

電力需給リスクの定量化について

2014年1月10日

東京大学大学院 工学系研究科電気系工学専攻 教授
科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 研究統括
松橋隆治

1. 電力需給リスクの定量化と関東直下型地震の影響評価への応用について

電力需給リスクの展望と分析の必要性

東日本大震災後約3年が経過

電力危機は去ったのか？

需要側の変化
・産業界のピークシフト
・家計の自主的な節電

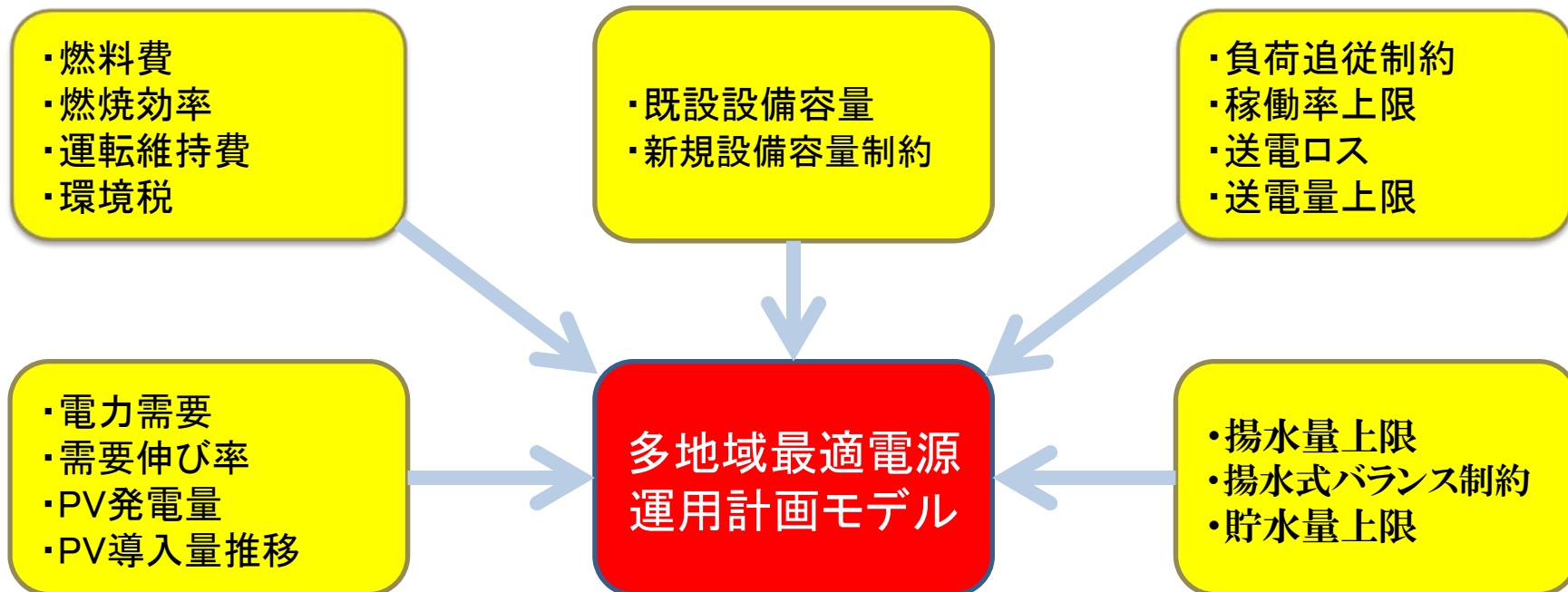
停電予防連絡ネットワークの存続は？

供給側の変化
・原子力発電所の運転停止
・火力発電の増強

電力需給構造の大幅な変化

最新データで電力需給リスクを定量化する必要

多地域最適電源運用計画モデルの概要



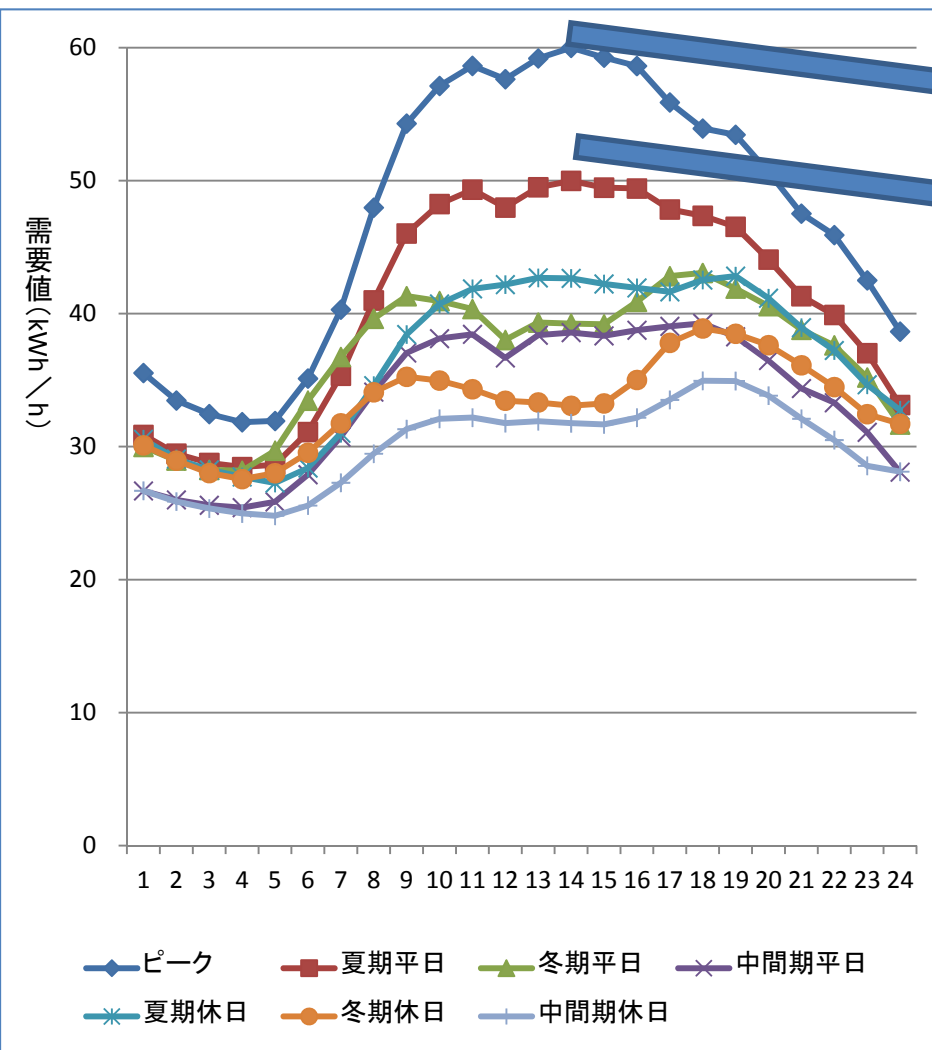
期間内の総運転コストを最小化

- 最適状態の
- ・発電量
- ・燃料使用量
- ・新規設備容量
- ・送電量

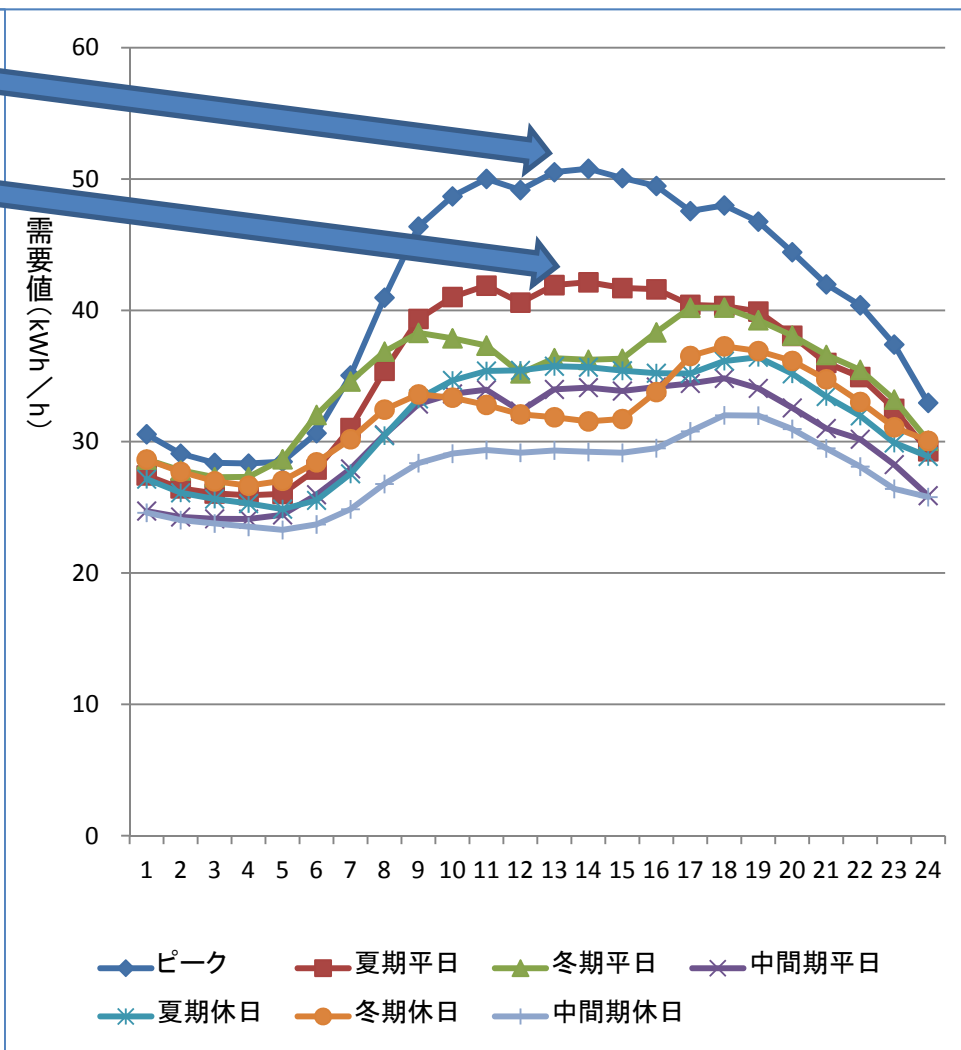
制約式: 482,761本
変数: 841,826個

対象: 電力会社
主要十社の供給分
期間は直近の1年間(需要値は
2012年度の最新値、または
2010年度の値を元に作成)

電源構成評価モデルにおける電力需要 — 東京電力の日負荷曲線 —

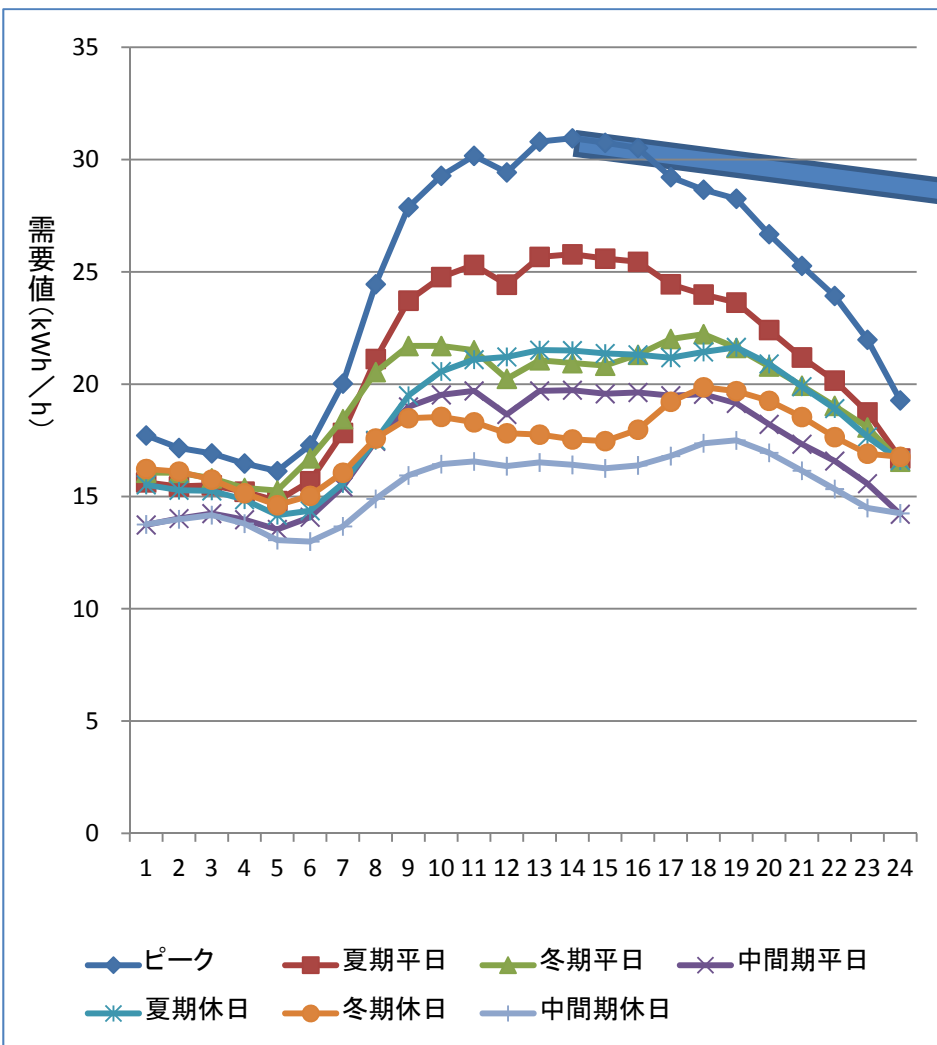


2010年度(震災前の状況)

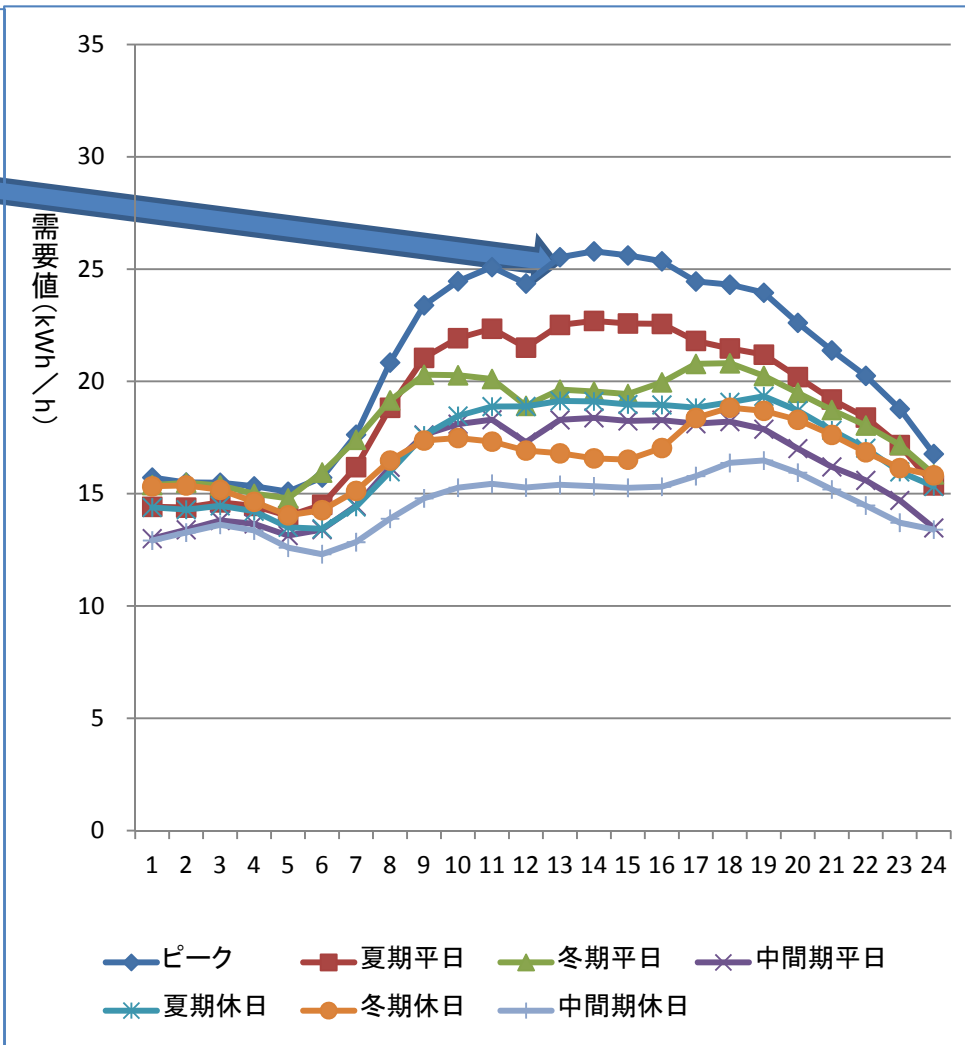


2012年度(震災後の状況)⁵

電源構成評価モデルにおける電力需要 — 関西電力の日負荷曲線 —

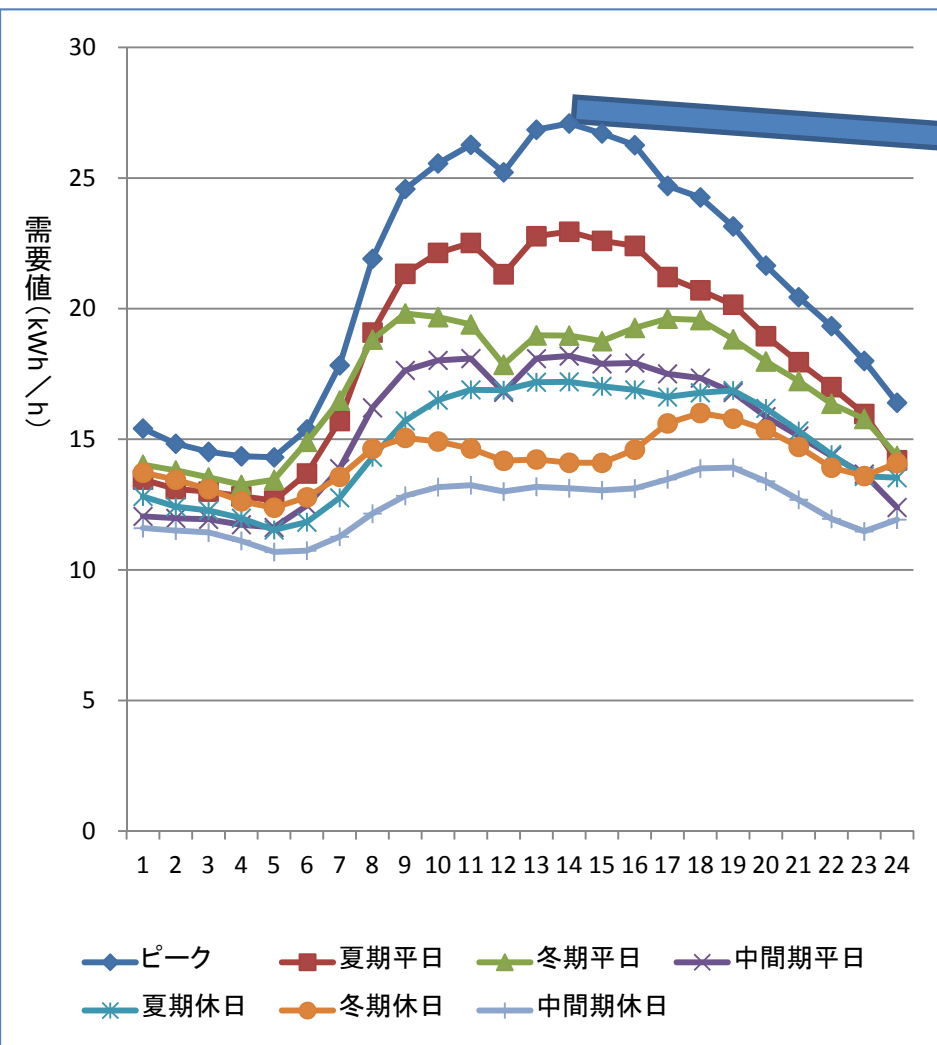


2010年度(震災前の状況)

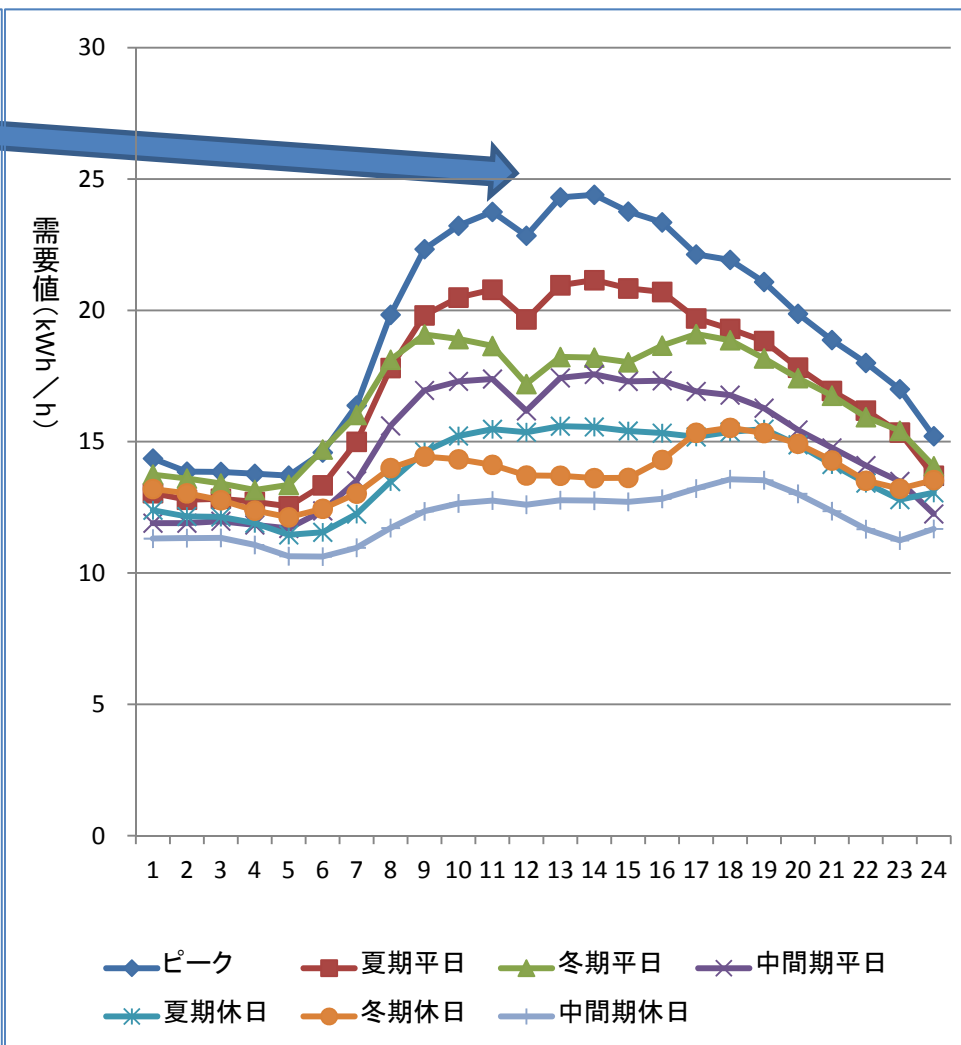


2012年度(震災後の状況)⁶

電源構成評価モデルにおける電力需要 — 中部電力の日負荷曲線 —

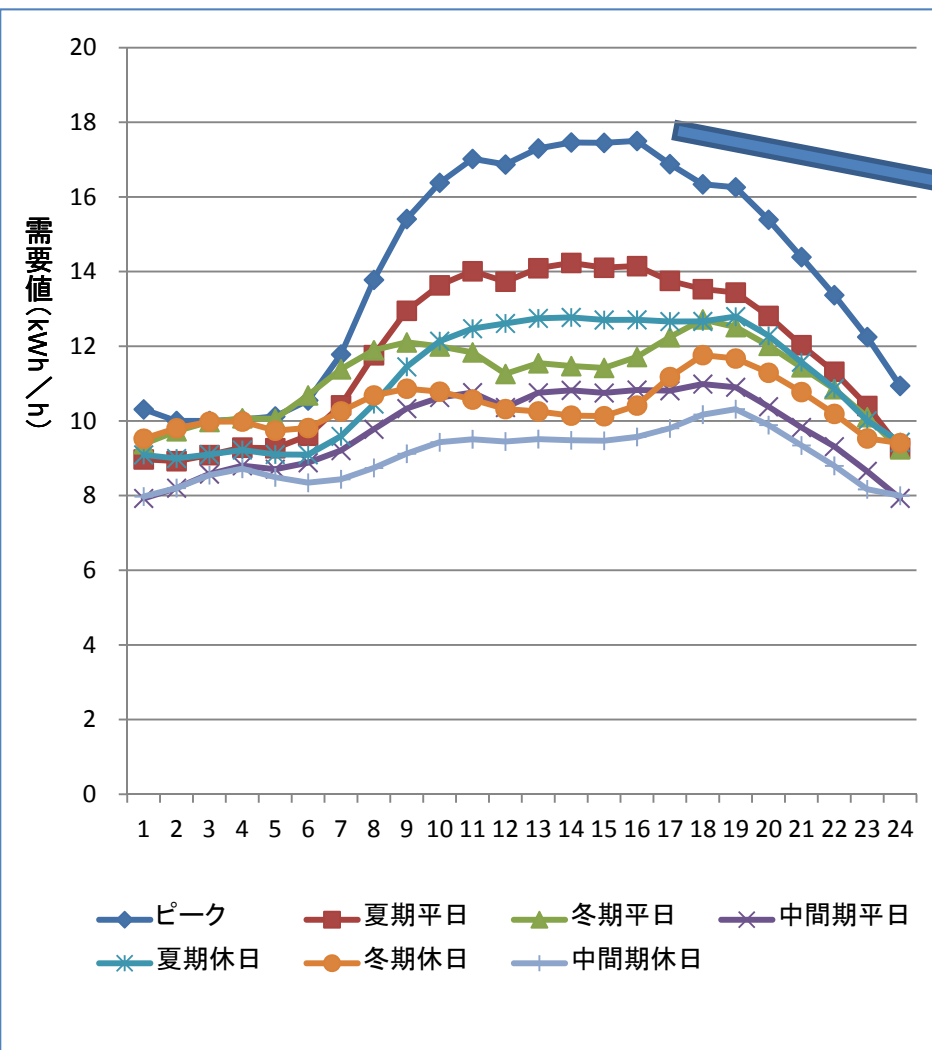


2010年度(震災前の状況)

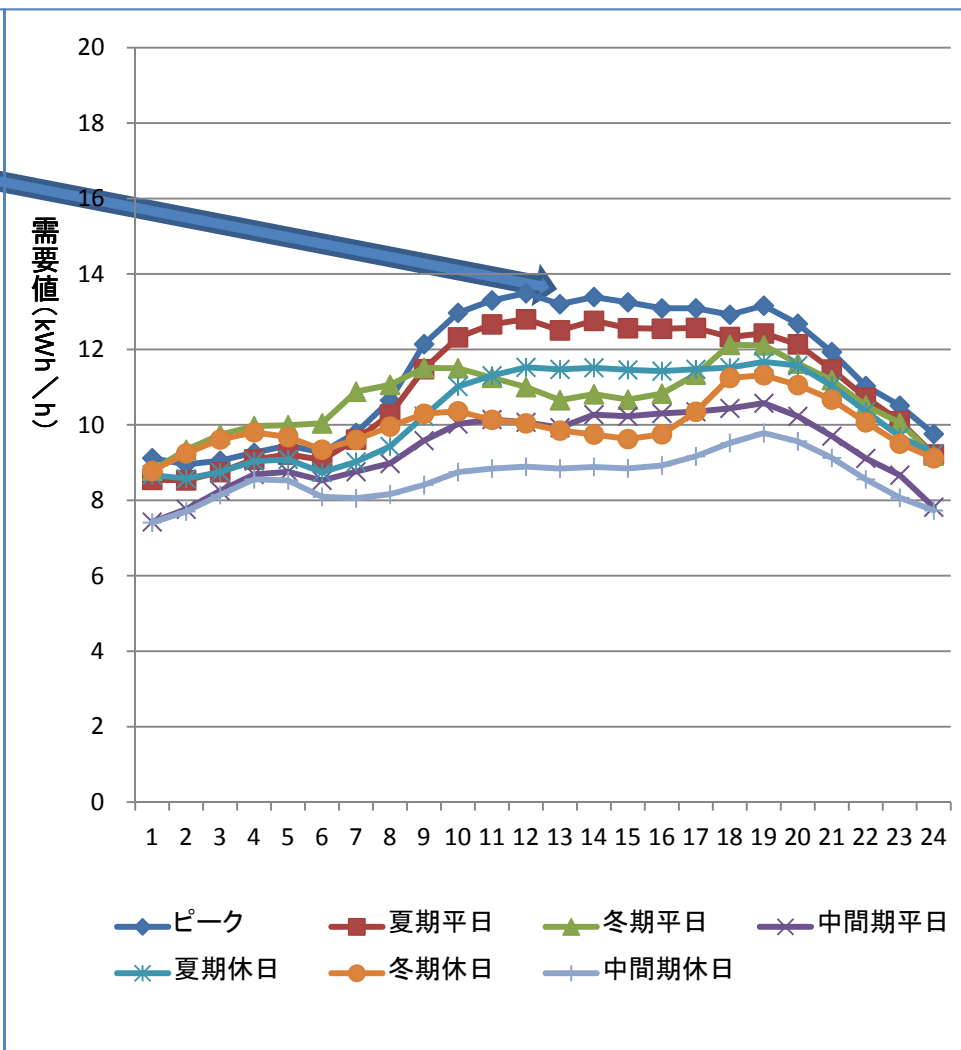


2012年度(震災後の状況)⁷

電源構成評価モデルにおける電力需要 —九州電力の日負荷曲線—



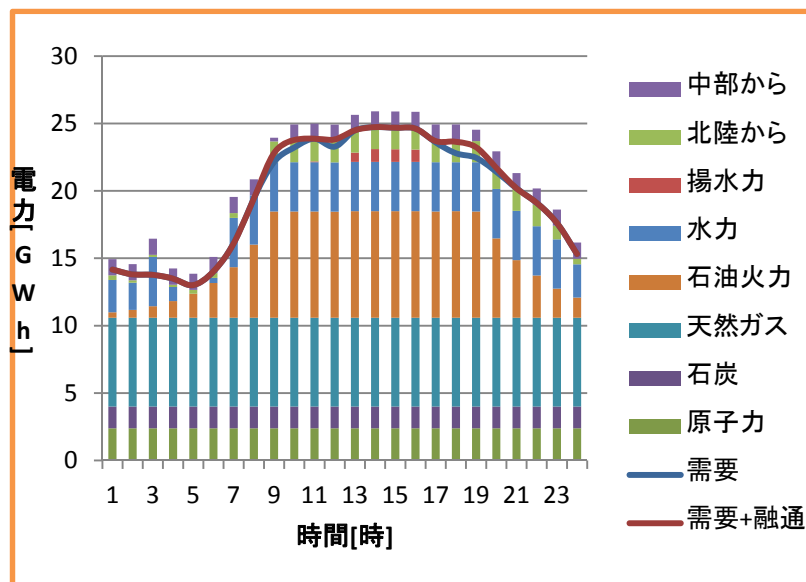
2010年度(震災前の状況)



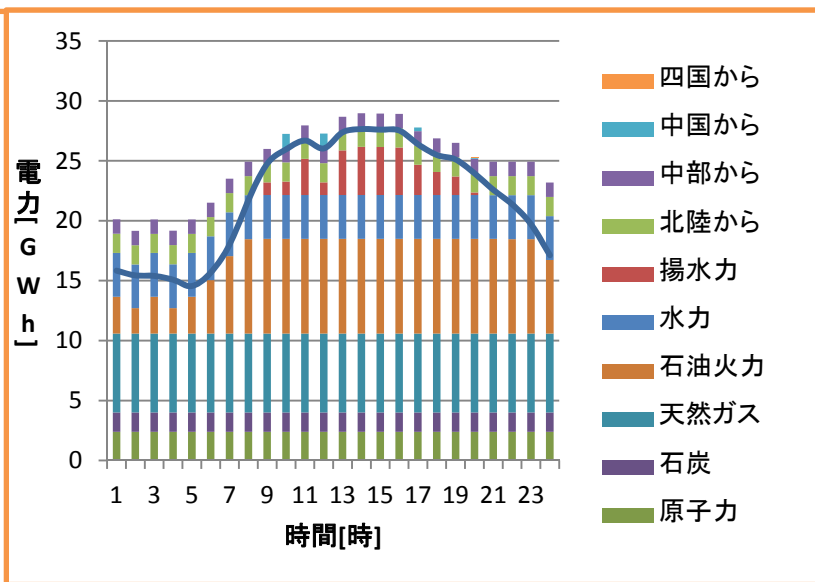
2012年度(震災後の状況)⁸

関西電力地域の需給構造の分析

関西電力地域は2012年度夏期に需給が逼迫→大飯原発再稼働



需要2010年度比85%



需要2010年度比95%

関西電力の需要が2010年度比95%に増えると、周囲の全電力会社から融通を受けられるようになる。

関東直下型地震による供給力の減少と 需要の不確実性を考慮した電力需給リスクの定量化

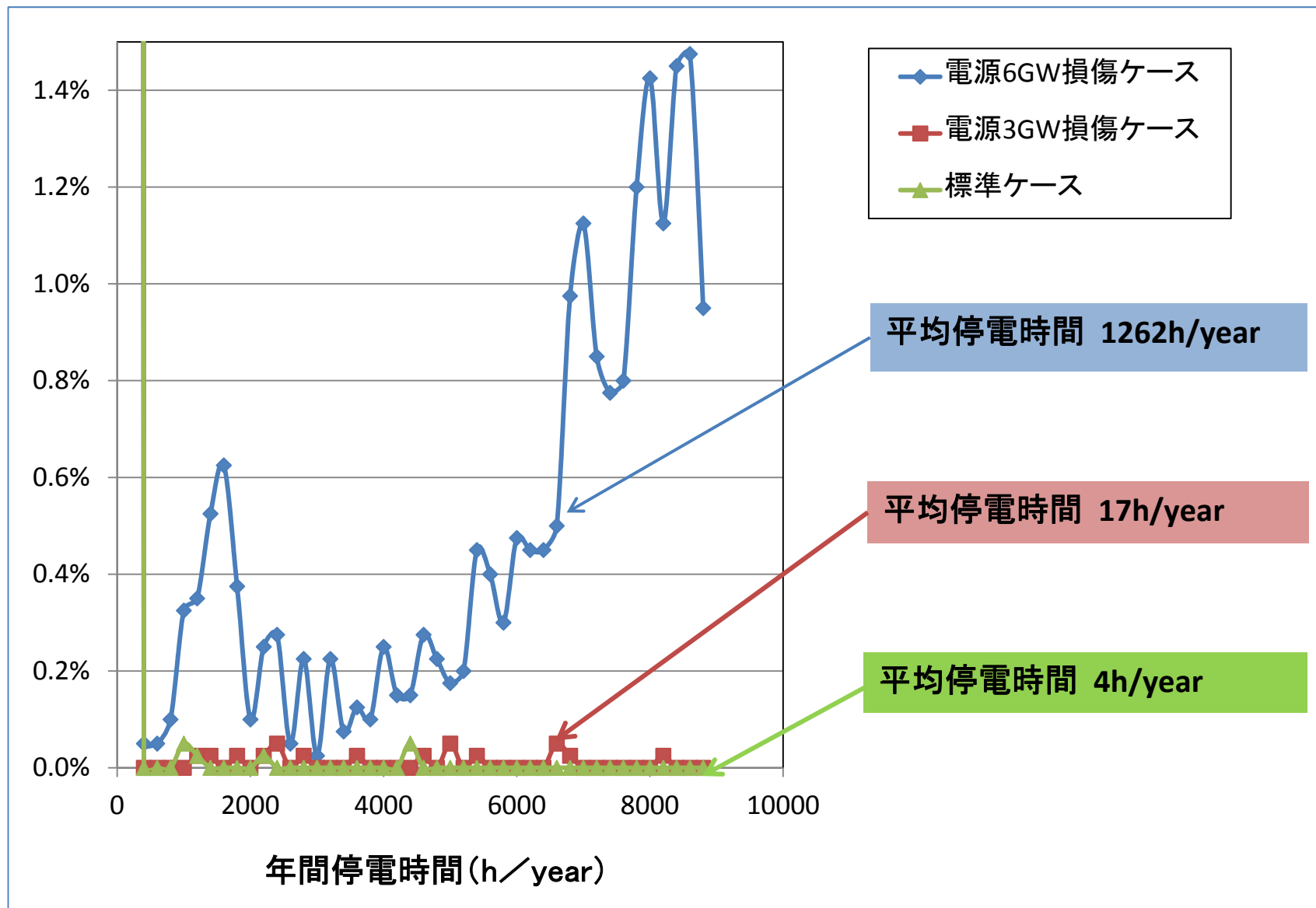
- 関東直下型地震によって影響を受ける電力供給側の容量とその回復に要する時間には不確実性がある。
- 電力需要は各地域の気象条件によって決まる要素があり、そのため地域間で相関がある。
- 揚水発電の利用、電力融通、需要の不確実性を考慮した複雑な需給構造を考慮した停電リスクの定量化を行う必要がある。



モンテカルロシミュレーションと最適化計算を組み合わせた停電確率推定

- **需要は地域間の相関を考慮した正規乱数**とする。
- 発生させた1回毎の需要値に対し、多地域電源運用計画の最適化を行う。
- 各4000回ずつ試行する。

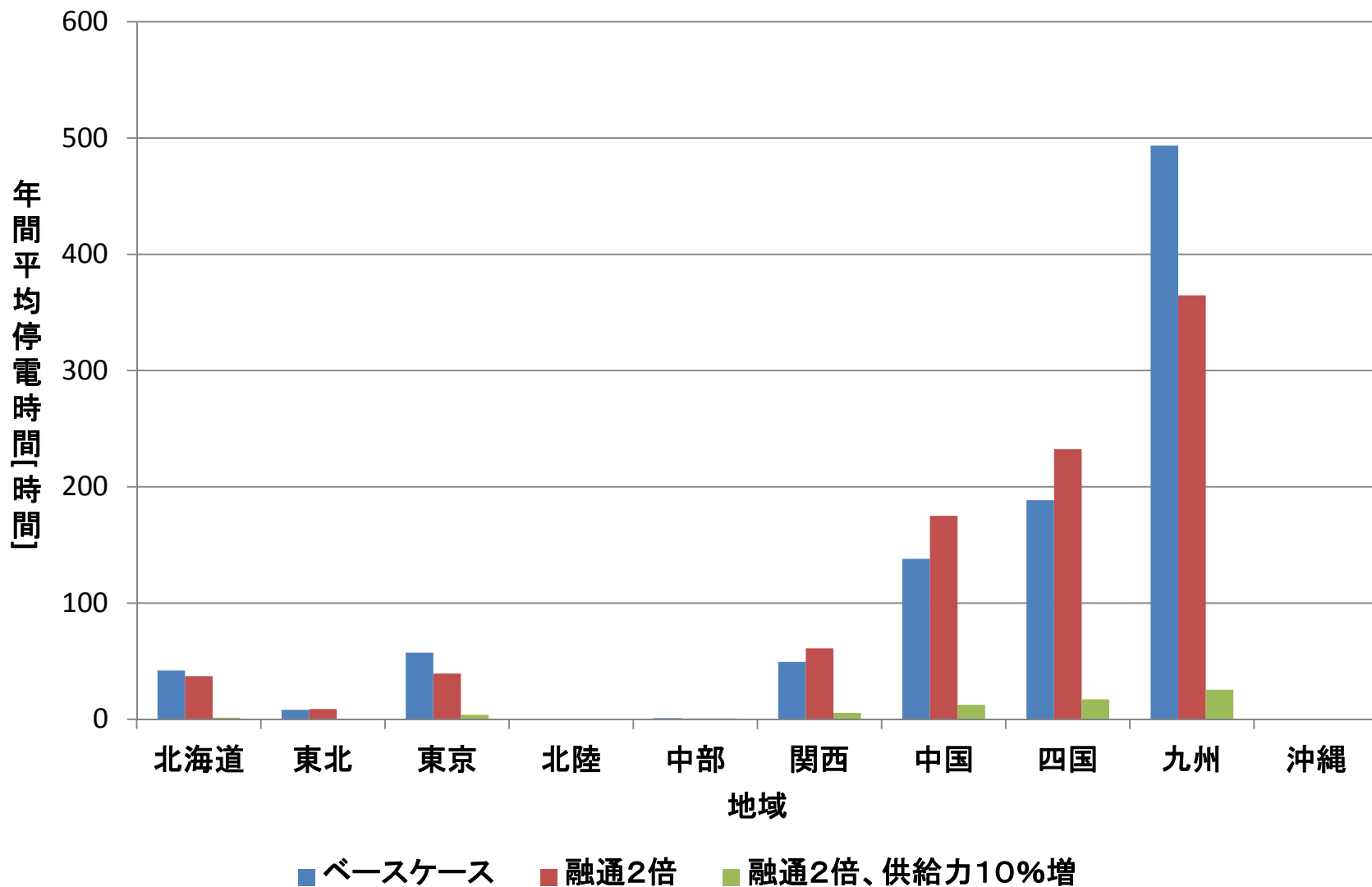
首都直下型地震による停電リスク増加の推定



地震により首都圏の供給力が減少した場合の停電時間の推定結果

(参考)2013年度山浦寛和の卒業論文より

現状、融通強化、融通＋供給力強化の3ケースの停電時間推定結果



2. 2011年夏の「停電予防連絡ネットワーク」 について

停電予防連絡ネットワークの概念(2011年夏～)

【停電予防連絡ネットワーク】



停電予防連絡ネットワークの参加地域

国土地理院承認 平14総複 第149号

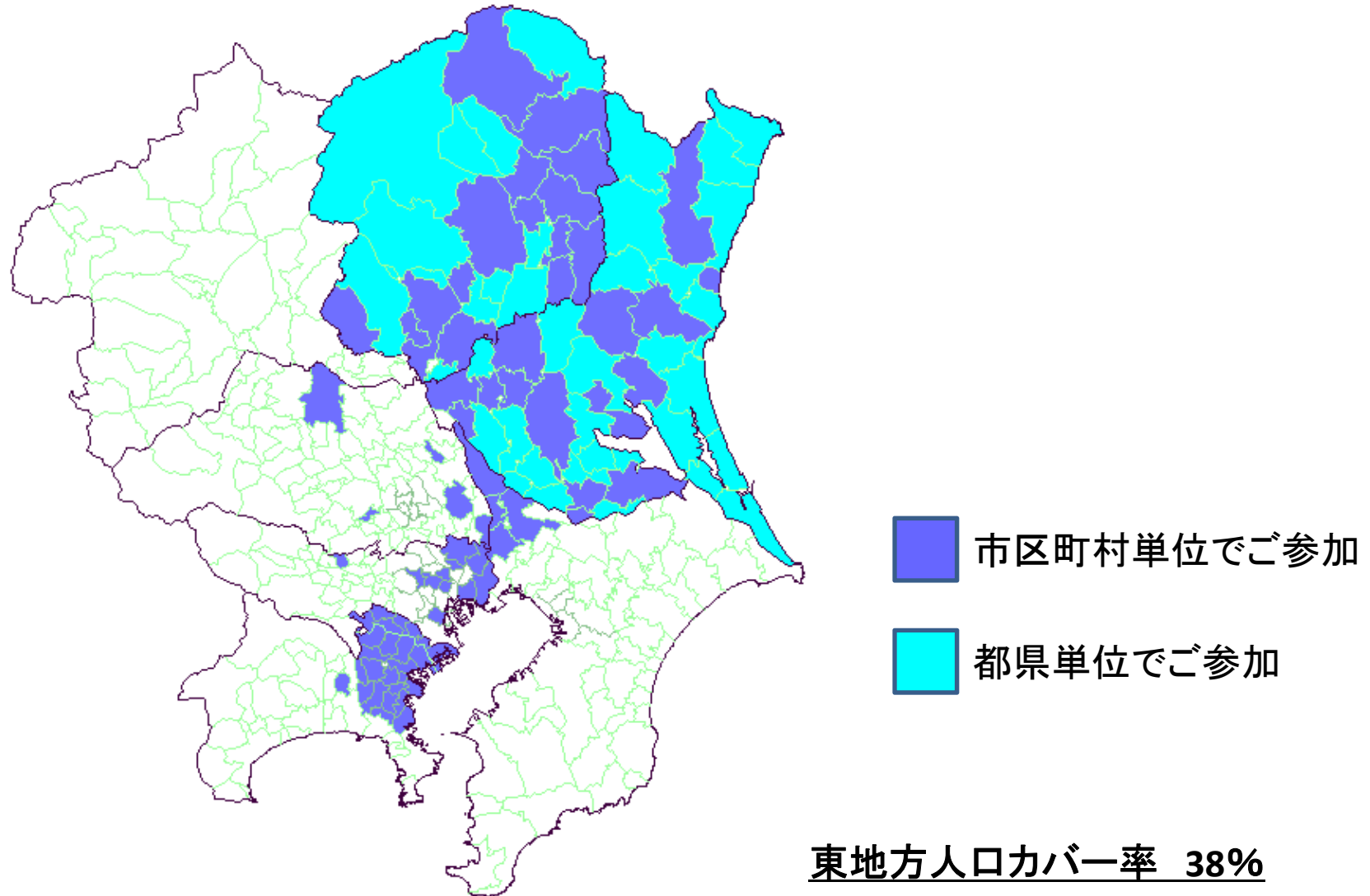
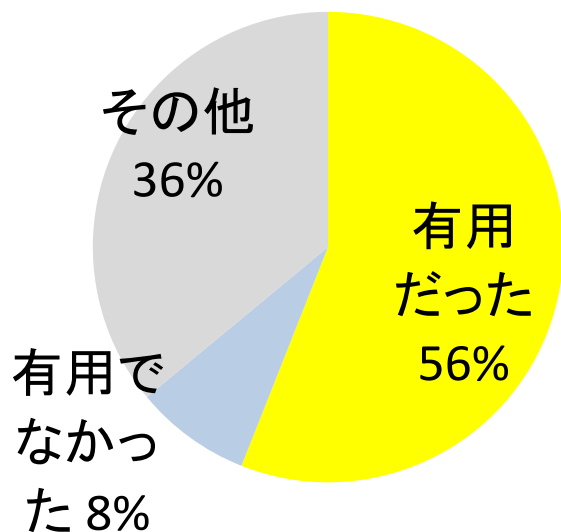


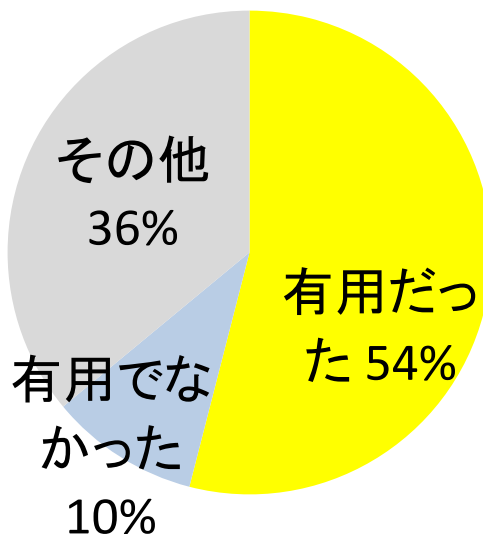
図: プラチナ構想ネットワーク事務局作成

3つのLCS節電予報警報のメリットについて アンケート結果

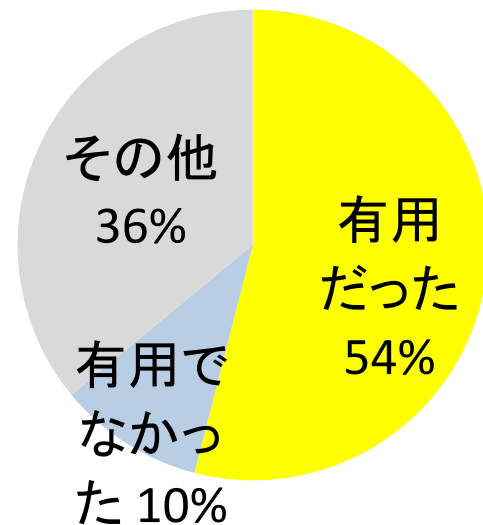
早い予報の 配信時刻



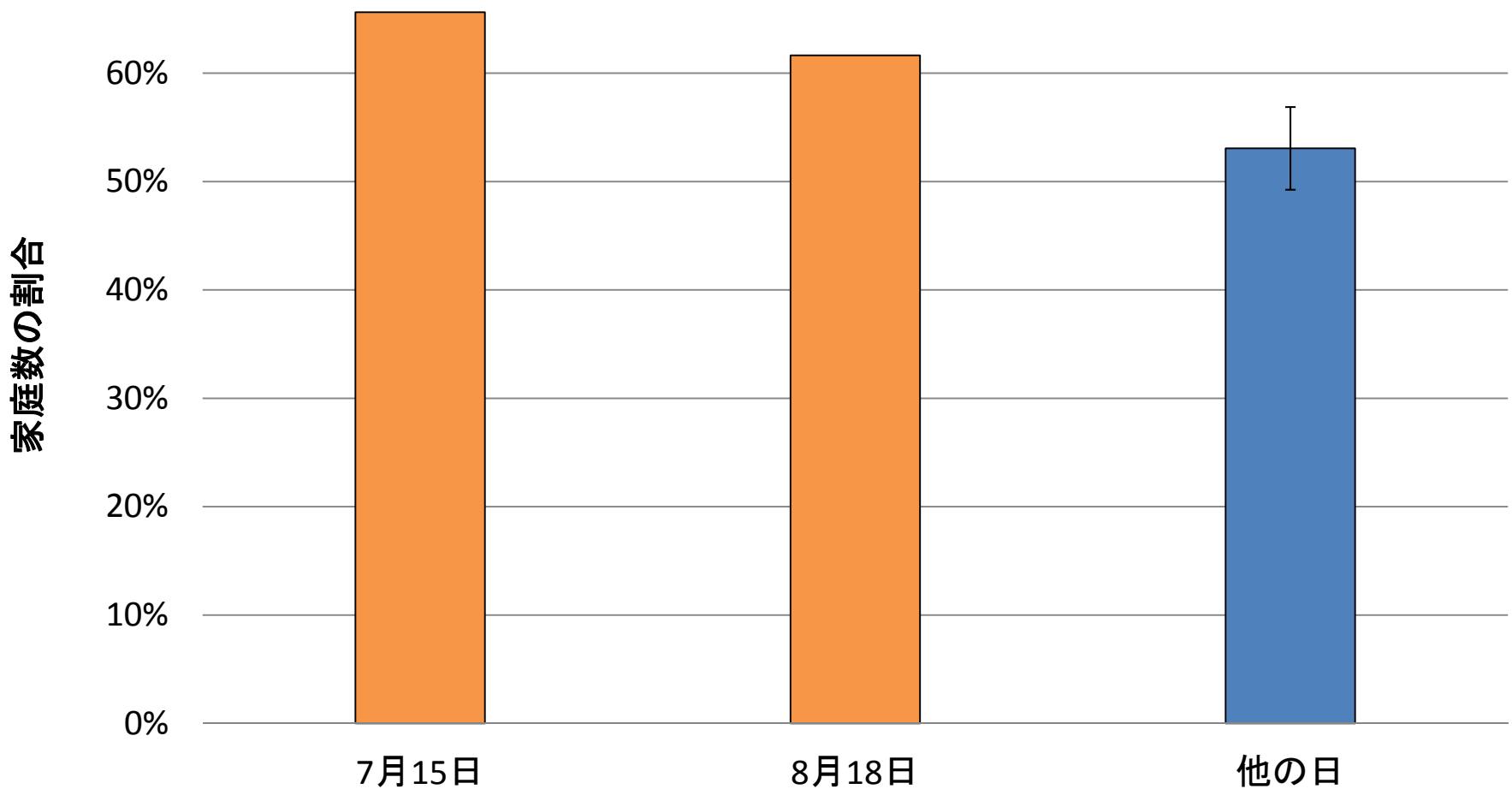
節電が必要な 時間帯を指定



節電行動の メニューを提示

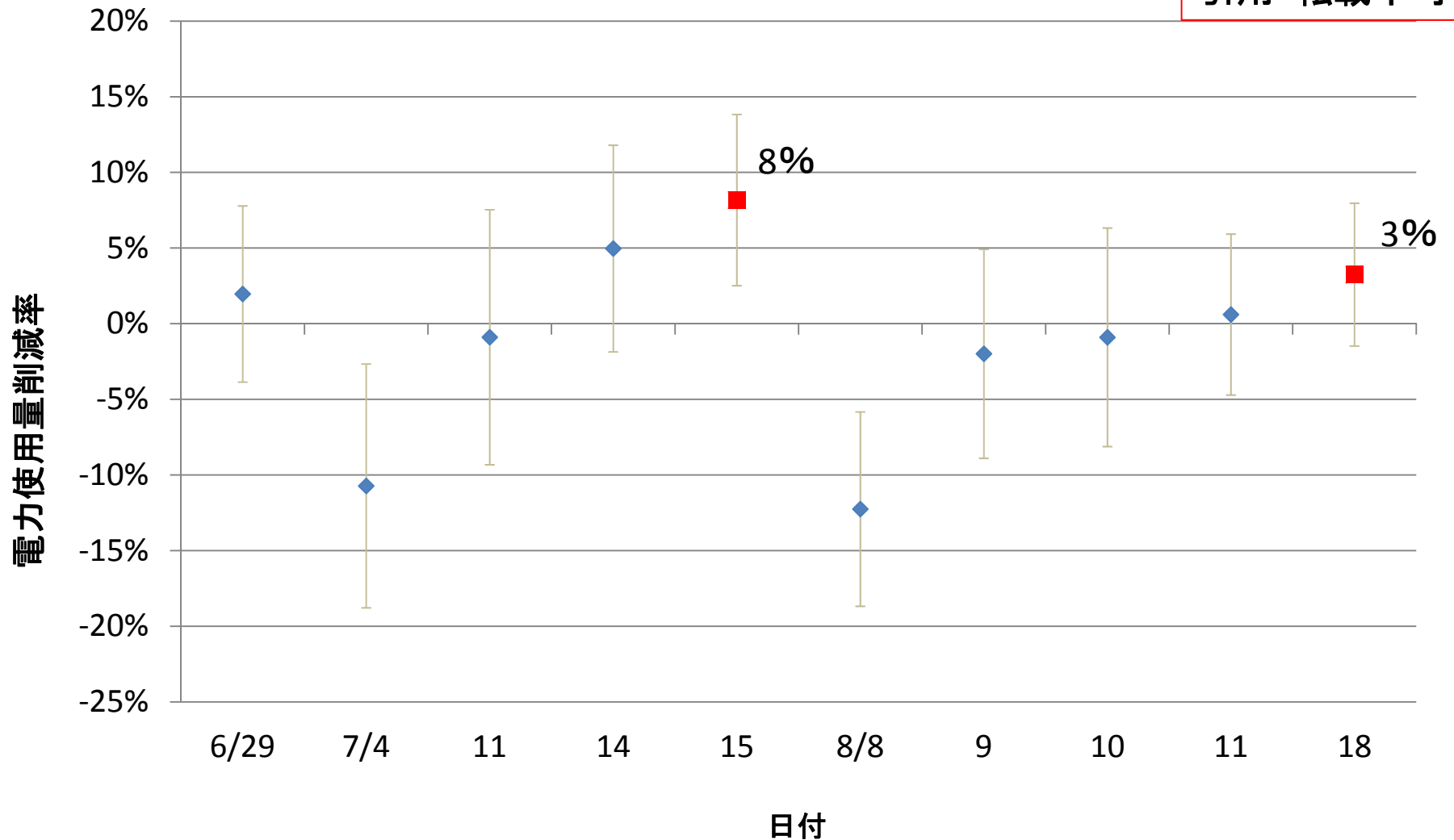


(アンケート回答50自治体)



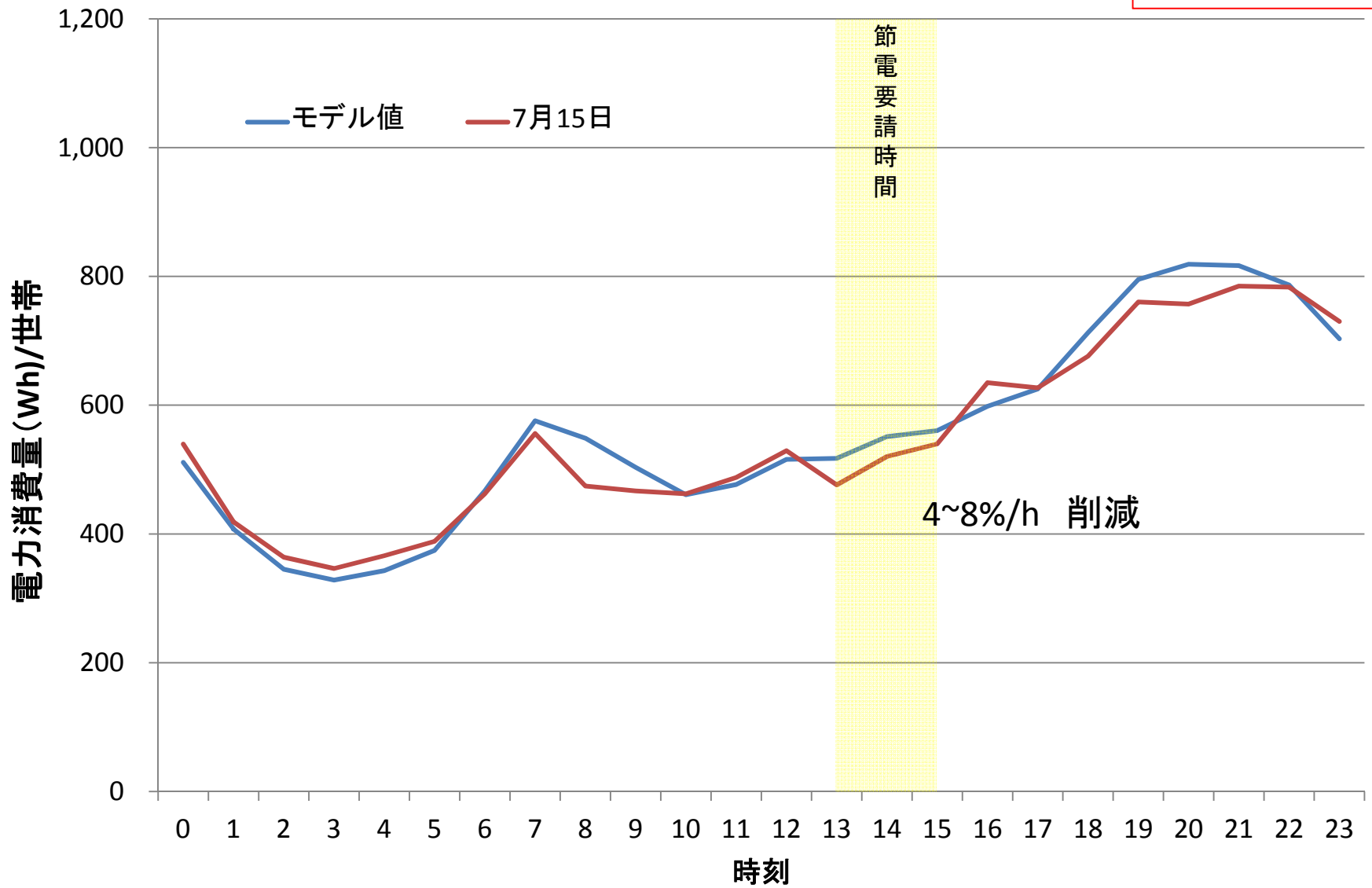
省エネナビ設置家庭の節電要請時間前後1時間と比較で削減していた家庭数割合

節電要請日7月15日と8月18日と、最高気温33℃以上、最低気温25℃以上の平日(但し、お盆期間を除く)

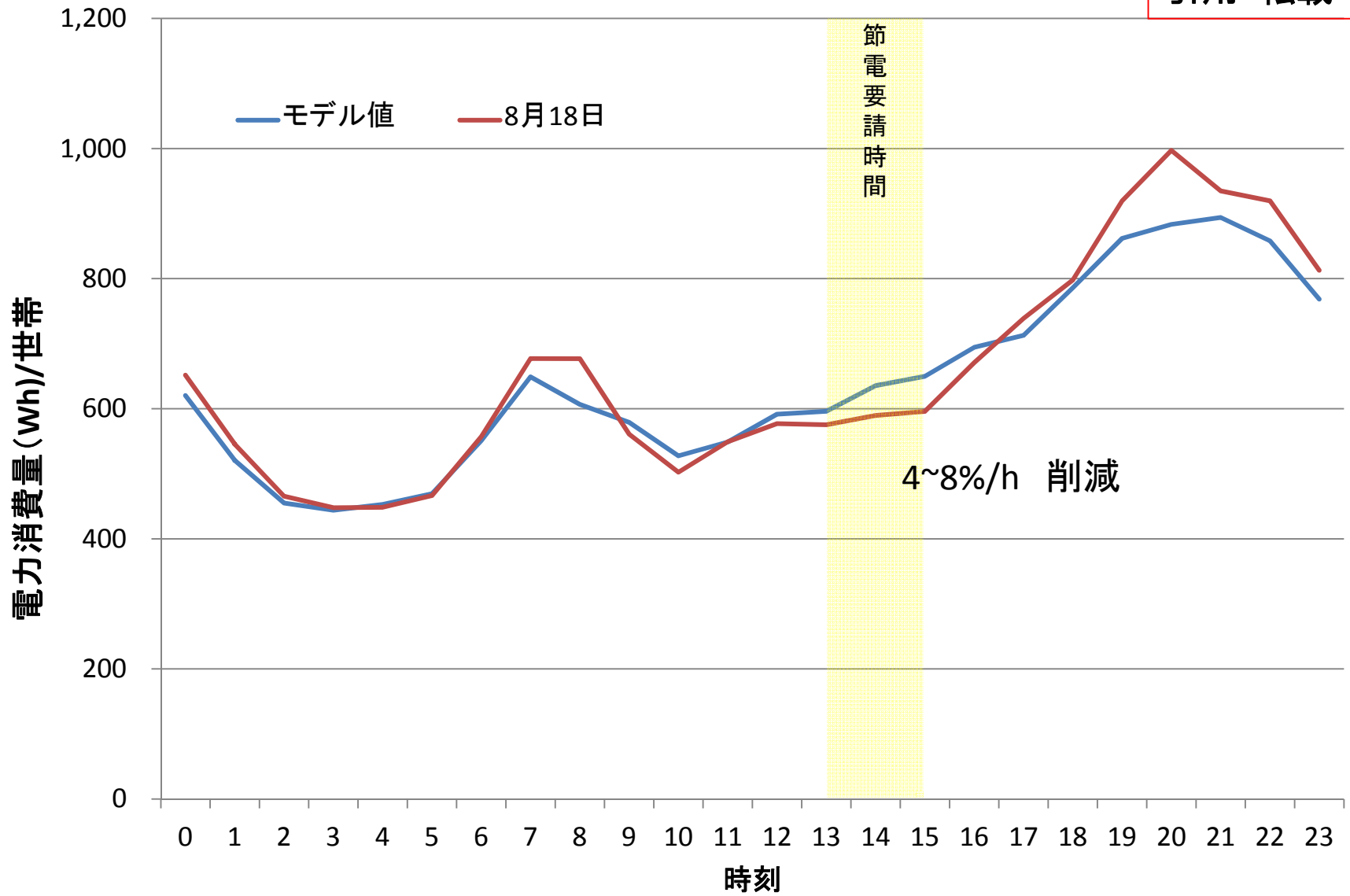


省エネナビ設置家庭の節電要請時間前後1時間と比較で削減していた電力使用量の割合

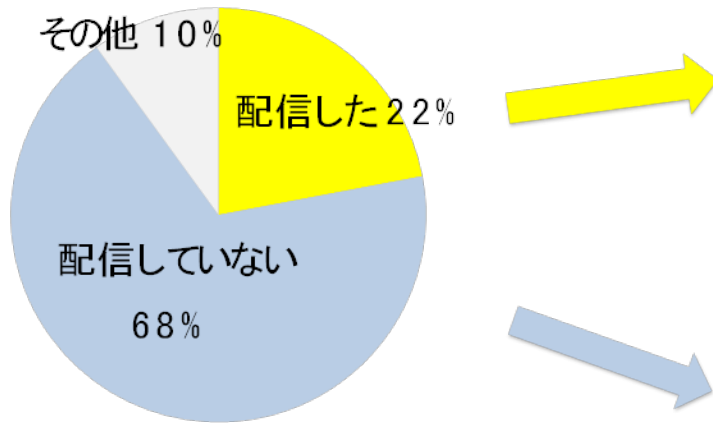
最高気温33℃以上、最低気温25℃以上の平日（但し、お盆期間を除く）、7月15日と8月18日（図中赤の四角）は前日に節電予報を送った日



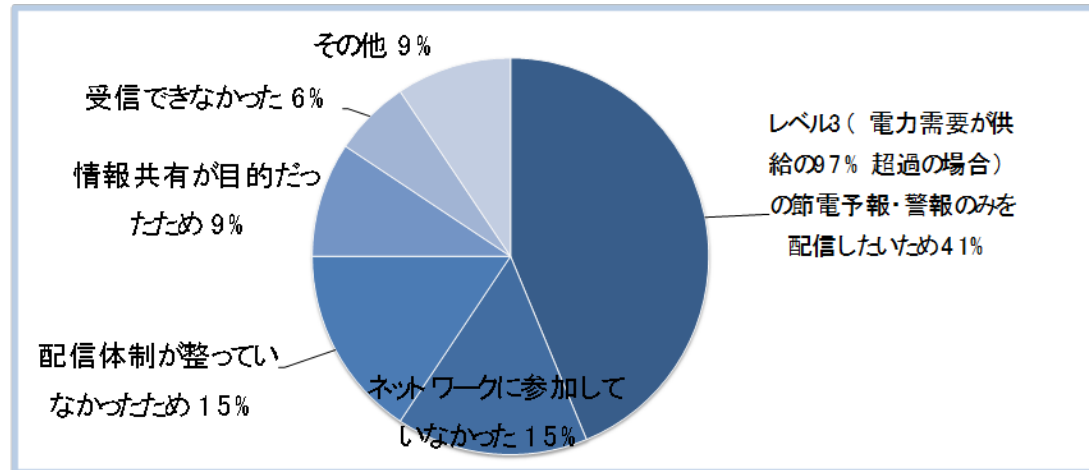
省エネナビ設置家庭の世帯・時間あたり平均電力使用量の日変動(7月15日)



省エネナビ設置家庭の世帯・時間当たり平均電力使用量の日変動(8月18日)



配信した11自治体の
 配信数：約12万2千件
 人口総数に対する割合：4%
 東電管内人口約4300万人に対する割合：0.3%



停電予防連絡ネットワーク8月18日の予報の自治体からの配信状況

→停電予防連絡ネットワーク実施で、8月18日、ピーク時刻7MWh/hの電力消費が削減

仮に、東電管内1700万世帯の5割の世帯に節電予報が届く

→約0.5GWh/hの節電量、全体で約1%のピークカット効果（5000万kWの供給量として）

→ひっ迫状況に対する社会の関心度によっては、さらなる効果が期待

東日本大震災後の家庭部門の電力消費実態は？

→ 東京電力管内の家庭に電力消費量測定器（省エネナビ）設置。

- 分析対象世帯数 = 72世帯（戸建住宅40世帯、集合住宅32世帯）
- 分析対象期間 = 2011/7/1～9/30

省エネナビデータから、各日における
一世帯あたり時刻別電力消費量平均値
を戸建・集合別に算出

気温などで説明される
時刻別電力消費量推計モデル作成

$$P_h = \sum_{n=1}^N a_n X_n + b \dots (式1)$$

P_h = 家庭における時刻別の電力消費量 (Wh)

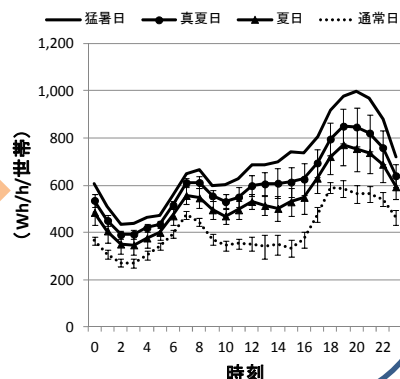
$h=1\sim 24$ (時刻)

a_n = 回帰係数

X_n = 説明変数

b = 切片

(例) 戸建世帯の
電力消費量推移
(猛暑日・真夏
日・夏日・他)

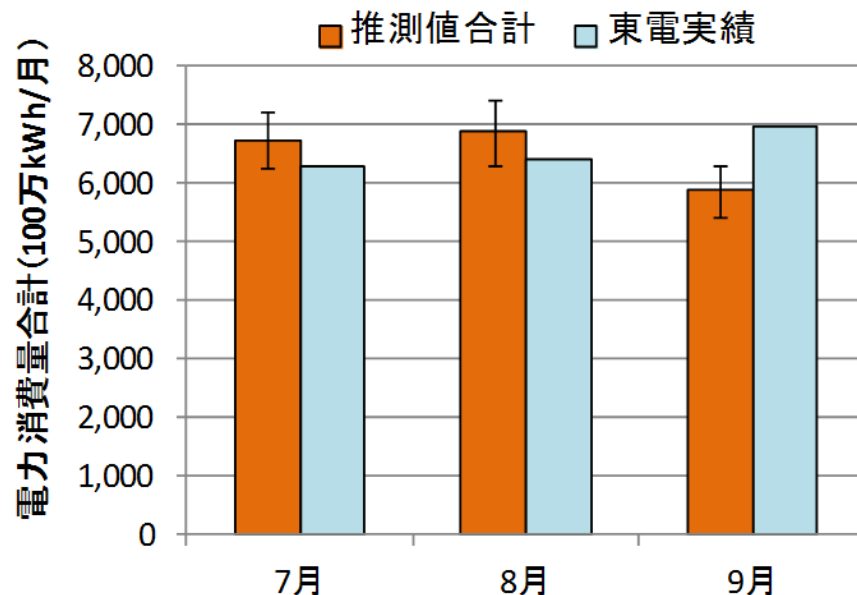


モデル推計結果と実績値の比較

※モデル推計結果・・・世帯あたりの電力消費量推計値

に東京電力管内の世帯数を乗じて推計

※実績値・・・東京電力から家庭部門の電力販売量をヒアリング



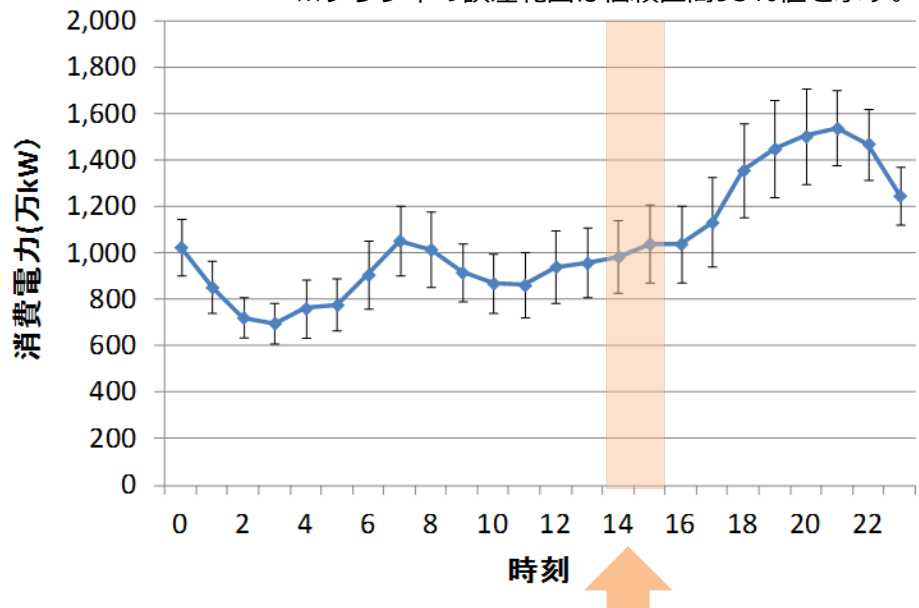
※グラフ中の誤差範囲は標準偏差を示す

各月の家庭用電力消費量推定値は
実績値とほぼ一致した

→ 昨夏の最大電力発生日（8/18）は？

【モデル推計結果（8/18家庭部門）】

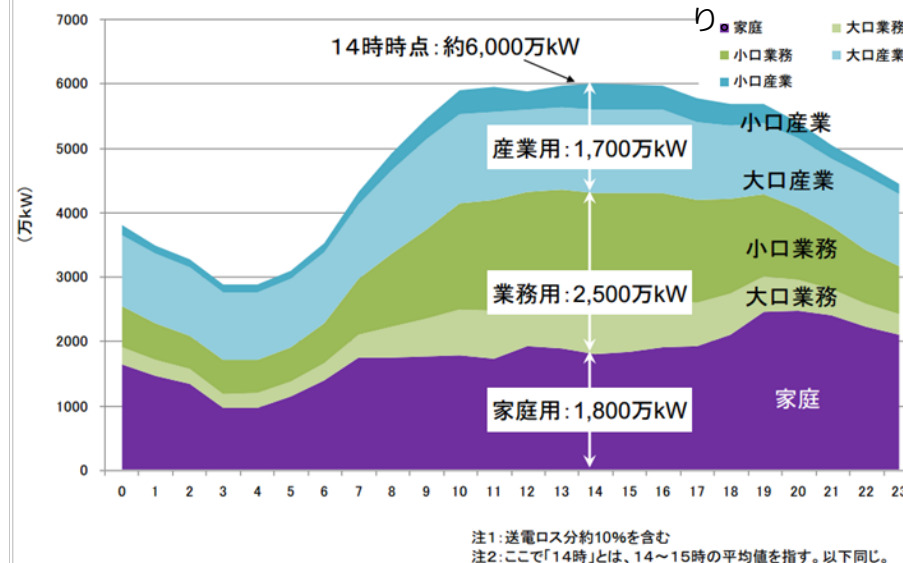
※グラフ中の誤差範囲は信頼区間95%値を示す。



ピーク時（14～15時）：約1000万kW

【資源エネルギー庁資料】

※2010年夏期最大電力使用日需要構造推計より



【東京電力発表資料（2011年9月26日）】

ピーク時（14～15時）：約1700万kW

※この数値は、直接計測した値ではなく、全体の電力消費量から大口実測値・小口推計値を差し引いて算出されたものである。



■ 昨夏の家庭部門は、東電推定よりも電力寄与率が低かったのではないかと？

■ 大口（主に産業）の電力消費量は実測値でピーク時約1450万kW。家庭部門が仮に約1000万kWだったとすると、小口（主に業務）が約2472万kWとなる。業務部門（店舗や飲食店など）の節電対策が重要なのでは？

政府（経済産業省）の需給逼迫警報との関連

1. 計画停電の実施のおそれがある場合（供給予備率※¹ 3%未満）、前日 18：00※²に電力需給逼迫警報（第1報）を発出します。
 - ※1 供給予備率：電力需要に対する供給力の余力を示す指標。安定的な電力供給には、最低限3%が必要です。
 - ※2 電力需給の逼迫が確実に見込まれる場合には、前日 18：00より前に電力需給逼迫警報を発出することもあります。
2. 当日 8：30※³に電力需給逼迫警報（第2報）を発出します。計画停電の実施の可能性が高い時間帯が想定される場合には、その時間帯についてもあわせてお知らせいたします。
 - ※3 第1報において、9：30から計画停電を実施するとした場合は、7：30に第2報を発出。
3. 計画停電の実施のおそれがなくなった場合（終日の供給予備率見通しが3%以上）、電力需給逼迫警報を解除し、その旨お知らせします。

やむを得ず計画停電を実施する場合、実施の2時間前に、電力会社から、計画停電の実施についてお知らせします。また、第2報において、計画停電を実施する可能性が高い時間帯をお知らせした場合、当該時間帯の2時間前に、電力会社より、実施の有無についてお知らせいたします。

政府（経済産業省）の電力需給逼迫警報との関連

- (1) LCSでは、昨年度より経済産業省、文部科学省とも情報交換、連携しつつ停電予防連絡ネットワークを推進してきたため、特にレベル3を供給予備率3%で発出することについては、完全に整合している。
- (2) ただし、停電予防連絡ネットワークは前日の地方自治体活動時間内の17時前にお知らせし、地域住民に届けることを重視しているが、電力需給逼迫警報は前日18時に発出となっている。
- (3) また、停電予防連絡ネットワークのレベル2に該当するものが電力需給逼迫警報にはない。
- (4) このように両者には相違があり、今後完全な統合に向けては、更なる調整が必要である。

停電予防連絡ネットワークの今後の展望

- (1) 本ネットワークを、東電管内1700万世帯の5割の世帯に拡大すると、50万kW程度(約1%)のピークカット効果が期待できる。
- (2) 本ネットワークの主たる対象としてきた家庭部門のピークへの寄与割合は20%程度と推定される。今夏の停電予防には、大口(主に産業)もさることながら、小口(主に業務)の割合が50%程度と大きい。今後は小口の消費部門の節電対策を強化する必要がある。
- (3) 経済産業省の需給逼迫警報との関係については、これまでも情報交換を重ね、矛盾がないように運営してきたが、実際のシステムには相違がある。今後、完全に統合し、オールジャパン体制で運営できるか否か検討の必要がある。

結論と今後の展望

- (1) 地震による供給力の減少と需要側の不確実性を考慮した電力需給リスクを定量化するためのモデルを開発した。
- (2) 各地域の供給力の強化と地域間融通容量の増加を合わせることで効果的に停電確率を減少させることができる。
- (3) ただし、首都直下型地震のような特別な事象のためだけに大幅な供給力強化を行うことは経済性の観点からは必ずしも望ましいとはいえないであろう。
- (4) 地震等の事象を想定した停電リスクの低減には、電力会社間の相互融通を含むマクロな対策と、地域や建物レベルのミクロな技術的対策、更には社会制度やソフト面からの対策を総合的に組み合わせることが必要である。本分析はそのうち、マクロな対策の評価を試みたものである。
- (5) 今後は、本モデルによる評価に新電力や自家発なども含めていく必要がある。