

東京都殿 水素戦略会議

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5月16日

川崎重工業株式会社

技術開発本部 水素プロジェクト部

- 水素と将来のエネルギー需要
- CO₂フリー水素チェーンのコンセプト
- CO₂フリー水素の大量・安定供給
- 水素ガスタービン発電
- 水素の陸上輸送・貯蔵技術
- HyGrid研究会
- 水素エネルギーの導入を実現するために

水素と将来のエネルギー需要

• 水素需要シミュレーション

検討条件

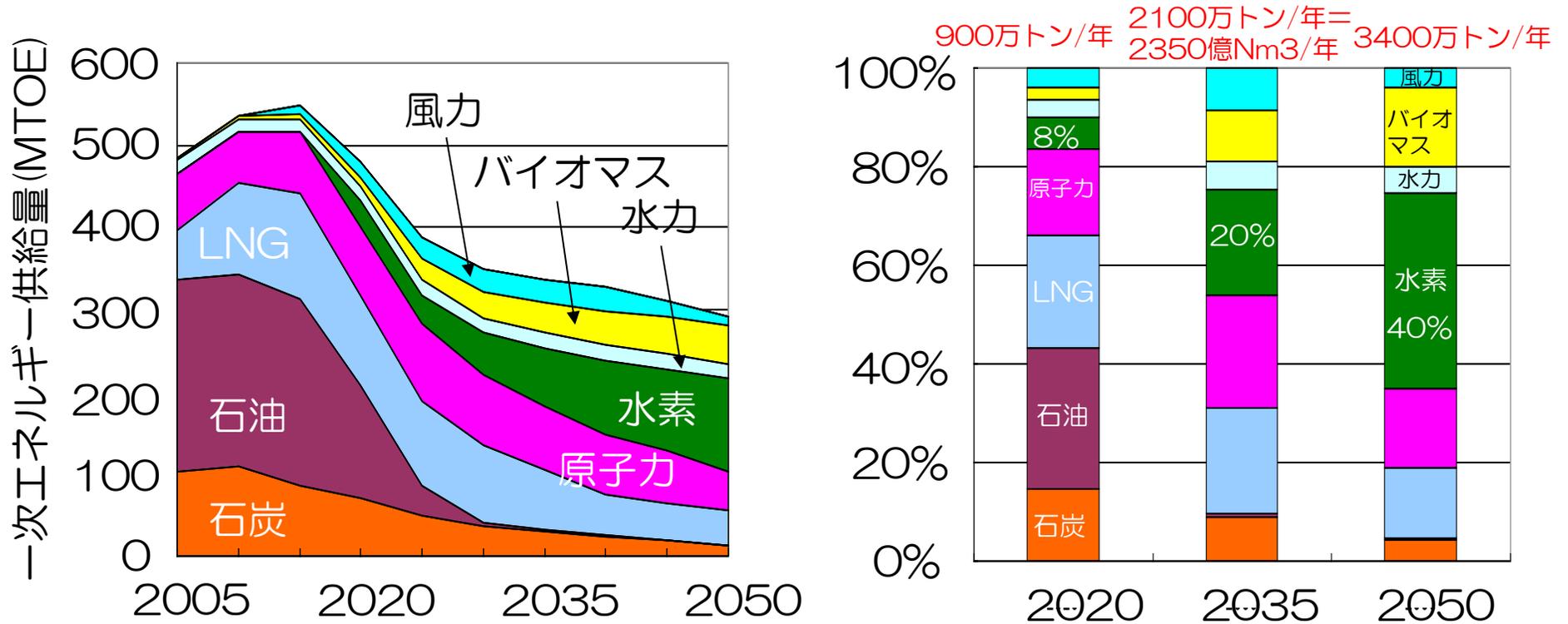
- CO₂フリー水素が25～45円/Nm³（CIF）で供給可能
- CO₂制約 2020年：-15%、2050年：-80%（90年比）
注）2020年25%減は解が得られず、15%減に変更。
残りは海外排出権導入と仮定
- 原子力 総発電量の50%を上限
- 自然エネルギー（太陽光・風力）各々総発電量の15%を上限
- 国内でのCCSが困難な場合

→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

水素と将来のエネルギー需要

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

LNGで培った川崎重工の技術を応用

Go! Hydrogen Road

大量の水素を、
安価に、安定的に、そして安全に。

私たちの技術が進むうしろに、
Hydrogen Roadという
新しい道が生まれます。

水素を
つくる



水素を
はこぶ
ためる

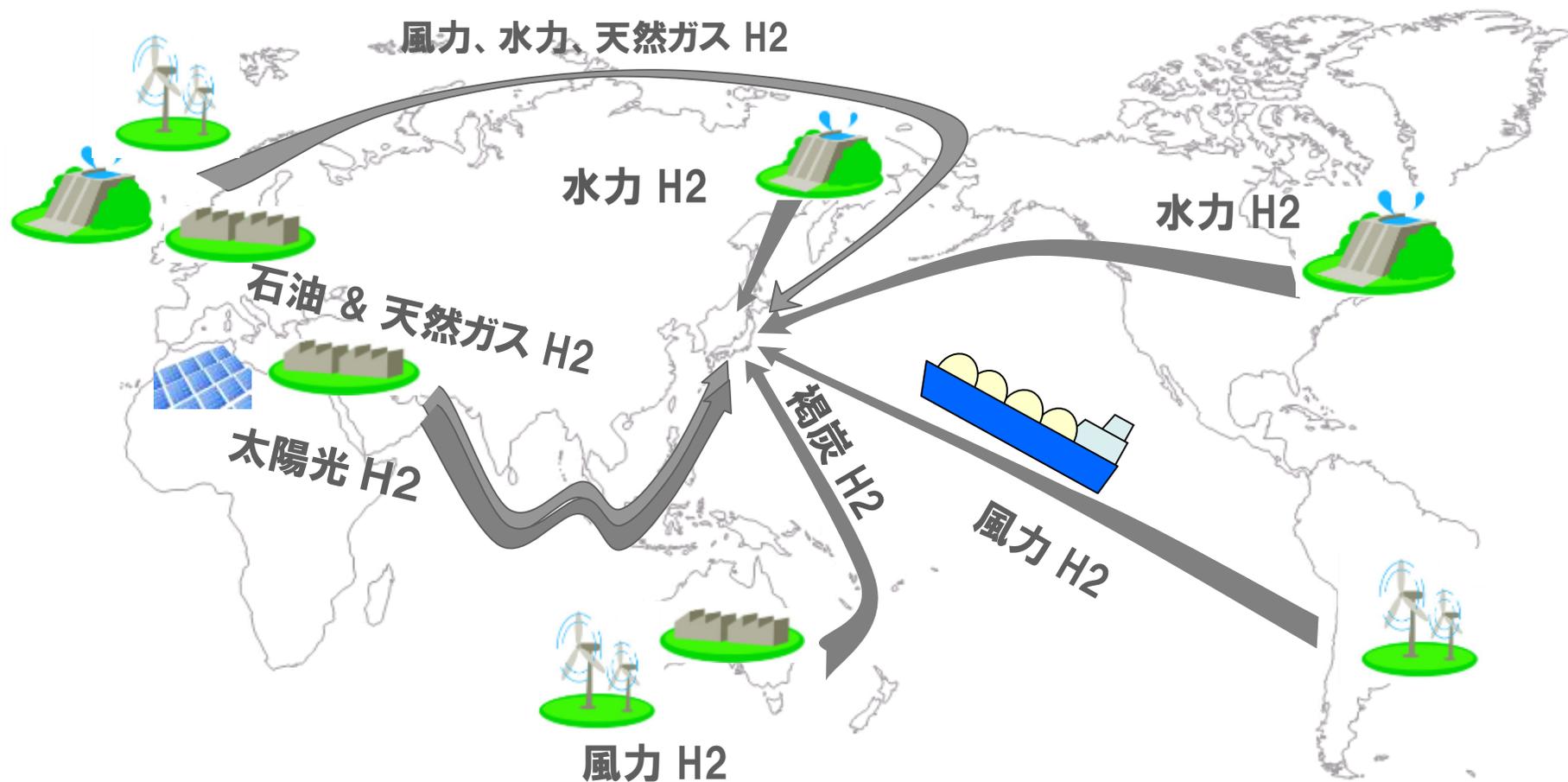


水素を
つかう



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



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

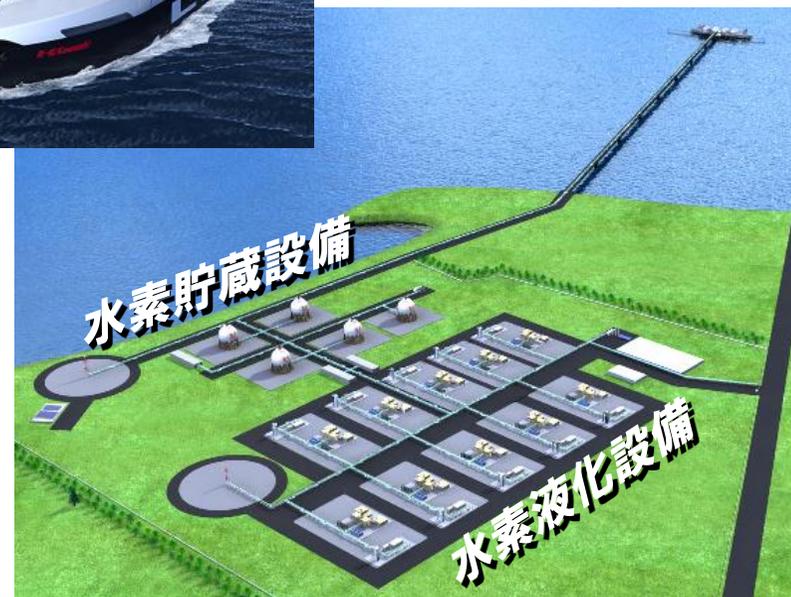
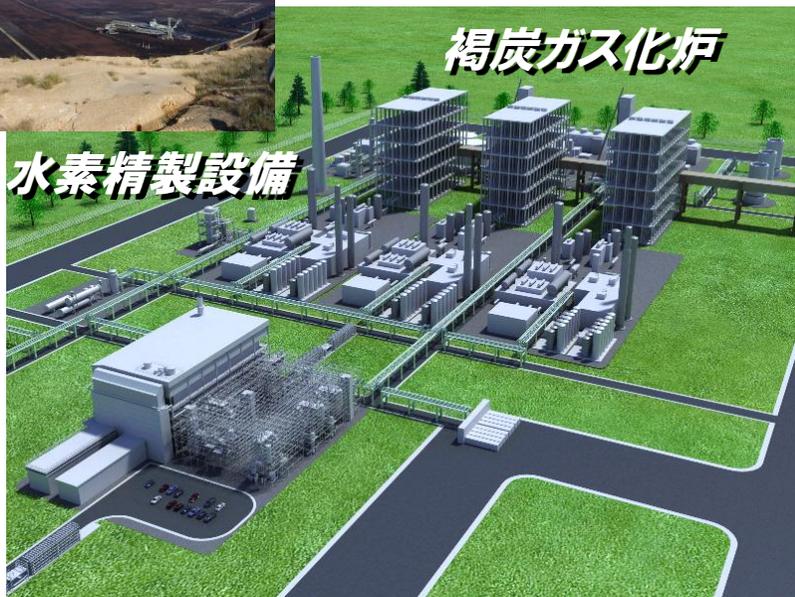
CO₂フリー水素の大量・安定供給

豪州の未利用資源褐炭（自発火のため長距離輸送不可）から水素を製造
副生物のCO₂は現地でCCS（CO₂ Capture and Storage）⇒ CO₂フリー
液化水素製造能力：770t/日 ⇒ 燃料にして FCV300万台 or 水素発電65万kW1基
液化水素はロケット燃料として種子島の発射基地にて30年近い運用実績有



褐炭ガス化炉

水素精製設備



水素貯蔵設備

水素液化設備

褐炭とは

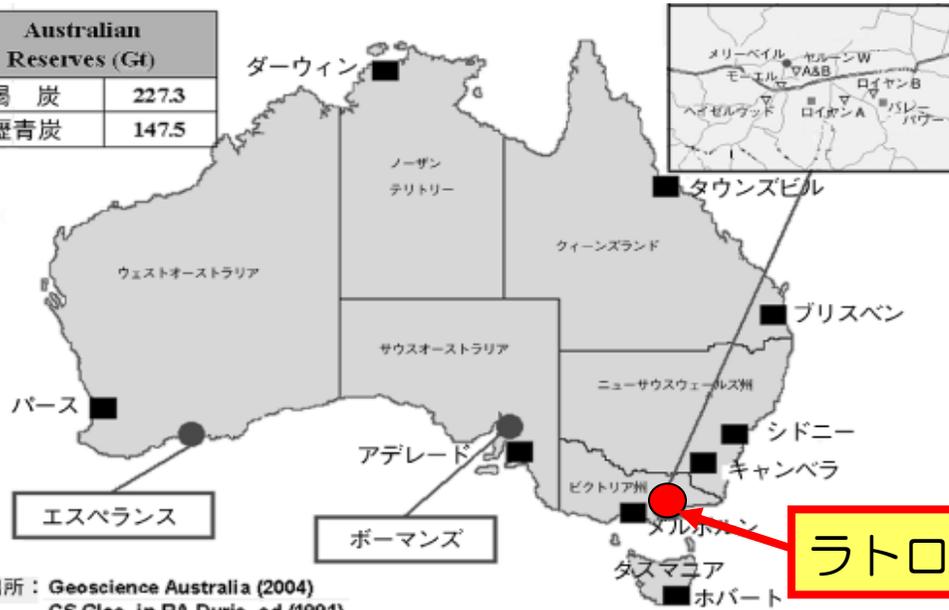
- ・ 若い石炭で、埋蔵量は石炭と同程度で大量に存在
- ・ 水分量が50～60%と多く、輸送効率が悪い
- ・ 乾燥すると自然発火しやすいため、輸送が困難で、現地の発電でしか利用されない
- ・ 水分量が多いため、発電効率が低い



- 輸送できないため、海外取引は皆無で、採掘権のみの「未利用資源」＝「安価」
- 多くの水素の製造方法中でも、褐炭からの水素製造は最も経済的な方法の一つ

豪州の褐炭

Australian Reserves (Gt)	
褐炭	227.3
瀝青炭	147.5

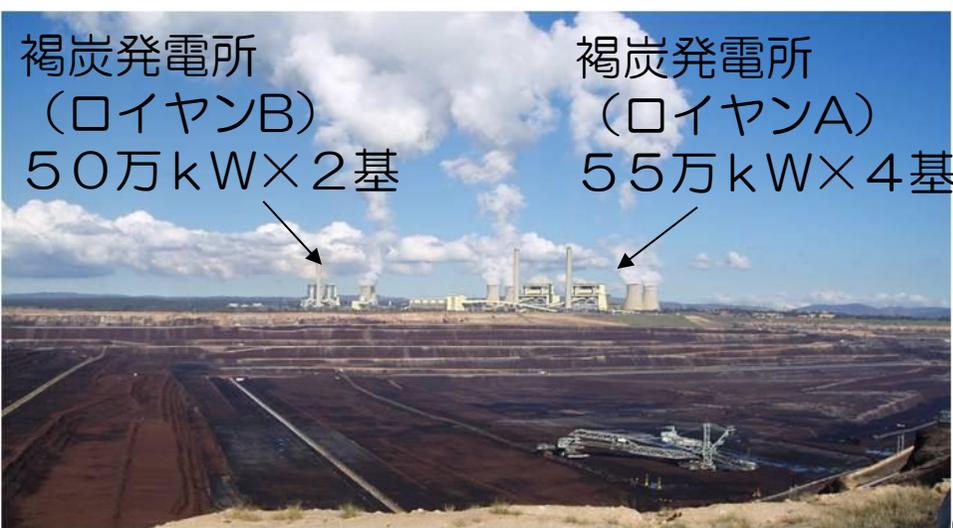


ラトロブバレー

褐炭採掘現場（露天掘り）

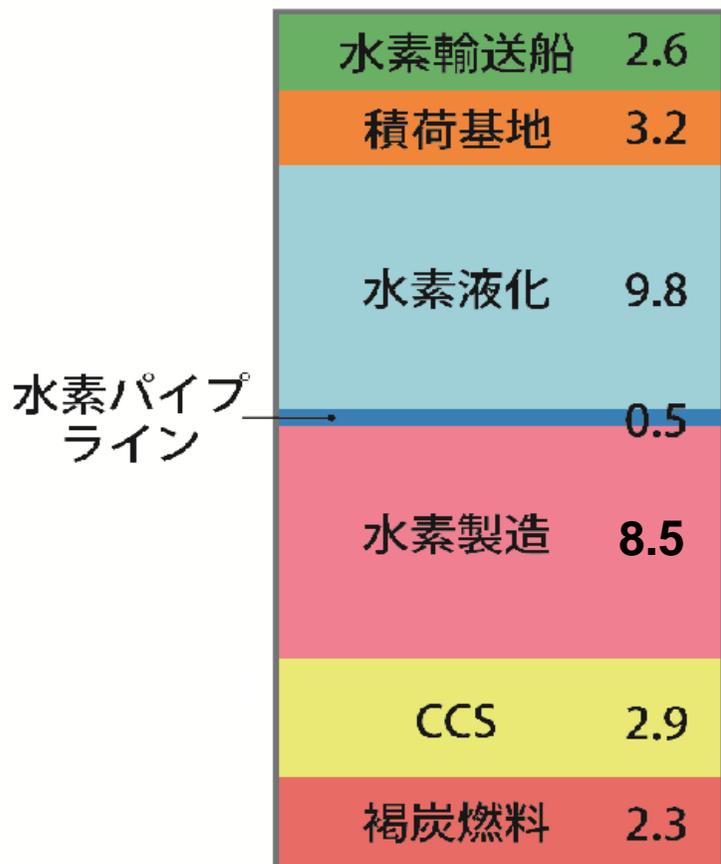


出所： Geoscience Australia (2004)
CS Gloe, in RA Durie, ed (1991)



商用チェーンのF S結果

水素コスト (CIF)
29.8 円 /Nm³



豪州水素製造量：770t/日



日本受入：225,400t/年

(原油熱量等価：528万バレル/年)

燃料電池車：約 300 万台

もしくは

水素発電所
650MW GTコージェネレーション： 1基

将来に向けての発電利用

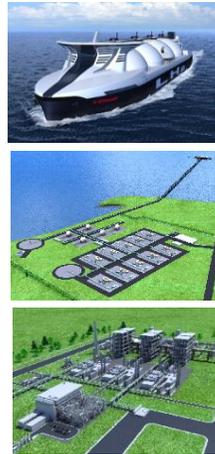
パイロット
(次頁)

10t/day 水素



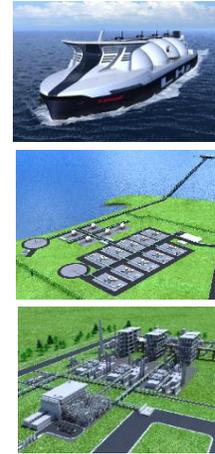
商用開始
2隻就航 (前頁)

770t/day 水素



40隻就航

15,400t/day 水素



80隻就航

30,800t/day 水素



円/Nm³ : CIFコスト
水素輸送量
発電容量
発電単価

技術実証
2千トン/年
7MW試験

30円/Nm³
22万5千トン/年
650MW
16円/kWh

24円/Nm³
450万トン/年
13,000MW
14円/kWh

18円/Nm³
900万トン/年
26,000MW
11円/kWh

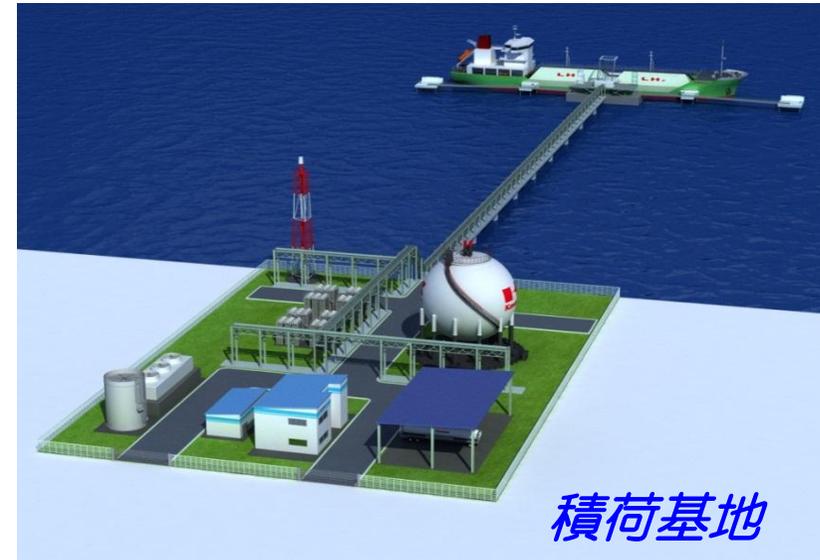
日本の総発電量に占める
割合 ÷ CO₂削減量

0.5%
300万トン

10%
6千万トン

20%
1億2千万トン

パイロットチェーン(10t/d)概念設計



概念設計完了

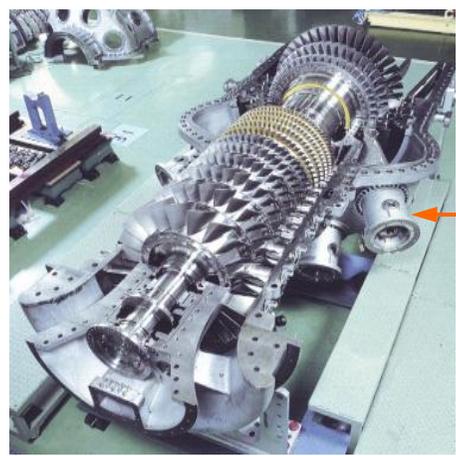
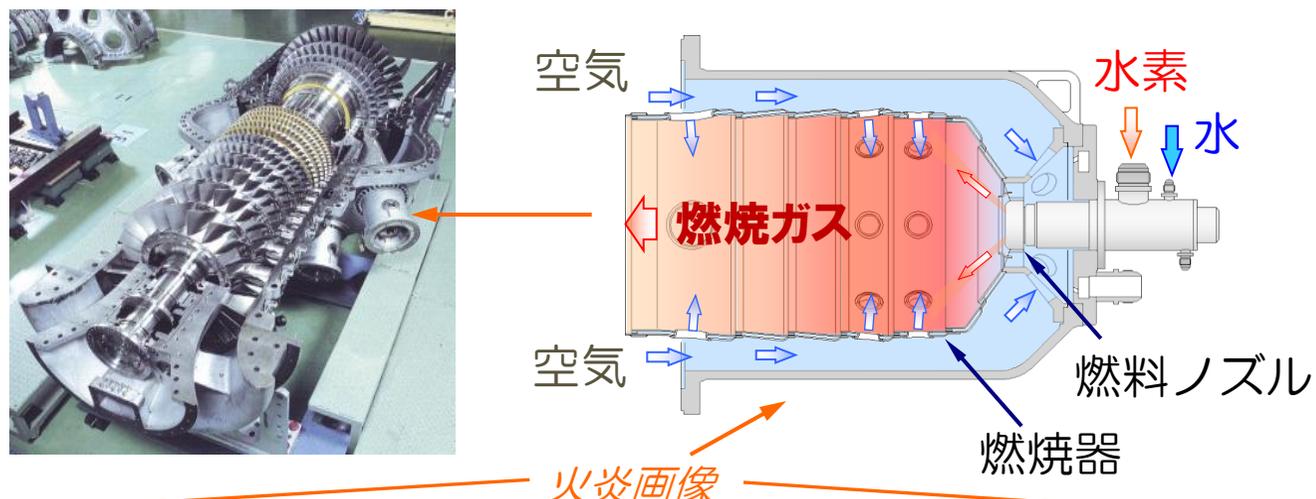
設備コストの概算値算出

→基本設計へ

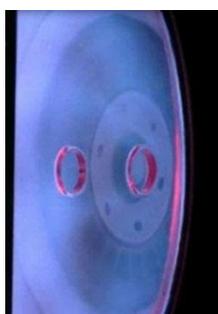
小型液化水素運搬船の貨物格納装置は
世界初の基本認証を取得

水素ガスタービン発電

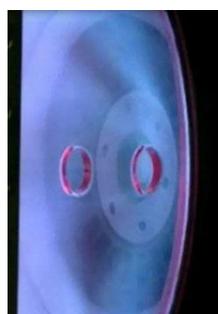
水素と天然ガスを自在に切り替えられるガスタービンを開発



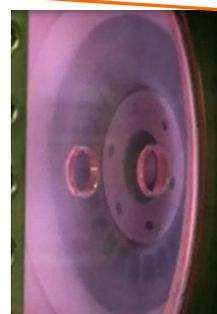
天然ガス 100%
水素 0%



60%
40%



20%
80%



0%
100%



水素の陸上輸送・貯蔵技術（高圧ガス：FCV導入期）

高圧（450気圧）複合容器搭載圧縮水素輸送トレーラ（日本初）



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：FCV普及期）



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



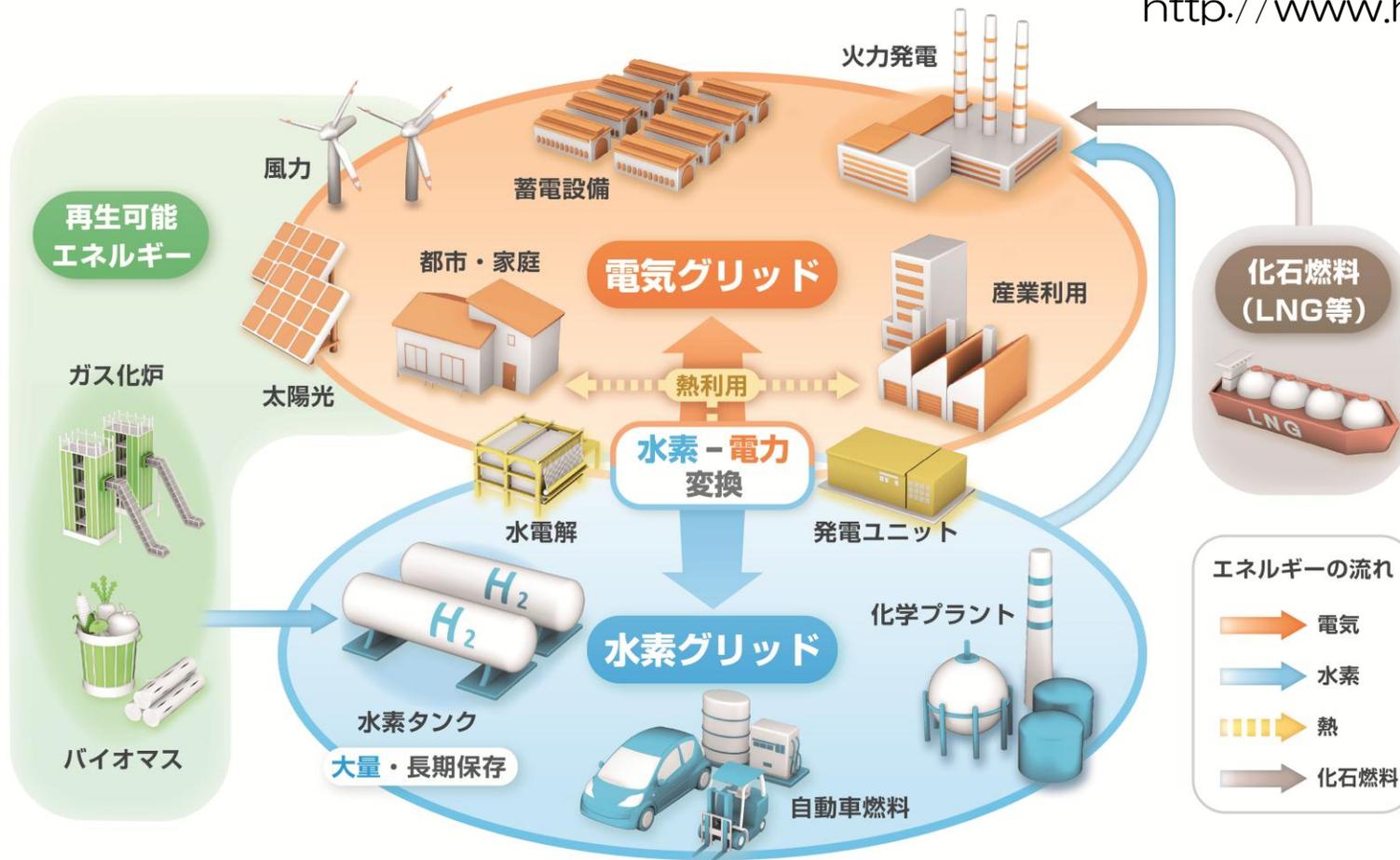
液化水素貯蔵タンク諸元

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)

水素エネルギーの導入を実現するために

- 水素エネルギー導入の最大の課題はコスト
- 大量需要と大量供給の同時進行でコストは下がる
- 国内の需要喚起にはFCVに加えて発電需要が有効
⇒ 水素ガスタービン発電
- 大量供給は海外の化石燃料由来水素で対応可能
- 大量の需要・供給をつなぐ輸送システムが不可欠
- 水素サプライチェーンのショーケースとして
東京オリンピックは絶好の機会！
⇒ 日本の実績を世界標準に：水素利用先進国として
技術でもビジネスでも勝ちに行く

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”

川崎重工業株式会社
技術開発本部 水素プロジェクト部
〒673-8666 明石市川崎町1番1号
Tel: 078-921-1615
E-mail: co2freeh2@khi.co.jp

 **Kawasaki**
Powering your potential