



National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

燃料電池技術の現状と将来

大和田野 芳郎

産業技術総合研究所

2007年12月16日

つくば3Eシンポジウム

燃料電池の特徴

利点

- CO₂等、環境排出ガスが少ない。



- エネルギー利用効率が高い。

小規模だが発電効率が高い、熱も利用

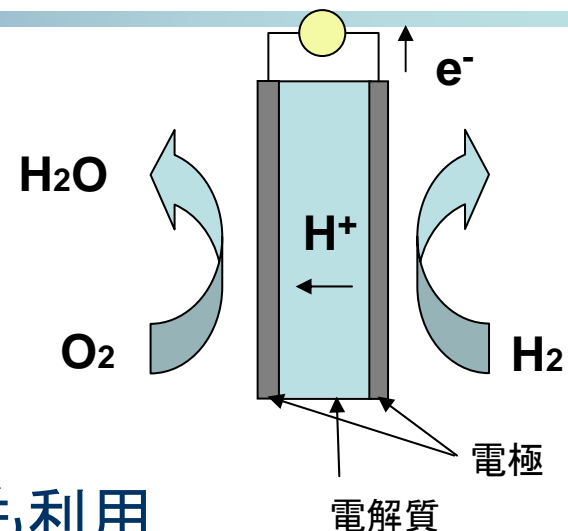
→ 民生・業務、運輸部門のエネルギー利用効率改善

→ 省エネ、CO₂排出削減に大きく寄与

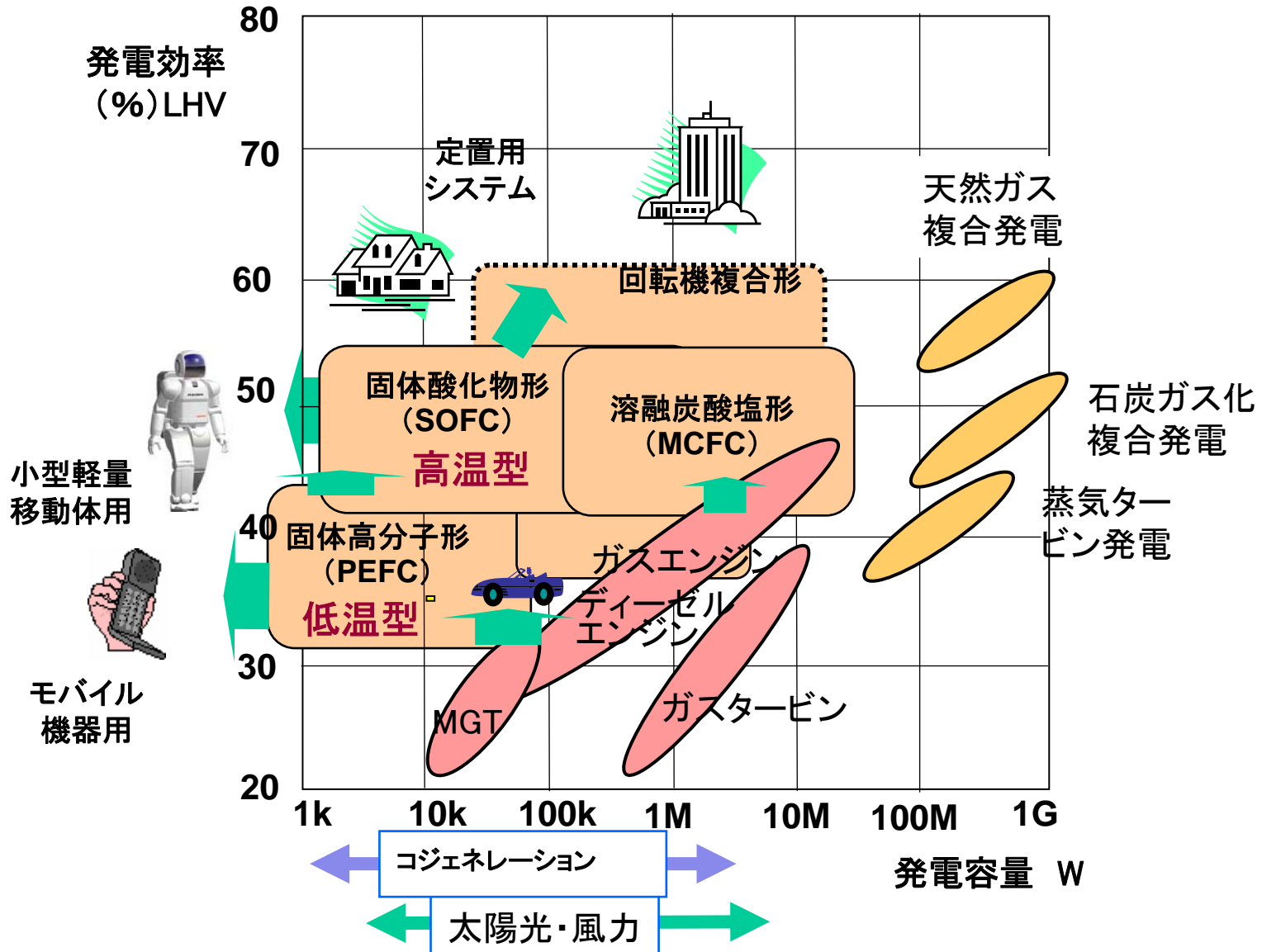
課題

- 効率改善、長寿命化、コスト低減等が必要
- 二次エネルギーである水素の製造が必要

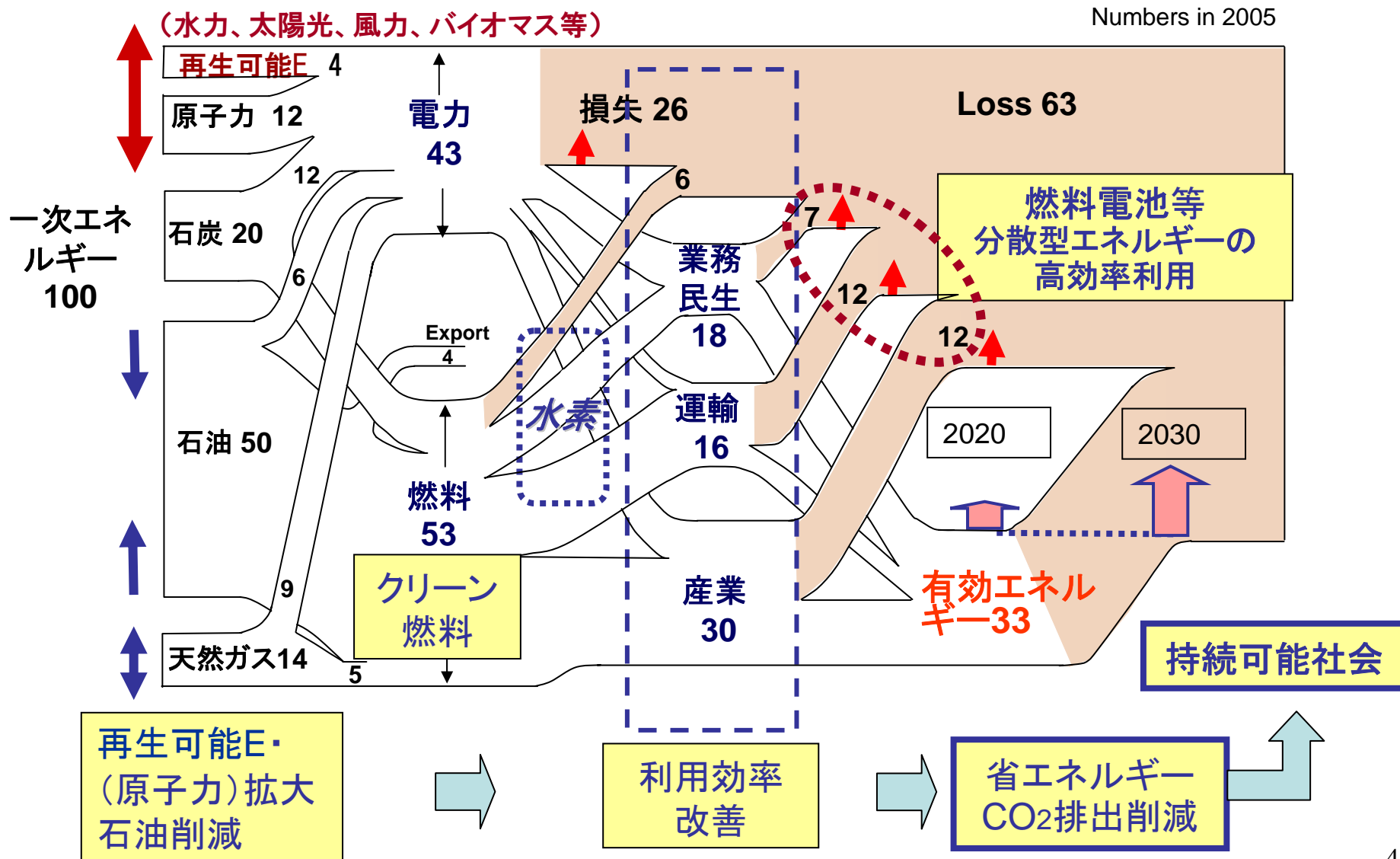
現在、副生水素利用 → CO₂を出さない水素製造



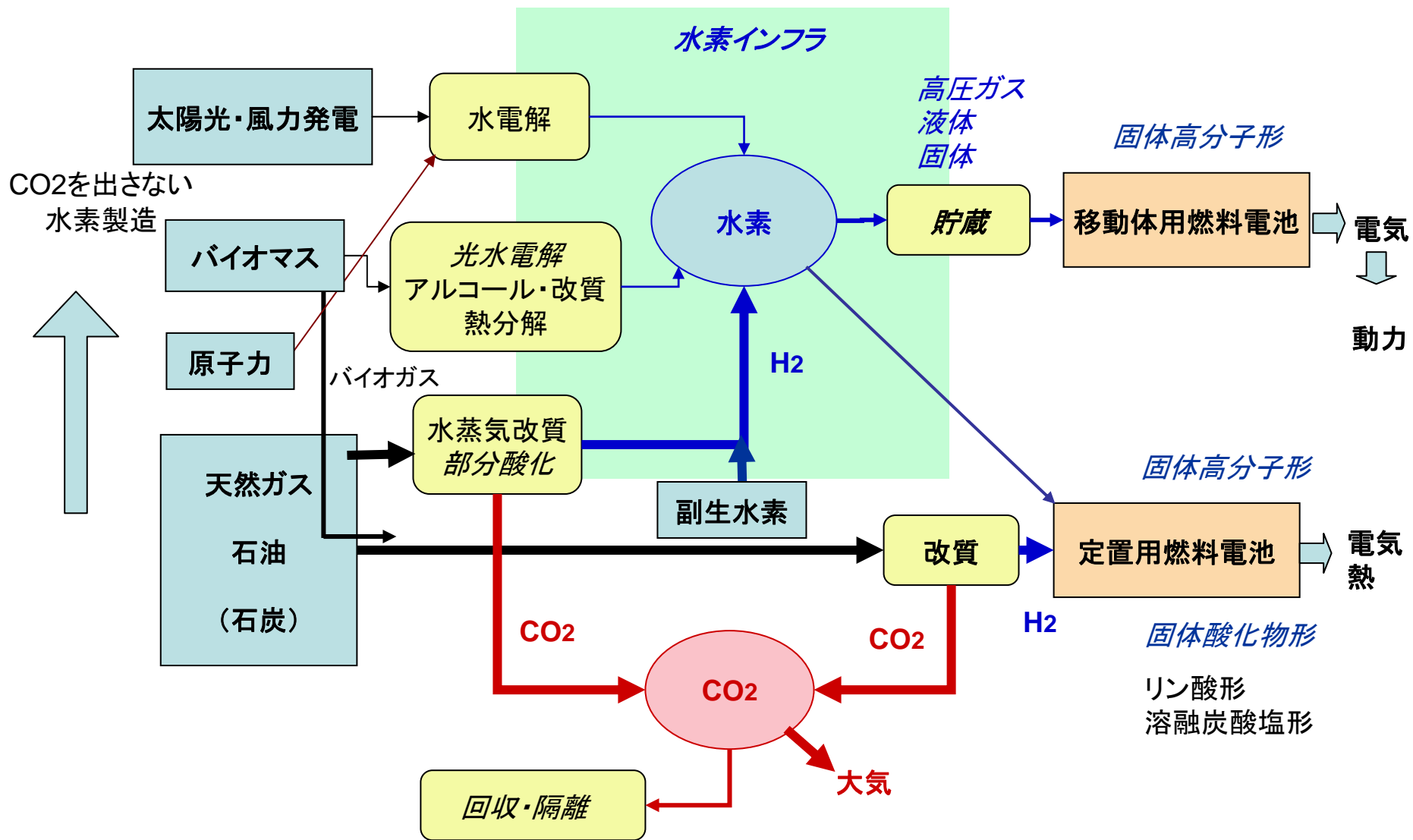
燃料電池の規模と発電効率



日本のエネルギーの流れと燃料電池・水素

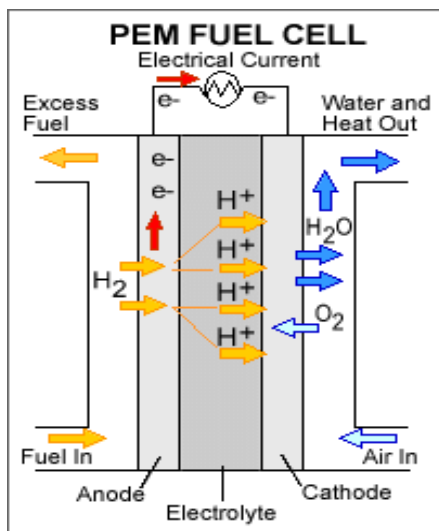


燃料電池に至る燃料の流れ

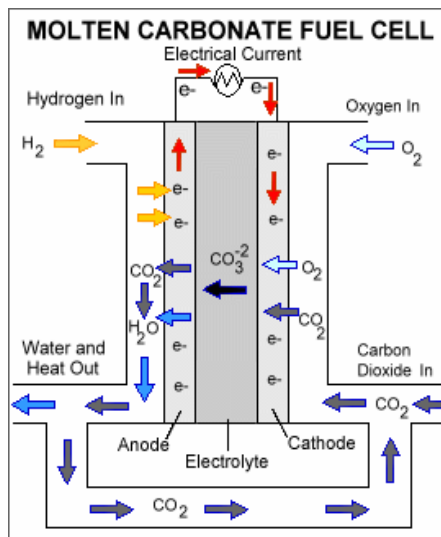


燃料電池の種類と用途

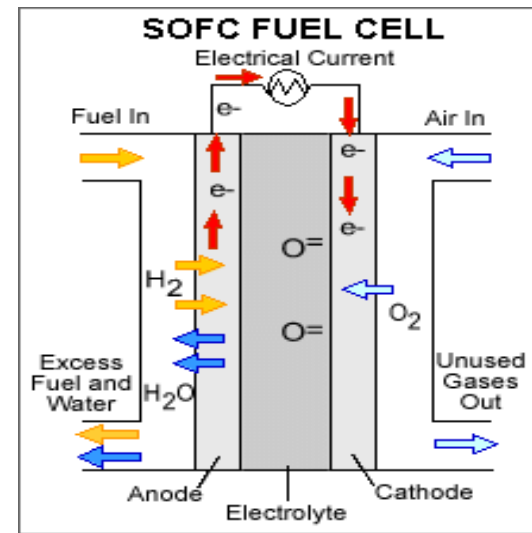
固体高分子形 ~80°C
リン酸形 ~200°C



熔融炭酸塩形
 ~650°C



固体酸化物形
 700~1000°C



図は、US.DOE Energy Efficiency and Renewable Energy から
http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/fc_types.html

固体高分子形

- ~W モバイル機器用
- ~1kW 家庭定置用
- 50~100kW 自動車用

水素貯蔵密度向上、インフラ整備
 低価格化、長寿命化が課題

リン酸形

100kW ~1MW ビル、工場用(商用)

>200kW ビル、工場用(商用)
>10MW 発電用

~1kW 家庭定置用
 >300kW ビル、工場用
 >10MW 発電用

耐熱サイクル性向上、
 長寿命化、信頼性向上が課題

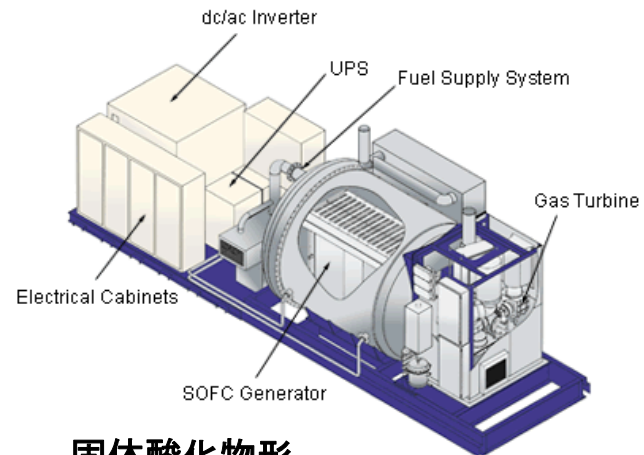
燃料電池開発の例



固体高分子形
1kW級PEFCコージェ
ネレーションシステム



固体高分子形
TOYOTA FCHV-BUS2



固体酸化物形
 220-kW hybrid system with a Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) generator and a down-stream micro hot-gas turbine
Siemens-Westinghouse



リン酸形
オンサイト型1MW燃料電池
プラント(東京都港区)



熔融炭酸塩形
FuelCell Energy, DFC® 300A
250 kW MCFC

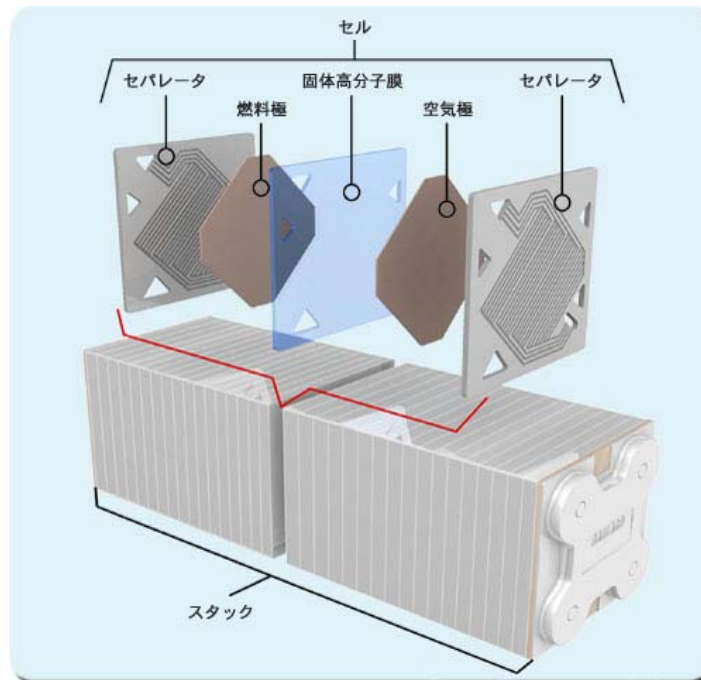
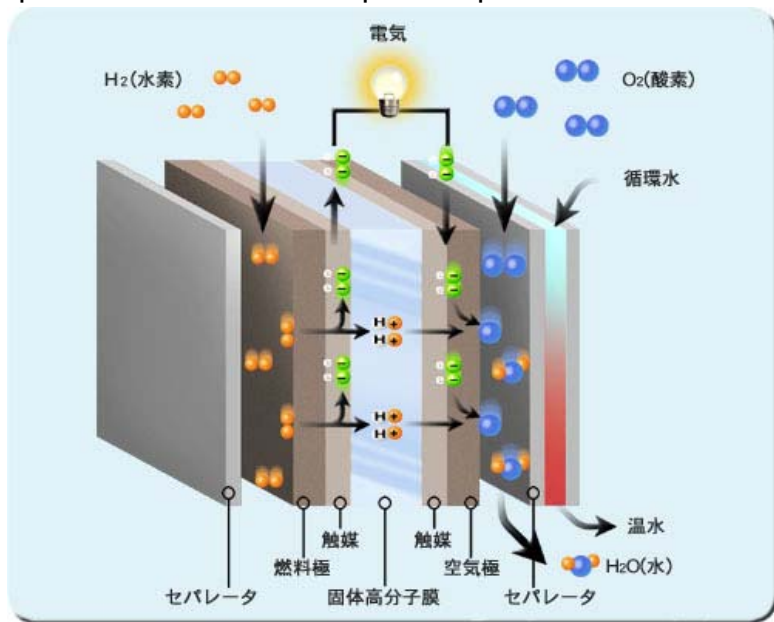


熔融炭酸塩形
1,000kWパイロットプラント
中部電力川越火力発電所内

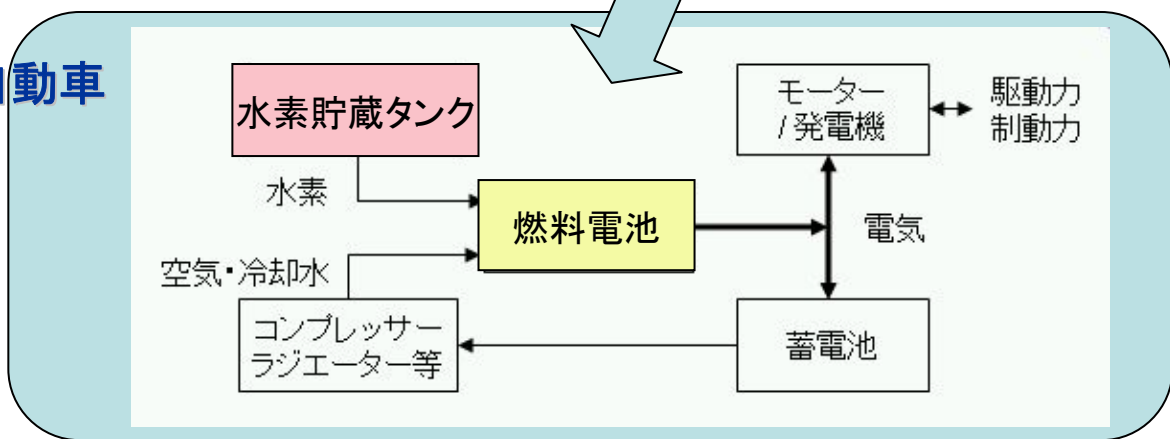
固体高分子形燃料電池 (PEFC) と 燃料電池自動車 (FCV)

荏原バラード社 HPから

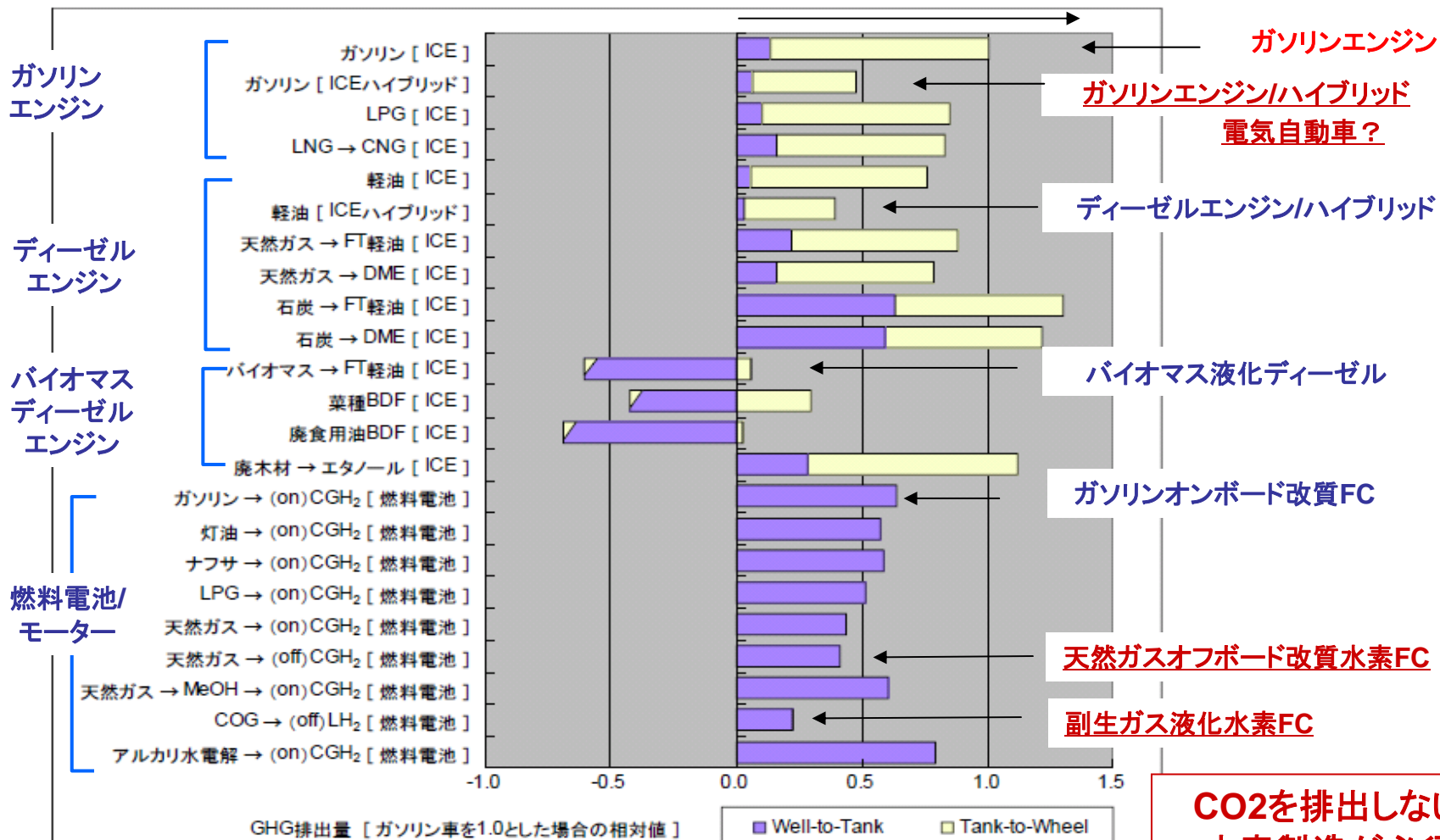
<http://www.ebc.ebara.com/product/pefc.html>



燃料電池自動車



様々な自動車駆動法による温室効果ガス排出量

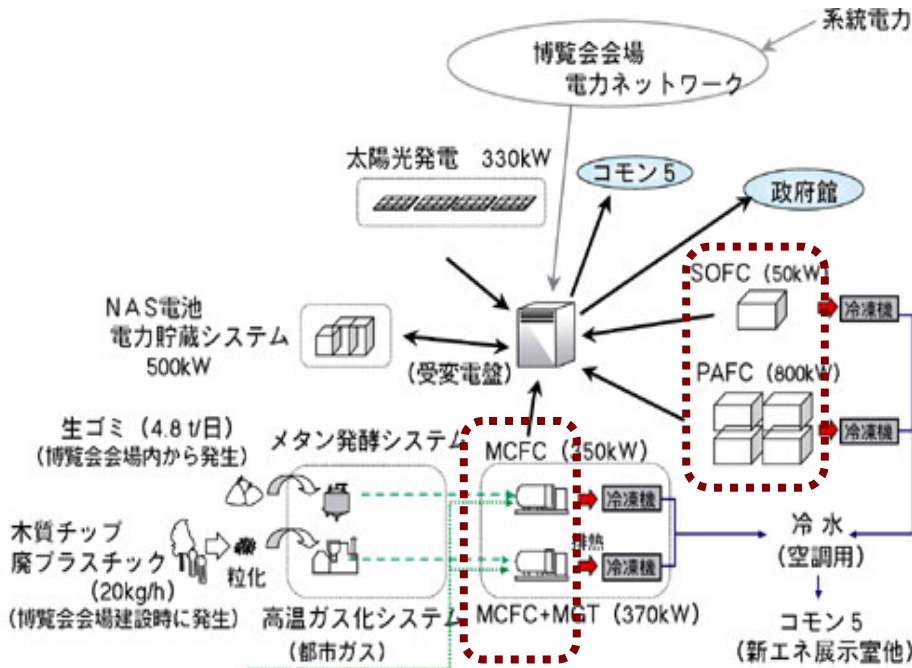


※ LPG、CNG、エタノール車の車両効率はガソリン車と同等、FT軽油、DME、BDFの車両効率はディーゼル(軽油)車と同等として計算。

**CO₂を排出しない
水素製造が必須**

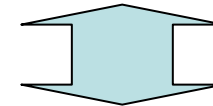
燃料電池の定置利用

大規模システムの例 愛知万博 日本館、NEDO館



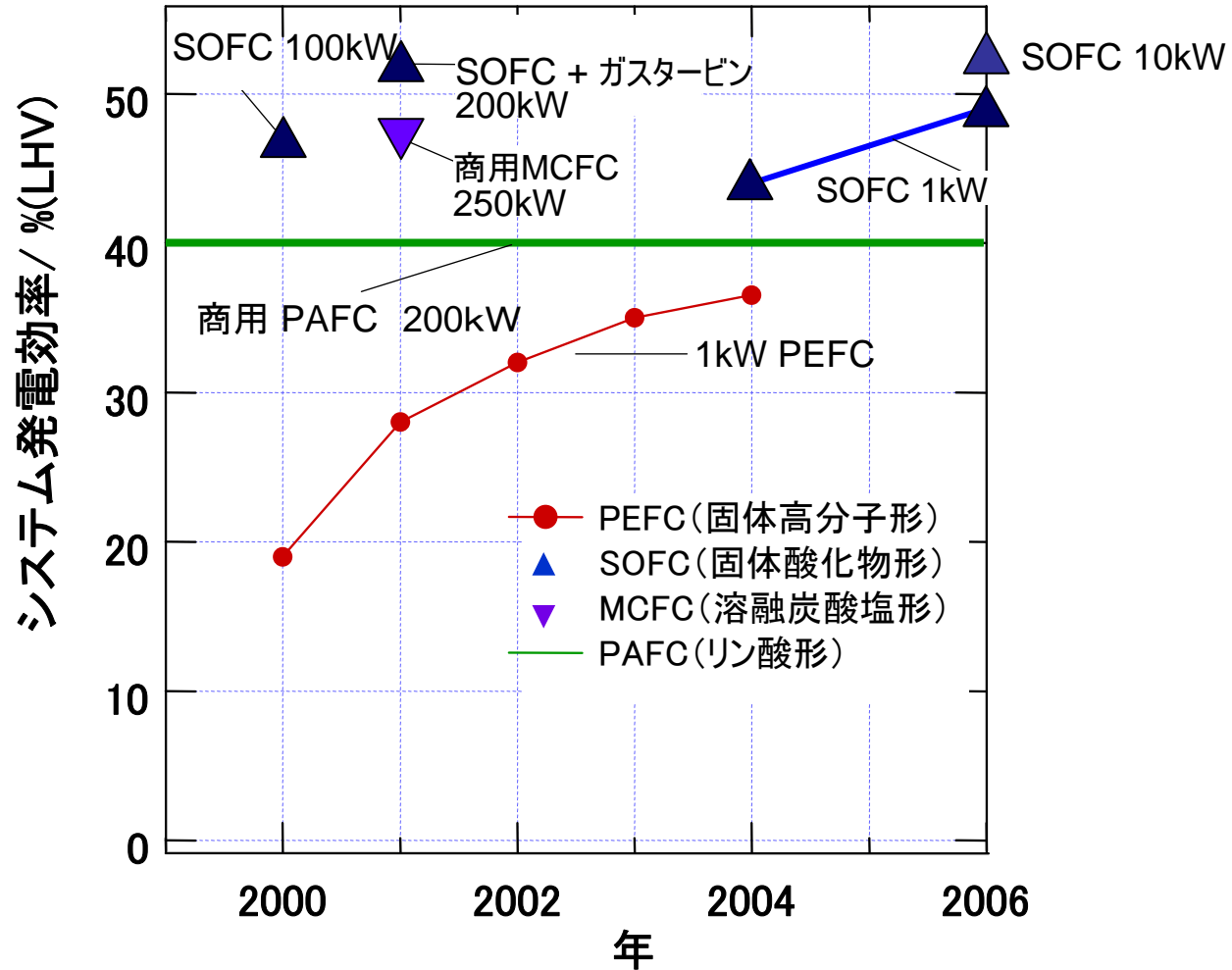
燃料電池による発電
 + 熱利用
 (ポンプ等補機の損失を含む)

総合効率で上回ることが必須



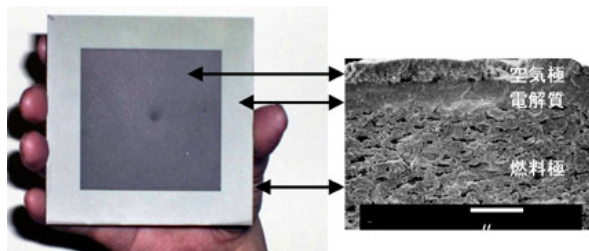
大規模発電からの電力
 (発電効率 $\geq 40\%$ 、送電損含む)
 + ヒートポンプ (COP >5)

燃料電池発電効率の推移



固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

単セル外観写真と断面電子顕微鏡写真



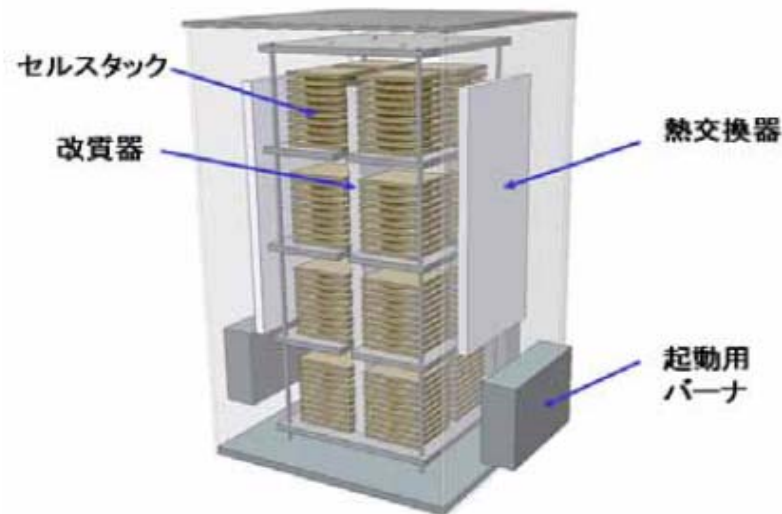
東京ガスHPから

http://www.tokyo-gas.co.jp/pefc/dev-fc_36.html

10層スタック外観写真



10kW級発電モジュール概念図



構成：0.8kW級スタック16個（2行×2列×4段）

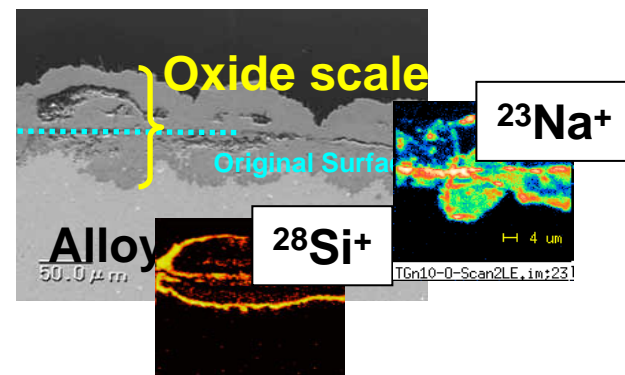
- ・動作温度の低温化、小型化、高出力化
- ・燃料の多様化
- ➔ 高効率定置型コージェネシステム

関西電力、三菱マテリアル
 熱自立状態で直流発電効率
 56%[LHV] 発電効率を達成

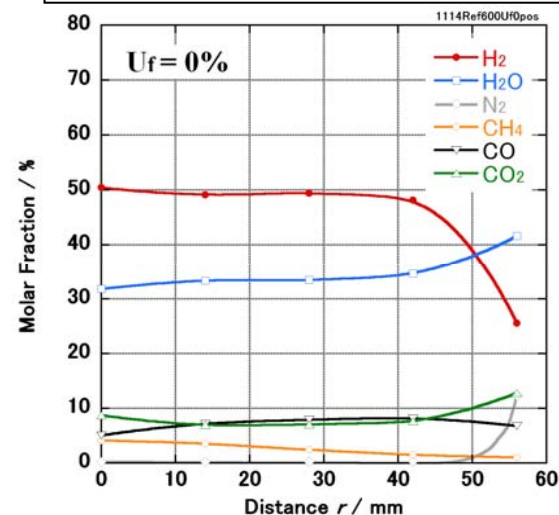
<http://www.kepco.co.jp/rd/topics/2006/0410.html>

- ・ PEFC 基礎プロセス解析、お台場(FC3)
- ・ PEFC 研究開発、関西（ユビキタスエネルギーRI）
 - 性能評価、劣化解析（定置用）
 - マイクロ-FC、ダイレクトメタノール, 新型
 - 新電解質、触媒、等
- ・ SOFC 研究開発、つくば（エネルギー技術RI）
 - 長期信頼性、劣化メカニズム解析
 - 規格・標準化のための詳細な性能解析
 - ・ ガス成分、流量の空間・時間分解能測定,
 - ・ 高精度発電性能・過渡応答測定
 - 燃料多様化、低温動作コンパクトシステム

SOFC金属インターコネクトの異常酸化の要因解明



SOFCセル内のガス組成分布測定例

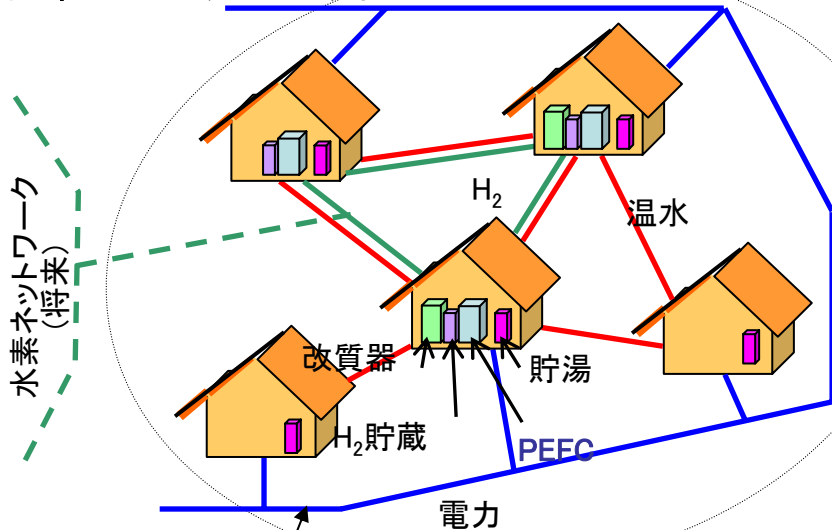


低温動作SOFC
セルの開発

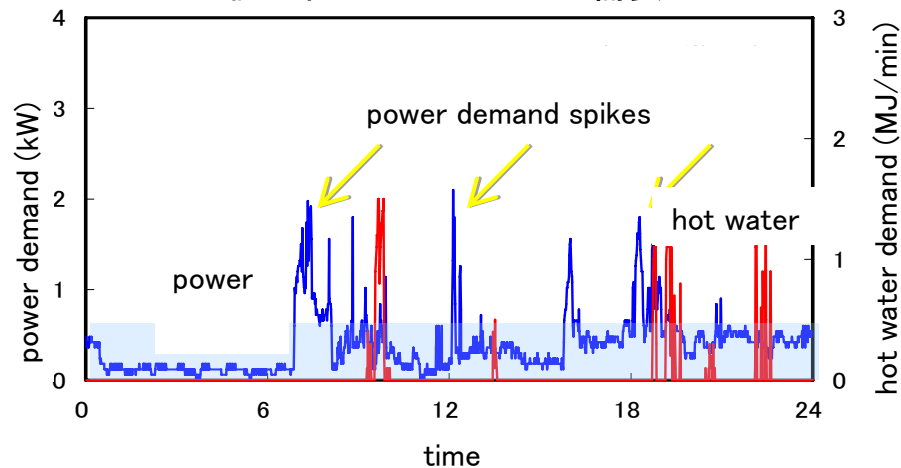


産総研 燃料電池ネットワークの研究

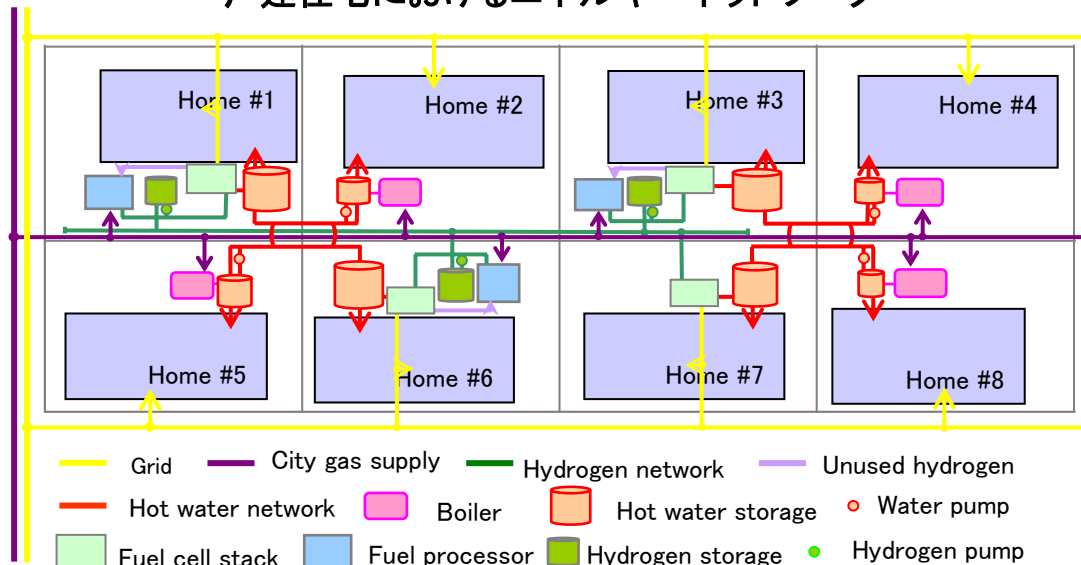
個人住宅のネットワーク化



個人住宅のエネルギー需要



戸建住宅におけるエネルギーネットワーク



- ・ 水素の貯蔵・融通
- ・ 改質器の共有・定常運転
- ・ PEFC の最適運転

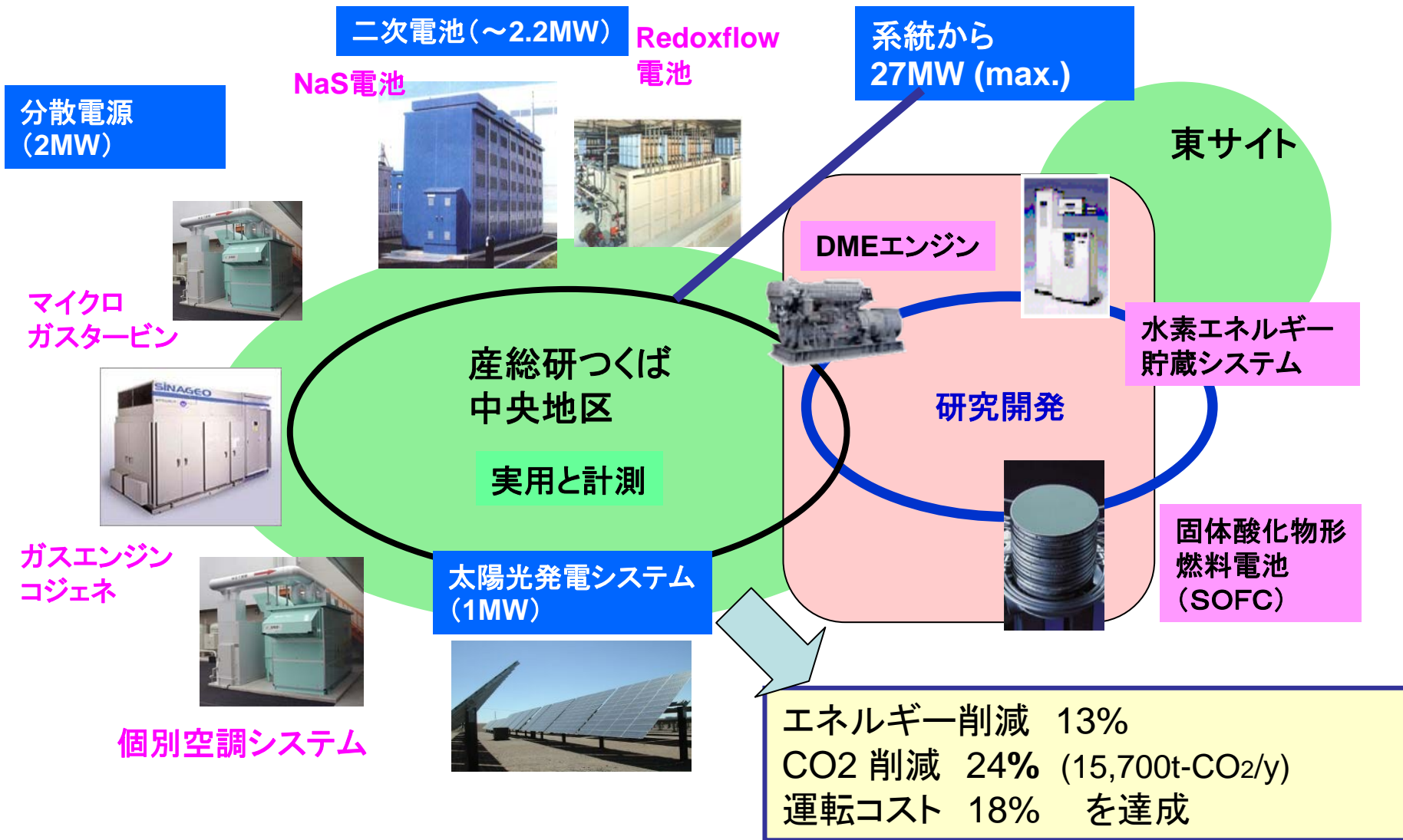


削減例

- ・ 初期コスト - 50%
- ・ 運転コスト - 20%
- ・ CO2削減 - 6 - 8%

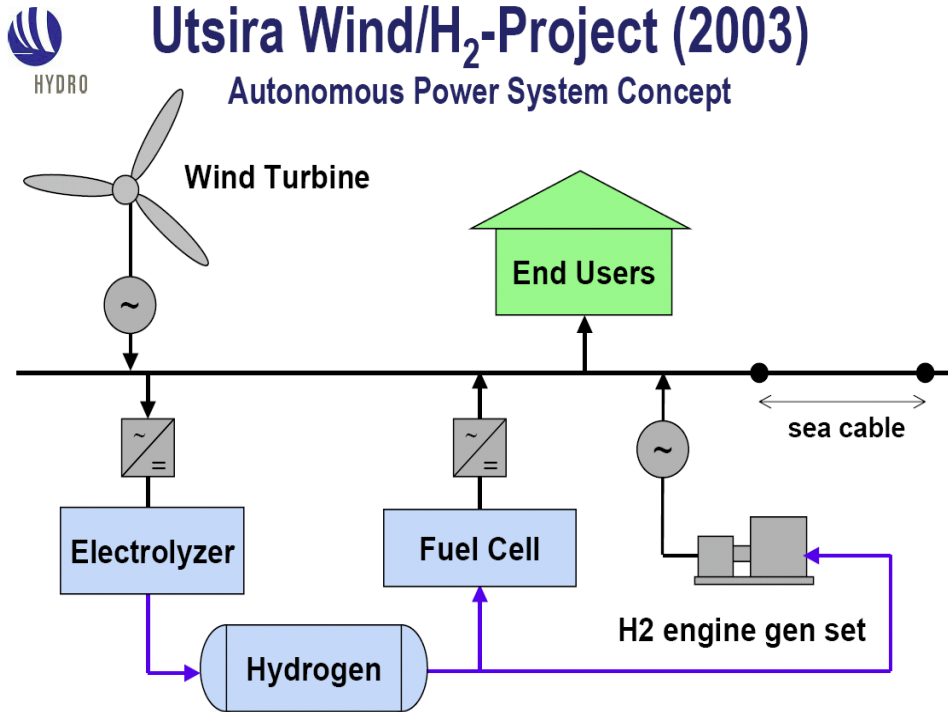
産総研つくばセンターにおける 分散型エネルギー源導入

改修時に熱源を分散化、効率化＋二次電池、太陽光発電等を導入



自然エネルギーからの水素/燃料電池システム

ノルウェーの離島 Utsira (人口250) での
エネルギー供給プロジェクト



Main components

Wind turbines

Flywheel

Master Synchronous Machine

Hydrogen engine

Fuel cell

Electrolyser

Compressor

Hydrogen storage capacity

Project management

Partner

Technical parameters

2x600 kW

5 kWh

100 kVA

55 kW (top load)

10 kW

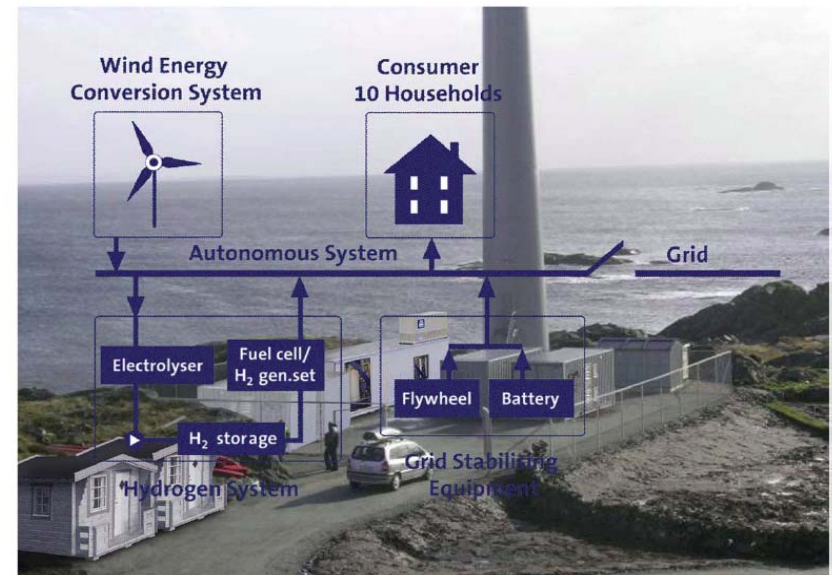
10 Nm³/h, 48 kW

5,5 kW

2400 Nm³

Hydro

Enercon



まとめ

■ 燃料電池の役割

- 中期的: 効率改善(高効率発電+熱利用)による省エネ
- 長期的: 再生可能エネルギーからの水素による発電
→ ゼロエミッション

■ 開発段階

- 一部商用化済み形も、開発中、実証中の形に期待
- 急速に効率改善、コンパクト化が進行中

■ 今後の課題

- 効率改善、コスト低減、長寿命化と実証
- 短期的に副生水素利用 → 水素貯蔵密度向上
- 再生可能エネルギーからの水素利用/CO₂回収システム