



令和 6 年度海洋水産資源開発事業報告（速報）

（いか釣：日本沿岸海域）

1 調査の目的

省エネルギーとカーボンニュートラルに対応しつつ、漁場予測技術を取り入れた効率的で持続的な小型いか釣漁業への転換に資することを目的として以下を実施する。

- (1) 漁場形成要因の解明および漁場予測モデルの開発
- (2) LED 漁灯の効果的な使用方法の提案
- (3) まぐろ類の回避行動を誘発するための水中灯の活用

2 本年度調査のねらい

- (1) 漁場形成要因の解明および漁場予測モデルの開発

平成 27 年以降のスルメイカの資源量減少によって漁場の発見が困難になっている上、いか釣漁船の減少に伴って船団内連絡による漁場の探索能力も低下している。漁場探索を補助する技術として、中型いか釣漁船が操業する沖合域では既にスルメイカの漁場予測モデルが開発され情報が配信されている。しかし、小型いか釣漁船が操業する沿岸域での漁場予測モデルはなく、その開発が求められている。令和 4 年度は開発調査センターが蓄積した漁獲量や水温と塩分データを用いてモデルの作成を開始し、令和 5 年度では海況予報システム（FRA-ROMS II）モデルを用いて漁場を解析した。この結果、沖合域では高資源期と低資源期で漁場の水温に差はなく、資源水準に依らずに漁場予測モデルの構築には水温データを用いることができることと判断された。一方、沿岸域の漁場予測モデルは操業位置だけでなく周辺の水温や地形も考慮した空間推定モデルによる面推定が必要であることも判明した。

そこで、本年度は調査船だけでなく、当業船の協力も得て、複数地点で鉛直方向の水温等を測定してより多くのデータを取得する。これらのデータを Starlink MARITIME（KDDI 株式会社）を通じて陸上へ送信するシステムを構築する。得られたデータは準リアルタイムで海洋モデルに同化して、海洋モデルを高度化しつつ、地形データを考慮した沿岸域での漁場予測モデルを開発する。

- (2) LED 漁灯の効果的な使用方法の提案

中型いか釣漁船では、メタルハライド（MH）漁灯を LED 漁灯に換装することで燃油消費量を削減できる。中型いか釣漁船で全灯 LED 漁灯と全灯 MH 漁灯とで、配光と光の強さを統一し、漁獲量を比較したところ大差ないという結果も得られている。一方で昨今のスルメイカ不漁の環境下では全灯 MH 漁灯と比較して漁獲量が少ない傾向もみられた¹⁾。現在はスルメイカ不漁が継続しており、いか釣漁業における LED 漁灯の普及に向けては、LED 漁灯の特性を理解して、全灯 MH 漁灯並みの漁獲量を得るための新たな機器セッティングや操業方法を開発する必要がある。

これまでの中型いか釣漁船における LED 漁灯を用いた調査では、スルメイカの視感度ピー

ク²⁾に近い水色の LED を選択したが、漁業者からは MH 漁灯と比較してスルメイカが浮上しないと指摘されていた。また、過去の調査では LED 漁灯を部分的に減灯すると漁獲量が増加した¹⁾。これらから、スルメイカの視感度ピークに近い短波長の水色の光を船体近傍に照射した場合、船下が過度に明るく見えることでスルメイカが浮上せず、漁獲量が低下している可能性があった。これらを踏まえて、遠方からスルメイカを集魚するために透過性の高い短波長の水色（スペクトルのピークが 471 nm）と、船体近傍でスルメイカの滞留深度を浅くすることを企図した長波長の橙色（スペクトルのピークが 620 nm）の LED 漁灯（図 1）を用いた全灯 LED 漁灯を用いた。令和 5 年度は小型いか釣漁船に前述の設定をした LED 漁灯と MH 漁灯をどちらも艀装して調査をした。調査は全灯 MH 漁灯から開始され、徐々に LED 漁灯へ換装して、最終的には MH 漁灯の半数を LED 漁灯へ換装した。LED 漁灯の設置角度を変更したところ、水色の LED 漁灯を上向きに設置したことで当業船（全灯 MH 漁灯）との漁獲比率（調査船漁獲量／当業船漁獲量）が最も高かった。令和 6 年度は全灯 LED 漁灯に艀装したうえで、令和 5 年度の結果を踏まえた設置位置や角度を調整、場合によっては波長の変更もする。そのうえで、最も漁獲効率が高い艀装を把握する。

(3) まぐろ類の回避行動を誘発するための水中灯の活用

近年、まぐろ類による漁具被害の発生が各地より報告されている。これは、スルメイカ操業中にまぐろ類が船体周囲に蟻集し、スルメイカが漁獲されなくなる、あるいは釣糸が切断されるといった被害であり、令和 5 年度の開発調査事業にでも複数回観察されている。

日本海北部のまき網船では、まき網からのまぐろ類の逃避を防ぐ目的で点滅水中灯を網口に垂下している。そこで、この技術をいか釣漁業にも適応し、まぐろ類の回避行動を誘発するための水中灯の活用方法（点滅周期や投入水深など）を把握する。

3 本調査の対象となった漁業種類、魚種及び海域並びに期間等

(1) 漁業種類

いか釣漁業（自動いか釣り機）

(2) 魚種

スルメイカ等

(3) 調査海域

日本近海（日本海東北沖から九州北方海域）

(4) 期間

令和 6 年 6 月 20 日から令和 6 年 12 月 19 日

(5) 調査員及び乗組員

調査員 鈴木大智、宮原一、薄光憲

乗組員 漁労長 本間正志、他 3 名

4 調査に使用した船の構造、性能及び装備

濱出丸（19 GT：北海道函館港） 同船の要目を表 1 に示す。

5 調査船の運行状況

調査期間：令和6年6月19日から令和6年12月19日の合計167日間。なお、9月5日から9月16日までは用船を中断した。

運航状況：表2に示す。

6 調査結果の概要

(1) 操業概要、漁獲数量及び製品量

調査期間167日間のうち、航走7日、操業76日、停泊86日であった。スルメイカおよびケンサキイカの月ごとの漁獲分布を図2および図3に示す。

6月下旬から7月下旬は酒田港を拠点として、主に佐渡島北方沖で操業し、8月上旬から9月中旬は酒田港および金沢港を拠点として、酒田西方沖、能登北方沖で操業した。この期間はスルメイカを2,996 kg 漁獲した。9月中旬は境港を拠点として鳥取北方沖で操業し、9月下旬から10月中旬までは福岡港を拠点として対馬東方、山口北方沖にて操業した。この期間のスルメイカとケンサキイカの漁獲量はそれぞれ800 kg, 164 kg であった。10月下旬11月中旬までは境港を拠点として、鳥取北方沖で操業した。この期間のスルメイカとケンサキイカの漁獲量は584 kg, 644 kg であった。11月下旬は酒田西方沖で1回操業し、スルメイカの漁獲量は8 kg であった。11月下旬以降は時化のため操業できなかった。

調査期間を通じた水揚げ重量は、スルメイカが4,658 kg（うち、冷凍3,040 kg、生鮮1,618 kg）、ケンサキイカが788 kg（うち、冷凍736 kg、生鮮52 kg）であった。販売結果を表3に示す。

(2) 調査のねらいに対する達成状況

1) 漁場形成要因の解明および漁場予測モデルの開発

調査船ではCTD（RINKO Profiler：JFEアドバンテック製）を用いて、当業船は3隻の協力体制の元にCTD（smart ACT：JFEアドバンテック製）を用いて、操業位置の水温と塩分の鉛直分布を観測して海洋データを取得した。本年度に4隻から得られた海洋観測データは計195データであった。なお、当業船では観測後に船内タブレットにインストールされたアプリケーション（isow：いであ株式会社製）を通じて陸上へ自動でデータが転送されるシステムを整備した（図4）。これにより、リアルタイムに陸上で漁場位置の情報を得ることが可能となった。このシステムを通じて取得したデータは、共同研究先であるオーシャンアイズに提供され、海洋モデルに同化されている。また、その海洋モデルを利用して、海洋環境や地形データを考慮した漁場予測モデルの開発を進めている。

2) LED漁灯の効果的な使用方法の提案

漁獲状況をみながら適宜調整を行い、全灯LED漁灯の艀装変更と調整の組み合わせ計6パターンを試行した（図5）。艀装変更ではLED漁灯の発光波長を変更し、調整ではLED漁灯の設置位置（オフセット）、照射角度を変更した。当業船との比較のため、パターン1およびパターン3を2回行い、それぞれ2回目を1-2と3-2とした。（表4）。ただし、小型いか釣

漁船への LED 漁灯の搭載枚数は限られていることから、全てのパターンで MH 漁灯と同等の光の強さに達することができなかった。

パターン 1 からパターン 3 までは酒田沖で操業した。この期間は周りに当業船がない状況で、主に LED 漁灯を調整しつつ、操業時の調光による漁獲効果を確認した。水色と橙色を適宜使い分ける調光実験を一晚で複数回行い、時間経過に伴ってスルメイカの漁獲尾数がどのように変化するかを確認した。現在、調光による時系列でのスルメイカ漁獲量の変化を分析している。

パターン 1-2、パターン 3-2 および、パターン 4 からパターン 6 までは当漁船と同じ漁場（60nm 以内）で操業した。前述の通り、MH 漁灯と同等の光の強さに達することができなかったため、近隣当業船の漁獲量平均値との漁獲比率をパターン別の相対値として、最も適切な配置を調査した。パターン 4 とパターン 1-2 は LED 漁灯のオフセットの比較試験である。パターン 4 では LED 漁灯のオフセットを 182 cm（船体中央から 91 cm）として船体近傍の陰影部が小さくなり、パターン 1-2 では、両舷に設置されている LED 漁灯のオフセットを 80 cm（船体中央から 40 cm）として船体近傍の陰影部が大きくなる。この結果、漁獲比率はパターン 4 では 16.6 %、パターン 1-2 では 40.2 %となった（図 6）。パターン 1-2 ではパターン 4 と比較して漁獲量は少なくなったものの、当業船との差は小さくなった。パターン 3-2 では船体近傍への照射を削減する目的で全灯を仰角 30 °にした。その結果、漁獲比率は 32.4 %となった（図 6）。パターン 5 では船体近傍の短波長の照射をさらに減らすために上段の水色 LED 漁灯を水色よりもピークが長波長側にある緑色に艀装変更したうえで、全灯を仰角 30 °にした。その結果、漁獲比率は 11.0 %となった（図 6）。パターン 6 では遠方からスルメイカを誘集する効果を高めるため、上段の緑色 LED の取り付け角度を水平方向とした。その結果、漁獲比率は 5.8 %となった（図 6）。

補機関で使用された操業時間当たりの燃油消費量は、MH 漁灯（40 灯）152 kW では 89 L/h であった³⁾。全灯 LED 漁灯（188 枚）23.5 kW では、燃油消費量は 34 L/h となり、MH 漁灯と比較して 38.2 %の燃油が削減された。

3) まぐろ類の回避行動を誘発するための水中灯の活用

調査期間中のまぐろ類によると推定される漁具被害は 6 月下旬から 7 月上旬の酒田西方沖で多く、8 操業日のうち 6 操業日で発生した。被害の内容はテグスの切断が多かったが、複数のテグスが絡む場合もあった。カラスキャニグソナー（CH-37：FURUNO 製）には、漁具被害が発生する前にはまぐろ類と推定される強い反応は船体周囲に見られないが、漁具被害が発生し始めると強い反応が船体周囲に出現した（図 7）。6 月 26 日、27 日、28 日の漁獲尾数の推移では、まぐろ類と推定される反応が確認された時点で漁獲尾数が減少しており、その後も復調しなかったことがわかる（図 8）。しかし、まぐろ類が出現した時点では、酒田西方沖での水中灯試験は関係者のコンセンサスが得られていなかったため、試験は実施できなかった。

7 調査結果に対する所見その他参考となるべき事項

(1) LED 漁灯の効果的な使用方法の提案

全灯 LED 化によっておよそ 40 %の補器燃費の削減が見込まれたが、どのパターンでも漁

獲比率は低迷しており、この成果を普及するには更なる漁獲量の向上が必要である。漁獲比率の低迷の最大の要因は LED 漁灯の搭載枚数の制限から MH 漁灯と同等の光の強さにできなかったことと考えられる。LED 漁灯のオフセットの比較では、LED 漁灯を船体中央に寄せて艤装することで当業船とのスルメイカ漁獲量が縮小した。これは、船体中央に LED 漁灯を寄せたことで船体近傍に照射する短波長成分が減少し、船下に形成されるスルメイカの滞留場所である陰影部が拡大したことで漁獲が増えたと考えられた。この実験から、LED パネル設置は船体中央に寄せる艤装が適切であると考えられる。パターン 3-2 ではパターン 1-2 から LED 漁灯を上方に向けて調整したが、当業船の漁獲には及ばなかった。一方、令和 5 年度調査では、LED 漁灯を上向きに調整することで漁獲比率が向上しており、結果が異なっている。これは MH 漁灯と兼用である場合には LED 漁灯を上向きに調整した場合でも、遠方への照射の削減は MH 漁灯で補うことができていたが、全灯 LED 漁灯の場合は遠方への照射が少なくなり、集魚効果がより低くなったことで漁獲比率が低下したと考えられる。パターン 5 とパターン 6 では短波長を含む水色を緑色に艤装変更し、さらなる船体近傍の短波長の照射削減を期待したが、漁獲量は低迷した。光の強さが MH 漁灯に達していない状態に加えて、水色と比較して緑色は水中透過率が低いため、遠方からスルメイカを集める効果をより低くしたと考えられる。

今後は、本年度に試行した適正なパネル調整（オフセットを船体中央、設置角度を水平）や魚探、ソナーの解析結果を踏まえたうえで、搭載する LED 漁灯の数を変更せずにスルメイカを集めるために、高出力 LED 漁灯を導入して、配光と光の強さを当業船と同等になるように拡大して漁獲量向上をねらう必要がある。

(2) まぐろ類の回避行動を誘発するための水中灯の活用

まぐろ類による被害は当業船からも報告されており、対策を求める業界のニーズは高まっている。一方、本年度はまぐろ類の来遊と調査準備のタイミングが合わず水中灯の試験はできなかった。今後はまぐろ類の被害の報告が多かった 5 月～7 月上旬に試験を行う。

8 引用文献

- 1) 鈴木大智, 岡本誠, 下光利明, 宮原一, 加藤慶樹, 土山和彦, 藤田薫, 高橋晃介, 貞安一廣. 2023. 令和 2 年度 海洋水産資源開発事業報告書 (いか釣: 日本周辺海域および北太平洋海域). 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 横浜.
- 2) Hara, T. and Hara, R. 1965. New photosensitive pigment found in the retina of the squid *Ommastrephes*, *Nature*, 206:1331-1334.
- 3) 鈴木大智, 宮原一, 薄光憲, 溝口弘泰, 上原崇敬, 加藤慶樹, 横田耕介. 2025. 令和 5 年度 海洋水産資源開発事業報告書 (いか釣: 日本沿岸海域). 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 横浜.

9 添付資料

表 1 調査船要目表

表 2 用船期間中の運航状況

表 3 販売結果 (税抜)

表 4 LED 漁灯の艤装と調整のパターン

- 図 1 LED 漁灯の艤装コンセプト（上）と点灯の様子（下）
- 図 2 スルメイカの月ごとの漁獲量分布
- 図 3 ケンサキイカの月ごとの漁獲量分布
- 図 4 リアルタイムの観測データの共有及び漁場予測モデルの構築
- 図 5 LED 漁灯の艤装と調整
- 図 6 パターン別の調査船（LED 漁灯）と近隣当業船の平均漁獲比率
- 図 7 カラースキャニングソナーの画像
（左）まぐろ類と推定される反応の出現前 （右）マグロ類と推定される反応の出現後
- 図 8 スルメイカの時系列漁獲尾数

表 1 調査船要目表

船名	濱出丸
所有者	株式会社 東和電機製作所
漁船登録番号	HK2-22998
船籍港	北海道函館市
漁業種類	一本つり（いか）漁業
進水年月	平成18年6月
主要寸法（LB m）	27.06m×5.25m
総トン数（GT）	19
主機馬力（kW）	773
補機1 型番，出力（kVA）	4HAL2-TZ, 150
補機2 型番，出力（kVA）	4HAL2-TZ, 150
魚群探知機	カイジョー(SONIC) KFC-10
ソナー	FURUNO CH-37
レーダー	FURUNO FR-8122 / FAR2127-20AF / FAR1427
航海設備	FURUNO GP-3500
通信設備	無線，衛星通信
いか釣り機（種類×台数）	HAMADE EX-2 × 15
船上灯（種類 kW × 個数）	LED漁灯0.125kW×188灯（水色・橙色各94灯）
	LED漁灯0.125kW×188灯（緑色・橙色各94灯）
調査設備	JFEアドバンテック（株）RINKO-PROFILER

表 2 用船期間中の運航状況

日付	項目	停泊	航海	操業	合計(日)	備考
6月20日	函館出港		0			照度測定・調査員1名乗船
6月20日	漁場着			1	1	ドローンおよび水中撮影
6月21日	漁場発		0			
6月21日	函館入港	0				
6月21日	函館出港		1		1	
6月22日	漁場着			8	8	
6月30日	漁場発		0			
6月30日	酒田入港	2			2	荷揚げ、給油
7月2日	酒田出港		0			
7月2日	漁場着			1	1	
7月3日	漁場発		0			
7月3日	酒田入港	8			8	荷揚げ 調査員交代
7月11日	酒田出港		0			
7月11日	漁場着			8	8	
7月19日	漁場発		0			
7月19日	酒田入港	1			1	
7月20日	酒田出港		0			
7月20日	漁場着			1	1	
7月21日	漁場発		0			
7月21日	酒田入港	6			6	荷揚げ、給油
7月27日	酒田出港		0			
7月27日	漁場着			2	2	
7月29日	漁場発		0			
7月29日	酒田入港	1			1	
7月30日	酒田出港		0			
7月30日	漁場着			11	11	
8月10日	漁場発		0			
8月10日	酒田入港	7			7	荷揚げ、給油
8月17日	酒田出港		1		1	
8月18日	漁場着			1	1	
8月19日	漁場発		0			
8月19日	金沢入港	1			1	荷揚げ
8月20日	金沢出港		0			
8月20日	漁場着			2	2	
8月22日	漁場発		0			
8月22日	金沢入港	0				荷揚げ
8月22日	金沢出港		0			
8月22日	漁場着			1	1	
8月23日	漁場発		0			荷揚げ
8月23日	金沢入港	1			1	
8月24日	金沢出港		0			
8月24日	漁場着			2	2	
8月26日	漁場発		0			
8月26日	金沢入港	1			1	荷揚げ
8月27日	金沢出港		0			
8月27日	漁場着			2	2	
8月29日	漁場発		0			
8月29日	金沢入港	5			5	荷揚げ
9月3日	金沢出港		0			
9月3日	漁場着			1	1	
9月4日	漁場発		0			
9月4日	金沢入港	0				荷揚げ、調査員交代
9月4日	金沢出港		0			
9月4日	漁場着			1	1	
9月5日	漁場発		0			荷揚げ、調査員交代
9月5日	金沢入港					9/6 0:00用船一時停止
9月6日	用船一時停止	1			1	9/17 0:00用船再開 調査員交代
9月17日	用船再開					
9月17日	金沢出港		0			
9月17日	漁場着			3	3	
9月19日	漁場発		0			
9月19日	境入港	0				荷揚げ、給油
9月19日	境出港		0			
9月19日	漁場着			1		
9月20日	漁場発		0			
9月20日	境入港	0				荷揚げ
9月20日	境出港		0			
9月20日	漁場着			1		
9月21日	漁場発		0			
9月21日	境入港	0				
9月24日	境出港		1		1	
9月25日	漁場着			2	2	
9月27日	漁場発		0			
9月27日	福岡入港	3			3	荷揚げ
9月30日	福岡出港		0			
9月30日	漁場着			2	2	
10月2日	漁場発		0			

表 2 用船期間中の運航状況（続き）

日付	項目	停泊	航海	操業	合計（日）	備考
10月2日	福岡入港					
10月5日	福岡出港	3			3	荷揚げ
10月5日	漁場着		0			
10月14日	漁場発			9	9	
10月14日	福岡入港		0			
10月14日	福岡出港	1			1	荷揚げ、給油
10月15日	福岡出港		1		1	
10月16日	漁場着			1	1	
10月17日	境入港					水色LED漁灯を緑色へ艦装変更
10月24日	境出港	7			7	
10月24日	漁場着		0			
10月31日	漁場発			7	7	
10月31日	境入港		0			
10月31日	境出港	3			3	
11月3日	漁場着		0			
11月3日	漁場発			2	2	
11月5日	境入港		0			
11月8日	境出港	3			3	
11月8日	漁場着		0			
11月13日	漁場発			5	5	
11月13日	境入港		0			
11月14日	境出港	1			1	
11月16日	酒田入港		2			
11月20日	酒田出港	4			4	荷揚げ、給油
11月20日	漁場着		0			
11月20日	漁場発			1	1	
11月21日	酒田入港		0			
11月21日	酒田入港	19			19	荷揚げ（11/18の荷揚げと合算）
12月10日	酒田出港		1		1	
12月11日	函館入港					
12月19日	用船解除	8			8	荷揚げ
合計		86	7	76	167	

表3 販売結果（税抜）

魚種	製品形態	規格	数量 (kg)	単価 (円/kg)	金額 (円)
ケンサキイカ	IQF	21-25	35	3,127	109,431
		26-30	154	2,727	419,958
		31-35	140	2,591	362,691
		36-40	63	2,318	146,031
		41-45	35	1,796	62,843
		46-50	77	1,465	112,786
		51-60	147	1,310	192,497
		61-70	77	985	75,882
		折れ・その他	8	938	7,500
	小計	736	2,024	1,489,619	
	発砲	2.5段	8	2,294	18,350
		3段	36	2,114	76,100
		3.5段	8	2,100	16,800
		小計	52	2,139	111,250
合計	788	2,032	1,600,869		
スルメイカ	ブロック	36-40	56	929	52,000
		41-45	136	985	134,000
		46-50	752	938	705,600
		51-60	560	1,045	585,200
		61-70	656	925	606,800
		71-80	232	1,075	249,400
		81-90	48	1,063	51,000
		91-100	32	1,088	34,800
		キズ・その他	8	1,088	8,700
	ブロック小計	2,480	979	2,427,500	
	IQF	31-35	8	1,831	14,648
		36-40	88	1,298	114,203
		41-45	120	1,304	156,445
		46-50	312	905	282,356
		51-60	8	864	6,908
		71-80	8	722	5,774
		91-100	16	710	11,359
		IQF小計	560	1,057	591,693
	発砲	20尾入り	540	849	458,713
		25尾入り	866	740	641,022
		30尾入り	176	654	115,174
		バラ・その他	36	505	18,183
		発砲小計	1,618	762	1,233,092
合計	4,658	913	4,252,285		
合計	ケンサキイカ・スルメイカ 合計		5,446	1,075	5,853,154
	消費税8%				468,252
	総計				6,321,406

表 4 LED 漁灯の構成と調整のパターン

パターン	期間	試験回数	オフセット (cm)	上段発光色	下段発光色	上段設置角度 (°)	下段設置角度 (°)	当業船漁獲比較
1	6/20~7/20	17	80	水色	橙色	0	0	不可
2	7/27~8/7	18	80	水色	橙色	30	0	不可
3	8/8~8/9	2	80	水色	橙色	30	30	不可
4	8/18~8/28	8	182	水色	橙色	0	0	可
1-2	9/3~10/5	9	80	水色	橙色	0	0	可
3-2	10/6~10/16	9	80	水色	橙色	30	30	可
5	10/24~10/30	7	80	緑色	橙色	30	30	可

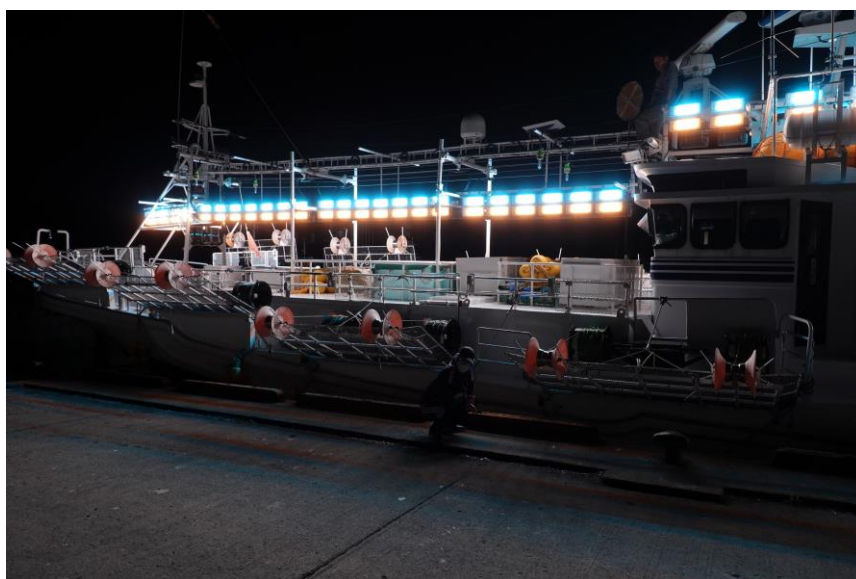
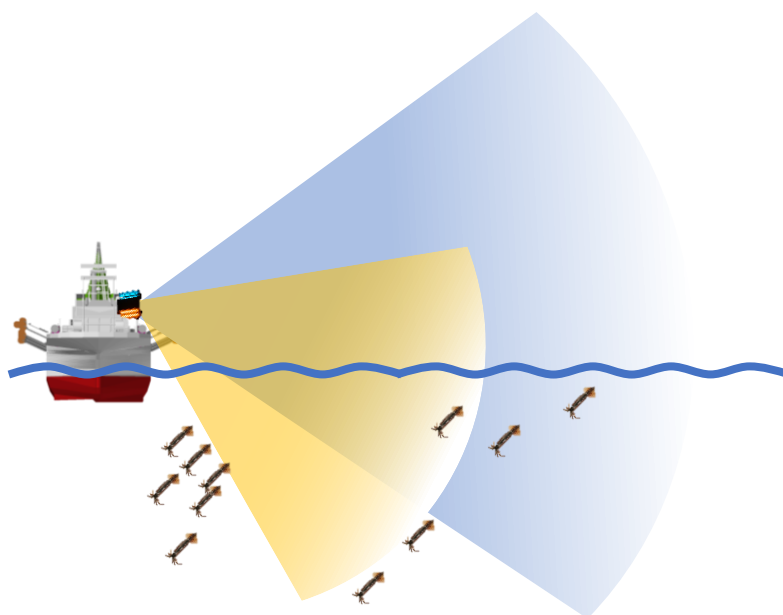


図1 LED 漁灯の艀装コンセプト（上）および点灯の様子（下）

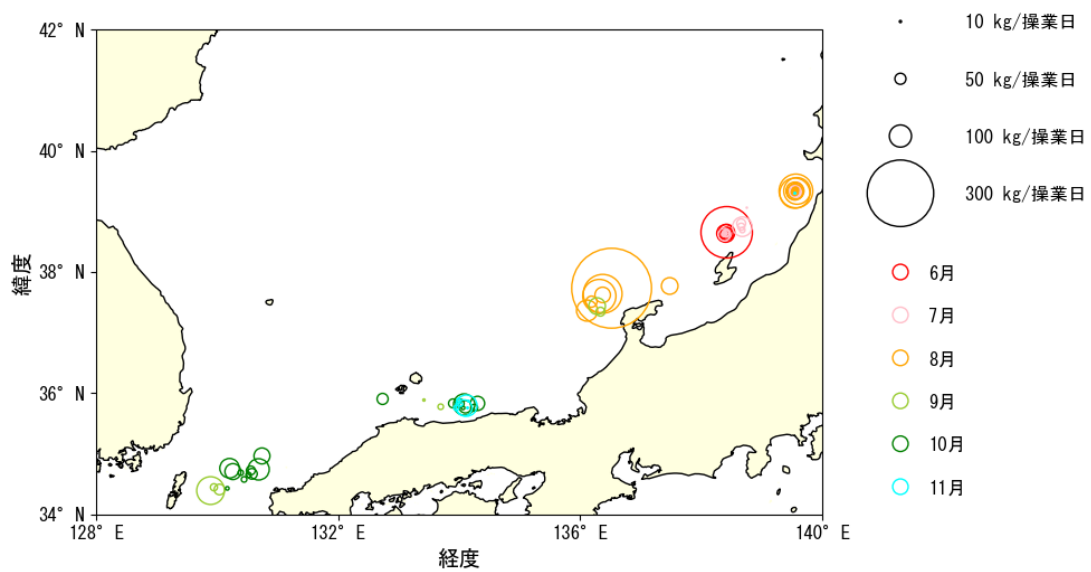


図2 スルメイカの月ごとの漁獲分布

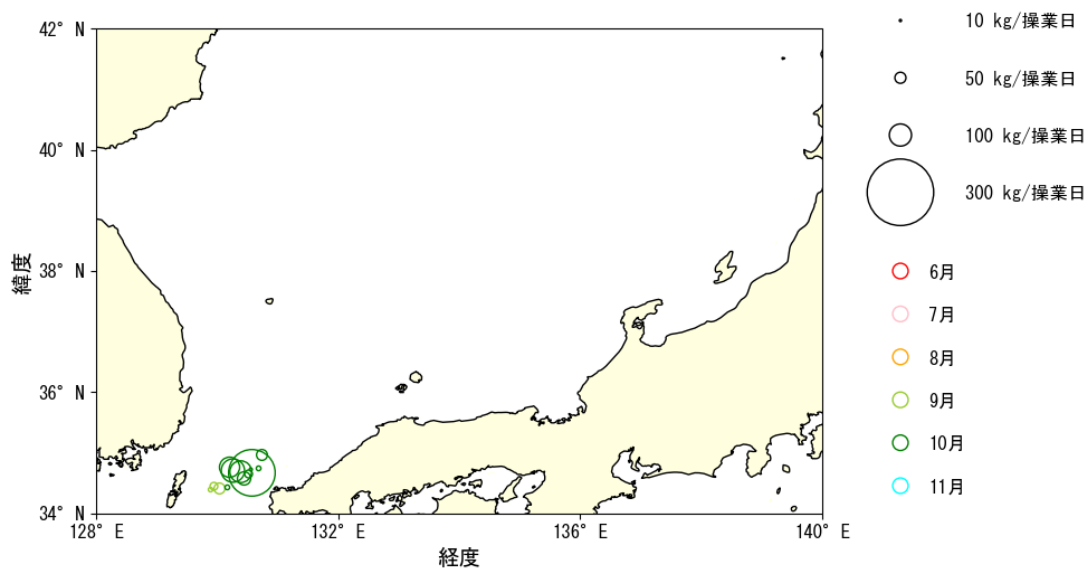


図3 ケンサキイカの月ごとの漁獲分布

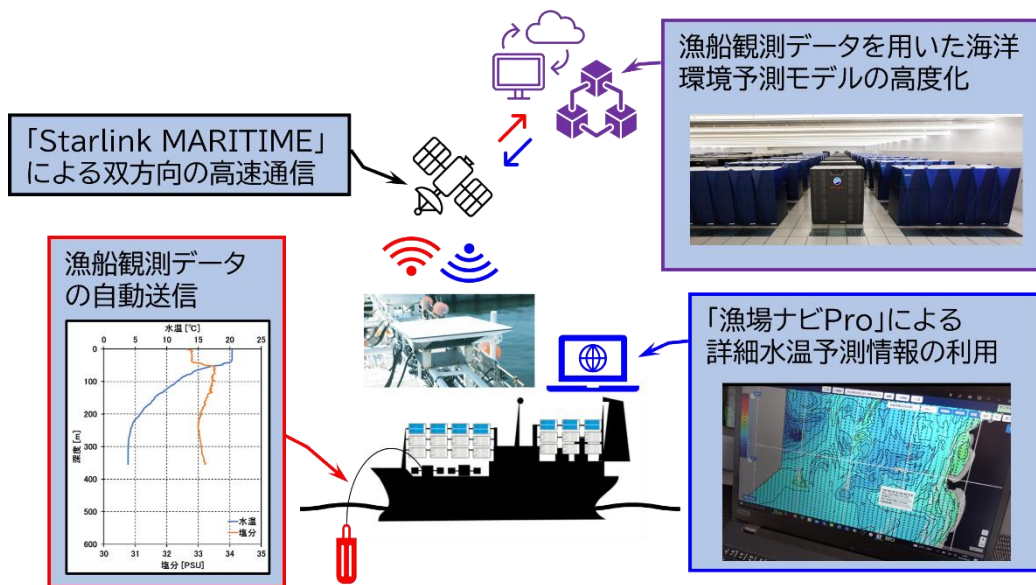


図4 リアルタイムの観測データを転送する構造

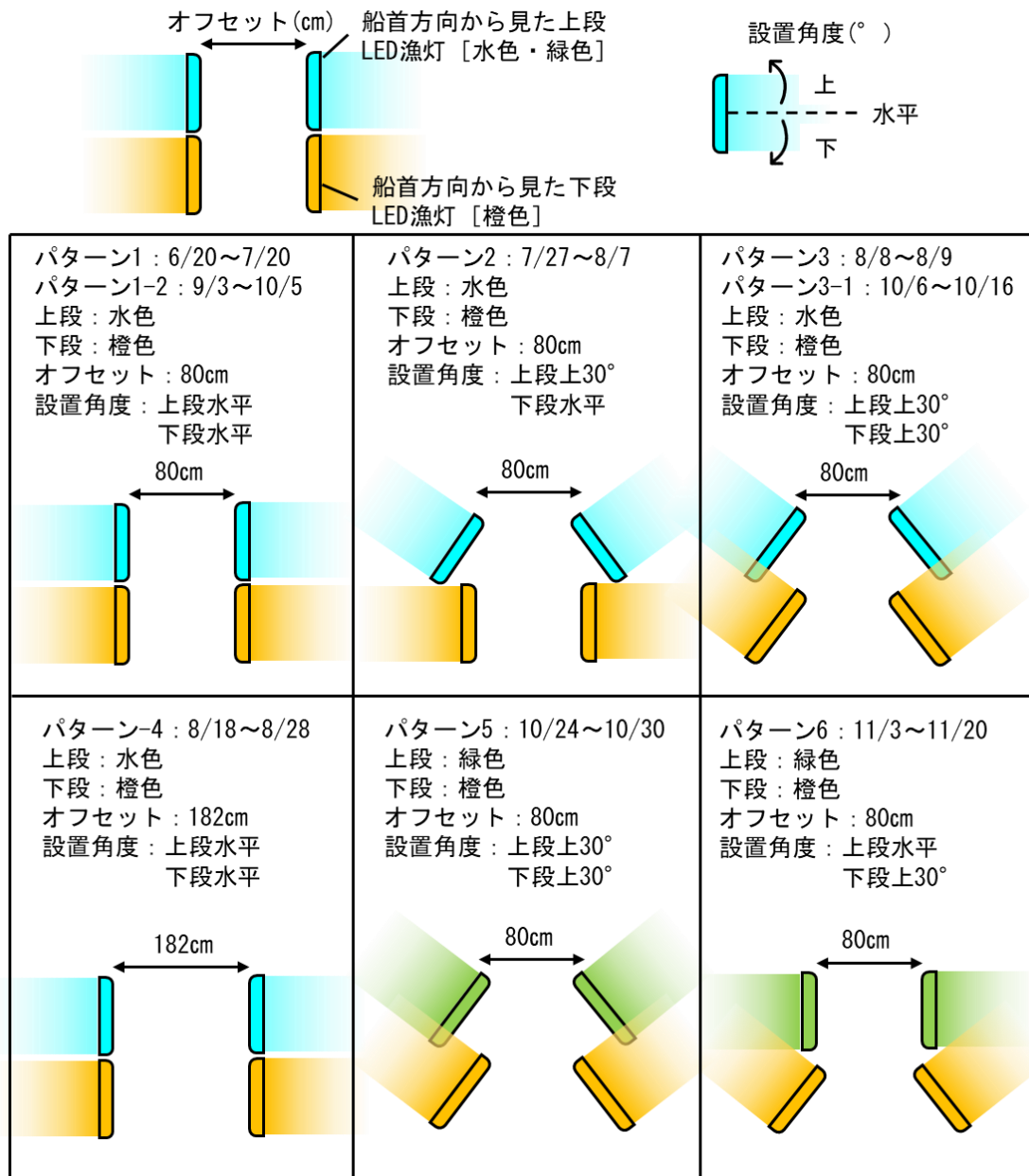


図5 LED漁灯の艙装と調整

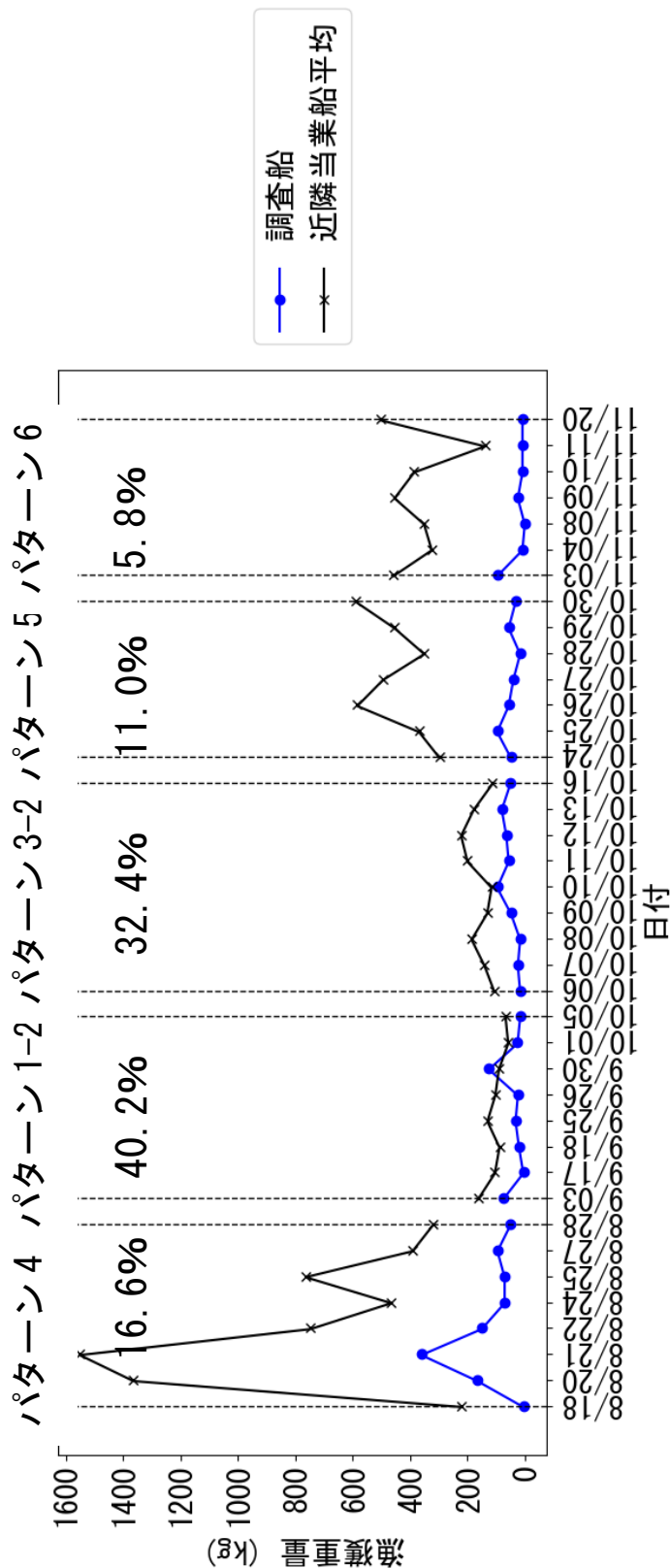


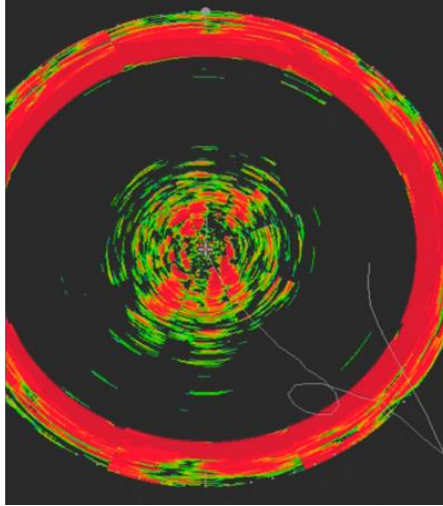
図6 パターン別の調査船 (LED 漁灯) と近隣当業船の平均漁獲比率 (%)

*調査船から60NM以内を近隣当業船とした

比率は各パターンの調査船/近隣当業船を示す

*MH 漁灯と同等の光の強さではないため、漁獲比率はパターン別の相対値として扱う

まぐろ類と推定される反応出現前



まぐろ類と推定される反応出現後

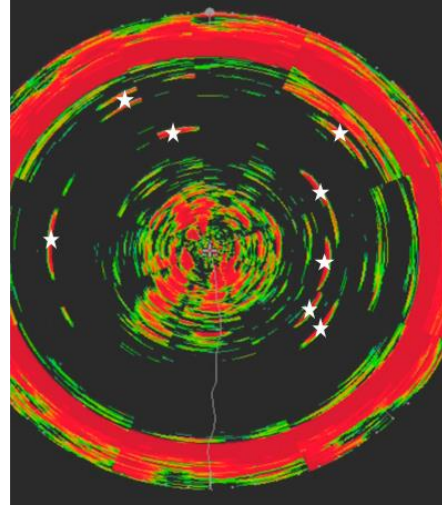


図7 カラースキニングソナーの画像

(左) まぐろ類と推定される反応出現前 (右) まぐろ類と推定される反応出現後
 ☆はまぐろ類と推定される反応

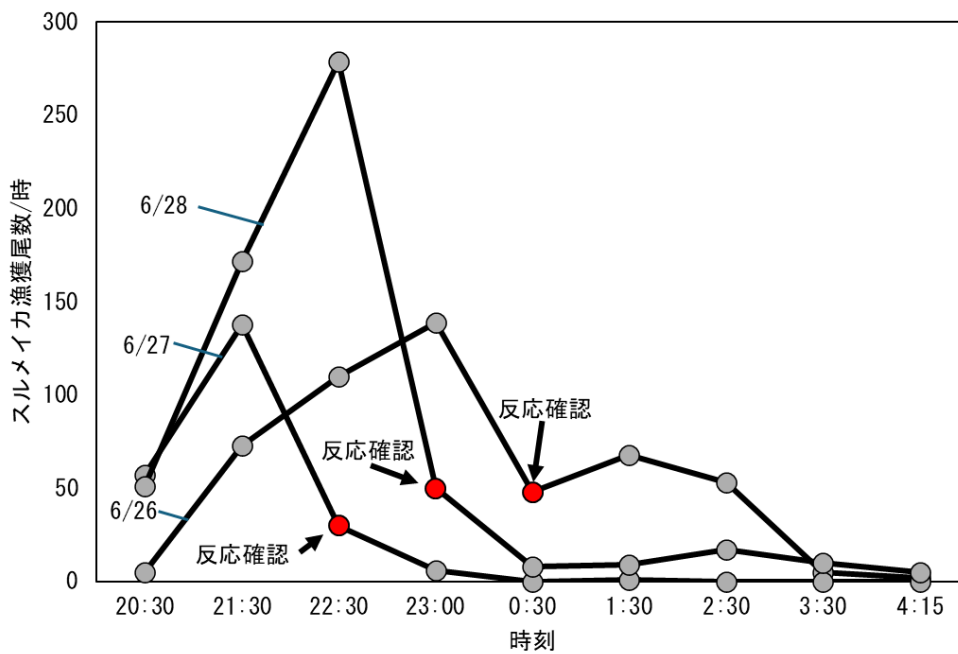


図8 スルメイカの時系列漁獲尾数

赤点はサイドスキニングソナーでまぐろ類と推定される反応が確認された時刻