

# 個別技術要件検討 「発電設備の運転可能周波数(下限)」

2022年3月28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

- 過去の周波数低下事象発生を鑑み、発電設備の運転可能周波数(下限)対策として、新規に連系する高圧と低圧の発電設備の「**UFR整定値(検出レベルおよび検出時限)**」、「**運転可能周波数(連続含む)**」、「**運転継続時間**」に関する内容等が**系統連系規程に記載される予定**であるが、「**系統連系技術要件**」(託送供給等約款別冊)では要件化されていない状況である(特別高圧は規定済み)。

### ■ 2030年時点に想定される課題、その後の課題と提言

#### (発電側)

- 周波数低下に伴う発電設備の出力低下や停止等が周波数変動を助長し、発電設備等が連鎖的に脱落することを防止するため、運転可能周波数(下限)の規定が必要である。

#### (系統側)

- 電源脱落による周波数低下時に発電設備が運転限界に達するようなことがあれば、発電設備は解列され、ますます供給不足に拍車がかかるため、系統崩壊に発展するリスクを軽減する必要がある。

### ■ 要件化の必要性およびメリット

- **系統連系規程の運転可能周波数に関する記載を規定することにより実効性が高まる**と考えられるため、系統連系規程に記載の内容を明文化する。
- 再生可能エネルギー電源の導入拡大に伴い、大型・集中電源の調整能力が減少した状況において、**周波数低下に伴う再生可能エネルギー電源の出力低下や停止等が周波数変動を助長し、再生可能エネルギー電源等が連鎖的に脱落すること(大規模停電を招くおそれあり)を回避することができる(発電機会損失の低減)**。なお、要件は明文化の位置づけであり、費用対効果は非常に大きい。

# 1. 個別技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」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）発電設備の運転可能周波数(下限)

（対象電源種：**全電源種**※ 対象容量：**全容量**

※FRT要件の適用を受けない逆変換装置を用いた発電設備を除く。

また、一部発電設備（高低圧連系交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービン）は除く  
（交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては機器開発に伴う  
要件適用猶予期限が設定されており2024年に適用予定。）

（特別高圧）・・・要件化済

※「UFR整定値(検出レベルおよび検出時限)」、「運転可能周波数(連続含む)」、  
「運転継続時間」に関する内容

（高圧）、（低圧）・・・「UFR整定値(検出レベルおよび検出時限)」、「運転可能周波数(連続含む)」、  
「運転継続時間」に関する内容を規定する。

## 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)

- ・特別高圧 (要件化済)

- ・高圧、低圧 (対象電源種 : 全電源種※ 対象容量 : 全容量 )

※電力系統に大量かつ広域に連系された場合、電力系統に擾乱が発生すると一斉解列により電力品質に大きな影響を与えるため。

ただし、FRT要件の適用を受けない逆変換装置を用いた発電設備を除く。

また、交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては機器開発に伴う要件適用猶予期限が設定されており2024年に適用する予定。

# 1. 個別技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」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）
自家発	総括	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術面：(1)ガスエンジンおよびガスタービン発電設備以外の発電設備も、周波数低下時には運転が困難となる場合があることに留意いただきたい。<u>小容量機全般の見直しが必要です。</u>(2)2024.04の猶予期間設定は、海外製品、建設業界にも広く周知する必要がある。</li> <li>費用面：<u>小容量発電設備の製作者に対し、周波数低下時の運転継続を保証いただくことは一定の開発期間と費用が必要と考えられる。</u></li> </ul>
	対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般産業需要家のガスエンジン、ガスタービン発電設備とそれ以外の小容量発電設備。ディーゼル発電設備、ボイラ+蒸気タービン発電設備等。</li> <li>その他、小水力や工場の余剰蒸気で駆動される発電設備等。</li> </ul>
	技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>[総括(1)]：第6回で報告しているが、周波数低下によりポンプ・ファン等、補機の回転数低下による容量減少で運転継続が困難となる場合がある。</li> <li>[総括(2)]：2024.4の猶予期間は国内メーカーには周知されているようですが、ガスタービンは海外製も多いことに留意すべきです。また、補機を含む発電設備全体の設計要件、または規格として周波数低下に対する視点を含める必要があります。</li> </ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記にて、周波数低下時の発電設備運転継続を製作者に保障いただくことは一定の費用が必要と考えられる。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>特になし</li> </ul>
	JWPA	総括
対象		<ul style="list-style-type: none"> <li>300kW以上の風車</li> </ul>
技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>標準機能などで対応可能</li> </ul>
費用		<ul style="list-style-type: none"> <li>追加費用なし</li> </ul>
その他		<ul style="list-style-type: none"> <li>特になし</li> </ul>

# 1. 個別技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」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"><li>技術面：問題なし</li><li>費用面：追加費用なし</li><li>提案：－</li></ul>
	対象	<ul style="list-style-type: none"><li>高圧、低圧に系統連系するPCS</li></ul>
	技術	<ul style="list-style-type: none"><li>太陽光発電用のPCSはFRT対応の際、運転可能周波数の下限（UFR）のレベルを47.5Hz（50Hz系統）／57.0Hz（60Hz系統）に変更したため、今回改定予定の系統連系規程に既に適合しており、遡及適用もないので、<b>特に問題なし</b>。</li></ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"><li>対応済みの案件のため、<b>追加費用の発生はない</b>。</li></ul>
	その他	－

# 1. 個別技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」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）	<b>総括</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術面：問題なし</li> <li>費用面：追加費用なし</li> <li>提案：－</li> </ul>
	対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>高圧、低圧に系統連系するPCS</li> </ul>
	技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>対応済み</li> <li>現行技術レベル内で対応可能見込みです。</li> <li>本件にかかる技術要件として、大きな懸念はない。</li> </ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>対応済み</li> <li>新規量産品の場合は全体で吸収できる見込みのため、追加費用はなし。</li> <li>新機種開発時の要求仕様/要件定義に含むことで、通常開発費用内で吸収できる見込みです。</li> </ul>
	その他	－
JEMA(コージェネ,ガス)	<b>総括</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術面：周波数低下時に出力を調整する機能を追加することで対応は可能</li> <li>費用面：メーカーや発電容量により様々ではあるが、製品価格が大幅に上がるものではない。</li> <li>提案：機器の開発期間を考慮した適用猶予期間の設定を要望します。</li> </ul>
	対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>100MW以下のガスエンジン・ガスタービンコージェネレーション設備</li> <li>家庭用の燃料電池は含まず</li> </ul>
	技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数低下により、異常燃焼やエンジン停止、温度・振動増大による機器故障等が発生する可能性がある。</li> <li>周波数低下時に出力を調整する機能の開発が必要</li> </ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>メーカーや発電容量により対応は様々であるため、開発費用、製品価格とも提示不可</li> <li>但し、製品価格が大幅に上がるものではない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品開発や設計変更等に時間を要する。</li> <li>大半のメーカーが対応可能になるには、2年程度の開発期間を要する。</li> </ul>



## ④ 系統側の対策

- 一般送配電事業者が取り得る対策

### **系統側対策なし**

系統連系規程で運用済要件の明文化であり、「発電設備の運転可能周波数(下限)」は発電設備等の設置者である発電設備側にて実現されるものであるため、系統側対策はなし。

## ⑤比較・検討結果

### <検討モデル>

#### 【検討モデル選定理由】

—

#### 【検討方法】

—

- ✓ 系統連系規程の明文化のため。

# 1. 個別技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」の検討

## ⑤比較・検討結果

評価項目*1	発電側対策：発電設備の運転可能周波数(下限)の明文化	系統側対策：－
費用	<u>発生しない場合が多い</u> (一部機種で発生する場合ある)	
出力制御低減効果	評価対象外	
変動対応能力	評価対象外	
公平性	<u>明文化により発電事業者間の公平性が得られる</u>	
実現性	<u>既存技術の範囲であり問題なし</u>	

「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 発生しない場合が多い(一部機種で発生する場合ある)
- 出力制御低減 評価対象外
- 変動対応 評価対象外
- 公平性 明文化により発電事業者間の公平性が得られる
- 実現性 既存技術の範囲であり問題なし
- その他 適用時期は2023年4月を予定  
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>

- 現時点においては、直ぐに系統運用に支障をきたす恐れがある状況にはなく、加えて、「電力レジリエンス等に関する小委員会」において整理された発電設備の周波数低下リレー（UFR）の標準整定値を踏まえ、影響の大きな発電設備から順次、整定変更を依頼していることから、遡及適用しないと整理することが妥当と考えられる。
- 系統連系規程の明文化であり、系統連系規程に規程以降、新規に系統連系する全ての発電事業者が要件を満たす設備を導入するため。

## 2. 他の規程への影響 技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」

### ■ 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 連系に必要な技術要件 第1節 共通事項 2. 設備の整定値・定数等の設定</p> <p>系統故障などにより周波数が変動した場合に、発電機が脱落すると周波数変動が助長され、さらに発電機の連鎖脱落を招く可能性がある。このため、系統に連系する発電設備等は、一定範囲の周波数変動に対し連鎖脱落しないように、運転可能周波数範囲を一般送配電事業者からの求めに応じ、適切な数値に設定する。また、系統安定度維持対策等のために必要な場合、昇圧用変圧器及び発電機の定数を一般送配電事業者からの求めに応じ、適切な数値に設定する。</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「発電設備の運転可能周波数(下限)」

### ■ 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「発電設備の運転可能周波数(下限)」

### ■ 系統アクセスルール

現行記載	影響
系統連系技術要件と同様	系統連系技術要件と同様の追記

## 2. 他の規程への影響 技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」

### ■ 系統連系規程（1 / 2）

#### 現行記載(2022.4改訂予定の記載)

#### 影響

#### 1. 基本的な考え方

系統故障などにより系統に接続されている発電設備等が脱落したりすると周波数が大幅に低下する可能性がある。その際、系統に連系する発電設備等が運転限界に達し、系統から解列すると、周波数低下が助長され、連鎖脱落を招く可能性がある。このため、運転可能周波数範囲を一般送配電事業者からの求めに応じて、2. 運転可能周波数範囲に示す数値に設定する必要がある。

ただし、これによりがたい場合には、可能な限り周波数低下の助長を回避・低減するように、一般送配電事業者と十分な協議を行い、適切な数値を設定する必要がある。協議が必要な例としては、次のようなものがある。

- ・連系する系統規模に起因する特殊事情がある場合
- ・製品の生産継続、事業継続、品質維持、設備保安等を目的として自立運転を行う場合
- ・同一受電点において発電設備と併設している負荷設備の機器耐量を満たすことが技術的に困難な場合

2022年4月に系統連系規程が改定され、系統連系規程の明文化のため、記載を変更する必要なし。



## 2. 他の規程への影響 技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」

### ■ 系統連系規程（2 / 2）

#### 現行記載(2022.4改訂予定の記載)

#### 影響

#### 2. 運転可能周波数範囲

周波数低下時における発電設備等の連続運転可能周波数 及び運転可能周波数は、以下の数値を満たす設定とすること。

(1)連続運転可能周波数は、48.5Hz（50Hz系統）, 58.2Hz（60Hz系統）を超える周波数領域であること。

(2)運転可能周波数は、47.5Hz（50Hz系統）, 57.0Hz（60Hz系統）以上の周波数領域であること。なお、運転継続時間は、48.5Hz（50Hz系統）, 58.2Hz（60Hz系統）では少なくとも 10分以上、48.0Hz（50Hz系統）, 57.6Hz（60Hz系統）では少なくとも 1分以上であること。ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。また、高低圧連系で交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンでは、周波数低下時に 出力を調整する機能の開発が必要となるため、メーカーの開発期間を考慮し、2024年4月以降に連系協議する設備より適用とするが、電力レジリエンス向上の観点から製品開発においては可能な限り早期の適用を目指すこと。

2022年4月に系統連系規程が改定され、系統連系規程の明文化のため、記載を変更する必要なし。

### 3. 運用・市場コードの観点からの検討 技術要件「発電設備の運転可能周波数(下限)」

#### 技術要件改定案

#### 運用・市場コードの 観点での検討

##### (低圧) 3. 運転可能周波数

発電設備の連続運転可能周波数及び運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数：48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

運転可能周波数：47.5Hz 以上 51.5Hz 以下 周波数低下時の運転継続時間は、48.5Hz では 10 分程度以上、48.0Hz では 1 分程度以上とすること。周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT 要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2 秒）

ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。

また、交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては除く。

##### (高圧) 2. 運転可能周波数

発電設備の連続運転可能周波数及び運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数：48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

運転可能周波数：47.5Hz 以上 51.5Hz 以下 周波数低下時の運転継続時間は、48.5Hz では 10 分程度以上、48.0Hz では 1 分程度以上とすること。周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT 要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2 秒）

ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。

また、交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては除く。

特になし

### ① 定量評価、解析等

#### ■ 以下検討結果について示す。

明文化のみ：定量評価不要で、他の規程に記載されているものを実効性を持たせるべく要件化するもの  
⇒その理由を記載

## 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

（低圧）

#### 3. 運転可能周波数

発電設備の運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数:48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT 要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調 が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2 秒）

#### 改定案

（低圧）

#### 3. 運転可能周波数

発電設備の連続運転可能周波数及び運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数：48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

運転可能周波数：47.5Hz 以上 51.5Hz 以下  
周波数低下時の運転継続時間は、48.5Hz では 10 分程度以上、48.0Hz では 1 分程度以上とすること。周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT 要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調 が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2 秒）

ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。

また、交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては除く。

## 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）

#### 2. 運転可能周波数

発電設備の運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数:48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2秒）

#### 改定案

（高圧）

#### 2. 運転可能周波数

発電設備の連続運転可能周波数及び運転可能周波数は、次のとおりとしていただきます。

連続運転可能周波数：48.5Hz を超え 50.5Hz 以下

運転可能周波数：47.5Hz 以上 51.5Hz 以下  
周波数低下時の運転継続時間は、48.5Hz では10分程度以上、48.0Hz では1分程度以上とすること。周波数低下リレーの整定値は、原則として、FRT要件の適用を受ける発電設備は 47.5Hz、それ以外は 48.5Hz とし、検出時限は自動再閉路時間と協調が取れる範囲の最大値とすること（協調が取れる範囲の最大値：2秒）

ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。

また、交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンについては除く。

### ③その他（他会議体の検討資料）

## 運転可能周波数の考え方

- 第6回電力レジ小委（2019年4月）において、運転可能周波数（連続含む）は、JECの考え方や発電側UFRの整定値、発電設備の運転限界等を考慮して、同一周波数で交流連系しているエリア毎に特高の考え方が統一された。
- 高低圧の発電設備の基本的な考え方についても特高に準拠した形で整理がなされた。

### 2-② UFRの整定値に関して要件化が必要な項目

27

- 特別高圧の発電設備に求める要件は、JEC2130（同期機）及びJEC2137（誘導機）に基づき、以下の内容としてはどうか。ただし、北海道エリアについては別に定めることとしてはどうか。

#### <運転可能周波数>

- 運転可能周波数の最下限は、発電側UFRの検出レベルに協調をとって  
0.95pu【47.5Hz／57.0Hz】とする。
- 連続運転可能周波数の最下限は、現在の各社の系統連系技術要件を踏まえて、  
0.97puより上【48.5Hz／58.2Hz】に統一する。

#### <運転継続時間>

- 発電機の一般的な運転可能時間曲線等を踏まえて、次の要求値で統一する。  
要求値：0.97pu【48.5Hz／58.2Hz】－10分以上  
0.96pu【48.0Hz／57.6Hz】－1分以上

## ③その他（他会議体の検討資料）

### 【参考】「系統連系規程」改定案

現行	改定案
<p>第2章－第1節 1-4 設備の整定値・定数等の設定 (略)</p> <p>1. 基本的な考え方 系統故障などにより系統に接続されている発電設備等が脱落したりすると周波数が大幅に低下する場合がある。その際、系統に連系する発電設備等が運転限界に達し、系統から解列すると、周波数低下が助長され、連鎖脱落を招く可能性がある。このため、運転可能周波数範囲を一般送配電事業者からの求めに応じて、適切な数値に設定する必要がある。</p>	<p>第2章－第1節 1-4 設備の整定値・定数等の設定 (略)</p> <p>1. 基本的な考え方 系統故障などにより系統に接続されている発電設備等が脱落したりすると周波数が大幅に低下する場合がある。その際、系統に連系する発電設備等が運転限界に達し、系統から解列すると、周波数低下が助長され、連鎖脱落を招く可能性がある。このため、運転可能周波数範囲を一般送配電事業者からの求めに応じて、<b>2. 運転可能周波数範囲に示す数値</b>に設定する必要がある。</p>
<p>(新規追加)</p>	<p>ただし、これによりがたい場合には、可能な限り周波数低下の助長を回避・低減するように、一般送配電事業者と十分な協議を行い、適切な数値を設定する必要がある。協議が必要な例としては、次のようなものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・連系する系統規模に起因する特殊事情がある場合</li> <li>・製品の生産継続、事業継続、品質維持、設備保安等を目的として自立運転を行う場合</li> <li>・同一受電点において発電設備と併設している負荷設備の機器耐量を満たすことが技術的に困難な場合</li> </ul>
<p>また、昇圧用変圧器及び発電機の定数については、系統安定度維持対策や短絡・地絡電流抑制対策、系統側保護リレーとの保護協調などの観点から必要な場合に、一般送配電事業者からの求めに応じて、適切な数値に設定する必要がある。</p>	<p>(略)</p>



## 4. 詳細検討資料

### ③その他（他会議体の検討資料）

#### 【参考】「系統連系規程」改定案

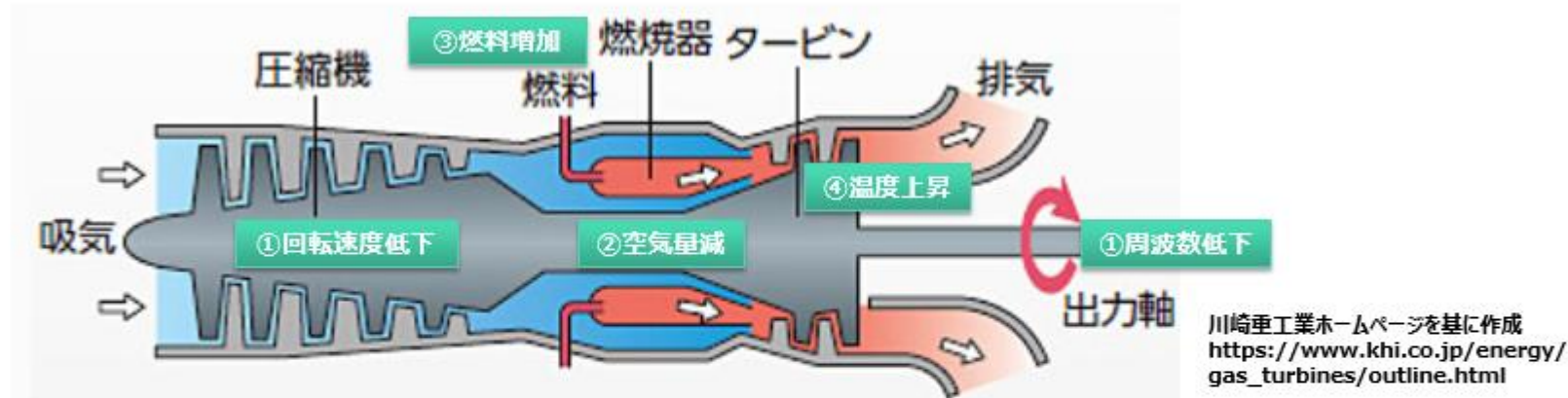
現行	改定案																					
<p>(新規追加)</p>	<p>2. 運転可能周波数範囲                      周波数低下時における発電設備等の連続運転可能周波数 及び運転可能周波数は、以下の数値を満たす設定とすること。                      (1) 連続運転可能周波数は、48.5Hz（50Hz系統）、58.2Hz（60Hz系統）を超える周波数領域であること。                      (2) 運転可能周波数は、47.5Hz（50Hz系統）、57.0Hz（60Hz系統）以上の周波数領域であること。なお、運転継続時間は、48.5Hz（50Hz系統）、58.2Hz（60Hz系統）では少なくとも10分以上、48.0Hz（50Hz系統）、57.6Hz（60Hz系統）では少なくとも1分以上であること。ただし、逆変換装置を用いた発電設備等でFRT要件非適用の設備については、これによらない。また、高低圧連系で交流発電設備のガスエンジンおよびガスタービンでは、周波数低下時に 出力を調整する機能の開発が必要となるため、メーカーの開発期間を考慮し、2024年4月以降に連系協議する設備より適用とするが、電力レジリエンス向上の観点から製品開発においては可能な限り早期の適用を目指すこと。</p> <div data-bbox="807 746 1362 1192" style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>図 1-4-1 周波数低下時の運転継続時間</caption> <thead> <tr> <th>周波数 [Hz]</th> <th>周波数低下時の運転継続時間 [p.u.]</th> <th>注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50.0</td> <td>1.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>49.5</td> <td>0.99</td> <td></td> </tr> <tr> <td>49.0</td> <td>0.98</td> <td></td> </tr> <tr> <td>48.5</td> <td>0.97</td> <td>10分以上の運転継続</td> </tr> <tr> <td>48.0</td> <td>0.96</td> <td>1分以上の運転継続</td> </tr> <tr> <td>47.5</td> <td>0.95</td> <td>UFR整定値</td> </tr> </tbody> </table> </div>	周波数 [Hz]	周波数低下時の運転継続時間 [p.u.]	注	50.0	1.00		49.5	0.99		49.0	0.98		48.5	0.97	10分以上の運転継続	48.0	0.96	1分以上の運転継続	47.5	0.95	UFR整定値
周波数 [Hz]	周波数低下時の運転継続時間 [p.u.]	注																				
50.0	1.00																					
49.5	0.99																					
49.0	0.98																					
48.5	0.97	10分以上の運転継続																				
48.0	0.96	1分以上の運転継続																				
47.5	0.95	UFR整定値																				
<p>2. 昇圧用変圧器と発電機の定数 (略)</p>	<p>3. 昇圧用変圧器と発電機の定数 (略)</p>																					



【参考】高低圧ガスエンジン・ガスタービンでの技術課題

技術課題

系統周波数低下が生じた際の、ガスエンジン・ガスタービンの現状課題



ガスエンジン	ガスタービン
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 燃焼圧力上昇による過負荷発生                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ エンジンストール、ノッキングの発生、環境規制値超過 (Nox、騒音、振動、他)</li> </ul> </li> <li>● 軸受け振動増大による機器停止</li> <li>● サージによる機器故障</li> <li>● 冷却用ファン・ポンプの回転数低下（能力低下）による温度異常</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 圧縮機回転速度低下に伴う空気量減少                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 燃料増加によるタービン入口温度・排気温度の制限超過、空燃比アンバランスによる失火</li> </ul> </li> </ul>

周波数低下時に出力を調整する機能を開発し、評価・解析を行う必要あり

## ③その他（他会議体の検討資料）

【参考】高低圧ガスエンジン・ガスタービンでの開発に要する期間

## 開発に要する期間

## アンケート確認結果※ コージェネ財団アンケート結果を基に作成

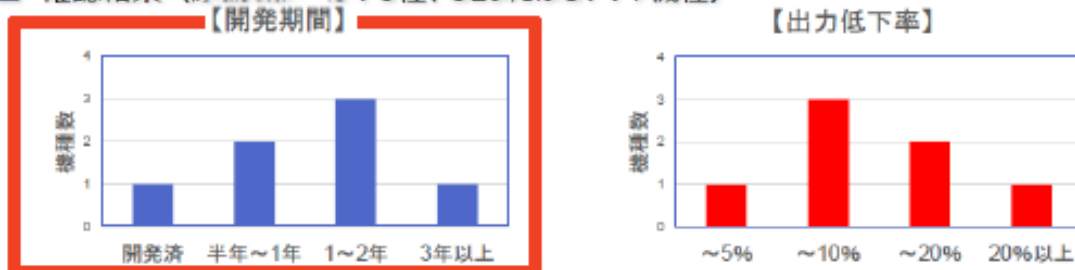
## □ 確認内容

系統周波数低下時の発電出力の低下を許容する条件において、下記①～④の要件に対応するために必要な開発期間およびその際の出力低下率についてアンケートを実施。

要件化の項目	要件(特別高圧・高圧・低圧共通)
① UFR標準整定値	・検出レベル:47.5Hz/57.0Hz ・検出時間:2秒※
② 連続運転可能周波数	48.5Hz/58.2Hz を超える周波数領域では、連続運転可能であること。
③ 運転可能周波数	47.5Hz/57.0Hz 以上の周波数領域では、運転可能であること。
④ 運転継続時間	・48.5Hz/58.2Hz:10分以上 ・48.0Hz/57.6Hz:1分以上

※ 特別高圧:2秒以上、高圧・低圧:自動再開路時間と協議が取れる範囲の最大値

## □ 確認結果（原動機メーカー：5社、GEまたはGT：7機種）



1

© 2021 The Japan Gas Association

第72回配電系統作業会 資料No.3より

電力レジリエンス向上の観点から極力早期の適用を目指す旨を併記した上で半数以上の機種が対応可能となる2年を開発期間と設定した。

## 4. 詳細検討資料

### ③その他（他会議体の検討資料）

#### FERC Order

#### LGIA Standard Large Generator Interconnection Agreement

9.7.3

##### Under-Frequency and Over-Frequency Conditions

送電システムは、under-frequencyとなった場合に、負荷削減プログラムを自動で起動するように設計されている。系統に接続する発電設備は、運転継続を確実にするために、under-frequencyとover-frequencyの保護継電器を設定すること。

#### SGIA Small Generator Interconnection Agreement

1.5.7

- 事業者は、発電設備が過不足周波数、過不足電圧に際し解列されないよう、周波数ride through能力および、電圧ride through能力を確保すること。
- 周波数、電圧の条件は、Good Utility Practiceに準拠したものとし、Balancing Authority Area内の他の発電設備と同等の基準を適用すること。

#### IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces

#### 6.5 Frequency

##### Mandatory frequency tripping requirements

周波数が一定のしきい値を超えた場合、DERは以下の定められたClearing Time内でTripさせること。（表中のOFはOver frequency、UFはUnder frequencyを指す）

6.5.1

Shall trip function	Default settings <sup>a</sup>		Ranges of allowable settings <sup>b</sup>	
	Frequency <sup>c</sup> (Hz)	Clearing time (s)	Frequency (Hz)	Clearing time (s)
OF2	62.0	0.16	61.8–66.0	0.16–1 000.0
OF1	61.2	300.0	61.0–66.0	180.0–1 000.0
UF1	58.5	300.0 <sup>c</sup>	50.0–59.0	180.0–1 000
UF2	56.5	0.16	50.0–57.0	0.16–1 000

# 4. 詳細検討資料

## ③その他（他会議体の検討資料）

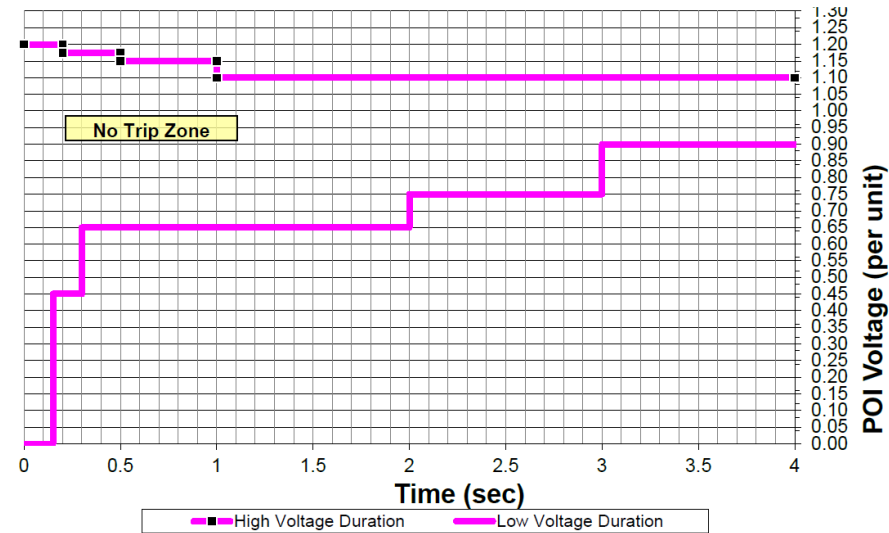
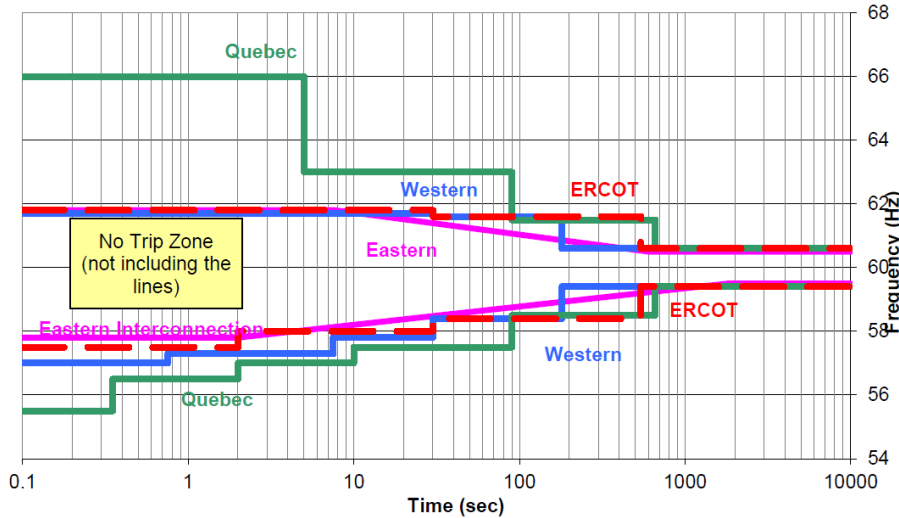
### NERC Standards

PRC-024-2

#### Generator Frequency and Voltage Protective Relay Settings

- Generator Ownerは、周波数の“No Trip Zone”内において、発電設備をトリップさせないように、保護継電器を設定すること。（Attachment 1参照、下図左）
- Generator Ownerは、電圧の“No Trip Zone”内において、発電設備をトリップさせないように、保護継電器を設定すること。（Attachment 2参照、下図右）

R1



## 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"> <li>全電源種(FRT要件の適用を受けない逆変換装置を用いた発電設備を除く。また、ガスエンジンおよびガスタービンは除く)</li> <li>高圧、低圧</li> <li>全容量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品開発や設計変更等に時間を要する。なお、周波数低下時に出力を調整する機能を追加することで対応は可能。(コージェネ,ガス)</li> <li>大半のメーカーが対応可能になるには、2年程度の開発期間を要する。費用はメーカーや発電容量により様々ではあるが、製品価格が大幅に上がるものではない。(コージェネ,ガス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全電源種(FRT要件の適用を受けない逆変換装置を用いた発電設備を除く。また、ガスエンジンおよびガスタービンは除く)とする。</li> <li>高圧、低圧とする。</li> <li>全容量とする。</li> </ul>
論点2 技術的実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系規程の記載内容の明文化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今回改定予定の系統連系規程に既に適合しており、遡及適用もないので、特に問題なし。(JPEA)</li> <li>標準機能などで対応可能(JWPA)</li> <li>周波数低下時には運転が困難となる場合があることに留意いただきたい。(自家発電)</li> <li>本件にかかる技術要件として、大きな懸念はない。(JEMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系規程の明文化とする。</li> </ul>
論点3 費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな負担はない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対応済みの案件のため、追加費用の発生はない。(JPEA)</li> <li>追加費用なし(JWPA)</li> <li>小容量発電設備の製作者に対し、周波数低下時の運転継続を保証いただくことは一定の開発期間と費用が必要と考えられる。(自家発電)</li> <li>対応済みのため、追加費用はなし(JEMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系規程の明文化であり、追加費用は発生しない場合が多い。</li> </ul>