

電圧起因による 系統の安定運用への影響について

2025年11月14日

資源エネルギー庁

本日の御議論

- 再生可能エネルギー（以下「再エネ」という。）発電事業者や需要家等の系統利用者に対して系統連系時に求めている各種電圧変動対策や、再エネ発電設備の導入促進に伴う発電潮流の増加によって、近年、電圧に起因した系統の安定運用への影響が出始めている。
- また、本年4月末に発生したイベリア半島の大停電も電圧が第一の要因であるとの報告がなされている。
- 今回、電圧を中心とした日本の電力品質の状況や、事業者からの事例の報告内容を踏まえて、一般送配電事業者及び国が行う電圧に起因した系統の安定運用に対する当面の対応の方向性について御審議いただきたい。

日本における電力品質の維持状況

電力品質とは

- 電力の品質は、電圧（V）、周波数（Hz）、波形、供給の継続性等の要素で評価され、これらが安定しているほど「電力品質が高い」と評価される。
- 日本では、一般送配電事業者、配電事業者及び特定送配電事業者に対し、電気の使用者利益保護の観点から、供給する電気の電圧及び周波数の値を省令で定める値に維持するよう努めることを電気事業法で求めている。なお、測定方法については省令等で定めている。

電気事業法（抄）

（電圧及び周波数）

第二十六条 一般送配電事業者は、その供給する電気の電圧及び周波数の値を経済産業省令で定める値に維持するよう努めなければならない。

（準用）

第二十七条の十二の十三 第六条の二、第九条から第十一条まで、第十三条、第十四条、第二十二條から第二十二條の三まで、第二十三条（第四項を除く。）、**第二十三条の二から第二十六条の三まで**、第二十七条第一項、第二十七条の二及び第二十七条の三の規定は、配電事業者に準用する。

（以下略）

（準用）

第二十七条の二十六 **第二十六条**から第二十六条の三まで及び第二十七条第一項の規定は、特定送配電事業者に準用する。（以下略）

電気事業法施行規則（抄）

（電圧及び周波数の値）

第三十八条 法第二十六条第一項（法第二十七条の十二の十三及び第二十七条の二十六第一項において準用する場合を含む。次項において同じ。）の経済産業省令で定める電圧の値は、その電気を供給する場所において次の表の上欄に掲げる標準電圧に応じて、それぞれ同表の下欄に掲げるとおりとする。

標準電圧	維持すべき値
百ボルト	百一ボルトの上下六ボルトを超えない値
二百ボルト	二百二ボルトの上下二十ボルトを超えない値

2 法第二十六条第一項の経済産業省令で定める周波数の値は、**その者が供給する電気の標準周波数に等しい値**とする。

（電圧及び周波数の測定方法等）

第三十九条 法第二十六条第三項（略）の経済産業省令で定める電圧の測定方法は、次に掲げるものとする。

- 一 測定は、**別に告示するところにより選定した測定箇所**において行うこと。
- 二 測定は、**測定箇所ごとに、毎年、供給区域又は供給地点を管轄する経済産業局長（略）が指定する期間において一回、連続して二十四時間行うこと。**
- 三 同一の発電所、蓄電所又は変電所の引出しに係る配電線路に属する測定箇所における測定は、**同一の日時において行うこと。**
- 四 測定は、記録計器を使用して行うこと。

2 法第二十六条第三項の経済産業省令で定める周波数の測定方法は、**電力系統ごとに、記録計器を使用して常時測定**するものとする。

3 （略）

電気事業法施行規則第三十九条第一項第一号の規定に基づく電圧の測定箇所の選定方法（抄）

電気事業法施行規則（略）第三十九条第一項第一号の規定による電圧の測定箇所の選定は、次の各号に定めるところにより行うものとする。

- 一 同一の発電所、蓄電所又は変電所からの引出しに係る配電線路により標準電圧百ボルトで電気を供給する需要家のうちから一以上の需要家を任意に抽出し、これらの需要家に対して電気を供給する場所又はこれに近接する場所を選定すること。
- 二 同一の発電所、蓄電所又は変電所からの引出しに係る配電線路により標準電圧二百ボルトで電気を供給する需要家のうちから一以上の需要家を任意に抽出し、これらの需要家に対して電気を供給する場所又はこれに近接する場所を選定すること。

現状の電力品質について

- 一般送配電事業者の供給区域における電力品質については、電力広域的運営推進機関が毎年度「電気の質に関する報告書」としてとりまとめ、次年度の11月頃に公表している。
- 2023年度の結果は次のとおり。
 - 周波数については、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、中西エリア以外では年間を通じて達成しているとの報告がされている。
中西エリアについては、当該エリアに関する一般送配電事業者から、以下の報告がされている。
 - ①再エネ電源の増加、同期電源の減少等を背景として、
主に軽負荷期に調整目標範囲（±0.2Hz）を逸脱する断面があったこと。
 - ②中西エリアで独自に定める滞在率目標値（月間±0.1Hz以内）は、下限値である95%に近づいており、軽負荷期にその傾向が顕著であったこと。
 - 電圧については、測定箇所（約6,600箇所）において維持すべき電圧（100V及び200V）を逸脱した実績は無しと報告されている。

(参考) 日本の現状の電力品質について (周波数)

表2 (北海道、2019～2023年度) 周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
0.1Hz以内	99.98	99.93	99.87	99.90	99.91
0.2Hz以内	100.00	100.00	99.99	99.99	99.99
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

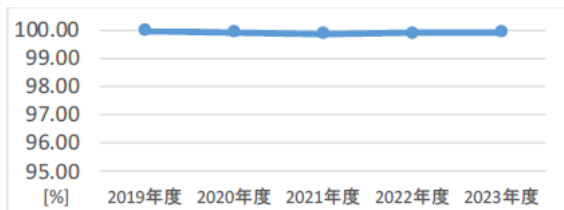


図2 (北海道、2019～2023年度) 0.1Hz以内周波数時間滞在率

表3 (東エリア3、2019～2023年度) 周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
0.1Hz以内	99.83	99.71	99.50	99.43	99.01
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

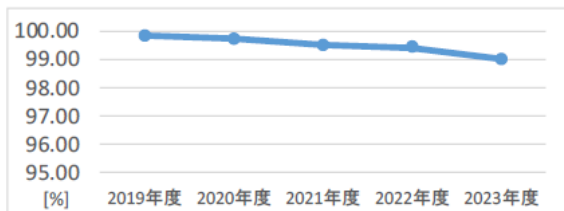


図3 (東エリア、2019～2023年度) 0.1Hz以内周波数時間滞在率

表4 (中西エリア4、2019～2023年度) 周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
0.1Hz以内	99.02	98.50	98.12	98.46	97.68
0.2Hz以内	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99
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

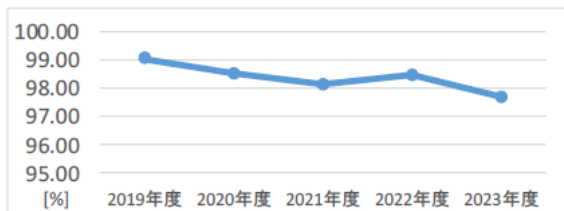


図4 (中西エリア、2019～2023年度) 0.1Hz以内周波数時間滞在率

表5 (沖縄、2019～2023年度) 周波数時間滞在率 [%]

変動幅	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
0.1Hz以内	99.89	99.92	99.89	99.98	99.97
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

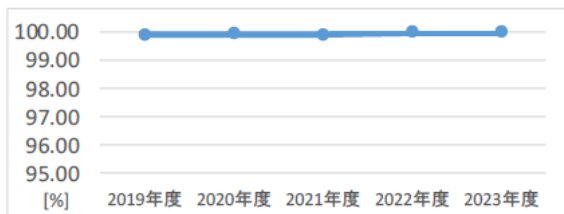


図5 (沖縄、2019～2023年度) 0.1Hz以内周波数時間滞在率

【表1に基づく各同期エリアの評価基準】

(調整目標範囲) ... 100.00%
(中西エリア・±0.1Hz以内滞在率目標) ... 95.00% 以上

表1 各供給エリアの周波数調整ルール

エリア：標準周波数 / 調整目標範囲 / 時間滞在率※目標

北海道：50Hz / ±0.3Hz / 時間滞在率目標無し

東北・東京：50Hz / ±0.2Hz / 時間滞在率目標無し

中部～九州：60Hz / ±0.2Hz / 95%以上

沖縄：60Hz / ±0.3Hz / 時間滞在率目標無し

※時間滞在率とは、標準周波数から実測周波数が一定の変動幅に維持された時間の比率

$$\text{時間滞在率}(\%) = \frac{\sum \text{標準周波数から一定の変動幅に維持された時間}}{\text{総時間}} \times 100$$

(参考) 日本の現状の電力品質について (電圧)

表7 (全国、2019～2023年度)電圧測定実績

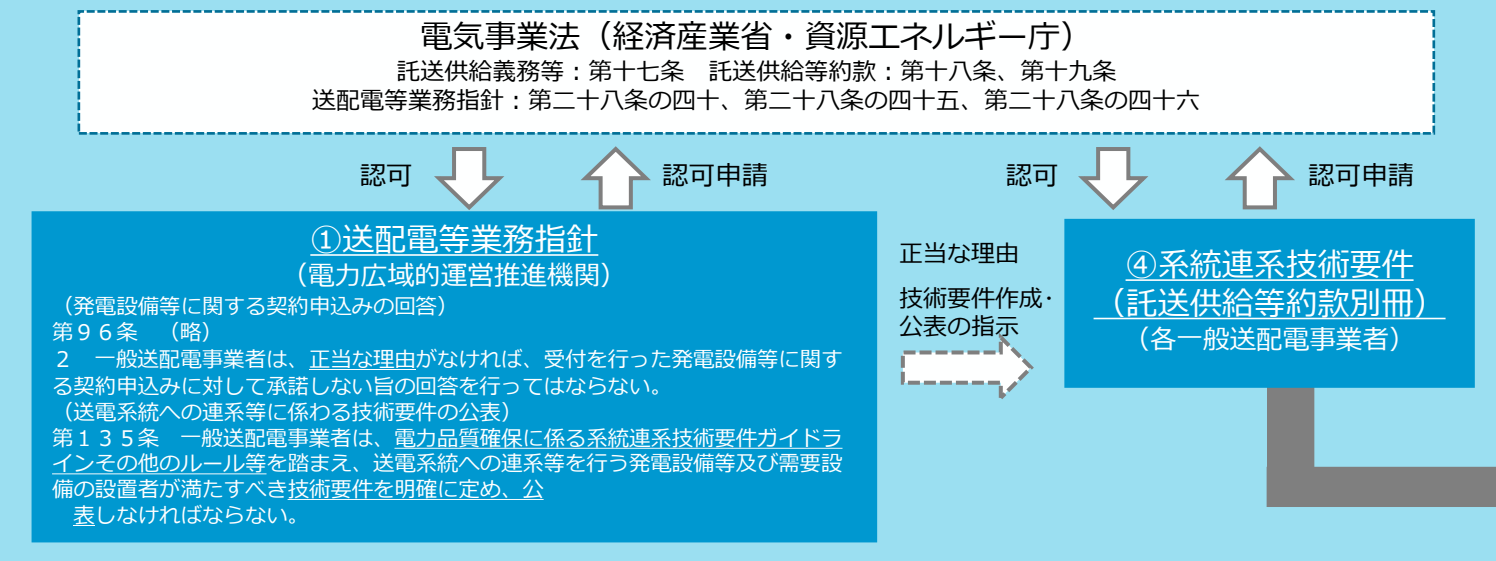
電圧		2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
100V	測定箇所数	6,567	6,562	6,589	6,578	6,681
	逸脱箇所数	0	0	0	0	0
200V	測定箇所数	6,502	6,498	6,523	6,496	6,574
	逸脱箇所数	0	0	0	0	0

(参考) 日本における系統連系に係る現行の規程

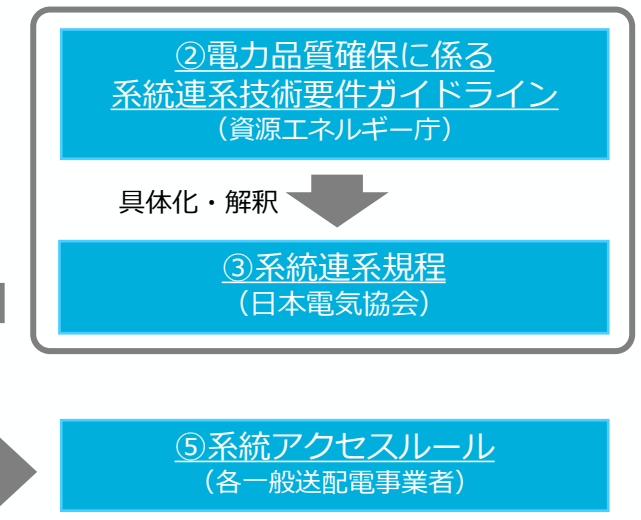
第36回系統WG（2022年3月14日）資料6 一部編集

- 日本における系統連系に係る規程は、電気事業法第17条に規定する託送供給義務等（オープンアクセス）の下、大きく分けて、送配電等業務指針、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、系統連系規程、系統連系技術要件（託送供給等約款別冊）、系統アクセスルールから構成。
- 電力広域的運営推進機関が定める送配電等業務指針は、一般送配電事業者等が行う送配電等業務（託送供給の業務その他の変電、送電及び配電に係る業務）の実施に関する基本的な事項等を定めたもの。なお、当該指針において、一般送配電事業者は系統連系の技術要件を明確に定め、公表しなければならない旨が定められている。
- 資源エネルギー庁が定める電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン（系統連系GL）は、系統連系を可能とするために必要な要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項等についての考え方を整理したもの。
- 日本電気協会の系統連系規程は、分散型電源の系統連系関係の実務従事者向けに電気設備の技術基準の解釈及び系統連系GLの内容をより具体的に示したものであり、②・③とともに、④に対し全国統一的な方針を示すもの。
- 一般送配電事業者の系統連系技術要件（託送供給等約款別冊）は、上記に基づいて、発電事業者が一般送配電事業者と発電量調整供給契約を締結する際に遵守すべき系統連系に係る技術要件を定めたもの。また、系統アクセスルールは、発電側からの接続検討申込等の具体的な運用を定めたもの。

電事法の認可対象規程類



電事法の認可対象外規程類



(参考) 電圧に関する現行規程類の規定：送配電等業務指針

- 電力広域的運営推進機関が策定する送配電等業務指針には、送配電等業務の実施に関する基本的な事項等として、電圧の調整に関する事項が定められている。

第10章 一般送配電事業者及び配電事業者の系統運用等

第5節 電圧の調整

(電圧調整)

- 第186条 一般送配電事業者及び配電事業者は、次の各号に掲げる方法により、その供給する電気の電圧を電気事業法施行規則第38条第1項に定める範囲内に維持するよう努める（以下「電圧調整」という。）。
- 一 発電機による電圧の調整（発電機の運転又は停止を伴う調整を含む。）
 - 二 変圧器による電圧の調整
 - 三 調相設備による電圧の調整
 - 四 系統構成の変更
 - 五 その他電圧を調整するための方法
- 2 一般送配電事業者及び配電事業者を除く電気供給事業者は、一般送配電事業者若しくは配電事業者との合意又は給電指令に基づき発電設備等による電圧の調整を行う。
- 3 一般送配電事業者及び配電事業者は、電圧調整のために必要があるときは、需要者に対して、当該需要者が保有する力率改善用のコンデンサを開放するよう依頼する。

(運用目標値の設定)

- 第187条 一般送配電事業者及び配電事業者は、適切に電圧を維持するため、次の各号に掲げる事項を考慮して、高圧及び特別高圧の送電系統における電圧の運用目標値を定める。
- 一 発電機、変圧器、調相設備その他電圧を調整することができる機器の配置及び電圧の調整が可能な範囲
 - 二 電力設備及び需要者の設備が運転可能な電圧の範囲
 - 三 電力系統の安定性
 - 四 送電損失の軽減
 - 五 その他電圧の運用目標値を定める上で考慮が必要となる事項
- (異常時の電圧調整)
- 第188条 一般送配電事業者及び配電事業者は、第186条第1項及び第2項に定める電圧調整によっても適正な電圧が維持できず、電圧崩壊が生じるおそれがある場合において、供給区域の電圧を維持するために必要なときは、供給区域の需要の抑制又は遮断を行うことができる。
- 2 一般送配電事業者及び配電事業者は、前項の措置の実施に当たり、社会的影響を考慮するとともに、電気事業者及び需要者間の公平性に配慮する。

(参考) 電圧に関する現行規程類の規定：系統連系GL

- 資源エネルギー庁において、発電等設備の系統連系に必要な要件のうち、**電圧、周波数等の電力品質を確保していくために必要な技術要件の考え方**について、**「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン（系統連系GL）」**として整理・公表している。

系統連系時に満たすべき主な技術要件

連系の区分 (主電圧)	連系する発電 等設備の一設 置者当たりの 電力容量※	系統連系時に満たすべき主な技術要件								
		力率	単独運転時の適 正電圧・周波数 の維持	自動負荷制 限	発電抑制又 は放電抑制	逆潮流の制 限	電圧変動・ 出力変動	不要解列の 防止	発電機運 転制御装 置の付加	連絡体制
低圧配電線 (100V、 200V)	50kW未満	○	—	—	—	—	○	○	—	—
高圧配電線 (6,600V)	2,000kW 未満	○	—	○	—	○	○	○	—	○
特別高圧 電線路 (7,000V超)	10,000kW 以上	○	○	○	○	—	○	○	○	○

※ 受電電力の容量（契約電力）又は系統連系に係る発電等設備の出力容量（交流発電設備の定格出力又は直流発電設備等で逆変換装置を用いる場合は当該装置の定格出力）のうちいずれか大きい方で判断する。

(参考) 系統連系技術要件ガイドライン (第3節 高圧配電線との連系)

- ・ 高圧配電線との連系においては、低圧需要家の電圧を適正値に保つために、発電等設備の設置者に向けて、力率等の他、常時及び瞬時の電圧変動対策・出力変動対策を求めている (次ページ)。

第3節 高圧配電線との連系

1. 力率

高圧配電線との連系のうち、逆潮流がない場合の受電点の力率は、標準的な力率に準拠して85%以上とし、かつ系統側からみて進み力率(発電等設備側からみて遅れ力率)とはならないこととする。(ただし書き略)

2. 自動負荷制限

発電等設備の脱落時等に連系された配電線路や配電用変圧器等が過負荷となるおそれがあるときは、発電等設備設置者において自動的に負荷を制限する対策を行うものとする。

3. 逆潮流の制限

配電用変電所におけるバンク単位で逆潮流が発生すると、系統運用者において系統側の電圧管理面での問題が生ずるおそれがあることから逆潮流のある発電等設備の設置によって、当該発電等設備を連系する配電用変電所のバンクにおいて、原則として逆潮流が生じないようにすることが必要である。(ただし書き略)

5. 不要解列の防止

(1) 保護協調

連系された系統以外の短絡事故等により系統側で瞬時電圧低下等が生ずることがあるが、連系された系統以外の事故時には、発電等設備は解列されないようにするとともに、連系された系統から発電等設備が解列される場合には、逆電力リレー、不足電力リレー等による解列を自動再開路時間より短い時限、かつ、過渡的な電力変動による当該発電等設備の不要な遮断を回避できる時限で行うものとする。ここで、「不要な遮断を回避できる時限」とは、発電等設備を継続的に安定運転させるため、単独運転時の逆潮流と単独運転以外の一時的な逆潮流(構内の急激な負荷変動や連系された系統の電圧・周波数の変動によって起きる一時的な逆潮流)を判別できる時限のことをいう。

(2) 事故時運転継続

発電等設備が、系統の事故による広範囲の瞬時電圧低下や瞬時的な周波数の変化等により一斉に停止又は解列すると、系統全体の電圧や周波数の維持に大きな影響を与える可能性があるため、そのような場合にも発電等設備は運転を継続するものとする。

6. 連絡体制

発電等設備設置者の構内事故及び系統側の事故等により、連系用遮断器が動作した場合等には、一般送配電事業者又は配電事業者と発電等設備設置者との間で迅速かつ的確な情報連絡を行い、速やかに必要な措置を講ずることが必要である。このため、系統側電気事業者の営業所等と発電等設備設置者の技術員駐在箇所等との間には、保安通信用電話設備を設置するものとする。

ただし、保安通信用電話設備は次のうちのいずれかを用いることができる。

- ① 専用保安通信用電話設備
- ② 電気通信事業者の専用回線電話
- ③ 次の条件を全て満たす場合においては、一般加入電話又は携帯電話等

ア、発電等設備設置者側の交換機を介さず直接技術員との通話が可能な方式(交換機を介する代表番号方式ではなく、直接技術員駐在箇所へつながる単番方式)とし、発電等設備の保守監視場所に常時設置されているものとする。

イ、話中の場合に割り込みが可能な方(キャッチホン等)とすること。

ウ、停電時においても通話可能なものであること。

エ、災害時等において当該電気事業者と連絡が取れない場合には、当該電気事業者との連絡が取れるまでの間発電等設備の解列又は運転を停止するよう、保安規程上明記されていること。

(参考) 系統連系技術要件ガイドライン (第3節 高圧配電線との連系)

4. 電圧変動・出力変動

(1) 常時電圧変動対策

発電等設備を一般配電線に連系する場合においては、電気事業法第26条及び同法施行規則第38条の規定により、低圧需要家の電圧を適正值（標準電圧100Vに対しては 101 ± 6 V、標準電圧200Vに対しては 202 ± 20 V以内）に維持する必要がある。

しかし、発電等設備の解列に起因して発生する系統側の電圧変動により、低圧需要家の電圧を適正值に維持できなくなる場合や、発電等設備の並列に起因して発生する系統側の電圧変動により、低圧需要家の電圧を適正值に維持できない場合も考えられる。

電圧変動の程度は、負荷の状況、系統構成、系統運用、発電等設備の設置点や出力等により異なるため、個別に検討することが適切であるが、**需要家への電気の安定供給を維持していくため、電圧変動対策が必要な場合には、以下に示す電圧変動対策のための装置を発電等設備設置者が設置するものとし、これにより対応できない場合には、配電線新設による負荷分割等の配電線増強を行うか、又は専用線による連系を行う。**

- ① 一般配電線との連系であって、発電等設備の脱落等に起因して発生する系統側の電圧変動により低圧需要家の電圧が適正值を逸脱するおそれがあるときは、**発電等設備設置者において自動的に負荷を制限する対策を行うものとする。**
- ② 発電設備からの逆潮流及び蓄電設備の充放電に起因して発生する系統側の電圧変動により低圧需要家の電圧が適正值を逸脱するおそれがあるときは、**発電等設備設置者において自動的に電圧を調整する対策を行うものとする。**

(2) 瞬時電圧変動対策

発電等設備の連系時の検討においては、低圧の場合と同様、**発電等設備の並解列時の瞬時電圧低下は常時電圧の10%以内とし、瞬時電圧低下対策を適用する時間は2秒程度までとすることが適当であることを前提として、以下のような対策を行うものとする。**

- ① **同期発電機を用いる場合には、制動巻線付きのもの**（制動巻線を有しているものと同等以上の乱調防止効果を有する制動巻線付きでない同期発電機を含む。）**とするとともに自動同期検定装置を設置するものとし、二次励磁制御巻線形誘導発電機を用いる場合には、自動同期検定機能を有するものを用いるものとする。**また、**誘導発電機を用いる場合であって、ものとする。**なお、これにより対応できない場合には、同期発電機を用いる等の対策を行うものとする。
- ② **自励式の逆変換装置を用いる場合には、その構成（変圧器、フィルタ等）や並列方法によっては変圧器の励磁突入電流が流れ、また、系統と逆変換装置出力が同期していないと、並列時に大きな突入電流が流れる。したがって、この場合には、自動的に同期が取れる機能を有するものを用いるものとする。また、他励式の逆変換装置を用いる場合であっては、逆変換装置自身に突入電流を抑制する機能がない。したがって、並列時の瞬時電圧低下により系統の電圧が常時電圧から10%を超えて逸脱するおそれがあるときは、発電等設備設置者において限流リアクトル等を設置並列時の瞬時電圧低下により系統の電圧が常時電圧から10%を超えて逸脱するおそれがあるときは、発電設備設置者において限流リアクトル等を設置するものとする。**なお、これにより対応できない場合には、自励式の逆変換装置を用いるものとする。
- ③ 発電等設備を連系する場合であって、出力変動や頻繁な並解列による電圧変動（フリッカ等）により他者に影響を及ぼすおそれがあるときは、**発電等設備設置者において電圧変動の抑制や並解列の頻度を低減する対策を行うものとする。**なお、これにより対応できない場合には、配電線の増強等を行うか、一般配電線との連系を専用線による連系とするものとする。

(3) 出力変動対策

発電等設備を連系する場合であって、**出力変動により他者に影響を及ぼすおそれがあるときは、一般送配電事業者又は配電事業者からの求めに応じ、発電等設備設置者において出力変化率制限機能の具備等の対策を行うものとする。**

(参考) 電圧に関する現行規程類の規定：系統連系技術要件（託送供給等約款別冊）

- 各一般送配電事業者は、送配電等業務指針や系統連系GLを踏まえ、発電設備等及び需要設備を系統連系する際に必要な技術要件について、**系統連系技術要件（託送供給等約款別冊）として整理し、以下のとおり、詳細に定めている。**

I 総則	III 発電者設備（高圧）	IV 発電者設備（特別高圧）	
II 発電者設備（低圧）	1 電気方式	1 電気方式	2 2 連絡体制
1 発電設備等の種類	2 運転可能周波数	2 運転可能周波数・並列時許容周波数	2 3 電気現象記録装置
2 電気方式	3 力率	3 力率	2 4 サイバーセキュリティ対策
3 運転可能周波数	4 高調波	4 高調波	2 5 電力品質に関する対策
4 力率	5 需給バランス制約による発電出力の抑制	5 需給バランス制約による発電出力の抑制	
5 高調波	6 不要解列の防止	6 不要解列の防止	V 需要者設備（低圧）
6 需給バランス制約による発電出力の抑制	7 保護装置の設置	7 保護装置の設置	1 力率
7 不要解列の防止	8 保護装置の設置場所	8 再閉路方式	2 保護装置の設置
8 保護装置の設置	9 解列箇所	9 保護装置の設置場所	
9 保護装置の設置場所	1 0 保護リレーの設置相数	1 0 解列箇所	VI 需要者設備（高圧）
1 0 解列箇所	1 1 自動負荷制限	1 1 保護リレーの設置相数	1 電気方式
1 1 保護リレーの設置相数	1 2 線路無電圧確認装置の設置	1 2 自動負荷制限・発電抑制	2 保護装置の設置5
1 2 接地方式	1 3 接地方式	1 3 線路無電圧確認装置の設置	3 連絡体制
1 3 直流流出防止変圧器の設置	1 4 直流流出防止変圧器の設置	1 4 発電機運転制御装置の付加	4 電力品質に関する対策
1 4 電圧変動対策	1 5 電圧変動対策	1 5 中性点接地装置の付加と電磁誘導障害防止対策の実施	
1 5 短絡容量	1 6 短絡容量	1 6 直流流出防止変圧器の設置	VII 需要者設備（特別高圧）
1 6 過電流引き外し素子を有する遮断器の設置	1 7 発電機定数・諸元	1 7 電圧変動対策	1 電気方式
1 7 サイバーセキュリティ対策	1 8 昇圧用変圧器	1 8 出力変動対策	2 保護装置の設置
1 8 電力品質に関する対策	1 9 連絡体制	1 9 短絡・地絡電流対策	3 中性点接地装置の付加
1 9 発電機諸元	2 0 バンク逆潮流の制限	2 0 発電機定数・諸元	4 連絡体制
	2 1 サイバーセキュリティ対策	2 1 昇圧用変圧器	5 電力品質に関する対策
	2 2 電力品質に関する対策		

(参考) 東京電力パワーグリッド 系統連系技術要件 高圧 (抄)

- ・ 高圧配電線との連系においては、低圧需要家の電圧を適正值に保つために、発電設備等の設置者に向けて、常時及び瞬時の電圧変動対策を求めている。

15 電圧変動対策

(1) 常時電圧変動対策

連系する系統における低圧需要家の電圧を適正值（標準電圧 100V に対しては $101 \pm 6V$ 、標準電圧 200V に対しては $202 \pm 20V$ ）以内に維持する必要があるため、発電設備等の解列による電圧低下や逆潮流による系統の電圧上昇等により適正值を逸脱するおそれがあるときは、次に示す電圧変動対策を行っていただきます。なお、これにより対応できない場合には、配電線新設による負荷分割等の配電線増強や専用線による連系を行うなどの対策を行います。

- a 発電設備等の脱落等により低圧需要家の電圧が適正值を逸脱するおそれがあるときには、自動的に負荷を制限すること。
- b 発電設備等の逆潮流により低圧需要家の電圧が適正值を逸脱するおそれがあるときには、自動的に電圧を調整すること。

なお、自動的に電圧を調整する対策等とは、発電設備等の進相運転、力率改善用コンデンサの制御、パワーコンディショナー（PCS）の力率一定制御あるいは SVC などによる対策であること。

(2) 瞬時電圧変動対策

発電設備等の並解列時の瞬時電圧変動は常時電圧の 10%以内とし、次に示す対策を行なっていただきます。

- a 同期発電機の場合は、制動巻線付きのもの（制動巻線を有しているものと同等以上の乱調防止効果を有する制動巻線付きでない同期発電機を含む。）とするとともに自動同期検定装置を設置すること。
- b 二次励磁制御巻線形誘導発電機の場合は、自動同期検定機能を有するものを用いること。
- c 誘導発電機の場合で、並列時の瞬時電圧低下により系統の電圧が常時電圧から 10%を超えて逸脱するおそれがあるときは、限流リアクトル等を設置すること。なお、これにより対応できない場合には、同期発電機を用いる等の対策を行うこと。
- d 自励式の逆変換装置を用いた発電設備等の場合は、自動的に同期する機能を有するものを用いること。
- e 他励式の逆変換装置を用いた発電設備等の場合で、並列時の瞬時電圧低下により系統の電圧が常時電圧から 10%を超えて逸脱するおそれがあるときは、限流リアクトル等を設置すること。
- f 発電設備等の出力変動や頻繁な並解列が問題となる場合は、出力変動の抑制や並解列の頻度を低減する対策を行うこと。
- g 連系用変圧器加圧時の励磁突入電流による瞬時電圧低下により、系統の電圧が常時電圧から 10%を超えて逸脱するおそれがあるときは、その抑制対策を実施すること。

(3) 電圧フリッカ対策

発電設備等を設置する場合は、発電設備等の頻繁な並解列や出力変動、単独運転検出機能（能動方式）による電圧フリッカにより適正值を逸脱するおそれがあるときは、次に示す電圧フリッカ対策などを行っていただきます。

- a 風力発電設備等の頻繁な並解列により電圧フリッカが適正值を逸脱するおそれがあるときには、SVC などの設置やサイリスタ等によるソフトスタート機能を有する装置の設置、配電線の太線化などによる系統インピーダンスの低減などの対策を行うこと。なお、これにより対応できない場合には、配電線の増強などを行うか、専用線による連系とする。
- b 風力発電設備等の出力変動により電圧フリッカが適正值を逸脱するおそれがあるときには、SVC などの設置や配電線の太線化などによる系統インピーダンスの低減などの対策を行うこと。なお、これにより対応できない場合には、配電線の増強などを行うか、専用線による連系とする。
- c 単独運転検出機能（能動方式）による電圧フリッカにより適正值を逸脱するおそれがあるときは、系統や当該発電設備等設置者以外の者への悪影響がない範囲の能動信号の変動量や正帰還ゲインの大きさとして、将来の系統状況の変化や発電設備等の連系量増加などによって、配電線に注入する無効電力の注入量が過剰となり、連系当初は発振しない発電設備等も含め無効電力が発振し電圧フリッカが発生することがあるため、能動信号の変動量や正帰還ゲインの大きさを変更できる機構としておくこと。

また、単独運転検出機能（能動方式）による電圧フリッカにより、系統運用に支障が発生した場合又は発生するおそれがある場合には、発電設備等設置者は当社と協議のうえ、単独運転検出に影響の無い範囲で、能動信号の変動量や正帰還ゲインの大きさの変更などにより、配電線に注入する無効電力の注入量を低減するなどの対策を講じていただきます。なお、ソフトウェア改修不可などで対応できない場合については、機器取替や対応時期などを含めて個別に協議させていただきます。

【対策要否の判定基準例】

受電点における電圧フリッカレベル（ ΔV_{10} ）を 0.45V 以下（当該設備のみの場合は、0.23V 以下）に維持する。

電圧起因による系統の安定運用への影響について

電圧起因による系統の安定運用への影響について

- 再エネ発電事業者や需要家等の系統利用者に対して系統連系時に求めている各種電圧変動対策や、再エネ発電設備の導入促進に伴う発電潮流の増加によって、近年、系統の安定運用に影響が出ている。
- なお、本年4月に発生したイベリア半島大規模停電も、送電網における系統電圧の上昇や、無効電力を吸収できなかったこと等による電圧調整・制御の不備が原因とされている。

電力品質（電圧）に対して発生している問題

事象	①基幹系統の電圧上昇（超過）	②ローカル系統の電圧安定性の低下	③電圧フリッカ（電圧変動）
原因	高圧系統における自動力率調整無しの高圧需要家の力率改善用コンデンサ（SC）による<u>進み無効電力の増加</u>	遅れ力率で運転する太陽光発電の大量連系による<u>遅れ無効電力の増加に伴う電圧低下</u>	太陽光発電PCSの機能の1つである単独運転検出機能による<u>周期的な無効電力の増加</u>
影響	<u>電圧上昇による発電機の連鎖脱落</u> <u>系統設備の損壊</u>	N-1事故発生時の<u>広域停電（電圧崩壊）</u>	<u>照明のチラツキ</u> <u>設備の停止</u>
現対応策	<一般送配電事業者側> <u>送電線の運用停止</u> <u>分路リアクトル（ShR）の増設</u> <系統利用者側> <u>発電機の電圧調整</u> <u>需要家の投入SC量の適正化</u>	<一般送配電事業者側> <u>系統の運用容量見直し（見直しに伴う制御可能量の確保）</u> <系統利用者側> <u>新設太陽光発電の力率見直し</u> <u>需要家の投入SC量の適正化</u>	<一般送配電事業者側> - 系統構成の見直し、電圧観測等 <系統利用者側> <u>既設太陽光発電PCSの設定適正化</u> <u>フリッカ対策仕様のPCS設置</u>

事業者からの報告

事業者からの報告

- **イベリア半島大規模停電の概要**

資料 1 - 2 イベリア半島における大規模停電の要因と示唆（電力中央研究所）

- **国内の電圧に関する事象①基幹系統の電圧上昇（超過）**

資料 1 - 3 適正な系統電圧維持に向けた取り組みについて（中部電力パワーグリッド）

- **国内の電圧に関する事象②ローカル系統の電圧安定性の低下・③電圧フリッカ（電圧変動）**

資料 1 - 4 系統電圧対策としての再エネ出力制御等（東京電力パワーグリッド）

イベリア半島大停電について（資料 1 – 2 概要）

- 2025年4月28日12時30分過ぎ（現地時間）、スペインやポルトガルを含むイベリア半島全域で大規模停電が発生（復旧は翌日29日）。
- 大停電に至るまでの流れとしては以下のとおり。
 - ① 12:30まで 広域的な系統動揺が複数回発生 ⇒ 電圧が上昇
 - ② 12:33:17まで 電源脱落が3度発生 ⇒ 電圧が上昇すると同時に周波数が低下
 - ③ 12:33:24まで 更なる電源脱落が発生
 - ④ 大規模停電の発生
- 同年6月17日付けで公表されたスペイン政府の公式調査では、停電の第一要因として、適切な電圧制御ができなかったことによる送電網における系統電圧の上昇と、それに対する発電所の調整能力の低下・不足（連鎖的な電源等の停止）が原因であったことが報告されている。

国内の電圧に関する事象①基幹系統の電圧上昇（資料1－3概要）

- 各一般送配電事業者の至近5力年の軽負荷期（GW）の基幹系統の電圧実績を調査した結果、3事業者のエリアにおいて絶縁設計時に想定している最高許容電圧を一時的に超過している事実が判明。さらに、この事象を踏まえた調査によって、殆どの事業者のエリアにおいて、高圧系統からの進み無効電力の流入増加によって上位系統である基幹系統の電圧が上昇する傾向にあることが判明。
- この要因として、再エネ等の分散型エネルギーリソース（DER）の導入に伴う潮流量減少による無効電力消費の減少等が挙げられる。また、もう一つの要因としては、力率割引制度という制度的な背景から、需要家が設置している自動力率調整装置無しの力率改善用コンデンサ（SC）の過剰投入（設備の停止時や非稼働時の投入）による無効電力の増加が生じていることによるものと推察されている。
- このため、一般送配電事業者において、電圧を下げる調整機器である分路リアクトル（ShR）の増設といった設備対策や、送電線停止などの運用対策により電圧制御を実施している。さらに、需要家に対し、設備稼働率等に応じた適切なSC量の設定を依頼するとともに、余剰SCの開放協議を実施している。

国内の電圧に関する事象②ローカル系統の電圧安定性の低下（資料1－4概要）

- 一方、東京エリアにおいては、配電系統における無効電力消費の増加によって、上位系統であるローカル系統の電圧安定性が低下する傾向にあることが判明。
- 要因として、太陽光発電設備の導入促進のため、配電系統に太陽光発電設備を連系する際に、電圧上昇抑制対策として、設置者負担による自動電圧調整器（SVR）等の設置等に代えて、力率100%（電圧調整なし）から遅れ力率（電圧低下調整あり）での連系を依頼したことによるものと推察されている。
- このため、一般送配電事業者において、系統安定性の確保のために、ローカル系統の運用容量見直し（熱容量から電圧安定性に変更）を進める一方、新設の太陽光発電事業者に対して遅れ力率（電圧低下調整あり）の見直しの協議を11月から実施している。
- なお、ローカル系統の運用容量見直しに伴い運用容量が低下する場合、当該系統の区域では「ローカル系統混雑時の出力制御ルール」に基づく出力制御では出力制御に必要な量が不足し、新たな電源抑制が必要となる可能性が示唆されている。

国内の電圧に関する事象③電圧フリッカ（電圧変動）（資料１－４概要）

- 太陽光発電の導入量が大きいエリアでは、太陽光発電用パワーコンディショナー（PCS）の単独運転検出機能※によって系統に流入する無効電力の影響によって、全国的に電圧フリッカが発生。近年、東京エリアの一部地域では、軽負荷期（GW）において配電系統のみならず、特高系統を介して広域範囲で発生する傾向にある。
※ 単独運転（発電等設備が連系している系統が、事故等によって系統電源と切り離された状態において、連系している発電等設備の運転だけで発電又は放電を継続し、線路負荷に電力供給している状態）を防止するため、電線路に無効電力を注入することで、停電の際に電力を供給していることを検出し、発電等設備を電線路から高速に切り離す保護機能
- これに対し、一般送配電事業者において、太陽光発電事業者に対して既設のPCSの設定変更の協力を依頼してきた。なお、国も2023年3月に発電事業者に対して設定変更の協力を呼び掛けている。

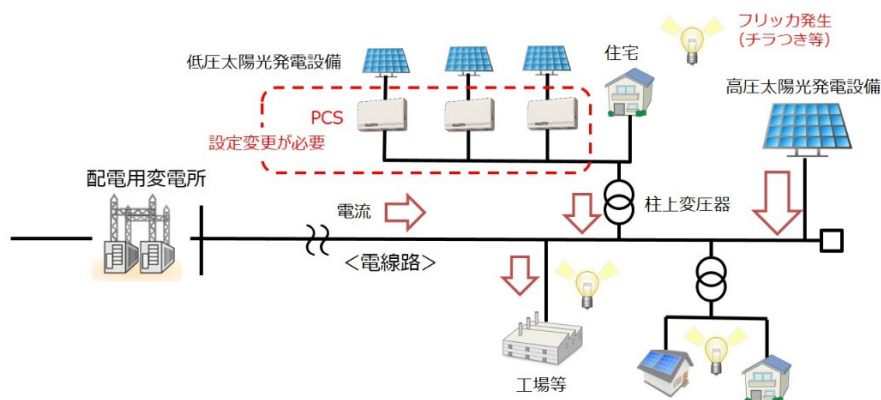
太陽光発電用パワーコンディショナー(PCS)の設定によるもの

最近の電圧フリッカ（照明のちらつきなど）の原因の1つである太陽光発電用パワーコンディショナー(PCS)の機能（電線路が停電時に発電機を電線路から切り離す機能）の設定について、当社は、電圧フリッカ（照明のちらつきなど）の抑制を目的として太陽光発電事業者さまに、設定変更のご協力をお願いさせていただきたくております。

※ 太陽光発電用パワーコンディショナー(PCS)

・太陽光パネルで発電した直流電力を交流電力に変換します。

・また、電線路の停電または発電設備の故障を検出し、電線路から太陽光発電設備等を切り離し、安全を確保いたします。



発電事業者や需要家などの電力系統を利用する皆さま

2022年10月に取りまとめられた「再生可能エネルギー発電設備の適正な導入及び管理のあり方に関する検討会提言」や第44回電力・ガス基本政策小委員会系統ワーキンググループの審議のとおり、系統の工事・保全・運用面の観点から、工事や運用面の課題における、連系工事の計画変更の多発、機器の誤操作、作業時間帯の協力については、一般送配電事業者のみならず、関係行政機関も連携し、託送供給等約款等に基づいた適切な運用を徹底していくことが重要です。

このため、発電事業者や需要家などの電力系統を利用する皆さま（以下「系統利用者」といいます。）におかれては、下記について御協力をお願いします。

5. 電気の電圧及び電力品質を維持するために必要な協力について

再生可能エネルギー発電比率が高い昼間帯に電圧フリッカと呼ばれる「照明がちらつく現象」が確認され、他者に影響を及ぼすおそれがある場合、フリッカ発生抑制のため、一般送配電事業者より太陽光PCSの設定変更など、対象となる設備を有する発電事業者に対して協力を求めています。託送供給等約款等において記されているように、PCSに関する調査及び対策等の協力を求められた際にはこれに協力する義務がありますので、適切な対応をお願いします。

（審議） 電圧に起因した系統の安定運用に対する 当面の対応の方向性

(審議) 電圧に起因した系統の安定運用に対する当面の対応の方向性

- 報告のとおり、発電事業者や需要家等の系統利用者に対して系統連系時に求めている各種電圧変動対策等が、現在の系統状況に副次的に悪影響を及ぼしている。
- 電圧等の電力品質を確保することは電気の安定供給を支えるための基盤の1つであるため、系統の安定運用を継続するためにも引き続き確実に確保していくことが重要である。
- このため、一般送配電事業者においては、設備対策（ShR増設、同期フェーザ計測装置（PMU）の導入等）や運用対策（送電線の運用停止等）の他、系統利用者への協力依頼（発電事業者の電圧調整、既設太陽光発電用PCSの単独運転検出機能の設定変更、余剰SCの開放等）を行い、電力品質を維持しているところ。
- 次期の軽負荷期（来年度GW）の系統の安定運用に向け、系統利用者に対して①②の対応を求めているかどうか。また、一般送配電事業者に対して上記の対策を引き続き行っていただくとともに③の対応を求めているかどうか。

系統利用者向け

- ① PCS設定変更等に関する既設太陽光発電事業者への再周知
- ② 投入SC量適正化に向けた需要家への過剰SCの開放協力依頼

一般送配電事業者向け

- ③ 系統の安定運用を目的とした運用容量の見直しと出力制御の両立

(参考) 過去の周知（系統利用者への運用改善の協力について）

- 2023年2月開催の第44回系統WGにおいて、系統利用者における運用上の様々な課題が示され、社会コストの増加につながっている実態を把握。このため、資源エネルギー庁から系統利用者に対し、**託送供給等約款に沿った運用の徹底等について「系統利用者への運用改善の協力について」として協力要請の通知文を2023年3月に発出**（前回系統WGを踏まえ一部修正）している。

系統利用者への運用改善の協力について

発電事業者や需要家などの電力系統を利用する皆さま

2022年10月に取りまとめられた「再生可能エネルギー発電設備の適正な導入及び管理のあり方に関する検討会提言」や第44回電力・ガス基本政策小委員会系統ワーキンググループの審議のとおり、系統の工事・保全・運用面の観点から、工事や運用面の課題における、連系工事の計画変更の多発、機器の誤操作、作業時間帯の協力については、一般送配電事業者のみならず、関係行政機関も連携し、託送供給等約款等に基づいた適切な運用を徹底していくことが重要です。

このため、発電事業者や需要家などの電力系統を利用する皆さま（以下「系統利用者」といいます。）におかれては、下記について御協力をお願いします。

5. 電気の電圧及び電力品質を維持するために必要な協力について

再生可能エネルギー発電比率が高い昼間帯に電圧フリッカと呼ばれる「照明がちらつく現象」が確認され、他者に影響を及ぼすおそれがある場合、フリッカ発生抑制のため、一般送配電事業者より太陽光PCSの設定変更など、対象となる設備を有する発電事業者に対して協力を求めています。託送供給等約款等において記されているように、PCSに関する調査及び対策等の協力を求められた際にはこれに協力する義務がありますので、適切な対応をお願いします。

次期軽負荷期に向けた系統利用者への周知について

- この「系統利用者への運用改善の協力について」の「5. 電気の電圧及び電力品質を維持するために必要な協力について」に、太陽光発電設備のPCSにおける単独運転検出機能の設定変更※や依頼に基づく解列対応等を着実に実施していただくため、赤の下線箇所のように修正・追記を行い、発電事業者に向けて改めて周知をしてはどうか。
※ 単独運転検出（能動方式）機能による周期的な無効電力注入の無効化または低減
- また、SC開放の協議等に対して着実に対応していただくため、青の下線箇所のように追記を行い、需要家に向けて周知をしてはどうか。

見直し案	現行
5. 電気の電圧及び電力品質を維持するために必要な協力について 再生可能エネルギー発電比率が高い昼間帯に電圧フリッカと呼ばれる「照明がちらつく現象」が確認され、他者に影響を及ぼすおそれがある場合、フリッカ発生抑制のため、一般送配電事業者から太陽光PCSの設定変更など、対象となる設備を有する発電事業者に対して協力を求めています。<u>また、需要家の自動力率調整装置を設置していない力率改善用コンデンサ（SC）から余剰な無効電力が系統に流入することで、基幹系統の電圧が上昇傾向にあることが近年確認されております。</u> <u>このため、該当する発電事業者や需要家におかれては、託送供給等約款等のとおり、一般送配電事業者から太陽光PCSに関する調査の他、対策等の協力を求められた際にはこれに協力する義務がありますので、適切な対応をお願いします。また、一般送配電事業者から解列やSC開放等の依頼を受けた発電事業者や需要家におかれては、当該依頼に協力するようお願いいたします。</u> <u>なお、太陽光PCSの設定変更（単独運転検出（能動方式）機能による周期的な無効電力注入の無効化または低減）に応じただけでない場合、託送供給等約款等に基づき、契約解除に至る可能性があります。</u>	5. 電気の電圧及び電力品質を維持するために必要な協力について 再生可能エネルギー発電比率が高い昼間帯に電圧フリッカと呼ばれる「照明がちらつく現象」が確認され、他者に影響を及ぼすおそれがある場合、フリッカ発生抑制のため、一般送配電事業者より太陽光PCSの設定変更など、対象となる設備を有する発電事業者に対して協力を求めています。<u>託送供給等約款等において記されているように、PCSに関する調査及び対策等の協力を求められた際にはこれに協力する義務がありますので、適切な対応をお願いします。</u>

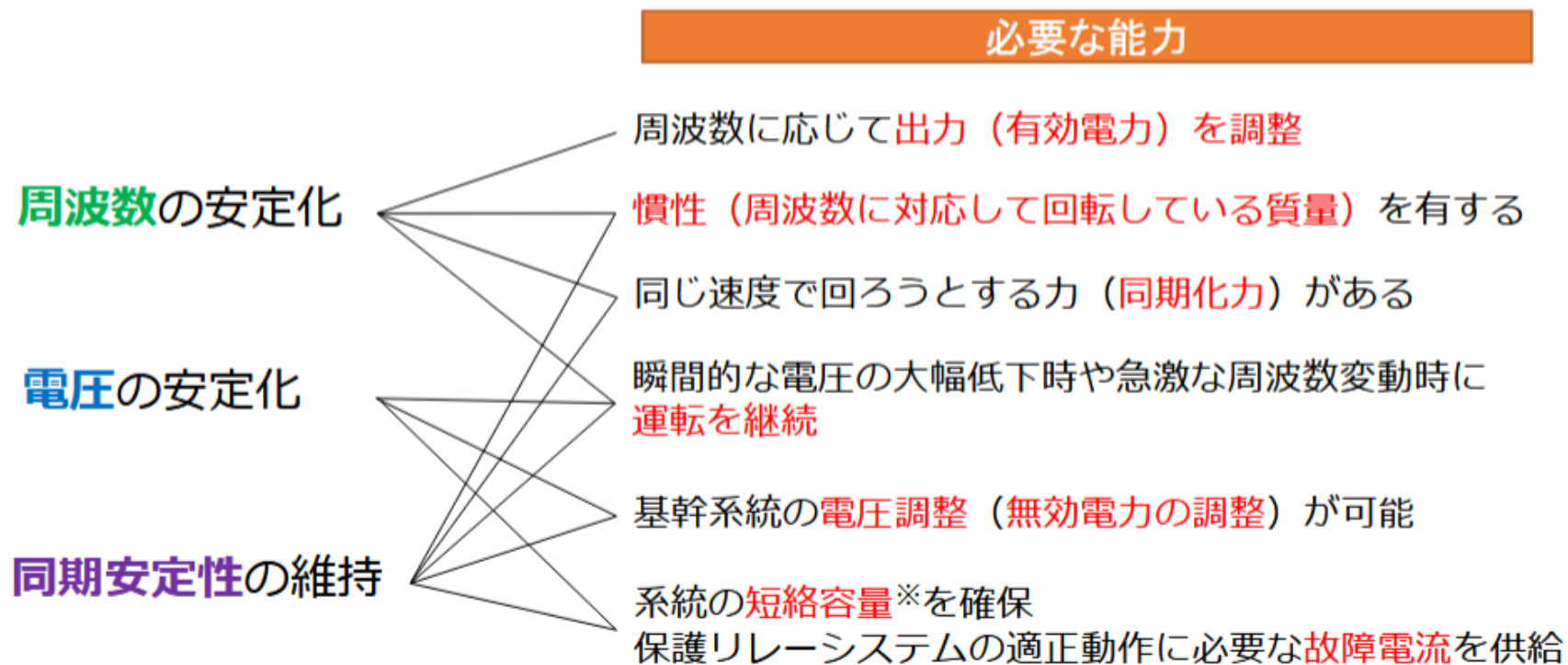
③ 系統の安定運用を目的とした運用容量の見直しと出力制御の両立

- 電力設備（送電線）に対する運用容量（限界潮流値）は、4つの制約要因（熱容量、同期安定性、電圧安定性及び周波数維持）を満たす値から設定され、地内系統の多くは「熱容量」が採用されている。
- しかしながら、今回の報告事例のように「電圧安定性」に起因した送電限界が「熱容量」より厳しい系統については、電圧崩壊を防ぐためにも、系統状況を踏まえて運用容量の設定根拠を「熱容量」ではなく「電圧安定性」として見直す必要があるが、運用容量の見直しによって現行の運用容量から低下した場合には、系統制約による再エネの出力制御が発生する可能性がある。
- 一方、再エネの出力制御は、社会的コスト全体を抑制しつつ、再エネの最大限の導入を進める上で必要なものであるが、制御量は可能な限り低減させる必要がある。
- 一般送配電事業者には、系統の安定運用と出力制御の低減（社会経済性の確保）を両立させる形で引き続き適切に取り組むよう求めているかどうか。

參考資料

(参考) 電力システムの安定性維持に必要な能力

- 電力システムの安定性（周波数・電圧・同期安定性等）を維持するためには、様々な能力が必要であり、現状では、主に大容量の同期電源（火力発電機等）が保有・提供している。

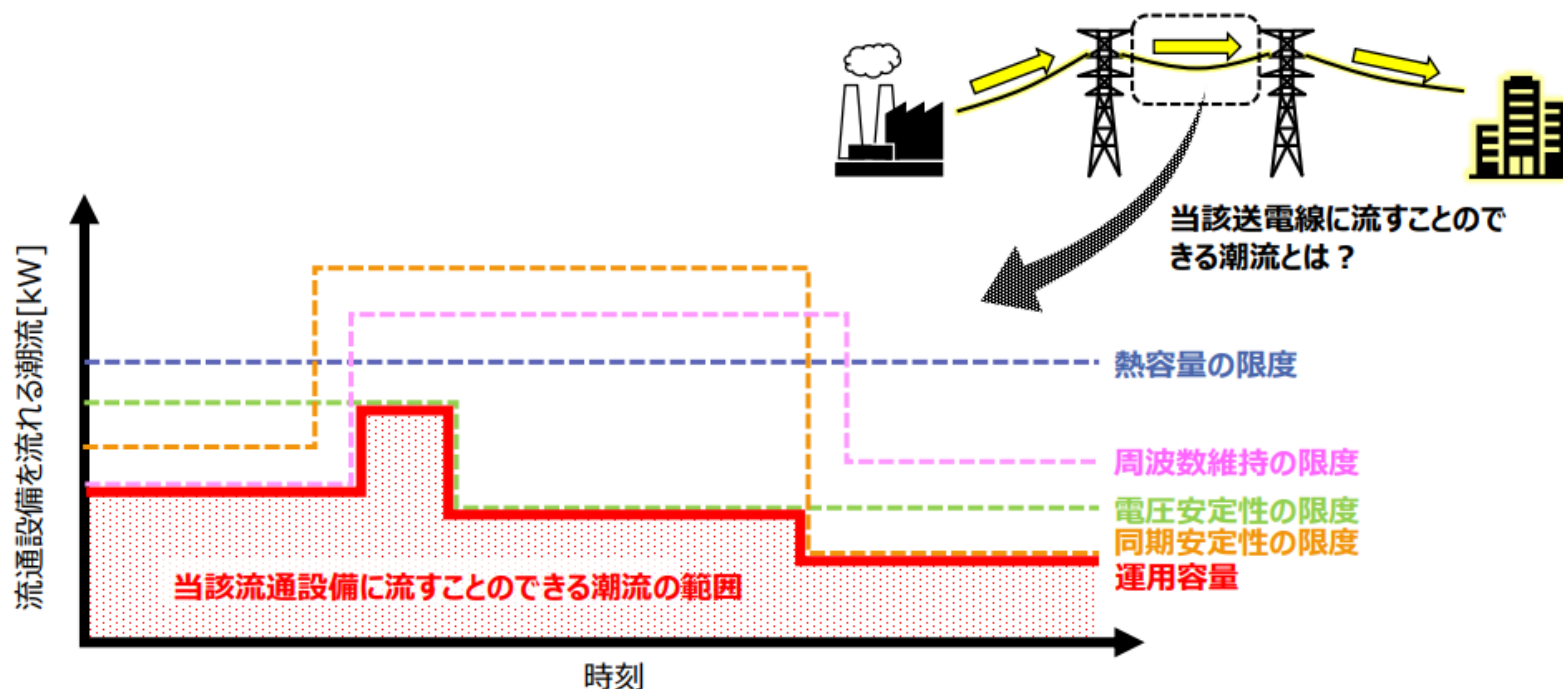


※ 短絡容量の確保は、現在の再エネ等で使用されているインバータの安定な動作に重要

(参考) 用語の解説 送電線等の運用容量の制約要因

- 電力設備に対する運用容量（限界潮流値）には、4つの制約要因（熱容量、同期安定性、電圧安定性及び周波数維持）がある。

- 発電所等で発電された電力（以下、潮流）は、電力系統を介して、需要家（以下、負荷）へ送電される。
- 広域機関や一般送配電事業者では、通常想定し得る故障が発生した場合においても、電力系統を安定的に運用する（設備故障時にも供給・発電支障や設備寿命への影響を最小限に留める）ために、熱容量、同期安定性、電圧安定性、周波数維持それぞれの制約要因をすべて満たす限界潮流値を運用容量として定めている。



(参考) 地内系統の送電線の運用容量の制約要因

各地内系統の制約概要

21

- 制約要因一覧対象箇所は送電線516線路、フェンス21箇所、変圧器92箇所であり、それぞれの調査※を行った。
- 【送電線・フェンスについて】
- 決定要因の97.1%は熱容量等であり、同期安定性が1.7%、電圧安定性が1%、周波数維持は0.2%であった。
 - 電制考慮も、電制対象電源の出力によって、同期安定性・電圧安定性が決定要因となっている箇所もあった。
 - 周波数維持制約は基本的には負荷制御等に対応可能という理由で制約値を設けていない箇所が多いが、系統安定化装置未設置（今後導入予定）の線路で周波数維持となっている箇所があった。
- 【変圧器について】
- 決定要因はほぼ熱容量等であるが、同期安定性が決定要因となっている箇所（電制により緩和）と、他の送電線ルート断時に生じる過電圧により決定している箇所があった。

※ 逆向き潮流となる蓋然性が低い等の理由から省略している箇所を除く。

