



Title	漁船の耐航性について：Ⅱ．耐航性の実験システムについて
Author(s)	川島, 利兵衛; Kawashima, Rihei; 天下井, 清 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 25(2), 138-146
Issue Date	1974-10
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23520">https://hdl.handle.net/2115/23520</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	25(2)_P138-146.pdf



漁船の耐航性について  
II. 耐航性の実験システムについて\*

川島利兵衛\*\*・天下井 清\*\*・稲葉恭人\*\*・松島寛治\*\*・高橋 生\*\*

Experimental Studies on the Seakeeping Qualities of Fishing Boat  
II. An experimental system for a fishing boat in the wind waves at  
Ohnuma Lake by the use of a radio controlled model ship

Rihei KAWASHIMA,\*\* Kiyoshi AMAGAI,\*\* Yasuhito INABA,\*\*  
Kanji MATSUSHIMA\*\* and Susumu TAKAHASHI\*\*

Abstract

Here are experimental studies on the seakeeping qualities of a fishing boat. The authors have been studying this problem by means of the measuring ship's motions in a seaway and the statistical analysis of these obtained data for a full scale ship.

The ship's motions in a random sea are stochastic phenomena and it is hard to know reasonably about everything happening in a random sea. Then, it is difficult to find the full rule of the motions in a random sea, because the first reason is the randomness of seaway and the second reason is the fact that the ship's response characteristics to the waves cannot be known decisively for a full scale ship. The authors considered that there is a discrepancy between a full scale ship experiment and a ship towing tank experiment and the need of an intermediate method to explain the relation between the former and the latter.

From this point of view, the authors performed their experiments by the use of a radio controlled model ship with a telemetering system for the measuring ship's motions in the wind waves at Lake Ohnuma in the south-west district of Hokkaido.

In this paper, the following items are detailed and discussed from the results of the experiments.

- 1) The description of the experiment field in Lake Ohnuma
- 2) The radio controlled model ship and its body lines
- 3) The measuring system for the ship's motions in wind waves
- 4) The radio telemetering system for the measuring data
- 5) The automatic data processing system
- 6) The method of experiment and it's results

緒 言

この研究は、漁船の耐航性、とくに不規則な波浪中の船体運動に関する実験的研究である。著者ら

\* 1974年4月日本水産学会大会で発表

\*\* 北海道大学水産学部漁船運用学講座

(Laboratory of Fishing Boat Seamanship, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

は、耐航性の研究に関連して、実船実験を主体とする海洋波の中の船体の6自由度運動を計測し、その計測データの統計的処理による解析を行ってきた。海洋波中の船の運動は確率現象として取扱われてきたが、その統計的解析結果のみから力学的決定論的な法則性を導き出すことは極めて困難である。

一方において、一般船舶については耐航性に関する多くの研究が行なわれている。ことにストリップ理論に基づく、波浪中の船体運動の電子計算機による数値計算はその精度も向上し、適確に船の波に対する応答特性を求める方法として実用化されつつある。

しかしながら、耐航性研究において漁船に関するものは極めて少ない。大洋における漁船の運動が波浪に影響されることが大きいことは言うまでもない。漁船のこの問題に関する研究について、その体制の整備も含めてより多くの研究が行なわれることが望まれる。著者らはその必要性を痛感している。

本研究は、漁船の船型模型船を用いた風波中の自航試験による船体運動の計測実験を主体としており、漁船の耐航性の研究とその実験システムの確立を目的としている。実験の概要をのべると、実験は北海道南部、大沼湖において自然の風によって生成発達した波における自航模型船の運動を計測する方法によって行なわれた。実験場所は大沼湖北東水深4m以上の水域である。実験船としては96トン型鋼製銹流網漁船の船型でFRP製4m模型船を用いた。模型船はオートパイロットシステムを装備しており無線操縦される。模型船において船の6自由度運動等の計測を行ない無線テレメータ方式で観測ステーションにデータ伝送する。また実験水域には超音波波高計3台を設置して3点の波高を同時計測する。この運動関係計測データ11チャンネルと波高データ3チャンネルの合計14チャンネルの計測データを多重高速データ処理装置による方式でデータ処理する。

本文ではこの実験システムおよび実験方法についてのべ実験結果の実例を示す。

### 漁船の耐航性実験システム

北海道大沼湖における波浪中の自航模型船の運動等の計測およびデータ伝送処理する一連の実験計測処理のためのシステムである。本システムは模型船の制御と運動等および波高計測データの遠隔テレメータリング、およびデータ処理の三つのブロックにより構成される。次にその機能等を概説する。

**模型船におけるシステム** 模型船として96トン型鋼製銹流網漁船の4mFRP製模型船を使用した。模型船における各装置の搭載の概略を図1に示す。模型船は自航式で電池電源による直流電動機により推進される、方向ジャイロを装備し、自動操舵装置をもち遠隔操縦装置により速度および舵角の制御により操縦される。

**模型船の運動等の計測システム** パーチカルジャイロにより鉛直方向を検出し、ポテンシ

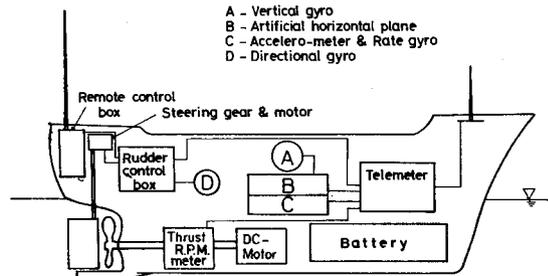


Fig. 1. Schematic diagram for the arrangement of the measuring apparatus of the ship's motions.

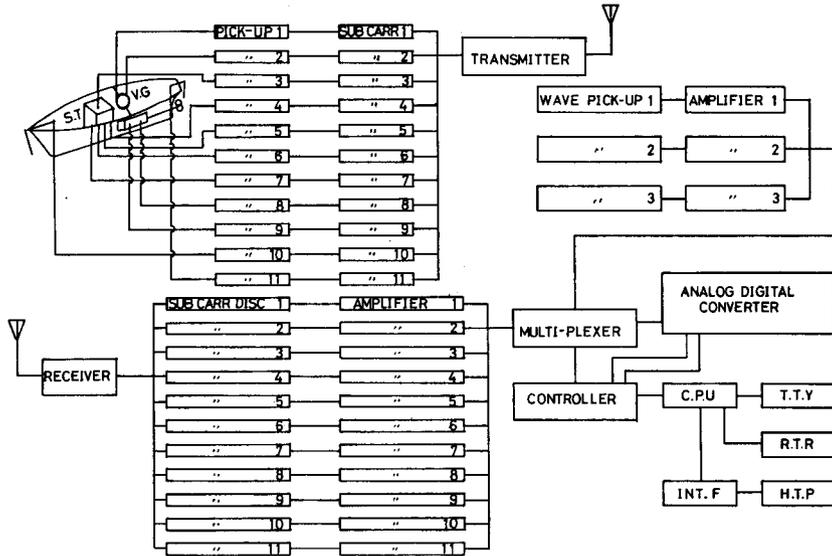


Fig. 2. Block diagram for the telemetering system.

よって船の横揺れおよび縦揺れを計測する、同時にサーボ系により人工水平面を作り、この面上に三軸方向の加速度検出器およびレートジャイロを備えている。これらの装置により船の6自由度運動、すなわち SURGING, SWAYING, HEAVING, ROLLING, PITCHING, および YAWING を計測してテレメータ装置に入力する。この他に推力、推進回転数および舵角を検出しテレメータに入力できる。これらの諸装置の配置を図1に示す。

**波高計測システム** 波高の計測には超音波パルス伝播時間測定方式による海上電機株式会社製の 200 KHz パルス巾 0.2 ms を用いた USW-132 型超音波波高計を用いた。波高検出器三台を所定の実験水域の湖底に、一辺 5 m ないし 10 m 以内の三角形の頂点に設置して有線テレメータ方式によって観測ステーションに計測データを伝送する。波高の測定範囲は 2 m で使用可能水深は 3 m 以上である。

**計測データの伝送システム** 各計測システムによってえられた測定データはそれぞれ無線、有線テレメータによって伝送される。これらは図2のブロック図に示される。模型船からの計測データは図2に示される無線テレメータ方式による 11 チャンネルで、FM-FM 方式で 169.65 MHz の主搬送波によって観測ステーションに伝送される。観測ステーションにおいては無線テレメータにより受信し、各チャンネルの副搬送波弁別器を通して弁別し増幅し、計測データはアナログ量として出力 ±5V, 5K $\Omega$  負荷および ±10 mA, 20 $\Omega$  負荷の各端子に出力される。11チャンネルのおののに対する入力容量および副搬送波を表1に示す。また超音波波高計の出力は有線テレメータ方式により 0~2V のアナログ出力となる。これらの全チャンネルの出力は多重高速データ処理装置に入力することができる。

**多重高速データ処理システム** 模型船の運動等の 11チャンネルの計測データおよび 3チャンネルの波高計測データの合計 14チャンネルのアナログデータをマルチプレクサを通して A-D 変換し、データ処理装置の本体(CPU)に入力し、データ媒体に出力処理する。本装置のブロック図を図3に示す。次に本装置の特徴と処理機能について説明する。

1. データの採取方法。14チャンネルのデータのサンプリングインターバルは 0.1 sec を最小とし、

Table 1. The specification for the transmitter input in the telemeter.

Channel No.	Input spec.	Sub. car. frequency
1	±10 v, 150 k	730 Hz
2	± 1 v, 35 k	960 Hz
3	± 1 v, 35 k	1.3 kHz
4	± 2.6 v, 70 k	1.7 kHz
5	± 2.6 v, 70 k	2.3 kHz
6	± 2.6 v, 70 k	3.0 kHz
7	± 2.0 v, 35 k	3.9 kHz
8	± 2.0 v, 35 k	5.4 kHz
9	± 2.0 v, 35 k	7.35 kHz
10	± 5.0 v, 200 k	10.5 kHz
11	± 5.0 v, 200 k	14.5 kHz

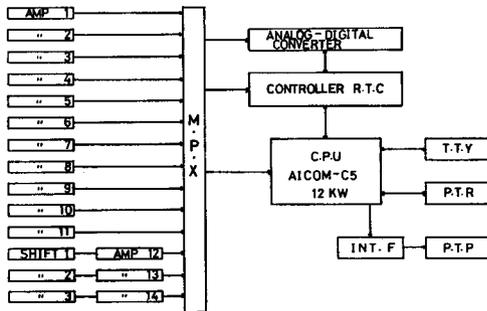


Fig. 3. Block diagram for the data processing system.

最大2.0 sec まで選択できる。全データをCPU内のコアメモリーに記憶する。それぞれのデータは1語8ビット(256)として各チャンネル共に1000点のデータつまり合計7kWを集録できる。ただし、データ集録点数は使用するチャンネル数により異なるが、本装置のCPUのコアは12 kWであるから、処理プログラムエリヤとして3ないし4 kWを除き他はデータ記憶が可能である。たとえば7チャンネルで使用すれば、各チャンネルの集録点数は2000点とすることができる。また、サンプリングインターバルに関して、マルチプレックサ(MPX)およびA-D変換器のスルーインターバルレートは25 $\mu$ S/チャンネルである。

2. ブロック図に示される各部の仕様。図3に示されるように、入力インターフェースとして前置増幅器アナログマルチプレックサ(MPX)、アナログデジタル変換器(A-D変換器)、コントローラー(RTC)、セントラルプロセッシングユニット(CPU)およびCPUの入出力装置から構成されている。各部について簡単な仕様あるいは特徴については次のとおりである。

入力インターフェース。データ1語長が8ビットであるために、測定時のアナログデータ入力が比較的小さい場合、データの読み取りの分解能を上げる必要がある。また波高計の出力のように0~2Vの場合には負の加算電圧を加える必要がある。従って次の仕様の前置増幅器を14チャンネルの計測データ出力に用いてMPXに入力する。

## 1) チャンネル 1~11

アンプゲイン  $\times 1, \times 2.5, \times 5, \times 10$   
 入力インピーダンス 2.5 K $\Omega$  以上  
 出力インピーダンス 10  $\Omega$  以下  
 精度 1.0% 以下

## 2) チャンネル 12~14

アンプゲイン  $\times 1, \times 2.5, \times 5, \times 10$   
 加算電圧 0V, -0.4V, -0.6V, -0.8V, -1.0V, -1.2V, -1.4V, -1.6V, -1.8V

入力インピーダンス	2.5 K $\Omega$ 以上
出力インピーダンス	10 $\Omega$ 以下
精度	1.0 % 以下
アナログ, マルチプレックス (MPX)	
入力電圧	$\pm 10$ V
入力インピーダンス	100 K $\Omega$ 以上
増幅率	1
切換回路数	16
切換速度	1.5 $\mu$ S
安定度	0.05 % 以下
アナログ・デジタル変換器 (ADC)	
入力電圧	$\pm 10$ V
入力インピーダンス	10 K $\Omega$
変換語長	S+10ビット2進
変換精度	$\pm 1/2$ LSB
変換速度	15 $\mu$ S/DATA

コントローラ (RTC) CPU により ADC および MPX 等を制御するために, CPU の制御信号を変換して ADC および MPX に送り出す装置である。データサンプリングのためのインターバルタイマーも本装置に含まれている。

セントラルプロセッシングユニット (CPU) 中央処理装置である。超小型電子計算機, AICOM C-5 を用いた。主記憶コア上にデータを記憶すると共にデータ解析も可能である。またデータ集録の制御ができる。

CPU 関係入出力装置 CPU の入出力装置として, タイプライタ (TTY), CW1 型, 高速度紙テープ読取器 (PTR), CPTR-2 型および高速度紙テープせん孔器 (HTP), 8 単位紙テープ, 25 字/秒をもっている。

3. データ処理の内容 データの集録処理方法は次のとおりである。

1) データの紙テープ出力。TTY または HTP を使用する場合, CPU によるデータ処理プログラムを用いてアナログデータを A-D 変換し, MPX を通して CPU の主記憶コア上に記憶し, 次にコア上のデータを TTY または HTP によって 8 単位紙テープとして出力する。

2) データの統計数値演算処理。データのオンライン処理である。実験計測時において, テレメータされたデータを CPU の主記憶コア上に記憶し, このデータについて時系列データ処理をして結果を TTY 上に出力印字する。

### 北海道大沼湖における耐航性実験

前記の実験システムによって, 北海道大沼湖において漁船の耐航性実験を行なった。実験システムの配置, 実験方法について説明する。

**実験システムの配置** 実験水域 大沼湖の附近を図 4 に示す。図に示した北東水域に実験水域および観測ステーションを選んだ。この水域は南南西の風に対して最大フェッチ約 4 km であり, 岸よりの距離が 100 m をこえると水深 3 m 以上となっている。

**模型船** 実験計測に用いたのは 96 屯型鮭鱒流網漁船でその船型を図 5 に示す。模型船内における諸計測装置, テレメータ送信器およびリモコン装置の配置は図 1 のとおりである。航走中の模型船を図 6 に示す。また図 7 および 8 に計測装置等の搭載状態を示す。

**観測ステーション** 図 4 に示される観測ステーションに図 9 に示される観測用バスを配置した。図

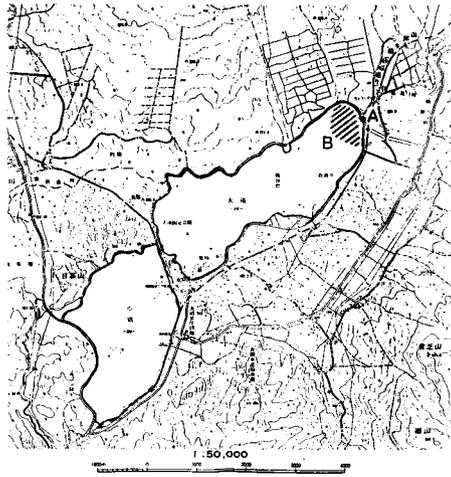


Fig. 4. Experimental area at Lake Ohnuma.  
A: The observation station  
B: Experimental area

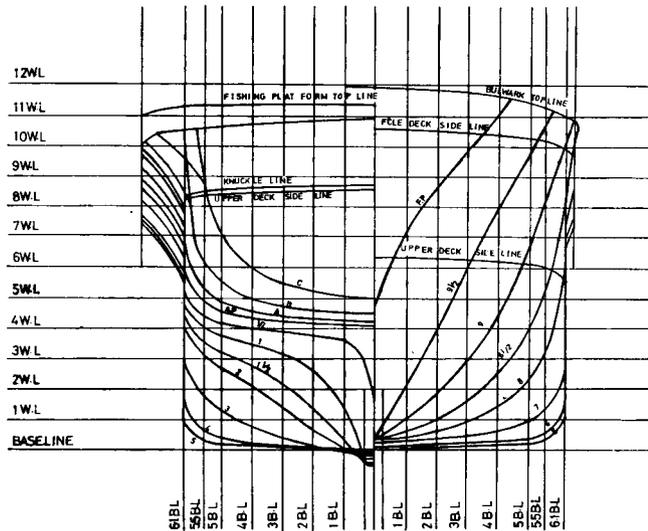


Fig. 5. Ship body lines for the 96-ton-steel-made salmon fishing boat.

10 は観測用バス内である。

波高および風速等の計測 波高検出部を 図9 に示す。制御増巾装置は図 10 に示される観測用バスの内部に設置した。実験水域の風速風向の観測は図 11 に示される方式によって行なった。

模型船の位置測定 観測ステーション附近において、基準点を決め、基線を決定し、三角測量の方法を応用して船位を決定する。模型船の位置は時間経過と共に変化するのでトランシット2台を用いて模型船の基準点の方位を同時測定して、その測定時刻と船位から速度およびフルード数を算定する。図 12 にトランシットの配置を示す。



Fig. 6. Photograph of the model ship.

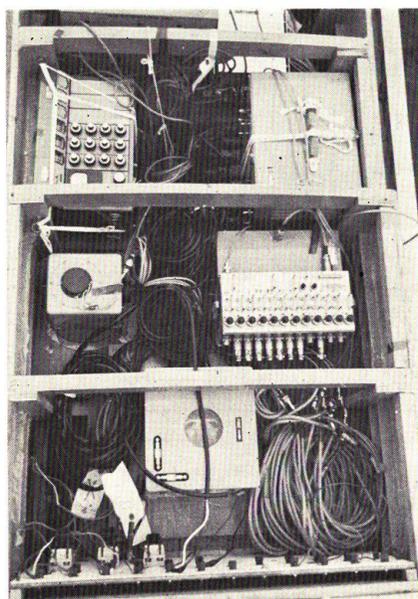


Fig. 7. Photograph of the measuring apparatus of the ship's motions in the model ship 1.

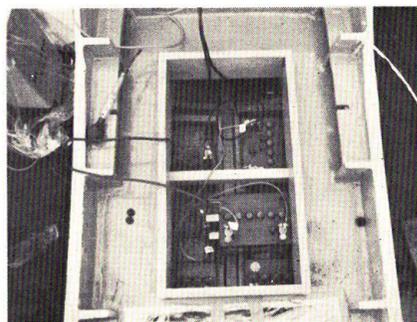


Fig. 8. Photograph of the measuring apparatus of the ship's motions in the model ship 2.

**実験の方法** 図4に示されている実験水域において、主としてSSW方向より吹送する風によって湖面に風波が起こされる場合に実験を行なう。本実験では、到来する波の主進行方向に対して、波と船の相対方向、模型船の速度、状態等をパラメーターとして自航実験を繰り返した。実験時の計測項目は次のとおりである。

1. 三点の波高の同時測定、一辺を5m~10mとする三角形の頂点に波高検出器を置いて波高同時



Fig. 9. Photograph of the observation station.  
A: Transducer  
B: Cable



Fig. 10. Photograph of the receiver for telemetering system.  
A: The receiver for telemetering system  
B: The measuring apparatus for waves



Fig. 11. Photograph for the measuring wind.



Fig. 12. Photograph for the measuring ship's position by the transits.

測定データを記録し、データ解析によって波高、波高スペクトルおよび波方向を求める。

2. 模型船の速度、6自由度運動、推力、舵角および推進器回転数等の測定、模型船の速さとして微速、半速および全速において波浪に対しては HEAD, BOW, BEAM, QUATERING および FOLLOWING SEA の関係において実験計測を行なった。

実験計測データ処理および解析 データ処理プログラムによりオンライン処理ができる。本実験システムによるデータ集録および解析した例を図13に示す。この場合のデータのサンプリング時間間隔は 0.2 sec で解析に用いたデータ数は 600個、スペクトル分割数は 50 とした。

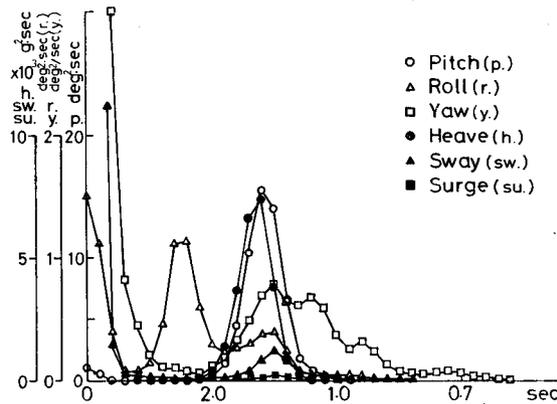


Fig. 13. Ship's motion spectra.

### 結 言

この研究は、昭和47年、48年の2年間にわたって準備し、実験を行ってきた。その結果、模型船における運動等の計測、データの伝送、波高データの伝送等が、適確に行なわれたことが確認できた。この研究において、本実験システムが有効であると評価できる。実験については、自然の造波機構を利用しているために気象条件等偶然性に左右される面があること、また実験水域が制約されているので研究の具体的な目的に対応して模型船のスケールを適合する必要があること等の問題がある。今後の研究において充分検討する必要がある。なお耐航性実験の成果については次文において報告する。

本研究の実施に当って、自航モデルの作製について船舶技術研究所、運動性能部高石敬史氏の御助言に深謝する。模型船の資料について酒崎造船株式会社造船事業部の御協力に深謝する。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金により実施した。

### 文 献

- 1) 川島利兵衛 (1966). 波浪中の船体運動計測の一方法について. 日航誌 36, 135-143.
- 2) 川島利兵衛・天下井清・増田紀義 (1968). 漁船の耐航性について (その1). 波浪中の船体運動の立体表示. 北大水産彙報 18, 345-356.