

# 水中無線通信の効率化を実現する トランスデューサのチューニングシステムの設計

森田 真光<sup>†</sup> 海老原 格<sup>††</sup> 水谷 孝一<sup>††</sup> 若槻 尚斗<sup>††</sup>  
<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科 <sup>††</sup> 筑波大学システム情報系

## 1. 研究背景

海洋調査等で無人探査機を運用する際には、水中無線通信を用いてデータやコマンドの送受信が行われる[図1(a)]. 水中音響通信では、電気信号と音波を変換する水中音響トランスデューサを用いるが、そのインピーダンスは環境などによって大きく変化する. そこで、本研究では、水中音響トランスデューサのインピーダンス変化をインダクタ挿入によって高速に補正するチューナ回路を構築することで、効率的な水中無線通信を実現することを研究目的とする. 本稿では、実環境で検証する前段階として、高速チューナ回路を構築し、基本的な性能を検証した結果を報告する.

## 2. 回路の構成

チューナ回路の概要を図1(b)に示す. チューナ回路には、 $N$  個のインダクタが直列に並んでおり、制御器が出力する動作信号  $r$  によってインダクタの接続を切り替える. この切り替えによって、水中音響トランスデューサに供給する有効電力を最大化し、水中通信の効率化を実現する. 既存のチューナ回路<sup>[1]</sup>は、接続するインダクタの値を段階的に調整していたため、水中音響トランスデューサのインピーダンスが高速に変化すると、その変化にチューナ回路が追従することは容易ではなかった. 一方、提案する高速チューナ回路は、回路中の電流、電圧から、自身と水中音響トランスデューサの合成リアクタンスを計算し、必要なインダクタ量を随時挿入するため、既存チューナ回路と比較して高速なチューニングが可能である.

## 3. 実験・結果

提案する高速チューナ回路と、既存チューナ回路の性能を実験により比較した. 実験には、幅 450 mm、深さ 245 mm の小型水槽を用意し、深さ約 170 mm の位置に水中音響トランスデューサ(BII-7523; Benthowave)を設置し、アンプ(T-HVA02; タートル工業)によって 30 倍に増幅した正弦波(29 kHz)を出力した. そして、チューナ回路のチューニング速度、および、水中音響トランスデューサに供給される有効電力を計測した. 実験結果を図2に示す. まず、チューニング速度(図中の赤線)に着目する. 従来法の制御器では、有効電力向上に要する時間は約 11 秒であったが、提案法の制御器では、有効電力向上に要する時間が約 0.3 秒に高速化されていることが分かる. 次に、水中音響トランスデューサに供給される有効電力(図中の青線、および、緑線)に着目する. 両者を比較した結果、従来法と提

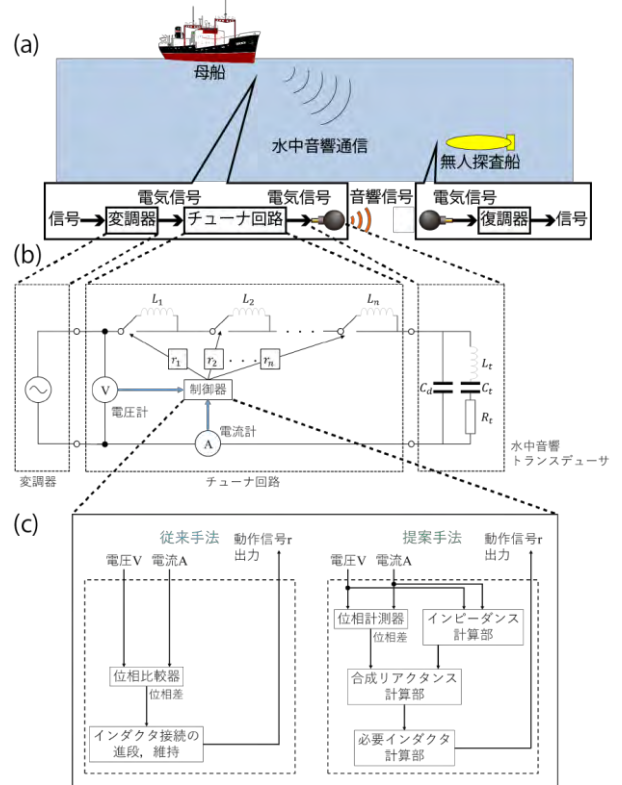


図1. 水中無線通信の概要とチューナ回路の回路図

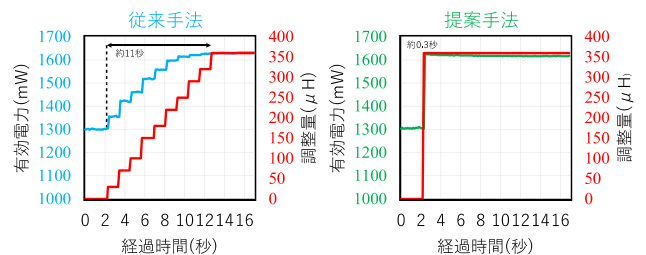


図2. 従来手法と提案手法の各有効電力の時間推移

案法で、有効電力の向上量は同程度であることが確認できる.

## 4. まとめ・展望

水中音響通信に不可欠な高速チューナ回路を構築し、その性能を検証した. 今後の展望としては、従来法と提案法の両方に対し、受信機を用いた水槽実験を行い、受信機を含めた全体の性能評価を行うことで、提案法が通信システム全体に対しても有効であることを検証する.

## 参考文献

[1] 齋藤陽介, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 小笠原英子, “水中音響通信に用いる圧電トランスデューサの能動的インピーダンス整合システムの開発に関する研究”, 海洋音響学会誌 Vol.43 (No. 3), p.134-144, 2016.