

# 技術開発報告書

(中間報告)

まき網漁業の漁撈技術高度化による漁撈形態の  
適正化に資する総合漁撈システムの実用化モデル開発



# 技術開発報告書(中間報告)

## I 課題名

まき網漁業の漁撈技術高度化による漁撈形態の適正化に資する総合漁撈システムの実用化モデル開発

## II 実施主体名

古野電気株式会社

## III 技術開発の内容

### 1 目的とねらい

本提案の技術開発は、経験と勘による依存性の高い網漁業において、将来的な後継者養成も含め、漁撈長が自信を持って操業ができる総合漁撈システム化の技術開発であり、漁業経営が成り立つ新しい漁撈形態に変革することを狙いとする。

このことにより、油圧装置の適正化、投揚網時の省人・省力化、および操業時間の短縮化により間接的に燃油消費の削減による省エネ効果に貢献できる。特にまき網漁業において省エネルギー効果を生み出す為には、従来からの操業方法並びに漁撈形態から脱却する必要がある、適正な規模の漁具・漁網で適正量の漁獲を可能とする、より高度な漁撈技術が行える技術開発が不可欠となる。

漁具・漁網の適正化は操業時間の短縮を図り、油圧機器のパワーも適正化が可能になるなど燃油の消費量削減に結びつき、一方で漁船設備費や漁具漁網費の初期投資の軽減など漁業経営面にも貢献できる。更には、漁網重量などの軽減化を図ることで、漁船の安全性確保など漁船設計の在り方を大きく変える事につながるものと期待できる。その為に経験と勘に依存する漁撈作業をシミュレーション技術とセンサー技術の融合により、船上における各種センサーの必要な情報をデータ集中化させた総合漁撈システムの実用化モデルを開発する。

### 2 技術開発の概要

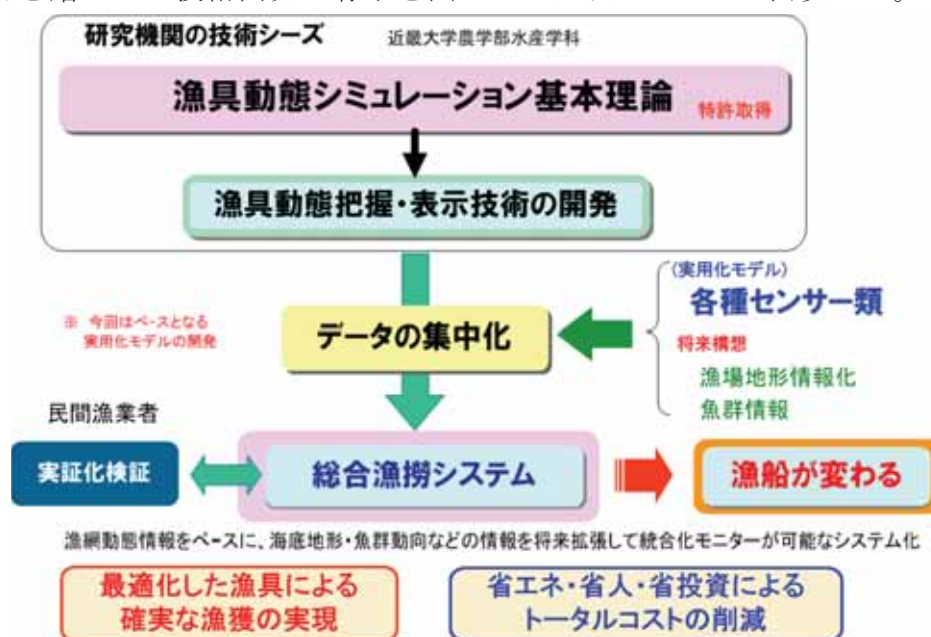
#### 2.1 概要

これからの網漁業には、(1)漁具の改良、網規模の適正化による漁獲圧の最適な制御と資源を安定的に維持できるかしこい漁業(Smart Fishing)を実現するため、(2)更なる省人・省力・省エネ化の追及を図り、また一方で(3)水産物の品質および付加価値の向上を追及し、漁業経営基盤を強固にしなければならない。これらを実現するためには、革新的技術による網漁業(漁法)の変革が不可欠となる。

省エネルギー技術導入促進事業としては、「ハード面」ではすでに進められているものの限界が見えてきており、「ソフト面」における技術革新、すなわち (4)経験と

勘から脱却した、より科学的な漁業を実現することが革新的な網漁業の変革と言える。このような中で、代表的な網漁業である「まき網漁業」の位置付けは重要であり、海況によって引き起こされる波浪や潮流などの宿命的な自然現象による漁具への影響を事前に予測し、しかもうまく利用できる漁撈技術の高度化技術開発によって克服しなければならない。そのためには、船上における各種センサーの必要なデータ情報を集中化させ、漁具の動態と海底や魚群との位置関係を事前予測しながら、且つ刻々と変化する状況をリアルタイムにしかもビジュアルに把握できるシミュレーション手法を核とした総合漁撈システムの技術開発が急務である。

以上の趣旨を踏まえて技術開発の骨子を図Ⅲ.2-1にイメージして表現した。



図Ⅲ.2-1 技術開発の骨子

まき網漁業における失敗投網の大半は(1)魚群移動の読み違い、若しくは(2)潮流による網成り予測の読み違いのいずれかである。ここで言う「失敗投網」とは、何らかの事故や不可抗力的に破網することで漁獲できない一般的に「故障網」と呼ばれる場合は除外し、漁撈長の読み違いや漁撈作業のミスなどにより結果的に予想の半分も漁獲できなかった場合と定義する。従って、本技術開発は漁撈長がよりの確に投網判断ができるための支援システムと位置付け、事前に網成り予測を考慮し、更に長年の経験値を加味した投網を行い、「環巻き」中は時々刻々変化する網成り状況をリアルタイムにモニタリングしながら網中の魚群を逃がさないように制御するためである。

一方で、リアルタイムシミュレーション画像から得られる環網(ワイヤー)や網の各部位の張力を監視しながら、油圧ポンプの油量状態を検知し、油圧各装置への急激な負荷変動に対しても油圧能力を有効にバランスよくマニュアル制御ができる最小限の基本システム実用化モデルである。即ち全自動ではなく、最小限必要な自動化と漁撈長との連携により、操業するたびにカスタマイズされて進化できるシステムを目指している。

この総合漁撈システムの実用化モデルの開発には、古野電気(株)、近畿大学農学部水産学科(漁業生産システム研究室)、およびマリンハイドロテック(株)がそれぞれの立場から連携し、それぞれの役割分担の下に(有)石田丸漁業の協力を得て実証化予備試験により、総合漁撈システムの実用化モデルを開発する。

なお、本技術開発の省エネ化としての出口の一つである将来に向けた「漁具・漁網の適正化」については、漁具・漁網メーカーの日東製網(株)の協力を得て、漁具設計や大幅な漁具補修などへの対応にシミュレーション技法が活用できるようにする。

本システムを用いた省エネの実証化試験は、88石田丸(300トン型ミニ船団)の実操業を通じて実施する。

## 2.2 技術開発の主要工程

技術開発の主要工程は次の図Ⅲ.2-2に示す通りであり、総合漁撈システムの実用化モデル開発には、新しい4つの技術課題を解決しなければならない。

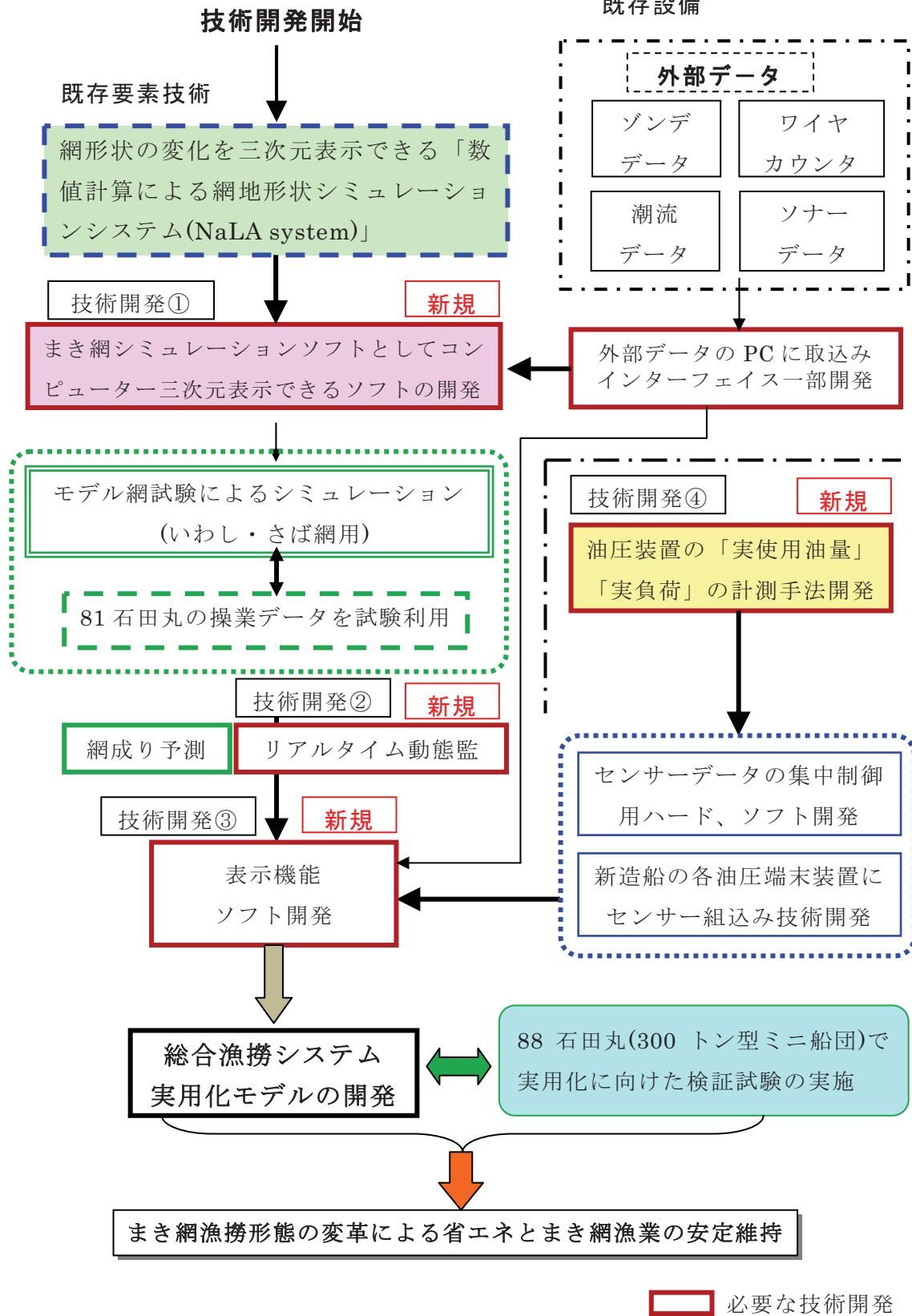
①番目は、NaLAシステムを用いて、大規模なまき網漁具・漁網を数値解析が可能なモデル化を行う技術開発である。この基本開発によって得られるシミュレーションの精度を既存のセンサーなどにより、検証を行う。

②番目は、シミュレーションをリアルタイムに表示し、刻々と変化する実操業中の状況を動態監視するための技術開発である。センサーの信号を読み込み、自動的に修正をかけながら漁具・漁網の動態を表示することができる機能である。

③番目は、個々の漁撈計器に表示される重要な機能の一部を「総合漁撈システム」に取り込み、一つの表示機能画面上にまき網の漁撈行程別に漁撈長の判断を補佐する機能を表示するための技術開発である。基本的な漁撈のノウハウを注入し、将来的には漁撈長の経験やノウハウを顧客別に拡張できるシステムとする。

④番目は、油圧機器の負荷状況を含めた使用条件が不明であることから、年間操業の中で天候や漁獲量状況の違いで、どのように使用されているかを解明することが必要である。その為には複雑な油圧系統経路の中で、より正確に把握するための計測手法が確立されておらず、手探り状態の下で計測技術手法を開発しなければならない。漁撈作業の工程ごとに各油圧機器の使用状況を同時にデータ収録を行い、動力馬力相当換算を行う。これらの操業データを分析し、油圧機器の適正化に結び付ける。

技術開発の主要工程フロー図

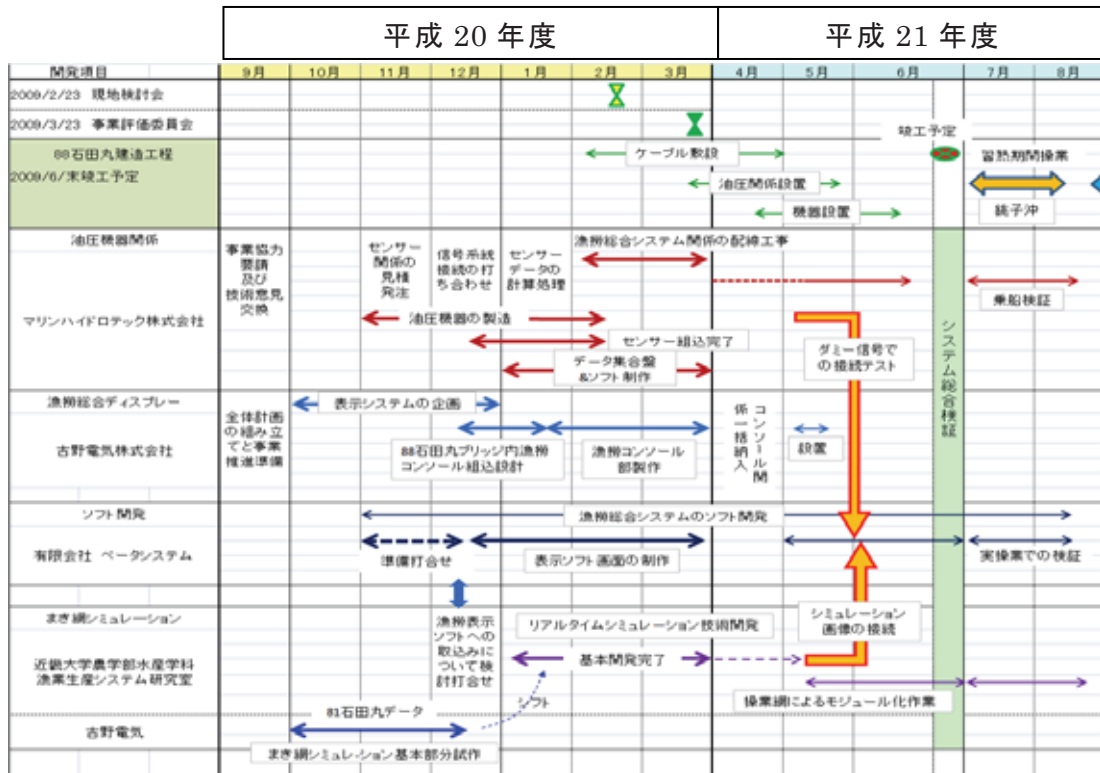


図Ⅲ.2-2 技術開発の主要工程フロー図

### 2.3 開発計画

本事業の開始が9月度からの実施となったため、具体的な開発の為の企画準備および協力研究機関および会社への協力要請などに終始し、10月度から実質実施開始となった。計画状況を次の表Ⅲ.2-1に示す。

表Ⅲ.2-1 開発計画と進捗表



(1) まき網用シミュレーション開発では、近畿大学の高木准教授の指導の下に約3か月間を予定し、古野電気でNaLAシステムを応用した「まき網用の試験モデル化」を行い、その結果を大学側に引き継ぎ、まき網シミュレーションの基本開発(総合漁撈システムの重要な機能である「シミュレーション予測」と「操業中のリアルタイム表示」機能)を完了させることとした。

(2) 総合漁撈ディスプレイは、基本となる表示画面のソフト開発を今年度末までに完了させることとし、そのための仕様決定を11月末までに用い計画した。

油圧関係のデータおよびまき網シミュレーション画を注入したシステム機能づくりは、平成21年度の5月末から6月初旬に掛けて開始し、ダミー信号などによる動作検証を繰り返して完成させる。実際の各信号の生データによる動作検証は、88石田丸の習熟期間内の実操業において繰り返し検証を行うことで最終的に完成させる。

また、リアルタイム表示機能についてもシステム機能と並行して実操業での検証を進めながら併せて完成する。

(3) マリンハイドロテック(株)では、油圧関係のデータ情報出力のために、各油圧端末機器などの生産に併せてセンサー組込みを計画し、造船所への機器納品期限までに組み込みを完了させる。船に設置後はできないため、製造段階で実施する。

また、これらのセンサーデータを集中化して自動的に総合漁撈システム装置に送るための集中制御盤とそのソフト開発を3月中旬までに仕上げることにし、造船所においては必要なLANケーブルなどの敷設工事を建造工程に併せて年度内に実施する予定である。

### 3 技術開発の内容

#### 3.1 「まき網シミュレーション」用の基本ソフト開発

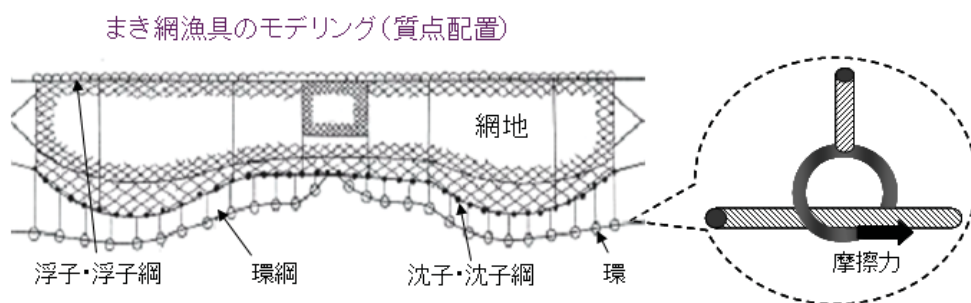
まき網用の漁網展開図から NaLA システムを用いてコンピュータシミュレーションが描けるための数値モデル化技術の開発が必要であることはすでに述べたとおりである。

##### 3.1.1 まき網漁具のモデリング

まず、まき網適用モデルの概要について簡単に説明すると、NaLA システムをまき網に適用するに当たっては、大きく分けて3つの手法を新たに導入する必要がある。

###### (1) 漁具のモデリング

図Ⅲ.3-1 にまき網漁具の模式図を示しましたが、構成要素としては「網地」、「浮子と浮子網」、「沈子と沈子網」、「環網」、「環」を想定することができ、このうち「環」と「環網」以外のモデリング手法については、既に刺網への適用過程で導入実績があり、それを用いることとした。



図Ⅲ.3-1 まき網漁具のモデリング

従って、今回は「環」と「環網」を新たにモデル化する必要がある。

特徴的なのは、環網を巻き上げることによって環が環網上を滑るというまき網に特徴的な現象をモデル化するために、環と環網間の摩擦力を考慮したことであり、この結果環網が環を引く力は摩擦力以上にはならないことになる。

## (2) 投網過程の再現

NaLA で計算を行なうためには初期位置を与える必要があり、その与え方としては、投網時の航跡を利用する。その航跡を平滑線で近似して、計算のタイムステップ毎に船の位置を与えることにした。

航走距離と質点の漁具上の相対的な位置関係から、その時点で質点が投入されたかどうか判断し、投入された場合は運動の計算を開始し、未投入と判断された場合は船と一緒に運動することとした。

### 投網過程の再現

航跡を平滑線で近似  
経過時間毎に船位置を与える

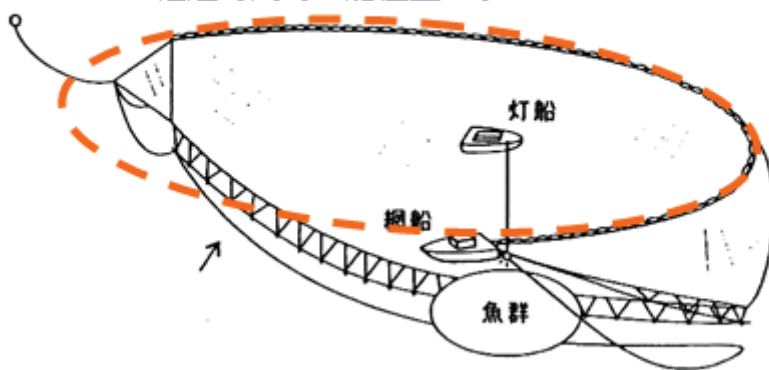


図 III.3-2 投網旋回中の再現

## (3) 環巻き過程の再現

ここではパースウィンチの巻き上げ速度を与えて、経過時間に応じて環網の長さを徐々に短く出来るようにしました。

環網だけでなく、「浮子網」、「沈子網」及びブイラインの場合でも同様に巻き上げていくことが出来る。

環巻き(揚網)過程の再現  
パースウィンチの  
巻き上げ速度(m/s)を与える

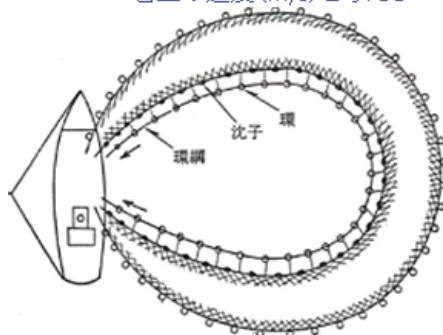


図 III.3-3 環巻き中の再現

### 3.1.2 実例による具体計算

実例に基づいて具体的に計算の手順を簡単に説明すると次のような手順となる。

- ①設計図面を参考に漁具をモデリングする。
- ②網目の数、目合、網糸の種類、網類の太さや長さ、浮子や沈子の個数などの情報を基に質点を配置する。
- ③操業データから投網航跡と海況情報を得る。
- ④これらの情報をファイル化し、そのファイルを読み込むことによって計算が可能となる。

#### 具体的な計算手順

1. 設計図面から質点情報を抽出し、質点を配置する。

2. 操業データから投網航跡、海況および潮流情報を得る。



3. PCを用いて計算

月日	2001/9/3	
操業番号	8	
使用漁具	77	
水深 (m)	13.9	
水温 (°C)	19.0	
風向	190	
風速 (m/s)	3	
潮流 (対 方位 流速)		
2m	273	0.8
45m	265	0.8
60m	251	0.8

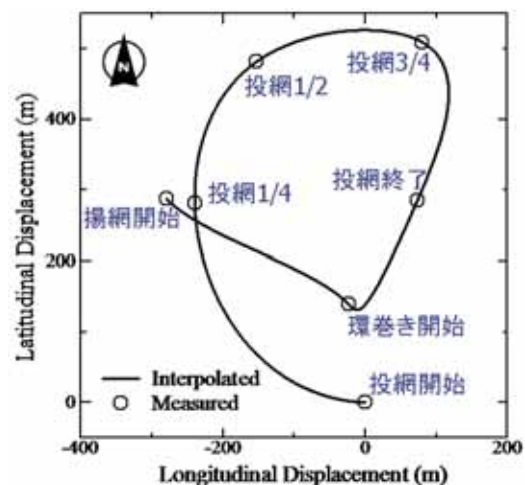


投網計路	301		
速度	9.6		
投網位置から見た羅の位置	340		
時刻	経過時間	緯度	経度
投網開始位置	12:49	-	42.55865 145.12156
投網1/4	12:50	1m17s	42.56017 145.11979
投網1/2	12:51	2m03s	42.56125 145.12043
投網3/4	12:52	2m55s	42.56146 145.12215
投網終了	12:53	4m06s	42.56019 145.1221
環巻き開始	12:56	6m52s	42.5594 145.12139
揚網開始	13:07	18m19s	42.5602 145.1195
環巻き終了	13:13	-	42.5604 145.1182
揚網1/2	13:49	58m00s	-
揚網終了	14:31	1h42m	42.5621 146.10846

図Ⅲ.3-4 計算手順の概要

図Ⅲ.3-5 は実際の操業データから再現された航跡である。

シミュレーションではこの航跡に沿って時間の経過とともに船を移動させる。本資料は、(独)水産総合研究センターの開発センター殿から頂いた道東沖のカタクチイワシ漁に用い漁網と操業データを基に予備試験的に行ったものである。



図Ⅲ.3-5 投網から揚網までの航跡再現

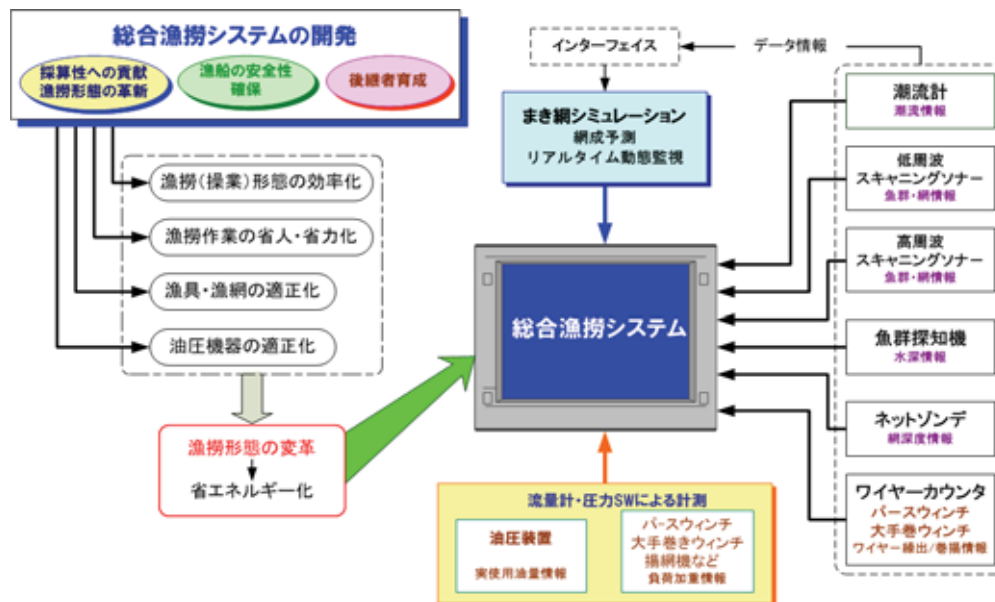
このような手順で、81 石田丸のいわし・さば用網の設計図を基にモデル化技術の試作を行い、実際にシミュレーション試験を実施するために実操業に立会い、最低限必要な外部情報データを試験的に取得し、それらのデータを用いてシミュレーションによる再現試験を行うこととした。

### 3.2 総合漁撈システムの開発

#### 3.2.1 総合漁撈システムの基本構成

総合漁撈システムは、(1)まき網漁船に搭載しているセンサー機能としての漁撈計器、(2)まき網漁具の形状変化を予測するシミュレーション機能及び(3)大規模なまき網漁具を自在に制御する油圧機能の3つの機能によって構成される。

これらの機能は探索から漁獲までの工程でそれぞれが重要な役割を持っており、総合的にコントロールをしているのが漁撈長である。しかし、これらの機能は今まで独立した位置づけでシステム化が行われてこなかった。従ってそこに漁撈長独自の経験とノウハウが培われ、なかなか若い世代には引き継ぎができない環境となっていた。海洋環境の変化や漁撈長自身の高齢化は、しばしば経験から導き出された勘を狂わすことになり、経験という方程式に当てはまらなくなってきた。このように漁撈長の頭脳に代る機能としてのシステム化が総合漁撈システムである。本システムの基本構成を下図(図Ⅲ.3-6)に示す。



図Ⅲ.3-6 総合漁撈システムの基本構成

### 3.2.2 まき網漁撈行程と必要な機能画面

表Ⅲ.3-1 には、まき網の漁撈行程順に用いられる漁撈計器と必要な機能画面を時系列的に並べたものである。続いて表Ⅲ.3-2 には漁撈作業、油圧制御の監視面からどのような表示機能が有用かという点について一覧表にまとめたものである。

総合漁撈システムの表示ではこれらの機能画面が自由に随時切替ができる仕様になっている。

表Ⅲ.3-1 漁撈行程と表示機能

漁撈行程		使用漁撈機器	使用漁撈機器	漁撈行程	漁撈監視	油圧監視	油圧監視	漁撈監視
1	出航	Sonar 魚探機 GPS プロッター	魚探機 魚探機	出航前準備				
2	探知	Sonar 魚探機	魚探機 魚探機	魚群量・魚種 確定 魚群行動 投網・リターン	探測予測 網成予測			
3	投網	Sonar 魚探機 羅針計	魚探機 魚探機	魚群行動 周辺魚群		投網モード		
4	捕獲	パルスワインチ	Sonar 魚探機 羅針計 ワイヤカウンタ ネットジンド	魚群行動 魚群量 確定		投網モード		
5	揚巻	オモテ大車 オモテ小車 パルスワインチ	Sonar 魚探機 羅針計 ネットジンド ワイヤカウンタ	魚群量 運船 魚探機		投網モード	パルスモード	
6	網揚げ	ネットローラー 網巻機 サイドローラー	Sonar	魚群量 運船 魚探機			投網モード	
7	網揚げ	網揚げワイナ サイドローラー		大漁料上 場からの網揚げ おせり網揚げ 作業				油圧監視 操業情報 漁獲情報 省エネ情報

表Ⅲ.3-2 表示モードと表示機能

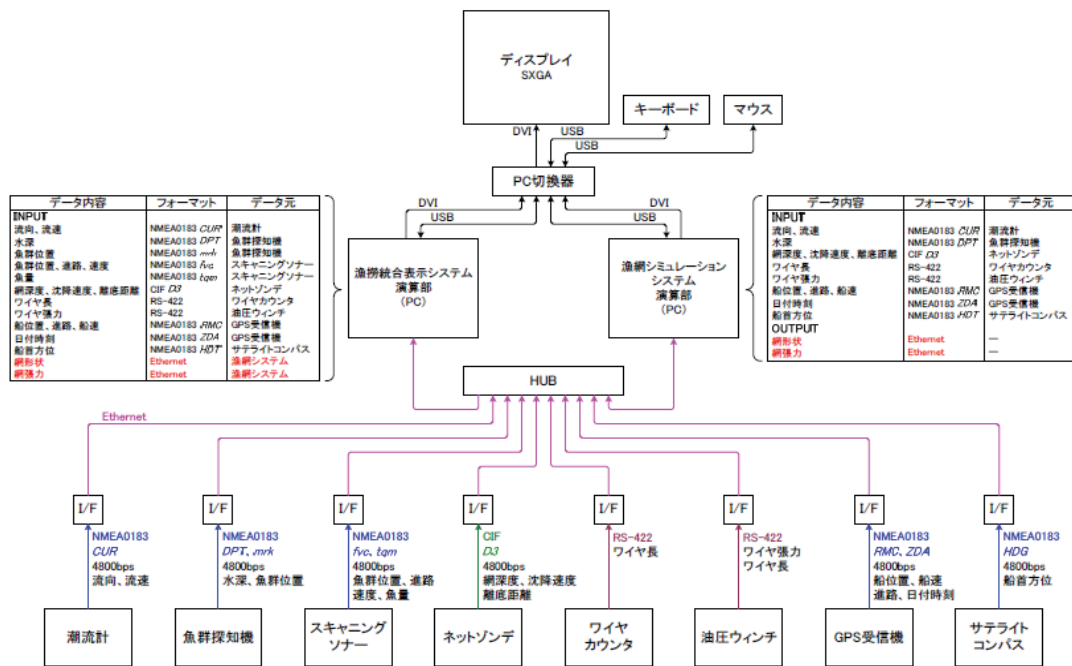
画面表示	表示機能	表示機能	機能仕様
1 漁撈監視	魚探機モード ① 探測予測モード 探測予測 ② 網成予測モード 網成予測 ③ 投網モード 投網モード ④ 揚巻モード 揚巻モード	漁獲監視 投網監視 網成監視 投網監視 揚巻監視	① 探測予測の表示 上層と下層の魚探機、魚群量・魚種、漁列長の投網利用から投網点、投網コースを予測 ② 網成予測に基づき、魚群量・魚種を踏込み、シミュレーション予測を 表示する ③ 投網モード ④ 揚巻モード
2 油圧監視	① 操業監視モード パルスモード ② 捕獲監視モード 投網監視 ③ 投網監視 投網監視 ④ 油圧監視 油圧監視	パルス監視 投網監視 投網監視 油圧監視	パルスワインチ監視 捕獲時の表示 ③ 投網監視 ④ 油圧監視
3 漁撈管理	① 操業情報 ② 漁獲情報 ③ 省エネ情報		操業情報 漁獲情報 漁列長の動力換算

### 3.2.3 総合漁撈システム系統図

図Ⅲ.3-7ではディスプレイが1台になっているが、88石田丸では2台仕様とし、シミュレーション画面と油圧関係などその他の機能画面が並列して眺めることができる。また、リアルタイムに監視する場合は総合漁撈システムとしては環巻モードなどにして1台のディスプレイでデータを集中化して眺めることができる。

各センサー信号はそれぞれに必要なI/Fを通し、またシミュレーション画像は直接HUBを経由して、総合漁撈システムの演算部に送られ、選択された機能画面上で表示される。

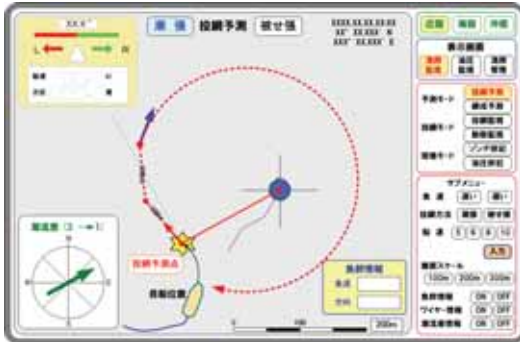
さらに、本船88石田丸では、RGB信号を船内の必要な個所に配信して、随時各機器の画像を切替えるシステム化を図っているため、若い幹部乗員が漁撈長と一体になって状況が把握でき、後継者育成に貢献できる。



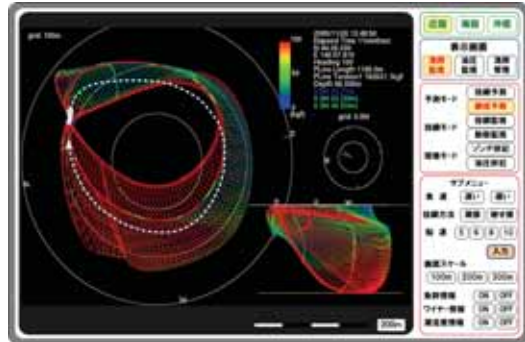
図Ⅲ.3-7 総合漁撈システム系統図

### 3.2.4 各モードと表示機能

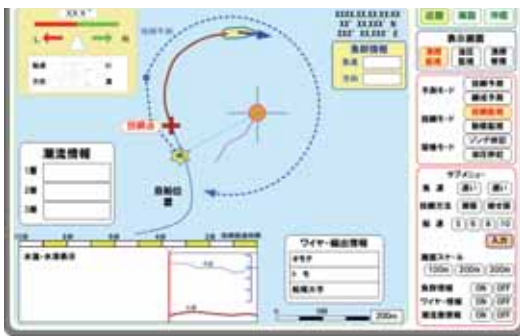
図Ⅲ.3-8～図Ⅲ.3-19に各モードの画面例を示す。



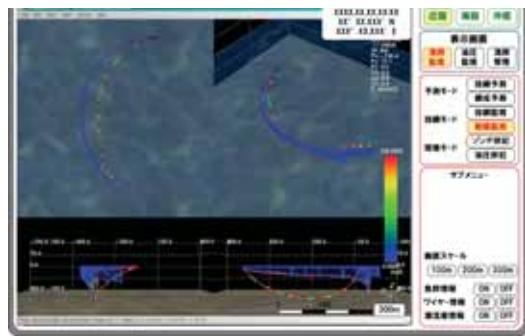
図Ⅲ.3-8 漁撈監視[投網予測モード]



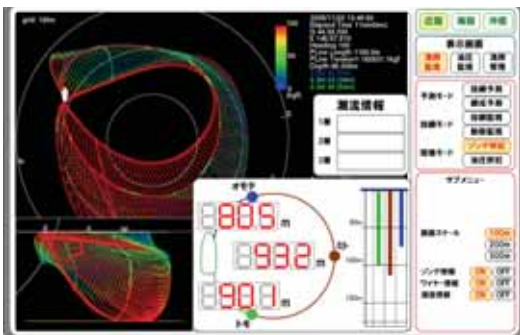
図Ⅲ.3-9 漁撈監視[網成予測モード]



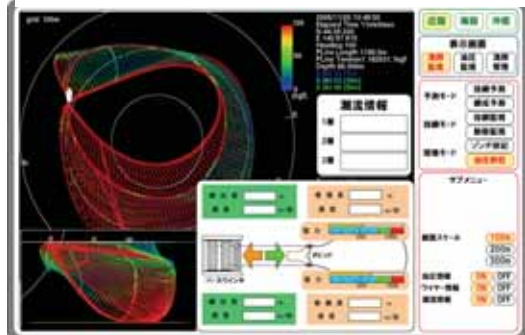
図Ⅲ.3-10 投網監視[投網モード]



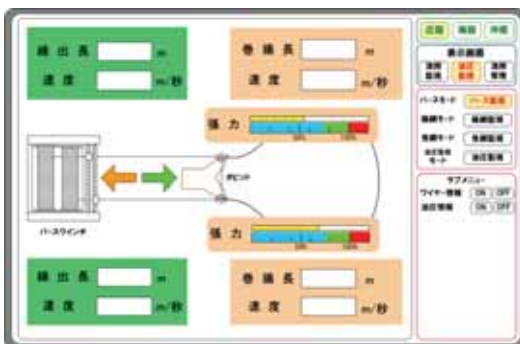
図Ⅲ.3-11 動態監視[投網モード]



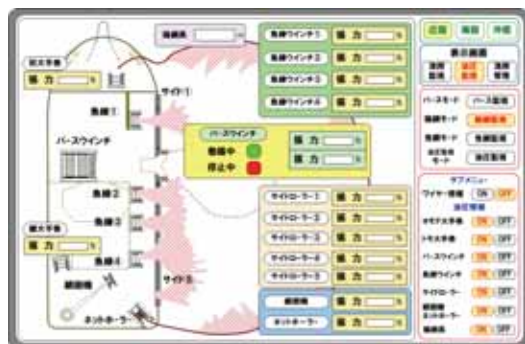
図Ⅲ.3-12 漁撈監視[環巻モード]



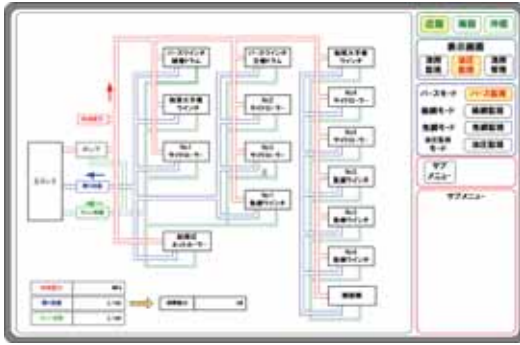
図Ⅲ.3-13 漁撈監視[環巻モード]



図Ⅲ.3-14 油圧監視[パースモード]



図Ⅲ.3-15 油圧監視[揚網監視モード]



図Ⅲ.3-16 油圧監視[系統監視モード]



図Ⅲ.3-17 漁撈管理[操業情報]



図Ⅲ.3-18 漁撈管理[漁獲情報]



図Ⅲ.3-19 漁撈管理[省エネ情報]

### 3.3 油圧機器に関する各センサー出力値(仕様)と計測手法の開発

油圧機器に関しては、漁撈行程別に負荷状態と流量変化を検出し、動力馬力換算の推移を把握することが狙いである。様々な状況下で各油圧端末機器に印加する負荷を定量的に、しかもより正確に計測するために、

- ①プレッシャースイッチなどのセンサーの設置場所と方法
- ②流量計の設置場所
- ③計測手法の技術開発

といった課題を解決しなければならない。マリンハイドロテック(株)では、一般的にその種の知見が見当たらないことから、試行錯誤を重ね、検討の結果、3.3.1項の油圧ポンプから、3.3.16項の魚締めウィンチに至るまでデータ検出と表示方法について仕様を決定した。実操業で検証しながら検出値などの調整が必要となる。また、本事業ではリアルタイムに可視化するシミュレーションを開発することから、新たな試みとして揚網量(長さ)を計測する手法を開発する。海況による波浪中や、1操業の漁獲量によっては漁網に印加する張力が予想以上の負荷となり、常に油圧馬力の能力が問題になるなど、いずれにしても人海戦術で網揚げを行っているのが現状であり、このようなところにも我が国のまき網方式で、省人化が図れない要因が見え隠れする。漁網負荷とネットホーラーの回転との間に生じるスリップについて、「スリップ度」を定義し、実証検証を行う。以下に各油圧機器の仕様及び算出方法について紹介する。

### 3.3.1 油圧ポンプ関係

(1) 戻り流量 (FSE1)

デジタル出力値：流量＝1：1.5L/min  
表示最大値は 3000.0L/min、細分表示は 0.5L/min

(2) ドレン流量 (FSE2)

デジタル出力値：流量＝1：0.15L/min  
表示最大値は 300.0L/min、細分表示は 0.5L/min (四捨五入)

(3) 油圧ポンプ吐出圧力 (PSE1)

デジタル出力値：流量＝1：0.0175MPa  
表示最大値は 35.0MPa、細分表示は 0.1MPa (四捨五入)

(4) 油圧ポンプ消費動力計算式

$$L = \frac{P \times (Q1 + Q2)}{60 \times \eta} \quad (\text{kW}) \quad \text{----- (3.3.1 式)}$$

$L$ : 消費動力 (kW)
$P$ : 油圧ポンプ吐出圧力 (MPa)
$Q1$ : 戻り流量 (L/min)
$Q2$ : ドレン流量 (L/min)
$\eta$ : 効率=0.85 (油圧ポンプ、増速機の機械効率)

表示最大値は 4 桁  
(1100kW 前後と推測される)  
細分表示は 1kW (四捨五入)

### 3.3.2 パースウインチ主巻ドラム (PSE2H、PSE2L、PSW1、PSW2、PSW3、PSW4)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE2H の出力値と PSE2L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力＝1：0.0175MPa

プレッシャースイッチ ON-OFF による段数判断 表 III.3-3

	PSW1	PSW2	PSW3	PSW4
1速	ON	OFF	ON	OFF
2速	ON	OFF	OFF	ON
3速	OFF	ON	ON	OFF
4速	OFF	ON	OFF	ON

ワイヤーカウンタの繰出量により巻層・P.C.D.を判断 表 III.3-4

繰出量 (M)	巻層	P. C. D. (mm)
0～206	15	1305.6
～490	14	1257.6
～764	13	1209.6
～1026	12	1161.6
～1278	11	1113.6
～1519	10	1065.6
～1749	9	1017.6

～1969	8	969.6
～2177	7	921.6
～2375	6	873.6
～2561	5	825.6
～2737	4	777.6
～2902	3	729.6
～3056	2	681.6
～3200	1	633.6

(2) パースウインチ主巻ドラム巻込荷重計算式

$$Tm = \frac{q \times P \times \eta t}{2 \times \pi} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{-----} \quad (3.3.2-1 \text{ 式})$$

$Tm$ : 油圧モータの出力トルク (N・m)
$q$ : 油圧モータ 1 回転当りの吸収量 (cm <sup>3</sup> /rev)
1 速=6280 cm <sup>3</sup> /rev、2 速=4710 cm <sup>3</sup> /rev、3 速=4180 cm <sup>3</sup> /rev、4 速=2610 cm <sup>3</sup> /rev
$P$ : 作動圧力 (MPa)
$\eta t$ : 油圧モータのトルク効率=0.93

$$Td = \frac{Tm \times \eta m}{i} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{-----} \quad (3.3.2-2 \text{ 式})$$

$Td$  : ドラムトルク (N・m)

$\eta m$  : ウインチ機械効率=0.92

$i$  : 減速比=4.545

$$F = \frac{2 \times Td}{D} \quad (\text{kN}) \quad \text{-----} \quad (3.3.2-3 \text{ 式})$$

$F$  : 巻込荷重 (kN) 、  $D$  : P. C. D. (mm)

表示は定格荷重 137.3kN に対する巻込荷重の割合で 0～100%(100%を超える場合もある)  
 細分表示は 1% (四捨五入)

3.3.3 パースウインチ補巻ドラム (PSE3H、PSE3L、PSW5、PSW6、PSW7、PSW8)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE3H の出力値と PSE3L の出力値の差となる。

デジタル出力値 : 圧力=1 : 0.0175MPa

プレッシャースイッチ ON-OFF による段数判断

表 III.3-5

	PSW5	PSW6	PSW7	PSW8
1速	ON	OFF	ON	OFF
2速	ON	OFF	OFF	ON
3速	OFF	ON	ON	OFF
4速	OFF	ON	OFF	ON

ワイヤーカウンタの巻込量により巻層・P.C.D.を判断 表Ⅲ.3-6

巻込量 (M)	巻層	P. C. D. (mm)
0~143	1	633.6
~297	2	681.6
~462	3	729.6
~638	4	777.6
~824	5	825.6
~1022	6	873.6
~1230	7	921.6
~1450	8	969.6
~1680	9	1017.6

(2) パースウインチ補巻ドラム巻込荷重計算式

$$Tm = \frac{q \times P \times \eta t}{2 \times \pi} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{----- (3.3.2-1 式に同じ)}$$

$Tm$  : 油圧モータの出力トルク (N・m)

$q$  : 油圧モータ 1 回転当りの吸収量 (cm<sup>3</sup>/rev)

1 速=6280 cm<sup>3</sup>/rev、2 速=4710 cm<sup>3</sup>/rev、3 速=4180 cm<sup>3</sup>/rev、4 速=2610 cm<sup>3</sup>/rev

$P$  : 作動圧力 (MPa)

$\eta t$  : 油圧モータのトルク効率=0.93

$$Td = \frac{Tm \times \eta m}{i} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{----- (3.3.2-2 式に同じ)}$$

$Td$  : ドラムトルク (N・m)

$\eta m$  : ウインチ機械効率=0.92

$i$  : 減速比=4.545

$$F = \frac{2 \times Td}{D} \quad (\text{kN}) \quad \text{----- (3.3.2-3 式に同じ)}$$

$F$  : 巻込荷重 (kN) 、  $D$  : P. C. D. (mm)

表示は定格荷重 137.3kN に対する巻込荷重の割合で 0~100%(100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.4 船首大手巻ウインチ (PSE4H、PSE4L、PSW9)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE4H の出力値と PSE4L の出力値の差となる。

デジタル出力値 : 圧力=1 : 0.0175MPa

プレッシャースイッチ ON=高速、OFF=低速

表示は定格圧力 15.1MPa に対する作動圧力の割合で 0~100%(100%を超える場合もある)

但し、高速時は検出圧力/1.674 (油圧モータ吸収量の比) を作動圧力とみなす

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.5 船尾大手巻ウインチ (PSE5H、PSE5L、PSW10)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE5H の出力値と PSE5L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

プレッシャースイッチ ON=高速、OFF=低速

ワイヤーカウンタの繰出量により巻層・P.C.D. を判断

表Ⅲ.3-7

繰出量 (M)	巻層	P. C. D. (mm)
0～80	13	957.2
～181	12	917.2
～278	11	877.2
～370	10	837.2
～457	9	797.2
～540	8	757.2
～619	7	717.2
～694	6	677.2
～764	5	637.2
～829	4	597.2
～890	3	557.2
～947	2	517.2
～1000	1	477.2

(2) 船尾大手巻ウインチ巻込荷重計算式

$$T_m = \frac{q \times P \times \eta_t}{2 \times \pi} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{----- (3.3.2-1 式に同じ)}$$

$T_m$  : 油圧モータの出力トルク (N・m)

$q$  : 油圧モータ 1 回転当りの吸収量 (cm<sup>3</sup>/rev)

低速=3140 cm<sup>3</sup>/rev、高速=1570 cm<sup>3</sup>/rev

$P$  : 作動圧力 (MPa)

$\eta_t$  : 油圧モータのトルク効率=0.93

$$T_d = \frac{T_m \times \eta_m}{i} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad \text{----- (3.3.2-2 式に同じ)}$$

$T_d$  : ドラムトルク (N・m)

$\eta_m$  : ウインチ機械効率=0.92

$i$  : 減速比=6

$$F = \frac{2 \times T_d}{D} \quad (\text{kN}) \quad \text{----- (3.3.2-3 式に同じ)}$$

$F$  : 巻込荷重 (kN) 、  $D$  : P. C. D. (mm)

表示は定格荷重 98.1kN に対する巻込荷重の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
 細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.6 起倒式ネットホーラー (PSE6H、PSE6L、PSW11、PSW12、PXS)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE6H の出力値と PSE6L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 12.5MPa に対する作動圧力の割合で 0～100%(100%を超える場合もある)  
 細分表示は 1% (四捨五入)

(2) 回転数検出 PXS・・・ドラム 1 回転 18 パルス

プレッシャースイッチ ON-OFF による回転方向判断

表 III.3-8

	PSW11	PSW12
巻込	ON	OFF
停止	OFF	OFF
繰出	OFF	ON

(3) 起倒式ネットホーラー巻込速度計算式

$$V = \frac{\pi \times D \times Nd}{10^3} \quad (\text{M/min}) \quad \text{----- (3.3.6-1 式)}$$

$V$  : 巻込速度 (M/min)

$D$  : P. C. D. = 900 (mm) ←予測値である為、変更可能とする

$Nd$  : ドラム回転数 ( $\text{min}^{-1}$ ) ←シーケンサにて演算した値を出力する

但し、ここで求めた巻込速度がそのまま揚網速度にはならないと考えられることから、網ドラムと漁網とのスリップを考慮する必要がある。しかし今までに正確なスリップの割合がどの程度なのかは計測した経験が無く、また知見もないのが実情である。この点についても本事業の中で実際に作業時の状況から判断をする必要があり、具体的な定量値として解明できるものと期待している。なお、スリップは荷重、速度の影響を受けると予測されることから、「スリップ度」と定義し、下記の(3.3.6-2式)としてデータ解析を進めることにする。

$$S = \sqrt{\left\{ \eta p + \frac{(12.5 - P) \times (1 - \eta p)}{12.5} \right\} \times \left\{ \eta n + \frac{(17.7 - Nd) \times (1 - \eta n)}{17.7} \right\}} \quad \text{--- (3.3.6-2 式)}$$

$S$  : スリップ度

$P$  : 作動圧力

$\eta p$  : 荷重による効率←任意の数値を入力する (予想値 : 0.9)

$\eta n$  : 速度による効率←任意の数値を入力する (予想値 : 0.9)

また、揚網速度はこのスリップ度「S」を巻込速度Vに掛けた値とする。

表示最大値は 50M/min 、細分表示は 0.5M/min (四捨五入)

### 3.3.7 網捌機 (PSE7H、PSE7L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE7H の出力値と PSE7L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 9.7MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.8 No.1 サイドローラー (PSE8H、PSE8L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE8H の出力値と PSE8L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.9 No.2 サイドローラー (PSE9H、PSE9L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE9H の出力値と PSE9L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.10 No.3 サイドローラー (PSE10H、PSE10L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE10H の出力値と PSE10L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.11 No.4 サイドローラー (PSE11H、PSE11L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE11H の出力値と PSE11L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)  
細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.12 No. 5 サイドローラー (PSE12H、PSE12L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE12H の出力値と PSE12L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.13 No. 1 魚締ウインチ (PSE13H、PSE13L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE13H の出力値と PSE13L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.14 No. 2 魚締ウインチ (PSE14H、PSE14L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE14H の出力値と PSE14L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.15 No. 3 魚締ウインチ (PSE15H、PSE15L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE15H の出力値と PSE15L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

### 3.3.16 No. 4 魚締ウインチ (PSE16H、PSE16L)

(1) 作動圧力は油圧モータの入口、出口の差圧となる為、PSE16H の出力値と PSE16L の出力値の差となる。

デジタル出力値：圧力=1：0.0175MPa

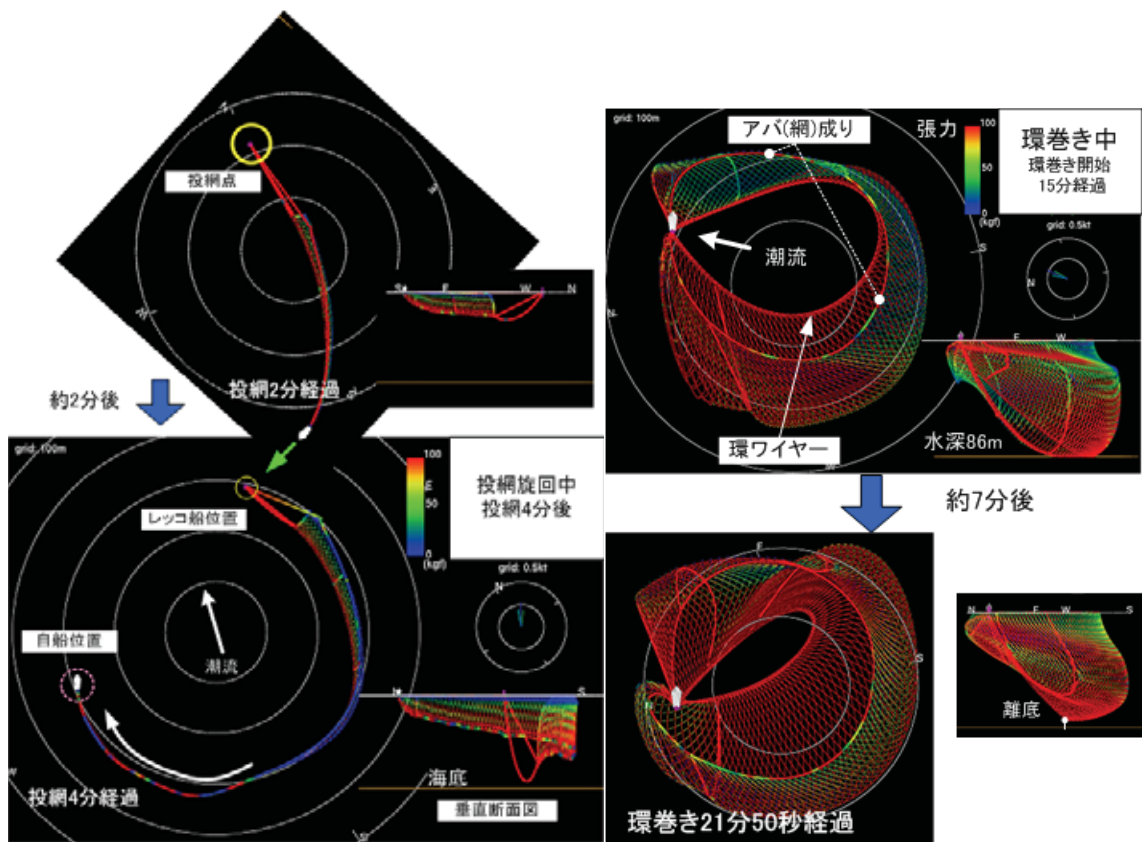
表示は定格圧力 14MPa に対する作動圧力の割合で 0～100% (100%を超える場合もある)

細分表示は 1% (四捨五入)

## 4 技術開発の結果

### 4.1 まき網漁網用のシミュレーションソフト開発

まき網漁具(漁網)のモデル化技術が開発でき、試験的に 81 石田丸で使用のいわし・さば用網の設計図から、まき網漁網に特化して応用するソフト(仮称:まき網シミュレーションソフト)を用いてシミュレーションを行った。その結果は次の図Ⅲ.4-1 及び図Ⅲ.4-2 に示す通りである。旋回投網中及び環巻き中の様子が忠実に再現されていることを示しており、ソナーによる魚群の移動状況や潮流データから、投網の直前に網成り予測が的確に行えることが分かる。旋回投網中及び環巻き中の様子が忠実に再現されていることを示しており、ソナーによる魚群の移動状況や潮流データから、投網の直前に網成り予測が的確に行えることが分かる。



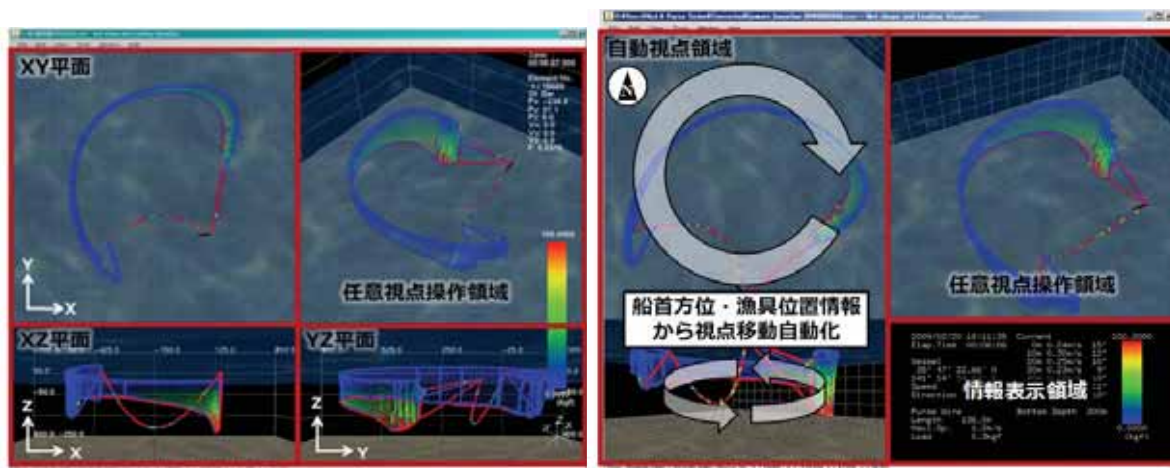
図Ⅲ.4-1 旋回投網中の様子

図Ⅲ.4-2 環巻き中の様子

次に、旋回投網中、環巻き中並びに揚網中など作業中の漁網の動態監視をリアルタイムに表示することにより、漁撈長が的確な判断の下に作業を進めることが可能となる。図Ⅲ.4-3 はリアルタイムに可視化する原理図であり、図Ⅲ.4-4 は 81 石田丸の作業データでリアルタイムに計算しながら表示している状況を示している。



図Ⅲ.4-3 リアルタイムで可視化する原理図



図Ⅲ.4-4 リアルタイム表示例

## 4.2 総合漁撈システムの表示ソフト開発

本システムに必要な機能表示については、第3項「技術開発の内容」の中の3.2.4項で紹介した通りの表示画面はできあがった。

投網モードのログ表示で、地図上の自船移動および魚群移動などは、現在開発中であり、5月末から6月初旬を目安に実証可能なレベルに仕上げる予定であり、同時期にシミュレーション画面も注入し、試験モデルとして88石田丸の竣工に合わせてソフト開発を完了見込みである。その後は実際の操業で、8月中旬頃までに不具合などの検証を繰り返し行い完成させる。

本船では、初めての試みであることから、各モードの表示画面が選択切換によって、必要な場面ごとに監視することが可能な機能になっており、2画面の表示器を有するシステムとしている。シミュレーション画面が操業の各場面で幅広く有効に利

用する観点から、常に単独で監視する為である。

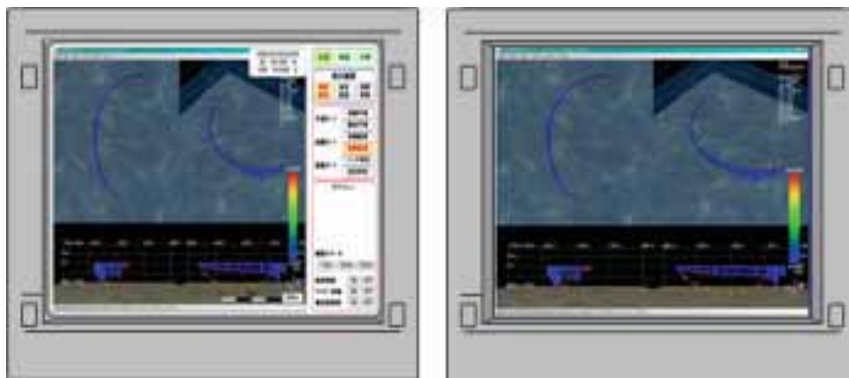
図Ⅲ.4-5 は漁撈長の斜め前方左側に位置する総合漁撈システム用の表示器であり、左側が総合漁撈システム専用で右側がシミュレーション専用となっている。



図Ⅲ.4-5 総合漁撈システム表示装置

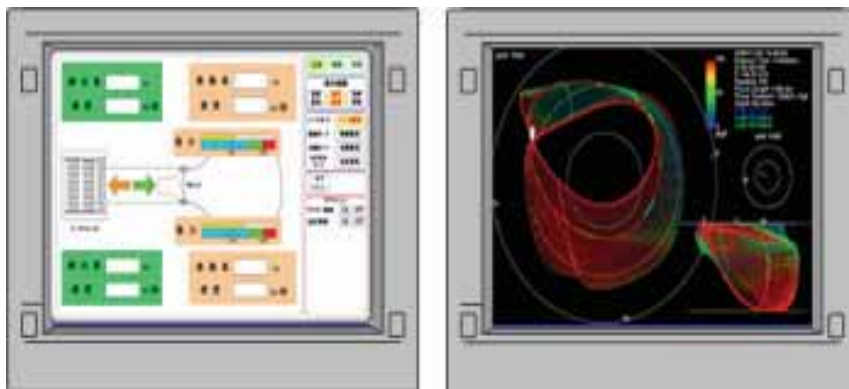
次に 2 画面による組み合わせの一例を紹介する。

投網モード + シミュレーション



図Ⅲ.4-6 2画面組み合わせ表示例 1

パースモード + シミュレーション



図Ⅲ.4-7 2画面組み合わせ表示例 2

## 5 今後の課題と対応

5.1 総合漁撈システムを予定通り8月中旬までに実証化試験が可能なものに仕上げる。

5.2 本システムを導入することによる省エネ効果を実現するために

(1) 「油圧能力の適正化」については、対象魚種・漁期・漁場ごとに最大漁獲量や平均漁獲量をどの程度に設定して油圧機器の出力%表示を決めるかが今後の実証化の中で検討が必要である。総合漁撈ディスプレイ上に表示するのは、油圧能力である定格出力に対してどの程度になっているかを[%]表示するものであり、現状においては漁獲量との関係については不明である。

81石田丸の4ヶ年の実績が次の通りであることから、これを一つの基準として実証化の中で検討したい。

操業回数は推測値として年間337回操業とし、漁獲量および漁獲高から1操業当りの平均値を算定すると、1操業当りの平均漁獲量は約32トンで、平均漁獲高は2,347千円となる。

表Ⅲ.5-1 81石田丸の漁獲実績

操業月						推測値			
	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	月別平均 トン数	月平均 操業回数	1操業当り平 均漁獲量	
1月		1,037	1,242	278	277	709	26	27	過去4ヶ年の 平均年間 漁獲量 (H17~20)
2月		330	488	681	612	528	20	26	
3月		932	657	502		697	20	35	
4月		1,098	655	1,184		979	24	41	
5月		899	1,266	984		1,050	34	31	
6月	638	1,502	1,585	1,033		1,189	34	35	
7月	493	1,632	998	1,673		1,199	35	34	
8月	490	685	1,140	729		761	35	22	
9月	1,598	1,852	539	1,008		1,249	35	36	
10月	763	1,194	803	611		843	28	30	
11月	913	1,368	486	615		846	22	38	
12月	707	909	845	567		757	24	32	
年間トン数	5,602	13,438	10,704	9,865	889	10,806	337	32	10,903
操業月	イワシ・アジ・サバ漁獲金額(千円)					推測値			
	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	月別平均 漁獲高	月平均 操業回数	1操業当り 平均漁獲高	
1月		33,347	52,061	29,093	10,368	31,217	26	1,201	過去4ヶ年の 平均年間 漁獲高 (H17~20)
2月		18,361	42,290	60,190	19,355	35,048	20	1,752	
3月		33,294	34,371	45,635		37,767	20	1,888	
4月		37,679	26,962	86,173		50,271	24	2,095	
5月		38,467	55,880	64,320		52,889	34	1,556	
6月	60,081	89,434	94,014	96,013		84,885	34	2,497	
7月	50,574	153,269	100,061	134,978		109,720	35	3,135	
8月	60,887	104,630	103,970	66,349		83,959	35	2,399	
9月	113,943	90,097	73,083	63,068		85,047	35	2,430	
10月	56,955	96,275	106,296	80,148		84,919	28	3,033	
11月	39,981	86,333	73,346	47,315		61,744	22	2,807	
12月	28,254	56,944	49,213	37,270		42,920	24	1,788	
年間漁獲高	410,674	838,130	811,547	810,552	29,723	760,388	337	2,347	791,060

ただし、漁獲量、漁獲高ともに平成17年～20年の4ヶ年平均としたが、平成17年度については7ヶ月実績から月平均を単純に12ヶ月として算定した。

1操業当りの最大漁獲量は約150トンが予想される。

(2) 網漁具の構成部位毎のブロックモジュール化を図ることでシミュレーション手法を活用し、漁具・漁網の最適化を図る手法の開発が課題となる。



図Ⅲ.5-1  
網漁具のブロックモ  
ジュール化の考え方

漁具・漁網の適正化に資する以外にも、漁網はある程度消耗品として取り扱われている現状において、つねに張力が強めに加わる部位などが、操業の中でシミュレーションにより再現できることから、漁網の設計や破網事故を未然に防止するなどにも応用展開が可能となり、経費削減にも貢献が期待できる。

### (3) 実証船第 88 石田丸における検証について

- ① 6 月末竣工予定
- ② 7 月初旬試験操業と同時に習熟操業を兼ねた本操業に入る  
→この間にシステムの検証を実施して完成する。
- ③ 7 月上旬から 8 月中旬までの期間は例年銚子沖での操業  
→この間に複数回操業のデータ収録予定
- ④ 8 月下旬以降は魚影を追って北上予定  
→金華山周辺海域での操業に立会データ収録予定
- ⑤ 10 月はさらに北上し、三陸沖でのさば主体の漁獲  
→八戸沖でのさば操業に立会データ収録予定
- ⑥ 11 月以降は地元沖での操業が予想されるので予備的対応とする。

以上の対応により、相当数のデータ収録が期待できるので、今まで分からなかったことが具体化するものと期待している。従って、分析方法などについては委員の先生方のアドバイスを受けながら進める予定である。

以上

