

2023年3月3日

ソフトバンク株式会社

国立大学法人東京海洋大学

北海道厚岸翔洋高等学校

世界初、トラッキング技術を活用した水中光無線 通信によって狭隘空間を移動する水中ロボットの リアルタイム制御に成功

～Beyond 5Gによる海の産業革命を目指して～

ソフトバンク株式会社（代表取締役 社長執行役員 兼 CEO：宮川 潤一、以下「ソフトバンク」）と、国立大学法人東京海洋大学（学長：井関 俊夫、以下「東京海洋大学」）の後藤 慎平助教らの研究チームは、北海道厚岸翔洋高等学校（校長：福田 雅人、以下「厚岸翔洋高校」）の柴田 耕一郎教頭の協力を得て、Beyond 5Gによる海の産業革命を目指し、画像処理によるトラッキング技術を活用した可視光の無線通信技術によって、水中の狭隘空間を移動する水中ロボットをリアルタイムで遠隔制御する実証実験（以下「本実証実験」）に世界で初めて*成功しました。なお、無線通信技術には、光の明滅を信号に変換する技術である OCC（Optical Camera Communication）を活用しました。

本実証実験では、水中ロボットや水中の IoT 機器などを遠隔制御するため、地上の通信ネットワークではカバーできない外洋や極域などの海域までカバレッジを拡張する NTN（Non-Terrestrial Network、非地上系ネットワーク）として Thuraya Telecommunications Company（以下「Thuraya」）の通信衛星を利用した無線通信を活用し、実験場所の厚岸湖（北海道厚岸町）とソフトバンクの本社（東京都港区）の間を接続して、水中ロボットをリアルタイムで遠隔制御する世界初*の実験を実施し、成功しました。

※ 2023年3月3日時点（ソフトバンクおよび東京海洋大学調べ）

1. 背景

電波が著しく減衰する水中での通信には、古くから音響通信が用いられてきました。音波はクジラやイルカが使うエコーロケーションでも知られるように、水中での利用は測位や通信など多岐にわたります。しかし、伝搬速度は1秒間に1,500m程度（水温や塩分濃度によって変化）と非常に遅く、伝送できる情報量も数十～数百 kbps 程度で、外来ノイズの他、

海面や海底の反射によるマルチパスの影響を受けやすく、音源から球面状に拡散することから、精密な測位やリアルタイム性、セキュリティなどの多くの課題があります。また、使用できる海域や水深、周波数に制約があります。そのため、水中ロボットなどをリアルタイムで制御するための伝送レートを確保することが難しく、音響通信に代わる安定した通信手法として、大容量・低遅延の可視光を使用した無線通信技術を活用する研究が各国で進められてきました。しかし、光無線通信の特性として、双方の光が見えていることが求められるため、通信距離は約 100m 程度が限界で、高速通信を実現するには照射角が狭い高出力のレーザー光を活用して光軸を合わせ続ける必要があります、移動体などとの通信には高精度な光トラッキング技術が必須となります。

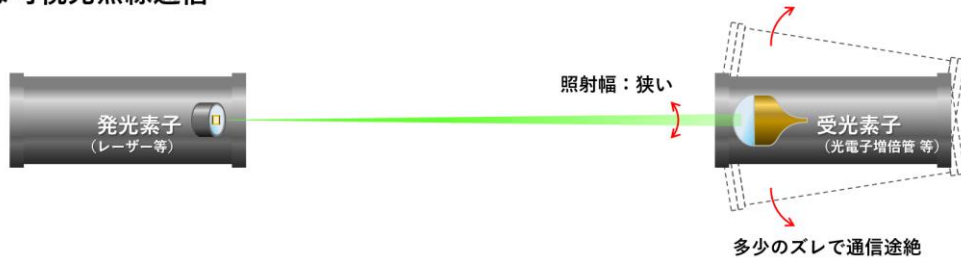
ソフトバンクと東京海洋大学は、これらを解決する手法として、高精度な画像処理によるトラッキング技術や光の明滅から信号に変換する技術である OCC による、水中ロボットの遠隔制御技術の開発に取り組んできました。

2. 手法

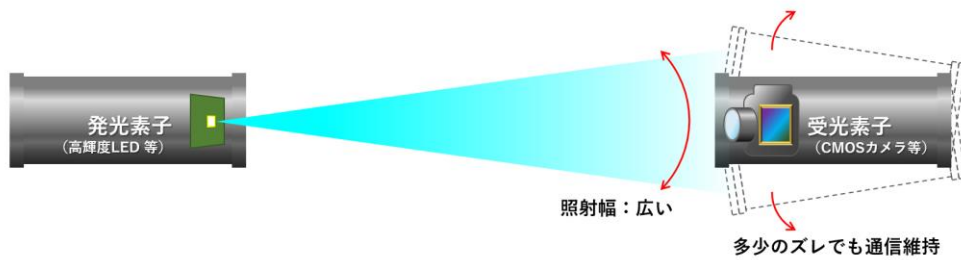
このたび新たに開発した遠隔制御技術は、遠隔地に展開する無人ロボットに対して **Thuraya** の通信衛星を利用した無線通信を経由して制御命令を送信し、OCC の信号に変換して他の無人ロボットなどの制御や観測データの取得を実現するものです。この技術を活用して、地上の電波が届かない厚岸湖の水面に分厚い氷が張った水中の狭隘空間で、2 台の水中ロボットを遠隔地（ソフトバンクの本社）から自在に制御する（潜航、浮上、前進、後進など）実験を実施しました。

制御命令は衛星携帯により音声で伝送されると、厚岸湖上に設置した水中ロボットの指令システムに入力されて、OCC の発光信号として親機から子機に伝送されます。子機側では OCC の信号を変換し、内部のコンピューターで制御命令として受信され、水中ロボットを上下・前後・左右方向へ自由に動かすための装置などを制御して、機体を動作させます。動作が完了すると、子機から親機に向けて動作完了の信号を OCC で伝送し、信号を受けた親機は衛星携帯を介して、遠隔地の操縦者に状況を知らせる仕組みになっています。また、子機に搭載された水温計や深度計のデータについても、制御信号と同様に OCC および衛星携帯を使って遠隔地の操縦者に伝送することができました。さらに、音声通信だけでなくデータ通信による制御にも対応しており、地域や海域のサービスの状況に応じて最適な通信を組み合わせることで、水中機器との安定した通信を実現できることを実証しました。

一般的な可視光無線通信



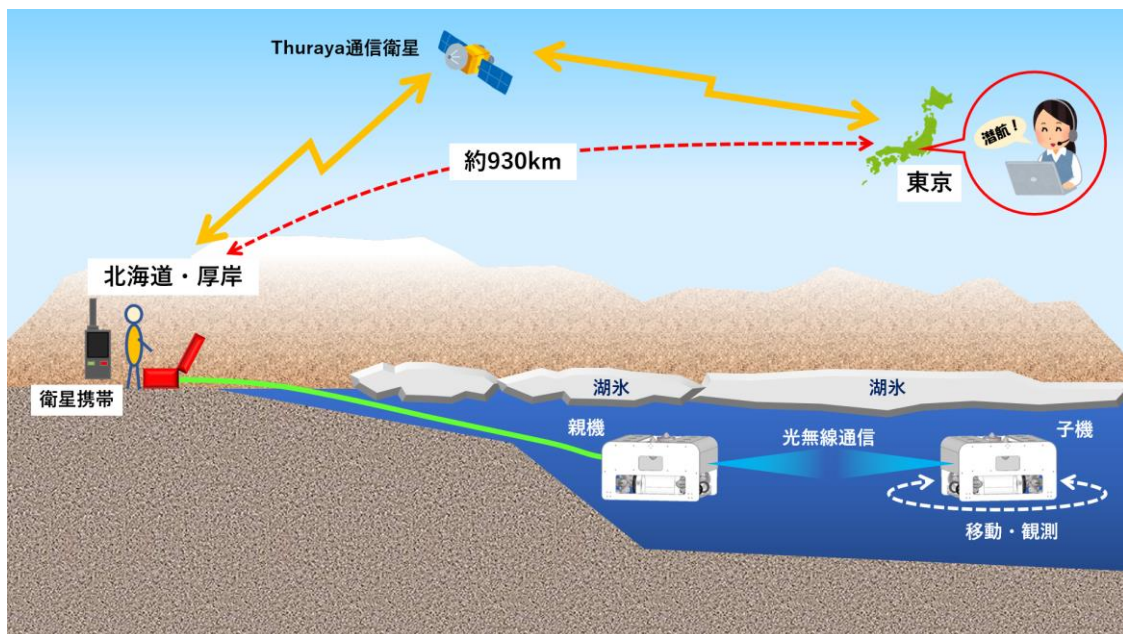
OCCによる可視光無線通信の概略 (1対1通信)



<一般的な可視光無線通信と OCC による可視光無線通信の概略図>

3. 成果

本実証実験で、OCC による可視光の無線通信技術によって、厚岸湖の水中の狭隘空間を移動する水中ロボットを、リアルタイムで遠隔制御する実験に世界で初めて成功しました。また、約 930km 離れた遠隔地から Thuraya の通信衛星を利用した無線通信を経由して、自在に制御する世界初の実験にも成功しました。



<NTN と OCC による水中ロボットの制御実験のイメージ図>



< 実証実験で使った 2 台の水中ロボット（奥：親機／手前：子機） >

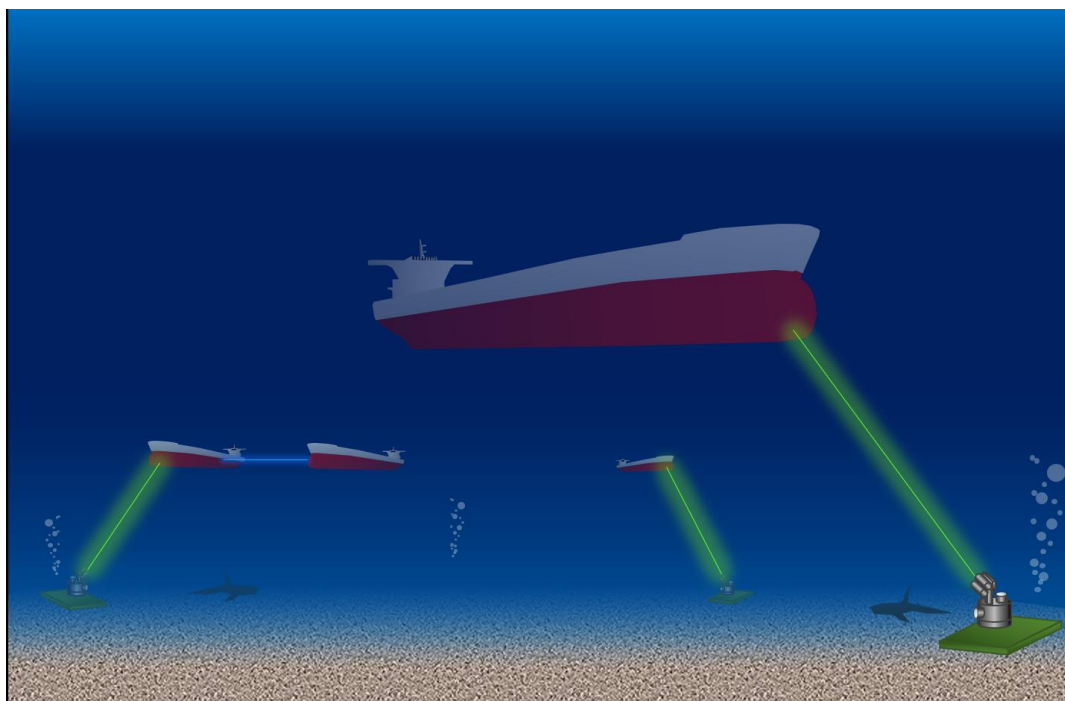


< 「浮上」の OCC 信号を受けて浮上を開始する水中ロボット（子機） >

4. 今後の展望

本実証実験の結果から、アクセスが困難な地域や海域においても水中ロボットや機器のリアルタイムでの遠隔操作が可能になるとともに、データの収集や観測、機器の監視や保守のための現地調査の低減などの効果が期待できます。また、OCCを活用することで、従来の音響通信による測位が困難な極浅海域でも、安定的かつリアルタイムにロボットとの通信が可能であることから、海氷または湖氷の下などにおける漁業や調査での活用も見込まれます。さらに、水中は海象・気象の影響を受けにくいことから、OCCなどの水中光無線通信技術による水中灯台などのインフラを構築することで、洋上物流に代わる次世代の物流にも活用できると期待されます。今後、さらに実用的かつ確実な技術にするため、南極海などでの実証実験を通して、まずは極地や島しょ地域などでの実用化を目指します。

水中光無線通信技術によって、実用的な水中（海中）無線通信ネットワークの構築が可能になることで、海洋産業の効率化や新産業の創出など大きな経済効果が期待されます。ソフトバンクと東京海洋大学は、Beyond 5Gによる海の産業革命の実現に向けて、より高度なトラッキング技術の研究開発を進めていきます。近距離や中距離の多対多の光無線通信や、通信距離1kmを超える長距離の1対1の水中光無線通信の実現によって、全球的な海中通信網の確立を目指します。



<水中タンカーと水中灯台のイメージ図>

<本件に関する企業・団体のお客さまからの問い合わせ先>

ソフトバンク	GRP-FSO@g.softbank.co.jp
東京海洋大学	so-koho@o.kaiyodai.ac.jp

- SoftBank およびソフトバンクの名称、ロゴは、日本国およびその他の国におけるソフトバンクグループ株式会社の登録商標または商標です。
- その他、このプレスリリースに記載されている会社名および製品・サービス名は、各社の登録商標または商標です。

【本件に関する報道関係者からの問い合わせ先】

ソフトバンク株式会社 広報本部

Tel : 03-6889-2301 E-mail : sbpr@g.softbank.co.jp
担当 : 森 (080-4408-5260)、中垣 (090-3910-4016)

国立大学法人東京海洋大学 総務部総務課広報室

Tel : 03-5463-1609 E-mail : so-koho@o.kaiyodai.ac.jp

北海道厚岸翔洋高等学校 教頭

Tel : 0153-52-3195 E-mail : aksy-z0@hokkaido-c.ed.jp