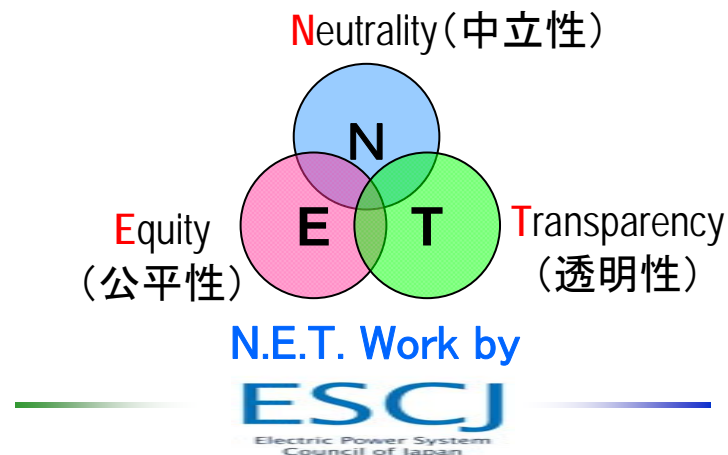


電力系統が受けた 大震災の影響とその対応

平成23年8月30日

一般社団法人電力系統利用協議会



目次

- 地震の概要
- 地震発生直後の影響
- 地震発生直後の対応
- 津波の被害も含めた大震災の影響
- 停電復旧対応
- 3月末までの対応
- 4月以降の影響／対応
- 今後の取り組み

本資料の内容については、ESCJが直接受けた影響やその対応だけでなく、電気学会活動の趣旨をご理解いただいた一般電気事業者の送配電部門のご協力により、電力系統全般に関する内容が含まれている。

東北地方太平洋沖地震

(3月13日18時30分気象庁発表)

- 発生日時 2011年3月11日(金) **14時46分**
- 地震規模 **M9.0** 震源深さ 約24km
- 震央位置 三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)
- 各地の震度 震度7(宮城県栗原市)
震度6強(宮城県、福島県、茨城県、栃木県)
- 津波の状況 北海道から沖縄にかけての太平洋沿岸で高い津波を観測
到達時間(**14時55分~15時14分**)

地震発生直後の影響(1)

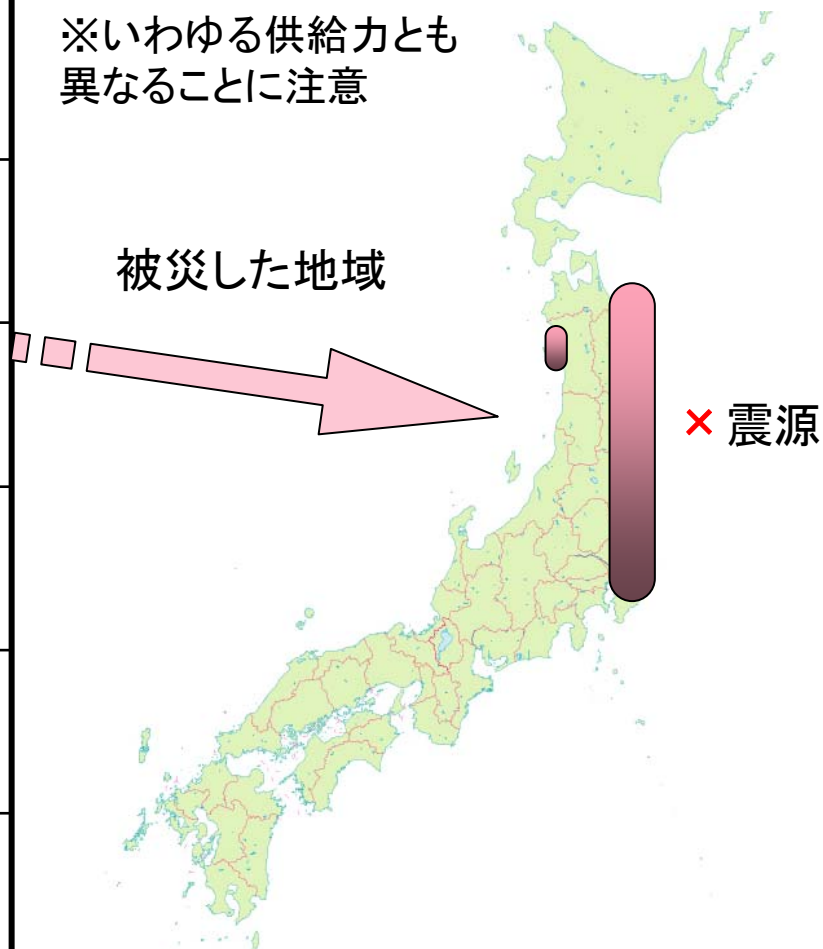
- 震災で被災した主な発電所の

設備容量(発電量ではない): **約2500万kW**

東北電力	原子力	135(5.2%)
	火力	480(18.7%)
東京電力	原子力	643(25.0%)
	火力	848(33.0%)
その他	原子力	110(4.3%)
	火力	355(13.8%)

※いわゆる供給力とも異なることに注意

被災した地域



地震発生直後の影響(2)

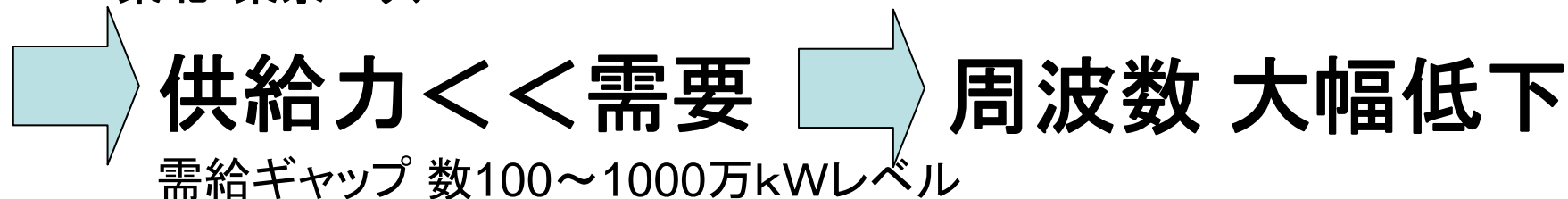
- 地震発生直後の需要減少

- 地震による流通設備事故が原因の供給支障
(いわゆる「停電」)
- 地震の影響による需要減少
(鉄道やエレベータの停止など)

東北・東京エリアで約1500万kW程度と推定

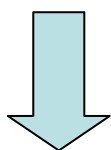
(その後の津波による停電などもあり、地震直後の正確な値は不明)

東北・東京エリア



地震発生直後の対応(1)

- 14時46分：地震発生時の東北・東京系統の周波数：
49.99Hz（需要：東北-約1300万kW,東京-約4100万kW）



需給ギャップ数100～1000万kWレベル→周波数 大幅低下

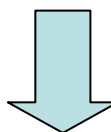
即応周波数維持対応

北本：緊急時AFC動作
約20万kW
新信濃：1FC EPPS1段
20万kW
佐久間：FC EPPS2段
30万kW
瞬時調整契約(東京)
約8万kW(確認分)

[設備概要(地震発生時)]

北本(北海道本州連系設備)
60万kW

東京中部間連系設備
FC(周波数変換装置)
・新信濃 30万kW2台
・佐久間 30万kW1台
・東清水 7～10万kW1台



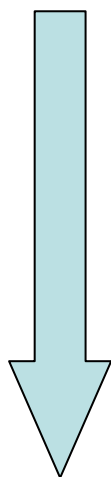
需給ギャップ解消せず→**周波数低下継続**

地震発生直後の対応(2)

- 14時48分

48. 5Hz以下

→ 負荷遮断



需給ギャップは改善されたものの...

地震の影響を受けた発電機の出力の低下

即応周波数維持対応の一部脱落

などで、周波数低下は一時的に継続

最終的な負荷遮断量は、東京エリアで約570万kW

- 運転継続発電機の出力量

14時51分頃 50Hzに復帰 (地震発生から約5分)

地震発生直後の対応(3)

(まとめ)

- 地震により、供給設備も被害を受け、停電が発生したが、
- 電源停止が需要減少を大幅に超過し、
- 瞬動予備力、EPPSなどの即応周波数維持対応が設計どおりに動作したものの、
- 需給ギャップが膨大であり、負荷遮断を回避できなかった。
- ただし、運転継続発電機の出力増対応により、約5分で周波数は50Hz付近に回復し、全系停電(ブラックアウト)は回避できた。

津波の被害も含めた大震災の影響(1)

- 供給支障(いわゆる停電)および需要減少
 - 東北エリア 約790万kW
(地震前需要の約6割)
 - 東京エリア 約1280万kW
(地震前需要の約1/3)
 - 流通設備事故による供給支障 約320万kW
(再閉路、自動切替による復旧を除く)
 - 地震の影響による需要減少 約390万kW
 - 負荷遮断による供給支障 約570万kW
 - (参考)中部エリア 約80万kW
(ESCJでの観測値)

津波の被害も含めた大震災の影響(2)



【(火力発電所)全冠水し損壊した事務所本館 1F】



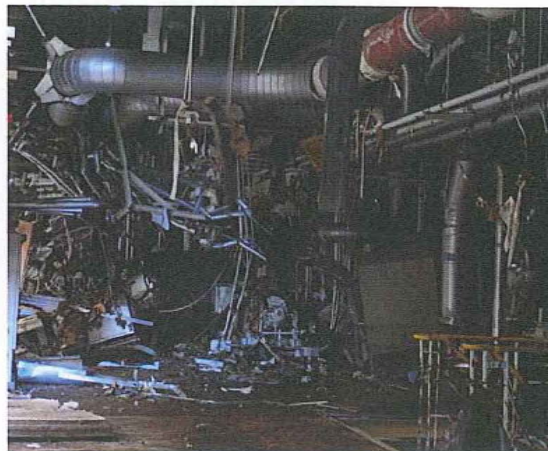
【(火力発電所)土砂が流入した電源盤室】



【(火力発電所)津波発生直後《構内西側》】



【(火力発電所)瓦礫類が流入したボイラ設備】



【(火力発電所)機器が押し流されたタービン 1F 707】



【(火力発電所)倒壊した揚炭機】

【東北電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(3)



【(福島県福島市)
落石による建物損壊】



【(福島県三春町)土砂流入】



【(宮城県仙台市)構内浸水/変電所損壊】



【(宮城県仙台市) 変電所大規模損壊】



【(宮城県南三陸町) 変電所大規模損壊】



【(宮城県石巻市) 変電所大規模損壊】

【東北電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(4)



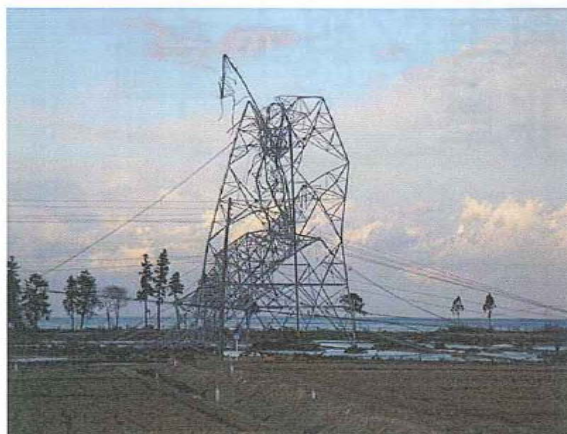
【(岩手県大槌町)6万V送電線 鉄塔倒壊】



【(宮城県多賀城市)15万V送電線 電線断線】



【(宮城県村田町)
27万V送電線 鉄塔敷地法面地滑り】



【(福島県南相馬市)27万V送電線鉄塔倒壊】



【(岩手県釜石市)瓦礫の散乱状況】



【(岩手県大船渡市)瓦礫撤去の様子】

【東北電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(5)

◆ 変電設備



【500kV変電所】500kV断路器損傷



【500kV変電所】275kV遮断器損傷

【東京電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(6)

◆ 変電設備



【500kV変電所】500kV計器用変流器損傷

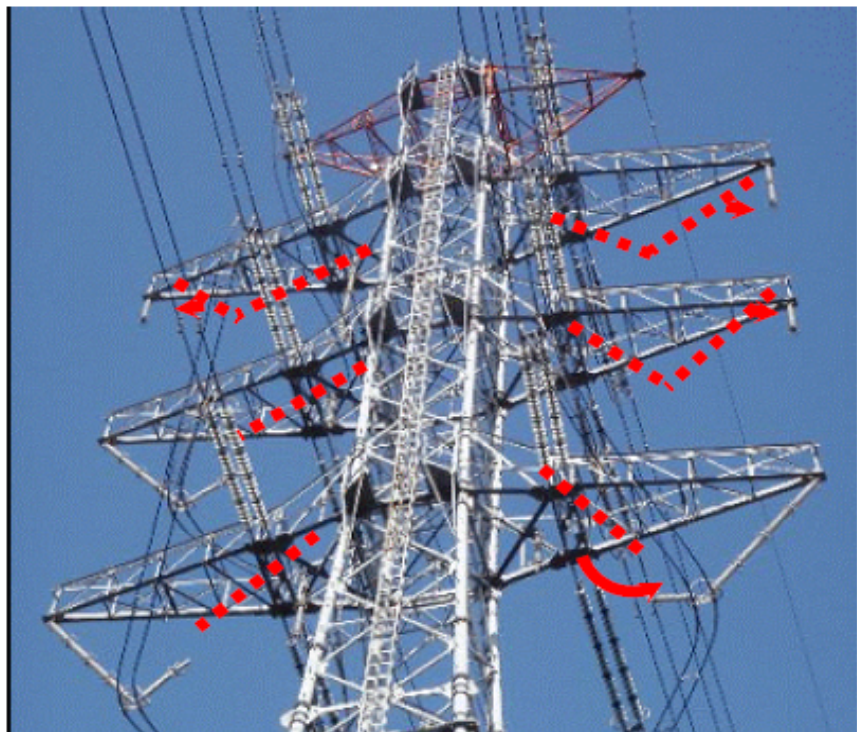


【275kV変電所】275kV遮断器損傷

【東京電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(7)

◆ 送電設備



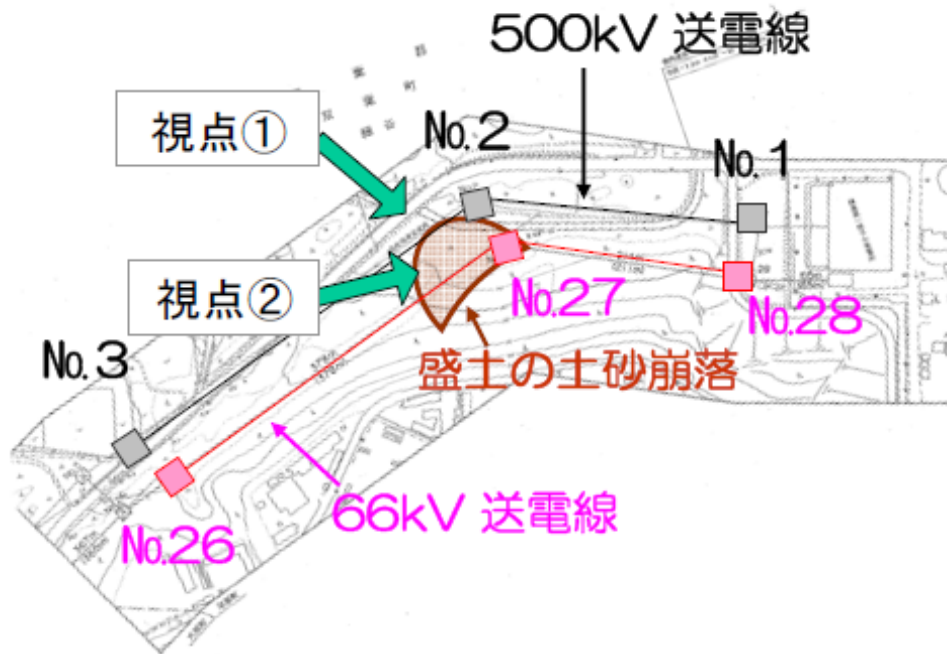
【275kV送電線 鉄塔】
がいし折損



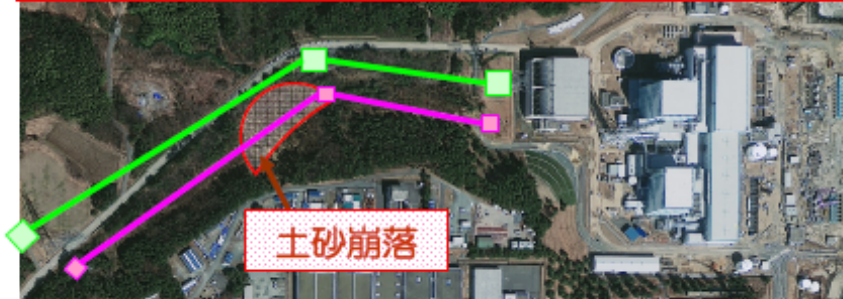
【66kV地中送電線】
路盤崩壊による管路損傷
【東京電力提供】

津波の被害も含めた大震災の影響(8)

【66kV送電線鉄塔倒壊】



盛土の土砂崩落



(C) GeoEye

盛土の土砂崩落 (視点①)



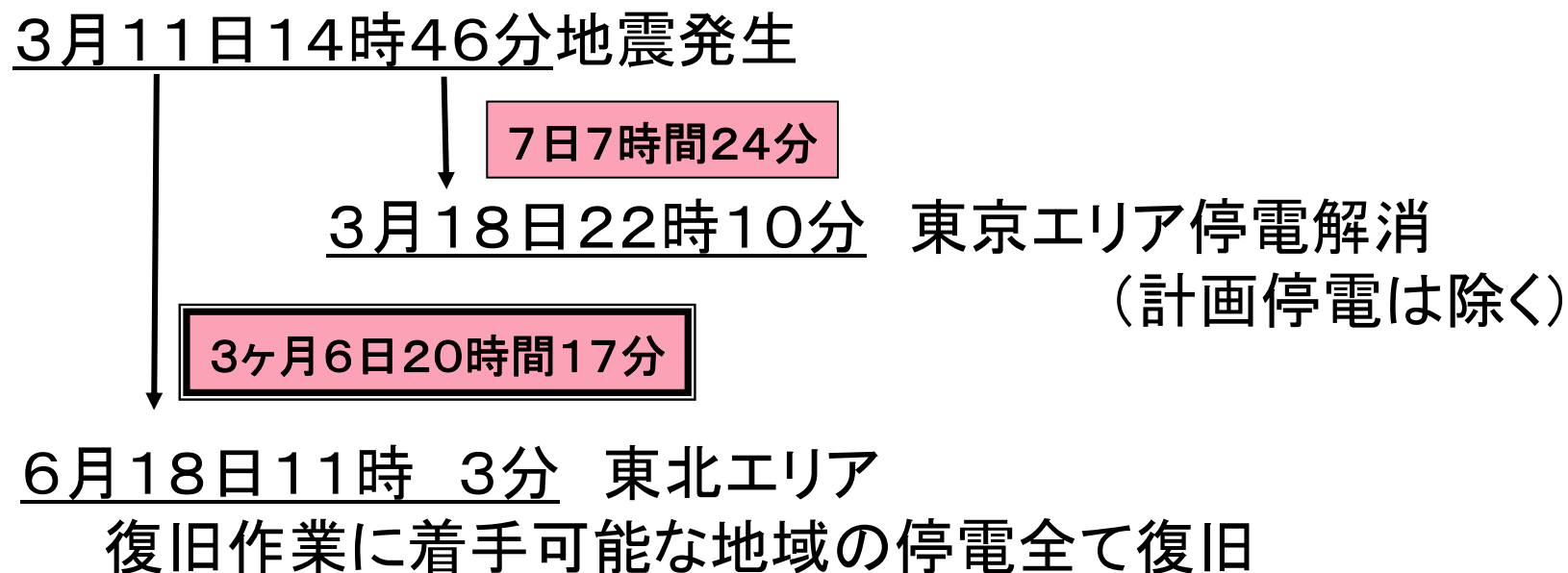
鉄塔の倒壊 (視点②)



【東京電力提供】

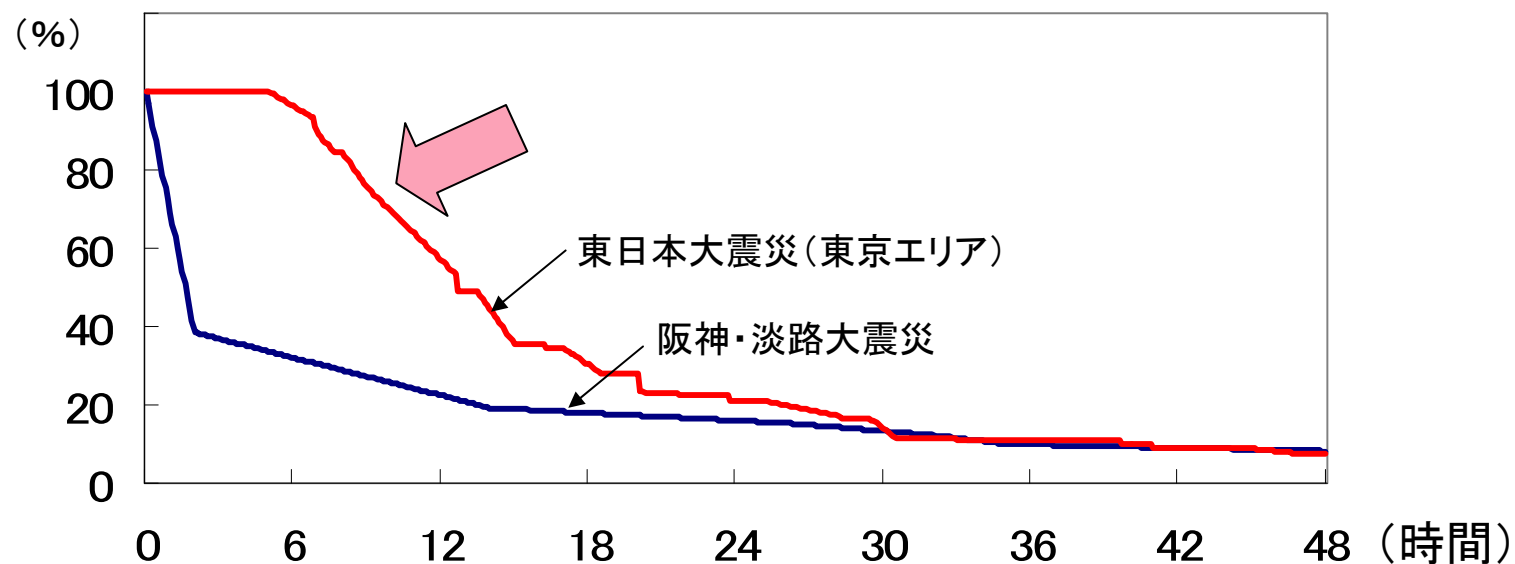
停電復旧対応(1)

- 地震そのものの影響も過去最大であったが、その後襲った津波の被害により、供給力の復旧が大幅に遅れ、計画停電に至った
(東北地方は、4月7日に大規模な余震も発生)



停電復旧対応(2)

阪神・淡路大震災	東日本大震災
<p>需要密集地で、供給設備の被害が大きかった</p> <p>→ 供給力は確保されていたため、比較的早期に供給支障減少</p>	<p>電源が広範囲に地震で停止</p> <p>→ 流通設備に加え供給力確保が必要</p> <p>津波による被害甚大→復旧に遅れ</p>



供給支障電力の推移

3月末までの対応(1)

- 被害をうけた送配電設備の復旧に着手
 - 供給力の確保に着手
 - 津波の被害のなかった電源の復旧
 - 他エリアからの応援
 - **全国融通**、連系設備の**マージン**使用
 - 北海道から60万kW、中西エリアから連系線を通じて100万kW
50/60Hz両用機を活用した応援20万kW程度
- それでも不足し、休日明けから**計画停電**を実施
- 3月29日以降は
気温の上昇による需要の減少と
津波の被害の少なかった電源の復旧により、
計画停電回避へ（原則不実施宣言は4月8日）

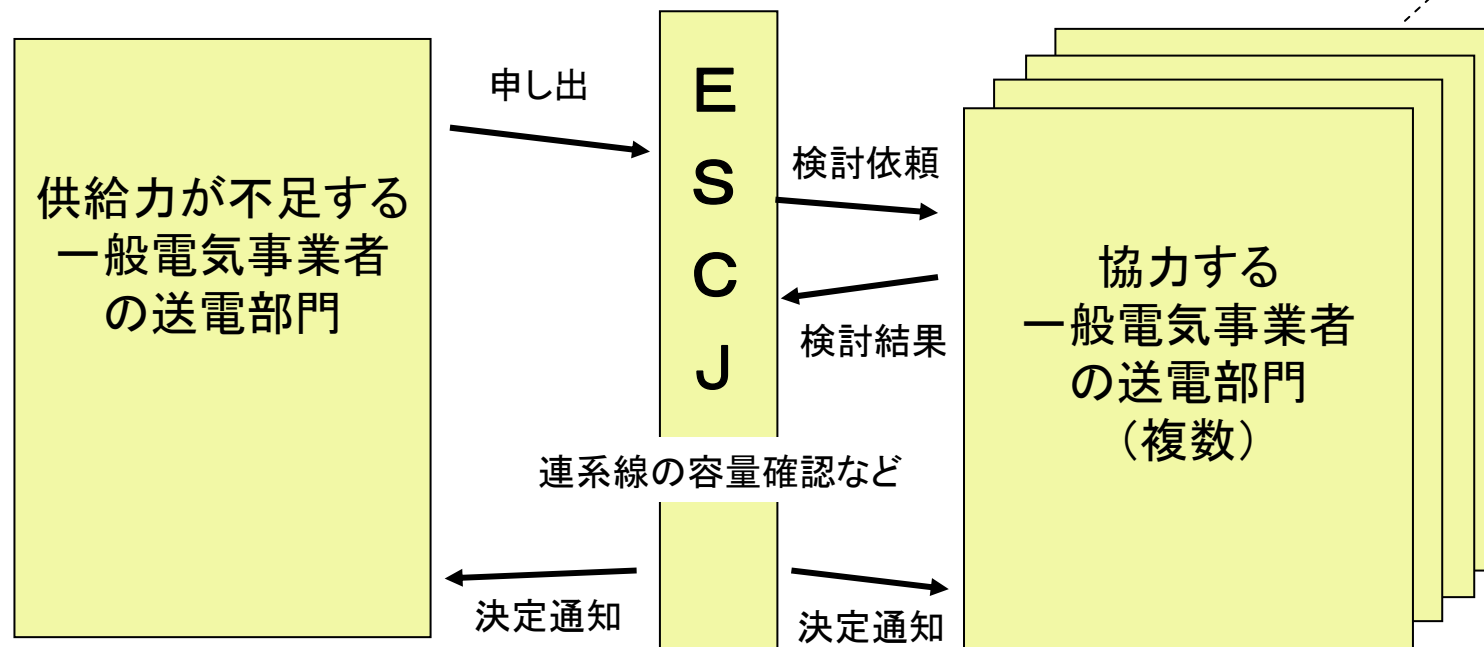
3月末までの対応(2)

全国融通とは、

- 「系統運用者の最後の^{*}調整手段」

* 自社調達
相対契約
スポット市場などの後

(電気事業分科会報告 平成16年5月21日)



※需給相互応援融通(随時応援電力)の例

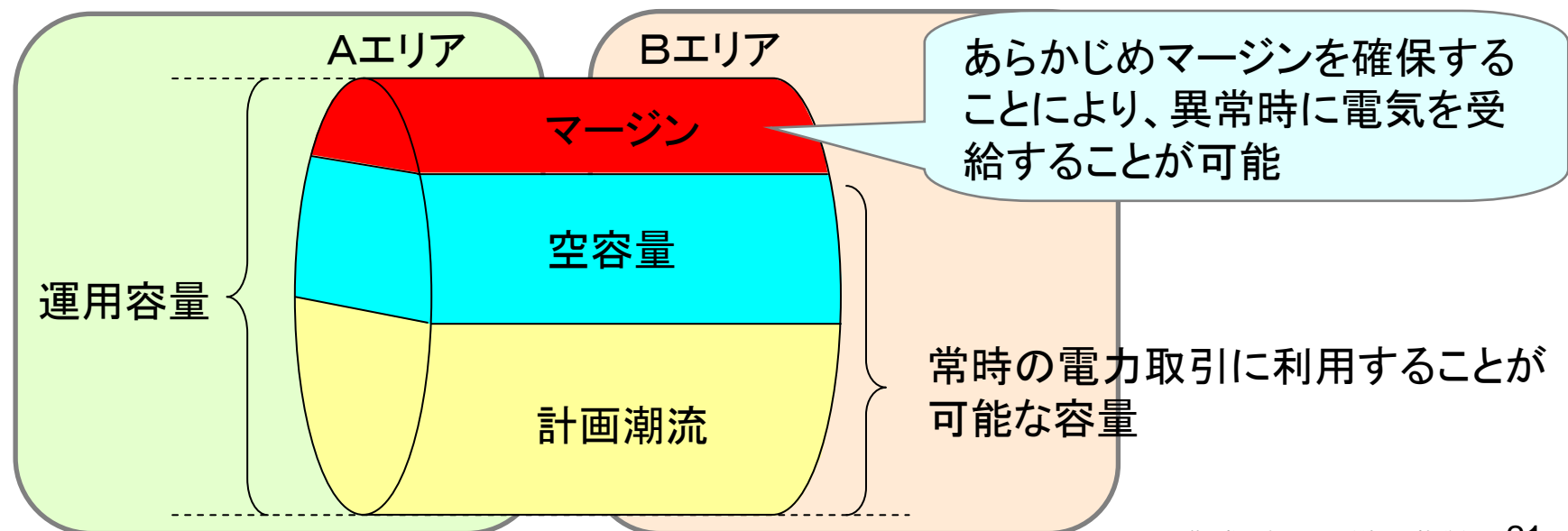
この他に全国融通には運転予備電力、広域相互協力融通
(軽負荷時の長期固定電源の発電出力抑制の回避)がある

3月末までの対応(3)

マージンとは、

- 「システムの異常時対応として会社間の連系設備を通じて他の系統運用者からの応援融通を受電できるように確保しておくべき量」

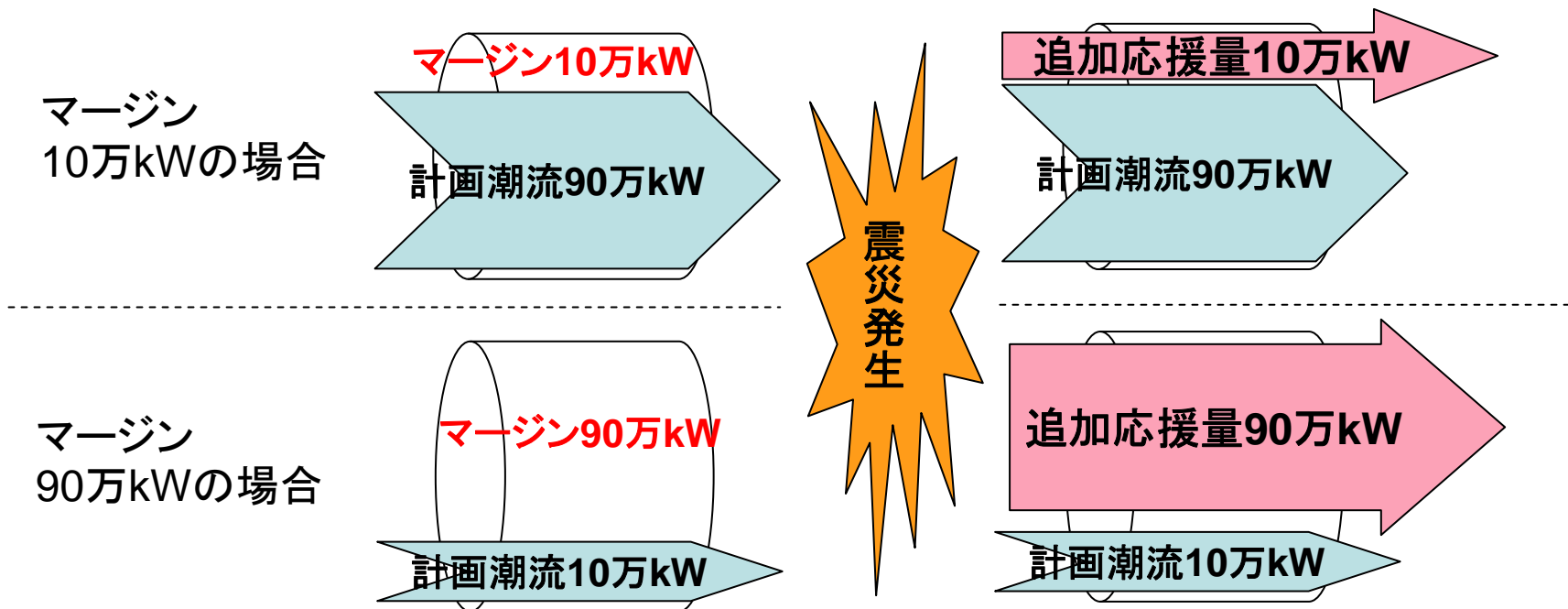
(電気事業分科会報告 平成16年5月21日)



3月末までの対応(4)

マージンの必要性の説明

例えば運用容量100万kWの連系線、
震災前に空容量0まで
計画潮流で利用していると...



3月末までの対応(5)

計画停電せざるを得なかった状況(東京エリア)

- 地震翌日は土曜日のため、需要水準は減少
→休日明けまでは、**計画停電なし**で対応
- 3月14日(月)
 - 想定最大需要: 約4100万kW
(3月10日実績4700万kWー地震の影響600万kW)
 - 供給力: 約3100万kW(全国融通最大約160万kW含む)
 - 需給ギャップ最大約1000万kW
 - 計画停電**による需給バランス維持**必要**
(約500万kW単位で分けた5グループ、5つのサブグループで構成。
3時間単位で6:20~22:00間を7つの時間帯に割り振り。)
送電部門が実施→全ての小売事業者を公平に扱う→給電指令を適用
 - エリアの取引所取引市場の停止(5月末まで継続)

3月末までの対応(6)

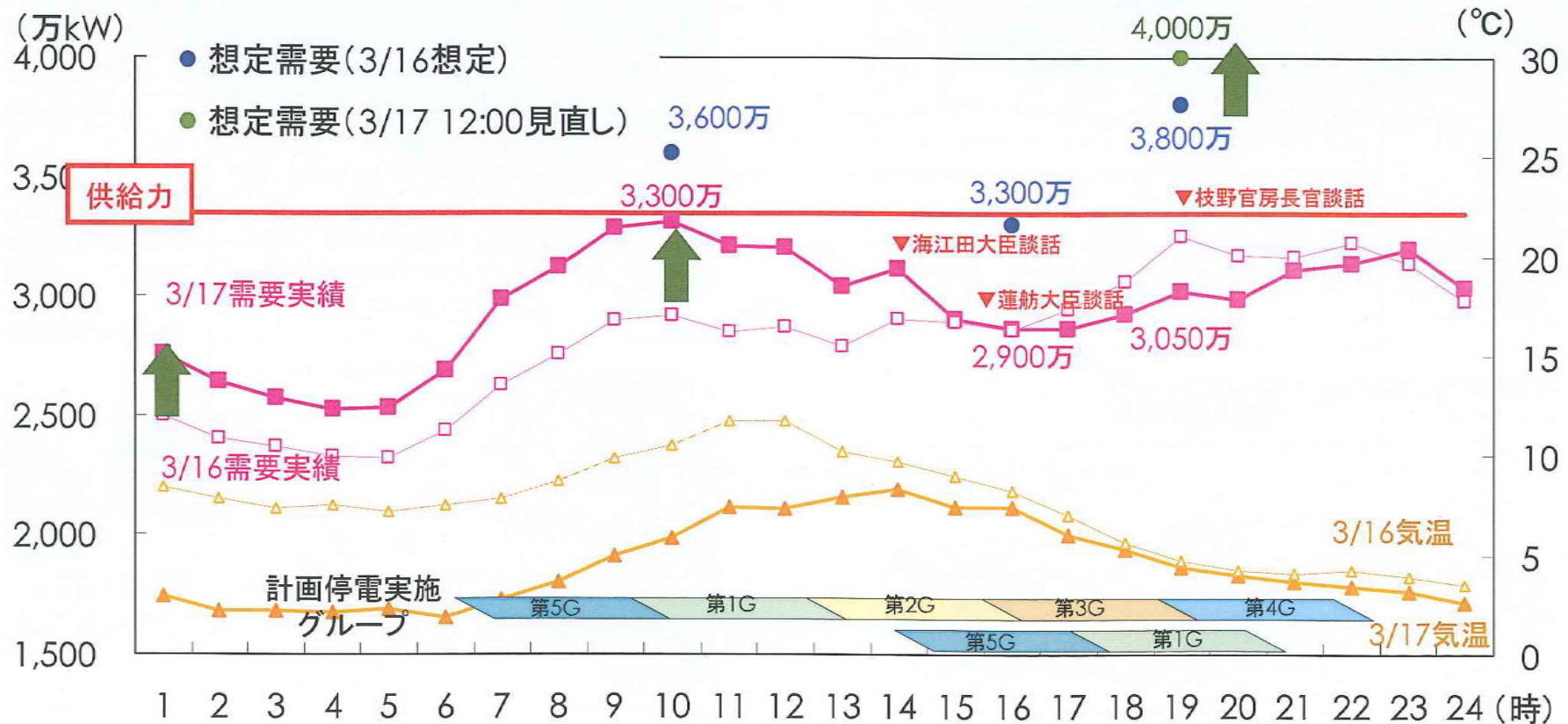
(まとめ)

日		他社応援	計画停電	日		他社応援	計画停電
12	土			22	火		4時間帯
13	日			23	水		2時間帯
14	月	全国融通東京受電 ↑ 全国融通東北受電 ↓	1時間帯	24	木	全国融通東京受電 ↓ 東京受電相対契約へ移行 ↓	1時間帯
15	火		5時間帯	25	金		1時間帯
16	水		5時間帯	26	土		
17	木		7時間帯*	27	日		
18	金		5時間帯	28	月		1時間帯
19	土			29	火		
20	日			30	水		
21	月			31	木		

* 17日は一部グループ1日2回実施

3月末までの対応(7)

- 3/17は真冬並の寒さのため、前日より約400万kW増加し需給逼迫
- 関係閣僚や報道による注意喚起と計画停電の実施により大規模停電を回避



【東京電力提供】

4月以降の影響／対応(1)

(～5月)地震・津波被害による供給力減の継続

／東北・東京エリアへの応援融通

- FCなど連系設備の停止点検の繰延べ
- 東清水FCにおける緊急対策
 - － 10万kW → 13万5千kW
- 東清水FC運開(30万kW化)の前倒し
 - － 平成26年12月→平成24年度下期
- 北海道本州連系設備増強の提言を前倒しで公表 (当初6月とりまとめの予定)
 - － (既設)60万kW→90万kW

4月以降の影響／対応(2)

(～5月)計画停電により需給への関心の高まり ／マスコミなどに対する 電力システムを理解していただく取り組み

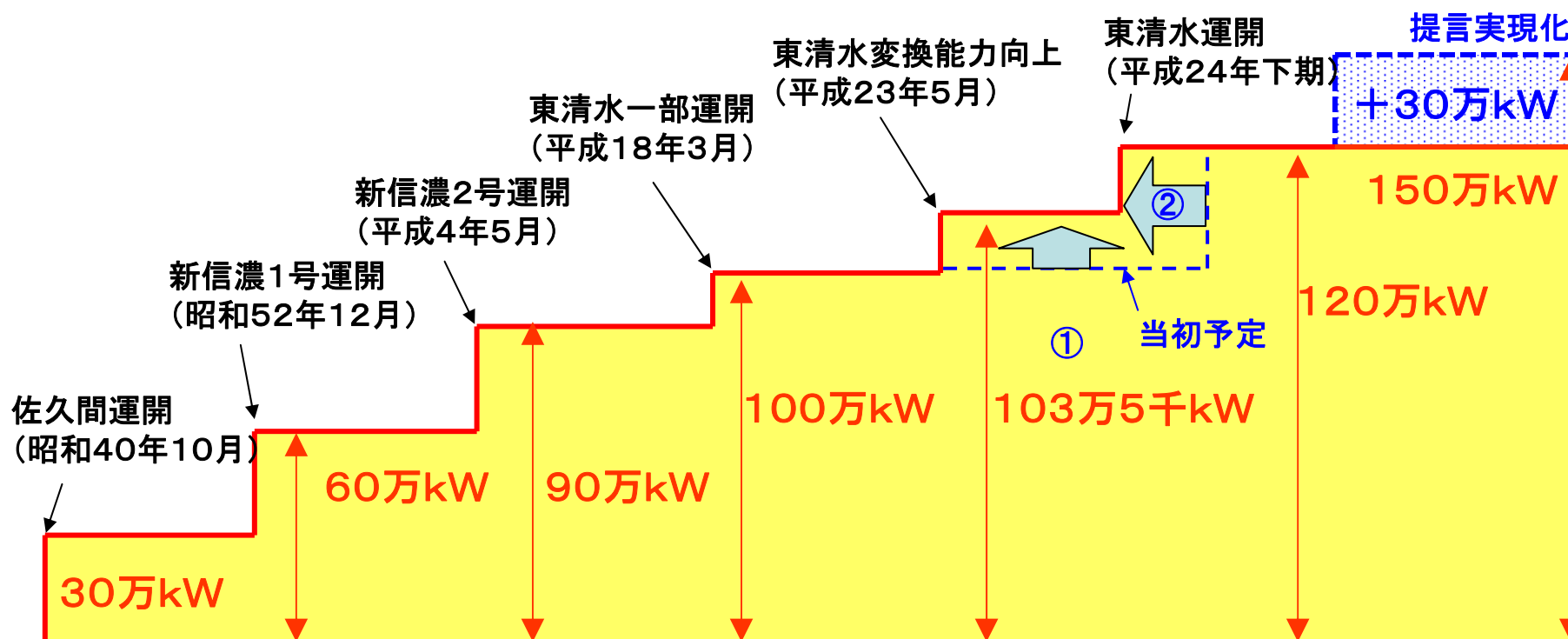
- 地域間連系線の容量
 - － 特に東京中部間連系設備(FC)の容量
 - － あらかじめ緊急時のため、マージンを確保しておく必要性
 - － 一方でマージンを必要以上には大きくすることも問題
 - 設備稼働率の極端な低下
- 60Hzと50Hz
 - － 周波数が違うから連系容量が小さいという単純なものではない(周波数は壁というものではない)
 - － 周波数統一がもはや現実的でない理由(エネルギーレビュー2011年7月号 東京大学横山教授の解説を参照願いたい)

4月以降の影響／対応(3)

(参考)FC増強の経緯

3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京管内の需給逼迫に対して、電力融通を増やせるよう、中部電力が以下の取り組みを表明。

- ① 本年5月より東清水FCの変換能力を暫定的に10万から13万5千kWに増加
- ② 東清水FCの運転開始を2年以上前倒しできるよう検討



4月以降の影響／対応(4)

(5月～)原子力発電所の停止継続

- 東京エリアへの応援量減少→エリア供給力確保
- 中・西日本エリア内の機動的な融通(相対契約)
- 6月:東北エリアで青森県～宮城県50万V系統運開
(福島県を經由して東京エリアまで50万V連系)

東北エリアは6月18日まで停電復旧継続

(7月～)夏期気温上昇にともなう需要増加

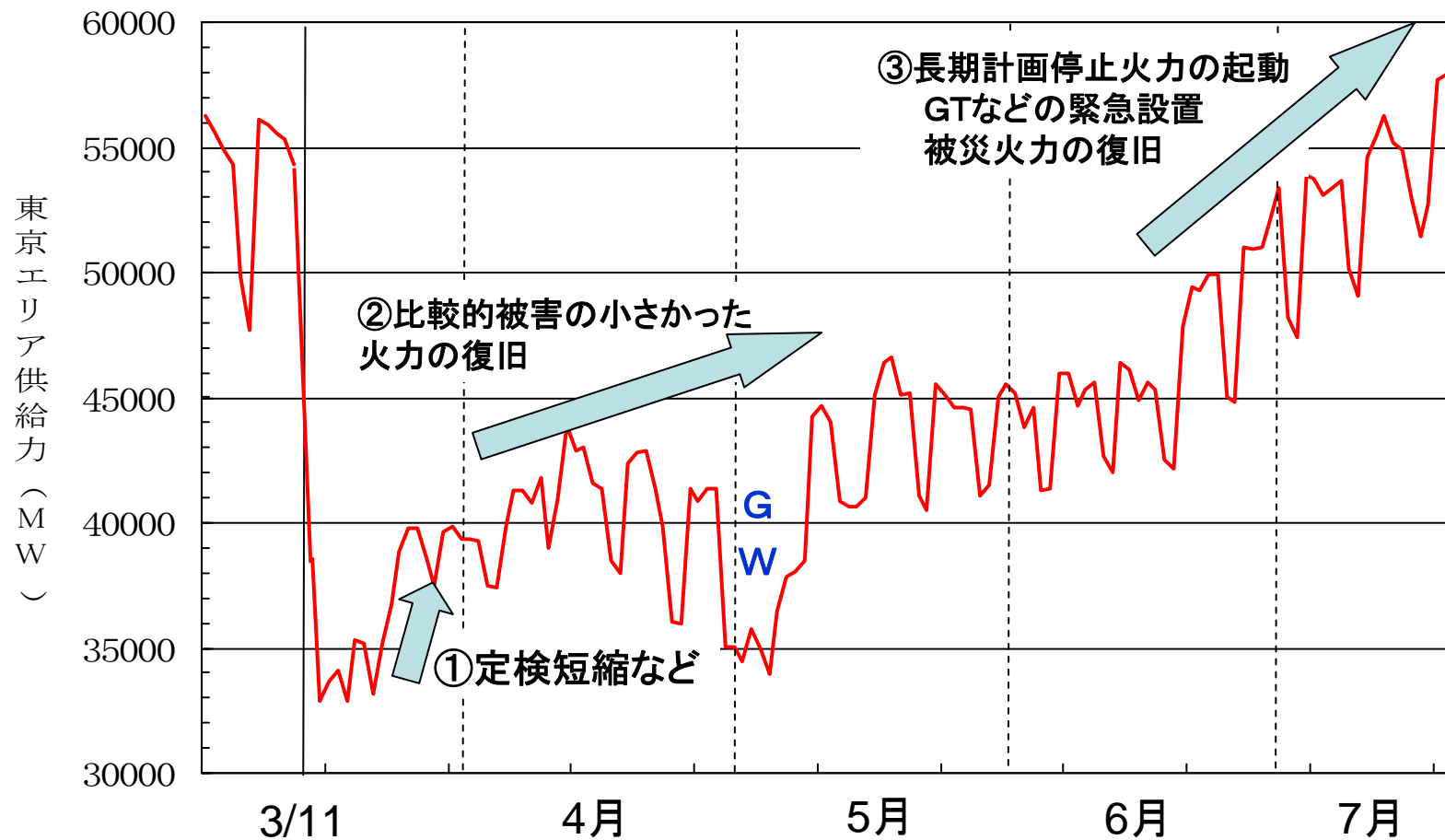
- 節電による需給バランスの維持
 - 東北・東京は、法律に基づいた制限
 - 「でんき予報」など、各地で使用量の見える化

(8月～)新たな不測の供給力減

- 東北:豪雨による水力の被害→全国融通受電(←東京)

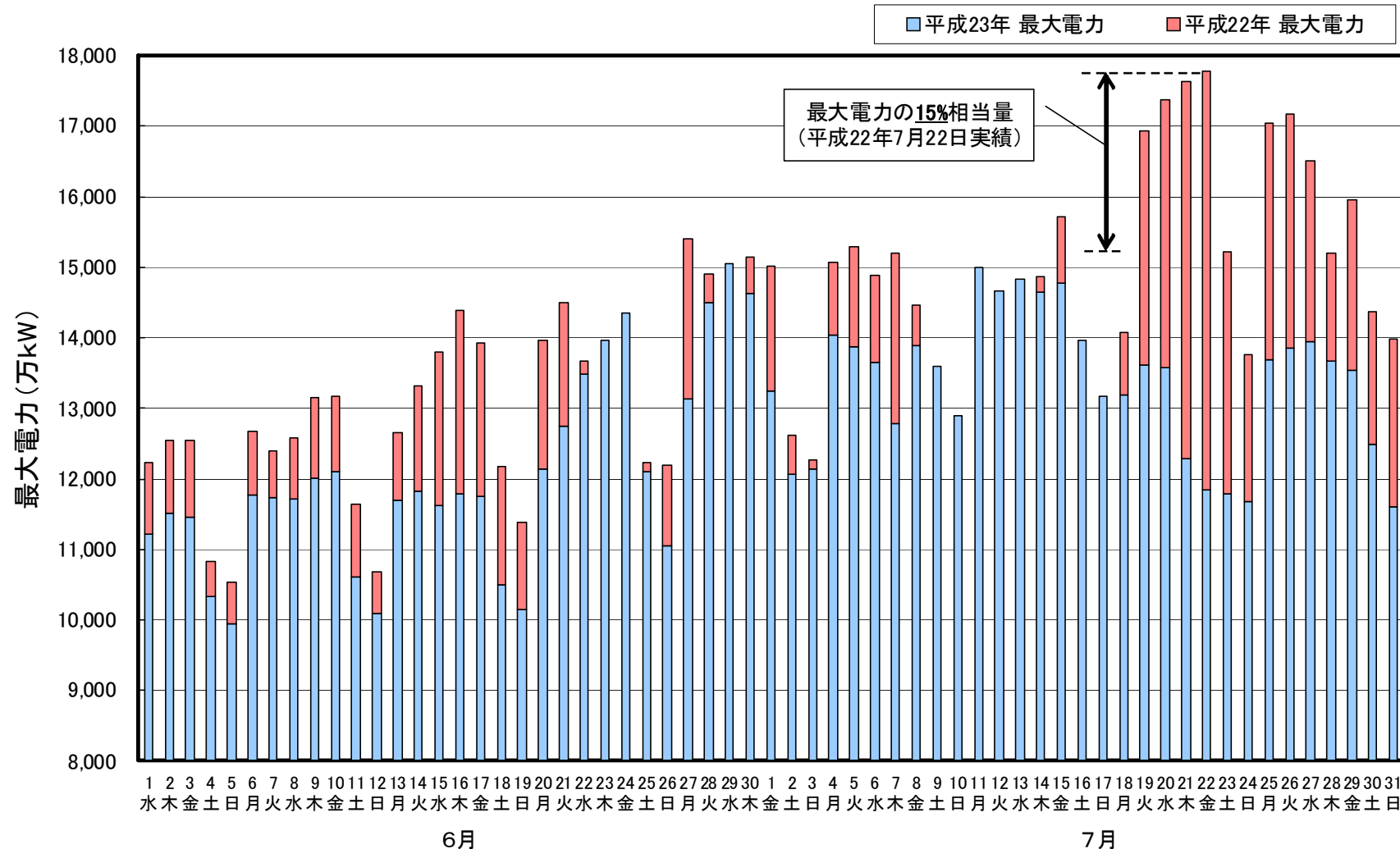
4月以降の影響／対応(5)

東京エリアの供給力増加



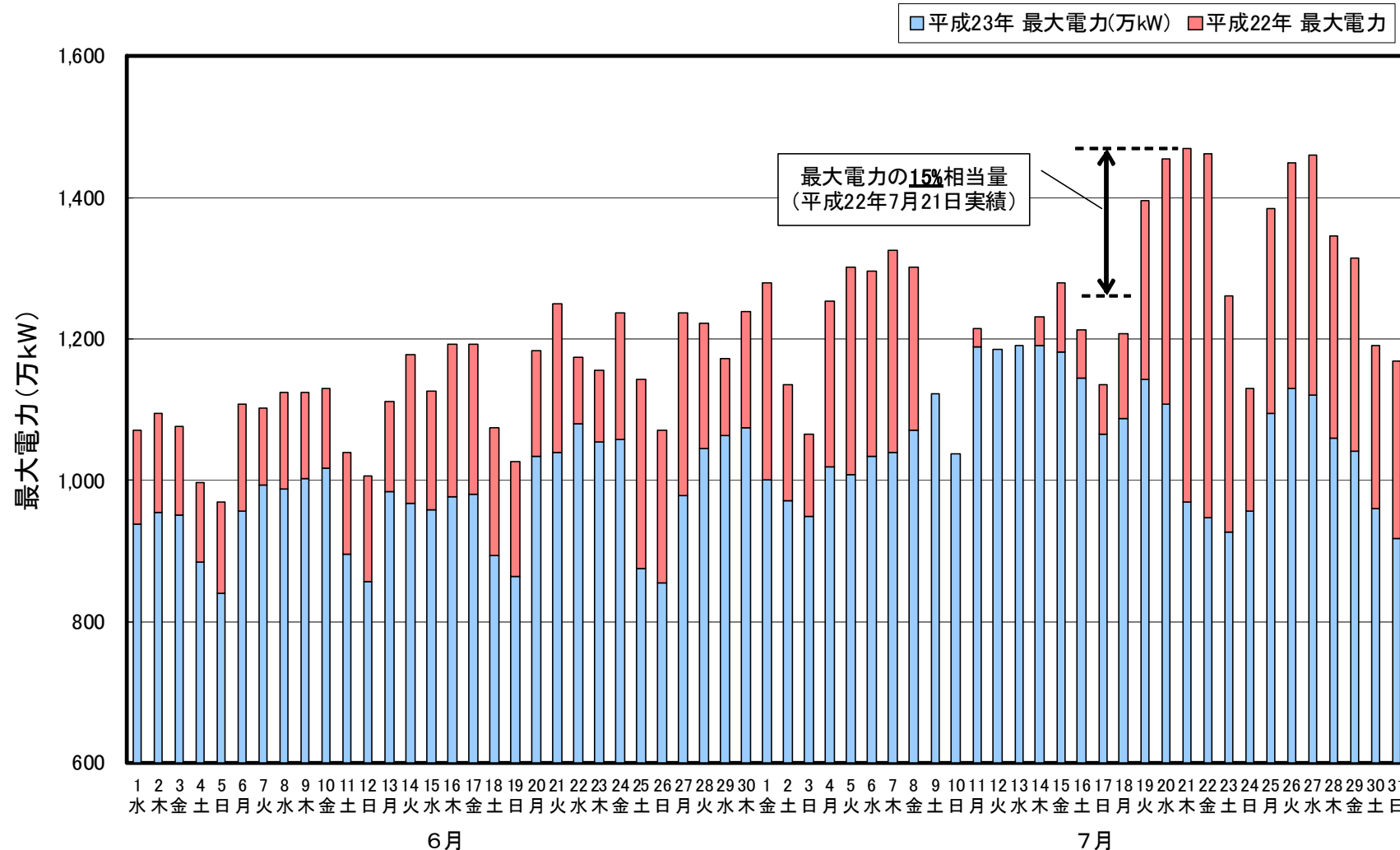
4月以降の影響／対応(6-1)

6, 7月における昨年との需要比較 (9エリア合成)



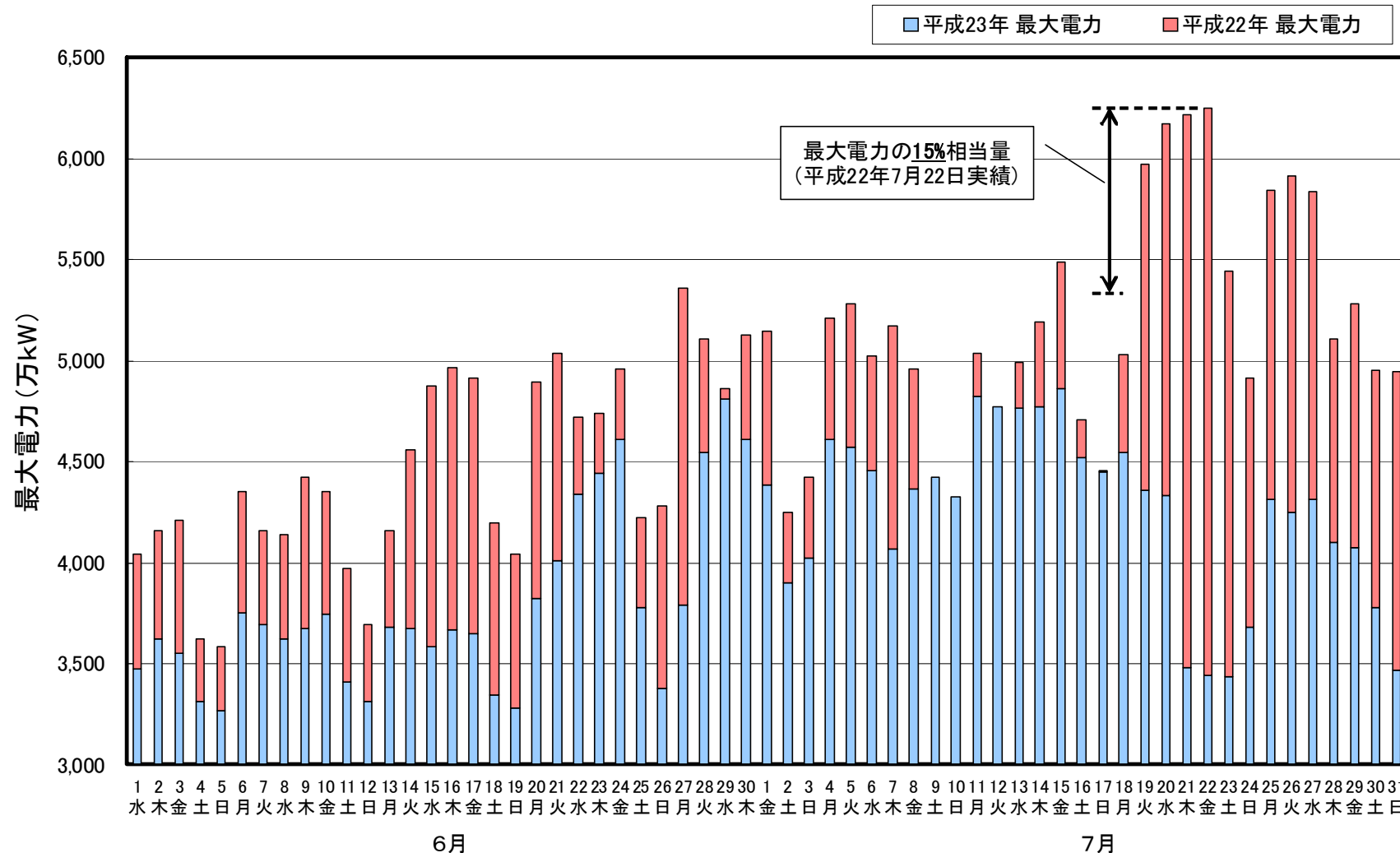
4月以降の影響／対応(6-2)

6, 7月における昨年との需要比較 (東北エリア)



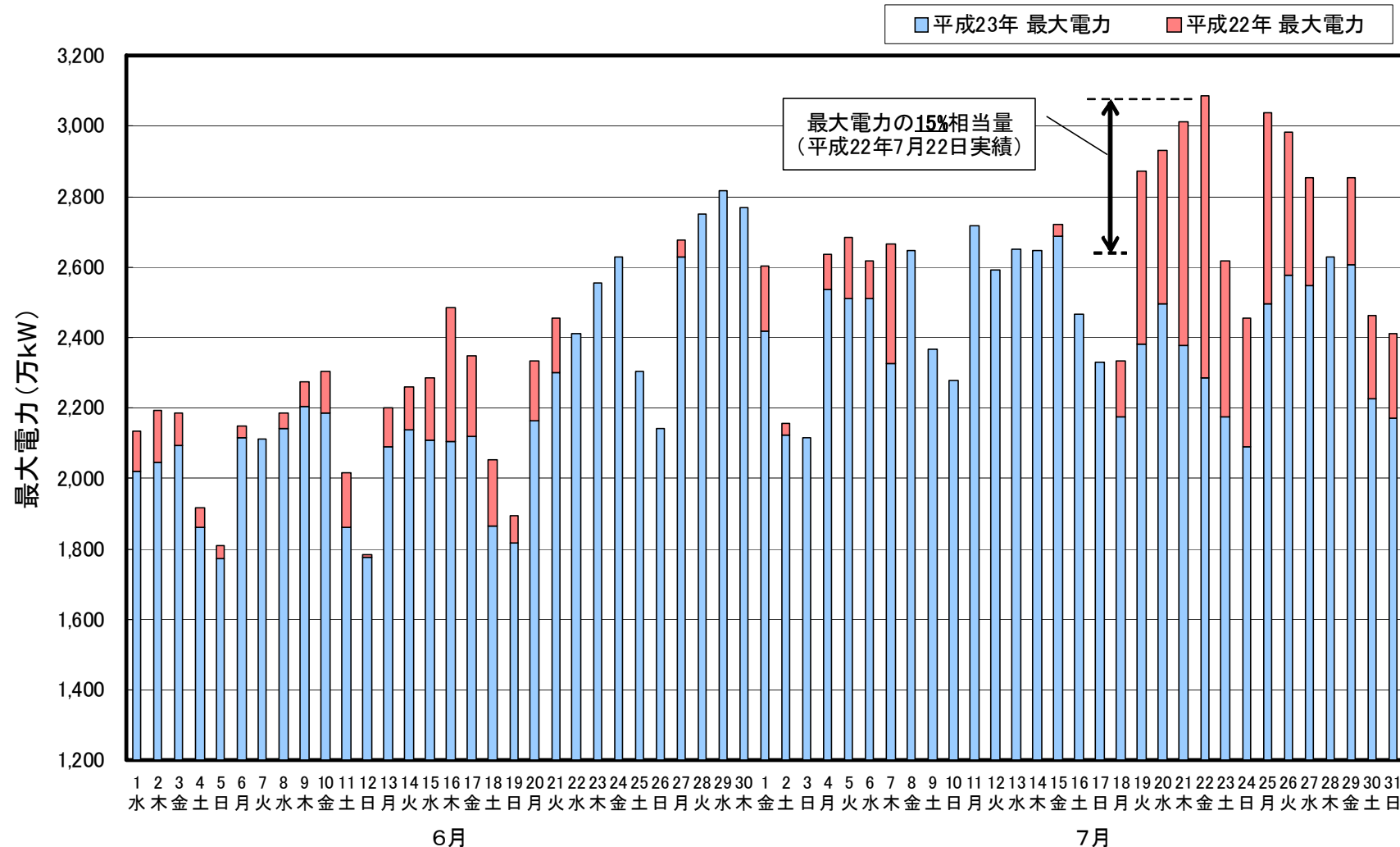
4月以降の影響／対応(6-3)

6, 7月における昨年との需要比較 (東京エリア)



4月以降の影響／対応(6-4)

6, 7月における昨年との需要比較 (関西エリア)



今後の取り組み(1)

1. 連系線増強マスタープラン
(平成23年度地域間系統設備強化等調査)
 - ① 供給信頼度の再評価
 - ② 連系線必要量の算定等
 - ③ 連系線増強にかかる費用及び建設期間の検証
 - ④ ロードマップの作成
 - ⑤ 海外における供給信頼度の確保に関する実態把握

今後の取り組み(2)

2. 供給信頼度評価報告書勉強会

- ESCJでは、毎年供給計画値などを用いて、エリアの需給（一般電気事業者＋PPSほか）計画を、連系効果も含めて、適正予備率8～10%との比較により信頼度評価を実施してきた。
- 大震災を踏まえ、平成24年度信頼度評価報告書の作成に向けて、勉強会を立上げ、供給信頼度評価方法のあり方等について調査・検討を進めている。

勉強会メンバー

座長：岩本教授（早稲田大学）
大橋准教授（東京大学）
大山教授（横浜国大）
泉水教授（神戸大学）
林 教授（早稲田大学）
松村教授（東京大学）
横山教授（東京大学）

スケジュール

6月29日第1回開催
9月21日第2回開催予定
・
・
平成24年4～5月
信頼度評価報告書に反映

今後の取り組み(3)

3. 再生可能エネルギー導入対応

再生可能エネルギー特別措置法の成立 (全量固定買取)

- ESCJルールへ「自然変動電源の優先規定」の反映
 - ルール改定案は、経産省の研究会・審議会などで了承済み
詳細は、http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004671/008_haifu.html
- 再生可能エネルギー電源の系統連系業務の理解促進
 - (仮称)風力発電連系可能量確認WGの立上げ
 - 風力・太陽光関係のイベントへの参加・雑誌への投稿

今後の取り組み(4)

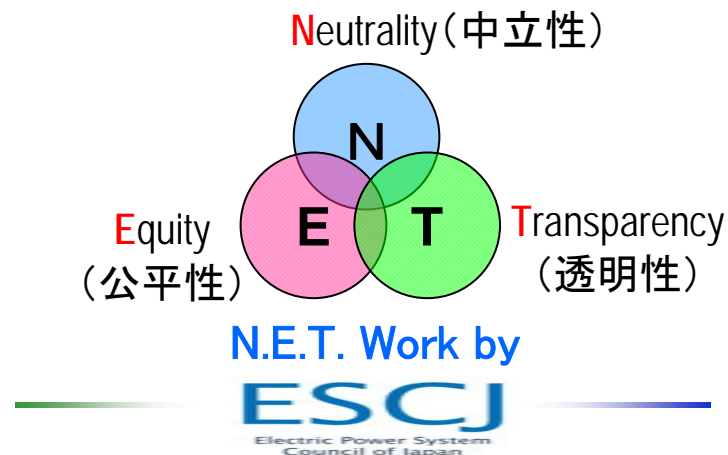
ESCJのホームページ

The screenshot shows the ESCJ homepage with the following elements:

- Header:** ESCJ logo, "Electric Power System Council of Japan", "一般社団法人 電力系統利用協議会", "English" link, "このサイトについて", "サイトマップ".
- Left Navigation Menu:** ESCJの概要, ルール策定, 監視, 情報サービス, 状況, 知らせ, お問い合わせ, リンク.
- Main Content Area:** "電力自由化のフェアプレーのために N.E.T. Work by ESCJ". Text: "ESCJは送電ネットワークの公平な利用を実現するために 中立性(Neutrality)、公平性(Equity)、透明性(Transparency)の確保を目指しております。"
- Callout 1 (Left):** 「電力自由化」に加え「再生可能エネルギーへの取り組み」.
- Callout 2 (Right):** 供給信頼度評価報告書.
- Footer/Bottom Section:** "再生可能エネルギーについての取り組みはこちら", "更新情報" (with a list of dates and activities), "重要なお知らせ", "過去の更新情報".
- Right Sidebar:** "電力自由化のご案内", "会員専用ページ", "供給信頼度評価報告書", "電力系統利用に関する技術資料", "事業者コード・系統コードの設定申込み", "契約認定に関する事項".

以上

ご清聴ありがとうございました
引き続き節電へのご協力よろしくお願いたします



(参考) 全国系統の概念図および

■ 平成23年8月における運用容量 算定結果概要

※詳細はESCJホームページ「供給信頼度評価報告書」参照

