

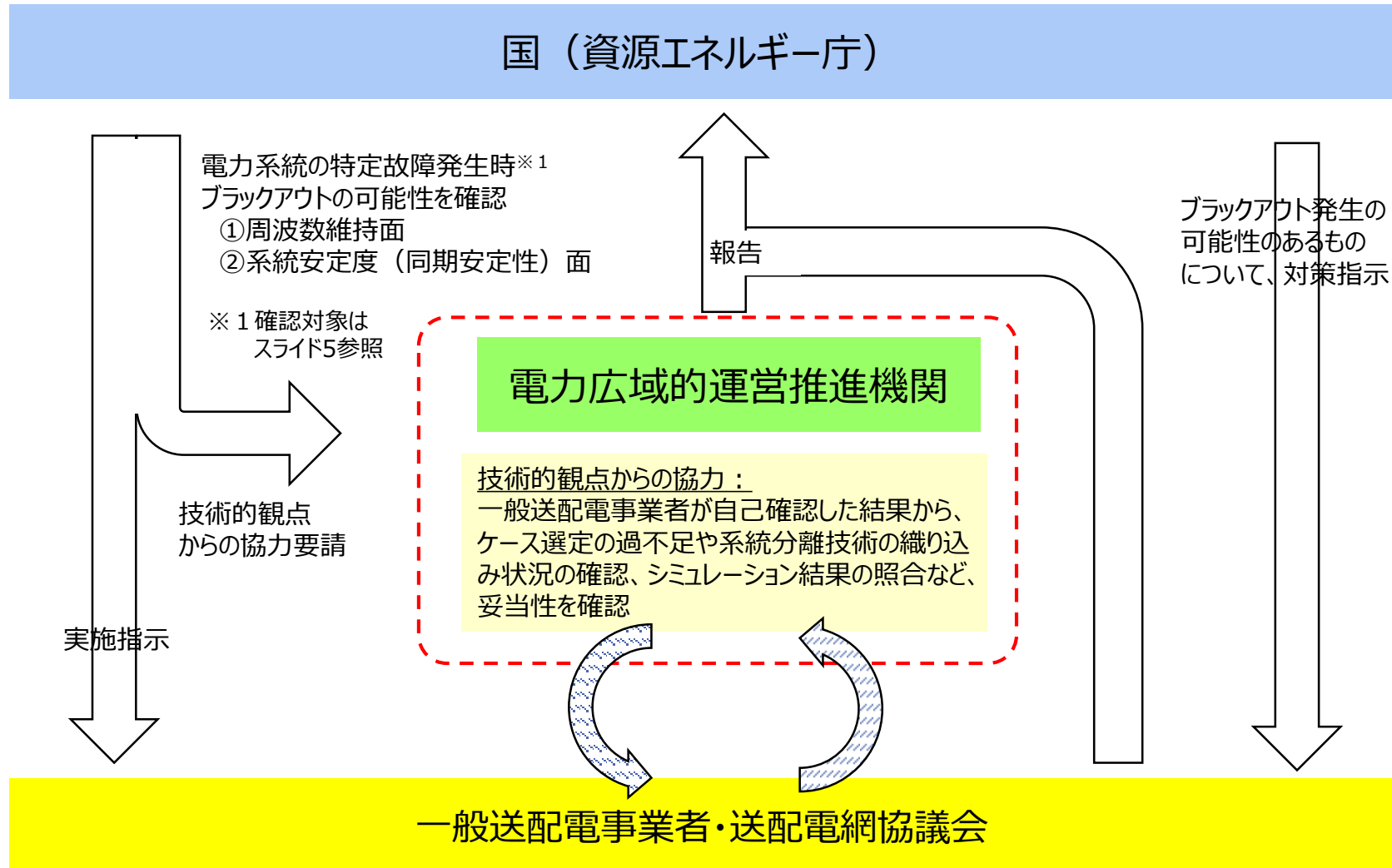
災害に強い電力供給体制の確認について

～ ブラックアウト発生の可能性の定期的な確認プロセスについて ～

2021年10月14日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会事務局

- 2018年秋に発生した北海道胆振東部地震による北海道エリアのブラックアウトを踏まえ、国の審議会（電力レジリエンスワーキンググループ）において、電力レジリエンス総点検として各エリアのブラックアウト発生の可能性について審議・評価を実施。あわせて、ブラックアウト発生の可能性を定期的に確認するプロセス（以下「確認プロセス」という。）を構築することが提言された。
- この提言を踏まえ、広域機関は、想定事象発生時の系統安定度（同期安定性）の変化を原因とする周波数低下によるブラックアウト発生の可能性について、一般送配電事業者が自己確認した結果の妥当性を確認し、国の審議会（電力・ガス基本政策小委員会）へ報告した。加えて、審議会では電源配置等の変化を確認し、必要に応じて検証を行うことが整理された。
- この整理を踏まえ、電源配置および流通設備の変更の状況変化に伴い、再検証を必要と判断した想定事象発生時のブラックアウト発生の可能性を一般送配電事業者が確認し、その妥当性を広域機関が確認した。
- 本日は、その確認結果を報告する。



1. 経緯等

- (1) 電力レジリエンスワーキンググループにおける議論
- (2) 電力・ガス基本政策小委員会における議論

2. ブラックアウト発生の可能性の確認

- (1) ブラックアウト発生の可能性の確認手順
- (2) シミュレーション実施ケース数
- (3) ブラックアウト発生の可能性の確認結果

■ 電力レジリエンス総点検で確認された内容

➤東日本エリア、中西日本エリア、沖縄エリアについて、年間を通じた最過酷断面において、①最大電源サイトが脱落、②大規模電源サイト等に近接する4回線事故発生の場合においても、周波数低下によっては、必要に応じて運用対策等を実施することにより「ブラックアウトには至らない」ことが確認された。

■ 電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめの提言内容

➤設備構成等は随時変化することから、2019年春までに一定の結論を得る中期対策の一つとして、電力インフラの総点検の方法をベースとしつつ、より精度を高めた形で、ブラックアウト発生の可能性を定期的に確認するプロセスを構築することが提言された。

電力レジリエンス総点検の趣旨（「電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめ」より引用）

- 現在の日本の送電設備形成ルールは、合理的な国民負担（電力コスト）とのバランスを勘案しつつ、災害の多い日本の状況の中でも最大限安定供給を追及するとの考えに基づき、国際的にも一般的な「N-1基準」を超えて、N-2事故も想定した設備形成ルールを採用している。
- 今般の北海道全域にわたる大規模停電（ブラックアウト）は、国際的にも一般的な考え方に照らせば、主として「N-3」+「N-4」の事故という複合要因により発生したことが確認されている。しかしながら、北海道民の方々に多大な御不便と御負担をかけたという事実を勘案すれば、国民負担等とのバランスも考えながら、災害に強い電力供給体制の構築を目指していくべきである。
- 以上の考えに基づき、電力レジリエンス総点検（ネットワーク全体）においては、今般発生した事案及び検証委員会の中間報告も踏まえ、検証を行った。

3. 電力レジリエンス総点検

(1) 各エリアにおける最大電源サイト脱落の点検

- 北海道エリア：電力広域機関の検証委員会で苫東厚真火力発電所の全機脱落時に備え、当面に関し、具体的な運用の在り方を含めて検証済み。2019年2～3月の石狩湾新港LNG火力発電所や新北本連系設備の運転開始後に苫東厚真火力発電所が全機脱落した場合に加え、泊原発の全機脱落ケースについても、今後、検証委員会のシミュレーションを踏まえた検証結果を踏まえた必要な対応を講じることを求めている。
- 東日本・中西日本エリア：それぞれのエリアについて、最過酷断面において最大電源サイト（東日本：富津火力発電所、中西日本：川越火力発電所）が脱落した場合においても、地域間連系線による緊急融通や周波数低下リレー（UFR）による負荷遮断等の周波数維持装置の動作により、「ブラックアウトには至らない」ことが確認。
- 沖縄エリア：最過酷断面において最大規模の発電所が脱落した場合には、ブラックアウトに至ることが否定できないが、運用面での対策（安定化装置/周波数低下リレー（UFR）の整定値（負荷遮断量及び時限）の見直し、太陽光最大出力時には最大火力サイトの出力を電源持ち替えにより抑制）を講じることを前提に「ブラックアウトに至らない」と評価。

(2) 大規模電源サイト等に近接する4回線事故の点検

- 北海道エリア：今回の北海道地震時に、送電線事故（N－4）が発生したことを踏まえ、適切な再発防止策を検討することとなり、必要な対策を講じることを前提に「ブラックアウトに至らない」と評価。
- 東日本・中西日本エリア：最上位の基幹送電線の電圧が、北海道エリアが27.5万Vなのに対して、50万Vで構成されている。50万V送電線は、①送電線と鉄塔設備までの距離が約2倍であること、②送電線の重さが約3～7倍であることから、同様の縦揺れが生じても余裕があると考えられるため、N－4事故が発生する蓋然性が低いと評価。その上で、仮に50万Vの主要送電線でN-4事故が発生した場合でもブラックアウトが発生しないことも確認済み。
- 沖縄エリア：主要送電線でN－4事故が発生しても、代替ルートが確保されており、「ブラックアウトに至らない」と評価。

- 電力・ガス基本政策小委員会において、ブラックアウト発生の可能性の定期的な確認プロセスについて議論され、以下のとおり整理されている。
- 災害に強い電力供給体制の構築を目指すため、各一般送配電事業者に対して、できる限り速やかに対応策を講じることを求めること。
 - 電力構成等が大幅に変更になった場合に、必要に応じてブラックアウト発生の可能性について検証を行うこと。

今後の対応

- 今後、災害に強い電力供給体制の構築を目指すため、各一般送配電事業者に対して、できる限り速やかに対応策を講じることを求めることとしてはどうか。
- また、周波数低下だけでなく、系統安定度（同期安定性）の変化によるブラックアウト発生の可能性についても確認されたことから、今後は、電力構成等が大幅に変更となった場合に、必要に応じて検証を行うこととしてはどうか。

エリア	対応策
北海道	・ 脱調分離リレーまたは安定化装置の新規構築による電源制限の強化 ・ 火力・揚水の運用対策
東京	・ 安定化装置の一部新規構築による電源制限または系統制御の強化
中国	・ 安定化装置の機能拡張または新規構築による電源制限及び系統分離の強化
九州	・ 安定化装置の機能拡張による電源制限の強化

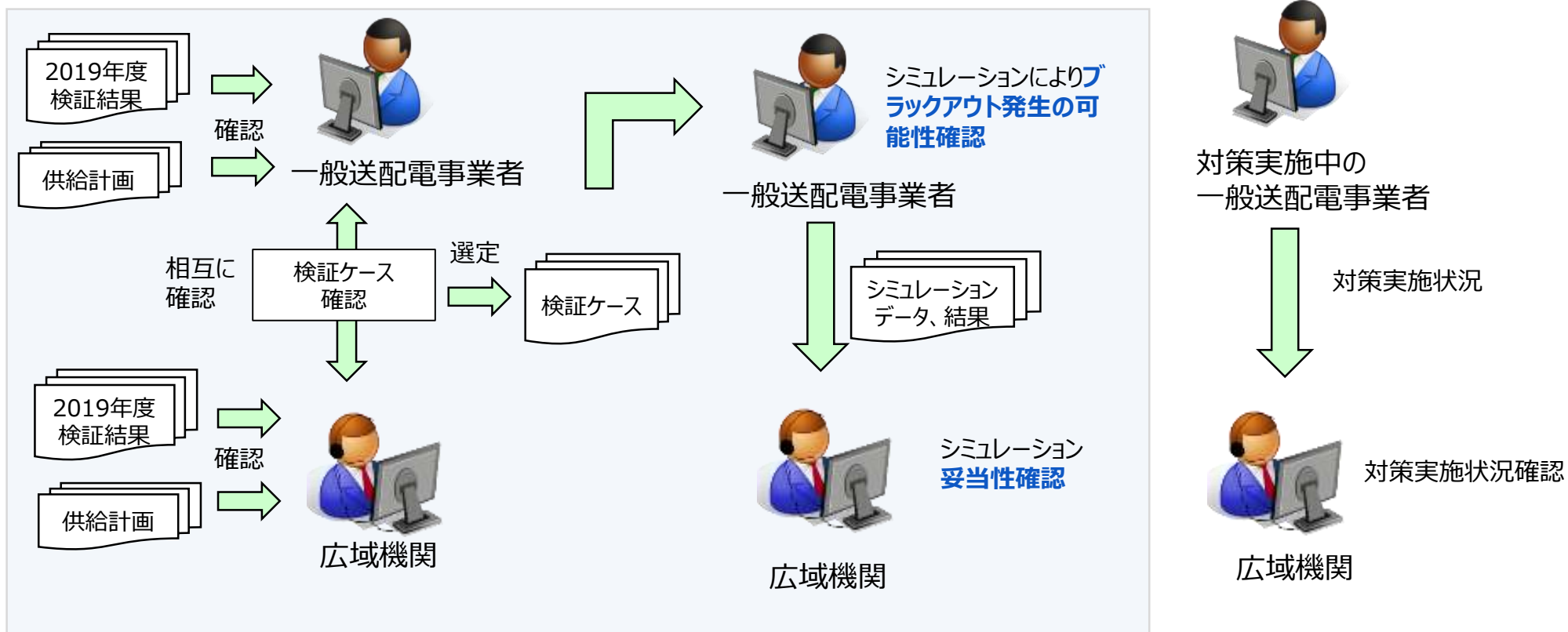
1. 経緯等

- (1) 電力レジリエンスワーキンググループにおける議論
- (2) 電力・ガス基本政策小委員会における議論

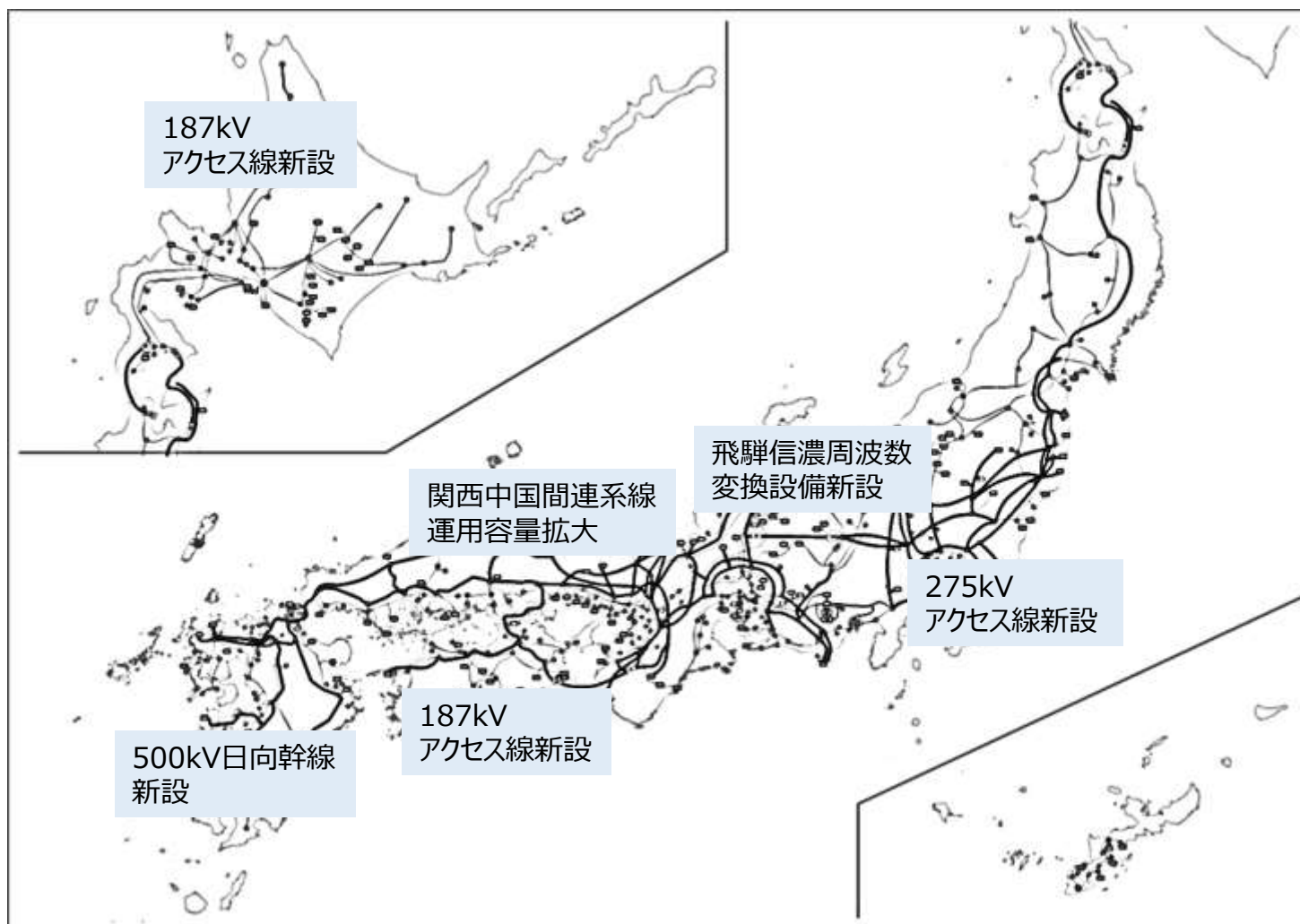
2. ブラックアウト発生の可能性の確認

- (1) ブラックアウト発生の可能性の確認手順
- (2) シミュレーション実施ケース数
- (3) ブラックアウト発生の可能性の確認結果

- 電力・ガス基本政策小委の整理を踏まえ、2023年3月末までの電源配置及び流通設備の変化を確認し、前回検証と同様の考え方にに基づき、シミュレーション実施ケースを選定。
- 選定したケースに対し、一般送配電事業者がシミュレーションによりブラックアウト発生の可能性を確認し、シミュレーションデータ及び結果の妥当性を広域機関が評価。
- 前回検証で対策を求められたエリアに対しては、ブラックアウトに至らせない対策の進捗状況を確認。



- 2021年度検証において、流通設備等の変化により基幹系統の潮流変化が想定され、同期安定性に影響を与えると判断したケースに対し、ブラックアウト発生の可能性の再確認が必要と判断した。



- 2023年3月末時点での基幹系統の電力流通設備および発電設備を対象に、2020年3月末からの電力流通設備等の変更を確認し、再確認要否を確認した。

確認プロセスにおける確認対象

確認対象		確認事項
①	大規模電源サイト※1 の全ユニット同時脱落	シミュレーションによる事象発生時の影響 〔・発電機の停止規模 ・ブラックアウト発生の可能性の有・無〕
②	大規模電源サイトや重要変電所※2 に接続する4回線（2ルート）の送電線の同時停止※3	

※1 合計出力10万kW以上の発電所 ※2 2ルート以上の送電線で接続される変電所 ※3 同一電圧階級の組合せ

確認対象の考え方

- 新規電源の運転開始等に伴う基幹系統※4の潮流変化により同期安定性への影響が想定される送変電設備を確認対象とした。
- なお、最大電源サイト脱落が同期安定性で最過酷な電源脱落事象になるとは限らないため、最大電源サイト以外の大規模電源サイト脱落を考慮した。
- 前回検証から最大電源サイトの変更がないため、周波数維持面の検討は対象外とした。

※4 基幹系統とは、電力系統全体の骨格をなす、送変電等設備をいう。確認プロセスにおける対象は、エリアごとに異なり下表のとおり。

北海道	東北・東京・中部 ・北陸・関西	中国 九州	四国	沖縄
27万5千V および 18万7千V	50万V および 27万5千V	50万V および 22万V	50万V および 18万7千V	13万2千V

- 流通設備等の変化に伴い新たに確認対象とした想定故障、及び、前回検証ケースのうち、流通設備等の変化によって潮流が変化するケースに対し、シミュレーションを実施した。

同期系統	エリア	①大規模電源サイト脱落				②送電線4回線（2ルート）同時停止			
		前回実施		今回実施推奨		前回実施		今回実施推奨	
		確認対象 抽出数	シミュレーション 実施数	確認対象 抽出数	シミュレーション 実施数	確認対象 抽出数	シミュレーション 実施数	確認対象 抽出数	シミュレーション 実施数
北海道	北海道	10	2	12	0	52	16	52	5
東日本	東北	10	3	13	0	74	70	74	2
	東京	32	2	35	0	100	35	100	3
中西日本	中部	16	3	20	3	35	34	35	33
	北陸	4	2	5	0	16	13	16	0
	関西	26	2	28	0	97	29	97	3
	中国	13	4	10	1	52	52	52	40
	四国	8	4	10	0	57	27	57	1
	九州	14	4	14	0	47	47	50	23
沖縄	沖縄	6	2	6	0	31	9	31	0
合計	合計	139	28	153	4	561	332	564	110

- 今回の確認プロセスにおいては、一つのエリア※¹の全域に及ぶ大規模な停電の発生が想定されるケースを「ブラックアウト発生の可能性あり」と判断した。

エリアA:ブラックアウト

エリアA
停電

エリアB

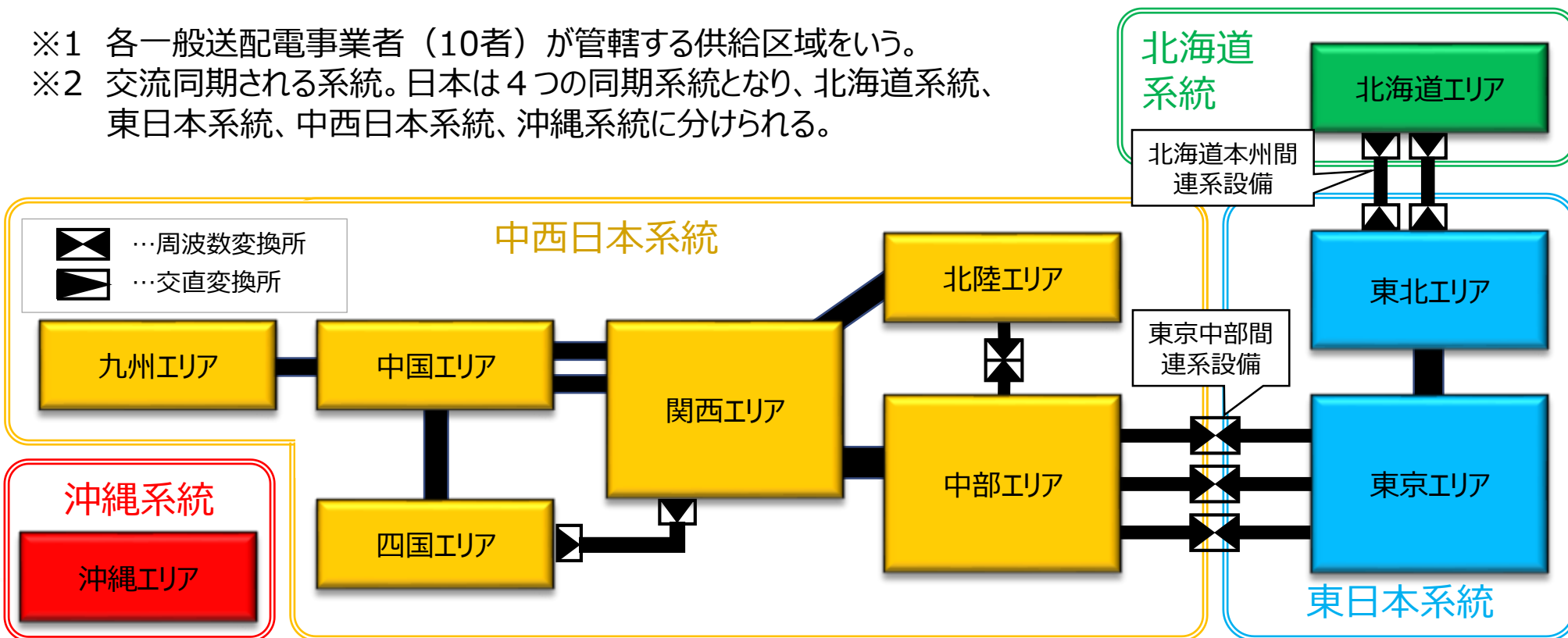
エリアC
健全

エリアD

同期系統
※²

※¹ 各一般送配電事業者（10者）が管轄する供給区域をいう。

※² 交流同期される系統。日本は4つの同期系統となり、北海道系統、東日本系統、中西日本系統、沖縄系統に分けられる。



- 広域機関は、一般送配電事業者の自己評価結果を確認し、必要に応じて対策を実施することで、ブラックアウトに至らないことを確認した。
- 対策が必要なエリアは、系統安定化装置の仕様検討を開始しており、予定通り運開できる見込みであることも確認した。

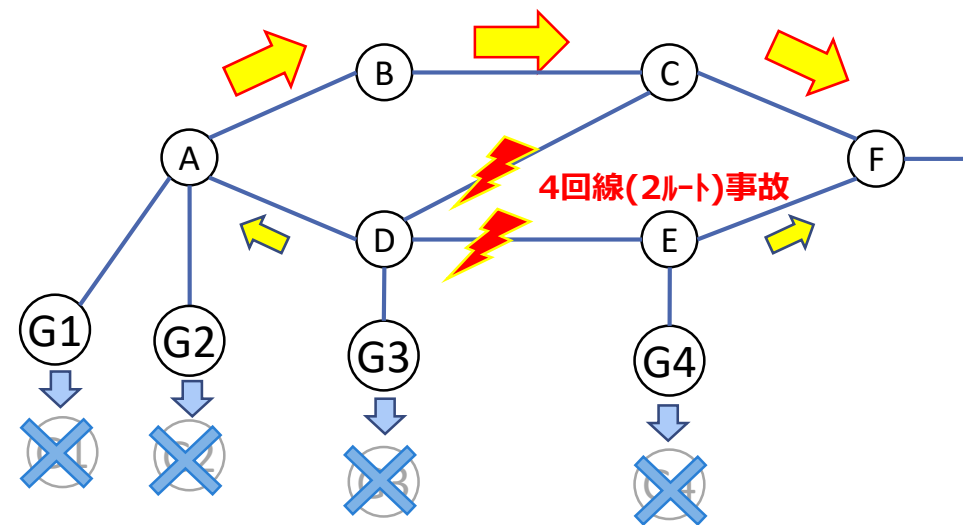
同期系統	エリア	確認結果		実施中の対策	安定化装置運開
北海道	北海道	○	対策を実施することにより、「ブラックアウトに至らない」	揚水動力の分散運転等の運用対策 系統安定化装置による対策	2023年度 見込み
東日本	東北	◎	現状は可能性なし		
	東京	○	対策を実施することにより、「ブラックアウトに至らない」	系統安定化装置による対策	2023年度 見込み
中西日本	中部	◎	現状は可能性なし		
	北陸	◎	現状は可能性なし		
	関西	◎	現状は可能性なし		
	中国	○	対策を実施することにより、「ブラックアウトに至らない」※	系統安定化装置による対策	2023年度 見込み
	四国	◎	現状は可能性なし		
	九州	○	対策を実施することにより、「ブラックアウトに至らない」	系統安定化装置による対策	2021年度末 予定
沖縄	沖縄	◎	現状は可能性なし		

※前回検証時と異なるブラックアウト発生の可能性が否定できないケースが確認されたが、現在実施中の対策によりブラックアウトに至らないことを確認

- 同期安定性を維持するための対策として、電力系統でのルート断故障等の過酷事象発生時に、複数の発電機が不安定となり、連鎖的に自動停止する前に、系統安定化装置により必要最小限の電源を遮断して系統から切り離す等の措置（運用対策）を準備中である。

【対策前】

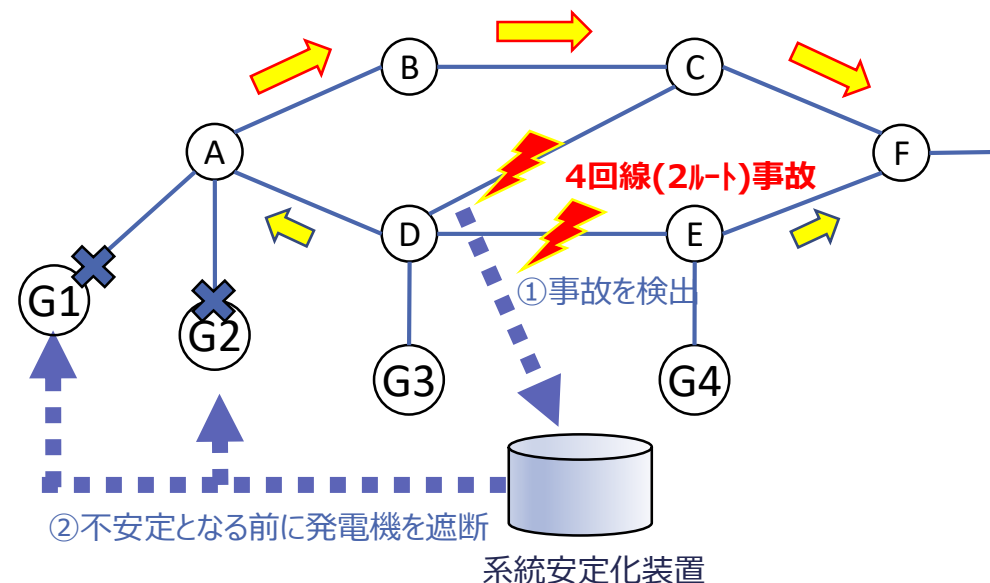
①健全回線の潮流が増加



②同期安定性を維持できず、発電機が不安定となり連鎖脱落

- ①事故回線の潮流が健全回線に流れ、
- ②同期安定性が維持できず、発電機が不安定となり発電機が連鎖的に脱落する。
- ③この結果、周波数が大幅に低下し、他の発電機も脱落し、ブラックアウトに至る可能性がある

【対策後】

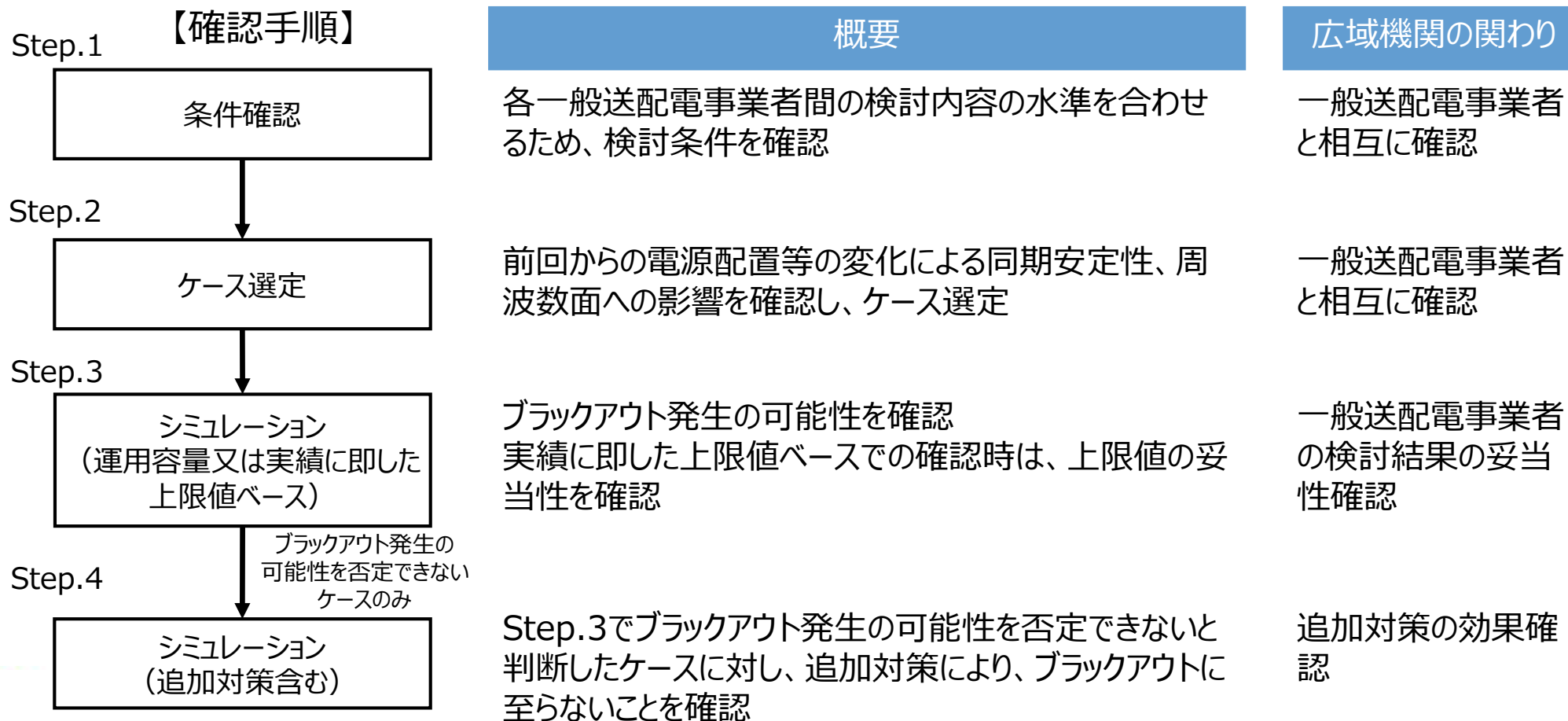


- ①事故回線の潮流が健全回線に流れ、
- ②同期安定性が悪化し、発電機が不安定となる前に一部の発電機を遮断する。
- ③この結果、遮断した発電機以外の発電機は不安定となることなく、運転を継続でき、ブラックアウトには至らない

- 電源配置等の変化を確認し、必要に応じて検証を行うとの国の審議会（電力・ガス基本政策小委員会）の整理を受けて、2019年度検証からの電源配置等の変化を確認した。
- 前回検証と同様の考え方にに基づき、ブラックアウト発生の可能性の検証が必要と判断したケースに対し、一般送配電事業者が自己評価を実施し、広域機関はその妥当性を確認した。
- あわせて、ブラックアウト発生の可能性を否定できないエリアは、系統安定化装置の仕様検討を開始しており、予定通り運開できる見込みであることも確認した。
- 広域機関は、ブラックアウト発生の可能性に対する国の定期的な確認プロセスに、技術的観点から引き続き協力していく。

(以降、参考資料)

- 広域機関と一般送配電事業者はブラックアウト発生の可能性を以下の手順により確認した。
- 広域機関は、広域機関内で一般送配電事業者と広域機関のシミュレーション結果を照合し、一般送配電事業者の自己確認結果の妥当性を確認した。



■ 同期安定性面

➤ 想定する系統状況（時季、時間帯等）

(1)同期機の少ない状況

負荷が少ない年末年始（1月夜間）または GW（5月夜間）

再エネ等の出力が大きい端境期昼間（例：5月,10月の昼間最小）

(2)送電線潮流の多い状況

年間需要最大時断面（夏季や冬季）

エリア地内潮流が大きくなる夜間揚水最大時（例：8月夜間）

➤ 安定化装置等の動作

故障様相から電圧・潮流等の変化を確認し、系統安定化装置、電源制限装置、脱調分離リレー等の動作を見込む

■ 周波数維持面

➤ 想定する系統状況（時季、時間帯等）

(1)同期機の少ない状況

負荷が少ない年末年始（1月夜間）または GW（5月夜間）

再エネ等の出力が大きい端境期昼間（例：5月,10月の昼間最小）

(2)送電線潮流の多い状況

年間需要最大時断面（夏季や冬季）

エリア地内潮流が大きくなる夜間揚水最大時（例：8月夜間）

➤ 安定化装置等の動作

電源脱落による周波数の変化を確認し、系統安定化装置、緊急融通制御装置（EPPS）、周波数低下リレー（UFR）、周波数分離リレー等の動作を見込む。

■ 同期安定性面のブラックアウトが発生する可能性の判断は、以下のとおり。

- ブラックアウト発生の可能性「なし」
不安定になる発電機がない、あっても系統全体に波及せず範囲が限定され、供給力喪失規模は小さく、周波数低下の影響が軽微な場合
- ブラックアウト発生が否定できない
不安定になる発電機が相当数あり、連鎖脱落による供給力喪失規模が大きく、周波数低下が著しいと想定される場合

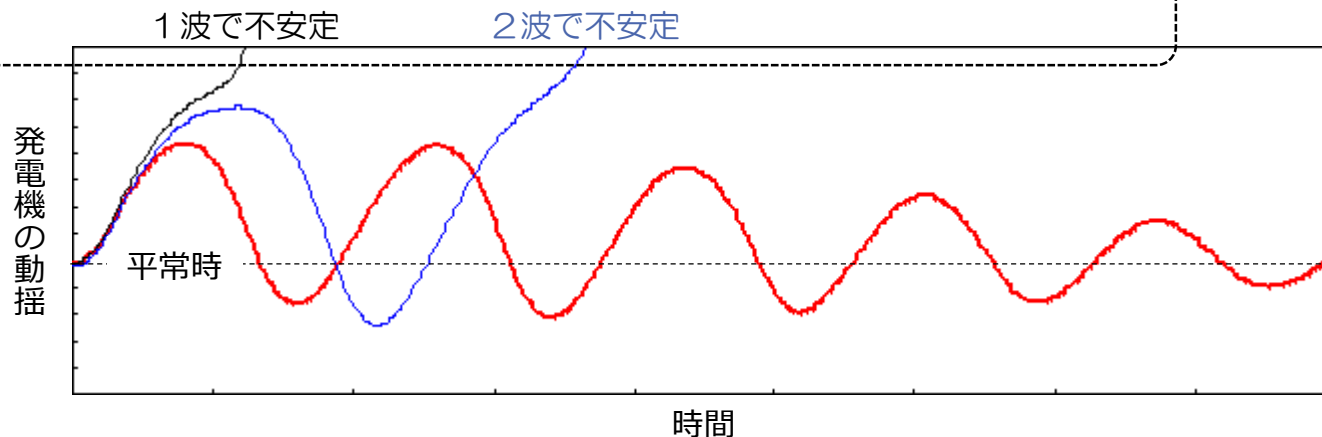
<発電機の安定性判定基準>

事故発生から数十秒間の状況をシミュレーションで確認し、

(安定) 発電機の動揺が収束していること。(赤色)

(不安定) 発電機の動揺が収束しないもの。(黒または青色)

系統全体の発電機で不安定が確認された場合は、ブラックアウト発生の可能性が否定できない



ブラックアウト発生の可能性「なし」

■ 周波数変化のシミュレーション結果に対し、以下のケースはブラックアウトの可能性なしと評価。

① 周波数最下点

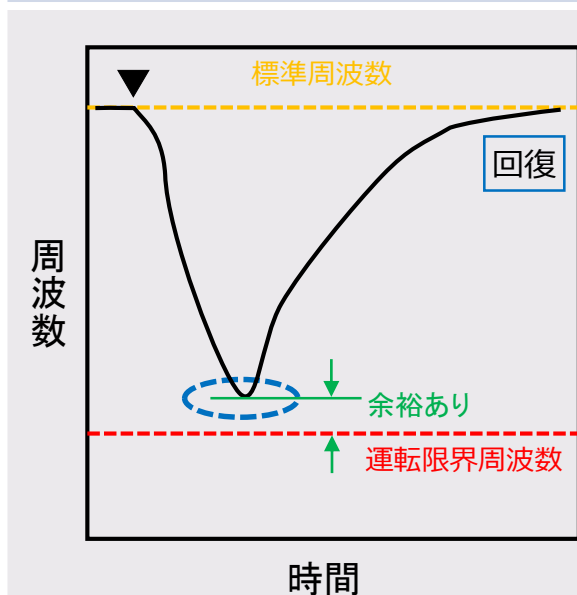
- ✓ 目安として、周波数最下点が各一送の系統連系技術要件「発電設備の運転限界周波数下限値」以上
- ✓ 一時的に割り込んでも、継続時間がUFR動作時限より小さく、再エネ等発電機の連鎖脱落などが発生せず周波数維持面で影響がないこと※

② ブラックアウトが発生する可能性（下記判定基準のとおり）

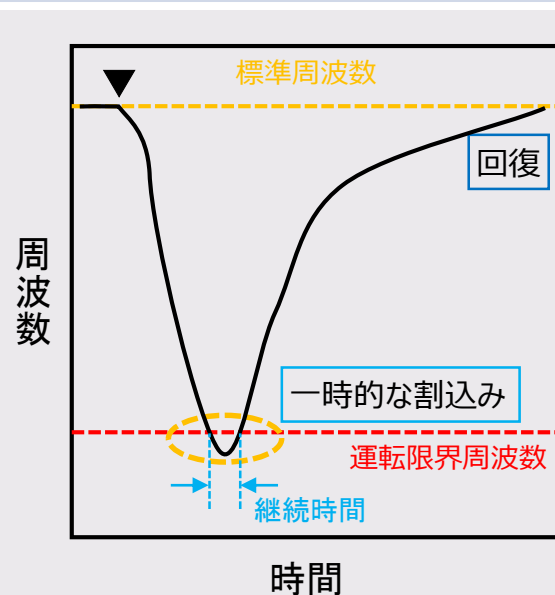
再エネ等発電機や負荷のUFR遮断実施後に、周波数が回復基調であることを確認。

判定基準

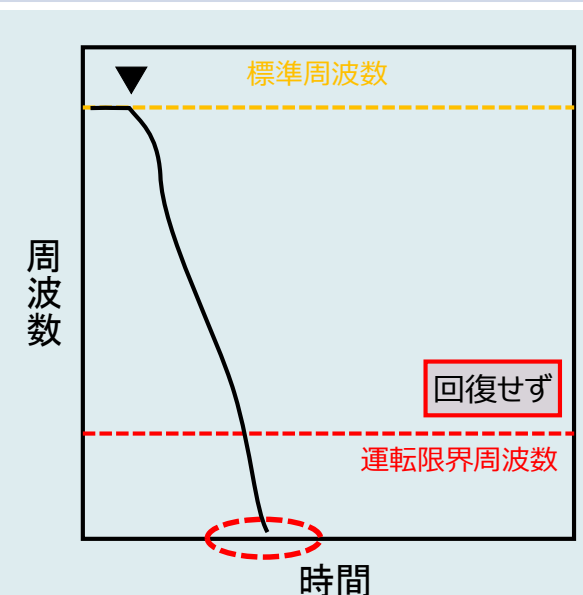
○：問題なし



○※：条件付き○



×：ブラックアウト



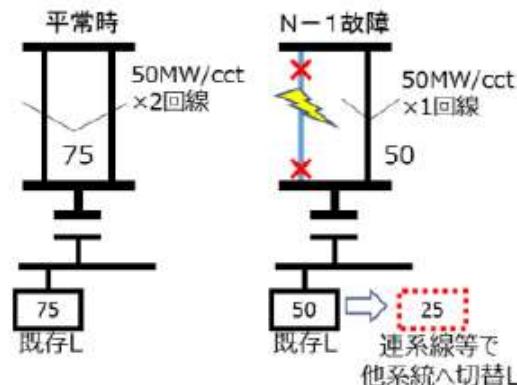
<補論1：N-1基準>

図表4-1 N-1基準

〔概要〕

N-1故障が発生しても、短時間熱容量を超過させないようにして、停電させない設備形成とする。ただし、停電が発生する場合であっても供給支障の社会的影響が限定的である場合は、当該性能を充足しているものとする。

〔イメージ〕



送配電等業務指針

(電力設備の単一故障発生時の基準)

第64条 送配電線1回線、変圧器1台、発電機1台その他の電力設備の単一故障（以下「N-1故障」という。）の発生時において、電力系統が充足すべき性能の基準は次の各号に掲げるとおりとする。

- 一 熱容量 電力系統からN-1故障の発生箇所が切り離された後の各流通設備の潮流が、短時間熱容量（流通設備に電流が流れた際の当該設備の温度が、当該設備を短時間に限り使用することができる上限の温度となる潮流の値をいう。以下同じ。）を超過しないこと
- 二 電圧安定性 電力系統からN-1故障の発生箇所が切り離された後においても、電圧安定性が維持されること
- 三 同期安定性 電力系統からN-1故障の発生箇所が切り離された後においても、発電機の同期運転の安定性が維持されること

2 前項に掲げる性能を充足しない場合であっても、次の各号に掲げる条件のいずれにも適合する場合には、当該性能を充足しているものとして取り扱う。

- 一 供給支障が発生しない場合、又は、供給支障が発生する場合であっても、供給支障の社会的影響が限定的である場合（1回線の配電線路から電気の供給を受ける需要場所において、当該配電線路のN-1故障により供給支障が発生する場合を含む。）
- 二 発電支障が発生しない場合、又は、発電支障が発生する場合であり、次に掲げる事項を満たすとき
 - ア 当該発電支障による電力系統の電圧安定性、同期安定性及び周波数に対する影響が限定的であること
 - イ 発電抑制（給電指令（第189条に定める。以下同じ。）により発電設備等の出力の抑制又は電力系統からの電氣的な切り離しが行われることをいう。以下同じ。）の対象となる発電設備等を維持・運用する電気供給事業者がN-1故障時における発電抑制の実施に合意していること及び当該電気供給事業者が、当該同意に基づく給電指令に応じ、発電抑制を実施することができる体制及び能力を有すること（保護継電器等により確実に発電抑制を実施できる場合を含む。）
 - ウ その他発電抑制を許可することによる電気の供給、公衆の保安等に対するリスクが大きいこと

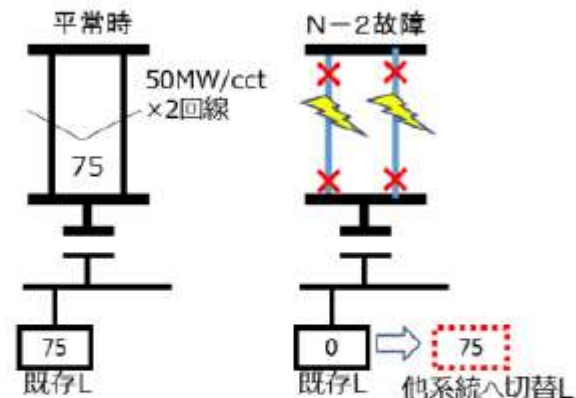
<補論 2 : N-2 基準>

図表 4 - 2 : N-2 基準

〔概要〕

N-2故障が発生しても、社会的影響が大きくなることが懸念される場合は、これを軽減させるための対策を検討する。また、それを超える事故等については、可能な限り限定的な停電は許容する。ただし故障の影響を他の系統へ波及させないようにする。

〔イメージ〕



送配電等業務指針

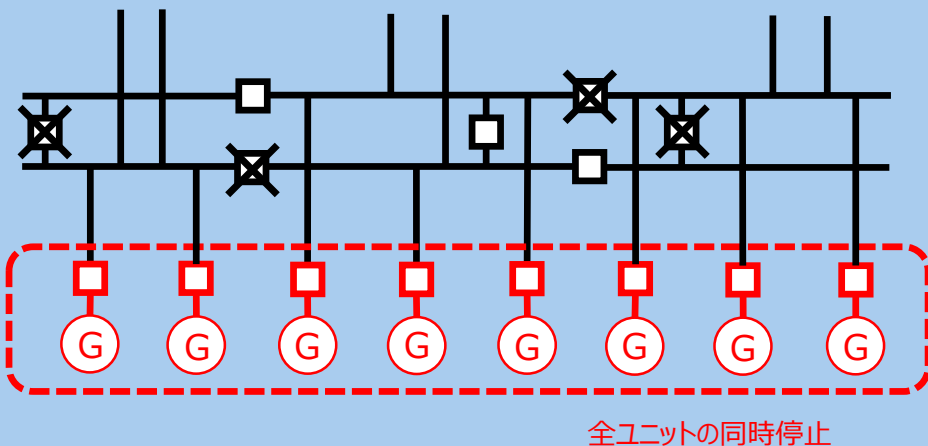
(電力設備の2箇所同時喪失を伴う故障発生時の対策)

第66条 本機関又は一般送配電事業者は、送配電線、変圧器、発電機その他の電力設備の2箇所同時喪失を伴う故障が発生した場合において、当該故障に伴う供給支障及び発電支障の規模や電力システムの安定性に対する影響を考慮し、社会的影響が大きいと懸念される場合には、これを軽減するための対策の実施について検討する。

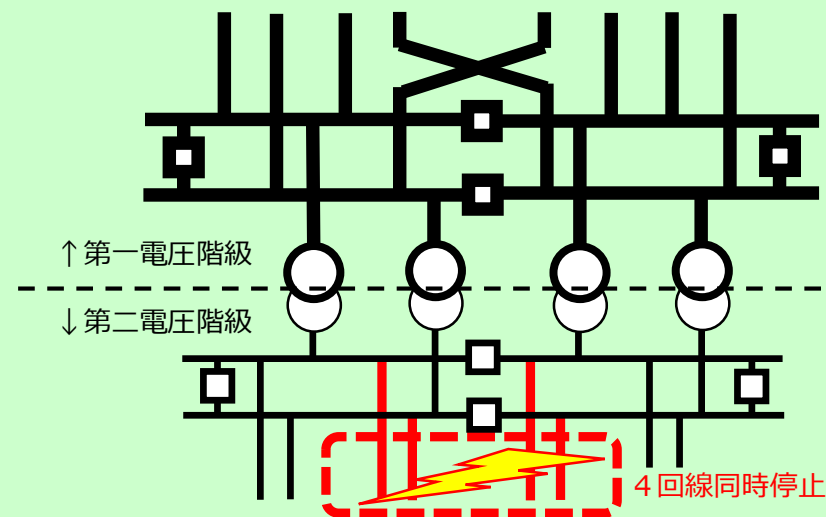
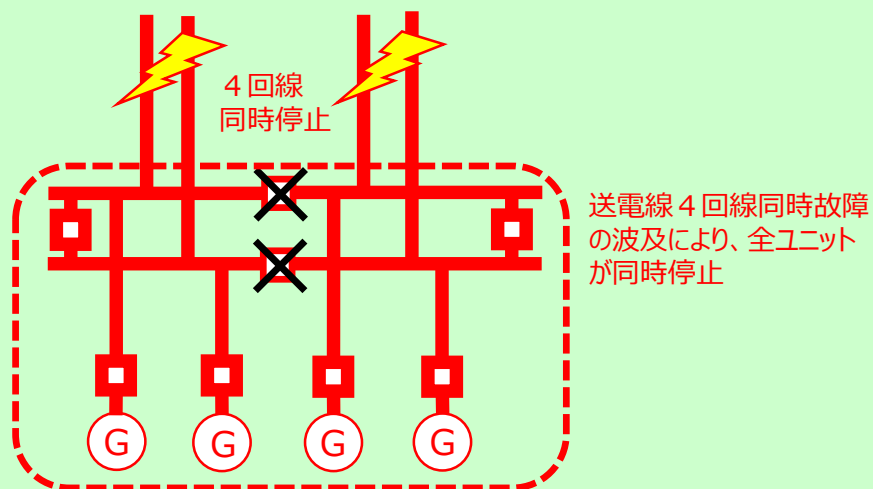
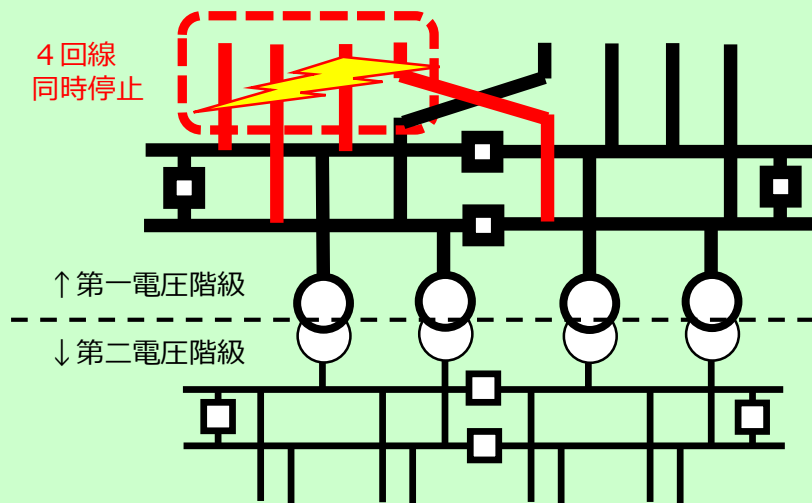
(参考) ブラックアウト発生の可能性の定期的確認プロセスで確認した過酷故障事象
(大規模電源サイト同時脱落、送電線4回線 (2ルート) 同時故障)

24

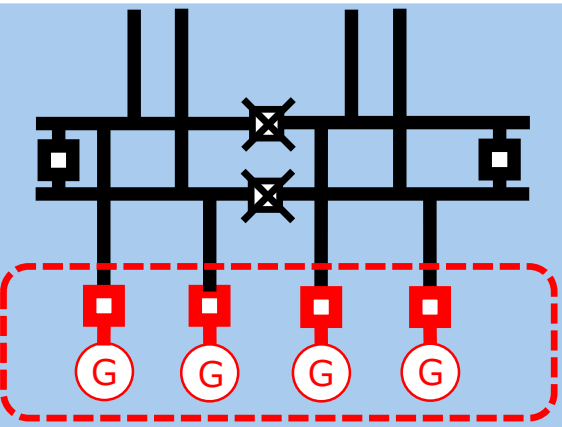
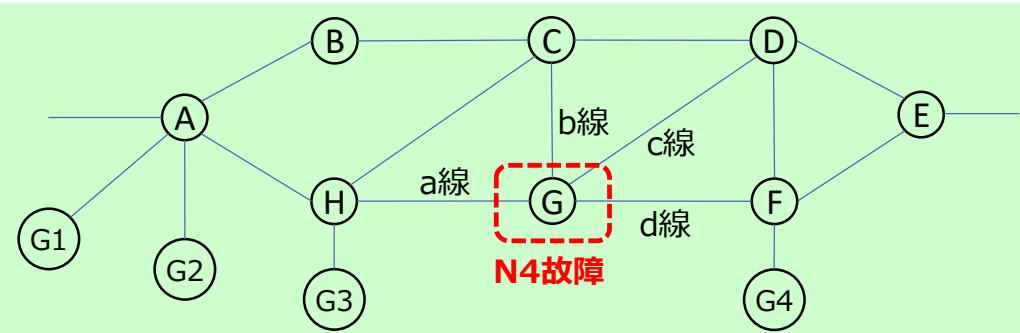
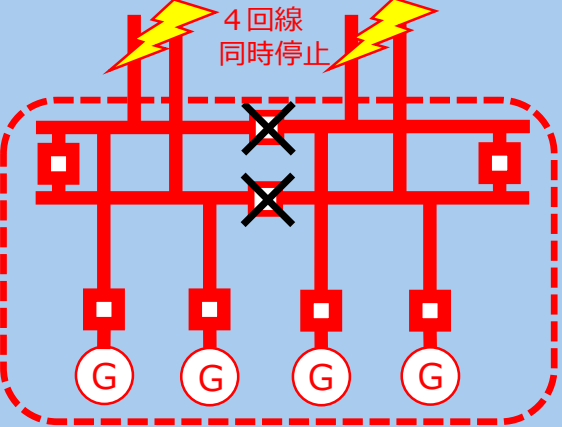
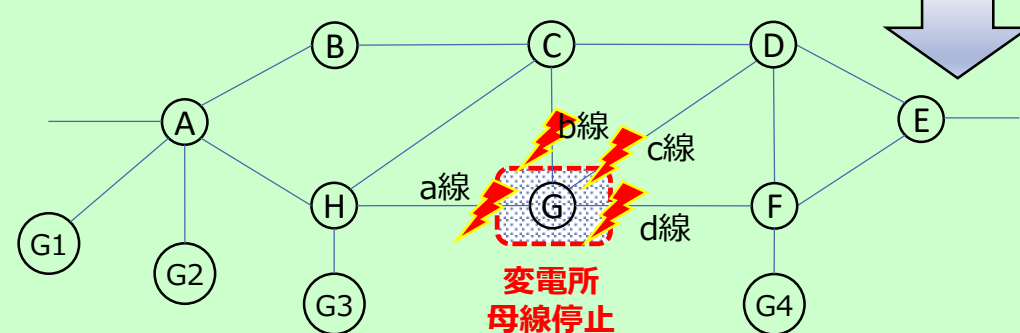
発電所



送電線



同期安定性のシミュレーションを効果的かつ効率的に行うため、下表のように技術的に代替可能なケースについては、代替ケースの検討により、シミュレーション総数の削減を図った。

発電所	送電線
 全ユニットの同時停止	 G変電所の4回線同時故障の組合せは、①a-b②a-c③a-d④b-c⑤b-d⑥c-dの6ケースの検討が必要。$[_4C_2 = 4 \times 3 \div 2 \times 1 = 6]$
 4回線同時停止 送電線4回線同時故障の波及により、全ユニットが同時停止	 G変電所の母線停止（全4ルート同時故障）で一括して検討
系統への影響が同等（発電機の4台同時停止）であり、上の確認（大規模サイト停止）を下の確認（送電線4回線事故）で代替した事例。	引き出し送電線ルート数が多い重要変電所において、系統への影響がより過酷（変電所母線停止）なもので一括して確認。上の確認（4回線停止×6ケース）を下の確認（変電所母線停止）で代替した事例。

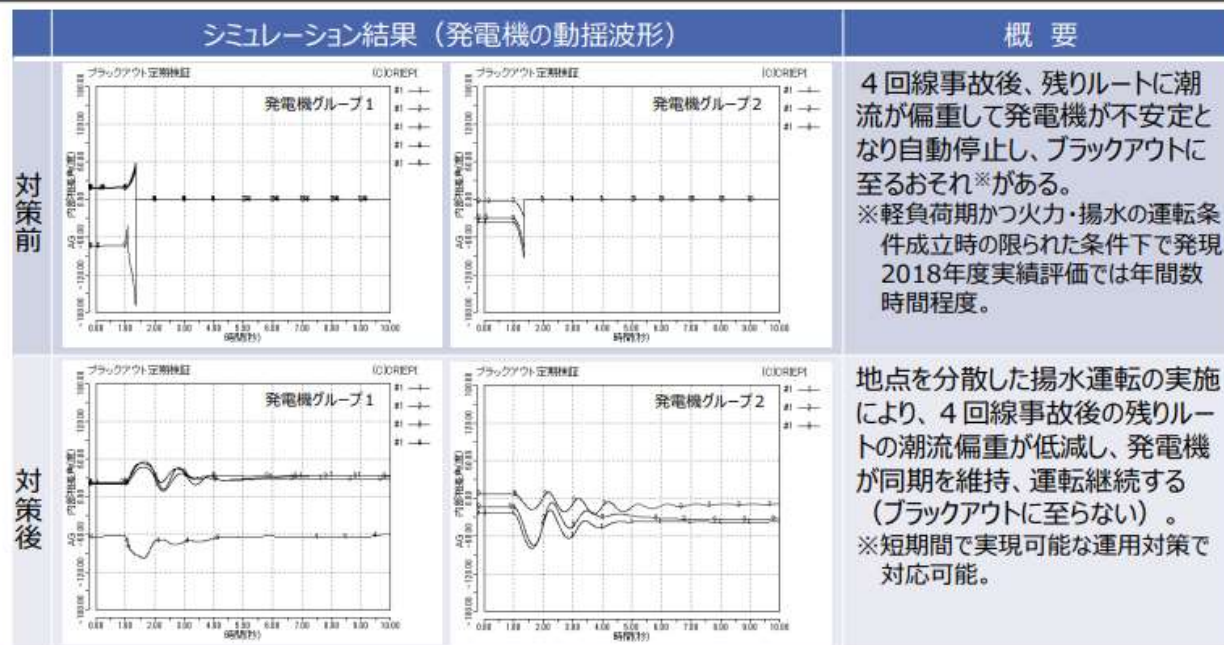
- 軽負荷期に揚水運転地点を集中させずに、揚水運転地点を分散させることによる運用対策を実施中。
- 4回線（2ルート）事故後の残りルートの重潮流化を低減することにより、全発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認し、設備対策（系統安定化装置設置）を実施中。

(参考) シミュレーション結果 (対策効果の確認)

北海道系統

27

- 軽負荷期に揚水運転地点を集中させずに、揚水運転地点を分散させることによる運用対策案。
- 4回線（2ルート）事故後の残りルートの重潮流化を低減することにより、全発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認した。



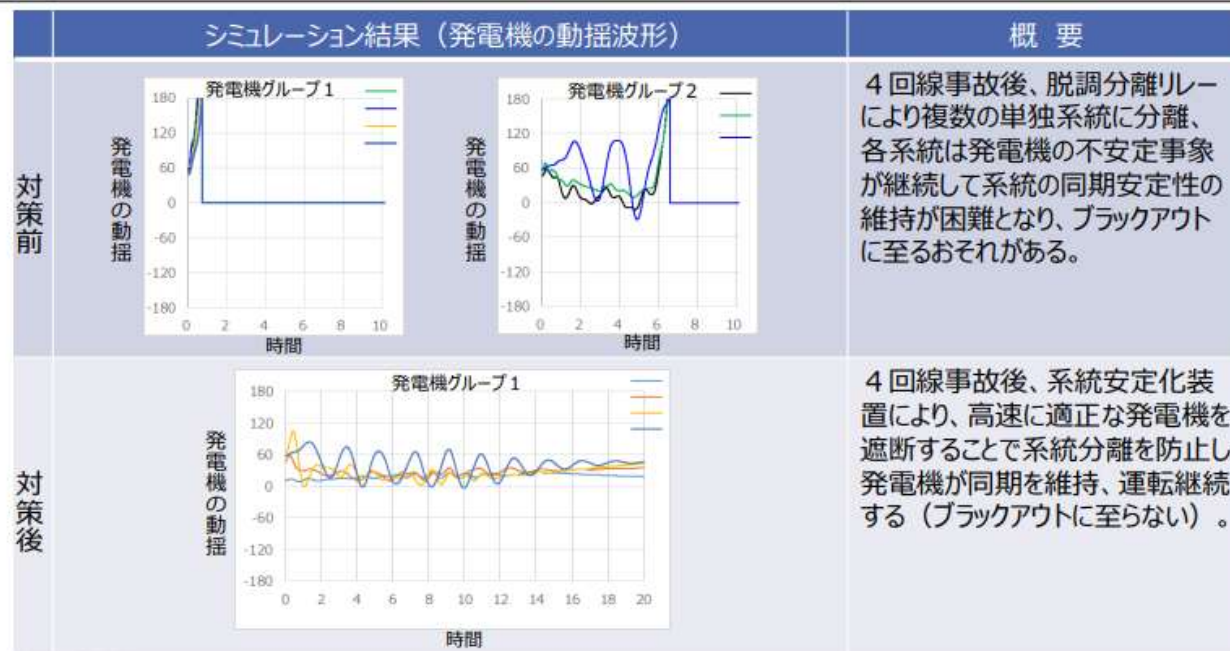
- 系統安定化装置（4回線事故に対応した電源制限実施）による暫定対策を実施中。
- 4回線（2ルート）事故後、一部の発電機の高速遮断により、その他の発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認し、設備対策（新たな系統安定化装置設置）を実施中。

(参考) シミュレーション結果 (対策効果の確認)

東日本系統

28

- 系統安定化装置（4回線事故に対応した電源制限実施）による対策案。
- 4回線（2ルート）事故後、一部の発電機を高速度遮断することにより、その他の発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認した。[参考：スライド30]



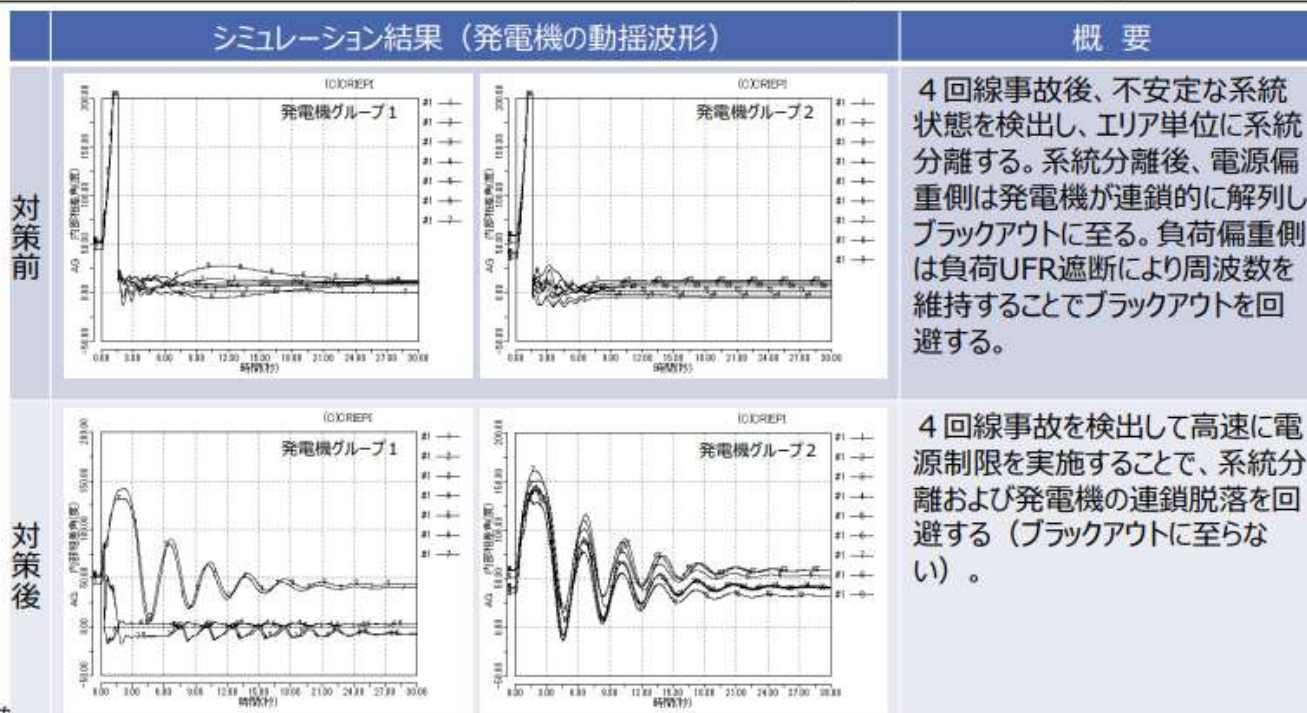
- 系統安定化装置（4回線事故に対応した電源制限又は系統分離実施）による対策を実施中。
- 4回線（2ルート）事故後、一部の発電機の高速遮断または系統分離により、その他の発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認している。

(参考) シミュレーション結果 (対策効果の確認)

中西日本系統

29

- 系統安定化装置（4回線事故に対応した電源制限実施）による対策案。
- 4回線（2ルート）事故後、一部の発電機を高速遮断することにより、その他の発電機は同期を維持し、運転継続できる（ブラックアウトに至らない）ことを確認した。[参考：スライド30]

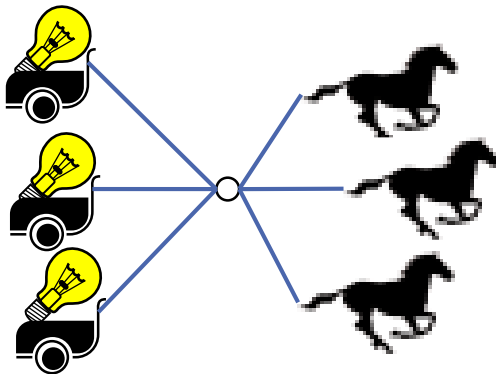


○系統安定度（同期安定性）

- 電力系統には、多くの発電機が同期（周波数が一致）して運転を行っている。
- 発電機が安定して運転継続できる度合いを系統安定度（同期安定性）といい、送電線故障のような状態変化が発生すると、発電機は運転が継続できない不安定な状態になり、不安定な状態となった発電機は自動停止する。
- 送電線停止時の同期安定性が悪化するイメージは、下図で示すとおり。

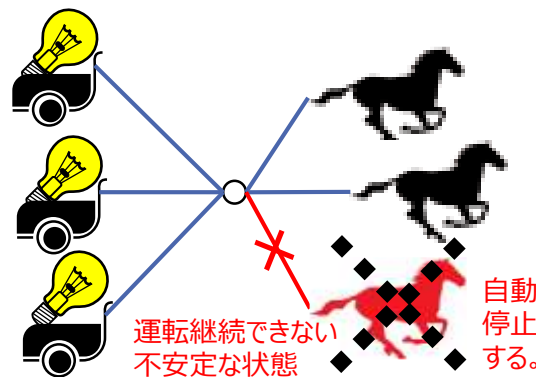
電力系統全体のイメージ

① 平常時の状況



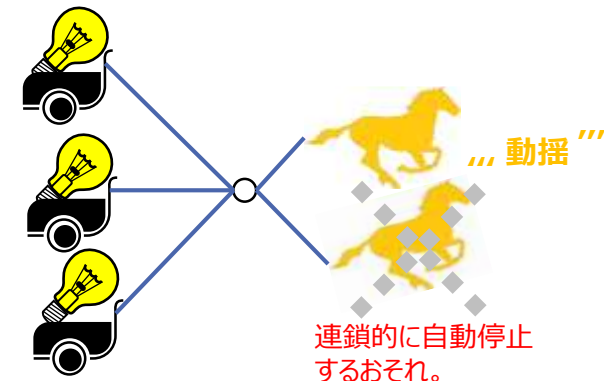
馬（発電機）と荷車（負荷）はロープ（送電線）でつながっている。
電力系統全体でバランスの取れた安定した状況。

② 送電線故障後の状況



ロープが切れる（送電線事故後）と、馬（発電機）は加速し、不安定な状態となり自動停止する。

③ 発電機自動停止後の状況

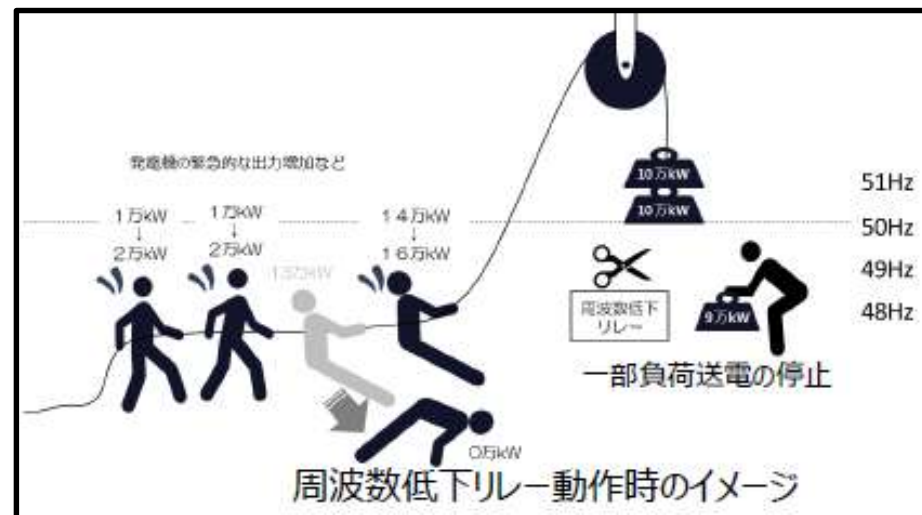


残った馬（発電機）の動揺が大きくなれば、さらに自動停止し、荷車（負荷）のバランスが崩れ、電力系統全体が機能停止（停電）する。

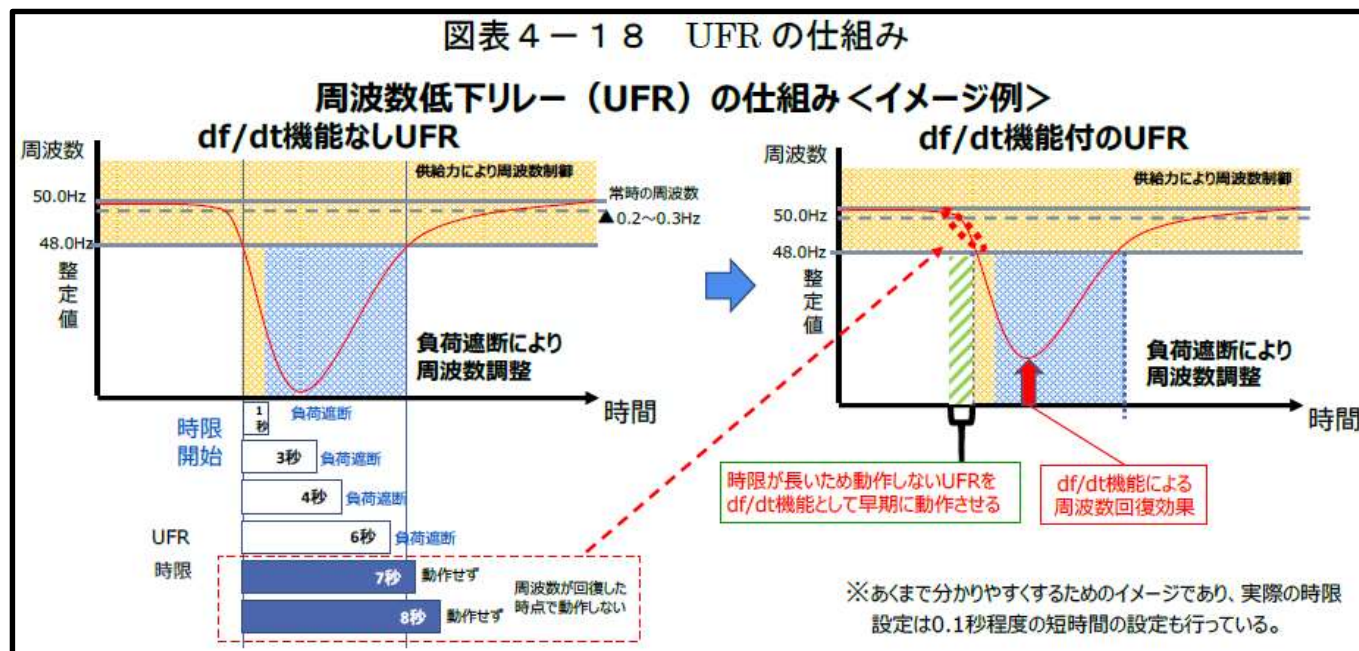
周波数が大幅に低下した状態では、発電機が安定的に運転できないため、順次停止する場合がある。

対策として、周波数低下リレー (UFR) による一部負荷の送電停止がある。周波数低下が一定時間、一定周波数以下となった場合に左図のように周波数低下リレーが動作する。

リレーは定めた条件で自動で発電機や需要などを系統から切り離す装置であり、周波数低下リレーによる負荷送電停止においては、社会的影響を考慮するとともに公平性に配慮し一定量の需要を切り離す。



周波数低下リレーによる一部負荷送電の停止を行った場合、右の図表のように周波数回復効果が期待できる。



○送配電等業務指針（抄）

（電力設備の単一故障発生時の基準）

第 6 4 条 送配電線 1 回線、変圧器 1 台、発電機 1 台その他の電力設備の単一故障（以下「N－1 故障」という。）の発生時において、電力系統が充足すべき性能の基準は次の各号に掲げるとおりとする。

- 一 熱容量 電力系統から N－1 故障の発生箇所が切り離された後の各流通設備の潮流が、短時間熱容量（流通設備に電流が流れた際の当該設備の温度が、当該設備を短時間に限り使用することができる上限の温度となる潮流の値をいう。以下同じ。）を超過しないこと。
- 二 電圧安定性 電力系統から N－1 故障の発生箇所が切り離された後においても、電圧安定性が維持されること。
- 三 同期安定性 電力系統から N－1 故障の発生箇所が切り離された後においても、発電機の同期運転の安定性が維持されること。

（電力設備の 2 箇所同時喪失を伴う故障発生時の対策）

第 6 6 条 本機関又は一般送配電事業者は、送配電線、変圧器、発電機その他の電力設備の2 箇所同時喪失を伴う故障が発生した場合において、当該故障に伴う供給支障及び発電支障の規模や電力系統の安定性に対する影響を考慮し、**社会的影響が大きいと懸念される場合には、これを軽減するための対策の実施について検討する。**

■ 対策が必要なエリアはブラックアウト対策のための系統安定化装置を開発を進めている。

開発スケジュールの一例

