

PCSの標準的仕様について

初版	2020年 3月12日
第2版	2020年 8月25日
第3版	2021年 6月 4日
第4版	2021年12月 6日
第5版	2022年 4月14日
第6版	2023年 9月14日
第7版	2024年 4月 9日
第8版	2025年 9月 5日

一般社団法人 日本電機工業会

第2版（2020年8月25日）における改訂点

- ・ 2（4）（5）の順を入れ替え、（5）の説明を補充
- ・ 2（6）を新規に追加（フリッカへの対策を1 Hz まで拡大）

第3版（2021年6月4日）における改訂点

- ・ 1 UFRの整定値の基準値についての説明を追加
- ・ 3 定格出力の誤差を新規に追加

第4版（2021年12月6日）における改訂点

- ・ 2（7）を追加（フリッカ対策 STEP3.2）

第5版（2022年4月14日）における改訂点

- ・ 4 並列時許容周波数を追加

第6版（2023年9月14日）における改訂点

- ・ 4（3）「50Hzエリアと60Hzエリアで別々の整定値が設定可能なことが望ましい」を削除
- ・ 5 柱上変圧器の高圧カットアウト開放時の単独運転発生事例を追加

第7版（2024年4月9日）における改訂点

- ・ 2 周波数変化の計算遅延時間、ステップ注入における無効電力の変化開始時間を追記
- ・ 4 並列時許容周波数の動作波形例と注意点を追記

第8版（2025年9月5日）における改訂点

- ・ 5 常時クリップ機能の適用範囲拡張について追加
- ・ 6 PCS動作について課題となった事例を追加
- ・ 8 試験用モードの誤設定に関して追加

パワーコンディショナの開発にあたり、その仕様は系統連系規程等の関連規程に準拠させておりますが、系統連系規程等には記載されていないために各社異なる仕様が存在することから業界標準を求める声が高まってきました。そこで標準的な仕様を業界として公表し、設計の目安として頂けるようにすることに致しました。

設計の目安ですのでこれ以外の仕様を排除するものではありません。また、これまでに生産された機種に遡及して適用されるものではありません。今後新規開発される際に配慮頂ければ幸いです。

なお、“2.ステップ注入付周波数フィードバック方式における標準的仕様”につきましては、現状発生しているフリッカへの対策として2024年春改正の系統連系規程（JEAC9701）に規定されますので実機へ反映頂きますようお願い致します。

- UFRとOFRは、それぞれ独立して時限およびレベルが整定できること。
- UFRのレベルは、
＜50Hzエリア＞
47.5～49.5Hz が整定出来ること。
整定値は、0.5Hz (=1%)刻みが含まれていることが望ましい。

＜60Hzエリア＞
57.0～59.4Hz が整定出来ること。
整定値は、0.6Hz (=1%)刻みが含まれていることが望ましい。
- 時限は、それぞれ0.5秒～2.0秒が整定できること。
整定値は、0.5秒刻みが含まれていることが望ましい。
標準整定値は、系統連系規程等関連規程を参照のこと。

参考：

(2021年5月現在の情報)

UFRの標準整定値変更の案内が、電力広域的推進機関及び各送配電事業者より案内されています。

標準整定値は系統状況により変更される可能性もありますので、最新情報についてはご注意ください。

引用元：https://www.occto.or.jp/oshirase/sonotaoshirase/2019/190426_hatudensetubi_ufr_onegai.html

標準形能動的単独運転検出方式としてJEM 1498 を制定しておりますが、JEM 1498に記述されていない事項について補足します。

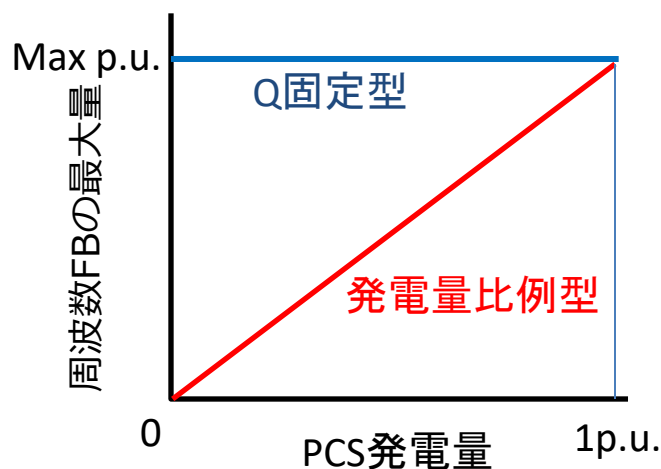
※本項目（2.ステップ注入付周波数フィードバック方式における標準的仕様）は三相機用規格 JEM 1505:2020 にも適用します。

- (1) 周波数偏差－注入無効電力量特性におけるゲインの傾きについてフリッカ発生を防止する観点から、系統連系規程に示される0.25PU／0.3Hzよりも大きいゲインの傾きは望ましくなく、さらに小さい傾きとすることが望ましい。
傾きが大きい場合は周波数のわずかな変動に対して注入される無効電力量が大きくなり、フリッカの原因となることに留意する必要がある。
- (2) 上記傾きに対して、中間値（例：100%、30%、0%）の傾きが設定出来るようにソフトウェアスイッチ等の切替手段を有すること。
100%と0%の設定値は必須とする。
切替手段として作業員が現場で操作可能な手段を有すること。
これは、フリッカが発生した場合に現地対策を実施する際に有効な手段となる。

- (3) 傾き0%を設定した際も、単独運転検出アルゴリズムは動作し、単独運転検出動作は有効にすること。

これは、系統条件により、対策が必要な場合に、一般送配電事業者との協議が必要とはなるが、現地対策を実施する際に有効な手段となる。

- (4) 注入無効電力量は出力電力（有効電力）に比例させること。
有効電力に関係なく注入無効電力が一定値に決まっている機種の場合、出力が小さい際に無効電力量が相対的に大きくなってしまいうため。

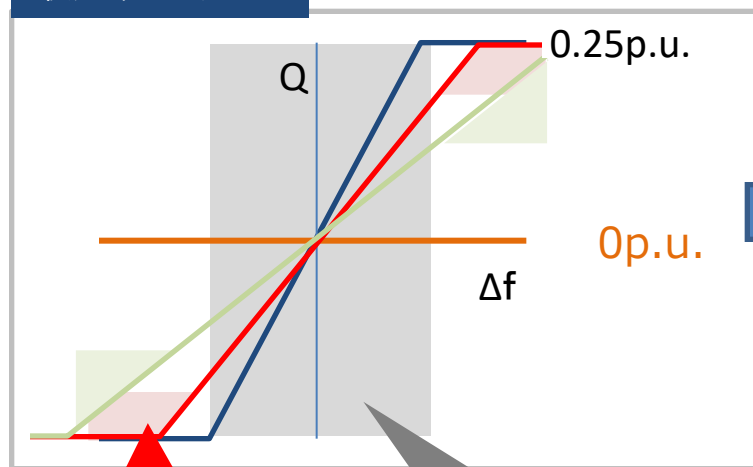


(5) 無効電力の最大注入量を調整できるようにすること。

これは、単独運転の検出に不要となる大きな周波数変化での不要な無効電力の注入を防止する意味や、系統擾乱による無効電力注入を減少させるために有効な手段となる。

なお、周波数フィードバックのゲインを低減させた場合は、単独運転検出に不要な無効電力の注入を避けるため、無効電力の最大値も下げることが望ましい。（下図：最大値可変型の特性を参照）

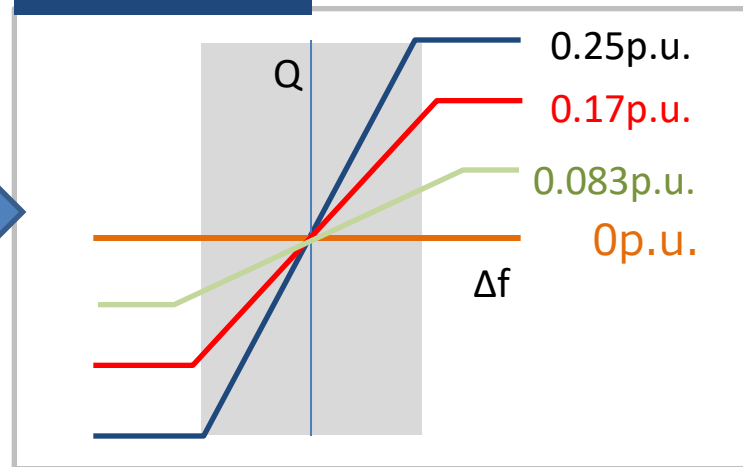
最大値一定型



単独運転検出に
不要なQ注入範囲

単独運転検出に
必要なQ注入範囲

最大値可変型



2. ステップ注入付周波数フィードバック方式における標準的仕様

8

(参考)無効電力注入量最大値可変型の利点

フリッカ対策として、例えば4台中1台を通常ゲイン、3台をゲイン0とする運用が行われることがある。

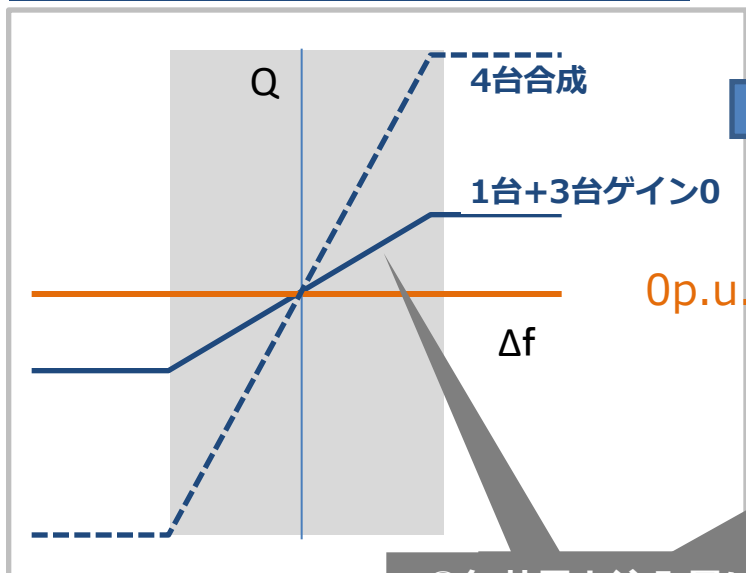
a) ゲイン0との合成 1台通常ゲイン、 $n-1$ 台をゲイン0とする運用 (市場設置品で対策されている方法)

b) 最大値可変型の複数台 ゲインを $1/n$ とし、最大注入量を $1/n$ とする製品の n 台の合成

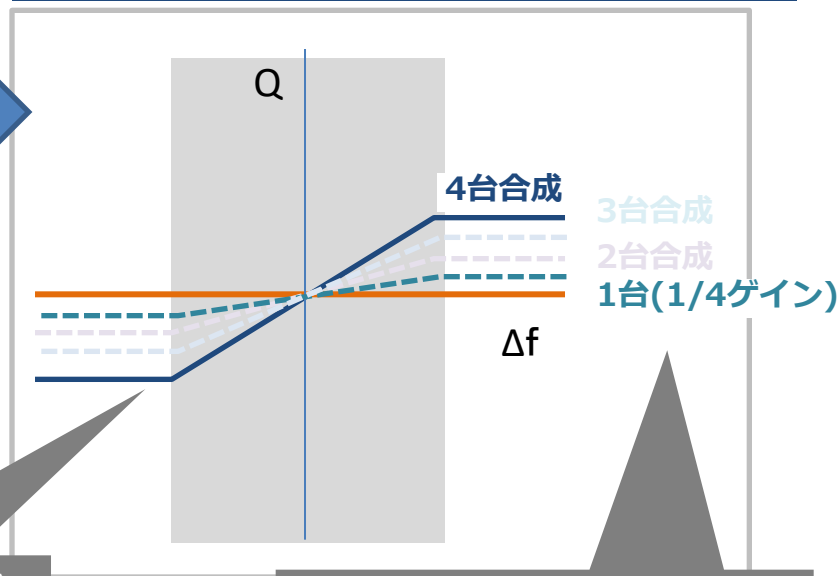
この2つは、無効電力注入量が同一となる。(下図①)

すなわち、最大値可変型では発電所におけるPCSの設置台数に関わらず同様な効果
(下図②) が得られることになり運用が容易となる利点がある。

a) ゲイン0との合成($n=4$ の場合)



b) 最大値可変型の複数台($n=4$ の場合)



① 無効電力注入量は同じ

② 台数に関係なく比例動作

(6) JEM1498の“8.3 外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知)”の検出アルゴリズムは、1 Hzのフリッカに対しても無効電力発振抑制制御を可能とする**500msを採用**すること。

これは、系統条件や他の機器によって、より低周波数のフリッカが発生した場合においても、無効電力の注入を減衰させて系統の安定化に寄与させるため。

JEM 1498:2017 8.3 外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知) の規定

(名称：**フリッカ対策 STEP3.0**)

「 ± 0.01 Hzを超える周波数偏差の検出後**165ms**以内に、
検出した周波数偏差の極性と異なる極性で0.01 Hzを超える周波数偏差が
検出されない。」



本項で定める変更

(名称：**フリッカ対策 STEP3.1**)

「 ± 0.01 Hzを超える周波数偏差の検出後**500ms**以内に、
検出した周波数偏差の極性と異なる極性で0.01 Hzを超える周波数偏差が
検出されない。」

本変更を 「**フリッカ対策 STEP 3.1**」 と呼称する

(7) JEM1498の“8.3 外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知)”の検出アルゴリズムは、(6)に以下のb)項の条件を加えるものとする。
フリッカの周波数に依らず待機状態に移行させ、単独運転検知に影響のない時限を考慮したもの。

JEM 1498:2017 8.3 外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知) の規定から本項で定める変更
(名称: **フリッカ対策 STEP3.2**)

8.3 外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知)

8.3.1 低振幅周波数変動継続検知の条件

低振幅周波数変動継続検知の条件は、下記a) b) のいずれかが満たされたとき検知とする。

a) ± 0.01 Hzを超える周波数偏差(算出は5.1による)の検出後**500ms**以内に、検出した周波数偏差の極性と異なる極性の 0.01 Hzを超える周波数偏差を検出したとき、低振幅周波数偏差検知回数のカウント数を一つ増加させる。これを繰り返す、低振幅周波数偏差検知回数のカウント数が12となったとき

b) ± 0.01 Hzを超える周波数偏差(算出は5.1による)を検出した後、低振幅周波数偏差検知回数に関わらず、**500ms以降に周波数偏差が ± 0.01 Hz以内になったとき**

この対策を「**フリッカ対策 STEP 3.2**」と呼称する。

上記a)項が、STEP3.1と同一条件のため、STEP 3.2はSTEP3.1を包含している。

(参考) フリッカ対策 STEP3.2で追加された条件の説明 (1/2)

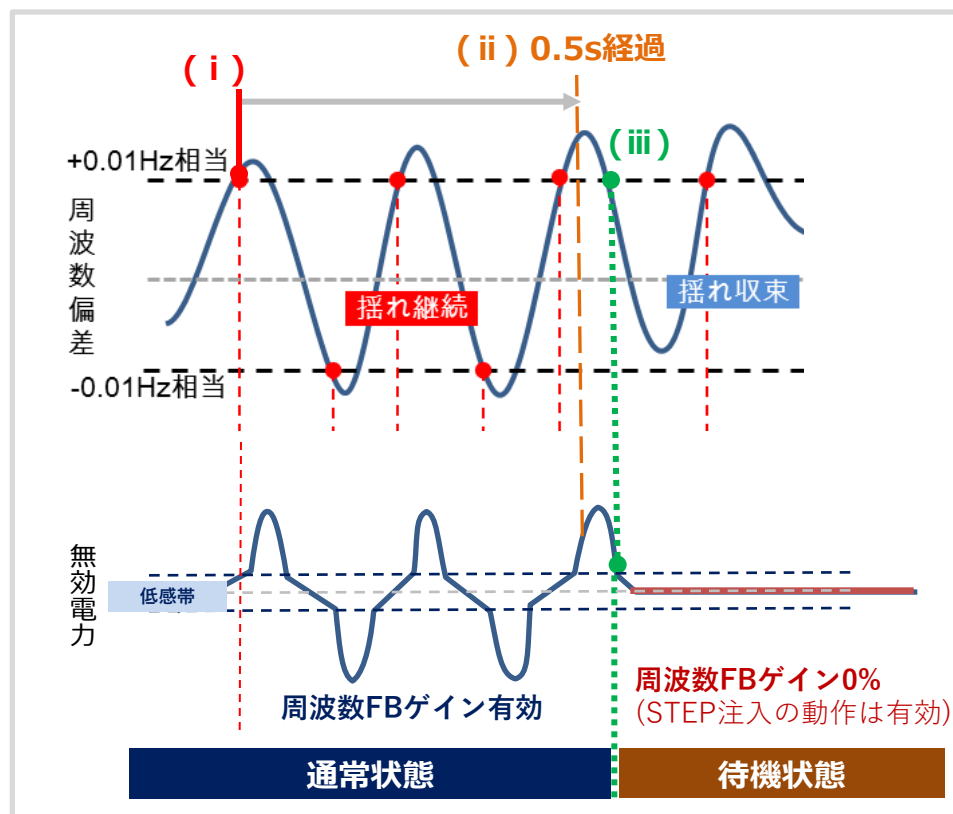
追加された条件部分（前頁で説明されている内容）

- (i)
b) **± 0.01 Hzを超える周波数偏差(算出は5.1による)を検出した後**、低振幅周波数偏差検知回数に関わらず、**500ms以降に周波数偏差が ± 0.01 Hz以内になったとき**
(ii) (iii)

上記のb) 項の検出ロジックを、ステップを追って左図で示す。

この条件は、STEP3.1の条件もしくは、b)項が成立することで、外乱検知2(低振幅周波数変動継続検知)が成立したと判定する。

(ii)の0.5s経過を待っている状態においても、通常状態を維持していることに注意すること。

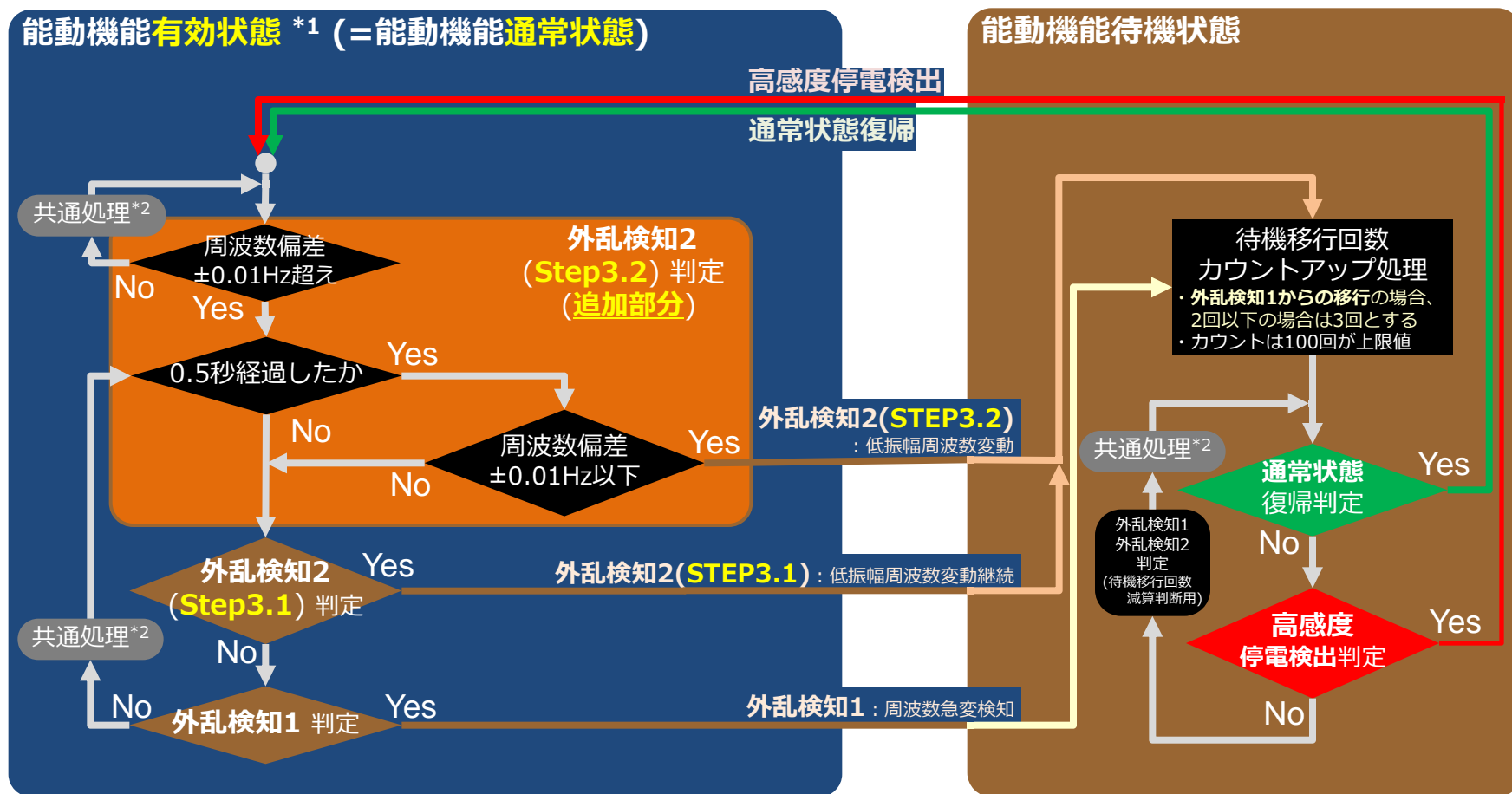


2. ステップ注入付周波数フィードバック方式における標準的仕様

12

(参考) フリッカ対策 STEP3.2で追加された条件の説明 (2/2)

全頁の動作を、判定フローで表現したものを下図で示す。



*1 「能動機能通常状態」は誤解を招かないように「能動機能有効状態」と併記した。

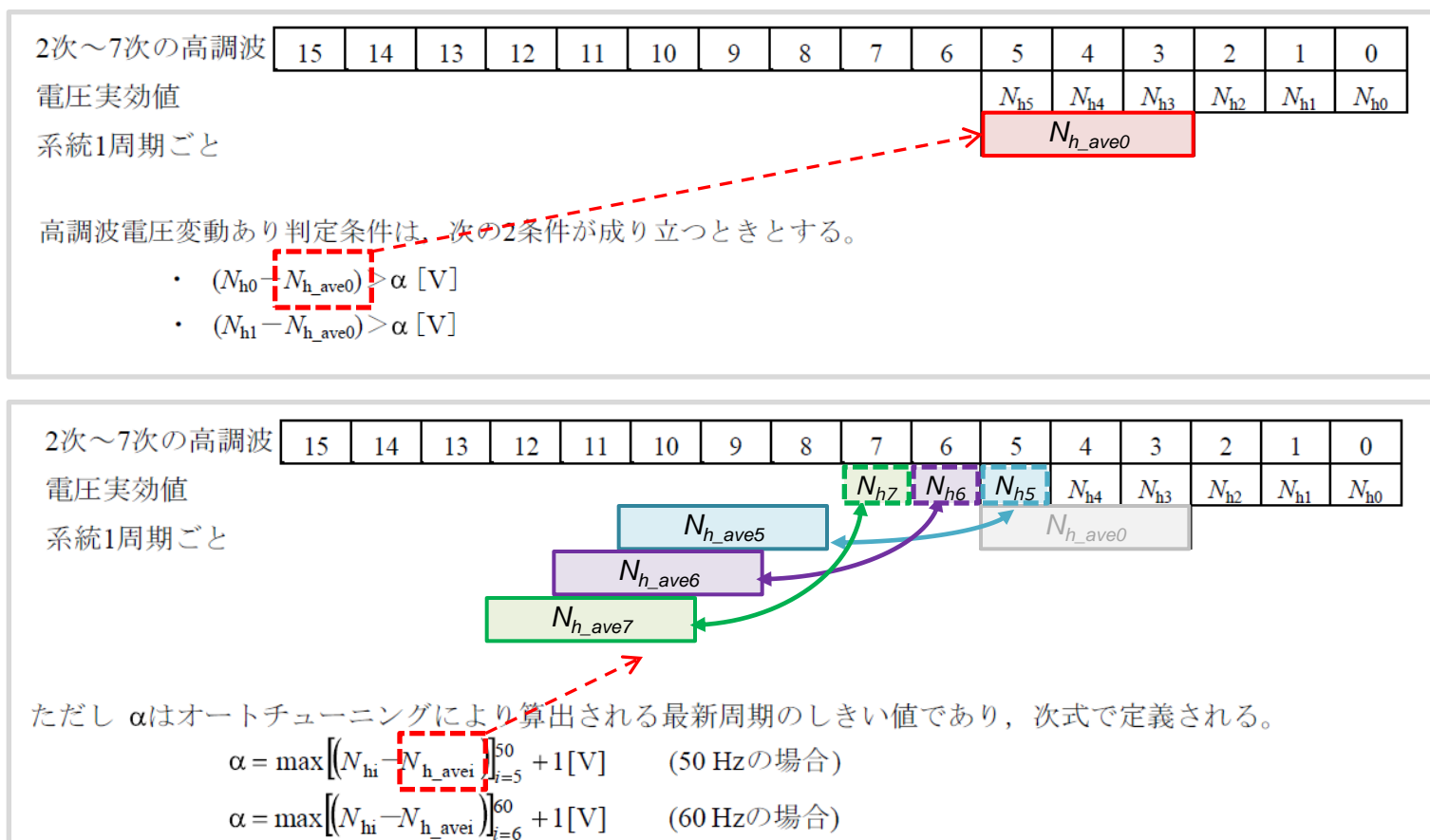
*2 状態の遷移を示すため、以下のような処理については、**共通処理**として一括で記載し詳細は省略している。

(共通処理の例) 単独運転検出判定・ステップ注入等の他の機能動作・判定に必要な計測処理・待機移行回数の減算処理・出力停止判定

(参考) JEM1498 / 1505 内の図11に対する補足説明

図11 高調波電圧変動時の能動機能通常状態への復帰条件

図11中で N_{h_ave0} 、 N_{h_avei} が図示されていないが、下図をご参考いただきたい。



(参考) JEM1498 / 1505の無効電力発振抑制動作に対する補足説明

8.4章d)項 及び、図8に対する説明の補足

8.4章d)項において、“任意の条件として”の記載は、製品への搭載が必須ではないことを意味する。仮に、搭載された場合には、“ただし、不要復帰が無いこと”とある通り、充分注意して設計すること。

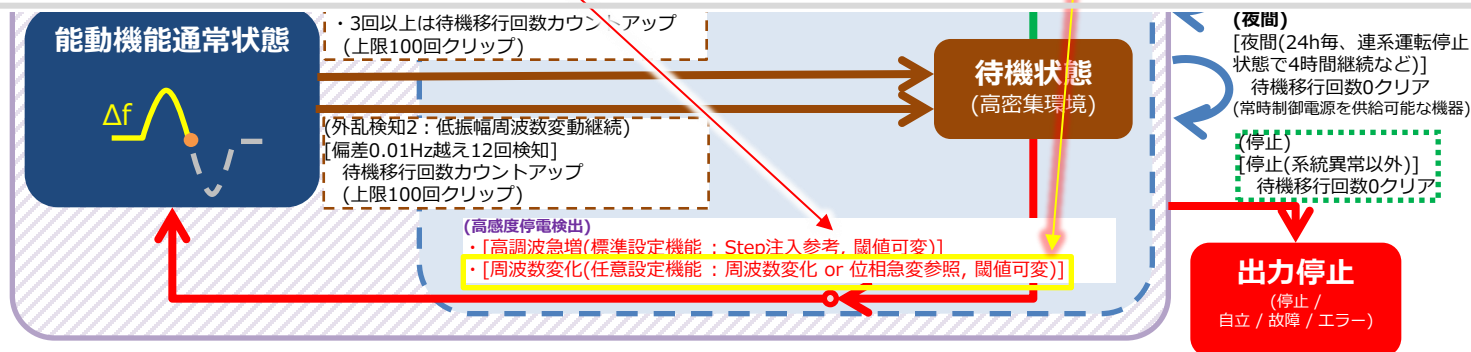
なお不要復帰での懸念は、フリッカ発生中の**高感度停電検出の任意条件**成立による能動機能通常状態への遷移や、不要復帰の繰り返し動作によるフリッカ発生の防止効果阻害である。**標準設定機能の高調波急増**については、図11にあるオートチューニングの機能が不要復帰を防止する機能である。これらも参考に、不要復帰が防止されるよう充分配慮いただきたい。

引用：JEM1498 8.4章

8.4 能動機能待機状態からの能動機能通常状態への復帰条件

d) その他、任意の条件として、周波数変化を監視し、周波数変化が所定の条件を満たす場合に能動機能通常状態へ状態遷移するように条件を追加してもよい。ただし、不要復帰が無いこと。

引用：JEM1498 図8



(8) 周波数変化点から周波数フィードバックの無効電力の変化開始時間は、1.5周期+10ms 以内であること

(参考)

詳細検討結果

最短：0.5周期

(50Hz時：10ms, 60Hz時：8ms)

最長：1.5周期+10ms

(50Hz時：**40ms**, 60Hz時：**35ms**)

(9) ステップ注入について、高調波急増または基本波急増から無効電力の変化開始までの時間は 4.5周期 以内であること

(参考)

詳細検討結果

最短：1周期

(50Hz時：20ms, 60Hz時：16ms)

最長：4.5周期

(50Hz時：**90ms**, 60Hz時：**75ms**)

PCSの定格出力の許容誤差は $\pm 5\%$ とする。
過負荷耐量は設けないこととする。

解説

かつては過負荷耐量として定格容量よりも10%ほど大きな出力が可能なPCSも珍しくなかったが、認証制度において定格出力が100%なのか110%なのかにより試験基準等も変わり、また設備認定容量等にも影響を与えるため、定格出力を明確にすることにしたもの

電力広域的運営推進機関（OCCTO）のグリッドコード検討会で、次の並列時許容周波数の技術要件が審議・了承され、各一般送配電事業者の系統連系技術要件に規定される予定です。

発電機並列時に系統周波数が並列時許容周波数（60.1Hz(60Hzエリア)、50.1Hz(50Hzエリア)）以下となっていることを確認する装置または機能を発電設備等に具備する。 対象電源種:全電源 対象容量:全容量

本要件を実装する際の技術的な指針として以下の設計標準を示します。

- （１）周波数の移動平均計測時間幅（窓）
系統電圧の50/60サイクル数に相当する時間 （1秒間相当）
（注）計測時間幅1秒間は、相当する系統電圧波形のサイクル数（50Hzエリアでは50サイクル、60Hzエリアでは60サイクル）としても良い
- （２）移動平均計測中のデータ取得インターバル
100ms以下
- （３）並列時許容周波数の整定可能範囲
50.1Hz～51.0Hz ／ 60.1Hz～61.0Hz
刻み幅 0.05Hz（50/60Hzエリア共通） 19ステップ
OFR・UFRとは独立してレベルが整定できること
可変範囲内で現場設定が可能なこと

次頁へ続く

(4) 設計上の周波数計測精度

$\pm 0.1\%$ ($\pm 0.05/0.06\text{Hz}$)

(注1) この精度はあくまでも設計上の目標精度であり、型式試験等で許容される誤差とは異なる。

(注2) 整定値を0.1Hz越えた周波数で並列しないこと。

(5) 並列時許容周波数の判定時限

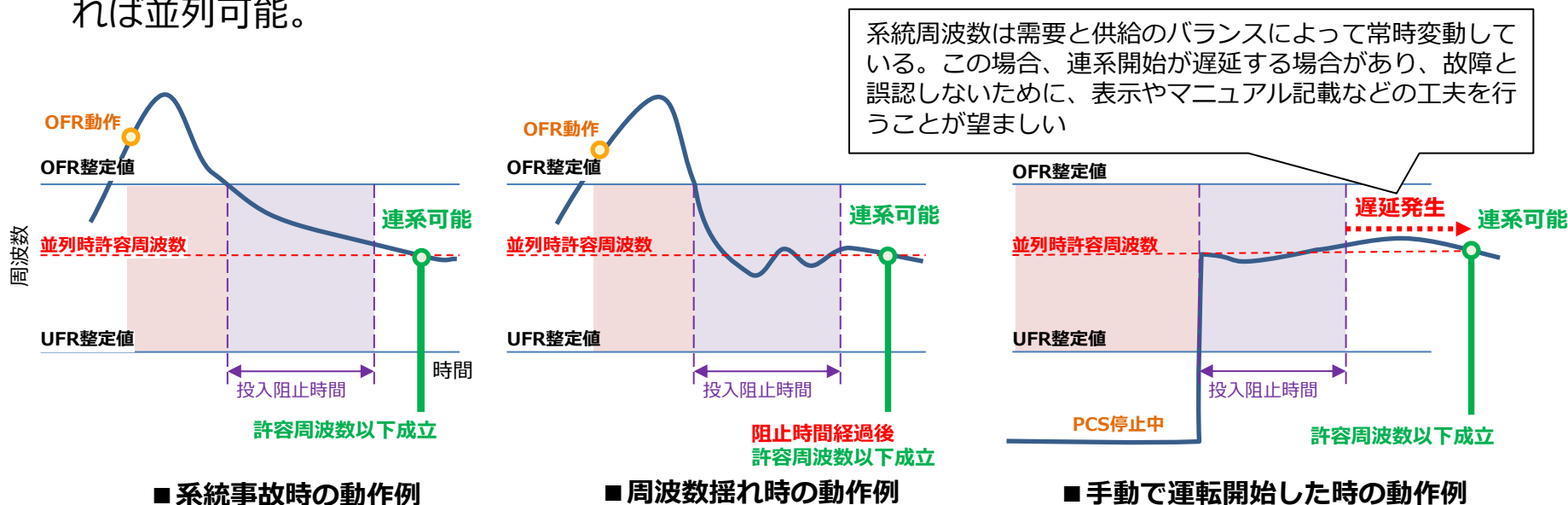
特に設けない。 許容周波数以下となれば即時連系可能。

(6) 並列運転開始後に許容周波数を超えた場合の動作

OFRに達するまでは運転継続。 並列後に例えば50.2Hzとなっても解列する必要はない。

(7) 復電後の一定時間投入阻止時間中(150~300秒)に許容周波数を超えた場合の処理

投入阻止時間のカウントをやり直す必要なし。一定時間経過の時点で許容周波数以下であれば並列可能。



常時クリップ機能は、10kW未満の出力制御対象外の設備において、当初よりも大きい容量のPCSに交換した際の救済措置として定義されたものであるが、以下の用途に限り利用できるものとする。なお、PCSの定格出力値自体は変更されるものではない。

1 : 常時クリップ機能を使用できる具体的な用途

① 新設時・設備更新時の出力制限

契約容量が契約条件の上限（例：10kWまたは50kW）を超えないようにPCSの出力を制限する用途

例）10kWのPCSを5台並べて低圧連系する場合、1台を最大値9kWに設定し、契約容量が50kW未満となるように調整する（全体では49kW）。

② 故障交換時の出力制限

故障等によりPCSを交換する場合、PCSが製造中止になり従前よりも大きな容量のPCSしかない場合、契約容量を変更しないようにPCSの出力を制限する用途

例）定格出力3kWのPCSを故障交換により4kWのPCSに交換する場合、最大値を3kWに設定し、交換前の契約容量を超えないように調整する。

③ 定格出力調整

PCS等の製造ばらつきにより定格出力を超えた出力がある場合、定格出力を超えないように最大出力を調整する用途

例）定格出力5kWのPCSにおいて、実際には5.2kWの出力がある場合、設定により5kWを超える出力がないように調整する。

2 : 出力制御対象の場合 : 常時クリップ機能を使用できる条件

出力制御対象の場合は、下記の条件を満たすこと

出力制御ユニットからの指令値を受け出力制御値が正しく反映するように常時クリップ機能と整合させる制御を行い、契約容量換算機能(拡張型)と同じ動作をすること。
(整合させる制御は、出力制御装置、PCSのどちらで行っても良い。)

認証試験において以下のような課題事例が確認された。

(1) PCS出力の安定性

事例：出力が秒レベルで不安定な場合、認証試験（FRT試験や単独運転検出試験など）が困難となる。
このような動作はシステムの不安定性を引き起こす原因となる。

対策：各種試験が困難となるような短周期での出力変動がなく、安定した出力となるように設計する（出力抑制時含む）。

(2) 蓄電池の充電状態による系統連系保護機能※への影響

事例：蓄電池が満充電、もしくは空の状態になると以下のような動作になる。

- ・通常の動作と異なる
- ・出力が不安定となる
- ・CTの途絶検出ができなくなる（蓄電池が空の状態を除く）

対策：蓄電池の状態によらず、仕様を満足できるように設計する（蓄電池が空の状態で蓄電池の逆潮流防止用CT途絶検出は除く）。

(3) 動作モードの系統連系保護機能※への影響

事例：買電優先モードや再生可能エネルギー活用優先モードなどの動作モードにおいて、仕様書に記載されている動作と異なる動作をする。

対策：動作状態の遷移図等を作成し、所定の性能が満足出来るような設計と確認を行う。

(4) 高速な制御をする場合の認証試験上の課題

事例：例えば、MPPTのための動作点変更から電力測定の間時間が1ms以下となった場合、太陽電池模擬電源の応答速度が1ms程度であるため、出力が不安定になるなどの事象が起こり認証試験が困難となる場合がある。

対策：制御の干渉などにより出力が不安定にならないように設計する。

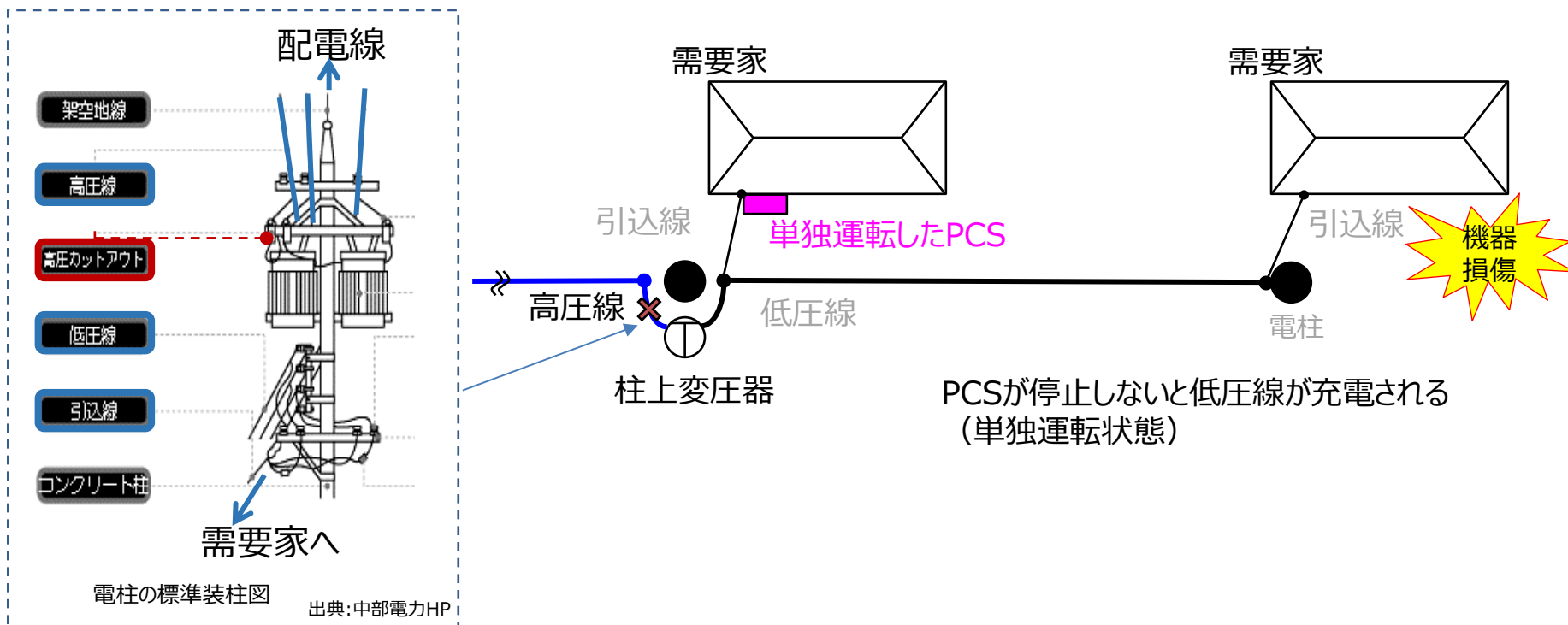
事例

一般送配電事業者等の作業員が低圧側停電作業のため、柱上変圧器の高圧カットアウトを開放したところ、住宅に設置されたPCSが単独運転を継続する事象が発生した。

柱上変圧器の高圧カットアウト開放時の単独運転とは

柱上変圧器の高圧側を開放しても、低圧線に連系しているPCSから見ると、柱上変圧器自体は低圧線とは切り離されていない。

高圧カットアウト開放の瞬間は、高圧側無負荷の柱上変圧器にPCSから電力供給がされるため、柱上変圧器は磁気飽和する。この磁気飽和現象とPCSの制御により、本来は高圧カットアウト開放により低圧線が停電した際に、単独運転を検出して停止すべきPCSが停止しなかったもの。これにより、単独運転したエリアにある他需要家機器の損傷に至った。

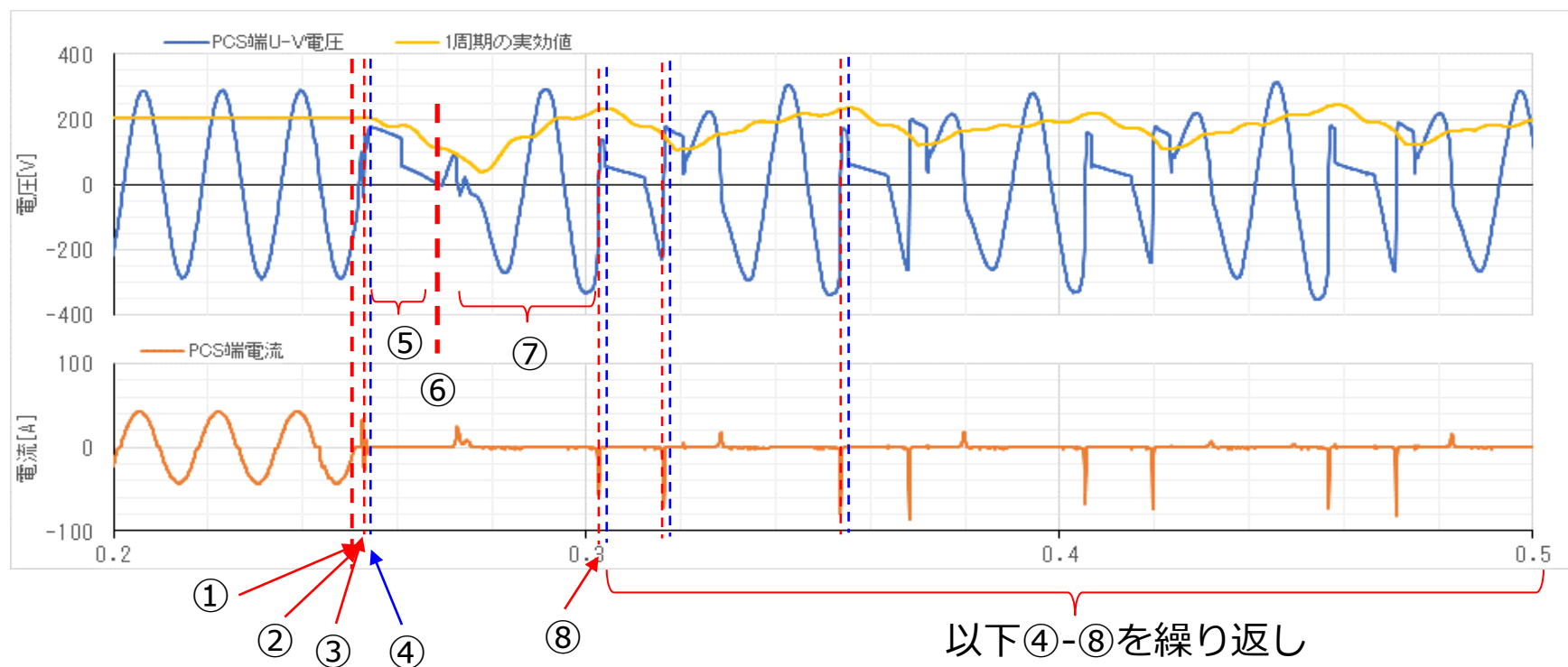


単独運転状態が継続したメカニズム（代表例）

機種:逆潮流を行うマルチ入力型蓄電システム

- ①高圧カットアウト開放実施時に
- ②柱上変圧器の高圧側が開放された状態でPCSが単独運転状態となり
- ③PCSから印加される電圧により、柱上変圧器が磁気飽和を起こし過電流が発生
- ④機器保護のため、パルス抜き動作を行い電流が停止
- ⑤パルス抜き動作による電流停止により出力電圧が低下
- ⑥出力電圧低下によりFRTを誤検知してFRT状態へ遷移
- ⑦FRT状態では出力を維持しようとして出力電流を増加、それに伴い出力電圧上昇
- ⑧電圧印加により柱上変圧器が再度磁気飽和し過電流発生

当該製品は、FRT状態において単独運転防止機能を無効化する仕様であったため、上記④-⑧の繰り返し動作が発生し単独運転が継続した。



＜問題点と理由＞

- ・ FRT状態において、単独運転防止機能を無効化したこと。
➡単独運転防止機能が正常に動作しない状態は、電技解釈・系統連系規程等のルールから逸脱しており、作業員や公衆への感電に対する保安の確保ができていない。
- ・ FRT状態において、瞬時過電圧保護機能を無効化したこと。
➡PCS自身および単独運転が発生したエリアにある需要家設備(機器)への過電圧に対する保護ができていない。

＜発生時の懸念＞

- ・ 高圧カットアウト開放実施時に、PCSが単独運転を継続することで、作業員が低圧側は停電と思いこんでしまった場合、感電の恐れがある。
- ・ 安定した電圧が供給されないことで、家電製品機器故障の懸念がある。

＜本事例における対策例＞

FRT状態においても単独運転防止機能、瞬時過電圧保護機能を無効化しない設計とした。柱上変圧器の磁気飽和による過電流を防止するためのパルス抜きが動作した場合でも、FRT状態で単独運転防止機能・瞬時過電圧保護機能を無効化しない設計とすることで、繰り返し動作を防止した。

事例から求められること

FRT状態においても単独運転防止機能・瞬時過電圧保護機能等の保護機能を無効化しないこと。

試験用のマスク機能は、ユーザーや設置作業者が誤って設定しないように対策を講じること

背景

機能の確認試験を行う上で、別の機能を無効化（マスク）できるようにマスクスイッチなどを設けることがある（例：単独運転検出能動的方式の機能を確認するために受動的方式をマスク）。このスイッチを誤ってオンにしてしまい、本来動作しているべき機能が無効化されるリスクがある。

マスク機能の実現例

マスク機能には以下の例のような実現方法がある。

- 1) 専用のツールをPCSに接続することでマスク設定する。
- 2) ユーザーインターフェース（モニタ等）でマスク設定する。
ただしユーザーには操作できない試験者向けの特別メニューを設定する。
- 3) ユーザーには触れられない内部基板に搭載したスイッチ等でマスク設定する。

対策例

- ①上記1) のように設置作業者にはマスク設定ができないようにする。
- ②上記2) において、設置作業者用と試験者用の設定メニューを分ける
上記3) において、設置作業者用と試験者用の操作場所を分ける
- ③設置作業者向けのマニュアル・ラベル・ビュ等で注意喚起を行う