

掛廻しロープの位置測定器の試作

井上喜洋*・星野久雄**

Development of Underwater Positioning Device for Seine Net Ropes.

Yoshihiro INOUE, Hisao HOSHINO

Abstract: There are no practical underwater positioning devices for fishers to measure the position of the fishing gear during seine net fishing operations. We produced a PC based prototype positioning device, that measures the position and the direction of the fishing gear underwater by utilizing the time delay in sound waves to measure distance.

The device is composed of three transmission pingers, two passive sensors (microphones), signal control box and signal interface to a personal computer. The distance and direction are calculated from received signals and displayed on a notebook-size computer. A crystal oscillation clock with about four million Hz/sec. was installed, in a signal control box as the standard for measurement. In actual operation the transmission pingers are attached to fishing gear separately and the two microphones are installed on a fishing boat.

We carried out tests in an experimental tank (14.0 m in length x 7.5 m in width x 2.0 m in depth) to confirm the synchronous, transmission and receiving of each signal and also identification of each sensor signal. It was confirmed that all elements operate without any problem. The next step is to carry out actual positioning measurement tests comprehensively using a new computer program for the analysis.

Keywords: Underwater positioning device, Seine net rope.

1. 緒言

これからの漁業は、資源の持続的利用を図る漁業管理と漁獲技術が必要となる。そのための漁獲技術（漁法）として、魚種、サイズ等の高い漁獲選択性能が望まれ、操業過程における漁具の挙動についての的確な操作が要求される。しかし、海中における漁具の展開状態を計測、表示する実用的な装置がなく、操業方法は、漁業者の経験と勘（カン）に頼ってきた。そこで、海中における超音波伝播の時間差を利用した水中位置計測器を考案し、市販ノートパソコンを利用した制御、表示系（ハード、ソフト）試作器（インターフェイス）の作成および機能確認を行った。

2. 測定器開発方法

(1) 計測手法の基本概念

図1は掛廻し網漁法の概念図である。典型的な操業は図のように水深100~600mの海底に全長1,500m全幅1,000mの規模でロープと網を展開し、その後船をゆっくり前進させP₁、P₂、P₃に囲まれた海底の魚を掬い取る。操業中のこれらP₁、P₂、P₃各点の位置を時間経過に従って把握することにより、漁具の展開状態を推定する。そのため、ハード系として、小型のセンサー（時計発信ピンガー）を漁具主要部であるP₁、P₂、P₃3箇所に、受信センサー2基を漁船の適当な位置に配置する。発信ピンガーは、受信センサーに組込まれた基準時計と同一精度で稼動する時計を持ち、使用開始時に時刻を同期させてある。これらの発信ピンガーは一定間隔で発信しているため、ピンガーP₁、P₂、P₃3箇所の船からの距離は、各発信ピンガーから送られる信号の受信センサー時計との時間遅れから求められる。また、各発信ピンガーからの同一信号を受ける2基の受信センサーの時間差から、信号の方向（角

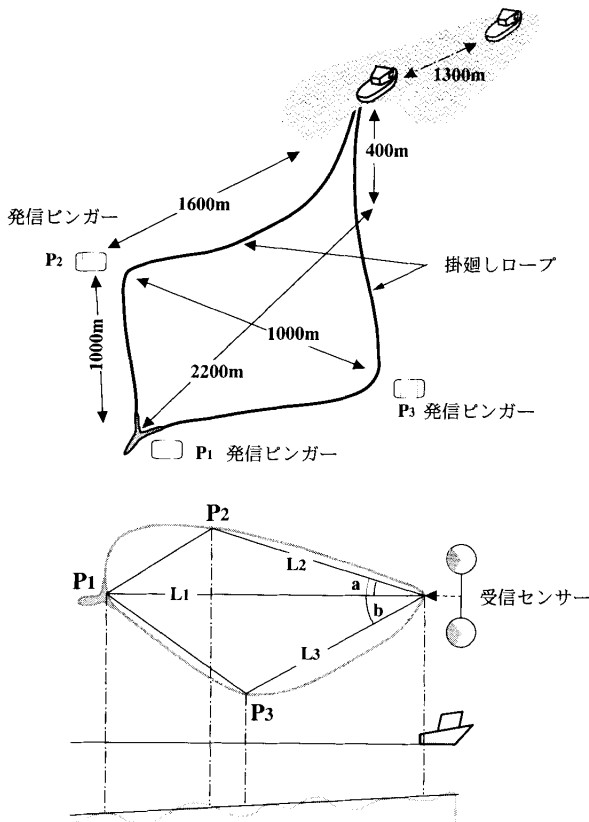


図1 掛廻し漁業の概念図と装置の関係
装置により各発信ピンガーまでの距離 L1、L2、L3及び角度 a、b が求められる。

度)を求めることができる。従って、距離と方向から各発信ピンガーの船からの相対位置を計算し、船の位置をGPSで測定することにより、絶対位置が得られる。海図上の海底地形を装置に組込むことにより、漁具と海底地形の関係を知らることができ、漁具の的確な操作を行える。

(2) 測定器の構成

測定器は、発信ピンガー、2個の受信センサー、同期・受信信号変換器、ソフト用信号変換器および信号処理・表示ソフトから構成されている。発信ピンガーは、海中の漁具に取り付けるもので、今回3個を製作した。発信ピンガーの数量は、基本的に増やせるが、各ピンガーを区別する必要性から5個程度が実用的であろう。受信センサーは、船から水中に降ろされ、発信ピンガーの発信波の来る方向を測定するため、2個で一組となる。同期・受信信号変換器は、内部にある基準時計に合わせて、各発信ピンガーの時計を制御(同期)する。また、受信センサーが受信した信号値を出力する。この信号値は、ソフト用信号変換器(PC用インターフェイス)により変換され、Windows98(Microsoft社製)をOSとするノート型PCに対応させた。

各発信ピンガーの位置は、装置に接続されるノート型PC内で、今回開発した信号処理・表示ソフトにより、装置から送られてくる信号値を使って計算され、結果が位置情報とな

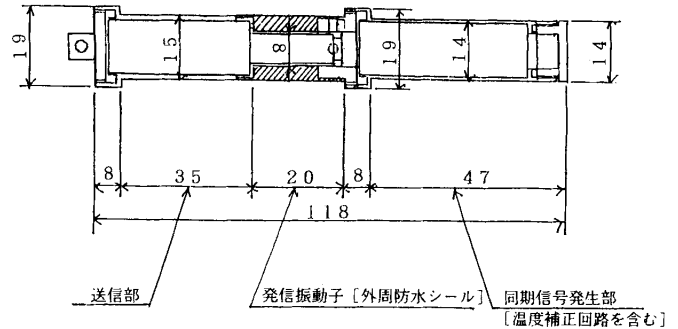


図2 発信ピンガー外観図

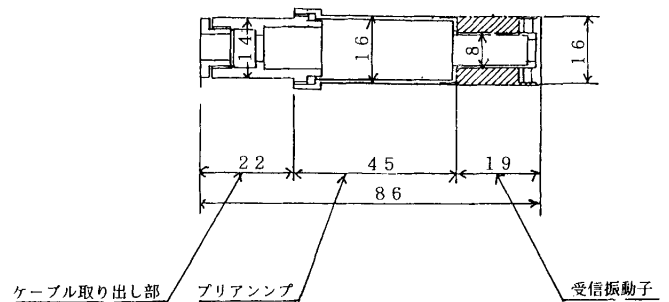


図3 受信センサー外観図

る。これらの位置情報は、時間経過に伴いPC内に蓄積され、表示される。蓄積量および表示間隔等は、ソフト的に使用時に制御可能とした。PCスクリーン上への表示方法は、数字および漁具形状グラフィックスとした。グラフィックス表示は、2次元表示および3次元表示が選択可能とした。

(3) 測定器の主な構成要素

A: 発信ピンガー

図2に示すような、外径19mm長さ118mmのステンレスチール製の円筒管である。

構造的には、温度補正部を持つ同期信号発生部、電源電池を含む送信部および発信振動子の3円筒管に分けられる。各部の水密はOリングにより保ち、水深500mまで使用可能とした。ピンガーの発信周波数は、76.5KHz、パルス幅は0.0081sec、パルス間隔は5~10sec(調整可能)、音源出力165dBre/1μPa、電源は3Vで約4時間作動とし、交換可能とした。温度補正は、0~25°Cの範囲で誤差10⁻⁸以内とした。

B: 受信センサー

図3に示すような、外径16mm長さ86mmのステンレスチール製の円筒管である。構造としては、受信振動子および信号のプリアンプ部を持ち、ケーブルで同期・受信信号変換器へ接続される。

C: 同期・受信信号変換器(基準時計)

本測定器のシステムに基準時計を設け、各ピンガー及び受信センサーはこの基準時計の制御下においた。同期操作の基準時間は、5秒及び10秒間隔として、各ピンガーの発信時間差を1秒にとり、各ピンガーを識別する。本測定器の位置精

度は、使用している基準時計，すなわち水晶発振子により決まる。幾つかの試作後，最終的に4,194,304Hz(約400万ヘルツ/秒)を採用した。これにより基準時計の1波は，約0.238 μsec ，波長約0.3mmとなり，図4に示すとおり，受信センサーを1 m 離して受信した場合の方位角精度は約0.172度となる。

D：信号処理・表示ソフト

開発ソフトに汎用性を持たせるため，パソコンはWindows98系を使用することとした。パソコンメーカーが基本としている汎用機能以外の機能を持たせるには，Microsoft社のオペレーティングシステムの詳細仕様に関する情報が必要

基準時計の性能仕様

周波数	4,194,304Hz
周期	0.23 μsec
波長	0.3mm

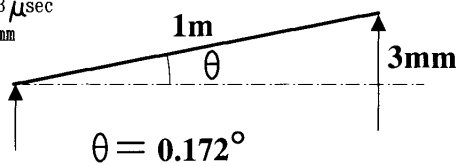


図4 方位角精度

である。

ところが，これらの情報は，一般には公表されていないため，入手には，業界各社の了解と経費分担，調整等に種々の手配が必要となった。必要資料を入手後の開発作業は，次の構成とした。

a：開発対象

本システムのプログラム開発にあたっては，基礎的な段階の開発として次の4機能を目標とした。

- ① 受信信号の2次(パソコン用)変換機能
- ② 漁具(計測)位置表示機能
- ③ データ(計測位置)保存機能
- ④ データ(計測位置)再生機能

b：開発環境

本システムのプログラム開発における開発環境は，図5に概要を示すとおりである。

- ① 開発用機種(ノート型PC)：VAIO PCG-737(Sony社製)
- ② オペレーティングシステム：Windows98(Microsoft社製)
- ③ プログラム作成ツール・開発言語：VisualC+Ver.5.0(Microsoft社製)

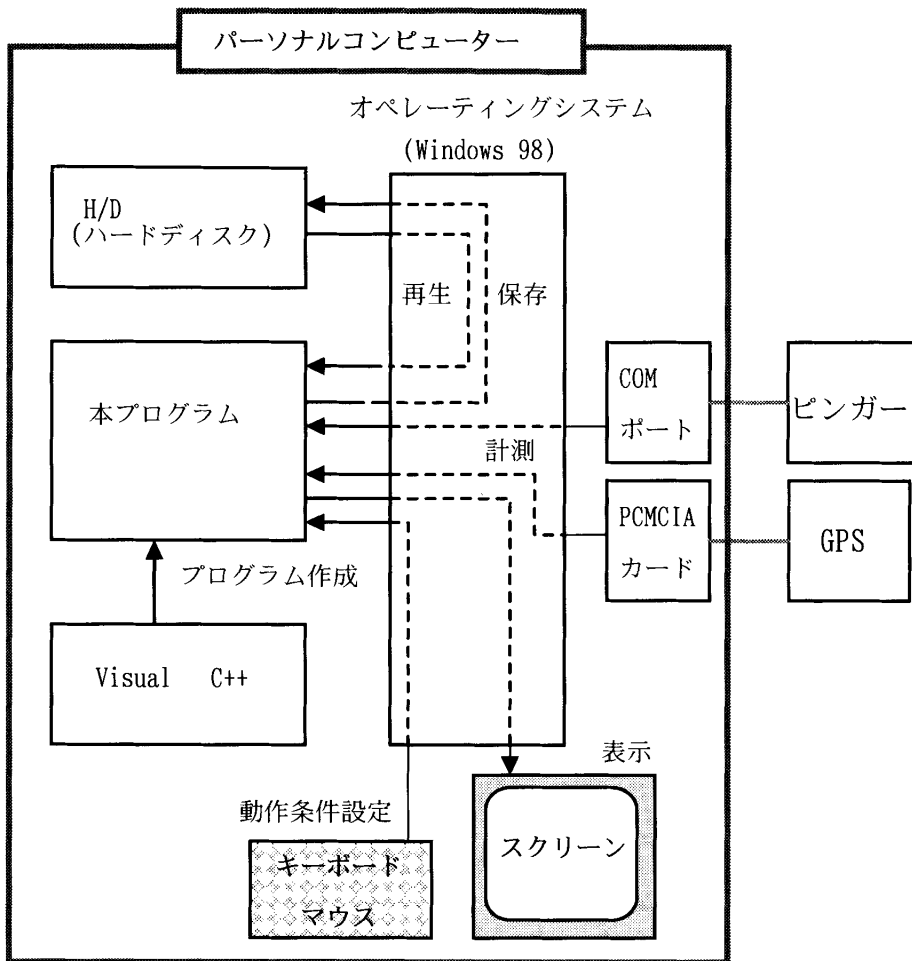


図5 位置測定ソフト開発環境概要

- ④ GPS装置：IPS-5200 (PCMCIA カード付) (SPA 社製)
- ⑤ ピンガー (今回開発したもの)：ボーレート：2048bit/sec

c：プログラム実現方式

本システムのプログラム実現方式の概要を図6に示す。本プログラムは「マルチスレッド方式」で処理を行う方式とし、その基本構成は、図中に示すように各機能を各スレッド (プログラム実行の最小単位) を生成する構成とする。各スレッドはピンガーからの入力 (COMポートからの信号) タイミングに合わせ、5~10sec (設定可能) 間実行待ち状態 (sleep) 後起動される。各機能の実行条件は、メインプログラムで常時設定可能であり外部変数に記憶され、各スレッドは起動時にその条件に従って実行される。また、各スレッドは、各機能の状態 (例えば、受信された信号の内容) を対応するウィンドウに表示する。

保存ファイルについては、再生用に保存されるファイルとして、シリアルライズされたものとした。また、再生機能とその他の計測、保存機能を別プログラム (EXE) として作成す

ることとした。

3. 同期操作および発信受信水槽試験

試作した水中位置測定器の構成は、写真に示すとおりである。ノートパソコンに入る手前までの信号について、1999年3月28日魚群行動実験水槽 (長さ14.0m×幅7.5m×深さ2.0m) において、発信ピンガーの初期同期化および発信ピンガーの信号を受信する実験を行った。

初期同期化は、各発信ピンガーを順次同期・受信信号変換器に取り付け、同期操作を行い問題なく完了した。受信実験は、発信ピンガーを図7に示すように水槽の一端に1個、水槽中央に移動した台車の水槽壁側から約1m離して2個の合計3箇所を水深約1mに吊し、受信センサー2個を反対側の水槽壁際水深約1mに吊し、各発信ピンガーの信号を受信、識別状態を調べた。図8に各信号の受信記録状態の一部を示す通り、明瞭に各発信ピンガーの信号が識別されることが確認された。これにより測定器の基本的なシステムについて問題ないことが分かった。

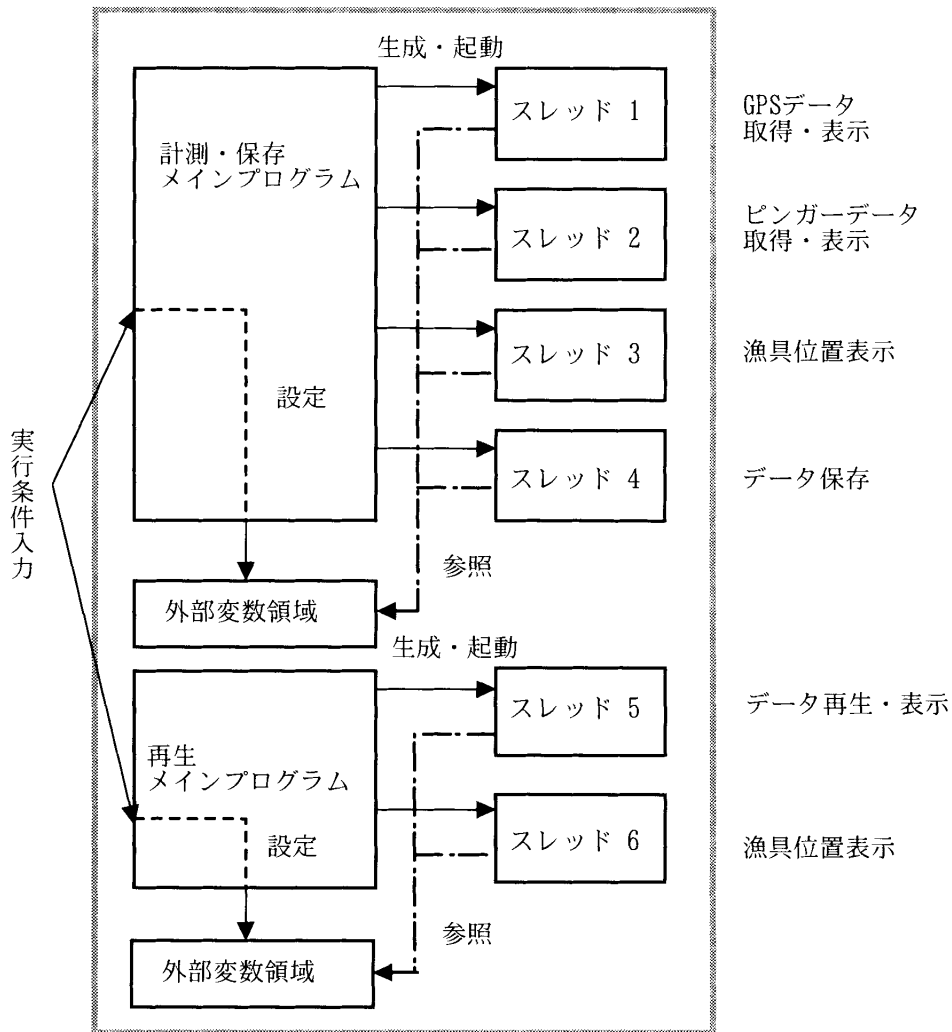
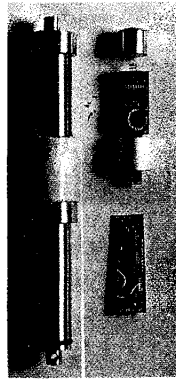
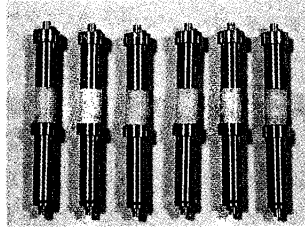
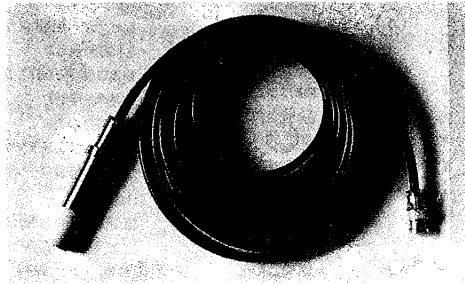


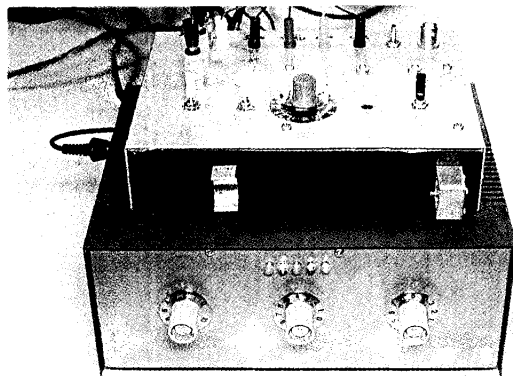
図6 プログラム実現方式の概要



発信ピンガーと内部



受信センサー



同期・受信信号変換器（上）
と
ソフト用信号変換器（下）

写真 開発した位置測定器を構成する部品の写真

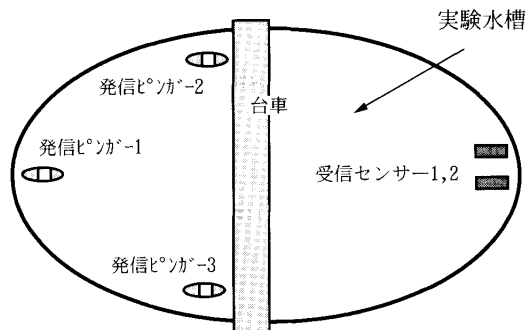


図7 発信ピンガーの識別受信実験の配置

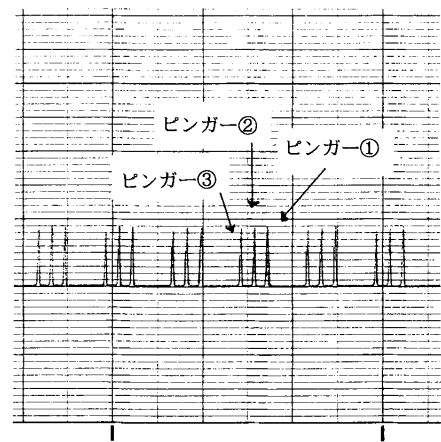


図8 受信信号の識別記録

4. まとめ

今回開発した測定器は、従来行われていない精密な時計を使用することで、距離や方向の測定が可能であることを具体化した。試作段階であり、装置を構成する各要素について一応の完成をみたのみである。すなわち、これら要素中、水中の位置情報の測定については、水槽実験で基本的機能が完成されたことを確認できた。従って、この段階で個々の信号

の時間差をオシロスコープ等で測定し、計算すれば距離、方位は求められる。また、信号処理・表示ソフトについてもPC上では作動が確認された。しかし、総合的に漁具に取り付けられた発信ピンガーからの信号がPCスクリーン上に位置情報として表示される段階の実験は実施できていない。測定器としては未完成であるが、個々の要素および機能については、終了しており、今後実施する総合的な海上実験において、再（微）調整や修正が必要である。