離島漁業振興のための水素燃料電池漁船の基本設計等を実施

水産技術研究所　環境・応用部門　水産工学部　漁業生産工学グループ

研究の背景・目的

1. 沿岸地域、特に離島などの遠隔地域において、漁業など第一次産業は主要産業の１つですが、都市から遠いため燃料や資材は割高となり、出荷経費もかさむという弱みがあります。一方で、離島の自然環境は、再生可能エネルギーである洋上風力発電や潮流発電等に適しているという強みがあります。
2. 再生可能エネルギーの地産地消などによる離島漁業振興に資する取組みとして、離島で盛んなマグロ養殖の作業船の水素燃料電池船化について研究開発を行いました。
3. 水素燃料電池漁船の合理的な導入計画を事前に検討するため、システムダイナミクス手法を用いて離島人口と漁業に関する研究を行いました。システムダイナミクス手法はシステム内のフィードバックループの解析及び長期シミュレーションに適した手法です。

研究成果

1. マグロ養殖作業船（19 トン型）について、作業内容とエネルギー消費量を通年で現地計測し、詳細な作業特性を把握しました。それを基に、水素燃料電池や水素タンク、蓄電池、推進モータ等の性能やサイズ、重量や数を検討し、実用的な漁船が建造できることを確認しました*。養殖作業船として必要な各種仕様を決定し、造船所**と共同し建造に必要な一般配置図（図1）や重量重心計算書等を作成しました。漁労機能を持つ沿岸漁船への水素燃料電池導入を具体的に検討した例は世界初です。

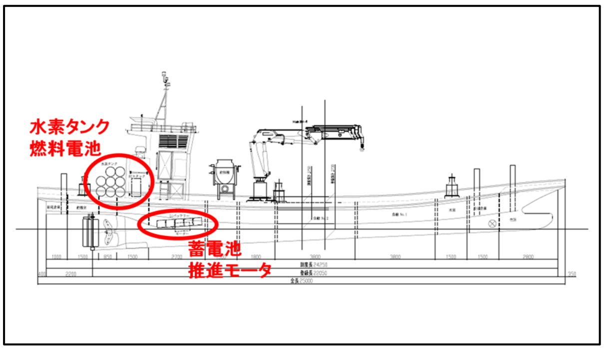

図１．水素燃料電池マグロ養殖作業船の一般配置図

2. 既存漁船の改装や水素ステーションの建設が困難な地域での運用を想定し、水素燃料電池と水素タンク等を一体化したコンテナ型水素燃料電池システム（図２）の仕様について検討しました。運搬可能なコンテナ型とすることで、より安全で柔軟な運用が可能となるとともに、例えば被災地への大容量エネルギー運搬など、地域のエネルギー安全保障にも活用できます。

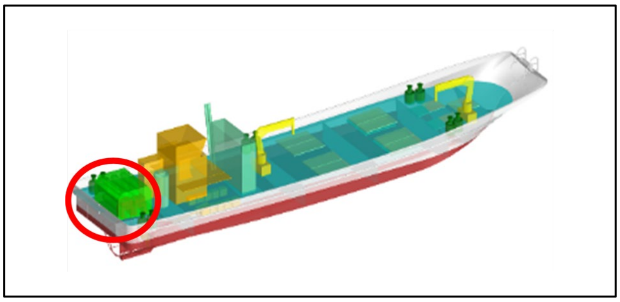

図２．コンテナ型水素燃料電池システム（○ 部分）による既存の養殖作業船の電動化

3. ある離島の人口や漁業経営体数の統計データ、漁船の燃料使用量と CO_2排出量の関係などを基礎データとし、システムダイナミクス手法を用いて離島人口と漁業の関係性の定性モデル（図３）を作成しました。青色の矢印は増減が一致する関係、赤色の矢印は増減が逆となる関係を示しています。

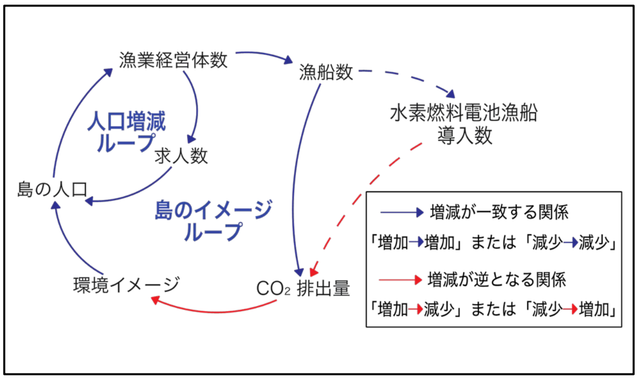

図３．離島人口と漁業の関係性を表した定性的なモデル（概要図）

4. このモデルから、現在「人口増減ループ」が減少方向に働いていることがわかりました。また漁業経営体数の減少が漁船数の減少につながっていますが、CO_2排出量削減による環境イメージ向上効果は小さく「島のイメージループ」がほとんど機能していないことも示されました。モデル内変数の漁船数のうち水素燃料電池漁船の割合が増えていけば、漁業による CO_2 排

出量が大幅に削減され、人口減少のブレーキになるように「島のイメージループ」が機能することを示唆しています。

波及効果

1. 水素燃料電池の養殖作業船への導入検討手法*は他の漁業種類の漁船の電動化にも応用できます。
2. コンテナ型水素燃料電池システムは、地域のエネルギー備蓄や被災地への大容量エネルギー運搬に活用可能で、地域社会のエネルギー安全保障に貢献できます。
3. 作成したモデルは、離島漁業への水素燃料電池漁船導入のモデルケースとなり、離島ごとの特性を加え個別の定量モデルに発展させることができます。さらに、同手法を用いて様々な新技術の水産業への合理的な導入計画を考えるためのツールとしても使うことができます。

*Miyoshi J. (2020), Hydrogen Fuel Cell and Battery Hybrid Powered Fishing Vessel: Utilization of Marine Renewable Energy for Fisheries, Modern Fisheries Engineering: Realizing a Healthy and Sustainable Marine Ecosystem, CRC Press.

**株式会社ニシエフ