

電力システム改革を踏まえた 今後の安定供給のあり方について

平成25年12月9日

電気事業連合会



1. 中長期の供給力確保のあり方

本WGのご議論を踏まえた自由化以降の供給力確保の考え方

2. 系統運用者が必要な予備力・調整力

一般電気事業者が実施している系統安定化業務の現状と今後の課題

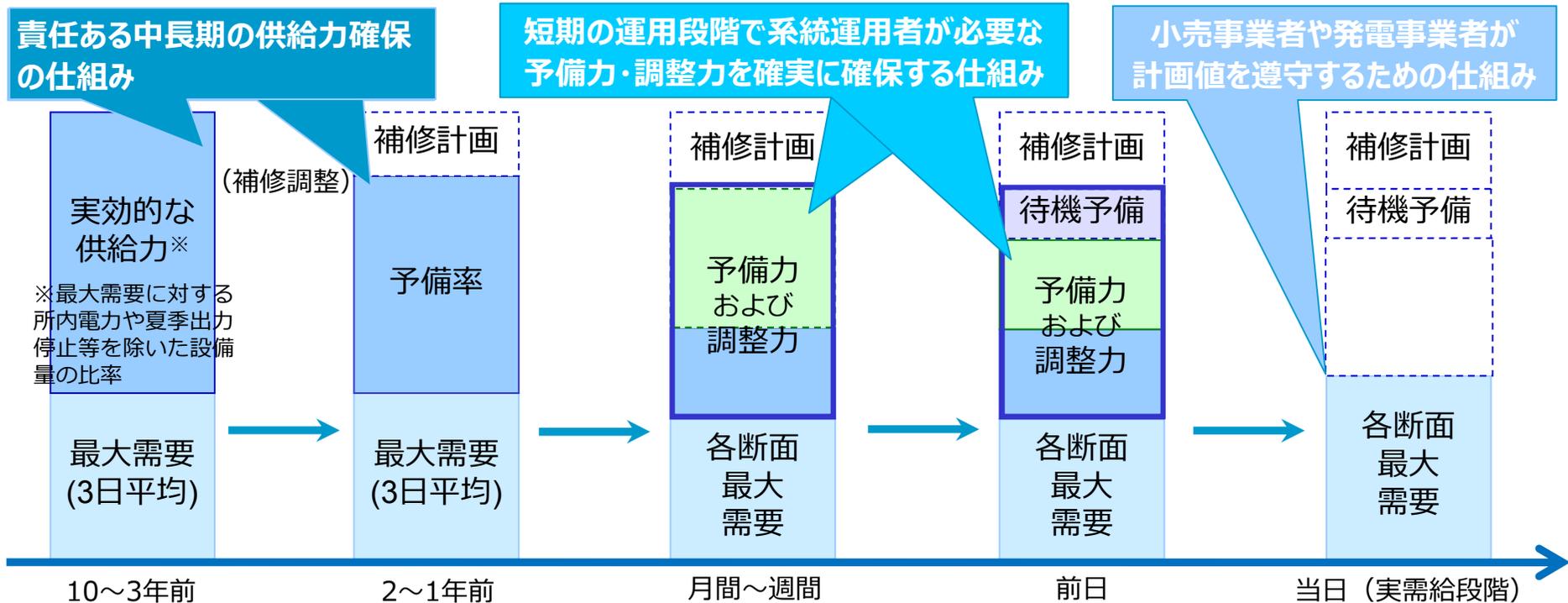
3. 優先的に検討が必要な安定供給のためのルール

実務の視点から見たルール整備の優先順位の考え方

1. 中長期の供給力確保のあり方

安定供給の確保に係る基本的考え方

- 一般電気事業者は、部分自由化による競争環境下においても、規制分野のお客さまへの供給義務を確実に果たすため、電源建設のリードタイム等、様々なリスクを考慮し、長期の段階から、必要な設備を保有し、実質的にはエリア全体の安定供給に資する供給力を確保してまいりました。
- また、短期の段階においては、年間から前日までに、自社電源の作業調整等を通じて、需給安定化に必要な予備力（待機予備力を含む）および周波数調整に必要な調整力を確保し、当日の需給変動に対応することで、高い供給信頼度を確保してまいりました。
- 今後、電力システム改革により、全てのお客さまが自由化の対象となる中でも、長期から短期の段階にかけての供給力・調整力が不足なく確保される仕組みの構築が、安定供給のためには不可欠であり、競争環境を支えるためのベースになると考えております。



【電力システム改革専門委員会報告書より抜粋】

(1) 中長期の供給力確保に必要な機能

今回の改革により小売事業者は供給力確保義務を課されることとなるため、小売事業者が将来の供給力を早い段階から市場で確保することを可能とする機能が重要となる。また、発電事業者が電源投資を計画するに当たっては、将来の需給についての市場参加者の見方を反映した価格指標を形成する機能が望まれる。さらに、長期の電源投資のリスクを低減することで電源投資を促すという観点からは、実需給より手前の段階で投資コストの一部の回収を可能とする機能も必要である。

(2) 容量市場の創設

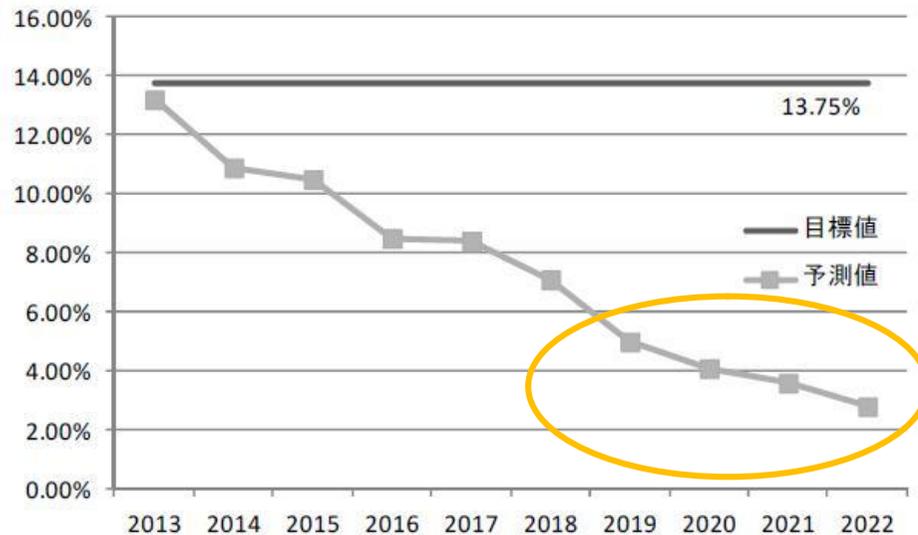
前述したとおり、早い段階で将来の供給力を市場で確保することを可能とする機能、価格指標の形成機能、実需給より手前で投資コストの回収を可能とする機能が必要となるが、これらを実現するための仕組みとして、将来発電することのできる能力を系統運用者、小売事業者等が取引する市場（容量市場）を創設することが適当である。容量市場では、将来の発電能力について価格形成がなされるため、これをシグナルとして発電設備への投資が行われることが期待されるとともに、各事業者が必要とする将来の発電能力の量を市場を通じて柔軟に調整することが可能となる。なお、容量市場の設計に当たっては、需要家が供給を受ける小売事業者を乗り換える可能性や、経済状況の変化など、変動要素が多くあることを前提としなければならないことに加え、電源建設にリードタイムがあることにも留意が必要である。

- 全面自由化の下では、各事業者の責務は限定的であり、小売事業者に供給力確保を義務付けたとしても、将来の需給見通しに対しては責任を負うことができないため、中長期的に、日本全体の供給力を確保し続けることが難しくなります。
- 一方で、電源建設および維持を担保するために、電源の公募入札（費用補填）に依存することは、市場を歪めるとともに、適切に供給力を確保する事業者にも費用負担が求められるといった課題もあるため、その役割は限定的・一時的であることが望ましいと考えております。

事業者等	責務	各事業者の立場や行動
小売事業者	自社需要に対する供給力確保義務	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自社顧客の需要に応じた供給力を確保する必要があるが、<u>中長期の段階では販売計画が不確か</u>であり、<u>前日スポット等の短期的な市場調達に頼ることも認められる。</u>
発電事業者	販売先に対する契約上の供給責任	<ul style="list-style-type: none"> ■ 料金規制はなく、参入・撤退は自由。<u>経済性で電源建設を判断。</u>長期契約がなければ資金調達も含めた電源投資判断が困難。 ■ 法的義務はなく、<u>販売先未定であれば、電源の建設・維持に責任を負わない。</u>
系統運用者	エリアの周波数調整義務	<ul style="list-style-type: none"> ■ 実需給断面で周波数調整義務を負うため、エリアとして必要な予備力・調整力を確保する必要。ただし、<u>原則として自らは電源を保有しないため、発電事業者から予備力・調整力を調達する必要がある。</u>
広域的運営推進機関	供給信頼度評価 電源の公募入札	<ul style="list-style-type: none"> ■ 供給信頼度評価により<u>長期の需給見通しを示して電源建設を促す。</u> ■ 市場に任せていたのでは将来の供給力が不足すると見込まれる場合に、<u>電源の公募入札を図り、新規電源建設や既存電源の維持を図るが、その役割は限定的・一時的であることが原則。</u>

- 電力自由化が先行している欧米諸国では、市場メカニズムによって十分な供給力が確保され得るのかという問題が顕在化してきており、とりわけ、将来的な予備率の低下が問題視されております。
- また、供給力不足の問題が顕在化していない地域でも、間欠性のある再生可能エネルギーの増加に伴い、必要となる調整電源の確保が課題となっており、容量メカニズム等の導入に係る検討が進められているものと認識しております。

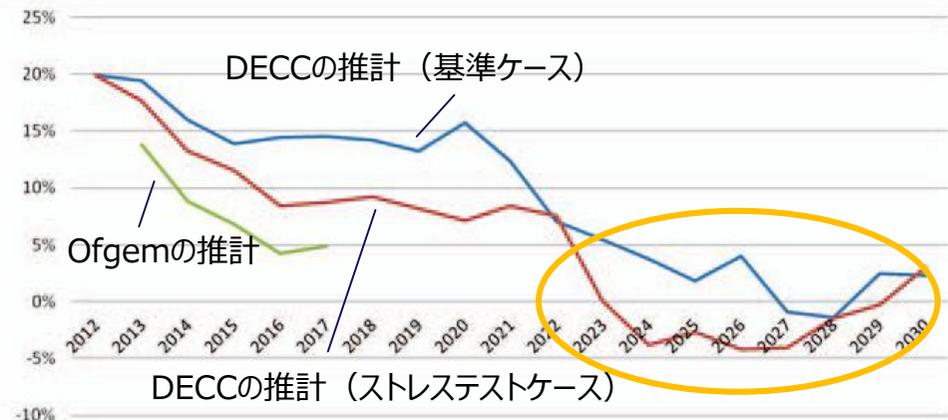
テキサス州ERCOT管内における予備率の見通し



- ERCOTでは、予備率が徐々に低下し、今後も低下が予想されており、容量市場の必要性に関する議論が続けられている。

[出所] ERCOTデータより作成

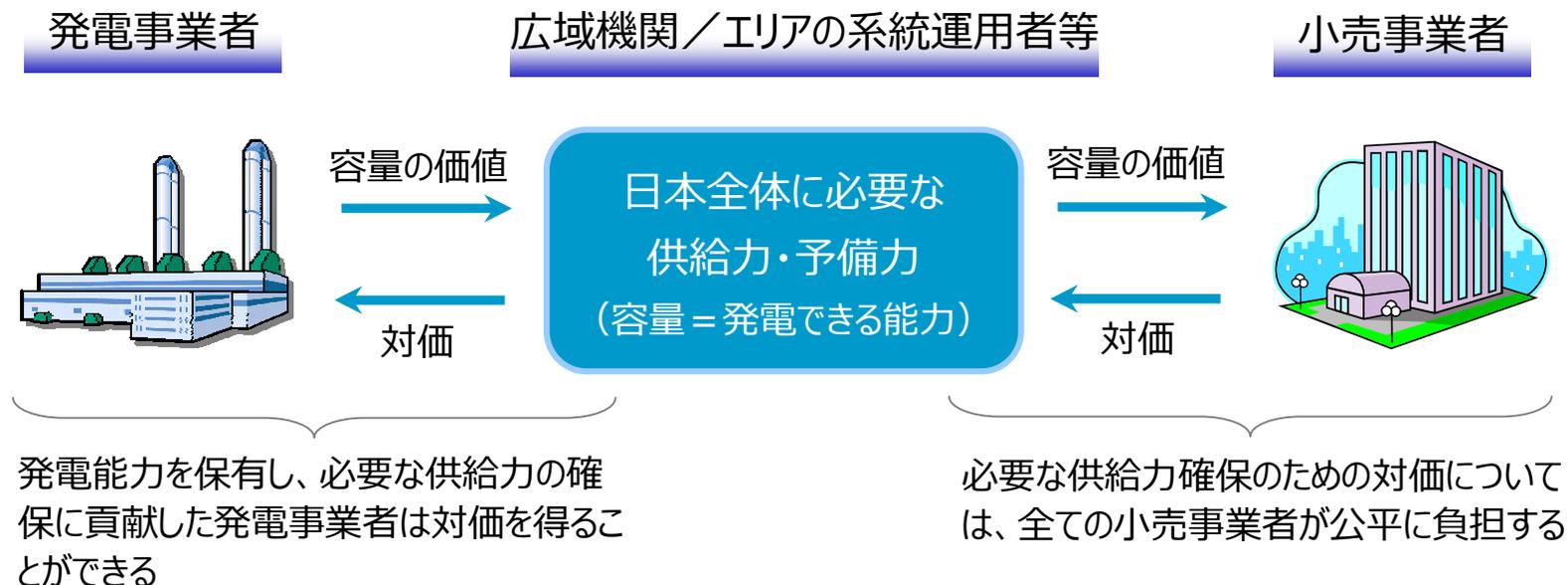
英国における予備率の見通し



- 英国では、今後10年間に5分の1の設備が廃止となり、風力を中心とする間欠性電源等が代替していくと、火力電源の利用率が低くなり、安定供給に必要な設備への投資意欲を減退させる可能性が生じており、今後、容量市場の導入を予定している。

[出所] DECC (2012)

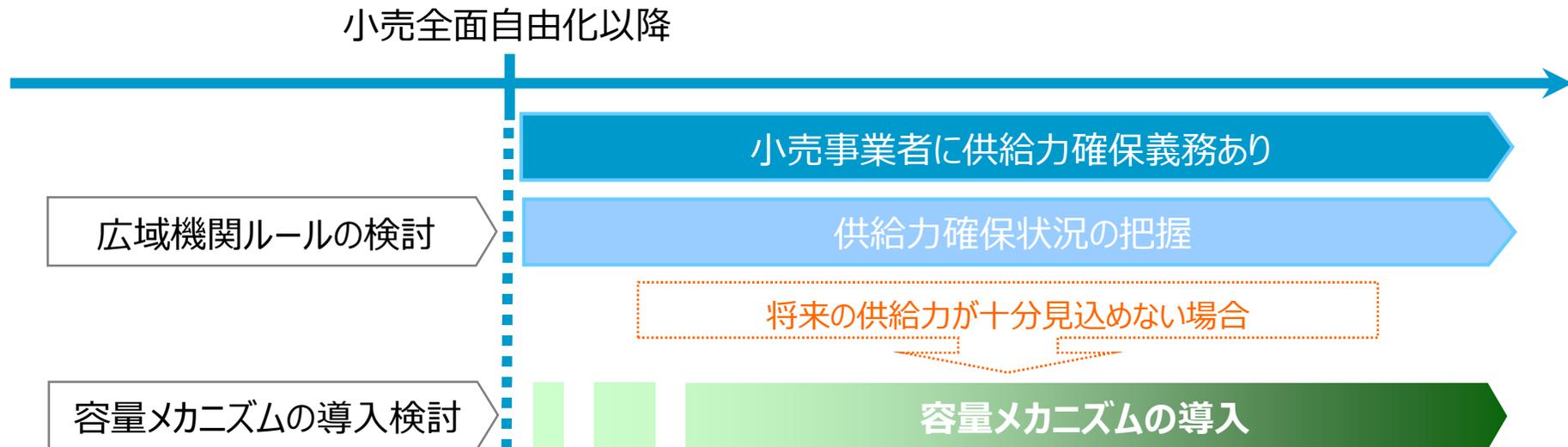
- 中長期的に必要な供給力、予備力を確保することは、短期の断面で小売事業者が自らの顧客の需要に応じた供給力を確保しつつ、系統運用者が必要な予備力・調整力を確保するための前提条件であり、競争が活性化するためのベースになると考えております。
- 一方で、全面自由化の下では、長期的に安定した供給力（予備力を含む）の確保が難しくなることが考えられることから、各事業者の取組みに委ねるのみでは、将来の供給力を確保することが困難となる場合の備えとして、容量メカニズムにより発電事業者の投資回収の予見可能性を高めつつ、全ての小売事業者が公平に負担をする仕組みの検討を進めておくことが望ましいと考えております。



※上記は容量メカニズムの一つのイメージ。上記以外にも容量メカニズムの選択肢は複数あるが、実際にワークすることが重要。どのような仕組みが望ましいか、導入前に、海外の先行事例の検証も含め、詳細かつ十分な検討を行い、より良い仕組みとしていくことが肝要。

- 小売全面自由化により、競争が活発化する過程においては、各社の事業環境や戦略の変化に応じて、需給構造が大きく変わる可能性があります。
- また、現在は、原子力発電所の停止に伴い、日本全体の供給力が十分に足りているとは言えず、原子力の見通しが不透明なままでは、将来的な供給力についても万全とは言えないものと認識しております。
- このため、広域的運営推進機関が小売事業者の供給力の確保状況をしっかり把握することとし、将来的に予備力も含めた供給力が確保できないおそれのある場合には容量メカニズムを導入できるように、予め検討を進めていくことが望ましいと考えております。

容量メカニズムの導入イメージ



2. 系統運用者が必要な予備力・調整力

- 現在、一般電気事業者は、エリアの安定供給や信頼度確保のために、現行制度上のアンシラリーサービスに加え、自社の発電設備を用いて、様々な業務を行っております。これらについては、発電・送配電ライセンス間の兼業規制が課されない段階においては、一般電気事業者の系統運用部門が、中立性・公平性の下、主に自社電源から各エリアの周波数調整に必要な電源（量・機能）を確保することになります。
- 一方で、今後は、システム改革の進展に伴い、発電部門と送配電部門との役割を明確にしていくことを念頭に、調整機能の要件化や、予備力・調整力等の確保も含めて、系統安定化に要する費用をそれぞれの機能の提供者に対して適切に支払えるような制度的手当が必要と考えております。

■ 一般電気事業者が実施している主な系統安定化業務（発電関連）

※詳細は 18 ~ 24

	kW（設備費）	kWh（燃料費）
調整力	・周波数制御（GF、LFC機能）（※1）	・周波数制御（※2）
予備力	<ul style="list-style-type: none"> ・需給バランス調整（運転、待機予備力） ・潮流調整（マストラン対応） ・負荷制御（瞬時調整契約等に基づくもの） 	<ul style="list-style-type: none"> ・需給バランス調整（インバランス等） ・待機予備電源の運転 ・潮流調整 （設備容量超過防止、広域停電未然防止、発電機脱調防止等） ・負荷制御
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧調整（無効電力供給） ・系統安定化装置 ・全停電からの自立起動装置 ・緊急設置電源、50/60Hz両用機 	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急設置電源、50/60Hz両用機、自立起動装置の運転 ・系統保安のための揚水のポンプアップ

（※1） 現行の託送料金原価に織り込まれているもの

（※2） 発電機の一部を調整力として提供することで電力量取引ができなくなることに対する変動費補償

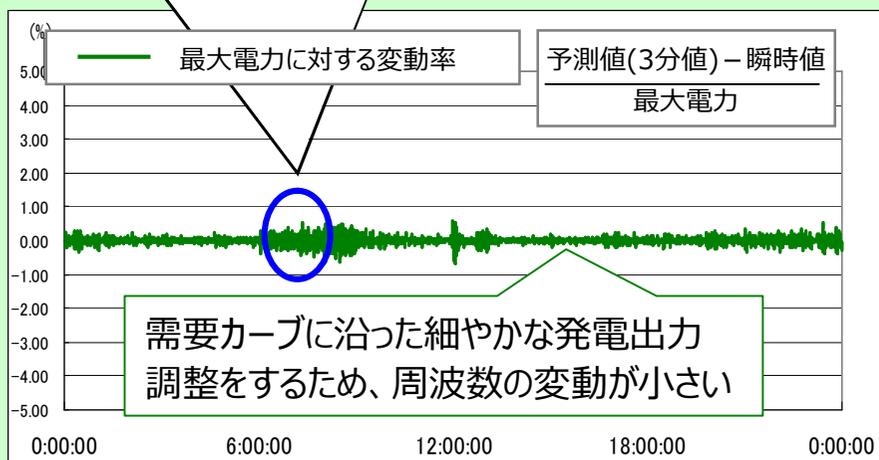
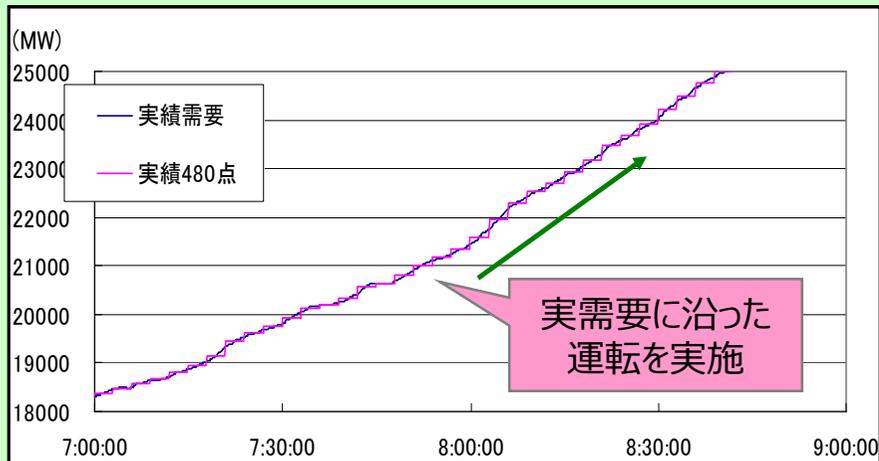
- これまで一般電気事業者の系統運用部門は、需給安定化のために、自社の需給調整とエリアの周波数調整を、主に自社の電源を用いて一体的に調整を行ってきましたが、システム改革の進展に伴い、その環境が変化していくことになります。
- 再生可能エネルギーの増加や計画値同時同量制度の導入が調整力のスペックや量に与える影響、また調整電源の多様化による調達リスクなど、現時点では不透明であり、実績を踏まえた検証が必要なものもあることから、調整力確保に係る制度設計に当たっては、こうした点にも留意して進める必要があると考えております。

		これまで	システム改革以降
第1段階 第2段階	①再生可能エネルギーの増加	再生可能エネルギーをエリア単位で調整（一部のエリアで導入量に制約が生じている状況）	エリアの許容量を越えた電源を広域で調整（系統運用者が調整する「しわ」が増加する可能性）
	②調整電源の多様化	一般電気事業者の電源を自在に活用（発電部門は系統運用者の調整を支援）	多様な発電事業者から調整力を調達（調達リスクを適切に管理する必要性）
	③計画値同時同量制度の導入	一般電気事業者は、実需要に沿った運転を実施 [実需同時同量]	一般電気事業者の発電部門は、30分単位の発電計画に合わせた運転を実施 [計画値同時同量]（調整力の必要量が増加する可能性）

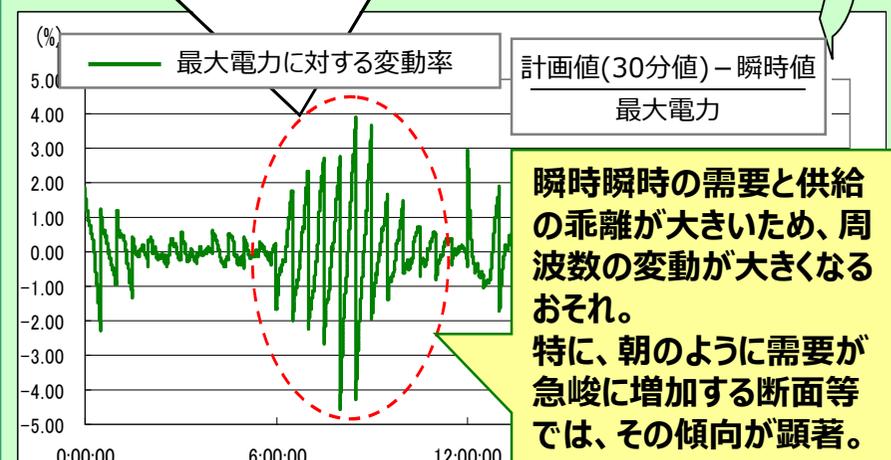
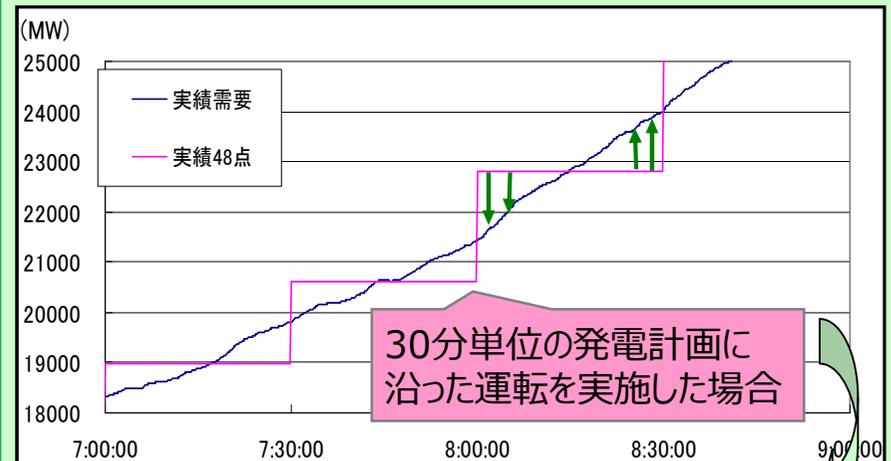
[参考] 同時同量運転が周波数制御へ与える影響のイメージ

- 現在、一般電気事業者の系統運用部門は、日々の需給運用において、実需要の変動と数分先の予測値に基づいて発電機の出力を調整しています [左図]。
- 一般電気事業者の発電・小売部門が同時同量制御を行うにあたり、30分単位の需要カーブ（発電計画）に基づき発電機を運転すると、周波数変動が従来より大きくなるおそれがあります [右図]。

現行の周波数制御



計画値同時同量制度導入後の周波数予測



3. 優先的に検討が必要な安定供給のためのルール

- 第2回制度設計WGで示された「小売自由化、送配電部門の一層の中立化に必要なルール」については、改革以降の安定供給を支える上でいずれも欠かせないものと認識しております。
- 将来的には、調整力の確保方法や発電事業者と系統運用者の協調に関するルール構築など、様々な実務的課題が想定されますが、特に、これまで給電のオンラインシステムを活用して行ってきた周波数調整業務をルール化する際は、失敗が許されないだけに入念な検討が必要です。また、系統運用者が新たに構築する制御システムに組み入れることも踏まえ、優先的に検討を進める必要があると考えており、検討に協力してまいります。

第2回制度設計WG 資料3-3から抜粋

1. 発電と送電の協調等の観点からのルール整備を要する事項

- (1) 供給力・予備力確保の在り方
- (2) 作業停止計画調整
- (3) 送電制約発生時の混雑処理
- (4) 電圧・周波数調整
- (5) 事故・故障発生時、需給ひっ迫時等の緊急時対応
- (6) 再生可能エネルギーの扱い
- (7) 最終保障

2. 周波数調整に関してルール整備を要する事項

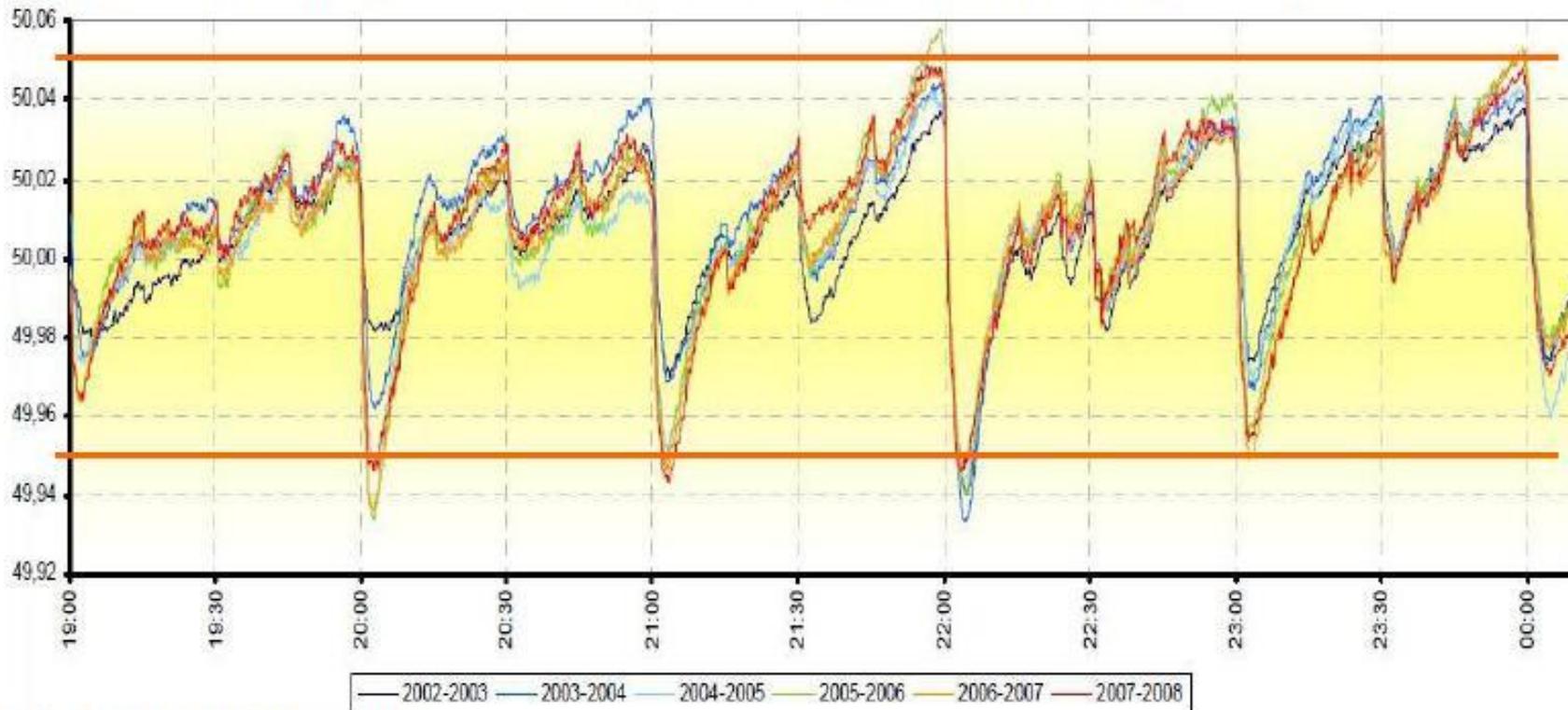
- (1) 調整力の持ち方に関する考え方
- (2) 調整力の調達の考え方
- (3) 制御に関する事項
- (4) 対価、監視等に関する考え方

オンライン制御に必要なルール

- ・調達の単位（個別電源ユニット単位、BG単位）
- ・実需給に向けた調整の実施手順の考え方、引渡し方法
- ・系統運用者と、各発電事業者間の制御範囲
- ・調整電源に対する指令の方法、指令に対する遵守状況の監視

- ◆ 欧州大陸 (UCTE系統) : 通常、周波数は 50 ± 0.05 Hz の間に滞在。
 ※ 下記 U C T E の調査によれば、130万kWの電源脱落で周波数0.05 Hz 低下。
- ◆ 冬季夕方は、毎30分、特に毎正時近辺で、 50 ± 0.05 Hz を外れる状況が確認されている。
 ※ U C T E の系統の規模は、東日本の約 5 倍であるため、周波数変動の絶対値は小さい。

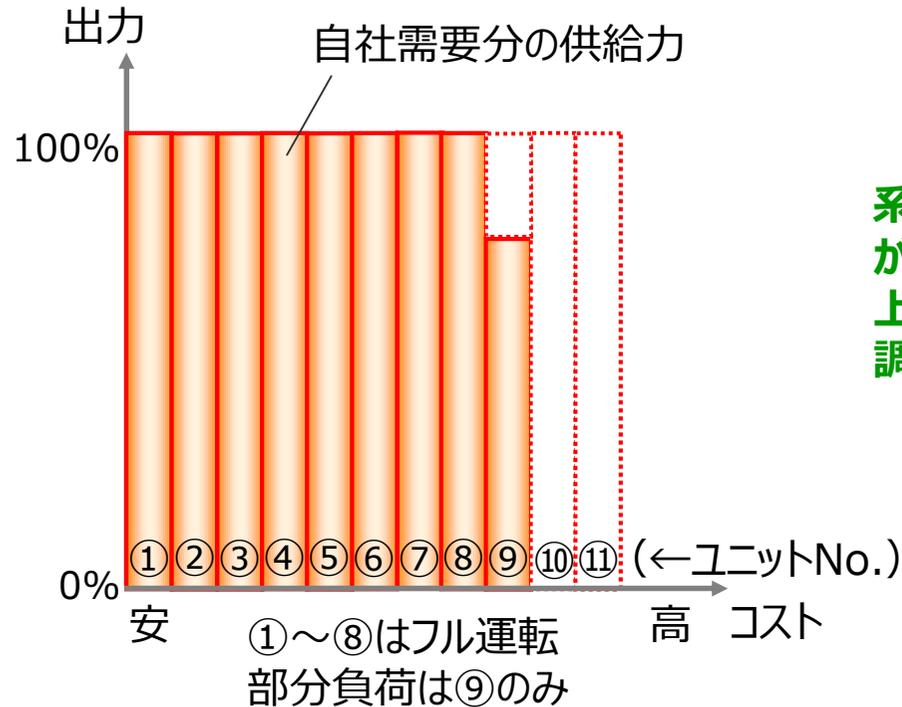
周波数 (Hz) UCTE系統の冬季夕刻における周波数変動(各年平日の平均値)



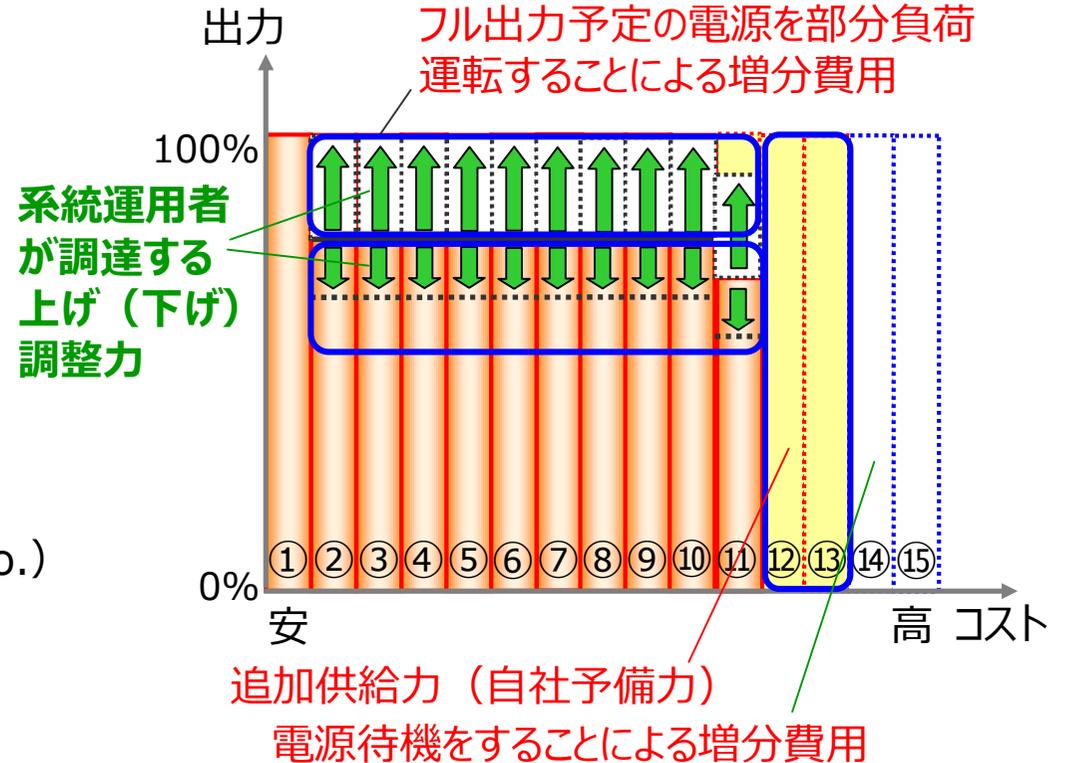
※対象は11-3月の月-金、19:00-0:05

[参考] 周波数調整を行うための供給力配分

最経済運用を追及する場合の発電計画*



系統運用者に調整力を提供する場合のBGの発電計画*



- 調整力を考慮した供給力配分には、増分費用が発生する
 - ・フル出力予定の電源を部分負荷運転することの追加コスト
(発電効率低下【②～⑧】，追加ユニットの起動・発電【⑩,⑪】等)
 - ・追加供給力(予備力)確保コスト【⑫,⑬】
 - ・予備力を最終断面で活用しないことによって発生する電源待機に要したコスト【⑭,⑮】

※現状より多くの調整力が必要な場合には、全体の調整コストも上昇

* 上記図はあるピークの30分断面 (イメージ)

■ 中長期の供給力確保のあり方について

- 全面自由化以降も、中長期的に日本全体で必要な供給力・予備力を確保するためには、容量メカニズムが必要と考えております。
- 今後は、各小売事業者の供給力確保状況をしっかりと把握することとし、将来的に十分な予備力が確保されていない場合は、容量メカニズムを導入できるように、検討を進めていくことが望ましいと考えております。

■ 系統運用者が必要な予備力・調整力について

- 今後、システム改革の進展に伴って、発電部門と送配電部門との役割を明確にしていくことを念頭に、調整機能の要件化や、予備力・調整力等の確保も含めて、系統安定化に要する費用をそれぞれの機能の提供者に対して適切に支払えるような制度的手当が必要と考えております。

■ 優先的に検討が必要な安定供給のためのルールについて

- 将来的には、予備力・調整力の確保方法や、発電事業者と系統運用者の協調に関するルールなど、様々な実務的課題が想定されますが、特に、給電のオンラインシステムを活用して行う周波数調整業務に係るルールについては、その重要性やシステム構築が必要なことを踏まえ、優先的に検討を進める必要があると考えており、検討に協力してまいります。

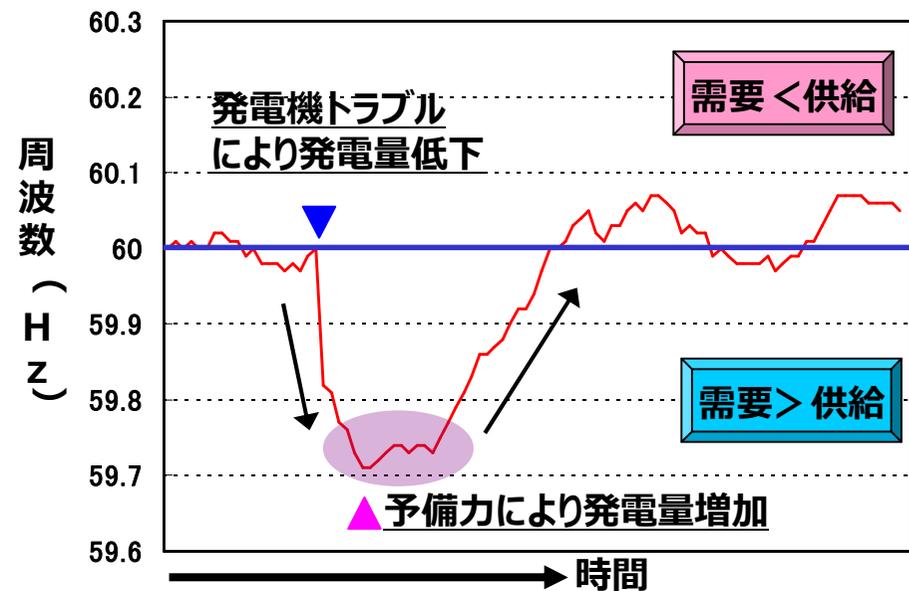
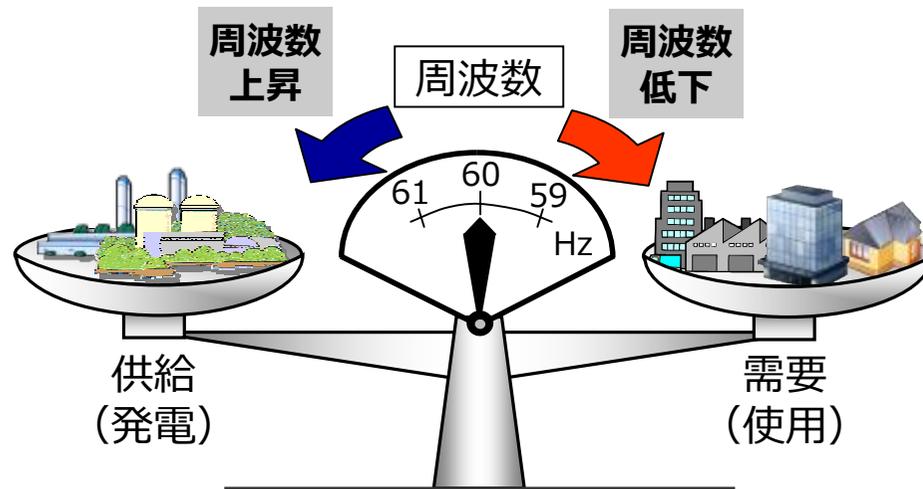
参考資料

(系統運用に関する業務の例)

[参考] 現行の周波数制御について (1)

- 電気はその特性上、貯蔵が出来ないため、お客さまの使用量と発電量を常に均衡させて、周波数を維持する必要があります（使用＝発電の状態が50Hz（もしくは60Hz）です）。
- 仮に、発電機がトラブルにより緊急停止すると、「使用＞発電」となり周波数が低下します。これが一定範囲を越えると、工業製品にムラが発生する等、お客さまに影響が及びます。
- このため、系統運用部門は、常に運転中の発電機に余力を持たせ、周波数低下時には、当該発電機に対して発電量増加の指令を行い、周波数を速やかに元の状態に戻すよう調整を行っています。

周波数は電気の使用量と発電量のバランスを表す

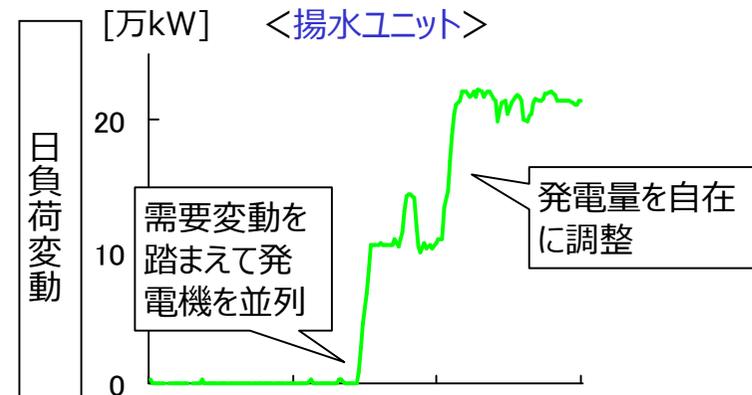
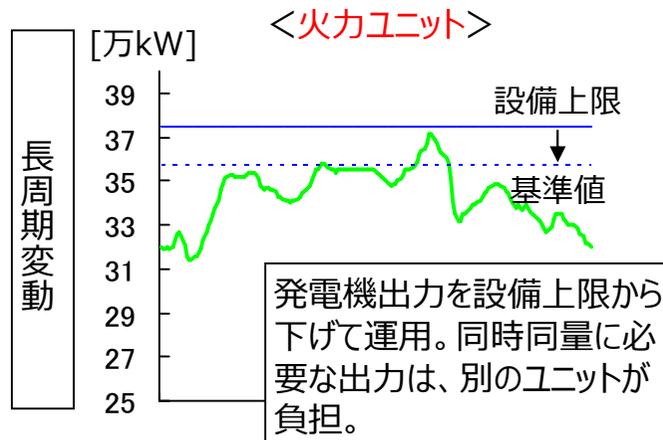
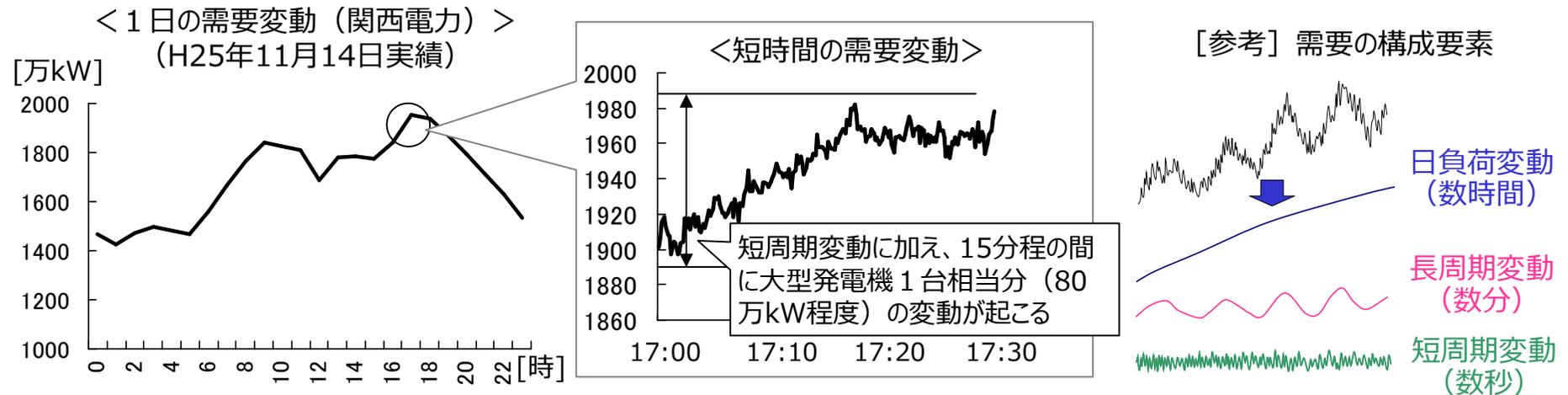


<周波数変動の影響の一例>

- 化学繊維産業：糸のたるみ、太さにむらが発生
- 製紙産業：紙の厚さにむらが発生

[参考] 現行の周波数制御について (2)

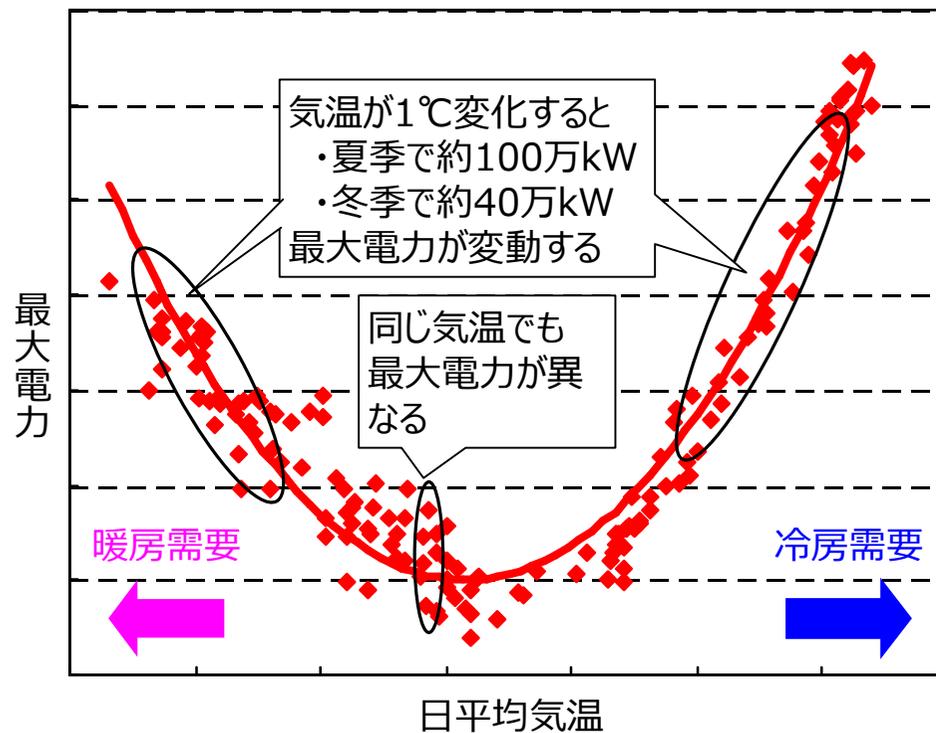
- また、お客さまの電気の使用量も、工場や会社の営業状況、空調・照明機器の使用状況等により、時々刻々、変動しています。
- このような不規則な使用状況に対しても発電量を均衡させるため、発電機の特性に応じて、短時間に出力を変動できるよう基準出力を下げて運転したり、並解列や発電量を系統運用者が自在に調整することで、エリアの周波数を一定範囲に維持しています。



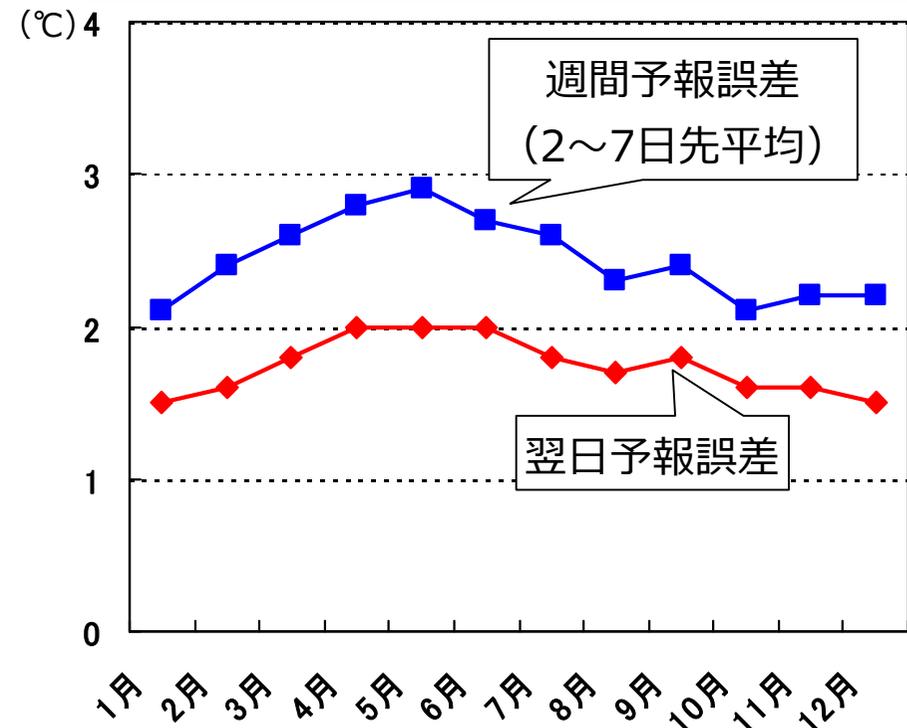
[参考] 気温予報誤差について

- 一般電気事業者は、週間や翌日・当日の需要想定において、気象庁もしくは民間予報会社が発表する気温予報値等を使用しています。
- この気温予報は正確に当てはまるのは難しく、例えば、気象庁による東京地方の最高気温の予報精度は、20数年前に比べて改善されているものの、至近でも翌日予報で1.5℃強の誤差が発生しており、供給力・予備力の確保にあたっては、これを踏まえたリスク管理が必要になります。

1年間の最大電力変動（関西電力）



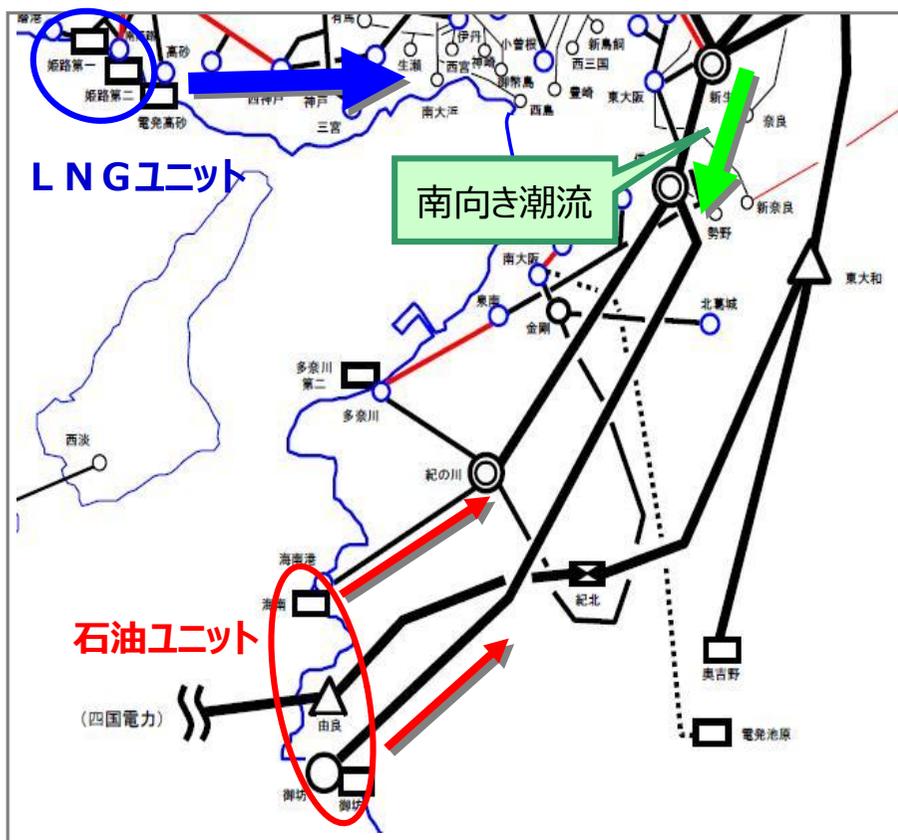
最高気温の予報誤差（例年値・全国平均）



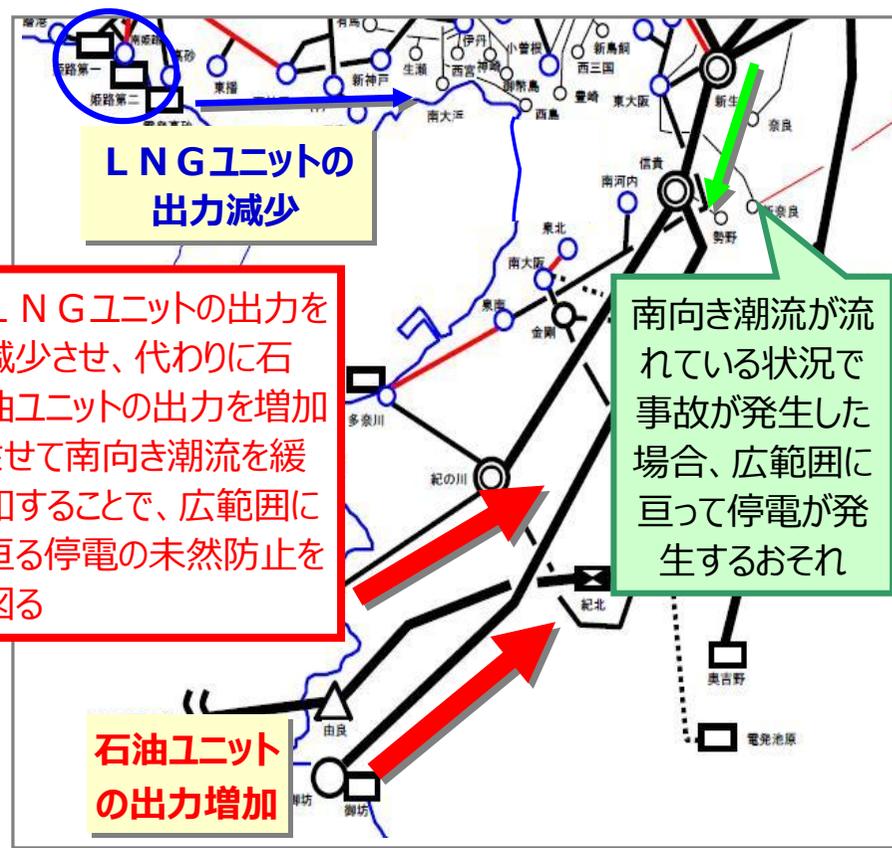
[出典] 気象庁HP

- 現在の電力システムは、発電設備と送配電設備を一体的に構築・運用することで、平時はもとより、災害やトラブル時においても安定供給を実現してまいりました。
- 運用面では、例えば、雷や台風によって送電線の事故のリスクが高まった場合においても、送電線の潮流を踏まえ、特定の発電機の出力を増加することで、潮流を安全値に抑制し、広域停電の未然防止を図っています。

■ 関西電力のケース



【平常時】



【事故リスクが高まった場合】

