

# 二次調整力①広域運用の 現状活用案の検討状況について

2019年3月28日

送配電網運用委員会

- 第7回需給調整市場検討小委員会（2018.11.13）でご説明した「中給システムの抜本的な改修に関する検討」のうち、「制御方式・演算周期等の統一要否の検討」に係る二次調整力①の広域運用に関し、早期実現の可能性のある「現状活用案（中給システムの抜本改修なしで、各エリアの現在制御方式を活用）」について、検討状況（広域運用の方法に係るシステム面の検討）をご報告する。

2018.11.13 第7回 需給調整市場検討小委 資料4より

## 2 制御方式・演算周期等の統一要否の検討 【現状活用案の検討】

8

- 現状活用案（中給システムの抜本改修なしで、各エリアの現在の制御方式を活用）の検討として、中給システムのLFC演算周期・制御周期、発電機への制御方式が異なる状態で、二次調整力①の広域運用を行った場合の、周波数品質への影響について、シミュレーションによって評価。
- それが許容される範囲なのか、限定的な範囲（一部のエリアのみ等）での改修により対応可能なのか等を検討。
- もし、現状活用案で周波数品質への特段の悪影響がなければ、二次調整力①の広域運用開始が大幅に前倒し可能となる。
- この検討には期間を要するため、1エリア目の抜本改修時期が遅れる可能性があるが、9エリアの改修が完了する時期には影響を与えない\*と考えている。

\* 広域需給調整システムに追加するモジュールについて、現状活用案と仕様統一案との間にモジュールの仕様に大きな差がないと考えており、システム開発等に影響を与えない見込み



### （確認事項）

今回提案させていただいた現状活用案（中給システムの抜本改修なしで、各エリアの現在の制御方式を活用）の検討を、シミュレーションを含め行うことでよいか。

## 2 制御方式・演算周期等の統一要否の検討 【検討の進め方①】

10

### (1) 現状活用案の検討を行う場合

今回報告

- ⇒具体的な広域調達、広域運用の方法に係るシステム面の検討、周波数面の影響評価（シミュレーションによる評価）などの検討を進めていく。
- ⇒（検討の結果、課題解決が可能であれば）二次調整力①の広域運用開始が大幅に前倒し可能に。
- ⇒現状活用案（中給システムの抜本改修なし）の実現を目指す場合においても、更なる将来に向けては、仕様統一案（中給システムのリプレースに合わせた抜本改修）の検討を進めていく。

#### [仕様統一案の検討を進めていく理由]

- ✓ 制御方式・演算周期等の統一を目指すことで、技術的にはスムーズな運用（周波数品質面でもより良い方向）を目指すことができる可能性がある。
- ✓ 調整力供出事業者にとっては、全国どのエリアでも同じ方式で接続可能となり、事業者の参加機会の拡大にもつながる。

2018.11.13 第7回 需給調整市場検討小委 資料4より

4 検討のスケジュール

22

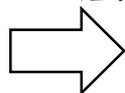
- 各エリアの中給システムのリプレース時期を勘案しつつ、シミュレーション等を通じて、中給システムの改修内容等の検討を進めていく。

<検討スケジュール（現状活用案の検討を行う場合）>

		2018	2019	2020	2021	2022	2023
制御方式・演算周期の検討	現状活用案の検討	■ システム仕様検討	■ シミュレーション分析				
	仕様統一案の検討		■ システム仕様検討	■ シミュレーション分析			
単価登録細分化の検討		■					
V1/V2による直接的な運用の検討		■					
中給制御の最大数の検討		■					

# 1 現状活用案システム検討にあたっての考え方

- 二次調整力①広域運用を実現するための広域需給調整機能（以下、「広域LFC機能」と記載）のシステム仕様検討にあたっては、各エリアともAR<sup>\*1</sup>を用いて制御を行っている点に着目し、広域的にARの過不足をやりとりすることにより、現状のLFC制御を活用して広域運用を実現する方式を検討した。
- 現在、開発を進めている広域需給調整機能（二次調整力②～三次調整力②）では、インバランスネットینگ・広域メリットオーダー機能による制御を基本コンセプトとしており、このうちネットینگ機能をARに適用することとした。
- ネットینگしたARの各エリアへの配分については、LFC動作可能量<sup>\*2</sup>および連系線空容量から算出する。また、システムの演算時間については、各エリアとの情報の伝送時間や地域間連系線の空容量チェックを行う時間を考慮する。
- なお、今回の検討内容においては、個別ユニットのkWhメリットオーダーは考慮していないが、ARネットینگによる広域運用により、ネットینگによる発動量の低減のみならず、二次調整力①の広域調達（ΔkWの広域調達）の課題の一つが解決でき、調達量の低減に寄与する効果の可能性がでてくると考えられる。二次調整力①は周波数変動に対応するため応答速度が重要であることも踏まえつつメリットオーダーについては仕様統一案の検討において引続き検討していくが、現状活用案においても簡易的方法の可能性について継続検討する。



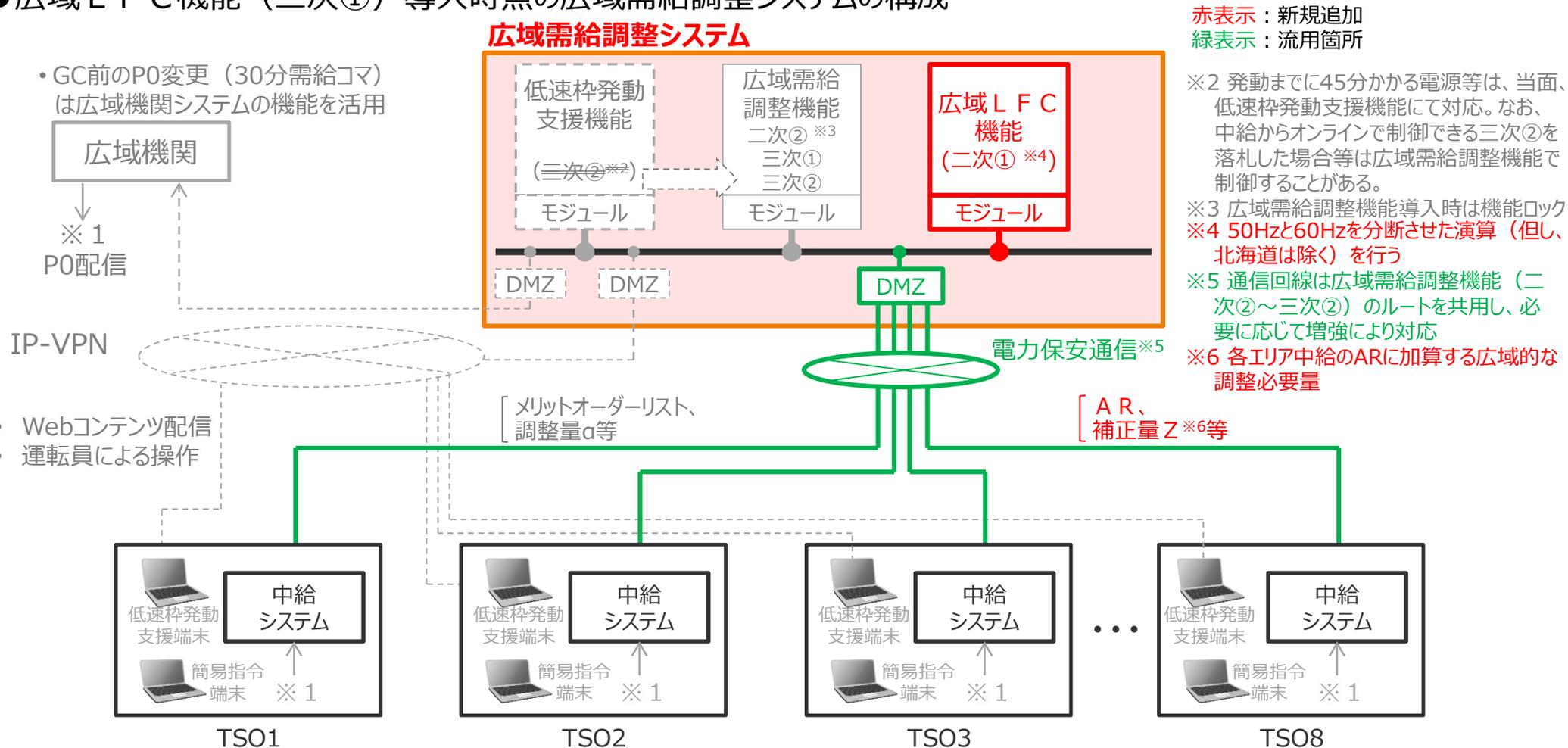
本日の議論を踏まえ、シミュレーション分析や詳細検討を進めていく。

\*1 AR (Area Requirement) とは、各エリアのLFC制御に用いる必要量。  
(周波数偏差と連系線潮流偏差から算出される制御必要量のことを言う)

\*2 需給調整市場での約定電源等およびエリア内の余力活用電源等の二次調整力①相当量から算出。

○二次調整力①広域運用のためのA Rネッティング等を演算する装置として、広域L F C機能（二次調整力①の広域需給調整機能）を、二次調整力②～三次調整力②の広域運用のため先行開発している広域需給調整システムに実装する形で構成。

### ●広域L F C機能（二次①）導入時点の広域需給調整システムの構成



赤表示：新規追加  
緑表示：流用箇所

※2 発動までに45分かかる電源等は、当面、低速枠発動支援機能にて対応。なお、中給からオンラインで制御できる三次②を落札した場合等は広域需給調整機能で制御することがある。

※3 広域需給調整機能導入時は機能ロック

※4 50Hzと60Hzを分断させた演算（但し、北海道は除く）を行う

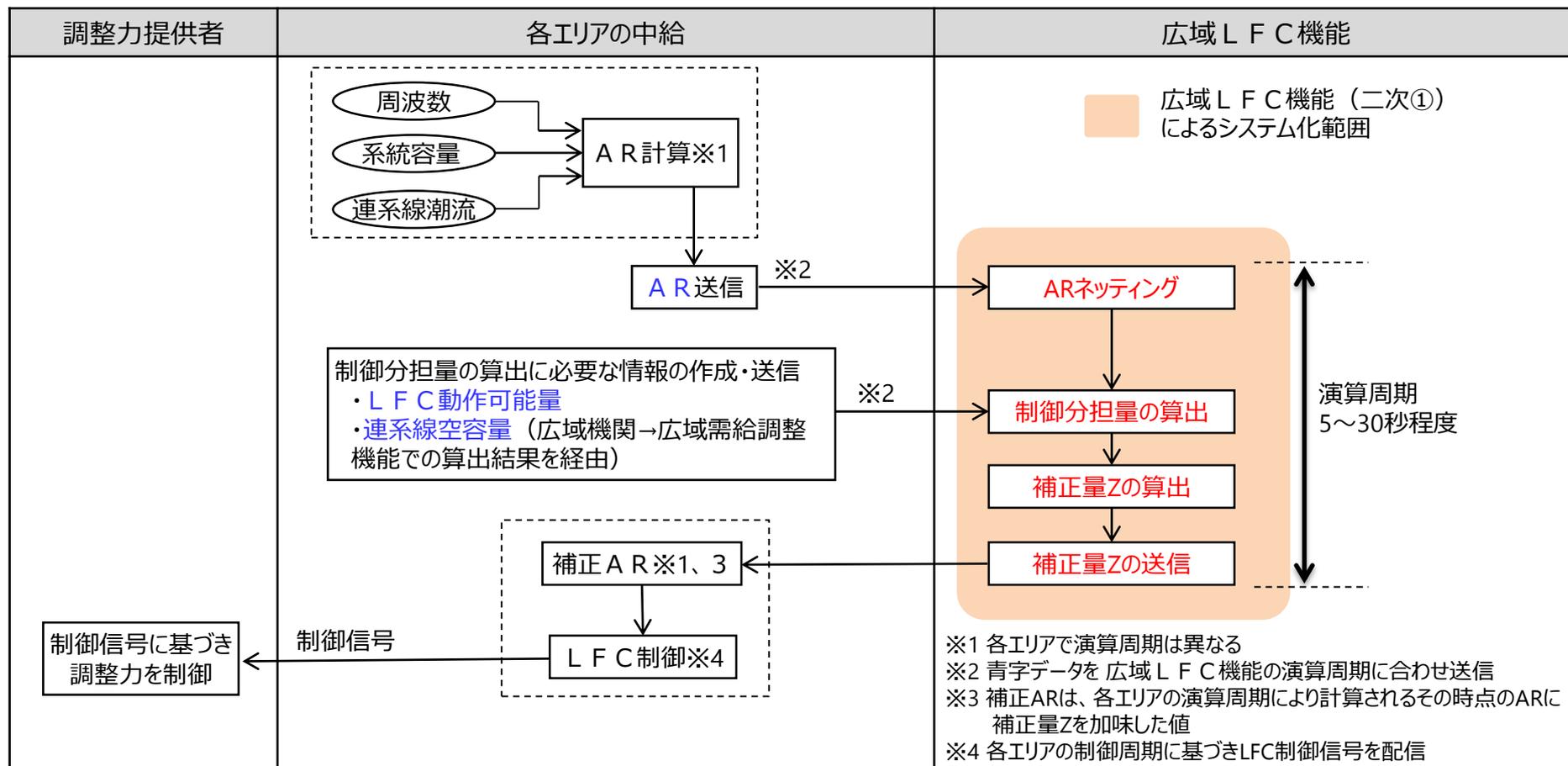
※5 通信回線は広域需給調整機能（二次②～三次②）のルートを共用し、必要に応じて増強により対応

※6 各エリア中給のARに加算する広域的な調整必要量

小規模な中給システム改修は実施（広域L F C機能（二次①）と連携するデータ作成機能等）

- 各エリアの中給システムから、演算断面における「AR」、「L F C 動作可能量」、「連系線空容量」を算出し、広域 L F C 機能へ送信する。
- 広域 L F C 機能では、「AR ネットティング」、「制御分担量の算出」、「補正量 Z \* の算出・送信」を行う。
- 広域 L F C 機能から送信される補正量 Z を踏まえ、周波数調整に必要なエリア内の調整力を L F C 制御により発動する。

\*「AR ネットティング後に各エリア中給のARに配分される広域的な調整必要量」を補正量 Z と定義。

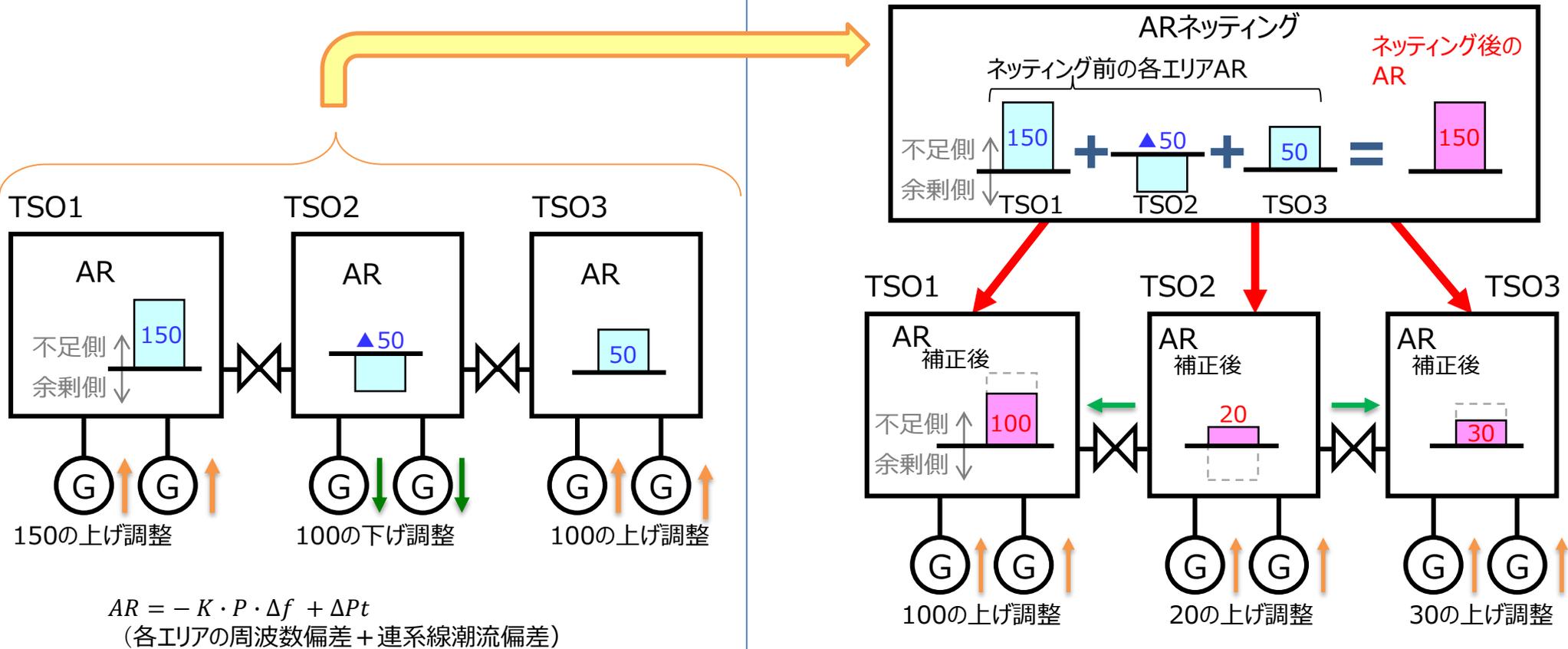


## 【現状】

- 各エリア中給それぞれが、自エリアのARに基づき二次調整力①を制御・運用（上げ・下げ）している。

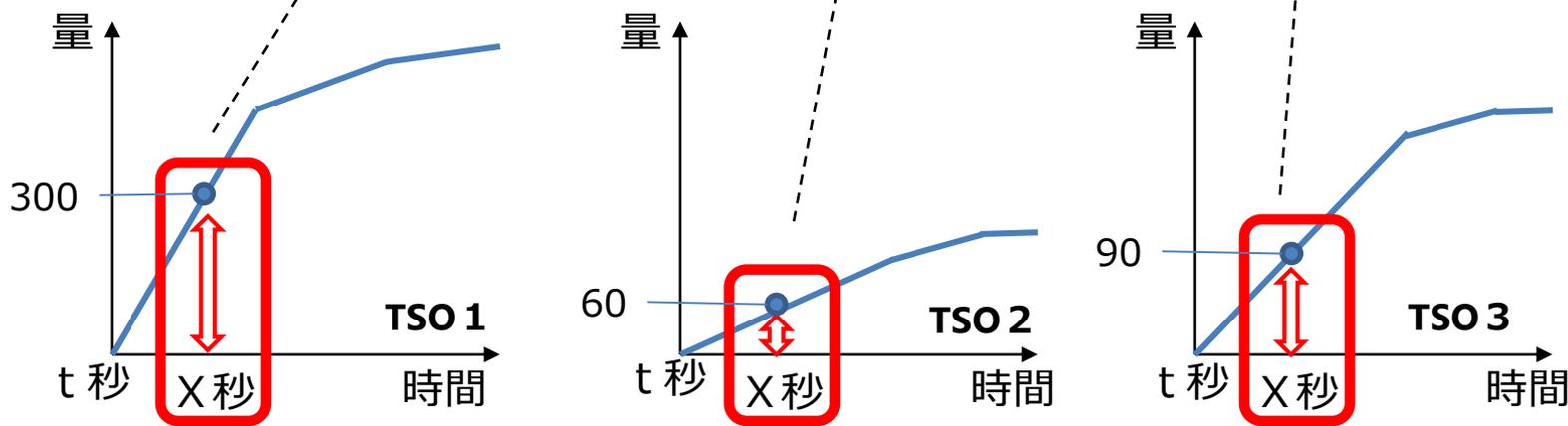
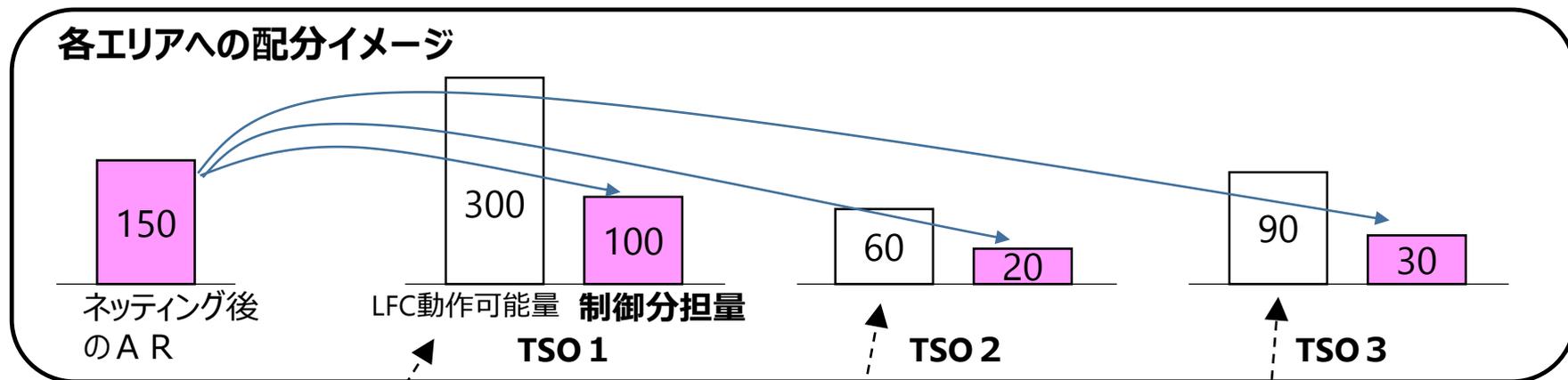
## 【広域運用時】

- 各エリアのARをネットティングし、ネットティング後のARをLFC制御量（二次調整力①の発動量）とする。
- 各エリアのLFC制御分担量算出、各エリアへ送信する補正量Z算出は、各エリアのLFC動作可能量（二次調整力①の動作可能量）を勘案して配分する。（後述）



(注) ・各エリアへのAR配分量はあくまで一例  
 ・ネットティングによる経済メリットがない場合はロックする機能を検討

- 二次調整力①は周波数変動に対応するため応答速度が重要であることを踏まえ、各エリアへのLFC制御量の配分（制御分担量）は、このLFC動作可能量の比率で按分し算定する。LFC動作可能量は、LFCの制御間隔と広域LFC機能の演算時間等を勘案した時間（X秒）で算出する方向で検討を進める。



〈時間毎のLFC動作可能量のイメージ〉

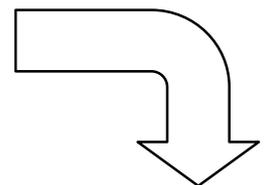
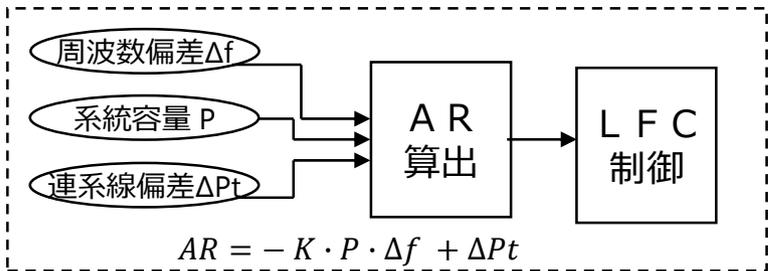
※計算した制御分担量が各エリアのLFC動作可能量を超過する場合、X秒段階では超過した状態で配分するが、5分以内には解消するような演算とする。

(余白)

# 5 広域 L F C 機能の演算時間・演算周期

- 広域 L F C 機能による A R ネットティング等の演算を行うには、各社の L F C 動作可能量と連系線空容量を踏まえた演算時間が必要。
- また、各エリアからのデータ集約や補正量 Z の配信のため、各エリア中給システムと広域 L F C 機能間において、伝送時間が必要となる。
- 上記 2 点を踏まえると、1 秒といった高速領域での演算周期実現は難しいと考えられる。
- 演算周期については、「5 秒、1 0 秒、3 0 秒」の 3 つのケースについて、シミュレーションによる分析を行うこととしたい。（各社のうち最大制御周期が 3 0 秒であるため、5 秒、1 0 秒、3 0 秒を選定）

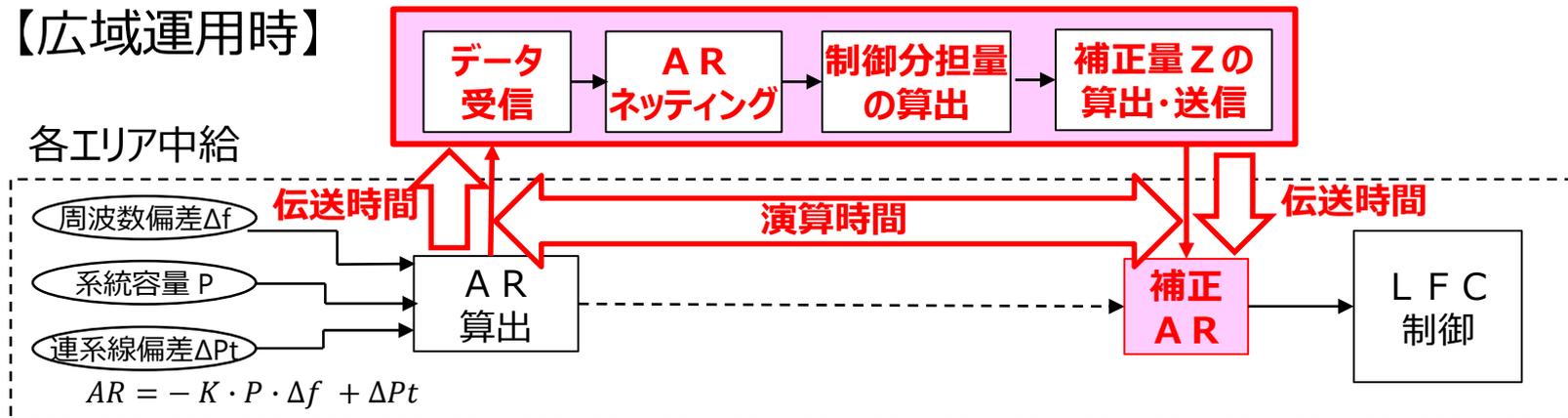
【現状】 各エリア中給



## 広域 L F C 機能 (二次①)

【広域運用時】

各エリア中給



○ 広域 L F C 機能の具体的な演算方式 (システム) については、以下のような点を勘案し、既存広域需給調整機能 (二次②～三次②) との親和性があり実現性の高い、「一定周期演算 (案③)」の方向で検討を進める。

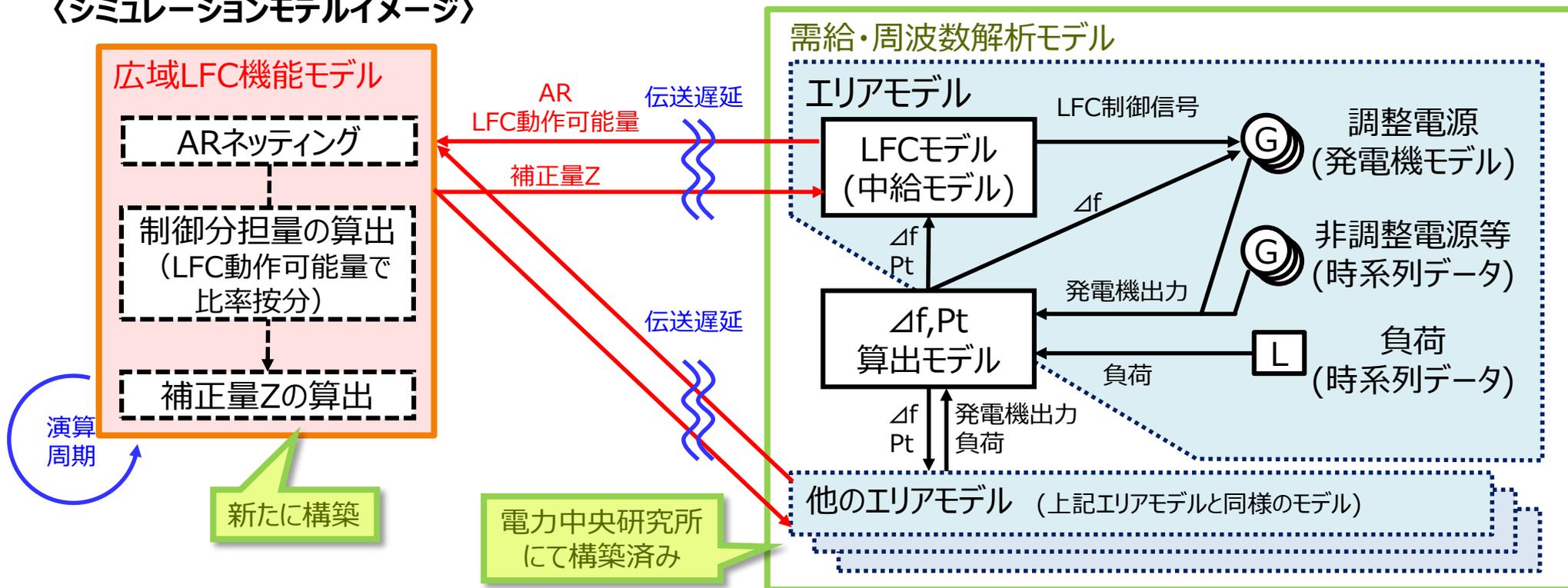
- ✓ 案① (並列演算) はエリア中給側も含め並列演算可能なシステム構成が必要となる。
- ✓ 案② (直列演算) は演算終了後に即時演算を行う必要があり、周期が一定にならない。

	案① (並列演算)	案② (直列演算)	案③ (一定周期演算)
概要 (秒数は例)			
データの配信周期	最も短くできる (配信周期の同期は必要)	配信周期の特定が困難	配信周期は長くなるが、配信周期の特定は可能
実現性	エリア中給側も含めたシステム全体で並列化の考慮が必要 (採用事例がない)	シンプルなシステム構成であり実現性は高い	既存、広域需給調整機能 (二次②～三次②) と親和性が高く、設計流用に期待でき実現性は高い
システム構築費用	演算機能を複数持つ必要があり構築費用が高くなる。	演算機能が1つでよく案①より構築費用は少ない	同左

# 6-1 シミュレーション評価について

- シミュレーションでは既存の「需給・周波数解析モデル」を活用し、新たに「広域LFC機能モデル」を構築して、広域LFC機能（二次①）の評価を行う。
- 本検討では、負荷や非調整電源の実績データをシミュレーションモデルに入力し、LFCの広域運用による需給制御への影響を確認する。
  - 周波数・連系線変動への影響
  - LFC動作量の偏在化（制御方式やLFC機能の違いによるエリア間の偏り） etc.
- モデル構築およびシミュレーションは電力中央研究所へ研究委託する。

## 〈シミュレーションモデルイメージ〉



## &lt;2019年度のシミュレーションスケジュール&gt;

1Q	2Q	3Q	4Q
A) ロジック構築および動作検証			
	B) シミュレーション実施		
		シミュレーション結果・まとめ	

## A) ロジック構築および動作検証

- ARネットイングや制御分担量算出など広域LFCを実現するために必要となる機能のロジックを検討のうえ、広域LFC機能モデルを構築する。

## B) シミュレーション実施

- シミュレーションでは各社中給の制御実績（周波数偏差・連系線潮流偏差等）を活用し、実績期間と同じ電源構成・調整力確保量、負荷や再エネの変動を変化させて、LFCの広域運用を模擬する。
- 更に負荷・電源構成を変えてシミュレーションを行い、広域LFC機能の演算周期等の違いによる需給制御への影響を確認。
- 各社中給のLFCシステムは統一されたものではないため、50Hz系2社・60Hz系6社の需給・周波数解析モデルと広域LFC機能モデルを連動させてシミュレーションを行う。（1ケース毎に、設定項目や入力データを変更し、分析を行う）

- 現状活用案について、引き続き詳細検討を行うとともに、今後、シミュレーション分析を進めていく。  
 (現状活用案は、各エリアの中給システムのLFC演算周期・制御周期が異なる状況での広域運用となることから、その違いが周波数や連系線潮流の変動にどのような影響を与えるか等についてシミュレーション分析による検証を行い、実現性を評価していく)
- シミュレーション分析の結果、現状活用案による広域運用が可能と判断できれば、システム仕様の詳細検討を行い、広域運用が可能となる時期を検討する。
- 仕様統一案については、シミュレーション分析と並行して検討を進め、メリットオーダー運用の可能性も含めた制御方式等の検討を行っていく。なお、広域調達に係る課題（連系線容量確保、費用対効果等）は引き続き検討いただきたい。

		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
制御方式・演算周期の検討	現状活用案の検討	■ システム仕様検討	■ シミュレーション分析	■ 広域運用の可否・詳細検討				
	仕様統一案の検討		■ システム仕様検討	■ シミュレーション分析				

- 近年の再生可能エネルギー導入拡大、レジリエンス強化等の要請に伴い、一般送配電事業者として、実運用を踏まえた技術的な検討を深めることがますます重要となっている。
- 一般送配電事業者としては、今後も増加・高度化する課題に対して、検討をより深掘りし、系統利用者や広域機関等に対し、安定供給の確保や合理的な運用のための新たなルールなどの提案を行っていく必要があると考えられ、これを効果的に行うために、一般送配電事業者10社ならびに学識経験者で構成する委員会を開設することとした。

## 【学識経験者委員】(50音順)

井上 俊雄 電力中央研究所 システム技術研究所長  
大山 力 横浜国立大学大学院 工学研究院 教授  
斎藤 浩海 東北大学大学院 工学研究科 教授  
横山 明彦 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授

## 【一般送配電事業者委員】

藤井 裕 北海道電力株式会社 取締役副社長 副社長執行役員  
田苗 博 東北電力株式会社 取締役副社長 副社長執行役員  
金子 禎則 東京電力パワーグリッド株式会社 代表取締役社長  
市川 弥生次 中部電力株式会社 取締役 専務執行役員  
水野 弘一 北陸電力株式会社 代表取締役副社長 副社長執行役員  
土井 義宏 関西電力株式会社 代表取締役 副社長執行役員  
松岡 秀夫 中国電力株式会社 取締役 常務執行役員  
横井 郁夫 四国電力株式会社 常務取締役  
山崎 尚 九州電力株式会社 取締役 常務執行役員  
横田 哲 沖縄電力株式会社 取締役

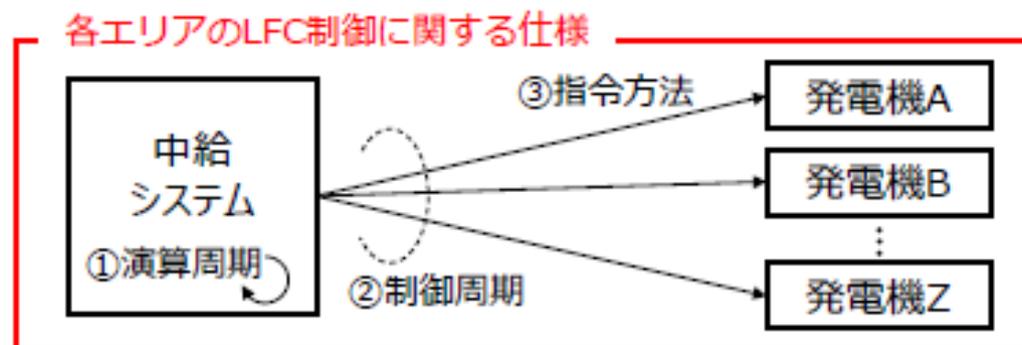
2018.11.13 第7回 需給調整市場検討小委 資料4より

## (参考) 中給システムの仕様差異の現状調査

12

○ 二次調整力①の広域運用に関する各エリアの中給システムの以下の仕様差異を調査した。

- ①演算周期：中給システム内での演算の周期
- ②制御周期：発電機への制御指令の送信周期
- ③指令方法：発電機への指令方法

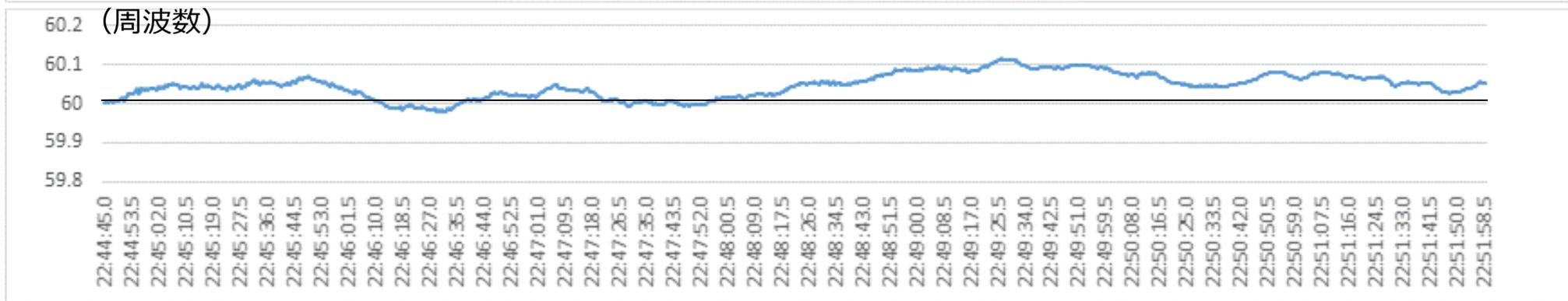


	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
①演算周期	3秒	5秒	1秒	5秒	2秒	0.5秒	2秒	2秒	5秒	2秒
②制御周期	3秒	5秒	1秒	10秒 ※1	30秒	0.5秒	10秒	20秒 ※4	5秒	2秒
③指令方法	指令値	指令値	パルス	パルス ※2	指令値	パルス ※3	指令値	指令値	指令値	指令値

③指令方法の「パルス」とは、調整力の出力を増加(減少)させる場合は上げ(下げ)出力の信号を目的値に達するまで出す方式。また、指令方法(指令値、パルス)は同様でも、各社により「配分対象の考え方」、「指令の送信方法」等の詳細仕様は異なる。

※1：ARがある閾値以上になると5秒  
 ※2：一部他社水力に数値指令あり  
 ※3：10秒継続又は積分量超過にて制御出力  
 ※4：指定により、5秒に切替可能

○ 短時間の変動を対象とした周波数調整に応じるため、各エリアとも数秒～数十秒オーダーの演算・制御周期で制御している。(下図は関西の例)



- 二次調整力①の広域運用は、当面は、既存直流設備の制約から、50Hz系2社（東京・東北）と60Hz系6社（中部・北陸・関西・中国・四国・九州）の同期系統毎に行うことが可能な広域 L F C 機能のシステム仕様とする。ただし、システム検討においては、将来的な直流設備の増設・リプレースにより、直流設備が広域運用可能となることも考慮し、設計検討を行う。

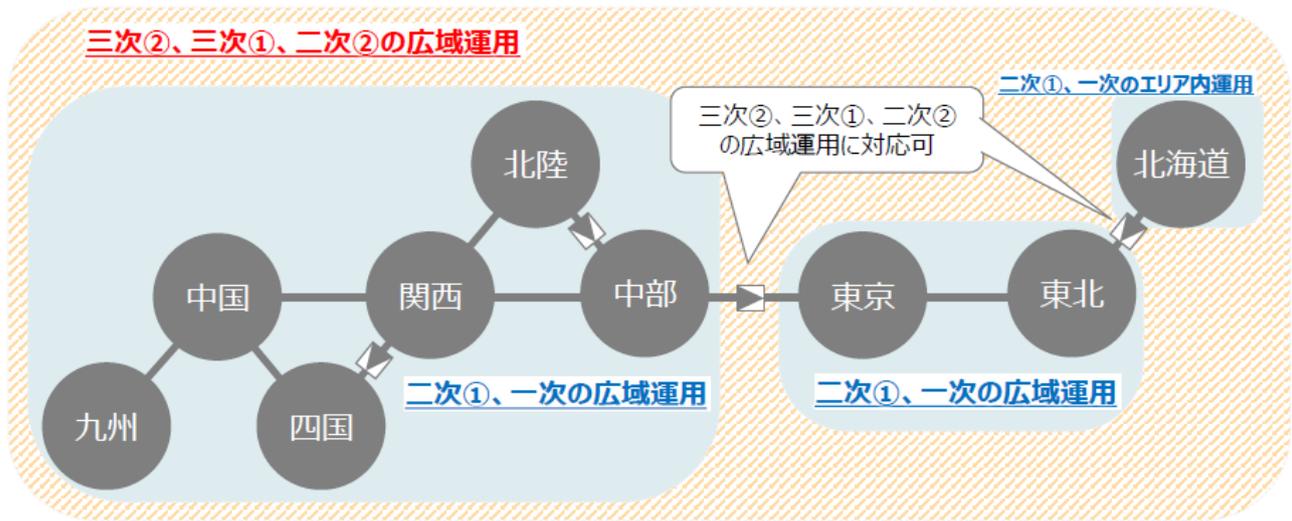
2019.3.5 第9回 需給調整市場検討小委員会 資料6より

まとめ

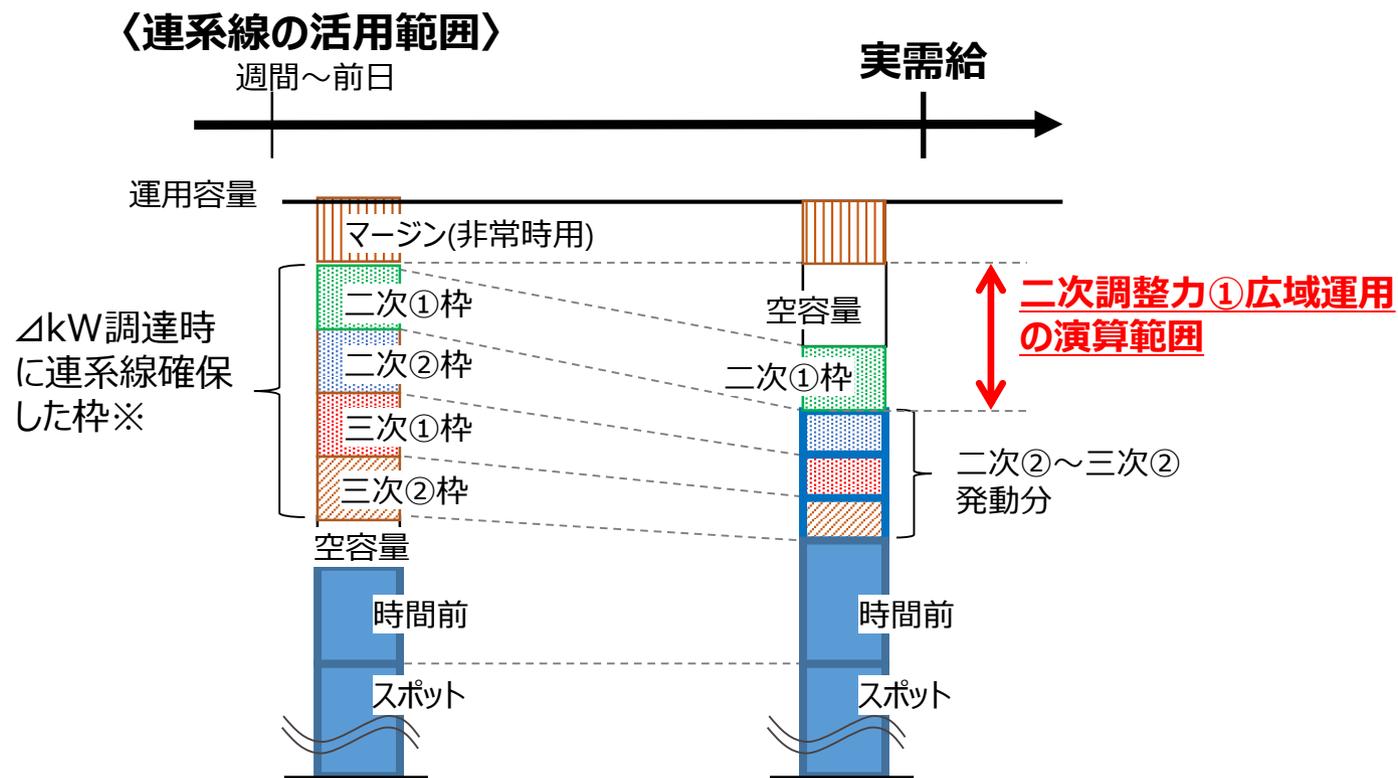
7

- 直流設備の制約を考慮した各調整力の広域運用可能な範囲をまとめると、下図のとおりとなる。  
※広域運用可能な範囲に関する直流設備の制約以外の課題（調整力の偏在に起因するリスクなど）についても別途検討が必要である。
- なお、いずれの調整力においても直流設備を用いた広域運用は、段差制約や最低潮流制約、潮流反転制約といった運用制約を満たす範囲での運用となる。

【現状の直流設備の制約を考慮した各調整力の広域運用に関する検討が可能な範囲（イメージ）】



- 連系線の運用範囲については、非常時用に確保しているマージンを除き、調達した二次調整力①の $\Delta kW$ の枠に加え、二次調整力②～三次調整力②の広域運用後の空き容量を活用する。
- 広域 L F C 機能では、この運用範囲を勘案したうえで、各エリアに対して配分を行う。



※ 図は三次②～二次①までの広域調達およびそれに伴う連系線枠が確保されているものと仮定。