



# 京都大学GCOE 地球温暖化時代のエネルギー科学



東日本大震災対応緊急公開シンポジウム

## 将来のエネルギーについて考えよう -安全・安心な社会をめざして-

### (3) 電力不足や災害に強いエネルギーシナリオ

エネルギー理工学研究所  
小西哲之

平成23年5月9日（月） 17:00 - 19:00  
京都大学百周年記念時計台ホール



# 現在直面する問題

*Zero-carbon energy Kyoto*



- 地震・津波により大規模停電が起こり、その回復に時間を要することが明らかになった
- 福島第一原子力発電所における事故により、原子力発電の安全性に疑問が呈された
  - 大きな電力供給の不足が当面つづく
  - 浜岡などが、安全上の懸念より停止？
- 関東東北の逼迫した需給
  - 電力不足、大規模停電の懸念



# 短期シナリオの目標

## *Zero-carbon energy Kyoto*



- 速やかにかつ効果的にエネルギー供給を復活し、当面の大規模停電のリスクを可能な限り抑える
- 無理な節電や予期せぬ停電による生活への懸念、経済への悪影響を可能な限り排除する
- 被災地の速やかな復興と、災害に強く強靱なライフラインの構築を行う。
- 電力網への負荷をできる限り抑制するとともに現在の社会の運営への支障を避ける
- 将来への発展にとってより望ましい技術を選択し、気候変動問題に対する長期的な取り組みにつなげる
- 東北・関東だけでなく、日本全体で対応



# 電力不足に対して

## *Zero-carbon energy Kyoto*



- 原子力をやめて太陽光？  
→かえって大規模停電のリスクを増やす
- 火力発電の増強？  
→大規模電力網依存の問題、停電リスクは残る  
温室効果ガス排出は増大
- 厳しい節電が必要？  
→消費者、「節電弱者」の視点での対策
- 東電・東北電力の問題？  
→わが国全体の産業と社会による対応



# 提案する短期シナリオ

*Zero-carbon energy Kyoto*



1. **小規模発電システム**の集中的投入  
→ 停電対策、防災
2. **消費者の視点**による個別・地域の電源確保  
→ 「我慢しない」需要抑制
3. エネルギーの供給・利用の多様化による**需要抑制とピークの平準化**  
→ 大規模システムの負荷軽減
4. **分散システム**による太陽光・風力の弱点克服  
→ 電力網安定化、停電防止と自然エネ導入促進

**これらは同時に実施できる**

# 1. 小規模発電システム

*Zero-carbon energy Kyoto*

- ガスエンジンによる  
小型発電機

<エコウィル>

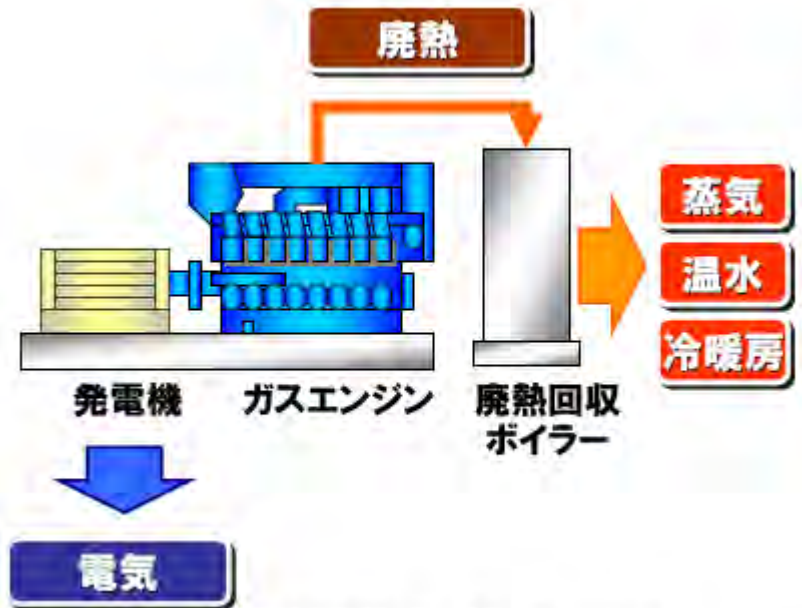


2003年3月販売開始

- コジェネレーションシステム



- ガスヒートポンプ  
発電機付ヒートポンプ



Copyright (C) 2011 OSAKA GAS CO.,LTD. All Rights Reserved.

**発電＋熱利用で総合効率～80%**  
⇔火力発電～40%

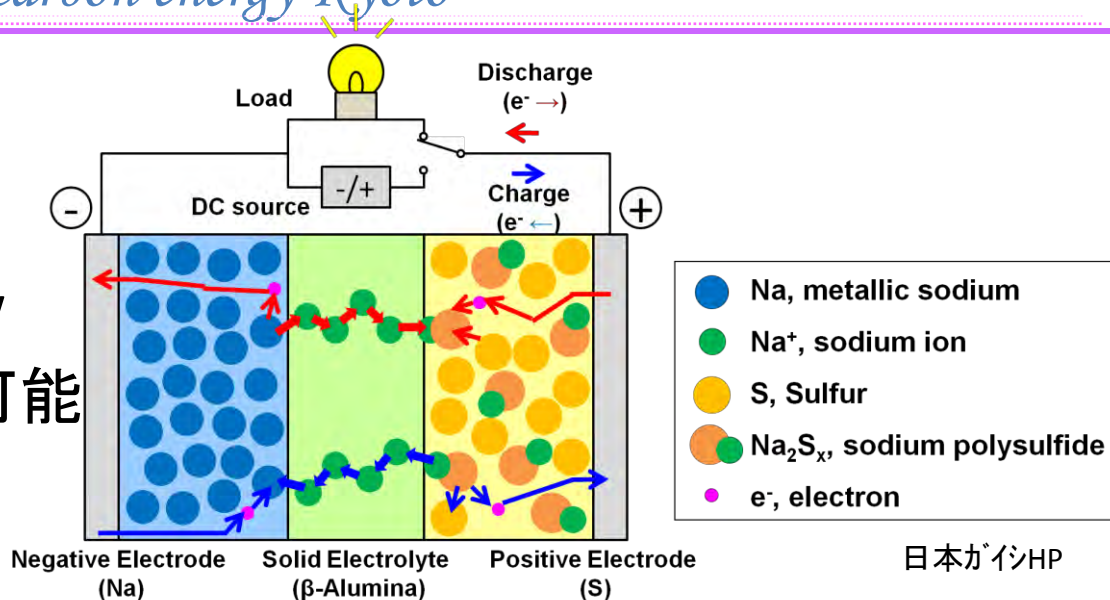
**二酸化炭素放出も減少する効果**

# 1. 小規模発電システム (2)

Zero-carbon energy Kyoto

## ● 蓄電池

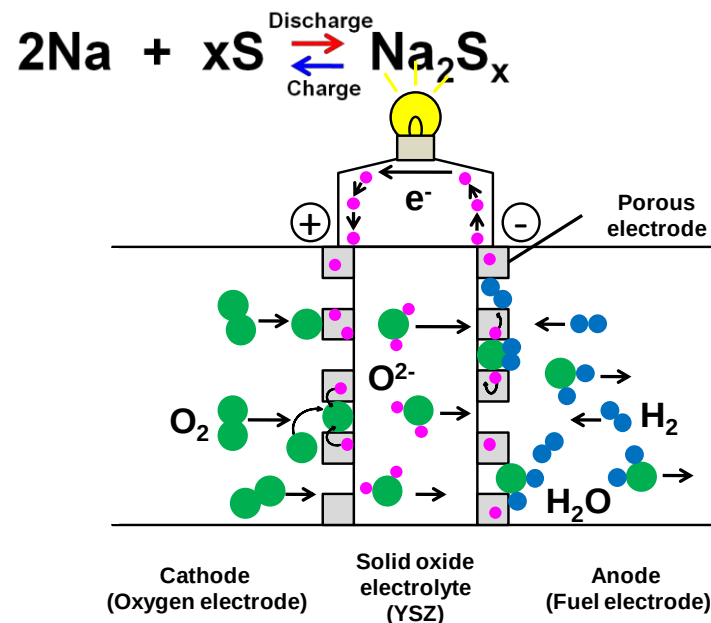
NaS電池(ナトリウム  
硫黄電池)は現在約29¥/kw  
ハイブリッド車、EVも利用可能  
将来的にはLi電池



日本ガイシHP

## ● 燃料電池

高分子燃料電池は市販  
高温固体酸化物(SOFC)は開発中  
コジェネレーションになる



<エネファーム(PEFC)>



<SOFC>

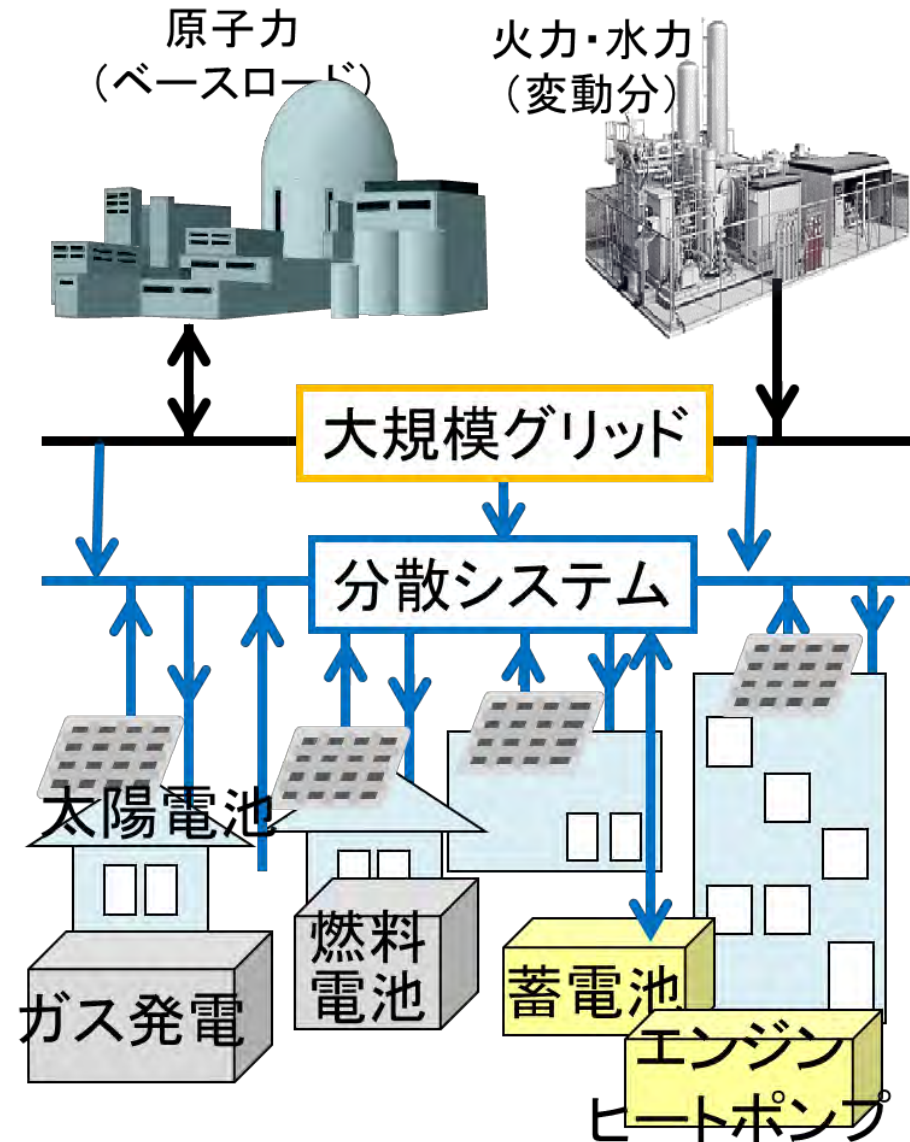




## 2. 消費者による電源確保

*Zero-carbon energy Kyoto*

- 消費者による自家用電源
- ピーク時に自家発電  
→節電できない消費者の保護  
→医療・福祉・教育・サービス等への電力供給
- 停電時には非常用電源
- 地域電源による防災効果







# 「節電弱者」の保護

*Zero-carbon energy Kyoto*



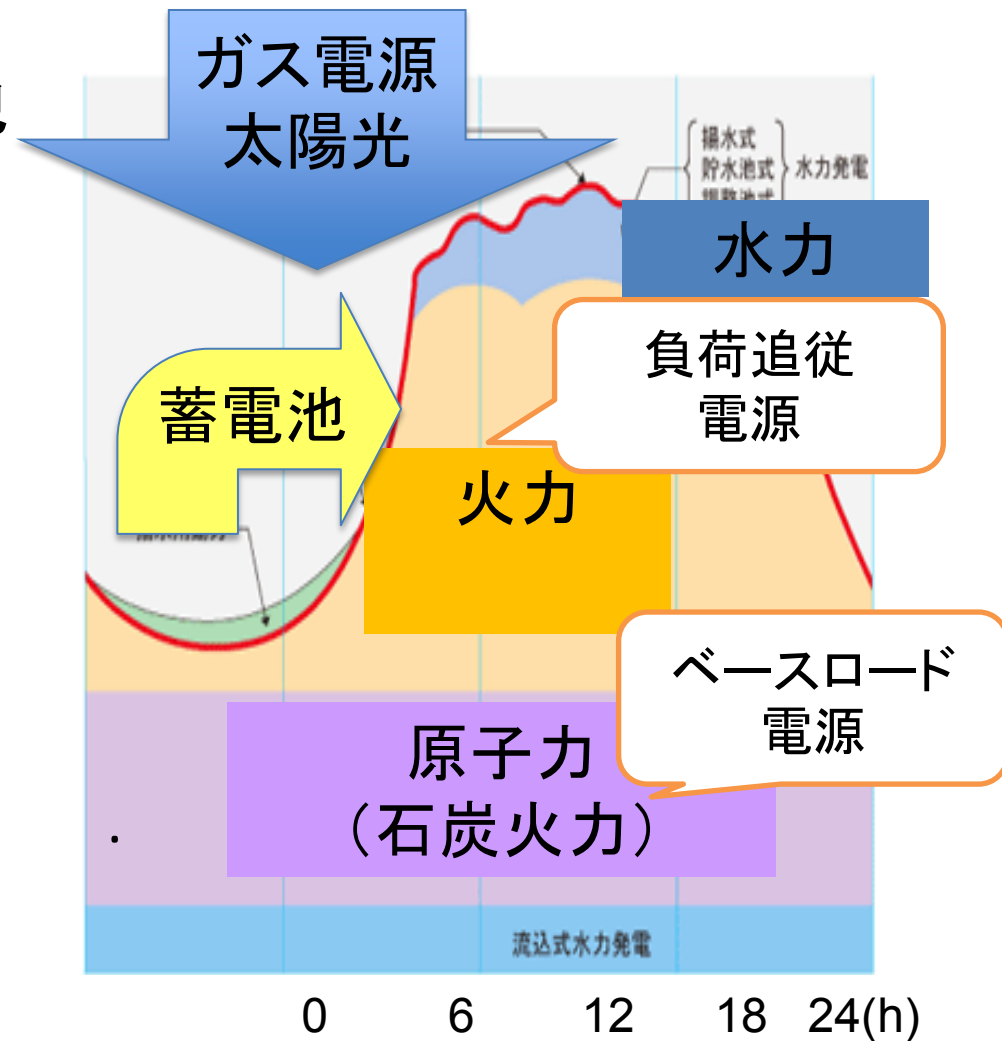
- 乳幼児・老人世帯 → 熱中症の危険
- 医療・福祉・情報 → 安全や機能を低下できない
- 高層住宅 → エレベーター、換気は止められない
  
- サービス産業・娯楽産業 → エネルギー使用で成立
  - 国民経済の過半、勤労者の過半が依存
  - 製造業と違って営業時間を変えられない

これらの「節電弱者」は、停電にも弱い。

# 3. ピークの平準化

*Zero-carbon energy Kyoto*

- 昼間のピーク需要を
  - 分散ガス電源・燃料電池
  - 太陽電池
  - 蓄電池 で供給
- エンジンヒートポンプで  
冷暖房負荷を軽減
- 夜の電力を充電

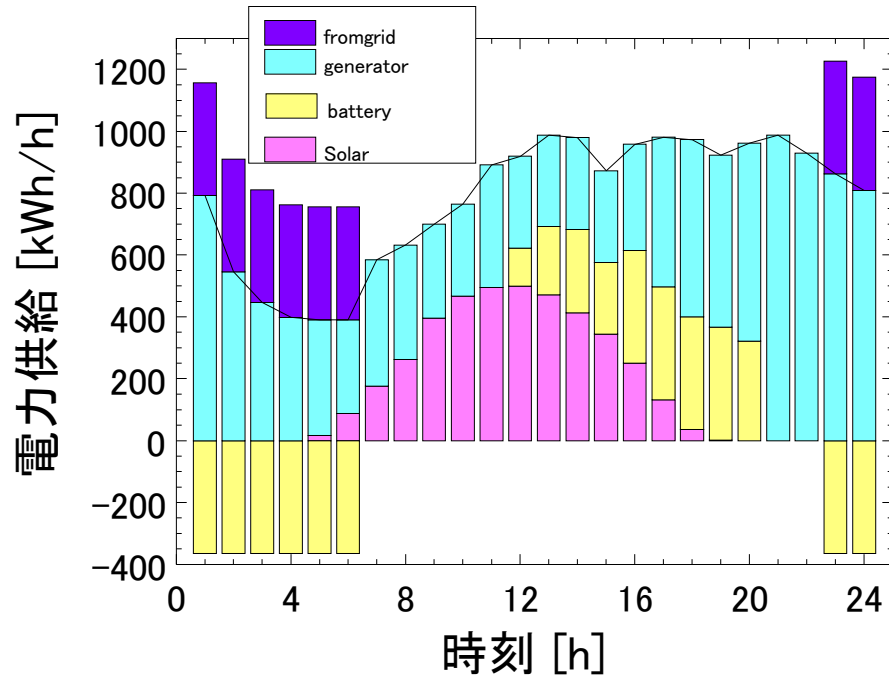


→一日の需要を平坦化

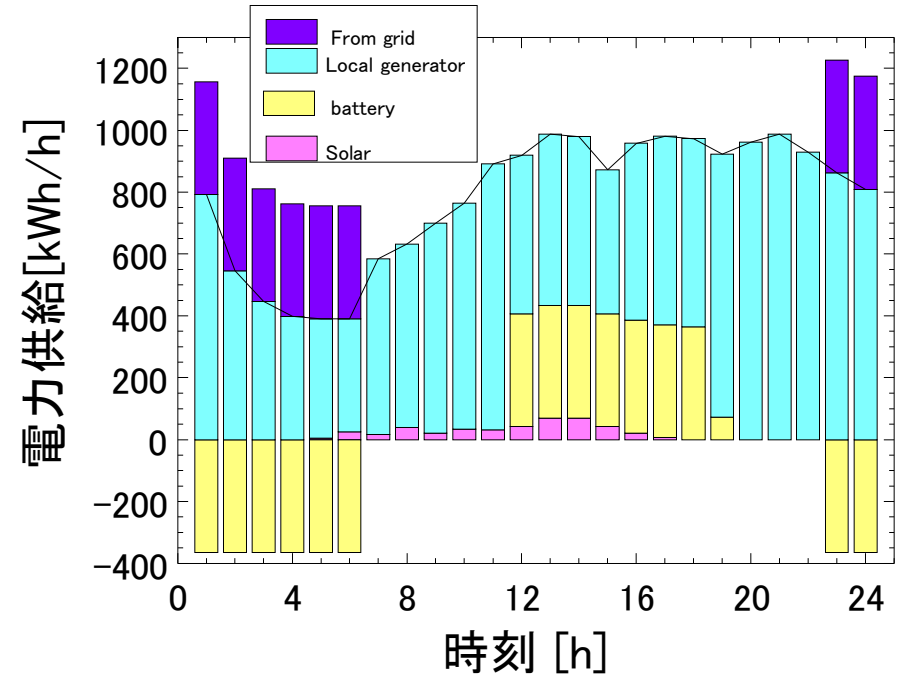
# 4. 太陽光・風力対策

Zero-carbon energy Kyoto

発電機+蓄電池+太陽光, 夏、晴天



発電機+蓄電池+太陽光, 夏、雨天



- ・太陽光・風力の変動を蓄電池充電、ガス発電機で供給
- ・原則として逆潮流しない（電力網で必要とするときは逆に供給）
- ・こうすることで太陽光・風力の導入を増やすことができる

# 大規模停電のメカニズム

Zero-carbon energy Kyoto

Eastern Grid  
~500GW

~270GW

電力網の発電機はすべてつながっている

Vietnam  
~8GW

East Japan  
~80GW

West Japan  
~100GW

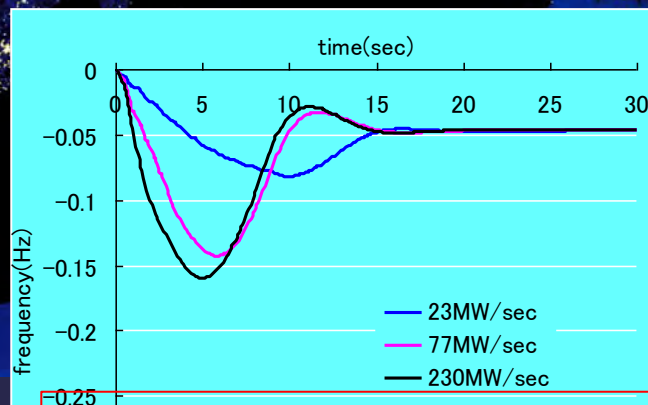
Thailand  
~20GW

Western Grid  
~1400GW  
大規模電力網の需給ひっ迫

- ・ 需要の超過
- ・ 周波数の低下
- ・ 発電機の負荷増大
- ・ 発電機の脱落



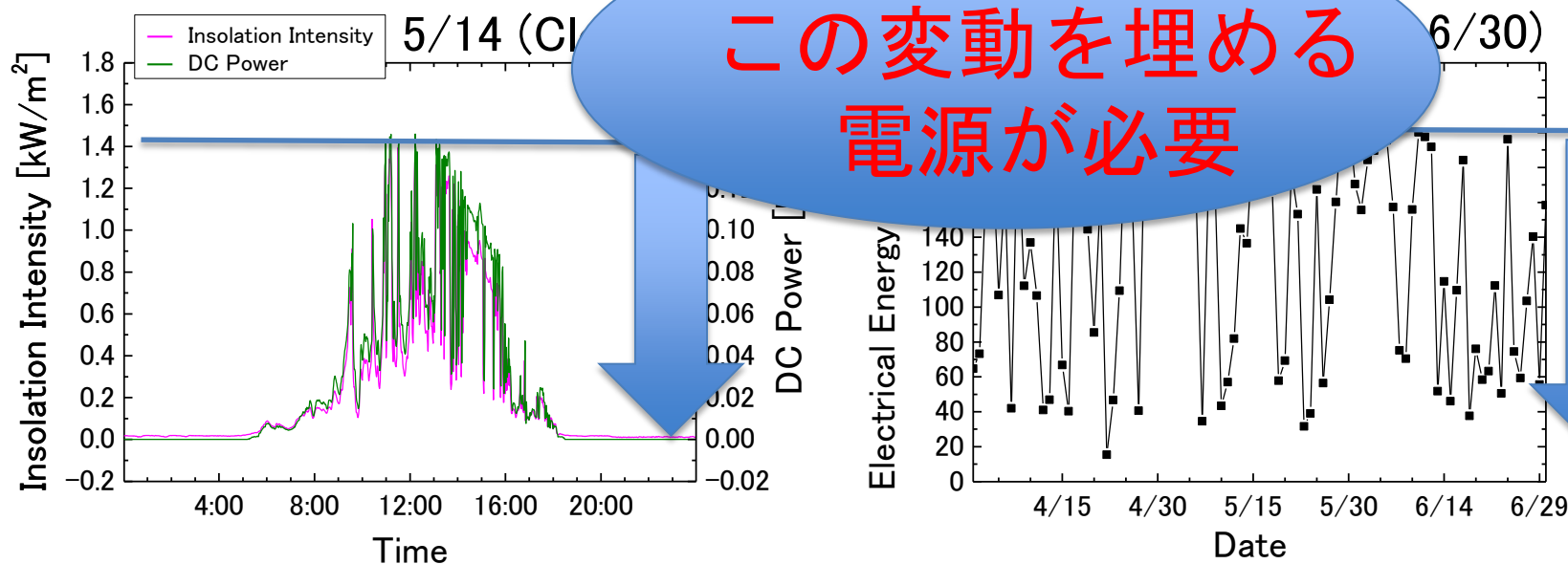
これが連鎖反応的に起こる  
→ 太陽光・風力の変動は  
大規模停電の原因になる



負荷による周波数の低下  
電力網が小さいほど、  
変化が早いほど影響大

# 太陽光発電の出力変動

*Zero-carbon energy Kyoto*



太陽光発電の一日内の変化

太陽光発電の一日ごとの変化

- ・太陽光・風力の変動は一日の中、季節の中で非常に大きい
- ・変化は、数秒で起こる。
- ・変動分の総量を吸収できるような制御電源(蓄電池等)が必要
- ・火力発電は比較的ゆっくりしか対応できない。



# 本提案の利点

*Zero-carbon energy Kyoto*



- 発電所より急速に設置可能
  - ー 発電所は年単位がかかるが設備機器は市販中
- 停電、災害に対する自衛手段
  - ー 小型発電装置は非常用電源として利用可能
    - ← **それなりの改良、準備は必要**
- 電力網全体の強化
  - 個別消費者の保護 → 地域 → 国全体の防災
- 全国の産業への振興効果
  - エンジン、電力機器、発電設備はわが国の得意分野
  - ガス会社、製造業、関西の経済界も貢献
- **全体のエネルギー効率向上、長期的低炭素化への道**





# まとめと提言

## *Zero-carbon energy Kyoto*



- 個人、事業者への小型電源装置導入の補助
  - 長期ローンなどの購入援助
  - 電力網への売却(逆潮流)など、規制の緩和・自由化
  - 地域分散電源などの構築(個別より地域で結合した方が強靱なシステムになる)
  - 全国の実業、消費者の意識改革
- 
- 社会のエネルギー選択への情報提供と支援
  - エネルギー技術者、研究者、政策担当者の育成。
  - 情報の直接発信と社会への説明
- 本GCOE、大学・教育者・研究者の責務