

平成30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29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

石 田 和 憲 宇 都 正太郎	株式会社環境総合テクノス取締役東京支店長 (研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所特別研究主幹・研究監
浦 環 榎 本 浩 之	九州工業大学社会ロボット具現化センター長・特別教授 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立極地研究所副所長・教授
窪 川 かおる	東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター 特任教授
白 山 義 久 [※] 高 村 ゆかり 瀧 澤 美奈子 谷 伸	(研) 海洋研究開発機構理事 名古屋大学大学院環境学研究科教授 科学ジャーナリスト GEBCO 指導委員会委員長
辻 本 崇 史 津 田 敦 中 川 八穂子	(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構理事 東京大学大気海洋研究所長・教授 (株) 日立製作所 研究開発グループデジタルテクノロジー イノベーションセンタ シニアプロジェクトマネージャ
中 田 薫 西 村 弓 花 輪 公 雄 藤 井 輝 夫 藤 井 良 広	(研) 水産研究・教育機構理事 (人材育成担当) 東京大学大学院総合文化研究科国際社会科学専攻准教授 東北大学理事 東京大学生産技術研究所長・教授 上智大学大学院地球環境学研究科客員教授・ 一般社団法人環境金融研究機構代表理事

※ 「北極域研究船の建造」及び「海洋オープンイノベーションの共創(海洋ロボティクス)」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29年8月現在)

1. 課題名 海洋情報資源把握技術開発
2. 開発・事業期間 平成30年度～平成34年度
3. 課題概要 (1) 研究開発計画との関係 施策目標：極域及び海洋の総合的な理解とガバナンスの強化、基盤的技術の開発と未来の産業創造 大目標（概要）： <ul style="list-style-type: none">・地球規模での生物多様性の減少や生態系サービスの劣化が生じていることから、自然と共生する世界の実現は、国内だけでなく国際社会でも重要な目標となっており、生物多様性の損失の防止を図る。・「海洋立国」の立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果を上げるため、海洋の調査・観測技術や海洋資源等の海洋の持続可能な開発・利用に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術に着実に取り組む。・海洋に関する基礎研究や中長期的な視点に立って実施すべき研究開発を推進するとともに、国家存立基盤に関わる技術や広大な海洋空間の総合的な理解に必要な技術など、世界をリードする基盤的な技術の研究開発を推進する。 中目標（概要）： <ul style="list-style-type: none">・生物・化学データを含む海洋の総合的な観測や海洋生態系の構造、機能等に関する研究を強化するとともに、全海洋の生物多様性及び生物資源量の解明調査を先導することにより、海洋環境の変化の把握とその生態系への影響の解明を進め、海洋資源の管理・保全及び持続的利用を図る。・海洋に関する科学技術を支える基盤的技術などを開発・整備するため、最先端の調査・観測・開発利用技術の開発・運用や、シミュレーション技術やビッグデータ収集・解析技術等の情報基盤の整備・運用を進める。 重点取組（概要）： <p>既存プログラムで研究開発されたモニタリング技術やセンサ技術等の成果も積極的に活用しつつ、海洋生態系や海洋環境変動等の状況をより効率的かつ高精度に把握する革新的な観測・計測技術を検討し具体化する。</p> 指標（目標値）： <p>アウトカム指標：</p> <ul style="list-style-type: none">・海洋環境変化が海洋生態系の機能及び構造に与える影響に関する知見の活用、政策的議論への反映・海洋生物資源の管理・保全及び持続的利用に関する国際的なルール作りへの貢献・海洋科学技術による革新的なイノベーションの創出

- ・開発された技術基盤の活用（国際的な活用、民間への技術移転等）

アウトプット指標：

- ・海洋環境変化が海洋生態系の構造及び機能に与える影響やその回復過程の理解
 - 海洋環境や海洋生態系に関する観測データの取得状況（新規取得データ数とデータの質の向上）
 - 観測・計測技術の高度化、予測モデルの開発、評価手法や管理・利用技術の開発等の研究開発成果（研究成果報道発表数、査読付き論文発表数）
- ・得られたデータや科学的知見の集積状況、国内外の関係機関への提供実績
- ・国際的な枠組みへの日本人研究者等の参画状況
- ・調査・観測技術の開発状況及び運用実績（開発成果報道発表数、開発件数、実海域での活用実績）

（２）課題の概要

四方を海で囲まれた我が国において、海洋状況把握（MDA）の基礎となる海洋情報の収集・取得に関する取組を強化し、海洋空間を有効活用するための情報資源として活用していくことが重要である。現在、海水温や塩分等の海洋情報は全地球的な観測網が整備されている一方、海洋生態系や海洋環境等の情報は十分には観測・計測・分析が行われておらず、効率的に観測・計測・分析するための技術が存在していないものもある。

また、国際的には、国連の持続可能な開発目標（SDGs）、G7茨城・つくば科学技術大臣会合等において、「海洋酸性化」、「生物多様性」、「海洋ゴミ」が重要視されている。国家管轄権外区域の海洋生物多様性（BBNJ）に関する国際的な法制度について、国連の作業部会において議論が始まるところであり、科学的な観測データの収集は喫緊の課題となっている。

このため、過去10年にわたり、我が国の領海や排他的経済水域（EEZ）等に存在する、海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストといった海洋鉱物資源を対象に、効率的な資源探査手法の開発を行う「海洋鉱物資源広域探査システム」事業を行ってきたところであるが、政府方針でMDAが重要とされていることや国際的な議論を踏まえ、新たに、大学等が有する高度な技術や知見を幅広く活用し、海洋情報（海洋生態系や海洋環境等）をより効率的（無人化・自律化・自動化）かつ高精度にリアルタイムで把握する革新的な観測・計測・分析技術を研究開発する。また、海洋ガバナンスを図りつつ海洋空間を有効に活用するための基礎・基盤技術を整備するだけでなく、開発された成果を民間企業等へ技術移転を行う。

海洋科学データの効率的な取得により、我が国の海洋状況把握（MDA）に貢献するとともに、成果の技術移転により、今後重要性が増す海洋観測を行う民間企業等の産業競争力の強化及び海洋調査の加速化を図る。また、海洋に関する観測・分析の手法等に係る国際規格・標準の確立等、我が国主導で国際的な海洋ガバナンスの構築を図る。

4. 各観点からの評価

（１）必要性

【科学的・技術的意義】

本課題で取り組む研究開発は、過去 10 年間にわたり実施してきた「海洋鉱物資源広域探査システム開発」事業で得られた知見も積極的に活用しつつ、日本全国の大学の英知を結集して、十分な観測・計測・分析が行われていない海洋生態系や海洋地球環境などの海洋情報をより効率的かつ高精度にリアルタイムで把握する、革新的な技術を検討し具体化するもので、将来的には汎用的な技術へと発展性が期待されるため、科学的・技術的意義が高いと考えられる。

【社会的・経済的意義】

本課題で取り組む研究開発は、海洋ガバナンスを図りつつ海洋空間を有効に活用するための基礎・基盤技術を整備するだけでなく、開発された成果を民間企業等へ技術移転を行い、今後の重要性が増す海洋観測を行う民間企業等の産業競争力強化に貢献することが期待され、海洋開発における官民協力・連携の基盤を築くことになり得るため、社会的・経済的意義が高いと考えられる。

【国費を用いた研究開発としての意義】

- ・ 四方を海に囲まれた我が国において、海洋状況把握（MDA）の基礎となる海洋情報の収集・取得に関する取組みを強化し、海洋空間を有効利用するための情報資源として活用していくことが重要である。
- ・ 国際的に、国連の持続可能な開発目標（SDGs）や G7 茨城・つくば科学技術大臣会合において、海洋酸性化、生物多様性、海洋ゴミが今後解決すべき課題として取り上げられている。また、国家管轄権外区域の海洋生物多様性（BBNJ）について、国連の作業部会において、5～10 年をかけて国際的な法制度を議論するところであるが、科学的な観測データの収集は喫緊の課題となっている。法制度が我が国にとって不利なものとならないよう官民協力の下で、国際的な議論に積極的に参画し、科学的な観測データに基づき主張していくことが必要であり、そのためには観測データを効率的かつ効果的に観測するための技術開発が必須である。
- ・ 本課題で取り組む研究開発は、政府方針において重要とされている MDA に資するものであり、適切な海洋政策の推進や我が国の国益の確保、安全保障の確保等にとって不可欠なものであることから、国費を用いて研究開発を進める必要がある。

（2）有効性

【実用化・事業化や知的基盤の整備への貢献】

- ・ 本課題で取り組む研究開発は、「海洋鉱物資源広域探査システム」事業等で得られた知見や技術を積極的に活用し、海洋情報をより効率的かつ高精度にリアルタイムで把握することが可能な観測・計測・分析技術を開発することを目指すため、直接的に実用化に貢献するものである。また、これにより開発された成果の民間企業等へ技術移転や JAMSTEC が開発している海洋プラットフォームへの開発機器の搭載を目指すものであり、有効性は高いと考えられる。
- ・ また、本課題で取り組む研究開発は、全地球的な観測・計測が行われている海水温や塩分等の海洋情報に比べ、十分な観測・計測が行われていない海洋生態系や海洋環境等の海洋情報の全地球的規模の海洋観測網構築に貢献するものであり、海洋生態系や海洋環境等に

関わる知的基盤の整備につながると考えられる。

【（見込まれる）効果や波及効果の内容】

- ・本課題で開発された観測・計測機器を用いて、海洋科学データを効率的に取得することにより、我が国の海洋状況把握（MDA）に貢献し、ひいては適切な海洋政策の推進や我が国の国益の確保、安全保障の確保等にも寄与するものと考えられる。

（３）効率性

【計画・実施体制の妥当性、研究開発の手段やアプローチ】

- ・公募による研究開発にあたっては、外部有識者から構成される外部評価委員会において計画・実施体制の妥当性等を審査するとともに、その後も事業が適切に運営され、所要の目的が達せられているかについて評価を行う予定である。
- ・委託機関自身においても研究開発の手段やアプローチの妥当性等について定期的に議論を行う予定であり、研究開発計画及び実施体制、手段及びアプローチについて常に妥当性が評価されるため、効率性が高いと考えられる。

５．総合評価

【結論】以下の観点に留意し、事業を実施すべきである。

（１）必要性

- 海洋情報の収集・取得は世界的に重要な課題であり、国の関与による開発の必要性・緊急性は高い。
- 民間への技術移転、官民の協力体制の構築、国際規格・標準の確立を視野に入れて取り込むべき。

（２）有効性

- 海洋生態系や海洋環境等の海洋情報を的確に把握することにより、我が国の MDA や、SDGs、BBNJ 等の議論に大きく貢献でき、有効性は高い。

（３）効率性

- 公募により広く技術を有する者の知見やアイデアを集め、外部評価委員会を設置し、委員会で審査しながら進めていくことは妥当である。
- 初年度にフェージビリティスタディを行い、研究開発のターゲットを絞り込むべき。

（４）その他留意すべき事項

- 施策名に「資源」とあるが、施策は資源に関係するデータにとどまらない海洋状況を対象としているので、施策名を再検討すべき。

事前評価票

(平成29年8月現在)

1. 課題名 北極域研究船の建造

2. 開発・事業期間 平成30年度～平成34年度（5カ年）

3. 課題概要

(1) 研究開発計画との関係

施策目標：1. 2 地球規模の気候変動への対応

大目標：北極域及び南極域等の観測並びに調査研究は、地球規模の気候変動や将来予測、地球温暖化や日本周辺の気象等への影響評価に重要であり、特に北極域においては将来の北極海航路の利用可能性評価にもつながるため、これを継続・推進する。

中目標：海洋の継続的な観測、シミュレーション等を推進し、海洋の現状、将来の状況、気候変動への影響等を理解するとともに、得られた知見を国内外に発信し、政策的な議論に反映させる。また、気候変動が顕著に表れる北極域は、北極海航路の利活用等もあいまって国際的な関心が高まっており、その取組の強化を図るとともに、南極域の継続的な観測を実施し、地球環境変動の解明に貢献する。

重点取組：ii 極域における観測・調査研究の充実

海洋の現状、将来の状況、気候変動への影響等を解明するために、地球温暖化の影響が最も顕著に出現している北極を巡る諸課題に対して、国際共同研究等の推進、最先端の北極域観測技術の開発等を進めることにより、我が国の強みである科学技術を活かして貢献する。

指標：

アウトカム指標： 海洋環境の現状と将来の変化、気候変動への影響等に関する知見の国内外の研究機関等による活用。気候変動への適応策・緩和策の策定等の政策的議論への貢献。IPCC 等国际的な議論への貢献。

アウトプット指標：北極研究における国際共同研究の実施状況。自律型無人探査機（AUV）の開発等の北極域観測技術の開発状況。得られたデータや科学的知見の集積状況、国内外の関係機関への提供実績。国際的な枠組みへの日本人研究者等の参画状況。

(2) 背景

北極域は、気候変動の影響が最も顕著に現れている地域であり、急激な海水の減少や氷床融解の加速など、気候変動の急激な変化は、北極域に止まる問題ではなく地球全体の環境や生態系に大きな影響を与えることが科学的に指摘されており、将来への深刻な懸念が国際的に共有されている。現に北極海の海水面積は近年急速に減少しており、この点はIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次評価報告書（AR5）においても指摘されている。

一方、北極域においては、海氷の減少に伴い、北極海航路の利活用や海底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、北極圏諸国だけでなく、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いる。仮に、ロシア等の沿岸を通行するルートが確立されれば、日本と欧州間の航行距離はスエズ運河経由と比べて約4割減となり、運航コストの縮減にもつながることから、特に産業界を中心に検討が進められている。

これらの経済活動の拡大は、復元力に乏しい北極域の環境や生態系に不可逆的なダメージを与えるのみならず、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。

こうした北極域における問題に対処するためには、北極圏国のみならず、非北極圏国からの参加を含む科学的な国際協力の強化が必須である。我が国としても、船舶による海洋環境への影響や航行の安全確保といった、北極域における持続可能な活動に関する国際的な議論に積極的に参画し、衛星技術、海洋観測技術、シミュレーション技術、環境技術等といった我が国の強みを活かし、この問題に対して主導的に取り組むことが必要である。

このような状況のもと、総合海洋政策本部が平成27年10月に決定した「我が国の北極政策」において、「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。」ことが示された。

また、科学技術・学術審議会海洋開発分科会北極研究戦略委員会において、平成28年2月から今後の北極域研究の在り方についての議論が行われ、平成28年8月に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、議論の結果が取りまとめられた。

この取りまとめの中で、「特に、北極域研究船については、(中略)我が国が主体的に研究・観測を実施していくためには、今後、取り組むべき課題に対応する観点から、どの程度の規模(大きさ、砕氷・耐氷能力等)で、どのような装備の研究船が必要かについて、費用対効果の面も含め、さらに検討を進める必要がある。」ことが示された。

これを受け、平成28年10月、文部科学省研究開発局長の諮問機関として北極域研究船検討会が設置され、我が国が北極域研究船を保有するのであれば、どの程度の規模、どのような装備の研究船が必要かについて検討が行われ、平成29年1月にその結果が取りまとめられた。また、北極域研究船検討会での検討結果を踏まえ、海洋研究開発機構により、北極域研究船に求められる具体的な項目の調査検討を実施することが示唆された。

今般、海洋研究開発機構で実施中の調査検討の状況を踏まえ、文部科学省として、北極域観測プラットフォームの充実と我が国の北極域研究の更なる進展を図ることを目的に、海氷下観測を可能とする機能・設備を備えた新たな北極域研究船を建造する。

4. 各観点からの評価

(1) 必要性

【科学的・技術的意義】

我が国の「みらい」による高精度な研究・観測は、これまで国際的にも高い評価を得ている。しかし、「みらい」は耐氷船であり砕氷機能を有していないため、性能上、氷が存在する海域

での航海には制限がある。その結果、実際の研究・観測活動や他国との連携にあたって、例えば以下のような限界が生じている。

- ・研究・観測活動面：海氷の分布状況によって当初計画を変更せざるを得ない状況や、定点観測用の係留ブイなどが海氷のために回収が困難な状況が発生。
- ・連携面：PAG等の北極海観測に係る国際共同・連携枠組みにおいて、海氷域における観測航海が困難であるために計画を主導する立場になりにくい。

なお、他国研究船の傭船による観測や共同観測への参加では、研究船の所有国の意向が最優先され、希望する運航航路や観測日数が確保できないこと、調査時間が制限されること、高額な料金を要求されるケースもあること等、様々な制約が生じ、我が国の主体的な研究・観測が難しい。

一方、アジア諸国においては、前述のとおり、中国や韓国が砕氷研究船を保有しており、今後、その研究・観測活動の活発化が予測され、砕氷研究船を有しない我が国の研究・観測における優位性が脅かされる可能性が高いと考えられる。そのため、「北極域研究船検討会」においても、「我が国としても諸外国に後れをとらないためにも、遅くとも2020年代前半に北極域研究船を保有していることが望まれる。」とされたところである。

科学技術の面で我が国全体の国際競争力の低下が叫ばれている中で、我が国が砕氷機能を有した北極域研究船による観測海域や観測時期の拡大を目指すことは、北極域研究・観測の飛躍的な発展や研究・観測におけるトップランナーとしての地位の向上につながるものと期待される。

【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。
- ・気候変動が顕著に表れる北極域は、北極海航路の利活用等もあいまって国際的な関心が高まっており、北極域観測技術の開発を含めた観測・研究や北極海航路の可能性予測等を行う。

○科学技術イノベーション総合戦略2017（平成29年6月2日閣議決定）

最近地球温暖化に伴い大きな影響が懸念されている北極域に関しては、総合海洋政策本部において策定した「我が国の北極政策」等に基づき、北極域観測技術の開発を含めた観測・研究を充実させる必要がある。

○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、海氷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。

○北極域研究の在り方について(議論の取りまとめ)(平成28年8月科学技術・学術審議会海洋開発分科会北極研究戦略委員会)

北極域は海洋の占める割合が大きいことから、北極海における海氷変動、物質循環や生態系の変化、海洋の酸性化等が生物多様性に及ぼす影響等、多くの課題の観測プラットフォームとして研究船が必要とされており、北極域で活動できる研究船の役割は非常に大きい。

【国益確保への貢献、社会的・経済的意義】

非北極圏国である我が国は、北極圏国の領域や利害得失に直接関与しない立場にある。一方、北極域の環境変化の影響は、北極圏国にとどまるものではなく、中緯度域における豪雪の原因となるなど、我が国を含む非北極圏国にも直接的な影響を与えるものである。また、北極海では、我が国の水産資源への影響が懸念される海洋酸性化が進行しているが、そのような環境変化が今後他の地域・海域で起きる変化に先駆けて起きている可能性も指摘されている。さらに将来、海氷の減少により北極海航路が開拓された際は、ユーザーとして影響を受ける可能性がある。

このため、北極域の持続的発展・利用における国際的なルール作りや政策形成過程に対し、科学的知見の観点から積極的に関与していくことが必要である。

特に、北極域に係る共通の課題(持続可能な開発、環境保護等)に関し、先住民社会等の関与を得つつ、北極域諸国間の協力・調和・交流の促進を目的とした北極評議会(Arctic Council: AC)が平成8年(1996年)に設立されている。我が国はこれまでの科学的貢献等を踏まえ、平成25年(2013年)にACへのオブザーバー参加資格が承認されている。引き続き、我が国の強みである科学技術を生かして北極域における変化を総合的かつ包括的に把握し、変化の原因やメカニズムを解明することにより、全球的な影響の可能性や精緻な将来予測を行い、これらに基づき社会・経済的なインパクトを明らかにすることで、我が国自身への裨益に加えて、北極圏国や国際社会に対する我が国のプレゼンスを強化していくことが重要である。

北極域での科学の必要性及び緊急性が指摘されている中で、北極海は最も研究・観測活動が困難な海域の一つである。北極域のチャンスとリスクを巡り、様々なステークホルダーの思惑

が錯綜する中で、北極海における研究・観測活動を促進し、北極の環境変動と経済的・社会的影響について精緻に予測することに成功したならば、我が国は社会・経済、外交、科学技術の観点から大きなメリットが得られる。

(2) 有効性

【新しい知の創出への貢献、人材の養成】

観測データの空白域が多く、科学的知見の不足している北極海において、北極域研究船により研究・観測活動の時期・範囲を拡大することにより、例えば以下の4つの研究テーマ等の進展が期待される。

- ① 温暖化によって広がる結氷・融解域における現象の解明に係る研究では、これまで夏季融解域において、海洋酸性化が進行している海域の世界に先駆けた発見や、海氷融解によって活発化する海洋の渦活動が海盆域の生物活動も活性化させる原動力になることの発見等の成果を上げてきた。北極域研究船により、春季・秋季の観測も可能となれば、海氷の消長に伴う酸性化や生物活動の変化に関する理解も進み、この分野での研究がより一層推進される。特に、海氷が凍り始めたときと、溶け始めたときにどのようなことが起こっているかを比較することがブレイクスルーにつながると考えられる。また、北極海と大気・陸の間の物質交換についても、北極域研究船を用いた現場観測を通じて、温暖化と海氷減少に対する北極海と陸・大気間の物質交換過程の応答、周辺海域との相互作用を定量的に評価することが可能となる。
- ② 夏季海氷激減のメカニズム解明に係る研究では、夏季海氷激減には、北極海に蓄えられた熱による寄与が大きいことが我が国の研究によって示唆されている。しかし、太陽放射が強い初夏（6－8月）や海に蓄えられた熱が大気に放出される秋季から初冬（10－12月）は海氷の影響のため、現時点では船舶による高精度の観測を行うことができない。北極域研究船により、夏季のみならず他の季節における観測が可能となり、データ比較を行うことで、そのメカニズムの詳細の解明が期待できる。
- ③ 北極海航路の活用に資するための海氷予測の高度化等に係る研究・観測では、世界有数である我が国の海氷予測モデルの精度をさらに高めるために、北極域研究船を用いた夏季以外の観測や海氷上での海洋・海氷・気象観測が必須である。特に、海氷予測モデルの構築には冬季の海氷の分布が重要な要素となっているが、現状、海氷の面的な広がりには衛星を利用することで観測できるものの、氷厚については現場海域に行かないと実測することができない。北極域研究船により、春季、秋季の観測が可能となり、氷海域及び氷縁域での大気―海氷―海洋相互作用に関する理解などが進み、モデルの予測精度向上が期待できる。
- ④ 北極域研究船を活用した氷海航行における船体挙動、船体への着氷等のモニタリング研究では、北極域研究船そのものを工学的な研究対象とすることで、我が国の極域航行船建造技術の高度化や伝承、極海における運航・操船能力の向上が期待できる。

また、「みらい」では観測範囲が限られていることから、十分な実施が困難であった北極古海洋研究、北極域のテクトニクスの解明にも、コアリングによる海底堆積物の採取・分析や海底地質構造の解明により、過去の気候変動や北極海の発達過程に伴う海洋循環の変遷等の解明

の進展が期待できる。

さらに、北極域研究船は国際共同研究のプラットフォームとして活用可能であり、多くの海外研究者が乗船可能である。そのような観測航海に我が国の若手研究者を積極的に参加させることにより、海外の研究者と共同して研究に従事する機会の提供につながるものであり、ひいては優れた人材の創出につながるものである。

加えて、北極域研究船は、我が国にとっても貴重な、本格的な砕氷機能を有する船舶となる。北極海観測の機会を活用して、海水域の航行経験を有する船員を育成していくことにも貢献できる。

(3) 効率性

【計画・実施体制の妥当性】

北極域研究船に必要な機能・設備等に関して、海洋研究開発機構において以下のとおり各項目についての検討を行い、必要な能力や設備を想定。

○耐氷・砕氷能力

我が国の強みである高精度・多項目観測の実施海域、実施時期を拡大するため、「みらい」では実施することができなかった海水域での観測を行うことが可能な耐氷・砕氷能力が必要である。具体的には、多年氷が一部混在する一年氷の中を通年航行できる耐氷能力（PC4）とし、平坦1年氷1.2mの氷を3ノットの速度で連続砕氷可能な能力が必要である。

○船体機能及び船体設備

十分な定点保持機能と効率的な推進システムが必要である。

○船体設計

環境負荷低減、安全対策、ポーラーコード等の各種法規制に適切に対応するとともに、十分な定点保持能力や効率的な推進システムを採用した船体とする。また、前述のとおり、我が国の造船産業にも貢献すべく、海水域航行時に、船体への着氷や氷圧などをモニタリングする機能も備える。

○観測能力・観測機器

「みらい」によって実施してきた各種観測が可能な機器や設備を搭載するとともに海水域における観測能力の高度化のため、氷厚・氷状観測や物資輸送に不可欠なヘリコプター、無人探査機（ROV、AUV等）、観測ブイ等の大型機器の運用を可能とする。さらに、国際プラットフォームとしての活用を見据え、90人程度（研究者・技術者含む）が乗船できるスペース、船上において高精度かつ迅速な分析等が可能となる十分なラボスペース、優れたネットワーク環境等の研究・分析環境を整備する。

なお、我が国の海洋観測船の効率的・効果的な運用という観点から、必要に応じ北極海以外の海洋の研究・観測にも対応できる研究船とする。また、建造後の運航に当たっては、海洋機構が保有する船舶の運航体制全体に留意する必要がある。

○船体規模

以上の各種仕様を考慮すると、船体規模としては、全長120m、幅22m、深さ15m、喫水8m程度を想定する。

5. 総合評価

【結論】以下の観点に留意し、事業を実施すべきである。

(1) 必要性

- 急速に変化する北極域での現象解明に向けた観測・研究を、国として積極的に推進する科学的・社会的意義は高く、我が国が砕氷能力をある程度持つ研究船を建造・保有する重要性は高い。
- 北極域の現象解明にとって、砕氷船はアクセスするための唯一の基盤である。砕氷船を持つことにより我が国の科学調査力で先端的な立場に出ることができ、北極政策、科学、経済の面で必要性が高い。
- 工学的な観点や人材育成の観点からも社会的・経済的意義が高い。

(2) 有効性

- 未知の観測データの収集、新たな観測手法の創出等、新たな知の創造につながる可能性も高い。
- 北極評議会のオブザーバー国として、本船を国際研究プラットフォームとして活用することにより国際的なプレゼンスを高めることが可能。国益確保に寄与するとともに、地球規模の気候変動問題への対応など国際的な貢献も期待できる。
- 我が国の造船業の活性化、船舶工学の進展や人材育成への貢献も期待できる。

(3) 効率性

- 海洋研究開発機構中心の実施体制が妥当と考えるが、研究船の運航費の逼迫が指摘されている中、海洋研究開発機構が保有する他の研究船も含めた船舶全体の中での本船の位置付けの明確化や、船舶の運用に関する予算の確保、効率的・効果的運用についての検討が不可欠である。
- 今後、環境規制が厳しくなることが予想されるため、環境対応技術を重視した研究船とすべきである。

(4) その他留意すべき事項

- 砕氷機能を有する研究船として有効活用するためにも、年間運用計画の詳細については外部関係者の意見も踏まえて検討する必要がある。

事前評価票

(平成29年8月現在)

1. 課題名 海洋オープンイノベーションの共創 (海洋ロボティクス)

2. 開発・事業期間 平成30年度～平成33年度

3. 課題概要

(1) 研究開発計画との関係

施策目標：4. 基盤的技術の開発と未来の産業創造

大目標：海洋に関しては、我が国は世界第6位の排他的経済水域を有しており、「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上げるため、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、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、海洋資源（生物資源を含む。）、輸送、観光、環境保全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。

中目標：海洋に関する科学技術を支える基盤的技術などを開発・整備するため、深海探査技術や掘削技術等の最先端の調査・観測・開発利用技術の開発・運用や、シミュレーション技術やビッグデータ収集・解析技術等の情報基盤の整備・運用を進める。特に、超スマート社会の実現に向けては、海洋研究や観測において取得されるビッグデータ等を積極的に活用することが不可欠である。このため、ビッグデータ解析技術、AI技術、センサ技術、ロボット技術、バイオテクノロジー等のICT関係技術を強化し、これらを活用した研究開発を進める。また、これらの研究開発を通じて、施策目標1～3に掲げる研究開発を支えるだけでなく、深海生物特有の機能等を活用した革新的なイノベーションの創出など、未来の産業創造に貢献する。

重点取組：深海探査技術や掘削技術等の調査・観測技術の高度化を図るとともに、センサ、ロボット等の超スマート社会を支える基盤技術の強化し、海洋空間の積極的な利活用につなげるために、先進的基盤技術や高精度・高機能観測システム及び海洋空間利用技術の開発を進める。その際、開発された技術が研究開発のみならず、我が国の産業競争力の強化にも資するよう、オープンイノベーションにより大学や中小企業を含め様々な機関との協働を進めるとともに、オープン・アンド・クローズド戦略や知的財産戦略、標準化戦略を意識して研究開発を推進する。

指標（目標値）：

アウトカム指標：最先端技術の開発による施策目標1～3の研究開発への貢献。超スマート社会への貢献に向けての海洋研究成果の活用。海洋科学技術による革新的なイノベーションの創出。開発された技術基盤の活用。

アウトプット指標：調査・観測技術の開発状況及び運用実績。新規にDIASに格納されたデータ・情報の数。商業化やイノベーション創出に向けた取組状況。

(2) 課題の概要

海洋機構がこれまで進めてきた海という未踏領域を切り開いて行う研究開発の目標設定においては、特に深海という特殊な極限環境を克服する技術の応用とその特殊な環境の活用を行うことにより、当初の研究目的を超えるイノベーションの創造を、連携先との共同研究を中心に推進してきた。しかしながら、これら極限環境技術の開発においては、基礎技術を持つ企業が多くないことから、新規の企業参入が難しく、さらに用途も限定されていることから、開発した技術の汎用性や発展性を確保するのが難しいという状況にあった。

「海洋オープンイノベーションの共創」においては、海洋機構が培ってきた技術・研究・ノウハウ・リソースを広く社会と共有し、外部が有する技術等と協働することにより、新しい価値の創出に貢献する。海洋ロボティクスの展開においては、海洋機構が蓄積してきた海中調査機器の開発運用技術と、外部のASV開発運用技術を融合し、これまで有人船舶ベースで運用されてきたAUVを遠隔で大規模に無人展開することにより、商用のエネルギー開発や海底ケーブルの事前調査といった海底広域調査タスクの人的コストの大幅削減が可能となる。これら技術の融合に際しては、ASVと複数AUV間で、減衰が大きな海中音響通信経路で位置情報や行動計画情報等を共有した上で複数のビークルを協調的に制御することが求められることから、関連する外部機関との共同コミュニティを形成し、キーテクノロジーとしてのビークル間情報交換プロトコルおよび協調制御プロトコル整備および汎用化に取り組む。

4. 各観点からの評価

(1) 必要性

【科学的・技術的意義、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。

○科学技術イノベーション総合戦略 2017（平成 29 年 6 月 2 日 閣議決定）

- ・「海洋立国」にふさわしい科学技術とイノベーションの成果を上げる必要がある。そのため、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、生物を含む資源、運輸、観光等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全確保と環境保全に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術の研究開発に着実に取り組むことが重要である。

海洋機構がこれまで進めてきた深海探査技術は、機構のニーズに即した開発がベースであり、民間企業など社会のニーズに即した形で進められてきたとは必ずしもいえないのが実情である。

ロボット技術をより社会に開かれた形で活用し、AUV 大規模展開による無人広域調査の実現につなげていくには、課題となる ASV や複数の AUV 間での情報交換プロトコルや協調制御プロトコルの整備および汎用性が必要である。これらにより、多様なビークル間の協調行動を制御する技術が確立され、海洋エネルギー開発のための広域海底地形調査や商用海底ケーブルの事前調査のみならず、水産資源調査や MDA、海底探索救助への海洋ロボティクス活用の道筋が開けてくる。

○第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）

- ・「国立研究開発法人は、各法人の特性に応じて、企業等との共同研究・受託研究等が促進される仕組みを整備・強化するとともに、橋渡し機能を担うべき法人においては、技術シーズを企業のイノベーション活動につなげる橋渡し機能を効果的に発揮できるマネジメント体制を構築することが求められる。」とされる中、海洋機構が社会との橋渡し機能を担い、民間企業のイノベーション活動に貢献するためには、「海洋オープンイノベーションの共創」のもと、海洋ロボティクスにかかる取り組みを一層推進することが必要不可欠である。

○日本再興戦略2016（平成28年6月2日）

- ・これまで研究者個人と企業の一組織（研究開発本部）との連携にとどまり、共同研究の1件あたりの金額が国際的にも少額となっている産学官連携を、大学・国立研究開発法人・企業のトップが関与する、本格的でパイプの太い持続的な産学官連携（大規模共同研究の実現）へと発展させる。

○未来投資戦略2017（平成29年6月9日 閣議決定）

- ・広域性・リアルタイム性及び利便性の高い海洋情報を政府・公的機関以外にも広く提供し、海運、漁業、再生可能エネルギーの開発など多くの産業分野での海洋情報の利用促進が図られるよう、我が国の海洋状況把握（MDA）における海洋情報の集約・共有・提供の基盤の一つとなる「海洋状況表示システム」の整備や、MDAに資する研究開発など、その能力強化に向けた取組を推進する。

（2）有効性

【行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度】

海洋機構が推進してきた海中調査機器に関する技術をはじめ、AUVならびにASVといった海洋ロボティクスの開発運用技術は、国内の研究機関や民間企業がクローズドな形で開発してきた。これらの技術を融合することにより、多様なビークル間の協調行動を制御する技術を確立、それをを用いたAUV大規模展開による無人広域調査の実現に貢献する。

（3）効率性

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

国内外のAUV・ASV運用の調査を行うとともに、既に存在する国内の研究機関、大学、民間企業による海洋ロボティクス共同コミュニティにおいて、海域試験による問題点のあぶり出しを行うことにより、ビークル間情報交換プロトコルや協調制御プロトコルの整備と汎用化を効率よく実施することが可能となる。

5. 総合評価

【結論】以下の観点に留意し、事業を実施すべきである。

(1) 必要性

- AUV や海洋ロボティクス技術の開発や今後の発展に当たり、多様な研究機関・企業等との協働という視点を取り入れることは重要である。
- 海洋ロボティクスの共同コミュニティを形成するに当たっては、ユーザーの参画も促し、マーケットのニーズを開発に鋭敏に反映できる体制を構築すべきである。

(2) 有効性

- AUV 複数機運用の技術開発は SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）でも既に行われており、有人支援母船に頼らないシステム設計やメーカーを超えた AUV の協調制御など、従来の研究開発との差別化を明確化すべきである。

(3) 効率性

- マーケティングを入り口に据えた計画進行は妥当である。
- 各年度における技術開発課題をより明確にするとともに、トータルコストの精密な検討や機関ごとの責任・資金分担についてもよく検討すべきである。