



# 住宅地を対象とした 電気・熱・水素エネルギーネットワークの実証研究

安芸裕久

エネルギーネットワークグループ  
エネルギー技術研究部門



技術を社会へー Integration for Innovation  
独立行政法人  
産業技術総合研究所

# 目次

- 住宅への燃料電池コージェネレーション導入
- 電気・熱・水素エネルギーネットワーク
- 実証試験
- まとめと今後の展開

# 分散型エネルギーネットワーク 住宅地への応用

## ■ 狙い：家庭部門での省エネルギーと二酸化炭素排出削減

### ■ 太陽光発電

- ▶ 自然エネルギー活用 → 効果大
- ▶ 家庭部門で普及 → 今後も普及拡大

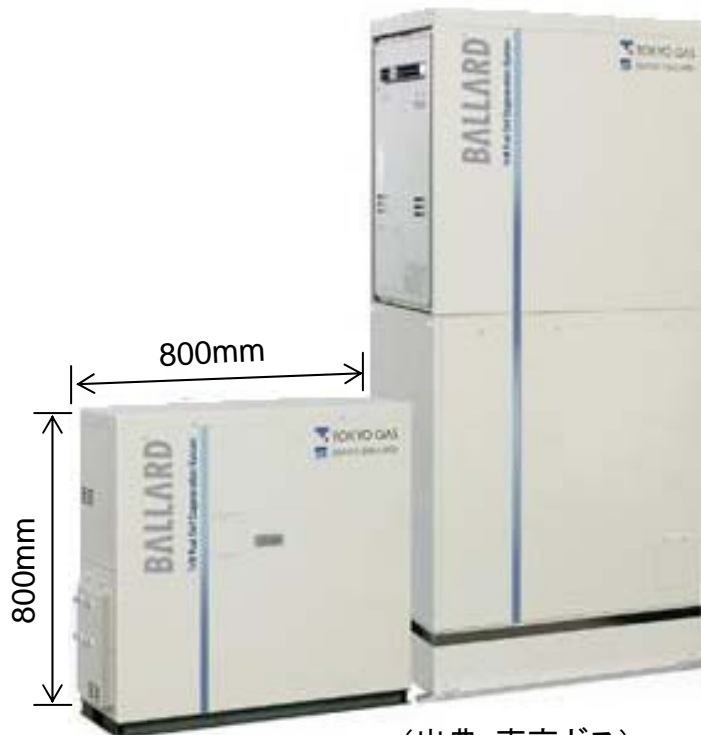
### 本発表

### ■ 燃料電池コージェネレーション

- ▶ コージェネレーション：業務・産業部門で広く普及  
家庭部門へこれまで普及せず
- ▶ 燃料電池を利用した住宅向けコージェネレーションが実用化

# 家庭用燃料電池システム

## ■ 2005年度より一般住宅への導入開始



(出典: 東京ガス)

- 燃料改質装置を内蔵
  - ▶ 都市ガス・灯油などから水素を製造
- 発電容量: 1kW程度
- ガスエンジンに次ぐ家庭用コージェネレーション
- 補助金による導入促進
  - 2005年度: 480台
  - 2006年度: 770台
  - 2007年度: 930台(予定)

# 住宅への燃料電池コージェネレーション導入

## ■ 疑問

- 問題・障害はないのか？
- どうすれば最も効果的か？
- 本当に省エネ・CO<sub>2</sub>削減できるのか？
- .....



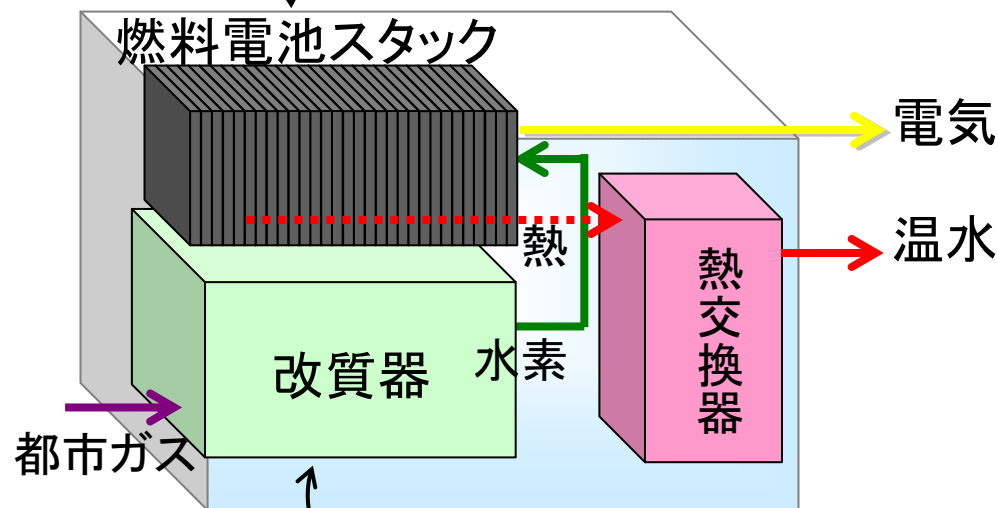
## ■ ヒント

- 家庭用燃料電池システム(改質器つき)  
= 天然ガス・石油コージェネレーションの一種である  
< 燃料電池は水素を使うのが特徴では？ >
- ガスエンジンより有利となり得る点：効率が高い

# 住宅へのコージェネレーション導入の課題

## ■ 現在の家庭用燃料電池システム

固体高分子形燃料電池 (PEFC) (発電効率: 約40% (ほぼ一定))  
低温 (40-80°C) 動作



都市ガス → 水素 (純度: 約75%) (改質効率: 約80% (定格運転時))  
高温動作 (800°C)

# 住宅へのコージェネレーション導入の課題

## ■ 住宅のエネルギー需要特性

### - 激しい変化

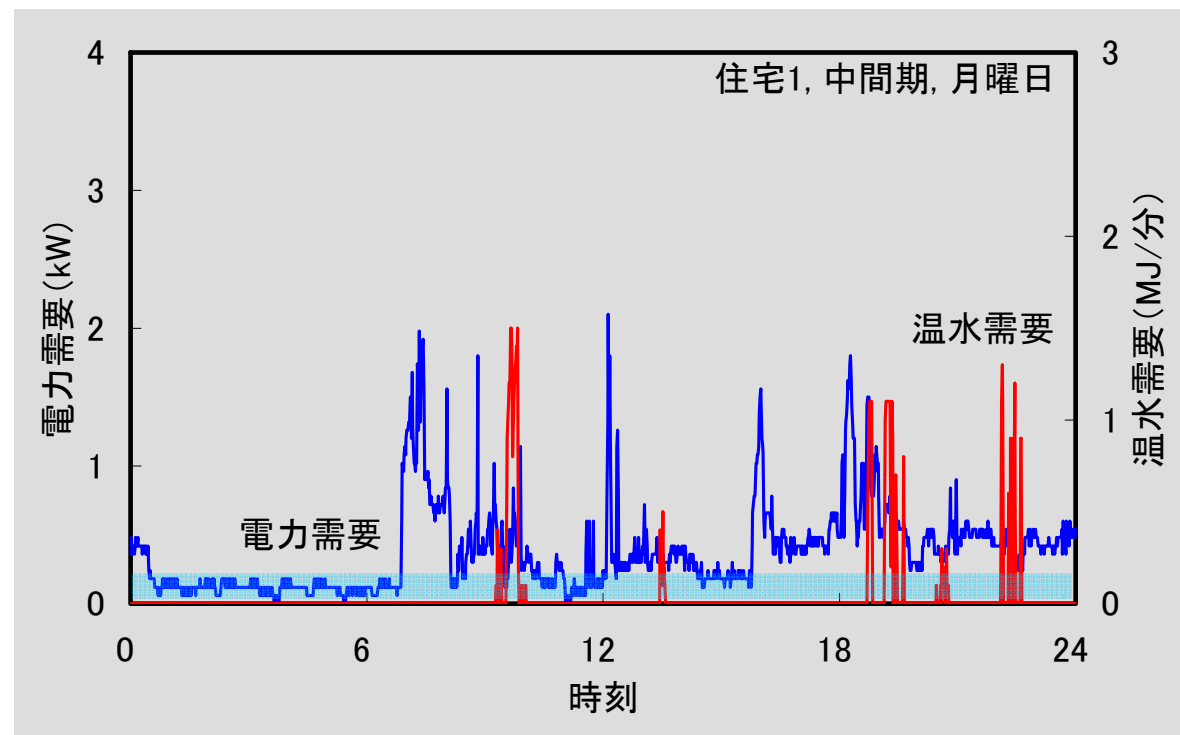
完全に対応するためには大きな容量の機器が必要  
負荷の変化にすばやく対応する瞬発力が必要

### - 電気と熱の不整合

常に同じ割合で出てくる



使う側(需要)はバラバラ  
(時刻・曜日・季節)



# 電気・熱・水素エネルギーネットワークの適用

## ■ 特徴

- 電気・熱・水素を融通
  - 設備(コジェネレーションや貯蔵)の共有
- ネットワーク

ネットワークに接続された  
需要家・設備・エネルギーを統合的に制御

コジェネレーションの効率的な運用



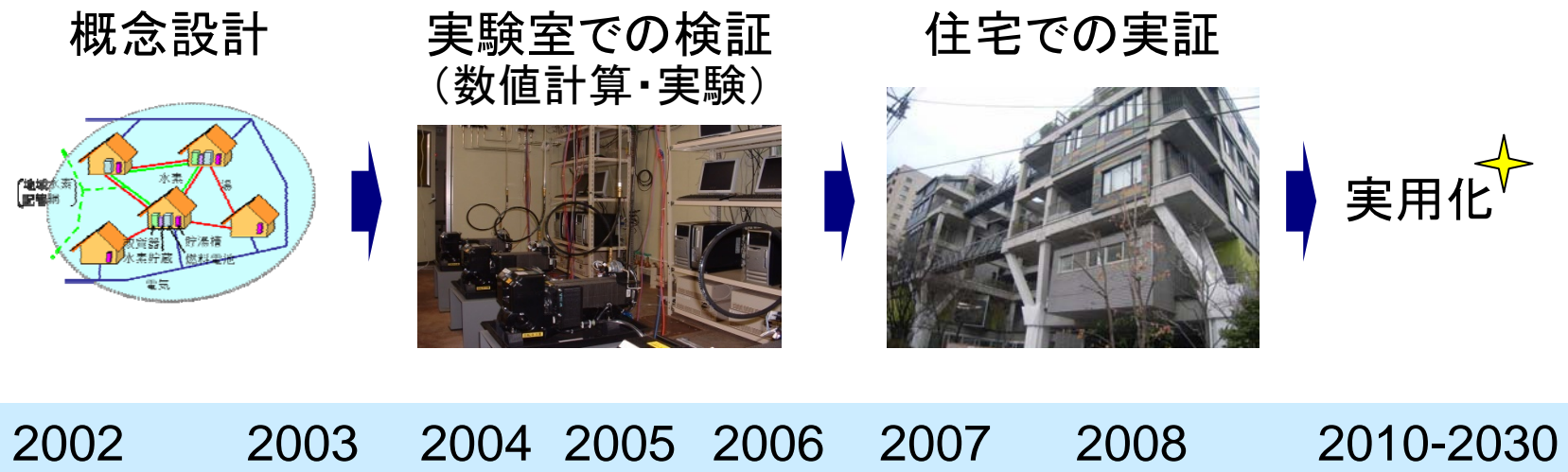
省エネルギー・CO<sub>2</sub>低減・経済性向上

## ■ 課題

- [化石燃料 → 最終エネルギー消費] における効率向上

# 電気・熱・水素エネルギーネットワークの研究

## ■ 研究の流れ



基礎から出口直前(原型実証)に至るまでの研究を実施

# 電気・熱・水素エネルギーネットワーク

## ■ 利点

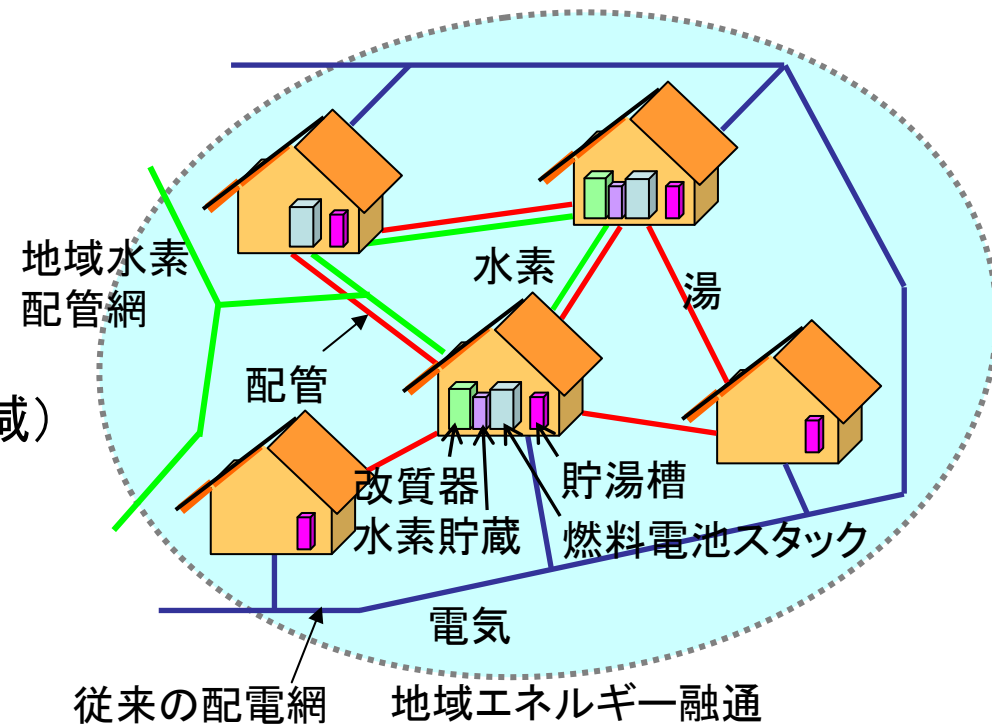
### ➤ 柔軟な運用

改質器: 定格運転(起動停止削減)

熱電比不整合解消

### ➤ 設備の共有

設備費低減、稼働率向上



改質器と燃料電池を分離  
改質器からの水素を貯蔵・融通

# 研究設備

## ▶ 実験装置

PEFC4台を模擬的に連携運転

部分負荷特性・過渡応答性能の取得  
負荷配分(運用)方策の評価

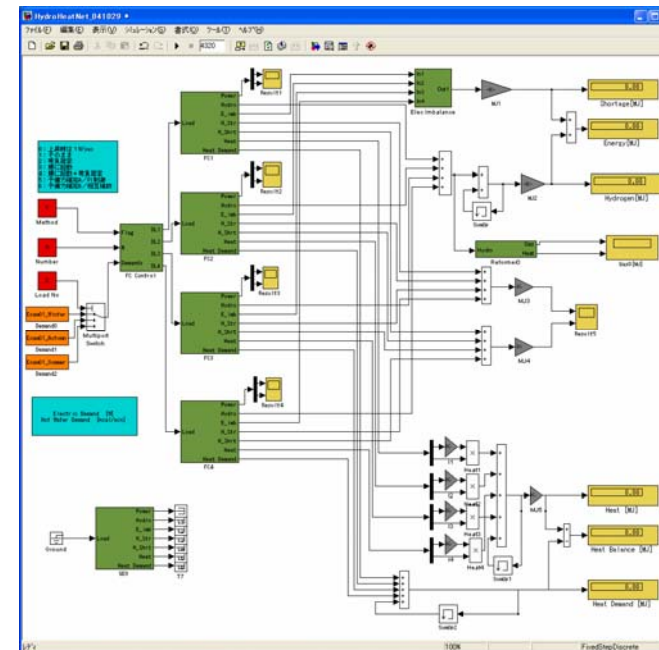


## ▶ 数理計画モデル

分析の目的に応じて様々に変更可

## ▶ 計算機シミュレータ

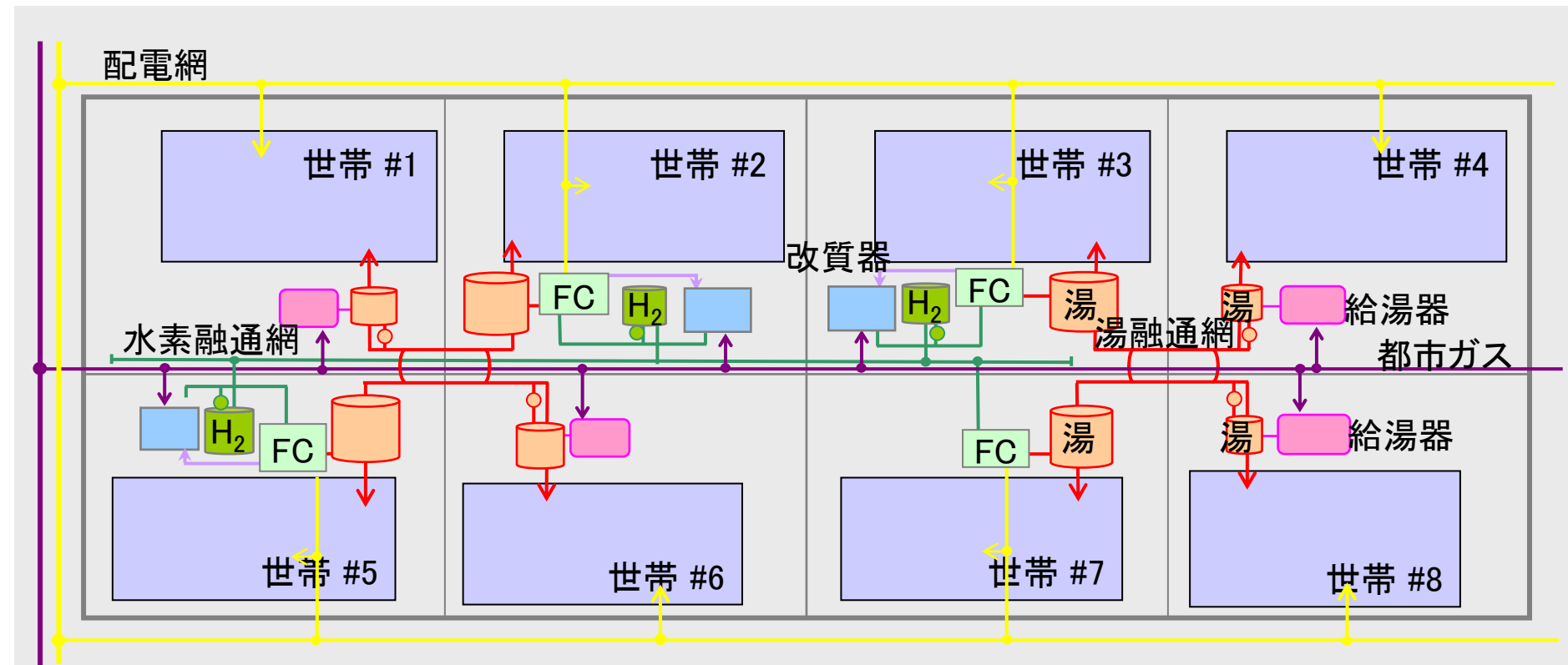
実験装置で取得した機器特性を記述  
住宅地域レベルにまで拡張可



# 戸建住宅向けシステム(例)

- FCは負荷追従、改質器は定格運転(高効率維持)
- 初期投資は戸別の場合の約半分
- 小規模から効果発揮

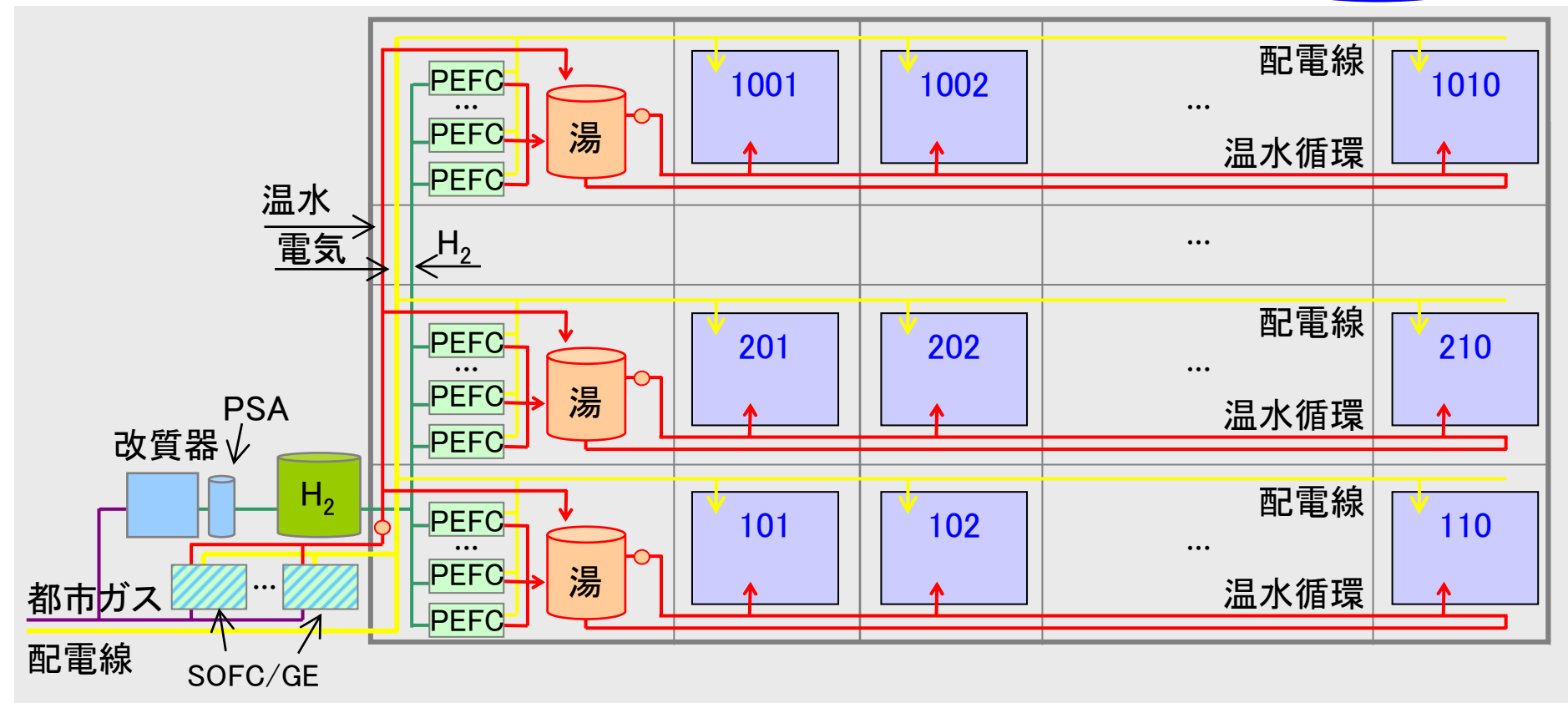
2030年



# 集合住宅向けシステム

- ▶ コージェネレーションの組合せ → 熱電比の需給バランスの改善
- ▶ 入居率や需要に応じてFC台数可変

2010-2020年

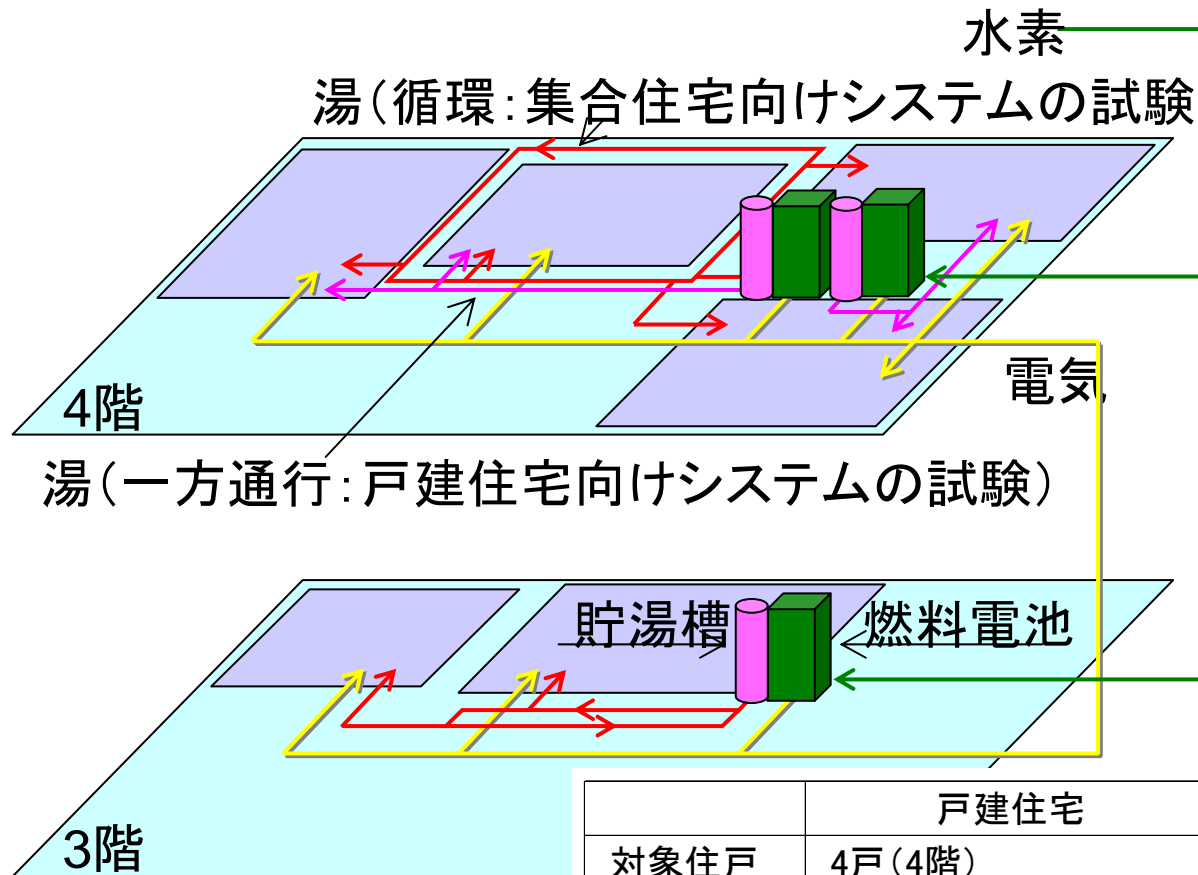


## 実証試験

- 6戸(3階:2戸 + 4階:4戸)にPEFC 3台設置
- 2つのシステムを構築
  - 戸建住宅向けシステム
  - 集合住宅向けシステム
- 制約
  - 水素の製造と融通は所掌外
    - ▶ 水素製造装置を屋上に設置し配管で供給(大阪ガス様)
  - 温水融通の熱損失が非常に大きくなる
    - ▶ 既存集合住宅への追加のため機器配置に大きな制約



# 実証試験 – システム構成



	戸建住宅	集合住宅
対象住戸	4戸(4階)	2戸(3階) + 4戸(4階)
燃料電池	設置住戸で優先使用	各階で共有
電気	4戸全体を考慮	6戸全体を考慮
熱(温水)	設置住戸+隣接住戸 (お隣さんへお裾分け)	各階で共有 (みんなで仲良く)

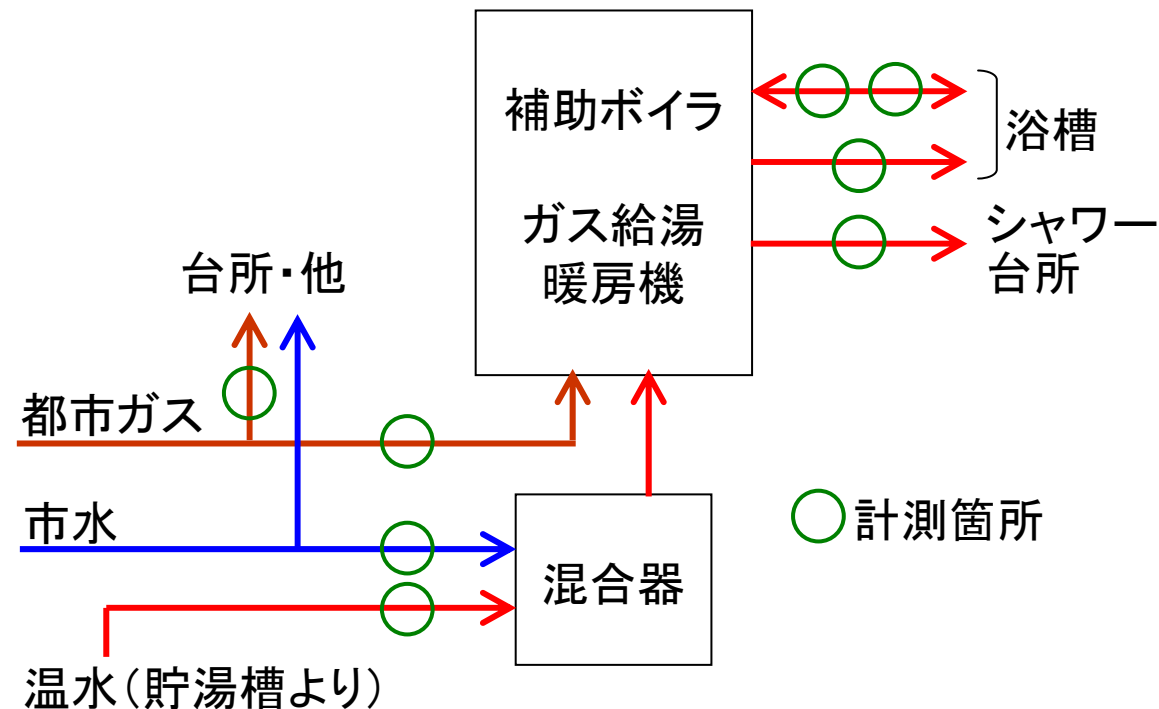
# 実証試験 – 燃料電池仕様

## 燃料電池と貯湯槽の仕様

項目	仕様
種類	固体高分子形
燃料	純水素（純度99.99%以上）
定格発電容量	700 W
発電	定格効率 40%(HHV)以上 出力 交流単相200V
排熱回収	定格効率 30%(HHV)以上 回収温度 60-70°C
発電部概略寸法	300 W × 1250 H × 440 D (m)
貯湯槽容量	370L(大)、200L(小) × 2台

# 実証試験 – 住宅への温水供給システム

- 温水需給をできるだけ詳細に計測したい



## 実証試験 – エネルギー需要計測

- 詳細なエネルギー需給を2秒間隔で計測・蓄積

- 燃料電池・貯湯槽周辺

- 水素消費量
- 発電電力(交流)
- 排熱回収温度
- 貯湯槽レベル
- 温水配管の温水流量・温度

- 各住戸

- 住戸全体電力消費量
- エアコン電力消費量(一部住戸)
- 補助ボイラガス消費量
- その他ガス消費量
- 補助ボイラ出入温水流量・温度
- 貯湯槽からの温水流量・温度

- ここまで詳細な計測を行った例は少ない

- 蓄積されたデータは様々な研究に活用できる  
(但し、プライバシーの問題により外部への公開・提供不可)

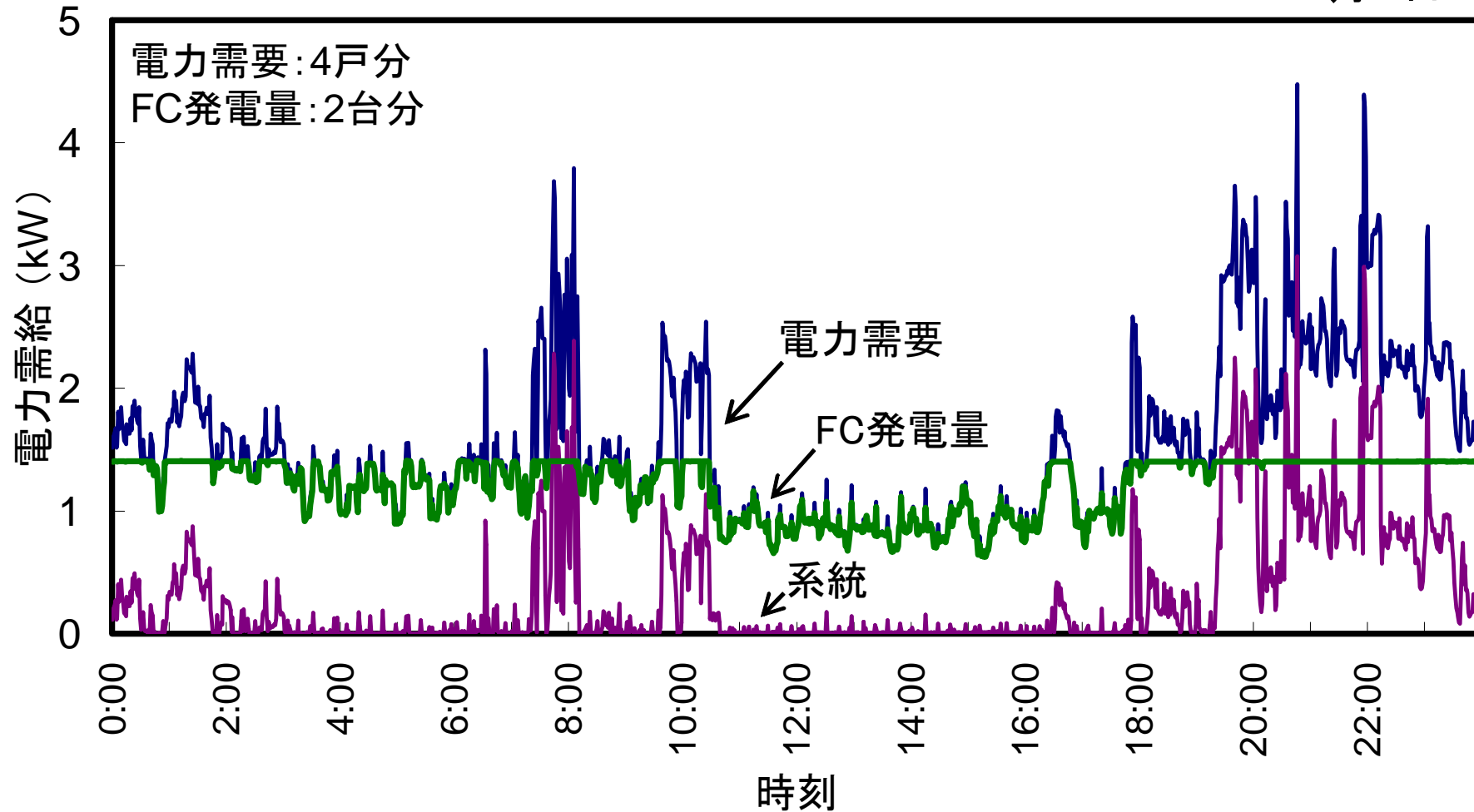
# 実証試験 – 写真

世界初  
住宅での電気・熱・水素エネルギーネットワーク実証試験

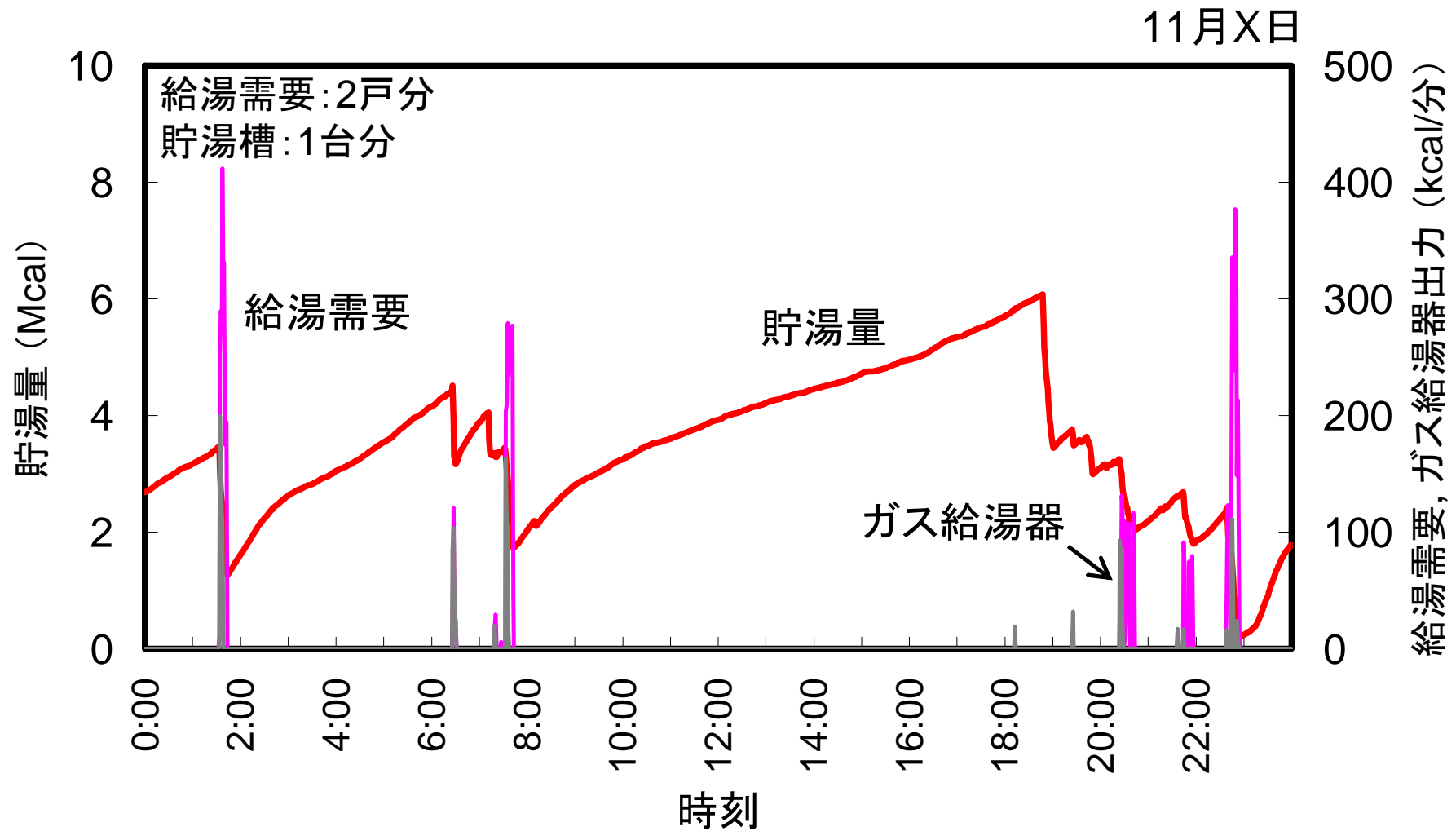
写真

# 実証試験結果 – 電気需給(秋期、戸建住宅試験)

11月X日

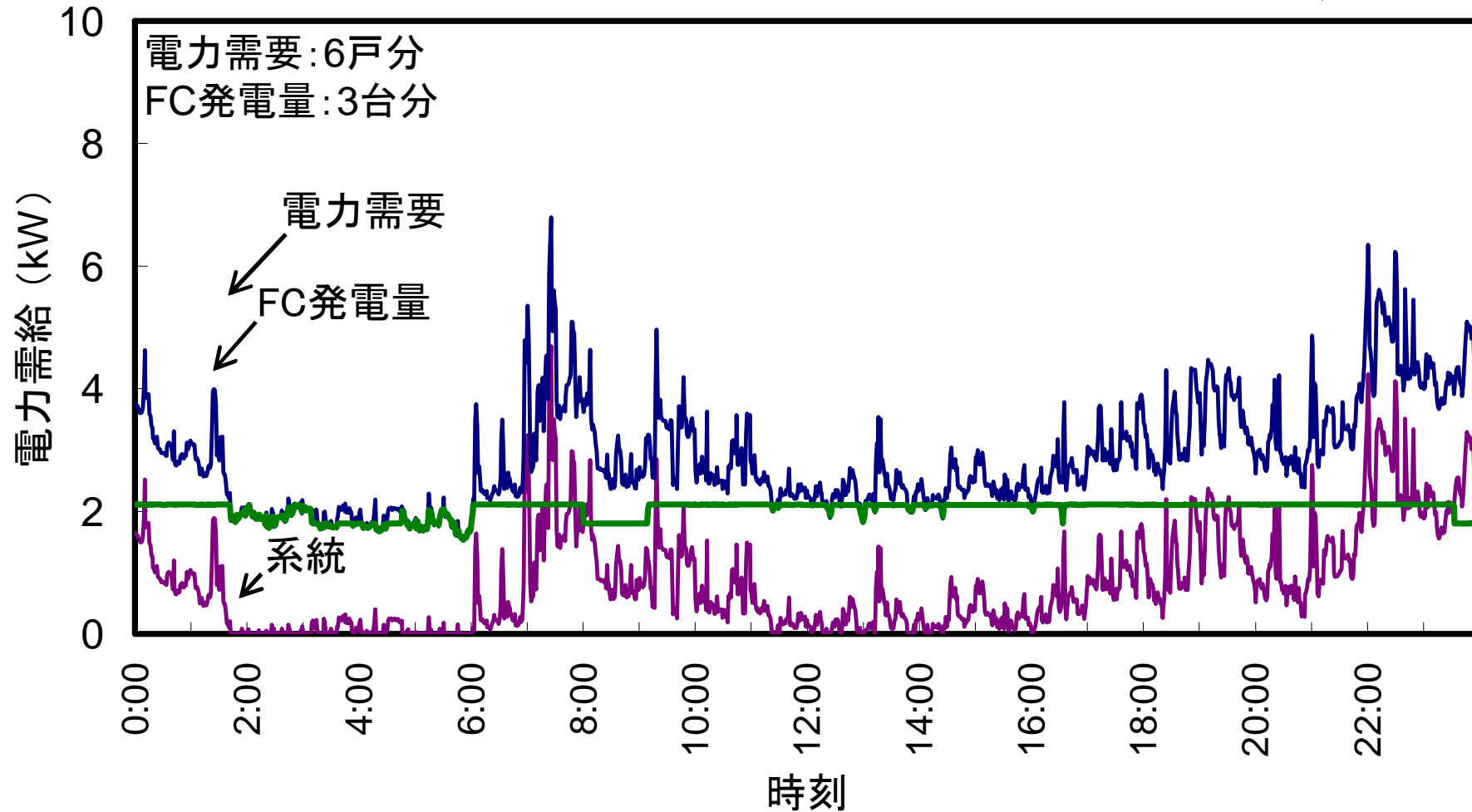


# 実証試験結果 – 温水需給(秋期、戸建住宅試験)

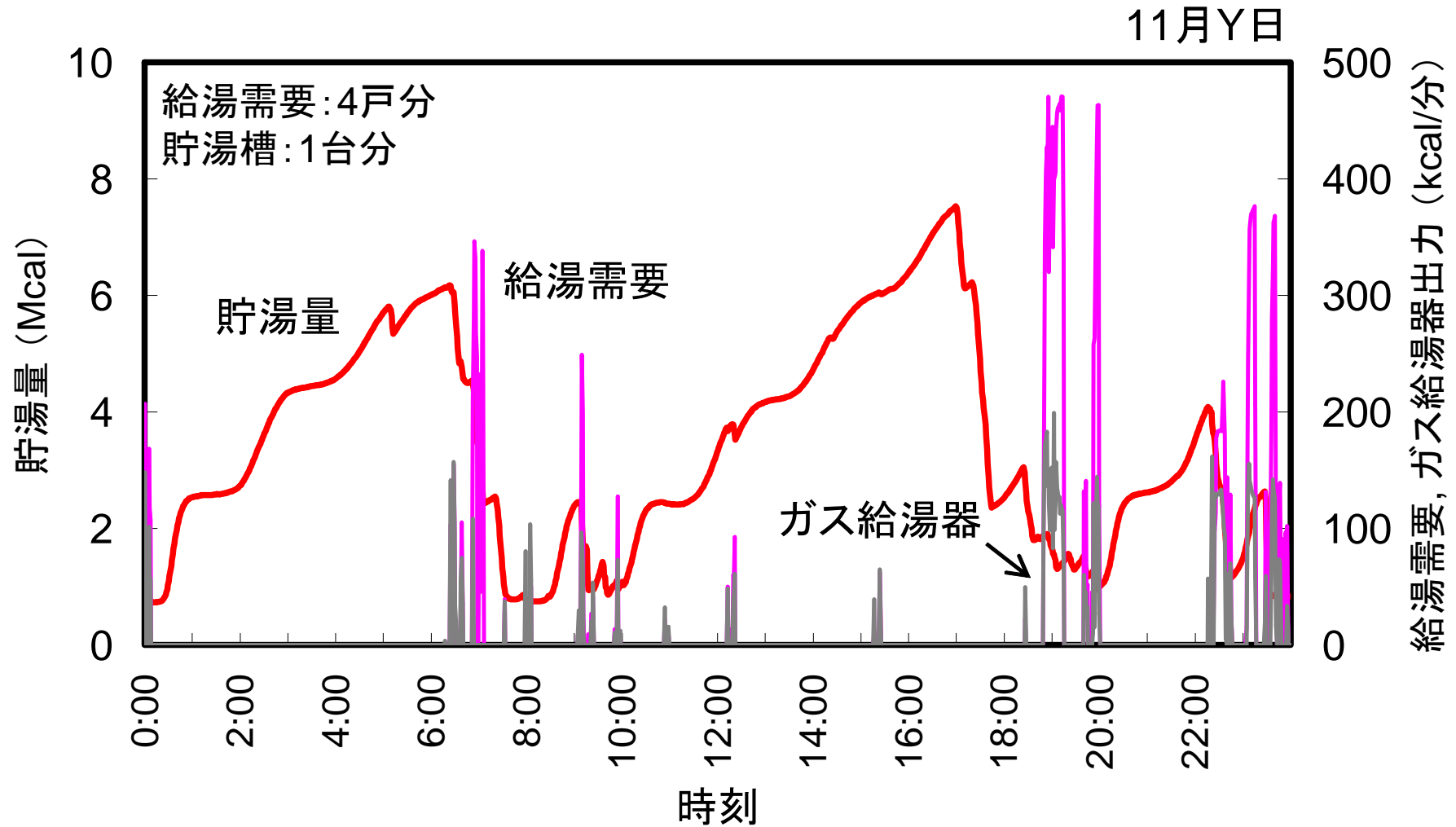


# 実証試験結果 – 電気需給(秋期、集合住宅試験)

11月Y日



# 実証試験結果 – 温水需給(秋期、集合住宅試験)



## 実証試験結果 – 秋期のある一日の例

### ■ 燃料電池の運用効率と水素依存について

項目		戸建試験	集合試験
FC効率(HHV)	発電	39.2 %	39.8 %
	排熱回収	41.1%	38.9 %
FCカバー率	電力需要	79.9 %	71.1 %
	給湯需要	80.8 %	52.8 %
水素エネルギー依存率*		84.9 %	64.4 %

\*:一次エネルギーと二次エネルギーを区別なく合算

〔ここに示したものはあくまで特定の一日の例であって、需給状況は日々変動するため、日によって結果は異なる〕

## 実証試験結果 – 障害・課題

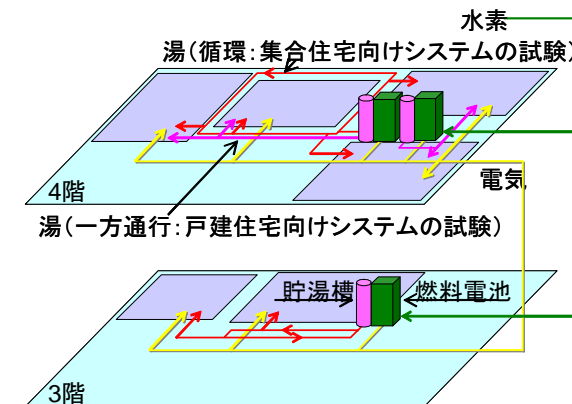
- 温水系統の計測精度
  - 流量計の誤差 × 熱電対の精度 × 信号変換器の誤差 = ???
  - 給湯使用時の流量変化は激しい  
(一般のプロセス計測の条件と大きく異なる)
  - 通常生活が優先 → 計測を最優先できない
  - 最新型の給湯器は多機能で動作が複雑  
(例: 温水が双方向に流れる)
- 再現実験ができない
- 試験設備の不具合
  - 燃料電池・水素関連設備に細かな不具合が発生 → 適宜解消  
(大きな不具合は生じていない)

## 実証試験に関するまとめ

- 電気・熱・水素エネルギーネットワーク
  - 住宅への燃料電池導入 ← 効果増大
    - ▶ 効率向上 → 省エネルギー・CO<sub>2</sub>削減・経済性向上
    - ▶ 設備投資半減

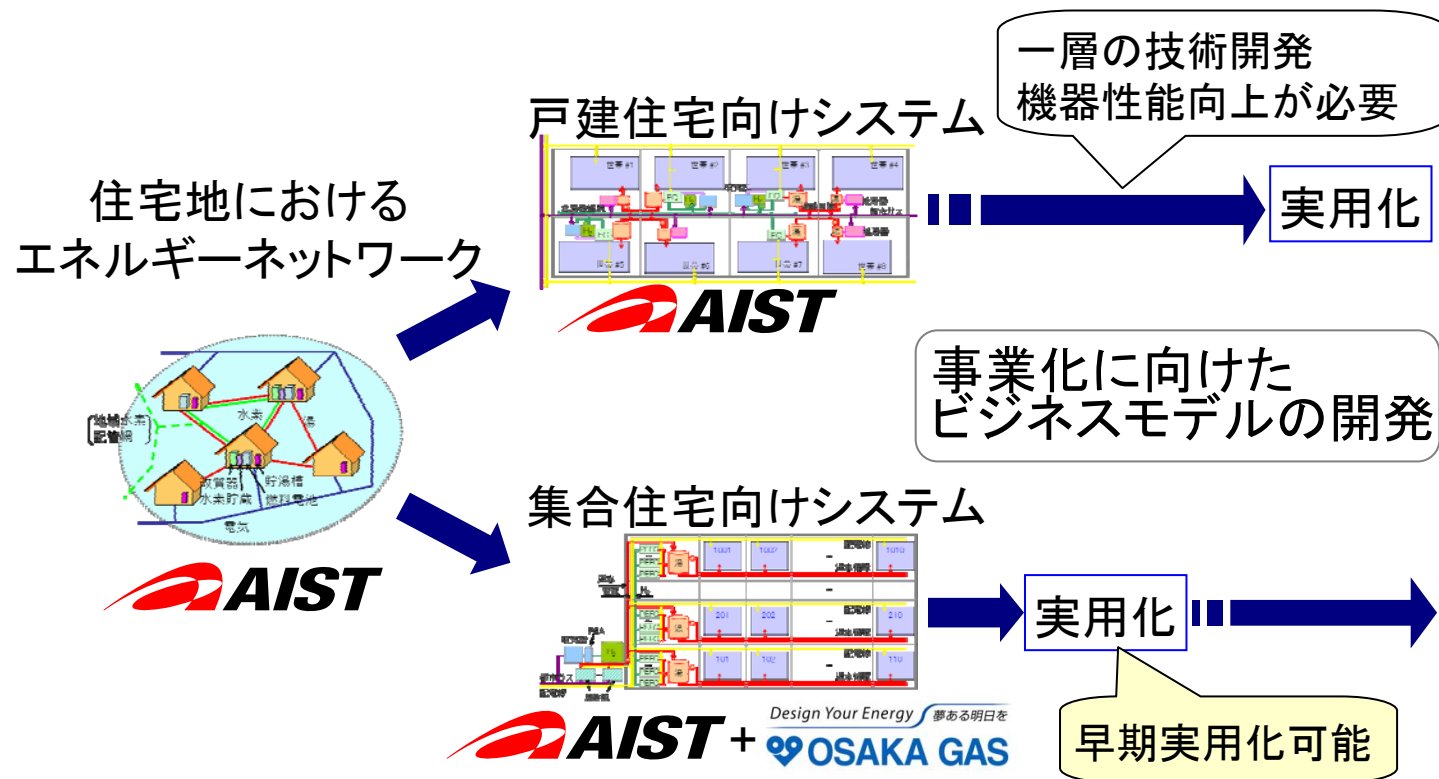
## ■ 実証試験

- 集合住宅の一部で実施、入居者通常的生活
- 戸建住宅と集合住宅を模擬した2ケース実施
- 大きな不具合なく運転
- 水素エネルギーに大きく依存したシステムの実現
- 通年実施後、システム評価を公表予定



# 今後の展開

## ■ 実用化に向けて



地域・住宅地全体への  
面的広がりをもった  
システム



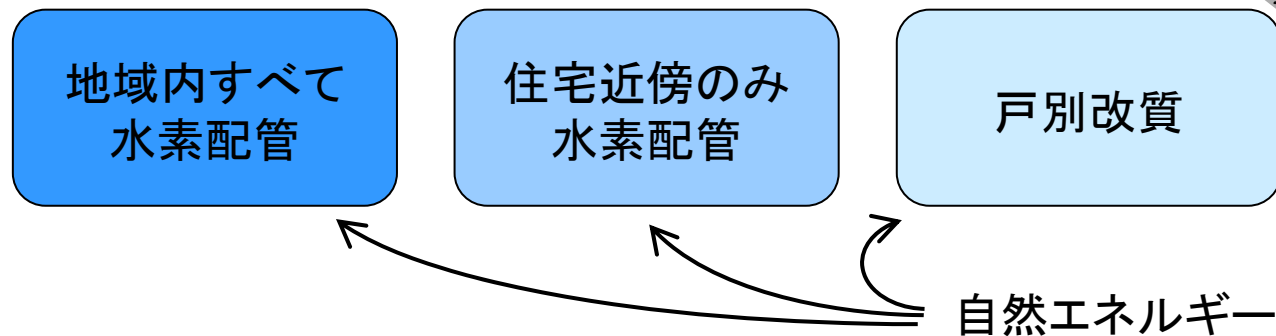
## 今後の課題：水素エネルギー社会実現に向けて

- 実証試験設備は水素エネルギーに大きく依存  
水素エネルギー利用の一つのモデルケース
  - 一次エネルギー消費量・CO<sub>2</sub>排出量：  
水素の原材料と製造効率に大きく依存
- CO<sub>2</sub>削減＝水素の低炭素化
  - 化石燃料から製造：製造時のCO<sub>2</sub>回収＋（製造効率向上）  
集中改質でなければ不可能
  - 自然エネルギーからの水素製造
  - 集中改質をする場合、水素供給網が必要

# 今後の課題：水素エネルギー社会実現に向けて

## ■ 水素供給網の整備

- 都市のどこで水素に変換するか？
- 自然エネルギーから作る水素の取り込み
- 単に水素を使えば良いというものでもない
- 議論があまりなされていない



## ■ 実現可能で具体的なシステムの提示を図る

# 住宅地を対象とした 電気・熱・水素エネルギーネットワークの実証研究

[終]

安芸裕久

エネルギーネットワークグループ  
エネルギー技術研究部門