

海洋オープンイノベーションの共創（海洋ロボティクス） にかかる事前評価

平成29年8月4日

海洋研究開発機構

海洋工学センター 海洋戦略技術研究開発部

技術担当役

川口 勝義

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展開）

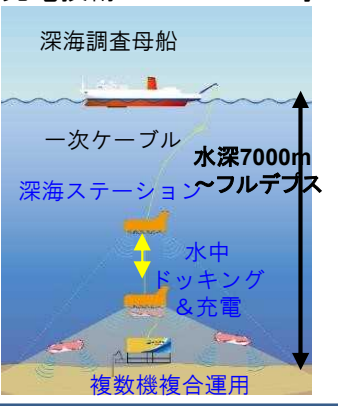
趣旨・目的

海洋機構が保有する多様な調査観測技術のうち、将来の自動化された海洋観測の実現を目指す海洋ロボットを用いた観測技術の開発においては、観測以外にも多様なマーケットが形成される可能性が高いことから、アウトリーチやアウトカムを見据え、社会のニーズにも対応できるような技術開発を展開する。この取り組みは、海洋機構の目指す地球環境変動、地球内部ダイナミクス、海洋生命圏の各研究を推進する技術の柱となる「超深海探査技術」「海水下観測」「熱帯域観測効率化」の個別技術や社会が期待する広域高速マッピング技術をつなぐ「無人複数機運用技術開発」を軸とした「**次世代海洋観測ロボティクス**」として統合的に施策化することにより、個別技術間での効率的な技術の共有を進めるとともに、その知見を基に社会のニーズにも応えることのできるロボット技術を創出することで、海洋オープンイノベーションの共創に貢献する。

次世代海洋観測ロボティクス

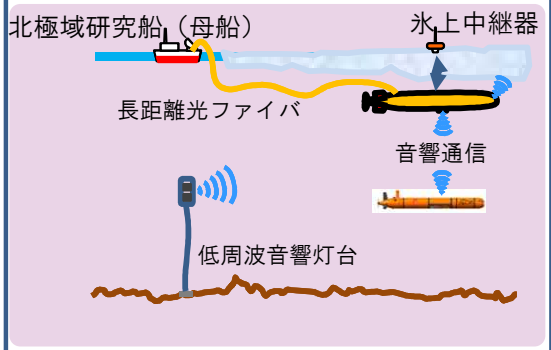
超深海探査技術

- 次世代深海探査システム開発
- ROVでは実現できないフルデプス級での海底地形の繰り返しマッピングや深海の生命圏研究のための海底画像マッピングを可能とする探査機開発を行うことで、国及び国民の安全・安心の確保につながる調査観測活動の実現に資する。
- 基盤的共通技術開発
 - ・大深度水中測位技術
 - ・高精度海底地形探査技術
- 深海ステーション技術開発
 - ・水中ドッキング技術
 - ・水中充電技術



海水下観測

- 北極域観測技術開発
- ・海水下を含めた北極海は多くが観測データ空白域となっており、海水下表層から底層まで高効率で高精度な観測を実現可能とする更なる技術革新が必要なため、北極海観測AUVを開発・運用する。
- ・海水下の精度よく効率的に観測するための北極海観測AUVの整備と水上中継器（周辺の測位システム）の開発を行う。



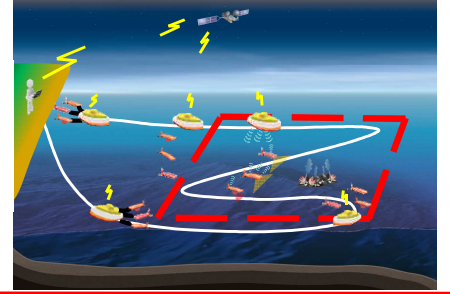
熱帯域観測効率化

- 海洋観測技術高度化
- ・既存の表層グライダーを活用して、気象観測及び海洋上層観測の自動化、省力化技術を確立し実用化することにより、効率的な海洋観測の実施を目指す。
- ・具体的には、大型船舶によって維持している定点観測網等に本観測技術を取り込むことによって、極力観測点や観測項目を維持したまま効率化を実現する。



広域高速マッピング

- 無人複数機運用技術開発
- ・海洋調査産業への新規参入の機会創出および市場活性化を目指して、国立研究開発法人、大学、民間企業等が協働し、海洋分野のオープンイノベーションとして、無人複数機運用技術の開発を軸とした海洋ロボティクスの展開に取り組む。
- ・複数の機関が多様な目的をもって開発したロボットの効率的な運用を実現するために、複数ロボットの遠隔協調管制システムや無人展開・回収システム等の研究開発及び改良・試験を実施。
- ・「コア技術開拓チャレンジプログラム」（文部科学省研究開発局平成30年度新規施策）とも連携。



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展開）

政策からの要請

- 産業界は、優れた知識・技術と人材が集積する我が国の大学・国立研究開発法人に対して、先進的な知識集約型産業を産業界と共同で生み出すプラットフォームとなることを要請
 - 大学・国立研究開発法人は、このような社会的要請を受け、研究能力や技術基盤を含めたイノベーション創出力を増強してその価値を見える化し、民間投資の拡大を図るとともに、その民間投資を最大限活用することによって教育・研究の高度化を促進することが重要
- ～オープンイノベーションの本格的駆動に向けて（平成29年7月11日：文部科学省）～

海洋オープンイノベーションプラットフォームの構築

海洋研究におけるニーズ

超深海探査技術

- ・深海底における効率的なマッピングを実現する**複数機**運用

海水下観測

- ・高緯度かつ海水下という特殊な海域で表層から海底までの空間的な観測を実現するために**複数機**運用

熱帯域観測

- ・係留観測ブイネットワークを省力化、効率化するための自律的な表層観測システムの**複数機**展開

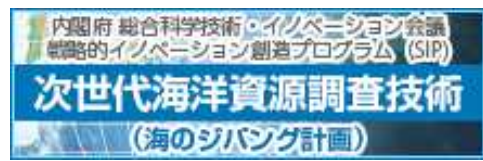
社会が期待する技術

広域高速マッピング

- ・観測の無人化と効率化を実現するための**複数**ロボットの並行展開



次世代海洋資源調査技術（SIP）



効率的な鉱物資源探査のための**複数機**展開



無人複数機運用技術開発

- 他機関・産業界との連携による海洋ロボティクスの展開に必要な共通基盤技術の確立
- ・遠隔協調管制に関する開発
 - ・無人展開回収に関する開発

次世代海洋観測ロボティクスの展開（無人複数機運用技術開発）

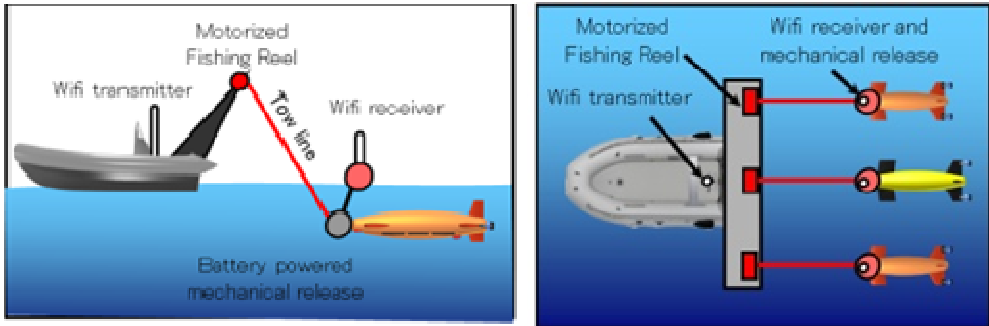
目的

- 海洋調査産業への新規参入の機会創出および市場活性化を目指して、国立研究開発法人、大学、民間企業等が協働し、海洋分野のオープンイノベーションとして、無人複数機運用技術の開発を軸とした海洋ロボティクスの展開に取り組む。
- 複数の機関が多様な目的をもって開発したロボットの効率的な運用を実現するために、複数ロボットの遠隔協調管制システムや無人展開・回収システム等の研究開発及び改良・試験を実施。
- 「コア技術開拓チャレンジプログラム」（文部科学省研究開発局平成30年度新規施策）とも連携。

事業概要

- 民間との協働によって開発したAUV複数運用（遠隔協調管制と無人展開・回収）システムを汎用性の高いものにするための改良・試験を実施。
- さらに将来ユーザの要望を取り入れたシステム開発を行い、システムの洗練化を図る。
- 成果展開のためのコミュニティを醸成し、民間企業等との連携強化を図る。

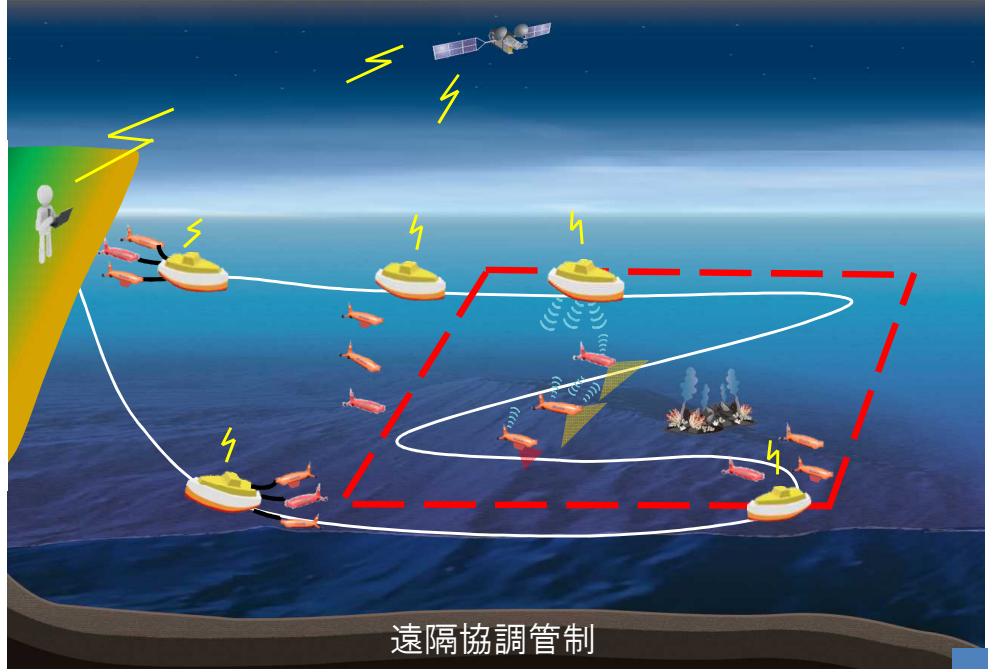
【システムの汎用化に向けた回収例】



無人展開・回収

想定される出口の具体例

- 海洋調査分野におけるイノベーション
- 異分野企業の海洋調査産業への新規参入および市場活性化
- 海洋調査の劇的な効率化による海洋権益保全への貢献



遠隔協調管制

【参考】次世代海洋観測ロボティクスの展開（超深海探査技術）

目的

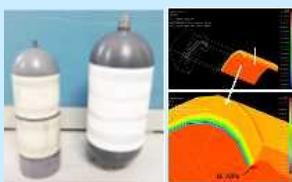
- 国及び国民の安全・安心の確保にあたり、7000m以深の超深海域を継続的かつ効果的に調査・観測するため、**既存技術の応用**を図るとともに、**最新技術を取り入れた新たな深海探査システムの確立**を目指す。
- 7000m級の深海探査技術を超深海域用にそのまま拡張した場合、探査機器の重量、大きさ、強度、内部スペースの縮小といった構造的な側面や沈降浮上時間、連続稼働時間、単位時間通信能力等の時間的な側面等において制約が大きくなるため、新たな知見や発想を基にした仕組みが必要となる。この技術的課題の解決に向け、フィージビリティスタディを継続し、検討・試作を進める。
- 並行して、既存技術の応用により、従前に比べさらに効果的な超深海域を調査・観測するシステムを設計し、試作及び試験を実施する。
- 上記により得られた新たな知見や要素技術については、**海洋産業等の振興**を図るべく、深海域のみならず**海洋・水中全般への活用**を目指し、**海洋オープンイノベーションの共創**に貢献する。

事業概要

次世代深海探査システム実現への要素技術開発

- **基盤的共通技術開発（新技術開発：長期的取組み）**
 - ・ 軽量、高強度耐圧容器素材及び製造技術、大深度対応浮力材の素材及び製造技術、高精度水中通信技術、高出力・高効率蓄電池、高解像度水中画像技術 等

深海探査技術のパラダイムシフト 国際的優位性の確保



← 新たな製造技術による大水深用セラミック浮力材の開発



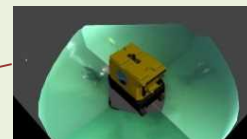
↑ カarbon・ファイバ-製蓄電池均圧容器 & 高性能蓄電池の開発

→ 大深度4Kカメラ用水中レンズ開発



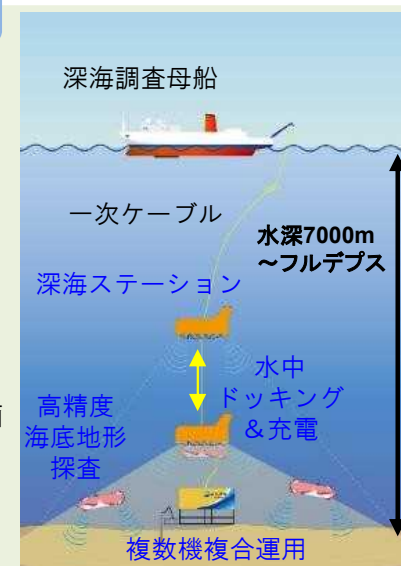
- **深海ステーション技術開発（既存技術応用：中期的取組み）**
 - ・ 水中ドッキング技術、水中充電技術、大深度水中測位技術、高精度海底地形探査技術、複数機複合運用技術 等

日本海溝全域の高精度地形図作成等による地震・津波予測力の向上



← 全周囲画像表示システムで取得された全周囲画像の例

企業との協働



▲ 深海ステーション構想図

別分野への活用

海中パイプライン調査 海底資源探査 水中カメラ 等

【参考】次世代海洋観測ロボティクスの展開（海水下観測）

目的

- 北極海は、海水減少により、北極航路や海底資源開発など、経済活動の拡大が見込まれる一方で、北極域での環境変動や全球への影響が未解明である。海水下を含めた北極海は多くが観測データ空白域となっており、環境変動の実態把握、将来予測の高度化などの観点から海水下表層から混合層さらには底層まで高効率で高精度な観測と、これらを実現可能とする更なる技術革新が必要
- そこで、氷海において高精度・多項目の海洋観測を実施可能な北極域研究船の建造や氷海ブイの開発などにより北極海の総合的な観測網を構築するとともに、そのための重要な観測基盤の一つとして北極海観測AUVを開発・運用する。

事業概要

○北極海観測AUVの要素技術開発等

- 世界的に見ても、北極海においてはいまだ他海域のような自律航行運用が確立しているとは言えない状況（ロスト対策、位置測位、低温対策等々）
- 独創的なAUV開発と運用技術の確立を進めることにより世界をリードすることが可能
- 具体的には、海水下における自律航行を確立するための要素技術開発（極域用慣性航法措置等）を推進するとともに、北極海観測用AUV本体の開発に着手する。

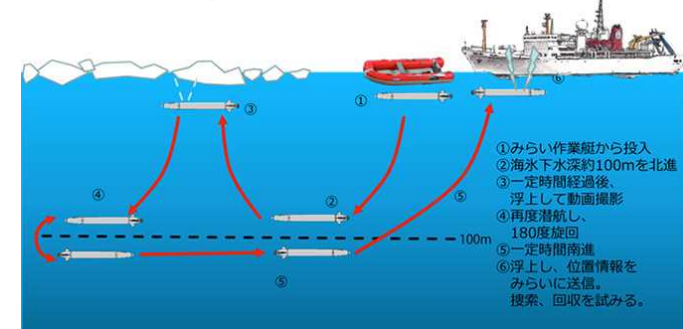
○北極海観測AUVのオペレーションイメージ

- 母船（北極域研究船を想定）により、予め音響灯台や氷上中継器などを展開
- 氷縁付近の母船からAUVを投入し、母船とAUVは長距離光ファイバーで接続
- AUVは海水下を複数台で鉛直観測し、投入地より100 km程度進んだら折り返す（または、光ファイバーが切断したら折り返す）
- 位置は音響灯台で計測
- 通信は光ファイバー、氷上中継器などで媒介

北極海における総合的観測システムの構築



小型AUV試作機によるオペレーション



平成28年度には小型AUV試作機により、我が国で初めて北極海海水下の観測航行を実施し極海航行の知見を収集



撮影した海水直下の様子

【参考】次世代海洋観測ロボティクスの展開（熱帯域観測高度化）

目的

- 国際的な枠組みで現在実施されている熱帯太平洋観測システムに関する今後の議論では、限られたリソースの有効利用を念頭に係留ブイ網の縮小・再配置とArgoフロートの熱帯域への重点的な展開をベースとした新たな観測システムの構築に向けた方向性が示されている。
- その中でArgoフロートではカバーできない海面フラックス計測に関しては、係留ブイ観測よりも簡易的に展開可能な新たな現場観測技術の導入が求められている。
- このようなニーズに応えるため、既存の係留ブイよりも小型・安価で自動航行能力を有する表層観測グライダーを活用し、係留ブイレベルの気象観測及び海洋上層観測を実現するための観測技術の開発を実施する。

○波でフロートが浮き上がり、グライダーが引張あげられる
この時、可動式のウィングが水を切ることで揚力が発生し前進

○フロートが波を降り、グライダーが沈む
この時、可動式のウィングが水を切ることで揚力が発生し前進

小型船舶による投入
(設置回収の効率化)

<流向流速観測>
音波で海中の流れを
観測

<上層海洋観測>
水深1m~10mまでの
水温を観測

フロート：約300cm×約80cm×約20cm
グライダー：約210cm×約140cm×約20cm
重量：約150kg
速度：1~2ノット
ペイロード：45kg程度

風向風速計

長波放射計、短波放射計

雨量計

気温計、湿度計

タイムラプス
カメラ

<海上気象観測>

気象観測装置の搭載

風向風速：風の強さと向き

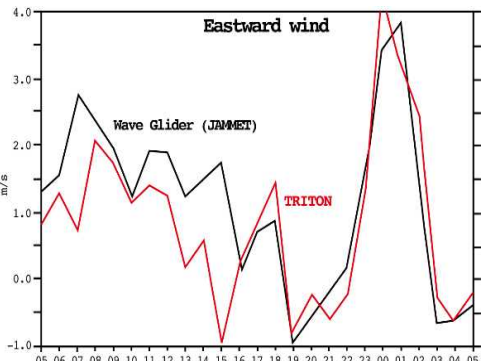
長波放射計：光の反射

短波放射計：太陽の光の強さ

雨量計：雨の量

気温計：気温

湿度計：湿度



係留ブイとのデータ比較試験
→データ精度の向上が必要