

令和元年度  
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

令和元年度業務の実績に関する評価一覧 .....	2
法人全体に対する評価 .....	3
Ⅰ 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置 .....	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 .....	64
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 .....	90
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 .....	101
Ⅳ その他業務運営に関する重要事項 .....	107

令和元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	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  IV その他業務運営に関する重要事項	1. 予算、収支計画、資金計画	B
I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置	1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進	A		2. 短期借入金の限度額	
	(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発	A		3. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画	
	(2) 海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発	A		4. 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画	
	(3) 海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発	A		5. 剰余金の使途	
	(4) 数理工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	B		6. 中長期目標期間を超える債務負担	
	(5) 挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発	S		7. 積立金の使途	
	①挑戦的・独創的な研究開発の推進	B		1. 国民からの信頼の確保・向上	B
	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	B		2. 人事に関する事項	
	2 海洋科学技術における中核的機関の形成	A		3. 施設及び設備に関する事項	
II 業務運営の改善及び効率化に関する目標を達成するためとるべき措置	(1) 関係機関との連携強化による研究開発成果の社会還元等の推進等	A			
	(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ等提供の促進	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

<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生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普及・展開を促進することとしている。
- 第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）においては、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おり、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。
- このような背景のもと、令和元年度においては、例えば以下のような成果が創出された。
  - ① 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、福江島での観測の結果をはじめ様々なデータ解析の結果、大気中の炭素粒子（ブラックカーボン）は、春季では化石燃料を発生源とする割合が約9割を占めることを突き止めた。
  - ② 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、レアアース泥について年代測定や同位体分析等を実施し、海洋隕石衝突イベントの証拠を南鳥島周辺のピストンコア試料から検出し、衝突イベントに伴う隕石及び被衝突物の溶融と冷却によって白金族元素の異常濃集を確認した。
  - ③ 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、水圧計の機器ドリフトを現場校正するシステムを開発し、水圧計現場校正を実施した結果、DONET水圧計データを1hPa(1cm相当)未満の精度で校正しうることを世界で初めて実証した。
  - 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は、原始地球にマグマオーシャンがあるという仮定の下、巨大衝突のコンピュータシミュレーションを世界で初めて実施し、これまで説明が困難とされてきた地球と月の同位体比問題を解決し月の形成過程を明らかにできる可能性を見出した。
  - ⑤ 挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、現場環境再現培養法によって「世界初のAsgardアーキア（MK-D1株）」の培養に成功し、形態・生理・ゲノム解析を進め、MK-D1株が培養された原核生物として真核生物に最も近縁な生物であることを明らかにした。
  - ⑥ 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おいては、様々な新規観測・監視センサやデバイス開発、さらには高性能海中通信機器の開発や応用を通して、標準化構築を進めている。
- この他、北極ボードゲーム「The Arctic」や360度体感コンテンツ「深海VR映像」など国民が分かりやすく理解できる新たなコンテンツを開発したことや、持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネル専門家グループ会合の下に設置された専門家グループのメンバーとして成果物「Blue paper」の第6章のリードオーサーを務めたことなど、優れた実績を輩出している
- 一方、前中期目標期間に発生した重大なインシデントに対しては、平成30年度に組織業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化、事業の効率化や意思決定の迅速化等を行った。これらについて、令和元年度においては当該改革の実施状況や効果を適宜モニタリングし、必要に応じて改善の取り組みを行う等により、内部統制の強化を図った。
- 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 <全体の評価（評価に至った理由）> > 第4期中長期目標期間の初年度として、令和元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いるため、機構全体の評価をAとした。	評価  <b>A</b>

【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																																																														
<p><b>【中長期計画】</b>  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>							<b>【評定】</b> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">A</div>																																																								
								<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	A																																															
FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7																																																									
A																																																															
<p><b>【インプット指標】</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>(中期目標期間)</th> <th>FY1</th> <th>FY2</th> <th>FY3</th> <th>FY4</th> <th>FY5</th> <th>FY6</th> <th>FY7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>予算額(千円)</td> <td>38,273,106</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>決算額(千円)</td> <td>32,635,501</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>経常費用(千円)</td> <td>33,312,685</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>経常利益(千円)</td> <td>▲ 575,951</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>行政コスト(千円)</td> <td>43,048,711</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>従事人員数(人)</td> <td>734</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <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>								(中期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	予算額(千円)	38,273,106							決算額(千円)	32,635,501							経常費用(千円)	33,312,685							経常利益(千円)	▲ 575,951							行政コスト(千円)	43,048,711							従事人員数(人)	734						
(中期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7																																																								
予算額(千円)	38,273,106																																																														
決算額(千円)	32,635,501																																																														
経常費用(千円)	33,312,685																																																														
経常利益(千円)	▲ 575,951																																																														
行政コスト(千円)	43,048,711																																																														
従事人員数(人)	734																																																														
年度計画・評価軸等	業務実績					評価コメント																																																									
						中長期目標や事業計画に照らし、本項目による成果・取組等について総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、自己評																																																									

(1) 地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発

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

本課題によって得られた科学的なデータや知見については、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) ・パリ協定、ユネスコ政府間海洋学委員会 (IOC)、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 報告書、北極評議会 (AC) のワーキンググループ等に係る各種活動等を通して積極的に発信し、SDGs の特に目標 13 (気候変動に具体的な対策を) や目標 14 (海の豊かさを守ろう) 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。

価を「A」とする。詳細は以下項目に記載の通り。  
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。具体的な根拠については以下のとおり。

- 地球環境の保全、気候変動への対応
  - ・福江島での観測の結果をはじめ様々なデータ解析の結果、大気中の炭素粒子 (ブラックカーボン) は、春季では化石燃料を発生源とする割合が約9割を占めることを突き止めた。これは、「バイオ燃料」の寄与は小さくなっており、「化石燃料」を減らす政策が必要なことを示し、地球環境保全にとって重大な意味をもつ成果。
  - ・全球海洋観測網、陸域における観測網を維持し、地球環境の保全、気候変動への対応に必須のデータを計画通り提供。
- 国際社会、国等における政策等への貢献
  - ・これまでの温暖化物質に関する研究成果が高く評価された結果、パトラ主任研究員が COP25-SBSTA51 Earth Day におけるパネリストに選出。その場でパトラ主任研究員の見解が、我が国の方針となり「パリ協定の実装等を支援するため、系統的な CO<sub>2</sub>等の観測を地球システムモデル等へ統合し評価することが重要」という表現で UNFCCC の報告書に掲載。
  - ・国の重要な政策として位置付けられている「北極域研究船の推進」に関して、安全航行に必要な「氷海航行支援システム」の検討を計画通り実施し、令和2年度の基本設計の実現に大きく貢献。
  - ・機構職員が IPCC AR6 の執筆者・貢献筆者や、EU プロジェクト助言委員、IOC/WESTPAC 副議長に就任するなど国際社会に貢献。
- 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
  - ・温暖化シミュレーションの国際比較 (CMIP6 実験) 用のデータを早い時期に配信。高インパクト誌 (IF>6) への複数の論文掲載、全国紙での成果報道など想定以上の成果を創出。発信したデータは内外の研究者にも活用され、国際的な協力関係を促

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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・海洋地球研究船「みらい」によるインド洋航海の実施、Argo フロート、BGC Argo フロート、DeepArgo フロート、CO<sub>2</sub>ブイの投入、ADCP 係留系の維持、大型係留ブイの維持及びそれに伴う高度化を実施する。また、船舶観測に関わる観測機器の開発・改良を行う。

海洋地球研究船「みらい」によるインド洋航海を実施し、GO-SHIP 航海として I08N 測線の 2 回目のリビジット、I07S 測線は初回となる観測を完遂した。Argo フロート (40 基)、BGC Argo フロート (2 基)、DeepArgo フロート (8 基) を投入。予定していた、BGC4 基と CO<sub>2</sub>ブイ 6 基はメーカー側のハードウェアの問題解決ができずそれぞれ投入延期、中止に至った。BGC に関しては次年度に新たな投入点を設定し、中長期計画全体の達成には影響を及ぼさない。CO<sub>2</sub>ブイに関しては外部資金の計画研究とリンクしており、独立性が高い課題であるため波及する影響は少ないが、次年度以降のフォローアップを模索する必要がある。「みらい」熱帯太平洋航海を実施し、ADCP 係留系の維持、大型係留ブイの維持及びそれに伴う高度化を完遂した。船舶観測に関わる観測機器の開発・改良として、屈折率密度センサの開発(論文公表)、大深度電気伝導度センサの改良を行った(特許出願中)。

進。その結果は、これまで以上の数の共著論文として公表。

- ・パラオ独立及び日本との外交関係樹立 25 周年を記念して開催された「日本ーパラオ親善ヨットレース」において、女性 3 名による観測チームがレース中に海洋プラスチック連続採取を実施するとともに、同乗したパラオの児童ら向けに海洋教育プログラムを実施。本活動は、海洋環境に強く関心を持つ産学民の多セクターによる連携によって実現。特にパラオ共和国大統領から大きな謝意を示されている。
- ・北極研究に関連した学習ツール(ボードゲーム)を日本語版と英語版を製作し、国内外で体験会を実施。大きな反響があり、学校・大学での更なる体験会の依頼や、北極評議会事務局や駐日大使館などへの貸出も開始。

複数の長期観測航海を事故なく、すべて計画通りに実施し、さらに新塩分センサ開発(屈折率密度センサ)など研究開発成果の最大化に向けた開発を着実に進めた。表層グライダーについては、GNSS(高感度 GPS)受信機を搭載して実施された観測データから水蒸気量を高精度で算出するなど世界初の試みに成功した。また、YMC 観測については、単に研究成果創出だけでなく、7 学会合同特集号発行を実現するなど想定を上回るインパクトを与えた。



- ・国際観測システムの運用として、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する。また、それらを用いた解析を行うことで海洋環境変動の把握、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する。
- ・大型係留ブイの運用を省力化するため、表層グライダーによる観測の実用化を進める。安定化確立と精度評価、大型係留ブイによる観測結果との比較を通じたセイルドローン観測の評価を実施する。
- ・海洋環境の自動観測拡大のための省力観測技術開発として、漂流型観測フロートのデザインを固める。
- ・国際的な観測網や YMC 航海で得られたデータを解析し、「海洋混合層変動」、「日周期対流」、「マッデン・ジュリアン振動 (MJO)」、「対流圏-成層圏相互作用」、「熱帯-中緯度相互作用」などの理解を深化させる。
- ・2020 年度以降に予定されている連続観測の実施に向けた大気海洋相互作用に係る観測プラットフォームの整備を実施する。

## 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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・北極域研究推進プロジェクトにおいて海洋地球研究船「みらい」による北極航海を実施し、これまでに得られていない融解期から結氷期への移行時期(10月)の観測データを取得する。また米国砕氷

観測データの公開、2次データの作成・公開を予定通り実施し、ウェブからの配信を行った。栄養塩に関する標準物質を開発し、公表した。

海洋環境変動の把握、全球・北部・熱帯太平洋における熱や淡水、物質収支の推定等に関する解析を実施し、論文・学会にて公表した。

ウェーブグライダーによる観測をパラオからの投入・揚収、「みらい」での運用、両面で実施し、データを取得した。ブイによる観測結果との比較を通じたセイルドローン観測の評価を実施し、海域による運用の問題点などクリアすべき課題を明確にした。

江戸っ子1号をベースとし、漂流型観測フロートのデザインを固めた。

国際プロジェクト YMC の 2017 年及び 2018 年の集中観測で得られたデータ等を用いて、日周期対流に伴う降雨域伝搬と風の鉛直シアの関係、日周期対流と MJO や ENSO など大規模環境場との関係、積雲対流の再現性に必要な結合間隔などに関する知見を得た。

YMC の拠点機関として、データ及び Web 等の管理（整備・公開）を実施。7学会をまたぐ合同論文特集号を開始した。

インドネシアでの降水の長期連続観測に向けて、ジャカルタ近郊スルボンに X バンド・ドップラーレーダーを設置し、試験運用を開始した。

予定通り、北極研究推進プロジェクト (ArCS) において、9 月 28 日から 11 月 10 日までみらい北極航海 (MR19-03C) を実施した。本航海は、国際共同観測として大西洋側北極海で行われている MOSAiC プロジェクトと連携した形で、気象・海洋などの各種観測を行い、貴重な観測データを取得・公開できた。また米国砕氷船航海に参加し、

計画通りに観測やデータ公開を実施した。また、海洋酸性化や温暖化のプランクトンへの影響評価、アイスアルジー基礎生産量の国際モデル比較、広域的森林火災から出る BC の気塊年代を推定する手法の開発、気候モデルにおける春の海水厚の再現性が、同年及び次年の夏季海水面積の予測精度に影響を与えること、など重要な研究成果が出ている。北極域研究船の推進も計画通り進捗している。

特に、海水下ドローン運用に必要な極域電波灯台に関連して、関連学会で新たな委員会が立ち上がるなど、研究分野の発展に大きく貢献したことは想定を上回る波及効果となった。また、製作・発表した学習ツール（北極ボードゲーム）については、国内外でこれまでにない大きな反響を起こした。体験会

船航海に参加し、係留系回収・設置作業を行う。

・観測データや数値モデル実験により、基礎生産量やCO<sub>2</sub>・メタンの吸収・放出量に関するマッピングを実施する。また、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に関する解析を進める。

・自然科学と人文社会科学の連携研究として、「政策に資する研究活動」を導くための調査結果を取りまとめる。日本科学未来館との連携のもと、北極に関する研究成果の社会への発信・理解の促進を目的とした学習ツールを制作する。

・IARC との共同研究としてアラスカ・ポーカークラットサイトでのフラックス観測を継続的に実施するとともに、「みらい」においてSLCFs（短寿命気候汚染物質）の大気中及び降水中濃度の観測データを取得する。またこれら観測データ

予定していた係留系回収・設置作業を行うことができた。

2020年に計画しているSASに関して、みらいによる太平洋側北極海での観測準備をすすめるとともに、ワークショップや国際学会でのSASに関するセッションを開催するなどして、関係者と連絡・調整・準備をすすめることができた。

基礎生産量やCO<sub>2</sub>等のマッピングは、ほぼ計画通り実施され、学会や共著論文で公表された。CO<sub>2</sub>については他機関との国際相互比較も行った。「みらい」北極海航海で得た各種化学データを分布図等にまとめクルーズレポートとして提出した。2018年の全炭酸濃度を解析し、1990-2000年代と比べ大気中CO<sub>2</sub>増加から期待される値より過大となっていることを明らかにした。

培養実験に基づく海洋酸性化・温暖化が植物プランクトンに及ぼす影響（植物プランクトンの小型化）を明らかにした。また2014年の「みらい」航海観測から、秋の海水減少に伴う強風イベントの増加が海洋表層物理場（混合）と低次生態系に及ぼす影響を明らかにした。2017年冬季にバロー海底谷で異常に暖かい水塊が見られたが、係留系観測データを詳細に解析することで、この水塊が海盆側（北方）へ強く移流されていること、その要因が冬季の風速場と北太平洋での秋季の高温偏差であることを指摘した。これらの成果及び下記の成果ほかについて、国際誌で主著として論文発表した。

海水底面に生息する藻類（アイスアルジー）に着目し、北極海における基礎生産量のモデル間相互比較を実施した。1980-2009年において、基礎生産量に有意なトレンドが見られず、安定した生息場所と海水底面への十分な透過光のバランスが高い基礎生産に必要であることが定量的に示された。

北極域研究推進プロジェクト（ArCS）において、日本科学未来館と共同で、自然科学分野だけでなく、北極域の文化や国際制度も視野に入れ、北極の「今」を知り、持続可能な北極の「将来」について考えるための学習ツール（ボードゲーム『The Arctic』）を開発・制作した。

2019年8月に日本語版が完成し、8月8日に日本科学未来館においてお披露目イベントを行った。その後、国内外の会議・学会やイベントにおいて、制作した学習ツールを発表し、体験会を実施した。また日本語版のみでなく、英語版も制作した。海外の学会・会議等でも紹介するとともに、英語版の海外の北極に関する様々な機関・団体への貸し出しも始めた。これらの活動により、北極に関する研究活動・成果の発信と、理解増進・社会への還元に大きく貢献した。

IARC 共同研究のもとで、アラスカ・ポーカークラットサイト（PFRR）の観測体制を整備し、継続的に気象・大気環境観測、温室効果ガスフラックス観測、生物季節観測のデータを取得し、関係プロジェクトやデータサイトにてこれらを公開した。特に、FLUXNETの国際共同研究で観測データをScience Dataにデータ論文（共著）として投稿した。また、アラスカ内陸の水循環の正確な評価や水循環

実施依頼や、北極に関する国際的な組織や大使館などへの貸出の開始などの当初想定以上の反響があり、研究の理解増進・社会への還元に大きく貢献した。

と数値モデル、衛星データをデータ同化などの手法を用いて組み合わせ、周北極域における長期的な水・炭素収支変動及び域外からの流入量変化の要因に関する解析を進める。

・海洋モデルの精密度の違いが海水変動の表現に与える影響を解析する。また気候モデルの実験結果を活用した北極域の予測精度向上に資する解析研究を行う。海洋大循環場や海水面変動に影響を与える氷床モデルの精度向上と、このモデルを用いた氷床からの淡水供給に伴う海洋・海水環境への影響評価を行う。

・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試作機の作製・試験運用、海水下の新測位手法に関する実験研究と実用化に取り組む。また極域用小型慣性航法装置の実用化を検討するとともに、小型生物・化学センサの開発と極域評価を実施する。

・北極域研究船の推進として、本船の氷海航行における安全かつ効率的な航行に資するため、氷海航行支援システムに係る設計等を行う。

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

同化システムの検証のために、新たに高精度雨雪量計を設置し、試行的な観測に着手した。

「みらい」北極航海において昨年度航海同様 SLCFs の連続観測を行うとともに、係留気球を用いたブラックカーボン濃度及び粒子数分布の鉛直分布の測定を行った。係留気球・ドローン等での本格的な広域展開に向け複数の BC 測器の相互比較に関する論文を取りまとめ、発表した。

粒子モデルを用い、広域的な森林火災から放出された BC の気塊年代を推定する手法を開発した。これをまとめた論文が受理された。また東シベリアのカラマツ林に関する調査結果(凍土の変化との関係、炭素収支変動など)を論文にまとめ、これを投稿した。

計算資源不足等による北極域高解像度モデルの開発遅延で十分な解析には至らなかったものの、将来気候における北極海海盆内の昇温度合いが、モデルの解像度の差に起因する流れ場の違いに影響を受ける可能性を示唆する結果を出せた。また、気候モデルにおける春の海水厚の再現性が、同年及び次年の夏季海水面積の予測精度に影響を与えることを予測実験及びその解析から示した。氷床モデル整備においては、大気海洋研究所との共同で陸面モデルによる質量収支計算を改善し、従前の経験的な手法と比較解析を行った。淡水供給部分の開発はそちらを優先したため遅延しているが、グリーンランド周辺の淡水フラックスデータの解析を進めた。

海水下観測用小型ドローン(北極ドローン)の機体を完成させ、評価用ソフトウェアにより大型水槽において走行性能試験を実施した。ハードウェアの調整、制御ソフトウェアの開発を進めた。また北極ドローン用に開発した小型慣性航法装置を搭載し、実用化のための基本調整を行った。

海水下の新測位の実用化のために、低周波電磁波の特性試験により得た知見をもとに、電波灯台を試作した。

小型 ATP センサ・pH センサを開発し、極域環境試験として冬季の結氷したサロマ湖において運用を行い、正常な動作を確認した。

電子情報通信学会のソサエティ大会において、海中電磁気セッションを企画し、1 日半の講演会を実現した。また電子情報通信学会内に「海中ワイヤレス技術特別研究専門委員会」を立ち上げ、委員長に就任した。

「氷海航行支援システム」として、砕氷による船体応答や機関負荷をモニタリングするシステム、海水予報の高精度化と実用化、様々なデータや情報を総合的に活用するための統合システム・インターフェースに係る検討・設計を実施し、令和 2 年度に実施する本船の基本設計・デザインに組み込むため、これらの結果を報告書として取りまとめた。

の影響が顕著に表われている北極域等、我が国を含む全球の気候や環境に影響を与える地域を重点化し、地球表層を総合的に扱うために、海洋、大気、それらと不可分な陸域における、水循環や物質循環、生態系変動等を観測と予測の両アプローチから捉え、それら地球表層の変動等と人間圏における諸活動の相互作用を理解するための研究開発を行う。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・小型の蛍光計やセンサの開発等に基づき、フロート・グライダー・ドローン(海・空)を利用した新たな観測システム開発に着手する。
- ・これらの観測システムと船舶観測により、黒潮続流域(KE0)や北西部北太平洋測点 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、大気組成について船舶と国際網による観測及び陸域生態系観測を実施し、ECV(必須気候変数)の衛星検証や標準化に取り組む。
- ・これらの観測により観測空白域を低減し、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とらえ、顕著な炭素吸収源のメカニズムを解明するためのデータを得る。また、海洋生産を促す微量金属等栄養塩の供給源を解明するための計測高度化と培養実験等を含めた解析を実施する。
- ・西部北極海の海水減少に起因する海洋環境因子を測定する。加えて、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、国内外の研究機関からの依頼に応じて試料分析を実施する。
- ・津軽海峡での海洋酸性化状況把握及び

亜寒帯の冬季観測に耐えうるようハイブリッドセジメントトラップ係留系のトップに搭載する昇降式ブイの表層荒天を検知する仕組みを改良。令和 2 年度設置の係留系から使用予定。

北西部北太平洋の定点 St. K2、KE0 に設置のセジメントトラップ係留系や BGC アルゴフロートによる水温・塩分・クロロフィル・沈降粒子など時系列観測を実施。現場の混合層厚・光量・栄養塩・クロロフィル濃度から春と秋のブルーム発生から衰退までの仕組みの定性的理解に帰結。大気組成観測を、研究船「みらい」や福江島、MAX-DOAS 国際網にて、また陸域生態系観測をボルネオと国内にて実施した。福江での放射性炭素同位体比測定から、春季東アジア域におけるブラックカーボンの約 9 割は化石燃料由来であることを明らかにした。西部太平洋赤道域では海上オゾン濃度を化学気候モデル等が過大評価し、モデルで表現されていないハロゲン化学が必要であることを示した。MAX-DOAS 網のデータから、欧州の衛星 TROPOMI の公式検証と標準化を進めた。

St. K2 を含む北西部北太平洋亜寒帯域における BGC アルゴフロートやハイブリッドセジメントトラップ係留系の昇降式ブイによる表層～200m 深度の高時間分解能(1 時間～5 日毎)のデータセットの取得は世界で初。空白域低減に貢献。

MXCT を用い、北太平洋亜寒帯域に生息する浮遊性有孔虫の炭酸塩骨格密度の変化を測定し、現場の海洋酸性化の応答の理解に帰結。

これまでの観測結果から、津軽暖流水の急速な酸性化を検出。他

生物のリンクの理解につながる結果や欧州衛星 TROPOMI の公式検証と標準化、海酸性化の生物影響の定量化など、想定以上の高いインパクトの成果を創出した。特に、東アジアの春季のブラックカーボンは、9 割が化石燃料由来であることを突き止めるなど、「東アジア域において化石燃料依存度を下げる政策の必要性」を訴える政策決定面にとっても影響力の大きい結果を発表した。これまでの研究成果により学会賞などを受賞する他、IPCC AR6 執筆・レビュー編集作業を進め、UNFCCC 関連イベントでの発言が国際的な政策提言文書に記載されるなど想定を大きく上回る成果を出した。

国内ネットワークの構築に着手する。また、同海域の海況予測に係る基礎設計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、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GHGs(長寿命温室効果気体)やSLCFs(短寿命気候汚染物質)のフラックス解析において、IPCC第6次評価報告書等を念頭に、プロセスとして「人間圏からの排出」「植物生育期間変化」「林野火災」等に着目し、観測・モデル・衛星を結び付けて評価する。また地球サブシステムを横断したデータ同化手法を開発する。
- ・沿岸研究強化のために、ドローン観測機能向上を検討しペイロードの試験開発を行う。赤潮や大気汚染等の情報化へ向け、高解像度衛星データを収集しアルゴリズム開発を行う。

#### 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、

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、八代海での監視を開始。

付加価値情報創生部門の協力により、津軽海峡表面流の短期予測システムを予備開発。令和2年度にWeb公開予定。予測高度化のための自動観測網構築に着手し、一部計測を開始。

渦許容解像度レベルの物理モデルの実行テストが完了。また、低解像度COCO-NEMUROの再現性を気候変動観測衛星「しきさい」を用いて比較検証し、次期海洋生態系モデル開発の強化ポイントの確認を実施。令和2年度に渦許容解像度に生態系モデルを結合予定。

植物プランクトンの動的な環境適応を考慮したモデル: FlexPFTのOFESへの組み込みが完了。植物プランクトン分布や一次生産量などの整合に向けパラメータをチューニング中。

GHGについて、CO<sub>2</sub>等の地域ごとフラックス推定をMIROC4逆計算モデルで実施し、結果をGlobal Carbon Budget2019に提供し取りまとめた。SLCFに関し、北極域のブラックカーボンについて、林野火災や人間活動などの排出部門・地域ごとの寄与を明らかにした。IPCC AR6の執筆・レビュー編集作業を進めた。気象衛星ひまわり8号の観測から、展葉・落葉時期などの季節変化を約4日という短い間隔で頻繁にとらえることに成功した。結合データ同化システムを全球システムに拡張するとともに、AMSR2の積雪リトリバルをデータ同化できるシステムを開発した。

2台のドローンを用いた大気エアロゾルフラックスの試験観測を世界に先駆けて実施した。ペイロードとして、エアロゾル小型計測装置及び海色・植生観測のためのハイパースペクトルカメラを整備した。ドローン全自動航行に関する技術調査とデモ観測に成功した。海上でのハイパースペクトル観測データを収集解析し、赤潮の原因となる渦鞭毛藻と珪藻の植物プランクトンの光学的特徴の違いを整理し、アルゴリズム開発を進めた。高解像度衛星データを収集し大気汚染等の特徴を解析した。

計画通りの活動をすすめ、インパクトの高い論文成果を挙げている。特に、CMIP6実験を、各国関連研究機関の中でも比較的早い段階でほぼ完了しデータ配信を始めた。また、ハイインパクト誌(IF>6)への複数の主著論文掲載や、全国紙での成果報道など、想定を上回る優れた業績があがっている。また、CMIP6データ発信により、国際連携も加速され、多数の共著論文が発表できた。メンバーがIPCC AR6の貢献筆者や、EUプロジェクト助言委員に新たに就任したりするなど、国際的なプレゼンスも向上するなど大きな波及効果もあった。

各圏の相互作用によって発生する極端現象や環境変動のメカニズムについて新たな知見を得る。また、これらの活動を通し、我が国の地球環境変動予測研究に係る中核として複数機関の連携体制を牽引することを旨とする。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・ IPCC 第 6 次評価報告書への貢献に向け策定されている種々のモデル実験を遂行しデータを提出するとともに、季節内から百年程度といった様々な時間スケールの環境変動を評価しそのメカニズム及び関連プロセスについて理解を得るためのデータ解析を行う。
- ・ 観測データによるモデル初期値化システムの活用と開発を進めるとともに、同システムを最新の地球システムモデル (ESM) へ導入する。予備的初期値化実験及び環境変動実験等を実施し、全球的な海洋及び陸域 CO<sub>2</sub> 吸収量の変動を律速する気候変動パターンを把握する。
- ・ 海洋モデルの高精度化、氷床—海洋結合に向けた要素モデルの高度化等を行い、海洋前線及び中規模構造、棚氷融解過程等が全球気候の形成及び変動へ及ぼす影響を評価可能とする予測システムを構築する。
- ・ 素過程の理解と将来の ESM 高度化を目指すし、メタンの循環など、ESM に含まれる (将来含まれる) プロセスをモデル化する。寒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・情報収集を行い、公開に適したデータ形式で編集する。
- ・ 季節内から季節スケールの変動や、台風・豪雨等の極端現象、降水日変動に関する高解像度数値実験及び観測データを用いた検証を行う。特に、個々の現象に着目した解析を行ってメカニズムを理解するとともに、その予測における課題点を明らかにする。

IPCC 第 6 次報告書貢献の一環として、CMIP6 で策定されている各種実験を遂行し、実験データの大半を国際データ配信システム (ESGF) にて公開するに至った。

累積炭素排出量に対する過渡的気候応答 (TGRE) のシナリオ依存性、将来気候において雲が小規模化することでさらに温暖化が進む可能性など、予測データの解析から得られた科学的成果やモデルの記述を論文として多数投稿し、一部は受理された。

大気・海洋の物理場に対するモデル初期化システムの開発を進め、開発中の ESM に組み込んだ。海洋アノマリ同化、海洋フル同化、大気フル同化を行いデータを解析した。大気海洋 CO<sub>2</sub> フラックスについて、大気海洋フル同化の場合の結果と観測データとの相関分布をとると、一部を除き全球で正を示しており、大気海洋フル同化の有効性が確認された。

海氷海洋モデルへ棚氷要素モデルを結合した新しいモデルフレームワークを構築し、20 世紀間での南極棚氷融解量の定量的に見積もるとともに、その変動メカニズムを明らかにした。成果は論文として受理・出版されている。

東アジア域のメタン放出に関する現状を論文化した。氷河性ダスト起源鉄の大気 CO<sub>2</sub> 濃度への影響、植物プランクトンの NPP への鉄の影響、成層圏赤道準 2 年周期振動 (QBO) の周期変動などについて論文発表した。

寒冷圏陸域の素過程理解のため、アラスカ及び国内にて観測・情報収集を行った。国内地温データについては論文投稿作業中である。

季節内振動・台風・豪雨の発生過程や発生頻度に関する、数値実験データ・観測データを用いた解析を行い、特定の年・事例における擾乱の発生に対する大気環境場の変動の影響の明確化や、これらの変動のモデルにおける再現性の評価を行った。その結果、海大陸における季節内振動の発達メカニズム等に関する理解が深化された。得られた知見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。

平成 31 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果的・効率的に把握する。そのための第一歩として、海洋深層水が深海生態系のモニタリングに適したサンプルであるかを検証し評価する。
- ・ 海洋マイクロプラスチック (MP) の分布を把握するため、ハイパースペクトルカメラや蛍光観察による定量的な MP 測定手法の開発及び日本近海の調査を行い、手法の問題点の洗い出しや分布量データを得る。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データを得る。
- ・ 環境変動による生態系への影響を評価するために、近底層付近の環境観測の手

国内 2 つの海洋深層水汲み上げ施設及びその近辺海域と調査航海において複数回の採水調査と深海生物相の観察調査を実施した。得られた海水を効率的にろ過する新技術の確立と今後の継続解析で用いる最適なる過水量の決定を行った。

得られたサンプルから原生生物の多様性変動を効率的に追跡するために新たな解析手法の構築と提案を行った (Yabuki et al. submitted)。

実際に導入する手法を用い、既存深海由来の試料を用いた次世代シーケンサーによる真菌多様性解析を行い、真菌相や分布量の検出ができた (Nagano et al. submitted)。

海洋深層水を用いた多様性評価及びそのモニタリングが可能なことを示した。

堆積物中などの MP を効率的に検出するための前処理手法や、採集時のコンタミネーションを軽減するための技術を確立した (Nakajima et al. 2019a、b、Tsuchiya et al. 2019)。ハイパースペクトルカメラで得たデータを用いて MP 種類判別モデルを構築した。蛍光観察による MP の自動検出手法を確立した。

(分布／動態解明)「よこすか」や民間との協働で、データの空白域である深海や日本南方域の調査を行い、プラスチックの試料データを取得した。特に知見がほとんどない超深海に着目し、その MP 堆積過程を調べた。深海生物への影響を調べるために、試料を採集した。

海底資源開発時の懸濁粒子の挙動を評価するために、近底層の微細流動観測手法を公表した (Furushima et al. 2019)。

法、機能遺伝子解析、画像解析、情報可視化手法の最適化を図り、近底層付近の粒子拡散、生物応答、生物分布様式に関するデータの効果的かつ効率的な取得・解析を可能とする。

・ 深海域の生物やプラスチックの分布実態を把握するため、調査で得られたデータを加工し、国際的データベースである海洋生物地理情報システム (OBIS) や深海デブリデータベースにデータを投入する。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環境影響評価に関する情報の収集や提供を行い、連携を強化する。

・ 東日本太平洋沖地震後の漁業復興や持続的漁業のため、東北マリンサイエンス拠点形成事業において東北沖の海洋生態系の調査、生態系のモデル化、データベースの運用などを行い、成果を被災地などに提供する。

#### 【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

個々の研究成果を列挙するだけでなく、成果として得られた新たな知見が、国内外の環境政策等にどのような影響をもたらすのか、あるいは変更を迫るものなのかなど、研究成果の政策的・社会的意義についての説明も求める。

環境変動に敏感に応答する微生物の機能遺伝子を解析できる Genomaple を開発・運用し、異なる海域間で微生物生態系の機能の評価法に使える可能性を示唆した (Takami et al. submitted)。

環境変動に応じた生物分布の変化を抽出するため、画像データから生物分布を効率的にマッピングできる手法を確立し成果を公表した。

駿河湾の深海生物出現データが OBIS に投入されることになった。OBIS に提供されている情報は、日本の海洋保護区設定の基礎情報に使われている。環境省からの依頼や環境省研究費により、次年度から深海底海洋保護区のモニタリング調査を行う予定。

国際ヨットレースの機会を利用し、UNEP 関連機関を含む多様なセクターとの協働により、海洋プラスチック問題を含む海洋科学と海洋リテラシー普及を図り、国際的に発信した (SDG 14、17、5 関連)。

海洋プラスチック観測研究の国際ネットワーク構築、手法の標準化を進める国連 (GESAMP や GOOS)、環境省関連の専門家グループに加わり、今後 10 年間の行動計画の策定等に貢献した。

ISA 総会への参加とサイドイベントで、微細流動観測手法が環境規則に取り入れられるように働きかけた。

サケ種苗生産時に生じるミズカビ病に対して、これまで知られている以上に多様な種が病原菌になること、感染は飼育水のみならず空気感染も経路となることを示した (Orui-Sakaguchi et al. 2019)。

宮城県沖の瓦礫分布について漁業者と協働で解析し、分布状況を自治体や漁業者などに提供した。今後の瓦礫掃海事業の継続必要性の根拠に用いられている。

事業全体で得られるデータをデータベース化し公開した。

#### 【指摘事項に対する措置内容】

前中期目標期間中を通じて、個々の研究成果を創出するだけでなく、そこから得られた知見を提供することで、政策等への貢献を進めてきた。例えば、前中期目標期間中に実施してきた炭素循環に関する研究は、IPCC AR5 の時点での炭素循環の描像を大きく更新するインパクトの高い科学的知見を創出し、包括的理解を大きく進展させた。成果の一部は植林政策の見直し、森林伐採の影響再評価などの必要性を示唆するもので、地球規模の環境問題への適応策策定へ大きく貢献した。さらに、この成果が根拠となり IPCC の予測で用いられる共通のデータセット EDGAR メタン排出量が下方修正されるなど、地球規模の環境課題適応に大きく貢献した。また、IPCC AR6 の LA1 名・RE1 名が選出されるなど単に知見の提供にとどまらず、国際的取り組みに貢献し、プレゼンスを高めてきたところ。



次期中長期目標における重点課題「地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発」では、国内外の大学や公的研究機関、民間企業等の関係機関との連携・協働関係を今まで以上に推進するための体制を整備することにより、研究成果の発信・政策展開、さらには社会実装までの道筋について、組織として戦略的かつシステムティックに対応していくことを目指して、具体的な中長期計画やロードマップを策定した。次期中長期目標期間において、関係機関との連携が強化され、効果的に研究成果の社会への発信・展開や政策立案への貢献がなされるよう期待する。

次期中長期目標・計画では、資源開発だけでなく、海ごみや海洋汚染等も含めて人間活動に伴う海洋全体への環境影響評価に関する研究に取り組むこととしているが、科学的な研究成果の創出のみならず、社会へのアウトリーチ活動や政策立案過程へのエビデンス提供を進め、引き続き国内外の政策・施策策定に貢献していくことを期待する。

#### 【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。

#### 【関連指標】

令和元年度は今中長期目標期間の初年度にも関わらず、IPCC AR6に貢献するためのCMIP6への参画と国際データ配信のいち早い実施などを通し、前中期目標期間の実績を継続発展させ、それらが機構外からの評価を高め、さらなる貢献に結びつけるという正のサイクルを確立すべく積極的に務めているところである。

今中長期目標期間については、本課題として「国際社会、国等における政策等への貢献」を通し、「地球環境の保全、気候変動への対応」というアウトカムをフローチャート上に明確化し、それらのアウトカムを強く意識して、既に初年度から国連「海洋科学の10年」に係る北太平洋地域ワークショップの運営支援、産学民からなる他セクターとの連携による海洋プラスチック調査と海洋リテラシーへの取り組み、北極研究学習ツール（ボードゲーム“The Arctic”）の製作と国内外への展開など、前中期目標期間にはない積極的な取り組みを推進しているところである。令和2年度以降も引き続き継続していく。

(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思われる有用な鉱物資源の成因を解明することが必須である。

そこで、本課題では生物、非生物の両面から海洋における物質循環と有用資源の成因の理解を進め、得られた科学的知見、

(モニタリング指標)

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

補助評定：A

中長期目標や令和元年度事業計画に定めた取り組みについて着実に実施するだけでなく、予想外の成果を始め計画以上の成果創出が認められたため、顕著な成果創出であったと判断し、自己評価を「A」とする。その理由を以下に述べる。

【サブ課題 1：生物機能の利用促進に向けた研究開発】

海洋生態系のみならず微生物の機能を知るための物質移動や食物連鎖に関する方法論の確立・開発を行い、その一部は実際に応用された。北水研などとの共同研究契約のもと実施されたサケの回遊復元をはじめとして、海洋生態系が有する機能の一部を明らかにした。従来は知られてなかった海洋の機能を明らかにしただけでなく、こういった回遊魚に広く適用可能な斬新な方法論を提示した。

深海バイオリソース提供事業については計画通り約款を整備し深海堆積物、深海微生物株の提供を開始した。公開前の営業活動や、公開後の問い合わせ対応を積極的に実施し、2 件の提供に向けて手続き中となっている (2020 年 3 月末時点)。

ナノ科学等との連携した新たな研究開発の展開としては、クライオ SEM を用いた生物ナノ構造の観察技術、「ナノ材料を用いた微生物の機能分析技術」をシーズとした民間企業との新たな連携に向けた準備を進めた。(大学、民間と 3 件の共同研究を締結)

【サブ課題 2：海底鉱物資源の利用促進に向けた

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。

#### 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。

平成31年度には、以下の事項を実施する。

- ・高精度な同位体分析法の確立を目指し、各種同位体比測定システムの堅牢化、アミノ酸の放射性炭素年代測定法の確立、中赤外レーザー分光法など新規技術を用いた測定システムのための開発・改良を行う。また、同位体比測定技術・知見の一部について応用を行い、社会との連携を強化する。
- ・有機金属化合物、特にヘムbや各種ジペプチドなど、海洋生物生産にとって潜在的に重要と考えられる有機物に着目し、応用を見越した上でその分析法を確立する。
- ・海洋や生物に関する上記データを用い、面的・時間的に延長可能なモデル・シミ

全20種類のアミノ酸の炭素・窒素安定同位体比(13C、15N)精密測定法の堅牢性を高めるため、現在の分析法を改良し、それを実際にサケ試料に応用して、サケの回遊場の推定に用いた。また、新たにアミノ酸やメタン等の放射性炭素年代測定の半ルーチン化にも成功した。さらに放射性炭素年代を深部メタンへ適用し、メタンを生成する深部地下流体が海水と全く無関係という知見を得た。沿岸生態系における陸起源有機物の寄与を正確に定量するため、メチオンの窒素同位体比を測定する手法を新たに確立した。

極微量サンプルで炭素・酸素同位体分析を可能にする全く新しい分析システム「光ファイバーを用いた中赤外レーザー分光システム」の評価を実施した。開発した微小領域サンプリング技術に応用して実際に海洋生物の耳石・棘・脊柱骨を用いた安定同位体比を測定し、海洋生物の回遊履歴を復元可能であることを明らかにした。令和2年度以降に応用運用を実施していく。

天然中に分布する有機鉄錯体ヘムの定量法を確立し、海水や堆積物中に含まれるヘムの分析まで可能とした。これに応用し、インド洋表層水の生物生産を制御する可能性がある有機鉄の分布を明らかにした。

モデル・シミュレーション法の確立として、北部北太平洋域の硝酸とアンモニアの窒素同位体比分布を明らかにするとともに窒素

#### 研究開発】

第3期中期目標期間に培ってきた技術を応用し、JOGMECへの知見提供、民間企業との電気探査技術の共同研究など、海洋資源の産業利用を促進している。

また、レアアース泥の成因研究から世界で2例目となる約1,100万年前の海洋天体衝突の痕跡を発見し地球史上の新たな事件を明らかにするという大きなインパクトを与えた。

探査技術開発を進める中で他研究機関とともに海底熱水域に広がる鉱体が海底下でも成長するモデルなど海底鉱物資源生成モデルの構築を行っただけでなく、本技術を用いて民間企業との共同研究を行い石油・天然ガス資源探査への応用展開を見据えたROVウィンチを曳航体運用させるための技術を確立。「海洋資源の利用促進に向けた産業界への知見、データ、技術、サンプルの提供」にも着手した。

以上、中長期目標や事業計画に照らし、本項目による成果・取組等について総合的に勘案した結果、顕著な成果を創出することができたと判断した。

社会と連携するためには、方法論を広く使える様に改良し、その実例を見せることが重要である。その点、令和元年度はアミノ酸の安定同位体比測定法がサケの回遊経路の推定に役立つという社会に役立つ実例を見せることができた。他の方法論の開発・応用についても左に示したとおり順調に進捗しつつある。

質量分析計の分析条件の最適化に成功したことで、ごく僅かしかヘムを含まない試料や大量の夾雑物を伴う試料まで分析の応用範囲が広がった。

日本近海を回遊する海洋生物の動きを追跡することを可能にする同位体モデル・シミュレーション

ュレーション法を確立する。

- ・ 調査航海を実施して我が国の排他的経済水域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。
- ・ 既存の深海微生物株コレクションを整備し、年度内に試験提供を開始する。
- ・ 深海環境ゲノムデータベースについて、産業利用を見越した上で枠組みの構築を進める。
- ・ ナノ科学等と連携した深海生物機能情報の集積に資するマルチオミックス分析技術の開発を進める。

## 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を関連業界に広

に関するモデル・シミュレーションを実施して、当海域における窒素循環を解明した。(2020/3/25 プレスリリース) 次なる展開として、全球モデルの開発を見据えて、当モデルを南大洋へ適応させる。南大洋の窒素同位体比分析結果に対してシミュレーションによる解析を行い、当海域における窒素循環の解析を行う。

複数の調査航海及び試験・訓練航海に参画し、深海バイオリソースを収集・保管するとともに、順次、多元的解析を行った。また、日本海溝・伊豆小笠原海溝・マリアナ海溝及びその周辺の深海平原域から採取した深海堆積物中の微生物群集及び環境因子を多元的解析し、日本 EEZ 内にある特徴的な極限環境である海溝底(超深海)の微生物生態系の普遍性と海域毎のユニークさを世界で初めて明示した(Hiraoka et al. 2020 ISME J)。

深海微生物株コレクション(約 7000 株)のうち、約 3000 株の整備を完了。また、深海バイオリソース提供に関する約款を整備、令和 2 年 2 月に深海バイオリソース提供事業として公開した(令和 2 年 2 月プレスリリース)。公開直後より大学・民間企業から計 8 件の問い合わせを受け、提供に向け打ち合わせ等を実施。

深海堆積物・水塊試料から得た環境ゲノム情報及び、それに付随する多元的情報を包括して管理するデータベースの構築を進めた。一方、同データベースの公開に関する枠組み構築には、深海堆積物及び菌株公開に関わる約款制定にエフォートを注力した為、遅れが生じている。

クライオ SEM を用いた生物ナノ構造の観察技術、「ナノ材料を用いた微生物の機能分析技術」をシーズとした民間企業との新たな連携に向けた準備を進めた。

法を予定どおり確立させることができ、その実用例をサケの回遊について示すことができた。

当初計画通りにバイオリソースを収集・保管を実施した。また、機構バイオリソースの特徴の一つである大深度から得た試料のユニークさを科学的に明示した。

これまで試験提供を行ってきた企業や大学等からのコメントも踏まえ、ロイヤリティ事項を含む約款を整備し、菌株の本格提供を含む深海バイオリソース提供事業を開始した。

データベース公開に向けた取り組みに若干の遅れが生じているものの、データベース構築は概ね当初計画通りに進捗した。

民間企業等も多く参画する展示会出展により積極的に連携を促進し当初計画通りに進捗させた。

く展開することで、海洋産業の発展に貢献する。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・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、これまでに調査を実施した海域についての試料記載と分析を行うとともに、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スキームの構築を行う。
- ・海底熱水鉱床については、これまでに調査がなされてきた沖縄海域についての試料記載、地質状況の検討を行う。また、テクトニクス状況の異なる海域の比較によるモデル深化を図るため、伊豆小笠原海域の調査を生態系研究も含めて開始する。加えて、熱水鉱床モデル構築に必要な連続観測のための人工熱水噴出孔経時観測を、遠隔操作無人探査機（ROV）を用いて実施する。
- ・鉄マンガ酸化物については、これまでに調査がなされた複数の海山も含めた天然試料の記載、地質状況の検討及び関連する化学プロセスの詳細検討を行う。また、これら酸化性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いて、海水、沈降粒子、微生物などの構成因子あるいは周囲の環境因子にも着目し、これらの因子と鉱物資源との関係性の理解を目指す。そのために物理化学、生物学、地質学などの複合的アプローチを行うための環境構築に取り組む。
- ・レアアース泥については、成因を解明するために年代測定や同位体分析等を実施する。
- ・物理・化学データ統合解析については、双方のデータの相関関係の解析手法の開発を始める。そのための物理・化学個別データの解析手法の改良を実施する。
- ・海底熱水鉱床の成因を明らかにするた

海洋鉱物資源の成因研究では、これまでに調査を実施した海域についての試料記載と分析を行うとともに、調査技術の高度化を継続し着実に実施した。技術や成果の提供については独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）からの要望による勉強会開催や、JOGMEC 主催の国際論文・政策文書執筆に向けたワーキンググループに参加した。

海底熱水鉱床形成モデルの一般化に向け、沖縄トラフ・伊豆小笠原で震源と熱水の分布について検討を行った。また、現場観測装置の性能評価を行った一方、航海の割り当てを得られなかった経時観測については機器性能と実績の再評価を行い、翌年度以降での運用に備えた。熱水・温泉水の希ガス同位体分析実現のため、熱水及び気体試料処理ラインの評価を実施した。

マンガクラスト・ノジュールの分布や産状、分布域の底層流について、解析手法を検討した。過去の鉱床や微生物起源鉱物との比較検討も視野に入れ、培養で採用すべき鉱物も対象として詳細検討を実施した。現場での鉄マンガ酸化物の長期沈積実験結果を公表した（2020 年 3 月プレスリリース）。分析データの蓄積、中でも周辺因子との関係性理解に向け、天然鉄マンガ酸化物に対してタンゲステンとモリブデンの正確な同位体組成を求め、化学メカニズムの解明を進めた。放射光分析技術、同位体分析法を高度化した。

年代測定や同位体分析等を実施した。この中で、海洋隕石衝突イベントの証拠を南鳥島周辺のピストンコア試料から検出し、衝突イベントに伴う隕石及び被衝突物の溶融と冷却によって白金族元素の異常濃集を確認した。（2019 年 11 月プレスリリース）

地質層序と化学データをシミュレーションし、海底下鉱体の 3 次元表示に成功した（論文投稿中）。また、物理データのシミュレーションによって、海底下のヒートフローと多段階鉱体形成を再現した（論文投稿中）。現在民間企業とともに統合データ解析の手法の開発に着手している。

開発された電気探査解析プログラムを用いて地下の詳細な比抵

産業界への情報・技術提供の重要なステップとなる JOGMEC からの要請を得るなど計画以上の進捗があった。

運航費ひっ迫の制約の中で観測装置の性能向上を図りつつ次年度以降の観測計画を調整し、鉱床モデルの確立に向けての着実な進捗があった。

専門技能を有する人材不足が懸念された微生物培養について研究資源（予算・人員）の充当を含めた対応を行い、鉱床モデルの確立に向けての（微）生物・化学プロセス検討の着実な進捗があった。

地球史上も重要なイベントを予想外の成果として創出することが出来た。

これまでに得られた物理データ、化学データの解析手法が確立し、科学的な評価を受ける段階まで進捗。

物理探査データから新しい鉱床モデルを提唱。新

めに、自然電位・比抵抗構造の解析及びアナログ実験、物性計測を推進し、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。

- ・民間利用も見据えた物理探査、音響探査技術の向上のため、ハード、ソフトの両面から改良を行う。
- ・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。

#### 【評価軸】

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

#### (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
- ・成果の社会還元の様相
- ・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

(3) 海域で発生する地震及び火山活動に

抗分布を可視化し、海底熱水域における鉱体が、海底付近に加え海底下でも成長する「2階建てモデル」を提唱した(物理探査誌、GRL誌掲載及び2019年11月プレスリリース)。世界初のAUV2機運用で取得されたデータの解析を行い、英語論文化(TAO誌受理)と海外業界紙記事執筆を行った。

電気・電磁探査技術については石油・天然ガス資源探査への応用を目指し、民間企業と共同研究を行い、探査深度能力を向上させるROVウィンチで曳航体を運用する技術を確立した。電磁探査技術に関する論文(Exp. Geophys. 誌)に関して物理探査学会論文賞を受賞した。物理探査誌で鉱床探査特集を企画し、民間企業を含む多くの論文掲載にいたった。

専用設計したデータベースシステムを用い、海底鉱物資源関連の研究航海データを体系的に管理した。また、システムの利便性を高め、海洋調査研究に有効なシステムとし機能を強化、技術的要素を取りまとめた。

#### (モニタリング指標)

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

しい鉱床探査技術の論文化など着実な進捗。

新しい探査技術の確立をはかり、民間企業への利用を促進する進捗があった。物理探査誌で特集を企画し鉱床探査技術の普及に努めた。

システムの確実な改良により革新SIPを含む利用範囲を広げることが出来た。

補助評定：A

#### 関する研究開発

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

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

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

本項目に係る年度計画に照らし、多岐に渡る取り組みを計画通り実施し、一部では世界的にも特筆すべき成果もあげられている。また、将来のアウトカム創成に繋がる外部連携も進捗しており、自己評価を「A」とする。具体的な根拠については以下のとおり。

国防災・減災のための、地震発生帯の現状把握・長期評価、及び火山活動評価への貢献に向けて

以下の研究成果及び事業の実施等により、アウトカム創成に向けて着実に前進したと言える。

○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とその国等への提供

・DONET 水圧計(津波計)データを連続リアルタイム海底地殻変動観測データとして活用するため、水圧計の機器ドリフトを現場校正するシステムを開発し、水圧計現場校正を実施した。その結果、DONET 水圧計データを 1hPa(1cm 相当)未満の精度で校正しうることを世界で初めて実証した。この成果により、今後 DONET 水圧計地殻変動上下動成分の連続リアルタイムデータ取得が可能となり、将来的に地震調査委員会、気象庁南海トラフ地震検討会でのデータ活用が期待される。

・南海トラフにおいて、広域的なプレート境界断層 3次元構造調査を実施し、これまでなめらかな曲面としてモデル化されていた南海トラフプレート境界断層において、数 km に及ぶ起伏の存在や物性変化を明らかにした。この成果は、今後プレート境界滑り現象を規定する構造要因の解明に寄与するとともに、国等が進める現状評価・推移予測に用いる次世代 3D 構造モデルの構築に活用されることが期待される。

・南海トラフにおいて、「ちきゅう」の浅層掘削により過去 4-5 万年間に相当する 40m の試料を採取し、その中に、約 200 枚の地震性タービダイト層を確認した。この成果は今後、年代解析を進めることにより、これまでになかった長期間の地震発生履歴が明らかになり、国等が進める長期評価・推移予測に活用されるデータとなることが期待される。

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

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

○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とその国等への提供

・従来の手法では取り組むことができなかった複雑な3次元構造を用いた地表変位を求めるため、現在地震本部等で活用されている全国1次地下構造を取り入れた大規模FEMモデルを構築した。その結果、外部資金プロジェクトで開発された大規模FEMコードを活用することで、そのFEMモデルを用いたグリーン関数計算が可能となった。ここで構築したグリーン関数ライブラリは今後国等が進めるプレート固着・すべりの現状評価での活用が期待される。

・地殻変動データを用いたプレート固着・すべり解析において、従来の手法による問題点を解決し、得られた結果で空間分解能が実際より高く見えてしまう問題を解決する手法を開発した。この結果、将来的に海域の地殻変動観測点構築が進んだ場合、それらによる空間分解能の向上を正しく反映させた固着・すべり推定が可能となった。今後、この手法は国等が進めるプレート固着・すべりの現状評価での活用が期待される。

○火山活動の予測研究に資するデータと知見の蓄積とその国等への提供

・日本周辺で最も活動的な九州南方海域において、「ちきゅう」による浅層掘削を鬼界カルデラで実施し、7300年前の大規模噴火による火砕流堆積物を採取し、噴火推移を記録する層序を確認した。更に、一世代前の大規模噴火である95000年前の活動による火砕流堆積物の層序採取に初めて成功した。今後は、国や自治体での噴火災害軽減にむけた取り組みでの活用を念頭に試料分析・解析を進め、将来的には噴火予知連、自治体火山防災関係機関に提供することによって、そこで火山活動様式の評価での活用が期待される。

・防災科学技術研究所との連携を強化し、南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)構築の加速化(技術検討に向けた委員会・WGに機構研究者が参加協力等)、津波即時浸水予測システムの社会実装の促進など、我が国の地震津波防災の発展に寄与する、機構の研究開発成果の社会的な活用に向けた取組をより一層推進した。



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

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・連続リアルタイム海底地殻変動観測に向けて、傾斜計、水圧計較正のシステム開発、データ取得を進める。

- ・光ファイバーセンシング等の新たな海底地殻活動観測技術や、より広域的な観測を効率的に行うために無人自動的観測技術の開発を行う。

動・地震活動観測技術システムの開発・展開のため、水圧計校正技術の実海域での実証試験、孔内傾斜計の陸上試験及び設置手法の開発と実海域試験の実施、海底光ファイバー歪計の試験設置、光ファイバー分布型音響センシング (DAS) 試験観測、長期観測水圧計の設計製作、Wave Glider を用いた GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測システムの開発試験等を実施した。特筆すべき成果として、水圧計現場校正技術が 1hPa (1 cm相当) というこれまでにない精度での校正を実証したことや、海底光ファイバー歪計がゆっくり滑りを海底で検出する観測能力があることを世界で初めて実証したことがあげられる。これらの成果は、今後の南海トラフにおける連続リアルタイム海底地殻変動観測の実現と国等への関係機関への情報提供に大きく近づけるものと考えられる。

巨大地震・津波の発生源として緊急性や重要性が高い南海トラフや、千島海溝に加え、日本海、南西諸島などで構造探査や海底地震観測を実施するとともに、既存データの解析を進めた。熊野灘の既存データでは、新たな手法を用いた再解析を地質学的な成果と融合して地震発生帯の詳細な三次元構造・物性を明らかにし、複数の論文を発表した。また、地震活動履歴に関しては、「ちきゅう」による南海トラフ東部遠州灘における掘削で数万年分の地震タービダイト層 (平均間隔約 200 年) の存在を明らかにした。さらに、日本周辺海域の断層や地下構造に関して、他機関や民間によって取得されたものも含めて一元的に整理、解釈を行い、海域断層に関するデータベースを作成した。作成したデータベースが地震調査研究推進本部の部会、分科会において活用されるなど、調査研究の成果に関して、広く情報提供を行った。また、アジア太平洋地域の多くの研究機関 (米、加、豪、NZ、インドネシア、ベトナム、タイ、パラオ、トンガ、韓国、台湾) と協力して、地震・津波の実態解明と防災研究推進に向けて様々な共同研究を行った。

水圧計校正技術の確立のため、3 回の航海を実施し 2 か所の DONET 海底水圧計の繰り返し現場水圧比較を行った。実海域で 1hPa 精度での水圧計現場較正が行えることを実証し、成果を学会発表 (AGU) し、論文公表準備を行った。この精度で海底水圧計の較正を行えることはこれまで明らかではなく、これにより、令和 2 年度から多点での水圧計現場較正が実施可能となった。

孔内傾斜計の神岡鉦山での試験を実施し、孔内傾斜計の観測限界を明らかにした。また、海底孔内設置のための BMS 改修、モルタル打設手法の開発と実海域試験を実施し、設置手法の改良点を明らかにした。「かいめい」BMS 航海の実施結果から、研究プラットフォーム運用開発部門、BMS 運用チームとの密な連携体制を構築している。

光ファイバー分布型音響センシング (DAS) 技術の海域での実証に向け、室戸沖ケーブルを用いた DAS 観測を令和元年 12 月、令和 2 年 1 月・3 月の計 3 回実施し、OBS アレイ、DONET 観測装置、海底光ファイバー歪計とのエアガン・背景ノイズ・地震等の比較解析を実施

本サブ課題では国等の地震発生に関する現状評価・長期評価に活用を目指し、海底地殻変動観測システムの整備・開発、海域における調査観測を実施し、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を進めている。

中長期計画初年度として、巨大地震津波への防災対応が喫緊の課題となっている、南海トラフ、日本海溝、千島海溝域において、計画した多岐にわたる観測システム開発、調査観測を計画通り実施した。特に今後のアウトカム創出にむけて大きく進展した点は以下の取り組みである。

- ・DONET 水圧計校正システム開発、データ取得：この取り組みでは、DONET 水圧計 (津波計) データを連続リアルタイム海底地殻変動観測データとして活用するため、水圧計の機器ドリフトを現場校正するシステムを開発し、DONET の 2 か所で水圧計現場較正を実施した。その結果、DONET 水圧計データを 1hPa (1cm 相当) 未満の精度で校正しうることを世界で初めて実証した。この成果により、今後全 DONET 水圧計 (48 点) で MPC による水圧較正を行うことにより地殻変動上下動成分の連続リアルタイムデータ取得が可能となり、地震調査委員会、気象庁南海トラフ地震検討会でのデータ活用が期待される。

- ・南海トラフプレート境界断層の 3 次元マッピング：プレート境界断層の現実的な形状・物性を捉えるため、この取り組みでは「かいめい」「かいいい」の地下構造探査システムによるデータ取得・解析を行った。その結果、これまでなめらかな曲面の断層としてモデル化されていた南海トラフ地震想定震源において、数 km に及ぶ起伏の存在、流体を示唆するデコルマ反射強度の偏りなどが明らかにした。これらの成果は、今後プレート境界滑り現象を規定する構造要因の解明に寄与するとともに、国等が進める現状評価・推移予測に用いる次世代 3D 構造モデルの構築に活用されることが期待される。

- ・4-5 万年にわたる南海トラフ地震発生履歴試料の取得：この取り組みでは、海底堆積物の採取・解析により歴史資料や陸域地質試料では得られない長期にわたる地震発生履歴情報を得るため「ちきゅう」による浅層掘削による 40m の連続地質試料を採取した。その結果、過去 4-5 万年間に相当する 40 m の試料の中に、約 200 枚の地震性タービダイト層

・光ファイバーセンサの精度評価を進める。

・海底地殻変動データの無人自動データ取得システム開発に着手する。

・南海トラフ等重要海域においては、断層の複雑な形状や断層付近の各種物性を三次元的に捉えるための構造探査や海底地震観測を行う。

・既存データにより南海トラフ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。

し、商用 DAS 装置によって得られる観測限界を検討した。検討の成果は JpGU へ 2 件学会発表予定し、論文を準備している。評価結果を踏まえ、令和 2 年度の長期の光ファイバーセンシング観測の実施のため機材選定が可能となった。

AUV による自動的水圧計現場校正のため、レーザースキャナと水圧計校正器を組み合わせた校正試験を実海域で実施した。

海底地殻変動観測装置開発のうち海底光ファイバー歪計の南海トラフ 2F-S2 点への設置を 6 月に行い、10 月に敷設状態の確認・変更作業を行い、観測データの解析を行った。海底光ファイバー歪計がゆっくり滑りを検出する観測能力があることをデータ解析から示し、学会発表 (AGU) を実施した。光ファイバーセンシングとの比較基準点として利用可能であり、令和 2 年度以降実施計画中の海底光ファイバー歪計改良設置・評価の基準となるものである。

多点での光ファイバー歪計測のための計測装置の設計・試作を一部実施した。

Wave Glider を用いた GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測システムを開発し、KS19-12 航海で三陸沖の基準点の測位試験を実施、これまでの船舶からの測位結果との比較により、同程度の品質での測位が実施できることを示した。これは令和 2 年度に長期間多点を WG によって巡回する観測航海の実施及び Wave Glider 内の一次データ解析遂行による陸上からの準リアルタイム海底地殻変動モニタリングの試験につながる。

南海トラフ域で地下構造を三次元的に捉えるための大規模な反射法構造探査及び稠密 OBS 探査を令和元年 11 月から令和 2 年 1 月にかけて実施した。「かいめい」MCS 機器の問題により、当初計画を変更して「かいいい」での調査実施となったが、事前検討を行なっていたため、ほぼ計画通りに調査を実施できた。

2018 年度に取得した OBS データの解析を進め、学会発表、論文準備を行った。MCS データは重合前時間マイグレーションの学会発表を行うとともに、重合前震度マイグレーションを終えた。OBS データ解析は、ポスドク研究員を採用し専念させたことで計画通りに進んだ。また、MCS データ解析は、海外業者を含めた競争入札により役務発注を低廉化することができ、予定通りに解析を終えられた。

熊野灘の既存 MCS データを新たな手法で再解析した上で掘削による成果と融合して、複数の論文 (Shiraishi et al., 2019, G3; Shiraishi et al., 2019, JPG; Wu et al., 2019, Tectonophysics) を発表した。

フィリピン海プレートの沈み込む前の構造不均質性や、沈み込み後のプレート境界面形状の面粗さに関して、研究集会等で発表するとともに論文投稿準備を行った。不確定性の評価が課題として残されている。

常時微動から構造の時間変化を抽出し、論文作成、投稿を進めた。日向灘において浅部超低周波地震 (sVLFE) の分布についての論文を

を確認した。今後、この成果は年代解析を進めることにより、これまでにない長期間の地震発生履歴が明らかになり、国等が進める長期評価・推移予測に活用されるデータとなることが期待される。

- ・千島海溝等重要海域での広域調査を実施する。

投稿した。

受託研究海域断層プロジェクトの一環として、これまでに国の機関や民間企業で反射法探査データに統一的处理フローかつ最新の処理技術を適用し、既存処理に比べ質の高い反射記録断面を得ることができた。これらの結果を用い、予定通り南海トラフ海域を対象に統一断層解釈を完了し、同海域の断層カタログが完成した。得られた成果は文科省地震本部傘下の部会・分科会で活用された。

ノルウェー・ベルゲン大学等との共同研究により、重力と圧力観測による南海トラフ海底地殻変動モニタリングの航海準備を行った。またベルゲン大学の事前研究に関して情報交換を行ない、その成果の論文化を進めた。

根室沖において MCS/OBS データを取得し、解析を進めた。重合前時間マイグレーションが1測線で完了しており、OBS データの走時解析により予備的な地震波速度構造モデルが得られている。日本海溝アウターライズの既存 OBS/MCS データから沈み込む前の太平洋プレート上の火成活動が堆積層に与える影響と巨大地震の発生に関連性について論文発表した(Fujie et al., 2020, Geology)。

海溝軸近傍の稠密反射法データを解析し、海溝軸近傍の巨大地震性すべりと地下構造に関する研究を取りまとめ論文投稿した。

沈み込む前の海洋プレート上の堆積層分布について論文準備を進めた。

日本海溝域における一連の構造研究の成果をまとめ、レビュー論文を投稿し、受理された (Kodaira et al., in press, Annual Rev.)。

日本海溝中部アウターライズ地震観測データの検測作業は完了した。南部福島、茨城沖については解析を終え、論文準備を進めている。太平洋域における海洋性地殻のS波速度構造に関して、岩石実験の結果も融合して波動場の計算を行い、外部研究者と共同で論文を投稿した。

文部科学省受託研究日本海地震・津波調査プロジェクトの一環として8月に山形沖海域でOBS地震探査を実施し、走時解析による予備的な地震波速度構造モデルについて学会発表を行った。航海直前の6月に調査測線近傍の山形県沖沿岸でMj6.7の地震が発生したため、関係者の協力を仰ぎつつ調査計画を修正し急遽沿岸域に追加でOBSを設置する対応を行っている。一方、調査時期に台風の直撃を受けたため、MCS調査は実施できなかった。今後、既存のMCSデータの再解析で代替し、議論を行う。

プロジェクトのこれまでの成果をとりまとめ論文発表を行った (Sato et al., 2019, GJI;野ほか, 2019a, 地質学雑誌; 野ほか, 2019b, 地質学雑誌)。

文部科学省受託研究南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの一環として、南西諸島海域において奄美周辺での地震観測を実施し、解析を進めた。ただし、未回収のOBSが複数出たため、原因究明の

- ための追加航海や、音響試験を実施した。南西諸島北部海域のプレート境界面形状や地震活動について議論した論文を出版した (Yamamoto et al., 2020, EPSL)。これらの成果については受託研究報告書にもまとめた。

NZ ヒクランギ沈み込み帯の 3D-OBS データによる波形インバージョン技術の実用化に向け、Imperial College London との共同研究により、技術的な検討を行い、課題や可能性を把握し、誌上発表した (Bell et al., 2019, Field Acquisition Report GNS Science Report)。

地震探査技術の高度化について東京海洋大学や地球科学研究所との共同研究で検討を進め、学会発表を行った。MCS 解析の船上並びに陸上処理について、従来よりも高度な解析を船上・陸上ともに効率良く実施できる解析フローを確立した。また、「かいめい」MCS システム安定化に関するワーキンググループで現状の問題点とその対応について検討を行い、報告書をまとめた。

OBS の広帯域化や、超深海型 OBS のデータ品質向上などについて試験検討などを行った。

南海プレート境界断層掘削で得られた試料から、応力場を推定するのに必要な岩石強度プロファイルを推定する手法を確立し、紀伊半島沖南海トラフの海底下 3km の応力場を確認した (Kitamura et al., 2019 GRL)。

南海沈み込み帯の広域地質構造・温度構造把握のため足摺や紀伊半島の研究に着手し、予察的温度断面を得た。生層序 (biostratigraphy) については予察的な結果を得た。なお、広域地質構造・温度構造について、試験調査の結果から①炭質物の異方性評価の重要性と、②ビトリナイト・ラマン分光に代わる新たな熱指標の必要性が判明した。次年度は異方性検討の実施、ロックエバル法を応用した熱構造検討の新手法開発に取り組む。

「かいめい」による採泥調査、地形調査、SCS 調査を宮城沖～三陸沖で実施し、三陸沖の音響的透明層がスランプ層であり、宮城沖の地震性堆積層とは異なる可能性を示した。

南海トラフの東海セグメントにおいて「ちきゅう」による掘削を実施し、数万年分の地震タービダイト層の存在を明らかにした。

地質試料の解析と海底地すべり等も含めた地形変動の解析を進め、八重山津波発生域の表層堆積物と海底地形研究の論文化 (Kanamatsu et al., 2019 Geological Society of London Special Publication)、日本海溝のイベント堆積物 (Kioka et al., 2019, Front. Earth Sci.) や地形変動 (Kodaira et al., in press, Annual Rev.) の論文化、琉球海溝深海タービダイト研究の投稿などを進めた。観測機器の技術的な不具合についての情報を運航サイドと共有し、修正へと繋げた。また科学的な手法の検証も実施し、日本海溝での堆積物を使った地震発生履歴研究の方向性を示した。

南海トラフ孔内観測点のデータを機構 HP のデータベースサイト
- 今後の地震発生帯モデル構築を念頭に国際深海科学掘削計画 (IODP) 南海掘削試料等、断層試料の解析を進める。
- 堆積物による地震発生履歴調査手法の検討を行うとともに、海底堆積物の採取・解析により地震発生履歴を調べる。また、既存の海底堆積物データ分析による地震発生履歴から地震発生間隔、過去の地震の広がり等の推定の研究を進める。
- 各種データセットを我が国の関係機関

に広く情報提供する。また随時データ・成果の提供も進めるとともに、新たな提供先の検討を行う。

・既存の共同研究を実施するとともに、カナダ・カスカディア、ニュージーランド・ヒクラング、インドネシア等のアジア太平洋地域の機関との新たな共同研究策定に向けての検討を進める。

で公開するとともに、データ及び成果は定期的に地震調査委員会、気象庁南海トラフ地震検討会に提出し、南海トラフの現状評価に活用された。

地震本部で活用するため海域断層に関する公開データベースを構築し、日本海、南西諸島海域、伊豆小笠原諸島海域及び南海トラフ海域の断層情報とデータ（測線図や断面図など）を閲覧できるようにした。また、一般ユーザ向けに、解釈結果（断層トレースと断層モデル）のみを閲覧できる Web ページを作成した。

地下構造探査データのデータベースサイトの運用、データ提供リクエスト対応を行った。また、過去 20 年間の既存データを整理しデータに DOI を付与し、様々な領域の研究機関・企業等でのデータ活用を進めるため、効率的な運用ができるシステム開発した。

太平洋ネットワークに関して、様々な領域の研究機関でのデータ活用をすすめるため、これまでに収集されたデータの整理を行い、複数機関により運用されている観測ネットワークの DOI 取得に向けて、関係機関との調整を進めた。

海上保安庁海洋情報部「海底地形の名称に関する検討会」に出席し、JAMSTEC の研究によって得られた海底地形・構造に関する知見を提供した。

多くの若手も参加した研究集会を開催した。また、大学において集中講義、実験指導、博士課程学生の指導等を行った。これは将来のデータ活用先の開拓にも寄与する取り組みである。

NZ ヒクラングにおける三次元 OBS 探査の解析を、国際的な共同研究の枠組み (NZ, US, UK) を活用して進め、学会発表を行った。二次元 OBS 探査では学会発表の他、共同研究者が論文発表した (Mochizuki et al., 2019, Geology; Gase et al., 2019, GRL)。

ロードハウライズ (LHR) 研究では、稠密 OBS データの新しい活用方法 (波形インバージョン解析、リバースタイムマイグレーションイメージング) に向けた技術的な詳細を把握した。

JST「さくらサイエンス」プログラムにより来日した学生に講義を行った。

トルコ、マルマラ海での地震観測を共同で実施するとともに、走時地震活動に関する共著論文を出版した (Uchida et al., 2019, Tectonophysics)。また、共同研究計画を策定し、IA 締結に向けた手続きを進めた。

アジア太平洋地域における持続的な観測網運用を目指して、計測システム更新に向けた機材調達と現場試験を行うとともに、水平動成分地震計の更新を想定した高精度傾斜計を試作した。

台湾と共同で南西諸島における地震観測を計画通りに実施し、データ交換を行うとともに、今後の研究について確認を行った。インドネシア BMKG との協定を締結した。

太平洋ネットワークの運用を行うとともに、パラオ、ベトナム、タイとの協定延長に向けた調整や、手続きを行った。

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。

平成31年度には、以下の事項を実施する。

・南海トラフ等、特定の地域に関する三次元地震発生帯地下構造モデルの構築に着手する。

カナダとのカスカディア地震発生帯における共同研究においては、カナダ側研究者を主著とする論文(Hutchinson et. al., 2019, BSSA)を出版した。また、北米クイーンシャーロット断層調査に関する調査観測に向けて共同して準備を進めた。JSTのフィリピン「さくらサイエンス」プログラムの中での共同研究や協力を行った。さらなる共同研究のため2国間交流事業共同研究提案を行った。

サブ課題(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するため、構造モデル改善のための工程を地震発生帯研究センター・地震津波予測研究開発センターで検討し、整理するとともに、3次元地下構造モデルを更新した。また、3次元地下構造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手法を確立するため、既存の3次元地下構造情報にもとづいた有限要素モデルを構築し、地表変位のグリーン関数を求めた。現状把握のデータ解析で問題となる海陸の観測点分布の偏りに依存しにくい解析手法を開発した。さらに、推移予測の手法開発の一環として、余効すべりの伝播過程の理論モデルを構築し、パラメータ推定手法を開発した。一方、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として、海底地すべりのシミュレーション解析と瓦礫分布を予測する手法を開発した。南西諸島域まで拡張したプレート形状モデル構築して受託研究の報告書に記載するとともに、3次元地下構造モデルでの地表変位のライブラリを構築した。また、観測点分布の偏りに依存しにくいデータ解析手法とすべり伝播の理論モデルについて論文が受理された。現状把握について地震本部の委員会等に報告し、今後、3次元地下構造モデルを提供するとともに、推移予測の結果を公表する道筋ができた。研究加速のため外部資金(富岳成果創出加速プログラム及び科研費(気象・海洋分野と連携した孔内データ解析の品質向上)等)を獲得し、中長期計画を実施するための体制構築を進めるとともに、モデルを提供するための専用サイトを構築した。

南海トラフ域の三次元速度構造モデルに、反射法データの成果を取り込み高度化したほか、プレート境界面形状の統計的性質やその空間変化の解析を行い、論文準備を進めた。南西諸島域では、構造探査及び自然地震観測の成果をモデルに取り込み、三次元モデルを更新し、南海トラフから南西諸島域まで拡張したプレート形状モデル構築した。本成果は受託研究の報告書に記載したほか、学会発表を行った。

国にオーサライズされている唯一の日本列島規模の3次元プレート境界形状・地下構造情報である全国一次地下構造データを用いて、地殻変動・応力計算解析用の西南日本と東北日本の有限要素モデルを構築した。また、そのモデルを用いて地表変位のグリーン関数を計算し、ライブラリを構築し、学会発表するとともに、公開準備を

本サブ課題では国等の地震発生に関する現状評価・長期評価に活用を目指し、地震発生帯モデルの高度化、プレート固着解析・推移予測手法の高度化を進め、プレート固着の現状把握、推移予測に資するデータと知見の蓄積を進めている。

中長期計画初年度として、3次元地下構造モデルの更新、3次元構造を用いたプレート固着・すべり解析手法の高度化、多様な津波波源を取り込んだ即時津波予測システムの高度化を計画通り進めた。

特に今後のアウトカム創出にむけて大きく進展した点は以下の取り組みである。

・3次元構造により地表変位計算手法の開発：この取り組みでは、従来の手法では取り組むことができなかった複雑な3次元構造を用いた地表変位を求めるため、現在地震本部等で活用されている全国1次地下構造を取り入れた大規模FEMモデルを構築した。その結果、外部資金プロジェクトで開発された大規模FEMコードを活用することで、そのFEMモデルを用いたグリーン関数計算が可能となり、グリーン関数ライブラリを構築した。今後、構築したグリーン関数ライブラリは国等が進めるプレート固着・すべりの現状評価での活用が期待される。

・観測点の偏りを考慮した固着・すべり解析手法の開発：この取り組みでは、地殻変動データを用いたプレート固着・すべり解析において、従来の手法による問題点、即ち、観測点分布の偏りを考慮していないために、得られた結果で空間分解能が実際より高く見えてしまう問題を解決する手法を開発した。この結果、将来的に海域の地殻変動観測点構築が進んだ場合、それらによる空間分解能の向上を正しく反映させた固着・すべり推定が可能となった。今後、この手法は国等が進めるプレート固着・すべりの現状評価での活用が期待される。

・プレート固着推移予測のためのデータ同化手法について、高精度化を進める。

・海底地すべり等、地震以外の津波発生源の要素を現在の即時津波被害予測システムに取り込む。

・津波減衰過程モデリングのための長期海面変動観測を実施する。

・データと成果の提供にあたっては、提供先を明確にし、提供方法を検討する。

### 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

行った。

従来手法で、海陸の観測点分布の偏りの影響を受けていた手法を改良するため、誤差共分散を適切に取り入れることで、海陸の観測点の偏りに依存しない固着・すべり解析手法を開発した。また、南海トラフ地震半割れ後の予測等に必要で、余効すべりの伝播過程の理論モデルを構築し、パラメータ推定手法を開発した。これらの成果は論文として公表した (Ariyoshi et al., 2019, Agata 2020)。

紀伊水道の海底地すべりをモデル化し、計算アルゴリズムの違いが結果にもたらす影響を評価した。

津波被害予測の高度化のため、漁港関連設備に関する津波被害関数を構築し、漁港BCP構築の一助として利用された。

津波による瓦礫分布を予測する手法を開発し、その有効性を東北地方太平洋沖地震の津波で検証した。これらの成果は論文として公表した (Baba et al., 2019, Imai et al., 2019, 今井・他, 2019)。

津波の励起から減衰までの全過程をシミュレートするための解析条件について検討を行い、統合型津波計算コード JAGURS に実装した。さらに、観測データに基づく津波干渉法を用いた津波減衰過程評価を行うための長期海面変動観測に係る観測装置の設計及び製作を行い、令和2年度から行う海域観測に向けた環境整備が完了した。

国などの地震・津波被害想定や現状評価のための情報として、地震調査推進本部地下構造モデル検討部会及び海溝型地震分科会にて、地震発生帯研究の成果を報告した他、三次元構造モデルを地震本部並びに地震研究者へ提供した。モデルの提供については専用のサイトを用意した。また、取材依頼への対応などを通じた社会への発信を随時行った。

2020年3月18日頃から発生した南海トラフ沿いのSSEについて、近傍の孔内観測及びDONETデータのモニタリングにより早期検知することができた。この現象は海底観測網でのみ検知されたものであり、地震調査委員会及び気象庁検討会にて報告することで国内関係機関に対して速報的な情報共有を行った。

3次元構造モデルを構築した後に国の委員会でオーサライズされるための手続きについて、委員会関係者と検討を行った。

公開の難しい推移予測結果について、地震予知連絡会の重点検討課題における予測実験の試行を活用できるように重点検討委員として働きかけ、公表する道筋ができた。

海底地殻活動のリアルタイムデータの取得・解析からデータ公開に至る過程について方針の検討をはじめた。

海域火山活動観測システムの評価、2020年度に実施する鬼界カルデラ調査の準備、南鳥島や鬼界カルデラなどにおける海底試料採取、火山研究を推進する海洋科学掘削提案、マグマ溜まりの進化に関する数値的・実験的シミュレーションの推進、既存の掘削試料の分析、地球内部の構造や物質循環の解明に取り組んだ。気象庁・海上保安

本サブ課題では国や関係研究機関等の火山活動評価での活用を目指し、火山活動の現状把握・予測研究に資するデータと知見の蓄積を進めている。中長期計画初年度のJAMSTECにおける海域火山研究

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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・無人自動観測システムと海底観測機器によるデータ取得を行い、システムの評価を行う。
- ・海底地殻変動観測手法を海域火山に応用するための観測装置の製作を行う。
- ・大規模カルデラでの構造探査、海底調査の実施計画を策定する。
- ・海域火山での岩石採取を行い、その分析を進める。

庁との共同研究協定更新に際し、火山研究に関する項目を加えた。火山噴火予知連絡会にオブザーバーとして参加するなど、連携を推進した。海域地震火山部門主催の外部講演会として、海の火山をテーマにした講演会を国立科学博物館で開催し、好評を得た。概ね計画通りに進捗した。これら取り組みのアウトプットとしては、海域火山活動観測システムの要であるデータ伝送装置、既存のデータ解析や試料分析で得られた論文、海洋掘削提案書などがある。特筆すべき成果として、鬼界カルデラ掘削によって、約 10 万年前から現在までの過去 2 回の破局的噴火を含む連続的な試料を得ることができた。このような多岐にわたる研究の成果に基づき、火山活動の現状を把握し、噴火履歴や様式を理解し、また火山活動を支配する地球内部活動の理解を通じて、火山活動評価や防災・減災に貢献することが期待される。新たに発足したセンターの認知度を高め、外部からの期待・役割を把握するために、火山研究に関わる機関の関係者（火山噴火予知連絡会、防災科学研究所、原子力規制庁、東京都防災部、インフラ企業など）との面談を行い、JAMSTEC が海域火山研究機関としての大きな期待と重責を担っていることを改めて認識し、今後の研究計画の指針に組み込んだ。地球物理学的観測体制強化のために、2020 年度採用の研究員 2 名を決定した。

完成したデータ伝送装置の陸上試験を行い、水中音響通信・衛星通信について良好な動作を確認した。開発完了の暁には活動的な離島火山観測に適用し、連続かつ継続的なモニタリングのために活用されることが期待される。

海底火山など広域での上下地殻変動検出のため、5 年間にわたり長期間安定に稼働し、ROV・AUV 等の無人探査機によって、稼働中にデータの収集と水圧校正が行える水圧観測装置の設計を行い、部分製作を実施した。

2020 年度の鬼界カルデラにおける海底・陸上地震観測並びにピストンコア・ドレッジによる海底岩石と堆積物採取の計画を策定した。2021 年度の鬼界カルデラにおける人工地震探査並びに海底掘削装置による海底堆積物採取の計画を立案した。

鬼界カルデラとその周辺において、ピストンコア(KS-19-17)・ドレッジ(KR19-11)・100m 級の掘削(CK20-S01)を実施して、想定していた 7,300 年前のみならず一世代前の 95,000 年前の試料採取に成

の立ち上げとして、日本周辺で最も火山活動が高い九州南方海域火山群、現在も活動が継続している西之島、火山の一生を記録している南鳥島を中心に地質・岩石試料の採取・分析を進めた。特に海域火山研究の初年度での特筆すべき成果としては下記の取り組みがあげられる。

・九州南方海域火山鬼界カルデラの噴火履歴・活動様式に関する地質試料の採取：この取り組みでは、「ちきゅう」による浅層掘削により鬼界カルデラ周辺において深さ 100m の地質学的試料を採取し、その特徴の記載を進めた。その結果、7300 年前の大規模噴火による火砕流堆積物を海底より初めて採取し、噴火推移を記録する層序を確認した。更に、一世代前の大規模噴火である 95000 年前の活動による火砕流堆積物の海底からの層序採取に初めて成功した。海域は陸上に比べ火砕流堆積物の保存状況が良いことから、今後、巨大噴火の前駆的活動の解明も含め、繰り返す大規模噴火の詳細な活動履歴や噴火様式の解明が期待される。

・これに加え、「かいいい」及び「新青丸」による火山岩採取を実施し、溶岩流出での説明できない岩石を採取した。この結果は、火山体下へのマグマ再供給により溶岩ドームが成長したことを示唆している。

・今後は、国や自治体での噴火災害軽減にむけた取り組みでの活用を念頭におき、得られた試料分析・解析を進め、将来的には噴火予知連、自治体火山防災関係機関に提供し、そこで火山活動様式の評価での活用を目指す。



・国内外の研究者と連携し IODP 海洋地殻掘削提案書を作成する。

・単体の火山からよりグローバルな規模までの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  
の理解に資する研究を進めるとともに、  
今後そのデータと知見が活用される具  
体的方策を確立する。

・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  
仕組みの解明をする。

功した。このことは大規模火山活動の履歴と様式の解明に向けた大きな進展であった。南鳥島沖において初めて初生マグマ成分を含む火山岩を採取した。今後の分析によって活動履歴やマグマの進化の理解が進み、火山活動に関する長期予測についての知見が得られるものと期待される。

オントンジャワ海台、南鳥島周辺海域、ハワイ沖海域などの掘削提案書を提出した。オントンジャワ海台下の地震学的構造に関する論文を出版した(Tonegawa et al., 2019, JGR, Suetsugu et al., 2019, EPS)。先に提出していたプチスポット掘削提案は IODP 科学評価パネルで認められ、次の審査ステップに進んだ。オントンジャワ海台とハワイ沖掘削提案はフルプロポーザル提案への推薦を受けた。海洋科学掘削を推進し、長期予測に資するための火山活動の履歴と様式に関する知見を蓄積する道筋ができた。

伊豆小笠原弧における掘削試料を分析し、長期的火山活動履歴を明らかにした論文 (Hamada et al., accepted, J. Petro., Sato et al. 2020, Island Arc) が受理された。

2019 年に噴火したばかりのトンガ海底火山の日・英緊急調査を実施し、噴火過程の解明に必要な岩石試料の採取に成功した。得られたデータと知見の活用に関しては、既存資料の分析結果を共同研究機関に提供した。

マグマ溜まりの進化に関する 2 次元数値シミュレーションコードとアナログ実験装置を開発した。また、マグマの生成と動的過程に関する数理的、熱力学的モデルの構築を推進し、一部の結果は論文として出版された(Kuwatani et al., 2020, Chem. Geology; Ueki et al., 2020, PEPI)。

既存コア試料データをコンパイルし、複数の統計数理手法を適用し火山活動履歴を抽出する手法開発に着手した。今後はデータベースを充実させ、高度解析手法を確立することによって、新たな試料採取する毎に、速やかな火山活動履歴解明に貢献する。さらに、シミュレーションと融合させて、データ駆動的・熱力学的な火山活動予測を通じて防災・減災に貢献すると期待される。

国際共同研究の一環としてフレンチポリネシア周辺にマーメイドの展開を完了し、データ収集を開始した。観測のノウハウも同時に蓄積し、日本近海における緊急臨時観測への活用につなげる。

沈み込み帯における希ガスの循環に関する研究をまとめ、論文として発表した(Ono, 2020, Sci. Rep.)。沈み込む堆積物の同位体分析・局所分析から成因を明らかにし、論文として公表した(Yasukawa et al., 2019, G-cubed)。

地球内部の進化と循環機構に関する総説をまとめ、論文として受理された (Hanyu and Chen, accepted, AGU book)。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘

【指摘事項に対する措置内容】

### 事項】

・中期目標期間を通して、一部の研究課題ではデータの管理・公開に当たっての手上的の瑕疵が認められた。機構では、今後ますます膨大な情報・データを観測・収集・分析する研究活動が重要性を増してくる中、情報の重要性を十分把握して管理することが前提条件として必要不可欠である。そのためマネジメント体制をしっかりと構築していくことを求める。

・機構では、再発防止のための業務フローの見直しや職員研修に取り組んでいるが、機構が取得したデータの管理・公開に当たっての手續が適切に行われるよう、引き続き業務改善や職員研修等へ注力することを求める。

・海底下で発生する多様な現象の的確なモニタリングは、海溝型巨大地震発生予測において最重要項目の一つである。平成30年度実績として挙げられた優れた研究成果は、今後のモニタリング精度向上のためにも大変重要であり、そのためにも安定的にモニタリングを継続することが今後の課題といえる。

### 【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

機構が所有するデータ、もしくは他機関等から借り受けているデータの管理・公開に先立っては、所有するデータの性質やデータ提供機関との契約等を踏まえ、必要な手続きを漏れなく行っている。また、平成30年度中に構築したチェック体制を継続して実施した。

業務改善、職員への教育等、再発防止に向けて必要な取り組みを継続的に実施した。

今中長期計画においても海底観測システムの高度化・長期安定運用は重要実施項目とし研究開発を進める。

- ・ 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) 数理工学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発

本課題では、非常に複雑なふるまいを示す地球システムの変動と人間活動との相互関連性の理解を推進する目的で、(1) (2) (3)の研究開発過程で逐次得られる全てのデータを連携する手法と、連携された膨大なデータの高効率かつ最適な処理を可能にする数理工学的手法を開発し、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、これまでで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。

(モニタリング指標)

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

補助評定 : B

本項目に係る年度計画に照らし、計画した取り組みを着実に実施し、将来のアウトカム創成に繋がる成果をあげていることから、自己評価を「B」とする。具体的な根拠については以下のとおり。

・ 「付加価値情報創生部門」という新設部門において、多岐多様な研究テーマを持つ部門内の研究者に対し、数理工学的手法を共通言語として、部門内の連携に着手した。これは多岐多様な研究テーマの高度化を共通する数理工学的手法を適用して束ね、その上で、各研究テーマからの付加価値情報の創生を目指すという戦略に基づいた運営である。研究者が部門新設の意義を理解し、研究テーマの選定・立案・実施を主体的に実施するようになった。同時に、部門・部署・グループでは、組織内の議論が活性化し、この結果、部門・部署・グループ内の連携が強化された。今後、研究者の態度と組織の活性化を、着実に研究成果に繋げることが重要であると考えている。付加価値情報創生の好例となる研究テーマにおいて、連携による研究成果の最大化が示されるようになる予定である。

・ その一方で、新設部門が新課題に挑むという手探りの状態であるため、研究成果が量産されるには時間が必要であることは事実である。付加価値情報創生の好例となる研究テーマにおいて、その研究成果ができるだけ早く顕在化するように、人的・物的資源の選択と集中を検討することが重要と考えている。2021年度に作成する「数値解析リポジトリ」と「四次元仮想地球」のグランドデザインに、この選択と集中が具体的に反映されることを予定している。

### 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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

「数値解析リポジトリ」のグランドデザインのためのフィージビリティスタディとして、数理科学・先端技術研究開発センターでは、輻射輸送係数の数値データベースの構築、大規模粘弾塑性粒子法コード及び生体力学・高性能流体・データ解析アプリの開発を実施した。またそのうち、粒子法シミュレーションコードについては高度並列化手法の開発、レオロジーの高度化が行えたことによりコードの洗練化を実現した。また生体力学アプリ候補としての Folding モデル開発、及び高性能の流体シミュレータの開発といった新しいテーマについても有用性を裏付ける成果を得て、「数値解析リポジトリ」の搭載コンポーネントを多様化した。そのほか含むいずれもフィージビリティスタディの初年度として順調に進捗しており、「数値解析リポジトリ」のコンポーネントとしての搭載の準備が進んでいる。

また、地球上に見られる様々な同期現象を記述できる位相モデルは数値解析の品質を保証するための検証技術として有効と見込まれるものである。そこで、複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性の発見・解明に貢献することも目指した同期モデルの研究開発を実施し、時空間的な同期現象を記述できる位相モデルを数理科学的手法により導出するところまで開発した。

情報エンジニアリングプログラムでは、海洋フロント抽出手法及び複数魚種を対象とした漁場推定モデルの開発を行い、漁場推定精度の向上を示した。

加えて、カツオ・サンマ・アカイカの複数魚種統合モデルでは、他魚種のハビタット情報を活用することでカツオ漁場モデル単体の推定に対してサンマ漁場情報が 30%程度貢献することが分かった。さらに、漁場推定モデルの実用化に向け漁場者との意見交換を開始した。

また、低解像度の海底地形図を高解像度化する技術開発に向け、超解像プログラム (SRCNN 及び SRGAN) を活用し、中部沖縄トラフ広域データに適用するなど、海底地形図の高精度な超解像プログラム開発に向けたプロトタイプの構築を着実に進めたことに加え、これらの取り組み・開発手法を日本財団 GEBCO SeaBed 2030 の関係者にも紹介し、高い評価を受けた。また、海洋ごみの自動判定手法への

・次期の「地球シミュレータ」の選定に関しては、計算科学・計算機科学にも波及する新規研究も推進することを新機軸とした。このため、より多様な研究者の意見がより強く反映される構成と機能を持ったワーキンググループを設置した。このワーキンググループが「地球シミュレータ」の運用技術者と一体となり、優れた入札公告に繋がったと考えている。

「数値解析リポジトリ」という新しい研究開発の構想に多くの研究者と主体的に関わり、部署・グループ間の連携が進んだことに対して、一定の評価を与えたい。

「数値解析リポジトリ」は、先端的な数値解析手法を機構内外で利用するためのショーケースと実行基盤という二つの機能を持つ。利用のためには、優れた数値解析手法が常に実行できる状態にあることが本質的に重要であり、そのため、数値解析手法の研究開発 (改良・更新や刷新) が継続されることが重要である。継続的研究開発という点では、「数値解析リポジトリ」の構想が各数値解析手法の研究者に適切なモチベーションを与え、今年度も、期待通りの進捗があり研究成果があがった。次年度も、適切なモチベーションを与え、手堅く継続的研究開発を進めることが必要である。

「数値解析リポジトリ」の特色として、「数値解析リポジトリ」の数値解析手法は一定の品質を保証することである。今年度、品質保証の具体的な手法の考案は順調に進捗している。次年度、具体的な検証のためのプログラム作成に着手することが必要である。

機構内外での利用を実効あるものとするためには、「数値解析リポジトリ」のグランドデザインが重要である。グランドデザインの完成に向けて、今年度、数値解析手法のリストアップと概要の整理に着手した。次年度は、先端性の評価等、各数値解析手法の精緻な分析が必要である。

・「数値解析リポジトリ」のグランドデザインのため、フィージビリティスタディを行う。具体的には、粒子法、粘弾塑性モデル、高性能流体シミュレータ、同期現象モデルなど多岐に渡るアプリケーションとアルゴリズムの開発を実施し、多くの学際研究等について、その適用可能性を探る。

取り組みとして、ドローン空撮による海岸ごみの解析、河口域でのごみフェンスにたまる浮遊ごみ、河口から海洋へ流れ出る浮遊ごみの撮影等の新たな手法の検討に着手した。さらに、地震観測データから震源パラメータをリアルタイム推定する手法を開発し、震源パラメータ推定手法を実際の地震データに適用しその性能を評価した。

地球情報基盤センターでは、ヘテロ環境における大規模計算の実施及び解析への AI 技術の応用に関する要素技術の開発を実施し、AI 融合シミュレーション法である“超解像シミュレーションシステム”に関して、物理を学習させることによりさらに信頼性が向上することを明らかにして、微気象予測の実現可能性を示した。また、大規模流体計算による結合現象の解明と解析に関する要素技術の開発を行い、AI 技術も活用して、様々な大規模流体計算法の応用範囲を拡大した。

「数値解析リポジトリ」のグランドデザインのためのフィージビリティスタディとして、数理科学・先端技術研究開発センターでは、1) 輻射輸送係数の数値データベースの構築、2) 大規模粘弾塑性粒子法コード及び3) 生体力学・高性能流体・データ解析アプリの開発を実施した(以上再掲)。特に1) について、気体の状態方程式・輻射輸送係数の計算は一般に複雑かつ膨大であるが、その計算をユーザ自身が行わなくても済むようにリクエストに応じて必要な数値データを出力するシステムとして、輻射輸送係数の計算コードのプロトタイプを完成させた。また2) については高度並列化手法の開発、レオロジーの高度化が行えたことによりコードの洗練化を実現したとともに、これを活用した科学的成果として、原始地球にマグマオーシャンがあるという仮定の下、巨大衝突のコンピュータシミュレーションを世界で初めて行い、これまで説明が困難とされてきた地球と月の同位体比問題を解決し月の形成過程を明らかにできる可能性を見出した。また3) については生体力学アプリ候補としての Folding モデル開発、及び高性能の流体シミュレータの開発といった新しいテーマについても有用性を裏付ける成果を得て、「数値解析リポジトリ」の搭載コンポーネントを多様化した。いずれもフィージビリティスタディの初年度として順調に進捗しており、「数値解析リポジトリ」のコンポーネントとしての搭載の準備が進んでいる。

情報エンジニアリングプログラムでは、大規模データを整理、統合、解析し、付加価値情報を創生する数理科学的手法の高度化のため、海洋フロント抽出手法及び複数魚種を対象とした漁場推定モデルの開発を行い、海洋フロント抽出手法開発では高解像度衛星画像に適応したフロントデータを作成し、漁場位置推定技術では自動船舶識別装置 (Automatic Identification System: AIS)、船舶監視システム (Vessel Monitoring System: VMS) から、漁場位置を自動抽出する統計モデルを試作した。これらをカツオ漁場推定モデルに適用、しフロントの効果の定量評価を行ったところ、フロントデータ

- ・ 数値解析結果に対する品質と信頼性を担保するため、理論の構築と定式化を重視した検証手法のプロトタイプを作成する。

## 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

使用によりカツオ漁場推定精度の向上を示した。また、カツオ・サンマ・アカイカの複数魚種統合モデルでは、他魚種のハビタット情報を活用することでカツオ漁場モデル単体の推定に対してサンマ漁場情報が30%程度貢献することが分かった。さらに、漁場推定モデルの実用化に向け漁場者との意見交換を開始した（再掲）。

地球情報基盤センターでは「数値解析リポジトリ」の流体計算アプリ候補として、AI技術も活用して、様々な大規模流体計算法の応用範囲を拡大した。

数値流体計算と機械学習の融合により、非定常流での昆虫の飛翔能力を高速に予測できる低次元モデルを構築した。

生物飛翔と非定常乱流との相互関連性の一端を明らかにすることができた。

風波乱流計算により、表面張力の低減が風波の発達を促進し得ることを明らかにした。

人間活動が大気海洋間の熱物質移動に与える影響の一端を明らかにすることができた。

数理学・先端技術研究開発センターでは、数値解析の品質を保証する検証技術として用いることを目指し、位相縮約法と呼ばれる数理学的手法を拡張・応用することにより地球上に見られる様々な同期現象を記述できる位相モデルの研究開発を実施した。今年度は、非圧縮性流体方程式における進行振動対流解、すなわち、偏微分方程式におけるリミット・トラス解の位相縮約法を定式化して、弱く熱的に相互作用する一対の進行振動対流の間の時空間的な同期現象を記述できる位相モデルを導出した。今後定式化した手法を回転水槽実験系に適用するなどの研究開発を予定しており、そうした成果による応用範囲の拡大を経てこの位相モデルは「数値解析リポジトリ」に登録され、数値解析の品質を保証する検証技術として用いられることが期待される。

「四次元仮想地球」のグランドデザインのためのフィージビリティとして、数理学・先端技術研究開発センターでは、海底地盤開発、海底地すべり、付加体形成、地球惑星物質進化、生物材料力学モデルに関する研究及び船舶運航情報解析統合システムの開発を実施した。

また、海洋・地球・生命のデータの特定のユーザ選定と利用者ニーズの情報収集のため、国家プロジェクトから民間含む他機関からの受託研究、機構内の学際共同研究に至るまで広く産業連携や学際研究の実践と種まきを行った。

アプリケーション・ラボでは、フィージビリティの一例として「海流予測コンソーシアム」の立ち上げを行い、関係者向けに海域毎に異なる5種類のウェブサイトの構築、海流予測情報の提供やその検証を行った。このような海流に関する知見を日本セーリング連盟に継続的に提供等を行うことで、政策的課題や社会的課題の解決へ貢献した。

情報エンジニアリングプログラムでは、海域におけるCMIP5データセ

「四次元仮想地球」という新しい研究開発の構想に、機構外の研究者とも連携し、下記に述べる一定の評価を与えたい。

「四次元仮想地球」は、機構が有するデータベースのショーウィンドウとデータ分析の機能を有するデータサーバである。「四次元仮想地球」で利用されるデータは、独自のユーザや利用法があるため、今年度は、グランドデザインの作成に向けて、各種データの利用検討を行った。特に、付加価値情報創生の先行事例となる研究テーマでは利用検討が着実に進捗した。次年度も継続して利用検討を進めることが必要である。また、機構内のデータベースのリストアップと分析にも着手した。ユーザの視点での各種データベースの分析を進める必要がある。

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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・「四次元仮想地球」のグランドデザインのため、フィージビリティを行う。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、そのためのデータの収集・機能の方法を考案する。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のプロトタイプを開発する。

ットからの力学ダウンスケーリングを実施し、近未来～世紀末にかけての海洋環境将来予測データセット FORP-NP10 及び FORP-JPN02 を作成し、文科省・気象庁レポート 2020 の基礎データとして利用されるとともに、文科省、環境省などの事業でも活用されている。また、10km スケールの温暖化予測データセットを解析することで、親潮水の変質の可能性を初めて示し、今後の研究で温暖化の影響評価に重要な示唆を与えた。

地球情報基盤センターでは、「数値解析リポジトリ」だけでなく「四次元仮想地球」のグランドデザインのためのフィージビリティとしても AI 技術の応用に関する要素技術の開発を行い、様々な IoT センサから得られる「四次元仮想地球」データの拡充と活用技術開発を行った。深層学習を用いてカメラ画像から日射量を推定する技術を開発したことにより、あらゆるカメラ画像から「四次元仮想地球」に有用な日射量データベースを構築できる可能性を示した。

国際海洋環境情報センターでは、対象や時間スケールが異なる多種多様なデータの蓄積・管理に対応するデータ管理公開基盤ツールにおけるデータ管理機能の開発や、データ連携 API 機能の開発では、API ゲートウェイ方式でのプロトタイプ開発・検証までを行った。加えて、深海映像・画像データ自動情報抽出のための 3 種類のプロトタイプの開発・評価まで行った。

また、100 万件を超える生物多様性データの提供を開始したほか、「海しる」等の国・プロジェクトを代表するデータシステムへのデータ提供を実施・拡張を行い、安定したデータ提供を継続させながらデータ連携を促進するためのプラットフォーム移行準備を進めた。生物多様性データ以外にも、400 件以上のレコードを新たにマリンドータベースへ追加し、安定的にデータアップデートを継続することで、SDG14.1 への貢献を行った。

「四次元仮想地球」のグランドデザインのためのフィージビリティとして、数理学・先端技術研究開発センターでは、海底地盤開発、海底地すべり、付加体形成、地球惑星物質進化、生物材料力学モデルに関する研究及び船舶運航情報解析統合システムの開発を実施した（以上再掲）。特に生物材料に着目した力学モデル研究では、ミクロ構造をマクロ応答に結び付ける均質化法を駆使してスケールをまたぐ力学応答のモデル化に成功した、キチン質バイオマテリアルのモデル化により新しい衝撃吸収材の開発、すなわち産業界に貢献したなど、階層・均質化モデルを鍵とした力学モデル構築により生体力学分野での成果を多数創出することができ、「四次元仮想地球」の有力なコンテンツとする見通しを立てることができた。

また「数値解析リポジトリ」を構成する 1 つの数値解析手法として研究開発を行っている粒子法シミュレーションコードについては、民間企業の要望に合わせてカスタマイズした粒子法アプリケーションとして協働の下での開発を数社と実施した。これらの協働により「四次元仮想地球」がターゲットとする産学官や学際研究の実績が

「四次元仮想地球」は、機構内外のデータ連携・流通の基盤となる。効率的なデータ連携・流通のシステムが必要であり、今年度、格納・利用・管理の 3 つの機能を持つシステムが設計された。順調にシステム開発が進捗している。設計に基づきシステム開発に進むと同時に、機構内外で利用できる汎用性・拡張性を高めるようデザインの洗練化が必要である。

「四次元仮想地球」では、アウトリーチ等のために、格納されたデータがプラネタリウムで可視化できる機能を持つことが計画されていた。プラネタリウム可視化のための各種アプリケーションが利用できることが確認された。実データを使ったプラネタリウム可視化の試行が必要である。

積み上げられており、「四次元仮想地球」が将来包含し得るコンポーネントの提供や活用方法の検討も進んでいる。その成果は「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ことが可能な『四次元仮想地球』」の具現化に貢献することが期待される。

アプリケーション・ラボでは、「四次元仮想地球」の基本的コンセプトとして、部門内での議論をベースに、様々なデータの融合等から明確なユーザに対する情報を創生し発信するという考え方を示した。

海流変動予測をベースとした付加価値情報の創生に係るフィージビリティスタディの一例として、地方自治体、漁協、マリンスポーツ団体と海流予測の利用と現地での予測検証を協働して行う「海流予測コンソーシアム」の立ち上げを行い、これらのユーザにとって使い易いデータの統一的流通の形、そのためのデータ収集・機能の方法を整理し、関係者向けに海域毎に異なる5種類のウェブサイトを構築、海流予測情報をリアルタイムで提供するとともに、予測の検証を開始した。これにより、1) 深刻化する静岡県サクラエビ不漁問題に対し、研究者が専門家会議の委員として参加。行動計画策定に貢献。2) 和歌山県の浮漁礁設置に際し、研究者が専門家会議の委員として設計及び設置場所選定に貢献。3) 高知県の新しい漁業政策策定に関し、研究者が専門家会議の委員として貢献。4) 相模湾でのセーリング競技に際し研究者が海流に関する知見を日本セーリング連盟に継続的に提供等を行うことで、政策的課題や社会的課題の解決へ貢献している。

また様々なIoTセンサから得られる「四次元仮想地球」データの拡充と活用技術開発として、画像と気象学を同時に学習するマルチモーダル深層学習モデルを新たに開発することで、深層学習を用いてカメラ画像から日射量を推定する技術を開発した。この技術は安価なカメラを気象センサとして利用可能にし、あらゆるカメラ画像から「四次元仮想地球」に有用な日射量データベースを構築できる可能性を示した。

国際海洋環境情報センターでは、対象や時間スケールが異なる多種多様なデータの蓄積・管理に対応するデータ管理公開基盤ツールにおけるデータ管理機能を開発し、GODACでこれまでに開発してきた10種のデータベース内のデータ登録を開始した。さらにWebやAPIによるデータ公開・提供機能、ツールの他部署への展開に向けた次の開発の設計・要件定義まで進めた。また、データ連携API機能の開発に際し、一般的なAPI設置の動向調査から現在の主流であるAPIゲートウェイ方式でのプロトタイプ開発・検証までを行った。加えて、深海映像・画像データ自動情報抽出のための、①深海画像における被写体有無自動判定、②「深海デブリ」画像分類、③映像における被写体シーン抽出処理の3種類のプロトタイプの開発・評価まで行い、さらにGODACでの実際のデータ管理業務の一部に適用



・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行う。

可能なレベルまで進めた。

また、JAMSTECはUNESCO/IOC/IODEのAssociated Data UnitとしてOBIS (Oceanographic Biodiversity Information System) の日本ノードを担当しており、OBISへの100万件を超える生物多様性データの提供を開始したことで、OBISにおける北西太平洋域のメイン情報ソース(全31ノード中10位、アジアで1位)への多大な貢献を行った。さらに学名や深海生物画像について国内外機関・プロジェクトとの連携を実現したほか、「海しる」等の国・プロジェクトを代表するデータシステムへのデータ提供を実施・拡張するとともに、安定したデータ提供を継続させながらデータ連携を促進するためのプラットフォーム移行準備を進めた。生物多様性データ以外にも、400件以上のレコードを新たにマリンデブリデータベースへ追加し、安定的にデータアップデートを継続することで、映像・画像ダウンロード件数が昨年度に比べ3.6倍に増加(海外ユーザによる件数は4.1倍に増加)するなど、SDG14.1への貢献を行った。

アプリケーション・ラボでは、気候変動予測をベースとした付加価値情報の創生に係る一例として、平成30年度に終了したSATREPS課題に基づく南アフリカとの共同研究を通じて、マラリア発生予測情報の保険関係者に対する試験的な発信を継続的に実施している。ユーザに対して気候予測データとマラリア発生情報を組合せてその予測情報を創生するとともに、現地からのフィードバック(予測の成否やその活用、また予測情報に対する要請など)を得るサイクルを実現するとともに、これを更に南アフリカ周辺国にも広げることを目的にTICAD side eventとしてシンポジウムを開催し、関係する国々の気候・保健関係者へこの活動を発信した。これにより、南アフリカ iDEWS bureau (南アフリカの伝染病研究所、気象局、州保健関係者からなる局)でのマラリア発生予測情報の試験的利用が継続的に行われ、社会的課題の解決に貢献している。

情報エンジニアリングプログラムでは、海況変動に伴う海洋生物資源分布変化についての情報創生への取り組みとして、海域におけるCMIP5データセットからの力学ダウンスケーリングを実施し、近未来～世紀末にかけての海洋環境将来予測データセットFORP-NP10及びFORP-JPN02を作成した。これらのデータセットは、気候変動に係るリスク評価の基盤となりうるデータであり、既存の予測情報の高精度化のための研究開発の成果となっている。この成果は文科省・気象庁レポート2020の基礎データとして利用されるとともに、文科省、環境省などの事業でも活用されている。

また、10kmスケールの温暖化予測データセットSI-CAT FORPを解析し、複数の予測モデルで親潮水の水温・塩分が温暖化によって大きく変化する可能性を示した。

この研究では、親潮水の変質の可能性を初めて示し、今後の研究で温暖化の影響評価が行われる際に重要な示唆を与えた。この結果は親潮域や親潮-黒潮混合域の漁業生産にも大きく影響する可能性があり、親潮域の継続的なモニタリングの重要性を示唆する結果となった。

### 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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・実行基盤の整備は、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る。

- ・実行基盤の運用に当たっては、当初より、データ連携と数値解析手法の「数値

「地球シミュレータ」(ES)の運用を行い、計画保守を除くノード停止時間が全体の 0.10% (利用率 99.90%) と年間を通じて安定した運用を実現し、ES を利用する研究者に対して安定的な計算資源を提供した。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を行った。

平成 28、29、30 年度に引続き、資源消費の進んだ利用者が、当初の割当て外でシステムの空き時間を使用できる「低優先度ジョブ」による運用を行った他、所内課題では 2 期制で実施した平成 29、30 年度よりも更に計画的利用を推し進めるため、三カ月(四半期)毎の資源割当てを行わない、計算資源の有効活用を図った。その結果、提供した計算資源をユーザが利用した割合を示す使用率が 97.71% (平成 30 年度は 98.34%、平成 29 年度は 96.83%) となった。またこれら ES の利用率、使用率の実績は、他のトップレベルの計算機センターの運用実績(「京」2018 年度稼働率約 98.5% (ES という利用率に相当)、東大筑波大 Oakforest-PACS 2018 年度最大利用率 89.8% (ES という使用率に相当)) を上回った。

年間の総演算数は 3,864EFLOPs で、平成 28 年度実績 3,199EFLOPs、平成 29 年度実績 3,208EFLOPs、平成 30 年度実績 3,509EFLOPs を上回った。

機構の中長期計画に資する所内課題枠において 22 件(前年度比 ±0 件)の課題に対して ES 全体計算資源の約 33%を提供した。

「四次元仮想地球」の高度化と拡充等の推進に向けた大規模データ圧縮技術の開発においては、環境流、気象などの流体計算や地震動解析などの構造計算で用いられる格子データに対する、wavelet 変換を利用した効率的な不可逆圧縮法(WaveRange)の開発をしており、特に今年度はインターフェースの改良による使い勝手の向上と、ベクトル化による地球シミュレータ上での性能向上に成功し、 $8,192^3$ 格子を使った DNS (Direct Numerical Simulation; 直接数値シミュレーション) 計算のリスタートデータ 16TB (単精度) を 10 分の 1 に圧縮、ステージング時間を 1.5 時間から 11 分に短縮(圧縮・解凍時間を含む)することに成功し、「四次元仮想地球」データの効率的な保存と活用に貢献した。開発した圧縮技術は地球シミュレータの公募課題の中でも利用され 14.8TB の Grads データ(単精度)を 3.1TB に圧縮するなど、ストレージの大幅な圧縮に活用され始めており、WaveRange は GitHub で公開し、ドイツ、フランスをはじめとして国外でも活用が始まっている。(再掲) 今後も計算性能と通信性能の乖離が大きくなっていくので、「四次元仮想地球」データの保存や運用に、本技術の有用性は増していくことが期待される。

「数値解析リポジトリ」搭載候補の微気象予測アプリ開発と、様々な IoT センサから得られる「四次元仮想地球」データの拡充と活用技術開

特段の支障なく、1 年間の運用が実施できたことは一定の評価を与えたい。

運用のための様々な努力がなされていることが、研究成果を上げるための運用という視点で、運用業務を効率化・洗練化し、運用の努力が研究成果の最大化に直結するようになることが必要である。

解析リポジトリ」への実装を促し、「数値解析リポジトリ」と「四次元仮想地球」の高度化と拡充等を効率的に進める。

- ・最適なハードウェアの検討、整備等に取組む。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

・個々にはユニークで顕著な研究成果が見受けられ着実な業務運営がなされているものの、アウトカム創出に向けた包括的な戦略、例えば研究テーマの選定から個々の実績の相対的評価及びそのフィードバックなどの方策が明確ではない。また、各テーマに関連する外部機関や他府省との連携による研究成果創出の効率化や波及の迅速化が十分に図られているとは評価し難い。

発、多様な「計算機環境の活用」と活用情報の共有を行った。街区微気象シミュレーションにより、大阪市の熱環境を定量評価した。大阪市内に地域特性に応じた暑熱対策に配慮したまちづくりの科学データを提供できた。

JAMSTEC の微気象シミュレーション技術と名工大の保有する人体温熱モデル技術を融合活用した、都市空間での詳細な熱中症リスク評価技術を開発した。

熱中症という大きな社会課題を解決する科学的手法を開発できた。

令和3年(西暦2021年)2月末に第3世代地球シミュレータのリースアウトを迎えるため、次期地球シミュレータの検討及び更新手続きを行った。検討は、機構内の研究者を中心としたワーキンググループ(WG)を計算機システム運営委員会以下に設置して行った。並行して最新の技術動向調査として令和元年5月から7月にかけて関連企業に対して資料招請を行い、10社から情報提供を受けた。これらの最新情報を基にWGにおいて、機構の中長期計画や他機関との連携、長期的な運用なども視野に入れて、研究的観点から要求される演算性能やファイルI/O性能などからJAMSTEC 計算機が果たすべき社会的役割に至るまで、多角的に次期地球シミュレータのシステム像を議論した。また情報公開を機構内に対して行い、WG以外の機構職員からの意見もWGでの議論に取り入れるよう努めた。こうして得られたWGでの結論は計算機システム運営委員会に報告し、承認された。承認されたシステム像をふまえて作成した仕様書原案についての意見招請を令和元年10月から12月にかけて行った。意見招請で各社から寄せられた意見をふまえ、目指すシステム像は基本的に変えないよう留意しながら、公平かつ競争的な調達が行われるよう調整を行った後に、令和2年5月に入札公告を行った。(再掲)

さらに本課題の実施のため、今後整備すべき実行基盤の機能検討を行い、システム構成の検討及び提案などを行った。

【指摘事項に対する措置内容】

「包括的な戦略が不明確」という指摘事項を受け、多岐多様な研究テーマの高度化を共通する数理科学的手法を適用して束ね、その上で、各研究テーマからの付加価値情報の創生を目指すという戦略を立案した。新しい戦略に基づく運営を試行した段階であり、手探りの部分が多い。しかし、数理科学的手法を適用して付加価値情報を創生する計算環境のグランドデザインを進めること、機構内外と連携した付加価値情報創生の具体例を明示することができた。成果創出とその効率化・迅速化に向けて、戦略に基づき、業務運営を行う予定である。特に、研究テーマの選定、実績の相対的評価とフィードバックに関しては、研究成果である付加された価値を指標として、一体的に運営を行う予定である。

・次期中長期目標の「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」では、機構内の様々な分野の研究者・技術者や国内外の関連機関等と連携して、大規模データを整理・統合・解析することで、複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性を発見・解明し、これを社会・国民に有用な付加価値情報として提供することとしている。本研究開発においては、包括的な戦略策定と機構内の他の研究領域や多分野の研究者・技術者、国内外の研究機関等との連携がこれまで以上に重要となってくるため、連携を一層強化することで、個々の研究領域だけでは実現し得なかった画期的な成果が創出されることを期待する。

・「地球シミュレータ」については、第3世代の導入から現在の稼働状況まで非常に質の高い運用が実施されている。2021年2月末に第3世代のリースアウトを迎えるため、機構では平成30年度より、最新の技術動向調査、ユーザアンケート等に着手し、次期システムの検討を開始している。機構にとって極めて重要なファシリテイであることから、他機関との新たな連携をも念頭に、次期システムの具体的な仕様や長期的な運用・更新の計画の検討を着実に進める必要がある。

#### 【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。

他機関研究者や官・民との連携を強化するため、付加価値情報創生の3つの具体的研究テーマでは、研究体制の編成や研究計画の立案という研究開発初期の段階から連携を進めた。研究テーマの一つは大型外部資金の獲得にも繋がった。上述の戦略の下、他の研究テーマも、同様の戦術を使って連携強化を図る予定である。なお、連携強化を図る上で、機構の計算環境は重要であり、外部利用の増加も含め、計画的に更新・整備を進めている。

令和3年2月末に第3世代地球シミュレータのリースアウトを迎えるため、次期地球シミュレータの検討及び更新手続きを開始した。検討は、機構内の研究者を中心としたワーキンググループ（WG）を計算機システム運営委員会以下に設置して行った。並行して最新の技術動向調査として令和2年5月から7月にかけて関連企業に対して資料招請を行い、10社から情報提供を受けた。これらの最新情報を基にWGにおいて、機構の中長期計画や他機関との連携、長期的な運用なども視野に入れて、次期地球シミュレータのシステム像を議論した。また情報公開を機構内に対して行い、WG以外の意見も取り入れるよう努めた。WGが結論したシステム像は計算機システム運営委員会に報告し、承認された。承認されたシステム像をふまえて仕様書原案を作成し、意見招請を令和2年10月から12月にかけて行った。意見招請で寄せられた意見をふまえ、システム像を基本的に変えないよう留意しながら、公平かつ競争的な調達が行われるよう調整を行った後に、令和2年5月に入札公告を行った（再掲）。

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 等

(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。

(モニタリング指標)

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

補助評定：S

中長期目標や令和元年度事業計画に定めた取り組みについて着実に実施するだけでなく、計画以上の成果創出が認められたため、特に顕著な成果創出であったと判断し、自己評価を「S」とする。その理由を以下に述べる。

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年に達成すべき想定可能な目標を設定しつつ予期しない新機軸研究や技術開発を期待し、それに向けた令和元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目進展と成果の創出があったと自己評価する。

### ① 挑戦的・独創的な研究開発の推進

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

(イ)柔軟かつ自由な発想に基づく基礎及

とりわけ、「ダークマター微生物の探索と代謝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、長期的な展望と組織的なサポート、そしてさら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、JAMSTEC 研究史上最もインパクトのある研究成果の創出や学術のパラダイムシフトや新しい学術領域の創出を導くような研究成果が得られた。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あった。

また中長期計画における前半3年に達成すべき想定可能な目標達成度に加えて、後半4年でチャレンジする予定であった地球外海洋形成プロセスや地球外生命存在可能環境に大きな影響を及ぼした太陽系形成プロセスや進化史についての挑戦的・独創的な研究の取組においても、計画を大きく前倒しするような萌芽的な研究進展や成果があった。

加えて「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、レーザー加工工学における国内の有力研究者をヘッドハンティングし、その技術力と産とのコネクションを最大限活かすことによって、機構に新しい技術基盤を取り込むとともに、独自の電気化学工学の技術基盤と融合させることによって、これまでにない新しい技術開発・工学領域を切り開き、かつ全く新規な産学官との共同研究を多数開始することができた。

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について、あるいはそれを導くプロフェッショナルな研究者の生き様や研究活動について、様々な方法論で広く一般社会に喧伝し海洋科学への興味や知的好奇心の喚起を促進し、その行為に対する事後分析や実際のベネフィットの獲得（寄付金や民間との共同研究の促進）を積極的に進めたことは、新しい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挑戦的な取り組みと自己評価する。さらにより長期的かつ大局的な研究開発の社会的価値である次世代研究者や関連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り組みを行ったことも期待を上回る成果といえる。

## び挑戦的・独創的な研究

本課題では、将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系理解の創出を最大の目的として、不確実性の高い挑戦的・独創的な研究に取り組む。特に、既に世界を先導する萌芽性や傑出した独創性が認められる「生命の誕生」や「生命と環境の共進化」に及ぼした海洋の役割の理解（重点テーマ①）、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②）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。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

・生命の起源における「液体/超臨界 CO<sub>2</sub> 化学進化説」の理論構築・地質学的証拠の検証を行うとともに、その実験的に検証に向けた液体 CO<sub>2</sub> 実験装置と分析系の確立を行う。

・生命の起源における「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」をサポートする諸素過程の実験的検証を行う。

・冥王代-太古代の大気—海洋環境における炭素・窒素循環の再現に向けた室内実

「生命の起源の場＝深海熱水」説の弱点の一つとされてきた「海水中で有機物の高分子化・組織化が困難であること」を解決する液体 CO<sub>2</sub>—海水—鉱物の境界における有機物の濃集や重合挙動の検証に向けて、今年度は、(1) 海水—鉱物の境界にフォーカスしたアミノ酸濃集・重合進行予測を可能とする熱力学計算モデルを提案、(2) 世界初の天然環境に存在する液体/超臨界 CO<sub>2</sub> の純粋試料の採取に成功し、溶存成分の分析に成功、(3) 実験室内での海水—液体/超臨界 CO<sub>2</sub> 実験装置と抽出・分析系の確立、を行った。次年度以降のより高度な解析が期待できる。

「生命の起源の場＝深海熱水」説の弱点の一つとされてきた「深海熱水環境での有機物の化学進化の実験的証拠が少ないこと」を解決する「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の実証に向けて、今年度は、非酵素学的電気化学原始代謝の諸素過程の成立について実験室内再現実験、特に最重要かつ最難関な反応ステップの実証を進めた。反応を実現しうる地球化学プロセスを模索し、深海熱水噴出孔環境で生じる硫化鉱物と金属との複合体が重要な反応場を提供した可能性を明らかにした。これに関連する総説 1 報(北台、2019) 及び論文 3 報 (Kitadai et al., Sci. Adv., 2019; Astrobiol., 2019; White et al., Astrobiol., 2020)、さらに一般向けの書籍(山岸、高井、2019) を 1 つ発表した。これらの知見を進展させたニッケル硫化物を使った実験では、CO<sub>2</sub> を炭素源とした高効率かつ選択的なチオ酢酸 S-メチルの生成が確認された。この成果について多角的なメカニズム分析した結果をまとめ、論文投稿した。

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、特に化学進化や初期エネルギー

将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系理解の創出を目指す独創的・挑戦的研究課題では、中長期計画における前半 3 年に達成すべき想定可能な目標を設定しつつ予期しない新機軸研究の勃興を期待し、それに向けた令和元年度の研究開発を進めた。

「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」に対しては、当初の計画を上回る研究進展と成果の創出があったと自己評価する。

「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及び活動状況の予測」は他の中長期計画課題であるものの、独創的・挑戦的な研究能力と先鋭的な技術開発力を駆使し、当初の計画を上回る研究進展と成果の創出によって、その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代謝機能の解明及びと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、長期的な展望と組織的なサポート、そしてさら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、JAMSTEC 研究史上最もインパクトのある研究成果の創出や学術のパラダイムシフトや新しい学術領域の創出を導くような研究成果が得られた。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あったと自己評価する。

また中長期計画における前半 3 年に達成すべき想定可能な目標達成度に加えて、後半 4 年でチャレンジする予定であった地球外海洋形成プロセスや地球外生命存在可能環境に大きな影響を及ぼした太陽系形成プロセスや進化史についての挑戦的・独創的な研究の取組においても、計画を大きく前倒しするような萌芽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について、あるいはそれを導くプロフェッショナルな研究者の生き様や研究活動について、様々な方法論で広く一般社会に喧伝し海洋科学への興味や知的好奇心の喚起を促進し、その行為に対する事後分析や実際のベネフィットの獲得(寄付金や民間との共同研究の促進)を積極的に進めたことは、新しい研

験を行うとともに、地質学的証拠を検証する。

・地球外海洋形成プロセスやその物理・化学性質の検証に向けた、「はやぶさ2」による観測に基づいた宇宙における岩石-水反応の理論計算と再現実験による検証を行う。

・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。

一・栄養源代謝に強く関わる炭素・窒素循環の再現、に向けて、今年度は、太古代を通じて起きた大気・海洋 CO<sub>2</sub>濃度の減少と放電や熱水-岩石反応の pH、Eh の変化が、当時の炭素・窒素循環にどのように影響を及ぼすかについて、実験室内再現実験を進めた。大気・海水 CO<sub>2</sub>濃度をパラメータとして、太古代後期を想定した初期条件で想定した放電実験と水熱反応実験を行い、太古代後期のコマチアイト熱水環境における窒素分子とアンモニアの生成フラックスの試算を基に合成コマチアイトと硝酸の水熱反応による窒素分子とアンモニアの収率ならびに反応経路を推定した。

また今年度には、太古代大気-海洋環境の窒素循環を地質試料から復元するため、窒素同位体比に着目した素過程の推定手法の確立を目指して取得した窒素生成物の窒素同位体比データから窒素同位体分別係数の決定し、初期の大気海洋での窒素同位体分布を推定した。太古代の地質試料の窒素同位体比を実測し、上の窒素同位体分布と比較した結果、窒素同位体比が窒素の非生物プロセスでも説明可能なことを明らかにした。

本項目に関連する研究論文 (Usui et al., Phys. Earth Planet. Interior, 2019) 1 報発表し、さらに冥王代-太古代だけでなく、原生代や顕生代における「生命と環境の共進化」に関わる重要なイベントにおける詳細なプロセスを理解する鍵となる新たな地質学・地球化学的証拠を得ることに成功し、研究論文を 6 報発表した。

「はやぶさ2」により地球に持ち帰られる鉱物試料を、その場観測で得られた初期条件を基に熱力学計算によって予測することを目的に、今年度はリュウグウ母天体で起きたコンドライト-水反応を熱力学的に再現する計算方法を確立し、計算に必要な熱力学データベースの構築、水-岩石反応熱力学計算を完了した。次年度以降に、論文化及び実際にリターンに成功した試料の分析結果との整合を行う。

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においては、今年度は 2007 年から 3 つの中長期計画を跨いで続けてきた現場環境再現培養法 (Imachi et al., Sci. Rep., 2019) によって単離に成功した「世界初の Asgard アーキア (MK-D1 株)」の形態・生理・ゲノム解析を進め、MK-D1 株が培養された原核生物として真核生物に最も近縁な生物であることを明らかにした。さらに、明らかになった特徴的な形態や生理・共生機構を基に、真核生物の誕生についての新しい仮説モデル”Entangle-Engulf-Endogenize (E3) model”を提案する論文を Nature 誌に発表した (Imachi et al., Nature, 2020)。本成果は bioRxiv にプレプリントを発表した段階で、世界的なトピックスとなり、Nature、Science、Cell 誌での News として報道され、また Science 誌が選ぶ 2019 年における最も革新的であった十大科学ニュース「ブレークスルー・オブ・ザ・イヤー」の 1 つに選出される程のインパクトのある研究成果であった。本成果は、大きなポテ

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挑戦的な取り組みと自己評価する。さらに、より長期的かつ大局的な研究開発の社会的価値である次世代研究者や関連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り組みを行ったことも期待を上回る成果として自己評価する。



ンシャルを有する若い研究者の個人的な着想と日々の努力、そして長期にわたる組織的なバックアップを基にしたボトムアップ研究が世界の学術研究の潮流に革命的な影響を与える波及効果をもたらすことができるという「基礎研究のドリームサクセスストーリー」のモデルを提示した JAMSTEC 研究史上最大の成果であると断言できる。しかも本成果は、流行の「国際化」とは逆行し、国際的には培養に依存しないメタゲノム解析だけを基にした「ダークマター微生物」や「真核生物の誕生」に関する研究が跋扈する中で、国内の野心的な若手研究者の閃きと有機的連携で、激しい国際競争を勝ち抜いた「純国産論文」であり、独創と先鋭の結晶が真の「国際化」を導くことができることを示した。

国内の野心的な若手研究者の閃きと有機的連携、そして長期にわたる組織的なバックアップを基にしたボトムアップ研究のサクセスストーリーは上記の成果だけではない。今年度は、2005 年から 4 つの中長期計画を跨いで継続してきたインド洋熱水域における現場観測や現場実験、実験室内での分析と実験及び理論計算を統合して進めてきた深海熱水性巻貝「スケアリーフット」の硫化鉄鉱化作用の解明を完了し、スケアリーフットの体内から鱗を構成する細孔を通じて排出される還元的硫黄と体外から鱗を構成する細孔を通じて浸透する二価鉄の反応が常温・常圧では人為的に生成することが出来ないパイライトナノ結晶成長を促し、鱗の成長に伴って鱗最外層に蓄積される」というメカニズムの実証を研究論文として発表した (Okada et al., PNAS, 2019)。本研究成果に至るまでの JAMSTEC や国内研究者の研究は過去から現在にかけて多数の論文が発表されており、今年度は本成果の他に、スケアリーフットを国際自然保護連合 (IUCN) が発刊するレッドリストへの登録に成功している (Sigwart et al., Nature Ecol. Evol., 2019)。世界的に一般社会に広く浸透し、様々な 2 次・3 次創作や商品への展開がみられる「深海のアイドル生物＝スケアリーフット」の学術研究を切り開き発展させ、さらに種の保護にまで及ぶ展開をもたらしたのは、流行の「国際化」や「出口志向」ではなく、国内の野心的な若手研究者の知的好奇心の重奏である。本研究は、その知的好奇心に支えられた 4 つの中長期計画と 15 年に及ぶ基礎的かつ独創的・挑戦的な研究を支える JAMSTEC の研究開発に対する精神と信条の結晶の実例 (今年度 2 例目) と言える。

さらに付け加えるならば、今年度は 2003 年から 4 つの中長期計画を跨いで継続してきたインド洋熱水域における現場観測や現場実験、実験室内での分析と実験及び理論計算を統合して進めてきた深海熱水性巻貝「アルビンガイ」の水素に依存した化学合成共生システムの存在様式の解明を完了し、世界で初めて「水素が豊富な熱水域では水素酸化、水素が乏しく還元的硫黄が豊富な熱水域では硫黄酸化、どちらよりもメタンが豊富な熱水域ではメタン酸化に依存した化学合成共生システムが優占する」という理論予測 (Nakamura &

Takai、PEPS、2014)を現存する熱水化学合成生物で実証することに成功した(Miyazaki et al., ISME J., 2020)。本研究も、知的好奇心に支えられた4つの中長期計画と17年に及ぶ基礎的かつ独創的・挑戦的な研究を支えるJAMSTECの研究開発に対する精神と信条の結晶の実例(今年度3例目)である。

また「暗黒の生命機能の付加した人工生命機能作成技術の確立」に向けて、今年度は新しい研究人材を招致・増強し、人工細胞による生命の3大エネルギー代謝の一つである光合成エネルギー代謝の再構成とフェムトリッター微小流体デバイスを用いた機能未知1遺伝子の機能解析技術の構築を開始した。その成果として、世界で初めて光合成エネルギー代謝を実験室環境で人工的に再現することに成功した論文を発表し(Berhanu et al., Nature Com., 2019: 機構での研究成果ではないが機構に異動後の論文発表)、残る2大エネルギー代謝(化学合成と電気合成)の人工的再構成への道筋を確立しただけでなく、1遺伝子からのin vitroタンパク質発現と機能の定量化を可能にした論文を発表し(Zhang et al., Sci. Adv., 2019)、今後の「1分子・1細胞暗黒の生命機能解析」の道筋を切り開くことができた。これらの新しい独創的・挑戦的な研究方向性が、中長期計画中に我が国が世界をリードする学術領域の創成に繋がる確かな手応えを得た。

これらの特筆すべき研究成果の3例を含む、「航海や陸上の調査に基づく暗黒の生態系の探索と代謝機能の解明及びそれらの生命機能の付加した人工生命機能作成技術の確立」に関する研究論文を30報、及び「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」に関する研究論文を45報、発表した。

地震発生帯の実態把握を目指すために、今年度は昨年度行われた「ちきゅう」による南海掘削カッティングス試料から流体移動特性の測定手法を確立し、深度方向の物性変化の解析を進めた。その結果、地震発生歪蓄積域における、地質試料の間隙径分布と間隙率の深度プロファイルを把握することができ、さらにこれらの測定データから、地下の透水係数を推定する手法を考案し、学術誌に発表した(Kitamura et al., GRL, 2019)。間隙率は、流体移動特性のみならず熱特性や弾性波速度と密接に関連する重要な物性であり、間隙率の深度プロファイルが明らかになったことにより、今後地震発生帯における他の物性を推定できる道が開けた。

また上記論文を含めて本項目に関連する研究論文を18報発表した。

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とその応用を目指して、今年度は、これまでに掘削及び海底調査で世界中の海底の中央海嶺等から採取された試料を用いて、火山ガラス中の水・フッ素等の希発性物質、微量元素、同位体比の包括的な分析を行った。その結果、これら火山ガラスを作った現在のマントルには地球初期の水に関する情報が残されているこ

・掘削調査等で得られたデータの解析を通じて地震発生帯浅部の物性プロファイルを決定するとともに、地震発生帯浅部の掘削試料の力学・流体移動・熱特性に関する予察的実験を行う。

・これまでに掘削及び海底調査で採取された火山岩試料について網羅的な揮発性物質とその同位体比の分析を行う。

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。

とが判明し、初期マンツルの含水率は現在の上部マンツルより7倍程度高かったと見積もられた (Shimizu et al., Chem. Geol., 2019)。本研究成果は、極微小領域・超高精度化学分析技術によって現世のありふれた火山岩試料から「生命の起源や初期進化」を支えた初期地球の環境条件を再現することを可能とする画期的な技術革新の適用例と言える。さらに今年度は、火山ガラスの水素同位体比、硫黄同位体比の測定技術の開発を行い、火山ガラス表面の局所分析でそれらの同位体比を精密に測定することに成功した (Shimizu et al., Geochem. J., 2019)。本成果も、地球史における全地球レベルの水や揮発性物質の大循環を理解する上で大きな鍵となる技術革新と研究例であり、上記2つの研究論文は特筆すべき研究成果として挙げるができる。

また上記論文を含めて本項目と極微小領域・超高精度化学分析技術の開発に関連する研究論文を12報発表した。

中長期計画にある「若手人材の育成」の達成に向け、「保有ファシリティ等を活用した先端研究現場体験とその経験に基づく若手人材の海洋分野への強力な興味喚起及び動機付け」を利用した取組として、平成31/令和元年度より若手人材育成航海（若手人材育成プロジェクト）を開始した。当該年度においては、「しんかい6500」・「よこすか」による潜水調査航海を実施した。全国から大学1年生～3年生相当対象に参加者を募った結果、7名の定員に対し224名の応募があるなど、実施初期から想定を超える反響があった。また、航海中の模様は、2019年11月にNHK「プロフェッショナル～仕事の流儀～」で放映され、参加学生の成長した姿と「しんかい6500」への想いが多くの視聴者の共感につながり、更なる大きな反響を呼んだ。本航海の成果や纏めについて、JAMSTECのホームページに詳細なレポートを発表した。

([http://www.jamstec.go.jp/j/about/hr\\_cruise2019/#report](http://www.jamstec.go.jp/j/about/hr_cruise2019/#report))。本取り組みは、参加学生の将来のキャリア選択や進学専門課程の決定等だけでなく、科学研究に対する意義や役割といった科学リテラシーに大きな影響を与えた。実際、本航海がきっかけとなって、深海熱水域における微生物生態系の研究を卒業研究のテーマに選んだ学生が3名、個人的な研究を進めた学生が1名であった。

その他、中長期計画にある「若手人材の育成」の達成に向けた中長期的な取り組みとして、今年度には超先鋭研究開発部門で、182件の機構外アウトリーチ・エデュケーション事業を行った。ただ講演や授業を行うだけでなく、その行為がどのような効果をもたらしたかに対する事後評価を含めた取り組みを行っており、中長期的な効果を自己評価する予定である。

超先鋭研究開発部門のアウトリーチの特色として、超先鋭研究プログラムは知名度と特色を活かした企業向けや高校生向けの講演やウェブ・SNSによる「一般向け裾野開拓」、超先鋭技術開発プログラムは先端工学技術とコネクションを活かした新規企業や国プロへの

「顧客開拓」、高知コア研究所は地元の結びつきを重視した「地方創成的なおらが研究所戦略」、を挙げることが出来る。特に高知コア研究所の地元メディアへの積極的な発信（20件以上のTV・新聞への発信）は、今中長期計画での意識改革の成果であり、「地震津波碑の保全と3D デジタルアーカイブ化」と「南海地震による集落水没伝承の科学的検証」は学術研究（Tanikawa et al., 2019）と自治体及び地域住民を巻き込んだ学術研究への興味喚起及び社会資本として防災意識の向上活動を連動させた特筆すべきアウトリーチ・エデュケーション成果として挙げることができる。

その他の挑戦的・独創的な研究の取組として、地球外海洋形成プロセスや地球外生命存在可能環境に大きな影響を及ぼした太陽系形成プロセスや進化史を、JAMSTEC の有する学際性や再現実験装置、超高精度・高分解能分析技術を駆使して、挑戦的・独創的な研究を展開している。今年度は、高知コア研で確立された分析技術をすでに採取・保存されている様々な隕石試料等の構成成分に適用することによって、太陽系形成論に対する新たな物質的証拠を提出することに成功した。Nature Astronomy に発表された研究論文1報（Fujita et al., Nature Astronomy, 2019）の他、関連する研究論文6報を発表した。

さらに今年度には、地球外海洋や地球外深海熱水活動を有し、太陽系内天体の中で最も地球外生命の存在可能性が大きな環境の一つである土星第2衛星のエンケラドスの深海熱水活動における前生物学的化学進化を、JAMSTEC 横須賀の高温高圧反応装置と最先端 LC/MS 装置を用いて実験室内で再現・分析することに成功した。関連する研究論文を1報（Takahagi et al., Mar. Geol., 2019）発表した。

#### （ロ）未来の海洋科学技術を築く挑戦的・独創的な技術開発研究

本課題では、海洋科学技術を革新するような成果の創出を最大の目的として、不確実性は高いものの、既存技術の発展的延長に因らない挑戦的・独創的な技術開発研究に取り組む。特に、従来からの調査・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。

平成31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・独創的な技術開発課題でも、中長期計画における前半3年に達成すべき想定可能な目標を設定しつつ予期しない新機軸技術開発の勃興を期待し、それに向けた令和元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・独創的な技術の開発」に対しては、レーザー加工工学における国内の有力研究者をヘッドハンティングし、その技術力と産とのコネクションを最大限活かすことによって、機構に新しい技術基盤を取り込むとともに、独自の電気化学工学の技術基盤と融合させることによって、これまでにない新しい技術開発・工学領域を切り開き、かつ全く新規な産学官との共同研究を多数開始することができた。計画を上回る進展と成果が

・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手法の検証とスケール防護技術コンセプトの実証実験を行う。

・生物電気化学リアクター技術による天然ガス田かん水の効率的利活用にむけた実証実験を進める。

・岩石に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象の実験による検証を行う。

・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要素分析技術の開発を進める。

・高温高压高間隙水圧条件下における岩石物性実験の改良・先鋭化を行う。

・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

今年度は、テフロン系樹脂(ETFE等)とタービンプレード用鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工手法の探索と接合条件の決定を行うとともに、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コンセプトの実証実験として、実験室内のビーカースケールでの電解によるスケール除去の予備的な実験を行った。いずれも熱水利用技術開発に向けた着実な研究進展があった。

ラボ及び天然ガス田分離槽において、10Lのパイロットリアクターを用いて印加電圧・流量・CO<sub>2</sub>吹き込み・電極素材や電気微生物植種の影響についてテストを行った。流量の影響とCO<sub>2</sub>の影響が顕著にみられたことから、電気メタン生成反応を用いたCarbon Capture and Utilization(CCU)を地上で行う事の優位性が確定したため、特許化への準備を行った。

岩石(コンクリートを含む)に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象(温度計測・溶融現象把握・物理特性)を実験にて検証した結果、鉄筋のコンクリートにおける鉄のセルフパニングがガラス化に対しプラスに働くことを明らかにした。

フォトンファクトリー(つくば)において、岩石中に普遍的に含まれる斜長石を放射光XAFS法で分析した。その結果、斜長石に含まれる鉄の化学状態(価数、配位数)を1ミリメートル以下の微小領域について知ることができるようになり、岩石形成時の地磁気獲得メカニズムの理解に向けて前進した。本技術開発に関わる研究論文を1報発表した(Nakada et al., G-cube, 2019)。

また、二次イオン質量分析計(SIMS)を用いた固体試料微小領域の硫黄同位体比分析法の開発に取り組んだ。その結果、硫黄の全安定同位体(硫黄32、33、34、36)の分析法が確立され、太古代の表層環境を目指した試料等への適用が可能となった。

震源域の含水条件における地震断層運動を再現できる実験技術の確立を目指して、Griggs型高温高压変形試験機に流体圧を制御するための仕組みを世界に先駆けて導入し、予備試験を行うことができた。また、含水条件と比較・対比するための無水条件における地震断層レオロジーを、論文として公表することができた(Okazaki & Hirth, Tectonophys., 2019)。さらに、掘削せん断強度から岩石強度を推定するためのキャリブレーション試験をするための技術開発に成功し、その概要を論文として報告した(Hamada et al., 2019)。この技術は、掘削によって地震発生帯を掘削することが可能となれば、地震歪蓄積度を精度よく推定する上で欠かせない成果であり、海域地震火山部門の目標である「地震発生帯の実態把握」に繋がると期待される。

実験用水槽での実験において、ラインレーザーが「江戸っ子」のガラス球越しでも変形しないことを確認したほか、「江戸っ子325」が撮影した複数海域で録画した画像から濁度を算出できる手法を開発した。また、AIによる海洋生物の認識・分類法確立にむけた機械

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・超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・超高精度化学分析を高度化させ、多くの地球科学・生命科学分野への応用研究を進め、研究論文の発表だけでなく、多数の産学官との共同研究の展開に至った。この項目においても計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

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や新規装置を重層的に組み合わせたマッピングシステムの構築が計画を上回る進展と成果をあげた。

「地震断層運動再現実験と沈み込み帯深部物理・化学反応プロセスの解析手法の開発」や「その他の挑戦的・独創的な技術開発の取組」においても着実な進展と成果があがりつつある。

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。

・ 深海生物の飼育に向けた環境制御型実験環境の整備と飼育環境保守技術の開発を行う。

・ 既存あるいは新規調査航海での磁力探査データを使った 3 次元海底下構造イメージング手法の開発を行う。

・ クランプドメタン分析技術の確立と調査航海に基づく技術実証を進める。

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、産学官との連携・共同研究を促進する。

#### 【評価軸】

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

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

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

#### 【関連指標】

(評価指標)

・ 中長期目標・中長期計画等で設定した研

学習用教師データも取得した。さらに、特許協力条約に基づいて「画像記録方法、画像記録プログラム、情報処理装置及び画像記録装置 (17P017SPCT)」及び「連結水中探査機 (17P018SPCT)」の国際出願を進めている。

本項目に関連する研究論文を 1 報 (Reimer et al., Front. Mar. Sci., 2019) 発表した。

環境制御型実験環境の整備にむけて、海洋酸性化実験を行うための pH-水温制御水槽の構築・改良を実施し、海洋における主要な石灰化生物である有孔虫の再石灰化に成功した。また共生二枚貝類の飼育を目的としたメタン添加水槽の改良・構築を行った。飼育環境保守技術の開発を目的に、顕微鏡下において環境を制御した加圧観察実験を目指した基礎的試験を実施した。

熱水活動域の海底下 3 次元構造の高精度可視化を目指して、沖縄トラフや伊豆小笠原弧を対象に、船舶及び AUV 等による地球物理調査で得られた地磁気、重力、自然電位等のポテンシャルデータを編集・複合解析した。また、曳航型精密磁力計システムの製作のため、システム構成、曳航方法等のオペレーション上の検討に加えて、機体磁気ノイズの補正方法等のデータ処理上の課題など観測システムの仕様検討を行った。

メタンクランプトアイソトープ分析の自動化を目指して、メタンの前処理 (抽出)、導入・測定システムを構築し、自動化を確立した。また、天然試料 (高濃度メタン) の分析を実現した。

これらの研究開発を踏まえ、技術開発とその応用研究開発を目指して、産学官連携 (NEDO や JST、国際機関) からの受託研究、民間企業との共同研究や国内外の大学や学術機関との共同研究を展開した。さらに、独創的・挑戦的な研究や技術開発や、その応用研究開発に賛同した一般人から特定用途寄付金を得た。

その他の挑戦的・独創的な技術開発の取組として、「はやぶさ 2」やその他の地球外天体探査により地球に持ち帰られる貴重な鉱物試料に対して NanoSIMS で微小領域の分析を行うための、大気非暴露試料搬送機構の開発が完了し、実用化にまでこぎつけた。特許化の検討を北海道大、カメカと進めている。

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及び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

（モニタリング指標）

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：111 本
- ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：10,048 回の内数  
※2015 年から 2019 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,840 本）が 2019 年に引用された回数
- ・共同研究件数：21 件
- ・特許出願件数：11 件

補助評定：B

中長期目標や令和元年度事業計画に照らし、本項目による成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な実施状況であると考え自己評価を「B」とする。その理由を以下に述べる。

本年度は、新たな中長期計画の開始の年にあたるため、年間の成果以外にも、取り分け今後の計画の方向性や目標を組織として明確にすることに重点を置き、組織運営を行った。

機構全体の組織改編にともない、これまで船舶の運用を行ってきた 2 つの組織がもつ強みを活かす組織に生まれ変わることを目指し、新たな 1 つの組織を立ち上げた。船舶等の研究プラットフォームの安全で効率的な運用は機構の基軸であり、さらに国際的な運用を強く意識した目標を加えた。今年度は海洋調査プラットフォームの通常の安全運用に加え、国際供用の機会を獲得したことは、具体的かつ大きな成果である。今後、交付金以外の資金を用いて調査研究を継続するための、1 つのモデルとなることが期待できる。

技術開発に関しては、機構外の関係機関との技術的な連携強化を進め、研究開発の最大化と併せて社会実装に向けた共創を図ることを共通認識とし、技術開発の方向性や標準化などを目標に進めている。

今後の AUV/ROV 等も運用の方向性を定め、開発方

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。

#### (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。

平成31年度には、以下の事項を実施する。

・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、一次ケーブルの評価を進める。また、研究者の観測を支援するための自動観測システムをROVに搭載するために、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するための基本設計を進め

「今後の深海探査システムの在り方について」による提言に基づき、機構の深海探査システムの開発については、令和元年7月に第6回次世代深海探査システム委員会を、令和2年2月に第7回次世代深海探査システム委員会を開催し、外部委員の方々に機構が進める開発の進捗について報告し、今後の開発スケジュール、そして、7,000m以深AUV、光電気複合ケーブルに頼らない新コンセプトのビークル開発について了承を得た。

一次ケーブルについてはケブラーに代わる新素材の評価を進めるとともに、ケーブルのシミュレータの開発に着手した。また一方で、一次ケーブルに頼らない深海探査システムについて、新しいコンセプトを機構内セミナーで研究者から意見を取り纏めた。

研究者支援に繋がるROV映像の自動検出技術については、ROVオペレータからの意見を集約して、機構内のAIを用いた画像処理研究者と意見交換を実施し、別途開発中のAI画像処理ソフトの適用を検討した。

針を明確にしたことは、今後の機構における研究開発に貢献する。また、様々な新規観測・監視センサーやデバイス開発、さらには高性能海中通信機器の開発や応用を通して、標準化構築を進めている。例えば、米国ウッズホール研究所などの海外研究機関や国内AUV製造5社等との協働により、製品化や特許取得なども行われていることは、特筆すべき成果と言える。音響通信分野、大深度掘削技術分野、深海AUV技術など今後の発展と世界をリードする技術開発が十分期待できる。

一方、研究船における事故も発生しており、今年度新たに作成したHSQE-MSを基軸に、さらなるマニュアル(手順書)の整備とリスクの事前把握などに努め、より安全で効率的な研究航海を目指していく必要があると認識している。

AUV/ROVの将来像を明確にし、その開発に着手した。産学官の関連機関とも連絡・調整が図られ、オープン化、標準化に向け、着実に進んでいる。

観測デバイスの開発に関する基礎実験等は着実に進んでいる。ユーザーズを的確に把握し、開発の方向性も定まっている。

音響通信技術は、着実に高機能化が図られ、また国際展開も具体的に開始されたことは大きな成果であり、海中通信技術に関しては、産学官が注目するイノベーション創出につながると期待される。



る。また、4,000m級 AUV の機能向上を実施し、地震発生が想定される海域での地形観測に関する精度検証を実施する。加えて、7,000m 以深対応 AUV の設計を行う。

- ・海洋調査プラットフォーム技術開発の自動化、省力化、小型化の促進を実現するため、AUV を制御するソフトウェアのオープン化に係る企画及び設計を進める。また、このオープン化を検証するためのシミュレータ環境を整備する。さらに、海洋ロボット搭載品の標準規格化を目指し、企画及び設計を進める。
- ・海洋調査・観測技術の高度化や海洋調査プラットフォームの効率的運用の実現を目指し、4,000m 程度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」ランチャーを用いずに「かいこう」ビークル単独で運用する試験を実施し、課題の抽出等を行う。
- ・今後観測の広域・無人展開を行う上で必須となるセンサ（特に、試薬を使う化学センサ）の小型化に資する技術として、マイクロ流体システムに着目し、多目的観測小型フロート (MOF) や多目的観測小型グライダー (MOG) に搭載が可能な程度の小型センサに向けた基本技術の検討に着手する。また、MOF や MOG に搭載可能で、生態の検出などにも応用可能な微小電気信号検出による汎用環境センサの開発に着手するとともに、これらのセンサ搭載のため、MOF、MOG の機体の改良を進める。さらに、係留方式による強潮流域観測技術に係る基本技術の検討に着手するとともに、パイ代替技術の確立に向け MOF とフラックス計測グライダーの長期安定計測のための信頼性向上、フラックス計測グライダーの堅牢性の向上、また回収/投入時の省人化に向け

7,000m 以深 AUV 開発のための実証機である、4,000m 級 AUV 「AUV-NEXT」については、本年度 3 回の海域試験を実施した。地形計測に関する精度については、海上保安庁海洋情報部と今年度 6 回の会合を経て、精度検証のための計測項目等の抽出を行った。

7,000m 以深対応 AUV については、機構内関係者との協議の結果、海溝型巨大地震発生海域として、今後調査予定である日本海溝の海底を詳細にマッピングすることが可能な設計仕様で進めることとした。日本海溝の水深を踏まえ、最大対応深度を 8,000m とする航行型 AUV の基本設計を行った。

国内の AUV 製造会社 4 社、AUV の研究を行っている大学、防衛装備庁、海上技術安全研究所、内閣府、機構による「無人探査機制御システムに関する情報交換会」を年間 3 回実施し、AUV 搭載品の標準規格化、ソフトウェアのオープン化について議論を開始した。

ソフトウェアオープン化を検証するための AUV シミュレータを開発した。

海洋調査の高度化、効率化のための、「かいこう」ランチャーを用いない「かいこう」ビークル単独運用に向けてビークルの改造、操縦・監視装置を製作した。令和 2 年 3 月に「新青丸」に搭載して岸壁で着揚収の安全性を確認した後、およそ水深 2,000m まで潜航させ、ビークル適合性、自動制御を含む運用データを取得すべく潜航試験を安全に実施するとともに、操縦ソフトウェアの課題を抽出した。

マイクロ流体システムの開発で、設計から製作までを機構内部で実現できる環境を整え、これを利用して実海域利用に向けた基本技術として、自動サンプラーを開発し、製作を行った。

汎用環境センサの開発に向けて、環境から発せられる多くのノイズを含んだ微小信号データから、意味ある信号データを取り出すために有効な回路設計について、検討を行った。

強潮流域観測技術に関わる基本技術として、海底から表層間の水中データ伝送に導入する小型音響中継器について、基本特性評価を行った。

MOF の信頼性向上、フラックス計測グライダーの耐候性強化を実施し、課題は残るものの、一定の成果を得た。

採水作業自動化について、サンプリング手法を比較・評価等の基本技術検討し、既存の採水器に着用可能で、揺れる洋上でかつ既存の採水スペースで利用可能な方式を選出した。

紫外線 MGPS 実用プロトタイプについては、太陽電池給電付きかつ、それ単体で設置することが可能なものを製作し、岸壁耐久試験の実施に向けた準備を完了した。

た技術開発・改良を進める。加えて、船上の観測省人化に資する技術として、採水作業自動化等の実現のための基本技術検討を行うとともに、紫外線生物附着防止システム(紫外線 MGPS)の実用版の基本技術を完成させる。

- ・海水の電気伝導度等のトレーサブル確立に向け、まずは検定の不確かさを求めるための基本技術の検討に着手する。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に着手する。
- ・CLIVAR<sup>1</sup>/GOOS<sup>2</sup>に貢献するため、インド洋 RAMA ブイ網 3 基ならびに西太平洋トライトンブイ網 3 基の設置・回収航海、ならびにこれに伴う事前・事後整備を実施する。また、ブイ網のリアルタイムデータなら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、新規にフラックス計測グライダー1基、MOF1機以上の実海域運用に向けた整備・改良を実施する。加えて、MOGの整備・運用を行い、取得データを提供する。
- ・深海域における海中プラットフォームとの通信測位システムについて、通信と測位を統合化し、高速化・高精度化するため、シミュレーションによる机上検討を行い、性能予測を行う。
- ・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ついて、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。ま

海水電気伝導度のトレーサブル確立に向け、検定で最も基本となる使用媒体(海水、人工海水、NaCl水)の違いによる検定特性について、比較検討に着手し、イニシャルデータの取得を行った。

インドネシア共和国技術評価応用庁(BPPT)の研究船及び海洋地球観測船「みらい」を用いて、インド洋 RAMA ブイ網 3 基並びに西太平洋トライトンブイ網 3 基の設置・回収や事前・事後の整備を実施し、観測網を維持した。また、観測中のブイデータを逐次公開した。今年度導入した新規のフラックス計測グライダー1機、MOF3機、MOG1機の実海域運用に向けた整備を行った。

通信との統合化による測位の高精度化に関してシミュレーションによる机上検討を行った結果、現状のバルスによる SSBL 測位よりもランダム誤差を抑制し、測角精度を向上できる可能性が示された。通信の高速化に関しては、スピンオフ成果として開発した「しんかい6500」用高速通信装置(画像伝送装置)と同型機をフリーフォールカメラシステム 11K(フルデプスで運用可能なランダーシステム)に搭載し、深度 9230m から 69kbps という既存のレベルを大きく上回る世界最高性能の通信速度を達成した。また、ウッズホール海洋研究所(WHOI)からの要請で、有人潜水船アルビンに同装置を試験的に搭載して実験を行い、音響通信による画像伝送に成功した。電磁波の海中伝搬特性について、計測とシミュレーションを実施し、海中での送受信に適性があるアンテナ構造を見出した。これにより、海中伝搬時の損失を低減した効率のよいシステムを組むことを可能とする基本技術を構築し、海中での電磁波利用に有用性があることを検証した。

<sup>1</sup> Climate and Ocean Variability, Predictability, and Change (気候の変動性及び予測可能性研究計画) : 全気候システム内の海洋と大気の相互作用の役割に焦点を当て、地球の気候システムを観測、再現、予測することを目的とした研究計画

<sup>2</sup> Global Oceans Observing System (世界海洋観測システム) : 様々な観測ネットワークの協働により全球海洋を統合的・持続的にモニタリングするための全球海洋観測システム

た、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、シミュレーションを実施し、実現可能性を検証する。

#### (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、海底下地帯生命圏の探査や機能の解明、将来的なマントル掘削等の実施に向け、大水深・大深度での掘削技術やその関連技術、孔内現位置観測に係る技術の確立が重要である。そのため、それらの科学的ニーズを把握するとともに、必要な技術開発項目を抽出の上、実行可能な開発計画を策定し、段階的に実施する。

平成 31 年度には、以下の事項を実施する。

- ・ マントル掘削に向けた必要装置の把握と運用技術の洗い出しから、既存機器の市場調査を行い、サブシー機器及びコアリングシステムの全体構成を検討する。
- ・ 通信機能付きドリルパイプの非接触通信基本特性の把握を行う。また、インフォマティクス掘削に不可欠な掘削データ取得装置の開発を行い、過去の掘削データを用いた機械学習による掘削地層特性や異常検知などの予測モデルの構築を行う。さらに、大深度掘削で問題となるドリルパイプダイナミクスの数理モデル構築を行う。

#### (ハ) 海洋調査プラットフォームの整備・運用及び技術的向上

機構の保有する海洋調査プラットフォームについて、各研究開発や社会からの要請に応じて安全性、法令遵守を担保しつつ安定的に運用するために、各プラットフォームの経過年数や耐用年数等も考慮しつつ、継続的な機能向上に取り組む。そのため、既存の手法・技術と (イ) 及び (ロ) により開発された技術や先進的な技術の融合を図ることにより、スマートな海洋調

各候補地で異なる掘削難易度を左右する要素（超大水深、超高温、掘削許認可難易度と全サイトで問題となりえる超硬岩層の長距離掘削）について、市場技術を用いた場合の技術的な難易度について比較検討した。

掘削技術・機器の市場調査を行い、マントル掘削に必要な技術・機器の洗い出しのほか、予算・期間・工程等について検討を行った。通信機能付きドリルパイププロトタイプを用いた陸上試験及び及び数値シミュレーションにより、非接触通信基本特性の把握を行った。また、インフォマティクス掘削 (AI 掘削) に向けて掘削データ取得・伝送装置の開発を行うとともに、過去の一つの掘削航海のデータを取得し、ディープラーニングを主とする AI による掘削地層特性や異常検知の可能性を示唆する結果を得た。

ドリルパイプダイナミクスのうち Stick-Slip の数理モデル化を行ったほか、大深度掘削で問題となる Slip-Crush 対応の新しい掘削ツールの概念設計を実施した。

#### (安全性、法令遵守を担保した安定運用)

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。

- ・ 船舶等の安全運用の基本となるリスクアセスメントの重要性について、周知を強化するとともに、全航海を対象としたリスクアセスメントを実施した。
- ・ 全乗組員等への安全眼鏡等の支給を開始するなど、必ずしも完全に普及しきれていない個人保護具の必要性について、所内周知を強化した。
- ・ 従来「ちきゅう」において浸透していた掘削船の安全文化につい

着実に開発が進められている。一部、産学官連携での共同研究も開始しており、今後の着実な進捗が期待できる。既存データの有効活用により、ユニークな研究成果が期待される。

7 船の運用に同一手法を用いて、安全航海を担保する試みがなされ、その成果が現れている。接触事故、墜落事故は原因究明と対応策が、運用委託会社も含め徹底されている。国際的な運用に関しても、関連組織との情報共有や調整などにより、具体化している。また「ちきゅう」に関しては、SCORE やラボの供用などに資し、利用拡大に貢献している。個別の調査機器の調整、不具合対応なども適宜行っており、改善がなされている。将来のあるべきフリ

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。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、平成31年度末から始まる定期検査工事及び大規模修繕工事の準備を進め、法定検査を完了させる。また IODP の国際枠組みの下、ちきゅう IODP 運用委員会 (CIB) を 6 月に開催し、議論及び助言を受けて、今後機構が策定する科学掘削計画について推進させる。9 月には IODP フォーラムを開催し、IODP の国際ファシリティーボードへの活動に関する意見交換、アドバイスの場を提供する。

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

具体的には、研究船上における老朽化した研究設備、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。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、SIP の技術開発に協力することで産学官連携の強化を図る。

て、他船の乗組員等に紹介するとともに、船員同士の交流を図る取組を実施した。

- ・安全教育の基本となる安全衛生・環境・品質マネジメントシステム (HSQE-MS) の導入に向けた所内向け教育を実施するとともに (受講率 88%)、実施したマニュアルの最上位マニュアルを完成させた。本マニュアルの体系的かつ継続的な運用を目指し、今後は下部に位置付けられる各部における作業手順書等の充実を図る。
- ・新型コロナウイルス感染への対策として、新型コロナウイルス感染症対策として、機構船舶全船に対して 2 月中旬より水際対策を指示し、かつ乗船・訪船基準を明確にし、遅延なく必要な対応を行った。

(機能向上)

「かいめい」に搭載された 40m ジャイアントピストンコアラー (GPC) について、コアパレルやフォークアーム等の改造を実施し、本年 2 月の「かいめい」GPC 試験航海にて 40m コア採取に成功した。また、同船に搭載する BMS について、より高精度なセンサを海底下に設置できるように改造を行ったほか、パワーグラブについて、目標海底の視認能力を高めることを目的とした改造に着手した。

「新青丸」「かいめい」について、船陸間のデータ通信等に使用する衛星通信装置を換装、従来に比べ通信環境の向上が図られた。

船舶の運用・共用に関して、水産関係者との調整業務を推進し、漁業操業との競合を最小限に抑えるとともに、天候等によるダウンタイムを最小限に抑えるための研究航海データベース改善を行い、共同利用課題と所内利用課題の運航計画を効率的に策定し、稼働日数の確保に努めた。

「ちきゅう」は造船所へ回航する航程を利用して、機構と日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) が共同で実施する「地球深部探査船『ちきゅう』を用いた表層科学掘削プログラム (SCORE)」の一環として、効率的に調査活動を実施した。東京大学と産業総合研究所も参画した Leg1「南海トラフ東海地震の特殊な発生パターン：巨大地震と海嶺沈み込みの関係」、神戸大学も参画した Leg2「鬼界海底カルデラにおける大規模カルデラ噴火と溶結凝灰岩の噴出サイクル」ともに科学目的を達成する掘削を成功させた。その成果について、参画研究機関と共同で速報のプレスリリースを行った。

「ちきゅう」は、1 月に佐世保重工業に入渠し、約半年間にわたる検査工事及び大規模修繕工事を開始した。

IODP の国際枠組みの下、ちきゅう IODP 運用委員会 (CIB) を 6 月に開催し、「ちきゅう」による科学掘削計画に関する委員の助言を受けた。また 9 月には大阪にて IODP フォーラムを開催し、2023 年以降の科学掘削計画の国際枠組みに関する意見交換の場を提供した。

昨年度から開始した「ちきゅう」を観測プラットフォームとして使用するプログラム (Chikyu Add-on Program: CAP) において、観測データを公開する枠組みを地球情報基盤センターと連携して確立

ート構成や船員の働き方改革などについても議論が進められ、効率的かつ着実な業務運営がなされている。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

・結果として、目標としていたプレート境界断層へは到達できなかったが、今後行われる各方面の外部専門家による厳格なレビュー結果も踏まえ、機構として、設定目標の妥当性、未到達の原因究明と改善のための議論・解析を十分に尽くしていくことを求める。また、類似プロジェクトの検討に当たっては、単に技術面での課題の克服だけでなく、安全面やコスト面等の様々な観点からの課題をも十分に検討し、慎重に進めていく必要がある。

し、最初の観測メタデータ（2件）を JAMSTEC データカタログ上で公開した。

「ちきゅう」研究区画では科学サービスの品質を維持・向上するため、老朽化した機器や耐用年数が近づいた部品について、予算状況を踏まえながら計画的に換装しており、本年度は地球化学系分析装置の換装や X 線 CT スキャナーの管球換装を行ったほか、来年度一部換装に向け、非破壊コア物性計測装置の国産化に着手した。また、1月からの「ちきゅう」定期検査（ドック工事）に合わせて設備の改装・換装を計画し、研究用ガス配管の換装や X 線ラボの冷却性能強化、X 線 CT スキャナーラボの遮蔽強化などを行っている。また、ラボの有効利用として、停船中に陸上掘削試料（ICDP 計画によるオマーンオフィオライト掘削試料）の分析に供用した。

機構の研究船を使って得られた地質試料に IGSN（International Geo Sample Number）を割り振る検討を開始し、機構内外の関係者を集めて2回の会合を実施した。

SIP による南鳥島周辺での地質試料採取に協力し、周辺地質の解析と、将来の揚泥作業に向けた堆積物の物性計測試料採取を採取することに協力した。

【主な措置内容】

プレート境界断層へ到達できなかった結果を受けて、今年度は外部コンサルタントを活用した技術レビュー並びにプロジェクト管理に関する外部評価を実施した。

技術レビューは、第三者の独立した視点によって、純粋に技術に特化した評価を行うため、世界の石油業界が活用するコンサル会社の中から技術提案によりレビュー会社を選定した。実際の掘削データを提供し、同社とのミーティング、同社による関係者への個別インタビューを行い、IODP 第 358 次研究航海で起こった主要な問題を洗い出して以下のような根本原因を推定した。

- ・掘削孔周辺にダメージが既にある地層の孔内不安定を過小評価していた。
- ・リスク軽減策が機能しなかった。
- ・コストやスケジュールの制約により、バックアッププランが十分でなかった。

さらに、推定した根本原因から、不安定な地層における掘削リスクを最小化するための技術的対応について、今後への提案を得た。

プロジェクト管理に関する外部評価・助言委員会については計 4 回開催し、計画立案段階での目標設定の妥当さ、行うべきタスクや想定されるリスクの洗い出し、オペレーション前と後の意思決定プロセス等に関して検証が行われた。また関与した機構職員へのアンケートや役員・幹部職員からのヒアリングから反省点が抽出され、

・本項目では、船舶・深海調査システムを高効率に運用するために開発・運用部門として具体的にどのような取組（工夫や改善）を行ったのか、それによりどのような効果をもたらしたのかについて、何らかの指標を設定して他機関とも比較しつつ客観的に自己評価するよう求める。

#### 【審議会及び部会からの意見】

・海底調査実施に関する中長期的な計画は検討されているが、今までのやり方と比較して大きな変化は見込まれない。調査法について新しい可能性に関する検討はやや不足している。水中ドローン（AUV）の積極的な運用など根本的な見直しを検討する時期である。機構は必要な検討を開始しているが、更なる具体的な対策を講じることが急務である。

マネジメント体制の構築、予算構造上の制約への対応、人材不足への対応についての助言を得た。さらに、他の独立行政法人におけるプロジェクトマネジメント手法についても参考事例として紹介がなされ、今後はこれらの提案や助言を踏まえて、機構での大型研究プロジェクトのマネジメント体制を検討する。なお、「ちきゅう IODP 運用委員会」（6月開催）では、約半年間にわたる大水深・大深度

掘削を事故無く行ったことは、世界の掘削技術レベルからも大きな成果であり、世界一深い深度（科学掘削としての世界記録：海底下3,262.5m）の掘削の達成により、未踏の地の試料採取、データ取得を達成していることは、科学コミュニティから高く評価された。

船舶・深海調査システムの運用効率化のため、以下の取組を実施した。

・情報管理の一元化や航海開始までの所内プロセスの効率化、そして安全管理体制の強化を目指し、世界の多くの海洋科学調査船運航機関で導入されている MFP (Marine Facilities Planning: 研究船運航計画統合システム) の本格導入に向けて、毎年開かれる研究船運用機関の会議である IRSO (The International Research Ship Operators: 30ヶ国49機関が参加) 内のワークショップにおける意見交換を踏まえつつ検討を開始した。また、本会議において、研究航海の効率化運用の基礎となる安全管理ワークショップの提案を行い、次回以降の当該セッション開催が了承された。今後も IRSO 等のネットワークを活用し、従来のような航海日数のみによる評価指標ではなく、客観的な自己評価を行えるよう、適切な指標について検討を継続する予定。

・機構で現在運用している調査船、調査機器などを見直し、機能の統合や効率化を念頭に、調査プラットフォームの統廃合指針を示し、一部実施に移した。

今後の海洋観測法として求められるのは、無人観測及びリアルタイム長期観測の強力な推進と、船舶でしか成し得ない高精度かつ高度な観測とを分類し、それぞれの特徴を生かしてシームレスかつ効率的に進めることである。これを踏まえ、以下の取組を行った。

・AUV を利用した完全無人化による深海域調査（水深7,000m以深）の実装を目標に、高精度の海底マッピングが可能な AUV の設計を開始した。母船に頼らず、沿岸から目的地まで自力で往復し、調査することが可能な AUV（一部国際コンペティションで実証済み）による長距離自動観測を目指し、今年度は所内研究部門と調整の上、観測潜航を実施した。来年度以降はこの海域をターゲットとした長距離自動観測試験を実施する。

・国内の AUV 開発に関係する産学官の機関で構成した情報交換会（コンソーシアム化の予定）を設立し、AUV 搭載機器の共通化、ソフトウェアのオープン化、海底地形データの品質統一のための補正手法等について議論を開始し、国際標準化を目指す。

・航海日数減の原因となる受託分航海日数が、平成30年度分で438日、ここ5年間で最も少なくなったのは課題である。船舶等の運航は機構の主要な業務であり、持続可能な体制をいかに築くかについて、文部科学省も関与して検討する必要があるのではないか。将来的な調査観測システムの在り方を含めて、10年後、15年後も機構のミッションを遂行できるような財政基盤、体制の構築を検討していただきたい。

#### 【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

第4期中長期計画の初年度にあたる今年度は、船舶等の運航を所管する部署を統合するとともに、船舶の運航委託契約方式や管理方法の統一化を進めるなど、船舶等の安定的な運用を目的として、組織再編を含めたガバナンスの強化を図った。また、持続的な研究体制を構築するため、研究船の最適フリートミックスや新概念ブークル、そしてROV観測作業のAUVによる代替等について検討を開始し、一定の方針を得た。機構の船舶を含む調査ファシリティは、世界に類を見ない特殊性があることから、国内外の研究や商業的な調査にも活躍できるような、国際戦略としての広報や面談(営業)活動を実施している。

「ちきゅう」運用改善検討タスクフォースを設置し、予算・財務・契約・外部資金等の事項について、運用改善に向けた組織横断的な検討を行うとともに、民間需要に基づく資金調達と、運用面での民間とのリスク分担を活用した、新たな運用枠組みについて検討を開始した。

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：35件
  - ・論文の質に関する指標(論文被引用数)：10,048回の内数
- ※2015年から2019年の間にWeb of Science収録誌に掲載された

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特許出願件数</li> <li>・ 船舶運航日数（所内利用及び公募課題）等</li> </ul>	<p style="text-align: center;">機構所属の著者が含まれる論文数（2,840本）が2019年に引用された回数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共同研究件数：16件</li> <li>・ 特許出願件数：12件</li> <li>・ 船舶運航日数（所内利用及び公募課題）：1,216日（共同利用航海を含む船舶総航海日数）</li> </ul>	
---	--	--



【I-2】

2 海洋科学技術における中核的機関の形成

【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。

【評定】

A

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
A						

【インプット指標】

(中期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
予算額(千円)	6,997,485						
決算額(千円)	5,492,732						
経常費用(千円)	6,166,151						
経常利益(千円)	61,074						
行政コスト(千円)	9,933,242						
従事人員数(人)	229						

\*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

(1) 関係機関との連携強化による研究開発成果の社会還元の推進等

評定：A  
 中長期目標や事業計画に照らし、本項目による成果・取組等について総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、自己評価を「A」とする。詳細は下記項目に記載の通り。  
 補助評定：A  
 本項目について、中長期目標や事業計画に照らし、

### 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。

論文の集計方法を機構独自の研究業績データベースによる集計から、クラリベイト・アナリティクス社が提供するオンライン学術データベース「Web of Science」の登録データによる集計へ変更した。これにより、標準的な基準で抽出されたデータを用いて評価できることとなり、他機関との比較等も可能になった。令和元年度の論文発表数は519件であった。

国内機関との共同研究は合計96件、うち新規課題は32件実施し、当該年度の契約相手方は129機関となった。

機構の研究開発成果や業績情報を研究者/技術者毎に外部公開するシステム「JAMSTEC研究者総覧」の運用・管理を着実にを行い、外部利用者の利便性向上を図った。

萌芽的研究開発の所内育成として、機構の研究成果である海況を予測するデータ同化技術を活用した海況予報提供サービスを行う株式会社オーシャンアイズに対して、「JAMSTECベンチャー」の認定を行い、水産AI技術の社会実装を推進した。また、支援契約及び貸付等の個別契約締結を進めた。

国内の機関間連携としては、研究分野やアウトリーチなど今後の連携関係を一層強化することを目的として、水族館とは初となる株式会社新江ノ島水族館との包括連携協定を締結した。連携先機関との合同イベント、シンポジウム等3件を実施し、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。

機構全体として国内外の関係者・ステークホルダーに向けて研究開発成果の報告を行う研究報告会「JAMSTEC2019」を開催した。当該年度の研究開発業務における顕著な成果や活動内容、今後の取り組みをアピールし、また、新たな中長期計画が示す組織体制と活動の方向性を説明することにより、機構に対する理解増進、成果の社会展開を図った。民間企業、大学等を中心に400名を超える出席があり、パネルディスカッションでは第4期中長期計画に掲げている「海洋科学技術における中核的機関の形成」に向けた業界団体、民間企業、及び地方公共団体からの期待や要望を聞くことができた。また、同会場内においてポスターセッションを併催し、機構の幅広い研究開発成果の社会展開を図った。

機構の目的に賛同した民間企業等が会員となっている賛助会は、機構の研究開発成果、技術開発に関する情報を提供しつつ、意見交換・交流等を行うことで民間企業等と連携強化を図っている。海洋関連企業のみならず異業種・異分野の企業への賛助会入会活

成果・取組等について総合的に勘案した結果、目標を上回る成果を得られたため、自己評価を「A」とする。

### ○国内の産学官との連携・協働

国内の大学、研究機関、関係省庁、民間企業、地方公共団体等26機関との包括連携協定に基づき、戦略的な連携や協働を進めた。さらに水族館とは初となる株式会社新江ノ島水族館と包括連携協定を新たに締結した。これにより、海洋生物や海洋の調査・研究に関わる技術協力や水族館を通じた社会教育・普及活動等を推進し、科学的成果の社会還元を着実に進める態勢を整えた。

JAMSTECの研究開発活動と関わりのある横須賀市、静岡市、八戸市などと連携・協働を進め、地方における海洋産業振興施策への貢献を継続した。横浜市とは、海洋産業の振興・活性化を目指す場である「海と産業革新コンベンション（うみコン）」の企画・立案に協力し、新たな海洋産業の創出に繋げるイベントを共催した。

地球規模の環境問題として注目されている海洋プラスチック汚染の課題解決に向けて、複数の民間企業等と情報交換を行い、協働を模索した。その一環として「2019-2020日本-パラオ親善ヨットレース」で実施した海洋プラスチック調査では、民間企業からの協賛を受けるなど、官民連携による海洋プラスチック問題解決の機運を醸成した。

研究報告会「JAMSTEC2019」では、新たな中長期計画が示す組織体制と活動の方向性を国内外の関係者・ステークホルダーに説明するとともに、その代表者とのパネルディスカッションを通じて、海洋科学技術における中核的機関の具体像について議論を行った。

### ○研究開発成果の活用促進

JAMSTEC発ベンチャー創出を促すため、関連規程を改正し、ベンチャーに携わる職員が機構業務とベンチャー業務とを両立させやすい環境整備を進めた。大学と機構の研究者が共同でベンチャー（株式会社オーシャンアイズ）を設立。その事業活動を支援するため、特許等の実施許諾や施設利用等で優遇措置を可能とする「JAMSTECベンチャー」に認定し、画像処理や海洋物理を用いた水産AI技術の社会実装を推

動を推進し、令和元年度実績として賛助会会員数 183 社、会費総額 81,385 千円となった。令和元年度の新たな試みとして、賛助会会員側から会員向けに技術報告を行っていただき、企業間の相互理解及び協力体制の構築を進めた。また、賛助会会員企業の若手職員を対象としたセミナーを初めて開催し、機構内外の技術開発の現状やトピックスを紹介するとともに、会員間の情報交流を図った。

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

海洋プラスチック課題解決に向けた取り組みとして、日本パラオ親善ヨットレースにおいて実施した海洋プラスチック調査に際し、複数の民間企業に協賛を募り、それに応じた 2 社と協賛覚書を締結、計 20,116 千円の協賛金を受領した。また、多様な機関・団体と協働した海洋プラスチック調査のアウトリーチ活動を支援し、官民連携による海洋プラスチック問題解決の機運を醸成した。

小学生の海や海洋科学技術への興味・関心を高めるために実施している「JAMSTEC 海洋の夢コンテスト」について、賛助会会員へ協賛を募り、10 社から計 2,300 千円の協賛金を受領した。

寄附金等の受け入れ体制の拡充のため、クレジットカード方式や募金箱方式での受け入れを可能とする環境整備を進め、Web フォームの作成や機構内の規程・マニュアル類の改訂を行った。また、他の研究法人と寄附金等の獲得に係る意見交換、事例・ノウハウの情報交換を行った。

産学連携の推進及び産業界のニーズ調査のため、面談した企業へのフォローアップアンケートを開始した。また、産学連携機能の強化を図るため、産学連携窓口を機構 HP 上に設置し、窓口へ連絡しやすいよう配付用の QR コードシールの作成等も併せて実施した。

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、横浜信用金庫が運営・管理する大手パートナー企業と取引先の中小企業のシーズをマッチングするためのオープンプラットフォーム（YBA）に参画した。また、ニーズの掲載や研究成果報告会の周知、公募情報の案内等を YBA において行い、プラットフォームを利用した研究開発成果の展開・活用を推進した。

異分野・異業種の企業を対象とした、本部や地球深部探査船「ちきゅう」の見学・講演会等を実施し、新規連携や協働の可能性を探るため、意見交換を進めた。

オープンイノベーションによる研究成果の社会還元をめざし、

進した。

オープンイノベーションによる研究成果の社会還元をめざし、機構が占有していた深海バイオリソースの外部提供の制度構築を進め、本格的に提供を開始した。

知的財産管理の効率化を目指して引き続き管理フローの見直しを行った。PCT からの各国移行時にライセンスの可能性について厳しく精査するようにしたため、国内出願は 17 件、外国出願は 15 件となった。

特許権 28 件を取得した。一方、実施可能性の低い特許など 35 件を放棄し、保有数は 214 件となった。

学術誌への論文等掲載数は 519 件であった。なお、論文数のより適切な把握のため集計方法を変更した。

国内の研究機関や民間企業との共同研究等による連携の促進、知的財産の紹介による活用の促進を図った。

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強化へと繋げる。特にベンチャー起業については、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30年法律第94号）号に対応した体制・ルールの検討、整備を行う。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。

機構が占有していた深海バイオリソースの外部提供の制度構築を進め、本格的に提供を開始した。ライフサイエンス産業育成を目指す異分野の大手企業、中小・ベンチャー企業、アカデミアの異分野融合イベント「LIP 横浜オープンイノベーションカンファレンス」にて、同提供事業のポスターを展示して周知したほか、大手企業との個別商談に応じた。

令和元年度末時点で保有する知的財産は、特許権214件（括弧内は内訳。国内129、外国85）、意匠権4件（国内2、外国2）、商標権26件（国内26）、プログラム著作権16件である（前年度実績：特許権221件、意匠権4件、商標権25件、プログラム著作権16件）。

令和元年度は、特許出願32件（国内17、外国15）を行い、特許権取得は28件であった（前年度特許出願53件、特許権取得35件）。

実施見込が低いと判断された特許権（権利満了を含む）35件を放棄した。

令和元年度知財収入は、21,398千円であった。画像映像利用申請は370件（前年度436件）に減少したが、著作権収入は5,656千円であった。（前年度3,908千円）。また、プログラム著作権は6件で13,525千円の収入であった。

特許管理の適正化を目指して管理方法の改善を継続し、各国移行時や審査請求時における必要性を精査し、発明者からプレゼンテーションを受けるなど審査方法の見直しを進めた。必要性が明確ではないものを取りやめるなどした結果、外国出願数（特にPCT出願からの各国移行）が減少し、出願数全体の減少に繋がった。

特許・プログラム・画像等及びその他の知的資産の活用に関する契約は計71件（特許実施許諾等の契約1件、プログラム使用許諾契約6件、サンプル提供に関する契約9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16件、その他（NDA等）39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を公開し、機構外部でのシーズ活用を図っている。広報誌Blue Earthに連載した知財紹介の記事をまとめて「JAMSTEC生まれのシーズたち」と題した冊子体を整備し、容易に情報提供できるようにした。

ビジネスマッチングかながわ8信金、八戸IP倶楽部、横浜企業経営支援財団など、外部に向けてシーズ紹介を行った。また、神奈川県情報サービス産業協会、埼玉県の産学官金ネットワーク「さいしんコラボ産学官」、ニューガラスフォーラムなど、地域や業種別の企業団体に対して技術紹介を行った。さらに、広報課との協働により、企業から施設見学の申込みがあった場合には、機構のイノベーション創出に向けた取組や、多様な研究内容を説明するプログラムを導入し、企業向け説明会の開催と同等の効果を得られるよ

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。

## ② 国際協力の推進

機構は、我が国のみならず、国際的な海洋科学技術の中核的機関として、機構及び我が国の国際的プレゼンスの向上を図りつつ、地球規模の諸課題の解決に貢献するため、海洋に関する国際協力を推進する。そのため、関係する国連機関、国際プロジェクト、SDGs や持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021～2030）等の各種国際枠組み等において、積極的に関与するとともに、必要な局面においては主導的

う心掛けた。

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

地方公共団体等との連携として、横浜市が設置した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繋がることを目的とした「海と産業革新コンベンション～シーズの最前線と対話・交流によるイノベーション～（略称：「うみコン 2020」（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が共催）」の企画・立案に協力した。約 600 名を超える来場の中、機構の研究開発成果の発信、企業との交流を図るために出展、シンポジウムでの講演等も行った。

函館市及び函館国際水産・海洋都市推進機構と三者共催で、機構の所在地以外の場所では初めて、理系分野に興味を持っている女子中高生向けに海洋科学の魅力を知ってもらうためのイベント「うみへの招待状 for Girls in Hakodate」や、第 3 回目となる「海洋環境モニター報告会」を開催した。

静岡市は、海洋産業クラスター協議会の下、地元の産業振興のための研究開発・事業活動の活発化を狙いとした共同研究プロジェクトを推進しており、機構はそのプロジェクトの推進にあたって、引き続き、助言等を行った。また、市が令和元年 2 月に策定した「静岡市海洋文化拠点施設基本計画」に基づき整備を計画している静岡市海洋文化拠点施設について、令和元年 11 月に同施設の学術コンテンツの集積等に係る協力覚書を締結し、具体的な協働施策を開始した。

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

### 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 協力推進委員会及び国内専門部会（海洋観測・気候変動国内専門部会を 2 回）を開催し、各専門分野における専門家による意見交換を実施した。

第 30 回 IOC 総会に機構職員が日本政府代表団の一員として出席し、専門的な知見に基づき発言を行うとともに、他国政府代表団との調整及び情報収集を行い、IOC の意思決定に貢献した。

平成 31 年 4 月に第 12 回 IOC 西太平洋地域小委員会（WESTPAC）総会が開催され、機構職員が日本政府代表団の一員として出席し、

1. 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ける積極的な関与

・中期目標に定める「我が国の海洋科学技術の中核的機関として、国際的な枠組みに対し積極的に協力する」ため、特に「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」に関しては、WESTPAC 及び PICES と協力して、北太平洋及び北太平洋の縁辺海域を対象とした地域コンサルテ

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。

平成 31 年度においては、特に、国連海洋科学 10 年地域ワークショップ（7～8 月・東京）の開催支援・協力により国連海洋科学 10 年の実施計画策定に貢献するとともに、G7 海洋の将来ワーキンググループへの貢献（6 月・パリ）、「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネル」専門家会合に関連する報告書の執筆協力、並びに、日仏海洋対話に基づく日仏ワークショップ（9 月・ニューカレドニア）等を通じてグローバルな課題解決に貢献する。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、日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）を通じて国内の研究者に対して IODP・ICDP への参画に向けた支援等を行い、研究者コミュニティを牽引する役割を果たす。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。

WESTPAC の意思決定に貢献した。また、会期中に行われた選挙の結果、機構研究者が WESTPAC 副議長の一に再選され、WESTPAC 諮問グループ会合を主導すること等により、WESTPAC の運営に主導的立場で貢献した。

平成 29 年 3 月から令和元年 9 月まで機構職員（事務主幹級）1 名が IOC 事務局（フランス・パリ）の P-4 ポストに出向した。在任中に IOC 事務局海洋政策・地域調整課（IOC/MPR）にて主要業務（大洋水深層図（GEBCO）プロジェクト及び海洋法・技術移転関連業務）の担当官として任務を遂行した。

世界海洋科学白書（Global Ocean Science Report）の編集委員会（Editorial Board）に参加し、第 2 版の作成に貢献した。

令和元年 8 月 5 日から 7 日までにかけて、機構がホスト機関となり、東京事務所において第 9 回 GOOS Regional Alliances Forum を開催した。

[2] 社会経済的側面も含む海洋環境の状況のアセスメントと報告のための国連レギュラープロセスへの対応

第 2 期 World Ocean Assessment（WOA II）のためのレギュラープロセスに、専門家グループ（Group of experts）にメンバーとして登録された研究者が参加した。また、WOA II の執筆に貢献するため、機構研究者が専門家プール（Pool of Experts）に登録されている。

[3] 国家管轄権外の生物多様性保護（BBNJ）に関する新たな法的枠組みの検討への対応

第 3 回 BBNJ 政府間会合に役員が代表団の一員として出席し、専門的知見より我が国対応に貢献した。第 4 回 BBNJ 政府間会合は、COVID-19 感染拡大防止のため延期となった。

[4] 「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

2017 年 12 月の国連総会において採択・宣言された「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」の地域計画策定に貢献するため、北太平洋及び北太平洋の縁辺海域を対象として、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）の地域小委員会の一つである西太平洋地域小委員会（WESTPAC）及び北太平洋海洋科学機関（PICES）と協力して、令和元年 7 月 31 日～8 月 2 日にイイノホールで地域コンサルテーション会合を開催した。ワークショップの結果は、報告書として取りまとめられ、国連海洋科学の 10 年の Web ページ及び主催である WESTPAC の Web ページより公開された。

2019 年 5 月 13 日から 15 日までコペンハーゲンで開催された第 1 回 GPM 会合に機構職員が参加した。

## 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）

オーストラリア・キャンベラで開催された第 16 回地球観測に関する政府間会合（GEO）本会合に出席し、情報収集したほか、文部科学

ション会合を開催した。WESTPAC 副議長である機構研究者が運営委員会に入り、地域計画策定に深く関与するとともに、北太平洋地域で唯一の当該ワークショップ開催の運営面で主導的な役割を果たし、地球規模課題としての SDG14 実現の為の次期 10 年のロードマップ策定に大きく貢献した。これは、各種国際枠組み等において、積極的に関与するという目標を達成し、かつ、機構が主導的な役割を果たし、域内の SDG14 の達成に向けた今後 10 年の方向性を明確にしたという点で著しい成果と認められる。

・我が国首相を含む海洋国家の首脳で構成される持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネルの下に設置された専門家グループのメンバーとして、機構役員が第 6 章のリードオナー（日本から唯一）の一人を務めた成果物「Blue Paper」が発表された。これはネイチャー誌にも取り上げられ、「News and Comment」として掲載された。「Blue Paper」への貢献等を通じて、ハイレベルパネルや国際社会に対し、機構の観測データを活用した海流予測モデルの社会適応の具体的事例を盛り込むことで地球規模課題の一つであるブルーエコノミーに資する科学的根拠に基づく知見を提供した。ハイレベルな国際枠組みに積極的に関与するとともに、必要な局面においては主導的役割を果たし、かつ、その成果がネイチャー誌に取り上げられる等国際的な評価が得られたという点で著しい成果と認められる。

・引き続き、関係する国連機関、国際プロジェクト、SDGs や持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021～2030）等の各種国際枠組み等において、積極的に関与するとともに、必要な局面においては主導的役割を果たし、中期目標に定める「経済・社会的課題や地球規模の諸課題の解決」に貢献することが期待される。

2. 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

・中期目標に定める「海外の主要な研究機関との連携を一層強化する」ため、既存の研究機関間の枠組みを超えた様々な新たな取組を組み込むことにより、仏 Ifremer との連携を大きく進展させ、南太

省及び我が国の地球観測機関とともに「Japan GEO」ブースへ出展参加し、持続可能な開発目標(SDG13、14)や気候変動等の政策決定に資する機構の海洋観測活動を紹介した。

オーストラリア・キャンベラで開催された第12回アジア・オセアニア GEO シンポジウムに AOGEO 調整委員会共同議長を担う機構研究者が参加した。

[2] G7 海洋の将来ワーキンググループへの貢献

G7 科技大臣会合(平成28年5月、於:つくば)の成果文書「つくばコミュニケ」で採択された「海洋の未来(Future of the Seas and Oceans)」の海洋観測の強化、WOA2 への貢献、データ共有の促進、人材育成・技術移転、それらに関する政治的な協調の5つのアクションについて、フォローアップを目的とした「海洋の未来(Future of the seas and oceans)」作業部会が設置されており、職員が当該フォローアップ活動に参加した。作業部会では Coordination Center の設立に向け、Work Plan の作成について議論されており、積極的な貢献を行っている。

[3] 「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネル」専門家会合に関連する報告書の執筆協力

ノルウェーが立ち上げを主導し、我が国首相を含む海洋国家の首脳で構成される持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネルの下に設置された専門家グループに役員がメンバーとして参加した。当該役員がリードオナーの一人を務める「Blue Paper 6: Technology, data and new models for sustainably managing ocean resources」について、外部レビューが行われ、最終的な校閲等を経て完成した。この Blue Paper は、「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベルパネル」ウェブサイトで公開されている。

[4] アワオーシャン会合

2019年10月23日~24日にノルウェー・オスロで開催された第6回アワオーシャン会合において、海洋保護区、海洋汚染、気候変動関連インパクト、持続可能なブルーエコノミー及び海洋の安全保障の5つのテーマに関し、機構の研究がグローバルな課題解決へ貢献している点につき、New commitment として4件の取組を登録した。なお、第6回アワオーシャン会合には役員が出席した。

[5] STS forum 2019

STS forum 2019 のセッションの一つである“Marine Environment for Sustainable Society”及び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)”において、プログラム作成を含めた積極的な協力を行った。特に、第11回 RACC 会合については、国内関係機関の協議・協力のもと、機構が主に事務局支援を行うことにより、当日の会場運営を含め実施した。“Marine Environment for Sustainable Society”の議論の過程及び結果の概要(サマリー)については、STS forum 事務局によりとりまとめられ、STS forum 2019 のウェブサイトにおい

平洋海域における将来的な共同観測プロジェクトを通じ、日仏両政府における海洋政策の具現化を大きく前進し、グローバル課題解決に貢献するための道筋を作った。

具体的には、新たな深海観測の日仏協力プロジェクトの立ち上げにフォーカスした分野横断型 WS をニューカレドニアにて開催した。これは令和元年6月の日仏首脳会談において合意された日仏包括的海洋対話等を通じた協力の具体化の一環であり、フランス国立海洋研究所と機構が共催機関の中で中心的な役割を担い、現地の研究機関や OPRI を始め、多様なステークホルダーが参加した。この取組は日仏両政府により高く評価された。既存の研究機関間の枠組みを超えたこれらの取組は、効果的な連携体制の構築のみならず新しい連携を大きく進展させるものであり、著しい成果と認められる。

また、海外の要人の来訪の対応等に対しても効果的な取組が行われた。ヴィダル高等教育・研究・イノベーション大臣(フランス)、チャールズ皇太子(イギリス)、ニーブー研究・高等教育大臣(ノルウェー)等機構による地球規模課題解決への貢献について、様々なハイレベルの意思決定者に直接インプットしたことにより、海外との連携推進が期待される。これら貴重な機会をとらえての取組は当初の目標・計画を大きく上回るものと考えられる。

て公開されている。また、RACC の結果については、本件会合の全体チェアから STS forum に対し報告された。この報告の概要も、サマリーとして STS forum 2019 のウェブサイトにおいて公開されている。

#### [6] Arctic Frontiers

2020年1月26日(日)～30日(木)に、ノルウェーのトロムソで開催された国際会議 Arctic Frontiers 2020 中の Plenary Session 4 “Sustainable Arctic Ocean” において、役員が Key note speaker の一人としてスピーチを行った。また、パネルディスカッションにも参加し、ノルウェー海洋研究所所長や、ユネスコ政府間海洋学委員会事務局長らと持続可能な北極海に関する意見交換を行った。スピーチ及びパネルディスカッションの様子・内容は、YouTube 上に設けられた Arctic Frontiers チャンネルの「Arctic Frontiers 2020」で公開されている。

### 3. 二国間協力

9月12日に日本・東京にて第16回日豪科学技術協力合同委員会が開催され、役職員2名が「地球・海洋観測科学」分野でそれぞれ発表を行った。

また、日仏両国政府の間で、特にインド太平洋地域を中心に、海洋関連の課題における協力を強化すべく日仏包括的海洋対話が立ち上げられ、2018年12月に東京で開催された日仏両国の合同セミナーにおいて確認された、日仏包括的海洋対話に向けた南太平洋における(技術的・科学的・社会的)深海観測の日仏協力プロジェクトについてその立ち上げに向けたサイエンス・ワークショップを、機構と仏国立海洋開発研究所(IFREMER)が中心となり、日仏研究者等の参加の下で9月にニューカレドニアで開催した。本WS開催に向けた動きは、6月27日フレデリック・ヴィダル高等教育・研究・イノベーション大臣(フランス)が機構東京事務所に来訪時に歓迎の意が示されたとともに、本WS開催結果については、同じくニューカレドニアにて開催された第1回日仏海洋包括的対話の場において両国政府に報告がなされ、具体的な共同研究プロジェクト策定に向けた動きとして支持を得た。また、このワークショップは「日仏ワークショップの成果報告書」としてまとめられ、外務省欧州局に提出された。また、サイエンス・ワークショップの概要や発表資料は IFREMER のウェブサイトで公開(英語)されている。

### 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] 海外研究機関との協力のため、機関間協力覚書(MOU)等の締結を行った。今年度は、3件のMOUを締結・更新した。

[2] MOUに基づく人材交流として、米国NOAA/OARに1名の機構職員を派遣(2017年7月1日～2019年6月30日)した。



[3] 役員が海洋観測のためのパートナーシップ (POGO) の加盟機関メンバーとして年次総会に参加して、POGO の意思決定に参加した。

[4] 理事長 (当時) 及び職員が NOAA 及び NSF を訪問し、両機関との今後の協力について意見交換を行った。

#### 5. 来訪等

今年度の海外機関等からの当機構への来訪実績は 18 件である。うち、特筆する来訪者は以下のとおり。

- ・フレデリック・ヴィダル高等教育・研究・イノベーション大臣 (フランス) (令和元年 6 月 27 日に機構東京事務所に来訪)
- ・イセリン・ニーブー研究・高等教育大臣 (ノルウェー) (令和元年 11 月 7 日に機構東京事務所に来訪)
- ・トミー・E・レメンゲサウ Jr. 大統領 (パラオ) (令和元年 12 月 28 日に機構横須賀本部に来訪)
- ・ローラン・ピック駐日フランス大使 (フランス) (令和 2 年 2 月 19 日に機構横須賀本部に来訪)

フレデリック・ヴィダル高等教育・研究・イノベーション大臣の来訪については、在日フランス大使館のホームページ上でもその内容の概要が報告された。また、イセリン・ニーブー研究・高等教育大臣の来訪後には同大臣及びノルウェー王国大使のインガ・M・W・ニーハマル閣下のそれぞれから理事長あてにレターが届き、本件は日本とノルウェーの北極関係における協力が、深く、かつ、高度であることを示すとともに、同大臣の来日を意義深いものにした旨の謝意が述べられた。

上記のほか、令和元年 10 月 23 日に、駐日英国大使館の招待により、理事長等が東京・晴海ふ頭に停泊していた英国海軍の海洋観測艦 HMS エンタープライズ上にてチャールズ皇太子と面会し、機構の海洋プラスチック研究活動について説明をした。この様子はクラレンス・ハウス (Clarence House) の公式ツイッターから発信された。

#### 6. 安全保障輸出管理

90 件余りの所内審査を実施し、内 7 件の経済産業大臣への個別許可申請を行った。

#### 7. IODP の後継枠組みの策定に向けた国際議論への貢献

2023 年に終了する国際深海科学掘削計画 (IODP) の後継科学計画 (2050 Science Framework) の策定に向けて、J-DESC を通じ、国内議論の活性化、意見の集約、国際コミュニティへの提言、国際執筆チームへの推薦等を行い、新枠組みに向けた日本のリーダーシップを示した。

具体的には、4 月に他国に先駆けて、J-DESC Workshop

“Scientific Ocean Drilling beyond 2023”を開催し、国内研究コミュニティにおける海洋科学掘削の方向性に関する議論を深化させるとともに、米国・欧州・豪州・中国で開催された同様のワークショップにも国内研究者を派遣し、我が国の国際的な科学的リーダーシップを示した。その後、ワークショップでの議論の骨子を集約し、パブリックコメントの実施を経て、我が国が主体的に実施すべき科学掘削目標に関する白書を取りまとめ、9月のIODPフォーラムに提出した。また、Science Frameworkの策定において、最重要なタイミングとなる当該年度のIODPフォーラムを日本(大阪)にて開催した。それにより、国際コミュニティにおいて存在感を示すとともに、より多くの国内参加者がIODPの新枠組みを見据えた国際議論に参加できるようにした。その結果、マントル掘削等を含む海洋科学掘削に関する日本からの提言をScience Frameworkに多く盛り込むことに成功し、さらには、日本から6名の研究者が国際執筆チームに招請されScience Frameworkの策定に貢献した。ドラフト版が公開されてからは、J-DESCを通じて国内コミュニティに対してコメントを求めることにより、Science Frameworkの策定に関する意見の集約及び国内外連携推進の役割を果たした。

#### 8. ICDP への日本の加盟を継続する MOU を締結

国際陸上科学掘削計画(ICDP)への日本の加盟継続を求める国内外コミュニティからの要望を受け、国内機関の代表としてICDPとのMOUを締結した。これにより、2019年4月から3年間、国内全ての研究者がICDPへの参加資格を獲得し、陸上科学掘削を国際プロジェクトとして提案し、ICDPから費用やファシリティの援助、技術教育プログラム等を受けられることとなったことに加え、ICDP次期科学計画案の執筆者として策定作業に参画し、国内での議論の集約を盛り込んだ。

#### 9. IODP への日本の参画における継続的支援

J-DESCを通じた国内研究者のIODP参画支援として、IODPの4航海に国内乗船研究者を延べ10名派遣した。

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名は機構研究者)、環境保護安全パネル(Environmental Protection and Safety Panel, EPSP)の委員1名、欧州海洋研究掘削コンソーシアム運用委員会(ECORD Facility Board, EFB)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。また、ジョイデス・レゾリューション運用委員会(JOIDES Resolution Facility Board, JRFB)では、2016年10月以降日本からの委員が不在であったが、国内外関係機関との連絡調整を行い、国際コミュニティのニーズに合致する国内研究者を推薦し、今年度10月より日本からの委員1名が選任された。

「ちきゅう」及び IODP の国際的な認知度の向上のため、国内外の研究者が参加する各種学会等にてブース出展や展示協力を行った。特に、アメリカ地球物理学連合大会（AGU）では、前年度に引き続き、米国・欧州と共に IODP・ICDP 合同ブース（科学掘削ブース）を出展し、また IODP タウンホールミーティングを共催し、約 500 人の研究者を集めた。

#### 10. マントル掘削に関する国内外コミュニティとの連携促進

我が国の研究者によって提案されているマントル掘削（M2M）プロジェクトの有力掘削候補地点の一つであるハワイ沖での海洋地殻掘削プロジェクトについて、日本地球惑星科学連合大会（JpGU）やアメリカ地球物理学連合大会（AGU）等において小集会を企画・開催し、国内外の科学者コミュニティとの連携や情報共有を強化・推進した。この成果は、「上部マントル到達による地球内部構造の統一的理解」が次期海洋科学掘削の Science Framework における 5 項目のフラッグシップ・イニシアティブの一つとして認識された。また、マントル掘削に携わる科学分野の裾野を拡大するため、ジオニュートリノやミューオンなどの素粒子研究者や、オマーン陸上掘削の関連研究者、火星をはじめとする地球外惑星の研究者等、既存のコミュニティ体系にない研究グループとの交流を開始・強化した。

#### 11. 掘削コア試料

IODP 等により採取され、学術的利用のために世界中の研究者に公開されている掘削コア試料については、23 ヶ国より合計 194 件のリクエストを審査・受理し、試料提供を実施した。

高知大学と毎年 3 月に実施しているコアスクール（海外からの若手研究者・技術者育成を含む。）については、新型コロナウイルス感染拡大の影響により実施出来なかった（延期時期未定）。

#### 【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

機構の国際的なプレゼンスの向上は図られているものの、組織自体が世界に開かれた頭脳循環拠点として、国内外の優秀な人材を惹きつけ、産学官の人材の糾合と技術の統合の場として機能するためには、更なる工夫が必要である。

#### 【指摘事項に対する措置内容】

海外機関との機関協力協定の締結等により国際的な連携を継続的に推進しているところである。

国際ポスドク制度については、令和元年度より名称を「国際ポスドク」から「JAMSTEC Young Research Fellow」に改め、JAMSTEC 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、JAMSTEC での業務や日本での生活のイメージができるよう工夫した。また、これまで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、個別に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開始し、セミナーや面接選考

でもインターネットを活用した方式に柔軟に対応するなど、多様で優秀な人材を惹きつける工夫を行ってきている。2020年度のJAMSTEC Young Research Fellowの公募では、94件の応募があり書類選考や面接選考を経て最終的に6名の新たなJAMSTEC Young Research Fellowを採用する予定であり、今後もこのような取組やさらなる工夫を積み重ねていきたい。

また、機構内環境においても、社内文書・連絡に極力英語を併記する等の措置を講じている。付加価値情報創生部門数理科学・先端技術研究開発センター及び同部門アプリケーション・ラボにおいては数多くの外国人研究者が在籍しているということもあり、これらの部署を「国際モデル部署」として指定している。国際モデル部署は英語を公用語とし、かつ、Young Research Fellow以外の研究者の公募手続きに関しても、書類選考や面接までをも英語で実施している。

### 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。

外部資金について、課題数は526件（前年度488件）と前年を上回ったものの、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第1期の課題終了の影響が大きく、獲得額は70.1億円（前年度106.5億円）と前年を下回った（SIPを除く獲得額は40.0億円（前年度36.5億円））。

文部科学省系の受託研究として新たに「戦略的創造研究推進事業」（新規2件）や「未来社会創造事業」（新規1件）を開始したほか、環境省の「環境研究総合推進費」（新規2件）、防衛装備庁の「安全保障技術研究推進制度」（新規1件）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（新規3件）からの受託研究なども新たに獲得した。

科研費については、獲得向上のための申請支援（相談員制度や獲得セミナーなど）を実施し、課題数は432件（前年度389件）、獲得額は11.6億円（前年度10.2億円）と件数、獲得額ともに前年を上回った。

民間資金の導入については、新たに民間助成金を8件（継続も含めて全体で17件、15百万円）獲得するとともに、民間も含めた業務受託を22件（3.1億円）実施した。

国の政策課題等に係る施策への参画については、文部科学省、防衛装備庁からの直接の受託のほか、環境研究総合推進費を通じた環境省の受託やJST、NEDO、JAXAなどの受託を通して研究開発を実施した。

JAMSTEC 賛助会の運営、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、賛助会会員183社から81,385千円の会費を受領した。

海洋プラスチック課題解決に向けた取組に関して、2社と協賛覚書を締結し、多様な機関・団体と協働した海洋プラスチック調査・

外部資金の課題数は前年度比108%、獲得額も第1期課題の終了したSIPを除くと110%と増加した。新規課題の獲得も積極的に推進し、文部科学省系の受託研究のほか、環境省や防衛装備庁、NEDOの課題を新たに開始するなど、国や独立行政法人及び民間企業等も含めた多様な資金を獲得して研究開発を実施した。

科研費は申請支援の取組を引き続き実施することにより、研究者の積極的な応募マインドの醸成に努めた結果、課題数は前年度比111%、獲得額は同114%となり、件数、獲得額ともに増加した。

業務受託については、大部分を占める「船舶や探査機等を使用した業務受託」に着目し、船舶等使用料単価を新たに細則に明記するなど、積極的な資金導入に必要な地盤固めを行った。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

政府主導の大規模プロジェクトを獲得し、政策目標達成に貢献すること自体は評価に値するが、次期中長期目標期間においては、ボトムアップによる自由な発想に基づく研究や民間企業との連携模索など、より柔軟かつ多様な外部資金の獲得に向けた取組を強化する必要がある。

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。具体的には平成 31 年度は以下の施策を実施する。

・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。

アウトリーチ活動を支援するとともに、計 20,116 千円の協賛金を受領した。

小学生の海や海洋科学技術への興味・関心を高めるために実施している第 22 回「JAMSTEC 海洋の夢コンテスト」について、賛助会会員へ協賛を募り、10 社から計 2,300 千円の協賛金を受領した。

寄附金等の受け入れ体制の拡充のため、Web フォームを通じたクレジットカード方式や募金箱方式での受け入れを可能とする環境整備を推進した。

【指摘事項に対する措置内容】

引き続き科研費の獲得向上に向けた取組を実施するとともに、民間助成金の公募情報の収集と応募の拡大や、業務受託に必要な船舶等使用料単価を新たに細則に明記するなど注力した。また、賛助会のネットワーク拡大を推進するとともに、企業からの協賛金を得たアウトリーチ活動にも取り組み、より柔軟かつ多様な外部資金の獲得を強化した。

国内 17 の大学・大学院等と連携大学院にかかる協定を締結し、大学等との連携体制のもと、効率的に若手人材への指導を行っている。昨年は函館市、函館国際水産・海洋都市推進機構の共催による包括連携協定事業として「海への招待状 for Girls in Hakodate」を函館市内にて開催した。また、海洋都市横浜うみ協議会が主催した「若手職員による交流会」への参加や、同協議会の教育・市民協働部会の取組として近隣の小・中学校（8 校）への施設見学の実施、「海に関する仕事紹介セミナー」にて就職希望の学生に対して機構の紹介などを実施した。その他、賛助会若手セミナーの開催などを通して、民間企業等との人材交流にも努めた。

将来の海洋科学技術を担う人材の裾野拡大を目的にした広報活動として、「第 22 回 JAMSTEC 海洋の夢コンテスト」を始めとした機構独自のイベントを実施した。また、「日本・アジア青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプラン）」や「日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアム」といった他機関の人材育成事業等も積極的に活用し取組を推進した。

「日本・アジア青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプラン）」や「日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアム」といった他機関の人材育成事業等も活用している。

新たに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、NHK による番組放送により注目を集め、海洋科学技術分野における人材の裾野の拡大に向けた第一歩となった。

・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。

#### 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。そのために、第4期中長期計画基幹における広報活動の基本的方針を策定する。

・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行う。

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開始した。2019年8月に有人潜水調査船「しんかい6500」による潜航調査航海を実施し、応募者224名から選考された大学生7名が「よこすか」に乗船した。この取組については、機構ウェブサイトやSNSでの紹介に加え、NHKによる番組放送により注目を集め、海洋基本計画に謳われている海洋科学技術分野における人材の裾野の拡大に向けた第一歩となった。

機構における制度の説明、外部人材の受け入れの実績等、若手人材の育成に関連した機構の取組を対外的に発信するWEBの全体設計、公開を行った。

次世代育成支援対策推進法に基づく第3期一般事業主行動計画において目標の一つとした、未来の女性研究者の育成のため、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」を2019年8月に行った。機構女性研究者及び現役女子大学院生によるパネルディスカッションには、女子中高生17名、保護者12名が参加し、研究現場の実態を直接研究者から聴く体験により、理系進路に対する理解を深める一助とすることが出来た。

JAMSTECが広く国民に認知され、その研究開発活動についてより深く理解してもらうためには、ターゲット層を意識したより効果的な広報活動を行っていく必要がある。そのため、令和元年度は現状の活動について、いくつかの広報媒体や施策に絞り込み、それぞれに対して客観的な評価手法を通じて課題点や改善策の抽出を行った。それらをもとに、各層に応じた最適なツールを用いた広報業務を展開し、JAMSTECを取りまくステークホルダーの拡大と育成に努めた。

各拠点の施設一般公開では合わせて6,571人の来場者があり、JAMSTECの研究開発を直接訴求することができた。また、研究船の一般公開を兼ねたイベントを新宮、東京晴海、宮古、八戸、清水の5ヶ所で開催し、計14,864人にご参加いただいた。船舶一般公開の併催イベントでは地方自治体と密接に連携し、講演や展示において参加者への分かりやすい解説に留意することで、イベント実施地域におけるJAMSTECの研究開発活動への理解を深めることができた。

特に宮古においては、岩手県「三陸防災復興プロジェクト2019」と連携して、震災直後の海底地形調査に活躍した「かいらい」の船舶一般公開を実施。併催イベントでは、東北地方太平洋沖地震で大きな被害を受けた岩手県の今と三陸沖の深海底の状況を、講演や企画展示を通して伝えることで、身近な海がどのようになっているのかを理解して頂くことができるよう工夫した。また、岩手県の児童・生徒を体験乗船に招き、海底観察によって海洋科学技術に触れる機会を提供するとともに、船上で他府県の児童と一緒に開催地について学ぶプログラムも実施した。さらに、本イベントでは水

保有するリソースを存分に活用し、多くの外部機関と連携しつつ、また特にJAMSTECの研究開発内容をさまざまな層にわかりやすくなるよう工夫し、戦略的に広報することができた。我が国が掲げる海洋立国の実現に向けて、広く国民に向けた普及広報活動を効率的・効果的に展開することが出来たと考える。

族館等との共同企画の立案や、現地メディア（岩手放送、岩手日報）の乗船等、実施地域との連携を強化することで相乗効果を発揮した広報活動を実施できた。JAMSTEC 公式 Twitter でも積極的に情報を発信し、約 14 万件の閲覧数を獲得した。このように、乗り物としての「船」を単純に一般公開するだけでなく、最新の研究内容や科学技術に触れる機会を同時に提供することで、テクノロジーとサイエンスの両面から「三陸沖の今」を県民にわかりやすく伝えることができた。

また清水においては、開港 120 周年となる清水港の周年記念イベントの一環として「ちきゅう」の一般公開を実施した。同時開催の「清水海洋展 2019」では「ちきゅう」の研究成果に関するパネル展示やサイエンストークを実施した。

年明けからの新型コロナウイルスの世界的な感染拡大に伴う外出自粛期間においては、社会貢献活動の一環として、学校が休校となっている児童学生等に向けたコンテンツを制作。中でも「“海の研究”こども質問部屋」においては、3/12 のライブ配信以後 YouTube の閲覧数が 2,255 回、関連ツイートで 146,251 件のインプレッションを獲得した。現在も外出自粛期間ならではの広報活動を継続中である。

年間を通しては、広報誌 Blue Earth のオンライン記事化や海洋プラスチック研究の特設ページの開設を行うなど、コンテンツの拡充を積極的に行うことで、JAMSTEC Web サイトを活用した積極的な情報発信を行った。

さらに、機構の重要な研究フィールドでありながら、人々が簡単に踏み入れることのできない深海について、これまで 2D で伝えてきた世界から次元を上げ、360 度の没入型 VR 映像をコンテンツ化することに成功した。このウェブ映像コンテンツ「深海 VR - 海底に降り立つ」は「先進映像協会 ルミエール・ジャパン・アワード 2019 VR 部門 特別賞」及び「第 61 回科学技術映像祭 教育・教養部門 部門優秀賞」を受賞。それぞれ、国内で制作・公開された優れた先進映像コンテンツとして、科学技術を正確にわかりやすく伝える優れた映像であるとして評価された。国立科学博物館の全球型映像施設「シアター360」でも協力映像が上映されている。

また日本科学未来館と共同で、北極ボードゲーム「The Arctic」を開発・制作。北極の様々な解決すべき課題についてわかりやすく理解できるゲームで遊んでいただくことで、体験者に北極の諸課題を考える機会を提供した。本ゲームは国内イベントや北極に関する国際的な会合での体験会の実施や、企業や在外公館への貸出なども行った。その結果、体験者の SNS での発信や新聞報道、オンラインニュース等で取り上げられるなど大きな反響があり、研究の理解増進・社会への還元に貢献した。

このように、JAMSTEC が保有する施設や広報ツールを活用し、JAMSTEC の研究開発についてわかりやすく理解できるような工夫

・ 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。

を施した広報活動を実施することができた。

深刻な地球環境問題である海洋プラスチック汚染については、地球環境シリーズ「脱プラスチックオーシャン」と題したセミナーを開催し、482名の来場者に問題提起とそれに対応する機構の研究開発を伝えることができた。「日本-パラオ親善ヨットレース」では船上から SNS 等オウンドメディアを活用してリアルタイムに情報を発信し、レースの臨場感とともに海洋プラスチック問題をわかりやすく伝えることに成功した。またレース終了後には、在パラオ日本大使館主催の「Japan Fair」において、海洋環境調査等を始めとする機構の取組を展示やゲームで紹介し、現地の方々から好評をいただくことができた。

マスメディアや民間企業との協働による広報活動を14件実施した。NHK「プロフェッショナル仕事の流儀」においては「潜水調査船・しんかい6500」の研究航海の様子の撮影に協力した。NHK総合にて再放送を含む2回の全国放送に加え、Webでのオンデマンド放送もあり、不特定多数のJAMSTEC非認知層へ訴求できた。

また、映画「海獣の子供」とのコラボレーションや「映画コレクションの海底わくわく大冒険！（ベネッセ）」特典映像への協力等を通して、従来アプローチが難しかった低年齢層、とりわけ小中学生へのアプローチを実施することができた。

これまでほとんど連携がなかった分野の新規開拓として、異業種との協働にも着手した。国内プロサッカーリーグであるJ-LEAGUE（J1）所属の清水エスパルスとの協働では、清水・静岡の子どもたちが海の科学技術の魅力に触れることを目的としてイベントを実施。約1万4千人が来場する公式戦開催日に、ホームスタジアム内において2種のトークイベントや研究開発紹介展示、スペシャル動画の上映など、複数のコンテンツで構成された大規模なリアルイベントを行った。上映されたスペシャル動画はWeb上でも公開されている。さらに協働の一環として、地元紙である静岡新聞において子供向けの科学コラムを毎月執筆、掲載した。本協働に関係するニュースリリースが212件に上ったことから、本協働はJAMSTECだけでは広報活動が難しい層へのアプローチとして有効であったと言える。

科学館、博物館、及び水族館等との連携は33件実施できた。特に日本科学未来館では特別展示「海洋探査中！～立ち入り困難！？JAMSTECの現場～」を実施。約1か月半の会期中、来館者はおよそ7万7千人を数え、科学技術に関心のある若年層と多く接する機会を得られた。本企画展に訪れた方の半数が事前にJAMSTECを認知していなかった一方で、多くの来場者が本企画展に満足し、興味関心の増大につながった好例となった。

さらに横浜市が事務局を務めるうみ博への参加や、横須賀市PR動画への撮影協力、横浜市金沢図書館での展示協力、みなと博物館や三菱みなとみらい技術館への企画展示協力をを行い、新江ノ島水



・時宜に応じたプレス発表を実施するとともに、記者説明会等を通し、マスメディア等へ理解増進を深める取組を行う。

【評価軸】

○海洋科学技術における中核的機関として、国内外の関係機関との連携強化等を進め、成果の社会還元への推進が図られたか。

【関連指標】

(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

族館との常設展示協力も引き続き実施するなど、様々な地域に密着した普及広報活動にも取り組んだ。

これらの事業を通し、JAMSTEC と協働相手とが互いに相乗効果を期待できる形で、JAMSTEC だけでは訴求が難しい層へ向けた広報活動を展開することができた。

最新の研究成果等に関する JAMSTEC 主体のプレス発表は 32 件（日・英）、他機関との共同プレス発表は 27 件実施した。また記者説明会や取材案内、科学メディア意見交換会を 17 件開催するなど、マスメディアを介して広く国民に分かりやすい情報発信となるよう、マスメディアから良質な情報が国民に提供される土壌を醸成した。その結果、メディア掲載機会の増大に貢献することができた。

特に、1/16 にプレス発表を行った「真核生物誕生の鍵を握る微生物『アーキア』の培養に成功」では、プレプリントの段階から国際的にも注目された研究成果について、研究部門と広報担当が協働して綿密に広報計画を練り、プレス発表と同時に多面的な情報展開を行った。視覚的にわかりやすい広報材料（CG 動画）の作成や、オウンドメディアを利用した一般向け解説記事の公開、プレプリントの特性を活かした事前レク十分な取材対応等によって、TV 番組、新聞・雑誌、WEB ニュース等、国内外で 100 件を超える反響があり、幅広い層に JAMSTEC の優れた研究成果を発信することができた。

また、気候・気象（台風、集中豪雨、インド洋ダイポールモード等）や海洋プラスチックに関する話題など、生活に直結する社会課題の関連研究を的確なタイミングでマスメディアに情報提供することで、JAMSTEC の研究と社会をつなぐ広報活動を実施することができた。

結果として、令和元年度の新聞掲載は 647 件、番組取材等への柔軟な対応により番組放送は 131 件に上り、国民に対して JAMSTEC の研究開発活動に関する情報を高頻度に提供することができた。

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

(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ等提供の促進

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

(モニタリング指標)

- ・学術誌への論文等掲載数：519本
- ・特許出願件数：32件(国内17、外国15)
- ・知的財産の保有件数：特許権214件(国内129、外国85)、意匠権4件(国内2、外国2)、商標権26件(国内26)、プログラム著作権16件
- ・実施許諾件数：1件
- ・外部資金獲得額、件数：526件、70.1億円
- ・国際共同研究契約件数：43件(IA締結数)
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数  
JSPS特別研究員等：15人  
Young Research Fellow：5人
- ・研究生：152人
- ・インターンシップ生の受入人数：27人
- ・広報媒体における企画数：35本
- ・反響状況(アクセス数)：424,906回

【海洋調査研究プラットフォーム】

国土強靱化に向けた海底広域変動観測プロジェクトや南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト、SIP「革新的深海資源調査技術」等の政策的な課題の推進のために船舶を供用した。SIP「革新的深海資源調査技術」では、ASVを用いたAUV複数機運用の海上試験や、レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析などを行った。

機構船舶の供用による外部資金の積極的な確保を目的として、国からの受託は然ることながら、マーケットの中での供用という価値づくりやニーズの可能性を国外にも求め、商業利用の入札や、ファシリティを持たない国及び研究コミュニティなどにも積極的

補助評定：B

本項目について、中長期目標や令和元年度事業計画に照らし、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ため、自己評価を「B」とする。具体的な理由については以下の通りである。

外部資金による海洋調査プラットフォームの運用や供用にあたっては、研究コミュニティ間だけでなく、ハイレベル(国や企業)での国際調整も行っており、これまでに無い事業展開を着実に進め、機構の国際プレゼンスを高めることに貢献している。

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。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。

な働きかけ、売り込みを行った。国外のプロジェクトの情報収集により市場のニーズの新規開拓を行うこととし、ECORDについては外部資金を用いた航海が成立し、インド、サウジアラビア、ノルウェー、ミャンマー等においては、新たな国際共同研究を推進しつつ（一部外国政府機関への直接交渉を開始）外部資金獲得に向けた協議を開始した。

「ちきゅう」を用いた外部資金によるIODP科学掘削プロジェクト(CPP)の実施に向けた検討では、令和元年11月1-8日に機構の東京事務所において、ノルウェー王国のベルゲン大学とノルウェー石油管理局(NPD)、北海道大学、国立極地研究所と機構関係者を交えた日・ノルウェー共同研究ワークショップを開催し、科学海洋掘削の実施例が極めて少ない北極海での科学掘削調査の可能性について協議を開始した。本ワークショップは、ノルウェー政府のイセリン・ニープー研究・高等教育大臣御臨席のもと開催された。

IRSO (the International Research Ship Operators) において各国の研究船運用情、予算事情、運用体制、船員問題、労働環境や安全問題、各種機器の不具合情報、新造船や船舶改造/延命工事などについて積極的に情報収集及び意見交換を行うとともに、来年のIRSO会合における安全にかかわる新しいセッションの開催を提案し、了承された。

国内外のIODP関係機関が一同に会するIODPフォーラムを令和元年9月に大阪にて開催した(IODP加盟国から10ヶ国、参加者は約70名)。当該年度のフォーラムは、現行IODP期間(平成25年~令和5年)以降の計画全体の枠組検討及びScience Frameworkの策定において重要なタイミングでの開催であり、機構は、フォーラムのホストとして国際的な議論において主導的な役割を果たすとともに、自国開催とすることでより多くの国内関係者が議論に参加できるようにした。

#### 【計算機システム】

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ES全体計算資源の約25%、約1035万ノード時間積を提供した。

平成28年度より継続して実施している文部科学省先端研究基盤共用促進事業「風と流れのプラットフォーム」(地球情報基盤センターが代表機関)では、全4機関が実施機関、3機関が協力機関として参加して活動を行ない、相補的なアナログ風洞と「地球シミュレータ」(デジタル風洞)を共用に供し、プラットフォーム利用実績は平成28年度12件、平成29年度16件、平成30年度29件に対し、令和元年度は30件であり、年々増加している。

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4課題に対して約186万ノード時間積を提供した。これは過去最多件数、過去最大提供資源量であった。

地球シミュレータ(ES)を安定的に運用し、他のトップレベルの計算機センターと比較しても高い利用率及び使用率を達成し、ESを利用する研究者に対して研究開発基盤である計算機資源を安定的に提供した。

国が定めるスパコン調達手続きに準じて次期ESの調達手続きを進めた。機構内研究者を中心とするワーキンググループで、研究動向や長期的視点などを踏まえて議論し、従来研究の発展と新規研究への取組をバランスよく行えるシステム仕様をまとめた。また資料招請や意見招請などで多くのベンダーと広く意見交換を行った。今後は外部委員を含めた総合評価委員会で評価することで、機会均等で高い競争

課題募集型の「地球シミュレータ」利用課題を機構主導で行い、公募課題 26 件(前年比-1 件、割当計算資源量 約 851 万ノード時間積)、特別推進課題 1 件を採択した。

所内課題への参画機関を含め、ES 利用機関数は、平成 29 年度の 138 機関、平成 30 年度の 142 機関から 147 機関に増加した。所内課題審査調整委員会において、研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する関係性を示す数値指標『スコア』を導入した評価、ならびに計算資源割り当てと利用制度の改善による計算資源の利用実績率の改善(96.24%、前年比+11.27%)を達成した。

「地球シミュレータ」の利用分野は、公募課題で大気・海洋 9 件、固体・宇宙8件、環境 2 件 と全 26 課題中 19 課題(約 73%)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(ES)での成果専有型有償利用制度の継続的实施、及び大型計算機システム Data Analyzer(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 4 件、DA で 10 件の利用(利用件数 前年比+2 件)、利用等収入 1,174 万円(前年比+813 万円)を達成した。従来の有償利用者でない新規利用者は 7 件(うち 6 件が DA 新規利用)であり、大学・研究機関・民間企業といった多様な機関への利用に供することができた。さらに、これまでになかった機構賛助会員(民間企業)からの DA 利用もあった。

産業利用の推進策として、産業界向けアプリケーションについて ES 及び DA への移植・動作確認を実施した。令和元年度はバージョンアップによる再検証を含め計 5 本に対して実施した。また、ソフトウェア開発元の協力の上で、スパコン体験型のセミナー(HPC 産業利用セミナー)を 2 回主催し、スパコン利用者の人材育成や新規利用の件数拡大に努めた。本セミナーを通じて、新規利用契約を 4 件獲得した。産業利用のサポートに関しては、移植・チューニングサポートの取組を行い、その一例が産経ビジネス(令和 2 年 1 月 28 日掲載、【IT 風土記】関西発全国の河川氾濫をベクトル型スパコンで 6 時間先まで予測)にて紹介され、ユーザサポートの技術力の高さを発信することができた。「地球シミュレータ」(ES)の運用を行い、計画保守を除くノード停止時間が全体の 0.10%(可用率 99.90%)と年間を通じて安定した運用を実現した。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を行った。(再掲)

また、使用率向上のために、利用者全員を対象にしたアンケート調査を 9 月~10 月に実施し、利用者向け情報発信の改善やジョブ・スケジューリングの調整などの運用上の工夫を行なって利用を促進した。平成 27、28、29、30 年度に続き、令和元年 10 月 25 日に ES ユーザ会議を開催した。ユーザ会議では、事前の利用者アンケートで収集した計算機サービスに対する意見・要望とその対応を紹介し、研究を推進するにあたり障害となっている案件について、

性、透明性を有する調達を実現する予定である。

システム運用やユーザサポートの観点で幅広い意見交換を行った。また「地球シミュレータ」の運用予定やジョブ実行状況等の分析結果を示し、より効率的な利用にむけた意識喚起を行った。さらに、進捗の遅れている課題の利用者へのヒアリングを行ない、利用促進を図った。

平成 28、29、30 年度に引続き、資源消費の進んだ利用者が、当初の割当て外でシステムの空き時間を使用できる「低優先度ジョブ」による運用を行った他、平成 29、30 年度に引き続き、公募課題では上期・下期毎の資源割当てを行ない、計算資源の有効活用を図った。その結果、提供した計算資源をユーザが利用した割合を示す使用率が 97.71%（平成 30 年度は 98.34%、平成 29 年度は 96.83%）となった。令和元年度は公募課題の利用開始が例年より遅れた（平成 31 年 4 月 25 日利用開始、例年は 4 月初頭）にもかかわらず、他のトップレベルの計算機センターの運用実績（「京」2018 年度稼働率約 98.5%（ES でいう可用性に相当）、東大筑波大 Oakforest-PACS 2018 年度最大利用率 89.8%（ES でいう使用率に相当）を上回った。

年間の総演算数は 3,864EFLOPs で、平成 28 年度実績 3,199EFLOPs、平成 29 年度実績 3,208EFLOPs、平成 30 年度実績 3,509EFLOPs を上回った。（再掲）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。

利用サポートでは、講習会、ホームページでの情報発信の他、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 195 件（平成 30 年度 137 件、平成 29 年度 213 件）であった。令和元年度は HPCI 経由での新規 ES 利用者が増えており、それら新規利用者からの問い合わせや Gfarm のような HPCI 環境などとの外部連携に関する相談が寄せられたことが相談件数増加の一因と思われる。令和元年度は利用相談窓口の一次受付体制を拡充してユーザ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、高い使用率が達成できたと言える。

特別推進課題については、令和元年度からは応募の随時受付、利用期間の制限解除（通年利用可能）を行い、ユーザが募集時期によらず制度を利用できるよう改善した。令和元年度は成果創出加速枠において計 1 課題を採択した。利用課題に対しては専任サポート要員を配し、課題の実施計画に即して、利用プログラムの移植や動作確認、最適化、ジョブスクリプト作成などのきめ細かいサポートを推進したことにより、利用課題では課題の目的を達成できた。

「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特別推進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、利用者拡大と安定的かつ効率的な運用につとめ、利用率99.97%、使用率85.45%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。

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、平成31年度には年間396日程度のシフトタイムを確保した上で学術研究の特性に考慮した船舶運航計画を策定し、これに基づき学術研究船等の効率的な運航・運用を行う。

昨年度に策定した運航計画に基づき、研究船の共同利用に「白鳳丸」「新青丸」「よすか」を共用し、令和元年度は380日の共同利用航海を実施した。台風による航海のキャンセルにより、計画より若干の日数減となった。令和2年度については、「白鳳丸」の改造工事等を勘案し、東京大学大気海洋研究所と協働し、351日の共同利用航海の船舶運航計画を策定した。

「白鳳丸」による世界一周航海（令和元年10月～令和2年3月）各関係国との綿密な事前調整や機器の維持管理等を行った結果、大きなダウンタイムを発生させることなく、世界各地における多様かつ効率的な調査観測を実施した。

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。

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2,073航海・6,931潜航となり、着実に増加した。さらに、東京大学大気海洋研究所（AORI）との研究船利用公募の一元化により、令和元年度は、大気海洋研究拠点（JURCAOS）及び機構の共有帰属となる「新青丸」航海で取得された17航海・64種のデータ公開に繋がった。「白鳳丸」については、データ特性や内容に応じた次年度以降の公開に向けて、提出されたデータの解析や分析を進めた。また、JURCAOSと機構の共有帰属となるデータ・サンプルが管理及び公開できるよう管理システムを改修するとともに、航海で取得された岩石・コア・生物の各サンプルを統合的に管理するために前年度に構築した「サンプル管理データベース」に情報を集約し、3月に「航海・潜航データ・サンプル探索システム（DARWIN）」との連携を実施した。これにより、サンプル保管情報を一元的に取扱うことができ、オープン／クローズを踏まえた情報管理が可能となる。

機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報は、「DARWIN」等に掲載しており、各種情報を利用者自らダウンロードできる形で公開している。サイト上での掲載が困難な大容量データや生（Raw）データなどは申請に基づきオフラインでの対応を実

新たなシステムのもと、東京大学大気海洋研究所とも密接に連携し事務支援を行っている。「白鳳丸」世界一周航海支援に加え、改造工事のための予算要求、工事内容などを協働して進め、予算化に成功した。着実に業務が運営されている。

現在、「統合イノベーション戦略」（2018年6月15日閣議決定）を具体的に講ずる主要施策として、国立研究開発法人に対してデータポリシーの策定が求められている。機構で2007年よりデータ・サンプルの取り扱いに関する基本方針（データポリシー）を定め、一早い対応を行っている。また、DOIの付与等取組も着実に進められている。

国内外で推進されるオープンアクセスへの取組として、DOI付与の本格運用を開始させ、且つ、機構が公開するほぼ全ての船舶情報に対してDOIを付与したことでアクセスの保証及び利便性を向上させた。

我が国の海洋状況把握の能力強化に向けた取組に貢献すべく、総合的な海洋データバンクとなる「JODCオンラインデータ提供システム」や海洋情報の集約・共有サイト「海洋状況表示システム（海しる）」（海上保安庁）を通じて、機構船舶の情報を継続的且つ持続的に提供する仕組みを構築している。

施しており、令和元年度は 228 件の依頼に対応した。提供したデータ・サンプルは、研究論文や学会発表だけにとどまらず、新種報告に伴う博物館へのサンプル供託（3 件）、やキュレーターによる専門的情報の提供により博物館での展示（8 件）などにも繋げた。機構コアサンプルについて、合計 19 件（内訳：研究 12、教育 7）のリクエストを受理し、試料提供を実施した（高知コア研究所、地球情報基盤センター）。

利用者のニーズや国内外の動向を踏まえ、デジタルオブジェクト識別子（DOI）付与の本格運用を開始し、本年度は航海を基本単位とし、過去の航海にまで遡り付与することとした。DOI 付与作業を効率的に実施するため管理・公開システムの高機能化を行い 99%（2031 航海）に対して付与作業並びに公開を完了した。これにより、DOI 付与による航海関連情報の利用状況等の追跡が次年度以降可能となった。

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）62 航海分、海底設置型観測機器設置情報（MOR）3 航海分を登録した（累計登録：878 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 104 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）」にも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。JODC への継続的なデータ提供を通じ、国際海洋データ・情報交換システム（IODE）活動へ貢献した。加えて、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）との連携するために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。

国際的動向を踏まえたオープンサイエンスの推進に関する検討会（内閣府）、科学技術・学術政策研究所による「オープンサイエンス実態調査」及び海上保安庁からの依頼に対して、機構のデータ管理方法に関する技術的紹介や意見交換など通じて、データの取扱いに対する運用技術の提供に貢献した。

機構のデータマネジメントに対する着実な取組が認められ、国内にて推進される施策や活動に取り上げられた。現在、国内の研究機関や大学等に対して 2020 年度末までにデータポリシーを策定することが示されており、早期に着手していた機構の活動が目され、「国立研究開発法人におけるデータポリシー策定のためのガイド

ライン～説明資料～」（平成 31 年 4 月 2 日内閣府政策統括官）の参考として当機構のデータポリシーが記載、また、国内の研究機関や大学等に対してデータマネジメントのベストプラクティスとして紹介された他、「研究データ基盤整備と国際展開ワーキンググループ報告書－研究データ基盤整備と国際展開に関する戦略－」（令和元年 10 月 研究データ基盤整備と国際展開ワーキンググループ）においても、研究機関のデータマネジメントの好例として機構の取組が掲載された。

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を維持するため、費用対効果の面から一部の学術雑誌は年間で購読を取りやめた。一方で、文献を広範に提供できるドキュメントデリバリーサービスを導入することにより、情報環境を維持しつつも、より安価で効率的な提供方法の構築に努めている。これらの工夫により節約された予算の一部については、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。結果、機構図書館として、図書は冊子 62,840[60,100]タイトル、電子ブック 30,908[29,062]タイトルを提供し、雑誌は和雑誌 91[86]タイトル、外国雑誌 625[640]タイトルを購入、提供した。

研究開発活動に必要な図書資料の充実に努めたことに加え、機構未所蔵資料についても、他機関図書館等からコピーや現物を取り寄せて提供した。機構研究者からの 623[926]件の文献複写依頼、105 [124]件の図書の貸借依頼に対応したが、その際にはオープンアクセスの有無や、提供条件の調査を行うことで、より安価で迅速な手配を実施した。Pay Per View 及びドキュメントデリバリーサービスの導入により、従来対応できなかった最新号の提供や電子データでの提供を一部可能とする等、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、68[82]件の文献複写、22[26]件の図書の貸借に対応し、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 35,748[34,363]件で、うち機構刊行物を含む 3,405[3,273]件については本文データも公開している。また、新たに、機構刊行物への DOI 付与を開始した。これにより、消失の恐れが高い Web でのみ発行された資料について、機構自身がアクセスを保証することとなる。引用にかかる利便性向上、情報の流通促進に加え、研究データと研究開発成果の DOI による関連付けが期待される。

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。



また、データ及びサンプルの提供の在り方については、利用者ニーズや各データ及びサンプルの性質、提供に当たってのセキュリティ対策を総合的に勘案して最適化を図るための検討を随時実施し、関係する方針や制度等を改訂・整備する。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

データ解析を生かした研究成果の創出だけでなく、データ等の外部提供・利用を促進するための取組も見られたが、この分野は人材が不足している一方、大きなポテンシャルもあることから、引き続き人材育成・獲得等に尽力してほしい。

【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

また、国民の海洋に関する理解増進に寄与する一般利用者へ開放している横浜図書館（2F）については、連動した一般向けニュースレター”Library Communication”の発行や、特別展示の実施等、積極的な普及広報活動を行った。また、金沢区の図書館との地域連携を推進するため、「金沢区読書フェスティバル」協カイベント「読書マラソン」を実施、53名の参加があった。また、「大人のライブラリーツアー」を実施し、所蔵する貴重書の紹介を通じて、海洋科学の歴史に触れていただく機会を提供した。結果として、横浜図書館（2F）は、延べ5,746[9,281]名の利用があり、1,560[2,035]冊の図書を貸出した（注：新型コロナウイルス感染防止対策のため、一般開放図書館は、外部利用者に対し令和2年2月21日から休館）。また、広く一般に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。

※角括弧内の数字は平成30年度実績

利活用促進につながる企画立案を行うとともに、関係する方針や制度等を改訂・整備した。具体的には、機構におけるデータ・サンプルの戦略的かつ総合的な利用推進を図ることを目的とした内部委員会の構造を見直し、並びに規程類を改正し「データ・サンプル運用委員会」とした。また、内部提言書「データ保管の在り方について（検討会報告書）」（平成30年12月、データ保管の在り方検討会）で示されたデータ・サンプルの取扱いに関する課題の解決に向けて、関係部署へのヒアリング等を実施し、その結果を踏まえてデータ・サンプル運用委員会での議論を行い、課題種別毎に課題と担当部署までまとめることで次年度への課題を明確にした（10月28日、1月22日、3月5日に委員会開催）。また、保管期限となる10年を経過するサンプルの対応についても委員会での課題として検討に着手するとともに、取扱いを留保していた生物サンプルの海外提供についても機構研究者の研究活動に資する提供について実施できるよう、段階的に取り組むための道筋を立てた。

【指摘事項に対する措置内容】

他機関（海上保安庁）の現場同士の意見交換や、シンポジウムによる講演などによって、情報を収集するだけでなくネットワークの構築や人材の関心を高めることで、現要員のレベルアップを図るとともに、機構内部でデータ管理及び運用に関する勉強会等を通じてデータ管理に触れる機会を広げるなど、人材育成にも取り組んでいる。また、予算措置を含めた人材獲得にも尽力している。

の発展に貢献したか。

**【関連指標】**

(評価指標)

- ・研究開発基盤の供用状況や供用促進に向けた取組状況とその供用等を通じた成果
- ・学術研究に係る船舶の運航・運用状況とこれを通じた成果
- ・各種データ、サンプルの提供及びその利活用の状況 等

(モニタリング指標)

- ・受託航海における船舶運航日数(日)
- ・地球シミュレータにおける公募課題数(件)
- ・学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数
- ・航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数 等

(モニタリング指標)

- ・受託航海における船舶運航日数(日): 286日
- ・地球シミュレータにおける公募課題数(件): 26件
- ・学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数: 380日、0件
- ・航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数: 10,528件

【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						
<p><b>【中長期計画】</b>            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リー・ボード（JAB；JAMSTEC Advisory Board）を本中長期目標期間に開催し、機構の取組について説明・議論を行い、国際的な視点から助言及び提言を受ける。さらに、業務運営全般について外部有識者との定期的な意見交換を実施し、政策及びマネジメントの視点から助言を受ける。</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>		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
		B						
年度計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
<p>1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立</p> <p>(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。</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</p>	<p>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、令和元年度において経営戦略会議を毎月1回の頻度で実施した。本会議では主に国の政策や国内外の様々な状況を踏まえた機構の経営方針等について議論を行う。今年度は、特に船舶や深海探査システム等大型ファシリティの維持・運用に関する将来</p>	<p>評定：B            中長期目標や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされているため、自己評価を「B」とする。詳細は下記項目に記載の通り。</p> <p>補助評定：B            本項目について、中長期計画における所期の目標を達成していると認められるため、自己評価を「B」とする。</p> <p>○タウンミーティングの実施            ・理事と職員との間での意思疎通を促進するために研究担当理事、開発・運用担当理事によるタウンミーティングを開催した。</p> <p>○経営諮問会議の実施            ・経営諮問会議を1回開催した。外部有識者からは、我が国の海洋科学技術に係る中核的機関として当機構の果たすべき役割を中心として、事業及びマネジメントに関する助言を得た。</p>						

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。

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。

計画や、予算に関するPDCAサイクルの強化について、重点的に議論を行い、その結果に基づき令和3年度以降の予算要求等に反映させていく予定。

研究担当理事、開発・運用担当理事主催のタウンミーティングを行い、第4期中長期目標期間開始に伴う具体的な事業の進め方や研究開発現場の課題等について、現場レベルの職員と役員が直接意見交換を行うことで、組織内の意思疎通を促進させた。

外部有識者から構成される経営諮問会議は毎年度2回開催しているが、今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響で1回（令和元年11月）のみの開催となった。この会議では第4期中長期計画における新体制のもとでの初めての開催となり、中長期計画概要及びその遂行に当たっての経営陣の考え方を紹介した。外部有識者からは、我が国の海洋科学技術に係る中核的機関として当機構の果たすべき事業及びマネジメントに関する広汎な意見を得た。次回は、この意見の中からJAMSTECの対外戦略、国際戦略、人材活用にフォーカスして、より具体的な取組について、議論していく予定。

令和4年度に実施予定の第3回JABに向けて、前回のJABで委員から頂戴した助言への対応状況について機構内のフォローアップを行った。

前中期目標期間に発生した組織の信頼性に関わる重大なインシデントを受け、平成30年度に組織業務運営の抜本的改革として、経営者による監督機能の強化やコミュニケーションの強化、事業の効率化や意思決定の迅速化等を行った。これらについて、令和元年度から当該改革の実施状況や効果を適宜モニタリングし、必要に応じて改善の取組を行うことで、内部統制の強化を図った。

内部統制の実効性を高めるため、我が国の内部統制システムの立ち上げ及び導入を牽引した第一人者を外部講師として招き、講演会形式で内部統制研修を行った。その内容については、研修後の内部統制委員会において再確認し、範たるものは機構の内部統制に取り入れるよう、検討を進めているところである。さらに、当該研修は内部統制の根幹を司る役員だけでなく、今後の組織を担う職員等も参加できるようにし、組織全体で役員が目指す内部統制の在り方を考える機会を提供することで、組織全体で内部統制への意識醸成を図った。

平成30年度末に実施したリスクマネジメント委員会において、「健全な職場環境・組織風土を阻害するリスク」を優先対応リスクとして組織全体で取り組むことを決定した。令和元年度は当該対応の初年度として、若手・中堅職員を対象としたリスクマネジメント研修を開催し、機構の職場環境・組織風土に関する諸課題について議論を行うことで、若手・中堅職員のリスク意識を向上させ、課題に対する意見を集めた。さらに、リスクマネジメント委員会のもとに若手・中堅職員を対象としたワーキンググループを設置し、リス

○内部統制研修による内部統制への意識醸成  
・我が国の内部統制システムの立ち上げ及び導入を牽引した第一人者を外部講師として招き、講演会形式で内部統制研修を実施した。その内容については、研修後の内部統制委員会において再確認し、範たるものは機構の内部統制に取り入れるよう、検討を進めているところ。内部統制研修の対象を役員だけでなく、役職員全体とすることで、組織全体で内部統制の意識醸成を図った。

○リスクマネジメント研修による職場環境・組織風土に係る課題の洗い出し  
・リスクへの取組として、リスクマネジメント研修を実施し、職場環境・組織風土に係る課題について意見を集めた。従来は管理職層に対し実施していたリスクマネジメント研修の対象を、研究・技術・事務職の若手・中堅職員に変更し、グループワーク形式による研修を行うことで、これまで表面化しにくかった組織風土に関する諸課題を議論した。

○若手・中堅職員のワーキンググループ設置  
・リスクマネジメント委員会のもとに、若手・中堅職員のワーキンググループを設置しリスクマネジメント研修で集めた意見を活かした機構の問題点の洗い出し及び改善に向けた方向性の検討を行う等、機構全体の職場環境・組織風土改革に着手した。

○内部監査等による点検  
・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。  
・不正が発生するリスクに対しては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。  
・機構が対応すべき課題やリスク、監査上の重要課題等について、理事長と監事が意見交換を行うための定期会合を実施した。

○研究不正及び研究費不正使用防止に係る取組  
・職員にはe-learningによる研修を行い、新規採用者には講義形式による研修も併せて実施した。  
・リスクマネジメントニュースとして、メール及び掲示板を通じて全役職員に対し、不正が生じる原因を改めて周知するとともに研究不正に係るビデ

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。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

一方、本中期目標期間においては、論文・

クマネジメント研修で集めた意見を活かした機構の問題点の洗い出し及び改善に向けた方向性の検討を行う等、機構全体の組織風土改革に着手した。

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。

不正が発生するリスクに対しては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。

機構が対応すべき課題やリスク、監査上の重要課題等について、理事長と監事が意見交換を行うための定期会合を実施した。

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係る教育として、eラーニングによる研修を行うとともに、新規採用者には講義形式による研修も併せて行った。またリスクマネジメントニュースとして全役職員に対し、不正発生の原因及び研究不正に関わるビデオ教材の紹介についてメールを行う等、職員の意識醸成を図った。

不正が疑われる案件が発生した場合には、速やかに調査体制を構築し、適切な対応ができるようにしている。

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。

合理的な資源配分を行うために、実行予算編成方針を策定し、これに基づき各事業のヒアリングを実施し、適切に実行予算配分を行った。事業開始後も定期的に各事業の進捗状況をヒアリング等により確認し、必要に応じて実行予算の再配分を行った。また、関係各部署による定期的な会合を実施することで機構全体の執行状況をより適切に把握した。

新たな取組として、予算に関する P(Plan)-D(Do)-C(Check)-A(Action)の各取組を強化するとともに相互にリンクをさせ、PDCA サイクルの確立に向けて、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。これまで機関評価の結果は法人の経営資源配分に反映できていなかったが、令和元年度の評価結果を基に、令和3年度の業務計画編成において反映を行う予定である。具体的には、今般、新たな試みとして Action を導入し、中長期計画の達成度が高い評価（S）を得た研究開発部門に対しては、翌々年度の実行予算の配分を重点化し、飛躍的な成果創出を期待することとした。

【指摘事項に対する措置内容】

前中期目標期間に発生した組織の信頼性に関わる重大なインシ

才教材の紹介を行うことで、意識醸成を図った。

特許等の成果指標に係る誤集計事案、データの公開・利用に係る手続漏れ事案、個人情報情報の誤送信事案など、組織の信頼性に関わる重大なインシデントが判明した。これに対して、機構では、内部統制委員会の下に「組織における共通的問題改善ワーキンググループ（WG）」を設置し、個々の事案の直接的な原因のみならず、組織に共通する問題やリスクの検証を行い、組織・システム・制度等の見直しを含む組織業務運営の抜本的改革に着手した。今後は、これらの改善措置・再発防止策が奏功し、適正かつ効果的な組織業務運営がなされるよう内部統制を更に強化していくことを求めるとともに、再発防止策が機能し適切に業務改善が図られているのかを適時に点検し、更なる業務改善に反映していくというPDCAサイクルを自ら確立し、組織内部にしっかりと根付かせていくことを期待する。

機構では、今後ますます膨大な情報・データを観測・収集・分析する研究活動が重要性を増してくる中、それらの情報・データを適切に管理しつつ、機構内外の研究者が積極的に利用可能な状況とすることが研究遂行に当たっての前提条件として求められる。そのためのマネジメント体制をしっかりと構築していくことを求める。

## （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。

デントを受け、平成 30 年度に組織業務運営の抜本的改革として講じた以下の 4 つの改善措置・再発防止策について、それぞれの取組状況と効果のモニタリングとして、各所管部署に年に 2 回ヒアリングを行った。

- ① 経営者による監督機能の強化
- ② 責任の所在明確化による事業の効率化かつスピード化
- ③ 経営者が先頭に立ったリスク感度向上研修
- ④ 経営と職員のコミュニケーション強化

当該モニタリング結果については、内部統制委員会に報告するとともに、委員会委員の意見を各所管部署にフィードバックさせ、更なる改善や取組の強化につなげた。

研究、技術、知財等のデータに関係する各部署の職員を委員として構成された「データ・サンプル運用委員会」において、機構が扱うデータやサンプルの管理及び利用の促進に関する事項等の検討・審議を行うことで、機構におけるデータ・サンプルの利活用を促進するための体制を構築している。

令和元年度は新規データセットの公開に関して 8 件及び生物サンプルの供託について 3 件の審議を行い、承認を得た上でデータ公開及び供託を実施した。

理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、平成 30 年度業務実績、及び第 3 期中期目標期間の業務実績に係る自己評価会議を令和元年 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、平成 30 年度業務実績、及び第 3 期中期目標期間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他、必要に応じて外部有識者からの評価を受ける機会を設けている。また、その他の取組として、普及広報活動においては、機構の公式 Twitter や Facebook などにおけるの反応を分析し、地球シミュレータの運用に当たっては経年比較のみならず

○平成 30 年度業務実績及び第 3 期中期目標期間の業務実績評価の実施

平成 30 年度業務実績、及び第 3 期中期目標期間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。

○客観的で信頼性の高い評価の実施

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、必要に応じて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、他機関との比較等、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。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

幅広い分野の研究を進め、着実に成果を上げている。ただ、研究部門の自己評価が全て「A」という結果にやや違和感を覚える。互いの専門分野には口出ししづらいかもかもしれないが、組織内、仲間内の横並びになっていないか気になる。自己評価の仕組みが機能するような体制作りが必要ではないか。

組織マネジメント上の問題が発生している中、研究開発課題の成果に対する自己評価が軒並み「A」とされていることについては、評価が甘いのではないかと危惧を覚える。

論文・特許の誤集計など組織の信頼性を揺るがすような重大なインシデントの発生は、一般に、組織の中で目先の成果を追求する場合、すなわち、成果の内容そのものよりも、何が何でもAでなければとA評定の獲得そのものが自己目的化しているような場合に起こりがちであると考えられるため、機構の組織体質・風土がそのような状況に陥っていないか適宜点検する必要がある。また、自己評価の過程においても、SABCといった表面的な評定の結果に拘泥するのではなく、「今回はBだが次はAやSにできるよう頑張ろう」というように、オープンに自分たちの成果を議論・評価できるような仕組みの構築が必要ではないか。

【評価軸】

○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

他機関との比較も行う等、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。

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」の登録データによる集計へ変更した。これにより、標準な基準で抽出されたデータを用いて評価できることとなり、他機関との比較等も可能になった。(再掲)

【指摘事項に対する措置内容】

研究開発を実施する部門において、中長期計画期間全体の計画に合わせて、各部門で年度当初に網羅的かつ階層別に目標を設定し、これに対する達成度合いや、問題点等を確認した上で、評価を行う方法を取ることとした。これにより各部門の短期的・長期的な目標に対する進捗状況を俯瞰することができ、より客観的に評価を行うことができる仕組みとした。

また、各部署の自己評価の過程で、評価者（理事）と各担当部署が直接議論する場を設けることとした。評定の結果だけでなく、具体的な成果の内容や抱えている問題点等について議論ができる仕組みとした。

か。

○内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。

【関連指標】

(主な指標)

- ・外部有識者との業務運営全般に係る意見交換の実施状況及び得られた助言等の業務運営への反映状況
- ・国の政策や国内外の様々な動向を踏まえつつ策定した経営方針を機構内に浸透させるための取組状況
- ・組織マネジメント上の諸問題に対応した抜本的改革や再発防止措置への取組状況
- ・改革・再発防止措置による効果や副作用についての点検状況、点検結果に基づく対策の見直し・業務改善実績
- ・リスク管理の徹底に向けた取組状況（リスク評価の実施状況、当該リスク評価に基づく低減策の検討状況等）
- ・研究不正、研究費不正の防止に向けた取組状況
- ・指標を活用した業務の進捗状況の把握等、客観的で信頼性の高い自己評価の実施状況
- ・自己評価及び大臣評価結果の業務運営への反映状況 等

2. 業務の合理化・効率化

(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

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

働き方改革への対応として今年度後半から一部の部署で試行的に開始されたテレワークに必要なネットワーク環境の整備を行った。新型コロナウイルス感染拡大防止への取組強化が必要となつて以降は環境整備を加速し、新型コロナウイルス対策の大規模なテレワーク実施体制に移行するための準備を迅速に行うことがで

補助評価：B

本項目について、中長期計画における所期の目標を達成していると認められるため、自己評価を「B」とする。

一般管理費について、前年度比5.03%の削減がなされ、着実に効率化が図られた。



公租公課を除く。)については平成30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。

#### 【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

・・・また、一般管理費の削減目標が達成できなかった点についても、今後、執行管理を一層強化し、経費の削減・抑制が適切に行われるよう求める。

##### (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

きた。

また、令和4年度運用開始の大規模業務システム更新について、電子決裁システムの仕様書とりまとめを行い、情報セキュリティの維持、システム安定化とともに、業務の電子化を進めるシステム設計を行い、機構業務の合理化、効率化に取り組んだ。

一般管理費に関して、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られる。借上社宅制度の改定に伴い、平成30年度の実績額23,523,662円に対して、今年度実績額20,567,999円となり、2,955,663円の削減に繋がった。

これらの削減の結果、一般管理費については、平成30年度の実績額397,252,027円(※1)に対して、今年度実績額377,282,062円(※2)となり、前年度比で5.03%の削減がなされ、着実に効率化が図られた。

(※1) 人件費及び公租公課を除いた一般管理費404,853,947円から、特殊要因経費7,601,920円を差引いて算出

(※2) 人件費及び公租公課を除いた一般管理費385,980,788円から、特殊要因経費8,698,726円を差引いて算出

また、その他の事業費についても、平成30年度に比べ1%以上の効率化を行い、着実に効率化が図られた。

#### 【指摘事項に対する措置内容】

機構内で予算配分する際、管理経費についてはゼロベースで経費の効率化を図ることを前提に予算削減目標を設定し、各部署において当該目標の達成に向け取り組むなどした結果、令和元年度は3%以上削減となっており、着実に効率化が図られている。

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

ラスパイレス指数(令和元年度実績)

事務・技術職員:110.3(平成30年度110.3)

研究職員:97.8(平成30年度97.7)

随意契約の適正化に関する取り組みを以下実施した。

##### ・適正性の審査・点検

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成27年5月25日総務大臣決定)に基づき、事務・事業の特性

給与水準はほぼ横ばいあることから、適切に推移していると評価できる。

契約については、原則として一般競争入札等の競争性のある契約方式によることとし、随意契約によった場合は、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

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。

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等の合理化を推進し、併せて調達に関するガバナンスの徹底を行った。

「公共調達の適正化について（平成 18 年 8 月 25 日付財計第 2017 号）に基づく情報の公開」に対応し、公共工事、物品役務等の随意契約情報、落札情報を機構ホームページ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実施した。

・入札説明書の電子公布等

一者応札の低減に向け、遠隔の土地にいる者等の入札への参加の機会の確保、入札参加者の移動コスト及び時間コストの負担軽減等が期待でき、ひいては参入障壁の軽減につながると考え、郵便入札を導入した。令和元年度分としては、1 件の郵便入札による入札が実現した。

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。

・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声かけ、調達情報をメールマガジンにて配信、機構ホームページに年間調達予定情報を掲載した。

・仕様書等の見直し

「公用車両（連絡使用車両）の運転・管理業務」について、プライバシーマークの付与または ISO/IEC27001 の条件の緩和について検討した、ほかの個人情報保護についての確認ができる方法について引き続き検討することとした。

「乗用自動車の運行・管理業務」について、これまでの単年度契約から複数年契約化を行い、業務の省力化を図った。

地方拠点（高知コア研究所、GODAC）の電気の供給について、受電設備の切り替えなどの準備期間を確保し、新電力の事業者の参入が可能となるように調達手続を前倒しし入札公告を開始した結果、新規事業者の参入などがあり、入札価格の低減が実現した。

・船舶運航委託契約の見直し

船舶運航委託先への監査の実効性を担保するため、現行契約の監査条項を拡充し、監査の内容、方法等を明確化した。

「研究船等の運航及び調査支援等に関する業務委託」及び「地球深部探査船「ちきゅう」運用業務委託契約」ともに、原則として四半期ごとに事業期間を区切り、各期間を対象に実地監査を実施した。

長年にわたり一者応札又は随意契約であった「研究船「白鳳丸」の運航支援及び調査支援等に関する業務委託」の調達方法を改善

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。

し、複数者による参入が実現し競争性が確保された結果、令和元年度から新規参入者による受託となった。準備期間の確保、前委託事業者からの引継期間の確保等に努め、研究支援業務品質を確保するとともに、適時、契約相手方、要求部署、契約部門との打合せを行い、責任範囲及び費目の認識共有化を図った。また、調達方法の改善活動により競争環境が成立したことにより、新規性のある船舶運航技術の導入検討、一般管理費を含む総コストが低減された。

・ 辞退届の分析

必要最小限の資格や仕様要件の見直しを要求部署へ依頼し、複数者が参加できるように調整を行った。納期による辞退もあったため、要求部署に取得手続きの早期化を依頼した。

調達合理化計画の見直しを以下実施した。

・ 契約内容・契約形態の見直し

毎年契約される保守や調達案件について、令和3年度以降の実現に向けて、業務効率化の観点から複数年化とするよう調整を行った。

地方拠点（高知コア研究所、GODAC）の電気の供給について、受電設備の切り替えなどの準備期間を確保し、新電力の事業者の参入が可能となるように調達手続を前倒しし入札公告を開始した結果、新規事業者の参入などがあり、入札価格の低減が実現した。（再掲）

機構の経営に影響のある大型契約について、監査項目を見直すことなどにより業務実効に係るコスト構造の透明化を図り、一般管理費率及び利益率の見直しを行い、委託費総額の引下げを実現した。

・ 共同調達の推進

平成30年度に引き続き、近隣の国立研究開発法人と継続的にコピー用紙を国立大学法人とコピー用紙、ガソリン、窒素を共同で調達することで経費削減や業務の省力化を実現した。さらに上記の国立研究開発法人と他の案件においても共同調達を導入可能か、引き続き検討を行うこととした。

・ 一括調達等の推進

既存のネット調達の機能向上を目的として、作業着等のカタログ化による発注業務の簡便化、調達制限品（オフィス家具）の見直しによるネット調達アイテム数の増加、サプライヤの追加登録（25社→33社）による調達先の増加、工業用間接資材ネットストアとの連携接続等の改善をおこない、調達手続きの利便性を高めた。ほかにもネット印刷サービスの紹介を行った。

また、論文購入の手続きについて、発注権限の見直し及びネット調達化を推進することにより、論文購入手続きの迅速化、効率化を図った。

また、内部監査及び契約監視委員会により、契約業務の点検を受けることで、公正性及び透明性を確保する。

#### 【評価軸】

○管理部門の組織の見直し、調達の合理化、業務の電子化等に取り組むことにより、業務運営の合理化・効率化が図られているか。

#### 【関連指標】

(主な定量的指標)

- ・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・

#### ・規程類の改定

令和2年4月に施行される民法改正に対応するため標準契約書及び約款を改訂し、専門家の支援を得ながら、契約不適合責任制度の導入、消滅時効の改正等について点検、整理を行った。令和2年度契約から適用する。

調達に関するガバナンスの徹底を以下実施した。

#### ・随意契約に関する内部統制の確立

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

#### ・不祥事の発生の未然防止のための取り組み

研究不正及び研究不正使用防止に係るeラーニングについて受講した

新たに着任した職員を対象とした外部講習の活用、外部講師による財務諸表の基礎セミナーなどを行い、経理部職員としてのスキル向上を図った。

研究費不正使用防止のため、取引業者に対して、いかなる不正にも関与しないこと等を誓約する書面の提出を求めた。

外部委員で構成される契約監視委員会により、随契限度額を超える全ての案件について事後点検を受け、手続きの公正性及び透明性を確保するように努めている。なお、指摘された事項については適宜対応した。

見直しの状況 等		
----------	--	--

【Ⅲ】

Ⅲ 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置

【評定】

B

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
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

【年度計画記載事項】

1. 予算、収支計画、資金計画

(1) 予算  
平成31年度予算

(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	30,997	5,365	827	37,190
施設費補助金	3,263	992	0	4,255
補助金収入	521	0	0	521
事業等収入	818	370	470	1,657
受託収入	2,408	271	0	2,679
計	38,007	6,997	1,297	46,301
支出				
一般管理費	0	0	1,297	1,297
(公租公課を除いた一般管理費)	0	0	1,003	1,003
うち、人件費(管理系)	0	0	610	610
物件費	0	0	393	393
公租公課	0	0	294	294
業務経費	32,080	5,735	0	37,816
(公租公課を除いた業務経費)	31,799	5,684	0	37,483

業務実績

平成31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	31,181	5,073	935	37,190
施設費補助金	3,127	0	0	3,127
補助金収入	521	0	0	521
事業等収入	947	202	350	1,500
受託収入	2,370	288	0	2,658
計	38,146	5,563	1,285	44,995
支出				
一般管理費	0	0	1,232	1,232
(公租公課を除いた一般管理費)	0	0	1,033	1,033
うち、人件費(管理系)	0	0	647	647
物件費	0	0	386	386
公租公課	0	0	199	199
事業経費	26,737	5,201	0	31,938
(公租公課を除いた事業経費)	26,466	5,140	0	31,606

評価コメント

評定：B  
中長期目標や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされているため、自己評価を「B」とする。詳細は下記項目に記載の通り。

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』  
・当期総利益は通常の業務運営により生じたものであり、法人の業務運営に問題等はない。  
・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、主に貯蔵品や前払費用の計上に伴って一時的に生じた損益と、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、後者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

うち、人件費(事業系)	4,079	1,115	0	5,193
物件費	27,720	4,569	0	32,289
公租公課	282	52	0	333
施設費	3,263	992	0	4,255
補助金事業	521	0	0	521
受託経費	2,409	271	0	2,679
計	38,273	6,997	1,297	46,568

[注 1] 各積算欄と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 2] 「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

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

[注 1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 2] 「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

**【主な増減理由】**

施設費で行う事業の一部を翌年度に繰り越したため、収入の施設費補助金及び支出の施設費が減少した。また、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。

繰り越した事業は翌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。

なお、決算において事業の内容を改めて精査し、一部の事業についてセグメントの見直しを行ったため、一部のセグメントにおいて予算額と決算額の間には差額が生じている。

**【評価指標に対する実績】**

予算の適切かつ効率的な執行状況

『1. 予算及び2. 収支計画』

- ・平成 31 年度（令和元年度）における当期総利益は 207,912,296 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、貯蔵品や前払費用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。
- ・利益剰余金は 1,753,866,313 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。
- ・繰越欠損金は計上されていない。
- ・運営費交付金の未執行率は 13.7% である。主な要因は、年度をまたいで実施している地球深部探査船「ちきゅう」の定期検査に伴うドック工事に係る保守修繕費用を計画的に繰越したものの、令和元年度補正予算（第 1 号）において追加措置され、3 月末に資金を受領した戦略的イノベーション創造

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、「債権評価及び貸倒引当金計上に係る事務処理マニュアル」に基づき適切に債権の管理・回収を行っている。

・金融資産の規模、保有・運用状況及び運用体制は適切である。

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

・自己収入は対前期比で増加しており、また、自己収入増加に向けた取組についても着実に進んでいる。

プログラムにかかる予算を全額翌年度へ繰り越したものの、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。なお、一部、コロナウイルスの影響による事業の遅延・中止に伴って繰り越された予算も含まれている。

・繰り越した事業は翌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。

### 『3. 資金計画』

・金融資産の保有状況については以下のとおり。

#### ① 金融資産の名称と内容、規模

・現金及び預金 8,171,737,816円（年度末時点）

#### ② 保有の必要性（事業目的を遂行する手段としての有用性・有効性）

・年度末時点で保有する現金及び預金は主に計画的に翌年度へ繰り越した運営費交付金及び未払金や預り金などの債務返済の原資である。期中も資金繰り計画に基づいて運営費交付金の交付を受けており、常に業務の進捗に応じた適切な規模の資金を保有している。

#### ③ 管理状況

・金庫で保管する必要最小限の現金を除き、全て銀行預金へ預け入れを行っている。

・貸し倒れの恐れのある債権はない。

### 自己収入増加を推進する取組の状況と自己収入全体の獲得額

・事業等収入は前期1,351百万円に対して今期1,500百万円と、149百万円ほど増加している。

・各年度固有の事情があるため、単純比較は出来ないが、例えば毎期継続して事業収入を得ている以下の収入については、軒並み増加している。

-地球シミュレータ利用等収入：8,408,898円 → 68,427,434円

-共用施設収入：10,831,036円 → 86,034,466円

-知的財産権収入：14,409,821円 → 21,398,397円

・新たに有償で深海バイオリソースの外部提供を行う事業を開始した。

・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する。

### 競争的資金等の外部資金の獲得額

（I-2.-(1)-③「外部資金による研究開発の推進」に記載）



(2) 収支計画  
平成31年度収支計画

(単位：百万円)

区別	研究開発	中核的機 関形成	法人共 通	合計
費用の部				
経常費用	34,753	6,620	1,250	42,623
業務経費	27,602	4,776	0	32,378
一般管理費	0	0	1,238	1,238
受託費	2,409	271	0	2,679
補助金事業費	506	0	0	506
減価償却費	4,236	1,573	12	5,822
財務費用	41	18	0	59
臨時損失	688	484	183	1,355
収益の部				
運営費交付金収益	26,835	4,676	768	32,279
受託収入	2,408	271	0	2,679
補助金収益	506	0	0	506
その他の収入	818	370	470	1,657
資産見返負債戻入	3,377	1,302	8	4,687
臨時利益	688	484	183	1,355
純損失	△851	△19	△4	△874
前中長期目標期間繰越	851	19	4	874
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。

(3) 資金計画  
平成31年度資金計画

(単位：百万円)

平成31年度収支実績

(単位：百万円)

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

[注] 各積算欄と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

【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翌年度へ繰り越したことに伴って、業務経費や運営費交付金収益が減少した。固定資産増加額が想定より少なく、費用計上額が多かったことに伴って、業務経費とその他の収入が増加した。また、独法会計基準が改訂され当年度から賞与引当金・退職給付引当金を財務諸表に計上したことに伴って、臨時損失、臨時利益が増加した。収益と費用の計上年度のずれにより、総利益が発生した。

平成31年度資金実績

(単位：百万円)

区分	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	31,403	5,143	1,338	37,884
投資活動による支出	7,440	1,680	59	9,179
財務活動による支出	1,143	488	3	1,634
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	30,997	5,365	827	37,190
補助金収入	521	0	0	521
受託収入	2,408	271	0	2,679
その他の収入	818	370	470	1,657
投資活動による収入				
施設整備費による収入	3,263	992	0	4,255
財務活動による収入	0	0	0	0
前年度よりの繰越金	1,978	313	104	2,395

[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。

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

[注] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

## 【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翌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。
  - ・余裕金の運用を行ったこと等により、投資活動による収入が増加した。
  - ・施設整備費で行う事業の一部を翌年度へ繰り越したことに伴って、施設整備費による収入が減少した。
  - ・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。
- (なし)

(なし)

借上宅の解約に伴い返戻のあった政府出資金見合いの敷金3,887,600円を独立行政法人通則法第46条の2第1項の規定に基づき、適切に国庫に返納した。(令和元年12月10日)

<p>4. 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画 前号に規定する財産以外の重要な財産の譲渡、又は担保に供する計画はない。</p>	(なし)	(なし)
<p>5. 剰余金の使途 機構の決算において剰余金が発生した場合の使途は、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要とされる業務への充当、研究環境の整備や知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育の充実、業務のシステム化、広報の充実に充てる。</p>	(なし)	(なし)
<p>6. 中長期目標期間を超える債務負担 中長期目標期間を超える債務負担については、研究基盤の整備等が本中長期目標期間を越える場合で、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断されるものについて行う。</p>	(なし)	(なし)
<p>7. 積立金の使途 前期中期目標期間の最終年度において、独立行政法人通則法第44条の処理を行ってなお積立金があるときは、その額に相当する金額のうち主務大臣の承認を受けた金額について、以下のものに充てる。</p> <p>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</p> <p>②自己収入により取得した固定資産の未償却残高相当額等に係る会計処理</p>	<p>前中長期目標期間から繰り越した積立金は、主に前中長期目標期間中に自己収入により取得した固定資産の未償却残高や、貯蔵品の取得により一時的な利益が発生したものであるため、対応する固定資産の償却や貯蔵品の消費に合わせて取り崩しを行っている。</p>	<p>前中長期目標期間から繰り越した積立金は中長期計画に従い、適切に充当されている。</p>
<p>【評価軸】 ○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。</p>		
<p>【関連指標】 (主な指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予算の適切かつ効率的な執行状況</li> <li>・ 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</li> <li>・ 競争的資金等の外部資金の獲得額 等</li> </ul>		

【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						
年度計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
		評定：B 中長期目標や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされているため、自己評価を「B」とする。詳細は下記項目に記載の通り。						
<p>1. 国民からの信頼の確保・向上</p> <p>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>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。</p> <p>日々新たな手法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</p>	<p>情報公開に関しては、令和元年度開示請求件数は 3 件、他の行政機関、法人等による第三者意見照会対応は 2 件であった。法人文書の開示請求に的確に対応するため、公文書等の管理に関する法律（平成 21 年法律第 66 号）の定めに沿って、法人文書ファイル管理簿の整備・公表を行った他、法人文書管理に関する自己点検及び監査を実施した。</p> <p>令和元年度は個人情報の紛失、漏えい等の事案は 0 件であった。教育研修として、新規採用者には講義形式による研修を行い、全役職員には資料配布及び掲示による教育を行った。全役職員への教育研修については、従来は個人情報漏えい防止や委託先管理等の特定のテーマに特化した内容であったが、令和元年度は、法制度や機構における管理保護体制、取得・利用時のルール、ヒューマンエラーによる漏えい等防止策、漏えい等発生時の初動対応等の被害拡大防止策等、個人情報保護に係る基本的かつ重要事項をまとめた内容とし、機構全体の個人情報保護に係る理解度の底上げ及び意識醸成を図った。</p> <p>政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準群を踏まえた情報セキュリティ対策として、機構の規程類を整備し、情報セキュリティ委員会を中心に情報セキュリティ対策を実施した。特に、情報セキュリティ強化対策として、初任者研修、外部講師（神奈川県警）によるサイバー攻撃体験研修の実施、eラーニング情報セキュリティ研修の全役職員履修を柱とした研修制度の他、標的型</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報公開法に基づき、適切に開示請求及び意見照会への対応を行った他、機構ホームページにおける情報の公開等、国民が利用しやすい方法による情報提供に寄与している。</li> <li>・個人情報保護に関しては、基本的かつ重要事項をまとめた資料を整備・配布し、機構全体の個人情報保護に係る理解度の底上げを図ったことは、今後の個人情報漏えい及び不適切な個人情報の取扱い等の防止に資する取組として評価できる。</li> <li>・情報セキュリティ対策は、国の統一基準群を踏まえて、組織・体制の見直し、情報システム基盤の整備及び研修・訓練の充実化を PDCA サイクルにより実施し、機構の適切な情報セキュリティ維持が行われた。</li> <li>・令和元年度の実績として、「安全衛生及び環境配慮に係る基本方針」を改正したことにより、今中長期目標期間の安全衛生管理及び環境配慮に係る目標・方向性を明確化することができ、道筋をつけることができた。</li> </ul> <p>安全衛生管理上の問題点を再点検し、安全衛生を調査・審議する委員会等の編成変更、部署名称の改称、事故・トラブル事例のとりまとめと対策の展開、</p>						

<p>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。</p> <p>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。</p> <p><b>【評価軸】</b>  ○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。</p> <p><b>【評価指標】</b>  (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</p>	<p>メール攻撃訓練を実施し、サイバー攻撃に対する組織的対応能力の強化・維持を実現した。</p> <p>また、情報システムに関する技術動向を踏まえ、学術情報ネットワーク SINET5 を利用した 220Gbps の広帯域での外部接続の運用維持や、研究成果の外部発信や機構内業務システム等で活用している仮想化基盤（現行使用システム数は 163）の更新を行い、基盤システムの維持・運用を実施した。また、業務システムの IT 化推進として、令和 4 年度運用開始の大規模業務システム更新案件である、電子決裁システム（回議書・届出システム、勤怠システム、旅費システム）の仕様書とりまとめを行い、情報セキュリティの維持、システム安定化とともに、業務の効率化を進めるシステム設計を行った。</p> <p>これらの対策について、第三者機関によるマネジメント監査のフォローアップ、自己点検及び内部監査により、PDCA サイクルを適用し、計画通りの実施を確認した。特に、情報セキュリティ委員会を全ての部署の責任者を委員とする構成に拡大し、機構内の情報セキュリティ対策について各部署間の意見調整を図り、対策と方針を検討する機能をもつものとした。また、機構の規程類の見直し、業務実施に必要なマニュアル類整備の準備としてパイロット部署による試行を実施した。</p> <p>国際海洋環境情報センター（沖縄県）において、他の事業所と合同であった安全衛生を調査・審議する委員会等を事業所個別に設置する規程の制定及び、放射線障害防止法の改正に伴う放射線管理関連規程類の改正、ゲノム編集実験について遺伝子組換え実験と同様に管理するため、組換え DNA 実験安全管理規程の改正を行い適切に整備した。</p> <p>労働安全衛生法により選任義務のある「衛生管理者」について、確実に機能させるため、「衛生管理者連絡会」を新設し定期会合を開き、安全衛生管理上の諸問題や対策について組織全体で共有できる体制を構築して、労働安全衛生法に規定されている要求事項を各事業所の衛生管理者と共有した。</p> <p>また、事故・トラブル、ヒヤリハットについて、原因分析、再発防止策、改善策等を安全環境会議で報告・審議して職員に展開し、再発の防止、リスクの低減を図ることに加え、消防計画に基づく自主点検結果報告について、安全衛生を調査・審議する委員会等でも報告・審議し、対象部署に限らず広く職員と共有することで、安全確保に留意している。</p> <p>なお、安全衛生教育の手法として効率・効果的な教育訓練の実施及び外国人への対応のため、e-ラーニングの導入及び教材の英訳を検討している。</p>	<p>衛生管理者連絡会の設置、安全衛生管理上の留意点の周知、規程類の改正及び e-ラーニングの導入の検討等、各種懸案事項の対応を行ったことにより、安全衛生管理上のリスクの低減が図られたものと思われる。</p> <p>今後についても PDCA サイクルにより、継続的な改善を行っていく予定である。</p> <p>上述のとおり、情報公開及び個人情報保護の取扱い、情報セキュリティ対策、労働安全衛生管理を適切に行った。</p>
<p>2. 人事に関する事項</p>		

<p>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。</p> <p>平成 31 年度には以下の取組を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。専門職制度を導入するほか、現行の国際ポスドク制度を改め「JAMSTEC Young Research Fellow」制度を創設し、次年度以降、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を通じて、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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・外部人材受け入れに係る中長期的な方針を策定する。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、2020 年度から開始される第 4 期一般事業主行動計画を策定する。</li> </ul> <p>【評価軸】 ○優秀な人材の確保・育成、職員の資質・</p>	<p>人材の質と層の向上、国内外からの優秀な人材の確保、職員のモチベーション向上、多様化した働き方に対応するための環境整備等を目指し、以下の取組を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際ポスドク制度を改め、2019 年度より「JAMSTEC Young Research Fellow」制度を創設した。2019 年度より世界トップレベルの大学の個別のリクルート担当部門にアクセスを行うとともに、応募をウェブ画面での入力に変更することで、主に海外在住者に対して応募の敷居を下げる施策を実施した。また、JAMSTEC Young Research Fellow の後、機構の任期制職員として採用された場合は、通常任期制職員としての採用から 4 年目以降に定年制移行審査を受験する資格が生じるところを、JAMSTEC Young Research Fellow の任期も含めて 4 年目以降に定年制移行審査を受験する資格があることとし、テニユアへの資格要件緩和を実施することで、優秀かつ多様な人材を集められるような施策を実施している。さらに、一定の専門性を蓄積した人材を育成し、業務効率を高めるため、新たな職種として事務専門職を設置した他、定年制移行制度によって機構への貢献度が高い優秀な職員を確保し、経験・ノウハウを蓄積している。これに加え、例年通り適材適所により障害者の雇用も実施しており、多様な人材の確保・活用に努めている。</li> <li>・クロスアポイントメント制度に関しては、これまでトップダウンで決まることがほとんどであったが、ボトムアップで練り上げられることも多くなっている。これを機にクロスアポイントメント制度を開始するまでの手続き開始にあたり、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。</li> <li>・人材育成基本計画については、第 4 期中長期目標期間の開始に伴う人事制度改革を優先して実施することとし、人材育成基本計画の取組項目ひと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、定年制研究者が増加していることを踏まえ、研究職が長くモチベーションを高く保つことができるよう、研究職の内部昇格制度を創設した。また研究に携わる職員の能力や意欲も踏まえて職種を変更できるよう改め、業務に対してより長く、より高いモチベーションで働けるよう制度を改めた。</li> </ul>	<p>「しんかい 6500」を利用したプロジェクトや研究職種の職種変更等新たな取り組みも取り込む必要があり、人材育成基本計画及び外部人材受け入れに係る中長期的な方針は継続して検討することとする。</p>
--	--	---

<p>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。</p> <p><b>【関連指標】</b> (主な指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多様な人材の採用・活用状況</li> <li>・クロスアポイントメント制度の活用等其他機関との人事交流の状況</li> <li>・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</li> <li>・職員研修の実施状況</li> <li>・人事評価制度の運用状況 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・職員のさらなるモチベーションアップを目指した人事評価制度見直しは、2018年度の制度設計、試行を経て、2019年度から本格的に導入した。今後、2019年度評価結果から処遇への反映を予定している。</li> <li>・評価者研修に加え、階層別研修、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。2020年度にかけ、引続き人材育成基本計画の検討を行う。</li> <li>・働き方改革関連法の対応として、機構における職種間の待遇の違いについて見直しを行った。さらに、機構全体の残業時間削減及び年次有給休暇の取得促進の取り組み、育児、介護中の職員を中心としたテレワーク（在宅勤務）制度試行を開始し、ワークライフバランス推進に取り組んだ。</li> <li>・外部人材受け入れに関しては、上記の Young Research Fellow、クロスアポイントメント制度による職員、招聘職員、研究生や外来研究員等も積極的に受け入れを行っている。また、これとあわせて中長期的な外部人材受け入れに係る方針の検討に係る基礎データを収集した。</li> <li>・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の策定にあたっては、第3期行動計画における実績も踏まえ、多様化する働き方やより多くの職員のワークライフバランスを充実させるための取り組みを盛り込んだ骨子の策定を行った。</li> </ul>	
<p>3. 施設及び設備に関する事項</p> <p>施設及び設備について、適切な維持・運用と有効活用を進め、常に良好な研究環境を整備、維持していくことが必要である。そのため、既存の研究施設及び本中長期目標期間に整備される施設及び設備の有効活用を進めるとともに、老朽化対策を含め、施設及び設備の改修、更新及び整備を適切に実施する。</p> <p><b>【評価軸】</b> ○中期目標達成のため必要な施設・設備の整備・改修等は適切に行われたか。</p> <p><b>【関連指標】</b> (主な指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施設・設備の維持管理状況</li> <li>・施設・設備の計画的な整備・改修・保守点検状況 等</li> </ul>	<p>施設・設備の維持管理については、法定点検及び自主点検などを確実に実施するとともに、老朽化しているもので特に安全性を確保するためのものを最優先に効率的に更新を行い、施設・設備を健全に維持した。</p> <p>老朽化対策については、既存施設の改修履歴及び図書類をもとに横須賀本部の中長期保全計画策定に必要なライフサイクルコスト（LCC）を算出した。算出したLCCをもとに、施設の寿命から継続使用または建替え施設を選別できる資料を作成した。</p> <p>また、深海総合研究棟の改修計画においては、横須賀本部実験室代表者連絡会メンバーを主要とした深海総合研究棟改修等検討ワーキンググループを立上げ、実験室のゾーニング及び実験機器の集約化を検討した。</p> <p>中長期的な継続運用を目指し、「白鳳丸」の大規模改造工事に着手した。</p>	<p>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。</p> <p>横須賀本部にある既存施設の中長期保全計画策定に必要なLCCを算出し、施設の寿命から継続使用または建替え施設を選別できる資料を作成したことは、今後の横須賀本部の施設設備の長期的な維持管理及び改修計画策定として活用できるほか、他拠点の中長期保全計画モデルケースとすることができた。</p> <p>また、深海総合研究棟の改修計画においては、深海総合研究棟改修等検討ワーキンググループで実験エリアのゾーニング及び実験機器の集約化を検討したことは、実験室・実験機器の合理的な使用、光熱水及び点検整備費などの削減に繋がると考えられる。</p>