

# 電気利用のスマート化

---

電力中央研究所 システム技術研究所

上席研究員 小林 広武

2012年 11月12日

# 内 容

---

- 電力供給・利用環境の変化とこれからの電気の使い方
- 省エネ・節電方策について
- 再エネ電源大量導入等に対応する需給一体化運用・制御技術について
- まとめ(今後の課題)

# 電力供給・利用環境の変化

## ◆わが国の電力システム

- ✓ 情報通信を活用した、高効率・高品質・高信頼度のシステム。  
→ 需要家との連携を除きスマート化。世界一の信頼度。

## ◆取巻く環境の変化

- ✓ 省エネに加え、(震災後は)需要ピーク時を中心に節電へのニーズが高まっている。
- ✓ 環境対策、エネルギーセキュリティ面(震災後)により、太陽光発電等の再生可能エネルギー利用電源の導入が加速。

## これからの電気の使い方考えるべきこと・・・

- ◆ 省エネ、節電（需要ピーク時間帯の需要削減）
- ◆ 再生可能エネルギーの有効利用と系統安定維持
  - ✓ 今は需要家内で余った電気は配電線に逆潮流（PV等）
  - ✓ **大量導入時は・・・**
    - ・ 電圧変動の顕在化、必要調整力増大、系統大余剰電力の発生・・・
- ➡ **対策による社会コストの増大**
- 将来は、状況に応じて、自身（地域）で発電した電気は自身（地域）で出来るだけ消費することも考える必要性あり

利便性・快適性との両立をどう図るかも課題

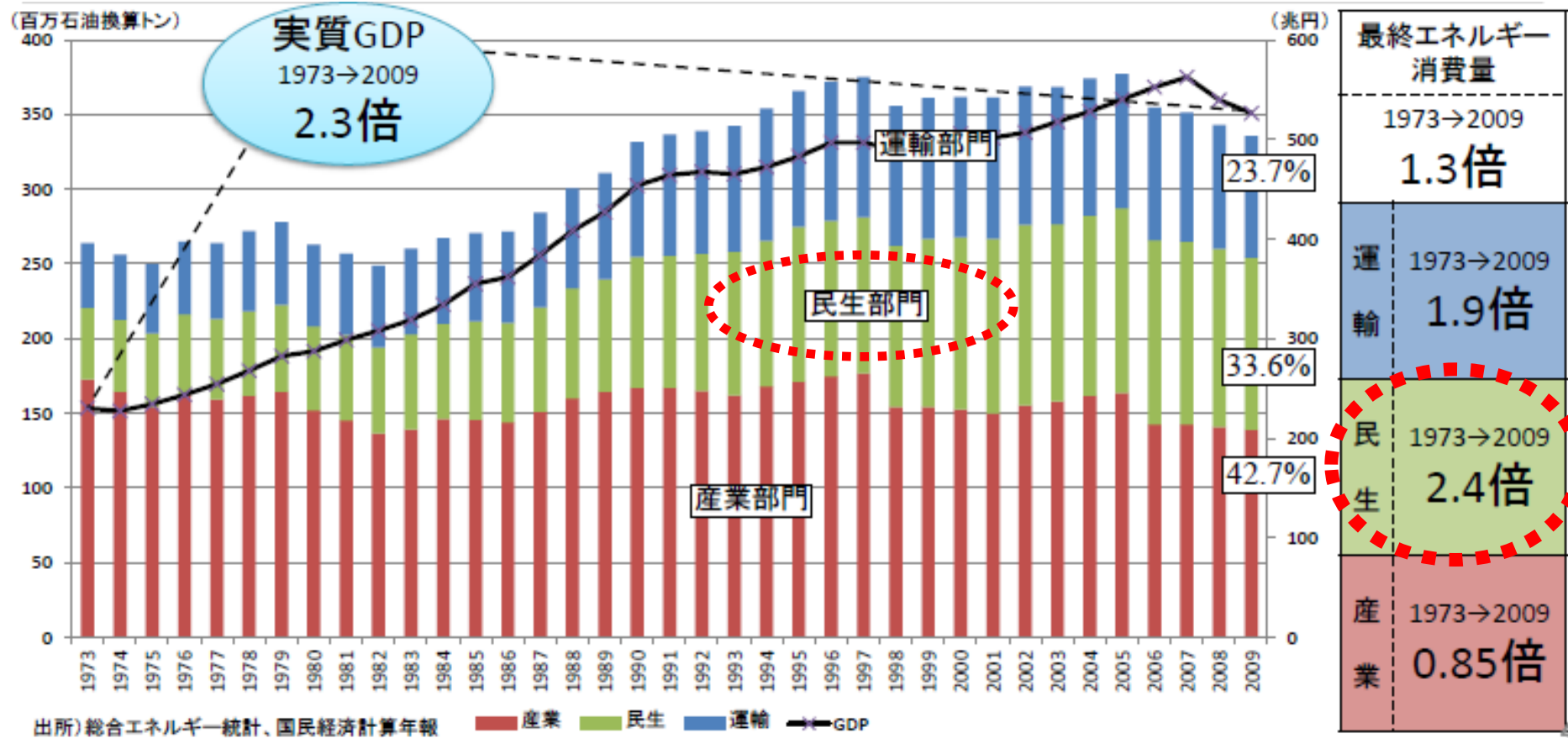
# 内 容

---

- 電力供給・利用環境の変化とこれからの電気の使い方
- **省エネ・節電方策について**
- 再エネ電源大量導入等に対応する需給一体化運用・制御技術について
- まとめ(今後の課題)

# 日本の最終エネルギー消費の推移

✓ 特に民生部門(業務、家庭)の消費が増大している



# 家庭の省エネ・節電(ピーク時の需要削減)対策

- ✓ 高効率機器の使用 : *LED電球、省エネエアコン、省エネ冷蔵庫*
- ✓ 蓄エネルギー設備の利用
  - 蓄熱 : *HP給湯機(エコキュート)、蓄熱冷暖房、高熱容量住宅*
  - 蓄電 : *家庭用蓄電池、電気自動車*
- ✓ 創エネルギー設備の導入 : *太陽光発電など*
- ✓ 電気料金(デマンドレスポンス) : *ピークシフトメニュー*
- ✓ エネルギー管理システムの導入 : *HEMS、スマートメーター*

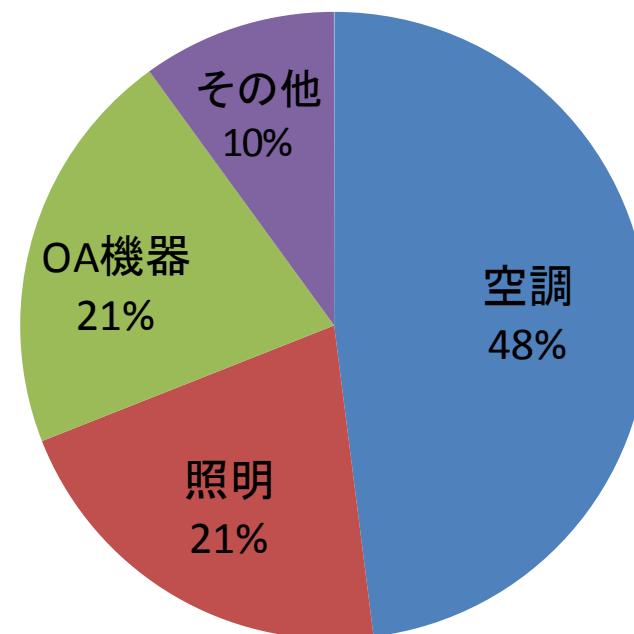


出典

<http://www.careersystem.co.jp/business.html>

# 業務用ビルにおける省エネ・節電対策

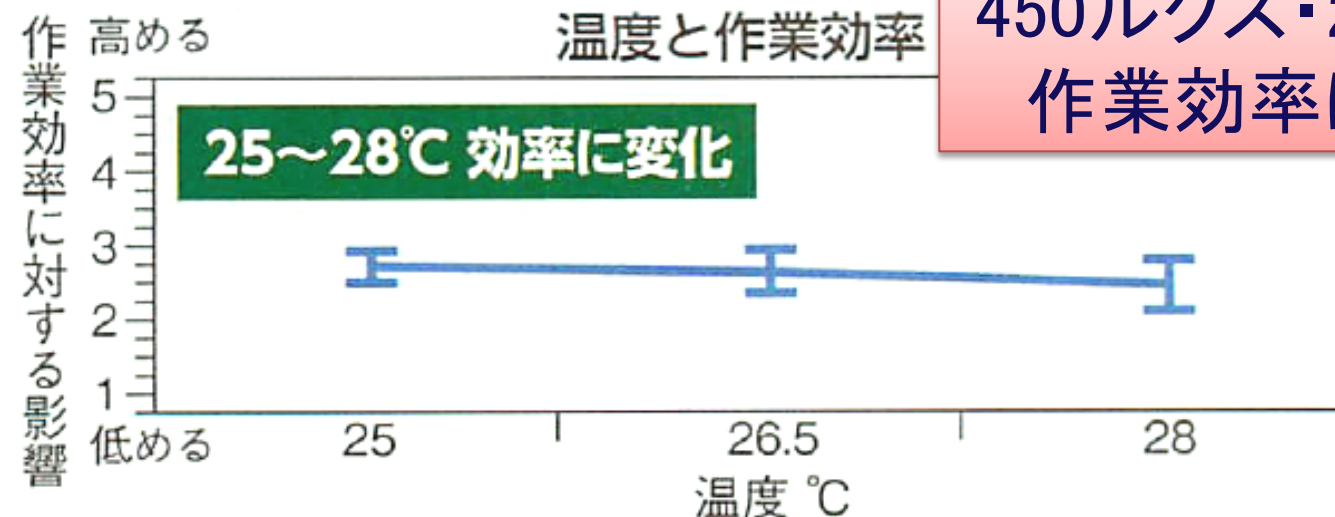
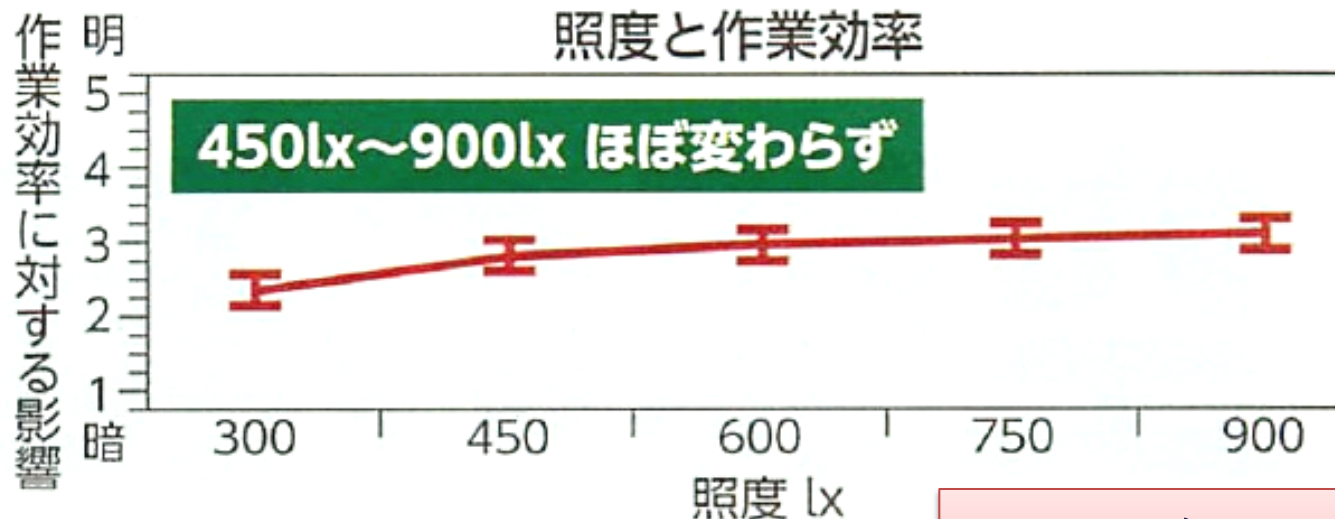
- ✓ 室内温度の適正調整
- ✓ CO2濃度の管理、外気取入れの必要最小限化
- ✓ 不必要な照明の消灯徹底
- ✓ 外気温を勘案した空調設備の運転・管理
- ✓ BEMSの導入



オフィスビルの電力消費の内訳(平均)



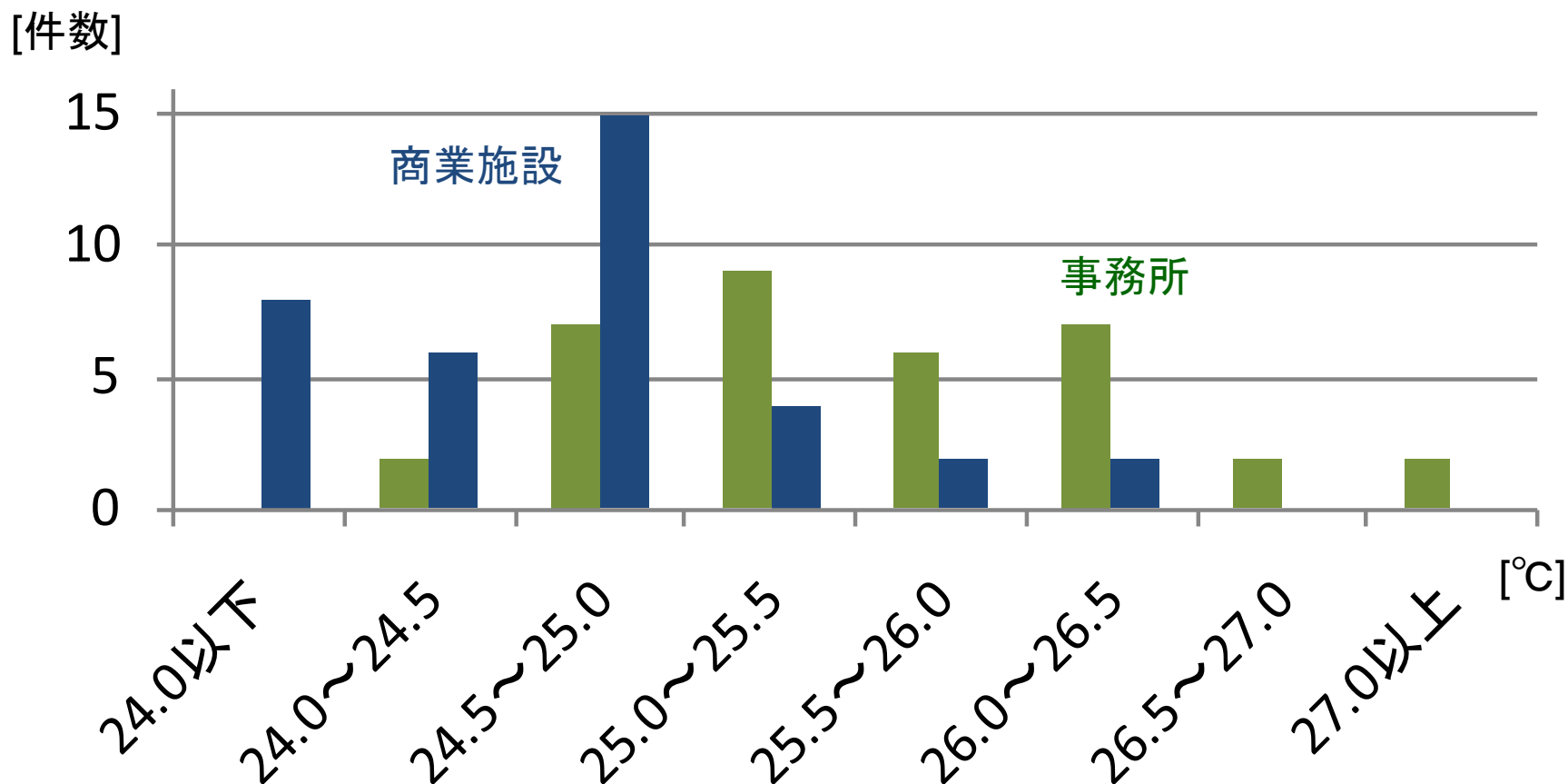
# 温度・照度と作業効率



450ルクス・26.5℃程度でも  
作業効率には支障ない

# 実態(1)：冷房が過剰なビルが多い

夏期の室内温度を実測すると、25℃程度のビル・施設が大半

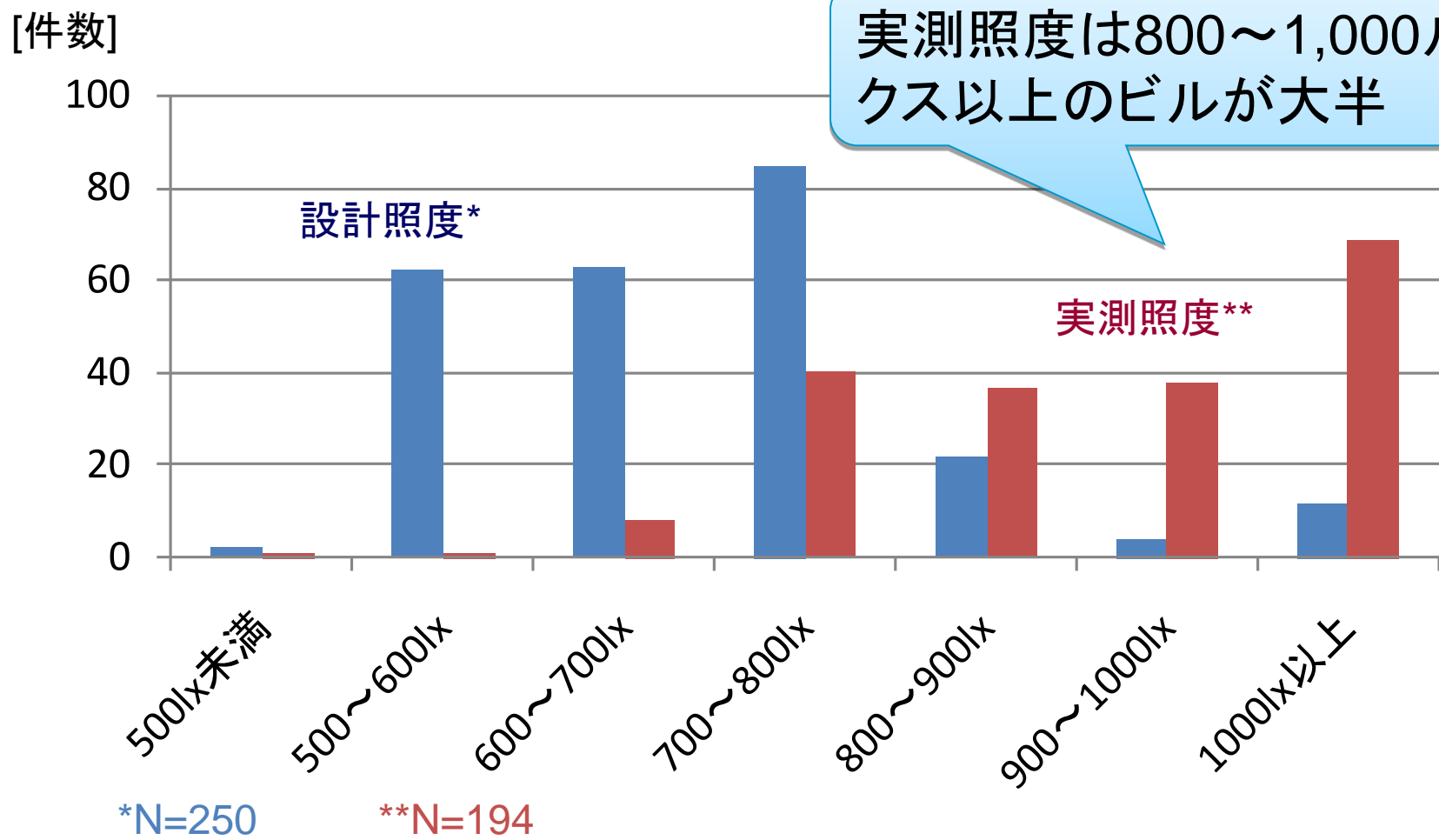


\*調査対象：商業施設37件、事務所ビル43件(いずれも大規模事業所)

# 実態(2)：照明が明るすぎるビルが多い

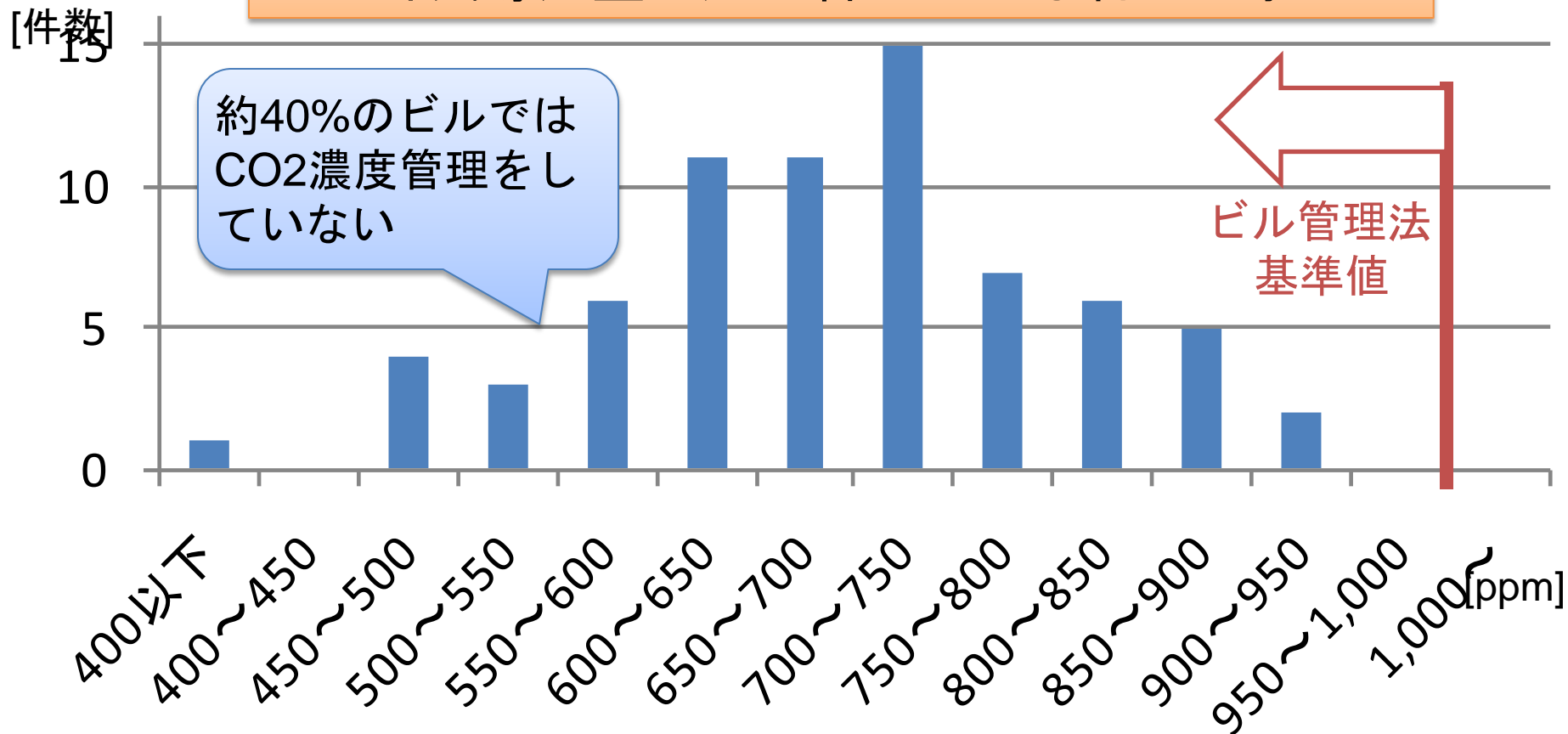
照度を落とすことで30～50%の電力削減が可能

実測照度は800～1,000ルクス以上のビルが大半



# 実態(3)：外気導入量が過剰なビルが多い

室内CO2濃度が750ppm（換気過剰）のビルが多い  
 ⇒ 外気導入量の適正管理による省エネ余地



\*調査対象：オフィスビル・商業施設など大規模事業所71件

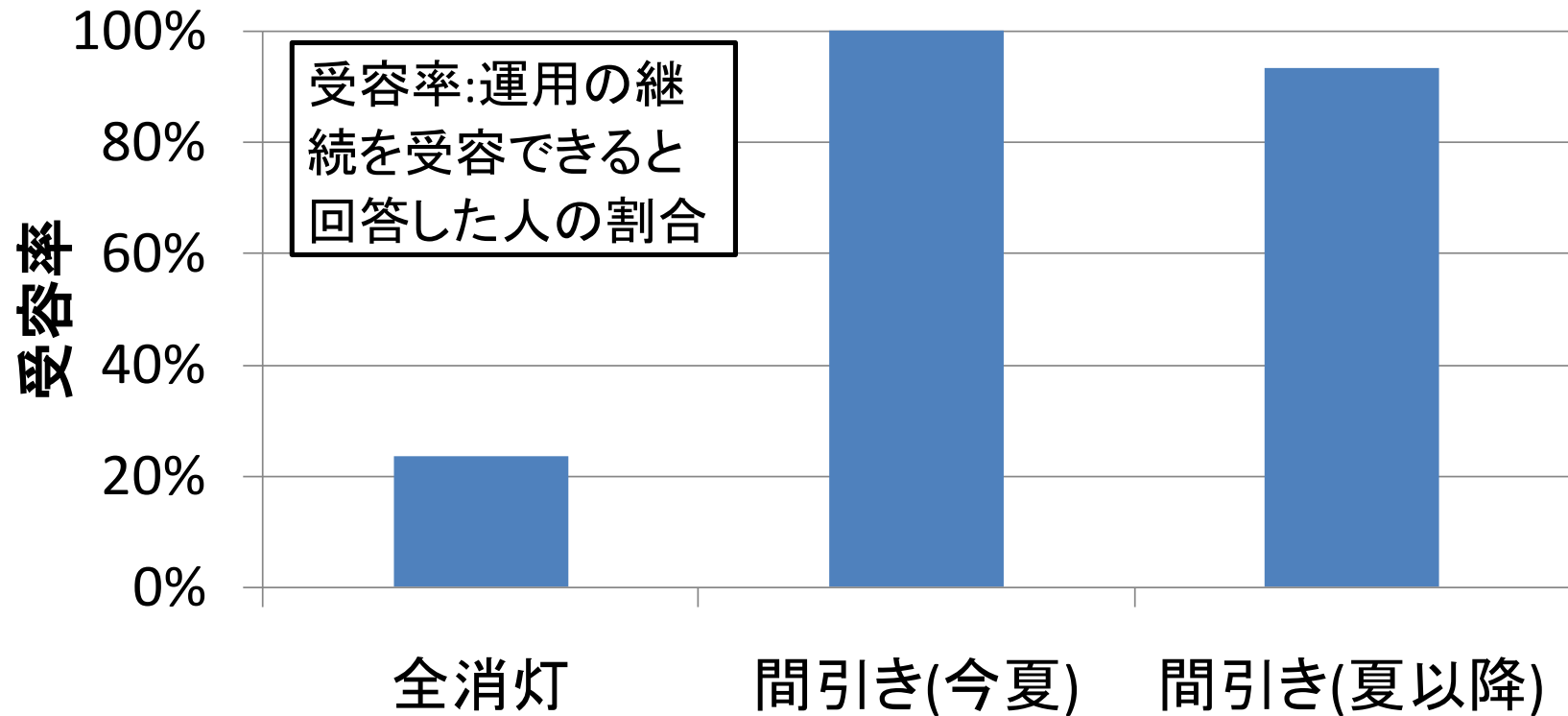
# 事務所ビルでの検証例

・延床面積：約36,000m<sup>2</sup>（居室延床：6,200m<sup>2</sup>）、従業員：500名

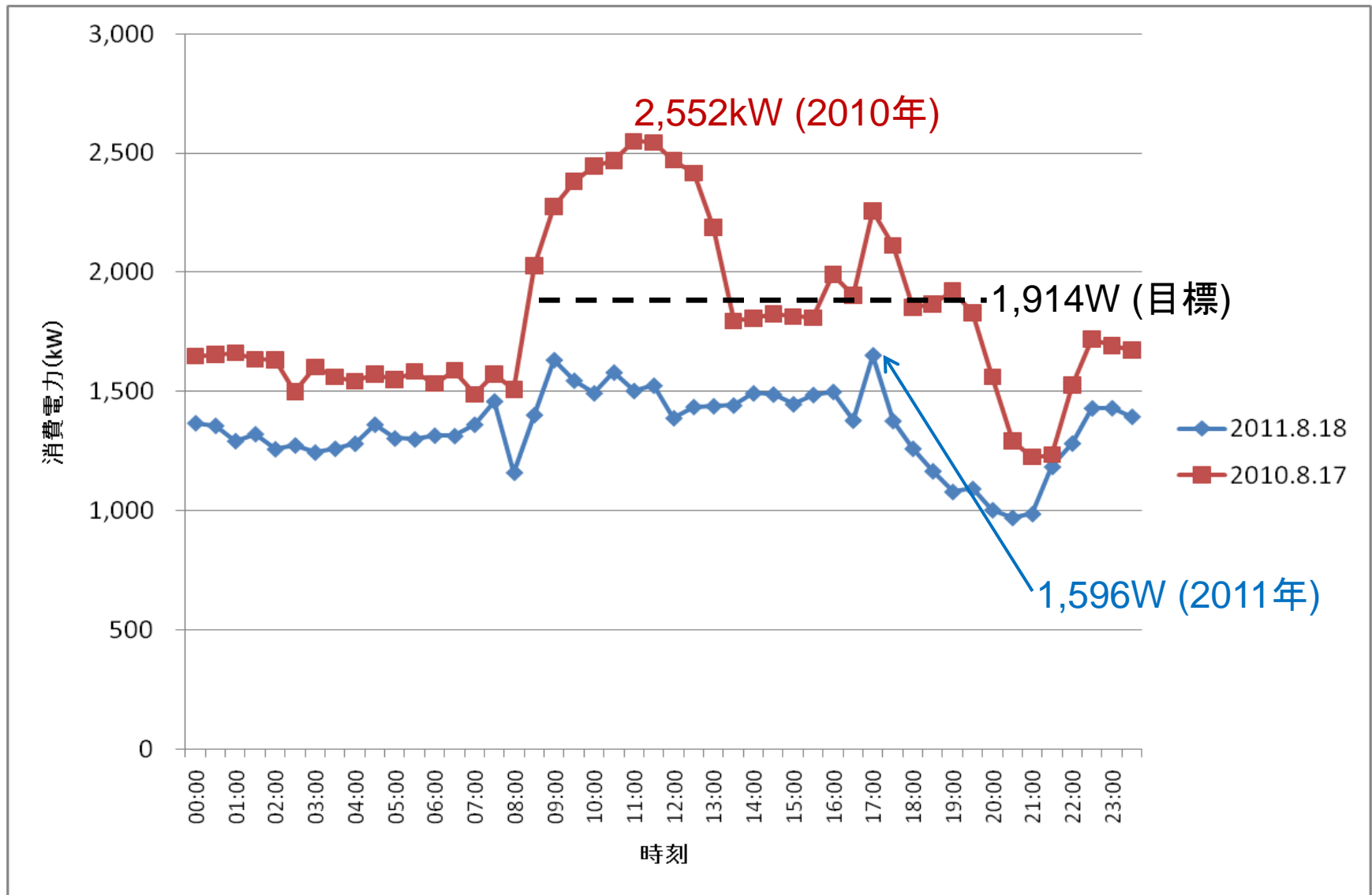
## 行った対策（2011年7～9月）

- **居室室温**：28°Cの徹底
- **蓄熱空調**：夜間の蓄熱量増量、ピークカット開始時刻（13時）の午前へのシフトによる電力負荷平準化
- **照明**：机上面照度300ルクス以上確保した上での間引き調光
- **換気**：CO<sub>2</sub>濃度1,000ppm以下ギリギリを狙った抑制
- **Web上での見える化**：職員の参加意識の向上・持続

# 照明対策(間引き)の受容性



# 結果(最大日の比較)



# 結果のまとめ

	2010年度夏季 (7月～9月)	2011年度夏季 (7月～9月)	削減量
最大電力	2,552kW	1,596kW	956kW (37%減)
消費電力量	2,915MWh	2,107MWh	808MWh (28%減)

- ・最大電力、消費電力量ともに3割前後の削減達成
- ・従業員(ワーカー)の理解・協力も重要



# 内 容

---

- 電力供給・利用環境の変化とこれからの電気の使い方
- 省エネ・節電方策について
- 再エネ電源大量導入等に対応する需給一体化運用・制御技術について
- まとめ(今後の課題)

## 将来電力システムの課題

### － 再生可能エネルギー発電の大量導入

- ・ **太陽光発電**（長期エネルギー需給見通し）

- 国の導入目標

- － 2020年で2800万kW、2030年で5300万kW

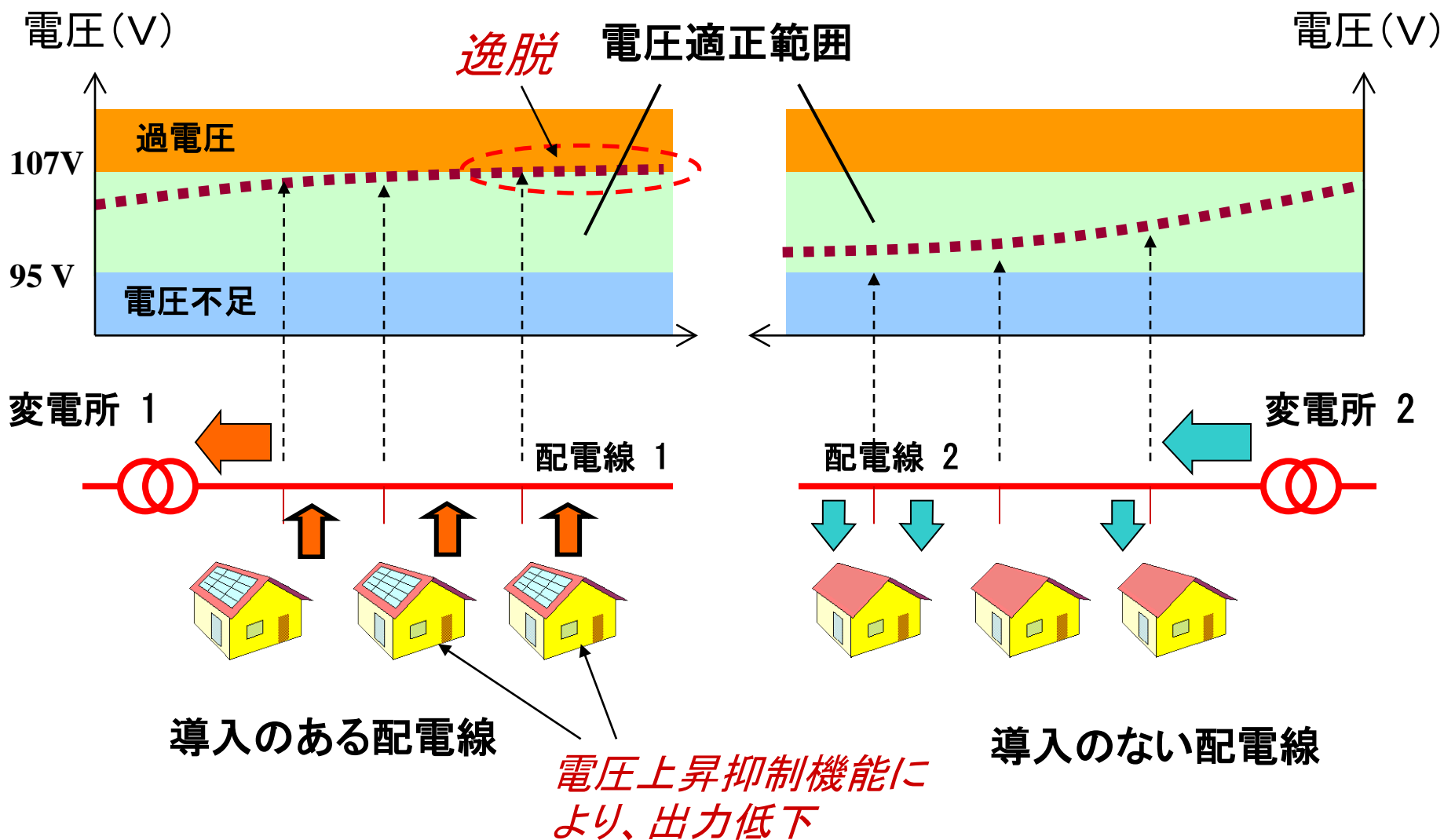
- － 戸建住宅の1/3～1/2 に導入

- 住宅地域配電線：平均で100%(設備容量比)近い導入



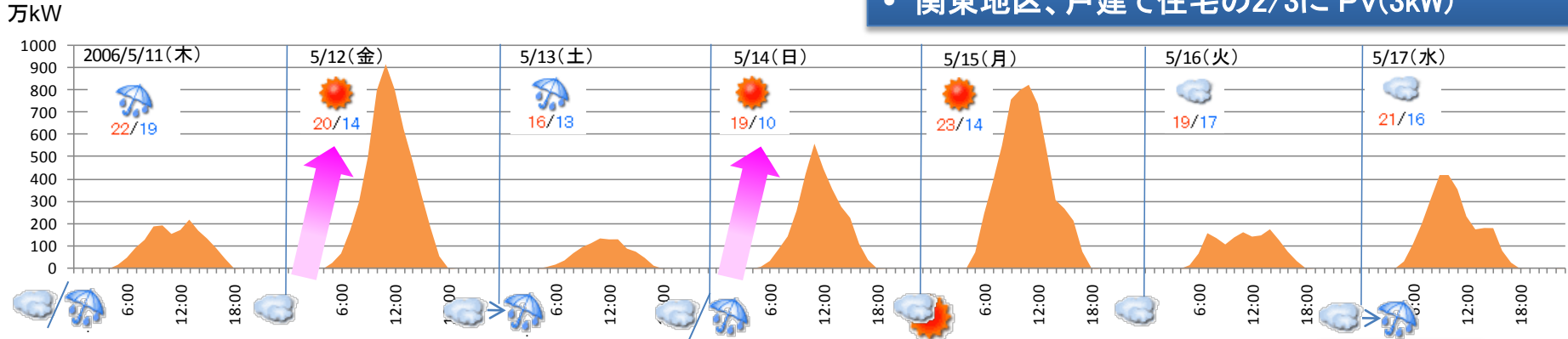
**配電運用、需給運用、系統運用面に新たな課題**

# 現状技術の問題点 - 逆潮流による電圧逸脱 -

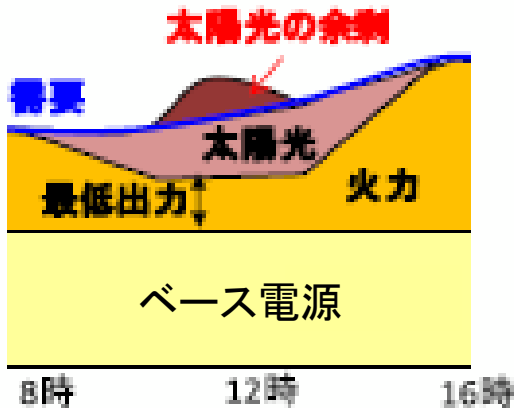


# 需給・系統運用上の課題

## ● 予備力確保の問題

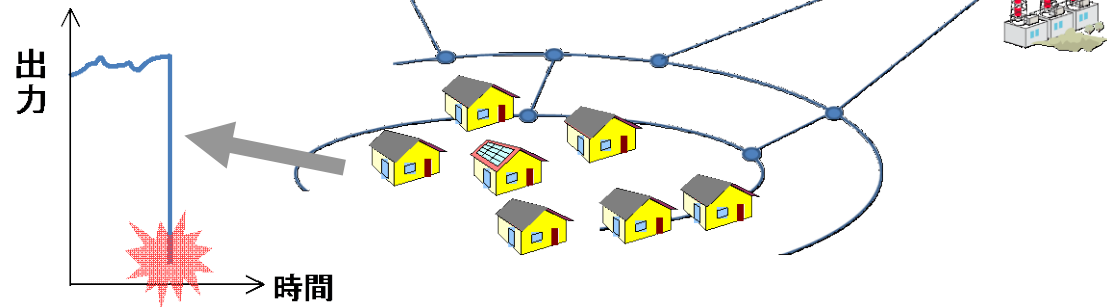


## ● 需給調整上の問題 (余剰問題)



## ● 一斉脱落の問題

(系統事故時の瞬低等で8割が停止)



(予報)

# スマートグリッドへの期待

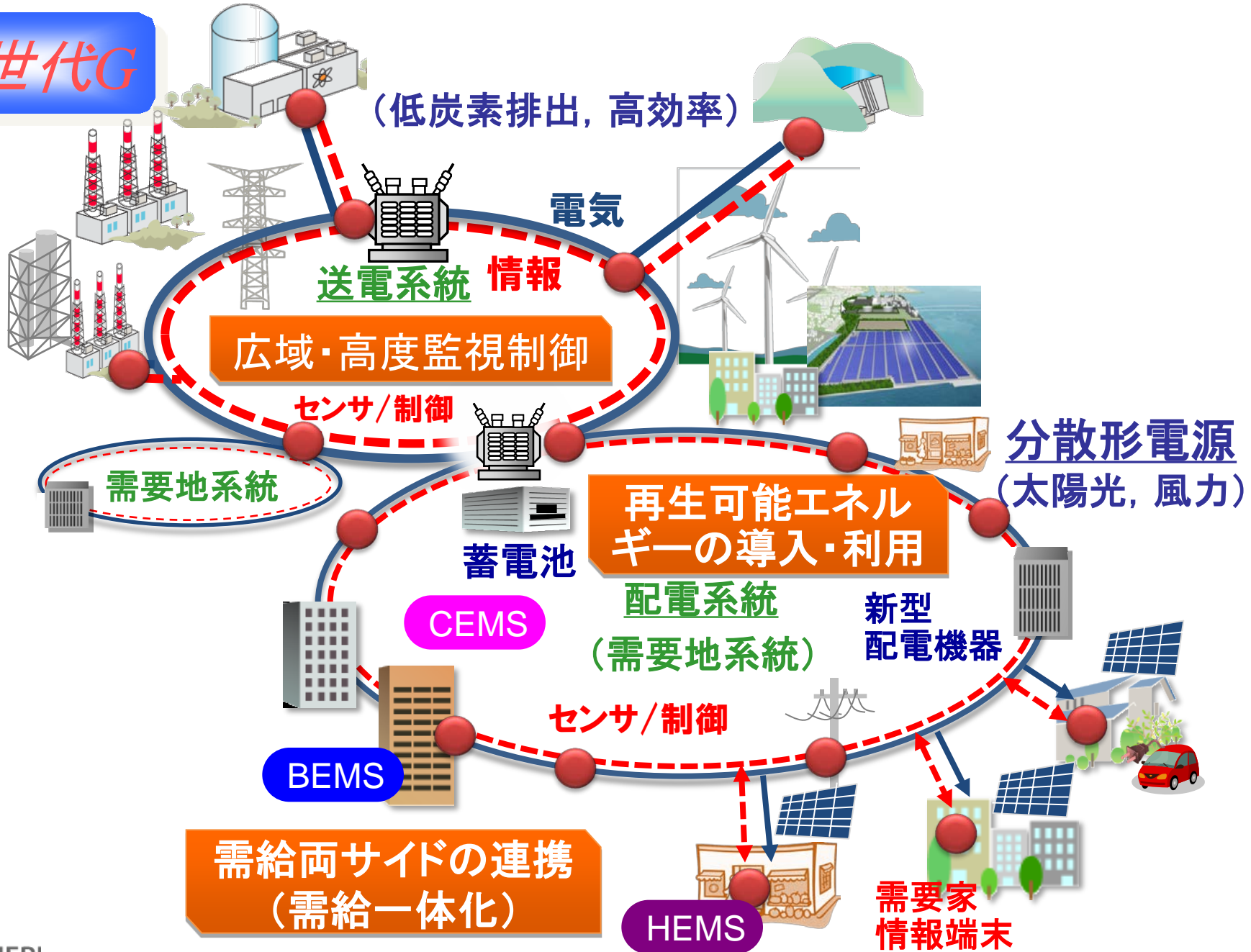
太陽光発電等の再生可能エネルギーの大量導入と、  
電気の安定・効率利用を可能に

1. 安定運用の確保、大規模停電リスクを回避
2. 再生可能エネルギーの有効活用を可能に
3. 省エネ・エネルギー有効利用を需要家と一体的に実現



- ・2008年度に「**次世代グリッド**」を提案(電中研)
- ・2009年度より、国補助の実証プロジェクトが活発化  
(次世代送配電最適制御技術実証、スマートコミュニティ実証、等)

# 次世代G



# 需給一体化運用・制御

➡ *系統電源の運転状況に応じ、負荷（場合によっては分散形電源も）を直接的、間接的に連携運用・制御*

## ◆ メリット

- 負荷平準化による電源の効率的運用（CO2削減）
- 供給信頼度向上
- 電源増設回避
- 自然エネルギーの有効利用・系統影響緩和
  - ・余剰電力の活用、配電線電圧上昇抑制、必要調整力の低減

## ◆ 対象負荷機器（候補）

- 空調、照明、蓄エネルギー機器（HP給湯機、需要家蓄電池）、乾燥機、電気自動車、など

## ◆ 手 段

- デマンドレスポンス（電気料金ベース、インセンティブベース）

# 需給一体形運用方式の研究例 - PV余剰対応技術 -

- 目標
- ・将来、発生の可能性のある系統大余剰電力の活用技術の開発
  - ・効果の評価（発電機会損失低減、電圧上昇抑制、等）

✓ HP給湯機、EVを対象に、運転計画手法を開発・実証中。

## 系統大余剰電力対応方式の概要

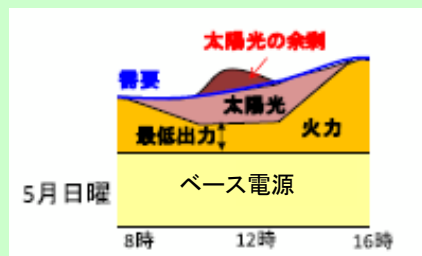
需要家

系統（需給計画）

翌日に  
余剰電力  
が発生

→

揚水や系  
統蓄電池  
に貯蔵



要 請  
(不足する場合)

現状の考え方

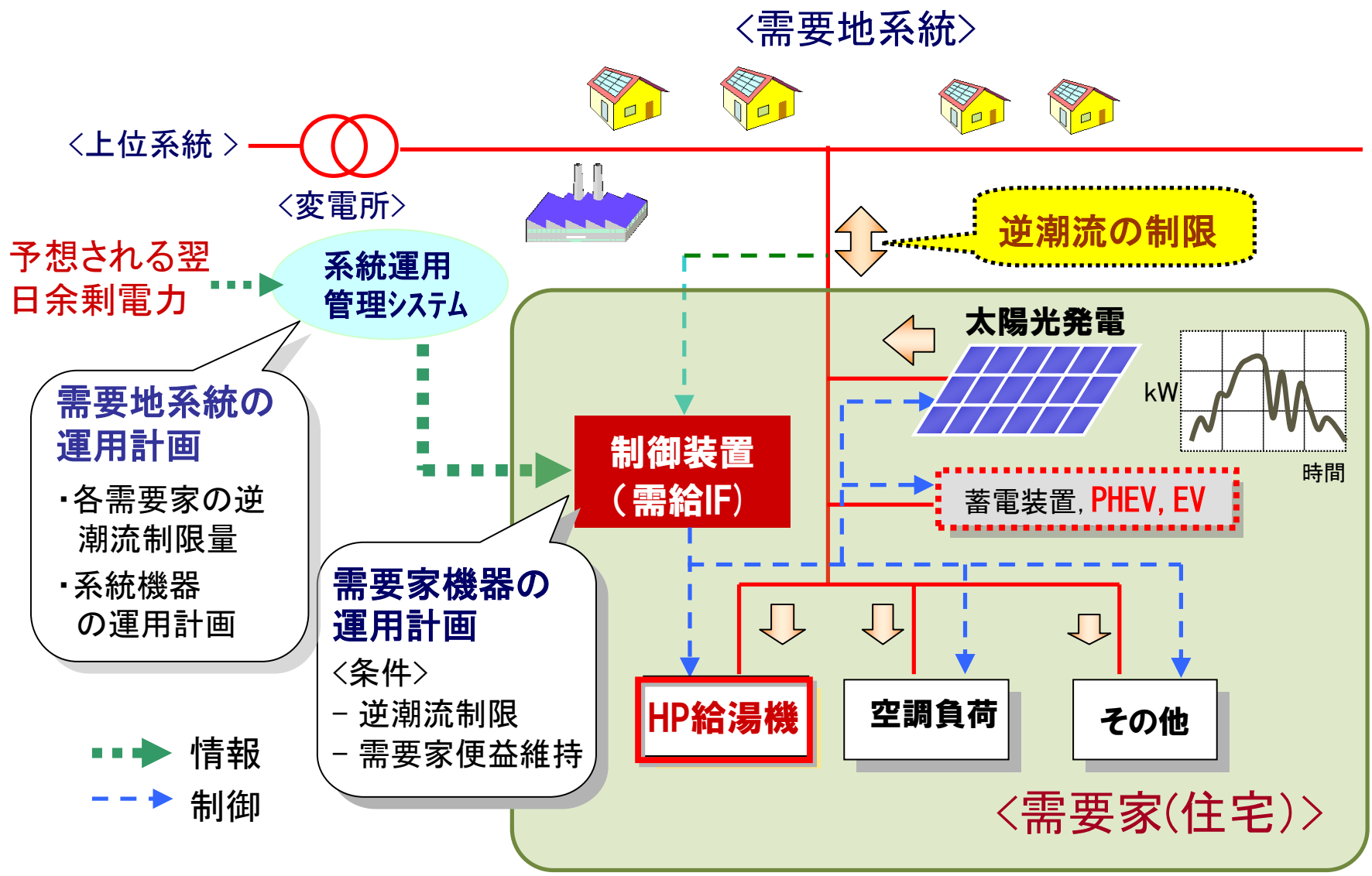
PV出力抑制(またはカレンダー機能による抑制)

提案方式

- ① (可能な範囲で) 昼間の負荷量を増加
- ② (それでも不足する場合は) PV出力抑制



# 余剰電力対応の翌日運用計画手法の概念



# 需要家機器連携運用にあたり考慮すべき事項

✓ 系統側要求(余剰抑制)を満足しつつ、需要家便益(発電機会損失・電気料金の最小化、等)も確保。

→ そのためには、天候・需要が不確実であっても…

- PV余剰電力を最大限貯蔵する貯蔵機器残容量の確保
- (高い)昼間系統電力での給湯機運転・蓄電池充電の回避
- 利便性の維持(必要な時に必要な量を確保)



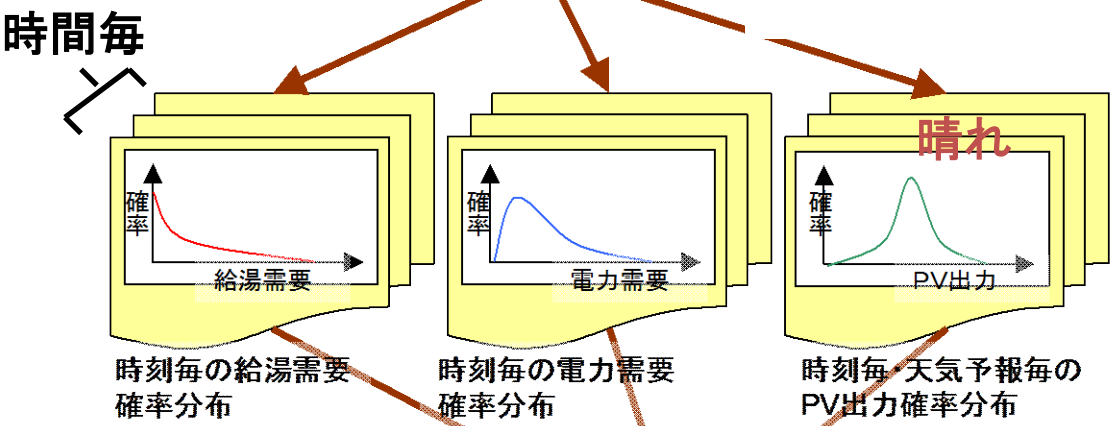
天候・需要の不確実性を考慮し、複数の予測シナリオにより運用計画を決定する手法を開発・実証

# 需要家機器の運転計画手法(汎用プログラム開発)

予測がはずれた場合でも、逆潮流抑制と需要家便益を満足させながら、電気料金を最小化



①翌日情報に従った確率分布抽出



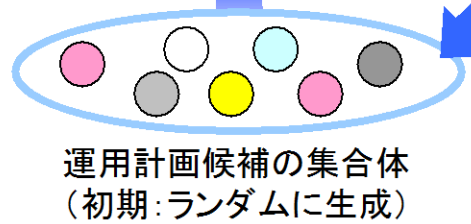
翌日最適運用計画  
 ・HP式給湯機運転計画  
 ・蓄電池充放電計画

運用計画の評価・選択  
 (遺伝的アルゴリズム適用)

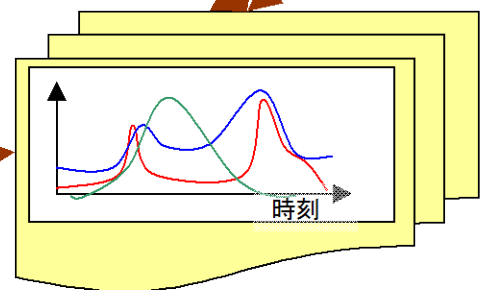
④各運用計画候補の評価・優位候補の選択  
 ・逆潮流量制約条件、湯切れ防止の満足性  
 ・各シナリオ電気料金の平均値

⑤進化  
 ・優位候補どうしの交叉、突然変異

③各運用計画候補のシナリオ毎の計算  
 ・電気料金、逆潮流量、湯切れ有無



②複数の予測シナリオ作成



繰り返し毎にシナリオを逐次追加

規定回数繰り返し

## 赤城：需要家実験設備



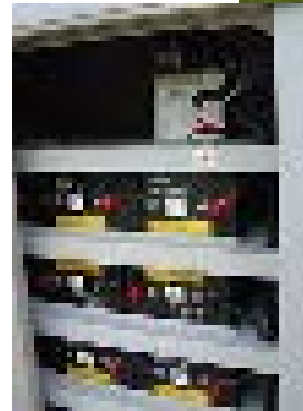
需給IF等



建屋と4kW級 PVアレイ



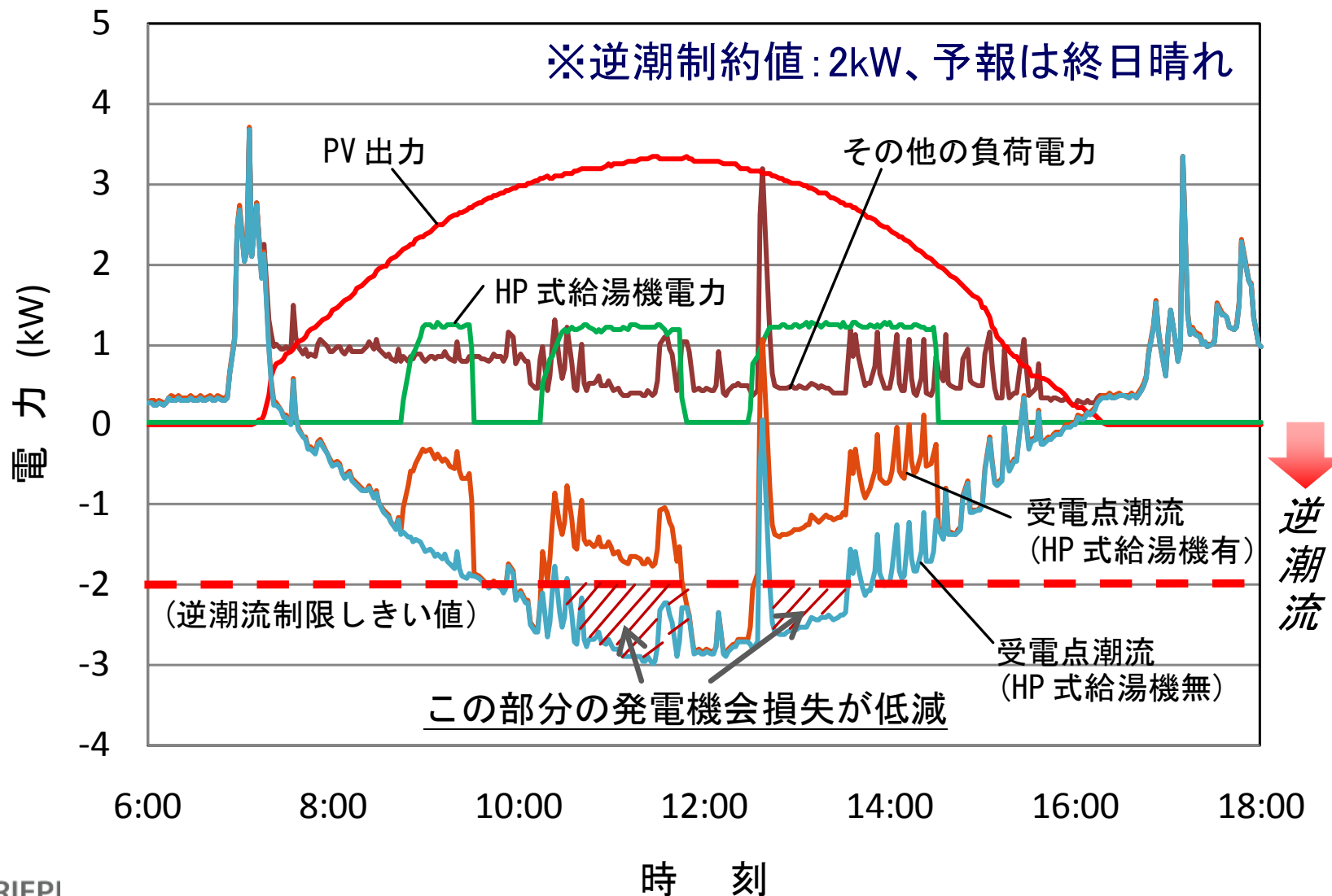
HP式給湯機



10kWh 蓄電池

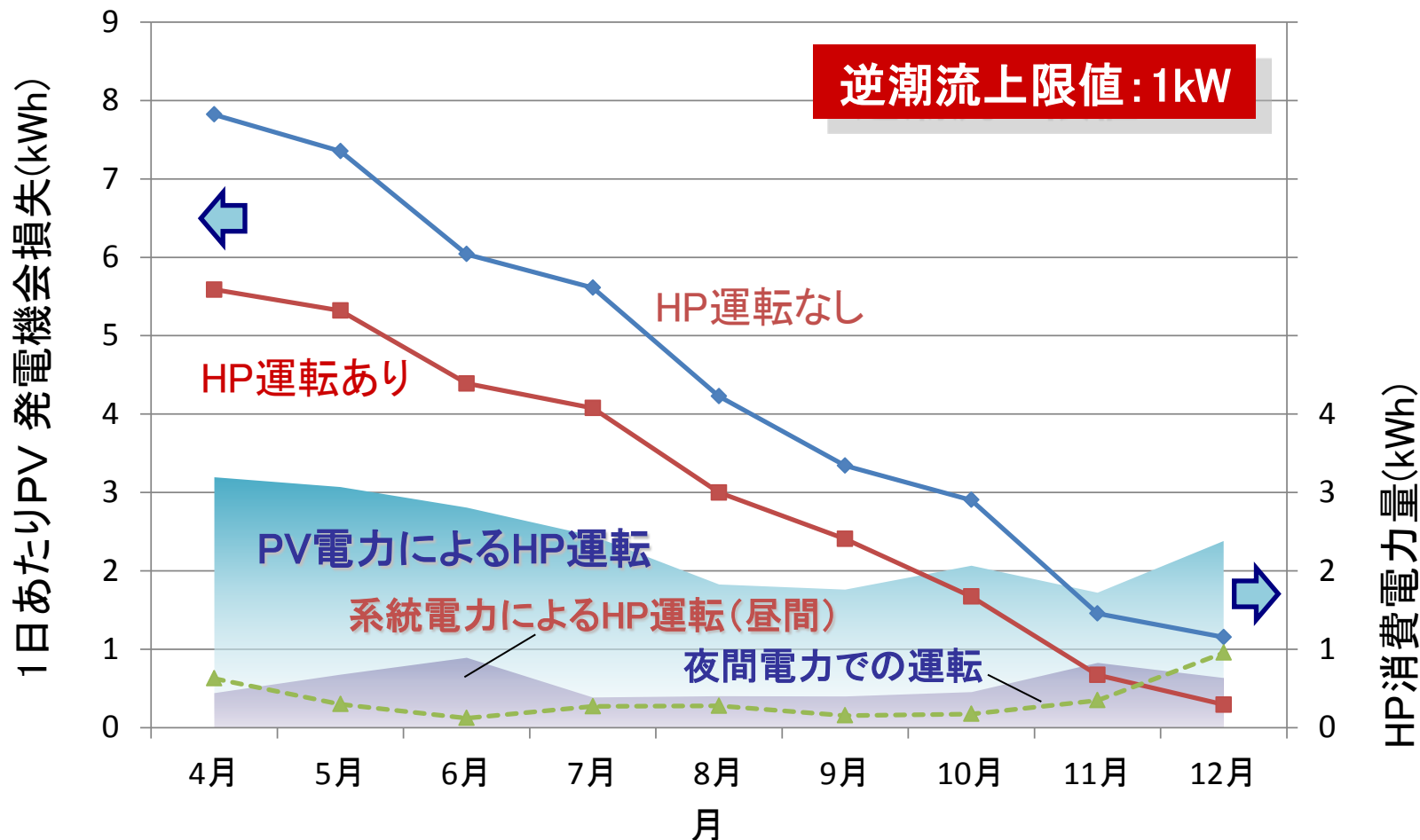
# 運転試験結果(例)

✓ 年間では、PV発電機会損失を25~50%低減



# PV発電機会損失量とHP給湯機消費電力量の推移

※1軒の需要家、月別、PV: 4kW



# まとめ(今後の課題)

- EMS (HEMS, BEMSなど) の開発・導入
  - 省エネ・節電と利便性・快適性維持の両立
  - 再生可能エネルギー有効利用と系統安定化の両立
    - 電気料金(インセンティブ)、エネルギー効率、利便性・快適性を勘案した機器の最適運転法の提示、制御
  - システムの低コスト化
- 各目的に応じたデマンドレスポンスの設計・実証
- 低コスト、高セキュリティ双方向通信の開発・整備
- 消費者の意識改革
  - 省エネ・再エネ利用の必要性自覚、行動への参加、など

ご清聴ありがとうございました。