

# 平成29年度の海洋科学技術関連 新規施策の事前評価について

平成28年 8 月

科学技術・学術審議会

海洋開発分科会



# 科学技術・学術審議会 海洋開発分科会 名簿

## 正委員

分科会長	浦 辺 徹 郎	東京大学名誉教授・ 一般財団法人国際資源開発研修センター顧問
分科会長代理	長 澤 仁 志 平 田 直	日本郵船株式会社代表取締役・専務経営委員 東京大学地震研究所センター長・教授

## 臨時委員

浦	環	九州工業大学社会ロボット具現化センター長・特別教授
木 島 明 博		東北大学大学院農学研究科教授
窪 川 かおる		東京大学大学院理学系研究科・附属臨海実験所特任教授
白 山 義 久 <sup>※</sup>		海洋研究開発機構理事
高 橋 重 雄		港湾空港技術研究所理事長
瀧 澤 美奈子		科学ジャーナリスト
竹 山 春 子		早稲田大学先進理工学部生命医科学科教授
田 村 兼 吉		海上技術安全研究所研究統括主幹
辻 本 崇 史		石油天然ガス・金属鉱物資源機構理事
津 田 敦		東京大学大気海洋研究所長・教授
中 田 薫		水産総合研究センター研究推進部研究主幹
西 村 弓		東京大学大学院総合文化研究科国際社会学専攻准教授
花 輪 公 雄		東北大学理事
藤 井 良 広		上智大学大学院地球環境学研究科客員教授
鷺 尾 圭 司		水産大学校理事長

※ 本件施策の事前評価にあたっては、当該提案に係る国立研究開発法人海洋研究開発機構との利害関係にあることから、審査の公平性を保つため、規程に基づき、審議から外れている。

# 事前評価票

(平成28年8月現在)

1. 課題名 国土強靱化に向けた海底広域変動観測プロジェクト
2. 開発・事業期間 平成 29 年度～平成 33 年度
3. 課題概要 <p>国立研究開発法人海洋研究開発機構では、国土強靱化、国民の安全・安心確保という国のミッションを達成するため、平成 29 年度より「国土強靱化に向けた海底広域変動観測プロジェクト」を実施することを計画している。同プロジェクトでは、①南海トラフに展開されている地震・津波観測監視システム（DONET）を基盤とした、水圧計、傾斜計、「ちきゅう」の掘削孔に設置する長期孔内観測装置等による連続リアルタイム海底地殻変動観測技術の開発・展開、②最先端の3次元地震探査システムを有する海底広域研究船「かいめい」等を用いた連動性評価に重要な南海トラフセグメント領域や津波地震を引き起こす可能性がある日本海溝アウターライズ域等における海底活断層の高精度広域調査、③①及び②で得られる新たな調査・観測結果を取り込んだより現実的なシミュレーション及び推移予測手法の開発・評価を実施することとしている。</p> <p>これにより、巨大地震の発生予測（切迫度の評価、発生規模・分布の推定）の高精度化を進める。また、地震発生直後に震源域やその規模、津波発生源を正確に推定することで、津波浸水即時予測の高精度化を図る。これらの取組を通じて防災・減災の実現を図る。</p>
4. 各観点からの評価 <p>(1) 必要性</p> <p>【社会的・経済的意義】 【社会的価値】 【国の関与の必要性・緊急性】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・我が国は沈み込み帯に沿った国土を有しており、海溝型巨大地震の脅威に常にさらされている。東日本大震災に代表される海溝型巨大地震・津波の発生による被害は極めて甚大であり、適切に備えることが必要である。</li><li>・地震調査研究推進本部の想定では、南海トラフにおけるマグニチュード8から9クラスの巨大地震発生確率は今後30年間で最大70%と非常に高い。また、巨大地震発生時の我が国への被害は甚大なものとなり、内閣府の試算によれば被害額は最大約220兆円、人的被害は最大約32万3千人と想定されるなど、国民の生命と財産を守るため巨大地震・津波の観測体制の拡充、防災・減災対策の推進は喫緊の課題である。</li><li>・しかしながら海溝型地震の震源域の大部分は海域にあるため、アクセスの困難さやデータ取得・伝送技術の問題から、陸域に比べて観測・監視の体制が不足している。本施策は海域における観測・監視体制を拡充し、巨大地震発生予測の高精度化や、自治体等が進めている地震発生直後の津波浸水即時予測の高精度化に資するものであり、安全・安心な社会の実現に向けて実施の必要性は非常に高い。</li></ul>

#### 【政策・施策の企画立案・実施への貢献】

我が国の成長戦略や科学技術政策において、以下のとおり、その必要性が示されている。本施策はこれらの実現に大きく貢献するものである。

- ・「地震に関する総合的な調査観測計画（平成 26 年 8 月 27 日地震調査研究推進本部策定）」においては、今後推進すべき調査・観測として、「地殻変動観測の連続観測化及びリアルタイム化を進めるため、水圧観測、傾斜観測、海底基線長測距、地殻変動観測ブイ等の新たな観測手法の実用化を検討する」や「プレート境界断層や地震断層を目的にした深海掘削の重要性は明らかであり、今後更に深部のプレート境界断層や、浅部でも広域的な掘削の展開が必要となっている」とされている。
- ・「経済財政運営と改革の基本方針 2016 ～600 兆円経済への道筋～（平成 28 年 6 月 2 日閣議決定）」においては、「防災・国土強靱化、成長力を強化する公的投資への重点化」として、「スーパーコンピューター等の活用による被害状況の推測手法」や「南海トラフ巨大地震、首都直下地震などの大規模地震や津波、水害、土砂災害、火山災害など多様な自然災害に対し、研究・人材育成を含め防災・減災の取組」を推進することとされている。
- ・「科学技術イノベーション総合戦略 2016（平成 28 年 5 月 24 日閣議決定）」においては、重きを置くべき取組として、「地震・津波の早期予測・危険度予測技術の開発（地震や津波災害に関して、海底地震津波観測ケーブル網で津波の伝搬をリアルタイムに検知する仕組みの構築、複雑な海岸地形の影響や防護施設の効果を取り入れた津波伝搬・遡上シミュレーション技術の開発等）」が挙げられている。

## （２）有効性

#### 【行政施策への貢献】

- ・「地震に関する総合的な調査観測計画」においては、「海底地殻変動観測は、プレート間の相対運動やプレート境界周辺のひずみの蓄積等を把握することにより地震発生場の理解を深め、海溝型地震の長期評価の信頼性を高めること等に寄与する」、「プレート間地震の発生機構を詳細に解明して、地震発生の可能性を評価するためには、プレート境界付近の海底下の地殻構造についての知識を得ることが有益である」とされている。本施策の実施により、連続リアルタイムの地殻変動データを逐次同化・評価することが可能となるとともに、セグメント境界の複雑な断層情報や未知の断層情報を取得し、現実的な地殻構造を取り入れた高精度な地殻変動・津波シミュレーション等を実施することで地震調査研究推進本部が実施している海溝型地震の長期評価の信頼性向上や自治体等が進める津波浸水即時予測の高精度化に貢献することが期待できる。

#### 【新しい知の創出への貢献】

- ・スロースリップ等の従来観測が難しかった極微小な地殻変動を捉えることが可能となる。スロースリップ等の地殻変動はプレート境界地震発生前に生じる固着領域（アスペリティ）のはがれと関係している可能性が指摘されている。その発生や伝播の様子を連続リアルタイム海底地殻変動観測システムによって詳細に観測することにより、巨大地震の発生予測の高精度化だけでなく、海溝型巨大地震の準備・発生過程の解明が飛躍的に進むこととなる。

### (3) 効率性

#### 【計画・実施体制の妥当性】

- ・本施策は、DONET を基盤とした連続リアルタイム海底地殻変動観測網の構築、最先端の 3 次元地震探査システムを有する海底広域研究船「かいめい」による高精度地殻構造調査、大型計算機を用いた地殻変動・津波シミュレーション等を行うものであり、DONET 構築や大規模な海底下構造調査等の知見及び技術を有し、本施策実施に必要な船舶等のファシリティを有する海洋研究開発機構が実施するのが効率的・効果的である。
- ・また、連続リアルタイム海底地殻変動観測網の構築のうち「ちきゅう」による長期孔内掘削装置の設置については、日米欧が主導し、世界 26 か国が参加する多国間国際協力プロジェクト「国際深海科学掘削計画 (IODP)」の枠組の下で実施するものであるため、「ちきゅう」の運用体制及び IODP の推進体制がある海洋研究開発機構で実施するのが適当である。
- ・また、実施にあたっては防災科学技術研究所、気象庁、海上保安庁、大学等の関係機関と連携の上で実施をすることとし、観測の連携、データの共有等の調整を行うこととする。さらに行政施策に直結すべき地震に関する調査研究を一元的に推進する地震調査研究推進本部において、関係機関間と情報を共有し予算等を含めた研究開発の推進に関して調整を受けることとする。

## 5. 総合評価

【結論】実施すべきである。

### (1) 必要性

- 切迫する南海トラフ地震をはじめとした地震や津波の予測は喫緊の課題であり、緊急性・必要性が高い事業であるといえる。
- DONET システム等の地殻変動観測システムは日本が世界に先駆けて手がけてきた分野であり、将来的には研究開発の成果を海外展開することで国際貢献にも役立つ。

### (2) 有効性

- 国民の安心・安全の確保への貢献、新しい科学的知見の獲得といった観点から有効性が高い。

### (3) 効率性

- 効率性の向上のために「かいめい」の有効利用が不可欠である。
- 期間と予算の制約上、掘削地点の選定が重要である。

### (4) その他

- 適切な KPI を設定し、今後の透明性を高めることが求められる。

## 事前評価票

(平成28年8月現在)

1. 課題名 持続可能な海洋資源の利活用に資する統合的海洋観測網の構築
2. 開発・事業期間 平成29年度～平成33年度
3. 課題概要 <p>2015年5月ドイツのG7エルマウサミット首脳宣言「海洋環境保護」、G7ドイツ科技大臣合同声明文「海洋の未来」をはじめ、本年我が国が議長国を務めたG7伊勢・志摩サミットの首脳宣言やG7茨城・つくば科学技術大臣会合の「つくばコミュニケ（共同声明）」において、近年顕在化しつつある海洋の変化やその社会経済への影響評価、海洋の持続的利用のための政策立案は科学的根拠に基づくべきであり、そのためには、定常的な地球規模の海洋観測を強化することが喫緊の課題であると指摘されている。特に、アルゴ計画に代表される既存の漂流フロート観測に加え、我が国からは、生物地球化学データの観測、より大深度の観測に係る漂流フロート観測の拡張を提案し、G7各国間で同意が得られている。</p> <p>海洋研究開発機構では上記の課題の解決に資する具体的な計画として、既存のグローバル海洋観測枠組みや、関係機関との連携のもと、平成29年度より「持続可能な海洋資源の利活用に資する統合的海洋観測網の構築」を構想している。同施策では、漂流フロートによる観測、船舶による観測、係留系による観測を相互補完的な3本柱として位置づけ実行するとともにそれらの観測において取得したデータにより統合データセットの作成と発信を総合的に行う事で、海洋観測ビッグデータを利用した新たな価値を創造する。</p> <p>具体的な実施内容としては、2000m以深の大深度データ・生物地球化学データを観測するための漂流フロートの開発とその展開、海洋地球研究船「みらい」等の船舶による反復・高精度・多項目観測やスーパーサイトに設置した係留系による高時間解像度観測による観測データの取得、得られた膨大な地球観測データを地球シミュレータの能力と革新的なデータ統合技術を駆使して統合ビッグデータセットを創造し、外部へ発信することを目指している。</p>
4. 各観点からの評価
(1) 必要性 【科学的・技術的意義、社会的・経済的意義】 海洋は、人間を含む生物の生存に欠かせないサービスを提供するとともに、1年間に2.5兆ドル超の直接的な経済的利益（目に見えない生態系サービスの価値を含めるとこの10倍以上）を生み出している。海洋を取り巻く環境は人間活動の影響を大きく受けて変化しつつあり、将来の世代による海洋の持続可能な利用を脅かすものとして、世界的に極めて重要な問題となっている。そのため、海洋観測を強化して科学的知識を発展・提供し、海洋で起きている変化とそれが海洋に関わる経済活動や政策、持続可能な利用に与える影響を評価することが重要な課題となっている。

海洋酸性化、貧酸素化、多様性の喪失、海洋生態系の劣化など、人間が及ぼす影響に対する脆弱性に関する知見を得るためには、これまでの物理的なデータに加え、現在時空間的に疎らである生物地球化学分野・生物分野のデータや、より深海域のデータを、漂流フロート、係留系及び船舶による観測を組み合わせた統合的観測網を構築して観測することにより、高密度に確保することが肝要となっている。

また、近年技術的進歩が著しいビッグデータ解析技術等を駆使することで、これまでの手法では明らかにすることができなかつた新たな知見を得ることができるようになっており、前述のデータ群を海洋地球に関するビッグデータと捉えて統合解析することが肝要となっている。

#### 【国費を用いた研究開発としての意義】

我が国の成長戦略や科学技術政策において、以下のとおり、その必要性が示されている。

○経済財政運営と改革の基本方針 2016（平成 28 年 6 月 2 日閣議決定）

「国家安全保障戦略」を踏まえて領海警備・海洋監視能力の増強に取り組む。

○日本再興戦略 2016（平成 28 年 6 月 2 日閣議決定）

海洋資源調査・開発技術などの長期的な国の成長の原動力となる基幹技術については、国立研究開発法人による研究開発・社会実装を推進・強化する。

○第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）

海洋や宇宙の適切な開発、利用及び管理を支える一連の科学技術は、産業競争力の強化や経済・社会的課題への対応に加えて、我が国の存立基盤を確固たるものとするものである。また同時に、我が国が国際社会において高い評価と尊敬を得ることができ、国民に科学への啓発をもたらす等の更なる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るため、長期的視野に立って継続して強化していく必要がある。

○科学技術イノベーション総合戦略 2016（平成 28 年 5 月 24 日閣議決定）

・陸域・海域・極域を含む継続的な地球観測の推進と新たな観測技術の開発

・地球環境の観測・予測データを統合した情報基盤の構築と気候変動適応情報の収集・発信

○我が国の海洋状況把握の能力強化に向けた取組（平成 28 年 7 月 26 日総合海洋政策本部決定）

・我が国の海洋状況把握の能力強化に資するため、海洋情報の収集・取得に関する取組を強化し、これまで取組の弱かった北極域・深海域等の観測・調査や海洋生物多様性・海洋生物資源等に関する観測・調査の強化、船舶・フロート・ブイ等による海洋の観測・調査・モニタリングの継続的な実施など、関係府省及び政府関係機関が実施する海洋の観測・調査・モニタリングの充実・強化を図る。

・関係府省及び政府関係機関は、海洋の観測・調査・モニタリング及び海洋情報の収集等に必要な施設・設備の整備・運用を図るとともに、海水下や深海域における観測技術・システムや化学・生物センサーの開発等、先進的な海洋観測技術・システムの開発等を推進する。

## （2）有効性

#### 【国益確保への貢献】

本施策により得られた新たな海洋観測データを含む膨大な海洋地球観測データを最大限に活用するため、革新的なデータ統合化技術を用いて、4 次元再解析データセットを作成する。このデータセットを活用することにより、例えば我が国 EEZ 内の基礎生産力を把握する

ことが可能となる。その結果、科学的知見に基づいた水産資源の管理が可能となり、我が国の食糧安全保障を含む海洋権益の確保に貢献することができる。また、生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム（IPBES： Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services）や国家管轄圏海域外の海洋生物多様性（BBNJ: Biodiversity Beyond National Jurisdiction）などの国際的な政策目標立案時に科学的根拠に基づいた外交交渉が可能となるため、我が国のプレゼンスの向上と外交的国益の確保を図ることができる。

#### 【新しい知の創出への貢献】

高精度な統合ビッグデータセットを作成するためには、高精度、広範囲、高頻度（高時間分解能）な観測データが必要となるが、現状では、これらを全て満たす観測手法は存在しない。そこで、船舶観測により高精度なデータを取得してこれを基準とし、漂流フロートにより広範囲にデータを取得し、さらに係留系により高頻度なデータを取得する、という相互補完的な3種の組み合わせによって必要なデータを取得する。特に漂流フロートによる観測では、これまで水深2000mまでの水温・塩分のみを測っていた漂流フロートに2つの観測点で機能拡充を行い強化する。すなわち、一つは生物地球化学センサーを始めとした新たなパラメータが計測可能な新規センサーを搭載すること、もう一つは観測範囲を水深6,000mまで大深度化することである。

これらの統合的な観測の実施により、近年指摘されている海洋を取り巻く脅威のうち、海洋酸性化、貧酸素化、多様性の喪失及び海洋生態系の劣化への適応策・対応策立案に必要なパラメータが新たに高時空間解像度で取得することが可能となる。また、得られた観測データを解析することにより、北太平洋域等における海洋酸性化の影響を明らかにするための科学的知見の蓄積や、西太平洋赤道域やインド洋東部においては、我が国の周辺の気候にも大きな影響を及ぼすエルニーニョ現象やインド洋ダイポールモードの予測精度を高度化する。

統合的海洋観測網で得られた海洋観測ビッグデータは、革新的なデータ統合化技術を用いて、現在までに実際に起こった場を再現する高解像度・高精度の4次元再解析データセットとして統合する。また、シミュレーションモデルにより、可能な限りの場合を尽くしたアンサンブルシミュレーションを行い、起こりうる現象をデータベース化し、数十年に1度と言われるような非常に頻度の低い現象も高い確度で予測可能な海洋予測データベースを構築する。これらの統合ビッグデータセットを基盤とし、海洋分野のみならず、防災分野、農業分野、健康・医療分野など新たな分野へデータを発信・連携することにより、新たな価値を創造する。

### （3）効率性

#### 【計画・実施体制の妥当性】

海洋研究開発機構は、地球環境観測研究開発センターを中心に、2000年の国際アルゴ計画発足時に我が国の対応として実施されたミレニアムプロジェクト（新しい千世紀プロジェクト）「高度海洋監視システム（アルゴ計画）の構築」から主導的な立場でArgoフロートによる観測研究を行っている。同時に、太平洋アルゴ領域センター（PARC）を担当し、全球の約半数に相当する太平洋で観測中のArgoフロートデータの品質を常時監視している。

また、海洋地球研究船「みらい」により、国際計画である全球海洋各層観測調査プログラ

ム（GO-SHIP）に参画し、これまで国際的に合意された定線観測ラインにおいて高精度・多項目の繰り返し観測を実施している。

さらに、北太平洋における自動昇降式中層係留系を展開して海洋生態系の時系列観測を実施し、熱帯域においては、各国の機関の協力の下、海洋と大気観測のための観測システムのうち、太平洋の TAO/TRITON ブイ網及びインド洋の RAMA ブイ網に参画してブイを展開し全球熱帯ブイ網の発展と維持に貢献している。

加えて、シミュレーション技術や地球シミュレータ等の大規模な計算機資源を駆使した革新的データ統合化技術を有している。特に、地球シミュレータは平成 27 年度に 2 回目のシステム更新を行い機能強化が図られたことにより、これまでに日本周辺の約 30 年にわたる海洋環境を高分解能で再現したデータセットを作成・公開した実績を有している。

#### 【研究開発の手法やアプローチの妥当性】

統合的海洋観測網は、既存の海洋観測の維持や調整と併せて、国際アルゴネットワークやその他の海洋観測プラットフォームを通じて地球規模の海洋観測の強化のためのイニシアチブに取り組むことにより、効率的に構築する。

統合的ビッグデータセットは、現行の地球シミュレータが有する大規模シミュレーション計算を高速で実行できる特性を活かすとともに、先端的な計算手法や新しい解析処理技術を最大限に活用して効率的に構築し、外部へ発信する。

## 5. 総合評価

【結論】実施すべきである。

### （1）必要性

- 継続的な基本観測によるビッグデータの集積は科学的意義が大きい。
- 海の環境変化を詳しく監視することは重要性が高い。

### （2）有効性

- 得られたデータを基礎に国際的な枠組みの中でリーダーシップを発揮することで、真に有効性の高い事業となる。

### （3）効率性

- 継続的に行うべき内容である。
- データのアウトプットの方法を工夫すべきである。

### （4）その他留意すべき事項

- アルゴフロートによる観測だけでなく、船舶観測や係留系観測も組み合わせ、実行するべきである。

## 事前評価票

(平成28年8月現在)

1. 課題名 北極域研究の戦略的推進
2. 開発・事業期間 平成28年度～(北極域研究推進プロジェクトについては平成27年度より開始)
3. 課題概要 (1) 背景 北極域は、急激な温暖化の進行や海氷の減少等、気候変動の影響が最も顕著に現れるとともに、こうした北極域における環境変化が地球全体の環境や生態系に大きな影響を与えるところが、懸念されている。 一方、海氷の減少等に伴う、北極海航路の利活用や資源開発などといった形での経済活動の飛躍的な拡大が見込まれており、北極域諸国だけでなく、中国、韓国、インドを含む多くの国が強い関心を抱くようになってきているが、北極域における経済活動の拡大は、復元力に乏しい北極域の環境や生態系に大きなダメージを与えるだけではなく、全球的な環境変化を拡大させるリスクを有するものであることが懸念されている。 こうした北極域における諸課題に対応するためには、科学的知見に基づいた政策判断等が必要であるが、これまでさまざまな研究・観測が北極域において実施されてきたにもかかわらず、今なお解明されていない課題等も多く存在している。我が国としては、昨年10月に決定された「我が国の北極政策」にもあるように、北極に潜在する可能性と環境変化への脆弱性を認識し、持続的な発展が確保されるよう、我が国の強みである科学技術を基盤として、国際社会において積極的に主導力を発揮することが必要とされている。 また、平成28年2月より5回にわたって開催された北極研究戦略委員会では、北極域研究全体を俯瞰しつつ、我が国として今後、どのように戦略的に取り組んでいくべきかについて取りまとめを行った。  (2) 北極域研究推進プロジェクト (ArCS (アークス)) このような北極域を巡る状況を踏まえ、文部科学省は平成27年度より新たに北極域研究推進プロジェクト(ArCS (アークス) : Arctic Challenge for Sustainability)を開始している。本プロジェクトでは、北極域における環境変動と地球全体へ及ぼす影響を包括的に把握するとともに、社会・経済的影響を明らかにし、適切な判断や課題解決のための情報を内外のステークホルダーに発信し、北極域の持続的発展に貢献することを目的としている。 このため、平成28年度では、①国際共同研究の推進(1.気象・海氷・波浪予測研究と北極航路支援情報の統合、2.グリーンランドにおける氷床・氷河・海洋・環境変動、3.北極気候変動予測研究、④北極の人間と社会等、8つのテーマで国際共同研究を実施。)、②国際連携拠点(アメリカ・カナダ・ノルウェー・デンマーク等)の整備、③若手研究者の育成を実施している。 平成29年度では、①北極域における研究・観測上の課題であるが、これまで国際的にも組

織的な取り組みが未着手であった永久凍土の融解及びメタンの放出に関する課題を実施するとともに、②自然科学分野の研究・観測と人文社会科学的な視点（経済開発等）を融合して、人間活動の影響を加味した将来予測を実施し、その結果のステークホルダー等の関係者への発信に取り組む。③さらに、海外の研究機関が蓄積した観測データと我が国がこれまで蓄積した観測データの実データ共有システムを開発し、我が国が主導した観測データの共有化の促進を図る。

### （３）先進的北極域観測技術開発

北極海は海氷に覆われる海域を中心として観測データ空白域が多く存在しており、北極海的环境変動の実態把握、将来予測の高度化等の観点から、空白域の観測実現が重要な課題となっている。当該海域の観測の実現のためには、さらなる技術開発が必要である。

本施策においては、具体的には海水下観測を実現するための端緒として、北極海観測のための自律型無人探査機（AUV）に係る要素技術開発、特に海水下において位置を把握するための技術開発に着手するとともに、北極海観測のプラットフォームとして当該 AUV の運用も担う北極域研究船の機能検討を実施する。

## 4. 各観点からの評価

### （１）必要性

#### 【科学的意義、社会的意義】

##### ア. 北極域研究推進プロジェクト（ArCS）

我が国は昨年１０月に「我が国の北極政策」を策定し、我が国の強みである科学技術を基盤に、北極をめぐる国際社会の取組において、主導的な役割を積極的に果たすとされている。

また、我が国は、これまでの北極域における長期間の研究・観測の実績を評価され、平成25年に北極評議会（AC）のオブザーバー参加資格が承認された。オブザーバー参加国としてのプレゼンスを高めていくためにも、我が国の強みである科学技術を活かした北極域における研究・観測の活動度を上げるとともに、北極評議会（AC）等の国際場裡におけるルール形成等の場における科学的知見に基づいた議論への積極的な貢献・参画等を行うことが求められている。

このため、平成29年度において、ArCSの国際共同研究等の取り組みを引き続き着実に実施するとともに、これまで課題とされているにもかかわらず組織的な研究プロジェクトとして未着手であった、永久凍土の融解及びメタンの放出に関する課題や、我が国がこれまで蓄積した観測データに基づき、国際的にも主導的立場を取りうる、観測データの実データの共有化の促進を図ることは、科学的及び社会的意義が高く、積極的に取り組む必要がある。

##### イ. 先進的北極域観測技術開発

北極域においては、地球上の他の地域に先んじて地球温暖化等による環境変化が進行しているとされ、近年その影響は北極域のみならず我が国などの中緯度国の気候等にも影響を与えることが示されている。他方で、海氷の減少等に伴う北極海航路の利用や資源開発などの経済活動が活発化しており、科学的な知見に基づく持続的な北極域の利活用が北極圏のみならず国際的な課題となっている。しかしながら、北極域はその大部分を占める北極海が冬季を中心に海氷に覆われていることから観測データ空白域が多く存在し、諸現象の正確な把

握と理解を進める上で障害となっている。そこで、観測データ空白域を解消するために、我が国が蓄積してきた高度な観測技術に基づく先進的な北極海観測技術を開発し、北極域に係る課題の解決に貢献することが肝要となっている。

【国費を用いた研究開発としての意義】

我が国の成長戦略や科学技術政策において、以下のとおり、その必要性が示されている。

○第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）

海洋や宇宙の適切な開発、利用及び管理を支える一連の科学技術は、産業競争力の強化や経済・社会的課題への対応に加えて、我が国の存立基盤を確固たるものとするものである。また同時に、我が国が国際社会において高い評価と尊敬を得ることができ、国民に科学への啓発をもたらす等の更なる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るため、長期的視野に立って継続して強化していく必要がある。

○科学技術イノベーション総合戦略2016（平成28年5月24日閣議決定）

- ・陸域・海域・極域を含む継続的な地球観測の推進と新たな観測技術の開発
- ・地球環境の観測・予測データを統合した情報基盤の構築と気候変動適応情報の収集・発信

○我が国の北極政策（平成27年10月16日総合海洋政策本部決定）

- ・北極環境の変動メカニズムに関する更なる解明に向けた北極の科学的データを取得し、解析するため、我が国が強みを有する、最先端の衛星や、観測基地及び観測船等を用いた継続的な観測の強化に取り組む。また、より発展的な観測が可能になるよう、北極という過酷な環境に耐えうる観測機器等の開発に取り組む。
- ・自律型無人潜水機(AUV)等を用いた国際的な北極域観測計画への参画を可能とする機能や性能を有する、新たな北極域国際研究プラットフォームとしての北極域研究船の建造に向けた検討を行う。

○我が国の海洋状況把握の能力強化に向けた取組（平成28年7月26日総合海洋政策本部決定）

- ・我が国の海洋状況把握の能力強化に資するため、海洋情報の収集・取得に関する取組を強化し、これまで取組の弱かった北極域・深海域等の観測・調査や海洋生物多様性・海洋生物資源等に関する観測・調査の強化、船舶・フロート・ブイ等による海洋の観測・調査・モニタリングの継続的な実施など、関係府省及び政府関係機関が実施する海洋の観測・調査・モニタリングの充実・強化を図る。
- ・関係府省及び政府関係機関は、海洋の観測・調査・モニタリング及び海洋情報の収集等に必要な施設・設備の整備・運用を図るとともに、海水下や深海域における観測技術・システムや化学・生物センサーの開発等、先進的な海洋観測技術・システムの開発等を推進する。

(2) 有効性

【国際場裡における議論への積極的な参画】

ア. 北極域研究推進プロジェクト (ArCS)

国際的にも主導的立場を取りうる研究や技術開発によって、北極評議会 (AC) 等の国際場裡におけるルール形成等の場における科学的知見に基づいた議論への積極的な貢献・参画を行うことが可能となる。

### 【新しい知の創出への貢献、人材の養成】

#### ア. 北極域研究推進プロジェクト (ArCS)

科学的知見が不足している北極域における研究・観測を促進し、観測データの取得や、それらに基づく社会的・経済的影響についての精緻な予測、国際連携拠点への若手研究者の派遣、国際共同研究をつうじた人的交流等は、我が国の強みである科学技術を活かした、新しい知の創出への貢献、人材の育成に有効に寄与するものである。

また、平成29年度に取り組むこととしている、永久凍土の融解及びメタンの放出に関する課題等国際的に未着手であった取組みを実施することによって、新たな知見を提供するとともに、観測データの実データの共有化促進を図ることによって、国際社会の様々なニーズに応じた情報提供が可能となる。

#### イ. 先進的北極域観測技術開発

北極海における海氷下観測に関わる先進的な技術開発を推進し、現状では空白域となっている海氷下観測を実現することにより、北極域に関わる課題解決に向けて極めて重要な科学的知見の提供が可能となる。また、これらの技術開発により、AUVと北極域研究船を組み合わせることで国際的な観測プラットフォームとして提供することが可能となり、北極海観測に係る我が国のプレゼンスが飛躍的に向上するとともに、波及効果として、例えば南極海等の他の極海観測においても活用が期待できる。

## (3) 効率性

### 【計画・実施体制の妥当性】

#### ア. 北極域研究推進プロジェクト (ArCS)

ArCSには、国立極地研究所、海洋研究開発機構、北海道大学の3機関を中心に、我が国の多くの大学、研究機関が参画している。プロジェクトとして一体性を持った研究・観測活動を実施するため、PD（プロジェクトディレクター）、3機関に置かれるSPD（サブプロジェクトディレクター）、各研究テーマのPI（実施責任者）が参加する運営委員会が設置されている。また、外部有識者で構成され、ステークホルダーの意見等を取り入れることを目的とした評議会が設置されている。このように、PDを中心に参画機関が密接に連携した実施体制を構築することにより、限られた人的・物的リソースを有効に活用し、効率的に研究・観測を実施する体制と整備されている。

#### イ. 先進的北極域観測技術開発

北極海における自動昇降式中層係留系を展開して海洋生態系の時系列観測を実施するとともに、北極海においては、海洋地球研究船「みらい」の派遣により、米国、カナダ、ロシア、中国、韓国等と連携した国際観測に参加し貢献している。

### 【研究開発の手法やアプローチの妥当性】

#### イ. 先進的北極域観測技術開発

これまで蓄積してきた自律型無人探査機に関わる知見を最大限活用して技術開発に取り組むとともに、北極域研究船の機能検討においては、北極域の課題解決に重要な研究テーマや他国の船舶の保有状況などを踏まえて、必要不可欠な機能に絞った船舶となるよう検討を実施する。

## 5. 総合評価

【結論】実施すべきである。

### (1) 必要性

- 北極研究戦略委員会の審議を踏まえた内容であり、国際的なプレゼンスを発揮するためにも取り組む必要性は高い。
- 非北極圏である我が国の現状を踏まえると、専門家のみならず広く国民に必要性を認識してもらう取組が必要である。

### (2) 有効性

- 気候変動や生態系の研究と密接に関連する取組であり、知の創造につながる内容である。
- 国際研究の場でリーダーシップを発揮できれば、国益の確保に寄与するといえる。

### (3) 効率性

- ArCS については実施体制が妥当であり、アプローチの透明性が確保されている。
- AUV 等の研究開発については民間企業との連携・協力や他機関の取組を参考にすることで、効率性を高める工夫をするべきである。

### (4) その他留意すべき事項

- 組織レベルだけでなく北極域研究に関心をもつ研究者を広く取り込む仕組みが必要ではないか。
- ArCS は総合的なプロジェクトだが、目標について参画する全ての機関、研究者で共通認識を持つべきである。

## 事前評価票

(平成28年8月現在)

1. 課題名 次世代深海探査システムの実現に向けたプロジェクト

2. 開発・事業期間 平成29年度～

### 3. 課題概要

我が国は、四方を海に囲まれており、四つのプレート境界に位置しているため、周辺には、千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南海トラフ、南西諸島海溝等の海溝が存在する。このため、我が国の排他的経済水域（EEZ）内では、その面積の約50%が水深4,000m以上であり、また、水深6,000m以深の海域が約6%と、世界有数の深海フィールドを有している。

近年、深海域での巨大な海底変動が甚大な災害を引き起こしたことが明らかになり、深海域でのジオハザードに対する迅速かつ長期的な調査や観測の必要性が強く認識されるようになってきている。また、海底下に存在する広大かつ豊かな生命圏の存在が確認されるなど、深海域においては今後も新たな科学的知見の獲得や人類の未来に役立つ発見が期待されている。

深海域における研究開発については、これまで研究機関や大学等が中心となり実施している。特に、国立研究開発法人海洋研究開発機構は、有人潜水調査船「しんかい6500」、無人探査機「かいこう」等の深海探査機を開発・運用するとともに、内外の研究機関等と協働して研究を実施するなど、深海域における研究開発の実施機関として世界トップクラスの実績を有している。例えば、海溝底の泥試料からの数々の極限環境微生物の発見、東北地方太平洋沖地震の地震断層が海溝底を突き抜けて活動したことなど、深海生物分野や地震・防災分野、海洋底地質分野等において多くの成果を得ている。

一方、「しんかい6500」は建造・運航から25年以上の年月が経っており、設計や建造に携わっていた当時の技術者や初期の運航から携わってきた関係者が少なくなってきているという現状がある。そのため、このままでは我が国がこれまで培ってきた有人潜水調査船に関する技術やノウハウが失われるのではないかと指摘がある。また、近年までは「しんかい6500」は世界一深く潜ることのできる高機能な有人潜水調査船であったが、米国の「Alvin」の改造や、中国で水深7,000m級の「蛟龍号」が運航開始するなど、諸外国でも深海への取り組みが行われている。我が国として、今後とも高度な深海探査システムを保有・整備し続けることは、深海域における研究開発において我が国が世界トップレベルかつ国際的に優位な立場にいるために重要である。

第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）においても、海洋は国家戦略上重要なフロンティアと位置付けられており、『「海洋立国」として、その立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果をあげるため、着実に取り組んでいくことが求められる。海洋に関する科学技術としては、（略）深海部（略）等の海洋の持続可能な開発・利用等に資す

る技術、海洋の安全の確保に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術などが挙げられる。』とされているところである。

これらの背景を踏まえ、深海探査のこれまでの成果や評価、科学的観点以外も含めた新たなニーズ、次世代深海探査機のスペックやシステム等を踏まえながら、文部科学省海洋開発分科会次世代深海探査システム委員会にて検討を行った。（平成28年1月～7月、全5回）

委員会では様々な分野の有識者から意見が出され、次世代の深海探査システムについては、それぞれの研究分野や水深別のニーズを踏まえつつ、有人探査機及び無人探査機のそれぞれの特性を活かし、機動的かつ統合的な深海探査システムを構築することが重要であり、ニーズの緊急性や重要性、技術的なフィージビリティを踏まえたシステムを構築すべきである、との方向性が示されたところである。

具体的には下記の通りである。

- ・国・国民の安全安心等の観点から、大深度遠隔操作型無人探査機（ROV）システムを活用し、7,000m以深のフルデプス海域へのアクセス能力を確立。
- ・また、自律型無人探査機（AUV）システムの大深度化等を図りつつ、7000m以深の超深海海域において広範囲の海底地形や科学データの取得を効率的に行う技術を確立。
- ・有人探査機（HOV）については、現在保有している「しんかい6500」の最大限の活用を図りつつ、フルビジョン化などの視野性の飛躍的に向上させる技術について検討し、今後重要性が増す海洋ガバナンス等に適切に対応するため、水深3,000m程度までの有人探査機の導入（又は開発）についても検討。
- ・7,000m以深のフルデプスの有人探査機は、上記の深海探査システムによる成果を踏まえ、社会的・科学的ニーズ、技術動向、費用対効果、我が国の技術開発戦略等を踏まえつつ、継続的に検討。
- ・機動的かつ統合的な探査システムに必要となる、複数探査機を活用する技術等について研究開発。

上記の方針を踏まえ、技術的実績のある既存のROV「かいこう」システムについて、フルデプス化に向けた機器改良を行う。平成29年度は、「かいこう」ランチャー、「かいこうMK-IV」ビークル、船上部の機能向上（映像システム、動力システム、各種センサー等）を実施する。また、新素材を用いて耐久性を向上させたフルデプス用ケーブルの試作・試験等を実施する。試験結果等を踏まえ、完成品を製造し、平成31年度内の実海域への投入を目指す。

AUVやHOVについては、将来的な開発を見据え、新素材を用いた浮力材・耐压殻・蓄電池等、各探査システムに必要な技術開発要素の仕様検討のための調査を平成29年度より開始する。

#### 4. 各観点からの評価

##### （1）必要性

#### 【科学的・技術的意義、社会的・経済的意義】

現状の探査機が潜航可能でこれまで多くの深海探査がなされてきた水深7,000mより浅い海域において、持続的な海洋の管理や開発・保全に必要となる生物多様性・生態系・環境評価等の調査研究、海底鉱物資源の成因研究・存在量の調査等で必要となる調査研究の実施、地震津波防災の観点からの海底地震観測システムの敷設等は将来にわたって継続的に実施する必要があり、従来より高度な探査能力・作業性能等を備えた、水深7,000m以深に潜航可能なフルデプス探査機として「かいこう」を開発・運用することで、これらの調査研究等のさらなる発展が期待される。

また、これまで十分な探査がなされていない水深7,000m以深の超深海域においては深海生物・生態系・地質研究等において新たな科学的発見が期待される。さらに、防災上の観点においては国家的に喫緊の課題となっている海溝型巨大地震の発生予測のメカニズムの解明についても、こうした超深海域での調査研究が不可欠である。従って、これらの調査研究の推進等への貢献が期待できる、水深7,000m以深に潜航可能なフルデプス探査機としての「かいこう」の開発が不可欠である。

#### 【国費を用いた研究開発としての意義】

四方を海に囲まれており、世界第6位のEEZを有する我が国は、四つのプレートの境界に位置するという地理的な特性上、水深7,000m以深の海域も数多く保有している。このため、未解明な点が数多く存在し、科学的に重要な発見も期待される深海域は我が国の行うべき調査研究の対象として非常に魅力的であり、かつ経済的にも重要である。また、深海の調査研究はこれまで我が国が世界的にリーダーシップを発揮してきた分野でもあり、今後の継続的な発展を支える水深7,000m以深に潜航可能な「かいこう」の存在は不可欠である。

## (2) 有効性

#### 【行政施策】

国民の安全・安心に資するという観点において、水深7,000m以深に潜航可能な「かいこう」を用いて海底地震観測システムの設置や海溝域の地震震源域の調査等を効率的に実施することにより、国・地方自治体の地震防災に貢献する。また、フルデプス潜航能力を確保し、EEZ内にくまなく到達が可能となることにより、安全保障上の対応や緊急事故への対応等に貢献する。

#### 【新しい知の創出への貢献】

水深7,000m以深に潜航可能な「かいこう」により未解明の部分が数多く存在する深海域の科学的研究を推進することにより、これまで得られていなかった新たな科学的知見の発見及び蓄積が期待される。

#### 【実用化・事業化】

水深7,000m以深に潜航可能な「かいこう」を用いて取得された深海生物の有用遺伝子や海底鉱物資源の研究開発等により得られた科学的知見の民間への移転が進むことにより、経済的な波及効果や国民生活への波及が期待できる。また、開発にあたって得られた様々な基盤的技術は他分野への移転・応用が期待できる。

#### 【人材の養成】

技術開発にあたっては若い人材の積極的な参画を促すことにより、今後の深海探査技術を支える、リーダーたる人材の養成に貢献する。運用にあたっては、これまで培ってきた深海探査システムの安全な運用管理技術のノウハウを継承し、発展させていく人材の養成が期待できる。

#### (3) 効率性

##### 【計画・実施体制の妥当性】

海洋研究開発機構が中心となり、我が国を代表する研究者・技術者等により開発コンセプトや技術開発要素の検討を行った後に本格的な開発を行うという一連の体制を確立することにより、限られた人的・物的リソースを有効に活用した研究開発を効率的に進めることができる。

### 5. 総合評価

【結論】実施すべきである。

#### (1) 必要性

- 深海探査は地震や津波といった災害への対応に資するという点で緊急性が高い。
- 世界的にも深海域の研究開発は難度が高く、取り組むべき科学的・社会的意義がある。

#### (2) 有効性

- フルデプスを研究できるプラットフォームは少なく、新たな知の創出に貢献する内容である。

#### (3) 効率性

- 効率性の観点からも実施は妥当であると言える。