

漁労作業を対象とした動作・時間研究

川崎潤二^{1†}・下川伸也¹・奥田邦晴¹

Motion and Time Study of Fishing Operation

Junji Kawasaki^{1†}, Shin-ya Shimokawa¹, Kuniharu Okuda¹

Abstract : This study examines the mechanical and time period aspects of fishing operations. To establish the technical guideline to evaluate the work load and its environmental factor under the fishing operation, previous paper clarified the characteristics of working environments of fishing boat. In consideration of these results, this paper examined the methods of motion and time study of fishing operation.

The results of this study include development of methods of measurement and analysis of fishing operations, which are carried out with work line, and defining the processes with time passes. It could be understood to have the feature at the time required in each processes by analyzing the time to work in detail. In addition, it was considered to cause the time change by the fishing operations aspects, such as the fishing boat, fishing gears, and fishing operation itself.

Key words : Fishing boat, Fisherman, Working environment, Motion study, Time study

はじめに

漁船における漁労作業の安全性向上に関して、作業環境中の不安全な要因を把握し、環境改善のための具体策を検討するために、作業環境中の何を、どのように改善すべきであるかを明らかにする指針が必要である。これまで漁船の作業環境や作業負荷に関しては、漁船への新技術導入による漁労作業従事者への影響を明らかにすることを目的に、乗船調査による科学的な分析¹⁾が行われるなど、多くの調査研究が実施されてきた。それら調査研究による分析手法等の知見を基に、作業環境の安全性や作業負荷に関する指針に関連して、甲板上での漁労作業を対象に乗船実験を行なった結果を基に、漁船の作業環境の特徴と今後の課題について考察を行った。その結果、漁港を出港してから漁場での漁具操作、漁獲物処理、漁場移動、入港及び水揚げまでを繰り返す、いわば操業サイクル中、各工程は強固な順位性を持つとともに、海況や漁獲対象物の生態に対

しては柔軟に対応する必要があるという特徴を明らかにした²⁾。また、作業動作の内容や作業時間が、作業の特徴や作業負担などの作業環境に関する指標として有効であることが示唆された。本報では、漁船における漁労作業を対象とした動作時間研究の手法について検討した結果、漁船の作業環境に関する指針策定に関して得られた知見について報告する。

データ収集方法

作業研究

工場での部品組み立てや機械加工などの作業改善に成果を挙げてきた研究手法として、作業研究がある。作業研究は方法研究と作業測定から構成されており、方法研究は最適な作業の方法を明らかにすることを、また作業測定は作業に必要な時間や仕事量を測定・推定することを担っている³⁻⁴⁾。方法研究は、作業動作や作業姿勢を対象とした動

2009年12月7日受付。 Received December 7, 2009.

1 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science and Technology, National Fisheries University)

† 別刷り請求先: kawasaki@fish-u.ac.jp

作研究, また作業測定は方法研究で明らかにした動作を対象とした時間研究に分類される。作業研究が対象とする産業の範囲は拡大してきており, 作業の内容に適した様々な調査分析手法について検討が行なわれている。これら知見を参考に, 実船でデータ収集を行い, 甲板上での漁労作業を対象とした動作及び時間研究に関する手法について検討を行った。

画像データ収集

CCDカメラはFig.1に示すように, イメージセンサの大きさとレンズの焦点距離により画角が変化することから, 撮影対象とする被写体までの距離により撮影範囲が変化する。漁労作業時の漁船甲板上での動作範囲(撮影範囲), 及び漁具等のパソコン画面上での識別度について実験を実施した。実験内容としては, 180cmの身長の人を撮影すると仮定し, 人の動作(上下30cmの範囲で屈伸運動)状態や手に抱えた径10.5cmのオレンジ色の浮子の形状が17インチ型ディスプレイ上で確認できるか否かを判定した。同漁具のディスプレイ上での確認・判別については, 実験時に被写体となった1名と, 撮影や計測を行った2名による, 計3名で実施した。結果をFig.2に示す。同図において, 被写体の幅(Horizontal Range)は画面上横方向の撮影範囲を示し, パソコン画面上で身体各部の動きが確認できる(モード①), 身体全体の動きが確認できる(モード②),

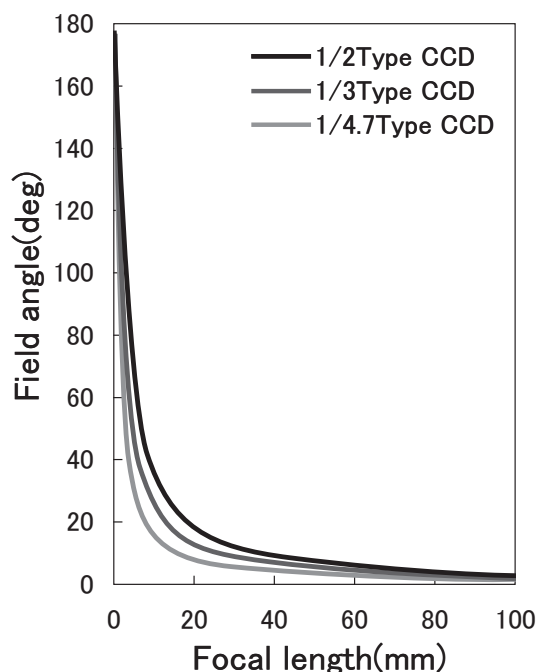


Fig. 1. Picture corner changing rate according to focal length.

及びFig.2のディスプレイ上での視認度に関する閾値を利用することで, 撮影が必要な場所までの距離と使用カメラの種類を考慮した上で, 漁船上のカメラ設置場所の選定が効率的に実施出来る。漁船甲板上での漁労作業の関わる動作を, 時系列で3次元座標値として把握するために, 2台以上のカメラで同一被写体を撮影し, 撮影データは解析時に同期がとれるよう配慮する必要がある。従って, 2台のCCDカメラにより撮影を行い, 画像データは, それぞれカメラアダプタを通じて同期発生器により同期(時間合わせ)をとり, ビデオタイマにより1/30秒周期で画像上にカウンターを入れた後, ビデオレコーダに取り込むこととした。分析手法を検討することを目的に, 水産大学校練習船天鷹丸のトロール操業を対象にデータ収集を行った⁵⁾。トロール操業時には船長の指揮の下, 船橋, ウィンチ操作盤及び作業甲板上右舷, 左舷それぞれに人員が配置され, 船橋及び甲板上の作業に実習生が加わる, という人員配置がとられる。同練習船での漁労作業を対象としたデータ収集は, カメラ計3台を用いて実施した。すなわち, 船尾作業甲板での操業全体を撮影記録するビデオカメラ1台, 及び10.0mの間隔で右舷, 左舷それぞれのトロールウィンチ上方に設置した2台のCCDカメラである。

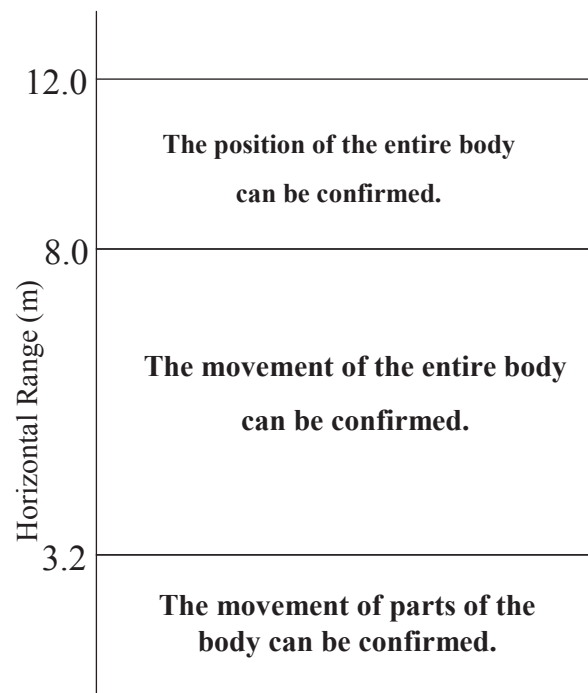


Fig. 2. Range of capturing an image to see subject in personal computer screen (17 inches).

画像解析

乗船実験により得られた画像データを専用入力ボードからパソコンに取り込み、トロール操業における投網、揚網中の動作を対象に画像解析を行った。画像の取り込み、及び画像解析は、(株)ライブラリーによる画像解析システム (Carrot-in) 及び画像解析ソフトウェア (Move-tr32/2D, Move-tr32/3D) を用いた。同システム及びソフトウェアでは、2台のカメラ画像上の位置座標を実空間の位置座標に較正し、2方向から撮影した映像(2次元データ)を合成することにより、3次元の位置座標を求める。

画像解析を行う手順として、まずは解析対象である動作の2方向からの映像をパソコンに取り込む。今回行った解析では、各解析対象においてサンプリングタイム1/30秒、約8秒間の画像を取り込んだ。取り込んだ画像中に対象(ターゲット)を指定し、映像の開始から終了までターゲットを追跡し、ターゲットの時系列データを作成する。ターゲットの選定においては、1)画面上で背景と重ならない鮮明なものである、2)作業者の姿勢や作業位置が変化しても画面上で確認することが出来る、3)漁撈作業に伴う移動や全身の動きを表現することが出来る、など様々な条件を考慮した結果、今回の解析では作業者のヘルメットをターゲットに分析を行った。

データ収集方法

作業工程の分類

トロール操業は投網、曳網、揚網作業という一連の作業によって行われるが、甲板上で行なう各作業の特徴を分析するために、まずは投網を12工程、揚網を11工程に分類した。すなわち投網は、①トロールウィンチドラムからコットエンドを引き出す②ストローブに船尾ウィンチからのフックを掛ける③ウィンチからコッドを海中に落とす④完全にコッドを落とすまで運ぶ(ウィンチ+人)⑤オッターペンネットのGフックを8型リングに掛ける⑥オッターペンネットをスリップウェイのローラー部まで運ぶ⑦遊びワイヤーとワープの連結部をトップローラー側に引き寄せる⑧遊びワイヤーとワープの連結部を外す⑨遊びワイヤーをオッターボードからの枝付きワイヤーに連結⑩ワープをオッターボードのトゥーイングチェーンに連結⑪オッターボードストッパーを外す⑫トップローラーのタンGSTOPPERを引き上げる、の計12工程、揚網は、①トップローラーのタンGSTOPPERを引き上げる②オッターボードス

トッパーをかける③遊びワイヤーをオッターボードからの枝付きワイヤーから外す④ワープをオッターボードのトゥーイングチェーンから外す⑤遊びワイヤーとワープを連結⑥ワイヤーとワープの連結部をスリップウェイまで運ぶ⑦オッターペンネットのGフックを8型リングから外す⑧Gフックをトップローラー側に引き寄せる⑨トロールウィンチドラムへのワイヤー、網の巻き付けを整える⑩コットエンドにフックをかけるためローブを巻く⑪コットエンド(ストローブ)に甲板上ウィンチからのフックを掛ける、の計11工程である。各作業工程における作業内容や作業動作について、Table 1 (a) 及び (b) に示す“要素作業”、“作業姿勢”、“使用部位”、“作業動作”の4項目について、乗船実験で撮影したVTRデータを基に調査を行なった。同表において、“要素作業”については運搬、連結、開放の3要素に分類され、“作業姿勢”や“使用部位”では姿勢変化の状況や上体及び全身の動きが、また“作業動作”では持ち運ぶ、離すなどの動作状況が明らかとなった。

Table 1. Mechanism of fishing operation.

(a) Casting net

Working lines	Motion element	Work posture	Physical exertion	Work operation
①	Transport	Half bent	Whole body	Pull, Release
②	Connect	bend → Stand	Arm	Hang
③	Transport	Stand	Whole body	Pull, Release
④	Transport	Half bent	Whole body	Transport loaded
⑤	Connect	Half bent	Arm	Hang
⑥	Transport	Stand	Whole body	Transport loaded
⑦	Transport	Stand	Whole body	Transport loaded
⑧	Release	Stand	Arm → Whole body	Lift, Release
⑨	Connect	Stand	Arm	Lift, Release
⑩	Connect	Stand → bend	Arm	Lift, Release
⑪	Release	Stand	Arm	Release
⑫	Hold	Stand	Arm → Whole body	Pull

(b) Raising net

Working lines	Motion element	Work posture	Physical exertion	Work operation
①	Hold	Stand	Arm → Whole body	Pull
②	Connect	Stand	Arm	Release
③	Release	Stand	Arm → Whole body	Lift, Transport
④	Release	Stand → bend	Arm	Lift, Release
⑤	Connect	Stand	Arm → Whole body	Lift, Release
⑥	Transport	Stand	Whole body	Transport loaded
⑦	Release	Half bent	Arm	Lift, Release
⑧	Transport	bend → Stand	Whole body	Transport loaded
⑨	Transport	Half bent	Whole body	Pull
⑩	Connect	Half bent	Arm	Lift, Rolls
⑪	Connect	bend → Stand	Arm → Whole body	Hang, push

作業時間

各作業工程の特徴として、作業に要する時間について調査を行った。前記した各作業工程は、Fig.3に示すように時間経過と共に作業①、作業②という順番で行われるが、作業動作の前後に、作業を行うための準備や作業後の確認などが含まれ、時間経過の中で厳密に作業工程の範囲を定義することは難しい。ここでは各作業工程の時間を測定するにあたり、各作業工程の内容に関わる主な動作について、Table 2 (a) 及び (b) に示すように作業開始から終了までの動作について定義し、乗船実験により得られた計

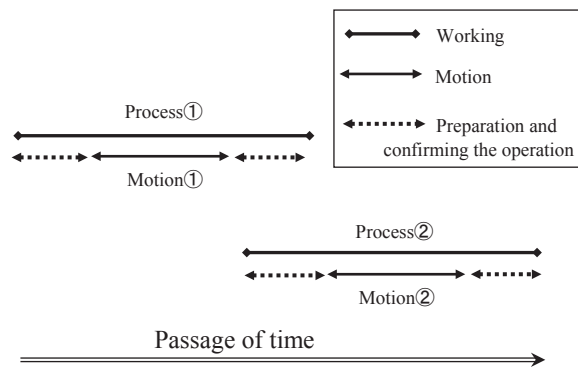


Fig. 3. Work and operation time.

Table 2. Mechanism of each working lines.

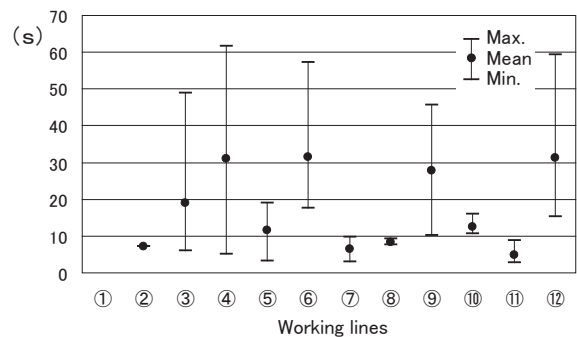
(a) Casting net

Working lines	Work beginning	End of work
①	Grip the cod end	Release the cod end
②	Grip the hook	Release the hook
③	Rolling up the winch	Release the hook
④	Hanging hook and grip the cod end	Release the hook and cod end
⑤	Grip the G hook	Connecting to eight type ring
⑥	Grip the otter-board pendent	Release the otter-board pendent
⑦	Grip the joint	Draw the joint to the top roller side
⑧	Draw the joint	Release the joint
⑨	Release the joint	Connecting to sub-wire and release
⑩	Release the joint	Connecting to towing chain and release
⑪	Grip the otter-board stopper	Release the otter-board stopper
⑫	Grip the tongue stopper	Release the tongue stopper

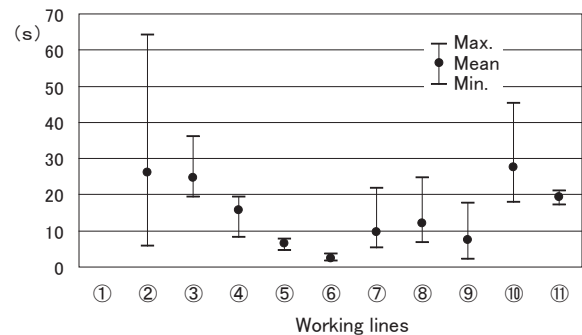
(b) Raising net

Working lines	Work beginning	End of work
①	Grip the tongue stopper	Release the tongue stopper
②	Grip the otter-board stopper	Hanging the otter-board stopper
③	Grip the joining wire	Release from sub-wire
④	Grip the warp	Release from towing chain
⑤	Grip the joining wire and warp	Connection the joining wire and warp
⑥	Connection the joining wire and warp	Release the joint
⑦	Grip the G hook	Release from eight type ring
⑧	Grip the G hook	Drawing the G hook
⑨	Grip the net	Release the net
⑩	Grip the roap	Release the rope
⑪	Grip the hook	Release the hook

6回の操作を対象に動作時間を計測した。結果をFig.4 (a) 及び (b) に示す。同図において6回の操作の平均を示すと共に、6回の操作の内、最も動作時間を費やした場合を最大値、動作時間が短かった場合を最小値としてある。各作業工程に要する時間には操作毎に大きく変化する工程と、操作毎の時間変化が小さい工程がある。例えば大きく時間変化する工程として、投網での工程④（完全にコッドを海中に落とす）が挙げられる。この工程では、コッドを運ぶために、スリップウェイ付近での作業が多いため、コッドに巻き込まれて海中に転落するという危険因子を含んでいる。従って状況によっては作業を慎重に行う必要があり、動作時間の変化に反映していると考えられる。その他の工程も考察した結果、大きく時間が変化する工程では、それだけ慎重を要するか、協力動作を必要とするという結果が得られたことから、作業内容の困難度や協力動作を要する作業内容等が、作業時間の変化に影響を及ぼしていると考えられる。



(a)Casting net



(b)Raising net

Fig. 4. Operation time for each working line.

要素作業の特徴

作業者のヘルメットをターゲットとした3次元位置座標の時系列データを基に、漁労動作を対象に変位量を求め、変位量から動作中の速度、加速度を算出した。Fig.5及び

Fig.6は、6回の操業における投網及び揚網中の動作速度、加速度について、要素作業（運搬、連結、開放）毎にまとめたものである。同図において、投網時と揚網時の要素作業について比較すると、連結では速度、加速度とも同様の値を示すが、運搬、開放においては投網時より揚網時に速度、加速度が大きくなる傾向がある。その理由としては、揚網時は船内一丸となって漁獲した魚を迅速・確実に船内に取り込む必要があり、速度、加速度に反映していることが考えられる。

考 察

漁業練習船での実習航海では、操業（漁業）に加えて、海水分析測器による漁場環境調査や水産生物を対象としたサンプリング等、航海中に様々な実習や調査が組まれている。従って漁船のように漁期に漁獲物の水揚げを繰り返す作業環境は有していないが、本研究で実施した漁場でのトロール操業を対象とした作業研究により、漁労作業中の漁具操作に伴う作業姿勢や作業動作はパターン化が可能であること、細分化した各作業工程に要する時間は操業毎に大きく変化する工程と、時間変化があまりない工程に仕分けできることが明らかとなった。

就業者数の減少及び就業者の高年齢化が急速に進み、さらには国内での新規就業者の十分な確保が困難な状況を受け、特に沖合漁業では外国人労働力への依存傾向が年々高まってきている。国内での漁船の就業者確保に向けて、作

業環境改善が必要であるという認識は一般になされているが、漁船の作業環境については漁業従事者のみが把握している部分が多く、環境改善に向けた議論や方策については、今後十分な検討が必要である。現在、本報で明らかにした漁船での漁労作業を対象とした作業研究に関するデータ収集及び分析手法を用いて、沖合及び沿岸漁業を対象に調査分析を行っている。最新の漁船船型や漁労設備を有している漁船と、船齢が経っており漁労設備も建造当時と同じ仕様である漁船とを比較してみると、地域内での漁船間においても、作業甲板での漁労設備においてウィンチの配置やこれまでなかった場所への新規導入など、省力化に対する配慮の度合いは大きく異なる。2そうびきの以東沖合底びき網漁船は、漁場において約2時間の曳網とその間の投揚網を繰り返し行う。投網した漁船側の選別作業場に漁網が引き揚げられ、漁獲物の選別作業が行われる。同漁船で従来型の場合、漁網を甲板に引き揚げ、作業場まで移動する際に、甲板船首側に配置されたウィンチを用いて、漁網にストロープを掛けては引っ張り上げる方法を採用していたが、新型船では左右両舷に配置された直巻きウィンチにより手木（ワイヤーロープと漁網の継ぎ目）まで巻き揚げた後、船首船橋後方に配置された手木巻き・コード巻き・そで巻きの各ウィンチを交互に使用し、選別作業場にコードエンドを吊り上げる方式を採用している。これは作業従事者の労力軽減が実現化された例であるが、従来は人力に頼っていた漁具や副漁具、または漁獲物等の重量物の移動については、漁労設備の配置と新規設備導入が効果的であり、同側面に関する作業負担については改善されつつある。しかし、漁獲物の魚槽への移動と、漁港への荷揚げ時等の労力については若年者が負担を担うなど、身体的負担の軽減に関する課題は残されており、漁船設備の改善に

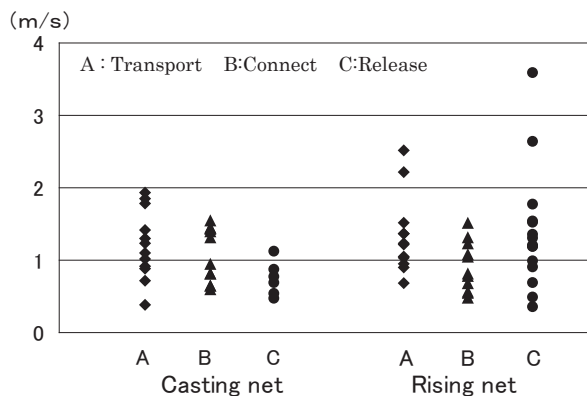


Fig. 5. Speed of motion for each motion elements.

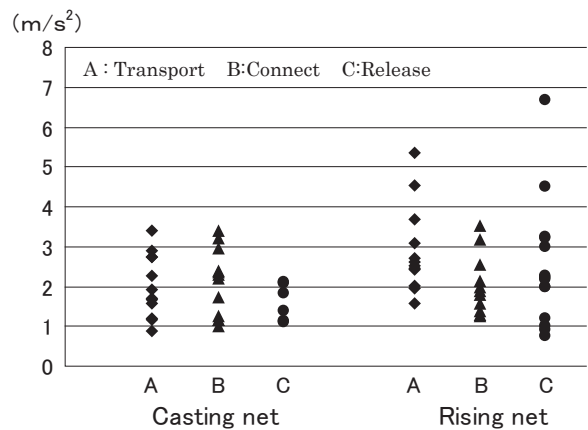


Fig. 6. Acceleration of motion for each motion elements.

加えて、漁港にも自在クレーンを配置するなど改善策が必要である。

Fig.4 (a) またはFig.4 (b) に示される漁労作業の各工程における作業時間の変化は、前報で実施した漁船調査の結果を踏まえて原因について考察すると、漁船、(副)漁具、漁獲物の各運用に関する3つの側面に分類することができる。すなわち漁船については「船首方位」と「船速」の調整、漁具については「甲板上における位置」の調整と「絡みや破損補修」、漁獲物については「漁獲量」と「漁獲種類」である。例えば沿岸での一人乗り漁船と、船団もしくは乗組員で構成される沖合漁船では操業形態は異なるが、作業工程を調査し時系列で並べてみると、上記3つの側面に関する作業内容がお互いに干渉しあい、もしくは海況の変化に対応するなど環境要因が影響することで、作業時間に変化が生じていることが考察された。

まとめ

漁撈作業の安全性について検討することを目的に、練習船のトロール操業中、船尾作業甲板において漁撈作業に従事する乗組員を対象にCCDカメラによる動作計測を行い、作業時間や作業姿勢、作業工程毎の動作の特徴について分析を行った結果、以下の点が明らかとなった。

- ① トロール操業を対象とした動作分析では作業工程を投網12、揚網11工程に、また要素作業として運搬、連結、開放の3つに分類することが出来た。
- ② 6回の操業を対象に作業工程毎の時間を分析した結果、作業に要する時間の変動幅から、作業における協力動作の状況や、作業内容の困難度が、作業時間に反映されて

いることが示唆された。

- ③ 2台のCCDカメラ画像の同期を合わせパソコンに取り込み、画像を合成することで3次元画像データを作成した。作業工程毎の動作について同データより画像解析を行った結果、要素作業の運搬、開放において投網より揚網中の作業のほうが速度、加速度共に大きいなど、要素作業毎の動作の特徴を把握することが出来た。

今後は、本報告で明らかにした漁労作業を対象とした動作・時間分析に関する手法、及び作業時間の変化と漁船・漁具の運用、漁獲物との関連性を主体とした指針策定を検討していく計画である。

本研究は科学研究費補助金 (No.215802440008) の一部としておこなったものである。

文献

- 1) 服部昭 他：新技術漁業労働影響調査報告書，水産庁，1-86 (1971)
- 2) 川崎潤二，奥田邦晴，下川伸也，濱口正人：漁船の作業環境指針に関する研究-I. -乗船調査による作業環境の特徴-，日本航海学会論文集，119，161-167 (2008)
- 3) 津村豊治，佐久間章行：作業研究，丸善，1-260 (1978)
- 4) 千住鎮雄 他：作業研究，日本規格協会，1-259 (1987)
- 5) 川崎潤二，下川伸也，黒田拓幸，濱口正人：トロール操業における漁労作業の動作分析，平成15年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，167-170 (2003)