

# 水素関連の海外動向

2017年1月6日(金)

(一財)エネルギー総合工学研究所  
プロジェクト試験研究部  
<http://www.iae.or.jp>

Confidential

## IAEについて

### ➤ エネルギーの未来を拓くのは技術である

一般財団法人
設立
<b>1978</b>
場所
<b>東京、新橋</b>
職員(研究員)
<b>103(80)</b>
事業予算(億円)(FY2015)
<b>20</b>
賛助会員(社)
<b>89</b>



## 本日の内容

### 1 海外(米国、欧州)における水素製造技術開発

- 米国DOEプログラム
- 欧州FCH JU2プログラム

### 2 再エネ由来水素等利用の事例

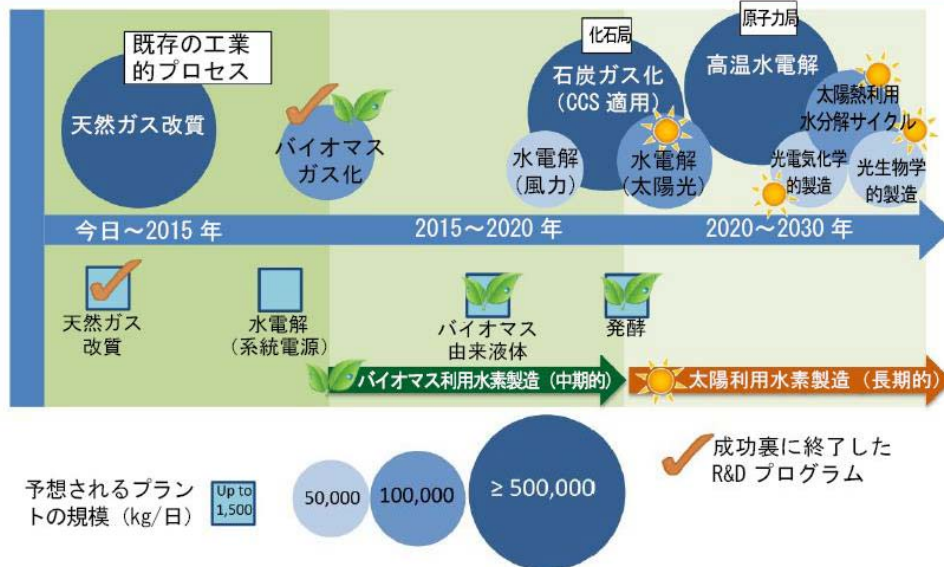
- 下水汚泥由来水素供給1(アメリカ加州ファウンテンバレー)
- 下水汚泥由来水素供給2(ドイツBottrop)
- バイオ由来メタン供給(スウェーデンStigs Center)
- バイオメタン製造時の副生CO<sub>2</sub>由来合成メタンガス供給(ドイツWerlte)

### 1 海外(米国、欧州)における水素製造技術開発

# 米国DOEプログラムーロードマップー

- 米国エネルギー省(DOE)は水素製造技術開発のロードマップを有している
- 現在は天然ガス改質からの製造であるが、将来はバイオマスや太陽光・太陽熱を利用して水素を製造することになっている

目的：2020年までに、クリーンな国内資源で製造した水素のコスト（輸送・供給含む）を4ドル/kg以下とする



(出典)US Department of Energy, "Multi-Year Research, Development, and Demonstration Plan"より作成

# 米国DOEプログラムー水素製造目標値ー

- 水素製造技術ごとに、水素製造コストの目標値が設定されている
- 2020年目標値は製造時で\$2.30/gge (≒\$2.30/kg、21円/Nm<sup>3</sup>)、供給時で\$4.00/gge (≒\$4.00/kg、36円/Nm<sup>3</sup>)となっている

技術	目標年	コスト目標
バイオマス由来液体 (再生可能液体) からの水素製造 (分散型製造)	2020年	<\$2.30/gge (製造時)
		≤\$4.00/gge (供給時)
水電解による水素製造 (分散型製造)	2020年	<\$2.30/gge (製造時)
		≤\$4.00/gge (供給時)
水電解による水素製造 (再生可能電力利用、集中型製造)	2015年	\$3.00/gge (プラント出口)
	2020年	≤\$2.00/gge (プラント出口)
太陽熱利用水分解サイクル (STCH)	2015年	長期的にコスト競争力があることを実証
	2020年	\$3.00/gge (プラント出口) が見通せる技術を開発
再生可能エネルギーによる光化学水素製造	2020年	\$4.00/gge (プラント出口) が見通せる技術を開発
バイオロジカル水素製造	2020年	\$10.00/gge (プラント出口) が見通せる技術を開発
直接太陽光変換 (STH) による水素製造 (集中型製造)	2017年	≤\$5.00/gge (プラント出口) が見通せる技術を開発
光電気化学的水分解 (プラントスケール)	2020年	光水素変換率: ≥15%
光バイオ的水分解 (プラントスケール)	2020年	光水素変換率: ≥5%

(出典)US Department of Energy, "Multi-Year Research, Development, and Demonstration Plan"より作成

## 欧州FCH 2 JUプログラム－全体目標－

- 第二次燃料電池・水素共同実施機構(FCH 2 JU)の多年度実行計画(2014年～2020年)では全体目標が設定されている
- 再エネ由来の水素を既存システムに統合させること、技術効率ではなく運転・資本コストの削減、が目標となっている

- 目標 1** : 燃料電池システムの製造コストを交通用途に使用できるように削減しつつ、既存技術と競合できるレベルまで寿命を改善する。
- 目標 2** : 多様なコージェネレーション・モノジェネレーション用燃料電池の発電効率と耐久性を向上させつつ、既存技術と競合できるレベルまでコストを削減する。
- 目標 3** : 再生可能エネルギー由来水素を製造する水電解のエネルギー効率を向上させつつ、水素製造・貯蔵統合システムが市場で代替技術と競合するように、運転・資本コストを削減する。
- 目標 4** : 水素を、再生可能エネルギー由来電力の競争力がある貯蔵媒体として活用することで、再生可能エネルギーをエネルギーシステムに統合する水素システムを大規模に実証する。
- 目標 5** : EU が定める「重要な原料」(例、プラチナ) について、リサイクルや希土類元素の使用量低減・使用回避を通じて、使用を削減する。

(出典)FCH 2 JU, "Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020"より作成

## 欧州FCH 2 JUプログラム－水素製造の目標－

- 低炭素資源からの水素製造技術の現状と将来目標が示されている
- 2020年にて、バイオガス改質の設備費が3.1Mユーロ/(t/dベース)となっている。

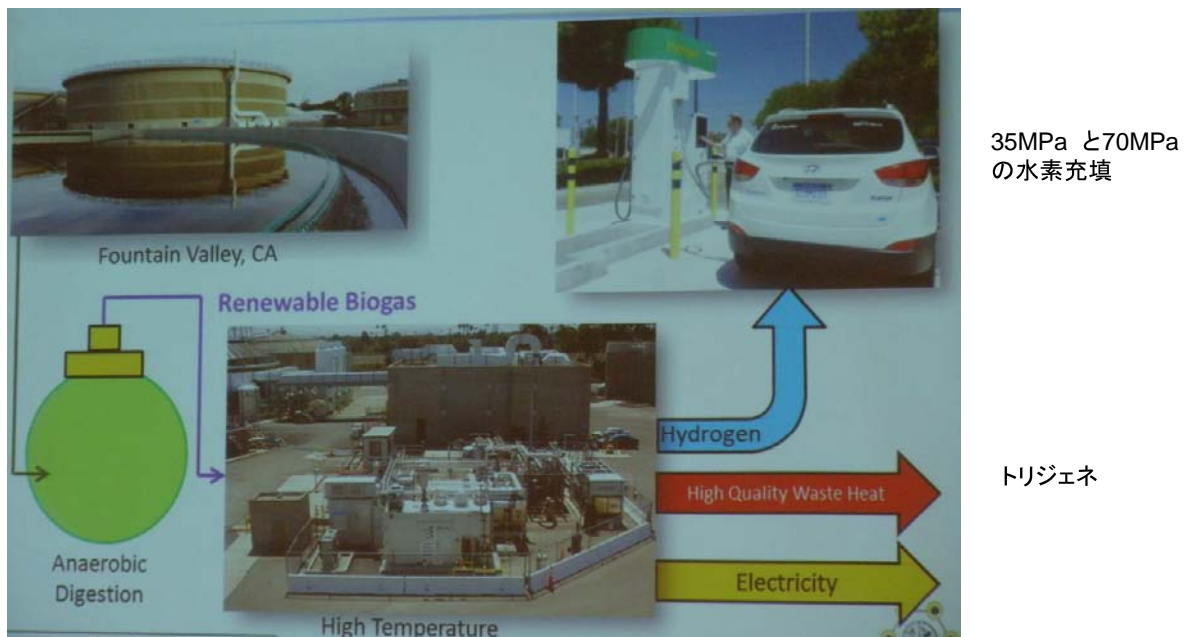
トピック	パラメータ	単位	現状の最新技術	セクター目標	FCJ JU 目標		
					2017	2020	2023
分散型バイオガス改質による水素製造の CAPEX		—	4.2 M€/t/d	—	3.8 M€/t/d	3.1 M€/t/d	2.5 M€/t/d
分散型バイオガス改質による水素製造の効率		—	64%	—	70%	70%	72%
高温水分解	効率	% HHV	33	45	36	39	42
	OPEX	€/kg	5.8	2.6	4.5	4.5	3.0
	CAPEX	€/ton/d	4.0	1.4	3.5	2.5	1.7
	水素コスト	€/kg	12	5	10	8	6
	水素圧力	Bar	1	20	2	20	20
	寿命	年	0.5	10	1	2	10

(出典)FCH 2 JU, "Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020"より作成

## 2 再エネ由来水素等利用の事例

### 下水汚泥由来水素供給1 (アメリカ加州 *Fountain Valley*)

- 産官学 (Fuel Cell Energy、Air Products、UC Irvine等) のコンソーシアムで実施
- 10 万人の下水を利用し、発電に使用されない水素は、近傍の水素ステーションにパイプライン供給されFCV用に供給されている



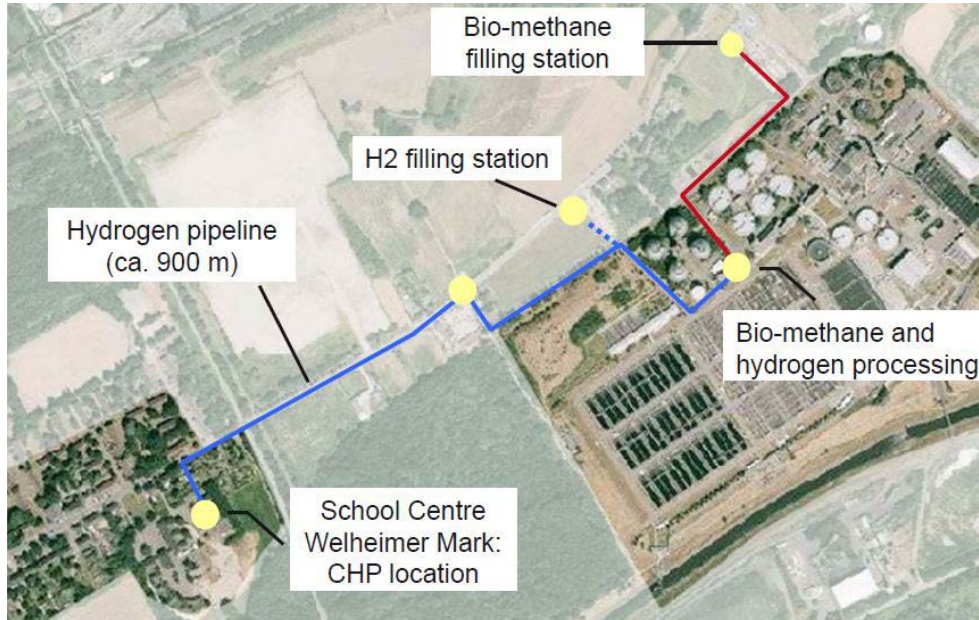
Air Productsは、ZEV規制をクリアするための再エネ(33%)導入のため、OCSD (Orange County Sanitation District) の下水汚泥からのバイオガスのクレジットを購入している

(出典) Fuel Cell Seminar & Energy Exposition 2014発表資料



## 下水汚泥由来水素供給2(ドイツ *Bottrop*)

- 水素インフラのパイロットスケールの実現、下水汚泥からの純水素製造の実用試験、再エネ由来水素の経済性検証を目標として、プロジェクトが実施されている
- 消化ガスは、ボイラ、CHP (バイオガスエンジン、0.7MW)、CHP (水素ガスエンジン、65kW)、CNG自動車で利用されており、小型FCバス向けに水素ステーションも設置されている



(出典) 視察調査IAE資料

## バイオ由来メタン供給(スウェーデン *Stigs Center*)

- Fordons Gasはバイオガス生産業者からCNG、LNGを入手しており、一般ガソリンスタンドと隣接するスタンドにて、LNGトラックにLNG供給をしている
- CNG車普及のためのインフラ構築を進めており、2014年、Air Liquideの傘下に入っている



LNGタンク(80L)



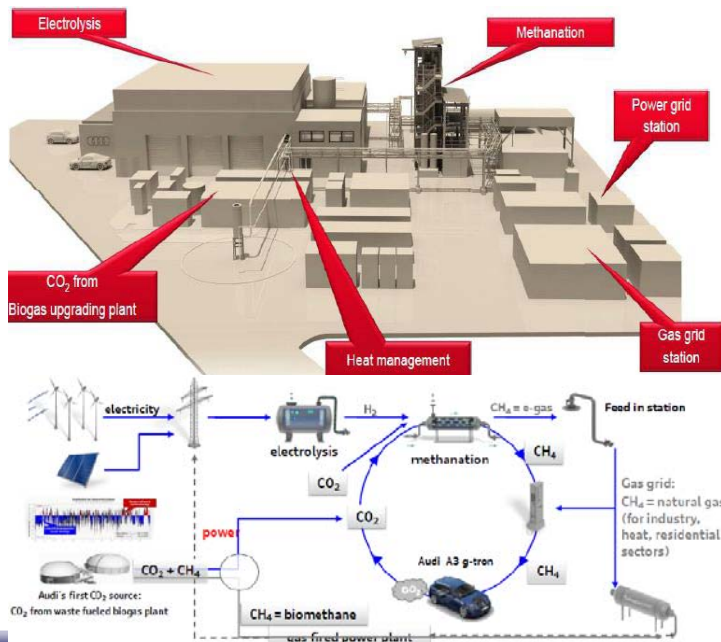
給ガス頻度: 毎日長距離トラックが来る  
走行距離: 400km  
充填時間: 3-4分(ノズル冷却度合に依存)

CNG/LNGステーション: 一般ガソリンスタンドと隣接  
ステーション運営: 24h無人販売  
LNG供給資格: 事前講習を受け、カードを発行  
CNGは一般でも利用可

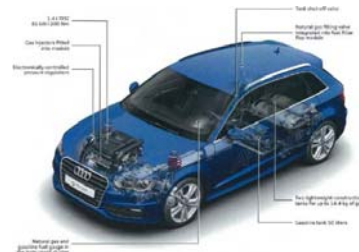
(出典) 再生可能エネルギー利用に関する第2回ヨーロッパ調査報告

## バイオメタン製造時の副生CO<sub>2</sub>由来合成メタンガス供給(ドイツWerlte)

- Audiは、食物残渣による発酵メタン(バイオメタン)製造時の副生ガス(CO<sub>2</sub>)と再エネ由来水素からカーボンニュートラルな燃料(合成メタン:e-gas)を製造する、世界初の工場規模の運用を実現したプラントを開発している
- ETOGASが所有するメタネーション技術をコアとし、効率向上のため熱マネジメントシステムを導入している



CNGを燃料。ガソリン走行も可能(50Lタンク併設)



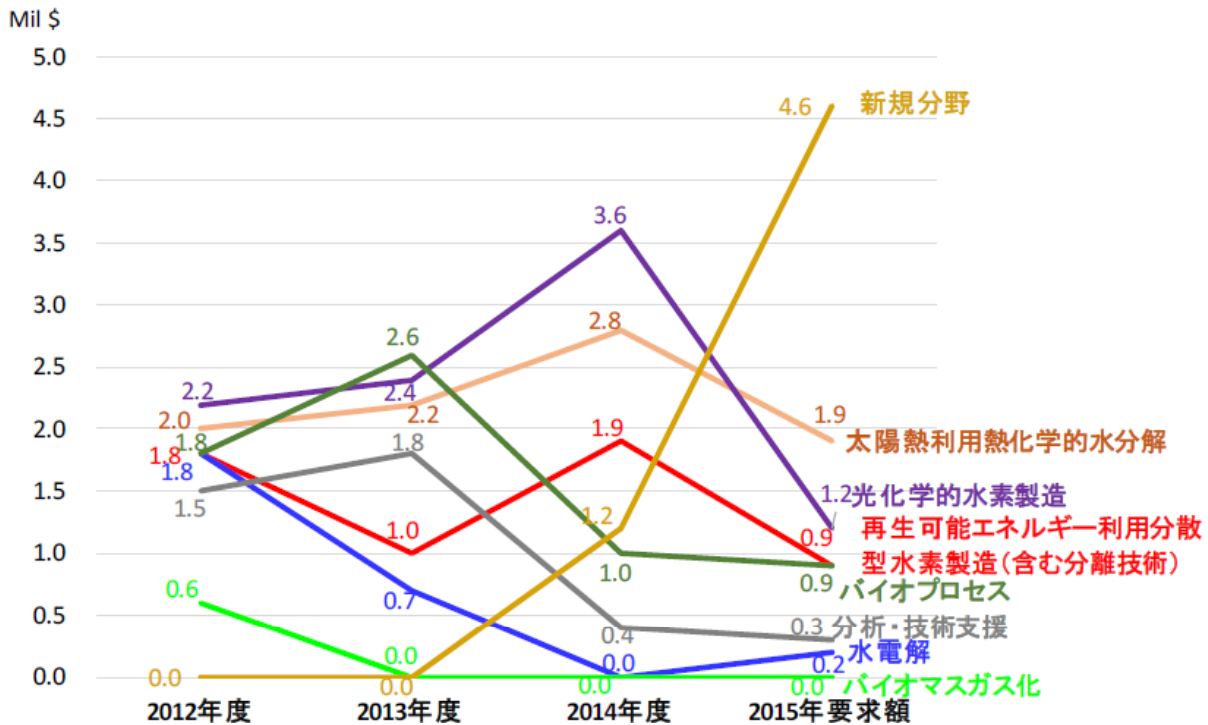
ドイツ国内のCNGスタンドは約900箇所

(出典)再生可能エネルギー利用に関する第2回ヨーロッパ調査報告

ご清聴ありがとうございました

# 米国DOEプログラム－水素製造R&D予算の推移－

- 水電解だけではなく、太陽熱利用、光化学にも継続的にテーマと予算が投じられている



(出典) US Department of Energy, "2012 Annual Progress Report / II. Hydrogen Production" 等より作成

# 欧州FCH JU2プログラム－水素製造のプロジェクト数と予算－

- これまで169(2015年11月時点)のプロジェクトが実施されており、水素製造は27(水素貯蔵:3、水素輸送:1、水素利用:1)となっており、水素製造に多く配分されている

分野	FCH JU 以前	FCH JU の枠	FCH 2 JU (新規実施)	合計数
水電解	5	8 ADEL, ELECTROHYPEM, ELYGRID, ELECTRA, HELMETH, NOVEL, RESelyser, SOPHIA	3	16
化石燃料・バイオガス改質	1	3 BioRobur, CoMETHy, NEMESIS2+	0	4
光化学的水素製造	0	2 ArtipHyction, PECDEMO	0	2
バイオマスガス化	0	1 UNIFHY	0	1
太陽熱利用熱化学的水分解	1	1 SOL2HY2	1	3
バイオプロセス	0	1 HyTIME	0	1
水素製造 合計	7	16	4	27

総予算 6.31-€ (助成割合: 55%)

(出典) FCH JU, "Programme Review Report 2014" より作成