

JESC E0019(2010)  
日本電気技術規格委員会

電気技術規程  
系統連系編

# 系統連系規程

Grid-interconnection Code

J E A C 9 7 0 1 - 2 0 1 0

[ 2 0 1 0 年 追補版 ( その 2 ) ]

社団法人日本電気協会  
系統連系専門部会

『系統連系規程 JEAC9701-2010 ( JESC E0019(2010) )』の  
一部改定について [ 1 案件 ] ( お知らせ )

社団法人日本電気協会  
系統連系専門部会

\*\*\*\*\*

**[ 1 案件目 ]**

第 6 1 回日本電気技術規格委員会(平成 2 2 年 1 1 月 1 8 日開催)において、「単  
独運転検出機能及び複数台連系における留意点等の明確化」に関する改定をいたし  
ました。

**(改定の趣旨, 目的及び内容)**

高圧連系における交流発電設備の単独運転防止対策で, 単独運転検出機能の有効  
な方式として, 無効電力変動方式, 無効電力補償方式, Q C モード周波数シフト方  
式, 負荷変動方式及び次数間高調波注入方式の能動的方式が記載されていますが,  
これらの単独運転検出機能を採用する場合の留意点や具体的な検討方法が十分に  
示されていません。

また, 複数台設置時の留意事項は, 「第 2 節 低圧配電線との連系要件に準ずる。」  
となっていますが, 具体的な検討方法が示されていないことから, 現在, 電力会社  
と発電設備等設置者との連系協議が煩雑になっています。

分散型電源の更なる普及を睨んだ場合, 高圧連系における交流発電設備の単独運  
転検出機能の能動的方式の特徴, 留意点, 具体的な検討方法などについて記載して  
おくことが, 円滑な連系協議を行ううえで必要であることから, 今回明確化を図り  
ました。

**(改定内容) ... 下線部分が改定箇所(文字修正, 追加, 削除)です。**

第 2 章 連系に必要な設備対策  
第 3 節 高圧配電線との連系要件

【 1 1 5 頁】

**3. 単独運転防止対策**

- (2) 逆潮流が有る場合の単独運転防止対策
  - b. 単独運転防止機能について
    - (b) 単独運転検出機能の有効な方式

ア．無効電力変動方式

連系される同期発電機のAVR電圧設定値に周期的な変動を与えておき、単独運転移行後に発生する周波数変化量を検出する方式。

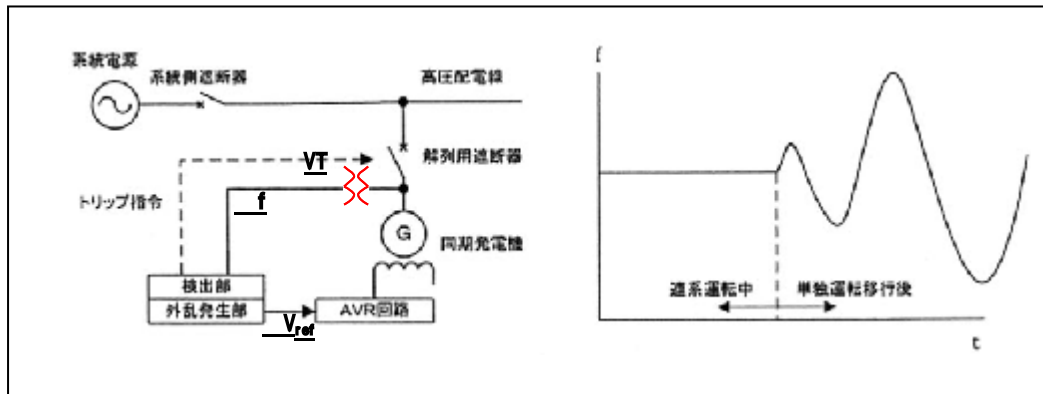


図 2 - 3 - 5 無効電力変動方式の検出原理

< 特 徴 >

- ・ 同期発電機に適用可能。
- ・ 無効電力を周期的に変動させるため、常時電圧変動や電圧フリッカを発生させるおそれがある。
- ・ モータ負荷の慣性が検出感度に影響を与える。
- ・ 無効電力変動のフィードバックにより、系統電圧変動を低減させることが可能であり、これによる検出感度の低下はほとんど発生しない。
- ・ 系統電圧変動による影響を回避するため、検出レベルを多段階設け、周波数変化を検出した場合に変動量を増加させることにより、単独運転を検出するシステムの適用が可能。

< 留意点 >

- ・ AVRに与える変動周期を設定するために、適用する発電機の最高感度周波数の確認が必要。
- ・ 系統電圧変動による影響を回避することと、検出感度を確保することのトレードオフを両立する無効電力変動量の設定が必要。
- ・ 系統電圧変動による影響を回避するために検出感度が確保できない場合には、電圧変動低減対策など対策技術の適用を考慮する。
- ・ 同一系統（設置者構内を含む。）に存在するモータ負荷の容量が増加するほど検出感度が低下するおそれがあるため、モータ負荷割合及び慣性を適切に見積もることが必要。

### イ．無効電力補償方式

原理的には無効電力変動方式と同様であるが，静止型無効電力補償装置などを併設し，その装置の電圧設定値に周期的な変動を加え，単独運転移行後に発生する周波数変化量を検出する方式。

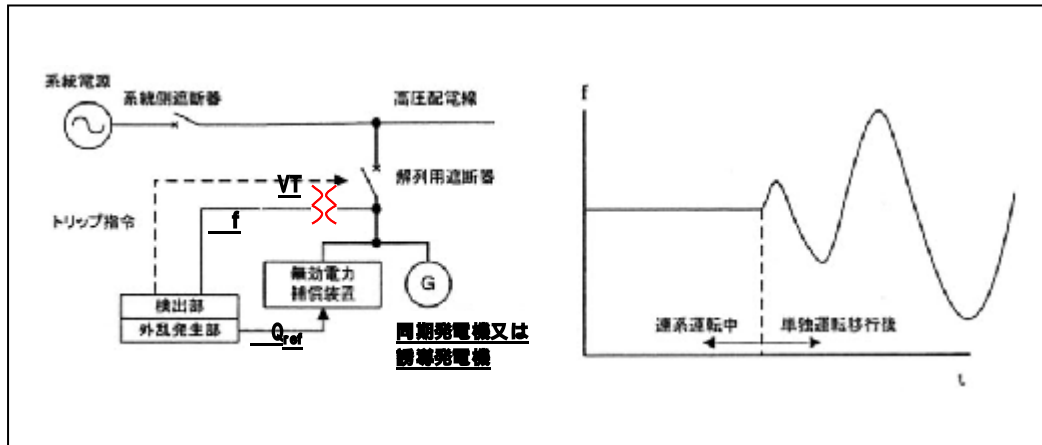


図 2 - 3 - 6 無効電力補償方式の検出原理

#### < 特 徴 >

- ・ 同期発電機及び誘導発電機に適用可能。
- ・ 無効電力を周期的に変動させるため，常時電圧変動や電圧フリッカを発生させるおそれがある。
- ・ モータ負荷の慣性が検出感度に影響を与える。
- ・ 同期発電機に適用した場合，単独運転検出時間や連系中の系統電圧変動の影響については無効電力変動方式と等価となる。

#### < 留意点 >

- ・ 系統電圧変動による影響を回避することと，検出感度を確保することのトレードオフを両立する無効電力変動量と変動周期の設定が必要。
- ・ 同一系統（設置者構内を含む。）に存在するモータ負荷の容量が増加するほど検出感度が低下するおそれがあるため，モータ負荷割合及び慣性を適切に見積もることが必要。

ウ．QCモード周波数シフト方式

系統の周波数変動（変化率）の極性と大きさに応じて発電機出力を揺動させ、単独運移行後、正帰還ループにより増幅される周波数変動を、**周波数変化率として検出する方式。**

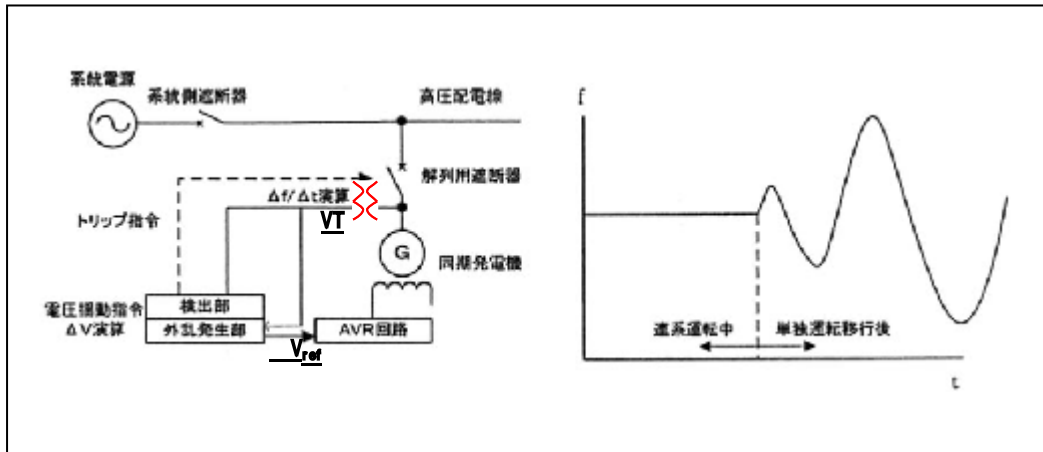


図 2 - 3 - 7 QCモード周波数シフト方式の検出原理

< 特 徴 >

- ・ 同期発電機に適用可能。
- ・ 系統の周波数変動（変化率）を検出した場合にのみ多段階にて能動信号を出力するため、能動信号による系統電圧変動がほとんど発生しない。
- ・ モータ負荷の慣性が検出感度に影響を与える。

< 留意点 >

- ・ 同一系統（設置者構内を含む。）に存在するモータ負荷の容量が増加するほど検出感度が低下するおそれがあるため、モータ負荷割合及び慣性を適切に見積もることが必要。

## エ．負荷変動方式

負荷抵抗を周期的に短時間挿入し，その時の系統側からの電流と発電機側からの電流の比（電流分担比）の変化を用いて，単独運転を検出する方式。

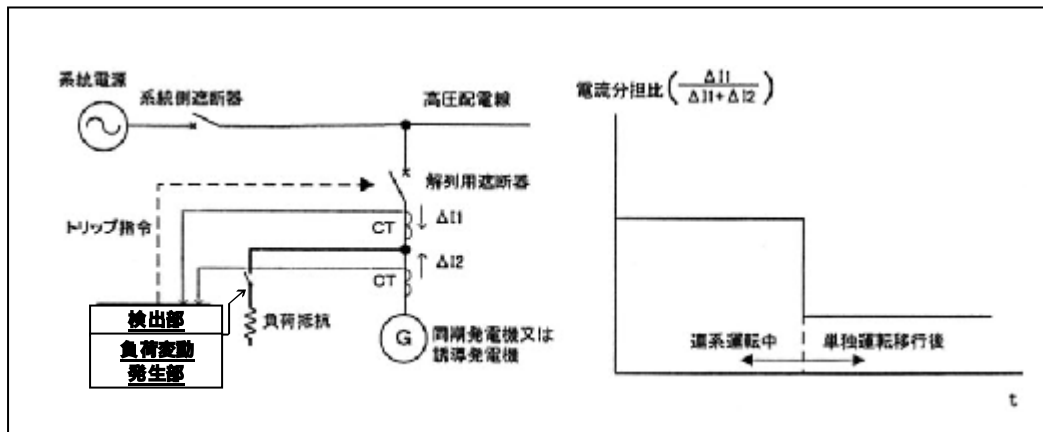


図 2 - 3 - 8 負荷変動方式の検出原理

### <特徴>

- ・ 同期発電機，誘導発電機及び二次励磁発電機に適用可能。
- ・ 多種の発電設備が混在するケースにおける一括保護が可能。
- ・ 負荷抵抗を周期的に挿入するため，電圧フリッカを発生させるおそれがある。
- ・ 負荷抵抗接続点より系統側のインピーダンスが検出感度に影響を与える。
- ・ 検出レベルと負荷挿入周期を多段に設けることにより，電圧フリッカによる影響を回避することと検出感度を高めることが可能。
- ・ 電流ゼロクロス点のタイミングから負荷抵抗を 1 周期間挿入することにより，負荷抵抗の短時間挿入により発生する高調波電流の流出を防止できる。

### <留意点>

- ・ 電圧フリッカによる影響を回避することと検出感度を確保することのトレードオフを両立する負荷抵抗値と挿入周期の設定が必要。
- ・ 長亘長配電線などで系統インピーダンスが大きい場合や，モータ負荷の容量が大きいなどで負荷抵抗接続点より系統側の負荷インピーダンスが小さい場合は，検出感度が低下するおそれがあるため，負荷抵抗接続点より系統側のインピーダンス（モータ負荷割合を含む。）を適切に見積もることが必要。

#### オ．次数間高調波注入方式

系統に微量の次数間高調波電流を注入し，注入次数の高調波電圧・電流を測定することにより系統インピーダンスの監視を行い，単独運移行後の系統サセプタンスの変化により単独運転を検出する方式。

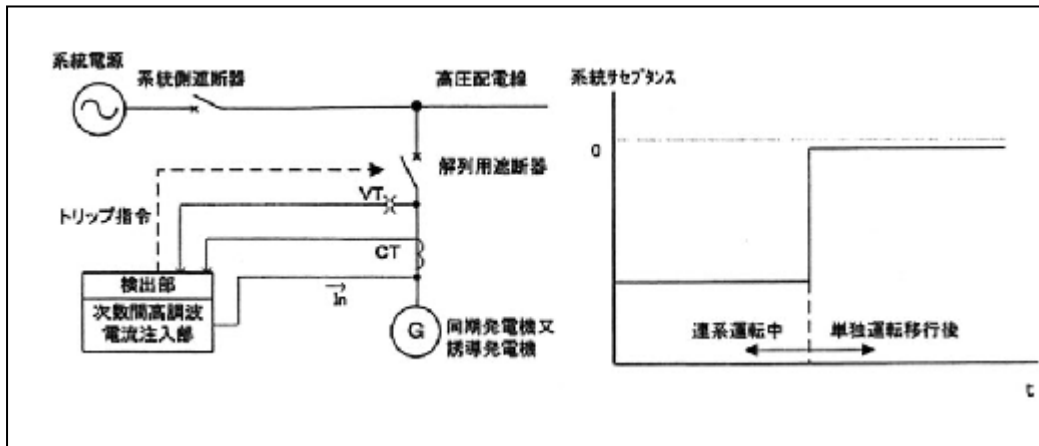


図 2 - 3 - 9 次数間高調波注入方式の検出原理

#### < 特 徴 >

- ・ 同期発電機，誘導発電機及び二次励磁発電機に適用可能。
- ・ 多種の発電設備が混在するケースにおける一括保護が可能。
- ・ 注入する次数間高調波電流の周波数の設定が可能。
- ・ 次数間高調波電流を注入するため，電圧歪を発生させるおそれがある。
- ・ 受電点より系統側のインピーダンスの変化量を監視するため，モータ負荷の慣性の大きさに影響されず単独運転検出が可能。
- ・ 受電点より系統側のインピーダンスが検出感度に影響を与える。

#### < 留意点 >

- ・ 電圧歪による影響を回避することと検出感度を確保することのトレードオフを両立する次数間高調波電流の注入量と周波数の設定が必要。
- ・ 長亘長配電線などで系統インピーダンスが大きい場合や，モータ負荷の容量が大きいなどで受電点より系統側の負荷インピーダンスが小さい場合は，検出感度が低下するおそれがあるため，受電点より系統側のインピーダンス（モータ負荷割合を含む。）を適切に見積もることが必要。

#### (c) 整定検討フローと整定値例

単独運転検出機能の変動幅，検出レベル判定基準，検出時限などの整定値は連系する系統の条件により大きく異なるため個別協議とする。現在，交流発電設備を高圧配電線に連系する場合に有効と考えられている能動的方式ごとの整定値検討フローと整定値例は以下のとおりである。

**ア. 整定値検討フロー**  
**(7) 無効電力変動方式**

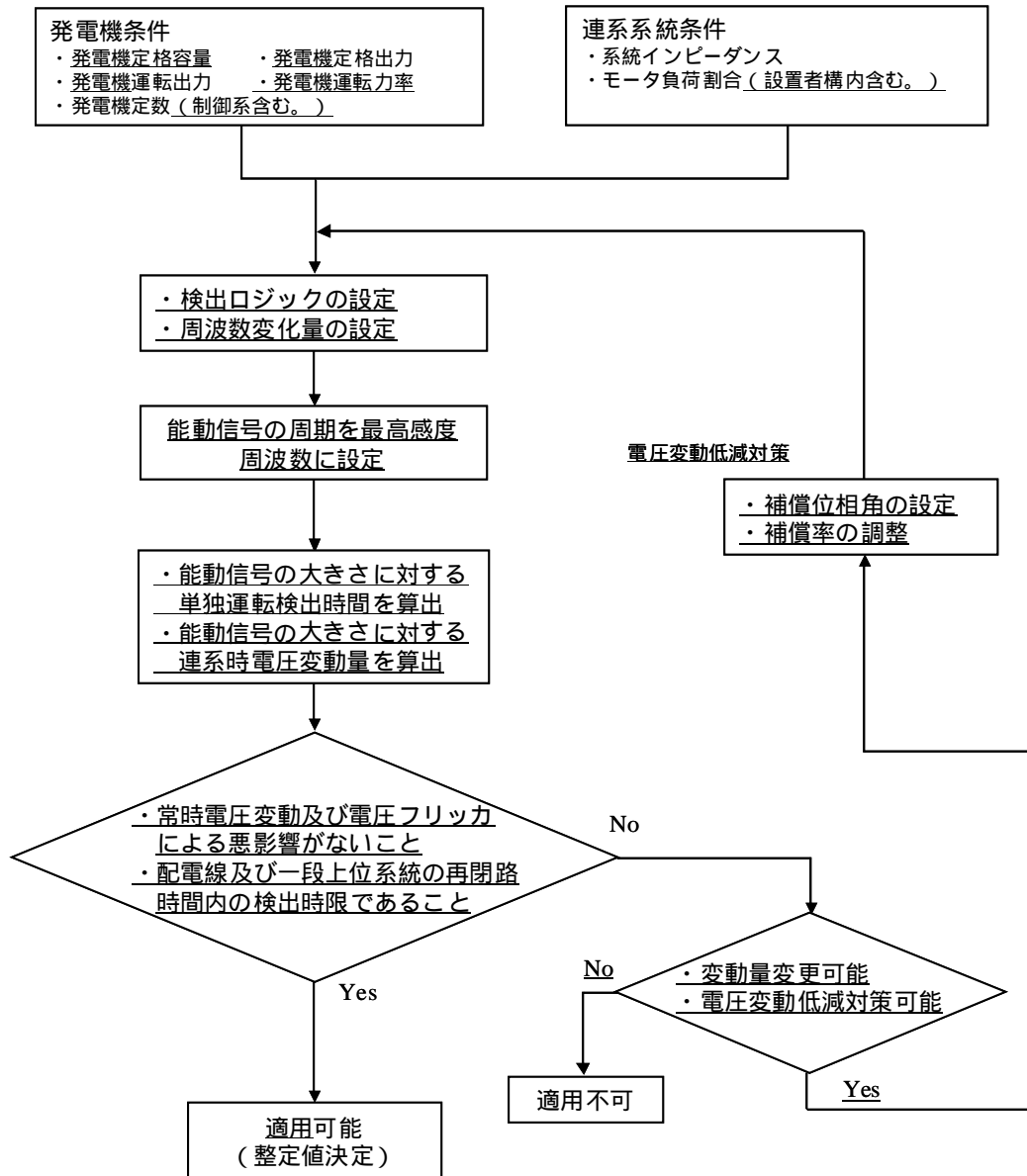


図 2 - 3 - 10 無効電力変動方式の**整定値検討フロー**

この箇所に次の図を追加する

### (イ) 無効電力補償方式

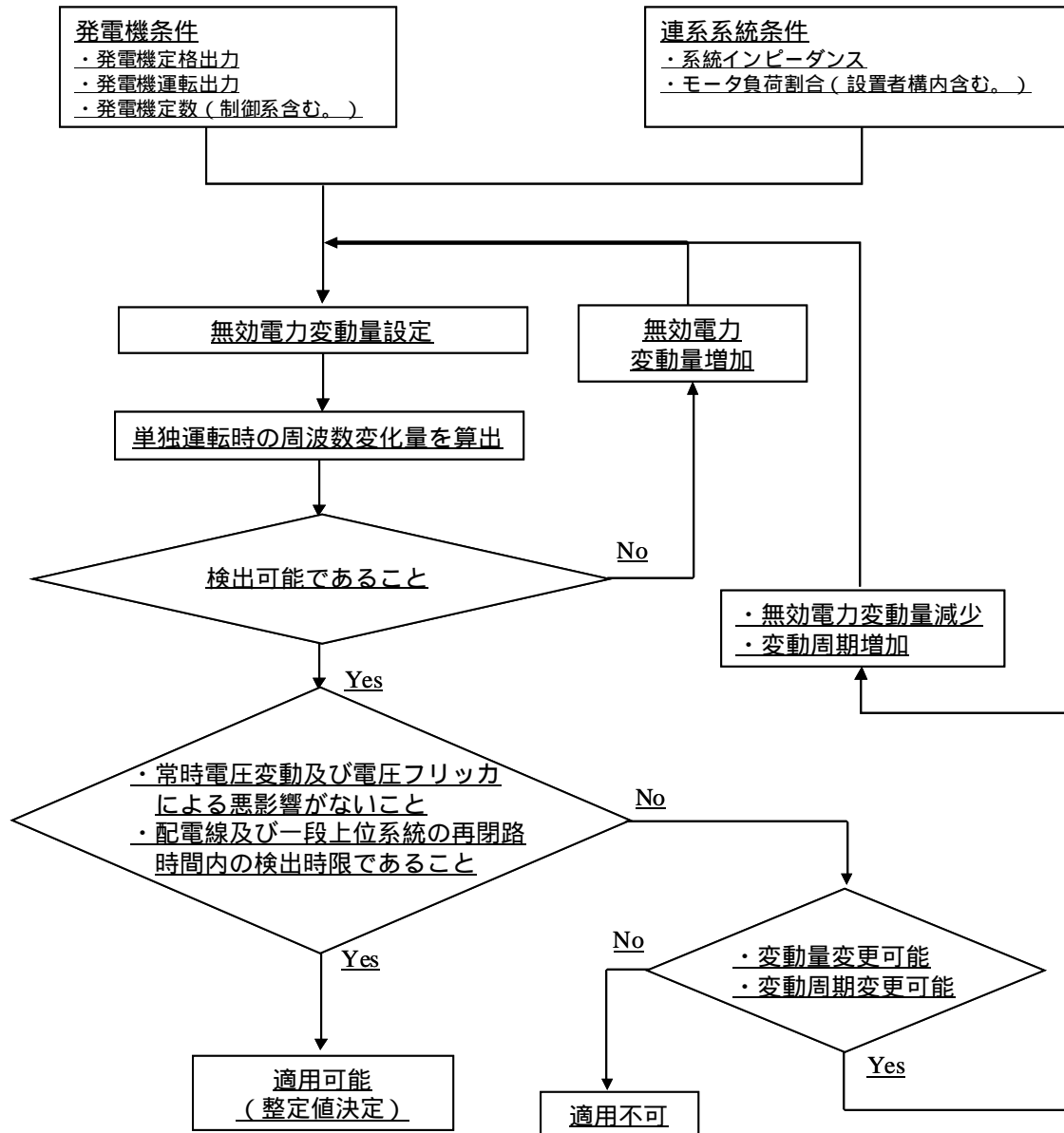


図 2 - 3 - 11 無効電力補償方式の整定値検討フロー（誘導機の場合）

### (ウ) QCモード周波数シフト方式

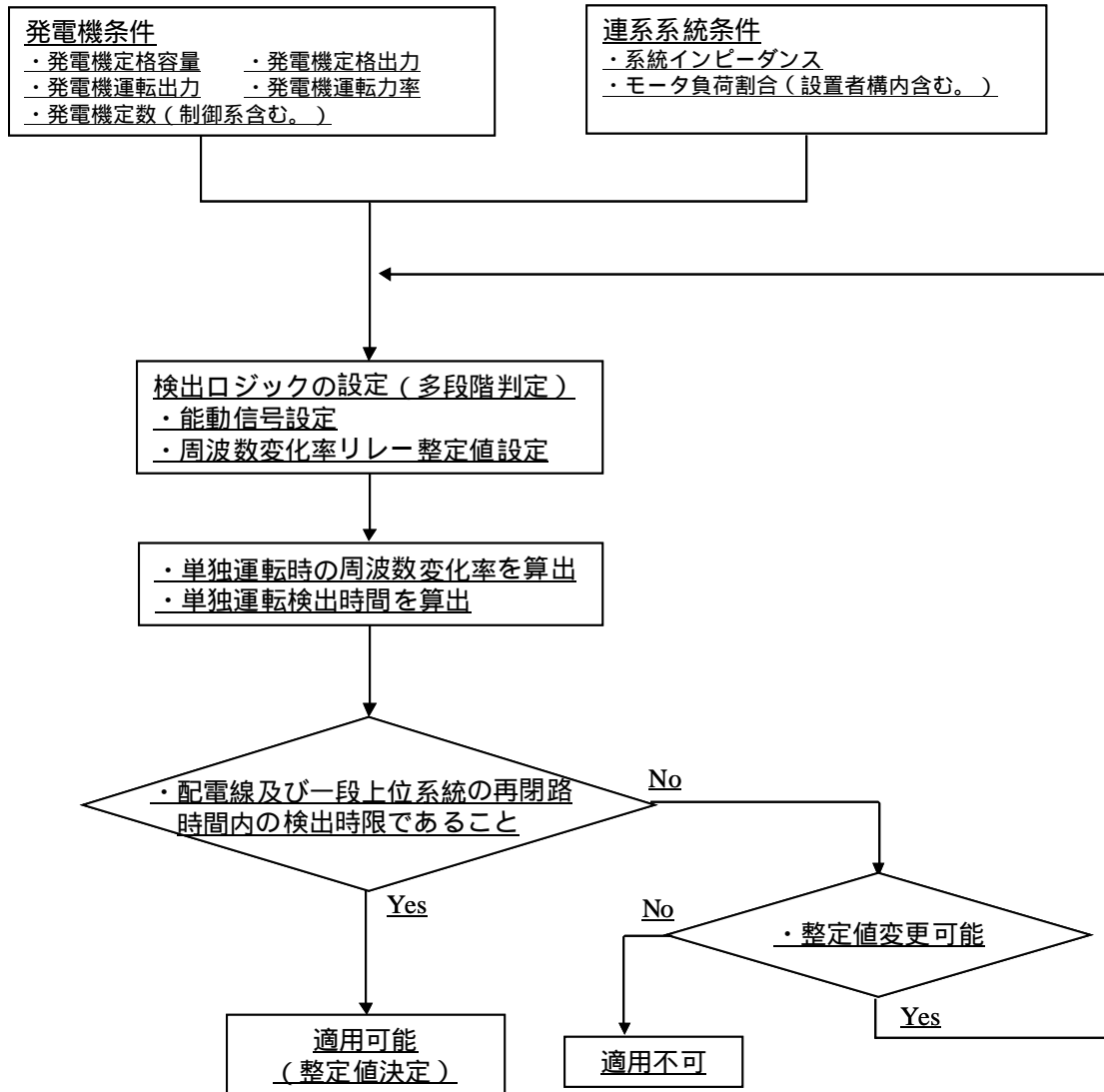


図 2 - 3 - 12 QCモード周波数シフト方式の整定値検討フロー

## (I) 負荷変動方式

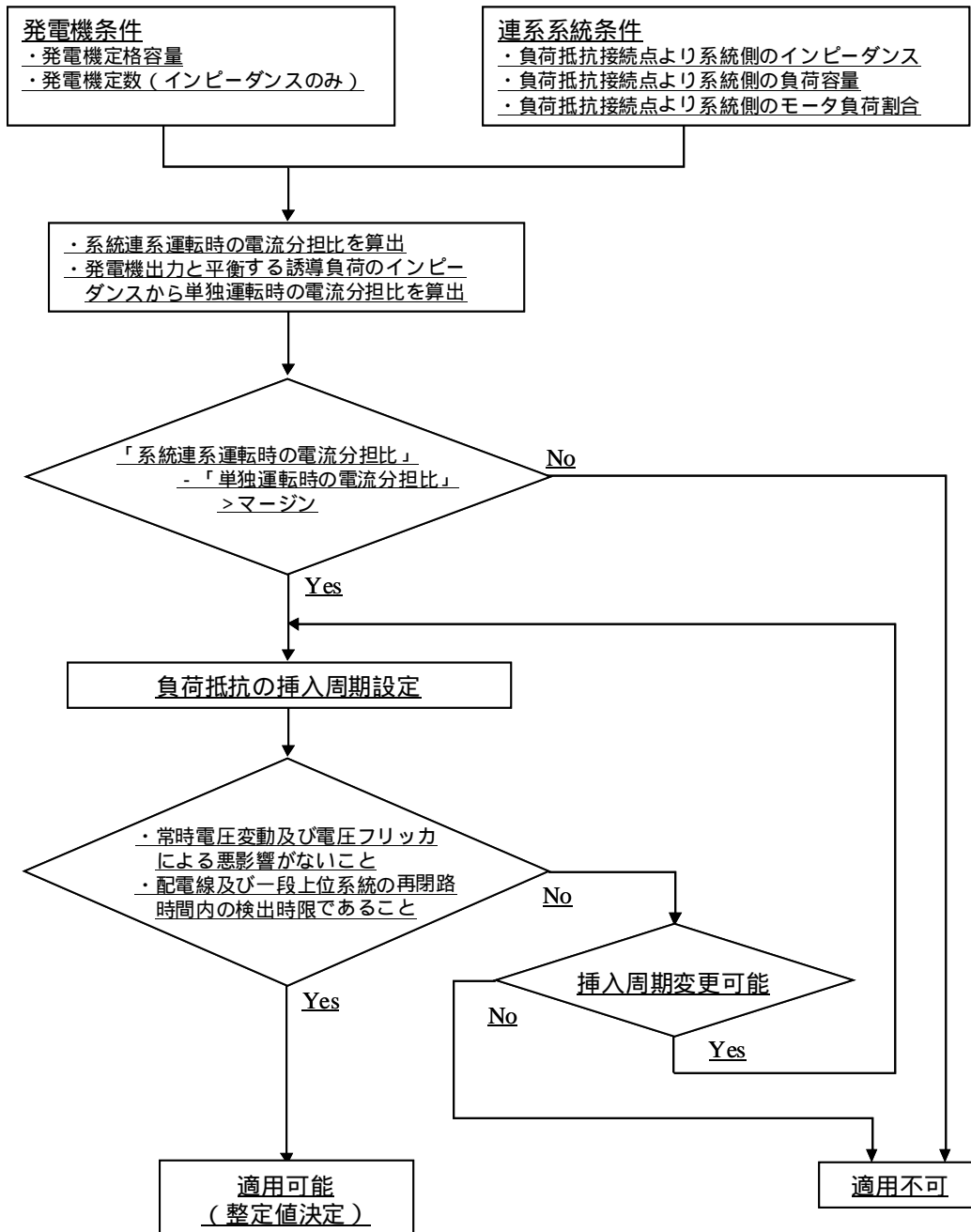


図 2 - 3 - 13 負荷変動方式の整定値検討フロー

### (オ) 次数間高調波注入方式

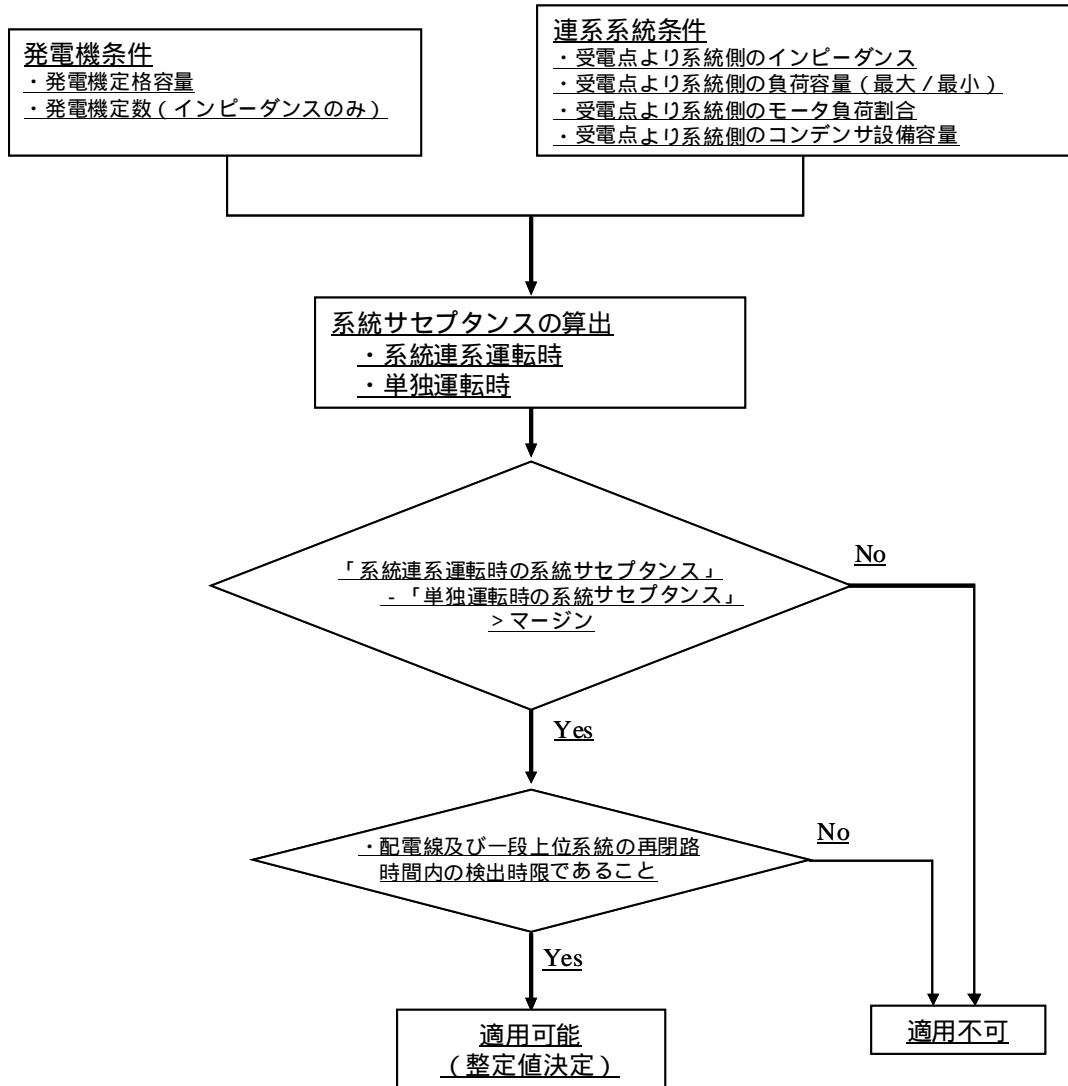


図 2 - 3 - 14 次数間高調波注入方式の整定値検討フロー

**イ. 整定値例**

**次の単独運転検出機能の能動的方式を設置する場合の整定値例を表 2 - 3 - 1 に示す。**

表 2 - 3 - 1 交流発電設備における単独運転検出機能の能動的方式の整定値例

方式名	変動要素及び変動量	検出要素及び検出レベル	検出時限
無効電力変動方式	( 変動要素 ) A V R 電圧設定値 ( 変動量 ) 数%程度	( 検出要素 ) 周波数変化量 ( 検出レベル ) f = 0.2 ~ 0.4 Hz	3 秒程度 1 段上位系統の 再閉路時間以内 の検出が必要)ー
無効電力補償方式	( 変動要素 ) 無効電力補償装置電圧設定値 ( 変動量 ) 数%程度	( 検出要素 ) 周波数変化率 ( 検出レベル ) f / t = 0.08 ~ 0.8(Hz/sec)	
Q C モード周波数シフト方式	( 変動要素 ) A V R 電圧設定値 ( 変動量 ) 数%程度 ( 系統周波数変動に応じた変動量 )	( 検出要素 ) 電流分担比 ( 系統分担電流 / 総電流 ) ( 検出レベル ) 数十%程度	
負荷変動方式	( 変動要素 ) 次数間高調波注入量 ( 変動量 ) 系統インピーダンスの監視が可能なレベル	( 検出要素 ) 系統サセプタンス ( 検出レベル ) - 0.01 ~ - 0.1(S)程度	
負荷変動方式	( 変動要素 ) 挿入抵抗量 ( 変動量 ) 発電機定格出力の数%程度	( 検出要素 ) 挿入抵抗量 ( 検出レベル ) 数十%程度	

( 注 ) \_\_\_\_ : 1 段上位系統の再閉路時間が長い場合には , ある程度検出時限を伸ばすことは許容できるが , 単独運転移行後の不安定状態が長く継続することを避けるため , できる限り速やかに発電設備を解列することが必要である。

また , 他系統短絡事故時の発電設備過渡動揺による不要動作を防止するため , 配電線用 O C R 時限と協調したタイマを設けることが望ましい。

(d) 複数台設置時の留意事項

同一系統に複数台の発電設備が連系される場合、能動的方式や発電設備の逆潮流の有無にかかわらず、能動信号の相互干渉などによる検出感度低下などの影響を与えるおそれがある。このため、能動的方式の有効性を確認するうえで複数台設置時には留意が必要であり、以下に現在、交流発電設備を高圧配電線に連系する場合に有効と考えられている各能動的方式について、交流発電設備が複数台設置された場合の留意事項を示す。

なお、電圧能動信号による発電機周波数の変化を検出する無効電力変動方式、無効電力補償方式及びQCモード周波数シフト方式の三方式を「周波数検出形」とし、系統側と発電機側のインピーダンスを測定する負荷変動方式及び次数間高調波注入方式の二方式を「インピーダンス検出形」として、検出原理の異なるこれらの組合せについてそれぞれ述べる。

また、組合せの一覧は表 2 - 3 - 2 のとおり。

**表 2 - 3 - 2 能動的方式の組合せ一覧**

能動的方式の種類		周波数検出形			インピーダンス検出形	
		無効電力変動	無効電力補償	QCモード周波数シフト	負荷変動	次数間高調波注入
能動的方式なし		ア.(7)	ア.(1)	ア.(9)	イ.(7)	イ.(1)
周波数検出形	無効電力変動	ウ.(7)	ウ.(1)	ウ.(9)	オ.	オ.
	無効電力補償	-	ウ.(1)	ウ.(9)	オ.	オ.
	QCモード周波数シフト	-	-	ウ.(9)	オ.	オ.
インピーダンス検出形	負荷変動	-	-	-	エ.(7)	エ.(9)
	次数間高調波注入	-	-	-	-	エ.(1)

## ア．周波数検出形と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

### (7) 無効電力変動方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

能動的方式を用いない他発電機が同一系統に連系された場合には、全体の発電機容量の総和に対し変動を与えることになるので、単独運転時の電圧変動量は相対的に低くなる。このため、他発電機がない場合に比べ周波数変動が生じにくく、単独運転検出時間が長くなる傾向となる。したがって、整定値を決定する際には他発電機も含めて単独運転が検出できるか否かを検討する必要がある。

### (1) 無効電力補償方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

「(7) 無効電力変動方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ」と同様の留意が必要となる。

### (2) QCモード周波数シフト方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

能動的方式を用いない他発電機が同一系統に連系された場合には、他発電機の慣性の影響により単独運転時の周波数変動が現れにくく、他発電機がない場合に比べ単独運転検出時間が長くなる傾向となる。しかし、周波数変動を助長するという動作であるため、一度周波数変動が生じてしまえばその後は比較的短い時間での単独運転検出が可能となる。したがって、整定値を決定する際には他発電機も含めて単独運転が検出できるか否かを検討する必要がある。

## イ．インピーダンス検出形と能動方式を用いない発電設備との組合せ

### (7) 負荷変動方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

能動的方式を用いない他発電機が同一系統に連系された場合には、他発電機がない場合に比べ単独運転時の電流分担比は大きく(負荷抵抗接続点より系統側のインピーダンスは小さく)なるため、連系時と単独運転時の電流分担比の差(検出マージン)が小さくなる。したがって、整定値を決定する際には他発電設備のインピーダンスも含めて単独運転を検出できるか否かを検討する必要がある。

### (1) 次数間高調波注入方式と能動的方式を用いない発電設備との組合せ

能動的方式を用いない他発電機が同一系統に連系された場合には、他発電機がない場合に比べ単独運転時の受電点より系統側のインピーダンスが小さくなるため、連系時と単独運転時のサセプタンス値の差(検出マージン)が小さくなる。したがって、整定値を決定する際には他発電設備のインピーダンスも含めて単独運転を検出できるか否かを検討する必要がある。

## ウ．周波数検出形同士の組合せ

### (7) 無効電力変動方式の複数台設置

本方式が同一系統に複数台設置された場合には、各発電機より周期的能動信号が入力されることになるが、各発電機からの能動信号を同期させることができれば感度低下は生じない。同期が取れない場合は、能動信号の変動周期が同じであっても単独運転時の無効電力の変動が全体

として小さくなってしまい、単独運転検出時間が長くなるときがある。これを解消するためには、能動信号の周期を発電機ごとに異なったものとするのが有効であるが、この手法でも無効電力の変動が全体として小さくなるタイミングがある。特に連系台数が増えると各発電機より入力される能動信号の合成がより複雑となり、変動が小さい期間が増え単独運転検出時間が長くなるときがある。したがって、整定値を決定する際には他発電機の情報(能動信号の変動周期等)も考慮した検討が必要となる。

**(イ) 無効電力補償方式の複数台設置**

無効電力変動方式の複数台設置時と同様の留意が必要となる。

**(ロ) Q Cモード周波数シフト方式の複数台設置**

同一系統内では連系点に係わらず単独運転時の周波数変動は同一方向であり、本方式が同一系統に複数台設置された場合でも個々の能動信号は同期し干渉しないため、高速な単独運転検出が可能となる。したがって、整定値を決定する際には単機の連系と見なして検討すればよい。

**(ハ) 無効電力変動方式と無効電力補償方式の組合せ**

無効電力変動方式の複数台設置時と同様の留意が必要となる。

**(ニ) 無効電力変動方式とQ Cモード周波数シフト方式の組合せ**

無効電力変動方式は、Q Cモード周波数シフト方式により系統周波数変動が助長されるため、単独運転検出時間は短くなる傾向となる。

一方、Q Cモード周波数シフト方式は、無効電力変動方式が複数存在し能動信号の相互干渉があった場合には、初期の周波数変動が小さくなり単独運転検出時間が長くなるときがあるが、一度周波数変動が生じれば短時間での単独運転検出が可能な能動信号の出力が可能のため影響は小さい。したがって、無効電力変動方式とQ Cモード周波数シフト方式の組合せは、互いの特徴を補完しあう効果があるため、無効電力変動方式の整定値を決定する際には単機の連系と見なして検討し、Q Cモード周波数シフト方式の整定値を決定する際には能動的方式を用いない発電機との組合せと見なして検討すればよい。

**(ホ) 無効電力補償方式とQ Cモード周波数シフト方式の組合せ**

無効電力変動方式とQ Cモード周波数シフト方式の組合せと同様の留意が必要となる。

**エ. インピーダンス検出形同士の組合せ**

**(ア) 負荷変動方式同士の組合せ**

本方式が同一系統に複数台設置され、抵抗挿入のタイミングが同期してしまった場合には、系統連系時及び単独運転時の両方において同期していないときよりも電流分担比が減少する傾向となる。したがって、整定値を決定する際には同期を考慮した整定値とするか、抵抗挿入相をそれぞれ別の相とするなどの対策が必要となる。

**(イ) 次数間高調波注入方式同士の組合せ**

注入する次数間高調波について、互いに干渉しない複数のチャンネルが用意されている。したがって、本方式が同一系統に複数台設置され、

これら複数のチャンネルが活用できる系統条件であれば、発電機ごとにチャンネルを分ければよく、整定値を決定する際には他の発電機は能動的方式のない発電機と見なして検討すればよい。

(ウ) 負荷変動方式と次数間高調波注入方式の組合せ

負荷変動方式は数十周期ごとに1周期間、抵抗挿入によるインピーダンス変化が現れるが、抵抗挿入によりサセプタンス分には変化がないこと、及び次数間高調波注入方式の注入高調波電流とは周波数も異なることから方式間の影響を受けない。したがって、整定値を決定する際には他の発電機は能動的方式のない発電機と見なして検討すればよい。

オ. 周波数検出形とインピーダンス検出形の組合せ

周波数検出形（無効電力変動方式、無効電力補償方式又はQCモード周波数シフト方式）とインピーダンス検出形（負荷変動方式又は次数間高調波注入方式）がそれぞれ1方式ずつ同一配電線に存在する場合には6通りの組合せがある。しかし、基本的に周波数検出形とインピーダンス検出形とは動作原理が全く異なることから、同一系統へ発電機が連系されることによる周期的な変動幅の低下や検出感度の低下は生じるものの、方式間の相互干渉は発生しない。したがって、整定値を決定する際には、互いの発電機から見て相手が能動的方式のない発電機と見なして検討すればよい。

以 上