

### 可搬型電波式験潮器の導入と実用性について<sup>†</sup>

宗田幸次<sup>\*1</sup>, 森 弘和<sup>\*2</sup>, 林王弘道<sup>\*2</sup>, 齋藤康仁<sup>\*2</sup>, 石川美風香<sup>\*2</sup>, 池内袖か愛<sup>\*2</sup>,  
齊藤夏希<sup>\*3</sup>, 植田 弘<sup>\*4</sup>, 松瀬菜緒子<sup>\*4</sup>, 江河有聡<sup>\*5</sup>, 寸田悠奈<sup>\*5</sup>

On the introduction and practicality of a portable radio wave tide instrument<sup>†</sup>

Koji MUNEDA<sup>\*1</sup>, Hirokazu MORI<sup>\*2</sup>, Hiromichi RINNO<sup>\*2</sup>, Koji SAITO<sup>\*2</sup>, Mifuka ISHIKAWA<sup>\*2</sup>,  
Yukawo IKEUCHI<sup>\*2</sup>, Natsuki SAITO<sup>\*3</sup>, Hiromu UEDA<sup>\*4</sup>, Naoko MATSUSE<sup>\*4</sup>, Asato EGAWA<sup>\*5</sup>,  
and Yuna SUNDA<sup>\*5</sup>

#### Abstract

The Hydrographic and Oceanographic Department is conducting tidal observations. The observation method is the float type at the permanent test tide station and the hydraulic method at the temporary test tide station. In the hydraulic type, it is necessary to install a staff scale on the sea surface and perform simultaneous observation to directly and simultaneously observe the tide level. This requires personnel and significant amount of time. In addition, since the cable and water pressure sensor are installed in the sea, there is a problem that the installation place is limited to the vertical revetment and rock wall where the water depth is secured to some extent. In order to solve these problems, we conducted research to introduce a new type of tide gauge. As a result of the research, we introduced a portable radio wave tide gauge, and compared and verified its practicality by conducting simultaneous observations at the Kamaishi tide station and Yokohama Shinko tide station. As a result, it was confirmed that the portable radio wave tide gauge can be used for tide observation.

#### 1 はじめに

海上保安庁海洋情報部（以下「海洋情報部」という）は、潮汐の推算、水路測量時の水深の補正、海流変動の基礎資料、地殻変動の監視及び津波の把握（海上保安庁海洋情報部、2022）を目的

に潮汐観測を行っている。潮汐観測は、常設した験潮所に設置した験潮器（「検潮器」、 「験潮儀」、及び「験潮儀」とも呼ばれるが、ここでは「験潮器」で統一する）で何十年も観測（以下「常設潮汐観測」という）を行っているものと、常設した

<sup>†</sup> Received August 24, 2022; Accepted October 27, 2022

\* 1 海上保安学校 海洋科学教官室 Ocean Science Course Instructor Office, Japan Coast Guard School

\* 2 沿岸調査課 Coastal Surveys Division

\* 3 技術・国際課 Technology Planning and International Affairs Division

\* 4 第二管区海上保安本部 海洋情報部 Hydrographic and Oceanographic Department, 2nd Regional Coast Guard Headquarters

\* 5 第三管区海上保安本部 海洋情報部 Hydrographic and Oceanographic Department, 3rd Regional Coast Guard Headquarters

験潮所が設置されていない港湾の場合、潮汐観測の都度、一時的に験潮器を設置し、1カ月程度の期間観測（以下「臨時潮汐観測」という）を行うものがある。常設潮汐観測は建物の中に井戸を造り、井戸と外の海を直径10～20 cmの管（導水管）でつなぎ、外の海水を井戸内に導き、井戸内の海面にフロートを浮かべ、海面の上下動に伴って動くフロートの上下動を計測し、潮高を観測するフロート式の験潮器を使用している。臨時潮汐観測は、圧力センサーとデータ処理部・電源部で構成された水圧式の験潮器を使用している（Fig. 1）。

水圧式の験潮器の使用においては、2つの解消したい課題がある。

1つ目は同時観測の実施である。同時観測は、

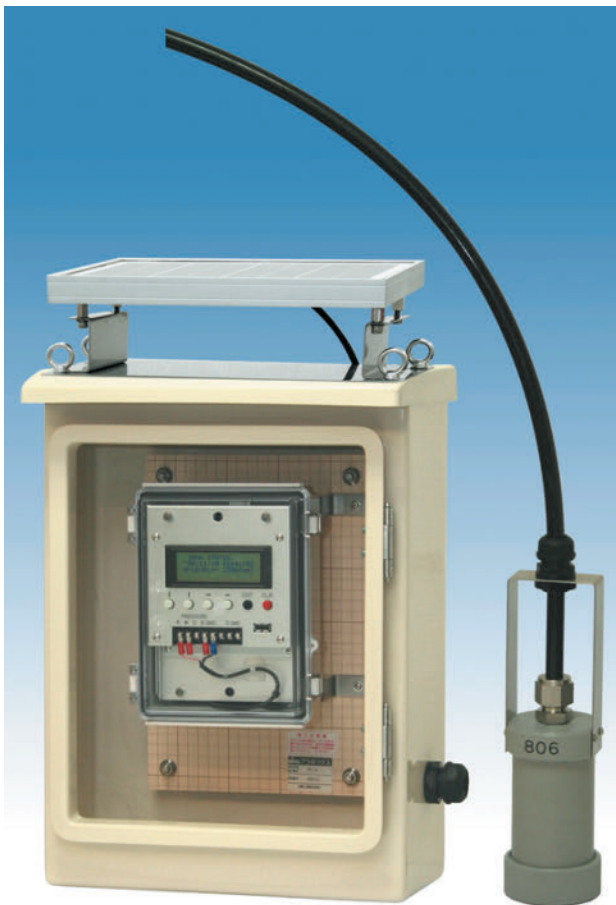


Fig 1. Hydraulic tide gauge (from Rigosha Co., Ltd. website).

図1. 水圧式験潮器（株式会社離合社ウェブサイトより）。

水圧式験潮器の0位の決定と海水の塩分や水温による観測値の変化を補正する縮率を決定するため、標尺などを海面の上下動が測定できるように海面に対して垂直に設置（以下「副標」という）し、水圧式験潮器と同時に直接副標を読み取り、潮高を観測するものである。この同時観測は、観測者が長時間目視で海面の上下動を副標から読み取り記録するもので、人員と時間を要するという課題である。

2つ目は設置場所が限定されることである。水圧式験潮器は圧力センサーを海中に設置することから、波浪の影響及び最低水面を考慮し、同センサーが海面上に出ないような深度に設置する必要があること、同センサーが移動しないようケーブルも含め固定する必要があること、至近に副標を設置する必要があること、これらのことをクリアできる場所でなければいけないことから、水深がある程度確保された垂直護岸や岸壁に設置場所が限定されるという課題である。また、干満差が大きい港湾に設置した場合は、副標の読み取りを海面から高さのある岸壁ぎわから行うことがあり、安全上の問題が発生する。

1つ目の課題解決への取り組みとして、近年の水圧式験潮器は、安定した数値を示していることから測定方法の安定性を確認し、規則を緩和する検討を行った。その結果、副標を読み取って水圧式験潮器と比較する同時観測は、比較値が平均より0.1 mをこえる値が5%以内であることを目安に、相次ぐ高低潮の時刻を含む7から8時間を要する観測2回から、2時間以上を2回とし、真水で調整された機器の縮率を海水で使用する場合、縮率の係数は0.98を使用してよいとして運用することとした。

しかし、実際は作業の合間での同時観測となったことで、波浪等があまり良い時間帯で実施できなかったりするなど、読み取り誤差にばらつきがあり、結果として2時間以上の観測となる場合があった。このため、従来の観測時間で作業を計画し、実施している事例も見受けられる。また、過去の事例として、同時観測を実施しなくてよい可

搬型のフロート式の験潮器を設置したこともあるが、機動的に行えるものではなかった。

同時観測は、水圧式験潮器の圧力センサーから処理部までの圧力の伝達手法が、鉛管の中の空気による伝達から電気に変わり、測定値も安定してきたため、回数や時間も見直されてきたが、廃止することはできない作業である。

そのため、短期間の測量では、測量期間中、副標の読み取りにより潮高を直接求める職員を常時配置するか、水圧式験潮器を設置して調査を行うしかなく、機動的に調査を行える潮汐観測に適した新たな測定手法の験潮器は、これまで見いだせていなかった。

今回、他機関が運用する験潮器について調査したところ、近年、気象庁は常設験潮所などで電波式の験潮器 (Fig. 2) を導入し、安定的にデータを取得していた。電波式はセンサーが水上にあり0位の測定が可能であること、センサーから水面を直接測定できることから装置を小型化して可搬型として運用できれば、水圧式の験潮器の2つの

課題が解決、軽減される可能性がある。験潮器の調査結果や目的を踏まえ、機動的に潮汐観測が行える電波式の験潮器 (以降「可搬型電波式験潮器」という) の導入を検討することとした。

## 2 可搬型電波式験潮器の選定

可搬型電波式験潮器の仕様の検討のため、現在水路業務で使用し実績のある可搬型水圧式験潮器と気象庁の常設の電波式験潮器を参考に必要な諸元をまとめ、可搬型電波式験潮器の諸元と形態・構成を作成し、入手可能な機器を検討し、可搬型水圧式験潮器 (離合社製簡易験潮器 No.5225-WLB) のセンサー換装型である離合社製可搬型電波式験潮器 No.5222 を整備した。整備した可搬型電波式験潮器の諸元を Table 1, 実機を Photo 1 に示す。

本機の利点としては、海洋情報部で現在使用している可搬型水圧式験潮器とデータ処理部・電源部の筐体や操作系がほぼ同一であったことから、測定時間設定などの機器の操作・設定についての慣熟がほとんど必要なく、使用できたことであ

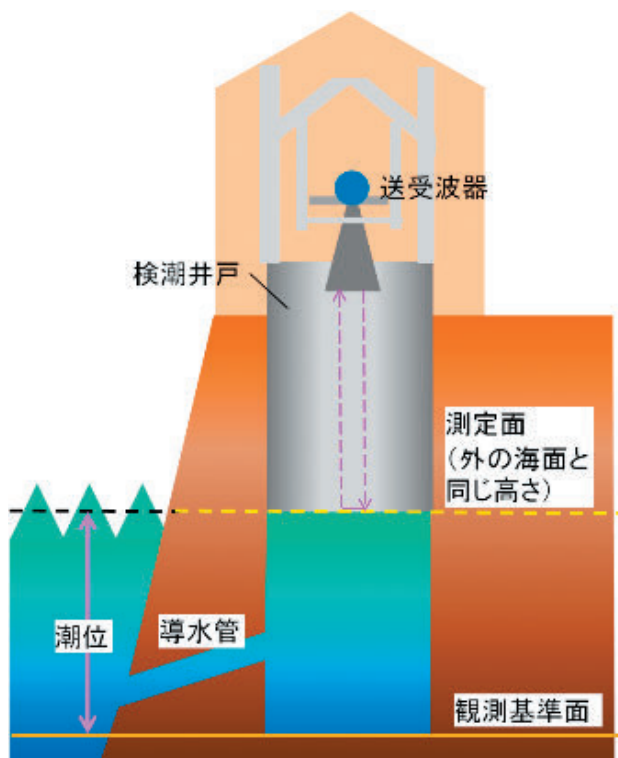


Fig. 2. Radio wave-type tide gauge (from the Japan Meteorological Agency website).

図2. 電波式験潮器 (気象庁ウェブサイトより).

Table 1. Specification of the introduced portable radio wave-type tide gauge.

表1. 導入した可搬型電波式験潮器の諸元.

潮位検出方式	電波式レベルセンサー
最大測定距離	20.0m
不感距離	センサー下0.3m 測定水面までは1.2m以上必要
放射角	約8°
分解能	1mm
精度	±10mm
センサー信号	4-20mA 2線式
計測部本体	PICマイクロコントローラー
計測機能	①時計機能付き測定時間設定 ②最大データ収集時間 約30日
オプション	アルミフレーム取付架台
機器の重量	処理部・電源部・フレーム 42kg
	センサー部 2.7kg
	バッテリー 4.7kg ソーラーパネル 3.4kg

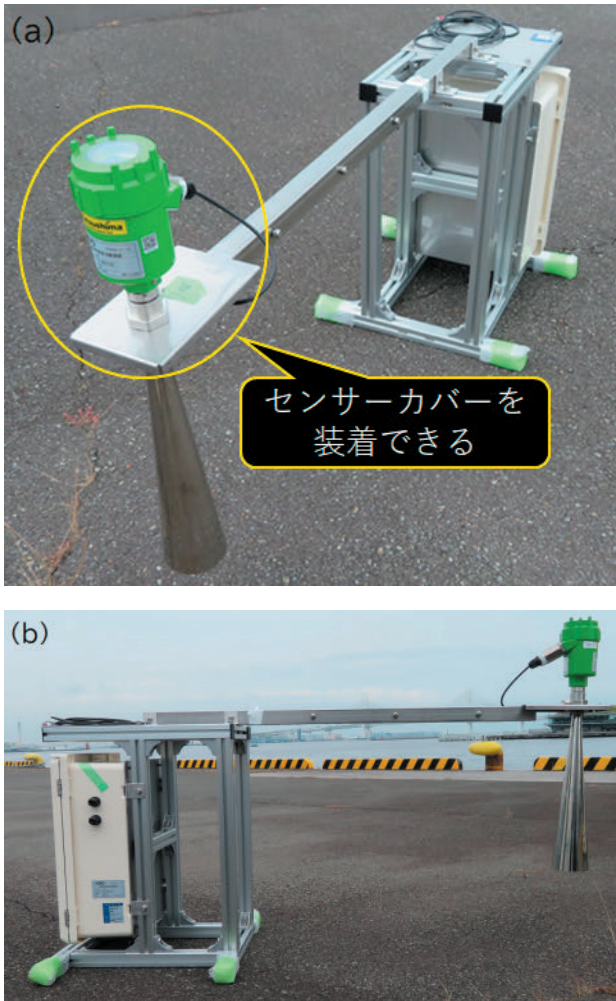


Photo 1. Maintained portable radio wave-type tide gauge (Solar panel is removed). (a) Photo from sensor. (b) Photo from the side.

写真1. 整備した可搬型電波式験潮器（ソーラーパネルは外している）. (a) センサー部からの写真. (b) 横からの写真.

る.

### 3 可搬型電波式・フロート式・水圧式各験潮器の観測結果

整備した可搬型電波式験潮器の実用性を確認するため、横浜新港験潮所と釜石験潮所にて可搬型電波式験潮器（以下「可搬型電波式」という）及び可搬型水圧式験潮器（以下「水圧式」という）を設置し、各験潮所のフロート式験潮器（以下「フロート式」という）と併せて3方式による潮汐観測を行った。次節でその観測結果について報告する。

可搬型電波式の潮高は、水上のセンサーから海面まで距離の測定値を記録するため、フロート式とデータの比較が容易となるよう、可搬型電波式の0位と関係が付いたセンサーアーム上の点と験潮所の球分体の水準測量を行い、験潮所の観測基準面（0 of g）と一致させた。

#### 3.1 横浜新港験潮所の観測結果

横浜新港験潮所での観測は、可搬型電波式及び水圧式を験潮所内に設置した（Photo 2）。水圧式は、圧力センサーの先に5 kg程度の重りをつけて、導水管と反対側の井戸壁面に沿って吊り下げ、重りを着底させて設置した。

可搬型電波式は測定時間を20秒、測定間隔（収録間隔）を5分として観測したデータ（最小の位はmm）である。水圧式は測定時間を5秒、測定間隔（収録間隔）を5分として観測したデータ（最小の位はmm）である。フロート式は観測値の30秒平均値の毎5分のデータ（最小の位はcm）を使用した。フロート式（横浜新港験潮所）及び可搬型電波式の観測基準面の高さ関係は、Fig. 3に示すとおりである。可搬型電波式の観測基準（0位）は、Photo 3で示す箇所であり、この箇所を水準測量することでフロート式の観測基準面（0位）との高さの関係を付けることができ

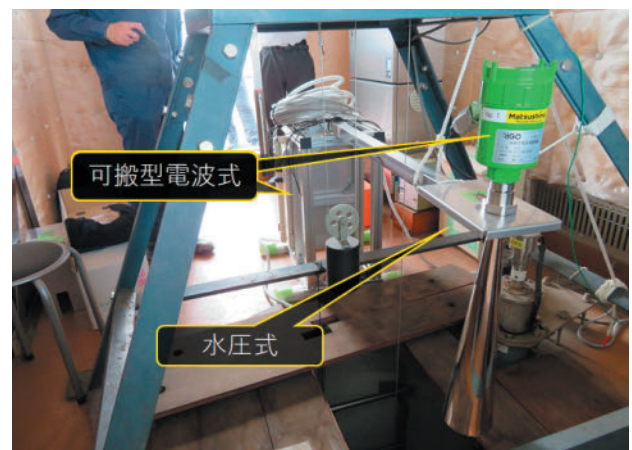


Photo 2. Portable radio wave-type and hydraulic-type installed inside the Yokohama Shinko tide station.

写真2. 横浜新港験潮所内に設置した可搬型電波式及び水圧式.

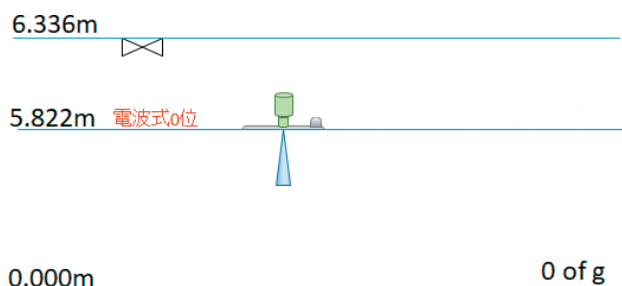


Fig. 3. Height of the observation reference planes of the portable radio wave-type and the float-type (Yokohama Shinko tide station).

図3. 可搬型電波式とフロート式（横浜新港験潮所）の観測基準面の高さ関係。



Photo 3. Observation standard of portable radio wave-type (0th place).

写真3. 可搬型電波式の観測基準（0位）。

る。可搬型電波式の観測潮高は、この高さ関係の5.882 m (5882 mm) を基にフロート式の観測基準面（0位）に合わせた値を使用している。可搬型電波式、フロート式及び水圧式の観測潮高の時間変化を Fig. 4 に示す。

各方式の観測潮高の1日2回上下する波形は、観測した全期間（2022年5月26日～6月5日、データ間隔：5分、データ総数：2789）でよく一致している。各方式の観測潮高の時間変化は、機器の不具合等によるデータ不良も見られず、時間のずれ及び高さの違いもほぼ見られない。なお、横浜新港験潮所の観測期間が短いのは、可搬型電波式のバッテリーの問題により10日間の観測となったことによる。

### 3.2 釜石験潮所の観測結果

釜石験潮所での観測は、可搬型電波式（Photo 4）及び水圧式（Photo 5）を験潮所外に設置した。水圧式は、水深が想定より深く、鋼材を使用していた固定ができなかったため、横浜新港験潮所と同じ重りを付け、海面下に垂らし、重りをうまく石垣の間にかませて設置した。

可搬型電波式は測定時間を20秒、測定間隔（収録間隔）を5分として観測したデータ（最小の位はmm）である。水圧式は測定時間を5秒、測定間隔（収録間隔）を5分として観測したデータ（最小の位はmm）である。フロート式は観測値の30秒平均値の毎5分のデータ（最小の位は

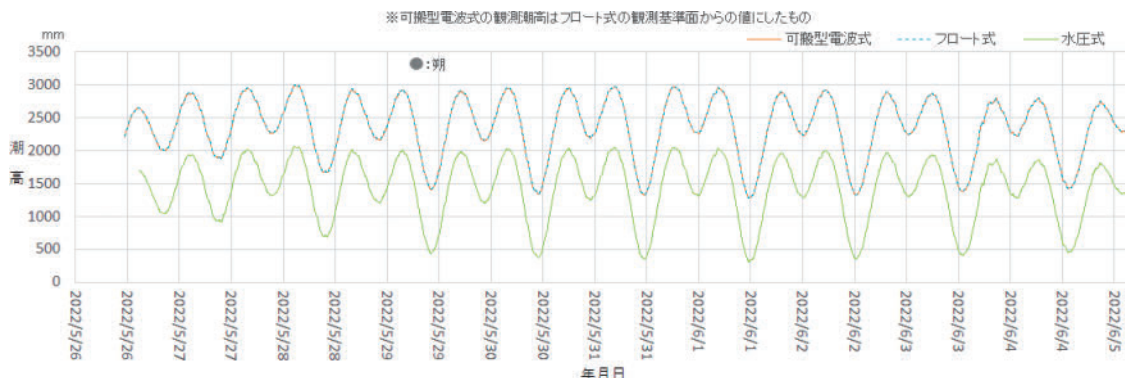


Fig. 4. Time series of observed tide height of portable radio wave-type, float-type and hydraulic-type at Yokohama Shinko tide station.

図4. 横浜新港験潮所の可搬型電波式・フロート式・水圧式の観測潮高の時間変化。



Photo 4. Portable radio wave-type installed outside the Kamaishi tide station.

写真4. 釜石験潮所外に設置した可搬型電波式.



Photo 5. Hydraulic-type installed outside the Kamaishi tide station.

写真5. 釜石験潮所外に設置した水圧式.

cm) を使用した. フロート式 (釜石験潮所) 及び可搬型電波式の観測基準面の高さ関係は, Fig. 5 に示すとおりである. 可搬型電波式の観測基準 (0 位) は, Photo 3 で示す箇所であり, この箇所を水準測量することでフロート式の観測基準面 (0 位) との高さの関係を付けることができる. 可搬型電波式の潮高は, この位置関係の 7.810 m (7810 mm) を基にフロート式の観測基準面 (0 位) に合わせた値を使用した. 可搬型電波式, フ

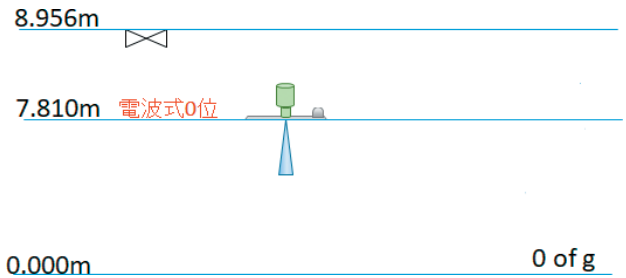


Fig. 5. Height of the observation reference planes of the portable radio wave-type and the float-type (Kamaishi tide station).

図5. 可搬型電波式とフロート式 (釜石験潮所) の観測基準面の高さ関係.

ロート式及び水圧式の観測潮高の時間変化を Fig. 6 に示す.

各方式の観測潮高の1日2回上下する波形は, 観測した全期間 (2022年6月1日~7月15日, データ間隔:5分, データ総数:9805) でよく一致している. 各方式の観測潮高の時間変化は, 機器の不具合等によるデータ不良も見られず, 時間ずれ及び大きな高さの違いは見られず, 全体の傾向としては良く一致している.

なお, フロート式では, 導水管により波浪による極短い周期の海面の上下動が抑えられた観測値となる. 電波式では, 測定時間が20秒であり, 数秒程度の波浪による上下動は, 平均化された観測値となる. 水圧式では, 測定時間が5秒であり, 数秒から十数秒の周期の波浪による上下動の影響が強く表れた観測値となる.

#### 4 可搬型電波式・フロート式の潮高の比較・検証

可搬型電波式とフロート式の測定値の時間変化は, 極めてよく一致しているので横浜新港験潮所及び釜石験潮所において, 観測した潮高の比較・検証について次節で報告する.

なお, 可搬型電波式 (データの最小の位は mm) とフロート式 (データの最小の位は cm) である.

##### 4.1 各観測潮高散布図

可搬型電波式とフロート式との散布図を作成し

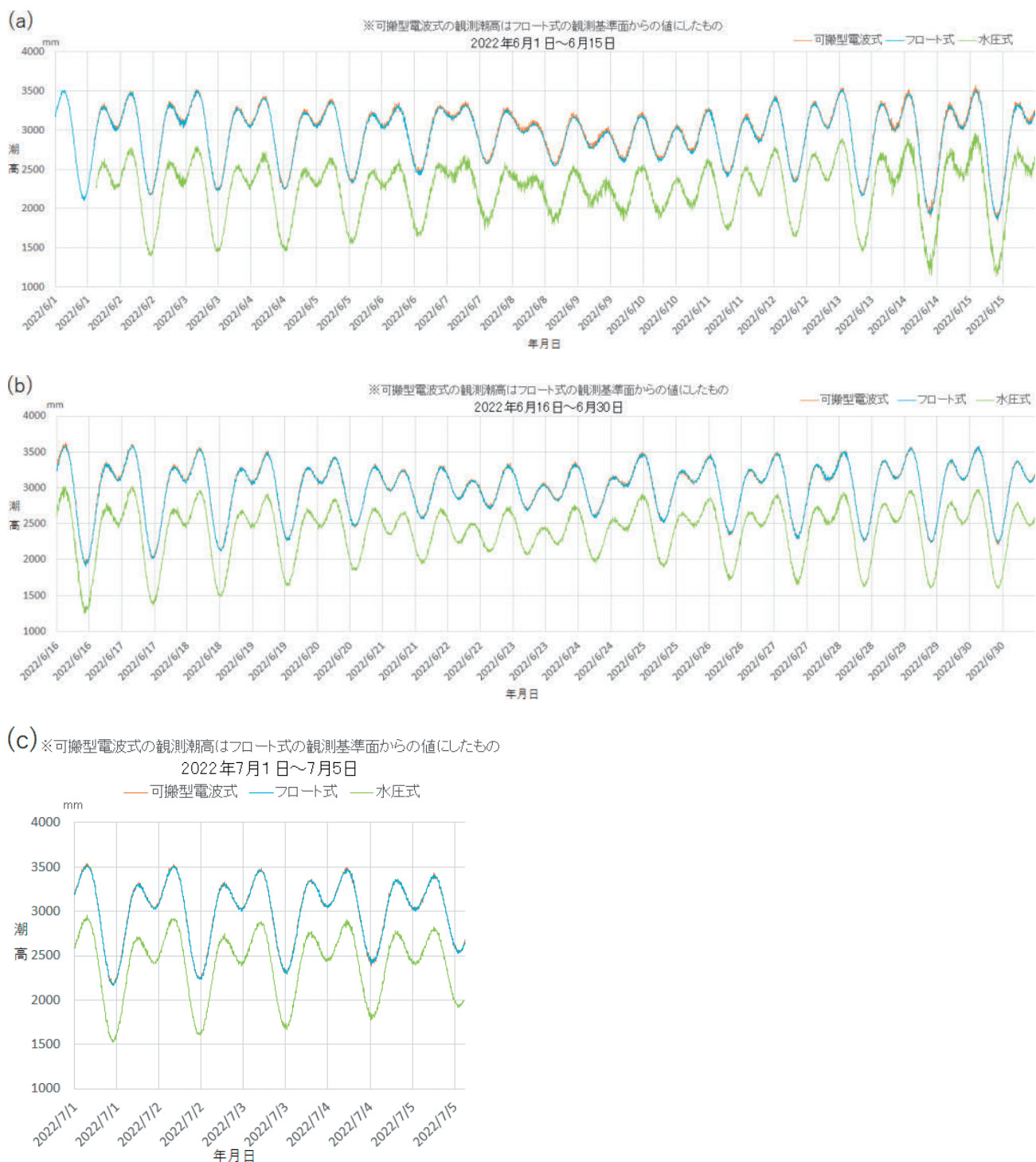


Fig. 6. Time series of observed tide height of portable radio wave-type, float-type and hydraulic-type at Kamaishi tide station. (a) June 1 – 15, 2022 (b) June 16 – 30, 2022 (c) July 1 – 5, 2022.

図 6. 釜石験潮所の可搬型電波式・フロート式・水圧式の観測潮高の時間変化。(a) 2022 年 6 月 1 日～6 月 15 日。(b) 2022 年 6 月 16 日～6 月 30 日。(c) 2022 年 7 月 1 日～7 月 5 日。

た。横浜新港験潮所で観測したものを Fig. 7 に、釜石験潮所で観測したものを Fig. 8 に示す。

#### 4.1.1 横浜新港験潮所

横浜新港験潮所の可搬型電波式とフロート式は、近似直線の傾きが 0.9968 とほぼ 1 であり、また、決定係数 ( $R^2$ ) は 0.9999 で点のバラつき

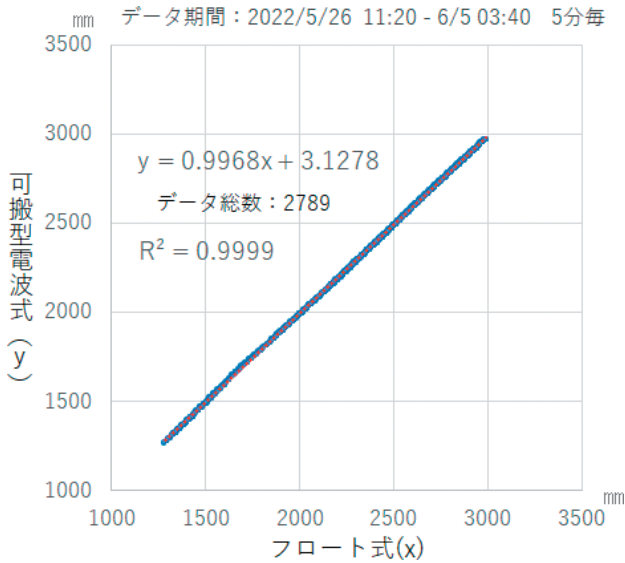


Fig. 7. Scatter chart of tidal height observed by portable radio wave-type and float-type at Yokohama Shinko tide station.

図7. 横浜新港験潮所の可搬型電波式・フロート式の観測潮高の散布図.

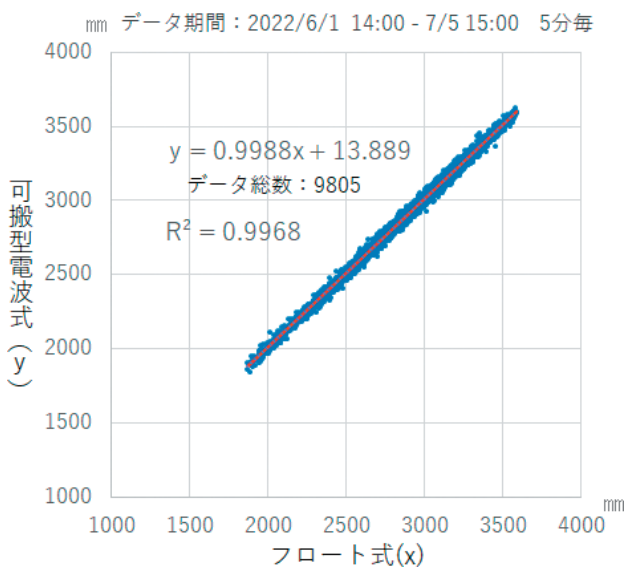


Fig. 8. Scatter chart of tidal height observed by portable radio wave-type and float-type at Kamaishi tide station.

図8. 釜石験潮所の可搬型電波式・フロート式の観測潮高の散布図.

もほとんどなく、両者が極めて良く一致している (Fig. 7). 切片は観測基準面 (0 位) を合わせていることから約 3 mm となっている.

#### 4.1.2 釜石港験潮所

釜石験潮所の可搬型電波式とフロート式は、近似直線の傾きが 0.9988 とほぼ 1 であり、また、決定係数 ( $R^2$ ) は 0.9999 で点のバラつきが僅かにあるものの、よく一致している (Fig. 8). 切片は観測基準面 (0 位) を合わせていることから約 14 mm となっている. 散布図の結果は、釜石験潮所が横浜新港験潮所に比べ、一致がほんの僅かながら劣っていた. この理由として、横浜新港験潮所では、可搬型電波式を験潮所の井戸内に設置し、ほぼ平坦な海面の上下動を計測しているものと、釜石験潮所では、可搬型電波式を験潮所外に設置したことで、電波による測定では、波浪の波長の影響により、照射面内の海面に凹凸ができ、その波浪の凸部を測定してしまうため発生する差と考えられる. 実際の波高の変化を考慮すれば、波浪による海面の上下動をうまく平滑化しており、約 14 mm の差は小さく、測定誤差の範疇と言える.

#### 4.2 潮高差標準偏差・潮高差分布

可搬型電波式とフロート式との観測潮高の潮高差の標準偏差を Table 2 に、潮高差の分布を Fig. 9 に示す.

##### 4.2.1 横浜新港験潮所

横浜新港験潮所の可搬型電波式とフロート式の潮高差の標準偏差は 5 mm と両者が極めて良く一致している (Table 2). また、潮高差の分布は、差の絶対値 10 mm 未満が 2307 データと全体の 83% を占めている. また、差の最大の絶対値が 17 mm と極めて良く一致している (Fig. 9 (a)).

##### 4.2.2 釜石港験潮所

可搬型電波式とフロート式の潮高差の標準偏差は 20 mm (2 cm) と両者がかなり良く一致している. また、潮高差の分布は、差の絶対値 10 mm (1 cm) 未満が 3431 データで全体の 35% であった (Fig. 9 (b)). 潮高差の標準偏差及び分布は横浜新港験潮所の結果より劣っているが、水路



Table 2. Standard deviation of tide height difference between portable radio wave-type and float-type.

表2. 可搬型電波式とフロート式との観測潮高の潮高差の標準偏差

観測場所 比較 (データ期間, データ間隔)	データ 総数	潮高差 標準偏差 単位: mm
横浜新港験潮所 可搬型電波式-フロート式 (2022/5/26 11:20 - 6/5 03:40, 5分毎)	2789	5
釜石験潮所 可搬型電波式-フロート式 (2022/6/1 14:00 - 7/5 15:00, 5分毎)	9805	20

測量業務準則施行細則では、(水圧式) 臨時験潮所のゼロ位と副標のゼロ位の関係付けについて、目視観測の記録と同時刻の験潮記録との比較値(差)から求めるとあり、比較値がその平均より0.10 m以上離れる回数が全体の5%以上ある場合、原因等を精査することとなっている。今回、フロート式験潮所を副標とし、電波式を水圧式に置き換えて考察すると、比較値の絶対値0.10 m(100 mm)を超えるデータ個数は、全体の0.03%(9805個中3個)であり、5%より極めて小さいものであった。

## 5 可搬型電波式の改善点と使用上の注意点

可搬型電波式について、その実用性を確認するため、横浜新港験潮所及び釜石験潮所に設置し潮汐観測を行った。可搬型電波式は、観測にあたりセンサー部、データ処理装置等各パーツに分解して移送し、現場で組み立て設置、観測した。

比較観測は、海上保安庁所管の験潮所で実施したため、設置条件や管理も良好な状態であったが、今後、測量地に設置しての観測のため、運搬、組み立て及び観測時に気が付いた改善点や使用上の注意点をより利便性が良くなることを期待し、次に記載する。

### 5.1 改善点

#### 5.1.1 組み立て関係

今回使用した可搬型電波式は、3種類の工具が必要であった。ネジの規格の統一のほか、観測基

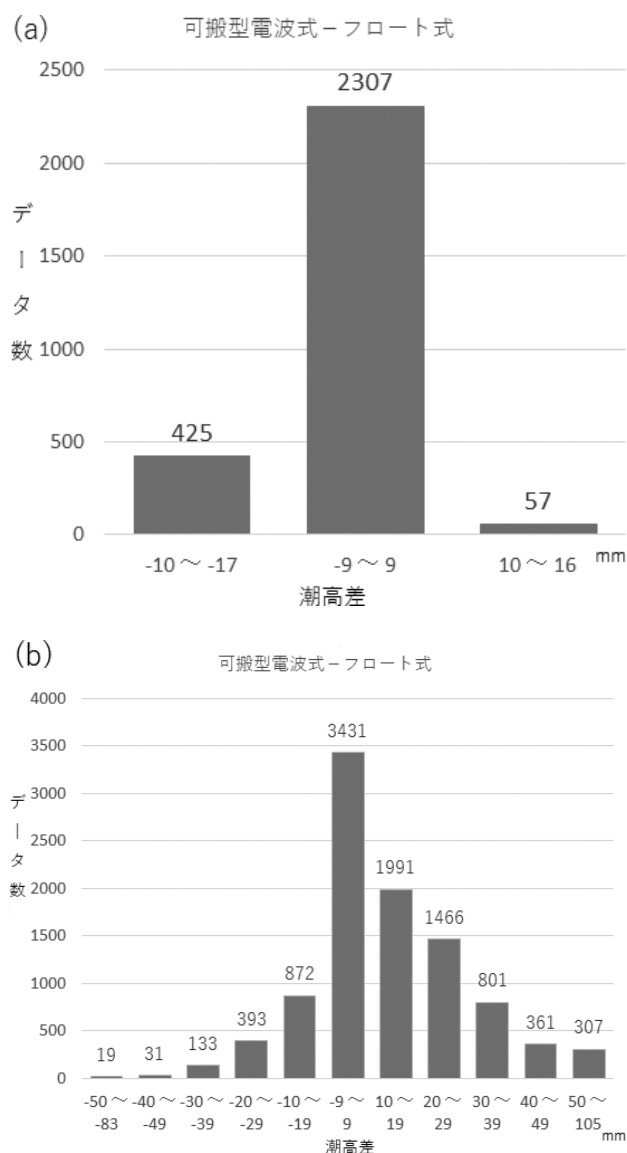


Fig. 9. Distribution of tide height difference between portable radio wave-type and float-type. (a) Yokohama Shinko tide station. (b) Kamaishi tide station.

図9. 可搬型電波式とフロート式との潮高差の分布。(a) 横浜新港験潮所。(b) 釜石験潮所。

準(0位)の測定之都度、センサーカバーを外す場合があり、パッチン金具や丁番で固定するタイプに改善すると、センサーカバー取付け時に海部に乗り出してのカバー周囲のねじ止めの作業がなくなるので、安全性も向上し、作業も容易になる。

このほか、可搬型電波式の設置場所にあわせて臨機に対応できるように、センサーアームの長さやセンサー部分の固定金具等について何種類かある

と良い。

### 5.1.2 観測基準関係

電波式のセンサーは、指向角（8度）内であれば、多少の傾斜は許容されるものの、観測基準（0位）の測定に影響するので、気泡管と調整金具の取り付け、水準測量の際には電波式センサーの設置高によって使い分けられるように、観測基準（0位）に関連のついた、標尺を立てる球分体のような固定点、または、フロート式のような鋼尺の取付けを検討する。

なお、横浜新港験潮所での観測では、常設の験潮器の架台の下に電波式のセンサーが入るので、観測基準（0位）の測定のため、標尺を立てる球分体の代用として、球状の袋ナットをセンサーアームの付け根に張付けて、アームに傾斜がないことを確認して水準測量を実施した。

センサー保護用のカバーを取り付けた際には、カバーを外さずセンサー位置の変動の点検が容易となるようカバーに観測基準（0位）と関連のついた目盛を張付ける等の工夫の余地はある。

## 5.2 使用上の注意点

### 5.2.1 センサーと海面間の障害物による観測不良

可搬型電波式の測定については、センサー部分をセンサー取付ステーで海上に張り出して、設置する必要がある。センサーから発射する電波の指向角（8度）内に岸壁などの地物が入らないよう注意する必要がある。なお、センサー部分の設置に適した場所の候補としては、漂流物がたまるような場所を避け、水圧式で設置してきた垂直護岸や岸壁の他にドルフィンや橋梁等が挙げられる。

### 5.2.2 電源容量不足による観測停止

可搬型電波式の電源は、センサーが常時稼働して計測していることから消費電力が大きいいため、0.6 m×0.4 mのソーラーパネルと可搬型の機器としては大型の12 V 22 Ahの密閉型バッテリーを共用している。釜石験潮所で比較観測を実施した6月は日照時間も長く比較的気候も良かったの

で、電力の低下による観測の中断は無かった。しかし、横浜新港験潮所は屋内に設置のため、ソーラーパネルを使用しなかったことと、ソーラーパネルを使用できない時にどの程度観測できるか確認するために、商用電源からは給電せずに観測を行い、バッテリーのみでは10日程度の観測しかできないことが、今回の比較観測で確認できた。冬季の日照時間が短い季節や天候不良が続く場合、ソーラーパネルから充電及び給電が不十分となり、観測が中断する可能性があるため、運用の実績を積み重ねるまでは、頻繁な点検を行い予備バッテリーとの交換を考慮しておく必要がある。

なお、測定時間及び測定間隔を変更してデータ処理・収録部の消費電力を少なくすることはできないが、前述のとおり、消費電力が大きいセンサーが常時稼働していることから節電効果はあまり期待できない。

### 5.2.3 観測値の点検

今回の観測では、センサーから海面まで距離の測定値を記録したため、観測基準面（0位）はセンサーの位置となり、水圧式やフロート式とは観測値（符号）が逆になる。これまでの解析ソフトウェアでは、対応できないことも有り得るので、最低水面から下を0位とした値に換算する必要がある。デジタル機器全般に言えることだが、数値的に0位の変更は容易であるため、観測前には正しい設定で測定しているか点検が必要である。

## 6 まとめ

海洋情報部では水圧式験潮器の課題の解決、電波式験潮器の調査実施機関への導入の対応として、設置場所を移動して潮汐観測が行える可搬型電波式の導入と実用性の検証の研究を令和2年度から令和4年度にかけて行った。令和3年度に2台の可搬型電波式を整備し、これらの実用性を検証するため、横浜新港験潮所及び釜石験潮所において、フロート式（各験潮所で使用）及び水圧式を使用して同時に潮汐観測を行った。

横浜新港験潮所では、観測結果を取りまとめ、観測潮高の散布図、潮高差の標準偏差及び潮高差によって比較・検証を行った。その結果、可搬型電波式は、フロート式の観測結果と極めて良く一致しており、実用として問題ないことが確認できた。

釜石験潮所では、観測結果を取りまとめ、観測潮高の散布図、潮高差の標準偏差及び潮高差の標準偏差によって比較・検証を行った。その結果、可搬型電波式は、フロート式の観測結果と極めて良く一致しており、実用として問題がないことが確認できた。

なお、観測潮高の比較・検証結果において、屋外に設置した釜石験潮所が横浜新港験潮所に比べ、一致がほんの僅かながら劣っていたのは、験潮器自体の問題ではなく、釜石験潮所の可搬型電波式での観測が波浪の影響を受けたことによると考えられる。

整備した可搬型電波式は、海洋情報部の潮汐観測の基準を十分に満たすものであり、実用できるものであることが確認できた。可搬型電波式を32昼夜以上の長期間の潮汐観測で使用するほか、次の使用が期待できる。

(1) 水圧式設置時に副標を観測員が読取る同時観測では、目視による読み取りであることから観測員の技量による差などの個人差が入る可能性があり、可搬型電波式では均質なデータを取得できることから、可搬型電波式で水圧式プラス副標による観測の代替えが可能である。

なお、ソーラーパネルによる充電に不安があるような地域及び季節に10日間以上の観測を行う場合は、現機器では外付けで容量の多いバッテリーを使うことを勧める。

(2) 常設験潮所の外側に電波式を設置し、井戸内の験潮器のデータと比較することで、験潮所の井戸つまりの調査に使用する。

最後に移動して行う潮汐観測において、可搬型電波式が海洋情報部はもとより、水路測量に関係する調査実施機関にも普及されることを期待して本稿を終わる。

## 謝 辞

本庁海洋情報部沿岸調査課の関係職員には、機器調査から導入に至るまで、多大なご理解とご支援をいただきました。第二管区・第三管区海上保安本部海洋情報部の職員の方々には、実用性を検証するための潮汐観測に多大なご理解とご支援をいただきました。皆様のご理解とご支援をいただき、可搬型電波式験潮器の導入及び実用性の検証が行え、研究を完了することができました。ここに記して厚く感謝いたします。

## 文 献

株式会社 離 合 社, <https://www.rigo.co.jp/download/download-pdf/5Current&Level.pdf>.  
海上保安庁海洋情報部 (2022) 海を拓く, 19pp., 海上保安庁海洋情報部.  
気象庁ウェブページ, 潮汐観測の仕組み, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/tide/kansoku.html>.

## 要 旨

海洋情報部は、潮汐観測を行っている。観測方式は、常設験潮所ではフロート式、臨時験潮所では水圧式を採用している。水圧式では、標尺などを海面に設置し、直接、同時に潮高を観測する同時観測が必要である。これには、人員と多くの時間を要する。また、ケーブルと圧力センサーを海中に設置することから水深がある程度確保された垂直護岸や岸壁に設置場所が限定されるという課題がある。これらの問題を解決するため、新たな方式の験潮器の導入に向けて験潮器の調査を行った。調査の結果、可搬型電波式験潮器を導入し、その実用性について、釜石験潮所と横浜新港験潮所との同時観測を行い、可搬型電波式験潮器とフロート式験潮器の観測データの比較・検証を行った。この結果、可搬型電波式験潮器は、潮汐観測に使用可能であることが確認できた。