

フェーズ1技術要件の振り返り結果を 踏まえた対応について

2025年6月25日
電力広域的運営推進機関

【本資料の要旨】

- フェーズ1で審議を行った技術要件については2023年4月に系統連系技術要件に適用され、一定期間が経過した。
- フェーズ1適用後も、さらなる再エネ導入拡大に向けた技術要件の検討や他審議会での審議結果の反映を行ってきているところである。
- 今回、改めてフェーズ1の実施状況を振り返るとともに、フェーズ1で新たに適用した技術要件を含め、発電設備等の接続検討の際に、関係者の認識の違いが生じないように、系統連系技術要件での記載を明確化することが望ましい項目を整理したので、ご意見をいただきたい。

- 2020年9月グリッドコード検討会発足以降、短期的な検討項目（フェーズ1）として、以下の観点から再エネ導入拡大に伴い早急に要件化が望まれる技術要件を対象に審議を実施。
 - 再エネの出力制御など再エネ導入拡大に対しマイナスとなりうる事象の緩和につながるもの
 - 電圧フリッカなど顕在化した事象の拡大回避のため早急な要件化が必要なもの
 - 機能、性能の面から早急に発電側で具備したほうが、電力の安定供給に貢献すると考えられるもの
 - 他の規程との関係から系統連系技術要件での明確化が必要なもの
- 審議結果については2023年4月※に系統連系技術要件へ適用。 ※一部の技術要件は2025年4月適用

【フェーズ1対象の個別技術要件】

課題分類	個別技術要件	対象電源種	対象電圧階級
適切な出力制御	発電出力の抑制	太陽光・風力	全電圧
	発電出力の遠隔制御		
需給・周波数変動への対応	発電設備の制御応答性	火力*1	特別高圧
	周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度		
	発電設備所内単独運転	火力*2	
	発電設備の運転可能周波数	全電源種	全電圧
	発電設備の並列時許容周波数		
	単独運転防止対策		
	事故時運転継続	コジェネ・太陽光・風力・燃料電池・蓄電池	
自動負荷制御・発電抑制（蓄電設備制御）	蓄電池	特別高圧	
電圧変動への対応	電圧・無効電力制御	全電源種	特別高圧
	運転可能電圧範囲と継続時間		全電圧
	電圧フリッカの防止		
電圧変動対策(力率設定)	コジェネ・太陽光・風力・燃料電池・蓄電池	高低圧	
同期安定度への対応	事故除去対策(保護継電器・遮断器動作時間)	全電源種	特別高圧
その他	情報提供	全電源種	全電圧

個別技術要件の太字は、フェーズ1要件化後に、要件内容見直し（対象電源の拡大等）をしたもの（詳細はスライド11に記載）。

*1：火力(100MW以上、沖縄35MW以上) *2：GTCC（発電所単位で400MW以上）

- フェーズ1の技術要件適用以降の発電設備等の連系希望事業者からの**接続検討数は、特高で4千件程度、高圧で1万3千件程度**である。このなかで、**連系希望事業者からのフェーズ1技術要件に関する問い合わせは僅か**となっており、事業者の認識は凶られているものと考えられる。
- 一方で、一部の発電事業者からの問合せや接続検討を担務する一般送配電事業者からの意見などを踏まえると、**現在の系統連系技術要件では認識に違いが出てくるおそれがある記載箇所もある**ことが確認できた。
- 発電設備等の接続検討の際に、**関係者の認識の違いが生じないように、系統連系技術要件および関連規程の明確化に向けた記載内容の見直しを検討した**ので、ご確認いただきたい。

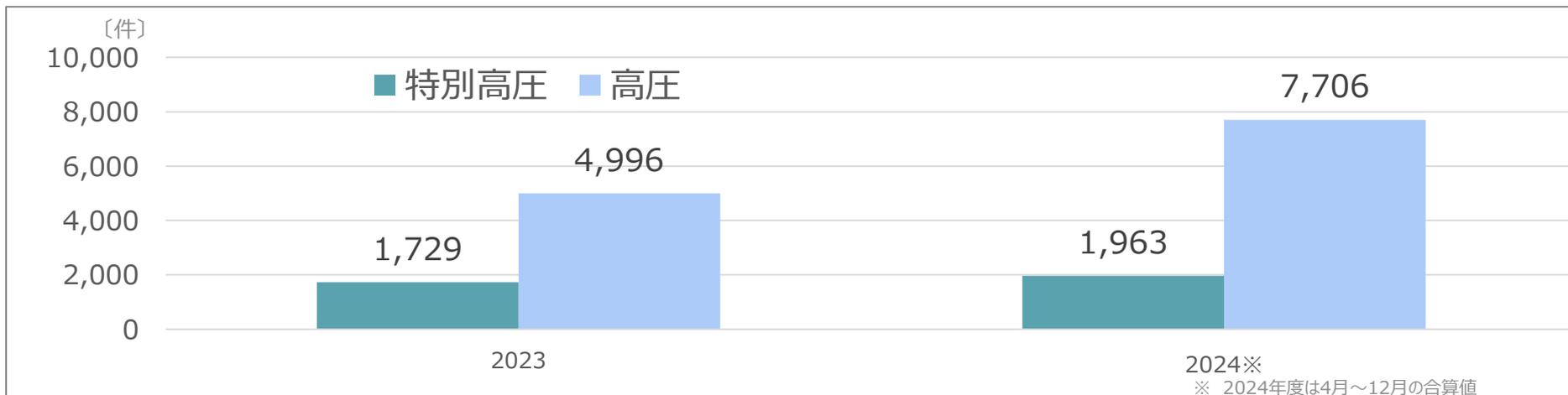


図. 2023年度以降の接続検討申込の受付件数

3. 系統連系技術要件の更なる認識向上に向けた対応 《常時および瞬時の電圧変動対策》系統連系技術要件の明確化

【常時および瞬時の電圧変動対策】

- 特別高圧の常時電圧変動対策について、現行の系統連系技術要件では「**発電設備等の連系による電圧変動は、常時電圧の概ね $\pm 1\sim 2\%$ 以内を適正值とする**」との記載があるが、**適正範囲に維持する電圧変動率は、新たに連系する発電設備等の連系点での評価となるのか、連系する系統全体での評価となるのか**が明確になっていない。（瞬時電圧変動対策も同様の状況。）
- 一方で、系統品質維持の観点においては、電圧変動の起因者の連系点のみならず、同一系統に連系する他の需要家、発電設備等への影響を踏まえた評価が必要となる。
- そのため、**適正範囲に維持する電圧変動率は連系する系統全体**に対してであることが分かる記載へ変更することとしたい。
- なお、上記変更に伴い、新たに連系する発電設備等に「系統全体の電圧調整」を求めているとの誤解が生じないように、当該発電設備等に求めるのは電圧調整をするために必要な装置の設置等の対策であることが分かる記載へ併せて変更することとしたい。
- 発電設備等が新たに系統連系する場合の電圧変動の具体的な検討内容の例は次スライド。

■ 系統連系技術要件の修正案（新旧対照表）

※今回の修正は表現の修正であり、技術的対応を変えるものではない。

現行記載	修正案※（要件内容の明確化）
<p>1 8 電圧変動対策〔特別高圧〕</p> <p>(1) 常時電圧変動対策 発電設備等の連系による電圧変動は、常時電圧の概ね$\pm 1\sim 2\%$以内を適正值とし、この範囲を逸脱しないよう、自動電圧調整装置（AVR）の設置等により、自動的に電圧を調整していただきます。</p> <p>(2) 瞬時電圧変動対策 発電設備等の並解列時において、瞬時的に発生する電圧変動に対しても、常時電圧の$\pm 2\%$を目安に適正な範囲内に瞬時電圧変動を抑制していただきます。</p> <p>a 同期発電機を用いる場合は、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みます。）とするとともに自動同期検定装置を設置すること。</p> <p>b 二次励磁制御巻線型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こと。（後略）</p>	<p>1 8 電圧変動対策〔特別高圧〕</p> <p>(1) 常時電圧変動対策 発電設備等の連系による系統の電圧変動は、常時電圧の概ね$\pm 1\sim 2\%$以内を適正值とし、この範囲を逸脱しないようにするため、自動電圧調整装置（AVR）の設置等の対策を行ってにより、自動的に電圧を調整していただきます。</p> <p>(2) 瞬時電圧変動対策 発電設備等の並解列時において、瞬時的に発生する系統の電圧変動に対しても、常時電圧の$\pm 2\%$を目安に適正な範囲内に瞬時電圧変動を抑制するために必要となる次に示す対策を行ってもさせていただきます。</p> <p>a 同期発電機を用いる場合は、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みます。）とするとともに自動同期検定装置を設置すること。</p> <p>b 二次励磁制御巻線型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こと。（後略）</p>

3. 系統連系技術要件の更なる認識向上に向けた対応 《常時および瞬時の電圧変動対策》他の規程類への対応

- 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン（資源エネルギー庁）についても、以下のとおり記載を統一することが望ましい。

※今回の修正は表現の修正であり、技術的対応を変えるものではない。

現行記載	修正案※（要件内容の明確化）
<p>第2章 連系に必要な技術要件 第5節 特別高圧電線路との連系 4. 電圧変動・出力変動 （1）常時電圧変動対策 電圧階級、負荷の軽重、負荷の力率、系統の線路定数、系統側の短絡容量、系統運用等の要因により、連系しようとする電線路個別の条件によって電圧変動の程度は変化するが、特別高圧電線路への連系においては、発電等設備の連系による電圧変動は、常時電圧の概ね±1～2%以内を適正值とし、この範囲を逸脱するおそれがある場合には、発電等設備設置者において自動的に電圧を調整するものとする。</p> <p>（2）瞬時電圧変動対策 発電等設備の並解列時において、瞬時的に発生する電圧変動に対しても、常時電圧の±2%を目安に適正な範囲内に発電等設備設置者においてこの瞬時電圧変動を抑制するものとする。</p> <p>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。（後略）</p>	<p>4. 電圧変動・出力変動 （1）常時電圧変動対策 電圧階級、負荷の軽重、負荷の力率、系統の線路定数、系統側の短絡容量、系統運用等の要因により、連系しようとする電線路個別の条件によって電圧変動の程度は変化するが、特別高圧電線路への連系においては、発電等設備の連系による系統の電圧変動は、常時電圧の概ね±1～2%以内を適正值とし、この範囲を逸脱するおそれがある場合には、発電等設備設置者において自動的に電圧を調整、自動電圧調整装置等を設置するものとする。</p> <p>（2）瞬時電圧変動対策 発電等設備の並解列時において、瞬時的に発生する系統の電圧変動に対しても、常時電圧の±2%を目安に適正な範囲内に発電等設備設置者においてこの瞬時電圧変動を抑制するものとする。具体的には、次に示す対策を行うものとする。</p> <p>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。（後略）</p>

3. 系統連系技術要件の更なる認識向上に向けた対応 《常時および瞬時の電圧変動対策》他の規程類への対応

- 系統連系規程（日本電気協会）についても、以下のとおり記載を統一することが望ましい。

※今回の修正は表現の修正であり、技術的対応を変えるものではない。

現行記載	修正案※（要件内容の明確化）
<p>第2章 第5節 特別高圧電線路との連系要件 5-2 電圧変動・出力変動 1. 常時電圧変動 特別高圧電線路の場合には、一般的に常時電圧変動が概ね$\pm 1\sim 2\%$以内に管理されているので、連系の場合においても常時電圧の変動としては、常時電圧の概ね$\pm 1\sim 2\%$以内の範囲とする。 (中略) 電圧変動は、電圧階級、負荷の大きさ、負荷の力率、系統の線路定数、系統側の母線容量、系統運用などの要因により連系しようとする電線路個別の条件によって変化する。したがって、この範囲を逸脱するおそれのある場合には、発電等設備設置者において、自動電圧調整装置等を設置するものとする。 なお、本項目は発電等設備脱落時の電圧変動を想定したものではない。</p> <p>2. 瞬時電圧変動 発電等設備の連系系統への並列時又は解列時において、瞬時的に発生する電圧変動についても系統運用上、適切な範囲内（常時電圧の$\pm 2\%$を目安）に抑制することとする。ここで、「\pm」とは、常時電圧から電圧上昇側、電圧低下側の両方向について、2%以内の電圧変動があることを示すものであり、瞬時電圧変動として4%（-2%から$+2\%$へ、又はその逆）を想定したものではない。 このため、発電等設備設置者において瞬時電圧変動を抑制する。具体的な対策としては、次のようなものがある。 (1) 同期発電機については、自動同期検定装置による並列を行うとともに同期発電機自体を制動巻線付きのもの（同等以上の制動効果のあるものを含む）とする。 (2) 二次励磁発電機については、自動的に同期が取れる機能を有するものを用いる。 (後略)</p>	<p>第2章 第5節 特別高圧電線路との連系要件 5-2 電圧変動・出力変動 1. 常時電圧変動 特別高圧電線路の場合には、一般的に系統の常時電圧変動が概ね$\pm 1\sim 2\%$以内に管理されているので、連系の場合においても常時電圧の変動としては、常時電圧の概ね$\pm 1\sim 2\%$以内の範囲とする。 (中略) 電圧変動は、電圧階級、負荷の大きさ、負荷の力率、系統の線路定数、系統側の母線容量、系統運用などの要因により連系しようとする電線路個別の条件によって変化する。したがって、この範囲を逸脱するおそれのある場合には、発電等設備設置者において、自動電圧調整装置等を設置するものとする。 なお、本項目は発電等設備脱落時の電圧変動を想定したものではない。</p> <p>2. 瞬時電圧変動 発電等設備の連系系統への並列時又は解列時において、瞬時的に発生する系統の電圧変動についても系統運用上、適切な範囲内（常時電圧の$\pm 2\%$を目安）に抑制することとする。ここで、「\pm」とは、常時電圧から電圧上昇側、電圧低下側の両方向について、2%以内の電圧変動があることを示すものであり、瞬時電圧変動として4%（-2%から$+2\%$へ、又はその逆）を想定したものではない。 このため、発電等設備設置者において瞬時電圧変動を抑制する。具体的な対策としては、次のようなものがある。 (1) 同期発電機については、自動同期検定装置による並列を行うとともに同期発電機自体を制動巻線付きのもの（同等以上の制動効果のあるものを含む）とする。 (2) 二次励磁発電機については、自動的に同期が取れる機能を有するものを用いる。 (後略)</p>

3. 系統連系技術要件の更なる認識向上に向けた対応 《電圧フリッカ対策》系統連系技術要件の明確化

【電圧フリッカ対策】

- 現行の系統連系技術要件では**低圧の電圧フリッカ対策**について「単独運転検出機能（能動的方式）による電圧フリッカにより適正値を逸脱するおそれがあるとき（新型能動的方式を具備する場合など）は、発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず**無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する機能**を有する装置の設置などの対策を行うこと」としており、**無効電力注入を一時的に停止している間の単独運転検出に関する扱いの記載がない。**
- 上記のような状態でも単独運転の検出は必要であり、現状のPCS仕様でも、無効電力の注入を一時的に停止している間に単独運転が発生しても、単独運転時に発生する高調波電圧急増により無効電力注入の停止を解除し、単独運転を検出し解列できるものとなっている。
- そのため、無効電力の注入を一時的に停止している際に単独運転発生の予兆を検知したときは、無効電力の注入を復帰し単独運転を検出することを追記することとしたい。

■ 系統連系技術要件の修正案（新旧対照表）

※今回の修正は表現の修正であり、技術的対応を変えるものではない。

現行記載	修正案※（要件内容の明確化）
<p>〔低圧〕</p> <p>1 6 電圧変動対策 （3）電圧フリッカ対策</p> <p>c 単独運転検出機能（能動的方式）による電圧フリッカにより適正値を逸脱するおそれがあるとき（新型能動的方式を具備する場合など）は、発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する機能を有する装置の設置などの対策を行うこと。</p> <p>（後略）</p>	<p>〔低圧〕</p> <p>1 6 電圧変動対策 （3）電圧フリッカ対策</p> <p>c 単独運転検出機能（能動的方式）による電圧フリッカにより適正値を逸脱するおそれがあるとき（新型能動的方式を具備する場合など）は、発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する機能を有する装置（無効電力の注入を一時的に停止している際に単独運転発生の予兆を検知したときは、無効電力の注入を復帰し単独運転を検出すること）の設置などの対策を行うこと。（後略）</p>

(参考) 電圧フリッカ防止のアルゴリズム

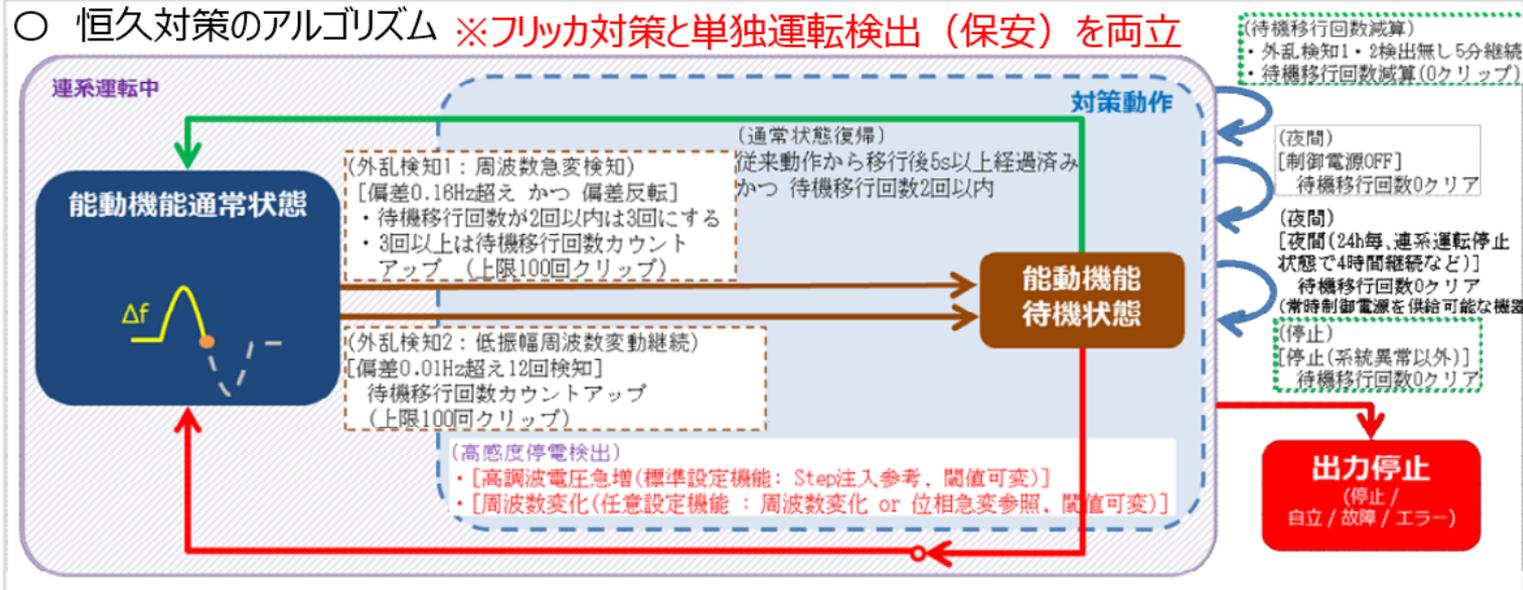
4. 詳細検討資料

③その他 (他会議体の検討資料)

【一般送配電事業者検討資料】

28

○ 恒久対策のアルゴリズム ※フリッカ対策と単独運転検出 (保安) を両立



(出典) JEMA JEM規格1498

「分散型電源用単相パワーコンディショナの標準形能動的単独運転検出方式 (ステップ注入付周波数フィードバック方式)」

- ・通常時(能動機能通常状態のとき)、周波数偏差に応じた無効電力を注入
- ・無効電力発振の予兆を検出したとき(外乱検知1 / 外乱検知2)、無効電力注入を0% (能動機能待機状態に遷移)

- ・単独運転の予兆を検出したとき (高感度停電検出)、偏差に応じた無効電力を注入 (能動機能通常状態に復帰)

(出典) 第6回グリッドコード検討会 (2021年6月30日) 資料9

3. 系統連系技術要件の更なる認識向上に向けた対応 《電圧フリッカ対策》他の規程類への対応

- 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン（資源エネルギー庁）については、新型能動的方式に関する具体的な記載がないため影響なし。
- 系統連系規程（日本電気協会）については、以下のとおり記載を統一することが望ましい。

※今回の修正は表現の修正であり、技術的対応を変えるものではない。

現行記載	修正案※（要件内容の明確化）
<p>第2章 連系に必要な設備対策 第2節 低圧配電線との連系要件 4. 単独運転防止対策 （2）逆潮流が有る場合の単独運転防止対策 b. 単独運転検出機能を有する装置の設置 イ. 能動的方式 （ア）ステップ注入付周波数フィードバック方式 本方式は、系統の周波数変化率から、さらに周波数変化を助長させるように急峻に無効電力を注入することにより、高速に単独運転の検出を行う方式である。 （中略） この無効電力の発振を抑制する対策として、発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する無効電力発振抑制機能を具備する必要がある。</p> <p>「図2-2-7 ステップ注入付周波数フィードバック方式」の注釈5 ※5：無効電力発振抑制機能（発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する機能）</p>	<p>4. 単独運転防止対策 （2）逆潮流が有る場合の単独運転防止対策 b. 単独運転検出機能を有する装置の設置 イ. 能動的方式 （ア）ステップ注入付周波数フィードバック方式 本方式は、系統の周波数変化率から、さらに周波数変化を助長させるように急峻に無効電力を注入することにより、高速に単独運転の検出を行う方式である。 （中略） この無効電力の発振を抑制する対策として、発生する電圧フリッカの電圧変動周期にかかわらず無効電力発振の予兆を検出して無効電力の注入を一時的に停止する無効電力発振抑制機能（無効電力の注入を一時的に停止している際に単独運転発生の予兆を検知したときは、無効電力の注入を復帰し単独運転を検出すること）を具備する必要がある。</p> <p>「図2-2-7 ステップ注入付周波数フィードバック方式」の注釈5 ※5の記載についても同様に、解釈の明確化することが望ましい。</p>

- フェーズ1で規定した技術要件については、これまで下表のような追加対応をしてきているが、系統状況の変化や技術要件の実効性などを鑑みながら、技術要件の明確化も含めて継続して振り返りを実施していく。

個別技術要件	対象電源種 対象電圧階級	その後の対応（太字：今後対応するもの）
発電出力の抑制	太陽光・風力 全電圧	【フェーズ2《対応済》】 再エネ出力制御の低減の更なる対策の方向性として、第46回系統WG（2023年5月29日）にて、火力等の最低出力引下げ（50%→30%）が議論されたため、その内容について要件化した。
発電設備の制御応答性	火力*1 特別高圧 *1：火力 （100MW以上、 沖縄35MW以上）	【フェーズ2《対応済》】 フェーズ1の検討のなかで、将来の再エネ導入拡大ケースの周波数シミュレーションにおいて周波数回復時に周波数振動の悪化が懸念されたため、要件化適用をいったん見送ったが、太陽光、風力については適用容量を限定することで周波数振動を抑えられることが分かったため、適用範囲に加えた。 【フェーズ2'】 蓄電池の制御応答性について検討予定。
周波数変動時の発電出力 一定維持・低下限度		【フェーズ2《対応済》】 再エネ電源導入拡大に伴い、大型火力が減少した断面においても、系統周波数の維持運用に支障が出ないよう、適用範囲を全電圧・全容量の火力・コージェネ*2へ拡大した。 *2：ガスタービン・ガスエンジンを採用した60MW未満のものを除く
事故時運転継続	コージェネ・太陽光・風力・ 燃料電池・蓄電池 全電圧	【フェーズ2'】 電力系統の機器（PCS等）が検出する周波数は、電圧波形を元に周波数及び電圧位相を演算する方式であり、系統事故時の電圧の乱れを周波数の変動と検出してしまうことがあり、現状の仕様ではこの周波数の変化や電圧位相の変化によってインバータ電源が運転停止する可能性があるため、フェーズ2'で対策を検討予定。
電圧・無効電力制御	全電源種 特別高圧	【フェーズ2《対応済》】 フェーズ1ではインバータ電源の電圧一定制御について対象外としていたため、適用範囲を拡大し、インバータ電源の電圧一定制御を規定した。
電圧フリッカの防止	全電源種 全電圧	【フェーズ2《対応済》】 電圧フリッカの対策について、新たな周期の電圧フリッカの発生が判明した。そこで、特定の電圧変動周期に限らず電圧フリッカの発生を抑制できる機能具備を求めた。 【今回】 新型能動的方式を具備したPCSに対して、フェーズ2では無効電力発振の予兆を検出した際に無効電力注入を一時的に停止する機能具備を求めたが、単独運転検出機能を一時的に停止する機能と誤解されるおそれがあるため、記載内容の変更を提案する。
電圧変動対策(力率設定)	コージェネ・太陽光・風力・ 燃料電池・蓄電池 高低圧	【フェーズ2'】 蓄電池の力率設定について検討予定。

	発電側関連団体の意見	事務局案
電圧変動対策の修正案	<ul style="list-style-type: none"> スライド5の図について、系統の電圧維持業務は新規連系する発電事業者側だけでは対応できない。連系協議における責務の所在や技術的要件の明確性を損なわない様に記載し、関係者間に不必要な混乱を生じさせない様にしていきたい。【火原協】 	<ul style="list-style-type: none"> 新たに連系する発電設備等に求めているのは、電圧調整をするために必要な装置の設置等の対策であることが分かるように、本資料4スライドで提示した内容で改定したい。
電圧フリッカ対策の修正案	<ul style="list-style-type: none"> ご意見なし 	-
その他	<ul style="list-style-type: none"> 低圧用の蓄電池については、多数のメーカーが事業参入しており、第三者認証の取得が実態としては必要である。要件変更が時間をおいて定義されると、第三者認証の審査の回数も増加し、ボトルネックになってしまう懸念がある。規定の変更についてはまとめて実施いただき、改定時期が分散しないようにご配慮いただきたい。【JEMA】 単独運転検出が、同一需要家内に導入された場合、他方式同士の干渉試験が行われている例も多い。規定変更により、単独運転検出に変更が発生し、他方式同士の干渉試験が必要となった場合、短期間に干渉試験の実施を求められるなどの運用が必要となることも想定される。【JEMA】 フェーズ1要件の実施について新しい技術要件である並列時許容周波数等について実施まで2年間の猶予期間を設け新機種および流通在庫の全てを対応させるという方針で臨んだが、流通在庫品についてはメーカーが管理できない想定外のものがどうしても残り、対応に労力がかかった。流通在庫については従前の基準で可とし、新商品から順次適用（自然切替）という運用を強く要望する。【JEMA】 	<ul style="list-style-type: none"> 今後、個別技術要件検討において、左記の課題が発生する可能性があれば、予見される状況等を改めてご説明いただき、要件化時期の検討を進めて参りたい。

(意見照会対象の発電側関連団体)

JEMA、日本ガス協会、コージェネ財団、JPEA、JWPA、火原協、大口自家懇