

# 地内系統の混雑管理について

2020年 7月27日  
地内系統の混雑管理に関する勉強会事務局

1. 勉強会実施の背景と目的
2. 課題認識
3. 勉強会における検討スコープ
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

- 従来の日本の電力系統は、地域間連系線を除き、平常時に系統混雑が生じないよう設備形成されており、それを前提に市場制度や料金制度などの電力システムが設計されている。
- 一方、流通設備効率向上を目的に検討している日本版コネクト&マネージにより、一部地域では、平常時の系統混雑を前提としたノンファーム型接続を試行的に導入するなど、地内系統においても平常時の系統混雑を許容した設備形成が始まっている。
- 従来の系統混雑を前提としていない設備形成や制度を見直していくためには、系統運用の確実性は元より、経済合理性や事業者間の公平性の観点など総合的な検討が必要となる。



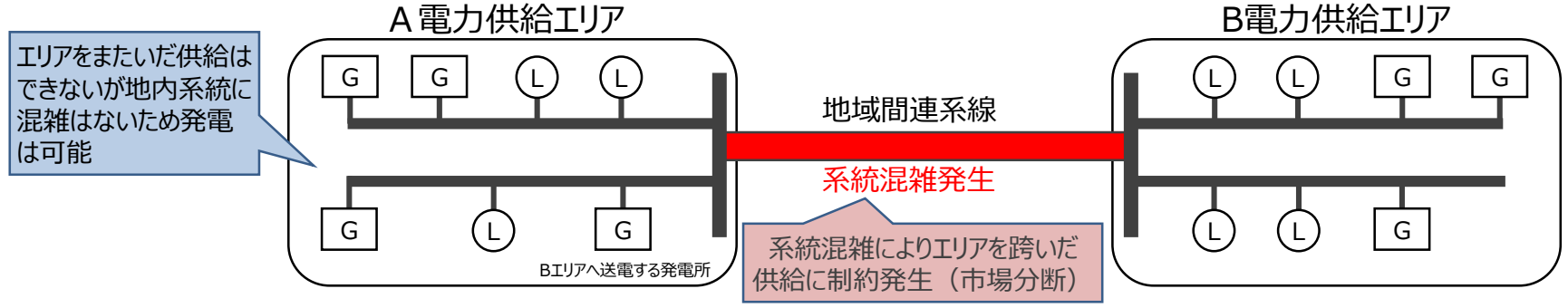
## 【目的】

このため、系統混雑を前提に合理的な混雑管理等の検討に入る前段として、まずは、**系統混雑に関する本質的な論点を浮き彫りにすることを目的**に「地内系統の混雑管理に関する勉強会(以下 勉強会)」を設置する。

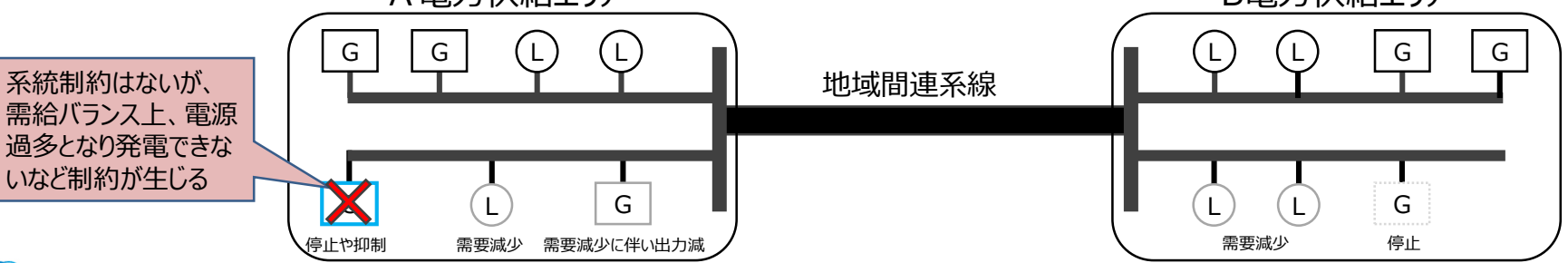
1. 勉強会実施の背景と目的
- 2. 課題認識**
3. 勉強会における検討スコープ
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

- 系統混雑とは、送電線の運用容量の制約により、発電事業者の運用に制約が生じている状態。具体的には、発電出力の抑制等（出力制御）を行い、潮流が送電線の運用容量以内となるようにしている状態。
- 地域間連系線については、従来から平常時であっても系統混雑の発生を前提としており、混雑時の連系線利用の考え方は、間接オークション導入により、従来の先着優先の考え方からメリットオーダーに応じた利用となるよう見直されている。
- また、送電線の運用容量に伴う制約以外に、需要に対し電源過多となっている場合は、安定供給上必要となる出力制御により、発電事業者の運用に制約が生じることがある（需給上の制約）。

## <地域間連系線の混雑による制約>



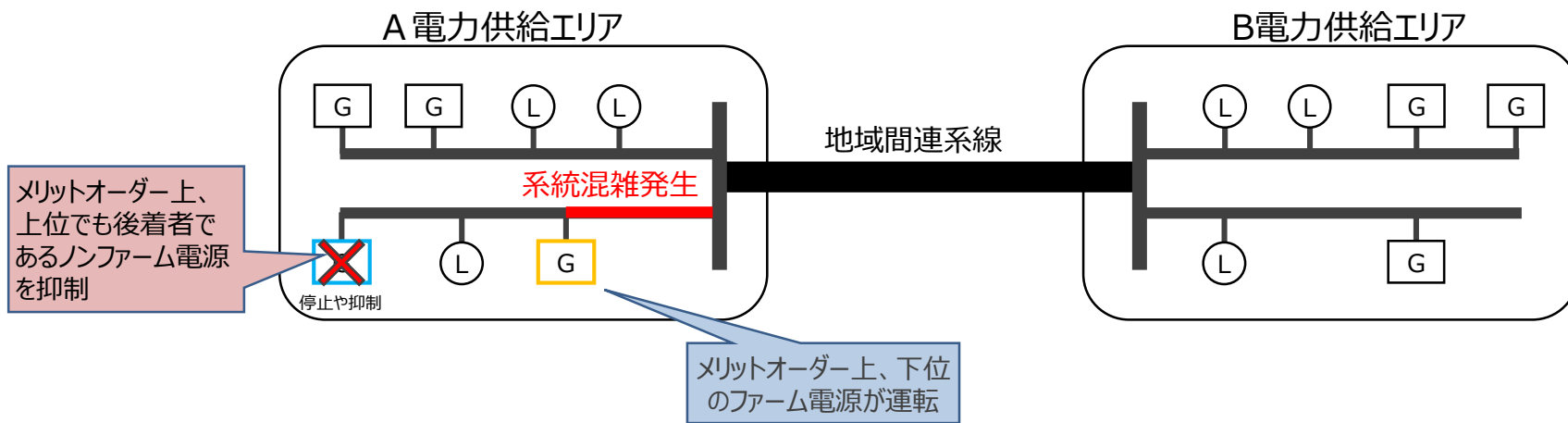
## <需給上の制約>



※上記は、同時に発生する場合もある

- 一部地域では、試行的に地内基幹系統において平常時の系統混雑を前提とした電源接続が開始された（試行ノンファーム型接続）。この試行ノンファーム型接続適用系統は、特定の系統に限ったものではなく、全国の基幹系統を対象としているものである。
- 試行ノンファーム型接続では、系統混雑発生時は、後着者であるノンファーム電源が一律で抑制される。
- ローカル系統への適用は、発電事業者の事業性、将来の流通設備の作業、制御システムへの影響などを見極めた上で判断していくこととなっている。
- 系統混雑が発生している基幹系統の増強判断は、将来ポテンシャルなどを加味した上で費用便益評価で判断し、便益が見込まれる場合に増強される。

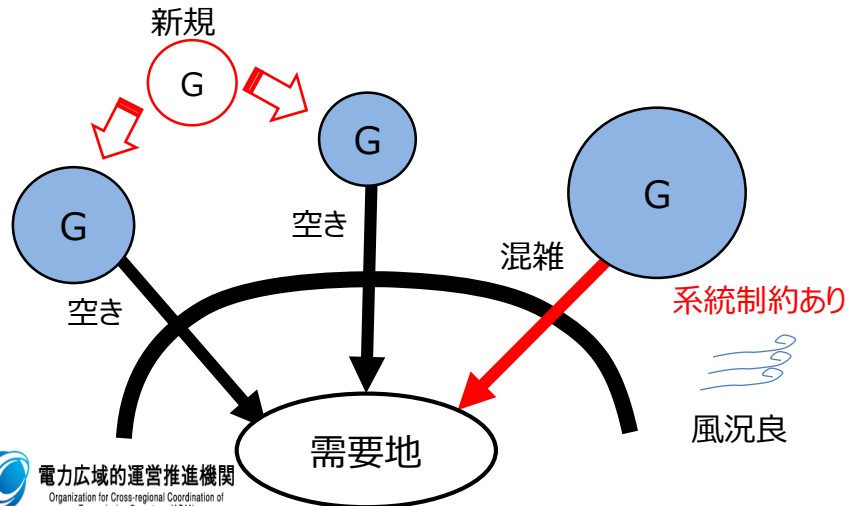
### <地内基幹系統の混雑による系統制約>



- 現状、系統アクセス時に設備増強を必要とする場合は、適切な受益者に負担を求めることにより、電源を空容量のある系統へ誘導し、系統混雑の発生回避を図っているが、再エネのように立地地域に制約がある場合や既設電源のリプレース等においては、混雑系統の回避が難しく、系統制約となっている。
- このため、広域機関では、日本版コネクト&マネージの検討を進め、試行ノンファーム型接続導入により、増強によらない接続を可能としたものの、その抑制方法は、先着優先の考え方に基づいているため、再エネの持つ価値をフルに発揮しきれない状況にある。

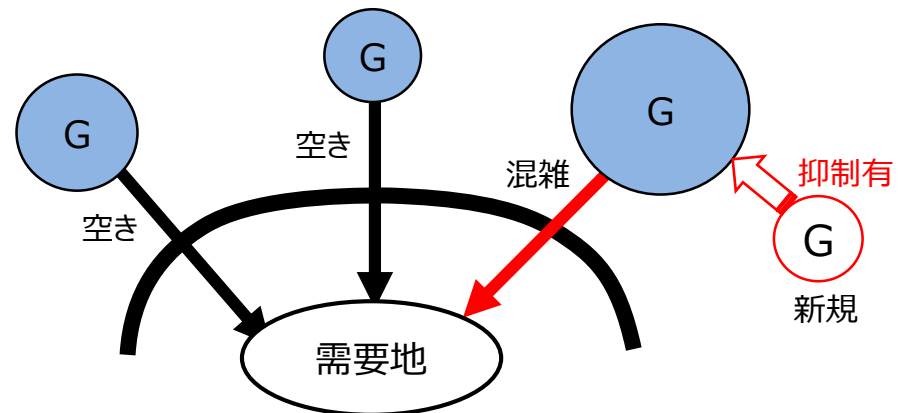
### 【従来】

- ・設備コスト面では、空容量の活用が最も合理的
- ・混雑系統への接続は、受益者負担を求めることで先着優先の考え方になっている。



### 【コネクト&マネージ（試行ノンファーム型接続）】

- ・系統混雑を許容して接続させることは、設備コスト面では合理的
- ・接続後の運用において、後着者に抑制を求めることで先着優先の考え方になっている。
- ・試行ノンファームでは、ノンファーム電源もスポット市場で取引されることから、価格には反映されているものの、系統制約による抑制により、本来持つ価値をフル活用できない。



- 新規電源接続時の課題については、系統混雑を前提とした考え方へと変えてきたことで克服されつつあるが、接続後の電源の運用の面では、系統混雑を前提としない先着優先の考え方がベースとなっている。
- このため、今後は、系統混雑を前提とした考え方に基づく、先着優先に代わる新たな混雑管理方法等の導入により、接続後の電源価値の有効活用を図るとともに、高効率の電源を促進し、社会コストの更なる低減を図っていく必要がある。

### 流通設備効率向上

系統混雑を前提とした系統アクセス  
(ノンファーム型接続導入)

出力制御方法は  
先着優先の考え方



電源の価値を  
活用しきれしていない

### 空容量のある系統への誘導

受益に応じた工事費負担  
予見性確保のための情報公開

立地制約・高効率  
電源の促進の面  
では効果は限定的

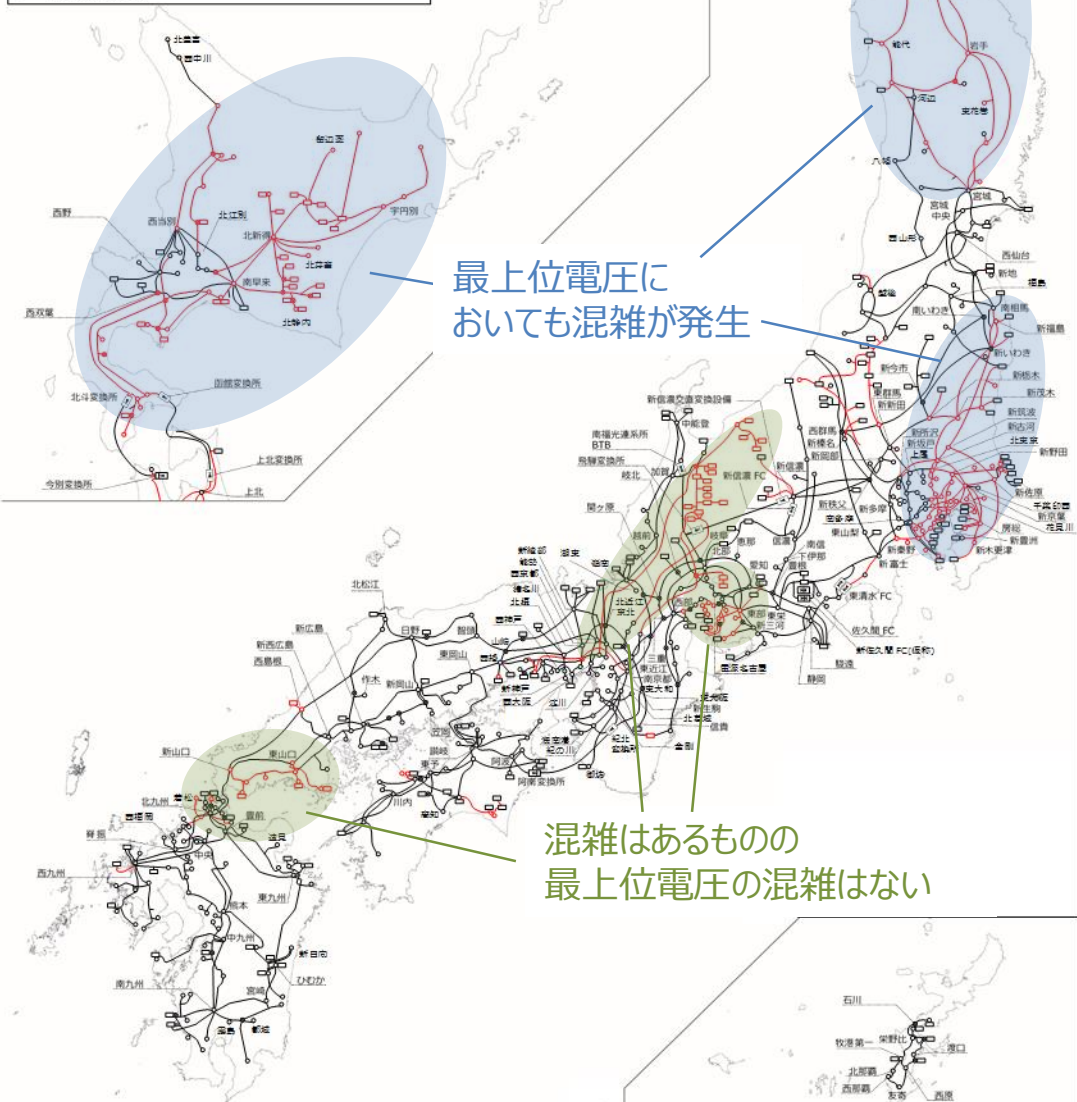


適切な系統に適切な電源が接続されていない  
(系統と電源が最適化されていない)

系統混雑を前提とした考え方の下  
社会コストの更なる低減を図っていく  
必要がある



- 凡 例
- 発電所 黒 空容量あり
  - 変電所 赤 空容量なし
  - ⊗ 開閉所
  - ◀▶ 交直変換所
  - ◀▶ 周波数変換所、BTB
  - 500kV および直流連系統
  - 275kV ~132kV



最上位電圧においても混雑が発生

混雑はあるものの最上位電圧の混雑はない



**基幹系統の空容量不足は50Hz系統において顕著**

1. 勉強会実施の背景と目的
2. 課題認識
- 3. 勉強会における検討スコープ**
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

### (平常時の電源価値の発揮)

- 本来、電源を接続する系統は、新たな増強工事なしに、その電源の価値（経済性や安定供給の価値）を最大限発揮できるような系統とすることが社会コスト最小化につながる。
- 電源の価値には、CO2排出量を削減する環境への価値、安定供給上、調整力としての価値や供給力としての価値など様々な価値があり、そのいずれもが不可欠なものではあるが、平常時において、まず考慮すべき価値とは、社会コストへの影響が大きい、卸電力市場におけるkWh価格としての価値と言えるのではないか。
- このため、地内系統の混雑管理においても、地域間連系線同様に、まずは平常時に再エネのような限界費用の安い電源の価値を最大限活用できるようにする仕組みが目指すべき姿と言えるのではないか。  
(環境への価値は、例えばCO2対策コストが価格に反映された場合、kWh価格としての価値に整理できる)

### (系統と電源の全体最適化)

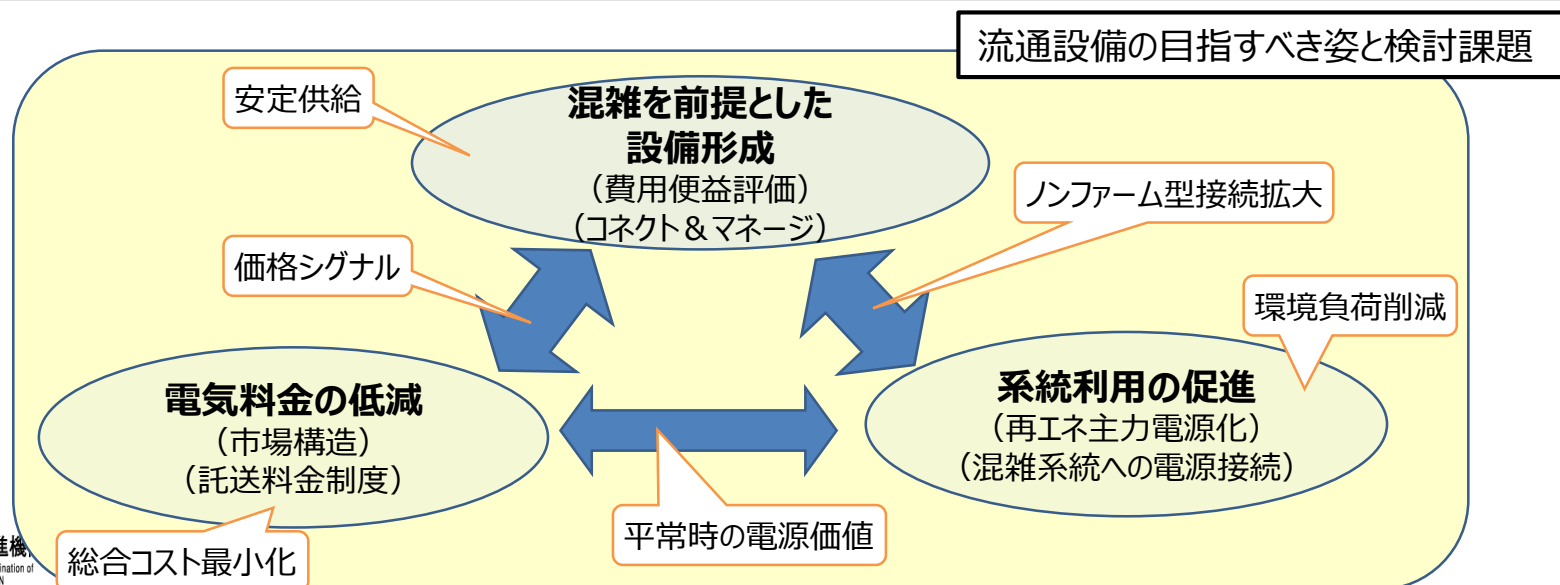
- 電源にはkWh価値以外にkW価値なども存在するが、系統に混雑が存在することを前提として適切な設備形成を考えていく場合、kWh価値を最大化する混雑管理を実現し、電源運用を先着優先からメリットオーダーへと変えることで、結果としてそれが事業者への価格シグナルにも繋がっていく。
- 混雑管理の仕組みの中で、価格シグナルに基づいた事業者自らの選択により、自然と適切な系統に適切な電源が接続される（系統と電源が最適化される）ようにすることも重要な視点ではないか。

### (平常時以外の電源価値)

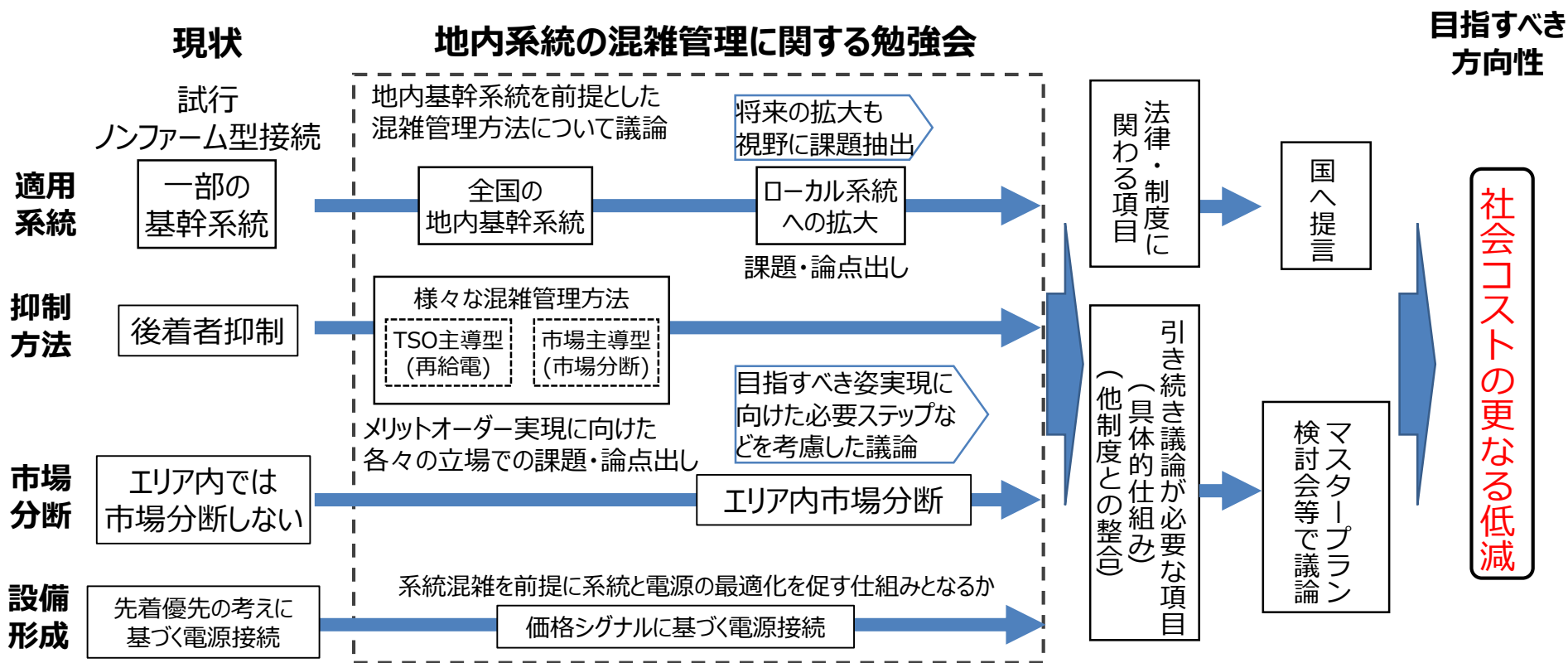
- 平常時において最も発揮する機会が多い価値は、kWh価値であるが、電力系統における電源の価値はそれだけではなく、安定供給上、必要となる調整力( $\Delta kW$ )や供給力(kW)としての価値も重要であることに変わりはない。
- それらの価値は、需給調整市場、容量市場においては、場面に応じた適切な価値が評価されるが、これら市場設計との整合を図りつつ、混雑管理の仕組みについて検討することが重要となる。

### (検討の方向性)

- また、系統混雑は、設備形成に対する判断にも影響を与えるなど、その影響は多岐にわたるものである。
- 混雑管理の仕組みの検討に当たっては、①混雑を前提とした設備形成、②系統利用の促進、③電気料金の低減という、流通設備の目指すべき姿（下図）との関係性に留意し、他制度に与える影響や課題、リスクについても明確にしていく必要がある。



- 社会便益最大化のため、設備コスト面で合理化（系統混雑を許容した電源接続）したことに伴い発生する混雑管理において、発電コスト最小化（メリットオーダー）を可能とする仕組みの実現を目指す。
- 加えて、適切な電源が適切な規模の系統に接続される設備形成を実現するための仕組みという観点についても検討し、これらの実現を目指す上で予想される課題・リスクを明確化し、解決に向けた論点を洗い出す。
- また、目指すべき姿実現までの必要なステップ（短期的に実現可能な仕組み等）についても整理する。



- 混雑管理において、どのような電源の電気が流れる系統か考える必要がある。系統は、送電（特別高圧）と配電（高圧）に大別され、特別高圧は基幹系統（上位2系統）とローカル系統に分けられる。
- 基幹系統は、高圧など下位に接続した電源も含め様々な電気が混在する一方で、ローカル系統や配電系統といった下位電圧の系統に行くに従い、電源種は限定される傾向にあるなど、系統によって特徴が異なり、混雑管理を行う上で、どの電源が系統を利用するかによって社会コストに与える影響も大きくなる。
- 基幹系統のように複数の電源種が利用している系統の混雑管理においては、電源価値に応じた最適な電源の系統利用を可能とする仕組みが必要になる
- 一方で、ローカル系統や高圧など特定の電源が利用する系統は、受益に応じ事業者も増強費用を負担していることから、現行の試行ノンファーム型接続の考え方に基づいた混雑管理に一定の合理性がある。
- このため、まずは既に系統混雑を前提に新規電源の接続を許容し、新たな混雑管理の仕組みが期待される地内基幹系統（地域間連系線に関連する系統を除く）について、検討を行うこととしてはどうか。

＜電源種ごとの連系電圧のイメージ＞

電圧階級		連系電圧	接続される電源の規模	接続電源							
送電系統	基幹系統※	50万, 27.5万, 22万V 18.7万, 13.2万V	50万kW超	原子力	火力	洋上風力	水力	陸上風力	地熱	バイオマス	太陽光
	特別高圧 (7000V~)	15.4万, 11万, 10万V	5万kW~100万kW程度								
	ローカル系統	7.7万, 6.6万V	2,000kW~5万kW程度								
		3.3万, 2.2万V	2,000kW~1万kW程度								
配電系統	高圧 (600V~ 7,000V以下)	6600V	50kW~2,000kW未満	電源種ごとに適地 が異なるため、配電 では同種の電源が 集中しやすい傾向							
	低圧 (600V以下)	200, 100V	50kW未満								

※各エリア上位2電圧 沖縄のみ1電圧(13.2万V)、北海道は50万Vなし(27.5万、18.7万)

勉強会で議論

平常時の混雑管理

NW設備の設備形成

系統の特徴

連系線

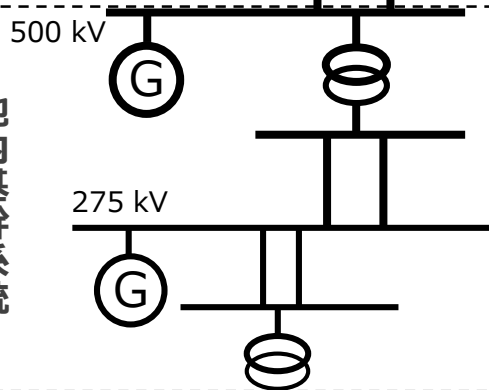
※連系線に関連する系統は対象外

間接オークション  
(市場落札不調の電源が停止)

費用便益評価により  
増強判断

エリアをまたいだ供給をする比較的大規模な電源が利用

地内基幹系統

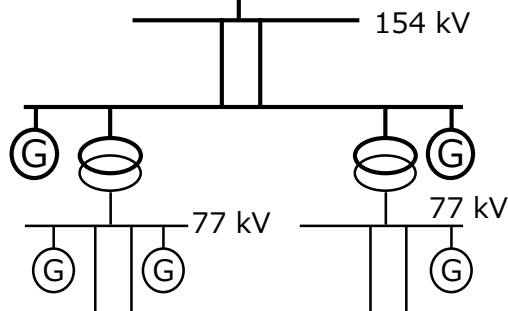


・試行ノンファーム  
(計画段階でノンファーム  
電源を抑制)

費用便益評価により  
増強判断  
(原則一般負担)

送電線の規模が大きく、基幹系～配電系統に接続する様々な電源の影響を受ける。  
・規模:大～小  
・電源種:原子力、火力、再エネ

ローカル系統

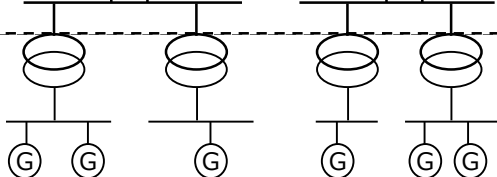


混雑なし  
(系統制約とならないよう  
設備増強して対応)

設備増強  
(受益に応じて特定負担分あり)

中規模火力もあるが再エネがメイン。送電線容量の関係で特定の電源の影響を受けやすい。  
・規模:中～小  
・電源種:火力、再エネ

配電系統



小規模電源が中心  
・規模:小  
・電源種:太陽光、水力

1. 勉強会実施の背景と目的
2. 課題認識
3. 勉強会における検討スコープ
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

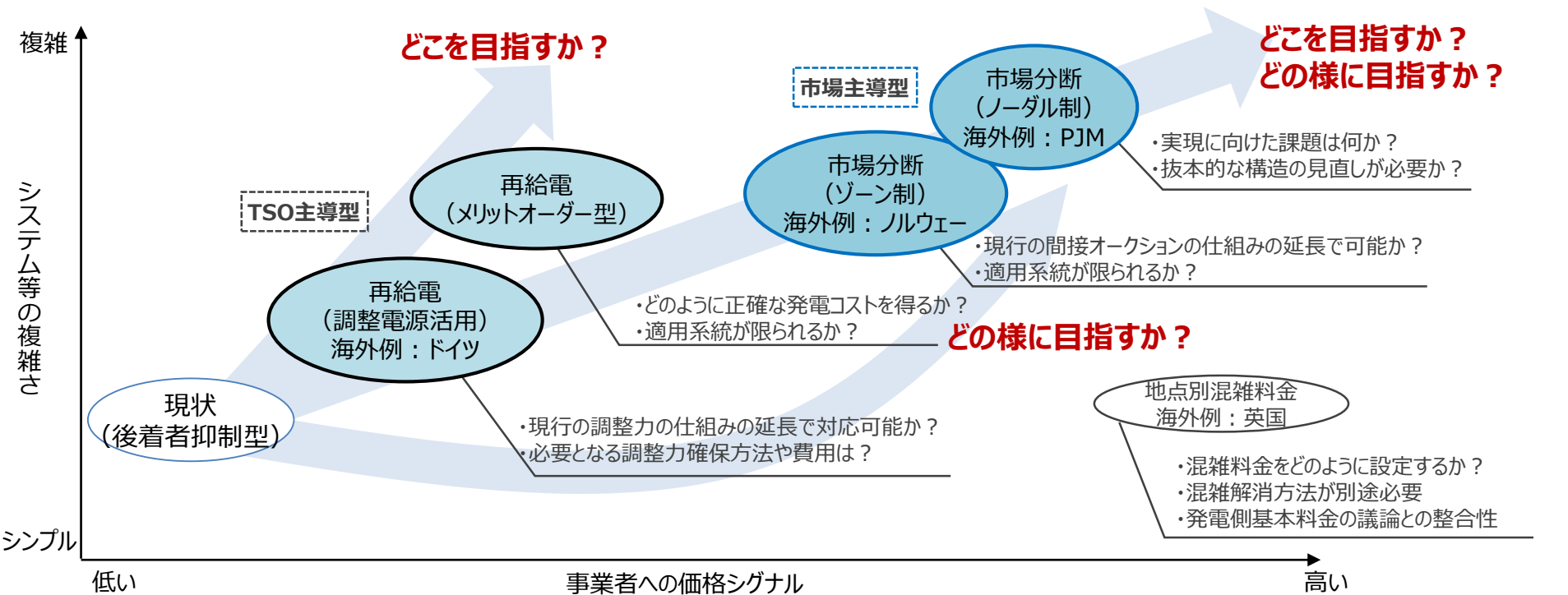


■ 2020年内で一定の方向性整理を行うことを目標に検討を進めていくこととしたい。

		2020年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
地内系統混雑管理勉強会					◆		◆	◆	◆	◆			
内容	第1回	現状把握：課題認識：全国基幹系統への試行ノンファーム適用拡大 課題認識：平常時の電源価値の発揮、系統と電源の全体最適化 検討スコープ：メリットオーダー・最適な設備形成の実現、課題・リスクの明確化、論点の洗い出し 混雑管理方法イメージ共有化：TSO主導（再給電）、市場主導（ゾーン制、ノーダル制）、混雑料金付加											
	第2～4回	様々な観点からの論点出し（混雑管理、設備形成） 時間軸（短期、長期）、立場（一送、発電、小売り）、課題の明確化 論点深堀：問題の本質洗い出し（法律・制度、事業採算性、想定する系統状況） 解決の方向性検討：ルール見直しの必要性、どの様な仕組みとすべきか											
	第5回	解決の方向性整理：法律・制度に関するもの → 国で議論 詳細設計が必要なもの → マスタープラン検討会等で議論											

1. 勉強会実施の背景と目的
2. 現状把握（系統混雑の現状）
3. 勉強会における検討スコープ
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

	先着優先 (後着者抑制型)	再給電	市場分断 (ゾーン制)	市場分断 (ノードル制)	地点別混雑料金
抑制方法	・後着者間でプロラタ抑制 ・後着者間のうち最後着電源から順に抑制	事前に決められた順序に応じてTSOが抑制	市場落札されなかった電源が抑制	市場落札されなかった電源が抑制	運用断面における混雑解消方法が別途必要
抑制対象	後着電源 (ノンファーム電源)	全電源	全電源	全電源	運用断面における混雑解消方法が別途必要
適用可能システム	基幹系統～ローカル系統	基幹系統～ローカル系統	基幹系統 (ある程度のゾーンが限界か)	基幹系統～ローカル系統	基幹系統 (ある程度のゾーンが限界か)
類型	・日本：試行ノンファーム ・英国：ANM	ドイツなど	ノルウェーなど	PJMなど	英国(基幹系統)など
備考		再給電時の抑制順序は需給上の優先給電ルールに近い考え方となるか	地域間連系線の間接オークションを地内系統へ拡大するイメージとなるか		具体的な混雑解消方法は再給電方式となるか



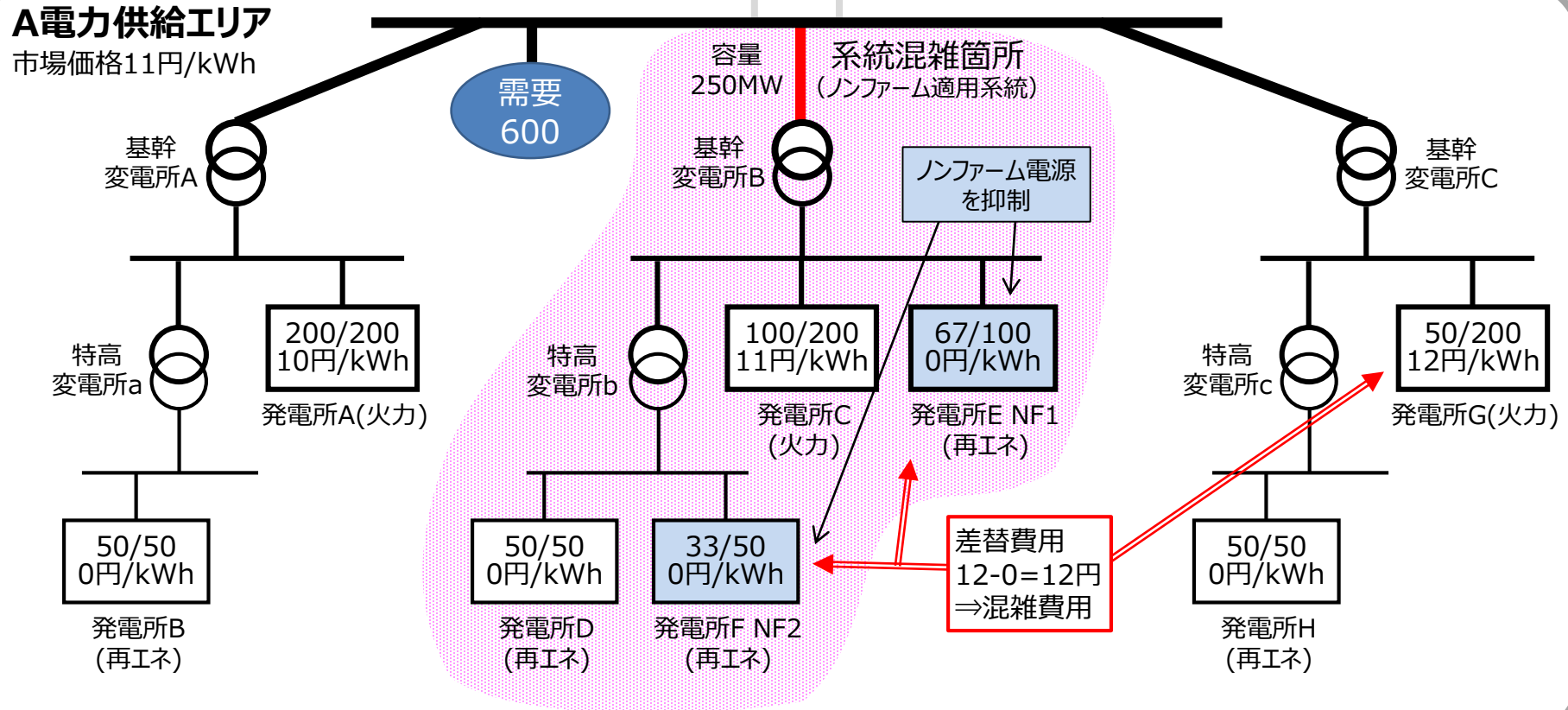
- 抑制判断：事業者の発電計画に基づき一般送配電が潮流を予測し判断
- 抑制のタイミング：計画段階 (スポット市場後～実需給断面までの間)
- 抑制対象：空容量がなくなった以降に接続したノンファーム電源
- 抑制方法：ノンファーム電源間でプロラタ抑制 (日本)、LIFO抑制 (後着者抑制) (英国)
- 抑制分の電源調達者：ノンファーム電源を保有するBG 混雑費用負担者：ノンファーム電源を保有するBG

## B電力供給エリア

## A電力供給エリア

市場価格11円/kWh

地域間連系線



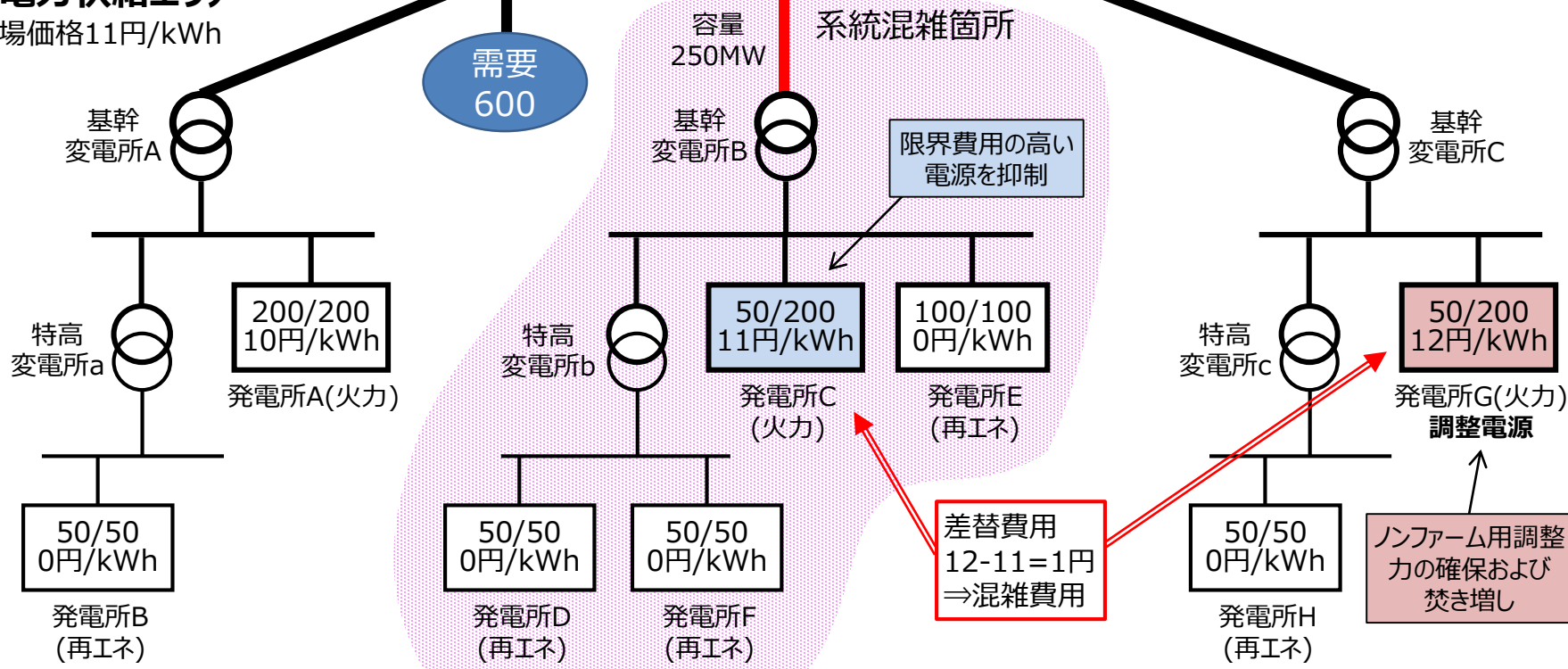
- 抑制判断：事業者の発電計画に基づき一般送配電が潮流を予測し判断
  - 抑制のタイミング：計画段階（+実需給断面）
  - 抑制対象：メリットオーダー順
  - 抑制方法：混雑系統における限界費用の高い順に抑制
  - 抑制分の電源調達者：エリアの一般送配電（調整電源）
- 混雑費用負担者：一般負担（調整力費用）

## B電力供給エリア

## A電力供給エリア

市場価格11円/kWh

地域間連系線

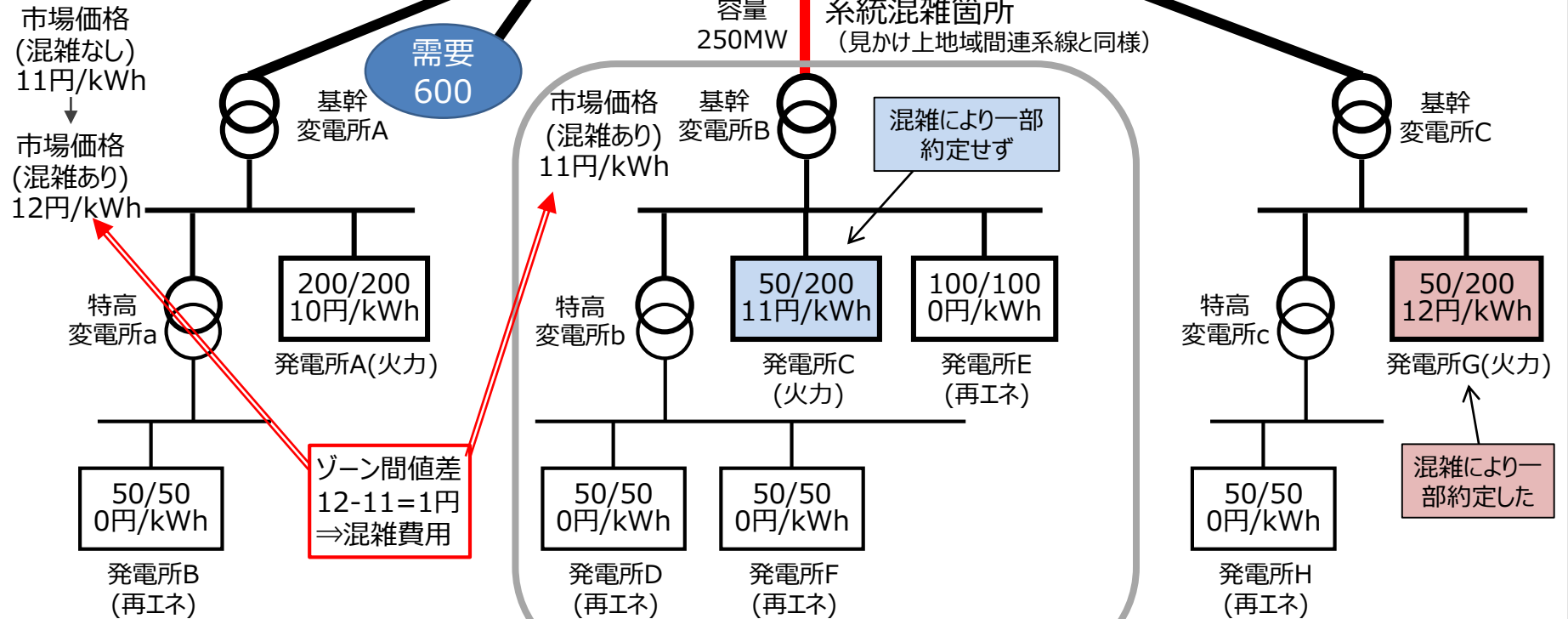


- 抑制判断：市場で決定（運用容量以内でしか約定しない）
- 抑制のタイミング：スポット市場後
- 抑制対象：市場で決定（約定しなかった電源）
- 抑制方法：市場での未落札電源が自然体に停止
- 抑制分の電源調達者：不要      混雑費用負担者：小売事業者

## B電力供給エリア

地域間連系線

## A電力供給エリア

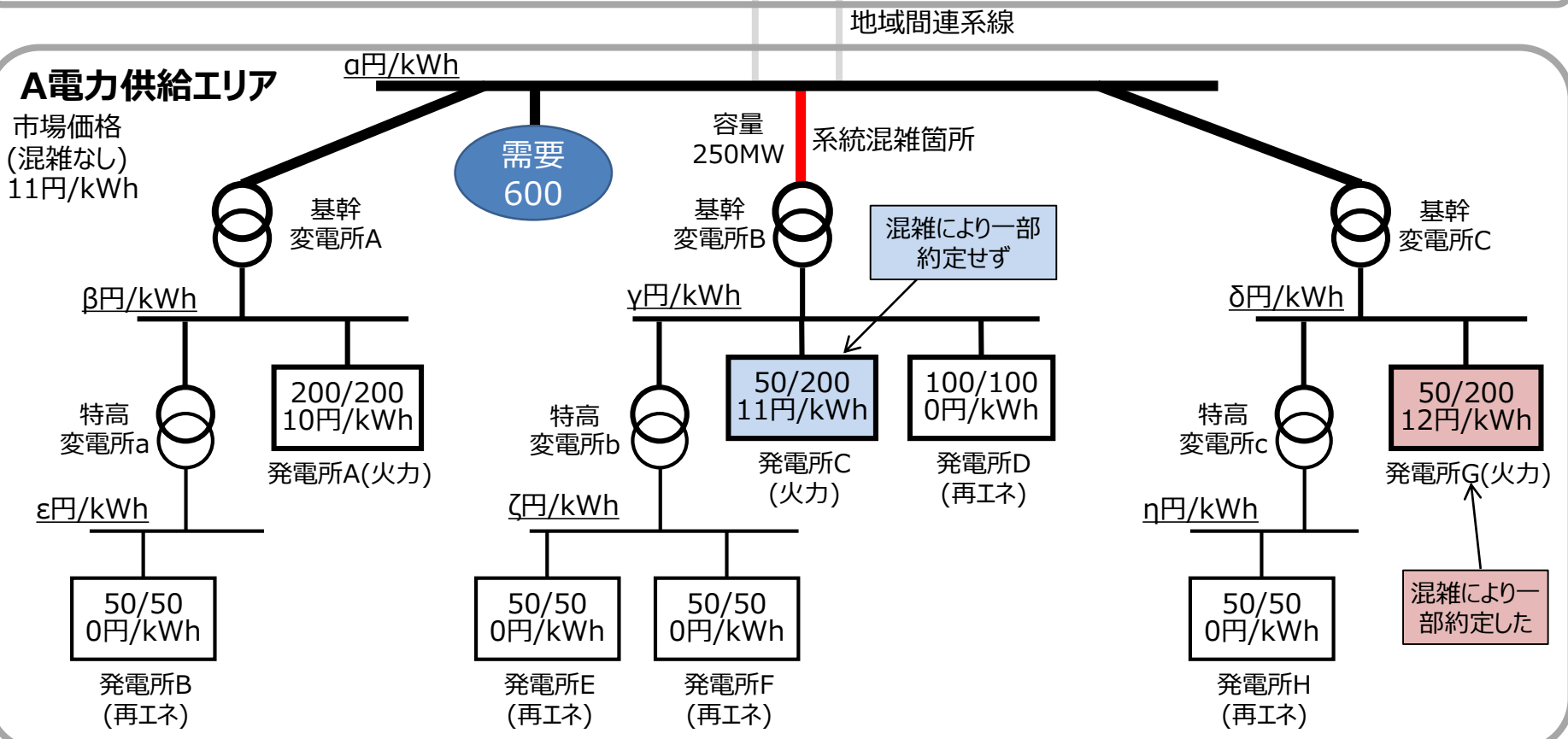


# 5 - 5. 市場分断(ノーダル制) (イメージは全量市場で取引されたものとして作成) 23

- 抑制判断：市場で決定 (運用容量以内でしか約定しない)
- 抑制のタイミング：スポット市場後
- 抑制対象：市場で決定 (約定しなかった電源)
- 抑制方法：市場での未落札電源が自然体に停止
- 抑制分の電源調達者：不要      混雑費用負担者：小売事業者

## B電力供給エリア

## A電力供給エリア

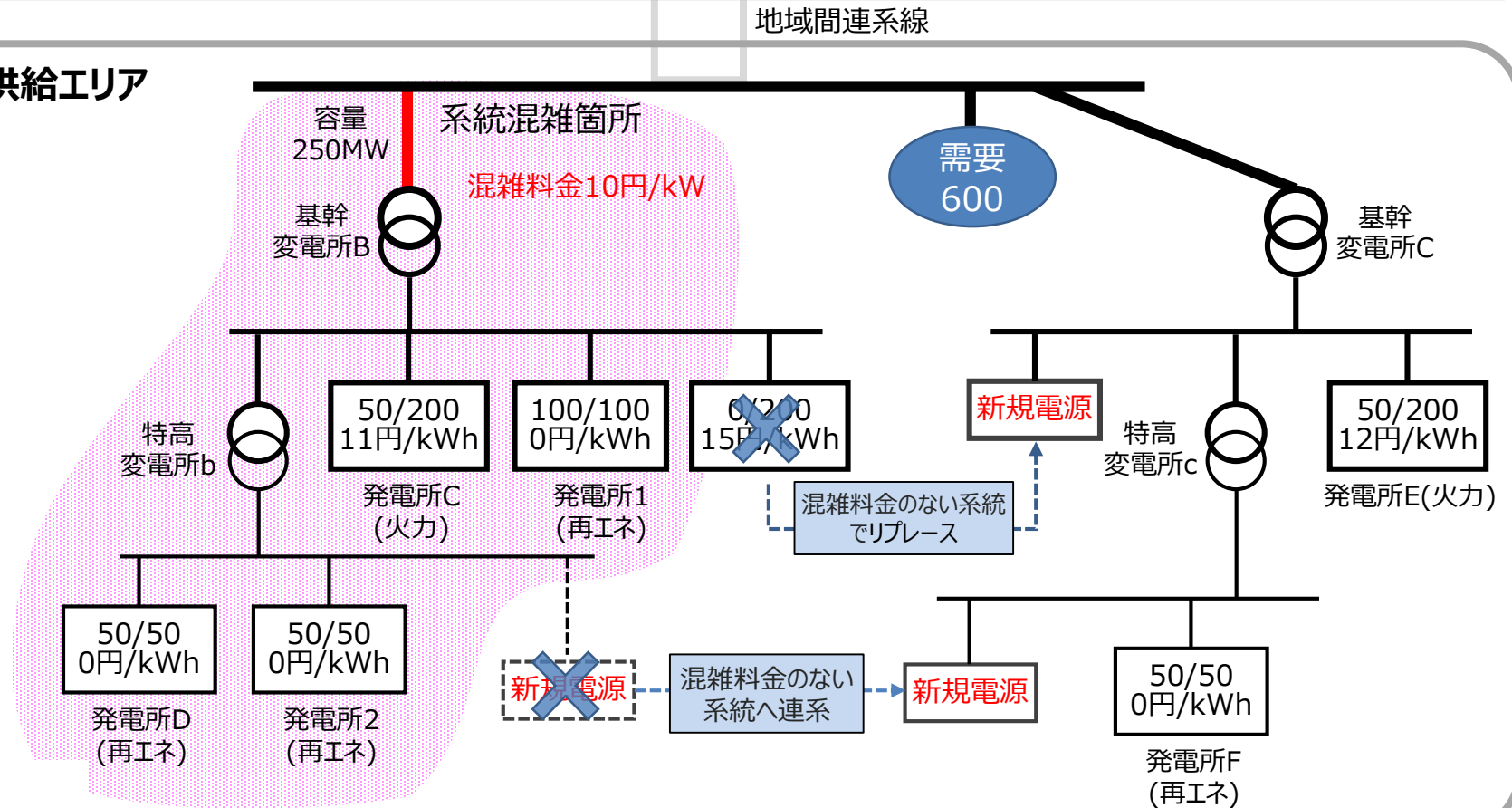


※LMPは母線ごとに設定され、送電ロスと混雑状況を加味した上で計算される

- 混雑発生時の抑制方法は別途必要
- 混雑料金負担者：発電事業者
- 新規電源が混雑系統以外へ接続するインセンティブとなる他、混雑地域の既設電源の他地域へのリプレースを促すためのディスインセンティブとなり、設備形成の段階からの混雑解消に繋がる。

## B電力供給エリア

## A電力供給エリア





1. 勉強会実施の背景と目的
2. 課題認識
3. 勉強会における検討スコープ
4. 勉強会の検討スケジュール
5. 代表的な混雑管理の仕組み
6. 次回勉強会に向けて

- 今回、勉強会の議論を進めるに当たり、その前提となる考え方や検討の対象となり得る様々な混雑管理手法についてお示しした。
- 本日の議論を踏まえ、各事業者においてそれぞれの立場でメリットオーダーおよび系統と電源の最適化実現に向けた課題・論点出しをしていただき、それに基づきディスカッションを行い、本質の洗い出しを行うこととしたい。