

# 再エネ余剰時の電源脱落必要量の取り扱いについて

2024年3月26日

需給調整市場検討小委員会 事務局  
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

- 2024年4月より、一次、二次①、二次②の取引が開始され、需給調整市場が全面運開となる。
- このうち、一次、二次①は時間内変動に対応するための調整力であり、瞬時の応動が求められることから、商品要件として、並列必須かつ周波数変動等に応じた応動をすることを求めており、火力等が一次、二次①を落札した場合、少なくとも最低出力で運転（並列）したうえで、余力を調整力として供出することとなる。
- 他方で、現状の再エネ余剰時においては、再エネ抑制量を抑制するため、電源脱落対応（上げ調整力）として、火力等ではなく、揚水発電機のポンプ遮断（以下「ポンプ遮断」という。）で対応しているところ、2024年度以降は、揚水発電機のポンプ運転は周波数変動に応じた応動ができず※、需給調整市場の商品要件を満たせないことから、一次、二次①の調整力として調達することができない。
- この点、2024年度以降の制度変更により、電源脱落対応（上げ調整力）の必要量を確保するために火力等の最低出力運転が増えることに伴い、再エネ抑制量が増加することは望ましくないと考えられる。
- そのため、需給調整市場における電源脱落の取り扱いについて検討を行ったため、ご議論いただきたい。

※ 一部の揚水発電機のポンプは周波数変動に応じた出力変化可能

1. 背景
2. 電源脱落必要量の対応検討
3. 今後の検討
4. まとめ

1. 背景
2. 電源脱落必要量の対応検討
3. 今後の検討
4. まとめ

- 現行、需給調整市場における必要量としては、平常時（時間内変動等）対応と緊急時（電源脱落）対応の必要量があり、緊急時必要量については、電源脱落の瞬時変動ならびに継続的な供給力減少に対応するため、一次、二次①、三次①として調達することとしている。
- 他方で、商品要件としては、平常時対応、緊急時対応で区別しておらず、また、調達においても、平常時必要量と緊急時必要量を合計して調達している※1。
- そのため、需給調整市場で調達された一次、二次①、三次①は平常時の比較的細かい出力調整に応じるとともに、緊急時においては、電源脱落に対して、瞬時に上げ調整を行い、減少した供給力を補うように継続的に上げ調整を維持する応動が求められる※2。

※1 一次オフライン枠については、商品要件を分け、平常時対応分の必要量を調達上限としている。

※2 単一商品として落札された電源はそれぞれの要件に応じた応動が求められる。

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②
英呼称	Frequency Containment Reserve (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserve (S-FRR)	Frequency Restoration Reserve (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve-for FIT (RR-FIT)
指令・制御	オフライン (自端制御)	オンライン (LFC信号)	オンライン(EDC信号)	オンライン(EDC信号)	オンライン
監視	オンライン (一部オフラインも可※1)	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
回線	専用線のみ (オフライン監視の場合は不要)	専用線のみ	専用線 または (簡易指令システム) ※2	専用線 または 簡易指令システム	専用線 または 簡易指令システム
入札時間単位	3時間※3	3時間※3	3時間※3	3時間※3	3時間※4
応動時間	10秒以内※8	5分以内	5分以内	15分以内	45分以内※5
継続時間	5分以上※8	30分以上※3	30分以上※3	3時間※3	3時間※4
並列要否	必須	必須	任意	任意	任意
指令間隔	- (自端制御)	0.5~数十秒	専用線：数秒~数分 (簡易指令システム※2：5分)	専用線：数秒~数分 簡易指令システム：5分	30分
監視間隔	1~数秒※1	1~5秒程度	専用線：1~5秒程度 (簡易指令システム※2：1分)	専用線：1~5秒程度 簡易指令システム：1分	1~30分※6
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に出力変化可能な量 (機器性能上のGF幅を上限)	5分以内に出力変化可能な量 (機器性能上のLFC幅を上限)	5分以内に出力変化可能な量 (オンラインで調整可能な幅を上限)	15分以内に出力変化可能な量 (オンラインで調整可能な幅を上限)	45分以内※5に出力変化可能な量 (オンラインで調整可能な幅を上限)
最低入札量	5MW※7 (オフライン監視の場合は1MW)	5MW※7	専用線：5MW※7 (簡易指令システム※2：1MW)	専用線：5MW※7 簡易指令システム：1MW	専用線：5MW※7 簡易指令システム：1MW
刻み幅 (入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
上げ下げ区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

※1 事後に数値データを提供する必要あり

※2 休止時間を反映した簡易指令システム向けの指令値を作成するための中給システム改修の完了後に開始

※3 将来「30分」に変更予定。システム改修内容を踏まえ、2026年度変更を目指し検討中

※4 2025年度より「30分」に変更予定

※5 2025年度より「60分以内」に変更予定

※6 30分を最大として、事業者が収集している周期と合わせることも許容

※7 2024年度に「1MW」に変更予定

※8 2025年度にオフライン監視の場合、応動時間「30秒以内」、継続時間「設定なし」に変更予定

## 2024年度以降の一次～三次①の調整力必要量について

19

■ 効率的な調達を踏まえると、2024年度以降の一次～三次①の調整力必要量の考え方は下表のとおり。

＜2024年度以降の週間市場における一次～三次①の調整力必要量の考え方（算定式）＞

商品区分	対応する事象	必要量の考え方（算定式）
一次	時間内変動（極短周期成分） + 電源脱落	「残余需要元データ <sup>※1</sup> - 元データ <sup>※1</sup> 10分周期成分」の3σ相当値 + 単機最大ユニット容量の系統容量按分值
二次①	時間内変動（短周期成分） + 電源脱落	「元データ <sup>※1</sup> 10分周期成分 - 元データ <sup>※1</sup> 30分周期成分」の3σ相当値 + 単機最大ユニット容量の系統容量按分值
二次②	需要・再エネ予測誤差	「残余需要予測誤差のコマ間の差 <sup>※2</sup> 」の1σ相当値
三次①	需要・再エネ予測誤差 + 電源脱落	「残余需要予測誤差30分平均値 <sup>※3</sup> のコマ間で連続する量」の1σ相当値 + 単機最大ユニット容量の系統容量按分值
複合商品(一次～三次①)	上記すべて	「残余需要元データ <sup>※4</sup> - (BG計画 - GC時点の再エネ予測値)」の1σ相当値 + 単機最大ユニット容量の系統容量按分值

＜調整力の効率的な調達における一次～三次①追加調達必要量の考え方（算定式）＞

追加調達判断基準	追加調達必要量（算定式）	追加調達実施時の必要量(週間市場+前日市場)
追加調達判断時点での最新の広域予備率が12%を下回った場合	複合商品3σ相当値 - 複合商品1σ相当値	複合3σ相当値

※1 残余需要1～10秒計測データ

※2 残余需要1分計測データ30分周期成分 - (BG需要計画 - GC時点の再エネ予測値) - 残余需要予測誤差30分平均値のコマ間で連続する量

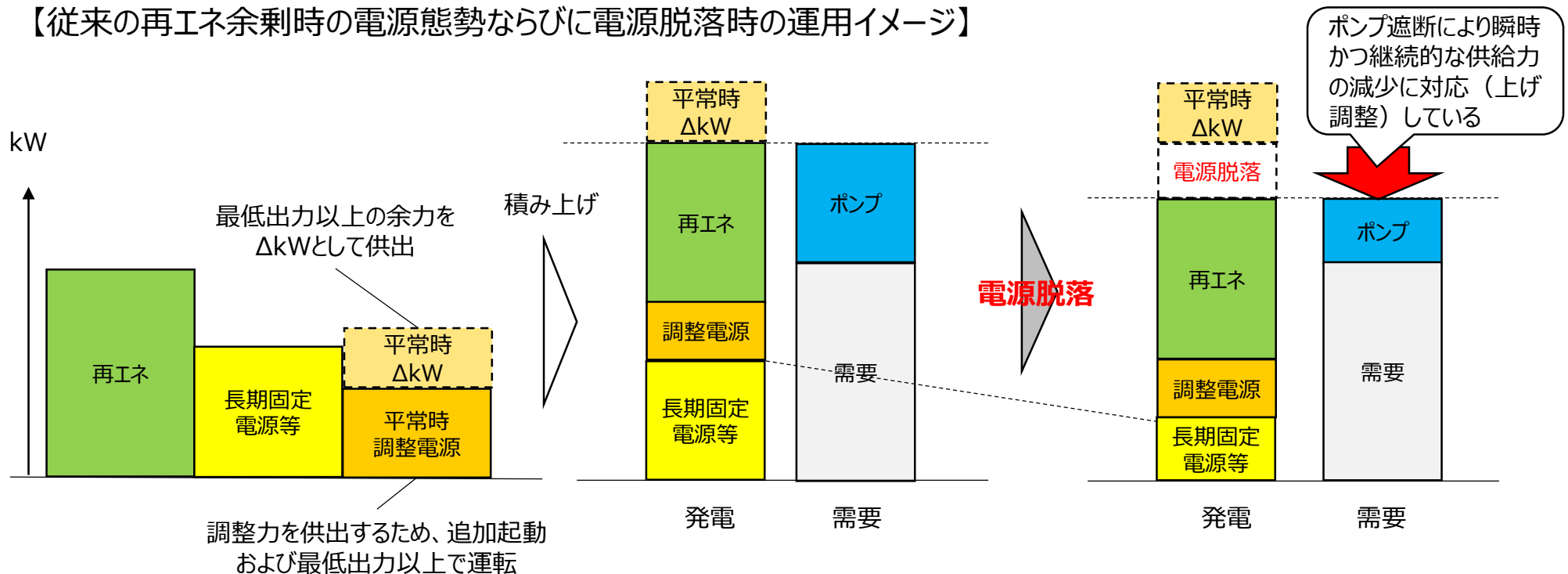
※3 残余需要30秒計測データ30分平均値 - (BG需要計画 - GC時点の再エネ予測値)

※4 残余需要1分計測データ

- 2023年度までは、端境期等の低需要期における電気の供給量が需要を上回ることが見込まれる再エネ余剰時は、揚水発電機のポンプ運転をし、可能な限り電源Ⅲ（火力等）を最低運転にしたうえで、それでもなお供給量が上回る場合には、再エネ抑制を行うことで、需給バランスを維持している。
- こうした電源態勢の際に、電源脱落が発生した場合、ポンプ遮断※をすることで、瞬時的な上げ調整を行うとともに、需給バランスを維持（継続的な供給力減少に対応）することとなる。
- 他方で、こうしたポンプの大半は「定速ポンプ」であり、ポンプ運転時の出力調整はできず、運転から停止（遮断）の調整しかすることができない（平常時の周波数変動に応じた応動ができない）。

※ 電源脱落に伴う周波数低下を検知し、保護継電器（Ry）により停止（遮断）すること等で周波数回復を図ることを指す。

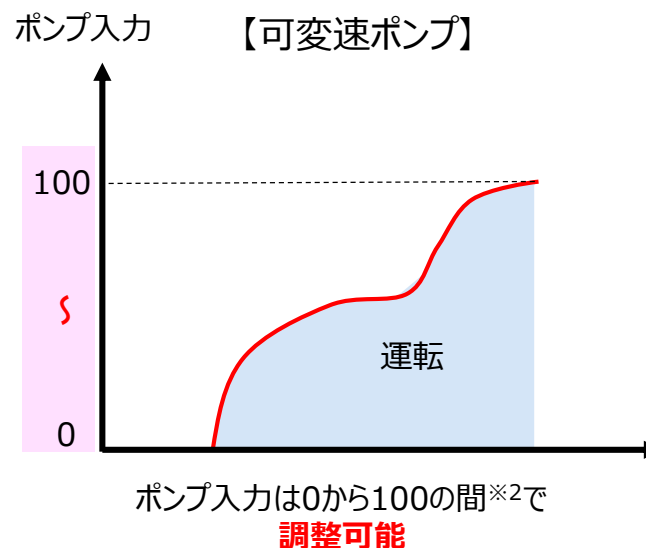
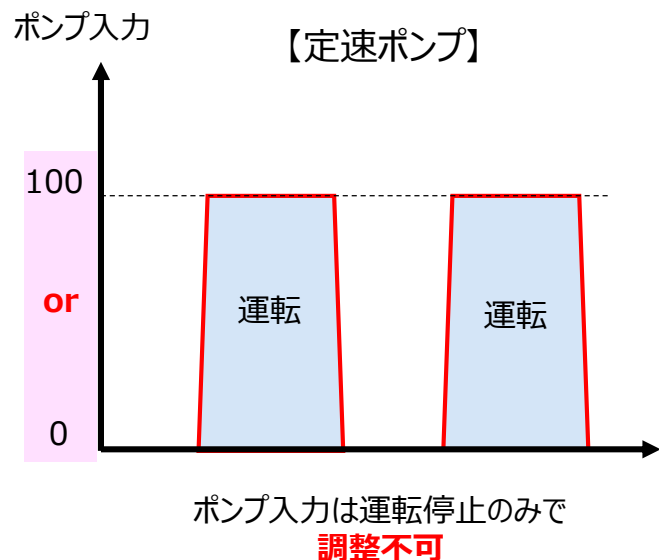
## 【従来の再エネ余剰時の電源態勢ならびに電源脱落時の運用イメージ】





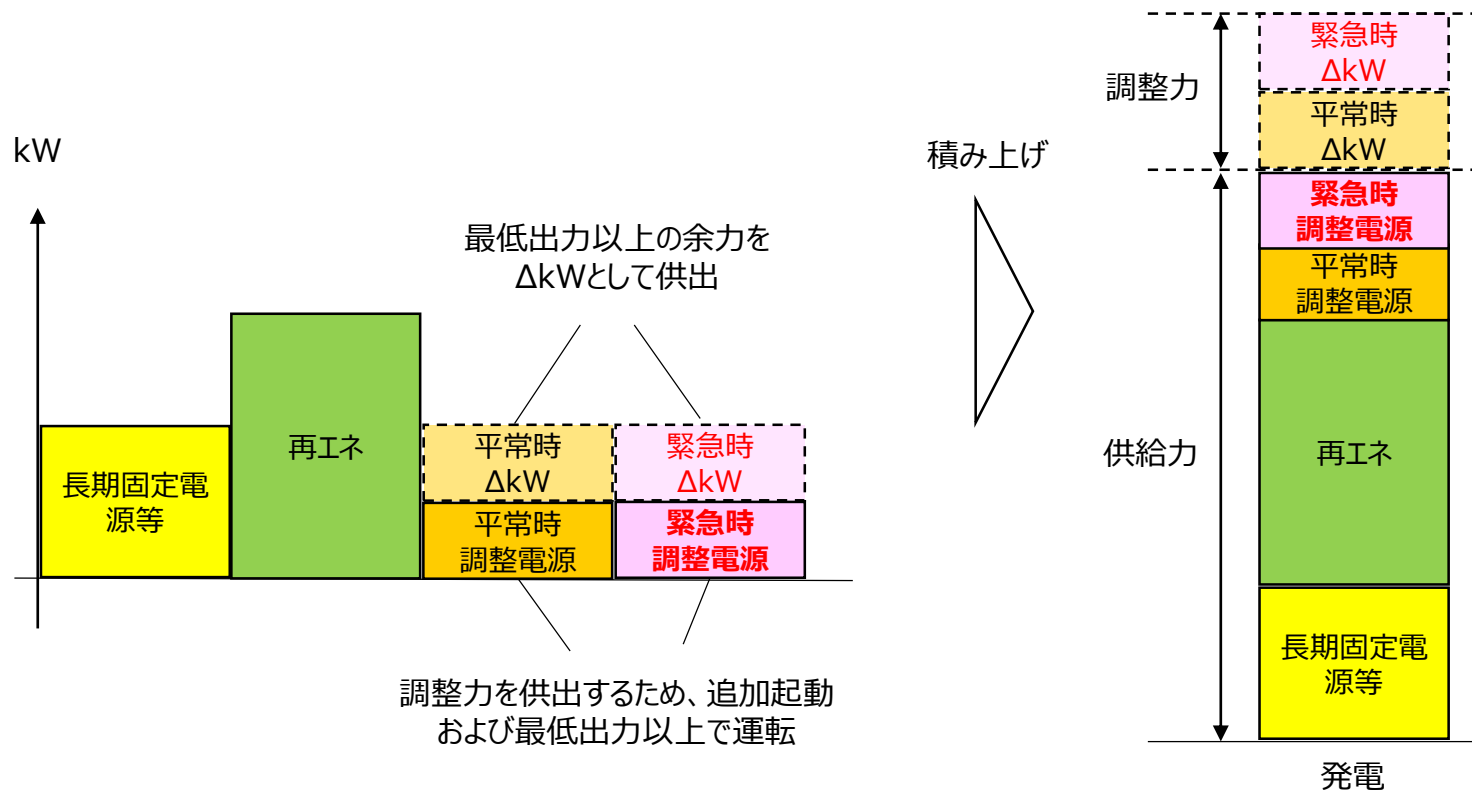
- 揚水発電機は、上池から水を落下させて発電機を回転させる発電運転<sup>※1</sup>と、モーター運転で（電力を消費して）下池から上池に水をくみ上げるポンプ運転がある。
- この点、揚水発電機のポンプ運転においては、ポンプの種類によって調整機能の有無が異なる。
- 揚水発電機のポンプは大別して「定速ポンプ」、「可変速ポンプ」があり、可変速ポンプは、ポンプ時の電力消費を調整（上げ下げ調整）することが可能である。
- 他方、揚水発電ポンプとして用いられているポンプの大部分は定速ポンプであり、電力消費を調整することができない。

※1 発電運転では、出力（発電機から電力系統）を、最低出力から定格出力まで調整することが可能

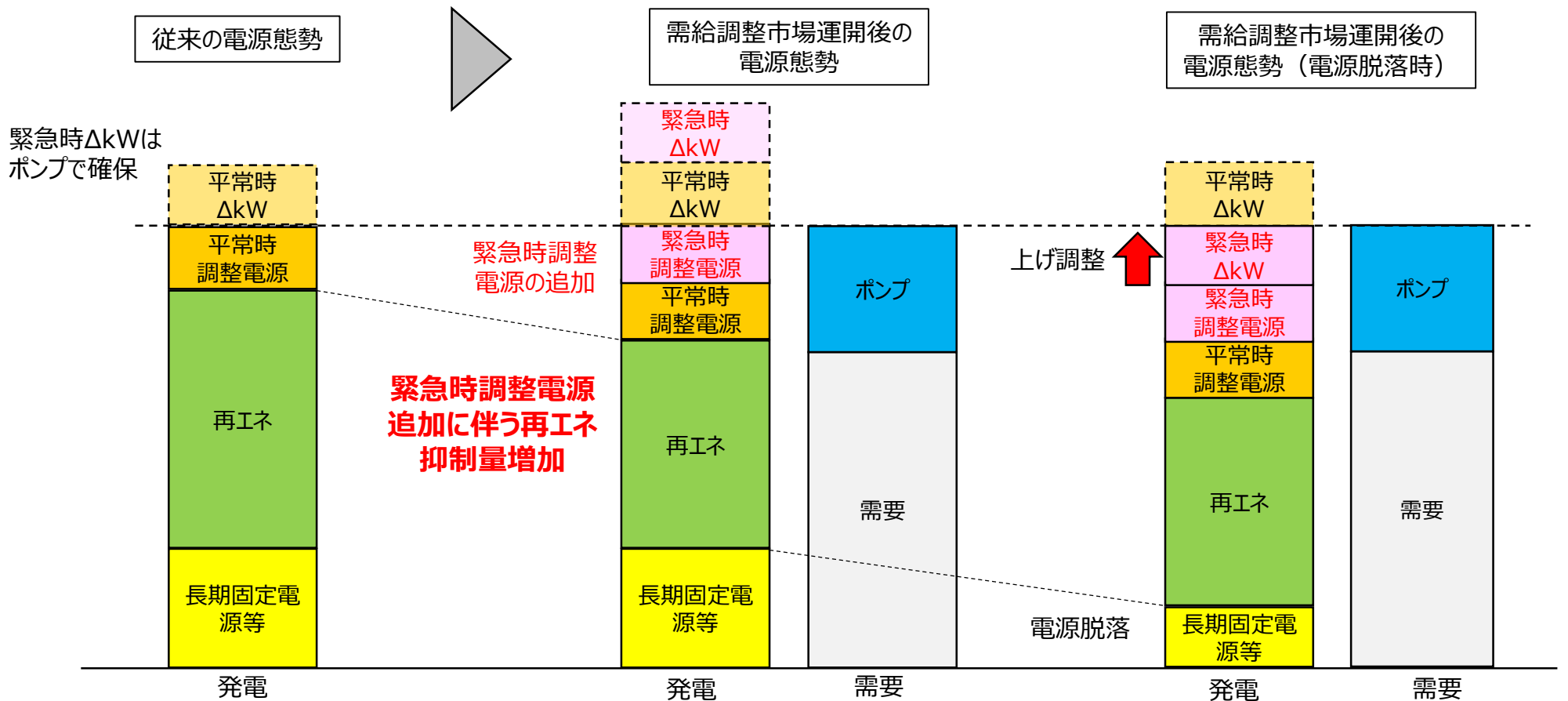


※2 ただし、ポンプ運転時も最低出力あり

- 現行の需給調整市場の商品要件において、平常時（時間内変動・予測誤差）対応の調整力、緊急時（電源脱落）対応の調整力は、同一商品（要件）として需給調整市場を通じて調達することとしている。
- 一次、二次①（時間内変動）については、商品要件で並列必須となっているため、需給調整市場で約定した調整電源（ $\Delta kW$ 約定電源）は、最低出力以上で運転し、その余力を用いて調整力を供出することになる。

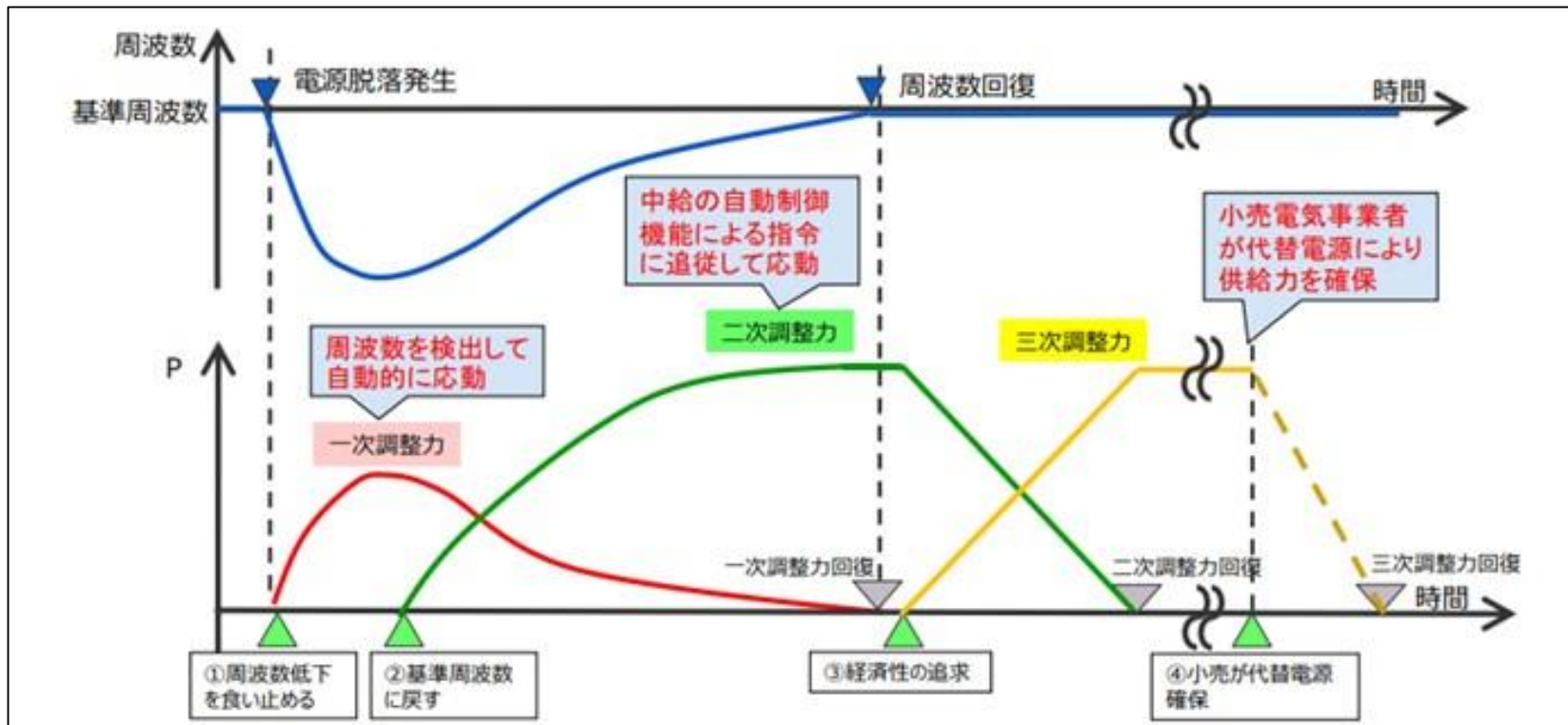


- 前述のとおり、ポンプの大半を占める定速ポンプは、平常時（時間内変動）の応動ができないため、従来、ポンプで対応していた緊急時 $\Delta kW$ が需給調整市場から調達されることに伴い、最低出力以上で運転する電源が増加する。
- これに伴い、再エネ抑制頻度や再エネ抑制量の増加につながる懸念がある。



※厳密には「平常時調整電源」「緊急時調整電源」の区別はなく、イメージとして記載

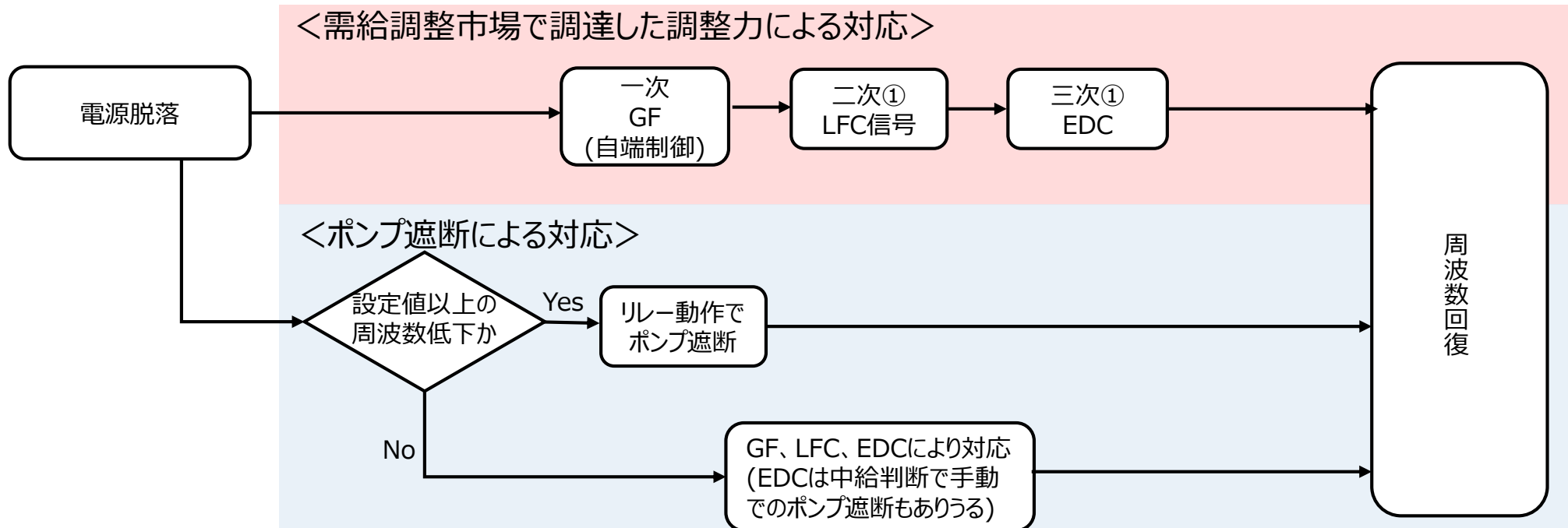
- 需給調整市場で調達した調整力による電源脱落対応としては、応動時間の短いGF機能（一次）で周波数低下を一定の範囲内に抑え、その後、中給システムからの指令に対する応動時間の短いLFC（二次①）で維持を行い、経済的かつ持続時間の長いEDC（三次①）で発電機の持替えを行いながら周波数を回復させることとしている。（最終的には、小売電気事業者が代替電源により供給力を確保し、電源脱落対応分の調整力を回復させる）



- つまり、電源脱落発生時に必要となる調整力は、電源脱落ユニットの供給力を補償するため、瞬時ならびに継続的な応動が求められることとなる。
- この点、ポンプ遮断は、平常時（時間内変動）の応動ができず、需給調整市場の商品要件を満たさないこととなるものの、電源脱落対応（緊急時）に限っては、求める能力的に問題なく活用できると言える。

	事象	必要な調整力の応動能力
平常時	<p>実績・指令</p> <p>— 実績 — 指令</p>	時間内変動に対応するため、時々刻々と変化する各種指令に基づく応動が求められる
電源脱落対応 (緊急時)	<p>実績・指令</p> <p>▼ 電源脱落</p> <p>— 実績 — 指令</p>	電源脱落ユニットの供給力を補償するため、瞬時ならびに継続的な応動が求められる

- 電源脱落が発生した際、「需給調整市場で調達した調整力」と「ポンプ遮断」では対応フローが異なる。
- 需給調整市場で調達した調整力での対応は、まず電源脱落が発生した際に、周波数低下に応じて、自端制御の一次（GF）で対応し、次に中給のLFC指令に応じ二次①で対応、その後経済性を考慮し最適な電源態勢となるように三次①（EDC）で、周波数の回復を図る。
- これに対して、ポンプ遮断の場合は、電源脱落が発生した際の周波数低下が設定値以上であれば、速やかにリレーが動作し、ポンプ遮断されることで、周波数の回復を図る。また、周波数低下が設定値以下の場合は、需給バランスの状況から、一般送配電事業者の判断により、利用可能な調整力を活用し、周波数の回復を図ることとなる。



1. 背景
2. 電源脱落必要量の対応検討
3. 今後の検討
4. まとめ

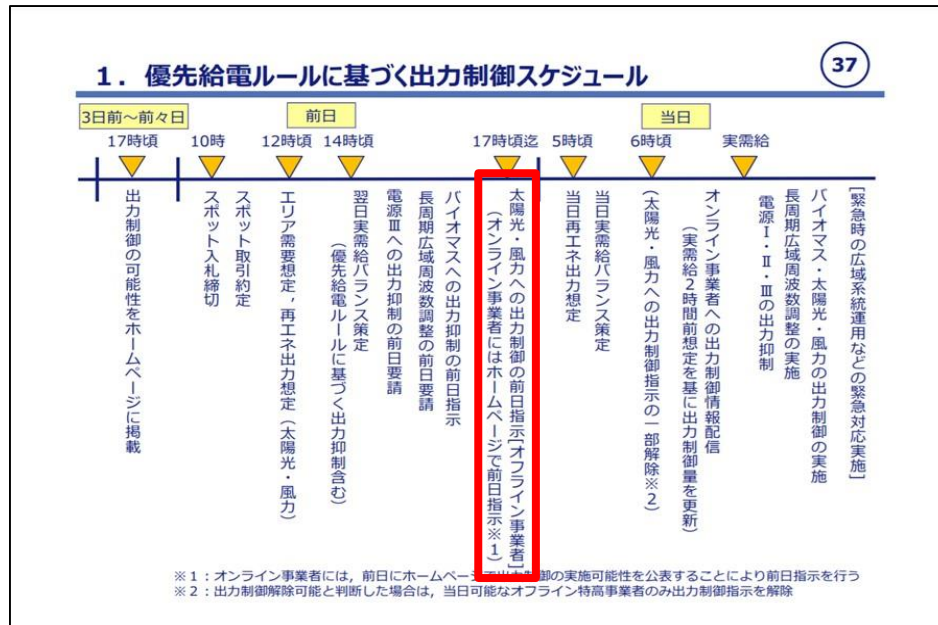
- 前述のとおり、揚水発電機のポンプ遮断を活用することで安定供給上問題のない運用が可能であるものの、2024年度以降の制度変更により、電源脱落対応の必要量を確保するために火力等の最低出力運転が増えることに伴い、再エネ抑制量が増加することは望ましくないと考えられる。
- そのため、あるべき姿としては、揚水発電機のポンプ遮断を、安定供給を維持できる調整力（電源脱落対応分）として、経済的に調達できるよう制度自体を見直すことが考えられる。
- 他方、2024年4月を目前に控えており、また、端境期である4月は再エネ余剰となることが多く、そのような中、急ぎ制度見直しを行ったうえで、足元の再エネ余剰に対応することは現実的ではない。
- そのため、まずは足元で対応可能な暫定対応として、電源脱落対応分に限り、 $\Delta$ kWに約定した電源からポンプへの調整力の持ち替え運用を検討することとする。





- 緊急時対応の調整力である一次、二次①は週間の需給調整市場で調達することとなり、調整力の持ち替え先であるポンプは、現状では需給調整市場で確保することができない。
- このため、一般送配電事業者は運用においてポンプ確保、言い換えるとポンプが足りない場合、一般送配電事業者がポンプを並列させる必要がある。
- この点、再エネ余剰時であることを踏まえると、卸電力市場価格が安く、基本的にはBG自身がポンプ運転している（電源脱落対応分としては充足している）ものとも考えられる。
- また、仮にポンプ運転が計画されていなかった場合においても、優先給電ルールならびに一時的な揚水TSO運用によって、一般送配電事業者によるポンプ並列（運用）は可能な制度となっている。
- そのため、持ち替え先のポンプ確保については、特段の手当（制度見直しや運用準備）等なく、可能と考えられるのではないかと。

- 電気の発電量がエリアの需要量を上回る場合には、優先給電ルールに基づき、以下のような順序で各電源の出力抑制をすることとなる。
  - ① 火力の出力抑制・**揚水**・**蓄電池の活用**
  - ② 他地域への送電
  - ③ バイオマスの出力制御
  - ④ 太陽光、風力の出力制御(再エネ抑制)
  - ⑤ 長期固定電源(水力、原子力、地熱等、出力制御が困難な電源)
- 再エネ抑制は、オフライン事業者には前日17時までには指示をおこなうものとしている。



- 2024年度以降、揚水発電等の池全体の水位の運用主体はBGとなる（揚水BG運用）。
- 基本的には、BGは自らの計画に影響がないことを前提として、池水位の上下限を一般送配電事業者に通知し、一般送配電事業者はその範囲内で揚水発電等を運用することになる。
- 一方で、需給ひっ迫時や再エネの出力抑制を回避する場合には、一時的に一般送配電事業者が池全体の水位を運用することが認められている（揚水TSO運用）。

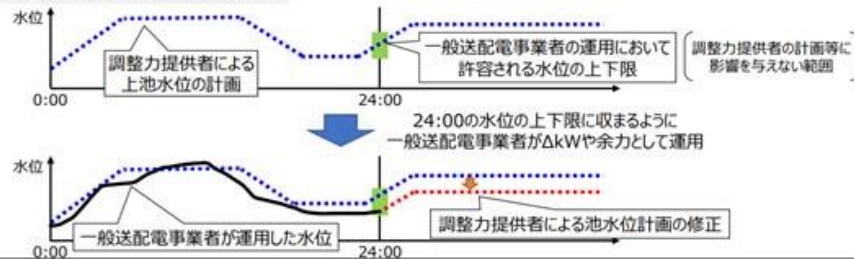
(参考) 2024年度以降の具体的な揚水発電の運用イメージ

36

第88回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2023年7月25日）資料1-2

- 2024年度以降揚水発電の池の水位の運用主体は調整力提供者になり、調整力提供者が物理的な上池や下池の制約等を考慮しながら、数日先までの市場取引等の経済合理性のある計画に基づいて池の水位を管理する。
- 調整力提供者は自らの計画に影響がないことを前提として、一般送配電事業者の運用において許容される水位の上下限を一般送配電事業者に通知し、一般送配電事業者はその範囲で揚水発電等を運用することになる。
- 許容される水位の上下限は調整力提供者から一般送配電事業者に1日1点等で通知される。その上下限值については、スポット市場等における販売予定分として確保する水位を基本として、販売予定の増減分や $\Delta kW$ として利用するために確保する水位、池の制約等を加味して設定されると想定される。このため、例えば下限水位について、市場入札したものが全量約定した場合に想定される水位より上の水位が提示されることは基本的にないと考えられる。
- 一般送配電事業者は指定されている断面の上下限に収まるように $\Delta kW$ や余力を活用する。すなわち、一般送配電事業者は通知された水位の上下限を認識しながら、周波数調整や広域需給調整における経済運用を考慮して、需給バランスの調整のために発電やポンプアップを行うことになると考えられる。

調整力提供者による上池水位の計画（例）



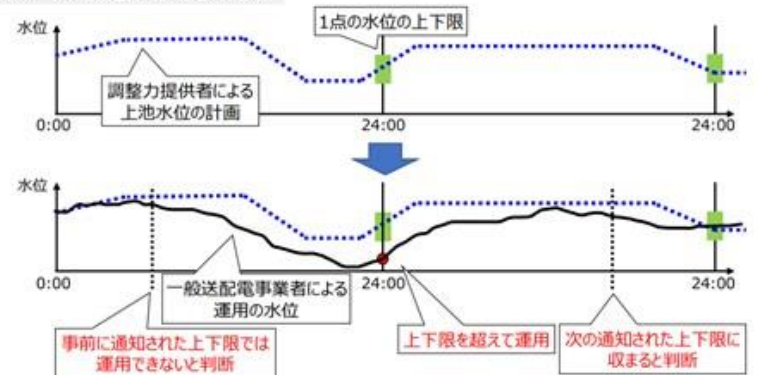
(参考) 2024年度以降の需給ひっ迫時等の池水位運用のイメージ

37

第88回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2023年7月25日）資料1-2

- 需給ひっ迫時等は一般送配電事業者が一時的に池全体の水位を主体的に運用できることとされているが、具体的には一般送配電事業者が調整力提供者に通知された水位の上下限を超えて運用することを指す。上下限を超えて運用した後は、改めて通知された上下限に水位を戻すことで調整力提供者の運用に戻るようになる。
- なお、このような状況においても、調整力提供者は一般送配電事業者の運用に制約を受けず自らの計画を策定できる。そのため、一般送配電事業者が上下限を超えて運用しても、調整力提供者の市場取引等に影響はない。
- 揚水発電の緊急時の運用については、この手法を前提として整理する。

通知された上下限と一般送配電事業者の運用（例）



- 次に、 $\Delta$ kW約定電源の停止（下げ調整力の活用）について検討を行った。
- まず、現行の余力活用における下げ調整力の運用においては、 $\Delta$ kWを持ち替えた（維持した）上での停止も可能となっているところ。
- この点、本来的には $\Delta$ kWの持ち替えは商品要件を満たしたリソースに持ち替える必要がある。他方、前述のとおり、電源脱落対応に限っては、ポンプ遮断のような応動であれば、十分に対応可能であることから、暫定的に、こうしたポンプを $\Delta$ kWと見做して持ち替えた（維持した）場合は、現行の余力活用の範囲として、持ち替え元である $\Delta$ kW約定電源を停止しても問題ない※と考えられるのではないか。

※  $\Delta$ kW約定単位（3時間）と再エネ余剰時間は必ずしも一致しないため、再エネ余剰がなく、 $\Delta$ kW約定電源としての調整力（平常時対応も可能な調整力）が必要な断面においては、可能な限り確保する（停止しない）こととする。

## ② 下げ調整力の運用について

19

- 下げ調整力は、全国大のメルトオーダー運用（調整力 kWh 市場）、エリア内の供給量が需要量を上回る時の優先給電ルール（出力抑制や電源の停止※）、ならびに新たな再給電方式（調整電源の活用）における混雑システムの抑制に活用されることになる。
- そのため、下げ調整力の運用については、従来の整理を踏襲し、余力活用契約によって実施・精算することとしてはどうか。

※ $\Delta$  kW を持ち替えた（維持した）上での  $\Delta$  kW 約定電源の停止も含む。

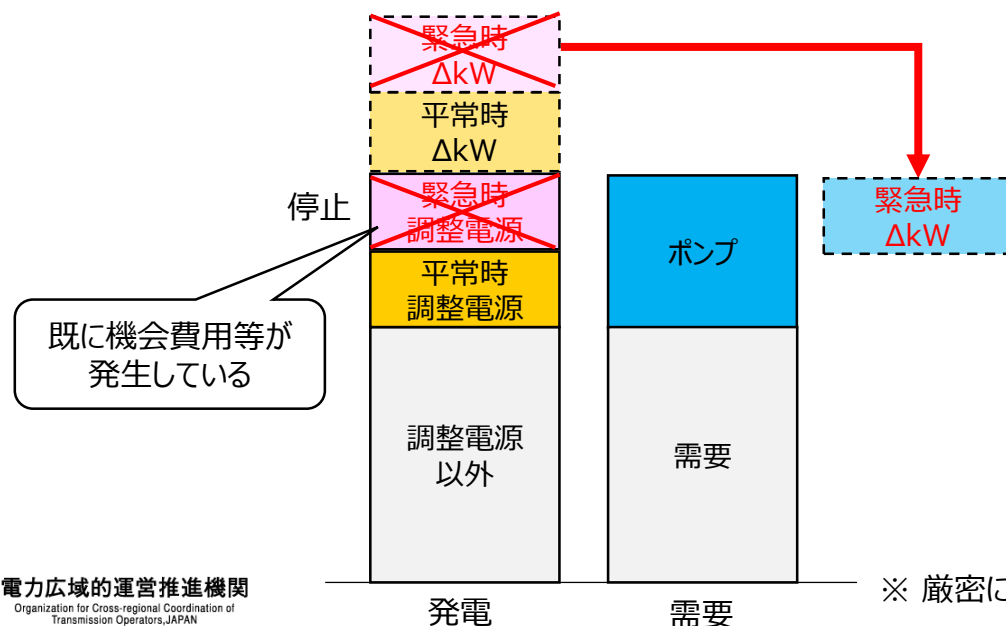
## ② 下げ調整力の運用

29

- 第9回本小委員会において、優先給電ルールがあることおよび余力活用の仕組みがあることを前提に下げ調整力の  $\Delta$  kW の調達は不要と整理した。
- これを踏まえ、平常時およびエリア内の供給量が需要量を上回る時については、以下の通りとしてはどうか。
  - (平常時)
    - ✓ 調整能力を持った電源等の下げ余力を活用できることが必要であるため、余力活用の仕組みにおいて出力減を行い、精算することとしてはどうか。
  - (エリア内の供給量が需要量を上回る時)
    - ✓ 優先給電ルールに基づき出力抑制や電源の停止を行うこととなるが、そこで生じた費用の精算については余力活用の仕組みにおいて精算することとしてはどうか。

- $\Delta kW$ の精算については、需給調整市場に約定した電源を対象に精算を行うことが原則となる。
- この点、本来であれば、ポンプを需給調整市場に応札できるよう市場制度を変更したうえで、安価と考えられるポンプが約定すれば、ポンプに対して $\Delta kW$ 精算を実施することが望ましいと考えられる。
- 他方、今回の足元の対応において、直近に迫った再エネ抑制量の増加等を回避することが目的であり、市場制度の変更は現実的ではない。
- そのため、今回の足元の対応における $\Delta kW$ 精算の方法について検討を行った。

- 望ましい精算（需給調整市場での約定結果による精算）と近い精算方法としては、停止した $\Delta kW$ 約定電源の $\Delta kW$ 精算をせず（ $\Delta kW$ 価値をリリースし）、代わりにポンプに対して対価を支払うこと（案①）が考えられる。
- 他方、優先給電ルールに伴う対応（ $\Delta kW$ 約定電源のポンプへの持ち替え）は前日14時頃から行うこととなっており、需給調整市場の応札は前週であることを踏まえると、 $\Delta kW$ 約定電源には既に機会費用等が発生していることもあり、 $\Delta kW$ 約定電源の $\Delta kW$ 精算をなしとすると、需給調整市場の応札インセンティブ低下につながると考えられる。
- また、今回の足元の対応では、再エネ余剰時に限定した対応であり、ポンプについては基本的には既に並列されていると考えられることから、ポンプに対しては機会費用等は発生していないと考えられる。
- このことから、足元の対応の精算の考え方としては、暫定対応として $\Delta kW$ 約定電源に対しては通常どおりの精算とし、ポンプに対しては $\Delta kW$ の精算を実施しないこととしてはどうか（案②）。
- なお、実際に電源脱落が発生した場合のポンプ遮断に対する対価（ $kWh$ 精算）は、 $V1 \cdot V2$ 単価で精算される。



	緊急時調整電源	ポンプ
案①	$\Delta kW$ 精算なし	$\Delta kW$ 精算あり
案②	$\Delta kW$ 精算あり	$\Delta kW$ 精算なし

※ 厳密には「平常時調整電源」「緊急時調整電源」の区別はなく、イメージとして記載



1. 背景
2. 電源脱落必要量の対応検討
3. 今後の検討
4. まとめ

- 今回、再エネ余剰時において、電源脱落（緊急時）対応の必要量に限って、 $\Delta$ kW約定電源を停止して、ポンプに持ち替える（これによる再エネ抑制増加回避を図る）ことを可能とすることとした。
- 他方で、本来的には、再エネ余剰時に限らず、電源脱落（緊急時）必要量としてはポンプ遮断のような調整力も需給調整市場で調達、運用することで、安定供給を維持したうえで不要な電源起動の回避、ひいては、 $\Delta$ kW調達費用を低減させることが望ましい（あるべき姿）と考えられる。
- この点、ポンプ遮断を需給調整市場における調整力（一次、二次①など）として応札可能とする場合、平常時の応動ができないことから商品要件の変更が必要になることも考えられ、また、調達に際しては、電源脱落（緊急時）必要量を超えて調達することはできないことから、調達量に上限を設定する（平常時必要量と区別する）ように、需給調整市場システムの改修が必要となることも考えられる（相応の時間を要する）。
- 上記を踏まえ、需給調整市場におけるポンプの応札可否については、引き続き、需給調整市場システムの改修対応含めて、一般送配電事業者と連携して検討を進めることとしたい。

1. 背景
2. 電源脱落必要量の対応検討
3. 今後の検討
4. まとめ

- 2024年度の需給調整市場の取引開始に伴い、電源脱落対応分も並列必須の調整力として確保することになるため、最低出力で運転をする火力等が増え、再エネ抑制頻度や再エネ抑制量の増加につながる懸念がある。
- そのため、足元で対応可能な暫定対応として、再エネ抑制増加を回避するため、電源脱落対応分を調整力としてのポンプに持ち替えることを、運用上認めることとしてはどうか。
- 具体的な調整力の持ち替え運用としては、一般送配電事業者において、以下のような運用をすることとしてはどうか。
  - ✓ 週間断面：「平常時対応分」「電源脱落対応分」の調整力（ $\Delta$ kW）を需給調整市場を通じて調達する
  - ✓ 前日以降：再エネ余剰時において、電源脱落対応分に限り、計画上運転しているポンプ（不足する場合は優先給電ルールならびに一時的な揚水TSO運用によるポンプ並列）を用いて、最低出力以上で運転している $\Delta$ kW約定電源を停止し、 $\Delta$ kWを持ち替えることを可能とする
  - ✓ 精算：停止した $\Delta$ kW約定電源は $\Delta$ kW精算を行うこととし、持ち替え先のポンプについては $\Delta$ kW精算を実施しないこと（対象外）とする
- 今後の対応として、電源脱落対応分にポンプを応札できるように商品要件の変更を行うことについては、引き続き、需給調整市場システムの改修対応含めて、一般送配電事業者と連携して検討を進めることとする。