

実証試験報告書（中間報告）

I 課題名

中型イカ釣り漁船（183 トン）における主要漁灯としての拡散配光型 LED 漁灯導入実証試験

II 実施主体名

白嶺水産株式会社

III 実証試験の内容

1 目的

実証試験船第 18 白嶺丸の既存漁灯を移設して電力を減じ、新開発の拡散配光型 LED 漁灯システムを漁船の配光制御し易い位置に主要漁灯として設置し実証試験を実施する。これにより燃油消費量を節減し、操法を工夫することで漁期を通して既存漁船並の安定的漁獲の継続が可能であることを実証する。また、平成 18 年より LED 漁灯操業を継続している同社所属の第 12 白嶺丸と協力して、LED 漁灯操業の操法指針を検討する。

2 導入技術の概要

イカ釣り漁船での LED 漁灯導入試験においては、これまでに多岐にわたる試みが行われているが、その殆どが放電灯は既存位置で LED 灯具は放電灯の灯光を遮蔽せず熱的影響を受け難い位置に取り付けて試用されたことから、LED 漁灯の指向性、配光制御が可能である等のメリットを活かせず普及に至っていないのが現状である。また、昨今 LED デバイスの発光効率向上により LED 漁灯の更なる省力化が可能になりつつある。

当実証試験では、これまで他の実証案件でなされなかった LED を主要漁灯として導入する試みを、新開発の LED 漁灯システムを第 18 白嶺丸の配光し易い位置に設置して実施し、効果を実証する計画である。

(1) 導入技術

図 1～4 に第 18 白嶺丸に導入した新開発の LED 漁灯システム機器の外観と仕様を示した。

<u>主な仕様</u>		
電力		: 108 [W]
寸法		: W400×D156×H68
重量		: 約 2.0 [kg]
主な素材	: アルミ、アクリル他	

図 1 LED 灯具（型式：EFL-1）


<p><u>主な仕様</u></p> <p>入 力 : 単相 220 [V]、60 [Hz]</p> <p>制御出力 : 最大 専用 LED 用電源 40 台制御</p> <p>液晶パネル : 8.4 インチ液晶タッチパネル</p> <p>操作機能 : 部分的並びに一括点灯消灯 10~100%調光、動作エラー検出、 ローテーター操作、その他</p> <p>寸 法 : W210×D300×H111 [mm]</p> <p>重 量 : 約 5.5 [kg]</p> <p>主な素材 : ステンレス等</p>	
---	---

図 2 LED 漁灯操作盤 (型式 : FLC-1)


<p><u>主な仕様</u></p> <p>入 力 : 3 相 220 [V]、60 [Hz]</p> <p>出 力 : 最大 1,600 [W]</p> <p>出力方式 : 定電圧出力</p> <p>その他 : 動作エラー自己診断機能</p> <p>寸 法 : W480×D245×H220 [mm]</p> <p>重 量 : 約 12 [kg]</p> <p>主な素材 : ステンレス等</p>	
---	---

図 3 LED 電源装置 (型式 : LPW-1)


<p><u>主な仕様</u></p> <p>入 力 : 3 相 220 [V]、60 [Hz]</p> <p>モータ容量 : 100 [W]</p> <p>寸 法 : W410×D455×H192</p> <p>重 量 : 約 18 [kg]</p> <p>主な素材 : アルミ、ステンレス等</p>	
--	--

図 4 ローテーター (灯具角度制御装置)

新開発の LED 灯具は、平成 19 年度に本社所属の第 12 白嶺丸 (138 トン) に搭載した灯具の 2.5 倍に発光効率を良したものを導入したことから、第 12 白例丸の実証試験における LED 消費電力を約 50%削減しつつ光量は 30%程度向上した。LED 漁灯操作盤は、液晶タッチパネル型を導入したことで、操作性、メンテナンス性等が改善され実操業において円滑な対応が可能になるものと考えられる。LED 電源装置は、新型の定電圧出力方式を導入したことから接続回路が簡素化され機器の管理、保守性が改善された。ローテーターは、本

船専用開発・試作したものを導入した。

導入機器は、本社所有第 12 白嶺丸の実証試験で LED 漁灯システムの製作・装備を担当した漁労省力機器メーカー・株式会社東和電機製作所に発注した。

(2) 技術導入の方法（手法）

ア 試験船の概要および既存操業における漁灯装備

表 1 に第 18 白嶺丸の要目を、表 2 に放電灯使用時の操業における発電機とその出力内訳を示した。

表 1 実証試験船概要

項目		内容
船名		第 18 白嶺丸
登録番号		IK1-503
所有者		宮崎 邦男
漁業種類		一本つり（イカ）
船籍港		能登町小木港
船齢		8 年
船体	寸法	長さ 34.01m×幅 7.00m×深さ 3.00m
	船質	鋼
	総トン数	183 トン
推進機関	型式	ヤンマー DY26-EN2
	種類	ディーゼル
	馬力数	1,000 [PS] / 395 [rpm]
補機関 (2 台)	型式	ヤンマー 6NY-16L-EN
	種類	ディーゼル
	馬力数	600 [PS] / 1200 [rpm]
	発電機容量	500 [KVA]
イカ釣り台数		25 台

表 2 既存操業における発電機出力内訳

発電機名称 (容量)	出力機器名称・出力 [kW]	備考
右舷側補機 (500 KVA)	放電灯 : 3 kW×82 灯 = 246 kW 作業灯 : 2 kW×18 灯 = 36 kW 冷凍機 : 75 kW×2 台 = 150 kW	補機 2 台の出力は、並列接続である。 (図 5 参)
左舷側補機 (500 KVA)	釣り機 : 1 kW×25 台 = 25 kW その他 : 最大 340 kW 出力可能	

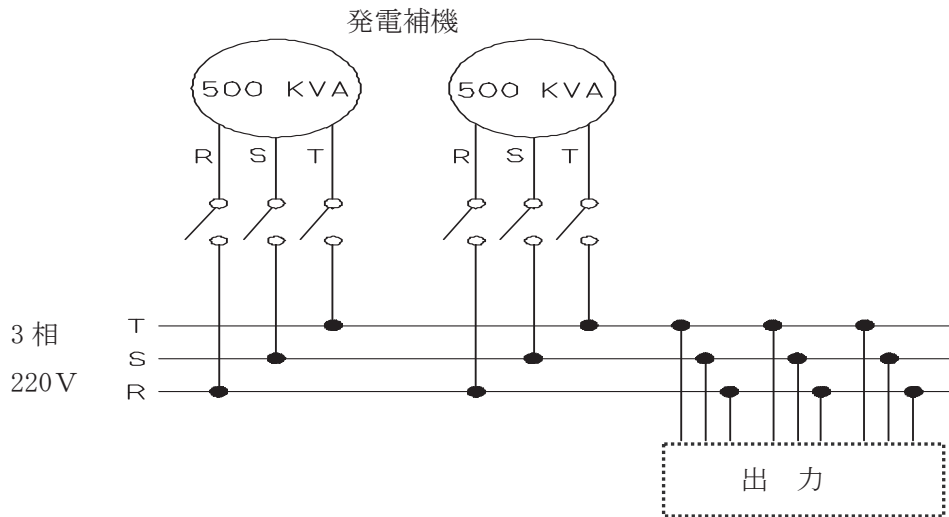


図 5 発電補機の接続概略図

図 6 に、第 18 白嶺丸の既存漁灯（放電灯）の設置状態を図解した。

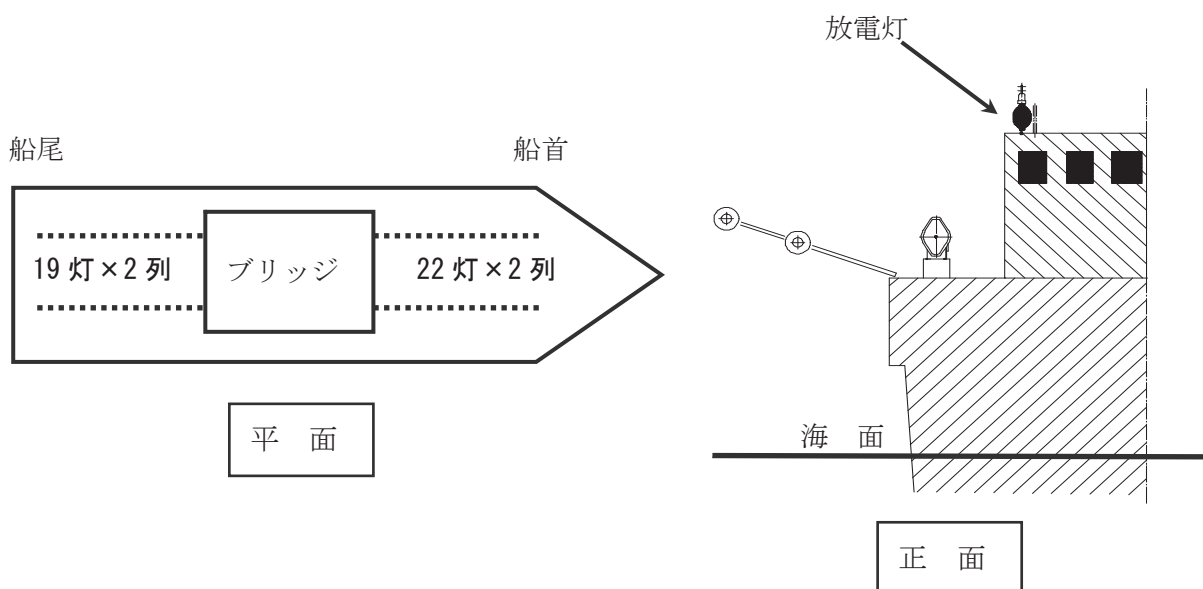


図 6 第 18 白嶺丸の既存漁灯配置

イ 実証試験における漁灯形態

イカ釣り漁船の漁灯配置は、放電灯の発光管中心と舷側を結ぶ直線（図7の太線）の延長線と海面の交点が釣獲ラインの幾分外側にくるように、経験的に放電灯の位置を調整するが多い。したがって、LED漁灯の設置と放電灯の移設位置は、この方法をもとに漁船全体の配光を考慮して漁撈長と協議したうえで決定した。また、搭載規模の内訳は、LED漁灯が約40kW、放電灯54kW、予備の放電灯36kWである。

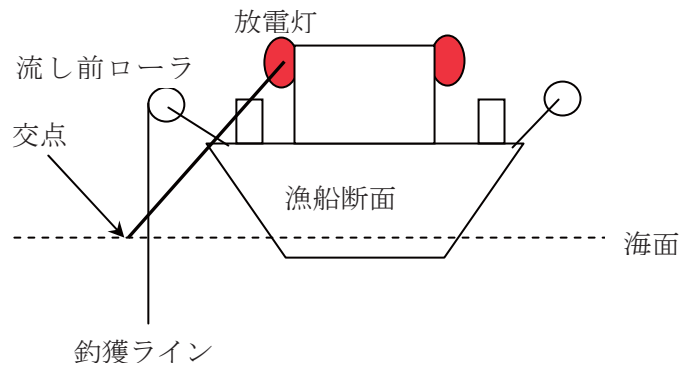


図7 漁灯位置解説図

表3に実証試験で導入したLED漁灯システム機器の規模をまとめた。

表3 実証試験で導入した機器

機器名称	型式	出力・数量等	備考
拡散配光型LED漁灯	EFL-1	108W×372灯=40.2kW	
LED電源装置	LPW-1	24台	
LED漁灯操作盤	FLC-1	1台	
ローテーター		4台	LED灯具角度制御用

表4に実証形態における発電補機の出力内訳をまとめた。

表4 実証形態における発電補機の出力内訳

発電機名称 (容量)	出力機器名称・出力 [kW]	備考
右舷側補機 (500 KVA)	LED漁灯：108W×372灯 = 40.2 kW 放電灯：3 kW×18灯 = 54 kW 予備放電灯：3 kW×12灯 = 36 kW	補機2台の出力は、並列接続である。(図5参)
左舷側補機 (500 KVA)	作業灯：2 kW×18灯 = 36 kW 冷凍機：75 kW×2台 = 150 kW 釣り機：1 kW×25台 = 25 kW その他：最大458 kW出力可能	

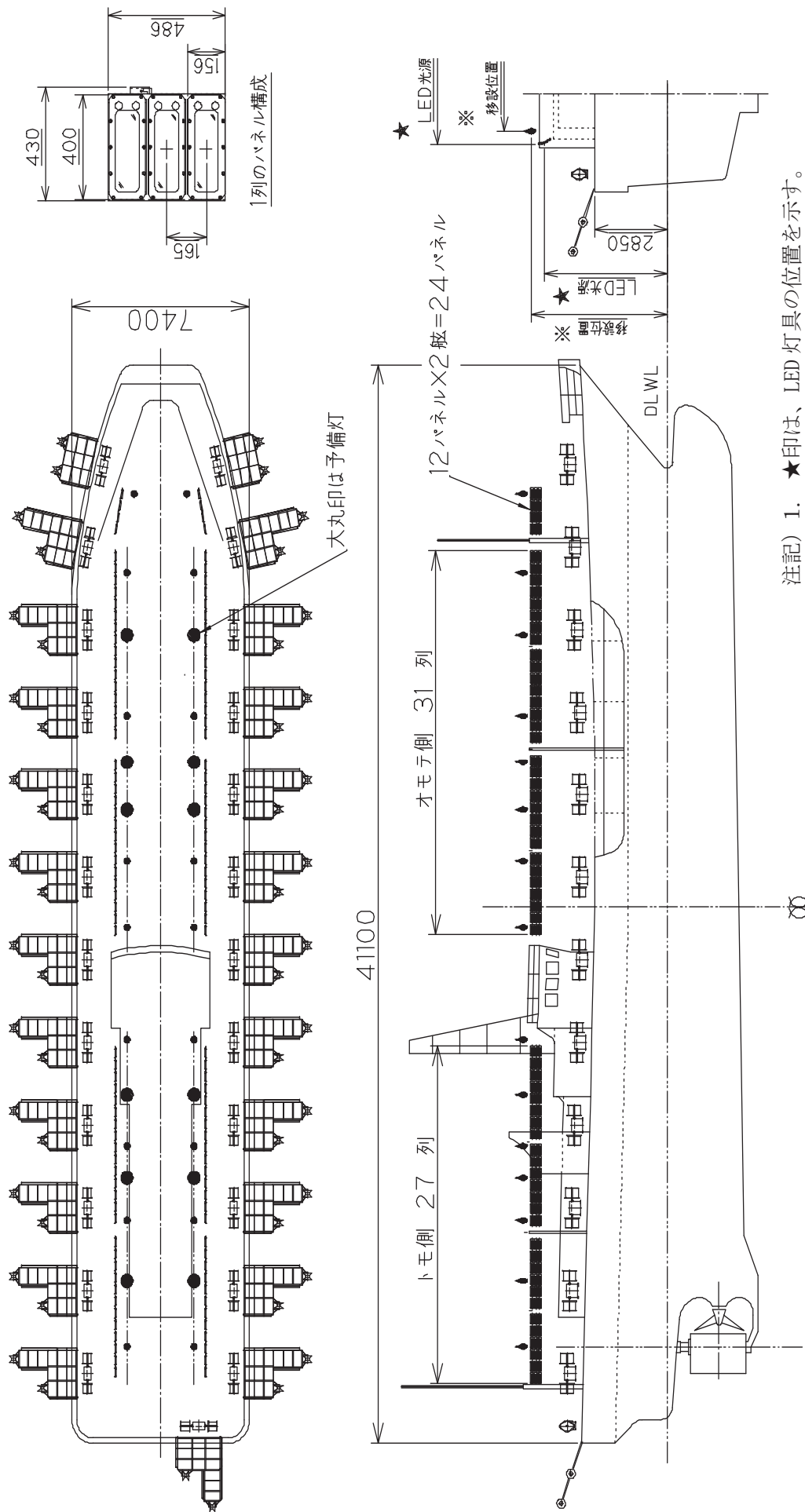


図8 第18白嶺丸の実証試験での漁灯配置図

図 8 に当実証試験における第 18 白嶺丸の漁灯配置図を示した。LED 漁灯は、LED 漁灯操作盤による調光と図 9 で解説した灯具の照射角度の調整を併用して配光制御しようと計画した。灯具の角度調整は、本船専用に製作したローテーターにより LED 灯具を取り付けたローター軸を回転する方法で実施する。

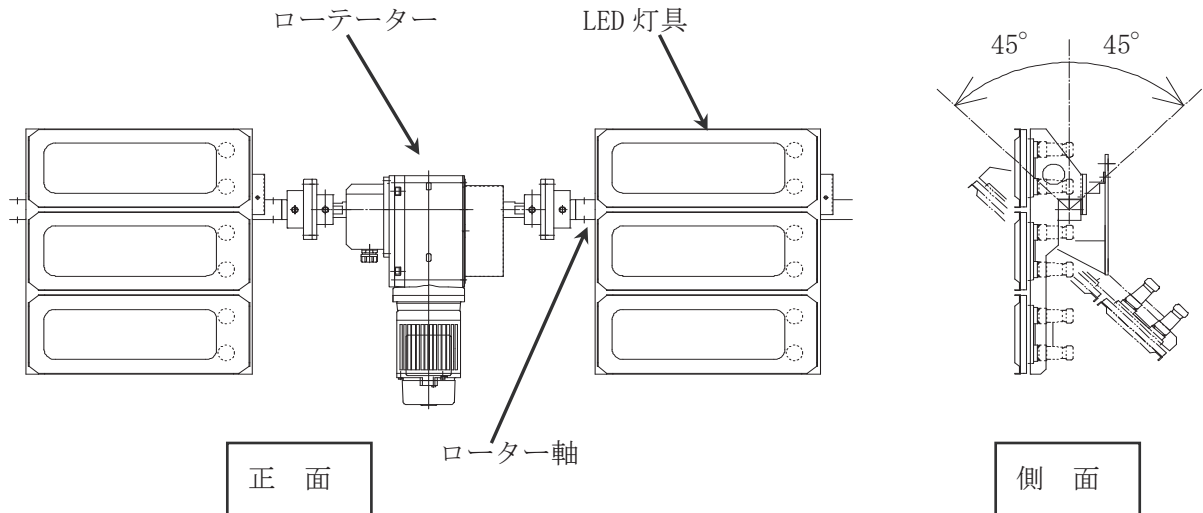


図 9 LED 漁灯角度制御解説図

LED 漁灯システムは、基本的に図 10 に示した構成で、電源 1 台に最大 16 台の灯具を出力できる。仮に或る電源が故障して 16 台の灯具が消灯した場合、1 箇所に集中すると配光バランスが崩れるケースが考えられることから、第 18 白嶺丸では灯具間の接続を 4 台毎にしてトラブル状況を軽減する手法で接続を工夫した。

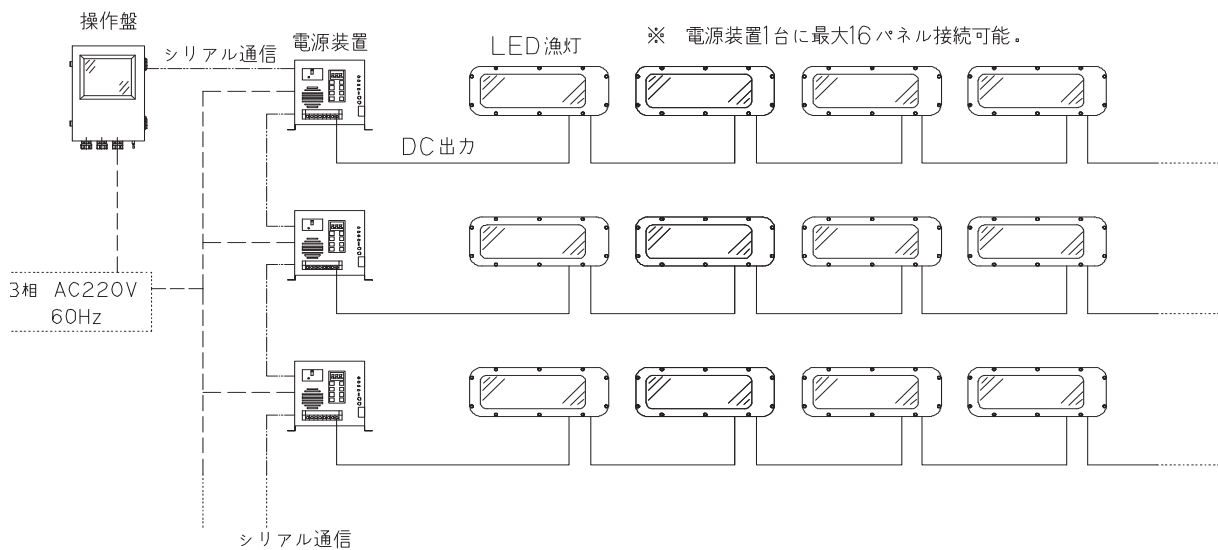


図 10 LED 漁灯システム基本接続図

実証試験船第 18 白嶺丸の既存漁灯（放電灯）の移設と LED 漁灯の設置工事は、石川県
小木漁港において平成 21 年 3 月 13 日に完了した。



写真 1 第 18 白嶺丸外観



写真 2 LED 漁灯の設置状態



写真 3 LED 電源装置の設置状態



写真 4 LED 漁灯操作盤の設置状態



写真 5 ローテーターの設置状態



写真 6 LED 漁灯点灯状態

3 実証試験の方法

(1) 試験操業の基本方法

試験操業は、平成 21 年 5 月中旬の北太平洋アカイカ操業から開始し、既存操業と同じ漁場で一般的イカ釣り漁法に準じて実施する。この場合の集魚灯条件は以下の 2 項目とした。

- a. LED 漁灯 40kW を上限として、釣獲状況に応じて光量と照射角度を調整しながら操業。
- b. LED 漁灯 40kW と放電灯 54kW、総電力 94kW 以内で出力調整して操業。

実証試験期間の初旬は、漁場・漁状・船混み状況に応じて a. b の出力範囲で試験操業し、その結果を検討する。以降は、検討結果を基に省エネ基準を設定したうえで既存操業の他船と同等漁獲を目標に光量・光域を調節して操業する。操業毎の点灯状態、漁場、漁獲量等の詳細は、操業日誌に 1 日毎に記録する。図 11 にその様式を示した。

実証試験操業日誌 様式

日付	平成 年 月 日									
天候										
水深	m									
海水温度	℃									
操業開始	時 分									
終了時刻	時 分									
漁場位置	緯度					経度				
時刻	漁灯状態 (点灯灯・ボリュウム等)					水深 (m)		漁獲量 (kg)	備考 (状況・船混み等)	
	放電灯	LED				海面	水深			
		上段	中盤	下段	青緑					
漁獲量 合計										
所見 (状況、)等)										

同日の他漁船情報

漁船名 (号)	イカ釣り機台数	操業時間 (時間・分)	操業位置 (緯度・経度)	漁獲量 (kg)	備考 (漁獲量順位など)

図 11 操業日誌様式

(2) 燃油消費量の計測・記録方法

図 12 に第 18 白嶺丸の燃料系統図を示した。燃油消費量の計測は、既存の積算流量計（船内総燃油消費量）および補機 2 台に新設した流量計（発電機別燃油消費量）により（社）海洋水産システム協会の指導書である「燃油消費量計測の為の指針」に準じて実施する。図 12 中の流量計回路の詳細を図 13 に、設置状態と仕様を図 14 に示した。

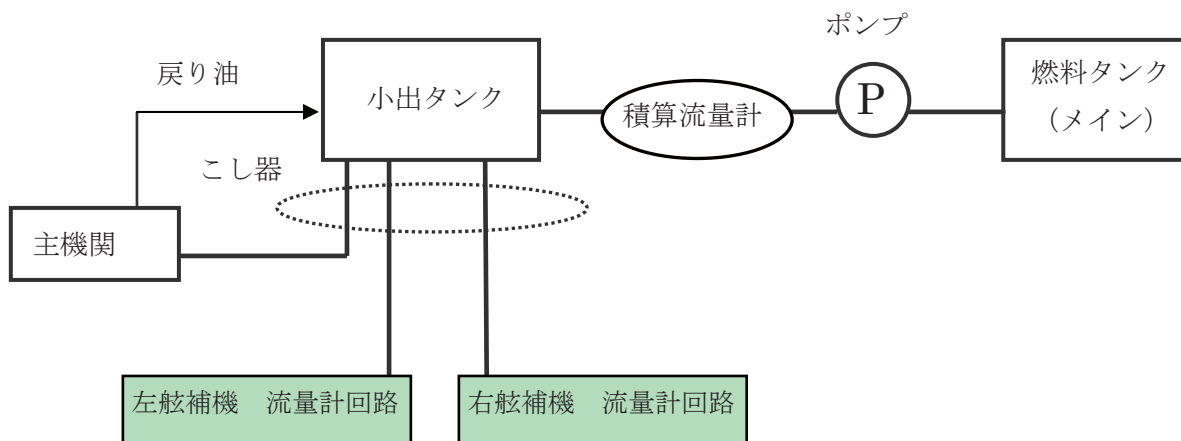


図 12 第 18 白嶺丸の流量計を含む燃料系統図



図 13 流量計測回路

<p>流量計仕様</p> <p>型 式 : LS4976-430A</p> <p>メーカー : (株) オーバル</p> <p>流量範囲 : 7~800 (A 重油) [t/h]</p> <p>計測項目 : 瞬間・積算流量</p> <p>使用温度 : 0~120℃</p> <p>適用流体 : 灯油、軽油、重油</p>	
--	--

図 14 流量計の仕様と設置状態

燃油消費量は、乗組員の省エネ操業に関する意識向上を図ために船橋でも表示・確認できるように流量計毎に遠隔の表示器をブリッジに設置した。図 15 に設置状況と表示器の仕様を示した。

流量表示器仕様 型 式 : EL-0123 メーカー : (株) オーバル 応答パルス : 200 [Hz] 出力信号 : オープンコレクタ 表示項目 : 瞬間・積算流量 周囲温度 : -10~+50℃	
---	--

図 15 船橋に設置した流量表示器

燃油消費量データは、図 16 に示した 1 航海および操業サイクリ毎に積算値で抽出し、図 17 に様式を示す燃油消費量記録用紙に記入する。中型イカ釣り漁船においては、「1 航海」とは荷揚げした回数（周期）を指す場合があるが、当実証試験では、港⇔漁場間 1 往復を 1 航海と表した。

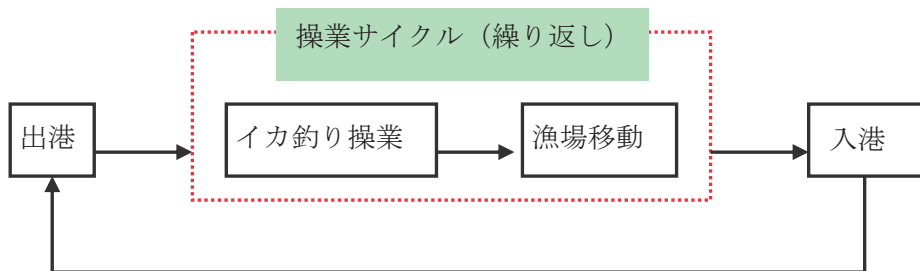


図 16 1 航海サイクル

事項	日付け (月・日・)	時刻 (時・分)	流量計数値 [リットル]			
			補機1号機 (LED)	補機2号機 (船内)	船全体	
					流量計数値	消費量
出港						
操業開始						
合計						

図 17 燃油消費量記録用紙の様式

(3) 漁獲量の調査方法

本船の漁獲量は、1日毎に図11の操業記録日誌に記入し、既存操業の近隣他船のQRY情報との比較をおこなう。但し、漁獲状況は漁場、船混みの度合等によって異なるため、日誌に環境・操業条件の詳細を記録して分析する。

4 実証試験結果

当実証試験は、今年度の実証機器を導入・設置して試運転を行い、平成21年度に操業実証試験を実施する計画で着手し、今年度の作業は計画通り完了した。



写真7 LED漁灯点灯試運転状況

(1) 技術導入前後の燃油消費量比較

平成21年3月に実施した試運転で計測した既存形態における油消費量を表5に示した。

表5 既存形態の単位時間当たり燃油消費量

漁灯形態・電力 [kW]	右舷補機消費量 [L / h]	左舷補機消費量 [L / h]	補機消費量合計 [L / h]
既存形態・246	40.3	37.9	78.2

平成21年5月中旬に開始する実証試験では、2台の補機並びに漁船全体の燃油量を1日毎に記録する。(図17参照)また、その結果をまとめ既存形態での燃油消費量と比較し省エネ効果を確認する。

(2) 省エネ評価

漁船において航海並びに漁灯以外の機器で消費する量は、技術導入の前後で差異が無いことから省エネ効果は、漁灯に係る消費量で試算・比較した。(表6) LED漁灯40kW並びに併用94kWの単位時間当りの消費量は、「漁船用環境高度対応機関型式認定基準」に定められた発電機用機関の機関出力(連続出力)と燃料消費率(g/kw・h)の数値から試算した。

表6 燃油消費量と燃油経費

漁灯形態	単位時間消費量 [L/h]	燃油消費量 [L] (燃油経費 円)		削減効果 (%)
		1航海20回操業	年間の漁期 230回操業	
既存形態・250	78.2	17,204 (1,204,280)	197,846 (13,849,220)	0
①LED漁灯・40	33.3	7,326 (512,820)	84,249 (5,897,430)	57
②併用・94	45.6	10,032 (702,240)	115,368 (8,075,760)	42

※ 一晩当りの点灯時間を11時間とした。

※ 燃油経費は、A重油単価70 [円/L]で試算した。

上記試算結果より①で57%、②で42%燃油が削減されることから、省エネ効果は十分に得られるものと推定した。また費用対効果を以下の方法で試算した。

節減経費

*年間漁期当りの節減経費：①で燃油800万円+ランプ°交換費294万円

②で燃油580万円+ランプ°交換費235万円

第18白嶺丸の年間(5中旬~翌2月末)漁期を示す。

この他、発電機負荷の軽減によるオイル費・メンテナンス費の減少も生ずるが、その数値は操業試験を通して確認することが必要なため、此处では割愛した。

設備導入費償却年数

$$\text{(試算式) 償却年数} = \frac{\text{(LED漁灯導入費 - 放電灯導入費)}}{\text{(燃油節減費 + ランプ°交換費)}}$$

①の場合、LED導入費4,380万円、放電灯導入費900万円したがって、償却年数=約3.2年

②の場合、LED導入費4,380万円、放電灯導入費717万円したがって、償却年数=約4.5年

新開発の拡散配光型LED漁灯システムのコストが軽減されたことから実運用レベルで技術導入経費を十分償却できると推定した。

(2) 漁獲および操業への影響

第 18 白嶺丸は、平成 21 年 5 月中旬に北太平洋アカイカ操業より実証試験を開始し、7 月中旬～12 月末までの日本海スルメイカ操業を経て翌年 1～2 月末北太平洋アカイカ操業で実証試験を終了する計画であることから、既存漁灯操業と LED 操業との比較はもとより、漁場、対象種の違いによる漁獲・操業への影響も新たに調査する。また、アカイカ釣り操業に LED 船上灯を利用する世界初の試みとなる。以上のことから、当船の LED 漁灯を主要漁灯とした先駆的な試みによる漁獲・操業に対する効果が期待できる。

漁獲・操法に関する調査は、LED 漁灯操業を継続して実施している本社所属の第 12 白例丸と協力して行う。

5 導入のあり方

LED 集魚灯の導入による採算性を試験船 1 隻の短期間のデータで検証することは難しい。したがって、本社所属の第 12 白嶺丸が平成 18～20 年度まで継続している LED 漁灯操業で確認された省エネと漁獲に関する知見の蓄積を第 18 白嶺丸で平成 21 年度計画している実証試験で検証し、生産に結びつける。さらに LED 漁灯の機能を活用する操法の構築と漁撈長はじめ乗組員の省エネ操業およびコスト削減と収益性重視への意識変革へと繋ぎたい。今後は複数の当業船が試用することで採算性や活用方法がより明確になるものと考えられ、普及展開に勢いがつくことを期待したい。