

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：50101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20029

研究課題名（和文）新しいエネルギーシステムを導入した先進的な漁村における持続可能性の解明

研究課題名（英文）An investigation of sustainability of advanced fishery village installing new energy systems

研究代表者

下町 健太郎（Shimomachi, Kentaro）

函館工業高等専門学校・生産システム工学科・准教授

研究者番号：40780680

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：水素エネルギーの売却が可能であるという設定のもと、漁村内に新たに水素および再生可能エネルギーを中心としたエネルギーシステムを導入した際に、漁村内のエネルギーに係る費用を低減させることができるかを数値試算した。費用を大きく削減できるような設備構成・方策を発見するに至らなかったが、社会的な水素のニーズが高まればこの問題は解決されれば、漁村は水素売却による利益を得られる可能性が示唆された。また、同システムのミニチュアモデルを設計し、制御アルゴリズムについてシミュレーション上で動作していることを確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

漁村は我が国にとって重要な位置にあり、これを存続するために漁村内のエネルギーシステムの改良にとどまらず、漁村にエネルギー生成基地としての役割を持たせることについて数値試算を行った。現状に即した数値試算では、当初に期待したような効果は発生しないことがわかったが、将来的には水素エネルギーの需要は増えることが見込まれる。そのような状況においては、提案したエネルギーシステムはさらなるメリットをもたらすことが期待でき、このことは漁村が持続可能となることにつながる。

研究成果の概要（英文）：The energy cost reduction in a fishery village with a hybrid energy system incorporating hydrogen and renewable energy sources was calculated under the assumption that hydrogen power could be sold. The calculation did not identify a suitable configuration and operation of the facilities to achieve cost reduction. However, if the demand for hydrogen energy increases in the future, the fishery village could potentially obtain greater benefits than under the current situation. Additionally, a miniature model mimicking the proposed hybrid energy system was designed, and a control algorithm for it was verified through computer simulation.

研究分野：エネルギーシステム

キーワード：水素 再生可能エネルギー 漁村

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国の沿岸に点在する漁港背後集落(以下、漁村と表記)は大きな問題に直面している。一つ目はエネルギー消費に関する問題である。漁船の操業においては、A重油等の化石燃料が利用されている。燃油価格はここ10年では増加傾向であり、燃料費による漁業経営の圧迫につながっている。二つ目は水産資源および消費減少による市場縮小の問題である。2007年度から2017年度までの間に、魚介類の需給規模は23%減少している。これらの問題が解決されない場合、我が国の漁村が現状では持続可能な状態ではなくなり、ゆくゆくは消滅する可能性がある。これを防ぐためには、「漁村は化石燃料を利用した漁船によって行われる漁業を生活の中心とした集落」という既存の概念から飛躍する必要がある。研究代表者は電力、ならびにエネルギーシステムに対する知見を持っているため、漁村内に新しいエネルギーシステムを構築するとともに、エネルギー基地としての役割を持たせることで、「漁村におけるエネルギー利用形態の変革、ならびに漁業の代替となりうるエネルギーという新たな収入源の創出を同時に達成できるようなシステムを提案し、このシステムが漁村という我が国に古来より根付いているコミュニティを持続可能なものにできるか」という「問い」を設定した。

2. 研究の目的

本研究では、漁村が豊富なポテンシャルを有している、太陽光、風力、潮力といった再生可能エネルギー(renewable energy, 以下 RE)電源を漁村に導入し、さらに、それらを水素エネルギーに変換して利用・売却が可能と設定した際に、漁村が購入するエネルギーの量が減りつつ、水素売却によって利益を得られるような各種設備の導入量と運用方法を設計し、これを評価する。さらに、提案システムを模した簡易な実験設備を導入し、同システムの実現可能性を実機によって検証する。

3. 研究の方法

RE電源導入によって得られるエネルギーと、水素生成に関する試算

図1のように、漁村に RE 電源とこれらの集電装置、蓄電池を導入する際に漁村が得られる電力量を、コンピュータを用いたシミュレーションによって明らかにした。この際、1年間の日射量、風況および潮流のデータを用いて試算を行う。さらに、漁村での電力の需要データと比較し、漁村内で消費できるエネルギー、電力として売ることになるエネルギー

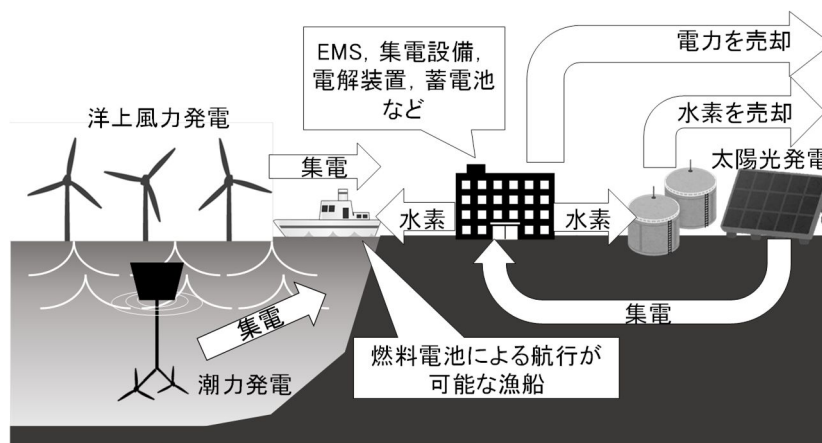


図1 提案するエネルギーシステムの概略図

を明らかにした。続けて、前段の試算で得られたデータをもとに、水素を生成するための電解装置、貯蔵タンク、および燃料電池漁船が漁村に導入される場合の水素生成量と消費量を用いたシミュレーションによって明らかにした。また、漁村から発生した電力および水素が収入源となりうるかをコンピュータを用いたシミュレーションによって明らかにした。

実機による模擬実験

提案システムを模した簡易な実験設備を導入し、実機による実験を行ってそれぞれの装置の動作検証を行った。マイコンによって動作するエネルギーマネジメントシステム(EMS)の制御アルゴリズムをコンピュータシミュレーションで検証した。

4. 研究成果

数値試算では北海道函館市東部にある汐首漁港の周囲5 kmを漁村と定義し、この地点における日射量、風速、海流流速のデータを用いて試算を行った。電力需要については漁村内の人口から類推したデータを用いた。試算における時間帯幅は1時間とし、1年間のデータを与えて試算を行った。蓄電池のリセット期間は1日、水素システムのリセット期間は1年とした。表1に、REのみを導入し現在の送電容量の範囲で電力の逆流を許す場合、ESSとして水素システムのみを導入する場合、蓄電池システムのみを導入する場合、ならびに両方を導入する場合における各種設備の導入容量と総導入費用を示す。基準として、両方のESSを導入する場合の数値をそれ

ぞれ 100 %としている。RE のみが導入される場合は、それぞれの RE の導入量は制限され需要を満足できない。どちらかの ESS のみを導入する場合は、両方を導入する場合と比較して容量が大きくなっている。今回の試算条件では、定性的には水素システムの方が kW あたりのコストが安く、蓄電池の方が充放電の往復の効率がよいという特徴があった。さらに、蓄電池の方は 1 日で充電残量を元に戻すという制約がある。そのため、1 年間で現れる長期間のエネルギー需給バランスでは水素システムが有利となり、短時間のバランスならば蓄電池が有利とな

表 1 各試算条件における設備導入容量と総導入費用

	REのみ	水素のみ	蓄電池のみ	両方
太陽光発電	26.7	44.8	639.4	100.0
風力発電	1.8	159.7	399.9	100.0
潮流発電	2.7	154.7	410.6	100.0
電解装置	0.0	617.5	0.0	100.0
燃料電池	0.0	160.1	0.0	100.0
水素タンク	0.0	144.6	0.0	100.0
蓄電池	0.0	0.0	556.0	100.0
総導入費用	10.3	118.5	487.1	100.0

ったと考えられる。このことが水素システムと蓄電池の両方をある割合で導入することに寄与したと考えられる。結果として、両方の装置を入れる場合が総導入費用が最も安くなった。しかしながら、いずれのケースにおいても設備の導入に係る費用が大きくなり、エネルギー消費によるコストを削減できたとしてもシステム全体としては何も設備を導入しない方がよいという結果になった。

引き続き、水素の売却や、漁村内のエネルギーの使い方に対してアプローチを続けた。しかしながら、費用を大きく削減できるような設備構成・方策を発見するに至らなかった。現在の状況では試算において再現ができない箇所であり、補助となる設備を導入するための費用がさらに経済性を圧迫することがわかった。一方で、水素需要の拡大により、社会的な水素のニーズが高まればこの問題は解決され、漁村は水素売却による利益を得られる可能性が示唆された。実機による水素生成装置、燃料電池、水素貯蔵装置を組み合わせたシステムについては、各種電源の状態を監視する装置の試作をすることができた。すべての装置を組み合わせるの実験はできなかったが、制御アルゴリズムについては、シミュレーション上では動作していることを確認できた。

< 引用文献 >

水産庁：「平成 30 年度 水産白書」 p177-182

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 下町健太郎, 三島裕樹, 原亮一, 北裕幸
2. 発表標題 漁村マイクログリッドにおけるエネルギー貯蔵装置の最適容量設計
3. 学会等名 令和3年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------