

# GNSSを組み合わせた遠距離移動音源位置推定精度の検討

## Accuracy of Estimation of Distant Moving Sound Source Locations Combined with GNSS

古谷政樹 宮田陽水 山崎大 柴田絢平 小池義和  
 Masaki FURUYA Yousui MIYATA Yutaka YAMAZAKI Jyunpei SHIBATA Yoshikazu KOIKE  
 ワンゲーワッタナ ジティチャイ 清水悦郎 梅田綾子

Wangwiwattana SITTICHA Junpei SHIBATA Etsuro SHIMIZU Ayako UMEDA

芝浦工業大学 東京海洋大学

Shibaura Institute of Technology Tokyo University of Marine Science and Technology

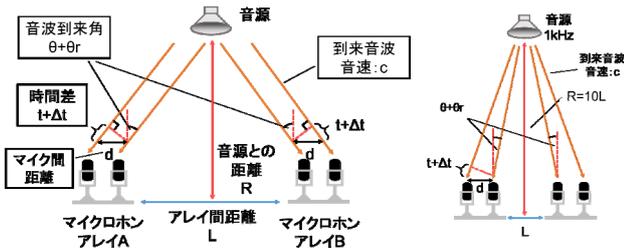
### 1. 背景と目的

MUSIC 法などの音源到来方向推定で音源の伝搬方向推定に三角測量と組み合わせて音源位置推定を行うことが試みられており、騒音源や海上での汽笛の音源特定、害獣の到来方向推定など多くの報告がなされている。[1][2]これに対し、筆者は屋外での利用を前提として衛星測位システム(Global Navigation Satellite System, GNSS)の衛星時刻同期信号を用いることで、サンプリングされたデータの遠隔に配置された音源収集システムを実現することを提案している。音源位置推定において、マイクロホンアレイ間隔が推定対象の音源距離と比較して狭くなる場合、複到来角推定は可能でも、三角測量による距離推定の精度は著しく低下する。[3]

本報告ではマイクロホンアレイ間隔が音源距離と比較して狭くなる場合について、GNSSを組み合わせた遠距離音源位置推定精度について検討を行った。

### 2. 音源到来方向推定の分解能

音源到来方向推定の原理を図 1-(a)に示す。2つのマイクロホンアレイ間隔  $L$  に対して、到来角を  $\theta$  とすると音源までの距離  $R=L\sin(\theta)/2$  となり、図 1-(b)のように  $R=10L$  のような場合  $R\approx L\theta/2$  と近似でき、 $\theta$  の精度が距離推定精度を決定する。ここで、2つのマイクロホン信号の時間差  $\Delta t$  とマイクロホン間隔  $d$  に対して  $c\Delta t=dsin(\theta)\approx d\theta$  より、 $\Delta t$  が距離推定精度を決定する。



(a)全体像 (b) $R=10L$  の時  
 図 1 音源到来方向推定の原理

### 3. 実験構成および機器構成

実験構成を図 2 に示す。マイクロホンアレイに対して  $0^\circ$  (正面方向)及び  $30^\circ$ 、中心からの距離が 25m となるように音源を設置した。各アレイごとのマイクロホン間隔は 17cm である。測位には、ALES 社の高精度測位サービスを使用した。音源信号は 400Hz のトーン信号で、約 5 秒間、音響信号を出力した。

また、機器構成の概略図を図 3 に示す。サンプリング周波数 48kHz において、2組のマイクロホンアレイによって音源からの信号を、オーディオインターフェースで PC に出力する。その信号を PC 上で録音し、wav ファイルを作成し、MATLAB

プログラムで読み取り、解析することにより到来角と距離を推定した。さらに、GNSS アンテナおよびモジュールを用いて衛星測位を行い、音源位置推定結果に対する真値として利用した。

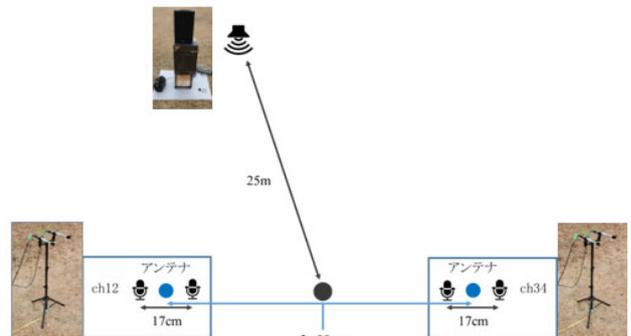


図 2 実験構成

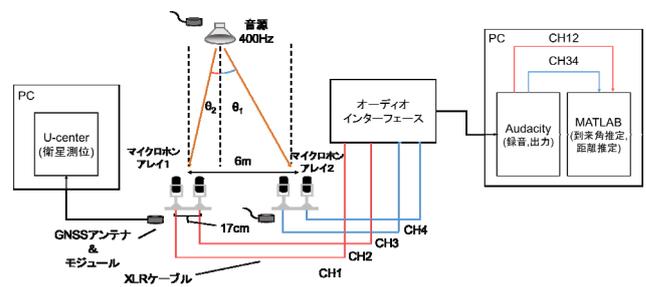


図 3 機器構成

### 4. 結果

$30^\circ$  の場合の結果は表 1 に示す。 $30^\circ$  の場合は角度に大きな誤差は見られないが、距離は 35% の誤差が生じている。

表 1  $30^\circ$  の結果

	CH12 からの 角度	CH34 からの 角度	距離
真値	$-25.2^\circ$	$-36.7^\circ$	26.60m
推定値	$-28.26^\circ$	$-31.02^\circ$	43.63m
誤差	$3.06^\circ$	$5.68^\circ$	17.03m

#### <参考文献>

- [1] 木村他: 日本航海学会論文集, 88 巻 11-18 (1993)
- [2] C. M. Dissanayake *et al*: Applied Acoustics: Vol.129, 92-103 (2018)
- [3] 宮田他: 信学技報, EA2022-66 (2022.12)