

# 中西エリアの周波数品質状況について

2024年 9月 30日

中部電力パワーグリッド株式会社  
北陸電力送配電株式会社  
関西電力送配電株式会社  
中国電力ネットワーク株式会社  
四国電力送配電株式会社  
九州電力送配電株式会社

- 第98回調整力等委員会（2024年6月21日）にて、周波数品質に関するご意見を委員よりいただいたところ。
- 本日は、直近の周波数の変化状況を踏まえ、様々な観点から周波数品質状況をお示したうえで、中西エリアにおける周波数品質低下の想定要因を整理したため、紹介させていただく。

1. 同期エリア別の周波数調整目標および周波数品質の実績
2. 中西エリアの周波数品質低下の要因分析
  - ① 想定要因
  - ② 調整・変動要素
3. まとめ

# 1. 同期エリア別の周波数調整目標および周波数品質の実績

## 2. 中西エリアの周波数品質低下の要因分析

- ① 想定要因
- ② 調整・変動要素

## 3. まとめ

- 調整目標範囲は、「東エリア・中西エリア  $\pm 0.2\text{Hz}$ 」、「北海道・沖縄  $\pm 0.3\text{Hz}$ 」と設定
- 中西エリアでは、調整目標範囲に加え  $\pm 0.1\text{Hz}$ 以内滞在率目標値を95%以上と設定

## 【各エリアの周波数調整目標】

	北海道	東エリア (東北・東京)	中西エリア (中部・北陸・関西・ 中国・四国・九州)	沖縄
標準周波数	50Hz	50Hz	60Hz	60Hz
調整目標範囲	$\pm 0.3\text{Hz}$	$\pm 0.2\text{Hz}$	$\pm 0.2\text{Hz}$	$\pm 0.3\text{Hz}$
$\pm 0.1\text{Hz}$ 以内 滞在率目標値 (年間)	—	—	95%以上	—

### 【目標値設定の根拠】

中西の $\pm 0.1\text{Hz}$ 以内滞在率目標は、中西がFFC+TBC運用時にFFC会社であった関西で使用していた値を使用しており、昭和59年において、以下の理由より、達成率を $60\pm 0.1\text{Hz}$ に95%以上 ( $2\sigma = \pm 0.1\text{Hz}$ ) と定めたもの

- 昭和57年度の実績周波数達成率は、 $60\pm 0.1\text{Hz}$ に95.6%であった。
- お客様の苦情もなくアンケート結果でも不満足は殆どなかった。
- お客様機器の要求品質を充分満足している。
- 系統上の支障はない。

- 電力広域的運営推進機関の「電気の質に関する報告書」にて、以下の通り評価されている。
  - 2022年度は、全エリアで各一般送配電事業者が設定する調整目標範囲の滞在率は100%であった（なお、直近3か年度において逸脱した実績はない）。
  - 中西エリアにおける0.1Hz以内の滞在率目標95%に対して、実績は98.46%と前年度（98.12%）より改善し、目標を維持できた。

## <周波数滞在率実績>

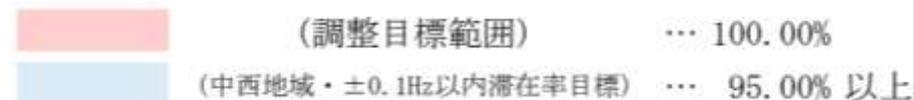


表4（中西地域<sup>3</sup>、2018～2022年度）周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
0.1Hz以内	99.13	99.02	98.50	98.12	98.46
0.2Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz 超	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表3（東地域<sup>2</sup>、2018～2022年度）周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
0.1Hz以内	99.84	99.83	99.71	99.50	99.43
0.2Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz 超	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表2（北海道、2018～2022年度）周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
0.1Hz以内	99.86	99.98	99.93	99.87	99.90
0.2Hz以内	99.95	100.00	100.00	99.99	99.99
0.3Hz以内	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz 超	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00

表5（沖縄、2018～2022年度）周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
0.1Hz以内	99.89	99.89	99.92	99.89	99.98
0.2Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.3Hz 超	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

出所：電気の質に関する報告書

2022年度実績及び電力広域的運営推進機関 年次報告書-2023年度版-の取りまとめ・公表について（2023年11月 電力広域的運営推進機関）

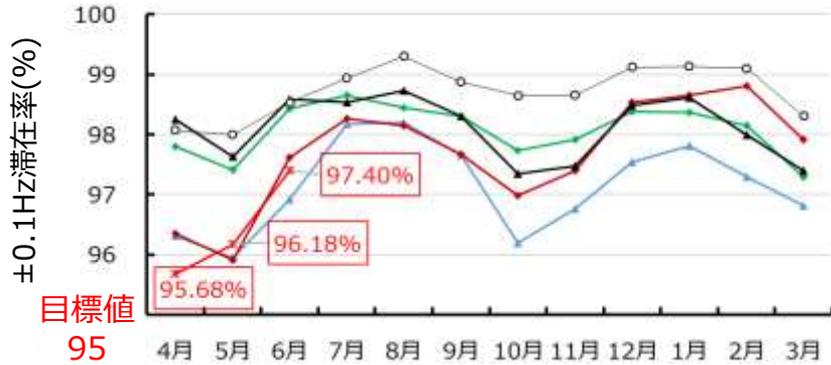
[https://www.occto.or.jp/soukaihoka/rijikai/2023/files/rijikai\\_431\\_gijiroku3.pdf](https://www.occto.or.jp/soukaihoka/rijikai/2023/files/rijikai_431_gijiroku3.pdf)



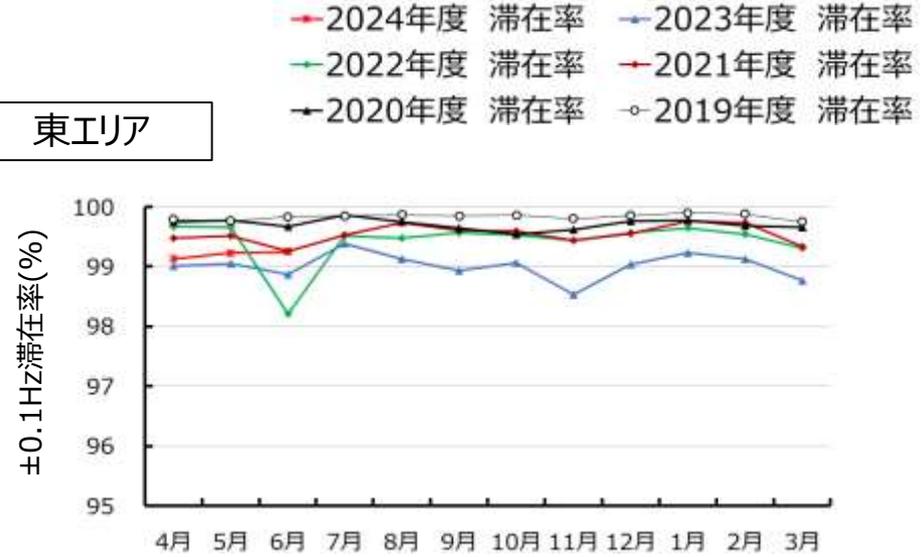
# 同期エリア別の周波数品質状況（月間：±0.1Hz以内滞在率）

■ 中西エリアにおいては、独自に定める滞在率に迫っており、特に軽負荷期にその傾向が顕著である。

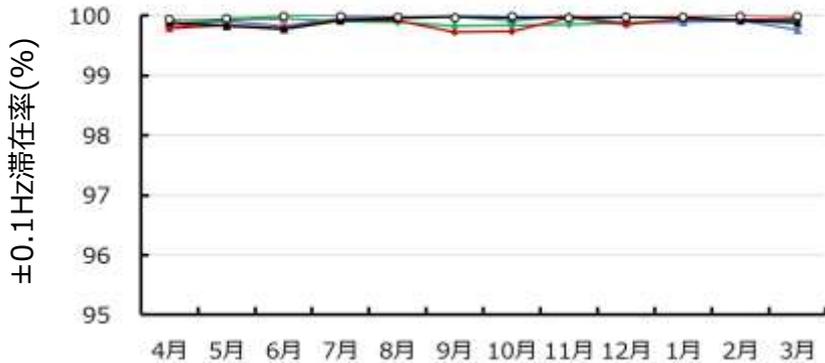
## 中西エリア



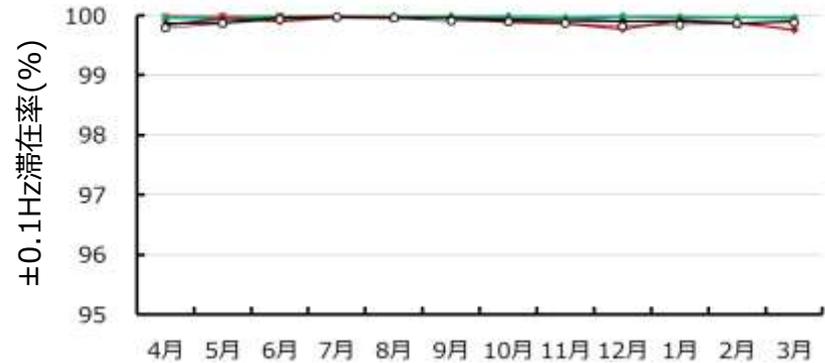
## 東エリア



## 北海道



## 沖縄



1. 同期エリア別の周波数調整目標および周波数品質の実績

## 2. 中西エリアの周波数品質低下の要因分析

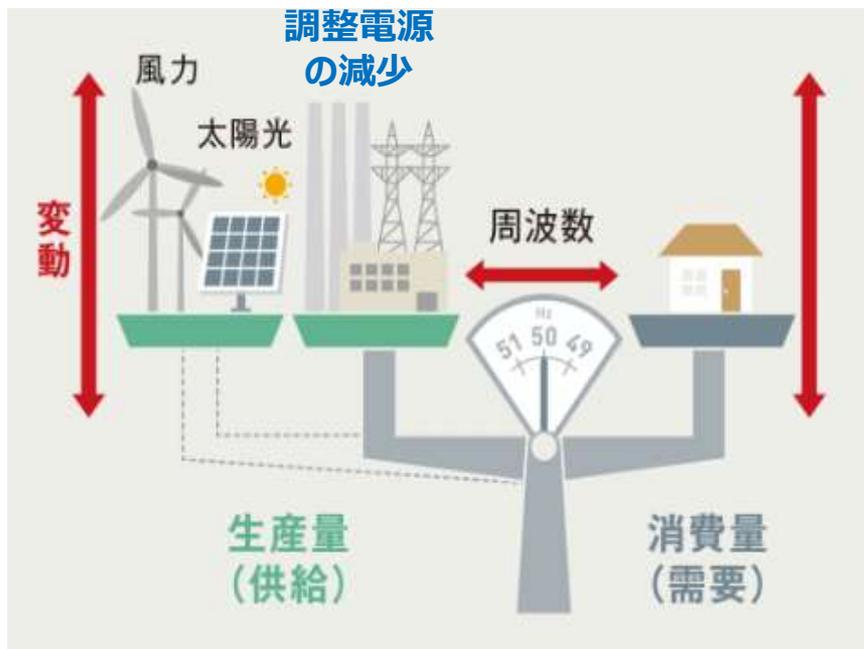
① 想定要因

② 調整・変動要素

3. まとめ

# 電力系統において周波数に影響を及ぼす要素（1/3）

- 一般送配電事業者は、それぞれが多様な時間軸で変動する需要と供給力を、調整力を活用して瞬時ごとに一致させるよう調整することで周波数品質を保っている。
- 以降、一般送配電事業者での調整力の制御方法（調整要素）と、需要や自然変動電源の変動や市場取引による連系線潮流の変動といった外部影響（変動要素）に分け、周波数に影響を与える要因を分析した。



出所：Enerog（2018.01 電気事業連合会）をもとに作成  
[https://www.fepec.or.jp/enelog/focus/vol\\_28.html](https://www.fepec.or.jp/enelog/focus/vol_28.html)

## 【現在（H28.4～）の供給能力確保義務、周波数維持義務のイメージ】



出典：第9回 制度設計専門会合 資料6-1をもとに作成  
[https://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc\\_system/pdf/009\\_06\\_01.pdf](https://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc_system/pdf/009_06_01.pdf)

- 調整要素の観点では各エリアにて残余需要の変動の大きさや周期に合わせ、比較的長い時間の変動には予測制御であるEDC、予測が困難な短い時間の変動には周波数等を計測してLFC,GFにて調整を行っている。
- 電源ポートフォリオの変化により調整電源が減り、周波数偏差に対応するLFC,GFの容量や変化速度が減少し、各制御の難易度が増している状況。

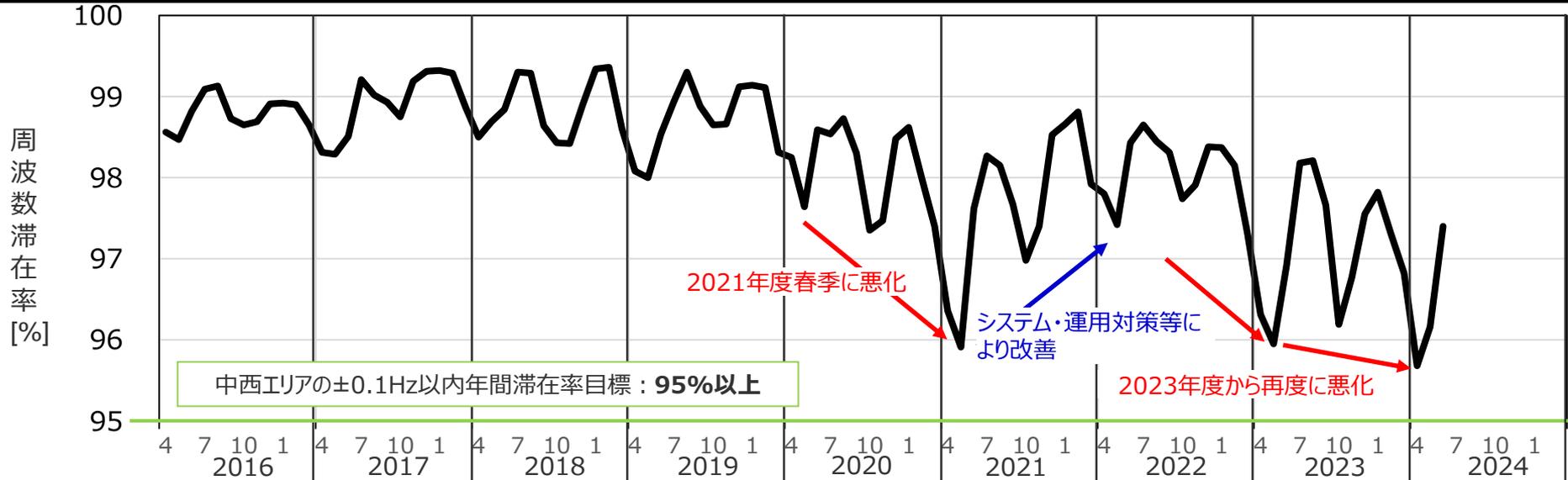
		要素	概要	想定要因	詳細
調整要素	各エリアでの制御	EDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各エリアの中給にて、残余需要予測や発電計画値、連系線潮流計画値に基づき経済負荷配分計算、指令値出力</li> <li>✓ EDC制御残はLFCに持ち越される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 残余需要予測誤差（再エネ出力制御の実施/解除含む）等によるEDC制御残の増大</li> </ul>	
		LFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各エリアの中給にて周波数偏差と連系線潮流偏差に基づきAR計算、指令値出力</li> <li>✓ 二次調整力①を調達し運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>調整電源比率減少に伴うLFC容量や変化速度の減少</b> ※自由化後の技術要件（変化速度）の緩和</li> </ul>	P15
		GF	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各発電機が自端で周波数（回転数）の変化を検出して出力を増減</li> <li>✓ 一次調整力を調達し運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>調整力のエリア間速度差（FC含む）</b></li> </ul>	P22
		手動制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各エリアの中給の当直員による制御</li> <li>✓ FC段差対応等の運用対策、発電機の運転出力バンド変更、揚水並解列等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 手動制御による制御量の過不足</li> <li>✓ 手動制御実施時の需給変動</li> </ul>	P15 P19
					<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>調整電源比率減少に伴うGF容量の減少</b></li> </ul>

- 前述の調整要素に対して、変動要素の観点では、残余需要の変動や市場取引等に伴う連系線潮流計画値、調整力コストの低減を図るための広域需給調整および系統の特性が挙げられる。
- 近年の環境変化を踏まえ、太陽光出力の立上り・立下りの変化速度の増加や、市場取引の拡大による連系線潮流計画値の変動が周波数品質に影響を及ぼしていると想定される。

	要素	概要	想定要因	詳細
変動要素	残余需要	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 残余需要：総需要－自然変動電源                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 総需要：気温影響等により変動</li> <li>➢ 自然変動電源：気象状況により変動</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 太陽光出力の立上り、立下りの変化速度増加 (今後、蓄電池やEV急速充電器の普及拡大により、変動要因となりうる可能性あり。)</li> </ul>	P17 P18
	連系線潮流計画値 (P0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ BG計画、市場取引によりコマ単位で変動 (30分周期)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 市場取引の拡大によるP0変動量増加</li> </ul>	P19 P20
	広域需給調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ インバランスネットティング、広域メリットオーダーにより各エリアへ調整量<math>\alpha</math>を配分</li> <li>✓ 各エリアはP0に<math>\alpha</math>を加算してEDC実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 調整量<math>\alpha</math>を配分する制御周期*での連系線潮流変動 (頻度・量) 増大 *当初は15分、2023年度から5分</li> </ul>	
	系統の特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 発電機の慣性や負荷の周波数特性により、需給偏差が周波数に与える影響が変動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電源構成の変化による慣性低下 (周波数変化率 (RoCoF) の増大)</li> <li>✓ 負荷機器の変化</li> </ul>	

# 中西エリアの周波数品質（±0.1Hz滞在率）の長期トレンド

- 2019年度以前は98%以上を維持してきたが、**2020年度以降、徐々に周波数品質が低下**
- 2021年春季の品質低下に伴い中西6社と広域機関が連携のうえ運用対策を実施した結果、**2022年度は品質が改善**。しかし、**2023年度から再び品質低下し、今年度も継続**している。



再エネ制御			九州		中国・四国	中部・北陸	関西
調整力	運用 (KJC※1)			▼運用開始※2 (三次②)		▼演算間隔15分化※3 (三次①)	▼演算間隔5分化 (二次②)
	調達	公募による調整力(電源 I, II)調達			MMS※4による調達		
その他	▼ライセンス制導入			▼発送電分離	▼飛騨信濃FC運用開始	▼インバランス料金制度変更	▼BG揚水運用開始

※1 KJC：広域需給調整システム ※2 中部、北陸、関西エリア ※3 中部、北陸、関西エリアから開始し、順次エリア拡大 (2021年3月より中西6社で運用) ※4 MMS：需給調整市場システム

■ 中西エリアでは周波数変動の抑制に向け、以下の運用対策を実施している。

No.	項目	主な対策内容	対応年度 実施時期
1	中部中給システム改修	・FC計画潮流の変化量（FC段差）の拡大に対応したLFC制御となるよう、中部中給システムのAR算出口ジックを改修。	2021年度
2	変化速度を考慮したLFC容量の確保	・周波数変動が大きくなる時間帯を対象に、調整力公募で調達した電源を活用して可能な範囲で以下の出力変化速度を確保。 （目標値：自エリアの系統容量に対して、2%[MW/分]）	2021年度 （市場調達への移行に伴い、2023年度で終了）
3	FC段差に対する協調制御	・FC段差が大きい断面においてFC計画潮流変更前から、運用者が火力発電等の出力変化を考慮した出力制御を実施し、需給アンバランスを低減。 ・KJCの演算間隔を5分化（以下、KJC5分化）に伴い、適宜FC段差に対する協調制御等の運用方法を見直し。	2021年度 （2022年度に運用方法を見直し）
4	需給応援スキーム	・継続的な調整力不足の発生が予見されるエリアが、他エリアに自エリア分の調整力供出を依頼することで周波数維持を図る。	2023年度
5	周波数悪化時の協調制御の見直し	・周波数の±0.2Hz超過が懸念される場合の発電機出力制御の実施・解除ルールを取り決め、基準周波数への早期回復やハンチング防止を図る。	2023年度

1. 同期エリア別の周波数調整目標および周波数品質の実績

## 2. 中西エリアの周波数品質低下の要因分析

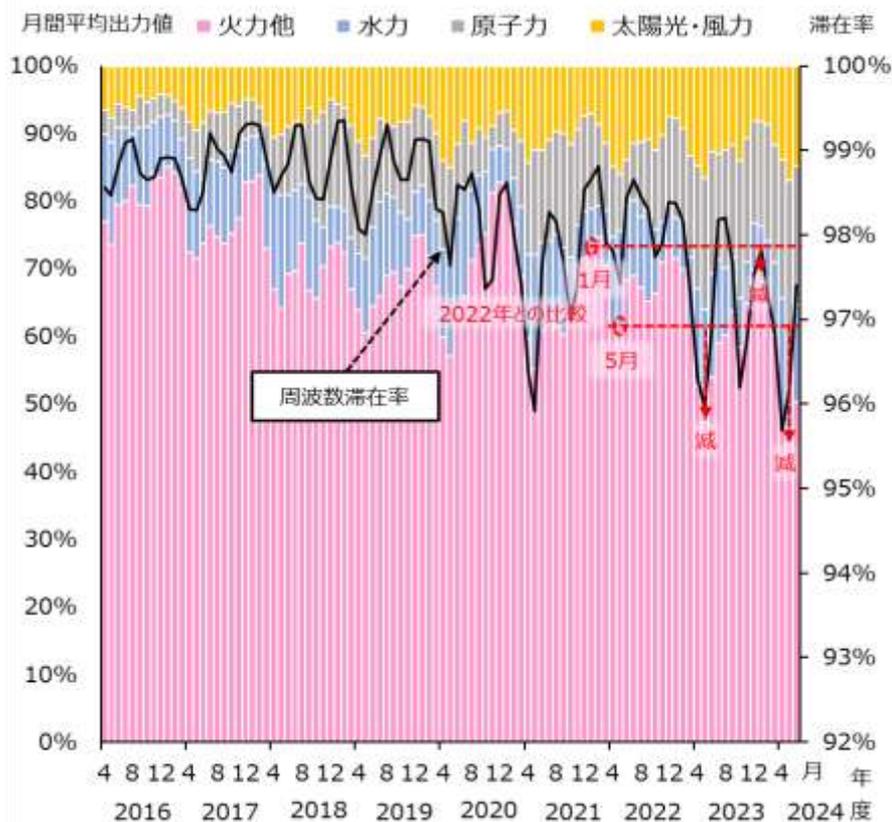
① 想定要因

② **調整・変動要素**

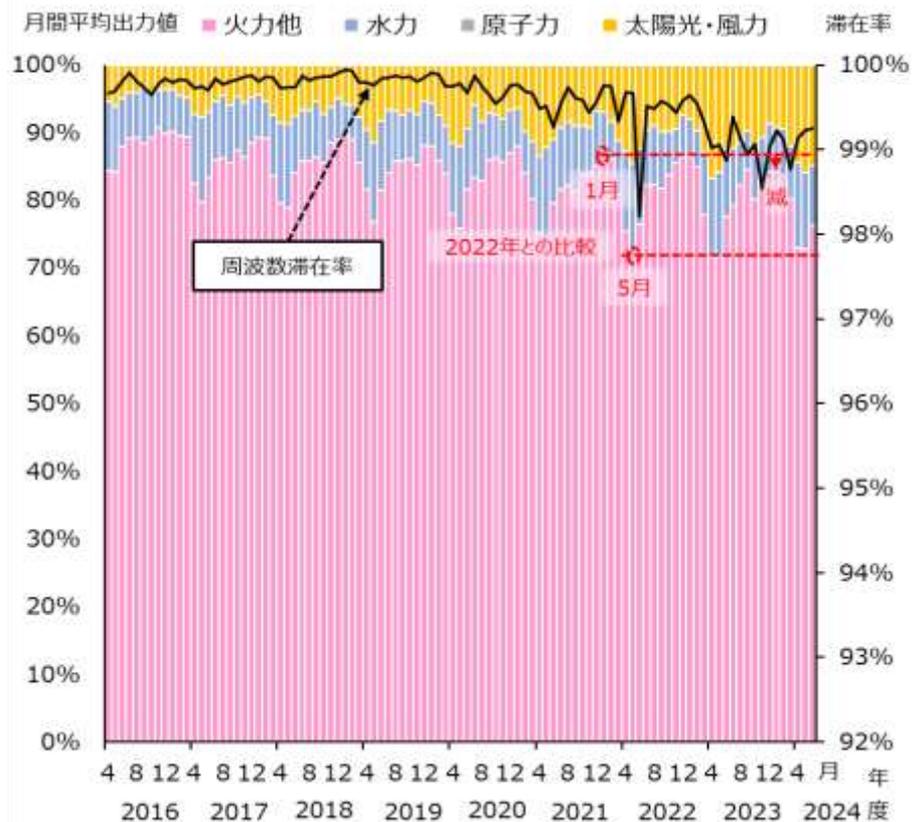
3. まとめ

- 中西エリアでは、非調整電源の増加などに伴い、火力他の調整電源は減少傾向であり、滞在率の低下と相関がみられる。特に、春季において顕著である。今後、調整力の量・速度の確保実績（上げ、下げ）を詳細に分析していく必要がある。
- 東エリアでは、再エネ電源の拡大に伴い緩やかではあるものの滞在率の低下が見受けられる。

## 〔中西エリア〕

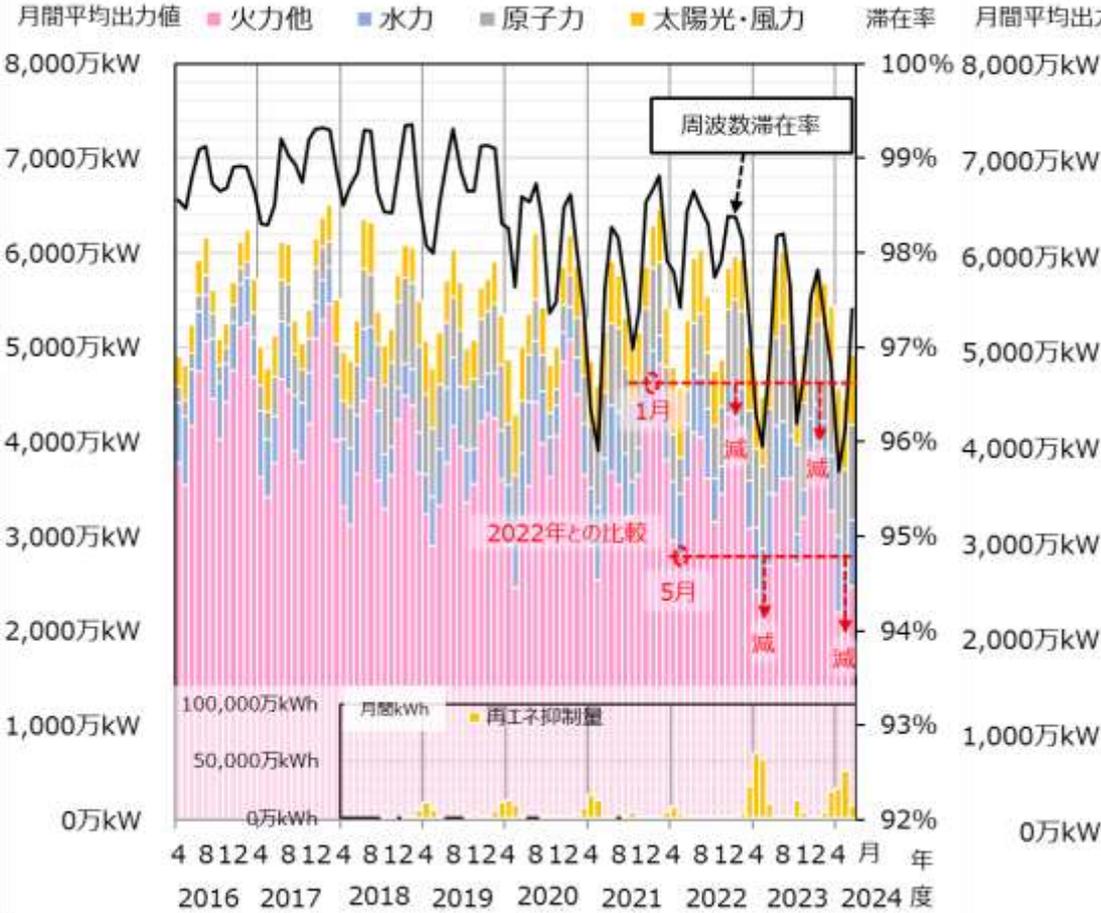


## 〔東エリア〕

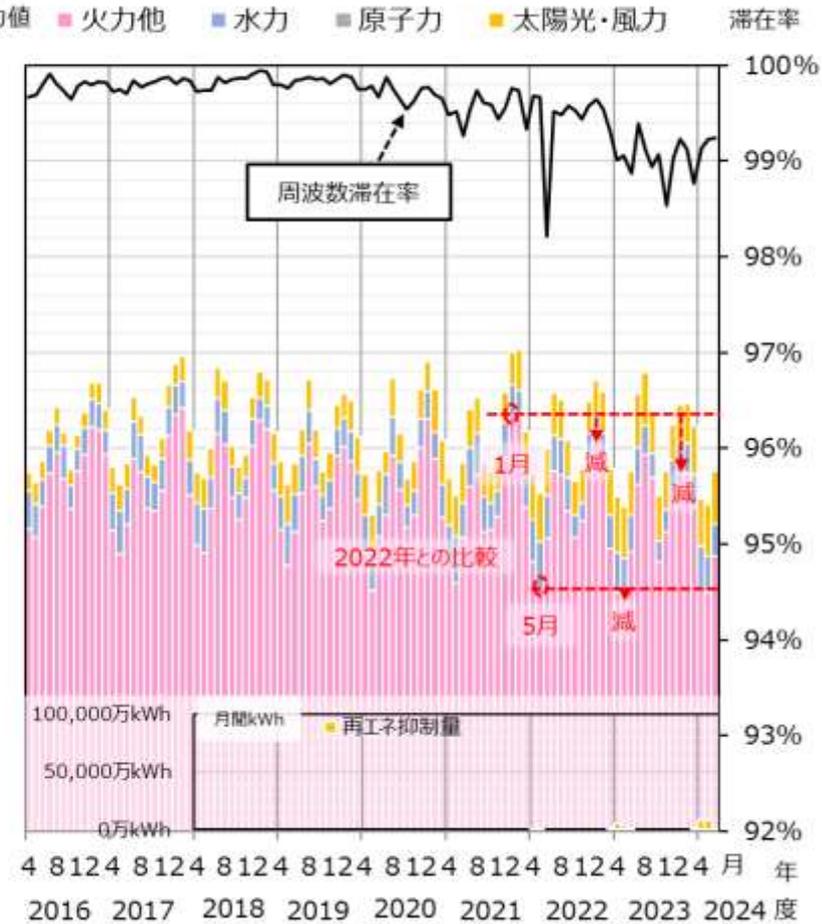


電源バランス月間平均出力比率と±0.1Hz周波数滞在率の推移（各社でんき予報データから作成）

## 〔中西エリア〕



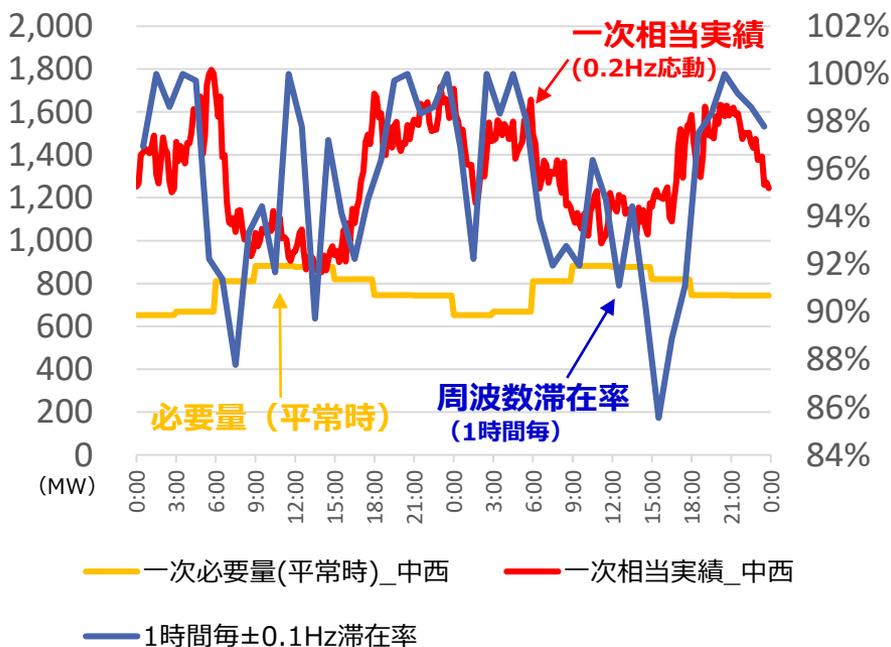
## 〔東エリア〕



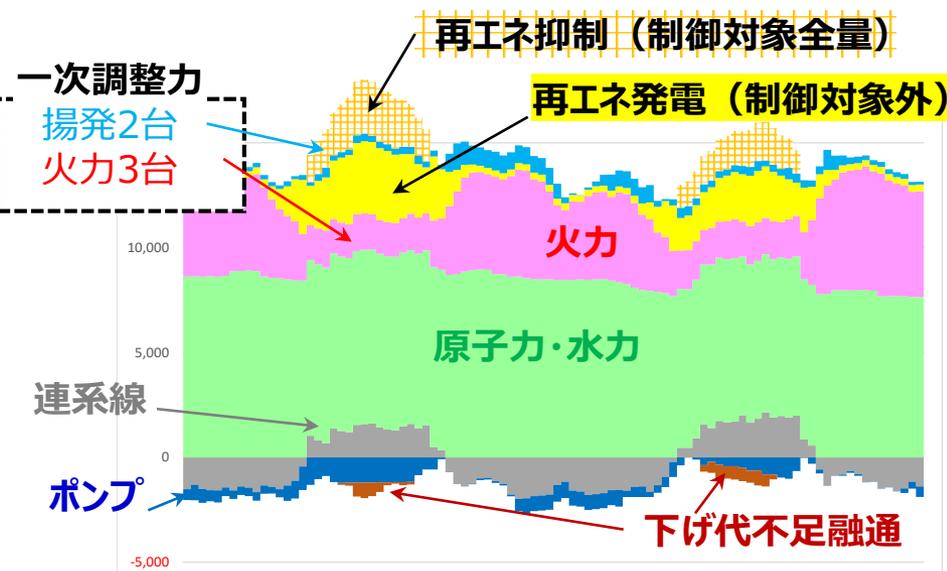
電源バランスマン間平均値と±0.1Hz周波数滞在率の推移 (各社でんき予報データから作成)

- 中西エリアの調整力確保状況と滞在率には関連性があると推定される。
- 関西エリアにおいては、再エネを可能な限り抑制のうえ、下げ代不足融通を実施しながら火力・揚発の運転余力を作るような断面もあり、周波数調整に苦慮している状況。

<6/1(土)、6/2(日)の中西エリアの一次調整力確保状況※>



<6/1(土)、6/2(日)の関西エリアの需給バランス>



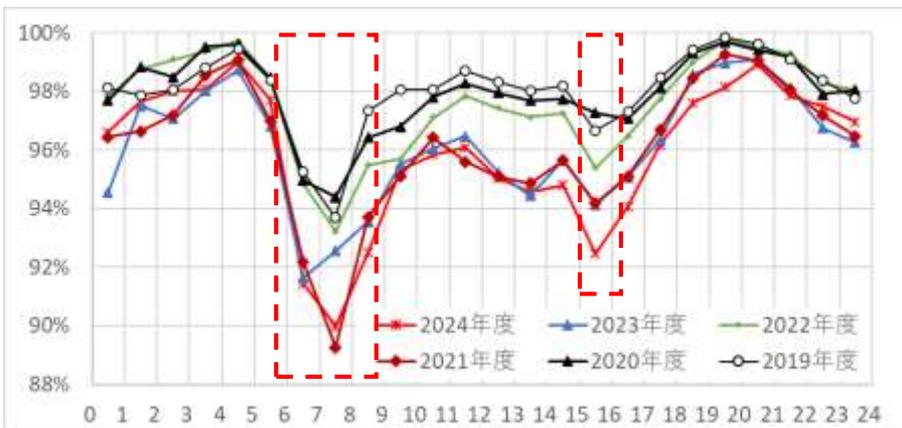
※関西HP公開の需給実績データ他から作成

※一次相当実績は10分毎、0.1Hz滞在率は1時間毎のデータ。

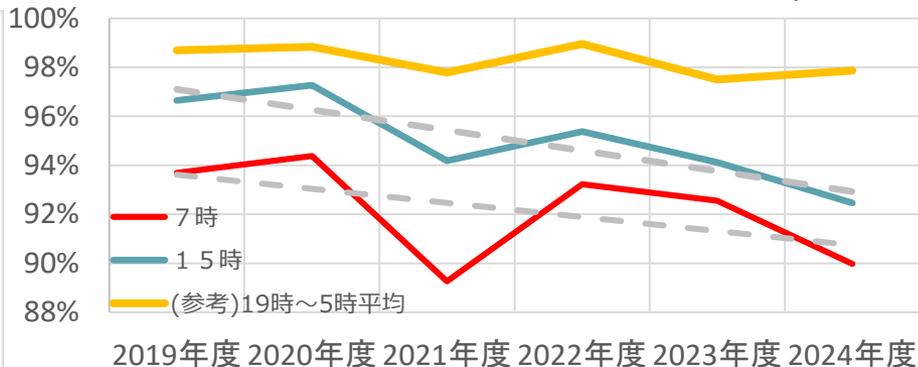
※一次相当実績については並列している発電機の出力実績から、一次調整力の要件で動く想定される量を算出した。

- 春季に対し、時間帯ごとに確認すると、特に6~9時、15~16時に滞在率が低い傾向がある。なお、夜間の滞在率は比較的低下していない。
- 滞在率が特に低い6~9時に対し、日ごとに確認すると、好天かつ休日に滞在率低下がみられ、太陽光発電量も滞在率低下の一因であると想定できる。

＜4・5月平均 1時間±0.1Hz滞在率（年次傾向）＞



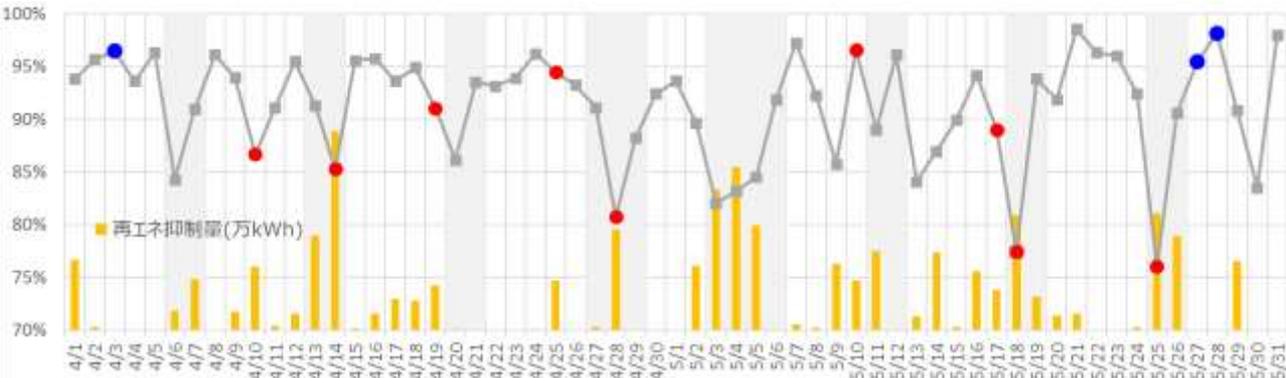
＜4・5月平均 時間別±0.1Hz滞在率（年次傾向）＞



※2021年5月より滞在率改善のための対策実施

＜2024年6時~9時±0.1Hz滞在率（日ごと）＞

・4月平均で最も滞在率が低い6時~9時の時間帯について、需要の違いが出る平・休日、電源構成が異なる天候(晴れ、雨)に分けて滞在率を確認

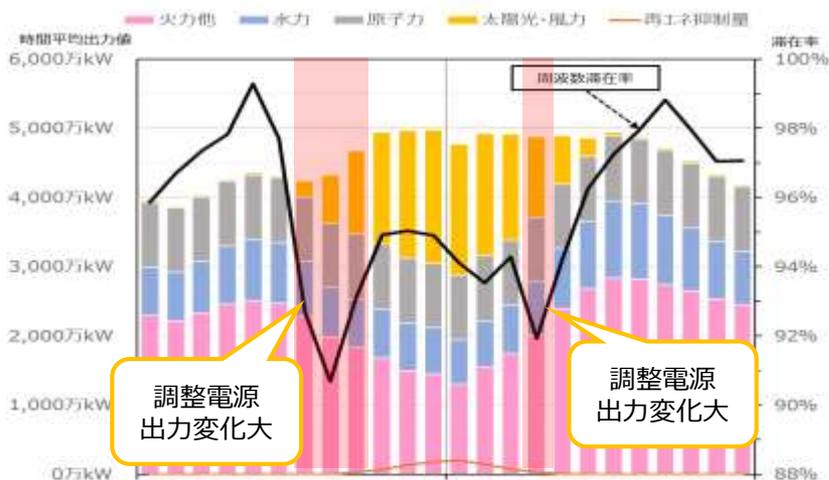


	晴れ	雨	その他
平日	91.54	96.70	93.11
休日	78.86	—	89.10
全体	86.35	96.70	91.88

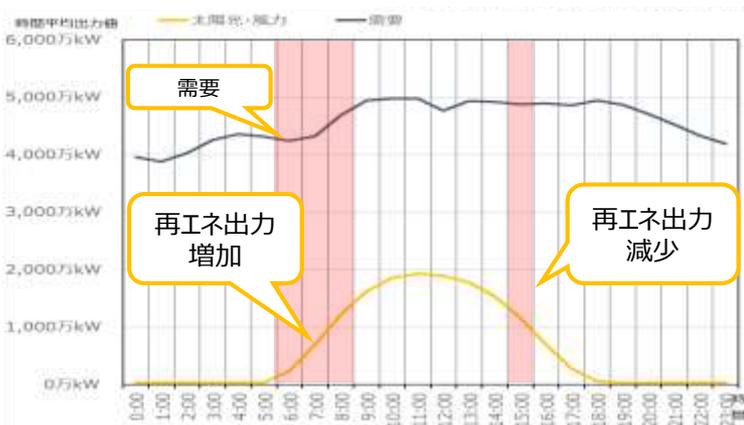
# 中西エリアの周波数の推定変動要因別の時間変化

- 春季の時間別電源バランスを見ると、火力他の占める割合が6~9時、15~16時の時間帯には短時間で大きく変化するため、調整が難しく、周波数滞在率が悪化していると推定される。
- また、同時時間帯は揚水ポンプの入切・連系線潮流変化が多い時間帯であり、太陽光発電量に加え様々な要因が周波数に影響を与える。

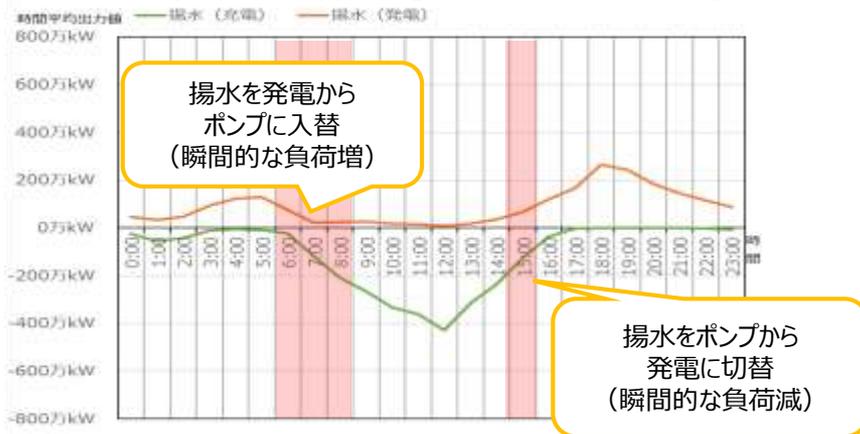
4月の電源別時間平均出力値と±0.1Hz周波数滞在率の推移



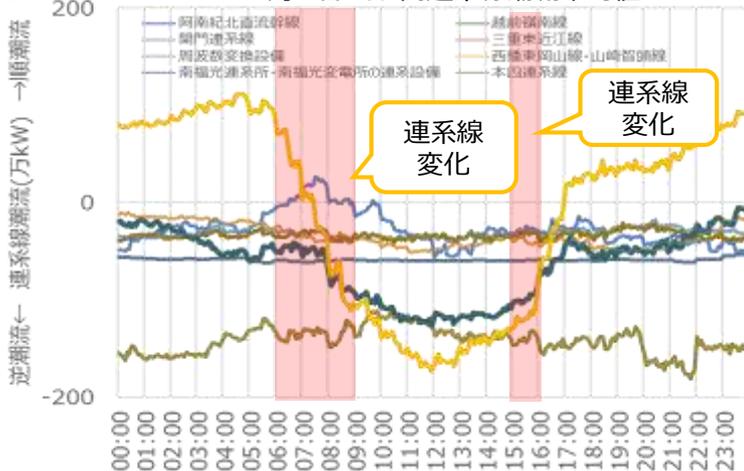
4月の中西エリア平均需要・再エネ出力値



4月の中西エリア揚水発電・ポンプの別時間平均出力値

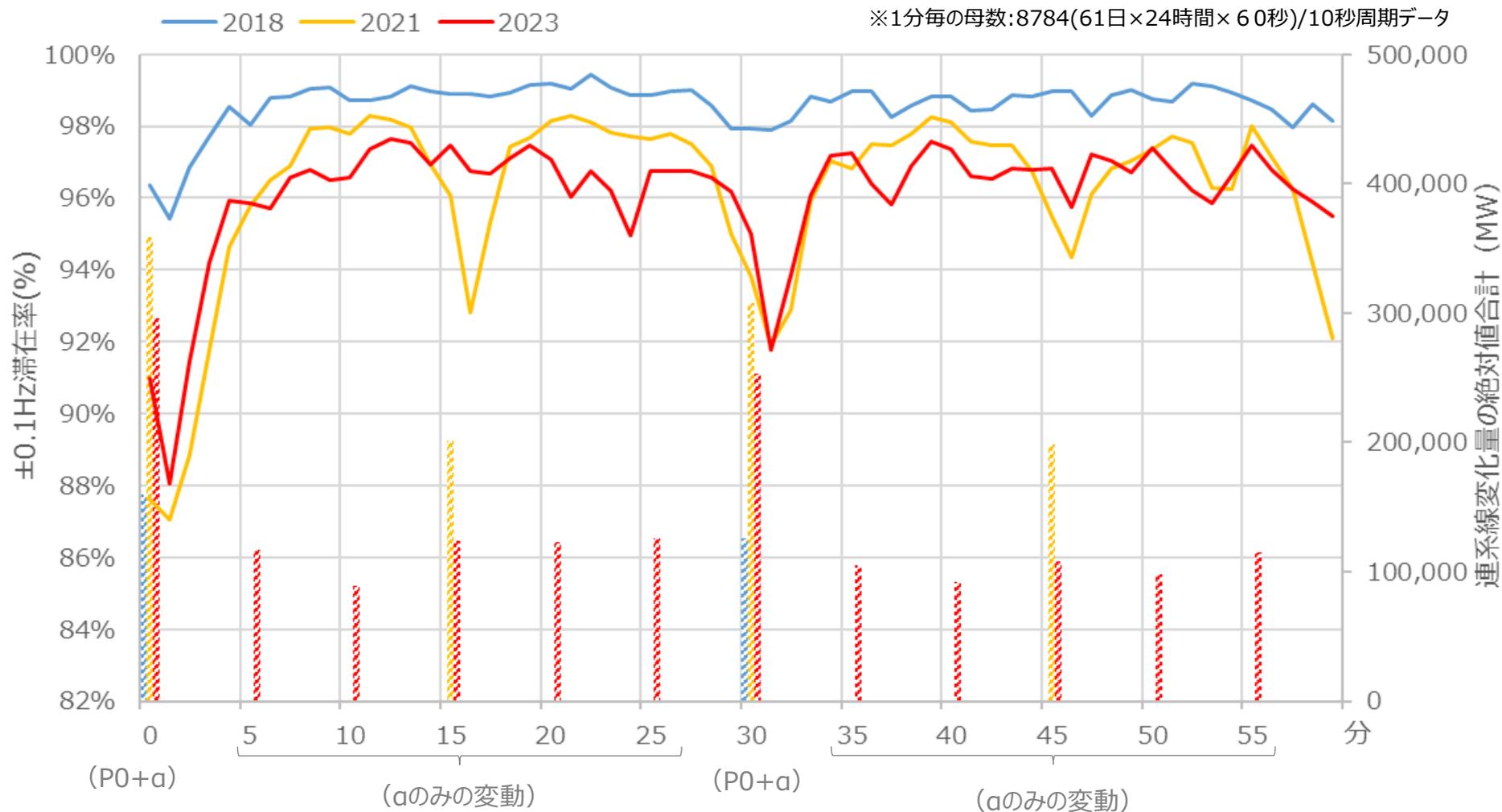


4月の各エリア間連系線潮流平均値



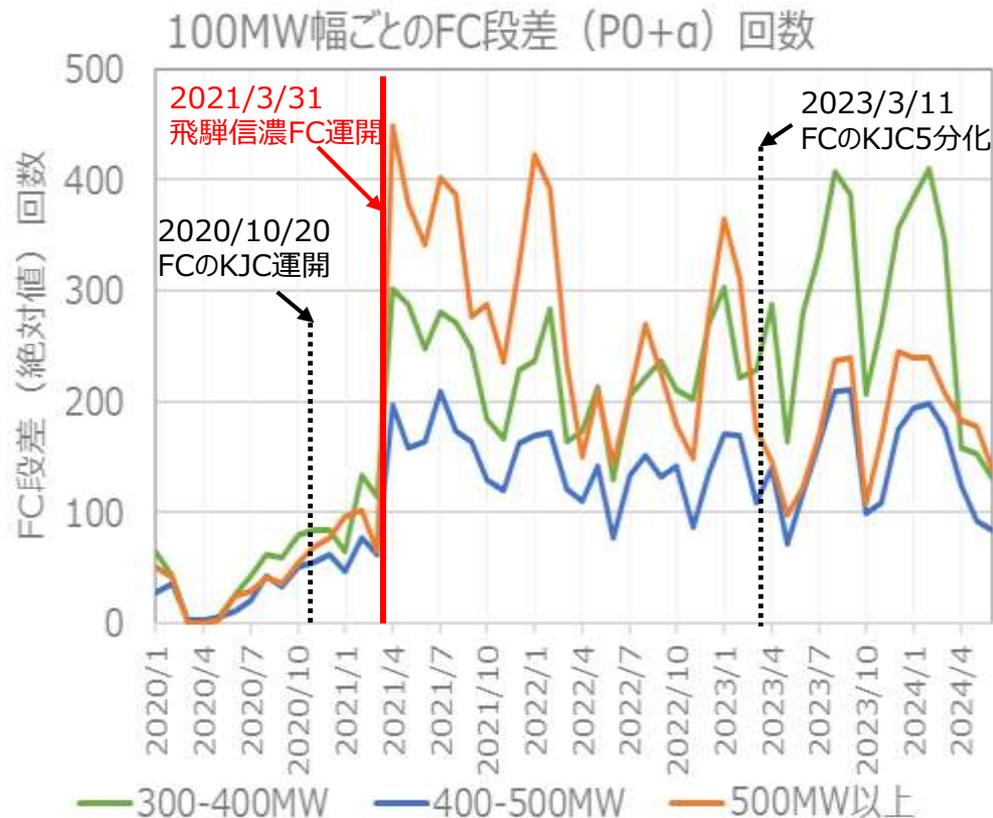
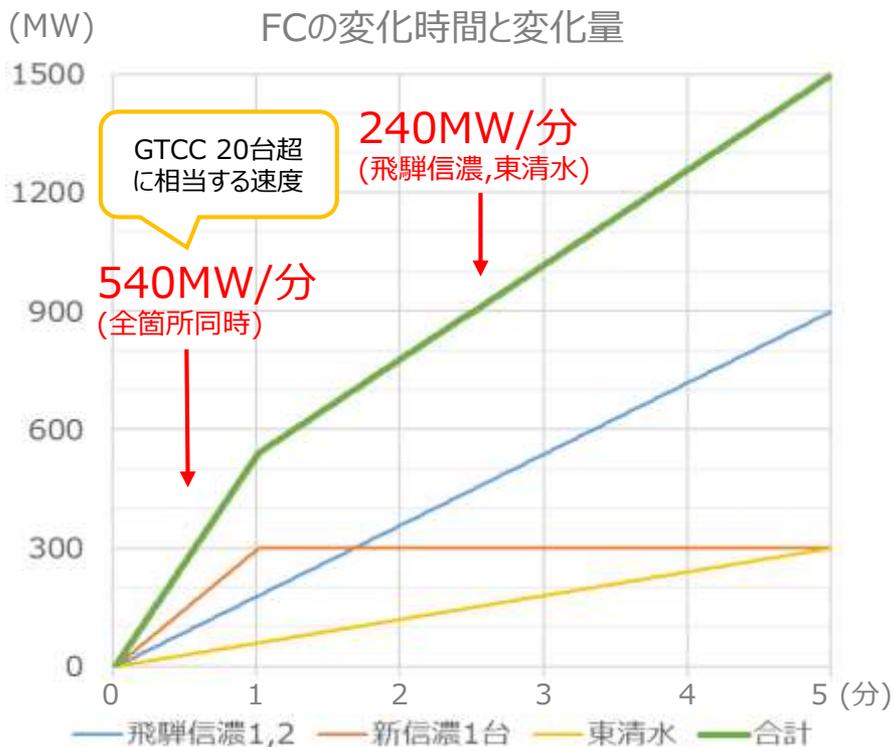
■ 調整力の広域運用以降、連系線変化頻度が増えたため、滞在率が低下している。

※2020年より15分周期の配分が開始され、2023年以降は5分周期に変更。



4月～5月の周波数品質（1分毎 $\pm 0.1\text{Hz}$ 滞在）と代表エリア(関西)の連系線変化量(絶対値)合計値

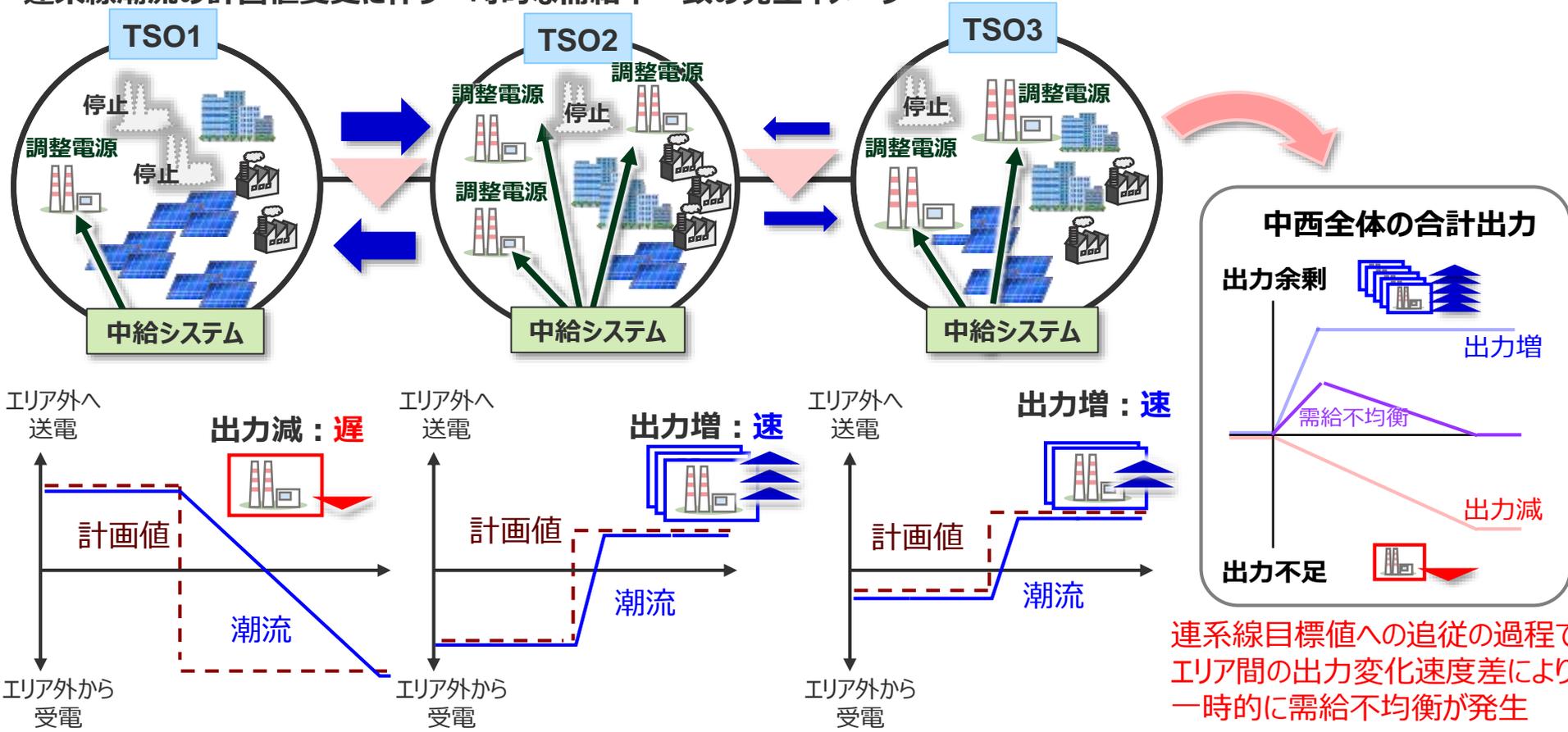
- 50・60 Hz系統間のFCは直流で制御されるため、連系線潮流計画値に対して実潮流が高速（最速540MW/分）に追従する。エリア内の変化速度差と同様、FC潮流の変化（FC段差）により一時的な需給不均衡が発生し、周波数品質低下の一因と想定している。
- 飛騨信濃FC運開以降、300MW以上の大きなFC段差の発生頻度が増大している。中西各社の運用者が協調制御を実施しているものの、対応が難しく周波数が逸脱するケースもある。



※火力機（GT/GTCC）LFC変化速度の系統連系技術要件は5%/分以上のため、500MW機であれば1台あたり25MW/分の速度

- 中西エリアは、各エリアごとに需給バランスの不一致を解消するように調整する周波数制御方式（TBC方式）を採用しており、それぞれがエリア内の需給ギャップ解消を責務として調整を行う。
- 連系線潮流計画値への追従の過程で出力増エリアと出力減エリアの変化速度差により一時的に需給不均衡が生じる特性があり、昨今は連系線変化量や頻度が増大しており、周波数品質低下の一因と想定している。

連系線潮流の計画値変更に伴う一時的な需給不一致の発生イメージ



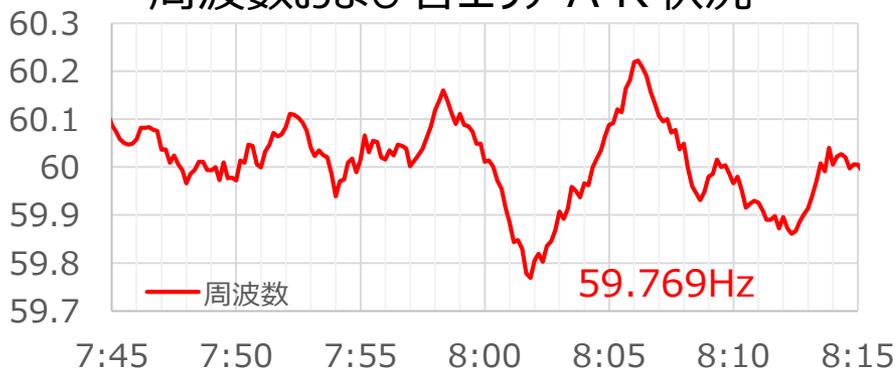
連系線目標値への追従の過程で  
エリア間の出力変化速度差により  
一時的に需給不均衡が発生

(参考) 変動要因毎の代表ケース

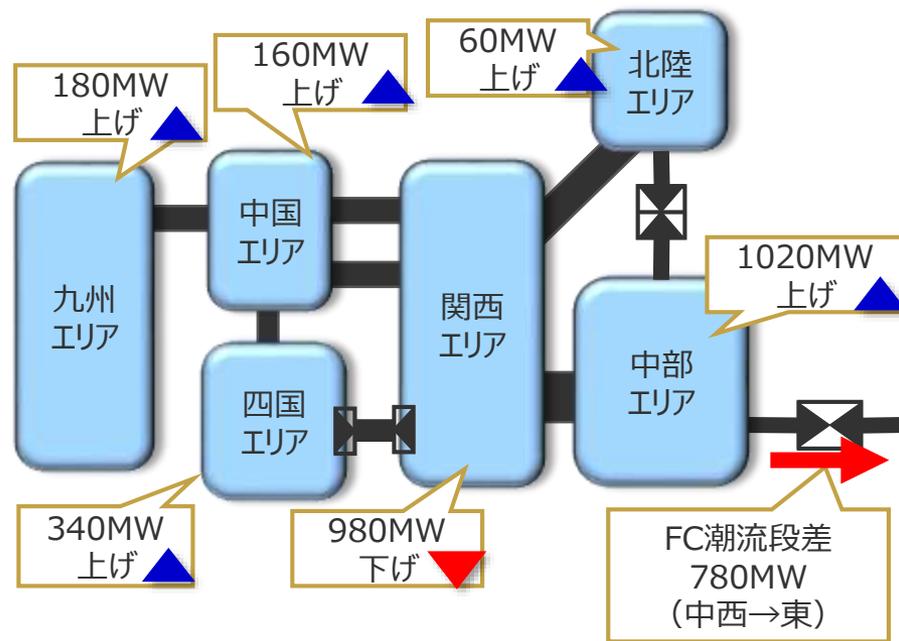
FC・連系線段差による周波数逸脱 (2024年4月7日(日)8時 -0.231Hz逸脱)

■ 8:00に780MWの大きなFC潮流段差が発生。これを含めた連系線段差に伴う各社ARの調整にあたり、上げ調整エリア5社合計の調整速度よりも下げ調整エリア1社（揚水ポンプにより高速に下げ調整） + FC段差の速度が大きく上回ったことにより、周波数が低下したと推測。

周波数および各エリアAR状況



各エリアの8時における融通状況



1. 同期エリア別の周波数調整目標および周波数品質の実績
2. 中西エリアの周波数品質低下の要因分析
  - ① 想定要因
  - ② 調整・変動要素
- 3. まとめ**

- 中西エリアの周波数品質状況を確認したところ、年間・月間それぞれにおいて概ね±0.1Hz以内を維持しているものの、**軽負荷期を中心に周波数品質が低下している傾向**があった。具体的には、**春・秋などの軽負荷期の太陽光出力の立上り、立下り時に周波数滞在率が著しく低下**していることが見て取れた。
- 中西エリアの周波数に影響を及ぼす要素は多岐にわたるが、以下との相関が高いと想定。
  - 火力等の調整電源稼働量の減少（電源ポートフォリオの変化）
  - 連系線変化量の拡大、頻度の増加
- 短期的には、非調整電源の割合が多くなる断面においても、GF・LFCを中心とした調整力の確保をはじめとする運用対策の確実な実施により、周波数品質のさらなる悪化の防止を図る。
- 確保している調整力の周波数維持への寄与度を確認しながら、周波数品質を向上させる効果的な調整要素（調整量・変化速度・遅れ時間）や、変動要素の影響評価や低減対策について広域機関、電中研とともに検討を進めていきたい。

以上

- 2000年に実施された系統利用者への影響調査から、「現状よりも大きな周波数変動を許容することは、現時点では適切ではない」とされた。

## 周波数の許容変動幅の見直し

系統から電気の供給を受けて回転する電動機や系統に連系されている発電機の多くは系統周波数に連動して回転し、動作する。したがって、周波数の許容変動幅見直しの検討を行うにあたっては、これらの機器に与える影響を見極めるとともに、これらの機器を利用する広範な関係者の意向を十分尊重する必要がある。

通商産業省が本年2月に調査したところでは、電動機や制御装置、計算機等、機器自体の動作保証範囲は、機器によっても異なるが概ね基準周波数の1～5%（50Hz系で0.5～2.5Hz）となっている。しかし、**動作保証範囲内であっても、周波数変動は、例えば以下のように製品の品質や工程に影響を及ぼすため、多くの業界・事業者が、現状以上に周波数変動が激しくなることに対して慎重な意見を有している**（参考13）。

- ・ 巻き取り速度の変化により、糸切れの発生や糸の太さ等の品質に影響（化学繊維製造業）。
- ・ 巻き取り速度の変化により、紙切れの発生や紙の厚さ等の品質に影響（製紙業界）
- ・ 分解・脱硫する圧力制御に影響が生じ、不純物が除去されない（石油業界）
- ・ 圧延工程に不具合が発生し、製品の厚さにムラが発生（鉄鋼業界、アルミニウム業界）
- ・ 車体パネルの通電時間が変化し、溶接強度や外観品質に影響（自動車業界）

また、我が国の系統規模は諸外国と比べて必ずしも大きくないなどの事情により、例えば米国と比較しても、周波数変動は決して小さいとは言えないレベルにある（参考14）。

こうしたことから、**現状よりも大きな周波数変動を許容することは、現時点では適切ではないと考えられる。**

# (参考) 周波数の許容変動幅の見直し 参考13

## 周波数変動による影響調査結果

平成12年2～4月、電気の使用量の多い業界等に対し、周波数変動の影響について、書面又は聞き取りにより調査を実施した。調査結果の概要は以下のとおり。

### 1. 化学繊維製造業界

- ・繊維工場では、誘導電動機を使用した回転機で繊維の巻き取りを行うため、周波数の変動が発生すると繊維（糸）の巻き取り速度が変化（周波数が増加すると、回転数が上がり、糸切れが発生。周波数が低下すると、糸にたるみが発生し、糸の太さ等の品質に影響）。特に、瞬間的な周波数変動による影響が大きい。

### 2. 製紙業界

- ・周波数が増加すると、製紙工場内のモーターに回転変動が生じるため、次のようなトラブルが発生し、製品製造が不可能になる。
  - ①抄紙機の各部分のロールの回転速度が変化するため、ロール間の湿紙の張りがバランスを崩し、紙切れが発生。
  - ②モーターの回転が狂うことにより、原料ポンプ送液量が変化し、紙の厚さや大きさ等の品質に影響。
  - ③ワインダーの回転が狂い、紙の厚さにムラが発生。また、巻き取りを行わず、カッターで裁断する製品は、裁断寸法がバラバラになってしまう。

### 3. アルミニウム業界

- ・圧延関係の設備に使われているインダクションモーター類の回転が変化し、製品の厚さムラやしわが発生。

### 4. 石油業界

- ・製油所において、周波数変動による電動機の回転数変動は、原油流量の速度を調整するポンプ等の精製装置及び高温高圧にして分解・脱硫する圧力制御に影響が生じ、不純物が除去されない等、要求した品質の製品が作れない可能性。

### 5. 自動車業界

- ・素材搬送設備の送り速度が変化することにより、不具合（例えば、高周波焼入機でシャフトの強度を高める際の品質のムラ）が生じる可能性。
- ・車体パネルのスポット溶接の通電時間は、周波数サイクル数で管理しているので、通電時間が短くなると粘着不良を起こし、通電時間が長くなると穴が開く等、溶接強度

や外観品質に影響が出る可能性。

- ・回転数変動により、機械加工の切削条件が変動した場合、切削品質等に影響が出る可能性。

### 6. 鉄鋼業界

- ・圧延設備に多く使用されている交流可変速モータ（サイクロコンバータ方式）の速度制御が狂い、製品の厚さムラやしわが発生。

### 7. 電機業界

- ・生産設備の主要部を構成する電動機やパワーエレクトロニクス機器等の動作を保証する周波数変動範囲は「定格周波数に対して±5%」であり、これを超えると機器としての動作が保証されない。

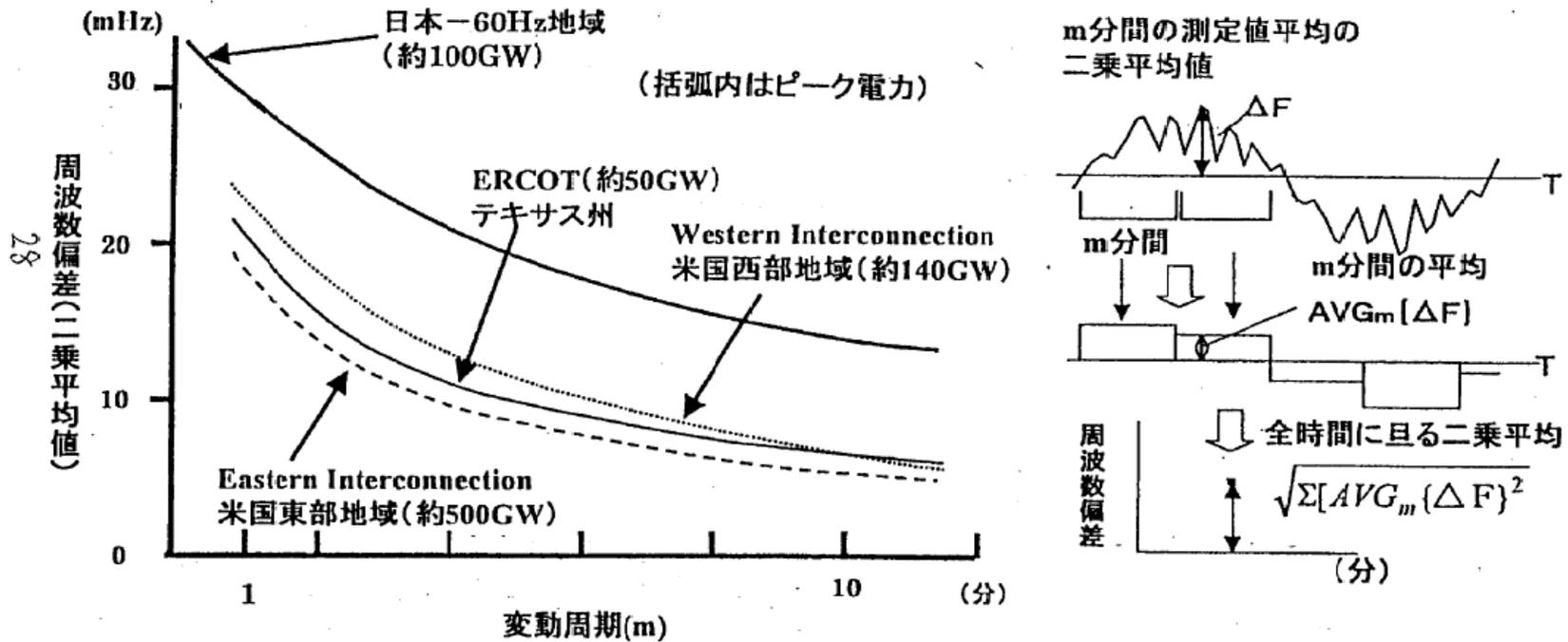
### 8. 通信機械業界

- ・通信用コンピュータ等に電力を供給する交流無停電電源システム（UPS）は、商用同期追従型の機器で、入力側の周波数が増加すると出力側の周波数もそれに追従して変動する。UPSの動作が保証される周波数の許容値は±1%。
- ・一般に電話機、ファクシミリ、携帯電話等の電気通信機器は、それらに内蔵された直流安定化回路により商用電力を直流に変換して使用。この直流安定化回路の動作保証範囲は±2～3%。

### 9. 工作機械業界

- ・工作機械の供給電源の規格（JISでは±2%以内。）にあわせて、各制御機器メーカーが製作しているため、素子によるばらつきも含めて、動作上問題のない許容範囲は±1Hz以内。
- ・周波数が増加すると、大型の工作機械のモータの回転速度が増加し、例えば旋盤では切り込みが弱くなったり、筋がついてしまう等、加工品の品質に影響が生じる。

日本及び米国の周波数変動実績



※米テキサス州は日本の系統規模よりも小さいにも関わらず周波数偏差が小さい。要因は、同地域は電源構成において火力発電の比率が高いため周波数調整能力が高く、また、需要面でも比較的変動負荷が少ない地域であるためと考えられる。

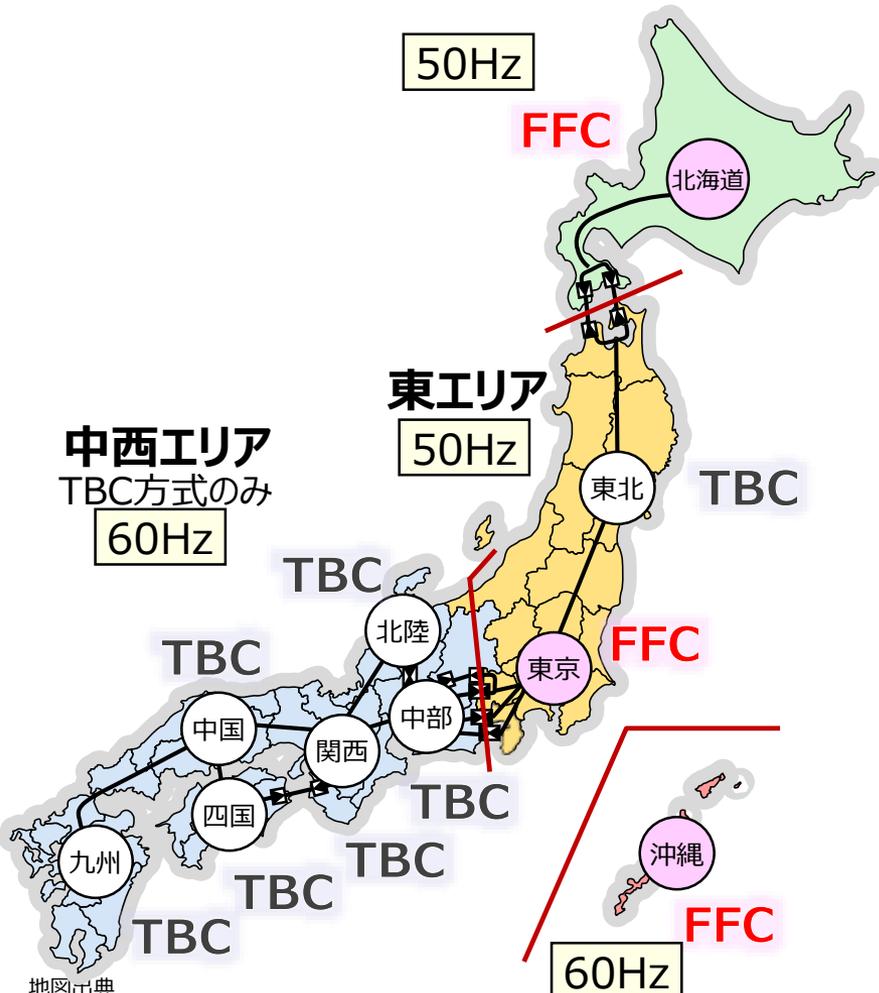
(参考14)

# (参考) 周波数制御方式の違い (FFC方式とTBC方式)

FFC方式 (定周波数制御方式) flat frequency control

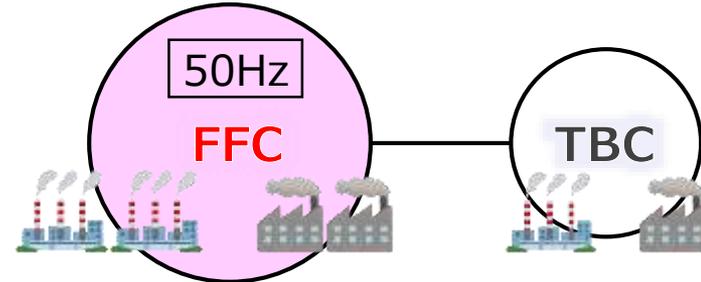
TBC方式 (周波数偏倚連系線電力制御) tie line load frequency bias control

- 電力系統において周波数を一定に維持するためには、系統全体の電力需要と電力供給をバランスさせる必要がある。国内ではLFC (負荷周波数制御) 方式として、**FFC方式とTBC方式が適用されている。**
  - ・**FFC方式：連系系統全体の周波数を基準周波数に調整する方式**
  - ・**TBC方式：エリア内の需給バランスの不一致を解消するように調整する方式**
- **60Hz連系系統の特徴として、全エリアがTBC方式を適用している点があげられる。**



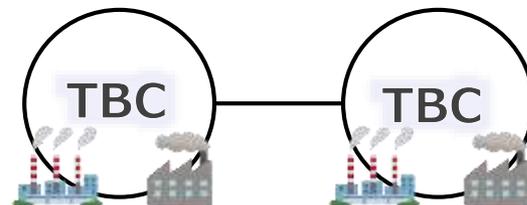
## 東エリア：FFC方式とTBC方式の連系

- FFC方式のエリアは、連系線からの融通量によらず、連系系統の周波数が基準周波数となるように調整する。一般に、FFC方式は、連系系統のなかで系統規模の大きなエリアに適用可能。
- TBC方式のエリアは、連系線での融通量を加味した上で、エリア内の需給バランスの不一致が解消するように調整する。



## 中西エリア：TBC方式とTBC方式の連系

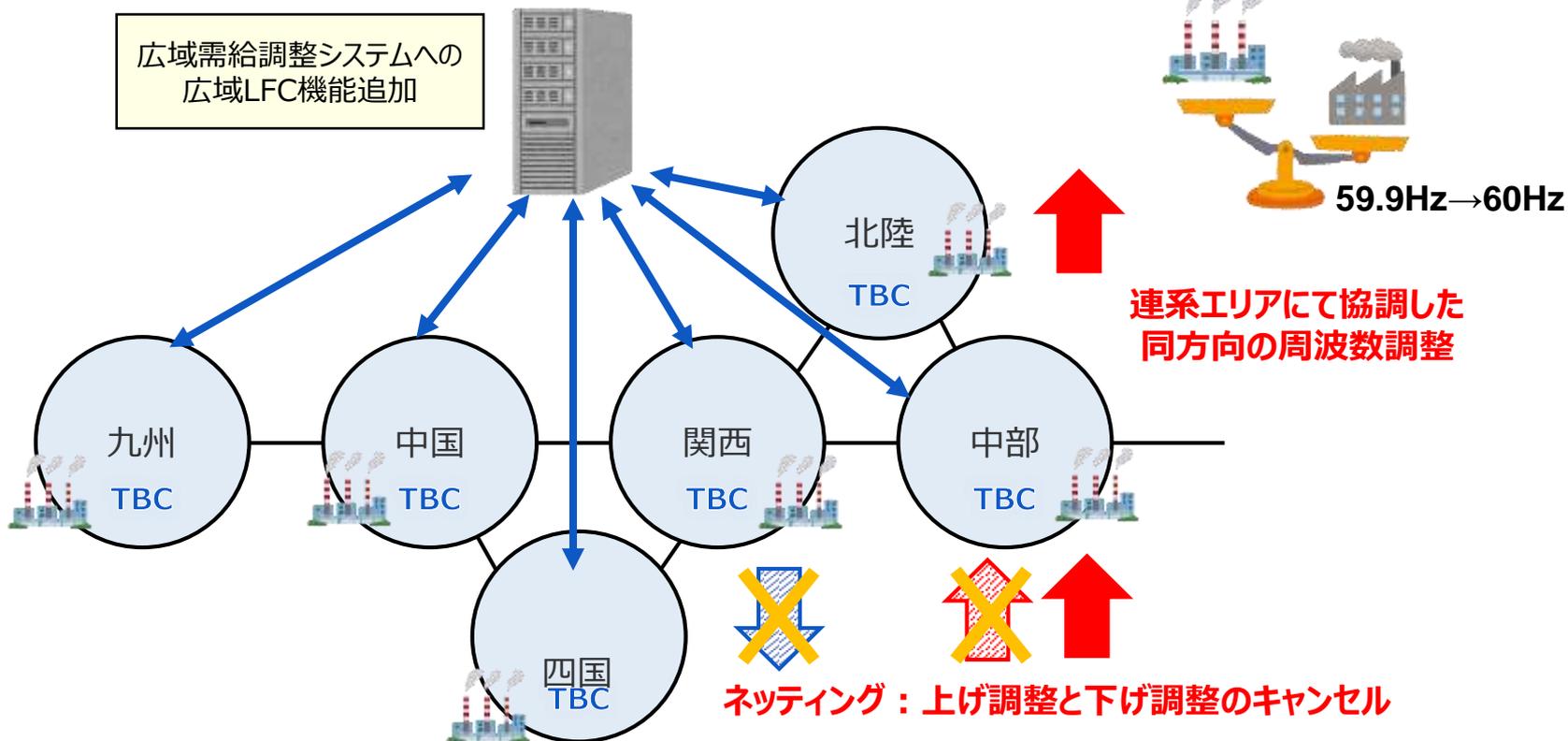
- TBC方式の各エリアは、連系線での融通量を加味した上で、エリア内の需給バランスの不一致が解消するように調整する。  
(各エリアが自己責任を果たすことで周波数が維持される)



- 2026年度から北海道・沖縄エリアをのぞく8エリアにて、**広域LFCの運用開始を目指している。**
- 系統全体の需給ギャップ解消に必要な調整を各エリアが協調して実施することで、**60Hz連系系統全体としてはFFC方式に近い周波数制御が実現することが考えられる。**これにより、**60Hz連系系統の周波数品質が一定程度緩和することが考えられる。**
- ただし、連系線に空き容量が無く広域LFCが活用できない場合や連系線の空き容量があってもFC段差量に比べて6社の調整力が少ない場合など、**広域LFCの運用だけでは解決しないケースもあるため、引き続き対策が必要と考える。**

【イメージ】

60Hz連系系統全体としては、FFC方式に近い周波数制御



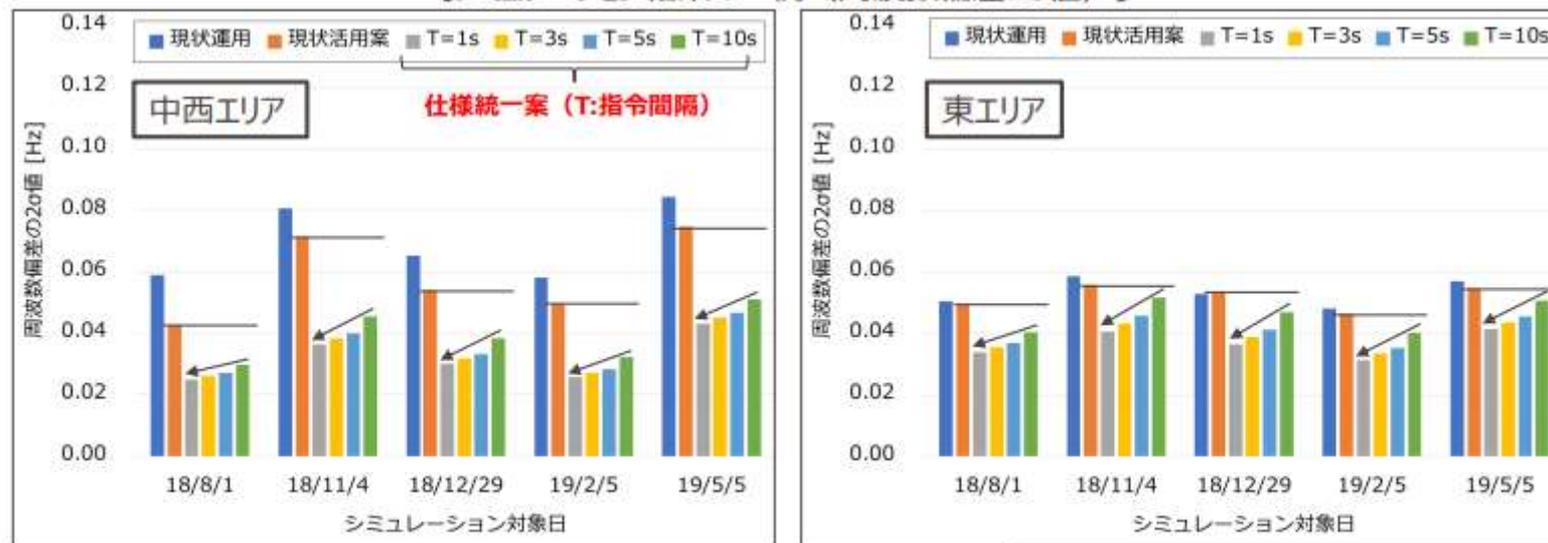
# (参考) 広域LFCのシミュレーション分析結果

4

## LFC仕様統一案のシミュレーション分析結果

- 前報告した制御ロジック（制御方式・指令間隔等の統一および発電機個別のメリットオーダー適用）を基本として、周波数品質面の影響、LFC動作量の傾向およびkWhコスト低減効果についてシミュレーション分析を実施。
- シミュレーション結果によれば、LFC仕様統一により平常時における周波数品質の向上、LFC動作量の低減効果およびkWhコスト低減効果が期待できることを確認した。
  - ※ 将来、再エネが主力電源化し火力等の運転台数の減少が想定されることや発電機制御遅れ増加などの状況変化によって周波数品質の低下が予見される可能性があり、その場合は発電機スペックに対するリクワイアメントの見直しを検討していく。

【シミュレーション結果の一例（周波数偏差2σ値）】



※ある一定条件でのシミュレーション結果であり、条件の設定次第で異なる結果が出る可能性あり。

©Transmission & Distribution Grid Council