

# 「CO<sub>2</sub>フリー水素関連技術に関する 福島再生可能エネルギー研究所の取り組み」

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所  
再生可能エネルギー研究センター  
前田 哲彦

# 福島県での水素利用の未来像

## 福島県復興計画

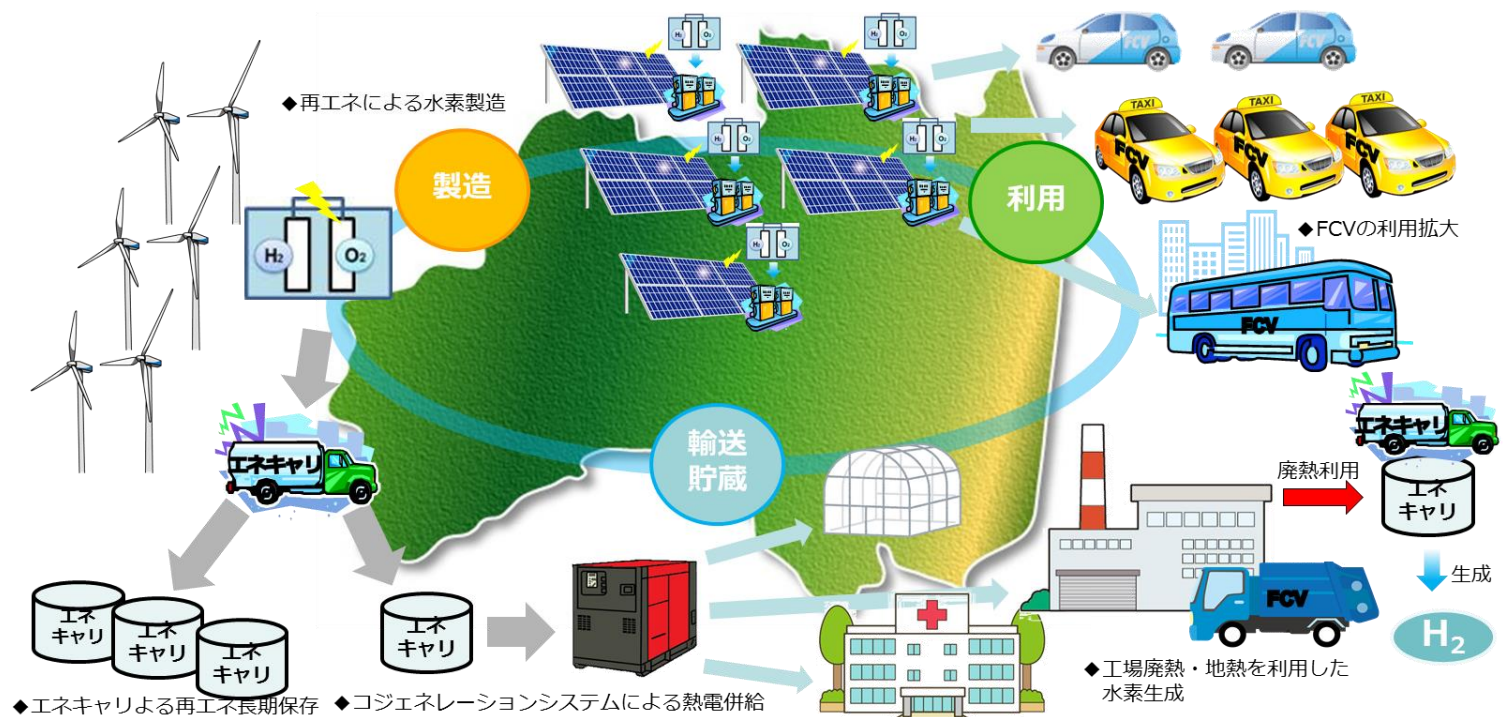
再生可能エネルギーの飛躍的推進による新たな社会づくり

2040年を目途に再生可能エネルギー100%超供給を目標

## メガソーラの急激な導入拡大の可能性

太陽光発電の設備認定が福島県は4.15GW(全国1位)(ただし、その内の運転開始済みは150.9MWのみ(全国24位))

設備認定出力の84%がメガソーラ。(全国平均のメガソーラ比率は57%)



## 福島新エネ社会構想

平成28年2月

内堀知事が経産大臣に再エネ導入拡大の支援を要望

平成28年3月7日

安倍首相が福島県視察の際に

「福島新エネ社会構想実現会議」設置を表明

平成28年3月27日 第一回福島新エネ社会構想実現会議

平成28年6月16日 第二回福島新エネ社会構想実現会議

平成28年9月7日 第三回福島新エネ社会構想実現会議

福島新エネ社会構想 骨子

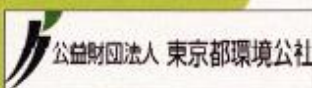
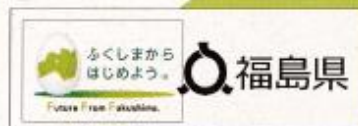
(第三回会議で決定、今後同会議で進捗管理)

- I. 総論
- II. 再生可能エネルギー
- III. 水素社会
- IV. スマートコミュニティ

# CO2フリー水素の利活用に向けた東京都の調査連絡会と各WGの件等体制

## 4者協定

- CO2フリー水素について、産総研福島再エネ研究所、公社（環境科学研究所）との共同研究の実施



## 水素を利用した街づくりに向けた調査連絡会議

### CO2フリー水素ワーキンググループ

- ・福島 - 東京間の水素チェーンの主要技術調査
- ・水素キャリアの特徴と課題, 輸送貯蔵に関する経済性評価。
- ・中長期視点からの検討事項

### 水素エネルギーマネジメントワーキンググループ

- ・水素利用機器に関する調査
- ・水素の需要量想定に関する検討(福島県, 東京都のケーススタディ)

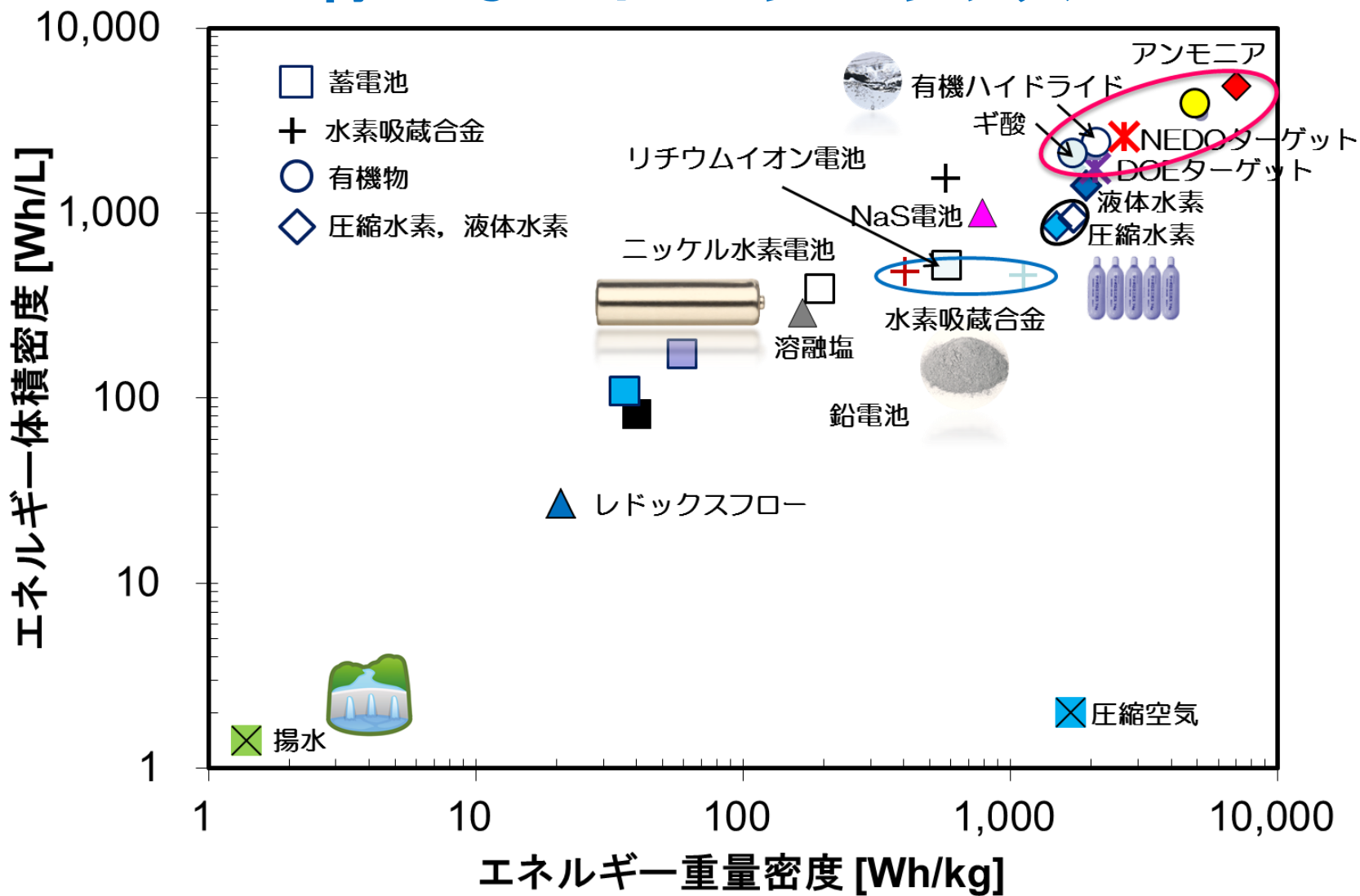
構成メンバー: 東京都, 福島県, 東京都環境科学研究所, 産総研, 岩谷産業, JXエネルギー, 日立製作所, 東芝, トヨタ自動車, 東京ガス, 清水建設, 三井不動産(順不同)  
事務局: 日建設計, 三菱総研

CO2フリー水素の利活用に向けた  
四者協定 平成28年5月17日 締結

平成28年度予算事業「未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築実証事業」における「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」(NEDO実証事業)において、**清水建設、産総研、日本重化学工業のグループ**、東芝、東北電力、岩谷産業によるグループの他、6グループが採択された。(NEDOWebより、平成28年9月29日発表)

事業者	事業概要
東芝、東北電力、岩谷産業	福島県における再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発
日本製鋼所、日立造船	再エネ水素と排ガスCO2によるメタン合成および都市ガスグリッド利用を目指したPowerToGasシステムの研究開発
<b>清水建設、産総研、日本重化学工業</b>	<b>再エネ出力抑制対応水素製造および熱化学昇圧と街区における水素利用マネジメント技術開発</b>
日立製作所、北海道電力、エネ総工研	稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術
NTTファシリティーズ	システムを利用した再生可能エネルギー由来水素製造と水素活用モデルの技術開発
山梨県企業局、東レ、東京電力、東光高岳	CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発

# 様々なエネルギーキャリア





# 研究対象とする水素キャリア

- 高密度にエネルギー貯蔵が可能な有機ハイドライド(MCH:メチルシクロヘキサン) (復興予算)
- 窒化物であり炭素を含まないアンモニア (SIP)
- 水素を純粋なまま大量輸送が可能な液体水素 (SIP)
- CCS技術やCCU技術となる次世代型水素キャリア (例: ギ酸) (CREST)

**トルエン**





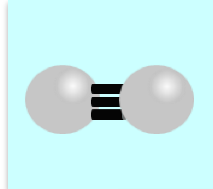
**MCH**



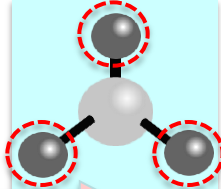
水素吸収

6重量%の水素を有する常温常圧で液体の有機化合物。1ℓのMCHで500ℓの水素ガスを貯蔵

**窒素(N<sub>2</sub>)**



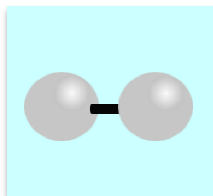
**アンモニア**

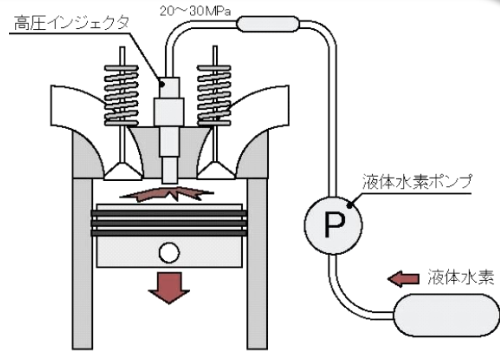


水素吸収

17重量%の水素を有する窒素化合物。  
1ℓのアンモニアで1300ℓの水素ガスを貯蔵


**液体水素(LH<sub>2</sub>)**






1ℓの液体水素で800ℓの水素ガスを貯蔵


水素貯蔵



貯留・回収



水素供給

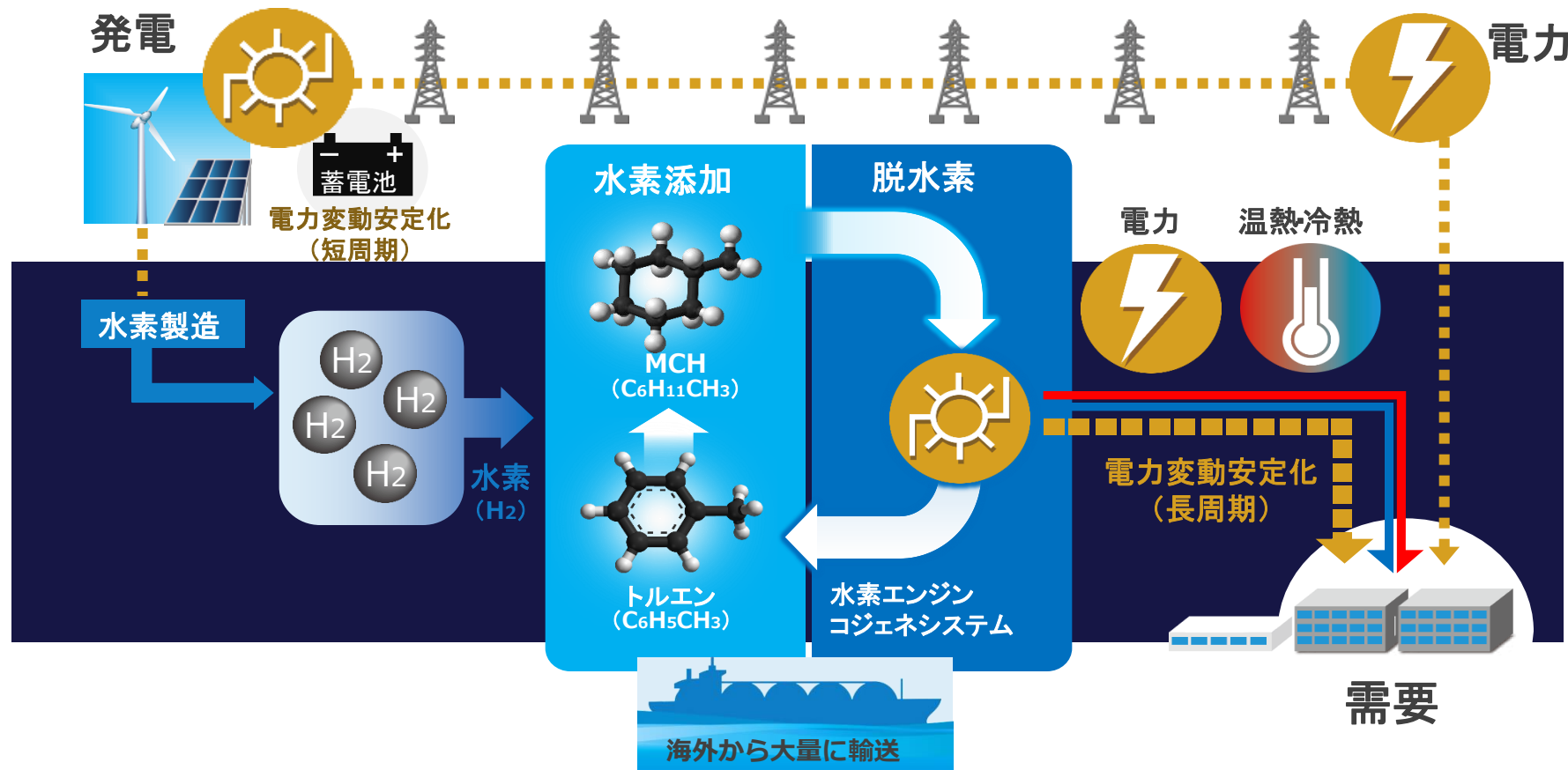


触媒を用いた物質変換

**HCO<sub>2</sub>H**  
ギ酸

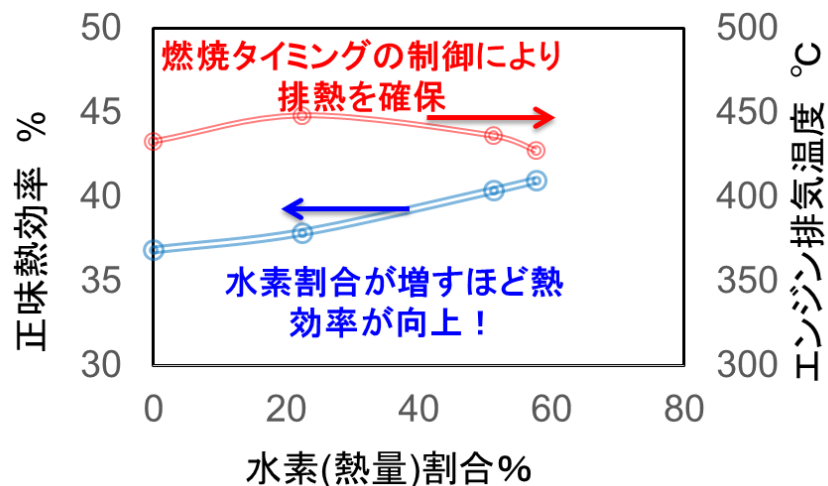
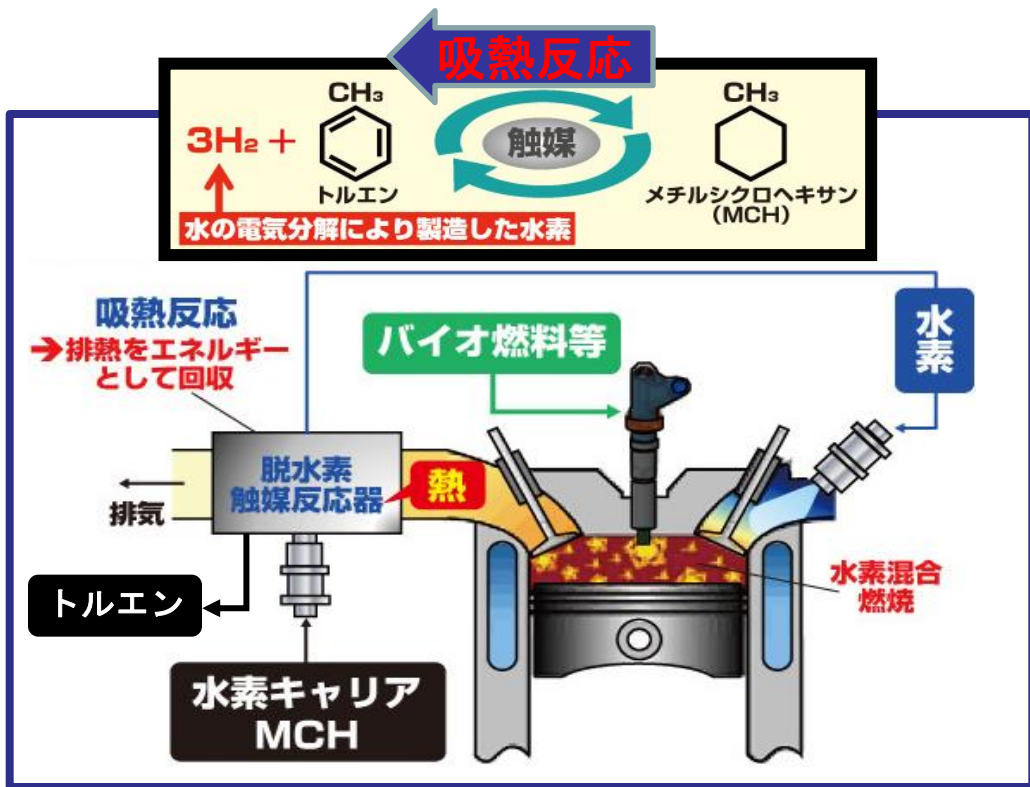
4重量%の水素を有する常温常圧で液体の有機化合物、1ℓのギ酸で600ℓの水素ガスを貯蔵

# 水素キャリアを作り、貯蔵し、水素を取り出し、利用する一貫システム:有機ハイドライド (MCH)





# 水素キャリアコージェネエンジン



- ディーゼルエンジン発電機 (60kW) において水素(熱量)割合60%(当初20%/目標80%)の水素/軽油混焼実験に成功 (世界トップ水準)
- 可燃範囲を超える高濃度の水素混焼を実現
- 熱効率40%超の高効率かつ高排気温を実現
- 実排ガスを使って水素発生量約300NL/min(水素割合60%)を実現

# 水素キャリア製造・利用統合システム実証 —世界最大級のMCH製造・利用実証—



アルカリ水電解装置



地下タンク



次世代コージェネエンジン

## 概要・特徴

- ◆ 電気分解による水素生成能力：34Nm<sup>3</sup>/h@150kW
- ◆ トルエンへの水素付加能力：70L/h（MCH製造能力）
- ◆ トルエン保管能力：容量20kL
- ◆ MCHの保管能力：20kL（電力として10MWh）
- ◆ 水素エンジンコージェネ出力（電力・熱）：電力60kW・熱35kW

# アンモニア内燃機関の技術開発

**フェーズⅠ:**  
灯油混燃試験(仮設)  
平成25~26年度



**フェーズⅡ:**  
アンモニア専焼試験、  
メタン-アンモニア混焼試験  
平成27年度

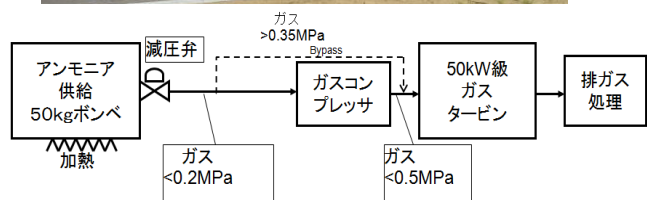


**フェーズⅢ:**  
燃焼器テストリグ試験、  
アンモニア燃焼計算  
平成28年度~

燃焼器テストリグの運用開始

- 今後の予定
- ・ 東北大学と共同で燃焼器改良(燃焼強化、低NOx燃焼)

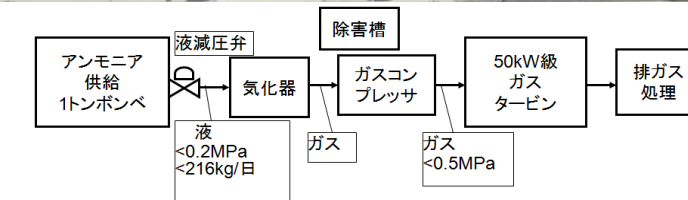
本研究開発は、内閣府SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「エネルギーキャリア」(管理法人: JST)によって実施しています。



(2014/9/18 プレス発表)

灯油燃料の**30%相当**をアンモニアに置換して混焼を行い、**21kW**のガスタービン発電に成功(世界初)

脱硝触媒へのアンモニア供給により**NOx**排出を**10ppm**以下に削減



(2015/9/17 プレス発表)

**100%アンモニア**燃焼による**41.8kW**発電に成功(世界初)  
CO<sub>2</sub>フリー大型火力発電所に繋がる成果

メタンとアンモニアの混合ガスを用いた**41.8kW**発電に成功(世界初)  
大型火力発電所でのアンモニア混焼による発電の可能性を示す

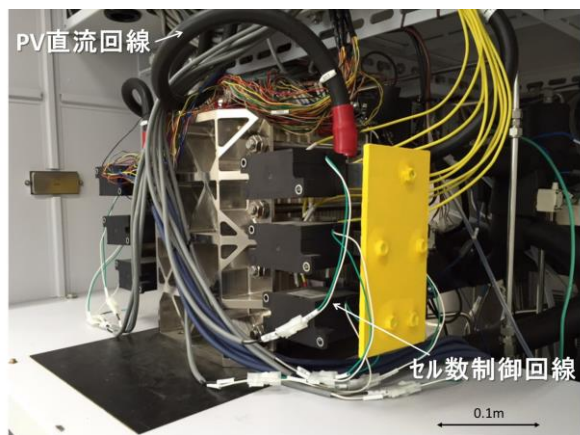
- ・9/18(金) 福島民報 朝刊 6面
  - ・9/18(金) 福島民友 朝刊 4面
  - ・9/20(日) 河北新報 朝刊 30面
  - ・9/24(木) 電気新聞 朝刊 4面
  - ・9/24(木) 化学工業日報 3面
  - ・9/29(火) 日刊工業新聞 朝刊 26面
  - ・11/5(木) 岐阜新聞 3面
  - ・11/5(木) 中部経済新聞 13面
  - ・11/6(金) 四国新聞 15面
  - ・11/8(日) 岩手日報 14面
  - ・11/10(火) 福井新聞 21面
  - ・11/10(火) 山陽新聞 21面
  - ・11/16(月) 信濃毎日新聞 9面
  - ・11/16(月) 静岡新聞 25面
  - ・11/18(水) 山形新聞 20面
  - ・11/22(日) 中国新聞 朝刊 11面
  - ・11/24(火) 福島民友 朝刊 2面
- ※共同通信



# 太陽電池を用いた高効率水素製造(水電解)システム 開発及び実証



電解用太陽電池 20kW



5Nm<sup>3</sup>/h 規模水電解装置(燃料電池機能付)

- ・20kWの太陽電池出力を直流のまま、電解セル数を制御できる水電解装置に直結し、変動電力で高効率電解を達成。
- 変動電力に対応する水電解装置制御技術を開発
- 太陽エネルギーを高効率に水素に変換(約15%)、製造装置としては補器動力を引いても70~80%の効率

## 研究成果

- ・水素エネルギー協会大会2015年12月 P07 (発表済)
- ・電気学会 全国大会 2016年3月 7-0188(発表済)
- ・国際論文 JICEE DOI:10.1080/22348972.2016.1173783(公開中)
- ・国際会議 International conference of Electrical Engineering 2016 (2016年7月那覇発表済)

# 水素吸蔵合金を用いた水電解水素貯蔵

## 高压ガス・危険物非該当合金を用いた水素貯蔵装置を作成

身近なところに設置可能な安全な水素貯蔵。  
 反応温度も室温近傍で、ビルや集合住宅などの  
 エネルギーシステムに組み込むことが可能。



反応熱を制御し適切な水素放出を実現



水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵装置



危険物判定のための  
 着火試験の様子

→危険物非該当かつ安価、初期活性化の方法を取得。  
 →定置用水素エネルギーシステムの実証へ展開

NEDOプロジェクトへ展開

清水建設、産総研、

日本重化学工業

再エネ出力抑制対応水素製造および熱化学昇圧と  
 街区における水素利用マネージメント技術開発

研究成果

- ・商業誌 燃料電池 15 (2015) 9-15.
- ・国際会議 ICEE 2015 7月, Hong Kong, ICEE-15A-FP.
- ・国際会議 World Hydrogen Energy Conference 2016

# スマートシステム研究棟(参考資料)

施設概要: 太陽光発電用大型パワーコンディショナ(PCS)等の分散電源システムの高機能化に向けた先端的研究開発及び試験評価ができる**世界最大級の施設**。



## 【スケジュール】

H26年12月 施設着工  
H28年1月 全体完成・試運転  
H28年4月 オープン



スマートシステム研究棟の問合せ先  
frea-ss-info-ml@aist.go.jp

経緯: 平成25年度補正予算「グローバル認証基盤整備事業」(復興庁)により同施設が整備されることとなった。

利用開始: **平成28年4月**より、共同研究による利用、および認証事業者への貸付を開始。

連携支援: 同施設での認証試験と研究開発がPCSメーカーの海外進出を支援できるように、国際標準化に向けた国際連携を推進。

### A. 系統連系試験設備

分散電源の系統連系時に求められる性能を試験する設備。PCSの各種試験を行う。交流電源シミュレータの最大容量は5MVA。試験可能な分散電源の最大容量は3MW。

### B. 安全性試験設備(恒温槽等)

PCSに実環境を模擬した高温加速試験、熱サイクル試験を行い、長期的な信頼性の評価や、サージ電圧試験などの安全性に関する試験を行う設備。

### C. 電磁環境試験設備(電波暗室)

PCSからの電磁放射(妨害波)を測定、および外部からの電磁波に対してPCSの機能・動作が阻害されないかを測定する試験を行う設備。

### D. システム性能試験設備

分散電源(太陽光発電、蓄電池等)とPCSを一つのシステムとして各種性能(天候に応じて発電出力を最大化する自動制御性能等)を評価する設備。