

# 系統用蓄電池の新規連系における課題と対応

2026年1月26日

広域系統整備委員会 事務局

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

- これまで系統用蓄電池の導入促進を目的として、早期連系のための暫定措置や順潮流側の混雑を生じさせずに迅速に接続させる手法が国の審議会で検討されてきた。
- 第4回次世代電力系統WGでは「発電側におけるノンファーム型接続の制御を参考にした仕組み（以降、計画値制御）」や「北海道電力NWにおける試行的取組（以降、リアルタイム制御）」を順潮流側の混雑制御手法として導入した場合の課題等が示された。
- また、順潮流側の混雑制御手法について技術面での評価・検討等を進める必要があることから、これらが電力広域的運営推進機関にタスクアウトされた。
- 将来の系統用蓄電池の系統混雑緩和への活用等の環境変化を考慮しつつ、検討を進める必要がある。一方で、系統用蓄電池の接続検討申込数が急増しており、速やかに系統連系・出力制御の在り方の議論を進めるためにも、タスクアウトされた出力制御手法の概略評価について早期に整理を進める必要がある。
- 本日はタスクアウトを受けて洗い出した検討項目のうち「計画値制御の課題」等の検討や、「順潮流側混雑制御手法の選択肢の比較」などについて整理したため、ご議論いただきたい。

- 計画値制御やリアルタイム制御を制御手法として導入しようとした場合、以下の選択肢（組み合わせ含む）が考えられ、**以下案（選択肢）を基本に評価・検討等を進めている。**
- なお、計画値制御についてはシステムの簡易化や簡易版を暫定対応とすることについても検討している。

## 順潮流対策の選択肢（これまでの委員会資料の再掲）

案	現対応	暫定対応	本対応
A	早期連系追加対策 (充電制限)	→	計画値制御※1
B		→	リアルタイム制御
C		リアルタイム制御	計画値制御※1
D		→	早期連系追加対策 (充電制限)

※1：逆潮流側ノンファーム型接続の出力制御方式として、再給電方式（基幹系統）と計画値制御（ローカル系統）がある。順潮流側検討においては、立地誘導面や一般負担の拡大防止面から、計画値制御として検討を進める。

### (参考) 系統用蓄電池の導入状況

- 足下、連系済みの系統用蓄電池は約50万kW (2025年9月末時点) であるのに対し、接続検討受付の状況にあるのは約15,900万kW (2025年9月末時点)、契約申込み受付の状況にあるは約2,400万kW (2025年9月末時点) となっている。

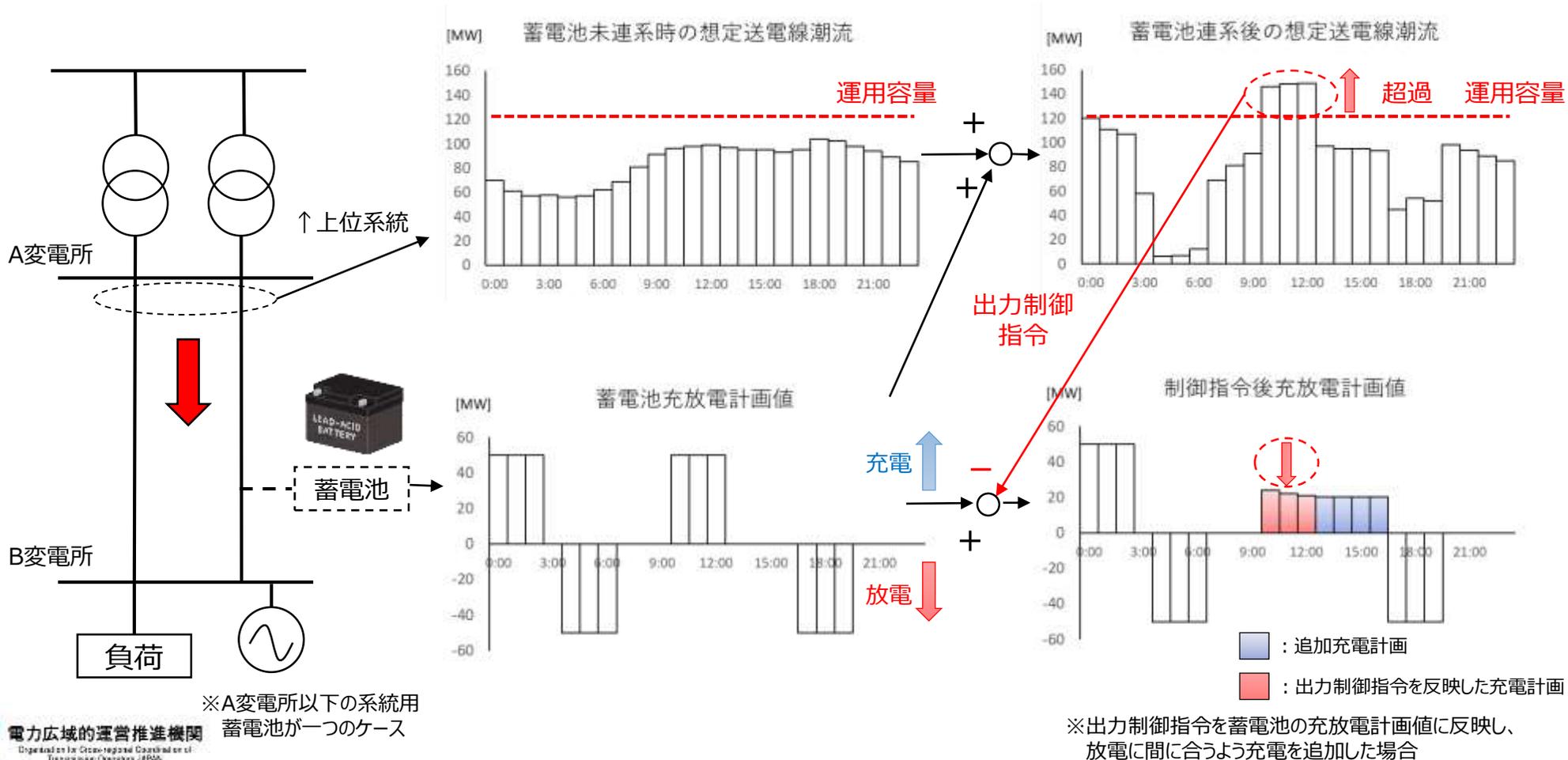
#### 系統用蓄電池の接続検討等の受付状況

(万kW) (2025年9月末時点、括弧内の数字は2024年9月末時点からの増減)

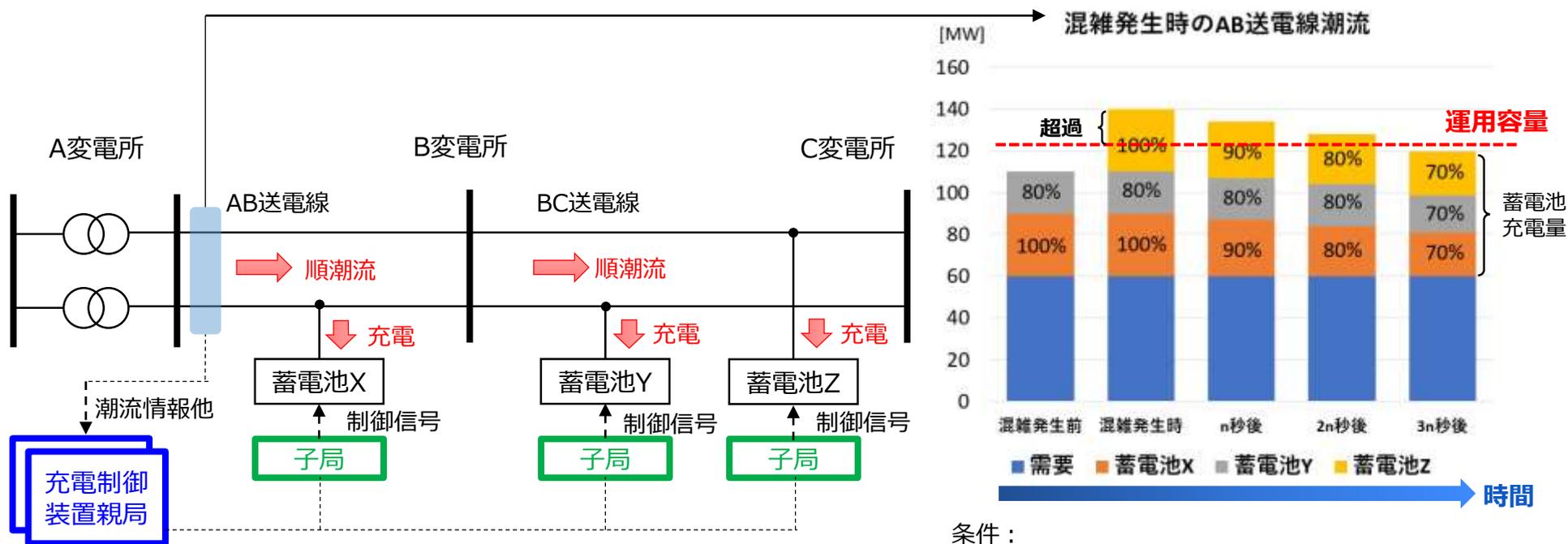


(※) 一般送配電事業者において集計したデータを元に、資源エネルギー庁において作成。  
(※) 集計対象は各手続段階の高圧以上の蓄電池について集計。  
(※) 接続検討のすべてが系統接続に至るものではない。  
(※) 数値は小数点第1位を四捨五入した値。

- 計画値制御は**発電/需要計画の断面で想定潮流を計算し、潮流計算値が設備の運用容量を超過した際に蓄電池の充電出力予定値を抑制する制御。**
- 下図は計画値制御案の一例。各種データからシステムの潮流を想定し、混雑設備に連系する蓄電池に対して**混雑を加味した出力制御値を蓄電池のPCS等に対し送信するような制御を想定している。**



- 充電制御装置は親局、子局および通信回線で構成される。**親局は変電所に設置される自端制御であり、システム全体の情報を持たない。**
- **設備を流れる潮流が運用容量を超えた際に、**一定周期で蓄電池の定格充電出力に対する**上限値を90%、80%、70%、・・・、0%**というように、**運用容量の範囲内に収まるまで段階的に引き下げる制御を行う。**
- 運用容量超過を解消するまで充電出力を段階的に引き下げるため、出力制御を行うに当たっては**制御比率をシステム等で算定する必要がない。**



AB送電線で混雑が発生した場合のイメージ

条件：  
 ・AB送電線以下のリアルタイム制御対象蓄電池はXYZのみ  
 ※グラフ中の%は蓄電池の定格充電出力に対するもの

- 全国大にリアルタイム制御を導入した場合、主な課題として考えられるのは下表のとおり。
- リアルタイム制御を導入すること自体の課題 (案B, 案C共通) として①、②があり、リアルタイム制御を暫定対応として導入した場合 (案C) の課題として③があげられる。

課題	リアルタイム制御を導入した場合の課題概要
①インバランス 及び調整力	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>充電制御によるインバランスの拡大</b></li> <li>• <b>必要な下げ調整力が増大し、かつ必要量を事前に把握することが困難。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 下げ調整力が不足した場合、<b>周波数影響のおそれ</b></li> <li>✓ 下げ調整力を十分なマージンを持って確保した場合は、<b>再エネ制御量が増加</b></li> </ul> </li> </ul>
②立地誘導	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 充電制御に関する情報公表が限定的になる面があることから、蓄電池連系が望ましくない地点に連系してしまうおそれ</li> </ul>

課題	リアルタイム制御を暫定対応として導入した場合の課題概要
③運用複雑化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• リアルタイム制御の運用期間が限定的となり、都度の制度やルール変更により複雑化する</li> </ul>

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

- 順潮流側での混雑制御手法についてタスクアウトを受け、実施する検討項目は以下のとおり。
- 前回は黒字箇所(No.1, 2, 3, 5の一部)について検討を実施した。
- 今回は赤字箇所の計画値制御に関する検討(No.4, 5の一部, 6)を実施する。

大項目	中項目	No.	備考
制御手法の 評価・検討	蓄電池順潮流対策の選択肢	1	制御手法とその組み合わせの検討
	リアルタイム制御の課題抽出	2	リアルタイム制御の適用を全国拡大した際の課題の抽出
	リアルタイム制御の工費・納期	3	北海道構築システムを前提とした工費と納期の簡易検討
	計画値制御の課題抽出	4	計画値制御を適用した際の課題の抽出
	計画値制御の簡易化検討	5	仕様簡易化によって納期短縮・工費削減が可能かの確認
	計画値制御の工費・納期	6	計画値制御の工費と納期を簡易検討

■ これまでの検討状況は以下の通り。

● これまでの検討状況

	計画値制御	リアルタイム制御
工事費	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 20px; text-align: center;">                     今回検討事項                 </div>	760～930億円程度※
納期		4年程度(仕様検討着手から1台目導入までの期間)
課題		<ul style="list-style-type: none"> <li>・インバランス及び調整力</li> <li>・立地誘導（情報公表可能範囲がやや狭い）</li> <li>・（暫定対応として導入の場合）運用複雑化</li> </ul>
その他	簡易化案についても引き続き検討	—

※子局工事費や通信線工事費は含んでいない

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

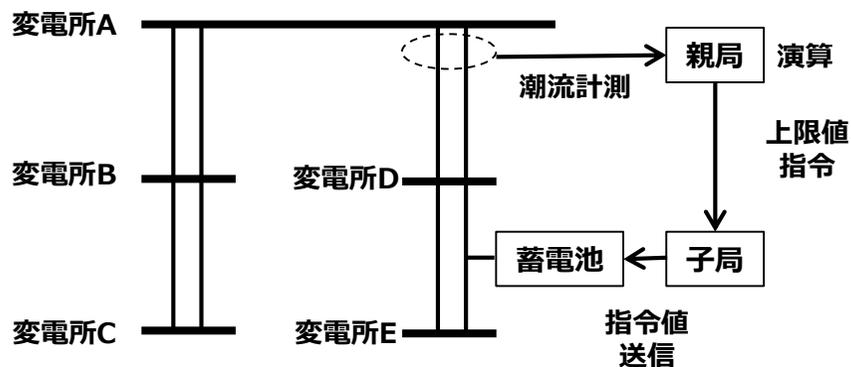
- 全国大に順潮流計画値制御を導入した場合、主な課題として考えられるのは下表のとおり。
- また、課題に加えて計画値制御を導入した際に事業者側で必要な対応についても示した。
- 課題・対応の詳細については次スライド以降で示す。

課題	概要
①出力制御量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画値制御は潮流の想定誤差を含むため、実潮流制御のリアルタイム制御に比べて<u>出力制御量が大きくなる。</u></li> </ul>
②需給バランス制約による出力制御との協調	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>需給バランス制約と順潮流混雑の協調</u>を考慮した制御量の計算手法検討が必要となる。また、<u>演算時間増加により制約時間内に演算が完了しない、またはハードウェアに影響が出る可能性がある。</u></li> </ul>
③逆潮流混雑との協調	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>逆潮流混雑と順潮流混雑の協調</u>を考慮した制御量の計算手法検討が必要となる。また、<u>演算時間増加により制約時間内に演算が完了しない、またはハードウェアに影響が出る可能性がある。</u></li> </ul>

事業者側で必要な対応	概要
充電計画の提出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・想定潮流の算出に必要な充電計画について、<u>充電計画提出の整理及びその対応が必要。</u></li> </ul>
計画値制御に対応した装置（PCS等）の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画値制御で演算した制御量を受け取るPCSが必要となるため、その<u>仕様の整理及び設置が必要。</u></li> </ul>

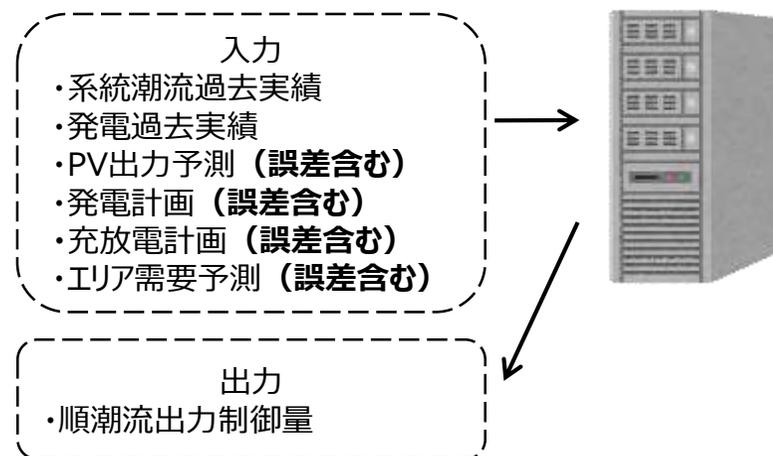
- 計画値制御の制御量算定のもととなる想定潮流には誤差があり、制御量は誤差を見込む必要がある。ただし、別時間帯で代替充電できる場合は影響が限定的になると考えられる。一方、リアルタイム制御は実潮流で制御しており、相対的に**計画値制御のほうがリアルタイム制御よりも出力制御量は大きくなる**。
- 逆潮流側システムでは、次スライドに示す想定潮流にマージンを見込む運用（潮流状況等を見ながらマージン更新）を行い、対応することとしている。

### リアルタイム制御



出力制御量小

### 計画値制御



出力制御量大

■ 逆潮流側システムでは想定潮流に対してマージンを確保しており、送電線ごとに適宜定めて見直すこととしている。

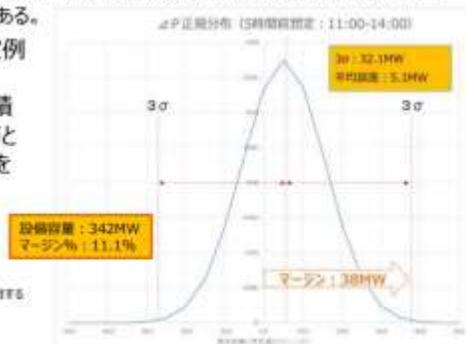
### 想定潮流の誤差に備えた対応 (マージンの確保)

12/22

- 系統制御に関する出力制御量の算出に用いる、**想定潮流\***では**自然変動電源や需要変動の影響による想定誤差が不可避なため、適切なマージンを確保した上で出力制御量を算定することが必要**である。  
\* 個々の電源や需要の予測誤差と比較して、想定潮流の予測誤差が小さい実態にある。
- ただし、**送電線に接続する電源や需要等により、想定誤差の生じやすさが異なる\***ため、**マージン量は一律とせず、送電線ごとに設定可能とし、送電線ごとの実態に応じてマージン量を定めていく。**

\* 自然変動電源等での“ならし効果”がより小さくなるローカル系統では想定潮流に対する誤差が大きくなりやすく、マージン量が大きくなる可能性がある。

- 右図は、ある送電線でのマージン量の算定例である(現時点で11%程度)。具体的には、時間帯ごとの想定潮流と実績潮流の誤差(ΔP)を求め、これを正規分布とみなして、3σ値(99.7%)からマージン量を算出している。



ΔP = (実績潮流) - (想定潮流)  
実績誤差が想定潮流より大きくなる時に3σの値を化するので、プラス側に算出する  
マージン量 = (平均誤差) + 3σ  
= 5.1 + (3 × 5.1) = 15.3  
満用容量比で11.1%

### 実運用でのマージン量の設定および見直し

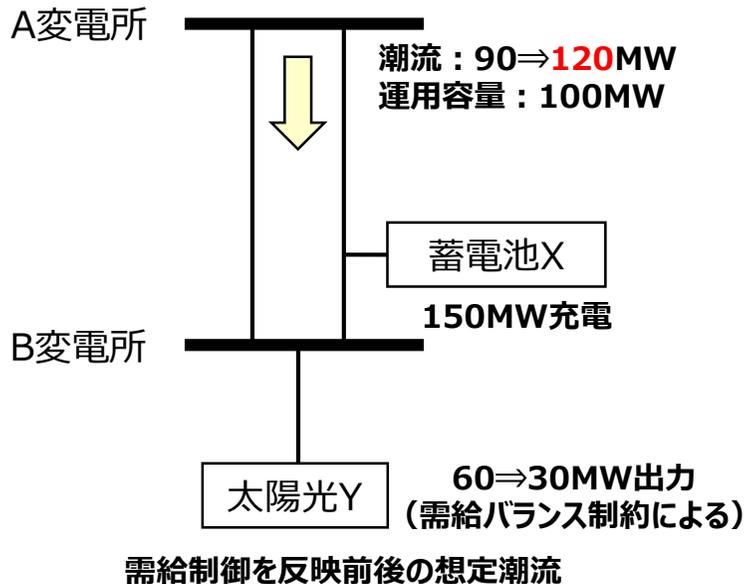
13/22

- 想定潮流の予測誤差は、電源や需要の状況の変化に応じて変化していくため、マージン量は、適宜、更新していく必要がある。
- 系統制約が発生する虞のある送電線は、各月の潮流実績で稼働率を確認して適宜に見直し、マージン量の精度向上を図っていく。

マージン量の見直し (イメージ)

見直しタイミング	見直し頻度
システム運用当初	月1回見直し
GW等の高稼働時期	週ごとに見直し
発電機の廃止・新設・増設 流通設備の変更	都度、見直し
運用容量を超過	即時、見直し
季節ごと または一定期間ごと	データを蓄積していく中で期間を細分化

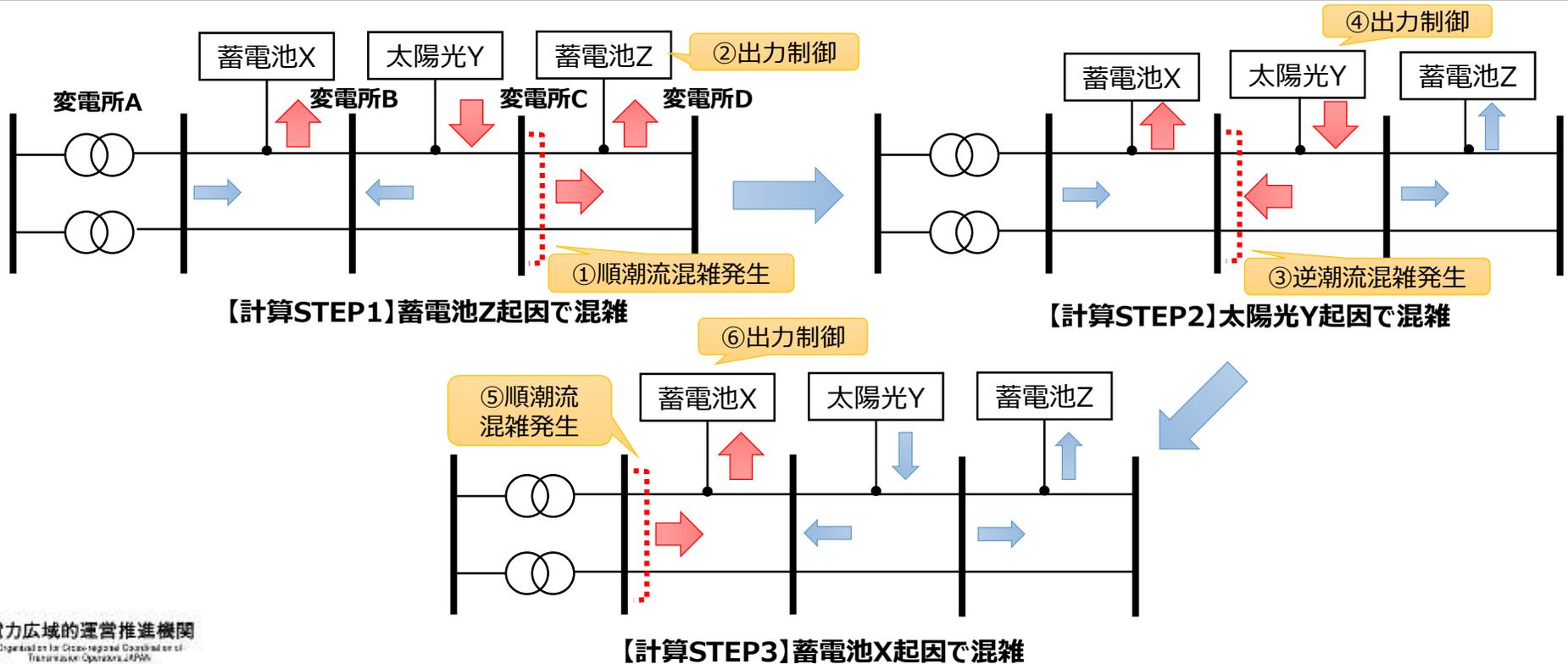
- 逆潮流の出力制御量算出順は、系統制約⇒需給バランス制約の順となっている。この順序では**需給バランス制約による出力制御が基本的に逆潮流の減少方向（逆潮流起因の系統混雑の緩和）に働く**ため、制御量の過不足が生じない。
- 一方で**需給バランス制約による出力制御は順潮流の増加に働く**ため、系統制約⇒需給バランス制約の順に出力制御を行うと順潮流が増える。その結果、順潮流で再混雑が発生し、制御量不足となることが懸念される。
- そのため、**逆潮流側含めて制御量計算手法の再考が必要であり、制御手法の変更により制御量算出の計算時間への影響が想定される。**それにより、システムハードウェア※の費用増加や工期長期化につながる可能性がある。  
※既設中給システム、再エネ制御システム、逆潮流側システムを含む
- **リアルタイム制御は需給バランス制御後に蓄電池の制御を行う**ため、混雑の観点では同問題は発生しないと想定。  
(ただし、これまでの委員会にて示したとおり、需給バランス制約との観点では下げ調整の課題が生じる)



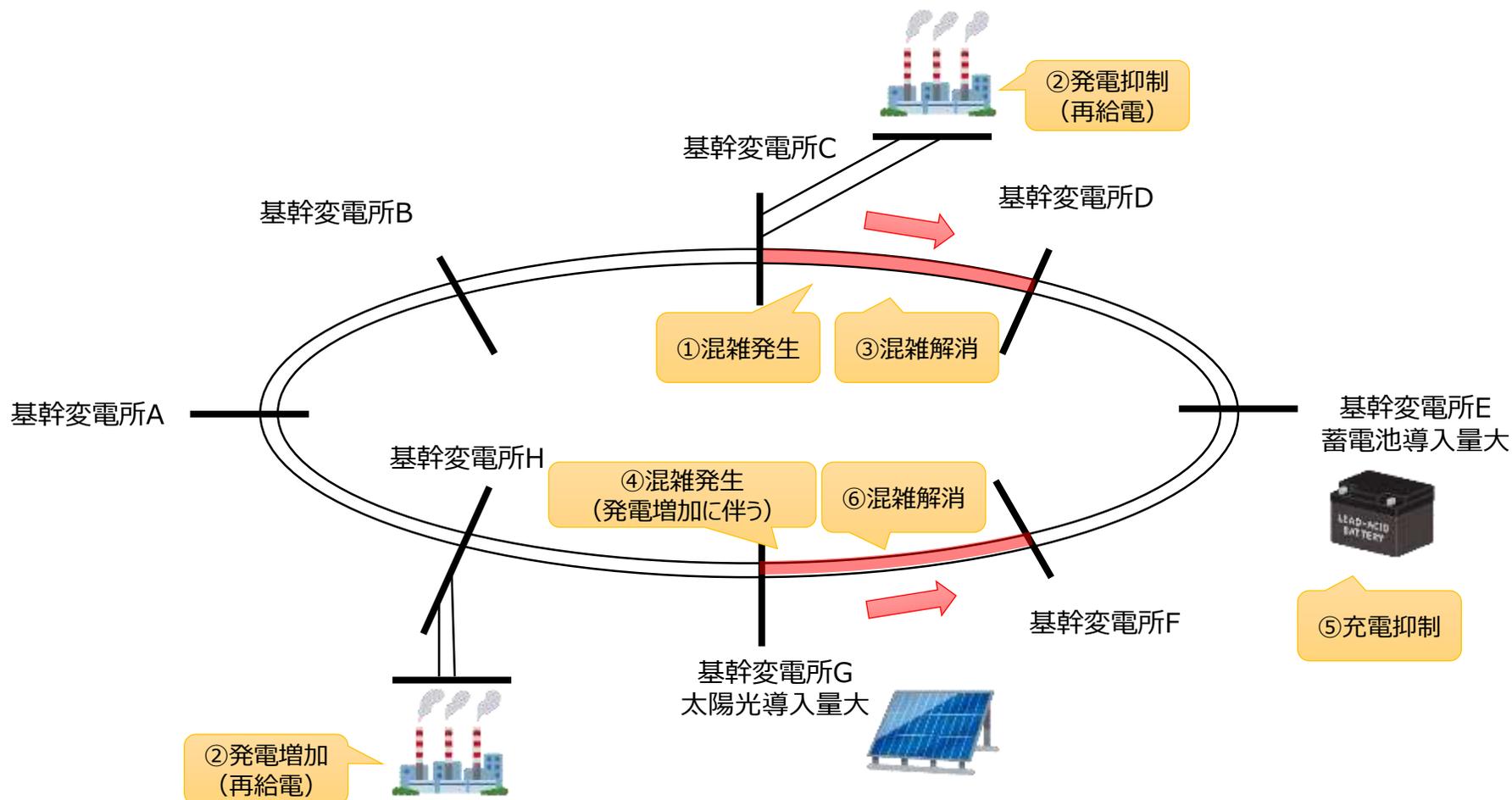
(参考) 逆潮流側システムの出力制御順

	① 需給バランス制約（需給制約）による出力制御	② 送電容量制約（系統制約）による出力制御（基幹系統）	③ 送電容量制約（系統制約）による出力制御（ローカル系統）
出力制御ルール	出力制御ルール	再給電方式（一定の順序）	再給電方式（一定の順序）の出力制御順に基づく一律制御（計画変更）
出力制御順	出力制御順	出力制御順	出力制御順
出力制御の発生イメージ	出力制御の発生イメージ	出力制御の発生イメージ	出力制御の発生イメージ

- 蓄電池と分散電源が混在する系統では、制御量算出のため順潮流から逆潮流にまたがる多段の制御量計算が必要になるケースが想定される。
- そのため、逆潮流側を含めて制御量計算手法の再考が必要であり、制御手法の変更により制御量算出の計算時間への影響が想定される。それにより、システムハードウェア※の費用増加や工期長期化につながる可能性がある。  
※既設中給システム、再エネ制御システム、逆潮流側システムを含む
- 下記は放射状系統の計算例。次スライドのループ系統のようにさらに複雑なケースも想定される。
- リアルタイム制御にて同様の問題が発生した際は、下図ステップ④の制御が実施できずに③の混雑が解消できない観点から、再考が必要となる。

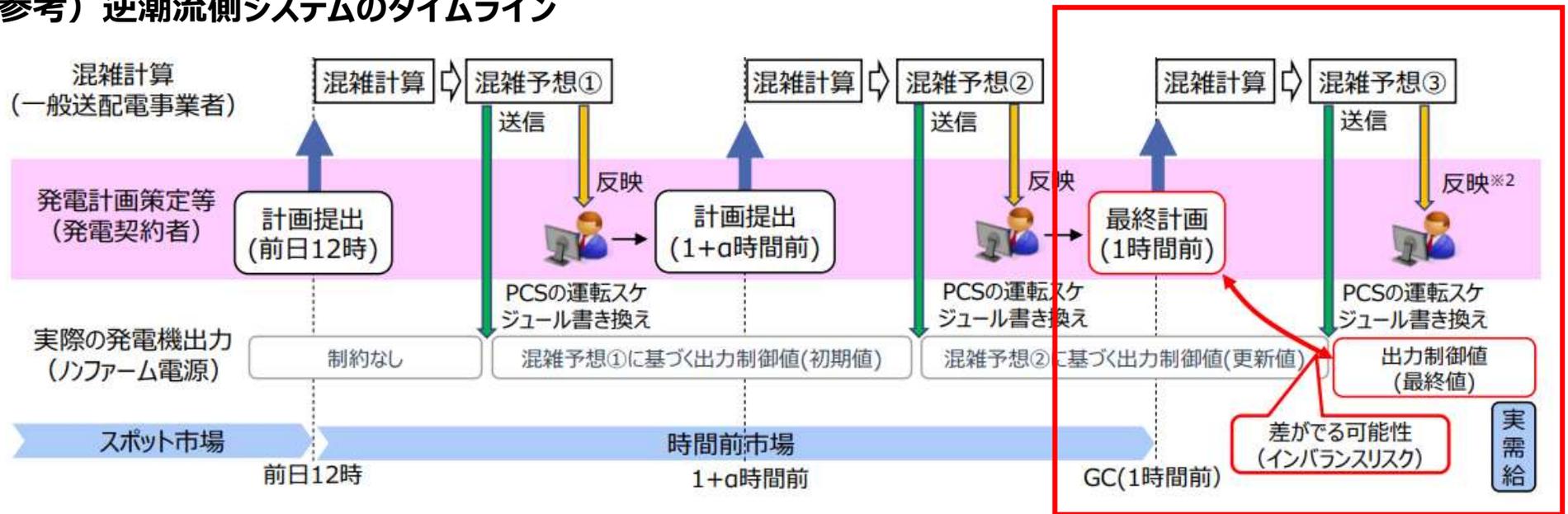


- 蓄電池導入量が相当程度に増えた場合、蓄電池の充電起因の基幹ループ系統の混雑も想定される。
- その際、蓄電池の充電出力を制御する場合、逆潮流混雑との協調の課題があると想定される。

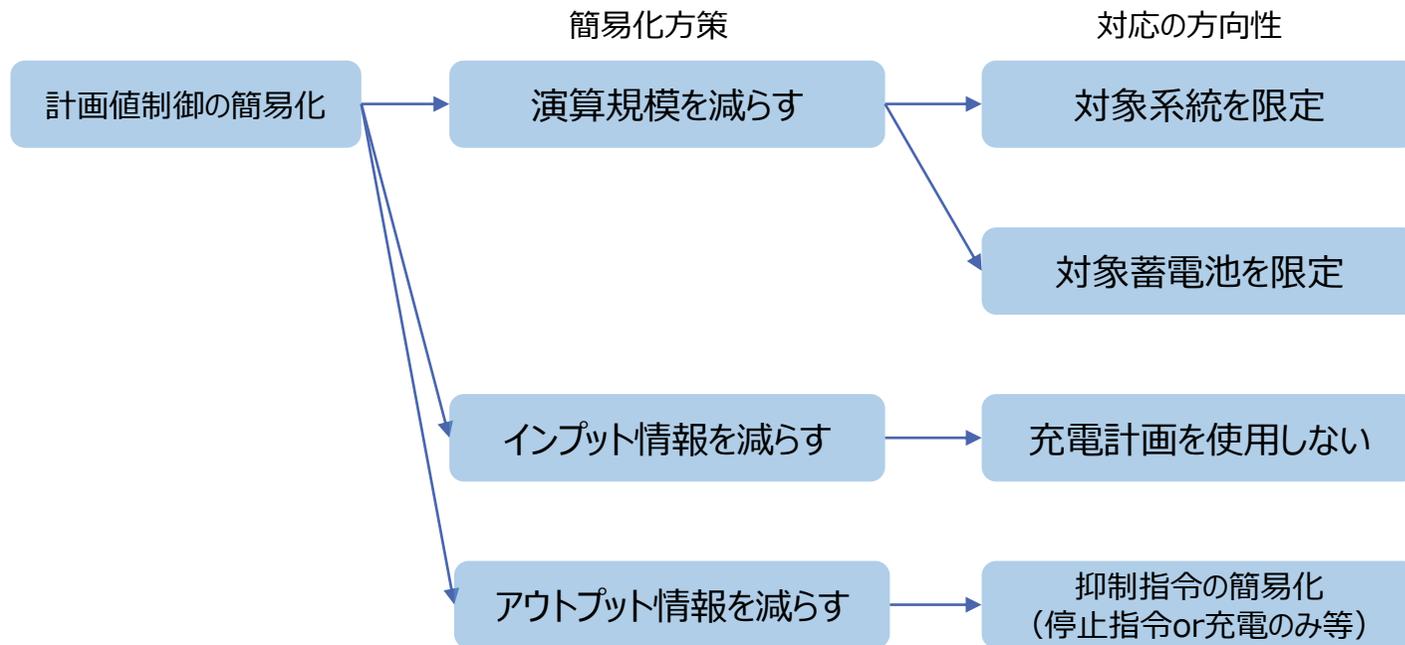


- 発電・需要計画値の反映はGC（ゲートクローズ）までに行う必要があり、GCで確定した結果から混雑計算を実施している。
- 順潮流側の計画値制御でも、計画値が揃ったGC後に出力制御量の計算が必要となるため、**GCから実需給までの1時間で計算とPCSの運転スケジュール書き換えを完了させる必要がある。**

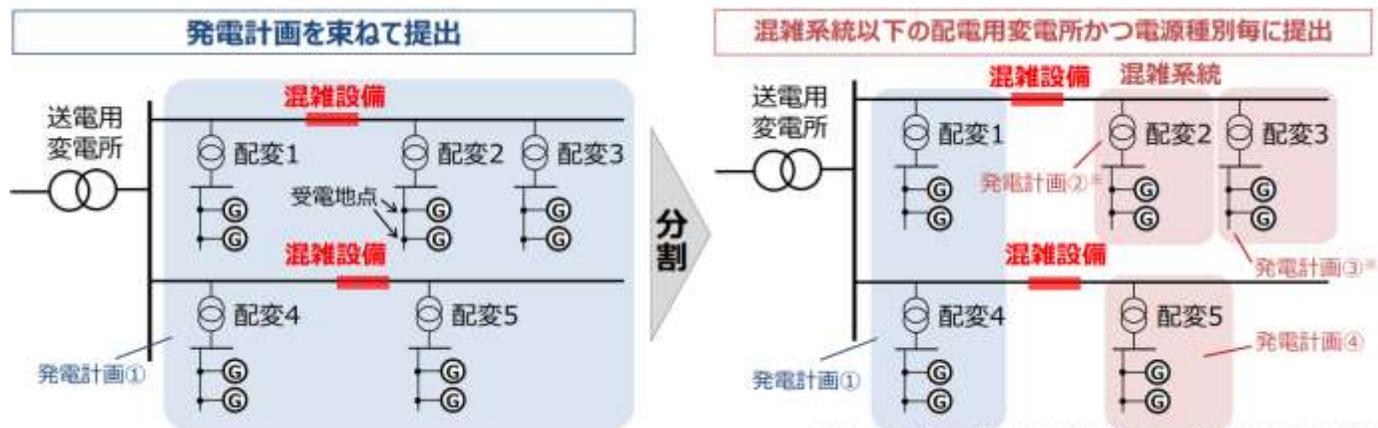
(参考) 逆潮流側システムのタイムライン



- 計画値制御の早期導入の検討のために、計画値制御の簡易化方策の有効性をこれまでに検討してきた。
- その結果、下記のような**多少のロジック変更を行っても開発工数をほぼ削減できないことが判明している。**
- 今回、**さらなる抜本的なロジック変更も検討したが、実効性のある有効な方策は確認できなかった。**



- 計画値制御ではシステムの想定潮流を算出する必要があり、**蓄電池の充電計画も想定潮流に織り込む必要がある。**
- 逆潮流側では、全ての発電計画を反映するとデータ量が膨大となるため、出力制御を適切に行うために高低圧電源の発電計画を混雑系統ごとに分割して提出している。
  - 低圧：混雑系統以下の配電用変電所かつ電源種別ごとに計画提出
  - 高圧：「配電用変電所単位」または「受電地点単位」かつ電源種別ごとに計画提出
- 蓄電池の充電により発生する混雑を想定するためには、**逆潮流側同様に蓄電池の充電側の需要計画提出の整理や整理結果に基づく対応※も必要になる。**
  - ※アグリゲーションを行う場合、一部蓄電池に制約がかかるため充電計画の提出単位の分割等の整理に対応したアグリゲーター側のシステム等が必要。また、計画を受領する一般送配電事業者でも増加した需要計画を処理できるようシステム増強が必要になる可能性があり、その際はシステムの想定コストや納期が現想定から変動する。
- 充電計画の提出に加えて、メーカーでの**計画値制御に対応したPCS開発**、および**蓄電所への導入も必要**となる。



- 逆潮流側システム導入予定の一送9社に計画値制御システム開発の工費および納期の聞き取りを行った。
- 順潮流側システム開発の着手可能時期は以下①～③の着手条件を満たした後であり、①～③にかかる想定期間も含めた期間を納期とした。
  - ① 順潮流計画値制御対応PCSの仕様検討
  - ② 計画値制御の詳細仕様検討
  - ③ 逆潮流側システム開発中エリアについては、逆潮流側システム運開
- また、「②計画値制御の詳細仕様検討」の完了後に、一送の順潮流側システムの開発と並行して、前頁であげたメーカーでの順潮流計画値制御対応PCS開発、および蓄電所への導入が必要となる点にも留意すべきである。

	工費（概算）※1	納期（概算）※2,※3
各一送結果	17～68億円/各社	<u>5～7年</u>
9社※4合計値	<b>300億円</b>	-

※1：逆潮流時のシステム構築費（予定含む）を参考とした値。途中仕様変更などが生じた場合や詳細検討の検討次第では増額になるなど不確定要素を含む。また、今後のメンテナンス費用（サーバー更新費や保守費用など）を含まない金額。  
 ※2：一送各社による概略検討の結果では、逆潮流時のシステムの構築予定期間を参考に計画値制御のシステム開発期間を3～5年としている。なお、途中で制度・仕様変更などが生じた場合や詳細検討の検討次第では延長の可能性はある。  
 ※3：リード文①～③の仕様検討等のシステム着手に必要な期間を2年程度と仮定している。  
 ※4：現状、逆潮流側システム導入を予定している一送が9社だったため、9社合計とした。

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

- 順潮流出力制御の案A(計画値制御)、案B(リアルタイム制御)、案C (リアルタイム制御⇒計画値制御) の全てについて、共通の課題もあると考えており、その一例を下表に示す。
- 先行する逆潮流側でもノンファーム接続の導入から現在まで、種々の課題が顕在化しており、現在、対策について継続検討中のものもあることから、今後、順潮流側においても少なくとも同様の課題がないか検討する必要がある。

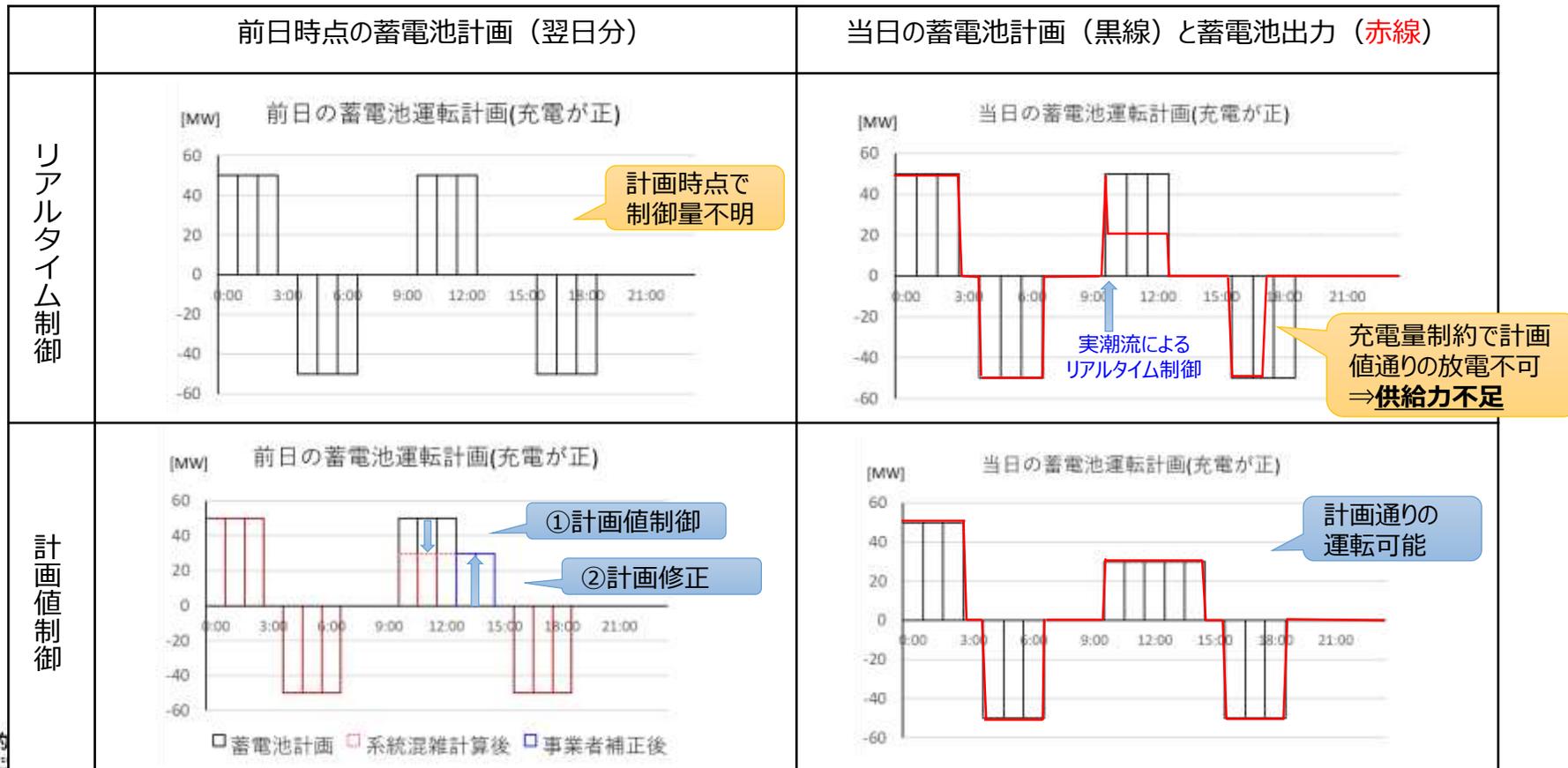
課題	概要
①調整力	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調整電源となっている蓄電池の調整力が系統の混雑により制約される際に、下げ代の確保が必要となる。</li> </ul>
②供給力	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 系統混雑により蓄電池の充電が抑制されると、発電可能量が減少することで、供給力が想定より減少する可能性があるため、広域予備率や供給信頼度評価などにおいて、どのように考慮するか<sup>の整理が必要となる。</sup></li> </ul>

- 調整電源となっている蓄電池の調整力が系統の混雑により制約される際には、**下げ代の確保が必要となる。**
- 順潮流混雑が再エネ余剰時に生じた場合には、充電制限を行うことで**再エネ出力制御の増加につながりえる。**
- この点、計画値制御はリアルタイム制御と比べて影響が出る恐れが相対的に低いと考えられるものの、逆潮流側混雑をどのように考慮するかについても今後の課題としてあげており、**国の審議会や関連する委員会等と連携し検討を進めていく必要がある。**

## (参考) 逆潮流混雑の影響・課題

影響		足元～中長期的な課題		
		足元 (2024年度冬季)	中長期	
需給運用	混雑処理	混雑処理用 $\Delta kW$ の不足	全国で重負荷期に基幹ループ系統混雑が生じない見通しのため、 <b>課題はないと考えられる</b> 再給電で対応できない場合の混雑処理方法の整理【国の審議会等】と連携 同時市場の導入検討【同時市場の在り方等に関する検討会】他で検討中	
	調整力	需給調整用 $\Delta kW$ の不足	関西エリアで空容量僅かな系統が確認されたが、エリア内の当該系統を除く系統で、適切に追加起動等が指令される限りは、需給調整に必要な $\Delta kW$ を確保することができるため、 <b>課題はないと考えられる</b> フリッジで対応する方法を整理【運用容量等作業会】で検討中	
	供給力	供給信頼度の低下 (供給力不足)	関西エリアで空容量僅かな系統が確認されたが、これを考慮しても、広域予備率11%程度は確保できる見通しであることから、 <b>課題はないと考えられる</b>	系統制約を考慮した供給信頼度評価手法の確立【調整力等委】で検討中 系統制約を考慮した供給力確保の在り方の整理
		エリア間補正融通の制限	関西エリアで空容量が僅かな系統が確認されたが、地域間連系線の空容量分の融通を受電したとしても、系統混雑には概ね至らないと考えられることから、 <b>課題はないと考えられる</b>	地内送電線における緊急的な運用容量拡大スキームの整理【運用容量等作業会】で検討中

- **リアルタイム制御では、充電出力制御量の事前把握が困難なため、充電制限がリアルタイム制御でかかる。充電が計画通りにできないと、充電量不足で計画値通りの放電ができず、供給力が不足することが考えられる。**
- 対して**計画値制御では、充電制御量をあらかじめ把握できる。そのため発電契約者が充電側の抑制指令を踏まえて充放電の計画再提出を義務付ける制度とした場合、供給力に与える影響は比較して小さい。**  
 (計画値制御も最後の制御量算定はGC後に行われるため、最後の算定制御量が事前に計算した制御量から変動すると、同様の事象が起こりうる)



- 順潮流出力制御によって系統用蓄電池は充電が制限され、放電側に影響を及ぼす可能性がある。
- このため、**順潮流出力制御を考慮した供給信頼度評価手法等の確立が、今後の課題として考えられる。**
- 逆潮流側混雑でも、どのように混雑を考慮するかを今後の課題としてあげており、**国の審議会や関連する委員会等と連携し検討を進めていく必要がある。**

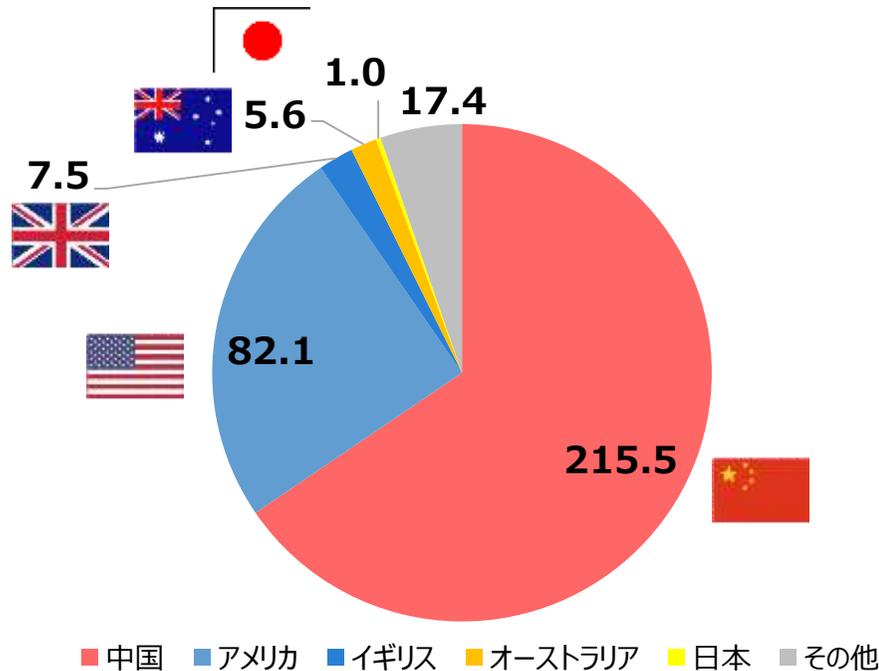
### (参考) 逆潮流混雑の影響・課題

影響			足元～中長期的な課題	
			足元 (2024年度冬季)	中長期
供給運用	混雑処理	混雑処理用 $\Delta kW$ の不足	全国で重負荷期に基幹ループ系統混雑が生じない見通しのため、 <b>課題はないと考えられる</b>	再給電で対応できない場合の混雑処理方法の整理 【国の審議会等】と連携 ----- 同時市場の導入検討 【同時市場の在り方等に関する検討会】他 で検討中
	調整力	需給調整用 $\Delta kW$ の不足	関西エリアで空容量僅かな系統が確認されたが、エリア内の当該系統を除く系統で、適切に追加起動等が指令される限りは、需給調整に必要な $\Delta kW$ を確保することができるため、 <b>課題はないと考えられる</b>	フリンジで対応する方法を整理 【運用容量等作業会】で検討中
	供給力	供給信頼度の低下 (供給力不足)	関西エリアで空容量僅かな系統が確認されたが、これを考慮しても、広域予備率11%程度は確保できる見通しであることから、 <b>課題はないと考えられる</b>	系統制約を考慮した供給信頼度評価手法の確立 【調整力等委】で検討中 系統制約を考慮した供給力確保の在り方の整理
		エリア間補正融通の制限	関西エリアで空容量が僅かな系統が確認されたが、地域間連系線の空容量分の融通を受電したとしても、系統混雑には概ね至らないと考えられることから、 <b>課題はないと考えられる</b>	地内送電線における緊急的な運用容量拡大スキームの整理 【運用容量等作業会】で検討中

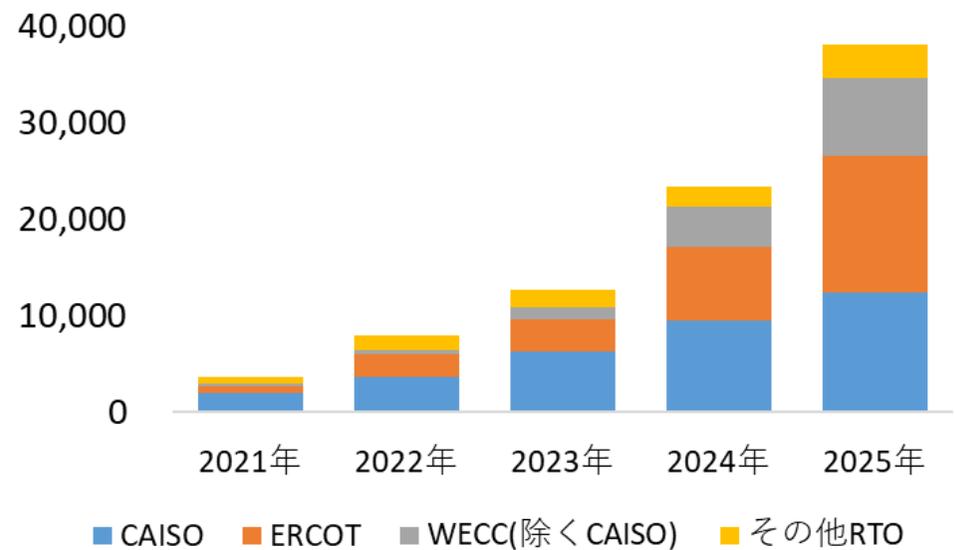
1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

- 電力量ベースでの系統用蓄電池の世界の既連系導入量を見ると、中国が65%、アメリカが25%、イギリスが2%を占めている。
- 今回は英語資料が入手しやすいアメリカ、とりわけ導入量が多いRTOのCAISO, ERCOTとイギリスの例を確認した。
- アメリカ国内では、2025年第2Q時点で3,800万[kW]の系統用蓄電池が導入されており、アメリカ国内の約7割の系統用蓄電池がCAISO及びERCOTの地域に導入されている。

国別系統用蓄電池導入量(2024年, GWh)

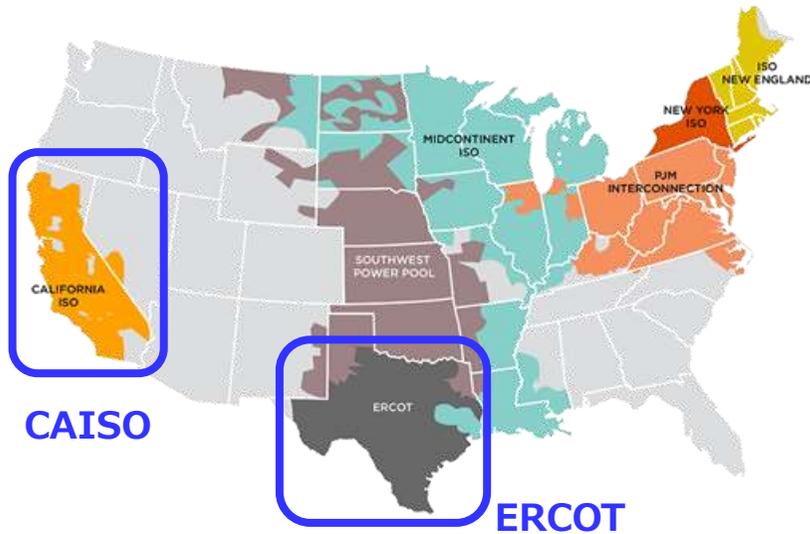


[MW] アメリカ地域別の蓄電池累積導入量(第2Q)



出典) 国別蓄電池導入量はvisualcapitalistのデータ、アメリカ地域別の導入量はDOE、S&P globalのデータをもとに作成  
[https://www.energy.gov/sites/default/files/2025-01/BESSIE\\_supply-chain-battery-report\\_111124\\_OPENRELEASE\\_SJ\\_1.pdf](https://www.energy.gov/sites/default/files/2025-01/BESSIE_supply-chain-battery-report_111124_OPENRELEASE_SJ_1.pdf)  
<https://www.visualcapitalist.com/top-20-countries-by-battery-storage-capacity>  
<https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/electric-power/091725-us-battery-storage-ercot-surpasses-caiso-in-q2-for-most-operating-battery-storage-capacity-in-us>

- CAISOはカリフォルニア州を中心としたISO(独立系統運用者)であり、需要規模は日本の1/3程度。カリフォルニア州は2045年までに5,200万kWの蓄電池導入を目標としている。
- ERCOTはテキサス州を中心としたRTO(地域送電機関)であり、需要規模は日本の1/2程度。他エリアとは交流連系しておらず、直流連系している。そのため、連邦エネルギー規制委員会（FERC）の管轄外となっている。
- 下図の色がついていない地域は、基本的に所有権分離の発送電分離がされていない。

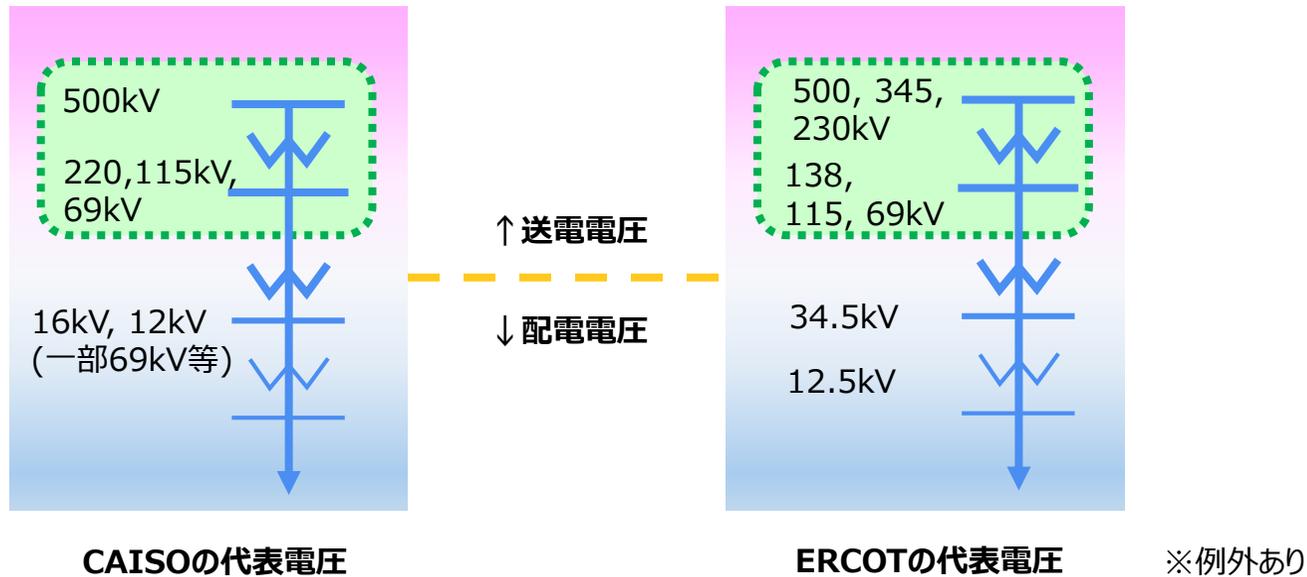


RTOおよびISOマップ

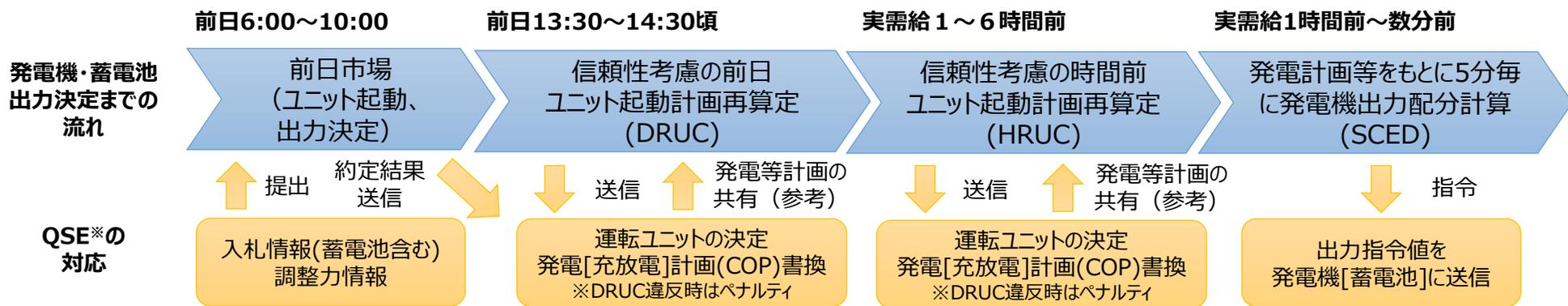
	CAISO	ERCOT	日本
ピーク需要 (2024年)	4,800万kW	8,500万kW	16,000万kW
太陽光導入量 (2024年)	2,000万kW	2,500万kW	7,700万kW
風力導入量 (2024年)	600万kW	3,900万kW	600万kW
蓄電池導入量 (2025年2Q)	1,200万kW	1,400万kW	50万kW

出典) 図は米国連邦エネルギー規制委員会(FERC)より。それ以外からの資料から表を作成。  
<https://www.ferc.gov/introductory-guide-electricity-markets-regulated-federal-energy-regulatory-commission>  
<https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/electric-power/091725-us-battery-storage-ercot-surpasses-caiso-in-q2-for-most-operating-battery-storage-capacity-in-us>  
<https://www.caiso.com/documents/monthly-renewables-performance-report-december-2024.html>  
<https://www.ercot.com/static-assets/data/news/content/a-peak-demand/records-yearly-archive.htm>  
<https://www.bakerinstitute.org/sites/default/files/2024-11/CVS%20Presentation-Baker%20Institute%2010.1.24.pdf>  
[https://www.occto.or.jp/assets/soukaihoka/hyougiinkai/2025/files/2025\\_2\\_houkoku\\_1.pdf](https://www.occto.or.jp/assets/soukaihoka/hyougiinkai/2025/files/2025_2_houkoku_1.pdf)  
[https://www.occto.or.jp/assets/kyoukei/torimatome/files/250328\\_kyokei\\_torimatome.pdf](https://www.occto.or.jp/assets/kyoukei/torimatome/files/250328_kyokei_torimatome.pdf)  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/078\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/078_01_00.pdf)

- ERCOT、CAISO管内に蓄電池を連系する際、**配電系統では系統増強なしで配電網の容量以上に連系を許容する制度は確認できなかった。**（充電制限契約等含む）
- 送電網については両エリアともに系統の送電制約を超えた蓄電池他の連系が可能となっている。
- **ERCOTではFERCの管轄外であるため、「Transmission Tariff」や標準接続契約（LGIP/LGIA）は義務ではない。**そのため、他RTO、ISOとの制度上の違いがあり、**送電系統上のユニット全てが容量が保証されていない。**
- **CAISOは2014年ごろから蓄電池を発電機として扱う方針を示した。**その際にERIS(日本のノンファーム接続相当)が蓄電池の放電側（逆潮流側）にも適用されることとなった。**充電側は送電網では容量が保証されていない。**



- ERCOTは以下の流れで発電機起動計画(UC)を決めて、実需給前に5分毎に経済負荷配分(SCED)を実施している。**発電機起動計画(UC)、経済負荷配分(SCED)ともに系統混雑を考慮している。**
- N-1事故等による系統安全解析(NSA)により、送電線や発電機による制約条件を事前に計算している。
- CAISOはダイナミックレーティングやNSAを動的に実行していないという違いがあるが、流れはERCOTに近い。



※QSE (Qualified Scheduling Entities) : 日本のバランシンググループに近い存在。蓄電池の充放電管理も含む。



略語	正式名	日本語訳
DRUC	Day-Ahead Reliability Unit Commitment	信頼性考慮の前日ユニット起動計画
HRUC	Hour-Ahead Reliability Unit Commitment	信頼性考慮の時間前ユニット起動計画
SCED	Security-Constrained Economic Dispatch	系統制約を考慮した経済負荷配分
NSA	Network Security Analysis	系統安全解析

出典) ERCOT Nodal Protocols(2024/12/12)およびERCOT 市場参加者向けトレーニング教材から作成  
<https://www.ercot.com/files/docs/2024/12/10/December%2012%20C%202024%20Nodal%20Protocols.pdf>  
<https://www.ercot.com/services/training>

- イギリスは1990年に、電力自由化と同時に国有電気事業者の分割・民営化が実施された。
- それまで発電と送電を独占していた国有の発送電局（CEGB）は発電会社3社と送電会社1社に分割された。
- 英国の電力市場は6大グループに集約され、これらが市場で約90%のシェアを占めている。
- 配電会社はDNOと呼ばれており、グレートブリテン島では6つのグループがライセンスを持っている。

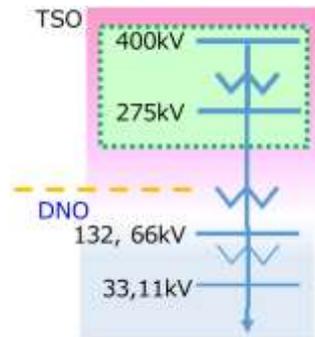


イギリスのTSO

### Electricity Distribution



イギリスのDNO

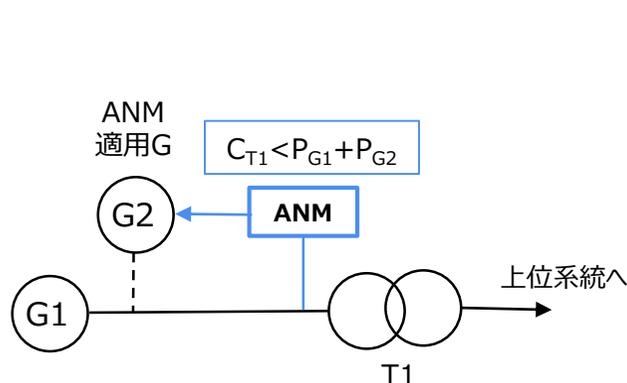


グレートブリテン島の電圧階級

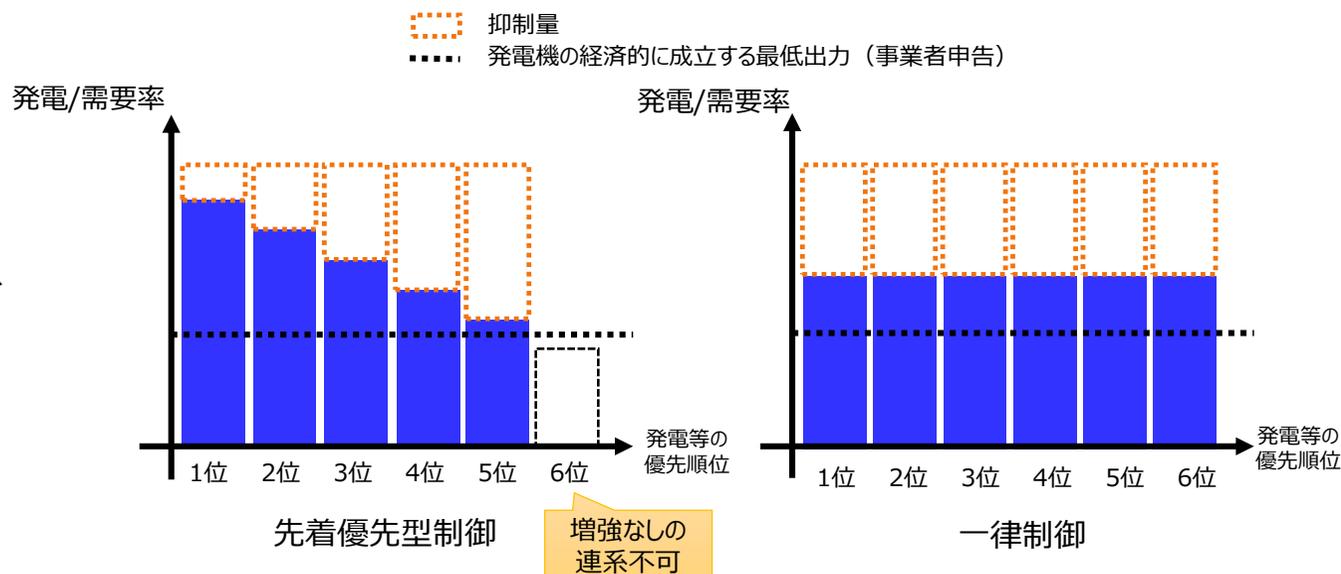
	イギリス	日本
ピーク需要 (2024年)	4,700万kW	16,000万kW
太陽光導入量 (2024年)	1,900万kW	7,700万kW
風力導入量 (2024年)	3,000万kW	600万kW
蓄電池導入量 (2025年2Q)	680万kW	50万kW

出典) 図は「欧米における送電線利用ルールおよびその運用実態に関する調査（平成30年度－海外調査）」より英国統計はNESO Future energy scenariosから作成  
<https://www.occto.or.jp/assets/iinkai/kouikikeitouseibi/files/2018kaigaihoukokusyo.pdf>  
<https://www.neso.energy/document/364541/download>  
[https://www.occto.or.jp/assets/soukaihoka/hyoutgiinkai/2025/files/2025\\_2\\_houkoku\\_1.pdf](https://www.occto.or.jp/assets/soukaihoka/hyoutgiinkai/2025/files/2025_2_houkoku_1.pdf)  
[https://www.occto.or.jp/assets/kyoukei/torimatome/files/250328\\_kyoukei\\_torimatome.pdf](https://www.occto.or.jp/assets/kyoukei/torimatome/files/250328_kyoukei_torimatome.pdf)

- イギリスはリアルタイム制御に近いANM(Active network management)という系統潮流を運用容量に収めるための仕組みがある。2008年頃から実証プロジェクトが始まり、2015年頃の実装・標準化が検討されてきた。
- また、2023年のエネルギー安全保障・ネットゼロ省の文書「連系アクションプラン」では「柔軟性のある接続」の一手段として ANM を使うことが明記されている。
- **イギリスのANMはリアルタイム制御と異なり、ノンファーム需要・発電の抑制量を一律制御か先着優先かをDNOが決定することができる。** (下図参照)



ANMの簡易動作原理



出典) 図はENA “Active Network Management good practice guide”を基に作成  
<https://www.energynetworks.org/assets/images/Resource%20library/ANM%20Good%20Practice%20Guide%202015.pdf>

出典) エネルギー安全保障・ネットゼロ省の文書「連系アクションプラン」  
<https://www.gov.uk/government/publications/electricity-networks-connections-action-plan/connections-action-plan-speeding-up-connections-to-the-electricity-network-across-great-britain>

- 連系者が申込時にANM接続を希望するのではなく、**検討の結果、空きがない場合にDNOがANMを提案している。**
- ANMでは出力制御による調整力の抑制を考慮して、**配電網と送電網の連系点の間で送電側に流せる総量を規制しており、それを超えると系統増強となる。**
- また、ANMはイギリスのTSO・DNOが会員のENAがまとめた以下の出典元ガイドで以下を課題として取り上げている。
  - ✓ ANMには連系上限があるため、系統増強が避けられない
  - ✓ 基幹系の増強計画において不確定要素が増える
  - ✓ **需給調整業務に追加手順が必要になり、将来的に運用限界に達する可能性があること。**

	ANM	リアルタイム制御（北海道エリア）
連系時の連系上限（熱容量）	DNO/TSO間の連系点ごとに約50MW (DNO毎に異なる)	1系統あたり200MW
適用系統	配電系統(11kV~132kV)	ローカル系統(66kV~187kV)
適用対象	順潮流・逆潮流	順潮流
混雑処理起因のインバランスペナルティ	なし	あり

出典) ENA “Active Network Management good practice guide”  
<https://www.energynetworks.org/assets/images/Resource%20library/ANM%20Good%20Practice%20Guide%202015.pdf>

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

■ 計画値制御およびリアルタイム制御についての検討結果は以下の通り。

	計画値制御	リアルタイム制御
工費	約300億※ <sup>1</sup> [9社計]	約760億～930億円※ <sup>3</sup> [北海道除く9社計]
納期 ※着手条件含む	約5～7年※ <sup>2</sup> 【着手条件】 ・順潮流計画値制御対応PCSの仕様決定 ・計画値制御の詳細仕様決定 ・一部エリアは逆潮流側システム運開	約4年 【備考】 ・仕様検討着手から1台目導入まで ・全国展開時の仕様検討は北海道エリア分を流用可の見込
メリット	・ <u>インバランス量小</u> ・ <u>系統増強不要で早期連系可</u> <u>(システム構築後は速やかに連系可)</u> ・逆潮流側で同様なシステム導入中	・ <u>制御量小</u> ・ <u>系統増強不要で早期連系可</u> (装置の新增設伴う場合はその工期が必要)
デメリット	・ <u>制御量中 (代替充電で緩和可)</u> ・導入までの納期が長い ・供給力・調整力への影響 (リアルタイム制御に比べて影響小)	・ <u>インバランス量大</u> ・ <u>供給力・調整力への影響</u> <u>(将来的な運用限界の可能性)</u> ・ <u>事業者の運用計画が立てづらい</u> ・立地誘導効果 (情報公表可能範囲がやや狭い)
整理すべき課題	・混雑量計算時間増加に対する対応 ・逆潮流および需給抑制と整合した制度設計 ・アグリゲータ側のシステム対応 ・調整力確保・供給力信頼度評価方法の確立 ・計画値制御に対応した装置 (PCS等) の導入	・調整力確保・供給力信頼度評価方法の確立 ・逆潮流側制御と整合した制度設計

※1：逆潮流時のシステム構築費（予定含む）を参考とした値。途中仕様変更などが生じた場合や詳細検討の検討次第では増額になるなど不確定要素を含む。また、今後のメンテナンス費用（サーバー更新費や保守費用など）を含まない金額。

※2：一送各社による概略検討の結果では、逆潮流時のシステムの構築予定期間を参考に計画値制御のシステム開発期間を3～5年としている。なお、途中で制度・仕様変更などが生じた場合や詳細検討の検討次第では延長の可能性ある。

※3：エリアごとの蓄電池導入見通しや潮流状況によっては金額増減の可能性あり。子局・通信線工事費は含まない。

- 第95回本委員会では、リアルタイム制御に対する課題を報告。
- この点、オブザーバより当該制御方法に関するご意見をいただいたところ。

### 第95回本委員会（2025年11月28日）資料1に関する議事録抜粋

（鈴木オブザーバー）

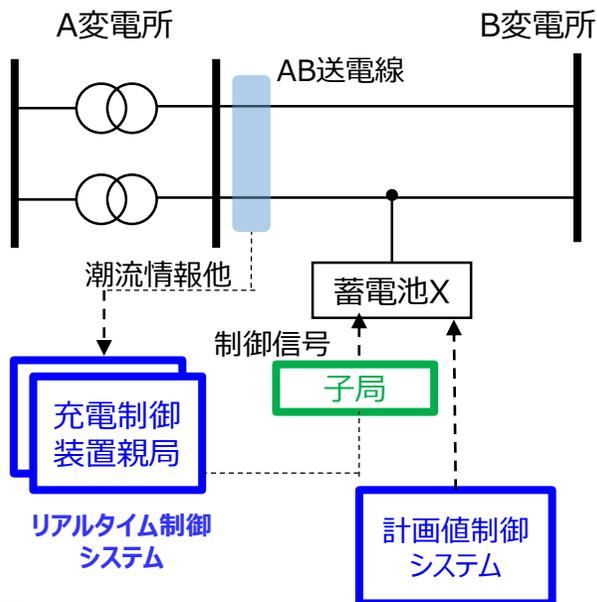
リアルタイム制御について、**日々の運用状況で制御量が変わると、出たところ次第の運用になると捉えている。運用の計画が立てにくい印象を持っている。**制御量が大きくなると予見性が重要になるため、**この方式は蓄電池を運用しているが賛同しにくい制御方式**だという印象を持った。

（中谷オブザーバー）

全国大にリアルタイム制御を導入した場合の主な課題について、リアルタイム制御によって蓄電池の充電制限が行われた場合、充電制御後のコマでは発電計画に対して供給力が低下することになる。これにより、それぞれの蓄電池に不足インバランスが生じるだけでなく、エリアや広域大での供給力の減少に繋がるため、**蓄電池の供給力評価にも影響を与える可能性があると考えている。**リアルタイム制御では、**事前に制御量が把握できないため、実需給断面において下げ調整力の不足や再エネ制御量の増加に繋がる可能性もある。**これらの影響度合いは、蓄電池の導入量が増えれば増えるほど大きくなるが、**安定供給に直結する部分**であるため、その**具体的な影響が不明確なまま導入を進めると、後々、発電・小売・送配電全体を含めた実用に問題が生じることを懸念**している。加えて、23ページに記載されているとおり、**リアルタイム制御を暫定対応とする場合においても、システム導入までに4年程度の期間を要するうえ、計画値制御の運用開始に影響を与えるリスクも勘案する必要**がある。これらを踏まえると、リアルタイム制御を導入することに関しては、慎重に検討を進める必要がある

- 計画値制御とリアルタイム制御を併設した際の得失を検討した。
- **本案の工費は両制御方式の合計値と近く、納期については計画値制御システムに準ずるものと想定される。**ただし、リアルタイム制御を併設する関係で、計画値制御単独で開発する際よりも納期が長くなる可能性がある。
- **本案は両制御のデメリットが緩和される一方で、混雑処理目的に二種類の設備を有するため、対策工事費が大きな対策案となる。**また対策費用を考えた場合、早期連系できる対象が系統用蓄電池のみであること、重負荷期に充電する蓄電池が限定的な場合には制御機会も限られたものとなる可能性があること、今後の設備メンテナンス（点検等保守および更新費用）増大につながる事が懸念事項としてあげられる。

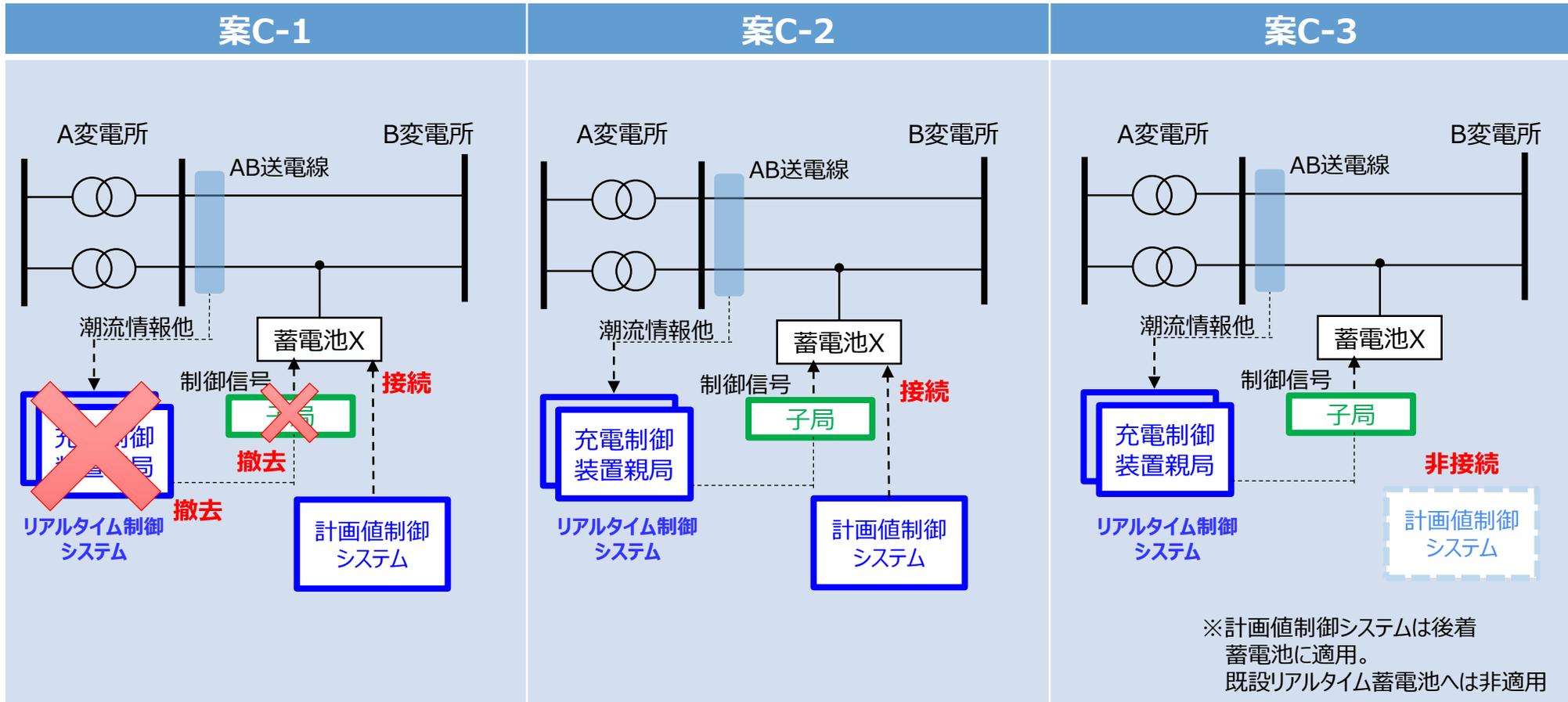
併設案採用時の制御構成



メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主に計画値制御に従うため、<b>インバランス量小。</b></li> <li>• <b>制御量小～中</b>（要検討であるが、計画値制御の<b>バックアップ</b>で<b>リアルタイム制御</b>があるため、<b>計画値制御の誤差量が少なくできる可能性</b>）</li> <li>• <b>系統増強不要で連系可能</b>（システム運開後、リアルタイム装置の新増設に伴う場合はその工期が必要）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 混雑処理という同目的のために<b>二種類の設備を有しており、コスト大。</b></li> <li>• <b>供給力・調整力への影響</b>（リアルタイムに比べて影響小）</li> </ul>

- リアルタイム制御を暫定対策とする案Cでは、計画値制御導入後の旧リアルタイム制御対象蓄電池の扱いをどうするかによって、以下のようにさらに細分化される。

## 計画値制御導入後の旧リアルタイム制御対象蓄電池の扱い



- **案C-1, C-2では、暫定対応で使用したリアルタイム制御装置と計画値制御装置それぞれの費用が必要になる。**  
また、**移行時に、蓄電事業者で機器改造などの対応が必要**となる。
- **更に、案C-2は基本的に動作しない設備のメンテナンス（保守や更新等）が必要であり、経済性が劣後。**また、リアルタイム制御装置が動作するケースでは、一部の事業者のみが制御されることから**公平性の観点からも懸念がある。**加えて、**複数種の蓄電池が存在（ファーム型、リアルタイム計画値併用型、計画値型）**することになり、**運用の複雑化が懸念される。**
- **案C-3はリアルタイム制御対象蓄電池が残るため、リアルタイム制御の課題が残る。**また、リアルタイム制御対象蓄電池と計画値制御対象蓄電池間の制御量に差が出て、**公平性の観点からも懸念がある。**加えて、**複数種の蓄電池が存在（ファーム型、リアルタイム型、計画値型）**することになり、**運用の複雑化が懸念される。**

案	暫定対策蓄電池へのリアルタイム制御の適用	暫定対策蓄電池への計画値制御の適用	出力指令値	暫定対策蓄電池事業者対応事項	その他考慮すべき事項
C-1	×	○	計画値制御指令値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移行時のPCS改造</li> <li>・子局の撤去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・それぞれの制御装置が必要</li> </ul>
C-2	○	○	計画値制御指令値とリアルタイム制御指令値の制御量が多い値 <sup>※1</sup> <small>※1：常時は計画値制御の指令値に従い、リアルタイム制御は基本的に動作しない想定。</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移行時のPCS改造</li> <li>・子局信号の取込み</li> <li>・子局メンテナンス<sup>※2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・それぞれの制御装置が必要</li> <li>・親局メンテナンス<sup>※</sup></li> <li>・蓄電事業者間の公平性</li> <li>・複数ルールの蓄電池があることで運用が煩雑化</li> </ul>
C-3	○	×	リアルタイム制御指令値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・子局メンテナンス<sup>※2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム制御の課題</li> <li>・親局メンテナンス<sup>※2</sup></li> <li>・蓄電事業者間の公平性</li> <li>・複数ルールの蓄電池があることで運用が煩雑化</li> </ul>

※2：今後の点検等保守および更新

■ 選択肢4案についての比較は下記の通り。

	計画値制御(案A)	リアルタイム制御(案B)	暫定リアルタイム制御⇒ 計画値制御(案C)	早期連系追加対策 (充電制限契約、案D)
工費	約300億 <sup>*1</sup> [9社計]	約760億～930億円 <sup>*3</sup> [北海道除く9社計]	リアルタイム制御対応費 (暫定～本対策間) +約300億(計画値制御分)	既導入 (蓄電池側にタイマー 導入等)
納期	約5～7年 <sup>*2</sup>	約4年(仕様検討着手から1台 目導入まで)	暫定対策：約4年 本対策：約5～7年	既導入
メリット	・ <u>インバランス量小</u> ・ <u>系統増強不要で早期連系可</u> <u>(システム構築後は速やかに連系可)</u> ・逆潮流側で同様システム導入中	・ <u>制御量小</u> ・ <u>系統増強不要で早期連系可</u> (装置の新增設伴う場合はその工期が必要)	・計画値制御単体より 導入が早い ・系統増強不要で連系可 <b>※時期により、案A案Bのメリット</b>	・ <b>既導入</b> ・立地誘導効果 ・インバランス量極小
デメリット	・ <u>制御量中(代替充電で緩和可)</u> ・導入までの納期が長い ・供給力・調整力への影響 (リアルタイム制御に比べて影響小)	・ <u>インバランス量大</u> ・ <u>供給力・調整力への影響</u> <u>(将来的な運用限界の可能性)</u> ・ <u>事業者の運用計画が立つづらい</u> ・立地誘導効果(情報公表可能範囲がやや狭い)	・リアルタイム・計画値制御の装 置がそれぞれ必要 ・制度移行時に <u>計画値制御への</u> <u>切替対応が必要</u> ・ <u>運用の複雑化</u> <b>※時期により、案A案Bのデメリット</b>	・ <b>制御量大</b> ・系統の空き容量等を超過する と <b>系統増強か立地見直し</b> <b>が必要</b>
整理すべき課題	・混雑量計算時間増加に対する対応 ・逆潮流および需給抑制との整合 ・アグリゲータ側のシステム対応 ・調整力確保・供給力信頼度評価方法の確立 ・計画値制御対応PCS等の導入	・調整力確保・供給力信頼度評価方法の確立 ・逆潮流側制御との整合	・ <b>複雑化する運用への対応</b> <b>※時期により案A案Bの課題</b>	・現状なし

※1：逆潮流時のシステム構築費(予定含む)を参照した参考値。途中仕様変更などが生じた場合は増額になるなど不確定要素を含む。また、今後のメンテナンス費用(サーバー更新費や保守費用など)を含まない金額。

※2：一送各社による概略検討の結果では、逆潮流時のシステムの構築予定期間を参考に計画値制御のシステム開発期間を3～5年としている。なお、途中で制度・仕様変更などが生じた場合や詳細検討の検討次第では延長の可能性はある。

※3：エリアごとの蓄電池導入見通しや潮流状況によっては大幅な金額増減の可能性あり。子局・通信線工事費は含まない。

- **計画値制御(案A)**はリアルタイム制御と比べ、**需給運用（調整力、供給力）の優位性があり、システム構築後の蓄電池連系を迅速にできる**が、制御量は中程度であり、**導入までの期間が長い特徴がある**。また、導入における課題もあり、既存制度（系統制御（逆潮流）、需給制御）も含めた**抜本的な整理が必要である**。
- **リアルタイム制御(案B)**は導入が計画値制御と比較して早く、**蓄電池の制御量が小さくなるが、インバランスへの影響があり、計画値制御と比して需給運用（調整力、供給力）の課題がある**。設置箇所数によっては、導入コストで計画値制御に劣後する可能性がある。また、蓄電池の運用者も運転計画を立てることが困難と考えられる。
- **暫定リアルタイム制御⇒計画値制御(案C)**は、**導入までの期間が計画値制御と比べ数年程度短くなる**。一方で導入後の運用が複雑化し、制度移行時に**蓄電事業者で改造工事等の対応が必要となる**。また、案A及びBの課題も有するものとなる。
- **早期連系追加対策（案D）**は既に導入しており、**簡易的な対応が可能**。一方、蓄電事業者の連系箇所の選定によっては**系統増強か蓄電所立地箇所の再検討が必要となる**。また、**制御量が大きな点が他案より劣後**。
- 本タスクアウトでは、需給運用面や充電機会の観点およびシステム構築後の蓄電池連系の迅速さに着目すれば、今回検討した制御手法の中では案Aの優位性があると考えられる。一方、他の観点も踏まえる必要もあり、仮に案Aを志向するにしても、**その実現には前述した通りいくつかの課題があることを確認している**。このため、供給力、調整力、既存系統制約制度（逆潮流側システム含む）、需給制御への影響の観点も含め、国および関連する審議会でも議論いただく必要がある。

1. 背景
2. 検討項目
3. 計画値制御について
4. 順潮流出力制御（計画値制御およびリアルタイム制御）の課題
5. 海外事例の紹介
6. 各案比較
7. まとめと今後の予定

■ 今回、本委員会にて検討内容を議論した後に、以降の次世代電力系統WGに報告予定。

番号	項目名	2025年度				
		10月	11月	12月	1月	～
1	蓄電池順潮流制御案検討	■				
2	リアルタイム制御の課題抽出	■	■			
3	リアルタイム制御の工費・納期検討	■	■			
4	計画値制御の課題抽出		■	■	■	
5	計画値制御の簡易化検討	■	■	■		
6	計画値制御の工費・納期検討		■	■	■	
7	広域系統整備委員会 次世代電力系統WG			▽11/28 広域系統 整備委員会	▽12/24 次世代電力 系統WG	▽1/26 広域系統 整備委員会 → 次世代電力系統 WGにて報告

※これら諸検討は概略検討であり、導入に向けて詳細検討が必要。

- 系統用蓄電池の導入促進・早期連系を目的に順潮流側の混雑を生じさせずに迅速に接続させる手法について検討を行った。
- 今回は「計画値制御の課題」等の検討や「順潮流側混雑制御手法の選択肢の比較」などについて整理した。
- 海外の順潮流混雑処理についても調査を行い、アメリカ・イギリスでの系統用蓄電池の制御例を紹介した。
- 本検討は広域系統整備委員会にて検討内容を議論した後に、以降の次世代電力系統WGに報告予定。
- なお、本件は供給力、調整力に影響するため、一定の割きりでノンファーム電源の参入を認めている容量市場、需給調整市場への影響も考えられる。加えて逆潮流側システムにも影響するため国の審議会や関連する委員会等と連携し検討を進めていく必要がある。