

## 武蔵溝ノ口駅における水素エネルギー供給システムの導入検証



濱井 燃太\*1



志賀 博樹\*2



小林 義弘\*3



天野 昌義\*4



中川 隆史\*5

### Evaluation of Installation Effect of the Hydrogen Energy Supply System in Musashimizonokuchi station

Moeta HAMAI \*1, Hiroki SHIGA\*2, Yoshihiro KOBAYASHI\*3, Masayoshi AMANO\*4, Takashi NAKAGAWA\*5

\*1,\*3 Researcher, Yokohama Branch Office Facilities Division Electric Power Department, J East Japan Rail Company

\*2 Researcher, Mito Electric Power Engineering Center Takahagi Maintenance Center, J East Japan Rail Company

\*4 Researcher, Tokyo Distribution Technology Center, J East Japan Rail Company

\*5 Researcher, Hydrogen Energy Business Div, Project Promotion Dept, Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation

#### Abstract

East Japan Railway Company (JR East) is working on “ecoste”-Environment Earth Conscious Station of East Japan Railway Company-which introduces various environment conservation technology of energy saving and renewable energy into the station. This time, Musashimizonokuchi station was remodeled as “Eco-Station”. The Hydrogen energy supply system was introduced for the purpose of energy supply for 48 hours in case of emergency. The introduction results from April 2017 to June 2017 were fuel cell power generation and hydrogen production. However, since July 2017, there were few fuel cell power generation and hydrogen production. The hydrogen storage capacity is needed 0.6 MPa in the time of abnormality. Therefore, it is possible to use about 0.2 MPa for hydrogen storage amount compared to full tank 0.8 MPa. Therefore, the operation condition parameters were changed for the purpose of further efficient operation. As a result, after February 2018 after changing parameters, fuel cell power generation and hydrogen production were carried out. The hydrogen storage amount has been changing around 0.6 MPa. We will continue to verify the effect of introduction aiming for further efficient operation.

●**Keywords:** Hydrogen energy supply system, Railway station

## 1. 緒言

東日本旅客鉄道(株)(以下、JR東日本)では、省エネルギー・再生可能エネルギーなどさまざまな環境保全技術(エコメニュー)を駅に導入する「エコステ」に取り組んでいる。「エコステ」の整備にあたっては、「創エネ」、「省エネ」、「エコ実感」、「環境調和」の4つの柱を盛り込むこととしている。

「エコステ」として整備された9駅の中で、武蔵溝ノ口駅(南武線)では鉄道事業者で初めて再生可能エネルギー由来の水素を活用する、自立型水素エネルギー供給システム(以下、H<sub>2</sub>One™<sup>注1)</sup>)を整備し、2017年4月17日より運用開始した。本稿では、H<sub>2</sub>One™の概要および導入効果の検証について述べる。

## 2. 武蔵溝ノ口駅自立型水素エネルギー供給システムH<sub>2</sub>One™の概要

### 2・1 H<sub>2</sub>One™コンセプト<sup>(1)</sup>

H<sub>2</sub>One™はFig.1に示す通り、再生可能エネルギーを利用して水素を「つくる・ためる・つかう」機能を持つシステムである。水素としてエネルギーを貯蔵する大きなメリットは、蓄電池と比べて省スペースでかつ大容量を貯蔵ことができ、更に水素が物理的に保存されるため、長期間に渡って貯蔵できることである。こうした特長から、水素によるエネルギー貯蔵は、災害用備蓄エネルギーや中・長期的なエネルギーシフトに効果的に働くことが期待される。

H<sub>2</sub>One™を構成する主な装置は、再生可能エネルギー発電設備、水電解水素製造装置、水素貯蔵タンク、燃料電池、蓄電池の5つである。

武蔵溝ノ口駅では再生可能エネルギー発電設備としては太陽光発電を採用している。H<sub>2</sub>One™により太陽光発電した電気を直接利用するだけでなく、余剰電力を蓄電池へ貯蔵する、あるいはその余剰電力を用いて水の電気分解により水素を発生させることができる。また、その水素をタンクに貯蔵し、需要に応じて水素を燃料電池へ送り、電気と温水を供給できる。これらの機能を内部のエネルギーマネジメントシステム（以下、H<sub>2</sub>EMS™）によって、エネルギー利用の最適化を図ることがH<sub>2</sub>One™のコンセプトである。

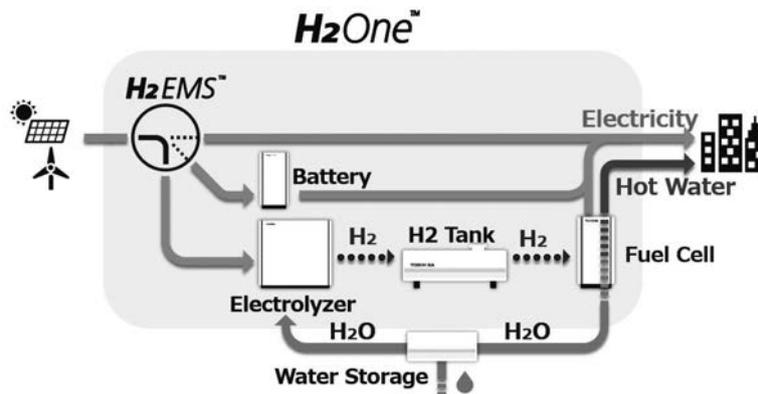


Fig.1. Concept of H<sub>2</sub>One™

## 2・2 H<sub>2</sub>One™の機器構成と仕様

武蔵溝ノ口駅に導入したH<sub>2</sub>One™はFig.2に示す通り、20ftコンテナに準じた外觀形状で、水素製造装置および燃料電池ユニット、蓄電池が搭載されたメインコンテナと、水素貯蔵タンクを収納する2基の水素タンクコンテナから構成される。また、Table 1に搭載機器の仕様を示す通り、H<sub>2</sub>One™の水素製造装置は1.0Nm<sup>3</sup>/hの製造能力を持つユニットが1基、燃料電池は700Wの定格出力を持つユニットが5基搭載されている。平常時においては周辺照明への電力供給を燃料電池や太陽光発電、蓄電池より行う。また、燃料電池は発電時に得られる熱を供給することもでき、エネルギーの効率的な利用を可能としている。武蔵溝ノ口駅の燃料電池で得られた熱は温水として取り出し、付近に設置されたウォームベンチシステムやドライミストシステムに利用している。

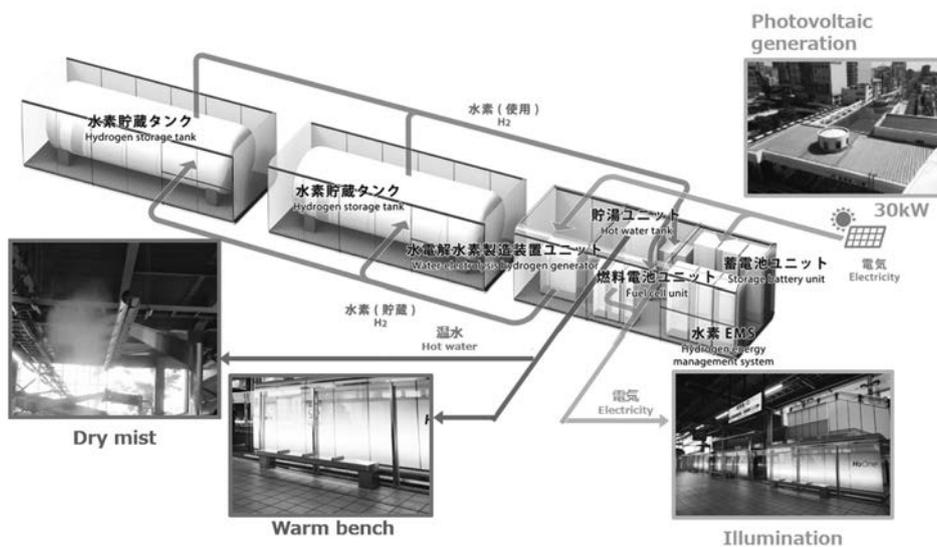


Fig.2. Equipment configuration of H<sub>2</sub>One™

H<sub>2</sub>One™は0.6MPa以上の水素を常時備蓄しており、大規模な災害などにより系統からの電力供給が遮断された場合は、自動で運転モードを切り替え、備蓄している水素を用いて燃料電池による電力の供給を行うことができる。武蔵溝ノ口駅では、駅のコンコースおよび旅客トイレの照明や各機器に48時間以上電力を供給し、帰宅困難者に一時滞在場所と緊急用トイレを提供する。また、燃料電池発電時に発生した熱は、災害時に有用な温水として利用することができる。Table 2に平常時と災害時の供給負荷を示す。

Table 1. The equipment specification of H<sub>2</sub>One™

| Equipment name                     | Value                          |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Hydrogen amount of manufacture     | 1.0 Nm <sup>3</sup> /h         |
| Hydrogen storage capacity          | 0.82MPa (270 Nm <sup>3</sup> ) |
| Fuel cell amount of electric power | 3.5 kW                         |
| Photovoltaic generation            | 30 kW                          |
| Battery capacity                   | 44 kWh                         |

Table 2. Supply load of H<sub>2</sub>One™

| State    | Place               | Load                | Electric power (W) |
|----------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Normal   | H <sub>2</sub> One™ | Illumination        | 588                |
|          | Total               |                     | 588                |
| Abnormal | Restroom            | Illumination        | 133                |
|          |                     | Water saving device | 168                |
|          |                     | Boiler feed pump    | 1,100              |
|          | Concourse           | Illumination        | 29                 |
|          | Station office      | Electrical outlet   | 100                |
|          | Total               |                     | 1,630              |

### 2・3 H<sub>2</sub>One™のシステム稼働条件

H<sub>2</sub>One™はH<sub>2</sub>EMS™により、太陽光発電、蓄電池、燃料発電のエネルギー供給の制御を行っている。

通常時における燃料電池発電および水素製造を行うための条件パラメータとして、水素貯蔵圧力、蓄電池残量、太陽光発電電力がある。それぞれの条件パラメータをFig.4とFig.5に示す。それぞれ、2つの条件どちらか一方を満たすことで、運転を行う制御となっている。また、燃料電池発電と水素製造の動作条件には、水素貯蔵量と蓄電池残量に依存されている。

| Condition 1  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| Hydrogen storage pressure No.1                                 | > | 0.605 MPa ⇒ 0.615 MPa       |
| Battery remaining  | < | 15.4kWh(35%) ⇒ 19.8kWh(45%) |
| Condition 2  |   |                             |
| Hydrogen storage pressure No.1                                 | > | 0.605 MPa ⇒ 0.615 MPa       |
| Battery remaining  | < | 22kWh(50%) ⇒ 26.4kWh(60%)   |
| Photovoltaic generation electric power 5 minute moving average | < | 1645.6 W                    |

Fig.4. Fuel cell power condition (After change)

| Condition 1  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| Hydrogen storage pressure                                      | < | 0.775 MPa ⇒ 0.62 MPa        |
| Battery remaining  | > | 37.4kWh(85%) ⇒ 39.6kWh(90%) |
| Condition 2  |   |                             |
| Hydrogen storage pressure                                      | < | 0.775 MPa ⇒ 0.62 MPa        |
| Battery remaining  | > | 33kWh(75%) ⇒ 35.2kWh(80%)   |
| Photovoltaic generation electric power 5 minute moving average | > | 1645.6 W                    |

Fig.5. Hydrogen production condition (After change)

## 3. H<sub>2</sub>One™の運用実績と活用

### 3・1 運用実績の把握と活用

2017年4月17日から運用を開始したが、Fig.6に示す通り2017年6月14日から燃料電池発電と水素製造をほとんど行わなくなった。これは、2018年2月まで続いた。その理由の一つとして、蓄電池残量が多いことが考えられた。これは、太陽光発電量が多く、また消費電力量が少ないことから蓄電池の使用量が少ないためである。蓄電池残量が多いことで、Fig.4に示す条件を満たすことができず、燃料電池発電が行えなかった。それに伴い、水素貯蔵量が減少せず、水素製造も行わなくなった。

燃料電池発電が全く行われないと、燃料電池内の水分が蒸発し、いざ異常時に動作させる際に100%の能力を發揮できない可能性も考えられる。そのため、燃料電池発電は定期的に行うことが望ましい。また、今回導入したH<sub>2</sub>One™のコンセプトである、48時間のエネルギー供給を可能とする条件として、水素貯蔵量は0.6MPa、蓄電池残量は太陽光発電量が少ない（5分移動平均1645.6W以下）場合26.4kWh（60%）必要となる。Fig.6より燃料電池発電および水素製造が行われていない2017年6月下旬以降の水素貯蔵量は、約0.8MPaであった。そのため、通常時において0.2MPa分の水素は利用可能となる。そこで、燃料電池発電（水素エネルギー）の通常利用率を増加させるため、Fig.4とFig.5の赤字の通りパラメータ値の変更を2018年2月下旬に行った。

パラメータ値変更後の2018年4月の運用実績をFig.7に示す通り、水素貯蔵量は0.6MPa程度を推移しており、想定通りとなった。燃料電池発電についても、定期的に発電している。燃料電池発電および水素製造量は増加している。

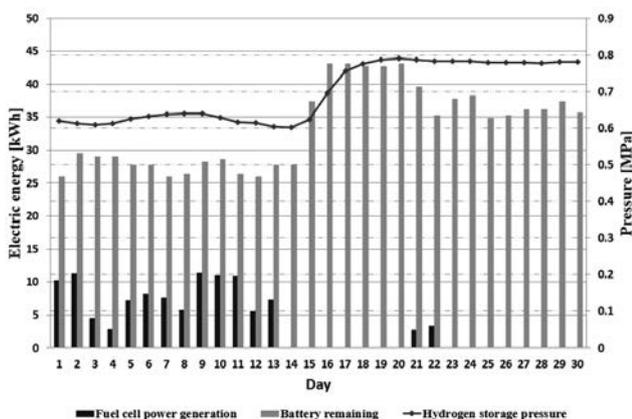


Fig.6. Operation results of June 2017

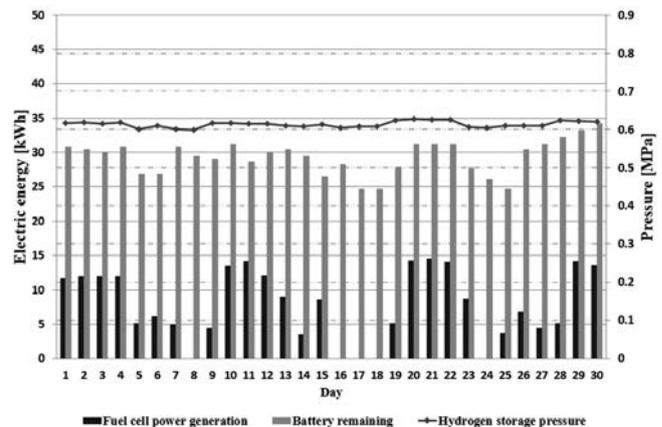


Fig.7. Operation results of April 2018

### 3・2 H<sub>2</sub>One™のさらなる活用に向けて

今回の検証により、導入当初よりも、通常時の水素エネルギーを活用できることが、運転パラメータ値の変更により実証することができた。

今後は、さらなる燃料電池発電量の増加を目指し、研究を続けていく。

#### 参考文献

吉田憲司、濱井燃太：「鉄道会社初のCO<sub>2</sub>フリー水素エネルギーを活用した「エコステ」の取組み」, 電気設備学会誌, Vol.37, No.2, pp.100-102 (2017年)

濱井燃太、志賀博樹、小林義弘、天野昌義、中川隆史：「鉄道駅における水素エネルギー供給システムの導入効果検証～武蔵溝ノ口駅の事例～」, 電気産業学会論文 (2018年)