

## 漁撈用超音波機器20年の進展と今後の展望

誌名	水産工学
ISSN	09167617
著者	西森, 靖
巻/号	48巻3号
掲載ページ	p. 243-246
発行年月	2012年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



【報 文】

## 漁撈用超音波機器20年の進展と今後の展望

西 森 靖\*

### The Progress of Fishery Acoustic Equipments for the Last Two Decades and the Prospect for the Future

Yasushi NISHIMORI\*

#### Abstract

In the past two decades technologies innovations have increased performance of underwater fishery ultrasound equipments and also have created new functions such as fish size measurement, school abundance measurement, fish classification and bottom classification. Furthermore quantitative scanning sonar system enabling abundance estimation of fish schools by using quantitative echo data has been developed.

#### 1. はじめに

水中超音波を用いた魚群探知技術は1950年代より漁船漁業へ導入され、漁業の科学化、操業の効率化に貢献してきた。垂直方向のみを探知する魚群探知機に加え、水平方向～水中全方向を探知可能としたスキャニングソナー（以下ソナー）へと発展してきている。過去20年を見ると、技術的には、①デジタル化、②ブロードバンド化、③ネットワーク化の3つの技術革新を背景に商品革新が進んできた。結果として、魚群探知機、ソナー、双方において、探知距離、探索範囲、分解能を初めとする基本性能は飛躍的に進歩し、それに加えて魚体長、魚種、魚量計測、底質判別などの新しい付加価値への取り組みも進んだ。以下に、魚群探知機、ソナーにおける20年の進歩と今後の技術開発の展望を述べる。

#### 2. 魚群探知機の進歩

半導体技術の急速な進歩に伴い、複雑で自由度の高いデジタル信号処理が可能となり、最適フィルタによる探知距離の向上、動揺補正による安定して見やすい画像提供が可能となった。また、魚群の分布や、動きの情報を得るために、真下以外の多方向を探知可能なマルチビーム化も進んでいる。一方、魚体長、魚量を計測する

「科学魚探」は、1970年代に登場し、資源調査分野を中心に活用が進められてきたが、国内の漁船においても魚体長計測の利用効果が認知され、1990年後半以降本格的な普及が始まった。Fig. 1(a), (b)に、最新型の魚群探知機FCV-30の映像例を示す。特徴として、5ビーム探知、スプリットビーム魚体長計測、動揺補正機能を有し、3000m以上の海底探知が可能である。

魚体長計測方式は、スプリットビーム方式が主流となっているが、小型漁船向けに簡易な方式を用いた魚体長表示魚探の普及も進んでいる (Fig. 2)。

また、魚群探知機の海底エコー情報を解析し、底質を自動判別表示する魚群探知機も開発された。判別結果を示す表示例をFig. 3に示す。

さらに近年、送受波器の広帯域化が進み、距離分解能を飛躍的に高めて、魚体長計測性能向上、魚種識別の可能な魚群探知機を目指した研究開発が国内外研究機関中心に進んでいる<sup>1)~3)</sup>。

Fig. 4に、従来魚探と広帯域化された魚探における魚群エコーの映像例を示す。距離分解能は10倍向上向上し、魚群内部の単体魚抽出が容易になった。これにより、ターゲットストレングスおよび遊泳計測の限界を拡張することができる。

2011年4月14日受付, 2011年7月31日受理

キーワード: 魚体長計測, 底質判別, 広帯域魚群探知機, 計量スキャニングソナー, 魚群ターゲットストレングス  
Key words: Fish size assessment, Bottom discrimination, Broad band echo sounder, Scientific scanning sonar, Fish target strength

\* FURUNO ELECTRIC CO., LTD. 9-52 Ashihara-cho, Nishinomiya, 662-8580, Japan (古野電気株式会社 〒662-8580 兵庫県西宮市芦原町9-52)

\* Tel: 0798-63-1174, Fax: 0798-64-6302, yasushi.nishimori@furuno.co.jp

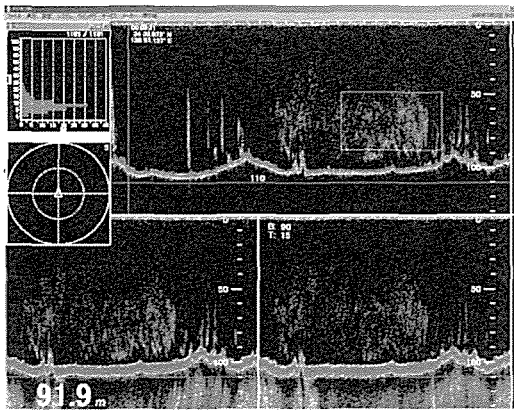


Fig. 1a Fish size assessment by FCV-30

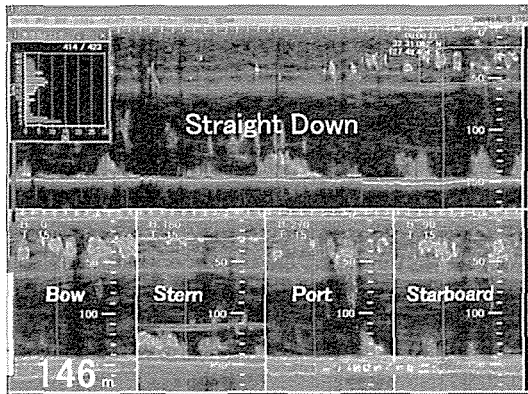


Fig. 1b Five directional detection and fish size assessment by FCV-30

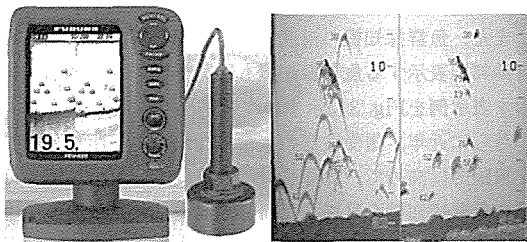


Fig. 2 Dual frequency echo sounder FCV620 equipped with fish size presentation

### 3. ソナーの進歩

#### 1) ソナーにおける近年の技術革新

ソナー設計においてもデジタル化、広帯域化が進み、①従来困難であった大規模な信号処理により探知距離向上、ビームスタビライズ、サイドローブ低減などの高性能化、②2モード同時送受信などの広帯域応用新機能が実現された。一方送受波器においては、広帯域化に加え、全方向探知可能な球形送受波器へと進歩している。また振動子素子の高効率化により送信電力が軽減され、機器

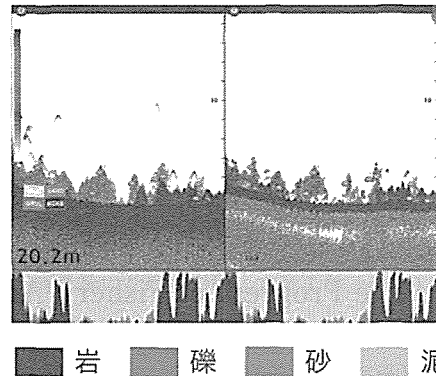


Fig. 3 Bottom discrimination display of the new type echo sounder BBDS1

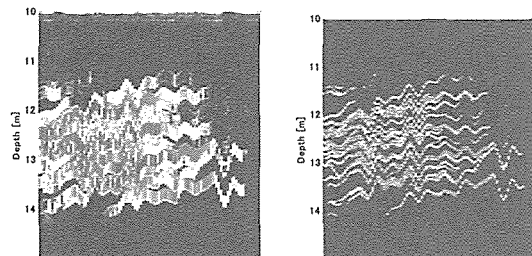


Fig. 4 Echogram by using the conventional echo sounder (left) and the broad band echo sounder (right)

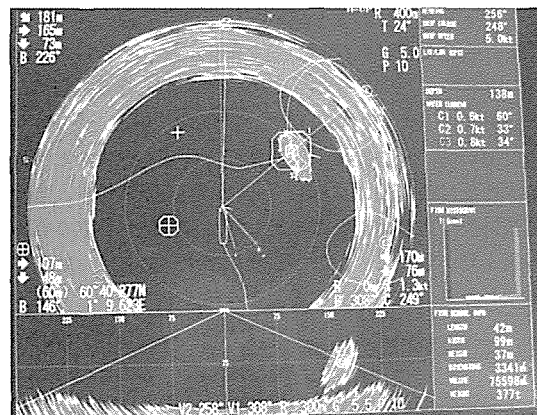


Fig. 5 FSV30: Fish school and bottom echoes detected by horizontal and vertical cross sectional scanning mode.

の小型化にも繋がっている。これらの技術により開発された最新型スキャニングソナーの表示例をFig. 5に示す。

#### 2) 計量スキャニングソナーの開発<sup>4)~6)</sup>

水産資源計測の分野では、①垂直魚探が苦手であった表層魚群の音響調査が可能になる、②調査範囲が飛躍的に広がる等の利点を持つ、ソナーを用いた資源量計測に期待が高まりつつある。最新技術を導入したスキャニングソナーをベースに、定量解析可能なデータをネットワ

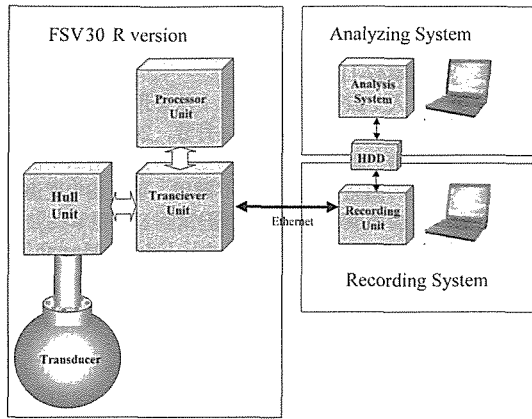


Fig. 6 System configuration of the scientific scanning sonar proto-type.

ーク経由で収録し解析を行なう計量スキャニングソナーシステムの試作が、産学協同にて実施された。

計量スキャニングソナーシステムは漁業者向けの低周波球形スキャニングソナーFSV30（古野電気製）をベースにしており、古野電気、北海道大学、およびSonarData（現Myriax）との共同開発によるものである。周波数は21kHz～27kHzの変可、送信垂直ビーム幅および受信ビーム幅はいずれも10°～12°(-3dB全幅)である。本システムはFig. 6に示すようにスキャニングソナー、データ収録システム、解析システムの3つのサブシステムから構成される。

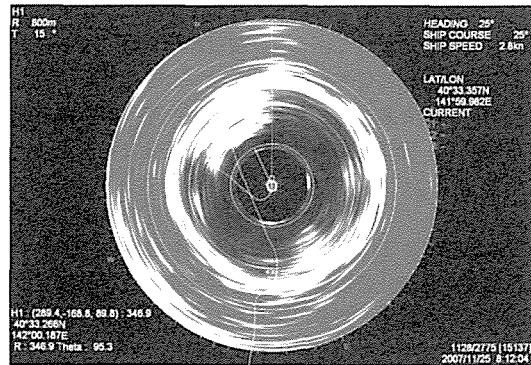
解析ソフトウェアでは、①3D魚群抽出、表示、②魚群体積計算、③3Dエコー積分解析、④3D魚群移動解析等がオフラインで可能である。

収録システムではソナーデータの収録に加え、2次元データ解析ソフトウェアを組み込み込んだ。このソフトウェアでは2次元走査モードの収録データについて、ソナー画像再生表示、魚群検出を行い、魚群量指標としての面積 $S$ 、見かけの体積 $V$ 、平均 $SV$ 、魚群ターゲットストレングス $T_{SS}$ を算出する。

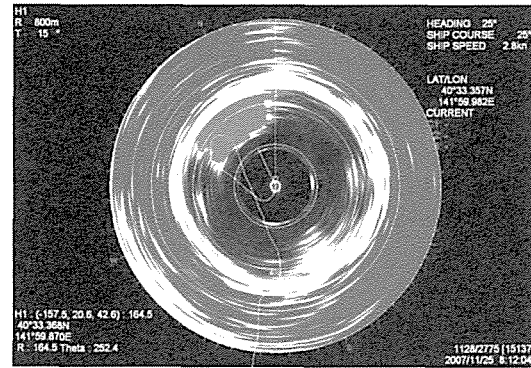
適切な平均 $T_S$ がわかれば、 $T_{SS} = NT_S$ の関係より魚群内の尾数 $N$ を求める事が出来る。

Fig. 7は開発した2次元データ解析ソフトウェアにより漁場にてデータ収録し、再生したソナー画像及び魚群反応に対して、単体魚群として検出された画像である。このピングを含む連続10～20ピングから抽出された同一魚群のデータについて解析処理を行い、平均操作し、各魚群の面積、平均 $SV$ 、魚群 $TS$ を求めることができる。

更に2次元解析ソフトウェアでは、魚量推定に加えて、エコーデータを地球座標形状に広域にマッピングする2Dマップ機能を搭載している (Fig. 8)。魚量推定機能と2Dマップ機能を組み合わせることにより、広範囲の魚群分布、魚量把握が可能となった。



(a)



(b)

Fig. 7 Sonar image of fish schools (a), The result of automatic school detection algorithm (b)



Fig. 8 Fish school distribution made by 2DMap function

#### 4. 今後の展望

持続可能な水産業の確立に向け、今後益々管理型漁業に必要な漁撈機器開発が進むであろう。その根幹となる魚種、魚体長、魚量計測技術は、適用可能な魚種や海域はまだまだ限られており、継続した研究開発が必要である。一方、魚探、レーダー、GPSなどのセンサーが全てネットワークで繋がり、情報を効果的に統合表示を行う

システム機器が商船、プレジャー船を中心に普及し、漁船にも適用が始まっている。今後は船内ネットワークに留まらず、衛星通信や無線ネットワークを介して、陸や他船とデータを共有し、資源状況把握や効果的な漁場選定を促進する機器、システムの開発が進むであろう。

#### 謝 辞

2. の広帯域魚探に関する研究は、独立行政法人農業・生物系特定産業技術機構 生物系特定産業技術研究支援センターの新技术・新分野創出のための基礎研究推進事業の援助で実施された。ここに厚く御礼を申し上げる。

#### 参 考 文 献

- 1) 今泉ら：広帯域音波を用いるスプリットビーム法の開発。海洋音響学会，2008年度研究発表会，講演論文集，pp.47-50.
- 2) 今泉智人：イルカのソナー能力の魚群探知機への適用に関する研究。水産総合研究センター研究報告，28：47-113，2008.
- 3) 今泉智人：広帯域スプリット法を用いた魚の追尾。超音波テクノ2010年3～4月号，2008.
- 4) 西森 靖・徳山浩三・岡崎亜美・飯田浩二：計量ソナーの開発とフィールド評価。平成18年度海洋音響学会講演論文集，2006.
- 5) Yasushi Nishimori・Kohji Iida・Masahiko Furusawa・Yong Tang・Kozo Tokuyama・Sanae Nagai・Yoshihiro Nishiyama：Development of a quantitative scanning sonar system enabling the abundance estimation of fish schools. ICES Journal of Marine Science, 2009.
- 6) 西森 靖：マルチビームエコー積分法を用いた計量スキヤニングソナーの開発と魚量計測手法に関する研究。学位論文，北海道大学，2009.