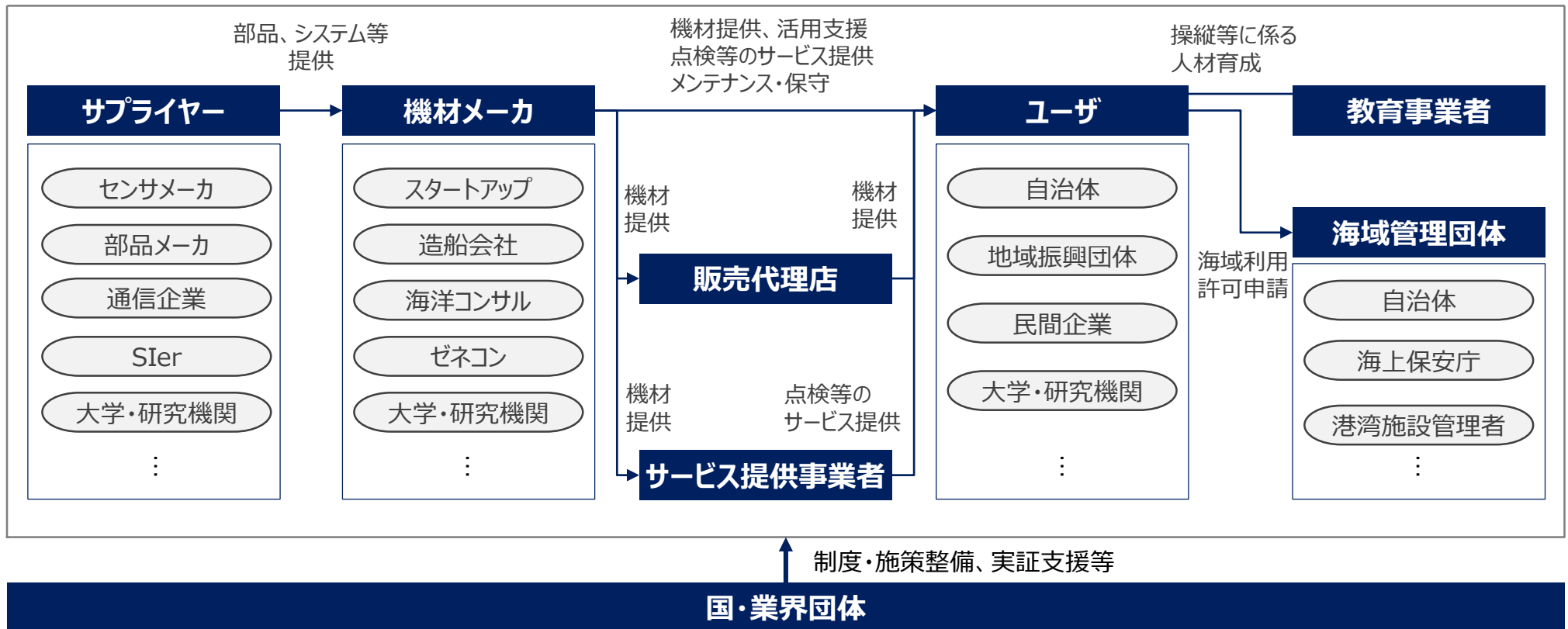


関与する業界・プレイヤー

関与する業界・プレイヤー

- 次世代モビリティのビジネスに関連するプレイヤーは多様。次世代モビリティを活用する「ユーザ」、提供する「機材メーカ」が主なプレイヤーとなるほか、機材メーカに部品やシステム等を提供する「サプライヤー」、機材メーカの次世代モビリティを仲介する「販売代理店」や、次世代モビリティを活用した点検等のサービスを行う「サービス提供事業者」、モビリティの操縦等の人材育成事業を行う「教育事業者」等が関わる。
- そのほか、次世代モビリティの海域における利用に当たってはユーザ等は「海域管理団体」との接触・調整も必要となる。

次世代モビリティの取組に関与する主なプレイヤーと役割



関与する業界・プレイヤー ～機材メーカー・研究機関～

■ 主な機材メーカー・研究機関は下表のとおり（五十音順、アルファベット順）。

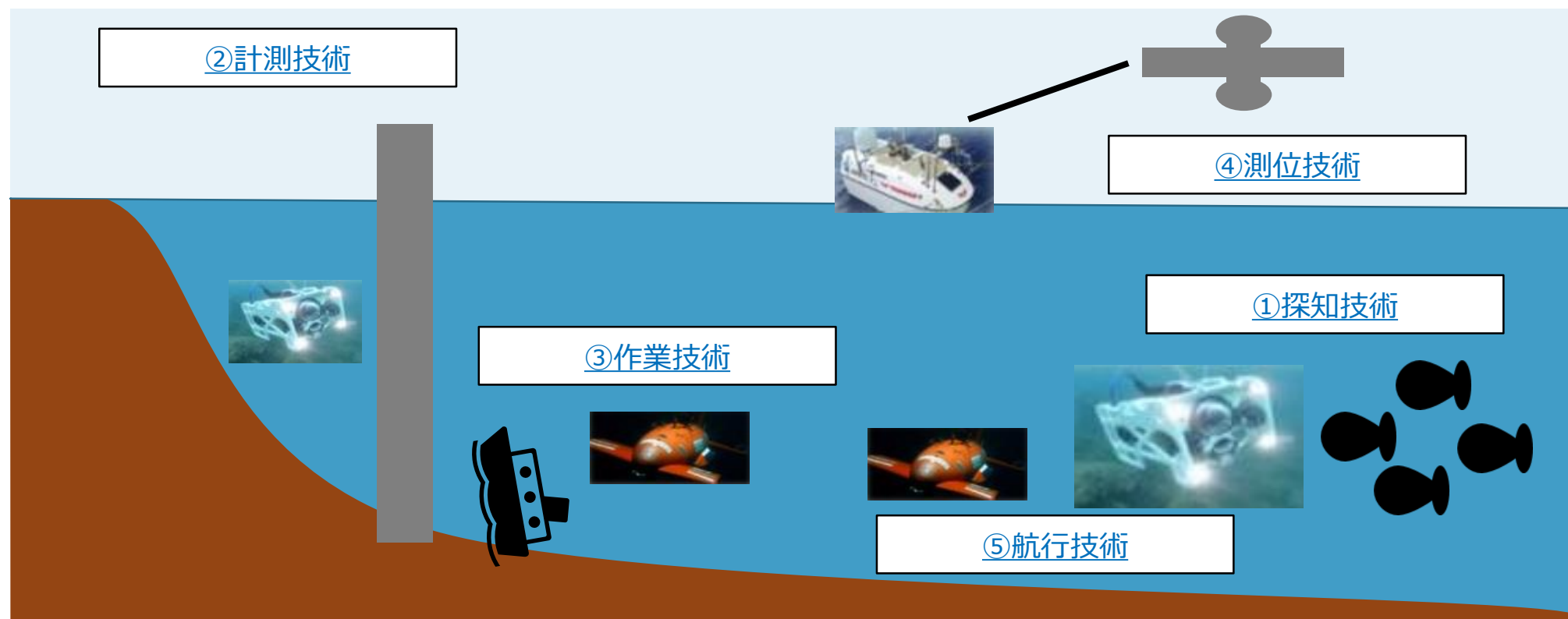
機材	主な機材メーカー・研究機関	
	国内	(参考) 国外
ASV	● 海床ロボットコンソーシアム（海床ロボット） ● エイトノット（小型自律航行EV船） ● エバーブルーテクノロジーズ（Type-A） ● 五洋建設（無線式LANボート） ● JMUディフェンスシステムズ（うみかぜ）	● 東京海洋大学（μ-ASV） ● 東京大学（BUTTORI） ● 長崎大学（Kenbot） ● 炎重工（Marine Drone） ● ヤンマー（ロボティックボート）
AUV	● Autonomus Surface Vehicles (C-Cat3, C-Worker) ● Maritime Robotics (OTTER) ● Picotech (PicoCAT-130) ● Saildrone (Saildrone Explorer SD1045) ● Seafloor Systems (EchoBoat-ASV-G2™)	● IHI（洋上中継器、自律水中航走体） ● いであ（YOUZAN） ● 海上技術安全研究所（ほばりん、NMRI）
ROV	● Kongsberg Maritime (HUGIN) ● TELEDYNE MARINE (Slocum) ● Woods Hole Oceanographic Institution (REMUS)	● 海洋研究開発機構（うらしま、ゆめいるか） ● 川崎重工業（SPICE） ● 東京大学（HATTORI、MONACA、Tri-TON）
	● Blue Robotics (BlueROV) ● CHASING (CHASING M2 PRO) ● Deep Trekker (DTG3 NAVIGATOR) ● QYSEA (FIFISH) ● Saab Seaeye (Falcon) ● Youccan Robotics (BW Space Pro)	● 大林組（ディアグ） ● 海洋研究開発機構（大深度高機能無人探査機） ● キュー・アイ（DELTA） ● 広和（水中TVカメラロボット） ● 港湾空港技術研究所（栈橋上部工点検用ROV）

部品・要素技術紹介

部品・要素技術 ～全体像（１／２）～

- 海の次世代モビリティには、多様な部品・要素技術が用いられている。中でも、以下のような要素技術や、当該技術が活用される部品等によって、用途や使い勝手が大きく左右する。

- ① 探知技術
- ② 計測技術
- ③ 作業技術
- ④ 測位技術
- ⑤ 航行技術



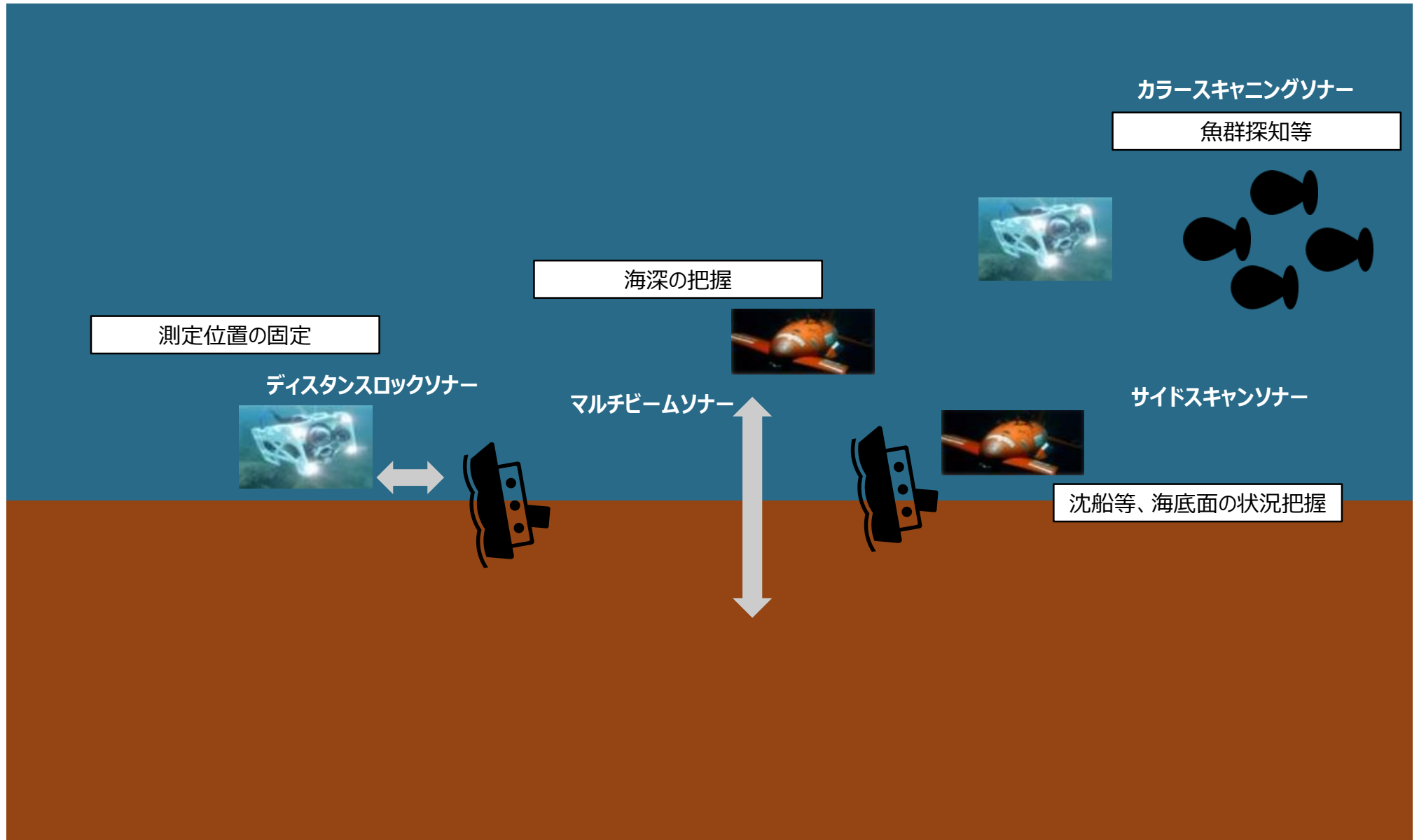
部品・要素技術 ～全体像（2／2）～

- 海の次世代モビリティの用途としては「運搬」や「点検」のほか、近年「作業」でも活用され始めている。
 - － 「運搬」の例：物資や人の輸送
 - － 「点検」の例：インフラの劣化状況の検査、海洋生物の分布状況の観測など
 - － 「作業」の例：従来潜水土等が行ってきた作業の一部（例：海中・海底の試料採取、へい死魚の回収など）
- 上述の用途に応じて、特に効果を発揮する部品・要素技術と、利用シーンの一例を以下に示す。

各部品・要素技術が効果を発揮するシーンの一例

		部品・要素技術				
		①探知技術	②計測技術	③作業技術	④測位技術	⑤航行技術
主な活用用途	運搬				ASVの位置情報の遠隔把握等	水上における物資等の運搬
	点検	海底面の状況把握等	水質の検査等		点検中の自己位置推定等	設備等の点検中の移動
	作業	魚群の捕獲等の作業	作業中の映像取得等	海上・海底における作業や調査等	作業中の自己位置推定等	作業中の移動

①探知技術（ソナー） ～イメージ～



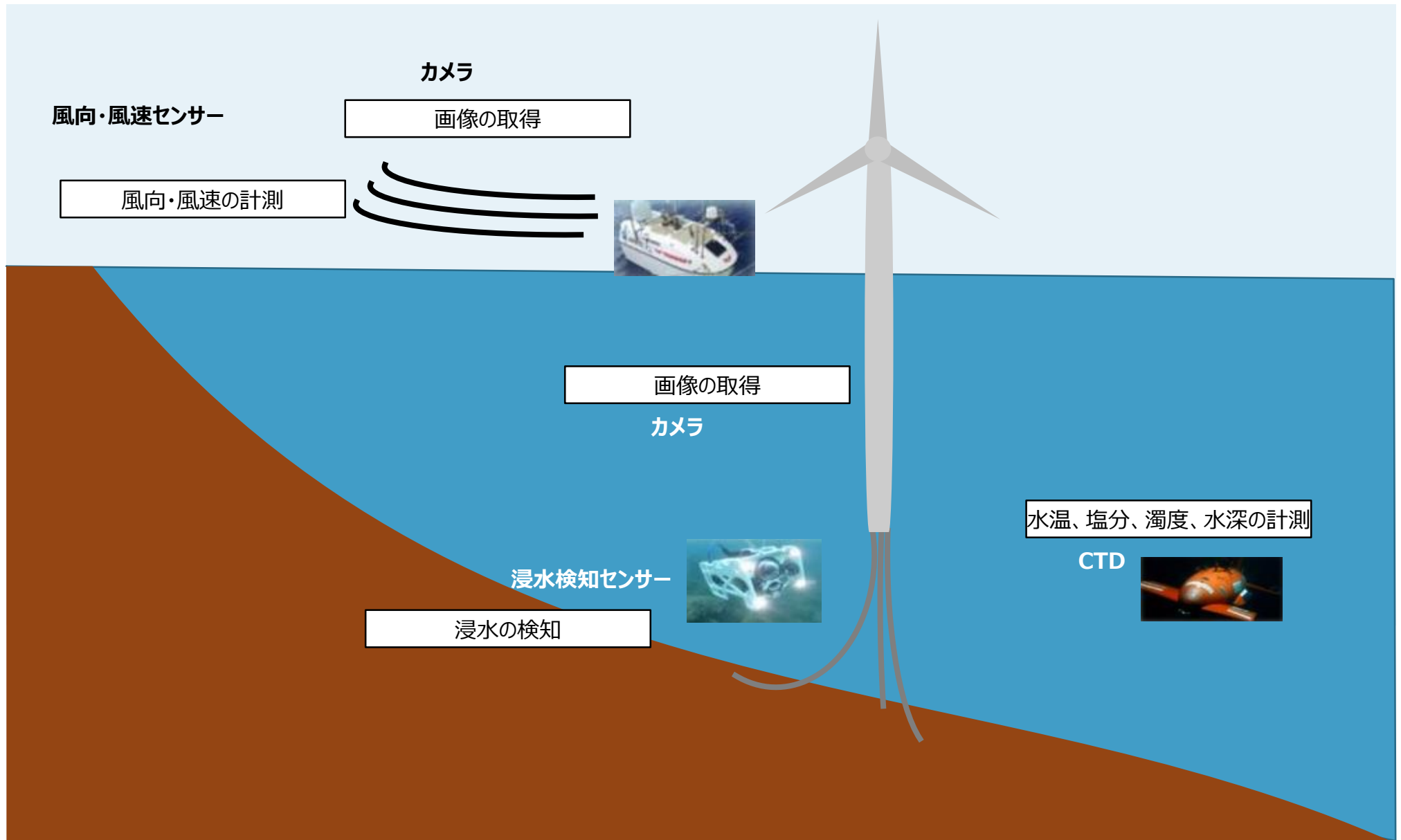
①探知技術（ソナー） ～詳細～

- ソナーは音波によって物体を探知する技術。
- 海の次世代モビリティでは、主に地形を把握したり、魚群探知等において画像を得るために活用するほか、水深の計算や障害物との測距等、モビリティの航行や潜航の補助ツールとしても活用している。

探知技術（ソナー）の種類

ソナーの名称	探索・測定の対象	概要
サイドスキャンソナー	海底の底質等	海底面に向かって扇状に広がる音波を発振し、海底で散乱して戻ってきた音波を受信して、海底面を画像として捉える装置。反射強度は海底の性状の違いを示しており、海底面の堆積物（泥・砂・礫）を相対的に区分できる。また、広域の魚礁分布や消波ブロックの散乱状況などを面的に把握できる。
カラスキャンニングソナー	周囲の物体等	超音波をスキャンニング照射することで精密な画像を表示する装置。対象物の大きさを2点間カーソルにて計測することで、目標物・搜索物の確認が行うことができる。
ディスタンスロックソナー	点検対象の設備等	機体の前、左右、下方向の4方向の距離を超音波で計測する装置。水中での衝突防止と測距が可能となり、対象物との距離を一定に保つことで、各種点検のより正確かつ効率的な実施に寄与できる。
マルチビームソナー	海底地形	船の底から音波（音響ビーム）を発射し、音波が海底にぶつかってはね返ってくるまでの時間を測って水深を計算する装置。船は左右の海中に扇形に複数の音波を発射しながら航行するため、陸地の航空写真測量のように海底を帯状に隙間なく測深できる。

②計測技術（ソナー以外） ～イメージ～



②計測技術（ソナー以外） ～詳細～

- 先述したソナー以外の計測技術としては、カメラやセンサーがある。
- 計測技術は一般的に水中の観測に用いられる技術であるが、カメラや風向・風速センサーから得られた情報は、計測に活用されるだけでなく、海の次世代モビリティの航行や潜航を行うための情報としても用いられる。

画像の取得

部品	概要
カメラ	海上・海中における画像・映像を取得する装置。用途に応じてスチルカメラのほか、360度カメラ、IRカメラ等を活用し、様々なユースケースにおいて、観測や作業遂行等に用いることができる。

センシング

部品	概要
Conductivity Temperature Depth profiler (CTD)	海水の塩分、水温、圧力（深度）を計測するセンサーで構成された観測装置。ケーブルにつないで海水中に投下し、水温と塩分の深さ方向の分布を観測できる。
浸水検知センサー	水中ドローンの浸水を検知するセンサー。モビリティの浸水時に被害を最小限に抑えることができる。
風向・風速センサー	風向や風速を読み取るセンサー。ASVで海況観測等に用いることができる。

③作業技術 ～イメージ～



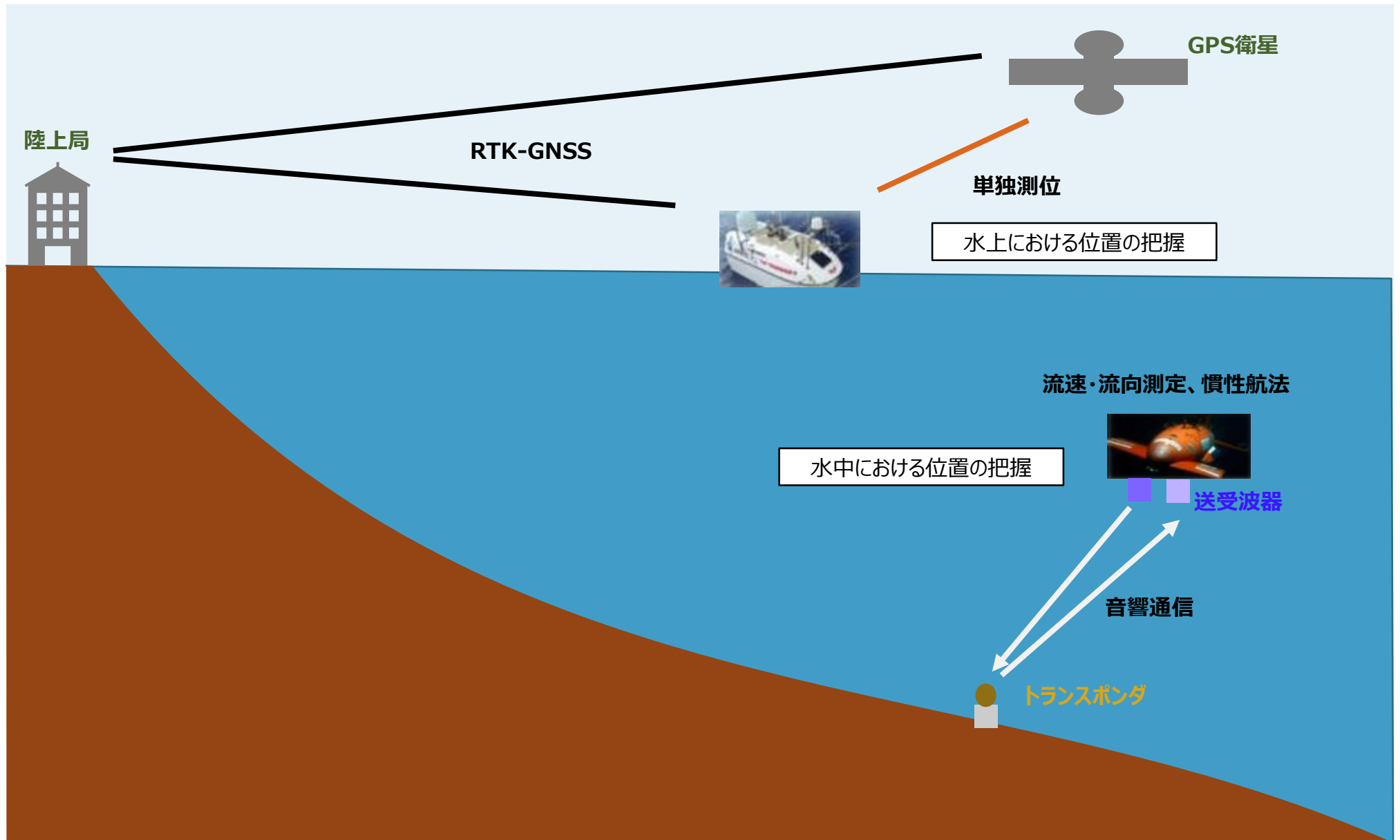
③作業技術 ～詳細～

- 海の次世代モビリティは無人で危険な作業等を遂行するために用いられたり、水質の調査等に活用されたりしている。そこで、以下のような技術が用いられている。

作業を行うための技術

部品	概要
ローテータ	装着された部品を回転させる装置。カメラや音響機器などに取り付け、撮影および計測範囲を拡張させることができる。
アーム	海底で機器設置や物品回収などの諸作業を遂行するための装置。対象物を把持し、深水中対象物の回収・設置や水中生物の採捕等に活用できる。
サンプラー	水中において対象物を採取する装置。試料水を採取して調査したい水深の水質調査を行ったり、プランクトン等の生物採取に用いることができる。

④測位技術 ～イメージ～



④測位技術 ～詳細～

- ASVの測位においては、GPSを始めとしたGNSS（全球測位衛星システム）が活用される。方式としては、単独測位が使用されることが多いが、高精度の測位のため、RTK-GNSS測位を使用している例もある。
- 一方、水中では電磁波の減衰のためGNSSによる測位は行えないことから、水中用の測位技術が利用されている。

主に水上で活用される測位技術

方式	概要
単独測位	広く普及している基本的な測定方法で、単独の受信機で4つ以上のGPSやGNSSの衛星から信号を受信して、各衛星からの距離を測定することで、位置を算出する技術。水上において現在位置の把握ができる。
RTK-GNSS測位	“Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System”の略称。「相対測位」と呼ばれる測定方法のひとつで、固定局と移動局の2つの受信機で4つ以上の衛星から信号を受信する技術。2つの受信機の間で情報をやりとりしてズレを補正することで、単独測位よりも精度の高い位置情報を得ることができる。

主に水中で活用される測位技術

測位技術	概要
流速・流向測定	超音波ドップラー多層流向流速計（ADCP）を用いて、水中の懸濁物質に超音波を発射し、戻ってくる周波数変化（ドップラーシフト）を解析することにより流速を計算する技術。船などの移動体の移動速度と方向を把握して位置情報を特定できる。
慣性航法	慣性航法装置を用いて、加速度計で検出する加速度を積分することで速度を、速度を積分することで距離を求め、ジャイロで方角を検知し、移動距離と方角のベクトルを細分点ごとに合成することにより、起点からの移動距離を算出する技術。長距離を移動する装置においても現在位置を把握することができる。さらに、精密な自己位置推定のため、DVL（ドップラー測度ログ）で対地速度を測定して推定に活用することもある。
音響通信	モビリティに音響送受波器を取付け、そこから発信される音響パルスを、複数の空間配置された受波器で受信して、受信時間や到来方向を測定することにより、モビリティの位置を推定する技術。LBL（Long Base Line）、SSBL（Super Short Base Line）、SBL（Short Base Line）等の種類がある。潜航中の水中ドローンの位置を把握することができる。

⑤航行技術 ～詳細～

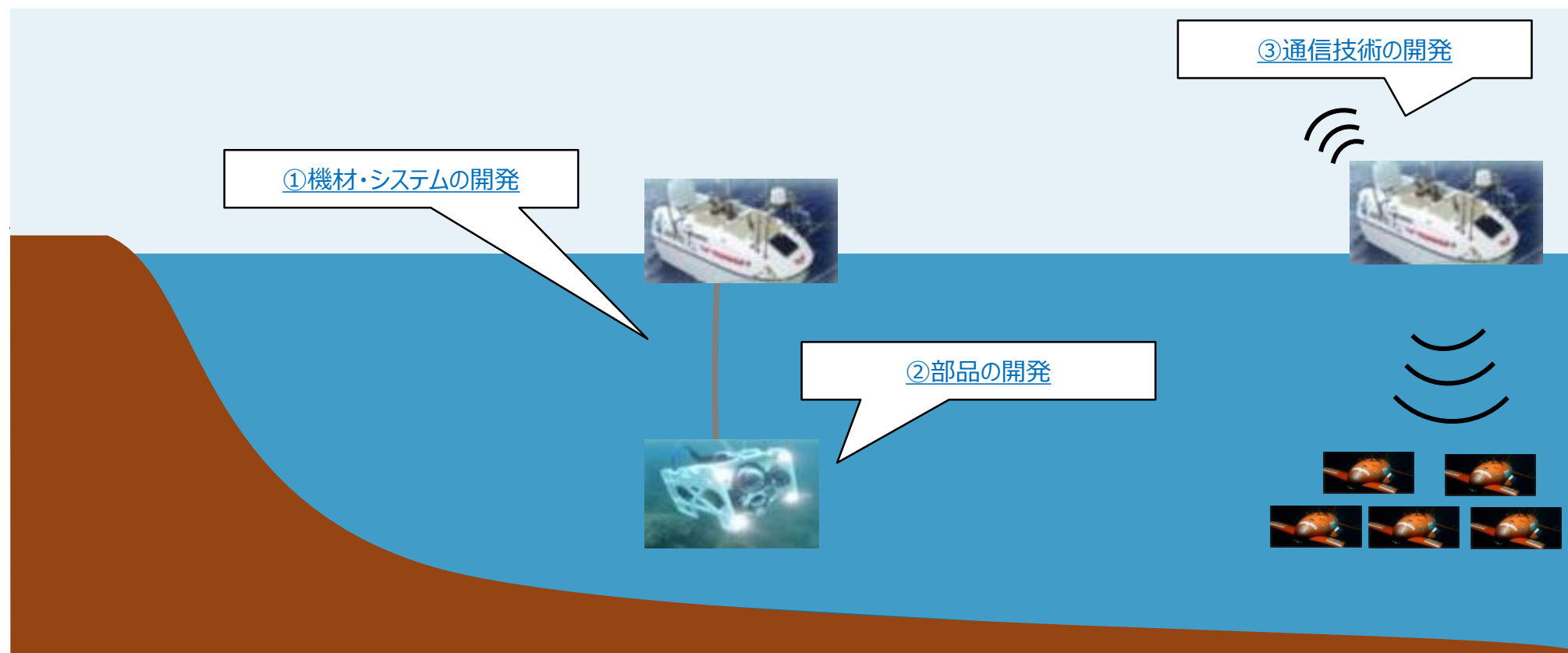
- モビリティが航行するためには、スラスト等、モビリティを推進したり、方位を変えるための部品が必要。他方、水中グライダーのように、スラストを用いず、機体内部の重心の位置を調整しながら水中を上下左右に動かして航行する機体もある。
- 水上および水中におけるモビリティの航行は、大きく遠隔操縦方式と自律航行方式が存在する。
 - ROVは、機体とコントローラーをテザーケーブルで接続して操縦する遠隔操縦方式
 - AUVは、自律航行方式。AUV自身が決められた潜航ルートからの逸脱や緊急浮上等の判断を自動で行う機材もある
 - ASVは、遠隔操縦方式と自律航行方式の双方が存在
- 自律航行方式を実現する際に必要となる主な技術は下表のとおり。

自律航行方式を実現する技術	
技術	概要
航行制御	ASVやAUVの自律航行を行うため、緯度・経度・深度からなる座標を設定した速度で辿る技術。ウェイポイント航行（目標ポイントまで経路を問わず向かう）等の用途に合わせた自律航行ができる。
障害物回避	他の船舶や流木等の障害物を回避するために用いられる技術。指定された目的地に安全に到達することができる。
緊急対応	AUVのバラストリリーサー等、水中で異常が発生した際に浮上できるようにする技術。二次災害を防止することができる。

研究開発・技術検証の動向

研究開発・技術検証の動向

- 海の次世代モビリティに係る研究開発および技術検証として、主に以下のテーマがある。
 - ① 機材・システムの開発
 - ② 部品の開発
 - ③ 無線通信技術の開発（水上・水中）
- 上述した3点の詳細を次頁以降に示す。



①機材・システムの開発

- ASV、AUV、ROVといった枠を超えた機材のほか、複数の海の次世代モビリティが連携するシステムの開発が進んでいる。

新たな機材・システムの開発等の動向

区分	課題・ニーズ例	研究開発等の動向	ユースケース例
機材	✓ 構造物全体の点検効率 - 例えば洋上風力発電設備は、空中・海上・海中にわたる部材を、点検員が全て点検するにはコストと手間がかかる	水空両用ドローンの開発	✓ 空中から海上は空中ドローン、海上から海中は内蔵したROVを遠隔操作し、構造物全体を一つのモビリティで点検
システム	✓ 水上・水中双方の観測効率 - 例えば海洋ごみは、沿岸に打ち上げられたごみ、海中・海底に漂うごみがあり、地域全体のごみの集積状況が不明	ASV + ROV 連携システムの開発	✓ ASVとROVが連携して航行し、海上の状況はASV、海中と海底の状況はROVと、役割分担しながら観測を実施
	✓ 海底観測時のコスト・機材大型化 - 例えば海底の生物資源調査でAUVを使用する場合、大型な機材が必要であり、コストや運用の手間がかかる	ASV + AUV 連携システムの開発	✓ ASVを母船としてAUVが航行することで、従来に比べて小型な機材かつ低コストで、広範囲の海底観測を効率的に実施
	✓ 広域の海洋調査の難易度 - 例えば資源量の分布を調査する場合、大型調査船は運用が困難であり、単独のAUVでは広範囲の調査が難しい	AUV複数機 運用システムの開発	✓ 複数台のAUVが隊列を組んで同時に航行することで、広域の海底資源を詳細かつ短時間で調査

②部品の開発

- 海の次世代モビリティは、現状では、「点検」や「運搬」といった用途で活用されることが多い。
- 他方、潜水土や技術者が実施してきた「作業」の一部をモビリティが担えるよう、モビリティに取り付け可能な部品の開発が進められており、モビリティの活用の幅が今後さらに広がることが期待される。

新たな部品の開発等の動向

課題・ニーズ例	研究開発等の動向	ユースケース例
✓ 潜水土や技術者の不足 - 海上や海中で作業を行う人材が十分でない。また、高齢化によって、若手の人材が不足し、技能伝承を十分に行うことが難しい ✓ 水中作業の危険性 - 潜水は気圧の高さ、障害物との絡まり、海流の強さ、空気ボンベの故障などにより、危険な事故や健康障害が起きやすく、死亡事故につながる場合もある	へい死魚回収装置の開発 海底試料採取ツールの開発 水生生物除去装置の開発	✓ 生簀内で沈降している、へい死魚を、吸引装置およびモーターを備えたROVで回収 ✓ 塩ビ管を装着したROVを海底に潜航させることで海底試料を巻き上げ、試料を採取 ✓ 鋼管杭の点検を行うため、高圧水噴射器を備えたROVによって、杭に付着する水生生物を除去

③無線通信技術の開発

- 水上や水中における通信技術として、特に無線通信技術の開発や検証が行われている。
- 今後、海の次世代モビリティにおいて利活用が期待される主な無線技術は以下のとおり。

新たな無線通信技術の開発等の動向

区分	課題・ニーズ例	研究開発等の動向	ユースケース例
水上	✓ 遠隔操作・監視ニーズ － 潜水土の高齢化や不足等により、海中を広範囲に観測し、かつ現地で観測を行える人材が少ない	水上でも使用できる セルラー通信技術の高度化 (5G/ローカル5G等)	✓ ASVやROVから送られる高精度・低遅延の映像をもとに、リアルタイムで遠隔操作・監視を行い、海上・海中の状況の把握や環境分析を遠隔から実施
水中	✓ 有線によるROV操作の難易度 － ROVはテザーケーブル（有線）を通じた操作が一般的だが、ケーブルの絡まりや断線リスクにより、長距離の運航ができない、対象物に近づけない等の事象が起こる ✓ 水中設置装置の回収の手間 － 従前、水中に設置した観測装置が収集したデータを回収するには、装置の回収と再設置が必要になり、手間とコストがかかる	水中光通信技術の 開発 水中音響通信技術の 高度化	✓ 有線と同程度の通信水準を有し、長距離に通信できる無線を使用してROVを操作することで、有線では近づけなかった狭い空間や、より深い地点で安全に点検 ✓ 潜航するROVやAUVが、無線通信によって観測装置から自動的にデータを回収