

## グリーン水素製造実証試験システムに関する研究

(株)四国総合研究所 エネルギー技術部 清家 良多  
四国電力(株) 経営企画部 渡邊 浩平

キーワード： 水電解装置  
グリーン水素  
余剰電力

Key Words : Water Electrolyzer  
Green Hydrogen  
Surplus Electricity

### A Study on a Demonstration System for Green Hydrogen Production

Shikoku Research Institute, Inc., Energy Engineering Department

Ryota Seike

Shikoku Electric Power Co.,Inc., Corporate Planning Department

Kohei Watanabe

### Abstract

As renewable energy use continues to grow in Japan, power output curtailment has also increased, making the effective use of surplus electricity an important issue. One promising approach is to use surplus electricity to produce hydrogen through water electrolysis, thereby creating flexible electricity demand. In this context, Shikoku Electric Power Company conducted a demonstration study to evaluate hydrogen production using an electrolysis system and to assess its ability to respond to changes in power demand, with future applications such as renewable energy utilization and supply-demand balancing in mind.

The demonstration results showed that the system was able to produce green hydrogen in a stable manner when its operation was properly optimized. At the same time, the study identified a challenge: the influence of auxiliary equipment caused a gap between the intended power consumption and the actual system load, meaning that the targeted load-following performance was not fully achieved.

To address this issue, additional simulations were carried out to examine improvements in battery control. The results confirmed that improved control strategies allow the battery to absorb load fluctuations, enabling the overall system to achieve the required performance.

## 1. はじめに

日本では、再エネの導入拡大に伴い出力制御が増加しており、余剰電力の活用が重要な課題となっている。こうした余剰電力の活用方法の一つとして、電解法を用いた水素製造による電力需要の創出が期待されている。

電解法とは、水を電気分解することで水素を製造する方法であり、再エネ電力を用いて製造された水素は「グリーン水素」と呼ばれる。グリーン水素は、製造および利用の過程でCO<sub>2</sub>を排出しないため、次世代エネルギーとして注目されている。

このような背景のもと、四国電力は、愛媛県、三浦工業株式会社などとともに、水素サプライチェーンモデル構築プロジェクト事業に取り組んでいる<sup>1)</sup>。本事業において四国電力は、松山太陽光発電所の敷地内に設置した実証試験システムでグリーン水素製造実証事業を行い、四国総合研究所はその実施支援を行った。

本実証事業では2025年度、実証試験システムによる安定した水素製造の検証と、再エネの有効活用や需給調整市場への供出を想定した追従性の検証を行った。本稿では、その実証試験の結果とシミュレーションによるシステム改善検討の結果について報告する。

## 2. 実証試験システムの概要

実証試験システムは、松山太陽光発電所で発電した電気を利用してグリーン水素を製造する（表1、図1、2）。

表1 実証試験システム構成機器の概要<sup>2)</sup>

構成機器	概要
水電解装置	松山太陽光発電所で発電した電気を用いて、水を電気分解しグリーン水素を製造
圧縮機	水電解装置から供給されるグリーン水素を約20MPaまで圧縮
カードル	グリーン水素の運搬が可能なカードルに充填・貯蔵 [水素貯蔵量：約300Nm <sup>3</sup> ]
蓄電池	松山太陽光発電所からの余剰電力を充電し、太陽光発電の出力変動時のバックアップや、夜間における各機器への待機電力を供給 [容量：約150kWh]
制御監視装置	構成機器を統合的に制御し、運転状態を計測・記録するとともに、遠隔で制御や監視を行う機器



図1 実証試験システム<sup>2)</sup>

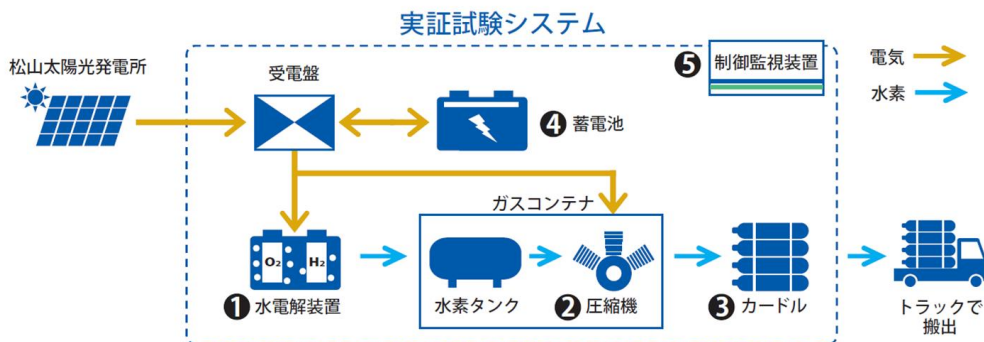


図2 実証試験システムの構成<sup>2)</sup>

### 3. 実証試験

実証試験システムによる安定した水素製造の検証と追従性の検証を行った。以下に、「安定した水素製造の検証」、「追従性の検証」について示す。

#### 3.1 安定した水素製造の検証

安定した水素製造を実現するため、季節毎に定格運転における制御方法の調整を行い、運転の最適化を図った。その結果、年間を通じて安定したグリーン水素の製造が可能であることを確認した。

以下に、2025年度の運転実績を示す。

水素製造量：2,554.6Nm<sup>3</sup>

稼働日数：148日

定格における安定運転時には、一定(4Nm<sup>3</sup>/h)の水素製造が可能で、水電解装置単体の消費電力は、設備温度の上昇に伴い低下した(図3)。

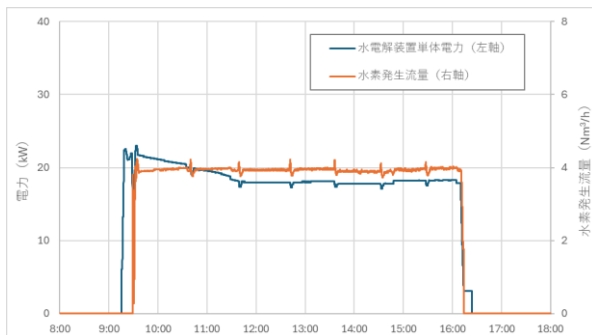


図3 定格運転時の水素製造状況

#### 3.2 追従性の検証

再エネの有効活用や需給調整市場への調整力供出を想定し、事前に設定した負荷指令値に対する追従性の検証を行った。

検証の結果、実証試験システムのうち水電解装置単体は、要求する性能(負荷実測値が一定の時間内に指定の範囲に収まること)を一定程度満足することが確認された。一方で、実証試験システム全体は、

負荷指令値と負荷実測値に乖離が生じ、要求する性能を満足しないことが確認された(図4)。

実証試験システム全体における負荷乖離の原因は、ガスコンテナ内の付属設備が間欠運転をすることによる電力消費の変動にあることが確認された。

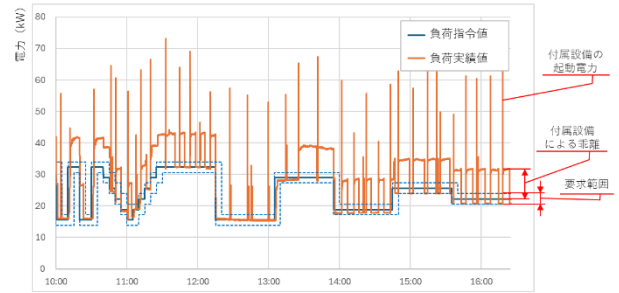


図4 負荷指令値と負荷実測値の乖離

### 4. シミュレーションによるシステム改善検討

実証試験において実証試験システムが要求する性能を満足しなかったことを踏まえ、シミュレーションソフト(AVEVA Process Simulation)を用いて、蓄電池の制御方法改善による負荷乖離低減効果の確認を行った。以下に、「モデルの概要」、「制御方法改善効果の評価」について示す。

#### 4.1 モデルの概要

モデルは、実証試験システムの電力系統を重点的に模擬し、1日の日射量を入力することで、太陽光出力に応じた電力需給と水素製造を再現するものとした(図5)。このモデルに負荷変動運転をした日の実測値を元に作成した日射量を入力し、得られた消費電力量と水素製造量を実測値と比較した。その結果、シミュレーション値は実測値との相対誤差が±5.0%以下で、モデルは、実証試験システムの概略挙動を把握するのに、実用的な精度であることが確認された(表2)。

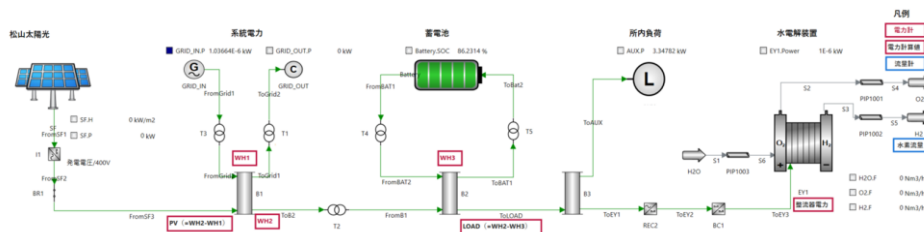


図5 実証試験システムのモデル

表 2 シミュレーション値と実測値の相対誤差

項目		単位	SIM 値	実測値	相対誤差
電力	水電解装置単体	kWh/day	74.2	73.8	0.5%
	システム全体	kWh/day	178.3	182.5	▲2.3%
水素製造量		Nm <sup>3</sup> /day	14.4	15.1	▲4.2%

#### 4.2 制御方法改善効果の評価

作成したモデルにおいて、蓄電池の充放電制御を改善することで、実証試験で確認された負荷指令値と負荷実測値の乖離が低減されるかを確認した。

その結果、制御方法の改善により、蓄電池は乖離を吸収し、実証試験システムは要求する性能を満足することが確認された (図 6)。

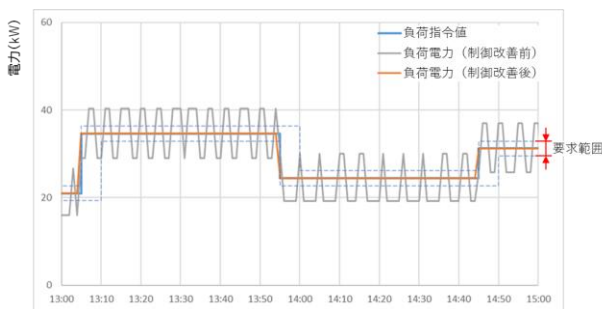


図 6 蓄電池制御方法改善結果

#### 5. まとめ

実証試験システムを用いた試験およびシミュレーションを用いた設備改善検討を行った結果、以下の事項が確認された。

- ・ 実証試験システムは、運転の最適化を図ることで、安定したグリーン水素の製造が可能。
- ・ 実証試験システムは、付属設備の影響で負荷指令値と負荷実測値に乖離が生じ、需給調整市場要件を満足しなかった。
- ・ 負荷の乖離は、蓄電池の制御方法を改善することで低減可能と考えられる。

この結果を踏まえ、今後は実機における蓄電池制御を改善することで負荷乖離の低減を図り、需給調整市場要件への適合性を高める。

#### 【謝辞】

本研究は、四国電力(株)経営企画部殿より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

#### 【参考文献】

- 1) 愛媛県、四国電力株式会社、三浦工業株式会社：「水素サプライチェーンモデル構築に向けた連携協定の締結について」、2023年3月24日
- 2) 四国電力株式会社：「グリーン水素製造実証事業の概要 ～水素エネルギーの活用に向けて～」、2025年3月