

報告

リージョナルステート研究委員会

平成30年度総会及び第1回研修会開催報告について

～家畜ふん尿由来の水素を活用した水素サプライチェーン実証事業の取組み～

阪 豊 彦

1. はじめに

平成30年6月29日(金)18時～20時の日程で、平成30年度総会及び第1回研修会を札幌エプラザ環境研修室1で行いました。

総会は、参加人員18名で、平成29年度の活動報告、平成30年度の活動計画、平成29年度の決算報告、平成30年度の予算計画を説明し、満場一致で可決しました。総会終了後は、講師の2名を加えた20名で平成30年度第1回研修会を開催しました。

研修会は、鹿追町で環境省委託事業、地域連携・低炭素水素技術実証事業の「家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業」に従事されているエア・ウォーター株式会社の井上知浩様、高橋宏史様を講師に招き、実証事業の取組みについてご講演いただきました(写真-1参照)。



写真-1 真剣に聞き入る参加者の面々

本実証事業は、2015年度から2019年度の期間中にエア・ウォーター、鹿島建設、日鉄住金P&E、日本エアプロダクツの4社で行われるものです。

実証事業で使用する施設は、既存の鹿追町環境保全センターのメタン発酵施設(家畜ふん尿から発生させたバイオガスを用いて発電・熱利用する)を利

用し、水素製造等の水素サプライチェーンを構築するため「しかおい水素ファーム」という名称で新たに整備したものです。実証事業に使用するバイオガスは、既存の発酵施設から供給されるものの一部を利用しています。

講演の前半は、産業ガスメーカーの立場から水素ガス需要の現状と市場・供給方法について、後半は実証事業者の立場から「しかおい水素ファーム」についての説明がありました。

2. 水素ガス需要の現状と市場・供給方法について

日本国内の水素ガス需要は、全体で150億Nm<sup>3</sup>(ノルマルリューベ)/年程度で、その大部分は石油精製、アンモニア製造、化学合成、製鉄等の工場内で自家生産・自家消費されており、市場で流通している外販水素ガスは全体の約2%に過ぎないそうです(図-1参照)。

日本国内の水素ガス需要は、全体で150億Nm<sup>3</sup>/年程度で、その大部分は石油精製、アンモニア製造、化学合成、製鉄等の工場において、自家生産・自家消費され、市場で流通している水素ガスは全体の約2%に過ぎないと推定されている。

用途	発生量	備考
石油精製	104億Nm <sup>3</sup> /年 (71%)	水素製造
アンモニア製造	23億Nm <sup>3</sup> /年 (16%)	アンモニア原料
石化・ソーダ	16億Nm <sup>3</sup> /年 (11%)	化学原料・金属処理
外販用水素 (2019年度推定値・百万トン)	3億Nm <sup>3</sup> /年 (2%)	-
合計	146億Nm <sup>3</sup> /年	-

産業ガスメーカーは、上記以外の中・小規模ユーザーに対し、圧縮水素、液化水素、パイピング水素(オンサイト)の供給を行っている。

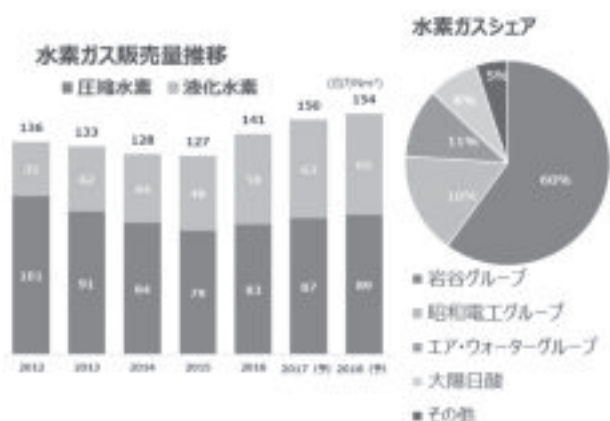
出典：ガスジオラマ 2018

図-1 日本の総水素発生量推計

水素は、一般に危険なイメージがあり、水素を身近に置いて使用することに不安を持つ方が多いと思います。これは原発事故等で報道された水素爆発の印象が強く残っているためだと思います。しかし、

工場内では自家生産・自家消費とはいえ、すでに大量の水素ガスが日常的に、事故なく安全に利用されているのです。

外販水素ガスは、市場に年間 1.54 億 Nm<sup>3</sup>/年 (ガスジオラマ 2018 より) が流通しています。主な用途は半導体の生産や金属の熱処等で、液化水素で 0.65 億 Nm<sup>3</sup>/年、圧縮水素で 0.89 億 Nm<sup>3</sup>/年の販売量 (2018 年予定) があるそうです (図-2 参照)。



出典：ガスジオラマ 2018

図-2 水素ガス販売量推移、水素ガスシェア

さて、1.54 億 Nm<sup>3</sup>/年の水素ガスは、量的にどのようなイメージになるか、FCV (燃料電池自動車) が年間 12,000km 走行すると仮定して、何台分の燃料に相当するかを算定してみます。水素 1kg は 11.2Nm<sup>3</sup> で、FCV は水素 5kg で満タンになり、走行条件にもよりますが約 500km 走行できます。燃費 100km/1kg で年間 12,000km 走行すると FCV 1 台あたり年間水素 120kg/年を消費します。

120kg/年 × 11.2Nm<sup>3</sup>/kg = 1,344Nm<sup>3</sup>/台 ・ 年の水素ガスが必要で、1.54 億 Nm<sup>3</sup>/年 / 1,344Nm<sup>3</sup>/台 ・ 年 = 114,583 台、約 11 万台強の FCV に相当する水素量が、外販水素ガスとして、すでに流通していることとなります。

しかし、現在注目されている水素は、地球環境問題とエネルギー制約を同時に解決する次世代のエネルギーとして期待が託されています。これには、化石燃料由来ではなく、再生可能エネルギーや家畜ふん尿由来などの低炭素水素が求められています。

### 3. 「しかおい水素ファーム」について

「しかおい水素ファーム」は、昨年 8 月 25 日に当

研究委員会で現地見学をすでに実施しており、予備知識をもって今回の研修会に参加された方が多く、より理解を深めることができたと思います。

#### (1) 事業の概要

実証事業の概要は、以下の 2 点です。

- ・家畜ふん尿由来のバイオガスを原料に水素を製造・供給する。
- ・農業地域、寒冷地特有の課題に対応した水素サプライチェーンの実証と、その普及展開に向けた課題を抽出する。

#### (2) 事業の目的

実証事業の目的は、以下の 4 点です。

- ・低炭素水素の利活用による中長期的な地球温暖化対策を推進する。
- ・地域の再生可能エネルギーを活用した水素サプライチェーンの実証を行う。
- ・サプライチェーン全体の CO<sub>2</sub> 排出量を削減し、低炭素な水素サプライチェーンを構築する。
- ・地方自治体等と連携し、地産地消型のサプライチェーンを確立する。

#### (3) 期待される効果

実証事業に期待される効果は、以下の 5 点です。

- ①バイオガス化施設の普及のため、バイオガスを水素化という新たな活用先を発掘できる。
- ②水素社会の促進のため、酪農地域への燃料電池、FC 車両等の普及促進を図れる。
- ③低炭素化のため、化石燃料利用の大幅削減を図れる。
- ④地域経済活性化のため、ゼロカーボン農産品として地域農業の差別化、関連産業の創出が図れる。
- ⑤地域の強靱化のため、自立、分散型エネルギーシステムの構築、非常時電源確保ができる。

#### (4) 公募に至った背景

家畜ふん尿は、生し尿を簡易に処理して農地へ散布されているのが大半を占め、農地からのメタンガスの放出、臭気や水質汚染等の環境問題となっています。これを解消するには、メタン発酵技術を進歩させて、小規模でも安定した運転ができるバイオガス施設を早急に普及させることが必要となります。また、送電網につなげて FIT (固定価格買取制度) で

売電できれば、施設整備費等に充てることができ事業の採算性が向上するため、さらなる普及が進むものと期待できます。しかし、道東地方等は送電網が脆弱な地域が多く、現状としてバイオガスプラントの普及が停滞していました。

このような状況の中、バイオガス利用の新たな選択肢として水素事業の研究が進められ「家畜糞尿バイオガスからのグリーン水素製造」の提案に併せて農業地域における将来の水素サプライチェーンが検討されました。このタイミングで本実証事業の公募が行われ、最終提案モデル及び実施場所を検討し、先進的に取組を行っていた鹿追町に協力を仰ぎ、事業に応募して採択されました。

**(5) 家畜ふん尿から水素をつくるしくみ**

水素は、家畜ふん尿を発酵させてバイオガスを発生させるプロセス、膜分離プロセス、水蒸気改質反応及び水生ガスシフトの4つのプロセスを踏んで、CO<sub>2</sub>とともに抽出されます(図-3 参照)。このCO<sub>2</sub>は、家畜のエサである牧草が大気から固定したものが由来なのでカーボンニュートラルです。

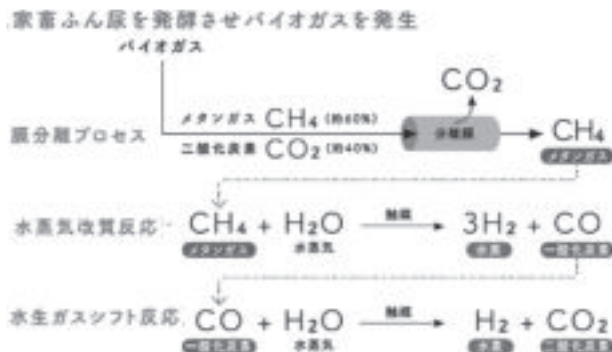


図-3 家畜ふん尿から水素をつくるしくみ

バイオガスの成分は、約60%がメタンガスで、約40%がCO<sub>2</sub>です。膜分離プロセスは、CO<sub>2</sub>を取り除いてメタンガスのみを抽出します。水蒸気改質反応では、メタンガスの水蒸気改質反応で水素と一酸化炭素を発生させて水素を抽出します。水生ガスシフト反応では、水蒸気改質反応で発生した一酸化炭素をさらに水蒸気で改質反応させて、水素とCO<sub>2</sub>を発生させて水素を抽出します。乳牛1頭が1年間に出すふん尿から、FCV1台が1年間走行できる量の水素が作り出せるそうです。

**(6) 事業の全体像**

実証事業の実施体制は、製造プロセスと利用プロセスに分かれています。まず、事業委託代表者がエア・ウォーターになり、その下の製造プロセス統括としてエア・ウォーターが、利用プロセス統括として鹿島建設が担当します(図-4 参照)。

製造プロセスには、バイオガス精製、水素製造&輸送、水素ステーションの3つがあり、利用プロセスには、FCV、FCフォークの運用実証、燃料電池の実証、水素化メリットの検証の3つがあります。

また、実証事業において産学官で構成された検討委員会が設置されています(図-5 参照)。



図-4 事業実施体制



図-5 検討委員会による地域との連携体制

**(7) 全体工程**

実証事業の全体工程は、2015年度に基本計画、詳細設計、2016年度に建設、試運転、2017年度から実証運転を行い、2019年度で事業が終了するものとなっています(図-6 参照)。



図-6 全体工程表

**(8) しかおい水素ファームの施設について**

しかおい水素ファームは、先に述べたように既存



の鹿追町環境保全センターの中に新たな施設を追加整備して、稼動しています(図-7 参照)。



図-7 しかおい水素ファーム全体配置図

本センターの広い敷地内には、バイオガス精製装置(バイオガス流量 60Nm<sup>3</sup>/h、メタン純度 94%以上)、水素製造装置(水素流量 70Nm<sup>3</sup>/h、水素純度 99.97%)、水素ステーション(水素供給能力 100Nm<sup>3</sup>/h 以上、70MPa/35MPa)、圧縮水素充填設備(19.6MPaG、カードル 16 本組×7 基、9 本組×9 基)、水素燃料電池設備(700W 出力×2 基)、カードル保管設備(16 本組×2 基)が配置されています(図-8 参照)。



図-8 しかおい水素ファーム設備配置概要図

しかおい水素ステーションは、北海道初の定置式水素ステーションでダブルノズルディスペンサー(70MPa:燃料電池自動車(FCV)用、35MPa:燃料電池(FC)フォークリフト用)を採用し、高圧水素配

管継手は溶接接合による安全性、メンテナンス性の向上を図ったこと、設備が寒冷地に対応していることが特徴です(図-9 参照)。



項目	仕様
能力	
燃料電池自動車(FCV)用	70MPa JPEC-S0003 (2014)
燃料電池(FC)フォークリフト用	35MPa
水素供給能力	100Nm <sup>3</sup> /h以上
主要機器	
水素圧縮機	吸込圧: 4~20MPaG 吐出圧: 82MPaG(常用)
蓄圧器ユニット	貯蔵量: 739Nm <sup>3</sup> Type3 複合蓄圧容器 300L×3本
ディスペンサ(水素充填機)	ダブルノズル方式(70/35 MPa)

図-9 しかおい水素ステーションの概要図

#### 4. おわりに

講演会では、エネルギー効率からみて、バイオガスを水素化することに疑問を投げかける質問がありました。質問を受けて講師からは、バイオガスから水素をつくるには余分なエネルギーが必要となる上、水素ステーションで利用するには高いレベルの高圧ガスを扱うため、資格を持つ技術者が複数必要になる等の不利な面を回答される場面もありました。

本実証事業が終了するまでには、水素化メリットの検討が進み、単なるエネルギーとしてではなく、地域経済の振興や強靱化等を含めた実証結果が得られることでしょうか。その結果を合わせて、再度講演してもらいたいと思いました。

最後に、水素は地球環境問題とエネルギー制約を同時に解決する次世代エネルギーとして期待が高まっていますが、課題も多く、普及するには炭素税の課税等、新たな価値の創出が望まれます。

阪 豊彦(さか とよひこ)

技術士(建設/総合技術監理部門)

RS 研究委員会幹事  
伊藤組土建株式会社  
常務取締役

