

海洋における電磁波応用技術  
— 極限環境利用から海洋ビジネスまで —  
Underwater Electromagnetic Applications  
— From extreme environmental applications to marine business —

吉田 弘<sup>†</sup>  
Hiroshi YOSHIDA

<sup>†</sup> 国立研究開発法人海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター

概要

1940年代に潜水艦通信の研究が始まって以来、海中通信・テレメトリ等に電磁波を利用する研究は、おおむね20年ごとに盛り上がりがあるように思える。そのように考えると、現在は5回目の盛り上がり時期であり、ちょうど洋上風力発電やスマート養殖などの新しい海洋ビジネスがスタートしていることから、海中電磁波もビジネスアプリケーションとしての期待がかかる。水中は音波の独断場とされているが、音波にもウィークな点がある。例えば、ビジネスでの利用が多いと思われる構造物が多い浅海での横方向の通信や測位を、音波で確実に実現することは少々のハードルがある。こういった環境において、電磁波を併用することでブレークスルーを楽にすることが期待できる。また、温暖化調査において重要となる北極や南極域において、海水下の調査を行うための電磁波テレメトリや、海水下ロボット等の海中プラットフォームとの通信・測位手段として、海水-海水-気中の三層構造を伝搬できる媒体である電磁波が重要になっている。なお、ここで扱う電磁波は、陸上で研究開発が進んでいるマイクロ波からミリ波といったような超高周波ではなく、短波から超長波を中心とする帯域となる。また、海水は導電率が4~5 S/mの媒質であるため、誘電体ではなく導体として扱える周波数で問題を扱う（導電率が4 S/mの場合、海水を導体として扱えるのは数百MHzまでである）。

本講演では、海中電磁波技術を浅海におけるビジネスに応用するケースと、極域における海水下調査のために応用するケースの二つをあげて説明する。ビジネス応用では、洋上風力発電や橋梁などの海中構造物の点検を想定し、電磁波を用いた海中構造物の診断手法、海中ロボットの運用のための電磁波を用いた通信・測位手法を紹介する。極域応用では、日本よりも2~3倍の温暖化影響がでている極域において、特にデータ空白域である海水下における調査を実現するために、電磁波を用いた海水下ロボットの通信・測位について解説する。2024年時点で広大な海水下のプラットフォームとの通信・測位が可能なワイヤレス媒体は存在しないため、低周波電磁波を利用したシステムのコンセプトから現状の開発状況を、北極域における実測データを織り交ぜて紹介する。また、時間的余裕があれば、電磁波と微視的な海水の相互作用について解説することで、海中における電磁波研究の面白さをお伝えしたい。

**Abstract**

In this presentation, two applications will be explained. For the business application, the presentation will introduce a diagnostic method for undersea structures such as offshore wind turbines, and a communication and positioning method using electromagnetic waves for underwater robot operations. In the polar application, the communication and positioning of robots under ice are explained to realize the survey under the sea ice where there is a knowledge gap.