

個別技術要件検討 「電圧変動対策(力率設定)」

2021年9月16日

電力広域的運営推進機関

1. 個別技術要件の検討

- ① 論点整理
- ② 発電側の対策（低圧、高圧、特別高圧）
- ③ 発電側関連団体の意見
- ④ 系統側の対策
- ⑤ 比較・検討結果
- ⑥ 遡及適用検討結果

2. 他の規程への影響

3. 運用・市場コードの観点からの検討

4. 詳細検討資料

- ① 定量評価、解析結果等
- ② 系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）
- ③ その他
- ④ 確認事項

① 論点整理

■ 現在の対応状況

- 2008年に政府から、低炭素社会の構築に向けて2030年までの太陽光発電設備の導入見通しが示され、PV導入拡大に伴い発生する配電線への逆流による電圧上昇問題への対策として、PCSの力率一定制御の有効性が示され、系統連系規程（JEAC9701）に規定・整備されてきた（高圧：2013年、低圧：2015年）。また、普及拡大が見込まれた低圧PVについては標準的な力率値を決定すべく、関係団体による長期エネルギー見通しに基づいた2030年の導入量を前提とした検討が実施され、標準的な力率値（95%※）が2017年同規程に規定された。（高圧PVの力率値は一送との協議による）※将来的な技術開発や導入量の動向により、標準的な力率値の見直しやPV以外の発電設備の標準的な力率値を設定することも必要となる、とされている。

■ 2030年時点に想定される課題、その後の課題と提言

- 現在検討中のNEDO事業「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発／研究開発項目②-1 配電系統における電圧・潮流の最適な制御方式の開発（2019年度～2021年度）」において、再エネ連系時の電圧問題対策の1つとして、力率一定制御における適正力率値について検討を実施している。
- その結果、PV連系量の増加により、現行の低圧PVの力率一定値（95%）では、高圧PVの力率一定値によっては適正電圧維持が困難となる可能性が示唆された。

■ 要件化の必要性およびメリット

- 系統連系技術要件に、**系統連系規程（JEAC9701）の要件、および力率設定値の変更を可能とする機能を有し一送の求めに応じて変更すること**を規定することによって実効性が高まる。
- 再生可能エネルギー電源の導入拡大に伴い、再エネの比率が高まり、大型・集中電源の調整能力が減少した状況において、**再生可能エネルギー電源の出力により電圧変動を助長し、再生可能エネルギー電源等が連鎖脱落することを回避する。（発電機会損失の低減）**。なお、新たに対策としてかかる費用は小さく、費用対効果は非常に大きい。

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

②発電側の対策

- 発電事業者が取り得る対策で短期的（3年程度）に適用可能な対策として、以下の（1）を検討した。

（1）電圧変動対策(力率設定)

（対象電源種：太陽光、風力などPCSまたは電力変換器を有する電源

対象容量：高圧・低圧の全容量）

（特別高圧）・・・個別技術要件「電圧・無効電力制御(運転制御)」による

（高圧）・・・逆潮流による電圧上昇により適正值（低圧需要家の電圧を標準電圧が100Vに対しては $101\pm 6V$ 、標準電圧200Vに対しては $202\pm 20V$ 以内）を逸脱するおそれがある場合は、高圧配電線の電圧上昇を抑制するため、自動電圧調整装置等※の設置やPCSについては常に一定の力率で進相・遅相運転を行う機能（力率一定制御）を具備し力率設定値の変更を可能な機能を有し、一送の求めに応じて変更することを要件化（系統連系規程の明文化）

※自動電圧調整装置等とは、受電点の無効電力制御などによって電圧調整するものをいう。

なお、この無効電力制御は、発電設備等の進相運転、力率改善用コンデンサの制御、PCSの力率一定制御あるいは静止型無効電力補償装置の制御などいう。

（低圧）・・・逆潮流による電圧上昇を抑制する対策として、発電設備等のPCSに、常に一定の力率で進相運転を行う機能（力率一定制御）を具備し力率設定値の変更を可能とする機能を有し、一送の求めに応じて変更することを要件化

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

②発電側の対策

- 対象電源種および対象容量の選定理由を下記に記載する。

(選定理由)

- ・対象電源種：太陽光、風力などPCSまたは電力変換器を有する電源

対象容量：高圧・低圧の全容量)

- ・特別高圧・・・個別技術要件「電圧・無効電力制御(運転制御)」による

- ・高圧、低圧・・・

対象電源種：

配電系統におけるPV連系量の増加により、現行の低圧PV力率一定値(95%)では、高圧PVの力率一定値によっては、適正電圧(低圧需要家の電圧を標準電圧が100Vに対しては $101 \pm 6V$ 、標準電圧200Vに対しては $202 \pm 20V$ 以内)維持困難となる可能性が示唆されており、今後の再エネ電源の導入拡大を見据え、系統連系技術要件に、**系統連系規程(JEAC9701)の要件**、および**力率設定値の変更を可能とする機能を有し一送の求めに応じて変更すること**を規定することにより電圧上昇対策の実効性が高まるため、系統連系規程の記載内容を明文化する。

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

③発電側関連団体の意見

団体		意見（上段：総括、下段（総括より下）：分類別意見）
JPEA	総括	<ul style="list-style-type: none"> 技術面：技術的には対応可能。 費用面：既存技術のため、特段の追加費用なし。 提案：ステップ幅等の詳細仕様は、メーカーのものとする。
	対象	<ul style="list-style-type: none"> 高圧、低圧に系統連系した太陽光
	技術	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には対応可能ですが、公差などについて、JEM規格などで規定した方が良いと考えます。 力率0.80(80%)を下限值とすると、PCSの設定では力率制御のマイナス公差の場合を考慮し、力率0.80を下回らないように、設定範囲の下限値を0.81などにするケースもあります。
	費用	<ul style="list-style-type: none"> 遡及適用はなく、現在運用中の系統連系規程の内容の適用のため、開発については追加費用なし。 但し、低圧の場合、力率0.95固定値だが、これを可変とすると、関連する認証試験の工数が増え、費用が発生
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 現在、低圧は力率0.95の固定値の運用のため、力率設定の幅(ステップ)の規定はないので、これらはメーカーの仕様に従う。 事後設定を前提とするならば、連系協議など運用法の検討や設定変更は電気主任技術者など、汎用の継電器と同様にメーカー以外の担当者が対応できるようにする必要があると考えます。 運用開始については、必要に応じ、猶予期間を設けるなどの対応が必要と考えます。 系統連系技術要件の改定案については、異論はございません。
JWPA	総括	<ul style="list-style-type: none"> 技術面：高圧連系「力率設定80-100%では対応不可のメーカーあり。」 費用面：改造・ソフト開発変更・各種試験など費用が必要
	対象	<ul style="list-style-type: none"> 高圧 風力発電
	技術	<ul style="list-style-type: none"> 高圧連系「力率設定80-100%では対応不可のメーカーあり。」
	費用	<ul style="list-style-type: none"> 改造・ソフト開発・各種試験など費用が必要。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 現行の力率範囲から拡張した運転範囲(無効電力供給力)を求める場合には、それを実際に受入れ対応した者に対するインセンティブを設けるべきではないか。

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

③ 発電側関連団体の意見

団体	意見（上段：総括、下段（総括より下）：分類別意見）	
JEMA（個社意見）	総括	「—」
	対象	「—」
	技術	<ul style="list-style-type: none"> 力率一定制御の力率設定機能（整定範囲：0.80～1.00、0.01刻みにて可変）
	費用	<ul style="list-style-type: none"> 対応済、追加費用なし 低圧に関して、対応済みメーカーとしては追加費用は発生しないと思います。 現状認証機は力率0.95のみで認証を受けているものがある。0.80～1.00の範囲で連系することが求められると、力率の認証範囲を広げる必要がある。これは、認証期間の長期化と認証費用のアップをもたらす。 1機種あたり開発費用約1千万円程度アップします。また、認証費用もアップします。 数百万円（ソフト開発・評価費用） 一定の力率で進相運転を行う機能のソフト開発とハード開発で1千万円程度
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 対応可能時期に関しては、2023.4月以降のモデルチェンジタイミングかと思います。 力率制御により有効電力発電可能量が減ってしまう可能性がある。低圧は設定可能範囲の下限を高くしてほしい（90%以上など） 低圧の力率値を「95%固定」から「80%～100%を要件化」する場合、要件化時の認証品については、その認証期間中は、従前仕様のものとの連系を認めて頂きたい。途中変更になると、同じ製品でありながら、力率値によって売電量が変わり、お客様の理解が得られなくなるため。

④ 系統側の対策

● 一般送配電事業者が取り得る対策

(特別高圧)・・・個別技術要件「電圧・無効電力制御(運転制御)」による

※ 系統連系技術要件の現行規定

(高圧)・・・逆潮流による電圧上昇により適正値を逸脱するおそれがある場合、高圧配電線の電圧上昇を抑制するための自動電圧調整装置等を設置等により対応できない場合には、配電線新設等による負荷分割などの配電線増強など行うか、又は専用線による連系とする。

(低圧)・・・発電設備等設置者による自動的に電圧を調整する対応ができない場合には、配電線等の増強等を行うものとする。

※ 一般送配電事業者側の設備対策の費用負担については、託送供給等約款および費用負担ガイドライン（エネ庁 電ガ部）に基づき対応している。

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

⑤比較・検討結果

<検討モデル>

■ 【検討モデル選定理由】

発電側対策（力率一定制御機能80-100%(1%刻み)）と系統側対策（SVC）の費用を比較

【検討方法】定量評価（解析なし）

○比較する対策

発電側対策：力率一定制御【80-100%（1%刻み）】 低圧力率値95%、高圧力率値90%

系統側対策：SVC（400kvar/台）：2021年度以降に連系する発電設備等PCSを力率一定制御なし（100%運転）とした際に、PCSが力率一定制御により補償する電圧上昇抑制のための無効電力量を系統側SVCにより代替した場合のSVC設置にかかるコスト

【発電側対策と系統側対策の費用比較】

2030年度時点でSVC1台/バンクが必要 東京PG 約3,800バンクに各SVC設置する場合

約1千億円程度以下のコストが必要

さらに全国とするとさらに約3～4倍のコストが必要

NEDO 標準的バンク シミュレーション結果					
年度	2020	2025	2030	2035	2040
PV Q出力総[kvar]	7645	7734	7821	8722	9522
SVC追加必要台数 [400kvar/台]	0	+1	+1	+3	+5

※2020年度0をベースとした場合の追加台数

※PV導入量標準ケース

NEDO 厳しめバンク シミュレーション結果					
年度	2020	2025	2030	2035	2040
PV Q出力総計[kvar]	9250	-	9407	-	11043
SVC追加必要台数 [400kvar/台]	0	-	+1	-	+5

※2020年度0をベースとした場合の追加台数

※PV導入量標準ケース

⑤比較・検討結果

<検討モデル>

【検討モデル選定理由】 NEDO事業「研究開発項目②-1 配電系統における電圧・潮流の最適な制御方式の開発（短中期フェーズ）」

- 太陽光発電大量連系時の現行対策の効果と課題抽出
- 中期的な太陽光発電普及時の需要家側対策の高度化による対策効果検証

【検討方法】定量評価（解析実施）

- 標準的な配電系統モデルを設定し、下記の条件によりPVによる電圧上昇計算を実施
 - 電協研「第66巻第1号配電系統における力率問題とその対応等」のモデルを基に標準的な配電系統モデル構築
 - 標準的な系統と厳しめな系統を選定
 - P V 導入量は、2030年64GW(METI長期エネルギー需給見通し)、2040年99GW(IEA WEO 2020 公表政策シナリオ)を基にした標準ケースを基本としつつ、さらに普及が拡大したケース ※2030年108GW (IEA WEO 2020 持続可能成長シナリオ)、2040年200GW (MOE高位ケース) についても検討
 - PV導入量は各社別・電圧階級別に分配後、全配電線の最新導入実績に、ランダムに割り振り、モデルバンクに導入されるPV量を確率論的に評価
 - 高圧PV・低圧PVの運転力率を各々85%、88%、90%、92%、95%、98%、100%に変化
 - 中長期までの各PVシナリオ（～2040）に対し、需要家側対策（各力率一定値での力率一定制御）+ 系統側対策（変圧器タップ変更やLRT・SVRパラメータ最適化）をした際の電圧逸脱量を評価

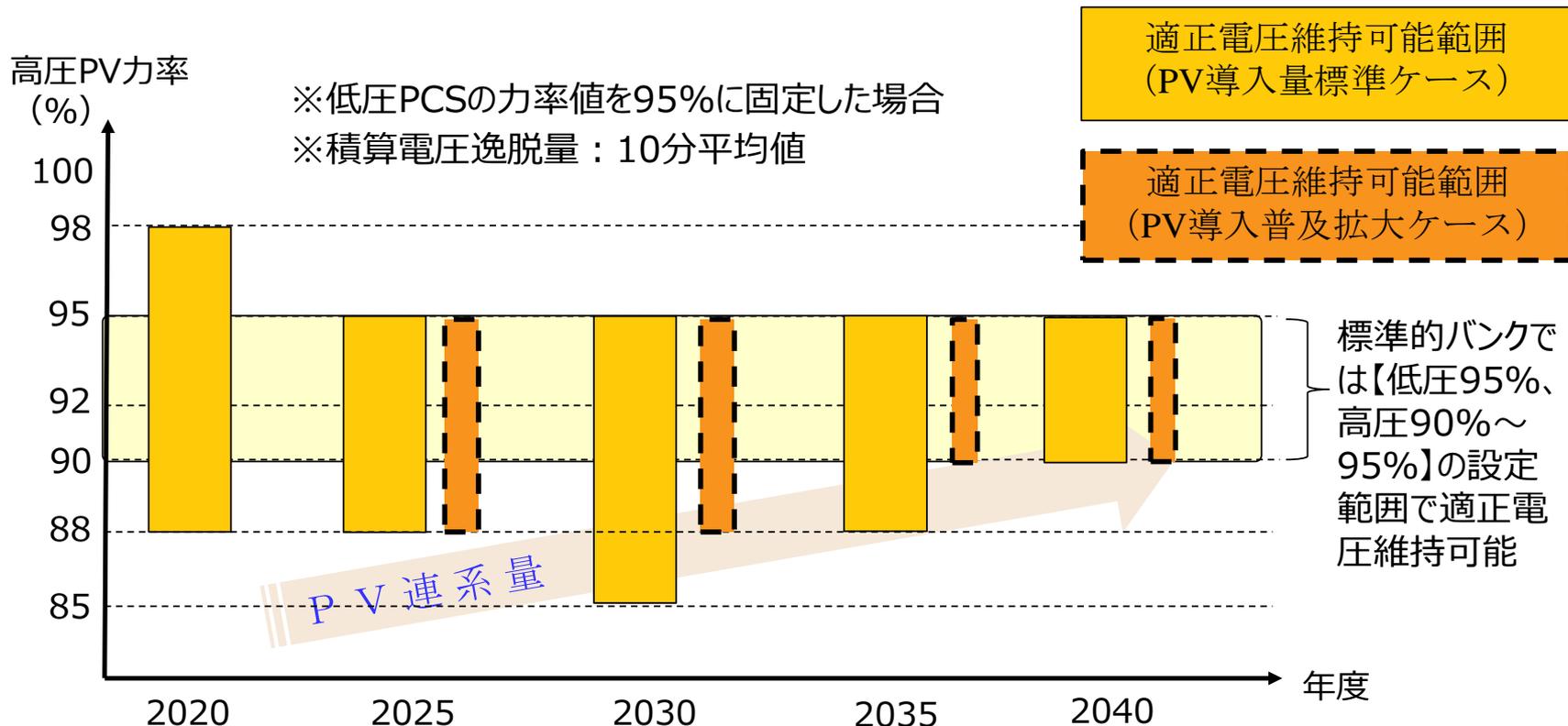
1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

⑤比較・検討結果

<検討モデル>

【検討結果（標準的なバンクモデル）】

- 低圧PCSを現行の標準的な力率値（95%）の力率一定制御に固定し、高圧PCS力率一定制御の力率値を変化させた場合、電圧逸脱を発生させない高圧PCSの力率一定値の範囲はPV導入量によって変化。
- PV連系量増加に伴い、適正電圧を維持できる力率範囲は狭くなる傾向。



⑤比較・検討結果

<検討モデル>

【検討結果（厳しめバンクモデル）】

- 厳しめバンクを対象に、力率一定制御（高圧90%・低圧95%）時の2020年と2040年の潮流計算を実施し、電圧逸脱を評価。
 - 2020年：電圧逸脱回避
 - 2030年：電圧逸脱回避
 - 2040年：電圧逸脱発生
- PV連系量の増加により、PV導入量標準ケース2040年において、現行の低圧PVの力率一定値（95%）、高圧PVの力率一定値(90%)では、局所的に適正電圧維持が困難となる。（高圧PVの力率一定値90%では局所的に電圧逸脱箇所発生するが、逸脱箇所を個別力率値とすることで電圧逸脱回避可能）

1. 個別技術要件「電圧変動対策(力率設定)」の検討

⑤比較・検討結果

評価項目*1	発電側対策：電圧変動対策	系統側対策：SVC設置
費用	一部機種で認証試験増加と開発費用(1機種あたり最大1千万円程度)発生するが、 供給台数により1台あたり数千円～数万円程度規模の追加費用となり、新設設備に系統連系規程内容を求めるものであり、過度な負担ではない。	全国で数千億円程度の可能性もある。
出力制御低減効果	評価対象外	同左
変動対応能力	評価対象外(電圧の適正範囲から逸脱することを回避できる)	同左
公平性	明文化により発電事業者間の公平性が得られる。	過度な負担となる可能性
実現性	過度な負担となる新規研究・開発・実証試験不要で対応	同左

「評価項目*1」：第3回 資料3 「個別技術要件の具体的検討の方向性」の評価項目を参照

■ 検討結果

- 費用
 - 一部機種で認証試験増加と開発費用(1機種あたり最大1千万円程度)発生するが、**供給台数により1台あたり数千円～数万円程度規模の追加費用となり、新設設備に系統連系規程内容を求めるものであり、過度な負担ではない。**
- 出力制御低減
 - 評価対象外
- 変動対応
 - 電圧の適正範囲から逸脱することを回避できる
- 公平性
 - 明文化により発電事業者間の公平性が得られる。 ※配電系統でAVR等を用いた定電圧制御を実施することは設置点毎に出力(発電量)が変わるなど、発電事業者間で不公平を招くため現状の力率一定制御が採用されている。
- 実現性
 - 過度な負担となる新規研究・開発・実証試験不要で対応
- その他
 - 適用時期は2023年4月を極力目指すが、開発・評価期間なども考慮しつつ適切に規定。遡及適用せず（系統運用に支障を来すおそれなし）**

■ 総合評価での検討事項

- 採用する対策が相互に影響する他の技術要件：特になし
- その他：特になし

⑥ 遡及適用検討結果

- 遡及適用検討結果について示す。

遡及適用なし

系統運用に支障を来すおそれ「なし」

<判断理由>

系統連系規程で運用実績がある要件の明文化であり、系統連系規程に規程以降、新規に系統連系する発電事業者が力率一定制御機能を満たすPCSを導入し、広く普及している。

2. 他の規程への影響 技術要件「電圧変動対策(力率設定)」

■ 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン

現行記載	影響
<p>第2章 第2節 低圧配電線との連系</p> <p>2. 電圧変動・出力変動</p> <p>(1) 常時電圧変動対策</p> <p>発電設備等を低圧配電系統に連系する場合には、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。</p> <p>発電設備等設置者から逆潮流を生じることにより、低圧配電線各部の電圧が上昇し、適正値を逸脱するおそれがある場合は、当該発電設備等設置者が他の需要家を適正電圧に維持するための対策を施す必要がある。なお、構内負荷機器への影響を考慮すれば、設置者構内も適正電圧に維持することが望ましく、特に、一般家庭等に小出力発電設備等を設置する場合には、設置者の電気保安に関する知識が必ずしも十分でないため、電圧規制点を受電点とすることが適切である。</p> <p>しかし、系統側の電圧が電圧上限値に近い場合、発電設備等からの逆潮流の制限により発電電力量の低下も予想されるため、他の需要家への供給電圧が適正値を逸脱するおそれがないことを条件として、電圧規制点を引込柱としてもよい。</p> <p>電圧上昇対策は、個々の連系ごとに系統側条件と発電設備等側条件の両面から検討することが基本となるが、個別協議期間短縮やコストダウンの観点から、あらかじめ対策について標準化しておくことが有効である。発電設備等からの逆潮流により低圧需要家の電圧が適正値（101 ± 6 V、202 ± 20 V）を逸脱するおそれがあるときは、発電設備等設置者において、進相無効電力制御機能又は出力制御機能により自動的に電圧を調整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ものとする。</p> <p>※第3節 高圧配電線との連系 第4節 スポットネットワーク配電線との連系 も同様</p>	<p>現行記載を変更する必要なし</p>

2. 他の規程への影響 技術要件「電圧変動対策(力率設定)」

<参考>

■ 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン

現行記載	影響
<p>第2節 低圧配電線との連系 1. 力率</p> <p>低圧配電線との連系については以下のように考えるものとする。</p> <p>① 逆潮流がない場合の受電点の力率は、適正なものとして原則85%以上とするとともに、系統側からみて進み力率（発電設備等側からみて遅れ力率）とはならないようにする。ただし、逆潮流がない発電設備等のうち、逆変換装置を介して連系する発電設備等については、受電点での力率調整を行うために、発電設備等設置者全体の負荷、家電機器の増減に対応した無効電力の調整を発電設備等に負わせることは困難である。したがって、発電設備等自体の運転力率で判断することとし、力率を系統側からみて遅れ95%以上とすればよいものとする。</p> <p>② 逆潮流がある場合の受電点の力率は、適正なものとして原則85%以上とするとともに、電圧上昇を防止するために系統側から見て進み力率（発電設備等側から見て遅れ力率）とならないようにする。ただし、次のいずれかに該当する場合には、受電点における力率を85%以上としなくともよいものとする。</p> <p>ア. 電圧上昇を防止する上でやむを得ない場合（この場合、受電点の力率を80%まで制御できるものとする。）</p>	<p>現行記載を変更する必要なし</p>
<p>第3節 高圧配電線との連系 1. 力率</p> <p>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とはならないこととする。逆潮流がある場合の受電点の力率は、低圧配電線との連系の場合と同様に取り扱う。</p>	

2. 他の規程への影響 技術要件「電圧変動対策(力率設定)」

■ 送配電等業務指針

現行記載	影響
記載なし	現行記載を変更する必要なし。

2. 他の規程への影響 技術要件「電圧変動対策(力率設定)」

■ 系統アクセスルール

現行記載	影響
<p>9.9.3 電圧変動対策 (1) 連系運転中の電圧変動 ・発電設備から系統への逆潮流によって、低圧系統の電圧が適正值（$101\pm 6V$，$202\pm 20V$；電気事業法施行規則第四十四条による）を逸脱しないことを確認する。なお、この適正值を逸脱するおそれがある場合には、発電機進相運転など、発電者側での対策実施を前提に検討を行う。この場合、具体的な対策方法については、系統連系希望者と協議の上決定する。</p>	<p>系統連系技術要件と同様の追記</p>

■ 系統連系規程

現行記載	影響
<p>系統連系規程の明文化のため、記載省略</p>	<p>系統連系規程の明文化のため、現行記載を変更する必要なし。</p>

3. 運用・市場コードの観点からの検討 技術要件「電圧変動対策(力率設定)」

技術要件改定案

運用・市場コードの 観点での検討

(低圧)

X. 電圧変動

(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 ± 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ります。なお、電圧規制点は構内負荷機器への影響を考慮し、原則として受電点とします。ただし、系統側の電圧が電圧上限値に近い場合、発電設備等からの逆潮流の制限により発電電力量が低下する場合は、当該発電設備等設置者以外の低圧需要家への供給電圧が適正值を逸脱するおそれがないことを条件として、電圧規制点を引込柱とします。

発電設備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は、進相無効電力制御機能又は出力制御機能により自動的に電圧を調整する対策を行っていただきます。

また、発電設備等のパワーコンディショナは逆潮流による電圧上昇を抑制する対策として、次に示す対策を行っていただきます。

- ① 発電設備等のパワーコンディショナに、常に一定の力率【80%～100%（1%刻み）】で進相運転を行う機能（力率一定制御）を有するものを用いること。
- ② 太陽光発電設備（複数直流入力の発電設備含む）については、現時点における標準的な力率値95%に設定すること。ただし、連系点の潮流が順潮流状態の時は、力率を100%に制御してもよい。

なお高圧配電線等の系統状況により個別に力率値を指定する場合には、力率値を変更すること。
※高圧は省略

特になし

4. 詳細検討資料

① 定量評価、解析等

- 以下検討結果について示す。

定量評価（解析実施）⇒結果を添付

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

現行

（低圧）

X. 電圧変動

(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 ± 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ります。発電設備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は，進相無効電力制御機能又は出力制御機能により自動的に電圧を調整する対策を行っていただきます。

改定案

（低圧）

X. 電圧変動

(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 ± 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ります。なお，電圧規制点は構内負荷機器への影響を考慮し，原則として受電点とします。ただし，系統側の電圧が電圧上限値に近い場合，発電設備等からの逆潮流の制限により発電電力量が低下する場合は，当該発電設備等設置者以外の低圧需要家への供給電圧が適正值を逸脱するおそれがないことを条件として，電圧規制点を引込柱とします。

発電設備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は，進相無効電力制御機能又は出力制御機能により自動的に電圧を調整する対策を行っていただきます。

また，発電設備等のパワーコンディショナは逆潮流による電圧上昇を抑制する対策として，次に示す対策を行っていただきます。

①発電設備等のパワーコンディショナに，常に一定の力率【80%～100%（1%刻み）】で進相運転を行う機能（力率一定制御）を有するものを用いること。

②太陽光発電設備（複数直流入力の発電設備含む）については，現時点における標準的な力率値95%に設定すること。ただし，連系点の潮流が順潮流状態の時は，力率を100%に制御してもよい。

なお高圧配電線等の系統状況により個別に力率値を指定する場合には，力率値を変更すること。

4. 詳細検討資料

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

<参考>

現行	改定案
<p>(低圧)</p> <p>X. 力率</p> <p>発電者の受電地点における力率は、連系する系統の電圧を適切に維持するため、原則として系統側からみて遅れ力率 85%以上とするとともに、進み力率とならないようにしていただきます。なお、電圧上昇を防止する上でやむを得ない場合には、受電点の力率を系統側からみて遅れ力率 80%まで制御できるものいたします。</p>	変更なし

4. 詳細検討資料

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

現行

（高圧）

X. 電圧変動

(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 ± 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ため，発電設備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。

①発電設備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。

（次ページに続く）

改定案

（高圧）

X. 電圧変動

(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 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 ± 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ため，発電設備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。

① 発電設備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または，**適正な電圧が維持できる範囲まで自動的に負荷を制限する自動負荷遮断装置を設置すること。**

（次ページに続く）

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

現行	改定案
<p>（前ページ続き）</p> <p>②発電設備の逆潮流により低圧需要家の電圧が適正値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。</p> <p>なお、自動的に電圧を調整する対策等とは、発電設備の進相運転、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静止型無効電力補償装置などによる対策であること</p>	<p>（前ページ続き）</p> <p>②発電設備の逆潮流により低圧需要家の電圧が適正値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。</p> <p>なお、自動的に電圧を調整する対策等とは、発電設備の進相運転、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【80%～100%（1%刻み）】あるいは静止型無効電力補償装置などによる対策であること。</p> <p>なお、受電点の力率は、協議により決定することとするが、高圧配電線等の系統状況により個別に力率値を指定する場合には、力率値を変更すること。</p> <p>この自動電圧調整の手段としては、逆潮流電力の大きさや発電設備等の形式により、以下の4方式などから選択することとなる。</p> <p>（a）発電設備等を一定の遅相で運転して、一定値以上の逆潮流が発生するときに力率改善用コンデンサ（一般には開放）で受電点の力率を所定力率（一般送配電事業者と協議による。）に調整する。</p> <p>（b）発電設備等を一定の進相で運転して、一定値以上の逆潮流が発生するときに力率改善用コンデンサで受電点の力率を所定力率（一般送配電事業者と協議による。）に調整する。</p> <p>（c）一定値以上の逆潮流が発生するときに、力率改善用コンデンサを一定値まで減じ、かつ発電設備等の無効電力出力を制御して、受電点の力率を所定力率（一般送配電事業者との協議による。）に調整する。ただし、発電設備等の無効電力出力が限界値となる場合には、有効電力を減ずることで電圧上昇の抑制をするとともに受電点の力率を所定力率に調整する。</p> <p>（d）PCSの力率一定制御又は静止型無効電力補償装置の制御などにより、受電点の力率を所定力率（一般送配電事業者との協議による。）に調整する。</p>

4. 詳細検討資料

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

<参考>

現行	改定案
<p>(高圧)</p> <p>X. 力率</p> <p>発電者の受電地点における力率は、連系する系統の電圧を適切に維持するため、原則として系統側からみて遅れ力率 85%以上とするとともに、進み力率とならないようにしていただきます。なお、電圧上昇を防止する上でやむを得ない場合には、受電点の力率を系統側からみて遅れ力率 80%まで制御できるものいたします。</p>	変更なし

4. 詳細検討資料

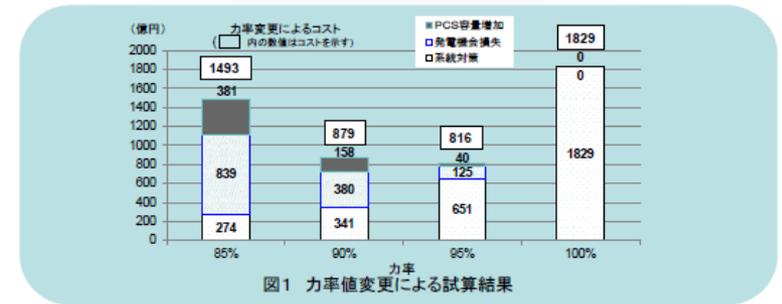
③その他（他会議体の検討資料）

出典: JESC 委員会
 系統連系規程【低圧連系における電圧上昇対策(力率一定制御)の追加】の改定(案)について

JEMA・JPEA検討事項

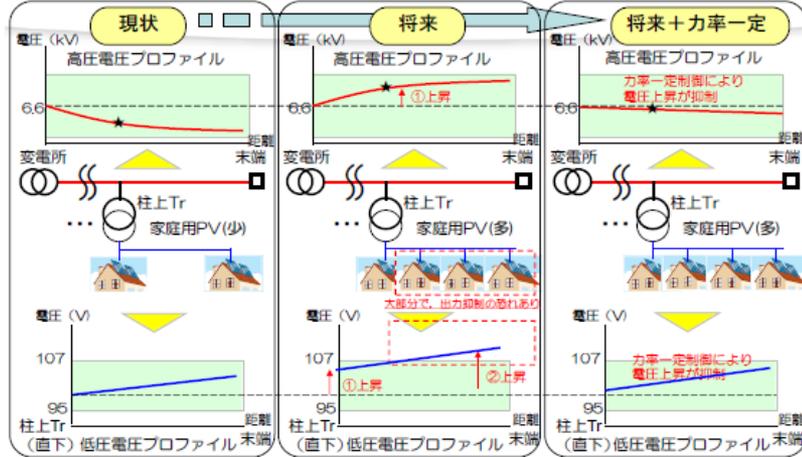
- 力率一定制御による他機能への影響評価
 - 新型能動的方式と力率一定制御の協調についての考え方の整理
- ➡ 力率一定制御している状態でも確実に単独運転検出ができるように無効電力を注入できる仕様とすることで協調が可能
- 有効電力を力率100%の状態を維持するために皮相電力を増加する必要があることからPCS容量増加に伴う製品価格上昇に対する費用を算出
 - PCS容量増加に伴う製品価格上昇値（力率0.95時）
 単相PCS：22,500円/5kW当り（税別）
 三相PCS：64,000円/10kW当り（税別）
 - 力率100%と同一の有効電力を維持するためのPCS容量増加費用を算出
- 力率値を85%、90%、95%とした時の発電機会損失とPCS容量増加費用
 - 試算断面を2030年度とし、累積導入量に対する損失を試算
 - 損失を決める重要なパラメータである「積載率※」は、2014年度の実績にて試算
 ※積載率=太陽電池モジュール/PCS容量
 - 発電電力量は、NEDOのMETPV-11の平均年の気象データ(365日24時間)を用いJPEA方式により試算。設置場所は、平均的日射条件の長崎市とし、方位角0度(真南)、傾斜角20度
 - 損失は、上記条件にて20年間稼働した場合を想定し、発電機会損失とPCSの容量増加に対する費用を試算
 - ① PCSの容量を増加する割合は、JPEAアンケート結果に基づき、積載率毎に仮定
 - ② 電力単価は、現行値(2015年度7月以降のFIT単価、10kW未満: 33円/kWh、10kW以上: 29.16円/kWh、いずれも税込)とする
 - ③ PCSは20年間で1回交換とし、PCSの単価は、JEMA試算結果(単相85,500円/kW、三相103,450円/kW)とし、10kW未満は単相、10kW以上は単相と三相の平均とする

検討結果



- 系統対策費用、発電機会損失、PCS容量増加に伴う対策費用を合計したコストが最小となる**運転力率9.5%を標準力率値**とする
- 電事連、JPEA、JEMAは、運転力率95%での連系を規定に記載することで、低圧PVの力率一定運転での連系が普及し、**低圧PVの普及拡大に繋がる**と考える

【参考】低圧PVの導入普及拡大による課題と対策



低圧PVの連系数増加によって系統全体の電圧が上昇するため、連系できる容量に制約が生じる。力率一定制御を採用することで、系統電圧上昇が抑制され、太陽光の導入量は拡大する。

4. 詳細検討資料

③その他（他会議体の検討資料）

<力率一定制御の必要性>

- PVによる電圧上昇対策の方法として、低圧PCSへ力率一定制御を具備することが有効であり、一定力率値での連系が普及することで合理的な電圧上昇抑制が可能である。

出典：JESC 委員会

系統連系規程【低圧連系における電圧上昇対策（力率一定制御）の追加】の改定（案）について

低圧PVの標準的力率値決定のための検討事項

<経緯>

- ✓ 低圧PV導入拡大に伴い発生する高圧系統の電圧上昇問題への対策として、低圧PVを力率一定制御することが有効。※国プロにて有効性が示されている。
- ✓ 低圧PVの力率一定制御を普及させるためには、全国一律の標準的な力率値を定め、「系統連系規程」へ反映させることが必要。
- ✓ H27年度より、配電系統作業会の下に配電系統WGを立上げ、低圧PVの標準的な力率値を決定すべく関係団体で作業を実施。

<検討事項>

- ✓ 力率値を決定するための検討の前提と条件は次の通り。
 - ◆ 対象は逆潮流有り。低圧PVの標準的な力率値を決定。
 - ◆ 2030年64GW（低圧27GW、高圧37GW）。
 - ※ 長期エネルギー需給見通しとこれまでの導入実績より算出
 - ◆ 力率値は、85%～100%にて検討。
 - ◆ 中長期的な連系実績、技術開発等の動向を踏まえ、標準的な力率値を見直す可能性があることを規定へ反映。
- ✓ 配電系統WGの各参加団体の具体的検討事項は次の通り。
 - ◆ 電事連：・力率一定制御の導入による配電系統、特高系統への影響評価。
 - ◆ JEMA：・無効電力増加分によるPCS容量アップ費用。
・力率一定制御による他機能への影響評価。
 - ◆ JPEA：・PCS力率一定に伴う発電機会損失のコスト評価。

電事連検討事項

（配電系統への影響評価）

- 資源エネルギー庁電力・ガス事業部による「低炭素電力供給システムに関する研究会」にて検討された配電系統対策コストの考え方を基に、最新のPVの導入状況、導入目標を用い高圧系統の電圧上昇に対する系統対策費用を算出
- 標準的な配電系統モデルを設置し、下記の条件により電圧対策費を算出
 - 2715万kWのPVが低圧系統に導入されると設定
 - 住宅モデルについては需要規模に応じてPVが導入されると設定
 - 農山村モデルについては需要規模に応じた導入と集中的に導入される場合に設定
 - PVによる電圧上昇計算を実施
 - PVによる電圧変動が適正範囲に収まらない場合は、電圧調整装置の設置により対策
 - 運転力率85%、90%、95%、100%時の電圧対策費を算出

（特高系統への影響評価）

- 2030年断面のPV導入量に対し、配電系統に連系されたPVの力率値を変化させ、各力率値により上位系統対策が発生するかどうか検討
- 基幹系統の調相設備量への影響
- 地方系統の電圧制御への影響

 力率値90%以上の運転であれば影響ないことを確認（10電力会社）

4. 詳細検討資料

③その他（他会議体の検討資料）

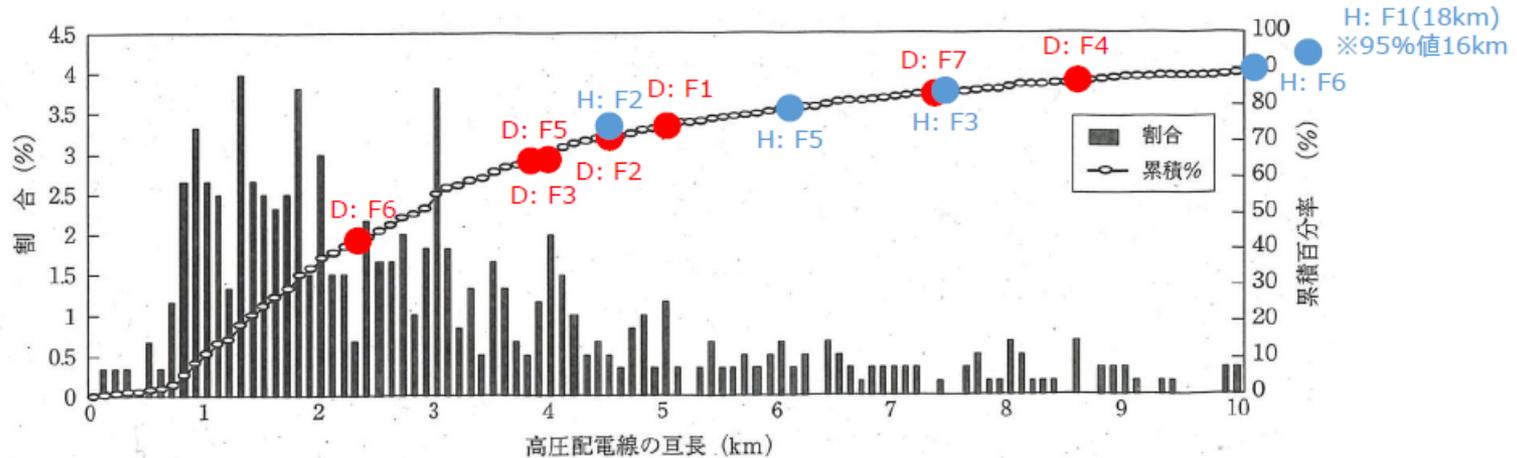
● 選定系統について

標準的バンク

D変電所	幹線情報	
	距離(km)	SVR数
D_修正_F1	5.0055	1
D_修正_F2	4.5635	0
D_修正_F3	4.0105	0
D_修正_F4	8.536	1
D_修正_F5	3.893	0
D_修正_F6	2.258	0
D_修正_F7	7.3535	0

厳しめバンク

H変電所	幹線情報	
	距離(km)	SVR数
H_修正_F1	18.377	3
H_修正_F2	4.493	0
H_修正_F3	7.478	0
H_修正_F4	3.006	0
H_修正_F5	6.1	0
H_修正_F6	10.48	1



付6-1-2図 高圧配電線の巨長の分布

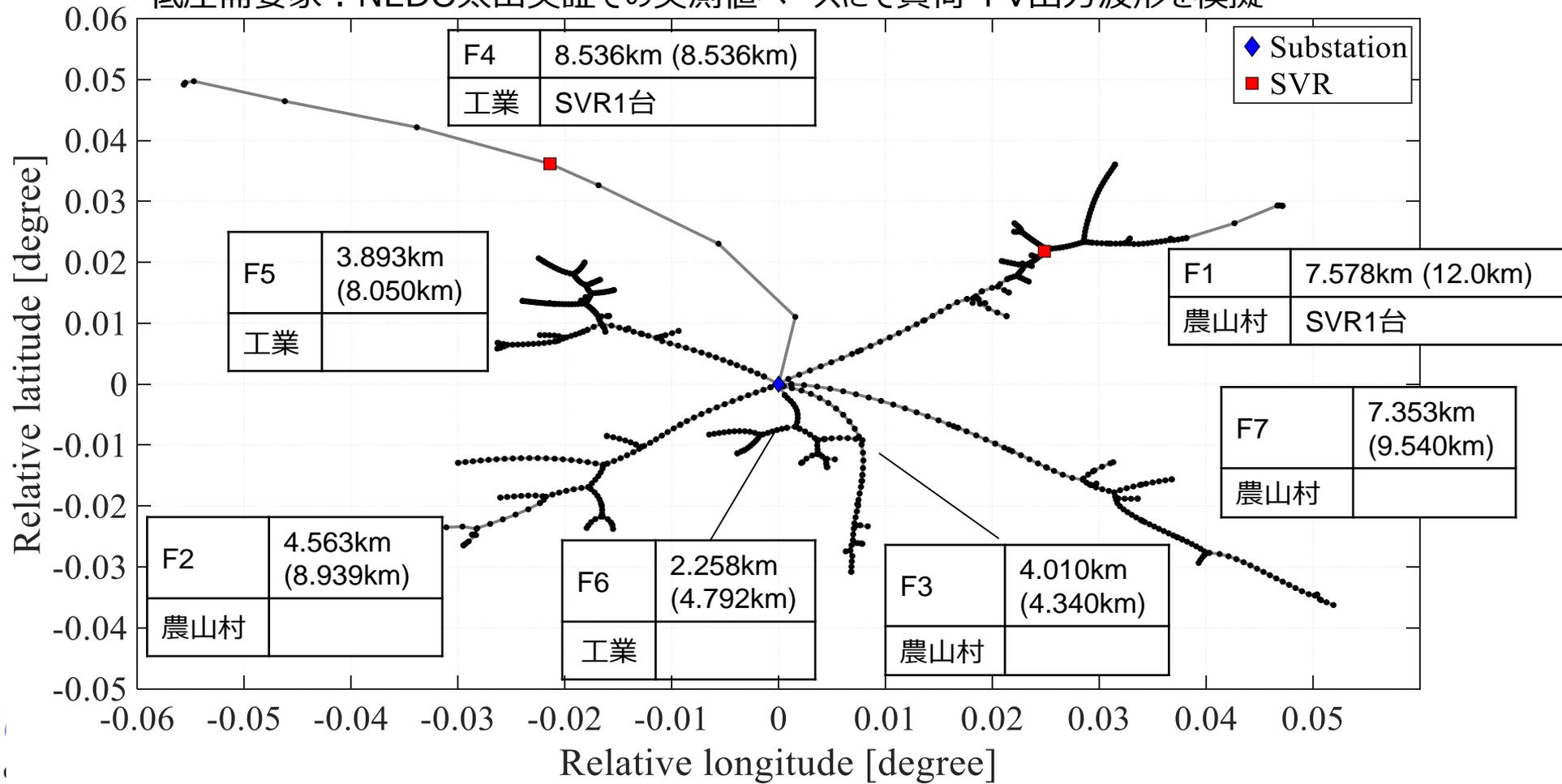
※データは全国の電力会社からランダムに610回線抽出したもの

出所：電気共同研究 第60巻 第2号

4. 詳細検討資料

③その他（他会議体の検討資料）

- 評価対象の配電系統モデル（高圧系統）の構築例（標準的バンク）
- LRT1台, SVR : 2台 (F1, F4)
- 高圧需要家 : 75軒, 低圧需要家 : 2742軒
 - 高圧需要家 : 配電線立ち上がり点の実測値ベースにて, 契約電力にて按分模擬
 - 低圧需要家 : NEDO太田実証での実測値ベースにて負荷・PV出力波形を模擬



4. 詳細検討資料

③その他（他会議体の検討資料）

*黄色は現行推奨値（東京電力PG）

rank	HPF/LPF				
	2020	2025	2030	2035	2040
1	85/85	85/85	85/85	85/85	85/85
2	85/88	85/88	85/88	85/88	85/88
3	85/90	85/90	85/90	85/90	85/90
4	85/92	85/92	85/92	85/92	85/92
5	85/95	85/95	85/95	85/95	85/95
6	85/98	85/98	85/98	85/98	85/98
7	85/100	85/100	85/100	85/100	85/100
8	88/85	88/85	88/85	88/85	88/85
9	88/88	88/88	88/88	88/88	88/88
10	88/90	88/90	88/90	88/90	88/90
11	88/92	88/92	88/92	88/92	88/92
12	88/95	88/95	88/95	88/95	88/95
13	88/98	88/98	88/98	88/98	88/98
14	88/100	88/100	88/100	88/100	88/100
15	90/85	90/85	90/85	90/85	90/85
16	90/88	90/88	90/88	90/88	90/88
17	90/90	90/90	90/90	90/90	90/90
18	90/92	90/92	90/92	90/92	90/92
19	90/95	90/95	90/95	90/95	90/95
20	90/98	90/98	90/98	90/98	90/98
21	90/100	90/100	90/100	90/100	90/100
22	92/85	92/85	92/85	92/85	92/85
23	92/88	92/88	92/88	92/88	92/88
24	92/90	92/90	92/90	92/90	92/90
25	92/92	92/92	92/92	92/92	92/92

rank	HPF/LPF				
	2020	2025	2030	2035	2040
26	92/95	92/95	92/95	92/95	92/95
27	92/98	92/98	92/98	92/98	92/98
28	92/100	92/100	92/100	92/100	92/100
29	95/85	95/85	95/85	95/85	95/85
30	95/88	95/88	95/88	95/88	95/88
31	95/90	95/90	95/90	95/90	95/90
32	95/92	95/92	95/92	95/92	95/92
33	95/95	95/95	95/95	95/95	95/95
34	95/98	95/98	95/98	95/98	95/98
35	95/100	95/100	95/100	95/100	95/100
36	98/85	98/85	98/85	98/85	98/85
37	98/88	98/88	98/88	98/88	98/88
38	98/90	98/90	98/90	98/90	98/90
39	98/92	98/92	98/92	98/92	98/92
40	98/95	98/95	98/95	98/95	98/95
41	98/98	98/98	98/98	98/98	98/98
42	98/100	98/100	98/100	98/100	98/100
43	100/85	100/85	100/85	100/85	100/85
44	100/88	100/88	100/88	100/88	100/88
45	100/90	100/90	100/90	100/90	100/90
46	100/92	100/92	100/92	100/92	100/92
47	100/95	100/95	100/95	100/95	100/95
48	100/98	100/98	100/98	100/98	100/98
49	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
	/	/	/	/	/

電圧逸脱発生

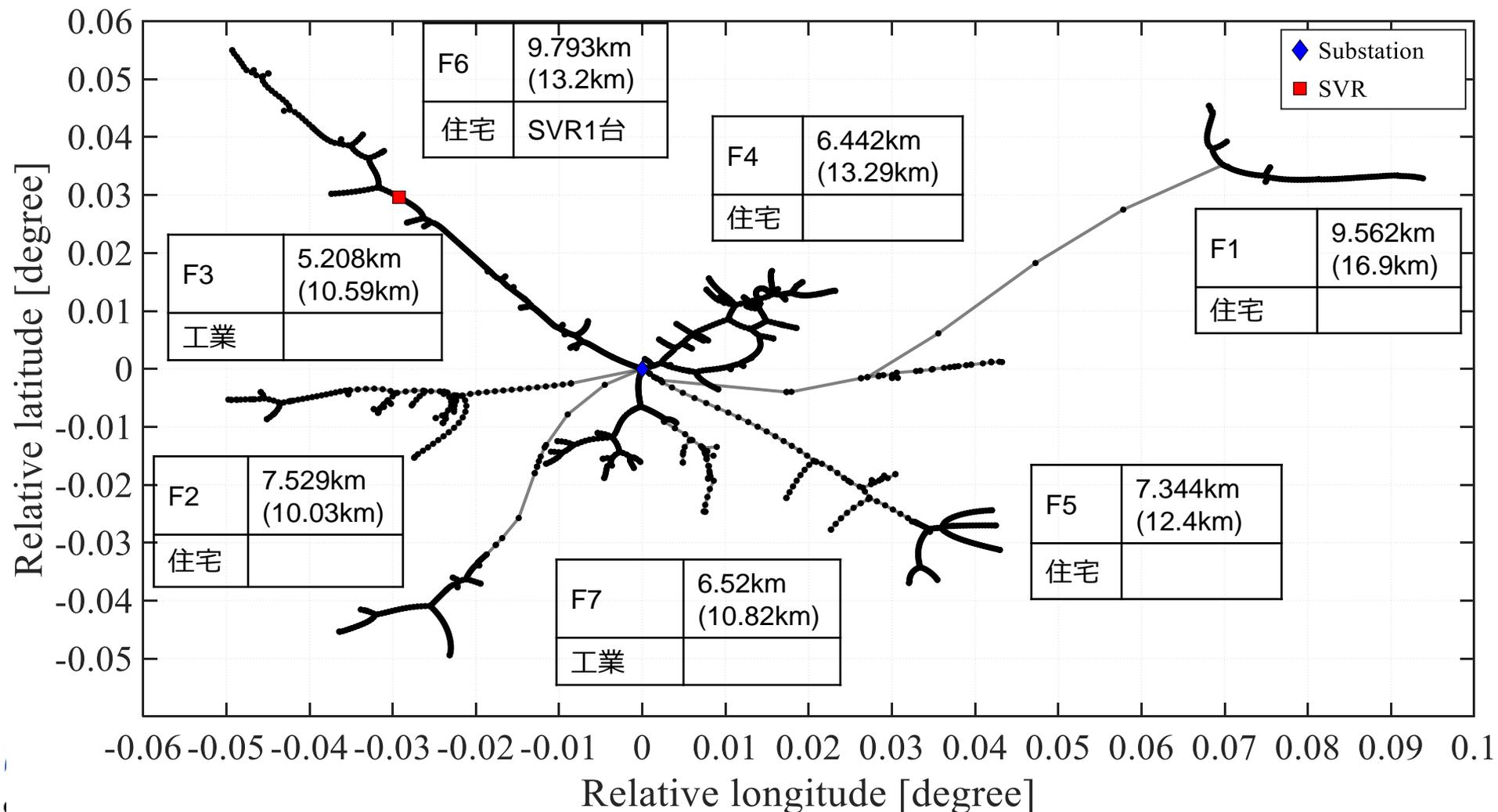
4. 詳細検討資料

③その他（他会議体の検討資料）

評価対象の配電システムモデル（高圧系統）の構築例（厳しめバンク）

SVR：1台（F6），柱上変圧器：591台

高圧需要家：89軒，低圧需要家：7750軒



4. 詳細検討資料

④ 確認事項

	事務局案	主な発電側対応意見	確認事項
論点1 対象（電源種・電圧階級・容量）	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光、風力などPCSまたは電力変換器を有する電源 高圧、低圧の全容量 		<ul style="list-style-type: none"> 太陽光、風力などPCSまたは電力変換器を有する電源とする。 高圧、低圧の全容量とする。
論点2 技術的実現性	<ul style="list-style-type: none"> 系統連系技術要件に、系統連系規程(JEAC9701)の記載内容を明文化することであり、既存技術のため、技術的な問題はなし。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には対応可能(JPEA)。 力率設定80～100%では対応不可のメーカーあり。(JWPA) 現状認証機は力率0.95のみで認証を受けているものがある。<u>0.80～1.00の範囲で連系することが求められると、力率の認証範囲を広げる必要がある。これは、認証期間の長期化と認証費用のアップをもたらす。</u>(JEMA個社意見) 	<ul style="list-style-type: none"> 一部機種で現在対応していないが、新設に求めるもので、系統連系技術要件に、系統連系規程(JEAC9701)の記載内容を明文化することであり、既存技術のため、技術的な問題はなし。 適用時期は、2023年4月を極力目指すが、開発・評価期間などを考慮して、2021年下期の総合評価時に再度確認する。
論点3 費用	<ul style="list-style-type: none"> 系統連系規程(JEAC9701)の記載内容を明文化することであり、既存技術のため、一部の機種において費用（認証試験増加と開発）の発生はあるが過度な負担ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> <u>既存技術のため、特段の追加費用なし。</u>(JPEA) 対応済、追加費用なし((JEMA個社意見) <u>改造・ソフト開発・各種試験など費用が必要。</u>(JWPA) <u>1機種あたり開発費用約1千万円程度アップします。また、認証費用もアップします。</u>(JEMA個社意見) 	<ul style="list-style-type: none"> 系統連系規程(JEAC9701)の記載内容を明文化することであり、既存技術のため、一部の機種において費用（認証試験増加と開発）の発生はあるが、新設に適用のため、過度な負担ではない。