

# 周波数低下維持限度値算出における整理事項 ～需要補正の適用とE P P S織込み方法～

幹事会社（関西電力株式会社）

2018年9月21日

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

# 目次

---

## 1. はじめに

## 2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方

2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法

2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法

## 3. 需要想定方法の整理

3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況

3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容

## 4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理

4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方

4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方

4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

# はじめに

## これまでの整理状況

- 【従来整理】H27年度の運用容量検討会において、中国九州間連系線（中国向き）に対し、EPPS1段20万kWの動作を見込み、需要の下振れ10万kWを考慮することとし、H28年度の運用容量算出よりEPPS10万kWを織り込むこととなった。
- 【暫定整理】H29年度の運用容量検討会において、H29年度10月より中西地域周波数低下事象に対応するため、連系線平常時は、暫定的にEPPSを60万kW織り込むこととした。また、連系線作業時は、暫定的にEPPSを不要解列相殺まで織り込むこととした。（明確な整理はされていない。）

## 周波数低下維持限度値算出における検討事項

- **需要想定方法の整理**  
⇒需要下振れリスクの考慮適用について考え方を検討
- **EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理**  
⇒基本的な考え方を整理するにあたり、下記の課題について検討
  - 直流設備の動作信頼性
  - FCのEPPS時間遅れ
  - 作業時を含めた周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

# H30年度 運用容量算出における課題

(2018.5.10)第1回 運用容量検討会  
資料1-2 抜粋

## 1. 運用容量算出における課題

3

		今年度の課題	内 容	幹事
1	継続	周波数上昇限度の考え方整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数上昇限度や無制御潮流の考え方を整理</li> </ul>	九州
2	継続	<u>周波数維持限度値算出における 需要算出方法変更への対応</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要想定方法の整理（実績との乖離をどう減少させるか）</li> <li>需要の算出方法が発電端ベースから送電端ベースへ変わっており、見直しの要否を検討（昨年度整理済み）</li> </ul>	関西
3	新規	<u>EPPSの織込みの整理</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FCのEPPSは60万kW1段動作に整定変更したことから、織り込み量の考え方を整理</li> <li>✓中西周波数低下事象への対応として暫定的に60万kWとしているが、今後の取扱いを検討</li> <li>✓作業停止時はEPPSを暫定的に考慮し運用容量を維持するとしているが、今後の取扱いを検討</li> </ul>	関西
4	新規	フリンジの算出方法の見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>フリンジについては近年増加の傾向がみられるため、傾向を分析。例えば昼間帯、夜間帯に分けて算出するなど細分化等により下がる断面がないか検討</li> </ul>	広域

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

## 平常時の基本的な考え方

### ○ 【従来整理】

- N-2故障でルート断となるため、系統制御（負荷制限）を行うことを前提に周波数低下維持限度算出値が増加する場合がある。
- 負荷制限を織り込まない場合は、30分細分化等の周波数低下対策レベルを適用する。ただし、連系線の混雑状況や計算・運用の煩雑さ並びにリスク等を考慮し、断面数を簡素化することができる。
- FCのEPPSは織り込まない。  
ただし、中国九州間連系線（中国向き）は需要下振れリスク10万kWを考慮し、EPPS10万kWを織り込む。（EPPS1段20万kW時の整理）
- 阿南紀北HVDCのEPPSは織り込んでいる。
- 直流設備の動作信頼性を考慮し、一部の連系線においてはBTB30万kWを控除する。

### ○ 【暫定整理】（従来整理からの変更点）

- FCはEPPS60万kWを織り込む。
- 中国九州間連系線（中国向き）は、運用容量低下による社会的影響を考慮し、運用容量を維持する運用対策（系統保安ポンプ等）を実施。

変更箇所を赤字で記載

**【従来】**

	中国九州間 (九州向き)	中国九州間 (中国向き)	中国四国間 (四国向き)	中国四国間 (中国向き)	中部関西間 (関西向き)	中部関西間 (中部向き)	北陸関西間 (関西向き)	北陸関西間 (北陸向き)
周波数低下 対策レベル	年間60断面	週間計画より 30分細分化	年間1断面 系統制御込み	年間1断面 熱容量制約	年間60断面	年間2断面 系統制御込み	年間1断面 安定度制約	年間2断面 系統制御込み
EPPS 織り込み	織り込み 不可	10万kW	HVDCの EPPS制御量	無し	織り込み 不可	無し	無し	織り込み 不可
EPPS 時間遅れ	織り込み 不可	適用せず	考慮不要	適用せず	織り込み 不可	適用せず	適用せず	織り込み 不可
需要補正 (下振れ対応量)	無し	10万kW	無し	無し	無し	無し	無し	無し
直流設備の 動作量控除	無し	無し	無し	無し	BTB30万kW を控除	BTB再起動失 敗時はN-3として 追加の系統制御 で対応	BTB停止 を考慮	BTB停止 を考慮

**【暫定】**

	中国九州間 (九州向き)	中国九州間 (中国向き)	中国四国間 (四国向き)	中国四国間 (中国向き)	中部関西間 (関西向き)	中部関西間 (中部向き)	北陸関西間 (関西向き)	北陸関西間 (北陸向き)
周波数低下 対策レベル	年間60断面	週間計画より 30分細分化 ※	年間1断面 系統制御込み	年間1断面 熱容量制約	週間計画より 30分細分化	年間2断面 系統制御込み	年間60断面 安定度制約	年間2断面 系統制御込み
EPPS 織り込み	織り込み 不可	10万kW ※	HVDCの EPPS制御量	FC+HVDCの EPPS制御量	織り込み 不可	60万kW	60万kW	織り込み 不可
EPPS 時間遅れ	織り込み 不可	適用せず ※	考慮不要	適用せず	織り込み 不可	適用せず	適用せず	織り込み 不可
需要補正 (下振れ対応量)	無し	10万kW ※	無し	無し	無し	無し	無し	無し
直流設備の 動作量控除	無し	無し	無し	無し	BTB30万kW を控除	BTB再起動失 敗時はN-3として 追加の系統制御 で対応	BTB停止 を考慮	BTB停止 を考慮

※運用容量低下による社会的影響を考慮し、必要時に、系統保安ポンプ(揚水動力)の追加実施や潮流調整(相殺潮流)などを組み合わせた対策を実施し、運用容量を維持。

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

## 作業時の基本的な考え方

### ○ 【従来整理】

- N-1故障でルート断となるため、ルート断発生しても原則、系統制御（負荷制限）を伴わない潮流（無制御潮流）とする。
- 断面細分化等の周波数低下対策レベル適用の考え方は、未整理。ただし、実態は作業期間の30分細分化や48断面化（各月の平休日別、昼夜間別）を適用し算出。
- FCおよび阿南紀北HVDCのEPPSは織り込まない。
- 直流設備の動作信頼性を考慮し、一部の連系線においてはBTB30万kWを控除する。

### ○ 【暫定整理】（従来整理からの変更点）

- FCおよびHVDCのEPPSを暫定的に不要解列相殺まで織り込み、運用容量を維持する。
- 運用容量を維持する運用対策（系統保安ポンプ等）の作業時の取り扱いについては、現状、平常時に準じて織り込まれている。

## 作業時

## 各連系線の周波数低下維持限度値算出方法

変更箇所を赤字で記載

## 【従来】

	中国九州間 (九州向き)	中国九州間 (中国向き)	中国四国間 (四国向き)	中国四国間 (中国向き)	中部関西間 (関西向き)	中部関西間 (中部向き)	北陸関西間 (関西向き)	北陸関西間 (北陸向き)
周波数低下 対策レベル	年間48断面	年間48断面	年間48断面	年間1断面	年間48断面	週間計画より 30分細分化	年間1断面	年間48断面
EPPS 織り込み	織り込み 不可	無し	無し	無し	織り込み 不可	無し	無し	織り込み 不可
EPPS 時間遅れ	織り込み 不可	適用せず	考慮不要	適用せず	織り込み 不可	適用せず	適用せず	織り込み 不可
需要補正 (下振れ対応量)	無し	無し	無し	無し	無し	織り込み不要	無し	無し
直流設備の 動作量控除	無し	無し	無し	無し	BTB30万kW を控除	BTB再起動失 敗時はN-2として 系統制御で対応	BTB停止 を考慮	BTB停止 を考慮

## 【暫定】

	中国九州間 (九州向き)	中国九州間 (中国向き)	中国四国間 (四国向き)	中国四国間 (中国向き)	中部関西間 (関西向き)	中部関西間 (中部向き)	北陸関西間 (関西向き)	北陸関西間 (北陸向き)
周波数低下 対策レベル	年間48断面	週間計画より 30分細分化 ※	年間48断面	年間1断面	週間計画より 30分細分化	週間計画より 30分細分化	年間1断面	年間48断面
EPPS 織り込み	織り込み 不可	10万kW ※	HVDCの EPPSを不要解 列量相殺まで	FC+HVDCの EPPS制御量	織り込み 不可	FCのEPPSを 不要解列量 相殺まで	無し	織り込み 不可
EPPS 時間遅れ	織り込み 不可	適用せず ※	考慮不要	適用せず	織り込み 不可	適用せず	適用せず	織り込み 不可
需要補正 (下振れ対応量)	無し	10万kW ※	無し	無し	無し	織り込み不要	無し	無し
直流設備の 動作量控除	無し	無し	無し	無し	BTB30万kW を控除	BTB再起動失 敗時はN-2として 系統制御で対応	BTB停止 を考慮	BTB停止 を考慮

※運用容量低下による社会的影響を考慮し、必要時に、系統保安ポンプ(揚水動力)の追加実施や潮流調整(相殺潮流)などを組み合わせた対策を実施し、運用容量を維持。

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

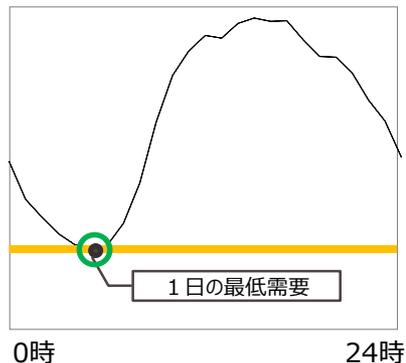
# 30分細分化に伴う需要の下振れリスクの顕在化

- 年間から30分ごとの需要を予測した場合、需要が下振れした際に運用容量が減少するリスクがあり、想定需要より需要が下振れすれば、そのままの運用容量ではシステムの信頼度が低下するリスクがあることが懸念された。

(2015.5.26) H27年度第1回  
運用容量検討会 資料3から作成

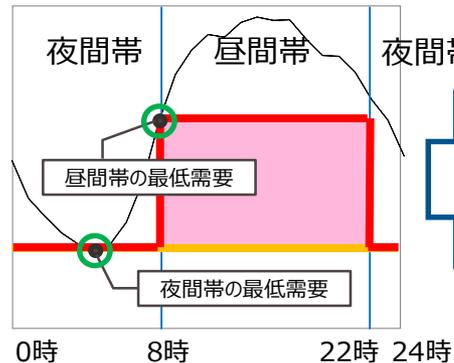
【算出断面の細分化による運用容量の増加イメージ（週間計画以降の例）】

【1 断面/日の運用容量】



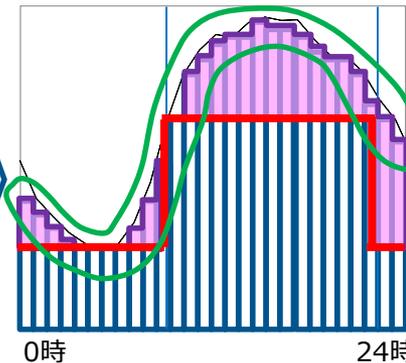
- 運用容量を1日の最低需要から算出し、運用容量として設定する。

【2 断面/日の運用容量】



- 1日を昼間帯※1と夜間帯※2に区分し、昼間帯の最低需要から運用容量を算出することで、昼間帯の運用容量が増加する。
- ※1 昼間帯：8時～22時
- ※2 夜間帯：昼間帯以外の時間帯

【3 0分毎の運用容量】



- 1日を30分毎に区分し、30分毎の想定需要から運用容量を算出することで、運用容量が増加する。

- 【周波数維持の制約要因で運用容量が定まる場合の例】
- 周波数維持の限度値は、一般的に需要が大きいと高く、需要が小さいと低い。

【凡例】

- 需要
- 1断面/日の運用容量
- 2断面/日の運用容量
- 30分毎の運用容量
- 運用容量増加分

- : 需要の下振れに伴う運用容量低下リスクがあるコマ（需要の下振れに対してマージンが無いコマ）

1 断面/日  
1コマ



2 断面/日  
2コマ



48 断面/日  
48コマ

# EPPS1段分20万の動作を考慮した際の整理

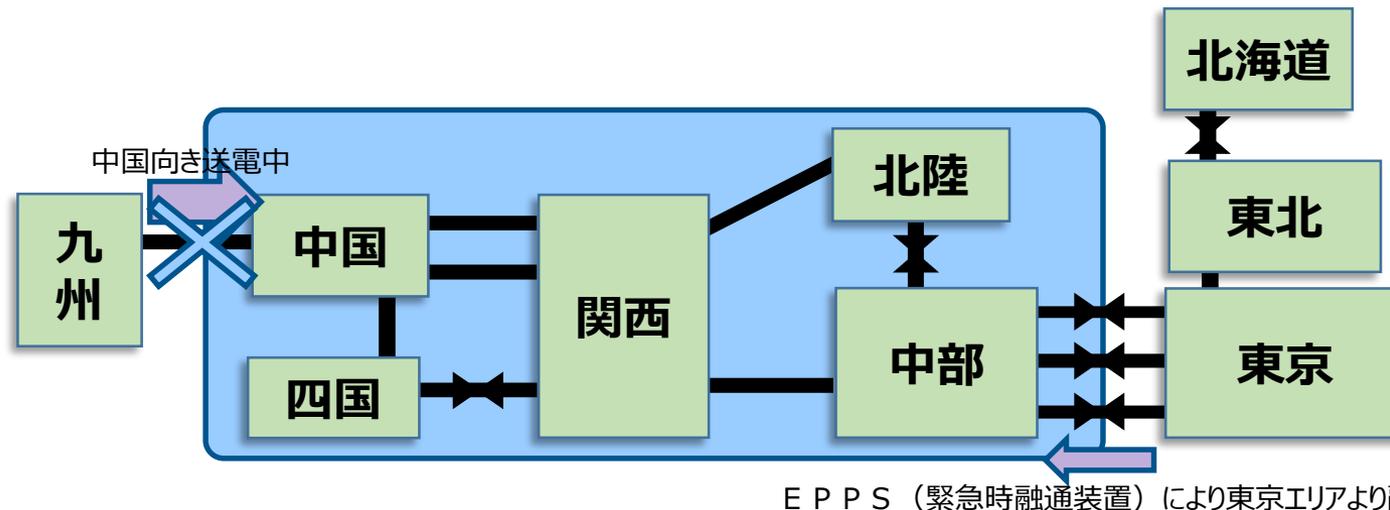
- H27年度の運用容量検討会において、中国九州間連系線（中国向き）運用容量算出時、EPPS1段分（20万kW）の動作を見込む際に30分細分化に伴う下振れリスクも考慮することとした。

(2016.1.28) H27年度第3回  
運用容量検討会 資料1から抜粋

## ◆ E P P S を考慮した運用容量の算出式

周波数維持の運用容量 (MW)

$$= \text{想定需要 (MW)} \times \text{系統特性定数 (\%MW/Hz)} \times \Delta f \text{ (Hz)} + \text{E P P S 見込み量 (MW)}$$



## ◆ 中国九州間連系線（中国向き）運用容量算出時のE P P S（緊急時融通装置）考慮方法

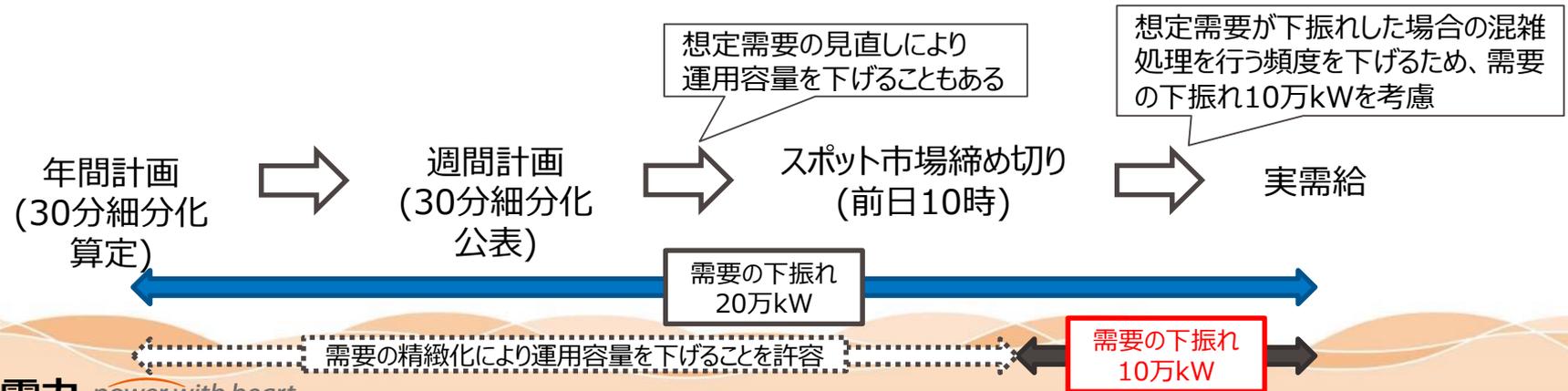
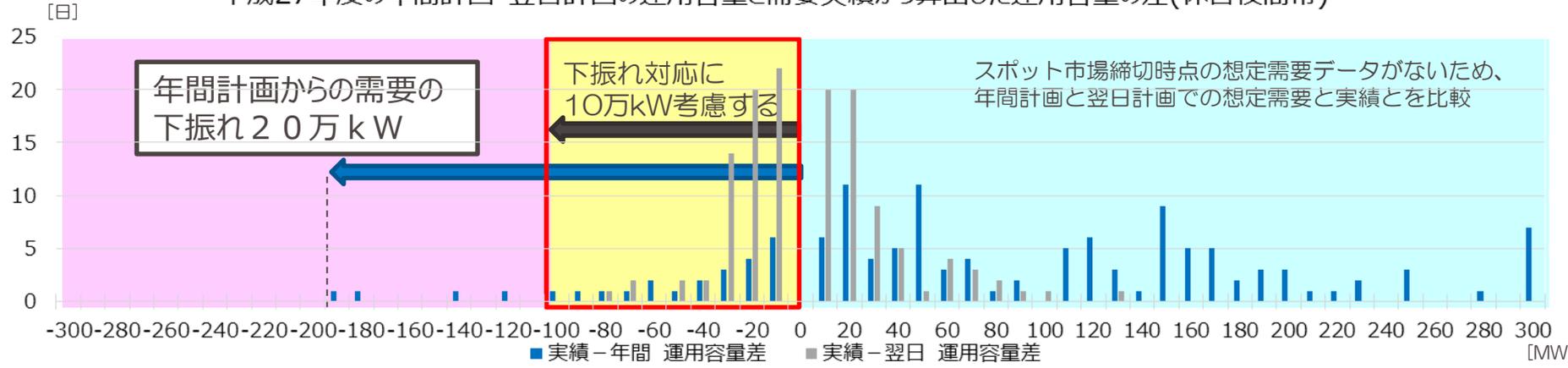
結論	考え方
E P P S 1 段 (20万kW) の動作を考慮する (年間計画では10万kWを見込む)	東京エリアの周波数がE P P S 動作条件を満たす確率は99.7%以上あり、E P P S 1 段の動作は十分期待できる。 ただし、実需要の下振れリスクを考慮して年間計画での見込み量は10万kWとする。

# 実需給段階での需要の下振れリスク（10万kW）について

○ 年間計画から実需給段階までの需要の下振れリスク20万kWあるものの、スポット市場締め切り前までは、需要の精緻化により、運用容量を下げることを許容することとし、スポット市場締め切り後からの需要の下振れ10万kWを考慮していた。（灰色の実績－翌日運用容量差）

(2016.1.28) H27年度第3回 運用容量検討会 資料1から作成

平成27年度の年間計画・翌日計画の運用容量と需要実績から算出した運用容量の差(休日夜間帯)



# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

## 現状課題

<暫定整理時に検討する必要のあったこと>

- 運用容量算出断面を30分細分化する連系線（中部関西間連系線（関西向き））に対する、需要下振れリスクの考慮。

<環境変化>

- 年間計画以降、需要の見直しをしていない現状の運用においては、需要の下振れ対応10万kWでは不足している。
- EPPS1段動作量が60万kWになり、EPPS織り込み量が変わった。
- 年間計画以降の運用容量の変動が系統利用者に与える影響も考慮しながら、年間計画から実需給までの需要の下振れを考慮する必要があるか。

## 今後の検討内容

- 連系線毎に需要の下振れ実績を検証し、年間計画からの需要の下振れリスクを把握する。  
※中国九州間連系線（中国向き）の需要の下振れについては、H29年度の運用容量検討会で検証済みであり、H27年度の需要分析結果（前ページ）とほぼ同様であった。
- 30分細分化している連系線は需要の下振れを考慮する対象とし、需要の補正方法について今後検討を行う。その他の連系線の下振れを考慮するか否かは、別途検討する。

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

## 現状課題

- EPPSの織り込みを検討するにあたり必要である、直流設備の動作信頼性(※)について整理されていない。
  - (※) 直流設備の動作信頼性とは…
    - (1) 直流制御が動作条件を満たすことの確実性
    - (2) 直流設備が交流系統の故障で運転停止に至らず動作することの信頼性

## 今後の検討内容

- 直流設備の動作信頼性について検討し、周波数低下維持限度値の算出における直流設備の動作量の織り込み方を整理する。

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

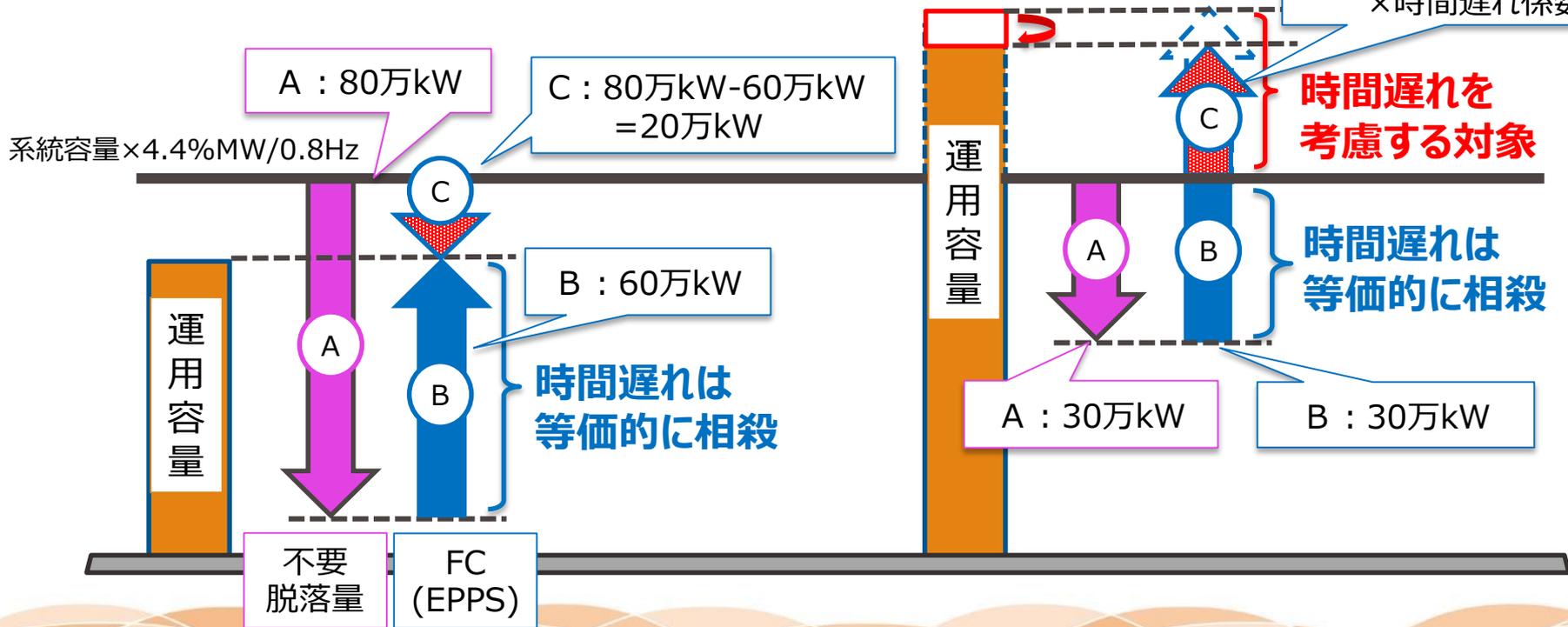
- 不要脱落は概ね時間遅れを伴うため、不要脱落相殺分のEPPS時間遅れは、考慮不要である（等価的に相殺される）。
- 一方、**不要脱落相殺以上のEPPS動作量は、時間遅れを考慮する必要がある**ことから、時間遅れの影響について検討を行った。

○ 発電機不要解列量が多い場合  
(EPPS時間遅れによる目減り無し)

○ 発電機不要解列量が少ない場合

**時間遅れによる目減り**

$$C : (60\text{万kW} - 30\text{万kW}) \times \text{時間遅れ係数}$$

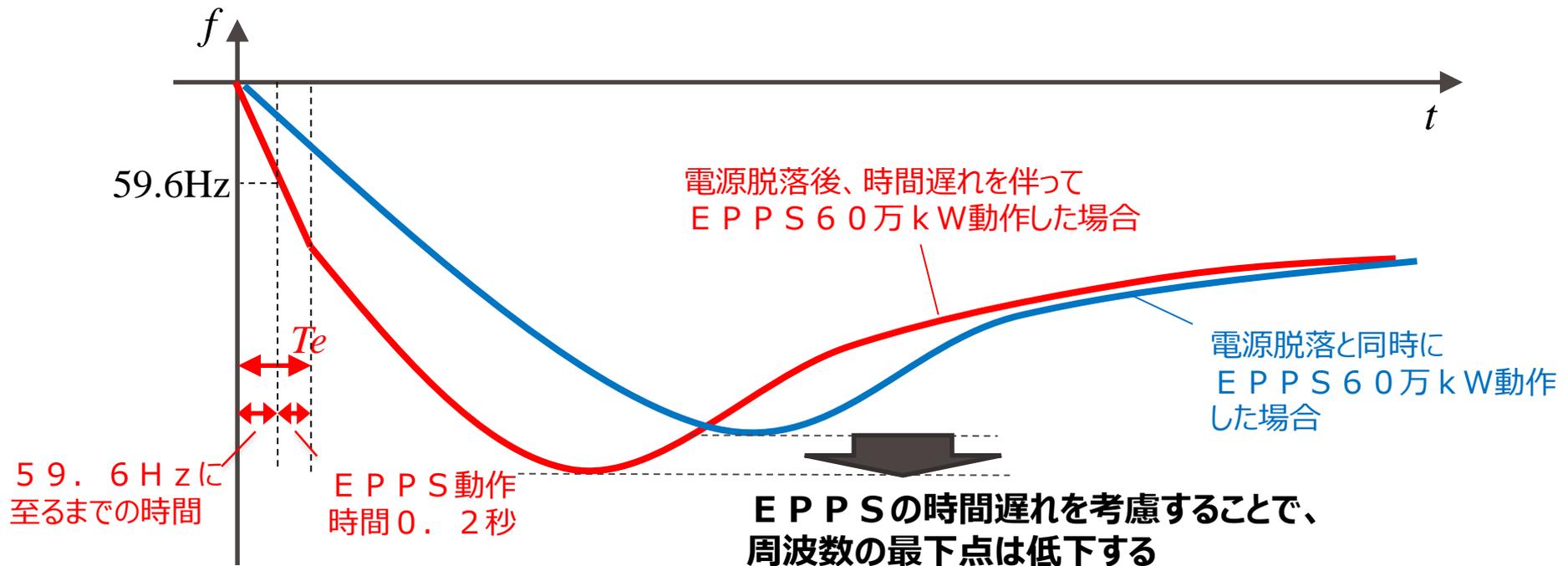


発電機不要解列量が多い場合は、EPPSの時間遅れによる影響がないため、運用容量は減少することはない。

# E P P S の時間遅れの影響

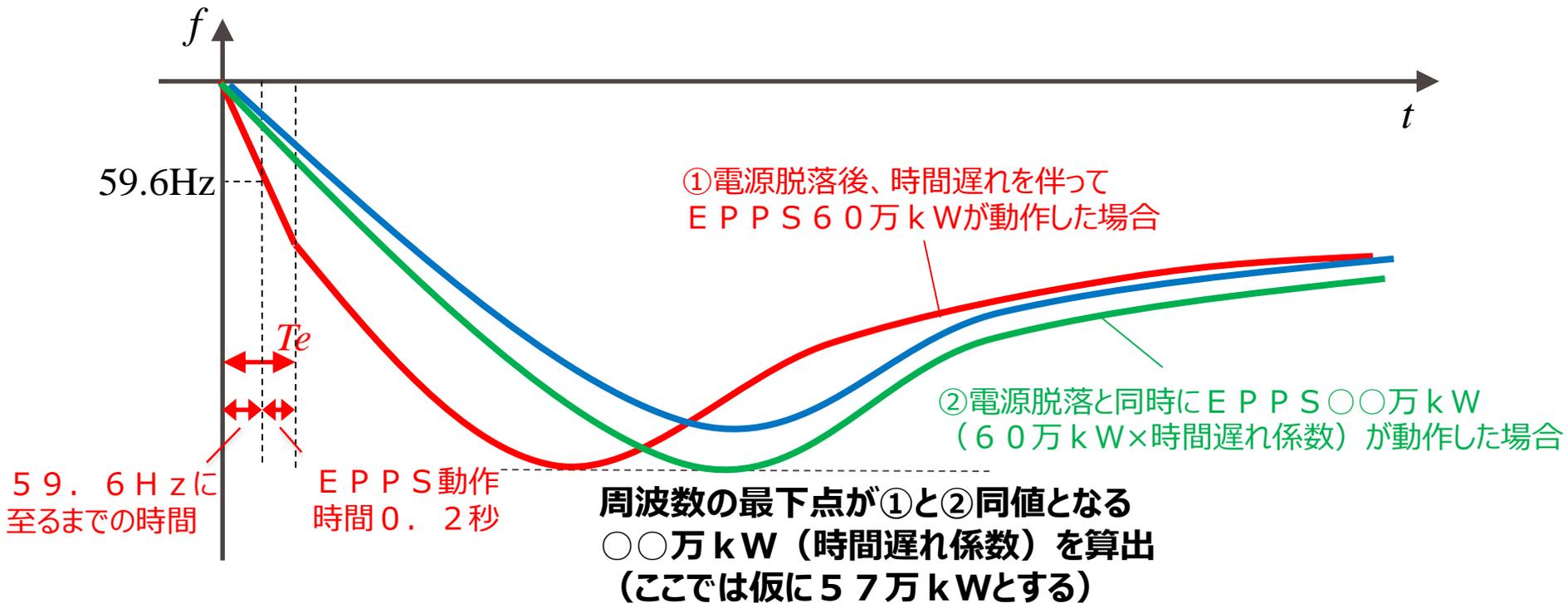
- 電源脱落等により周波数が低下する際の挙動として、EPPSの時間遅れを考慮すると周波数の最下点が低下する。

電源脱落后、E P P S が動作するまで（周波数が 59.6 Hz まで低下した後の 0.2 秒後）時間がかかり、その時間遅れを考慮することで、周波数の最下点は低下する。 下図はそのイメージ図となる



# 時間遅れを考慮したEPPS織込み量の考え方

- 「電源脱落后、時間遅れを伴ってEPPS60万kWが動作した場合の周波数の最下点」と「電源脱落后と同時にEPPS〇〇万kWが動作した場合の周波数の最下点」が同値となるEPPS量が仮に57万kWである場合、EPPSの実効動作割合は0.95（57万kW／60万kW）となる。
- 従って、**EPPSの時間遅れについては、EPPS量に実効動作割合（時間遅れ係数とする）を乗じる**こととする。



## 今後の検討内容

- 周波数低下維持限度値算出に使用するFCのEPPSの時間遅れ係数について検討する。

# 目次

---

1. はじめに
2. 現状の周波数低下維持限度値算出における基本的な考え方
  - 2-1. 平常時における基本的な考え方と算出方法
  - 2-2. 作業時における基本的な考え方と算出方法
3. 需要想定方法の整理
  - 3-1. 現状の需要下振れリスクの整理状況
  - 3-2. 需要想定方法の整理における課題と今後の検討内容
4. EPPS織り込みにおける基本的な考え方の整理
  - 4-1. 直流設備の動作信頼性の考え方
  - 4-2. FCのEPPS時間遅れの考え方
  - 4-3. 周波数低下対策レベル(30分細分化等)適用の考え方

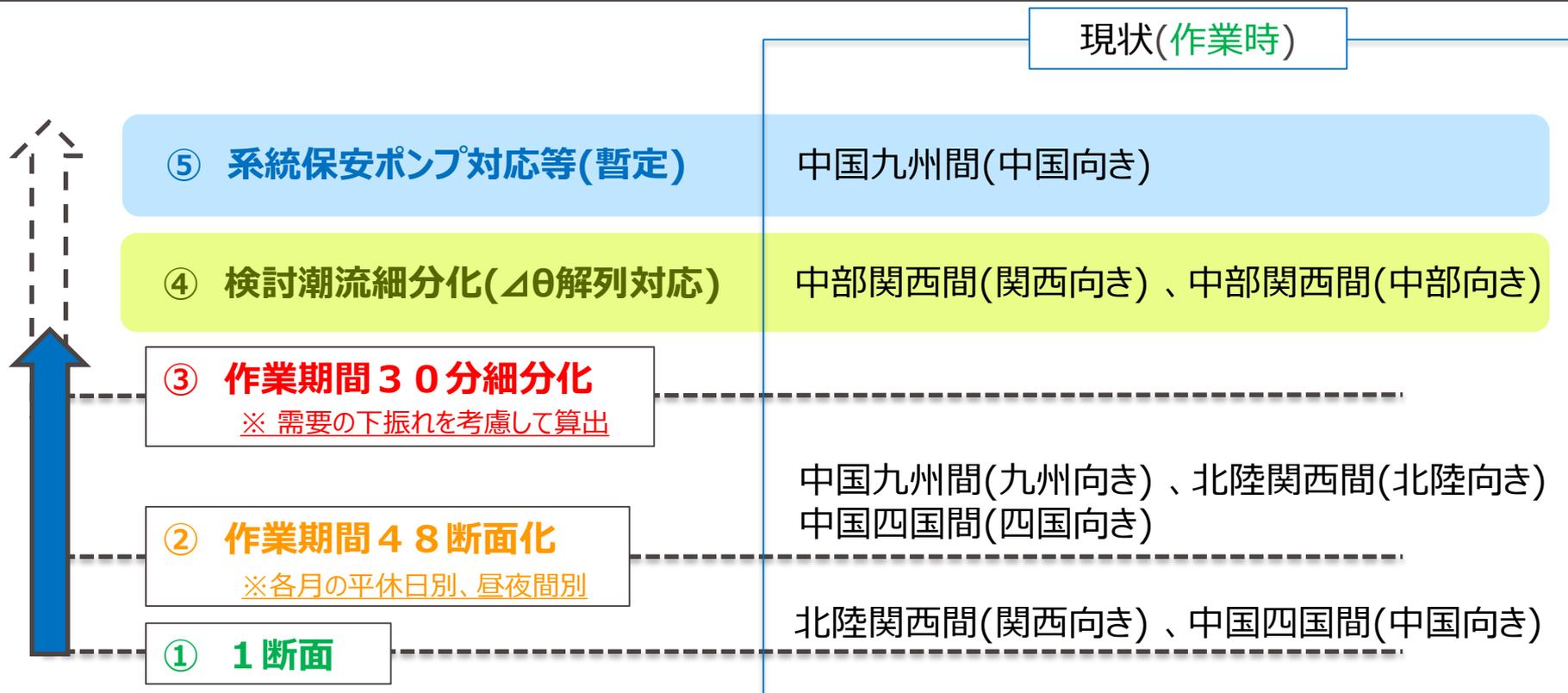
# 周波数低下対策レベルの基本的な考え方

- 運用容量を算出する際に必要となる周波数低下対策レベルの基本的な考え方を整理した。
- **平常時**の周波数低下対策レベルは、下図のとおり、下から優先して実施している。



- (※1) 中部関西間(中部向き)、北陸関西間(北陸向き)は年間2断面、中国四国間(四国向き)は年間1断面(熱容量)。
- (※2) 運用容量低下による社会的影響を考慮し、必要時に、系統保安ポンプ(揚水動力)の追加実施や潮流調整(相殺潮流)などを組み合わせた対策を実施し、運用容量を維持。(2017.9.8 第21回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 資料4)
- (※3) FRT要件非対応PVは連系線潮流が小さければ解列量が少なくなることから、連系線の検討潮流を細分化して算出することにより、運用容量の減少を抑制。(2018.2.9 第4回運用容量検討会 資料1-1)
- (※4) 周波数低下維持限度値が熱容量以上であることを最過酷1断面で確認。

- 現状、**作業時**の周波数低下対策レベルは、下図のとおり実施している。
- **連系線の混雑状況や計算・運用の煩雑さ並びにリスク等を考慮し、作業時も各連系線毎にどこまでの対策レベルを適用するか整理することとする。**



## 今後の検討内容

- 直流設備の動作信頼性について整理され、周波数低下維持限度値の算出方法が定められれば、各連系線毎にどこまでの低下対策レベルを適用するか検討する。

以上