

CO₂フリー水素の導入をめざして

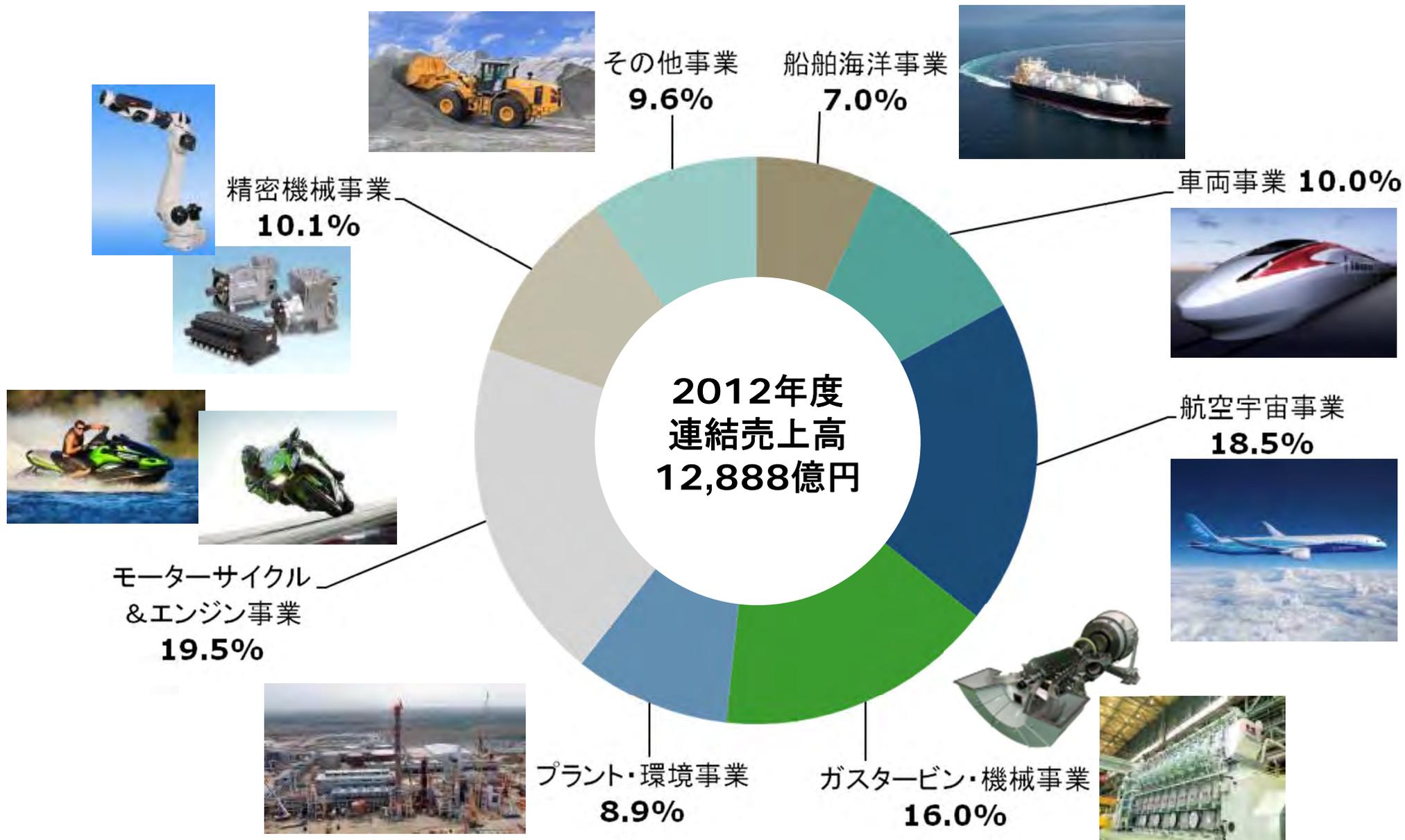
－水素社会への確かな道筋－

2014年3月6日

川崎重工業株式会社

- 会社概要
- 水素の需要とその将来
- CO₂フリー水素チェーンのコンセプト
- 液化水素の特徴
- 海外のCO₂フリー水素
- 水素ガスタービン
- 水素の陸上輸送・貯蔵技術
- HyGrid研究会

会社概要



水素の需要とその将来

• 水素需要シミュレーション

検討条件

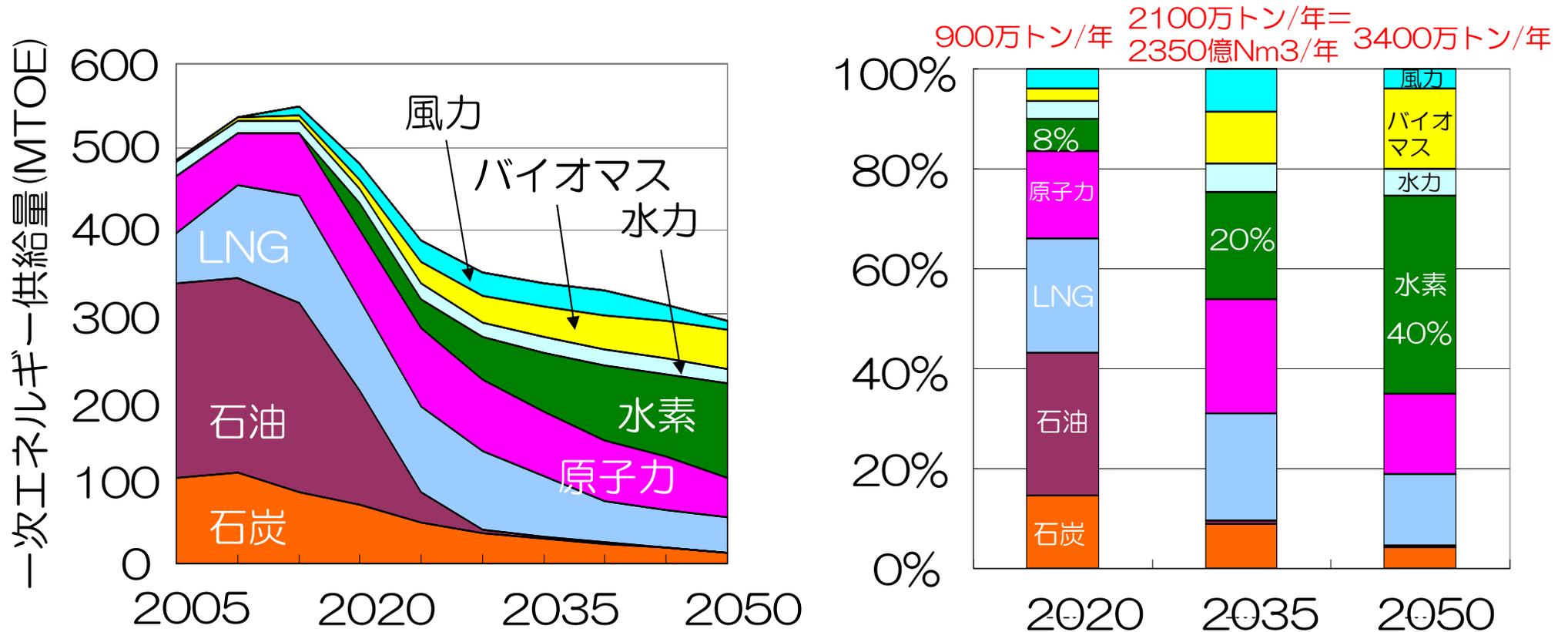
- CO₂フリー水素が25~45円/Nm³（CIF）で供給可能
- CO₂制約 2020年：-15%、2050年：-80%（90年比）
注）2020年25%減は解が得られず、15%減に変更。
残りは海外排出権導入と仮定
- 原子力 総発電量の50%を上限
- 自然エネルギー（太陽光・風力）各々総発電量の15%を上限
- 国内でのCCSが困難な場合

→最も国民負担の少ないエネルギー需要割合を算出

* エネルギー総合工学研究所主催「CO₂フリー水素チェーン実現に向けた構想研究会」にてGRAPEを用いて実施

水素の需要とその将来

水素需要予測結果（一次エネルギー供給量）



- 2020年頃より水素が本格的に導入開始（水素価格はCIF25円/Nm³の場合）
- 2050年80%減には、エネルギー利用のほとんどをCO₂フリーにすることが必要
- 水素価格が35円/Nm³、45円/Nm³となっても、割合は大きくは変わらない。
- 発電用の需要よりも、熱需要（直接燃焼、コージェネ）から導入が進む

CO₂フリー水素チェーンのコンセプト

水素の大量製造・長距離輸送

— 水素を効率よく安全に「つくる」「はこぶ」「つかう」川崎重工の技術 —

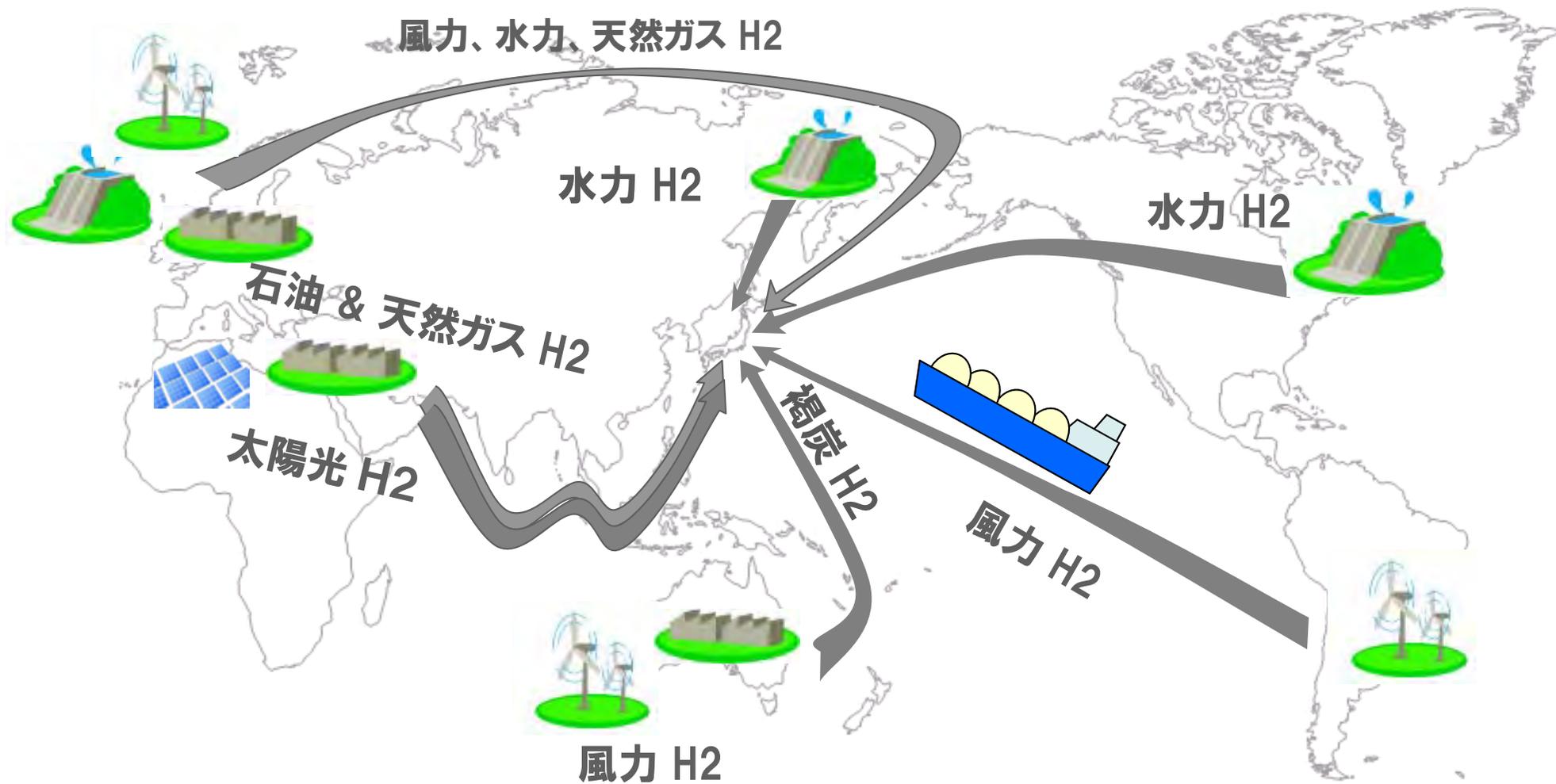


液化水素の特徴

- 気体の1/800の体積
- 産業利用やロケット燃料として**実用化済の輸送媒体**
- 需要地では**常温で蒸発させてそのまま使える**（エネルギー不要）
- 高純度=**精製不要**。蒸発させ燃料電池に即供給可
- 供給地が海外の場合、**現地の安いエネルギーで液化**
- さらに液化でエネルギーは消失するわけではなく**需要地で冷熱利用（-253℃）が可能**
- 将来への**課題は、液化機の大型化およびさらなる高効率化**

海外のCO₂フリー水素

検討されている海外CO₂フリー水素チェーンプロジェクト

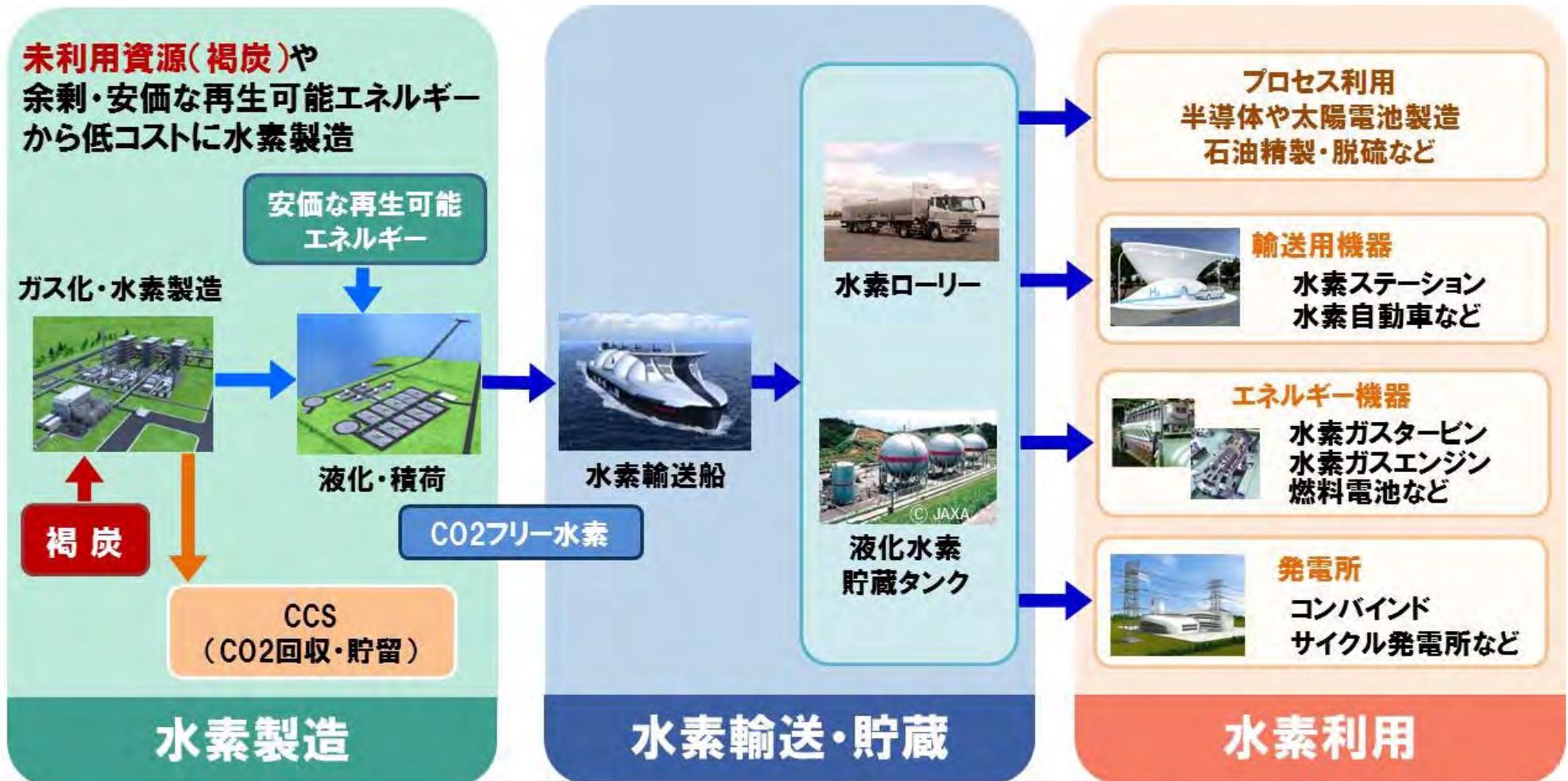


海外のCO₂フリー水素

— CO₂の排出を抑制しながらエネルギーを安定供給 —

資源国（豪州）

利用国（日本）



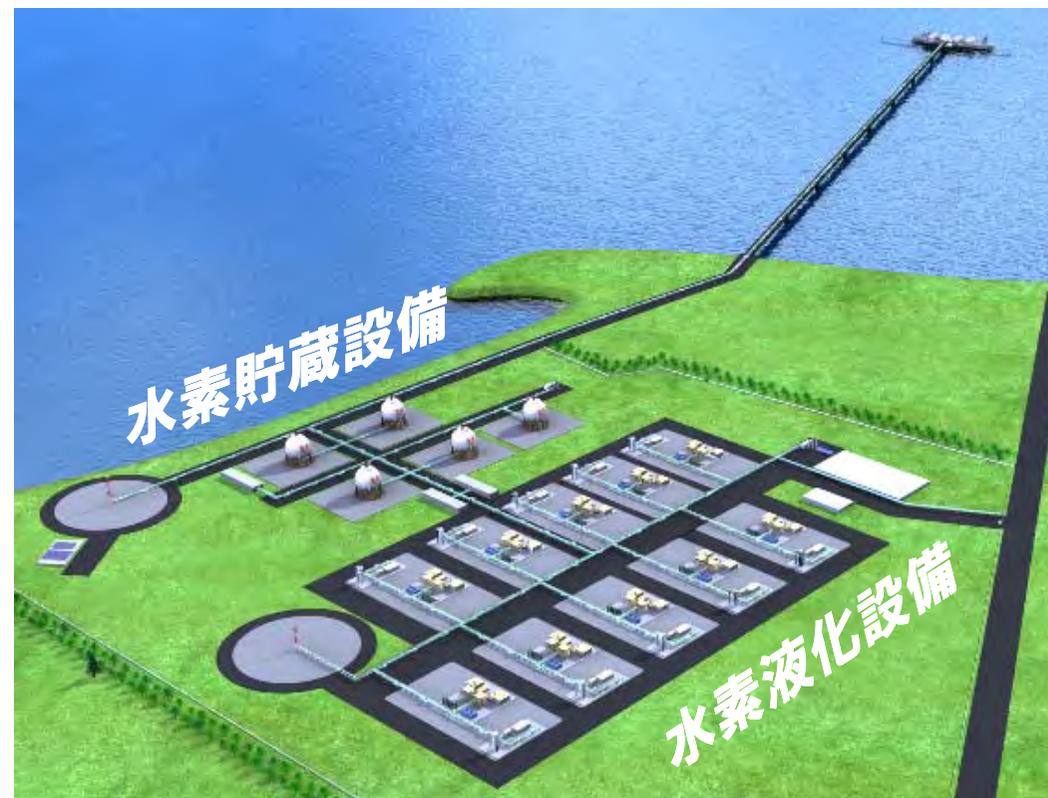
海外のCO₂フリー水素

豪州の褐炭水素 — 商用チェーン(水素製造・液化・貯蔵・積荷) —

水素液化・貯蔵設備 (-253℃)

液化能力：770t/日

貯蔵能力：50,000m³タンク×5基



海外のCO₂フリー水素

豪州の褐炭水素 — 商用チェーン (海上長距離輸送) —

水素運搬船(2隻)

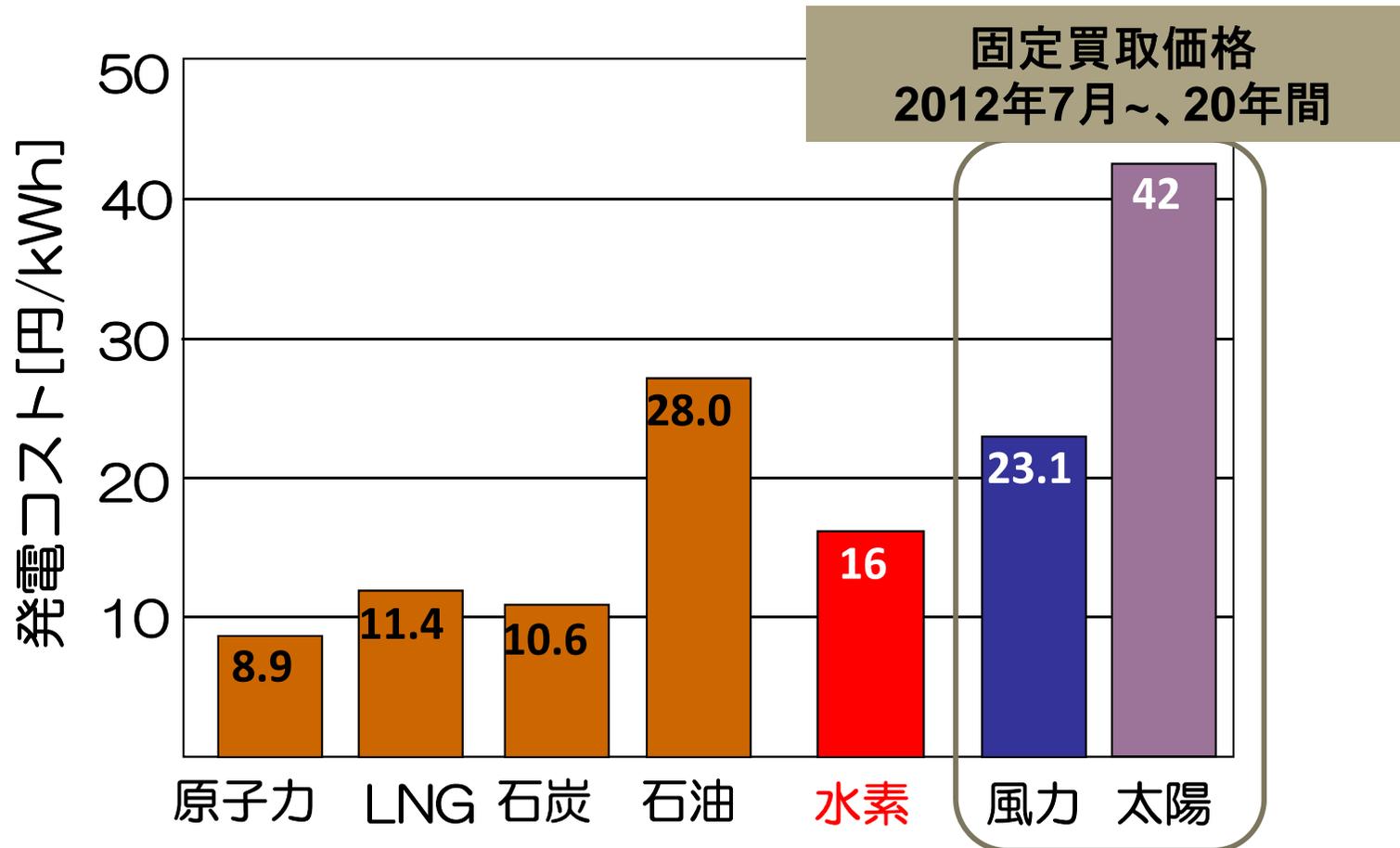
水素輸送量：238,500t/年(積込ベース)

輸送船容積：160,000m³



褐炭由来水素による国内発電コスト

化石燃料発電よりは高いが、CO₂フリーエネルギーの中では、再生可能エネルギーより安く、かつ安定で大量に利用可能である



※出典：エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会報告書

2030年モデルプラント

将来に向けての発電利用

パイロット

10t/day 水素



技術実証
2千トン/年
7MW試験

商用開始

770t/day 水素



30円/Nm³
22万5千トン/年
650MW
16円/kWh

0.5%
300万トン

40隻就航

15,400t/day 水素

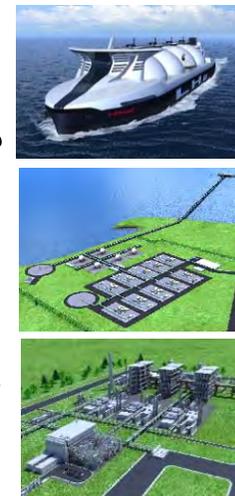


24円/Nm³
450万トン/年
13,000MW
14円/kWh

10%
6千万トン

80隻就航

30,800t/day 水素



18円/Nm³
900万トン/年
26,000MW
11円/kWh

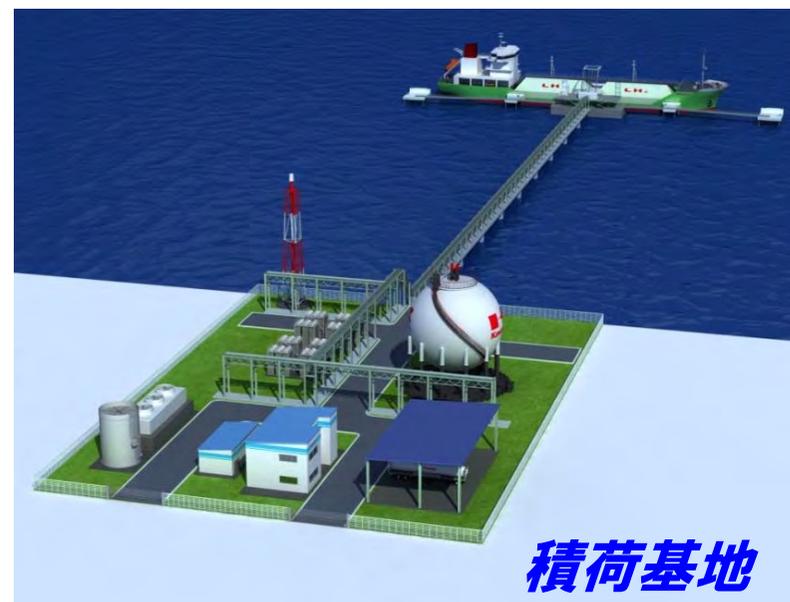
20%
1億2千万トン

円/Nm³ : CIFコスト
水素輸送量
発電容量
発電単価

日本の総発電量に占める
割合 ≒ CO₂削減量

海外のCO₂フリー水素

豪州の褐炭水素 — 小規模実証チェーン（水素製造量 10t/日） —



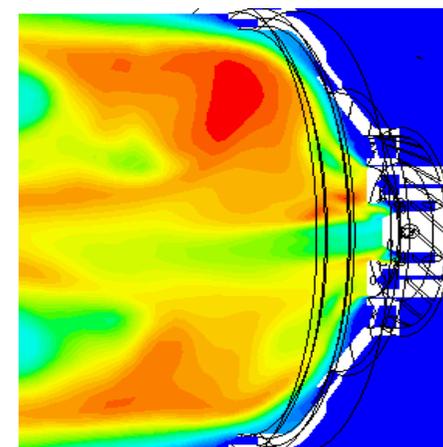
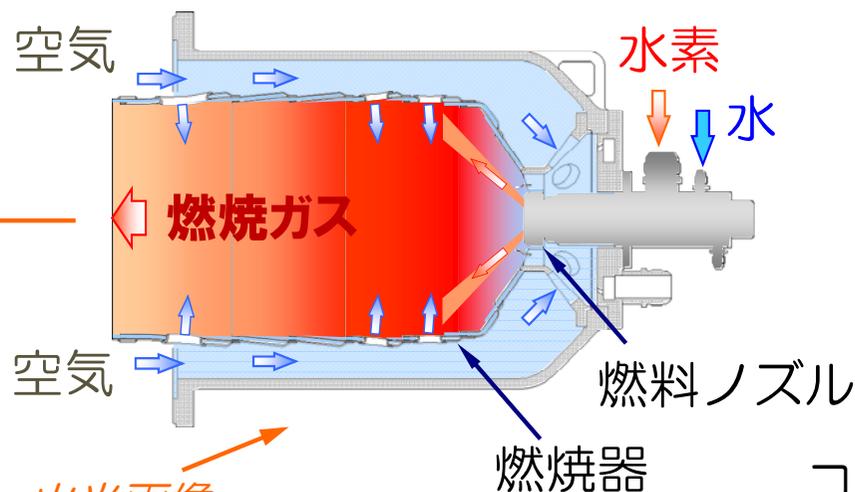
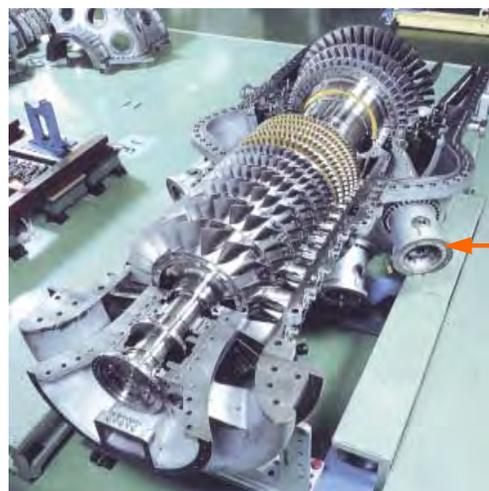
概念設計完了

設備コストの概算値算出

→基本設計へ

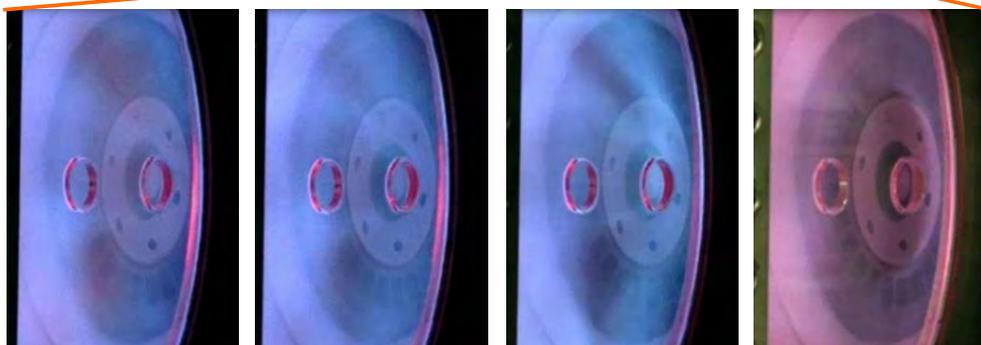
小型液化水素運搬船の貨物格納装置は
世界初の基本認証を取得（13.12/25）

水素ガスタービン



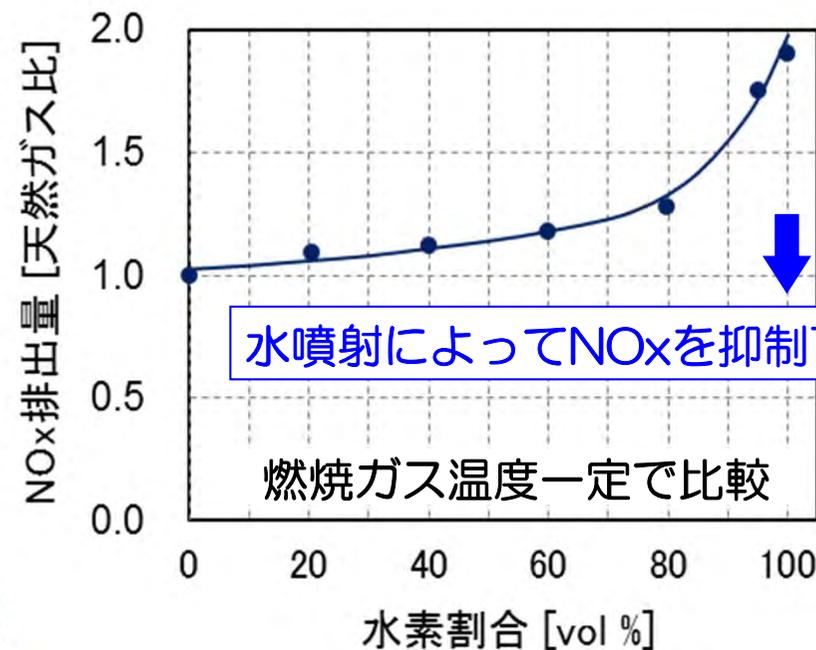
コンピューターシミュレーションによる温度分布予測

火炎画像



天然ガス	100%	60%	20%	--- %
水素	--- %	40%	80%	100%

水素割合：多



課題：水素は燃焼の温度、速度ともに高い
 ⇒ 燃焼器の焼損防止とNOx抑制=何れも実現可能

水素の陸上輸送・貯蔵技術

45MPa級複合容器搭載圧縮水素輸送トレーラ



H24年度NEDO共同研究事業
協力:水素供給・利用技術研究組合(HySUT)
JX日鉱日石エネルギー株式会社

圧縮水素輸送トレーラ諸元	
全長※	10,260mm
全幅	2,500mm
全高	3,500mm
重量※	19,310kg
容器積載本数	24
水素積載量	260kg

45MPa級複合容器諸元	
全長	3,025mm
直径	436mm
重量	220kg
圧力	45MPa
内容積	300L
容器種類	タイプ3

※ 牽引車を除く



水素の陸上輸送・貯蔵技術

液化水素輸送コンテナ



液化水素輸送コンテナ諸元

型式	ISO 40ft型コンテナ
内容積	45.6m ³
空車重量	22.3ton
水素積載量	2.9ton
断熱方式	真空積層断熱
付属	加圧蒸発器



水素の陸上輸送・貯蔵技術

液化水素貯蔵タンク



液化水素貯蔵タンク諸元

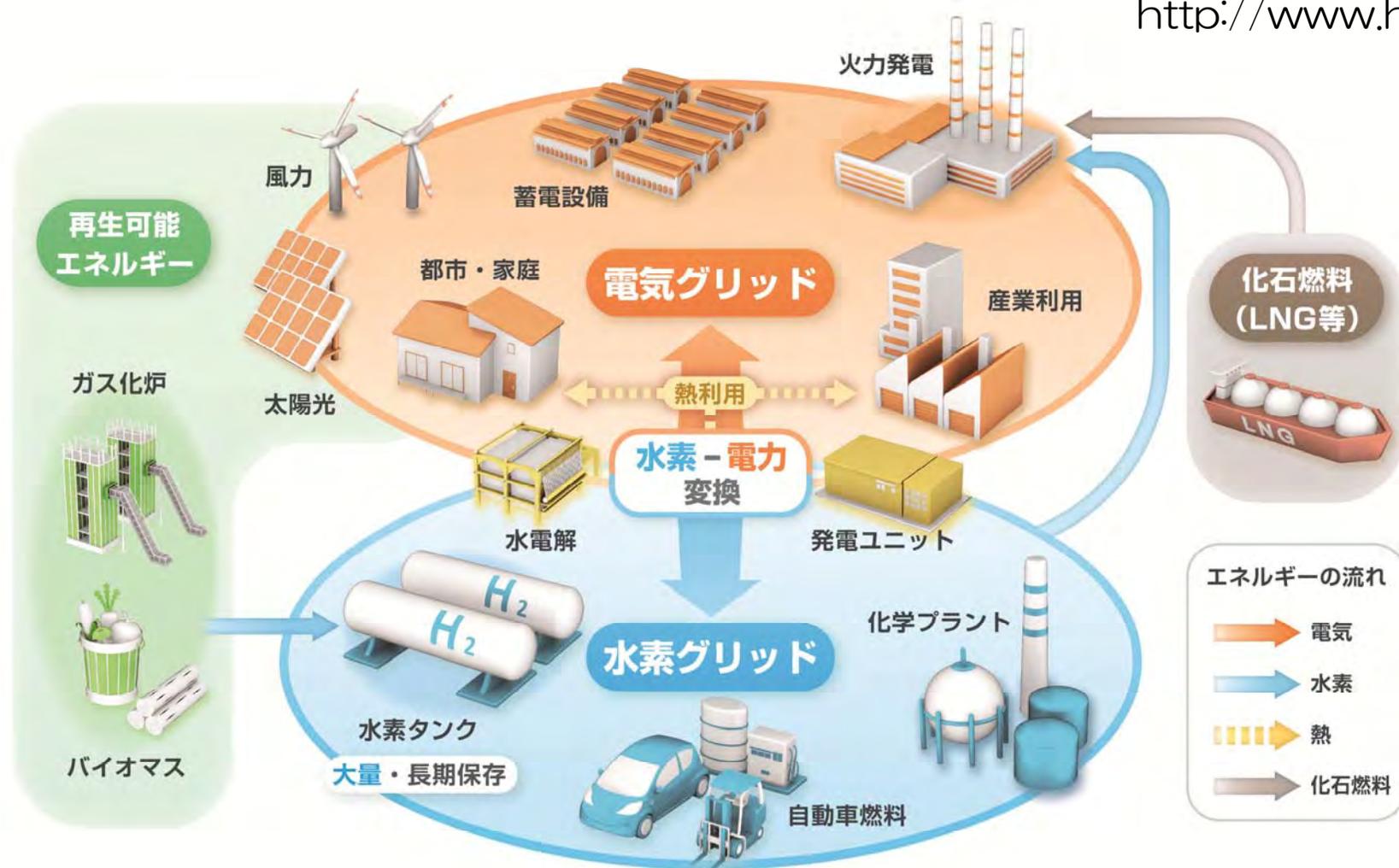
型式	球形二重殻タンク
貯蔵容積	540m ³
設計圧力	0.686MPa+真空
設計温度	-253℃
断熱方式	真空パーライト断熱



HyGrid研究会

水素を活用したエネルギー需給の最適化

<http://www.hygrid.jp>



◆参画企業・団体

岩谷産業株式会社、川崎重工業株式会社(会長企業)、九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、株式会社システム技術研究所、株式会社テクノバ(事務局)、トヨタ自動車株式会社、豊田通商株式会社、日産自動車株式会社、株式会社本田技術研究所、三井物産株式会社、株式会社ローランド・ベルガー
(五十音順、2013年12月現在)

世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する
“Global Kawasaki”