

実証試験報告書

I. 課題名

「サンマ集魚灯を従来の白熱型から指向性H I Dに変えた場合の燃費消費量及び漁獲量の実証」

II. 実施主体

鎌田水産株式会社

III. 実証試験の内容

1 目的

従来の白熱集魚灯に変えて発光効率のよい指向性H I Dを竿数で約4割変更した場合の燃油削減効果と漁獲量を実証する。

また、全ての白熱集魚灯を指向性H I Dに変更した場合の燃油削減効果をシミュレーションにより算出し、実用化に向けての可能性を考察する。

2 導入技術の概要

(1) 指向性H I D集魚灯の概要

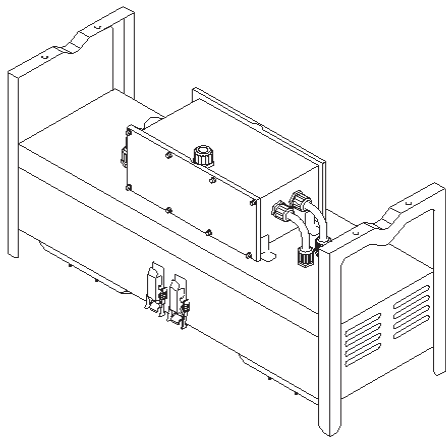
発光効率が白熱比、約4倍のショートアークメタルハライドランプと高効率反射ミラーを採用することにより光の指向性高め、白熱集魚灯と同等の海面照度を確保しながらも、消費電力の低減・燃油削減が可能である。

従来、困難とされていたショートアークメタルハライドランプの瞬時再点灯を実現し、サンマ漁船への搭載が可能となった。

(2) 導入設備の概要

実証試験で導入した指向性H I Dは灯体部と安定器で構成され、照明総合メーカーであるウシオライティング株式会社が製作したものである。

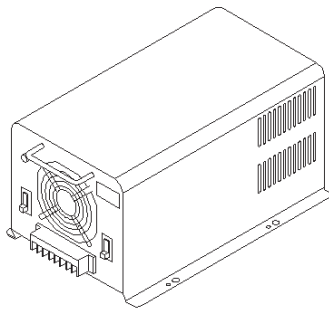
瞬時再点灯を可能とした事で、従来のH I Dのように常時点灯させることなく、必要な時に必要な灯数を点灯させる事ができる。また、重量のあるモーター付きシャッター機構を必要とせず、軽量・簡素化を実現した。



寸法 : W733×D365×H263 (mm)
重量 : 約 14kg

灯体部概要

灯体部には瞬時再点灯を可能にした 575Wショートアークメタルハライドランプを 2 灯搭載。瞬時再点灯させるに十分なランプ始動電圧を供給するイグナイタを上部に設置している。



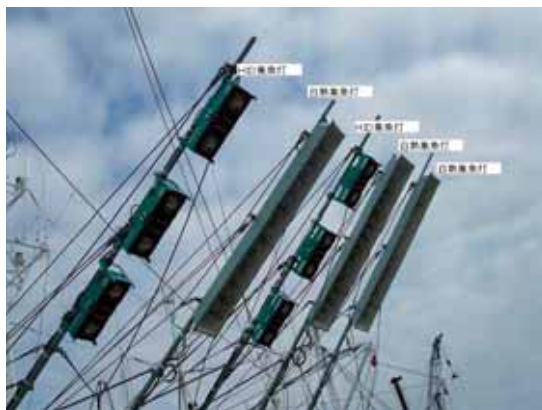
寸法 : W275×D404×H211 (mm)
重量 : 約 25kg
電力 : 1400W
入力電圧 : 225V/270V
入力電圧周波数 : 60Hz

安定器概要

設置機器写真



安定器設置状況



指向性H I D集魚灯設置状況

(3) 実証試験船の設備比較

実証試験船概要

項目	内容
船名、トン数	第15三笠丸 169トン
所有者	鎌田水産(株)
漁業種類	サンマ棒受網漁業
本拠地	岩手県大船渡港
船齢	23年
登録番号	ITI-502

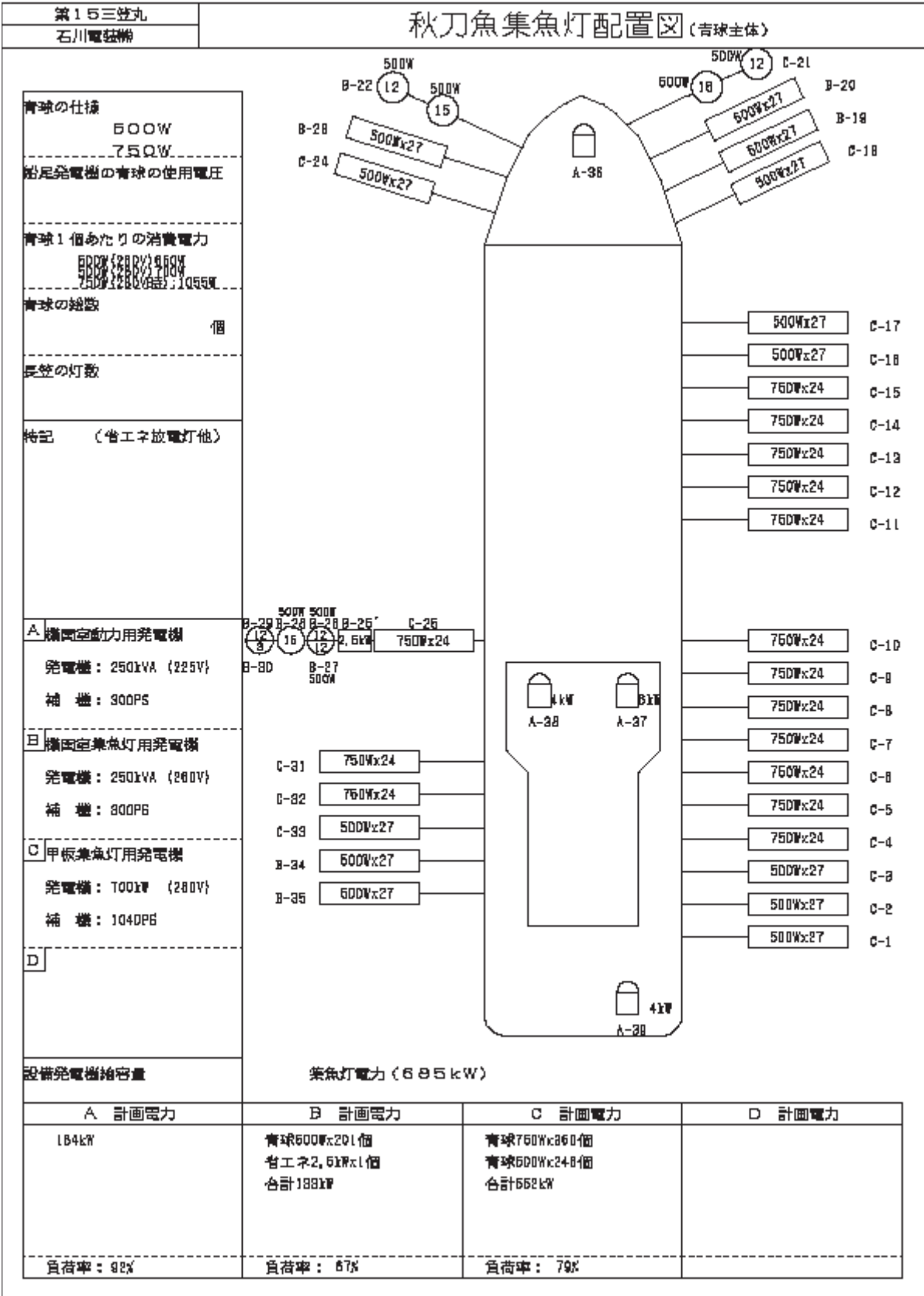
三笠丸集魚灯比較 (定格: 220V)

	補機	集魚灯	数量	電力	合計
旧設備	A補機	集魚灯使用なし			
	B補機	500W白熱球	201個	100.5KW	103KW
		メタハラ	1台	2.5KW	
	C補機	750W白熱球	360個	270KW	392.5KW
		500W白熱球	248個	122.5KW	
集魚灯合計				495.5KW	
導入設備	A補機	集魚灯使用なし			
	B補機	集魚灯使用なし			
	C補機	750W白熱球	441個	330.76KW	382.65KW
		指向性HID	36セット	41.4KW	
		メタハラ		10.5KW	
集魚灯合計				382.65KW	

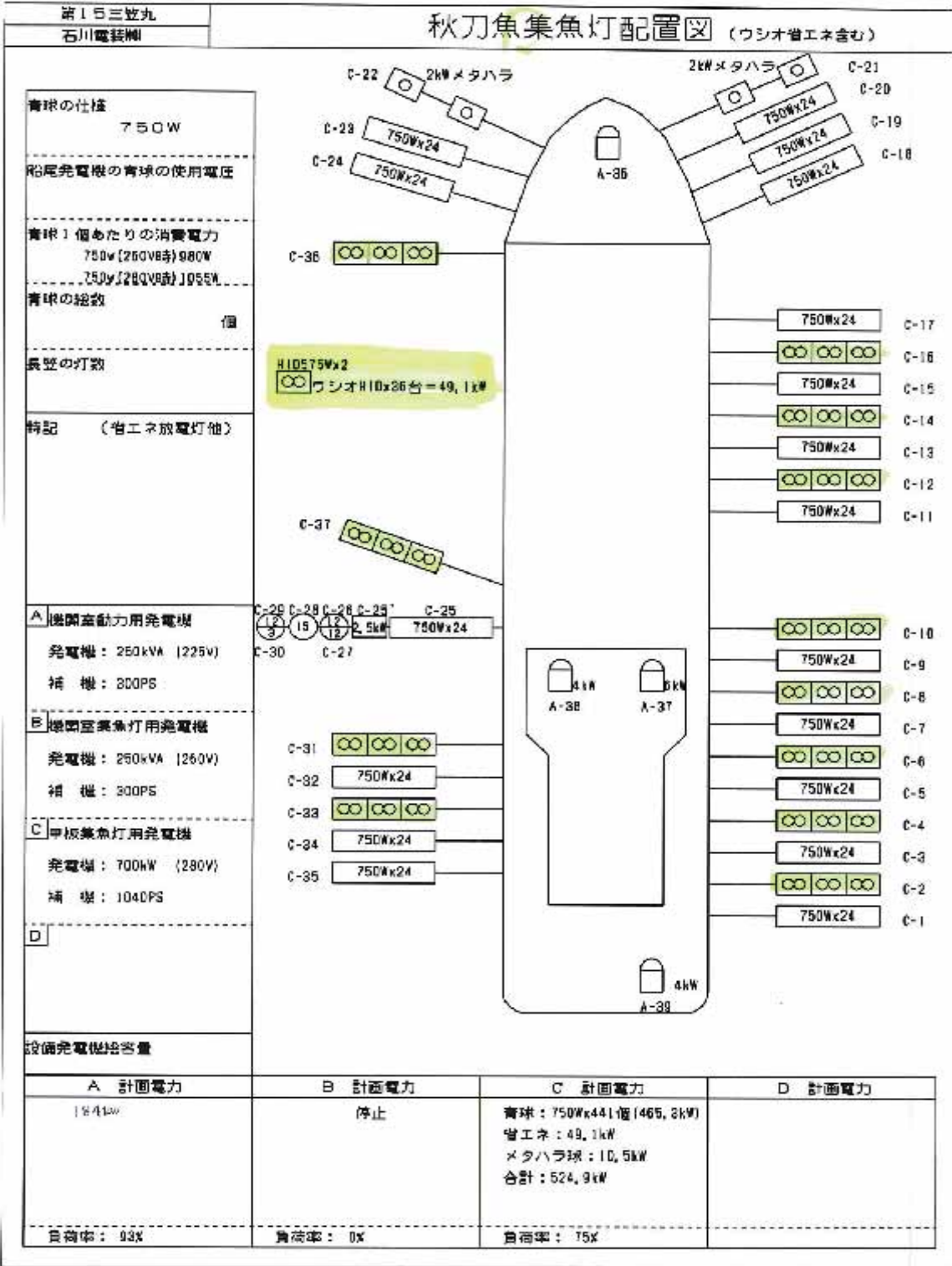
指向性HID集魚灯を導入する事によりB補機の使用を停止した。

電力的には旧設備 495.5KW に対し導入設備は 382.65KW となり 112.85KW 削減となる。(220V 換算)

旧設備配置図



導入設備配置図



導入写真

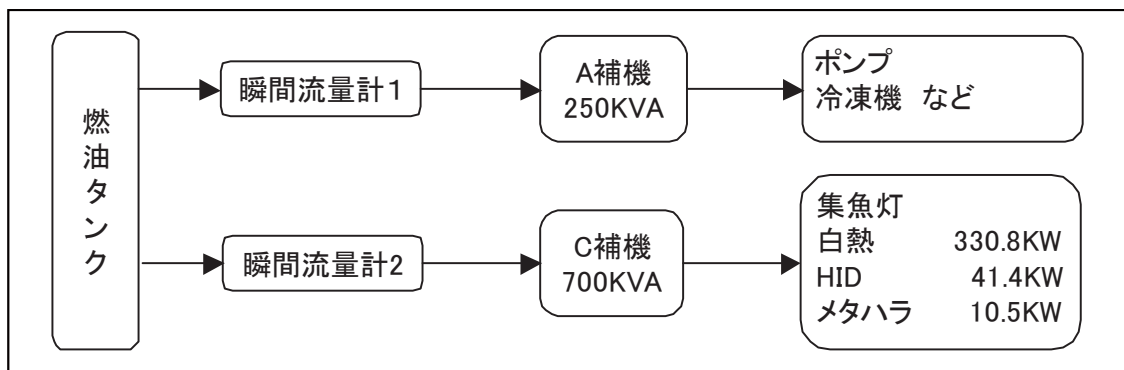


3. 実証試験の方法

(1) 実証期間 : 平成 21 年 8 月 18 日～10 月 20 日

(2) 燃油削減効果

- ア 一般操業での給油実績から航海数を考慮し、過去実績と今年度実績で燃油削減効果を比較する。
- イ 瞬間流量計による実測値より、白熱集魚灯と指向性H I Dの燃油使用量を比較する。
また、シミュレーション予測によって、指向性H I Dに全数変更した場合の燃油使用量を推定・比較する。



(3) 漁獲比較

- ア 今年度の総水揚量を同等他船と比較する。
- イ 今年度の1航海あたりの水揚量を同等他船と比較する。

(4) 照度比較

右舷同等竿数による照度を実測し比較を行なう。

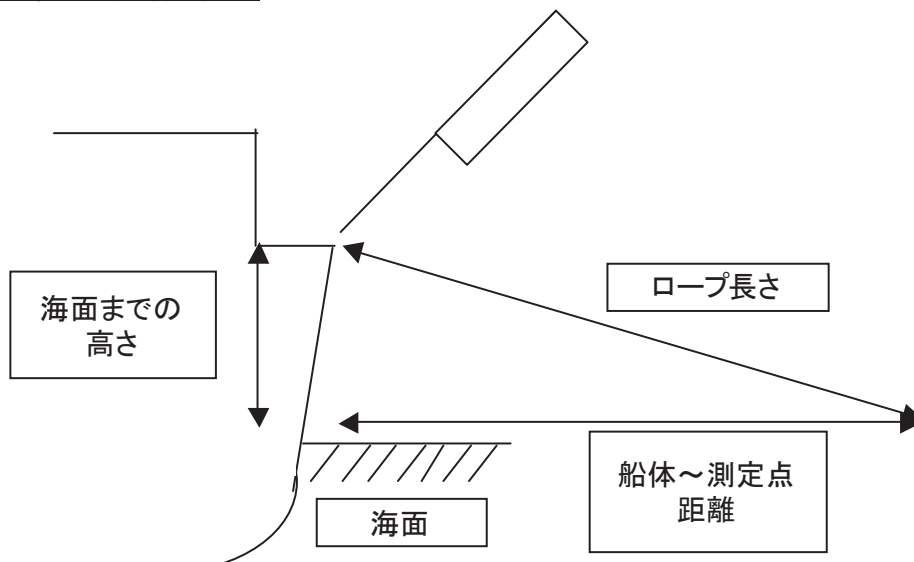
●測定条件

- 指向性H I D × 5 竿
- 白熱球 × 5 竿
- 指向性H I D×5 竿 + 白熱球×5 竿

●測定方法

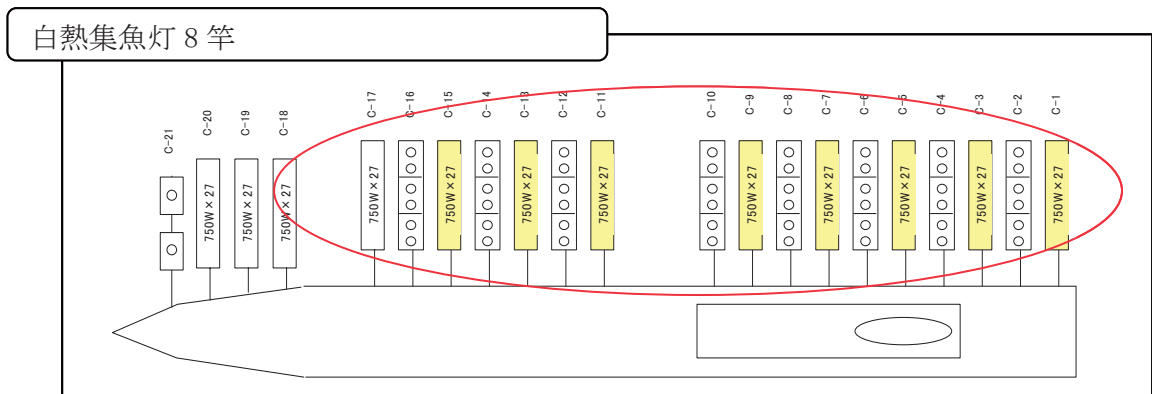
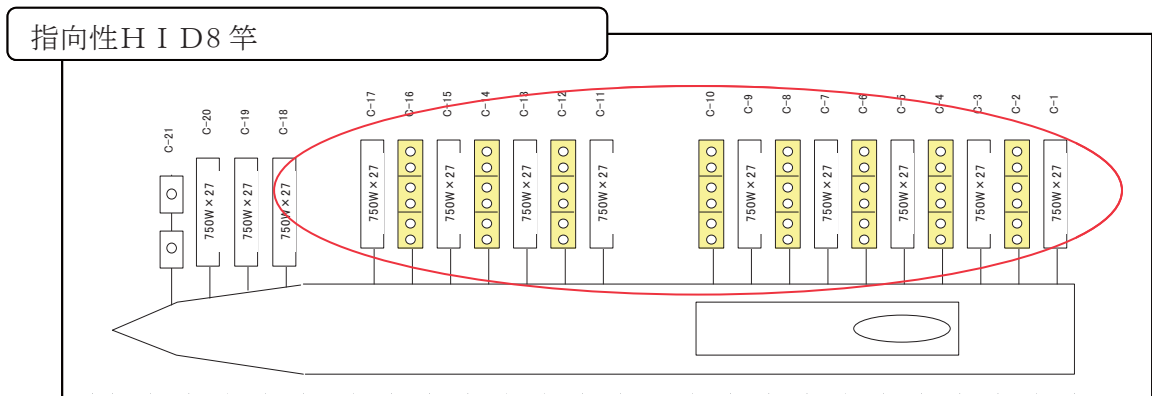
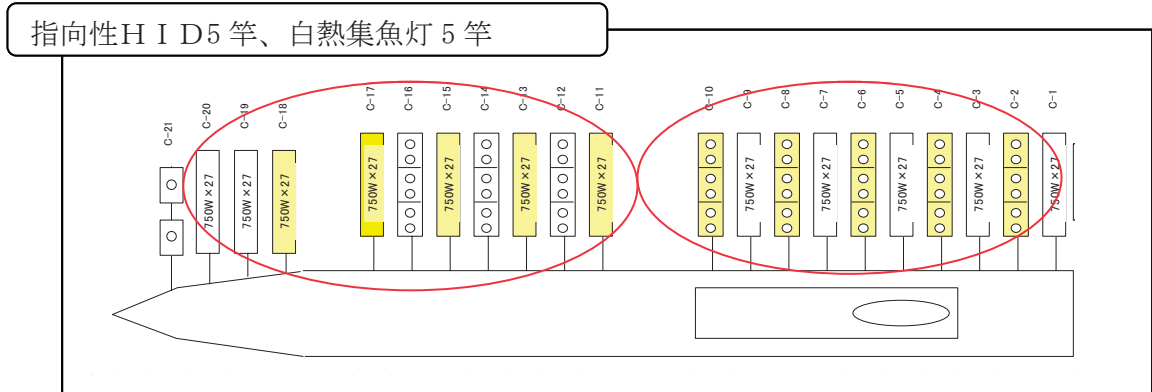
- 右舷後方の指向性H I D : 5 竿、白熱球 : 5 竿で測定を行なう。
- 5 竿の中心 (3 竿目) を基準とする。
- 船舶端から 1m、2m・・・、1m 間隔で沖合いに測定する。
- * 沖合い : 10m まで測定。
- 横方向は各竿の下で左右に測定する。
- * 左右方向は合計竿間隔のプラス : 2m まで測定する。

測定方法概略図



(5) 集魚効果の比較

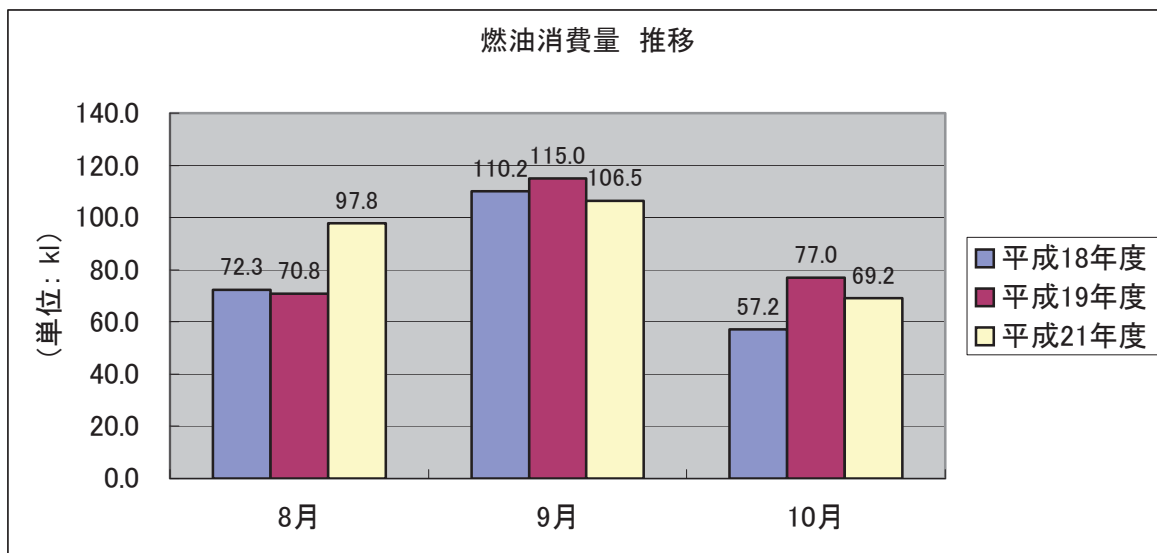
指向性H I Dと白熱集魚灯をそれぞれ点灯した場合の集魚状況を目視、写真、魚探等で確認し比較する。(下図参照)



4. 実証試験結果

(1) 燃油削減効果

ア 新技術導入前後の燃油消費量比較 (一般操業比較)



内訳 月	(A) 平成18年度			(B) 平成19年度			(C) 平成21年度			対比 (%)	
	航海数 (回)	燃油消費量 (kl)	AV. (t)	航海数 (回)	燃油消費量 (kl)	AV. (t)	航海数 (回)	燃油消費量 (kl)	AV. (t)	C/A	C/B
8月	2	72.3	36.2	4	70.8	17.7	2	97.8	48.9	135.3	138.1
9月	7	110.2	15.7	8	115.0	14.4	9	106.5	11.8	96.6	92.6
10月	6	57.2	9.5	6	77.0	12.8	6	69.2	11.5	121.0	89.9
9~10月計	13	167.4	12.6	14	192.0	13.6	15	175.7	11.7	104.9	91.5
基準比(%)	87	95.3	107.6	93	109.3	116.2	100	100	100		

備考：燃油消費量はサンマ漁期に補給した値である。

平成21年度8月は燃油タンクが空の状態、初回：51.8KL補給した為、9月・10月の実績で比較を行なう。

●燃油トータル消費量から1航海あたりの消費量を算出。(21年度を100%とする)

平成19年度：116.2% (削減率14%)

平成18年度：107.6% (削減率7.2%)

それぞれ1航海あたりの燃油消費量は目標数値5%削減を達成した。

●航海数を考えない場合の消費量。

平成19年度：109.3%

平成18年度：95.3%

19年度に対しては目標達成するも平成18年度では達成に至らない。

年度ごとに漁場や水揚げ港も異なり航海ごとの数値がより現実的である。

(燃油削減効果)

項目	内容	備考
今年度給油量	493 KL	8～12月実績
今年度燃料代	34,510 (千円/年)	70円/L換算
燃油削減効果	2,484～4,831(千円/年)	削減率 7.2～14%

(初期投資の考察)

	項目	金額(万円)	備考
①	機器導入価格	1,620	HID36セット導入
②	HIDランプ交換コスト	108	@3万×72個÷2年
③	従来白熱球年間交換費用	156	@1300円×1200本(年)
④	ランプ交換削減価格	48	③-②
⑤	年間燃料削減価格 (対19年度)	483.1	1航海毎削減量

$$\text{①} \div (\text{④} + \text{⑤}) = 3.05 \text{ 年}$$

初期コストは約3年目で回収が可能である。

イ 白熱集魚灯と指向性H I Dの燃油使用量の比較

導入設備

	補機 メーター	瞬間 流量計	集魚灯電力	
			定格	280V換算
アイドリング	30KW	1.35L/分	0KW	0KW
HID8竿	30KW	1.35L/分	27.6KW	32.5KW
HID12竿	34KW	1.38L/分	41.4KW	49.1KW
白熱8竿	190KW	1.87L/分	144KW	201.6KW
導入設備全点灯	500KW	2.85L/分	382.7KW	524.9KW

シミュレーション(全装備をHIDに変更)

HID32竿		1.65L/分	110.4KW	130.8KW
--------	--	---------	---------	---------

シミュレーション(導入前設備:全白熱灯)

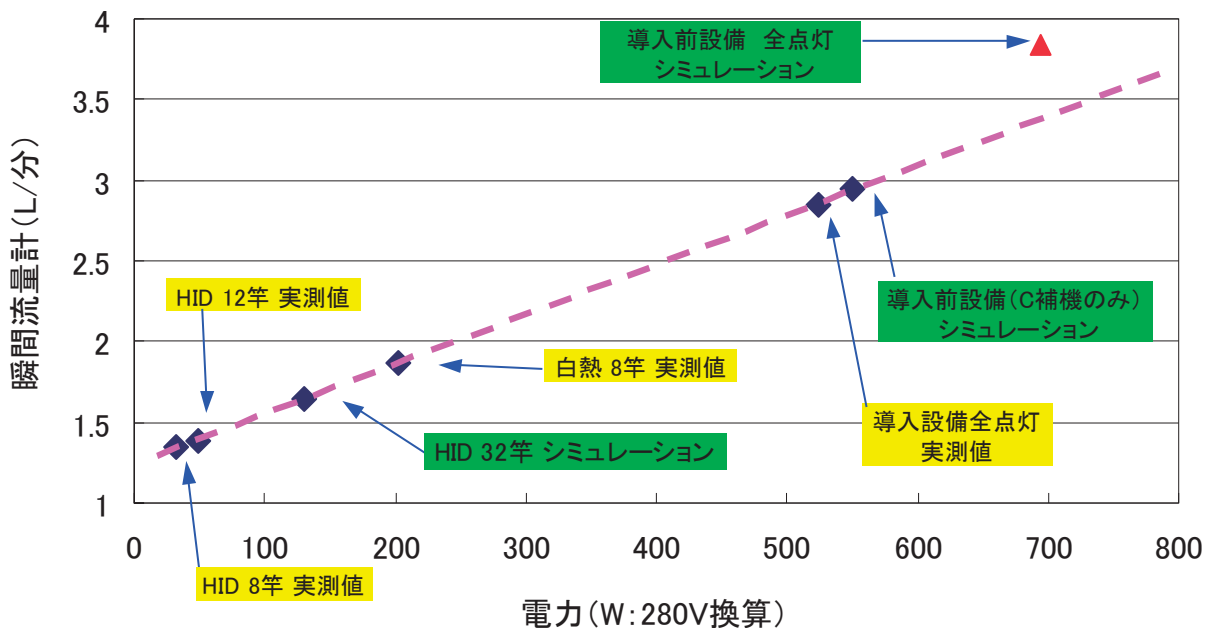
C補機		2.95L/分	392.5KW	549.5KW
B補機		0.89L/分	103KW	144.2KW
全点灯		3.84L/分	495.5KW	693.7KW

導入設備にて瞬間流量計の値と集魚灯電力(280V換算)をグラフ化して関係式を導く。

瞬間流量計の値と集魚灯電力は比例関係にある事から、実証船の全ての竿(32竿)をH I Dに変更した場合と、導入前設備の瞬間流量値を関係式より計算する。ここで、導入前設備ではB補機、C補機にランプ電力を振り分けて計算を行なった。(B補機は単純に、出力に比例してアイドリングで燃料消費すると考えた)

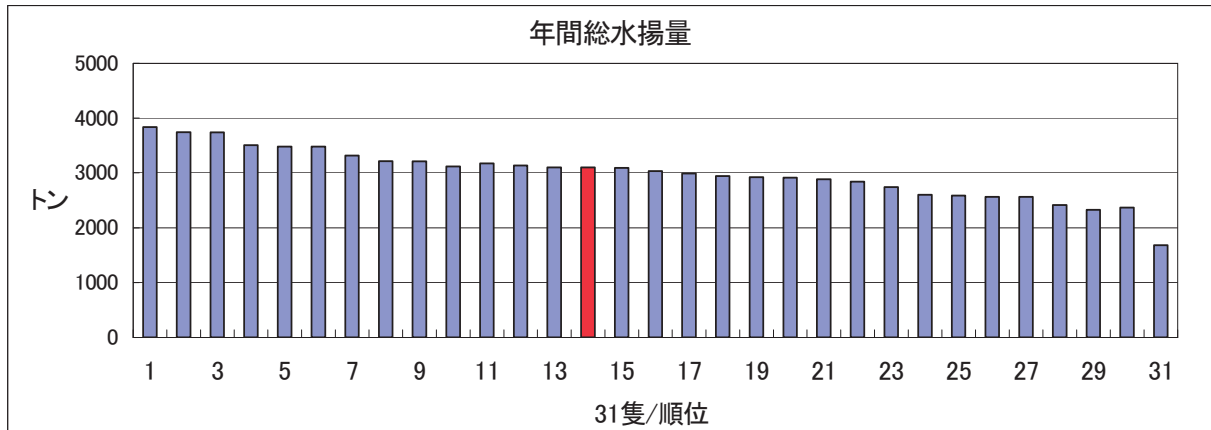
導入前設備と比べ、全装備をH I Dにした場合 57%の燃油削減となる。

シミュレーショングラフ



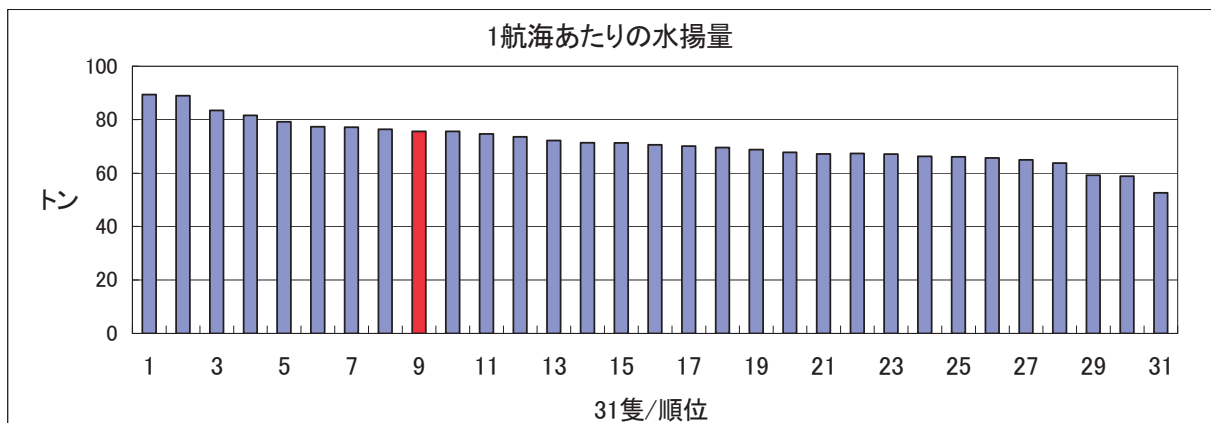
(2) 漁獲比較

同等船 31 隻中の総水揚量比較グラフ (通期 8 月～12 月)



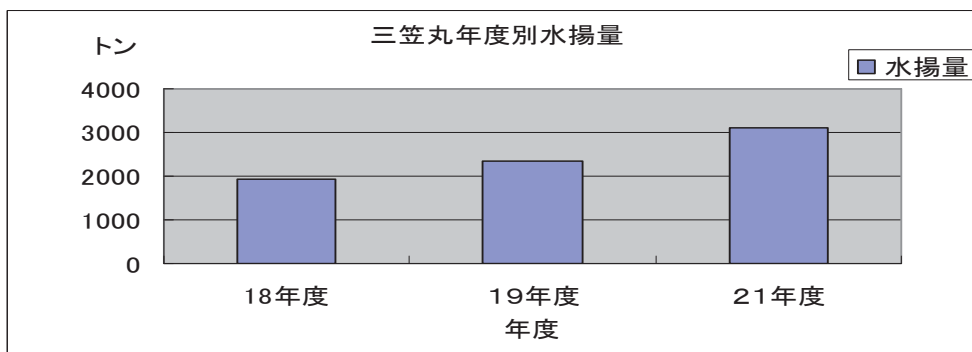
年間水揚量は 3098.2t 同型タイプ大型船 31 隻中 14 位

同等船 31 隻中の 1 航海あたりの水揚量比較グラフ (通期 8 月～12 月)



1 航海あたりの水揚量 75.6t 同型タイプ大型船 31 隻中 9 位

過去比較



21年度は3,098tと18年、19年より増加

(3) 照度比較

照度測定結果をそれぞれ、下表に示す。

指向性HID×5竿 照度測定結果

		船体際からの距離 (m)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
竿方向の距離 (竿本数)	6	390	910	2100	2760	2990	2850	2490	2000	1640	1300	980
	4.5	500	1330	2730	3810	4490	4250	3640	2940	2360	1810	1190
	3	750	1570	3170	4310	5360	4970	4350	3610	2780	2060	1410
	1.5	670	1610	3460	4070	4590	4400	4200	3420	2660	2190	1570
	0	660	1650	3120	4060	4960	4570	4260	3580	2990	2180	1680
	-1.5	600	1450	2590	3250	3480	3430	3310	2780	2330	1870	1490
	-3	560	1260	2370	2980	3590	3440	2900	2530	2340	1740	1480
	-4.5	360	1170	2220	2630	2950	2990	2890	2570	2180	1850	1270
	-6	400	860	2000	2590	3060	2940	2400	1990	1540	1370	990
	-7.5	366	835	1530	2020	2590	2910	2500	2110	1600	1290	960
	平均	525.6	1264.5	2529	3248	3806	3675	3294	2753	2242	1766	1302
白熱比	16%	32%	64%	84%	108%	120%	129%	131%	124%	128%	124%	
MAX.	5360											
MAX.比	1.10											

白熱集魚灯×5竿 照度測定結果

		船体際からの距離 (m)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
竿方向の距離 (竿本数)	6	2520	2700	2850	2670	2420	2120	1810	1450	1250	1010	770
	4.5	2630	3550	3800	3490	3070	2640	2180	1710	1490	1180	900
	3	3600	4100	4180	4310	3840	3200	2650	2200	1730	1270	860
	1.5	3700	4660	4800	4810	4240	3670	3040	2460	1980	1610	1160
	0	3300	4280	3990	3990	3890	3350	2840	2320	2310	1460	1090
	-1.5	4290	4660	4870	4550	4360	3760	3070	2510	2070	1580	1320
	-3	3000	4450	3800	3670	3950	3510	3030	2450	2350	1650	1330
	-4.5	3460	4000	3780	3610	3100	2690	2250	1870	1510	1310	980
	-6	3450	3900	3810	3920	3450	2950	2520	2100	1700	1380	1070
	-7.5	2650	3190	3690	3490	3080	2680	2240	1910	1750	1300	1020
	平均	3260	3949	3957	3851	3540	3057	2563	2098	1814	1375	1050
MAX.	4870											

指向性HID×5竿+白熱集魚灯×5竿 照度測定結果

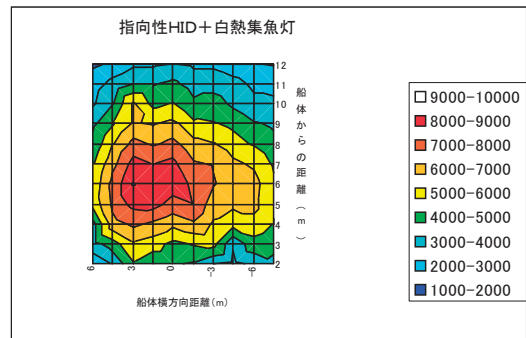
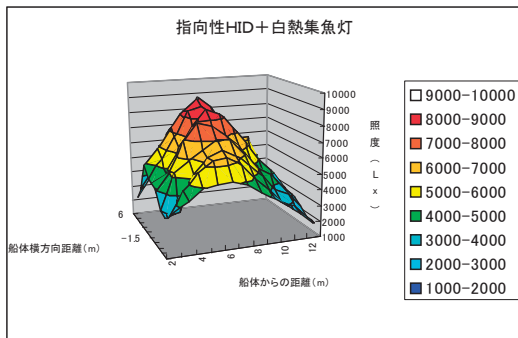
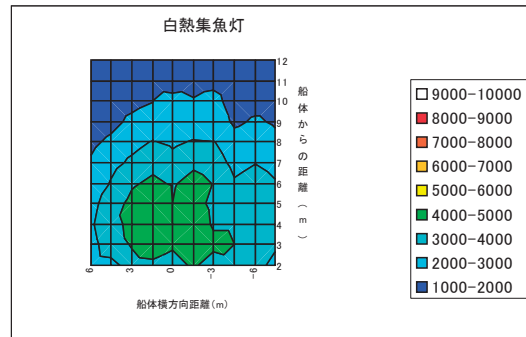
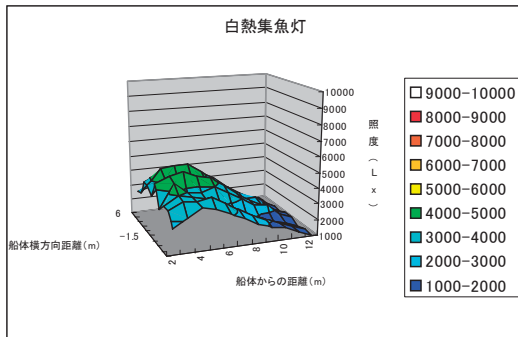
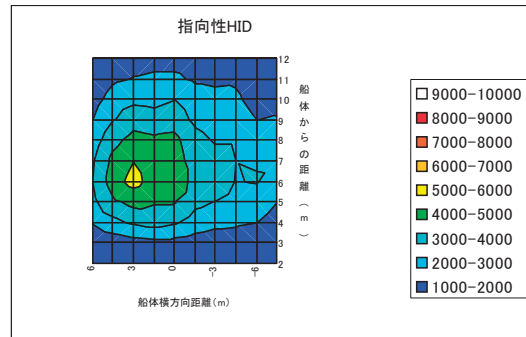
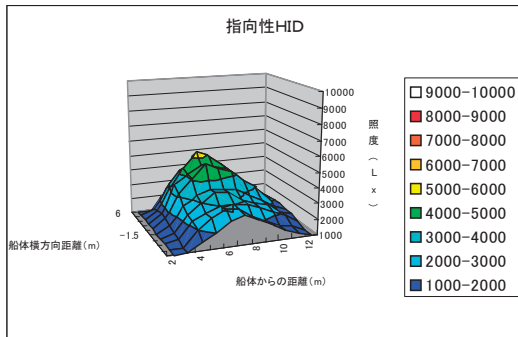
		船体際からの距離 (m)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
竿方向の距離 (竿本数)	6	2230	3620	3650	5360	5330	4950	4310	3780	2860	2590	1760
	4.5	3090	4490	6640	7230	7340	6710	5970	4910	3920	3330	2240
	3	4900	5870	7160	8250	9050	8380	7330	6070	6110	3890	2770
	1.5	4250	5450	6800	8380	8620	7970	6880	5900	4720	3920	2810
	0	4150	4670	6310	7560	8560	8260	7320	6250	5050	4240	3040
	-1.5	3870	5080	6870	7950	7750	7110	6340	5210	4180	3600	2810
	-3	3000	5270	5880	6470	7070	6940	6070	5090	4460	3580	2760
	-4.5	2760	3100	5300	6280	6650	6200	5500	4720	3790	3330	2410
	-6	3180	4640	5650	6320	6370	5850	4880	4110	3230	2810	2080
	-7.5	3770	4270	4980	5050	5160	4870	4330	3820	3220	2670	1920
	平均	3520	4646	5924	6885	7190	6724	5893	4986	4154	3396	2460
MAX.	9050											

照度最大点で比較すると指向性HIDは白熱集魚灯比：1.1倍の照度であった。

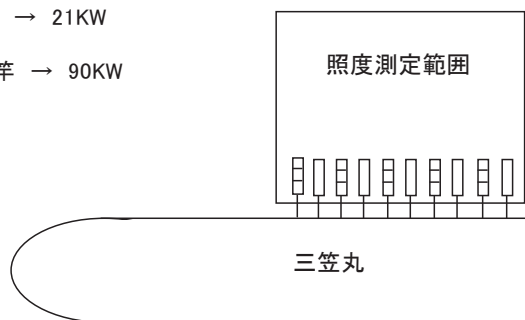
白熱集魚灯は船体際からの距離：3～4m地点が照度最大であるのに対し、

指向性HIDは8～9m地点が照度最大であった。

照度測定結果グラフ



HID 5竿 575W HID6個(1竿)×5竿 → 21KW
 白熱 5竿 750W 白熱24個(1竿)×5竿 → 90KW
 HID+白熱5竿 90KW+21KW → 111KW



(4) 集魚効果の比較

ア 指向性H I Dと白熱集魚灯の集魚効果比較

H I Dのみ点灯 (8 竿)	白熱のみ点灯 (8 竿)	全部点灯 (H I D/白熱)
(右舷) つきが悪く魚群がバラバラで薄く集まりが悪い。 海中に潜って浮いてこない。	(右舷) つきが良く集まりが良い。集団で海面に浮いてくる。	(右舷) つきが良く魚群の集まりも良く集団行動のように海面に浮いて群れが濃くなるが白熱球のみ点灯した時より多少時間が経って浮いてくる。

H I D5 竿对白熱5 竿の比較

概ね魚群付着状況では白熱により流れる傾向が見られる。

(対策・改善)

上記結果と照度比較により光の中心が偏りすぎているとの予測から指向性H I D灯具の間隔を広げ、竿の根元付近に設置した。(写真参照)



H I Dのみ点灯 (8 竿)	白熱のみ点灯 (8 竿)	全部点灯 (H I D/白熱)
(右舷) つきの悪さは改善され魚の群れも潜らない。	(右舷) つきが良く集まりが良い。集団で海面に浮いてくる。	(右舷) つきが良く魚群の集まりも良く集団行動のように海面に浮いて群れが濃くなるが白熱球のみ点灯した時より多少時間が経って浮いてくる。

H I D5 竿对白熱5 竿の比較

概ね魚群付着状況では白熱により流れる傾向が見られる。

H I Dと白熱球による集魚効果を実証した位置図



番号	実証実験日			番号	実証実験日		
	月日	緯度 (北緯)	経度 (東経)		月日	緯度 (北緯)	経度 (東経)
1	8/18	43° 15'	147° 00'	9	10/22	39° 14'	142° 57'
2	8/20	43° 08'	146° 14'	10	10/25	39° 22'	143° 06'
3	8/28	43° 14'	146° 34'	11	11/8	36° 24'	142° 32'
4	9/7	42° 11'	145° 22'	12	11/10	37° 57'	142° 05'
5	9/10	42° 08'	145° 11'	13	11/15	36° 11'	141° 32'
6	9/18	42° 20'	145° 47'	14	11/23	36° 24'	141° 46'
7	9/23	41° 52'	146° 04'	15	12/2	36° 15'	141° 44'
8	10/16	39° 13'	143° 34'	16	12/3	36° 04'	141° 11'

(注) 8月(18日、20日、28日)の調査地点はロシア海域

イ 指向性H I Dと白熱集魚灯の集魚効果比較 (画像)

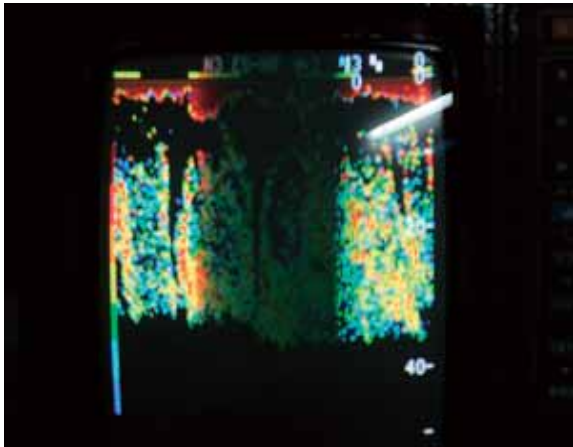
H I D/白熱8竿比較



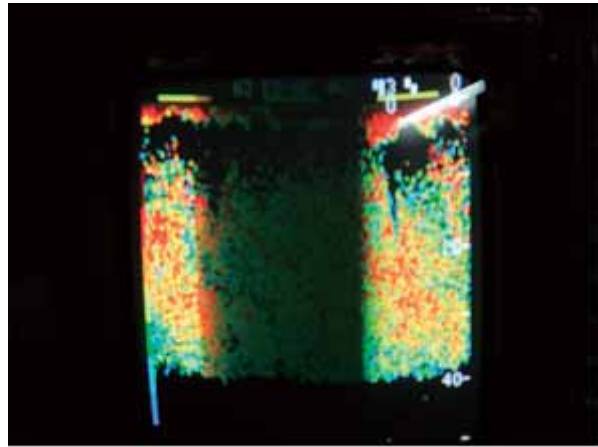
H I D 8 竿海面



白熱 8 竿海面



H I D 8 竿魚探映像



白熱 8 竿魚探映像

H I D/白熱5竿比較



H I D 海面

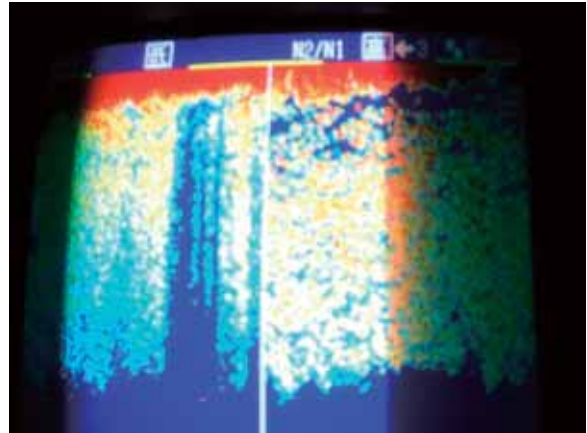


白熱海面

H I D、白熱全点灯画像



H I D、白熱全点灯海面



H I D、白熱全点灯魚探画像



H I D5 竿点灯状況



白熱5 竿点灯状況

ウ 漁獲及び操業への影響

今年度の三笠丸漁獲実績（総水揚げと1航海あたりの水揚げ）で同等船31隻のランクで供に中位以上の水揚げを達成している。これによりサンマ集魚灯として実用できることが実証された。

但し指向性H I Dと白熱の比較で実証された結果では、指向性H I Dの光でサンマが海中に潜る傾向が見られた。また船頭の意見として船の密集地域での操業は取り負ける事が多かったとの談話もある。より船頭の技術でサンマの魚群を迅速に捕らえる事が漁獲の向上につながるものと思う。また指向性H I Dは、灯具同士の間隔を広げて設置し、広範囲に光が広がるようする事が有効である事が分かった。

5. 導入のあり方

今回の実証試験では、白熱集魚灯を指向性H I Dに 12 竿交換する事により船に積載されている補機を 1 台停止させ、省エネと漁獲の両立を目指した。また全白熱集魚灯を指向性H I Dに交換した場合の消費電力をシミュレーションにより算出した。

省エネは当初の目標を達成できたものと考察される。漁獲の数値目標は無かったが今回の水揚げは問題ないレベルである。

またH I D集魚灯は従来の光より指向性が強い為、灯具の配置や拡散角度などの検討も課題として判明した。先で述べたが、白熱球集魚灯船の操業密集地域では他の船に負ける事もしばしばあった。これはL E Dなど他の省エネ集魚灯も同じ傾向にある。

今後の導入に関しては今までの白熱球集魚灯と同じ漁の仕方では漁獲があがらないといった現象も起こりうる。船頭の意見として、魚群を見つけ早く群れに乗ると言った事が重要であると言っていた。それはより船頭の努力が必要になると思われるし操業方法の検討は今後取り組まなければならない課題といえる。

またこれにより探索などに時間を要し船の運航が伸びて、省エネの成果が予定より落ちる事も考慮に入れるべき事と思う。しかし指向性H I Dを使いこなす事でサンマ漁に有効に作用し経済的にも環境的にも貢献できる事は実証できた。