

評価グリッド法を活用した漁場探索における海況予測システムに対する漁業者の評価構造

久木元 伸如^{†1} 中田 聡史^{†2}

^{†1} 京都大学 ^{†2} 神戸大学

海況予測システムは自然法則に従ったコンピュータシミュレーションによって海水温や流速を予測し、漁業者に携帯電話やPCを通じて配信するものである。この海況予測システムを漁業者に利用してもらい、安全かつ効率的な操業に役立ててもらおう試みがなされてきている。しかし、これまでシステムの有用性について十分な評価がされていないので、漁業者にとって必要な情報は何か、改善点は何かなどについて検討する必要がある。本研究では評価グリッド法を活用して、漁業者がどのような目的で海況予測システムを利用し、漁場探索を行うためにどのような情報に注目しているか調査した。結果として漁業者は安全かつ効率的に操業を行うために海況予測システムを利用し、予測水温の水平勾配や鉛直流速差といった定量的な物理量に注目していることが分かった。

1. はじめに

好漁場とは潮目と呼ばれる海水の温度差が大きく変化している海域の付近と言われている。漁業者はこの潮目へと漁船を航行させるが、どこが潮目なのかは海図に記されているわけでもなく、漁業者は独自経験を頼りに好漁場を探索している。

たとえば、能登半島沿岸（図1）は好漁場ではあるが、底びき網、まき網、刺し網、いか釣り、定置網等の沿岸漁業種目では、漁場探索に時間を要したり、出漁しても操業できずに帰港する場合が多いなど、燃油や労働時間を浪費する効率の悪い操業を余儀なくされている。これは、石川県沿岸が日本海に北東に突出する能登半島を境として、西岸に広い陸棚域、東岸に急深な富山湾が連なり地形の変化が複雑なため、流動場や水温の時空間変動が激しいことが原因である[1]。その上、近年継続する燃油高騰の悪影響を受けて漁家経済状況は悪化の一途をたどっている。よって、これまで以上に漁業者はどこが安全でかつ効率的に操業できるかを悩まなくてはならない状況にある。したがってITを活用し漁業操業を支援する仕組みが求められている。

近年、石川県水産総合センターは主に漁場探索の効率化など漁業操業支援のために海況予測システムを開発した。このシステムは2012年から運用されており、主に携帯電話を介して漁業者に分かりやすく必要な海況予測情報を提供している。

海況予測はこれまでさまざまな方法でなされてきている[2],[3]。しかしこれらの方法は重回帰モデルや簡単な物理モデルを用いたものが多い。本研究で扱った能登半島に特化した海況予測システムは、現在の天気予報と同様に、海洋現象を物理支配法則に従って数値的に解いている。そのため「海の天気予報」と呼ばれており、実際の漁海況と直接比較が可能であるため漁業者の感覚により近づくことが期待される。さらに漁業者が出漁前に陸地にいながら漁海況を把握することが可能である。

しかしながら、漁業者が海況予測システムからどのような情報を得て判断し、操業に役立っているかを明らかにした具体的な事例はない。したがって本研究では評価

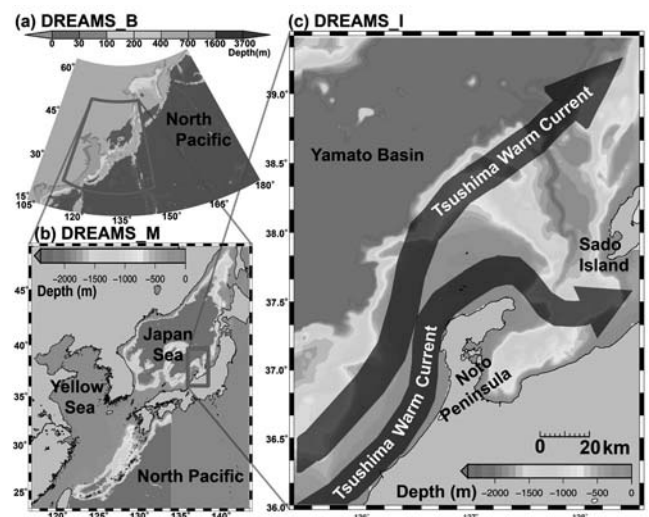


図1 DREAMSシステムによる予測海域

グリッド法を用いて海況予測システムの評価構造を明らかにするとともに、システムの基礎となる海洋科学的知見と漁業者の経験の関連性を明らかにする。

本研究では次の3項目を目的とする。1) システムを実際に利用している石川県の漁業者へ調査を行って利用方法や着眼点を明確にすること。2) どのような目的を達成するために海況予測システムから具体的にどのような情報を必要としているかを見出すこと。3) それらの結果をもとに改良改善する項目を抽出すること。

調査方法は図2に示すように面接法や非面接法が挙げられるが、本研究では事前に把握することができない多様な意見を漁業者から抽出するために面接法による調査方法を用いた。さらに面接法は、被験者が調査対象に対して抱く漠然とした印象や潜在的な価値観を対話の中から引き出す非構造化面接法や、質問内容は決まっているものの面接進行に応じて質問の追加や変更を行える半構造化面接法、質問項目をあらかじめ準備する構造化面接法に分類される。非構造化面接法としてはPAC分析法[4]などが挙げられる。PAC分析法は被験者が評価対象に関してカードに自由に記述し、それらのカードの直感的なイメージ上の距離を数値化した樹形図を作成して被験者の内面探索を行う分析法である。本研究では半構造化面接法の1つである評価グリッド法[5]を用いた。評価グリッド法は1986年に讃井らによってレパートリーグリッド法を発展させて開発された定性調査方法の1つである。この手法を活用することにより「人々が何に対して重要視しているか」を抽出することと、その重要視するに至った具体的な要因を調べることが可能である。

2. 海況予測システム

日本海全体を対象とする海況予測システムとして、九州大学応用力学研究所の日本海海況予測システム[6]や水産総合研究センター日本海区水産研究所のJADE[7]が運用されている。これらのシステムでは、いろいろな深

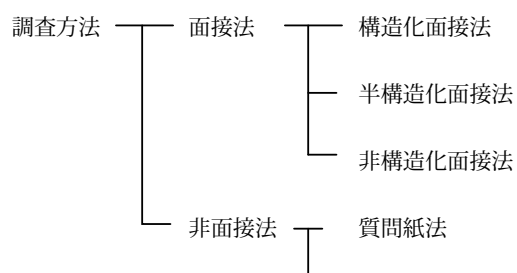


図2 調査方法の区分

さの水温や流れが予測されているが、石川県周辺海域で操業するために必要な海況情報としては水平解像度（約7～11km格子）では解像度が粗い。そのため、ネスティングとよばれるモデルの入れ子手法[8]を採用した高解像度（約1.5km格子）の沿岸海況予測モデル（DREAMS_I）が開発された。ネスティングとは、粗い解像度の大スケール計算領域のDREAMS_B（図1）から段階的に計算領域を絞りこみ、水平解像度を向上させていく手法である。この技術により石川県周辺海域に特化した海況予測システムが実現し、漁業関係者に海況予測情報を提供できるようになった。

石川県水産総合センターが開発した海況予測システムは2つのシステムから成り立っている（図3）。その1つは、沿岸漁業活動に直結する200m以浅の陸棚・沿岸域（以後、沿岸海域）の海況変動（流動場および水温の時空間変動）を、約1週間先まで精度良く予測できるDREAMSシステム（Data assimilation Research of the East Asian Marine System）と呼ばれる海況予測モデルである[9]。近年、モデルの改良とコンピュータの処理能力の向上によって、海況変動を地球流体力学の方程式（数値予測モデル）に基づいて時空間的に高分解能で予測することが可能な段階に達してきている[10]。もう1つは、予測した海況情報の配信システムである。このシステムには、海況予測データから漁業者に有益な情報を抽出し、分かりやすい図を自動作成する描画ルーチンが備えられ、漁業者はリアルタイムに携帯電話やPCなどを通じて、6時間ごとに更新される海況情報にアクセスできる。得た海況情報を基に漁業者は出漁時刻や場所、操業方法を最適化でき

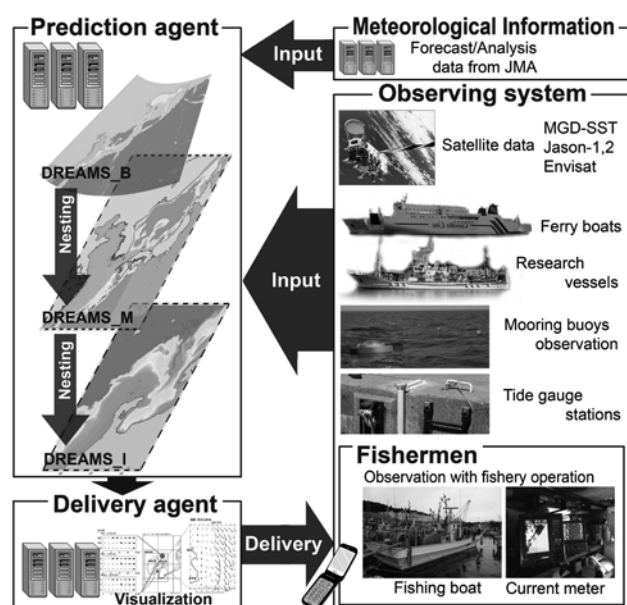


図3 海況予測システムの概要

る。その結果、無駄な出漁を回避し、適切な出漁時間や漁場、的確な操業方法を科学的根拠に基づいて選択し合理的な操業が実現できることと、燃油消費と労働時間のそれぞれが削減されて漁業操業が効率化できることが期待されている[1]。

3. 評価方法と面接調査

3.1 評価グリッド法

評価グリッド法はこれまで建築関係や製品開発等に使用されている。実際に評価グリッド法を用いて調査したものとして、インテリアや住環境[11],[12]、携帯電話のインタフェースやポータブルオーディオプレーヤのデザイン[13],[14]など多岐の分野で活用されている。

評価グリッド法の基本枠組は、人間の評価構造と呼ばれる情報処理メカニズムを仮定したことに特徴がある[5]。ここで評価構造とは、「良い-悪い」等、総合的評価判断に寄与している評価項目と、これらの間に存在する因果関係で構成する人の評価に関する仮想的な構造である。

評価グリッド法の基本となったレパートリーグリッド法[15],[16]は、複数の評価対象物の相違点もしくは類似点を回答してもらい、評価対象物の特徴と特性を明らかにする手法である。しかし多数の対象物の組合せや多くの被験者が必要となるので効率的ではない。

そこで、評価グリッド法では評価対象間の選好判断を先に行いその理由を尋ね、その判断理由に焦点を当てることで調査の効率化と冗長性の回避を実現している。

評価グリッド法は基本的には図4に示す3つの手順で行う。ただし、研究対象・目的に応じてこの3つの手順は自由に修正することが可能である[5]。

ステップ1ではエレメントの用意を行う。研究対象を相互比較できる形でさまざまな表現した評価対象を“エレメント”とする。研究目的に応じて図面や被験者のよく知っている事物・事象・環境をカードにメモしたものなどをエレメントとすることも可能である。

ステップ2の評価項目の抽出では複数のエレメントを被験者の前に提示し、被験者の嗜好によってエレ

メントを選択させ、なぜそれを好ましいと思ったのかを被験者自身の言葉によって抽出し記録する。被験者が評価項目を容易に見出せなくなった段階で他の評価項目の抽出に移る。

ステップ3でラダーリングを行う。ラダーリングではステップ2で抽出された評価項目を「なぜ好ましいのか」「どこが好ましい要因なのか」と質問を繰り返して評価構造を明らかにしていく。この質問の繰り返し方はラダーリングと呼ばれる心理学で行われる手法[16]である。

ラダーリングした結果は上位評価項目と下位評価項目の関係をネットワーク図として視覚化する。ここで上位評価項目とは被験者によって抽出された評価項目に対する価値観であり「なぜ好ましいのか」といった理由を質問することによって抽出された項目である。一方、下位評価項目とは「どこが好ましい要因なのか」といった質問によって抽出された項目で、評価項目の価値観を構成するための具体的な要素である。最下位の評価項目は主に定量評価が可能な計測・数値化できる項目となるようにラダーリングを行う。この上位評価項目・下位評価項目の関係をネットワーク図として視覚化する。さらに、下位項目を辿ることによって具体的な改善点や有用な機能を抽出することができるので、システムの改良や機能強化を行う個所を特定することが期待される。

本研究では評価グリッド法を用いて漁業者の海況予測システムの活用における評価構造を明らかにする。

3.2 聞き取り調査

本研究では石川県西海漁港を母港とするまき網漁を営

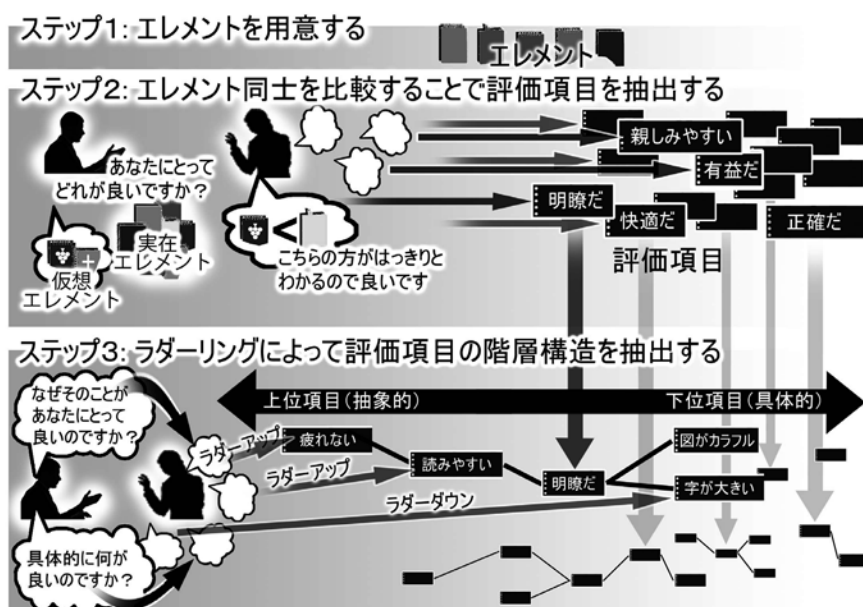


図4 評価グリッド法の手順

む漁業者3名および安部屋漁港を母港にする定置網漁を営む漁業者1名計4名の少人数に対して調査を行った。今回の面接では予備実験と位置づけ、少人数の被験者で評価を実施した。

被験者となる漁業者は日常の操業において海況予測システムを利用している。被験者には図5に示すような海況予測図を提示し、「なぜ海況予測図を利用しているのですか」と恒常的に海況予測システムを利用している理由を尋ねて評価項目の抽出を行った。一般的に評価グリッド法は複数の評価対象を比較し、その違いを明確化することで選考判断に用いた評価基準を明らかにする。しかし、ここで重要なのは“被験者に親近感のある評価対象”であることである[5]。海洋情報の閲覧記憶を対象者から引き出すことで、多数ある海洋情報のどれを見ているかを判定し評価対象とした。したがって本研究では、漁業者がこれまで閲覧したことのある衛星画像などの海洋情報の記憶と海況予測図を比較することで評価構造を明らかにする調査を行った。

次に「どのようなことに役立っていますか」と海況予測システムにおける有用性について述べてもらい、「その役立っていることが結果的にどのような恩恵をもたらしていますか」と上位概念の抽出を行った。さらに、「海況予測図のどこに注目していますか」と着眼点について質問を行い、「どうしてその着眼点が重要なのですか」と海況予測システムが提示する具体的な情報に相当する下位概念の抽出を行った。

3.3 評価グリッド法による評価結果

図6に評価グリッド法の結果を示す。図中の語句は回答から得られた評価項目を表す。各評価項目間の結線は質問を繰り返す中で関係づけられた評価項目の関係性を表す。左方向が上位評価項目を示し、右方向が具体的な下位評価項目を示す。複数の漁業者から同一の評価項目が得られた場合はまとめて同じ評価項目としたが、設問によって異なる評価項目が出た場合には分岐して表記した。

図6の中央に着目すると『操業漁場を決定できる』、『操業の可否を判断できる』という評価項目がある。それらの項目から下位の評価項目に派生した関係性に注目すると中央の評価項目を達成するための具体的な評価項目が分かる。最下位の評価項目は上位へと単一の関係性を持つのではなく、他の評価項目とも密接に関係している。最上位の評価項目から最下位の評価項目を俯瞰すれば、

漁業者の暗黙知を知ることができる。最上位評価項目の『漁場予想が楽になる』を例に挙げると、下位へパスをたどると10個ある最下位評価項目のうち7個にたどり着く。たとえば『表層と下層の流速差が分かる』や『表層と下層の流向が分かる』といった項目であり、この2つの情報は『網が流される潮かどうか分かる』ための判断材料となっていることが分かる。他の5個の最下位評価項目も、最上位評価項目の『漁場予想が楽になる』を達成するためには『観測がない漁場の潮が分かる』ことが海況予測システムには必要で、そのため具体的には『漁場の30m以浅における流速と水温の時間変化が分かる』や『30m以浅における流向が対馬暖流と同じかどうか分かる』など潮流に関する情報を漁業者は海況予測システ

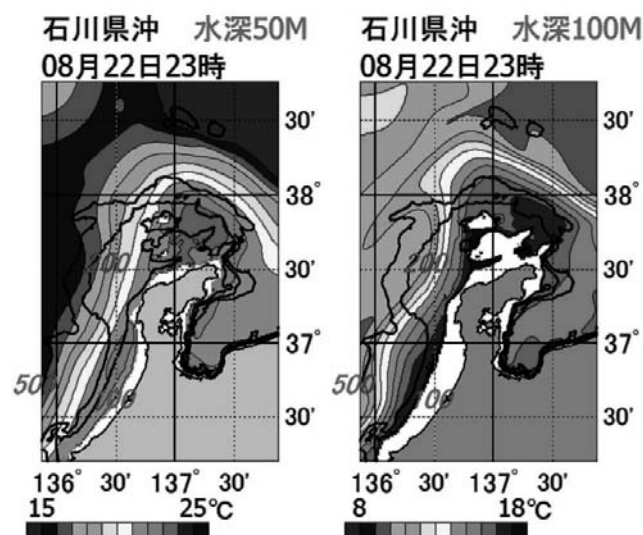


図5 (a) 携帯電話画面に表示される予測海面水温

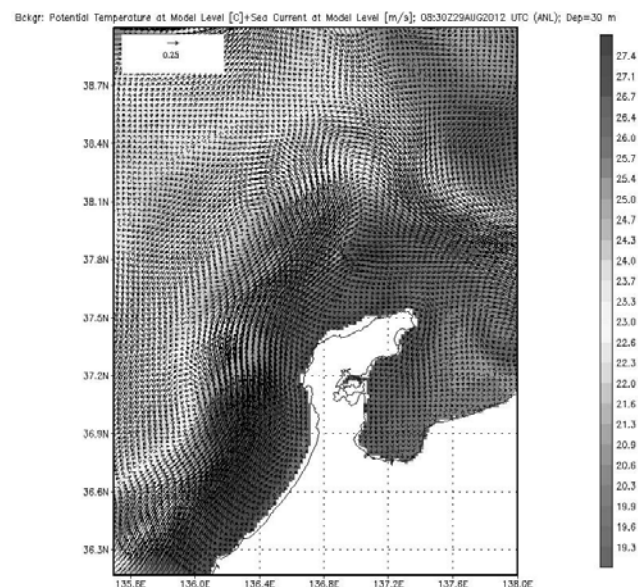


図5 (b) PCに表示されるDREAMS Webサイト上の水深30mにおける水温(°C)と流速場(m/s) (2012年8月29日午前8時30分)

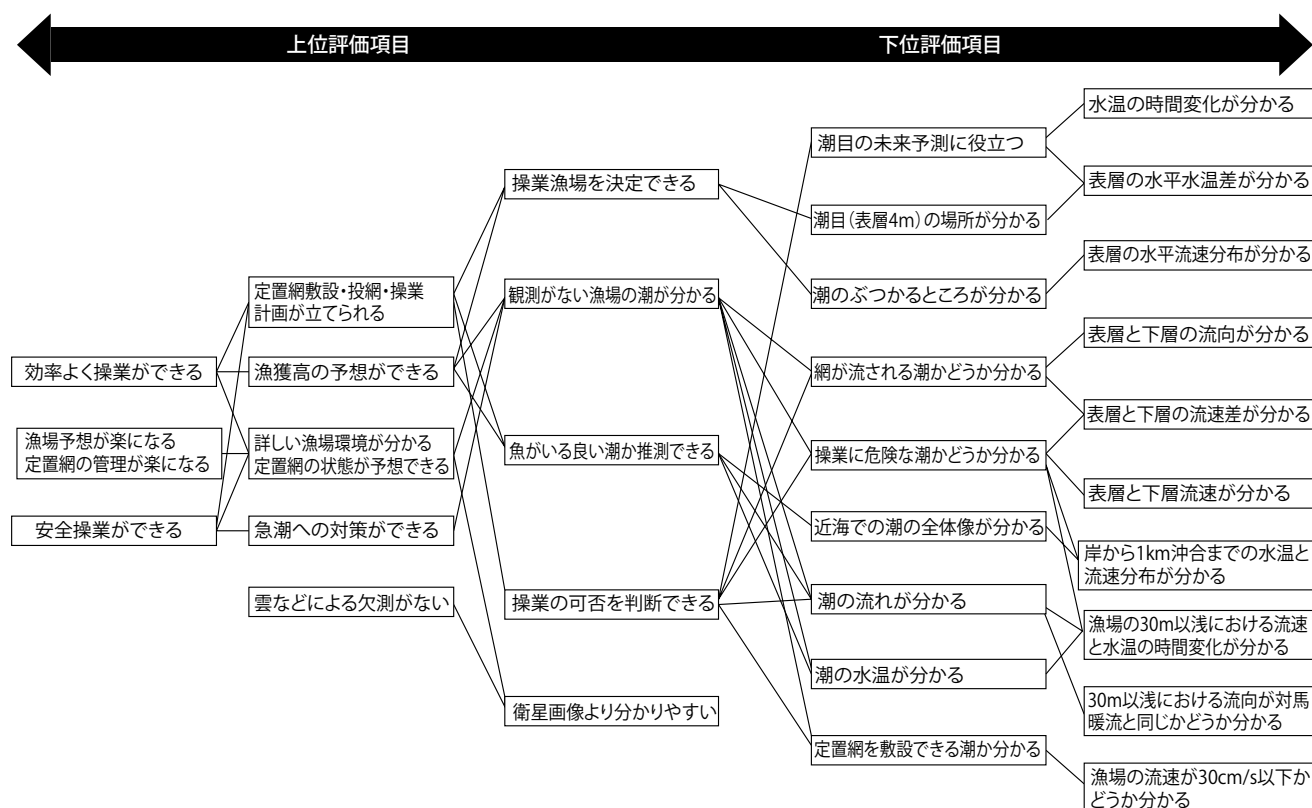


図6 評価グリッド法による結果

ムから得ている。つまり、上位項目の目的を達成するために具体的な下位項目に着眼しているといえる。漁業者は漁場を予測するために面的な潮流を経験的に予想してきたが、海況予測システムを用いることで科学的かつ視覚的にも潮流を把握できるようになっていることが評価グリッド法により明らかになった。

漁業者は少ない燃料と水積載で、網が絡まったり流されたりしないように操業することを要望している。漁業者の安全かつ効率的な操業を行うという要望を満たすために本システムは活用されていると言えるので、海況予測システムは当初の目的を果たしていると言える。

3.4 評価結果と海況予測システム計算結果との対応

漁業者はこれまで好漁場の推定に、米国海洋大気庁 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) から入手できる気象衛星の海表面水温画像に頼っていたが、海雲が広範囲に分布する場合は欠測となるため利用できなかった。現在は、天候に左右されない海況予測システムから得られる時空間的に高解像度な海表面水温データも利用することで好漁場を把握していることが図6の『衛星画像より分かりやすい』という評価項目から分かった。このことは、衛星画像による海表面水温情報は漁業者にとって広範囲な水温情報を得る唯一の情報だったが、海況予測システムという利用可能な情報の選択肢

が1つ増えたのだと言える。また、海況予測システムの水温情報は能登半島のごく狭い領域を正確かつ詳細に表現しているため漁業者の感覚にも合致していると考えられる。

次に、漁業者は潮目の予測や確認を行うために海況予測図を利用している点を『潮の流れが分かる』や『潮のぶつかる場所が分かる』といった評価項目を挙げているところから読み解くことができる。水温差があり潮の衝突する潮目は良好な漁場となることが多い。潮目は一般的に水上から観察すると海水の色や透明度が異なっている。漁業者への面接において「海況予測図を見るときに着眼点はどこですか?」という問いに対して「表面水温や水平的に水温差のあるところ」という回答が得られた。この回答について「どうしてその着眼点が重要なのですか?」という問いに対しては「表面水温の水平水温差が潮目だから」という回答が得られた。すなわち漁業者の回答を具体的に捉えると水平距離10～20kmの間で水平水温差が2～5℃である水温前線として捉えられる。このような潮目を操業前の陸地にて海況予測図から推定することで操業計画や操業実施判断に役立てている。つまり漁業者は潮流や温度変化など海況の詳細な情報を入手して漁場を探索するために海況予測システムを活用している。また、水温や水深によって漁獲できる魚種が異なるため、漁獲高の予想の判断としても水温図の

水平水温差を利用しているとの回答もあった。

さらに、安全な操業を行うために水深による潮流速度の差に注目していることが分かる。まき網漁の漁業者への面接において海況予測図を活用している理由を尋ねたところ「網が流されるか分かるから」という回答が得られた。この回答について具体的に海況予測図の何を見ているか質問したところ「海面付近と網を入れた深度における流速差と方向」を海況予測図から得ていることが分かった。評価結果を見ると、最上位項目である『安全操業できる』と下位項目の『表層と下層の流向が分かる』『表層と下層の流速差が分かる』『表層と下層流速が分かる』などといった評価項目に関連付けられていることが読み取れる。まき網漁では海面から海底までの網を垂らして網で魚群を巻くようにして漁獲する。そのため、海表面では潮の流れが穏やかでも、水深の深いところで潮流速度が速い場合には（またその逆の場合でも）安全に操業が行えない。こうした知識に基づき、安全な操業を行うため漁業者は上下の潮の速度差に注目していることが分かった。

4. 考察

4.1 評価結果の学術的解釈

本評価結果から、漁業者の評価構造下位概念の項目と海洋科学的知識が一致するという側面が見出される。たとえば、下位概念『表層と下層の流速差が分かる』という漁業者が注目している項目は、海洋物理学では鉛直流速シアという用語と等価である。このことは、具体的な物理量を提供する海洋予測システムと、漁業者の評価構造を抽出する評価グリッド法の2つの手法を用いれば、これまで曖昧だった漁業者の経験的知識を海洋科学知識と物理統計量にほぼ置き換え可能であることを示唆している。たとえば、最下位概念に現れる項目の中では、『表層と下層流速が分かる』『表層と下層の流向が分かる』『表層と下層の流速差が分かる』が物理統計量に該当する。これらの観測可能な諸要素から分かる物理現象は、海洋物理学的にはエクマンスパイラルなどに相当するだろう。漁業者への面接から上下層の流速差は巻き網漁では0.2ノット、定置網では0.5ノットまでが操業の限界との回答が得られた。これらの定量的な上下層の流速差は、漁業者の経験的知識から判断される安全操業のための鉛直シアの閾値である。海況予測システムによって鉛直シア分布も時空間的に密に予測できるため、今後、これらの漁法別の閾値を海流の予測情報に加味して提供す

ることが重要であろう。このように、海況予測システム開発者または海洋学者は、評価グリッド法を用いた面接によって、漁業者に向けてどのような予測情報を提供すればよいのかを知ることができる。また、鉛直シアが大きくなる原因を力学的にシミュレーション結果から解析することも可能であり、学術的新発見につながる可能性もある。つまり、ユーザ（漁業者）と開発者（海洋学者）によるフィードバックによって2つの業界でシナジー効果が期待できる。

4.2 漁業者向け評価グリッド法の発展性

本研究結果は、評価グリッド法によって漁業者の経験や勘といった暗黙知と、安全・効率性の指標として抽出された物理量（たとえば鉛直シア）の関連性（評価構造）を評価グリッド法によって定量的に扱えることが可能になることを示唆している。予測・記録された流速差や水温差などの下位概念の物理統計量が、どのような関連性を経て上位概念の『安全操業ができる』などの項目に代表される安全性・効率性の指標として提示されるかを理解することができる。いままでは口述や体験によってのみ獲得していた安全かつ効率的な操業を行うための技能を、秘匿されることなくデータや図といった誰にでも分かる形式知に変換することによって、就業人口が減少している漁業界において、将来の漁業者に確実に受け継ぐことができることは漁業者にとって有益である。つまり、漁業者の後継者育成・漁業技能水準の全体的な向上にも海況予測システムと評価グリッド法の組合せは有用であると考えられる。

今回はまき網漁と定置網漁に従事している漁業者に協力いただいたが、漁法には多様な種類があり捕獲する魚種によって異なる。漁法によって海況予測の着眼点は異なるので漁法別に漁業者へ面接を行い評価構造を明らかにする必要がある。

一方、評価グリッド法は大まかな質問内容を決めて面接を行う。調査者の力量や主観による影響が少ないので、コンピュータによる自動化も期待できる。コンピュータを用いた評価グリッド法の先行研究としてはWeb上に評価対象を表示して電話調査をする方法によって、地理的・時間的制約を排除する方法を山川らが実施している[17]。本研究でコンピュータを用いた評価を行うために、予測システムのWebサイトを拡張してアンケート項目を設け、予測システムと評価グリッド法による不特定多数の調査も可能である。評価グリッド法は多数の被験者を準備なしで評価対象に対する評価構造を明らかにする

ことができる。しかし漁業はさまざまな手法や海域によって評価構造が異なることが考えられる。この海況予測システムを広く普及させて日本の漁業の振興に役立てるためには、より多く地域や漁法の漁業者に対して海況予測システムに対する評価構造を明らかにする必要があると考えられる。

4.3 IT 技術による今後の漁業の支援

本研究によって今後の漁業に海況予測システムが有効であることを示したと考えている。一方我々は現在高精細大画面ディスプレイを用いた情報表示システムを開発している。これは多種多様な情報を一元的に表示し、複数人が大画面に提示している情報についてディスカッションできる環境である。図5は海況予測図の提示デバイスの事例としてPC画面と携帯電話の画面に表示した海況予測図を示したが、携帯電話は手軽である反面詳細な情報の表示が困難である。一方、PCの画面は解像度の高い画像が表示できる一方で操作に慣れていない漁業者もいる。そこで、携帯電話並みの操作性で高解像度の予測図を表示できるユーザインタフェースも合わせて開発している。

この表示システムに海況予測の結果を提示して漁業に活用することで次のようなシナリオが考えられる。漁港の事務所に高精細大画面ディスプレイを設置し、海況予測の図を提示して操業のブリーフィングを行う。操業ポイントとなる海域の詳細情報を漁船のストレージにあらかじめダウンロードしておく。操舵室にも高精細ディスプレイを組み込み、刻々と変わる潮の状況と海況予測の図を照らし合わせながら操業ポイントの探索を行う。このような最先端技術を駆使した操業方法も海況予測システムの進化とともに今後可能になると期待できる。

5. まとめ

海況予測システムを実際に利用している漁業者に対して評価グリッド法を用いて海況予測システムに対する評価構造を明らかにした。漁業者は安全にかつ効率的な操業を行うために水平水温差と鉛直流速差に注目して海況予測システムを利用していることが明らかとなった。

漁業者はこれまで経験や伝承によって良質な漁場を探索していた。本研究では被験者4名という少ない被験者数であるにもかかわらず、このような漁業者の暗黙知を明文化し数値化できる形式知に変換できる可能性を見出したので、後継者に漁場探索のノウハウを伝承すること

ができると期待できる。

今後は本研究で抽出された定量化できる項目を基に他漁種の被験者や船団長以外の被験者を増やして調査すれば、指標化された統計量の信頼性や予測システムの使用法の多様性を担保できると期待される。また、評価グリッド法で得られた下位概念の水温差と潮の速度差をより分かりやすく海況予測図を表示するシステムの改良を検討する。

今回の評価グリッド法を用いた評価構造の抽出では、少ない被験者で評価を行ったので、厳密な評価構造を得られていない可能性がある。今後はより多くの被験者に対して面接を行う必要がある。また、本研究では定性的な評価構造を俯瞰することを目的としたので各評価項目の因果関係の強さは調べられていない。評価グリッド法で得られた各評価項目に関して重要度を被験者に答えてもらい、この回答を基に分析することによって因果関係の強さを調べることができると期待される。これらの定量的な因果関係を調べることによって海況予報システムを改良する際の優先順位や、より有用性の高いシステムへ改善する手がかりになると考えている。今後はこのような評価グリッド法の発展的活用についても検討を行う。

謝辞 本研究の一部は独立行政法人情報通信研究機構の高度通信・放送研究開発委託研究／革新的な三次元映像による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発の一環としてなされたものである。インタビュー調査にご協力いただいた漁業者各位および石川県水産総合センターの大慶則之氏、辻俊宏氏に感謝の意を表す。九州大学応用力学研究所で配信されている日本海海況予測システム DREAMS_I の画像データの使用に関して、広瀬直毅教授をはじめとした関係者、スタッフの方に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 大慶則之, 辻 俊宏, 千手智晴, 広瀬直毅, 中田聡史, : 能登半島周辺海域の海況予報の新たな取り組み, ていち, No.118, p.53-60 (2010).
- 2) 印 貞治, 島 茂樹, 中山智治: 下北沖海域における海況予測システムの構築, 海洋, 海洋出版, Vol.37, No.9, pp.674-680 (2005).
- 3) 田村 仁, 早稲田卓爾, 宮澤泰正: JCOPE の応用と展開, 海洋海洋出版, Vol.38, No.7, pp.475-479 (2006).
- 4) 内藤哲雄: PAC 分析実施法入門, ナカニシヤ出版 (2002).
- 5) 讃井純一郎: レポートリー・グリッド発展手法による住環境評価構造の抽出, 日本建築学会計画系論文報告集, pp.15-22 (1986).
- 6) 日本海海況予測システム, <http://dreams-i.riam.kyushu-u.ac.jp/vwp/>
- 7) JADE, <http://jade.dc.affrc.go.jp/jade/>

- 8) Nakada, S., Hirose, N., Senjyu, T., Fukudome, K., Tsuji, T. and Okei, N.: Operational Ocean Prediction Experiments for Smart Coastal Fishing, Progress in Oceanography (2013).
- 9) Hirose, N.: Data Assimilation Research of the East Asian Marine System, Kaiyo Monthly, Vol.42, No.19, pp.574-581 (2010).
- 10) Ko, D. S., Martin, P. J., Rowley, C. D. and Preller, R. H.: A Real-time Coastal Ocean Prediction Experiment for MREA04, Journal of Marine Systems, Vol.69, No.1-2, pp.17-28 (Jan. 2008).
- 11) 高橋浩伸, 大井尚行: インテリア空間における美的価値観と評価構造: 現代日本人の建築空間における美意識に関する基礎的研究, 日本建築学会環境系論文集, No.615, pp.59-64 (May 2007).
- 12) 武藤 浩, 興水 肇, 原田鎮郎, 佐久間護: 7342 建築物の壁面緑化に関する研究: その2 一般人の評価構造に基づく計画上の課題の抽出 (都市緑化, 都市計画), 学術講演梗概集 F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題, Vol.2001, pp.683-684 (2001).
- 13) 中本和宏, 小野健太, 渡邊 誠: 携帯電話のインタフェースデザインにおけるパターンの抽出方法: ユーザ視点からみた構成要素の利用可能性, デザイン学研究, Vol.57, No.1, pp.1-8 (2010).
- 14) 関口 彰, 嶋 暁人, 井上勝雄, 伊藤弘樹: 多変量解析とラフ集合を用いた携帯音響製品のデザイン評価構造分析, デザイン学研究, Vol.54, No.1, pp.49-58 (May 2007).
- 15) Fay Fransella, R. B. and Bannister, D.: A Manual for Repertory Grid Technique, Cambridge Univ Press (2004).
- 16) Hinkle, D. N.: The Change of Personal Constructs from the Viewpoint of a Theory of Implications, PhD Dissertation, Ohio State University (1965).
- 17) 山川義介, 天辰次郎: 動画付き IP 電話を利用した評価グリッド法: テレビ電話, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集, Vol.31, pp.16-17 (Sep. 2003).

久木元 伸如 (正会員) kukimoto.nobuyuki.6n@kyoto-u.ac.jp
2007 年京都大学大学院博士課程単位満了退学. 博士 (工学). 京都大学学際融合教育研究センター所属. パーチャルリアリティ, CSCW, ユーザインタラクションに関する研究に従事. 日本バーチャルリアリティ学会, 芸術科学会各会員.

中田 聡史 (非会員) snakada@maritime.kobe-u.ac.jp
2008 年九州大学大学院総合理工学府博士後期課程修了. 博士 (理学). 神戸大学 海事科学研究科所属. 津波や急潮などのマリンハザードの減災に直結した教育研究に従事. 日本海洋学会, 日本水産海洋学会, 日本シミュレーション学会, 日本地球惑星科学連合, アメリカ地球物理学連合各会員.

投稿受付: 2013 年 10 月 24 日

採録決定: 2014 年 4 月 22 日

編集担当: 小橋喜嗣 (NTT アドバンステクノロジー (株))