

スマート水産業とデータ連携

— 人工衛星と水産業をつなぐ研究と技術 —

一般社団法人 漁業情報サービスセンターシステム企画部長

齋藤 克 弥

1. はじめに（日本の漁業の現状）

日本の漁業は燃油高騰や就労者の高齢化など数多くの問題を抱えているが、その中でも魚が獲れないという根本的な問題がある。図-1は1970年代からの日本の水産物の生産量の推移である。日本の水産物の生産量は1984年をピークに、90年代から減少傾向にある。これは200カイリ時代の到来とともに遠洋漁業が衰退したことや、ピークを支えたマイワシ資源が減少したことなど、複数の要因が関係している。水産資源の変動の背景には水温等の海洋環境の変化があり、

地球温暖化のように海自体が以前と変わりがつつあることが示唆されている。

一方で、SDGsや、カーボンニュートラルへの対応（ブルーカーボン生態系の維持）、食料自給率の向上など、水産を取り巻く社会的環境も大きく変化している。SDGsの14項は「海の豊かさを守ろう」となっており、具体的には水産資源の持続的利用に向けた努力やIUU漁船対策などが挙げられている。さらに近年はブルーカーボン生態系の維持も大きくクローズアップされている。海洋に固定されるCO₂はブルーカーボンと呼ばれており、このCO₂を吸収するのが藻場などの海藻が群集するエリアである。

これらの背景から、水産庁は漁業法の大改正を2018年に実施した。この改正では、漁業許可制度の見直しや漁村の活性化など水産のさまざまな問題への対応が図られているが、重要項目として水産資源評価の高度化およびに水産業の成長産業化が挙げられている。この二つの実現に必要な不可欠なのがスマート水産業の推進である。

2. スマート水産業

スマート水産業とは、「ICTを活用して漁業活動や漁場環境の情報を収集し適切な資源評価・管理を促進するとともに、生産活動の省力化や操業の効率化、漁獲物の高付加価値化により、生産性を向上させる」（水産庁HP）ことである。具体的には、魚の漁獲情報や水温などの海洋環境情報を、インターネット等を使ってリアルタイムで収集・解析し、収集されたデータや解析結果をすぐにスマートフォンやタブレットで閲覧可能にする、更に関連する情報を幅広く連携させたり、AIなどを活用して新しい情報や価値を生み出すことである。その成果は、水産資源の評価等に活用されるとともに、海や漁業の見える化や水産業の成長産業化に資するものである。図-2にスマート水産業のイメージを示す。水産庁ではこの取り組みを推進するための事業を多数展開している。その一つが図-3に示す水産業データ基盤構築事業で、各地域で海洋環境データや漁獲データのデジタル化、データ連携などを具体的に進めてきた。

スマート水産業は先行するスマート農業と類似する部分もあるが、大きく異なる部分がある。水産養殖については、特定の場所に養殖設備を設置して運営することから、農場・圃場の概念に近い。スマート農業のノウハウが比較的応用しやすい。一方、日本の水産業の主軸である漁船漁業については、移動・回遊する魚類を対象としていることから、その魚

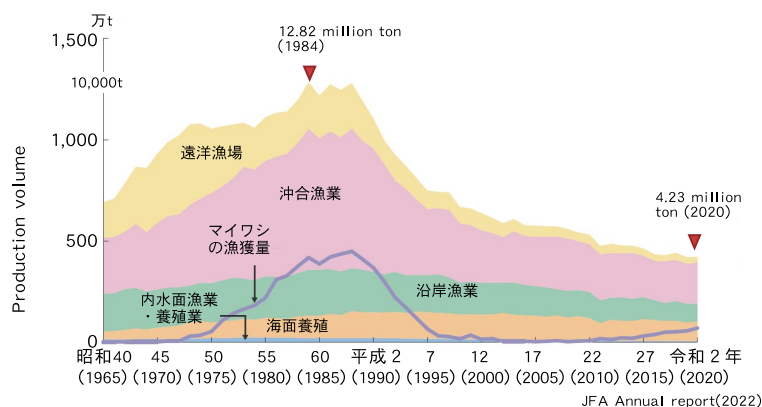


図-1 わが国の漁業・養殖業生産の推移



図-2 スマート水産業のイメージ

の資源状態を把握して、乱獲にならないように注意する必要がある。そのため、まず対象資源の資源状況を正確に把握することが必須となる。ここはスマート農業とは異なる点である。無計画に漁業の効率を高めれば、資源枯渇を招く可能性も出てくる一方で、スマート水産業に関わる各種技術や取得されたデータを有効に活用すれば、資源状態の把握の精度向上に資することも期待される。

3. 人工衛星とスマート水産業

さまざまなデータを連携・統合して新しい価値を創造することはスマート水産業の分かりやすい取り組み例である。気象情報など、水産業と連携するデータは数多くあるが、衛星データは沖合漁業を中心に1980年代から連携の取り組みが進められてきた。魚は変温動物であるため周囲の水温が成長・成熟や回遊に直接影響する。このため、魚には種類ごと時期ごとに生育しやすい水温（適水温という）があり、これまでも多くの魚でその温度が研究されてきた。また水温が急激に変化する「潮境」は漁場ができやすいが、これは「北原の法則」と呼ばれ大正時代から現在まで漁場探索の基本原則となっている。このような水温や潮境や海流といった海洋環境を衛星によりモニタリングして、漁場探索や水産海洋研究に活用しようというのが衛星と魚を繋ぐ基本的な考え方である。この取り組みは1970年代後半から米国で始まり、同時期に日本でも同様の研究がスタートしている。研究が始まった当初は、海面水温画像が研究開発の対象であった。これには、安定的な衛星の打ち上げが保証されていた米国のNOAA衛星シリーズによりデータ取得・蓄積されていたことが大きい。現在は植物プランクトン（クロロフィル）濃度、海流（海面高度）など、さまざまな海の情報が衛星から観測可能となっており、更なる技術開発が進められている。

図-4はJAXA(宇宙航空研究開発機構)が2017年に打ち上げ、現在も高品質のデータを取得し続けている「しきさい」が撮影した東北海域の海面水温画像(左)およびクロロフィル濃度画像(右)とサンマおよびカツオ漁場のマッチアップ例である。「しきさい」は正式名称がGCOM-C、搭載する主センサーがSGLI(多波長光学放射計)で、可視光域と赤外域を同時に、高い解像度と比較的高い頻度



図-3 水産業データ基盤構築事業の取り組み

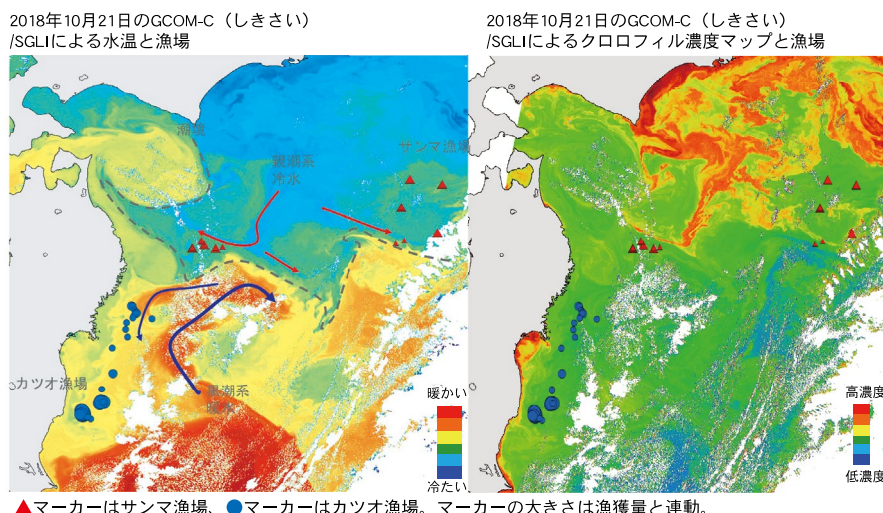
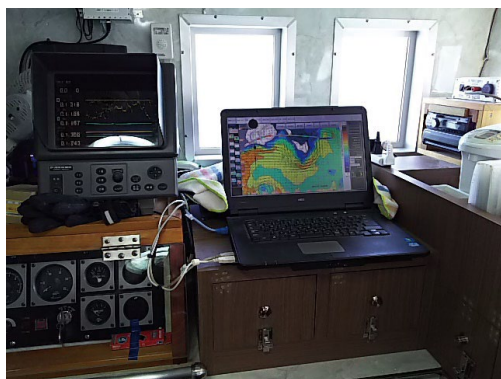


図-4 「しきさい」と漁場

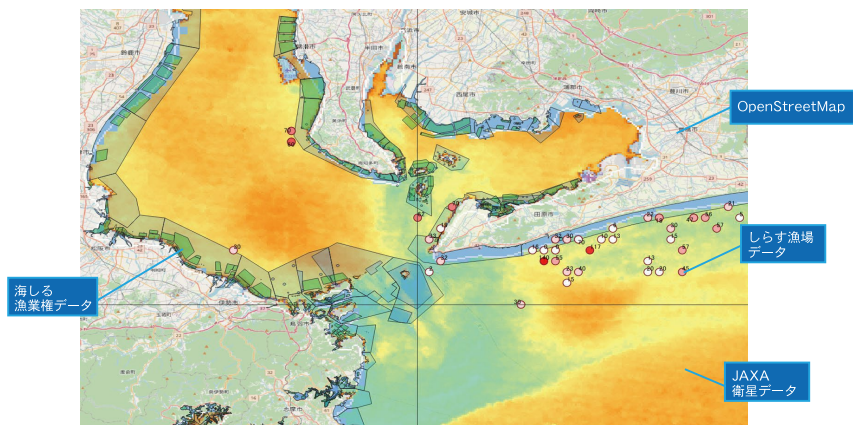
で取得することを可能にした高性能センサーである。赤外域を観測することで海面の温度を測定し、可視光を観測することで海の色の違いを測定することができる。海の色は沖合域では主に植物プランクトン(クロロフィル)の量で変動することが知られており、海色から植物プランクトン量を推定することができる。図-4の東北海域は世界三大漁場とされているが、これは豊富な熱を運ぶ黒潮および黒潮系の暖水と、豊富な栄養塩類を運ぶ寒流系の親潮が混合することでプランクトン等の低次生産性が高く、それを食べる魚等が集まり、好漁場が形成されやすい海域となっている。図-4左では水温が高いほど暖色、低いほど寒色で配色しており、黒潮系の暖水(暖色)が南側に広く分布する一方で、親潮系の冷水

(寒色)が釧路沖から広く南下するのを見ることができる。一方、図-4右では、植物プランクトン量が多いほど暖色、少ないほど寒色の配色となっており、水温とは全く逆の配色の図となっているのが分かる。栄養塩類を多く含む親潮系の水は高植物プランクトン海域、逆に南側の植物プランクトンの少ない水は黒潮系の暖水域となっている。一方、漁場については、カツオ(青い●マーカーが漁場)、サンマ(赤い▲マーカーが漁場)とも回遊魚であるため広範囲に回遊するが、この時期、冷水域を回遊するサンマは親潮域に漁場が形成されているのが確認できる。一方カツオは暖水性魚類であることから黒潮系の暖水が分布している海域に漁場が形成されているのを見ることができる。



高精度水温図や気象情報を洋上の漁船で見ることが出来るシステム
2008年よりスタート
夜間可視画像、海面高度などさまざまな情報を一元的にみることが可能

図－5 漁船のブリッジに設置された情報端末（エビスくん）



海上保安庁の「海しる」、JAXAの「しきさい」が観測した水温、オープンストリートマップ、水産試験場が収集した漁場データ（協力：愛知県漁業生産研究所）の連携

図－6 WebAPIやGISを利用したデータ連携

衛星データや調査船による現場観測データを操業の現場で役立てるためには、洋上の漁船からパソコンやタブレットでこれらの情報を簡単に閲覧できるようにする必要がある。携帯やタブレットの普及、洋上通信環境の向上もあって、最近はこのような情報サービスを行うベンチャーやスタートアップが複数参入しつつある。図－5は実際に漁船に搭載された漁海況情報閲覧のための情報端末（漁業情報サービスセンターの情報サービスである「エビスくん」）である。

本稿では、海面水温画像、植物プランクトン量画像について説明したが、この他にも表層の流れを観測できる海面高度計画像、夜間の光を観測することで集魚灯を使う漁船の位置を見ることができる夜間可視画像、洋上の船をレーダーで検知する合成開口レーダー画像など、多種多様な衛星データの水産分野での実用化や技術開発が進められている。

4. スマート水産業とデータ連携

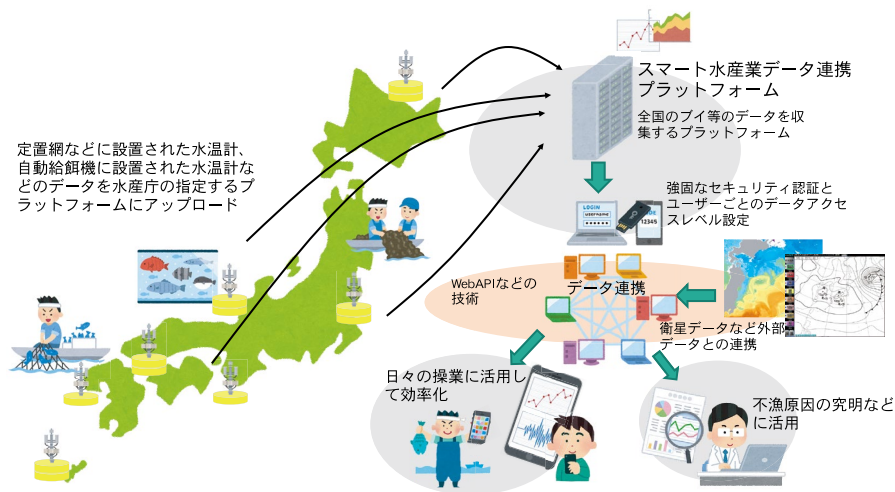
スマート水産業の重要ポイントであるデータ連携について、各種のデータを実際に連携させた例について説明する。図－6は伊勢・三河湾で「しきさい」が撮影した海面水温画像、オープンストリートマップの陸地データ、海上保安庁の「海しる」が提供する漁業権のデータ、さらにこの海域で操業するしらす漁を行う漁船の情報（愛知県漁業生産研究所提供）をGISで重ね合わせたものである。ここではデータ連携にあたりWebAPIの技術が使われている。WebAPIはhttpなどのインターネットプロトコルを使って、各

機関が用意する外部から利用可能なプログラムを、別のプログラム（この例ではGISソフト）などから利用できるように共有するインターフェースのことを指す。WebAPIは通常のデータのダウンロードにおける操作等を簡略化できることから、TwitterやGoogle Mapなどで広く使われている技術である。これまでは図－6のようなGISマップを作ろうとした場合、まず各機関のHPにアクセスし、パラメータを入力してデータをダウンロードして、これをローカルのGIS上で連携させるのが作成の流れであった。WebAPIを利用することで、GISソフトからクリック操作のみでこの図を作ることが可能となっている。

スマート水産業では各種のデータをオンラインで収集して活用する技術開発が進められており、図－3に示した例では、タブレット等による漁獲データの入力や漁場や定置網近傍に設置したブイの水温計でリアルタイムの水温を取得するなどの技術開発が進められた。特に水温などを観測するブイは、以前から水産の現場では導入が進められてきたが、スマート水産業の本格化とともに積極的なブイの導入や新規参入事業者が増加している。これは養殖など沿岸を中心に漁業・養殖業でスマート化が進んでいることが要因として考えられる。沿岸の場合、4Gや5Gの通常の携帯回線につながるため通信環境が良く料金を気にする必要がないこと、沖合漁場と違って施設が陸から近いのですぐに設置場所に行けることが理由として挙げられる。通常の携帯電話の回線が活用できること、陸から近いことで素早いトラブル対応や、新しい技術を

すぐにインストールすることが可能な点は、ベンチャー等にとっては魅力あるフィールドであり、KDDIやNTTドコモなどの大手も参入している。

全国にある水産関係のブイは、導入や開発した業者がバラバラで、ブイごとに観測項目や観測水深が異なっている。図－3の取り組みではこの全国のブイのデータを簡単に連携できる仕組みを構築した。それがスマートブイネットワークである。図－7にスマートブイネットワークのイメージを示す。スマートブイネットワークでは、あらかじめブイのマスター情報を作成し、設置場所やセンサーの種類などのスタティック情報を登録しておく。測定データを受信するスマートブイサーバーは、送られてきたメールアドレスや件名等からブイを特定し、そのマスター情報を参照してメールを解析し、データベースに登録する。利用者は予めスマートブイネットワークへの参加資格を得た上で、操作可能なAPIを使ってデータにアクセスする。ごく最近までブイの導入業者とデータ閲覧アプリ開発業者は別々な場合が多かったが、新規参入事業者の多くは、ブイの導入とアプリ開発をセットで提供している。また、クラウド上にシステムが構築されることも多く、ブイデータをアーカイブするサーバーを用意する必要もない。ブイ導入者は自分が設置したブイの情報をスマートフォンアプリで簡単かつ詳細に見ることが可能となっている。更にスマートブイネットワークに参加することで、自分の設置したブイ以外のブイのデータも閲覧可能となるため、利活用の幅が大きく広がると期待される。



図ー7 スマートブイネットワークのイメージ

5. スマート水産業の先の未来へ

現在、スマート水産業は水産分野における研究開発の大きなトレンドとなっているが、具体的な利活用が進んでいるのはまだ一部である。今後も沖合から沿岸まで、洋上から陸上まで多くの水産関連事業でスマート化が浸透していくと予想される。最近では、スマート化の先を見据えた取り組みや応用も見られるようになってきた。

令和4年3月に発表された水産基本計画では、「海業」という言葉が使われている。海業とは水産業をベースとして「海や漁村の地域資源の価値や魅力を活用する事業」のことを指している。スマート水産業の目指す海の見える化と水産業の成長産業化は、海業との親和性が高い。スマート水産業の推進によって作られる情報インフラを有効活用することで、産直や地域観光業・飲食業などとの連携が容易になり、新しいビジネスの創造や地域振興に資することが期待される。海や漁業をより身近なものとして可視化するにはスマート水産業は最適である。

同様にブルーカーボン生態系維持や洋上風力発電との連携も考えられる。ブルーカーボンによるCO₂排出削減は水産業に限らず今後の日本の産業に直結した問題であり、沿岸を中心とする情報ネットワークの構築や藻場などの沿岸環境データの取得と連携において、スマート水産業の取り組みとの親和性が高い。元々藻場や干潟は海洋生態系を維持する上で重要性が高く、その保全は水産庁の重要な施策の一つであったが、近年ブルーカーボンが注目されるに至り、その

重要性が更に高まりつつある。ブルーカーボン生態系のモニタリングにはスマート水産業の技術やデータは連携しやすい。加えて衛星リモートセンシングは環境省でも藻場干潟のモニタリングに活用しており、リアルタイムモニタリングに有効であると考えられる。

洋上風力発電についても同様で、発電設備の構築にかかる海洋環境アセスメントや漁業への影響評価、構築後のモニタリングにおいて、スマート水産業や衛星リモートセンシングは連携の余地が多い。現在、経済産業省などを中心に進められている洋上風力発電地域選定において、水産業との共生が重要項目の一つとなっている。風力発電設備を中心とする海域の海面利用には、漁礁としての機能に加え、水産関係施設や漁船の再生可能エネルギー利用などにもつながることが指摘されているほか、前述の海業とも連携して地域振興の要になることも考えられる。

6. おわりに

本稿ではスマート水産業について、特に衛星データを中心とするさまざまなデータと水産のデータとの連携について解説した。本稿では詳しく触れなかったが、ホタテ養殖やブリ養殖など、円安の恩恵もあって養殖業は輸出が好調なものも多く、これからの日本の水産業を支える柱になることが期待される。養殖施設は陸に近いことから通信環境が良いためスマート化との親和性が高い。

衛星およびセンサーの技術開発については、近年、高解像度化、高頻度化が急速に進みつつあり、特に大きな流れとなっているのが安価な小型衛星を大量に投入して構築する衛星コンステレーション、複数の解像度の違う衛星を組み合わせ

たマルチリモートセンシングである。現在は陸域を中心にこの技術開発が進んでいるが、沿岸域での高解像度・高頻度衛星観測は赤潮対策、気象災害対策など水産におけるメリットも大きい。

最後に、水産業のスマート化には注意しなければならない点も多数ある。特にデータ連携については、データを出す側と使う側の間でのルール作りが重要である。提供したデータが目的外に勝手に使われた、海外にデータが流出した、といったトラブルが発生する可能性があり、これに対処するための合意形成、契約関係をしっかりと定めておく必要がある。これについて、水産庁では「水産分野におけるデータ利活用ガイドライン」を制定している。

【参考 URL】

- 1) 漁業法改正: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/kaikaku/suisankaikaku.html>
- 2) スマート水産業について: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/kenkyu/smart/>
- 3) 「しきさい」について(JAXA): https://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_c/
- 4) スマート水産業の取り組み(KDDI): <https://tobira.kddi.com/pickup/smartfisheries/>
- 5) スマート水産業の取り組み(NTTドコモ): <https://journal.ntt.co.jp/article/14213>
- 6) 水産基本計画について: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/press/kikaku/220325.html>
- 7) 洋上風力発電: https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/index.html#sentei
- 8) 水産分野におけるデータ利活用ガイドライン: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/kenkyu/smart/>