

令和2年度  
業務実績等報告書

国立研究開発法人海洋研究開発機構

目次	1
令和2年度業務の実績に関する評定一覧	2
法人全体に対する評価	3
I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置	5
1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進	5
2 海洋科学技術における中核的機関の形成	99
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	128
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	143
IV その他業務運営に関する重要事項	150

令和2年度業務の実績に関する評価一覧

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

## 法人全体に対する評価

### 法人全体に対する評価

#### <評価結果の総括>

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

第6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日閣議決定）においては、第5期科学技術基本計画に引き続き、海洋科学技術は、大きな価値を生み出す国家戦略上重要な科学技術として位置付けられており、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。

令和2年度は、新型コロナウイルスの流行に伴い、機構の業務運営は大きな影響を受けた。令和2年3月に設置した緊急対策本部を中心に、テレワークの推進や経理システムの電子化や文書処理の省略化等、「新しい日常」下においても機構の業務が円滑に進むよう、様々な対応策を短期間のうちに、迅速かつ効果的に導入した。また、機構の船舶に関しては、全乗船者に対しPCR検査を実施し、乗船前2週間の健康管理を徹底するなどの取組を進め、令和2年8月1日に研究航海を再開した。さらに、広報・アウトリーチ戦略においては、従来のイベント等を中心とした接触型広報から非接触型広報への転換を積極的に図り、オンラインの強みを活かした「国民生活浸透型」広報への抜本的な改革に成功した。

また、令和2年度は当初の期待を上回る研究開発成果が得られた。特に顕著なものとして以下の成果が創出された。

- ・地球環境の状況把握と変動予測のための研究開発においては、3種の温室効果ガス(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)全てを扱う大気逆推計モデルでフラックスを解析し、メタンの30年変動をもたらした人間活動が、鉱業から農畜産業へ変容した点を明らかにするなど、国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の活動等に対し大きな貢献を果たした。
- ・海洋資源の持続的有効利用に資する研究開発においては、最先端の窒素同位体比分析技術による北太平洋域のアイソスケープとサケ背骨の窒素同位体比の履歴測定を組み合わせた統計モデルによって、サケの回遊経路推定手法を確立し、ベーリング海大陸棚で性成熟を終えて母川に回帰することを明らかにした。
- ・海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発においては、南海トラフにおいて、多数の世界初の取組を統合することで、従来に比べて桁違いに低いノイズレベルで海底付近での地殻変動(傾斜)の連続リアルタイム観測を実現した。これにより、南海トラフ浅部で進行したゆっくりすべりの発生から収束までの過程の記録に成功した。
- ・数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発についてはアンサンブル手法を使った予測シミュレーションに「共変動」が無いかを解析し、過去最強クラスのインド洋ダイポールモード現象が2019、2020年の日本の記録的暖冬に影響したことを解明した。複雑に絡み合う相互関連性の一部を発見・解明し、いまだ不明点の多い日本を含む中緯度域の大気海洋変動の理解を深めた。

- ・ 挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」において、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の実証を強固にする研究成果や技術開発と共に「生命の起源や進化に与える地球外天体と海洋の物理・化学的影響」に関する新しい知見を得た。
- ・ 海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発と運用については、調査船舶搭載の着座型掘削装置の機能向上において、「ちきゅう」の運用で培われた掘削技術の適用を行い、海底下約 20m の地点に高精度な地殻変動観測点を構築することに成功するなど、船舶運用部門統合の効果により、海域での研究活動の高度化を支え研究開発の最大化に貢献した。

一方、令和元年度に発生した「CO<sub>2</sub>センサー搭載型漂流ブイの製作に係る不適切行為」については、会計検査院からの不当事項としての指摘を重く受け止め、業務請負契約や資産管理の手続きを見直し、徹底した再発防止策を策定した。また、令和3年3月に発生した情報セキュリティインシデントについても原因究明及び抜本的な対応策を検討する必要がある。

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

#### 全体の評定

##### 評定に至った理由

第4期中長期目標期間の2年目として、令和2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、機構全体の評定をAとした。

評定

A

【I】 I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

【I-1】 1 海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進

【評定】 A

【中長期計画】  
 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。  
 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。

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
A	A					

【インプット指標】

(中長期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
予算額(千円)	38,273,106	34,517,068					
決算額(千円)	32,635,501	30,694,496					
経常費用(千円)	33,312,685	32,005,920					
経常利益(千円)	▲575,951	▲870,527					
行政コスト(千円)	43,048,711	37,157,763					
従事人員数(人)	734	673					

\*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

評定：A

「海洋科学技術に関する基盤的研究開発の推進」の項目に関しては、年度計画等に照らして、総じて当初の期待を上回る成果を創出したため、「A」評価とする。特に顕著なものとして以下の研究開発成果が挙げられる。

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、3種の温室効果ガス(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)全てを扱う大気逆推計モデルでフラックスを解析し、メタンの30年変動をもたらした人間活動が、鉱業から農畜産業へ変容した点を明らかにするなど、IPCCの活動に大きな貢献を果たした。

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

海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発においては、南海トラフにおいて、多数の世界初の取組を統合することで、従来に比べて桁違いに低いノイズレベルで海底付近での地殻変動(傾斜)の連続リアルタイム観測を実現した。これにより、南海トラフ浅部で進行したゆっくりすべりの発生から収束までの過程の記録に成功した。

数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発についてはアンサンブル手法を使った予測シミュレーションに「共変動」が無いかを解析し、過去最強クラスのインド洋ダイポールモード現象が2019、2020年の日本の記録的暖冬に影響したことを解明した。複雑に絡み合う相互関連性の一部を発見・解明し、いまだ不明点の多い日本を含む中緯度域の大気海洋変動の理解を深めた。

挑戦的・独創的な研究開発の推進においては、「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」において、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の実証を強固にする研究成果や技術開発と共に「生命の起

(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

源や進化に与える地球外天体と海洋の物理・化学的影響」に関する新しい知見を得た。

海洋調査プラットフォームに係る先端的基盤技術開発と運用については、調査船舶搭載の着座型掘削装置の機能向上において、「ちきゅう」の運用で培われた掘削技術の適用を行い、海底下約 20m の地点に高精度な地殻変動観測点を構築することに成功するなど、船舶運用部門統合の効果により、海域での研究活動の高度化を支え研究開発の最大化に貢献した。

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

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

3種の温室効果ガス(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)全てを扱う大気逆推計モデルでフラックスを解析し、メタンの30年変動をもたらした人間活動が、鉱業から農畜産業へ変容した点を明らかにした。大気モデルによる温室効果ガスの定量収支に関して、グローバルカーボンプロジェクト(GCP)等でも中核的な知見となるこの成果は年度の計画を上回る成果である。GCPはIPCC報告書での評価の源泉となることから、機構は世界の温暖化研究をリードする機関の1つと言える。

新型コロナウイルス感染拡大の中で海外の観測拠点の整備がままならない状況にはあるが、引き続き、全球海洋観測網、陸域における観測網



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。

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している。

<フローチャートにおける取組「国内外の各種活動を通じた科学的知見の発信、エビデンスの提供」に該当>

学術論文については、新型コロナウイルス感染拡大の中にも関わらず令和元年度を 1 割以上上回る数の論文を公表した。年度比 1 割の増加は計画を確実に上回るものである。また、新型コロナウイルス感染拡大の影響のため経済活動停滞による大気汚染物質濃度の低下が慢性的な喘息疾患患者数を有意に減らしたことを論文で公表するとともに、2020 年度に新たに立ち上がった COVID—MIP（新型コロナウイルス感染拡大の中の経済活動停滞による温室効果ガス排出抑制の結果が気候に与える影響評価の各国モデルシミュレーション比較実験）に参画し論文受理に貢献した。いずれもプレスリリースされ、国際社会にインパクトを与える成果となった。以上、当初中長期計画にはなかったコロナに関連する研究に機動的に対応し、想定外の成果に結びつけることができた点も計画を上回る成果と言える。

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

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

福江島での大気観測の結果、中国からのブラックカーボン排出量が過去 10 年で 4 割もの大幅減少を遂げたことを明らかにし、IPCC 気候モデルへ入力される大気汚染物質排出量が本知見に基づき値を修正した。論文公表が令和元年度であったため IPCC 第 6 次報告書には間に合わないが、第 7 次報告書では本研究に基づいて排出量の修正がなされる事になり、各国の気候変動政策を立案するための基礎資料である IPCC 報告書の改訂に寄与する顕著な当初計画を上回る貢献を挙げた。

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、正式に船舶建造予算が措置され、基本設計の検討を計画通り実施した。

生え抜きの研究者らが IPCC 第6次報告書の執筆者・貢献筆者・編集者として貢献するとともに、EU プロジェクト助言委員、IOC/WESTPAC 副議長として活躍するなど国際社会に貢献した。

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

年度計画を部署毎、さらには研究者等個人毎の目標、計画まで落とし込むことで、適切に年度計画が実行されるようにマネジメントしている。また、そのうえで、次期中長期計画への発展可能性等も見据え、研究者等個人の自由な発想に基づく新規研究の実施も適宜進めることとしている。共同研究の件数としては、新型コロナウイルス感染拡大の中、令和元年度よりやや減少したものの、積極的にプレスリリースを実施した結果、件数は令和元年度よりも5割増加し、機構のプレゼンスを高める成果発信ができた。また、科学的意義の大きい成果、国の政策立案等へ貢献に加え、成果最大化のために、令和元年度に引き続き海洋プラスチック分野に注力するとともに地域に貢献する取組も実施してきており、令和2年度に着実に成果として実を結んだ。具体的には以下のとおりである。

<フローチャートにおける取組「国内外の各種活動を通じた科学的知見の発信、エビデンスの提供」に該当>

海洋表層のプラスチックが深海にどのように輸送されていくか、黒潮続流再循環域に発生する中規模渦の役割を新たに解明した。具体的には、この海域の深海底のゴミは遠方から水平的に輸送されたものではなく、直上の表層から渦を介して沈降した可能性が高いことを明らかにした。海洋プラスチックの深層への輸送についてはよくわかっていなかった新しい発見であり、深海への鉛直沈降過程をモデルで再現でき

①観測による海洋環境変動の把握と観測技術開発

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

令和2年度には、以下の事項を実施する。

た点は機構ならではの成果である。

むつ研究所では、地元のむつ工業高校と研究協力協定を結び、連携して海上風センサを新たに開発した。成果はむつ研究所主催のシンポジウムで発表され、地方紙にも掲載された。この連携研究は参画した高校生の海洋学リテラシー向上に貢献するとともに、プロジェクトに参画したいと希望する生徒が激増し、周囲の高校生たちにも良い影響を与える企画となっている。さらに、このセンサは地元漁業者に配布して利用される予定で、将来の漁船の観測プラットフォーム化にも貢献するものと期待される。

観測について、新型コロナウイルス感染拡大の影響で航海が一部中止になったが、主要な航海、フロート投入、ブイ観測を計画通りに完遂することができた。また、海洋地球研究船「みらい」、パラオ、フィリピン、ミクロネシア連邦からなる海洋一島しょ観測網を構築し、令和2年8～9月に観測を実施し、新技術ウェーブライダーによる水蒸気観測を実現した。特筆すべき科学的意義の高い観測成果としては台風9号、10号連続発生海域の観測に成功した点である。

観測データについて、品質管理、統合解析、公開を計画通りに実施した。SI標準物質の作成成功による国際的なイニシアティブ獲得により国際コミュニティに貢献する成果をあげた。また、品質管理へのAI導入の模索などユニークな成果を上げることができた。

論文成果について、テレワーク時のエフォート活用の効率化などにより、想定されたより多くの論文成果を公表できた。具体的には、地球環境の理解に直結する深層塩分の長期変化の実態把握やインド洋での経年変動の力学解明等の科学的知見で、大変新規性の高い成果である。また、付加価値情報創生部門や国際太平洋研究センターとの共同研究を推進し、2020年7月豪雨に係る水蒸気源を同定し、論文として公表した。

以上、標準物質の作成成功による国際コミュニ

ティへの貢献や相当の論文数の公表など計画の着実な達成と判断した。

- ・サイエンスプランに沿った Argo フロート、BGC Argo フロート、DeepArgo フロートの投入と投入支援を行う。また、海洋地球研究船「みらい」及び学術研究船「白鳳丸」航海に参加し、全球海面フラックスに関わる基礎データを取得すると共に、太平洋暖水プール北端での海洋大気相互作用に関わる観測研究とインド洋ジャワスマトラ沖の湧昇域研究を実施し、新しい科学的知見を得る。さらに、全球熱帯観測システムの最適化を進めるため、ADCP 係留系の維持、大型係留ブイの維持及び一部高度化に加え、海洋垂表層まで含めた収支解析を目的とした係留観測システムの刷新のための技術開発を行う。大型係留ブイの終了のため、回収航海計画を立案し、詳細を決める。
- ・「みらい」による令和元年度インド洋航海のデータ品質管理を行い、過去の同一観測線データとの比較解析を実施して海洋環境変動を定量的に検知する。また、航海から得られた技術情報・経験等をもとに、目標精度をより効率よく達成するための船舶観測に関わる観測機器の開発・改良を行う。
- ・基盤的な国際観測システムの活用及び同システムへの貢献として、観測データの公開、2次データの作成・公開、及び標準物質の開発を実施し公開する。
- ・得られた観測データを用いた解析を行うことで、海洋環境変動の把握、全球・北部・熱帯太平洋における熱や淡水、物質収支の推定に関する知見を獲得し、論文・学会にて公表する。

新型コロナウイルス感染拡大下ながら、Argo フロート（12基）、BGC Argo フロート（7基）、DeepArgo フロート（1基）の投入を完了した。また、新学術科研費によるBGCフロート9台を投入した。さらに、海洋地球研究船「みらい」により予定通りデータ取得した。当該の学術研究船「白鳳丸」航海は新型コロナウイルス感染拡大の影響のため中止となった。論文成果を強化した（過去のデータを活用して新しい科学的知見を得た）。

ADCP 係留系（2基）の維持、大型係留ブイの維持（4基）及び一部高度化に加え、海洋垂表層まで含めた収支解析を目的とした係留観測システムの刷新（TPOS フラックススーパーサイトとして観測実施予定）のための技術開発を「みらい」航海中心に完遂した。大型係留ブイの終了のため、令和3年度航海を海洋コミュニティと協力しつつ計画した。

「みらい」による令和元年度インド洋航海のデータ品質管理をし、海洋環境変動を定量的に検知し、いくつかの成果を公表した。GO-SHIP データ公開にも協力した。航海から得られた技術情報・経験等をもとに主に pH に関して目標精度をより効率よく達成するための観測手法を獲得した。

観測データの公開（PARC 関連サイト、NOAA/PMEL サイト、トライトン Web）、2次データの作成・公開：MILA、MOAA\_GPV（2019年分まで更新）、ESTOC（1957-2016年のデータ公開）、GO-SHIP 航海の高精度データのデータブック発行はすべて予定通りに完遂した。標準物質についてはSIの標準液を開発・頒布可能な状況である。

テレワークを有効に活用し、データ解析による論文数がセンター全体で30本から40本へ増加した（主著論文は8本から20本）。

・ 全球大気海洋フラックスデータセットの改善に活用する Sea truth データの広域取得に向けて、「みらい」の航海と同期した Wave Glider 観測を実施し、得られたデータから技術的な知見を得る。

・ 最適なグローバル観測網の提案のため、マルチプラットフォームにおける係留系を設計する。

・ 海洋環境の自動観測拡大のための省力観測技術開発を行う。具体的には、漂流型観測フロートの基本デザインをもとに、研究プラットフォーム運用開発部門との連携や外部資金等の活用により、エンジン部分を試作する。

・ 各観測技術を活かした次世代の観測網構築をめざし、部署横断のブレインストーミングを実施し、スキーム、ウェイト、不確定要素の洗い出しを行う。

・ 夏季季節内振動に伴う大気海洋相互作用を理解するため、国際プロジェクト YMC の集中観測の 1 つである YMC-BSM (Boreal Summer Monsoon study in) 2020 を行う。具体的には、「みらい」やパラオ、ミクロネシア連邦・ヤップ、フィリピン・レガスピ及びラワグ、インドネシア・ビアクの観測拠点において 6-8 月に集中観測を実施する。その際、既存技術の観測に加え、新たな観測技術として、GNSS (全球測位衛星システム) や特殊ゾンデを用いた海面付近から下部成層圏までの水蒸気分布とその変動に関する観測を実現する。

・ 夏季・冬季モンスーン研究に係るパラオ、フィリピン、インドネシア、ベト

センサの耐候性能と運用手順を改善し前回の反省を活かし、「みらい」航海と同期したウェーブライダーによるフラックスコンポーネント観測を完遂し、データ解析を進めている。

マルチプラットフォームにおける係留系設計は完了し、令和 3 年度「みらい」航海で設置する。

漂流型観測フロートの基本デザインは決まっているが、外部資金が獲得できず、エンジン部分試作は断念した。機構全体で企画する大型プロジェクトに昇華させた。

オンラインセミナーを頻繁に実施し、センター横断のブレインストーミングを活性化、スキーム、ウェイト、不確定要素の洗い出しを想定以上に進捗できた。

令和 2 年 8 月から 9 月にかけての 45 日間において「みらい」航海、パラオ、ミクロネシア連邦 (ヤップ)、フィリピンでの集中観測を実現した。

「みらい」周辺に令和元年度までに開発した GNSS を搭載したウェーブライダーを展開し、特に台風 9 号、10 号の発生海域でデータ取得に成功した。一部データは先行して公開を開始した。

現地機関への委託で、リモートで指示しながらラジオゾンデ観測等を実現した。ただし、機構職員が現地で行う特殊ゾンデ観測は令和 3 年度へ延期した。

長期観測サイトへは、機材を輸送し、メールやオンライン会議にて現地職員で対応可能な部分のみ維持管理を実施した。

・ 海大陸域の日周期降水がインド洋における総観規模の対流活動活性化に寄与していることなど、YMC に関する成果を、7 本の主著論文

ナムの各観測サイトにおいて、長期データ取得と流通の確立に必要な人材育成や測器維持を行う。ここで得られたデータの解析により様々な現象を理解し、論文等で公表する。

## ②北極域における環境変動の把握と海氷下観測技術開発

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・海氷環境の現状把握のためのデータの取得を促進し、海洋と海氷との相互作用等の気候・環境システムの理解を進めることにより、北極域の環境変動に係る将来予測の不確実性を低減するための研究開発を行う。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

- ・ 国際連携による北極海広域同時観測計画 (Synoptic Arctic Survey:SAS) の一環として、「みらい」北極航海による太平洋側北極海の観測を実施する。

- ・ 北極海域において通年観測データを取

として公表した。

- ・ 夏季モンスーン研究を、付加価値情報創生部門や IPRC との共同研究として行い、2020年7月豪雨における Atmospheric River の振る舞いとその水蒸気起源を明らかにし、論文として公表した。

世界的な新型コロナウイルスの感染拡大の影響で各国の観測・作業の計画が中止や延期される中、SASの一環として「みらい」による北極海航海を行い、データを公開することができた。

令和3年度以降のSASによる国際連携観測に関して、これまでと同様に主導的役割を担い、国際連携の推進と、令和3年度以降の観測準備を進めることができた。

新型コロナウイルス感染拡大の影響で多くの観測・作業の計画が

観測について、新型コロナウイルス感染拡大の影響で各国が予定した国際連携観測が中止・延期になる中、国内外の関係者・機関の協力により、「みらい」航海や係留系回収/設置、ブイ設置と自動観測を当初計画通りに実施することができた。

観測データ・解析手法について、植物プランクトンの基礎生産量及びクロロフィルa濃度分布推定アルゴリズムを構築し、北極域データアーカイブシステムから公開した。

論文成果について、北極海に流入する河川水の熱による海氷融解及び北極温暖化増幅への影響を明らかにした論文を公表、日米でプレス発表し、大きな反響があった。また、シベリアのカラマツ林における加湿壊死の将来予測に関する研究成果や積雪中のブラックカーボンの研究など、当初想定以上の多数の論文成果を公表することができた。

国際社会の科学政策立案に資する成果として、北極海の国際法政策研究に関するファクトシート公表や、国際会議による環境アセスメントレポート作成に貢献した。

以上、新型コロナウイルス感染拡大下でも計画通りに観測実績をあげるとともに、北極海への河川を通じた陸域の影響を評価した波及効果の高い成果や当初想定以上の多数の論文成果を公表することができた。

得するために設置する係留系観測システムについて、「みらい」や海外の砕氷船を用いて設置・回収作業を行う。

- ・海洋-海氷-大気相互作用過程を理解するため、ブイを用いた観測や海氷観測5を国際共同において進める。海洋酸性化や海氷下環境の動態観測に関する国際共同研究を進める。
- ・海氷減少と関連して、太平洋起源の水塊や河川水などの影響を評価し、その成果を公表する。物理過程のみならず、物質循環や生態系への影響や季節・経年変動に関する研究を進め、成果を公表する。
- ・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の国際相互比較やマッピングプロダクトの製作を進める。これを用いた海洋・海氷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、論文・学会に発表する。
- ・「みらい」や、アラスカ・シベリアなどの観測拠点においてSLCFs（短寿命気候汚染物質）の観測を実施・継続する。観測・数値モデル・衛星データ等を組み合わせ、周北極域における水・炭素収支変動及び域外からの流入量変化の要因に関する解析を進め、成果を発表する。
- ・温暖化に伴う海氷・海洋上層の変化について、モデルによる再現性の向上に向けた開発や、モデル設定の再考を行う。海氷減少やこれと関係する海洋・気象プロセスの変化・変調と、これらの不確実性に関する知見を得て、成果

中止や延期される中、国内外の甚大なる協力のもとで、「みらい」による北極海航海、漂流ブイによる観測データ取得と配信、令和元年度未回収だった係留系の回収などを行うことができた。

シベリアや北米からの暖かい河川水の北極海への流入が、北極海の海氷減少と気温上昇の増幅効果に影響していることを定量的に示す成果を公表し、プレス発表を行った。河川水の熱的影響を明確に示したものであるが、さらに物質循環や生態系への影響を評価する必要性を示唆した成果と言える。

この他、ポーフォート海での漂流ブイ観測のデータ論文、北極域研究推進プロジェクト(ArCS:2015-2019)における海洋課題のまとめ論文ほかを主著として、北極海での環境変化やその生態系への影響に関する共著論文を公表した。

北極海に最適化した基礎生産量及びクロロフィルa濃度分布推定アルゴリズムを構築し、北極域データアーカイブシステムから公開した。

北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)において国際法制度課題から公開されたファクトシート『「北極域の海洋プラスチック問題」に関する報告書』(日・英)や、Working Group on Integrated Ecosystem Assessment for the Central Arctic Ocean (WGICA)、AMAP 環境アセスメント報告書の作成に貢献した。

新型コロナ感染拡大の影響を受けながらも、「みらい」による観測(非乗船)や、アラスカ・シベリアなどの観測拠点での観測(現地への委託)を、できる限り可能な範囲で進められた。

東シベリア域のカラマツ林において、地形が土壤水分等を介して植生分布に大きな影響を与えていることを確認した。将来予測の際の植生分布変動についても地形の影響を適切に考慮する必要があることを示した。

この他、積雪中のブラックカーボン・ダスト含有量と起源解析や、クロロフィル蛍光推定モデルの構築、春の温暖化に伴う積雪の早期融解と北極海への河川水流入の早期化などに関する論文を主著として、さらに国際共同研究のもと多くの共著論文を公表できた。

高解像度北極海ネストモデルの海洋上層の再現性については、実験と解析の結果、初期値依存性への考慮とサブメソスケール渦パラメタリゼーションの極域再現性を重視したパラメータへの調整により、一定程度改善することができた。また低解像度版ネストモデルの設定を新たに構築した。解像度低減により資源を節約しつつ現実的に大気との結合実験が可能な設定を得たことで、今後の研究進展

を発表する。

- ・ 海水下の観測を可能とするために、海水下観測用小型ドローンの試作機の作製・試験を実施する。海水下の新測位手法を用いた試作機による実験研究と実用化に向けた取り組みを推進する。

- ・ 国際研究推進の一環として、亜寒帯-北極域海洋生態系研究国際プログラム (Ecosystem studies of Sub-arctic and Arctic Seas: ESSAS ) Annual Science Meeting を北海道大学と共同で開催する。

- ・ 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。

(資源不足・協力者不足の改善)につながる。

新型コロナウイルス感染拡大防止による出勤・出張制限及び令和2年3月に予定していた海域試験の延期、期中に起きた欠員(退職)などの影響を受け、当初目標を達成できなかった。欠員については人材募集をかけて対応する。

海水下観測用小型ドローンについて、遠隔デバッグ手法を提案して対応を続けた。また2月に海域試験を行ったが、荒天・強風のため計画の一部のみ実施した。世界でも初の試みである海水下システム安全機能については一部の評価ができた。令和3年度に改めて海域試験を行い、残る部分を評価・改善し、「みらい」北極航海での北極海での試験を行う予定である。

海洋電磁システムの研究について、成果を論文として公表した。2月に予定していたサロマ湖での試験は緊急事態宣言を受けて中止し、岸壁試験を行った。氷海域試験は令和3年度に行う。

令和2年度ESSASは北海道大学にて開催予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大の影響により令和3年度に延期を余儀なくされた。

令和2年度は、北極域研究船の目的・利活用方策・マネジメント及びオペレーション体制・各種法規制等に適合する基本設計、本船の目的を踏まえた、利活用方策とそのための運用スキーム・形態・体制の検討、ユースケースの検討及び社会経済効果分析を実施した。

観測について、時系列ハイブリッドセグメントトラップ係留系の昇降式ブイの荒天を検知する仕組みを新たに改良して重点観測点 St. K2 に設置するとともに、大気降水経由の栄養塩供給と海洋生態系応答を評価する「みらい」航海観測は学際性を高めて実施することができた。新型コロナウイルス感染拡大の中、何度も航海時期の変更を余儀なくされたが、計画通りに観測項目を実施することができた。

論文成果については、亜寒帯定点 (St. K2) 観測から優占魚種の日周鉛直移動を発見する成果や、北太平洋亜寒帯中層では低水温・低酸素に



令和2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・ドローンを利用した新たな観測システム開発を令和元年度に引き続き実施する。
- ・これらと船舶観測により、NOAA 提携下の北西部北太平洋測点 KE0 や K2 における時系列観測を強化して実施し、物理-化学-生物を結びつけるプロセスを解析する。また、船舶及び国際網を用いた大気組成に係る観測、並びに陸域

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荒天検知システムを改良した。「みらい」の2～3月の研究航海にて無事に設置した。新型コロナウイルス感染拡大の影響により航海時期変更となった。

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した。ニューストン性種を含めた動物プランクトン群集を対象に種レベルでの生態情報を蓄積した。St. K2 の魚類群集にて最優占する *Leuroglossus schmidti* の初期生活史を解明した。新型コロナウイルス感染拡大の影響で海外現地観測は見送った

より微生物分解が遅いことが炭素粒子の効率的な鉛直輸送に影響する点を発見した成果、国内陸域植生観測から植物季節の温暖化応答を評価した成果などほぼ想定された数の論文成果を創出することができた。

国際社会や科学政策立案に資する成果として、大気逆推計モデルから、メタンと N<sub>2</sub>O 収支への食糧生産システムの負荷拡大を解明し、国際社会全体で革新的な食料供給を含む社会システムの変革なしには GHG 削減には至らないことを示した。CO<sub>2</sub> を含む3種の GHG 全てでグローバルカーボンプロジェクトの中核的成果を発出した点は、IPCC 第6次報告書に掲載予定の特筆すべき成果であり、学術的価値の高さに加えて各国の気候変動政策に大きく影響を及ぼす結果として想定を大幅に上回る成果といえる。福江島観測から、中国のブラックカーボン排出量を過去10年で4割減と評価、IPCC モデル入力値が修正され、次の第7次報告書ではこの修正入力値によって予測が行われることになる。

津軽海峡における観測網拡大のためむつ工業高校と風向風速センサの共同開発を開始し、この取組が地方紙でも紹介された。新しいセンサは地元漁業者の漁船に搭載することで地域漁業者へ貢献することに加えて、海洋リテラシーの向上や地域教育に大きく貢献した。

以上、IPCC 第6次報告書を通じて、国際社会や各国の温暖化対策、気候変動対策に大きく影響を及ぼす研究成果が創出できた。

<p>生態系観測を実施し、ECV（必須気候変動数）について衛星検証や標準化の面を強化する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。また、海洋酸性化に関し、MXCT（マイクロ X 線 CT 法）によるプランクトンの応答を解析し、国内外の試料分析を請負う。</li> </ul>	<p>が、福江島を含む国内外自動観測を実施した。大気組成・海洋物質/生態系の学際総合観測を、「みらい」で実施し、降水経由栄養塩供給と海洋生態系応答などを評価するための観測データを取得した。国内陸上生態系観測も含め、ECV 観測データを取得し、衛星検証や標準化を進展させた。</p> <p>MXCT による委託分析を継続して実施し、受け入れ機関数：15 件（うち海外 1 件）、総分析検体数：1195 検体（対令和元年度比：67%）となった。海洋酸性化の国際情報交換サイトにて宣伝した。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>これらの観測によりデータ空白域を低減し、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、そのデータからメカニズムを解析する。また、海洋生産を促す微量金属等栄養塩の供給源を解明するため、計測の高度化と培養実験等を含めた解析を行う。</li> </ul>	<p>北西部北太平洋亜寒帯域における BGC 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）のデータ取得を継続中である。令和 2 年度は BGC フロートを 4 台投入した。世界初となる FRRF を搭載した昇降フロート開発のため、米国テレダイン社（日本代理店 ハイドロシステム開発）と令和元年度から交渉を行ってきたが、令和 2 年 12 月、相手側から交渉の打ち切り宣言により開発が白紙となった。国内メーカーとの協議を開始した。西部北太平洋亜寒帯・亜熱帯でのセジメントトラップ試料化学分析等から、亜寒帯で POC の鉛直輸送が効率的な理由として、中層での低水温・低酸素濃度による低い微生物分解速度が影響している可能性を示唆した。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>津軽海峡における海洋酸性化の状況把握及び国内ネットワークの構築を、令和元年度に引き続き実施する。また、令和元年度に構築した同海域の海況予測試験システムの高精度化及びそれに必要な観測網を構築・維持する。</li> </ul>	<p>津軽海峡東部で検出されていた急速な海洋酸性化の原因を近年の津軽暖流量の増加に見出した。他機関の協力を得て、厚岸湾、函館湾、臼尻、忍路湾、蘭越、紋別、陸奥湾、八代海での酸性化監視を継続し、日生、志津川湾を追加した。監視が手薄な海域について今後の体制拡大が課題となる。</p> <p>HF レーダによる計測とデータ公開システムや「海しる」での公開を継続した。付加価値情報創生部門との連携困難により、流況短期予測システムの完成に至らなかった。外注で継続開発予定である。予測高度化のための飛躍的な観測網拡大に向け、地元工業高校との連携によるセンサ開発に着手した（試作機の室内試験を実施）。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>上記観測データや培養・飼育実験データを導入しながら、渦許容解像度レベルの新たな海洋生態系モデルや、細胞レベルで生物の振る舞いを再現するモデルを開発する。</li> </ul>	<p>ベースとなる渦許容解像度 COCO の動作検証を完了し、生態系モデル NEMURO の結合に必要な初期値及び境界値を整えた。1 次元から 3 次元モデルまで多様なモデルに導入可能な海洋生態系-物質循環モジュールを新たに開発した。ソースプログラムのオープンアクセスを目指し、論文を投稿した。一次生産者の Chl 量と炭素量の比率が、光量と硝酸塩濃度に応じて動的に変化する過程を北太平洋領域モデル OFES-NPZD に導入した。これにより、従来モデルでは困難であったクロロフィル極大層が 3 次元モデルにおいても再現可能となった。</p>

・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のフラックス解析では、IPCC第6次期報告書の取りまとめ作業に関わるとともに、プロセスとして「アジアからの排出量変化」や「土地被覆変化」等に着目し、高解像度モデルや新たな衛星を現場観測と結び付けて評価する。

・沿岸研究強化のために、ドローン観測機能向上のための開発を実施するとともに、ハイパースペクトル計測器を試用する。構築した予備的なアルゴリズムを用いて衛星データを赤潮情報に転換し、評価する。大気汚染衛星の評価検証に太陽直達光の解析を取り入れる。

・亜寒帯-北極海洋生態系研究国際プログラム(Ecosystem studies of Subarctic and Arctic Seas)を北海道大学と共同で主催し、これまでの研究成果を発表する。

#### 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

GHG/SLCFに関し、取りまとめへ向かうIPCC第6次報告書の執筆査読編集を行った。福江島での計測から、中国からのブラックカーボン排出量が過去10年で4割もの大幅減少を遂げたことを明らかにし、IPCC気候モデルへ入力されるCEDS排出量の値を本知見に基づき修正した。Sentinel-2やひまわり8号などの新たな衛星観測から土地被覆変化を検知し評価した。3種のGHG(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)全てを扱う大気逆推計モデルでフラックスを解析し、メタンの30年変動をもたらした人間活動が鉱業から農畜産業へ変容した点を明らかにするなど、グローバルカーボンプロジェクト等でも中核的な知見を創出した。対流圏オゾン収支に対するハロゲン化学の効果をモデルで評価した。

新型コロナウイルス感染拡大の影響で制約はあったが、ドローン2台での大気エアロゾル、気象要素の同時計測から鉛直フラックスを導出した。環境光下でのプラスチック計測向け、ハイパースペクトルカメラによる野外計測を開始した。機構で開発したアルゴリズムを衛星観測に適用し「日本アジア沿岸海色モニタリングシステム」として情報発信するウェブサイトを立ち上げ評価した。従来のMAX-DOASと合わせて太陽直達光の解析結果を用いて大気汚染物質NO<sub>2</sub>の衛星観測を評価した。

令和2年度のESSASは北海道大学にて開催予定であったが、新型コロナウイルスの蔓延により令和3年度に延期を余儀なくされた。

論文成果について、温暖化予測モデル間比較の国際プロジェクト(CMIP6)データを用いた論文が多数受理され、本サブ課題全体の論文数が躍進(令和元年度比5割増)した。これは当初想定していた以上の数の成果公表となった。また、令和2年度の主著論文1編がWoS被引用上位0.1%に、令和元年度の主著論文が令和2年度に同1%に認定されるなど、数のみならず科学的インパクトの大変高い成果を創出することもできている。

新型コロナウイルス感染拡大に伴う排出減少の気候影響を評価する国際プロジェクト(COVID-MIP)に参加し、影響は限定的とする共著論文が

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

令和 2 年度には、以下の事項を実施する。

- ・ IPCC 第 6 次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継続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の評価とメカニズム及び関連プロセスの理解を進めるため、それらのデータやその他実験結果の解析を行う。

- ・ 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 ESM(地球システムモデル)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、データを解析する。

- ・ 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、中規模構造及び棚氷融解過程等が全球気候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の構築に取り組む。

- ・ 素過程の理解と将来の ESM 高度化を目指し、ESM に含まれる(将来含まれる)プロセスの研究をプロセス間の相互作用にも注目して継続する。特に、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・情報収集も行う。

第 6 期結合モデル間相互比較プロジェクト(CMIP6)で策定された実験群の実施、国際データ配信システム(ESGF)での公開を進めるとともに、IPCC 第 6 次報告書貢献の一環として、CMIP6 データを用いた主著、共著論文が多数受理された。

2020 年に新たに立ち上がった COVID-MIP(新型コロナウイルス流行に伴う GHG 排出の減少が気候に与えた影響評価)に参加し、論文の受理に貢献した。

地球システムモデルを用いた数年規模炭素循環予測システムのプロトタイプを構築し、先行する欧州複数機関を上回る大気海洋間 CO<sub>2</sub> フラックスの再現性が得られた。その理由を明らかにして国際誌で公表した。

氷床モデルにおける氷床年代の再現精度の向上に成功し、国際誌で詳細を公表した。氷床掘削の国際的な取組” Oldest Ice Project”において、南極氷床掘削地点の選定方針に方向性を与えた。

素過程の理解と将来の ESM 高度化を目指し、観測結果を用いて、大気化学輸送モデルの評価を行った。その結果、数値モデルはオーストラリア森林火災の影響を鉱物起源と比べて過小評価するという示唆が得られた。

寒冷圏陸域の素過程理解のため、国内の観測・情報収集を、新型コロナウイルス感染拡大中の対応で規模を縮小し行った。寒冷圏陸域過程のモデリング及び観測データ解析に関し計 6 本の論文を出版

受理される等、想定外の事象にも機動的に対応し、当初計画にない成果を得ることができた。

国際社会や国の政策について、WCRP 将来構想の検討委員就任、国際誌へのレビューエディタ就任、文部科学省技術参与として気候変動問題に関する省庁への助言役も担うなど、重要な貢献をすることができている。

以上、想定外の多数の研究論文の創出、将来気候の予測に関わる質の高い研究論文の創出による学会賞の受賞、COVID-MIP への機動的参画による成果、国の科学政策に関わる貢献など多くの特筆すべき成果を上げた。

・雲に関する諸現象の気候変動メカニズムを理解するために、中・高解像度の地球環境モデルを用いた気候実験データ等の解析・数値実験を行い、変動に関わる物理素過程の検証及び高度化を行う。

・数週間から季節程度の時間スケールの変動や台風等の極端現象の相互関係を理解するため、高解像度数値実験及び計算結果の解析を行う。

#### ⑤地球環境変動と人間活動が生物多様性に与える影響評価

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

令和 2 年度には、以下の事項を実施する。

し、データ公開も行った。

成層圏再解析国際比較プロジェクト(S-RIP)や QBO 気候モデル比較国際プロジェクト(QBOi)において国際共同研究を進め、成層圏過程に関する論文を出版した。

上層雲の温暖化応答に関する素過程を改良し、改良のインパクトを評価した論文を公表及び投稿した。得られた知見に基づきモデルの高度化を行った。

季節内振動・台風・豪雨・降水日周期変動に関与する物理過程や環境要因について、高解像度数値実験を行い、計算結果・観測データを用いた解析を実施した。その結果、海大陸における季節内振動と日周期変動の相互関係や、成層圏の数週間スケールの変動が台風の発生に及ぼす影響、台風・豪雨の雲微物理特性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。

新型コロナウイルス感染拡大の中、計画通りに観測を実施することができた。特筆すべきは、西部北太平洋亜熱帯循環域の表層及び深海平原に、これまでになく高密度のプラスチック分布量を発見した成果である。プレス発表後、多くの紙面に掲載され社会的な反響の大きい成果となった。

新たな解析手法として、環境 DNA の抽出と増幅率を大幅に向上し、深海性魚類や原生生物のモニタリング手法を確立した。この手法は研究コミュニティで使われ始め、国際コミュニティに貢献する成果となった。

論文成果について、モデルシミュレーションにより、表層のプラスチックが集積する過程を明らかにし、大きく水平に広がることなく速やかにその場の深海へ輸送される過程を明らかにした。またこの深海輸送には中規模渦が重要な役割を担っていることも解明した。成果の数としては想定したとおりの成果を出すことができた。

国の科学政策に貢献する成果として、将来の社会経済シナリオ（主に人口集中型 vs 分散型）を想定し、2050 年における生態系サービスの増減をまとめて評価した。この結果は、次期生物多様性国家戦略策定の基盤情報となる意義の高

- ・環境変動による深海生態系への影響評価を行うために、海洋深層水を活用した環境 DNA 解析を主軸に研究を実施し、海洋生物の多様性変動を効率的・効果的に把握する。そのため、駿河湾及び相模湾の深海域の生物多様性を明らかにするとともに、両海域の生物相の比較を行い、今後の深海生態系モニタリング方法を確立する。
- ・MP(海洋マイクロプラスチック)データの迅速な蓄積に寄与するため、ハイパースペクトルカメラや蛍光観察による定量的で効率的 MP 測定手法を開発する。
- ・表層から深海の MP 分布を把握するため、調査船や民間船と共同で調査を行い、手法の問題点の洗い出しや分布量の知見を得る。
- ・深海域の生物やプラスチック分布実態を把握するため、調査で得られた映像・画像データ及び深海デブリデータベースから海洋ごみの定量化を進める。

画像解析による底生生物の計数手法については、アマモで用いた手法をフジツボでも適用できるようにした。

環境研究総合推進費 S15 で、日本の海洋生態系サービス（漁業、レジャー、水質調整、炭素吸収など）の現状を踏まえ、将来の社会経済シナリオ（主に人口集中型 vs 分散型）を想定し、2050 年における生態系サービスの増減をまとめて評価した (Kumagai et al., 2021)。次期生物多様性国家戦略策定の基礎情報になると期待できる。

ハイパースペクトルカメラ前置光学系の改良を行い、FT-IR に比べ約 100 倍の速度で計測できるようにするとともに (Zhu et al., 2021)、海中の MP を効率的に捕集し搬送するシンプルなシステムの構築を進めた。蛍光観察による MP 測定手法を高度化し、特に 350 $\mu$ m 以下の微細な MP の、数、形状、サイズの判別を効率化できた (60MP>1 分、粒子 96%、繊維 100%の正答率)。

令和 2 年度の観測に基づき、表層 MP が高濃度に分布するホットスポットと、その直下の深海平原における大量の深海ゴミの分布を確認した。モデルを用いて、表層のプラスチック集積過程と深海への輸送における、黒潮続流再循環ジャイアに発生するメソスケール渦の役割を解明した (Nakajima et al., 2021)。

い成果である。

地域社会への貢献として、東北マリンサイエンス拠点形成事業終了に伴い、10 年間にわたる参画機関が得たデータや情報を継続して提供するスキームを構築した。巨大プロジェクトの終了後のデータ提供継続は、今後の科学研究に大きな貢献となる上、自治体の政策立案にも貢献するものである。

以上、観測や論文成果の数に関しては、計画通りの達成であるが、深海プラスチックのような社会的反響の大きい成果や生物多様性国家戦略策定の基盤情報となる科学的意義の高い成果など、社会的インパクトの高い成果を創出することができた。

・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の取り込みなどの知見を得る。

・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との間で、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。研究を通じて国内外の海洋リテラシー向上に貢献する。

・環境変動による生態系への影響を評価するため、近底層における環境観測手法及び画像解析手法の最適化を図る。令和元年度の検討を踏まえ、近底層の微細流動環境及び画像解析手法の検討に必要なデータを現場から取得し、調査の対象、装備等に応じた処理方法を作成する。併せて、粒子の挙動、生物量、生物分布様式の変化に関わるこれまでの解析手法を更新する。

・東日本太平洋沖地震後の漁業復興や持続的漁業のために、東北沖の海洋生態系の調査、生態系のモデル化の成果をまとめるとともに、長期にわたるデータ提供の仕組みの整備などを行い、成果を被災地などに提供する。

・日本の沖合海底自然環境保全地域（海洋保護区）を保全するため、深海生態系のモニタリングや簡便なモニタリング方法の開発に着手し、国などへ情報提供する。

動物プランクトン、深海性二枚貝、サメなど、低次～高次の食段階におけるMPの取込過程や、MP由来のPOPsの影響について調査・実験を行い、深海生態系におけるプラスチック汚染の予想外の広がりが見えつつある。

環境省主催の、国際ワーキンググループに参加、MP観測・分析の調和、データハブ構想に貢献した。国連海洋科学の10年のアウトカム [Clean Ocean]の達成を念頭に置き、UNEP、GEO、GOOS、GESAMPなどと連携することにより、全球海洋ゴミ観測ネットワーク構築の準備を進めた。年間を通じてアウトリーチ（メディア・講演など）を精力的に行った。出版書籍が令和4年度より高校教科書に引用される予定である。

画像解析による底生生物の計数手法については、アマモで用いた手法をフジツボでも適用できるようにした。

環境研究総合推進費S15で、日本の海洋生態系サービス（漁業、レジャー、水質調整、炭素吸収など）の現状を踏まえ、将来の社会経済シナリオ（主に人口集中型 vs 分散型）を想定し、2050年における生態系サービスの増減をまとめて評価した（Kumagai et al., 2021）。次期生物多様性国家戦略策定の基礎情報になると期待できる。（再掲）

令和2年度、東北マリンサイエンス拠点形成事業終了後も他機関も含む事業全体で得られたデータや情報を継続して提供できるようにした。瓦礫の堆積モデルを構築し、将来災害が生じる場所においても瓦礫の分布予測を可能とした。地球温暖化に伴う漁獲量の変動予測を行い持続的漁業に向けた基礎情報を提供できた。また、東北沿岸から沖合にかけての詳細な地形図、瓦礫の分布変動、サケ孵化場の水カビ感染の実態、安価で簡便なミズダコ漁のカゴ網に対する行動観察方法の提示などを行った。10年分の成果を報告書やパンフレットなどで関係各所に展開した。

海洋保護区で熱水噴出孔生物群集や希少生物の分布が確認でき、海洋保護区の設定基準が満たされていることを明らかにした。深海の海洋保護区において、採水せずに現場ろ過で環境DNAサンプルを取得する方法の開発や原核生物、メイオVENTスサンプルを共同機関へ提供した。

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

- ・気候変動予測は一般の人々の関心も高いが、個々の研究成果という「各論」だけでは理解しにくい。研究者の英知を集めて、全体を俯瞰する現時点での進捗や展望を説明・発信するなど、組織全体の力を発揮していくことが求められる。

【評価軸】

- 海洋基本計画等に位置付けられた政策上の課題へ対応するための研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 得られた成果を国際社会、国等へ提供し、政策立案等へ貢献しているか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

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

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数

【指摘事項に対する措置内容】

令和2年度はIPCC第6次報告書取りまとめの年になっていた。機構の気候変動予測研究は、この報告書に貢献するための予測モデルの開発や世界の各種気候予測モデルによる将来気候のアウトプットを比較する温暖化予測実験(CMIP6)に参画してきた。このCMIP6データを用いた論文が多数受理され、令和元年度に比較して地球環境部門全体の論文数躍進に大きく貢献した。数のみならず、質の点でも令和2年度の主著論文1編がWoS被引用上位0.1%に、また令和元年度の主著論文が令和2年度に同1%に認定されるなど世界トップクラスの優れた成果となっている。また、地球システムモデルを用いた数年規模炭素循環予測システムの原型を構築し、先行する欧州複数機関を上回る大気海洋間炭素フラックスの再現性を得た。以上、CMIP6を通じて世界の英知と連携しながらも、現時点で世界に先駆けて最も確からしい予測結果の公表や世界をリードする気候予測研究に貢献することができている。

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：253本
- ・論文の質に関する指標(論文被引用数)：11,481回の内数



- ・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、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。

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

- ・共同研究件数：32 件

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムに向けた取組を着実に実施したこと等を総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

<フローチャートにおけるアウトプット「海洋生態系等が有する未知の機能の解明と知見の蓄積」>

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

地下の微生物学的な炭化水素生成に関する実態解明では、深部流体に棲息するアーキアが今もメタンを生成し続けていることを明らかにするとともに、深部流体には多様性に富んだ微生物群集が存在すること、深部地下帯水層は表層からの炭素供給がほぼ無く、独立した地下生命圏を形成していることを明らかにした。これらにより、多様性に富んだアーキア群集の生態解明や深部地下帯水層におけるメタン生成プロセスの解明につながる成果を創出した。

<フローチャートにおけるアウトプット「有望資源の成因プロセスの解明」>

海底熱水鉱床モデルの深化に関する研究において、微生物活動に由来する極端に低い硫黄同位体比組成を示す黄鉄鉱を発見するとともに、鉱化作用の進行に伴い黄鉄鉱が高い硫黄同位体比組成を有する組織・形状に変化し、また、他の硫化鉱物による置換もあることを明らかにした。これらによって、海底熱水鉱床の初期形成プロセスにおいて海底下の微生物活動が鉱床生成を誘発・促進している可能性を示唆した。本研究の成果は、海底下における鉱床形成プロセスや硫黄の物質循環モデルを書き換える可能性のあるものであり、科学的意義は非常に大きい。年度計画を上回る成果と評価できる。

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

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

深海バイオリソースの産業利用に向けた研究開発の推進は、機構のこれまでの研究成果によって明らかとなった深海微生物の有するポテンシャルを最大限に活用するために、機構が保有する深海バイオリソースを民間企業等に提供することによってオープンイノベーションな開発が加速することを目指した事業である。大学及び民間企業合わせて計4件の提供を行うなど、海洋資源の利用促進に向けた取組を推進した。

物理探査技術に係る研究開発では、民間企業からの受託研究の受け入れによって、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「次世代海洋資源調査技術」で開発した海洋電磁探査の観測機器や調査技術の有用性を示したほか、産業界への技術移転の促進や新たな連携に取り組んだ。産業利用の促進として著しい進捗であり、年度計画を上回る成果であった。

<フローチャートにおける取組「研究開発成果

の展開に向けた産学官との連携・協働」>  
小惑星探査機「はやぶさ2」試料解析に係る取組は、取り扱いが非常に難しい試料のサンプリングに係るアセスメントとして、プロジェクトの初期段階から貢献を行ってきたものである。令和2年度では、世界初となった地球圏外からのガスサンプルリターンに対し、機構が有する世界トップの分析技術を以て、国内外の研究機関と協同してサンプルコンテナからのガス採取・分析に貢献した。カプセル帰還後の最初の分析はミッションの科学的目的に大きく影響するものであり、年度計画を上回る成果であるとともに、産学官との連携・協働に該当する活動である。

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

新型コロナウイルスの感染拡大防止を目的として、「JAMSTECの「新たな日常」に向けて」に基づいたマネジメントを図った。一部の観測・試料採取・データ取得・解析については延期・中止・計画変更を行ったものの、ラボでの実験、ラボ施設の維持管理等出勤が必須なものを優先し、テレワークで実施できるものを見極めて出勤スケジュールの調整等を行う、オンラインコミュニケーションツールを活用する、オンラインイベントを利用した営業活動を行う等、研究開発の進捗を最大限維持することに努めた。

また、生命理工学センターでは、フローチャート「海洋資源の産業利用の促進」に向け、研究成果として機構が培った深海微生物や深海環境に関する知見・技術を産業界へ提供する取組をすすめた。特に深海バイオリソース提供事業においては、入手が困難で未知な部分が多い深海サンプルについて、利用目的を事前に相談し科学的知見に基づいたサンプル選定を行う等、研究開発成果の最大化に向けて戦略的な活動を行った。

ヘム化合物の分析法改良は、海洋生物資源の生

海洋中の物質循環を精緻に理解するために、海洋生物試料や地質試料等、各種試料を用いた化学的・分子生物学的解析を行い、循環を支配する環境的、生理学的、進化的背景を明らかにするとともに、海洋生物資源の在り様を定量的に把握する。また、深海の極限環境に適応する過程で生物が獲得した独自の機能の解明を進める。さらに、関連産業界、大学、公的研究機関等との連携・協働を進めて、これらの研究開発で得られた科学的知見、データ、技術及びサンプルを社会に還元する。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

- ・天然に分布する各種微量物質の高度な分析法の深化について、アミノ酸・ペプチドの定量及び炭素・窒素・硫黄同位体比測定システムの確立と堅牢化、中赤外線レーザー分光法による各種ガスの迅速分析システムの開発、テトラピロール化合物の分析法の改良、海洋試料中の有機金属分析法の開発を行う。市販の機器や従来法では測定不能な物質の分析結果を通して海洋の物質循環の背景を解明し、その知見を応用した社会との連携強化を目標とする。
- ・上記の分析結果をもとに、東北沖の海洋生態系解析とともに各種海洋生物の餌のタンパク源に関する情報を蓄積し、特にサケを例に同位体比とシミュレーションを用いて北部北太平洋域における回遊ルートを特定する。

海洋における生物地球化学プロセスの詳細な理解に向け、各種微量物質の分析法の開発・高度化を進めた。

具体的には、ヘム化合物の分析法として、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）と液体クロマトグラフィー質量分析（LC/MS）を用いた海水及び堆積物試料からのヘムBの高感度定量法及び化合物レベル同位体分析法を確立し、多様な試料のスクリーニングに着手した。

また、小惑星探査機「はやぶさ2」試料を用いた令和3年度以降の解析に向けた基盤的分析として、硫黄同位体比の微量分析手法の開発を進め、従来の1/100量の試料での分析に成功した。また、ガス試料に対する水・アンモニア同位体の超微量・超高感度同時検出手法を構築した。

北太平洋の広範囲で採取された動物プランクトン試料に含まれるフェニルアラニン（アミノ酸の一種）の窒素同位体比に基づく北太平洋域の同位体比地図（アイソスケープ）を作成するとともに、サケの脊椎骨に保存される窒素同位体比の履歴を測定し、これらを組み合わせてサケの回遊経路を個体毎に推定する統計モデルを構築し、新しい回遊経路推定手法を確立した。同手法によって、既知の回遊ルートを再現するだけでなく、餌資源が非常に豊富なベーリング海大陸棚で採餌し性成熟を終えて母川に回帰することを明らかにした。

また、独自に開発したマイクロ切削技術（Geomil326）を用いてクロマグロ類の耳石等微量切片を解析することにより、太平洋域にお

産量を左右すると考えられる鉄の海洋循環の解明に寄与する基盤的技術であり、科学的意義は大きい。年度計画を上回る成果であるとともに、フローチャートにおけるアウトプット「海洋生態系の物質・エネルギー循環機能の把握」に該当する成果である。

ナノ乳化技術の実用化に向けた民間企業との連携は、極限環境に特有の物理化学的性質を利用した技術の産業への応用を目指すものであり、年度計画を上回るとともに、フローチャートにおける取組「海洋資源の利用促進に向けた産業界への知見、データ、技術、サンプルの提供」に該当する成果である。

以上のように、年度計画の着実な実施のみならず、予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムに向けた取組を実施した。

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

・EEZ(排他的経済水域)を含む日本国内から深海バイオリソースを収集すると共に、多元的解析によってその生物機能ポテンシャル及び生物学的特性を明らかにする。また、EEZを含む日本国内におけるバイオリソースの特徴を明らかにする為、令和元年度までに得た日本国外における調査航海から得た試料を用いた研究を支援する。

・深海バイオリソースの産業利用に向けて、産業界や大学、研究機関と連携したオープンイノベーション体制による研究開発を進める。具体的には令和元年度に開始した深海堆積物と深海微生物株の2つのリソースの外部提供を推進するとともに、既存の深海微生物株コレクションの整備を継続する。また、深海環境ゲノムデータベースの整備を進め、外部公開準備を令和2年度内に完了させる。

・フュージョンマスをを用いた微生物代謝解析フローを確立する。

・ナノ乳化技術に代表される深海熱水噴出孔を模擬した環境でのソフトナノマテリアル生成技術について、実用化に

けるクロマグロ類の回遊経路を推定する知見を得た。

南関東域の深部地下帯水層で採取した試料を用いてメタン生成アーキア(古細菌)だけが持つ機能性分子の補酵素 F430 について定量的な有機分析を行い、深部流体に棲息するアーキアが今もメタンを生成し続けていることを明らかにした。また、同試料を用いて遺伝子解析を行い、メタン生成アーキアのほか多種多様な微生物が深部地下帯水層に存在することを確認した。加えて、地下深部におけるヨウ素等のハロゲン成分の無機分析のほか、メタンやその前駆物質になる溶存無機炭素の放射性炭素同位体比を測定した結果、深部地下帯水層は雨水や海水による表層からの炭素供給がほぼ無く、独立した地下生命圏を形成していることを明らかにした。

機構船舶を用いた調査航海にて採取した深海堆積物から得た SSU rRNA 遺伝子情報をデータベース化し、超深海を含む深海微生物生態系の特徴を明らかにした。また、外部提供に向けた深海環境ゲノムデータベースの整備を進めた。

深海堆積物及び深海微生物菌株のリソース外部提供については、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため推進活動が限定されていたものの、大学及び民間企業合わせて計4件の提供を行った。

深海環境ゲノムデータベースについては、深海環境ゲノム情報に対する民間企業のニーズをよりの確に把握するため、民間企業との共同研究契約を1件締結したほか、オンラインを含め展示会等での営業活動を推進した。

微生物細胞内の固定・遊離アミノ酸の、フュージョンマスを活用した解析手法を確立し、論文として公表した。

ナノ乳化技術の実用化に向けて民間企業への技術指導契約3件を継続実施した。令和元年度に優れた成果が得られた1件については、大型外部資金によるプロジェクト化を見据え客員研究員の受け入れ

向けた横展開を進める。

- ・インクジェット技術やバイオマスナノファイバーを用いたナノバイオスクリーニング技術について、ライフサイエンス分野での利活用に向けた検討を進める。
- ・フュージョンマス及び電子顕微鏡を用いた分析技術や微量核酸取扱技術等の外部提供に向けた検討を行う。

## ②海洋資源の有効利用

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

令和2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、これまで調査を実施した海域についての試料記載と分析、調査技術の高度化を継続する。また、産業界へのサンプル・データ等の提供に向けた体制の検討に基づき、試験的にデータ等の提供を行う。

による人材交流を開始し、技術指導による連携を強化した。

バイオマスナノファイバーを用いたナノバイオスクリーニング技術について、新規創薬シーズ探索への応用を目指した民間企業・大学との3者共同研究を開始した。

新型コロナウイルス等の感染症臨床検体への適用を目指し、二本鎖RNAシーケンシング技術の高度化を行うとともに、大学との共同研究を1件締結した。

沖縄トラフ海底熱水域で実施した複数のボーリングによって測定された地中温度データと地質データを用いて数値モデルを構築し、熱水流動のシミュレーションを行うことにより、海底熱水鉱床の生成時における熱水温度・流動形態・沸騰領域の分布を明らかにした。また、シミュレーション結果と現場観測結果を統合した結果、(1) 鉱床生成の初期では海底面から噴出した熱水と海水の混合によって海底面上に鉱石の集合体（鉱体）が形成され、(2) 鉱床生成の成熟期ではキャップ層の形成により熱水の側方流動が生じ、海底下への低温海水の流入が抑制され、熱水の温度が上昇・沸騰して海底下に

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構への知見の提供は、機構が蓄積した海底鉱物資源の成因に関する科学的成果の産業界への提供に向けたものであり、年度計画を上回る成果であるとともに、フローチャートにおけるアウトプット「有望海域（鉱床候補地）の推定」及び取組「海洋資源の利用促進に向けた産業界への知見、データ、技術、サンプルの提供」に該当するものである。

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「革新的深海資源調査技術」に対する技術提供は、当該プログラムの課題達成に貢献する成果であり、概略資源量の評価に大きく資することから科学的意義は大きい。年度計画を上回るとともに、フローチャートにおけるアウトプット「有望海域（鉱床候補地）の推定」に該当する成果である。

以上のように、年度計画の着実な実施のみならず、予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムに向けた取組を実施した。

・海底熱水鉱床については、テクトニクスの状況の異なる海域を比較してモデルの深化を図るため、伊豆小笠原海域の調査航海を実施する。

・鉄マンガ氧化物については、酸化的な鉱物資源の成長や元素濃集等の一連の生成過程において予察的知見を得つつある海水、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のうち、特に海水中の化学条件と鉱物沈殿・元素濃集との関係性について、天然試料と現場実験試料を用いた分析を開始する。

・レアアース泥については、成因や濃集機構を解明するため、年代決定や全岩化学組成分析、同位体分析などを継続する。

鉱体が形成されるという、海底面付近と海底下の二層に分かれた「二階建て構造」を構成する海底熱水鉱床形成メカニズムを解明した。

また、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）による沖縄トラフ海域の調査に貢献するための、熱水鉱床の兆候に関する機構の科学的観測結果とそれによる知見を提供した。

伊豆小笠原海域の調査航海については、新型コロナウイルス感染拡大防止のため令和3年度に実施を延期した。

海底熱水鉱床の生成に関し、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて中部沖縄トラフ海域の海底熱水鉱床で得られた掘削コア等試料を対象として詳細な顕微鏡観察や鉱物組成測定、局所硫黄同位体分析を実施した結果、微生物活動に由来する極端に低い硫黄同位体比組成を示す黄鉄鉱を発見するとともに、鉱化作用の進行に伴い黄鉄鉱が高い硫黄同位体比組成を有する組織・形状に変化し、また、他の硫化鉱物による置換もあることを明らかにした。これらによって、海底熱水鉱床の初期形成プロセスにおいて海底下の微生物活動が鉱床生成を誘発・促進している可能性を示唆した。

鉄マンガ氧化物の生成速度・レアメタル濃集プロセス解明のため、福島沖の磐城海山で採取したマンガクラスト試料の同位体・化学組成分析を行い、これまで調査を行った南鳥島周辺の遠洋域の海山に産するマンガクラストの分析データと比較した結果、水深が浅いマンガクラストは遠洋域と同様の成長速度を示すが、水深が3,000mを超える試料については、いずれも水深の浅いマンガクラストより高い成長速度を示し、中には数倍に至る速度で成長するマンガクラストが存在することが明らかになった。

南鳥島海域で採取された超高濃度レアアース泥（総レアアース濃度が5,000 ppm以上のもの）について、試料に含まれる魚の歯の化石の形状分類に基づく年代決定法と、海水のオスミウム同位体比に基づく年代決定法を組み合わせた結果、約3,450万年前にこの超高濃度レアアース泥が生成されたことを明らかにした。また、得られた堆積年代から当時の魚骨片の面積あたりの堆積量を復元し、3,470万年前から3,440万年前にかけて魚骨片の量が約6倍に急増したことを明らかにした。当該年代は南極氷床拡大の時期にあたることから、氷床の出現によって冷やされた海水が深海へと沈み込み海洋循環が活発化し、強化された低層流が深海底の海山・海台に衝突して湧昇流が発生、海洋深層に蓄積していた大量の栄養塩を海洋表層にもたらして魚を含む生物活動が急激に活発化した結果、大量の魚骨片が海

・物理探査技術及び音響探査技術については、民間企業等の要望も取り入れたハード、ソフトの改良を行う。特に電磁・電気探査については民間と共同で実施する調査航海等を通じて技術移転を促進する。

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

・物理探査及び地質分布等の多岐にわたるデータのデータベース化を推進する。

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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

・深海環境ゲノムデータベースの構築を進めているところ、データベース化推

底に堆積してレアアースを濃集したとする超高濃度レアアース泥の生成メカニズムを提案した。

民間企業より受託した海洋電磁探査に関する実海域調査について、探査ターゲットに対して十分な精度を持つデータを提供した。また、他の民間企業との共同研究において、データ取得・処理法等の技術移転を促進させた。

その他、探査・計測技術の開発によって得られた知見に基づく産業分野での新たな連携として、深海におけるインフラ材料の開発や構造物の設計手法の確立を目指し、民間企業等と共同で、セメント硬化体の内部に生じる圧力やひずみを深海底で連続計測する手法を構築し、駿河湾沖の海域に硬化体と計測機器を設置して計測を開始した。

自然電位・比抵抗構造の構造解析に資する技術開発として、2機のAUVを用いた熱水鉱床域における比抵抗及び自然電位異常のデータ取得を行い、既知のデータとの比較検証を実施した結果が論文掲載となった。また、鉱床域において環境影響評価のために開発した自然電位・比抵抗の長期モニタリング装置の観測に成功すると共に、地下流体の流動に関するシグナルの検出に成功し、論文として誌上発表された。この成果はアナログ実験や物性計測と地下構造モデルとを繋ぐものである。

独自に構築した地理情報システム（GIS）データベースを用いて、航海で採取されたデータの管理と可視化を行うとともに、データ取得現場のニーズを踏まえ、海底地形の自動空間解析機能による微細地形の可視化機能及び船舶と探査機位置のデジタル3次元空間上でのリアルタイムプロットによる測位の可視化機能を実装した。公募航海（YK20-14S）、SIP革新航海（KM20-06C、KR20-E05C）で実践的な運用を行い、現場の効率化、安全性向上を測ることが出来た。

SIP革新的深海資源調査技術テーマ1課題「レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析」を中心に、採取試料の処理・分析作業やデータ取得・解析を迅速に行い当該課題の令和2年度目標の達成に貢献するとともに、賦存量評価においては有望サイトの絞り込みやエリアの詳細を明らかにした。

【指摘に対する措置事項】

深海バイオリソース提供事業は、先ず深海堆積物の試験提供から開始し、その際に提供先や営業先の民間企業から得られた深海環境



進は重要なことであるが、そのデータベースがどの程度利用されているのか、使いやすいものになっているのかなどを検証し、データベース構築に反映させていく必要がある。同様に、関係省庁や公的機関、民間企業に提供した機構の知見・技術がどのように活用され、産業につながったかについても分析し、今後の方策に反映させる必要がある。

#### 【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。
- ・得られた成果を産業界等へ提供し、産業利用の促進が図られているか。
- ・研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

#### 【関連指標】

(評価指標)

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

(モニタリング指標)

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

ゲノム情報へのニーズを踏まえて、リソース利活用の促進を最大化する方策として深海環境ゲノム情報の提供へと至った。令和2年度ではデータベースの外部公開に向け、民間企業との共同研究を通じてより利便性の高いデータベースの構築に向けた検証をすすめた。

知見・技術の活用については、深海微生物の産業利用は世界的にも前例がなく、リソースを入手できる機会も限られている。民間企業においてもリソースの活用方法を模索しているところであり、深海バイオリソース提供事業はこの課題を解決するための取組として、機構が有する先駆的な研究成果に基づいたリソースの提供を行っている。

また、海底鉱物資源については、有望海域の検討に資することを目指し、これまでモデル海域としてきた沖縄トラフでの調査で得られた知見を JOGMEC へ提供するとともに、受託研究等を通じた民間企業への研究開発成果の技術移転を推進した。

(モニタリング指標)

- ・学術論文誌等への論文等掲載数：97本
  - ・論文の質に関する指標（論文被引用数）：11,481回の内数
- ※2016年から2020年の間にWeb of Science収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,910本）が2020年に引用された回数

- ・共同研究件数：22 件
- ・特許出願件数：1 件

### （3）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発

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

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

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

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

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

観測システム開発では南海トラフにおいて、多数の世界初の取組を統合することで、従来に比べて桁違いに低いノイズレベルで海底付近での地殻変動（傾斜）の連続リアルタイム観測を実現した。これにより、南海トラフ浅部で進化したゆっくりすべりの発生から収束までの過程の記録に成功した。これは、システムの設置・展開という当初計画を優位に超え、アウトカムに直結する成果である。

ウェーブライダーを用いた自動無人 GNSS-音響測距結合方式地殻変動観測システムを構築・長期運用し、これまで船舶により実施していた同観測の自動化・無人化に成功した。本システムの確立により、GNSS-音響測距地殻変動観測の時間分解能と推定精度が向上し、海底ケーブルで地殻変動観測のできない日本海溝や千島海溝などの海域で、プレート境界浅部（海溝軸近傍）を含む固着・すべりの時空間変化の検出が期待できる。本システムを用いて緊急観測の対応、その結果の地震調査委員会報告など、当初

計画のシステム評価を超えた、実観測での活用、アウトカム創出に至った成果である。

調査観測では南海トラフの三次元的な構造探查観測から、室戸沖ではこれまで二次元探查によって推定されていた単一の海山ではなく、複数の海山が海山列として沈み込んでいることを明らかにした。この結果から、このプレート境界断層形状の起伏はゆっくり地震分布の不均質性とよい相関があり、海山など海洋プレート表層地形に由来する起伏がプレート境界断層の固着・すべり分布の不均質性に強い影響を与えていることを示した。

日本海溝東北沖地震震源域では既存データ等の統合的解析を進め、沈み込む海洋プレートの構造不均質が海溝軸近傍の巨大地震性すべりの広がりを見定づけていたことを明らかにした。さらに、東北沖地震震源域におけるアウターライズ震源断層分布を明らかにし、それに基づく津波伝搬・浸水の評価を行った。また、これまでの東北地震研究成果を取りまとめインパクトファクターの高い国際誌に総説論文として発表した。

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

調査観測から得られる地下構造モデルの不確かさによるプレート間固着の現状把握への影響を定量的に評価するため、地下構造情報をその不確かさも考慮したプレート固着計算手法を開発し、数値実験により有効性を確かめた。また、観測された地殻変動データの最大活用のため、巨大地震後の地殻変動データから、余効すべりと粘性緩和による変位とを分離して、地震時・地震後のすべり分布と粘性緩和による変位とを同時推定する手法を開発した。これにより、地震後に設置した海底地殻変動観測データによって、地震時すべり分布の解像度を向上させられることを実証した。さらに、GNSS-A 海底地殻変動観測点の限られた千島海溝において、観測誤差や観測点増加が地震時すべり・地震間

すべり欠損の推定精度に与える影響を定量的に評価する手法を開発し、数値実験で有効性を示した。

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

鬼界カルデラ研究では、研究航海の実施と共に、データ・サンプルの解析を進め、過去の巨大カルデラ噴火において巨大噴火直後からマグマの化学成分が変化し次の巨大噴火の準備が開始されていることなど、噴火様式・履歴に関する新たな知見を得た。西之島では緊急観測により、現在の噴火活動で科学特性の異なる二種類の火山灰を確認し、今後の噴火推移を評価するためのデータを取得した。さらに、海底に設置した観測機器の設置時・回収時の位置の変化から現在の西之島の海底では km のスケールの海底面変動が生じていることを明らかにした。

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

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

南海トラフ浅部で進行したゆっくりすべりの発生から収束までの過程の記録データは随時、地震調査委員会、気象庁「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」に報告し、現状評価・地震発生評価に活用された。

日本海溝北部で群発的に発生した地震を受けて実施したワーキンググループを用いた海底地殻変動観測では、取得したデータを準リアルタイムに解析し、その成果を迅速に地震調査委員会に報告し、日本海溝の地震活動評価に活用された。

南海トラフプレート境界断層形状モデルは、文部科学省「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」での次世代三次元地下

構造モデル構築に活用され、同プロジェクトのプレート固着モニタリング、推移予測研究の高度化を通して、南海トラフ地震臨時情報の迅速化・精度向上への貢献が期待される。

日本海溝アウターライズの断層情報・津波評価結果はデータベースとして公開し、国の防災プロジェクト等で活用された。

千島海溝から日本海溝にかけての固着状態を自動モニタリングするツールを国土地理院からの要請で提供し、国土地理院が常時運用し、解析結果を地震予知連絡会で定例報告するようになった。また、南海トラフ海底地殻変動連続地殻変動データのリアルタイムデータ処理手法を確立したことにより、気象庁の南海トラフ地震評価委員会に迅速に解析結果を提供し、南海トラフプレート固着現状評価に活用された。

緊急観測も含み西之島火山調査の結果を気象庁の火山噴火予知連絡会に報告し、火山活動評価に活用された。その貢献が評価されて、令和3年度から予知連の火山活動評価検討会に加わることが決まり、評価検討会を通じて、アウトカム創成の道筋が確立された。鬼界カルデラ研究に関しては、原子力規制庁と共同研究を締結し、今後、本課題の成果活用を進めていく。

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

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

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大防止のため出勤率の低下及びテレワークの増大により、ラボでの実験作業等に大きな影響が出たが、これを機に実験作業の効率化や自動化を積極的に進め、研究成果の最大化に努めた。

さらに、科学的意義の大きい成果、政策立案等

#### ①海域観測による地震発生帯の実態把握

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

へ貢献のみならず、成果最大化のために機構内外の連携を強化するとともに、成果のアウトリーチに注力した。具体的には以下のとおり。

本課題で開発した手法、取得したデータ、構築したモデルを付加価値情報創生部門の進める数値解析リポジトリと四次元仮想地球に統合していくために、付加価値情報創生部門との機構内共同研究体制を構築した。さらに、防災科学技術研究所と「南海トラフ地震・津波をはじめとした地震・津波防災に資する調査観測、研究等についての包括的連携協力に関する協定」を締結した他、国土地理院、気象庁、大学等の機関と緊密に連携するとともに、外部資金プロジェクトを最大活用し研究開発を進めた。

東北地方太平洋沖地震発生から10年間の調査研究の成果をまとめた論文を米科学誌「サイエンス」で発表するとともに、公開シンポジウムを開催し、次代を担う学生と今後の地震・津波研究について議論するなど、今後の研究の発展に向けた取組を進めた。

以上、中長期目標、計画に照らし、計画した取組を着実に実施し一部は想定以上の成果を挙げ、将来のアウトカム創成につながっている。

#### <技術開発>

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

技術開発において多数の世界初の取組を統合することで、従来に比べて桁違いに低いノイズレベルで海底付近での地殻変動（傾斜）の連続リアルタイム観測を実現したことは、南海トラフ震源域全域への海底地殻変動リアルタイム観測の広域展開実現という本サブ課題の目標に大きく前進した成果と言える。また、低ノイズ化前の傾斜計観測で、微動が始まる前のゆっくりした地殻変動が捉えられたことは、海底地殻変動観測リアルタイム観測点を広域・多点で展開

アジア太平洋地域の地震・津波の実態解明と防災研究推進のための広域的な共同研究体制を構築する。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

することの重要性を実証しただけでなく、浅部ゆっくり地震の物理を理解する上で貴重な知見を与えるものである。

ウェーブライダーによる多点自動観測システムの実証により、これまで船舶の使用が不可欠で時間・人・経費のいずれもコストのかかるGNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測のコストをすべての面で大幅に削減することを可能とした。これにより、観測頻度を上げること、つまり時間分解能と推定精度の向上が現実的になり、海底ケーブルで地殻変動観測のできない日本海溝や千島海溝などの海域で、プレート境界浅部（海溝軸近傍）を含む固着・すべりの時間変化の検出が期待できる。

地震・津波等の被害が出ていない段階で、大地震につながる先行過程を直上で観測できる可能性があるということで緊急観測を実施したことは、地震発生予測のコミュニティにとって大きなパラダイム・シフトと言える。

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

南海トラフ傾斜計で記録されたゆっくり地震のデータはサブ課題I-1-(3)-②で整備した自動化されたシステムで迅速に処理し、地震調査委員会、気象庁南海トラフ地震検討会に報告し、国の南海トラフ地震発生評価に活用された。

日本海溝北部で群発的に発生した地震を受けて実施したウェーブライダーを用いた海底地殻変動観測では、取得したデータを準リアルタイムに解析し、その成果を迅速に地震調査委員会に報告し、日本海溝の地震活動評価に活用された。

DAS等の光ファイバーセンシングの最先端技術開発の成果が、電源開発株式会社やJR総研のニーズと合致し、令和3年度からの共同研究の開始や課題拡大につながった。

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

国立研究開発法人防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、その元で DONET 高度化と N-net 拡張部の開発を進めるためのワーキンググループを立ち上げ、今後の研究開発（文部科学省地震・防災研究課ならびに海洋地球課への予算要求など）を協力して進める体制を構築した。

#### <調査観測>

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

南海トラフプレート境界断層の固着・すべり状態を規定する構造要因の解明に向けた三次元的な構造探査観測の結果、室戸沖ではこれまで二次元探査によって推定されていた単一の海山ではなく、海山列が沈み込んでいることを明らかにし、その詳細な形状をとらえることに成功した。観測されたプレート境界断層形状の起伏はスロー地震分布の不均質性と非常に良い相関を示し、海山など海洋プレート表層地形に由来するプレート境界断層形状の起伏がプレート境界断層の固着・すべり分布の不均質性に強い影響を与えていることを観測事実は示している。

2011年に巨大な東北地震が発生した日本海溝域では、過去10年間、集中的に構造探査観測や地震観測を実施してきた。令和2年度はこれらの観測データに基づく研究成果を取りまとめ、

(1) 沈み込む海洋プレートの構造不均質が海溝軸近傍の巨大地震性すべりの広がりや決定づけていたこと、(2) 東北地震後、巨大地震津波の発生が危惧されるアウターライズ地震断層の分布や津波被害ポテンシャルなどについて誌上発表した。(2)については、津波浸水被害即時予測に活用することも念頭に入れ、アウターライズ地震断層分布やそれらによる津波浸水シミ



ュレーション計算結果をデータベース化した。さらに、これらの成果を著名な国際誌2本にレビュー論文として発表した。

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

南海トラフプレート境界断層形状モデルは、文部科学省「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」での次世代三次元地下構造モデル構築に活用され、同プロジェクトのプレート固着モニタリング、推移予測研究の高度化を通して、南海トラフ地震臨時情報の迅速化・精度向上への貢献が期待される。

日本海溝アウターライズ地震断層に関するデータベースは、地震本部の津波評価部会に報告し、日本海溝で発生する津波の評価に活用されているほか、SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化、予測」で構築した津波シナリオデータバンクにも活用されている。

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

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響で、海洋研究開発機構の観測船が4か月間にわたり停船し、調査観測には少なからず影響が出た。しかし、運航サイドと密に連携した上で調査観測ターゲットを絞りこむことでその影響を最小限に抑え、所期の研究成果への影響を最小限に抑え込むことができた。

南海トラフ西端日向灘で実施した構造探査研究は、科学研究費補助金・新学術領域研究「スロー地震学」の一環としても実施することで、より大規模で包括的な構造探査観測とすることができた。

・連続リアルタイム海底地殻変動観測に向けて、傾斜計等センサーの設置、水圧計の較正を実施する。

平成30年度に深さ約6mに設置した海底孔内傾斜計によって、その付近で始まった「浅部ゆっくりすべり」の検出に成功し、深部孔内データと合わせて断層すべりモデル評価を行って浅部プレート境

界でのすべりであることを示し、地震調査委員会・気象庁南海トラフ地震評価検討会・地震予知連絡会へ報告した。なお、傾斜計の変動が捉えられた最初の期間は、孔内データを含む他の地殻変動や微動活動が始まる前であり、傾斜計の検知能力の高さを実証するとともに、浅部ゆっくり地震の物理にとっても重要な知見を与えると期待される。

海底下 20m 孔内への孔内傾斜計の設置と DONET への接続に成功し、実海域観測評価を開始し、これまでの海底観測では得られなかった低ノイズの観測が行えることを示した。設置には、海底着座型ボーリングマシン (BMS) の改造による大口径孔の掘削、高い感度と安定性のレーザー光干渉式傾斜計の開発、掘削直後の孔内への探査機によるモルタル打設と機器降下設置、100m 長の孔内機器-DONET 接続等、多数の世界初の海底観測技術が統合された。

水圧計の高精度な現場校正技術に必要な基本的な考え方について、Machida et al., 2020, JGR にて論文公表した。

光ファイバー歪計の設置改善の航海実施時に状態を陸上局舎で確認し、作業の結果スパイク状のノイズを減少させることに成功するとともに、ケーブル埋設ロボットのプロトタイプ及び開発試作品の製作を実施した。

複数ある商用 DAS 装置から最適なものを選定し、初島沖・室戸沖海底ケーブル観測システムを用いた観測を実施、12 月より室戸沖での長期連続観測を開始した。また、商用 DAS 装置の長周期ノイズの原因を明らかにするとともに、その改善をはかるため、超安定レーザー光源の導入と局舎内比較用光ファイバー干渉計の製作・設置を行い、室戸沖での DAS と同時の試験観測を 3 月に開始した。

DAS 観測データの観測・解析結果について、様々な観点から解析することと速やかな論文公表の重要性を考え、機構外の研究者とのデータの共同解析を企図し、その結果論文 2 編 (Matsumoto et al., 2021, Sci. Rep., Ide, Araki, Matsumoto, 2021, EPS) で成果を公表した。特に Ide, Araki, Matsumoto については、地震観測だけでなく、海底での攪拌過程など海洋の稠密な観測に DAS が有益であることを見出したもので、他分野へも波及する科学的に重要な成果である。

電源開発株式会社の北本連系ケーブルの光ファイバーを用いた地震観測等の共同研究を提案し、研究計画案を取りまとめた。令和 3 年度初頭より共同研究を開始する見込みである。

公益財団法人鉄道総合技術研究所との強震動観測の共同研究において、先方の要望を踏まえて DAS 等の光ファイバーセンシングの応用を提案・現状と研究課題について技術検討・助言をし、令和 3 年度からの実施につなげた。

・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。具体的には光ファイバーセンサーの精度評価を進めるとともに、成果公表を行う。また、海底地殻変動データの無人自動データ取得システムの開発、データ取得・評価を進める。

令和元年度に開発した、ウェーブライダーを用いて GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測を行うシステム (Iinuma et al., 2021, Front. Earth. Sci.) の長期運用試験を6月から7月にかけて実施し、日本海溝沿いの14観測点を約40日かけて巡回して、データを収録することに成功した。また、10月から11月にかけて、三陸沖の観測点における繰り返し観測を同システムにより実施したほか、11月上旬に青森県沖で発生した地震を受けて実施された緊急観測にも投入し、データの機動的な収録に成功した。青森県沖緊急観測においては準リアルタイムでのデータ伝送及び海底局位置解析の試験も行った。これは、令和3年度以降の長期多点観測の実施による広域海底地殻変動場の把握及び準リアルタイム海底地殻変動モニタリングの実用化につながる。開発要素の着実な進捗と当初予定以上の回数観測によるデータ取得であり、従来の船舶を用いた観測に比べて大幅なコストダウンが可能であることを実証することができた。緊急観測で得られたデータは地震調査委員会に報告され、地震活動評価に活用された。

・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・地殻変動観測を行う。

1946年南海地震の震源域である四国沖において、プレート境界断層の複雑な形状や物性などを三次元的に捉えるための大規模な反射法構造探査 (MCS 探査) を実施した。さらに、南海トラフ西縁に位置する日向灘ではMCS探査に加えて深部の物性情報把握に有効な海底地震計を用いた構造探査 (OBS 探査) も実施した。新型コロナウイルスの影響で調査時期が夏から初秋へとやや後ろ倒しになった他、日程が若干短縮になったが、運航部門と協同できたこともあり、ほぼ想定通りにデータを取得できた。取得したMCS/OBSデータは令和3年度中にプレート境界断層形状などのイメージング成果を発表できるよう解析を進めている。

・既存データにより南海トラフの詳細構造の解析を進め成果公表を行う。構造を三次元的に捉えるための観測を実施するとともに、中間評価時までの成果の取りまとめに係る詳細な工程を作成する。その工程に沿った成果公表を行う。

令和元年度に取得した紀伊水道付近におけるMCS探査データについては、最先端の高度なイメージング解技術 (重合前時間及び深度マイグレーション) を適用することで、詳細かつ広域な地下構造イメージング結果を得た。これらのイメージング結果と令和元年度までのイメージング結果に基づき、1946年南海地震の震源域東部に相当する紀伊水道付近におけるプレート境界断層形状の詳細とゆっくり地震等の地震活動に関する研究を進め、国内外の学会で報告したほか、2本の論文を投稿し、そのうち1本は受理 (Kimura et al., Island arc, accepted)、もう1本は査読中である。さらに追加で論文を投稿すべく準備を進めている。

令和元年度までに取得したOBS探査データは、専任のポスドク研究員を中心に解析を進め、プレート境界断層形状と地震発生様式の関連性について学会発表を行うとともに、論文にまとめ公表した (Qin

et al., 2020, Geophys. Res. Lett.).

令和3年度末の中間評価に向け、令和3年度に新たに実施する構造探査計画とその解析についても検討、整理した。計画通りにデータ取得が進めば、令和3年度中には1946年南海地震の震源域全体のプレート境界断層の詳細形状を把握できる見込みである。

南海トラフ域における既存のMCS探査データ解析も進め、熊野灘の3次元MCSデータの高度な再解析から詳細なプレート境界断層形状とスロー地震分布の関連性を議論し、誌上発表した(Shiraishi et al., 2020, EPS)ほか、プレート境界断層との関連性が指摘される南海トラフ軸付近で発達するプロトスラスト帯についてもその詳細について誌上発表した(Tilley et al., 2021, Geosphere)。

DONETで観測されたデータを活用した地下構造の実態把握研究も進め、自然地震データを用いたプレート境界断層付近のS波速度構造についての成果(Akuhara et al., 2020, Geophys. Res. Lett.)や、ノイズデータからP波情報を抽出することに成功した研究成果(Tonegawa et al., 2021, Frontiers in Earth Sci.)を論文として発表した。さらに、掘削孔周辺に設置したOBSで観測される船舶ノイズを用いて熊野灘付加体先端部における巨大断層の潮汐応答を捉えた成果や、自然地震データを用いて地下の構造境界面をイメージングする新しい技術についても論文としてまとめ、投稿した。

日向灘における浅部超低周波地震(sVLFE)について、震央に加えて震源深さも含めた分布を求め、誌上発表した(Tonegawa et al., 2020, Geophys. J. Int.)。

令和2年度に新しく立ち上がった受託研究「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」の一環として、南海トラフ地下構造モデルの高解像度化やマルチパラメータ化を目指し、S波速度構造研究などに着手した。令和2年度は熊野灘の3次元P波速度構造の高精度化や、震源決定精度向上に向けDONET観測点直下の堆積層内S波速度構造の見積もりなどを潮岬沖付近から開始した。

・千島海溝等重要海域での広域調査を実施するとともに、中間評価時までの成果の取りまとめに係る詳細な工程を作成する。その工程に沿った成果公表を行う。

#### 【千島海溝】

千島海溝十勝沖におけるプレート沈み込み形状の概要把握を目指した広域調査は、新型コロナウイルスによる機船運航停止の影響を大きく受けたが、調査時期、日数、使用船舶などについて運輸部門と協力しつつ調整することで、プレート境界断層形状の把握に焦点を絞ってMCS探査を実施できた。その結果、令和元年度の調査データと合わせることで、北海道南東沖の千島海溝域プレート境界断層形状の概要把握に十分な量のデータを取得できた。これらのデータは、中間評価までの成果取りまとめ工程を意識し、令和3年度の夏までに地下構造の深度イメージング結果を得られるように解析処理を進めている。

令和元年度に根室沖で取得した OBS 探査データの解析を進め、沈み込んでいる海洋プレートは地殻の厚さやマントル速度など顕著な構造不均質を示すことが分かってきた。これらの成果を国内外の学会で発表するとともに、論文投稿に向け海洋プレートの不均質性が沈み込み帯に与える影響などについて検討を進めている。

千島海溝海側のアウターライズ海域において、機構がこれまでに多数の調査航海で取得した海底地形データを統合整理した他、既存の MCS 探査データを再解析し、アウターライズ地震断層分布の把握を進めている。

#### 【日本海溝】

2011 年東北地震後に実施してきた MCS 探査、OBS 探査、そして地震観測の成果を取りまとめ、東北地震時に巨大すべりが生じた海溝軸付近の地下構造の特徴 (Nakamura et al., 2020, Scientific Reports) や、東北地震後に地震津波の発生確率の高まりが指摘されている日本海溝アウターライズの地震活動の実態 (Obana et al., accepted, Geophys. J. Int.)、さらにはアウターライズ巨大地震断層分布やそれらの津波ポテンシャルの評価結果 (Baba et al., 2020, J. Geophys. Res) などの成果を論文発表した。さらに、過年度の研究成果も合わせて、2011 年東北地震後の様々な研究成果を著名な国際誌に 2 本のレビュー論文 (Kodaira et al., 2020, Annual Review; Kodaira et al., 2021, Science) としても発表した。

M9 東北沖地震震源域の南側の拡がりを規定する地下構造として、プレート境界浅部の厚い堆積層がすべりの特性をコントロールしている仮説を、重力異常・構造探査結果・地震発生サイクルシミュレーションを組み合わせた検討にもとづいて提案した (Nakata et al., 2021, Sci. Rep.)。

#### 【日本海】

令和元年度に山形沖海域で取得した OBS 探査データの解析を進め、走時解析による地震波速度構造モデルを得た。同探査では台風の影響で MCS 探査を実施することができなかったため、OBS 探査データを用いた新しい地下構造イメージング解析技術 (ミラーイメージング、リバースタイムマイグレーション技術など) を適用し、MCS 探査データに基づくイメージング結果の代替となる地下構造イメージング結果も得られた。これらの成果は国内学会で発表するとともに、誌上発表に向けた準備も進めている。

日本海南部で平成 30 年度までに取得した既存構造探査データに基づき、日本海の形成史などに関して論文を発表した (Sato et al., 2020, Geophys. J. Int.)。

令和 2 年度は、8 年間にわたる文部科学省受託研究日本海地震・

	<p>津波調査プロジェクトの最終年度にあたり、日本海東縁地震発生帯の実態について8年間の構造探査研究に基づき断層データベースを作成するなど報告書に成果を取りまとめた。さらに、論文として公表するための準備も進めている。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後の地震発生帯モデル構築を念頭にIODP 南海掘削試料等、沈み込み帯の地質試料の解析を進め、成果公表を行う。</li> </ul>	<p>南海トラフ地震発生帯掘削によって採取されたコア試料を用いた物性研究を進め、南海地震発生帯の拡がりや規定する温度構造を決定する上で必要不可欠な熱物性の深度プロファイルを決し論文として発表した (Lin et al., 2020, G-cubed)。また、掘削では調べることが困難である地震発生帯深部におけるプレート境界断層レオロジーを探るために固体圧高温高圧実験とその微細構造観察をおこない、水岩石比を考慮した脆性塑性遷移領域の新しいレオロジーモデルを提唱した (Okazaki et al., 2021, JGR)。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の試料及び地球深部探査船「ちきゅう」の航海によって得られた資試料の分析による地震発生履歴に関する研究を進める。</li> </ul>	<p>既存の試料の解析を進め、イベント堆積層の特徴の情報となるコアの化学分析等のデータを得た。新型コロナウイルスの影響を受けて当初計画より遅れたが、「ちきゅう」の航海によって得られた試料の分析を開始し、一部基礎的な年代情報（火山灰による年代）を得た。また高精度層序のための地磁気永年変化の測定開始しその磁気データの安定性を確認できた。主に産総研によるバルク有機物の140年代の測定も協力して進められた。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・IODP 航海による東北沖地震震源域での試料採取を実施し、処理解析を進める。</li> </ul>	<p>新型コロナウイルスの影響により、IODP 航海による東北沖地震震源域での試料採取は、令和2年度は実施されず、令和3年度と同様の時期に航海実施が計画された。IODP 航海に関連する既存データを整理し、まとめ論文として投稿した。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・歴史津波の波源の解明を実施するとともに、成果公表を行う。</li> </ul>	<p>1804年象潟地震をモデルケースとして、地震津波履歴情報（震度分布、津波痕跡、地殻変動、海域活断層）に基づく断層モデル推定手法の構築とその検証を行った (Imai et al., 2020, SRL)。1854年安政東海地震の津波励起時刻を北米での観測波形と津波数値解析によって明らかにし (Kusumoto et al., 2020, SRL)、同様の手法で1854年安政南海地震の津波励起時刻を求め、安政の東海地震と南海地震の発生時間差について検討を行った (楠本・他, 2020 地震学会)。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・観測から得られたデータを詳細に解析し、地震発生帯の実態把握を行う。その結果を知見として、国、自治体、関係機関への情報提供を行うとともに、新たな提供先の検討を進める。</li> </ul>	<p>南海トラフ孔内（間隙水圧）観測による浅部ゆっくりすべりのモニタリングを地震調査委員会、気象庁南海トラフ地震評価検討会に毎月提出するとともに、孔内観測データを機構 HP のデータベースサイトでの公開を継続した。</p> <p>2011年東北地方太平洋沖地震発生から10年間の海域観測研究の成</p>

果を東北大学と協力して、ウェブ上の連載コラム記事、連載インタビュー (YouTube)、そしてオンラインシンポジウム (YouTube 配信) によって、一般向けに広く発信した。

地震予知連絡会において、2011年東北地震から10年間の海域観測による研究成果を、令和2年に出版した研究論文の内容 (Fujie et al., 2020; Nakamura et al., 2020; Baba et al., 2020 など) を中心に報告した。

地震火山噴火予知研究協議会 (予知協) において、日本海溝域や南海トラフ域で進めている最近の地震発生帯の実態把握研究の成果を報告した。

地震本部の海溝型地震分科会において、南海トラフ・南西諸島海溝域のプレート沈み込み構造を検討の基礎的な情報として提供した。

日本海溝アウターライズ地震断層分布及び津波浸水即時予測評価に向けたデータベース (Baba et al., 2020, J. Geophys. Res.) について、地震本部の津波評価部会で活用されるとともに、同データベースは SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」で構築した津波シナリオバンク構築にも活用された。

地震発生時に列車の安全性を確保する新幹線早期地震検知システムを展開する JR 東日本と共同研究を立ち上げ、早期地震検知システム高度化に向け、日本海溝域ケーブル式地震計 (S-net) の観測点の地盤構造情報を提供した。

・ アジア太平洋地域での共同研究の実施と新たな共同研究策定にむけての検討を進める。

NZ ヒクランギ沈み込み帯で国際的な共同研究 (日本、NZ、米国、英国) の枠組みで実施した大規模3次元OBS探査データを活用し、沈み込み帯における応力場不均質性に関する研究論文を発表した (Arai et al., 2020, J. Geophys. Res.)。本論文は全論文の1~2%しか選出されない Editor's Highlight にも選出されるなど高い評価を受けた。今後、南海トラフなど日本周辺の沈み込み帯にも応用することで地震発生帯の応力場を含めた実態把握に繋げることが期待される。

北米大陸太平洋岸・カスカディア沈み込み帯における地震観測データに基づき、共同研究者とともにプレート変形構造を明らかにした (Hutchinson et al., 2020, Earth Planet. Sci. Lett.)。一方、カスカディアに隣接するクィーンシャーロット断層における国際共同観測計画は、新型コロナウイルスの影響を鑑み延期とした。共同研究者とは密に連絡を取っており、近い将来に改めて共同観測として実施する方向で検討を進めた。

ミャンマー及びバングラデシュ沖のプレート沈み込み帯の実態把握を目的として、新たな国際的な共同研究及び観測の枠組み作りに関して米国、バングラデシュなどの研究者と検討を進めた。

アジア諸国との連携の拡大の一環としてインドネシア科学技術庁 (BPPT) との間で海底観測技術や地震・津波分野の遠隔トレーニングコースを開催した。ネットワーク環境下に関わらずインドネシア側から 70 名程度の職員の参加があり、且つ活発な議論もあり想定以上の効果があった。並行して今後の研究協力体制について議論を進めており、令和 3 年度以降の新たな協力体制の枠組みを構築すべく調整中である。

新型コロナウイルス感染拡大の影響下ではあったが、アジア太平洋域での地震等地球物理観測網を相手機関との連携により運用を通年で実施でき、順調に継続的なデータの取得と関係機関への提供をおこなった。現地で実施予定であった共同事業は令和 3 年度に順延することで相手機関と調整をおこない、また必要によりリモート講義などで対応をおこなった。

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、西部の地震活動に関する論文を出版した (Yamamoto et al., 2020, Tectonophysics)。また、共同研究計画を策定し、IA を締結した。

SZ4D のワークショップに向けた事前検討で、関係者より地震発生帯での強震動観測についてコメントを求められ、共同研究で実施した振動試験、孔内・海底の比較結果についてコメントしたところ、WS での話題提供を依頼された。また、光ファイバー計測の強震動への可能性にもコメントし、ワークショップでの議論準備に貢献した。

## ②地震・津波の発生過程の理解とその予測

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

【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。】

調査観測から得られる地下構造モデルの不確かさによるプレート間固着の現状把握への影響を定量的に評価するため、地下構造の不確かさと地下構造モデルの候補から構成されるアンサンブルの形で取り込む、すべり遅れ推定手法を開発し、数値実験により有効性を確かめた。

また、観測された地殻変動データの最大活用のため、巨大地震後の地殻変動データに含まれる、余効すべりと粘性緩和による変位とを分離して、プレート境界面での地震時・地震後のすべり分布と粘性緩和による変位とを同時推定する手法を開発した。これにより、地震後に設置



(4) とも連携して社会へ情報発信する。  
令和 2 年度には、以下の事項を実施する。

した海底地殻変動観測データによって、地震時すべり分布の解像度を向上させられることを実証した。さらに、GNSS-A 海底地殻変動観測点の限られた千島海溝において、観測誤差や観測点増加が地震時すべり・地震間すべり欠損の推定精度に与える影響を定量的に評価する手法を開発し、数値実験で有効性を示した。

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

国土地理院による変位速度場の空間勾配を用いた常時モニタリングは、研究開発成果が現業官庁に活用されるようになったアウトカムであり、このような道筋をつけたことは、今後の研究開発成果の実装を進める上でも重要な意義を持つ。

また、南海トラフで発生したゆっくりすべりの変化をリアルタイムで追うために気象庁から週 2 回のリアルタイム解析結果の報告を求められ、それに自動化したシステムで対応できたことは重要なアウトカムと言える。

付加価値情報創生部門の進める数値解析リポジトリと四次元仮想地球の重要な柱の 1 つであるサイト地震動評価で、その数値解析リポジトリのツールと四次元仮想地球のデータを主体的に用いて解析し、その結果を日本建築学会に報告したことは、企業が実務に活用する際の有償利用につながる重要なアウトカムである。

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

本課題で開発した手法、取得したデータ、構築したモデルを付加価値情報創生部門の進める数値解析リポジトリと四次元仮想地球に統合していくために、付加価値情報創生部門との機構内共同研究体制を構築した。

本サブ課題の実施には、文部科学省受託研究

「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」（令和2年度から5年）、文科省補助金事業「富岳」成果創出加速プログラム「大規模数値シミュレーションによる地震発生から地震動・地盤増幅評価までの統合的予測システムの構築とその社会実装」（令和2年度から3年）、科研費基盤S「震災軽減のためのヘテロ解析による地殻イメージング手法の開発とその適用」（平成30年度から5年）等の外部資金を獲得して実施している。

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

さらに、国立研究開発法人防災科学技術研究所との包括連携協定を結び、その元で、国だけでなく地域・企業等の防災に貢献することを目的として、陸海統合地震観測網のデータや地殻構造・地殻変動の調査・探査データをはじめとした調査観測データの利活用による推移予測等の研究開発と社会実装、これらに必要な調査観測のニーズを踏まえた技術開発を共同で実施するためのタスクフォースを立ち上げ、両機関がこれまで以上に密に協力して研究開発を進める体制を構築した。

・ 中間評価までの工程に基づき、南海トラフ等特定の地域の三次元地震発生帯地下構造モデルの構築を進める。

南海トラフにおける三次元地震発生帯地下構造モデルの高解像度化、高信頼性を念頭に、複数の既存三次元モデルとそのモデル構築に活用された情報を整理した。さらに、熊野灘海域を中心に、既存モデル構築に使用されていない新しい構造研究成果も収集した。これらのデータを活用して熊野灘から三次元モデルの高度化に着手した他、既存のP波速度構造モデルに加えて、S波速度や密度などの三次元地下構造モデル構築に向けた準備にも着手した。これらの研究は、令和2年度から始まった文部科学省受託事業「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」と連携して実施し、成果は同プロジェクトで活用された。

・ 日本周辺海域・沿岸域の三次元プレート構造モデルと地震波速度構造モデル

我が国にオーサライズされている唯一の日本列島規模の三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

を構築する。

- ・プレート境界の変動メカニズムを把握し、地震発生帯における地殻活動の変動状況の把握と予測のためのデータ同化手法を高精度化する。具体的には、地殻活動データの解析を進め、プレート固着の現状評価に関する成果公表を行う。また、プレート固着推移予測のためのデータ同化手法の高精度化を進め成果公表を行う。

い、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用いた地表変位のグリーン関数ライブラリの論文を公表した (Hori, et al., 2021a,b, EPS)。

間隙圧のリアルタイム監視により観測された、2020年3月下旬に発生したゆっくりすべりのデータを解析した。その結果、その推移が2015年と似た特徴であったことから、超低周波地震が発生することを指摘し、その後 DONET 広帯域地震計で捉えられた。これらにより、孔内間隙水圧データと DONET データを活用した推移予測の道筋を作ることに成功した。2020年3月のゆっくりすべりは2015年のものより小規模であり、間隙圧変化のS/N比が低いものであったため、回帰直線解析に基づく統計手法を導入することにより、海底地殻変動成分の抽出、及び信頼度の定量的評価に成功した (Ariyoshi et al., 2021, Frontier Earth Sci.)。

Iinuma (2018, GJI)で提案した、変位速度場の空間勾配に基づいてプレート境界での固着状態の時空間変化をモニタリングする手法を、国土地理院が公表している電子基準点の日々の座標値データに自動・定期的に適用し、結果を可視化するシステムの構築を進め、試験運用を開始した。

地下構造モデルの不確かさによるプレート間固着の現状把握への影響を定量的に評価するため、地下構造の不確かさごと地下構造モデルの候補から構成されるアンサンブルの形で取り込む、すべり遅れ推定手法を開発し、数値実験により有効性を確かめた (Agata et al., 2021, GJI)。

巨大地震後のデータに含まれる、余効すべりやプレート間の固着による変位と粘性緩和による変位とを分離して、プレート間の固着・すべり状態の現状把握を精確に行うべく、プレート境界面での地震時・地震後のすべり分布と粘性緩和による変位とを同時推定する手法を開発した。地震後に設置した海底地殻変動観測データによって、地震時すべり分布の解像度を向上させられることを実証した (Tomita et al., 2020, EPS)。

GNSS-A 海底地殻変動観測点の限られた千島海溝において、観測誤差や観測点増加が地震時すべり・地震間すべり欠損の推定精度に与える影響を定量的に評価する手法を開発し、数値実験で有効性を示した (Murakami et al., 2021, Frontier Earth Sci.)。

固着・すべりの時空間変化のデータ同化手法について、粘弾性を考慮した解析手法の開発を東大地震研との共同研究 (科研費基盤S) で進めるとともに、データ同化に用いる断層構成則の検討について学会発表した (堀, 2020 地震学会)。

本課題でまず実現を目指す推移予測は、リアルタイムで逐次的に固着・すべりの現状把握をした結果を粘弾性・断層すべりモデルに

入力することで実現するものであり、固着・すべり分布推定における不確かさの定量的評価が不可欠である。したがって、令和2年度行ったモデルの曖昧さ（断層形状や変動源）や観測誤差が固着・すべりの推定に与える影響を定量的に評価する手法の開発をいずれも論文として公表するまで進められたことは、計画以上の達成といえる。

- ・ 海底地すべり等、地震以外の津波発生源を考慮した津波シナリオを考慮し、より現実に即した津波被害予測システムの高度化を実施し、成果公表を行う。

熊野灘沖の三次元地下構造情報を利用して海底地すべり面の規模やすべり面について検討を行い、これによって励起される波源規模について評価を行った。2011年東北沖地震による東北太平洋地域の津波瓦礫堆積分布を自動で検出できる技術を開発した（三戸部・他、2020）。これを用いてサンプル・データの拡充を図り津波瓦礫発生予測モデルの適用範囲拡大を実施する予定である。また、既往の予測モデルを使って、尾鷲市における内閣府の波源断層モデルに対する瓦礫堆積予測を行い、浸水予測だけでは判らなかつた津波ハザード情報を示すことができた。

- ・ 国等へのデータと成果の提供を進める。

2020年3月の浅部ゆっくりすべり検知時には、超低周波地震が発生する前に地震調査委員会及び気象庁検討会に報告した。この実績により、2020年12月に発生した浅部ゆっくりすべりでは、気象庁からの依頼により、活動が終息する2021年2月中旬まで、気象庁からの依頼で2週間に1度の週報による報告を継続した。これらは報告資料の作成過程を自動化し、自動処理結果を毎日作成・MLで共有できる環境を構築したことによる成果である。また、DONET広帯域地震波形を用いて、2020年12月の浅部ゆっくりすべりに伴って発生した超低周波地震が低角逆断層タイプであることを示し、地震調査委員会・気象庁検討会に報告した。

変位速度場の空間勾配に基づいてプレート境界での固着状態の時間空間変化をモニタリングする手法の数値計算コード及び制御スクリプト類を国土地理院からの要請で提供した。国土地理院において実行された解析の結果が、地震予知連絡会での定例報告に含まれるようになった。

内閣府防災の相模トラフ巨大地震による長周期地震動評価の高度化を、富岳プロジェクト（文部科学省補助金事業）を通して進めており、地震本部による最新の三次元地下構造モデルを導入した大規模有限要素モデルを構築するとともに、長周期地震動に必要な機能を加えた計算コードE-wave FEMを整備し（縣・他、2020, JpGU・土木学会、Agata et al., COMPSAFE2020）、震源断層モデルが与えられれば「富岳」で計算できる準備を整えた。令和3年度に震源断層モデルが委員会で決定されれば、準備したモデルと計算コードを用いて、内閣府防災が「富岳」の政策対応枠を用いて計算が実施される

予定である。

内閣府（防災担当）が長周期地震動評価に用いる構造モデルと計算コードを、地震本部でも共通に用いるため、防災科研との共同研究をタスクフォースの柱の一つとして開始した。従来地震本部の長周期地震動評価に用いられてきた計算コードの持つ機能の E-wave FEM への導入をサイト地震動評価の研究開発として進めた。

我が国が想定に用いる長周期地震動計算のための地下構造モデルと計算コードと同等のものを企業が実務に活用するための仕組みづくりとして、「富岳」プロジェクトの連携機関の企業に対して有限要素メッシュ作成や地震動計算のチュートリアルを行い、企業のニーズを把握するとともに、サイト地震動評価プロジェクトでプリ・ポスト機能向上とマニュアル整備を進めた。そこで得た技術とツールを企業が活用した成果について、複数企業が日本建築学会での発表を申し込んだ。

即時津波予測システムの実装と利活用について、坂出市、香川大額、防災科学技術研究所、機構の4者協定を結び、共同研究契約も締結した。

東北地震 10 年に合わせた津波関係のイベント、取材等が多く、その対応を積極的に行うとともに、SSH での巡検を含む授業対応などを行った。また、関東や東北沖で発生した被害・有感地震について、一般向けのわかりやすい解説コラムを機構 HP に掲載した。

### ③火山及び地球変動要因としての地球内部活動の状況把握と変動予測

海底火山の噴火は、突発的かつ大規模な災害をもたらす、また地球環境への影響が非常に大きい。これら火山災害の発生予測や地球環境への影響評価を行うためには、その原因となる熱、マグマ、流体の発生と輸送現象、噴火履歴や噴火推移、更にそれらの準備過程に当たる地球内部活動を理解することが重要である。そこで、本課題では、IODP の下で地球深部探査船「ちきゅう」等を用いた海洋掘削を推進し、海底火山活動の観測、調査、地質試料の採取分析によって活動履歴、過去の噴火様式等の現状を把握する。また、得られたデータや知見を用いて地球内部構造や物質の収支等を推定し、火山活動を支配する地球内部流体やエネルギーの循環機構、マグマ供給の仕組み等

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

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

年度計画を達成し、論文掲載数は令和元年度を上回った。鬼界カルデラ研究では、研究航海の実施と共に、データ・サンプルの解析が進み、大規模噴火活動の実態解明が進んだ。火山監視システムの開発を進め、ウェーブライダーを活用した監視システムの実海域試験に成功した。西之島火山の活動変化に対応した緊急調査を実施し、その調査におけるアウトリーチは大きく注目され、テレビ、新聞等で報道され、想定以上の成果をあげた。

を、単体の火山からグローバルな規模まで解明する。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

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

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

令和2年度は気象庁の火山噴火予知連絡会へ火山活動評価に資する西之島火山調査データを4回報告した。その貢献が評価されて、令和3年度から予知連の火山活動評価検討会に委員として加わることが決まり、評価検討会を通じて、直接、研究成果を気象庁に報告する道筋を準備した。

火山活動評価データの活用先として国の重要な政策として位置付けられている原子力規制庁への評価資料の提供を行うため、規制庁との共同研究契約の締結を進め、カルデラ研究における知見を提供する仕組みを作った。

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

センター、グループ、個人のそれぞれの単位で年度計画を作成し、研究業務の進捗状況に応じて、柔軟に計画を修正し、成果の最大化を図っている。さらに、中長期計画を念頭に複数年の線表も作成し、長期的視野を持って研究業務のマネジメントを行っている。一方、自由な発想に基づく、研究者個人及び機構内外との共同研究も推奨し、世界をリードできる成果を創出できる研究組織を目指している。具体的には以下のとおり。

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大防止のため出勤率の低下及びテレワークの増大により、ラボでの実験作業等に大きな影響が出たが、これを機に実験作業の効率化や自動化を積極的に進め、研究成果の最大化に努めた。

西之島火山活動の活発化という想定外の自然現象に即時対応をするために、年度途中に研究

資源の再配分を適正に行い、緊急調査を成功させた。

アウトリーチに力を入れ、研究航海の様子をYouTube や Twitter 等の手段で積極的に発信するとともに、西之島火山調査ではNHKによる乗船取材を実現させ、大型番組での研究成果の発信に向けた準備を進めた。

・令和元年度に実施した海域火山活動観測システムの評価に基づくシステムの改良を行い、新たなデータの取得を進める。

鬼界カルデラ周辺海域において、ウェーブライダーに海域火山活動観測装置を装備して運用し、薩摩硫黄島を1分毎に撮影した画像データを衛星通信によって連続的に陸上局に伝送することに成功した。これは海域火山における常時監視への道筋をつける成果である。次に西之島周辺海域における長期運用試験を実施した結果、荒天時のシステムの安定性に関する改良点が判明した。令和3年度は試験結果を踏まえて、実際の運用に耐えうるシステムの開発を進める。

西之島海域にマーメイドを投入し、西之島火山活動データの収集を開始した。

・大規模カルデラでの地球物理学的調査を実施するとともに、令和3年度に実施する火山体構造探査の実施計画を策定する。

鬼界カルデラ周辺海域に海底地震計(OBS)、島嶼地域に地震計を設置し、自然地震観測を開始した。令和3年度に実施するエアガン-OBSによる鬼界カルデラ構造探査の実施計画を策定した。

西之島に設置されていた海底電位差磁力計(OBEM)を回収した。今後、このデータは西之島地下の電気伝導度構造推定に用いられる。

沿岸火山地域における地震・電磁気探査手法を開発するために数値シミュレーションを実施し、地震探査については令和3年度も数値シミュレーションを継続することになった。

鬼界カルデラ周辺での海底光ファイバー観測についての計画を練り、竹島・枕崎局舎などのサイトサーベイを実施し、DAS収録システムも導入・室戸等の環境で開発・試験した。これにより令和3年度当初から鬼界カルデラでの試験観測(業者レンタル品を合わせて2ファイバー同時計測)が実施可能な準備を整えた。

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

鬼界カルデラとその周辺において、令和元年度に調査できなかった箇所を中心に海底火山岩採取とテフラ試料を含む採泥を実施した。令和元年度の航海で得られた火山岩試料の化学分析、及び「ちきゅう」SCORE掘削で得られたテフラ試料の化学分析を実施し、直近の大規模噴火のみならずそれ以前の火山活動履歴を明らかにするためのデータを得た。大量のテフラデータから火山活動履歴を明らかにするための数理統計的解析手法の開発を実施した。

西之島は2020年6月に突然、大量の火山灰を噴出する爆発的な噴

火に移行したことに対応して、海底広域研究船「かいめい」、深海調査研究船「かいいい」、東北海洋生態系調査研究船「新青丸」で緊急調査を実施した。島内及び周辺の海底から火山砕屑物や火山灰を採取に成功した。採取された西之島の火山灰より、2020年の爆発的噴火は白黒互層火山灰で構成されるバイモーダルな火山活動であるという新たな知見が得られ、令和3年度の学会（JpGU等）で研究成果が公表される。火山防災の立場から、JAMSTEC コラム・トピックスにおいて、西之島のカルデラ噴火の可能性を解説し、新聞掲載など大きな反響を呼んだ。これらの調査航海情報はTwitterなどのSNSでも公開され、YouTube 動画は令和3年3月29日現在で1.9万回視聴されている。

・得られる知見を活用し、地球深部探査船「ちきゅう」などを用いた火山体深部や海洋地殻の実体解明を目指した海洋掘削プロジェクトを推進する。具体的には、国内外の研究者と連携し IODP 海洋地殻掘削提案書のプロポーザルを作成する。

オントンジャワ海台の掘削提案に関してフルプロポーザルの修正と再提出を行い、IODP 科学評価パネルから外部査読のステップに進むよう推薦を受けるなど掘削の実現に向けて大きく前進した。ハワイ沖掘削提案に関してフルプロポーザル作成と提出を行い、科学評価パネルから修正のステップに進むよう推薦を受けた。オーストラリア西方での IODP 掘削試料の化学分析を進め、大陸分裂イベントに関する論文を公表した (Harry et al., G-cubed)。

海洋地殻の実体解明を目指した海洋掘削プロジェクトを推進するため、海洋モホ反射面と海洋地殻の厚さが中央海嶺に侵入する海水によって制御されているという新しい仮説を提示し、その論文を投稿した。論文が出版された後に、その仮説検証として海洋地殻掘削プロポーザルを提出する予定である。

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

マグマ溜まりの進化に関する3次元シミュレーションコードを開発し、地球シミュレータによる大規模計算を実現し、これに関連して流れの可視化と時間発展に関する論文を発表した (Fujita et al., 2020, J. Visual.; Noto et al., 2021, J. Fluid Mech.)。

草津白根山の溶岩流の微細構造解析から過去500年間のマグマ供給系の進化に関する論文を公表した (Ueki et al., 2020, Earth, Planets, Space)。

伊豆小笠原火山弧における1500万年間の火山活動の進化 (Miyazaki et al., G-cubed) や、シャツキーライズにおいて海台型からホットスポット型への火山活動の変化 (Sano et al., 2020) に関する論文を公表した。

西之島が今後カルデラを形成するかもしれないという仮説とその検証は、カルデラ火山の形成の謎に直結する可能性がある。この新しい視点から、カルデラ形成前後の火山として西之島と鬼界カルデラとの両研究のシナジーが生まれた。



・グローバルスケールでの地球内部流体やエネルギーの循環機構、マグマ供給の仕組みの解明のため、環太平洋域でのデータ取得、データ解析・試料分析を進め、その成果公表を行う。

・火山と地球内部研究から得られた知見や成果を、国、自治体、関係機関等への情報提供を行うとともに、適切な提供方法を検討する。

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

#### 【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果
- ・国等が行う地震発生帯の長期評価等への貢献状況
- ・研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況 等

国際共同研究として南太平洋で運用しているマーメイドがトンガ海域の海底火山の活動を捉えることに成功した。

大陸縁辺域の大陸分裂メカニズムを明らかにし、論文を公表した (Yoshida et al., 2020a, b, Tectonophysics)

地殻熱流量等の物理的データや化学反応生成物の組成等の化学的データを逆解析し、地球内部の構造や化学反応プロセスを推定する数理統計手法を開発し論文公表を行った (Oyanagi et al., 2021, Euro. Phys. J.; Morishige and Kuwatani, 2020, Geophys. J. Int. 他)。

火山噴火や地球内部物質循環を駆動する二酸化炭素について、マグマ中の濃度定量を高精度化する手法を開発し公表した (Hanyu et al., Chem. Geol., 2020)

海域カルデラ火山研究において、原子力規制庁との共同研究の準備を進め、今後、カルデラ研究で得られる知見を直接提供する枠組みを構築した。

気象庁の火山噴火予知連絡会へ火山活動評価に資する西之島火山調査データを提供し、令和3年度から予知連の評価検討会のメンバーに入ることにより、知見や成果を直接提供する方法を構築した。

(モニタリング指標)

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

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

- ・ 観測から得られた膨大なデータを今後どのように生かしていくかが重要であり、数理工学的手法分野との連携を強化すべきである。
- ・ 水圧観測や三次元構造データ、火山調査結果など、本研究開発で得られる情報はすべて、付加価値情報創生システムの四次元仮想地球と、また、プレート固着の現状把握・推移予測手法の確立に向けたモデリングは数値解析リポジトリと連携されるべきものと考えられるので、その連携について、本研究開発の側からも明示的に示すべきであると考えられる。
- ・ 地震に関する研究は大きな成果を上げているものの、火山に関する研究に関してはまだ端緒についたばかりであり、顕著な成果を上げるには至っていない。今後、国や自治体における噴火災害軽減に向けた取組に貢献できるような、火山活動評価に資する成果の創出が期待される。

(モニタリング指標)

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

【指摘事項に対する措置内容】

- ・ 膨大な地震波形に、通常地震・ゆっくり地震が含まれているか、ノイズなのかの判定やイベントが開始している時刻の高精度な読み取りの自動化などについて、AI・機械学習の知見を持つ付加価値情報創生部門のメンバーとの共同研究を以前から行っており(例えばNakano et al., 2019, SRL)、令和2年度末に文部科学省地震・防災研究課が公募を開始した「情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト(STAR-Eプロジェクト)」にも同論文の共著者である付加価値情報創生部門の若手メンバーが代表で共同して応募するとともに、中長期計画の後半に向けて付加価値情報創生部門との研究開発協力体制を強化する計画である。
- ・ 付加価値情報創生部門の数理工学・先端技術研究開発センターと協力して進めている運営費交付金プロジェクト「サイト地震動評価」を通して、三次元地下構造データを四次元仮想地球に載せ、数値解析リポジトリのコンポーネントであるメッシュジェネレータで有限要素解析のためのメッシュを自動生成する環境を整備するとともに、その出力結果を用いて別の数値解析リポジトリのコンポーネントである大規模並列有限要素コード(E-wave FEM)で長周期地震動計算を行うことが、数値解析リポジトリのプラットフォームである新しい「地球シミュレータ」(令和3年3月から稼働)で最適化したコードで可能となっている。「地球シミュレータ」への最適化は付加価値情報創生部門地球情報基盤センターの協力で実現した。また、三次元地下構造モデルを用いた地殻変動グリーン関数のライブラリを構築し、付加価値情報創生部門数理工学・先端技術研究開発センターと協力して四次元仮想地球に載せた。今後も付加価値情報部門との連携を発展させるため、部門間共同研究を明文化して進めることとした。
- ・ 鬼界カルデラ研究では、破滅的大噴火を起こした7,300年前の噴火活動の実態解明が進み、7,300年以前とそれ以降でのマグマ活動の変化が明らかになった。西之島火山研究では、海底に堆積した火山灰データから、これまでに確認されたことのない白黒互層の活動が起こっていることを発見した。さらに、火山体周囲の広範囲

の海底で火山噴火に起因する地殻の変動が見いだされた。これらの知見は火山噴火予知連絡会へ報告し、気象庁での火山活動評価に利用された。

#### (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

本課題では、非常に複雑なふるまいを示す地球システムの変動と人間活動との相互関連性の理解を推進する目的で、(1)

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

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

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

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

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

アンサンブル手法を使った予測シミュレーションに「共変動」が無いかを解析し、過去最強クラスのインド洋ダイポールモード現象が2019、2020年の日本の記録的暖冬に影響したことを解明した。複雑に絡み合う相互関連性の一部を発見・解明し、いまだ不明点の多い日本を含む中緯度域の大気海洋変動の理解を深めたこの成果は、年度の計画を上回る成果である。

<フローチャートにおけるアウトプット「複雑に絡み合う海洋・地球・生命間の相互関連性を発見・解明」に該当>

気候予測システムに海氷分布情報を初期化したSINTEX-F2si及びCFESを用いた気候予測システムを組み込みマルチモデル化した。これまでの気候予測システムはモデルバイアスの影響を受けやすい問題があったがその予測精度を向上し、毎月予測を実施、ウェブサイトを通じて一般に提供している。モデルバイアスとして海氷の影響を明らかにしたこの成果は、複雑に絡み合う

相互関連性の一部を発見した成果であり、年度の計画を上回る成果である。

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

全速度磁気流体（MHD）シミュレーションコードを開発し、世界で初めてマッハ 10 程度以上の高速流とマッハ 0.01 程度以下の低速流及び磁場を正確かつ安定に計算することに成功した。低速流～高速流までが織りなす流体现象の根本的理解に役立つ計算科学における汎用基礎技術を確立した成果は、年度の計画を上回る成果である。

3次元空間における応力場の時空間変化の効果的な可視化手法を完成させ、応力場やひずみ場など「3次元空間内の各点に6次元の物理量が割り振られた場」の直観的な把握を容易にした。これまで表現できなかった物理場を可視化する汎用的ツールでありまた数値解析結果の検証ツールとして完成したことは、年度の計画を上回る成果である。

電場・磁場・電荷の全てを連成した、「厳密な離散 Maxwell 方程式」に基づく電磁界現象の正しい数値解析を実現した。従来の数値解析手法では電場・磁場・電荷の3つの場のうちの2つまでしか同時に扱えなかったところ、3つ全てを連成した電磁界解析理論及びそれに基づく数値解析手法を完成したことは電磁界現象の数値解析のブレークスルーであり、年度の計画を上回る成果である。

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

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

水産業からの期待が大きい精度の高い漁場推定というニーズに対し、課題である海洋生物分布に関する観測データの不足を補うため衛星観測

データ（クロロフィル-a）を利用する技術を開発することで、インドネシアのカツオ/マグロ漁場推定の的中度を向上し水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化に貢献した。この成果は、年度の計画を上回る成果である。

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

JAXA と協働運営する JCOPE コンソーシアム海流予測を、高知県による海流実測データで検証・改良し予測精度を向上した成果は、利用者による予測検証というユーザ参加型の付加価値情報創生を実現したものであり、「四次元仮想地球」の典型例である。年度の計画を上回る成果と言える。

＜フローチャートにおける取組「計算サーバ整備・運用」に該当＞

研究者と運用技術者を一体としたワーキンググループを結成し、次期「地球シミュレータ」の仕様を策定した。従来の運用技術者主体の選定から、研究者と運用技術者が一体となった選定となり、研究成果の最大化を重視した仕様による入札公告を実現した結果、ベクトル・スカラー CPU・GPU の3つの CPU が併用されたユニークな「地球シミュレータ」を導入することができた。多様かつ多数の計算系研究者が利用可能であり、従来研究の発展と新規研究実現を両立し得る新たな研究基盤の導入に成功したこの成果は、年度の計画を上回る成果である。

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

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

近年の夏の親潮域高温（海洋熱波）が黒潮暖水塊増加によることを発見し、その成果がパンフレット『IPCC AR6 特別報告書』（2021年3月）へ掲載された。海洋熱波の発生頻度は過去100年間

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

で大幅に増加しており、海洋生態系に与える影響が危惧されている。本成果は海洋予測モデルを活用したモニタリング体制の構築を推進した成果であり、年度の計画を上回る成果である。

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

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

また、令和2年度より研究開発におけるPDCAサイクルをより強く意識した研究計画のモニタリングを実施した。その結果挙げられた「付加価値情報創生システム」の構築に向けてのCheckポイント（課題）を踏まえ、令和3年度計画を軌道修正するためのAction（改善）を行った。令和3年度は当該改善を踏まえたPlan（計画）に基づき研究開発を実施する。

具体的には、所属研究員のみで取り組むことに基づいて策定された研究計画になっており、目標達成のための効果的なアクションや機構の特性を活かした研究を行えていなかった部分があったところ、機構内の全研究者を対象に、見逃されがちな数理科学の側面の問題点を示し、問題点の適切な解決策を共に模索する数理科学のガイド活動を令和2年度より開始した。これにより数理科学の側面での機構内の研究連携を強化し、機構の特性を活かし研究成果を最大化していく。

全速度磁気流体（MHD）シミュレーションコードを開発し低速流～高速流までが織りなす流体現象の根本的理解に役立つ汎用基礎技術を確立した成果、三次元空間における応力場の時空間変化の効果的な可視化手法を完成させ応力場やひずみ場などの直観的な把握を容易にした成

発する。また、規格の統一により連携が可能となったデータに対して数理的処理を施すために、時間発展計算、データ同化等に加えて、人工知能に代表される先端的な機能を含む各種の数値解析手法群を集約した大規模数値解析基盤システム「数値解析リポジトリ」を開発する。さらに、リポジトリ開発の一環として、数値解析の品質を保証するための検証技術の開発も行う。

令和2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、フィージビリティを継続する。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のアルゴリズム開発を実施し、多くの学際研究等について、その実現可能性を探る。

世界初の全速度磁気流体（MHD）シミュレーションコードを開発した。一般に流体ソルバーは注目する速度・圧縮性に最適化されている。しかし、それでは地球流体に一般にみられる、異なる速度スケール現象の相関を統一的に理解することが困難であった。今般世界で初めて、マッハ10程度以上の高速流とマッハ0.01程度以下の低速流及び磁場を正確かつ安定に計算することに成功し、地球・太陽系の磁場構造の理解から、産業における発電タービン流解析まで、低速流と高速流が織りなす流体现象の根本的理解に役立つ計算科学における汎用基礎技術を確立した。またソースコードとスクリプトをGitHubで公開し検証可能にしたことで本技術が世界標準化された。

三次元空間における応力場の時空間変化の効果的な可視化手法を完成した。応力（物体が変形したときに物体の内部に発生する力）は、物体内部のそれぞれの点に発生する「方向の異なる6つの力」で表現される。つまり「応力場」とは「三次元空間内の各点に六次元の物理量が割り振られた場」であり、これを直感的に把握可能な可視化手法は存在しなかったが、二階実対称テンソルの効果的な可視化手法（座標系非依存可視化手法）を完成させ、応力場やひずみ場など「三次元空間内の各点に六次元の物理量が割り振られた場」の直観的な把握を容易にした。低解像度の海底地形図を高解像度化

果、電場・磁場・電荷の全てを連成し電磁界現象の正しい数値解析を実現した成果は、いずれも科学的意義の大きい成果である。

海底地形図の超解像におけるAI技術開発は、令和2年度は計画どおりの進捗であったが、作成した海底地形データセットの国際協力についての調整が進んでいるなど、令和3年度以降の成果が期待できる

風波乱流、大気-海洋-地圏結合モデル、ラグランジアン雲モデルなどの大規模流体計算技術の開発については、令和2年度当初より人員の減少が続いたが、令和2年度より取り入れたPDCAサイクルをより強く意識した研究計画のモニタリングによって、成果最大化のため研究開発課題の選択と集中を実施することができた。

以上、科学的意義も大きいツールを数値解析リポジトリにラインアップすることができたことや、合理的な研究マネジメントを取り入れ研究開発計画を軌道修正したことなど、期待を上回る、計画以上の達成と判断する。

- ・ 数値解析結果に対して品質と信頼性を担保するための検証手法のプロトタイプを、令和元年度に構築された理論と定式化に基づくプログラムとして開発することに着手する。

## 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れ、四次元情報可視化コンテンツの開発を行う。

する技術開発として5種類の超解像 AI モデル（ディープラーニング）を実装完了した。

人工知能(AI)を利用した画像に基づく海洋ごみの自動判定手法の構築に向け人間目線の海岸写真からの汚染度合の定量化技術、ドローン空撮からのごみ総量推定技術の各プロトタイプを完成した。

風波乱流の計算法について砕波再現に重要な表面張力の計算精度を向上した。

大気-海洋-地圏結合モデルについて観測データとの比較で信頼性を向上した。

乱流中の粒子運動を追跡するコード（ラグランジアン雲モデル）の開発によりクラスタリング構造と収束・発散の関連及び大規模乱流における間欠的な空隙卓越を解明した。

微分形式で記述される電磁界解析理論とこれに基づく数値解析手法を完成した。放電や稲妻などの電磁界現象は電場・磁場・電荷の3つの場が絡み合う物理現象である。従来の数値解析手法では3つの場のうちの2つまでしか同時に扱えなかったが、電場・磁場・電荷の全てを連成した、「厳密な離散 Maxwell 方程式」に基づく電磁界現象の正しい数値解析を実現した。

同期モデルとして安定な平面波を記述する位相モデルを構築、輻射輸送係数の計算コード及び状態方程式計算コードとのインターフェースを完成した。

2019、2020年の日本の記録的暖冬要因の解明や気候予測システムのマルチモデル化、海洋生物分布推定（漁場推定）のための要素技術開発及び養殖魚バイオマス計測技術開発の成果は、「付加価値情報創生システム」から発信する情報に科学的根拠を与えた成果である。

マラリア予測情報を南アフリカのユーザにインタラクティブに発信するシステムの構築を開始した成果や、JCOPE コンソーシアム海流予測において利用者による予測検証というユーザ参加型の付加価値情報創生を実現した成果、親潮域熱波の要因解明及びその研究成果のパンフレット『IPCC AR6 特別報告書』（2021年3月）への掲載成果は、様々なデータの融合等により、明確なユーザに対する情報を創生し発信するという「四次元仮想地球」の典型例を実現した成果である。

特に、複雑に絡み合う相互関連性の一部を発



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

令和2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継続する。具体的には、海洋・地球・生命のデータの特定のユーザを選定し、ユーザにとって使い易いデータの統一的流通の形、そのためのデータの収集・機能の方法を考案し、一部プログラムとして開発する。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プログラムとして開発することに着手する。

インド洋ダイポールモード現象が冬季の東アジアの気候に影響を及ぼし得ることを発見した。日本など中緯度域の異常気象の要因は大気よりゆっくりと変動する海表面水温の状況に依存せず、大気の内変動に由来して発生するため、いまだに不明点が多く予測も困難である。そこで大気海洋変動の理解深化のため、アンサンブル手法を使った予測シミュレーションの各々の結果のバラツキに対し、何らかの物理的構造や制御プロセスを持つ「共変動」が無いか調査を行った。その結果 2019、2020 年の日本の記録的暖冬の予測に成功し、その予測モデルの解析から、過去最強クラスのインド洋ダイポールモード現象が大気中の波動を通じて日本の暖冬に影響したことを解明した。

気候予測システムに海水分布情報を初期化した SINTEX-F2si 及び CFES を用いた気候予測システムを組み込みマルチモデル化した。これまでの気候予測システムには海水の影響が十分に取入れられておらず、またモデルバイアスの影響を受けやすい問題があった。そこで令和元年度までに開発した 129 メンバーの気候予測システムに、海水分布情報を初期化した SINTEX-F2si 及び CFES を用いた気候予測システムを組み込む（153 メンバーへ）ことで、気候の季節予測

見・解明し、いまだ不明点の多い日本を含む中緯度域の大気海洋変動の理解を深めた 2019/20 年の日本の暖冬要因解明や、親潮域熱波の要因解明、インドネシアのカツオ/マグロ漁場推定の的中度の向上の成果は社会的課題の解決に貢献する成果である。

データコンベア基盤やデータプール基盤といったデータ連携基盤の開発については、データ連携基盤の設計・プロトタイプの開発を進めながら、データコンベア基盤とデータプール基盤の機能整理・開発効率化を検討した結果、特にデータプール基盤開発について工程管理をデータ連携の事例単位で行うよう見直し、予定どおり進捗させることができた。（令和2年度より取り入れた PDCA サイクルをより強く意識した研究計画のモニタリングの成果）

以上、中長期目標・計画の達成に向け「四次元仮想地球」の典型例を実現したことや、フォーチャートにおけるアウトカム「政策的課題や社会的課題の解決への貢献」に一部到達したことなど、期待を上回る、計画以上の達成と判断する。

への海水分布の影響の導入と、マルチモデル化によるモデルバイアスの影響を低減した。153メンバーの気候予測システムにて毎月予測を実施開始している。

EU との共同研究により海水の厚さの初期値化を導入し過去予測実験を開始、北太平洋中央部の約2年先の海面高度偏差予測を実現した。

動的破壊進展の先端的な計算手法に関し産業界への技術移転を進捗した。

変成岩に対する圧力から深さへの変換モデルを構築粒子法で産業界や国家プロジェクト(海底資源、地熱エネルギー開発等)に貢献した。

機構の科学船舶運航情報を解析可能な形に整備し公開した。

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

衛星観測・漁船ログブック・AIS・VMS などから IoT を活用し漁場推定モデルを構築した。水産業において漁場探索に係る燃油コストの面での効率化ニーズは大きく、精度の高い漁場推定が求められている。しかし、漁場推定高精度化の最大のボトルネックは海洋生物分布に関する観測データの圧倒的な不足である。そこでChl. a フロントデータを漁場推定モデルに適用し効果を定量評価することや、宮崎県まき網漁船 GPS 位置データから自動的に漁場位置を抽出するモデルを改良して漁船が計測した流速・水温と漁船行動との関係を解析すること、宮崎県まき網漁船ログブック・衛星観測・高解像度モデルから漁場推定モデルを新たに構築することを行い、観測データの充実・新たなデータの創出を行うことで漁場推定の精度を向上し、水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化に貢献した。

養殖魚バイオマス計測技術を開発した。養殖においては成育状況監視・給餌などの効率化ニーズがあるが、生簀は海面下にあるため観測が難しくその内部の様子を知ることは困難である。そこで、生簀内部の様子を仮想的に再現し、様々なバイオマス(個体数・体重分布)に応じた魚探エコーシミュレーションを行うバーチャル生簀を作り、シミュレーションとの対応から実際の魚探エコー画像からバイオマスを推定することを目指して技術開発を行っている。令和2年度はバーチャル生簀のプロトタイプに対してブリの3Dモデルを作成して動画出力できるようにするとともに、バーチャル生簀に仮想的な魚探を設置して各バーチャル生簀シミュレーションに対応する仮想的な魚探エコー画像を作成することに成功した。

「四次元仮想地球」のデータソース収集のためのデータコンベア基盤を開発した。データ公開機能の整備を進め、他部署保有データ・情報への展開を開始した。また、データ連携APIツールを試作し設置・設定や応答性能の評価を実施した。加えて自動情報抽出のプ

・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。

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

ロタイプを開発しメタ情報・被写体情報を活用した。

「四次元仮想地球」のデータ連携事例創出のためのデータプール基盤を開発した。生物多様性情報と過去海洋環境再現データセットの結合により、過去の生物の生息環境を推定した。また、レーダ、ブイ、衛星等による観測での流況可視化のための基盤利用を設計した。

大学マリンステーション連合（JABIO）と連携協議を開始、新規データ提供者を獲得した。

月平均デブリデータダウンロード件数について令和元年度比1.8倍（海外ユーザは2.0倍）を達成した。

マラリア感染情報と気象情報・気候予測情報を融合したマラリア予測情報を南アフリカのユーザにインタラクティブに発信するシステムの構築を開始した。

気候予測の農業への応用例を提示した。

新型コロナウイルスに対する気候の影響に関する国際会議を共催、季節予測情報の応用可能性を議論した。

海流縞々構造、海洋無機炭素循環、親潮域熱波、黒潮流路確率予測、大西洋ウナギの産卵場に関する新知見を創出した。特に海洋熱波については、その発生頻度が過去100年間で大幅に増加しており、海洋生態系に与える影響が危惧されている。2010年以降の北日本沿岸域ではブリなど温帯魚が以前より多く漁獲され、逆にサンマなど寒流魚は激減している。そこで2010-2016年を対象として、親潮域の急激な温度変化やその原因などを人工衛星のデータやJCOPE2を用いて詳細に分析した結果、黒潮から親潮域に達した暖水渦が増加し、沿岸寄りの親潮の南下をせき止め、温度上昇につながっていたことを発見した。本成果はパンフレット『IPCC AR6 特別報告書』（2021年3月）へ掲載された。

JCOPE コンソーシアム海流予測を高知県による海流実測データで検証・改良した。利用者による予測検証という「四次元仮想地球」の典型例（ユーザ参加型の付加価値情報創生）を実現し、予測精度も向上した。

新積雲対流スキームの有効範囲を拡張し全球季節予測モデルへ実装することで、大気初期化性能向上を実証、領域大気結合モデルの安定的積分を実現した。

四次元アンサンブル変分法による黒潮流路変動予測精度向上を実証した。

研究者と運用技術者を一体としたワーキンググループを結成し、次期「地球シミュレータ」の仕様を策定した。従来の運用技術者主体の選

解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」の実行基盤として、膨大なデータの取扱いに適した機能を有する高速な計算機システム、データサーバ、そしてそれらを接続する高速ネットワークを整備する。実行基盤の整備及び運用は、国内外機関との相互共有も考慮し、セキュリティを確保した上で互換性を重視して進め、他機関との連携を容易にすることでより多くの利用者の獲得を促す。これにより、「数値解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」の高度化、拡充等の推進に資する。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

- ・実行基盤の整備においては、国内外機関との相互共有も考慮し、令和元年度に引き続き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「数値解析リポジトリ」への実装を促し、令和元年度に引き続き「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。

従来研究の発展と新規研究実現を両立し得る新たな研究基盤の導入に成功した。研究者を中心とした仕様検討ワーキンググループで22回にわたる会合を行い、今後の研究に必要な仕様を検討するとともに、運用側は技術面の調査検討で貢献し、研究と運用の一体化を実現した。その結果、従来研究の発展と新規研究実現を両立し得る戦略的仕様を策定し、マルチアーキテクチャ構成で汎用性の高い次期地球シミュレータの導入に成功した。

令和元年度までに開発した、wavelet変換を利用した効率的な大規模データ圧縮ツールWaveRangeの実利用への適用を開始した。

「超解像シミュレーションシステム」に関して、物理超解像（physics-informed super resolution）のための深層ニューラルネットワークのプロトタイプを開発した。

多様な計算機の同時・分散利用を前提とした階層型マルチスケールデータ同化法を微気象予測モデルに適用し、検証を実施した。

三浦半島での異臭事案に対して高解像度気象シミュレーションを利用して神奈川県の原因調査に協力、異臭ガス移流解析ツールを構築・整備した。

計算機の運用について、低優先度ジョブの利用上限を設定することで過剰な低優先度ジョブ投入を抑制したことで、待ち時間を改善した。

さらに所内課題と公募課題の利用期間の見直しを実施し繁忙期の

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

計算機の運用について、過剰な低優先度ジョブ投入の抑制による待ち時間の改善、課題種別の利用期間の見直しによる繁忙期の混雑の改善に加えて、新型コロナウイルス禍でも継続的なユーザサポートを実施したことによりユーザの利便性確保を達成した。

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

【評価軸】

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

【関連指標】

(評価指標)

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

(モニタリング指標)

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

混雑を改善した。

「四次元仮想地球」のデータソース管理のためのデータガバナンス基盤を開発した。

バックアップ対象データを拡大するとともに、高速データ転送環境を検証・適用した。また、EU 一般データ保護規則に対応し国際基準に準拠した情報管理を開始した。加えてアクセス情報、リソース情報の集計・可視化による負荷監視のプロトタイプを開発した。

(モニタリング指標)

- ・ 学術論文誌等への論文等掲載数 : 87 本
  - ・ 論文の質に関する指標 (論文被引用数) : 11,481 回の内数
- ※2016年から2020年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数 (2,910 本) が 2020 年に引用された回数)

【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

数理科学的手法は今後一層重要になるので、より力を入れて取り組む必要がある。その際には、機構内の研究領域や他分野の研究者・技術者との連携を一層深めることが強く求められる。同時に機構単独では限界がある分野であり、包括的な戦略策定と、国内外の研究機関等との連携がこれまで以上に重要である。

(5) 挑戦的・独創的な研究開発と先端的基盤技術の開発

海洋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。

・情報基盤利用課題数：64件（所内21件＋成果創出加速1件＋成果専有型有償利用6件＋指定課題（統合P）3件＋指定課題（HPCI）5件＋公募28件）

・登録成果数：304件

・共同研究件数：26件

【指摘部分に対する措置内容】

他分野との連携という点について、機構内の全研究者を対象に、見逃されがちな数理科学の側面の問題点を示し、問題点の適切な解決策を共に模索する、数理科学のガイド活動を開始した。具体的には、機構内で進行中の研究課題を探索するため招待セミナーを開催して、研究課題での数理科学の取り扱いについて話を聞き、そこで出てきた数理問題にVAiG内のチームが問題点の指摘と解決策を考案する取組に着手した。これにより数理科学の側面での機構内の研究連携を強化し、研究成果を最大化していく。

また戦略策定と連携のための準備として、数理科学研究の包括的戦略の策定と研究連携の促進に必要な、機構内の研究情報と連携促進のためのシステムを整備した。具体的には、機構内の数値解析手法とデータを計算科学・データ科学も関わる数理科学研究の基盤と位置付け、その実体を調査した。加えてデータ統合・解析システム（DIAS）の長期運用主体として採択を勝ち取り、国内外の研究機関との連携のハードウェアとなるDIASの運用主体となるとともにDIASに関わるデータ科学系研究者との連携に着手した。令和3年度は調査結果に基づき包括的な戦略策定及び研究連携を促進していく。

### ①挑戦的・独創的な研究開発の推進

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

補助評定：S

将来的な学術のパラダイムシフトを導くような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2年度の研究開発を進めた。

多くの研究及び技術開発項目において、当初の計画を上回る進展と成果があり、さらにいくつかの特筆すべき成果の創出も達成できたことから本課題の令和2年度の自己評価はS評価とする。

評価軸ごとの具体的な根拠は以下のとおり。

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

<フローチャートにおける「将来の研究・技術シーズの創出」に該当>

「生命の誕生や生命と環境の共進化に及ぼした海洋の役割の理解」において、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の実証を強固にする研究成果や技術開発と共に「生命の起源や進化に与える地球外天体と海洋の物理・化学的影響」に関する新しい知見を得たこと、さらに「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、地球のダークマター微生物のマジョリティである海底下微生物生態系における「生命圏の限界」や「遺伝的・機能的多様性」に対する革新的な理解、あるいは「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」に対する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。

さらに令和2年度には、中長期計画の重点課題としては当初想定していなかったものの、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発の萌芽として、「深海極限環境におけるサウンドスケープの描像と生命-環境相互作用への関わりについての研究」や「世界発の深海現場冷凍装置の開発と実装化」について、想定外の進展と研究成果の創出があった。

＜フローチャートにおける「我が国独自の独創的な技術基盤の創出」に該当＞

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、AI（人工知能）を利用したレーザー接合プロセス技術の基盤技術の開発と応用研究も進め、論文発表に加え国の大型研究資金獲得や特許出願といった学術・社会的な成果も生み出した。さらに「微小領域高精度化学分析に関する要素分析技術の開発」においても、微小領域での試料加工と分析を可能とする試料ホルダー・輸送容器の独自開発や固体試料の高度表面研磨法が特許化といった目覚ましい技術開発の成果創出があっただけでなく、国内の重要拠点としての認知向上と各種整備資金の獲得があった。これらの挑戦的・独創的技術の成果創出やアウトリーチを通じた発信も積極的に行い、技術の利活用に関する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。

（共同研究の推進については評価軸②にも貢献）

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

＜フローチャートにおける「将来の研究・技術シーズの創出」及び「我が国独自の独創的な技術基盤の創出」に該当＞

これらの研究・技術開発の進展や成果創出だ



(イ) 柔軟かつ自由な発想に基づく基礎及び挑戦的・独創的な研究

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

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て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）を継続して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組と自己評価する。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継続し、様々な戦略と効果的な方法で社会に周知する取組を行ったことも期待を上回る成果といえる。

超先鋭研究開発部門として、120 報を超える研究論文の発表、約 157 百万円に至る科研費その他受託研究、助成金で約 141 百万円の獲得、239 件の機構外アウトリーチ・エデュケーション事業、産学官連携の共同研究を 29 件（うち民間との共同研究を 10 件、国内や国外の大学や研究期間との共同研究を 19 件）を展開し、共同研究費として約 90 百万円を受け入れた。さらに、独創的・挑戦的な研究や技術開発、さらにその応用研究開発のアウトリーチによって一般の者も含めて、令和2年度に約 19 百万円の寄付金等を得た。これらの具体的な数値データと合わせて、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が適切に図られた結果といえる。

将来的な学術のパラダイムシフトを導くような飛躍的成果や体系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2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、「深海熱水電気化学メタボリ

た海洋の役割の理解（重点テーマ③）、暗黒の極限環境生態系における、未知の微生物の探索やその生理機能の解明（重点テーマ④）等の研究を重点的に推進することにより、本中長期目標期間内に関連研究分野の主流となるべく成果を創出し、我が国が世界をリードする学術領域を構築する。

令和2年度には、以下の事項を実施する。

「ズムファースト仮説」の実証や「隕石を介した宇宙-地球-海洋-生命の相互作用諸過程の理解」に関する画期的かつ特筆すべき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とも関係する研究であるものの、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、機構の圧倒的な存在感や世界的先導性を確固とする研究成果の創出や学術のパラダイムシフトや新しい学術領域の創出を導くような研究成果が得られた。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、中長期計画の重点課題としては当初想定していなかったものの、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発の萌芽として進める研究として、「深海現場冷凍装置の開発と実装」や「深海サウンドスケープ学という新たな学術領域の確立に向けた前進」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SSIONAL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

・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。

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と、実験的検証に向けた液体 CO<sub>2</sub> 実験装置と分析系の確立に向けて、令和2年度は、

- 1) 実験室内液体/超臨界 CO<sub>2</sub> と海水の混合系実験装置と液体/超臨界 CO<sub>2</sub> 中に溶存・分配された無機・有機物の分析系（液体/超臨界 CO<sub>2</sub>-UPLC）を確立し、実験室内実験試料と天然の液体/超臨界 CO<sub>2</sub> プール試料の分析を行った。その結果、これまで不明であった液体/超臨界 CO<sub>2</sub> における生命活動に必須のガス・無機イオン・有機物の溶解度や分配係数の推定が可能となった。
- 2) 冥王代・太古代の高濃度 CO<sub>2</sub> で特徴付けられる原始的地球大気と海洋から生み出される海底熱水システムに対する実験室内再現実験を行い、原始代謝の誕生や初期生命システムのエネルギー代謝に必要な水素供給能や原始海洋元素循環を理解する重要な知見（高濃度水素を発生させる物理・化学条件や生体必須元素であるマグネシウムやカルシウムの循環フラックスの推定）を得た。

「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、令和2年度は、液体/超臨界 CO<sub>2</sub> も導入可能な深海熱水を模した実験室内電気化学リアクターを用いた実験を行い、約40億年前の深海熱水発電場を想定した実験条件下で、CO<sub>2</sub> の電気還元を介したチオエステルの合成に成功・論文発表を行った (Kitadai et al., Commun. Chem. 4, 37, 2021)。既に、約40億年前の熱水発電場を想定した実験条件下で CO<sub>2</sub> の電気還元を可能にする原始代謝の証明 (Kitadai et al., Sci. Adv. 4, eaao7265, 2018)、及びアミノ酸のような有機物生成を可能にする原始代謝の証明 (Kitadai et al., Sci. Adv. 5, eaav7848, 2019) に成功しており、本成果において原始的エネルギー通貨であるチオエステルの合成に成功したことによって、約40億年前の深海熱水において「エネルギー通貨とエネルギー代謝・タンパク質前駆体代謝・脂質前駆体代謝」の成立過程が実証されるに至り、「深海熱水電気化学メタボリズムファースト仮説」の実証が大きく前進した。

な取組と自己評価する。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組を行ったことも期待を上回る成果として評価する。

・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、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。

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・栄養源代謝に強く関わる炭素・窒素循環の再現に向けて、令和2年度は

- 1) 冥王代-太古代海洋への隕石超高速衝突の再現実験を行い、隕石の水中破壊過程と海底衝突条件について論文を発表した (Nishizawa et al., J. Geophys. Res. Planets, 125, e2019JE006291, 2021)。本研究によって、生命誕生にむけた化学進化過程において海洋に溶解した隕石や彗星によってもたらされた宇宙起源有機物の寄与の可能性が明示されることになった。
- 2) 冥王代・太古代の原始的地球大気と海洋から生み出される海底熱水システムに対する実験室内再現実験を行い、得られたデータから冥王代・太古代の海洋窒素フラックスの推定に関する論文を発表した (Nishizawa et al., Mineral, 11, 321, 2021)。本研究によって、冥王代・太古代の原始的地球大気中の  $N_2$  から雷放電によって  $NO_x$  となり、海底熱水システムにおいてアンモニアへ変換される雷放電・海底熱水による還元的窒素化合物の供給が、地球生命の起源及び初期進化を支えたシナリオが実証されるに至った。

地球外海洋形成プロセスやその物理・化学性質の理解に向けた、宇宙における岩石-水反応の理論計算や再現実験及び現存する隕石試料の分析を通じた検証として、令和2年度は高知コア研究所において技術開発・確立が進む極微小領域の化学分析技術や理論計算によって、

- 1) 普通コンドライト隕石の極微小領域 TEM・X 線分析と理論計算から主要構成鉱物である新鉱物ポワリエライトを記載・報告した (Tomioka et al., Comm. Earth Environ., 2, 16, 2021)。
- 2) メキシコユカタン半島沖のチチュルブクレーターの IODP 掘削試料の分析から、巨大隕石衝突クレーター内部にも隕石由来のイリジウム濃集が見られることを初めて明らかにし、チチュルブクレーターが恐竜絶滅の原因となった隕石衝突痕であることを証明しただけでなく、その衝突が引き起こした環境変動の詳細を描像することに成功した (Goderis et al., Sci. Adv., 7, eabe3647, 2021)。
- 3) 火星隕石の微小領域の放射光 XAFS 分析により、40 億年前の火星炭酸塩中に含窒素有機物や水岩石反応の痕跡を検出し、論文を3報発表した (Koike et al., Nature Comm., 11, 1988, 2020; Nakada et al., Minerals, 11, 176, 2021; Nakada et al., American Mineralogist, 105, 1695-1703, 2020)。
- 4) 原始火星の湖環境の物質循環を湖水-大気-熱水 (地下水流入)-河川水流入-湖水蒸発プロセスを考慮した、ボックスモデルと熱力学

・人類起因型海洋危機の解決に向けた海洋生態系機能活用のための海洋利用プラットフォーム（陸上・海洋）の構築及びプラットフォームの試験運用を行う。

・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。

計算を組み合わせたモデリング方法を開発した。

これらの研究成果によって、地球や火星における海洋形成プロセスあるいはそこでの生命存在条件（ハビタビリティ）や進化・絶滅プロセスの理解に向けた化学的基盤の確立を大きく進展させた。

令和2年度は、実海域試料を用いた海洋マイクロプラスチックの動態評価法の開発及び深海底、深海模擬環境等での生分解性プラスチック分解実験と付随する環境・生物調査を、他部門や他機関の研究者とともにを行った。また、ホログラフィックカメラとラマン分光を用いた現場マイクロプラスチックの定性・定量分析手法の開発論文を発表し（Takahashi et al., Appl. Optics, 59, 5073-5078, 2020）、特筆すべき技術開発を達成した。さらにNEDOが委託するムーショット型研究開発事業に採択され、研究体制、研究環境の構築及び2月に第1回の実海域生分解性検証実験航海を実施しただけでなく、ERCA 課題での生分解性プラスチック分解事業でのJAIST及び所内の共同研究においても生分解性評価の手法検討を進める等、課題解決社会実装型の研究開発の展開においても大きな進展があった。

令和2年度は、

- 1) 「真核生物の起源となったアスガルドアーキア」MK-D1株のさらなる生理・遺伝学的特性の解明を目指して、MK-D1株のプロテオミクス、アクチン染色、糖鎖解析あるいは特殊な電子顕微鏡を用いた詳細な細胞表層構造等の解析を行った結果、MK-D1株のプロテオミクスデータ及び急速冷凍レプリカ法による電子顕微鏡像を取得に成功した。さらに、新しいAsgardアーキアの集積培養も得ることができた。米国 Moore 財団から外部資金（機構には3年間でUS\$323,750）を獲得した。
- 2) 深海熱水域、沿岸海水及び地下ガス田の試料を用いて、実験室内電気化学培養による電気合成微生物の培養実験・ゲノム解析及びそれぞれの現場環境における電気消費生態系の調査と解析を行った。調査航海で設置した実験装置の回収を行えなかったことから一部未達があるものの、全てにおいて着実な進展があった。
- 3) IODP 掘削航海で得られた試料を用いた詳細な海底下微生物生態系の解析を通じて、表層生産力の乏しい南太平洋環流域での海底下堆積物中に1億年以上にわたって生き残ってきたと考えられる微生物群の生存を確認し、その代謝活動の復元に成功した（Morono et al., Nature Comm., 11, 9, 2020）だけでなく、さらに海底下深くに存在する古い海洋地殻上部の玄武岩帯に、岩石中のエネルギーや栄養で生息する岩石内微生物生態系が存在することの実証に成功した（Susuki et al., Comm. Biol., 3, 9, 2020）。さら

に、これまでの IODP で得られた様々な海底下堆積物掘削試料を用いた微生物群集のメタゲノム解析データの網羅的・統合的解析を通じて、全球の海底堆積物に生息する微生物の多様性が、貧エネルギー環境にもかかわらず、海洋や土壌中の微生物多様性に匹敵することを定量的に示した (Hoshino et al., PNAS, 117, 27587-27597, 2020)。また高温地熱勾配環境である南海トラフの堆積物環境の IODP 掘削試料を用いて、100°C を超える高温環境においても生命活動が存在する可能性を示す論文発表を行った (Heuer et al., Science, 370, 1230-1234, 2020)。

- 4) 日本周辺の化学合成生物群集の多様性や分散過程を理解するためのミッシングリンクとなっていた伊豆・小笠原弧熱水域とマリアナ島弧・背弧域の化学合成生物群集の遺伝的接続性に関する新たな知見について 3 報論文を発表し (Sato et al., Marine Biology, 167, 79, 2020; Watanabe et al., J. Crust. Biol., 40, 556-562, 2020; Watanabe et al., Marine Biodiversity, 51, 9, 2021)、化学合成生物群集の分散を阻害する深層海流や地形障壁の重要性を示した。
- 5) 発見から 20 年近くに渡って、暗黒の生態系が育む未知の形態・生理機能として謎とされてきた「インド洋スケーリーフットの鱗形成や体表を覆う硫化鉄コート」について、令和元年度の「体表を覆う硫化鉄コート形成バイオミネラリゼーションプロセスの解明」(Okada et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 116, 20376-20381, 2019) に続き、令和 2 年度はスケーリーフットのゲノム・トランスクリプトーム解析を通じて、「スケーリーフットの鱗形成プロセスの解明」を決定づける論文発表を行った (Sun et al., Nature Comm., 11, 1675, 2020)。これらの研究によって、インド洋スケーリーフットに関する謎が解決され、機構の研究者が主導した 20 年近くの研究成果スケーリーフット学とも言える学術領域の確立に至った。その到達点を様々なメディアを通じた発信により喧伝した。

これらの研究成果は、地球のダークマター微生物のマジョリティである海底下微生物生態系における「生命圏の限界」や「遺伝的・機能的多様性」に対する革新的な理解を導く、あるいは「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」に対する理解を大きく前進させた、特筆すべき画期的成果であり、世界的にも大きな注目と高い評価を得た。

・探索した未知の微生物が有する機能に対するフェムトリッターチャンバーアレイを用いた単一細胞や単一分子レベルでのハイスループットスクリーニング及び

「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、令和 2 年度は海水組成で膜小胞を形成し、内部での生化学的反応を行うために、機構横須賀本部前で採取した表層海水と人工海水を使って、脂質膜 (リポソーム) の形成実験を試行した。その結

オーダーメイド人工細胞を用いた特定機能の特定・実験室内再構成を進める。

・掘削調査等で得られたデータの解析を通じて地震発生帯浅部の物性プロフィー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。

果、膜形成やタンパク質合成で良好な結果が得られた。

フェムトリッターチャンパーアレイを用いた単一細胞や単一分子レベルでのハイスループットスクリーニング技術の開発として、細胞特性に応じて異なる規格をもつフェムトリッターチャンパーアレイマイクロデバイスを設計・微細加工制作しただけでなく、マイクロデバイスの安定的供給と大規模データ解析環境を構築した（張翼他，職務著作2戦略第2363号，JAMSTEC，2020）。それらのデバイスを用いて、核酸処理制限酵素の新たな機能についての解析論文を発表した（Zhang et al., PLoS One, 15, e0244464, 2020）。

南海トラフ地震発生帯掘削によって採取されたカッティングス試料を活用して、地震発生歪蓄積域の流体挙動を支配する間隙径分布の一次分析を完了するとともに、その透水係数の実測を可能とする実験技術開発に着手した。さらに、南海トラフ沈み込み帯の模擬物質を用いた摩擦実験とその解析から、沈み込み帯浅部の力学挙動に関する論文を4編公表した（Yabe et al., Earth Planet Space, 72, 166, 2020; Rampe et al., J. Geophys. Res., 125, e2020JB019805, 2020; Kanagawa et al., Tectonophysics, 784, 228429; Kameda & Hamada, Sci. Rep., 11, 1493, 2021）。

深部マントルにおける揮発性物質の役割の理解を目指し、令和2年度は、南太平洋のピトケアン島の玄武岩に含まれるカンラン石中のメルト包有物の揮発性物質、水素、硫黄同位体比を測定した。また、伊豆・マリアナ・ボニン（IBM）前弧のIODP掘削試料中の火山岩の揮発性物質等の分析により、初期島弧のマグマの形成条件や組成の進化を明らかにした論文を3報発表した（Shevaris et al., Geochem. Geophys. Geosyst., 22, e2020GC009093, 2021; Whattman et al., American Mineralogist, 105, 1490-1507, 2020; Coulthard et al., Geochem. Geophys. Geosyst., 22, e2020GC009054）。その他、高知コア研究所において技術開発・確立が進む極微小領域の化学分析技術を用いた熱水変質や熱水鉱床成因に関わる化学プロセスに関する画期的な成果を論文発表した（Sarkar et al., J. Mineral. Petrol. Sci., 115, 216-226, 2020; Nozaki et al., Geology, 49, 222-227, 2021）。

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、令和元年度より開始した若手人材育成航海（若手人材育成プロジェクト）として「しんかい 6500」・「よこすか」による潜水調査航海を当該年度も計画した。本航海実施に向けた募集型寄附金を募り、一般社会の篤志者から約270万円の支援を得て本航海の実施を確

定させ、全国から大学1年生～3年生相当対象に参加者を募った。その結果、84名の応募があり、補欠合格を含む9名を選出した。9名に対して事前学習を行い、最終的に7名の乗船学生中から3名が「しんかい 6500」潜航を経験した。令和元年度に実施した第1回航海では、将来的に研究者を志望する早熟・天才型学生を選考したが、令和2年度は研究者だけでなくより広範なキャリア選択を視野に入れた医学部学生、宇宙や海洋探査を目指す工学系学生、航海士志望学生、科学コミュニケーションや芸術といった表現者を志望する学生を選考することによって、第1回とは異なる議論や経験・相互作用を提供・実践することができた。より船員や運航チーム、研究チームが一体となった、国内外への発信を通じて (Watanabe et al., Deep Sea Biol. Soc. News, July 1, 2020)、世界で例を見ない若手人材育成プログラムとして高い注目度や関心を集めつつある。

中長期計画の重点課題としては当初想定していなかったものの、自由かつ挑戦的・独創的な着想に基づく研究開発の萌芽として進める研究として、以下の研究開発に進展があった。

- 1) 深海極限環境におけるサウンドスケープの描像と生命-環境相互作用への関わりについての研究を進めている。いくつかの特徴的な深海底環境に設置したハイドロフォンのデータ解析から、2019年度にはそれぞれの環境や生態系に特徴的なサウンドスケープが存在することを明らかにするとともに (Lin et al., Trends Ecol. Evol., 34, 1066-1069, 2019)、そのサウンドスケープが将来的な環境変動や生態系保全に向けた深海生態系のベースライン物理環境として活用出来る可能性を示した。令和2年度はISAが主催する各国際ワークショップでの深海生態系モニタリングの有効なツールとしてのリスト化を推し進めただけでなく、New York Timesでの記事掲載 (November 10, 2020) など、サウンドスケープ研究の拡がりや国際的展開に大きな進展があった。
- 2) 深海(微)生物生態系の機能の明らかにする上で長年大きな障壁となっていた技術課題として、現場環境での生物機能をいかに保存したままサンプルリターンを行うかという点がある。これまで機構では現場化学固定法の開発に成功し、現在の研究開発に大きな貢献を果たしている。しかしながら、現場化学固定は現場環境で機能している代謝や生理活性を保存することはできないという難点がある。現場環境の代謝や生理活性を保存したままサンプルリターンを行う最も優れた方法の1つが現場冷凍保存である。令和2年度は世界初の深海冷凍装置の開発に向けて、ペルティエ素子を用いた深海冷凍プロトタイプ装置の試作及び実海域での作動試験を行った。その結果、深海での生体試料の冷凍保存に成功し、今後の現場冷凍保存法の開発に画期的な進展があった。



(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、従来の調査・観測においてはほとんど活用されていなかったが、既に萌芽性が認められているレーザー加工や電気化学的な処理を活用した計測、極微小領域や超高精度での分析といった新しい技術を組み合わせた独自技術開発（重点テーマ③）に重点的に取り組み、本中長期目標期間内に独創的な技術基盤を創出し、将来の海洋研究開発を支える新技術を構築する。

令和2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2年度の技術開発を進めた。

「レーザー加工や電気化学的処理を活用した熱水利用新技術やその他の挑戦的・独創的技術の開発」に対しては、部門内で涵養されていた電気化学工学の技術基盤との融合が進む、これまでにない新しい技術開発の萌芽があった。また、レーザー加工や精密分析を活用した既存技術を活用した新規な産学官との共同研究を展開することができた。計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

「次世代地球惑星科学・生命科学を担う極微小領域・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、多くの惑星探査（例えば「はやぶさ2」計画）・地球科学（例えば「IODP」掘削試料）・生命科学分野（例えばダークマター微生物の探索と機能の理解）への応用研究を進め、研究論文の発表だけでなく、多数の産学官との共同研究の展開に至った。この項目においても計画を上回る進展と成果があったと自己評価する。

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開発が進展し、国内外の様々なプラットフォームを用いた調査航海での実使用を行った。良質な海洋生物画像教師データの取得のみならず、新規生物の発見といった実際の科学的成果の創出に結びついたと同時に、陸上あるいは船上での機械学習アプリケーションのプロトタイプも完成し、スケーラブル海中多次元マッピングシステム開発の基盤が確立された。これは計画を上回る進

展と成果があったと評価する。

「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。

以上のとおり、全ての項目において年度計画を上回る進展と成果があった事に加えて、超先鋭研究開発部門として、産学官連携の共同研究を5件（うち、民間との共同研究2件、国内や国外の大学や研究期間との共同研究を1件、外国機関との共同研究を2件）実施し、共同研究費として77,000千円を受け入れた。また、令和元年度の外部資金や受託研究の直接経費として約64,000千円を獲得し、さらに、独創的・挑戦的な研究や技術開発、さらにその応用研究開発のアウトリーチによって一般人から、令和2年度に約8,518千円の寄附金を得た。

・ 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。

令和2年度は、

- 1) AI（人工知能）を利用したレーザー接合プロセス技術の基盤技術の開発を行い、テフロン系樹脂(ETFE等)とタービンプレードやダンプカーといった鉄鋼材料との間を結合するレーザー加工手法の最適化に関する応用を進めた。成果として、論文を1報発表しただけでなく(Kawakami et al., J. Material Process. Tech., 288, 116888, 2021)、NEDOやムーンショットといった外部資金獲得(3件、5,400万円/年度)と3件の特許出願を行い、社会実装を視野に入れた進展があった。
- 2) 水中レーザーを用いた各種材料の溶接技術に関する素過程を生成物の化学分析による検証を行い、水素や一酸化炭素を生成する量論を明らかにした。
- 3) 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スケール防護技術に関する新しい方法論を着想し、コンセプト設計ならびに有効性に関する実証実験を行った。

・ 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向けた実証実験を進める。

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>吹き込みについてテストを行った。特に、CO<sub>2</sub>の連続吹き込み装置を用いた際に、電気メタン生成反応速度が数百倍に向上する事を見出し、地下圏微生物と電気とCO<sub>2</sub>を用いてメタンを生成できる事を明らかにした。この手法は、CCUの一手法として提案できる事から、この装置とその動作原理の特許化準備を行った。

・ 岩石に対する高出力レーザー加工に関する基礎現象の実験による検証を行う。

多面的な実験条件の最適化を検討することにより、1m 鉄筋コンクリートのレーザーガラス化切断を、世界で初めて成功した。本技術開発の基盤要素技術開発に関する論文を1報発表し (Semboshi et al., Metals, 10, 1011, 2020)、2件の特許出願及び科研費や企業との共同研究での外部資金を獲得した (3件、約8000万円/年度)。

・ 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。

微小領域高精度化学分析に関する要素分析技術の開発の一環として、令和2年度は、  
1) はやぶさ2帰還試料の分析に向け、微小領域での試料加工と TEM-NanoSIMS/SIMS-STXM による同一試料リンケージ分析 (微細組織・構造、元素・同位体、分子・化学構造) を可能とする試料ホルダー・輸送容器を独自開発した (Ito et al., Earth Planet. Space, 72, 133, 2020)。  
2) さらに、微小領域の高精度化学分析を可能とする固体試料の高度表面研磨法が特許登録された (特許第6754519号)。  
3) 微小領域高精度化学分析技術開発やその技術応用の実績が評価され、先端的技術開発の重点的拠点としての認知を高めることができ、各種整備資金の獲得に結びついた。

・ 高温高圧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

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、改良 Griggs 型高温高圧変形試験機の調整・改良をすすめ、地震発生域下限に相当する封圧1GPa、間隙水圧750MPa、温度400°Cでの岩石変形実験に成功した。また、熱水摩擦試験機の開発パイロット試験の結果、載荷できる荷重に制限はあるものの地震発生帯の熱水環境下での地震性すべりを再現できることを確認した。新型コロナウイルス感染拡大の中で試験機の開発改良に若干の遅れはあったものの、中長期計画にある「震源域条件における地震断層運動を再現できる実験技術」を3年後には確立させる目標へ向けて予定通り進んでいる。

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

新規開発した4Kステレオカメラ撮影機器を「かいめい ROV」に搭載可能とするため、ペイロードスキッドを設計・製作した。また、多種多様なプラットフォームで使用可能な可搬型4Kステレオカメラ撮影装置を開発し、機構やシュミット財団の調査船を用いた研究調査での実使用を行い、AIによる海洋生物の認識・分類法確立にむけた多種多様な機械学習用画像教師データを得ただけでなく、実際の新規分類群の海洋生物の同定を論文化した (Lindsay et al., Diversity, 12 449, 2020; Seid et al., BiodiversityData J., 8, e58655, 2020)。さらに「江戸っ子325」によって、台風による河川の増水に伴う深海底混濁流現象を世界で初めて画像として捉える

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。
- 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）

事に成功し、論文発表を行った (Kawagucci et al., Peer J., 8, e10429, 2020)。ビデオデータアノテーションツールの継続開発と 8K ビデオデータを用いた機械学習アルゴリズムを補助するためのアプリケーション継続開発においては、リモートユーザーによる解析機能を追加し、アノテーションツールとの連携を実施した。機構が運用している J-OBIS 及び BISMAL との連携も測ったことで、機構内での標準化ができ、外部データベースとの連携準備も整った。

産学での機器利用を可能とする「高知コアセンター分析装置群共用システム」において、開発した技術を活用した外部産業分野やアカデミック分野での研究開発を加速する分析技術の提供及び展開を積極的に行い、7件以上の共同研究を実施した（約 400 万円/年度）。

民間企業との共同研究により海洋生態系への有害性を低減した次世代サンスクリーン剤の開発に着手した。

(モニタリング指標)

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

- ・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

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

- ・共同研究件数：29件
- ・特許出願件数：13件

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

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

＜フローチャートにおける取組「海洋調査プラットフォーム関連技術の高度化」に該当＞

海洋ロボティクス関連の技術開発においては、研究部門との目的共有を継続的に図ると共に、定期的に有識者からのアドバイスを受け、海域観測をどのように効率化していくか、今後のあるべき形についての青写真を深化し、年度計画通りの取組を行った。

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

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

調査船舶の運用に関して、新型コロナウイルス感染拡大の中、4月当初より4か月間の緊急停船措置を余儀なくされたが、停船期間中に乗船や訪船に関する感染対策の方針を取りまと

に貢献する。

め、調査の年次計画を再構築し、調査活動への影響を最小化することで、研究開発成果の最大化や、国の海洋政策事業の遂行に貢献した。

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

調査船舶搭載の着座型掘削装置の機能向上において、「ちきゅう」の運用で培われた掘削技術の適用を行い、海底下約 20m の地点に高精度な地殻変動観測点を構築することに成功するなど、船舶運用部門統合の効果により、海域での研究活動の高度化を支え研究開発の最大化に貢献した。

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

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

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

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

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

「ちきゅう」を含む調査船舶の効率的な運用においては、運航計画中に散在していた停船期間を計画的に集約することによる効率化や、民間

(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

令和2年度の次世代深海探査システム委員会については、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け7月開催を延期し、令和3年2月に第8回を開催した。ここでは、国内外の動向を確認しながら、水中ドローンの活用という視点からの、海域の観測システムと研究の在り方についての方針やシナリオ、今中長期計画の重要な研究対象域とされている7,000m以深AUVの設計検討や新コンセプトROVシ

活力を活用した新たな運用方法の模索などの検討を行い一定の結論を得た。自動観測の導入等とも合わせ、最適なフリートミックスを実現できるように引き続き検討を重ねていく。

〈フローチャートにおけるアウトプット「海洋調査プラットフォームの安全かつ効率的な運用の実現」に該当〉

令和2年度から新たに「課題担当窓口」を設置し、全ての研究船のユーザー（研究者）とのインターフェースを集約するとともに、課題の共有と解決方法の検討を強化することで、研究者の利便性の向上を図り、外部機関からの受託獲得に向けた研究部門との連携なども強化している。さらに感染症の拡大による業務体制の改革や見直しを迫られたが、オンライン会議システムなど新たなコミュニケーションツールを多用した業務形態を取り入れることで他部署との情報交換を容易にし、今まで以上に連携を強化できる体制を構築した。

〈フローチャートにおける取組「大水深・大深度掘削技術の開発」に該当〉

掘削技術開発については、実装に必要な経費の確保等の課題もあることから、改めて各技術課題の最終目標、科学目標との関連、周辺技術の動向、必要経費、運用開始のタイミング等を精査し、ステージゲートを再設定しロードマップのアップデートを実施している。今後定期的にロードマップの進捗レビューを行うことで、周辺動向に合わせた今後の開発課題の選択と集中を行っていく体制を整備した。

自律型の無人探査システムの開発において研究者との意見交換や定期的な有識者からのアドバイスを受けつつ、さらに取り巻く環境の変化もにらみながら、将来像のアップデートが計画通りに実施できている。また自動化技術の促進を目指し産学官連携を強化するために進めてい

テムの在り方について」(科学技術・学術審議会海洋開発分科会次世代深海探査システム委員会(平成28年8月))による提言等に基づき、広域かつ大水深域への対応が可能な、自律型を含む無人探査機システムを実装する。実装に当たっては国内外の動向を確認しつつ、他の機関とも協働することで、汎用性の高いシステムを実現する。また、有人探査機については、当該システムによる成果を踏まえつつ、次世代の有人探査機開発に向け継続的に検討する。

令和2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、既存の一次ケーブルの「うねり」現象の数値解析による評価を進めるとともに、既存の一次ケーブルに頼らない新概念ROVに関するフィジビリティスタディを実施する。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するための自動抽出ロジックを

システム開発の方針に関するフィジビリティについて議論がなされた。得られたアドバイスは今後の設計・製造から運用実装において活用していく。

既存の一次ケーブルを粒子法に基づき、モデル化し、数値解析を行うことで、実際に起きた「うねり」現象の再現に挑み、実際の「うねり」を示唆する一時的な解析結果を得るに至り、さらに解析を進めている。

既存の一次ケーブルに頼らない新概念ROVについては、要素技術となるフルデプス12,000m下でも使えるアクチュエータの試作等を進めている。

AIを用いて対象物をtaggingするための自動抽出ロジックを設計し、オフライン試験を完了した。今後、実際のROV映像での試験を予定している。

4,000m級AUV「AUV-NEXT」の機能向上としては、開発を進めている7,000m以深AUV用の地形計測ソナー(SSS)と対地速度計(DVL)

る、基本ソフトウェアの共用と通信規格の統一に関しても計画通り試験環境や規格の整備などを引き続き進めている。

プラットフォームの効率的な運用を実現するために遠隔操縦式の無人探査機「かいこう」については改造と評価を終了し、令和3年度に試験運用を行い、計画通り令和4年度からは研究者への供用を行う環境を整備することが出来た。さらに着座型の掘削装置について「ちきゅう」での掘削技術の知見を導入した改造を行い、海底下20mの地点に調査船舶による作業で初めての地殻変動観測点構築を実現するなど、研究成果の最大化につながる関連技術の熟成がなされた。

センサ開発に関してはマイクロ流体デバイスを用いたATPやDNA等の現位置計測システムや、汎用環境計測システムの内製を進めるとともに、計測データの国家標準に対するトレーサビリティを確保するための検定環境を計画通り開発整備し運用を開始した。

ブイ観測網については継続的な運用を行うことと合わせて、補完的な観測を実現するための自動観測機器(フラックス計測グライダー)の評価試験を計画通り実施し改良を進めている。

音響や電磁気、光など波動の海中での利活用に関する基盤研究に関しては、競争的資金の確保等も含め計画通り着実に研究を推進している。



設計し、オフライン試験を実施する。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 以深に対応した AUV の詳細設計を行う。

・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他の関係機関との調整を実施する。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検査・調整する。さらに、海洋ロボット搭載品の標準規格化を目指し、機構内及び機構外の関係機関と調整しながら規格化案を策定する。

・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、水深 4,000m 程度までの海域における ROV の運用効率化を図るために、「かいこう」のランチャーを用いずに「かいこう」のビークル単独で運用するランチャーレス運用のデータ収集とシステム改善を行う。

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

を搭載し、地震発生が想定される実海域で、計測検証試験を実施した。

7,000m 以深 AUV については、重量軽減のための要素技術開発として、セラミックス耐圧容器を用いた電池容器実現の可能性を検討した。

AUV 制御ソフトウェアのオープン化を目指し、令和元年度に完成した AUV シミュレータ (MILS 機能) を、令和2年度に運用担当者の意見を反映してバージョンアップを行った。今後は AUV シミュレータに AUV の CPU を繋げてソフトウェアを検証できるよう (HILS 化) 改造するとともに、海上技術安全研究所が所有する小型 AUV 実機を用いた水槽デバックなども実施予定となっている。

海洋ロボット搭載品の標準規格化については、AUV コミュニティにて音響を用いた通信規格の統一について、協議している。

令和元年度の「かいこう」ビークル単独による潜航試験で抽出した課題に対して改修工事を実施し、陸上及び岸壁試験にて調整を行った。さらに「新青丸」による潜航試験を実施し調査観測の実運用に供せることを確認した。またオペレータの慣熟訓練や運用手順の最終確認を完了し、令和3年3月より研究船利用公募における供用を開始し、令和4年度からの供用機器としてランチャーレスを本格運用する。この改善取組により、「新青丸」の持つ DPS 機能が発揮され、従来の「かいいい」よりも安定した ROV 運用が可能となる。また「新青丸」と同様に、「かいいい」でも「かいこう」ビークル単独運用を行うことで複数船舶を利用可能とする、更なる運用効率化にも着手した（「かいいい」運用試験は令和3年度実施予定）。

海域地震火山部門の進める研究課題「海底地殻変動観測点の構築」が目指す目的達成に向け、海域地震火山部門と研究プラットフォーム運用開発部門でワーキンググループを結成し、「かいいい」BMS の改修（トラブル対策、機能向上）、KM-ROV 用傾斜センサ設置治具等の検討を行った。特に BMS 改修では、「ちきゅう」掘削経験者を中心に BMS ワーキンググループを立ち上げ技術的な検討を重ね、「ちきゅう」における掘削作業の知見を最大限活用し使用するビットの変更、ポンプの追加、孔の閉塞対策、孔口監視カメラの設置等の機能向上を行った。また、新型コロナウイルス感染拡大の影響でメーカーの外国人エンジニアが調査航海に乗船できなくなったため、「かいいい」に新しく衛星回線を設け、航海中、ネット回線を利用した遠隔技術

支援を導入し、今後の新しい作業様式として現地技術支援と遠隔技術支援の両建ての体制を構築した。この結果、令和2年度の調査航海で、BMS 大口径掘削と KM-ROV による傾斜センサの設置に成功し、海底地殻変動観測点の構築を実現した。設置後、良好な観測データをリアルタイムで取得することが出来ている。

・令和元年度に引き続き海洋観測システムやセンサ等の技術開発及び研究開発を実施する。具体的には、マイクロ流体システム応用センサ及び汎用環境計測システムについては、基本技術の完成に基づき、設計計画書を作成する。また、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) については、引き続き多様な項目の自動計測に向けた開発・改良を進め、試作部品の詳細設計図を作成するとともに、一部項目に対応した製作に着手する。さらに、ブイ代替技術の確立に向けたフラックス計測グライダー関連の技術開発・改良を継続し、Wave-Glider での全球測位衛星システム (GNSS) を利用した応用観測に供するために、陸上評価試験、実海域での評価試験を実施する。加えて、船上採水作業自動化等の実現に向けた基本技術検討を継続し、動作原理検証に向けた評価機の開発計画書、設計指針書を製作するとともに、紫外線生物付着防止システム (紫外線 MGPS) の実用版の詳細設計図を作成する。

・海水の電気伝導度等のトレーサブルの確立に向け、基本技術の検討を継続し、SOP (Standard Operation Procedure) の基本技術・仕様検討書を作成する。また、ATP や DNA 等の生物化学基本要素について、計測手法の標準化に向けた検討を継続し、SOP の基本技術・仕様検討書の作成に着手する。

マイクロ流体システム応用センサは、自動 DNA サンプル採取にむけて、12 連型の自動採水装置の試作ならびに改良を実施した。さらに、完成した試作機を用いて海域でのサンプル採取試験を実施した。

多目的観測小型フロート (MOF) については詳細設計をすすめるとともに、低消費電力化対策を強化し、プロトタイプとして完成形に近い仕上がりとなっている。

ウェーブグライダーでの全球測位衛星システム (GNSS) を利用した応用観測では、現場海域での連続・安定受信技術を確立した。これは、地球環境部門の海上水蒸気量の遠隔観測システムとして利用されるもので、その成果は同部門よりプレス発表された。

船上採水作業自動化の実現に向けては、基本技術検討を継続するとともに、動作原理検証として、デモ機を用いた陸上評価試験を実施した。

紫外線生物付着防止システム (紫外線 MGPS) のプロトタイプを製作し、むつ研究所での長期係留試験を実施し、その有効性を確認した。

海水の電気伝導度等のトレーサブルの確立に向け、基本技術の検討を継続し、SOP (Standard Operation Procedure) の基本技術及び基本仕様の検討をおこなった。また、水温に関する国家標準に対するトレーサブルな検定環境の整備として、機構で独自に開発した大型検定水槽のむつ研究所における運用開始ならびに、横須賀本部における小型検定水槽の運用開始をおこなった。また、ATP や DNA 等の生物化学基本要素について、計測手法の標準化に向けた検討を継続し、SOP の基本技術・仕様検討書の作成に着手した。

・ CLIVAR/GOOS に貢献するため、インド洋 RAMA ブイ網及び西太平洋トライトンブイ網の事前・事後整備、並びに赤道域においてフラックス計測グライダーの試験運用を実施する。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、フラックス計測グライダー、MOF の実海域運用に向けた整備・改良を実施する。加えて、熱帯域観測に限らず、RIGC（地球環境部門）依頼により 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、固定化されたターゲットとの実験機による基礎試験を行う。

・ 海中プラットフォームに適用する海中電磁波システムについて、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、実験機を用いた基礎試験を実施し、問題点を抽出する。

#### (ロ) 大水深・大深度掘削技術開発

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

令和2年度には、以下の事項を実施す

CLIVAR/GOOS に貢献するため、インド洋 RAMA ブイ網及び西太平洋トライトンブイ網の事前・事後整備を実施した。さらに赤道域における短期観測で、大気海洋観測ブイの短期係留ならびにフラックス計測グライダーの展開を実施した。

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、データ公開を継続した。さらに、フラックス計測グライダー、MOF の令和3年度の実海域利用に向けた整備・改良を実施した。

通信と測位を統合化し、通信信号をフィルタリング処理することで測位精度を向上させる手法の検討を進めている。令和2年度は、深海域において、固定されたターゲットからの信号を計測した。現在、このデータを基に測位精度の検証を行っている。

海中を伝搬する電磁波（光学）の特性について、実験機を用いた基礎試験を実施することで、海中における送受波機構を最適化するための知見を得た。併せて、海中における計測精度を保障するための基礎データを取得した。これらを基に、海中電磁波（光学）伝搬を用いた計測システムの信頼性向上を検討し、海中プラットフォーム実装に要する仕様諸元を整理した。

掘削技術開発については、当初計画を着実に推進した。加えて、実装に必要な経費の確保等の課題もあることから、改めて各技術課題の最終科学目標との関連、周辺技術の動向、必要経費、運用開始のタイミング等を精査し、ステージゲートを再設定しロードマップのアップデートを実施している。定期的にロードマップの進捗レビューを行うことで、周辺動向に合わせた今後の開発課題の選択と集中を行っていく体制が整備され、効率的な運用がなされている。

る。

- ・ライザーの増深化に関して、必要となるライザーシステムの全体構成や適用可能な鋼製素材及び各部形状等を検討する。
- ・硬岩用掘削・コアリング用ビットの要素試作及び性能確認、並びに硬岩掘削システム(タービン方式、振動方式等)の概念設計、要素試験及び既存機器の改良を行う。
- ・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及び強度検討を行う。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にデータ分配スクリプトを組み込む。さらに、ドリルパイプダイナミクスを学習データに加えた機械学習アルゴリズムを開発し、掘削地層特性や異常検知などの予測モデルの向上を図る。
- ・将来のマントル掘削に係る国内外の科学者コミュニティと協働し、ワークショップやワーキンググループ等の活動を通じて科学的ニーズを把握し、主要な科学目的の達成のために必要な技術開発項目を抽出する。

ライザー増深化のため管体強度向上に適用可能な高強度素材を調査した。また、管体素材、ライザー外径、ライザー管接続形式等をパラメータとして、ライザー強度解析を行った。さらに、ライザー編成検討に用いるマントル掘削候補地の気象・海象調査を行った。

硬岩用掘削システムとして、タービン方式について既存機器の問題点の改良設計及び一部試作を行った。また、カッターの耐久性を向上させたカッティングシューの試作を行った。

振動方式については、全体の概略構成を検討し構成要素についての要件を取りまとめ起振機の試作を行ったが、当初目標の起振が達成できず、今後の開発は断念することとした。

通信機能付きドリルパイプのプロトタイプを用いた陸上試験結果を活用した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、強度検討を行うとともに、大深度掘削用ツールの概念検討を実施した。

船上の掘削データ取得装置に組み込むデータ分配スクリプトを開発した。これにより、リアルタイムでの掘削データの逐次伝送を実現し、データ融合解析への展開を進める。

過去の掘削航海のデータを用いて AI による掘削地層特性、コア回収率予測及び異常検知の予測モデルの開発を進めた。AI 掘削により、掘削地層特性把握、コア回収率予測など科学掘削に有益な情報提供の可能性及び事故防止につながる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ドリルパイプの振じり振動である Stick-Slip や縦振動の数値モデル化を行い、この数値解析結果を学習データに加える AI (ディープラーニング) アルゴリズムの開発を進め、その有効性の検証を進めている。

日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) IODP 部会の中に、国内の科学者と研究プラットフォーム運用開発部門マントル掘削プロモーション室の合同による「マントル掘削ワーキンググループ」を立ち上げ、コミュニティとの協働の基盤を整えた。2020 年度は5回のワーキンググループ会合を実施し、マントル掘削の実現に向けた課題抽出や提案を行った。また、4回のワーキンググループ主催セミナー(オンライン)を開催し、マントル掘削やそこに至る海底下深部掘削の科学的ニーズ、掘削によって明らかになると期待される各分野研究の科学命題について話題提供及び議論が行われた。

(ハ) 海洋調査プラットフォームの整備・運用及び技術的向上

機構の保有する海洋調査プラットフォームについて、各研究開発や社会からの要請に応じて安全性、法令遵守を担保しつつ安定的に運用するために、

(安全性、法令遵守を担保した安定運用)

船舶運用における安全第一を最優先に考え、更には社会からの要請に応じて安全性、法令遵守を担保する目的から、新型コロナウイルス感染防止対策として、機構船舶緊急停船措置を行い、令和2年4月～7月末までの4か月間、機構船舶全船について緊急避難的に停船措置を講じた。

さらに8月からの研究航海再開に合わせて、船内での感染症の予防対策として乗船・訪船者に関する基準等及びPCR検査の実施手順、ならびに船内にて感染者（感染疑いがある者を含む）が発生した場合の対処手順を取りまとめ、PDCAを回しながら運用している。

令和2年度においては、延べ2,000人以上に検査を実施し、乗船前の被験者から5名の陽性者が判明したが、航海中の船舶内での発症は防ぐことができた。

また、11月に「みらい」船上で発生したノロウイルス集団感染を受けて、特に司厨部員についてのノロウイルス乗船前検査の仕組みを取りまとめ、運用を開始した。（流行期11-3月に限定）。

令和3年2月からは医師の指導の下、船内で使用可能な新型コロナウイルスとノロウイルスの簡易抗原検査キットの配備を完了した。

安全管理の意識向上を目的として、以下の取組を実施した。

- ・安全衛生管理上の法定義務の確認とコンプライアンスの推進のため、研究プラットフォーム運用開発部門内の各部署の定常業務に関わるHSQE関連法令についてのリスト化を行い、法令上の届出・申請を要するものについては、準拠法令の特定を行った。
- ・安全衛生管理に関するノウハウの伝承において必須となる、業務の手順書のうち、リスクマネジメントに関する手順書の完成を目指して、船舶運用上のリスクマネジメントにおいて、航海実施後のレビューを利用してPDCAサイクルを推進するための提言を行い、標準的な業務手順案を作成し検討した。また、技術開発部の実施する開発試験に関わるリスクアセスメントにHSQEグループも参加し、運用部でのリスクアセスメント手法などを紹介し部門内にリスクアセスメントの考え方を水平展開した。
- ・不安全箇所及び不安全行動の抽出と改善及び共有のために、過去5年間に遡って事故・トラブルの傾向について集計し分析した。また、委託会社にも同様の分析を指示し、委託会社との定期的な安全品質向上会議にて、比較検討を行った。

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、4月から7月までの4ヶ月間、緊急停船措置を発動し船舶運用の停止を世儀なくされた。本期間中感染症を考慮した新たな乗船・訪船基準の整備、全船舶の調査線表の引き直し、関連する許認可の再調整等を実施し、8月より運航を再開した。このように想定外の制約が多い中、ほぼ計画通りの航海を実施したことは特筆に値する。令和2年度末までに、乗船訪船対象者延べ2,000名以上を対象にPCR検査を実施し、船内での新型コロナウイルス発生を見ずに安全な行動の実施を実現できた。当初想定外の無かった非常に多くの業務を、緊急事態宣言下で、出社もままならない状況の中、確実に実装した関連部局を高く評価する。また、令和元年度より実施された、「ちきゅう」の定期検査と大規模修繕工事についても、当初期間内に概ね計画通りに実施することが出来た。海外調達の機材や研究コミュニティの訪船等による研究活動の実施については延期を余儀なくされているが、今後の国際的な状況の改善に期待をする。

各プラットフォームの経過年数や耐用年数等も考慮しつつ、継続的な機能向上に取り組む。

そのため、既存の手法・技術と（イ）及び（ロ）により開発された技術や先進的な技術の融合を図ることにより、スマートな海洋調査・観測や運用を進める。また、運用状況の適切なモニタリングを通じた効率的な維持管理手法を構築する。

これらの取組によって効率的な運用を実

- ・HSQE に関する重要事項を周知・共有するために研究プラットフォーム運用開発部門の HSQE への取組や啓蒙的な内容をまとめた「HSQE ニュース」（月刊）及び、機構内外で発生した事例を通じて注意喚起を行う「HSQE 注意情報」（不定期刊）の発行を開始した（「注意情報」は委託会社等にも展開）。また、ローカルウェブに HSQE グループのページを作成し、上記のニュース、注意情報の他、新型コロナウイルス関連の情報などを掲載している。
- ・オフィスにおいては会議室・打ち合わせスペースにアクリル製パーティションを設置する等の設備的対策を行った。

各研究船については、機能維持に必要な整備工事及び法定検査を行いつつ、研究者からの要望や新たな調査観測機材に対応するための工事、例えば SIP で導入される新しい AUV を搭載するための工事や、可搬式電動ウインチを搭載するための工事などを実施した。また、令和2年度末より「白鳳丸」改造工事が着工、大規模改造工事に取り組んでいる。

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

また、トラブルの多かった GPC について独自に技術的改良（バレル形状・ビット形状・天秤機構）を加え、GPC40m コアの初採取に成功した。

メンテナンス費用の軽減を目的に、バレルの材質やコーティングを変更した GPC バレルを運用部で独自開発した。

BMS 機器についても、過去の作業から機器の Weak Point と、状態監視が必要な個所を特定し安定的運用につなげた。

研究航海支援の品質向上を図るため、乗船研究者から意見を収集すべく「航海評価アンケート」を令和2年8月下旬航海から開始した。航海の安全性、準備段階の支援、船上観測機器・研究設備等の項目について5段階で評価してもらうとともに、具体的意見も収集した。令和2年度は25航海の乗船研究者のべ57人から回答が得られた。全般的には7割以上が高評価である一方、ネットワーク環境については改善要望が強いことが示唆された。今後もこの取組を継続し、回答を解析して必要な改善・改造項目を抽出し対処することで、品質向上と併せ効率的な運用に繋げる。

令和2年度の共同利用と所内利用課題は、新型コロナウイルス感

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、令和元年度末から開始した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。

その後、SIP「革新的深海資源調査技術」において実施する揚泥管及び揚降ツールの大水深域における揚泥性能確認試験を実施するとともに科学掘削の実施を検討する。

また IODP の国際枠組みの下、ちきゅう IODP 運用委員会 (CIB) を開催し、「ちきゅう」の年間及び長期の科学掘削計画について助言を受ける。引き続き国内外の関係者・機関とともに、2023 年 10 月以降の IODP の後継枠組みに関して議論する。加えて、海洋調査プラットフォームの効率的かつ国際的な運用に資する取組みの一つとして、「かいめい」による欧州海洋

染拡大の影響により 4 月～7 月末までの 4 ヶ月間、機構船舶全船について緊急停船措置を行ったため、航海計画が当初予定から大幅に変更となったが、機器繰りや要員繰りを全面的に見直し、効率的な航海計画を期中に再編成した。一部の受託航海では、外国人研究者の来日不可により令和 3 年度に繰り越すものもあったが、航海計画再編成の結果、4 ヶ月停泊期間中に実施できなかった課題をほぼ年度内に実施することができた。

研究航海データベースについては、検索機能の追加や海域ごとのダウンタイム率を算出するための改善を行った。

研究船の航海計画の策定に当たっては、過去のダウンタイムなどの情報を研究航海データベースから算出し、ダウンタイムが少なくなる効率的な航海計画の策定を行った。また航海計画作成の効率化に加え、令和 2 年度から新たに「課題担当窓口」を設け、従来の技術系の背景を持った担当窓口のみならず、地球科学系の博士号取得者を担当窓口とし、研究者が抱える課題を理解し、詳細な研究ニーズを確認した上で、運航計画に漏れなく反映させるといった、質的な向上も実装した。

令和 2 年 1 月 15 日～7 月 24 日の期間で定期検査工事及び大規模修繕工事を実施、「ちきゅう」の機能維持に必要な整備工事や法令等で定められた所定の検査を行った。老朽化対策などの特記工事としては、汚水処理装置・真空トイレ装置の換装、パラスト水管理装置の搭載、空調関連設備の換装、PMS 換装、VVVF システムの換装などが挙げられる。

SIP「革新的深海資源調査技術」については、新型コロナウイルス感染拡大の影響で揚泥管を製作するイギリス及びフランスの工場が一時閉鎖となり、令和 2 年度は納入されなかった。このため、納入された揚降ツールの船上ハンドリング及び作動確認を岸壁にて実施し、問題のないことを確認した。大水深域での揚泥管性能確認試験は、令和 3 年 7 月以降に実施予定となっている。

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、「ちきゅう」IODP 運用委員会 (CIB) の開催は延期した。国内外の関係者・機関とともに、2023 年 10 月以降の IODP の後継枠組みに関して継続的に議論している。その一環として、2050 年までの海洋科学掘削の指針を示した科学計画書「2050 Science Framework: Exploring earth by Scientific Ocean Drilling」(2020 年 10 月公開) の作成に貢献した。

加えて、海洋調査プラットフォームの効率的かつ国際的な運用に資する取組の一つとして、「かいめい」を用いた欧州海洋研究掘削コンソーシアム (ECORD) の IODP 研究航海の実施に向けて関係機関と綿

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

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

具体的には、研究船上における老朽化した研究設備の改修・換装、各船舶の通信インフラの整備を進めるとともに、セキュリティの強化を図る。研究航海計画の策定、研究船上での計測、試料採取及び分析等の支援を行い、高品質の科学データ取得と成果の創出に貢献する。

陸上研究施設に比肩する「ちきゅう」研究区画においては着岸中の利用機会を増やし、海洋調査プラットフォームとしてのより効率的な運用を図る。

得られた多量のデータや試料に関しては、機構内の関係部署と連携し、適切に保管・管理し、運用していく。また、海洋調査プラットフォームの利用者の育成や拡大を目指して、関係機関とも連携して国内外に広く活動や成果を発信する他、「ちきゅう」をはじめとする海洋調査プラットフォームを用いた SIP に係る試験・調査を通じて SIP の技術開発に協力し、産学官連携の強化を図る。

密かつ円滑に準備を進め、2021 年 4 月上旬より研究航海を開始予定となっている。

令和 2 年度当初からの 4 ヶ月停船後、新型コロナウイルス感染拡大の影響で種々の制限がある中、再開された研究航海においては品質を落とすことなく乗船研究者による船上研究活動を支援し、データ取得に貢献した。「ちきゅう」においては、来たる研究航海・船上コア分析に備え、分析精度の向上、分析手法の効率化のための実装を行いつつ、技術継承・向上を図った。

「みらい」において栄養塩分析装置や蛍光高度計、「ちきゅう」において蛍光 X 線分析装置の換装をおこなった。また、2 年がかりで新規に開発したコアイメージ、分光測色、帯磁率を計測できるトライセンサーコアロガーの、「ちきゅう」への搭載を完了した。船内 PC の情報セキュリティ対策を徹底した。

新型コロナウイルス感染拡大の影響のため、令和 3 年度に延期することとした。

航海再開後、6 船で取得されたデータ及び試料については地球情報基盤センターと連携し、航海のデータ・メタデータ提出が適切に行われるよう支援した。また、「ちきゅう」で取得されたデータ（IODP Exp. 358）を公開猶予期間終了とともに公開し、国内外の研究者の利用に供した。

従来運用してきた「ちきゅう」の Twitter アカウトに加え、他 6 船及び探査機の情報を発信する新アカウトの運用を開始した。それらを通じて、海洋調査プラットフォームの活動・成果を頻繁に発信している。また、国立科学博物館にて企画展「世界の海がワールド！学術研究船『白鳳丸』30 年の航跡」を実施し、新型コロナウイルス感染症対策による入館数制限の状況下 30 日間で 2 万人以上の企画展入場者を得た。また展示期間中に海上の「白鳳丸」とのライブ中継イベントを行い、新型コロナウイルス感染拡大の影響下において実物展示とオンラインを組み合わせた発信活動を実現した。また、日本財団企画イベントでは、大学生・大学院生に対する海洋科学掘削に関する啓蒙活動を行った。



【主務大臣評価での今後の課題・指摘事項】

- ・ 財政事情が厳しい一方、水中ドローンなど様々な新しい技術を導入しており、今後、どのように安定的に運用していくかが重要課題になっている。将来の観測システムと研究の在り方についての方針やシナリオを作成する必要がある。
- ・ 水中ドローンと調査船を組み合わせた将来調査構想について具体化するとともに、「ちきゅう」などの調査船の効率的利用についてもより具体的な方針を示す必要がある。

【主な措置内容】

将来の観測システムと研究の在り方については、従来から検討を継続してきており、調査船は様々なサンプリングツールやROVなど大きな動力源が必要となる調査・作業には不可欠である。一方、水中ドローンの1つに挙げられる航行型AUVは、電池技術の発展により、航続距離が延伸し、母船等の支援を受けず本土沿岸から直接調査対象海域に潜航し、調査することが期待できる。海底敷設センサ等と光や音響無線通信を行うことで、観測を継続しつつデータ収集やセンサ補正が実施できることが期待され、今まで調査船シフトタイムの確保で制限されてきた海域からのデータ収集の即時性・経済性・観測精度の向上などが期待される。

同様の視点から、数年来改良・実績を積み重ねてきた無人観測機「ウェーブライダー」が、地殻変動計測や火山活動の把握・遠隔監視、大気海洋観測等において成果を上げている。一例では、十勝沖地震(1968年)の震源域周辺において、2020年11月6日から7日にかけてM5クラスの地震が連続した際に、同震源域周辺のプレート間固着・すべりの現状を把握するため、急遽ウェーブライダーを用いて、GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測を実施した。従来これらの観測は専用機器を搭載した船舶や係留系等によって実施されてきたため、ウェーブライダーの導入により、シフトタイムの削減や係留系準備コストの低減、機動性を向上させることが検証できた。また、陸上での整備や取り扱いも容易であるため、観測以外の様々な研究用途への共用や、観測毎に専用機器を整備・搭載することも可能となった。

従来の調査船を用いた観測と、水中ドローンや、ウェーブライダー等の無人海上観測機、それぞれの長所を活かした複合的な観測システムの構築について、引き続き検討を進めるとともに、水中ドローンを用いた、調査船舶に依存しない、“海洋観測の自動化”への研究開発を進めていく。

(「ちきゅう」などの調査船の効率的利用)

平成30年度から継続検討されてきた、今後の機構の研究開発に必要な機能とその機能を満たすフリート構成について結論が得られ、併せて船舶運用に係る固定費削減を目的として、令和3年度末で深海調査研究船「かいらい」の停船措置を決定した。

また、船舶の効率的運用や固定費の削減を目的として、運用の基本である安全第一及び法令等を遵守しつつ、計画的に停泊期間を集約化する等の新たな運用方策を検討し、機構としての対応方針案を策定した。

「ちきゅう」の中長期戦略については、組織横断的タスクフォース

<審議会及び部会からの意見>

- ・船舶運用部署が一本化されたことによって、機構内の他研究部門との連携が更に強化されることが期待される。

【評価軸】

- 将来も見据えた挑戦的・独創的な研究開発を、中長期目標・中長期計画等に基づき戦略的に推進し、国際水準に照らしても科学的意義の大きい成果が得られているか。
- 海洋調査・観測技術の高度化や海洋調査・観測用のプラットフォームの効率的運用により、機構の研究開発成果の最大化が図られたか。
- 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・中長期目標・中長期計画等で設定した研究開発の進捗状況
- ・具体的な研究開発成果（独創性、革新性、先導性、発展性等）

を設置し、現状分析のほか民間の活力による新たな運用手法を検討し、タスクフォースとしての一定の結論を取りまとめ、今後の中長期的な選択肢の可能性を広げた。

旧「海洋工学センター」と旧「地球深部探査センター」が統合され、今中長期計画から「研究プラットフォーム運用開発部門（MarE3）」が発足し、次第にその効果が現れてきたところである。MarE3 発足時に研究航海マネジメントグループを新設し、全ての研究船のユーザ（研究者）とのインターフェースを集約することで研究者の利便性の向上を図り、国内外の外部機関からの受託獲得に向けた研究部門との連携なども強化している。

研究側からの調査機器等の改善要望に対しても所内一本化された技術や知識を総動員した対応を行っている。これにより、「かいめい」搭載の着座型掘削装置の改善改良に「ちきゅう」で培った掘削技術を導入するなど、シナジー効果が現れている。

船舶等の研究プラットフォームの安全かつ効率的な運用は機構運営の基軸であり、今後も引き続き、他部門との連携強化に努めていく。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ 研究開発の進捗に係るマネジメントの取組状況等</li> </ul> <p>(モニタリング指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学術論文誌等への論文等掲載数</li> <li>・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）</li> <li>・ 共同研究件数</li> <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>(モニタリング指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学術論文誌等への論文等掲載数：29 件</li> <li>・ 論文の質に関する指標（論文被引用数）：11,481 回の内数</li> </ul> <p>※2016 年から 2020 年の間に Web of Science 収録誌に掲載された機構所属の著者が含まれる論文数（2,910 本）が 2020 年に引用された回数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共同研究件数：13 件</li> <li>・ 特許出願件数：26 件</li> <li>・ 船舶運航日数（所内利用及び公募課題）：1,004 日（共同利用航海を含む船舶総航海日数）</li> </ul>	
--	--	--

## 【I-2】

## 2 海洋科学技術における中核的機関の形成

【評定】

A

## 【中長期計画】

機構は、前項で述べた基盤的研究開発を推進し、我が国の海洋科学技術の中核的機関として、社会的・政策的課題や地球規模の諸課題の解決に向け、関係機関に対して積極的に科学的知見を提供していくことで、我が国の研究開発力の強化を目指す。加えて、上記知見の提供や国際プロジェクトや海外機関との共同研究等において主導的役割を果たすことで、我が国のみならず国際的な海洋科学技術の中核的機関としてのプレゼンスの向上を目指す。そのため、国内外の大学や公的研究機関、関係府省庁、民間企業、地方公共団体等との戦略的な連携や協働関係を構築するとともに、機構における研究開発成果や知的財産を戦略的に活用していくことで、成果の社会還元を着実に推進する。あわせて、国民の海洋科学技術に関する理解増進や異業種との人材交流の推進、将来の海洋科学技術の更なる発展を担う若手人材の育成にも貢献し、知・資金・人材の循環を活性化させることにより、社会とともに新しい価値を創造していく。

さらに、研究開発成果の最大化を目的として、海洋科学技術に関わる総合的な研究機関である強みを生かし、社会的・政策的なニーズを捉えて、機構が保有する多様な海洋調査プラットフォームや計算機システム等の大型の研究開発基盤の供用を促進するとともに、取得したデータ及びサンプルの利用拡大に取り組む。

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
A	A					

## 【インプット指標】

(中長期目標期間)	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
予算額(千円)	6,997,485	7,988,865					
決算額(千円)	5,492,732	7,213,825					
経常費用(千円)	6,166,151	5,831,177					
経常利益(千円)	61,074	▲142,630					
行政コスト(千円)	9,933,242	7,670,737					
従事人員数(人)	229	324					

\*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

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

## 業務実績

## 評価コメント

評定：A

「海洋科学技術における中核的機関の形成」の項

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。

目に関しては、年度計画等に照らして、総じて当初の想定を上回る成果を創出したため、「A」評価とする。特に顕著なものとして以下の成果が挙げられる。

広報・アウトリーチ活動の促進については、イベント実施等の接触型広報活動から、デジタル化が進む現代社会に合わせたオンラインを活用した非接触型広報活動へ、また DX をきっかけとした国民生活に浸透した広報への転換を加速することができた。その結果、広報活動の在り方そのものを変革することに成功したことは非常に高く評価できる。

海洋調査プラットフォームや計算機システム等の研究開発基盤の供用については、SIPやArCSⅡ、メタンハイドレート事業の調査等のナショナルプロジェクトや、民間プロジェクトへの調査船舶の供用を計画通り積極的に進めた。また、欧州主導のIODP航海に「かいめい」を供用するMOUを締結しつつ外部資金も獲得した他、米国、ミャンマー、サウジアラビア等と船舶供用に関する調整を進めており、国際的なネットワークの醸成に貢献できている。加えて、計算機システムについては、新型コロナウイルス感染防止対策のためのテレワーク実施の中、ES・DA等を安定的に運用し、高い水準で利用者の利便性を維持した。特に、研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標を利用する、計算資源の客観的かつ合理的な割当てを推進した。なお、客観的かつ合理的な割当ての有効性が確認されたため、同種の運用の工夫を次期ESの運用にも適用予定である。

学術研究に関する船舶の運航等の協力については、新型コロナウイルス感染拡大により4月から7月まで調査船舶停船措置を実施した中、再度運航計画線表の引直しを行い、各所との調整を実施し、物理的に不可能であった2つの外航を除くすべての研究課題に対し、計画通り研究活動実施の機会を提供できた。さらには、中止となった2つの外航分のシフトタイムの有効活用を目的に追加課題の公募も実施し、新たに2航海を追加出来たことは非常に高く評価できる。

データ及びサンプルの提供・利用促進については、地球情報基盤センターデータ管理グループが担

(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推進等

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  
ディア等の管理及び利活用や志向性の強

論文の集計方法は令和元年度に引き続きクラリベイト・アナリ  
ティクス社が提供するオンライン学術データベース「Web of  
Science」の登録データによった。令和2年度の論文発表数は626  
件、過去5年の発表論文(2,910件)が令和2年に引用された回数  
は11,481件であった。

令和2年度に締結した国内機関との共同研究は119件であり、  
うち新規課題は41件実施した。契約相手方は161機関であった。  
外国機関との共同研究は37件であった。共同研究経費を受け入れ  
る際に間接経費も受け取ることが可能となるよう、関連規程を改

うデータとサンプルの提供に関する全業務の現時点  
の状況を調査し、業務量等の将来の動向分析を行う  
ことで課題と対策を整理した。

補助評定：B

本項目について、中長期目標や事業計画に照ら  
し、成果・取組等について総合的に勘案した結果、  
着実な業務運営がなされたことから補助評定を  
「B」とする。評価軸の根拠は以下のとおり。

【評価軸：海洋科学技術における中核的機関とし  
て、国内外の関係機関との連携強化等を進め、成果  
の社会還元推進が図られたか。】

新たに国立研究開発法人防災科学技術研究所と包  
括的連携協定を締結するなど、関係他機関との連携  
協定や共同研究を国内外問わず締結し、研究成果最  
大化に向けて着実な取組を行った。また、新型コロ  
ナウイルス感染拡大の影響により、対面イベントが  
制限される中、研究報告会「JAMSTEC2020」等の機  
構が主催するイベントは、オンラインを主とする運  
用に切り替えるとともに、広報・アウトリーチ戦略  
においても、外出自粛期間に活用できるオンライン  
コンテンツを充実させるなど、これまで以上に国民  
生活への浸透を狙った活動を展開した。さらに、  
IOC 協力推進委員会を開催して国内の専門的な知見  
を集約し、IOC の意思決定に貢献するとともに、職  
員を IOC 事務局に派遣すること及び職員が WESTPAC  
副議長を務めることで、海洋科学の国際的な連携の  
推進に貢献している。

国内の産学官との連携・協働については、新たに  
国立研究開発法人防災科学技術研究所と包括的連携  
協定を締結した。加えて、防災科学技術研究所、香  
川大学及び坂出市との間で連携協力協定を締結し  
た。これにより、観測データを南海トラフ地震・津  
波防災へ活用し、研究成果を暮らしの安心安全につ  
なげる社会実装を推進することができる。また、各  
研究部門で有力企業と共同研究を開始し、防災、環  
境、エネルギー、資源等の分野において共同研究、

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。

正した。

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。

「JAMSTEC ベンチャー」への支援策としては、JAMSTEC ベンチャー支援規程に基づく支援に加え、資金調達やステージアップに有用な情報提供、展示会等の機会を利用した対外情報発信支援、ベンチャーマインド喚起を目的として広報誌「Blue Earth」での特集記事掲載等を行った。

国内機関間連携としては、国立研究開発法人防災科学技術研究所との既存の協定を拡大し、相互の研究開発能力及び人材等を活かした連携・協力をを行うことを目的とした包括的連携協力協定を締結した。また、国立研究開発法人防災科学技術研究所、香川大学及び坂出市と、理学・工学・社会科学の地域防災への浸透を目指し、観測データの南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協力協定を締結した。その他、大学との連携として、海洋分野における AI の社会実装化を目指し、今後の海洋分野における課題解決、新産業の創出や人材の育成などの社会的要請に貢献することを目的に、東京海洋大学が発起人である東京海洋大学海洋 AI コンソーシアム（国内7機関、海外1機関参画）に参画した。

連携先機関との合同イベントやシンポジウム等を実施し、機関間連携による成果を確認した。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や情報交換を行う等、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「JAMSTEC2020」を開催した。令和元年度の研究開発業務における顕著な成果や活動内容、機構との協働や利活用の契機となる取組をアピールすることで、機構に対する理解増進、成果の社会展開を図った。機構公式 SNS 等を通じて、積極的に広報活動を行った結果、民間企業、大学等を中心に 600 名を超える参加があり、また、今回は開催方式をオンラインに移行したことから国内遠方及び海外からの参加もあった。

公益財団法人木原記念横浜生命科学振興財団主催・横浜市共催のライフサイエンス分野のビジネスマッチングイベント「オープンイノベーションカンファレンスVI」に出展した。機構の深海バイオリソース提供事業等を発信し、オンラインでの交流、面談を活発に行った。また、フジサンケイビジネスアイ主催の展示会「SUBSEA TECH JAPAN2021」にも新たに出展した。現地開催は新型コロナウイルス感染拡大の影響のため中止となったものの、特設ポータルサイトにて水中光無線通信技術等を発信した。さらに、

特許共同出願を行い、研究成果の最大化を着実に進めることができた。

さらに、新型コロナウイルス感染拡大の影響を鑑みて研究報告会「JAMSTEC2020」をオンライン開催したことで、新たなビジネス層の呼び込みに成功し、国内外参加者 600 名超への成果展開となった。成果の社会実装を意識したプログラム構成にしたことも功を奏した。また、講演者と参加者間での意見交換の場を設け、民間企業等の協働や利活用の契機となる構成としたことで、民間企業等から構成される賛助会（183 社）に対して、機構の研究開発成果や技術開発に関する情報を提供、見学会・意見交換・交流等を行った。これにより民間企業等との連携を一層深化させることができたことは高く評価できる。

地方自治体や地域企業等との連携強化を目的とし、「海と産業革新コンベンション」や「オープンイノベーションカンファレンスVI」等に研究開発活動や知財情報（シーズ）の出展、水中光通信技術について講演を行った。これにより地方自治体が推進する海洋産業振興施策へ貢献した。

研究開発成果の活用促進については、知財マネジメントの改革を継続し、研究者・技術者の着想を速やかに出願することに重点を置いた効率的な管理業務への移行を推進することができた。期限を区切ってライセンスの実施状況を整理し、また有償での活用見込が低い特許権を放棄し活用可能性を広げることによるイノベーションを促進する方針とした。その他、知財紹介ウェブサイトを拡充し活用促進を図った。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により、法人発ベンチャーへの出資が可能となることに伴い、出資業務に係る関連諸規程及び体制整備を行った。具体的には、「JAMSTEC ベンチャー」に対して支援の強化や、広報誌「Blue Earth」でのベンチャー特集記事掲載等を通して見える化を推進し、新たなベンチャー創出の機運を高めた。

加えて、次世代人材育成と創立 50 周年記念事業を中心として、魅力的な研究開発成果をコンテンツ化することで寄附を受けた。また、ユニークな取組

展示会や企業との意見交換等での発信のため、機構の深海バイオリソース提供事業や次世代「地球シミュレータ」の有償利用に関する産業界向けのリーフレットを研究開発部門と協力して作成した。

機構の目的に賛同した民間企業等が会員となっている賛助会では、機構の研究開発成果、技術開発に関する情報を提供しつつ、意見交換・交流等を行うことで民間企業等と連携強化を継続的に図っている。海洋関連企業のみならず異業種・異分野の企業への賛助会入会活動を推進し、令和2年度実績として賛助会会員数183社、会費総額79,835千円となった。令和2年度はセミナー・報告会はすべてオンラインでの開催とした。賛助会会員企業の若手職員を対象としたセミナーでは、地方自治体や関連協議会にも案内し交流範囲を広げるとともに、パネルディスカッションやネットワーキングタイム等、オンラインでの交流を図った。その他、会員向けイベントとして横須賀本部見学及び新江ノ島水族館見学会を実施した。

寄附金等の受け入れ体制の拡充のため、令和2年4月から機構ホームページにて寄附金Webページを公開し、Webフォームでの寄附申込み及びクレジットカード払いへの対応を開始した。特に令和2年度は機構初の取組として、2件の募集特定寄附金の募集を行い、特設Webページの公開、チラシ配布、対外イベントでの告知等による周知活動を行った。これにより、「最前線海洋研究の『実践』を通じた若手人材育成プロジェクトの実施に向けた寄附募集」（募集期間令和2年7月10日～12月31日）は、175件の寄附申込みをいただいた。「JAMSTEC 創立50周年記念事業」（募集期間令和2年10月1日～令和3年3月31日）は継続募集中である。これらの取組により、個人からの寄附が247件となり、寄附件数が大幅に増加した。

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、三井住友銀行が運営する大手企業と中小企業のシーズをマッチングするオープンプラットフォーム「Bizcreate」に参画した。また、新型コロナウイルス感染拡大下でも企業との交流・情報発信を継続して行うため、名刺管理アプリ「Eight」を新たに導入し、研究報告会等の発信やオンライン名刺交換、企業等とのメッセージ交流を実施することで、機構のフォロワー数を約1000人増加することに繋がった。

産学連携の可能性を広げるため、機構ホームページ上に設置した産学連携窓口を、研究報告会やシンポジウム等の特設ホームページに掲載し、また、名刺へのQRコード掲載等も通じて積極的に展開を行った。

としてトップセールスを進めている理事長から他国立研究開発法人に向けてレクチャーを実施した。今後も、国民や民間企業向けに次なる海洋科学技術の発展に向けた取組を行っていく。



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25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・ルールの見直し、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。

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。

令和2年度末時点で保有する知的財産は、特許権182件（国内110、外国72）、意匠権4件（国内2、外国2）、商標権23件（国内23）、プログラム著作権16件である（令和元年度実績：特許権214件、意匠権4件、商標権26件、プログラム著作権16件）。

令和2年度は、特許出願43件（国内16、外国27）を行い、特許権取得は23件となった（令和元年度実績：特許出願32件、特許権取得28件）。また、実施見込が低いと判断された特許権（権利満了を含む）55件を放棄した。

令和2年度知財収入は、21,488千円であった。画像映像利用申請は295件（令和元年度実績：370件）に減少したが、著作権収入は4,953千円であった（令和元年度実績：5,656千円）。また、プログラム著作権収入は15,239千円であった。

特許管理の適正化を目指して管理方法の改善を継続し、出願フローの見直しに続いて、特許の維持について運用基準を厳格化し、年限を区切ってライセンスの実績・具体的な引き合い等がない場合は放棄するなどの見直しを進めた。

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49件（特許実施許諾等の契約4件、プログラム使用許諾契約4件、サンプル提供に関する契約4件、商標や写真・動画などを活用した著作権利用許諾に関する契約12件、その他〈NDA等〉25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。合わせて独立行政法人工業所有権情報・研修館の開放特許情報データベースに登録をしている。

「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により法人発ベンチャーへの出資が可能となることに伴い、出資業務に係る関連諸規程及び体制の整備を進めた。併せて、出資業務に伴う利益相反マネジメントについても関連諸規程の改正を行った。また、JAMSTECベンチャー及びベンチャー創業相談に対して機構の支援措置の内容紹介・アドバイス等を行った。

地方公共団体等との連携として、横浜市が設置、機構が参画する海洋都市横浜うみ協議会のもと、海洋産業の振興・活性化を図り、新たな海洋産業の創出につながることを目的とした「海と産業革新コンベンション 持続可能な海洋産業とデジタル化～SDGs達成に向けて～」(略称：「うみコン2021」)(共催：海洋都市横浜うみ協議会、横浜市、海と産業革新コンベンション実行委員会)の企画・立案に協力した。今回は開催方式をオンラインに移行し

たことで、全国各地から参加者がある中で、機構の研究開発成果の発信、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、主に水産・漁業に関係する方々を対象として、津軽海峡におけるむつ研究所の海洋環境観測の実施状況や、観測で得られる海況データを収集・活用する取組を紹介する、第4回「海洋環境モニター報告会」を開催した。

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

神戸市では出展予定であった「Techno-Ocean2020」（主催：Techno-Ocean Network）が新型コロナウイルス感染拡大の影響により、会場開催が中止となったため、オンライン上での出展を行った。

#### 【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

特許出願件数について、知的財産管理の効率化を目指して管理フローの見直しを行い、あえて減少させたということであるが、その意図がどのような形で成果に反映されたかについて今後示していくことが求められる。また、特許に関しては、安全保障上重要な意味を持つものもあるので、そうした視点も勘案して知財戦略を策定していくことが求められる。

#### ②国際協力の推進

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

#### 【指摘事項に対する措置内容】

特許管理においては、新規出願の所内手続きを簡素化して迅速な出願を可能とする一方、経費の効率的な使用の観点から審査請求や、特に経費のかかるPCT出願の各国移行の必要性を厳格に判断する方向で見直しを行ってきた。この結果、国内出願数に大きな変化はないが、外国出願数については、年度によって増減があるものの、この取組を行ってきた最近2年間を通して見ると減少傾向にある。引き続き効果について注視していく。安全保障については令和3年度より関係部署による検討を開始する予定である。

令和2年度に行った国際協力の推進についての取組を以下に記載する。

(1) 国連を中心とした各種国際枠組み関係

#### ① ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）

IOC 協力推進委員会をオンラインにより開催し、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53回IOC執行理事会（オンライン開催）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関与と情報収集を行い、IOC の意思決定に貢献した。また、機構研究者がユネスコ政府間海洋学委員会西太平洋地域小委員会（WESTPAC）副議長としてWESTPAC 関連活動を主導した。また、令和2年10月から機構職員（事務主幹級）1名がIOC事務局（フランス・パリ）のP-4ポストに出向している。IOC事務局海洋政策・地域調整課

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

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

フランスとの協力については、深海観測の日仏協力プロジェクトの実現・達成に向けた具体的な検討・協議を進めた。インドとの協力については、MoES との協力覚書を踏まえ、新たな協力の可能性に

定等による効果的な連携体制の構築により、海洋科学技術分野の発展及び我が国の研究開発力の強化に繋げる。

令和2年度においては、IOC 執行理事会等を通じた情報収集や調整等、第2回持続可能な開発目標(SDG)14 実施支援国連会議(6月、リスボン)、アワオーシャン会合(8月、パラオ)、日仏政府間の包括的海洋対話及びその推進のための科学ワークショップ(10月頃、日本)、STS forum(10月、京都)、第3回北極科学大臣会合(11月、東京)、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。

(IOC/MPR)にて業務に従事している。その他、令和元年度から編集委員会(Editorial Board)に参加し、第2版の作成に貢献した世界海洋科学白書(Global Ocean Science Report: GOSR)が刊行された。本件レポートは IOC/UNESCO のウェブサイトにて閲覧可能である。

### 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

レギュラープロセスにおける専門家グループ(Group of experts)として機構研究者が参加しており、今般第2期 World Ocean Assessment (WOA II)が国際連合総会で採択された。採択された本件レポートは、令和3年4月に正式に発刊される。これに伴い、発刊イベントが開催され、機構研究者がスピーカーとして参加する。

### ③ 「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」への対応

国連海洋科学の10年に関する研究会(日本海洋政策学会と(公財)笹川平和財団海洋政策研究所とが共同で立ち上げ)に、機構役員及び機構研究者が研究会メンバーとして参加した。研究会が収集する「国連海洋科学10年事例集」に対し、機構から、国連海洋科学10年に資する活動として3件の事例を提供・登録した。「国連海洋科学10年事例集」は、令和3年3月に国連海洋科学の10年日本国内委員会のウェブサイトにて公開された。

IOC 西太平洋地域小委員会からの依頼に基づき、「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」の一環として、西太平洋地域における海洋科学の重要性を訴えるための動画プロジェクトの制作に協力した。機構の研究者がインタビューに応じ、西太平洋地域における海洋科学の重要性についての見解を述べた。

「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」の7つの柱のうち、人間を含む生態系に着目し、取り巻く環境にどんな課題があるのか、その克服に向けて私たちに何ができるのか等をテーマにした第17回「地球環境シリーズ」講演会『未来へ、豊かな生態系の海を届けるために～持続可能な開発のための海洋科学の10年～』をオンラインにて開催した。本件講演会の録画は YouTube でも公開している。また、「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年(2021-2030)」のCall for Action(令和2年10月～令和3年1月)において、Ifremer がリード機関として提案した Decade Programme "One Ocean Network for Deep Observation" (OneDeepOcean)において、パートナー機関として参画した。

について検討を進めた。

機構職員が関与した世界海洋科学白書(GOSR)第2版及び第2期 World Ocean Assessment (WOA II)の発刊は、今後国・地域・地球規模で政策立案者等に活用されることで、科学と政策の接点の強化に資することが期待される。

令和2年度においては、新型コロナウイルス感染症拡大により、国際的な移動の制限、国際会議の延期・中止が生じ、年度当初の計画通りに実施されたものではないものの、オンライン等を活用し実現可能な範囲で種々の取組を行った。上記に係るこれら取組の今後一層の充実が期待される。

IODP等の国際科学掘削計画については、現行IODPの後継となる国際的な枠組みにおける科学的指針の策定において J-DESC を通じて国内研究コミュニティの推薦やパブリックコメントの募集など取りまとめの中核的役割を果たし、国内外の連携と機構のプレゼンスの向上を図ることが出来た。また、新型コロナウイルス感染症の拡大下において学会や国際会議、普及広報活動の実施が多様な制限を受ける中、SNS や会議システムを活用した新たな情報発信や共有の場の形成を強化したところである。これら取組の今後一層の充実が期待される。

(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)

第 13 回アジア・オセアニア地球観測 (AOGEO) に関する政府間会合 (オンライン) に、機構研究者が AOGEO 調整委員会共同議長として関与、参加した。

② STS forum 2020

STS forum 2020 の附帯会合である気候変動と地域適用の問題に着目した“Regional Action on Climate Change (RACC)” に対し協力を行った。また、機構研究者がスピーカーとして参加し、宣言 (Statement) の作成・とりまとめに関与した。RACC の結果及び当該宣言については、RACC の全体チェアから STS forum に対し報告されている。宣言自体も気候変動と地域適用の問題についてとりまとめた文書として、STS forum 2020 のウェブサイトにて公開されており、誰でも閲覧可能である。

③ その他

2020 年度中の開催が予定されていた第 2 回持続可能な開発目標 (SDG) 14 実施支援国連会議 (令和 2 年 6 月、リスボン)、アワオーシャン会合 (令和 2 年 8 月、パラオ)、第 3 回北極科学大臣会合 (令和 2 年 11 月、東京) 等は、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、延期又は中止となった。

(3) 二国間協力

① フランスとの協力

日仏政府間の包括的海洋対話及びその推進のための科学ワークショップは、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により令和 2 年度中は開催されなかった。一方、機構とフランス海洋開発研究所 (L'Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer: Ifremer) とは、オンライン上で複数回の会議が行われており、深海観測の日仏協力プロジェクトの実現・達成に向けた具体的な検討・協議が進められている。

② インドとの協力

令和 2 年 11 月に第 10 回日・インド科学技術協力合同委員会が開催された。機構からは研究者 (1 名) が参加し、海洋科学分野における取組の現状を確認し、さらに、両国の新しい取組や今後の展望について意見交換を行った。

令和 3 年 2 月に在京インド大使館 (協力: 文部科学省、インド地球科学省 (Ministry of Earth Sciences: MoES) により India - Japan Webinar on “Marine Plastic Prevention and Management” が開催され、機構からは理事 (研究担当) 及び研究者 (3 名) が講演者として参加した。

(4) 海外の海洋研究機関等との協定等による効果的な連携体制の構築

- ① 米国海洋大気庁（NOAA）と締結している覚書に基づき NOAA-JAMSTEC 定期会合（NOAA-JAMSTEC Joint Executive Meeting）をオンライン形式で開催した。これまでの両機関における研究協力活動のレビューを行うとともに、更なる協力に向けた意見交換並びに「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」に資する様々な研究分野に跨る活動について、活発な議論を行った。
  - ② 海外研究機関との協力のため、機関間協力覚書（Memorandum of Cooperation: MOC）の締結を行った。令和 2 年度は、4 件の MOC を締結・更新した。
  - 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（オンライン）に参加し、POGO の意思決定に関与した。また、POGO 設立から 20 年を機に制作された、POGO の活動、成果等を紹介する動画に役員が出演する等、その制作に協力・貢献した。
  - ④ 海洋問題解決に向けた国際ワークショップ：笹川平和財団海洋政策研究所・アブドラ王立科学技術大学（KAUST）共催による「海洋問題解決に向けた国際ワークショップ（Ocean Solutions Conference）」では、サウジアラビアと日本の G20 における海洋環境改善に向けたパートナーシップ強化に向け、機構役員及び研究者（2 名）が参加した。機構からは、機構と KAUST による紅海における共同研究航海等についての発表がなされた。
- (5) 安全保障輸出管理
- 66 件余りの所内審査を実施し、内 14 件の経済産業大臣への個別許可申請を行った。過去 5 年間における機構の AUV（Autonomous Underwater Vehicle）を領海外の海域で運用した実績を調査し、経済産業省に対し報告した。
- (6) IODP の後継となる科学的指針「2050 Science Framework」の策定への貢献及び国内普及活動
- 令和 2 年 10 月に出版された IODP の後継枠組みにおける科学的指針「2050 Science Framework」の策定において、J-DESC を通じて策定に直接携わる国内研究者 6 名を国際執筆・レビューチームに派遣、途中稿に対する国内コミュニティからのインプットの促進、制作費分担金の負担など、策定から出版までの各段階で大きく貢献した。
- さらに、J-DESC の研究者らと協力し、「2050 Science Framework」への日本の関わりや社会に及ぼす影響などを一般向けにわかりやすくまとめたパンフレットを作成し、ウェブ上で公開するとともに関連大学等へ配布するなど普及活動を行った。
- (7) ICDP 掘削提案促進ワークショップの開催支援

国内研究者の ICDP 参画を促進するため、J-DESC 主催の「ICDP 掘削提案促進ワークショップ」を開催し、そこで紹介・ブラッシュアップされた陸上掘削提案のアイディアの一部が ICDP プロポーザルとして提出された。

(8) IODP の普及・広報及び次世代人材育成活動の拡充

新型コロナウイルス感染症拡大により学会やイベント等の開催の制約が大きい状況下にあつて、特に若い世代を中心に IODP の認知度向上を図るため、YouTube チャンネルの開設、休校期間中の高校に向けたリモート授業の実施など、インターネットを通じた新たな普及・広報活動を強化した。また、「ちきゅう」を用いた表層科学掘削プログラム (SCORE) における「教育乗船枠」の導入や、高知コアセンターに保管されたコア試料の活用促進と教育効果を兼ねる「レガシーコアサンプリングの学生旅費支援制度」の設計など、IODP 及びその後継プログラムを担う次世代人材育成の新たな取組を実現した。

(9) IODP への日本の参画における継続的支援

米国及び欧州の IODP 主導機関と連携し、IODP 航海の乗船研究者の募集、評価、推薦等を滞りなく進めた。新型コロナウイルス感染症拡大にともなう IODP 航海計画の状況変化や関連機関の対応方針に沿って、必要な乗船者支援を実施した。(なお感染症拡大の影響により年度内に予定されていた IODP 航海は全て延期となったため、旅費支援は発生せず)

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 2 名が機構研究者)、環境保護安全パネル (Environmental Protection and Safety Panel, EPSP) の委員 1 名、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、ジョイデス・レゾリューション運用委員会 (JOIDES Resolution Facility Board, JRFB) 委員 1 名、及びそれらの会議への日本からのオブザーバー等の派遣を継続した。(なお会議は全てオンラインで行われたため旅費支援は発生せず)

(10) 機構コアサンプルの 2 次利用

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

(11) JAMSTEC Young Research Fellow

令和元年度からの「JAMSTEC Young Research Fellow」制度により国内外の優秀かつ多様なポスドク人材を確保するため、機構のリクルートページにも現在 Young Research Fellow である外国人のインタビューを掲載することにより、機構での業務や日本での生活のイメージ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た。令和2年度のJAMSTEC Young Research Fellowの公募では、前年（94件）より多い102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を採用した。新型コロナウイルス感染拡大の中で入国が困難な外国人研究者については入国までの間テレワークでの勤務を可能とし、機構での研究活動を行うことを可能とした。

### ③外部資金による研究開発の推進

機構の研究開発を一層加速させ、成果の更なる発展等に繋げていくため、国や独立行政法人及び民間企業等が実施する各種公募型研究等に積極的に応募し、委託費、補助金及び助成金等の外部資金による研究開発を推進する。特に、国の政策課題等に係る施策への参画を通して我が国の海洋科学技術分野の発展に貢献するとともに、民間資金の積極的な導入に努める。

令和2年度は、科学研究費補助金をはじめとした競争的研究費及びその他受託研究費、助成金といった外部の研究資金を507件、総額67.0億円を受け入れた。このうち、科研費については課題数416件、金額9.7億円であった。

課題数及び獲得額は、令和元年度を下回る結果となったが、この要因は科研費の獲得が令和元年度比 $\Delta$ 2.0億円であったほか、気候変動適応技術社会実装プログラム、ポスト「京」重点課題などの終了によるものと考えられる。

科研費についても採択件数及び獲得額は減少したものの、新規採択率は依然として高く、35.6%（全国平均は27.4%）であった。また、新規応募数50件以上の国立研究開発法人及び独立行政法人の中では当機構の新規採択率は5位（※集計時点で採否が公表されていない一部種目を除く）であるほか、当機構の科研費獲得額は、国立研究開発法人及び独立行政法人の中では、依然として上位（令和2年度は4位、令和元年度は3位※注記については上記同）であるなど、研究者の競争力は他機関に比べ非常に高い水準にあることから、今後は積極的な応募をより促すとともに、申請支援（相談員制度など）についても引き続き実施していく。また、若手研究者の挑戦的な研究を最長10年間支援するJSTの新プログラム「創発的研究支援事業」についても、15件応募し3件が採択された（採択率は全国で10%、機構応募課題は20%）ことから、当機構として積極的な応募が獲得額の増加に結び付くと考えられる。

なお、競争的研究費としては、令和2年度は「戦略的創造研究推進事業」で新規2件、「ムーンショット型研究開発事業」で新規3件、環境研究総合推進費で新規に3件が採択される等、公的研究費の獲得などを通じて国の政策課題等へ参画を果たし、我が国の海洋科学技術分野の発展に貢献した。

令和2年度の外部資金の受入課題数は507件、総額67.0億円となり、課題数、金額ともに令和元年度を下回る結果となった。主たる減要因は科研費の獲得減のほか、気候変動適応技術社会実装プログラム、ポスト「京」重点課題などの終了によるものと考えられるが、引き続き獲得に向けた努力を進めることとしたい。業務受託（民間資金が大半を占める）の獲得額は大きく伸びたが、件数は横ばいであることから、こちらについても引き続き獲得に向けて努力していく。このように競争的研究費を取り巻く状況は大きく変化しつつあるが、PI人件費の活用方針をいち早く定めるなど、着実にキャッチアップしている。以上から、計画通り業務を着実に実施したと考える。

民間資金の導入については、業務受託を 19 件（うち、新規 15 件）、5.5 億円を受け入れたほか、助成金として、民間企業や財団法人などから 17 件（うち、新規 10 件）、0.4 億円の受け入れを行い、結果として、金額ベースでは令和元年度を上回る結果となった。

機構賛助会の運営、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 79,835 千円の会費を受領した。その他、寄附金等の受け入れ体制の拡充に取組み、4 月から Web フォームでの寄附申込み及びクレジットカード払いへの対応を開始した。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

外部資金について、多様化を図り、民間資金の積極導入に努めるなど、採択件数及び獲得額の増加に向け、組織としての取組をより強化する必要がある。

【指摘事項に対する措置内容】

当機構は、研究者が探してくる様々な公募財源を積極的に受け入れる姿勢を取っている。令和 2 年度は特に海外の研究財団や海外機関による助成金の獲得額が急伸し、計 17 件（件数は昨年同）、獲得額は前年比 1.46 倍となった。また、船舶を利用した業務受託（民間資金含む）も、計 19 件（件数は昨年とほぼ同）、前年比 1.75 倍となり、それぞれ躍進した。

獲得額の増加に関する取組については、他機関・他大学の例を参考に検討しているところであるが、「競争的研究費における制度改善（令和 2 年 5 月 29 日 文部科学省事務連絡）」における、PI 人件費の活用に関する機構方針を他機関に先駆けていち早く策定し、令和 2 年 7 月に文部科学省へ届け出た。方針では対象を、競争的研究費のみならず、民間から受け入れる資金も制度の対象として設定しており、関連する規程類の整備も行った。また、バイアウト制度についても同様に実施要領を策定し、外部資金の獲得意識の向上に資する取組を積極的に推進した。

④若手人材の育成

海洋科学技術分野における若手人材の育成及び人材の裾野の拡大に向け、機構として一貫した戦略の下で、若手人材の育成は機構職員一人ひとりが果たすべき重要な役割との認識を持ち、大学等他機関との連携体制を構築して効率的・効果的な取組を推進する。具体的には令和 2 年度は以下の施策を実施するとともに、各施策の有効性について留意しながら、より効果的な人材育成施策を展開するための改善や拡充に取り組む。

国内の大学・大学院等と連携大学院にかかる協定締結を継続し、大学院等との連携体制のもと、事業を推進した。また、民間企業とは、セミナーを開催し、多種多様な業種、職種から多くの参加があり、連携を深める一助となった。

水中ロボット技術に関する若手人材育成イベントにおいては、関係学会をはじめ、地方自治体と協力し、オンライン開催・広報を支援した。全国から中高生など 200 名以上が参加し、若手人材に水中ロボット研究の楽しさと重要性をアピールした。

加えて、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを令和元年度に引き続き



・連携大学院や民間企業等と連携体制を構築し、国等が推進する人材育成事業等も活用して、若手研究者・技術者や大学院生等を国内外から受け入れ、機構の優れた研究開発環境を提供するとともに、それらの人材が研究開発に専念するための各種支援を行う。

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

国内 16 の大学・大学院等と連携大学院にかかる協定締結を継続し、大学院等との連携体制のもと、指導を行った。また、賛助会若手交流セミナーでは、地方自治体や関連協議会を通じた民間企業や地方自治体等の巻き込みをはかった結果、多種多様な業種、職種から多くの参加があり、連携を深める一助となった。参加者アンケートでは、参加者の 57.7%がとても満足、42.3%が満足という回答を得た。その他、機構の施設・設備を活用した、水中ロボット技術に関する若手人材育成イベント（主催：水中ロボネット、後援：神奈川県、横須賀市など）に対し、オンライン開催・広報を支援した。イベントには全国から中高生など 200 名以上が参加し、福島県からロボットの遠隔操作を試みるなど、若手人材に水中ロボット研究の楽しさと重要性をアピールした。

海洋科学技術分野の若手人材育成に向けて、創立 50 周年を記念したプロジェクトの一つとして、母校訪問プロジェクトを立上げ、2校の高校に、キャリアパスや仕事の醍醐味を伝えるオンラインでの講演を実施し、今後の若手人材育成につなげた。

令和元年度に引き続き、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを実施した。令和3年3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 84 名の中から選ばれた7名が「よこすか」に乗船、機構の実際の研究開発の現場を体験し、7名の中から3名が「しんかい 6500」による潜航調査を体験した。参加学生の感染防止対策の一環として、乗船前に PCR 検査の実施、事前研修のオンライン化などを実施した。本プロジェクトへの参加がきっかけとなり、他分野から地球科学分野の大学院に進学した参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。また、航海で得たサンプルを用いた研究を希望した参加学生もおり、当該学生に対しては、機構研究者による指導・助言（共同研究）を実施した。当該学生は、学会発表

実施した。全国の大学生を対象に、機構が保有する潜水調査航海に参画し、実際に有人潜水調査船「しんかい 6500」に乗船させ、JAMSTEC の実際の研究開発の現場を体験させた。本プロジェクトへの参加がきっかけとなり、他分野から地球科学分野の大学院に進学した参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。

その他、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトの取組について、動画を作成し、機構ウェブサイトと SNS を通じて紹介を行い研究成果の社会還元を行った。

や科学論文の執筆・投稿に挑戦するなど、プロジェクト実施後の若手人材育成についても精力的に実施し、成功を収めることが出来た。

海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトの取組について、研究開発に従事する職員の取組や、研究開発に臨む考えなどを紹介する動画を作成した。機構ウェブサイトとSNSを通じて紹介を行い、YouTubeチャンネルでは3,600回の視聴があった。また、若手人材育成航海の活動について新聞社からの取材をアレンジした。更に、機構内においても Young Research Fellow のような博士号を取得した若手研究者について自らの研究課題の業績を伸ばし、研究者として更なる飛躍を遂げられるように個別にメンターを置いてサポートを行っている。

#### ⑤広報・アウトリーチ活動の促進

機構の研究開発や海洋科学技術による社会的・政策的課題、地球規模の諸課題の解決への対応を始めとする機構の取組について国民に広く認知・理解されるよう、普及広報対象者の特徴を踏まえた戦略的な広報活動を行う。

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大により、従来広報課が実施してきた、施設や船舶の一般公開をはじめとする接触型広報活動が全く行えなくなった。そこで、この新型コロナウイルス感染拡大の中という逆境を変革の追い風と捉え、これまでの接触型広報からオンラインを活用した非接触型広報への方針転換を加速した。オンラインを最大限活用したコンテンツを通じて、より国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に方針転換し、数々の成果とともに奏功した。上記のような観点で実施した令和2年度業務実績について、代表的な事例を以下に記載する。

- ・新型コロナウイルス感染拡大に伴う政府の緊急事態宣言による全国一斉休校を受け、自宅学習中の小中高生に向けて海洋や地球科学をもっと理解してもらうため「JAMSTEC For Students」と名付けた特設サイトを機動的に立ち上げ、「JAMSTEC チャンネル“海の研究”こども質問部屋」や「書評：海と地球を語る」等のコンテンツをオンライン上でまとめて提供した。
- ・文部科学省「一家に1枚ポスター」企画では、これまで元素周期表や超伝導、太陽、くすりなど、純粋な科学をテーマにした内容が中心であったところ、文理融合の観点から、様々な社会課題を有する「海」をテーマとした企画立案に取組み、海洋の分野から初めて採択された。その後、一家に1枚「海」の学習資料を作成し、紙媒体のポスターは全国の小中高高等学校及び博物館等へ29万枚配布された。また、文部科学省及び機構のウェブサイトやSNSを通じて、国民に「海」の大切さを広く発信する施策を実施した。さらに、GIGAスクール構想により学校現場で今後一人1台の端末が実現することなども踏まえ、紙媒体とリンクした特設ウェブサイトを制作、さらにオンラインを活用することで、海にまつわる研究開発を全国民が認知し、理解を広げるために戦略的な活動を行った。

新型コロナウイルス感染拡大の影響により接触型の広報活動が制限される中、広報戦略変革へのチャンスと捉え、オンラインを最大限活用したコンテンツを通じてより国民生活へ浸透した広報手法へと抜本的に方針転換した。オンラインシステムを利用した取材受入体制やオンラインイベント開催にすばやく対応したことは、報道対応としては首都圏メディアの他、地方メディアの取材受入も可能となり、取材対応件数は令和元年度よりも増加することとなった。また、オンラインシステムを通じて研究のリアルな現場を伝える機会が増加したことで、これまで以上に広く多くの国民の興味関心を惹きつけることができた。加えて、オンラインコンテンツを充実させたことや、普段見ることができない研究航海中の船上等からの情報発信等の新たな広報活動を試み、多くの国民に情報を届けるよう工夫を行い、広報・アウトリーチ活動を推進した。

このような取組の結果、イベント実施などの接触型広報活動からデジタル化が進む現代社会に合わせたオンラインを活用した非接触型広報活動へ、またDXをきっかけとした国民生活に浸透した広報への転換を加速することができ、広報・アウトリーチ活動の在り方そのものを変革することに成功した。

- ・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。
- ・オンラインコンテンツ等の活用により、普段は聞くことができない研究者の生の声や、見ることができない研究のリアルな現場を、これまで以上に広く全国に発信することができた。これにより、従来の広報活動では実現できなかった研究をより身近に感じられる広報発信を実現し、広報活動の在り方そのものを「国民生活浸透型」広報へと改革することに成功した。その代表的な事例を含む、主な広報活動を以下に記載する。
- ・注目度の高い西之島の調査航海や「みらい」による北極航海などを、臨場感を重視した様々な手法で広報した。特に前者ではSNSを通じリアルタイムな研究船の活動を発信した。後者ではタイムラプスカメラを設置し、北極海への旅路を追体験し、また北極海に広がる絶景に触れてもらうコンテンツを制作した。
- ・オンライン環境下で授業や仕事を行う者が増えていることから、自宅で過ごす時間が増えることを想定し、機構の施設に来訪しなくとも、オンライン上で回遊しながら海の研究を身近に感じられるコンテンツとして「JAMSTECパーク」や、オンライン会議システム（Zoom 等）の背景として使えるオリジナル壁紙、オリジナルのソーシャルディスタンスロゴのデザイン制作等、「離れていても楽しめる・親しめる」新たな試みを積極的に行い、数々の実績をあげた。
- ・令和3年3月11日が東日本大震災から10年となることを大きな節目と捉え、これを機に、海域地震火山部門を中心に連携し、震災直後から10年間の研究開発の成果や特集記事を掲載することで、地震研究の重要性をあらためて国民に広く周知した。また、論文が『Science』誌に続けて掲載されるなど、研究成果が著しい海底生命圏研究を特集したウェブサイトについて制作企画を行った。
- ・令和3年が機構の創立50周年にあたることから、これを研究開発活動のさらなる理解増進、認知度向上へ繋げるための好機と捉え、機構のリブランディング活動を実施した。具体的には、「50年後のJAMSTEC」をテーマに、有志職員によるワークショップ形式で「JAMSTECのあるべき姿」を議論し、50周年のスローガン「Sailing for the Earth, Diving for Science & Technology」を策定するとともに、それに基づく周年ロゴマークデザインを職員投票にて決定した。
- ・新型コロナウイルス感染拡大の中、テレワーク環境でのオンラインワークショップという新たな手法に初めて取組み、スローガンを打ち立てることに成功した。また、7月23日の「海の日」には、社会とつながるJAMSTECを強調したブランディング動画を公開し、機構の研究開発は社会や国民と共に進むものと

いう明確なメッセージを打ち出した。さらに、創立 50 周年事業の各種活動を国民に広く理解してもらうための特設サイトを開設し、機構が歩んできた 50 年の歴史や各種企画について効果的に発信するためのプラットフォームを整備した。

- ・若年層向けのアウトリーチプログラムとして、地球環境、地球内部変動、深海環境等の機構における研究開発課題の科学的背景やその意義、遂行への情熱等の理解を深めてもらうための新規プログラム「Project MOTHER」(プロジェクト・マザー)を企画し、中高生を主なターゲットにプログラム制作を行った。新型コロナウイルス感染拡大の中、オンラインでのプログラム実施にかかる様々な制約を乗り越え、「千葉市科学館」や「横須賀海洋クラブ」に対して、感染予防策を講じながら試行プログラムを安全に実施した。
- ・研究開発部門が主催する「地球環境シリーズ」講演会、「革新的深海資源調査技術報告会」、「研究報告会 JAMSTEC2020」などのシンポジウムを実施。多くの国民に研究成果の情報を届けるよう工夫を行った。
- ・海と地球の情報誌「Blue Earth」について、165 号「こんな技術がほしかった!」、166 号「東北地方太平洋沖地震から 10 年次の巨大地震・津波に備える」、167 号「極端化する気象について、今こそ話そう」を制作し、発行した。制作に際しては、読者ターゲットについて再検討を行った上で、最前線の研究者からの取材情報をもとに、難解な研究内容を理解してもらえるよう、分かりやすい文体、見出しの簡略化やデザイン構成などの工夫を施した。

- ・機構だけでは広報活動が難しい層へも広く周知するために、各種メディア、企業、科学館、博物館、水族館等、分野を問わない様々な外部機関と連携し、双方が相乗効果を期待できる形での取組を行う。

機構独自ではリーチすることが難しい一般層に対して、機構の認知と研究開発活動への理解を得るため、新たにコラボレーションを企画した。連携先のファン層を通じて効果的に機構の事業活動を伝えた。また日常生活の中に溶け込んだコンテンツとすることで、研究をより身近に感じられる広報発信を実現した。その代表的な事例を含む、主な広報活動を以下に記載する。

- ・小学校の低中学年を狙ったコクヨの IoT 文具「しゅくだいやる気ペン」の新テーマ制作の監修を行い、機構の研究活動の紹介を通じた興味関心を獲得することにつなげた。この商品は「2020 年ヒット商品番付」にも選出された。「しゅくだいやる気ペン」のコラボレーション第 1 弾として、海と地球の探求をテーマとした「うみのふしぎの庭」の制作に監修協力した。見える化される日々の努力によって手に入れる機構にまつわる様々なアイテムや海の不思議(知識)を通して海の世界に日々想像を膨らませてもらうことで、機構への興味喚起を図ることがで

- き、国民の生活に浸透した広報活動の好事例となった。
- ・オンライン開催シンポジウム「我々は東北沖地震から何を学んだか？ーその時何が起こり、これからどうなるのかー」を東北地方太平洋沖地震から10年を機に、これまで東北大学と連携して行った調査研究の成果を発表した。機構横浜研究所と仙台市にある東北大学からのリアルタイム2元中継とすることで、聴講場所や人数による制限を受けないシンポジウムを開催することができた。参加場所を問わず大多数が参加可能な非接触型のオンライン広報を実現させた。
  - ・本格的に深海を初めてバーチャルリアリティ（VR）映像化した映像作品「深海 VR」について、科学技術映像祭受賞による全国科学館での上映、国際映画祭への出展、ソフトバンク社への配信許諾を行った。「深海 VR」のYouTubeチャンネルでの再生回数は、630万回を超え、「深海」という生活から離れた空間を、VRによる新たなツールで国民により身近な存在へと引き合わせることで、理解増進に大きく貢献した。
  - ・海洋地球科学の入門書として、機構研究者の全面協力により一般・大学生向けに分かりやすく解説した『地球科学入門』（平朝彦・機構共著）を長期間にわたった制作の末に完成させた上で、出版企画を交渉し、講談社から発行した（初版5,000部）。2021年2月には重版（2,000部）となり、Amazon売れ筋ランキングでも1位（地球科学分野）を獲得するなど、国民の海洋地球科学に対する理解増進に大きく貢献した。  
科学館・博物館等との連携企画の主な広報活動を以下に記載する。
  - ・国立科学博物館企画展「学術研究船白鳳丸30年の航跡」の共催による展示を実施した（展示期間：令和2年11月10日～12月13日）。本企画展の関連イベントとして、研究航海中の船舶であった「白鳳丸」とライブ中継を実施した。また研究航海の様子をYouTubeで配信した。参加場所を問わず、多数が参加可能なオンライン上で、具体的な体験の場を提供するイベントを併せて実施した。リアルかつオンラインの広報活動として成功させた。国立科学博物館の企画展シリーズとして、来場者は過去最多となる21,606名となった。
  - ・日本科学未来館の常設展示改修に監修・協力した（令和3年3月2日から公開）。コンセプト立案当初から展示内容について提案し、科学掘削や海底下生命圏の研究など機構の最新の研究活動を反映した展示を行った。
  - ・福井県立恐竜博物館春季企画展「生命躍る海～その知られざる世界を探る！」の展示協力（展示期間：令和3年3月20日～5月9日）を行った。SDGs「14 海の豊かさを守ろう」の理念を

・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。

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

メディア露出件数が令和元年度は減少している理由を分析し、今後の広報戦略に役立てる必要がある。

反映してテーマ設定される中、機構は海底資源、深海生物のサンプル提供や解説の監修を行った。開館 20 年の同館で海洋に関する初の展示となった。

- ・ 文部科学省エントランスにおいて、機構、特に地球環境部門の北極研究、海洋マイクロプラスチック研究の活動について紹介するポスターの展示を行った。
- ・ 新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、すぐさま取材対応の全面オンライン化を実現したことで、首都圏メディアの他、地方メディアの取材受入も可能となり、取材対応件数は大きく増加した。自ら撮影した映像を素材として提供するなどの対応で報道機関からも好評を得た（「はやぶさ2」、海底下微生物、ヨコヅナイワシ等）。
- ・ 東日本大震災から 10 年を機に、機構の研究開発の成果の周知と理解増進のため、メディア意見交換会（全 3 回）を開催した。番組等への取材案内に加えて、ウェブサイトでの特集記事掲載などを研究部門と連携して実施した。連載コラムやシンポジウムとも連携して特集を企画し、震災 10 年の記事を執筆する記者に良いタイミングで的確な情報をインプットすることに成功した。特に地震シミュレーションに関しては多数のメディアで報道された。
- ・ その他、「白亜紀の海底堆積物から微生物」「ヨコヅナイワシ発見」などのプレスリリースに伴い、「話題の研究 謎解き解説」として、研究者のコメントや関連映像をまとめ、YouTube ライブやウェビナー等で発信した。
- ・ 機構船舶において嚴重な新型コロナウイルス感染防止対策がとられる中、研究プラットフォーム運用開発部門と連携し、北極海、西之島等注目を集める海域での乗船取材を受け入れ、貴重な映像の撮影機会を提供し、最前線の研究紹介を行った。

【指摘事項に対する措置内容】

令和元年度にメディアの露出が減少した主な要因は、大きな注目を集めた南海トラフ掘削計画が平成 30 年度に終了したことが影響している。また、従来の接触型の広報活動では各メディアに対する訴求が十分でなかったと推察される。それに対し令和 2 年度では、新型コロナウイルス感染拡大の影響で接触型の広報活動が制限されたことにより、取材対応の全面オンライン化や、様々なオンラインコンテンツの開発等、非接触型広報活動への転換を図った。この非接触型広報活動への転換が成功したことにより、特に報道対応としては首都圏メディアの他、地方メディアの取材受

入も可能となった。これにより機構主体のプレス発表件数は令和元年度から減少して 23 件（令和元年度 32 件）であったにもかかわらず、取材対応件数は大きく増加し、結果として 2,018 件（令和元年度 1,973 件）のメディア露出があった。また研究のリアルな現場を伝える機会が増えたことで、これまで以上に広く多くの国民の興味関心を惹きつけることに成功した。

【評価軸】

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

【関連する指標】

（評価指標）

- ・国内の産学官の研究機関との連携や知的財産等の利活用に向けた取組状況及びその成果
- ・海外の研究機関等との連携や国際的枠組みへの参画に向けた取組状況及びその成果
- ・外部資金の獲得に向けた取組状況及びその成果
- ・海洋科学技術分野における若手人材の育成や人材の裾野の拡大に向けた取組状況及びその成果
- ・広報、アウトリーチ活動の取組状況及びその成果 等

（モニタリング指標）

- ・学術誌への論文等掲載数、特許出願件数、知的財産の保有件数、実施許諾件数
- ・外部資金獲得額、件数
- ・国際共同研究契約件数・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数、研究生・インターンシップ生の受入人数
- ・広報媒体における企画数及びアクセス等反響状況 等

（モニタリング指標）

- ・学術誌への論文等掲載数：626 本
- ・特許出願件数：43 件（国内 16 件、海外 27 件）
- ・知的財産の保有件数：特許権 182 件（国内 110 件、外国 72 件）、意匠権 4 件（国内 2 件、外国 2 件）、商標権 23 件（国内 23 件）、プログラム著作権 16 件
- ・実施許諾件数：4 件
- ・外部資金獲得額、件数：507 件、67.0 億円
- ・国際共同研究契約件数：37 件（IA 締結数）
- ・国内外の研究機関から受け入れた若手研究者数  
JSPS 特別研究員等：5 名  
Young Research Fellow：6 名
- ・研究生：106 名
- ・インターンシップ生の受入人数：148 名

(2) 大型研究開発基盤の供用及びデータ提供等の促進

- ・ 広報媒体における企画数：88 本
- ・ 反響状況（アクセス数）：8,619,382 回

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

補助評定：A

本項目に係る年度計画に照らし、予定どおり、あるいは予定以上の成果が創出されたことに加え、フローチャートにおけるアウトカムの一部に到達したことなどを総合的に勘案した結果、自己評価を「A」とする。評価軸ごとの具体的な根拠については以下のとおり。

【評価軸：研究開発基盤の供用やデータ・サンプルの利用拡大を図ることにより、我が国の海洋科学技術の水準向上及び学術研究の発展に貢献したか。】

SIP や ArCS II、メタンハイドレート事業の調査等のナショナルプロジェクトや、民間プロジェクトへの調査船舶の供用を計画通り積極的に進めることが出来た。また、欧州主導の IODP 航海に「かいめい」を供用する MOU を締結しつつ外部資金も獲得した他、米国、ミャンマー、サウジアラビア等と船舶共用に関する調整を進めており、国際的なネットワークの醸成に貢献できている。

新型コロナウイルス感染拡大の影響により4月から7月までの調査船舶停船措置を実施した中、再度運航計画線表の引き直しと各所との調整を実施し、物理的に不可能であった、2つの外航を除くすべての研究課題に対し、計画通り研究活動実施の機会を提供できた。さらには、中止となった外航分のシッパタイムの有効活用を目的に追加課題の公募も実施し、新たに2航海を追加出来たことは非常に高く評価できる。

国策プロジェクトや、各大学・研究機関、民間企業などの利用に計算資源を提供し、利用機関数は148機関に増加した（令和元年度147機関）。特に公募課題での利用が活性化した。



機構は、海洋調査プラットフォーム、計算機システム、その他の施設及び設備を、機構の研究開発の推進や各研究開発基盤の特性に配慮しつつ、SIP等の政策的な課題の推進に供する。

また、革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)等の我が国の科学技術を支える共用基盤の一環として積極的に貢献する。

さらに、海洋科学技術の向上を目的として、公的資金、民間資金の別を問わず外部資金の積極的な確保も含め、産学官の多様な機関への利用にも供する。そのため、これらの研究開発基盤の安定的な運用と利便性の向上に取り組む。

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。

#### 【海洋調査プラットフォーム】

文部科学省北極域研究加速プロジェクト(ArCSⅡ)及びSynoptic Arctic Survey(SAS)による北極域国際連携同時事業や、SIP「革新的深海資源調査技術」等の政策的な課題の推進のために船舶を供用し、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、国からの受託のみならず、商業利用の入札やファシリティを持たない国、研究コミュニティへの積極的な働きかけを行い、以下の結果を得た。

- ・欧州のIODP推進機関であるECORDからの外部資金を用いた航海を受託。
- ・民間資金によるメタンハイドレート事前調査においては、当初は曳航体での公募に対して民間のニーズを深掘りし、深海巡航探査機「うらしま」(水中ドローン)の活用を提案し採択された。また要求されたデータの高精度取得を完遂した事により、海底事前調査におけるAUVの有効性が民間市場で認識され、更には本調査となる「ちきゅう」を用いた事前掘削と生産試験へのパッケージプランニングによる産業利用も視野に入れる等、我が国の深海調査分野における機構のリーダーシップとプレゼンスを発揮した。

現行IODP期間(2013~2023年)以降の新たな枠組みについて、1年半以上にわたる国際的な議論において主要な役割を果たしながら、2050年までの海洋科学掘削の指針を示した科学計画書「2050 Science Framework: Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling」(2020年10月公開)の作成に貢献した。

また、海洋調査プラットフォームの効率的かつ国際的な運用に資する取組の一つとして、欧州海洋研究掘削コンソーシアム(ECORD)のIODP研究航海に「かいめい」を供用する計画の実現に向けて関係機関との調整を図りつつ準備を進めた。(2021年4月上旬より同研究航海を開始する予定)。日本(機構)を含め12か国の研究者が参画する同航海では、「かいめい」の持つ低擾乱長尺コア(地質試料)採取能力を駆使することにより5万~10万年前まで遡る詳細な古地震記録が得られると期待され、国際枠組みの中において得難い研究材料と高水準な研究の場を提供することで、日本のリーダーシップの下での科学成果創出と国際プレゼンスの向上に貢献している。

#### 【計算機システム】

SIPやArCSⅡ、メタンハイドレート事業の調査等のナショナルプロジェクトや、民間プロジェクトへの調査船舶の供用を計画通り積極的に進めることができた。また、欧州主導のIODP航海に「かいめい」を供用するMOUを締結しつつ外部資金も獲得した他、米国、ミャンマー、サウジアラビア等と船舶共用に関する調整を進めており、国際的なネットワークの醸成に貢献できている。

文部科学省の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949万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、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、令和元年度30件に対し、令和2年度は43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5課題に対して約157万ノード時間積を提供した。これは過去最多件数であった。

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28件、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、令和元年度の147機関から令和2年度では148機関に増加した。所内課題審査調整委員会において、研究成果の生産性の指標として過去3年分の平均論文数と、研究実施の計画性の指標として過去3年分の平均利用実績を用いた数値指標『スコア』を導入した評価によって、採否及び資源配分の調整を行った。課題の利用状況等(計算資源の利用実績率:(スコア導入前)平成30年度84.97%、(スコア導入後)令和元年度96.24%、令和2年度93.27%)から、客観的かつ合理的な割り当ての有効性を確認できたため、同種の工夫を次期ESの供用でも適用予定である。

「地球シミュレータ」の利用分野は、公募課題で大気・海洋11件、固体・宇宙8件、環境2件と全28課題中21課題(75%)が海洋地球科学関連となっており、この分野の研究基盤として「地球シミュレータ」は重要な役割を果たしている。

「地球シミュレータ」での成果専有型有償利用制度の継続的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5件、DAで6件の利用、利用等収入784万円を達成した。従来の有償利用者でない新規利用者は3件(DA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。さらに機構賛助会員(民間企業)からのDA利用やESトライアル利用(無償利用)もあった。

「地球シミュレータ」の運用を行い、計画保守・計画停止を除くノード停止時間が全体の0.04%(可用性99.96%)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

感染症対策のためのテレワーク実施の中、ES・DA等を安定的に運用し、高い水準で利用者の利便性を維持した。特に、研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標を利用する、計算資源の客観的かつ合理的な割り当てを推進した。これは計画を上回る成果であり、客観的かつ合理的な割り当ての有効性が確認されたため、同種の運用の工夫を次期ESの運用にも適用予定である。

国策プロジェクトや、各大学・研究機関、民間企業などの利用に計算資源を提供し、利用機関数は148機関に増加した(令和元年度147機関)。特に公募課題での利用が活性化した。

研究成果の最大化に加えて、中長期計画に資する研究開発基盤としての在り方の他、国際的なプレゼンスや協働を考慮して、次期ES導入に成功した。

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

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なった。

平成 28 年度～令和元年度に引き続き、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」による運用を行なった他、平成 29 年度～令和元年度に引き続き、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。さらに令和元年度までに一部ユーザによる過剰な低優先ジョブ投入があり全体での待ち時間に悪影響があった経験から、令和 2 年度は低優先度ジョブの利用上限を設定する対策を実施したことで、過剰な低優先度ジョブ投入を抑制し、待ち時間を改善した。これにより、年度当初の計画を超える研究実施を可能とし研究実施を積極的かつ合理的に支援・促進した。また、所内課題と公募課題の利用期間の見直しを行い、所内課題は 3 期制、公募課題は 2 期制とし、繁忙期となる期末をずらすことで、期末の混雑を改善した。それらの結果、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 96.38%（令和元年度は 97.71%、平成 30 年度は 98.34%、平成 29 年度は 96.83%）となった。年間の総演算数は 2,959EFL0Ps であった。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 198 件（令和元年度 195 件、平成 30 年度 137 件、平成 29 年度 213 件）であった。令和 2 年度は新型コロナウイルス感染拡大下においても利用相談窓口を継続して実施することで、ユーザからの相談・問い合わせへのレスポンスタイムを短縮し、ユーザの利便性向上に努めた。これらのサポートにより、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、令和元年度から継続して応募の随時受付、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実施した。令和 2 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、可用率99.94%、使用率83.50%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、令和2年度には年間366日程度のシップタイムを確保した上で学術研究の特性に考慮した船舶運航計画を策定し、これに基づき学術研究船等の効率的な運航・運用を行う。

令和元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」「よこすか」「かいいい」を供用し令和2年度は、297日の共同利用航海を実施したが、新型コロナウイルス感染拡大の影響による外国港への入港制限などから「白鳳丸」外航2航海の中止を余儀なくされたため計画対比では69日の日数減となった。

緊急事態宣言の発令に伴い4月から7月にかけて停船を余儀なくされたが、その間に東京大学大気海洋研究所とも協働しつつ新型コロナウイルス感染拡大の中での安全な運航体制を確立し、8月以降航海を再開した。再開後の運航予定の見直し等により外航2航海を除き、令和2年度に当初予定されていた共同利用航海は年度内に全て実施することができた。また、中止となった外航航海のシップタイムを活用して、追加課題の募集を行い、2航海を追加実施するとともに、大学院生、ポストドクターの研究機会の提供を目的として相乗り追加課題の募集も行い、可能な限り研究航海実施の機会を提供した。

令和3年度は、「白鳳丸」の大規模修繕工事があるため「新青丸」の運航日数を大幅に増やし東京大学大気海洋研究所と協働し、344日の共同利用航海の運航計画を策定した。

## 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

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2,257航海・7,558潜航となり、着実に増加した。また、新たに学術研究船「白鳳丸」のデータ品質の評価や情報収集、公開等への取組みを開始し、令和2年度は11件のデータを公開した。

機構の船舶・潜水船で取得されたデータ・サンプルの情報は、「航海・潜航データ・サンプル探索システム(DARWIN)」等に掲載

新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言の発令に伴い、4月から7月までの調査船舶停船措置を実施した中、再度運航計画線表の引き直しと各所との調整を実施し、物理的に不可能であった、2つの外航を除くすべての研究課題に対し、計画通り研究活動実施の機会を提供できた。さらには、中止となった外航分のシップタイムの有効活用を目的に追加課題の公募も実施し、新たに2航海を追加出来たことは非常に高く評価できる。

データ・サンプルへの利用申請について、新型コロナウイルスの影響によるイベントの中止やテレワーク増加に起因した問い合わせが散見され、令和元年度比約4割増(約1.4倍)となる対応を実施した。

地球情報基盤センターデータ管理グループが担うデータとサンプルの提供に関する全業務の現時点の状況を調査し、業務量等の将来の動向を分析し、課題と対策を整理した。具体的には、データとサンプ

する基本方針等に基づき体系的な収集、整理、分析、加工及び保管を実施するとともに、それら関係技術の高度化を図る。また、データ及びサンプルの提供の在り方については、利用者ニーズや各データ及びサンプルの性質、提供に当たってのセキュリティ対策を総合的に勘案して最適化を図るための検討を随時実施し、関係する方針や制度等を改訂・整備する。

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施しており、令和2年度は 237 件の依頼に対応した。新型コロナウイルス感染拡大防止対策によるイベントの中止やテレワーク増加に起因した問い合わせが散見され、依頼に伴う対応数は 5,950 件となり、令和元年度比約 4 割増 (約 1.4 倍) となった。データ・サンプルの申請に対応するとともに、問合せ内容に応じて公開サイトの紹介、利用方法の案内、申請方法の手引き・助言等を実施した。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、新種報告等に伴う博物館へのサンプル供託 (3 件)、キュレーターによる専門的情報の提供による博物館での展示 (8 件) などにも繋がった。

機構コアサンプルの2次利用については、合計 10 件 (内訳: 研究 8、教育 1、その他: 機器キャリブレーション 1) のリクエストを受理し、試料提供を実施した (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) 付与を継続し、「DARWIN」上で公開している航海単位での付与を完了した。さらに、データ DOI としてメタデータ充実化を行うとともに、文献等によるデータ引用状況を追跡調査した結果、30 件のデータ DOI が引用されたことを確認した。また、機構サンプルの情報を管理する「JAMSTEC サンプル管理データベース (JSDB)」を機能強化し、外部公開サイトとなる DARWIN との連携を深め、管理と公開が一体化した効率的な運用を開始した。

海洋基本計画 (平成 20 年 3 月閣議決定) の主要施策の一つである、海洋情報の一元的管理・提供の体制整備への対応として、内閣官房総合海洋政策本部事務局の総合調整の下、海上保安庁が構築・運用を行っている海洋情報の所在検索サイトとなる「海洋情報クリアリングハウス」への連携として、航海概要報告 (CSR) 49 件、海底設置型観測機器設置情報 (MOR) 10 件を登録した (クリアリングハウス累計登録: 929 件)。また、我が国の総合的な海洋データベース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 64 件のデータを精度管理並びにフォーマットを統一した後に提出しており、これらのデータは「JODC オンラインデータ提供システム (J-DOSS)」に反映されるとともに、我が国の海洋状況把握 (MDA) の能力強化に向けた取組の一環として海上保安庁が運営する海洋情報の集約・共有サイト「海洋状況表示システム (海しる)」にも反映されている。以上のような JODC への継続的なデータ提供を通じて、国際海洋デ

ルの蓄積が継続されるため、提供を望む利用者は年々増加していること、データとサンプルの提供を望む非研究者が増えたため従来よりも丁寧かつきめ細かな対応が必要なことといった課題を認識し、データとサンプルの漸増と提供を望む利用者の多様化に対応するため、データ提供業務の峻別すること、そしてデータ提供業務の一部を研究者に分担させること等具体的な事項が対策案として提示された。

また、上記の課題と対策を実現するために、地球情報基盤センター機構全体におけるデータ管理グループ体制や対応の将来構想をまとめて経営層に提示した。現在、組織改編も含め、データとサンプルの扱いに関する改善を検討中である。

大規模な利用が見込まれるサイズを特定するため、機構が保有するデータの調査を実施した。結果を踏まえて人的・物的資源の集中を、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ける「数値解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」のグランドデザインに反映する予定である。

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

ータ・情報交換システム(IODE)活動へ貢献するとともに、機構が公開・運用するサイト環境の維持・管理を通じて、国際的な取組(GCMD、GEOSS Portal、EarthChem等)と連携しメタデータを継続的に提供することにより、西部北太平洋域の情報充実に貢献した。

加えて、令和2年度は、「魚類写真資料データベース」(管理・運用：神奈川県立生命の星・地球博物館、国立科学博物館)と国立国会図書館が運営する日本の分野横断型文献検索サイト「ジャパンサーチ」との連携を通じて当該サイトを經由した深海画像のデータ公開が拡充、また、英国オックスフォード大学に拠点を置くデータ共有のためのレジストリサイト「FAIRsharing」への「DARWIN」の登録等を通じて外部連携がさらに拡充した。

また、数理科学的手法による海洋地球情報の高度化及び最適化に係る研究開発において研究開発を進めている「数値解析リポジトリ」及び「四次元仮想地球」からなる付加価値情報創生システムが、機構外の利用も重視していることを踏まえ、利用者のニーズに応える機構内の保有データのシーズの調査を行った。科学的意義として論文数、アクセス数、ダウンロード数の評価を行い、また社会利用を見据え技術的評価、市場規模、他との連携状況、適用範囲の評価を行って、政策や産業での利用可能性を定量的に見積もった。大規模な利用が見込まれるシーズに対して今後、人的・物的資源の集中を検討していく。

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ことに努めた。費用対効果の面から一部の学術雑誌は年間購読を取りやめた一方、文献を広範に提供できるPay Per View及び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、利用環境の充実に努めた。その取組として機構図書館では、図書は冊子 63,668 タイトル、電子ブック 35,285 タイトルを提供し、雑誌は和雑誌 91 タイトル、外国雑誌 628 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 686 件の文献複写依頼、58 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を実施し、331 件の依頼に対応した。これにより、従来のサービスでは対応できなかった最新号掲載記事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、47 件の文献複写、19 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 38,703 件で、うち機構刊行物を含む 3,486 件については本文データも公開しており、その一部には DOI が付与されている。

日本の海洋地球科学の歴史としての、機構の研究開発活動の経緯を伝える各種資料について、散逸を防ぎ、機構の研究者や職員はもとより広く社会に永続的に提供するため、機構関連資料を網羅的に収集、整理し、調査研究等の利用に供した。

国民の海洋に関する理解増進に寄与する一般利用者へ開放している横浜図書館については、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が、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、令和 2 年 2 月 21 日から外部利用者に対して休館としているが、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継続した。

利活用促進につながる企画立案、並びに関係する方針や制度及び書式等の改訂・整備を継続し、令和 2 年度はデータやサンプルに関する申請書類の押印廃止・省略するための見直し・書式の改訂に着手した。さらに、データ及びサンプルの管理・公開の対象は年々増加しており、データ及びサンプルの提供を希望する件数も増加傾向にある。その一方で、国の安全に関する対応、制約条件や各種の取決めへの確認、採取・取得した場所や内容による取扱い等は複雑化しており、公開・提供するための確認は従来よりも丁寧かつきめ細かな対応が必要となっている。このような状況を踏まえ、機構船舶によるデータ・サンプルを主体として管理・公開を担当している地球情報基盤センターデータ管理グループが行っている業務の内容・量・状況等を整理し、機構におけるデータとサンプルの取り扱いの将来的な構想や組織改編及び研究データの提供等も視野に含めた案を検討した。業務内容により現状体制を解体・分割による適切な部署への再編、研究データの管理・提供は研究者が対応する等の具体的な対応も含め、データ・サンプルの安定提供を継続し且つ利用促進を図るための具体的な案を作成・提示した。

(モニタリング指標)

・受託航海における船舶運航日数 (日) : 252 日

【評価軸】

○研究開発基盤の供用やデータ・サンプ

ルの利用拡大を図ることにより、我が国の海洋科学技術の水準向上及び学術研究の発展に貢献したか。

【関連指標】

(評価指標)

- ・ 研究開発基盤の供用状況や供用促進に向けた取組状況とその供用等を通じた成果
  - ・ 学術研究に係る船舶の運航・運用状況とこれを通じた成果
  - ・ 各種データ、サンプルの提供及びその利活用の状況 等
- (モニタリング指標)
- ・ 受託航海における船舶運航日数(日)
  - ・ 地球シミュレータにおける公募課題数(件)
  - ・ 学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数
  - ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数 等

- ・ 地球シミュレータにおける公募課題数(件) 28 件
- ・ 学術研究に係る船舶運航日数(日)、研究成果発表数 297 日、0 件
- ・ 航海・潜航データ・サンプル探索システム公開データ数等 : 11,075 件



【Ⅱ】 Ⅱ 業務運営の改善及び効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置		【評定】 B						
【中長期計画】		FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
<p>機構は、前期中期目標期間の状況及び社会情勢等を踏まえた上で、理事長のリーダーシップの下、マネジメント及び内部統制のより一層の強化に取り組む。</p> <p>マネジメントの強化については、海洋科学技術の中核的機関として更なる研究開発のパフォーマンスの向上を図るために、国の政策や国内外の様々な動向を踏まえつつ機構の方針を示し、それを浸透させるため職員との意思疎通を一層促進する。また、機構内での分野間や部門間の連携を高めるため柔軟かつ機動的な組織運営を行う。研究開発に関する業務運営については、海洋研究開発機構アドバイザー・ボード（JAB；JAMSTEC Advisory Board）を本中長期目標期間に開催し、機構の取組について説明・議論を行い、国際的な視点から助言及び提言を受ける。さらに、業務運営全般について外部有識者との定期的な意見交換を実施し、政策及びマネジメントの視点から助言を受ける。</p> <p>内部統制の強化については、更なる業務運営の効率化を図りつつ、組織及び業務における、意思決定プロセス及び責任と裁量権の明確化、コンプライアンスの徹底等を図る。その際、中長期目標の達成を阻害するリスクを把握し、その影響度等を勘案しつつ適切に対応を行う他、法令遵守等、内部統制の実効性を高めるため、日頃より職員の意識醸成を行う等の取組を継続する。また、内部統制システムが適正に運用されているか、内部監査等により点検を行い、必要に応じ見直すとともに組織運営に反映する。研究活動等における不正行為及び研究費の不正使用の防止については、研究活動行動規準等に従い、体制、責任者の明確化、教育の実施等、不正行為及び研究費の不正使用防止のために効果的な取組を推進する。</p> <p>業務の実施に際しては、下記の自己評価や、主務大臣評価の結果を業務運営にフィードバックすることでPDCAサイクルを循環させ、業務運営の改善に反映させるよう努めるとともに、上記の取組等を総合的に勘案し、合理的・効率的な資源配分を行う。</p> <p>これらの取組を推進することにより、中長期目標達成のための適切なマネジメントを実現する。</p>		B	B					
年度計画・評価軸等	業務実績	評価コメント						
		<p>評定：B</p> <p>本項目について、中長期計画や事業計画に照らし、成果・取組等について総合的に勘案した結果、着実な業務運営がなされていると考え、自己評価を「B」とする。</p> <p>適切な統制環境維持のため、内部監査や研修、各種委員会の開催等を実施するとともに、客観的で信頼性の高い自己評価の実施、主務大臣評価結果の業務運営への反映・取組が機構全体で進められている。令和元年度に発生した調達にかかるインシデントに端を発した調達契約上の諸問題については、制度の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に</p>						

1. 適正かつ効率的なマネジメント体制の確立

向けた取組が実施された。また、新型コロナウイルス感染症を契機に、経理処理や文書処理等の電子化を進めるなどこれまでの業務の在り方を根本的に見直すとともに、会議のオンライン化に対応した環境整備を進めるなど、「新たな日常」に対応した取組を迅速かつ効果的におこなったことは高く評価できる。さらに、機構船舶についても全乗船者に対し、PCR 検査を徹底するなどのルールを定め、令和2年8月に運航を再開し、研究開発への影響を最小限に食い止めた迅速な対応として評価できる。

補助評定：B

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

【評価の視点：理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能の強化が図られているか。】

理事長の強いリーダーシップの下、組織のマネジメント強化が進められており、業務運営の適正化が進められていると評価できる。会計検査院に不当事項として報告されるようなインシデントが発生したことは大変重く受け止めているものの、速やかな調査と再発防止策の策定・実施により、インシデントを契機とした制度の抜本的な見直しに繋げるなど、適切なマネジメントが働いたことを評価する。また、令和元年度評価においてS評価を獲得した研究部門に対して、令和3年度に重点的に資金配分するといった措置を行ったことも理事長のマネジメントの強化であると評価できる。

【評価の視点：内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。】

適切な統制環境維持のため、内部監査、研修、各

#### (1) マネジメント及び内部統制

機構は、前期中期目標期間の状況及び社会情勢等を踏まえた上で、理事長のリーダーシップの下、マネジメント及び内部統制のより一層の強化に取り組む。

マネジメントの強化については、海洋科学技術の中核的機関として更なる研究開発のパフォーマンスの向上を図るために、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。

経営に係る中長期的な基本方針及び戦略に関する議論を更に進めるため、経営戦略会議を毎月1回の頻度で実施した。令和2年度においては、研究船の今後の効率的な運用の在り方の検討や、大型プロジェクト獲得に向けた新たな取組について重点的に議論を行った。

また、具体的な研究の進め方や課題等について、研究担当理事と六部門長（研究部門及び運用開発部門長）が直接意見交換を行う理事主催の研究部門推進連絡会議を毎月開催した。また、理事長・6部門長懇談会を隔月で開催し、6部門の状況や意見を基に経営判断に資する議論を行った。

加えて、外部有識者から構成される経営諮問会議を令和2年12月及び令和3年3月に開催した。大型プロジェクト獲得に向けた新たな取組、新型コロナウイルスへの対策と働き方改革、北極域研究船の推進などを議題として、当機構の事業面や運営面について、幅広く多様な意見を得た。

種委員会の開催等を実施するとともに、客観的で信頼性の高い自己評価の実施、主務大臣評価結果の業務運営への反映・取組が機構全体で進められている。また、令和元年度に発生した調達にかかるインシデントに端を発した調達契約上の諸問題については、制度の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組が実施された。このように組織のマネジメント強化が進められており、内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が進められていると評価できる。会計検査院に不当事項として報告されるようなインシデントが発生したことは大変重く受け止めているものの、速やかな調査と再発防止策の策定・実施により、インシデントを契機とした制度の抜本的な見直しに繋げるなど、内部統制機能が働いたことを評価する。

適切な統制環境維持のため、内部監査、研修、各種委員会の開催等を実施するとともに、客観的で信頼性の高い自己評価の実施、主務大臣評価結果の業務運営への反映・取組が機構全体で進められている。また、令和元年度に発生した調達にかかるインシデントに端を発した調達契約上の諸問題については、制度の抜本的な見直しや再発防止策への取組と今後の継続的な点検・見直し・改善、リスク管理の徹底に向けた取組が実施された。これらの取組を通じ、理事長の強いリーダーシップの下、組織のマネジメント強化が進められており、内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が進められていると評価できる。会計検査院に不当事項として報告されるようなインシデントが発生したことは大変重く受け止めているものの、速やかな調査と再発防止策の策定・実施により、インシデントを契機とした制度の抜本的な見直しに繋げるなど、適切なマネジメント及び内部統制機能が働いたことを評価する。

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。

令和元年度に発生した調達にかかるインシデントについて調査した結果、インシデント発生の背景に検査ルールの理解不足による検査員等制度の形骸化や不適切な行為を醸成する周辺環境などがあったことが指摘され、検査・検収に係るローカルルールの存在も示唆された。また、本件事案については、その発覚後速やかに会計検査院にも報告したところ、令和元年度決算検査報告において不当事項として公表された。これらのことを重く受け止め、経理部において会計機関のルールの抜本的な見直しと明確化、教育研修などの再発防止策を策定した。その内容については内部統制委員会において報告され、今後同委員会において実施状況や効果についてのモニタリングを実施するなど、必要に応じて改善の取組を継続することとなった。

また、内部監査計画を作成し、書面監査、実地監査等により効率的・効果的に監査を実施した。「競争的資金等」については、ガイドライン等に基づく不正防止の観点から重点的なサンプルを抽出し、リスクアプローチによる監査を実施した。また、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。

内部統制への意識醸成として、令和2年12月に内部統制委員会を開催し、調達契約におけるリスクマネジメントと組織体制の在り方について現状認識や課題の整理を実施した。その課題への対応として、経理部により開発要素を含む契約の有り方や具体的な制度案を提言するための検討会が設置された。

さらに、内部統制委員会においては、各理事が組織横断的に業務を取りまとめる体制とすることを理事長が発信し、役員が目指す内部統制の在り方を共有することで、組織全体で内部統制への意識醸成を図った。

職場環境・組織風土に係る問題改善の取組として、令和元年度からリスクマネジメント委員会のもとに設置された若手・中堅職員からなるワーキンググループにおいて、機構全体の組織風土改革を目指し、問題点の洗い出し及び改善に向けた方向性の検討を行った。その結果、ワーキンググループからは4つの職場風土・組織風土にかかる改善課題が提起された（①所内情報の集約・共有、②ハラスメント対策の強化、③管理職級の組織マネジメント力強化、④経営に関する計画・指針等の策定）。今後はこれら課題改善への対応策を検討していくなど、機構としての職場環境・組織風土に係る問題改善の取組を引き続き推進していく予定である。

リスクマネジメントへの取組としては、全役職員を対象にリスク識別アンケート調査を実施し、機構において潜在化・顕在化しているリスクを認識した。また、リスクマネジメント研修の一環として、リスクマネジメント推進担当者に対し、認識したリスクの職場への影響度や発生可能性を想定した評価（リスク評価）を行わせた。その結果はリスクマネジメント委員会にて共有され、今後、リスク評価結果をもとにした対応策を検討していく。加えて、リスクマネジメント及びコンプライアンス推進の一環として、所内に設置されたデジタルサイネージを活用し、定期的に法令遵守等と呼びかけるメッセージを発信することで、所内の意識向上を図った。

研究不正及び研究費不正使用防止の取組として、国のガイドラインに基づき、機構職員を対象に研究費の不正防止に係る e ラーニング研修（日・英）及び初任者研修を実施した。

また、機構職員が研究費を使用する際に留意すべきポイント等を明示した「研究費使用ハンドブック（日・英）」を新たに作成し、所内公開した。

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

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。

合理的な資源配分を行うために、業務計画編成方針を策定し、これに基づき適切に資金配分を行った。特に令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言に基づく事業活動の縮小の影響を把握し、関係各部署との定期的な会合を実施することで当初想定されていなかった全所的な見直しを行った。

この他、令和3年度の業務計画等編成に向けて選別した複数の業務について、経営管理担当理事を中心に効率化の検討を実施し、令和3年度以降も継続的に検討を実施することを決定した。今中長期目標期間の新たな取組として、予算に関する PDCA の各取組みを強化するとともに主務大臣評価の結果を機構内での業務計画編成に反映させる枠組みを構築した。また、今中長期目標期間の新たな試みとして、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、飛躍的な成果創出を目指し、翌々年度の

【主務大臣評定における今後の課題・指摘事項】

- ・機構で扱っている研究、技術開発は多岐にわたっており、今後は更に膨大なデータを生かした研究など、一層範囲が広がっていくと予想される。理事長のリーダーシップの下、限られた予算、人員の効果的活用や配分を考えるとともに、海洋科学技術の中核的機関としての将来図を描きながら実行していくマネジメントが求められる。
- ・個人的好奇心に基づいた研究の機会を与える重要性を意識しながら、各分野の連携を強め、全体の活動の効率化を図るための研究組織改編を行っており、高く評価できる。今後更に部門間の連携を強化することが、機構としての成果の最大化に資すると考えられる。そのためには、部門をまたぐ機構としての目的意識の共有と徹底化が必要であり、理事長のリーダーシップが大きく発揮されることが期待される。また、新たに特筆すべき成果が創出され、その成果が将来の機構における大きな研究の柱となる可能性がある場合は、トップダウンで当該研究を重点的に推進できる研究体制を構築するなど、組織を柔軟に再編できるようリーダーシップが望まれる。
- ・一般管理費削減など業務の合理化・効率化に関してもリーダーシップを発揮し効果的なマネジメントを実現している。今後も、研究開発の積極的な情報発信、国際的な提言、業務の効率化、

資金を重点配分した。

【指摘事項に対する措置内容】

令和3年度当初の業務計画の編成より、業務・予算の重点化・効率化に係る基本的な方針の策定や資源配分について、理事長及び理事の関与を強化した。具体的には、まず単年度だけではなく2～3年後までを見据え、理事長・理事の討議により全体方針を決めた上で、各理事が自ら所管する部署間の調整を行った後、資源配分案を編成する。次に、その結果を理事長に報告し、理事長が了承するというプロセスを形成することで、理事長の強いリーダーシップの下業務計画を編成していくこととした。

組織の管理及び運営においては、時限を設定した研究組織の時限撤廃などの対応を実施し、将来の機構の研究の柱となる可能性のある研究体制構築した。また、令和2年度末に組織改編及び業務移管を行うことで、業務遂行にあたり着実かつ効率的に実行可能な体制を構築することができた。

また、国立研究開発法人として我が国及び世界の持続的な発展に貢献するため、研究成果の社会実装を目指す大型プロジェクトの検討を開始した。機構内で課題募集をし、各省庁の意見等を踏まえ、4つのプロジェクトを採択した。これらのプロジェクトを推進する体制として、理事長達により組織横断的なメンバーから構成される4つのタスクフォースを設置するとともに、外部のステークホルダーからなる4つのアドバイザリーボードを設置し、大型プロジェクトの計画案を策定して政府に提案した。

緊急事態宣言下ならびに事業縮小期間中も研究開発活動を維持するため、理事長はじめ経営陣の強いリーダーシップのもとテレワークを推進し、会議体の原則オンライン化、スマートフォンアプリを用いた業務用携帯電話の整備を行うとともに、出勤時の感染予防対策を徹底とフリーワークスペースの整備等を迅速に実施

さらに、挑戦的・独創的研究の長期サポートのための強いリーダーシップを期待する。

- ・女性や外国人研究者の割合が増加する傾向にあるがまだ少ないものと考えられる。機構は海洋科学技術分野における世界に注目される研究拠点の一つであるが、更なる成長と発展のためには、その方針と目標を明確にした上で人材の多様性を確保していくことが重要な課題である。

#### 【評価の視点】

- 理事長のリーダーシップの下、組織のマネジメント機能の強化が図られているか。
- 内部統制システムが適切に機能し、業務運営の適正化が図られているか。

#### 【関連指標】

(主な指標)

- ・外部有識者との業務運営全般に係る意見交換の実施状況及び得られた助言等の業務運営への反映状況
- ・国の政策や国内外の様々な動向を踏ま

し、業務の合理化・効率化を図った。また、新型コロナウイルス感染拡大の影響下においてもオンラインでの研究報告会を開催するとともに、「海と産業革新コンベンション」(横浜市他が主催)等に研究開発活動や知財情報の出展を行い、地方自治体との連携・協働を行った。

機構では人材の多様性の確保を目標とし、採用については外国人向けウェブページの拡充やウェブ面接の積極的な導入を行っている。また、公募の際には、女性の積極的採用にとどまらず、国籍や人種、性別、性自認、年齢、障がいの有無などに関わりなく個性が尊重される就労環境の実現を見据えた採用活動に取り組んでいることを記載している。令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響もあったが、外国人向けにも積極的な採用活動を行った結果、外国人研究者の推移については平成30年度以降、人数及び割合についても増加傾向にある。平成30年度34名(10.6%)、令和元年度42名(13.17%)、令和2年度45名(14.2%) (カッコ内は研究者数に対する外国人研究者の割合)。

研究者における女性研究者の人数と割合についても、平成30年度以降人数及び割合についても増加傾向にある。平成30年度40名(12.5%)、令和元年度43名(13.5%)、令和2年度44名(13.9%) (カッコ内は研究者数に対する女性研究者の割合)。

さらに、女性研究職のうち管理職については平成30年度以降、人数及び割合についても増加傾向にある。平成30年度3名(7.5%)、令和元年度4名(9.3%)、令和2年度5名(11.4%) (カッコ内は女性研究者数に対する管理職の割合)。

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）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。

理事長の自己評価決定に関する意見聴取の場として、令和元年度の業務実績に係る自己評価会議を令和 2 年 5 月末に実施し、業務実績等報告書として主務大臣へ提出するとともに、公表した。また、令和元年度の業務実績の評価結果については、機構内において広く周知するとともに、フォローアップを実施した。

客観的な自己評価となるよう、モニタリング指標等で定量的数値を用いている他、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 などの反応を分析し、「地球シミュレータ」の運用に当たっては研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標を導入するなど、多様な面から機構の活動に対する効果を把握するように努めている。

また、論文の集計においては、クラリベイト・アナリティクス社が提供するオンライン学術データベース「Web of Science」の登録データにより集計している。そのため、標準な基準で抽出されたデータを用いて評価しており、他機関との比較等も可能になっている。

なお、中長期計画の達成度が高い評価を得た研究開発部門に対

令和元年度の業務実績に係る自己評価会議の実施、業務実績等報告書の提出及び公表を着実に実施した。また、評価結果については、機構内において広く周知するとともに、フォローアップを実施した。

客観的な自己評価となるよう、各種指標等を活用するとともに、必要に応じ外部有識者からの評価を受ける機会を設けている。また、SNS 上の反応の分析、研究成果の生産性と研究実施の計画性に関する数値指標の導入など、多様な面から機構の活動に対する効果を把握するように努めている。

令和元年度評価において S 評価を獲得した研究部門に対して、令和 3 年に重点的に資金配分するといった措置を行った。



しては、翌々年度の資金配分を重点化し、飛躍的な成果創出を期待することとした。その具体的な取組として、令和元年度評価においてS評価を獲得した研究部門に対して、令和3年度に重点的に資金配分（令和元年度比10%増）するといった措置を行った。

【関連指標】

（主な指標）

- ・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

新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、緊急対策本部を

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、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。評価軸の根拠は以下のとおり。

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

新型コロナウイルス感染症を契機に、経理処理や文書処理等の電子化をより一層進めるなどこれまでの業務の在り方を見直すとともに、会議のオンライン化に対応した環境整備を進めるなど、「新たな日常」に対応した取組を迅速かつ効果的におこなったことは非常に高く評価できる。また、機構船舶についても全乗船者に対し、PCR検査を徹底するなどのルールを定め、令和2年8月に運航を再開し、研究開発への影響を最小限に食い止めた迅速な対応として評価できる。

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

新型コロナウイルス感染拡大の中、緊急対策本部

研究開発力及び安全を損なわないよう配慮した上で、意思決定の迅速化、業務の電子化、人材の適正配置等を通じた業務の合理化・効率化に機構を挙げて取り組むことで、機構の業務を効率的に実施する。

運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの及び拡充されるもの並びに法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費（人件費及び公租公課を除く。）については毎年度平均して前年度比3%以上、その他の事業費（人件費及び公租公課を除く。）については同1%以上の効率化を図る。新規に追加されるもの及び拡充されるものは翌年度から効率化を図るものとする。

これらを通じ、政策や社会的ニーズに応じた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。

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

さらに、国等が示した業種別ガイドラインを参考に JAMSTEC における特定共用施設（高圧実験水槽、多目的プール等）の利用ガイドラインを策定し、緊急事態宣言解除後、早急に外部利用を再開した。

また、電子顕微鏡の遠隔利用（オンライン）システムを構築し、実験室における感染拡大防止策を徹底しつつ、研究活動を維持した。

一般管理費については、令和元年度の実績額 377,282,062 円（※1）に対して令和2年度の実績額 368,481,454 円（※2）となり、令和元年度比で2.33%の削減、平成30年度から令和元年度の削減率5.03%と平均して3.68%の削減を達成した。合理化・効率化を行った具体例として、社宅費用の削減が挙げられる。借上社宅制度の改定に伴い、令和元年度の実績額 20,567,999 円に対して、令和2年度実績額 17,878,919 円となり、2,689,080 円の削減につながった。その他の事業費についても、令和元年度予算額 29,840,916 千円に対し、令和2年度予算額 29,542,507 千円となり、令和元年度に比べ1%以上の効率化を達成した。

※1 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

※2 人件費及び公租公課を除いた一般管理費 378,295,511 円から、特殊要因経費 9,814,057 円を差引いて算出

国立研究開発法人として我が国及び世界の持続的な発展に貢献するため、社会のニーズを把握し、様々な社会課題の解決に貢献し、研究成果の社会実装を目指す大型プロジェクトを具体化するための検討を開始した。各省庁の意見等を踏まえ、4つのプロジ

を設置し、事業の縮小・再開、各種感染予防策の実施、テレワーク本格化への対応等を迅速かつ適切に行なった。これは、感染症の影響を最小限に抑えつつ、業務の円滑な遂行に資する取組を短期間になされたとして非常に高く評価できる。また、特に機構船舶に関しては、全乗船者に対しPCR検査を実施、乗船前2週間の健康管理を徹底することにより、令和2年8月1日に研究航海を再開したことは、研究開発への影響を最小限に食い止めたことになり、非常に高く評価できる。

一般管理費については、令和元年度比で2.33%の削減、また平成30年度から令和2年度までを平均して3.68%の削減をすることができ、着実に効率化を図ることができた。

また、その他の事業費についても、令和元年度比で1.0%の削減、また平成30年度から令和2年度までを平均して1.0%の削減をすることができ、着実に効率化を図ることができた。

なお、人件費の適正化については、次号において取り組むものとする。

### (2) 給与水準の適正化

給与水準については、政府の方針を踏まえ、役職員給与の在り方について検証した上で、国家公務員の給与水準や業務の特殊性を踏まえ、組織全体として適正な水準を維持することとし、その範囲内で国内外の優れた研究者等を確保するために弾力的な給与を設定する。

また、検証結果や取り組み状況を公表するとともに、国民に対して理解が得られるよう説明に努める。

### (3) 契約の適正化

研究開発成果の最大化を念頭に、「独立行政法人における調達等の合理化の取り組みの推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づき、研究開発業務の特性を踏まえ、調達に関するガバナンスを徹底し、PDCA サイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に、調達等の合理化の取組を行う。

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。

エクトを採択し、外部有識者からなるアドバイザーボード等の意見も踏まえ、研究開発計画書の作成を行っている。

令和 2 年度人事院勧告及び「一般職の職員の給与に関する法律等の一部を改正する法律」を踏まえ、期末手当の月数見直しを行った。ラスパイレス指数（令和 2 年度実績）は以下のとおり。

事務・技術職員：108.7（令和元年度 110.3）

研究職員：95.0（令和元年度 97.8）

随意契約の適正化に関する取組を以下に記載する。

#### 1) 適正性の審査・点検

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づき、事務・事業の特性を踏まえ、PDCA サイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組むため、平成 27 年度以降、調達状況を踏まえ各年度において調達等合理化計画を定めた。また、同計画に基づき、研究開発成果の最大化を目指して調達の合理化を推進し、併せて調達に関するガバナンスの徹底を行った。

また、「公共調達の適正化について（平成 18 年 8 月 25 日付財計第 2017 号）に基づく情報の公開」に対応し、公共工事、物品役務等の随意契約情報、落札情報を機構ウェブサイト継続して公表を行った。

一者応札・応募の低減に向けて実施した取組を以下に記載する。

#### 1) 入札説明書の電子交付等

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、入札会への立ち合いが困難である事業者への負担軽減が期待できるため、令和元年度から郵便入札を導入した。令和 2 年度においては、全案件数の 3 割程度が郵便入札で

年度計画に記載のとおり順調に業務を遂行し、給与水準については令和 2 年度人事院勧告及び法律を踏まえ、期末手当月数の見直しを行い、適正な水準の維持を図った。

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。また、契約監視委員会による契約案件の事後点検において、手続きの妥当性につき問題なしとの評価を受けたことから、手続きの公正性及び透明性を確保しつつ契約業務が遂行されている。

の参加となった。また、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。さらに、実質的な周知期間を確保するため、年末年始、お盆、ゴールデンウィーク中は、公告期間、応札予定者の資料作成期間から除外した。

#### 2) 調達情報の発信

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

#### 3) 仕様書等の見直し

令和3年度当初から開始する「横須賀本部及び横浜研究所の構内警備業務」、「横浜研究所建築・設備等管理業務」は、契約金額が高額であり、直近2回の契約において連続して応札者が1者であることに着目し、参入障壁緩和のための仕様要件の見直し、十分な周知期間を確保するため公告期間を延長、技術審査資料の書類作成期間を延長し応札予定者の事務負担の軽減、十分な業務引継ぎ期間を考慮した入札日の設定などを行うことにより、参入機会の確保に取り組んだ。その結果、複数者による入札が実現するなど競争性の確保につながった。

また、令和3年度当初から開始する各拠点の電気の供給契約について、受電設備の切り替えなどの事業開始の準備期間を確保し、新規電力の事業者の参入が可能となるように公告時期の大幅な前倒し、公告期間の延長、過去の応札者に調達情報を通知するなど、調達プロセスの改善を行った。その結果、一部調達については例年に比較して仕様書の交付者及び応札者数が増加するなど競争性の確保につながった。

#### 4) 辞退届の分析

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

調達合理化計画の見直しについて実施した取組を以下に記載する。

#### 1) 契約内容・契約形態の見直し

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

また、科学支援業務の見直しについて、これまで「ちきゅう」とその他研究船（5船）を別の部署でそれぞれ運用してい

たため別契約としていたが、今中長期計画において船舶運用部門である当該部署が統合されたことを受けて、適切なガバナンスの確保を目的として検討を行い、令和3年度契約より統合した。また、これまで行っていた一般管理費方式を利益率方式に改め、本業務における事業経費の透明化を図り、事業者とともに効率的かつ合理的な経費管理を実行することとした。また、契約の統合に合わせて、調達規模を見直し、「データ・サンプルの品質評価・管理・公開に関わる支援業務」、「国際海洋環境情報センター研究情報公開支援業務」を別契約とし、令和3年度調達に向けて総合評価落札方式を実施した。

さらに、図書館オンラインドキュメントサービスについて、令和元年度より導入している論文購入サービスについて、件数が多いことに加え、煩雑な精算が負担となっていた。令和2年度より新たに会計機関の分任契約担当役補助者の指名を行い、図書館所掌部署より直接発注を可能とするとともに月毎の支払処理とすることにより調達業務を効率化した。

その他、グラフィックデザイン及び動画編集のライセンス管理の見直しについて、共通サービスである、グラフィックデザイン及び動画編集、ウェブデザインのアプリケーションソフト（サブスクリプション方式）について、これまで各部署がそれぞれに発議、管理しており、効率的とは言えない調達となっていた。令和2年度より適切なライセンス管理及び効率的な調達のため、新たに共通IDへ統合し一元管理に移行した。

## 2) 共同調達の推進

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

## 3) 一括調達等の推進

既存のネット調達の機能向上を目的として、作業着等のカタログ化による発注業務の簡便化、調達制限品（オフィス家具）の見直しによるネット調達アイテム数の増加、サプライヤの追加登録（令和2年度：35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。

## 4) 規程類の改定民法改正への対応

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

た。また、技術開発を可能とする共同研究開発型の契約について検討し、開発要素を含む契約に関して組織として認識すべきリスクへの対応の在り方や調達契約プロセスごとの在り方を見直した。加えて、具体的な制度案を提言することを目的として技術研究部門を中心とした構成員により検討会を設置した。

調達に関するガバナンスの徹底の取組を以下に記載する。

1) 随意契約に関する内部統制の確立

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

2) 不祥事の発生の未然防止のための取組

研究不正及び研究費不正使用防止に係る e ラーニングについて受講した。また、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。さらに、調達契約の適正な履行に向けて、ルールの形骸化等の排除を念頭に、既存ルールをより効果的なものへと改正するなどし、以下の2つの取組を中心に改善策を講じた。

① 全職員向け研修等の開催

- ・ 全職員向けに、調達契約の適正な履行に向けたルール改正について、Web 会議システム及び対面形式で説明会を開催した。また、研究部門に向けて、新ルールを実践するにあたっての懸念点の抽出などを目的としてヒアリングを開始した。
- ・ 検査員認定制度の導入し、Web 上でテストを実施し、検査業務について一定の理解度を確認できた者を検査員に指名した。
- ・ 研究費不正防止への対策として、全職員を対象に、研究活動における不正行為の対応について e ラーニングシステムでプログラムを実施した。

② 関係諸規程、マニュアルの制定及び見直し

- ・ 契約事務規則の改正を行い、監督員指名の範囲を、契約金額が300万円を超える場合と限定していたが、その制限を取り払い、履行中に監督が必要となる全ての案件について、監督員を指名することとした。
- ・ 請負契約等監督検査規則の改正を行い、これまで検査業務マニュアルに記載があった、要求者・監督員は検査員を兼ねられない旨を規則に明記した。

【評価の視点】

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

【関連指標】

(主な定量的指標)

- ・一般管理費の削減率(数値目標: 毎年度平均で前年度比3%以上)
- ・その他の事業費の削減率(数値目標: 毎年度平均で前年度比1%以上)

(その他の指標)

- ・給与水準の適正化のための取組状況
- ・給与水準の検証結果
- ・調達等合理化計画に基づく取組状況
- ・内部監査や契約監視委員会による点検・見直しの状況 等

- ・監督業務マニュアルの制定を新たに作成し、適正な業務履行を確保するため「監督員」を指名しているが、その監督業務の役割と責任を明確化した。
- ・検査業務マニュアルの改正を行い、再発防止策のため検査員業務の改正点を反映した。
- ・研究費ハンドブックを新たに制定し、研究費(運営費交付金、外部資金)の使用にかかる手続き方法をケース別に解説した。
- ・指名された検査員、監督員に簡潔に業務をまとめたリーフレットを配布した。
- ・監督員及び検査員に対し、300万円を超える調達案件について、監督・検査時に必要となる確定した仕様書及び契約書の配布を徹底した。

③調達ポリシーの制定

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

【Ⅲ】

Ⅲ 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置

【評定】

B

FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
B	B					

【中長期計画】

独立行政法人会計基準の改訂等を踏まえ、運営費交付金の会計処理として、引き続き、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する。  
 運営費交付金の債務残高についても勘案しつつ予算を計画的に執行するものとする。必要性がなくなったと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進めるものとする。

年度計画・評価軸等

業務実績

評価コメント

【年度計画記載事項】

1. 予算、収支計画、資金計画  
 (1) 予算  
 令和2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	29,898	5,877	178	34,953
施設費補助金	136	1,888	0	2,025
補助金収入	295	410	0	705
事業等収入	530	280	887	1,696
受託収入	2,391	284	0	2,675
計	32,250	8,739	1,065	42,054
支出				
一般管理費	0	0	1,067	1,067
(公租公課を除いた 一般管理費)	0	0	1,023	1,023
うち、人件費 (管理系)	0	0	642	642
物件 費	0	0	381	381
公租公課	0	0	44	44
業務経費	35,189	6,171	0	41,360
(公租公課を除いた 業務経費)	34,936	6,114	0	41,050
うち、人件費 (事業系)	4,071	1,077	0	5,147
物件費	30,866	5,037	0	35,903
公租公課	253	57	0	310
施設費	136	1,888	0	2,025
補助金事業	295	410	0	705
受託経費	2,391	284	0	2,675

令和2年度決算

(単位：百万円)

区分	研究開発	中核的機 関形成	法人共通	合計
収入				
運営費交付金	29,247	4,817	889	34,953
施設費補助金	136	1,888	0	2,025
補助金収入	295	0	0	295
事業等収入	657	322	252	1,231
受託収入	2,405	206	0	2,611
計	32,740	7,233	1,142	41,115
支出				
一般管理費	0	0	1,073	1,073
(公租公課を除 いた一般管理 費)	0	0	1,020	1,020
うち、人件費 (管理系)	0	0	641	641
物件費	0	0	378	378
公租公課	0	0	53	53
事業経費	27,962	5,120	0	33,082
(公租公課を除 いた事業経費)	27,709	5,067	0	32,775
うち、人件費 (事業系)	4,211	1,116	0	5,326
物件費	23,498	3,951	0	27,449

評定：B

中長期目標や年度計画に照らし、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とおり。

【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。】

運営費交付金で行う事業の一部を計画的に、また一部を新型コロナウイルス感染拡大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。

令和2年度より一般から寄付を募る活動を開始するなど自己収入増加に向けた取組を推進したことは評価できる。



計	38,011	8,753	1,067	47,831
---	--------	-------	-------	--------

[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。

公租公課	253	53	0	306
施設費	136	1,888	0	2,024
補助金事業	269	0	0	269
受託経費	2,327	206	0	2,533
計	30,694	7,214	1,073	38,981

[注 1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 2] 「支出」には前年度繰越金相当分の支出額を含む。

**【主な増減理由】**

運営費交付金で行う事業の一部を計画的に、また一部を新型コロナウイルス感染拡大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。

**【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』

- ・令和2年度における当期総損失は529,312,303円である。これは、独立行政法人会計基準に則って会計処理を行った結果、運営費交付金の収益化や貯蔵品などにおいて収益と費用の計上年度のずれが生じて一時的に損益が計上されたものであり、通常の業務運営により発生したものである。
- ・利益剰余金は974,402,837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20.9%である。主な要因は、新型コロナウイルス感染拡大の影響による事業の遅延・変更に伴って繰り越されたもの及び事故・災害等の不測の事態に備えて計画的に運営費交付金の配分を留保したものなどである。
- ・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 9,728,871,701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 1,500 百万円に対して今期 1,231 百万円である。
- ・新型コロナウイルス感染拡大の影響で一部事業を縮小等して実施した結果、各々の収入は令和元年度に比べて横ばいあるいは減少しているものの、引き続き自己収入の増加に向けた取組を推進する。
- ・これまで企業を中心に獲得していた寄附金を、広く一般からも募集する仕組みを構築し、令和2年度から本格的に稼働している。

競争的資金等の外部資金の獲得額

（I-2-(1)-③「外部資金による研究開発の推進」に記載）

(2) 収支計画  
令和2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	31,790	6,945	1,038	39,772
業務経費	25,121	5,472	0	30,593
一般管理費	0	0	1,022	1,022
受託費	2,391	284	0	2,675
補助金事業費	286	0	0	286
減価償却費	3,992	1,189	15	5,196
財務費用	25	11	0	36
臨時損失	0	0	0	0
収益の部				
運営費交付金収益	25,293	5,697	133	31,124
受託収入	2,391	284	0	2,675
補助金収益	286	0	0	286
その他の収入	530	280	887	1,696
資産見返負債戻入	2,987	687	12	3,686
臨時利益	0	0	0	0
純損失	△328	△8	△5	△341
前中長期目標期間繰越	328	8	5	341
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	0	0	0	0

[注] 各積算欄と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

令和2年度収支実績

(単位：百万円)

区別	研究開発	中核的機 関形成	法人共通	合計
費用の部				
経常費用	31,986	5,819	1,170	38,975
業務経費	25,699	4,521	0	30,220
一般管理費	0	0	1,156	1,156
受託費	2,252	203	0	2,455
補助金事業費	252	0	0	252
減価償却費	3,783	1,095	15	4,892
財務費用	20	13	0	33
臨時損失	31	18	15	64
収益の部				
運営費交付金収益	24,522	4,324	745	29,591
受託収入	2,268	206	0	2,474
補助金収益	259	0	0	259
その他の収入	1,356	567	648	2,571
資産見返負債戻入	2,730	592	12	3,333
臨時利益	38	24	1	63
純損失	△863	△137	220	△779
前中長期目標期間繰越	255	△8	3	250
積立金取崩額				
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	△608	△145	223	△529

[注] 各積算欄と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

【主な増減理由】

運営費交付金で行う事業の一部を翌年度へ繰り越したことに伴って、業務経費及び運営費交付金収益が減少した。また、受託事業の一部を翌年度へ繰り越したことに伴って、受託費及び受託収入が減少した。

決算において「退職給付引当金見返に係る収益」等が計上されたことに伴って、その他の収入が増加した。収益と費用の計上年度のずれにより、総損失が発生した。

(3) 資金計画  
令和2年度資金計画

(単位：百万円)

区別	研究開発	中核的機 関形成	法人共通	合計
資金支出				
業務活動による支出	35,029	6,199	1,074	42,302
投資活動による支出	3,750	2,478	25	6,273
財務活動による支出	1,135	514	2	1,651
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	28,898	5,877	178	34,953
補助金収入	295	410	0	705
受託収入	2,391	284	0	2,675
その他の収入	530	280	887	1,696
投資活動による収入				
施設整備費による収入	136	1,888	0	2,025
財務活動による収入	0	0	0	0
前年度よりの繰越金	7,663	453	56	8,172

[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。

令和2年度資金実績

(単位：百万円)

区別	金額
資金支出	
業務活動による支出	34,408
投資活動による支出	4,018
財務活動による支出	1,654
翌年度への繰越金	9,729
資金収入	
業務活動による収入	
運営費交付金による収入	34,953
補助金収入	295
受託収入	2,204
その他の収入	2,140
投資活動による収入	
施設整備費による収入	2,025
その他の収入	21
財務活動による収入	0
前年度よりの繰越金	8,172

[注] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

【主な増減理由】

- ・運営費交付金で行う事業の一部を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。
- ・固定資産の取得が、計画時の見込みを下回ったため、投資活動による支出が減少した。
- ・科研費に係る資金の増減を加えて集計したことにより、業務活動による支出とその他の収入が増加した。
- ・補助金事業の一部を翌年度へ繰り越したことにより、補助金収入が減少した。

(なし)

(なし)

<p>3. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画  機構の成立時において海洋科学技術センターから承継した政府出資金見合いの借上社宅敷金のうち、前期中期目標期間において返戻された現金について国庫納付する。  その他の保有資産の必要性についても適宜検証を行い、必要性がないと認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。</p>	(なし)	
<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。  ①中長期計画の剰余金の使途に規定されている、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要とされる業務に係る経費、研究環境の整備に係る経費、知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育に係る経費、業務のシステム化に係る経費、広報に係る経費  ②自己収入により取得した固定資産の未償却残高相当額</p>	<p>前期中期目標期間から繰り越した積立金は、主に前期中期目標期間中に自己収入により取得した固定資産の未償却残高や、貯蔵品の取得により一時的な利益が発生したものであるため、対応する固定資産の償却や貯蔵品の消費に合わせて取り崩しを行っている。</p>	<p>前期中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>

等に係る会計処理

**【評価の視点】**

○予算の効率的な執行による経費の削減や、自己収入、外部資金の確保、増加、活用等に努めることにより、財務内容の改善が図られているか。

**【関連指標】**

(主な指標)

- ・ 予算の適切かつ効率的な執行状況
- ・ 自己収入増加を推進する取組の状況と自己収入全体の獲得額
- ・ 競争的資金等の外部資金の獲得額 等

<b>【IV】</b>	IV その他業務運営に関する重要事項		<b>【評定】 B</b>						
<b>【中長期計画】</b>			FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7
			B	B					
<b>年度計画・評価軸等</b>	<b>業務実績</b>		<b>評価コメント</b>						
<p>1. 国民からの信頼の確保・向上          独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成 13 年法律第 140 号）に則り、情報提供を行う。</p>	<p>情報公開に関しては、令和 2 年度開示請求件数は 0 件、他の行政機関、法人等による第三者意見照会対応は 3 件であった。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</p>		<p>評定：B</p> <p>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とおり。</p> <p>「JAMSTEC Young Research fellow」の募集に際して、インターネットを活用した採用活動を行い、新型コロナウイルス感染拡大の状況にあっても優秀な人材の確保を継続的に実施した。また、新型コロナウイルス感染拡大の影響により一部イベントが中止となったものの、若手人材育成航海（若手人材育成プロジェクト）として「しんかい 6500」・「よこすか」による潜水調査航海を当該年度も実施するなど、若手人材育成のための取組を継続して行った。</p> <p>むつ研究所及び横浜研究所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、令和元年度に算出した横須賀本部と併せて「施設設備マスタープラン」を策定し、老朽化対策を明示的に示した点は高く評価できる。</p> <p>一方、令和 3 年 3 月 16 日に発生した情報セキュリティインシデントに関しては、事態を重く受け止めるとともに、今後、全体被害状況の把握と原因究明、早期復旧と共に抜本的な対策を講じていく。</p> <p>【評価の視点：情報公開及び個人情報保護について適切に取り扱われたか。】</p> <p>情報公開法に基づく適切な対応を実施したこと、個人情報漏洩時に被害の拡散防止措置や関係者への連絡等、適切な対応を行ったこと、また、緊急事態</p>						

検及び監査を実施した。

また、独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律（平成 15 年法律第 59 号）に則り、個人情報を適切に取り扱う。

日々新たな手口でのサイバー攻撃が明らかになってきているところ、「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群」を踏まえ、最新の技術動向を踏まえながら情報システム基盤・環境の整備を継続的に推進するとともに、情報倫理

個人情報保護に関しては、ヒューマンエラー起因のメールの誤送信による個人情報漏洩事案が 4 件発生した。関係者に対して速やかに謝罪するとともに、誤送信したメールの削除を依頼し、さらに再発防止の一環として全役職員を対象とした資料配付による教育を行った。メール送信時の注意点、個人情報漏洩発生時の対応方法等に特化した教育内容にすることで、漏洩の未然防止及び漏洩後の迅速な対応ができるよう職員の意識醸成を図った。

情報セキュリティに関し情報システム基盤・環境の整備等を継続的に推進し、情報セキュリティ委員会を中心として情報セキュリティ対策を実施し、全役職員履修を柱とした研修制度の他、標的型メール攻撃訓練を実施した。また、新型コロナウイルス感染拡大による「緊急事態宣言」を受けて、機構職員がテレワークに対応するための環境整備を実施した。

宣言下という状況においても安全確保に十分に配慮して事業を推進したことは評価できる。

【評価の視点：情報セキュリティ対策を適切に講じているか。また、対策の実施状況を点検し、改善が図られているか。】

情報セキュリティに関し情報システム基盤・環境の整備等を継続的に推進し、情報セキュリティ委員会を中心として情報セキュリティ対策を実施し、全役職員履修を柱とした研修制度の他、標的型メール攻撃訓練を実施した。

令和 3 年 3 月 16 日に発生した情報セキュリティインシデントに関しては、今後、全体被害状況の把握と原因究明、早期復旧と共に抜本的な対策を講じていくが、この期間の機構の研究開発活動への影響だけでなく、国民への信頼を損なう事案であり、事態を重く受け止める。

【評価の視点：労働安全衛生管理を徹底し、業務の安全確保が図られたか。】

「安全衛生及び環境配慮に係る基本方針」を改正し新理事長のリーダーシップの下での安全衛生管理及び環境配慮上の目標・方向性を明確にし、業務の安全確保をおこなった点については評価できる。



の教育や遵守に取り組むことで情報セキュリティ対策を推進する。

業務の遂行に当たっては、安全に関する規程等を適切に整備し、事故トラブル情報や安全確保に必要な技術情報・ノウハウを共有し、安全確保に十分留意する。

#### 【評価軸】

- 情報公開及び個人情報保護について適切に取り扱われたか。
- 情報セキュリティ対策を適切に講じているか。また、対策の実施状況を点検し、改善が図られているか。
- 労働安全衛生管理を徹底し、業務の安全確保が図られたか。

#### 【評価指標】

(主な指標)

- ・情報開示請求への対応状況
- ・保有個人情報等の管理状況
- ・情報セキュリティ対策の実施状況、点検及び業務改善の実績
- ・労働安全衛生管理に係る業務の実施状況、点検及び業務改善の実績等

## 2. 人事に関する事項

海洋科学技術により、社会的・政策的課

令和3年3月16日に発生した情報セキュリティインシデントに対して、3月19日に情報セキュリティインシデント対応緊急対策本部を設置し、その下に対策チームを編成し、緊急対応（VPN・JXGW 接続の切断、機構ネットワークの外部遮断、全役職員のJAMSTEC サービス共有アカウントのパスワード変更）を実施するとともに、全体被害状況の把握と原因究明、早期の復旧を目指した対応を実施している。

安全に関する規程等の整備については、令和元年度の理事長交代に伴い、「安全衛生及び環境配慮に係る基本方針」を改正し新理事長のリーダーシップの下での安全衛生管理及び環境配慮上の目標・方向性を明確にした。また、微生物実験関係のルールについても、合理的に管理できるよう見直しを行い改正した。

事故・トラブル情報及びヒヤリハットについては各事象・事例を取りまとめ、原因分析、再発防止策、改善策等を関連委員会で報告・審議のうえ職員に展開し、再発の防止、リスクの低減を図った。また、新型コロナウイルス感染拡大防止対策については、情報収集を行い、機構の緊急対策本部事務局である総務部総務課並びに船舶運用管理部署である研究プラットフォーム運用開発部門等の新型コロナウイルス対応担当部署に対し、対応策策定のための助言を行った。

【評価の視点：優秀な人材の確保・育成、職員の資

題に対応するため、人材の質と層の向上に寄与する取組や、国内外からの優秀な人材の確保を推進する。また、職員のモチベーション向上や、多様化した働き方に対応するための環境整備に努める。

令和2年度には以下の取組を実施する。

- ・高い専門性、俯瞰力、リーダーシップを持った優秀かつ多様な人材の確保及び育成を計画的に行う。「JAMSTEC Young Research Fellow」制度を通じ、優秀かつ多様なポスドク人材を国内外問わず確保することで、機構の研究開発活動をより活性化し研究開発成果の最大化を図ることができるよう、公募を実施する。

令和元年度からの「JAMSTEC Young Research Fellow」制度により国内外の優秀かつ多様なポスドク人材を確保するため、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、機構での業務や日本での生活をイメージできるよう工夫した。また、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。令和2年度の JAMSTEC Young Research Fellow の公募では、令和元年度（94

質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組む、生産性の向上が図られているか】

優秀な人材の確保・育成については、「JAMSTEC Young Research Fellow」制度により国内外の優秀かつ多様なポスドク人材を確保するため新型コロナウイルスの影響を受けていてもインターネットを活用した面接を実施し、採用した研究者を入国までテレワークの勤務を可能にするなど優秀な人材の確保のための施策を講じている。

また、職員の資質・能力の向上については評価者研修をはじめ階層別研修、アンコンシャスバイアス研修、研究倫理教育、在外研究員等派遣制度、日本語教室等を行い個々のキャリア開発を進めた。

加えて、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組む、生産性の向上が図れているかの点については支援職のモチベーションを高く保つことができるように内部登用制度については運用を開始した。

海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを昨年度に引き続き実施した。全国の大学生を対象に、JAMSTEC が保有する潜水調査航海に参画し、実際に有人潜水調査船「しんかい6500」に乗船させ、JAMSTEC の実際の研究開発の現場を体験させた。本プロジェクトへの参加がきっかけとなり、他分野から地球科学分野の大学院に進学した参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。

・大学、公的研究機関等との連携体制に基づき、優秀な国内外の人材を確保するための取組を推進するため、クロスアポイントメント制度等の弾力的運用について検討する。

・引き続き人材育成基本計画の見直しを行い、今中長期計画期間中に事業状況に応じた人員配置、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇や、職員の能力や意欲に応じた研修等を組織的に支援することによる個々のキャリア開発、男女共同参画やワークライフバランスを推進し、職員が働きやすく能力を発揮しやすい職場環境を整え、職員一人ひとりの多様で柔軟かつ生産性の高い働き方を推進するための計画を策定する。

・引き続き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、令和2年度から開始される第4期一般事業主行動計画で定める、女子中高生を対象とした未来の女性研究者の育成に貢献する「海への招待状 for Girls」について、引き続き実施する。また、若手人材育成の観点から、専門高等教育課程前の学生を対象に、最先端の海洋研究現場での経験を提供するプロジェクトを実施する。

件）より多い102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る。新型コロナウイルス感染拡大の中で入国が困難な外国人研究者については入国までの間テレワークでの勤務を可能とし、JAMSTECでの研究活動を行うことを可能とした。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。

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

人材育成基本計画については、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、支援職が長くモチベーションを高く保つことができるよう、支援職の内部昇格制度を創設した。特に、上記キャリアへの内部登用制度については運用を開始し、若干名の内部登用を実施した。

また、評価者研修に加え、階層別研修、アンコンシャスバイアス研修、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。引き続き令和3年度にかけ、人材育成基本計画の検討を行う。

ワークライフバランスの推進に関しては、令和元年度に試行を開始したテレワーク（在宅勤務）制度のフィードバックを行い、加えて新型コロナウイルス感染防止対策を行う中で得た課題及び職員アンケートの結果等を踏まえ、新しい働き方の一つとして令和3年1月に全職員を対象として制度化した。

次世代育成支援対策推進法に基づく第4期一般事業主行動計画における目標の一つである、未来の女性研究者の育成を目的とした、女子中高生向け理系進路選択支援のイベント「海への招待状 for Girls」は、新型コロナウイルス感染拡大防止の状況及び各種イベントの中止または延期の要請を受け、令和2年度の開催を見送った。令和3年度開催に向け、オンラインでの開催も含め、検討を行っている。

その他、令和元年度に引き続き、海洋科学技術に関わる次世代の人材育成を目的としたプロジェクトを実施した。令和3年3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84名の中から選ばれた7名が「よこすか」に乗船、機構の実際の研究開発の現場を体験し、7名の中から3名が「しんかい 6500」による潜航調査を体験した。参加学生の感染防止対策の一環として、乗船前にPCR検査の実施、事前研修のオンライン化などを実施した。本プロジェクトへの参加がきっかけとなり、他分野から地球科学分野の大学院に進学した参加学生もおり、プロジェクト実施の効果が見られた。また、航海で得たサンプルを用いた研究を希望した参加学生もおり、当該学生に対しては、機構研究者による指導・助言（共同研究）を実施した。当該学生は、学会発表や科学論文の執筆・投稿に挑戦するなど、プロジェクト実施後の若手人材育成についても精力的に実施し、成功を収めることが出来た。（再掲）

#### 【評価軸】

○優秀な人材の確保・育成、職員の資質・能力の向上、人員配置や評価・処遇の適正化等に取り組み、生産性の向上が図られているか。

#### 【関連指標】

（主な指標）

- ・多様な人材の採用・活用状況
- ・クロスアポイントメント制度の活用等  
他機関との人事交流の状況
- ・事業の状況や職員のキャリアパス、ワークライフバランスの実現等を考慮した施策の実施状況
- ・職員研修の実施状況
- ・人事評価制度の運用状況 等

#### 3. 施設及び設備に関する事項

施設及び設備について、適切な維持・運用と有効活用を進め、常に良好な研究環境を整備、維持していくことが必要である。

そのため、既存の研究施設及び本中長期目標期間に整備される施設及び設備の有効活用を進めるとともに、老朽化対策を

施設・設備の維持管理については、法定点検及び自主点検などを確実に実施するとともに、老朽化しているもので特に安全性を確保するためのものを最優先に効率的に更新を行い、施設・設備を健全に維持した。

研究設備の整備として、横須賀本部において研究施設の新設、改修・更新を行うとともに、高知コア研究所では、研究施設の空調の更新及びコンテナ整理の一環として新実験室の整備を実施、

【評価の視点：中長期目標達成のため必要な施設・設備の整備・改修等は適切に行われたか。】

法定点検及び自主点検などを確実に実施するとともに、その是正を速やかに対応した。また、老朽化しているもので特に安全性に影響するものは最優先に更新を行い、施設・設備を健全に維持した。

横須賀本部において、研究施設の新設、改修・更

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。

むつ研究所ではコンテナの整備を実施するなど、研究環境の合理化を実施した。

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、むつ研究所及び横浜研究所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）の算出を行い、令和元年度に実施した横須賀本部と併せ、「施設設備マスタープラン」を策定、更には機構全体の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。

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が取り纏めた「深海総合研究棟改修等における基本的な考え方」を基に、深海総合研究棟基幹施設改修基本計画・設計を策定した。

船舶に関して、安全の確保を最優先に、中長期の整備計画を定め、保守整備等を実施した。また、老朽化した機器・設備の維持や更新にあたっては、機能や効果、維持コスト等を勘案し、整理を行いつつ資産を適切に管理した。

学術研究船「白鳳丸」は中長期的な継続運用に必要となる老朽化対策及び改修並びに機器更新を目的とした補助事業として、令和3年3月から大規模修繕工事を開始した。（同年11月末頃まで実施予定）

新を行うとともに重要インフラである給水ポンプ室の更新、国際海洋環境情報センターにおいては、省エネルギー対策として照明器具のLED化を実施、更には新型コロナウイルス感染拡大防止対策として換気設備の更新を実施した。また、高知コア研究所では、研究施設の空調の更新及びコンテナ整理の一環として新実験室の整備を実施、むつ研究所ではコンテナの整備を実施するなど、研究環境の合理化を実施した。

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、むつ研究所及び横浜研究所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）の算出を行い、令和元年度に実施した横須賀本部と併せ、「施設設備マスタープラン」を策定、更には機構全体の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。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が取り纏めた「深海総合研究棟改修等における基本的な考え方」を基に、深海総合研究棟基幹設備改修基本計画・設計を策定した。

船舶及び搭載機器の保守整備に関しては、予算の許す限りにおいて、安全な運航の実現を指標に計画通り効率的な管理を行った。今後は受益者（研究者含む）負担による追加の保守整備等の導入も検討していく必要がある。「白鳳丸」に関しては大規模修繕工事が予算化され、令和2年3月から令和3年11月末までの期間、大規模修繕工事が行われている。

【評価の視点】

○中長期目標達成のため必要な施設・設備の整備・改修等は適切に行われたか。

【関連指標】

（主な指標）

- ・施設・設備の維持管理状況
- ・施設・設備の計画的な整備・改修・保守点検状況 等