

平成26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25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	小池勲夫	琉球大学監事
	平田直	東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授
分科会長代理	山脇康	日本郵船株式会社顧問

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
浦辺徹郎	一般財団法人国際資源開発研修センター顧問
大谷栄治	東北大学大学院理学研究科教授
金田義行 [※]	独立行政法人海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトリーダー
白山義久 [※]	独立行政法人海洋研究開発機構理事
高橋重雄	独立行政法人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	早稲田大学理工学術院先進理工学部生命医科学科教授
寺島紘士	海洋政策研究財団常務理事
中田薫	独立行政法人水産総合研究センター研究推進部研究主幹
新野宏	東京大学大気海洋研究所長
西村弓	東京大学大学院総合文化研究科准教授
花輪公雄	東北大学理事
増田信行	秋田大学教授 兼 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構上席研究員
茂里一紘	独立行政法人海上技術安全研究所理事長
鷺尾圭司	独立行政法人水産大学校理事長

※ 「次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討」及び「深海地球ドリリング計画推進」の事前評価にあたっては、審査の公平性を保つため、規程に基づき、提案者である独立行政法人海洋研究開発機構との利害関係があることから、審議から外れている。

事前評価票

(平成25年8月現在)

1. 課題名 次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討

2. 開発・事業期間 平成26年度

3. 課題概要

我が国の領海及び排他的経済水域内には、海底熱水鉱床やレアアース泥といった新たな海洋資源が存在していることが近年の調査で明らかになりつつある。国は「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成21年3月総合海洋政策本部了承）」において、平成30年度までに経済産業省が主導して特定の海域の海底熱水鉱床等の詳細資源量の把握や経済性評価を行うこととしているが、将来を見据えれば、既存探査機では十分な調査が不可能な深海域を含めた科学的調査を継続的に実施していくことにより、新たな資源の可能性発見に繋がることが期待される。このような調査において有人潜水調査船は必要不可欠であり、このため、我が国として必要な次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討を開始する。

4. 各観点からの評価

(1) 必要性

○社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化）及び科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性）

a) 近年の海洋資源開発は大深度化が進んでおり、従来から調査が進められていた水深5,000m付近に存在するマンガン団塊に加え、最近ではレアアースが多く濃集した「レアアース泥」が南鳥島周辺の水深5,800m付近の海底で発見される等、深海域には生物資源を含めた多様な有用資源の存在が期待されている。

b) 我が国周辺海域に目を向けると日本海溝、伊豆・小笠原海溝・マリアナ海溝といった世界でも有数の深海域が分布しており、調査すべき海域が広範に残っているにも関わらず、深海域は既存の探査機等では十分な調査がなされていない。今後の技術革新に伴い、これら深海域において将来その利用や開発が可能となるであろう有用資源が発見される可能性は十分に考えられる。

c) 現在の資源調査は自律型無人探査機(AUV)及び遠隔操作型無人探査機(ROV)を組み合わせた調査が主流であるが、有人潜水調査船は、これまでも有力な熱水鉱床候補地を発見するなど、非常に有力かつ調査に必要不可欠なプラットフォームである。今後、より深い海域で効率良く調査を実施していくためには、潜航の長時間化、広い視野の確保、搭乗できる研究者数の増加等の機能向上が必要であり、これを達成するための技術的検討をしていくことが求められる。

- d) なお、我が国の有人潜水調査船は1989年に建造した水深6,500mまで潜航可能な「しんかい6500」のみである。科学調査のための有人潜水船の建造が24年間も停滞しており、建造に係った技術者の定年退職等により製造メーカー等の知見や技術が失われようとしている。深海有人潜水船技術は、科学技術の発展は勿論、安全保障の観点からも我が国として保持しておくべきものであり、人材の確保と技術の維持は喫緊の課題である。
- e) 以上のように、新たな海洋科学の進展や海洋資源の発見のための無人探査機の性能を補完した綿密な調査の実施、国際競争に負けない世界のあらゆる海域での調査の実現、産業・技術大国としての地位を維持するため、早急に次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討を開始する必要がある。
- f) 「科学技術イノベーション総合戦略」（平成25年6月7日閣議決定）の工程表では、次世代海洋資源開発技術として有人・無人探査機等の開発も進めることとなっている。

（2）有効性

○新しい知の創出及び行政政策への貢献

- g) 海洋研究開発機構では、前身となる海洋科学技術センターの時から潜水技術の開発を行っており、1981年からは水深2,000mまで潜航できる「しんかい2000」を、1990年からは水深6,500mまで潜航できる「しんかい6500」を運用してきた。現在調査・開発が進みつつある伊是名海穴の熱水噴出孔は1988年に、伊平屋海域の熱水噴出孔は1989年にいずれも有人潜水調査船により発見されたものである。
- h) 有人潜水調査船はある程度の機動力を持ち、調査の進捗を踏まえたその場での研究者による判断をすぐに調査に反映しやすい。次世代の有人潜水調査船で達成を目指す、潜航の長時間化、広い視野の確保、搭乗できる研究者数の増加により、科学的調査が飛躍的に効率的・効果的になり、新たな海洋資源の可能性を見いだす能力も格段に向上する。

（3）効率性

○計画・実施体制の妥当性

- i) 海洋研究開発機構では、「しんかい2000」及び「しんかい6500」の開発を行い、1981年の「しんかい2000」の運用開始以降、30年間以上有人潜水船を運用し続けており、「しんかい6500」に関しては通算潜航回数が1300回を超え、老朽化対策を行いつつも安定した運用を行っている。
- j) 諸外国でも世界最深部に到達可能な有人潜水調査船の開発が進められているが、海洋研究開発機構ではこのように安定した有人潜水調査船の運用体制を既に確立しており効率的な運用が可能な設計が可能である。併せて、ユーザーである研究者からの意見も聞きやすいことから、科学調査に適した機能を持たせる開発が可能である。よって、これらの要素を複合的に実施できる海洋研究開発機構において次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討をすることは妥当である。

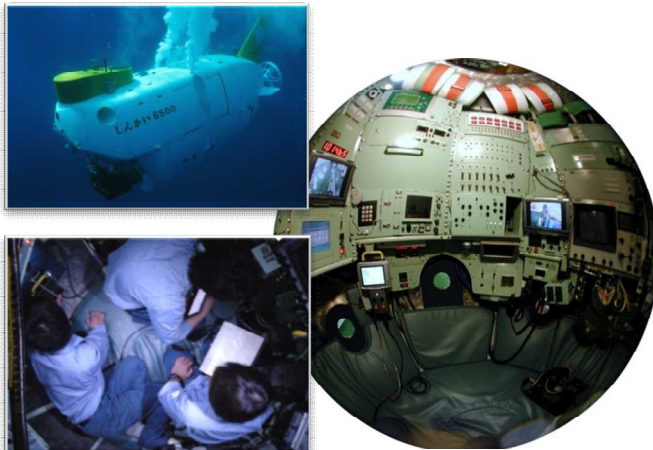
5. 総合評価

- ◆ 日本海溝等の大深度の海底を有する日本にとって、世界最先端の技術を有する次世代有人調査船システムを開発することは重要であり、その検討を実施するべきであるが、以下について留意する必要がある。
 - 海洋調査の必要性が高まっていることや、我が国が海洋資源の開発に積極的に取り組む中で、次世代有人潜水船システムへのニーズや目的を、現状を踏まえた上で具体的に明らかにして取り組むべきである。
 - 開発に関し、必要となる新たな技術や性能、コスト、求められる最大潜行深度、時間軸、無人探査機（自律型無人探査機、遠隔操作型無人探査機）との役割の違い等を精査するとともに、緊急性や国の計画等における本検討の位置づけを明確にするべきである。
 - 国民の理解の増進や、産業界への波及効果という面を踏まえ、次世代の有人潜水調査船として、既存の技術の延長にとらわれない新たな技術の導入を検討するべきである。

次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討

我が国の領海及び排他的経済水域内には、海底熱水鉱床やレアアース泥といった新たな海洋資源が存在していることが近年の調査で明らかになりつつある。国は「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成21年3月総合海洋政策本部了承）」において、平成30年度までに経済産業省が主導して特定の海域の海底熱水鉱床等の詳細資源量の把握や経済性評価を行うこととしているが、将来を見据えれば、既存探査機では十分な調査が不可能な深海域を含めた科学的調査を継続的に実施していくことにより、新たな資源の可能性発見に繋がることが期待される。このような調査において有人潜水調査船は必要不可欠であり、このため、我が国として必要な次世代有人潜水調査船システムの開発に向けた検討を開始する。

現在運用中の「しんかい6500」(右)と耐圧殻内部(右円)



耐圧核内部は、身動きが取れないほど狭いため、一度に潜航できる人数に限りがある。

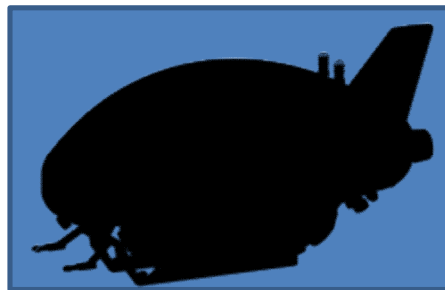
現在運用中の「しんかい6500」は、直径約2mのチタン製耐圧殻の中に機器を積み、3名体制で運用。海底を観察できる視野が狭く、観察及び作業可能な範囲が限られる。多様な分析にも耐えられるよう、生物や堆積物のサンプリングがより多く実施できる機能が必要。



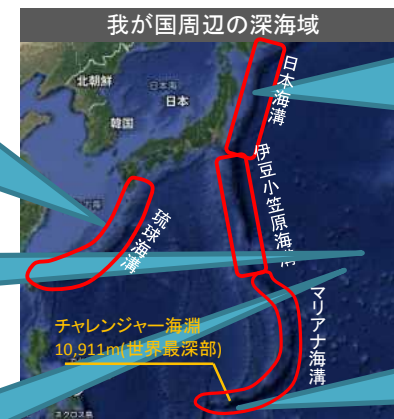
蛟竜(中国)
◀ 2012年に7,000mの潜航に成功

国際的には有人潜水船の技術開発が進んでおり、中国は7,000m級の潜水船を新規開発、アメリカでは11,000mへの潜航に成功。このままでは海底鉱物資源や有用生物調査・確保に出遅れることになる。なお、蛟竜は国連海底機構が中国に採鉱権を認可した海域での科学調査を実施(平成25年8月末)。

DeepSeaChallenger号(米)
2012年に10,898mの潜航に成功。▶



深海の資源調査に有効



我が国周辺には、水深8,000mを越える海溝が横たわり、深海へのアクセスは非常に良い。また、現在開発が進む熱水鉱床は有人潜水船で発見(視認)されたものであり、鉱物資源のみならず、生物資源の探索等にも有効である。

生物調査等へも貢献



到達深度水深11,000mを確保しつつ、調査に必要な十分に広い視野、居住性、運用性、潜航時間、サンプル採取容量の確保が望まれる。そのため、構成部品の素材開発から行なわなければならない。その結果、今までの形状とは全く異なる潜水船となる可能性が高い。

事前評価票

(平成25年8月現在)

1. 課題名 深海地球ドリリング計画推進

2. 開発・事業期間 平成26年度

3. 課題概要

人類未到のマントルを目指し平成17年に完成した世界最先端の科学掘削船である地球深部探査船「ちきゅう」により海底下を掘削し、得られた地質試料や地層データにより、地球環境変動、地球内部の動的挙動、地殻内生命圏等の解明に向けた研究を推進する。平成26年度は地球深部探査船「ちきゅう」により、地球内部の動的挙動の解明に向けた研究の一環で、プレート沈み込み帯の構造やプレート境界の変動の解明等を目的として、IODPの枠組みの下、南海トラフの東南海地震想定震源域において「南海トラフ地震発生帯掘削計画」を実施し、海底下5,200m付近にある地震断層までの掘削を目指す。

4. 各観点からの評価

(1) 必要性

○科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）及び社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等

a) 海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む沈み込み帯では、繰り返し巨大地震が発生する事が知られてきた。しかし、これまでは海上からの弾性波地殻構造探査や陸上での室内実験等の間接的手法を基にした地震発生条件の検討しか行われてこなかった。そのため、仮説の域を出る事ができず、具体的な物質科学による検証が必要とされていた。そこで、実際に地震断層まで掘削し、地質データを収集するとともに地震断層の試料を直接採取することが必要となる。さらに巨大地震発生場において長期連続観測を行うことにより、地震の準備過程を明らかにしていく事も必要である。

b) この研究の重要性や先端性が認められ、「南海トラフ地震発生帯掘削計画」は国際枠組みである統合国際深海掘削計画(IODP)において最優先で実施すべき課題とされている。

c) また、我が国の西日本沈み込み帯に位置する南海トラフにおいては、今後30年以内のM8～M9クラスの巨大地震発生確率は60～70%（地震調査研究推進本部）と高く、巨大地震発生時の我が国への被害は甚大なものが想定されている。そのため、津波発生時の避難経路の想定等に必要となるより現実に即したシミュレーションや、より早く作動する緊急地震速報の構築等が求められている。一方、現在公表されている被害予測のためのシミュレーションには、地下物性の様々な変数が仮定値として入力されており、実測数値ではないために不正確さは否めない。地震が発生する現場の物性データを反映するた

めにも、地震断層までの地質データを取得するとともに、地震断層の試料を採取する必要がある。また物性は時間とともに変化する事も予想されているため、掘削孔を用いた連続的な現場観測も必須である。

- d) このように海溝型巨大地震発生現場への直接アプローチは世界初であり、地震の物質学的な研究を進めるにあたり、科学掘削は究極の手段でもある。これは、地震研究の世界的な進展に大きく貢献するとともに、我が国の防災対策においても、科学データに基づいた格段の進展が期待されている。
- e) また、「科学技術イノベーション総合戦略」（平成25年6月7日）では、災害に強いまちづくりのための海溝型地震・津波に関する総合調査や東南海地震の想定震源域における地質試料の採取、海底下の密度、圧力等の計測、地質試料や計測データの分析等の工程が立てられるとともに、「経済財政運営と改革の基本方針」（平成25年6月13日）においても南海トラフ巨大地震などの大規模災害対策を推進することが必要とされている。

（2）有効性

○新しい知の創出及び行政施策への貢献

- f) 深海掘削によって、世界で初めて巨大地震発生現場の試料を用いた分析が可能となることにより、従来は間接的手法でしか推定できなかった地震断層等の特徴をより正確に把握でき、地震発生条件を決定するための多くの情報が得られることから、これまで提言されてきた仮説が検証可能となる。更に、間接的手法では測定できなかった応力等を測定できることにより、より多くの視点から地震発生条件を決定づけられる。
- g) これらの計測や分析で得られた知見は、より現実に即した被害予測のためのシミュレーションへの基礎データとしても使うことが可能である。
- h) また、この計画ではトラフ軸近傍に海底下の状況を観測する地震計や歪計等による長期孔内計測装置を設置することになっており、これを地震・津波観測監視システムに接続することができれば（一部実施中）、リアルタイムデータの取得が可能となるため、より早く作動する緊急地震速報の構築にも貢献できる。また連続観測データの蓄積は巨大地震発生準備過程を理解する為には不可欠であり、様々な地殻変動を連続的に観測・解析することは、将来予測への研究に重要なデータを提供することになる。
- i) このような「南海トラフ地震発生帯掘削計画」での実施事項及びそれを踏まえた研究成果は、迅速かつ適切な避難行動をとるための備えと情報提供による、災害による被害を最小限にできる社会の実現に貢献するものである。
- j) 一方、過去の南海トラフ地震発生帯掘削計画で得られた知見は、既に中央防災会議の南海トラフ巨大地震モデル検討会報告書等において扱われ、南海トラフでの巨大地震が発生した際の避難計画等を策定するための基礎資料の1つとして位置付けられた。今後の成果も引き続き当該会議等においてより現実に即した形のシミュレーションを行うための基礎資料として使われることが期待されている。

(3) 効率性

○計画・実施体制の妥当性

- k) 「南海トラフ地震発生帯掘削計画」は国際枠組みである統合国際深海掘削計画(IODP)において最優先で行うべき課題と位置づけられ、科学コミュニティーの意見や協力を得て計画されているものであり、その計画・実施体制は妥当である。
- l) また、南海トラフにおける今後30年以内のM8～M9クラスの巨大地震発生確率は60%～70%と高いうえ、太平洋沿岸には我が国の経済活動の中心的大都市や必要な交通網があり、発生時の被害総額は220兆円(内閣府)とされている。同時に減災対策でこの額は半減できるとも言われており、減災対策のための現実に即したシミュレーションへの貢献が期待される本施策は早急に実施する必要がある。
- m) 巨大地震を発生させていると考えている地震断層が存在する海底下5,200mまで到達できる科学掘削船は地球深部探査船「ちきゅう」しか無く、その運用体制及びIODPの推進体制がある海洋研究開発機構で実施すべきである。

5. 総合評価

- ◆ 「ちきゅう」による科学掘削はこれまでも多くの成果が上げられており、今回提案の南海トラフ掘削も地震発生メカニズムの解明に資するデータの取得が期待される重要な案件であるため、積極的に推進すべき事業と判断する。
- ◆ 南海トラフにおける掘削の成果を国内・国外に積極的にアピールすることにより、我が国の国際的なプレゼンスの向上を図るとともに、日本社会への成果の還元を検討することが必要である。
- ◆ 掘削時の暴噴などのリスクに対しても十分な検討をする必要がある。
- ◆ 掘削による地理物理、化学、生物学等の知見の積み上げのみならず、今後は産業界、地域社会等への波及効果も念頭において実施する必要がある。

深海地球ドリリング計画推進

趣旨・目的・事業概要

人類未到のマントルを目指し平成17年に完成した世界最先端の科学掘削船である地球深部探査船「ちきゅう」により海底下を掘削し、得られた地質試料や地層データにより、地球環境変動、地球内部の動的挙動、地殻内生命圏等の解明に向けた研究を推進する。

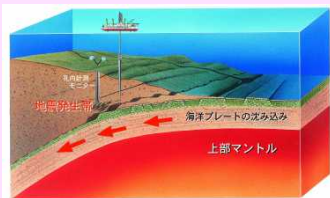
平成26年度の主な事業

「ちきゅう」により、地球内部の動的挙動の解明に向けた研究の一環として、海洋プレート沈み込み帯の構造やプレート境界の変動の解明等を目的に、IODPの枠組みの下、東南海地震の想定資源域において「南海トラフ地震発生帯掘削計画」を実施する。

海洋底堆積物の分析による環境変動の解明



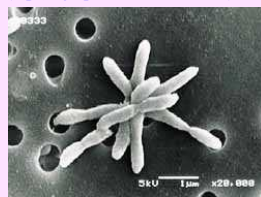
「ちきゅう」により初めて到達可能な領域
巨大地震発生メカニズムの解明



新しい資源の生成メカニズムを解明



地球の生命進化や 海底下生命圏を解明



人類未到の
マントルに到達

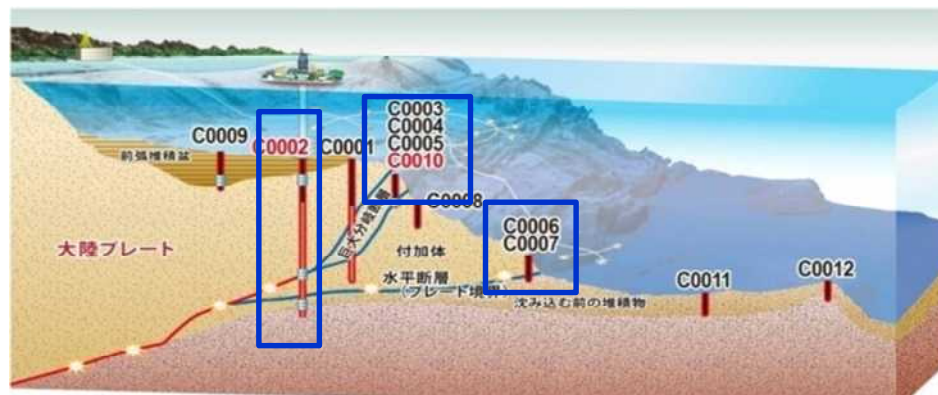
平成25年度までの主な成果

- 東北地方太平洋沖地震掘削(J-FAST)において日本海溝の水深約6,900mの海底を約840m掘削し、地震断層の試料を採取し温度計を設置。総ドリルパイプ長7,740mは海洋科学掘削としては世界最長。(平成24年度)
- 下北八戸沖石炭層生命圏掘削において海底下約2,500mまでライザー掘削を実施。海洋科学掘削としては世界最深記録。(平成24年度)

南海トラフ地震発生帯掘削計画



「南海トラフ地震発生帯掘削計画」における掘削サイト(紀伊半島沖熊野灘)



C0002孔を海底下約5,200mの地震断層へ向けて掘削するとともに、C0010孔及びC0007孔に長期孔内計測装置を設置



地球深部探査船「ちきゅう」