

AUV官民プラットフォーム 作業部会の経過報告

AUV官民プラットフォーム 構成員

●共同議長

佐藤弘志 海洋産業タスクフォース運営委員会副委員長
AUV開発戦略チームリーダー
永橋賢司 国立研究開発法人海洋研究開発機構
技術開発部部長

●民間企業（51社）

重工メーカー、IT・通信、センサー関連、海洋資源開発、
海洋土木・エンジニアリング等、洋上風力、海洋調査、
海運・船舶運航、金融・保険・コンサル、商社・代理店、
スタートアップ・製造等

●関連団体（13団体）

（一財）エンジニアリング協会
（一社）海洋産業研究・振興協会
海洋産業タスクフォース
（一社）海洋調査協会、
（一社）センサイト協議会
（一財）日本海事協会
（一社）日本水中ドローン協会
（特非）日本水中ロボネット
（一社）日本造船工業会
（一社）日本風力発電協会
（公財）福島イノベーション・コースト構想推進機構
（一社）防衛装備工業会
（公社）無人機研究開発機構

●公的機関等（5機関）

（独法）エネルギー・金属鉱物資源機構
（国研）海上・港湾・航空技術研究所
（国研）海洋研究開発機構
（国研）水産研究・教育機構
第3期イノベーション創造プログラム（海洋課題）

●地方公共団体

神戸市

●専門家（9名）

浦環	東京大学名誉教授
岸拓真	広島商船高等学校准教授
木村里子	京都大学東南アジア地域研究研究所准教授
小村良太郎	石川工業高等専門学校教授
近藤逸人	東京海洋大学学術研究院教授
杉松治美	東京大学生産技術研究所特任研究員
高木健	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
巻俊宏	東京大学生産技術研究所准教授
山本郁夫	長崎大学副学長・教授

●関係府省（7府省庁）

内閣府、文部科学省、資源エネルギー庁、国土交通省、
海上保安庁、環境省、防衛省

●事務局

内閣府総合海洋政策推進事務局
株式会社三菱総合研究所

AUV官民プラットフォーム 体制とスケジュール

全体会議

- **第1回PF(5月24日)**
 - AUV戦略PT中間とりまとめと今後の流れについて
 - AUVに関する最新動向について
 - 調査方針について 他
- **第2回PF(8月2日)**
 - 各部会の議論について(技術・利用)
 - 国内外の調査結果について
 - 提言骨子案について 他
- **第3回(10月11日)**
 - 各部会の議論について(将来ビジョン・ロードマップ等)
 - 提言について 他

具体的な検討を行うため、2つの部会を設置(官民PF構成員の希望者より構成する)

技術部会

(技術面に着目した検討、シーズに基づく将来ビジョンの検討、共通基盤の構築に関する検討、技術マップの作製等)

- **第1回(6月21日)**
 - 技術部会の流れと技術構成について
 - AUVに関する最新技術動向、ソフトウェア・ハードウェアの共通化について
 - 民間による技術紹介 他
- **第2回(7月19日)**
 - 国内外の技術調査報告、技術マップについて
 - 研究機関や民間による技術紹介 他
- **第3回(9月20日)**
 - 将来ビジョンとロードマップについて
 - 支援方策に係る調査報告と提言案について
 - 研究機関や民間による技術紹介 他

利用部会

(利用面に着目した検討、制度環境の整備や利用促進方策の検討、ニーズに基づく将来ビジョンの作成等)

- **第1回(6月14日)**
 - 利用部会の流れとユースケースについて
 - 将来ビジョンの提案について
 - 第3期SIPが目指す社会実装について
 - 民間によるAUV利用の取組紹介 他
- **第2回(7月13日)**
 - 政府や公的機関による利用について
 - AUV利用に係る調査結果と将来ビジョン素案について
 - 民間によるAUV利用の取組紹介 他
- **第3回(9月13日)**
 - 将来ビジョン(ニーズベース)について
 - 人材育成に関する取組状況について
 - 利用促進に係る調査報告と提言案について 他

利用部会

第1回利用部会（6月14日）

部会の設置目的と役割

- 目的
自律型無人探査機（AUV）の社会実装に向けて官民一体となった取組みの推進を目指すAUV官民プラットフォームにおいて、AUV戦略に関する個別課題に即した具体的な検討を行うため、2つの作業部会（技術・利用）を設置する。
- **利用部会の役割**
主にAUVの利用面に着目した検討を行い、制度環境の整備や利用促進方策の検討、二一ズに基づく将来ビジョンの作成等を行う。

議事次第

1. 開会
2. 利用部会の流れについて
3. 将来ビジョンの検討について
（海洋研究開発機構、海洋産業TFにおける検討）
4. 第3期SIPが目指す社会実装
5. 将来ビジョンの作成方針について
6. 民間企業によるAUVの利用
（エクイノールジャパン合同会社、深田サルベージ建設(株)、いであ(株)の取組み）
7. その他、今後について等
8. 閉会

出席者（官民PF構成員の希望者より構成）

- 民間企業等 43社
- 団体等 13団体
- 公的機関 5機関
- 地方公共団体 1団体
- 専門家 6名
- 関係府省
内閣府、環境省、資源エネルギー庁、国土交通省、海上保安庁、防衛省、防衛装備庁、文部科学省
- 参与（オブザーバー参加） 3名

第1回利用部会の議論のポイント

● AUV技術におけるAI

- AUVにおけるAIには、AUVの制御機能を高度化するためのAI、AUVの認知機能を高度化するAIがあり、今後これらのAIを分けて議論する必要がある。

● 定点観測・AUV・深海ターミナルの連携

- 研究開発のスコープや具体的な実証の方向性について定点観測・AUV・深海ターミナルの連携が重要である。

● 将来ビジョンの作成方針

- 老朽化した海洋インフラの維持管理及びダイバーの不足など、喫緊の課題に関するAUVの活用策は優先的に実現を目指すべき。
- 洋上風力発電や藻場観測におけるAUV活用は浅海が中心であり、AUVの仕様も深海域で用いるAUVに比べて多様化するようと思われる。浅海域と深海域等で運用区分を分けて考えるとよい。
- 防災・減災、海難救助といった観点を海洋安全保障と切り分けた形で組み込んではどうか。国際競争力の観点から海外市場の動向も重要である。各利用分野によって重要になる技術が異なるため、可能であれば利用分野別に重要となる技術を整理できるとよい。

● 民間企業によるAUVの利用

- 開発機器の実用化状況、期待性能の標準化に対する考え方の整理、コストダウンの戦略等の検討が重要である。

洋上風力発電のためのAUV活用可能性(案)

- 洋上風力発電分野におけるAUV活用可能性（具体ユースケース）の案は以下のとおり。

	利用場	具体的な利用方法
選地選定・許認可取得のための調査	海底地盤調査	・ 特に浮体式の設置対象となる数百m以上の水深の海域において、アンカー設置箇所付近の詳細地形調査と海底下数十mの地層調査を、有人の調査船を用いた調査よりも効率的に実施 ・ ケーブル敷設のための海底地形調査を有人船を代替して実施（藻場含む）
	海洋調査、環境影響評価	・ 係留系等の固定観測機器と組み合わせて移動可能な観測機器AUVにより、時空間解像度の高い観測を実施
建設工事	建設作業による海洋環境（物理環境、生物）への影響モニタリング	・ 係留系等の固定観測機器と組み合わせて移動可能な観測機器AUVにより、時空間解像度の高い観測を実施
運転・保守	風車基礎部、アンカー、海底ケーブルの点検	・ 風車基礎部の点検作業をAUVまたはROVを用いて実施（着床式風車では潜水士が行っている作業を代替） ・ アンカー、海底ケーブル点検をAUVにより効率的に実施
環境影響評価	風力発電による海洋環境への影響評価（水中音、動物、景観、植生）	・ 係留系等の固定観測機器と組み合わせて移動可能な観測機器AUVにより、時空間解像度の高い観測を実施

(参考) 第1回利用部会における発表内容 (抜粋)

3 JAMSTECの研究活動に関連深いAUVの活用ビジョンと検討状況

※ JAMSTECの今後の実施計画ではなく、海洋に関する研究機関としてのAUV活用への展望です。

①: 科学調査



生物の自動識別機能を備えた自律型探査機を駆使し、運用できるAUVを開発することで、海洋生物の生態や環境変動のモニタリングが可能に。高精度化することで未知の生物の観測が可能に。

②: 海底地震・火山観測



水中系・高圧通信技術の高度化の向上によりAUVで海底地震のデータを長時間で回収できるようになった場合、海底地震・火山観測の手段として海底地震計+AUVの組み合わせが検討可能に。

③: 環境モニタリング (科学調査の一部)

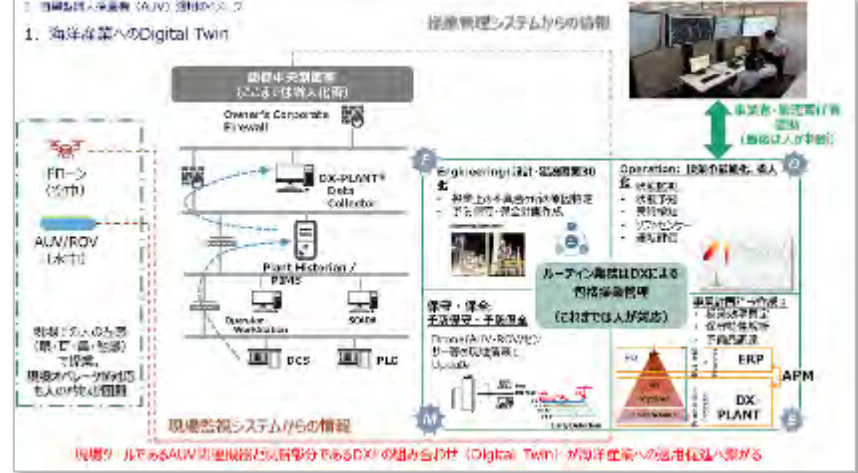


航行型AUVやホバリング型AUVを組み合わせた、広域的な環境モニタリングシステムの確立が必要に。

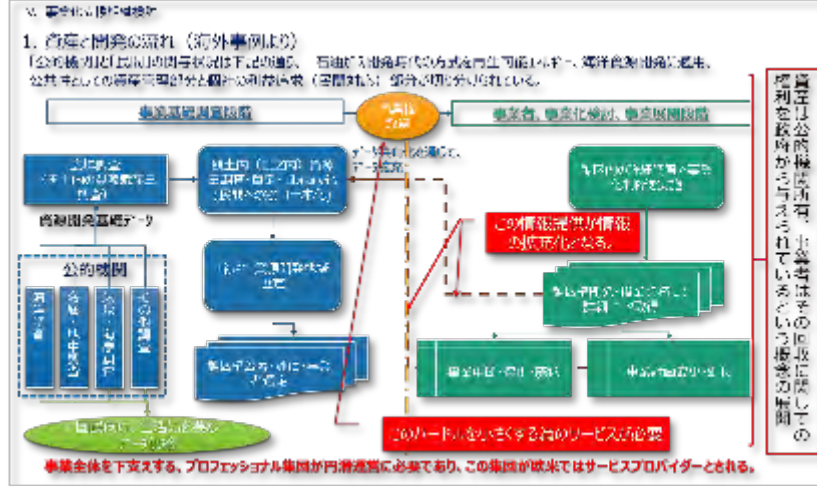
④: EEZ広域調査



広域を効率的に調査する技術開発目標が達成された場合、AUVで日本のFFZ全域の海底鉱物資源をある程度調査可能な期間とコストで調査することが可能に。



5 "技術開発とその活用を行う場"の創成



海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の発表

1. AUVの市場動向
2. 海外のAUVの開発動向
3. AUVの活用ビジョンと検討状況の例
4. 必要となる主な技術開発項目
5. "技術開発とその活用を行う場"の創成
6. まとめ

海洋産業タスクフォースの発表

1. 自律型無人探査機 (AUV) 適用のイメージ
2. 想定各産業でのDigital Twin (AUV+DX) への期待分野
3. 事業全体への拡がり
4. 事業化支援組織検討

(参考) 第1回利用部会における発表内容 (抜粋)

5.SIP第3期 海洋安全保障プラットフォームの構築

概要

SIP第1期「次世代海洋資源調査技術」(2014～2018年度)は、水深2,000m以深の海底熱水鉱床を主な対象とし、第2期「革新的海洋資源調査技術」(2019年～2022年度)では、2,000m以深での深海資源調査技術、回収技術を世界に先駆けて確立・実証。第3期「海洋安全保障プラットフォームの構築」(2023～2027年度)では、第2期までの成果を基盤とし、世界対敵の競争力のある我が国にとって安全保障上重要な海洋の安全や利活用を進めるため、事業化・実用化までを見据えた社会実装の実現を目指すとともに、海洋の各種データを収集し、資源の確保、気候変動への対応などを促進するプラットフォームを構築する。

課題の意義

南鳥島EEZ内の深海にはレアアース系の資源群が存在し、特に中国南部海域に存在するレアアース系を多く含むと見込まれる。資源に乏しい我が国が、自国EEZ内に存在する海洋鉱物資源の効率的な調査手法と探検とともに、将来の生産に向けての技術の確立は、海洋安全保障に資する取り組みである。

SIP第2期の資源調査の結果、レアアース資源群の存在状況が明らかとなり、水深2,000mのレアアース系の生産技術確立は、資源に乏しい我が国が資源の自立供給の観点から行発に向けて国際的な競争力向上が重要である。また海洋広域モニタリングシステムの社会実装も、重要な課題として取り組む必要が確認されている。

推進体制

テーマ1	レアアース生産技術開発
テーマ2	深海洋環境影響評価システムの開発
テーマ3	海洋ロボティクス調査技術開発
テーマ4	海洋玄武岩CCS基礎調査研究



10. 「海洋安全保障プラットフォームの構築」プログラム概要

安全保障上重要な海洋の安全や利活用を進める「海洋安全保障プラットフォームの構築」



第3期戦略的イノベーション創造プログラム（海洋課題）の発表

1. 戦略的イノベーションプログラム（SIP）の概要
2. SIPのこれまでの経緯
3. 社会実装に向けた5つの視点
4. SIP第3期の課題及びPD
5. SIP第3期 海洋安全保障プラットフォームの構築
6. SIP第2期プログラム全体工程表”
7. SIP第2期プログラム達成状況
8. SIP第2期深海資源調査・開発システムの実証
9. SIP第2期海洋広域モニタリング技術
10. 「海洋安全保障プラットフォームの構築」プログラム概要
11. 「海洋安全保障プラットフォームの構築」ミッション
12. 「海洋安全保障プラットフォームの構築」研究開発テーマ
13. 「海洋安全保障プラットフォームの構築」プログラム実施体制
14. テーマ1 レアアース生産技術開発の概要
15. テーマ2 海洋環境評価システムの概要
16. テーマ3 海洋ロボティクス調査開発概要

(参考) 第1回利用部会における発表内容 (抜粋)

エクイノールの目標 (2020年時点) Equinor ambitions (2020 numbers)

Within 2027 →
40% reduction in operational cost
for surveys, intervention, maintenance and repair.

Within 2030 →
60% reduction as more cost efficient, capable and
autonomous solutions becomes available.



equinor

2. 「YOUZAN」のご紹介

IDEA Consultants, Inc.

ホバリング型AUV「YOUZAN」の導入

東京大学先端技術研究所が開発した、ホバリング型AUV「TUNA-SAND」クラスの実験用機第1号となるAUVである。東京大学先端技術研究所、九州工業大学社会工学研究センター、海上保安庁研究開発部、技術移転を受け、民間として初めて導入した。



TUNA-SAND級ホバリング型AUV各機の良い部分を継承し、AUVとROVのハイブリッド型として製作

母船と深海ロボット



- エクイノールジャパン合同会社の発表
1. エクイノールのご紹介
 2. エクイノールが求める水中ドローンのかたち
 3. 水中ドローンのための汎用ドッキングステーション
 4. エクイノールが想定する水中ドローンの利用方法
 5. エクイノールにおける水中ドローンの実用化
 6. エクイノールの目標 (2020年時点)

- 深田サルベージ(株)の発表
1. 概要
 2. AUVへの取り組み
 3. 今後への期待
 4. 今後の課題

- いであ(株)の発表
1. 会社紹介
 2. 「YOUZAN」の紹介
 3. 「YOUZAN」の運用実績
 4. 取組事例の紹介
 5. 民間のAUV運用における課題
 6. 今後の展望

第2回利用部会（7月13日）

議事次第

1. 開会
2. 政府・地方公共団体における取組み
（文部科学省、国土交通省、海上保安庁、環境省、防衛省、国立研究開発法人水産研究・教育機構、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、神戸市）
3. 将来ビジョン（素案）について
4. 民間によるAUVの利用促進
（(株)東京久栄、石油資源開発(株)、東洋エンジニアリング(株)、ドローンファンド・加賀建設(株)・石川高等専門学校）
5. その他、今後について等
6. 閉会

出席者（官民PF構成員の希望者より構成）

- 民間企業等 41社
- 団体等 12団体
- 公的機関 5機関
- 地方公共団体 1団体
- 専門家 9名
- 関係府省
内閣府、環境省、資源エネルギー庁、国土交通省、海上保安庁、防衛省、防衛装備庁、文部科学省
- 参与（オブザーバー参加）5名

第2回利用部会の議論のポイント

● AUVユースケースの整理方法

- 水深区分(1)：洋上風力、藻場測定、インフラ管理等では100m以浅が対象であり、浅海域で一括りにせず極浅海の区分を設けた方がよい。ダイバーの作業を代替するという観点での考察も必要。
- 水深区分(2)：浅海と中深度のボーダーが500mだが、既存パーツの対応水深、大陸棚での用途等を考慮すると300mが妥当。
- サイズ区分：「小型、中型、大型」の区分はクレーンの要否等、運用パターンで分ける等、実情に合った具体の分類にすると分かりやすい。母船が必要か、母船無しでの運用が可能なのかなど、単価、装備、艀装、運用も含め全体を捉えた整理にして欲しい。

● 技術マップとの連携

- 将来ビジョン・ロードマップの策定に向け、どの技術に注力するかといった観点での考察が重要。分野毎にどのような技術が必要か、海外に依存する技術か、国内での開発が必要なのか要検討。

● 戦略策定に向けて

- 長期的に部品を国産化していくためのストーリーを明確にすることで、今後参入しようとする人・事業者の役に立つ。
- AUVを利用する業界が多岐にわたるためコスト感も異なる。価格目安が提示されれば、AUVに対する理解が広がる可能性がある。
- 水中グライダーは小型でオペレーションも容易でコストも低く、将来有望な機材と考えている。水中グライダーを考慮してAUVのユースケースや将来ビジョン等を検討して欲しい。

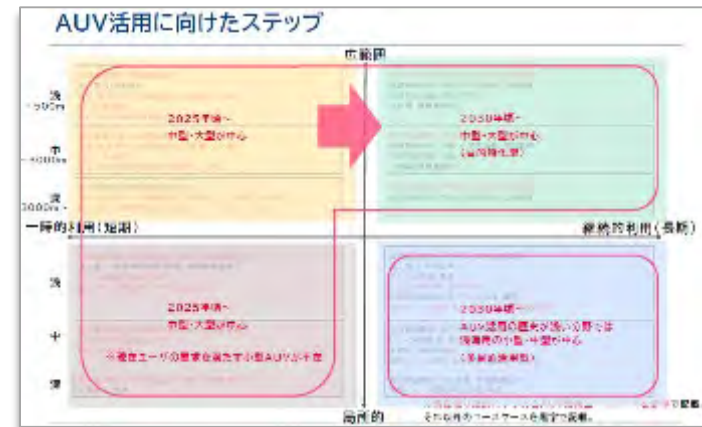
2. 各分野でのAUV活用方法

ユースケースの検討方針

- AUVの利用が期待される各分野(海洋資源開発、洋上風力発電、科学調査・研究、海洋環境保全、海洋安全保障、CCS、水産業、海洋インフラ管理、防災・減災)における具体的なAUV活用方針(ユースケース:どのようなAUVを活用し/どのような作業を行うかの検討)を検討する。
- 技術部会におけるAUV関連技術の検討と連携を図る観点から、AUVに対するニーズを明らかにするため、以下の項目・区分に注視してAUVのユースケース検討を行った。

項目	区分
水深	浅(≦500m)、中(500~3000m)、深(3000m~)
形状	航行型、ホバリング型
サイズ	小型、中型、大型 ※船体の編組作業機(荷役機)と一併一対応することを想定
空間的広がり	陸上、陸域
運用作業時間(連続稼働)	半日稼働(短)、日以上(中)、週以上(長)
母船/プラットフォームの必要性	母船不要型、ASV

- 次頁以降に、水深カテゴリごとに各分野でのAUVのユースケース案を示す。



将来ビジョンに関する検討状況
(ユースケースの検討方針、分析例)

(参考) 第2回利用部会における発表内容 (抜粋)

自律型無人探査機 (AUV) 施策について

文部科学省では、これまで海洋開発利活用等の推進会における有識者・産業界等による、下記3つの政策目標を基盤に、AUVの研究開発等を推進している。特に、地層研究や環境調査等への活用が広く、大深度海域や広域などのアクセスが困難な環境で利用可能なAUVの開発を進めている。

1. 広範囲な海域の効率的・効果的な調査

2. アクセスが困難な海域におけるデータ取得

3. AUVに関する標準技術の確立等での利活用拡大

- 文部科学省の発表
1. 自律型無人探査機 (AUV) 施策について
 2. 7,000m以深対応 大深度AUVの開発
 3. 海水下観測ドローン (COMAI) の開発
 4. 南極氷海域探査用AUV MONACAの開発

海の次世代モビリティの社会実装による海洋DXの推進

国土交通省

海の次世代モビリティとは、無人作業船・自律航行船、潜水艇等の無人作業船の代表として利用が困難な大深度海域での作業が可能な自律航行船の導入を指し、海洋の社会実装による海洋DXの推進を指す。

海の次世代モビリティの社会実装による海洋DXの推進

海の次世代モビリティの社会実装による海洋DXの推進

- 国土交通省の発表
1. 沿岸・離島の海域利用を巡る状況
 2. 海の次世代モビリティの社会実装による海洋DXの推進
 3. 海の次世代モビリティ利活用に関する社会実証事業
 4. 令和4年度海の次世代モビリティ実証実験

海上保安庁におけるAUVの利用について①

海上保安庁

海洋権益の確保を目的として、我が国EEZ等において測量船による海洋調査を実施し、海底地形、地質等の基礎情報を整備

深海域における詳細な地形データを得る必要から、平成25年よりAUVによる海底地形調査を実施

海上保安庁保有AUV

- 測量船「拓洋」搭載AUV (カササギ: 2機)
 - 長さ: 4.8m
 - 重量: 約810kg
 - 潜航深度: 1,000m以上
- 測量船「平洋」搭載AUV (H4機: 2機)
 - 長さ: 4.8m
 - 重量: 約885kg
 - 潜航深度: 1,000m以上

AUVの活用

- 海上保安庁の発表
- 海上保安庁におけるAUVの利用について

令和5年度以降の検討内容

環境省

海域の30by30達成に向けた考え方

海洋保護区 (OECM) の活用	OECM
30by30達成率: 約10%	約10%
自然共生サイト	約20%

合わせて30%を目指す

令和5年度以降の検討内容

- 令和3年度が令和4年度に検討した海域におけるOECMの考え方に基づき、沖合域において、具体的なOECMとならうる海域の検討を令和5年度から開始。
- 令和5年度は重要海域など既存の科学的価値や海洋資源利用の状況などに基づき、OECMの候補海域を抽出し、専門家の意見を聞きながらOECM検討を進める。
- 令和6年度以降は、OECM検討を継続するとともに、広大な海域の生物多様性保全の観点から海域内にモニタリングする手法の検討等を順次実施予定。

- 環境省の発表
1. 昆明・モンリオール生物多様性枠組の構造
 2. 30by30目標とは
 3. 30by30の達成に向けて
 4. 令和5年度以降の検討内容

(参考) 第2回利用部会における発表内容 (抜粋)

重視分野と取組状況

- 国家防衛戦略に占める7つの分野*を重視して、防衛力を抜本的に強化。その能力の一つが、UUVを含む無人アセット防衛能力。
 - ▶ 革新的なゲームチェンジャーである無人装備を駆使した新たな戦術相手への対応が急務
 - ▶ 無人装備の積極的活用により、人的負荷を軽減しつつ、非対称的に優勢を獲得する必要
 - ▶ 軍事においても、長期連続運用等の課題を克服していくために重要
- ✓ 情報収集・警戒監視・偵察・ターゲティング (ISR) 機能
 - 海洋観測用UUVの整備
 - 海上自衛隊の海洋観測能力強化に資する海洋観測用UUVを導入し、観測化に向けた性能試験等を行う。
 - ✓ 水中無人アセットの整備
 - 機雷捜査用UUV (OZZ-5) の整備
 - 「もがみ」機雷探知機 (FFM) が対機雷艇を支援するための無人機雷探知システムの一部である機雷捜査用UUVを機雷艇に搭載する。
 - ✓ 水中無人アセットに関する研究開発
 - UUV管制技術に関する研究
 - 官製型/民製UUVから機雷艇用UUVを管制する技術等の研究を実施し、水中領域における作戦能力を強化
 - 長距離運用型UUV技術の研究
 - 将来の複雑かつ多岐にわたる任務を想定し、モジュールのみの追加で運用時の運用モードにも対応可能なUUVの開発、性能向上に向けた研究開発等を実施

防衛装備庁の発表

1. UUVの取り組み
2. 機雷捜査用UUV (防衛装備庁試作品) の概要

水産機構における水中グライダーの活用 水中グライダーによる長期海洋モニタリング → 海洋モデル高精度化・漁場環境の把握・漁場予測

米国製グライダー 3機 数ヶ月間の海洋モニタリング
水温・塩分センサー, DOセンサー, CHLセンサー

仏国製グライダー 4機 海洋モニタリング + 漁場環境情報の収集
水温・塩分センサー, DOセンサー, CHLセンサー, 光学センサー + プロジェクションセンサー

光合成活性度計 (一次生産) 魚群 (魚・動物プランクトン) 水温計・溶解酸素計 (栄養塩供給量の定量化)

水産研究・教育機構の発表

1. 水産機構における水中グライダーの活用
2. 漁場環境情報の解析事例：光環境と餌生物の分布
3. 海況の現況把握と海洋モデル予測精度向上への取り組み

海底熱水鉱床調査の流れ

● AUV/UUV各種調査と物理化学データ取得で活用

- ▶ 台層調査・地形 (デムニーやマウンド) の把握, ROV観測・サンプリングあるいは計測調査の対象地点の検討。地形図は資源量算出の基礎データとして活用
- ▶ 音響調査→水中音響異常の把握。成層崩壊は把握しきれないブルームの検知
- ▶ 化学センサー・自然電位→ブルーム、熱水流動あるいは硫化鉄遊離の検知

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構の発表

1. 調査対象の海洋鉱物資源・対象海域・事業背景
2. 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画について
3. 海底熱水鉱床調査の流れ
4. 直近5年間のAUV利用実績 (海底熱水鉱床)
5. コバルトリッチクラスト資源ポテンシャル評価手法
6. 直近5年間のAUV利用実績 (コバルトリッチクラスト)

海プロジェクトとは



神戸市の発表

1. なぜ神戸市が海洋産業を振興するのか？
2. ロードマップ概念図
3. 海プロジェクト (海に関わる課題の募集とその一例、解決先を事業者から募集、神戸の海での実証) の紹介

(参考) 第2回利用部会における発表内容 (抜粋)

インフラ施設の維持管理の実態1 東京久栄

点検手段と方法: 港湾・護岸・プラント沿岸施設等

<点検手段>



<点検方法>



ASV (Hy-Cat) の開発・使用例 東京久栄

橋脚下部点検 (点検船を併用した自動化設備)



(株)東京久栄の発表

1. 会社概要
2. インフラ施設の維持管理の実態
3. 水中部点検の現状と課題
4. ASV (Hy0Cat) の開発・使用例
5. 3DスキャニングソナーとROVの活用
6. AUVの利活用について
7. AUV活用に伴う課題と検討事項

CCSにおけるAUVの利用について @適地調査


● 主な適地調査

- 反射法弾性波探査
 - ◆ 構造形状
 - ◆ 堆積解析
- 評価坑井掘削
 - ◆ 遮蔽性能確認
 - ◆ 貯留性能確認


高精度海底地形調査
・ 評価坑井掘削に関するサイトサーベイ
AUVにて代替可能(コストによる)

エアガンを用いた三次元反射法探査は、高価な観音のため、代替手段開発が望ましいが、AUVによる代替は現時点では困難

反射法調査では、着意型地震計が必要となるケースもあり、自律型AUV導入の余地がある(ただし、より高価な観音になると思われる)。



URL: https://www.cea.go.jp/pressinfo/lineup/2022/02/22_0222_01.pdf



URL: https://www.cea.go.jp/pressinfo/lineup/2022/02/22_0222_01.pdf

JAPEX

CCSにおけるAUVの利用について @モニタリング

● モニタリングの主目的

- 圧入CO2の挙動監視
- 濁波・濁出監視(地質・断層・坑井)
- 誘発地震懸念への対応
- 異常検知

モニタリングの要請

圧入により影響される可能性のある生物圏、透漏のアセシメント(ベースラインのアセスメント)が望ましい!

圧入によるモニタリング

リスクアセスメントに基づきモニタリング対象

海域での海洋環境モニタリング事例

当社のCCSにおける海洋モニタリング検討状況



JAPEX

石油資源開発(株)の発表

1. 会社概要
2. CO2大気放散抑制におけるCCSの貢献
3. CCS概要 (模式図、浅瀬におけるCCS模式図)
4. CCSにおけるAUVの利用について (適地調査、モニタリング)
5. CCSのコスト試算について

(参考) 第2回利用部会における発表内容 (抜粋)

プラント運営支援サービス DX-PLANT®

データ活用による顧客O&M支援サービス提供

事業収益

- ① 基盤使用料
- ② Solution / Application使用料
- ③ コンサルタントサービス料
- ④ 成り経費、成果報酬
- ⑤ データを活用し人間と連携する創造

情報的に使用するシステム使用料 (Subscription)
On-Requestで使用可能なシステム使用料
専門家及び設備、改造・新設プロジェクトの構築・実定
顧客とのデジタルソリューションセンターの共同運営、プロフェトピア

©2022 TOYO ENGINEERING CO., LTD. All rights reserved. | User Success, Our Pride.

競争領域と共創領域の設定

競争領域と共創領域の設定を通じて、エコシステムの形成を進める。

競争領域 (Competition)

- 製品やサービス、サービスなどの開発・実施を進める。
- 各社が得意な領域を伸ばす。

共創領域 (Co-creation)

- 連携可能な当事者設計、コト・モノ・ヒトを統合する。
- 新しいソリューションへの社会実装性を高めるための活動を推進する。

① 投資活動 ② 社会インフラの整備 ③ 公共政策活動

©2022 TOYO ENGINEERING CO., LTD. All rights reserved.

新しい技術を持つ
スタートアップ企業

若き力が活躍する
高等教育機関

**ローカルレベルでの実装化に向けた
今後の予定**

- ① 点検診断に必要な精度を確保するための手段の検討
- ② 維持管理計画反映を視野に入れた3Dデータの見える化

**地域をよく知る
地元建設会社**

海洋データ活用イメージ

● 事業化、社会実装に向けた個々の技術の統合。Service Providerによる海洋データ収集、データ整理、各分野で利活用可能な環境の整備が必要。

Service Providerによるデータ一元管理、データ活用による標準データ化、各分野で利活用可能なデータ化による処理、おれデータコントロール

おれデータ

おれデータ	海上風力発電	科学調査・探査	海洋環境保全	海洋資源開発	OS	水産業	海洋インフラ	その他
データ収集	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社
データ整理	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社
データ活用	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社	会社 自社

おれデータ | 標準データ | データ一元管理・管理

AVM ROV ROV ROV Drone その他センサー 各種付随データ

©2022 TOYO ENGINEERING CO., LTD. All rights reserved. | User Success, Our Pride.

地域企業との連携による展開

- 産学によるAVU利用技術の開発
 - ・加賀建設との連携
 - ・AVU/ROVによる潜水不足への対応・効率化
 - ・持続可能な港湾インフラの維持
- 連携内容(予定)
 - ・海洋インフラ検査に適したデータ分析技術の開発(画像処理、測位、センサ開発)
 - ・石川富海青の専門家(土木技術・情報分析)の知見の活用
- 石川県での取り組みの意義
 - ・産学の連携
 - ・AVU/ROV: 不列な日本海という環境でのトピカル

©2022 TOYO ENGINEERING CO., LTD. All rights reserved. | User Success, Our Pride.

東洋エンジニアリング(株)の発表

1. 会社紹介
2. TOYOにおける顧客支援サービス
3. Oil&Gas分野での顧客支援サービス (オーナーズエンジニアリング)
4. O&Mフェーズにおける顧客支援サービス (O&M Service Provider)

DRONE FUND、加賀建設(株)、石川工業高等専門学校

1. ROVの活用による北陸エコシステムの形成について
2. パートナーシップによる社会インフラマネジメント
3. 社会実装スキーム
4. 石川モデルの構築 (地域企業との連携による展開、DX人材育成事業におけるドローン教育、教員の研究での需要)

技術部会

第1回技術部会（6月21日）

部会の設置目的と役割

● 目的

自律型無人探査機（AUV）の社会実装に向けて官民一体となった取組みの推進を目指すAUV官民プラットフォームにおいて、AUV戦略に関する個別課題に即した具体的な検討を行うため、2つの作業部会（技術・利用）を設置する。

● 技術部会の役割

主にAUVの技術的側面に着目した検討を行い、シーズに基づく将来ビジョンの検討や共通基盤の構築に関する検討、技術マップの作成等を行う。

議事次第

1. 開会
2. 作業部会の流れについて
3. ソフトウェア・ハードウェアの共通化の検討状況(海洋研究開発機構、防衛装備庁による検討)
4. AUVに関する研究開発動向
(東京大学・巻准教授、センサイト協議会)
5. 技術マップの作成方針について
6. 民間による技術開発について
(川崎重工業(株)、(株)FullDepth、(株)KDDI総合研究所の取組み)
7. その他、今後について等
8. 閉会

出席者（官民PF構成員の希望者より構成）

- 民間企業等 45社
- 団体等 11団体
- 公的機関 5機関
- 地方公共団体 1団体
- 専門家 4名
- 関係府省
内閣府、環境省、資源エネルギー庁、国土交通省、海上保安庁、防衛省、防衛装備庁、文部科学省
- 参与（オブザーバー参加）2名

第1回技術部会の議論のポイント

● 技術マップの作成方針

- 将来ビジョンの検討においてユースケースを深度別に整理し、ユースケースと主要な技術を紐づける形で技術マップの作成を進めるとよい。
- 市場性や産業競争力、経済安全保障の観点で優先順位をつけ、市場での優先誘導を検討して欲しい。

● 水空ドローンの水中通信

- 音響通信もしくは光通信が想定されているが、装置の小型化が課題となっている。

● 小型廉価AUVの用途

- 生物の環境モニタリングや水産資源の調査（1000m水深まで対応）

● 共通化した技術の国内展開・共創の場

- 国産である程度の性能の製品ができれば、官民PFのような場でメーカーを含めて紹介し、積極的にAUVを活用していただくきっかけとなる場になれば良い。

● オープン・クローズ戦略

- オープン化と同時に、今後の経済安全保障、防衛を考えた場合、クローズについてもセットで考えなければいけない。

● 海外展開の課題

- ①マーケットが不明、②輸出規制、煩雑な手続き、③互換性確保、国際標準化の対応の遅れ



技術マップの作成方針(要素技術のアウトプットイメージ)

(参考) 第1回技術部会における発表内容 (抜粋)

課題解決に向けて日本全体で取り組むべき事項

-標準部品の国産化に係るJAMSTECの検討状況-

AUV-NEXTの構成パーツは海外調達部品も多いが、**重要部品も積極的に採用**

民間企業の方々に**水中コネクタや浮力装置の重要部品を国内で生産**いただく方向で検討

国産部品の割合: 全額にして**約65%**
[AUV-NEXTの場合]

このような重要部品の国産化を目標すべく**製品化をJAMSTECが仲介し、幅広く採用いただけるよう情報共有を推進**

当面の目標 **国内での標準化**

図. AUV-NEXTの構成パーツのうち上乗りの国産部品

3. モジュール化とインターフェースの規格

UUVモジュール化の3様態

試作事業を通じて①船体部、②構成機器、③ソフトウェアについて**モジュール化に必要な仕様を定め、今後、公開、共有する**。ここで定める仕様は、今後防衛省で開発するUUVに用いていくとともに、民生AUVでも幅広く活用を促し、UUV研究開発の活性化を図りたい。

表は標準化によりで済ませるモジュール化 試作するモジュール方式

船体部品のモジュール化

・船体部品の標準化、モジュール化、規格化により、規格を統一する
・各開発者が規格に準拠して開発

構成機器のモジュール化

・構成機器の標準化、交換を容易にする
・インターフェースの統一を推進

制御用ソフトウェアのモジュール化

・ソフトウェア標準化の推進
・開発の標準化、交換を容易にする
・インターフェースの統一を推進

課題解決に向けて日本全体で取り組むべき事項

-基本ソフトウェアのオープン化に係るJAMSTECの検討状況-

小規模UUVに共通する基本ソフトウェアを標準化する

基本ソフトウェア (OS, 制御ソフトウェア, 通信ソフトウェア, 浮力制御ソフトウェア, 水中カメラ制御ソフトウェア, 水中GPS制御ソフトウェア, 水中圧力センサー制御ソフトウェア, 水中温度センサー制御ソフトウェア)

上位ソフトウェア (船体制御ソフトウェア, 浮力制御ソフトウェア, 水中カメラ制御ソフトウェア, 水中GPS制御ソフトウェア, 水中圧力センサー制御ソフトウェア, 水中温度センサー制御ソフトウェア)

AUV-7L艦隊に搭載される自律航行装置

基本ソフトウェアのみ**オープン化**

民間企業 大学 研究機関

上位ソフト部分に**開発費を掛けられる**

皆様に幅広くご利用いただき、結果として自律化性能の向上にも繋がる

IMETS 大型水槽の性能諸元について

4. IMETSのご紹介

国内最大の音響水槽 (30m × 35m × 11m)

吸音材 (4側面) トラバース 水中位置計測装置 のぞき窓 (4側面)

〈国研〉海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 超音波水槽設備 (吸音材有)
約30m × 約35m × 約11m
https://www.jamstec.go.jp/about/44/04/01/01_01/01_01_01.html

福島ロボットテストフィールド 大水槽 (吸音材有)
30m × 12m × 7m
<http://www.furukawa-robot-test-field.jp/>

RESEARCH MANAGER International, Inc. & Production Sub/No. 2020/A11A/BCE

- 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の発表
1. JAMSTECにおけるAUV開発の歴史
 2. 日本のAUV開発における現状と課題
 3. 課題解決に向けて日本全体で取り組むべき事項

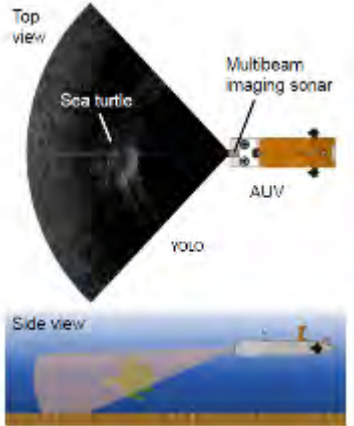
- 防衛装備庁の発表
1. 防衛用のUUVに求められること
 2. 艦艇装備研究所の取り組み
 3. モジュール化とインターフェースの規格
 4. IMETS (岩国海洋環境試験評価サテライト) のご紹介

(参考) 第1回技術部会における発表内容 (抜粋)



巻研の事例： ウミガメ追跡ロボット

遊泳生物の新たな観測手法の確立を目指す。
 生物にタグ等を取り付けず、まったく自然状態での長期観測を実現する。
 水中の広域を探知できるシーナ (音響センサ) とAIを組み合わせた。



T. Med, H. Shimizu, et al., Tracking a Sea Turtle by an AUV with a Multibeam Imaging Sonar: Toward Robotic Observers of Marine Life, International Journal of Control, Automation and Systems, 18, 507-508, 2020.

東京大学・巻准教授の発表

1. マルチビークル
2. レジデント
3. 低コスト
4. AUV単体の機能強化
5. AUVのソフトウェア
6. モード遷移の例
7. オープンソース化の流れ
8. ライブラリの例
9. フレームワークの例
10. 巻研の事例

(一社) センサイト協議会

センサの産業振興、技術連携を目指し
 5G時代に対応するセンサ計測システムの
 開発を目指す!

活動項目

- 月刊ウェブジャーナル (無料) の発行
 約2万人、海洋特集
 セミナー・シンポジウム開催
 大阪・東京
- 展示会企画
 大阪・東京
 「Offshore Tech Japan」企画支援
- 研究会企画
 「海洋計測と海洋ロボット」
 「センシングメタデータ」

Connected Industry Open Innovation

センサイト協議会の発表

1. pH, CTD, CO2の主要海洋センサ
2. MEMS技術開発動向
3. 画像装置・レーザー技術
4. 先端イメージング技術
5. AUV向けAI技術
6. WiMUST
7. その他
8. AUV向けセンサの課題

(参考) 第1回技術部会における発表内容 (抜粋)

1. 弊社の取組



水空合体ドローンの概要

■ 水空合体ドローン:

- モバイル回線 (LTE) で制御される空中ドローン
- 水中ドローンを搭載しながら自律飛行
- 着水後に水中ドローンが潜航、陸地から遠隔操作 (音速測位で位置が分かる)
- 水中ドローンが撮影した映像を 실시간で見ることが出来る。



水中も手動運転 = ROVからスタート

【DiveUnit300】いくつかの装置を追加して、小型船に持ち運んで使える、土ホ・インフラのプロ向け水中点検・軽作業用の水中ロボット。



DiveUnit300 (略称: DU300)

- ・ バッテリー式で持ち運べる国産機
- ・ ゲームパッド + 音響制御によるホバリング等、高い操作性
- ・ 職業に基づくカスタム実装能力と、カスタム品を搭載可能な拡張性を備えたHW/SWプラットフォーム
- ・ 過酷な現場でも使える堅牢性
- ・ トラブル時にも安心な保守サービス「FullDepth Care」
- ・ センシングデータを蓄積、レポート作成に使えるクラウドサービス「FullDepth Bridge」



川崎重工業(株)の発表

1. 弊社の取組 (AUV開発の歴史、目標、所有するAUV「SPICE」の特徴等)
2. 今後の展望 (将来運用拡大が期待される分野、洋上風力発電設備検査等)

(株)FullDepth様の発表

1. 会社概要
2. 成熟社会における技術の社会実装
3. ROVのAUV化
4. 小型・安価なAUVの社会実装

(株)KDDI総合研究所の発表

1. ターゲットとする社会課題
2. シーズ (スマートドローンPF、海中関係の研究開発の取組)
3. 水空合体ドローン
4. 水上ドローン
5. 今後に向けて

第2回技術部会（7月19日）

議事次第

1. 開会
2. AUVに関する技術開発について
(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、東京海洋大学 近藤教授)
3. 技術マップ（素案）について
4. 民間による技術開発について
(（株）IHI、（株）島津製作所、沖電気工業(株)、あおみ建設(株))
5. その他、今後について等
6. 閉会

出席者（官民PF構成員の希望者より構成）

- 民間企業等 40社
- 団体等 10団体
- 公的機関 5機関
- 地方公共団体 1団体
- 専門家 7名
- 関係府省
内閣府、資源エネルギー庁、国土交通省、海上保安庁、環境省、防衛省、防衛装備庁、文部科学省
- 参与（オブザーバー参加） 1名

第2回技術部会の議論のポイント

● 技術マップとりまとめの方向性

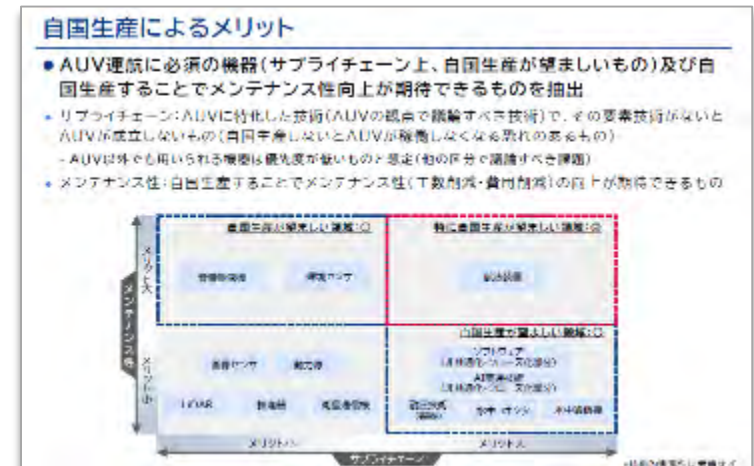
- 浅海域と深海域で使用する技術が異なるため分けて整理すべきである。
- ミッションを実現するために重要な技術、産業競争上必要な技術等、重要度の観点で比較して整理して欲しい。
- 深海域で高価でも高解像度なものを搭載したい場合、浅海域で精度が落ちてでも小型であることを優先したい場合等、用途によってニーズが変わってくる。AUVの使い方の観点からも検討すると、検討の抜け漏れが確認できて良い。
- 浅海域では画像処理が課題になっている。

● サプライチェーン

- 自国生産する方針の考え方の整理も必要なのではないか。利用部会のビジョンとも連携する形で、自国生産する方針の考え方に基づいて評価したという整理の方が分かりやすい。
- 各部門のニーズに採算性があるのかを考え、産業化とは別に入手性を高める施策に取り組むという考え方もある。
- 自国で育てていかなければならない技術を考えるときに、海外の技術成熟度も考慮しなければならない。

● 戦略策定に向けて

- AUV戦略とは別に進められる陸上技術という観点、捨わないと廃れてしまう水中技術という観点からも検討を進めるとよい。海外依存になっている部分、戦略的に国産品を押し進める必要のある部分があり、それらをこの業界でどう育てていくかの戦略を利用部会の方向性と合わせて整理したい。
- 知財に関する検討の重要性（海外製品の特許、日本の重要技術の知財化等）

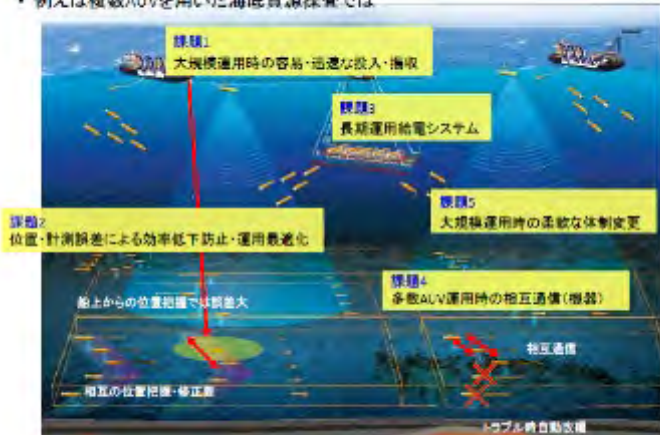


技術マップに関する検討状況(分析例)

(参考) 第2回技術部会における発表内容 (抜粋)

解決すべき研究課題

・例えば複数AUVを用いた海底資源探査では



海上技術安全研究所

今後の開発 (SIP3で実施予定)

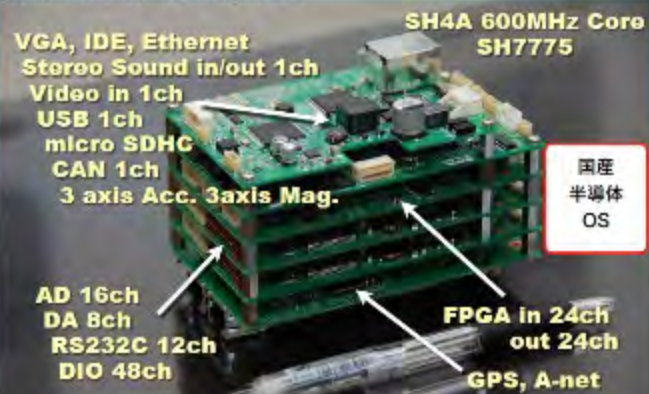


略歴



自律型ロボット用制御ボード「KOLABOARD」

基盤部分は10年以上使い続けたい



国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所の発表

1. 背景・目的
2. 問題認識の総括
3. 海技研AUVと技術課題
4. 海底観測等、技術開発実施事例
5. 今後の開発、まとめ

東京海洋大学近藤教授の発表

1. 略歴及びこれまで開発したAUV等の紹介
2. 開発・運用に必要な要素
3. Deep SeaとShallow Water
4. AUVは総合技術
5. AUV開発 この10年で困ったこと
6. まとめ

(参考) 第2回技術部会における発表内容 (抜粋)

**無人海洋システム
の紹介**

IHIは、海洋調査、海洋モニタリング用の各種無人海洋システムの開発を通じて、海洋利活用への貢献を目標としています。



無人海洋システム

浮上中継型 自律水中航行体(AUV)

海洋調査用AUV&ASV(2/3)



Length	8m
Width	2.85m
Height	4.8m
Weight	5100kg (in air)
Max. Speed	7kt
Endurance	12 hours @5kt

(株) IHIの取組

(株) IHIの発表

1. 水中無人機に期待する作業
2. AUVの活躍が期待される場面
3. 事例1 IHI製社内試作AUV
4. 事例2 AUV/ASV連携
5. AUVのソフトウェア開発
6. ソフトウェアシミュレーションの種類と開発プロセス
7. AUVの制御 (一例)
8. HILSの概要 (一例)、システム構成、装置構成、航行シミュレーション


島津製作所が取り組んでいる3つの海洋関連技術

- 水中光無線通信システム: 近距離高速通信モデル販売中。2022年6月に中距離高速通信モデルをリリース。
- UEPセンサ: 水中構造物の腐食状態の検知や、モニタリングを行うことが可能。
- 磁気センサ: 不発露・パイプライン・埋設ケーブル等の磁性物の探査が可能。

	水中光無線通信	UEPセンサ	磁気センサ
主製品	MC100/500	水中基地局 (開発中)	UEPセンサ
市場	水中インフラ調査、洋上電力送電・OJ-LB方式 (電力送電)・調査設備	防衛用途・海洋調査	水中調査設備
用途	水中作業の自動化、水中ロボット取付データのリアルタイム送受信		

島津製作所の海洋技術/活用例

- グリーンエネルギーへの注目の高まりに伴い、海洋工機や水中インフラ点検が活発化。
- 顧客や研究機関との共同実験を重ね、実用化に向けた機能性向上を追求。



(株) 島津製作所の発表

1. 会社概要
2. 水中光無線通信装置 ~水中での高速無線通信を可能にする~ (開発の歴史、アプリケーション、活用案)
3. 磁気センサ技術~水中の埋設物 (磁性体) の検知~ (磁気センサのご紹介、活用案)
4. UEP (水中電界) センサ技術~水中の腐食に関わる計測~ (センサ応用例、活用案)
5. 海洋機器の社会実装を進めるにあたっての課題
6. 当社の取り組み

(参考) 第2回技術部会における発表内容 (抜粋)

2 製品・技術紹介 - 概要 -

OKI
www.OKI.CO.JP

本資料は、AI/MLの運用に必要とする以下の3つの製品・技術の紹介
 ■ マルチナロービーム測深機
 ■ 音響測位
 ■ 水中音響通信

2.3 水中音響通信 - OKIグループの水中音響通信 -

OKI
www.OKI.CO.JP

- ◆ 2020年よりAUVで利用するための音響通信技術の開発を開始
- ◆ 開発の狙いとして、水中無人機の移動に合わせた、耐ドップラ性 (10kt) 及びマルチパス耐性を有する水中音響通信を小型アレイ (~1m) で実現。
- ◆ 現在 (2023年7月)、水平方向通信 (耐ドップラ・マルチパス耐性) を実証実験で確認し複数AUVの特利用を想定した1対N通信機能をもつ試作機を開発中 (~24/3)

【OKIの考える音響通信】

【スペック表】

通信速度	22Kbps
通信距離	2km
耐ドップラ性	40000(5kt/10)
周波数帯域	34000-35000
変調方式	OFDM-SSQAM
送信機数	1
受信機数	400T (2000T)
1対N通信	可能
耐ドップラ	40000(5kt/10)

3. 水中バックホウの概要

5. 耐マルチパス水中音響測位技術の開発

水中音響測位技術の概要と測位方式

- ① 水中の音波の伝達時間 (Time of Flight) と音速から、送信機-受信機間の斜距離を算出
- ② 位置が既知の基準点と斜距離から連立方程式を解き、移動体の座標を算出

$$\begin{cases} (x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2 + (z_0 - z)^2 = L_1^2 \\ (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2 = L_2^2 \\ (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2 = L_3^2 \end{cases}$$

● 測定の基準点と計測点間の距離から計測点の深さを算出
 ● 測船に基準点 (3点以上) を設置し、連続測位とすること
 ● 基準点が既知で測船も既知なので、測船の位置が算出できる

● 移動体の位置算出と計測点間の距離と測船から測船位置を算出
 ● 水深測位もGNSS等で計測し、測船位置と合わせる
 ● 測船の位置が既知で測船も既知なので、測船の位置が算出できる

- 沖電気工業 (株) の発表
1. 会社紹介
 2. 製品・技術紹介
 1. マルチナロービーム測深器
 2. 音響測位
 3. 水中音響通信
 3. 今後に向けて

- あおみ建設 (株) の発表
1. 会社概要
 2. 防波堤建設工事の概要と課題
 3. 水中バックホウの概要
 4. 水中バックホウ遠隔無人化施工への挑戦
 5. 耐マルチパス水中音響測位技術の開発
 6. 水中バックホウガイダンスの適用事例