



イベリア半島における大規模停電 — 停電に関する調査の結論および推奨事項と 日本の電力系統への示唆 —

電力中央研究所 首席研究員

永田 真幸

2026年4月30日

 電力中央研究所

これまでのイベリア半島大規模停電の当所解説

■ 2025年に動画による解説を2回実施（6/3および7/14公開）

<https://criepi.denken.or.jp/koho/seminar/250603/index.html>

（第1回）公表情報を基に，停電発生時に「何が起こったか」について，判明していること，解明が期待されることを整理・紹介。

（第2回）6/17公開のスペイン政府報告書および6/18公開のREE^{*1)}報告書等の内容に基づき，停電の要因や示唆を紹介。

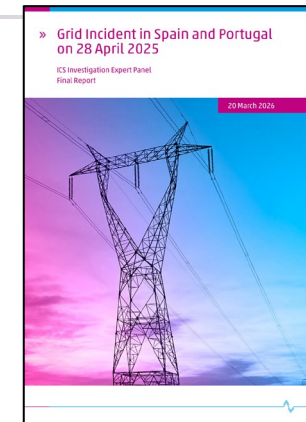
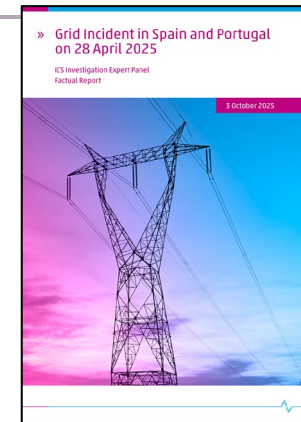
➤ 欧州では，これらの報告書公開の動きに並行してENTSO-E^{*2)}による停電の調査が進められた。

第2回解説以降の動き

- 10/3 ENTSO-Eによる**事実報告書 (Factual Report)** の公表

- 3/20 ENTSO-Eによる**最終報告書 (Final Report)** の公表

いずれも [28 April 2025 Blackout](#) より入手可能



- **停電までの事象および復旧についての詳細な分析が示され、第2回で解説した通り、停電の第一の要因が「系統電圧の上昇とこれによる連鎖的な電源等の停止」であることが結論付けられた。**

- 最終報告書では、第2回で解説した**系統安定性維持**や**監視機能の強化**などの点で、**数多くの推奨事項**が示された。

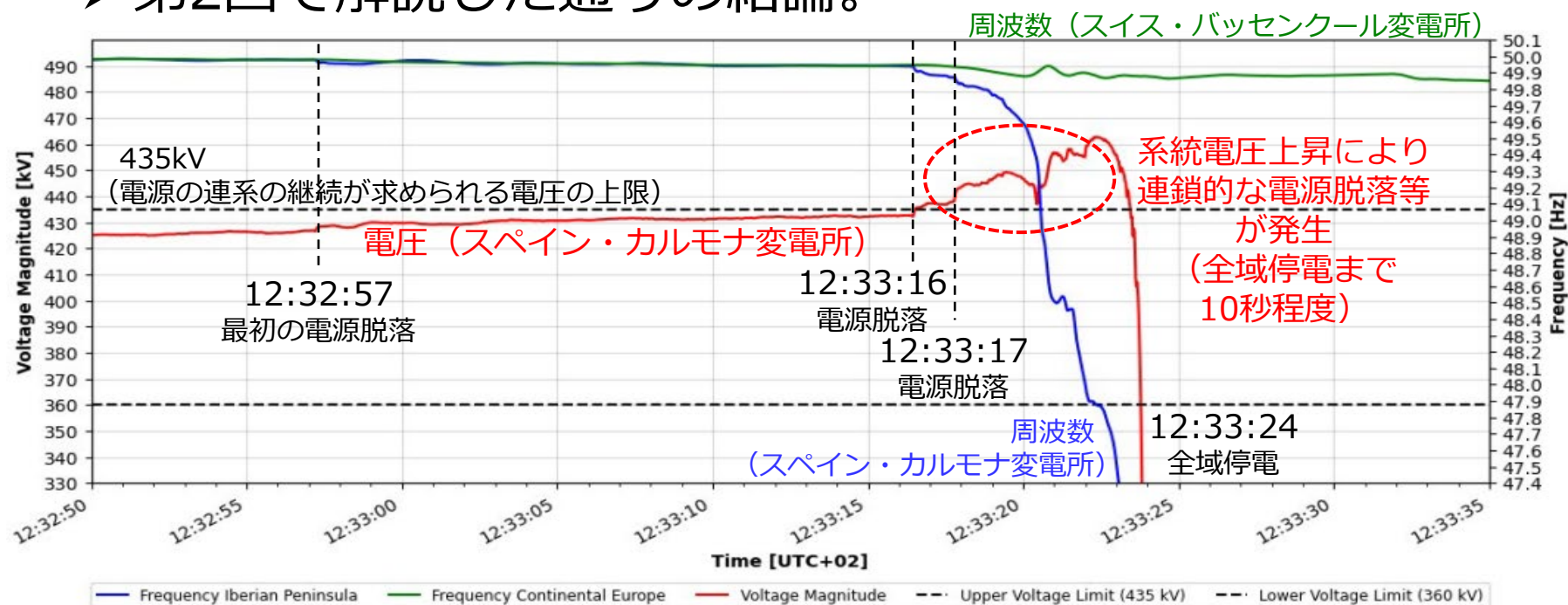
➡ 本解説では、これらの報告書の内容を基に、停電の日本の電力システムへの示唆を解説する。

停電の要因分析

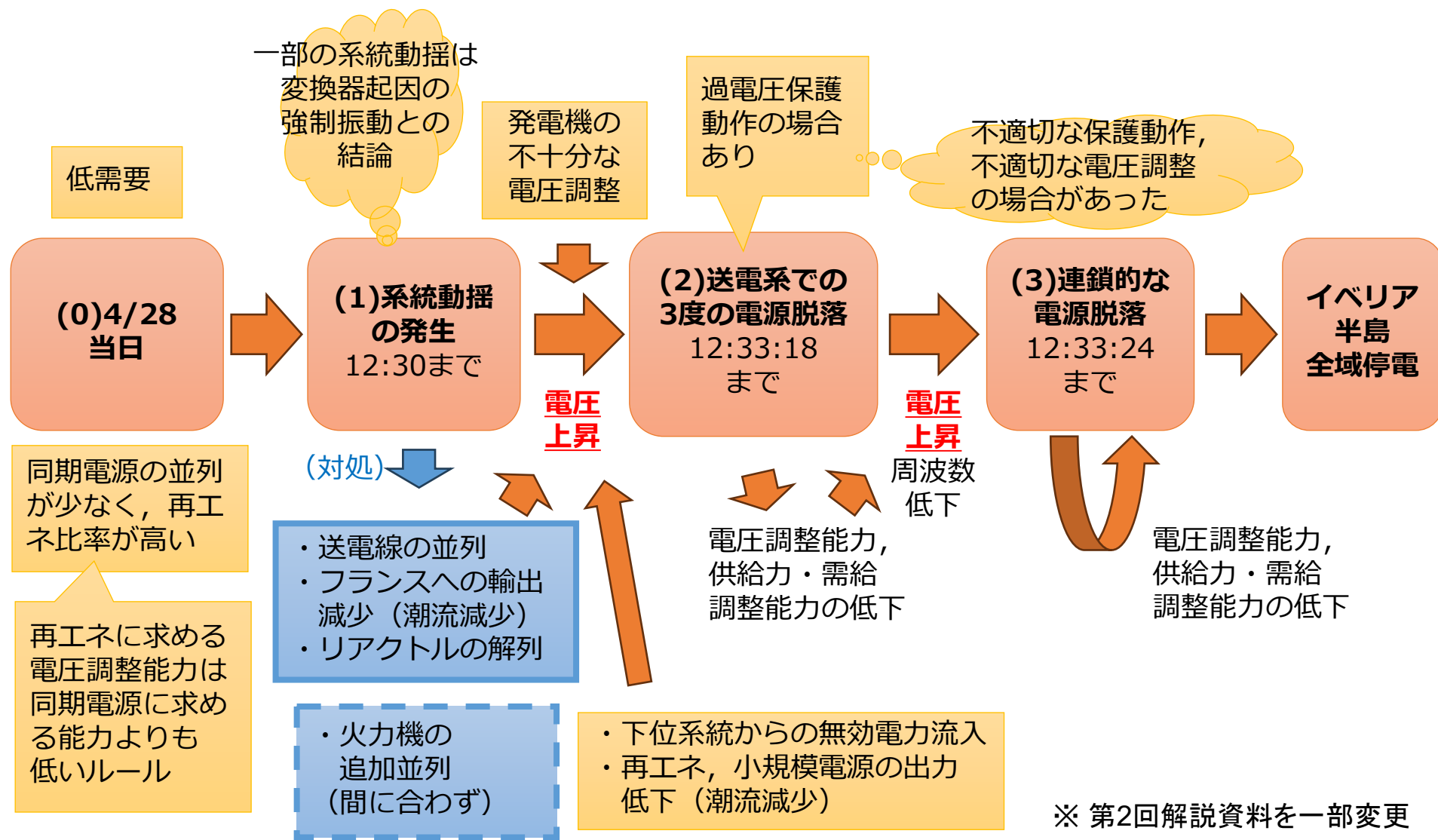
停電の第一の要因（結論）

■ 最終報告書では「**系統電圧の上昇**とこれによる**連鎖的な電源等の停止**」と結論付けられた。

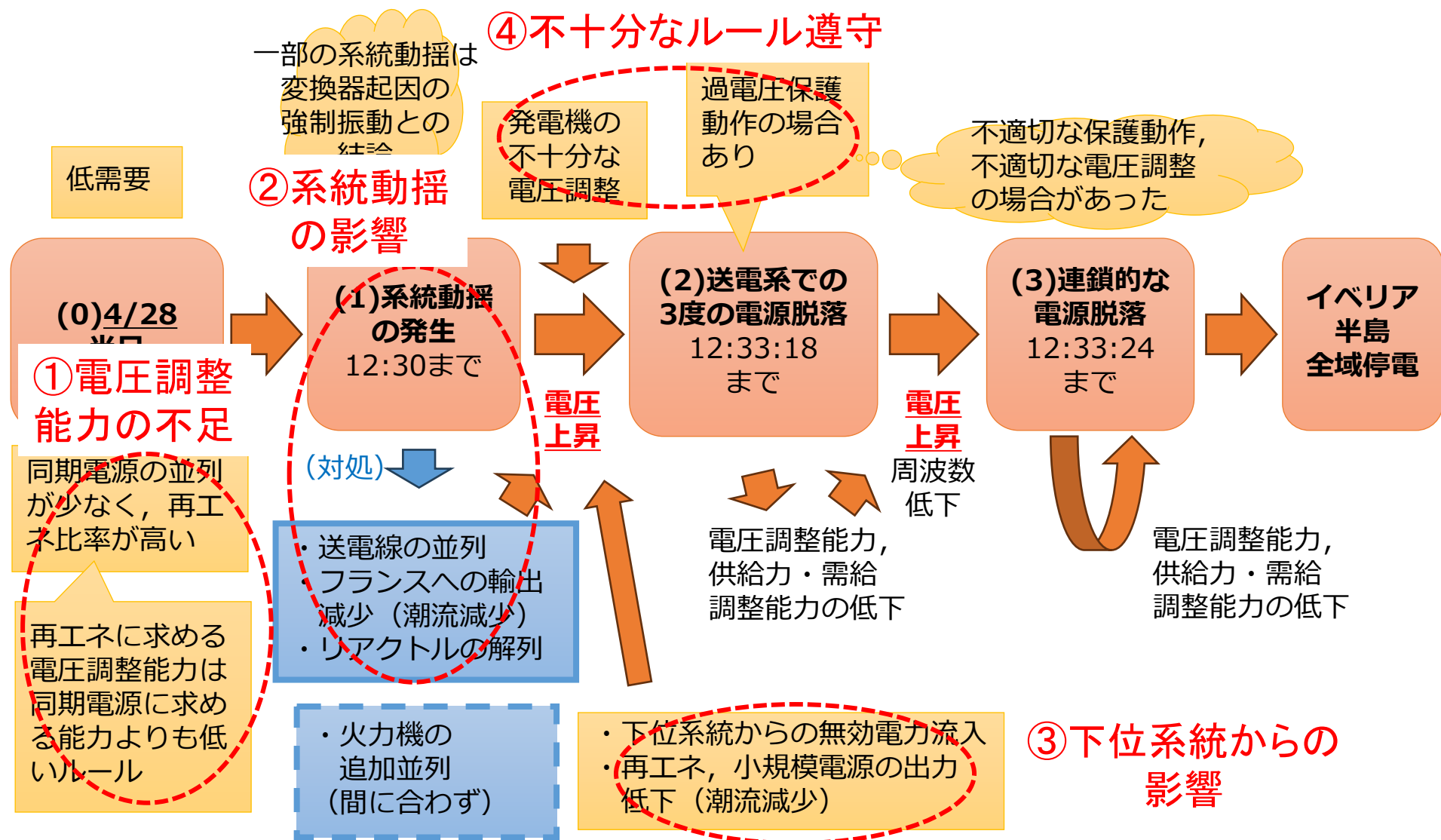
- 電圧上昇は、**無効電力吸収能力の不足・低下**や**無効電力の流入**等によるもの。
- 第2回で解説した通りの結論。



イベリア半島全域停電に至るまでの流れ



電圧上昇の要因 (第2回で解説)



最終報告書で示された停電の因果関係(1/2)

Root cause tree

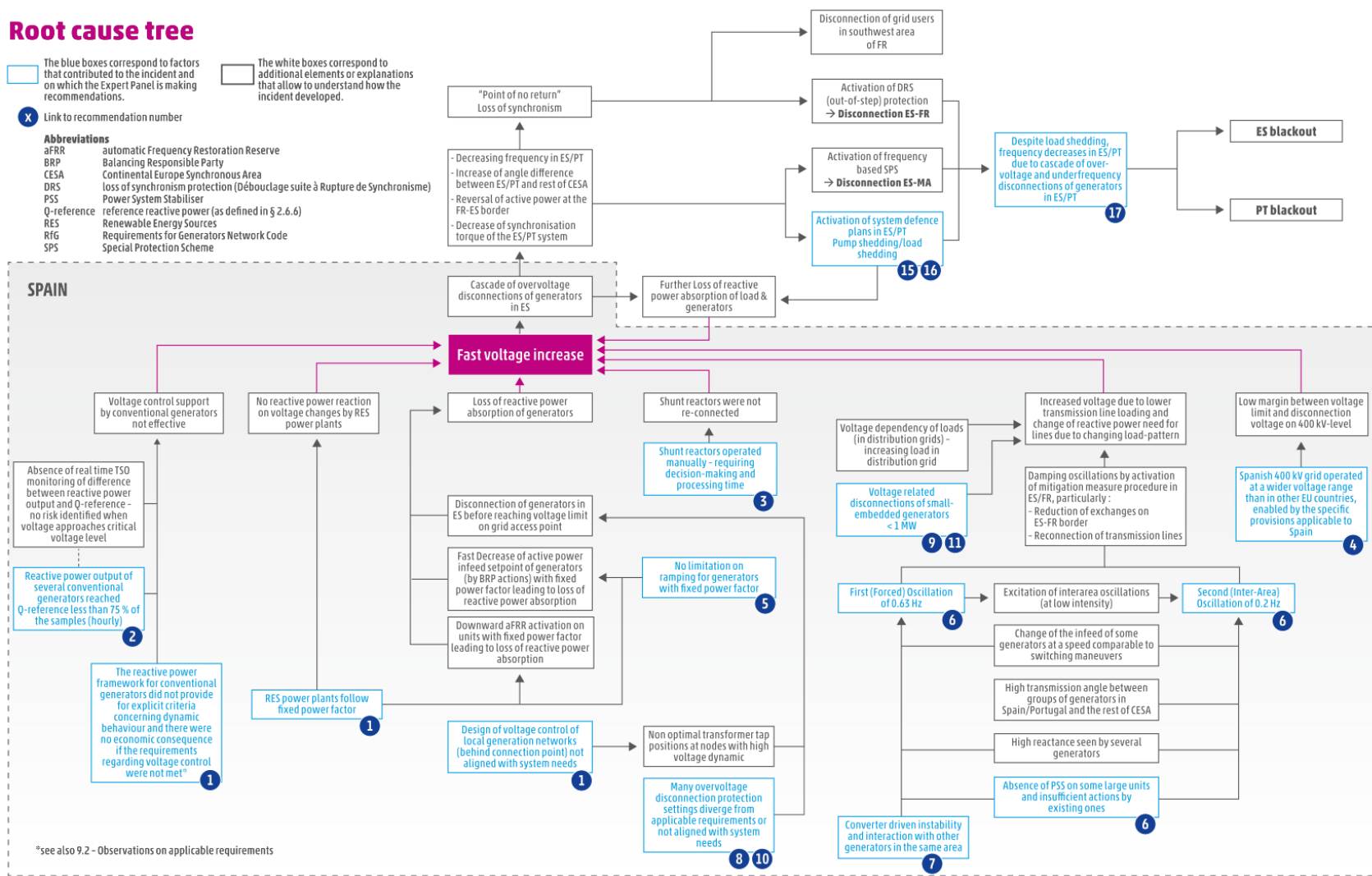
The blue boxes correspond to factors that contributed to the incident and on which the Expert Panel is making recommendations.

The white boxes correspond to additional elements or explanations that allow to understand how the incident developed.

X Link to recommendation number

Abbreviations

- aFRR automatic Frequency Restoration Reserve
- BRP Balancing Responsible Party
- CESA Continental Europe Synchronous Area
- DRS loss of synchronism protection (Débouclage suite à Rupture de Synchronisme)
- PSS Power System Stabiliser
- Q-reference reference reactive power (as defined in § 2.6.6)
- RES Renewable Energy Sources
- RFG Requirements for Generators Network Code
- SPS Special Protection Scheme



*see also 9.2 - Observations on applicable requirements

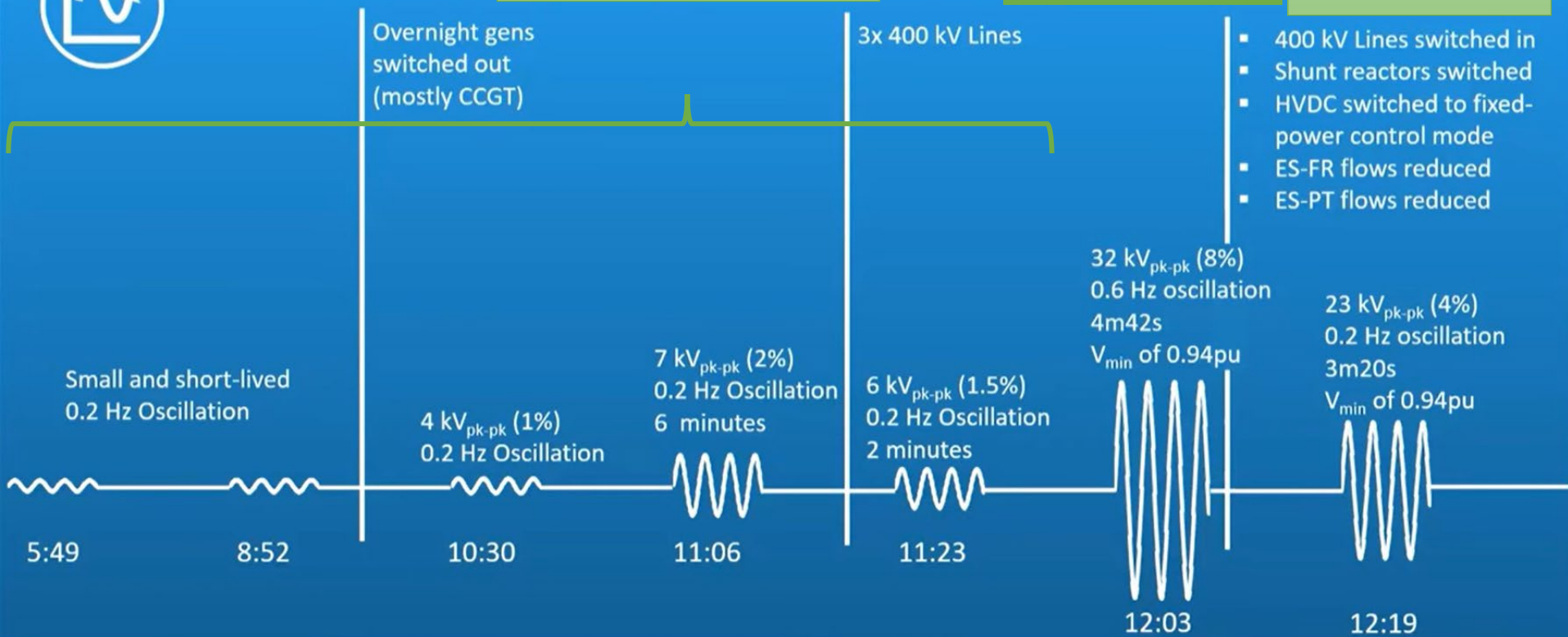
停電当日に生じた系統動揺 (第2回で解説)



① 12:00まで
数回の0.2Hzの動揺

② **12:03**
0.6Hzの動揺

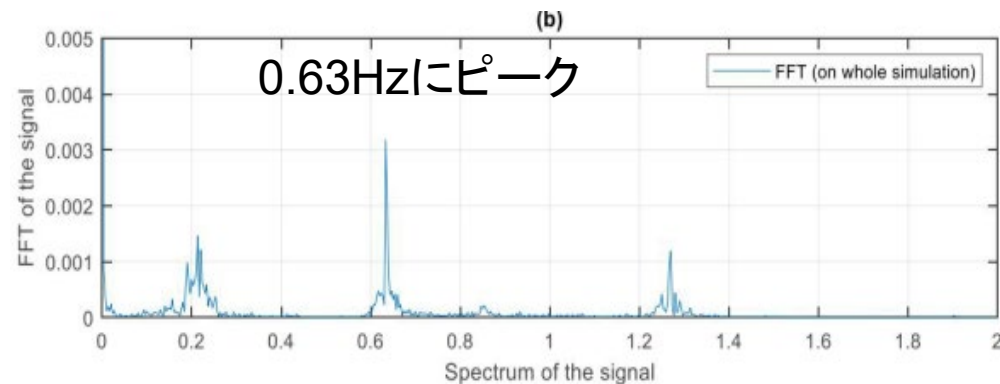
③ 12:16
0.6Hzの動揺
④ 12:19
0.2Hzの動揺



①0.6Hz (0.63Hz) の系統動揺

- スペイン南西部のバダホス地域にある再エネ電源が関与する **変換器起因の不安定現象（強制振動現象）** とされた。

- 近隣変電所のPMUデータ等を基に作成した発電機出力の変動を系統に注入するシミュレーションにより、**0.63Hzの動揺が得られた。**



シミュレーション結果での動揺のスペクトル

- 2025年1月から4月の**実測データでは0.63Hzの動揺は見られない。**
 - **PMUデータの分析とSCADAデータの分析のいずれもがバダホス地域に振動源がある可能性を示した。**
- ただし、振動源とされる発電機とその制御系の詳細は、最終報告書では示されておらず、動揺のメカニズムの詳細は不明。

②電源のPSSの具備

- スペインで停電当日に稼働していた**原子力機**，**水力機**，**石炭火力機**には**PSSが具備されていなかった**。

PSS:系統安定化装置(Power System Stabilizer)

	原子力	水力	揚水	火力
スペイン	×	×	○	○(CCGT)，×(石炭)
ポルトガル	(なし)	○	○	○

- これは停電当日に**広域の系統動揺の問題が生じた要因の一つ**と考えられ，**事前の対策が十分でなかった**と言える。
 - 最終報告書ではシミュレーションによる検証により，**原子力機へのPSSの具備が系統動揺の抑制に有効であることを確認**している。
- 日本では系統安定化対策として，PSSの設置がグリッドコード化されており，特に超高压系統の大容量機を中心に多くの同期発電機で具備されている。

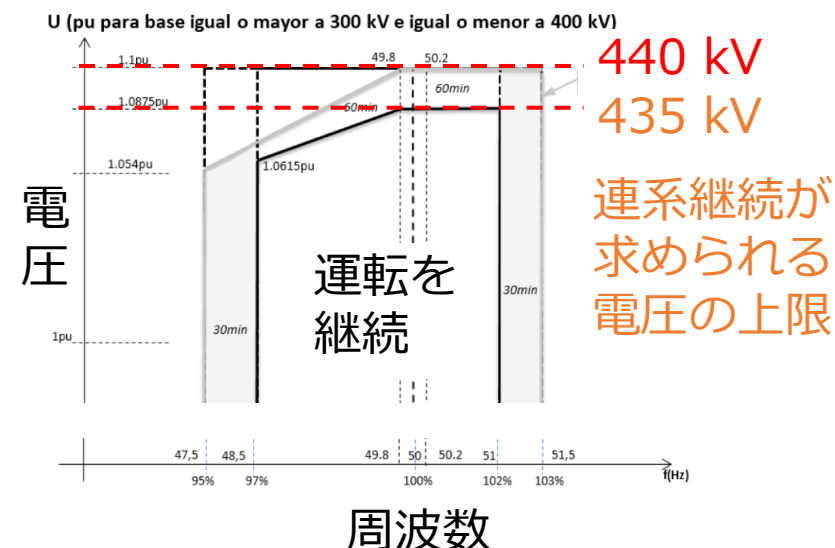
③400kV系統の電圧運用範囲

- スペインの400kV系統の電圧運用上限は通常時でも435 kVであり、発電機の連系維持(60分)の上限電圧である440 kVまでのマージンが小さかった。

- 運開日が古い電源は435kVを超えた場合の解列が認められている。
- 欧州の他国の電圧運用上限は420 kVであり、スペインの435 kVは例外的なもの。

- マージンが十分でない運用が停電発生の一つの要因であったと言える。

60分の連系維持が
求められる電圧の上限



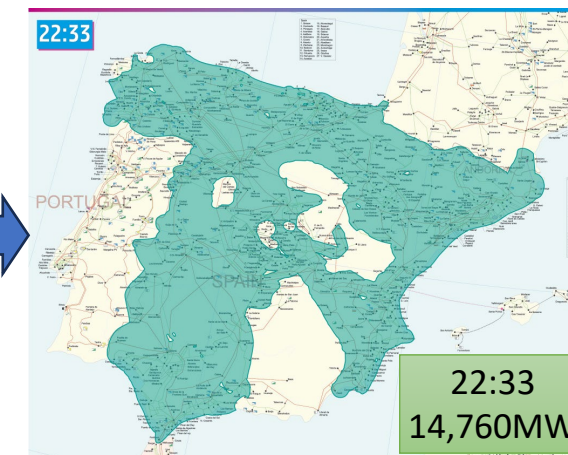
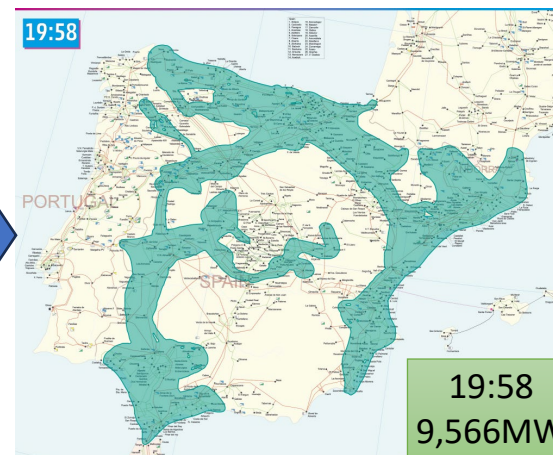
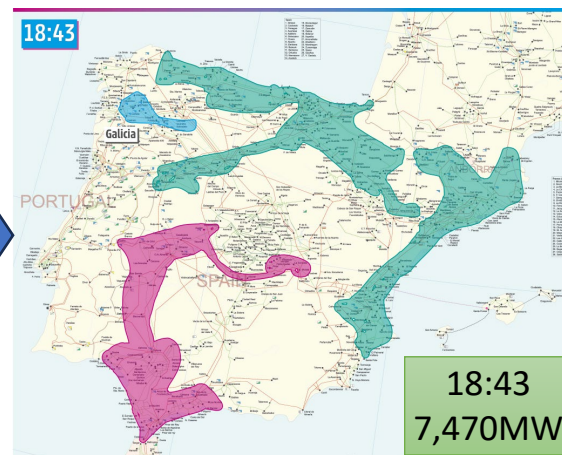
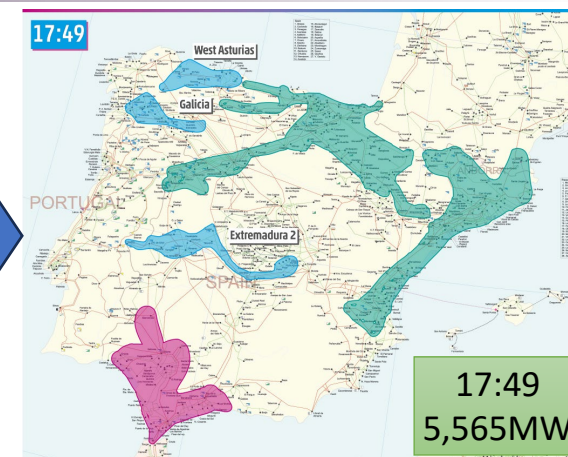
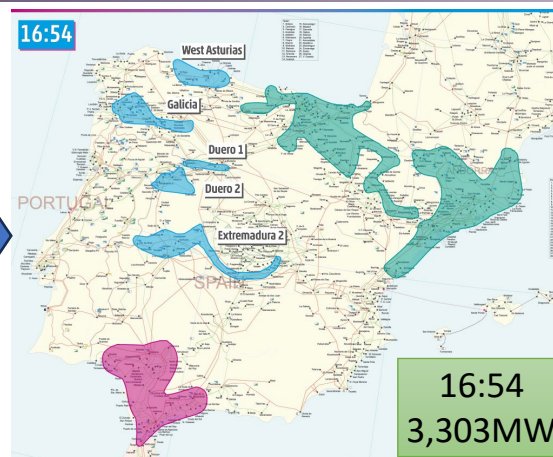
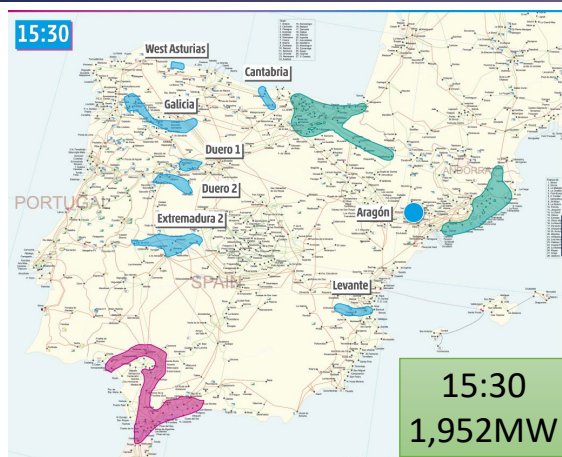
400kV連系の場合の電圧上限

全域停電後の復旧

全域停電後の復旧の概要

- **ブラックスタート (BS) 機能^{*})を有する発電所および他国との連系線を起点として全停復旧が進められた。**
- **送電系統の復旧**
 - **スペイン： 停電翌日の29日午前4時頃 (停電から16時間以内)**
 - **ポルトガル： 停電翌日の29日午前0時22分 (停電から12時間以内)**
- **最終報告書ではいくつかの問題が生じたことが指摘されている**
 - **ブラックスタート(BS)機の起動失敗**
 - **復旧開始後の系統の安定維持の難しさ (起動したBS機の停止や連系線の遮断, 再停電の発生) など**

復旧地域の拡大 (スペイン)



- 4月28日 22:30 需要の実質50%の供給を回復
- 4月29日 4時頃 送電系統の復旧が完了

最終報告書での推奨事項と 日本の電力系統への示唆

最終報告書での推奨事項とその示唆

- 停電の示唆として、第2回では大きく以下の二点を示した。
 - A) 系統安定性の維持に必要な能力の確保が重要
 - B) 系統に連系する設備の挙動，系統で生じた事象を把握する機能が重要
- 以降では最終報告書の推奨事項（上記に対応する事項，復旧に係る事項）の日本にとっての示唆を示す。

R 電力中央研究所

電力系統の視点からの示唆 (1/2)

- **系統安定性の維持に必要な能力の確保が重要**
 - 事前に「どのような能力がどれだけ必要か」を的確に評価し、これに基づいて十分な能力を確保し、実運用で確実に利用できるようにすることが重要
 - ✓電圧・周波数・同期安定性の相互の影響を考慮すること
 - ✓リソースの停止等のリスクを考慮すること
 - ✓量だけでなく、速度等の制御性も考慮すること
 - 能力確保のために、各種リソースから適切に能力を提供することを要件化すること
 - ✓適切なグリッドコードの策定が重要

© CRIEPI 2025 95

R 電力中央研究所

電力系統の視点からの示唆 (2/2)

- **系統に連系する設備の挙動，系統で生じた事象を把握する機能が重要**
 - 設備からの能力提供や事故時等の挙動の把握
 - ✓連系要件の遵守は当然として、実態把握は系統安定性維持に必要な能力を適切に確保するためにも有用
 - Behind the meterのリソースに関する把握
 - 系統各所の電圧・周波数等の（常時の）把握は、停電等の事象が生じた際の迅速な把握・分析に有用
 - 多地点での時刻同期のとれた高頻度計測（例えばPMUによる計測）が有用

© CRIEPI 2025 100

A) 系統安定性維持能力の確保, 1. 電圧 (1/2)

- 最終報告書では**電圧に係る推奨事項**が多く示されている。
- 推奨事項で示された点について, 日本では対応や検討がなされており, **喫緊の対応が必要な事項は認められない。**
- ただし, **再エネ導入拡大等の変化に伴う電圧の課題**が生じており, **今後の変化も考慮して悪影響が顕在化しないように対応していくことが重要**である。

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
1	電圧安定性や急激な電圧変化のリスク検出, 兆候の把握	事前のリスク評価と共に, 系統電圧・潮流等の監視を常時行っている。
2	十分な電圧サポートが実現できる計画の策定と必要に応じた更新	事前にマージンを持たせる計画を行っている。
3	発電設備による電圧制御モードに関する改善(スペインでの定力率運用による問題の回避)	特高系統(特に超高圧系統)に連系する場合には, 再エネ電源にも従来電源と同様の能力提供を求める要件となっている。

(次スライドに続く)

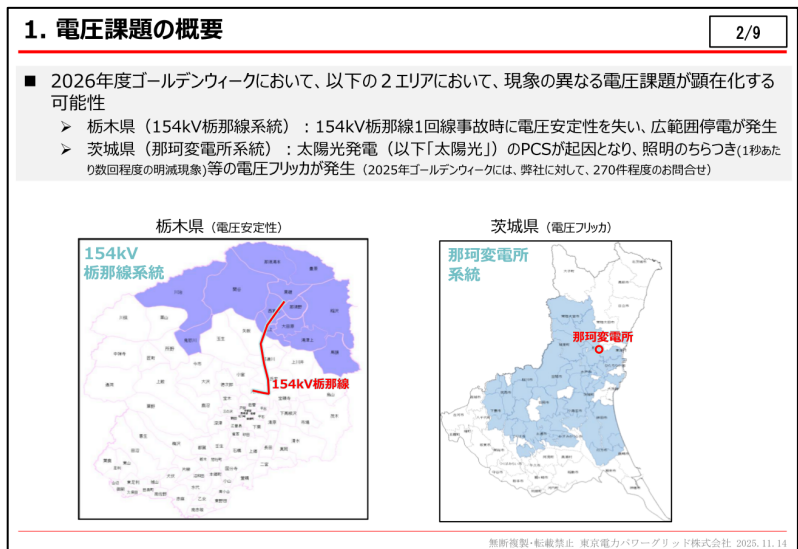
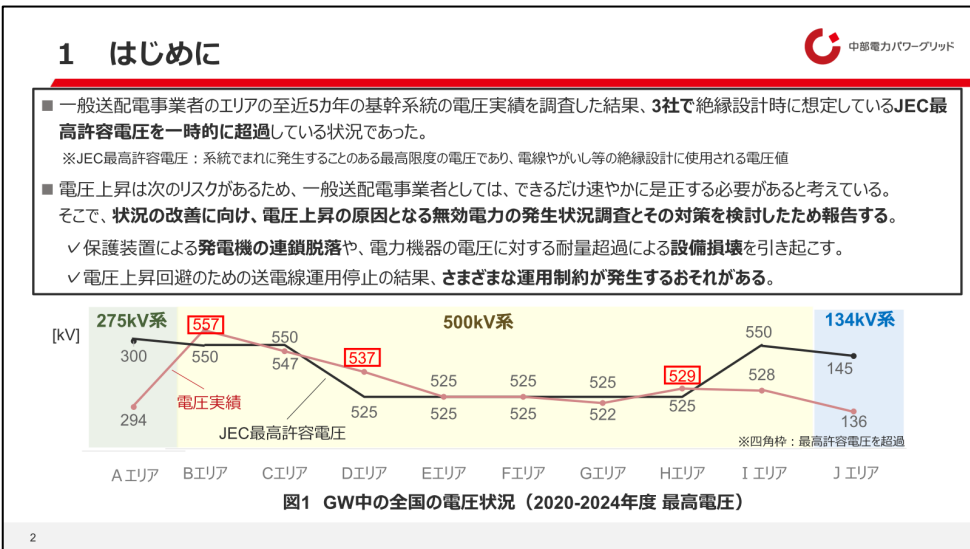
A) 系統安定性維持能力の確保, 1. 電圧 (2/2)

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
4	無効電力供給に関する十分なマージン確保, 性能監視	事前にマージンを持たせる計画・運用を行っている。
5	調相設備(リアクトル, コンデンサ)の自動制御の導入	上位系の調相設備は, ほぼ全て自動制御可能(電圧やスケジュールに基づく)。
6	電圧運用範囲の適正化(連系維持電圧上限までのマージン確保)	連系維持可能な電圧上限に対して, マージンを持った電圧の運用を行っている。
7	電圧制御の速さを考慮した有効電力・無効電力変化速度上限の導入	速い出力変化が可能な蓄電池に対して変化速度上限の設定が検討されている*)。
8	直流送電の変換器等による有効電力が0の状態での電圧サポート	揚水機の調相運転のように, 無効電力調整による電圧サポートが必要に応じて実施されている。
9	急速な電圧変動に対応できる運用方策・安定化対策	事故時の過渡的な電圧変動も含めて事前に検討し, マージンを持たせた運用をすると共に, 制御や運用者による電圧変動への対応を行っている。

日本での電圧面の課題

■ 第5回次世代システムワーキンググループ（2025/11/14）では、再エネ導入拡大等の変化に伴い、特に軽負荷期において、以下の課題が生じていることが示された。

- 基幹系統での電圧上昇
- 太陽光連系拡大に伴う重潮流化による電圧安定性低下
- 太陽光発電のPCSに起因する電圧フリッカ現象



A) 系統安定性維持能力の確保, 2. 系統動揺

- **系統動揺（同期安定性）に係る推奨事項として広域での検討と対応の強化が示されている。**
- 日本では広域（50Hz系統大, 60Hz系統大）での対応や検討がなされており, **喫緊の対応が必要な事項は認められない。**
- ただし, **今後の更なる再エネ拡大等の変化により必要なモデル・解析技術・対策技術も変化していくと考えられ, 変化に遅れることなく対応していくことが重要である。**

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
1	系統動揺への広域大での対応 (解析モデルの共有プロセス, 欧州大の検討と対応方策の改善・導入)	50Hz系統・60Hz系統それぞれでの広域的な検討に関する枠組みが確立し, 検討が実施されている。
2	重大事象発生時の解析のためのモデル作成手順の整備	広域的な検討のためのモデル作成が行われている。

A) 系統安定性維持能力の確保, 3. その他

- 最終報告書では**電源等の不要解列防止や周波数低下時の負荷制限についての推奨事項**も示されている。
- 日本では現状でこれらの事項に係るリスクは顕在化していないものの、**今後の変化によりリスクの顕在化が生じないか、注視**していくことが望ましい。

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
1	系統に連系する設備や設備群の保護整定の適切性・一貫性を評価し、不要解列を防止	連系時に想定しうる運用状況に基づいて適切な整定値を検討し、設定している。またFRT要件による不要解列防止も行っている。
2	連系維持の要件充足に関する事故後の定期的な監視	系統事故に伴い不測の電源脱落が生じたような場合においては、整定値不備などを含めた原因究明・検証を都度実施している。
3	DERの状況に応じた周波数低下時の負荷制限(DERも遮断してしまうことを防止)	DERによる発電を含めた潮流状況を考慮して周波数低下リレー(UFR)による負荷制限の運用を行っている。

運用計画での停電当日の系統に関する評価

- **運用計画での信頼度に関わる評価では、電力系統は安全でN-1基準違反はない、とされていた。**
 - 欧州大の共通的な枠組みで、停止計画の調整、短期の信頼度（アデカシー）評価、協調的な送電容量計算、協調的なセキュリティ分析等が行われている。
- **しかしながら、停電当日に大きな系統擾乱がない状況で全域停電が発生しており、当日に顕在化した系統動揺や電圧上昇に伴うリスクに対する事前の評価・対応は十分だったとは言えないのではないか。**
 - 停電前の4/22にも電圧上昇により電源が脱落しており、電圧上昇による電源の解列リスクは顕在化していた。

B) 設備挙動・系統事象の把握機能 (1/2)

- **系統監視の高度化，小規模電源の挙動の把握，小規模電源を含む下位系統での監視やデータ提供の向上などの推奨事項が示されている。**
- **日本では，基幹系統へのPMUの導入がこれからの段階であり，遅滞なく導入して監視機能を高めることが望ましい。**
また，小規模電源が多く連系する下位系統での監視機能の向上も，**必要性の確認と可能性の検討から着手することが望ましい。**

B) 設備挙動・系統事象の把握機能 (2/2)

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
1	PMUによる監視の高度化(範囲の拡大, データ交換, 動揺検知等)	基幹系統へのPMU導入の検討が進められている。
2	小規模電源の電圧上昇時に関する要件の改善(小規模電源脱落の分析で電圧上昇への感度が高いものがあることが明らかになった)	再エネ主力電源化に向けた検討の中で, 系統事故時の急峻な変動に対する応動について, メーカーにアンケート調査を実施しているが*), 電圧上昇は調査対象外。FRT要件の見直しによる対策を検討中。
3	TSOの監視対象でない小規模電源の挙動に関する調査	再エネ主力電源化に向けた検討の中で, 系統事故時の急峻な変動に対する応動について, メーカーへのアンケート調査を実施している*)。
4	事象発生時等の調査・分析のためのTSO・DSO・事業者の全体でのデータ提供の枠組み整備	系統連系技術要件において, 必要に応じ特高連系の事業者に電気現象記録装置の設置とデータの伝送を求めている。
5	DERを含む下位システムのリアルタイム監視・事後のデータ提出(潮流やDERの状態, UFRの動作状況などの把握)	DERの直接的な把握・リアルタイムでの状態把握は行われていない。

C) 全停復旧 (1/2)

- 最終報告書では、より迅速な復旧に向けて、**全停復旧に係る試験や訓練の強化、通信システムの確実な確保等**が推奨事項とされている。
- 日本では2018年の北海道エリアの全域停電等を踏まえ、**復旧に関する訓練等を強化**してきている。
再エネ導入拡大や大規模需要（データセンター等）の連系といった**今後の変化に対し、継続的に改善**していくことが望まれる。

C) 全停復旧 (2/2)

	最終報告書での推奨事項	日本での現在の状況
1	ブラックスタート試験の定期的な実施	2018年の北海道エリアの全域停電の発生等を踏まえ、一送大での全停復旧訓練等を強化してきている。
2	DERの再接続等についての把握と制御性の向上	復旧時のDERの詳細な状態把握や直接的な管理を検討するには至っていない。
3	TSO・DSO等の関係機関で共通の復旧訓練の実施	2018年の北海道エリアの全域停電の発生等を踏まえ、一送大での全停復旧訓練等を強化してきている。
4	少なくとも24時間の停電に耐えられる通信システムを、通信事業者とは独立して確保	一送が有する専用線の通信システムでカバーしている範囲が広く、また、復旧に必要な時間の稼働を維持できるようにしている。

イベリア半島全域停電が示すもの

- 最終報告書に示された要因分析結果と推奨事項の全体からは、以下の2点が系統安定性を低下させ、停電に繋がったと言えるのではないか。
 - 再エネ拡大等に伴う潮流や系統の特性の変化(特に電圧や系統動揺のリスクの変化)に対し、**事前の検討とこれに基づく対策が十分ではなかった**（ルール等の制度面を含む）。
 - **マージンが少ない運用**をしており、系統電圧の運用範囲超過が、ほぼ直接的に連鎖的な電源の解列をもたらした。
- 「事前の適切なリスク評価と、これに基づく対策・運用の実施」と「十分なマージンを持った運用」は、系統安定性維持の基本であり、その重要性が示されたと言える。

イベリア半島停電の日本の電力系統への示唆

- **系統安定性（電圧，系統動揺）**について**最終報告書**で示された**推奨事項**に関し，日本では**喫緊の対応が必要な事項はないもの**と考えられる。
- 一方で，**更なる再エネ導入拡大等の今後の変化**に伴い，系統安定性維持に必要な対応も変わるため，**変化に遅れずに対応していくことが重要**である。
- **設備の挙動，系統事象の把握**については，現在検討が進められている**基幹系統へのPMU導入**と共に，**小規模電源を含む下位系統での監視機能の向上**について，**必要性の確認と可能性の検討**を進めることが望ましいと考えられる。
- **復旧**についても，**今後の変化に対して，継続的に改善**していくことが望まれる。

R 電力中央研究所

参考①：電力系統の電圧とその調整

有効電力と無効電力

■ 無効電力の特徴

- 有効電力を送るためには、無効電力が必要

(有効電力と不可分)

- 無効電力は遠くまで届かない

(有効電力を送るために消費される)

- 無効電力によって電力系統の電圧が決まる (次ページ)



交流の電気

無効電力

電気を送ったり電圧の調整に必要な電力

有効電力

電気機器を動かすと消費される電力

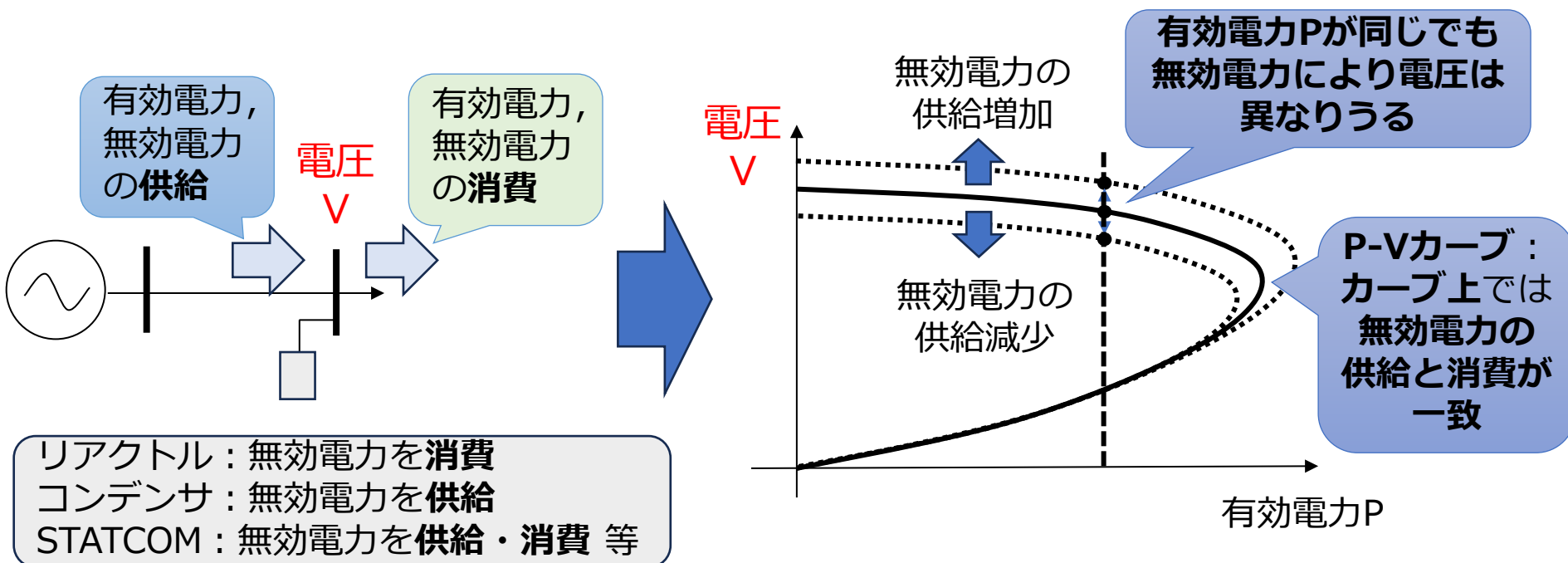


交流の電気には電気機器を動かすと消費される電力と電気を送ったり電圧を調整するために必要な電力の2つが含まれています

電力系統の電圧と無効電力

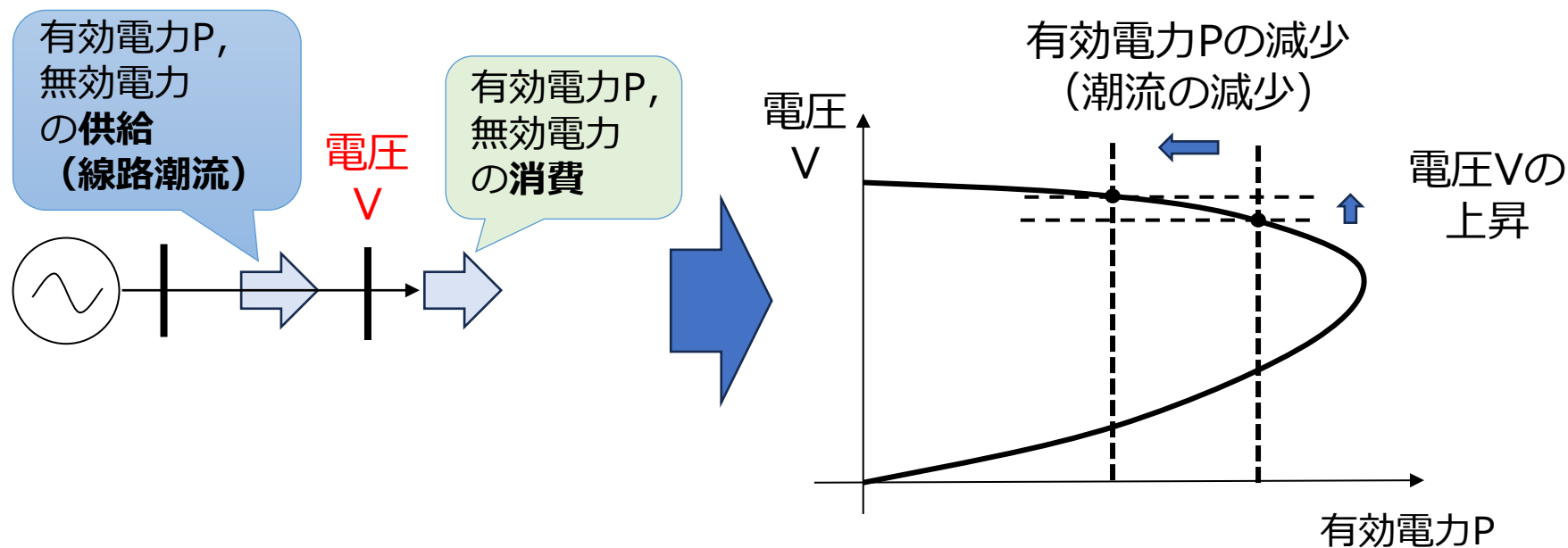
第2回資料

- 電力系統内の各地点の電圧は，無効電力の流入（供給）と流出（消費）のバランスによって決まる
 - 無効電力の流入（供給）が多くなれば電圧は上がり，流出（消費）が多くなれば電圧は下がる



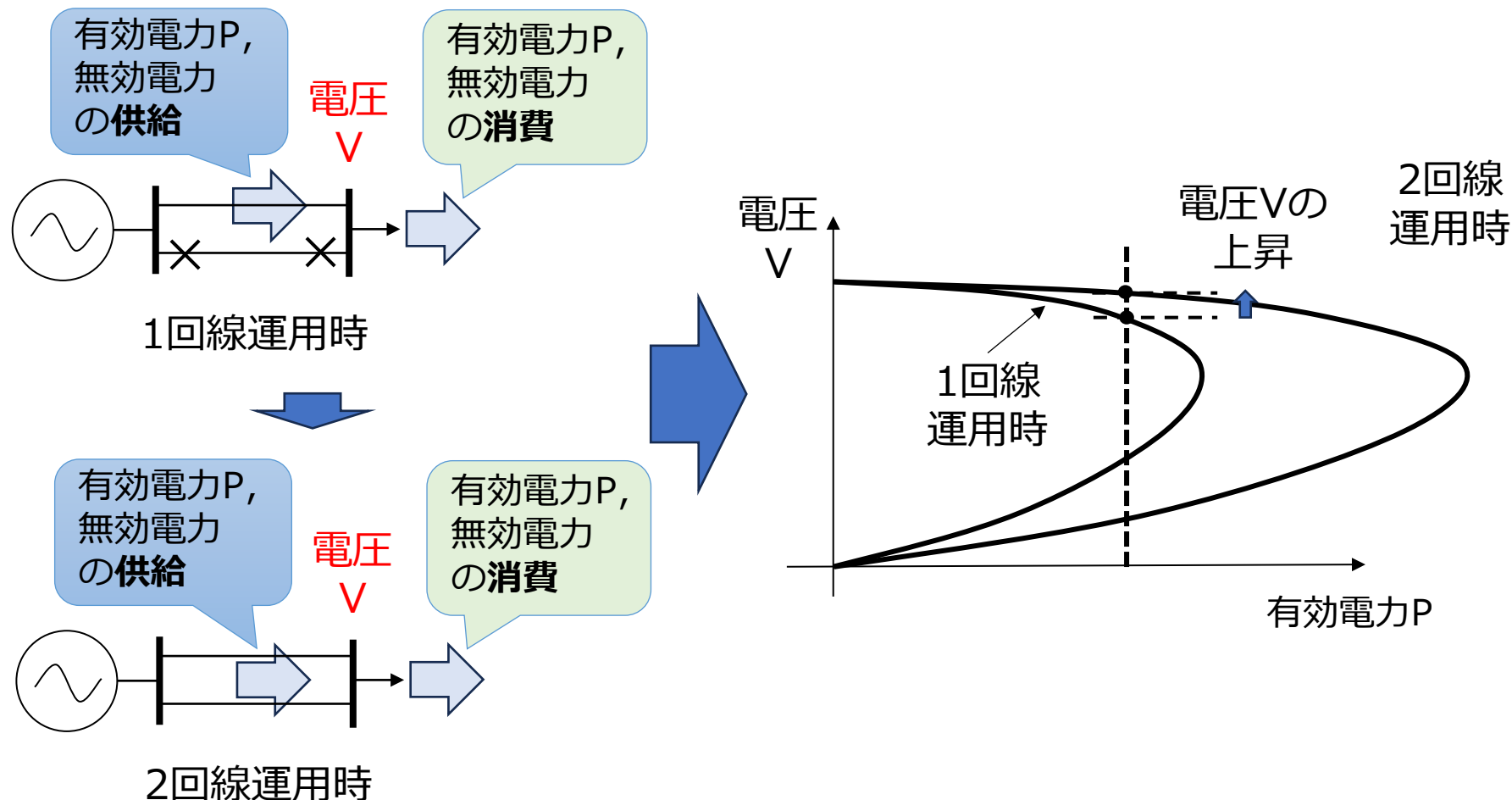
潮流の減少による電圧上昇

第2回資料



送電線の並列による電圧上昇

第2回資料



電力系統の電圧の調整

第2回資料を一部変更

- **無効電力**を利用して**系統の電圧を調整**している。
無効電力は遠くまで届かないため、効果はローカルに留まる。

電圧調整する設備	電圧を 上げる	電圧を 下げる	調整能力の性質
同期電源（火力等） 同期調相機	無効電力を供給	無効電力を吸収（消費） （進相運転）	連続的で 速い （動的）
非同期電源 （再エネ等） STATCOM等 （パワエレ応用機器）	無効電力を供給	無効電力を吸収（消費）	
調相設備 （リアクトル、 コンデンサ）	リアクトルを解列 コンデンサを並列	リアクトルを並列 コンデンサを解列	離散的で 遅い ※ （静的）
変圧器（タップ動作）	タップ上げ動作 （二次側電圧が上昇）	タップ下げ動作 （二次側電圧が低下）	

※ 調相設備等による調整は、電圧逸脱量の積分に基づく制御や運用者の指令によることが多く、電源による調整に比べて電圧変動に対する応動は一般に遅い

スペインでの電源による電圧・無効電力調整

第2回資料を一部変更

■ 同期電源は「電圧を一定に保つ制御」

- 動的電圧制御（電圧一定制御（AVR）と考えられる）
- 発電機端子の電圧が一定となるよう、無効電力の供給・吸収を調整

■ 非同期電源（再エネ）は「有効電力出力見合いでの無効電力の調整（定力率運用）」

- 力率一定制御（APFR）
- 電源出力が一定力率となるよう、有効電力出力に対して一定比率で無効電力を供給・吸収
- 系統電圧に応じた無効電力の調整がなされないため、電圧の変動を抑制する能力はAVRに比べて低い
- 基幹系統でも下位系統でも同じ扱い（連系する電圧による違いはない）

スペインでの電圧調整能力の不足・電圧上昇要因

系統動揺への対応(フランスへの輸出減少による潮流減少, 送電線の並列)により電圧が上昇

再エネ電源が主体の系統

停電当日のスペインでの並列台数は2025年に入って最少だった

基幹系統
(上位2電圧
400kV, 220kV)

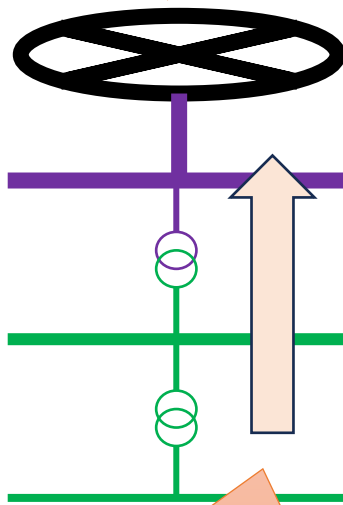
高圧(送電)
(132kV)

配電系統

高圧
(~66kV)

低圧
(400V, 230V)

日本では特別高圧



大容量の同期電源の連系が少ない

大量の再エネ電源が連系

再エネ電源には同期電源よりも低い電圧調整能力しか求められていなかった

結果として電圧調整能力が不足

下位系統から無効電力が流入し、電圧が上昇
(下位系統での電圧調整が不十分)

電源に求められる電圧調整能力

- 日本と異なりスペインでは**再エネ電源**に求められる**電圧を調整する能力が、火力などの電源に比べて限定的**だった。

<スペイン（停電当日）>

<日本>

火力などの電源

停電当日の稼働台数は今年最少

停電当日の太陽光・風力の発電比率は66%

再エネ電源など

基幹系統
(上位2電圧
400kV, 220kV)

高圧(送電)
(132kV)

配電系統

高圧
(~66kV)

低圧
(400V, 230V)



基幹系統
(上位2電圧
500kV, 275kV)

特別高圧
(154kV,
77/66kV)

配電系統
(高圧6.6kV,
低圧200/100V)

再エネ 火力などの電源など

同上

同上

求められる調整能力が高い（「電圧を一定にする」）

同上、ただし「必要な場合」に限定

求められる調整能力が限定的（「出力見合いで無効電力を調整」） 40

参考②：系統動揺

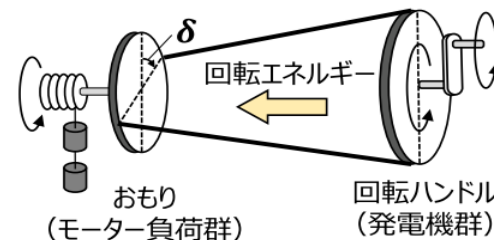
同期安定性と系統動揺

第1回資料

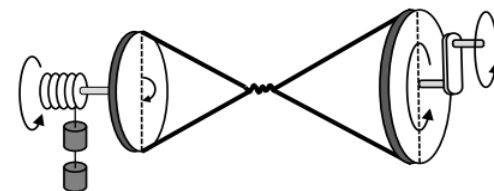
- 系統内の全ての同期発電機が同じ速度で回転し続けられるか否かが「同期安定性」
- 速度の差が生じると「系統動揺」が発生し、**系統の電圧や周波数が変動**する。
- 差が大きくなり、同じ速度での回転を維持できない状態を「脱調」という



(G) : 発電機 (群)
 (M) : モーター負荷 (群)
 (モデル系統)



(同期運転状態)



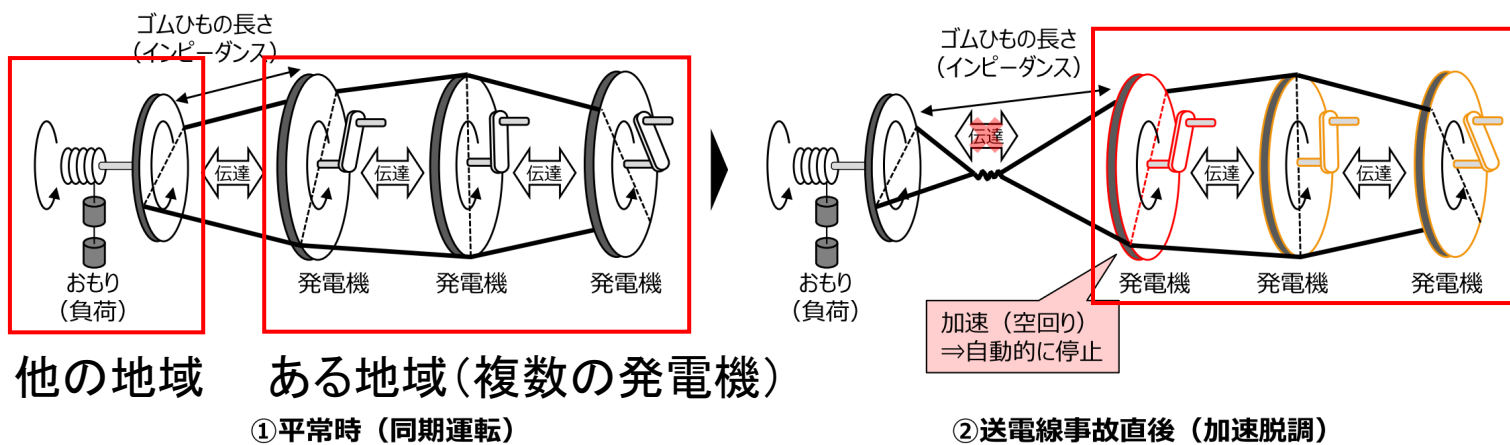
(脱調 (同期はずれ) 状態)

左図のGを切り離す必要がある

広域動揺・系統間脱調

第1回資料

- 系統動揺（脱調）は**ある地域の複数の発電機と他の地域の複数の発電機の間**でも生じることがある。この場合を「**広域動揺**」（系統間脱調）という。



ある地域の
複数の発電機
全体が脱調

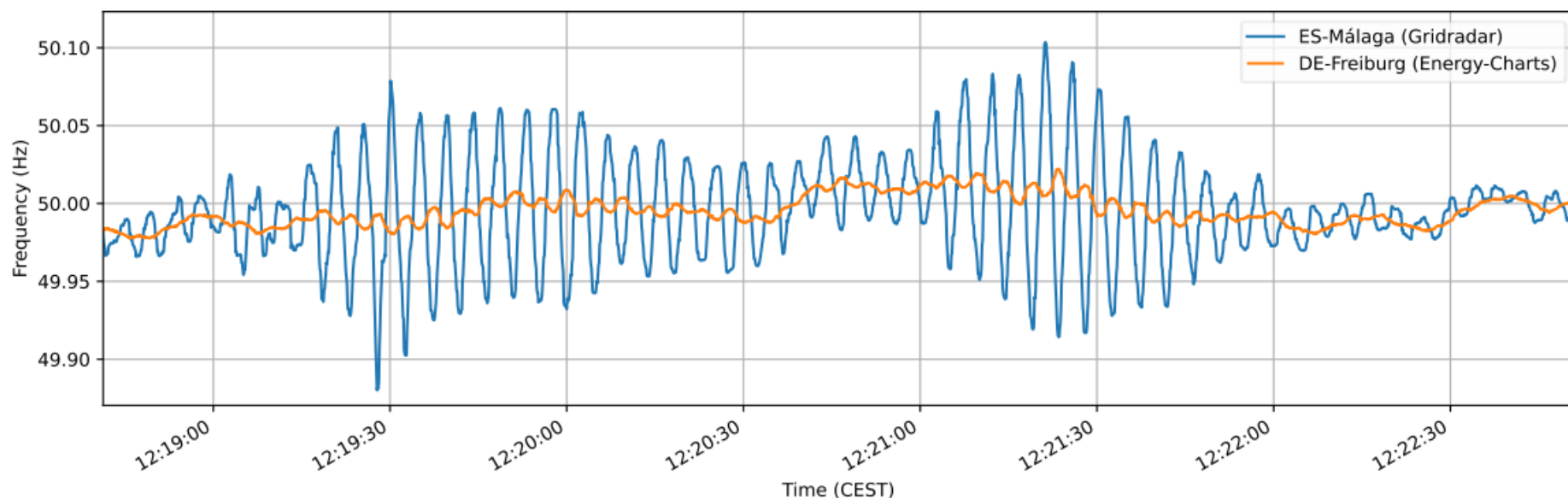


当該地域を
左側と切り離す
必要がある

イベリア半島停電発生前の広域動揺の例

第1回資料を基に作成

- 12:20前後でのスペインの系統とドイツを含む大陸中央部の系統との間の広域動揺（動揺の周期は5秒弱）
 - スペイン（マラガ）の周波数とドイツ（フライブルグ）の周波数が逆方向に変化している



イベリア半島停電発生前の系統動揺の影響

- 電源脱落下前に生じた**系統動揺**への対応が電圧の上昇に繋がったことがスペイン政府報告書等に示されている
 - 対応として、**送電線の並列，リアクトルの解列**
 - これらは**系統動揺抑制には有効**だった
 - 一方で、**基幹系統の電圧を上昇させる副作用**もあった
 - 系統動揺への対応に伴う電圧面の影響がどう評価されていたのかは、現時点では示されていない



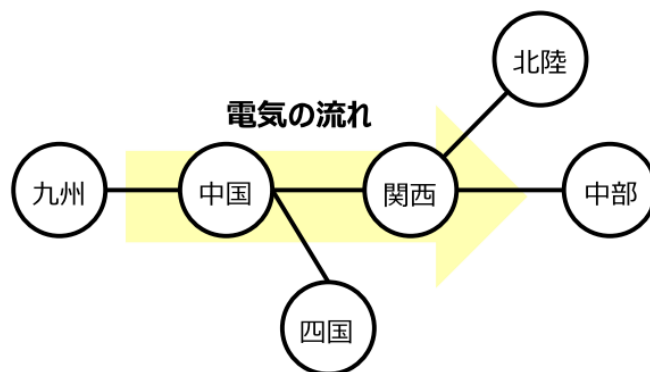
- 系統動揺の発生は、停電の背景的要因として重要
- 電圧面への影響も含めて、事前に十分な検討・対策が必要

日本での広域動揺

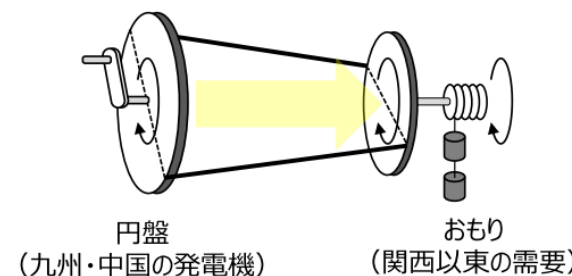
第1回資料

- 日本でも広域動揺は存在する
- 例えば、60Hz連系系統の長周期電力動揺

- また、同期安定性制約は、必ずしも単一送電線のみを対象とした制約という訳ではなく、理論上は同期連系系統であれば生じる可能性がある。
- 実際に、西日本の60Hz連系系統は長距離交流くし形系統であることから、数秒程度の地域間をまたぐ長周期電力動揺（中西安定度の問題）が存在しており、電力系統に想定し得る故障が生じた際には、この電力動揺が増大し、不安定となる（中西全体の系統間脱調が発生する）可能性がある。
- そのため、N-2故障（次頁参照）において、60Hz連系系統の同期安定性が維持できるよう、60Hz連系系統の西から東向きの潮流に対する安定度指標として、西九州変電所（九州）と西播変電所（関西）の500kV母線電圧の位相角の差（中西運用目標相差角）を設定し、実運用において、超過しないよう監視している。
- 中西運用目標相差角を超える場合には、発電機態勢の変更（電源持ち替え）等により上限値以内となるよう調整がなされている。



西日本60Hz（交流）連系系統概略図



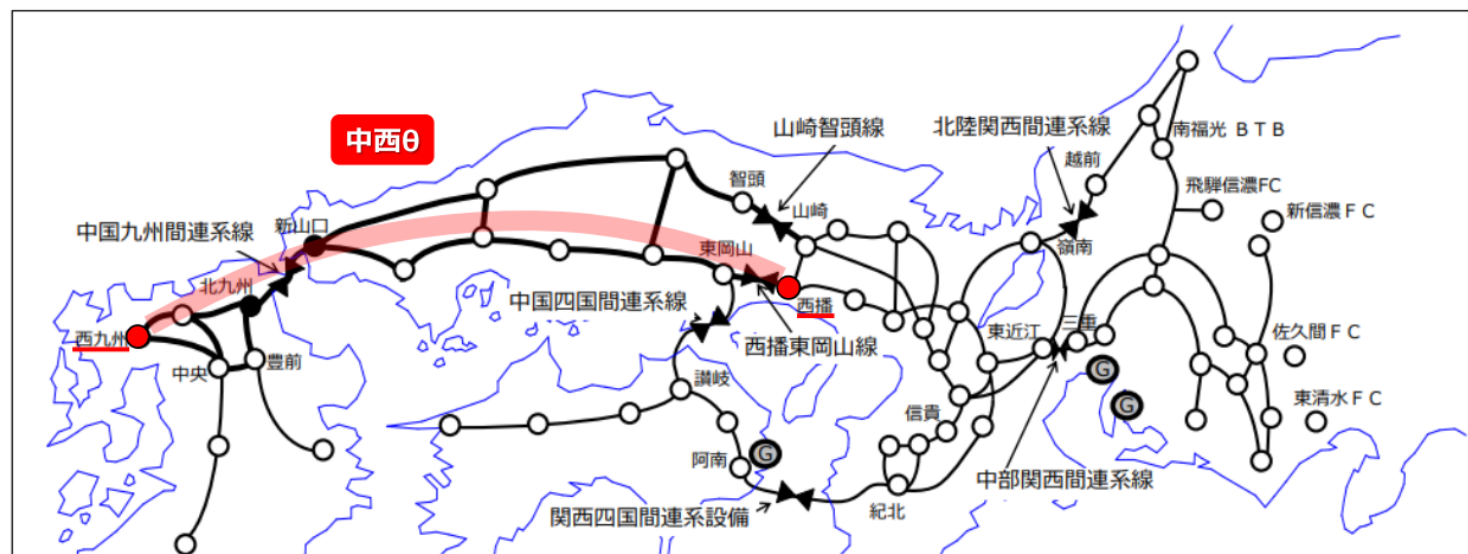
力学系モデルでのイメージ

日本での広域動揺への対応

第1回資料

- 広域動揺は連系系統大の問題であり，対応も連系系統大で行う必要がある。下図は，我が国の60Hz連系系統での例

- また、中西安定度は、電気的な位相角重心である関西エリアと大きく振動する九州エリアの位相角差に相関がある（位相差が大きくなると不安定になりやすい）ことが経験則的に分かっている。
- これを踏まえ、西九州変電所（九州）と西播変電所（関西）の500kV母線電圧の位相差を中西 θ と呼称し、中西系統の同期安定性に対する指標としており、また、事前のシミュレーション結果に基づき、中西 θ の運用目標値を設定し、実運用において中西 θ が運用目標値を超過しないよう監視・調整を行っている。



出所) 第4回運用容量検討会 (2025年2月12日) 資料1-2をもとに作成
https://www.occto.or.jp/iinkai/unyouyouryou/2024/files/unyouyouryou_2024_4_2.pdf