

水中光無線通信 ～海中IoT インフラとしての将来構想～

2022/3/22

株式会社島津製作所

講演内容

- 会社概要
- 高輝度半導体レーザーモジュールの紹介
- 水中光無線通信技術の紹介
- 全周囲型水中光無線通信技術の紹介
- 海中IoT インフラとしての将来構想

カンパニーデータ

会社概要

商号	株式会社 島津製作所 Shimadzu Corporation
創業	明治8（1875）年3月
資本金	約266億円
売上高	約3,935億円
従業員	単独3,492名 連結13,308名
連結子会社数	国内23社 海外53社 (2021年3月31日現在)



社是および経営理念

「科学技術で社会に貢献する」

島津製作所は、いつの時代も最先端技術の開発に挑戦し、
社会の発展を支えてきました。

社是

科学技術で社会に貢献する

経営理念

「人と地球の健康」への願いを
実現する



初代 島津源蔵



二代 島津源蔵

事業分野と取り組むテーマ



基盤技術研究拠点

基盤技術研究



SHIMADZUみらい共創ラボ

場所：けいはんな学研都市(関西文化学術研究都市)



島津
欧州研究所



島津分析技術
研究（上海）
有限公司



田中耕一記念
質量分析研究所

イノベーションを推進する一貫体制

イノベーションを通じて自社と外部の強みを融合し、研究開発から製品・アプリケーション開発まで一貫した体制を構築しています。



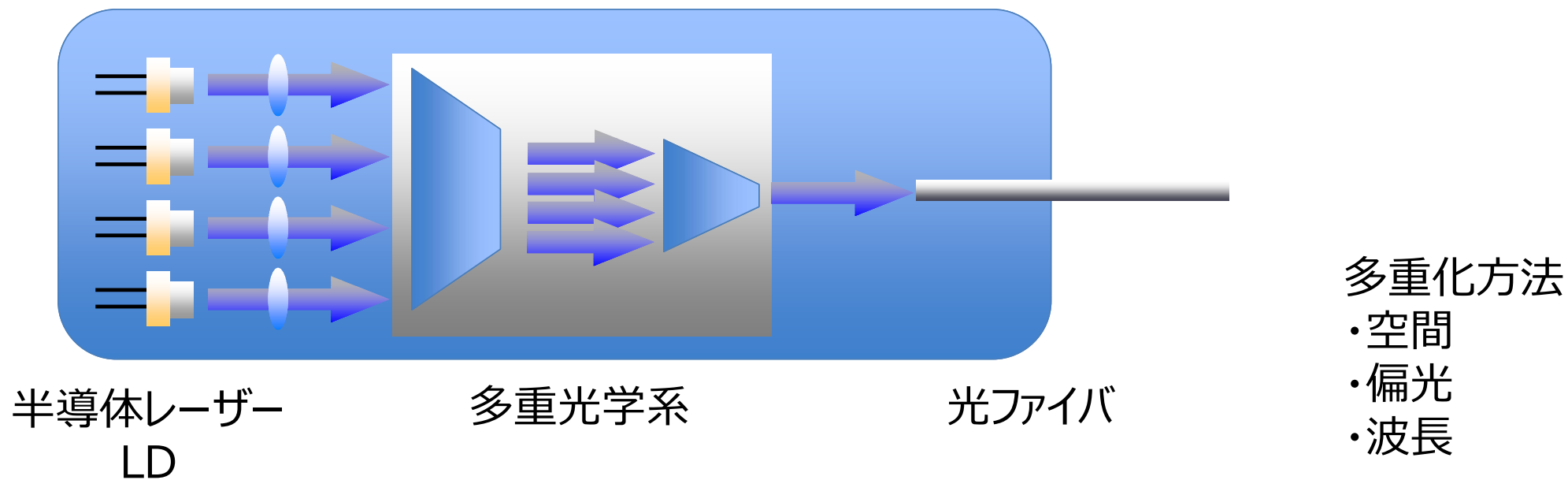
事業の紹介

<p>分析機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 分析機器 クロマト分析システム／質量分析システム／光分析システム／熱分析システム／バイオ関連分析システム／表面分析・観察システム ■ 環境計測機器 水質計測システム／排ガス測定システム
<p>計測機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 試験検査・測定機器 材料試験機／疲労・耐久試験機／構造物試験機／非破壊検査システム／高速ビデオカメラ／粉粒体測定機器／天びん・はかり
<p>医用機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 医用機器 X線TVシステム／血管撮影システム／X線撮影システム／PETシステム／放射線治療装置用動体追跡システム／近赤外光イメージング装置(NIRS)／近赤外光イメージング装置(外科手術支援用)／医療情報システム
<p>航空機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 航空関連機器 フライトコントロールシステム／エアマネジメントシステム／コックピットディスプレイシステム／エンジン補機 ■ 磁気計測・海洋機器 磁気探知機／水中光無線通信装置
<p>産業機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産業機械 ターボ分子ポンプ／高速スパッタリング装置／真空応用機器 ■ 油圧機器 油圧ギヤポンプ／パワーパッケージ／コントロールバルブ／油圧ギヤモータ ■ デバイス・コンポーネント 回折格子／レーザ・モジュール／小形分光器／精密屈折計／レーザミラー／微小流体チップ／エンジンモニタ

高輝度半導体レーザーモジュールの紹介

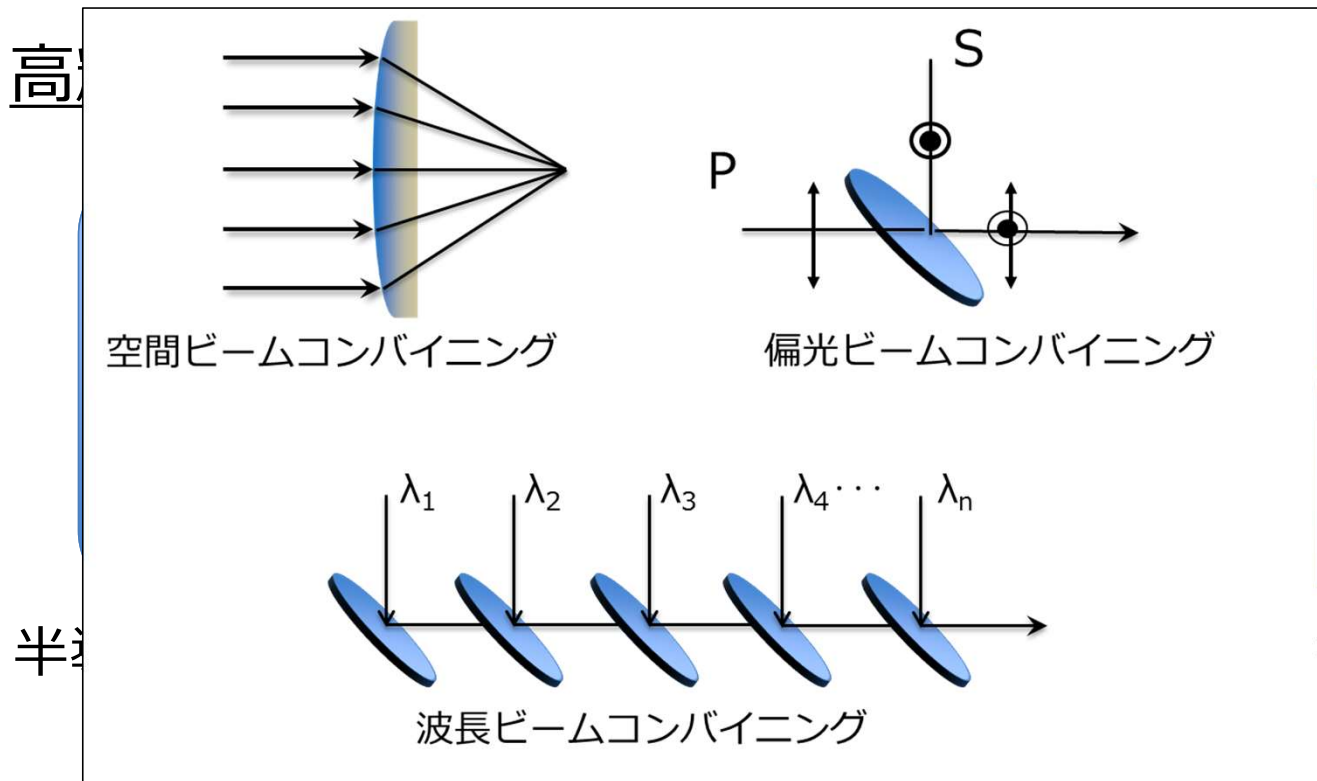
当社の青色高輝度半導体レーザーモジュールの特長

高輝度多重化技術



半導体レーザー光を細径ファイバに結合させ
高いエネルギー密度を実現

当社の青色高輝度半導体レーザーモジュールの特長



BLUE IMPACT™

- 多重化方法
- 空間
 - 偏光
 - 波長

Φ400umのファイバから1 kWの出力を達成

可視光高出力半導体レーザー照明

レーザープロジェクター



レーザーヘッドライト



プロジェクション
マッピング

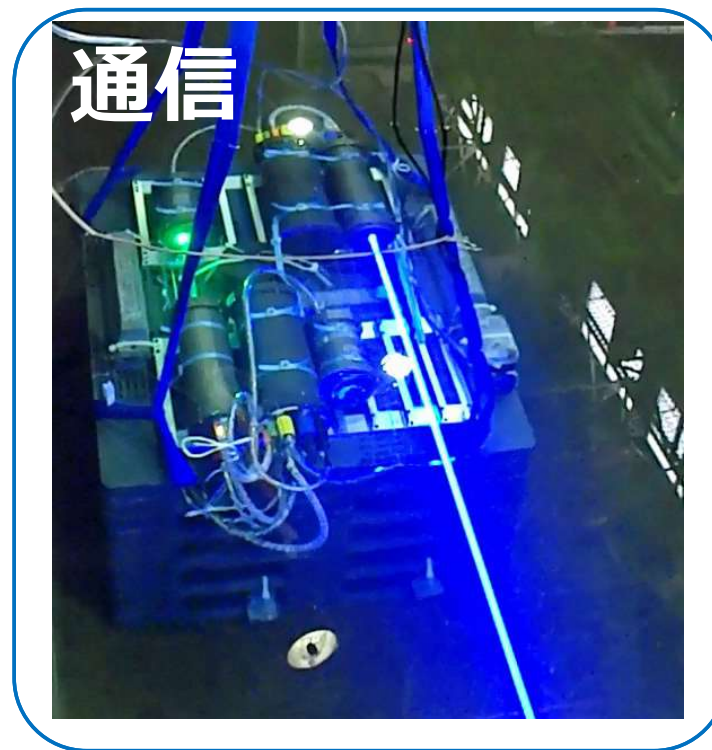
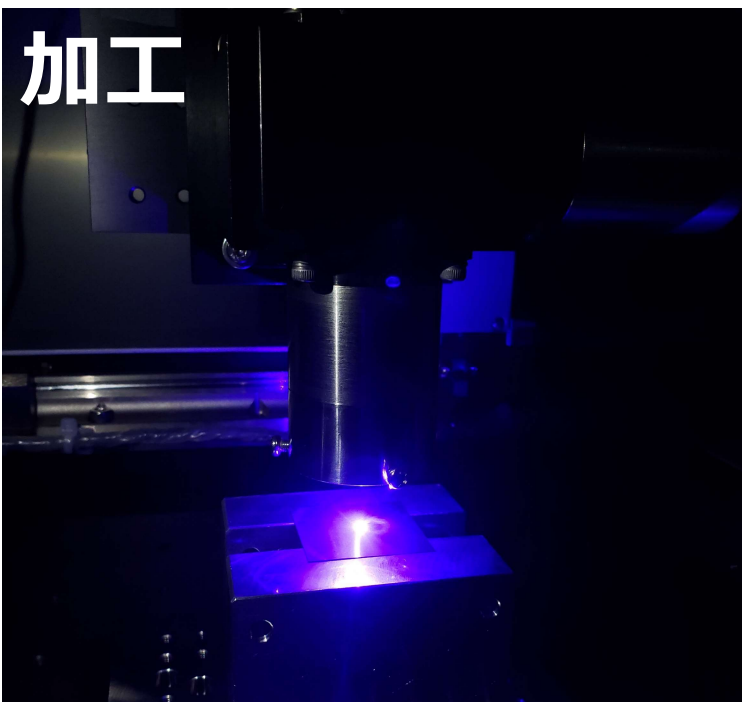


デジタルシネマ



可視光高出力半導体レーザーの新たな応用

- 高出力化が進み，加工や通信でも使えるように

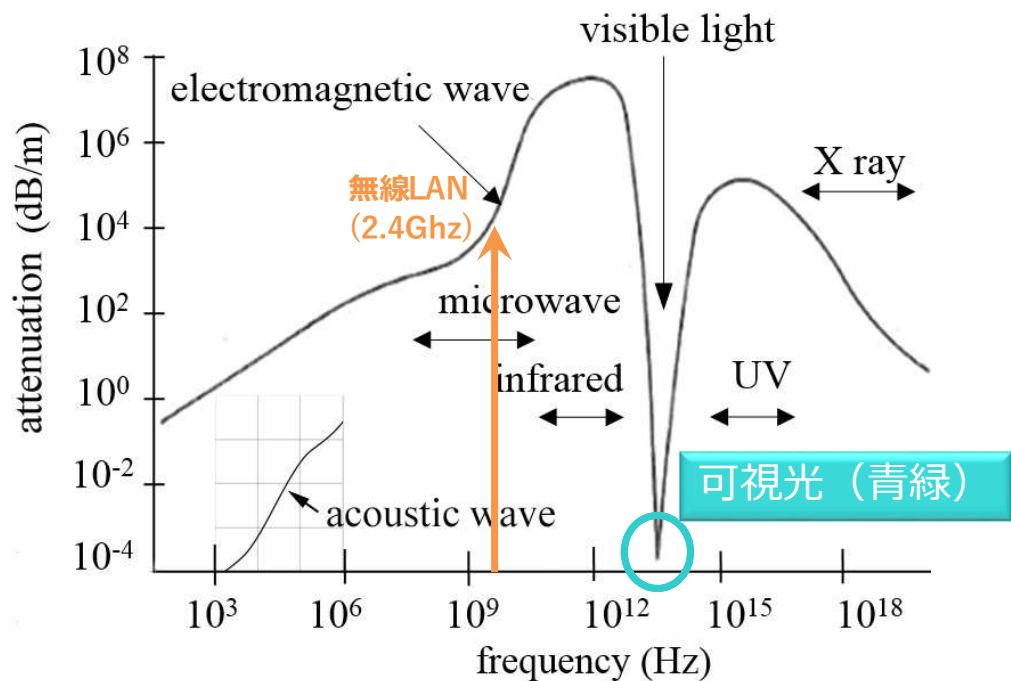


水中光無線通信技術の紹介

可視光レーザーによる水中光無線技術

● 水中における電磁波の減衰率

- 陸上で用いられる無線LAN等の電磁波は減衰率が高く水中では使用できない
- これまで水中での無線通信は音波を用いた音響通信が主流だが、通信速度が数kbpsと遅い
- 青・緑近辺の可視光波長帯域では減衰率が比較的 low、高速無線通信に利用できる可能性が高い

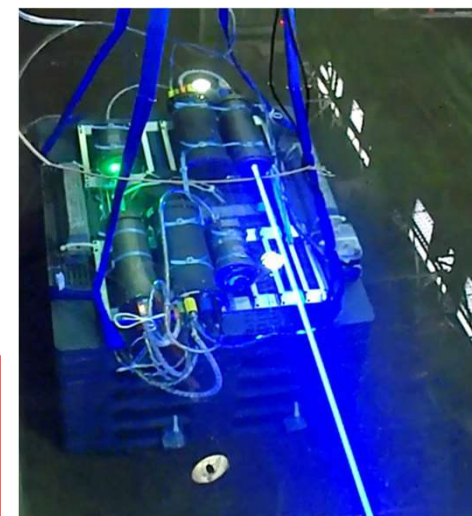


小型・高出力・高応答のLED・LDの青色光源の出現により
水中光無線通信の実現可能となる

【LEDとLDの比較】

	LED	LD
応答性	最大50MHz	1GHz以上可
波長帯域	約 20nm	約 2nm
指向性	無し	有り

- LDを用いる優位性
- ・高速化
 - ・太陽光等の外乱光を排除
 - ・任意の通信エリア設計



初めての実海域試験

平成27～29年度 国立研究開発法人 海洋研究開発機構（JAMSTEC）の「光電子増倍管を用いた適応型水中光無線通信の研究」に参加モデム製作を担当



- 120m距離で20Mbps、190m距離で32kbpsの水中光無線通信を実施
- 水中ロボット間で光無線LANを構築、リモートデスクトップ接続とハイビジョン動画の伝送を実施
- 水中-空中間での海面をまたぐ光無線通信を実施

実用化に耐えうる堅牢な通信ができることが確認できた

これまでの水中光無線通信の研究開発状況

● 研究開発

● 製品開発



水中光無線通信装置 MC100

2020年2月発売



特徴

- 青・緑の二波長を用いた波長多重通信を採用
- 水中光無線通信装置の量産機では世界で初めて半導体レーザーを採用

□ 水中光無線通信装置MC100は、レーザー光を使用して水中において95Mbpsの高速無線通信を実現する光モデムです。

◆ 95メガbps以上の高速通信

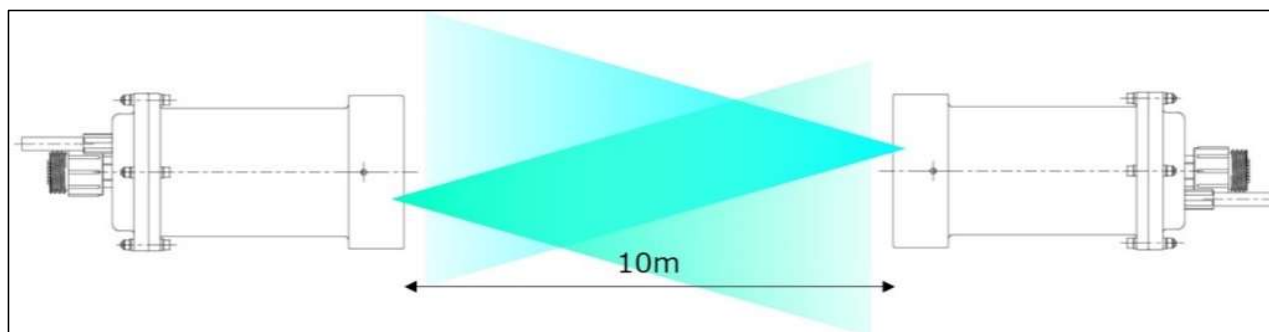
水中における安定的な高速無線通信を実現し、従来は不可能であった「ハイビジョン動画のリアルタイム通信」や「大容量ファイルの送信」などに活用できます。

◆ 深海使用を可能にする耐水圧設計

水中ドローンの活躍が期待される深海域に対応した3500m以上の耐水圧性能としました。

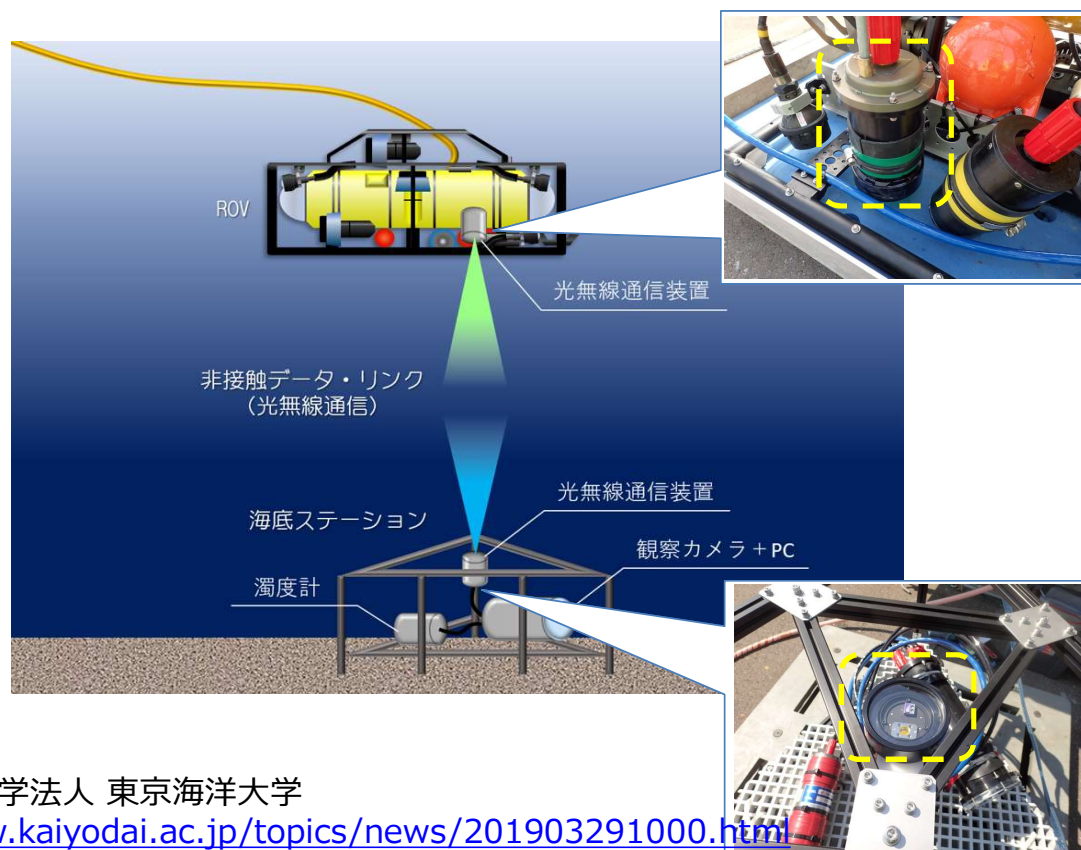
◆ 小型水中ドローンに適した重量とサイズ

送受信一体型の小型軽量ボディ（直径113mm×長さ250mm、重量2.85kg）のため、機器の搭載スペースに限りのある小型水中ドローンにも搭載が容易です。



応用例：東京海洋大学・JAMSTECとの共同研究

- 水中無人探査機（ROV）を用いた光無線通信による海底ステーションとの無線LAN接続、および海底ステーションからの大容量データの回収に成功



ROVから海底ステーション内のカメラにリモートでアクセスし、離れた場所に設置されたカメラからリアルタイムで海底の映像を取得できた。また、海底ステーション内のストレージに保存された約250MBの映像データをROVに転送することができ、クラゲの仲間が浮遊する姿が確認できた。



出典：国立大学法人 東京海洋大学

<https://www.kaiyodai.ac.jp/topics/news/201903291000.html>

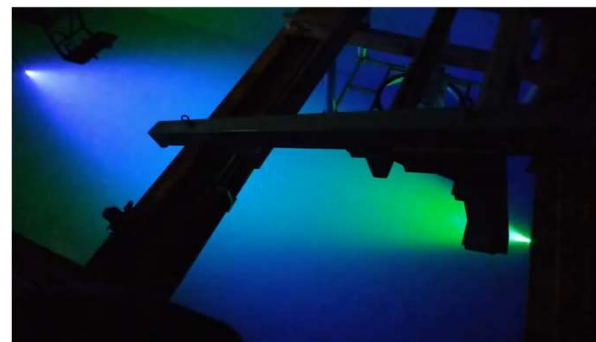
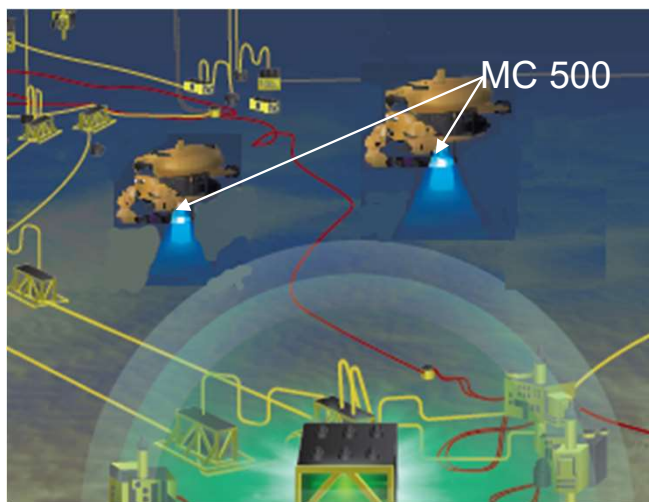
水中光無線通信装置 MC500

2020年4月発売予定



➤ 水中光無線通信装置MC500は、レーザー光を使用して水中において1~20Mbpsの高速無線通信を80m以上の距離で実現する光モデムです。

- ◆ 動画データ転送に必要な1Mbps~20Mbpsの通信速度を80m以上の距離で実現します。
- ◆ ビームを広げた広角の通信エリアを構築します。
- ◆ 太陽光等の通信を阻害する外乱光に対して堅牢な通信を可能とします。
- ◆ 送受信一体型のコンパクトな設計を実現しています。



全周囲型水中光無線通信技術の紹介

水中光無線通信の課題

海底インフラの点検・整備を行う無線水中ロボットには安全に操縦できることが求められる。そのためには広くて途切れない通信エリアの構築が必要である。

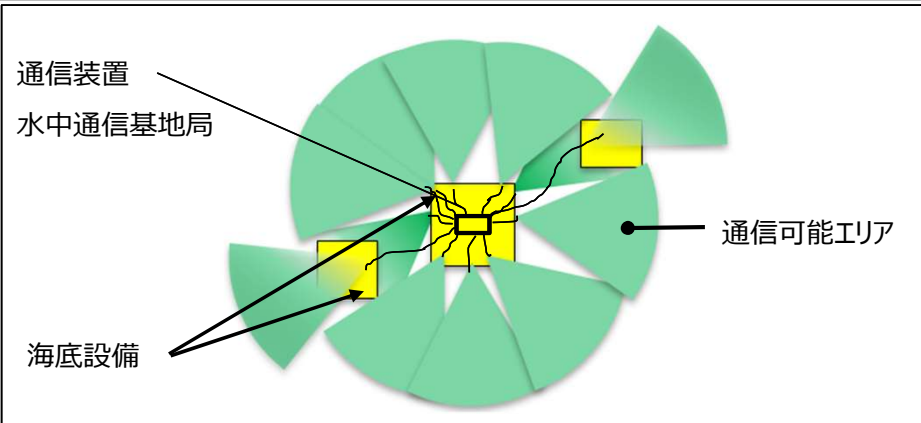
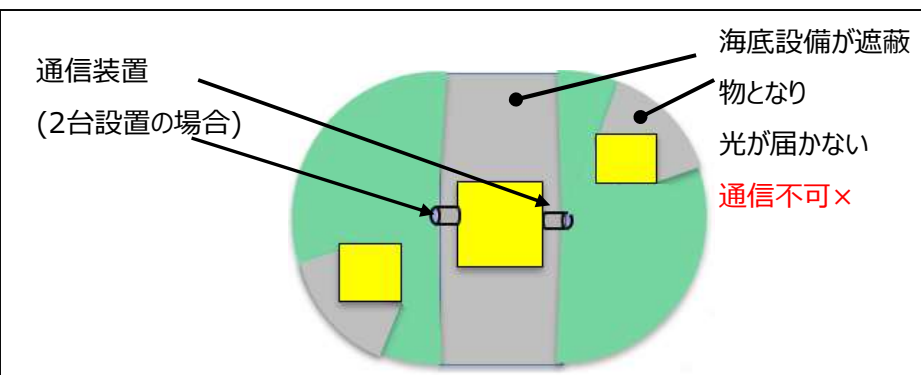
競合：レンズで視野を広げる方法は影を作る

・一台で遮蔽物の先に光が届けることはできず、少ない台数で安定した通信エリアを広範囲に構築することは難しい。

島津：影を作らない広い通信エリア

・一台の装置から数十本の光ファイバに分岐して光を出力する。光の向きと位置を自由に配置できるため、遮蔽物を避けて、影を作らない広い通信エリアを構築できる。

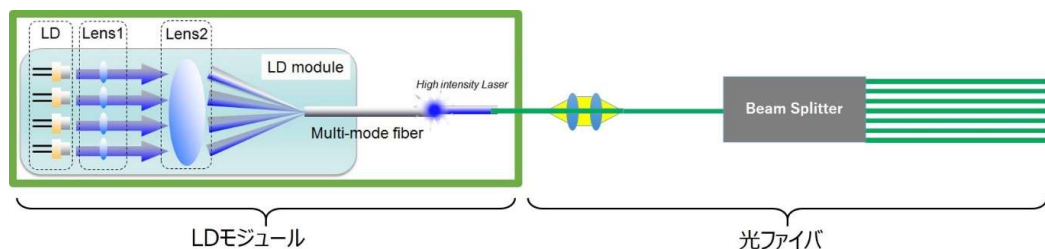
海底設備と通信エリア鳥観図



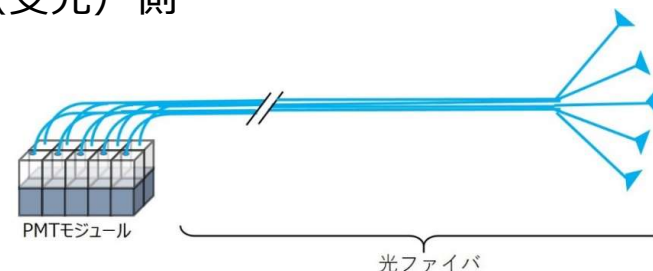
光ファイバを用いた全周囲型水中光無線通信技術

送受信側ともに受発光素子からファイバを通じて信号が送受信される。複数に分岐したファイバの先を通信エリアに応じて配置することで、任意の通信エリアを実現することができる

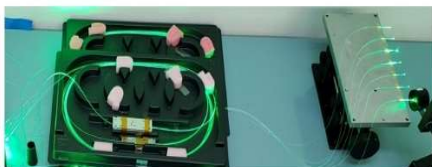
送信（発光）側



受信（受光）側



複数のLD素子の光を1本のファイバに集約して放出するLDモジュール



レーザー光を複数のファイバに分岐する



分岐されたファイバから放出されるレーザー光



複数のPMTを集約したPMTモジュール

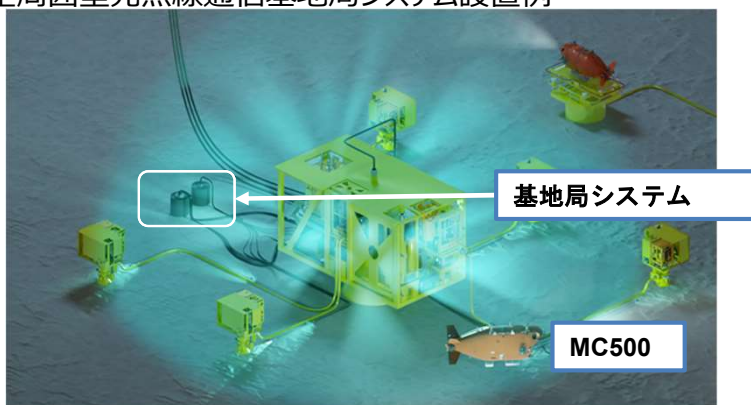


光ファイバにレンズを取り付けた受光部先端

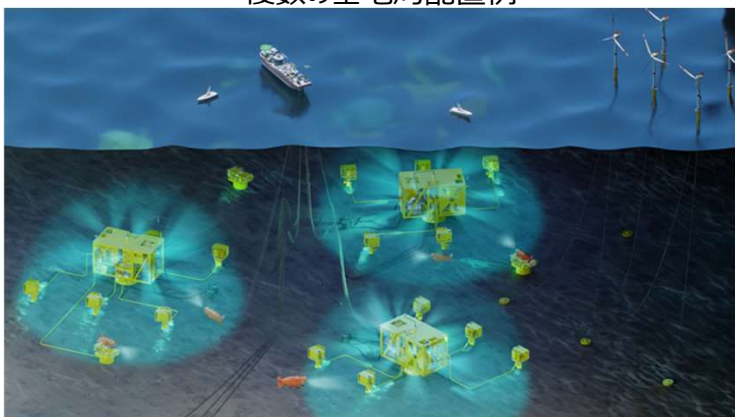
全周囲型光無線通信 基地局システム 2024年度製品化予定

全周囲型光無線通信 基地局システム

全周囲型光無線通信基地局システム設置例

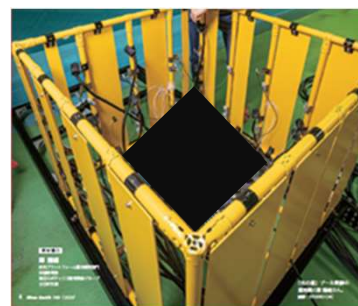


複数の基地局配置例



全周囲型光無線通信 基地局システム 試作機

外観



通信中の様子



Spec

Communication	Data Rate	10Mbps(best effort)
	Range	50m (Max)
	Interface	100BASE-TX (conform)
Electrical feature	Supply Voltage	DC24V
Optical feature	Wavelength	520nm(green)
Temperature Range	Operating	-5℃ - 40℃
	Storage	-20℃ - 60℃
Water Pressure Resistance		More than 3000m

Specification may be subject to change.

これまでの試験実績

日本財団助成事業による実績と予定

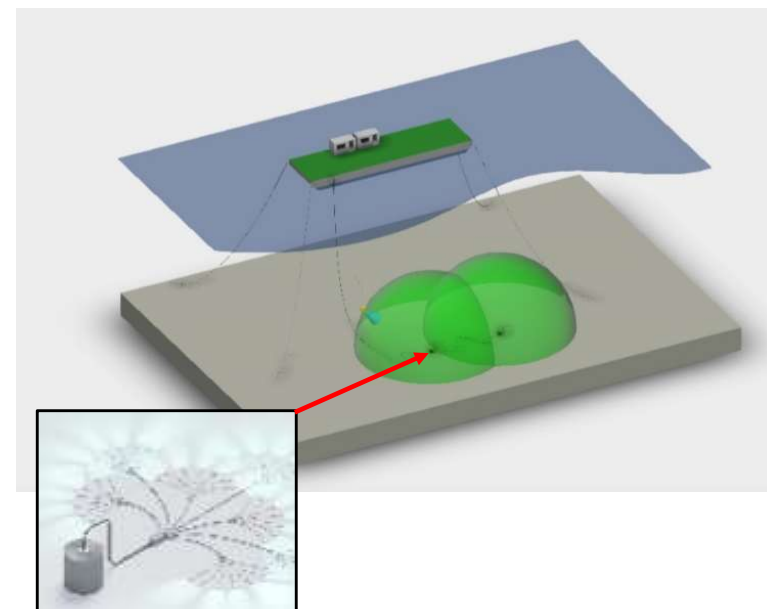
2020年12月
ROVの無線遠隔操作の
水槽試験



2021年10月
ROVの無線遠隔操作の
実海域試験



2022年5月予定
全周囲型水中光無線通信
基地局の全コンポーネント
水中化後の実海域試験



海中IoT インフラとしての将来構想

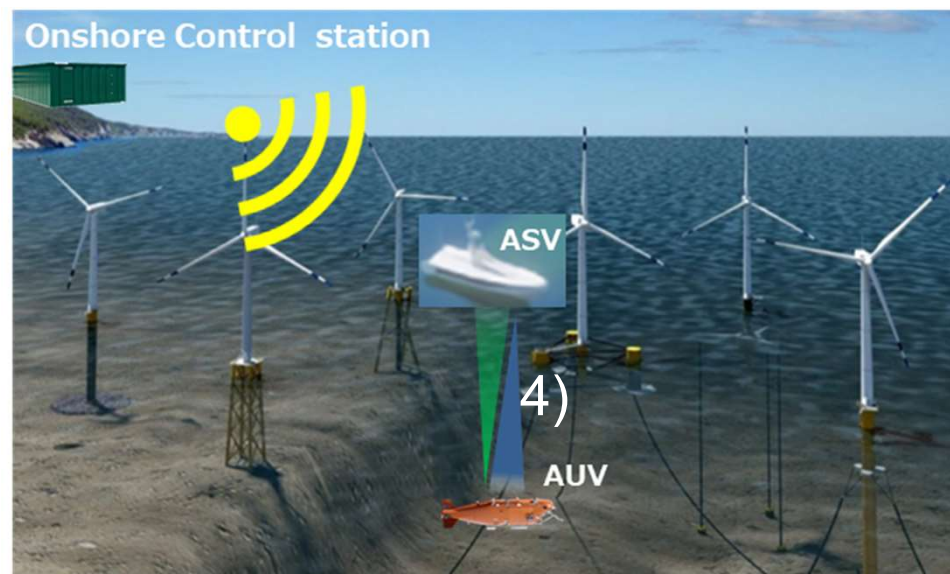
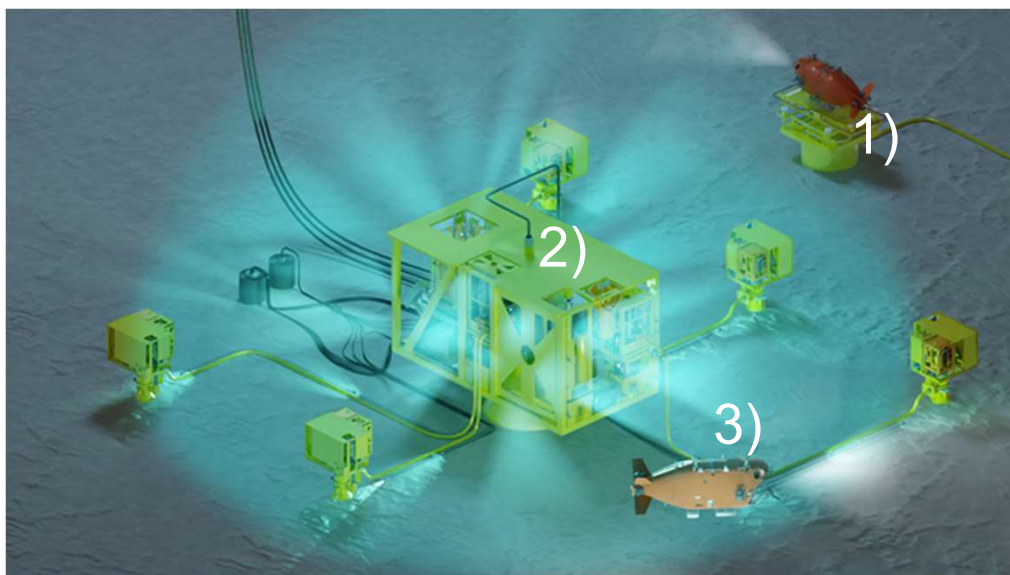
海中ネットワークの将来構想



水中光無線通信のアプリケーション

アプリケーション例:

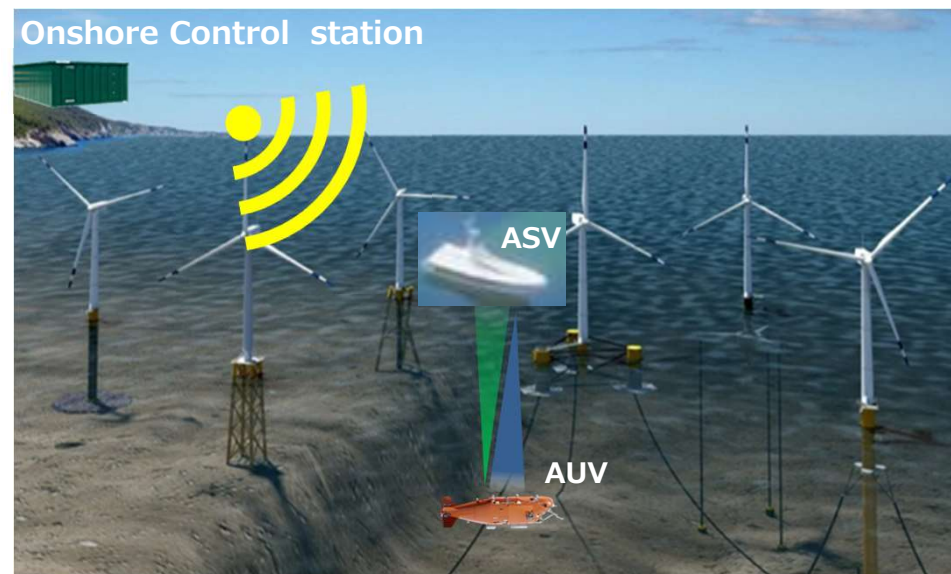
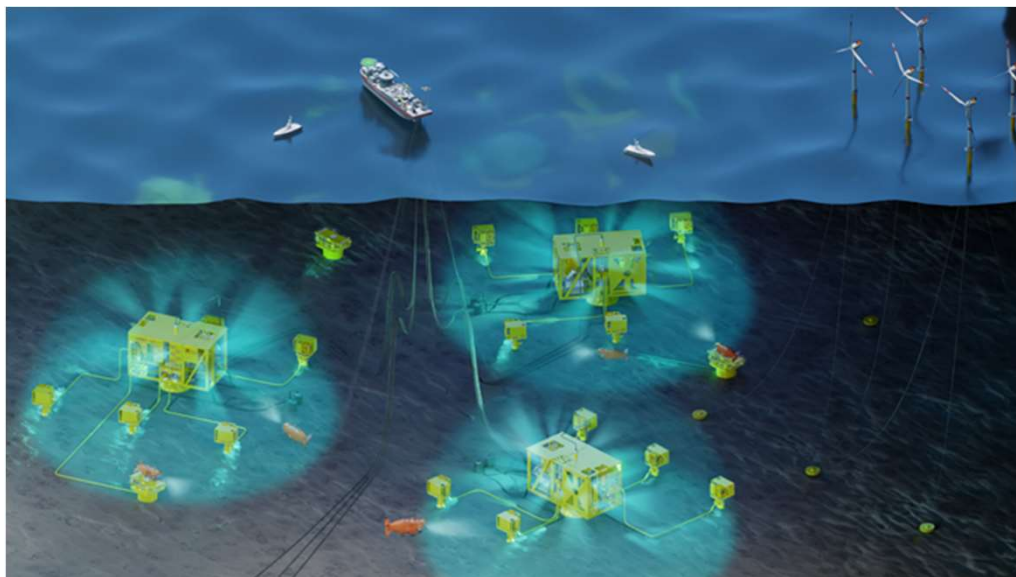
- 1) AUVのナビゲーションやデータ回収
- 2) 全周囲型水中光無線通信基地局を介した海中設備のリアルタイムモニタリング
- 3) 全周囲型水中光無線通信基地局を介したAUVの遠隔操作
- 4) ASVに全周囲型水中光無線基地局を配した浅海域でのAUVの遠隔操作



水中光無線通信の海洋開発分野への貢献

顧客へ提供価値:

- 各種モニタリングセンサからの無線データ回収およびAUV遠隔操作
- 作業船の排除または小型化
- 上記による二酸化炭素排出削減、O&Mコスト削減、人的安全性向上





SHIMADZU

Excellence in Science

ブランドステートメント “Excellence in Science”

私たちSHIMADZUグループは、世界中のお客様がさまざまな新製品を開発するために、また環境の保全や改善のために、あるいは人々の健康や暮らしをよりよくするために、製品やサービスをご提供してまいりました。このブランドステートメントは、その誇りを胸に刻み、さらに優れた技術・製品・サービスをご提供できるよう、いっそうの技術の研鑽、知識の集積につとめ、「科学において卓越した存在」と認められるよう、社会と自らにコミットするものです。