

原著論文

## 漁船漁業の省エネルギー化に向けた 「見える化」装置の開発と運用試験

溝口弘泰<sup>\*1</sup>・長谷川勝男<sup>\*1</sup>・小田健一<sup>\*2</sup>

### Development and operational testing of “visualization equipment” for energy-saving on fishing vessels

Hiroyasu MIZOGUCHI, Katsuo HASEGAWA and Kenichi ODA

In order to reduce fuel oil consumption, which has a major impact on the profitability of fishing, it is first important to understand how fuel oil is being consumed. Therefore, the authors have developed visualization equipment (*Mieruka Sochi*) to enable ship operators to see fuel oil consumption in real-time while on the bridge. On a single screen, this equipment can display not only fuel oil consumption, but also closely related navigation propulsion information, such as vessel speed, main engine rotation speed, and angle of the controllable pitch propeller. In order to determine whether this equipment can help conserve energy, it was installed in the “Taka Maru,” a ship affiliated with the National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency, and operating tests were conducted. After installation, ship operators expressed opinions such as, “This system enabled monitoring of information on factors such as fuel oil consumption, which previously could not be checked on the bridge, and such data served as a reference point for energy-saving navigation. This system is also attractive because it enables the operator to check important data (main engine rotation speed, pitch propeller angle, vessel speed, fuel oil consumption) on a single screen.”

キーワード：省エネルギー，燃料油消費量，「見える化」装置

2014年6月3日受付 2015年6月4日受理

現在、漁船漁業を取り巻く環境は、近年稀に見る原油の高騰、漁獲量の減少および魚価低迷等により極めて困難な状況となっている（長谷川 2010a, 長谷川 2010b）。特に燃料油価格の上昇は、総支出における燃料費の割合を増加させ、漁家経営の悪化に直結している。したがって、経営改善に向け、漁船漁業の省エネルギー化を進めるには、まず、往航、探索、操業、復航等の工程ごとの正確な燃料油消費量を把握することが不可欠である。通常大型漁船では、主機関で船を運航させるための動力、補機関で船内電源や漁撈機器、冷凍・冷蔵に必要な電力を供給している。一般的には、主機関・補機関の燃料油

消費量は、燃料油供給配管系に設置された流量計により、それぞれの流量（積算値）が毎日機関日誌に記録され、一日の燃料油消費量とされて把握されている。しかし、この計測で明らかになる燃料油消費量は、1日当たりの消費量（積算値の差）であり、操業中におけるそれぞれの工程（往航、探索、復航等の航行中、操業など漁撈作業中等）における燃料油消費量、例えば、瞬時の燃料油消費量 L/h は把握できない。

省エネルギー化を実効あるものとするためには、燃料油消費量を削減しようと意図する操船者が、船内のエネルギー消費の流れをリアルタイムで把握できる必要があ

\*1 国立研究開発法人水産総合研究センター水産工学研究所  
〒314-0408 茨城県神栖市波崎 7620-7

National Research Institute of Fisheries Engineering  
7620-7, Hasaki, Kamisu-shi, Ibaraki 314-0408, JAPAN  
hmizogu@affrc.go.jp

\*2 元独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所

り、漁船の運航中における様々な工程での燃料油消費量をリアルタイムで、視認「見る」ことが重要となる。

本研究では、新たに開発した「見える化」装置（長谷川ら 2012）を（独）水産総合研究センター水産工学研究所所属調査船たか丸に設置して運用試験を行い、その「装置」が漁船の省エネルギー化に向けた一助となりうるか検討した。

## 材料と方法

**「見える化」装置の概要** 「見える化」装置は、アナログ/デジタル変換ユニット（KEYENCE 社製：KL-4AD）、プログラマブルコントローラ：PLC（CPU ユニット：KEYENCE 社製：KV-3000、RS-232C ユニット：KEYENCE 社製：KV-L20V、I/O リンクユニット：KEYENCE 社製：LV-N20V の総称）（以下、PLC と略す）、タッチパネルディスプレイ（KEYENCE 社製：VT3-Q5T）、GPS アンテナ（南栄電気社製）によって構成されている。

燃料流量を計測するために使用する機器が、発信機付流量計と積算カウンタである。発信機付とは、流量が 0.1L 流れることに 1 パルス発信する機能を備えていることを意味する。そのパルス信号は積算カウンタに入力され、積算カウンタにより積算流量：L、瞬時値：L/h に変換され、アナログ信号としてアナログ/デジタル変換ユニットへ入力される。アナログ/デジタル変換ユニットは、アナログ信号をデジタル信号へ変換する機器である。すなわち、各センサーから出力される主機関回転数：rpm、可変ピッチプロペラ翼角度：deg、燃料油流量（主機関・補機関）：L/h のアナログ信号をデジタル信号に変換する機器である。それらのデジタル信号は PLC に受け渡される。PLC は、入力されたデジタル信号を演算処理し、その結果（主機関回転数：rpm、可変ピッチプロペラ翼角度：deg、燃料油流量（主機関及び補機関ごと）：L/h、積算量 L）をタッチパネルディスプレイに表示する。

また、GPS アンテナで受信される時刻、船の位置を示す緯度経度データは、直接 PLC へ入力され、時刻、緯度経度情報から船速を演算して、タッチパネルディスプレイに表示する。また、それらの信号の 10 秒間の平均値が、PLC に内蔵された SD メモリカードに同時に保存される。タッチパネルディスプレイは、PLC から出力されたデジタル信号を表示する画面、並びに、演算処理などに必要なパラメータを設定するために使用する。

タッチパネルディスプレイは、5 つの表示画面（メイン画面・船用特性画面・計測値表示画面・トレンド確認画面・バーグラフ画面）と 4 つの設定画面（スケール設定画面・演算スケール設定画面・アナログ信号レンジ設定画面・パラメータ設定画面）で構成されている（図 1）。

メイン画面は、起動時に表示される画面で、それぞれの計測値（瞬時値）を 1 秒間隔で表示する。船用特性画

面には、横軸に船速 kt、縦軸に燃料油消費量 L/h を示すグラフ形式として表示される。なお、海上公試などで事前に計測された当該船の速力試験結果が入力されていればグラフの中にポイントとして表示され、操船者が画面表示時点の運航状況と当該船の基本特性（船速と燃料油消費量の関係）を直感的に確認できるように工夫した。計測値表示画面には、船速 kt、主機関回転数 rpm、可変ピッチプロペラ翼角度 deg、燃料油流量（主機関・補機関）L/h について 10 秒間の平均値、並びに主機関及び補機関で消費したそれぞれの燃料油消費量（積算カウンタをゼロにした時点からの積算量）L が表示される。トレンド確認画面では、横軸に時間、縦軸にそれぞれの計測項目の値を示す折れ線グラフ形式として表示される。また、バーグラフ画面では、それぞれの計測項目の瞬時値がバーグラフ形式で表示される。スケール設定画面は、アナログ信号の上限/下限を設定する画面である。演算スケール設定画面は、演算によって算出される数値の上限/下限を設定する画面である。アナログ信号レンジ設定画面は、各計測項目について、計測値のオーバーフローを避けるためアナログ信号出力電圧のスケールを選択する設定画面である。パラメータ設定画面は、画面に表示する船の船用特性（いわゆる、船用 3 乗特性）の近似曲線のパラメータを設定する画面である。

このように「見える化」装置には、各種の表示あるいは設定画面がある。しかしながら、一般の漁船に本装置を搭載して使用する場合には、当該船からの情報提供により事前に設定できる項目も多いことから、通常運行中は、「メイン画面」を表示することで、当該船の燃料油消費量の状況を視認・把握できる。

**船用特性画面の運用方法** 燃料油消費量は、主機関の出力とほぼ比例関係にあり、出力が増加すると、燃料油消費量も増加する。また、主機関出力は、主機関回転数や可変ピッチプロペラの翼角度（可変ピッチプロペラ装備船の場合）とも比例関係にあり、主機関回転数や翼角度を増加させると燃料油消費量も増加する。一方、船速は、気象・海象により船体が受ける外乱の影響の違いにより、同じ主機関回転数や翼角度であっても、大きく異なる。そのため、燃料油削減を意識した航行を行うためには、適切な主機関回転数や翼角度の設定が必要となる。そこで、船用特性画面に、横軸に船速、縦軸に燃料油消費量をグラフ形式で表示することにより、画面表示時の当該船の運航状況をそれらと比較して視認することができる。船舶の建造時には、海上試運転が実施されており、そこで得られた速力試験結果（可変ピッチプロペラ装備船では、翼角度一定・主機関回転数変化、主機関回転数一定・翼角度変化の 2 ケース）があるが、海上試運転時の排水量と実際の排水量では異なる場合もある。そこで、「見える化」装置を設置後、速力試験を行い、その結果を入力する必要がある。



図 1. タッチパネル表示画面説明

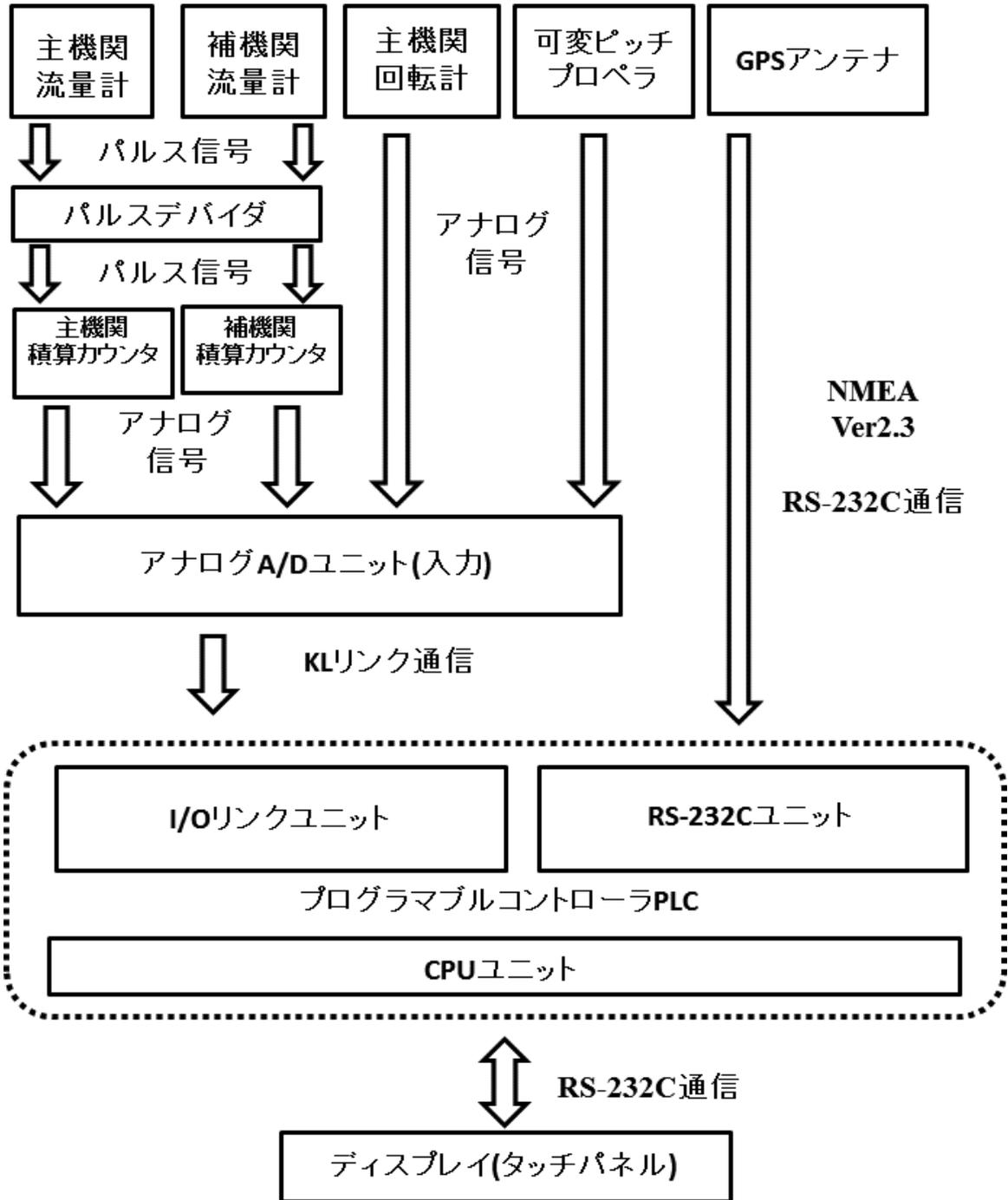


図2. たか丸「見える化」装置システム構成図

「見える化」装置の設置 新たに開発した「見える化」装置を2012年6月11日に、水産総合研究センター 水産工学研究所所属調査船たか丸に設置した。表1に、たか丸の主要目を示す。本船には、建造以来、パルス信号発信機付の流量計（TOKICO社製 FGBB423-02S）が設置されており、流量計データをA/D変換ユニットを介してパーソナルコンピュータにより連続収録することで、主機関の燃料油消費量の概要が把握できる状態であった。そこで、このパルス信号をパルスデバイダ（TOKICO社製 EDH32A-144XXUEEUU）にて分離し、積算カウンタ（TOKICO社製 EDA57Y-0AA-XEV-XR）に送りアナログ信号へと変換し、さらに、アナログ/デジタル変換ユニットを介してPLCに情報を受け渡すこととした。可変ピッチプロペラの翼角度信号ならびに主機関回転信号は、パーソナルコンピュータに入力されている電圧信号を分配して、アナログ/デジタル変換ユニットを介してPLCの入力とした。船の位置情報については、既存のGPSとは別に新たにGPSを設置し、衛星から送られているNMEA.Ver2.3情報を受信し、NMEA形式でPLCの入力とした。たか丸「見える化」装置システム構成図を図2、設置模式図を図3に示す。

表1. たか丸主要項目

|      |            |                   |
|------|------------|-------------------|
| 主要寸法 | 水線間長       | 25.00m            |
|      | 型幅         | 5.20m             |
|      | 型深さ        | 2.00m             |
|      | 総トン数       | 61GT              |
| 主機関  | 型式         | ダイハツ 6DKM-20F     |
|      | 連続最大出力×回転数 | 735.5kW × 900rpm  |
|      | 常用出力×回転数   | 625.2kW × 853rpm  |
|      | 減速比        | 1.721             |
| プロペラ | 型式         | かもめ CPCMC-45A/38  |
|      | 数          | 4翼 CPP × 1        |
|      | 直径×基準ピッチ   | 1500mm × 1221.2mm |
|      | Ae/Ad      | 0.644             |
|      | 回転方向       | 時計回り（船尾よりみて）      |

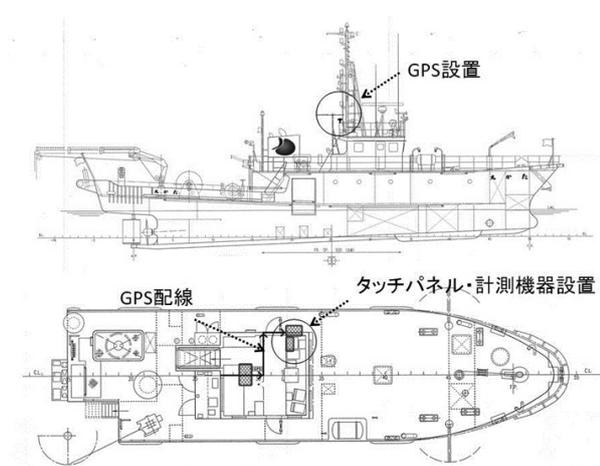


図3. 「見える化」装置使用機器設置場所

「見える化」装置を搭載した速力試験 本船は千葉県館山市が拠点港であるため、調査海域が茨城沖の場合には、茨城県神栖市波崎まで回航している。2012年度の運航記録によれば、本船は年間26回（総航行距離：約1954哩）回航しており、省エネルギー化を行うために回航時の燃料油消費量を削減することが必要である。そこで、2012年6月27日、千葉県館山市から茨城県神栖市波崎への回航時に速力試験を行い、船用特性画面を作成するために必要なデータを収集した。本船は、主機関回転数（810rpm）を一定として、可変ピッチプロペラの翼角度を変化させる運航方式を常用している。通常の航海速力は、11.0kt程度である。そこで、省エネルギー効果が得られる最適な運行方法を明らかにするため、主機関回転数一定・翼角度変化と主機関回転数変化・翼角度一定の2つの条件で速力試験を行った。

減速航行による燃料油消費量削減効果の推定 速力試験で得られた結果（船用特性画面に利用するグラフ）を基に、2012年度の航海実績を例として、主機関回転数変化・翼角度一定の運航方法と、主機関回転数一定・翼角度変化の運航方法で減速航行による燃料費削減効果を推定した。推定には、一年間の波崎から館山までの総航行距離1954哩、1.0kL当たりの燃料油価格（軽油（2012年度船舶用燃料一覧表より給油時の燃料価格を平均し算出）：98250円/kL）を用いた。

操船者による「見える化」装置の評価 「見える化」装置を実用化するためには、画面の見やすさ、操作のしやすさ、等を明らかにする必要がある。そこで、操船者から装置の運用上の利点、改善点について聞き取り調査を行った。

## 結果

速力試験結果 航行中における燃料油消費量の変化ならびに、船速、主機関回転数の関係を図4に示す。図4は、館山から波崎回航の際に収録したデータである。横軸は時刻を表し、縦軸はそれぞれ、主機関燃料油消費量、主機関回転数、翼角度、船速、補機燃料油消費量を示す。速力試験の条件ならびに結果を表2に示す。また、速力試験から得られたデータより船用特性画面に表示されるグラフ形式と同等のグラフを作図した（図5）。図5の近似曲線（実線：主機関回転数一定・翼角度変化： $Y=1.15X^{1.9}$  破線：主機関回転数変化・翼角度一定： $Y=0.025X^{3.36}$ （Yは一時間当たりの燃料油消費量、Xは船速を表す））の係数は、最小二乗法により推定した。

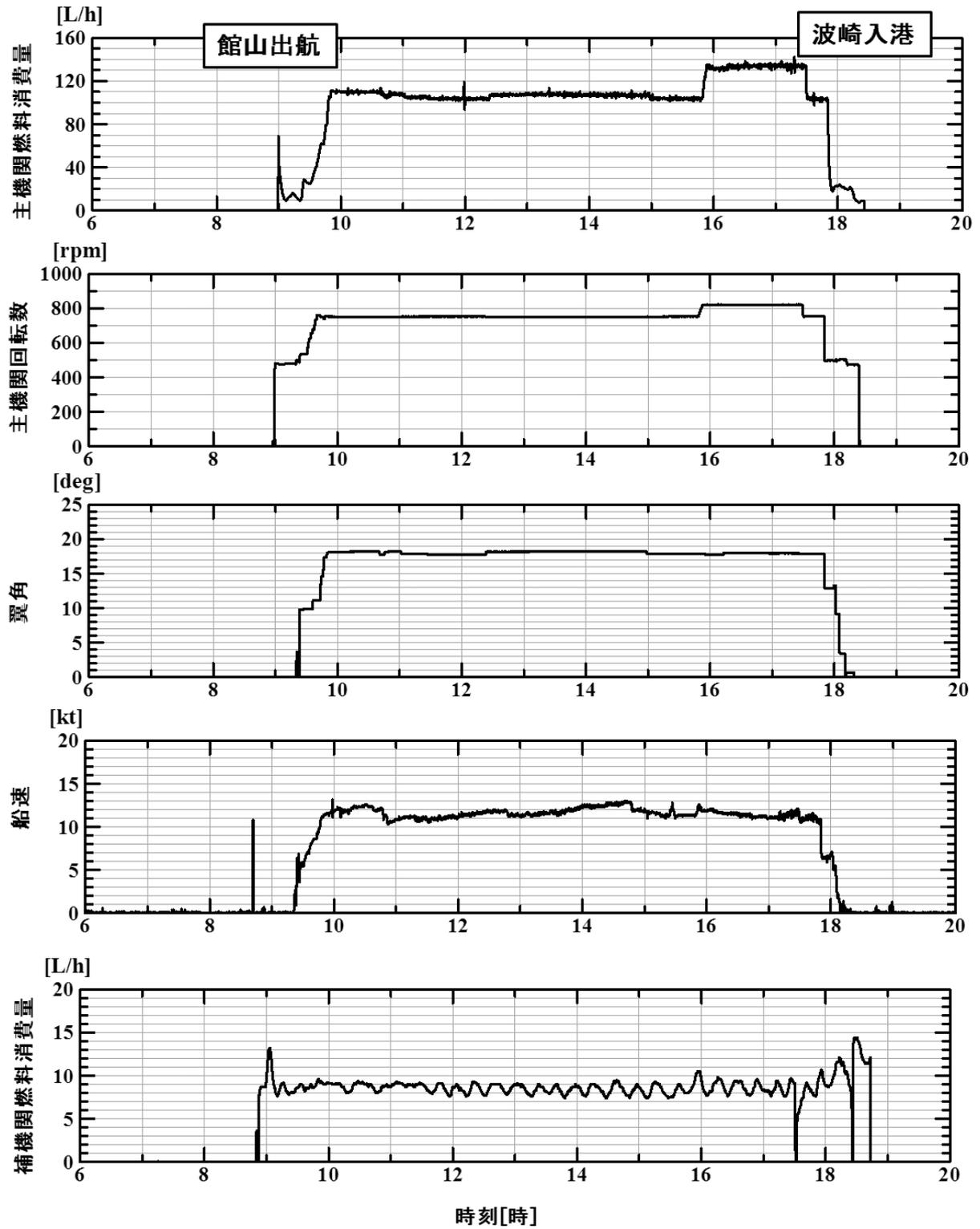


図4. 「見える化」装置で収録できる時系列データ解析結果

表 2. たか丸速力試験結果

| 条件 | 試験条件 | 機関回転数<br>[rpm] | 翼角 [deg] | 燃料油消費量<br>[L/h] | 船速 [kt] |
|----|------|----------------|----------|-----------------|---------|
| 1  | 500  | 500            | 18.5     | 36              | 8.6     |
| 2  | 600  | 600            | 18.5     | 56              | 9.7     |
| 3  | 700  | 700            | 18.5     | 85              | 11.4    |
| 4  | 800  | 800            | 18.5     | 126             | 12.6    |
| 5  | 850  | 850            | 18.5     | 159             | 13.1    |
| 6  | 810  | 810            | 8.2      | 61              | 8.2     |
| 7  | 810  | 810            | 11.7     | 76              | 9.8     |
| 8  | 810  | 810            | 16.7     | 113             | 12.1    |
| 9  | 810  | 810            | 18.2     | 135             | 12.5    |

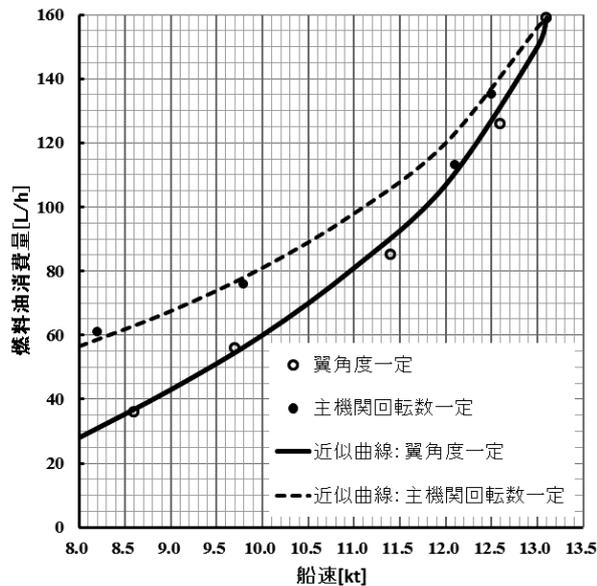


図 5. 船用特性画面使用グラフ (速力試験結果)

**減速航行による燃料油消費量削減効果の推定** 本船の通常の航海速力は、11.0kt 程度であり 97L/h の燃料油を消費している。また、千葉県館山市が拠点港であるため、調査海域が茨城沖の場合には、茨城県神栖市波崎まで回航して運用する。2012 年度の運航記録によれば、本船は、年間 26 回 (総航行距離：約 1954 哩) 波崎まで回航されている。本船の省エネルギー運航の観点からは、回航中に意識的に減速航行を行うことにより燃料油消費量を削減できる可能性が示唆された。

推定結果を表 3 に示す。燃料費削減効果ならびに燃料油消費量の推定には、図 5 の近似曲線からそれぞれの船速における燃料油消費量 (L/h) を試算し、航走時間を乗じて燃料油消費量 (kL) を試算した。なお、船速については、減速航行による燃料費削減効果を比較するために、回航時の常用航海速力 11.0kt を基準とした。

主機関回転数一定・翼角度変化の運航方法では、船速 11.0kt で回航した場合、年間 19.4kL の軽油を消費し、燃料費は、190 万円程度である。船速を 0.5kt 下げるこ

とにより、燃料油消費量 18.7kL/年、燃料費を 7.8 万円/年程度削減することが出来る。減速航行による往復航海での時間超過は、年間で約 8 時間である。また、船速を 1.0kt 下げることで、燃料油消費量 17.9kL/年、燃料費を 15.7 万円/年程度削減でき、往復航海での時間超過は、年間で 18 時間程度である。

一方、主機関回転数変化・翼角度一定の運航方法では、年間 14.7kL の軽油を消費し、燃料費は、140 万円程度である。船速を 0.5kt 下げることにより、燃料油消費量 1.5kL/年、燃料費を 15 万円/年程度削減することが出来る。減速航行による往復航海での時間超過は、年間で約 8 時間である。また、船速を 1.0kt 下げることで、燃料油消費量 3.0kL/年、燃料費を 29.1 万円/年程度削減でき、往復航海での時間超過は、年間で 18 時間程度である。

操船者から見た「見える化」装置の利点と改善点 操船者から聞き取りの結果、以下に示す利点と改善点が明らかになった。

利点として、これまで、主機関回転数や翼角度の表示は、船橋の制御盤内のダイヤル表示であり、詳細な値まで判別することが困難であった。しかし、「見える化」装置によりデジタル値として表示されることにより、正確な運航状況の把握が可能となった。燃料油消費量が、船橋内で確認することができることから、省エネルギー運航の参考となる。操船者が確認すべきデータ (主機関回転数、船速、燃料油消費量) が 1 画面で確認できることは好ましい。

改善点として、主機関回転数と翼角度を変更した際に、タッチパネルディスプレイ内に表示される値に大きなタイムラグがある。本船では、PLC などの設置スペース (400×100×100mm) 等を設置場所の確保が困難。以上 2 点であった。

## 考 察

燃料油消費量の推定結果から、本船の場合、現行の運用方法では、主機関回転数変化・翼角度一定の運航方法が、主機関回転数一定・翼角度変化の運航方法に比べて、燃料油消費量が少ないことが明らかとなった。そこで、本船の場合、回航時における省エネルギー運行方法は、主機関回転数変化・翼角度一定方式が有効であると考えられる。

主機関回転数変化・翼角度一定方式に変更することで省エネルギー運行となった要因として、プロペラ効率と主機関の燃費率に依存しているといえる。これらの現象は、「見える化」装置を設置することにより明らかになったと考える。なお、この推定では、潮流や風力などの外乱影響を考慮していないが、減速航行を行うことによって得られるおおまかな燃料費削減効果を把握することは

出来る。本船は、茨城沖海域における調査のため、千葉県館山市から茨城県神栖市波崎への回航等を多く行っており、調査航海中は減速航行を行うことは困難であるものの、回航中において入港時間や風浪状況などを考慮しつつ意識的に減速することにより、燃料費を削減することが期待出来る。

船橋内の操船者が目につきやすい場所に「見える化」装置を設置することにより、画面を見る機会も増え、当初の目的であった自船の運航状況を瞬時に「見る」・「確認する」という点については効果があったと考える。また、これまで見えなかった情報を見ることが出来るようになったことは、「見える化」装置の大きな利点であるとともに、操船者に有益である。

操船者から聞き取りによれば、主機関回転数と翼角度を変更した際に、タッチパネルディスプレイ内に表示される値に大きなタイムラグがあることを改善すべきと考えられた。これは、直前の10秒間の平均値が表示され、主機関回転数と翼角度の設定値が変更されても、設定値変更時点から10秒後に新たな設定値が表示されるためである。実際の航海で、それらの表示について10秒のタイムラグが問題となるケースがあるか否かを含め改めて検討し、必要に応じて今後改善する予定である。また本船で、PLCなどの設置スペース(400×100×100mm)等を設置場所の確保が困難であった点については、新造時に「見える化」装置を設置する場合は問題ないである

う。しかしながら、既存船に新たに本装置を設置する場合には、設置スペースの確保は避けて通れない問題である。したがって、本装置を構成する機器類の小型化、並びに低コスト化等に今後取り組む予定である。

「見える化」装置の開発の契機は、漁業現場で、省エネルギー運航を勧めるための資料を漁業者に紹介しても、「私の漁船では、何%省エネルギー効果があるのか」など数字だけが独り歩きして、省エネルギー運航がなかなか受け入れてもらえないことが多々あったためである。しかし、「自分の船がどういう状況にあるのか、その状況を目で見る事が出来るような機械はないのか」といった声は多く聞かれた。このことから、時々刻々変化する燃料油消費量を、操船者の目で見る事ができれば、省エネルギー運航に寄与できるのではないかと考え、漁船の省エネルギー化に必要な情報とは何かについて精査することとした。これまでの研究(溝口ら2009, 溝口ら2010, 溝口ら2011)で、操船者が操船するにあたり有用な情報は、主機関回転数、船速、燃料油消費量の情報であることが判明した。そのなかでも、燃料油消費量の表示は、航行中ならびに漁撈作業中において極めて有益な情報である。また、操船者にとって燃料油消費量と船速の関係は、イメージとして理解されていても、その関係を省エネルギー運航に活かすことは現場では困難な状況にあることなども分かった。そこで、その関係をグラフ化(一種の「見える化」)すれば、当該船の運航状況(特

表3. たか丸減速航行による燃料費削減効果推定(2012年実績を元に推定)

|        |         | 航行距離[哩]        |            |       | 1,954   |       |            |
|--------|---------|----------------|------------|-------|---------|-------|------------|
|        |         | 燃料価格(軽油)[円/kL] |            |       | 98,250  |       |            |
|        |         | 主機関回転数変化       |            |       |         |       |            |
|        |         | 翼角度一定          |            |       |         |       |            |
| 船側[kt] | 航行時間[h] | 燃料費用量[kL]      | 航行時間の増減[h] | 翼角度一定 | 燃料費[千円] | 翼角度一定 | 燃料費の増減[千円] |
| 8.0    | 244.3   | 6.9            | 67         |       | 679     |       | -764       |
| 8.5    | 229.9   | 8.0            | 52         |       | 784     |       | -959       |
| 9.0    | 217.1   | 9.1            | 39         |       | 897     |       | -545       |
| 9.5    | 205.7   | 10.4           | 28         |       | 1020    |       | -423       |
| 10.0   | 195.4   | 11.7           | 18         |       | 1151    |       | -291       |
| 10.5   | 186.1   | 13.2           | 8          |       | 1292    |       | -150       |
| 11.0   | 177.6   | 14.7           | 0          |       | 1443    |       | 0          |
| 11.5   | 169.9   | 16.3           | -8         |       | 1603    |       | 160        |
| 12.0   | 192.8   | 18.0           | -15        |       | 1772    |       | 330        |

|        |         | 翼角度一定     |            |       |         |       |            |
|--------|---------|-----------|------------|-------|---------|-------|------------|
|        |         | 主機関回転数一定  |            |       |         |       |            |
| 船側[kt] | 航行時間[h] | 燃料費用量[kL] | 航行時間の増減[h] | 回転数一定 | 燃料費[千円] | 回転数一定 | 燃料費の増減[千円] |
| 8.0    | 244.3   | 14.6      | 67         |       | 1435    |       | -476       |
| 8.5    | 229.9   | 15.4      | 52         |       | 1515    |       | -396       |
| 9.0    | 217.1   | 16.2      | 39         |       | 1595    |       | -316       |
| 9.5    | 205.7   | 17.0      | 28         |       | 1675    |       | -236       |
| 10.0   | 195.4   | 17.9      | 18         |       | 1754    |       | -157       |
| 10.5   | 186.1   | 18.7      | 8          |       | 1833    |       | -78        |
| 11.0   | 177.6   | 19.4      | 0          |       | 1911    |       | 0          |
| 11.5   | 169.9   | 20.2      | -8         |       | 1989    |       | 78         |
| 12.0   | 162.8   | 21.0      | -15        |       | 2067    |       | 156        |

に、燃料油消費量)を把握するための十分な情報が提供できるとの考えに至った。

本装置の機能を利用すれば、速力試験結果を援用することで、航海距離に対する船速と航海時間、燃料油消費量の概略値を推定することも出来る。つまり、表3に示すように、主機関回転数、船速、ならびにそれらに対応した燃料油消費量を入力して、さらに1kL当たりの燃料油価格を入力すれば、様々な船速における燃料油消費量や燃料油価格、航海時間を容易に推定することができる。今後、船の現在地の緯度経度、到着地点の緯度経度を入力し、航海距離、燃料油消費量を算出する方法を構築することにより、現在地から到着地までの燃料油消費量の推定が可能となるものと考ええる。

今回開発した「見える化」装置は、とくに漁場あるいは漁場間移動など航走時における燃料費削減を意図した運航のための一助になると考えている。しかし、例えば、小型底曳網漁船では、1航海の燃料油消費量の約4割を占めている漁撈作業中における燃料油消費量(溝口ら2009)を削減することが漁船漁業の燃料油消費量削減を促進するために重要である。漁撈作業中における燃料油消費量を削減するために有用な情報は何か、また、使用する漁具による抵抗の低減に繋がる情報は何か等を明らかにし、漁業種別の特徴を反映した「見える化」装置の開発が必要となる。

最後に、漁船漁業の省エネルギー化を進める上で大切な事は、漁業者に受け入れられる技術を構築することにある。どれだけ「省エネルギー化を進めましょう」と言っても、漁業関係者の理解が得られなければ徒労に終わる。したがって、漁業関係者の理解を得つつ、一緒に考えながら各種の方策や装置の開発を進めて行くことが肝要と

考える。日本の漁船は、多種多様であり、操業海域や操業方法によって漁船の運航方法が大きく異なり、省エネルギー化を図る上で有益な情報もまたそれぞれの漁業種によって異なる。我々は、それぞれの漁業種ごとに「見える化」装置に表示すべき情報などについて漁業者とともに考えながら、本装置のバージョンアップに取り組む予定である。

## 謝 辞

本装置の設置ならびに検証を行う際に様々なご意見を頂いた、たか丸平井俊行船長、鈴木徳行機関長をはじめ、乗組員の皆様に感謝申し上げます。

## 文 献

- 長谷川勝男 (2010a) わが国における漁船の燃油使用料とCO<sub>2</sub>排出量の試算, 水産技術, **2**, 111-121.
- 長谷川勝男 (2010b) 漁船の燃油消費の実態と省エネルギー方策, 海洋水産エンジニアリング, **10**, 63-70.
- 長谷川勝男・溝口弘泰・伏島一平 (2012) 漁船の燃料消費見える化システムの開発, マリンエンジニアリング学術講演会, **82**, 115-116.
- 溝口弘泰・芳賀圭悟・長谷川勝男 (2009) 小型底曳き網漁船の燃料油消費量について, 日本水産工学会学術講演会講演論文集, **21**, 225-226.
- 溝口弘泰 (2010) 小型漁船の作業性改善ならびに省エネルギー化に関する基礎的研究, 水産工学, **47**, 113-118.
- 溝口弘泰・小田健一・長谷川勝男・木村拓人・橋ヶ谷伊久生・鶴専太郎・岡谷喜良・伏島一平・小河道生・渡部俊広 (2011) かつお・まぐろ漁船の燃料消費特性から見た操業実態の把握, 日本水産工学会学術講演会講演論文集, **23**, 29-32.