

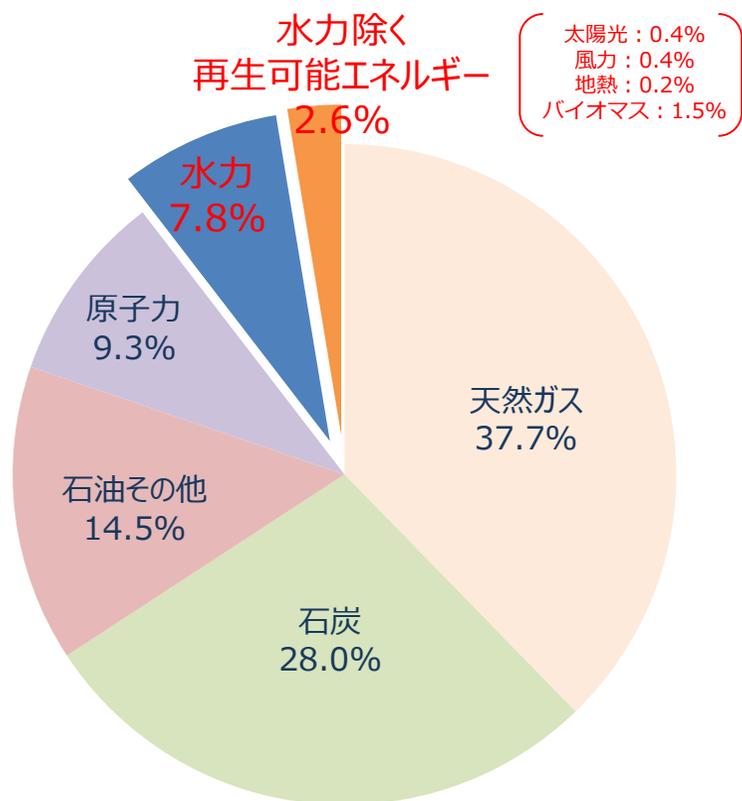
# グリッドコード（系統連系に係る技術要件）について

2020年1月16日  
資源エネルギー庁

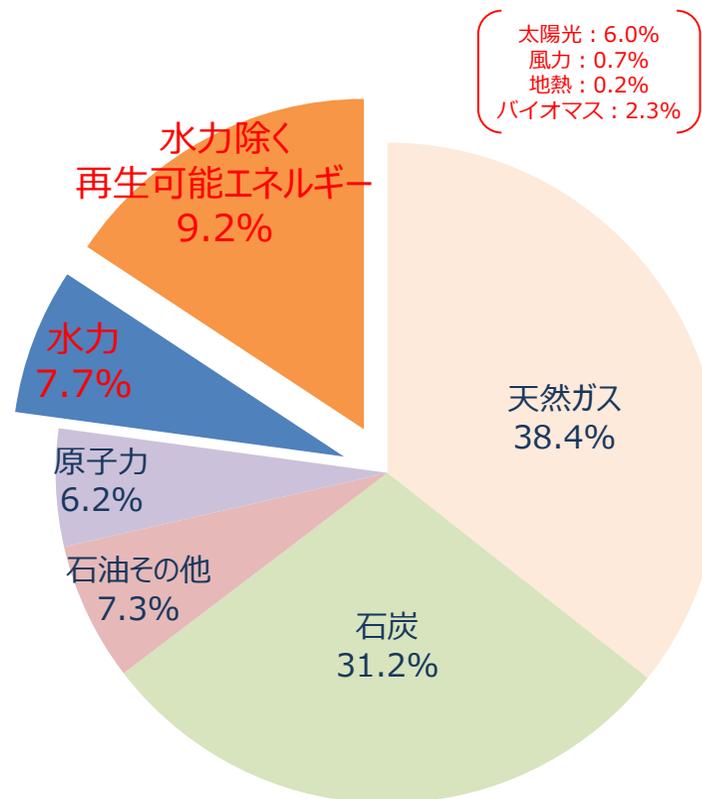
# 再生可能エネルギーの導入状況

- 以前から開発が進んできた水力を除く再生可能エネルギー全体の発電量に占める割合は、FIT制度の創設以降、**2.6%（2011年度）から9.2%（2018年度）に増加**（水力を含めると**10.4%から16.9%に増加**）。

<発電電力量の構成（2011年度）>



<発電電力量の構成（2018年度）>



# グリッドコードについて

- 国際エネルギー機関（IEA）によれば、**グリッドコード（Grid code）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」とされている。**グリッドコードは、①接続コード、②運用コード、③計画コード、④市場コードに関するルールで構成されるが、**狭義にはグリッドコードが「接続コード」を指す場合もあり**、本資料では「接続コード」をグリッドコードとする。
- グリッドコードの位置づけは国によって異なり、**法的に位置づけられている国（例.豪州）**がある一方、**系統に接続する発電者のためのガイドライン及び適用可能な規則にとどまっている国（例.ドイツ等）**もある。
- また、グリッドコードは、**自然変動再エネの導入率上昇や導入量拡大に伴う電力システムのニーズの変化等に応じて継続的な見直し**が行われる。
- 多くの場合、規制機関はグリッドコードの草案作成をシステム運用者に求める。最初の草案を作成するためには、電力システムに関する十分なデータと適切なモデリングツールが必要である。

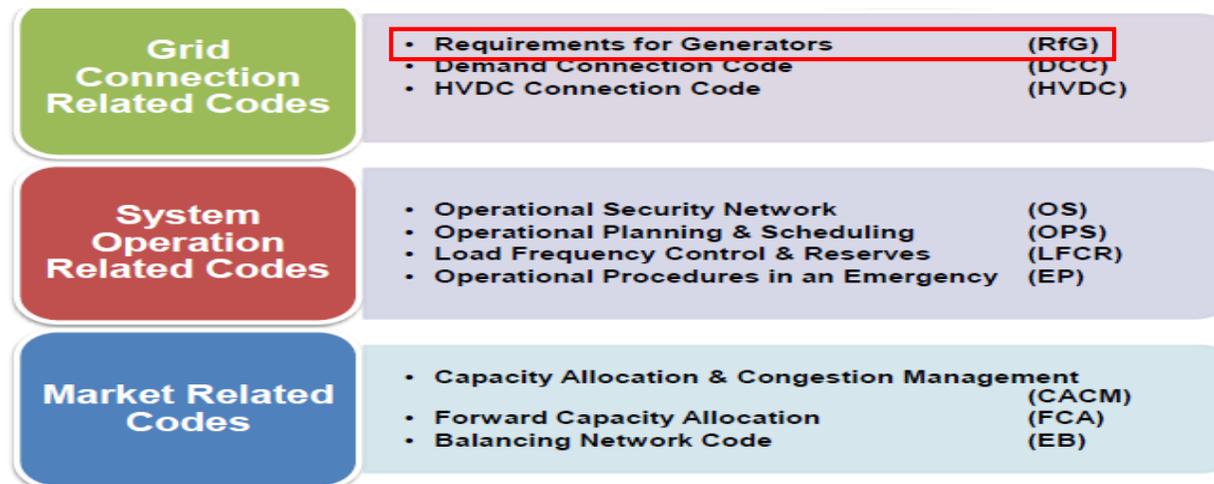
## <自然変動再エネの導入段階に応じた技術的要件（例）>

	全段階	第一段階（フェーズ1）	第二段階（フェーズ2）	第三段階（フェーズ3）	第四段階（フェーズ4）
技術要件	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 保護システム</li> <li>- 電力品質</li> <li>- 周波数および電圧の動作範囲</li> <li>- 大型発電機の可視性と制御</li> <li>- 大型発電機用通信システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数上昇時の出力低減</li> <li>- 電圧制御</li> <li>- 大型ユニットのFRT能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 小規模（分散）ユニットのFRT機能</li> <li>- 通信システム</li> <li>- VRE 予測ツール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 周波数/有効電力制御</li> <li>- 予備力供給のための低出力運転モード</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 一般的な周波数および電圧制御方式の統合</li> <li>- 疑似慣性</li> <li>- 周波数および電圧の自立制御</li> </ul>

# 欧州大でのグリッドコード策定の動き

- 欧州では、欧州委員会が2009年に採択した「第3次エネルギーパッケージ」に含まれる規制に基づき、**欧州全体の市場統合および自由な電力取引の実現**を目指して、**欧州全域共通の系統要件である「欧州共通ネットワークコード」の策定**が進められている。
- 欧州のエネルギー分野の規制機関の連合体であるACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators)は、関連するステークホルダーを巻き込んだ透明性のあるプロセスの下でネットワークコードを策定するため、**ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) に策定権限を付与**。
- 欧州共通ネットワークコードは、**送電事業全体に関わる3分野**（「Grid Connection (系統連系)」、「System Operation (系統運用)」、「Market (電力市場)」）をカバーし、**10のコード**で構成される。
- このうち、**再エネの系統接続に関するグリッドコードは「Grid Connection」の「RfG (Requirements for Generators)」に規定**されている。RfGは2016年5月に発効し、**EU各国は自国のグリッドコードをRfGに合致させる必要**がある。

## <欧州共通ネットワークコードの構成>



# 再エネ大量導入・次世代電力NW小委 中間整理 (第1次) (抜粋)

## IV. 適切な調整力の確保

### 1. 再生可能エネルギー・火力の調整力向上 (グリッドコードの整備)

自然変動再エネ (太陽光・風力) の導入拡大に伴い、急激な出力変動や小刻みな出力変動、予測誤差、電力の低需要期における需給バランス等に対応するための調整力の必要性が高まっている。例えば、北海道エリアでは、風力発電の出力変動に対応可能な調整力が不足しているため、風力発電設備 (出力20kW以上) は、蓄電池等を通じた短周期及び長周期の出力変動対策を講じることが前提となっている。国際エネルギー機関 (IEA) によれば、自然変動再エネの導入率に応じて、電力システムで求められる対応が高度化するとされており、日本においても、今後、風力発電が有する制御機能や柔軟性を有する火力発電・バイオマス発電の調整力としての重要性がますます高まっていくことが想定される。また、風力発電の制御機能を有効に活用することによって、蓄電池の必要量やそれに要するコストを低減しつつ、効率的な風力発電の導入拡大を進めることができる。

将来的には、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グリッドコードを実現していくことが望ましいが、再生可能エネルギーの大量導入のための調整力確保は待たなしの課題であることを踏まえ、まずは新規の風力発電が具備すべき調整機能 (出力抑制、出力変化率制限等) や火力発電・バイオマス発電が具備すべき調整機能 (最低出力、自動周波数制御 (AFC) 機能、日間起動停止運転 (DSS) 等) を特定し、その具体的水準を定める必要がある。また、既存の火力発電・バイオマス発電についても、再生可能エネルギーの大量導入時代に適切に対応できるよう、同様の調整機能を具備することを促していくとともに、これらの検討を踏まえつつ太陽光発電等、他の電源についても併せて検討していく必要がある。

#### 【アクションプラン】

- 風力のグリッドコード整備については、スピード感をもって成案化を進め、まずは全国大で適用可能な要件の早期ルール化・適用開始を目指す。  
【→資源エネルギー庁、日本風力発電協会、一般送配電事業者 (1~2年程度でルール化/2021年度以降順次導入)】
- 火力発電及びバイオマス発電については、調整における「柔軟性」を確保するため、先行して協議が行われている九州・四国に限らず、全国大で、最低出力や出力変化速度などの要件について具体的な検討を進める。  
【→資源エネルギー庁、一般送配電事業者、発電事業者】
- 太陽光発電など他の電源のグリッドコードについても、並行して検討を進める。  
【→資源エネルギー庁】

# 再エネ大量導入・次世代電力NW小委 中間整理（第2次）（抜粋）

## Ⅲ－２．適切な調整力の確保

### 1．再生可能エネルギーの出力制御量の低減に向けた方策

#### （3）火力発電等の最低出力の引下げ

自然変動再エネ（太陽光・風力）の導入拡大に伴い、急激な出力変動や小刻みな出力変動等に追従可能な調整力の必要性が高まり、日本においても、今後、自然変動再エネが有する制御機能や柔軟性を有する火力発電等の調整力としての重要性が一層高まっていくことが想定される。このような状況を踏まえ、火力発電・バイオマス発電については、中間整理（第1次）において、具備すべき調整機能（最低出力、自動周波数制御（AFC）機能、日間起動停止運転（DSS）等）を特定し、その具体化に向けた検討を進める方針を取りまとめた。また、既存の火力発電・バイオマス発電についても、再生可能エネルギーの大量導入時代に適切に対応できるよう、同様の調整機能を具備することを促していく必要があるとの考え方も示したところである。

#### 【中間整理（第1次）アクションプラン】

- 火力発電及びバイオマス発電については、調整における「柔軟性」を確保するため、先行して協議が行われている九州・四国に限らず、全国大で、最低出力や出力変化速度などの要件について具体的な検討を進める。

【➡資源エネルギー庁、一般送配電事業者、発電事業者】

九州エリアでは、九州電力が優先給電ルールに基づく電源Ⅲ（火力等）の出力制御対象事業者（18社）に対して出力制御指令への確実な対応を要請している。このうち12社については出力制御時に定格出力の30%以下への引下げに合意済みであるが、その他の6社（火力1社、混焼バイオマス2社、専焼バイオマス3社）は発電設備の技術的制約により、2018年末時点の最低出力は55～80%に留まっている。これらの事業者は、3年かけて最低出力引下げによる発電機への影響等を分析し、最終的に50%への引下げを目指しているが、他の事業者との公平性や太陽光・風力の出力制御の低減等の観点から、発電事業者は、可及的速やかに（少なくとも）最低出力50%への引下げを図るべきである。

# 再エネ大量導入・次世代電力NW小委 中間整理（第2次）（抜粋）

## Ⅲ－２．適切な調整力の確保

### ２．グリッドコードの整備

前述のとおり、自然変動再エネの導入拡大に伴い、急激な出力変動や小刻みな出力変動等に対応するための調整力の必要性が高まり、電力システムで求められる対応が高度化することから、日本においても、今後、自然変動再エネが有する制御機能や柔軟性を有する火力発電・バイオマス発電の調整力としての重要性が一層高まっていくとの認識の下、自然変動再エネ自身も必要な調整機能を具備するよう、グリッドコードの整備に向けたアクションプランを取りまとめたところである。

その際、将来的には、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グリッドコードを実現していくことが望ましいものの、再生可能エネルギー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、まずは新規の風力発電が具備すべき調整機能（出力抑制、出力変化率制限等）を特定し、そのグリッドコードを具体化するとともに、これらの検討を踏まえつつ、太陽光発電など他の電源についても併せて検討を進めていく必要性についても確認したところである。

#### 【中間整理（第1次）アクションプラン】

- 風力のグリッドコード整備については、スピード感をもって成案化を進め、まずは全国大で適用可能な要件の早期ルール化・適用開始を目指す。  
【→資源エネルギー庁、日本風力発電協会、一般送配電事業者（1～2年程度でルール化／2021年度以降順次導入）】
- 太陽光発電など他の電源のグリッドコードについても、並行して検討を進める。  
【→資源エネルギー庁】

こうした中、前述の電力レジリエンスワーキンググループにおいて、レジリエンスの高い電力インフラ・システムを構築するための課題や対策について議論が行われた。その中間取りまとめ（2018年11月）においても、自然変動再エネについて、周波数変動への耐性を高めるための対応を行うこととされたところ、こうした状況も踏まえつつ、再生可能エネルギーの大量導入を見据えたグリッドコードを整備していく必要がある。

#### 【アクションプラン】

- グリッドコードの体系の在り方、各種電源に求めるべき要件や制御機能、既設電源への対応等について検討を進める。  
【→資源エネルギー庁、一般送配電事業者、各業界団体等】

# 日本における系統連系に係る現行の規程

- 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。**

## <電事法の認可対象となる規程>

### 電気事業法（経済産業省・資源エネルギー庁）

託送供給義務等：第十七条  
 託送供給等約款：第十八条、第十九条  
 送配電等業務指針：第二十八条の四十、第二十八条の四十五、第二十八条の四十六

認可



認可申請

認可



認可申請

#### ①送配電等業務指針 （電力広域的運営推進機関）

（発電設備等に関する契約申込みの回答）

第96条（略）

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ってはならない。（送電系統への連系等に係る技術要件の公表）

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。

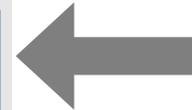
正当な理由

技術要件作成・公表の指示



#### 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）

統一的な方針  
指標の提示



具体的運用



## <電事法の認可対象でない規程>

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）

具体化・解釈



③系統連系規程  
（日本電気協会）

⑤系統アクセスルール  
（各一般送配電事業者）

# (参考) 系統連系に係る各規程の関連性及び特性

## <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

# 火力・混焼バイオマスの周波数調整機能

- 電力広域的運営推進機関（調整力及び需給バランス評価等に関する委員会）において、火力発電設備等の周波数調整機能の要件化について審議が行われ、**火力発電設備（一部混焼バイオマス発電設備を含む）の10万kW以上（沖縄は3.5万kW以上）の新規・リプレース電源**に対して以下の要件を求めていくこととなった。

## <火力発電設備（一部混焼バイオマス発電設備を含む）の調整機能・仕様>

機能要件	GT・GTCC※1の仕様	その他火力※1の仕様	必要性
GF速度調定率	<b>5%以下</b> (北海道4%以下、沖縄4%以下)	<b>5%以下</b> (北海道4%以下、沖縄4%以下)	一次調整力として平常時の周波数調整および緊急時の瞬動予備力として利用。
GF幅※2	<b>5%以上</b> (沖縄8%以上)	<b>3%以上</b> (沖縄5%以上)	
LFC変化速度※2,4	<b>5%/分以上</b>	<b>1%/分以上</b> (沖縄2%/分以上)	二次調整力①として短期的な需給インバランスの調整に利用。
LFC幅※2,4	<b>±5%以上</b> (沖縄±8%以上)	<b>±5%以上</b>	
EDC変化速度※2,4	<b>5%/分以上</b>	<b>1%/分以上</b> (沖縄2%/分以上)	二次②・三次調整力としてメリットオーダーを考慮した発電機出力調整に利用。
EDC+LFC 変化速度※2,3,4	<b>10%/分以上</b>	<b>1%/分以上</b> (沖縄2%/分以上)	火力発電設備はEDC・LFC両方の機能を具備する事が可能であるため、両機能を同時に利用する場合のスペックを要件化。
最低出力	<b>50%以下</b>	<b>30%以下</b>	中給からのEDC・LFC指令で調整機能が活用可能となる制御範囲を要件化。
DSS機能具備	<b>要</b> <b>(8時間以内)</b> (沖縄 要 (3.5時間以内))	<b>無</b> (沖縄 要 (4時間以内))	GT・GTCCのDSS機能は標準仕様であり、機能具備により、調整力として柔軟な運用が可能となるため要件化。 その他火力のうち、特に石炭火力の場合は機能具備に伴い大幅なコスト増になると考えられるため、要件化しない。
周波数変動補償 (不感帯)	<b>要</b> <b>(±0.2Hz以内)</b> (北海道・沖縄 要 (±0.1Hz以内))	<b>要</b> <b>(±0.2Hz以内)</b> (北海道・沖縄 要 (±0.1Hz以内))	GF動作後の出力を維持するための機能を要件化。
出力低下防止	<b>要</b>	—	GT・GTCCは電源脱落時等の系統周波数低下時に発電機出力が減少し、連鎖的に周波数が低下する虞があるため、要件化。

※1：GTはガスタービン、GTCCはガスタービンコンバインドサイクルの略。その他火力はGT・GTCC以外が該当。

※2：GF速度調定率以外の%表記は定格出力基準。

※3：現状、各社中給の指令方式の違いから、直ちに機能活用されないエリアも存在するが、調整力の広域運用等により将来的に利用することも考慮し、全エリア統一して要件化。

※4：各社の制御システムによって異なる名称となる場合があり、LFCはAFCと同義、EDCはDPCと同義。

(出典：系統ワーキンググループ（第23回）資料8を基に作成)

# 風力の出力変動緩和対策

- 今後、自然変動電源である風力発電の導入が拡大し、大規模ウィンドファームや風況の良い地域に多数の風力発電が連系される環境下においては、低気圧通過等の自然現象に伴う大きな出力変動が懸念される。また、系統事故等により周波数が大きく乱れた場合に、自然変動再エネにおいてそれを助長するような出力変動が発生する場合、系統安定を大きく乱すことも懸念される。
- こうした中、送配電網運用委員会及び日本風力発電協会（JWPA）が風車の制御機能を活用した風力発電の出力変動緩和対策等を検討し、国の審議会で審議。具体的には、出力変化率制限機能、ストーム制御機能、周波数調定率制御機能の具備等を求めている。

## <新たに要件化される風力発電の制御機能及び技術要件>

制御機能	技術要件	機能の効果
出力変化率制限機能※	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象は<b>特別高圧系統に連系</b>する風力発電設備。</li> <li>出力変化率を<b>定格出力の10%/5分以下</b>に収める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>通常運転中やカットアウト後のカットイン時の出力変動量を緩和。</b></li> <li>短周期領域の出力変動量抑制 = 必要調整力の低減、周波数調整用電源や蓄電池の容量削減、出力制御量削減、等にも期待。</li> </ul>
ストーム制御機能※	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象は<b>特別高圧系統に連系</b>する風力発電設備。</li> <li>高風速時にカットアウトが予想される場合は、<b>即座に停止しないようストーム制御機能を具備する等の対策</b>を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>最大出力からゼロへの急激な変化を防止</b>できることから、周波数変動抑制に寄与。</li> </ul>
周波数調定率制御機能 (周波数ドループ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象は<b>特別高圧系統に連系</b>する風力発電設備。</li> <li>系統周波数に応じて有効電力を制御。</li> <li>周波数調定率は<b>2～5%の範囲内</b>（一般送配電事業者より指定）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>周波数上昇（電力余剰）時に自律的に出力を抑制</b>することから、電力系統における短周期（～数分）の周波数変動抑制（周波数安定化）に寄与。</li> </ul>

※小規模系統である北海道では既にこれらと異なる出力変動緩和対策を求めている。

（出典：系統ワーキンググループ（第23回）資料8を基に作成）

# まとめ

- FIT制度導入以降、再エネの導入量は大幅に拡大。
- 自然変動再エネのさらなる導入拡大に向けて、従来型電源（火力等）のみならず、再エネ自身の調整機能の活用が鍵。（→グリッドコードの整備）
- これを踏まえ、国の審議会等で技術的な検討が行われ、火力や風力発電設備等に求める調整機能を具体化し、電力各社の系統連系技術要件（託送供給等約款別冊）に反映（※電力各社の認可申請を踏まえ、昨年12月16日に経済産業省が認可）。
- 再エネの導入状況等を踏まえつつ、引き続き必要な検討を行っていく。