

# 調整力の細分化に関する課題と対応策について

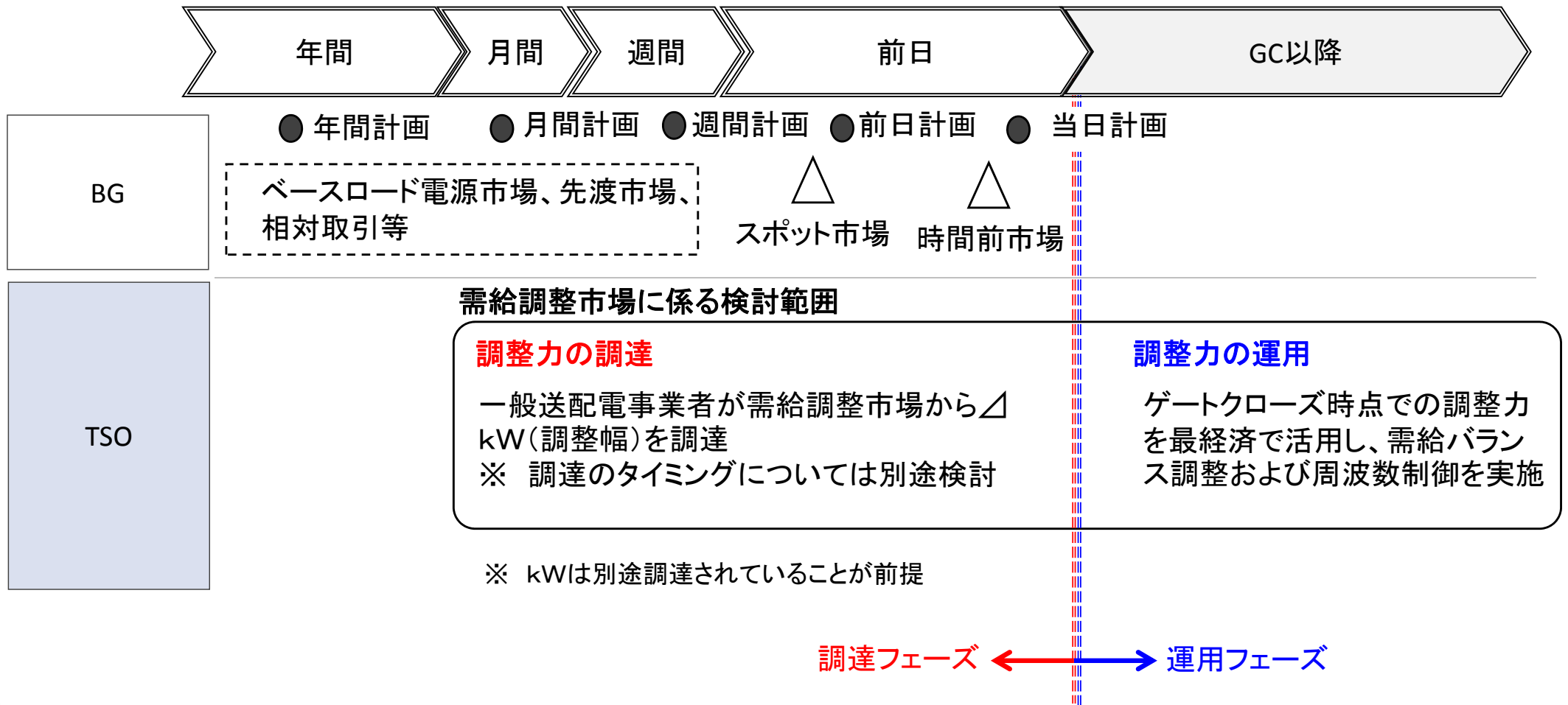
2017年8月18日

調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会 事務局

- 本作業会において行う検討作業は、目指す需給調整市場の姿によって変わってくるものと考えられる。
- 「目指す姿」は、今後、国において議論されるものと考えられるが、本作業会としては、前広に検討を行う観点から、仮に、  
「それぞれの商品を広域的に調達し、かつ、広域的に運用する」  
という姿を仮定のうえ、技術的制約の抽出等を始め、国の検討・議論と連携しながら、適宜、作業内容の見直しを行っていくこととした。

出所) 第1回調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会 資料4(一部修正)  
[http://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/sagyokai/2016/files/chousei\\_sagyokai\\_01\\_04.pdf](http://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/sagyokai/2016/files/chousei_sagyokai_01_04.pdf)

- 本検討では、ゲートクローズまでに一般送配電事業者が需給調整市場にて $\Delta$ kW(調整幅)を確保し、実運用において、ゲートクローズ時点での調整力 $\ast$ を最経済で活用しkWhを精算することを前提とした。
- ※ 現状、旧一電の発電機が対象となっており、これに発電事業者、新電力の発電機、自家発、DR等も含めていく。域外調達の運用、詳細については次回検討。



## 商品設計の方向性(5)

13

### 商品の時間単位について

- 計画値同時同量が30分単位であることから、考え得る最小単位は30分であるが、実務面やシステム上の対応を考慮して商品の時間単位を決定する必要がある。
- 商品間の受け渡しに課題があることから、細分化した場合に需要の立ち上がり時や再エネ出力誤差・変動が大きい時間帯にも安定供給可能かに留意が必要。
- 商品によっては、1日単位・昼間帯・夜間帯などのブロック単位の商品を活用する方法も考えられるのはいか。
- ブロック単位の商品とすることにより経済性に影響が生じる場合には、電源Ⅱのような仕組みによりゲートクローズ時点での発電機の余力を活用し、メリットオーダーにより経済運用を図ることも考えられるか。
- なお、短時間のみサービス可能な新たな技術などの活用も視野に入れると、時間単位の短い商品をあわせて用意することも必要ではないか。

### ゲートクローズ後に想定以上の事象が発生した場合の備えについて

- ゲートクローズ後の需給ギャップの補填は、需給調整市場で調達した調整力で調整することになるが、想定以上の需給ギャップや変動が生じた場合の備えとして、運転中の発電機の余力を活用して安定供給を確保できる仕組みについても留意が必要ではないか。

## ■ 調整力の細分化の目的は以下のとおり。

- ・調整力公募に対する発電事業者等からの意見において、区分を細分化し要件を限定すべきという意見もあり、細分化が求められており、細分化することで、一部の機能しか提供できない事業者が調整力を提供できるようになる。  
参照) 第20回制度設計専門会合 資料5  
[http://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc\\_system/pdf/020\\_05\\_00.pdf](http://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc_system/pdf/020_05_00.pdf)
- ・これにより、新規参入機会が増えれば調整力の調達・運用の経済性の向上も期待できる。
- ・機能毎に広域化の課題が異なることに留意し、細分化により可能なものから広域化を検討し、調整力の調達・運用の経済性の向上を狙う。

## ■ なお、今回の検討で目指すものは、

- ・広域メリットオーダーの達成 2020+X(~10)年
- ・上記を踏まえた通過点としての 2020年

である。

## ■ 検討のアプローチとしては、

- ・諸外国の事例を踏まえ、P,S,Tの3区分をベースとする。
- ・これに照らし、現状の調整力の機能を細分化し、細分化するための技術的課題を検討する。

とする。



## (参考) 調整力の細分化に関する事業者の意見

## 発電事業者等からの意見と一般送配電事業者の対応方針

### ○募集要綱（設備要件の標準化）に関する意見

NO	意見の要約	一般送配電事業者からの回答
8	調整力の区分を細分化し、それぞれの調整力に必要な要件に限定すべき。 各調整力に適切な対価が支払われるようにすべき。	広域機関の「調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会」において、一般送配電事業者も参加をさせていただき、需給調整市場の創設に向けて、調整力調達区分の細分化の検討中である。（中長期的課題として引き続き検討）
9	旧一般電気事業者の有する発電所相当の設備仕様ではなく、周波数調整に供することに限定した性能仕様を採用すべき。	周波数制御のために必要な要件として、電源等の性能と電源等を制御するための機能を合わせて設定している。具体的な提案を頂ければ、来年度以降に向けて検討したい。
10	ネガワット活用の観点から、ネガワット取引種別の細分化について、具体的項目として以下の観点において改善が必要であると考え。 （1）調整方法細分化（上げ・下げ調整を要求する／下げのみ調整を要求する） （2）反応時間の多様化（15分前、1時間前、3時間等） （3）持続時間の多様化（30分、1時間、3時間等） （4）契約調整力に関する月別・時間帯区分別の設定実施	現在、広域機関の「調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会」において、一般送配電事業者も参加をさせていただき、需給調整市場の創設に向けて、調整力調達区分の細分化の検討中である。（中長期的課題として引き続き検討）
11	VPP実証事業で簡易指令システムを用いた応動時間5分以内検証を実施する予定であり、即時性の高いDR用電源の活用について、今後検討をすべき。	簡易指令システムの電源Ⅰ-b、Ⅱ-bへの活用拡大については、今年度実施するVPP実証事業で運用面だけでなくセキュリティ面を含めて検証し、その結果を踏まえ、検討を進めていく。（中長期的課題として引き続き検討）
12	Ⅰ-b、Ⅱ、Ⅱ-bへのネガワット参画を認めてほしい。また、今回新たに公募範囲が拡大する場合は、公募条件を早期に明らかにすべき。	現状でも要件を満たせば参加可能。また、公募範囲拡大の概要については、第19回制度設計専門会合（資料3-1）に記載のとおり。

- 本作業会での検討は、「それぞれの商品を広域的に調達し、かつ、広域的に運用する」ことを目指す。
- ただし、実施については、下記の留意点を踏まえる必要があると考えられる。
  - ・必要な調整幅を確実に調達することができるのか。
  - ・実需給段階で運用が可能かどうか。
  - ・安定供給は維持されるのか。
  - ・監視やセキュリティ面で問題はないのか。

- 前回作業会で示した(一次・二次・三次調整力)×(上げ・下げ)の6商品に細分化することを基本として、商品設計案について検討を行い、各課題に対する対応案の検討を行った。

## 商品設計の方向性(2)

9

- 一次・二次・三次調整力を別商品として設計するためには発動までの応動時間・継続時間等の必要な要件を設定する必要がある。
- 商品設計にあたっては、一次～三次調整力間で制御の受け渡しができるように、発動までの応動時間・継続時間は重複するよう設計する必要がある。
- 周波数維持および30分未満の需給変動に追従するために、調整速度など他に要件化すべき項目があれば考慮する必要がある。
- 各商品の $\Delta kW$ への対価は、調整する機能を具備していることに対するものか、調整余力を確保することに対するものかを商品ごとに整理する必要がある。

	一次調整力(GF相当枠)	二次調整力(LFC相当枠)	三次調整力
指令等	—	オンライン (専用線)	オンライン (専用線・インターネット回線等)
発動までの応動時間	10秒以内	数分以内	15分～30分以内
継続時間	数分以上	15分以上	数時間以上
応札が想定される 主な設備	発電機 蓄電池 等	発電機 DR・蓄電池 等	発電機 DR・自家発余剰等
価値	$\Delta kW$ (機能+調整余力)	$\Delta kW$ (機能+調整余力) +kWh	$\Delta kW$ (調整余力) +kWh

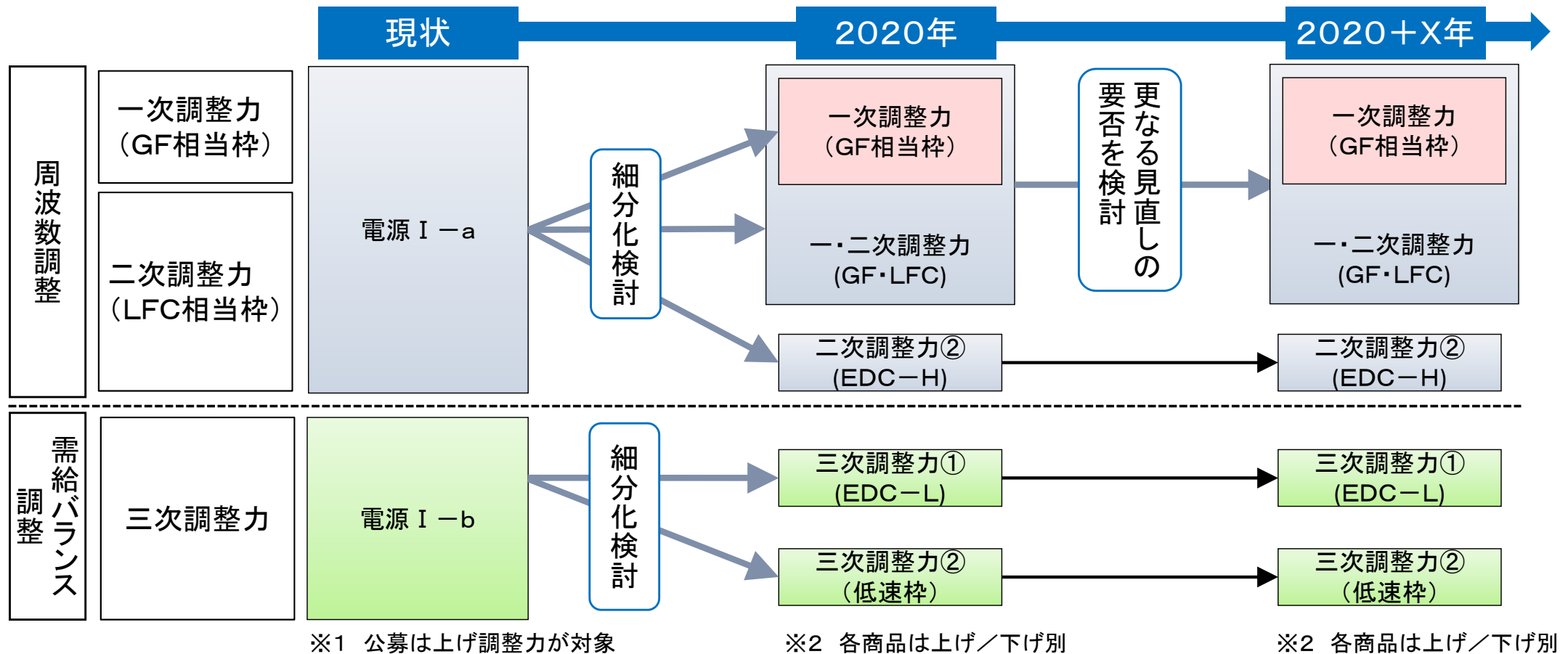
$\Delta kW$ : 短期間の需給調整能力、kW: 発電することができる能力、kWh: 実際に発電された電気  
出所) 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会(第1回)

(注) 数値は確定値ではない





- 2020年は、新規参入機会を増やす観点から、制御の時間領域毎に商品ができるよう細分化する。  
なお、それぞれの名称については仮称のため今後の検討状況により適切な名称に変更する。
- 2020+X年は、二次領域の調整力の量を確保するため、新規参入状況を考慮して見直しの要否を検討する。
- 細分化が実現可能か各技術的課題について検討を行った。
- 下図は現状の電源 I について記載しているが、電源 II の細分化の扱いも同様。(なお、ゲートクローズ後の需給ギャップの補填は、需給調整市場で調達した調整力に加え、ゲートクローズ時点の余力も活用し、メリットオーダーで経済運用を図る。)



- 基本的な商品メニューは以下のとおり。ただし、DRなど新規参入者の参入障壁とならないことも考慮しつつ、発動までの応動時間、継続時間の数値およびその他要件は引き続き検討。

	一・二次調整力(GF・LFC) <sup>※1</sup>		二次調整力② (EDC-H)	三次調整力① (EDC-L)	三次調整力② (低速枠)
	一次調整力 (GF相当枠)				
指令・制御	—	指令・制御	指令・制御	指令・制御	指令
監視の通信方法	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
回線 <sup>※2</sup>	—	専用線等	専用線等	専用線等	簡易指令システム 等も可
発動までの応動 時間	10秒以内	240秒以内	5分以内	15分以内	1時間以内
継続時間 <sup>※3</sup>	240秒以上	15分以上	7～11時間以上	7～11時間以上	3時間程度
応札が想定され る主な設備	発電機・ 蓄電池・DR等	発電機・ 蓄電池・DR等	発電機 蓄電池・DR等	発電機 DR・自家発余剰等	発電機 DR・自家発余剰等
商品区分	上げ／下げ <sup>※4</sup>	上げ／下げ <sup>※4</sup>	上げ／下げ <sup>※4</sup>	上げ／下げ <sup>※4</sup>	上げ／下げ <sup>※4</sup>

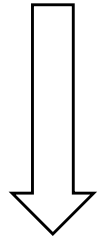
※1 一次・二次(GF・LFC)の細分化については参入状況等を考慮して検討

※2 求められるセキュリティ水準も含め今後更なる検討が必要

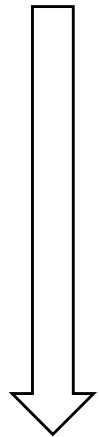
※3 最大値または指令値を継続して出力し続けることが可能な時間

※4 現状の運用においてはBG計画の中で下げ側の調整幅は十分にあり、事前に送配電が確保しておく必要性は少ない

調達

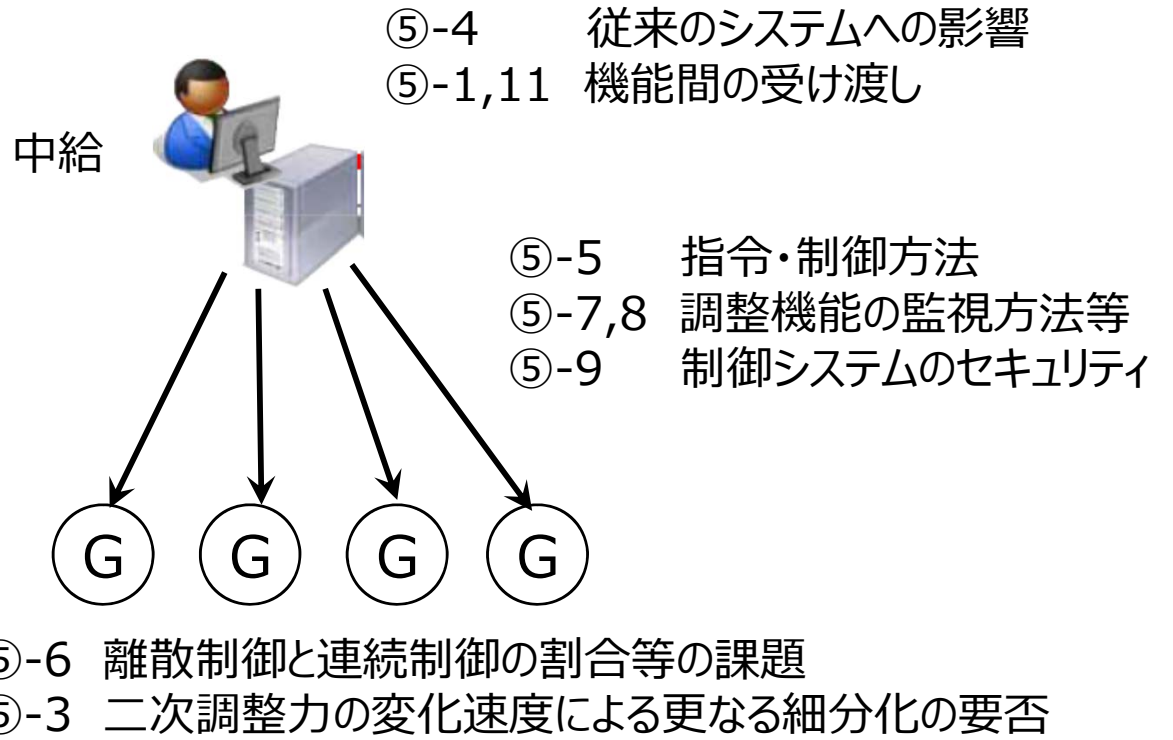


運用



記録・計量

⑤-12 調達タイミング



⑤-2 上げ下げ別調達による kWh 差額の発生

⑤-10 記録・計量

(空白)

# 前回の作業会までに抽出された細分化・市場化に対応するための技術的課題 に対する2020年の対応の方向

	番号	優先	検討すべき課題	2020年に向けた対応
商品設計に関する課題	⑤-4	○	・一次・二次・三次、上げ・下げに区分した場合の従来の制御(電源側、中給システム側)への影響	・いずれかの機能のみで調達された場合動作してしまうが、系統全体の偏差を中給で見た指令を行うため問題はないと考えられる
	⑤-1 ⑤-11	○	・細分化した機能の境目の受け渡しや調達タイミング(期間)を跨ぐ機能の受け渡し	・機能の境目の受け渡しは、中給システムから余力も活用してオンライン指令により行うため、受け渡しの問題は発生しないと考えられる
	⑤-6	○	・離散制御と連続制御それぞれの割合や立上り・立下り時間、継続時間等	・離散電源等については、最大出力変化幅等を要件として求めれば問題は発生しないと考えられる。
	⑤-3	○	・二次調整力の変化速度による更なる調整力細分化の要否	・調達段階で必要な変化速度と変化幅を確保することとすれば問題は発生しないと考えられる。
	⑤-2		・上げ下げ別調達によるkWh費用の差額の発生	・細分化の技術的制約とはならないか。
市場設計に関する課題	⑤-12		・発電機の起動準備時間による調達タイミングの制約	・起動準備時間を考慮した時期(例えば週間段階)で調達する等具体的な時期については引き続き検討。
設備構築・ルール整備に関する課題	⑤-5		・発電機等の指令・制御方法と単位	・中給にオンライン接続して制御する。 (ただしGFは現地・制御所にて制御) ・適切な最低容量を設定し、膨大な制御対象数となることを回避できると考えられる。
	⑤-7 ⑤-8		・調整力として確保した電源等の調整機能の監視方法	・オンライン化して監視する。
	⑤-9		・制御システム(発電機等の制御・監視)のセキュリティ	・中給システムと関係する電源等についてはセキュリティの高い専用線等を用いることとするがセキュリティ技術動向等を考慮して引き続き検討する。
	⑤-10		・調整力を提供する発電機等の出力の実績記録・計量方法	・計量などの課題を踏まえΔkW分を固定費、kWh分を可変費で精算可能と考えられる。



# 前回の作業会までに抽出された細分化・市場化に対応するための技術的課題 に対する2020+X年の対応の方向

	番号	優先	検討すべき課題	2020+X年に向けた残る課題と対応
商品設計に関する課題	⑤-4	○	・一次・二次・三次、上げ・下げに区分した場合の従来の制御(電源側、中給システム側)への影響	・一次・二次(GF・LFC)の細分化見直しの要否について参入状況等をみて検討要。
	⑤-1 ⑤-11	○	・細分化した機能の境目の受け渡しや調達タイミング(期間)を跨ぐ機能の受け渡し	(2020年と同様)
	⑤-6	○	・離散制御と連続制御それぞれの割合や立上り・立下り時間、継続時間等	・離散電源等が増加した場合の影響については検討要。
	⑤-3	○	・二次調整力の変化速度による更なる調整力細分化の要否	(2020年と同様)
	⑤-2		・上げ下げ別調達によるkWh費用の差額の発生	(2020年と同様)
市場設計に関する課題	⑤-12		・発電機の起動準備時間による調達タイミングの制約	・調達タイミングを実需給段階に近づけられる調整力の検討要
設備構築・ルール整備に関する課題	⑤-5		・発電機等の指令・制御方法と単位	(2020年と同様)
	⑤-7 ⑤-8		・調整力として確保した電源等の調整機能の監視方法	(2020年と同様)
	⑤-9		・制御システム(発電機等の制御・監視)のセキュリティ	(2020年と同様)
	⑤-10		・調整力を提供する発電機等の出力の実績記録・計量方法	・事後検証できるようにデータ提供を求める等の仕組みについて必要性も含め検討。

※ 2020年以降の運用実績より改善を検討していく。

【⑤－４】GF機能ロック時のLFC運用可否等、既設電源の制御への影響

27

- ある既設の電源がいずれかの機能のみで調達された場合に、電源の制御への影響について、発電機側、中給システム側双方の視点から検討する必要があるか。  
(例えば、GF機能ロック(一次調整力未提供)時のLFC運用(二次調整力提供)可否や、二次・三次個別の制御信号の受信(送信)可否など)

- 複数の調整力機能(例えば一次と二次など)を具備した既設電源には、いずれかの機能(例えば一次)のみ調達された場合、調達されなかった機能(例えば二次)をロックできないものもある。
- しかしながら、実運用において、ゲートクローズ時点での発電機の余力も活用して運用することから、ロックできない機能に関しても、実運用では活用され、周波数変動や中給指令に応じて動作することになる。
- このことは、現状の実運用と変わりはなく、ある既設の電源がいずれかの機能のみで調達されても、電源の制御への影響はないと考えられる。
- ただし、調達していない発電機が動いた場合にもkWhは清算される。

(備考)

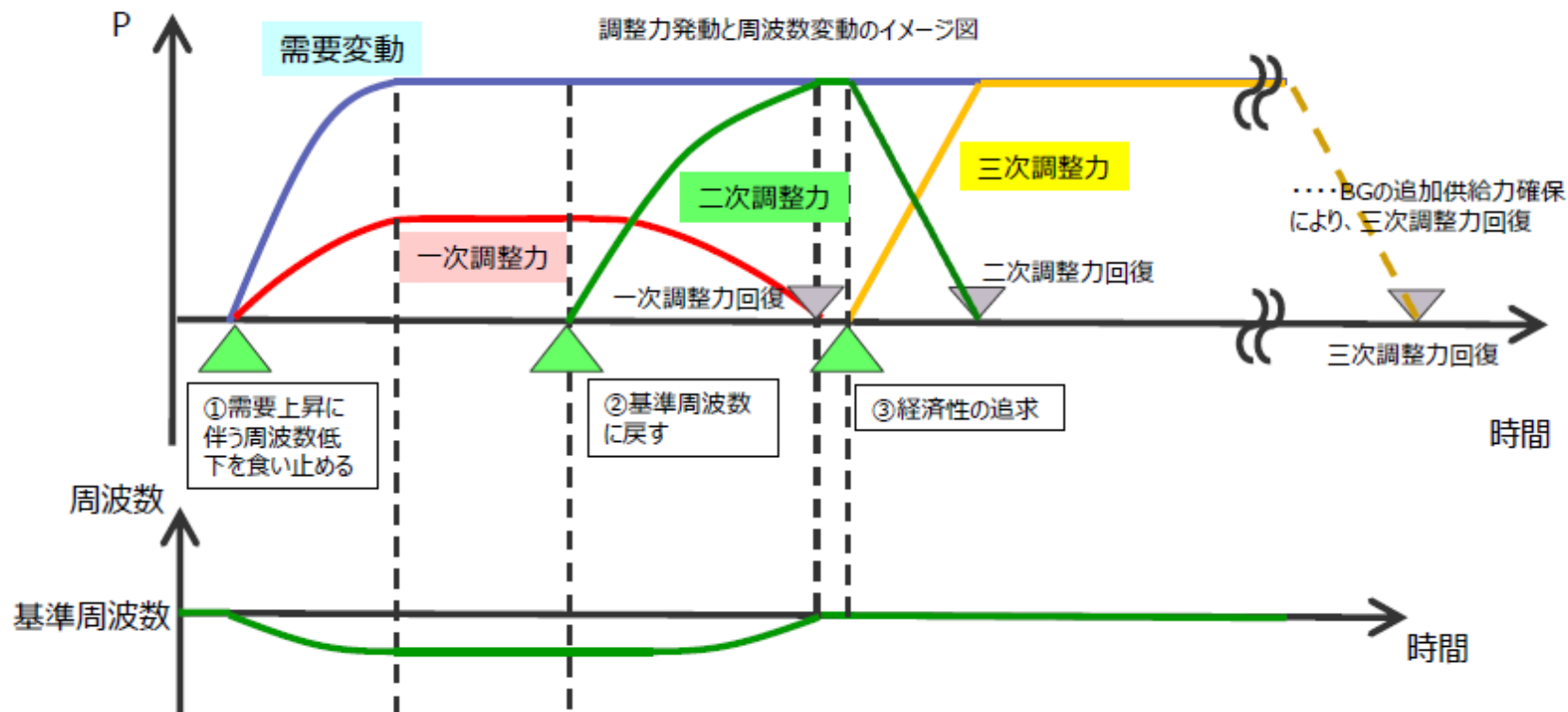
- 複数の調整力機能を組み合わせて商品を作ることで約定方法などシステムは複雑になるが、経済的な調達ができる可能性がある。

【⑤-1】機能を細分化しそれぞれを別の電源等で確保した場合における機能の境目の受け渡し  
機能間(一次・二次・三次)の受け渡し(理想的な制御の受け渡し例)

19

理想的な制御の受け渡し例(需要上昇時)

- ① 一次調整力を活用し、周波数低下を食い止める制御を実施。
- ② 二次調整力を活用し、周波数を基準周波数に回復させる【一次調整力から二次調整力への受け渡し】  
⇒一次調整力を回復させ、次の事象に備える。
- ③ 三次調整力を活用し、発電機出力を指令。経済的な持ち替えを実施【二次調整力から三次調整力への受け渡し】  
⇒二次調整力を回復させ、次の事象に備える。

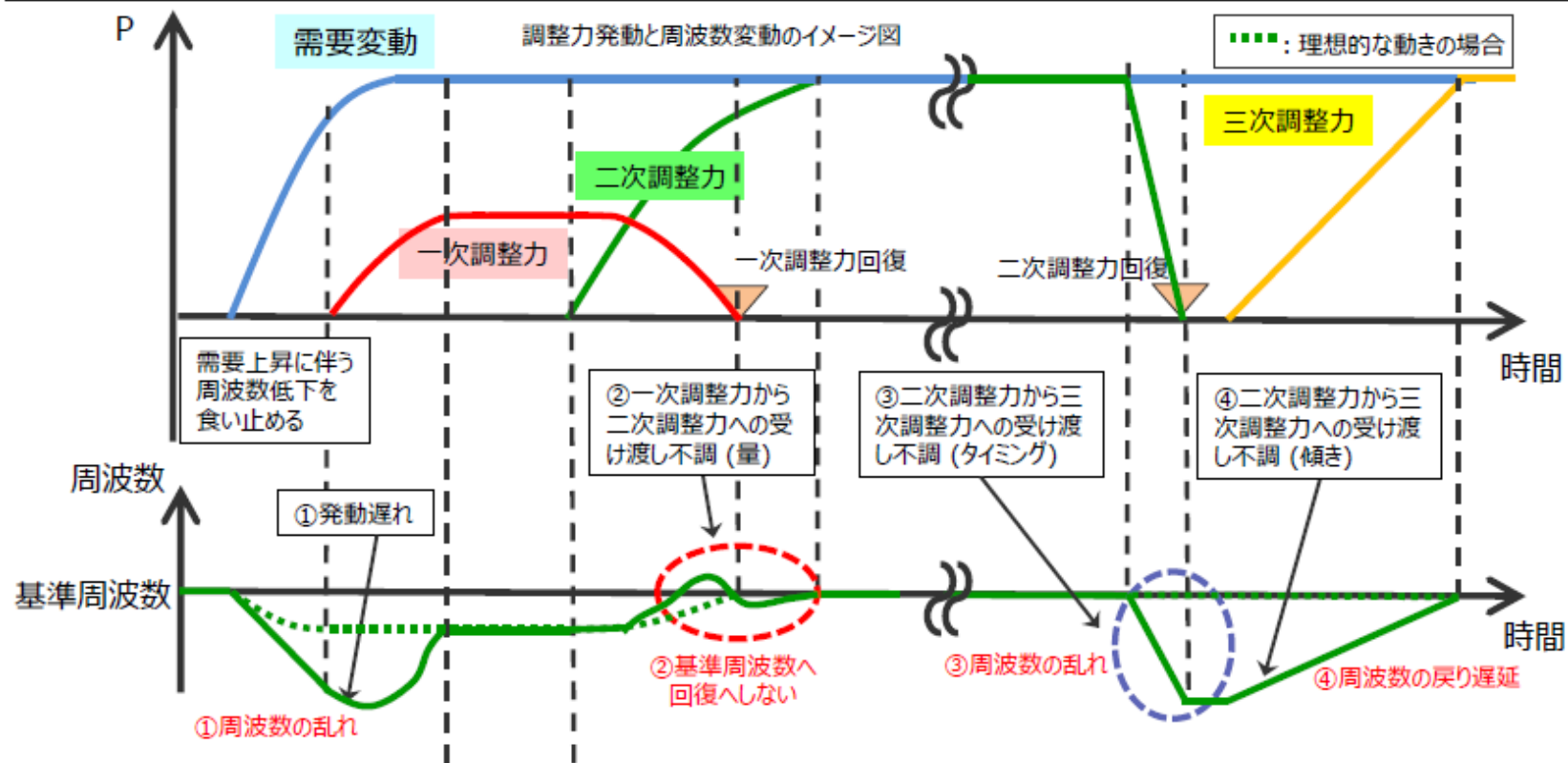


【⑤-1】機能を細分化しそれぞれを別の電源等で確保した場合における機能の境目の受け渡し  
機能間(一次・二次・三次)の受け渡し(受け渡し不調等の例)

20

受け渡し不調等の例(需要上昇時)

- ①一次調整力の発動が遅れ、周波数低下を食い止めるのに時間を要する。
- ②調整力の量の受け渡しができない場合、基準周波数へ回復しない。
- ③調整力の受け渡しタイミングがずれる(発動中の調整力の息切れや発動の遅れ等)と周波数が乱れる。  
(時々刻々変化する周波数偏差に応じて制御量を決定せず、固定的な量で調整するものを調整力として活用した場合、過制御・不足制御が生じる虞がある。)
- ④それぞれの調整力発動の立上り・立下りの傾きが異なる場合、その時点からの周波数の戻りが遅くなる。

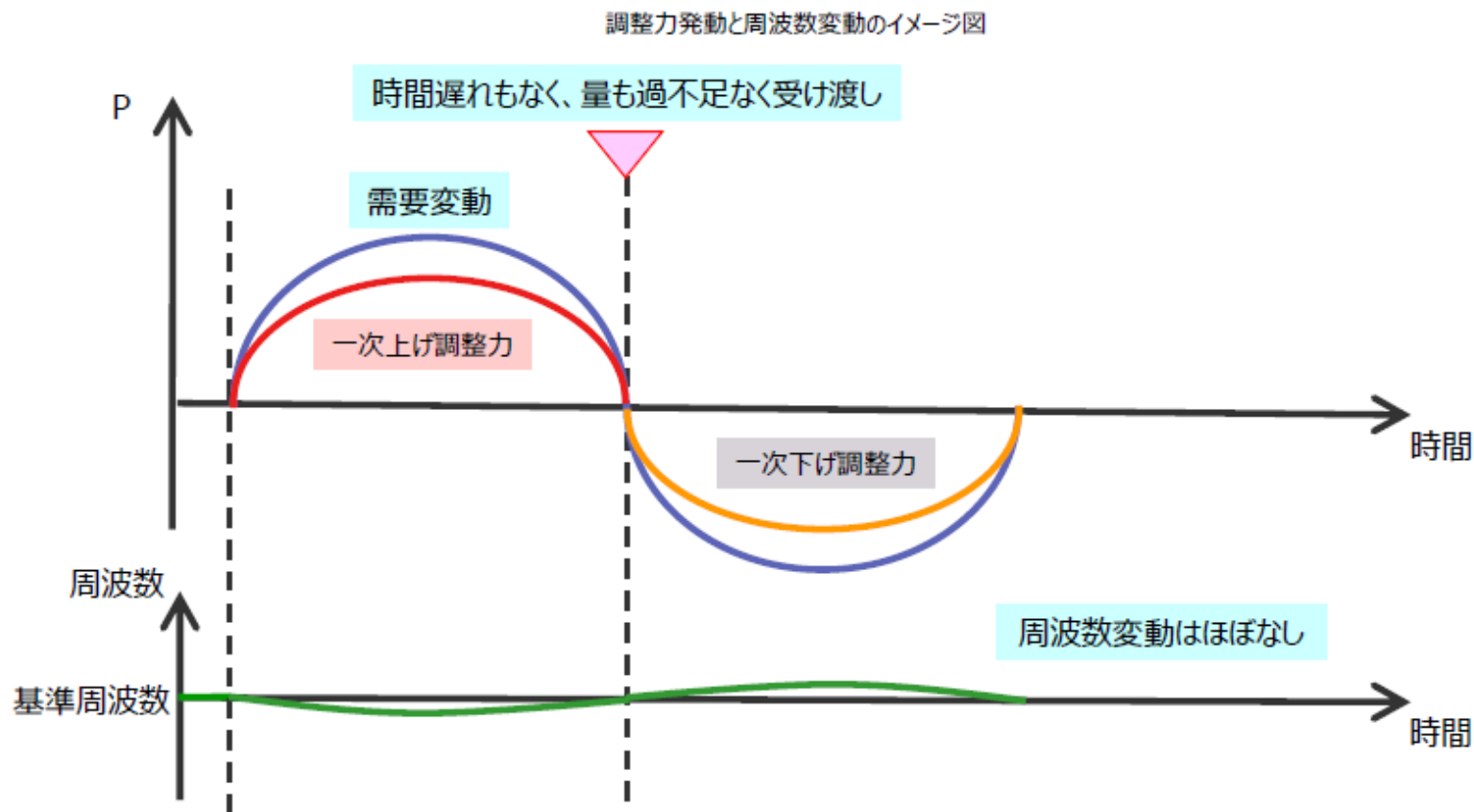




【⑤-1】機能を細分化しそれぞれを別の電源等で確保した場合における機能の境目の受け渡し  
機能間(上げ・下げ)の受け渡し(理想的な応動の例)

21

需要変動を起因とする周波数変動に対して上げ下げ調整力が遅れなく発動し、受け渡しも過不足なく行われる

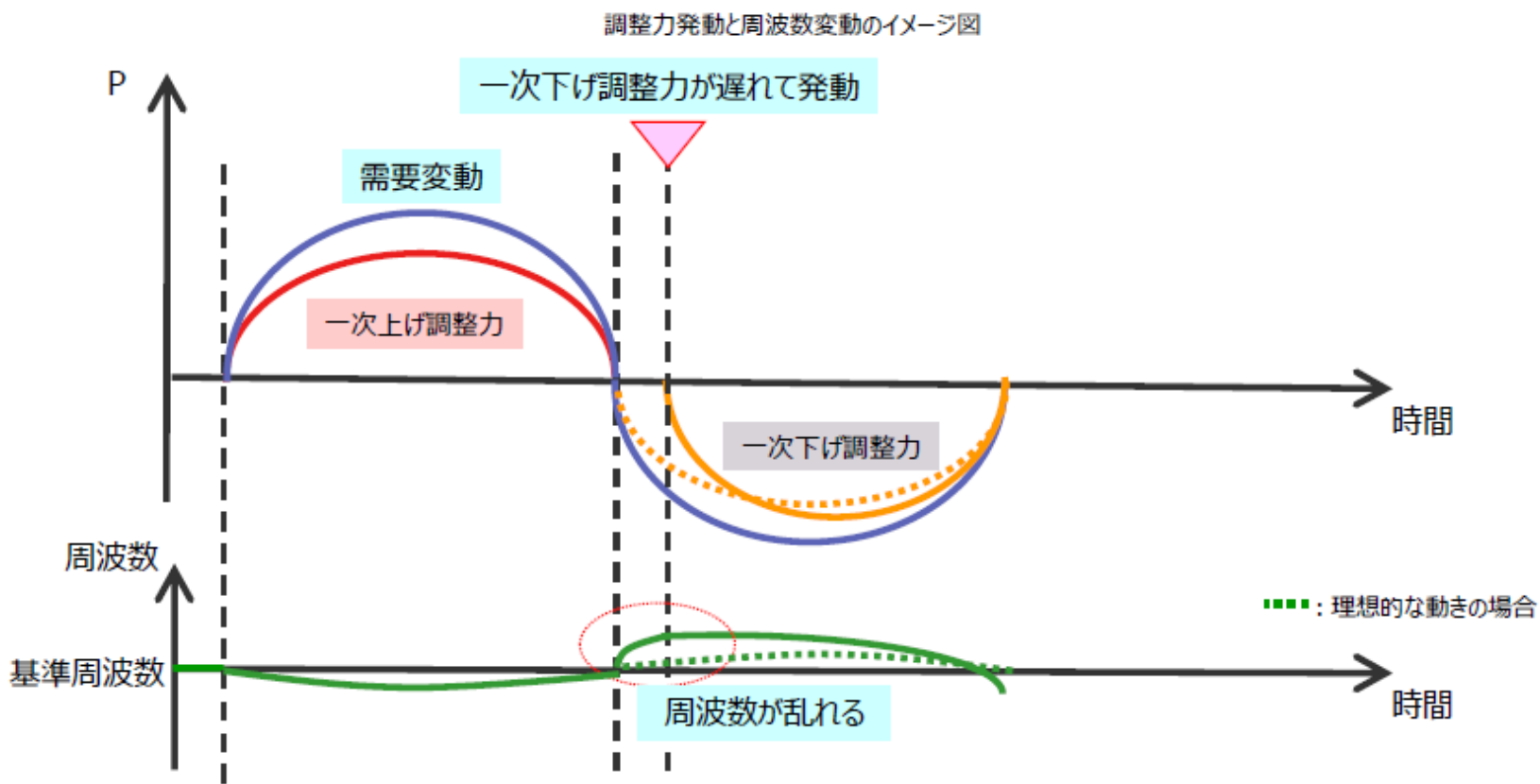


【⑤-1】機能を細分化しそれぞれを別の電源等で確保した場合における機能の境目の受け渡し  
機能間(上げ・下げ)の受け渡し(発動遅れに伴う受け渡し不調)

22

調整力発動に時間遅れがある場合、以下のような懸念がある。

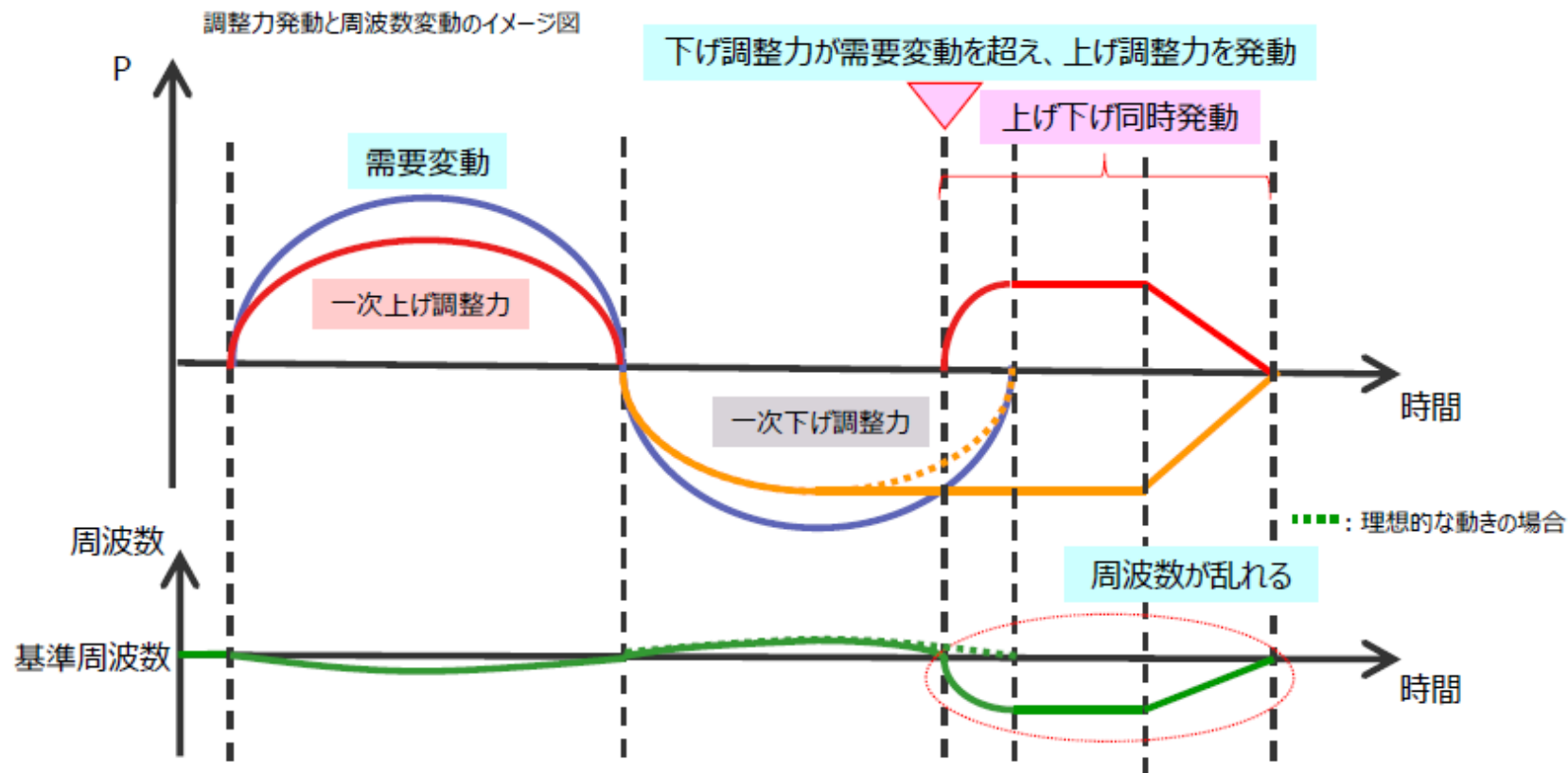
- 不要に周波数が乱れる



【⑤-1】機能を細分化しそれぞれを別の電源等で確保した場合における機能の境目の受け渡し  
機能間(上げ・下げ)の受け渡し(発動後の戻しが制御できない場合)

23

- 上げ(下げ)調整力の戻し制御不可の場合、以下のような懸念がある。  
(周波数に追従せず、指令解除によりレートで制御量0に戻す場合等)
- 戻るまで逆方向の調整力を発動させる必要があり、調整力の発動量が増加
  - 受け渡しができない
  - 不要に周波数が乱れる



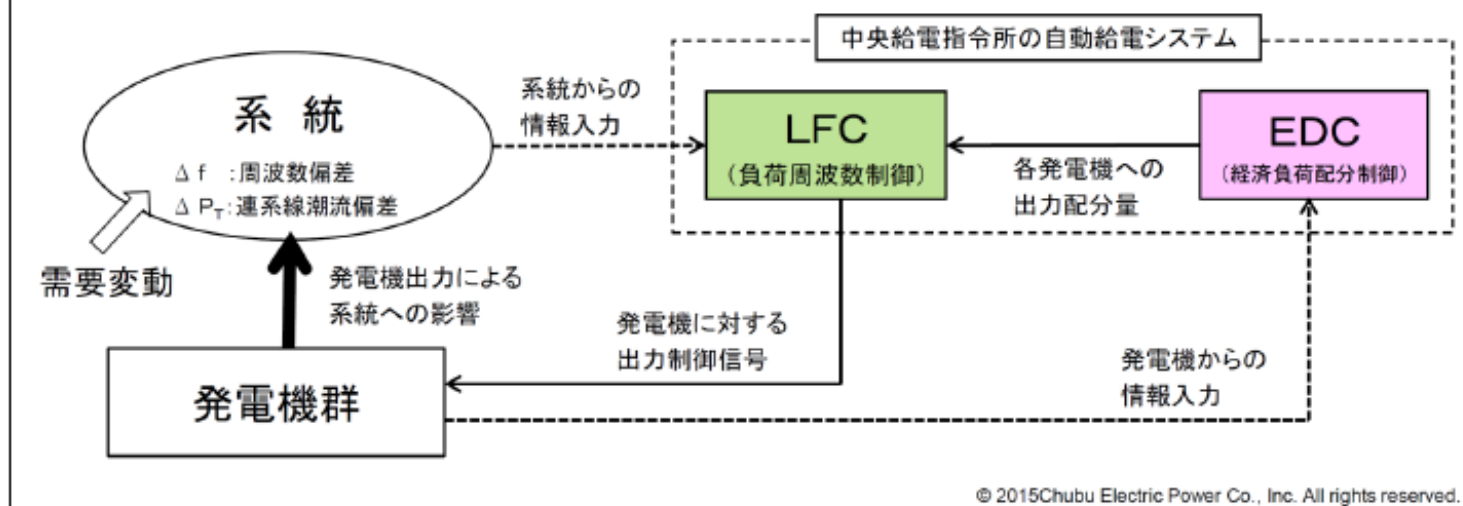
- 調整力間の受け渡しは、ゲートクローズ時点での発電機の余力も活用し、並列している発電機に連続的に中給からオンライン指令を行うことで運用するため、現状と変わらず、各商品の参入要件を定めておけば新たに受け渡しの問題は発生しないと考える。

## (参考)LFCとEDC(経済負荷配分制御)の協調制御①

13

## ■ 中部電力の自動給電システムの場合

- 中央給電指令所の自動給電システムは、周波数維持を目的とするLFCと全体の発電費用の最小化を目的とするEDCにより構成される。
- LFCは、周波数偏差( $\Delta f$ )と連系線潮流偏差( $\Delta P_T$ )から、需給の均衡状態へ戻すために必要な調整量(地域要求量(AR: Area Requirement))を算出し、出力変化速度の速い発電機から出力配分量を10秒ごとに決定する。
- EDCは、十数分程度先の需要予測変動量に対し、全体の発電費用が最小となるように、各発電機への出力配分量を5分ごとに決定する。
- LFCが、EDCで求めた出力配分量にARの出力配分量を加えて、各発電機に10秒ごとに出力上げまたは出力下げ信号を送出する。



© 2015 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

出所) 第2回調整力等に関する委員会 資料3-1 (P9抜粋)  
[http://www.occto.or.jp/oshirase/kakusfuiinkai/files/chousei\\_02\\_03\\_01.pdf](http://www.occto.or.jp/oshirase/kakusfuiinkai/files/chousei_02_03_01.pdf)

※上記のようなLFCとEDCの協調制御方式は、一般送配電事業者ごとに異なる。



■ エリアにより中給の制御信号出力は異なるため、統一するには中給側、発電機側の改修が一斉に必要となる。

(参考)LFCとEDC(経済負荷配分制御)の協調制御②		14
LFCとEDCの制御信号出力	方式(例)	基本的な考え方
共有 (一括出力)	<p>直列再配分方式</p>	<p>LFCがEDCで求めた基準値にAR配分値を加えて制御を行う。</p> <p>⇒前頁の中部電力の例</p>
個別 (別出力)	<p>再配分方式</p>	<p>負荷変動はLFCで制御し、その結果生じた発電機出力偏差をEDCで再配分する。</p>
	<p>並列再配分方式</p>	<p>再配分方式にLFCとEDCの協調(制御分担)の考え方を導入した方式である。</p>

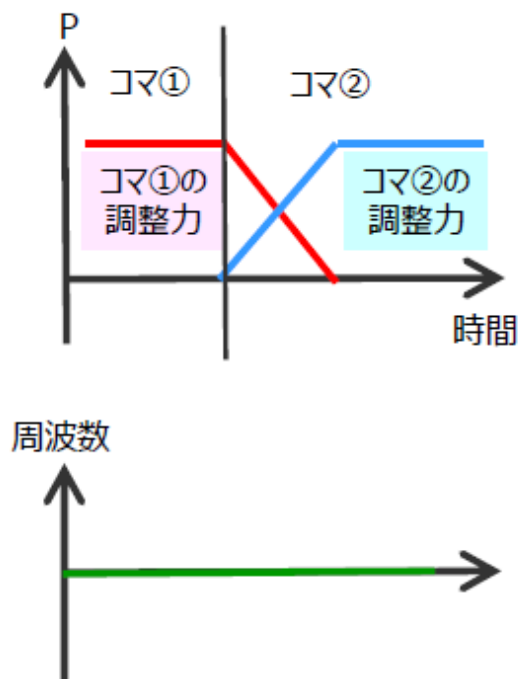
→ : 発電機出力による系統への反映    - - → : 系統、発電機からの情報入力    ΔG: 出力偏差(実出力-指令値)    ΔF: 周波数偏差  
 → : 発電機に対する制御信号出力(一般送配電事業者により、指令値(MW)とパルス値(上げ・下げ)にわかれる)

(出所) 電気学会技術報告 第869号(2002.03)、第1386号(2016.12)をもとに作成

【⑤－11】調達のタイミング(期間)を細分化した場合における調達期間を跨ぐ機能の受け渡し  
(理想的な応動の例)

33

理想的なコマ間での受け渡しでは調整力の発動量の合計が一定(調整力の解除と発動を同一レートで実現)となり、周波数を乱さない  
⇒下図のように、コマ①の調整力の解除とコマ②の調整力の発動を同時に調整する必要があるか。  
(調整力対象から外れる際には、次コマでの市場への供出は回避させ、制御する必要があるか)



- 商品同士のコマ間毎の受け渡しは、並列している発電機等に連続的に中給からゲートクローズ時点での発電機の余力も活用してオンライン指令を行うことで運用するため、指令の受けに切れ目がないように切り替え操作を行うこととすれば、受け渡しの問題は発生しないと考える。

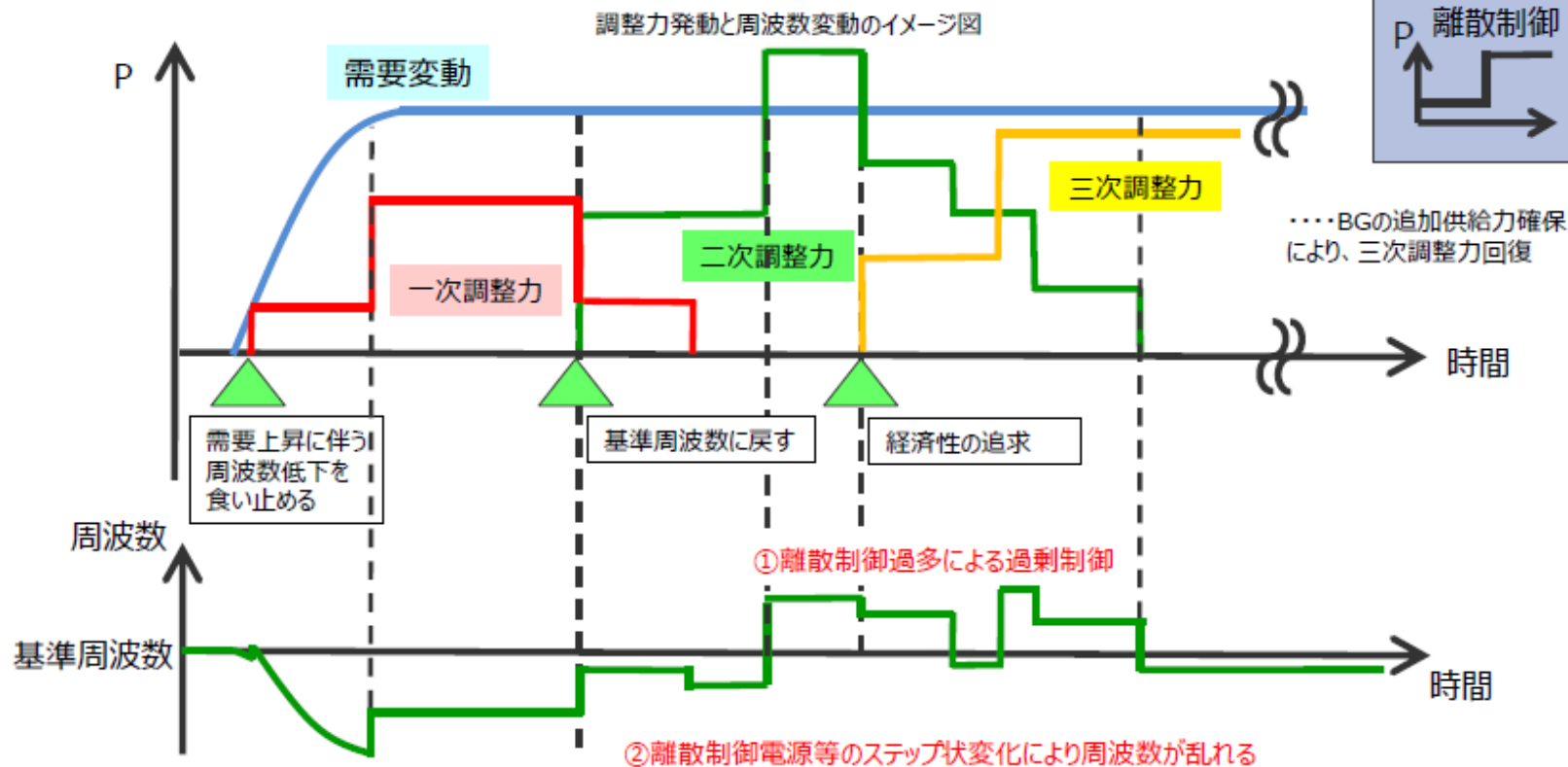
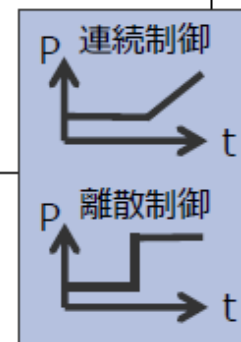
【⑤-6】離散制御と連続制御それぞれの割合や立上り・立下り時間、継続時間等

29

例として、離散制御電源等と連続制御電源等の状況を想定した場合、以下のような懸念があるか。

- ① 一時的な過制御が発生する可能性があり、調整力を余分に使用することになる。
- ② 離散制御電源等のステップ状の調整力出力変化により、周波数が乱れる。

それぞれの商品設計等については、詳細に検討が必要。



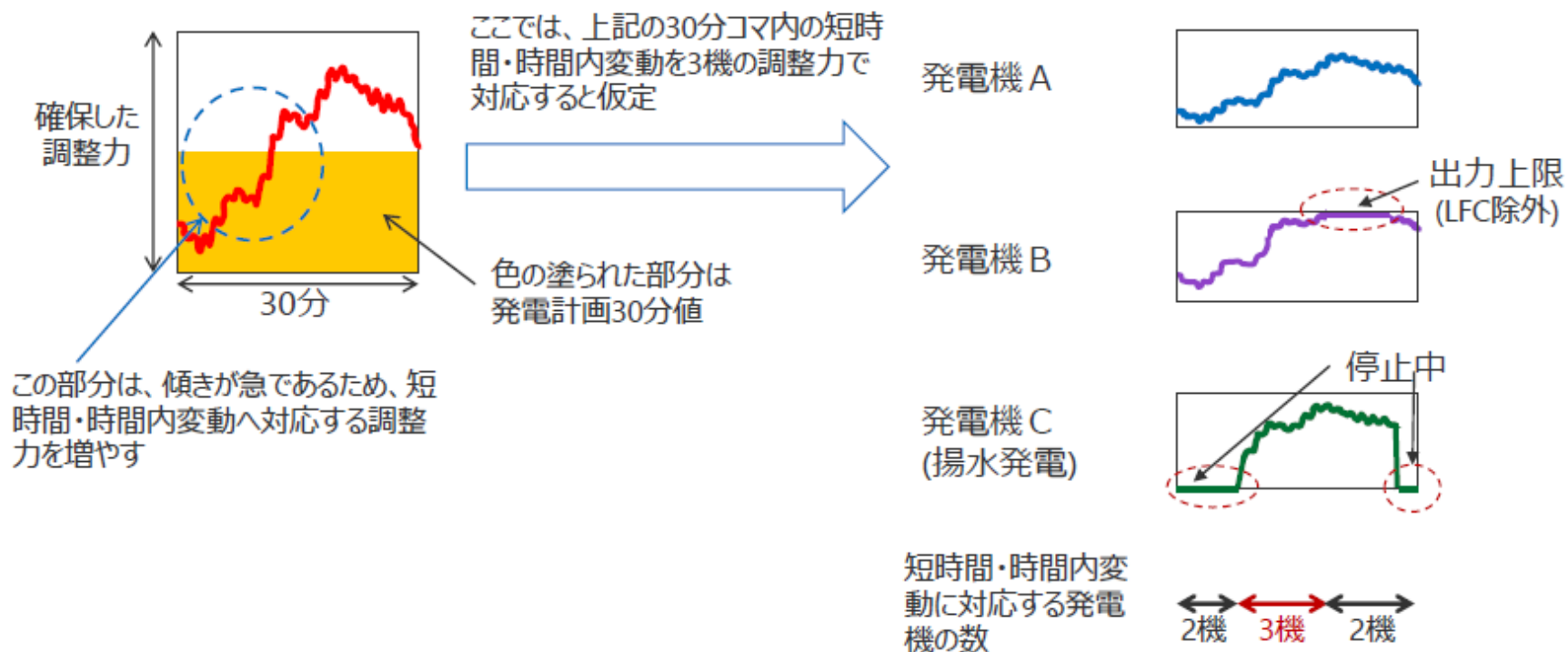
- 離散電源の場合、出力変化がステップ状となる可能性が考えられるが、現状を踏まえると、2020年段階で離散制御電源等の比率が大幅に増加するとは考えづらいことから、周波数変動への影響は軽微と考えられる。したがって、他の発電機等と協調制御が可能となるよう、要件として一定の出力変化率等を設定し、事前に試験等により特性を検証しておくことで対応可能と考えられる。
- なお、DR等については、例えば含まれるリソースが様々であるなど、ステップ状を含めた様々な出力変化の形態が考えられるため、事前に試験等により特性を検証する必要がある。
- そのため、「一定の出力変化率を要件として求める」または「ステップ状の最大出力変化幅を要件として求める」ことなどで対応する。併せて、大きく増加した場合に備え、離散制御電源の導入上限を設けるなどの対応も将来的には検討していく。

【⑤-3】二次調整力の変化速度による更なる調整力細分化の要否

26

- 現状、下記のような運用実態があることを踏まえ、二次調整力(LFC相当)について、変化速度による更なる細分化要否の検討が必要か。

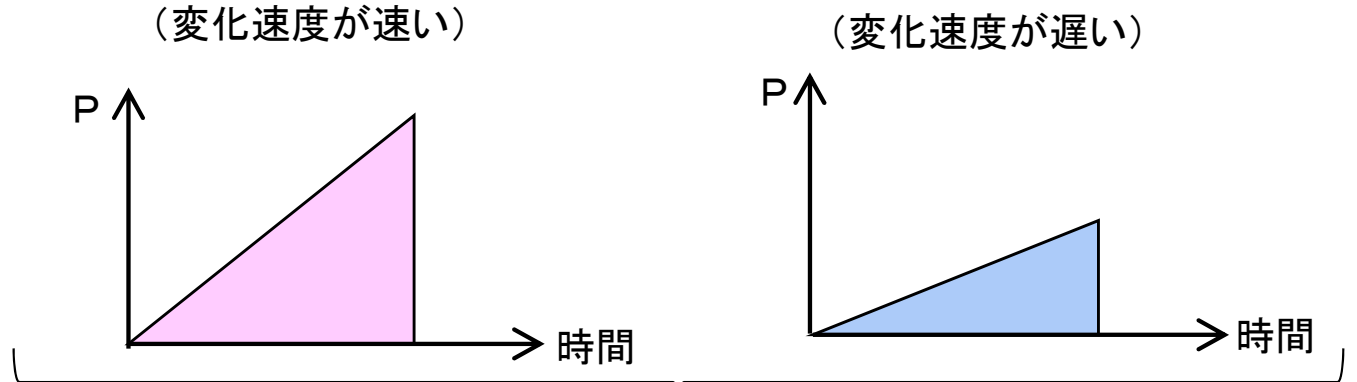
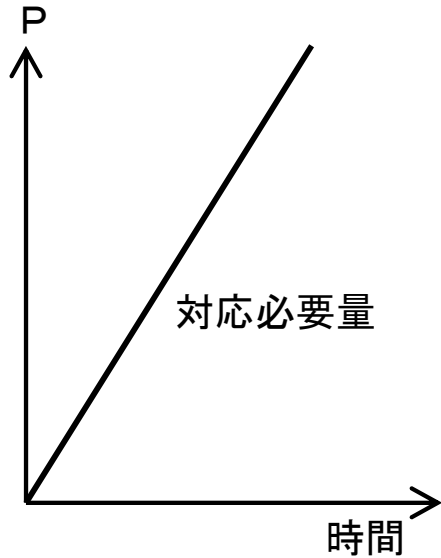
○30分コマ内で切り替わる例



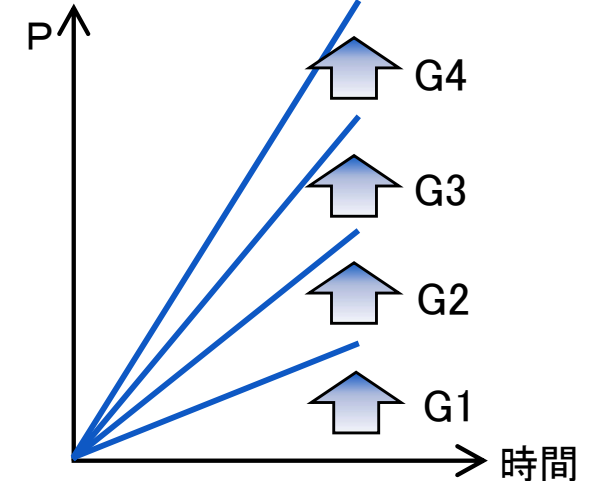
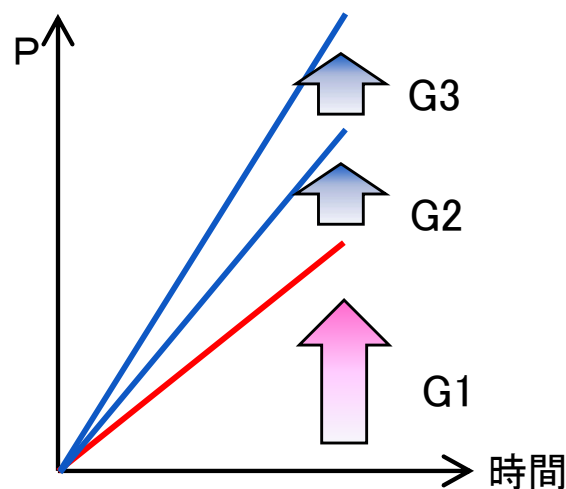
30分コマ内の短時間・時間内変動に対応するため、確保した調整力を割り振ることになるが、その際、傾きが急な箇所については、調整力に用いる発電機の配分が多くなることもある。



■ 短時間の時間内変動の変化速度と変化幅に対応できるだけの調整力を調達することにより対応する。



対応必要量に合わせた量を組み合わせ合わせて調達する

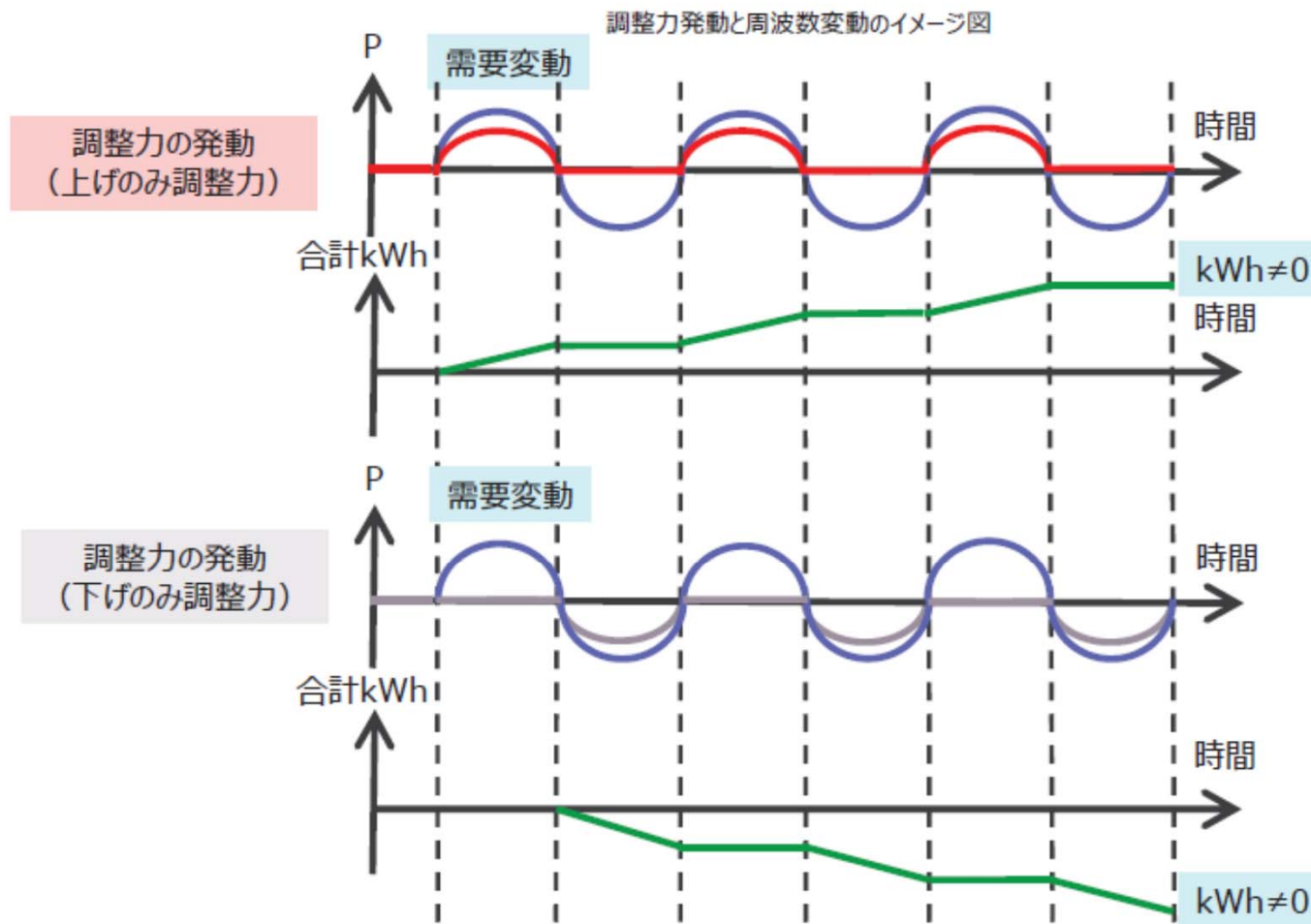


※ 1台あたりの変化速度が遅い場合は調達台数を増やして対応

【⑤-2】上げ下げ別調達によるkWh費用 (or収益) の発生(上げ下げ別調達)

25

上げ下げ調整力を別調達とすることによる固有の課題として、積算kWhが発生することから、需給調整費用が増加する恐れがあるか。



- ゲートクローズ時点での発電機の余力を活用し、メリットオーダーにより経済運用を図ることとするため、上記課題は緩和される。

## 【⑤－12】発電機の起動準備時間による調達タイミングの制約

35

○火力発電機の起動準備時間(中給[TSO側]の並列指令から給電運用[調整力]として出力調整できるまでの時間)は、以下のとおり。(A電力の例)

	発電機並列指令から 並列までの時間	発電機並列から給電運用ま での時間※	合計時間
ガスタービン機	6～12時間	1～6時間程度	7～18時間程度
それ以外の発電機	12時間	2～8時間程度	14～20時間程度

※:同じ発電機でも発電機の停止時間によって、時間に差が生じる(長時間停止の方が時間が長くなる)

- 同一発電所で2機以上の並列が必要となった場合、2機目の発電機の起動時間は、上記より12時間程度時間を要することになる。
- また、1週間以上停止させる場合、発電機の補機類を停止するため、その後の発電機の起動には、機能点検等が必要となることから、上記よりさらに半日から2日程度並列までの時間が必要となる。

→確実に調整力を確保するには、週間段階から準備する必要があるのではないか

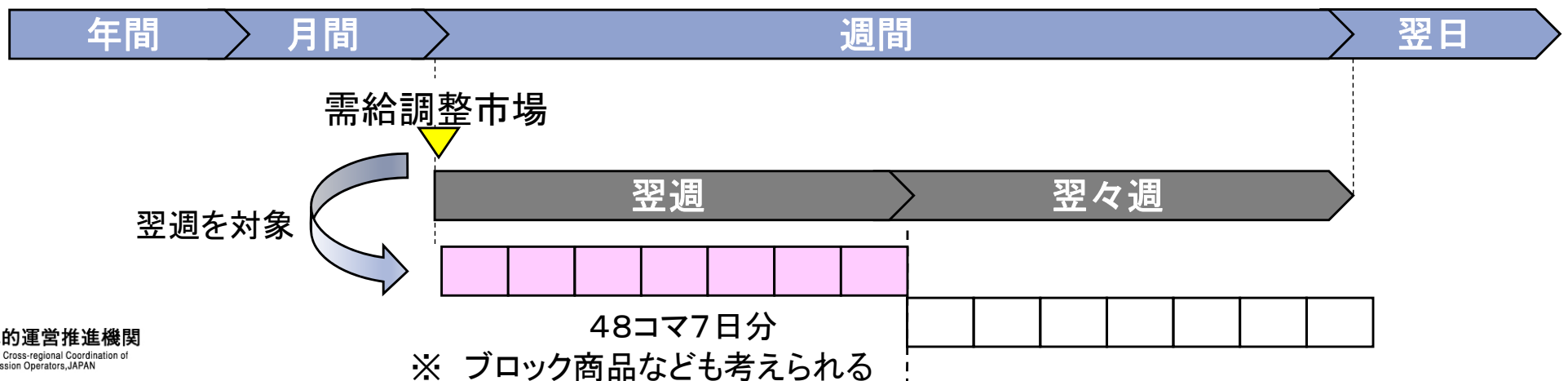
## ⑤-12の対応案（2020年、2020+X年）

- 実需給をある程度見通すことができ、調整力提供者が詳細な発電・販売計画を作成する週間段階より以前の調達であれば、調整火力発電機の起動準備時間等を考慮した調達が可能となる。

（今後の課題など）

- 需給状況監視のため、一般送配電事業者・発電事業者等は、年間・月間・週間・翌日・当日計画を作成し、本機関に提出している。
- なお、市場を開場するタイミングに関わらず、必要な調整力が需給調整市場に供出され得ることを量的に確認するためには年間段階で、市場参加者を公募する必要があると考えられる。
- 一方、実需給が近づくにつれて予測精度の向上により必要量が精査できる可能性があり、調達タイミングを実需給段階へ近づけられる調整力の検討も必要か。
- 商品調達期間の切れ目における調整力の入れ替えが煩雑であり、落札結果を反映して制御対象ユニットと調整幅を認識し、指令を出すシステムが中給にないことを考慮すると、ある程度幅を持たせたブロック商品を検討すべきか。
- 具体的な調達時期については引き続き検討。

### <週間とした場合のイメージ>



提出する計画		年間計画 (第1～第2年度)	月間計画 (翌月、翌々月)	週間計画 (翌週、翌週)	翌日計画	当日計画
提出期限		毎年 3月25日	毎月25日	毎週木曜	毎日 17時30分 (※)	随時
提出内容	供給区域 需要電力	各月弊休日別の需 要電力の最大値及 び最小値	毎週平休日別の需 要電力の最大値及 び最小値	日別の需要電力の 最大値と予想時刻 及び最小値と予想 時刻	翌日の30分毎の需 要電力量	当日の30分毎の需 要電力量
	供給区域 供給電力	需要電力に対する 供給電力	需要電力に対する 供給電力	需要電力に対する 供給電力	需要電力に対する 供給電力	需要電力に対する 供給電力
	供給区域 予備力	需要電力に対する 予備力	需要電力に対する 予備力	需要電力に対する 予備力	需要電力に対する 予備力	需要電力に対する 予備力
	供給区域 調整力	—	需要電力に対する 調整力必要量(上 げ)、調整力確保量 (上げ)及び調整力 確保量(下げ)	需要電力に対する 調整力必要量(上 げ)、調整力確保量 (上げ)及び調整力 確保量(下げ)	需要電力に対する 調整力必要量(上 げ)、調整力確保量 (上げ)及び調整力 確保量(下げ)	需要電力に対する 調整力必要量(上 げ)、調整力確保量 (上げ)及び調整力 確保量(下げ)

※ 提出日が休業日の場合も含む

出所)送配電等業務指針(電力広域的運営推進機関)

<https://www.occto.or.jp/article/files/shishin170401.pdf>



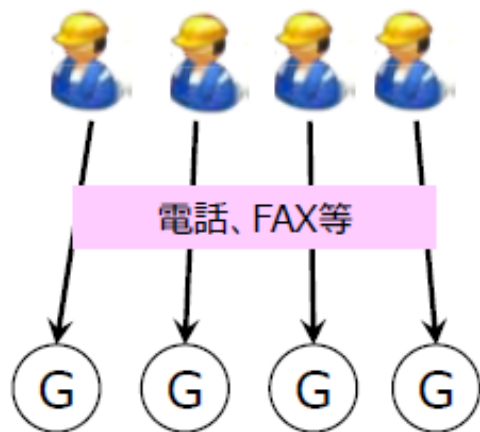
(空白)

【⑤-5】発電機等の指令・制御方法と単位

28

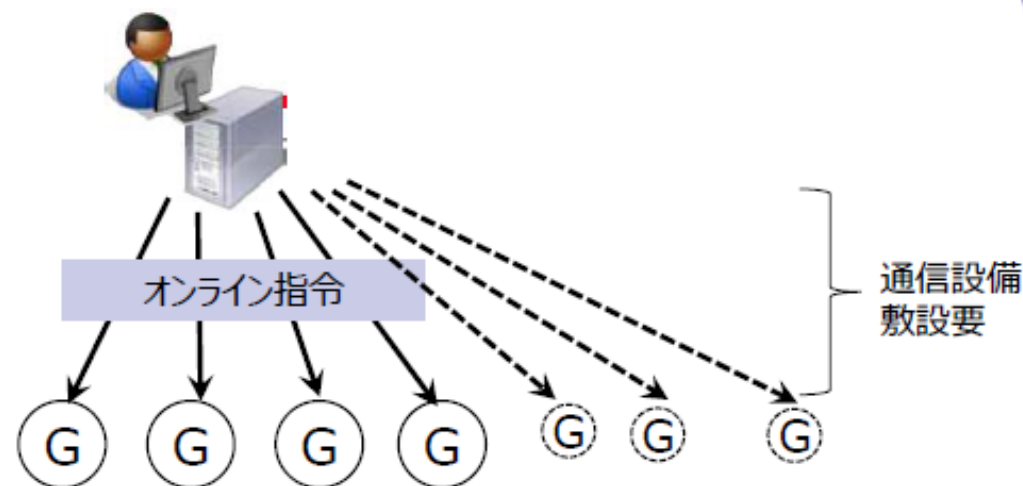
- 効率的な指令・制御を実現するため、またメリットオーダー実現のため、オンライン化が必要か。
- 小規模な電源等の市場参入が増加し続けた場合、制御対象の数が膨大となりオンライン整備に莫大なコストが必要となる。
- オンライン整備の費用負担について明確にしておく必要

対象の電源等がオフラインの場合



必要な指令・制御を実現するため、多くの人員等が必要となり非効率

対象の電源等がオンラインの場合



複数箇所の指令・制御を効率的に実現可能  
対象数が増加すると通信設備コスト増

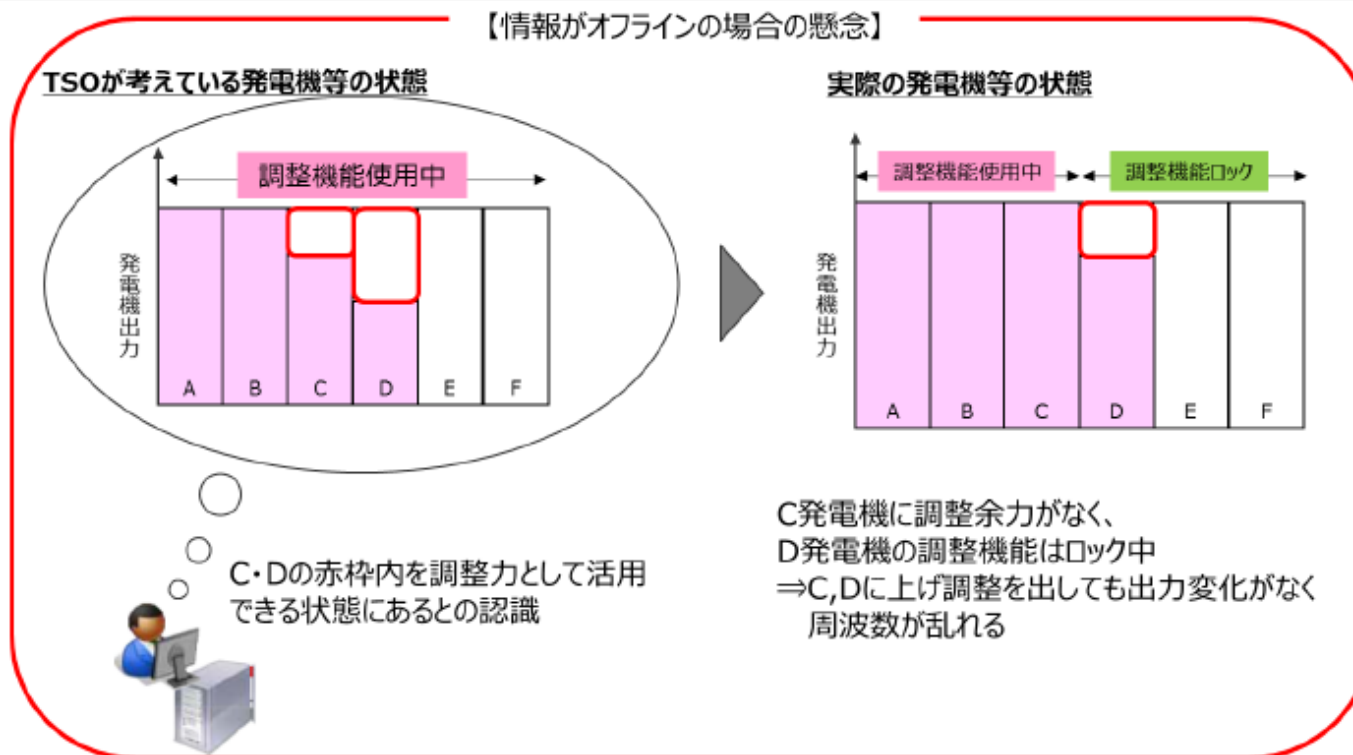
- 細分化された調整力の確実な指令・制御を効率的に実現するために監視も含めてオンライン化する（ただしGFの制御は現地もしくは制御所等にて実施）。
  - ※ 課題⑤－1、7、8の対応策としても必要。
- 発動までの応動時間が比較的遅い三次調整力②は、中給システムと直接関係する必要性が低いと考えられることから、簡易指令システム等を活用することにより必要以上のコスト増加を抑止する。ただし、セキュリティ面の課題については十分に検討する必要がある。
- また、効率的に需給調整・周波数調整を行うためには、一定規模以上の電源等であることが望ましいことから、各商品において適切な最低容量を設定する。調整力の公募状況を踏まえると、2020年段階で制御対象数が極端に増加する可能性は低いとも考えられるが、最低容量を設定することで膨大な制御対象数になることの回避にもつながる。

【⑤—7】調整力として確保した電源等の調整機能が活用できる状態にあるか確認できる機能  
 【⑤—8】調整機能を活用できる状態にするための指令の出し方(系統運用者or調整力提供者)

30

【⑤—7】

- 瞬時瞬時の必要調整力量の把握、各発電機等の調整余力の把握、調整力が動ける状態にあることを確認するため、情報はオンラインでリアルタイムに伝送する必要。
- 指令値通りに発電機等が動いているか確認をするため、上り情報をリアルタイムで取得する必要



【⑤—8】

調整機能を活用できる状態にするための指令の出し方について検討する必要。  
 送配電事業者がオンラインで使用状態にできるようにするか、落札者が自ら使用状態とするルールを構築するか等。

- 細分化された調整力の確実な指令・制御を効率的に実現するために監視も含めてオンライン化する（ただしGFの制御は現地もしくは制御所等にて実施）。

※ 課題⑤-1の対応策としても必要。

（必要な項目例）※ 詳細は今後検討

- 調整力提供者→中給システムへのオンライン情報

- a. 各発電機等の調整余力を把握できる情報（上げ下げ余力情報または現在出力値・上下限出力値）
- b. 指令値に対して追従できていることを確認できる情報（現在出力値）
- c. 調整力が動ける状態にあることを確認できる情報 など

- 中給システム→調整力提供者へのオンライン情報

- a. 調整機能を活用できる状態にするための指令情報
- b. 発電機等の出力指令値情報 など

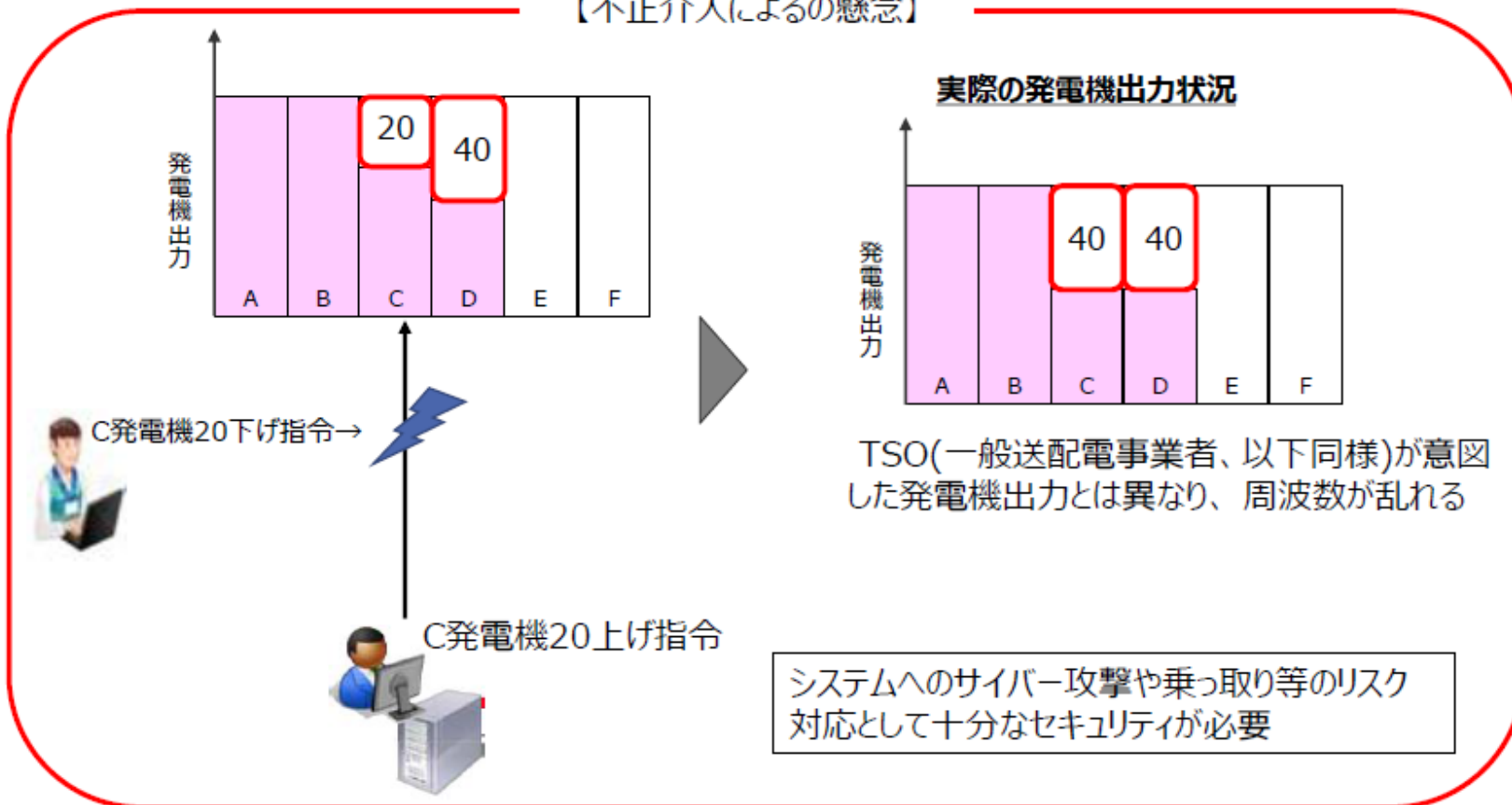
※ 三次調整力②については、発動までの応動時間に対応できるなど要件を満たす場合には、オンライン信号を受信後に、調整力提供者が調整力を使用できる状態への切替・出力調整するような方法でも良いのではないか。その場合も、調整力提供者→中給へのオンライン情報は必要。

【⑤-9】制御システムのセキュリティ

31

- 発電機等の指令・制御・監視ルートへの不正な介入を防ぎ、セキュリティ面において強靱であることが必要
- 電力制御システムセキュリティガイドラインにおける中給システムの重要度は、電力の安定供給等に与える影響が大きく、重要なシステムとして最上位の重要度Sとされている。

【不正介入による懸念】





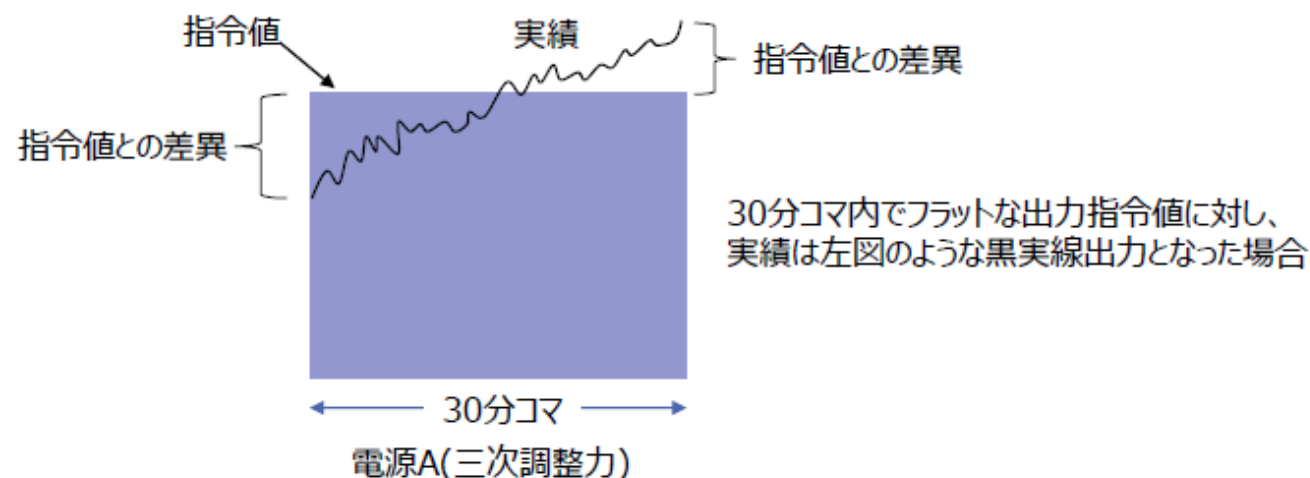
（対応の方向性）

- セキュリティ面を考慮すると、中給システムと関係する電源等については専用線等セキュリティの高いオンライン化が必要。セキュリティ技術動向等を考慮して引き続き検討する。
- 発動までの応動時間が比較的遅い三次調整力②は、中給システムと直接関係する必要性が低いと考えられることから、簡易指令システム等を活用する。ただし、セキュリティ面の課題については十分に検討する必要がある。

## 【⑤－10】調整力を提供する発電機等の実績記録・計量方法

32

- 下図のように、三次調整力対応電源等に対して30分コマ一定の指令値を出した場合で、実線のような出力実績であった場合、指令値から差異のある部分においては、他の調整力を余分に使用する必要があり、このような実績の確認をするために全ての調整力において同等の時間粒度の記録が必要か。
- 入札最低容量に応じて、kW方向の粒度についても考慮する必要か。
- 現存するオンライン電源は、秒単位での出力実績をTM値で取得可能であり、実効性の確認をする上においては十分な記録が取れているか。
- 調整力の機能を細分化し、細分化した機能の実働分を精算等に用いることを考慮した場合、その機能の精算方法に応じた計量方法の検討が必要か。



（2020年）

（記録の方向性）

- 指令値に追従できていることが確認できるように、現在のオンライン電源と同等の出力実績をオンラインで取得する必要がある。
- 現状と同等のオンライン情報では、一次調整力の応動が適切であったかは判断できない恐れがあることから、事後検証できるようにデータ提供を求める等の仕組みの検討も必要ではないか。

（精算の方向性）

- 現在の計測方法を考えると、各商品の $\Delta$ kW分（調整幅を事前に確保）を固定費、上げ・下げのkWh分を計画値との差分で一括で可変費で精算することで可能と考えるか。その場合は機能に応じた計量方法は不要となる。
- 域外での精算のあり方は別途検討。

（2020+X年）

（記録の方向性）

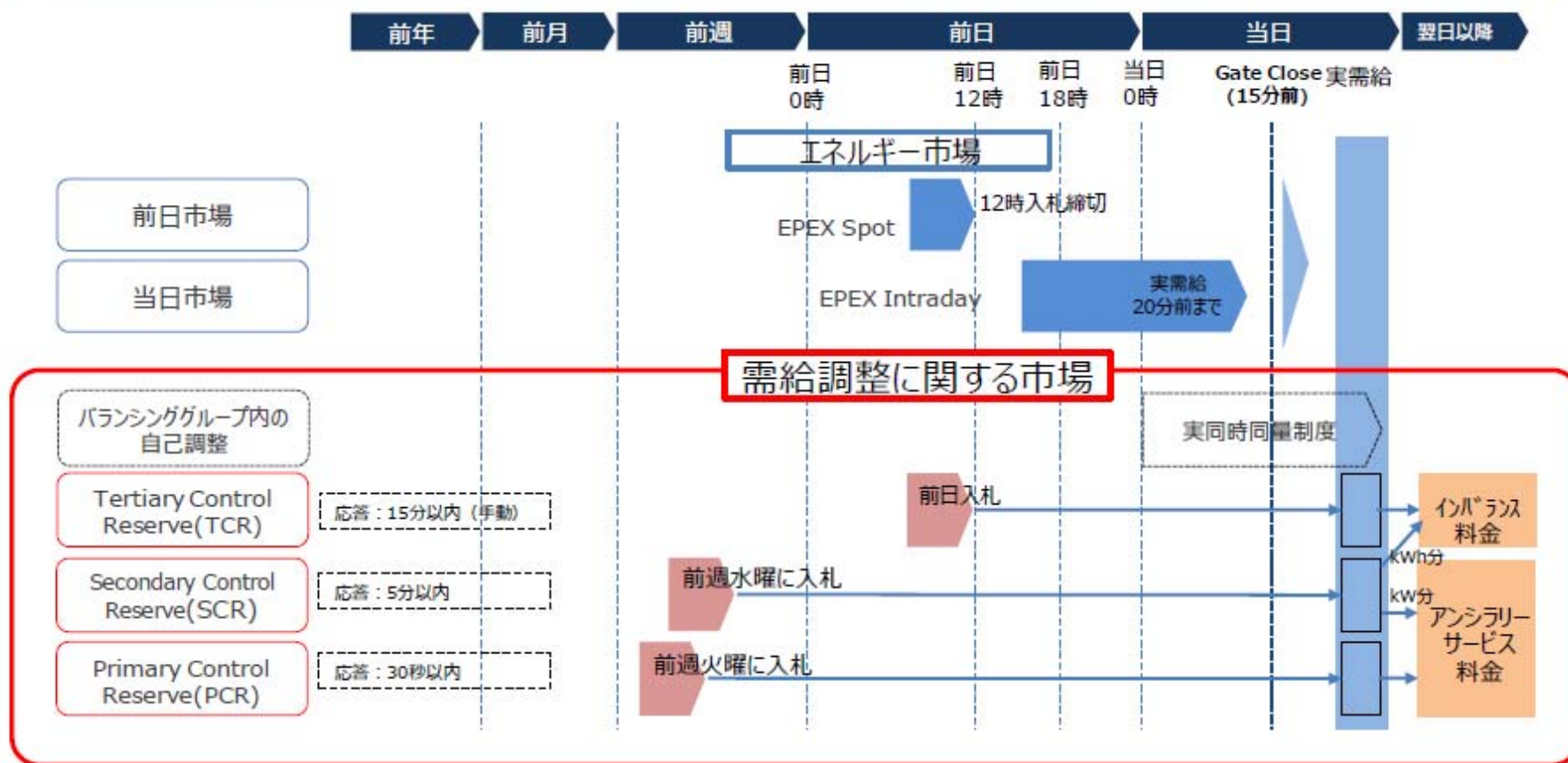
- 現状と同等のオンライン情報では、一次調整力の応動が適切であったかは判断できない恐れがあることから、事後検証できるようにデータ提供を求める等の仕組みについても必要性も含め検討していく。

（精算の課題）

- 域外での精算のあり方は別途検討。

## ドイツの需給調整にかかわる市場プロセス【事前確保型】

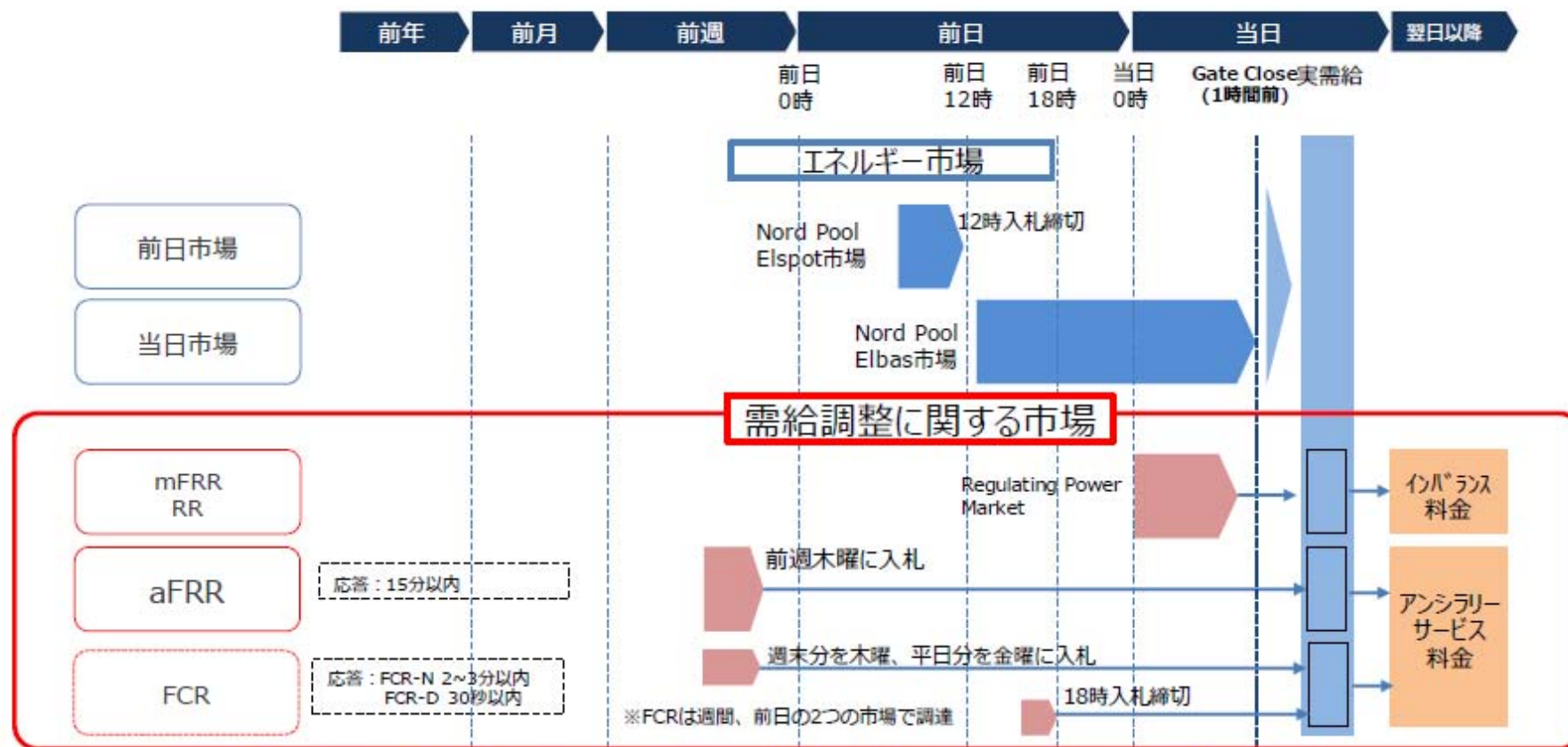
- 実同時同量制度の下、特にエネルギーインバランスはバラシンググループ内部の自己調整分と系統運用者が調達する調整力の双方で手当てされている点が特徴。
- 風力等の再生可能エネルギーの増大等による系統潮流変化により調整力コストが増大しているとの指摘もある。





### 北欧 (ノルウェー) の需給調整にかかわる市場プロセス【直前確保型】

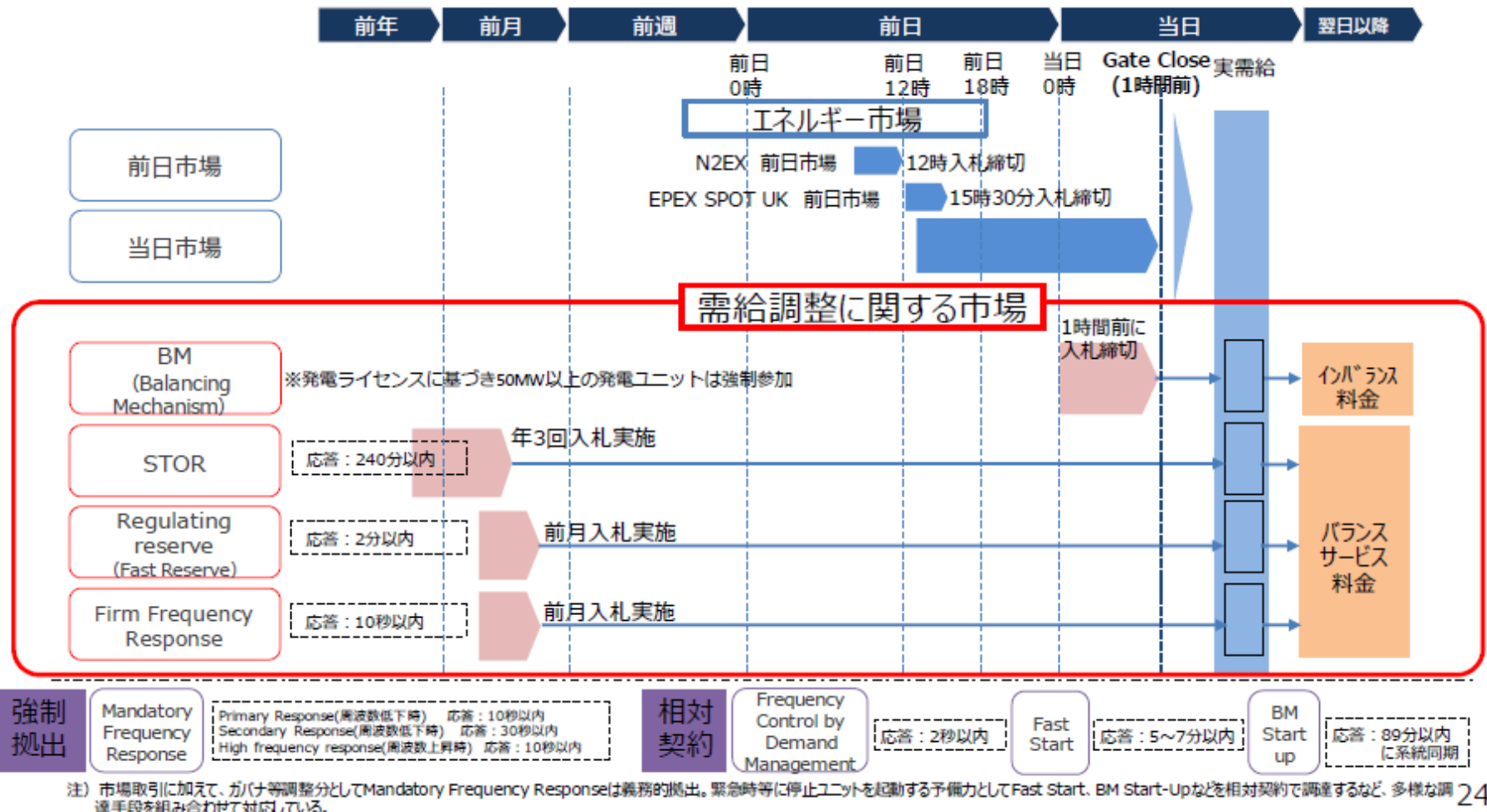
- 電源構成として、水力発電比率が高く、調整力の調達が容易という点が特徴。
- 主にエネルギーインバランス解消を目的とするRPMは、かねてより北欧4カ国で共同運営されている。



注) aFRRは北欧共通市場に向けた取組が進行中。2017年中に北欧共通の入札市場が開設され容量ベースで調達した上でkWh分については比例配分する方式を導入し、更に2018~2019年にはkWh分について実需給45分前に入札締切とするメリットオダ方式に変更する計画

## イギリスの需給調整にかかわる市場プロセス【事前確保+直前調整型】

- エネルギーインバランスについては発電ライセンスに基づく強制参加型のBM市場で調達されている点が特徴。
- また、アンシラリーサービスについては、市場調達だけでなく、系統運用者の技術的ニーズ・政策ニーズに応じて、サービスを細分化し、義務的調達、相対契約による調達を組み合わせた複雑なものとなっている。





## アメリカ (PJM) の需給調整にかかわる市場プロセス【一体確保型】

- 全ての電源は系統運用者であるPJMが運営するエネルギー市場への入札が義務づけられており、系統運用と電力市場運営が一体化されている点が特徴。
- この構造の下、エネルギーインバランスは前日市場と連続的に運営されるリアルタイム市場で調整される。

