

海洋ロボティクスの革新による海洋状況把握と深海研究の推進

① ビジョンの概要

海洋ロボティクス技術、特に AUV（自律型無人探査機）の核心は全自動にある。現状の支援母船による常時随伴・管理を必要とする運用を打破し、完全無人展開・回収や観測ネットワーク化によって深海探査システム全体の自動化を実現する。これにより、広大な海洋において「高精度・広域な無人観測」を可能とし、地震・火山、資源、生態系、海洋汚染等の研究に新たな次元をもたらすとともに、「地球をまるごとセンシング」する持続的な調査基盤を確立する。

② ビジョンの内容

陸上でのロボティクス化が加速する中、海洋分野では ROV（遠隔操作型無人潜水機）や有人潜水調査船を用いた、人手を介する精緻な調査が深海研究の基盤を支えてきた。これまでの知見により、広域の海底地形把握や継続的なモニタリングの重要性が認識されているが、広大な海洋を支援母船を用いた調査のみで網羅するには限界がある。AUV は自動航行が可能であるものの、現状では支援母船が AUV の常時随伴・管理を担う運用体制となっており、これが観測網の飛躍的拡張を阻む大きな技術的ボトルネックとなっている。

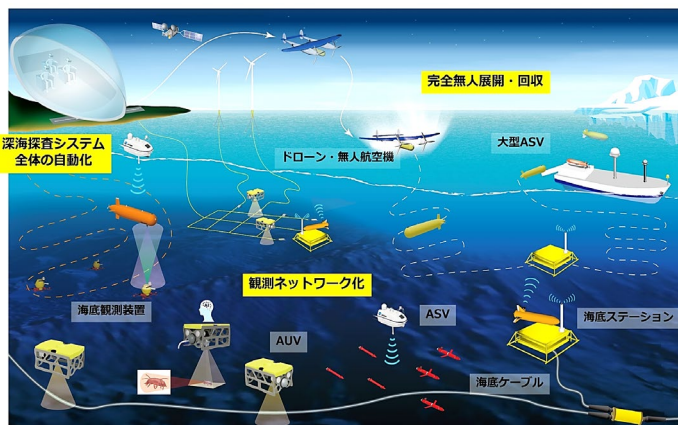


図1 AUV を中核とする自律型探査ネットワークの全体構想図

本ビジョンでは、AUV を核とした次の3つの技術革新により、深海探査システムの自動化と機動的観測体制の構築を目指す。

- ・無人展開・回収：ASV（自律型無人艇）等を活用し、沿岸や洋上から無人で AUV を展開・回収する。支援母船への依存を排し、連続的・反復的な調査を可能にする。
- ・観測ネットワーク化：AUV・ASV・ドローンと海底ステーション、海底ケーブル等を連携させ、広域・多層的な観測を実現し、リアルタイムな情報共有を可能にする。
- ・深海探査システム全体の自動化：航路計画から解析までの一連のサイクルを AI で自律化させ、人手の介入を最小化する。

これらの革新は、海底及び海底下で発生する諸現象及び環境変動への理解という地球科学の重要課題に対し、従来困難であった時空間解像度でのデータ取得を可能にする。さらに、高度な観測能力を、わが国が主体的に取り組むべき地震・火山活動の把握・監視、海洋資源把握及び生態系保全の領域へと広く展開、持続的な観測基盤を確立し、「観測技術の変革」を起点とした新たな海洋地球科学のフロンティアを切り拓く。

③ 学術研究構想の名称

海洋ロボティクスの革新による海洋状況把握と深海研究の推進

④ 学術研究構想の概要

本学術研究構想は、我が国が有する広大な EEZ において、海洋情報把握の高度化ならびに深海底に関する科学的理解を抜本的に進展させることを目的とし、AUV を中核とした深海探査技術の革新を通じて、持続的かつ高頻度・高解像度な観測を可能とする深海探査基盤の構築を目指すものである。

本構想では、有人支援母船を必要としない完全無人展開を起点に、複数の AUV や ASV と海底ステーション・ケーブルを含む観測ネットワークを統合し、航路計画・運航・データ取得・解析を含む深海探査システム全体の自動化を進めることで、機動的かつ高密度な深海底観測ネットワークの構築を図る。さらに、分野横断的な技術連携を推進し、将来の海洋科学を担う若手研究者・技術者の育成と、我が国における深海探査・観測インフラの長期的基盤強化に貢献する。

⑤ 学術的な意義

現状、AUV は不測の事態への備えや自律的対応能力が不十分であり、監視が必要なため適用範囲も限定的である。航路計画や解析も人手依存で、自動化による運用効率が全体システムとして十分に活かされていない。

こうした課題は AUV の普及と持続的発展を阻む主要なボトルネックとなっている。

本構想では、取得データを即時解析し状況に応じて行動を最適化する「オンボード意思決定」を実装する。従来の「事後解析型観測」から「その場で知を積み重ねる観測」へとパラダイムを転換し、情報工学・AI 研究においても「環境と即時相互作用する知能システム設計」という独自領域を開拓する。さらに、異種プラットフォームを統合し、観測ネットワーク全体を最適化する「複合システム全体としての自律性の設計」という新たな学術的課題を提示し、工学理論の深化に寄与する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

国際的に米英中などが高度なプラットフォームによる広域調査を展開する中、日本は海中通信技術や AUV の知能化において世界的な強みを有する。本構想は、これらの技術的優位性を有機的に統合し、完全無人展開や観測拠点との連携を通じて、持続可能な深海探査基盤を構築するものである。国内外の動向と調和しつつ、日本独自の先進性を活かし、深海科学の次世代展開を先導する。

⑦ 社会的価値

本構想による深海探査技術の革新と高精度な観測網の構築は、地震予測や生態系保全、資源管理に貢献し、国民の安全・安心と自然への理解を深める知的価値を創出する。また、観測技術の高度化と運用の無人化は、海洋関連産業の効率化や新産業の創出にもつながり、経済的・産業的波及効果も大きい。海洋安全保障の観点からも、我が国が主権を有する海域の状況把握能力を高めることは極めて重要であり、SDGs の目標達成にも合致するものである。

⑧ 実施計画等について

・実施計画・スケジュール

【第 1 フェーズ（1～4 年目）：要素技術の研究開発と基盤整備】

深海環境に対応可能な AUV・ASV の知能化、自律航行制御、無人展開・回収技術など、構想実現に必要な要素技術の研究開発を集中的に進める。並行して、深海模擬環境を再現可能な大型高圧実験水槽や実験水槽など、基盤施設の整備および安全運用指針や観測インフラの基本設計を行う。

【第 2 フェーズ（5～7 年目）：統合実証と観測体制の構築】

開発技術を統合し、実海域で段階的に観測運用を開始する。複数の AUV や ASV、海底ステーションを連携させた自律的観測システムを構築し、海洋研究開発機構が保有する研究船や海底ステーション等を活用したフィールド試験と性能検証を重ねる。

【第 3 フェーズ（8～10 年目）：高度化・展開と社会実装】

広域・高頻度な観測の常時運用体制を確立し、地球科学的知見の取得と解析を推進する。産業界や自治体、国際機関等と連携し、観測データの防災、環境保全、資源管理等への利活用を通じた社会実装を図る。

・実施機関と実施体制

JAMSTEC を中核とし、東京大学生産技術研究所、大阪大学、東京海洋大学、九州工業大学、海上技術安全研究所等の大学・研究機関、および民間企業が緊密に連携する。JAMSTEC は観測拠点の運用と全体統括を担い、各機関は AI、海中通信、ロボティクス等の先端要素技術開発を分担する。多様な知的背景を持つ人材が協働する分野横断的な研究体制を形成し、若手・女性研究者の積極的な参画と育成を促進する体制を整備する。

・所要経費（10 年間 総額 300 億円）

・設備費： 60 億円 陸上試験設備（大型高圧水槽・実験水槽）実海域試験フィールド整備

・研究開発費： 120 億円

次世代機体開発（70 億円）：多様な調査目的に対応する次世代 AUV 群および大型 ASV 本体の開発

システム自動化技術（30 億円）：AI 自律制御、分散協調、通信・測位システム、データ取得の解析自動化

ネットワーク化技術（20 億円）：複数機協調運用、海底ステーション連携技術、データ基盤整備

・試験費： 70 億円 実海域試験、および連続観測運用の実施

・基盤拠点形成費：50 億円 海底ステーション・観測ネットワークの構築維持、人材育成・国際連携活動推進

⑨ 連絡先

中谷 武志（海洋研究開発機構）