

# 05 Research, Unlimited

先端理工学部 機械工学・ロボティクス課程  
坂上 憲光 教授



## 負担軽減と危険回避をかなえる 人にやさしい水中ロボットを追究

### 遠隔操作型と自律型の融合を推進

普段、目にする機会は少ないが、社会で重要な役割を果たしている「水中ロボット」。港湾建設や船舶の維持管理、インフラ設備点検、水産業、災害対応、極地調査など、様々な分野で活用されている。近年は、地球最後の未開の地とも称される深海を探索する水中ロボットの開発が加速。欧米では海底油田やエネルギー資源、鉱物資源の探索のための水中ロボットに国家や企業などが巨額の資金を投じ、マーケットも拡大している。

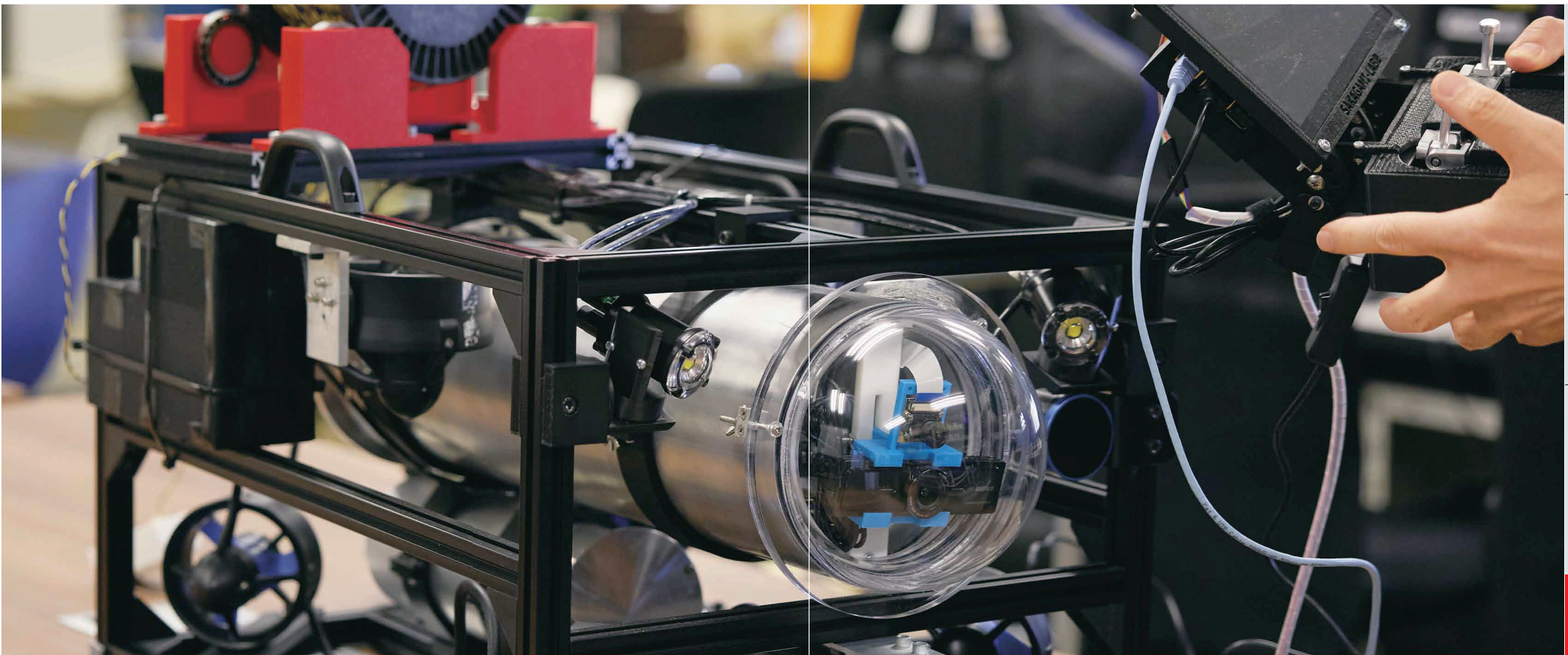
先端理工学部の坂上憲光教授は、幼少期からモノづくりが好きで、大学では機械工学を専攻。そこでロボティクスの分野に出会い、所属した研究室の指導教員の「ますます発展する水中ロボットの実用化に向けてチャレンジしよう」という言葉に感銘を受けて、水中ロボットの研究・開発活動をスタートさせた。

「水中ロボットは、大きく2つに分類されます。1つは自律制御機能やAI機能を搭載し、自らの判断で動くことができる自律型的水中ロボット。もう1つは船上や陸上でケーブルで繋ぎ、オペレーターが操縦する遠隔操作型的水中ロボットです」

坂上教授の研究・開発対象は、遠隔操作型的水中ロボットである。水圧や水流の影響をもとせず、安定かつスムーズに稼働させるための機構や制御機能の研究・開発、水中作業で役立つロボットアームなどの設計、さらに研究室のプールや瀬田キャンパスから近い琵琶湖での検証試験など、水中ロボットに関する多くの要素技術の開発に取り組む。そのなかで昨今注力していることが、操作のアシスト技術の研究・開発だ。現状、遠隔操作型的水中ロボットの運用はオペレーターの操縦技術に左右されるところが大きい。しかし、直接目に見えない場所にいる水中ロボットの操作は難しい。しかも波や風で揺れる船上では船酔いの影響もあり、操縦の難易度が上がる。そこで自動車の自動運転システムの開発と車酔いの解消を研究する、国立奈良先端科学技術大学院大学の和田隆広教授と協働。遠隔操作型と自律型を融合した新たなスタイルの水の中ロボットの実現をめざす。

「自動運転であれば、オペレーターの負担軽減に加え、作業の自動化も図れます。コントローラーに搭載したアシスト機能によって操縦者のトレーニングとスキルアップに繋がる可能性がある」と、坂上教授は先を見据える。

沖縄県石垣市で海底遺跡の映像記録をおこなう水中ロボット



## 安全のための水中ロボット実現が使命

先立って坂上教授は静岡商工会議所から依頼を受け、船舶や港湾施設などのメンテナンスを担う水中ロボットの研究・開発の準備に着手した。水面及び水中の構造物の保守点検・清掃は、多くの場合、ダイバーが潜水して作業をおこなうが、重労働のうえ、危険が伴うことから水中ロボットでの代替が求められている。「自動アシスト技術も駆使すれば、より効率的で安全性の高い作業を実施できます」と、坂上教授は構想を膨らませる。

新たな研究・開発だけでなく、坂上教授が携わる水中ロボットは、すでに実用化されて

いる。その一つが水中遺跡の調査用ロボットだ。沖縄県石垣市での海底遺跡調査では水中ロボットに複数台のカメラを搭載し、多方向から撮影した4,000枚にも及ぶ画像を3D化。考古学者だけでなく、地元の人や観光客が潜水しなくても神秘的な遺跡の全容を鑑賞できるようにした。また、琵琶湖北部の葛籠尾崎(つづらおざぎ)湖底遺跡では、10世紀以降の古い時代の土器と推測される遺物を発見、撮影に成功している。ただ、坂上教授はこれに満足せず、飽くなき探究心を燃やす。

「AIが格段に進化しているとはいえ、自律型の水中ロボットが遺物かどうかを判別して採取することには至っていません。一方、遠隔

操作型水中ロボットは、オペレーターの負担が課題です。ロボットアームなどを利用した遺物の回収機能についても、早い実用化を進めています」。現地の調査やテストでは、当日の気温や湿度、研究室からの移動や船上での振動など、精密機器にとって大敵の条件をクリアしなければならない。浮力を調整するためロボットを水中に潜めるだけに終日費やした経験もあるという。「だからこそ、水中を自在に動いてくれた時の感動と達成感言葉になりません」と、満面の笑みを見せた坂上教授。活用する人々の安全と安心を何よりも重視し、水中ロボットと人間とのより良い関係も構築していく。



坂上 憲光

2003年立命館大学大学院理工学研究科博士後期課程総合理工学専攻修了。立命館大学理工学部助手、東海大学海洋学部准教授、同教授、人間文化研究機構共同研究員等を経て、2023年より龍谷大学先端理工学部教授。専門は水中ロボット工学。ダイバーに代わる作業を実現する水中ロボット技術の開発に焦点を当て、効率的かつ経済的な水中ロボット技術を開発。船底調査やダム検査、水中考古学調査などの分野で実証実験をおこなう。