

電力系統の広域的運用に向けた 取り組みと役割

平成31年2月13日

電力広域的運営推進機関
進士 誉夫

-
- ① 広域機関の役割
 - ② 地域間連系線利用ルール
 - ③ 容量市場
 - ④ コネクト&マネージ

① 広域機関の役割

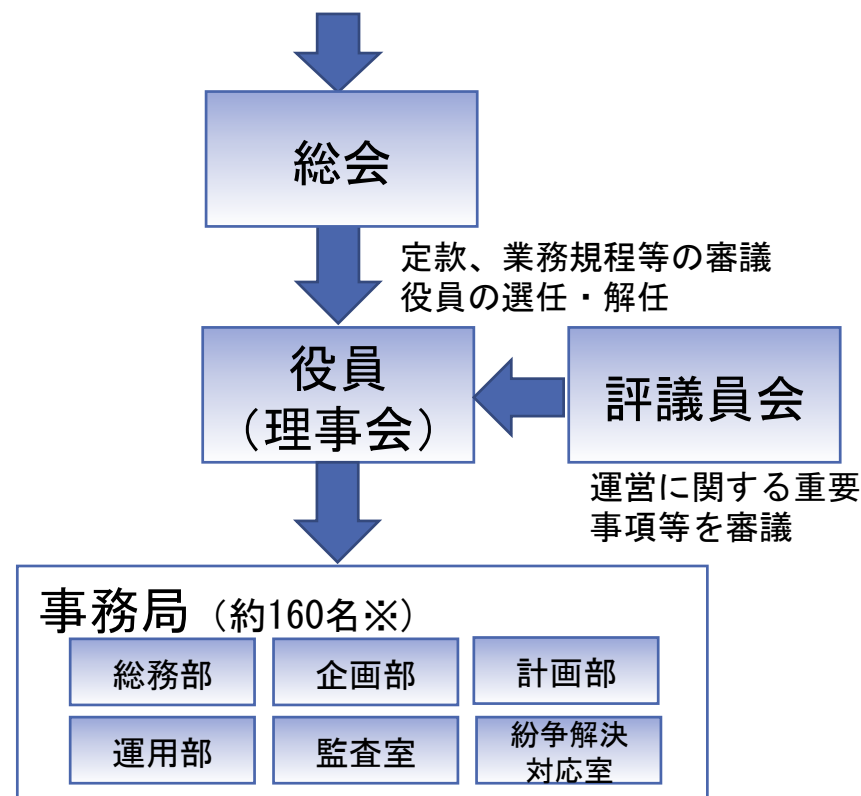
- 広域機関設立以前の需給管理等は、区域（供給エリア）ごとに行うことが原則とされていたため、連系線の増強や他地域からの電力融通等は、事業者の自発性に委ねられていた。
- 広域機関が設立され、**電源の広域的活用に必要な送配電網の整備**や、**全国大での平常時・緊急時の需給調整機能強化**等の役割を担うこととなった。

広域機関の主な業務

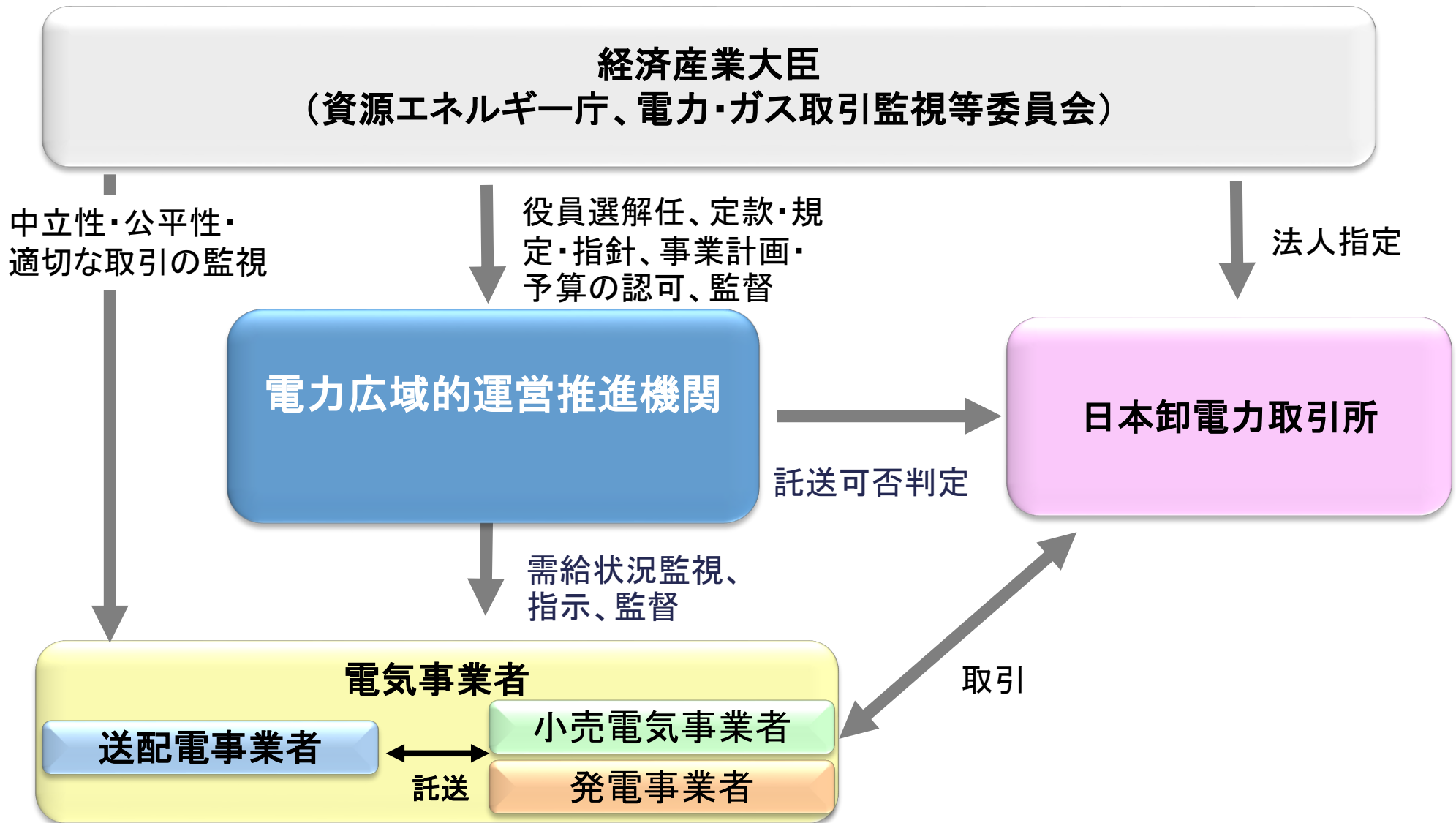
- ① 会員その他電気供給事業者が遵守すべき**ルール**を策定する。
- ② 需給ひっ迫時における**需給調整**（電源の焚き増し、電力融通を指示）や、それに伴う**連系線管理**を行う。
- ③ 周波数変換所や地域間連系線などの**広域連系システムの整備計画**を立案し、推進する。
- ④ 全国大の電力需要予測と、その電力**供給計画のバランス**を取りまとめ、再エネ大量導入等による需給バランス調整のための**調整力・予備力のあり方の検討**などを行う。

名称	電力広域的運営推進機関 (OCCTO : Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, JAPAN)
組織	<ul style="list-style-type: none"> 電気事業法に定める認可法人 すべての電気事業者に広域機関の加入義務
会員数 (電気事業法に 定める事業者) 2019年1月末時点	<ul style="list-style-type: none"> 一般送配電事業者 : 10 送電事業者 : 2 特定送配電事業者 : 27 小売電気事業者 : 548 発電事業者 : 732 <p>合計 : 1,319事業者 (1,256社)</p>

会員（全電気事業者）



※ 会員企業からの出向者（約130名）の他、ローパー職員（中途採用、新卒）も順次増員中。



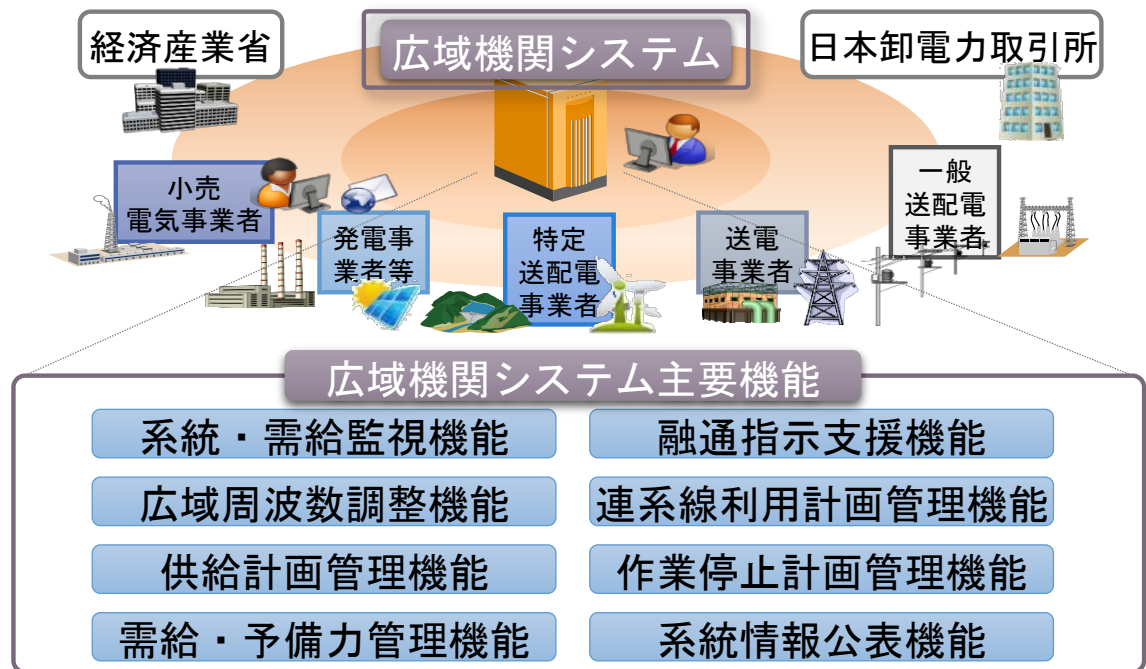
(1) ルールの策定 広域機関が定めるルール

定款	業務規程	送配電等業務指針
<p>広域機関の根本規則</p>	<p>広域機関の業務及びその執行に関する事項</p>	<p>会員その他電気供給事業者が、送配電等業務の実施において従うべき事項</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 会員に関する事項 ● 総会に関する事項 ● 役員に関する事項 ● 評議員会に関する事項 ● 会費に関する事項 ● 財務及び会計に関する事項 等 <p>(参考)電気事業法第28条の18</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画業務 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長期の需給バランス評価、電源入札 ✓ 広域系統の長期方針や整備計画の策定 ✓ 系統アクセス業務 等 ● 運用業務 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 需給状況悪化時の改善指示 ✓ 地域間連系線の運用・管理 等 ● その他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要者スイッチング支援 ✓ 紛争解決 等 <p>(参考)電気事業法第28条の41</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画業務 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 供給計画の提出 ✓ 調整力の確保 等 ● 運用業務 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 小売・発電事業者の同時同量 ✓ 一般送配電事業者の系統運用 ✓ FIT特例制度 等 ● その他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 停電実績等の電力需給に関する情報提供 等 <p>(参考)電気事業法第28条の45</p>

(2) 需給監視・連系線管理 広域機関システム概要

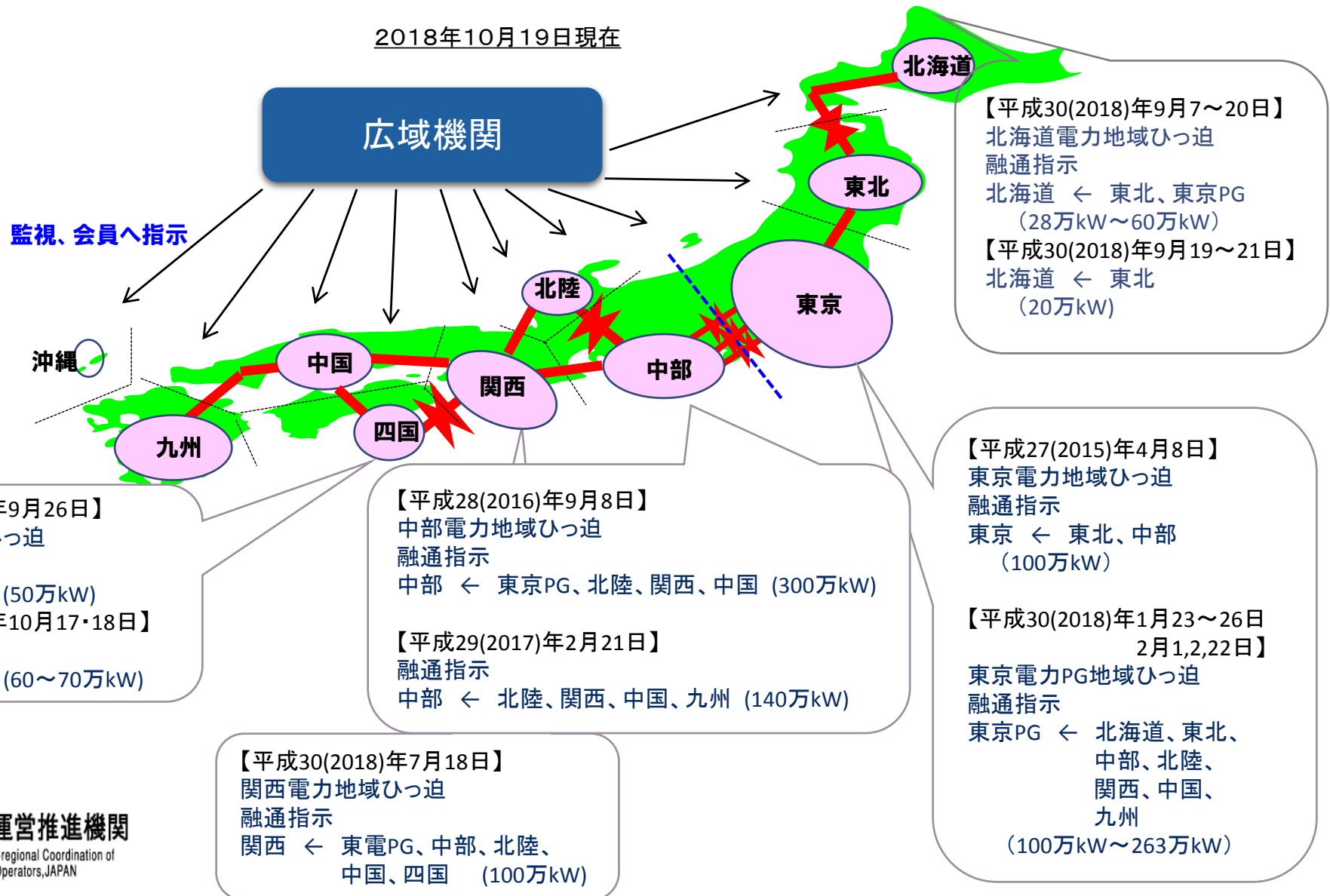
- 各地域の電力会社の中央給電指令所で監視している需給状況や発電機の実出力状態等をリアルタイムで把握することで、需給監視や連系線管理等において、より迅速で的確な判断・指示を可能とするために、新たなシステムを開発しH28年4月1日に運開した。
- 広域機関システムは、各地域の中央給電指令所および託送契約窓口のシステムと連携し、発電・小売電気事業者の需給計画を受付け、事業者間の料金の精算等を行うための情報ハブとしての機能も有する。

広域運用センター



- 広域機関システムを利用して日本全国の電力需給の状況を24時間365日監視。
- 需給ひっ迫時には、会員（電気事業者）に対して需給状況の改善（融通、焚増し）を指示。（電気事業法第28条44）

2018年10月19日現在



日 時	受 電 側	送 電 側	指示送電量(最大)	原 因
2015年4月8日	東京電力	東北電力 中部電力	100万kW	気温低下による 需要増
2015年9月26日	四国電力	中国電力	50万kW	気温上昇による 需要増
2016年9月8日	中部電力	東京電力PG 北陸電力 関西電力 中国電力	300万kW	送電ルート断 (電源脱落)による 供給力低下
2017年2月21日	中部電力	北陸電力 関西電力 中国電力 九州電力	140万kW	送電ルート断 (電源脱落)による 供給力低下
2018年1月23日～26日 2月1・2・22日	東京電力PG	北海道電力 東北電力 中部電力 北陸電力 関西電力 中国電力 九州電力	263万kW	厳冬による需要 増

日時	受電側	送電側	指示送電量(最大)	原因
2018年7月18日	関西電力	東京電力PG 中部電力 北陸電力 中国電力 四国電力	100万kW	気温上昇による 需要増
2018年9月7日～20日 9月19日～21日	北海道電力	東北電力 東京電力PG	60万kW	発電設備脱落
2018年10月17・18日	四国電力	関西電力	70万kW	発電設備脱落
2019年1月10日	中部電力	北海道電力 東北電力 東京電力PG 北陸電力 中国電力 四国電力 九州電力	105万kW	気温低下による 需要増。 PV予測下振れに よる供給力低下

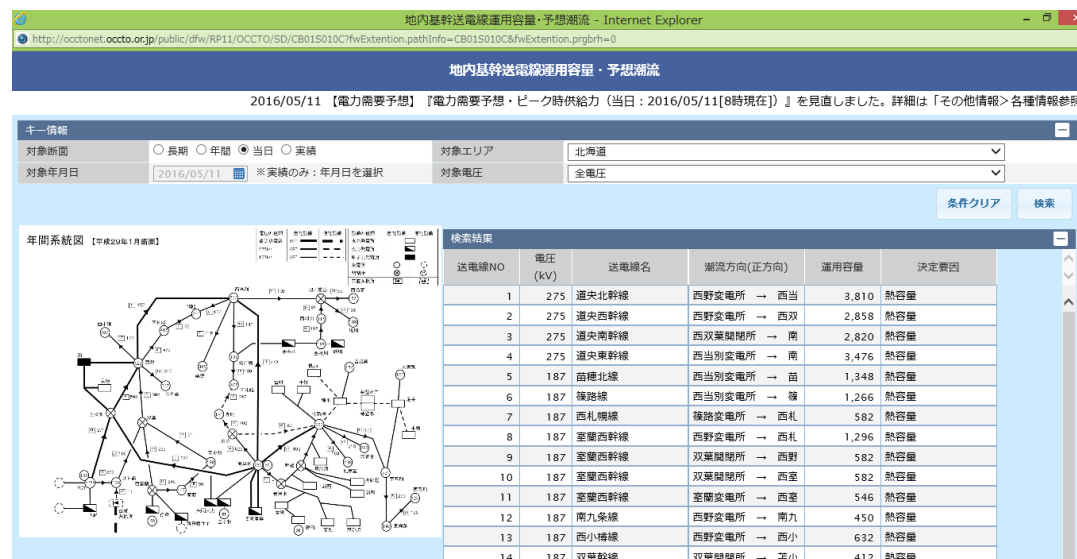
(2) 需給監視・連系線管理 連系線利用管理～管理内容

- 連系線を利用した電力の送電可否判定等を可能とするため、事業者から連系線利用計画等の各種計画を広域機関が一元的に管理。
- 地域間を結ぶ連系線を管理し、運用容量やマージンを広域機関にて設定。連系線の混雑（計画潮流が運用容量を超えること）発生時には、計画潮流に登録された利用計画および通告値を整理し混雑を解消。
- 連系線等の系統情報を広域機関のウェブサイト上にて一般公表。（系統情報サービス）

連系線利用管理の内容

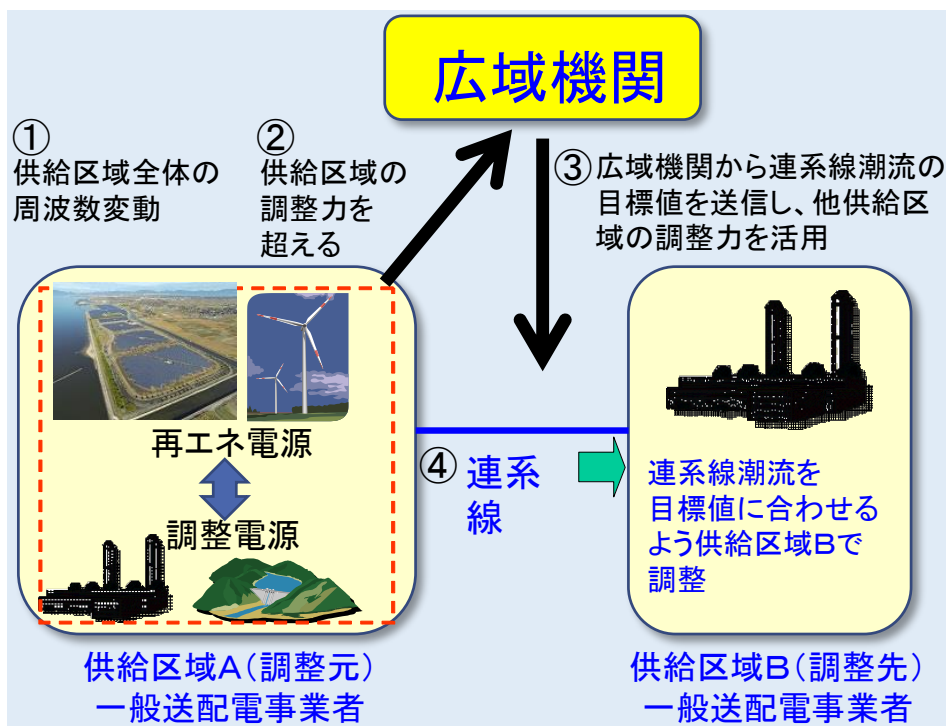
- 系統情報サービスに公表される空容量の範囲内で先着順に連系線の利用計画を登録
- 連系線故障時等、混雑が発生する場合には、最後着の利用計画分から順に抑制

系統情報サービスの画面



(2) 需給監視・連系線管理 広域周波数調整

- 系統規模が小さい供給区域に、大量の再生可能エネルギーが導入されると周波数の調整力が不足。それに備え、周波数変動を連系線を介して調整する仕組みを導入した。
- この仕組みを使って、北海道の風力発電拡大に向けた実証試験が行われる予定。



下げ調整力不足時の抑制順位 (※)

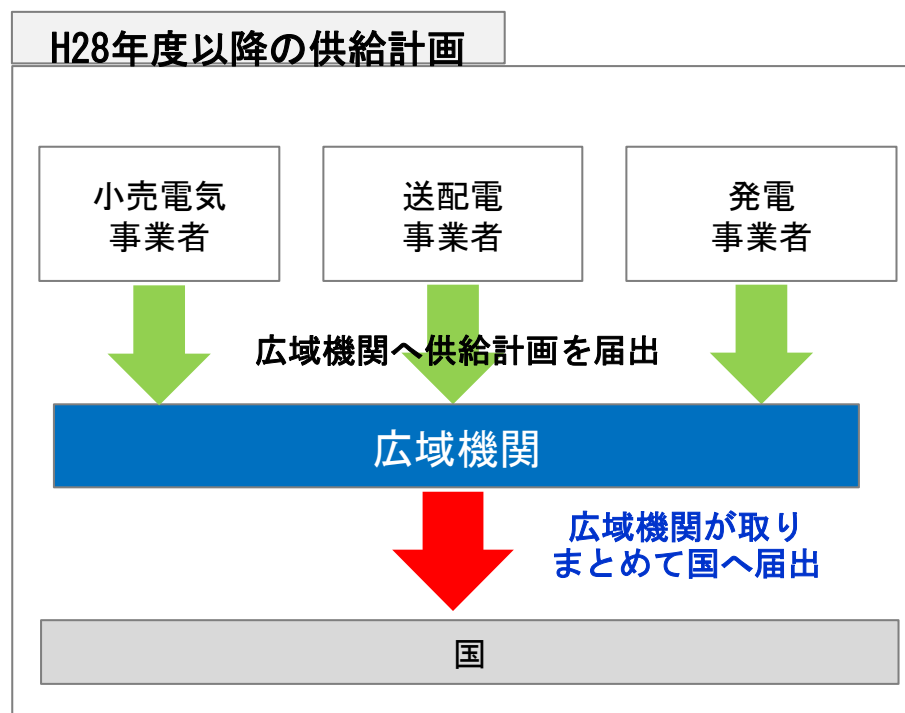
- ① 一般送配電事業者からオンラインで調整できない火力電源等（バイオマス混焼を含む）の発電機の出力行抑制及び一般送配電事業者からオンラインで調整できない揚水式発電機の揚水運転
- ② 長周期広域周波数調整（連系線を介して他エリアの下げ調整力等を活用した周波数調整）
- ③ バイオマス専焼電源の出力行抑制
- ④ 地域資源バイオマスの出力抑制
- ⑤ 自然変動電源の出力行抑制
- ⑥ 広域機関指示に基づく措置（電事法第28条の4 4 第1項に基づく下げ代不足融通指示）
- ⑦ 長期固定電源の出力行抑制

(※) 「一般送配電事業者が調整力として予め確保した発電機の出力行抑制及び揚水式発電機の揚水運転」、「一般送配電事業者からオンラインで調整ができる発電機の出力行抑制および揚水式発電機の揚水運転」を実施してもなお下げ調整力が不足する場合

(3) 供給力・調整力の確保 供給計画とりまとめ

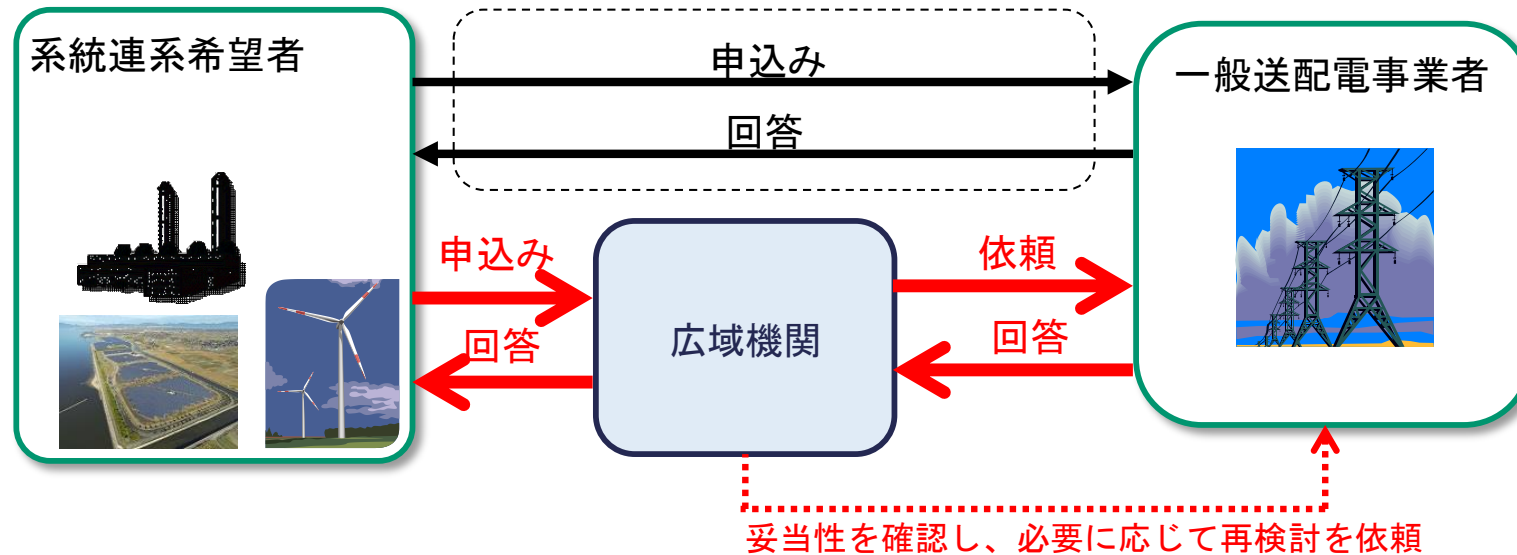
- 平成28年度以降、全ての電気事業法上の電気事業者※に、供給計画を広域機関経由で国へ届出する義務がある。
- 広域機関は、供給計画をとりまとめ需給バランス評価等を実施し、必要により意見を付して経済産業大臣へ送付。

※ 電気事業者とは、電気事業のライセンスを付与された事業者。具体的には、経済産業大臣に届出した発電事業者、経済産業大臣に許可等を受けた送配電事業者、経済産業大臣に登録した小売電気事業者である。



(4) 系統利用者の利便性向上 発電事業者の系統連系に伴う事前相談・接続検討

- 広域機関の設立により、1万kW以上の発電設備の系統連系に関する事前相談および接続検討は、広域機関へ申し込むことが可能となった（従来通り一般送配電事業者（旧一般電気事業者送配電部門）へ直接申し込むことも可能）。

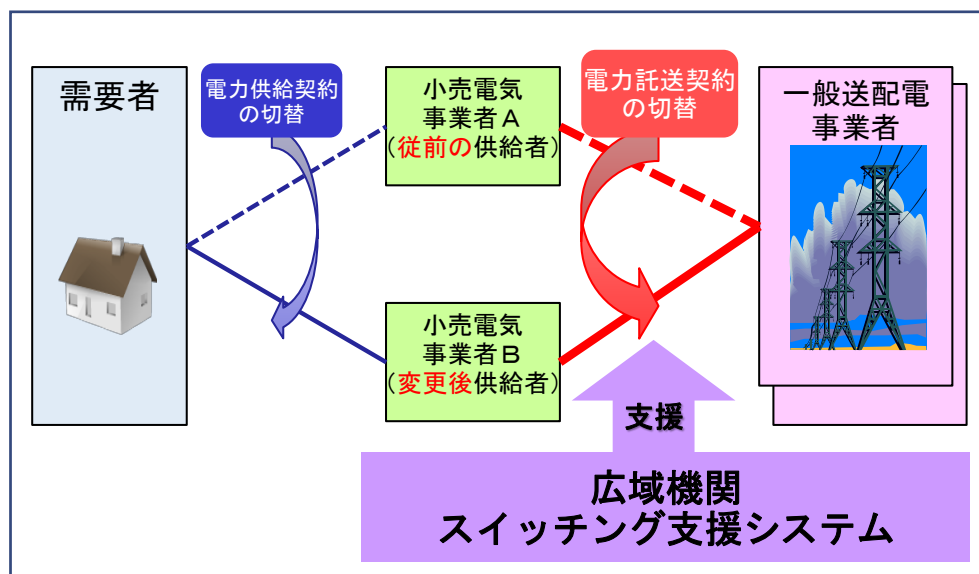


- ◆事前相談：発電設備の接続検討に先立ち、連系制限の有無に関する簡易的な検討（無料）
- ◆接続検討：発電設備の系統連系の可否、系統連系にあたって必要となる対策、系統連系に係る工事に要する費用・工事期間に関する検討（有料）

- スwitchingとは、需要家が契約する電力会社（供給契約、託送契約）を切替えること。
- 広域機関は、スイッチングに関わる小売電気事業者や一般送配電事業者の業務をワンストップで円滑に実施するためにスイッチング支援システムを提供。

電力広域的運営推進機関公表値（H31年1月31日現在）（単位：千件）

エリア	情報照会※1	スイッチング開始申請件数※2
北海道電力株式会社	8,352.7	477.1
東北電力株式会社	4,317.5	458.9
東京電力パワーグリッド株式会社	57,398.5	5,112.8
中部電力株式会社	9,446.8	1049.8
北陸電力株式会社	941.0	63.5
関西電力株式会社	36,788.6	2,141.7
中国電力株式会社	3,154.3	206.4
四国電力株式会社	1,772.0	162.2
九州電力株式会社	7,170.7	703.7
沖縄電力株式会社	105.1	5.0
計	129,447.2	10,381.1



※1：設備情報（契約電力、自動検針の可否、検針日等）照会と使用料情報（過去13か月の電力使用量）照会の合計値

※2：低圧および高圧500kW未満の需要者のスイッチング開始申請の件数

■ 紛争解決サービス

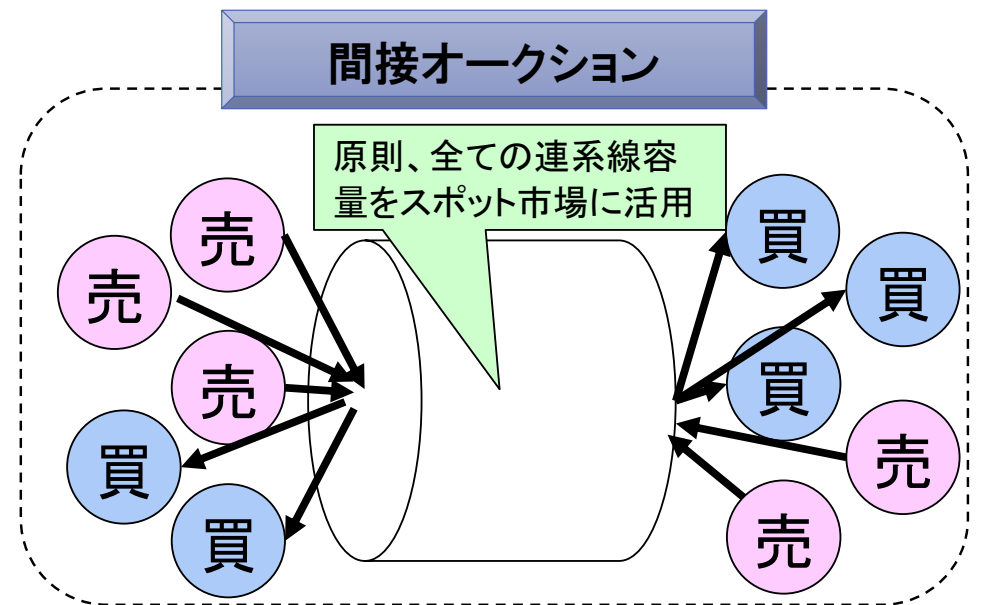
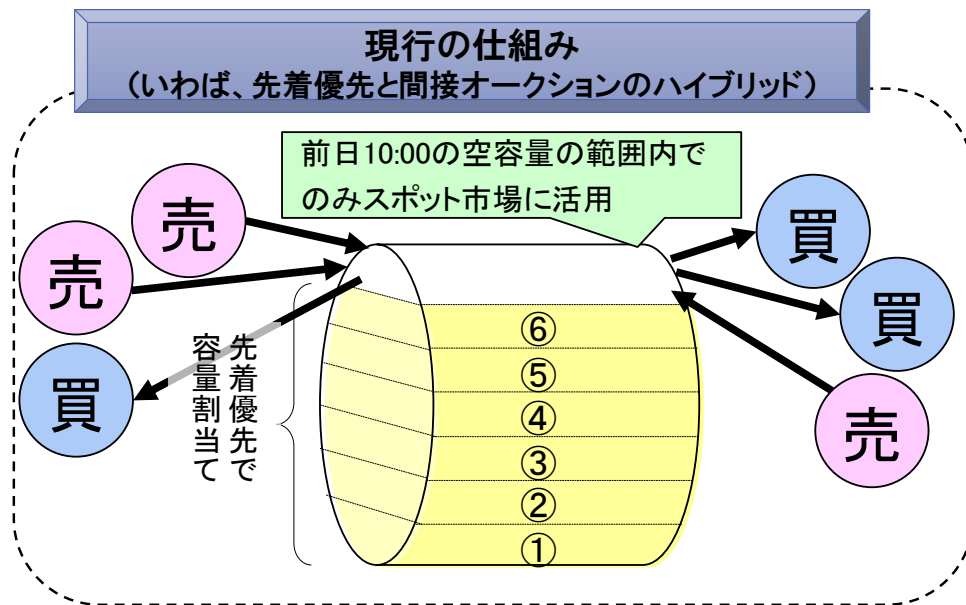
- 送配電等業務に関する電気供給事業者間の紛争解決サービスを実施。
(「苦情処理」「相談対応」「あっせん・調停」)
- 「あっせん・調停」については、各種の専門家から構成される紛争解決パネルを設置。また、ADR（裁判外紛争解決手続）認証取得済み。

■ 緊急災害対応

- 大規模な天災地変による電力設備の重大な被害発生に対し、広域機関が国や会員の皆様と円滑に連絡及び調整を行い、協調・連携して復旧等に取り組む。
- 広域機関会員に対しては、資機材の融通等を要請する場合あり。

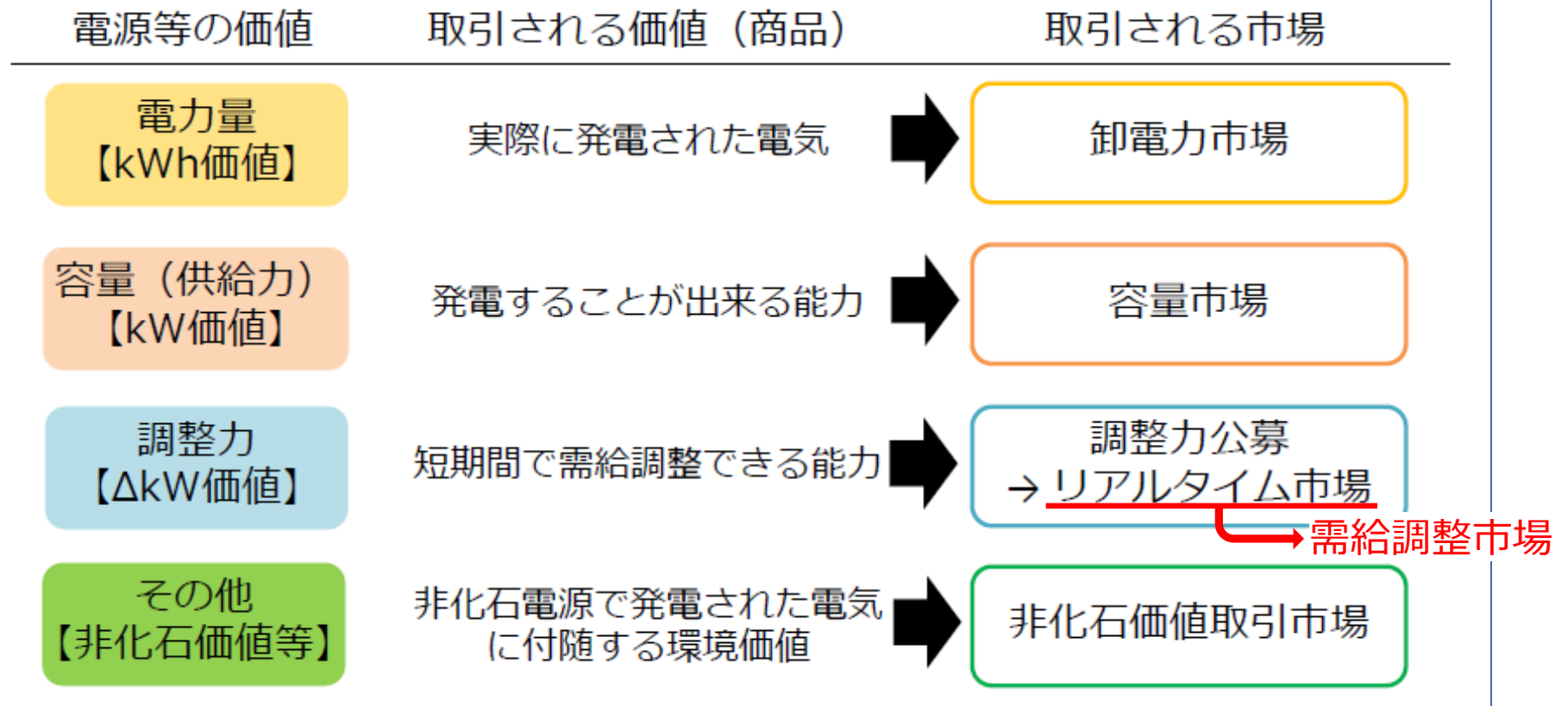
②地域間連系線利用ルール

- (1) **「間接オークション」では、全ての連系線利用をエネルギー市場(日本でいえば日本卸電力取引所におけるスポット市場)を介して行うこととする仕組み。**
- (2) 具体的には、現行ルールでは、前日の空容量だけを活用して、スポット市場取引(※)が行われているのに対し、**これを原則、連系線の全ての容量を対象としてスポット市場取引に割り当てることとする仕組み**と考えることができる。
 (※) 我が国のスポット市場は現在でも全国市場であるため、連系線の全ての容量をスポット市場取引に割り当てることで、間接オークションと同義となる。
- (3) すなわち、現行の**「先着優先」に基づく連系線予約の受付を停止する又はスポット取引に対して優先的に割り当てることとすれば、実質的に、間接オークションが実現する。**



③容量市場

- 今後の市場整備を通じて、電源等が持つ価値を取引する市場を、例えば、以下のとおり整理し、各市場を適切に機能させることで、電気事業全体の効率を高めることが必要ではないか。

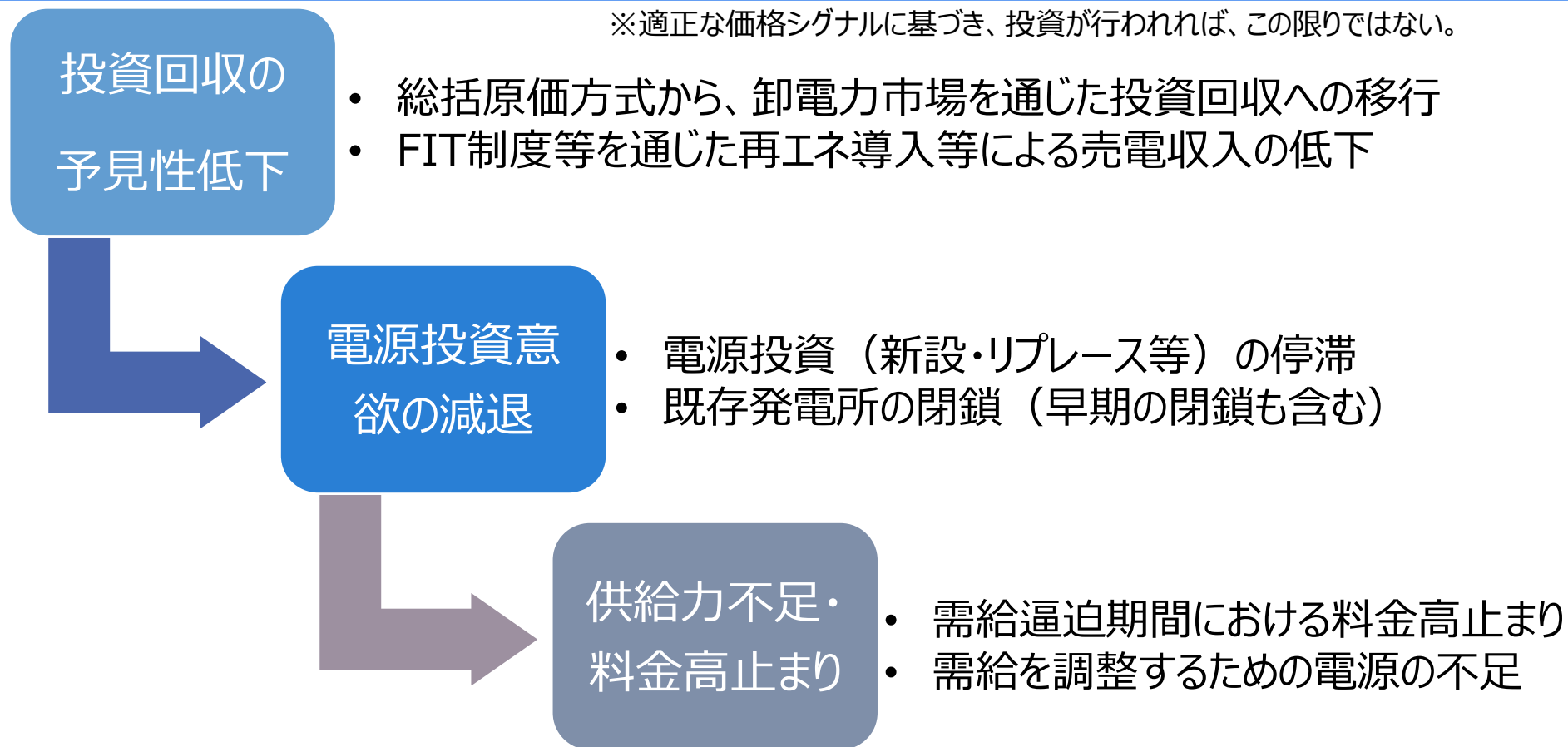


(注) 上図は電源を想定しているが、ネガワット等は需要制御によって同等の価値を生み出すことが可能。
また、一つの市場において、複数の価値を取り扱う場合も考えられる。

発電投資の回収予見性を高める施策の必要性

- 仮に適切なタイミングで投資が行われず、供給力の不足が顕在化するまでの流れは以下のとおり整理されるが、こうした事態に陥る前に、適切なタイミングで電源投資が行われるようにするためには、投資回収の予見性を高める必要がある。

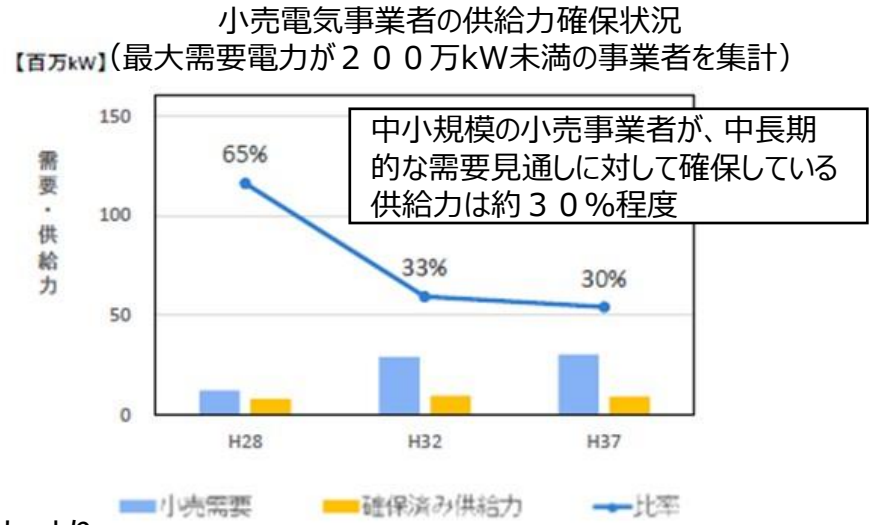
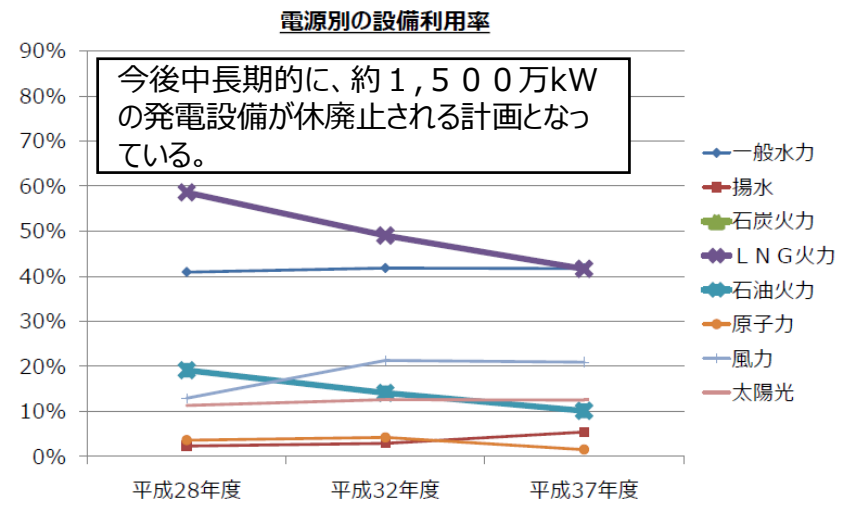
※適正な価格シグナルに基づき、投資が行われれば、この限りではない。



適切なタイミングで電源投資が行われるよう、投資回収の予見性向上策が必要

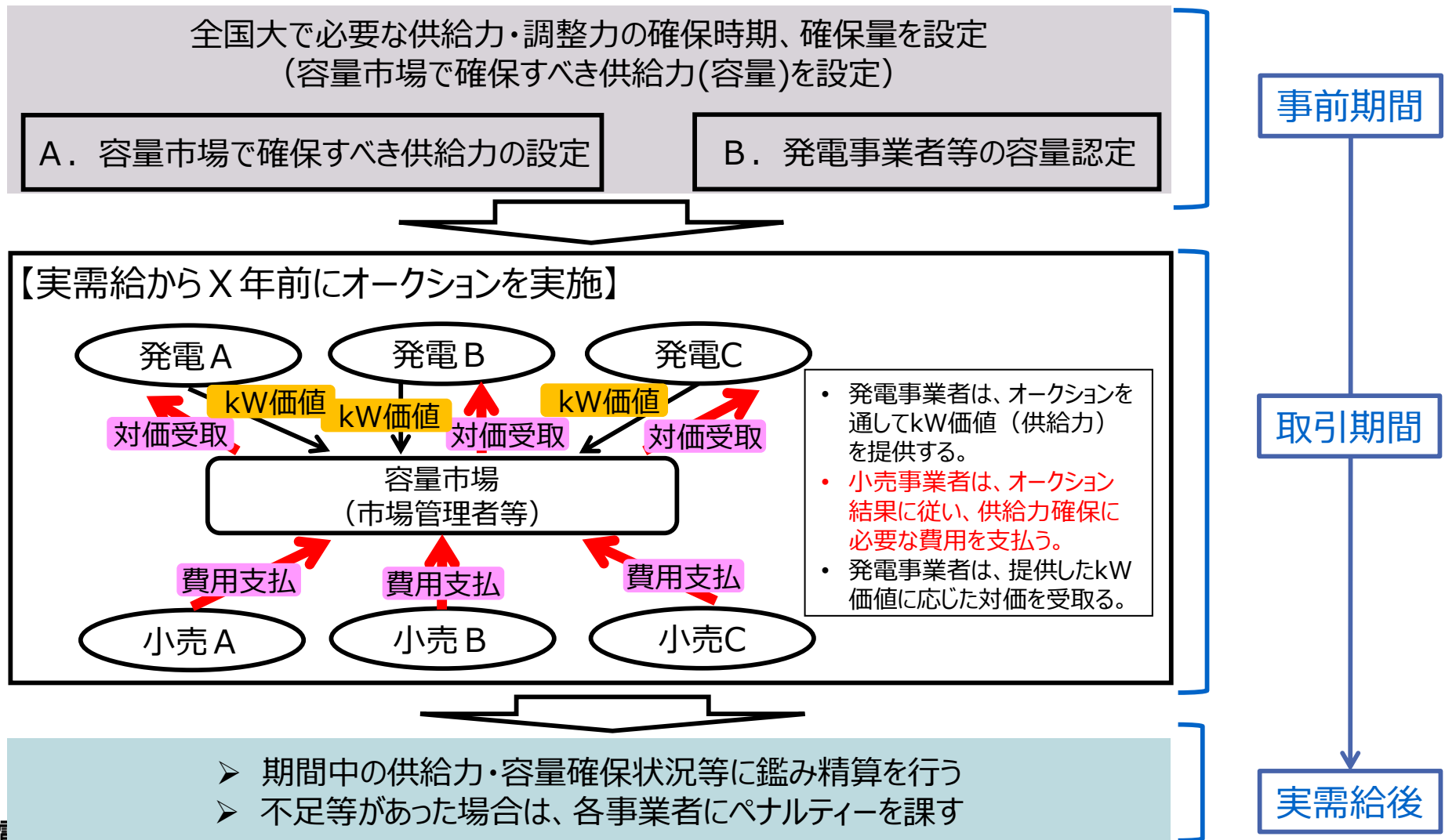
容量市場創設の背景（供給計画とりまとめを通しての視点）

- 平成28年度供給計画では、
 - 今後、自然変動電源である風力・太陽光の導入が進む一方で、火力の稼働率は徐々に低下する見込みであることが明らかとなり、
 - また、特に中小規模の小売電気事業者からは、中長期の供給力のうち多くを「調達先未定」とする計画が提出された。
- このため、当機関では、実効性のある供給力確保の在り方について検討を進めるよう、経済産業大臣に対して意見提出を行っていた。（平成28年6月）
- 一方、電力システム改革貫徹のための政策小委員会（以下、国の審議会）では、単に卸電力市場等に供給力の調整機能を委ねるのではなく、一定の投資回収の予見性を確保する施策である容量メカニズムを追加で講じ、電源の新陳代謝が市場原理を通じて適切に行われることを通じて、より効率的に中長期的に必要な供給力・調整力が確保できるようにすることが示された。（平成29年2月）



容量市場の流れ

■ 容量市場における一連の流れについては以下のとおり整理できる。



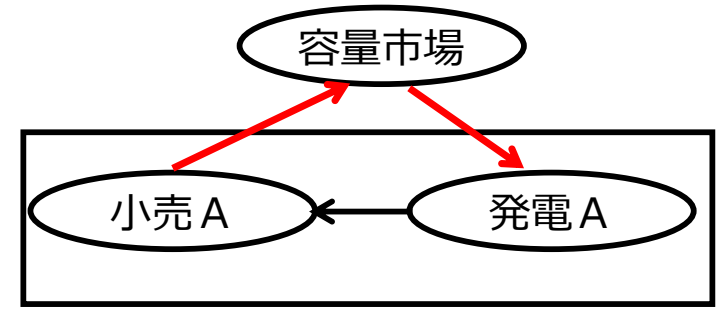
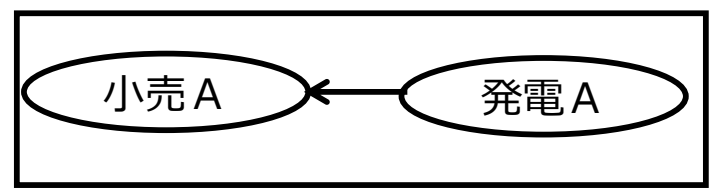
容量市場導入後の電力・費用の流れ（イメージ）

凡例
 ← : 電力の流れ
 ← (赤) : 費用の流れ

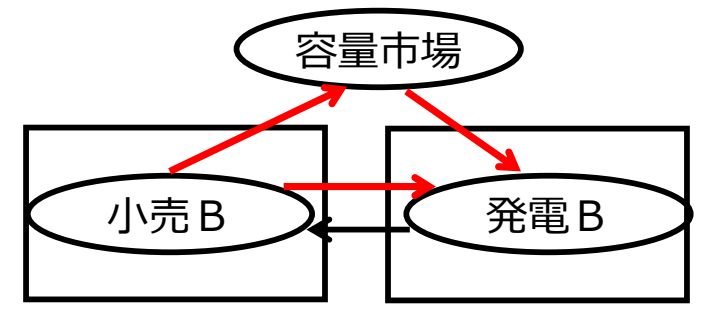
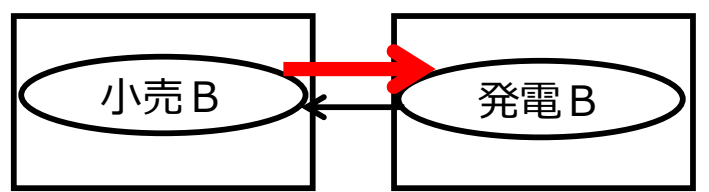
導入前

導入後

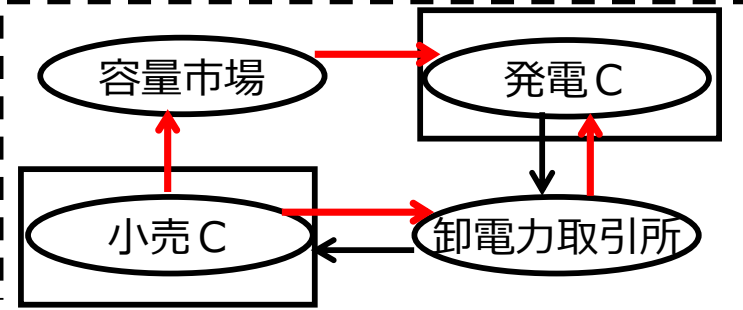
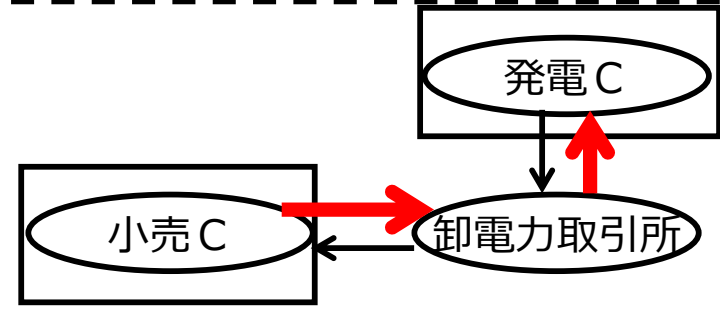
発電事業者・
小売り事業者が
同一会社の場合



発電事業者・
小売り事業者が
別会社の場合



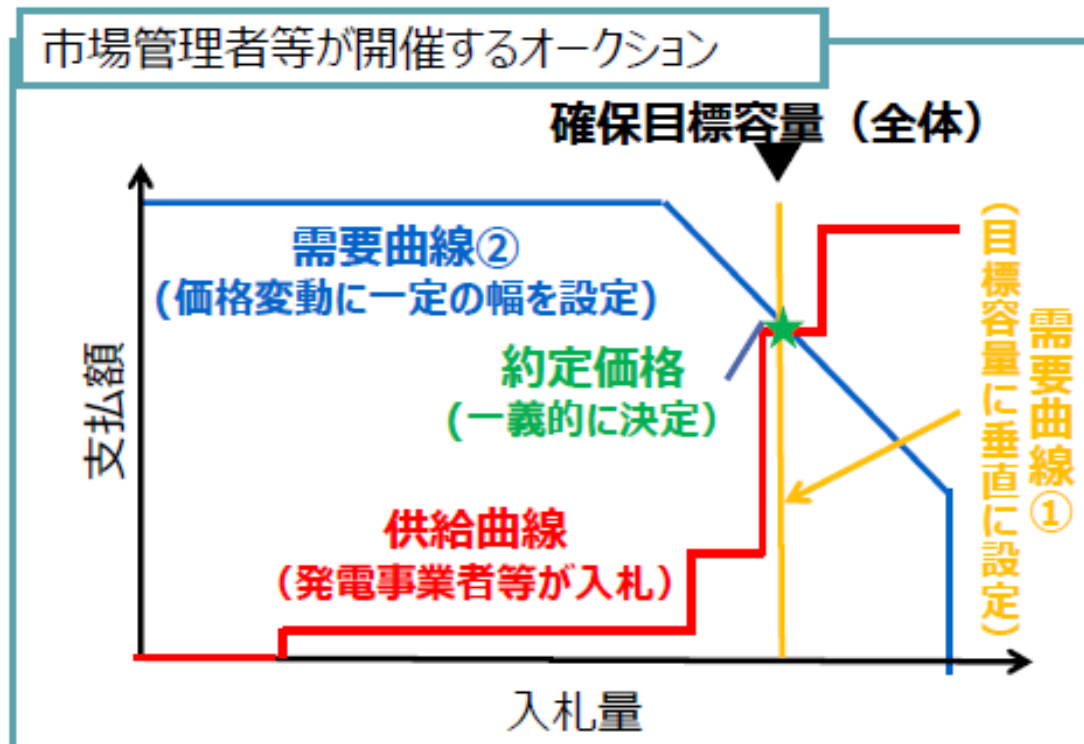
小売り事業者が
卸電力取引所から
電力供給を受ける
場合



個別論点の検討状況

②容量オークション

- 海外事例のようにあらかじめ分断エリアを決めることはせず、「封印入札・第1価格決定方式」として、入札結果が連系線の期待量を超過した場合には市場分断させる方向としてはどうか。
(徴収額と支払額の差額の扱いについては、引き続き検討を行う。)
- ただし、市場分断の蓋然性が高く、市場支配力の行使が懸念されるエリアについては、市場設計・監視のあり方を引き続き検討することが必要である。
- また、連系線の期待量の設定によって、エリアの供給信頼度や約定結果が影響を受けるため、「調整力及び需給バランス評価等に関する委員会」と協調して検討を進めていく。

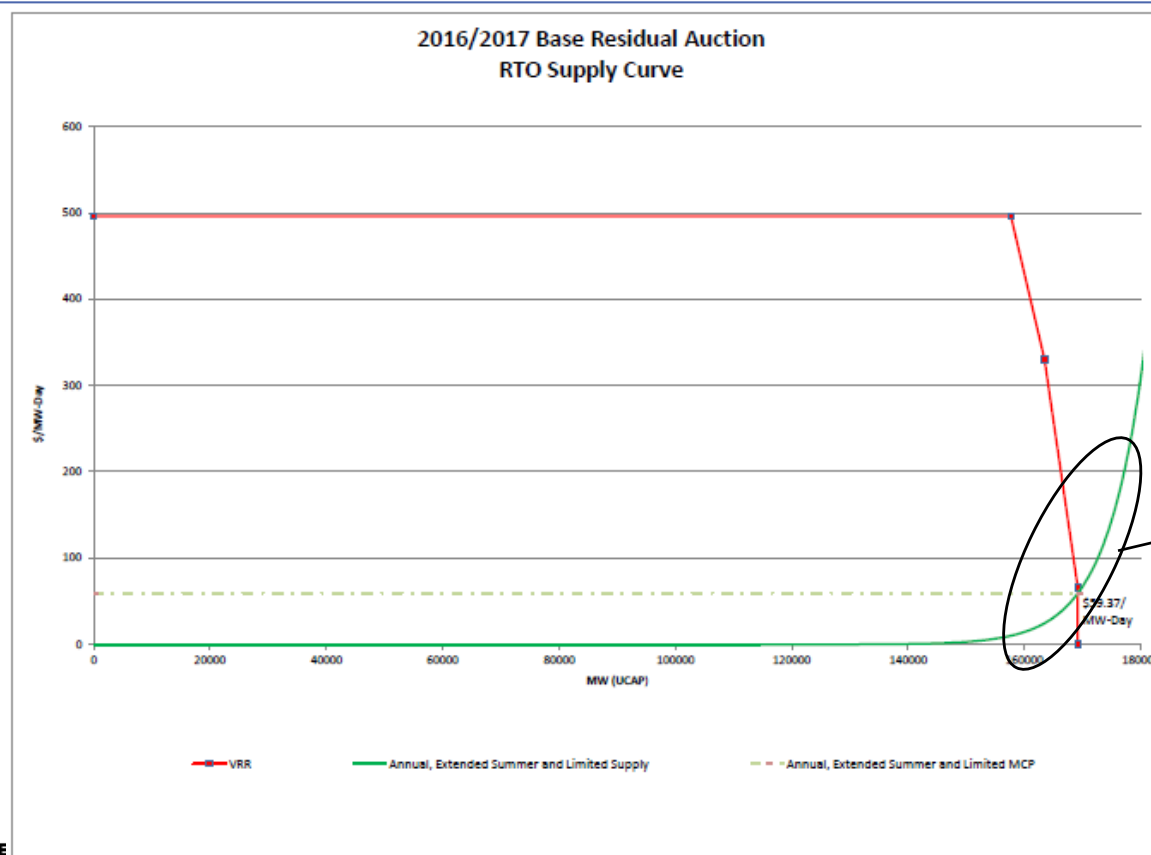


出所) 第3回 電力システム改革貫徹のための政策小委員会 資料3

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/denryoku_system_kaikaku/pdf/03_03_00.pdf

【参考】米国PJMにおける容量市場のオークション結果例

- 発電事業者の多くは、確実に固定費収入を得たいと考えるため、ゼロ円入札をしているものと考えられる。
- ただし、特にマージナルな電源については、再生可能エネルギーの導入等によりkWh市場からの収入が減ることを懸念し、最低限設備の維持に必要な費用での入札を行っているものと考えられる。
- 結果として、これらのマージナルな電源の入札価格により約定価格が決定している。



マージナルな電源

PJM ウェブサイト より

④コネクト&マネージ

流通設備効率の向上に向けた当面の取組

■ コネクト&マネージに関する以下の取組について検討を進めているところ。

取組	想定潮流の合理化	コネクト&マネージ	
		N - 1 電制 (N - 1 故障時瞬時電源制限)	ノンファーム型接続 〔 平常時出力抑制条件付き 〕 電源接続
運用制約	原則、 <u>マネージなし</u>	N - 1 故障（電力設備の単一故障）発生時に電源制限	平常時の運用容量超過で電源抑制
設備形成	<ul style="list-style-type: none"> ・接続前に<u>空容量に基づき接続可否を検討</u> ・想定潮流が運用容量を超過で増強 		<ul style="list-style-type: none"> ・事前の空容量に係わらず、新規接続電源の<u>出力抑制を前提に接続</u> ・主に費用対便益評価に基づき増強を判断
取組内容	想定潮流の合理化・精度向上 ・電源稼働の蓋然性評価 ・自然変動電源の出力評価	N - 1 故障発生時に、リレーシステムにて瞬時に電源制限を行うことで <u>運用容量を拡大</u>	系統制約時の出力抑制に合意した新規発電事業者は設備増強せずに接続
混雑発生	(平常時) なし	(平常時) なし	<u>(平常時) あり</u>
	(故障時) あり ⇒電源抑制※ ¹ で対応	(故障時) あり ⇒電源制限※ ² で対応	(故障時) あり

※1 給電指令による発電出力抑制

※2 リレーシステムによる瞬時の発電出力制限

N-1 電制による運用容量の拡大

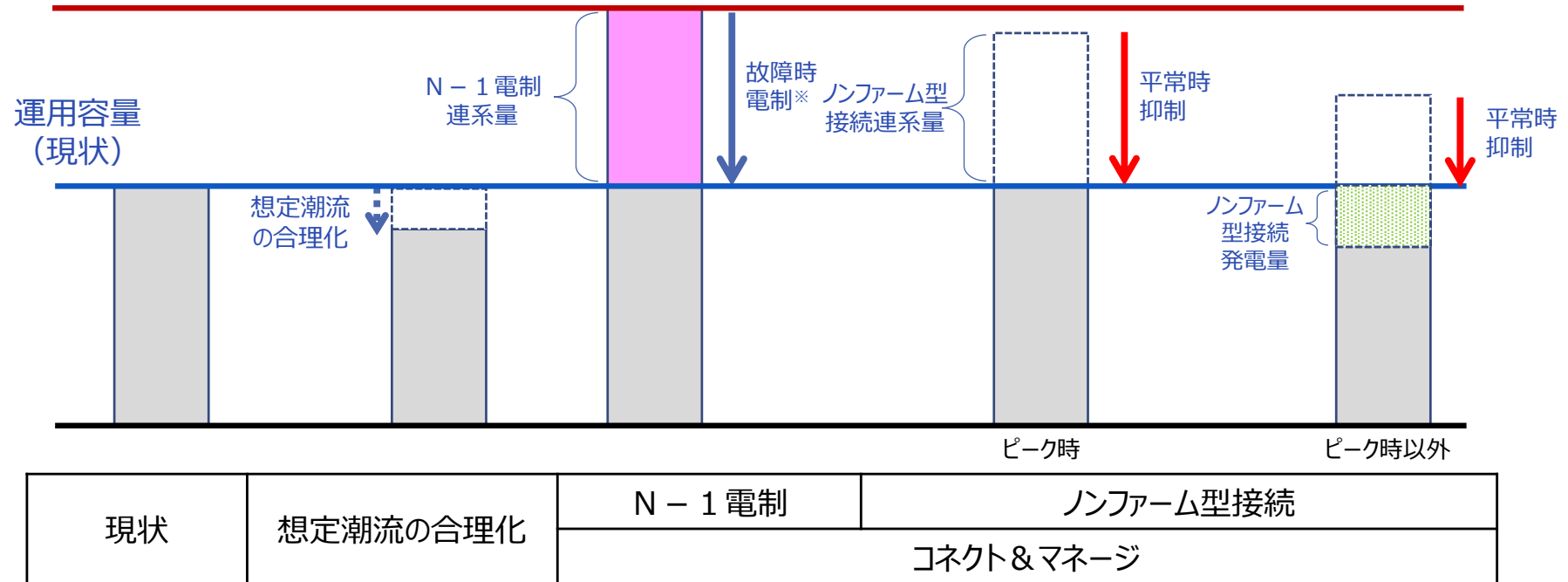
	N-1 電制がない場合	N-1 電制を前提とした場合
イメージ	<p>平常時 100MW/cct × 2回線 100 既存 G 新規 G</p> <p>故障時 100MW/cct × 1回線 100 既存 G</p> <p>接続不可 (増強要)</p>	<p>平常時 100MW/cct × 2回線 200 既存 G 新規 G</p> <p>故障時 100MW/cct × 1回線 100 遮断信号 (抑制) Ry 100 → 0 既存 G 新規 G 停止 (抑制)</p> <p>接続可</p>
	<p>・<u>運用容量 (電制無)</u> 平常時 (2回線) の運用容量は、1回線事故時 (N-1 事故時) の想定潮流が1回線設備容量を超過しない範囲で定めている (100MW)</p> <p>・<u>新規G (100MW) の接続には増強要</u> N-1 事故時、想定潮流 (200MW) が1回線設備容量 (100MW) を超過するため</p>	<p>・<u>運用容量 (電制有)</u> N-1 事故時にシステムにより瞬時に発電機を停止 (抑制) することが可能なため、例えば、運用容量は、故障発生前の2回線設備容量まで拡大 (200MW)</p> <p>・<u>新規G (100MW) の接続には増強不要</u> N-1 事故時、想定潮流 (100MW) が1回線設備容量 (100MW) 以内となるため</p>

(参考) 流通設備効率の向上に向けた当面の取組について

【潮流イメージ】

- N - 1 電制 (故障時にシステムより瞬時に電源制限)
- ノンファーム型接続 (計画段階・運用段階で調整)
- ノンファーム型接続 発電量

運用容量 (電制有)

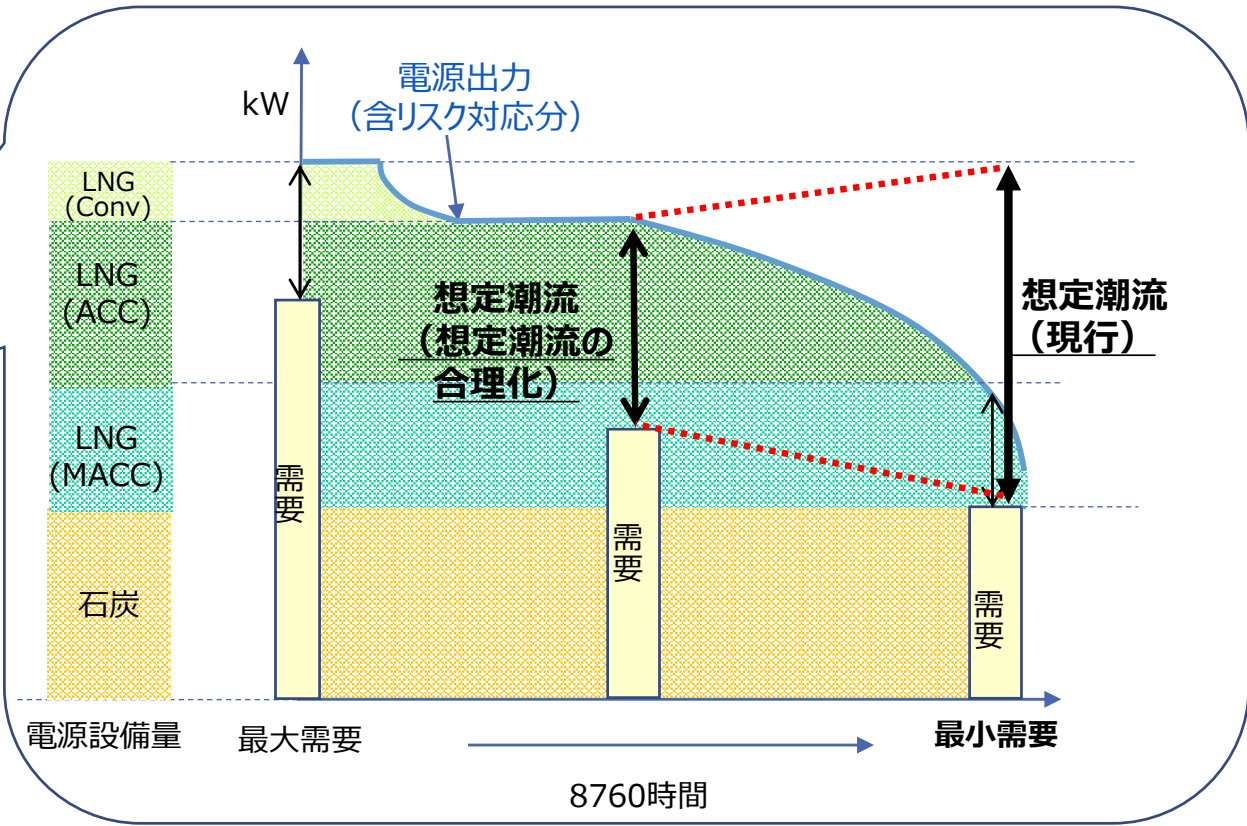
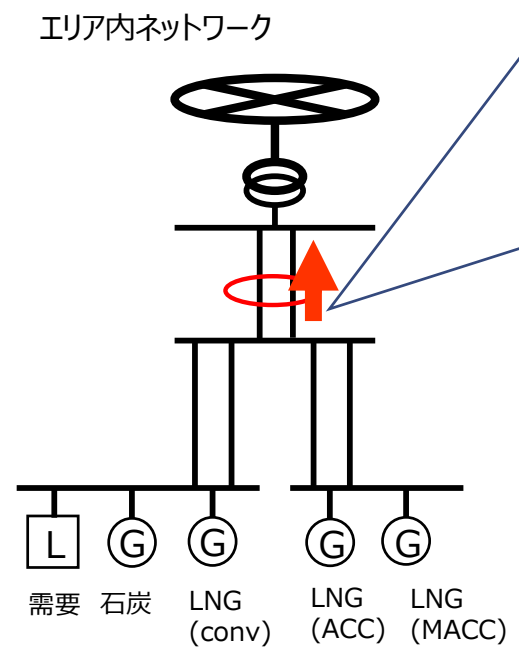


※具体的なオペレーションと費用負担については検討中

個別系統での電源出力と需要評価

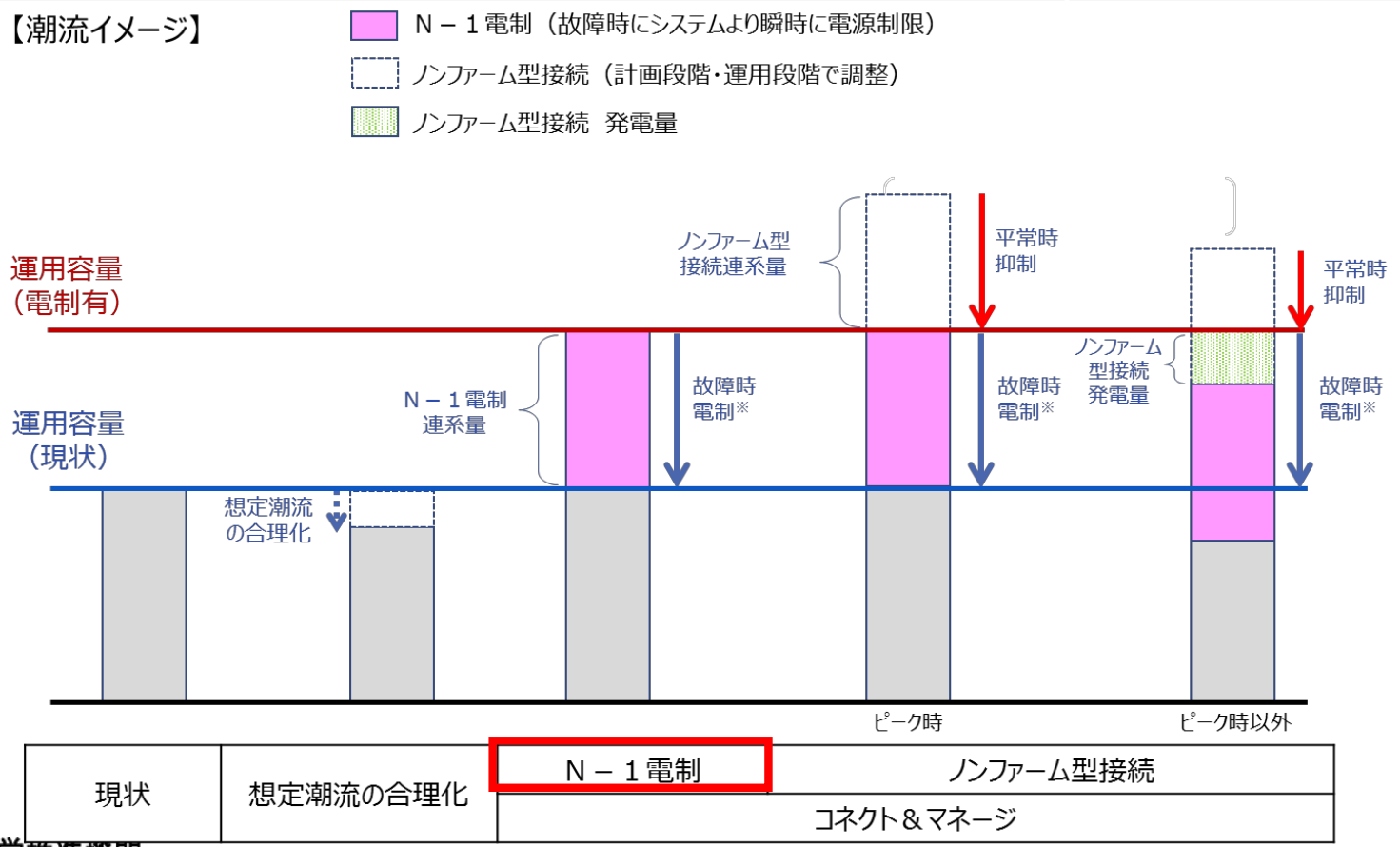
■現状では、最小需要と電源フル出力の差を想定潮流としており、実態と乖離が生じる場合もあったが、実潮流も参考にしつつ、最大需要、最小需要以外の需要断面について、稼働の蓋然性評価をもとに、より精緻な潮流を想定することで、空容量の拡大を図ることができると考える。

放射状系統でのイメージ



N - 1 電制に関する検討

- N - 1 故障時には、従来から給電指令による発電出力抑制は実施されてきたが、リレーシステムで瞬時に電源制限を行うN - 1 電制については、各一般送配電事業者によりその適用の実態や考え方にばらつきがあった。
- このため、N - 1 電制の適用について統一的な考え方に基づき水平展開していくことが、更なる流通設備効率の向上に資するものと考えられる。



※具体的なオペレーションと費用負担については検討中

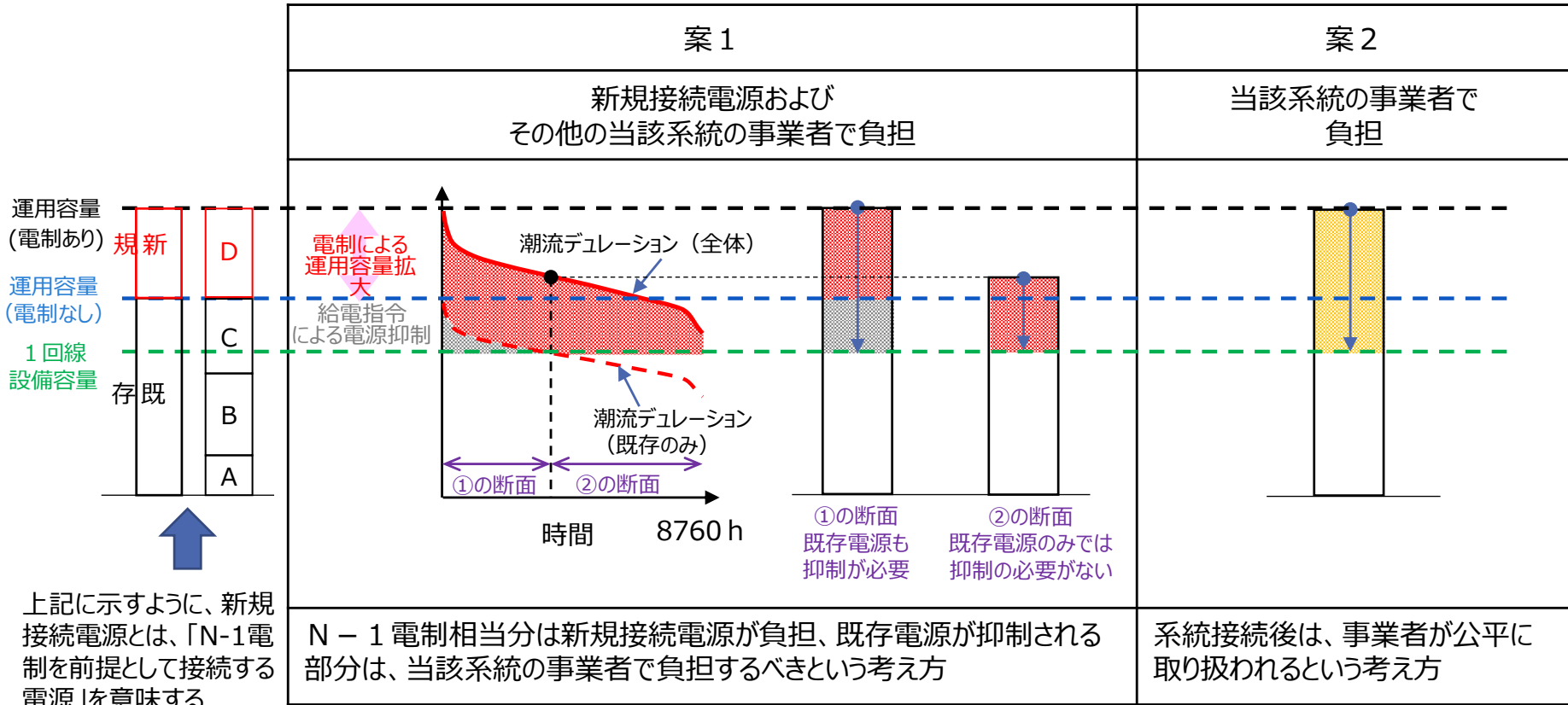
N - 1 電制の課題に関する課題整理

- N - 1 電制の課題は、大きく2つの課題に大別されると考えられる。

項目		課題
1. 信頼度の観点から踏まえたN - 1 電制の運用	①適用系統	信頼度面を考慮してどの系統までN - 1 電制を適用していくか（基幹系統、ローカル系統）
	②1送電線あたりの電制量	信頼度面を考慮して許容する電制量をどう設定するか
2. 合理的なN - 1 電制の実現	③電制対象	電制対象とする電源の種類 連系する電圧階級、容量や対象数 既存電源を対象とする場合の受容性
	④受益と負担に関する基本的な考え方	新規接続電源のみを受益と考えるか、新規接続電源だけでなく系統利用者全体にも相応の受益があると考えるか
	⑤N - 1 電制適用時のオペレーションと費用負担	選定された電制対象者のみが不利益とならないよう、電制装置や出力制限に伴う費用などは、受益に応じた負担とする必要があるか N - 1 電制の導入により設備停止作業における必要調整量が格段に増加する可能性があるが、後着者（N - 1 電制を前提に接続する新規電源）と先着者（既存電源）を同等に扱ってもよいか

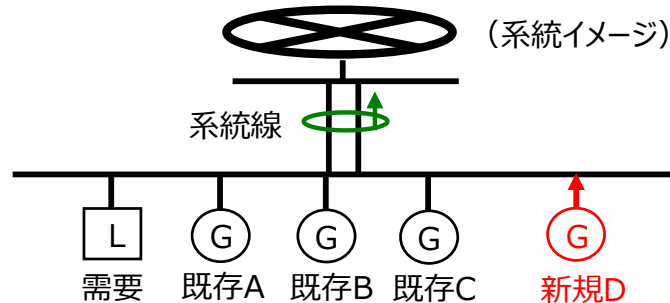
N-1 電制適用による機会損失の費用負担 (案)

【費用負担案 (イメージ)】



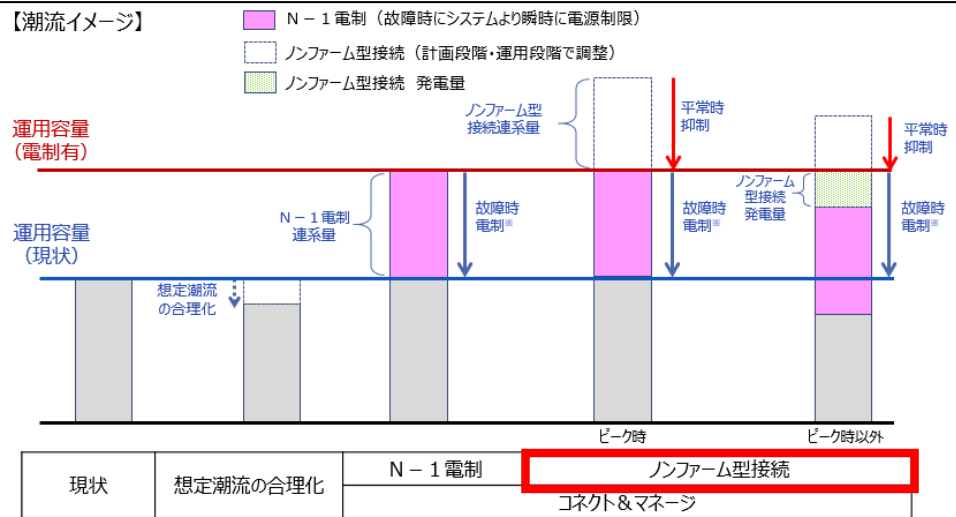
(ABCDは申込み順)

- 既存電源で負担 (A, B, Cで負担)
- 新規接続電源で負担 (Dで負担)
- 当該系統の事業者で負担 (A, B, C, Dで負担)



ノンファーム型接続の前提条件と検討の進め方

- ノンファーム型接続について、海外では一定の条件付きで電源の接続を認める制度を導入しているケースがあるが、その考え方は多様であり、我が国の状況を考慮し検討を進めていく必要がある。
- 我が国では、地域間連系線を除き、地内送電システムは、原則、平常時には混雑管理（マネージ）する必要がないように設備形成されており、平常時のマネージが必要となるノンファーム型接続の適用はこれまでと考え方が異なるため、丁寧な検討が必要である。
- 上記に関連して、現行の託送供給等約款では、故障時や作業時の出力抑制は給電指令にて行うことができるが、平常時の系統制約による出力抑制は対象外となっているため、既存電源を出力抑制するには、現行の契約を見直す必要がある。
- そのため、まずは、ノンファーム型接続となる新規電源のオペレーションと費用負担は切り分けられないものとし、「混雑系統において新たに電源接続を希望する事業者と合意の上、系統制約時の出力抑制を条件に接続を認めること」をノンファーム型接続と定義し、検討を進めていく。



※具体的なオペレーションと費用負担については検討中

N - 1 電制との比較

- ノンファーム型接続は、事前の出力抑制により運用容量以内に潮流を抑えることができ、信頼度上には大きな影響を与えないものと考えられる。
- ただし、潮流の予測精度や系統制約時の確実な出力抑制について、検討する必要があるものとする。

項目	N - 1 電制	ノンファーム型接続
抑制のタイミング	N - 1 故障発生時	計画段階や運用段階での抑制
運用容量	運用容量自体を拡大する	運用容量は変わらない
潮流の変化	平常時に流れる潮流が増大	運用容量が変わらないので、平常時に流れる潮流は変わらない (ただし、空容量がある場合は運用容量まで潮流は流れるので系統全体の潮流は変化)
不具合時の影響	電制が失敗すると、健全回線が過負荷状態となり、設備損壊や公衆保安上の問題発生を防止するために、ルート停止が必要 ルート停止に至った場合、社会的影響が大きくなる虞	予測誤差等により、運用段階において、潮流が運用容量を上回ったとしても、給電指令等による事後抑制で速やかに潮流を抑制するのであれば、その間に事故が発生する可能性は低いため、信頼度上大きな問題は発生しない

- ✓ 故障時の瞬時の対応であり、確実性が要求されるため、対象電源数に制約がある
- ✓ ローカル系統への適用が基本

- ✓ N - 1 電制と比較すると、事前の抑制であれば対象電源数の制約は緩和されるか
- ✓ 基幹系統への適用も可能か
(詳細には抑制方法やシステム構築の検討要)