

## 調査研究成果報告書

### 調査研究課題名

「海上における LPWA を用いた小型船舶位置同定システムの開発と評価」

調査研究代表者: 弓削商船高等専門学校 情報工学科 長尾和彦

調査研究期間: 平成30年8月1日 ~ 平成31年3月31日

### < 概要 >

#### 1. 研究の目的

日本で発生する船舶事故のうち、約7割が漁船・プレジャーボートなどの小型船舶が関係する事故となっている。小型船舶の安全航行のため、国土交通省ではスマートフォンの活用に関するガイドラインを設け、普及啓発活動を行なっている。

我々は 2015 年からスマートフォンを用いた AIS 連携システム「SmartAIS」を提案・開発を行ってきた。スマートフォンの GPS によって取得した位置情報をサーバに送り、他船の情報を取得することで危険検知などを行うものである。smartAIS は国土交通省の評価実験にも参加し、ガイドライン策定にも貢献している。また、既存 AIS との連携のため、簡易 AIS 受信機を開発、AIS 搭載船舶のデータ収集に対応した。

一方、smartAIS はスマートフォンを用いるため、電波の届かない地域では利用することができない。我々の調査結果から、瀬戸内海においても利用できないエリアがあることが確認されており、何らかの中継手段が必要とされる。

本調査研究では、LTE などのスマートフォンが利用できないエリアにおいて、船舶の位置情報を取得するためのシステムの構築を目的とする。実装には低速ながら遠距離での通信が可能とされる LPWA (LowPowerWideArea) を用いる。

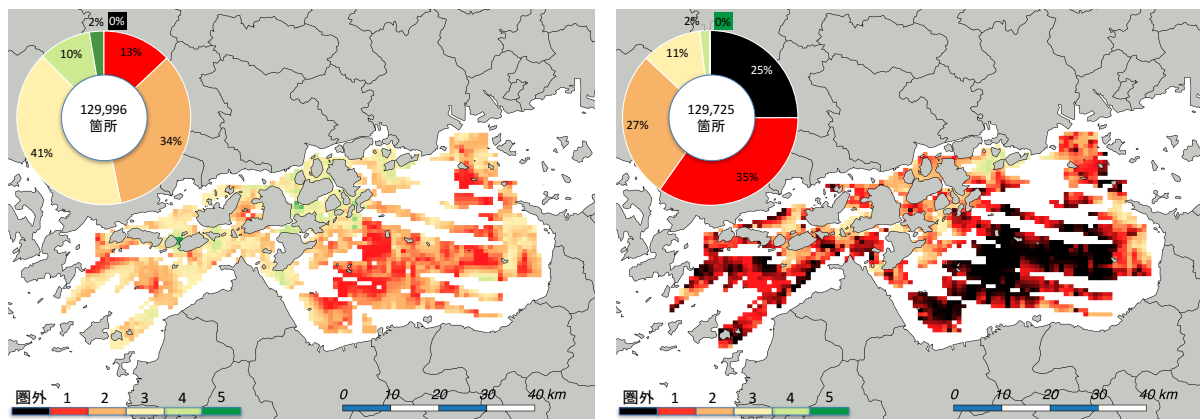


図1 電波受信状態の調査 2016.8(左: キャリア A、右: キャリア B)

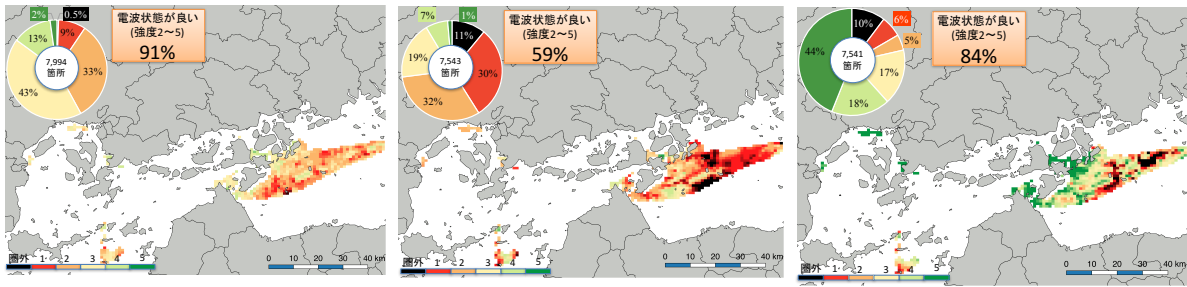


図2 電波受信状態の調査 2017.8(左：キャリアA、中：キャリアB、右：キャリアC)

## 2. 研究活動

### 2.1. 瀬戸内海におけるスマートフォン(LTE)・AIS・LPWA の通信エリアの調査

8～10月にLTE、AIS、LPWAの通信実験を行なった。実施は以下の通りである。

表1 本研究で実施した計測実験

日時	調査目的	エリア	備考
2018/8/28	LPWA	燧灘	弓削～新居浜
2018/8/30	LPWA AIS	久司山、亀老山 三坂峠	
2018/8/31	AIS	石鎚山展望台	
2018/9/20	LPWA (LoRa)	松山沖	実習船はまかぜ、愛媛大学
2018/10/25	LPWA, AIS	燧灘、石鎚山	実習船はまかぜ

#### 2.1.1. スマートフォンの受信状態調査

2016年から主要キャリア3社について瀬戸内海中央部の受信状態の調査を行なっている。受信可能範囲割合は約59%であり、中央付近で利用ができない。どのキャリアも沿岸部から離れることで受信状態が悪くなる傾向が見られる。本年度の調査を図3に示す。昨年度の実験結果と差が見られず、通信不能エリアがあることがわかった。

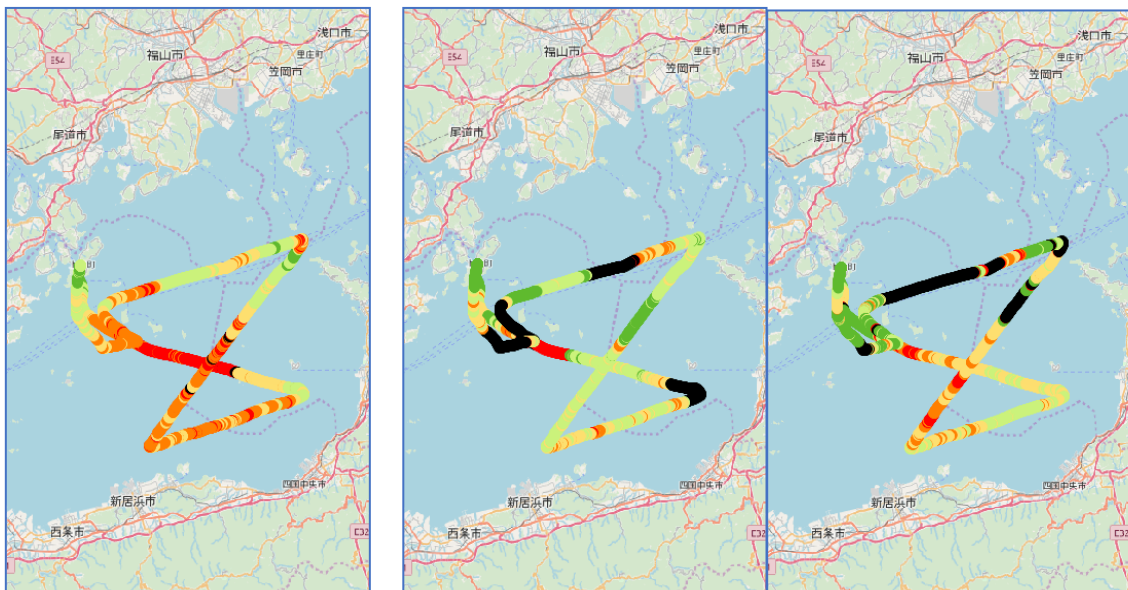


図3 LTE受信状態 2018/10 (左：キャリアA、中：キャリアB、右：キャリアC)

### 2.1.2. AIS の受信状態の調査

本システムでは既存の AIS との連携を行うため、AIS 受信専用基地局を設置する必要がある。久司山展望台（弓削）、亀老山、三坂峠、石鎚山で受信実験を行い、電波シミュレーションとの比較を行った。地形に大きな影響を受けるが、標高の高い見通しの良い場所に設置することで広範囲のエリアを受信することができた。また、受信範囲が電波受信シミュレータの計算結果に一致している。

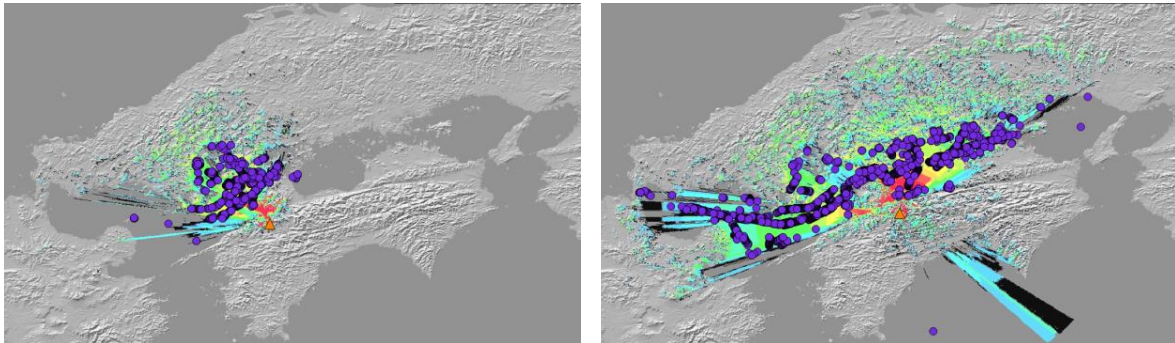


図4 AIS 受信状態とシミュレーション比較(左:三坂峠、右:石鎚山)

### 2.1.3. LPWA の受信状態

LPWA は一般に数 Km～10 数 Km 程度の長距離伝送が可能であり、一部の機器では 100Km の伝送に成功したとの報告もある。通信速度は LoRa 方式で 250～50Kbps 程度とされる。距離的には瀬戸内海をほぼカバーできることから、有用な通信方式であると考えられる。

予備実験として、石鎚山展望台(1440m)と久司山展望台(142m)に LPWA 端末 (GREEN HOUSE 社 RM92A) を設置し、一定間隔でデータを送信する。受信端末を本校実習船はまかぜに設置し、海上を航行することで送受信実験を行なった。受信結果と電波シミュレーションの結果を図 6～8 に示す。

久司山 (図 6)、松山沖 (図 7) では、シミュレーション結果とよく一致しており、受信状況は良好である。また、島影など影響を受けやすいことも確認された。一方、石鎚山 (図 8) では、受信が期待されるエリアでも通信ができていない。船舶側の設置場所の影響も考えられるが、実験時のトラブルも想定されるため、再実験が必要と考える。

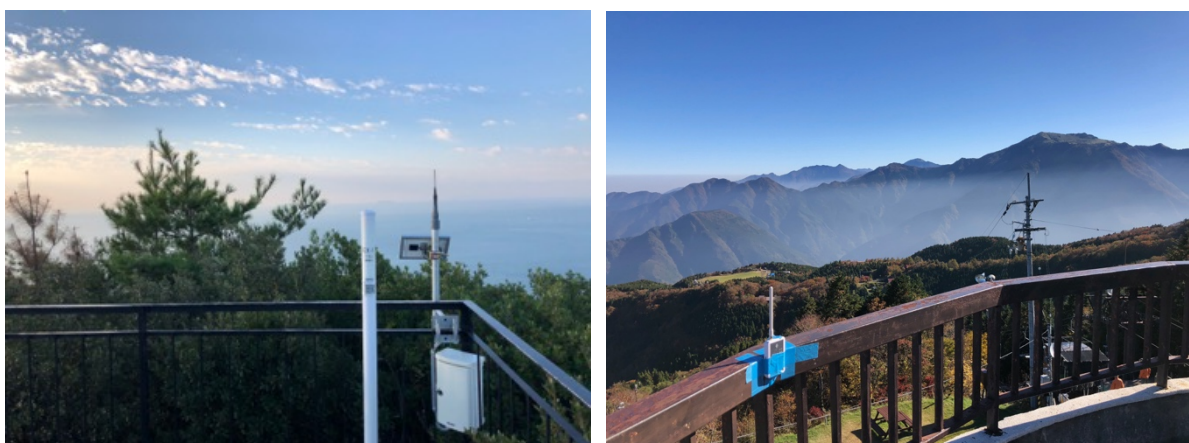


図5 LPWA 発信機 (左:久司山、右:石鎚山展望台)



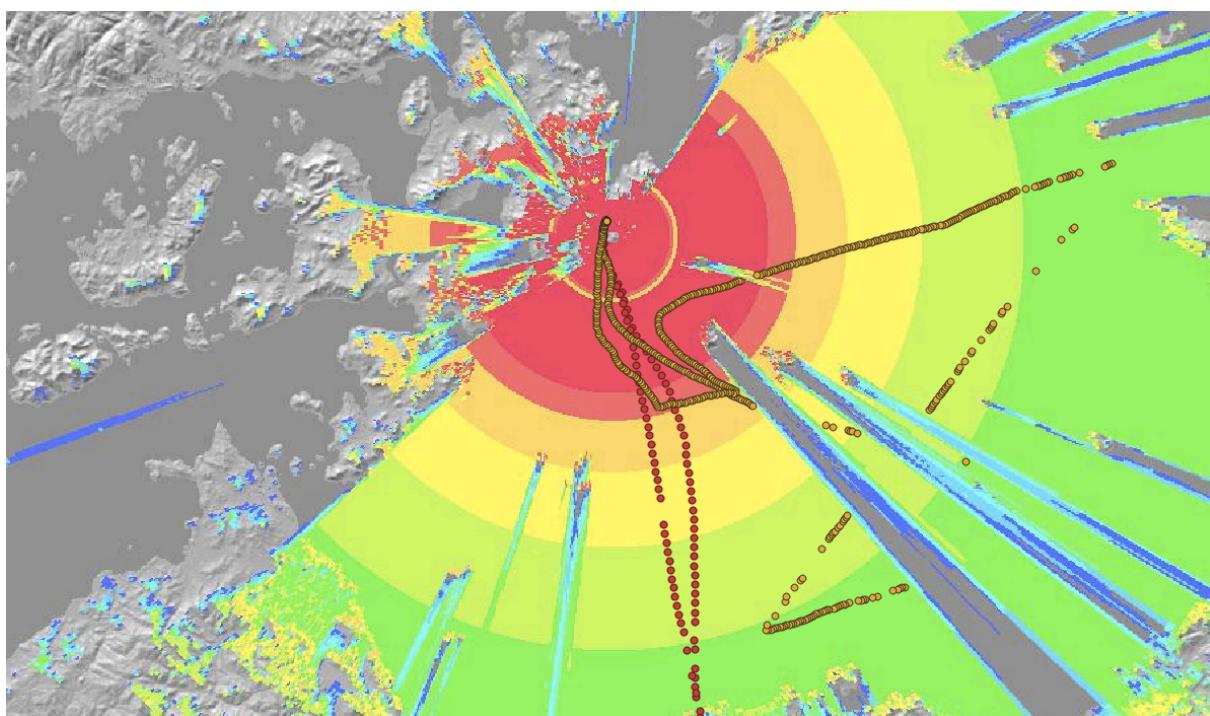


図6 LPWA 受信実験（発信：久司山展望台 160m）2018/8/28, 10/25

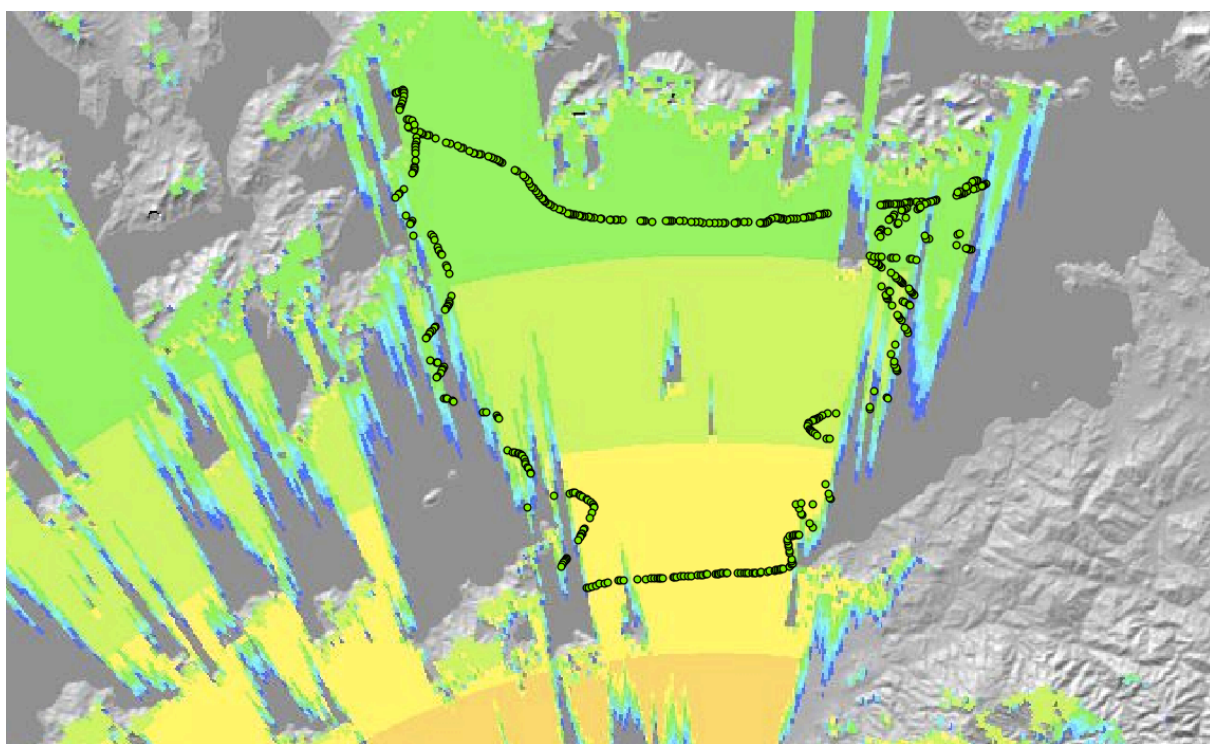


図7 LPWA 受信実験（発信：秦皇山）2018/9/20

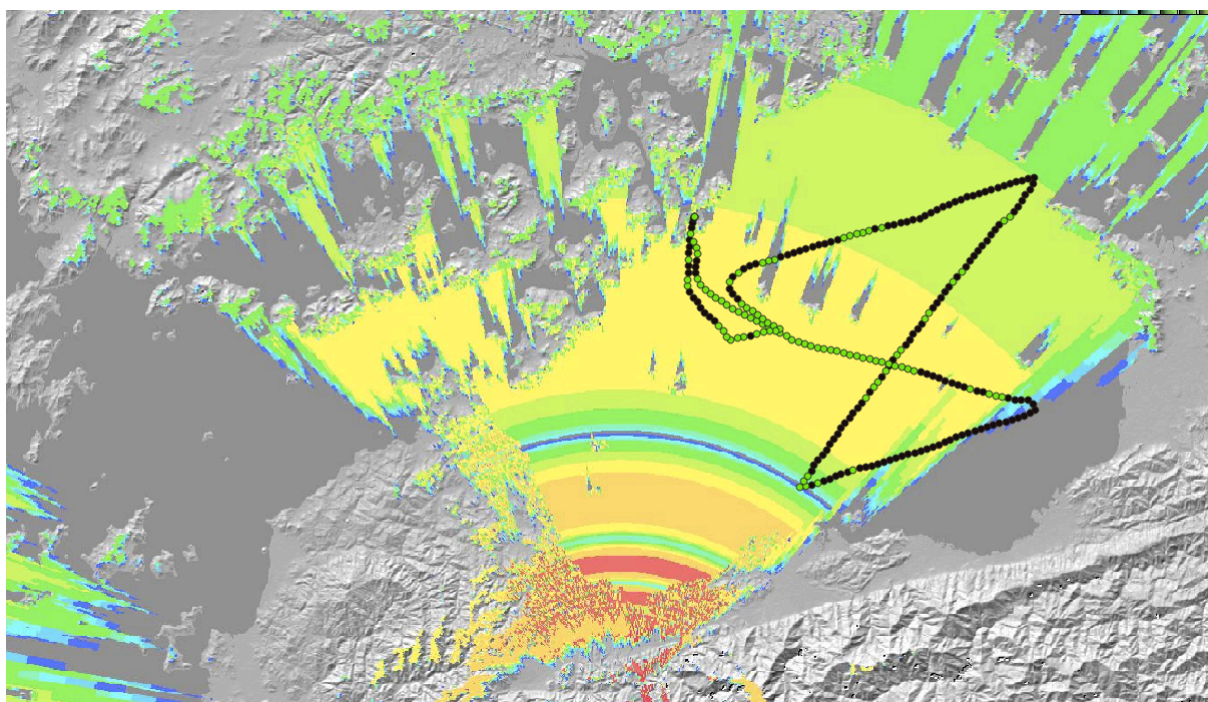


図8 LPWA 受信実験（発信：石鎚山展望台 1440m） 2018/10/25

## 2.2. LPWA 端末の状況

LPWA に対する期待は大きく、多くの製品が次々と発表されている。本研究では複数の機器を入手し、比較を行った。以下に、製品の概要を示す。

- GREEN HOUSE 社 RM-92AM  
ファームウェアの変更により、private LoRa, LoRaWAN 方式に対応する。本研究の予備実験で1対1の通信に用いた。Arduino による開発事例がある。RaspberryPi での利用については未検証。
- Dragino LoRa Mini, LG-01, LoRa GPS HAT-JP  
Dragino 社製の LoRa 専用モジュール、LoRaWAN, PrivateLoRa にも対応する。今回の実験では、GPS HAT-JP を用いて、位置情報のサーバ送信 (The Things Network) を実装した。
- Kiwi Tech LoRa 評価ボード  
Arduino 対応 LoRa 通信評価ボード。P2P, LoRaWan サポート。SoraCOM 対応。
- 高知高専 RasPiZero 用 LoRaHat  
RaspberryPiZero 用に開発された LoRa 対応デバイス。GPS を搭載しており、LoRaGW として利用することが可能。近日発売予定。未検証。

本研究では、船舶の位置情報を単独で取得できることが望ましいため、GPS 搭載型の端末であり、スマートフォンと BLE などで通信できることが望ましい。このことから、(b)の Dragino GPS-HAT を用いて、プロトタイプの開発を行った。実験では、TTN に接続し、GPS 情報が正常に送信されていることを確認した。