

平成19年8月21日

日本水素エネルギー産業会議(JHIF) 第7回会議

東京ガスにおけるホロニックエネルギー システムへの取り組み

東京ガス株式会社
技術開発本部 商品開発部
ホロニックエネルギーグループ

塚田 龍也



本日の内容

1. ホロニックエネルギーシステムとその背景
2. 横浜研究所マイクログリッド実証試験設備の概要
3. 実証試験結果
 - 受電点潮流制御
 - 自立運転
 - 配電線電圧制御への貢献
 - 環境性・経済性評価
4. 今後の計画

21世紀におけるエネルギーの課題

Energy

エネルギーの安定供給

- ・ **資源制約** (ピークオイル2015年 IEA)
- ・ 多種エネルギー、集中型、分散型のベストミックス

Environment

環境保全

- ・ **環境制約**: 地球温暖化対策 (京都議定書、ポスト京都)

3Eの達成

Economy

経済の持続的成長

- ・ エネルギーを通じた経済・地域の活性化
- ・ 新産業創造

課題解決に向けたガス事業者の方策

- ・ 天然ガスの利用拡大
- ・ 分散型エネルギーシステムの導入促進

東京ガスにおける技術開発の方向性

高効率エネルギー変換技術の導入

燃料電池、ガスエンジン等

- ・制御可能
- ・高効率化でCO₂の排出を抑制

再生可能エネルギーの利用

天然ガスアシストによるバイオマス高度利用等

- ・CO₂ニュートラルのエネルギー源
- ・利用困難 ・制御困難

分散型発電システムの付加価値向上

- ・高信頼性非常用電源 ・品質別電力供給
- ・高効率DC給電システム

戦略分野

組み合わせによる最適エネルギーシステム

- ・調和による相互補完

エネルギーの
面的利用

分散型・集中型
の調和

水素利用システム
(純水素FC等)

ホロニックエネルギーシステム

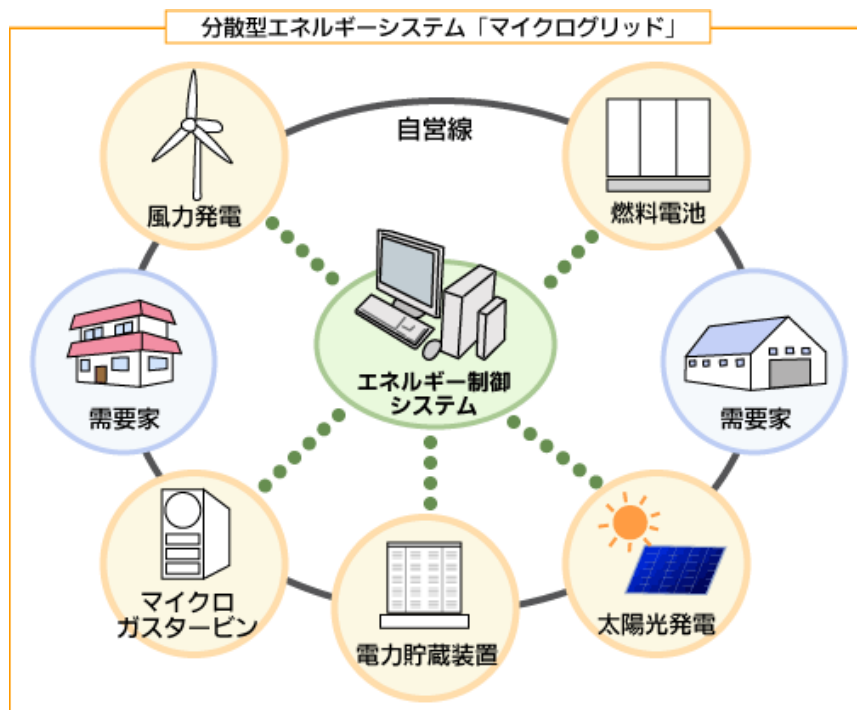
基盤分野

**導管・基盤技術
安心・安全の確保
コストダウン**

<3E 同時達成のためのエネルギーシステムの構築>

注目されるマイクログリッド

需要地内で複数の分散型電源や電力貯蔵システムを組み合わせ、分散型電源の発電量を需要状況に合わせて制御し、電力の地域自給を可能とする小規模の電力供給網のことを「マイクログリッド」と呼ぶ。新エネルギーなどの分散型電源や需要設備で構成され、一つの集合体として電力系統に連結する発電方式。



出展: NEDOホームページ <http://www1.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/egy/ey07/index.html#01>

マイクログリッドのメリット

- 電力システムの供給信頼度の低い地域、電力品質の悪い地域における、供給信頼度・電力品質の向上
- エネルギーの地産地消による、地域のエネルギー利用効率の向上
- オンサイト発電により発生する熱の利用による、エネルギー利用効率の上昇とエネルギーの低コスト化
- 地域の雇用促進による地域活性化
- 離島・僻地におけるエネルギー自立システムの確立
- 需要と供給のバランスをとることによる自然エネルギー発電の系統への影響の回避

出展：(社)日本電機工業会『マイクログリッド導入の進め』

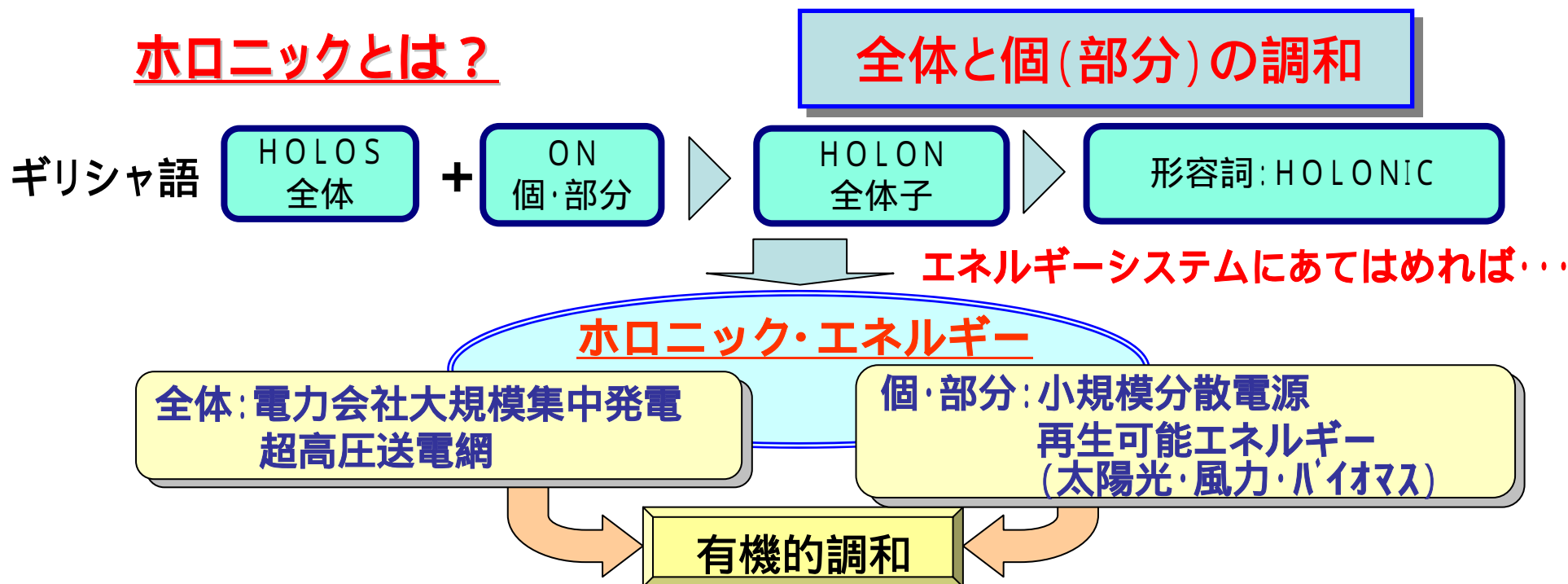
東京ガスの目指すホロニックエネルギーシステム

クリーンで高効率な天然ガスコージェネレーションをコアに

- ・効率的で環境にやさしい
- ・電力系統と協調した
- ・電源信頼性を高めた

ホロニックエネルギーシステムの確立を目指しています。

ホロニックとは？



ホロニックエネルギーシステムのコアイメージ



ホロニックエネルギーの価値と技術開発課題

- 「コージェネ・再生可能エネルギーの積極的な組み込み」および「電力・熱エネルギーの面的利用」による 省エネ・CO₂削減

統合制御技術

- 分散電源と 大規模電力系統との調和
[手法] ガスエンジン・蓄電池などを調整電源として活用
[目的] ・当面: 自然電源等の変動安定化
(大規模系統との調和 = 良き市民)
・将来: 電圧管理・需給バランス調整等への活用
(アンシラサービス等の提供 = 模範市民)

系統貢献技術

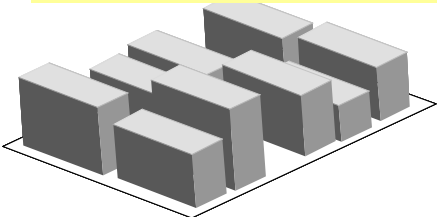
- 大規模系統トラブル・災害時のエネルギー安定供給
の確保

品質別電力技術

将来の都市設計におけるエネルギー面的利用

現 状

- ・業務・商業中心
- ・低層混在、指定容積率未達
- ・密集・緑地不足

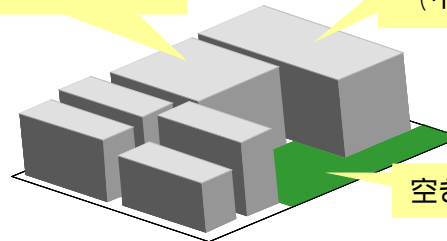


将 来

多様な機能の誘導
(複合市街地化)

土地利用の高度化
(中高層化、容積率緩和)

空き地・緑地の創出



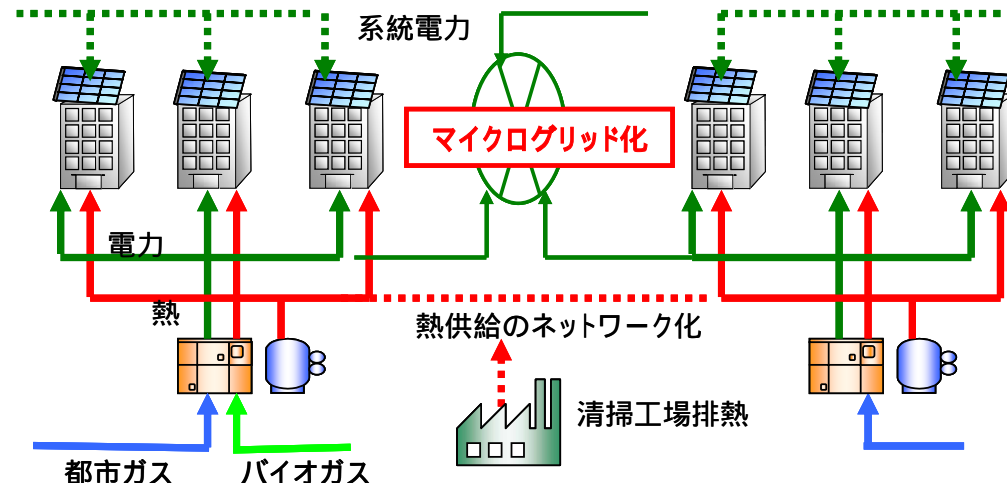
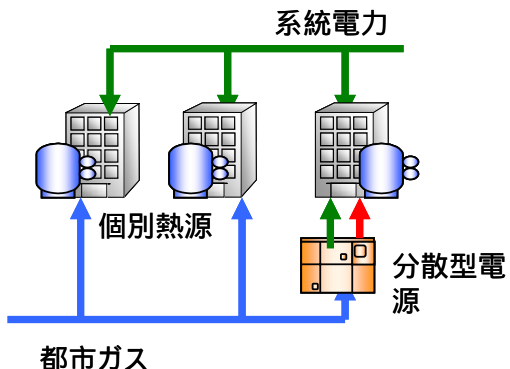
土地利用
建物形態

<分散型エネルギーとエネルギー面的利用の導入>

- ・エネルギーの面的利用による負荷集約により部分負荷運転等を回避
- ・分散型電源の排熱の有効利用により更なる効率化を実現
- ・都市型新エネルギー(バイオガス、太陽エネルギー等)の利用促進

<個別熱源システム>

- ・長時間の部分負荷運転による大幅エネルギーロス
- ・分散型電源の排熱利用に制限あり

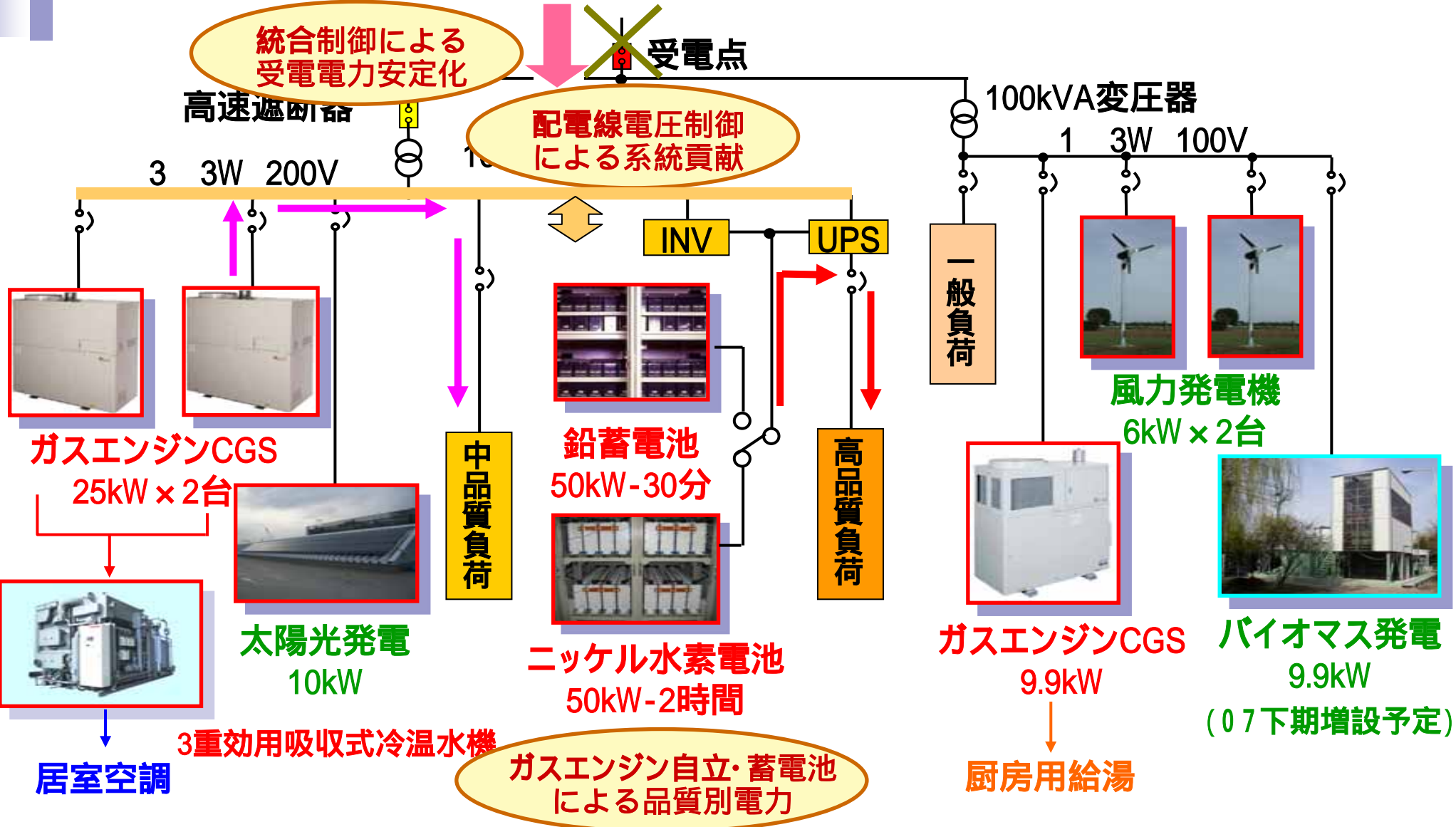


エネルギーシステム

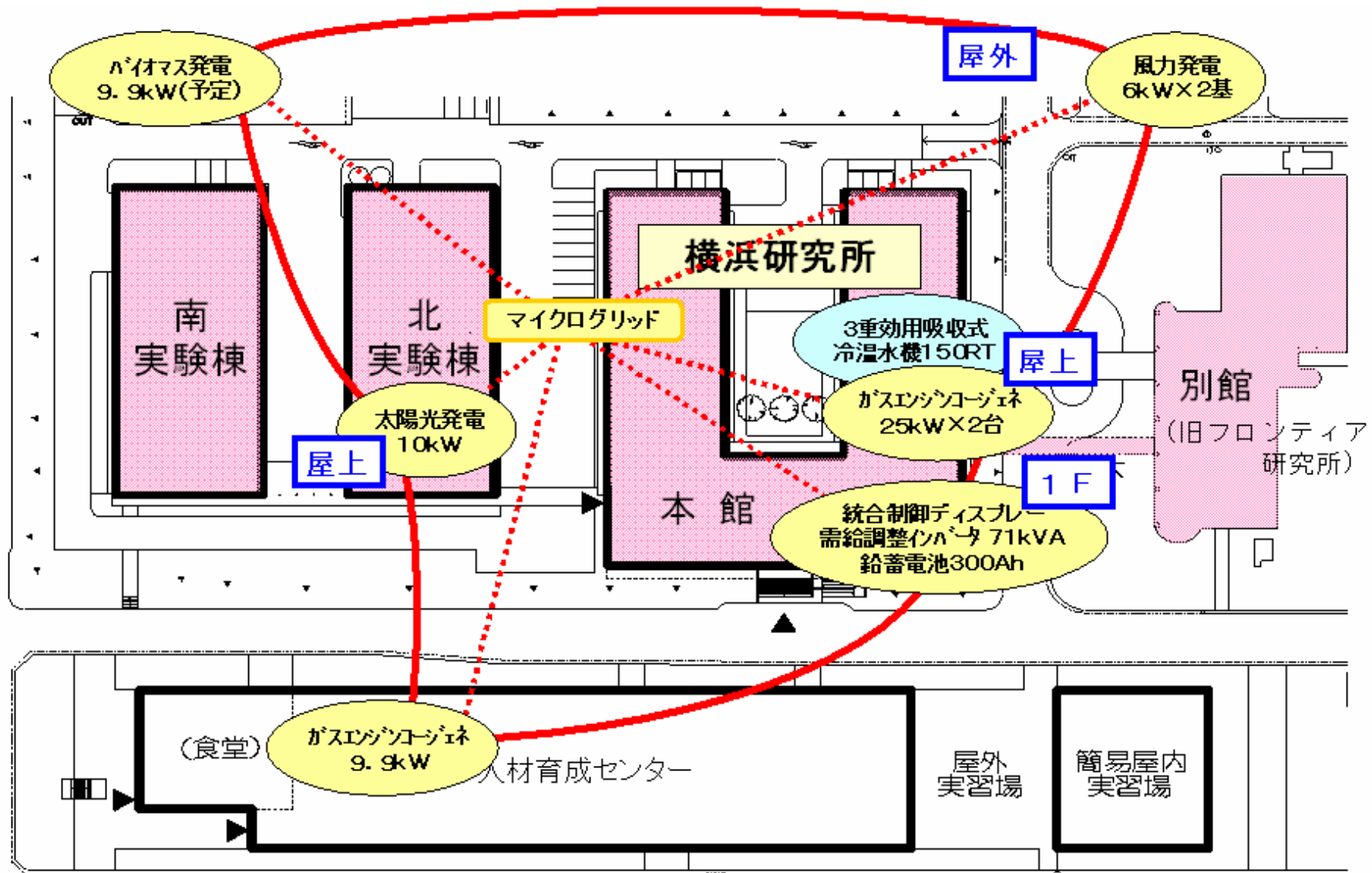
本日の内容

1. ホロニックエネルギーシステムとその背景
2. 横浜研究所マイクログリッド実証試験設備の概要
3. 実証試験結果
 - 受電点潮流制御
 - 自立運転
 - 配電線電圧制御への貢献
 - 環境性・経済性評価
4. 今後の計画

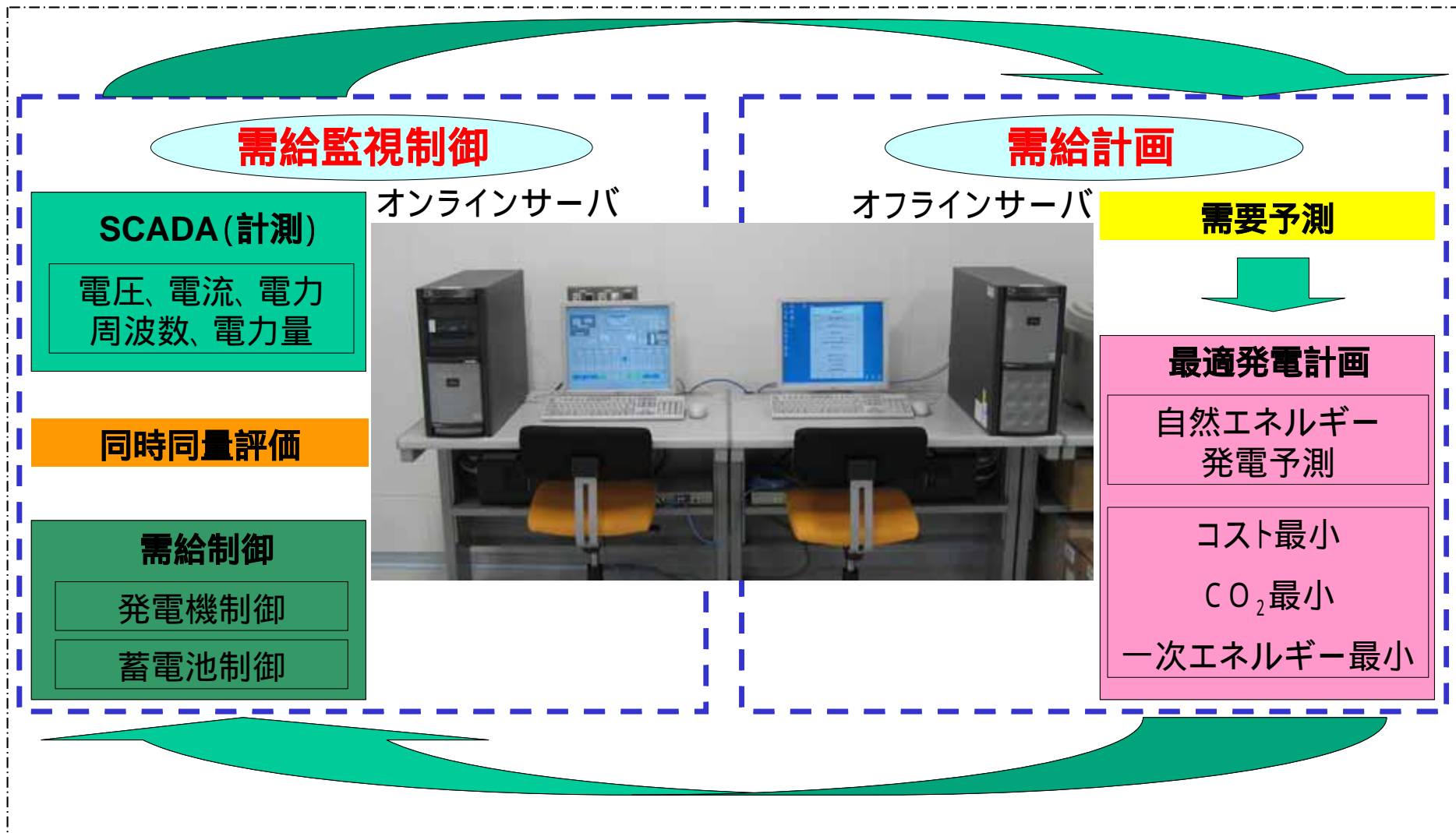
マイクログリッド実証試験設備の構成



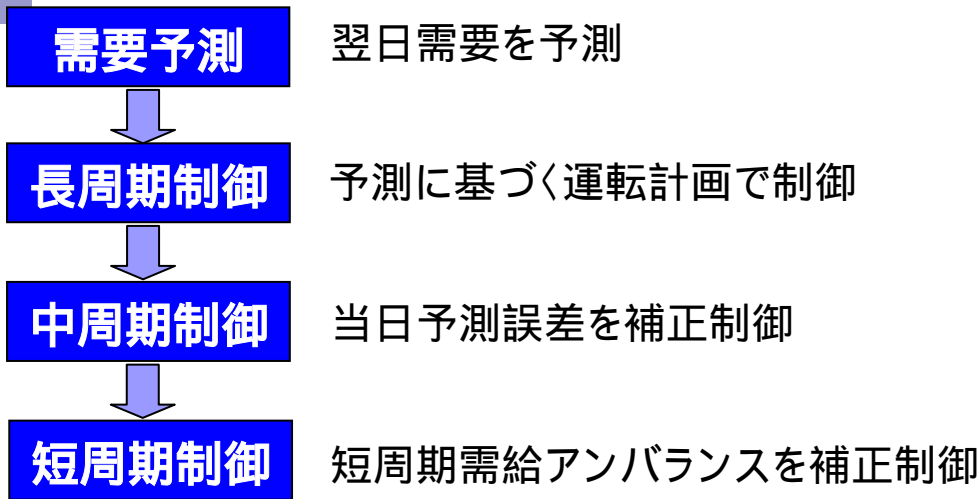
マイクログリッド実証試験設備の配置



需給計画と需給監視制御

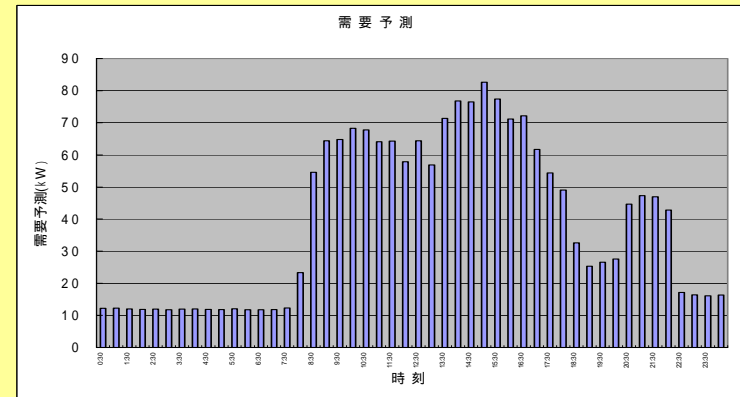


計画と制御のフロー



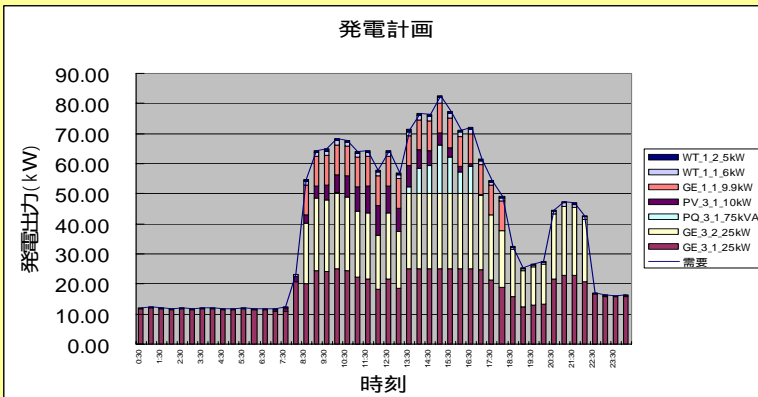
需要予測

過去データから翌日需要を予測



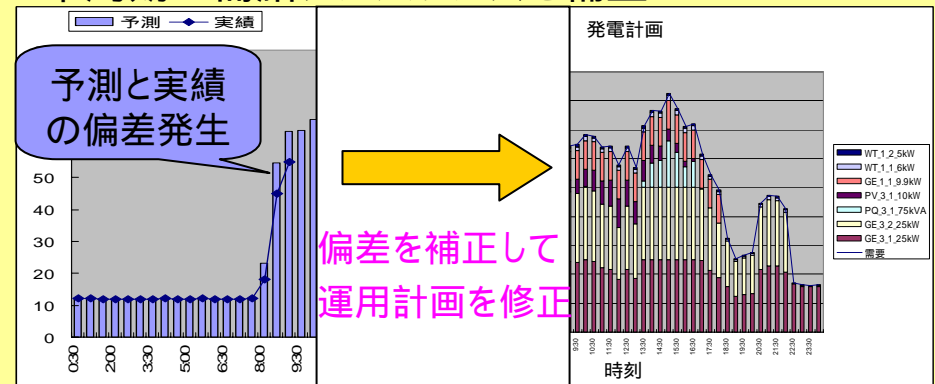
長周期制御

前日予測に基づく運転計画に従って制御



中周期制御

当日の実績データから運転計画を補正すると共に中周期の需給アンバランスを補正



本日の内容

1. ホロニックエネルギーシステムとその背景
2. 横浜研究所マイクログリッド実証試験設備の概要
3. 実証試験結果
 - 受電点潮流制御
 - 自立運転
 - 配電線電圧制御への貢献
 - 環境性・経済性評価
4. 今後の計画

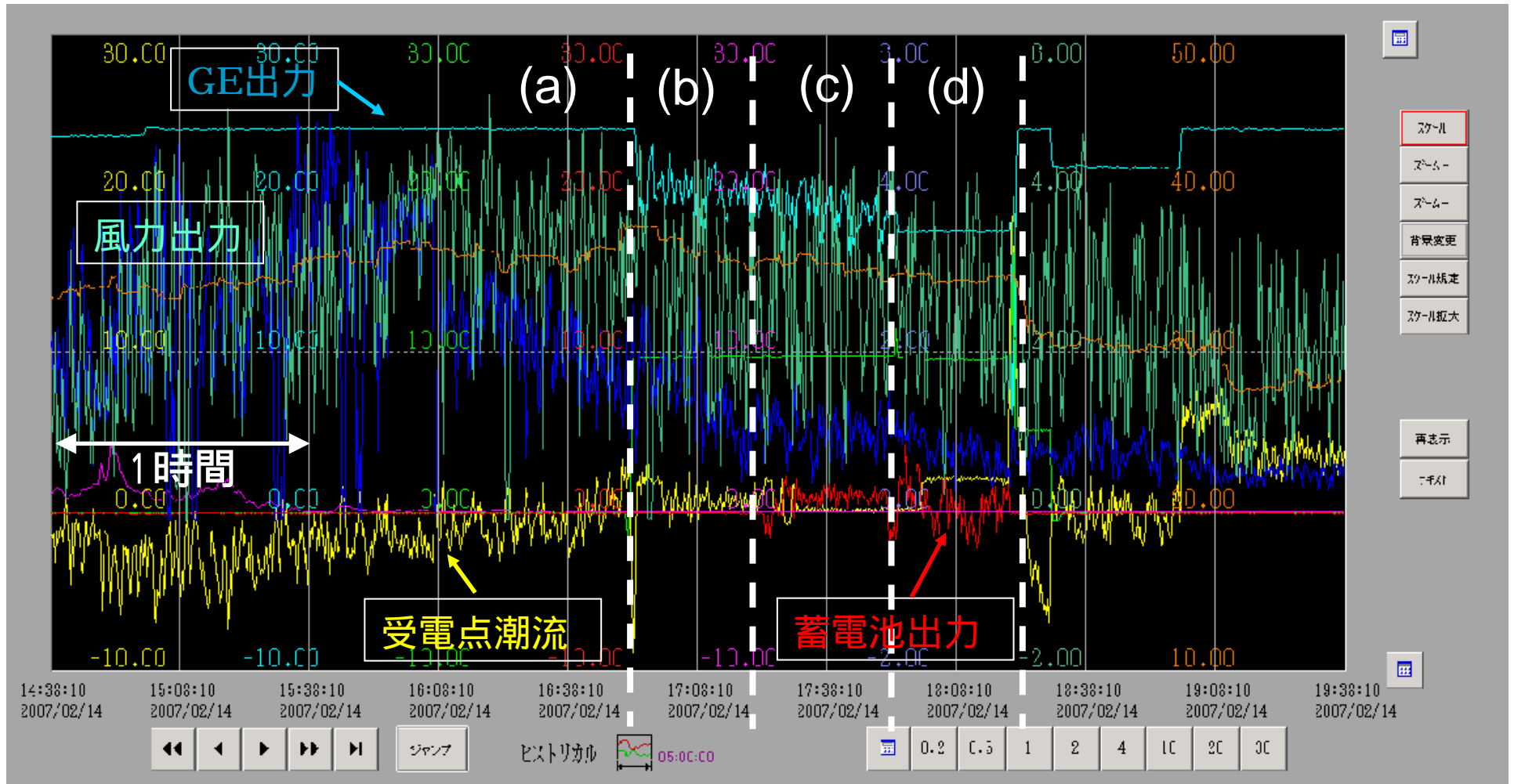
受電点潮流の変化

(a) 潮流制御無し

(b) ガスエンジンで潮流制御

(c) ガスエンジン + 蓄電池で潮流制御

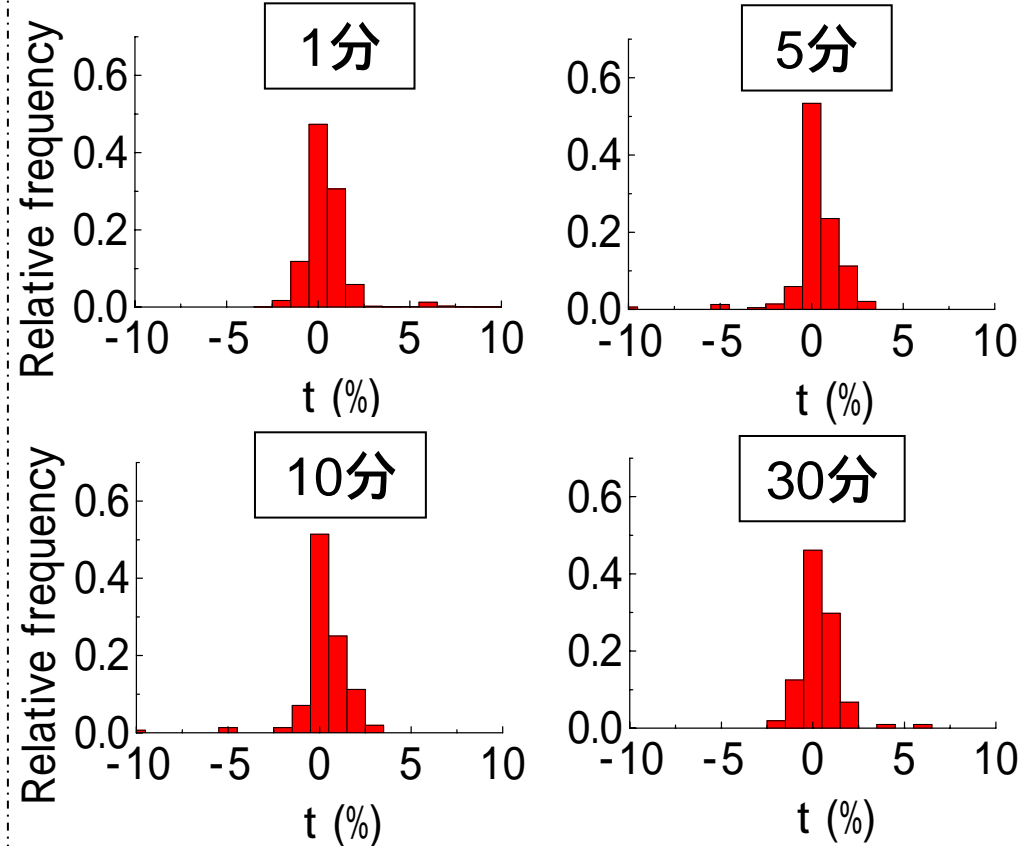
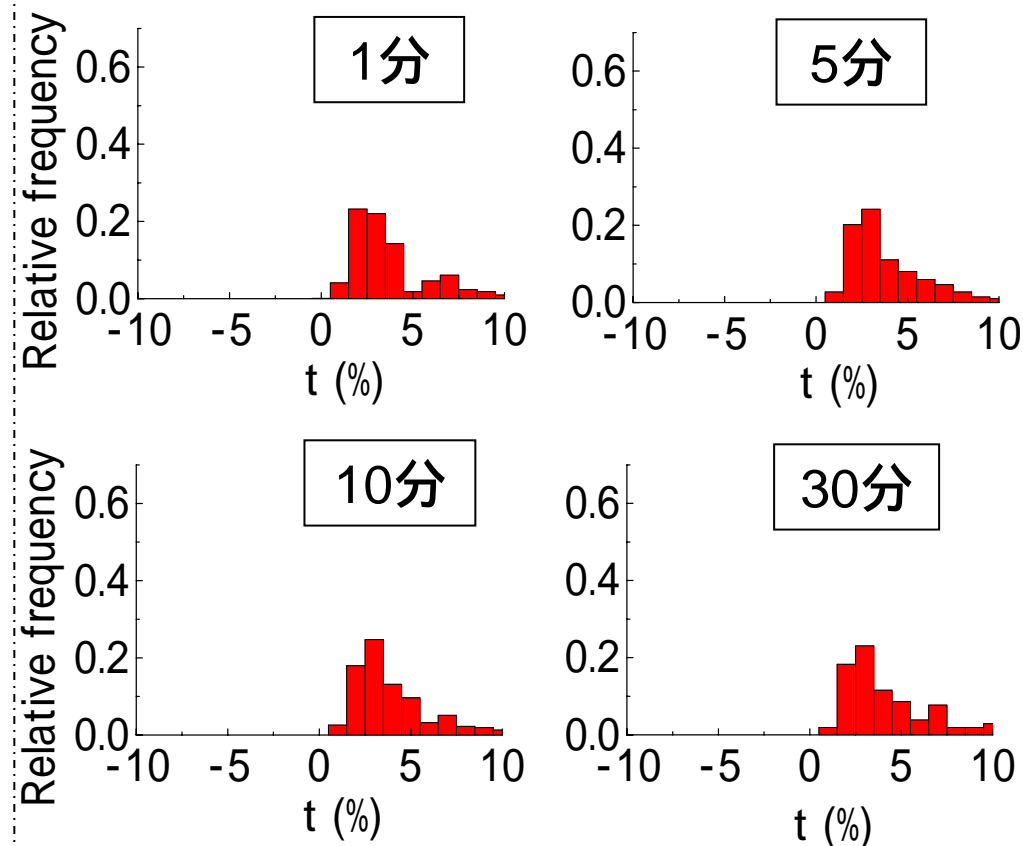
(d) 蓄電池で潮流制御



同時同量評価

ガスエンジンで潮流制御

ガスエンジン + 鉛蓄電池で潮流制御

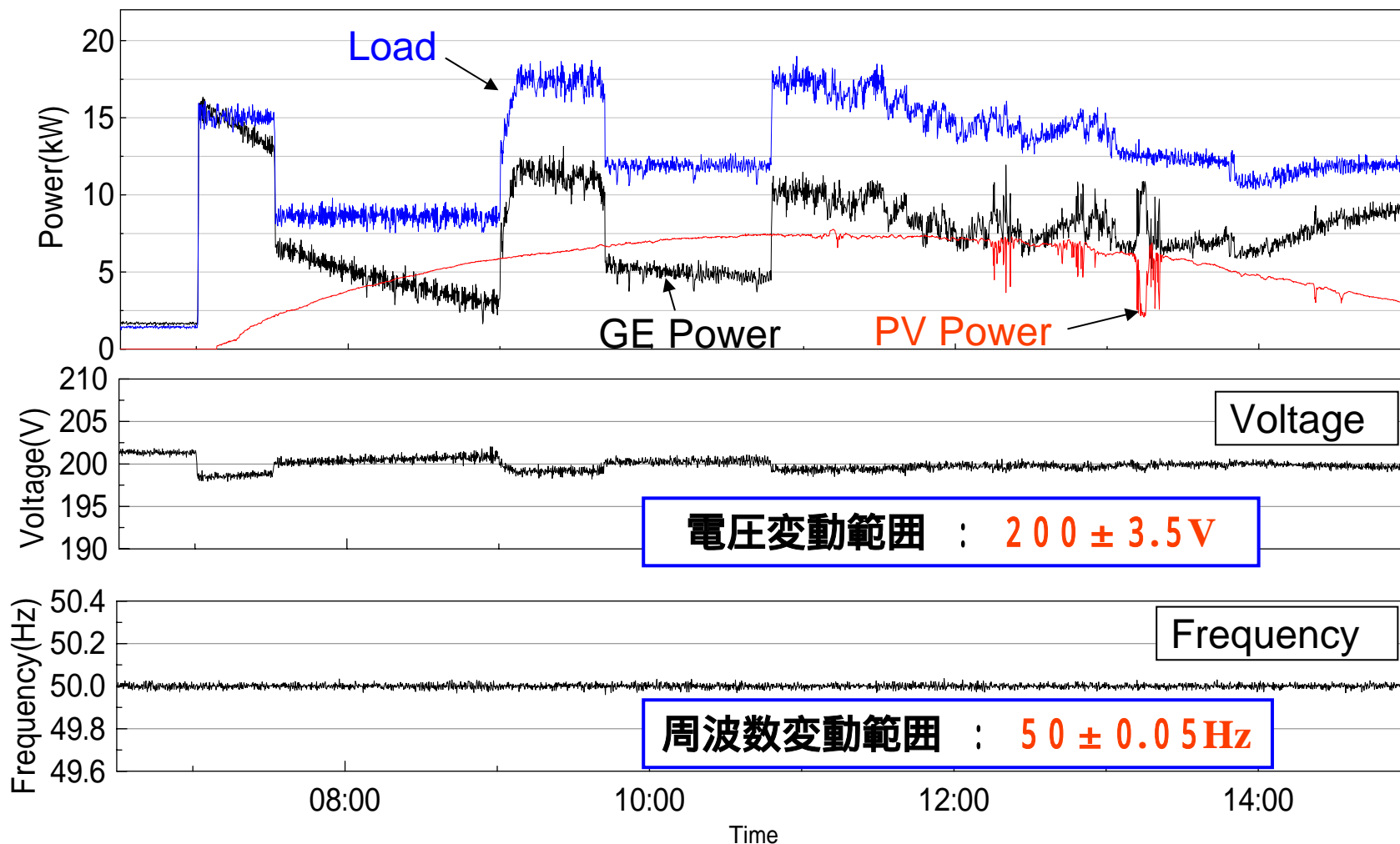


$$t = \frac{P_{sh} - P_{so} \times T}{PLT} \times 100 \quad [\%]$$

P_{sh} : 潮流実験値(kWh) , P_{so} : 潮流目標値(kW)
 PLT : 負荷電力量(kWh) , T : 評価時間

実負荷による自立運転試験

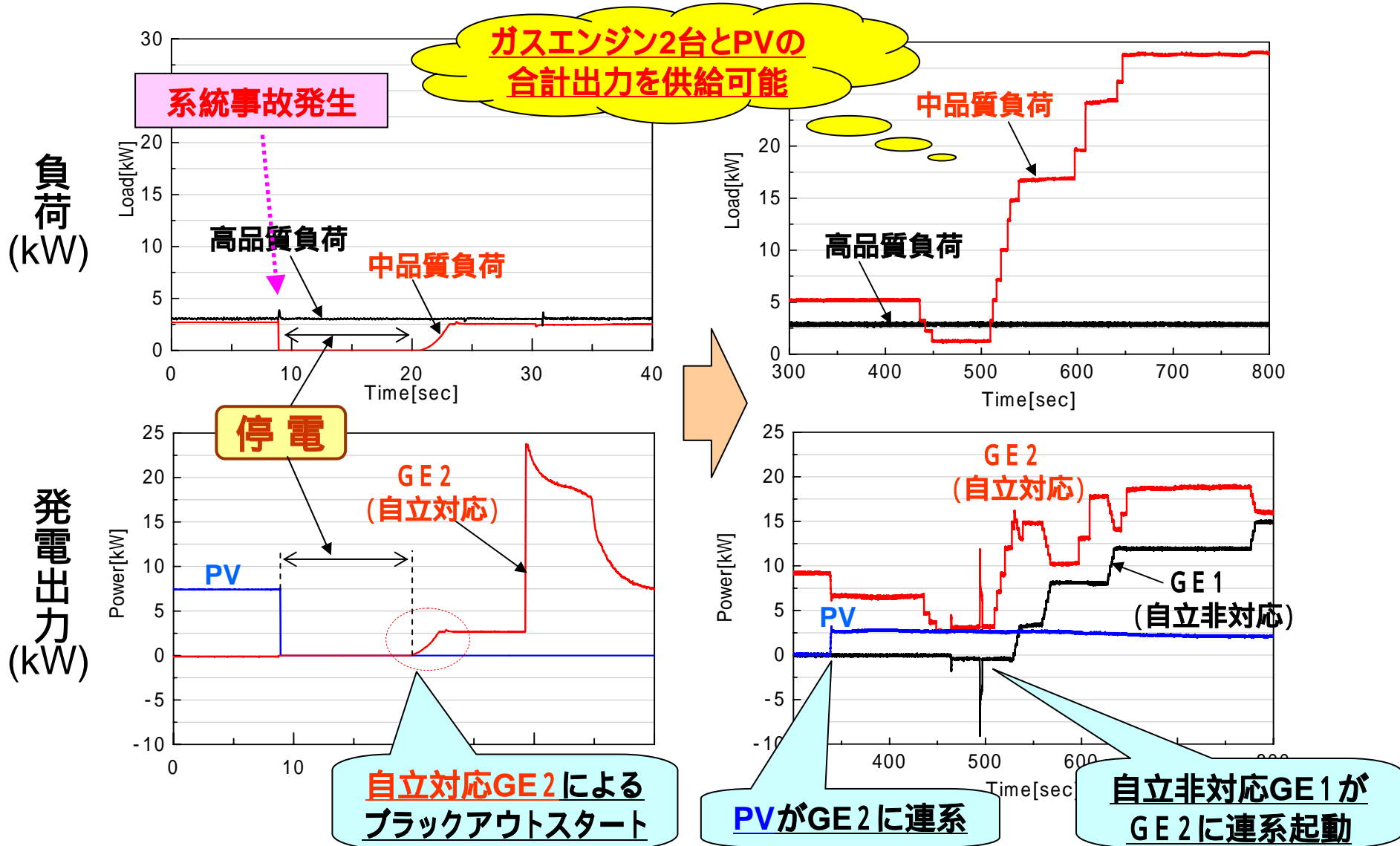
(25kWガスエンジン1台 + PV)



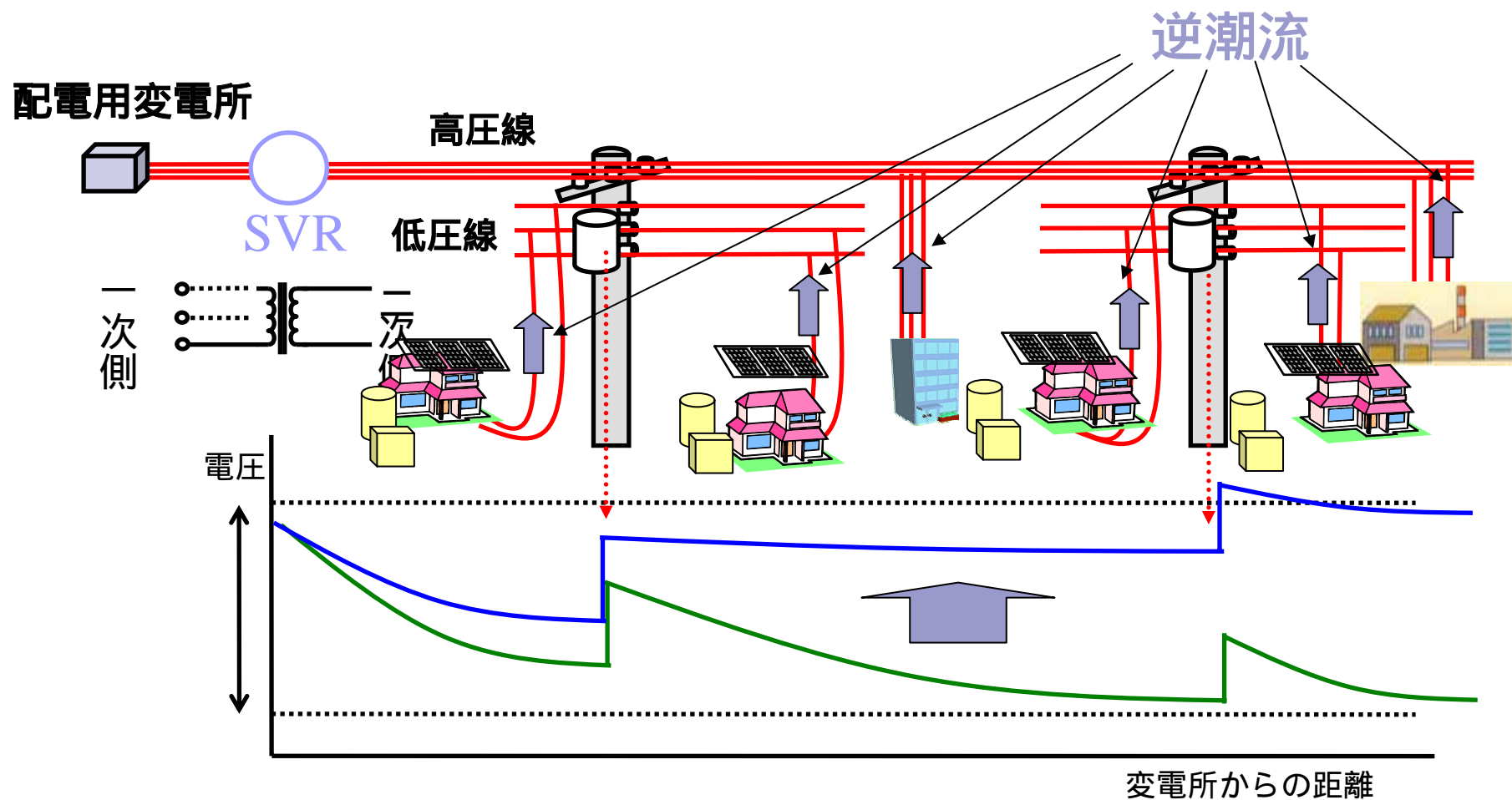
自立運転実証試験で、安定した運用を実現

実負荷による自立運転試験

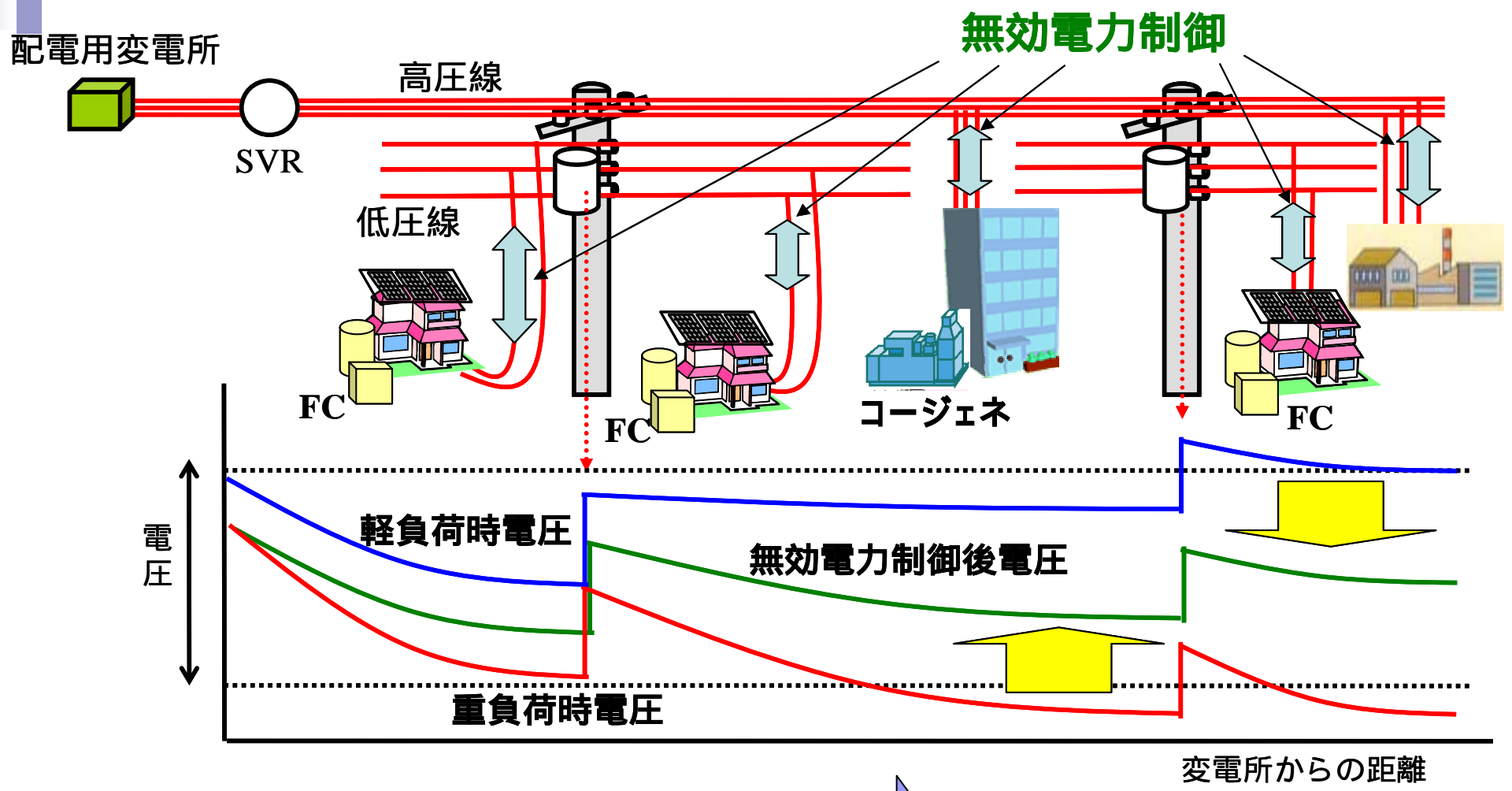
(25kWガスエンジン2台 + PV)



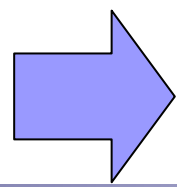
分散電源による系統電圧制御への影響



分散電源による系統電圧制御への貢献



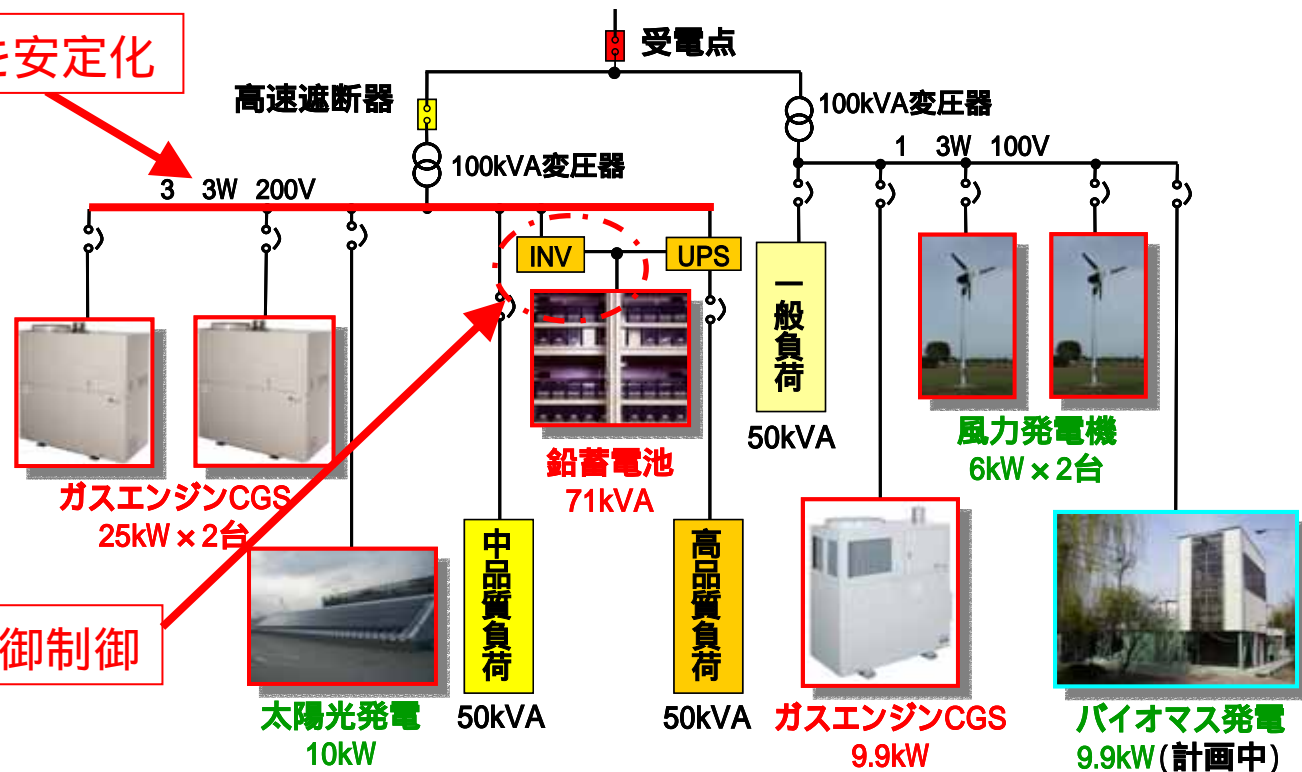
需要家と系統の間で
無効電力を授受



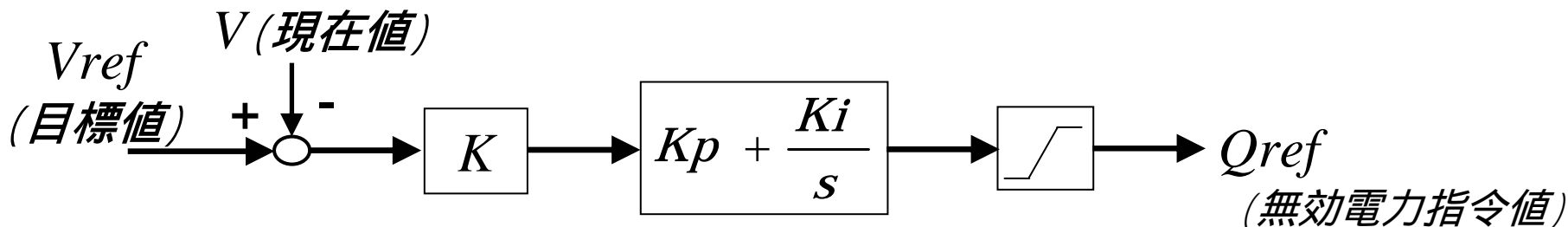
系統電圧の制御

実証設備を利用した電圧貢献機能の検証

3 3W 200V系の電圧を安定化

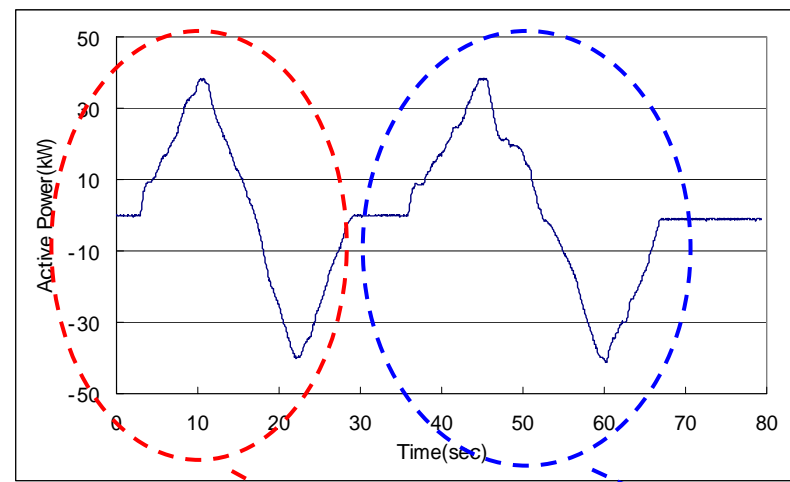


インバータの無効電力を制御制御

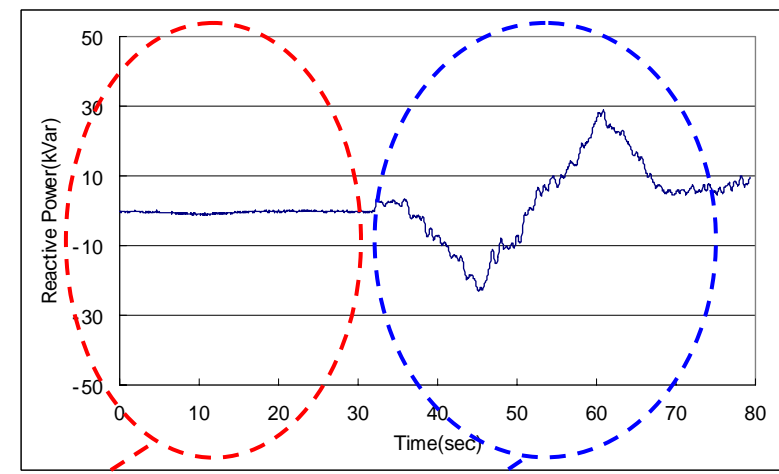


無効電力制御による電圧安定化の実験結果

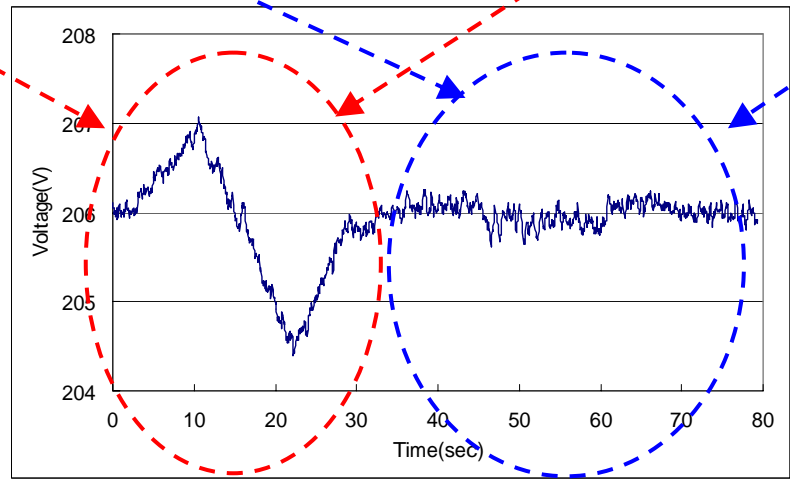
発電機出力変動



インバータによる無効電力制御



無効電力を制御しない場合は、配電系電圧が変動

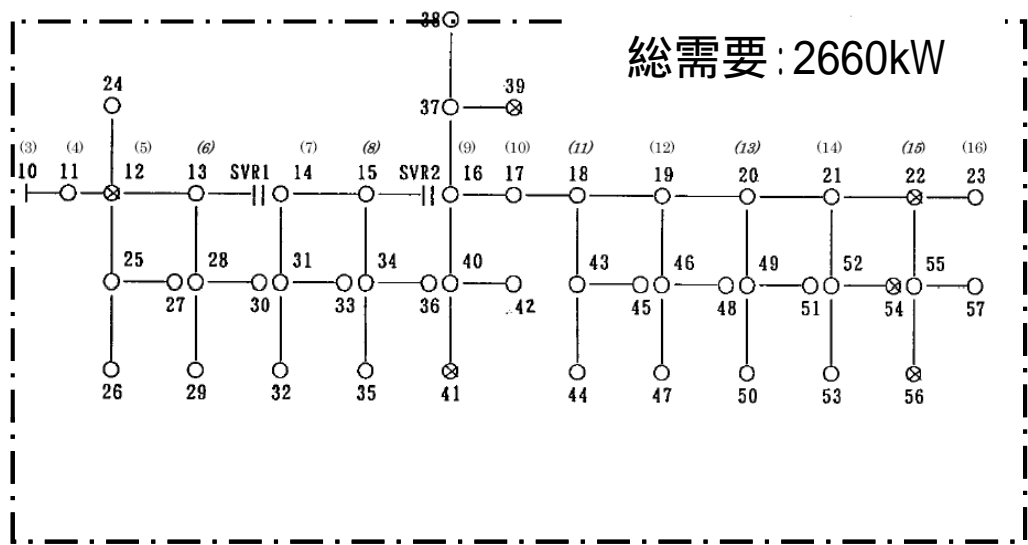


無効電力を制御することで、配電系電圧を安定化

200V配電線電圧

配電線モデルによるシミュレーション例

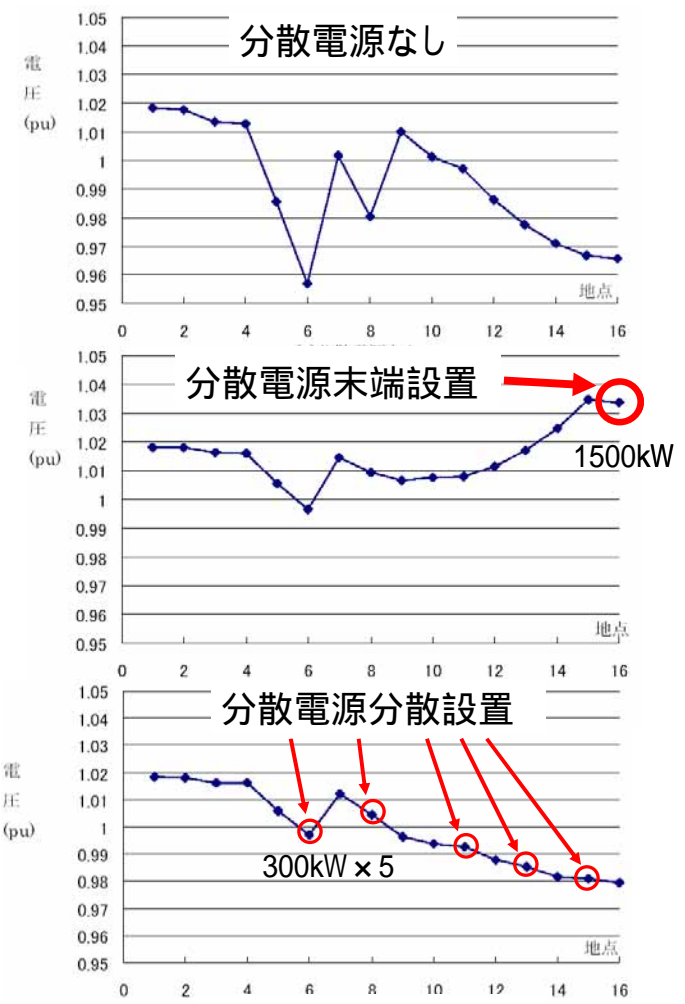
配電線モデル(高圧6.6kV系)



分散電源の設置場所による電圧偏差と電力損失

分散電源	電圧偏差	電力損失
無し	1.9%	260kW
末端設置 1500kW	1.0%	45kW
分散設置 300kW x 5	0.76%	33kW

電圧偏差: $\frac{1}{n} \sum (V_i - V^*)^2$ n: ノード数、 V_i : 各ノード電圧、 V^* : 平均電圧



分散電源の設置により、**電圧偏差と電力損失が低減**

マイクログリッド化による効果の評価

～ **電力・熱融通**によるコスト・CO2削減効果の定量的評価～

評価の考え方

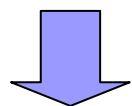
実証設備は2つの建物(本館、人材育成C)のみに設置(熱融通なし)

熱融通効果を評価するため…

仮想的に4つの建物に分割

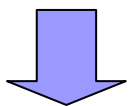
3ケースを比較

CASE1 … **EHP** + 買電



CGS・自然エネルギー導入によるメリット評価

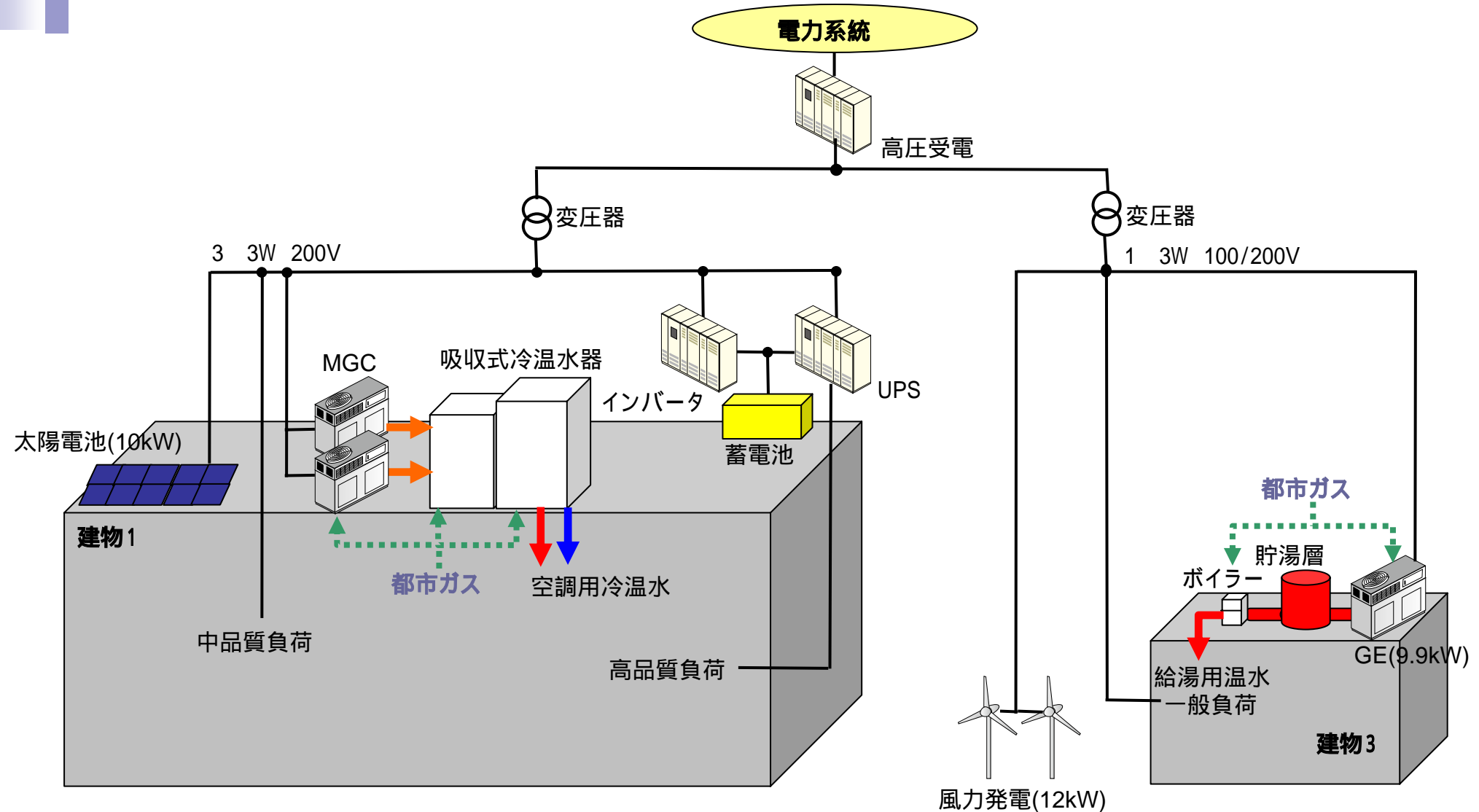
CASE2 … **CGS** + **三重効用吸収式冷温水機** + **太陽電池・風車** + 買電



マイクログリッド化によるメリット評価

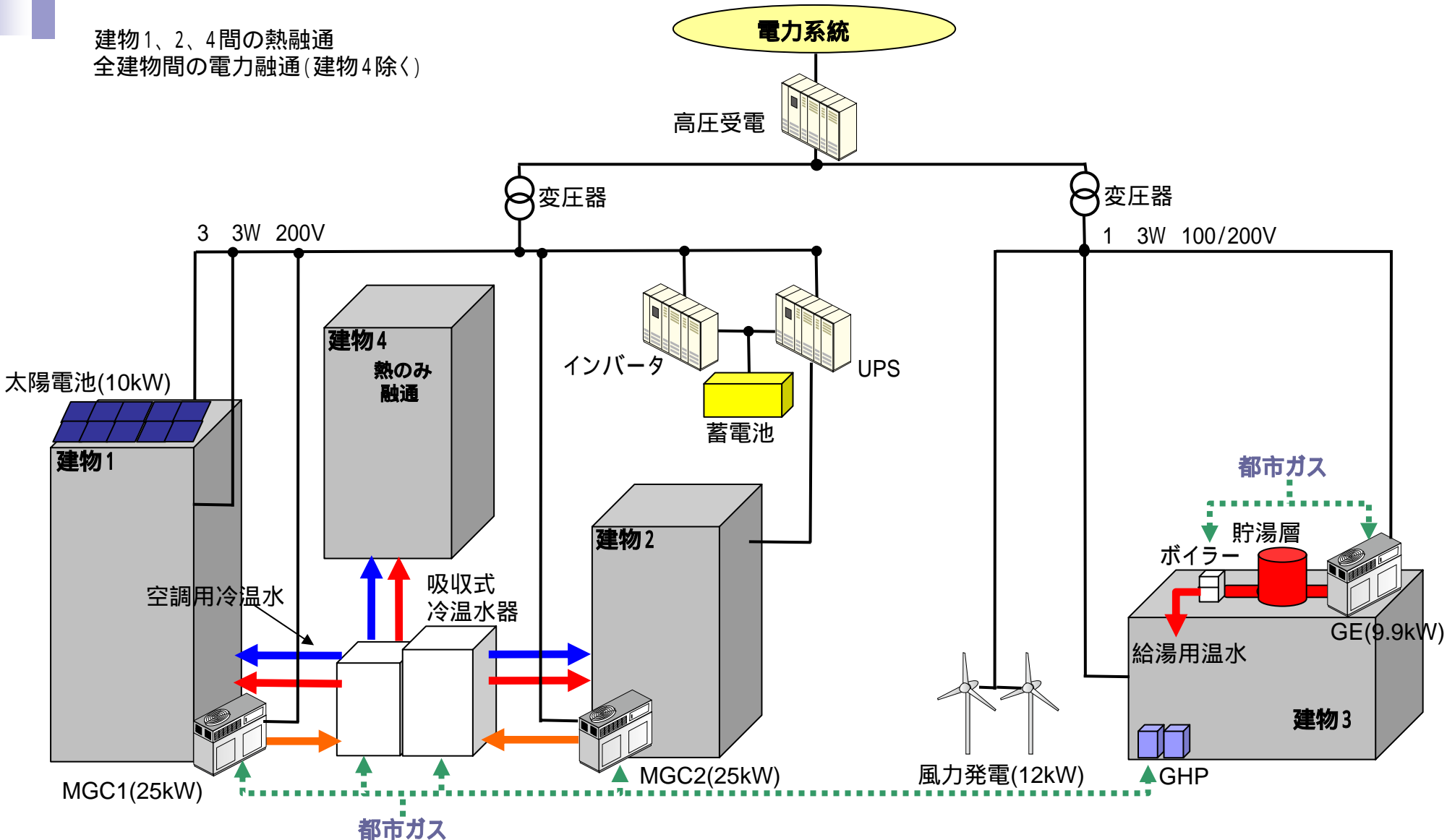
CASE3 … CASE2を**マイクログリッド化**(建物間で電力・熱を融通)

横浜研究所マイクログリッドの現実イメージ

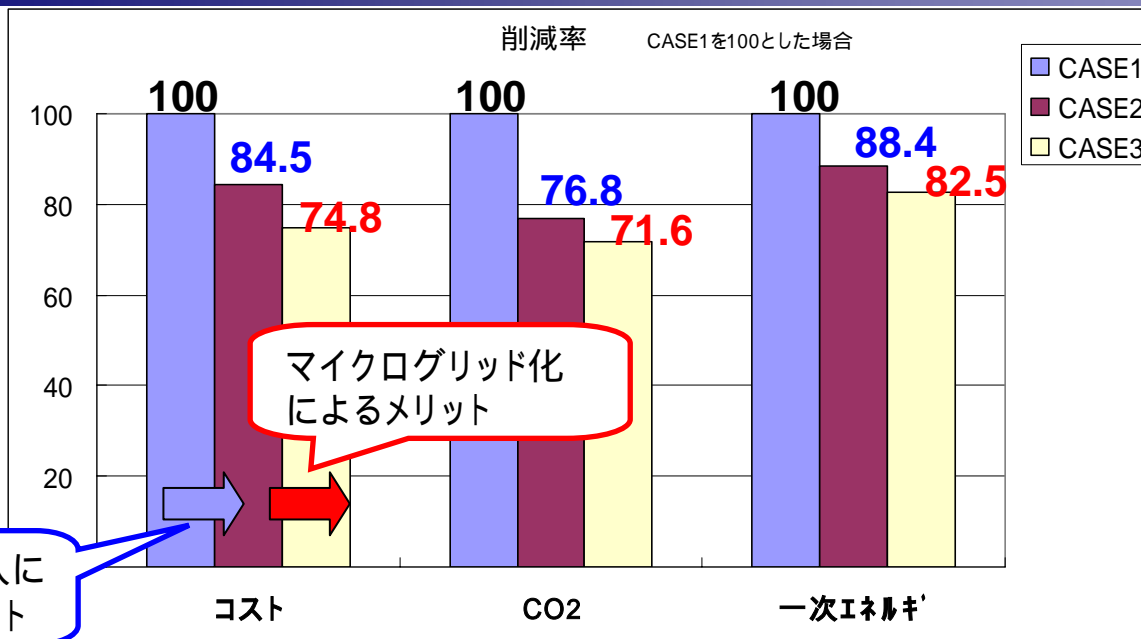


横浜研究所マイクログリッドの仮想イメージ

建物1、2、4間の熱融通
全建物間の電力融通(建物4除く)



夏期運転における環境性・経済性評価結果



CASE1を100とした場合

	CASE1	CASE2	CASE3
コスト	100	84.5	74.8
CO2	100	76.8	71.6
一次エネルギー	100	88.4	82.5

CGS導入によるメリット

マイクログリッド化によるメリット

マイクログリッド化により...

1. 契約電力削減
2. 自家発補給電力削減
3. 排熱利用率向上
4. CGS負荷率向上

〔各種料金〕

	単位	設定値
契約電力基本単価	円/kW	1560
自家発補給電力	円/kW	1560
GEメンテナンス料金	円/kWh	3
都市ガス単価	円/Nm3	50
購入電力	業務用季時別料金	

〔原単位〕

	単位	設定値
火力平均	kg-CO2/kWh	0.69
都市ガス	kg-CO2/Nm3	2.29
火力発電効率	-	0.3688
都市ガス熱量	MJ/Nm3	45

〔機器効率〕

	単位	設定値
給湯器効率	-	0.8
EHP-COP	-	3
ガス冷温水器(冷房)	-	1.35
ガス冷温水器(暖房)	-	0.87
GHP-COP(冷房)	-	1.47
GHP-COP(暖房)	-	1.63
三重効用吸収式(冷房)	-	1.65
三重効用吸収式(暖房)	-	0.87

本日の内容

1. ホロニックエネルギーシステムとその背景
2. 横浜研究所マイクログリッド実証試験設備の概要
3. 実証試験結果
 - 受電点潮流制御
 - 自立運転
 - 配電線電圧制御への貢献
 - 環境性・経済性評価
4. 今後の計画

今後の計画

- バイオマス発電設備の増設
- 経済性・CO2削減率・一次エネルギー削減率の年間評価
- システム構成の最適設計方法の確立
 - 蓄電池容量の最小化
 - 受電点潮流制御精度の適正化
- 自立運転制御ロジックの確立(防災価値の確立)
- マイクログリッド最適運用方法の確立

平成19年8月21日

日本水素エネルギー産業会議(JHIF) 第7回会議

東京ガスにおけるホロニックエネルギーシステムへの取り組み

END

ご静聴ありがとうございました

