

長期脱炭素電源オークションにおける 揚水発電・蓄電池の調整機能について

2023年3月22日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会事務局

- 電力システムを安定的に運用するためには、調整力は必要不可欠であり、現状、主に火力発電がその機能の大部分を担っている一方、足元の需給調整市場において、応札不足（調達不足）が続いているところ。
- また、第56回電力・ガス基本政策小委員会（2022年11月24日）において、今後、変動再エネが拡大する中で、必要な調整力・慣性力を計画的に確保していくことが重要であり、様々な技術活用かつ競争を促しながら、調整力の脱炭素化（脱炭素型の調整力への転換）を進めていくことが必要とされている。
- この点、第72回制度検討作業部会（2022年11月30日）にて、本来調整力として活躍することが期待される電源である揚水・蓄電池については、長期脱炭素電源オークション（脱炭素電源への新規投資を対象とした入札制度）において調整機能の具備を求めることが提案された。
- そのため、今回、長期脱炭素電源オークションにおいて、揚水・蓄電池に求めるべき具体的な調整機能について検討したため、その内容についてご議論いただきたい。

対応の方向性④ 脱炭素型の調整力の導入・転換支援

- 今後、変動再エネが拡大する一方、調整力の中心を担っている火力の比率が低減していくため、必要な調整力や慣性力を計画的に確保していくことが重要であり、様々な技術を活用かつ競争を促しながら、調整力の脱炭素化を進めていくことが必要。
- このため、中長期的には、必要となる調整力や慣性力の将来見通しとともに脱炭素型調整力確保に向けた新たな制度措置や市場と競争環境の整備等について検討していく。
- 同時に短期的な取組としては、蓄電池の導入支援や導入環境の整備や揚水発電の維持・強化などとともに、水素・アンモニア混焼への支援に取り組む。また、脱炭素型の調整力の重要性、競争環境確保の観点から、長期脱炭素オークションの制度設計についても必要な検討を進めていく。

脱炭素型の調整力・慣性力確保に向けた対策

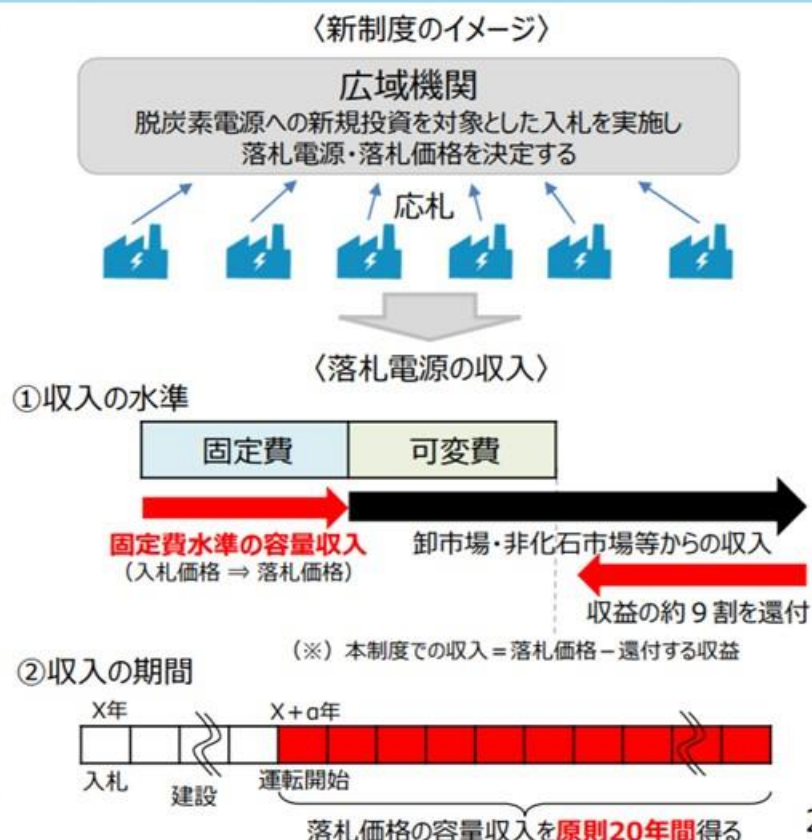
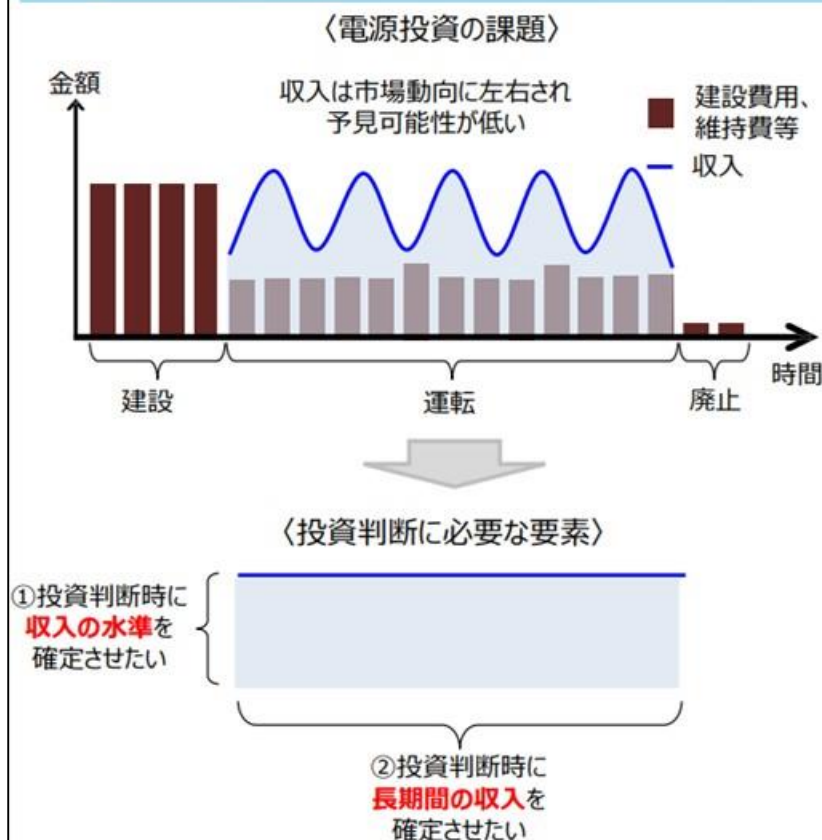
- 脱炭素型調整力の確保に向けた新たな制度措置の検討
- ネガティブプライスや慣性力等市場の整備と、市場を通じた多様な技術の競争環境の整備
- 家庭用蓄電池、EV、エネファーム、ヒートポンプなど低圧リソースの活用に向けた検討 等

蓄電池の導入環境の整備や揚水発電の維持・強化

- 蓄電池における導入支援、接続環境の整備
- 揚水発電の維持・強化に向けた予算支援や需給調整市場等への参加機会の拡大の推進
- 発電側課金に関し、揚水発電や蓄電池等については、対応の必要性も含めた検討
- 水素・アンモニア混焼への支援 等

(参考) 長期脱炭素電源オークションの概要

- 近年、既存電源の退出・新規投資の停滞により供給力が低下し、電力需給のひっ迫や卸市場価格の高騰が発生。
- このため、脱炭素電源への新規投資を促進するべく、脱炭素電源への新規投資を対象とした入札制度（名称「長期脱炭素電源オークション」）を、2023年度の導入を目処として、検討中。
- 具体的には、脱炭素電源を対象に電源種混合の入札を実施し、落札電源には、固定費水準の容量収入を原則20年間得られることとすることで、巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する。



- 長期脱炭素電源オークションにおいて、揚水・蓄電池について調整機能具備を求めることとしてはどうかと提案された。

論点4 調整機能の具備

- 現行容量市場では、調整機能の有無について、入札時に申告し、調整機能が具備されている電源については、余力活用契約の締結が求められるが、調整機能自体を具備することは求められていない。
- 本制度は、容量市場の特別オークションという位置づけであり、脱炭素化された容量 (kW) を確保する制度であるものの、脱炭素電源の新規投資を促進する枠組みであり、調整機能の具備に必要な費用は固定費として本制度の入札価格に織り込めることからすれば、本来求めるべきスペックについては、具備することを求めるべきではないか。
- このため、本来調整力として活躍することが期待される電源、具体的には、火力（水素・アンモニア混焼を含む）・揚水・蓄電池については、調整機能の具備を求めることとしてはどうか。
 - ※火力は、各TSOの系統連系技術要件において、調整機能の具備が求められているため、この問題は、現状個別協議とされている揚水・蓄電池のみ。
 - ※どのようなスペックの調整機能を求めるかは、別途要検討。

(参考) 東京電力パワーグリッド 系統連系技術要件 (抜粋)

(2) 周波数調整のための機能

火力発電設備及び混焼バイオマス発電設備 (地域資源バイオマス発電設備を除く) については、以下の周波数調整機能を具備していただきます。なお、その他の発電設備については、個別に協議させていただきます。

(略)

また、周波数調整機能に必要な受信信号 (EDC・LFC 指令値, EDC・LFC 運転指令) を受信する機能及び、必要な送信信号 (現在出力、可能最大発電出力[GT及びGTCCのみ。]、EDC・LFC使用/除外、周波数調整機能故障) を送信する機能を具備していただきます。

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

- 前述の通り、今後、変動再エネが拡大する中で、調整力の脱炭素化（脱炭素型の調整力への転換）を進めていくことが必要とされているなか、調整力として活躍することが期待される脱炭素型電源である揚水・蓄電池については、本来的にはグリッドコードとして、新規連系を対象に求めるべきスペックを具備させることが重要と考えられる。
- 一方、グリッドコードについては今後、蓄電池に関し検討することになっているものの、設備数の多い需要側の蓄電池も対象になる等の理由により、その策定には相当程度時間を要すると考えられる。
- この点、第72回制度検討作業部会において、脱炭素電源の新規投資を促進する枠組みのもと、長期脱炭素電源オークションにおける参加要件とする（揚水・蓄電池については調整機能の具備を求める）ことが提案された経緯を踏まえると、今回の長期脱炭素電源オークションにおける参加要件化は、あくまでも対象がオークション参加電源に限定されることから、上述の本来的な姿に至るまでの暫定的かつ即応的な対応といった建付けになると考えられる。

1. 蓄電設備・需要設備のグリッドコード検討会での取扱い

3

背景

- 蓄電設備・需要設備については、第6回グリッドコード検討会、資料4 [参考1] において、「逆潮流しない需要設備、蓄電設備における市場取引等で必要な機能について、グリッドコードに規定するか、市場ルール等で整備していくか、大きな議論・整理が必要であり、他の会議体で議論する。」と整理。
- 第36回系統ワーキンググループ [参考2]では、「【系統連系技術要件】の適用対象は『発電者の発電設備及び需要設備又は需要者の需要設備』であるため、需要側の蓄電池等の需要設備も対象となる一方、現状、定められる要件は最小限のものとなっている。発電設備に比べて需要設備の数量が多く、影響する範囲が広範である中、例えば、運用要件としては、【系統連系技術要件】に引き続き最小限の要件を規定しつつ、需要側の機器が備えていることが望ましい機能（例：家庭用の蓄電池の逆潮機能、通信機能等）については、【電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン】に規定することとしてはどうか。」と整理。
- 他会議体(定置用蓄電システム普及拡大検討会、エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会、需給調整市場検討小委員会・次世代の分散型電力システムに関する検討会) [参考3～6] において、蓄電池活用、グリッドコードとの関連についての議論あり。

御確認頂きたい事項

- 蓄電設備・需要設備がグリッドコード検討会での検討の対象となるか整理した結果、蓄電設備・需要設備について、個別技術要件を検討する際にこれらの設備による系統への影響など詳細確認し、技術要件への適用対象を検討することとしてはどうか。（逆潮流のない設備については系統連系技術要件ではなく市場要件など他の要件に反映が必要な場合が想定される）

- また、揚水・蓄電池に具備する調整機能の整理にあたっては、以下のような考え方（進め方）とした。
- 調整力には、BG計画値と実績値の差分を補給するもの、時々刻々と変化する需要と供給の差分を調整するものがあり、これらは、系統全体として必要なものである。そのため、電源の種別によって具備すべき調整力を分けることは、結果的に必要となる調整力が増えたり、周波数安定性に影響を与えることも考えられ、合理的ではない。他方で、電源種別毎に応動特性が異なることもあり、こうした応動特性が調整力に適合しているかは重要な観点である。
- そのため、まずは既存のルール、具体的には需給調整市場およびグリッドコードにおける要件において、こういった調整機能が求められているかを確認したうえで、それらのルールを揚水・蓄電池に適用するにあたって、留意すべき事項があるかどうか（既存の電源が満たせるレベルかどうか等）を確認することとする。
- また、長期脱炭素電源オークションは発電・供給時にCO₂を排出しない電源（脱炭素電源）を対象としているため、今回、求める調整機能は発電側限定とする（そのため、以降は「揚水発電・蓄電池」と記載を明確化する）。

電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 第八次中間とりまとめ

2. 市場整備の方向性（各論）

2. 1. 電源投資の確保

（3）検討を深めるべき論点

① 対象

構築小委第三次中間とりまとめでは、本制度措置で対象とする「新規投資」の基本的考え方としては、「**発電・供給時にCO2を排出しない電源（脱炭素電源）**への新規投資」とし、対象の詳細については、引き続き検討すべきとされていた。

「発電・供給時にCO2を排出しない電源（以下「脱炭素電源」という。）への新規投資」とは、CO2の排出防止対策が講じられていない火力発電所（石炭・LNG・石油）を除く、あらゆる発電所（一定の基準を満たすバイオマスや合成メタンなど、発電時にCO2を排出するものの、発電前に温室効果ガスの削減に寄与する燃料を利用する電源を含む。）・蓄電池の新設案件やリプレイス案件への新規投資が想定される。

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

- 現状、調整機能の具備を求めているルールとしては、需給調整市場における参加要件およびグリッドコードの要件が存在する。
- 長期脱炭素電源オークションにおける参加要件が、暫定的かつ即応的な対応といった建付けであることを踏まえると、こうした既存のルールに合わせた要件とすることは、必要な調整力の要件を満たしつつ、かつ、過剰なスペックを求めていることになり、合理的であると考えます。
- そのため、まずは需給調整市場における参加要件およびグリッドコードの要件について、確認を行った。

- 需給調整市場における対象電源は、需給調整市場に参加を希望する高圧以上の電源が対象となっている。
- 言い換えると燃種（火力、水力など）や種別（発電、蓄電池、DR）の区別を設けておらず、また、最低入札量を定めているものの、アグリゲーションによる参加を認めていることを踏まえると、実質的には設備容量に制限はない。
- また、需給調整市場における要件としては、商品要件と技術要件を定めている。
- 商品要件は、調整力が対応する需要誤差や時間内変動、再エネ変動誤差を細分化し、細分化した誤差に対応するための指令方法や応動時間・継続時間を商品毎に定めており、技術要件は、商品特有の技術的事項として計測器の誤差等を定めている。（p15,16参考）

項目	詳細
燃種・種別	市場参加を希望するすべての電源
連系電圧	高圧以上
設備容量	設定なし※

※最低入札量の設定はあるものの、アグリゲーションにより最低入札量を満たせば市場参加可能

	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	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	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※6	専用線：数秒～数分 簡易指令システム：5分※6	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※7
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※8 (オフライン監視の場合は1MW)	5MW※8	専用線：5MW※8 簡易指令システム※2：1MW	専用線：5MW※8 簡易指令システム：1MW	専用線：5MW※8 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有り。

※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、変更時期は別途整理予定。

※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 広域需給調整システムの計算周期となるため当面は15分。

※7 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。

※8 将来「1MW」に変更予定。システム改修内容を踏まえ、変更時期は別途整理予定。

	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
周波数計測 間隔	0.1秒以下	(設定なし)		(設定なし)	
周波数計測 誤差	±0.02Hz以下				
不感帯	±0.01Hz以下				
調定率	5%以下				
遅れ時間	2秒以内	新設：30秒以内 既設：120秒以内			

- グリッドコードにおいては、個別要件ごとに対象となる電源が異なっており、調整機能に関する要件は、「発電設備の制御応答性」として定められており、この要件の対象電源は特別高圧の火力発電（100MW以上）となっている。なお、現行のグリッドコードは、2030年度エネルギーミックスの実現に向けた短期的に必要な要件を定めており、今後、中長期的に必要な要件は今後、検討される予定となっている。
- 発電設備の制御応答性としては、GF・LFC・EDC機能を要件としており、これは、需給調整市場のすべての商品の機能に対応している。
- また、火力発電のみに求められているグリッドコードとしては、発電設備の制御応答性以外に「周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度」・「発電設備早期再並列」等がある。（p20,21参考）

項目	詳細
燃種・種別	火力発電
連系電圧	特別高圧
設備容量	100MW以上

3. 系統連系技術要件への反映((例)東京電力PG 発電者設備(特別高圧)) 33

緑字：第9回からの変更点

[一覧表に戻る](#)

改定案

1 4 発電機運転制御装置の付加

c 周波数変動補償機能

標準周波数±0.2Hzを超えた場合、系統の周波数変動により、ガバナで調整した出力を発電所の自動出力制御装置が、出力指令値に引き戻すことがないように、ガバナによる出力変動相当を出力指令値に加算する機能を具備すること。

d EDC (Economic load Dispatching Control：経済負荷配分制御) 機能

当社からの出力指令値に発電機出力を自動追従制御する機能を具備すること。

e 出力低下防止機能

100MW以上の火力発電設備は、周波数49.0Hzまでは発電機出力を低下しない、周波数49.0Hz以下については、1Hz低下することに5%以内の出力低下に抑える、もしくは、一度出力低下しても回復する機能または装置を具備すること。なお、具体的な発電設備の性能は、次のとおりです。ただし、系統の電源構成の状況等、必要に応じて別途協議を行うことがあります。

	発電機定格出力	100MW以上(沖縄エリアは35MW以上)	
		GT及びGTCC	その他の火力発電設備及び 混焼バイオマス発電設備
機能・仕様等	GF調定率	5%以下	
	GF幅	5%以上(定格出力基準)	3%以上(定格出力基準)
	GF制御応答性	2秒以内出力変化開始, 10秒以内GF幅の出力変化完了※7	
	LFC幅	±5%以上(定格出力基準)	
	LFC変化速度	5%/分以上(定格出力基準)	1%/分以上(定格出力基準)
	LFC制御応答性	20秒以内出力変化開始※7	60秒以内出力変化開始※7
	EDC変化速度	5%/分以上(定格出力基準)	1%/分以上(定格出力基準)
	EDC制御応答性	20秒以内出力変化開始※7	60秒以内出力変化開始※7
	EDC+LFC変化速度	10%/分以上(定格出力基準)	1%/分以上(定格出力基準)
	最低出力(定格出力基準)	50%以下, DSS機能具備	30%以下

※1 GT 及び GTCC については負荷制限設定値までの上げ余裕値が定格出力の 5%以上、その他の発電機については定格出力の 3%以上を確保。定格出力 付近などの要件を満たせない出力帯について別途協議。

※2 定格出力付近のオーバーシュート防止や低出力帯での安定運転により要件を満たせない場合には別途協議。

※3 気化ガス (BOG) 処理などにより最低出力を満たせない場合には別途協議。

※4 EDC・LFC 指令で制御可能な最低出力。

※5 日間起動停止運転 (DSS) は、発電機解列～並列まで 8 時間以内で可能なこと。

※6 地域資源バイオマス発電設備を除く。また、周波数調整機能に必要な受信信号 (EDC・LFC 指令値, EDC・LFC 運転指令) を受信する機能及び、必要な送信信号 (現在出力, 可能最大発電出力[GT 及び GTCC のみ。], EDC・LFC 使用/除外, 周波数調整機能故障) を送信する機能を具備していただきます。

※7 記載の秒数は目安とし、可能な限り早期に出力変化開始し、出力変化完了すること。

0. 個別検討結果概要

 周波数変動対策 電圧変動対策

2

	要件名	要件が必要な状況	対象電圧	対象電源	他規程との関係 *1: 明文化	費用発生	要検討事項
①	発電出力の抑制	出力制御必要時	全電圧	太陽光、風力	制御仕様書 *1	-	-
②	発電出力の遠隔制御	出力制御必要時	全電圧	太陽光、風力	制御仕様書 *1	-	-
③	周波数変化の抑制対策(上昇側)	事故時 (周波数上昇時)	特別高圧	太陽光、風力、蓄電池	-	ソフトウェア変更	整定値
④	周波数変化の抑制対策(低下側)	出力制御時/事故時 (周波数低下時)	特別高圧	太陽光、風力、蓄電池	-	ソフトウェア変更	整定値
⑤	発電設備の制御応答性	平常時 (ガバナ/調定率制御時)	特別高圧	火力(100MW以上)、風力、太陽光、蓄電池	-	ソフトウェア変更	整定値
⑥	自動負荷制限・発電抑制(蓄電池設備制御(充電停止))	平常時 (周波数低下時)	特別高圧	蓄電池設備(出力変動防止用蓄電池は対象外)	-	ソフトウェア変更	逆流なし設備の扱い
⑦	周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度	事故時 (周波数低下時)	特別高圧	火力(100MW(沖縄35MW)以上)	-	ソフトウェア変更	-
⑧	発電設備の運転可能周波数(下限)	平常時/事故時	高圧・低圧	全電源種	系統連系規程 *1 <small>22年4月改定</small>	-	2021年度下期審議
⑨	発電設備の並列時許容周波数	平常時(並列時)	全電圧	全電源種	-	ソフトウェア変更	開発期間と適用時期
⑩	単独運転防止対策	事故時	全電圧	全電源種	系統連系規程 *1	-	-
⑪	事故時運転継続	事故時	全電圧	逆変換装置を有する電源、風力	系統連系規程 *1	-	(RoCoFは継続検討)
⑫	発電設備早期再並列(発電設備所内単独運転)	事故時	特別高圧	火力GTCC(400MW以上/発電所)	-	ソフトウェア変更	-
⑬	特定系統単独維持(発電設備単独運転)	-	-	-	-	-	-
⑭	電圧・無効電力制御	平常時	特別高圧	全電源種	-	ソフトウェア変更	遠隔制御
⑮	電圧変動対策	平常時	高圧・低圧	太陽光、風力などPCS電源、電力変換器の電源	-	ソフトウェア変更	一部開発期間と適用時期
⑯	発電設備の運転可能電圧範囲と継続時間	平常時/事故時	特別高圧	全電源種	JEC *1	制御方法の改造	一部開発期間と適用時期
⑰	電圧フリッカの防止	平常時(事象発生時)	全電圧	全電源種(PCS起因フリッカ事象対策)	系統連系規程 *1	設定変更、ソフトウェア変更	-
⑱	事故除去対策(保護継電器・遮断器動作時間)	事故時	特別高圧	全電源種(特高連系中性点直接接地系統接続)	-	-	-
⑲	系統安定化に関する情報提供 事故電流に関する情報提供	-	全電圧	全電源種	アクセス検討 *1	-	-
⑳	慣性力に関する情報提供	-	特別高圧	同期機電源	-	少	-

TSOからの調整に係る機能
※風力、太陽光、蓄電池は
周波数変化の抑制対策
のみ設定されている

- 電源脱落事故等をきっかけとして系統周波数が低下した際、GT及びGTCCは系統周波数低下時、コンプレッサー能力の低下に伴い発電機出力が低下すると、カスケード的（連鎖的）に周波数低下し、最悪の場合ブラックアウトに至るおそれがあることから、発電出力一定維持・低下限度についてグリッドコードにて規定している。
- なお、揚水発電（水力）や蓄電池（PCS電源）は、火力発電とは異なり、コンプレッサー等がなく、影響が小さいことから、本要件は長期脱炭素電源オークションへの要件化は不要と考えられる。

1. 個別技術要件「周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度」の検討 ①論点整理 3

■ 現在の対応状況

- 現行系統連系技術要件では、100MW（沖縄35MW）以上の特別高圧のGT及びGTCCに対し出力低下防止機能として『周波数49Hz（北海道:48.5Hz, 60Hz系統：58.8Hz）までは発電機出力を低下しない、もしくは、一度出力低下しても回復する機能を具備すること』を規定しており、**49Hz以下等での出力低下限度に関する規定がない**。そのため、**電源脱落事故等をきっかけとして系統周波数が低下した際、連系する発電機の出力が低下すると、カスケード的に周波数低下し、最悪の場合ブラックアウトに至るおそれがある**。

■ 2030年時点に想定される課題、その後の課題と提言

(発電側)

- ガスタービン及びガスタービンコンバインドサイクル発電設備（GT及びGTCC）は系統周波数低下時、コンプレッサー能力の低下に伴い発電機出力が低下する。

(系統側)

- 再エネ電源導入拡大による大型・集中電源の調整能力が減少した状況において、周波数低下に伴う電源大量脱落を回避するため**出力低下防止機能が必要**である。

■ 要件化の必要性およびメリット

- 現行系統連系技術要件では、連続運転可能周波数として48.5Hz超（60Hz系統:58.2Hz）、運転可能周波数として47.5Hz以上（北海道:47Hz, 60Hz系統:57Hz）を規定しており、**これらの範囲においても系統周波数の維持運用に支障が出ないように出力低下限度を定める必要がある**。
なお、多くの火力発電設備は同等の要件が既に課され明文化の位置づけが大きいため、費用対効果は非常に大きい。

1. 個別技術要件「周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度」の検討 ②発電側の対策 4

- 発電事業者が取り得る対策で短期的（3年程度）に適用可能な対策として、以下の（1）を検討した。

(1) 周波数変動時の発電出力一定維持・低下限度

(対象電源種：**火力発電設備** 対象容量：**100MW以上(沖縄は35MW以上)**)

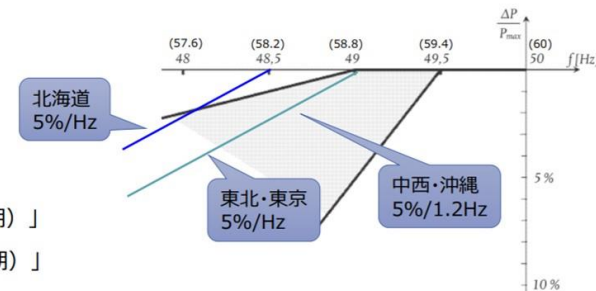
(特別高圧) ……

出力低下防止機能等、周波数低下時に発電出力の低下幅を限定する、もしくは一度出力低下しても回復するための機能または装置を具備すること。

許容する低下幅は、49Hz（北海道:48.5Hz, 60Hz系統：58.8Hz）までは0%、49Hz（北海道:48.5Hz, 60Hz系統：58.8Hz）以下については、1Hz（60Hz系統：1.2Hz）低下するごとに5%以内とする。

(高圧) …「継続検討（中長期）」

(低圧) …「継続検討（中長期）」



- 送電線ルート事故等により発電所が停電すると起動に時間を要し、需給への影響が大きいため、連系する系統の停電を検出し発電設備のみで所内単独運転（自立運転）する機能をグリッドコードにて規定している。
- なお、揚水発電（水力）や蓄電池（PCS電源）は、火力発電と異なり、起動に補助蒸気等を必要としないため、早期再並列が可能であることから、本要件は長期脱炭素電源オークションへの要件化は不要と考えられる。

1. 個別技術要件「発電設備早期再並列」の検討

3

①論点整理

■ 現在の対応状況

- 送電線ルート事故等により発電所が停電すると起動に時間を要し、需給への影響が大きいため、**連系する系統の停電を検出し発電設備のみで所内単独運転（自立運転）する装置を、系統側と発電側の調整のもと旧一般電気事業者の一部の火力発電機に設置し影響を抑制している。**

■ 2030年時点に想定される課題、その後の課題と提言

(発電側)

- **火力発電事業者においては、発電所発電設備の所内単独機能（自立運転）は、すべての発電機に具備しなくてもニーズを満たすため、コスト削減の観点から今後積極的に設置しない対応となる可能性がある。なお、ある特定の電源にのみ機能を要求されると競争力が低下する可能性もある。**
- **他の電源種（水力、PCS電源等）は、火力発電機とは異なり、起動に補助蒸気等を必要としないため、そのための専用機能を具備しなくても早期再並列が可能である。**

(系統側)

- **系統連系時に火力発電設備に所内単独機能（自立運転）が具備されない場合、系統事故等により発電機がトリップした際、所内単独運転（自立運転）による早期再並列できず、需給への影響が大きくなる可能性がある。**

■ 要件化の必要性およびメリット

- 送電線ルート事故等により発電所が停電すると起動に時間を要し、需給への影響が大きいため、**特定の発電設備について、送電系統の停電解消後、早期に再並列するために必要な装置を設置、または機能を具備することを系統連系技術要件に定める。その結果、系統全体として停電からの復旧がより迅速に行える。**
- 市場単価・燃料費・時間などにより費用対効果は大きく変わるが、**系統負荷が脱炭素した場合に所内単独運転（自立運転）に移行することにより、発電機会損失の低減（再起動までの時間を短縮）が図れる可能性がある。**

1. 個別技術要件「発電設備早期再並列」の検討

5

②発電側の対策

- 対象電源種および対象容量の選定理由を下記に記載する。

(選定理由)

- ・特別高圧（対象電源種：**火力GTCC** 対象容量：**40万kW以上(発電所単位)※1**）

※1 エリアの個別事情を考慮して別に定める場合がある

対象電源種、対象容量：**費用および実現性(成功率)を考慮し、一定の電源種・一定以上の容量とする。**

- ・高圧、低圧・・・「継続検討（中長期）」
高低圧の発電設備の規模、需給への影響を考えると、近い将来においては要件化の必要性が明確でないが、今後の電源構成の動向を踏まえ、要件化を継続検討。

評価項目	GTCC	コンベンショナル
設備構成	所内単独運転（自立運転）の有無で設備的な違いは少ない	所内単独運転（自立運転）の有無で設備的な違いがある
費用	1億円以下（※） ソフトロジック整備、試運転費用など （※）費用は設備構成による。	100億円（※）以下 設備費、試運転費用など （※）費用は設備構成による。
実現性(成功率)	高い	低い

- 需給調整市場とグリッドコードの対象となる電源を比較すると以下のとおりとなる。
- 需給調整市場においては、安定供給のため、活用可能な電源（または市場参加を希望する電源）を幅広く対象としている一方で、グリッドコードにおいては、事業者への負担も考慮して、まずは最小限の電源を対象としている。
（今後、高圧以下等も検討予定）
- また、需給調整市場の要件を基準にグリッドコード（GT及びGTCC）の要件を比較すると次頁（p23）のとおりとなり、需給調整市場の要件の方がより詳細に規定されていると考えられる。
- この点、需給調整市場は市場参加を希望する電源が満たすべき要件を定めている一方で、グリッドコードは最低限の要件を定めているためと考えられ、こうしたなか、揚水発電・蓄電池に対してグリッドコード（火力発電）以上の調整機能を求めることは電源間の平仄という観点で合理性を欠くことから、長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池に求める要件として、まずはグリッドコード（火力発電）を参照することが適切と考えられる。

項目	需給調整市場	グリッドコード
燃種・種別	市場参加のすべての電源	火力発電
連系電圧	高圧以上	特別高圧
設備容量	設定なし	100MW以上

■ 需給調整市場の要件を基準にグリッドコード（GT及びGTCC）の要件を比較すると以下のとおりであり、赤字箇所が重複部分となる。

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	グリッドコード
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)	信号に準ずる
監視	オンライン (一部オフラインも可)	オンライン	オンライン	オンライン	規定なし
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	専用線 または 簡易指令システム	規定なし
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内	GF：10秒以内 その他規定なし
継続時間	5分以上	30分以上	30分以上	3時間	規定なし
並列要否	必須	必須	任意	任意	規定なし
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：5分	専用線：数秒～数分 簡易指令システム：5分	信号に準ずる
監視間隔	1～数秒	1～5秒程度	専用線：1～5秒程度 簡易指令システム：1分	専用線：1～5秒程度 簡易指令システム：1分	規定なし
周波数計測 間隔	0.1秒以下	(設定なし)	(設定なし)	(設定なし)	規定なし
周波数計測 誤差	±0.02Hz以下				規定なし
不感帯	±0.01Hz以下				±0.01Hz以下
調定率	5%以下				5%以下
遅れ時間	2秒以内	新設：30秒以内 既設：120秒以内			GF：2秒以内 LFC：20秒以内 EDC：20秒以内

※グリッドコードにおいては、上記以外に変化幅や変化速度等の規定がある

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
- 3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能**
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

- 前述のとおり、揚水発電・蓄電池に求める要件は、グリッドコード（火力発電）を参照することが適切と考えられる。
- 他方で、グリッドコードの要件はあくまでも火力発電に求めている要件であることから、揚水発電・蓄電池が設備的特性により、当該要件を満たせないことも考えられる。
- そのため、まずは既存の揚水発電・蓄電池※の有する調整機能等について確認を行った。

※一送保有の系統用蓄電池

- 揚水発電においては基本的にすべての機能を有する電源がほとんどであったが、一部、LFC機能を有していなかった。
- 蓄電池においては、揚水発電とは異なり、GF機能を有していない電源※があったものの、他方で全ての機能を有する電源もある状況であった。
- また、揚水発電・蓄電池ともに、調整機能を活用するための制御回線については、全て専用線であった。
- 連系電圧については、揚水発電、蓄電池ともにすべて特別高圧であり、設備容量については、揚水発電においては、大半の電源が100MW以上であった一方、蓄電池においては大半が50MW未満10MW以上であった。

※実証事業により設置した蓄電池のため、検証対象外であったGF機能は具備していないもの

【調整機能の有無】

機能	揚水発電	蓄電池
GF	有： 114/114	有： 3/5
	無： 0/114	無： 2/5
LFC	有： 107/114	有： 5/5
	無： 7/114	無： 0/5
EDC	有： 114/114	有： 5/5
	無： 0/114	無： 0/5

【制御回線】

種類	揚水発電	蓄電池
専用線	114/114	5/5
簡易指令システム	0/114	0/5

【連系電圧】

連系電圧	揚水発電	蓄電池
特別高圧	114/114	5/5
高圧	0/114	0/5
低圧	0/114	0/5

【設備容量】

設備容量	揚水発電	蓄電池
100MW以上	96/114	0/5
100MW未満 50MW以上	14/114	1/5
50MW未満 10MW以上	4/114	4/5

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

- 前述のとおり、既存電源において、一部機能を有していない電源があるものの、全ての機能を有している電源があることから、設備的に機能を有することができないわけではないと考えられる。
- そのため、今後、揚水発電・蓄電池を脱炭素型調整力として活用することを目指していくことを考えると、グリッドコードと同様に**全ての機能（GF・LFC・EDC）**を長期脱炭素電源オークションで求めることは合理的と考えられる。
- なお、火力グリッドコードにおいて、「GTまたはGTCC」と「その他火力」で要件が異なるものの、今後の新規連系火力が概ね「GTまたはGTCC」となることから、「GTまたはGTCC」により高性能な要件を課している。そのため、揚水発電・蓄電池を調整力として活用していくことを踏まえると、「GTまたはGTCC」の要件を参照する方が適切と考える。なお、これは既存の揚水発電・蓄電池に対して、スペックダウンを許容するものではない。
- また、今回調査した全ての既存電源の連系電圧は特別高圧であることから、グリッドコード同様に、**特別高圧連系**※に限定しても大きな問題はないと考えられる。
※ 2MW以上の大規模設備が対象
- 他方、設備容量としては、揚水発電の大半は100MW以上であるものの、一部は100MW未満のものも存在する。また、蓄電池については、大半が50MW未満10MW以上となっている。グリッドコードの要件との整合性を踏まえると、100MW以上とすべきところ、この場合、既存蓄電池はすべて対象外となり、また、新設蓄電池であっても、100MW以上の連系は多くないと考えられる。そのため、蓄電池に対し100MW以上を対象とすることは、蓄電池に調整機能を求めないことと同義であり、不適切と考えられる。
- 将来的に揚水発電・蓄電池を調整力として活用することを考えると、「揚水発電と蓄電池は基本、同じ電源として扱うべきであること」、「可能な限り多くの電源に対して、要件化すべき」と考えられる。こういった点を踏まえると、長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の最低入札容量が10MW以上とされていることから、調整機能を求める設備容量についても、**10MW以上**としてはどうか。

電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 第八次中間とりまとめ

2. 市場整備の方向性 (各論)

2. 1. 電源投資の確保

(3) 検討を深めるべき論点

(【論点⑤】最低入札容量)

(中略)

具体的には、参考図9のとおり、全電源種で初期投資額が100億円を超える水準となることが想定される水準として、10万kWが一つの目安として挙げられる。また、2022年5月13日に成立した電気事業法の改正により、電源の休廃止の事前届出制が導入されることとなったが、需給上の影響が大きい10万kW以上の電源は、休廃止予定日の9か月前（10万kW未満の電源の場合は10日前）までに届け出ることとされる方向である。こういった点を踏まえ、最低入札容量は、10万kW（送電端設備容量ベース。同一場所の発電所における複数プラントで1つの入札を行うことで、合計で10万kWを超える場合も可）とすることとした。ただし、蓄電池についても最低入札容量を10万kWとした場合、参考図10のとおり、直近の導入状況を踏まえれば、実質的に対象から除外されることとなる可能性がある。このため、**蓄電池については、例外的に1万kW**（送電端設備容量ベース、放電可能時間 3 時間以上）を最低入札容量とすることとした。

論点1 最低入札容量(揚水)

- また、11月24日の電力・ガス基本政策小委員会でも、長期脱炭素電源オークションにおける最低入札容量や募集量など、揚水と蓄電池ができるだけ同じ条件で競争できる環境の整備が重要との議論があったところ。
- このため、本制度における**揚水の最低入札容量は、蓄電池と同様に1万kW(送電端設備容量ベース、発電可能時間3時間以上)**とすることとしてはどうか。

第56回電力・ガス基本政策小委員会
(2022年11月24日)資料4-2

論点：長期脱炭素電源オークション制度における検討

- 現在、揚水及び蓄電池については、変動性再エネの調整力として同様の機能を有しており、重要性の向上が見込まれるとともに、脱炭素型の調整力としても重要である。
- 前回の議論では、**揚水及び蓄電池の維持・強化の必要性**が示されるとともに、**多様な技術が競争できる環境整備の重要性**についても御意見をいただいた。
- こうした観点から、現在検討を進めている**長期脱炭素電源オークション**では、**最低入札容量や募集量など、揚水と蓄電池ができるだけ同じ条件で競争できる環境を整備すること**としてはどうか。

長期脱炭素電源オークションにおける最低入札容量

対象	現行容量市場	本制度措置
蓄電池以外の 新設・リプレース案件	1,000kW(期待容量ベース)	10万kW(送電端設備容量ベース) ※全設備容量
既設火力のバイオマス専焼に するための改修案件		5万kW(送電端設備容量ベース) ※混焼kW相当
既設火力のアンモニア・水素 混焼にするための改修案件		1万kW(送電端設備容量ベース) ※全設備容量
蓄電池		

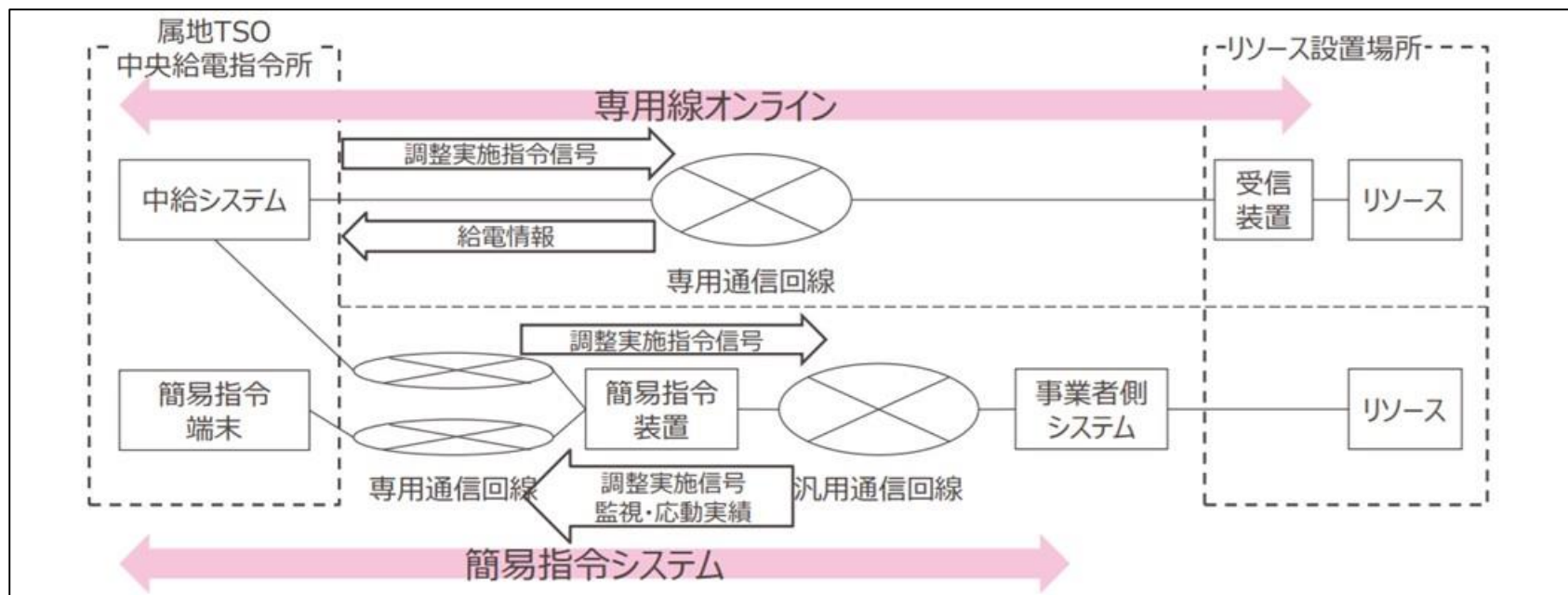
(出典)電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 第8次中間とりまとめ(2022年10月)から抜粋し、一部加工

- 揚水発電・蓄電池に求める調整機能として、火力のグリッドコード（GTまたはGTCC）を参照することを基本とし、特別高圧連系10MW以上の揚水発電・蓄電池に全ての調整機能（GF・LFC・EDC）を求めると整理した。
- この際、一般送配電事業者が調整機能を活用するにあたっては、制御回線の設置が必要であり、上記のとおり、全ての調整機能（GF・LFC・EDC）を活用するためには、制御回線として、専用線の設置が必要である。
- そのため、揚水発電・蓄電池に対して、**原則、専用線の設置**を求めることとしてはどうか。ただし、比較的小容量機に対して、マイクロ波無線方式（鉄塔新設）による専用線を設置することは相対的にコストが高くなり、合理的な設備形成とは言えないことから、10MW以上100MW未満のうち、光ケーブル回線で施工できない設備については、簡易指令システムも認めることとし、この場合においてLFC機能※は必須としない。

※ 簡易指令システムは性能制約によりLFCには適用不可

なお、GFは自端制御であること、EDCには制約がないことから、調整機能としてはGF・EDCを求める

- 需給調整市場における制御回線としては、「専用線」および「簡易指令システム」の2種類がある。
- 専用線は、一般送は電事業者の中給システムと電源を直接接続する回線であり、伝送遅延が少なく、信頼性が高いメリットがある一方、施設のための期間が長く、コストが高いデメリットがある。
- 簡易指令システムは、一般送配電事業者の中給システムと電源を汎用回線を介して接続する回線であり、施設のための期間が短く、コストが低いメリットがある一方、伝送遅延が多く、信頼性が低いデメリットがある。



- また、専用線には「マイクロ波無線方式」と「光ケーブル回線」の2種類がある。
- マイクロ波無線方式は無線鉄塔による無線通信となっており、新設時には鉄塔建設などが必要となり、コストが非常に高くなる。
- 光ケーブル回線は、光ケーブルによる有線通信となっており、光ケーブルの施設箇所により「鉄塔方式」「地中方式」「電柱方式」に分けられる。光ケーブル回線は、そのコストがマイクロ波無線方式に比べ安価となっており、近年採用された電柱方式は特に安価となっている。

＜専用線に用いることのできる通信方式＞				2020年度以降に拡充された専用線の通信方式
	マイクロ波無線方式	光ケーブル回線		光ケーブル回線
		鉄塔方式	地中方式	電柱方式
概要	・無線鉄塔による無線通信	・鉄塔への光ケーブルの添架	・地中の洞道への光ケーブルの敷設	・電柱への光ケーブルの添架
信頼性	・高い	・高い	・高い	・高い (左記3方式よりは劣る)
新設時のコスト	・高額 (無線鉄塔の建設が必要)	・比較的高額 (光ケーブル添架距離に応じ変動)	・比較的高額 (埋設工事が必要)	・低額
工期	・10ヶ月～数年程度	・10ヶ月～数年程度	・10ヶ月～1年程度※2	・10ヶ月～1年程度※2

※2 光ケーブル敷設対象設備の構築状況（施工環境や立地等）により、さらに工期を要することがある。

- 簡易指令システムの性能制約により、秒単位の間隔で指令・制御ができないことから、適用可能な商品は二次②から三次②（EDC）までとなっている（二次①は適用不可）。
- なお、専用線は全商品（一次から三次②）に対して、適用可能となっている。

<システム制約>	<簡易指令システム適用可否の方針と留意事項>				
簡易指令システムの性能	制御方法	制御周期	簡易指令 適用可否	応動時間	留意事項
<制御間隔> 5分未満の間隔での 指令・制御は不可	LFC	0.5～ 数十秒	×	5分	-
<伝送遅延> 上り遅延：1分13秒程度 下り遅延：1分36秒程度	EDC	数分	× → ○	5分	伝送遅延を含め、応動時間内に指令値へ到達する必要あり
	(参考) 三次①	数分	○	15分	-

1. 揚水・蓄電池に具備する調整機能の考え方
2. 既存ルールにおける調整機能の要件
3. 既存の揚水発電・蓄電池の有する機能
4. 長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池の要件
5. まとめ

- 今回、グリッドコード（GTまたはGTCC）を参照することに加えて、既存電源のスペックを確認した上で、長期脱炭素電源オークションにおいて、揚水発電・蓄電池に求める機能を以下のとおり、整理した。
- 今後、長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池に対して、以下の機能を要件化（規定）するよう進めていくこととしてはどうか。

【長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池に求める調整機能】

	揚水発電・蓄電池	(参考) グリッドコードにおける火力の制御応答性
連系電圧	特別高圧	特別高圧
設備容量	10MW以上	100MW以上
調整機能	GF・LFC・EDC	GF・LFC・EDC
応動時間	GF:10秒以内	GF:10秒以内
不感帯	GF : ±0.01Hz以下	GF : ±0.01Hz以下
調定率	GF : 5%以下	5%以下
遅れ時間	GF : 2秒以内 LFC : 20秒以内 EDC : 20秒以内	GF : 2秒以内 (GT/GTCC) LFC : 20秒以内 (GT/GTCC) EDC : 20秒以内 (GT/GTCC)

※赤字はグリッドコードを参照しない項目

上記の表にない項目については、グリッドコード（GTまたはGTCC）の要件を参照

【長期脱炭素電源オークションにおける揚水発電・蓄電池に求める制御回線】

原則、専用線

(光ケーブル回線で施工できない10MW以上100MW未満の設備は、簡易指令システムも認め、この場合、LFC機能は必須としない)