

JWPAにおける グリッドコード化への取組み状況について



2019年8月1日

一般社団法人 日本風力発電協会

<http://jwpa.jp>

目 次



1. グリッドコード化への取組み	3
2. グリッドコード化の進捗	4
3. 「系統連系規程」における要件化の検討	5
4. 「系統連系技術要件」における要件化の検討	6
5. 参考	7

1. グリッドコード化への取組み

グリッドコード化に向けたスケジュール(計画・実績)

● 第20回系統WG-資料2をベースに最新状況に更新

No.	実 施 項 目	2017年度	2018年度		2019年度		2020年度以降	備 考
		下期	上期	下期	上期	下期		
1	制御機能確認試験	→						・既存風車を用いた実系統における制御機能確認試験により、有効電力・周波数制御特性を測定・把握
2	周波数シミュレーション等による有効性を確認	↔						・JWPAおよび研究機関が実施予定 ・IEC61400-21-1をベースに測定し、各制御機能単独と組み合わせた場合の総合特性を把握し、周波数安定化に寄与することを確認
3	各機能の特性と有効性を報告適用に向けた協議(各解析の実施)	小 再エネ導入量 大	↔					・JWPAにて、欧州先行事例を参考に、新規建設WFに実装する標準制御機能・仕様を策定
			→		→			①平常時解析について、既存の標準的な風力発電モデルをベースに、標準のパラメータを適用し、モデル構築+シミュレーションを実施
			→		→			②事故時解析について、詳細な検討のために新たな詳細な風力発電モデルを構築し、シミュレーションの実施を検討(進捗状況:事故時解析のブロック図の解析イメージ、記述レベル感の確認実施)
			→		→			③瞬時時解析について、数十μsオーダーの解析に耐える詳細モデルを構築、シミュレーションを実施(瞬時値解析はプロジェクトベースの解析を想定。必要に応じて行う。)
4	有効電力・周波数制御機能の装備		→		→			・新規建設WFには標準装備とするよう、JWPAが各メーカーに制御機能の装備を徹底させる。
5	制御機能を活用し実運用				→			・3年程度の猶予期間を見て、2021年度以降、順次導入(但し、導入開始時期については、メーカーの対応可能時期及び系統の形成状況等を考慮して決定)
		凡例	→	→	→	→	※ルール化については、系統連系規程への盛り込み(改訂)を想定	
			→	→	→	→		

・シミュレーションツールへの組み込み完了、北電エリアのシミュレーション(系統側蓄電池容量への影響検討)実施中。

2. グリッドコード化の進捗 ルール化(グリッドコード整備)に向けて



■ 風車制御機能の技術要件化

- **系統連系規程 (JEAC9701) に風車が具備すべき制御機能**について、(一社) 日本電気協会殿において検討中 **(2019年度中の改訂を目指して活動)**

今後の一律制御に必要な機能



最大出力抑制制御機能

風速の上昇に伴う一斉始動 (カットイン)
等による大規模で急激な出力増加の防止



出力変化率制限機能
(出力増加時の出力変化率制限機能)

事故時等に系統周波数上昇を助長する
ような風速上昇による出力増加の防止



周波数調定率制御機能
(周波数上昇時の出力抑制機能)

高風速域での一斉停止 (カットオフ) による
大規模で急激な出力低下の防止



強風域における一斉停止防止機能
(ストーム制御機能)

- 一般送配電事業者殿による**系統連系技術要件 (託送供給等約款別冊) の検討**において、協議・調整中

3.「系統連系規程」における要件化の検討



(一社) 日本電気協会殿の作業会において、「系統連系規程 (JEAC9701)」に対する改訂案を検討中

【第2章第5節5.1.10に系統の安定運用に寄与する機能 (赤字部) を追加】

- 第2章 連系に必要な設備対策
- 第5節 特別高圧電線路との連系要件
- 5-1 保護協調

10. 発電機運転制御装置の付加

〈2〉運転制御装置に求められる機能の例

c. 系統の安定運用に寄与する機能

自然変動電源 (主に風力発電設備) に対し、系統の安定運用に寄与するものとして求められる制御機能は以下に示すものがある。

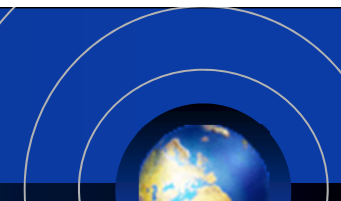
- ・ 最大出力抑制制御機能
- ・ 出力変化率制限機能 (出力増加時)
- ・ 周波数調定率制御機能 (周波数上昇時の出力抑制)
- ・ 強風域における一斉停止防止機能 (ストーム制御機能)

【参考】

- イナーシャ制御は今後さらに検討

イナーシャ制御は欧米でも導入実績がなく、現時点では効果の検証が十分になされていないことから、規程への盛り込みは時期尚早との意見が強いため、[引き続き検討](#)していく。

4.「系統連系技術要件」における要件化の検討



大規模WFや狭い地域に多くのWFが連系する場合の課題と緩和対策

以下の課題について、一般送配電事業者殿と風車の制御機能の活用について協議するとともに、主要風車メーカーおよび大手風力発電事業者へ対応方針を調査した

- 停止または低出力状況から風速の上昇に伴う一斉始動（カットイン）等による大規模で急激な出力増加
⇒出力変化率制限機能（出力増加時）
 - ・標準仕様案（2.6％／分：2018年上期策定）を超えた場合（例：2％/分、40%/20分）の対応を調査 ⇒ 単機として対応できない風車は、WFコントローラによりWFとして出力変化率を制限する方針
- 負荷脱落等の事故時に系統周波数上昇を助長するような風速上昇による出力増加
⇒周波数調定率制御機能（周波数上昇時の出力抑制）
 - ・標準仕様案（2-5％：2018年上期策定）で対応する方針
- 高風速域での一斉停止（カットアウト）による大規模で急激な出力低下
⇒強風域における一斉停止防止機能（ストーム制御機能）
 - ・開発中の製造者を含め各社対応する方針
- 出力予測精度の向上（大規模WFの振る舞い把握が必須）
⇒風速・風向データ、風車稼働情報等の提供
 - ・多くのWFでナセル取り付けの風速・風向データは提供可能（ブレードの風下にある為、確度は劣る）
 - ・稼働情報の条件等については実現可否判断のために、さらに協議が必要

5. 参考 制御機能のJWPA標準仕様(1／3)



制御機能のJWPA標準仕様案

- 主要風車メーカー5社に機能・仕様を調査した
- JWPAにて会員向けセミナーを実施し(本年2月21日)、標準仕様案を説明した
- 新規発注分(※)は制御機能を具備することを要請した

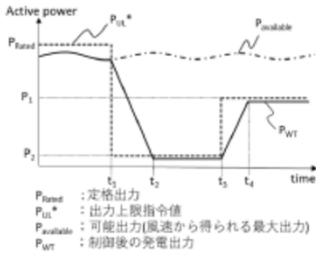
(※)実装時期については一般送配電事業者殿と協議の上決定する

	機能	装備状況	標準化方針
1	最大出力抑制制御	全社機能有	標準実装、標準仕様提案
2	出力変化率制限制御	全社機能有	標準実装、標準仕様提案
3	周波数調定率制御	全社機能有	標準実装、標準仕様提案 対象を特高連系に限定
4	イナーシャ制御	全社機能有	海外の使用実績が少ないため、 実装は個別協議。標準仕様提案
5	ストーム制御	1社は開発中	出力変動への考慮が必要となる ため、標準実装 機能を定義し、詳細仕様は定め ない(詳細は各社の仕様による)

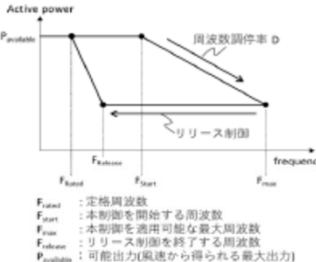
5. 参考 制御機能のJWPA標準仕様(2/3)

出力変化率制限制御

出力可能値以下の領域で、出力の増加および低減率を制限して運転を行う機能

特性	整定項目	標準仕様案	メーカー対応値	備考
出力を、出力可能値以下の領域で、増加率および低減率を制限して運転する機能  P_{rated}: 定格出力 P_{uk*}: 出力上限指令値 $P_{available}$: 可能出力(風速から得られる最大出力) P_{WT}: 制御後の発電出力 標準装備	通常運転中増加	最小値2.6%/min. 最大値 300%/min. ステップ 10%	300%- 2.6%/min.(10%)	最大は各社の最小値 最小、ステップは各社の最大値 (最大)-(最小)(ステップ)
	通常運転中減少		300%- 2.6%/min.(10%)	
	起動時	規定しない (共通仕様の設定ができない)	100%- 2.6%/min.(2.6%)	
	停止時			
	復電時	同上		
	整定変更	ユーザー設定		
		遠隔設定 (通常運転中率のみ)		

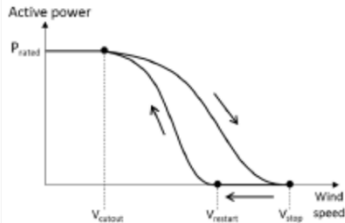
周波数調定率制御

特性	整定項目	標準仕様案	メーカー対応値	備考
周波数上昇時に、周波数調定率に従い風力発電機の出力を減少して運転する機能。  F_{rated}: 定格周波数 F_{start}: 本制御を開始する周波数 F_{max}: 本制御を適用可能な最大周波数 $F_{release}$: リリース制御を終了する周波数 $P_{available}$: 可能出力(風速から得られる最大出力) 周波数調定率D: 周波数がF_{start}からF_{max}に変化した場合、出力を$P_{available}$からP_{min}に変化させる量 $D = ((F_{start} - F_{max}) / (F_{rated} - F_{start})) \times ((P_{available} - P_{min}) / (P_{rated} - P_{start})) \times 100 [\%]$ 但し、F_{rated}は定格周波数、P_{rated}は定格出力 標準装備	周波数調定率	5-2%(1%)	5-2%(1%)	最大は各社の最小値 最小、ステップは各社の最大値 (最大)-(最小)(ステップ)
	最大周波数	51.5Hz	51.5Hz (FRT規定に同じ)	
	適用可能な出力	100-10%	100-10%	
	開始周波数 (不感帯)	50.3- 50.1Hz(0.1Hz)	50.3-50.1Hz(0.1Hz)	
	リリース制御	規定せず	なし (ありは2社)	
	応答速度	規定せず	1%/SEC 複数社は規定なし	
	整定変更	ユーザー設定 否	ユーザー設定 全社否	
		遠隔設定 可	遠隔設定 全社 可	

5. 参考 制御機能のJWPA標準仕様(3／3)

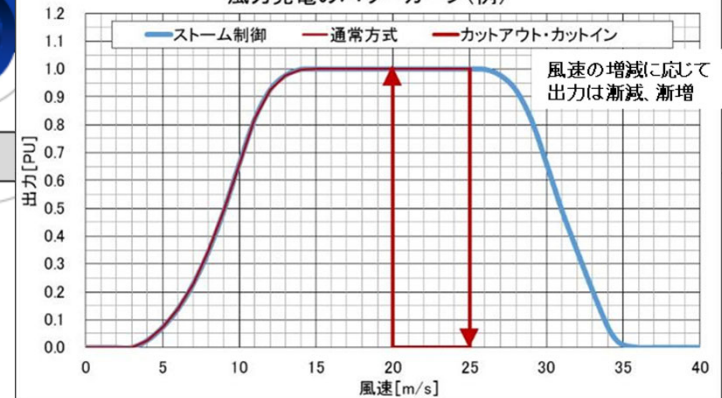
強風域における一斉停止防止機能（ストーム制御機能）

10分間平均風速が25m/s以上となっても、風車を停止せずに、25m/s程度から35m/s程度まで、風速増加に応じて出力を低減して運転を継続する機能

特性	整定項目	標準仕様案	メーカー対応値	備考
風速がカットアウト風速以上となっても、風車を停止せずに、風速に応じて出力を低減して運転する機能	カットアウト風速	各社仕様による	28m/s 30m/s 28-32m/s	最大は最小値 最小は最大値
	停止風速	各社仕様による	34m/s 30m/s	(最大)-(最小)(スラップ)
	再起動風速	各社仕様による	34m/s 28m/s 23-27m/s	
 P_{rated} : 定格出力 V_{cutoff} : カットアウト風速(出力低下開始点) V_{stop} : 風車停止風速 $V_{restart}$: 風車再起動風速	パワーカーブ	各社仕様による		
	ユーザ設定	遠隔設定		

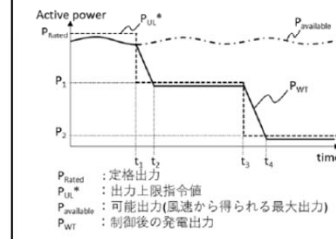
装備は個別協議

風力発電のパワーカーブ(例)



最大出力抑制制御

風力発電の出力を、風速に応じた出力可能値より低減して運転を行う機能

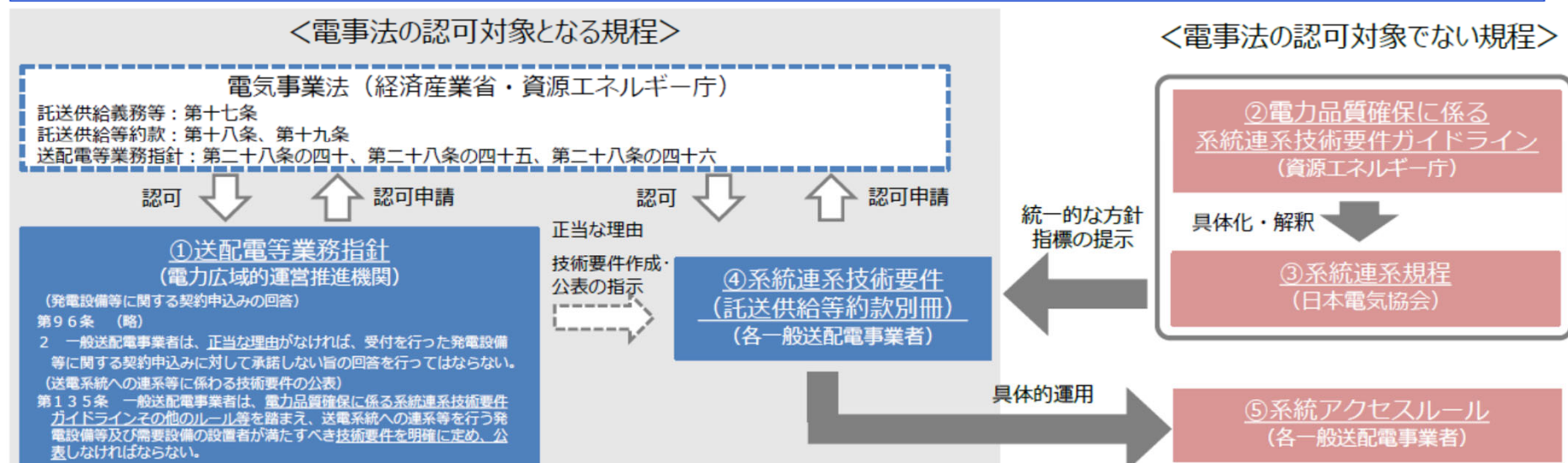
特性	整定項目	標準仕様案	メーカー対応値	備考
 P_{rated} : 定格出力 P_{UL}^* : 出力上限指令値 $P_{available}$: 可能出力(風速から得られる最大出力) P_{WT} : 制御後の発電出力	上限指令値	整定範囲とステップ 100-10%(1%)	100-10%(1%) (50%以下は台数制御・・・1社)	最小値、ステップは各社の最大値で選定
	整定変更	ユーザ設定可 遠隔設定可	ユーザ設定可 遠隔設定可	系統運用者による遠隔設定
	応答速度	80%/min.(=1.3%/S)	20%/SEC~ 1.3%/SEC	各社の最小値で選定
	整定変更	ユーザ設定 否 遠隔設定 否	ユーザ設定、遠隔設定 否のメーカー有	整定項目ではない
	更新周期	10SEC	10SEC	各社最大値で選定

標準装備

5. 参考 日本における系統連系に係る現行の規定

(第20回系統WG「資料1」より抜粋)

- 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」から構成されている。
- 電力広域的運営推進機関が定める①「送配電等業務指針」は、一般送配電事業者及び送電事業者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るもので策定及び変更にあたっては、経済産業大臣の認可を受ける必要がある。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定めている。
- 資源エネルギー庁が定める②「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」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である。日本電気協会が定める③「系統連系規程」は、②の内容を具体化すると共に連系検討に携わる実務者向けに電気設備の技術基準の解釈を示したものであり、②・③ともに、④に対し全国統一的な方針を示すものである。
- ④「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であり、策定及び変更にあたっては、経済産業大臣の認可を受ける必要がある。また、⑤「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で、認可対象ではない。



5. 参考 託送供給等約款に係る規定例

(第20回系統WG「資料1」より抜粋)

○電気事業法

(託送供給義務等) 第十七条

一般送配電事業者は、正当な理由がなければ、その供給区域における託送供給（振替供給にあつては、小売電気事業、一般送配電事業若しくは特定送配電事業の用に供するための電気又は第二条第一項第五号ロに掲げる接続供給に係る電気に係るものであつて、経済産業省令で定めるものに限る。次条第一項において同じ。）を拒んではならない。

2 一般送配電事業者は、その電力量調整供給を行うために過剰な供給能力を確保しなければならないこととなるおそれがあるときその他正当な理由がなければ、その供給区域における電力量調整供給を拒んではならない。

4 一般送配電事業者は、発電用の電気工作物を維持し、及び運用し、又は維持し、及び運用しようとする者から、当該発電用の電気工作物と当該一般送配電事業者が維持し、及び運用する電線路とを電氣的に接続することを求められたときは、当該発電用の電気工作物が当該電線路の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えるおそれがあるときその他正当な理由がなければ、当該接続を拒んではならない。

(託送供給等約款) 第十八条

一般送配電事業者は、その供給区域における託送供給及び電力量調整供給（以下この条において「託送供給等」という。）に係る料金その他の供給条件について、経済産業省令で定めるところにより、託送供給等約款を定め、経済産業大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

2 一般送配電事業者は、前項の認可を受けた託送供給等約款以外の供給条件により託送供給等を行つてはならない。ただし、その託送供給等約款により難い特別の事情がある場合において、経済産業大臣の認可を受けた料金その他の供給条件により託送供給等を行うときは、この限りでない。

(業務) 第二十八条の四十

推進機関は、第二十八条の四の目的を達成するため、次に掲げる業務を行う。

三 送配電等業務（一般送配電事業者及び送電事業者が行う託送供給の業務その他の変電、送電及び配電に係る業務をいう。以下この条において同じ。）の実施に関する基本的な指針（第二十八条の四十五、第二十八条の四十六及び第二十九条第二項において「送配電等業務指針」という。）を策定すること。

(送配電等業務指針) 第二十八条の四十五

送配電等業務指針には、次に掲げる事項を定めるものとする。

二 発電用の電気工作物と一般送配電事業者が維持し、及び運用する電線路との電氣的な接続に関する事項

(送配電等業務指針の認可) 第二十八条の四十六

送配電等業務指針は、経済産業大臣の認可を受けなければその効力を生じない。その変更（経済産業省令で定める軽微な事項に係るものを除く。）についても、同様とする。

○送配電等業務指針

(発電設備等に関する契約申込みの回答) 第96条

2 一般送配電事業者は、正当な理由がなければ、受付を行った発電設備等に関する契約申込みに対して承諾しない旨の回答を行つてはならない。

(送電系統への連系等に係わる技術要件の公表) 第135条

一般送配電事業者は、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインその他のルール等を踏まえ、送電系統への連系等を行う発電設備等及び需要設備の設置者が満たすべき技術要件を明確に定め、公表しなければならない。

5. 参考 グリッドコードの制度的体系や 具体的要件の検討の進め方①(案) (第20回系統WG「資料1」より抜粋)

(1) 制度的体系について

- IEAによれば、グリッドコードとは「電力システムや市場に接続された資産が遵守しなければならない幅広い一連のルールを網羅した包括的な条件」であり、その制定目的は費用対効果と信頼性の高い電力システム運用を支援することであって、狭義には「接続コード」を指す。海外のグリッドコード策定プロセスは国ごとに異なるが、大枠として送配電事業者が提案し、規制機関によって承認されるケースが多い。
- 日本では、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、系統連系に係る一連の規程（「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」、「系統アクセスルール」）に基づいて、再エネを含む発電事業者と一般送配電事業者の電力量調整供給及び電氣的接続が確保されている。再エネの導入拡大に伴い、今後も多様な発電事業者の参入が見込まれることを踏まえ、実効性や手続きの適正性が担保されている「系統連系技術要件」を軸とする上記規程をグリッドコードと位置づけ、再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会の中間整理等を踏まえた再エネ及び火力発電の個別技術要件は原則として「系統連系技術要件」に規定することとしてはどうか。
- 「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」は、各社が定める「系統連系技術要件」について、必要な事項を整理し、指標を提示するものであるが、元来コージェネレーション等の分散型電源の系統連系を目的として定められたガイドラインであり、必ずしも再エネ大量導入に即した内容が盛り込まれていない（変動再エネ導入に伴う調整力の必要性、既設電源を含めた適用等）、「系統連系技術要件」や「系統アクセスルール」との関連性が不明確等の課題があることから、再エネ・火力発電の技術要件の検討と並行して、同ガイドラインの必要な改定を行うべきではないか。
- なお、電力ネットワークの最適利用の観点から電源種や発電技術によらない技術要件を定めることが望ましいが、再エネの大量導入のための調整力確保は待ったなしの課題であることを踏まえつつ、各種電源の特性に配慮した技術要件を検討していくこととしてはどうか。

5. 参考 系統連系に係る各規程の関連性及び特性

(第20回系統WG「資料1」より抜粋)

<各規程の関係性>

	法令に基づく規程	ガイドライン
国等	(電気事業法) ① 送配電等業務指針	② 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン
事業者	④ 系統連系技術要件 (託送供給等約款別冊)	③ 系統連系規程 ⑤ 系統アクセスルール

<各規程の特性>

	実効性	手続きの 適切性	変更等の 機動性	当該分野 の専門性	統一性
① 送配電等業務指針 (電力広域的運営推進機関)	◎	◎	△	△	○
② 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)	○	○	△	△	○
③ 系統連系規程 (日本電気協会)	○	○	△	○	○
④ 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)	◎	◎	○	○	△ ※地域的な 差異が必要
⑤ 系統アクセスルール (各一般送配電事業者)	△	△	◎	○	△

統一性を補完