予測情報作成・公開、日本海洋生物多様性情報連携センター(J-ORBIS)の運営や海洋プラスチック研究での海流予測モデルや粒子シミュレーションの活用によるマイクロプラスチックの分布推定等のアウトプットにつながっている。また、長期的な協力関係構築の観点から、人材育成に関する連携も行っており、特に東南アジア諸国の研究機関を対象に若手研究者の能力構築にも注力している。具体的には、熱帯気象に関する国際会議とその論文集作成に複数の機構職員が運営委員として関与し、現地研究者の成果創出を図った結果、掲載81編のうち80編が現地研究者によるものとなるなどの成果が上がっている。

【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

(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される有用な鉱物資源の成因を解明す

(モニタリング指標)

- ・ 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

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。科学的意義の極めて大きい成果であり、年度計画を上回るものである。

カロテノイド微粒子における淡色化の原因解

ることが必須である。

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

明は、「分子の歪み」という従来は全く考慮されていなかった因子によって有機ナノ材料の物性を制御できることを示したものである。将来の工学応用につながり得る成果であり、年度計画を上回る科学的意義の大きい成果である。

<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」>

海洋表層微生物群集のメタエピゲノム解析は、DNA 化学修飾が持つ未知の機能や生命現象に与える影響への解明に資する重要な成果である。また、本解析手法は多様な微生物群集への適用が可能であり、本研究は、微生物の進化や環境適応における DNA 化学修飾が果たす多様な役割の理解に向けた端緒を開いた。科学的意義の大きい成果であり、年度計画を上回る。

<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。年度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。年度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。年度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」>

JST 戦略的創造研究推進事業プログラム「CREST」における新規課題の採択は、深海の極限環境に発想を得た高圧技術をコアシーズとして、ケミカルリサイクルの実現に向けたイノベーションの創出に取り組むものであり、年度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、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、令和2年度に引き続き、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。

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

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。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

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、年度計画を上回るものである。

カロテノイド微粒子における淡色化の原因解明は、「分子の歪み」という従来は全く考慮されていなかった因子によって有機ナノ材料の物性を制御できることを示したものである。将来の工学応用につながり得る成果であり、年度計画を上回る科学的意義の大きい成果である。

海洋表層微生物群集のメタエピゲノム解析は、DNA 化学修飾が持つ未知の機能や生命現象に与える影響への解明に資する重要な成果である。また、本解析手法は多様な微生物群集への適用が可能であり、本研究は、微生物の進化や環境適応における DNA 化学修飾が果たす多様な役割の理解に向けた端緒を開いた。科学的意義の大きい成果であり、年度計画を上回る。

インド洋東部海域の試料を対象とした各種クロロフィルの分析によるシアノバクテリアの貢献度の把握は、海洋生態系における窒素循環・エネルギー循環の解明に資する重要な成果であり、その科学的意義は大きい。年度計画を上回る成果と評価できる。

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。年度計画を達成する成果である。

JST 戦略的創造研究推進事業プログラム「CREST」における新規課題の採択は、深海の極限環境に発想を得た高圧技術をコアシーズとして、ケミカルリサイクルの実現に向けたイノベーションの創出に取り組むものであり、年度計画を上回る成果である。

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 年度においては、文部科学省が発行す

・天然に分布する各種微量物質の高度な分析法の深化について、アミノ酸・ペプチドの定量及び炭素・窒素・硫黄同位体比測定システムの確立と堅牢化、中赤外レーザー分光法による各種ガスの迅速分析システムの開発、テトラピロール化合物の分析法の改良、海洋試料中の有機金属分析法の開発を行う。市販の機器や従来法では測定不能な物質の分析結果を通して海洋の物質循環の背景を解明し、その知見を応用した社会との連携強化を目標とする。

・上記の分析結果をもとに、東北沖の海洋生態系解析とともに各種海洋生物の餌のタンパク源に関する情報を蓄積し、同位体比とシミュレーションを用いた魚類の回遊ルートや生体履歴の特定技術を実用化させる。

・地下及び水界中における微生物学的な炭化水素生成に関して、各種バイオマーカー及び同位体組成を解析しその実態解明を進める。特に茂原及び諏訪湖

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について、堅牢化や改良を進めた。特に、微量硫黄量及びその同位体組成 (0.3 μ gS) の測定法については、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対し応用した。その結果、試料は小惑星全体の特徴を反映しており、既知の隕石では CI コンドライト (最も原始的な隕石グループ) に最も似ていることを明らかにした。本成果は、今後行われる詳細な分析に対して常に参照される基礎情報を提供したことになる。

また、テトラピロール化合物の分析法の改良によって、インド洋東部海域で採取された粒子状物質中の各種クロフィルの組成をもとにしたシアノバクテリアの貢献度や、それが関わる窒素循環を解明した。

三陸沖で採取された約1歳のマサバ2個体を対象に、眼球の水晶体から成長層ごとに計34層のサンプルを採取し微量分析技術を用いて全窒素同位体比及びアミノ酸レベルの窒素同位体比を分析した結果、マサバは仔稚魚期を主にプランクトンを栄養源とする一次消費者として過ごし、成長とともに肉食である二次消費者へ変化する事を確認した。また、本個体について、仔稚魚期を窒素同位体比の低い亜熱帯海域 (伊豆半島沖付近) で過ごし、成長とともにより同位体比の高い亜寒帯海域 (三陸沖方面) へ移動すると考えられてきたマサバの典型的な回遊経路を確認する事ができた。

諏訪湖で採取したシアノバクテリア (アオコ) を対象にメタン生成アーキアに特有な補酵素である F430 の微小スケール分析等を行った結果、同試料から有意な濃度の F430 を世界で初めて検出し、酸化的な表層水の環境中に高い活性を持つメタン生成アーキアが存在す

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、令和2年度に引き続き、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。

をケーススタディとする。

- ・排他的経済水域（EEZ）を含む日本国内から深海バイオリソースを収集するとともに、多元的解析によってその生物機能ポテンシャル及び生物学的特性を明らかにする。また、EEZ を含む日本国内におけるバイオリソースの特徴を明らかにする為、日本国 EEZ 外における調査航海への参画の他、昨年度までの同様の航海から得た試料を用いた研究を支援する。
- ・深海バイオリソースの産業利用に向けて、産業界や大学、研究機関と連携したオープンイノベーション体制による研究開発を進める。具体的には令和元年度に開始した深海堆積物と深海微生物株の2つのリソースの外部提供並びに、既存の深海微生物株コレクションの整備を推進する。また深海環境ゲノムデータベースの整備を進め、共同研究等による試験提供を開始する。
- ・フュージョンマスを用いた微生物代謝解析フローを確立し、多様な微生物への適用を進める。
- ・フュージョンマスや微量核酸取扱技術、電子顕微鏡等、分析技術シーズの外部提供の枠組み作りに向けた検討を進める。
- ・高温・高圧ナノ乳化技術の実用化に向けた研究開発並びに深海熱水噴出孔を模擬した環境でのソフトナノマテリアル生成技術の横展開を進める。

ることを示した。

機構が実施する試験航海等において、深海バイオリソースを収集するとともに、研究支援を実施した。環境変動研究への貢献を深めるため、BIO-GO-Ship 等との国際連携に向けた打ち合わせを進めている。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。

深海堆積物及び深海微生物株を提供する深海バイオリソース提供事業において、大学及び民間企業合わせて計7件の提供を行なうとともに、既存の深海微生物株コレクションの整備を進めた。このうち海洋酵母由来のカロテノイドについて、化粧品原料として令和6年度中の上市を目指した取組が始まっている。また、深海環境ゲノム利活用に関する、複数の共同研究実施に向けた調整を行うとともに、所内共同研究を複数実施し、環境ゲノムデータベースに対するユーザ側からのニーズ・活用手法に関する情報収集を進めた。

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。

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検証を進めた。また、RNA ウイルスゲノム同定手法を機構内外の研究者と連携して開発し、論文に取りまとめた。さらに、深海バイオリソース提供事業の営業活動を通じ、機構の保有する分析技術シーズに対するニーズ調査を進めている。

高温・高圧ナノ乳化技術による微細油滴の生成が2段階で進行することを明らかにした。また、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」として進めた研究で、カロテノイド

の色調が微粒子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。さらに、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。

・高分子ナノファイバーを基盤としたナノバイオスクリーニング技術やナノ加工技術のライフサイエンス分野での活用に向けた検討を進める。

・海洋生物試料に代表される含水率の高い試料のナノ構造を観察する技術のシーズ化に向けた検討を引き続き進める。

②海底資源の有効利用

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

令和3年度には、以下の事項を実施する。

多重エマルジョンを鋳型として、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を生成することに成功した。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関する民間企業・大学との3社共同研究に基づき、新規創薬シーズ探索を継続して実施した。

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で、英国王立顕微鏡協会（RMS）Scientific Imaging Competition 2021の映像部門1位を獲得した。

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。年度計画を上回る成果と評価できる。

伊豆小笠原海域における調査航海の実施は、海底熱水鉱床生成モデルの比較検証や大規模海底熱水鉱床の形成メカニズム解明に向けて必須となるデータ取得に係るものであり、年度計画に基づく着実な実施である。

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。年度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、令和2年度に引き続き、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。

・海洋鉱物資源の成因研究では個別モデルの構築フェーズとして、これまで調査を実施した海域についての試料記載と分析、調査技術の高度化を継続する。また、産業界へのサンプル・データ等の提供に向けた体制の検討に基づき、試験的にデータ等の提供を行う。

中部沖縄トラフ海域の海底熱水鉱床で得られた地球深部探査船「ちきゅう」掘削コア試料を用いた詳細な顕微鏡観察及び化学組成分析の結果、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、また、そのきっかけに微生物が関与していることを明らかにした。これにより、海底熱水鉱床の生成メカニズムについて、熱水の交代作用によってある特定の堆積物の部分を後から置き換えて生成したとする説（後生説）が、海底火山の噴気活動により堆積岩の堆積過程で生成したとする説（同生説）より有力であることを示した。

海洋電気・電磁探査に関する研究開発について、「うらしま」を用いた伊豆小笠原海域における海底熱水鉱床の自然電位異常の検知・マッピングに関する検証を行い、より高精度・広範囲な海底資源調査を可能とする技術開発を進めた。

・海底熱水鉱床については、沖縄海域についての試料記載、地質状況の検討をとりまとめる。また、テクトニクス状況の異なる海域を比較してモデル深化を図るため、令和2年度から延期された伊豆小笠原海域の調査航海を実施する。加えて、金の異常濃集が報告されている東青ヶ島海丘カルデラの研究に着手する。

大規模海底熱水鉱床の存否検証及び形成メカニズム解明のため、高い鉱床ポテンシャルが指摘されている伊豆小笠原海域において深海潜水調査船支援母船「よこすか」を用いた調査航海を実施し、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った。

また、東北海洋生態系調査船「新青丸」による共同利用航海により、金の濃集機構の多角的な解明に向け東青ヶ島海丘カルデラにおいて岩石・水・生物試料及び地球物理データを取得するとともに、黄鉄鉱反応装置の設置・回収等を行った。

・鉄マンガン酸化物については、これまで調査がなされた複数の海山も含めた天然試料の記載、地質状況の検討、関連する化学プロセスなどの検討を継続しながら、その一部をとりまとめる。また、酸化的な鉱物資源の成長や元素濃集などの一連の生成過程における構成因子あるいは周囲の環境因子のうち、特に海水中の化学条件と鉱物沈殿・元素濃集との関係性を中心に据え、天然試料と現場実験試料を用いた分析、特に表面化学計による鉱物表面の特性化を試みる。

・レアアース泥については、成因や濃集機構を解明するための年代決定や全岩化学組成分析、同位体分析などを継続する。特に、0s 同位体以外の年代決定手法の適用に取り組む。

・物理探査、音響探査技術については、これまでの共同研究、受託航海での成果も踏まえ、共同研究を実施する民間企業からのさらなる要望を取り入れた、ハード、ソフトの改良を行う。特に電磁・電気探査については民間と共同で調査航海を実施するなどして技術移転を促進する。

福島県沖の磐城海山において水深の異なる地点で採取された鉄マンガンクラストを対象に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り、平頂部付近で採取されたクラストは成長速度が小さいことを明らかにした。また、クラストの主成分金属元素及び微量金属元素の成長方向における変動は水深によって差があることから、同一海山であっても堆積環境によって各元素の濃集度に差異が生じ、それがクラストの成長速度変化に相関していることを示唆した。さらに、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クラスト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。

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について全岩化学分析を行い、最大で総レアアース濃度 1,120 ppm の高濃度であることを確認するとともに、中央海嶺における熱水活動によって生成した熱水性重金属堆積物の特徴と一致することを明らかにした。また、海水オスミウム同位体比に基づく年代決定法を用いた分析の結果、白亜紀中期にレアアース泥が生成されたこと、海洋への河川水フラックスや熱水フラックスの影響によって、当該年代の海水オスミウム同位体比は現在と比べて低い値であったこと等を示唆した。

民間企業との共同研究により海洋電磁探査による天然ガス賦存量の推定精度向上に向けた検出能力の検証に取り組むとともに、電気探査による浅海域での地盤構造の把握を目的とした新規共同研究を他の民間企業と開始した。また、令和2年度から開始した別の民間企業との共同研究の成果に基づき、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の調査業務受託に対し民間企業が主体となって応募した。

有人潜水調査船「しんかい6500」に測深機を搭載して1mより精密な海底地形を取得して調査を効率化するとともに、詳しいデータ解析を行い、調査対象海域の精密3D海底地形図を作成した。この結果採取された東北沖海底火山の岩石を用いて、地球深部から上昇してくる熱いマグマが海底堆積物を上下方向広範囲にわたり擾乱し、焼きなましてしまうことを物質的に明らかにした。海底物理観測の観点から指摘されていた、平成23年の東北沖太平洋地震におけるプレート境界すべりの進行がプチスポットの存在エリアで妨げられた

・海底熱水鉱床の成因を明らかにするため、自然電位・比抵抗構造の構造解析の事例をより増やすとともに、アナログ実験、物性計測を推進することで、地下構造と賦存する資源及び資源形成の場との関係を明らかにする。

・物理探査及び地質分布などの多岐にわたるデータのデータベース化を推進する。

・内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「革新的深海資源調査技術」が実施するサンプル採取・処理及び音響機器を用いた調査に対して技術提供を行う。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

海洋電磁探査など機構が開発した優れた資源探査・開発技術について、産業利用を進めるための課題を分析し、研究と産業を結び付ける方策を探る必要がある。経済性及び効率性を勘案しながら民間への技術移転を促進すること、併せて当該技術を更に発展させオンリーワンの海洋観測技術として先鋭化し、外部資金の獲得等に活用する方向性についても検討を進めていくことが望まれる。既に、国

可能性について、その物的証拠を得ることができた。これによって、焼きなまされた硬い堆積物を身にまとった海底火山が沈み込むと、地震発生時のプレート境界すべりを抑制する可能性を示した。

自然電位のアナログ実験を行い、験体周囲に自然電位異常が形成される過程の観測を行った。また、物性計測ラボの構築を進めるとともに試験計測を実施した。

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て、令和2年度に引き続き航海で採取されたデータの管理と可視化を行うとともに、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」（第1期 SIP）の調査航海クルーズレポートに関し、再公開に向け記載情報に関する詳細データの確認を行った。

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」において、海底広域研究船「かいめい」を用いた南鳥島周辺海域での2回の調査航海に参加し、ジャイアントピストンコアラを用いたレアアース泥を含むコア試料の採取、船上音響観測装置を用いた稠密音響探査及びマルチセンサーコアロガー等による物性データ等の取得を船上で実施した。また、本課題の目標であるレアアース資源量評価の高精度化及びレアアース濃集層の3D マッピングに資するため、採取試料の化学組成分析や音響探査データの解析等を行った。

【指摘に対する措置事項】

海洋電磁探査をはじめとする物理探査技術の産業利用について、内部での検討及び関連企業への聞き込みの結果を踏まえ、課題は企業ニーズに応える技術の多角化であると認識している。このため、海洋電磁探査による天然ガス資源探査、鉛直電極配置型の電気探査システムの構築及び浅海域での電気探査手法の確立の各取組について、関連する各民間企業と着手・推進している。当該各取組のうち、海洋電磁探査による天然ガス資源探査については令和3年度にも共同研究の相手方より共同研究費を受領し、推定精度向上に向けた検出能力の検証を実施した。鉛直電極配置型の電気探査システムの構築については令和2年度より進めた技術移転の結果、共同研究の相手方が本件技術を元に独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資

内外の研究機関や民間企業との共同研究は推進されているが、民間企業からの受託費を伴う共同研究の更なる増加が期待される。

生物資源、深海環境ゲノムデータベース等のバイオリソース提供事業については適切に運営され強化も図られているものと考えられる。この事業はアウトカムの達成がユーザーに依存する部分が大きく、必ずしも努力に応じて目立った成果が短期的に創出されるものではないが、引き続き新たな分野・ユーザーの開拓（市場調査）等の方策を模索するとともに、具体的な進捗についても示すことが望まれる。また、民間企業との共同研究を通じてより利便性の高いデータベースの構築に向けて検証を進めたとのことであるが、その結果についても明らかにする必要がある。

火山活動は海洋資源形成に深く関わるプロセスであるので、今後、海域における火山プロセスに関する基礎研究を強化し、海洋資源との関連性を加味するプロジェクトの推進を期待する。

【評価軸】

源機構の調査業務受託に応募するに至った。浅海域での電気探査手法の確立については企業ニーズに基づき令和3年度より新規に開始している。また、当該3件に加えて、技術の先鋭化としてAUVを用いた自然電位探査や、CCS 漏洩モニタリングへも応用が可能な地下モニタリング技術の開発といった実証研究にも取り組んでいる。これら各種の取組を通じ海洋電気・電磁探査技術の産業利用を進めているものの、更なる課題分析・方策検討・資金獲得の何れを推進するにあたって必要な人材の確保が急務となっており、抜本的な解決が困難な状況である。このため、各種外部資金等の獲得を通じた人件費の確保も含め、機構内の体制強化に向けた検討調整を継続して進める。

深海バイオリソース提供事業では、新たな分野・ユーザーの開拓を目指し、令和3年度において既存のバイオ関連の展示会への参加に加え、医薬・化粧品の開発・製造関連の専門技術展（インターフェックス Week 東京）へのブース出展を新規に行った。また、「Greater Tokyo Biocommunity」（統合イノベーション戦略推進会議作成の「バイオ戦略」にあるバイオコミュニティとしての認定を目指し結成された産学官ネットワーク）にオブザーバーとして参加し、本事業の周知について情報交換を行った。さらに、バイオリソースのうち微生物菌株については、情報展開の強化を目指しNITE DBRP等の情報検索サイトへの登録・公開に係る調整をすすめた。データベースの構築に係る民間企業との共同研究の結果については、守秘義務事項のため開示は控える。近年増大している環境ゲノム情報に対する産業界のニーズを的確に把握することを目的に、令和3年度も複数の共同研究実施に向けた調整を進めた。

海洋鉱物資源の成因に関する研究では、これまで、海底熱水鉱床の生成と密接に関わる熱水流動のメカニズム把握の観点から海域における火山プロセスについて調査研究を行ってきた。その成果として、海底面付近と海底下の二層に分かれた「二階建て構造」を構成する海底熱水鉱床形成メカニズムの解明等をこれまでに発表している。海底熱水鉱床の成因研究については令和3年度も継続して取り組んでおり、海域における火山活動による影響等も含め引き続き調査研究を進めていきたいと考える。

- 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)

- ・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

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

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。

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>

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、室戸海底ケーブルによる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、地震発生帯活動監視に有効であることを示した。また、高密度データの利点を生かし雑微動の生成・伝搬過程を明らかにするとともに、DAS が雑微動による地下構造解析に有効であることを検証した。さらに、海底地殻変動計測のための光ファイバー観測装置やケーブルシステム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。

南海地震震源域の広域 3D 探査及びそのデータ処理を終了した。その結果から巨大海山の沈み込みが示唆されていた室戸岬沖には、多数の小規模海山を伴う尾根状の高まりが沈み込んでいること、スロー地震は小規模海山周辺に集中していることを明らかにした。また、過去 20 年間の海域探査を陸上常設地震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、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。当初計画の探査実施を超え、得られた 3D 構造から地殻活動を規定する要因解明まで進んだ成果である。

室戸沖スロー地震発生域において、掘削孔からの流体噴出の経時変化と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。

<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>

1944 年東南海地震震源域の浅部延長で発生し

た超低周波地震の活動域が、深部と同様に拡散過程の理論曲線に沿って移動することと、規模の小さな微動と同様に、時折逆向きに高速伝播する（RTR）ことを、DONET 広帯域地震波形を解析して、高精度な震源位置の時空間分布とメカニズム解を得ることで初めて明らかにした。

<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>

福徳岡ノ場の海底火山噴火に機動的に対応し、漂流・漂着軽石を分析・解析から、今回の爆発的な噴火メカニズムは、高温でガスなどの揮発性成分を多く含む玄武岩マグマの貫入で、マグマの粘性が桁違いに高くなり、玄武岩マグマから生じた多くの熱やガスがマグマだまりに溜め込まれた結果、爆発的な噴火につながったことを解明した。

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 H11 から得られた水中音響信号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>

現状把握・推移予測での活用のため、南海トラフ既存3次元P波速度構造モデルをマルチパラメータ化するとともに、今後のモデル構築・持続的改善の枠組みについて問題を整理・検討し、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、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。

① 海域観測による地震発生帯の実態把握
海底下で発生する地震は、陸域と比較して未だ実態の把握が大幅に遅れている。そこで、地震活動の現状把握と実態解明のために、広域かつ精緻な観測データをリアルタイムで取得する海底地殻変動・地震活動観測技術システムを開発し、展開する。特に、巨大地震・津波の発生源として緊急性や重要性が高い海域を中心に三次元地殻構造や地殻活動、断層物性、地震活動履歴等に係る調査を実施する。また、これら観測システム及び調査によって得られた各種データセットは、地震調査研究推進本部等、我が国の関係機関で地震発生帯の現状評価等に活

上記科学的成果として得られた、南海トラフ地震活動・地殻変動のデータと研究成果を気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会及び地震調査委員会に報告し、南海トラフ地震の現状評価に活用された。

上記科学的成果として得られた、福岡ノ場の海底火山噴火に関するデータや知見を気象庁や火山噴火予知連に報告し、火山活動評価に活用された。

【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、構築したモデルを付加価値情報創生部門の進める「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、付加価値情報創生部門との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。

研究を加速するため、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。

<技術開発>

既年度に DONET 海域に設置・展開された海底孔内傾斜計や光ファイバー歪計を用いた観測を長期継続するとともに設置手法と観測データ品質の関係について分析を進めた結果、高品質なリアルタイム海底地殻変動観測を行う技術が確立した。また、海底水圧計の現場校正技術を活用した広域での高精度な上下地殻変動評価が複数点で始まっている。

また、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により、日本海溝中部から北部及び千島海溝沿いの観測点を、巡回してデータを収録するとともに、観測の多項目化によって海

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・津波の実態説明と防災研究推進のための広域的な共同研究体制を構築する。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

海底地殻変動検出精度の向上に資するデータの取得に成功したことは、GNSS-音響結合方式による海底地殻変動の高品質かつ高頻度な観測を現実のものとし、これまで困難であったプレート境界浅部（海溝軸近傍）での固着・すべりの時間変化検出を可能とするものである。

海底ケーブル光ファイバーを使った DAS 観測技術の評価・展開のため、室戸海底ケーブルによる長期連続観測を実施し、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するとともに、海底地殻変動計測に適用可能な光ファイバー観測装置を開発し、室戸沖海底ケーブルで、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。これは当初計画にない新技術の開発であるが、海域での光ファイバーケーブルを使ったゆっくり地震や、ゆっくり滑り等海底地殻変動のリアルタイムモニタリングの実現に道を付ける特筆すべき成果である。

南海トラフの孔内観測点 3 点、海底傾斜計 1 点、海底光ファイバー歪計 1 点による海底地殻変動のリアルタイム計測を継続し、孔内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を維持強化し、得られたデータはサブ課題②を通して地震調査委員会等に報告した。

加えて、ウェーブライダー及び機構船舶を用いて取得された推定された GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測によって推定される変位速度場等の成果を、定期的に地震調査研究推進本部の地震調査委員会へ報告する体制を整備し、令和 4 年 1 月の地震調査委員会に初回の報告を行っている。

これまでの機構での海底ケーブルを使った光ファイバーセンシングの取組に基づき、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）が採択され、令和 3 年度の地殻変動観測計測のための新しい光ファイバー観測装置の開発につながるとともに、国内の海域・陸地の地殻変動観測研究コミュニティ

の連携が深化した。

<調査観測>

南海トラフの三次元的な構造探査観測から、室戸岬沖にはフィリピン海プレートの拡大軸に沿った尾根状地形が沈み込んでおり、尾根周辺は多数の小規模海山が分布するなど複雑な形状を示していること、その分布はスロー地震分布とよい相関があることを明らかにした。複雑な形状は拡大軸周辺の既存断層の再活動などによるものと解釈され、沈み込む海洋プレートの性質の違いがプレート境界断層の固着・すべり分布の不均質性に強い影響を与えていることを示した。また、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。

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、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。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。

中長期計画に基づき、部門、センター、グループ、個人の研究計画を立てることで、各自が中長期計画における位置づけを意識しながら研究に取り組めるように研究開発をマネジメントしている。特に大型の調査研究については、データ取得から成果発表まで数年以上を要することもあるため、センター長、グループリーダー等を中心として長期的な視点に立ち研究活動をマネジメントすることで、COVID-19 などの影響にも関わらず、大きな遅れもなく、ほぼ計画に沿って研究成果の創出までつなげられている。また、研究成果の最大化を目指し、基盤研究（A）などの外部資金も活用することで解析研究を加速している

本サブ課題は、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5年度まで）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。

・ 連続リアルタイム海底地殻変動観測に向けて、傾斜計等センサー設置と長期実証試験、水圧計較正データ取得を実施する。

DONET 1B-S1 点 19m 孔に設置した孔内傾斜計の完全な砂埋設を行い、傾斜計による海底地殻変動の長期評価を継続するとともに、傾斜計の孔内設置手法と観測安定度の関係について検討した (Kimura et al., JpGU, 2021)。また、DONET 水圧計の現場較正を 1B-08、1B-05、1D-15、2C-10 の計 4 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。また、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。これは、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行えることを実証するものである。

・ DONET 周辺での海洋変動の影響を評価する。

海中天気予報 (JCOPE) を DONET 周辺で適用することにより、黒潮蛇行に伴う海底圧力が減少した浅部にスロースリップイベントが伝播し、海底圧力が広域で増加したタイミングでスロースリップイベントが終息したことを学術的に示した (Ariyoshi et al., 2021 Frontiers in Earth Science)。同様の特徴は、米国 (USGS、ワシントン大学) との国際共同研究によってヒクランギでも確認されており (Gomberg et al., 2020)、本成果は地震の終息時期が海洋変動のタイミングで決まりやすいことを南海トラフでも実証した。

・ 光ファイバーセンサーの安定度評価を進めるとともに、成果公表を行う。

DONET 2F-S2 点海底に設置した海底光ファイバー歪計の長期評価を継続するとともに、光ファイバー敷設方法と得られる観測データ品質の関係について公表した (Araki et al., JpGU, 2021)。

機構の豊橋沖ケーブルを用いた DAS 観測や鹿児島県三島村・神戸大学との連携のもと鹿児島県三島村所有の喜界カルデラ周辺の海底光ファイバーケーブルを用いた観測、電源開発株式会社との共同研究

のもと津軽海峡の北本連系ケーブルの光ファイバーを用いたDAS観測を開始し、各地域の地震活動評価を進めた。また、公益財団法人鉄道総合技術研究所との強震動観測の共同研究においては、JR九州の線路近傍の光ファイバーケーブルを用いたDAS観測を実施し、観測中日向灘で発生した地震の観測に成功し、70 kmにわたって新幹線線路の地震時応答に関する貴重な観測結果が得られた。

室戸沖ケーブルで得られたDAS観測データの雑微動の解析からは、雑微動の生成メカニズムについての新しい知見が得られるとともに、有効な地下構造解析が行えることを実証した (Tonegawa et al., GRL, 2022)。このことは、海底ケーブルを用いた、地下構造のモニタリングが可能であることを示唆するものである。

海底ケーブル光ファイバーを使ったDAS観測技術の評価・展開のため、室戸海底ケーブルでのDAS観測をこれまでの短期的な観測から、観測装置を超安定レーザーを用い高感度化したうえで、長期連続観測に移行した。高感度な長期連続観測を実施できたことにより、室戸沖で発生した浅部低周波微動の稠密観測に世界で初めて成功した。

また、これまでの、DAS観測技術によって観測できる地震動のみならず、日から年周期の海底地殻変動計測にも適用可能な新しい方式の光ファイバー観測装置を開発した。開発した光ファイバー観測装置を用いた室戸沖海底ケーブルでの試験観測を実施し、80kmの距離まで光ファイバー歪を良好に観測できることを確認した。また、無人探査機によって自在に海底展開可能な海底光ファイバーセンシングケーブルの開発を実施した。これらは当初計画にはない新技術の開発であるが、科研費学術変革領域研究 (A)「Slow-to-Fast 地震学」など外部資金等によって取組を加速し、海域での光ファイバーを使った海底地殻変動のリアルタイムモニタリングの実現に道を付ける特筆すべき成果である。

- ・ 海底地殻変動データの無人自動データ取得システムによる広域データ取得・成果公表を進める。

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により、4月から5月の48日間に日本海溝中部から北部及び千島海溝沿いの17観測点を、また、10月から11月の29日間に日本海溝中部から北部沿いの7観測点をそれぞれ巡回してデータを収録した。10から11月の観測では、水温・塩分及び湿度センサーを追加して観測の多項目化を試行し、海底地殻変動検出精度の向上に資するデータの取得に成功した。観測頻度を上げることで、東北地方太平洋沖地震の余効変動場の時間変化を把握でき、プレート境界浅部（海溝軸近傍）での固着・すべりの時間変化が検出できるようになるとともに、今後の地震調査研究推進本部の長期評価等に成果が活用されることが期待できる。

・既存データにより南海地震震源域東部の詳細構造の解析を進めるとともに、構造を三次元的に捉えるための観測を実施する。中間評価時までの成果取りまとめ詳細工程に沿った成果公表を行う。

令和2年度までに取得した南海地震震源域東部から中部（潮岬から四国沖）における反射法構造探査（MCS 探査）データの解析を進め、詳細なプレート境界断層形状の三次元性や、断層物性を反映する反射波強度分布などの不均質性を広範囲で把握した。その結果、従来は巨大海山が沈み込んでいる可能性が示唆されていた室戸岬沖には、沈み込むフィリピン海プレートの拡大軸付近が尾根状地形となって沈み込んでいること、その上には多数の小規模海山（直径 10 km程度）が分布しているなど複雑な形状を呈していることが明らかになった。プレート形状の複雑さは拡大軸周辺の断層の再活動によるものと考えられ、スロー地震活動（sVLFE）分布とよい相関を示しており、沈み込む海洋プレートの性質の違いが沈み込み後のプレート境界断層の固着やすべりに強い影響を与えていることが分かった（Kimura et al., 2021, Island Arc）。さらに、巨大地震発生域であるプレート固着域の上端（南限）とsVLFE発生域の下限（北限）付近は構造の変換点であることなど、プレート固着・すべりの不均質性と地下構造の相関についても学会で報告した（Nakamura et al., 2021, SSJ など）。

南海トラフ熊野灘や室戸岬沖における掘削試料等の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数MPaの異常間隙水圧状態にある高圧間隙水圧帯がパッチ状に複数分布していることや、付加体内部の断層は間隙水圧が上昇するとスロースリップやクリープ性のすべり運動を惹起することなどを明らかにした（Hirose et al., 2021, JGR; Bedford et al., 2021, EPSL）。

米国、ニュージーランドの研究者との国際共同研究の枠組みで、南海トラフにおける過去 20 年間の機構の構造探査データと、それらの信号を Hi-net など陸上定常観測点で観測したデータをコンパイルし統合解析することで、海域から陸域まで南海トラフ地震発生帯の 3D 構造不均質の全貌を捉えた。その結果、潮岬付近の高重力異常帯下の貫入岩体の大きさが初めて明らかになったほか、貫入岩体の存在が沈み込む海洋プレートの変形や変質を引き起こしている可能性があることも明らかになった（Arnulf et al., 2022, Nature Geo.）。

南海トラフ西縁に位置し、九州パラオ海嶺が沈み込む日向灘において、MCS 探査に加えて深部の物性情報把握に有効な海底地震計を用いた構造探査（OBS 探査）を実施した。台風の直撃を受けるなど厳しい調査日程となったが、測線間隔を間引いた上で、直交測線を追加するなど工夫したことで、少ないデータでも地下構造の三次元性の把握に資するデータを取得できた。取得したデータは令和4年度中にプレート境界断層形状などのイメージング結果を得るべく解析を進めている。

令和2年度日向灘において実施した MCS・OBS 探査データの解析を進めた。OBS データについては波形インバージョン解析によって詳細なイメージング解析を進め、学会等で発表した。

南海トラフ DONET 海域において、地震探査データのレシーバー関数解析により堆積層内の詳細な S 波速度構造を求めた。この成果はサブ課題②に提供し、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」などで活用された。

- 千島海溝等重要海域での広域調査を実施するとともに、中間評価時までの成果取りまとめ詳細工程に沿って、日本海溝や日本海など既存データも活用した解析研究及び成果公表を行う。

千島海溝西端部から日本海溝北部にかけてのプレート沈み込み帯の大局的な構造把握を目指して、広域反射法地震探査を実施するとともに、取得データの解析を進めた。また、同時に取得した海溝外側アウターライズ海域における断層分布のマッピングも進めた。

地震観測データによると、東北地方太平洋沖地震時の巨大断層すべりは北緯 38 から 39 度付近に分布しており、北緯 39.5 度付近では大きなすべりは生じなかったと考えられている一方で、津波観測値を説明するには北緯 39.5 度付近も波源となっていた可能性が指摘されるなど、北緯 39.5 度付近の地震時の振る舞いは議論が分かれていた。そこで、差分海底地形を不確定性まで含めて慎重に再検討した結果、北緯 39.5 度付近の海溝軸近傍でも数 m 程度の鉛直変位を伴う変化が生じていた可能性を確認した。この変位量は北緯 38 から 39 度付近よりも有意に小さいが、津波波源となっていた可能性もある (Fujiwara et al., 2021, *Frontiers in Earth Science*)。

DONET や S-net を用いてプレート境界近傍の断層における地震学的性質の時間変化を解析し、巨大分岐断層からの反射波の振幅が潮汐に応じて変化することや、スロー地震活動に先行して地震波速度構造が変化することを示した。これらの結果は、地震発生帯における断層面の性質の理解や、流体移動と地震活動の関係解明につながることを期待される (Tonegawa et al., 2021, *EPS*, 2022, *JGR*)。

南西諸島南部におけるランダム速度不均質構造について論文として成果を公表 (Takahashi et al., 2022, *GJI*) するとともに、南西諸島北部の速度構造解析を進めた。

南西諸島沈み込み帯の背弧海盆である沖縄トラフにおいて、海盆中央部のリフト軸付近の詳細な地下構造と地震活動の b 値分布から、リフト軸周辺部における地震活動の活発化はマグマ貫入に伴う急激な応力変化によって惹起されており、熱水循環に関わる流体の影響は大きくなはいと解釈を誌上発表した (Arai, 2021, *EPS*)。

日本海プロジェクトで得た既存データに基づき、大和海盆の形成史などについて成果をとりまとめた。

- 地震探査及び地震観測データ解析技術や観測技術の高度化を進める。

海底地震計データを用いて深部構造のイメージングを可能にする解析手法 (リバースタイムマイグレーション) を開発し、日本海で

取得した海底地震計データに適用した。その結果、16 km間隔という非常に疎らなデータにも関わらず、深度 20 km付近のモホ面を連続的にイメージングすることに成功した。MCS 観測・解析ではイメージングできなかった構造境界であり、海底地震計データを用いたイメージング技術の有効性を示す結果である (Shiraishi et al., 2022, EPS)。疎らな海底地震計データを活用できる本手法の活用範囲は非常に広く、今後は標準的な解析技術として様々な場面で活用できると期待される。

海底地震計の運用の効率化、運用の低廉化、広帯域化などの開発・改良を進めた。

- ・ 今後の地震発生帯モデル構築を念頭に IODP 南海掘削試料等、沈み込み帯の地質試料の解析を進め、成果公表を行う。

室戸沖南海プレート境界先端の掘削試料の物性計測と掘削データ解析、さらにモデリングを組み合わせた融合的アプローチにより、パッチ状に広がる高圧間隙水圧帯が室戸沖スロー地震の発生に寄与している可能性を見出し、論文として公表するとともにプレスリリースをおこなった (Hirose et al., 2021, JGR)。また、紀伊半島沖南海掘削で採取された掘削カッティングス試料の弾性波速度、間隙率、強度の相関から、南海地震歪蓄積場における岩石の強度特性を明らかにした (Kitamura et al., 2021, G3)。さらに、同試料をもちいた摩擦実験から、南海トラフ付加体の断層は間隙水圧が上昇するとスロー地震を引き起こすような物理特性を示すことを明らかにし、地震観測データと整合的な結果になることを報告した (Bedford et al., EPSL)。

- ・ 南海トラフ等重要海域において、地殻変動観測を行う。

南海トラフの DONET-1、DONET-2 に設置接続した孔内観測点 3 点、海底傾斜計 1 点、海底光ファイバー歪計 1 点による海底地殻変動のリアルタイム計測を継続し、浅部ゆっくり滑り等が発生した場合には、国に報告できる観測態勢を維持強化した。

伊豆大島沖には長期観測水圧計の設置を 1 点に行い、長期的な海底水準変動の計測を開始した。

「かいめい」の船底音響送受波器の不具合対策としてマッチングボックスの改造を行ったうえで、KM21-04 航海中に福島県沖及び宮城県沖の観測点における GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測を実施した。また、取得されたデータを解析した結果を基に変位速度場を推定した。

- ・ 地球深部探査船「ちきゅう」航海等によって得られた既存地質試料の分析による地震発生履歴に関する成果とりまとめ、公表を行う。IODP 航海による東

「ちきゅう」の航海によって得られた御前崎の試料の高精度年代モデルのための地磁気永年変化の測定を終了し解析を開始した。日本海溝地震発生履歴研究においては地磁気永年変化年代モデルか

北沖地震震源域での試料採取を実施し、処理解析を進める。

・ 歴史津波の波源に関する成果公表を行うとともに、成果を後述の「②地震・津波発生過程の理解とその予測」において活用する。

・ 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を行う。その結果を知見として、国、自治体、関係機関への情報提供を行うとともに、新たな提供先の検討を進める。

・ アジア太平洋地域での共同研究の実施と新たな共同研究策定に向けての実施計画を作成する。

ら、地震起源のタービダイト層の詳しい年代を見積もった。その結果、2011年、1454年、869年の他に2300年前のタービダイト層が日本海溝周辺に広く分布していることが分かった (Kanamatsu et al., 2021, Marine Geology)。IODP 航海による東北沖地震震源域での試料採取を実施し、その試料処理を開始した。

安政東海地震の波源断層モデルの再評価を学会にて成果公表するとともに、安政の東海地震と南海地震の発生時間差について、従来の歴史記録に比べて時間分解能の高い北米の津波観測記録を利用して詳細に検討した結果、おおよそ31時間の時間差で発生したことがわかり、歴史記録からの推定と調和的であった。このことは歴史資料による巨大地震の有感時刻精度を評価する上で重要な結果である。(Kusumoto et al., 2021, PEPS)。

ウェブグライダー及び機構船舶を用いて取得された推定されたGNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測によって推定される変位速度場等の成果を、定期的に地震調査研究推進本部の地震調査委員会へ報告する体制を整備し、令和4年1月の地震調査委員会に初回の報告を行った。ウェブグライダーを用いた海底地殻変動観測について4回テレビ・ラジオ等の取材を受け、いずれも放送された。

南海トラフや南西諸島における地下構造探査の成果はサブ課題②の取組による3次元地下構造モデルの基盤情報となり、地震調査研究推進本部の委員会等で報告された。また、日本海溝域における過去約20年間にわたる反射法地震探査の成果に基づく堆積層構造情報を、民間企業の地震動早期予測システムの高度化のために提供した。

ニュージーランドヒ克蘭ギ沈み込み帯で国際的な共同研究（日本、ニュージーランド、米国、英国）の枠組みで実施した大規模OBS探査データを活用した研究を進め、プレート境界断層すべりの不均質性と上盤プレート構造の関係性などを明らかにした (Gase et al., 2021, JGR; Bassett et al., 2022, GRL)。

アジア太平洋地域に展開している地球物理観測網の運用を現地機関と協力して実施するとともに、ネットワーク維持管理のためのソフトウェア改修やサーバー更新、センサー更新にむけた試験などを行った。

カナダNRCanやドイツGEOMARと共同で、カナダ太平洋岸のカスカディア地震発生帯における海底地震観測の実施計画を策定し、令和4年度の観測実施に向けて準備を進めた。またベンガル湾の沈み込み帯調査実施にむけて、米国ラモント研究所と協力して準備を進め

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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

不確かさを定量化した現状把握手法を開発し、観測点から遠く解像度のない場所で、2つの極大値を持つ推定値の頻度分布を評価できた。これは、現状把握結果を推移予測に供給することで複数の推移シナリオを重み付きで扱うことが可能となることを示したものであり、AGU Research spotlight にも選出された。また、DONET 広帯域地震波形を解析して高精度な震源位置とメカニズム解を得ることで、陸域観測だけでは困難だった浅部超低周波地震活動の詳細な時空間変化を初めて明らかにした。

本サブ課題の成果は、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年度から令和5年)等を通して、地震調査研究推進本部の各部会や分科会に提供し、令和3年度公表された日向灘・南西諸島の長期評価のように活用されている。

中長期目標期間後半の先取りで今後のモデル構築・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。

南海トラフで発生したゆっくりすべりの変化やそれに伴う超低周波地震や低周波微動の活動を、気象庁南海トラフ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。

付加価値情報創生部門の進める「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、企業の担当者にチュートリアルを実施した。

本サブ課題は、前述の南海トラフ地震調査研究プロジェクトに加えて、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

- ・データ取得を進めるグループと予測研究・モニタリング研究を進めるグループで共同して進めるための中間評価までの工程に基づき、南海トラフ等特定の地域の三次元地震発生帯地下構造モデル構築を進め、初版モデルを完成する。
- ・日本周辺海域・沿岸域の三次元プレート構造モデルと地震波速度構造モデルを構築する。

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、中長期目標期間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)で提言した。

他機関の公表済みデータを追加して、南西諸島海溝域～南海トラフのプレート形状モデルを更新した。
全国一次地下構造モデルに基づいて構築した有限要素法モデルを

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年度から令和3年)、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年度まで令和5年)等の外部資金を獲得して実施している。さらに、「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。

また、「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」には、本サブ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等実装される研究開発体制も含まれている。

さらに、防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、その元で、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。

<ul style="list-style-type: none"> ・地殻活動データの解析を進め、3D モデルを用いたプレート固着の現状評価に関する成果公表を行う。 	<p>用いて、南海トラフ沈み込み帯広域の静弾性変形グリーン関数を計算し、プレート境界での固着・すべり分布の推定を行う準備を整えた。</p> <p>プレート境界断層固着・すべり分布の、不確かさを含めた新たな推定手法の開発及び実データへの適用を行い、ガウス分布に従わない推定誤差の評価や観測データ間の重みの客観的最適化が可能であることを示した (Tomita et al., 2021, JGR)。不確かさを定量化した現状把握結果を推移予測に供給でき、複数の推移シナリオを重み付きで扱うことが可能となる。</p> <p>1944 年東南海地震震源域の浅部延長で発生した超低周波地震の活動域が、深部と同様に拡散過程の理論曲線に沿って移動することと規模の小さな微動と同様に、時折逆向きに高速伝播することを、DONET 広帯域地震波形を解析して高精度な震源位置の時空間分布とメカニズム解を得ることで初めて明らかにした (Yamamoto et al., 2022, EPS)。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・プレート固着推移予測のためのデータ同化手法の高精度化を進め、推移予測の試行を行うとともに、その成果公表を行う。 	<p>DONET 海底圧力計を用いた補正を孔内間隙圧に適用することで、海洋変動起源のノイズを数割程度に軽減させ、ナノスケールレベルでの検出に成功した (Ariyoshi et al., 2021)。これにより、変化が捉えられた期間が拡張され、推移予測精度の向上につながるものとなる。</p> <p>上述の通り、不確かさを定量化した結果を供給できる現状把握手法を開発し (Tomita et al., 2021, JGR)、複数の推移シナリオを重み付きで扱うための準備を整えた。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・地震以外の津波発生源や漂流物予測等を取り込んだ即時津波被害予測システムに関する成果公表を行う。 	<p>津波による瓦礫は被災後の救援対応計画などに大きく影響する。津波予測システムへの実装を目指し津波瓦礫評価手法を構築し、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)。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・被害予測を取り込んだ予測システムの社会実装を行う。 	<p>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。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・国等へのデータと成果の提供を進める。 	<p>孔内間隙圧による体積歪及び DONET 地震計による地震活動のモニタリングを通じて、スロースリップイベント (令和 4 年 8 月、令和 4 年 1 月) の即時検知に成功し、気象庁検討会・地震調査委員会に速報として報告した。</p>

南西諸島海溝域～南海トラフのプレート形状モデルを更新し、国・関係研究機関等へ提供するとともに、機構の地殻構造データベースサイトにて、提供案内ページを作成、公開（DOI 申請済み）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、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。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

年度計画を達成したのみならず、福徳岡ノ場の火山噴火対応では、年度計画にはない機動的対応を実施し、大きな科学成果をあげた。鬼界カルデラ研究では、研究航海を実施するだけでなく、光海底ケーブルを利用した火山観測プロジェクトの成果もあげ、令和 4 年度以降の成果発表への準備が整った。国際監視システムのハイドロフォンアレイ観測点のデータを利用した常時海域火山観測システムの開発を進め、福徳岡ノ場の噴火では観測システムの試験に成功した。西之島火山の研究が大きく進み、学会や論文での多くの発表を行い、想定以上の成果をあげた。さらに、西之島や福徳岡ノ場に関連したアウトリーチは大きく注目され、テレビ、新聞等で大きく報道された。

気象庁の火山噴火予知連絡会へ火山活動評価に資する福徳岡ノ場火山に関する 3 回の報告をした。これまでの活動が評価されて、予知連の火山活動評価検討会に委員として加わり、評価検討会を通じて、直接、研究成果を気象庁に報告した。

原子力規制庁との共同研究を開始し、鬼界カルデラ研究では、調査機会や取得データの提供を行い、国の原子力政策の火山活動評価データとして活用された。

研究計画書にもとづいて、センター、グループ、個人のそれぞれにおいて年度計画を進め、全体の管理を行うと同時に、状況に応じた柔軟な計画変更も行い、研究成果の最大化を図っている。中長期計画を達成するために、複数年の研究計画を念頭に単年度の研究計画のマネジメントを行っている。さらに、自由な発想に基づく、研究者個人及び機構内外との共同研究も積極的に進め、世界をリードできる成果の創出に

- ・ 令和2年度に実施した無人自動観測システムの評価に基づき、システムの改良を行い、新たなデータ取得を進める。

福徳岡ノ場における海底火山噴火に際して、国際監視システムのハイドロフォンアレイ観測点で噴火にともなう水中音響信号を検出することに成功した。これは海域火山における常時監視への道筋をつける大きな成果であり、その成果は気象庁の火山噴火予知連絡会や国際誌 (Metz, 2022, AST) へ報告した。

西之島で実施したドローンによる遠隔無人空中磁気測量データを用い、データサイエンスを活用してスパースモデリングによる西之島地下の磁化構造を明らかにした。火口周辺に検出された円環状の高磁化帯は、1973年に噴火したマグマが冷えて磁気を獲得した後、2013年の噴火によって中心部の磁気を失うことで形成されたと解釈され、その科学成果は学会誌からプレスリリースされた (Tada et al., 2021, EPS)。

西之島海域に投入したマーメイドにより、西之島火山活動データの収集を行った。

- ・ 大規模カルデラでの火山体構造探査の実施し、成果をまとめる。

鬼界カルデラ周辺海域でエアガン-OBSによる鬼界カルデラ構造探査を実施した。

サブ課題①で得られた成果を活用して、上記の構造探査の前から鬼界カルデラ周辺の既存海底ケーブルを用いたDASによる試験観測を実施し、カルデラを通過するエアガン信号が減衰することを見出した。さらに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、火山活動のモニタリングに有効であることを示した (中野・他, 2021, 地震学会、火山学会)。

つながっている。

具体的には以下のとおり。

福徳岡ノ場火山に関しては、大量の軽石が社会的な問題を引き起こしたことを受けて、機動的な研究を行うと同時に、積極的なアウトリーチを行い、テレビや新聞等で大きく取り上げられ、国民の海域火山リテラシーの向上に大きく貢献した。

原子力規制庁や海上保安庁との共同研究を進め、その成果を気象庁の火山噴火予知連絡会等へ報告することにより、知見の提供を積極的に進め、国の政策の検討に貢献した。

外部機関との共同研究によって進めてきたオントロジー研究において、大きな科学的成果を創出できたのは、自由な発想に基づく共同研究を積極的に進めた結果である。

・ 海域火山での岩石採取を行い、その分析を進めるとともに、これまでの結果の成果公表を行う。

鬼界カルデラとその周辺において、海底設置型掘削装置による海底火山岩採取とテフラ試料を含む採泥を実施した。令和2年度までの調査で得られた試料の化学分析を実施し、二度のカルデラ噴火の間で起きた噴火準備過程と、直近の噴火から現在までに起きている海底火山活動の履歴やマグマの温度状態を明らかにした。さらに、鬼界カルデラに関連した火山灰化学組成データベースの作成と、それを基に未知の火山灰試料の同定を行うための数理統計的解析手法を開発し、実際の分析データを用いて手法の有効性を実証した。

8月13日の福岡ノ場の海底火山噴火で大量の軽石が噴出・漂流した事を受けて、機動的に軽石の採取・分析を行った。軽石の分析結果の速報を9月に火山噴火予知連絡会に報告するとともに、日本火山学会で発表した。JAMSTEC コラム、朝日新聞のウェブマガジン論座及び日本地質学会の地質ニュースでも解説をおこなった。さらに詳細な解析により福岡ノ場火山が爆発的な噴火に至ったメカニズムが明らかになり、論文で研究成果を公表し(Yoshida et al., 2022, Island Arc)、プレス発表をおこなった。

西之島の噴火に関して、東大地震研との共同研究で Maeno et al. (2021, *Frontiers in Earth Science*) が出版され、2013年から2020年にいたる西之島の変化の詳細が明らかにした。アウトリーチも積極的にを行い、メディア (NHK の ETV 特集、サイエンス ZERO、コズミックフロント) 等で大きく取り上げられた。

・ 国内外の研究者と連携し IODP 海洋地殻掘削提案書のプロポーザルを作成する。

日本が主導する複数の海洋掘削プロジェクトを、学会誌の特集号としてまとめ、研究コミュニティに情報提供をした。

地球最大の火成活動によるオントンジャワ海台の成因について、提案した仮説を検証するために提出したオントンジャワ海台掘削提案は、科学面の審査を通過させ、掘削実現に向けた準備を整えた。

・ 単体の火山からよりグローバルな規模で火山活動の現状把握とマグマや流体生成から噴火に至る噴火過程・様式の研究を進めるとともに、火山研究機関等と本取り組みに関する共同研究の成果発表をし、成果の活用を進める。

地震波データの数理解析に基づき、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)。IODP 掘削で得られた岩石試料の組成に基づき、Naturalist 海台の形成と大陸分裂の関係を明らかにした (例えば、Lee et al., JGR, 2021)。IODP 堆積物試料の組成に基づき、REE 泥の堆積環境を明らかにした (Tanaka et al., *G-cubed*, 2021)。

海洋島弧の火山島の成長過程とマグマ組成の詳細な変化を明らかにした論文 (Maeno et al., 2021) は、同じような地殻構造を持つフングトンガーフンガハーパイ火山にも適用できるものである。

マグマ溜まりやマンツル対流で広く機能している水平対流について、基本場が安定成層である場合の流れ構造の発達過程を実験で明らかにした (Noto et al., 2021, *Phys. Rev Fluids*)。さらに、乱流的な熱対流がもつ大規模な循環構造に縄跳のような周期的な回転が

・グローバルスケールでの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の解明のため、環太平洋域でのデータ取得、データ解析・試料分析を進め、その成果公表を行う。

・火山と地球内部研究から得られた知見や成果を、国、自治体、関係機関等への情報提供を行う。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

DAS 観測の地震観測以外への適用可能性については、期待される成果の具体像を描くことが求められる。さらに、適用範囲は一般的な海洋観測項目だけでなく、海底鉱物資源開発や二酸化炭素回収貯留技術（CCS）の各種モニタリング手法としても期待されることから、幅広い分野へ

内在することを見出し、その特徴を実験とシミュレーションから明らかにした（Akashi et al., 2022, J Fluid Mech）。

海底と海洋島における広帯域地震観測で得られたデータを用い、表面波トモグラフィーによって、オントンジャワ海台は熱組成マントルブルームによって生成され、熱組成ブルームの溶解残り物質がリソスフェアの下部に底付けされていることを明らかにした（Isse et al., 2021, Comm. Earth Env.）。さらに、P波トモグラフィーから得られた現在のマントル構造異常によって、オントンジャワ海台と海溝の衝突によって沈み込むプレートが断裂し、現在の太平洋プレート直下に古太平洋プレートが横たわっている姿を明らかにした。その滞留するプレートによって下部マントルからのブルーム上昇流が遮られてシート状の上昇流を生じ、カロリン火山列を形成したと解釈される（Obayashi et al., 2021, Sci. Rep.）。

海底堆積物の ^{18}O 同位体分析に基づき、白亜紀の大規模火成活動と海洋環境変動の関係を明らかにした（Matsumoto et al., Geology, 2021）。安定同位体比を基に、マントル物質循環における沈み込む海洋地殻の役割を明らかにした（Wang et al., EPSL, 2021; 他二本 JGR, GCA）。

三次元全球マントル対流計算からプレート内応力場を解析する新たな方法を開発した（Yoshida 2022, Tectonophysics）。

南鳥島周辺の深海掘削試料に磁気バクテリア由来の磁鉄鉱を見出した。これは磁気化石が深海堆積物に広く分布することを示唆する（Usui and Yamazaki, 2021 G-cubed）。

海域カルデラ火山研究において、原子力規制庁との共同研究を開始し、鬼界海底カルデラ研究では、調査機会やデータ提供を行い、カルデラ研究で得られた情報・知見を提供した。

気象庁の火山噴火予知連絡会の評価検討会のメンバーになり、火山活動評価に資する福徳岡ノ場調査データを提供し、火山防災・減災に貢献する知見や成果も提供した。

【指摘事項に対する措置内容】

DAS 観測に関しては、現在地震・津波・火山活動観測を中心にデータ特性の把握、精度・処理システムの高度化等を進めるとともに、エネルギー関係、CCS 関係への応用の検討を開始した。具体的には、地熱開発における DAS の活用方法と懸案事項の検討のため、地熱開発を進める民間企業との意見交換会を開始し、今後も定期的に情報共有を進めることとした。また、CCS プロジェクトを進める大学関係者によるセミナー、意見交換会を実施し、機構の観測・解析技術の CCS

の技術提供につなげられる仕組みを構築することが望まれる。

主に海域における火山活動に関する研究開発については、気象庁の火山噴火予知連絡会にデータを報告し、火山活動評価に活用されるなど重要な成果が出つつあり、一定の進捗は見受けられるが、まだ大きな成果は出ていない。引き続き噴火災害軽減に貢献する成果創出に期待する。また、令和3年度から同連絡会の検討会にメンバーとして加わるということであるので、今後の活躍・貢献に期待する。

主に海域における火山活動に関する基礎研究を強化する必要がある。現在は観測が中心であるが、物質科学の観点も必要である。

付加価値情報創生部門の AI・機械学習の知見を持つメンバーとの共同研究を行うとともに、付加価値情報創生部門との共同研究体制を構築するなど枠組みの整備は進められているが、数理科学的手法分野との連携はまだ十分とは言えない。AI 技術導入や膨大なデータをどのように生かすかなどについて更なる検討が必要であり、具体的な成果に結び付けることが求められる。

既に、国内外の研究機関や民間企業との共同研究は推進されているが、民間企業からの受託費を伴う共同研究の更なる

への応用を議論した。今後も引き続き CCS プロジェクトへの海域地震火山部門の参画の可能性を検討することとした。上記の機会を通して、今後の DAS 観測における懸案として大量データのリアルタイム処理にあることが明らかになり、この問題に対応できる研究員を採用するための研究員公募を進めているところである。

現在の西之島火山活動に関する重要な科学成果が出ており、論文を準備中である。既に火山噴火予知連絡会の検討委員会に加わり、令和3年度前半だけでも、西之島や福徳岡ノ場の海底火山に関する重要な報告書を提出している。また、福徳岡ノ場海底火山の軽石漂着に関して、国等の機関に情報提供を行い、その科学成果についてのアウトリーチを積極的に進め、研究論文を投稿中である。

論文数等について観測研究よりも物質科学観点からの研究成果が数多く出ており、基礎研究の方がより進展していると言える。

海域地震火山部門においては、付加価値情報創生部門との共同研究体制で科研費の申請を行った。また、企業と進めていた AI 技術導入の研究開発に付加価値情報創生部門との共同研究者も加わることで連携を強化し、地震波到達時刻読み取りやエアガンによる人工震源によるノイズ除去などの膨大な作業の自動化・高効率化を進める解析を始めた。付加価値情報創生部門の数理科学的手法分野との連携としては、3次元不均質構造を取り入れた膨大なメッシュデータの大規模モデルで計算した応力場を可視化する手法の高度化を行った。さらに、地震調査研究における AI 技術導入を促進するための地震防災研究課のプロジェクト (Star-E) に研究協力者として複数のメンバーが加わるなど、数理科学的手法分野との連携をさらに進めた。

今中長期目標期間移行後も継続的に運営費交付金以外の研究費の獲得も視野に、開発した先進技術や観測及び解析層置の提供をベー

増加が期待される。

【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。
- 得られた成果を国や関係機関に提供し、地震発生帯の長期評価等へ貢献しているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

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

(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

スに地方公共団体、ライフライン企業等とのコラボレーションを進めており、連携先の拡大はもとより研究費の提供も徐々に実績が上がってきているところである。

(モニタリング指標)

- ・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

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

得られる全てのデータを連携する手法と、連携された膨大なデータの高効率かつ最適な処理を可能にする数理解析手法を開発し、相互関連性を見いだすための研究開発を行う。これらの実行によって、地球システムに内在する未知なる因果関係（環境変動を介在した地殻活動と生態系変動の関係等）を抽出するとともに、得られた解析結果を活用し、これまでにない視点から様々な利用者のニーズに即して最適化された情報の創生を目指す。

そのため、1) 多様な数値解析とその検証に係る手法群の研究開発、2) それらの数値解析結果を活用した情報創生のための研究開発、3) 数値解析や情報創生を効率的に実行する機能を備えた実行基盤の整備・運用に取り組む。

また、前述の利用者のニーズに最適化した情報を広く発信することによって、政策的課題の解決や持続的な社会経済システムの発展に貢献する。さらに、本取組の国内外の関係機関への拡張を試みることで、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。

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」>

パターン形成に関する成果は、化学強化ガラスの破壊過程をほぼ完全再現しており、共同研究を通じて産業界への技術移転に進展が期待され、年度計画を上回る成果である。

流体力学的最適化に関する成果は、魚の遊泳行動の最適化メカニズムを解明し、関連特許出願を基に知財形成へと着手し、年度計画を上回る成果である。

粒子法を軸とした「数値解析リポジトリ」の開発とカスタマイゼーションについては、受託研究を柱とした産業界への貢献と、海底資源、地熱エネルギー開発と言った国家プロジェクトに貢献するものであり、年度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プット「複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性を発見・解明」に該当>

新たに開発された積雲対流スキームについては、マッデンジュリアン振動(MJO)、熱帯低気圧及び大雨の予測可能性を拡大する成果であり、年度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」>

米国、インド、中国との連携を推進するとともに、気候と海洋-変動・予測可能性・変化研究計画(CLIVAR)や北太平洋海洋科学機構

(PICES) への貢献も継続し、CLIVAR Exchange で2特集を編集した。また、国内でも幅広い共同研究を軸に連携を更に進展した。成果は共著論文としても具体化するなど年度計画を上回る成果である。

海洋ごみ課題では、海外機関や地方公共団体との共同研究を開始する等、関係機関との連携が順調に進展し、海洋ごみ問題に市民参加を導入するなど年度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「政策的課題や社会的課題の解決への貢献」>

粒子法コードの商用化により、利用ユーザの裾野拡大が期待されるものであり、年度計画を上回る成果である。

高性能流体が幾つかの公開 MHD (全速度磁気流体) パッケージに試験導入されるなど、順調に普及が進展し、年度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」>

海洋将来予測データがナショナルデータセットとして国・地方公共団体のレポートに活用されるなど、年度計画を上回る成果である。

軽石漂流シミュレーションを SNS や動画サイトから緊急的に発信し、国や地方公共団体の軽石漂着対策に活用されるなど、年度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

① 数値解析及びその検証手法群の研究開発

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

令和3年度には、以下の事項を実施する。

- ・ 令和元年度から実施したフィージビリティスタディを基に、「数値解析リポジトリ」のグランドデザインを完成させる。具体的には、地球流体シミュレー

「数理科学的視点による魚の遊泳行動メカニズムの理解」

従来の通説では、魚の波打ち運動による推進力には波打ち振幅と周波数の両方が強く寄与しているとされていた。しかし、実際の魚は、周波数のみを速度制御パラメータとして使用し、波打ち振幅は

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。令和4年度は当該改善を踏まえた Plan（計画）に基づき研究開発を実施する。具体的には、「四次元仮想地球」プロジェクトの全体像から、バイオコンテンツ不足が課題であることを認識し、その解決に実現可能なテーマを設定し着手したことや、「数値解析リポジトリ」の新規項目として「流体力学的最適化」を立ち上げた。これ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。

魚の遊泳行動メカニズムについては、従来、遊泳行動として理解されていたことを、数理をもって覆し証明したものであり、流体力学的最適化に関する科学的意義の大きい成果である。なお、「数値解析リポジトリ」の令和3年度の新規項目として立ち上げたものである。

周期境界ブロックの開発と実用的な技術開発については、剥離の力学モデル高度化、大規模数値砂箱実験による論文賞など学術的成果に加え、手法群の有用性についてはデータ処理技術開発（付加価値情報創生部門と海域地震火山部門による協力）での多数の論文により示されており、科学的意義の大きい成果である。

以上、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など、期待を上回る、計画以上の達成と判断した。

タ、粒子法、プラズマシミュレータ、同期現象モデルなど多岐に渡る数値解析手法の開発及び整備を行う。また「数値解析リポジトリ」の実施機器である地球シミュレータでの資源配分を決定し、機構内外の利用を促進する。加えて、機構内の各研究開発部門とも連携し多くの学際研究の実現可能性の探索を継続する。

- ・数値解析結果に対する品質と信頼性を担保するために、令和元年度から構築している理論と定式化に基づく可視化手法のプロトタイプ開発を運用版として完了させる。

ほとんど変更せずに泳ぐ。本研究では、計算流体力学を用いて「魚は波打ち運動の振幅を一定に保ちつつ、周波数のみを制御することによって、遊泳運動のエネルギーを最適化している」ことを示した。従来の誤った通説を覆し、「単位距離エネルギー消費最小化 ≠ 推進効率最大化」の原理を解明し、魚の波打ち運動の「物体と波動の二重性」の流体力学的性質を示した。

「外力の作用なしに自発的に「進み・止まる」破壊現象の解明」

残留応力場が材料の強度や壊れ方に大きな影響を与えることは知られているが、残留応力場と亀裂進展の相互作用を分析する手がかりがなく、これを表現できる数値解析手法は存在しなかった。そこで、「動的亀裂進展・弾性波伝播・残留応力場の解放と再分配」を同時に扱うことができる動的破壊進展解析手法を開発し、世界で初めて「残留応力場での動的破壊進展過程」のシミュレーションを可能にした。

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。

市民科学として、社会問題を市民とともに解決へとつなげるビーチクリーンイベントを通じたデータ収集を実施した。

「数値解析リポジトリ」の流体計算アプリ候補として、混相乱流現象の解明と解析に関する大規模流体計算法の開発と応用範囲を拡大した。

ラグランジアン雲モデル及び粒子分布データ解析ツールの有用性を実証した。

「周期境界ブロックの開発と実用的な技術開発への展開」

粒子シミュレーションにおいて、しばしば任意の幾何形状にランダム充填された粒状体の作成が必要となるが、その低コストな作成手段は自明ではない。そこで、全面周期境界な立方体に均質に敷き詰めた粒子データ(周期境界ブロック)を開発した。地盤研究における有効性を示すために3軸圧縮実験によるキャリブレーションを実施し、粉体物理としての考察を行った。その結果、周期境界ブロックの生成コストと、その集合体が模擬するランダム充填供試体の品質にトレードオフ関係があることを見出した。また、これを阿蘇地すべりの再現に適用した。

粒子法における地盤・岩石実験再現等の実用的な技術開発を実施した。

全速度コードの性能検証及びオープン化(公開MHDパッケージに試験導入)を進めた。

剥離の力学モデル高度化、大規模数値砂箱実験による論文賞など学術的成果に加え、データ処理技術開発(付加価値情報創生部門と

海域地震火山部門による協力)での論文数の多さは手法群の有用性を示した。

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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

・令和元年度から実施したフィージビリティスタディを基に、「四次元仮想地球」のグランドデザインを完成させる。具体的には、海洋・地球・生命のデータの特定のユーザを選定し、ユーザにとって使い易いデータの統一的流通の形と、そのためのデータの収集・

いまだに季節予測が困難な西部北太平洋域の台風発生数について、特に夏季前半にはEl Nino Modoki 的な海面水温に強く影響されることが示された。これは、今後、海面水温の季節予測と合わせ、台風の発生数の季節予測につながる成果である。

準全球での海洋データ同化システムを構築し、1993年以降の再解析データを創生した。日毎河川流出を取り入れている点が大きな特徴であり、沿岸付近の塩分分布も精度良く再現した。このデータを

マルチモデルによる気候予測システムの開発については、海氷初期化も季節予測システムに取り入れるとともに、世界的にも最先端となる日毎の河川流入も導入した準全球渦解像海洋データ同化システムの開発、再解析データの作成、参照論文の投稿へと至ったことは想定以上の進捗であり、科学的意義の大きい成果である。

パターン形成に関する成果は、化学強化ガラスの破壊過程をほぼ完全再現するものである。この完全再現は、先端的な数理を利用して初めて実現できたものである。また、この成果は、共同研究を通じて産業界への技術移転が進んだ。

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。

機能の方法を明示し、一部、開発されたプログラムの利用を実現する。また、プラネタリウムを想定した、四次元データの可視化手法を「四次元仮想地球」のデータで利用できるようにする。

- ・ 観測データ等を基にした地殻と都市の解析モデルの構築と、それを使った地震被害シミュレーションによる付加価値情報の創生を継続して行う。また、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に関する付加価値情報の創生を継続して行う。

初期値とした予測実験も開始した。

「粒子法コード：DEPTHの商用化」

令和2年度の「付加価値情報創生システム」のグランドデザイン調査の結果、大規模粒子法コードDEPTH (DEM based Parallel multi-physics simulator) にニーズがあることが分かったため、令和3年度にソフトウェアを商用化した。

黒潮予測や軽石漂流シミュレーションに代表される最先端の海洋予測モデル(J-COPE)による付加価値情報を創生した。これにより、黒潮蛇行がスロースリップイベントの領域拡大及び終息に対して影響を及ぼしている可能性が示唆され、台風によって湾内に流入したプラスチックの多くはただちに湾外(外洋)へ流出することを明示した。

海況変動データと漁獲対象魚種に関する資源分布データとの統合化により海洋生物資源分布を推定・予測する統計モデルを構築して、水産資源の変動メカニズムを解明するとともに、漁況予測精度を向上させて、国内外の漁業情報サービスに資する情報創生を行う。

「四次元仮想地球」でのバイオコンテンツの充足として Genomable プロジェクトを立ち上げた。

サイト地震動評価プロジェクトにおいて、地震被害シミュレーションを企業が使えるように整備・チュートリアルを実施した。

マラリア予測の他、コレラ予測モデルの開発を進めるとともに、エネルギー分野の応用につながる日本域の気温予測を実施し、気候予測の農業への応用例を提示した。

「四次元仮想地球」の具体形として、「四次元仮想地球」プロジェクトページを作成し、公開した。

海洋プラスチックの断片化の新しい理論やオーストラリア北西部の陸棚地域に沿った底流の新しいメカニズムなど、「四次元仮想地球」での情報創生につながる成果が得られた。

領域海洋-大気結合モデルにより日本の豪雨の予測可能性を実証した。

漁場推定モデルをユーザニーズに合わせた形で複数種構築し、高精度化のためのデータ収集ツールを構築した。

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、地方公共団体及び民間企業のユーザニーズ

に合わせた漂流予測シミュレーションや養殖生簀・定置網でのバイオマス推定技術を確立した。

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、拡充等の推進に資する。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

- ・「数値解析リポジトリ」の実行基盤として、最適な高速計算機の利用に向け、運用体制を構築する。その際、新たな運用として、数値解析手法の改良・高度化に着手する。
- ・実行基盤の整備においては、国内外機関との相互共有も考慮し、特に、データ連携の動向に合わせて、相互共有のための適切なシステムの開発を継続する。
- ・「数値解析リポジトリ」の他「四次元仮想地球」も考慮し、効率的に実行基盤

ヘテロ計算機環境である「地球シミュレータ」を活用した効率的なシミュレーション実行のための技術開発を進め、微気象予測の高精度化技術開発と応用範囲を拡充した。

「地球シミュレータ」の試行運用と多数の利用サポートの実現、大型計算機システム(DA)の安定的運用を計画通りに実施した。

日本海洋生物多様性情報連携センター(J-OBIS)の活動推進を継続した。

安定的な施設運用として、コロナ禍におけるデータアーカイブ業務等の事業継続性確保のためのガイドラインの改訂、運用を行い、業務停止を最小限に抑制した。

国際海洋環境情報センター(GODAC)20周年事業としてオンラインイベントや記念ページ作成、名護市広報誌での情報発信を実施した。

ポストDAの導入について、データ解析やデータ公開を行っている研究者からなるワーキンググループを設立し、令和3年11月から週

情報セキュリティインシデント対応があったものの、「地球シミュレータ」の試行運用と多数の利用サポートの実現し、大型計算機システム(DA)の安定的運用を計画通りに実施した。

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。

ポストDA導入を検討し、ネットワーク整備等を計画通り実施し、効率的に実行基盤を運用することを継続した。

以上、コロナ禍及び情報セキュリティインシデントの対応がある中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、計画どおり達成と判断し、本サブ課題を「B」と自己評価した。

を運用することを継続する。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

世界初の全速度磁気流体シミュレーションコードを開発し、世界標準化されたとのことだが、どこで、どのように活用されているかについても示すことが求められる。

AI を更に生かすなどの発展が期待されるが、本取組の進捗がやや遅いと考えられる。これまでにない分野であり、機構の研究者のみではなく、他研究機関との連携の下で進めていくことが望まれる。

数理科学的手法に関し、依然として伝統的なモデル駆動型アプローチが主流のようであるが、データ駆動型アプローチとの融合による、独創的な手法の開発が期待される。

完成形の「四次元仮想地球」に対する現在の進捗状況（完成度）を可視化することで、機構内外のモチベーション向上、潜在的な付加価値の発掘に資する情報発信のツールとして活用できると期待される。労力・コストを勘案の上、検討していくことが望まれる。

機構内外の様々な分野との連携に努めており、そのために「数理科学のガイド活動」や「戦略策定と連携のための準備」を進めているが、このような枠組みが作られたことからどのような成果が生

1 回程度の頻度で開催した。情報セキュリティインシデント対応を考慮したシステム構成を検討した。これにより、「地球シミュレータ」調達から継続して研究と運用の一体化を促進した。

【指摘部分に対する措置内容】

当成果は既に公開 MHD（磁気流体）パッケージである Athena++ や OpenMHD に搭載されている。また、地球磁気圏等の従来用途に加えて、衛星管理等の工学的用途にも需要があるため、「地球シミュレータ」を活用するライブラリの一部として公開準備を進めている。本ライブラリ活用事例を通じて、今後もどのように活用されているかを把握していく。

機構内の AI 勉強会における部門間での情報交換や、民間企業等を含めた外部セミナーを開催の他、東京海洋大学海洋産業 AI プロフェッショナル育成卓越大学院プログラムに参加するなど、AI 研究に向けた情報収集を継続している。

数理科学的手法に関し、モデル駆動型とデータ駆動型の双方の長所、短所を見極め、設定する課題に対してどちらが適切か、あるいは融合することでブレークスルーが期待できるかを判断し、研究開発を進める。招へい、外部セミナー、研究討論会などを開催し、新たな手法開発に向けた情報収集を継続している。

令和3年11月30日に付加価値情報創生部門の中間報告会「ES と DIAS の現状と将来」を開催し、「付加価値情報創生システム」を構成する「数値解析リポジトリ」「四次元仮想地球」「実行基盤の構築」それぞれについて進捗状況を報告した。報告では共通イメージを用いることで、機構内外のステークホルダーに対して、具体像を醸成した。

現時点で7つの連携案件が進行中である。個々の案件の担当者がセミナーで報告し、これに基づいて付加価値情報創生部門地球情報基盤センターの所属研究員全員で議論して、進捗状況の確認と成果の分析を行なっている。これまで、全ての案件が順調に推移している。特に「ウナギの回遊」に関する案件では、良好な結果が得られ

まれたかについての分析を行うことが求められる。

【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
- ・共同研究件数

ており、論文化の準備が進んでいる。

(モニタリング指標)

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

・共同研究件数：24 件

(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

補助評定：A

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、令和3年度の研究開発を進めた。

多くの研究及び技術開発項目において、当初の計画を上回る進展と成果があり、いくつかの特筆すべき成果の創出や中長期計画の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大きな進展があったことから本課題の令和3年度の自己評価は「A」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

の最大化や科学的価値向上にも貢献する。

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>

「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」において、深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説の実証を強固にする更なる理論的・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の完成に向けた大きな進展があった。「生命の起源や進化に与える地球外天体と海洋の物理・化学的影響」では、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が創出された。「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の付加した人工生命機能作成技術の確立」においては、中長期目標期間前半3年間で、計画全体の目標達成に大きく近づくような進展と成果創出がなされた。「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」では、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。

つまり、令和2年度までは「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」と「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の付加した人工生命機能作成技術の確立」において当初の計画を遙かに上回る目覚ましい研究進展と成果の創出が達成できたことに加えて、令和3年度は「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」における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」でも、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創出された。

さらに、令和3年度には、中長期計画の重点研究テーマとしては当初想定していなかったも

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として、「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」において、想定外の進展と研究成果の創出があった。

<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」では、レーザー加工技術や光ファイバーを用いたこれまでにない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。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を行い、多くの特許の出願と出願準備に至った。また、「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」でも、「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、国内の分析拠点としての認知向上と整備が進んだ（共同研究の推進については評価軸②にも貢献）。

【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、社会的意義及び波及効果、並びにそれを導くプロフ

(イ) 柔軟かつ自由な発想に基づく基礎及び挑戦的・独創的な研究

本課題では、将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系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

エ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、その行為に対する事後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、119本の研究論文の発表、約2億22百万円に至る科研費直接経費や、その他受託研究、助成金で約4億54百万円の獲得、産学官連携の共同研究28件（うち、民間との共同研究12件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究を13件、外国機関との共同研究を3件）の実施、共同研究費として7千万円の受入、特許出願（国内+外国）13件、受賞5件、プレスリリース11件、224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って一般の寄附も含めて、令和3年度に約2.7百万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を期待し、その達成に向けた令和3年度の研究開発を進めた。

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③）、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④）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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」に対しては、令和2年度までに「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、令和3年度は更なる理論的・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。当初の計画を上回る研究進展と成果の創出があり、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。

「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および活動状況の予測」は他の中長期計画課題に資する研究でもあるものの、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り、成果の最大化に大きな貢献を果た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横断的連携、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、多くの成果が創出された。令和2年度までに既に目標を大きく超える進展と成果創出を達成した上での着実な進展と成果創出があったと自己評価する。

「生命と環境の共進化を紐解く生物戦略と環境要因の相互作用の理解」においては、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り、当初の計画を上回る研究進展と成果の創出と前半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。

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、「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」を進展させ、計画を大きく前倒しするような画期的な研究進展や成果があ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、その行為に対する事後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、119 本の研究論文の発表、約2億 22 百万円に至る科研費直接経費や、その他受託研究、助成金で約4億 54 百万円の獲得、受賞5件、プレスリリース11件、224件の機構外アウトリーチ・エデュケーション事業、挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化と人材育成に関わる実績や視覚化された波及効果という具体的な数値データと合わせて、

期待以上の成果が得られたと評価する。

・液体/超臨界 CO₂ 化学進化や深海熱水電気化学代謝、冥王代-太古代の大気-海洋環境における炭素・窒素循環の再現など諸素過程の実験と検証を行うとともに、最新の知見を統合して最新版「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」を提示する。

最新版「深海熱水での生命誕生シナリオ」の提示にむけて、令和3年度は、

- (1) 令和2年度までに「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」のシナリオをほぼ完成させることに成功し、令和3年度は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)。

生命誕生時あるいは初期進化プロセスに大きな影響を及ぼす冥王代-太古代の大気-海洋環境の復元に向けて、令和3年度は、

- (1) 現世の海底熱水系における液体/超臨界 CO₂ の形成原理、冥王代の海底熱水系での液体/超臨界 CO₂ 形成の可能性を体系化するとともに、冥王代海底熱水系において液体/超臨界 CO₂ が化学進化に対して果たし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)。
- (2) 原始海洋の主要溶存成分組成に対する理論計算及び高温高圧熱水反応実験を進め、初期海水が岩石の種類によらず弱酸性で、Naに対して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可能性を示した。これらの結果は2本の論文発表に結びついており (Ueda et al., G3, 2021; Ueda & Shibuya, Minerals, 2021)、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であり、令和3年度の特筆すべき成果の一つといえる。
- (3) 令和2年度に高温高圧熱水反応実験の予察結果から冥王代・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が (Nishizawa et al., Mineral, 11, 321, 2021)、令和3年度はそのフラックス推定について更なる実験的検証を進めた。一連の研究によって、冥王代・太古代の原始的大気中のN₂から雷放電によってNO_xとなり、水深にしておよそ2,000m以深の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たシナリオをほぼ完成するに至った。最終的なシナリオ提唱論文の発表は令和4年度以降を予

・地球外海洋形成プロセスやその物理・化学性質の理解に向けた、宇宙における岩石-水反応の理論計算や試料分析、再現実験を通じた検証を行う。

定している。
地球外海洋形成プロセスやその物理・化学性質の理解に向けて、令和3年度は、

- (1) 「はやぶさ2」によりサンプルリターンに成功した小惑星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、リュウグウにおける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、衝撃変成の証拠である硫化物高圧相の発見などの成果をあげた。これらの成果を主著として論文投稿した (Ito et al., submitted) だけでなく、技術開発や1次記載に関する2本の論文を発表した (Yada et al., 2021; Ito et al., 2021)。
- (2) Tagish Lake 隕石をはじめとする CR コンドライト試料の炭酸塩鉱物の酸素・炭素同位体比分析を進め、「異常に重い同位体比を持つ」ことを明らかにし、CR コンドライト母天体の起源に関する新たな理解に結びつけた (Fukuda et al., 2022)。
- (3) 令和2年度に普通コンドライト隕石中に発見・記載した新鉱物ポワリエライト (Tomioka et al., Comm. Earth Environ., 2, 16, 2021) について、レーザーによる動的圧縮で合成し、試料の放射光X線時分割測定法により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。また、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及び含水鉱物の高密度化現象を初めて明らかにした。これらの成果について4本の論文を発表した (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) だけでなく、さらにテクニカル・グループ・クレーター研究の成果も含めた、天然高圧鉱物研究の半世紀の成果についての総説論文を国際誌に発表した (Miyahara et al., PEPS, 2021)。これら一連の成果と総説の発表は、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おけるこれまでの理解の体系化に結びついただけでなく、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。

・人類起因型海洋危機の解決に向けた海洋生態系機能活用のための海洋利用プラットフォーム（陸上・海洋）の運用開始と海洋環境・生態系データの収集を行う。

人類起因型海洋危機の解決に向けた海洋生態系機能活用のための海洋利用

プラットフォーム（陸上・海洋）の運用開始と海洋環境・生態系データの収集にむけて、令和3年度は、

- (1) 海洋プラスチック分布・動態に関するデータ収集について、文部科学省「海洋資源利用促進技術開発プログラム-海洋情報把握技術開発」の「ハイパースペクトルカメラによるマイクロプラスチック自動分析手法の開発」(研究代表者：藤倉克則)や地球環境部門が主体的に進める研究開発に協力し、現場海域試験や改良を進めた。また、海洋プラスチック分布・動態に関するこれまでの成果の論文発表を行った (Kitahashi et al., 2021)。
- (2) 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」(研究代表者：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。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チック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。

・航海や陸上の調査に基づく、培養やメタゲノムやウイロームといったオミクス解析による暗黒の生態系探索、底生生物の幼生分散理解に向けた生物学的因子データの取得、生物機能と物質循環の相互作用理解に向けた定量的化学・同位体・活性データの取得を進める。

ダークマター微生物の探索と代謝機能の解明に向けて、令和3年度は、

- (1) 海洋に優占するこれまで培養困難だった自由生活型及び共生型メタン酸化細菌 *Methyloprofundus* 属細菌の培養と形態・ゲノム解析を統合したその形態・生理・生態学的特性を明らかにした (Hirayama et al., AEM, 2022)。
- (2) 陸域蛇紋岩流体湧出域に優占する世界で最も高アルカリ条件で生育する生命の限界を拡張する *Serpentinimonas* 属細菌の同定・記載論文を発表した (Bird et al., IJSEM, 2021)。また、深海熱水域より、常温性独立栄養硫酸還元菌や常温性独

立栄養水素・硫黄酸化細菌を培養・分離し記載論文を発表した (Hashimoto et al., IJSEM, 2021; Mino et al., Syst Appl Microbiol, 2021)。その他、極限環境微生物の分類や記載に関する論文発表2本を行った (Rafae et al., Front Microbiol, 2021; Madigan et al., Arch Microbiol, 2022)

- (3) 深海や地下に優占する未知微生物群集に対するマルチオミクス解析を通じたエネルギー・炭素代謝ネットワーク解析を行い、共代謝によって限られたエネルギー源や栄養塩を利用する暗黒の生態系特有の代謝が存在することを明らかにした。これらの成果は6本論文発表に結びついている (Xie et al., Microorganisms, 2021; Hirano et al., Microorganisms, 2022; McDaniel et al., Water Res, 2021; Okabe et al., ISME J, 2021a; 2021b; Mitsunobu et al., AEM, 2021)。
- (4) 陸域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)。
- (5) グアイマス海盆熱水域のIODP掘削航海や室戸沖IODP掘削航海T-limitの試料分析を着実に進展させただけでなく、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)。

さらに、「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向けて、令和3年度は、

- (1) 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を理解する上での最重要情報・技術となるシングルセルゲノム解析やトランスクリプトミクス解析を進展させ、論文を3本発表した (Hongo et al., Sci Rep, 2021; Maeda et al., Elife, 2021; Salonen et al., Front Microbiol, 2021)。
- (2) 有孔虫や珪藻といった原核生物以外の深海生態系構成種の形態・生理機能の環境応答性についての研究を進展させ、2本論文発表を行った (Nakasugi et al., J Mar Biol Asso Rondon, 2022; Tsuchiya & Nomaki, Deep Sea Res, 2021)。
- (3) 深海生態系の微生物以外の動物構成種についても、分類・記

載・形態・生理機能の解析を進めるとともに、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を発表した (Chen et al., J Natural History, 2021; Chen et al., Mar Biodiv, 2021; Yeung et al., Mar Poll Bulletin, 2021; Chen et al., Zool J Linne Soc, 2021; Xu et al., Mol Biol Evol, 2021; Yang et al., Animal Microbiome, 2022)。

- (4) 深海生態系のバイオマス・構造・機能の制御に大きく関わるウイルスについてのオミクス解析や溶現・溶菌・感染といったウイルス学実験を進め、成果を2本論文発表した (Hiraoka et al., Nucleic Acid Res, 2021; Hirai et al., Microbes Environ, 2021)。
- (5) 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的研究を進め、2本の論文発表を行った (Bercovici et al., Limnol Ocenogr, 2021; Shigemitsu et al., Sci Rep, 2021; Kawagucci et al., Biogeosci, 2021)。
- (6) 上記の成果を含めて、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)。この成果は、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。機構ではこれまで 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分析を通じて、海底下堆積物微生物圏の拡がり、存在様式、遺伝的多様性や全球生物地球化学物質循環に与える影響について、体系的研究を行ってきており、令和2年度は画期的な論文発表を通じて (Morono et al., Nature Comm., 11, 9, 2020; Hoshino et al., PNAS, 117, 27587-27597, 2020)、その最高到達点に至った。令和3年度は、海底下堆積物微生物圏の始まりの始まりである海水-堆積物最表層環境生態系の本質的理解に至る成果を達成した。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

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

・掘削調査等で得られた地質試料・データの解析を通じて地震発生帯浅部の物性を決定するとともに、地震発生帯の力学・流体移動特性に関する予察的実験を行う。

きた機構でしか為し得ない特筆すべき成果といえる。

(7) 光合成と環境の共進化を理解する上で鍵となる色素合成酵素の多様性をもたらすゲラニルゲラニル還元酵素の特定を進め、新規酵素の発見とその作用メカニズムを明らかにした (Tsukatani et al., J Bacteriol, 2022)。

ダークマター生命機能の付加した人工生命機能作成技術の確立にむけて、令和3年度は、

- (1) 令和元年度に成功した生命の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人工細胞による再現 (Berhanu et al., Nature Com., 2019) に続き、残る2大エネルギー代謝の再現、海水中での人工細胞の合成、膜脂質を合成して自ら増殖 (細胞分裂) する人工細胞の創造に取り組んだ。特に、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 (ホスファチジン酸) 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)。
- (2) 人工細胞作成技術の高度化・応用を目指して、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。
- (3) 1遺伝子からの in vitro タンパク質発現と機能の定量化や一細胞生理・生態学に関する研究開発を進めるとともに、その基盤技術であるフェムトリットルマイクロデバイス加工・量産の開発を行い、プロトタイプ製造まで達成した。また、一細胞超並列培養実験にも成功し、今後画像機械学習を取り入れることで、一細胞超並列培養実験による一細胞生理・生態学の端緒となる論文発表を目指す。

掘削調査等で得られた地質試料・データの解析を通じた地震発生帯浅部の物性の決定へ向けて、令和3年度は、

- (1) 岩石の間隙径分布から透水係数を評価する方法を確立し、論文を公表した (谷川・多田井, 応用地質, 2021)。また、南海プレート境界断層掘削において取得されたロギングデータ・船上計測データの再解析を実施するとともに、南海プレート境界断層に普遍的に観察された炭酸塩鏡肌の力学特性を調べ、鏡肌が非地震性すべりの発生に寄与していることを明らかにした (Park et al., GRL, 2021)。

(2) これらの成果は、地震発生帯の流体移動特性の解明に寄与するだけでなく、中長期計画「海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の年度計画である「海域地震及び火山活動に関する現場試料を用いた物性実験や高精度化学分析による発生メカニズムの理解および活動状況の予測への貢献」への具体的な成果創出、(i)室戸沖南海プレート境界先端の掘削試料の物性計測と掘削データ解析、さらにモデリングを組み合わせた融合的アプローチにより、パッチ状に広がる高圧間隙水圧帯が室戸沖スロー地震の発生に寄与している可能性を見出し、論文発表及びプレスリリースを行ったこと (Hirose et al., JGR, 2021)、(ii)紀伊半島沖南海掘削で採取された掘削カッティングス試料の弾性波速度、間隙率、強度の相関から、南海地震歪蓄積場における岩石の強度特性を明らかにしたこと (Kitamura et al., G3, 2021)、(iii)さらに同試料をもちいた摩擦実験から、南海トラフ付加体の断層は間隙水圧が上昇するとスロー地震を引き起こすような物理特性を示すことを明らかにし、地震観測データと整合的な結果になることを報告したこと (Bedford et al., EPSL)、に結びついている。

・ これまでに掘削及び海底調査等で採取された火山岩試料について、揮発性物質とその同位体比の分析データを統合し、多元素濃度、多同位体比のデータセットを作成する。

海底火山活動の予測に資する掘削及び海底調査等で採取された多様な火山岩試料の揮発性物質とその同位体比の分析データセットの作成に向けて、令和3年度は、

- (1) 確立した最新の分析手法を用いて、沈み込み帯での水の挙動に関して制約を与えた研究を進めた。フィールド調査を伴う研究はコロナ禍の影響があったものの、それ以外の研究は順調に進捗し、沈み込む太平洋プレートスラブの脱水とマントルへの寄与をスラブ深度の関数として明らかにした。(Kuritani et al., Sci Rep, 2021)。
- (2) メルト包有物の分析法の国際的な標準化への取組みに貢献した。(Rose-Koga et al., Chem Geol, 2021)。

これらの調査航海や実験に基づく研究のオープンサイエンス化を促進することにより、次世代人材及び分野融合研究者の育成に資する。

次世代人材及び分野融合研究者の育成に資する研究のオープンサイエンス化(国連海洋科学の10年における「開かれた海」や「魅惑的な海」テーマに関わる海洋研究の民主化)の促進に向けて、令和3年度は、

- (1) 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および動機付け」

を利用した取組として、令和元年度より開始した若手人材育成航海（若手人材育成プロジェクト＝通称ガチンコファイト航海）として「しんかい 6500」・「よこすか」による潜水調査航海を当該年度も実施した。全国から大学1年生から3年生相当対象に参加者を募った結果、8名の定員に対し74名の応募があった。最終的に8名の乗船学生中から4名が「しんかい 6500」潜航を経験し、3年間の「よこすか」乗船学生は22名、「しんかい 6500」潜航学生は10名となった。既にガチンコファイト航海参加学生22名の中で、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）。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。中長期目標期間の後半においても、別の形でガチンコファイト航海続編を計画しており、「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および動機付け」の航海を準備する。

- (2) 高知コア研究所で精力的に進められている地震断層運動の再現実験に基づいた摩擦・物性研究のオープンサイエンス化・民主化に向けて、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（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で配信した（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や次世代人材の認知及び機構の知名度向上に大きく貢献した。
- (3) 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感染症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。また、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「JAMSTEC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。中長期目標期間終了まで挑戦的・独創的な研究のオープンサイエンス化に向けたアウトリーチ・エデュケーション活動の継続と効果の視覚化調査を計画しており、次期中長期計画策定に向けた重要なデータとして活用する予定である。

- (4) 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、成果発信の社会的インパクトの向上に取り組んだ。その効果を可視化するため、Altmetrics分析を実施し、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、令和3年度は以下の研究開発に進展があった。

- (1) 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から、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した(Chen et al., *Limnol Oceanogr*, 2021)だけでなく、そのサウンドスケープが将来的な環境変動や生態系保全に向けた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。
- (2) 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)。

的・独創的な技術開発研究

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

令和3年度には、以下の事項を実施する。

海洋科学技術を革新するような成果の創出を目指す挑戦的・独創的な技術開発でも、中長期計画における前半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、それに向けた令和3年度の技術開発を進めた。

「レーザー加工や電気化学的処理を活用した熱水利用新技術やその他の挑戦的・独創的技術の開発」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にない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、多くの特許の出願及び出願準備に至った。計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

「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」に対しても、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、タ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。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。

全く新しい海洋環境・生態系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」においても、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

・熱水利用技術開発に向けた異素材間接合に関するレーザー加工プロセスの完成と、生物電気化学リアクター技術による微生物活性を利用したメタン生成速度の高効率化手法の確立を行う。

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の開発にむけて、令和3年度は、

- (1) 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）。
- (2) 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とを引き起こす新たなスケール防護技術に関するコンセプト構想及び技術コンセプトについて実験による検証を行った結果、工学利用可能技術である確証を得た。
- (3) 現場電気化学培養法の応用展開として、九州大学と協働して、鉱山汚染環境での有害金属種除去技術開発を進めた。環境水中から汚染物質、又は有用物質である重金属イオンを回収する方法として「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を出願した。
- (4) 南関東ガス田地下水の強還元性や地下微生物群集の機能を利

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、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、全ての項目において年度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、特許出願（国内+外国）13件、産学官連携の共同研究を28件（うち、民間との共同研究12件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究を13件、外国機関との共同研究を3件）実施し、共同研究費として7千万円を受け入れた。また、令和4年度から開始される大型外部資金を獲得したことも踏まえて、期待以上の成果が得られたと評価する。

用した生物電気化学リアクターによる二酸化炭素回収・利用・貯留技術の開発を進め、極めて効率的な二酸化炭素をメタンに変換するリアクター実証に成功した。この技術の実用化に向けた特許出願の準備と南関東ガス田開発株式会社やJAPEX との共同研究に着手した。

(5) 陸上蛇紋岩流体湧出域のような強アルカリ・強還元性に生息する古細菌が有するタンパク質の有効利用に関する特許を取得した。

・ チムニーを含む岩石に対する高出力レーザー加工の基礎現象についての実験による検証を行うとともに、土壌等へのファイバー計測に基づく可視化ソフトウェアの検討を行う。

岩石に対する高出力レーザー加工の基礎現象や土壌等へのファイバー計測に基づく可視化にむけて、令和3年度は、

(1) コンクリートに対する高出力レーザーによるガラス化の基礎現象として、固体から液体になるのではなく、固体から細かく分裂してマイクロメータサイズの粉状になり、熔融することを明らかにした。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。本成果は東電設計・大林組・大林道路・ヒロテックとの共同研究の成果である。

(2) 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/）。

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

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にむけて、令和3年度は、

(1) 連携協定に基づき他機関（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）と連携してリュウグウ試料分析を実施した。

(2) 廃炉等において重要な情報となる放射性 Sr (^{90}Sr) 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)。

(3) 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

・ AI による海洋生物の認識・分類法確立にむけた機械学習アルゴリズムアプリケーション及びデジタル証拠標本 (virtual holotype) を開発するとともに、調査航海での機械学習用教師データ所得及びそのハードウェアの改良を行う。

これらの研究開発において達成された技術やアイデアの応用展開によって、

応用を行った。

(4) 地震発生帯の高温高圧条件における断層運動を再現する試験機の研究開発を進め、震源域の 300°C の熱水条件下において高速断層運動を再現することに成功した。

スケーラブル海中多次元マッピングシステム開発にむけて、令和3年度は、

- (1) 「かいめい」 ROV を用いたステレオカメラ動画撮影による機械学習用教師データ収集及び海中マッピング用データ収集を実施した。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においては、マニュアル作成やインターフェースの改良を重ね、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も開発した。また、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)。
- (2) プランクトンスキャナーによるネット採集されたプランクトングレースケール及びカラー画像と、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力カメラなど) を中心にプランクトン画像を撮影・録画し、データベースの拡大を進めた。浮遊性動物の画像データを解析するツール開発では、画像分類の元となる教師データを必要とする畳み込みニューラルネットワーク (CNN) と、その教師データを必要とせず、大量のデータからパターンを発見し、類似画像をクラスターに集約する MorphoCluster の比較解析実験などを行い、ツール開発を継続した (Irisson et al., Annu Rev Mar Sci, 2021)。
- (3) 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システムによって、海中に浮遊する粒子を海中で連続的に撮影、化学分析をして、粒子のタイプ (無機、有機、プラスチック) を分類できるセンサを開発し、海上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)。

研究開発において達成された技術やアイデアの応用展開によって産学官との連携・共同研究の促進に向けて、令和3年度は、

産学官との連携・共同研究を促進する。

(1) 産学官連携の共同研究を 28 件（うち、民間との共同研究 12 件、国内や国外の大学や研究機関との共同研究を 13 件、外国機関との共同研究を 3 件）実施し、共同研究費として 7 千万円を受け入れた。

その他の挑戦的・独創的な技術開発の取組みとして、令和 3 年度は、

(1) 令和 2 年度より進めている民間企業との共同研究による海洋生態系への有害性を低減した次世代サンスクリーン剤の開発を進め、紫外線吸収物質の合成及び構造変換を行い、低分子状態での海洋生物（サンゴ）に対する毒性評価を行った。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

柔軟かつ自由な発想に基づく挑戦的・独創的研究が行われていることから「初」の成果となることが多いが、ハイインパクトな学術誌に論文発表を行ったという事実に加えて、当該成果の内容、その学術的・社会的意義や潜在的な波及効果、個々の発見や成果がその後どのようなテーマへとつながっていくのかといった展望などをより具体的にわかりやすく伝えることについても、今後更なる取組に期待する。また、産業化への道筋をどのように考えているかについても示すことが望まれる。

多様性を確保しつつ独創的で柔軟な研究人材を組織としてどのように確保・育成していくかなどについても明らかにすることが求められる。

【指摘部分に対する措置内容】

機構では柔軟かつ自由な発想に基づく挑戦的・独創的な基盤研究や技術開発を推進するとともに、ハイインパクトあるいは一般社会における知的好奇心を大いに喚起するような重要な成果については、重点的な研究開発テーマとして、学術価値をより高めるような発展的研究（例えば真核生物の起源となったアーキアやスケーリーフット形態や生理など）及びタイムリーなニーズに応えるような応用展開（例えばレーザー技術を活用した異種材料の接合のダンプカー荷台への応用や、「はやぶさ 2」のサンプル保管・移設技術の商品化など）を行っている。また、論文のみならず、書籍・マスメディア・SNS・YouTube 等の様々なメディアを通じて、研究成果の学術的・社会的意義や過去・現在・未来展望を、社会に伝える活動を行っている。さらに、それらのアウトリーチだけに留まらず、興味・関心喚起を研究活動への寄附としての再還元に結びつけており、このような活動を通じて、学術研究の新しい付加価値創造にも挑戦している。このようなアウトリーチ活動を通じて、機構内の部門間で共同しながら、深海の試料や微生物・遺伝子情報の一般社会や産業界への利用拡大を促進し、応用研究や産業化の成功例を生み出すことによって、更なる一般社会や産業界への利用拡大を目指している。

超先鋭研究開発部門では、研究員（サイエンス）を採用する場合、他の研究部門とは少し異なり、「独創性」や「独自性」といった既存研究に対する刺激を重視している。一方で多様性や刺激は、新たな着想やシーズを生み出す原動力であるとともに、収束すべき研

究目標の散逸をもたらすリスクもある。そのリスク回避として、部門内で共有すべき大枠の研究方向性やビジョン、価値観・精神性の共有を徹底した上での、柔軟かつ自由な発想に基づく挑戦的・独創的研究を推奨している。また、超先鋭研究開発部門の掲げる柔軟かつ自由な発想に基づく挑戦的・独創的研究には、その土台となる最新の研究手法や分析技術の開発・更新・継承が必須となる。独創に富んだ発想力や創造性を持つ研究員（サイエンス）と最新あるいは基盤手法の開発や分析を着実に進めることのできる研究員（テクノロジー）や技術員との組織内人材能力バランスを考慮した採用計画を進めている。また、人材育成についても、当部門ではプログラム型組織であるため小規模グループによるマネジメント体制はないが、プログラムディレクターによる各構成員の個性・キャリア志向・将来計画に対する徹底的なヒアリングに基づいて、個人的研究・グループ研究・PI マネジメント・組織マネジメント等の能力・段階別のバーチャル育成プログラムを実施している。さらに、超先鋭研究開発部門は多くの JAMSTEC Young Research Fellow のメンター組織であり、部門内で育成された研究人材を他の研究部門の要職へと輩出している実績（もちろん他機関への要職にも輩出）があり、機構の研究人材の育成担当部門、あるいは国内研究人材の育成担当組織としての側面もある。

昨年度のアークアの研究成果に関する「この成果の先にどのような可能性やイノベーションなどが期待できるのかも含めて更にアピールしていく必要がある」との指摘事項についてもある程度対応しているが、引き続きアウトカムの目標に設定された「人類の知的資産の創造」「世界をリードする新たな学術領域の開拓」という観点についても社会に分かりやすく成果の発信に努めることが求められる。

令和2年度の「ダークマター生命の探索や機能解明」の重点研究を代表とするような「真核生物の起源となったアークアの分離やその生理の解明」は論文発表後1年を経過しても多数の多様なメディアで取り上げられているだけでなく、自発のアウトリーチも活発に行っている。その結果もあり、本研究は機構を代表する研究成果として国内外で認識されるに至った。その他にも、理論・調査・再現実験のアプローチに基づいた「海洋環境での生命誕生やそれを支えるエネルギー代謝、さらには多細胞生物への進化の解明」や「深海化学合成生物の独自の形態・生理・進化の解明」といった、機構を代表するフラッグシップ学術研究が目白押しである。それらの成果について、論文・総説のみならず、書籍・マスメディア・SNS・YouTube等の様々なメディアを通じて、部門の研究成果の学術的・社会的意義や過去・現在・未来展望を、社会に伝える活動を行っている。さらに、それらのアウトリーチだけに留まらず、興味・関心喚起を研究活動への寄附としての還元につなげており、このような活動を通じて、学術研究の新しい付加価値創造にも挑戦している。

【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

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

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：119本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：14,235回の内数
- ※2017年から2021年の間にWeb of Science収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（3,041本）が2021年に引用された回数
- ・共同研究件数：28件
- ・特許出願件数：13件

本項目に係る年度計画に照らし、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。

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。

【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>

本中長期計画で目指す次世代型無人探査システムを開発するために不可欠な、複数の要素技術である、高圧化でも効率の低下しないアクチュエータと、新しい素材を用いた、軽量円筒形耐圧容器について、設計手法を確立し、シミュレーションと評価機を用いた試験等を終了し、実用化に目途を付けたことは顕著な成果と言える。

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、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を行い、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も高く評価できる。

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。

【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>

機構内の情報セキュリティインシデントの発生を受け、バイデータの供用についても一時的に影響が発生したが、内製の情報公開システムであったことから、約半年という短時間での改修を行い、データ公開の再開を実現することができた。

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、乗船前自己隔離及び継続乗船者への検査等について、国内の感染状況の変化、緊急事態宣言及び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できたことは非常に高く評価できる。重ねて、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も特に顕著な取組と言える。

同様にコロナ禍において、8ヶ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は評価できる。

<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>

ArCSII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、着実に計画を遂行できたことは本項目の成果に値する。

また、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）、日本メタンハイドレート株式会社（JMH）及び産業技術総合研究所（AIST）からの受託事業を実施し、想定以上の成果を獲得し、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。

さらに、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「海底表層の科学掘削プログラム」（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>

年度当初に計画した令和3年度の開発項目はおおむね達成されており、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ることとした成果として、Society 5.0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、令和2年度に続き、改めて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、必要経費及び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。

次世代型無人探査システムの開発については、包括連携協定に基づく外部機関との意見交換や定期的な有識者からのアドバイス、国際会

（イ）海洋調査プラットフォーム関連技術開発

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。

令和3年度には、以下の事項を実施する。

議、学会等で得られた状況をもとに、開発ロードマップのアップデートを行い、計画を推進した。関連する要素技術開発として、市販のない大水深で使用が可能なサーボモータ、セラミックスを材料に用いた軽量耐圧容器について、設計手法の検証と性能の確認が行われ、実用化への目途を立てることができたこと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を行い、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。

実海域での自動観測技術の検証についても、音響灯台を用いた自己位置補正手法及び海底固定局と移動体の間での光通信を用いた高速データ授受技術の検証が行われ、将来的な自動観測の高度化に資する知見が得られたことも顕著な成果であった。

ROVや海底着座型ボーリングマシン(BMS)については、運用におけるリスクアセスメントの内容を踏まえ、研究者の要望を実現するための機能向上を推進した。

マイクロ流体システムを応用したセンサーや多目的小型観測フロート、ウェーブライダー等の改良を継続するとともに、船上採水作業の自動化や紫外線生物付着防止システムについての検討や評価を予定通り継続した。

水温トレーサブルについてはSOP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特に顕著な成果と言える。

ブイの運用については新型コロナウイルス感染症の影響を受け、インド洋に展開中のRAMAブイの維持について課題が発生している。また、機構内の情報インシデントを受け、データの供用についても一時的に影響が発生したが、内製の情報公開システムであったことから、約半年という短時間での改修が行われ、データ公開再開を実現することができた。

一方、ウェーブライダーを用いたブイ代替技術の検証については、フラックス計測におけ

・7,000m 以深での広域かつ網羅的な調査に対応可能な次世代型無人探査システムを開発・実装するため、既存の一次ケーブルの「うねり」現象の数値解析による評価を進めるとともに、既存一次ケーブルに頼らない新概念 ROV に関するフィージビリティスタディを実施する。また、研究者ニーズを取り込んだ自動観測システムを ROV に搭載するため、映像情報から研究対象物を自動抽出し、AI 技術を用いて tagging するための AI によるパターンマッチング手法を構築する。

・7,000m 以深での広域かつ網羅的な調査に対応可能な次世代型無人探査システムを開発・実装するために、4,000m 級 AUV の自動観測に繋がる長距離航行試験を実施し、地形観測に関する精度検証を実施する。また、7,000m 以深対応 AUV について基本設計を実施する。さらに、研究者ニーズを取り込んだ自動観測システムの実装にむけて、現状 ROV で

一次ケーブルの数値解析の評価を継続した。

新概念ビークルでは、各種アクチュエータで必須となる駆動系について、大深度対応かつ高圧下でも駆動効率が低下しない市販品が存在しないため、要素部品であるサーボモータ及び減速機の開発を行った。モータ及び減速機に水潤滑による海水シールレス機構を採用することで、システムの簡易化を実現するとともに、軸出力低下を招く海水シーリングレス機構を実現した。本機構を採用したモータは、80MPa 下における負荷特性試験を行い、高圧下での負荷特性に変化がないことを確認した。

重量増とならざるを得ないバッテリーを効率的に搭載するため、セラミックスを用いた大型円筒耐圧容器の設計手法を確立した。評価機を用いた 80MPa 相当の加圧試験を繰り返し行い、測定した応力分布と非線形 FEA 解析した結果が一致することを確認した。本手法でバッテリー容器を設計した場合、チタン合金を用いて設計したバッテリー容器と比べ、体積で 48%減、空中重量で 34%の小型軽量化が達成可能となる。

これまで培った映像 Tagging 基本設計に関する技術開発をベースに、深海底で撮影した画像を AI に学習させることで、底生生物や、熱水鉱床等の任意の対象を抽出できる AI 技術を導入し、新たな海底画像の Tagging 手法を開発した。これにより、SfM (Structure from Motion) 手法を用いて、被写体の 3 次元座標 (形状) を自動抽出してデジタルデータ化することが可能になった。これらは、Society 5.0 科学博の展示として紹介された。

母船に頼らない AUV の自動観測を実現させるためには GPS を用いない AUV の海中位置精度の向上が不可欠である。誤差を補正する手段として、海底に仮設した音響測位機能を持つ海底局で AUV を測位し、この測位結果をリアルタイムで AUV に共有する手法を検証した。これによって AUV の位置情報を補正し、数 m 以下の位置精度保証が得られることを確認した。同時に、AUV と海底局の間で光通信システムを用いた通信試験を実施し、高度 30m、2ノットで航行する AUV と海底局の間で、10Mbps 程度の通信速度での伝送に成功し、光通信による非接触での高速データ授受が可能であることを検証した。

る試験運用や、GNSS-音響測距結合方式観測への実装等を通じて良好な結果が得られている。

音波や可視光を用いた通信技術の高度化に関する理論検証等の基盤研究については、競争的資金の確保等も含め、計画通りに行われている。

行っている海底地殻変動観測の効率化に寄与する手法として、AUV と海底局との光通信試験を行う。

・海洋調査プラットフォーム技術開発の自動化、省力化、小型化の促進に必要な海中ロボティクスの標準規格化を実現するため、AUV ではオープン化に向けた航行制御レベルでのソフトウェアの製作及びシミュレータでの検証を進める。また、海洋ロボット搭載品の規格化については、国内関係機関と調整された規格化案を公表する。

・安全性の向上や研究者の要望の実現の為、各プラットフォームの機能向上を実施する。

・マイクロ流体システム応用センサー及び汎用環境計測システムについては、試作機についての評価を開始する。特に、汎用環境計測システムについては試作機の詳細設計に着手するとともに、多目的観測小型フロート (MOF) について係留索を利用した定点利用や、

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。

AUV の潜航シミュレータとして、実機とシミュレータを接続して、潜航シミュレーションを行うための、AUV シミュレータ HILS (Hardware In the Loop Simulator) を設計・製作した。

海洋ロボット搭載品の規格化については、ソフトウェアのモジュール化及びオープンなソフトウェアの提供・導入に向け、一部のファームウェア、ミドルウェアについて、公表用のサンプルを製作した。

海底設置型掘削装置 (BMS) を用いて、鬼界カルデラでの研究試料採集を行うにあたっての、リスクアセスメントを行うワーキンググループを開催した。300m 以浅の浅海域では、「KM-ROV」による事前調査ができないため、海底視認と音響測位等の構成に関する課題について、BMS 底部にカメラを装着することやケーブルトランスポンダの装着位置を変更することで解決し、運用の安全性を確保した。礫層からのサンプル採集に際し、コアラーの先端部に保持金具 (バスケット) を取り付けることで、サンプル落下を防止する改良を図った。

「かいこう」のランチャーレス運用は令和 2 年度の試験結果を検証し、推力調整の操縦性改善のためソフトウェアをアップグレードした。なお、令和 3 年度の試験航海は新型コロナウイルス感染症対応を優先して中止となったため、令和 4 年度に検証する。

搭載機器の部品の生産中止、部品交換や基板の整備対応終了等の事態が頻出している。また、建造以降、使用している機器の老朽化・陳腐化、検査工事費及び製作費用が上昇していく中、整備点検期間の延長等、安全を維持しつつ、経費の削減に取り組んでいる。整備・更新計画を作成し、その中で優先度に基づき、代替え部品の調達、機器の新規換装等、安全運航を維持するための取組を実施している。

マイクロ流体システム応用センサーについては、海洋生物由来のサンプルの収集と濃縮が可能な 12 連の「サンプル採取装置並びに遺伝子抽出装置」を設計・試作した。実海域で採取したサンプルを用いて評価を行い、PCR 増幅が可能な程度に高品質な DNA の自動抽出の成功を確認した。また、環境 DNA サンプルを採取する機能の改良を行い、現場海域での自動採水動作、採水サンプルの濃縮処理機能を確認した。

小型CTDセンサー汎用試作機の実海域試験など新たな利用方法の試験を行い、成績書を作成する。また、ブイ代替技術の確立に向けたフラックス計測グライダー関連の技術開発・改良を継続し、詳細設計図を作成し、改良整備を進めるとともに、全球測位衛星システム(GNSS)を搭載したWave Gliderによる応用観測の実現に向けて、実海域試験での結果をフィードバックし改良を実施する。さらに、船上採水作業自動化等の実現のための基本技術検討を継続し、動作原理検証用の評価機の詳細設計図の作成に着手するとともに、紫外線生物付着防止システム(紫外線MGPS)の試作機の評価を行い、実用プロトタイプ的设计に着手する。

・トレーサブルについては、海水の電気伝導度等のトレーサブル確立に向けた、基本技術の検討を継続し、SOP(Standard Operation Procedure)の詳細技術・仕様検討書を検討・作成する。試験運用の開始に従い、作成手順の精査を行い、成績書を作成する。また、ATPやDNA等の生物化学基本要素について、計測手法の標準化に向けた検討を継続し、SOPの詳細技術・仕様検討書を作成する。

・CLIVAR/GOOSに貢献するため、インド洋RAMAブイ網2基の設置・回収航海、並びに赤道域でのフラックス計測グライダーの試験運用を継続する。また、ブイ網のリアルタイムデータ並びに回収データの品質管理を行い、データを公開する。さらに、フラックス計測グライダー、MOFの実海域運用に向けた整備・改良を継続する。加えて、熱帯域

MOFについては、システムの信頼性向上や低消費電力化の事前検証として、むつ研究所岸壁を利用した定点係留観測試験を実施した。実海域では「みらい」MR21-03航海(5月26日から7月7日)、MR21-06航海(11月1日から11月27日)において実用観測に供し、電池枯渇相当までの稼働を実現した。

フラックス計測用ウェーブグライダーについては、新たに表層風の乱流計測用の3D風速計を搭載、洋上気象観測の耐候性向上のために気象センサーの浸水対策を強化した。本機体は、後述するMR21-03航海に投入され、洋上フラックス計測に貢献した。

船上採水作業の自動化に向け、基本動作検証用評価ロボットの仕様詳細機種の机上検討を実施し、導入仕様・機種を決定した。

紫外線生物付着防止システム(紫外線MGPS)については、むつ研究所岸壁における長期評価試験を継続している。また、船上採水器の滅菌用紫外線MGPSを試作し、船上での滅菌に関する既存手法との比較評価に着手した。

電気伝導度トレーサブル確立に向けて、機構内研究者との意見交換会を重ねるとともに、基本技術検討を継続した。機構内向けに、水温トレーサブルの詳細技術・仕様検討書・手順書等を作成して、SOPを取りまとめた。

国際熱帯ブイ網の水中センサー校正用として内製開発した精密大容量校正水槽について、既に運用に入っている水槽での自動校正に続き、令和3年度完成した電気伝導度の自動校正について運用を開始し、国際観測網である、全球熱帯ブイ網に供するCTDセンサーを校正するのに必要な、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。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校正での利用要望を受け、外部供用を行える体制を整備し、気候変動分野の水温・塩分校正において、大きく寄与した。

新型コロナウイルス感染症による影響で、インドネシア共和国技術評価応用庁(BPPT)の備船航海が不可能となり、インド洋RAMAブイ2基の設置・回収航海は延期されたが、発信機の追加設置に向けた検討を進めている。

フラックス計測用ウェーブグライダーについては、MR21-03航海において、「みらい」周辺のフラックス計測のために、従来の表層観測ブイの代替として、本船から投入したフラックス計測用ウェーブグライダーを30海里離れた地点に自走展開させ、16日間にわたるフラックス定点観測を実施した。

観測に限らず、RIGC（地球環境部門）や IMG（海域地震火山部門）の依頼によるブイや MOF、MOG、Wave Glider の整備・運用を行い、取得データを提供する。

・ 深海域におけるプラットフォームとの通信測位について、通信と測位を統合化し、高速化・高精度化を可能とするシステムについて、移動するターゲットとの実験機による基礎試験を行う。

・ 海中プラットフォームに適用する海中電磁波システムに関する研究を実施する。可視光を含む電磁波の海中伝搬特性を把握するとともに、各波長域及び用途に対し最適となる送受波機構について知見を得る。電磁波伝搬の高効率化、高精度化を実現するシステムについて環境試験を実施し、システムの耐環境性を検証する。

（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

これにより、従来の気象観測ブイ設置が不要となり、柔軟な航海計画の立案と、調査時間の効率的な利用を行うことに貢献した。

GNSS-音響測距結合方式観測用ウェーブグライダーについては、中緯度域での観測に伴う、電力不足対応や、小型アンテナ利用による赤道上の静止衛星との通信等における運用方法の改善を行い、「新青丸」（KS-21-5 及び KS-21-25）航海に提供し、それぞれ 51 日並びに 29 日間の地殻変動計測の自動観測を実施した。

ブイ網のリアルタイムデータ及び回収データの品質管理を行った。令和 3 年 3 月に発生した機構内情報セキュリティインシデントの影響により、NOAA（米国海洋大気庁）へのデータ提供・ウェブサイトでの公開が中断した。一方、内製でシステムを構築してきた経緯から、システムの改修に直ちに取組み、9 月には NOAA へのデータ提供及びウェブサイトでの公開を含めた正常運用を短期間で再開することができた。

通信と測位を統合化し、高速化・高精度化を可能とするシステムについて、移動するターゲットとの実験機による基礎試験での実験データの解析を進めた。

これまでに得られた海中光学に関する知見を整理し、海中プラットフォームに適用する海中電磁波システムに関する、以下の研究を実施した。

可視光域における電磁波の海中伝搬特性について、色差起因の反射率特性を把握し、海底の底質推定に関する知見を得た。

可視光域における電磁波の送受波機構の海中プラットフォームの姿勢変化により、レーザー測距値の精度が劣化するのをハードウェア、ソフトウェアの両面から補償する姿勢補償システムの最適化について取り組み、海中プラットフォームに適用可能な効果を確認した。

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 1 Gbps × 100m の超高速化・長距離伝搬（光無線通信）を達成した。

掘削技術開発については令和 2 年度に再設定したロードマップに則り、重点化した開発項目について着実な検討と試験が行われた。

ハワイ沖海洋地殻掘削に関してはフルプロポ

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。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

- ・ 高強度素材の適用及びシステム全体の水中重量軽量化を図り、ライザー増深化を検討する。

- ・ 硬岩掘削システムの運用データから、構成機器改良品の製作及び要素試験を行う。

- ・ 高性能高強度ドリルパイプシステム開発し、通信機能付きドリルパイプや高強度ドリルパイプシステムを用いた大深度掘削編成の計画を行う。また、インフォマティクス掘削システム構築に向けて、機械学習を用いた掘削地層特性やコア回収率の予測モデルの基本スクリプトを船上データ取得装置に組み入れ、船上でリアルタイムでの通信・実行評価を行う。

- ・ 令和 2 年度に実施した国際ワークショップ等での議論内容を反映し、ハワイ沖海洋地殻掘削に係るフルプロポーザル

ライザー管体に適用できる数種類の高強度素材を選定し、全体的な軽量化を考慮した数種類のライザー編成について、ライザーハンギングオフ解析を実施し、マントル掘削候補地（ハワイ沖及びコスタリカ沖）でのオペレーション時に想定される気象・海象条件下において、成立可能なライザー編成を把握した。

タービン駆動コアリングシステムの実海域オペレーション結果を再評価し、コアチューブランディング部やピストン/シリンダ固定機構の強度向上及びカッティングシュー耐久性向上についての改良設計と試作を完了した。改良した各要素について性能確認試験を実施し、有効性を確認できたが、シアピンの保持機構について新たに課題を得た。

高性能高強度ドリルパイプシステムとして、新たなドリルパイプやツールの開発を進めており、試作したプロトタイプを用いて船上ハンドリング要領を確認した。また、今後行う試験で、新たなドリルパイプやツールが所定の強度性能を得られると仮定し、これらを用いた場合のドリルパイプシステム全体の強度計算に基づき、更なる大深度掘削に向けた課題の検討を行った。さらに、高性能高機能ドリルパイプシステムとして通信給電機能ドリルパイプシステムの新コンセプトを提示し、特許を出願中である。

インフォマティクス掘削システムの開発に向けて、機械学習を用いた掘削地層特性やコア回収率の予測モデルを構築し、その予測モデルを用いたリアルタイム予測の基本スクリプト及び掘削データモニタリングの基本プログラムを製作した。また、船上掘削データ取得装置を模擬したデータ伝送シミュレータを用いて、リアルタイムでの通信確認試験及び実行試験を行い、基本動作と今後の課題点を確認した。

「ちきゅう」による IODP ハワイ沖海洋地殻掘削に係るフルプロポーザル（951-Full 1）では、Scientific Drilling 誌に国際ワークショップのレポートを公開し、IODP の科学諮問委員会より科学的内

容が提出され、IODP の科学諮問委員会より高い評価を得た。これに合わせて、J-DESC を通じ国内関連研究者へのセミナーや座談会、冊子の発刊などの啓蒙活動が積極的に行われた。一方、課題として当該海域の事前構造探査の必要性が示されたことを受け、調査航海の計画立案の国際協議が必要となった。

の採択に向けた支援を行う。その際、深部掘削プロジェクトの科学目標の最大化や目標深度への到達の確度を高めることを前提に、令和3年度内に国際ワークショップを企画・開催し、当該浅部マントル掘削により取得すべき科学データとその解析手法等についての議論を深化させる。

- ・ 日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）の IODP 部会に設立された「マントル掘削ワーキンググループ」にメンバーとして参加し、マントル掘削の実施に向けたオールジャパン体制を整えるとともに、研究者や技術者の相互理解と連携を推進する。同時に、本ワーキンググループを通じてマントル掘削に関するショートセミナーを企画し、その動画を一般に向けて公開・配信する。

- ・ マントル掘削プロジェクトのロジックモデルを検討し、深部掘削プロジェクトの立案・策定にフィードバックする。

（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、

について高い評価を受けた。一方、951-Full 2の提出にあたり、掘削予定地点における下部-上部地殻境界の推定深度の根拠となる地殻構造の探査データの提出が要求されたことを受け、国際提案者チームによる調査航海の企画・立案を推進・支援した。具体的には、関係者と複数回のオンライン協議を重ね、「白鳳丸」3カ年計画公募、NERC（英国国立環境研究カウンスル）予算枠に調査プロジェクトを提案した。現在までに提案の採択には至っていないものの、引き続き、本件対応に係る国際協議を継続する。

マントル掘削に係る国内研究者を糾合し、J-DESC マントル掘削ワーキンググループ（WG）の活動を支援した。具体的には、計5回のWG 会合を行い、ハワイ沖海洋地殻掘削の事前調査のプロジェクト提案及びマントル掘削に係る研究計画等についての議論や情報共有を行った。本 WG 会合の開催に合わせ、ショートセミナーを計5回実施し、ショートセミナーの動画をウェブサイト上に公開し、一般に広く発信した。本 WG が主体となり開催した学会セッションや座談会、セミナー等を通じて、素粒子物理学や生命科学等の新たな分野の参入や一般の関心を高めるなど、マントル掘削に係る研究者コミュニティの拡大と科学リテラシーの向上を促進した。

マントル掘削プロジェクトのサイエンス及び技術・マネジメントに関するロジックモデルを作成し、J-DESC マントル掘削ワーキンググループを中心にその科学戦略や新価値創造について議論を重ねた。本ロジックモデルを論文としてまとめ、国内外の執筆者からなる合計 17 編の論文とともに、月刊地球号外「海洋科学掘削によるマントル到達への挑戦—地球最後のフロンティアに挑む」に掲載した（令和4年3月14日発刊）。

安全性、法令順守を担保するとともに、新型コロナウイルス感染症対策として乗船・訪船者に関する対応基準等の策定及びPCR 検査の実施手順や航海中の感染者（疑い含む）が発生した場合の対処手順を取りまとめ、周知して運用した。

令和3年度においては、延べ2,500人以上に乗船前PCR 検査を実施し、8月と1月には乗船前に各1名の陽性者を確認し、船内感染拡大を未然に防ぐことができた。しかし、8月のデルタ株の急速な拡大により、航海中に感染疑い者1名が発生（最終的に計6名の感染が判明）、また、9月にも航海中に感染疑い者が1名発生（最終的に

令和3年度は令和2年度に続き、年間を通じて新型コロナウイルス感染症と向き合いつつ、海洋調査プラットフォームの運用に取り組む1年となった。

乗船・訪船基準について、複数回の乗船前PCR 検査、乗船前自己隔離及び継続乗船者へのPCR 検査等、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

1名のみ) することとなった。さらに、令和4年1～2月航海中にも計10名の陽性者が発生した。

8月までに船上遠隔診断システムを実装しており、船内における2次感染を抑えることができた。これに加え、令和4年1月には国内初の新型コロナウイルス経口治療薬を機構の全船舶に搭載し、遠隔診断に基づく医師の処方により船上で投与することが可能になった。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できる体制を構築した。

安全管理の意識向上を目的として以下の取組を実施した。

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4年3月4日現在17件完成）。

令和2年度に引き続き、HSQE (Health, Safety, Quality, Environment)に関する重要事項を周知する「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、継続的な情報発信を行った。

各研究船については、機能維持に必要な整備工事及び法定検査を行いつつ、研究者からの要望に基づく工事（「新青丸」中型観測ウインチケーブル巻替、新たな調査観測機材に対応するための工事、衛星通信環境向上のための「よこすか」「みらい」における衛星通信システムの換装等）を実施した。また、近年の船底汚損状況を踏まえ、船底塗料の再検討や試験塗装を実施している。

「白鳳丸」に関しては令和3年3月より改造工事着工、主機関や発電機、音響測深装置換装等の大規模工事を実施し、11月末に完工を迎えた。最新のマルチビーム音響測深機（MBES）を換装し、「かいめい」「よこすか」等と同様のフルデプスでの測深性能が備わった。また、新たにCTD 繊維ケーブルを採用したCTD ウィンチを搭載したことで、フルデプスでのCTD 観測及びクリーン採水が可能となり、研究者のニーズにさらに幅広く応えることが可能となった。

深海調査研究船「かいらい」については、フリート構成の見直しに伴い、他船へ機能を移転し、令和4年2月に運用を停止した。

研究航海管理システム (Marine Facilities Planning : MFP) の導入を決定し、令和6年度に実施する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

に部門全体が一丸となって取り組んだ。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等、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取組であった。

併せて、新型コロナウイルス感染症の蔓延下において、従来通りの業務遂行が難しい環境の中、8か月にわたる「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、国外研究コミュニティからの受託航海の実施等を着実に実施することができたことは評価できる。

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

一トな海洋調査・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。

実施するなどの調整を進めている。

新型コロナウイルス感染症拡大を防ぐため、機構として独自の乗船基準・訪船基準の策定・更新を行い、PCR検査の実施手法についても適切なタイミングで見直しを実施し、船舶の安全運航に努めた。特に、以下の事項については、我が国のみならず、関係各国の水際対策を踏まえた対応として特筆すべきものであった。

「みらい」を用いた北極航海の実施に必要なアイスパイロットの招へいにあたっては、国の水際対策に即した対応を行った。

また、寄港地での乗船に際しては、当該国の水際対策のみならず、緊急搬送を想定した連絡体制を事前に確認するなどの対応を行った。

「ちきゅう」の外国人船員の配乗にあたり、国の水際対策に加え、各国におけるワクチン接種の状況を踏まえた対応を行った。国内在留資格の有無、接種ワクチンの種別による入国待機期間の違い及びフライトの急なキャンセル等による影響があり、通常通りの交代が難しく、中には長期間の乗船となる者も多く発生した。このため、船員法順守の観点から、1日2交代から3交代への就業体制切り替えや4週勤務・休暇から8週勤務・休暇への配乗見直しを急遽行うなどの対応を行った。

これら外国人の入国にあたっては、空港から宿泊先への移動手配を行ったほか、滞在中の食事手配も行った。また、オンラインミーティングを用いて日々の体調確認等のフォローを実施した。

「かいめい」によるIODP第386次研究航海の実施にあたっては、外国人研究者の来日が叶わなかったため、1日2時間程度のオンラインミーティングを行うなどの対策を行い、航海やその後のオンシヨア・サイエンス・パーティ（「ちきゅう」船上でのコア試料分析）を実施した。

南海LTBMS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の設置に関して、当該海域における調査実績に基づいた対策により、コストや期間の短縮の見直しを行い、現実に則した計画を立案した。

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並びに予算・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。

SIP「革新的深海資源調査技術」では、「ちきゅう」での掘削案件において培った技術を提供することにより、当該計画への機材設計の技術協力・作業法案作成・リスクアセスメント・船上作業協力等、幅広く技術供与を行った。受託案件においても「ちきゅう」を供するとともに、調整段階からのサポートと掘削時の現場監督等の

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。航海計画作成においては、研究航海データベースを活用し、航海日数にダウンタイムが発生しない線表を作成する。

さらに、「ちきゅう」については、SIP「革新的深海資源調査技術」において実施する揚泥管及び揚降ツールの大水深域における揚泥性能確認試験を実施するとともに、国内の研究者コミュニティと連携した科学掘削の実施を検討する。

また、IODP の国際枠組みの下、「ちきゅう」IODP 運用委員会（CIB）を開催し、「ちきゅう」の年間及び長期の科学掘削計画について助言を受ける。引き続き国内外の関係者・機関とともに、2023 年 10 月以降の IODP の後継枠組みに関して議論する。加えて、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みの一つとして、「かいめい」による欧

人的支援を行った。

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」を引き続き実施した。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 段階評価のほか、改善要望等の意見も収集した。令和 3 年度のアンケートでは、35 航海 147 件からの回答を得た。特に、船上での研究支援の満足度については Excellent 又は Good が 91%と突出しており、また、航海全般の満足度についても、78%と高い評価を得た。一方、船内のネットワーク環境については、インターネット接続ができないことから 15%と低評価であった。

研究航海データベースについては、入力データの項目の見直し作業を行い、検索をより細かく的確に行える改善を実施した。

研究船の運航計画策定プロセスの中に、新たに課題毎の担当者を設置することによって、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できるようになった。これらの情報を踏まえて、使用可能船舶や航海時期の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について、部門内向け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開催し、航海内容を共有の上、航海における問題点について更なる洗い出しを行った。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、早い段階での調整が可能となり、増員計画等にも対応することができた。

SIP「革新的深海資源調査技術」にて使用する揚泥管及び揚降ツールについて、実海域でのハンドリング確認試験を実施し、3,000m 分の揚泥管の接続確認を行った。揚泥性能を確認するための循環試験もあわせて行う予定であったが、機器の誤作動で実施できなかったため、令和 4 年度に再実施の予定である。

IODP の国際枠組みの下、「ちきゅう」IODP 運用委員会（CIB）を 6 月にオンライン開催し、「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、機構の予算状況等も加味しつつ、運用計画を策定した。

現行 IODP の枠組みは令和 5 年 10 月までであったが、令和 6 年 10 月まで延期となった。それ以降の枠組みに関して、機構が国際的なプレゼンスを発揮し、国際責任を果たせるよう、国内外の関係者・機関と継続的に議論している。

州海洋研究掘削コンソーシアム（ECORD）の IODP 研究航海の実施に向けて関係機関と準備を進める。

また、研究開発成果の円滑な創出に資するため、海洋調査プラットフォームの利用者に対する科学的・技術的な支援を提供するとともに、継続的にそれらの熟成や向上を図り、取得されるデータ等の品質管理の提供の迅速化を図る。

具体的には、研究船上における老朽化した研究設備の改修・換装、各船舶の通信インフラの整備を進めるとともに、セキュリティの強化を図る。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。また、国際研究コミュニティからのニーズに応え、「ちきゅう」船上における分析機会を提供し、海洋調査プラットフォームとして、より効率的な運用を図る。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他、「ちきゅう」をはじめとする海洋調査プラットフォームを用いた SIP に係る試験・調査を通じて SIP の技術開発に協力し、産学官連携の強化を図る。

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」による ECORD の IODP 研究航海の実施に向けて関係機関と準備を進め、令和3年4月13日から6月1日にかけて同研究航海を実施し、総延長830 m以上の海底堆積物コア試料を採取した。本航海で取得したコア試料については、令和4年2月14日から3月15日にかけて清水停泊中の「ちきゅう」船上にて分析を行った。

この取組は、国際的な枠組みの中において得難いサンプル・データの取得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ている。

機構の乗船・訪船基準によって様々な制約がある中で、限られた人数の観測技術員と研究者で分析項目を削ることなく、お互い協力して作業分担を図り、観測体制を調整した。また、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・環境を維持・管理を行った。

令和3年4月から6月に KM21-02C 航海で「かいめい」により採取したコア試料の船上詳細分析が清水停泊中の「ちきゅう」で令和4年2月から3月に行われた。

「ちきゅう」ラボにおいては、分析精度の向上、分析手法の効率化のためのハードウェア及びソフトウェアの実装を行いつつ、技術継承・向上を図った。

令和4年度からの運用を目指し、長期着岸中の「ちきゅう」の研究区画を研究者に提供する仕組みを作り、ラボ利用に関する制度を策定した。

「新青丸」クリーンラボコンテナの改造・修理を行い、令和3年度から研究航海での供用を開始した。また「ちきゅう」においては、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（令和3年度中は424回ツイート・フォロワー30,479人）。

「ちきゅう」を用いた揚泥管試験、「かいめい」ジャイアントピストンコアラを用いた採泥調査、「よこすか」「みらい」「かいらい」を用いた音響通信技術試験の各航海を実施し、SIP の技術開発に貢献した。

また、水深 4,500m までの海域における ROV 運用の効率化を図るために、「かいこう」ブークル単独で運用するランチャーレス運用試験を行いデータ収集とシステム改善を行い、令和 4 年度から公募対象機器として外部供用を目指す。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

新青丸での「かいこう」のランチャーレス運用に関しては、機構の海洋調査プラットフォームとして供用開始後の効果を客観的に評価することも検討し、長期的な成果のエビデンスとして提示できるように努める必要がある。

運航状況のみならず、それにより得られる成果を指標化して、実績として提示できる仕組みづくりが必要である。

令和 4 年度研究航海の課題提案書の募集を令和 3 年 3 月に開始した。「新青丸」での ROV（「かいこう（ランチャーレス）」若しくは「ハイパードルフィン」）運用要望については、研究船利用公募 13 件を含めてトータル 17 件であった。令和 3 年度 12 月に計画した「かいめい」によるランチャーレスの運用試験は新型コロナウイルス感染拡大の影響によって令和 4 年度に試験延期となった。

【指摘部分に対する措置内容】

令和 3 年 3 月に供用を開始し、課題提案書の募集を行った。「新青丸」での ROV（「かいこう（ランチャーレス）」若しくは「ハイパードルフィン」）運用要望については、研究船利用公募 13 件を含めて計 17 件あった。利用者にはアンケート調査を実施し、供用開始後の効果について注視していく。

研究船及び研究船搭載機器についてスペックの洗い出しのほか、研究船や搭載機器の性能に基づいた多方面からの指標化を図っているところである。これらを IRSO（International Research Ship Operators）の中でデータ供与を受けられる研究機関の所有する船舶及び搭載機器との間で評価することを計画している。運航管理システム「Marine Facility Planning（MFP、以下本システム）」の導入によって、課題・線表・実施要領書・配乗情報・観測機器情報等の情報を一元管理し、委託会社との情報共有をスムーズに行うことが可能となる。また、研究者が本システム上で課題提案書や実施要領書案を作成することによって、より早い段階で文書の完成度/航海情報の確定具合の向上を図ることが可能となり、業務効率の向上が見込まれる。引き続き、本システムを利用することによるメリットを最大限生かし、得られた成果の指標化、実績として提示できる仕組みづくりに向けて実装を進めていく。令和 2 年 8 月から、各航海終了時に航海評価アンケート（計 58 項目/令和 3 年 11 月 25 日最新版）を実施しており、令和 2 年度は 73 件、令和 3 年度は 147 件回収することができた。本内容を精査の上、今すぐ行う必要があるもの、今後要検討していくもの、予算が計上されしだい実施していくものに分けて、今後の航海に反映させていくところである。また、アンケートについては、8 項目による情報を収集している（1. 回答者情報、2. 航海全般、3. 航海の安全性、4. 航海準備段階での支援、5. 船上観測装置、研究設備、6. 船上での研究支援、7. 船内ネットワーク環境、8 船内生活）。この 8 項目から、研究者が必要とし

無人探査システムについて、開発から実際の運用段階に移行していくことが望まれる。また、実際の運用においてどのような価値を目指すのかを明確化することも求められる。

研究船、水中ドローン、海上観測機器など複合的な観測システム構築の検討を行っているが、北極域研究船という新たな船舶の建造も開始されたことに伴い、人材、時間配分など、海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発の全体像を把握・調整するマネジメントの強化が求められる。

昨年度の指摘事項については、「ちきゅう」の運用などがまだ課題となっている。今後は北極域研究船の建造・就航も予定されており、機構として戦略的な資源配分に努めるべきである。

成果の重要性をより一層理解するため、「予定以上の成果」が何であるのか、「アウトカムの一部に到達した」という自己評価が具体的に何を指すのか明示する必要がある。

ている項目を洗い出して研究航海に役立てていく。また、アンケートについては、開始から2年目と言うこともあり、乗船者への浸透が十分に行き届いておらず、航海毎のバラツキも大きいことから、回収率の向上に努め、以降の航海へ反映する。

運用に供することを最終目標として開発を進めていくため、また、研究者と価値を明確にしつつ共有していくために、開発段階から研究者との会合を持つ等の取組を開始している。技術開発側の開発コンセプトを研究者に相談する場として、研究部門開催の定期連絡会に参加し、研究者側ニーズの聴取と擦り合わせを実施している。あわせて、システムに搭載するソフトウェアについても、オープン化したものを採用し、国内ユーザが実運用において馴染みやすく、システムのブラッシュアップや改善に取り組みやすいシステムを提供していく。

令和3年度に北極域研究船の船舶建造に係る諸調整を専管する北極域研究船推進室を設置したところである。建造及び運用準備の本格化に向けて、既存の船舶・探査機を運用している他部署との連携をしつつ、全体としてマネジメントの強化を図っていく。また、上記に加えて、北極域研究船の観測・研究設備及びその関係設備の建造に係る業務遂行を支援するため、横断的組織として「観測・研究設備検討チーム」を設置した。

令和3年度に北極域研究船の船舶建造に係る諸調整を専管する北極域研究船推進室を設置したところであり、既存の運用部船舶工務グループが既存船の運用で得た知見をもとに、北極域研究船推進室をサポートする形態をとっているところである。このほか、理事長のリーダーシップのもと、機構船舶の最大限の利活用に向け、令和3年度で「かいらい」を停船すること、そして「ちきゅう」のあるべき運用方策について議論を継続するなど、戦略的な資源配分に向けた調整を行っているところである。引き続き、機構内外と連携しつつ、調整を継続していく。

「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」の評定は、3つの評価軸から総合的に評価して「A」評定としている。「①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。」については「B」評定であるが、②及び③の「A」評定の根拠については以下のとおり。

②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」に一部到達＞

- ・調査船舶の運用に関して、新型コロナウイルスによる感染症の拡大の中、令和２年４月当初より４か月間の緊急停船措置を余儀なくされたが、停船期間中に乗船や訪船に関する感染対策の方針を取りまとめ、調査の年次計画を再構築し、調査活動への影響を最小化することで、研究開発成果の最大化や、国の海洋政策事業の遂行に貢献した。
- ・調査船舶搭載の着座型掘削装置の機能向上において、「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するなど、船舶運用部門統合の効果により、海域での研究活動の高度化を支え研究開発の最大化に貢献した。

＜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」において、予定以上の成果に該当＞

- ・令和２年１１月に活発化した十勝沖の地震活動を緊急調査するために海域にウェーブライダーを展開し約１０日間にわたる地殻変動の自動観測を行い、海洋観測の自動化を目指した開発研究の一端をデモンストレーションすることが出来た。

③研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

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

「ちきゅう」を含む調査船舶の効率的な運用においては、運航計画中に散在していた停船期間を計画的に集約することによる効率化や、民間活力を活用した新たな運用方法の模索などの検討を行い一定の結論を得た。自動観測の導入等とも合わせ、最適なフリートミックスを実現できるように引き続き検討を重ねていく。

＜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」において、予定以上の成果に該当＞

新たに「課題担当窓口」を設置し、全ての研究船のユーザ（研究者）とのインターフェースを集約するとともに、課題の共有と解決方法の検討を強化することで、研究者の利便性の向上を図り、外部

機関からの受託獲得に向けた研究部門との連携なども強化している。さらに、感染症の拡大による業務体制の改革や見直しを迫られたが、オンライン会議システムなど新たなコミュニケーションツールを多用した業務形態を取り入れることで他部署との情報交換を容易にし、今まで以上に連携を強化できる体制を構築した。

【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。

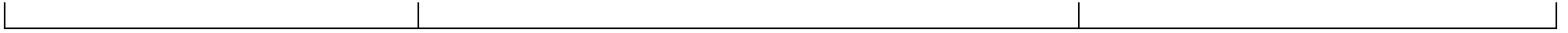
【関連指標】

(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)

- ・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

【評定】

A

【中長期計画】

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。

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。

年度計画・評価軸等

業務実績

評価コメント

機構は、前項で述べた基盤的研究開発を推進し、我が国の海洋科学技術の中核

評定：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

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。

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・アウトリーチ活動の促進については、令和2年度に引き続き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。さらに、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一般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。加えて、機構の創立50周年を迎え、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情報発信、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し、海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

海洋調査プラットフォーム等の研究開発基盤の供用については、ArCS II や SIP など、国内の政策的課題の推進に資する、海洋調査プラットフォームの供用を行った。また、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、ECORD や JMH、AIST からの受託事業を実施し、所望の成果を獲得し、国内外における機構のプレゼンス向上に貢献し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、新型コロナウイルス感染症の収束の見通しが立たず、また、「白鳳丸」の改造工事による長期停船等、通常とは異なる変則的な環境の中、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、船舶を安全に供用し、研究航海を最大限に実施できたことは顕著な取組と言える。

データ及びサンプルの提供・利用促進については、データ・サンプルへの利用申請が令和2年度比約3割増(約1.3倍)となる対応を実施した。また、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)への対応については、情報セキュリティインシデントの発生に伴い、

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

現状の活動を継続するとともに、まだコンタクトできていない国内外の研究機関や民間企業に機構の成果を知る機会を作り出すための広報やアウトリーチ戦略を構築し、更なる連携や協力関係を推進していくことが期待される。

国際プロジェクトや海外機関との共同研究における主導的役割を機構がどの程

【指摘部分に対する措置内容】

研究機関・民間企業との連携・協力関係の裾野を広げるため、新規層へのアプローチを立案し、順次、実施している。令和3年度は、「産学連携プラットフォーム」（窓口：筑波大学、国内大学・研究機関 21 機関が参画）への参画や、横浜市の推進するイノベーション事業：オープンイノベーションカンファレンス、海と産業革新コンベンションへの出展、神戸市の Techno-Ocean 2021 の共催や登壇などを通じて、機構の技術シーズを積極的に展開するなど、新規層へのアプローチ、企業への PR やマッチング機会として活用している。

また、研究報告会「JAMSTEC2020」（令和2年11月30日開催）はオンライン開催とすることでこれまで参加しづらかった遠方や現場の研究者などにも参加いただき、新規層の取り込みに成功した。その他、若年層を対象とした賛助会若手セミナー（オンライン）を実施し、賛助会企業の若年層の取り込みも行っている。

さらに、令和3年度は機構創立50周年を迎えたことから、機構事業のPRに全所的に取り組んでおり、オンラインイベント（令和3年11月16日開催・YouTube配信）を開催した。機構と同じく創立50周年を迎える日清食品グループとのコラボや、ポケモンが運営する「プロジェクトポッチャマ」と協働した北極・深海研究の発信、映画「深海のサバイバル！」への監修協力、記念切手の発売実現、機構職員の母校訪問プロジェクト、ビーチ×サイエンス企画オンラインセミナー、すべらない砂甲子園（YouTube配信）、YouTuber とのタイアップ企画、記念グッズの企画・販売などを実施し、これまで以上に新規層への機構の認知向上に繋がった。

なお、これまでの名刺交換等の人脈構築を活用し、ビジネス SNS プラットフォーム「Eight」を用いて、情報発信を定期的に行い、ネットワークの拡大・マッチング機会の創出に取り組んでいる。

国際プロジェクト等における主導的役割を示すエビデンスの一つとして、国際プロジェクトや活動等を主導する立場を機構職員

各種システムへの対応が発生したが、当初計画としたクルーズレポートへの DOI 付与に向けて対象となるメタデータ抽出を実施した。このとおり、計画以上に、データやサンプルに関する情報等の効果的な提供を達成し、データ及びサンプルの提供の在り方の最適化に向けた取組を実施した。

度果たしているのかについて、もう少し明確なエビデンスを示すことが必要である。

(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

が担っていることが挙げられる。具体的には以下のとおりである。

- ・ ユネスコ政府間海洋学委員会西太平洋地域小委員会 (WESTPAC) 共同議長
 - ・ 海大陸研究強化年 (Years of the Maritime Continent:YMC) プロジェクト 共同議長
 - ・ アジア・オセアニア GEO (AOGEO) 共同議長
- また、IODP では、国際共用プラットフォームとして地球深部探査船「ちきゅう」を利用している。

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自己評価評定を「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、成果の社会還元への推進が図られたか。】

新たに国立大学法人東京農工大学や横須賀市との包括連携を締結するなど、関係他機関との連携協定や共同研究を国内外問わず締結し、研究成果の最大化に向けて着実な取組を行った。また、既存の締結機関とは、新型コロナウイルス感染症対策を十分にを行ったうえで連携協議会やシンポジウム等を開催し、連携強化・拡大を図ることができた。広報・アウトリーチ活動では、令和2年度に引き続き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。さらに、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一般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。加えて、機構の創立 50 周年を迎え、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情報発信、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

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活用や志向性の強い萌芽的研究開発の所内育成等を行うことにより活用対象となり得る知的財産の拡大と充実を図る。さらに、国、地方公共団体、大学、研究機関、民間企業等との連携関係を通じ、共同プロジェクトの実施や研究者・技術者の人材交流、情報交換、交流会（機構自らが実施するものを含む）への参加等に積極的に取り組むことにより、活用対象となり得る知的財産の発展・強化や訴求効果の向上を目指す。

論文の集計方法は令和2年度に引き続きクラリベイト・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」の登録データによった。令和3年度の論文発表数は608件、過去5年の発表論文（3,041件）が令和3年度に引用された回数は14,235回であった。その他、同社のInCites Benchmarking and Analyticsにより論文公開数、被引用数、TOP10%・1%論文割合などの経時変化や他機関との比較を実施した。

国内機関との共同研究は大きく増加し合計135件、うち新規課題は36件実施し、当該年度の契約相手方は185機関となった。外国機関との共同研究は34件であった。令和2年度に改正した関連規程に基づき共同研究における間接経費の受け取りを開始した。

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」は情報セキュリティインシデントの影響で非公開となったが、令和4年4月の再公開に向けて情報の更新等の運用・管理を行った。

機構研究者の業績データベースであるJDBについては、次期システムの導入を目指して検討を開始した。

「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の他、資金調達やステージアップに有用な情報提供、展示会やビジネスプラットフォーム「Eight」等の機会を利用した対外情報発信支援等を行った。このほか、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。

国内機関間連携としては、国立大学法人東京農工大学と、組織的連携による共同研究の実施、研究拠点の形成や産学連携の促進、学生の教育・人材育成等を目的とし、包括協定を締結した。海洋に係る研究開発を行っている機構と、東京農工大学の農工先端研究分野が連携することで、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すとともに、研究指導における連携を通じた学生の教育・人材育成

する外部への効果的な情報発信を実施し、海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

国際枠組みに対する貢献としては、IOC協力推進委員会を開催して、国内の専門的な知見を集約し、IOCの意思決定に貢献するとともに、職員をIOC事務局に派遣すること及び職員がWESTPAC共同議長を務めることで、海洋科学の国際的な連携の推進に貢献した。

研究成果の最大化に向けて、国立大学法人東京農工大学、横須賀市との包括連携協定を締結、各種オンラインイベントを通じた地方公共団体の海洋産業振興施策への貢献、画像・映像の新たな販売経路の拡大等を通じて、連携範囲の拡大・連携内容の深化を着実に遂行した。

国内の産学官との連携・協働については、新たに東京農工大学と包括連携協定を締結した。これにより、双方の強みを活かした新たな研究拠点の形成を目指すとともに、研究指導における連携を通じた若手人材の育成、人材の裾野拡大を推進する。また、既存の協定締結機関とは新型コロナウイルスの感染対策を十分に行ったうえで、連携協議会、合同イベント、シンポジウム等を実施し、連携強化・拡大を図った。公益財団法人東京都中小企業振興公社が運営するビジネスマッチングプラットフォーム「ビジネス・チャンスナビ」、筑波大学が運営する「産学連携プラットフォーム」に新たに参画し、連携範囲の拡大を行った。

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Ⅶ」（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）や「海と産業革新コンベンション持続可能な海洋産業とデジタル化～SDGs達成に向けて～」(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)、「Techno-Ocean2021」(主催：Techno-Ocean Network)などのオンラインイベントにも継続して参加・出展し、地方公共団体が推進する海洋産業振興施策に貢献した。特に、横須賀市とは新たに包括

等も推進する。その他、協定に基づく連携協議会を開催し、既存の研究協力の進捗共有及び新規協力案件についての情報交換を行った。

連携先機関との合同イベント、シンポジウム等を実施し、連携による成果を機関間で確認した。また、この機会を活用し、連携機関が立地する地域の方々との人材交流、情報交換を行う等、機関連携の成果を幅広い地域・層へアピールした。

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Ⅶ」に出展した。機構の深海バイオリソース提供事業等を発信し、オンラインでの交流や面談を活発に行った。また、高圧実験水槽などの横須賀本部施設の産業利用を促進するため、施設利用案内のパンフレットを新規に作成し、賛助会企業等に配布した。

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継続的に図っている。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年度末実績として会員数 175 社、会費総額 78,335 千円となった。

令和3年度の活動状況は賛助会セミナー、技術交流会、業務報告会をオンラインで開催した。会員向けイベントは、機構が展示協力した日本科学未来館への見学会を12月に実施したが、1月に実施予定だった「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年に開始する予定となっている。

また、50周年記念事業の募集特定寄附金の募集を行い、特設ウェブサイトにおける寄附者名、応援メッセージの公開、チラシ配布、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。なお、「JAMSTEC 創立50周年記念事業」(募集期間令和元年10月1日から令和4年9月30日)は継続募集中である。これらの取組により、寄附件数は85件となった。また、遺贈の受入体制の整備を進め、機構として初の遺贈寄附受入を実施した。

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、公益財団法人東京都中小企業振興公社が運営するビジネスマッチングプラットフォーム「ビジネス・チャンスナビ」、筑波大学が運営する「産学連携プラットフォーム」に参画した。また、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」を活用し、機構の研究トピックス、50周年事業の発信やオンライン名刺交換等を約

連携協定を締結し、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み、地域への成果還元を一層進める。

研究開発成果の活用促進については、機構の保有する希少な深海生物等の画像・映像をストックフォトエージェンシーによる委託販売を開始し、新たな販売経路を開拓した。また、特許出願については、手順の簡素化により発明者の負担を軽減したほか、速やかに対応するなどした結果、出願数が大きく増加している。

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、結果の公開を行った。各地方公共団体や漁業関係機関などから多く問合せ等を受け、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。

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・外部スタートアップ支援の紹介や事業計画策定のアドバイス等を行った他、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。

今後も、国民や民間企業向けに次なる海洋科学技術の発展に向けた取組を行っていく。

170回実施することで、フォロワー数の約500人増加にも繋がった。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アプローチも取り組んでいく。

さらに、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、Twitterキャンペーンの参加者は約7,000人となり、機構公式Twitterのフォロワー数の増加につながった。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とのタイアップ企画では、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で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、ドラマ撮影への協力をを行い、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がった。

令和3年8月には、小笠原諸島最南端部に位置する福徳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同年10月より、どのように福徳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。本件は各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、YouTubeや機構ウェブページで、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、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。

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

令和3年度末時点で保有する知的財産は、特許権175件(国内104、外国71)、意匠権4件(国内2、外国2)、商標権23件(国内23)、プログラム著作権16件である(令和2年度実績:特許権182件、意匠権4件、商標権23件、プログラム著作権16件)。

令和3年度は、特許出願49件(国内32、外国17)を行い、特

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。

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。

特許取得は 31 件であった（令和 2 年度実績：特許出願 32 件、特許取得 23 件）。また、実施見込が低いと判断された特許権（権利満了を含む）38 件を放棄した。

令和 3 年度の知的財産収入実績は、14,694 千円であった。画像映像利用申請はほぼ令和 2 年度並みの 289 件（令和 2 年度実績：295 件）であったが、著作権収入は大口の案件もあり 6,695 千円と大きく伸びた（令和 2 年度実績：4,953 千円）。一方、プログラム著作権は金額の大きな案件がなかったことから半分以下の 6,468 千円（令和 2 年度 15,239 千円）の収入であった。

また、機構の保有する希少な深海生物等の画像・映像の新たな販売経路を開拓するため、ストックフォトエージェンシーによる委託販売を開始した。

特許管理の適正化を目指して管理方法の改善を継続し、出願フローの見直しに続いて、特許の維持について運用基準を厳格化し、年限を区切ってライセンスの実績・具体的な引き合い等がない場合は放棄するなどの見直しを進めた。出願については、手順の簡素化により発明者の負担を軽減したほか、速やかに対応するなどを行った結果、出願数が大きく増加した。

特許・プログラム・画像等及びその他の知的財産の活用に関する契約は計 46 件（特許実施許諾等の契約 1 件、プログラム使用許諾契約 5 件、サンプル提供に関する契約 4 件、商標や写真・動画などを活用した著作権利用許諾に関する契約 14 件、その他（NDA 等）22 件）を締結した。

機構が保有する知的財産を紹介するポータルサイトを運用し、シーズ紹介、特許実用化例、問合せ窓口等の外部周知を行った。また、シーズ集をデータベース化したシーズ集カタログは情報セキュリティインシデントの影響で公開が停止されているが、近々の再公開に向けて登録内容を更新するなどしている。合わせて独立行政法人工業所有権情報・研修館の開放特許情報データベースに登録をしている。

地方公共団体等との連携として、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た「海と産業革新コンベンション 持続可能な海洋産業とデジタル化～SDGs 達成に向けて～」(略称：「うみコン 2022」)(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)の企画・立案に協力した。「うみコン 2022」には 14 団体が参加、オンラインでの開催方式とし、参加者間の交流促進を目指してオンライン上のイベントプラットフォームの導入を行った。全国各地から参加者があるなかで、機構の研究開発成果の発信及び

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

シンポジウムでの講演等を行った。

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。

神戸市とは「Techno-Ocean2021」（主催：Techno-Ocean Network）を共催するとともに、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。

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おり、令和 4 年 5 月には静岡県との間で連携・協力に関する基本協定を締結する予定である。

「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に伴い、出資業務に係る関連諸規程を制定施行し、出資業務に係る運用整備の検討を進めた。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・外部スタートアップ支援の紹介や事業計画策定のアドバイス等を行った。

このほか、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。

令和 3 年度に行った国際協力の推進についての取組を以下に記載する。

(1) 国連を中心とした各種国際枠組み関係

①ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）

IOC 協力推進委員会（オンライン）及び専門部会（オンライン）を開催し、各専門分野における専門家による意見及び情報交換、第 31 回 IOC 総会に向けて対処方針案の議論等を実施した。第 31 回 IOC 総会（オンライン）に機構役職員が日本政府代表団として出席し、専門的な知見に基づき機関間委員会への関与と情報収集を行い、インド洋の研究、G00S の今後の方針等多

国際枠組みに対する貢献として、IOC 協力推進委員会を開催し、国内の専門的な知見を集約し、IOC の意思決定に貢献するとともに、職員を IOC 事務局に派遣すること及び職員が WESTPAC 共同議長を務めることで、海洋科学の国際的な連携の推進に貢献している。

また、「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」に対し積極的に関与し、国際的な連携のもと、海洋科学を通じた課題解決に向けた取組を開始している。G7 海洋の未来ワーキング

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。

令和3年度においては、第31回IOC総会へ日本政府代表団の一員として出席し、日本政府の意見を反映させるために関係者と調整及びその支援を行うとともに、情報収集を行う。また、2021年1月から開始した国連海洋科学10年の推進に関し、関係者と意見交換及び情報収集を行う。上記に加え、STS forum、GEO、POGO、G7 海洋の未来ワーキンググループ、グローバルオーシャンサミット、その他SDGs関連会合等について機構のエフォートを注力すべき案件を整理した上で、それらへの準備支援及び出席をし、関係者との意見交換及び情報収集を行う。特に、第3回北極科学技術大臣会合に関し、関係者と意見交換及び情報収集を行う。

くのIOCの意思決定に貢献した。また、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。なお、任期は令和3年4月から令和5年に開催予定の次回WESTPAC総会の終了までの約2年間(再選により次々回WESTPAC総会まで再任の可能性あり)となる。

国連海洋科学の10年に関して、国連海洋科学の10年に関する動画の製作への協力(機構研究者が出演)、WESTPAC地域のキックオフ会議への開催協力、Decade Actionの提案準備等の貢献を行った。

また、令和2年10月から機構職員(事務主幹級)1名がIOC事務局(フランス・パリ)のP-4ポストに出向しており、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。

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

国内における諸活動に関しては、外部有識者を招いての機構内での職員向けセミナー等の開催に加え、令和2年度の国連海洋科学の10年国内委員会発足時から引き続き機構役員及び研究者が国連海洋科学の10年国内委員会委員として参加し、「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」に関して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。また、令和4年1月に開催された「ECOPシンポジウムー国連海洋科学の10年における若手ネットワークの構築に向けて」に機構役員及び研究者(1名)が参加し、役員が基調講演を行った。

国外における諸活動に関しては、研究者(1名)が令和3年6月に開催されたVirtual Early Career Ocean Professional(V.ECOP)Dayに参加し、発表を行った。また、Ocean Decade Laboratories主催の「A Healthy and Resilient Ocean」では、複数あるサテライトアクティビティの一つとして、機構が提案したEcosystem Services & Monitoring in Asia Pacificが採択され、機構研究者がオーガナイザーを務めた。

第2回Ocean Decade Call for Action公募開始に伴い、機構が組織として、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。

グループに関しても、複数の研究者が積極的な関与を通じて、科学的根拠の提供を行い海洋の諸課題解決に貢献している。

バイラテラルの協力として、フランスとの協力については、主に生物多様性に係るテーマを軸とした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・協議を進めている。また、インドとの協力については、インド地球科学省(MoES)との協力覚書を踏まえ、MoES関係機関と海洋プラスチックごみに係る具体的な協力の可能性について検討を進めた。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を図っている。

令和3年度においても、新型コロナウイルス感染症拡大により、国際的な移動の制限や国際会議の延期・中止が生じ、年度当初の計画通りに実施されたものではないものの、オンライン等を活用し実現可能な範囲で種々の取組を行った。上記に係るこれら取組の今後一層の充実が期待される。

さらに、ECORDからの受託による、「かいめい」ジャイアントピストンコアラーを用いたサンプリング航海は、感染症拡大下で海外からの乗船研究者の直接的な協力が望めない中、当初計画をほぼ達成するサンプルの採取に成功し、日本のリーダーシップのもと、大きな科学的成果に結びつく結果を得ることができたことで、機構の国際的なプレゼンスの向上に貢献することができた。

なお、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。上記、国連海洋科学の10年に係る所内周知及び所内の取組に係る情報集約を行うことにより、Ocean Decade の理解向上に貢献している。

③国連気候変動枠組条約（UNFCCC）

令和3年11月に開催された気候変動に関する国際連合枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC）/Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice（SBSTA）会合「研究と組織的観測」（Earth Information Day 2021）に、機構からのサブミッショントピックが採択され、研究者（2名）がオンラインで参加した。1名はポスター発表を行い、1名は口頭発表を行った。機構からの資料は Earth Information Day 2021 専用ウェブサイトで公開された。

国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）の開催に先立ち、令和3年10月に、フランス海洋開発研究所（IFREMER）、フランス国立科学研究センター（CNRS）及びフランス国立開発研究所（IRD）が共催した海洋科学の重要性を訴えるオンラインイベント One Ocean Science に参加した。機構は、Bio-Geochemical（BGC）Argo フロート及び地球規模での海洋観測の重要性を訴える動画を制作した。One Ocean Science に係るメッセージや動画は専用ウェブサイト（<https://oneoceanscience.com/>）及び種々のソーシャルネットワークを通じて展開され、900万人以上（IFREMERによる）に届いた。

2) 国連以外の各種国際枠組み関係

①全球地球観測システム（GEOSS）

令和3年11月の GEO Week 2021 では、日本のステートメントに、機構による世界規模での海洋観測及び観測データの提供に関する諸活動が盛り込まれた。また、第14回アジア・オセアニア地球観測に関する政府間会合（Asia-Oceania Group on Earth Observations: AOGEO）では、機構が実施する Asia Pacific Marine BON（AP-MBON）の諸活動がカントリーレポートの一部として報告された。

②STS forum 2021

STS forum 2021 の附帯会合である気候変動と地域適用の問題に着目した Regional Action on Climate Change（RACC）に対し協力を行った。また、機構研究者がスピーカーとして参加し、科学的根拠の提供を通じて気候変動問題解決に貢献するとともに、宣言（Statement）の作成・とりまとめに関与した。

RACC の結果及び当該宣言については、RACC の全体チェアから STS forum に対し報告されている。宣言自体も気候変動と地域適用の問題についてとりまとめた文書として、STS forum 2021 のウェブサイトに掲載された。

③One Ocean Summit

令和4年2月にフランス・ブレストにおいて、エマニュエル・マクロン・フランス大統領主催の下で海洋に関する様々なテーマについて議論するワン・オーシャン・サミット (One Ocean Summit) が開催された。機構からは研究者 (1名) がオンラインを通じて Forum One Ocean Science: a review of ocean science in the form of a world tour に参加し、機構の海洋プラスチックごみに関する取組・研究について紹介した。Forum は One Ocean Summit 独自のオンラインプラットフォーム及び YouTube を通じて同時配信され、その録画が YouTube で引き続き公開された。

④G7 海洋の未来ワーキンググループ

G7 海洋の未来ワーキンググループにおける日本のワーキンググループメンバーを変更し、研究者 (2名) を選出した。2021 (令和3) 年6月に開催 (オンライン) されたワーキンググループに参加し、G7 FSOI work plan の採択に貢献するとともに、同年12月には英国主催の G7 Navigation Plan Workshop にオブザーバーとして参加した。加えて、テーマごとに設置された G7 FSOI Resource Strategy Groups のうち Implementing the Global Biogeochemical Argo Array by 2030、Net Zero Ocean Capabilities 及び Digital Twin Ocean Capabilities について、並びに G7 FSOI / GOOS Scientific and Technical Support Activities のうち A Surface Ocean CO₂ Monitoring Network について、それぞれに機構研究者が関与を通じて G7 FSOI が掲げる海洋の優先課題の解決に貢献している。

⑤その他

2021 (令和3) 年度中の開催が予定されていた第2回持続可能な開発目標 (SDG) 14 実施支援国連会議、アワオーシャン会合等は、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、延期又は中止となった。

3) 二国間協力

北極域研究船の建造及びその国際的な研究プラットフォームとしての活用の推進を図るため、米国、英国、ノルウェー等といった国々に重点を置いて、関係国との新しい取組や今後の展望について意見交換を行った。

①米国との協力

令和3年6月に開催された第16回日米科学技術協力合同実務

級委員会（オンライン）において、機構から研究者（1名）が参加し、海洋科学分野における取組の現状の確認及び両国の新しい取組や今後の展望についての意見交換を行った。

②英国との協力

令和3年10月に開催された第11回日英科学技術協力合同委員会（オンライン）において、機構から職員（1名）が参加し、海洋科学分野における取組の現状の確認及び両国の新しい取組や今後の展望についての意見交換を行った。

③ノルウェーとの協力

令和3年11月に開催された第7回日・ノルウェー科学技術協力合同委員会（オンライン）において、機構から研究者（1名）が参加し、海洋科学分野における取組の現状の確認及び北極域研究船の建造についての紹介、さらには両国の新しい取組や今後の展望について意見交換を行った。

④EUとの協力

令和3年11月に開催された第6回日EU科学技術協力合同委員会（オンライン）に関して、機構から日本側出席者に対して北極域研究船関係資料の提供等により貢献した。

⑤カナダとの協力

令和4年3月に開催された第15回日・カナダ科学技術協力合同委員会（オンライン）において、機構から職員（1名）が参加し、海洋科学分野における取組の現状の確認及び両国の新しい取組や今後の展望についての意見交換を行った。

4) 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

①インド（MoES）との協力

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、インド大使館による協力のもと、7月及び8月の二回にわけて、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）を開催した。機構を筆頭とした日本の関係機関（省庁及び民間企業を含む。）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、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・意見交換がなされた。このオンライン会議に基づき、三つのテーマについて、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がり、引き続き議論・検討を行った。

②米国（NOAA）との協力

アメリカ海洋大気庁（NOAA）との覚書に基づく協力関係を継

続した。機構研究者1名が在外研究員等派遣制度を通じてNOAAに派遣された。NOAAの新長官の就任に伴い、令和4年2月に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が行われた。

③ フランス (IFREMER) との協力

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) とは、オンライン上で複数回の会議が行われており、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・計画策定が進められた。本観測計画については、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。

④ 海外研究機関との協力のため、機関間協力覚書 (Memorandum of Cooperation: MOC) の締結を行った。令和3年度は、4件のMOCを締結・更新した。

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 (オンライン) に参加し、POGOの意思決定に関与した。

⑥ 来訪等その他交流

令和3年度の海外機関等からの機構への来訪実績は1件である。駐日アイスランド大使ほか1名が横須賀本部に来訪した。理事長ほか役員が対応し、機構の北極域研究や北極域研究船の建造等についての紹介・意見交換を行った。

5) 安全保障輸出管理

93件余りの所内審査を実施し、8件の経済産業大臣への個別許可申請を行った。

6) 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」を供用し、Expedition 386 (令和3年4月から6月) として航海を実施した。本研究航海は東北地方太平洋沖地震を含む日本海溝地震メカニズム解明に資するものである。新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、乗船予定であった海外研究者やECORD科学支援スタッフは参加できなかったが、日本に拠点を置く研究者・科学支援スタッフにより、日本海溝に沿った水深7,000m超の合計15地点においてジャイアントピストンコアラーによる採泥を行い、5万年前から10万年前まで遡る古地震記録の取得が期待される総延長830m以上の柱状地質試料 (コア) 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。

また、次世代の育成のために、航海中に船上から高校や大学

と中継したオンライン授業を実施した。採取したコアの詳細な分析を令和4年2月から3月に「ちきゅう」船上にて実施した。

- 7) 国際陸上科学掘削プロジェクト (ICDP) については、日本のコミュニティが引き続き国際陸上掘削プロジェクトに参画できるよう、ドイツ地球科学研究所との覚書の更新を行った。
- 8) 令和6年以降のIODP 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た。

また、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令和 32 年(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」の実現に向けた議論を促進するため、ワークショップ及び掘削科学についての一般の理解増進のためのシンポジウムの開催について、「IODP・ICDP 関連ワークショップ等支援事業」の一環として、開催経費の支援を行い、また、J-DESC 総合事務局として周知や会議手配等のロジに関する支援を行った。

- 9) 令和2年度に次世代人材育成のために新設した「ちきゅう」を用いた SCORE における教育乗船枠について、令和3年度の航海にて学生を募集し、全国の応募者から選抜された6名の大学院生が乗船した。実際の掘削航海を経験することで、今後のIODP 航海への参加を促し、参加者の更なるモチベーションの向上や将来の進路を考える機会となった。その他、高知コアセンターのコア試料活用促進と教育効果を目的として令和2年度に準備をした「レガシーコアサンプリングの学生旅費支援制度」の募集を行い、新型コロナウイルス感染症の影響が続く中ではあったが、1名を支援するなど、J-DESC を通じて、将来を見据えた研究コミュニティの活性化のための施策を実施した。
- 10) 米国及び欧州の IODP 主導機関と連携し、IODP 航海の乗船研究者の募集、評価、推薦等を滞りなく進めた。新型コロナウイルス感染拡大に伴う IODP 航海計画の状況変化や関連機関の対応方針に沿って、新型コロナウイルス感染症の影響下における必要な旅行手配に係る支援や情報提供を行った。
- 11) IODP の総合推進機関として、科学評価パネル (Science Evaluation Panel: SEP) の委員7名(うち1名が機構研究者)、環境保護安全パネル (Environmental Protection and Safety Panel: EPSP) の委員1名、ECORD Facility Board (EFB) 委員1名、ジョイデス・レゾリューション運用委員会 (JOIDES Resolution Facility Board: JRFB) 委員1名、

及びそれらの会議への日本からのオブザーバー等の派遣を継続した。

12) 機構コアサンプルの2次利用等

掘削コア試料については、17ヶ国より合計154件のリクエストを受理し、試料提供を実施した。

高知大学と毎年3月に実施しているJ-DESC コアスクール（若手研究者・技術者育成）は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により令和3年度も開催が見送られた（高知コア研究所）。

令和4年3月にワークショップ：Post-IODP 時代へ向けた科学海洋掘削の展望をオンラインで共催した。

JOIDES Resolution 乗船者を対象とした、J-DESC Pre-cruise Training を計3回実施した（オンライン）。

13) Young Research Fellow

令和元年度からの「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、機構のリクルートページにも、現在 Young Research Fellow である外国人のインタビューを掲載することにより、機構での業務や日本での生活をイメージできるよう工夫した。また、引き続き、国際学会や有名論文誌を中心として求人掲載を行ってきたが、世界トップクラスの大学をターゲットとして、各大学のリクルート関係部門にアクセスを行うことで、幅広く優秀な人材を集めることとし、さらにウェブ入力による応募を継続して、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いる。令和3年度の JAMSTEC Young Research Fellow の公募では、コロナ禍にも関わらず前年（102件）とほぼ同水準の105件の応募があり書類選考や面接選考を経て最終的に5名の新たな JAMSTEC Young Research Fellow を内定とした。

一方、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、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。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一環として、J-DESC ワークショップを支援する。

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」を供用し、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、日本に拠点をおく研究者・科学支援スタッフにより、日本海溝に沿った水深7,000m超の合計15地点においてジャイアントピストンコアラによる採泥を行い、5万年前から10万年前まで遡る古地震記録の取得が期待される総延長830m以上の柱状地質試料（コア）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。ま

た、次世代の育成のために、航海中に船上から高校や大学と中継したオンライン授業を実施した。採取したコアの詳細な分析を令和4年2月から3月に「ちきゅう」船上にて実施した。

国際陸上科学掘削プロジェクト（ICDP）については、日本のコミュニティが引き続き国際陸上掘削プロジェクトに参画できるよう、ドイツ地球科学研究所との覚書の更新を行った。

令和6年以降のIODP 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た。また、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」の実現に向けた議論を促進するため、ワークショップ及び掘削科学についての一般の理解増進のためのシンポジウムの開催について、「IODP・ICDP関連ワークショップ等支援事業」の一環として、開催経費の支援を行い、J-DESC 総合事務局として周知や会議手配等のロジに関する支援を行った。

令和2年度、次世代人材育成のために新設した「ちきゅう」を用いたSCOREにおける教育乗船枠について、令和3年度の航海にて学生を募集し、全国の応募者から選抜された6名の大学院生が乗船した。実際の掘削航海を経験することで、今後のIODP航海への参加を促し、参加者の更なるモチベーションの向上や将来の進路を考える機会となった。その他、高知コアセンターのコア試料活用促進と教育効果を目的として令和2年度に準備をした、「レガシーコアサンプリングの学生旅費支援制度」の募集を行い、新型コロナウイルス感染症の影響が続く中ではあったが、1名を支援するなど、J-DESCを通じて、将来を見据えた研究コミュニティの活性化のための施策を実施した。

米国及び欧州のIODP主導機関と連携し、IODP航海の乗船研究者の募集、評価、推薦等を滞りなく進めた。新型コロナウイルス感染拡大に伴うIODP航海計画の状況変化や関連機関の対応方針に沿って、新型コロナウイルス感染症の影響下における必要な旅行手配に係る支援や情報提供を行った。

IODPの総合推進機関として、科学評価パネル（Science Evaluation Panel, SEP）の委員7名（うち1名が機構研究者）、環境保護安全パネル（Environmental Protection and Safety Panel, EPSP）の委員1名、ジョイデス・レゾリューション運用委員会（JOIDES Resolution Facility Board, JRFB）委員1名、（ECORD Facility Board, EFB）委員1名、CIB委員3名、ICDP執行委員会（Executive Committee, EC）委員1名、ICDP科学諮問部会（Science Advisory Group, SAG）委員1名及びこれら会議への

日本からのオブザーバー等の派遣を継続した。

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。

令和3年度の外部資金の獲得実績について、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530件（令和2年度507件）と令和2年度を上回り、また獲得総額についても69.8億円（令和2年度67.0億円）と令和2年度を上回る実績であった。獲得課題総数が令和2年度比+23件と伸びた要因としては、科研費の令和3年度実績が442件（令和2年度416件）と令和2年度比+26件増加したことが主因として挙げられる。獲得総額が令和2年度比+2.8億円と伸びた要因としては、防衛装備庁の「安全保障技術研究推進制度」の令和3年度実績が6.1億円（令和2年度2.4億円）と令和2年度比+3.7億円増加したことが主因として挙げられる。

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、会員間の協力体制構築、異業種・異分野を含むネットワーク拡大を推進し、賛助会員175社から78,335千円の会費を受領した。また、50周年記念事業に関わる募集型特定寄附金を立上げ、寄附金募集を実施した。

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。具体的には令和3年度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。

令和3年度の外部からの研究資金の獲得課題総数は530件（令和2年度507件）と令和2年度比+23件となり、獲得総額も69.8億円（令和2年度67.0億円）と令和2年度比+2.8億円となり、いずれも令和2年度実績を着実に上回る実績であった。

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、大学と連携しインターンシップ生の受け入れを行う等人材育成に貢献出来た。将来的な人材確保のための裾野拡大については、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的として、「しんかい6500」による潜航調査航海を実施し、公募から選ばれた学生が「よこすか」に乗船し、機構の実際の研究開発の現場を体験した。本プロジェクト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。

・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。

・ウェブサイト等の活用により、機構の人材育成に係る取組を積極的に発信するとともに、海洋科学技術分野において活躍する研究者・技術者のキャリアパスを想起できるような情報発信を実施する。また、スーパーサイエンスハイスクール等の高等学校教育とも連携し、海洋科学技術に触れる機会を積極的に提供することで、将来的な人材確保のための裾野拡大に取り組む。

国内 15 の大学・大学院等と連携大学院に係る協定締結を継続し、大学院等との連携体制の下、指導を行った。特に、令和 3 年度は東京海洋大学の海洋産業 AI プロフェッショナル育成卓越大学院プログラムの一環である、海洋 AI コンソーシアムにおいてインターンシップ生を受け入れるなどして海洋×AI の人材育成に貢献した。

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、広報活動の支援を行った。

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、全国の職員の母校 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、アンケート上では好評だった。

令和元年度、令和 2 年度に引き続き、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを実施した。令和 4 年 3 月に「しんかい 6500」による潜航調査航海を実施し、応募者 76 名の中から選ばれた 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。さらに、8 名の中から 4 名が「しんかい 6500」による潜航調査を体験した。また、コロナ禍において、参加学生の感染防止対策を徹底し、事前研修等についてはオンライン等において実施した。本プロジェクト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参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。さらに、航海で得たサンプルを用いた研究を希望した参加学生もおり、当該学生らに対しては、機構研究者による指導・助言（共同研究）を実施した。当該学生らは、学会発表や科学論文の執筆・投稿に挑戦し、その後国際誌で受理・掲載されるなど、プロジェクト実施後の若手人材育成についても精力的に実施し、成功を収めることが出来た。

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の取組について、研究開発に従事する職員の取組や研究開発に臨む考えなどを紹介する動画を機構ウェブサイトと SNS を通じて紹介した。また、若手人材育成航海の活動について令和 2 年度参加学生インタビュー動画を YouTube チャンネルに投稿し、1,500 回超えの視聴があった。

機構内においても 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。

新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、従来実施してきた、施設や船舶の一般公開をはじめとする「接触型広報活動」が実施できなくなった。このような状況の中、コロナ禍の逆境を变革のチャンスと捉え、令和2年度より、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た。令和3年度は、令和2年度に引き続き、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替え、数々の成果を挙げることで奏功した。

また、機構の創立50周年を令和3年10月に迎えるに当たり、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を実施し、特設ウェブサイトでの取組を発信した。さらに、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し、海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

令和3年度業務実績について、その代表的な事例を、中長期計画の項目に沿った形で、以下に記載する。

・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新型コロナウイルス感染症禍も踏まえた形で行う。

通常であれば聞き出す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、コロナ禍以前と比較して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。主な事例を以下に記載する。

① JAMSTEC BASE (海と地球の情報サイト)

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、機構の研究開発の成果や活動を紹介する広報記事などとともに公開した。国民の多くが使用するスマートフォンでのブラウジングや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、これまで機構に無かった魅力的な広報発信のプラット

令和2年度に引き続き、コロナ禍の逆境を变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向上を図ることができた。

さらに、機構の創立50周年を令和3年10月に迎え、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の発信、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し、海洋科学技術の持つ価値を文化的観点でも発信した。

フォームを構築した。

② マリン・ディスカバリー・コース

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。

③ オンラインコンテンツの制作 JAMSTEC パークの活用

オンラインを活用したイベント等で機構の研究・活動を一般（小学6年生以上）に分かりやすく伝えるオンラインコンテンツとして「突撃！隣の研究室」というインタビュー記事と動画を企画した。内容は、研究室訪問と研究者インタビュー動画と文字記事で構成し、意欲的に研究開発に取り組む研究者6名のコンテンツを制作した。

④ 海と地球の情報誌「Blue Earth」

海と地球の情報誌「Blue Earth」について、168号「温暖化が進む地球で何が起きているのか？ IPCC「第6次評価報告書」を読み解き、未来を築く」、169号「海洋プラスチック問題 JAMSTEC が科学と技術で挑む」、170号「加速する北極域研究」を制作し、発行した。最前線の研究者からの取材情報をもとに、難解な研究内容を理解してもらえるよう、分かりやすい文体、見出しの簡略化やデザイン構成などの工夫を施した。各号につき4,500部を、全国の高校・教育機関等へ配布し、オンラインでの活用を念頭に、ウェブサイトへの掲載を行った。

⑤ 文部科学省「一家に1枚 海」

科学技術週間（令和3年4月12日から18日）にあわせて、大人から子供まで、広く科学技術への関心を深めるため、学習資料「一家に1枚 海—その多様な世界—」を監修・協力した。ポスターは全国の小中高校、科学館・博物館等へ29万枚配布され、科学技術週間のウェブサイトには、QRコードで深い学びにつなげる特設ウェブサイトや紹介動画を掲載し、デジタル媒体の活用を視野に入れた幅広い展開が期待される取組を行った。

科学技術週間中に自由民主党本部で行われた「一家に1枚海」発行記念行事（令和3年4月13日）では、多くの国会議員が出席する中、若手研究者による意見交換や展示などを通じて交流し、取組内容への理解を深めてもらった。

・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の取組を行う。

機構独自ではリーチすることが難しい一般層を開拓し、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、外出が強く規制される中、お茶の間から閲覧できるハイブリッド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。その代表的な事例を含む、主な広報活動を以下に記載する。

①【深海の旅 2021】「かいいい」航海のオンライン中継

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。最大の技術的課題は船上から陸上への大容量で高速な通信手段の確保であったが、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（後述の Society5.0 科学博における、トークイベントに関連）。

また、視聴者参画型の動画配信サービス「ニコニコ動画」と連携し、出航、海上を進む「かいいい」、乗組員たちのプロフェッショナルな仕事、船での食事、ROV の整備、船上から見た沈む夕日、そして駿河湾の深海探査映像など、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。

ナビゲーターや解説員に、海と船のアイドルグループ・STU48 や、新江ノ島水族館、日本海洋事業株式会社からの協力を得て、彼らのわかりやすく親しみやすい解説によって、87,000 人を超える視聴者にリアルタイムで研究航海の一部始終を楽しんでいただくことができた。

②福徳岡ノ場の海底火山研究についてのラボ中継番組配信

社会的に関心の高い自然現象に関する機構の研究開発活動を訴求するためにニコニコ公式チャンネルを用いて研究者による解説番組を機動的に企画、配信した。噴出した軽石の成分分析や漂流予測のシミュレーション、軽石に付着した生物など、海底火山の学際的な研究開発について発信した。

番組概要：大量の軽石が噴出！海底火山「福徳岡ノ場」の研究現場に突撃！【JAMSTEC×ニコニコ深海研究部】

※令和 3 年 11 月 26 日実施。タイムシフト視聴を含めて 19,861 人の視聴者を得た。

③【北極海、超絶景の旅】「みらい」45 日北極航海 ニコ生中継

ArCS II プロジェクトの一環として推進している北極海での海洋調査の取組を周知する機会を創出するため、株式会社ドワン

ゴ等が主催するオンラインイベント「ニコニコネット超会議 2021」の機会にニコニコ公式チャンネルを用いて「みらい」で撮影したタイムラプス動画配信を企画し、実施した。

番組概要：【北極海、超絶景の旅】海洋地球研究船「みらい」北極航海 45 日間一挙放送。

※令和 3 年 4 月 26 日実施。タイムシフト視聴を含めて 240,835 人の視聴者を得た。

④GIGA×深海

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。YouTube 視聴によって参加した全国の児童たちは、深海探査中継やタブレット端末を活用したクイズ参加などを通じて、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。

Google フォームで実施したクイズへのリアルタイムでの回答数が 24,000 件、また研究者に寄せられた質問・メッセージ数は 11,000 件を超える大きな反響があった。

文部科学省が推し進める一人 1 台端末による GIGA スクール構想（実践と ICT 教育のベストミックス）の理念に基づいた特別講座を、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。

⑤深海 VR 第 2 弾・第 3 弾（ソフトバンク 5G ラボとのコラボレーション）

深海を初めて本格的に VR 映像化した作品「深海 VR」の第 2 弾、第 3 弾を、政府が推し進める「デジタルの日」（令和 3 年 10 月 10 日、11 日）に関連したコンテンツとして制作し、公開した。第 2 弾は YouTube、ソフトバンク株式会社の VR SQUARE で公開し、半年で 50,000 回以上再生と多くの方に視聴いただいた。また、第 3 弾は、ソフトバンク株式会社の VR SQUARE で公開し、ソフトバンク株式会社の旗艦店である銀座店にて「深海 VR」の特別ブースを出展した。様々な世代の方に深海調査のリアルな現場の没入体験を提供した（令和 4 年 3 月 22 日から 30 日）。

VR という新たなツールを駆使し、「深海」という日常生活から離れた異空間への疑似体験を創出した。

⑥国立科学博物館「日本の海洋探査への挑戦とあゆみ - JAMSTEC 創立 50 周年記念」

機構の創立 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、2021（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人の来館者の関心を高める取組となった。

⑦東映アニメーション映画「深海のサバイバル」監修を機会とした広報活動

東映アニメーション株式会社との協議を行い、創立50周年を契機に機構の研究開発部門と、科学学習漫画の映画化の監修に協力することで、機構による研究開発の取組を国民に周知した。映画内での機構の取組の露出、映画宣伝媒体（各種メディア、劇場パンフレット、チラシ、作品ウェブサイト等）での機構の紹介、池袋サンシャインシティで開催された関連パネル展での機構の紹介などの広報機会を創出した。また、文部科学省が本映画にタイアップして全国の学校等へ配布した学習ポスターの企画作成に協力した。これは文部科学省が「国連海洋科学の10年」の取組として推薦し、登録された。その他、科学館等との連携企画である福井恐竜博物館 春企画展「生命躍る海～その知られざる世界を探る！～」(令和3年3月20日から5月9日)の協力(監修・展示物提供)や、国立科学博物館の自然科学系ノーベル賞受賞者常設展示「真鍋淑郎世界で一番スーパーコンピュータを使った男」の協力(監修・展示物提供)を行った。

⑧Society5.0 科学博

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た。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、サイバー展示を特設サイトで実施した。

展示期間中の延べ来場者数は約70,000人。特設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、期間中には駿河湾で潜航する「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、鮮明な映像を来場者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。

⑨ユーミン 深海の街 ツアーパンフレット

シンガーソングライターの松任谷由実氏が所属する音楽事務所から直接の依頼を受け、令和3年10月からスタートした「深海の街」ツアーの公式パンフレットに機構が提供した「深海」の画像が複数採用された。この公式パンフレットは、オフィシャルツアーグッズとして、全国のコンサート会場で販売された。機構との接点を見いだすことが難しい音楽業界であるが、限られた機会と人的ネットワークを最大限活用しつつ、これまでリーチすることが難しかった大物アーティストのファン層に対して機構を認知してもらう機会を提供できた稀有な取組となった。

・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。

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、オンラインを含め計 55 名もの参加者を集め、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が殺到した。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して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ている機構船舶で、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。

さらに、メディアの番組制作について、NHK スペシャル「メガクエイク」などの制作にあたっては、番組出演、取材、素材提供などに協力している。

新型コロナウイルス感染症への対応について、陽性者が確認された場合、適時その情報を機構ウェブサイトに掲載するとともに

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いる。

【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)

- ・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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

【指摘事項に対する措置内容】

現在の活動を継続するとともに、参加企業や研究者からのフィードバックを次回以降のイベントに反映させることにより、現場ニーズにあった企画を構築することが期待される。

研究や技術開発の成果を社会実装につなげるために、研究や開発だけでなく、その間をつなぐ人材を育成するなど、出口を見据えた戦略を組織内で作ることも求められる。

国際的な拠点として更に成長するために人材育成、多様な人材確保が重要であるが、具体的な成果が上がっているとは判断できない。新型コロナウイルス感染症の影響もあったものと考え、その分析と具体的な対策を講じる必要がある。

外部資金獲得に向けて、独創的な研究テーマ創出に関し、更なる検討が必要である。

科学研究費は自由度の高い研究経費であり、研究者個人の着想で先導的な研究になることも多く、研究者の資質を高めるには更に増やす努力が望まれる。

特許と経済安全保障についての検討を早急に進める必要がある。

賛助会若手セミナー及び研究報告会「JAMSTEC2020」では参加者に対してアンケートを実施した。そのアンケート結果をもとに次回開催の検討を進めている。どちらのイベントも、開催直後に関係者間（外部ファシリテーターを含む）での反省会を実施した。講演を行った研究者からの会前後のコメント等も共有し、次回実施時への改善事項をまとめた。また、賛助会会員全体へのアンケート実施し、賛助会活動に活用している。

社会実装に向けて、まずは、当機構と相補的な関係にある、産学連携に強い他機関や機構事業に深い理解を示している地方公共団体等をパートナーとして協力・協働していくことを目指し、新たな包括連携や具体的事業について模索を行っている。育成という視点では、海洋 AI の社会実装に取り組んでいる東京海洋大学の海洋 AI コンソーシアムに連携教員として引き続き参画しているほか、上記包括連携の枠内でコーディネーター育成（人材交流）を進めることについても検討を進めている。

また、将来においてシニア世代が増えていくことから、人材活用策を検討する上で、コーディネーターとしての活躍の場を見据えた育成等も検討することが考えられる。

外国人研究者の割合については、引き続き主に海外からの優秀な若手研究者の確保を目指した JAMSTEC Young Research Fellow の採用活動を継続していくとともに、機構のテニュアトラック制度が適用される研究職についても海外を含めて公募を実施している。また、10 月より研究職採用に係る新たな公募成立要件として、女性候補者が 1 名以上含まれていることを原則とし、採用活動を進めている。

外部資金獲得に向けて、機構の強みを活かした課題を検討している。

科研費獲得に向けて、研究者の独創的な研究開発を推奨している。

経済安全保障に関連した特許の非公開化に関して情報収集を進めており、関連法案の内容を確認して規程の改正等の必要な対応を実施する予定である。

昨年度指摘のあった特許件数の増加については、手続きの簡素化などがなされたが、その効果がまだ見えておらず、引き続きの工夫が必要と考える。

広報活動においてリモート会見を有効に活用しているが、リアル会見の意義や訴求力は大きく、会見は取材やリモート対応と限定せず、それぞれの良さを生かすように工夫をしていくことが求められる。

(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進

令和3年度は令和2年度に比べ新規の出願数は増加しており、一定の効果が見られる。引き続き発明の速やかな出願を推進する。

取材やプレスレクについては、コロナ禍の状況やテレワークの普及を踏まえ、原則リモートとしている。ただし、番組制作については、リモートのみでは難しいこともあり、事前にPCR検査で陰性であることを提示し、かつ取材当日の健康調査票を提出することを条件にリアルで取材及び収録の対応をしている。

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、フォ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：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。】

ArCS II や SIP など、国内の政策的課題の推進に資する、海洋調査プラットフォームの供用を行った。また、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、ECORD や JMH、AIST からの受託事業を実施し、所望の成果を獲得し、国内外における機構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 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。

新型コロナウイルス感染症の収束の見通しが立たず、また、「白鳳丸」の改造工事による長期停船等、通常とは異なる変則的な環境の中、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、船舶を安全に供用し、研究航海を最大限に実施

①海洋調査プラットフォーム、計算機システム等の研究開発基盤の供用

機構は、海洋調査プラットフォーム、計算機システム、その他の施設及び設備を、機構の研究開発の推進や各研究開発基盤の特性に配慮しつつ、SIP等の政策的な課題の推進に供する。また、革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)等の我が国の科学技術を支える共用基盤の一環として積極的に貢献する。さらに、海洋科学技術の向上を目的として、公的資金、民間資金の別を問わず外部資金の積極的な確保も含め、産学官の多様な機関への利用にも供する。そのため、これらの研究開発基盤の安定的な運用と利便性の向上に取り組む。

以下の実施内容について船舶を供用し、政策的な課題の推進に貢献した。

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に「みらい」を供用した。新型コロナウイルス感染症の影響で我が国の水際対策が強化される中、カナダ人アイスパイロットの招へいにあたっては、事前にオンラインでの打合せを重ねるなど、綿密な調整を行い、北極域航海を実施した。

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、「ちきゅう」を用いた揚泥管試験、「かいめい」ジャイアントピストンコアラーを用いた採泥調査、「よこすか」「みらい」「かいいい」を用いた音響通信技術試験を実施し、SIPの技術開発に貢献した。

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並びに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「かいめい」による研究航海を実施し、本航海のコア試料に関する船上詳細分析を、令和4年2月から3月に清水停泊中の「ちきゅう」で実施した。

できたことは顕著な取組と言える。

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機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報公開サイト等が公開停止となったが、早期再開を目指して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。

データ・サンプルへの利用申請については、令和2年度比約3割増(約1.3倍)となる対応を実施した。また、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)の付与を進めてきたが、情報セキュリティインシデントの発生に伴い、各種システムへのさまざまな緊急対応が要請された。この状況下で、当初計画としたクルーズレポートへのDOI付与に関しては、対象となるメタデータ抽出を実施した。

ArCS IIやSIPなど、国内の政策的課題の推進に資する、海洋調査プラットフォームの供用を行った。また、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、ECORDやJMH、AISTからの受託事業を実施し、所望の成果を獲得し、国内外における機構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。

感染症対策のためのテレワーク実施の中、「地球シミュレータ」・DA等を安定的に運用し、高い水準で利用者の利便性を維持した。

「地球シミュレータ」の運用においては、計画保守・計画停止を除くノード停止時間が全体の0.13%(可用率99.87%)と年間を通じて安定した運用を実現した。これは高度な安定稼働を実現するためにハードウェア及びソフトウェアの状況モニタリング、メーカーと連携した予防保守及び計画的なソフ

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」の一環で JMH が行った実海域調査に「ちきゅう」を供用し、事前調査掘削を成功させた。また、「表層型メタンハイドレートの研究開発」においても、機構で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、「かいらい」により実施した。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 と共同で実施した。令和3年度から、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3年度は第4世代の「地球シミュレータ (ES4)」を通年で運用を行った。

文部科学省 統合的気候モデル高度化研究プログラム3件に対して「地球シミュレータ」のベクトルエンジン搭載部 (ES4VE) 約 1,067 万リソースセット時間積 (年間提供可能資源量の約 25%) に加え、CPU 搭載部 (ES4CPU) の計算資源 87 万リソースセット時間積、GPU 搭載部 (ES4GPU) の計算資源 8 千リソースセット時間積 (*) もあわせて提供した。

*リソースセット時間積：CPU/VE/GPU を利用する上での単位で、CPU/VE/GPU 数とプログラム実行時間の積

HPCI 計算機資源の一環として利用促進を行いつつ資源提供を行い、計2課題に対して ES4VE 約 84 万リソースセット時間積を提供した。

課題募集型の「地球シミュレータ」利用課題を行い、公募課題 22 件を採択し、ES4VE での割当計算資源量約 300 万リソースセット時間積、ES4CPU での割り当て計算資源量約 15 万リソースセット時間積、ES4GPU での割当計算資源量 1,000 リソースセット時間積を提供した。また、令和3年度から新しく募集を開始したチャレンジ利用課題では5件採択し、ES4VE での割当計算資源量約 200 万リソースセット時間積、ES4CPU での割り当て計算資源量約 20 万リソースセット時間積、ES4GPU での割当計算資源量 2,100 リソースセット時間積を提供した。

所内課題への参画機関を含め、ES 利用機関数は、令和元年度の 147 機関、令和2年度 148 機関に対して、令和3年度は 148 機関であった。

令和3年度は課題選定の効率化を目的として、所内課題の選定を行う委員会と公募課題の選定を行う委員会の統廃合を行った。また、課題応募時の記載についても簡潔化するとともに、利用課

トウェアの更新によるものであり、極めて効率的に運用されたと評価できる。

「地球シミュレータ」の利用分野は、全 22 課題中 19 課題 (86%) が海洋地球科学関連となっており、この分野の研究基盤として「地球シミュレータ」は重要な役割を果たしている。

「地球シミュレータ」を通年で運用した初年度となる令和3年度は、公募課題の利用開始を当初6月としていたが、令和3年3月に発覚した情報セキュリティインシデント対応から公募課題の利用開始が7月にずれ込んだ。それを踏まえ、効率的な利用を可能とするため、公募課題については通年での資源割り当てを行い、利用者が計算資源を柔軟に利用できるようにした。所内課題は4月から利用を開始する予定で事前準備を進めていたために情報セキュリティインシデント対応の影響は小さく、当初予定通り上期・下期の2期制で実施した。

以上のとおり、計画どおり研究開発基盤の産学官の多様な機関への供用に貢献しかつその安定的な運用と利便性の向上を達成した。

題による研究成果創出の最大化を推進すべく、成果見込みを定量的に記載させるなどの見直しを行った。この見直しの効果については令和4年度の課題選定委員会にて確認する予定である。

「地球シミュレータ」の利用分野は、令和3年度公募課題で大気・海洋9件、固体・宇宙9件、環境1件と全22課題中19課題(86%)が海洋地球科学関連となっており、この分野の研究基盤として「地球シミュレータ」は重要な役割を果たしている。

「地球シミュレータ」での成果専有型有償利用制度の継続的実施及び大型計算機システム(DA)での有償利用制度を実施した。その結果、「地球シミュレータ」では3件、DAで3件の利用、利用等収入 約516万円を達成し、多様な機関への利用に供することができた。また、賛助会員(民間企業)からの2件の利用やESトライアル利用(無償利用)3件もあった。

「地球シミュレータ」の運用においては、計画保守・計画停止を除くノード停止時間が全体の0.13%(可用性99.87%)と年間を通じて安定した運用を実現した。これは高度な安定稼働を実現するためにハードウェア及びソフトウェアの状況モニタリング、メーカーと連携した予防保守及び計画的なソフトウェアの更新によるものと思われる。以上より、「地球シミュレータ」は極めて効率的に運用されたと評価できる。

「地球シミュレータ」を通年で運用した初年度となる令和3年度は、公募課題の利用開始を当初6月としていたが、令和3年3月に発覚した情報セキュリティインシデント対応から公募課題の利用開始が7月にずれ込んだ。それを踏まえ、効率的な利用を可能とするため、公募課題については通年で資源割り当てを行い、利用者が計算資源を柔軟に利用できるようにした。所内課題は4月から利用を開始する予定で事前準備を進めていたために情報セキュリティインシデント対応の影響は小さく、当初予定通り上期・下期の2期制で実施した。

利用サポートでは、講習会、ウェブサイトでの情報発信の他、計算技術と運用の両面で利用相談を推進した。相談件数は466件(令和2年度198件、令和元年度195件)であった。令和3年度は「地球シミュレータ」運用初年度であったため、例年の倍以上の問合せがあった。また、令和2年度に引き続きコロナ禍であったが、利用相談窓口を継続して実施することで、ユーザからの相談・問合せへのレスポンスタイムを短縮し、ユーザの利便性向上に努めた。これらのサポートにより、ユーザの利便性向上が図れたと言える。

令和3年度から開始したチャレンジ利用課題では、萌芽的・挑戦的なテーマの課題や、大規模計算資源を要する課題、短期集中的な利用を要する課題など幅広く、機構の中長期計画に関係なく

また、供用に当たっては、国際的なネットワークの醸成やリーダーシップの発揮等にも留意し、国際的な海洋調査・観測拠点としてのプレゼンスの向上に資する。

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、令和3年度には年間 344 日程度のシフトタイ

機構内外から応募を募った。令和3年度は計5課題を採択した。

「地球シミュレータ」の課題募集は、中長期計画の遂行を推進する所内課題はもとより、コミュニティに開かれた公募課題及びチャレンジ利用課題についても行った。それらの課題選定にあたっては、選定委員会により、研究計画と過去の利用実績などから厳正かつ公正に選定した。

また、「地球シミュレータ」を補完し、機械学習やバイオ、工学等の分野にも活用、展開するシステムとして、平成30年2月から運用を開始したDAシステムについて安定的かつ効率的な運用につとめ、利用率99.82%という極めて高い利用率を達成した。

さらに、平成30年度から運用を開始した8PBの追加ディスク装置と21PBのテープライブラリについても利用拡大し、特にテープライブラリについては利用者負担によるテープ増設も可能とすることで、外部資金活用によるデータ保管設備増強を実現した。

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計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」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」を供用し、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7,000m超の合計15地点においてジャイアントピストンコアラーによる採泥を行い、5万年前から10万年前まで遡る古地震記録の取得が期待される総延長830m以上の柱状地質試料(コア)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。

共同利用航海においても、研究船の運航計画策定プロセスの中に、新たに課題毎の担当者を設置し、課題提出直後から東京大学大気海洋研究所及びその他研究者のニーズ、海域、調査内容及び適用する調査機材を把握した。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の漁業活動、船舶の往来、許認可、調

新型コロナウイルス感染症の収束の見通しが立たず、また、「白鳳丸」の改造工事による長期停船等、通常とは異なる変動的な環境の中、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、船舶を安全に供用し、研究航海を最大限に実施

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。

査支援情報及び調査に必要な増員情報等について、機構内関係者向けに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開催し、航海内容を共有することで航海の更なる問題点の洗い出しを行った。これにより、早い段階での調整が可能となり、増員計画等にも対応することができた。

機構の緊急対策本部（本部長：理事長）が「(新型コロナウイルス対応) 船舶運航についての方針」において、「航海は、原則、2回以上のワクチン接種が確認された乗船者によるものとする」と定めた。乗船者のワクチン接種が完了するまでに一定の時間を要することから、学術研究の特性や受託元への影響を最大限考慮し、乗船前の自主隔離の導入のもと、例外措置航海を実施した。

東京大学大気海洋研究所とも協働し、新型コロナウイルス感染症に対応するため、乗船基準の策定や乗組員のワクチン接種期間の設定を行った。

従来より、船舶運航計画作成段階から、近隣の海域や調査内容が類似する航海をまとめるなど、回航日数や観測機器の艙装日数を削減するなどの効率化に努めきたところである。「白鳳丸」は大型改造工事を行い、ドック明けの性能確認試験において、搭載された機器の作動確認を実施し、67日の運航日数となった。「新青丸」については、「白鳳丸」で実施できない研究航海の一部を実施する形で204日の運航日数となった。

③データ及びサンプルの提供・利用促進

機構は、国内外で実施されている研究、MDAを始めとした我が国の施策及び国際的な枠組み・プロジェクトの推進や、世界の海洋科学技術の発展に貢献するため、その保有する研究開発基盤等によって取得した各種データやサンプルに関する情報等を効果的に提供する。提供に当たっては、データ・サンプルの取扱に関する基本方針等に基づき体系的な収集、整理、分析、加工及び保管を実施するとともに、それら関係技術の高度化を図る。また、データ及びサンプルの提供の在り方については、利用者ニーズや各データ及びサンプルの性質、提供に当たってのセキュリティ対策を総合的に勘案して最適化を図るための検討を随時実施し、関係する方針や制度等を改訂・整備

データ及びサンプルの提供・利用を促進するために、研究活動を通じて得られたデータやサンプル等の体系的な収集、整理、分析、加工、保管及び提供を定常的に実施した。機構船舶航海での公開数は2,393航海・7,792潜航となり、着実に増加させた。また、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し、令和3年度は85航海・438件のデータ（令和2年度比、航海数1.8倍・データ数2.2倍）を公開した。

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より機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報公開サイトとなる「航海・潜航データ・サンプル探索システム（DARWIN）」等が公開停止となったが、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、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結果、令和3年度は247件（令和2年度237件）の依頼対応したデータ・サンプルの件数は7,658件（令和2年度5,878件）となり、令和2年度比約3割増（約1.3

できたことは顕著な取組と言える。

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機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報公開サイト等が公開停止となったが、早期再開を目指して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。

データ・サンプルへの利用申請については、令和2年度比約3割増（約1.3倍）となる対応を実施した。

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）の付与を進めてきたが、情報セキュリティインシデントの発生に伴い、各種システムへのさまざまな緊急対応が要請された。この状況下で、当初計画としたクルーズレポートへのDOI付与に関しては、対象となるメタデータ抽出を実施した。また、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

する。

倍)となった。新型コロナウイルスによる航海数の減、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、データ・サンプルもリクエストに応じて提供を実施した。

さらに、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「GARIS 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した。

機構コアサンプルの2次利用については、合計10件(内訳:研究8、教育1、その他:機器キャリブレーション1)のリクエストを受理し、試料提供を実施した。

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、航海概要報告(CSR)28件、海底設置型観測機器設置情報(MOR)5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件のデータを精度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。

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)への対応については、情報セキュリティインシデントの発生に伴い、各種システムへの対応が発生したが、当初計

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。

業務の振り返り・見直しにより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。

以上のとおり、計画以上に、データ及びサンプルに関する情報等の効果的な提供を達成し、データ及びサンプルの提供の在り方の最適化に向けた取組を実施した。

画としたクルーズレポートへの DOI 付与に向けて対象となるメタデータ抽出を実施した。また、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。

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、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・整備を継続する中で、機構研究者の研究活動に資する規程の改正（令和3年7月26日施行）を行った。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。さらに、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、中長期計画後半にやるべきことの見通しを立てた。

学術雑誌の価格が高騰する状況下であっても、研究開発活動に必要な情報の提供環境を維持することに努めた。一部の学術雑誌の年間購読を取りやめ、個人に対して有料・論文単位で文献を提供する Pay Per View 及びドキュメントデリバリーサービスを組み合わせるなど、費用対効果の高い学術情報提供環境を構築した。これらの取組により、節約された予算の一部を昨今の機構の研究分野の広がりを視野に入れた図書の購入に充当する等、利用環境の充実につとめた。その結果、機構図書館として、図書は冊子 64,372 タイトル、電子ブック 40,006 タイトルを提供し、雑誌は和雑誌 89 タイトル、外国雑誌 618 タイトルを購入、提供した上で、機構未所蔵資料についても、機構研究者からの 1,055 件の文献提供依頼、79 件の図書の貸借依頼に対応した。

他機関図書館等からコピーや現物を取り寄せて提供し、他機関から取り寄せができない最新号掲載記事や電子データでの提供希望に対しては Pay Per View 及びドキュメントデリバリーサービスを 348 件実施した。オープンアクセスの有無を含めてきめ細かく調査した上で、迅速さや電子資料の希望など、利用者からのニ

ズを尊重しつつ、より安価な提供方法を工夫した。その結果として、学術雑誌の年間購読を抑制しつつも、必要な資料の利用環境を充実させた。また、外部機関からの依頼についても、26 件の文献複写、19 件の図書への貸借に対応し、機構が所蔵する海洋及び地球科学を中心とした学術情報を外部に提供した。

学術機関リポジトリの運用を通じて、積極的に外部へ機構の研究開発成果を発信した。総データ数は 38,815 件で、うち機構刊行物を含む 3,598 件については本文データも公開しており、その一部には DOI が付与されている。(情報セキュリティインシデントの影響により、一時的に公開が停止されたが、令和 4 年 3 月 18 日に外部公開を再開している)

日本の海洋地球科学の歴史としての、機構の研究開発活動の経緯を伝える各種資料について、散逸を防ぎ、機構の研究者や職員はもとより広く社会に永続的に提供するため、機構関連資料を網羅的に収集、整理し、調査研究等の利用に供した。

国民の海洋に関する理解増進に寄与するために一般利用者へ開放している横浜図書館（地球情報館 2F）については、新型コロナウイルス感染防止対策のため、令和 2 年 2 月 21 日から外部利用を休止したが、機構関連図書をはじめとする海洋科学技術に関する情報を広く一般に提供する目的で図書館蔵書目録のインターネット公開を実施した（情報セキュリティインシデントの影響により、現在一時的に公開停止中。令和 4 年度中に再開見込み）。

令和 2 年度末に発生したセキュリティインシデントにより、令和 3 年度中、機構が契約する電子資料へのアクセスが一時期停止し、利用に大きな制限を受けるなどしたほか、図書館システムを経由した他機関図書館との相互協力の依頼や受付が停止するなど、サービスの提供にも多大な影響が生じたが、状況の進展に応じて、関係各所に情報収集を行い、利用環境を整備し、代替手段を講じ、利用者への周知を実施することにより、研究開発環境への影響を最低限にするように努めた。

【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

(モニタリング指標)

- ・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

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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

今後は国際協力をより一層進めることも望まれる。

船舶などの外部機関への供用を進めることは外部資金獲得という成果をもたらすが、海洋に関する中核的な研究機関である機構の研究に支障を与えないようにすべきである。

SIPなどで開発された技術が今後の発展の基礎となるような将来計画が求められる。また、関係機関とも連携し、海底観測データの国際標準化なども考えるべきである。

データ駆動とモデル駆動を融合した先進的手法を開発し、数値解析リポジトリの充実を図ることが、地球シミュレータの進化においても重要である。昨年度の指摘事項は引

【指摘事項に対する措置内容】

令和2年度から、アメリカ、ミャンマー等とは新たな国際共同研究と機構船舶の供用を一括化した計画の実現に向けた調整を継続してきたところである。また、欧州 ECORD とは「かいめい」を利用した IODP 第 386 次航海を実施したほか、米国ラumont・ドハティ地質研究所(LDEO) / サウジアラビア王国 KAUST とは「かいめい」を用いた将来の航海に向けた調整を実施しているところである。引き続き、経済安全保障に留意しつつ国際協力の推進に向けて、諸調整を実施していく。

令和2年度から、アメリカ、ミャンマー等とは新たな国際共同研究と機構船舶の供用を一括化した計画の実現に向けた調整を継続してきたところである。引き続き、外部資金獲得と機構の研究活動との両立を図ることができるように留意していく。

SIPでの成果である、AUV複数機同時運用や海底ドッキングステーション等の技術を導入した観測の自動化を進めていく。海上保安庁と進めている海底観測データの補正研究をより前進させ、内外のコミュニティと国際標準化へ向けて協議していく。

引き続き「数値解析リポジトリ」の充実を図る。

き続きの努力目標と考えられる。

計算機の供用のみならず、数値解析リポジトリなどのシステムの外部利用・連携を進めていくことも今後は重要になってくると考えられる。

データとサンプルの提供に関し、引き続き、大規模利用が予想されるシーズの調査に基づき、より効率的な整備と提供を期待する。

引き続き社会情勢、外部ニーズを踏まえて、外部利用や民間企業との連携を進めていく。

令和2年度に実施した「付加価値情報創生システム グランドデザインにかかるシーズ調査」の結果を参考に、ニーズの高いデータ・データセットや数値解析手法等を優先的に整備し、効率化・合理化に努める。

【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						
【中長期計画】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>業務の実施に際しては、下記の自己評価や、主務大臣評価の結果を業務運営にフィードバックすることでPDCA サイクルを循環させ、業務運営の改善に反映させるよう努めるとともに、上記の取組等を総合的に勘案し、合理的・効率的な資源配分を行う。</p> <p>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。</p>		B	B	B				
年度計画・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>適切な統制環境維持のため、内部監査や研修、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を実施し、主務大臣評価結果の業務運営の反映・取組が機構全体で進められている。特に令和元年11月に発生した調達にかかる不適切な事案及び令和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）については、制度と体制の抜本的な見直しや再発防止策への取組に加</p>						

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

今後の発展を考える上で、機構は人材の育成・多様性の確保、船舶の運営資金調達など複数の大きな課題を抱えている。理事長がリーダーシップを発揮し、これらの課題を把握するとともに、機構内において、機構の将来を見据えて更なる議論、分析を行い、具体策を実施していくことが求められる。

【指摘事項に対する措置内容】

令和2年度に役員や部門長にヒアリングを実施し、機構が抱える課題を洗い出した。令和3年度からは、議長を理事長、メンバーを理事、監事、各部門長とする経営戦略会議において、各課題の解決のための議論を開始した。経営に関わる予算関連や政策関連の課題については年間スケジュールを設定し、課題解決のための方策を決定した。方策を実行した後はフォローアップを行う予定である。また、経営戦略会議において方向性を決めた課題については、適宜その具体策を理事会で審議した上で実施していく。

人材の育成・多様性の確保については、令和元年度から実施している「JAMSTEC Young Research Fellow」制度により国内外の優秀かつ多様なポストドク人材を確保している。令和2年度の公募では6名を採用し（応募102件）、令和3年度の公募では105件の応募があり、5名を内定した。新型コロナウイルス感染拡大の中で入国が困難な外国人研究者については、入国までの間はテレワークでの勤務を可能とした。

また、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令和元年度及び令和2年度に引き続き実施した。具体的には、全国の大学生を対象に、機構が保有する潜水調査航海に参画させた。一部の参加者には実際に有人潜水調査船「しんかい6500」に乗船させ、機構の実際の研究開発の現場を体験させた。本プロジェクトへの参加がきっかけとなって他分野から地球科学分野の大学院に進学した参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。第3回となる令和3年度は、令和4年3月

え、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等が実施され、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。また、令和2年度に引き続き、新型コロナウイルスの影響下においても業務の合理化・効率化を推進するため、テレワークを本格導入して出勤者を抑制するとともに、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等の取組を実施した。

これらの取組の結果から、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み、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する。

研究課題の設定、ロードマップの策定、予算獲得と配分、社会との連携・交流、海外との連携、研究組織マネジメントなどについて、理事長が正確な判断を下すことのできる仕組みが必要である。また、部門長やグループのリーダーの育成、マネジメントに関する適切な研修が必要である。

理事長のリーダーシップの下で業務計画を編成する方針を打ち出したが、その前提として、内部の課題に適切に対応できていることが不可欠である。業務計画の編成に当たって、理事長のリーダーシップがどのように発揮されたかについても明らかにする必要がある。

コンプライアンス強化のための取組を継続的に実施することが重要である。

に新型コロナウイルス感染対策を徹底して実施した。

令和3年度の内部統制委員会においては、内部統制の成熟度を測定指標とする評価手法（COBITの成熟度評価モデル）を導入し、調達における不適切事案及び情報セキュリティインシデントへの対応について、内部統制環境を評価するとともに、2つの事案に共通する根底的な問題についても取り上げた。これらの事案への対策が必要であるとの認識から、「コンプライアンス行動規準」を見直した。また、理事長自ら役職員向けに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。

令和3年度のリスクマネジメント委員会においては、機構におけるリスクの洗い出しを実施し、その中から優先的に対応するリスクを選定した。その対応状況については継続的にモニタリングを実施していく予定である。

指摘事項については、議長を理事長、メンバーを理事、監事、各部門長とする経営戦略会議の課題として議論を進めている。経営戦略会議において方向性を決めた課題については、適宜その具体策を理事会で審議した上で実施していく。

また、理事長が各種判断を行う際の参考となるように、令和2年度から理事長と部門長の懇談会を2か月に1回開催し、機構の重要な課題について意見交換を行っているが、令和3年度から新たに経営企画部長もメンバーに加わり、経営的視点での議論をより深めている。

さらに、各部門長やグループリーダー級職員を対象として、管理職研修、評価者研修を継続している。

マネジメント及び内部統制をより一層強化するため、業務計画（実施計画及び実行予算）の編成プロセスにおいて、各理事が所掌する部署の業務計画の編成を行う必要があるとの理事長の指示により、令和3年度当初の業務計画の編成に際し、各理事が、所掌する部署の業務計画の編成にかかる調整を行った。

コンプライアンス強化のため、コンプライアンスにかかる情報を定期的にデジタル掲示板へ掲載し、職員へ周知している。また、国研協コンプライアンス専門部会の参加法人として研修会等

1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立

に参加すると共にコンプライアンス推進月間などを設定し、コンプライアンス強化を進めている。

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。】

令和元年11月に発生した調達に係る不適切な事案及び令和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）については、制度と体制の抜本的な見直しや再発防止策に取り組むとともに、今後の継続的な点検・見直し・改善や、リスク管理の徹底に向けた取組が実施され、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。また、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」が理事長より提示され、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。さらに、情報セキュリティインシデント発生時には、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」を速やかに設置し全所的に対応にあたった。理事長のリーダーシップの下、8月には情報セキュリティ・システム部を新設し、組織体制を強化した。加えて、固有の予算テーマを設け、1.6億円の予算の追加措置を行った。

【評価の視点：内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。】

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。

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。

令和3年度は、令和2年度に検討した調達契約の適正な履行に向けた取組についての進捗状況を確認することに加え、COBIT(Control Objectives for Information and related Technology)の成熟度モデルを用いて調達契約の適正な履行に係る内部統制及び令和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）に対するサイバーセキュリティマネジメントの内部統制の成熟度を評価し、適切な対応が進んでいることを確認した。また、リスクマネジメント委員会を開催し、令和2年度に全役職員を対象に行ったアンケートの評価結果をもとに、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）選定し、リスクの対応状況を点検した。加えて、研究不正及び研究費不正使用防止の取組として、文部科学省策定の「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」の改正に合わせて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。このような取組から、内部統制システムは適切に機能し、業務運営の適正化が図られていると評価する。

適切な統制環境維持のため、内部監査や研修、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や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11月に発生した調達に係るインシデントに端を発した調達契約上の諸問題及び令和3年3月に発生した情報セキュリティインシデント

（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。

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

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更に進めるため、経営戦略会議を毎月開催した。令和3年度においては、国際戦略や大型の費用に係る資金計画等について重点的に議論を行った。

また、理事（研究開発担当）、理事（運用管理担当）及び6部門長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

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するため、調整を進める。さらに、業務運営全般について外部有識者との定期的な意見交換を実施し、政策及びマネジメントの視点から助言を受ける。

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3年11月及び令和4年3月に開催した。同会議では海洋に関する大型プロジェクトの進捗報告や今後の国際協力、連携に係る考え方及び対外戦略形成等を議題として、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た。特に、SIPの提案にあたっては委員からの意見を参考とし、「海洋安全保障プラットフォームの構築」が次期SIPのターゲット領域の課題候補とされるに至った。

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るため、事務部門の課長級をメンバーとする勉強会を毎月開催し、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。

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が実施され、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。さらに、同委員会においては、「コンプライアンス行動規準」の見直しが理事長より提言され、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送し、役職員の意識醸成を促した。今後も内部監査における指摘事項等に基づき、組織運営への反映状況を確認しつつ、継続して再発防止策に向けた取組を行う。

令和4年2月に開催された内部統制委員会では、COBITの成熟度モデルを用いて調達契約の適正な履行に係る内部統制の成熟度を評価し、適切に対応が進んでいることを確認した。また、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ずまま正しく運用されていない、といった根本的な意識の問題を認識した。これを踏まえ、理事長より、「コンプライアンス行動規準」の見直しを実施することの指示に加え、「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全役職員へ発信した。

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は大変重く受け止めているが、速やかな調査と再発防止策の策定・実施により、情報セキュリティ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と評価する。

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更に進めるため、経営戦略会議を毎月開催す

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。

1) 内部統制に係る取組及び意識の醸成

令和元年 11 月に発生した調達に係るインシデントを受け、令和 3 年度は、令和 2 年度に検討された調達契約の適正な履行に向けた取組についての進捗状況を点検することに加え、調達契約の適正な履行に係る内部統制及び令和 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再発防止策としての体制強化など、サイバーセキュリティマネジメントの内部統制の環境を COBIT の成熟度モデルを用いて評価し、適切な対応が進んでいるかを点検した。

また、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まま、正しく運用されないといった 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、理事長より、「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、「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) 職場環境・組織風土に係る問題改善の取組

令和元年度からリスクマネジメント委員会の下に設置された若手・中堅職員から成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を行っている。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く。

3) リスクマネジメントへの取組

令和 2 年度は、全役職員を対象にリスク識別アンケート調査を実施し、機構において潜在化・顕在化しているリスクを認識した。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

るなど、経営判断に資する議論を行った。

度や発生可能性を想定した評価（リスク評価）を行った。その結果はリスクマネジメント委員会にて共有され、リスク評価結果を基にした対応策を検討していくこととした。令和3年度には、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）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。さらに令和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（①人事関連リスクに係る業務改革・業務手法について、②施設・設備関連リスクに係るPPP/PFI手法について、③情報セキュリティ関連リスクに係るサイバーセキュリティ対応の動向、④経済安全保障リスクに係る対応の動向）。

4) 研究不正及び研究費不正使用防止の取組

文部科学省策定の「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」の改正に合わせて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。

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。

過年度の不適切事例から役務検査の立会監査を実施するなどし、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、リスクアプローチ監査を実施した。

5) 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、令和3年12月をコンプライアンス推進月間と設定するなど、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。

中長期計画や年度計画を基に、合理的な資源配分を行うために業務計画を策定し、これに基づき適切に資金配分を行い、業務を執行した。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 年度に引き続き、令和 3 年度も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、令和 3 年度の業務計画等編成に向けて選別した複数の業務について、令和 3 年度においても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。また、令和 2 年度の業務実績評価において「S」評価を得た部門に対しては、飛躍的な成果創出を目指すため、令和 3 年度に引き続き令和 4 年度の資金を重点配分した。

理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、令和 2 年度の業務実績に係る自己評価会議を令和 3 年 5 月末に実施し、業務実績等報告書として主務大臣へ提出するとともに、公表した。

また、令和 2 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。

さらに、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、標準的な基準で抽出されたデータを用いて評価しており、他機関との比較等も可能になっている。

なお、中長期計画の達成度が高い評価を得た部門に対しては、翌々年度の資金配分を重点化し、飛躍的な成果創出を期待することとした。その具体的な取組として、令和 2 年度評価において「S」評価を獲得した研究開発部門に対して、令和 4 年度に重点的に資金配分するといった措置を行った。

令和 2 年度の業務実績に係る自己評価会議の実施、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。

令和 2 年度評価において「S」評価を獲得した部門に対して、引き続き飛躍的な成果創出をできるように令和 4 年度に重点的に資金配分を行った。

【評価の視点】

- 理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能の強化が図られているか。
- 内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。

【関連指標】

(主な指標)

- ・外部有識者との業務運営全般に係る意見交換の実施状況及び得られた助言等の業務運営への反映状況
- ・国の政策や国内外の様々な動向を踏まえつつ策定した経営方針を機構内に浸透させるための取組状況
- ・組織マネジメント上の諸問題に対応した抜本的改革や再発防止措置への取組状況
- ・改革・再発防止措置による効果や副作用についての点検状況、点検結果に基づく対策の見直し・業務改善実績
- ・リスク管理の徹底に向けた取組状況（リスク評価の実施状況、当該リスク評価に基づく低減策の検討状況等）
- ・研究不正、研究費不正の防止に向けた取組状況
- ・指標を活用した業務の進捗状況の把握等、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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

C02 センサー搭載型漂流ブイの製作に係る不適切な事案については、国費が投入される中核組織として、組織全体のマネジメントの改革と再発防止策を徹底することが必要である。

【指摘事項に対する措置内容】

当該事案に係る調査委員会の報告により、組織的なマネジメントが不足していること等の指摘を受けて「開発要素を含む契約の在り方検討会」（外部有識者参加）を設置し、そこで技術的な課題を含む調達についての組織的関与の在り方を議論した。また、本検討会の報告では予算執行責任者制度の新設など、調達マネジメ

ントの確立に向けた制度改革を求められ、令和4年度からの適用に向けて規程改正等を行った。

また、当該事案が二度と生じることがないように再発防止策として、検査業務の見直しと会計ルールの検証、会計ルール習得のための教育研修、調達活動における倫理意識の醸成及び研究法人に相応しい調達プロセスの改革などについて、令和2年度から実施している。

検収体制の脆弱性への指摘については、限られた人員の中であっても確実に検収業務が行えるよう、数量以外の項目を省略できる限度額を引き上げ、支援職でも検査が可能とし、基幹職員の業務負担の軽減を図った。また、画像・動画による検査の試行を導入することによりテレワークでも検査業務が行えるようにして業務負担の軽減を図った。さらに、経理部に置かれている検収センターの業務範囲の拡大の検討を行い、検査業務の合理化、効率化を図っている。

業務の合理化と効率化については、課長級会議において各課の抱える非効率な業務運営に関する議論を複数回にわたって行い、令和4年1月に効率化すべき業務をリスト化した報告書を取りまとめた。今後は各課長が先頭に立ってこれを実施するところである。

令和3年度の内部統制委員会においては、客観的な視点から内部統制の成熟度を測定指標として設定し、調達における不適切事案及び情報セキュリティインシデントへの対応状況を評価することに加え、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の認識から、「コンプライアンス行動規準」を見直した。また、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。

令和3年度のリスクマネジメント委員会においては情報人事関連リスクを優先対応リスクに選定し、今後の状況についてモニタリングを実施していく予定である。

情報セキュリティインシデントについては、全体被害状況の把握と原因究明に加え、早期復旧とリスクマネジメントも含め再発防止に向けた対策を講じていくことが求められる。

情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部において被害を発生・拡大させた要因（問題点）の調査と再発防止のための対策を立て、今後二度と同様なインシデントを起こすことがないように、優先順位をつけて再発防止策に取り組んでいる。

令和3年度のリスクマネジメント委員会においては情報人事関連リスクを優先対応リスクに選定し、今後の状況についてモニタリングを実施していく予定である。

今回の不適切な事案を踏まえ、機構内の内部統制やリスク管理を確実に機能させる仕組みをつくとともに、IT システムへの投資を強化すべきである。

不祥事や事故が発生した際には、理事長をはじめとした経営陣が危機感をもって厳しく真摯に対処し、再発防止策を講じることが必要である。

今後、納品物のデータ・性能偽装等を防止するためには、機構側が適切な対応・体制を整えるという基本的な点に加え、このような事例が発生した場合に研究成果に疑義が生じないようなトレーサビリティの確保が求められる。

リスクマネジメントへの取組として、

情報セキュリティインシデントへの対応のため、1.6 億円の追加措置を行った。また、インシデント対応に当たっては理事長を本部長とする緊急対策本部を設置するとともに、各種応急対応のため各部署より人員を集め対策チームを設置して集中的に対応した。情報セキュリティ・システム部を新設するとともに、NISC の対策基準に沿った規程類の見直し、情報セキュリティ委員会による再発防止策の具体化の促進等、体制及び仕組みを強化した。

令和 3 年度の内部統制委員会においては、内部統制の成熟度を測定指標とする評価手法（COBIT の成熟度評価モデル）を導入し、調達における不適切事案及び情報セキュリティインシデントへの対応について、内部統制環境を評価するとともに、2 つの事案に共通する根底的な問題についても取り上げ、その対策が必要であるとの認識から、「コンプライアンス行動規準」を見直した。また、理事長自ら役職員向けに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。

不祥事、事故発生後、速やかに経営陣に事案の概要が報告され、必要に応じて緊急対策本部が設置されるように準備されており、真摯な対応を行うことができる体制が整えられているとともに同本部で審議される再発防止策を講じている。

令和 3 年度の内部統制委員会においては、内部統制の成熟度を測定指標とする評価手法（COBIT の成熟度評価モデル）を導入し、調達における不適切事案及び情報セキュリティインシデントへの対応について、内部統制環境を評価するとともに、2 つの事案に共通する根底的な問題についても取り上げ、その対策が必要であるとの認識から、「コンプライアンス行動規準」を見直した。また、理事長自ら役職員向けに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。

一連の調達改善のなかで、調達案件における責任の所在を明確化することとした。

令和 2 年度のリスクマネジメント委員会においてワーキンググ

6年ぶりに全役職員を対象としたリスク識別アンケートや、リスクマネジメント研修を実施している。また、リスクマネジメント委員会の下に設置したワーキンググループにおいて機構の職場環境・組織風土に関する問題改善のため検討を行い、具体的な改善提案（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・方針等の策定）を抽出できている。これらの取組は、機構の組織力向上のための努力が見られ、評価できる。一方で、それらに対する具体的な対応策の構築まで及んでおらず、早急な対応の構築が求められる。

業務・予算の重点化・効率化に係る基本方針の策定や資源配分について、理事長など経営陣の関与を強化したことによる成果についても示す必要がある。

2. 業務の合理化・効率化

ループより提案された具体的な改善策である（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・方針等の策定）については、各担当部署が令和3年度末までに実施すること、令和4年度以降に実施すること、とした段階的な計画を設定し、令和3年12月に開催したリスクマネジメント委員会にて報告した。これらの改善提案については、今後のリスクマネジメント委員会にて引き続き確認し、実施の推進を図る予定である。

マネジメント及び内部統制をより一層強化するためには、業務計画の編成プロセスにおいて、各理事が所掌する部署の業務計画の編成を行う必要があるとの理事長の指示により、令和3年度当初の業務計画の編成に際し、各理事が、所管する部署の業務計画の編成に係る調整を行った。

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たことから自己評価評定を「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：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。】

令和2年度に引き続き、新型コロナウイルスの影響下においても業務の合理化・効率化を推進するため、テレワークを本格導入して出勤者を抑制するとともに、会議のオンライン化、グループウェアの活

(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。

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、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

令和2年度に引き続き新型コロナウイルス緊急対策本部事務局として（設置：令和2年3月27日）、所内ガイドラインを策定や約200件の陽性者/濃厚接触者発生、PCR検査受検者の対応を的確に行い、職場内のクラスター発生を防いだ。

特に船舶にてクラスターが発生した際は、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。

また、テレワーク時においても会議体を円滑に進めるため、理事会・運営会議等の会議事務局と会議構成員が共有ドライブやチャット機能を活用し、案件登録や会議準備作業の作業時間を大幅に効率化した。

さらに、案件ごとに所定の説明時間を確保することによって、会議の時間短縮に資することができた。

加えて、テレワーク時にローカルページに掲載のPDFが閲覧できない点を考慮し、メールニュースを配信する際に重要な案件についてはPDFをメール添付し業務が滞らないよう工夫した。非日本語ユーザに的確に情報を伝達するため、英語版メールニュースを全役職員にタイムラグなく配信しており、非日本語環境の拡充を進めている。

一般管理費については、令和2年度の実績額 368,481,454 円に対して令和3年度の実績額 358,143,251 円となり、令和2年度比で 2.81%の削減、平成30年度から令和元年度にかけての削減率 5.03%、令和元年度から令和2年度にかけての削減率 2.33%と平均して 3.39%の削減を達成した。

合理化・効率化を行った具体例として、社宅費用の削減が挙げ

用によるコミュニケーション促進策等の取組を実施した。また、調達については、従来から継続的に公正性及び透明性を確保しつつ、「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）に基づいて着実に業務を遂行した。

これらの取組の結果から、新型コロナウイルスの影響下においても業務の合理化・効率化を促進し、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する。

令和2年度に引き続き、新型コロナウイルス緊急対策本部事務局による機構内での確な対応による職場内のクラスター発生の防止と事業継続のための業務運営を行った。特に、船舶にてクラスターが発生した際は、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、速やかに対応に当たることができた。

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する。

均して前年度比3%以上、その他の事業費（人件費及び公租公課を除く。）については同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

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

られる。借上社宅制度の改定に伴い、令和2年度の実績額17,878,919円に対して、令和3年度実績額11,782,945円となり、6,095,974円の削減につながった。

その他の事業費についても、令和2年度に比べ1%以上の効率化を達成した。

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。検討したプロジェクトについては、新たな施策も含めて競争的資金の獲得を狙い、各施策のビジョンや要件等の情報収集を行いながら、それぞれの公募を見据え計画の洗練や体制の整備等の準備を進めている。

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、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。

令和3年度人事院勧告及び「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、期末手当の月数見直しを行う。

検証結果や取組状況について適切に公表した（令和3年6月末）。

ラスパイレス指数（令和3年度実績）

事務・技術職員：109.0（令和2年度108.7）

研究職員：96.0（令和2年度95.0）

随意契約の適正化に関する取組を以下に記載する。

（1）適正性の審査・点検

年度計画に記載のとおり順調に業務を遂行し、給与水準については令和3年度人事院勧告及び法律を踏まえ、令和4年度6月の期末手当で反映を行うことで適正な水準の維持を図る。

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

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。

「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・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を徹底した。

「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に継続して公表を行った。

一者応札・応募の低減に向けた取組を以下に記載する。

(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負担軽減のため、郵便入札を継続した。

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年間調達予定情報を掲載した。

(3) 仕様書等の見直し

指定海域における傭船及び観測装置回収補助業務について、辞退した事業者から辞退理由の詳細な聞き取りを行った上で、要求者と仕様要件の緩和について協議を行い、参入機会の確保に取り組んだ。その結果、複数者の応札が実現するなど競争性の確保につながった。

(4) 船舶等運航委託業務の改善

「研究船等運航及び調査支援業務委託」について、船の運航に必要な人員確保が厳しい現状も踏まえつつ、実質的に参入障壁とならないよう、契約期間は受託者の事業の安定性の観点からなるべく長期とし、中長期目標期間の終期に合わせることにした。なお、調達手続については、引き続きできる限り競争性を持たせ、手続の透明性と公平性を確保する観点から、現行の事業者を含め、他の新規参入が期待できる者に参入意思確認を実施したところ新規参入意思が確認できなかったことから、現行の事業者を契約候補者とした随意契約事前確認公募を実施した。

(5) 北極域研究船の建造の調達

った場合は、公正性、透明性を高めるためその結果を随時公表した。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。

政府調達手続に準じ、仕様書に対する意見招請の実施や通常より長く公告期間を確保するなどし、実質的な競争環境が働くような取組を行った。

(6) 辞退届の分析

辞退届データに基づき辞退届理由を集計し、公表資料データに基づき、一者応札が続いている役務契約案件について情報の抽出を行った。一つの傾向として、納入期限の見直しや入札参加要件の緩和、複数年契約を行うことが効果的であると考えられることから、令和4年度契約において対象案件の抽出を行うこととした。

調達合理化計画の見直しについて実施した取組を以下に記載する。

(1) 契約内容・契約形態の見直し

共通のサービスである、グラフィックデザイン及び動画編集等のアプリケーションソフト（サブスクリプション方式）は、これまで各部署がそれぞれに発議、管理していた。これらを令和2年度より共通IDに統合・管理し、令和3年度に、統合したライセンスに新規調達分を加え、ライセンスの一括調達を実施した。その結果、複数者の応札が実現するなど競争性の確保につながった。

(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、ガソリン及び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。

(3) 一括調達等の推進

契約事務の効率化のため、少額で購買頻度の高い物品を対象に、引き続きネット調達の活用を推進した。

(4) 規程類の改定

開発要素を含む調達契約に関して、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、具体的な制度案を提言することを目的として、開発要素を含む在り方検討会を設置、開催した。

調達に関するガバナンスの徹底の取組を以下に記載する。

(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した。

(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を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が図られる。

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）とした。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）を新設するなどし、実態に即した契約類型を用意した。

(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）について以下に記載する。

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る。

② 会計システムの改修

検査員自らによる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

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。

【評価の視点】

○管理部門の組織の見直し、調達合理化、業務の電子化等に取り組むことにより、業務運営の合理化・効率化が図られているか。

【関連指標】

(主な定量的指標)

- ・一般管理費の削減率(数値目標: 毎年度平均で前年度比3%以上)
- ・その他の事業費の削減率(数値目標: 毎年度平均で前年度比1%以上)

(その他の指標)

- ・給与水準の適正化のための取組状況
- ・給与水準の検証結果
- ・調達等合理化計画に基づく取組状況
- ・内部監査や契約監視委員会による点検・見直しの状況 等

【主務大臣評価での今後の課題・指摘】

CO₂センサー搭載型漂流ブイの製作に係る不適切な事案については、検収体制の脆弱性に由来する部分が大きく、これは機構内の人員配置が現実に即していない等の不適切な資源配分が要因と考えられる。その点を勘案し業務の合理化と効率化の在り方の再検討が求められる。

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。

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事後点検として内部監査において全数監査を受けた。令和2年度の調達等合理化計画の自己評価を踏まえ、令和3年度の調達等合理化計画を作成し、監事及び外部有識者で構成される契約監視委員会にて点検を受けた。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。

【指摘事項に対する措置内容】

検収体制の脆弱性の指摘については、限られた人員の中であっても確実に検収業務が行えるよう、数量以外の項目を省略できる限度額を引き上げ、支援職員でも検査を可能とすることで基幹職員の業務負担の軽減を図った。また、画像・動画による検査の試行を導入することによりテレワークでも検査業務が行うことができるようにした。さらに、経理部に置かれている検収センターの業務範囲の拡大の検討などを行い、検査業務の合理化及び効率化

リモートで業務を実施するに当たり、不正アクセスへのリスク管理を検討する必要がある。また、「現場」の重要度が高い組織でもあるので、今後どのようにリアルとリモートを組み合わせていくかを検討し、改革を重ねていくことが求められる。

新型コロナウイルス感染症対策を契機に事務処理のデジタルトランスフォーメーション（DX）化が図られているが、より一層、業務の合理化、効率化のための施策の検討が望まれる。

適正な給与水準となるよう、引き続き、人件費の削減と人事制度の見直し等に取り組んでいくことを求める。

を図っている。加えて、令和3年度の内部統制委員会においては、これらの対応策について進捗状況を確認した。

情報セキュリティインシデントの発生を教訓に、VPN 接続（機構外からのネットワーク接続）における多要素認証の導入、パスワード認証に求める要件の強化、端末監視機能の強化などの対策を講じた。引き続き、役職員に対する教育研修の強化など、ソフト、ハード両面での不正アクセスに対する防御力を強化していく。不正アクセスへのリスク管理として、従来の基幹ネットワークシステムにセキュリティ対策を行うとともに、ログイン認証上の安全性を強化している。

経理処理や文書処理の電子化の推進や理事会をはじめとする主要会議のオンライン化に対応した環境整備を進めたことや、グループウェアの活用によるコミュニケーションの促進を継続して実施した。

今後、総務部と情報セキュリティ・システム部が緊密に連携し、情報セキュリティを担保したデジタルトランスフォーメーション化を図る。

適正な給与水準の維持のため、毎年度人事院勧告及び「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、期末手当月数等の見直しを行っている。

【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

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

B	B	B				
---	---	---	--	--	--	--

【中長期計画】

独立行政法人会計基準の改訂等を踏まえ、運営費交付金の会計処理として、引き続き、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する。

運営費交付金の債務残高についても勘案しつつ予算を計画的に執行するものとする。必要性がなくなったと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進めるものとする。

年度計画・評価軸等

業務実績

評価コメント

【年度計画記載事項】

1. 予算、収支計画、資金計画

(1) 予算

令和3年度予算

(単位：百万円)

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	26,226	5,575	993	32,795
施設費補助金	9,639	2,148	0	11,788
補助金収入	1,250	410	0	1,660
事業等収入	851	177	88	1,116
受託収入	2,571	783	0	3,354
計	40,537	9,094	1,082	50,713
支出				
一般管理費 (公租公課を除いた 一般管理費)	0	0	1,082	1,082
うち、人件費 (管理系)	0	0	1,001	1,001
物件費	0	0	632	632
公租公課	0	0	369	369
業務経費 (公租公課を除いた 業務経費)	0	0	81	81
うち、人件費 (事業系)	33,889	5,767	0	39,656
物件費	33,648	5,717	0	39,364
公租公課	4,065	1,099	0	5,163
施設費	29,583	4,618	0	34,201
補助金事業	241	51	0	292
受託経費	9,639	2,148	0	11,788
	1,250	410	0	1,660
	2,723	631	0	3,354

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 (公租公課を除いた 一般管理費)	0	0	1,065	1,065
うち、人件費 (管理系)	0	0	939	939
物件費	0	0	571	571
公租公課	0	0	368	368
業務経費 (公租公課を除いた 業務経費)	25,764	5,252	0	31,016
うち、人件費 (事業系)	25,512	5,204	0	30,716
物件費	4,221	1,182	0	5,403
公租公課	21,291	4,021	0	25,313
施設費	252	48	0	300
補助金事業	9,595	1,888	0	11,483
受託経費	85	830	0	915
	3,292	620	0	3,912
計	38,737	8,589	1,065	48,391

評定：B

予算の適切かつ効率的な執行状況

『予算』

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。

『収支計画』

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。

運営費交付金債務と業務運営との関係について適切な分析が行われており、業務達成基準による運営費交付金の収益化が適切に行われている。

『資金計画』

滞留資金について適切に精査されている。なお、運営費交付金債務と欠損金等の相殺により発生した滞留資金はない。

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」に基づき適切に債権の管理・回収を行っている。

計	47,501	8,957	1,082	57,540	<p>[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。</p> <p>[注2]「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。</p>	<p>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。</p>
<p>[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。</p>					<p>[注2]「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。</p>	<p><u>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</u></p>
<p>[注2]「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。</p>					<p>【主な増減理由】 運営費交付金で行う事業の一部を計画的に、また一部をコロナウイルスの影響により繰り越したため、事業経費が減少した。 繰り越した事業は令和4年度に実施する計画となっており、業務運営上大きな影響はない。</p>	<p>引き続き自己収入の増加に向けた取り組みを推進する。</p>
					<p>【評価指標に対する実績】</p>	
					<p><u>予算の適切かつ効率的な執行状況</u></p>	
					<p>『1. 予算及び2. 収支計画』</p>	
					<p>令和3年度における当期総損失は118,209,919円である。これは、独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果、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損益が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。</p>	
					<p>利益剰余金は755,464,510円であり、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。</p>	
					<p>繰越欠損金が計上されているが、独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果、発生したものであり、本中長期目標期間の期末には解消される見込みである。</p>	
					<p>運営費交付金の未執行率は26.4%である。主な要因は、コロナウイルスの影響による事業の遅延・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などである。</p>	
					<p>繰り越した事業は令和4年度以降に実施する、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。</p>	
					<p>『3. 資金計画』</p>	
					<p>金融資産の保有状況については以下のとおり。</p>	
					<p>① 金融資産の名称と内容、規模 現金及び預金 10,846,911,530円（年度末時点）</p>	
					<p>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）</p>	

年度末時点で保有する現金及び預金は主に令和4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

事業等収入は前期1,231百万円に対して今期638百万円であり、この差額は、主に一部の寄附金や消費税還付金等の前期のみ生じた要素によるものであり、引き続き自己収入の増加に向けた取組を推進する。

こ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、令和2年度から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
令和3年度収支計画

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	31,127	7,071	1,066	39,265
業務経費	24,148	5,346	0	29,494
一般管理費	0	0	1,052	1,052
受託費	2,723	631	0	3,354
補助金事業費	473	0	0	473
減価償却費	3,783	1,095	15	4,892
財務費用	20	13	0	33
臨時損失	0	0	0	0
収益の部				
運営費交付金収益	24,281	5,527	963	30,771
受託収入	2,571	783	0	3,354
補助金収益	473	0	0	473
その他の収入	851	177	88	1,116
資産見返負債戻入	2,730	592	12	3,333
臨時利益	0	0	0	0
純損失	△ 242	△ 6	△ 3	△ 250
前中長期目標期間繰越	242	6	3	250
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。

(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

[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。

【主な増減理由】

運営費交付金で行う事業の一部を令和4年度へ繰り越したことに伴って、業務経費及び運営費交付金収益が減少した。また、受託事業の一部を令和4年度へ繰り越したことに伴って、受託費及び受託収入が減少した。

決算において「退職給付引当金見返に係る収益」等が計上されたことに伴って、その他の収入が増加した。

収益と費用の計上年度のずれにより、総損失が発生した。

(3) 資金計画

令和3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	36,166	6,382	1,121	43,669

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	12,361	2,607	30	14,998
財務活動による支出	1,206	568	0	1,775
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	26,226	5,575	993	32,795
補助金収入	1,250	410	0	1,660
受託収入	2,571	783	0	3,354
その他の収入	851	177	88	1,116
投資活動による収入				
施設整備費による収入	9,639	2,148	0	11,788
財務活動による収入	0	0	0	0
前年度よりの繰越金	9,196	464	69	9,729

[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。

2. 短期借入金の限度額

短期借入金の限度額は113億円とする。

短期借入が想定される理由としては、運営費交付金の受入の遅延、受託業務に係る経費の暫時立替等の場合である。

3. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画

機構の成立時において海洋科学技術センターから承継した政府出資金見合いの借上社宅敷金のうち、前期中期目標期間において返戻された現金について国庫納付する。

その他の保有資産の必要性についても適宜検証を行い、必要性がないと認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。

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。

【主な増減理由】

運営費交付金で行う事業の一部を令和4年度へ繰り越したことにより、業務活動による支出が減少した。

固定資産の取得が、計画時の見込みを下回ったため、投資活動による支出が減少した。

科研費に係る資金の増減を加えて集計したことにより、業務活動による支出とその他の収入が増加した。

補助金事業の一部を令和4年度へ繰り越したことにより、補助金収入が減少した。

(なし)

(なし)

(なし)

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。

(なし)

(なし)

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。

(なし)

(なし)

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。

(なし)

(なし)

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末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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、事業の一部を翌年度に繰り越しているが、繰越金は適切に使用することが求められる。

自己収入の増加を促進する取組と、自己収入の獲得状況については、積極的に取り組んでいる研究部門と取組が不十分な研究部門との差があり、民間企業からの自己収入獲得に対する各研究部門長の認識を高めることが求められる。

特許収入などが、研究成果を上げているにもかかわらず伸びていない印象を受ける。分析と対応が必要ではないかと考えられる。

中型ファンドの獲得に向けての努力は引き続き必要である。

業務の内容と範囲が広がる中、予算配分についても適宜見直す必要がある

【指摘事項に対する措置内容】

繰越金については令和3年度予算に繰り越しており、中長期計画の達成に向けて適切に執行している。

各部門において自己収入増加の向けた検討を進めている。

特許の収入自体は低いものの、特許を利用したプログラムや画像等の著作物による収入はある程度の額を確保できている。また、技術紹介の取組を進めている。

外部資金の獲得については、経営層及び各部門において検討を行っている。

令和3年度当初の業務計画の編成に際し、各理事が所管する部署の業務計画の編成に係る調整を行うこととしている。また、調整においては各理事が戦略的に予算配分できることとしている。

【IV】 IV その他業務運営に関する重要事項		【評定】 B						
【中長期計画】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
		B	C	B				
年度計画・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。</p>	<p>情報公開に関しては、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。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 21 年法律第 66 号）の定めに従って、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行った他、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施した。</p>	<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。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）の定めに従って、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行った他、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ようにした。</p> <p>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。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。</p> <p>なお、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。</p>						

【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年度においては情報セキュリティインシデントからの復旧と再発防止策の実施を進めた。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、引き続き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、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）を踏まえた情報セキュリティ対策や、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、業務の安全確保が図られたか。】

監督官庁に対する届出の体制構築については、これまで関係部署間において必ずしも共通の認識を共有していない現状にあったが、この対応方法を明確にすることで機構のコンプライアンス水準をより高めることができた。化学物質の取扱いに係る安全上の規範や制度を充実化させることにより、化学物質の取扱いに起因する事故・トラブルの発生リスクを低減させることができるものと思料される。

YouTube を利用して教育訓練の受講機会を提供することについては、講習会の開催日時を気にすることなく受講できるため、受講者から高い評価を得ることができ、安全衛生管理に係る情報共有及び意識の向上を図ることができた。

発生した事故・トラブルの原因究明、対策、対処の検討をより高い水準での実施、安全衛生管理のルールの逐次見直し、安全衛生資器材の整備、安全衛生に係る資料の英訳化など、機能的な安全衛生監理体制の構築・維持を継続して推進した。引き続き

また、独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律（平成 15 年法律第 59 号）に則り、個人情報を適切に取り扱う。

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。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被害状況や原因等について整理するとともに、再発防止策を講じる。

個人情報保護に関しては、ヒューマンエラー起因によるメールの誤送信などによる個人情報漏洩事案が 5 件発生した。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。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。

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（以下「当該インシデント」という。）に対して、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、再発防止策の検討を実施した。その一環として、令和 3 年 8 月には情報セキュリティ・システム部を新設し、情報セキュリティの確保に対する体制を強化するとともに、重点的な予算措置を行った。また、当該インシデントの調査を通じて明らかとなった課題を踏まえ、基幹システムのアクセス制御・監視の強化、パスワード設定・管理の強化、外部公開サーバーの運用見直しとこれに基づく脆弱性検査の実施等を行い、当該インシデントにより停止したネットワークサービス等の復旧を実施した。さらに、初任者研修、eラーニング情報セキュリティ研修、標的型メール攻撃訓練等の内容を、当該インシデントを踏まえた内容に改め、全役職員に対して当該インシデントから得られた教訓を共有するとともに、サイバー攻撃に対する組織的対応能力の強化に取り組んだ。加えて、今後機構において情報セキュリティインシデントが発生した場合に組織的な対応を行うため、Computer Security Incident Response Team (CSIRT) を設置した。

政府機関等のサイバーセキュリティ対策のための統一基準（令和 3 年度版）を踏まえた情報セキュリティ対策として、機構の規程類を改正した（令和 4 年 4 月施行）。

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、当該インシデントからの復旧状況を踏まえ、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。

PDCA サイクルにより、継続的な対応を行っていく。

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。

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アウォール機器の更新や、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）の更新を行った。

安全衛生管理に関連する規範等の整備については、港則法に定める特定港における放射性物質の荷役に関する事項及び労働安全衛生法に定める機器の設置に関する事項について、監督官庁への届出を遺漏なく行うため、海上保安部又は労働基準監督署に助言等を受けた上でその対応方法を整理・明確化し、機構内における手続フローを取り決めるなどして、その体制を構築した。

また、化学物質の取扱いをより安全なものとするために、化学物質環境安全委員会と連携しながら、化学実験実施時の安全に関するマニュアルの策定及び化学物質リスクアセスメントの推進手法の構築について検討を行い、着手した。

安全確保に必要な情報やノウハウの共有については、化学物質・バイオ・放射線の安全に関する教育訓練動画を作成し、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り、安全衛生に関する情報により多く接することができる環境の構築に取り組んだ。また、各種マニュアルや教育訓練用教材については、英文化を進めている。

事故・トラブル情報及びヒヤリハットについては各事象・事例を取りまとめ、原因分析、再発防止策及び改善策等を関連委員会で報告・審議のうえ職員に展開し、再発の防止やリスクの低減を図った。また、新型コロナウイルス感染拡大防止対策については、対応策策定に資する情報収集を継続して行った。

【評価の視点】

- 情報公開及び個人情報保護について適切に取り扱われたか。
- 情報セキュリティ対策を適切に講じているか。また、対策の実施状況を点検し、改善が図られているか。
- 労働安全衛生管理を徹底し、業務の安全確保が図られたか。

【評価指標】

（主な指標）

・情報開示請求への対応状況

- ・保有個人情報等の管理状況
- ・情報セキュリティ対策の実施状況、点検及び業務改善の実績
- ・労働安全衛生管理に係る業務の実施状況、点検及び業務改善の実績等

2. 人事に関する事項

海洋科学技術により、社会的・政策的課題に対応するため、人材の質と層の向上に寄与する取組や、国内外からの優秀な人材の確保を推進する。また、職員のモチベーション向上や、多様化した働き方に対応するための環境整備に努める。なお、機構の人材確保・育成については、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成 20 年法律第 63 号）第 24 条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」に基づいて取組を進める。

令和 3 年度には、以下の事項を実施する。

【評価の視点：優秀な人材の確保・育成、職員の資質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組み、生産性の向上が図られているか。】

令和 3 年度は令和 2 年度に引き続き、新型コロナウイルスの影響を受けたが、おおむね計画通りに達成している。人材育成基本計画は定年延長制度の検討とともに、人材活用計画として検討することとする。

支援職が長くモチベーション高く保つことが出来るような施策を導入し、個々のキャリア開発に資する研修を実施する等、人材の育成や処遇の適正化について計画通りに進めた。今後は、多様な働き方への対応として各種制度を検討することで、職員が働きやすく能力を発揮しやすい職場環境の整備や、職員一人ひとりの多様で柔軟かつ生産性の高い働き方への対応について引き続き検討する。

優秀な人材の確保・育成については、コロナ禍にも関わらず、JAMSTEC Young Research Fellow への応募者数を維持できていることは、JAMSTEC Young Research Fellow 制度が広く認知されているのみならず、周知や応募、選考の仕組みを柔軟に見直してきたことによる。引き続き制度を継続するとともに、優秀かつ多様な者を選考できる仕組みを検討する。

職員の資質・能力の向上については、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、新しい働き方の一つとして令和元年度に在宅勤務制度の試行を開始し、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

・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を計画的に行う。「JAMSTEC Young Research Fellow」制度を通じ、優秀かつ多様なポスドク人材を国内外問わず確保することで、機構の研究開発活動をより活性化し研究開発成果の最大化を図ることができるよう、公募を実施する。

・大学、公的研究機関等との連携体制に基づき、優秀な国内外の人材を確保するための取組を推進するため、クロスアポイントメント制度等の弾力的運用について検討する。

・引き続き人材育成基本計画の見直しを行い、今中長期計画期間中に事業状況に応じた人員配置、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇や、職員の能力や意欲に応じた研修等を組織的に支援することによる個々のキャリア開発、男女共同参画やワークライフバランスを推進し、職員が働きやすく能力を発揮しやすい職場環境を整え、職員一人ひとりの多様で柔軟かつ生産性の高い働き方を推進するための計画を策定する。

令和元年度からの 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、機構のリクルートページにも現在 JAMSTEC Young Research Fellow である外国人のインタビューを掲載することにより、機構での業務や日本での生活をイメージできるよう工夫した。また、引き続き国際学会や有名論文誌を中心として求人掲載を行ってきたが、世界トップクラスの大学をターゲットとして、各大学のリクルート関係部門にアクセスを行うことで、幅広く優秀な人材を集めることとした。さらに、ウェブサイトからの入力による応募を継続し、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いる。令和3年度の JAMSTEC Young Research Fellow の公募では、コロナ禍にも関わらず令和2年（102件）とほぼ同水準の105件の応募があり書類選考や面接選考を経て最終的に5名の新たな JAMSTEC Young Research Fellow を内定とした。

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3年度の実績は7件（令和2年度は6件）であった。

人材育成基本計画については、人材育成基本計画の取組項目の一つと想定していた人事制度改革を優先して進めることとした。具体的には、令和2年度に引き続き、支援職がモチベーションを長く保つことができるよう、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た。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、同様の制度設計の検討を開始した。

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。

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。

ワークライフバランスの推進に関して、令和元年度に試行を開始し、令和3年1月に全職員を対象として制度化した在宅勤務制度について、更なる拡充のため検討を開始した。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）。

次世代育成支援対策推進法に基づく第4期一般事業主行動計画における目標の一つである、未来の女性研究者の育成を目的とした、女子中高生向け理系進路選択支援のイベント「海への招待状 for Girls」は、新型コロナウイルス感染拡大防止の状況及び各種イベントの中止又は延期の要請を受け、令和3年度の開催を見送った。

・引き続き外部人材受け入れに係る中長期的な方針の策定を進める。また、次世代育成支援対策推進法（平成15年法律第120号）に基づき、令和2年度から開始している第4期一般事業主行動計画で定める、女子中高生を対象とした未来の女性研究者の育成に貢献する「海への招待状 for Girls」について、引き続き実施する。また、若手人材育成の観点から、専門高等教育課程前の学生を対象に、最先端の海洋研究現場での経験を提供するプロジェクトを実施する。

【評価の視点】

○優秀な人材の確保・育成、職員の資質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組み、生産性の向上が図られているか。

【関連指標】

（主な指標）

- ・多様な人材の採用・活用状況
- ・クロスアポイントメント制度の活用等
他機関との人事交流の状況
- ・事業の状況や職員のキャリアパス、ワークライフバランスの実現等を考慮した施策の実施状況
- ・職員研修の実施状況
- ・人事評価制度の運用状況 等

3. 施設及び設備に関する事項

施設及び設備について、適切な維持・

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

【評価の視点：中長期目標達成のため必要な施設・

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。

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、横須賀本部潜水調査船整備場及び海洋工学実験場の大型シャッター台風対策工事を実施し、横浜研究所において、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、深海総合研究棟の改修計画においては令和2年度に取り纏めた施設設備マスタープランを基に令和3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、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月から大規模修繕工事を開始し11月末に完工した。

【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おいて、施設設備マスタープランを策定し、これを基に令和3年度補正予算を獲得できたことや施設・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ことは今後の修繕計画における長期的なビジョンを構築できたと考える。

また、新型コロナウイルス感染症の収束が見通せない中、「白鳳丸」の大規模修繕工事を着実に完工することができた。

【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。

【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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

情報セキュリティインシデントの再発防止のために、今後、全体被害状況の把握と原因究明並びに早期復旧に加え、情報

【指摘事項に対する措置内容】

インシデント対応に当たっては理事長を本部長とする緊急対策本部を設置するとともに、各種応急対応のため各部署より人員を集め対策チームを設置して集中的に対応した。被害を発生・拡大

セキュリティシステム基盤の更なる整備、機構全体における研修の強化など、再発防止に向けた対策を講じていくことが求められる。

機構は、海底地形などの経済安全保障にも関わる情報を保有している。サイバーセキュリティに関して格段の注意と対策が求められる。

引き続き産官学の人材流動化などに尽力すべきである。機構には大学にはない研究資源が多いため、これらの教育活動への展開も考え、将来の研究者育成にも貢献を期待する。クロスアポイントメント制度の活用による大学などとの交流も更に必要である。

機構は世界的にも注目される研究拠点であることを踏まえ、外国人研究者の割合を増加させて人材の多様性を確保し、より国際的な組織として発展させることが望まれる。女性研究者の増加についても、国内だけでなく海外からも積極的に採用するための策を講じる必要がある。

女性研究者の増員や女性管理職の比率向上については顕著な成果が上がっていない。優秀で意欲がある女性研究者の採用・確保に努める必要がある。

施設・設備の維持管理については法定点

させた要因（問題点）の調査と再発防止のための対策を立て、今後二度と同様なインシデントを起こすことがないように、優先順位をつけて再発防止策に取り組んでいる。なお、基盤整備の一環としては、令和3年9月にファイアウォール機器の更新を完了するなど、情報セキュリティシステムの強化を図っている。また、情報セキュリティ・システム部を新設するとともに、NISCの対策基準に沿った規程類の見直し、情報セキュリティ委員会による再発防止策の具体化の促進等、体制及び仕組みを強化した。

令和3年度のリスクマネジメント委員会においては情報セキュリティ関連リスクを優先対応リスクに選定し、再発防止策の取組状況についてモニタリングを実施していく予定である。

今回発生した情報セキュリティインシデントを教訓に、引き続き、「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群」を遵守しつつ、セキュリティ対策を着実に実施していく。

クロスアポイントメント制度については、令和3年度に新たに国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所と新たにクロスアポイントメントにより2名を受け入れている。民間との人材流動化の面では、既成の価値観にとらわれない発想力の醸成や新たなプロジェクト推進の手法等を吸収し、機構へ還元することを目的として民間のシンクタンクへ1名派遣を行っている。

外国人研究者の割合については、引き続き主に海外からの優秀な若手研究者の確保を目指したJAMSTEC Young Research Fellowの採用活動を継続していくとともに、機構のテニュアトラック制度が適用される研究職についても海外を含めて公募を実施している。また、令和3年10月より研究職採用に係る新たな公募成立要件として、女性候補者が1名以上含まれていることを原則とし、採用活動を進めている。

令和3年10月より研究職採用に係る新たな公募成立要件として、女性候補者が1名以上含まれていることを原則とし、採用活動を進めている。また、育児や介護を行う職員が利用できる制度に関する情報を採用情報のウェブサイトに掲載することを検討しているところである。

施設等の長期的な改修計画については、経営戦略的視点から総

検、自主点検を通じて適切に実施しているが、施設等の長期的な改修計画を作成し、それを実行する必要がある。

合的かつ統括的に企画、計画立案を図ることを目的とし、機構の施設・設備の中長期整備計画の策定に係る機構全体の施設・設備維持管理の方針、また施設整備に必要な経費の獲得方針について審議する機関として「施設・設備計画推進委員会」を設置するとともに、施設・設備の中長期整備計画の策定及び変更について、理事長の決裁の下、実行する体制を確立した。