

**戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)**  
**次世代海洋資源調査技術 (海のジパング計画)**  
**研究開発計画**

2018 年 4 月 1 日

**内閣府**  
**政策統括官 (科学技術・イノベーション担当)**

## 研究開発計画の概要

### 1. 意義・目標等

我が国は国土面積の 12 倍を超える管轄海域を有しており、これまでの調査で、当該海域には鉱物資源の存在が確認されている。しかし、これらの鉱物資源に対して広大な面積を効率良く調査する技術は開発途上にある。我が国が高効率の海洋資源調査技術を世界に先駆けて確立し調査を加速することは、海洋資源開発、環境保全及び資源安全保障の観点から重要である。未開拓の部分が多い海洋において、国が主導して民間企業とともに効率的な調査技術を確立することにより、海洋資源調査産業の創出を目指す。

### 2. 研究内容

主な研究開発項目は次のとおり。

#### ○統合海洋資源調査システムの実証

海底熱水鉱床を対象として、技術移転を受ける民間企業が主体となり、地球科学的特徴に基づく海底鉱物資源の成因論も踏まえ、これまでに開発してきた深海の作業環境に対応した探査機等によるデータ・試料の取得及び解析により、広大な海域から調査対象海域及び有望海域の絞り込みを行うことを可能とする高効率・低コストな調査システムを実証する。また、複数の実証実験を通じて更なる低コスト化に向けた取組みも行う。

海洋資源の成因の科学研究に基づく調査海域絞り込み手法の構築

試料採取・分析などを通じて、海底下の鉱物・鉱床の形成過程や濃集メカニズムを解明する海洋資源の成因モデルを構築し、有望海域の絞り込みに寄与する調査プロトコルを作成する。

海洋資源調査技術の開発

海底下鉱物資源の情報等を現在の数倍以上効率良く取得し、熱水生態系が見られず開発に適しているとされる潜頭性熱水鉱床(海底面に鉱床が露出していない熱水鉱床)等の調査に有効なシステム技術を開発する。

生態系の実態調査と長期監視技術の開発

国際的に通用する生態系変動予測手法に基づいたプロトコルを構築するとともに、長期にわたり継続的に環境影響を監視する技術を開発する。

### 3. 実施体制

浦辺徹郎プログラムディレクター(以下、「PD」という。)は、研究開発計画の策定や推進を担う。PD が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省や専門家で構成する推進委員会が総合調整を行う。国立研究開発法人海洋研究開発機構運営費交付金を利用して同法人の海洋に関する知見及びマネジメント力を最大限活用する。またプログラムの目標を迅速に達成するため、機動的かつ戦略的な研究体制を構築する。

### 4. 知財管理

知財委員会を国立研究開発法人海洋研究開発機構あるいは契約した研究責任者に置き、発明者や産業化を進める者のインセンティブを確保し、かつ、国民の利益の増大を図るべく、適切な知財管理を行う。

### 5. 評価

ガバニングボードにより、毎年度末に評価を行うとともに、研究主体による自己点検及び PD による自己点検を実施し、適切な緊張感を持って評価を行う。

## 6. 出口戦略

### 海洋資源調査産業の創出

競争力のある海洋資源調査技術(低コスト、高効率、迅速、安定)を産学官一体で開発するとともに、本施策により得られた新たな調査技術・ノウハウを民間企業に移転し、海洋資源調査産業を創出する。

### グローバルスタンダードの確立

世界に先駆けて効率的な調査技術及び環境監視技術を確立することにより、我が国の技術及び手法を国際標準化するとともに、我が国の調査システムの輸出や海外での調査案件の受注を目指す。

## 1. 意義・目標等

### (1) 背景・国内外の状況

これまでの独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(以下、「JOGMEC」という。)、国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下、「産総研」という。)、国立研究開発法人海洋研究開発機構(以下、「JAMSTEC」という。)及び大学等の調査により、我が国の管轄海域には海底熱水鉱床やコバルトリッチクラスト等数多くの鉱物資源が存在することが確認されている。

しかしながら、深海底は太陽光も電波も届かない過酷な世界である。当初の発見は、潜水艇等を利用し、例えて言えば「夜中に落し物を懐中電灯で」探したり、海水濁度センサーを使用して「鼻でかぎ回って」探したりしてなされたものが多かった。最近になり、無人探査機などが導入され始め、より効率的な調査手法の可能性が見いだされつつあるものの、国土面積の12倍を超える管轄海域の海洋資源の開発・利用を目指すためには、海洋資源の成因解明研究を通じて開発海域を短期間にできる限り絞り込んで特定し、また開発前後の環境への影響を正確かつ迅速に把握する必要がある。

それらを達成するためには、広大な有望海域を限られた船舶・探査機器で対応可能な範囲まで絞り込むための海洋資源の成因解明研究、従来よりも飛躍的な効率で調査するための遠隔感知・直接採取など調査機器・手法の開発、さらに、開発に伴う海洋環境悪化を可能な限り防止するための海洋環境を長期に監視する技術の開発が必要である。我が国は海洋調査技術、探査センサー技術、生態系調査技術及び長期監視技術などの点で世界のトップランナーであることから、これらの技術を基盤とした開発を発展させることで、世界に先駆けて上記開発を実施することが可能である。

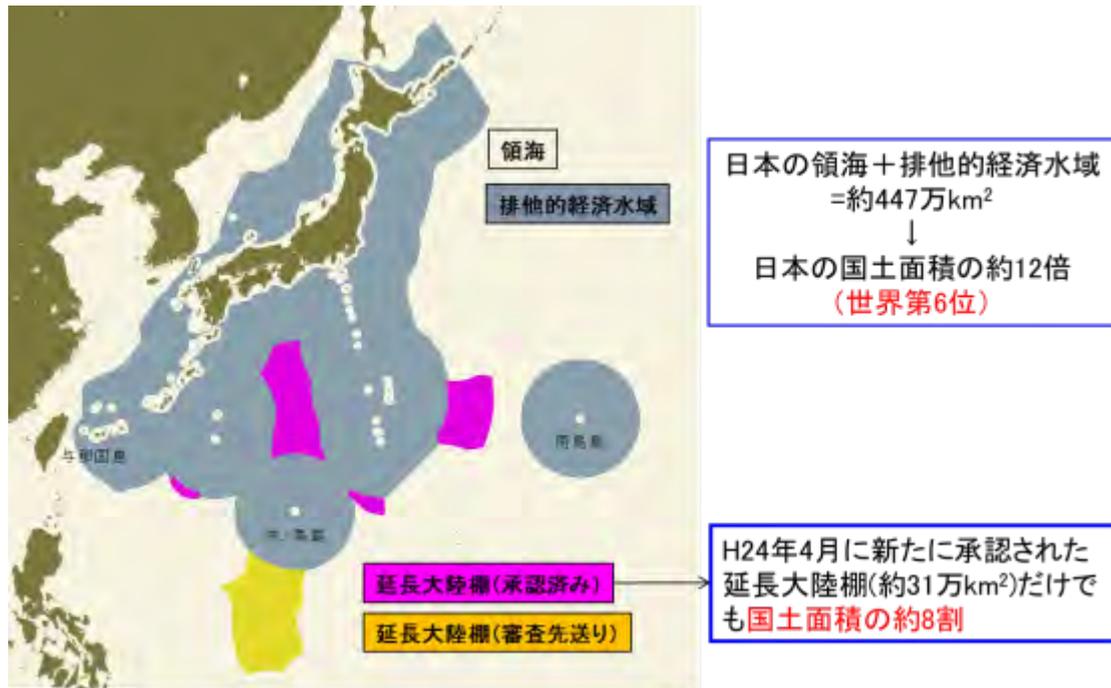


図1-1 我が国の排他的経済水域と延長大陸棚

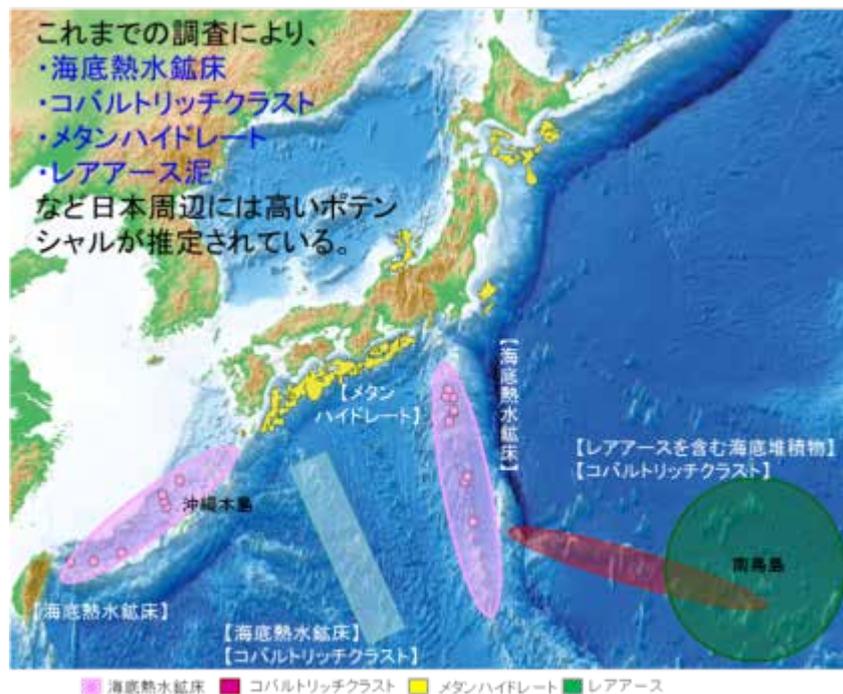


図1-2 日本周辺の海底鉱物分布

## (2) 意義・政策的な重要性

海洋資源調査技術開発の意義・政策的な重要性に関しては、平成25年度に閣議決定された様々な文書において次のように明記されている。

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)

海底資源の探査・生産技術の研究開発に取り組む。

日本再興戦略(同6月14日閣議決定)

レアメタル・レアアース等を含む海底熱水鉱床等の海洋資源について官民連携の下、探査・生産技術開発等を推進する。

海洋基本計画(同4月26日閣議決定)

政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策として「広域科学調査により、エネルギー・鉱物資源の鉱床候補地推定の基礎となるデータ等を収集するため、海底を広域調査する研究船、有人潜水調査船、無人探査機等のプラットフォーム及び最先端センサー技術を用いた広域探査システムの開発・整備を行うとともに、新しい探査手法の研究開発を加速するなど、海洋資源の調査研究能力を強化する」。

この新たな海洋基本計画を具現化するために我が国が取り組むべき国家基幹技術を議論するため、文部科学省、経済産業省、国土交通省の共同事務局による「海洋分野における国家基幹技術検討委員会」において「海洋国家基幹技術の推進」(同5月17日)が提言され、海洋資源開発において必要不可欠である技術として、広大な海域から迅速かつ効率的に有用資源の存在を確認する探査技術、資源を経済的に生産する生産技術、開発と環境の保全を両立していくための環境影響評価・管理技術の三つが挙げられている。

本施策は、これらにおいて指摘されている海洋資源調査技術及び環境監視技術の研究開発を実施するためのものである。我が国が高効率の海洋資源調査技術を世界に先駆けて確立して調査を推進することは、海洋資源開発・利用、海洋環境保全、資源安全保障などの社会的観点から不可欠である。しかし、深海底は未知の部分が多く、民間企業等が自主的に調査技術の開発を進めるためには巨額の費用がかかりリスクも高い。そのため、国が主導して技術開発等を行いつつ民間企業にその技術等を移転していく形式を取ることで、海洋資源調査産業を創出することが可能となる。石油探査用の調査技術や調査機器については市場が既に確立しているものの、本研究開発で対象とする海洋鉱物資源については、石油・天然ガスとは存在状態や地質環境が全く異なることや現時点では陸上資源に比べて経済優位性がないことなどから、世界でもいまだ商業的に開発されておらず、探査や環境影響評価をビジネスとして行う民間産業が未成立である。そこで海洋鉱物資源の科学調査やセンサー等要素技術開発で技術的優位にある我が国の官学の力を産に活かすことが求められる。

### (3) 目標・狙い

これまで各省庁が推進してきた要素技術の研究開発を統合し、民間企業と協力して2018年度までに以下の目標を達成する。

#### 技術的目標

・海底熱水鉱床等の海洋鉱物資源を低コストかつ高効率(従来の数倍以上のスピード)で調査する技術を、世界に先駆けて実現する。特に熱水鉱床にエフォートを集中し、今まで発見するのが困難であった潜頭性鉱床の調査に有効な技術を開発する。具体的には、有望海域を一万分の一に絞り込む手法と技術、水深2,000mまでの高効率・低コストの調査が可能な調査機器の開発、海底下30m以浅の潜頭性鉱床を発見する調査手法の構築を行う。

(例)

・海洋資源の成因モデルを確立し、新たな有望海域の抽出に資する各種地球科学的指標を特定。自律型無人探査機(以下、「AUV」という。)による1日当たり調査可能な面積を約5倍以上に拡大。

- ・海岸付近の数十 m 程度の浅い海域でしか使用できなかった視界不良時の音響による可視化技術を海洋資源が存在する深海底でも使用可能にする。
- ・国際標準を満たす技術を導入して、民間企業でも容易に使用可能であり、どのような海域でも適用できる生態系変動予測手法を開発。

(参考)

我が国の国際的な競争力	
<u>我が国の技術レベル</u>	
n	<p><b>海洋調査技術</b></p> <p>周囲を海に囲まれた我が国では、様々な環境下での海洋調査の必要に迫られ、気象観測、水産資源調査、科学調査等を進めてきた。それらの調査・観測では、研究船や探査機を観測点にピンポイントでアクセスさせる技術、長期間船舶を定点保持させレーダー等を最適方向に向ける繊細な操船技術、新たに開発された様々な機器を臨機応変に運用する技術等が培われており、あらゆる海洋調査に対応可能となっている。さらに地球深部探査船「ちきゅう」においても、石油・天然ガス業界で培われた運用技術に加え、強潮流環境、大水深、複雑な地層という特殊条件下での掘削技術が蓄積されてきた。これらの調査技術を活用し、水深約 7,000m の海底での東北地方太平洋沖地震調査掘削(J-FAST)及びその約 1 年後の ROV での温度計回収、沖縄熱水海底下生命圏掘削及びその後の掘削孔を使用した継続調査といった、様々な調査機器を複合的に使用した難易度の高い調査を成功させてきた。このような高度な調査事例は他の海外機関では極めて少なく、このような調査技術を資源調査に応用させ、民間技術移転も実施できれば、調査産業においても世界トップクラスの技術力を保持できると見込まれる。</p>
n	<p><b>センサー技術</b></p> <p>文部科学省が推進してきたセンサー開発「基盤ツール技術開発」施策では、センサーの目標仕様が、『鉱床モデルとして「深さ 3,000 メートルまでの海底において、海底下 100 メートル以浅にある 500m メートル四方、厚さ 10 メートル以上の鉱体」という厳しい条件でも検知できること』であり、これらの先端的なセンサー技術は世界に先駆けている。さらに、海中の pH と CO<sub>2</sub> 濃度を同時に計測する化学センサー (pH-CO<sub>2</sub> ハイブリッドセンサー) を世界で初めて開発、高精度海底地形データを取得するための合成開口ソナーの実用化試験に世界で初めて成功する等、深海でも使用可能な世界最先端のセンサー開発技術を保有している。</p>
n	<p><b>潜水調査機器</b></p> <p>AUV: 軍事・国防目的の開発が主流であったため、我が国よりも欧米での技術開発の方が進んでいる。しかし、そのほとんどは 200m 以浅の浅海用であり、海洋調査目的の深海用 AUV の運用技術は我が国でも蓄積されつつある状況である。一方、深海用 AUV の複数機同時運用技術については、世界でも試験がされ始めているものの実運用に耐えられる成功例はまだ無く、深海用 AUV の運用実績を有する我が国が成功すれば、AUV 運用技術が世界標準になる可能性も十分あり得る。AUV 複数機運用には、音響多重通信 (複数の AUV が同時に通信するシステム) や高精度測位技術等の通信・測位技術が必要となるが、我が国では国産小型慣性航法装置の開発や音響通信技術開発の要素技術開発の実績があり、その実現可能性は非常に高い。</p>

ROV:海外メーカー・技術が圧倒的シェアを持つ。石油メジャー等により海中構造物の調査やメンテナンス等に数多く利用されているとともに、運用実績も豊富である。また、ROV 機体部分の建造・開発についても世界に後れを取っており、我が国で運用されている ROV は海外製品が多いのも事実である。しかし、我が国周辺の海底は他国と比較して多様な地形や環境が存在するため、その運用方法は多岐にわたり、運用技術は高度化した。例えばJAMSTECでは様々な分野での研究者の要望に応じ、ROV にアタッチメントを取り付けて深海に潜航し、生物の採取、ケーブルの展張、採泥、カッターでの岩石の切取り等を実施してきている。我が国の繊細な技術力を活かし、このような多彩な運用方法による ROV の挙動や操作性の知見に基づいた開発がなされれば、世界の民間企業が使いやすい ROV アタッチメントは十分採用されることが見込まれる。

#### n 生態系調査及び変動予測

我が国では海洋における低次生態系調査、深海における特異な生態系調査を継続し、実績を積んできた。それらを発展させ、現在は JOGMEC における大型生物を中心とした生態系変動調査、沖縄熱水海底下生命圏掘削の掘削後継続科学調査が進行しており、資源開発に類似した海域での生態系変動に関する知見が蓄積されつつある。さらにゲノム解析においては、深海微生物のゲノム解析の豊富な経験を持つとともに、大量メタゲノムデータを高精度に解析する手法の基礎研究で成果を出している。このように我が国では深海生物に関する知見、継続的な生態系調査の経験、メタゲノム基礎研究といった新たな生態系変動予測手法を開発できる下地は既に作られていることから、資源開発を想定した体系的な研究が進めば、いち早く国際的に活用される新たな生態系変動予測手法の提案が可能であると考えられる。

#### n 長期監視技術(ケーブルシステム)

我が国周辺で頻発する巨大地震や津波をいち早く検知し、被害を防ぐための観測網として 10 システム以上が敷設されている。従来はケーブルの中にセンサーを組み込んだインライン式ケーブル観測システムが主流であったが、複雑な地球物理学的な活動を広範囲に把握可能で、観測機器の追加が可能な拡張性を有するシステムが新たに開発された。そのシステムを採用した「地震津波・観測監視システム(DONET)」が東南海・南海地震想定震源域に敷設され、一部は世界で初めて実運用されている。DONET は運用開始以降センサー等のトラブルは発生しておらず、日本式システムの高い信頼性が実証された。その実績を基に台湾でも同様のシステムが敷設されており、その他の地震・津波の被害を受けやすい国々からの注目も高まっている。さらに、海洋資源分野においては、高い信頼性に加えて必要な場所に必要なセンサーを持ち込める拡張性が評価され、石油・天然ガス業界への活用の提案が活発化しつつある。DONET と同様、海洋資源を目的とした観測の実証ができれば、海洋資源分野での DONET 式システムの採用は大幅に伸びることが見込まれる。

## 産業面の目標

・本課題により得られた新たな調査技術・ノウハウを、探査サービス会社、探査機器製造会社、海洋エンジニアリング会社など、幅広く民間企業に移転することにより、2018 年度までに、世界に打って出ることのできる海洋資源調査産業を創出する。

(参考)

海洋資源
<p><u>鉱物資源埋蔵量</u> 1</p> <ul style="list-style-type: none"><li>n マンガン団塊 調査中(公海域)</li><li>n 海底熱水鉱床 日本周辺 伊是名海穴(予測鉱物資源量) 340 万トン パプアニューギニア周辺 Solowara1(予測鉱物資源量) 154 万トン (概測鉱物資源量) 103 万トン 2</li><li>n コバルトリッチクラスト 調査中(公海域)</li></ul> <p>【出典】</p> <p>1: 経済産業省資源エネルギー庁 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 海底熱水鉱床開発委員会「海底熱水鉱床開発計画第 1 期 最終評価報告書」(平成 25 年 7 月 5 日)</p> <p>2: 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」(平成 25 年 12 月 24 日)</p>
海洋資源開発関連市場
<p><u>鉱物資源調査市場の規模: 無し</u></p> <p>(鉱物資源ごとの調査国)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>n マンガン団塊 日本、フランス、中国、インド、韓国、ロシア、旧共産圏諸国連合、ドイツ</li><li>n 海底熱水鉱床 日本、韓国、ベンチャー企業(Nautilus Minerals 社、Neptune Minerals 社)</li><li>n コバルトリッチクラスト 日本、ロシア、韓国、中国</li></ul> <p>中国、韓国、ロシアを中心に、インド洋や太平洋における海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン岩塊等の探査権を相次いで取得。ある程度の海洋調査能力を保持する国からの鉱区申請及び承認が増大する見込み。</p> <p><u>ROV 関係の市場規模(2010 年): 8.5 億 US \$</u> 1</p> <ul style="list-style-type: none"><li>n 内訳: 石油・天然ガス(約 50%)、軍事・国防(約 25%)、科学調査(約 25%)</li><li>n ROV 主要海外メーカー Fugro【オランダ】、Forum Energy Technologies【アメリカ】、 International Submarine Engineering Ltd(ISE)【カナダ】、Oceanering International Inc【アメリカ】</li></ul> <p><u>AUV 関係の市場規模(2010 年): 2.0 億 US \$</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>n 内訳: 軍事・国防(約 50%)、科学調査(約 30%)、石油・天然ガス(約 20%)</li><li>n 成長率は二桁%であり、2019 年までに 23 億 US \$ に成長する見込み</li><li>n AUV 主要海外メーカー ATLAS ELEKTRONIK GmbH【ドイツ】、Bluefin Robotics【アメリカ】、 International Submarine Engineering Ltd(ISE)【カナダ】、Kongsberg【ノルウェー】</li></ul> <p>欧米以外の国々でも AUV が運用され始めているほか、オイルパイプ漏れのチェック用に活用すること等も検討されており、用途は多様化すると見込まれる。 2</p> <p>【出典】</p> <p>1 ROV/AUV Trends(Duke University Center on Globalization,Governance &amp; Competitiveness 2012 年 9 月)</p> <p>2 Electric Boats, Small Submarines and Autonomous Underwater Vehicles (AUV) 2014-2024(IDTechEx Ltd (2013))</p>

本 SIP でターゲットとする産業分野

SIP で創出・振興する産業分野

n 海洋調査サービス会社、機器メーカー (ROV/AUV、センサー) : 下図の黄色箇所

想定される事業顧客

n 国内: まずは国主導によるプロジェクトを進め、徐々に民需へ移管

n 海外: 深海底の資源を管理する国際海底機構への鉱区申請が 5 年で 8 26 に急増。これらの国 (例 韓国、中国、インド、フランス、ロシア、ドイツ)・民間企業、陸上資源に乏しい太平洋島嶼国 (例 パプアニューギニア、トンガ、ナウル等) で発足している海洋資源開発ベンチャー

n その他: 海底下の石油・天然ガスなどエネルギー資源分野への波及

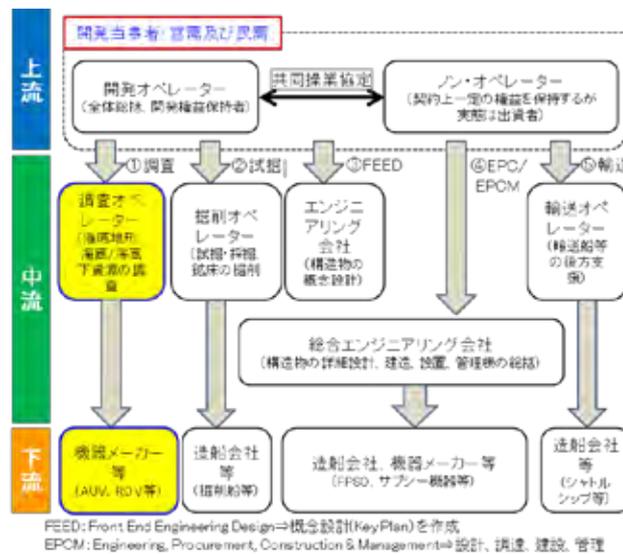


図 想定される海洋資源調査産業の構造

(参考) 世界の海洋産業育成状況

国、国営資源開発会社、コントラクターが一体となった資源開発を行う中で、エンジニアリング会社、機器メーカー等自国コントラクターを育成

n ノルウェー / Statoil 社:

ノルウェー石油・ガス会社: 北海油田をターゲットに政府 100%出資の国営石油会社として 1972 年に設立。国策として海外資本・技術を吸収しながら実績を重ね、2001 年に民営化。

n イタリア / Saipem 社:

イタリア国営資源開発会社: イタリアの半国営石油・ガス会社 (ENI) の掘削・建設会社として 1957 年に設立。その後 1960 年台後半に海洋施工に進出。積極的な設備投資により世界展開。

n フランス / Technip 社:

フランスのエンジニアリング会社: 1958 年に設立。フランス石油協会 (IFP) によりフレキシブルパイプを開発し Coflexip 社を設立。後に Technip 社が吸収。

n 中国 / COOEC 社:

中国国営石油開発会社 (第 3 位) CNOOC の子会社: 海洋開発の設計・海洋施工を対応する会社として 2000 年に設立。積極的な設備投資により世界展開。

## 社会的な目標

・グローバルスタンダードの確立により、日本の調査システムの輸出及び海外での調査案件の受注を目指す。

## 2. 研究開発の内容

海洋鉱物資源を効率良く開発・利用するためには、科学的な成因論に基づいた絞り込みを実施し開発候補地を抽出したのち、段階的に調査を実施する。こうした調査の効率を従来よりも飛躍的に向上するためには、資源の分布・存在状態に関する科学的知見を踏まえ、船舶を用いた概査、AUV を用いた精査、ROV を用いた試料採取という流れで有望海域を絞り込む効率的な調査システムを開発することが有効と考えられる。また、鉱物資源開発を実施するに当たっては、海洋環境保全の重要性に鑑み、開発時の生態系の変動を事前に予測するとともに、開発時を含めた周辺環境を長期間監視することが必要である。そのため、本施策では以下の四つの項目を実施する。

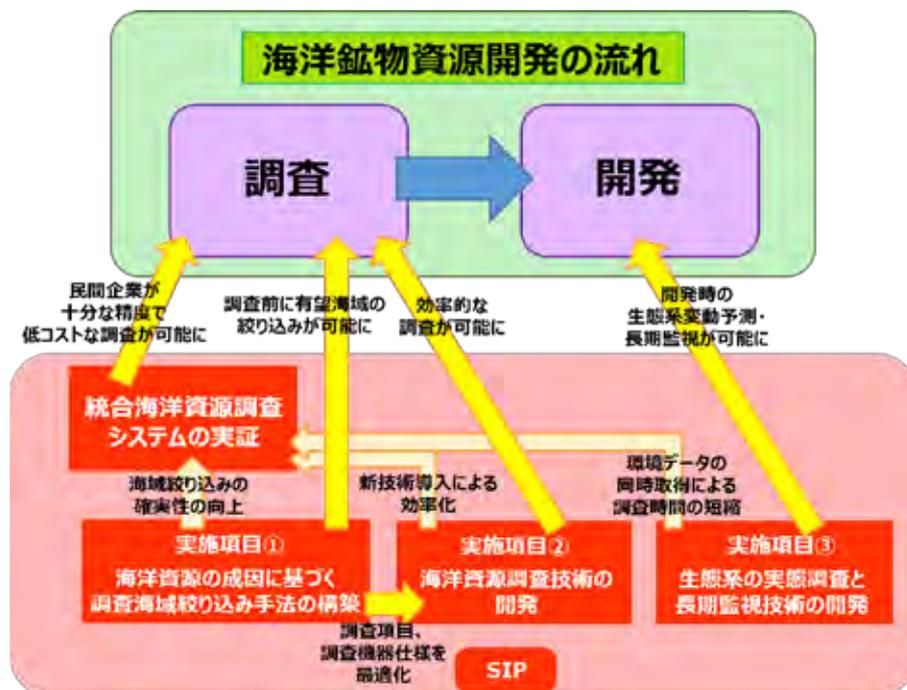


図 2-1 実施内容全体像  
(実施項目の海洋鉱物資源開発における位置付け)

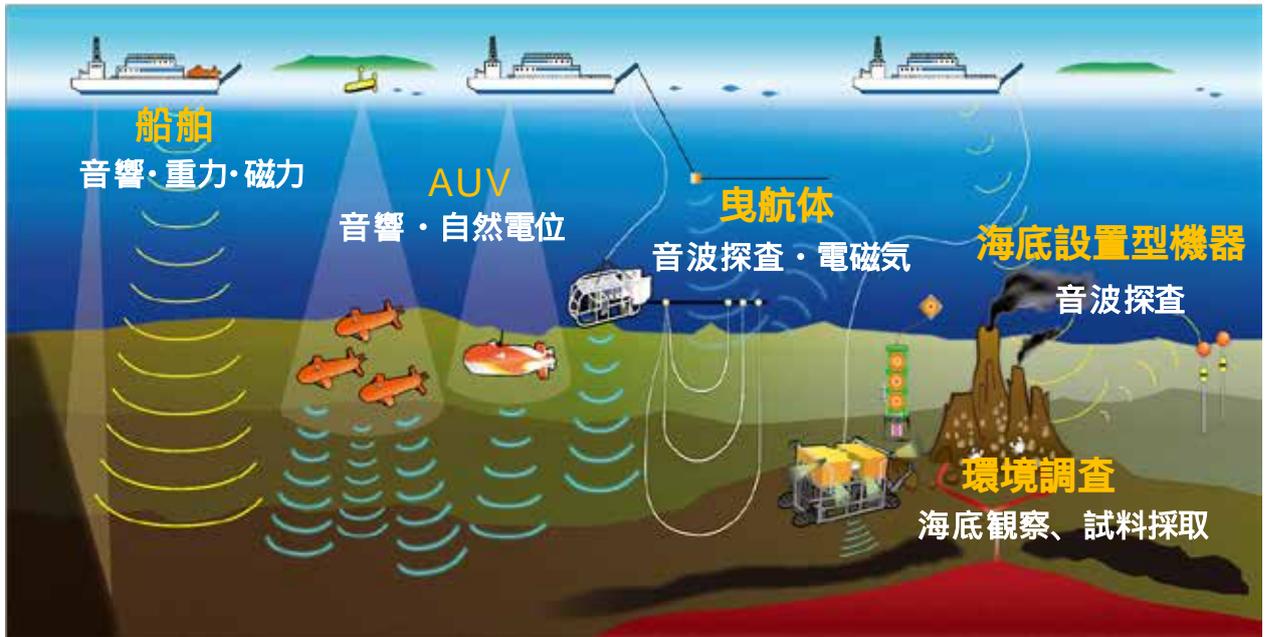


図 2-2 統合海洋資源調査システムの実証

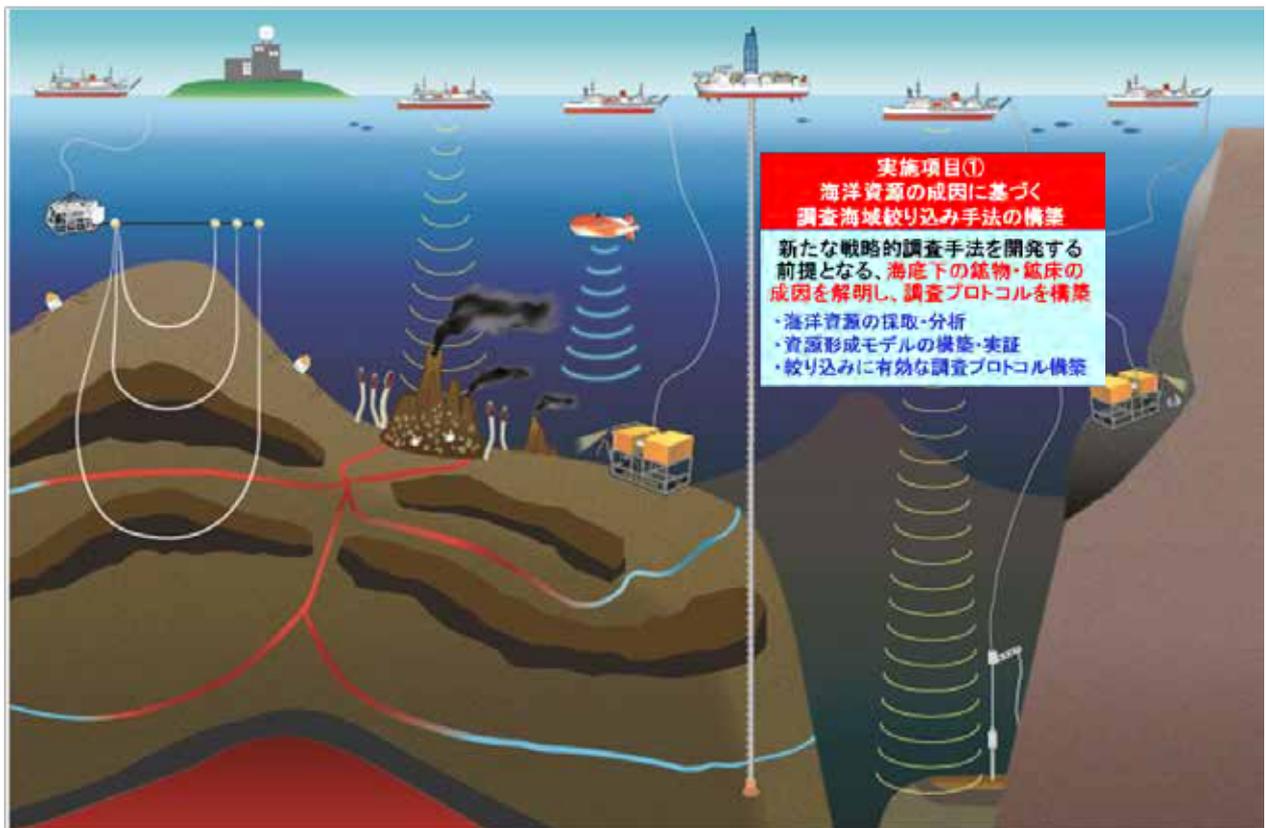


図 2-3 実施項目



図 2-4 実施項目

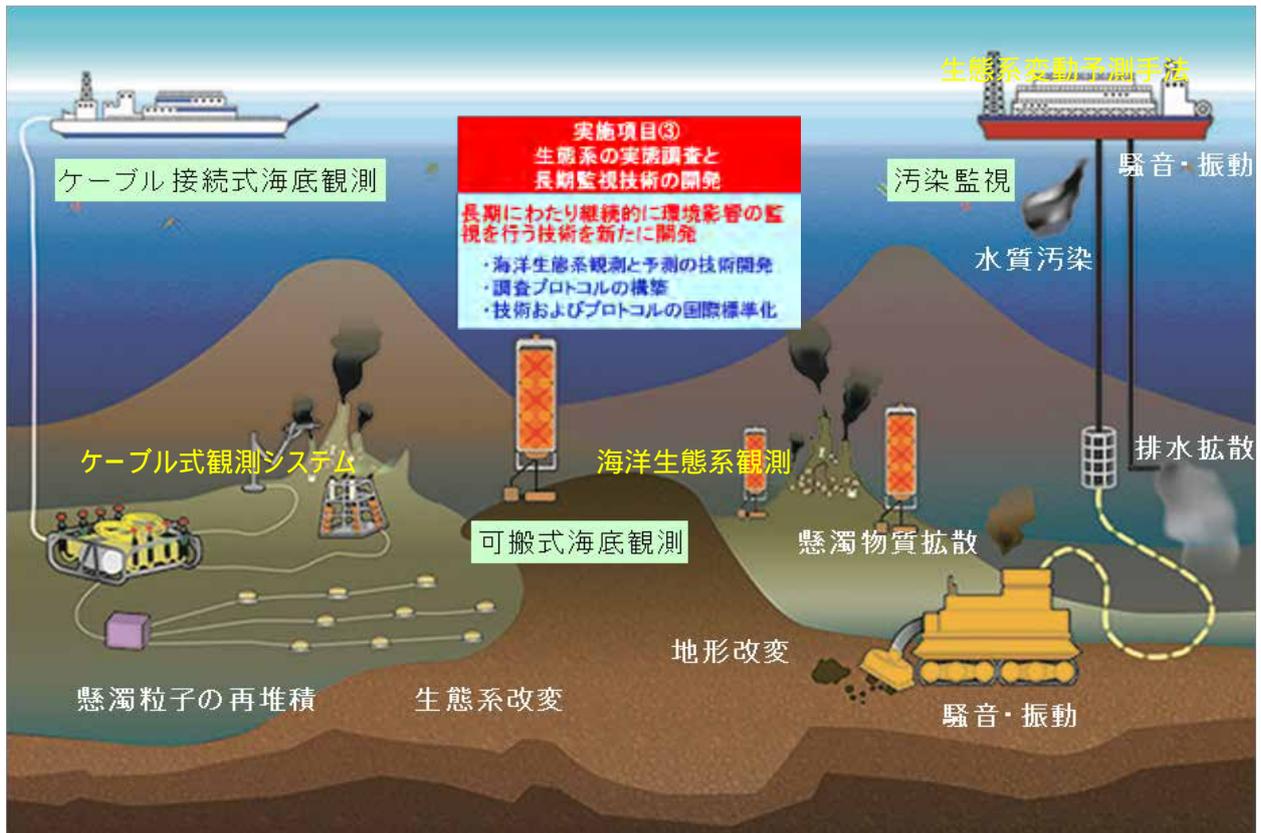


図 2-5 実施項目

## (1) 統合海洋資源調査システムの実証

### ) 実施内容

将来の海洋調査産業の創出のためには、最新の開発機器や研究成果をとりいれつつも、民間企業が自らの資源(人材、機材、知見)を活用し、コストを抑えつつ海洋資源調査を実施することが必要である。加えて、海洋資源調査は、事前情報に基づく調査計画策定から複数種類のデータ取得及び解析、それらを統合して有望海域を絞り込むためのデータ解釈という一連の流れが必要であることから、個々の技術を研究所から民間企業へ技術移転するのではなく、民間企業の資源で実施できる最も高効率かつ低コストな方法を1つのシステムとして確立しておくことが重要となる。そこで、民間企業が主体となり、本事業において開発された技術・手法を統合した「統合海洋資源調査システム」を実証する。

### ) 研究開発の最終目標

民間企業が主体となり、民間企業自らの資源及び本事業において開発された技術及び手法により、水深2,000m以浅の海域において海底下30m以浅に存在する潜頭性鉋床の鉋体を確認できる技術を実証する。

### ) 2017年度の実施内容

2016年度まで「海洋資源調査システム・運用手法の開発」において開発してきた手法を一連の調査システムとして特定の海域に適用し、本事業で開発した新技術(AUV高効率小型システム及び高速衛星通信技術)も活用し、潜頭性鉋床の鉋体を確認することにより、システムの有用性を示す。さらに、その結果を踏まえて、より取得データの高精度化、手法の効率化及び低コスト化に向けた調査手法を検討する。

具体的には、机上検討、概査(広域調査)、準精査及び精査と段階的に有望海域を絞り込む。

- ・机上検討:2017年度に対象とする海域について、既存データの収集及び解析を実施し、その結果を基にして民間企業が主体となって一連の調査計画を策定する。
- ・広域調査:既存情報が一部存在し、有望性が見込まれる複数の海域に対して、今後のより詳細な調査継続の是非を確認するため、低コストで広域を網羅できる調査を実施する。具体的には、船舶からの海底地形データの取得及び面的な鉋体分布の可能性が確認できる曳航体による自然電位探査を実施する。
- ・概査:広域調査により最も有望性が高い海域を1か所抽出し、調査の基礎となる海底地形、海底下浅部構造、自然電位異常を海上・港湾・航空技術研究所で開発した航行型AUV1~3号機を同時運用し測定する。海底地形は、断層等の微細地形が判別可能な2mメッシュの海底地形図が描ける解像度で、海底下浅部構造及び自然電位は海底地形図と調和的な解像度でデータを取得する。
- ・準精査:「概査」において対象とした海域において、曳航体を使用した電気・電磁探査による鉋体分布の面的な把握及び音波探査により、特定測線上の鉛直方向の海底下構造を把握する。音波探査では、海底下構造を断裂系が把握できる分解能でのイメージングを行う。同時に、海底付近の海水成分、流向流速等の環境情報も取得する。
- ・精査:「準精査」で対象とした海域のうち、有望性が高い海域において、海底設置型音波探査、電磁・磁気・重力探査を実施し、海底下構造を把握する複数の調査法により海底下鉋体の3次元的形状を把握する。同時に生物分布把握のための海底面画像情報も取得する。
- ・検証航海(サンプリング):上記、概査~精査の結果に基づき、鉋体の分布域を推定し、民間企業所有の掘削船によるサンプリングを行い、そのボーリング結果と照合することにより、システ

ムの有用性を確認する。

さらに、既存の様々な調査データを統合的に処理・解析し、海底下の地下構造に加えて、物理特性や岩石学的特性を推定・評価することで、信頼性の高い海底下鉱床分布の推定技術を開発する。また、その結果を仮想空間で3D可視化することにより、新たな視点からの評価を可能とする。

**) 2017年度の所要経費**

19.2億円

**) 2018年度の実施内容**

2017年度に実施した調査に基づき、より効率化・低コスト化したシステムを、成因論によって絞り込まれた既存データが存在しない未調査海域に適用し、机上検討から精査までを実施する。サンプリングによりボーリング結果と照合することにより、そのシステムの有用性を実証する。

**) 2018年度の所要経費**

20.0億円

## (2) 海洋資源の成因の科学的研究に基づく調査海域の絞り込み手法の開発

### ) 実施内容

陸上調査に比べ傭船費などのコストがかかる海洋資源の調査は、出来る限りその軽減を図って効率良い(採算性の高い)調査システムの開発が必要である。我が国周辺の海洋鉱物資源の場合、広域地図で示されるような数十万km<sup>2</sup>規模から、鉱物資源が特に集中する有望海域の数十km<sup>2</sup>まで絞り込む必要がある。まず、広域海域から船舶や探査機が短期間で行動できる数万km<sup>2</sup>規模にまで海洋鉱物資源有望を絞り込むためには、地質学的・地球科学的根拠に基づいた手法を用いるほかに考えられない。それには、資源の形成過程や濃集メカニズムを把握し、それらの成因をモデル化することが必要となる。さらに、海洋鉱物資源有望海域付近の海底下構造等を効率よく予測するためには、掘削などの手段を用いて調査すべき特徴的な指標を検出し、海洋鉱物資源の特定を可能とするとともに、これらの手法による海域絞り込みの手法が民間企業でも使用されるべきである。そこで、現在商業化に向けた取り組みが実施されている海底熱水鉱床に最大の重点を置きつつ、下記の開発を行う。

#### a) 海底熱水鉱床

海底熱水鉱床に関しては、沖縄海域・伊豆小笠原海域等において、採取試料の化学分析・同位体比分析等による過去の熱水活動の変遷や有用元素濃集過程に関する科学的研究を実施する。特に、火成活動・熱水活動に伴う特異的な事象としての元素濃集・資源胚胎等の成因を検討するために、有用元素の非濃集域も含めて一連の火成活動全体及び造構場等を化学的根拠に基づき把握し、海底面調査と科学掘削の融合により3次元的な熱水化学組成の追跡、海洋底構成岩石の記載、同位体比分析、全岩化学組成分析等を実施する。加えて、これらの調査過程で鉱体の確認に有用性が見込まれる調査手法(電磁探査手法等)については、民間企業での活用に向けた技術移転を進める。

これらの調査及び試料分析により成因モデルを構築し、有望海域に特徴的かつ最適な調査の指標(取得すべきデータ項目等)を抽出する。さらに、それらの情報を統合して数十km<sup>2</sup>程度の範囲における資源分布予測図の図化手法を構築する。そのうえで、調査から図化までの一連の流れを民間企業でも使用しやすい潜頭性鉱床調査に有効な調査プロトコルとしてまとめる。

#### b) コバルトリッチクラスト

コバルトリッチクラストに関しては、我が国の大陸棚に属する海域(南鳥島海域等)において、海底での産状や採取した試料の観察及び分析を実施し、その成長期間に関する情報を取得するなど、その成因・形成過程についての研究を行う。具体的には、全岩化学組成分析、鉱物表面や内部微小領域の元素分析及び同位体比分析や、有用元素の化学状態分析を実施する。これらの分析により得られたコバルトリッチクラストの濃集過程等の情報から成因モデルを構築し、有望海域に特徴的かつ最適な調査の指標(取得すべきデータ項目等)を抽出する。さらに、それらの情報を統合して資源分布予測図の図化手法を構築する。そのうえで、調査から図化までの一連の流れを民間企業でも使用しやすい調査プロトコルとしてまとめる。

#### c)レアアース泥

レアアース泥に関しては、南鳥島周辺海域において試料採取を行い、その化学分析・同位体比分析等により、時系列による化学組成変化を明らかにするとともに、レアアース泥の 3 次元的位置を把握し、形成過程や濃集メカニズムに関する調査及び試料分析を実施する。具体的には、同位体比分析によって形成年代を特定し、堆積物の欠損時期の有無を調査する。

また、これら「点」の科学情報を「面」的に拡張するためには、調査船による地形調査・物理探査等の実施が必須である。そのため、海底面調査(地形・底質等)や海底下構造探査、地磁気・重力測定、電気・電磁気学的探査手法及び深海カメラ等による複数の手法を組み合わせることにより、取得データの精度向上に関する研究を実施する。

#### )研究開発の最終目標

研究開発の最終目標は、調査海域を全海洋から約 1/10,000 の面積に限定し、潜頭性鉱床の調査に有効であり、低コスト・効率的な調査の実現に必要な民間企業でも活用可能な調査から図化までの一連の手法を「調査プロトコル」としてまとめるとともに、探査機により取得されたデータにより海底下構造等の推定が可能となる成因モデルを構築することである。そして海底熱水鉱床及びコバルトリッチクラストは 2018 年度までに構築した調査プロトコルに基づく調査実績を作ることにより、民間企業等に対して有効性を示す。レアアース泥は、その形成過程及び濃集メカニズムを解明する。

#### )2014 年度の実施内容

調査航海による詳細な地球物理学的調査と研究試料の採取。得られた試料は化学分析を実施し、成因研究に資する科学的データを得る。具体的には以下のとおり。

- ・海底熱水鉱床については、非活動的ないし潜頭性の鉱床の 3 次元分布・成因を解明し、それに基づく効率的な調査手法の開発を行うため、沖縄トラフ海域における科学掘削調査の一部を実施する。
- ・コバルトリッチクラストについては、我が国の大陸棚に属する海域(南鳥島海域等)における産状調査と試料採取、及び採取したサンプルの化学分析・同位体分析を行う。
- ・レアアース泥については、形成過程や濃集メカニズムを解明するため、南鳥島周辺海域の基準となるコア採取地点を特定するための事前調査(音響調査、ピストンコア等)を行う。さらに採取した試料の化学分析・同位体比分析を行う。

#### )2014 年度の所要経費

26.5 億円

#### )2015 年度の実施内容

海底鉱物資源の成因モデルを確立することを見据え、2014 年度の調査及び分析を踏まえ、追加で必要となるデータ及び試料等を得るための科学的データを取得する。

- ・熱水鉱床については、海底下の熱水の広がり調査に有効であることがわかった「掘削同時検層」を用いた掘削により、熱水だまりの連続性の検証及び岩石サンプルを採取する。並行して、その他の研究航海の調査結果とあわせて、資源を胚胎する地殻形成過程・地質構造発達史との関連性の検討、鉱体形成過程の把握による成因モデルの概要（一次案）の提案を行う。
- ・コバルトリッチクラストについては、拓洋第5海山と新たに大陸棚延伸が認められた海域等において産状等の情報がまだ乏しい海域での調査を実施し、有用元素を濃集した際の海洋環境を把握する。
- ・レアアース泥については、南鳥島周辺の基準となるコアの採取の事前調査として、平成26年度計画では網羅されていない海域の調査及び採取した試料の化学分析・同位体比分析を行う。これらの調査や分析等を行う際には、民間企業等へも調査に役立つ科学的知見及び調査機器等の運用ノウハウについて情報共有を進める。

#### ）2015年度の所要経費

24.8億円

#### ）2016年度の実施内容

平成27年度までに収集した試料・データの分析・解析を進め、それらのデータ等を統合的に解釈することにより、調査プロトコルの基礎となる成因モデルを提案する。

- ・海底熱水鉱床については、沖縄トラフにおいて「ちきゅう」で掘削した試料・データの分析・解析等を進め、成因モデルを提案する。また、採取したコア試料の物性、岩相等を物理探査データと対比し、電気・電磁探査の精緻化と民間企業への技術移転を進める。
- ・コバルトリッチクラストについては、信頼性の高いレアメタル濃度分析方法の開発を行う。また、海域における現場元素吸着実験、海流の流向流速観測結果を基に、レアメタル濃集を決める要素を抽出し、成因モデルを提案する。
- ・レアアース泥については、分布状況の全容の把握、オスミウム同位体層序によるレアアース泥高濃度層の堆積年代の概要把握を進め、成因モデルを提案する。

#### ）2016年度の所要経費

16.2億円

#### ix) 2017年度の実施内容

- ・海底熱水鉱床に大きく注力し、並行して実施している「統合海洋資源調査システムの実証」で得られた調査結果も踏まえて、データが疎な海域も推定可能な統計学も取り入れ、民間企業と議論のうえ調査プロトコルの一次案を策定する。さらに、2016年度に構築した成因モデルに対して、南部沖縄トラフにおける熱水性地形や熱水組成調査、伊豆・小笠原海域における熱水性地形調査、熱水組成調査及び電気・電磁探査等の結果を踏まえ改良を行い、一般化した成因モデルを提案する。海域調査には、「海洋資源調査技術の開発」で開発した高精度観測 AUV システム及び高速衛星通信装置を利用する。
- ・コバルトリッチクラストについては、従来からのモデル海山とは別の海山にも調査エリアを拡張し「海洋資源調査技術の開発」で開発したコアリングシステムも活用し試料の採取及び分析をすることで、成因モデルを一般化し、調査プロトコルの一次案を策定する。
- ・レアアース泥については、関連性の深いマンガン団塊及びコバルトリッチクラストとの関連性も踏まえた成因モデルに改良する。

**x) 2017 年度の所要経費**

10.1 億円

**xi) 2018 年度の実施内容**

- ・開発した成因モデルの普遍化を進めるとともに、「統合海洋資源調査システムの実証」で得られた調査結果も踏まえ、さらにデータが疎な海域も推定可能な統計学も取り入れ、民間企業と議論のうえ調査プロトコルを改訂する。
- ・コバルトリッチクラストについては、さらに試料の採取及び分析をすることで、成因モデルを改訂する。
- ・レアアース泥については、成因モデルをさらに改良する。

**xii) 2018 年度の所要経費**

8.7 億円

**(3) 海洋資源調査技術の開発**

地質学的・地球科学的根拠に基づき、船舶や無人探査機を用い、より詳細なデータを取得することにより、開発候補地の特定に貢献できる数十 km<sup>2</sup> 規模まで絞り込む必要がある。現状の船舶、自律型無人探査機(以下、「AUV」という。)、遠隔操作型無人探査機(以下、「ROV」という。)を用いた調査技術は、段階的に絞り込んでいく手法が開発途上にあること、母船に対して AUV が 1 機しか運用できないこと、試料採取時には複雑な海底地形や粉塵等により熟練した ROV オペレーターでなければ機動的な作業ができないこと、取得した大容量データをリアルタイムに陸上に送信できず解析に時間がかかること等により手間・時間がかかっている。加えて、我が国ではこれらの調査手法は研究所を中心として構築が進んでおり、民間企業の機材や手順には十分合致していない。そこで、調査効率を向上させかつ民間企業でも導入が期待される調査機器を開発する。

**海洋資源調査システム・運用手法の開発**

**) 実施内容**

民間企業が調査を行う際には、有望海域の絞り込みに必要な技術や調査手法をまとめた一連のシステムを使用することが見込まれている。そこで、潜頭性海底熱水鉱床を調査対象として、既に海洋調査で使用されている調査機器等を用いて民間企業が所有する船舶等で効率的よく調査する手法、大学等で開発された調査機器等を用いて段階的な絞り込みを行う手法及び地質・鉱物学的視点を踏まえた処理解析手法を総合的に組み合わせて、統合海洋資源調査システムの開発を進める。並行して、国内及び海外において海洋資源調査を計画立案・マネジメントできるシステムも確立する。

**) 研究開発の最終目標**

概査から準精査、精査に至る調査段階に応じた、調査計画立案、データ取得、データ処理解析、総合解釈評価の全てを含む潜頭性鉱床の発見に有効な総合調査技術の確立を目指す。加えて、それらの結果を踏まえ、海外展開も見据えた技術普及のためのマニュアル等を作成する。2017 年度以降は「統合海洋資源調査システムの実証」の一環として実施する。

**) 2014 年度の実施内容**

各段階別調査システム・手法の構築に必要な、曳航体を使用した調査手法の確立、音波探査及

び ROV を用いた曳航式電磁探査手法の構築のための航海を実施し、実運用に向けた問題点等を洗い出し、実用化に向けた改良を開始する。

**)2014 年度の所要経費**

7 億円

**)2015 年度の実施内容**

沖縄トラフ伊平屋北海丘での調査を中心とした各手法の試験航海を行い、2014 年度航海の問題点等を改善するとともに取得データについては過去に取得されたデータとの照合も行い、巨大熱水溜まりにも対応した調査手法の構築を進める。

**)2015 年度の所要経費**

7 億円

**)2016 年度の実施内容**

海底設置型音波探査（受振ケーブル；VCS）システム、調査船曳航方式による海中曳航型音波探査（受振ケーブル；ACS）システムの試験を行うとともに、曳航式電気探査（比抵抗調査）試験の商業的な利用を想定した更なる精度向上と効率化に向けた実証を行う。これらの「統合海洋資源調査システム」に取り入れられる調査手法に対して、既存データ及び資料が存在する海域での実証試験航海を実施し、その取得データの処理解析・評価を行い、実用性を確認し運用面での効率化等を検討する。データ処理解析については、統合型処理解析（ジョイントインバージョン）手法を試験適用する。これらの技術の中間評価を行い、2017 年度以降の開発方針及びスペック等の再検討を行う。

**)2016 年度の所要経費**

7.9 億円

## **AUV 複数運用手法等の研究開発**

船舶による概査の後には、広範囲を行動できる無人探査機で更なる絞り込みを行うことが有効であると考えられる。その際、将来的に主流となることが見込まれる機器は母船とケーブルで繋がっていない AUV である。AUV に必要なセンサーを搭載し、海底付近を航行させれば、幅数百 m の範囲での高解像度地形データ等が取得できる。さらに現状、母船に対して AUV が 1 機しか運用できないが、複数機同時運用ができれば、その台数分だけ効率的なデータ取得が可能となる。そこで、AUV を複数機運用するための技術を研究機関及び民間企業が一体となって開発する。

また、本項目では AUV 複数運用による絞り込みを二段階に分け、民間企業等が運用する取得可能な高効率小型システムにより、ある程度まで絞り込んだ後、研究機関等が運用して多項目の高精度データを同時に取得可能な高精度観測システムにより、残すは後述の ROV によるコアリングで実際の海底下構造を把握するのみということまで一気に絞り込む。

### **A . 高効率小型システム**

**)実施内容**

広範囲の海域をカバーするためには、これまで AUV の母船となっていた比較的大型で重装備な調査船を使用する調査方法では困難である。そこで作業船をベースとし、AUV を複数機同時に運用できる技術の確立を行う。同時に民間が AUV を保有かつ利用しやすい環境を整備することにより、調査効率の

向上を図るとともに、AUVの民間利用を促進することを目的とし、以下を実施する。

- (ア) AUVの利用拡大に向けた技術開発として、小型 AUV と洋上中継器(没水型複数管理用)のスペックの検討とハードウェアの設計、要素技術開発及び AUV の投入・揚収、AUV とブイとの協調行動等の運用方法の検討を実施する。
- (イ) AUV の複数機同時運用技術の開発として、音響通信技術、協調行動プログラム、複数機同時観測システム及びこれらを共通化するオペレーションシステムの開発を行う。
- (ウ) 小型 AUV の複数機同時運用を実現するため、の開発を元に、4 台の小型 AUV(航行型)、1 台の小型 AUV(ホバリング型)及び洋上中継器(没水型複数管理用)を製作する。
- (エ) 開発した小型 AUV、洋上中継器(没水型複数管理用)の個別機体及び複数機同時運用に関する性能確認のための水槽試験及び実海域での実証試験を実施し、AUV 運用技術の蓄積を図る。
- (オ) 開発にあたっては、AUV 技術を保有する研究機関、海洋調査産業に機器サプライヤーとして期待されるメーカー及びオペレーターとして期待される民間企業が一体となり、観測の実行までを行い、製品化・観測調査を意識した開発を行う。
- (カ) なお、小型 AUV(ホバリング型)については、国際標準を見据えて開発を加速させるために、2014 年度中にハードの開発を終了する。さらに、2015 年度以降、小型 AUV(航行型)とともに(1)により資源賦存の可能性が明らかとなった海域等に投入し、その海底面接近能力を実証するとともに、単体での資源調査技術としても確立を目指す。

#### **) 研究開発の最終目標**

小型 AUV(航行型)4 台を同時運用することにより、現行の AUV1 台で 1 日当たり調査可能な面積と比べ、約 5 倍以上の面積の観測・調査を可能とする技術を確認する。また、水平分解能 1m の高精度観測・調査を可能とする技術を確認する。この調査技術は、海底及び海底下の調査が必要な地震調査等への応用も見込まれる。

#### **) 2014 年度の実施内容**

小型 AUV(航行型)のセンサーの要素技術開発、洋上中継器(没水型複数管理用)の要素技術開発(AUV との協調行動システム)、複数機同時運用技術開発(共通化オペレーションシステム)と、小型 AUV(航行型)1 台目の設計及び製作を開始し、2015 年度末までに小型 AUV を 2 台開発することを目指す。

また、小型 AUV(ホバリング型)については、2014 年度中の完成し、単体での早期の運用も目指す。

#### **) 2014 年度の所要経費**

7.6 億円

#### **) 2015 年度の実施内容**

小型 AUV(航行型)1 台目の製作・組立及び実海域試験、また、2 台目の設計・製作を開始する。加えて、洋上中継器の製作・組立、投入・揚収システムの設計・組立・陸上での機能確認試験、さらに、AUV を構成する要素技術、複数 AUV 間の通信システム等の研究開発を行う。小型 AUV(ホバリング型)については、機器の調整等を行ったうえで実海域での海底地形探査を目指す。

#### **) 2015 年度の所要経費**

5.6 億円

#### **) 2016 年度の実施内容**

小型 AUV(航行型)1 台目及び小型 AUV(ホバリング型)の単体での運用を開始するとともに、2 台目の

実海域性能確認試験、3台目の詳細設計、製作、水槽試験を実施する。また、洋上中継器(没水型複数管理用)の機体を完成させ実海域性能確認試験を実施する。その後、小型 AUV(航行型)1台目、2台目、小型 AUV(ホバリング型)及び洋上中継器(没水型複数管理用)の接続による調査航海を実施し、複数 AUV と洋上中継器間での課題の抽出と問題点の整理を行う。

**) 2016 年度の所要経費**

6.7 億円

**ix) 2017 年度の実施内容**

洋上中継器、複数の小型 AUV(航行型)による運用を開始し、課題内での調査に活用する。小型 AUV(ホバリング型)についても、運用手法の向上を行う。

・小型 AUV(航行型)4 号機

平成 30 年度に 4 機同時運用を行う準備が整うよう、4 号機を開発し、陸上作動試験及び水槽試験を実施する。また、要素技術開発として、国産の慣性航法装置が 4 号機に搭載できるよう、開発を進める。

・小型 AUV(航行型)3 号機の開発及び運用

2016 年度に水槽試験まで実施した小型 AUV(航行型)3 号機について、外洋で使用するための浅海域における洋上中継器(没水型複数管理用)との接続試験、自然電位計測装置の付加を行う。

・「統合海洋資源調査システムの実証」での活用

「統合海洋資源調査システムの実証」において、洋上中継器(没水型複数管理用)及び小型 AUV(航行型)1~3 号機及び小型 AUV(ホバリング型)を同時運用した観測を実施するための整備を行う。

・民間企業等での安定運用に向けた取り組み

2016 年度の調査航海時に発見された課題の解決、運用マニュアルの整備、投入揚収装置の 20ft コンテナ収容化(小型化改造)を実施する。

・ニーズに柔軟に対応できる機能拡充

高速衛星通信が実施可能な洋上中継器との連携試験及び全部の小型 AUV(航行型)で海底地形計測が実施可能となるよう、ニーズに応じた調査に柔軟に対応できる機能を付与するための改造を行う。

**x) 2017 年度の所要経費**

8.1 億円

**xi) 2018 年度の実施内容**

開発された小型 AUV を「統合海洋資源調査システムの実証」における絞り込み調査に活用する。また、民間企業等での安定運用に向け 2017 年度の調査航海時に発見された課題の解決、運用マニュアルの整備、ニーズに応じた調査に柔軟に対応できる機能を付与するための改造を行う。

**xii) 2018 年度の所要経費**

5.0 億円

**B. 高精度観測システム**

**) 実施内容**

開発候補地のより迅速かつ確実な発見のためには、高効率小型システムで取得した地形データ等に

加え、対象とする資源の性質(海底熱水鉱床であれば海底下の熱水や鉱体の分布及び活動状況等)を特徴づける指標をより多く正確に把握する必要がある。これが実現されれば、取得した指標を成因モデルに当てはめることにより最も有望な海域の特定が可能となるため、ROV による搜索・サンプリング及び掘削調査の時間を出来る限り短縮することができる。最も有望な海域は、既存調査の傾向からすると、数km<sup>2</sup>の規模のものが数 km 離れて点在している傾向がある。このような分布特性に合致しており、かつ多項目観測が可能な AUV でも複数機同時運用するためのシステムを開発する。加えて、それに伴う通信・測位技術開発や運用技術開発を実施し、要素技術とシステム構築技術、運用ノウハウ等を産業界に展開する。(「衛星を活用した高速通信技術の開発」と連携)

#### **) 研究開発の最終目標**

ある程度離れた地点でも同時に調査が可能な複数機同時運用システムを開発する。そのうち本課題では洋上中継器(以下、「ASV」という。)を 1 機用いた AUV の 2 機同時運用システムを実証する。加えて、これに必要な要素技術として、2 機以上の AUV と同時に通信可能な音響多重通信技術(現状存在しない)や、約 10m 精度(現状約 50m)の高精度測位技術等の開発を実施する。また、複数機同時運用中にも使用できる海底下の潜頭性鉱床の発見に有望な電気・電磁探査を開発する。また、それらの実海域試験を繰り返すことで、運用手法を確立するとともに、それらの要素技術と運用ノウハウを産業界に展開できるようにする。このシステムは音響通信装置を装着することにより市販の AUV でも複数機運用が可能であり、さらに離れた 2 つ以上の海域の同時調査が可能であることから、海洋調査・観測全般への応用も見込まれる。2017 年度以降は開発を終了し、「海洋資源の成因に関する科学研究に基づく調査海域の絞り込み手法の開発」における調査で使用する。

#### **) 2014 年度の実施内容**

AUV の複数機運用のための、ASV 試作機の機体整備とソフトウェア開発を実施するとともに、複数機運用に必要な要素技術の開発(音響多重通信技術、高精度測位技術等)と、複数機運用試験のための AUV の整備等を実施する。

#### **) 2014 年度の所要経費**

4 億円

#### **) 2015 年度の実施内容**

2014 年度に製作した ASV 試作機の単体機能及び音響通信技術を実海域試験が実施できるレベルまで確立させ、2 回の海域試験(音響通信試験及び ASV 試作機の機能試験)を実施するとともに、2014 年度の実験結果を踏まえて複数機運用に必要な要素技術の向上(音響多重通信、高精度測位技術等)を行う。

#### **) 2015 年度の所要経費**

3.8 億円

#### **) 2016 年度の実施内容**

ASV については、一般的な小型ボートに匹敵する大きさで、民間調査船でも着水揚収がしやすい長さ 4m、1.5t 規模の実証機の製作、組上げ評価を行う。音響多重通信・測位装置は、AUV 搭載版の 2 ペア中 1 ペア目を製作する。開発した ASV 実証機及び AUV 試験機を用い、ASV を用いた AUV の運用試験を行う。また、電磁探査装置は、AUV に搭載し沖縄トラフにて試験観測を行う。

#### **) 2016 年度の所要経費**

2.7 億円

## ROVによる高効率海中作業システムの開発

### )実施内容

AUVで最大限絞り込みを行った後には、最終的に海底下の状況を把握する必要があるため、位置、方位、角度等の情報を正確に記録しつつ地下構造を維持したまま試料を採取(サンプリング)しなければならない。特に海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストでは、硬質の岩石を対象とするため、柱状試料の採取(コアリング)が必要となる。さらに、産状や品位等の分析にまで応用するには、欠損や破損の無いコアを採取することが望ましい。

現状の海洋資源探査のコアリング機器は、大型で重量が大きく海底での移動が困難な海底着座型掘削装置やピストンコア等の軟泥質のコア採取を行う装置が主である。さらに、海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストのコアリングに使用する場合には、急峻な崖やチムニー群等の複雑な地形が多いうえに、コアリング時には粉塵が舞い上がりやすいことから、機動性が高いROVによるコアリングを可能にするとともに、視界を確保するなど操縦や作業を安易に行えるシステムが求められる。そこで、我が国において新たに海洋資源調査に参入する民間企業でも安易に導入できるように、既存のROVに容易に装着可能で、機動性が高く良質のコアが採取できる多点コアリングシステムや音響画像システム等の高効率海中作業システムの研究開発を行う。(「衛星を活用した高速通信技術の開発」と連携)

### )研究開発の最終目標

海洋資源のサンプリング調査をより効率的に行うため、岩石の0.6m程度の柱状コアを採取可能で操作性が良いコアリングシステム、粉塵状況下でもサンプリング作業が可能とするための視野を確保する音響画像システム(画角縦40°×横80°(現状:横29°で縦方向の情報がない、2D)でROVのマニピュレータでの作業範囲及び周囲の状況が3D高解像度かつリアルタイムで人間の視覚に近い立体視認が可能)、作業に応じた細かな姿勢制御等が可能な推進システム、ROVの周囲の状況を一度に確認可能な水中用全方位画像表示システムといった4つの要素技術を開発する。これら構成された既存のROVに装着可能な高効率海中作業システムを開発することで、作業時の濁りなどに左右されず、人間の視覚に近い状況での効率的な海底調査作業が可能となることを実証する。これらの技術は、浅海用の港湾設備等の維持管理にも波及することが見込まれる。

### )2014年度の実施内容

2014年度にはシステムの早期実用化を図るため、多点コアリングシステム、音響画像システム、推進システム、大容量動力・通信システムの各要素技術について技術試験を実施し、各システムの特性評価及び各機器の基本設計を行い、各要素技術間のインターフェース等を含めた高効率海中作業システム全体のシステム設計まで進める。

### )2014年度の所要経費

4.5億円

### )2015年度の実施内容

多点コアリングシステム等については、2014年度に実施した要素技術試験結果を反映させ、各要素技術の試作機の開発に着手する。また、音響カメラシステムについては、試作機の改良によるリアルタイム・3D超音波映像取得等及び映像呈示ソフトウェアの開発を進める。さらに、これらをまとめた全体システムの設計を進める。これにより、試作・改良段階、実用化試験段階、検証段階の3段階のうち、2015年度は第1段階が完了する予定である。

これらの技術開発を進めるにあたっては、ユーザーとなる民間企業等の意見も取り入れつつ開発を行う。

**) 2015 年度の所要経費**

4.3 億円

**) 2016 年度の実施内容**

1 本のコアリングが可能なコアリングシステム、全方位画像表示システム、クローラ システム、深海用音響カメラを完成させ、それらを民間企業 ROV に装着し浅海域潜航試験を実施する。

加えて、音響ビデオカメラのうち先行開発を進めていた浅海用カメラについては、国土交通省の直轄工事にて試用する。また、映像呈示ソフトウェアは、リアルタイム音響マッピングソフトを運用レベルまで改良し、それを直轄工事または海洋調査での事業現場・工種の選定と運用の計画を作成のために試用する。

**) 2016 年度の所要経費**

3.3 億円

**) 2017 年度の実施内容**

映像呈示システムについて、ユーザー候補の意見を踏まえたうえで、国内企業(海洋調査・浚渫・港湾工事関連)の運用形態に合致するよう、オプション機能を付加できるソフトウェア構成に変更する。音響ビデオカメラについては、ソナーレンジを延長する(深海用・浅海用共通)。ソナーレンジ延長後、浅海用音響ビデオカメラは国土交通省直轄工事にて、深海用音響ビデオカメラは ROV を使用する調査にて実海域での使用を開始する。

**x) 2017 年度の所要経費**

1.2 億円

**xi) 2018 年度の実施内容**

浅海用音響ビデオカメラは国土交通省の直轄工事での使用実績を重ね、操作性や信頼性を向上させる。深海用音響ビデオカメラは現地実証実験により、運用方法のブラッシュアップを行う。また、民間からの要望が強い軽量化やソフトウェア改良を実施し、自治体や公的機関での使用体験会や公共事業での利用によって、潜在顧客へ浅海用音響カメラの有用性をアピールする。

**xii) 2018 年度の所要経費**

0.9 億円

## **衛星を活用した高速通信技術の開発**

### **) 実施内容**

海洋上での通信は衛星通信に依存するしかないものの、現状の Ku 帯商用衛星通信サービスでは、通信速度は 500kbps 程度(海上から陸上)しかない。これでは、調査船の周囲の見張り、取得したデータの迅速な配信等は不可能であり、長期の海洋資源調査航海の際にはそのロスが分析・解析、次の調査の計画策定というサイクルを大きく遅らせている。そこで、海洋資源調査データの海上から陸上への伝送や無人探査機の遠隔操作等に必要な画像を含む大容量のデータ伝送のために、調査船等から陸上の調査拠点を高速通信でネットワーク化する海洋高速衛星通信技術の研究開発を実施する。特に洋上中継器の見張り・制御に関する通信が可能となることによる、AUV 同時運用の実現に伴うよ

り広い海域を一度に調査するとともに、取得データの陸上での迅速な解析も加速することにより、海洋資源調査の飛躍的な高速化実現に貢献する。また、開発した衛星通信装置を調査船にも搭載することにより、ROVの陸上拠点からの遠隔操作、海上からのインターネット接続等の利用が可能になる(「AUV複数運用手法等の研究開発」B.高性能システム、「ROVによる高効率海中作業システムの開発」と連携。)。2017年度以降は「統合海洋資源調査システムの実証」における調査で使用する。

#### )研究の最終目標

小型船舶(AUV複数機同時運用に必要なASV含む)等でも十分に衛星追尾等を行い運用可能なMbps級の高速通信が可能な高速衛星通信装置を開発する。この装置により海洋調査以外の海運・レジャー用小型船等への応用による海のブロードバンド化も見込まれる。

#### )2014年度の実施内容

2014年度にはMbps級の高速通信が可能な衛星通信装置のシステム設計(高出力化の検討、屋外装置と屋内装置の一体化を含む熱・構造システムの検討、デバイス選定、部品形状検討等)を行う。

#### )2014年度の所要経費

3億円

#### )2015年度の実施内容

2014年度のシステム設計(高出力化、熱・構造システム、デバイス選定等)結果に基づき、2015年度は、機能の一部を備えた高速衛星通信装置のベータモデルを製造する。さらにこのベータモデルを用いて電氣的及び機械的な性能を確認するための試験を実施し、実証モデル製造に向け必要な情報を収集する。

#### )2015年度の所要経費

2.85億円

#### )2016年度の実施内容

2015年度に開発したベータモデルの性能確認試験を踏まえ、耐環境性能、リモートアクセスシステム等を備えた実証モデルを開発する。さらに、開発した実証モデルをASVまたは小型船舶等に搭載し、衛星追尾性能試験等を実施する。これらの技術を標準化会合等にて発信し、技術の普及を目指す。

#### viii)2016

#### 年度の所要経費

2億円

### (4)生態調査・長期監視技術開発

海洋資源開発は、海底付近に人為的なインパクトを与えるものであるため、その影響による生態系変動等を事前に予測するとともに、実際の影響を継続的に監視する必要がある。一方、その必要性は主要先進国会議などでも認識され、国際海底機構(ISA)からは指針が提示されているものの、国際的に有用で具体的な予測手法、監視技術は確立されていない。陸上の資源開発で義務づけられているのと同様、世界中が認める手法による評価及び技術による監視ができなければ、開発技術が発展したとしても、実際の海洋資源開発は進まない。

海洋生態系の特徴から、現在の環境調査の評価指標として重点的に調べている大型生物だけでなく、どのような海域にも存在し、環境変化に鋭敏に応答する微生物群集をも指標として取り込んだ手法を確立

する必要がある。また、長期の環境監視では、深海の多様な環境条件と資源開発での工程に対応できる技術の開発が必要となる。そこで、以下の開発を行う。

## 海洋生態系観測と変動予測手法の開発

### )実施内容

従来の環境影響調査では大型生物を変動や評価での主要な指標としているが、海洋環境において早期の段階で迅速に生態系の変動を評価・予測するためには、どのような海域にも存在し、環境変化に敏感な微生物群集をも指標として取り込んで解析する必要がある。このため、環境メタゲノム解析などの技術を利用した手法を開発するためのデータ収集、高精度なデータ解析と変動アルゴリズムに基づく変動予測モデル開発などにより、民間に導入可能な先進的な技術パッケージを作成する。環境影響調査の技術パッケージを基盤にし、事前調査から事後調査までを含む海底資源開発の環境影響評価プロトコルを作成する。さらに社会経済への影響及び環境管理の制度に関する事例を取りまとめ、海底資源開発での総合的な影響評価の体系を構築する。開発した技術パッケージと環境影響評価プロトコルについては、民間と共同開催の技術ワークショップにおいて実用化を進め、民間企業への技術移転を図る。さらに、国際的に優位と判断した手法や国産機器は、環境影響評価に関する国際標準化タスクフォースにおいて国内外の標準化機関等へ提案を検討し、国際標準としての普及を目指す。

### )研究開発の最終目標

最新の調査技術や解析技術、ISA が発行しているガイドラインを踏まえ、国際標準となる性能と精度及び民間調査会社が導入できる海洋環境調査の先進技術パッケージを開発し、各段階において民間企業等との事例研究を重ねて実用的なシステムへと改良する。そのうえでこれらを活用した海底鉱物資源開発での環境影響評価の実用プロトコルを作成する。これらの技術やプロトコルは、論文発表や国際会議等において環境の影響評価とモニタリングの例として公表し、国際的な標準として認知されることを目指す。その結果、技術パッケージと環境評価プロトコルが、石油・天然ガス開発や沿岸域の港湾等の整備の際にも活用される事が見込まれる。さらに、海洋生態系全般の保全管理への応用、また海域保全管理の制度設計への利用が期待される。

### )2014年度の実施内容

環境メタゲノムにより読み出した膨大な遺伝子データから機能と種類の遺伝子情報を識別し、同定分類する解析システムの開発のための以下の取組を実施する。

- ・調査観測システムの整備及びデータ収集
- ・活用できる既存データと試料による予備実験
- ・解析システムの開発用コンピューター整備と基本プログラムの調整

### )2014年度の所要経費

2億円

### )2015年度の実施内容

調査航海及び現場実験において、2014年度に導入した観測機器等によるデータ収集と高解像度のデータ解析を実施し、その結果をもとに民間企業と協力して環境影響評価手法の実用化に向けた技術パッケージ(一次案)を作成する。また、海外も含めた動向等の情報収集を進めるとともに、日本で国際ワークショップを1回開催し、欧州及び太平洋島嶼国等の研究者及び技術者と標準化への課題を検証し、その結果を公表する。

### )2015年度の所要経費

1.9億円

### )2016年度の実施内容

研究開発に関しては、海洋環境の影響評価の技術パッケージを構成する調査観測とデータ解析のプロトコル作成を進め、技術ワークショップでの検証及び下半期において調査航海での実用性の実証を開始する。標準化では、委託調査などで収集した情報を分析し、タスクフォース等にて標準化への課題と解決策を検討する。新たに参画した横浜国立大学及び東京海洋大学と連携して、環境管理を念頭に置いた社会科学と自然科学の視野による総合的な環境評価手法の構築を進める。

### )2016年度の所要経費

2.4億円

### )2017年度の実施内容

開発した観測・分析・評価技術や提案した調査プロトコルに基づく調査を民間企業と協同で実施し、実用性の検証及び改良を行う。また、これらのプロトコル及び開発技術を国際標準化機構へ規格を提案する。

#### ・環境影響評価の調査プロトコル構築

2016年度までに構築した個々の新技術に関するプロトコル及びその他の調査手法等を統合し、国際標準と整合する調査プロトコルにまとめ、2018年度には「統合海洋資源調査システムの実証」で実施する航海に提供できる状態にする。これにより、日本の民間企業が国際標準での調査が実施可能となることが期待できる。

#### ・調査観測

民間企業における調査効率化のための新技術として、調査航海を通じ、8Kカメラシステム及び現場計測センサー(ATP、光合成、CO<sub>2</sub>等)の生物調査への導入、汚染モニタリングのための洋上バイオアッセイ手法のキット化を行う。

#### ・国際標準化

ISO/TC8/SC13会議に対して、2016年度に新設したワーキンググループで作成した規格案を提示する。また、BBNJ会議等への参画、国際ワークショップ等の開催により、将来の生態系保全策と環境影響評価での国際標準に関する動向を適宜収集しつつ、本事業での成果を発信する。

### )2017年度の所要経費

2.5億円

## XI)2018年度の実施内容

構築した調査プロトコルに基づき、観測から評価までの手順を「統合海洋資源調査システムの実証」において民間企業と共同で実施し、プロトコルの有用性を提示する。さらに、プロトコルに対して調査航海結果に基づいた改良及び2018年度に追加で取得した長期観測結果を含めた改良を加え、最終版を提示する。

#### ・環境影響評価の調査プロトコル構築

構築した調査プロトコルに基づき、観測から評価までの手順を「統合海洋資源調査システムの実証」において民間企業と共同で実施し、プロトコルの有用性を提示する。これにより、日本の民間企業が国際標準での調査が実施可能となることが期待できる。

#### ・調査観測

実用化に向けた検証を実施する。民間企業における調査効率化のための新技術として、調査航海を通じ、8Kカメラシステム及び現場計測センサー(ATP、光合成、CO<sub>2</sub>等)の生物調査への導入、汚染モニタリングのための洋上バイオアッセイ手法のキット化を行う。

・国際標準化

ISO/TC8/SC13/WG4 会議において、新規格案(NP)を提示する。また、国際ワークショップ等への参画・開催により、将来の生態系保全策と環境影響評価での国際標準に関する動向を適宜収集しつつ、本事業での成果を発信する。

xii)2018年度の所要経費

2.2億円

## 長期観測システムの開発

### )実施内容

資源開発においては、その賦存量や品位の調査、環境影響評価、さらに実際の生産管理を目的とした、対象海域の多様なモニタリングが不可欠である。特に海底では容易に電源が確保できず、大規模なモニタリングが不可能であった。これらを実現するためには、海中での安定した電力供給とリアルタイムなデータ回収が必要となり、今後の我が国の技術力の強化に資する海中機器等の実証サイトとしての機能も見据え、これを確実に実現するために有力なプラットフォーム技術を開発する。

### )研究の最終目標

資源調査・開発時のモニタリングに必要な長期観測システムの開発を行い、そのシステムを用いて実際に海底下の観測データを取得し、熱水鉱床と類似の環境の観測点で、海洋資源開発時に必要と考えられている観測技術を実証する。具体的には、電磁気を利用した大規模なセンサー群による海底下構造の変動観測技術、長期的な使用が可能な化学成分等の現場分析技術、環境影響評価に必要な観測装置を用いた長期観測技術等の開発を行う。これらの技術の観測実績を示すことにより、石油・天然ガス開発におけるリグ間通信や今後重要性が増すと見込まれるCCS(Carbon dioxide Capture and Storage)での環境モニタリングへの応用が見込まれる。

### )2014年度の実施内容

2014年度には、ケーブル敷設対象海域(伊豆大島及びその南方の大室ダシ周辺)の海域調査を行うとともに、敷設に必要な機器類の調達、上記実証のための機器類の設計を行う。

### )2014年度の所要経費

5億円

### )2015年度の実施内容

技術実証サイトとなるケーブルの陸揚げ地点を決定する。また、ケーブルシステムの開発においては要素技術の検討及び水中での機能検証を経て各要素技術の試作機を各一式作成するとともに、接続される観測機器類については、要素技術の検証を行う。

### )2015年度の所要経費

4.75億円

### )2016年度の実施内容

ケーブルシステム開発においては、ジャンクションボックス実機の詳細設計を完了し、評価用として 1

台の製造を行う。また、その敷設ルートについて、民間船によるルート調査をもってケーブルルート設計を最終化する。各種観測装置においては構成機器の評価試験等を引き続き行うとともに、ジャンクションボックス評価機もしくは実機を用いた接続動作試験等を計画する。

**) 2016 年度の所要経費**

3 億円

**) 2017 年度の実施内容**

ケーブルプラットフォーム(ケーブル本体や陸上設備等)の製造及び各観測装置の製造を完了し、目標としているデータ伝送容量及び電力量が確保されていることを確認する。また、電磁気を利用したセンサー群による海底下構造の変動観測技術、長期的な使用が可能な化学成分等の現場分析技術、環境影響評価に必要な観測装置を用いた長期観測技術については、海底設置型の蓄電池による電力供給方法等による構成に変更したうえで各観測装置を完成させ、海底熱水鉱床周辺での観測を開始する。

**) 2017 年度の所要経費**

1.9 億円

**XI) 2018 年度の実施内容**

2017 年度からの約 1 年間の計測を継続し、観測装置の有用性を実証する。得られたデータは長期観測データによるモデルの実証や技術ワークショップでの技術普及に利用する。

**xii) 2018 年度の所要経費**

0.7 億円

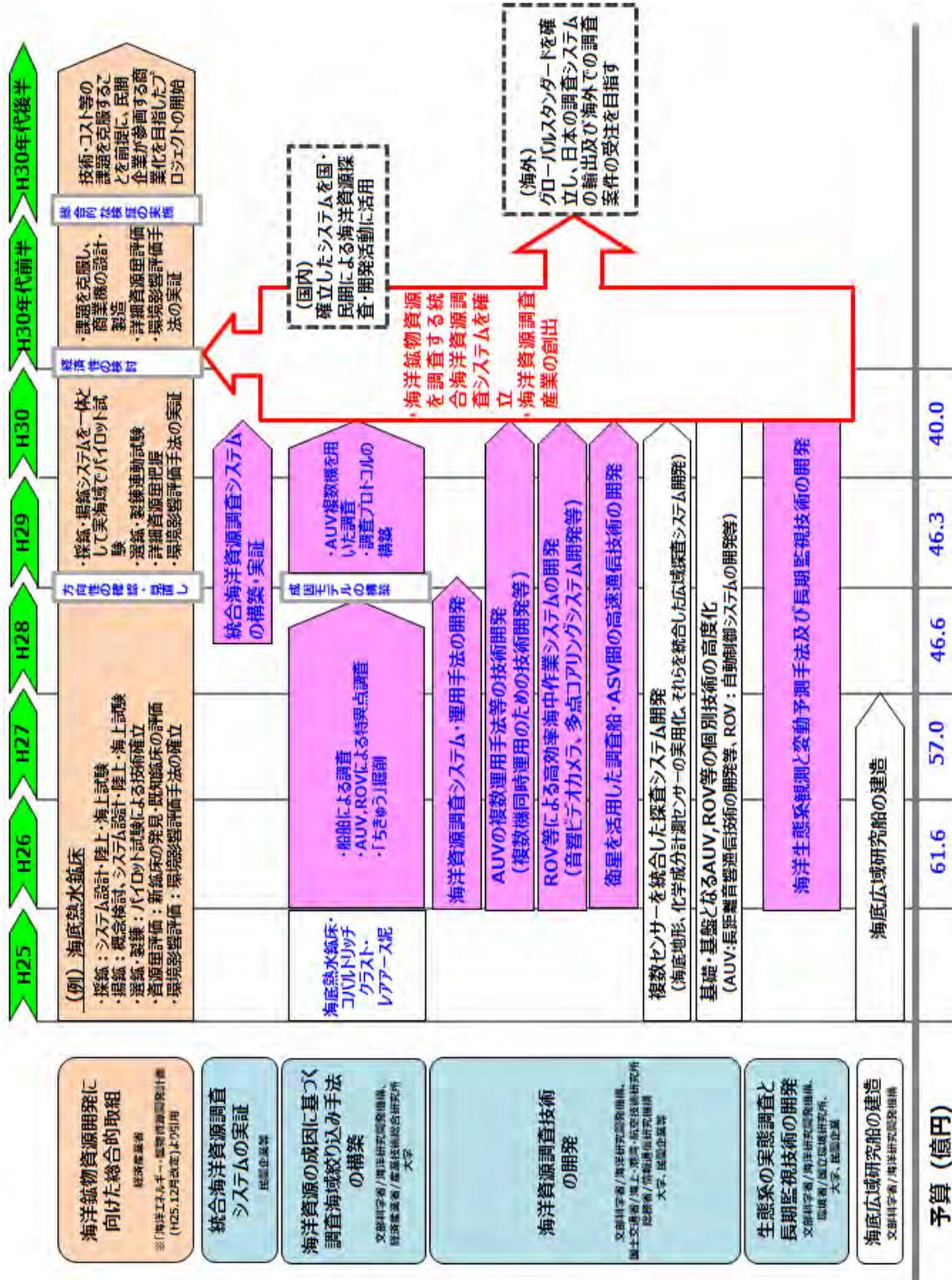


図 2-5 工程表

(注) 所要総費等はGBによる事前評価、総合科学技術・イノベーション会議による配分決定等を受けて修正する。

### 3. 実施体制

#### (1) 国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)の活用

本件は、JAMSTEC への運営費交付金を活用し、図 3-2 の体制で実施する。

JAMSTECは、プログラムディレクターや推進委員会を補佐し、研究開発計画の検討、研究開発の進捗や資金の管理、自己点検の事務の支援、評価用資料の作成、関連する調査・分析など、必要な協力を行う。加えて、今までの海洋における研究開発の知見等を活用した船舶の共同利用の調整等を行い、研究開発のより一層の効率化を進める。JAMSTECは、SIPの事業費である交付金と他の交付金とを区別管理し、独立行政法人通則法(平成十一年七月十六日法律第百三号)第三十九条の規定に基づく監査を受ける際には、当該区分管理も踏まえて適切な経理が行われているか監査を受ける。

#### (2) 研究責任者の選定

2.で記載した研究開発を最も効率的に実施するために、研究開発項目ごとに以下の研究機関と契約を締結し、府省連携体制を構築する。

○2.(1) 統合海洋資源調査システムの実証については、「海洋資源調査技術の開発」において選定した次世代海洋資源調査技術研究組合及び一般社団法人海洋調査協会が中心となり、各実施項目に参画する全機関が連携して実施する。

2.(2) 海洋資源の成因の科学的研究に基づく調査海域の絞り込み手法の開発については、JAMSTEC、産総研に加え、公募により選定(平成 27 年 10 月 5 日 JAMSTEC 公表)した九州大学、高知大学及び東京大学が連携して実施する。

2.(3) 海洋資源調査技術の開発のうち、海洋資源調査システム・運用手法の開発については、出口である産業創出を迅速に達成するため、本施策に初年度から調査技術を有する民間企業と JAMSTEC が協力して実施する。実施する民間企業は、公募(平成 26 年 10 月 8 日 JAMSTEC 公表)により、次世代海洋資源調査技術研究組合((株)地球科学総合研究所、石油資源開発(株)、新日鉄住金エンジニアリング(株)、三菱マテリアルテクノ(株)と協同して設立)及び、一般社団法人海洋調査協会の 2 者を選定した。ここに加えて、これらの調査手法に貢献するセンサー開発を公募により選定(平成 27 年 10 月 5 日 JAMSTEC 公表)した高知大学が実施する。AUV 複数運用手法等の研究開発については、JAMSTEC と国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所(以下、「海技研」という。)が連携して実施する。ROV による高効率海中作業システムの開発については、JAMSTEC と国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所(以下、「港空研」という。)が連携して実施する。衛星を活用した高速通信技術の開発については、国立研究開発法人情報通信研究機構(以下、「情通機構」という。)が実施する。

2.(4) 生態調査・長期監視技術開発のうち、海洋生態系観測と変動予測手法の開発については、JAMSTEC、国立研究開発法人国立環境研究所(以下、「国環研」という。)に加え、公募により選定(平成 27 年 10 月 5 日 JAMSTEC 公表)した横浜国立大学及び東京海洋大学が連携して、ケーブル式観測システムの開発については JAMSTEC が、それぞれ実施する。

#### (3) 民間企業の参画

本件の出口の一つは、海洋資源調査産業の創出である。産学官一体となって開発から実証試験及び実海域試験までを推進することにより、民間企業への技術移転及び育成を最も効率良く実施することが可能

となる。

そこでプログラム初期から各実施事項に関連する民間企業が参加し、産業創出を実現する。(2)海洋資源調査技術の開発の 海洋資源調査システム・運用手法の開発では調査企業が参加し、また AUV 複数運用手法等の研究開発及び 衛星を活用した高速通信技術の開発についても機器サプライヤーとして期待されるメーカーや通信関連企業が参加する。(3)生態調査・長期監視技術開発では、海洋調査会社からの出向者(4名)との手法等での共同開発、国内調査観測機器メーカーとの機器改良、また海洋調査協会及び次世代海洋資源調査技術研究組合等と共同した技術ワークショップ開催等により民間企業の参画を進めている。

#### (4) 推進委員会の活用

大規模な民間プロジェクトを主導した経験が豊富な石油資源開発(株)副社長 石井正一氏を、プログラムディレクターが不在時の代行とする。海中ロボット工学の権威であり、海洋調査の経験も豊富な九州工業大学特別教授浦環氏を、技術開発におけるプログラムディレクターの代理とする。また、両氏に、これまで我が国周辺海域で資源調査を主導してきた JOGMEC 特命参与 辻本崇史氏、及び科学調査を推進してきた JAMSTEC 理事 東垣氏を加えた計4名がサブプログラムディレクターとして推進委員会に参加し、その他の独立行政法人(国立研究開発法人)や関係省庁、民間企業が協力して情報共有及び技術の統合を行うとともに、各機関が保有する船舶等の設備の共同利用を実現する。これらの共同利用は、経費削減の効果だけでなく、互いの結果をフィードバックさせることによってより良い成果を導くという効果もある。そのほかにも、研究開発と実証の結果を互いにフィードバックさせるため、定期的に情報共有を行う。

また、出口戦略への取組み、目標設定と研究計画の連動を強化するため、実施項目毎に当該項目の実施内容を掌握し、進捗管理を行うテーマリーダーを設置するとともに、プログラムディレクター、プログラムディレクター代行、サブプログラムディレクター及びテーマリーダーによるマネジメント会議を設置し、マネジメント体制を抜本的に強化する(図3-2)。

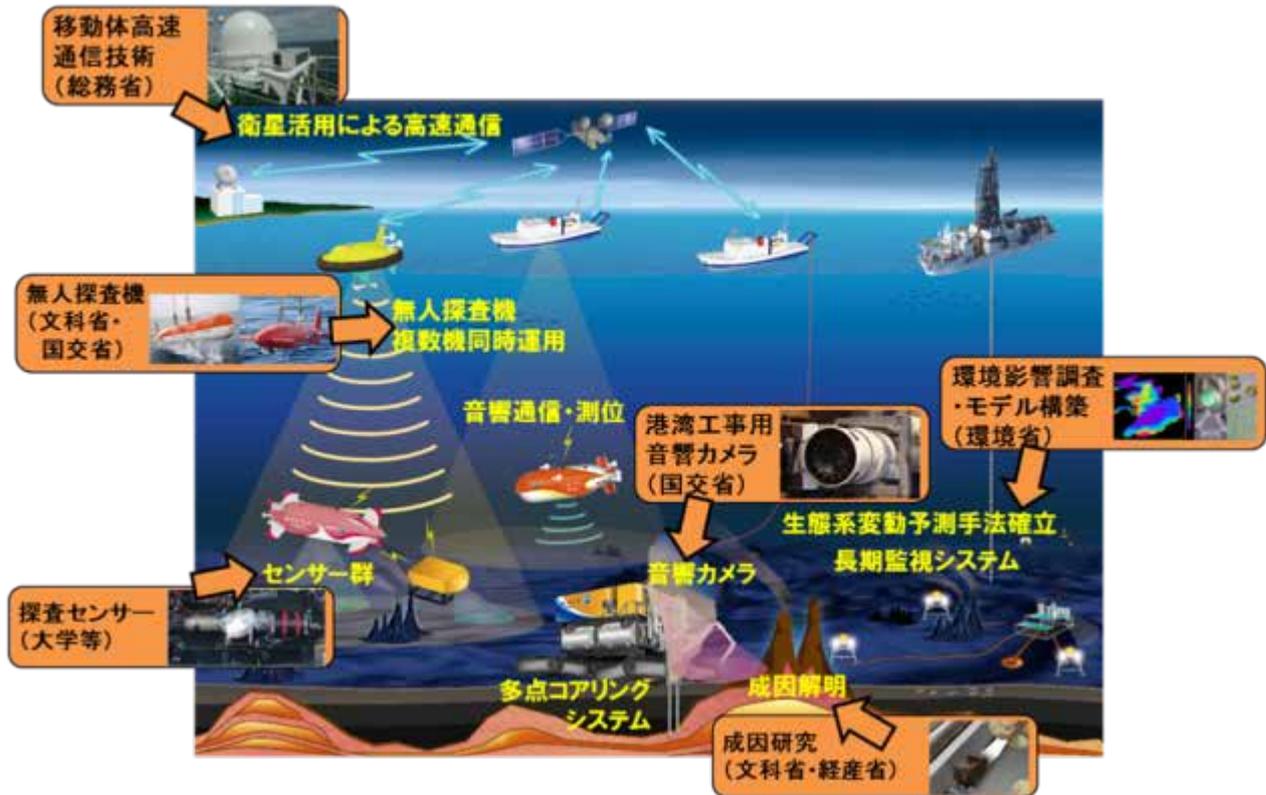


図 3-1 府省連携概念図

各機関が持つ能力を結集させることにより、次世代海洋資源調査システム開発を実現。

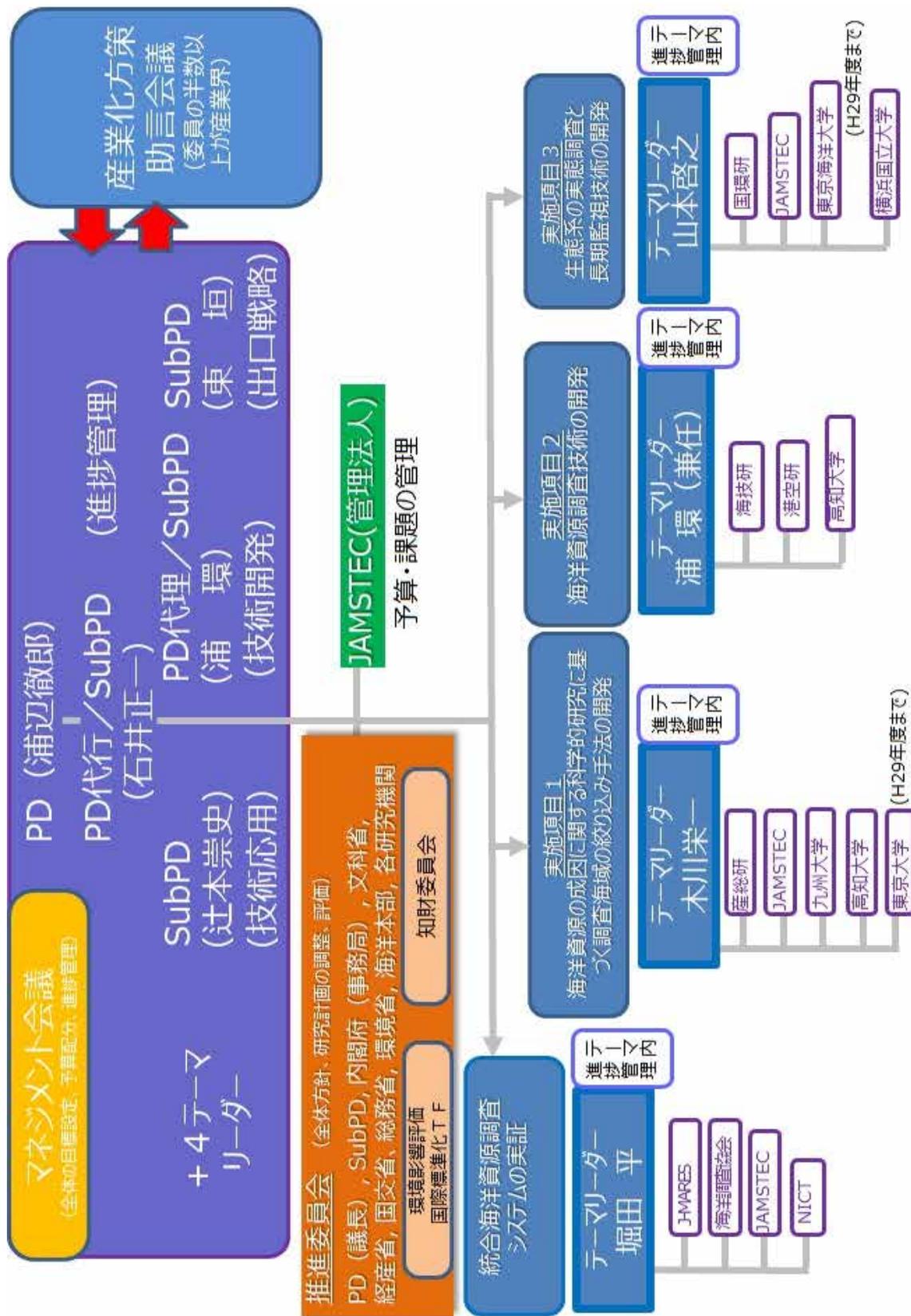


図 3-2 研究開発を(最大限に)効率的・効果的に実施する研究開発体制

## 4. 知財に関する事項

研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブを確保するとともに、知的財産等について適切な管理を行う。

### (1) 知財委員会

知財委員会を JAMSTEC に設置する。

知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び特許等(以下、「知財権」という。)の出願・維持等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整などを行う。

知財委員会の担当範囲は、JAMSTEC が管理法人として管理する予算の範囲とする。

知財委員会は、PD または PD の代理人、主要な関係者、専門家から構成する。

知財委員会の詳細な運営方法等は、JAMSTEC において定める。

個別の特許等の申請手続きについての判断・調整は研究機関に設置された研究機関知財委員会にて審議を行う。

### (2) 知財権に関する取り決め

JAMSTEC は、秘密保持、バックグラウンド知財権(研究責任者やその所属機関等が、プログラム参加前から保有していた知財権及びプログラム参加後に SIP の事業費によらず取得した知財権)、フォアグラウンド知財権(プログラムの中で SIP の事業費により発生した知財権)の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。

### (3) バックグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、あるいは、プログラム参加者間の合意に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

### (4) フォアグラウンド知財権の取扱い

フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 19 条第 1 項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関(委託先)に帰属させる。

再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付することができる。

知財権者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。

参加期間中に脱退する者に対しては、当該参加期間中に SIP の事業費により得た成果(複数年度参加の場合は、参加当初からの全ての成果)の全部または一部に関して、脱退時に JAMSTEC に無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。

知財権の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財権者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率、費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

#### **(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾**

他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、あるいは、プログラム参加者間の合意に従い、知財権者が許諾可能とする。

第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

#### **(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について**

産業技術力強化法第 19 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等(以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。)を除き、JAMSTEC の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財権者は JAMSTEC との契約に基づき、JAMSTEC の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の後であっても JAMSTEC は当該実施権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

#### **(7) 終了時の知財権取扱いについて**

研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応(放棄、あるいは、JAMSTEC 等による承継)を協議する。

#### **(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加について**

当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。

適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口または代理人が国内に存在することを原則とする。

国外機関等については、知財権は JAMSTEC と国外機関等の共有とする。

### **5. 評価に関する事項**

#### **(1) 評価主体**

PD と JAMSTEC 等が行う自己点検結果の報告を参考に、ガバニングボードが外部の専門家等を招いて行う。この際、ガバニングボードは分野または課題ごとに開催することもできる。

#### **(2) 実施時期**

2014 年度の前に行う事前評価、毎年度末の評価及び終了時の最終評価とする。

終了後、一定の時間(原則として 3 年)が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。

上記のほか、必要に応じて年度途中等に評価を行うことも可能とする。

### (3) 評価項目・評価基準

「国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成 24 年 12 月 6 日、内閣総理大臣決定)」を踏まえ、必要性、効率性、有効性等を評価する観点から、評価項目・評価基準は以下のとおりとする。評価は、達成・未達の判定のみに終わらず、その原因・要因等の分析や改善方策の提案等も行う。

意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性。

目標(特にアウトカム目標)の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い。

適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。

実用化・事業化への戦略性、達成度合い。

最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

### (4) 評価結果の反映方法

事前評価は、次年度以降の計画に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

年度末の評価は、当該年度までの実績と次年度以降の計画等に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

最終評価は、最終年度までの実績に関して行い、終了後のフォローアップ等に反映させる。

追跡評価は、各課題の成果の実用化・事業化の進捗に関して行い、改善方策の提案等を行う。

### (5) 結果の公開

評価結果は原則として公開する。

評価を行うガバニングボードは、非公開の研究開発情報等も扱うため、非公開とする。

### (6) 自己点検

#### 研究責任者による自己点検

PD が自己点検を行う研究責任者を選定する(原則として、各研究項目の主要な研究者・研究機関を選定)。

選定された研究責任者は、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、前回の評価後の実績及び今後の計画の双方について点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。

#### PD による自己点検

PD が研究責任者による自己点検の結果を見ながら、かつ、必要に応じて第三者や専門家の意見を参考にしつつ、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、PD 自身、JAMSTEC 及び各研究責任者の実績及び今後の計画の双方に関して点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。その結果をもって各研究主体等の研究継続の是非等を決めるとともに、研究責任者等に対して必要な助言を与える。これにより、自律的にも改善可能な体制とする。

これらの結果を基に、PD は JAMSTEC の支援を得て、ガバニングボードに向けた資料を作成する。

## JAMSTECによる自己点検

JAMSTECによる自己点検は、予算執行上の事務手続を適正に実施しているかどうか等について行う。

## 6. 出口戦略

### (1) 海洋資源調査産業の創出

- ・競争力のある調査技術( 成因論に基づいたデータの的確な解釈技術、 低コスト、高効率、迅速、安定な調査技術、 環境監視技術)を開発する。
- ・産学官一体で SIP を推進することにより、海洋資源調査産業を牽引する主体となる民間企業等を最も効率良く育成する。
- ・SIP により得られた新たな調査技術・ノウハウを、探査サービス会社、探査機器製造会社、海洋エンジニアリング会社など、幅広く民間企業に移転し、自治体や公的機関での活用や公共事業での利用も念頭におき、海洋資源調査産業を活性化する。

### (2) グローバルスタンダードの確立

- ・他国より先行している調査技術及び環境監視技術を世界に先駆けて確立することにより、日本の調査技術及び環境監視技術を国際標準化する。
- ・上記の国際標準化により、日本の調査システムの輸出及び海外での調査案件の受注を目指す。
- ・海底資源開発を行う上で最大の社会的課題となりうる、予防的アプローチ(科学的に証明されていない環境負荷の可能性がある場合、開発などの行動を取るべきではないとする立場。国連持続可能な開発会議(リオ+20)で強調されている)に対して答える、正確な科学的知識のスタンダードを作る。

## 7. その他の重要事項

### (1) 根拠法令等

本件は、内閣府設置法第4条第3項第7号3、科学技術イノベーション創造推進費に関する基本方針(平成26年5月23日、総合科学技術・イノベーション会議)、科学技術イノベーション創造推進費に関する実施方針(平成26年5月23日、総合科学技術・イノベーション会議)、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針(平成26年5月23日、総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボード)、独立行政法人海洋研究開発機構法(平成15年6月18日)第17条の規定に基づき実施する。

### (2) 計画変更の履歴

本計画は、成果を最速かつ最大化させる観点から、臨機応変に見直すこととする。これまでの変更の履歴(変更日時と主な変更内容)は以下のとおり。

2014年5月23日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画を承認。  
内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)において決定。

2014年10月9日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・3.(4):サブプログラムディレクター委嘱につき追記。
- ・3.(2):2.(2) を実施する研究責任者決定につき研究実施機関等を追記。
- ・2.(2) A:研究開発内容を追加。それに伴い研究開発費等を増額修正。

2015年5月21日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・2.:2015年度の実施内容、所要経費を追記。

2016年6月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・実施内容の変更
- ・2016年度の実施内容、所要経費を追記。
- ・実施体制の変更を反映。

2016年10月20日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・2.(2) 、2.(2) に研究開発内容を追加。それに伴い研究開発費を変更。

2017年3月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・2.:2017年度の実施内容、所要経費を追記。

2017年9月28日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・2.(1)iii)に研究開発内容を追加。それに伴い研究開発費を変更。

2018年3月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。

- ・2.:2018年度の実施内容、所要経費を追記。

### (3) PD 及び担当の履歴

#### PD



浦辺 徹郎(2014年6月～) 準備期間(2013年12月～2014年5月)では政策参与。

#### 担当参事官(企画官)



田沼知行(2013年10月～2015年7月)、森下信(2015年8月～10月)、



大洞龍真(2015年10月～2017年7月)、古田裕志(2017年8月～)  
2013年10月～2014年5月までは準備期間。

#### 担当



栗田英治

(2013年10月～2014年3月) 2013年10月～2014年5月までは準備期間。



山本大介

(2014年4月～2016年3月)



吉野純也

(2016年1月～8月)



鎌田芳幸  
(2016年4月～2017年12月)



佐々木里幸  
(2016年9月～2018年3月)



田中亜紀  
(2018年1月～)

## 添付資料 積算

### < 2014 年度 >

・ 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）		
1．海洋資源の成因に関する科学的研究	26.5	(0.0)
2．海洋資源調査技術の開発		
海洋資源調査システム・運用手法の開発	7.0	(0.0)
AUVの複数運用手法等の技術開発		
A．高効率小型システム	7.6	(0.0)
B．高性能システム	4.0	(0.0)
ROVによる高効率海中システムの開発	4.5	(0.0)
衛星を活用した高速通信技術の開発	3.0	(0.0)
3．生態調査・長期観測技術開発		
海洋生態系観測と変動予測手法の開発	2.0	(0.0)
ケーブル式観測システムの開発	5.0	(0.0)
・ 管理経費	2.0	(0.0)
計	61.6	(0.0)

（億円）

### < 2015 年度 >

・ 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）		
1．海洋資源の成因に関する科学的研究	22.8	(26.5)
2．海洋資源調査技術の開発		
海洋資源調査システム・運用手法の開発	7.0	(7.0)
AUVの複数運用手法等の技術開発		
A．高効率小型システム	5.6	(7.6)
B．高性能システム	3.8	(4.0)
ROVによる高効率海中システムの開発	4.3	(4.5)
衛星を活用した高速通信技術の開発	2.85	(3.0)
3．生態調査・長期観測技術開発		
海洋生態系観測と変動予測手法の開発	1.9	(2.0)
ケーブル式観測システムの開発	4.75	(5.0)
4．既存事業の充実に向けた取組	2.0	(0.0)
・ 管理経費	2.0	(2.0)
計	57.0	(61.6)

（億円）

< 2016 年度 >

・ 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	
1．海洋資源の成因に関する科学的研究	16.2 (23.8)
2．海洋資源調査技術の開発	
海洋資源調査システム・運用手法の開発	7.9 (7.6)
AUVの複数運用手法等の技術開発	
A．高効率小型システム	6.7 (5.6)
B．高性能システム	2.7 (3.8)
ROVによる高効率海中システムの開発	3.3 (4.3)
衛星を活用した高速通信技術の開発	2.0 (2.85)
3．生態調査・長期観測技術開発	
海洋生態系観測と変動予測手法の開発	2.4 (2.3)
ケーブル式観測システムの開発	3.0 (4.75)
4．海域検証試験等に必要経費	0.7 (0)
・ 管理経費	1.7 (2.0)
計	46.6 (57.0)

（億円）

< 2017 年度 >

・ 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	
1．統合海洋資源調査システムの実証	19.2 (8.3)
2．海洋資源の成因に関する科学的研究	10.1 (20.2)
3．海洋資源調査技術の開発	
AUVの複数運用手法等の技術開発	8.1 (6.7)
ROVによる高効率海中システムの開発	1.2 (2.0)
物理化学・生物観測技術の創出	0.5 (0.6)
4．生態調査・長期観測技術開発	
海洋生態系観測と変動予測手法の開発	2.6 (2.4)
長期観測システムの開発	1.9 (3.0)
5．技術応用・普及に向けた取組みに必要な経費	1.0 (0.7)
・ 管理経費	1.7 (1.7)
計	46.3 (46.6)

（億円）

「統合海洋資源調査システムの実証」立ち上げに伴う組換え後の区分で記載。

< 2018 年度 >

・ 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	
1．統合海洋資源調査システムの実証	20.0 (19.2)
2．海洋資源の成因に関する科学研究に基づく調査海域の絞り込み手法の開発	8.7 (10.1)
3．海洋資源調査技術の開発	
AUV の複数運用手法等の研究開発	5.0 ( 8.1)
音響ビデオカメラ高度化	0.9 ( 1.2)
海底下物理化学環境観測装置開発	0.3 ( 0.5)
4．生態系の実態調査と長期監視技術の開発	
生態系調査手法の開発	2.2 ( 2.6)
実用観測・分析装置の開発	0.7 ( 1.9)
5．技術応用・普及に向けた取組みに必要な経費	0.5 ( 1.0)
・ 管理経費	1.7 ( 1.7)
計	40.0 (46.6)
	(億円)

「統合海洋資源調査システムの実証」立ち上げに伴う組換え後の区分で記載。