

北極海水下観測のための海中ロボット用電波航法の研究

An LF Radio Wave Navigation System for Arctic Autonomous Underwater Vehicle

吉田 弘*¹
Hiroshi Yoshida

陳 強*⁴
Qiang Chen

菅 良太郎*¹
Ryotaro Suga

佐藤 弘康*⁴
Hiroyasu Sato

高橋 志明*²
Masaharu Takahashi

藤井 直道*⁴
Naomichi Fujii

石井 望*³
Nozomu Ishii

*¹ 国立研究開発法人海洋研究開発機構

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

*² 千葉大学フロンティア医工学センター

Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University

*³ 新潟大学工学部

Faculty of Engineering, Niigata University

*⁴ 東北大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに

北極の氷は急激に溶けている。その進行は予測を超えており、溶けた事により何が起こるかを推測するためにも、未踏の地である北極海水下の調査は急務である。北極海は氷に閉ざされているために、通常の海洋調査のように調査船を利用することができない。また、海中に器材を投入する事も困難である。このようなことから、海水下の調査のためには、1990年代から自律型の海中ロボット(AUV: Autonomous Underwater Vehicle)が提案され、世界中の海洋系研究機関や海洋機器メーカーが、北極調査用のAUVの開発に挑んできた。しかし、それから20年余りが経過した現在においても、海水下を自由に調査できる海中ロボットは開発できていない。その最大の理由は、海水下で不具合が発生してもロボットを回収できないことと、ロボットの位置を計測できない事がある。

本研究は、2番目の問題を解決するために実施している。通常は海中ロボットの位置を計測する為には、母船やブイなどを基準とした音響測位(三角測量)を行う事で、海中ロボットの絶対位置を母船から計測して、その結果を音響通信で海中ロボットに渡すようにして実現している。ただし、音響測位のみでは測位値が分散する。そこで、慣性航法装置(加速度と角速度をもとに演算で位置を算出する装置)と音響ドブラー速度計をハイブリッド(INS-DVLハイブリッド)で用いることで、ある点からの相対位置を精密に計測する方法が併用されている。ただし、この方法では時間(距離)とともに誤差が蓄積されるため、上記のような音響測位によって、絶対位置計測によって積分誤差を除去する必要がある。

ところが、海水で覆われた北極海では音響測位が利用できない。調査船の代わりに、氷上に音響測位装置を配置しても、ドライな部分の氷は密度が疎であるため音波が伝搬しない。そこで、音波の代替として低周波の電波を利用することを考えた。本検討は2016年度から開始し、現在までにシステム的设计、海中の電磁波伝搬計測、プロトタイプ製作を進めてきている。講演では、システムの紹介を行い、これまでの計測結果と今後の予定について報告する。

2. システムと伝搬試験

図1にオペレーションイメージを示す。システムはINS-DVLハイブリッド航法装置を搭載した海中ロボットと、氷上に設置した電波航法装置を主として構成される。氷の厚みは1mから5m程度である。電波のカバーエリアを100m程度に設定すると、海中ロボットは海水下100m以内に接近して航行することで、電波航法装置の信号を受信できることになる。ロボットがスタート地点から10km程度航行すると、INS-DVLハイブリッド航法による誤差は10mから30mと推定されるので、予定航路の10km毎に電波航法装置を設置すればロボットは絶対補正が出来ることになる。



図1: 海水下ロボットのオペレーションイメージ

研究で明確にすべきことは、

- ① 海中のLF電波伝搬(周波数の選定)
- ② 海水-海水インターフェースの損失把握と低減方法
- ③ アンテナの最適化(氷上用と海中用)
- ④ 測位方式と通信方式

である。これまでに、海中アンテナを作成して10kHzから100kHzの伝搬を計測した。また、電波航法装置のプロトタイプを設計し製作中である。当年度中には冬季サロマ湖での氷-海水伝搬試験を実施する予定である。