

# 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11日

北海道電力株式会社  
東北電力株式会社  
東京電力パワーグリッド株式会社  
中部電力株式会社  
北陸電力株式会社

関西電力株式会社  
中国電力株式会社  
四国電力株式会社  
九州電力株式会社

- 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は、短時間の変動を対象とした周波数調整を行うための L F C 制御領域の調整力であり、現状は各エリアともその演算・制御周期は数秒～数十秒オーダーで周波数調整を優先した制御を行っている。二次調整力①広域運用のシステム仕様検討にあたっては、以下の点に留意が必要。
  - ✓ 現状活用案では、二次調整力①広域運用は、各エリアの L F C 制御機能により発電機等を制御することとなるため、演算・制御周期の違いを補完しつつ、広域運用が可能なシステム構成とすること。P7,8
  - ✓ 各エリアの二次調整力①を活用して広域運用を行うためには、各社の L F C 制御量を勘案した演算時間や、その情報のやりとりのための伝送時間も考慮する必要があり、現状の周波数調整への影響を軽減する観点から、その演算スピードや伝送時間は極力、短時間に収めること。P12,14,21
  - ✓ また、L F C 制御領域の運用においても、地域間連系線の潮流管理（運用容量を超過しないよう連系線潮流を考慮した制御）が必要であり、その演算時間等の考慮も必要であること。P20
  - ✓ 二次調整力①は短時間周期での調整であり、個別発電機等のメリットオーダーの演算を実現しようとすると、演算時間の長期化・システム構成の複雑化が懸念されること。



- 以上を踏まえつつ、現在開発を進めている広域需給調整機能（二次②～三次②）の基本コンセプトを引き継ぐ形で、二次調整力①の広域需給調整機能（以下、「広域 L F C 機能」と記載）を実現できるシステム仕様（各エリアの演算・制御周期を統一しないため、エリアの制御を残しつつ一定周期での広域運用を行う）とし、各エリアの A R \* をネットィングし、L F C 制御が可能となるような二次調整力①広域運用の仕組みを検討した。

\* A R (Area Requirement) とは、各エリアの L F C 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）

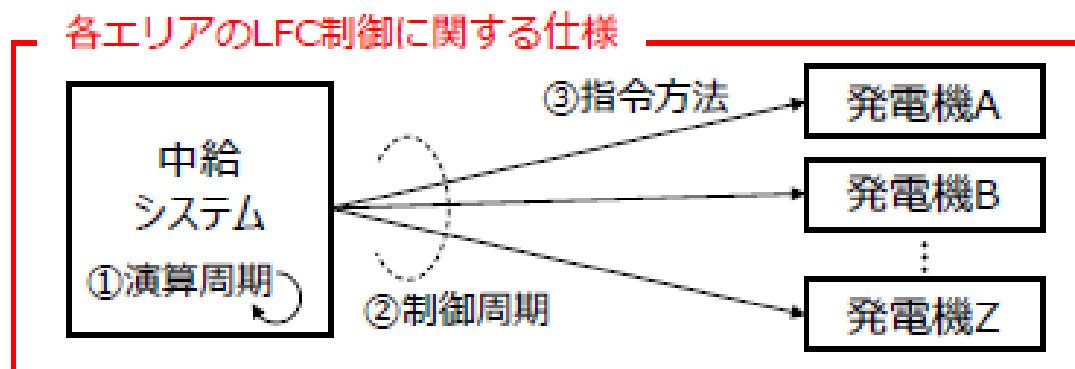
2018.11.13 第7回 需給調整市場検討小委 資料4より

(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

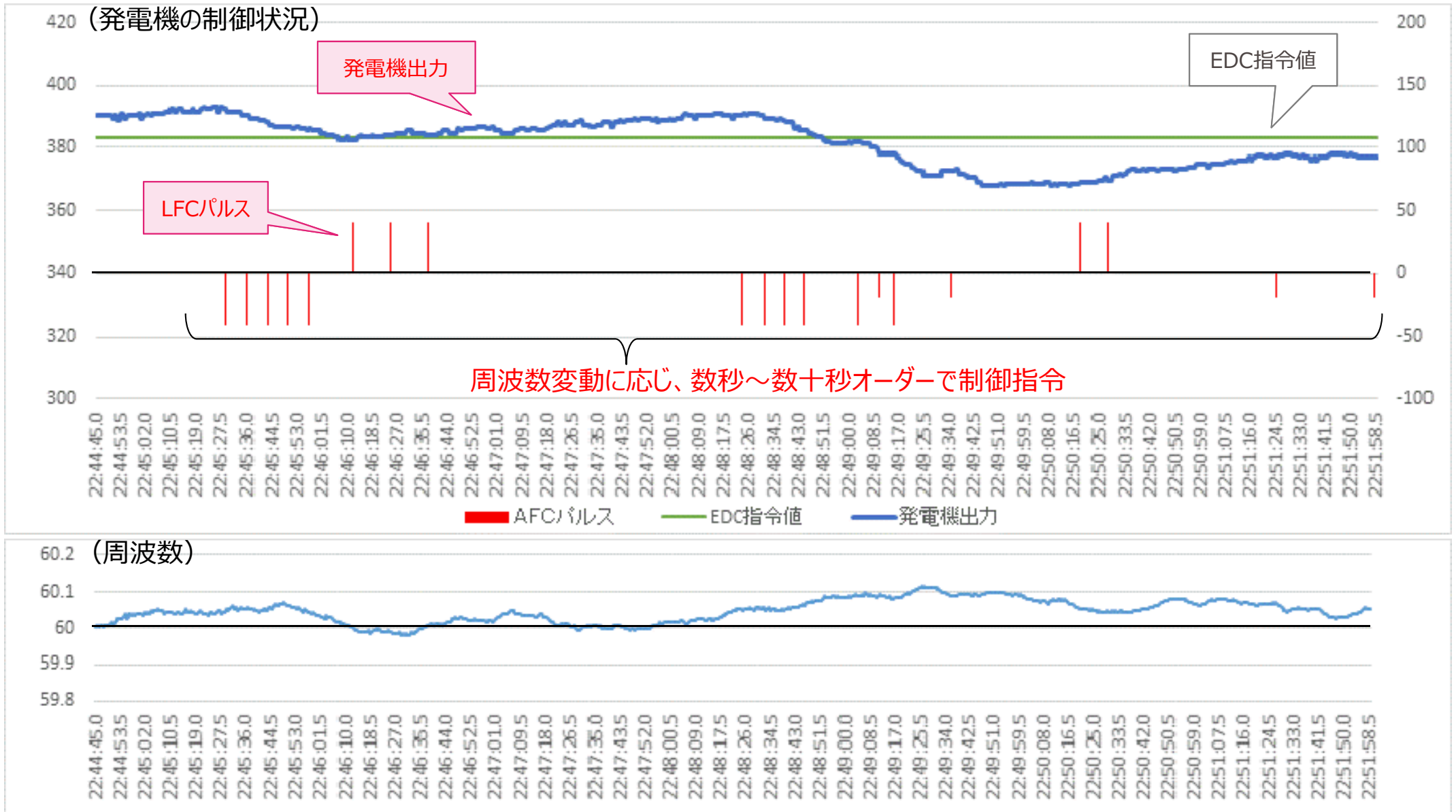


	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
①演算周期	3秒	5秒	1秒	5秒	2秒	0.5秒	2秒	2秒	5秒	2秒
②制御周期	3秒	5秒	1秒	10秒 ※1	30秒	0.5秒	10秒	20秒 ※4	5秒	2秒
③指令方法	指令値	指令値	パルス	パルス ※2	指令値	パルス ※3	指令値	指令値	指令値	指令値

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

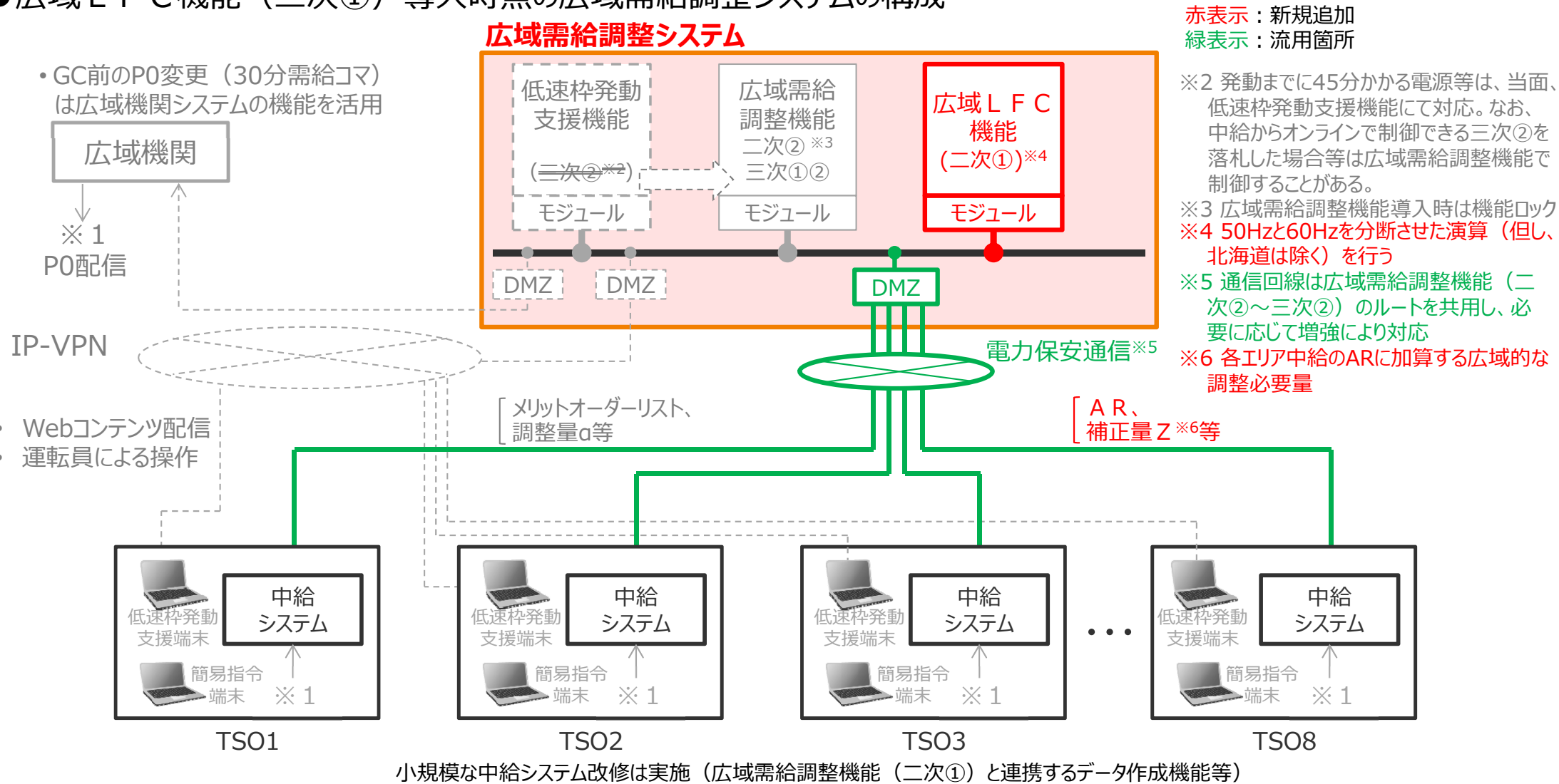
- 短時間の変動を対象とした周波数調整に応じるため、各エリアとも数秒～数十秒オーダーの演算・制御周期で制御している。



## 2 システムの概観（広域需給調整システムへの機能追加）

○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。

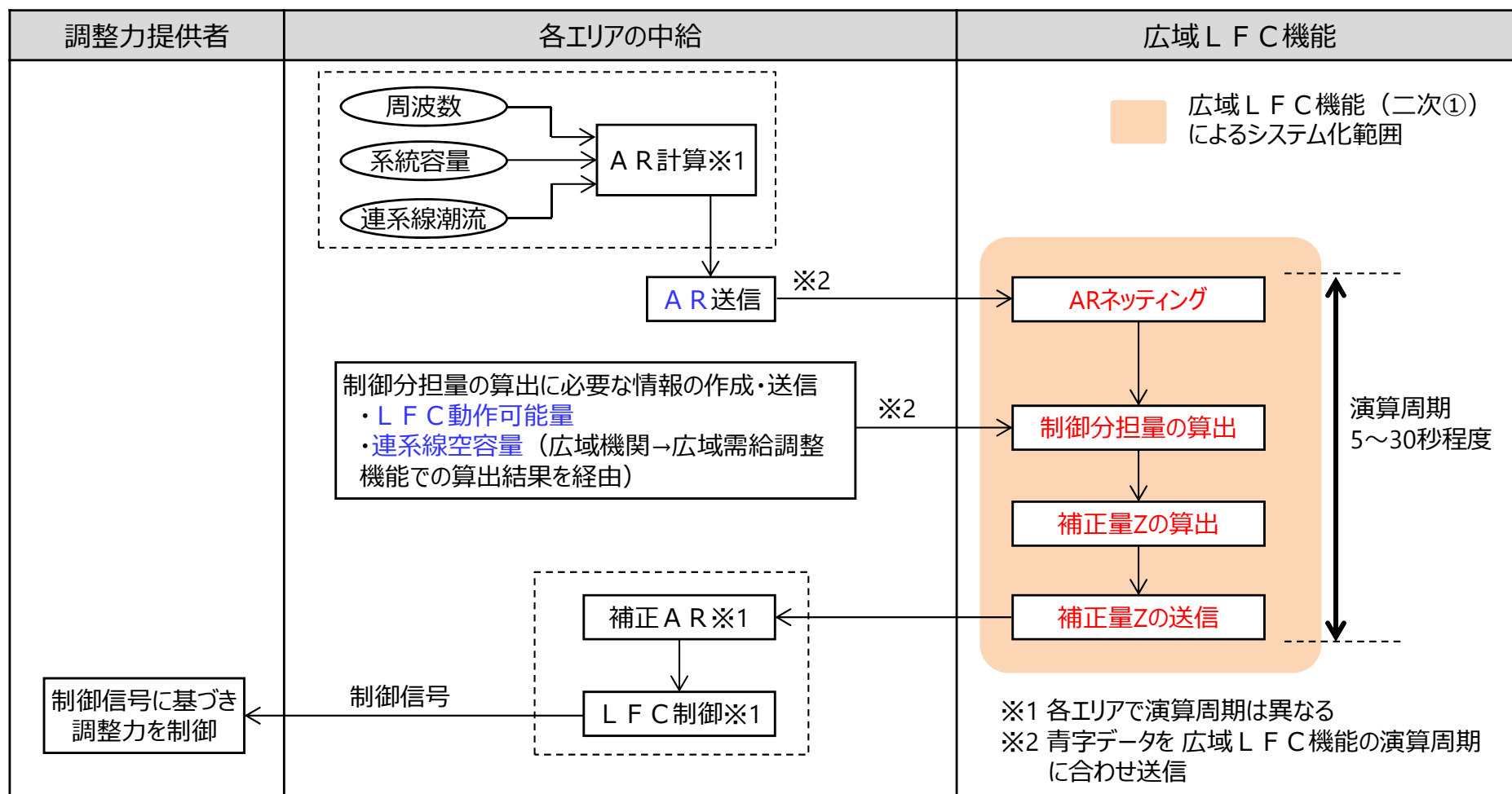
### ●広域L F C機能（二次①）導入時点の広域需給調整システムの構成





### 3 広域LFC機能の演算フロー、各エリア中給との情報のやりとり

- 各エリアの中給システムから、演算断面における「AR」、「LFC動作可能量」、「連系線空容量」を算出し、広域LFC機能へ送信する。
- 広域LFC機能では、「ARネッティング」、「制御分担量の算出」、「補正量Z（ARネッ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）の算出・送信」を行う。
- 広域LFC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LFC制御により発動する。

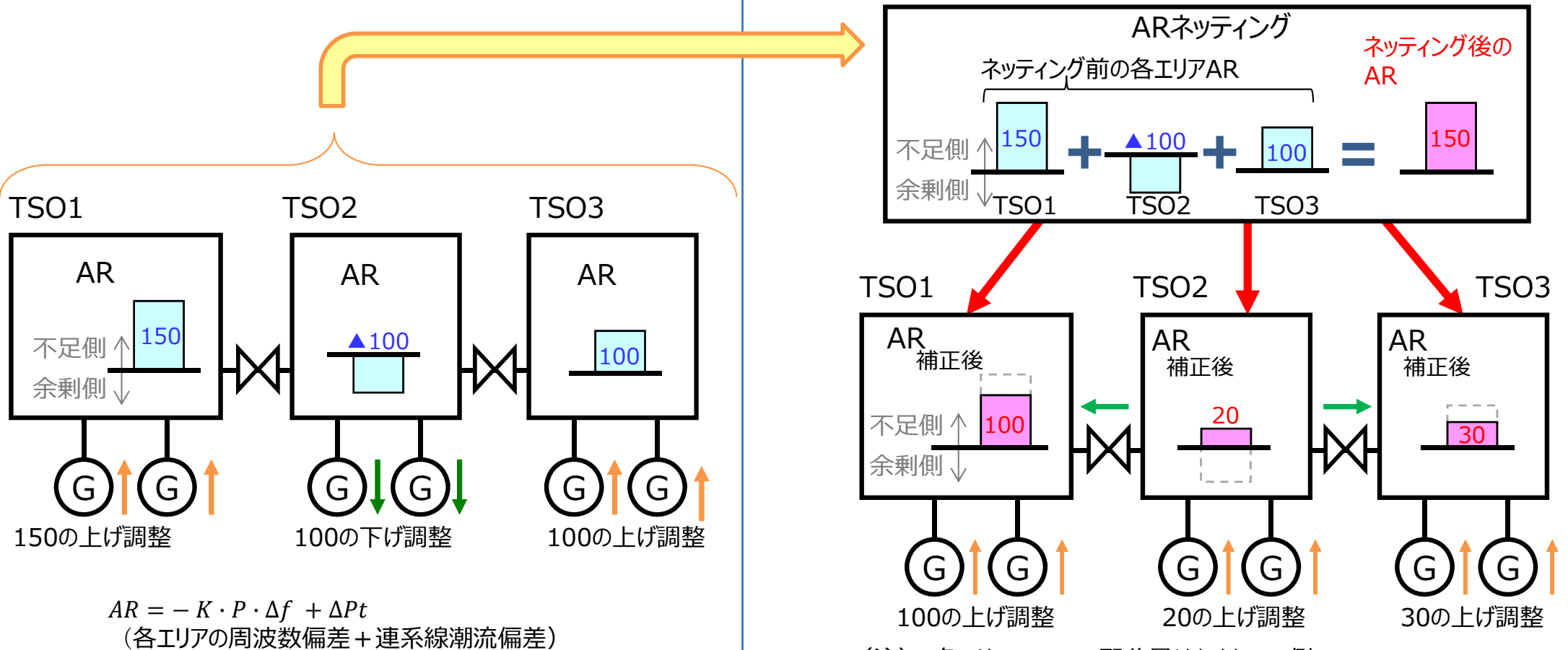


## 【現状】

- 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をネッティングし、ネッティング後のARをLFC制御量（二次調整力①の発動量）とする。
- 各エリアへの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）

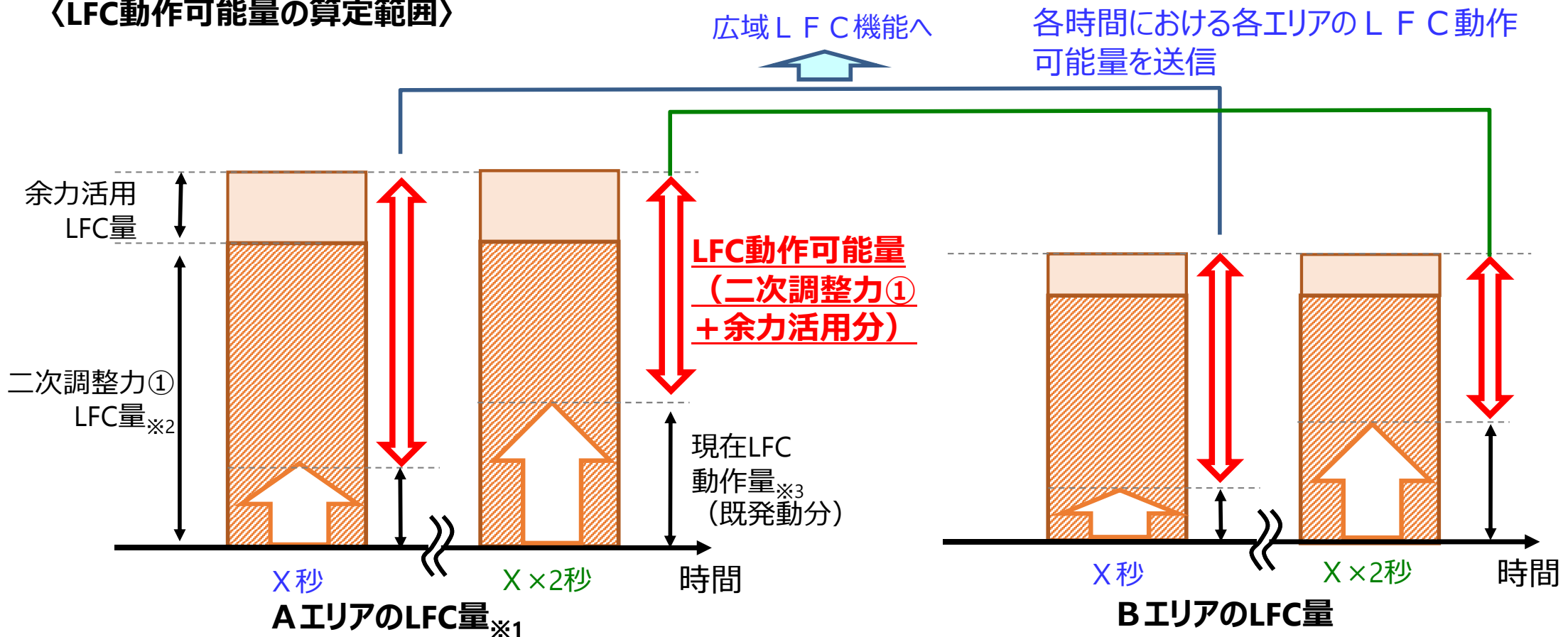


(注) ・各エリアへのAR配分量はあくまで一例  
 ・ネッティングによる経済メリットがない場合はロックする機能を検討

# 5 各エリアのLFC動作可能量の算定方法

○ 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算出に用いる「LFC動作可能量」は、需給調整市場で約定した二次調整力①の調達量および、エリア内の余力活用可能な調整電源における二次調整力①相当量から、既発動分を控除して（中給システムの改修規模が大きくなる可能性があるため、控除要否はシミュレーション分析も踏まえ判断する）、その時点における各エリアのLFC動作可能量から算出する。このデータを広域LFC機能へ送信する。

## 〈LFC動作可能量の算定範囲〉

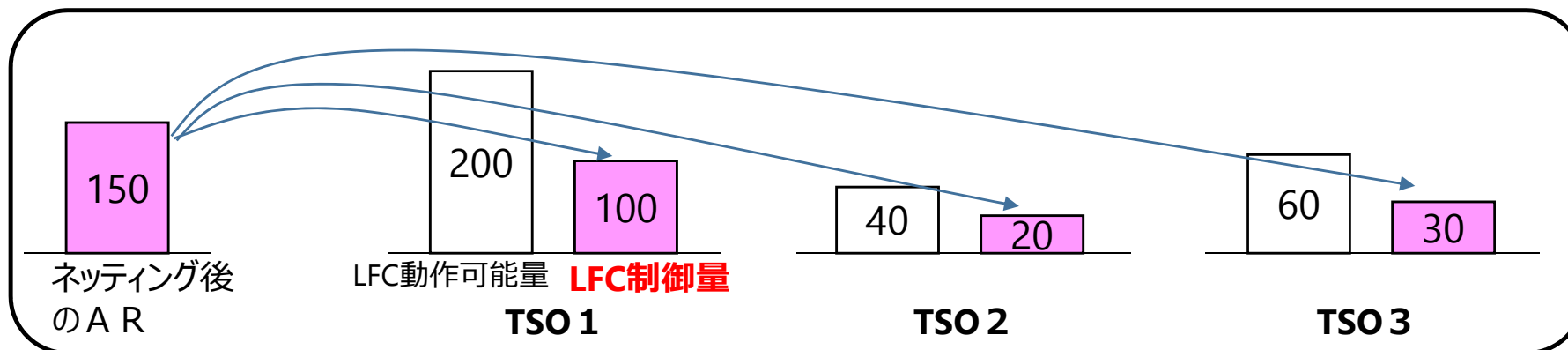


※1 LFC使用状態にある電源等のLFC発動が可能な量の合計

※2 二次調整力①の約定量合計

※3 既発動分の控除要否についてはシミュレーション分析結果も踏まえ判断

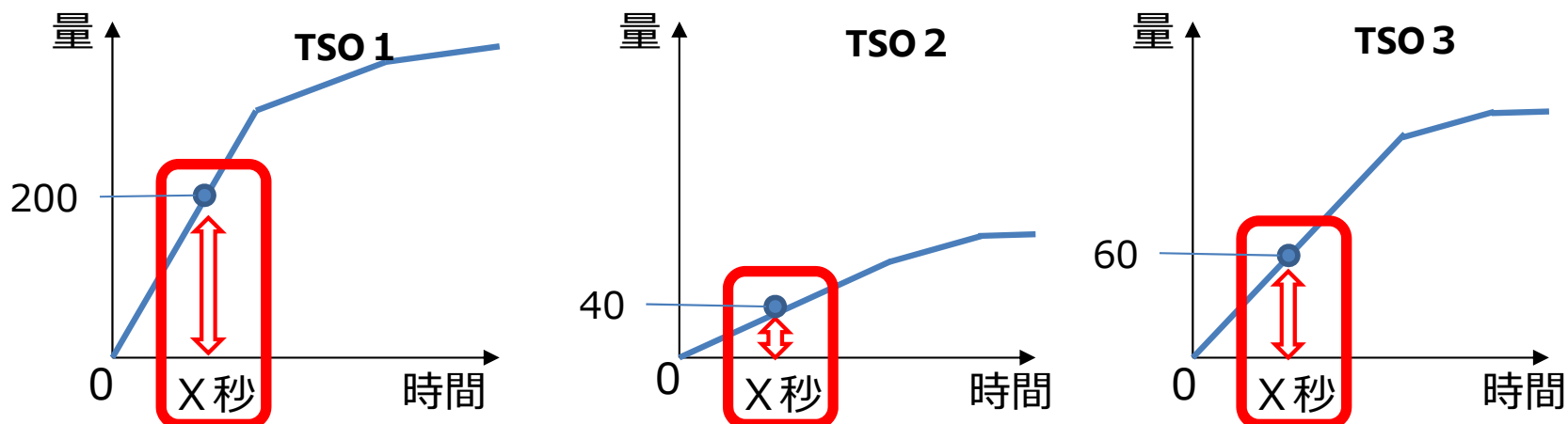
- 各エリアへの LFC制御量の配分（制御分担量）は、このLFC動作可能量の比率で按分し算定する。



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

- 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）で算出することを基本として検討を進める。

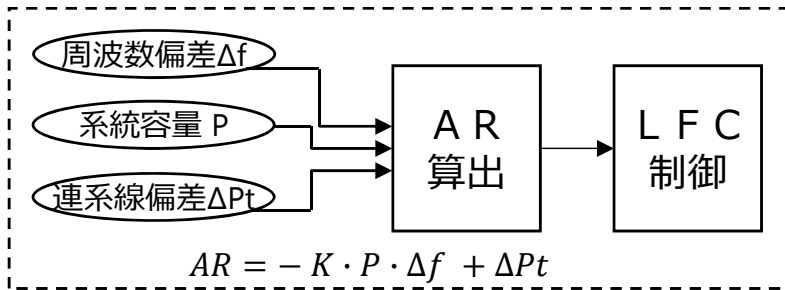
〈時間毎のLFC動作可能量のイメージ〉



- 広域 L F C 機能による A R ネットting 等の演算を行うには、そのための演算時間が必要。この演算時間が長くなると、L F C 制御時間へ影響することになる。

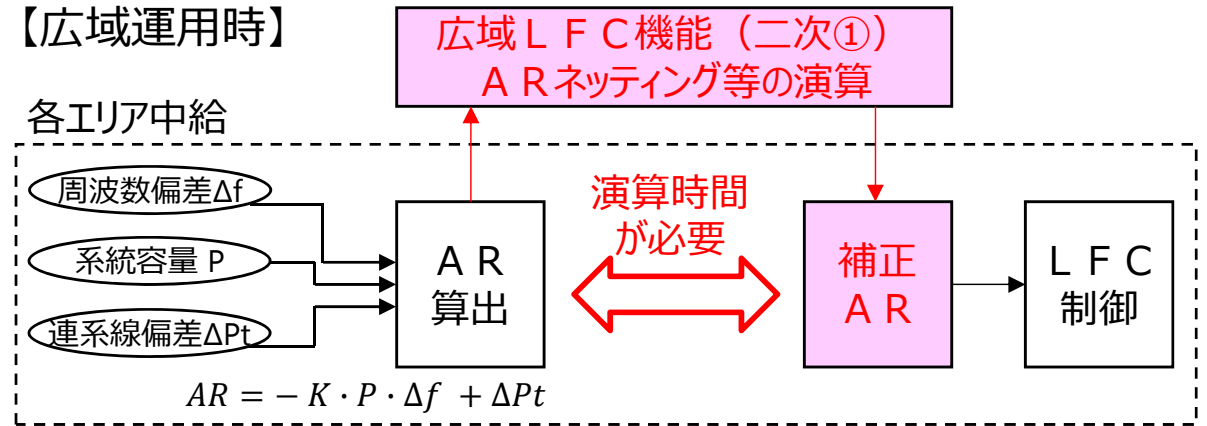
【現状】

各エリア中給



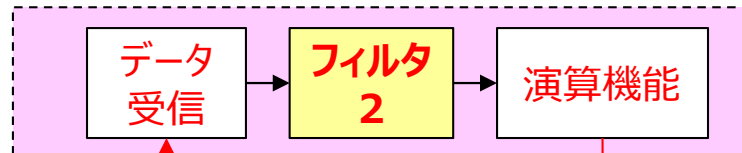
【広域運用時】

各エリア中給

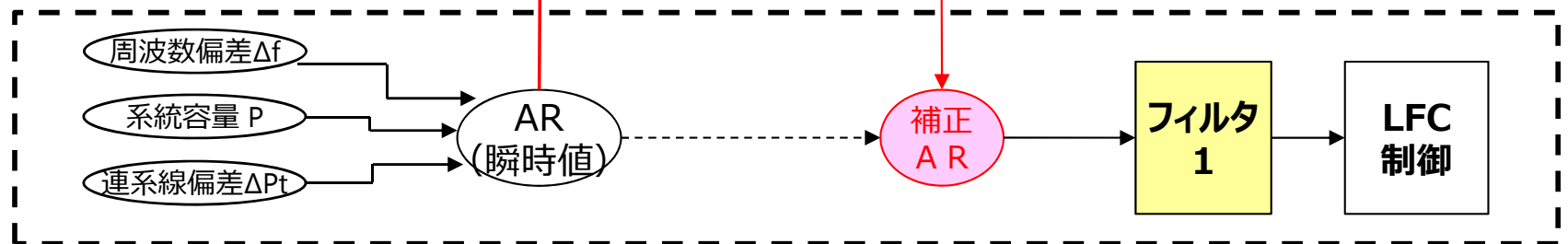


- また各社中給の L F C 機能には、伝送・演算遅延のある制御系において算出値をそのまま採用すると、擾乱となる可能性もあるため、フィルタ機能や不感帯など（フィルタ 1）が実装されている。
- 広域 L F C 機能においても同様にフィルタ機能（フィルタ 2）の要否を検討するが、各社中給のフィルタ機能により不要とできる可能性もあることから、シミュレーション分析により、その要否を検討する。

広域 L F C 機能 (二次①)



各社中給 L F C



余 白

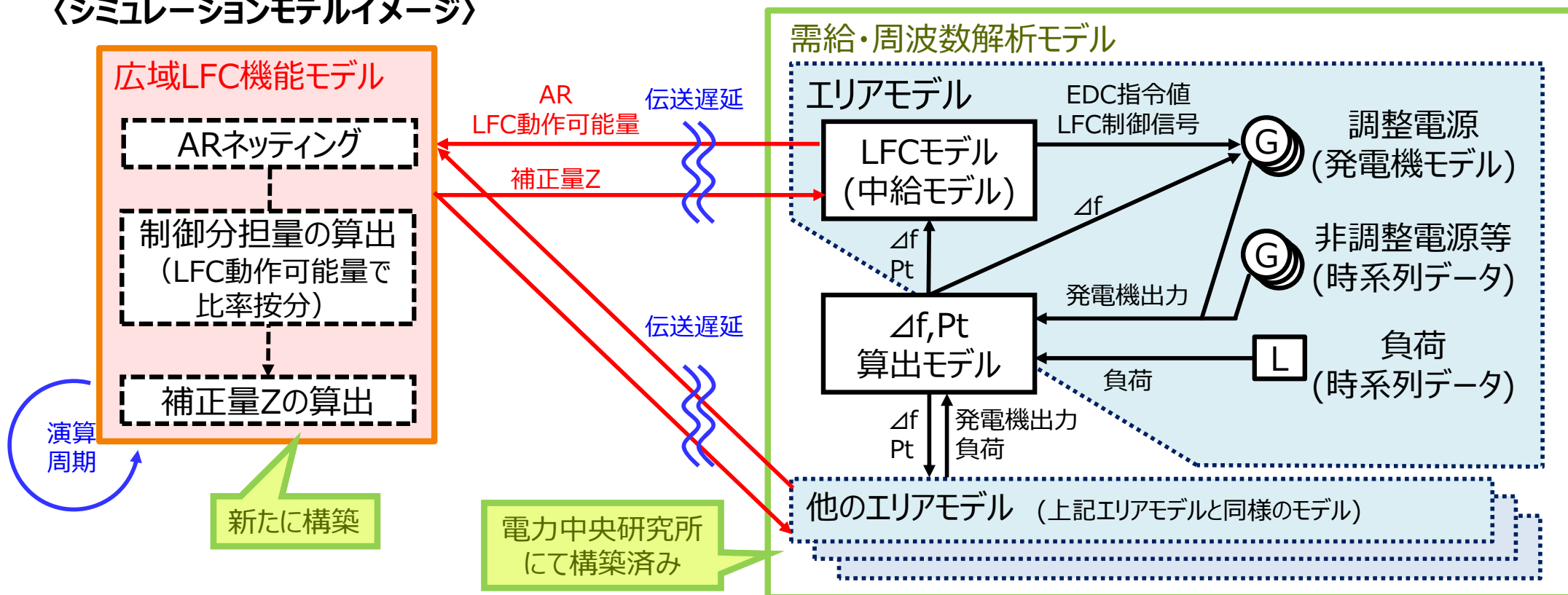
- 広域 L F C 機能の具体的な演算方式については、様々なものが考えられる。(次ページ参照) 案①(並列演算)はエリア中給側も含め並列演算可能なシステム構成が必要となること、案②(直列演算)は演算終了後に即時演算を行う必要があり周期が一定にならないことから、既存広域需給調整機能(二次②～三次②)との親和性があり実現性が高い[案③\(一定周期演算\)の一定周期演算の方向で検討を進めたい](#)。
- なお、演算周期については、以下の3点を考慮したうえで、[「5秒、10秒、30秒」の3つのケースについて、シミュレーションによる分析を行うこととしたい](#)。(システム面での実現性も並行して検討を進める)
  - ✓ 広域 L F C 機能での演算時間のほか、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、伝送時間が必要であること。
  - ✓ 演算にあたっては連系線容量を加味して行う必要があり、相応の時間が必要であること。  
(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の実現はシステム面では未知数)
  - ✓ 現状の中給システムの演算・制御周期が数秒～数十秒オーダーであること。  
(各社のうち最大制御周期が30秒であるため、5秒、10秒、30秒を選定)

	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



- 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、広域LFC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〉



## <2019年度のシミュレーションスケジュール>

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	

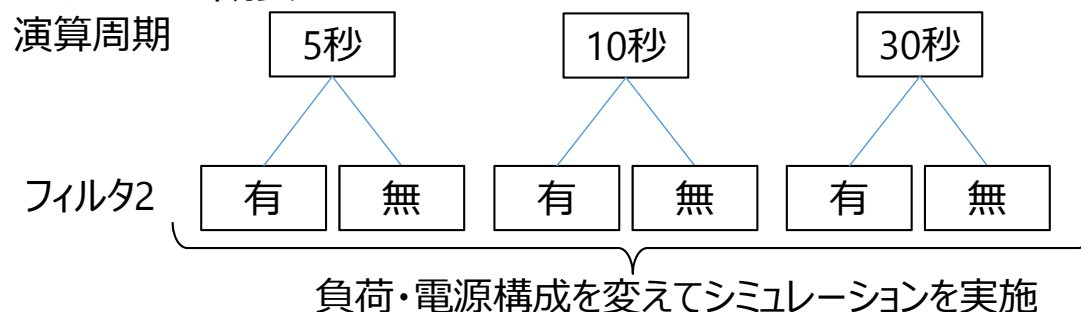
### A) ロジック構築および動作検証

- ARネットینگ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。
- 構築したモデルの妥当性確認のため、異常処理が発生していないか等の動作検証を実施。

### 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）を基準として、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条件として設定し、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機能の演算周期やフィルタ設定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社それぞれの系統でシミュレーションが必要。（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）






## <シミュレーションケースの概要>



左記のケースを基本に、シミュレーション分析結果に応じてケースの追加を行う。

- 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。
- 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。
- また、現状活用案のシミュレーション分析と並行して、仕様統一案の仕様検討を進めていく。

## <スケジュール>

		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				

- 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

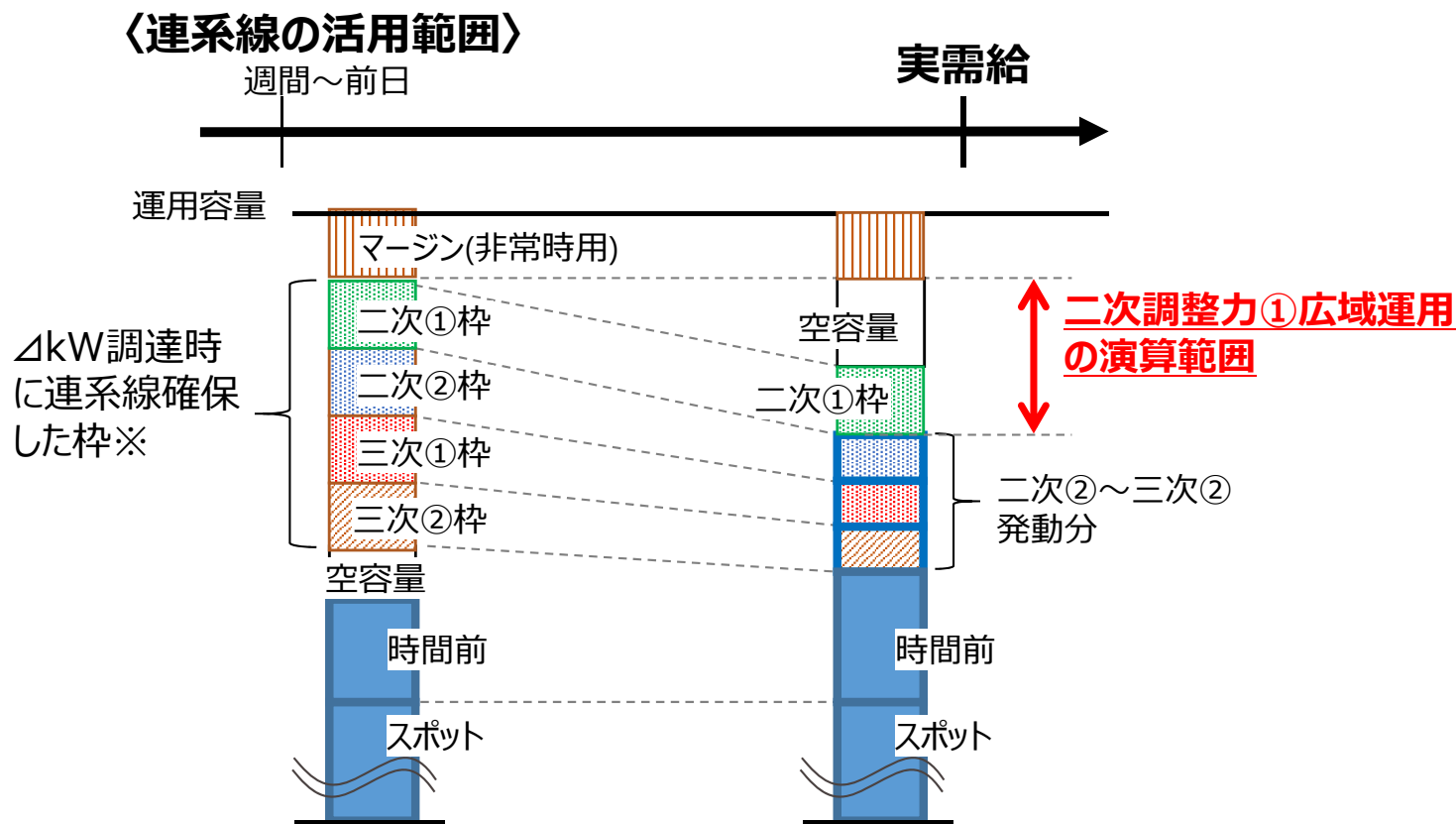
まとめ 7

- 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）】**

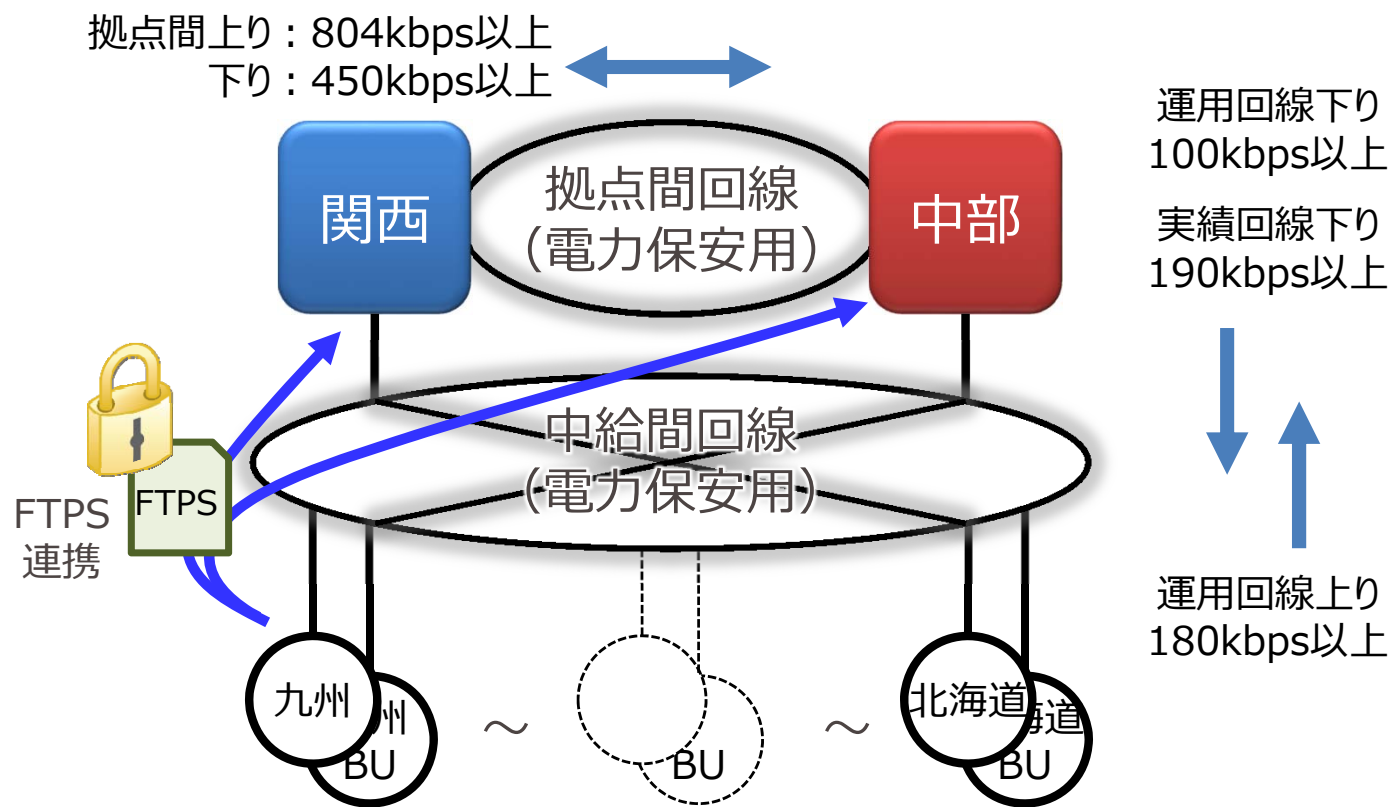
電力広域的運営推進機関  
Organization for Cross-regional Coordination of  
Transmission Operators (OCCO)

- 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。

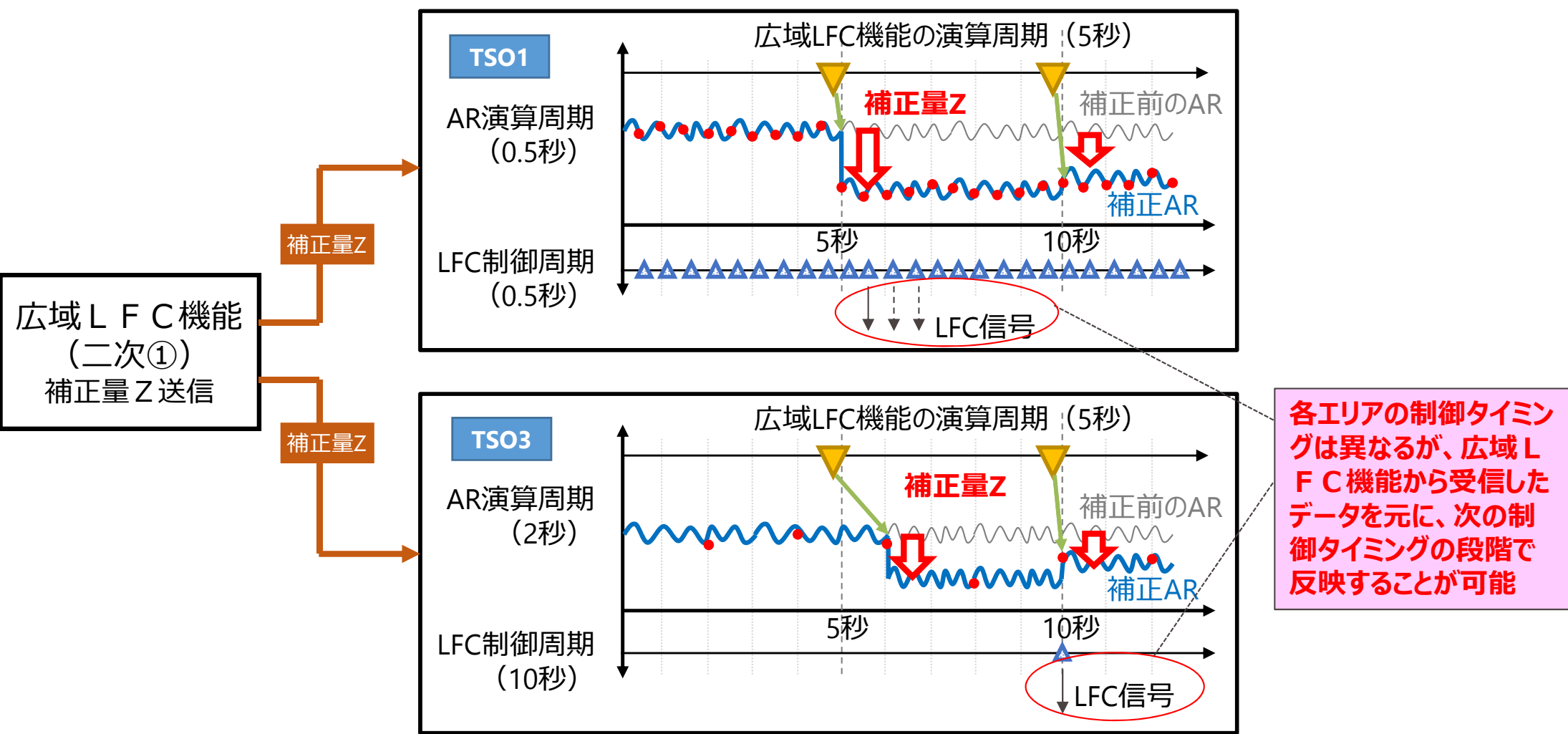


※ 図は三次②～二次①までの広域調達およびそれに伴う連系線枠が確保されているものと仮定。

- 通信回線は既存の**広域需給調整機能** (二次②～三次②) 用の**運用回線・実績回線**をルート共用し、**電力保安用無線**を基本とする。
- 必要となる帯域は、以下を想定。
  - ✓ **運用回線 上り**: (エリア向け) 180kbps以上、(拠点間) 804kbps以上
  - 下り**: (エリア向け) 100kbps以上、(拠点間) 450kbps以上
  - ✓ **実績回線 下り**: (エリア向け) 190kbps以上が必要。
- LFC広域化要件、既存の**広域需給調整機能** (二次②～三次②) との親和性やシステムの開発・実装リードタイム、セキュリティ等を考慮し、伝送方式は**既存「FTPS」**を採用する。
- なお、伝送時間は数秒程度と想定しており、その影響についてはシミュレーションにより検証する。



- 広域 L F C 機能から、A R ネットティング・L F C 制御分担量算出後に「補正量 Z (A R 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)」が各エリアの中給システムへ送信され、その補正後の A R にて必要となる調整力を、各エリアで発動する。
- 各エリアの現行の演算・制御周期や制御方式が異なる (補正量 Z が A R に反映されるタイミングがエリア毎に異なる) ことから、これによる周波数品質への影響はシミュレーションにて分析を行う。





- 広域LFC機能（二次①）と広域需給調整機能（二次②～三次②）導入する場合、従来のLFC・EDC制御機能と両立した形で、広域的に周波数調整・需給調整を行うことになる。
- 広域LFC機能・各社LFCで制御された調整力は、広域需給調整機能と各社EDCへ引き継がれる。〔下図参照〕
- 今後、詳細仕様やフローについて検討を進める。

## <広域需給調整機能・広域LFC機能による配分のイメージ>

