更なる供給力等の対応力確保策の検討

～ブラックスタート電源～

2019年3月27日

電力レジリエンス等に関する小委員会 事務局

（参考）電力レジリエンス小委のスケジュール

	今後のスケジュール	年内	来春	備　考
国	電力・ガス基本政策小委 （電力レジリエンスワーキンググループ他含む）	11/27 対策とりまとめ 2/21　3/26 脱炭素化社会に向けた 電力レジリエンス小委員会	5月※ 一定の結論	※ 未定
広域機関	広域系統整備委	12/4 小委設置・計画策定プロセス開始 1/25　3/8		
	調整力等委	12/7 小委設置 2/19　3/20		
	需給調整市場検討小委	1/24　3/5　3/28		需給調整市場の構築
	容量市場検討会	12/17　2/6　（月１回程度開催予定）		容量市場の早期開設
	電力レジリエンス小委	12/18 第１回 1/22　2/22　3/5　**3/27（今回）**　4月	5月まで※1 一定の結論※2	※1 未定 ※2 検討事項毎に議決
	①北本の更なる増強等の検討	12/18 進め方の提示・増強規模等 増強工事の具体化（1/2）　増強工事の具体化（2/2）　・増強により得られる効果の考え方　・効果の定量化 （工事費・工期の算定）　（シミュレーションによる効果の確認）		
	②更なる供給力等の対応力確保策の検討 ・調整力公募における調整力の必要量の見直し等 ・容量市場（早期開設や取引される供給力の範囲拡大等）の検討　等	12/18 進め方の提示 1月　2月　**3月**　4月 ・各ｴﾘｱ供給信頼度 ・厳気象対応(1/2) ・適用時期、需給検証の考え方 ・再ｴﾈ導入 ・BS電源 ・厳気象対応(2/2) ・稀頻度リスク ・費用負担の在り方		
	③レジリエンスと再エネ拡大の両立に資する地域間連系線等の増強・活用拡大策等の検討 ・地域間連系線等の増強・活用拡大策の検討 ・需給調整市場の構築等、調整力の広域的な最適調達・運用のための制度整備の検討	12/18 需給調整市場に関する検討状況を報告 地域間連系線等の増強・活用拡大策に係る検討の方向性		需給調整市場検討小委員会にて「需給調整市場」の構築の着実な実施に向け継続検討
	④太陽光・風力発電機の周波数変動に伴う解列の整定値等の見直し	12/18 進め方の提示 1月　4月 現状報告等　課題整理、対策の方向性策定		
	⑤停電コストの技術的な精査	12/18 進め方の提示 3月　4月 停電コストの精査		

本日の議論の対象

■ 第１回の本小委員会（2018年12月18日）において示した検討項目のうち、「ブラックスタート電源の必要量（箇所数等）の見直し是非」についてご議論いただきたい。

① 必要供給予備力
- ①－１ 再エネ導入進展（年間需要フラット化）に対する、必要な系統電源の確保
  - ✓ 再エネkW価値見直しに伴う、系統電源必要量の算定方法の考え方
  - ✓ 計画停止を踏まえた設備量の確保量の算定方法の考え方
- ①－２ 各エリアの供給信頼度のあり方
  - ✓ 各エリアの供給信頼度の確保方法（必要予備率の設定有無、EUE算定における連系線マージンの扱い）

② 調整力公募
- ②－１ 厳気象対応
  - ✓ 厳気象の定義「10年に1回程度の猛暑や厳寒」の見直し是非
  - ✓ 必要量の算定対象の見直し是非（厳気象H1需要の発生月以外も算定するか）
- ②－２ ブラックスタート電源
  - ✓ ブラックスタート電源の必要量（箇所数等）の見直し是非

議論の対象

③ 稀頻度リスク
- ✓ TFで整理した必要量の妥当性評価、具体的な算定
- ✓ TFで整理した確保対象の具体化

④ 全般
- ✓ 各項目の変更・適用時期（適用までの運用方法含む）
- ✓ 各変更を踏まえた需給検証の考え方
- ✓ 各項目の変更・適用による負担のあり方

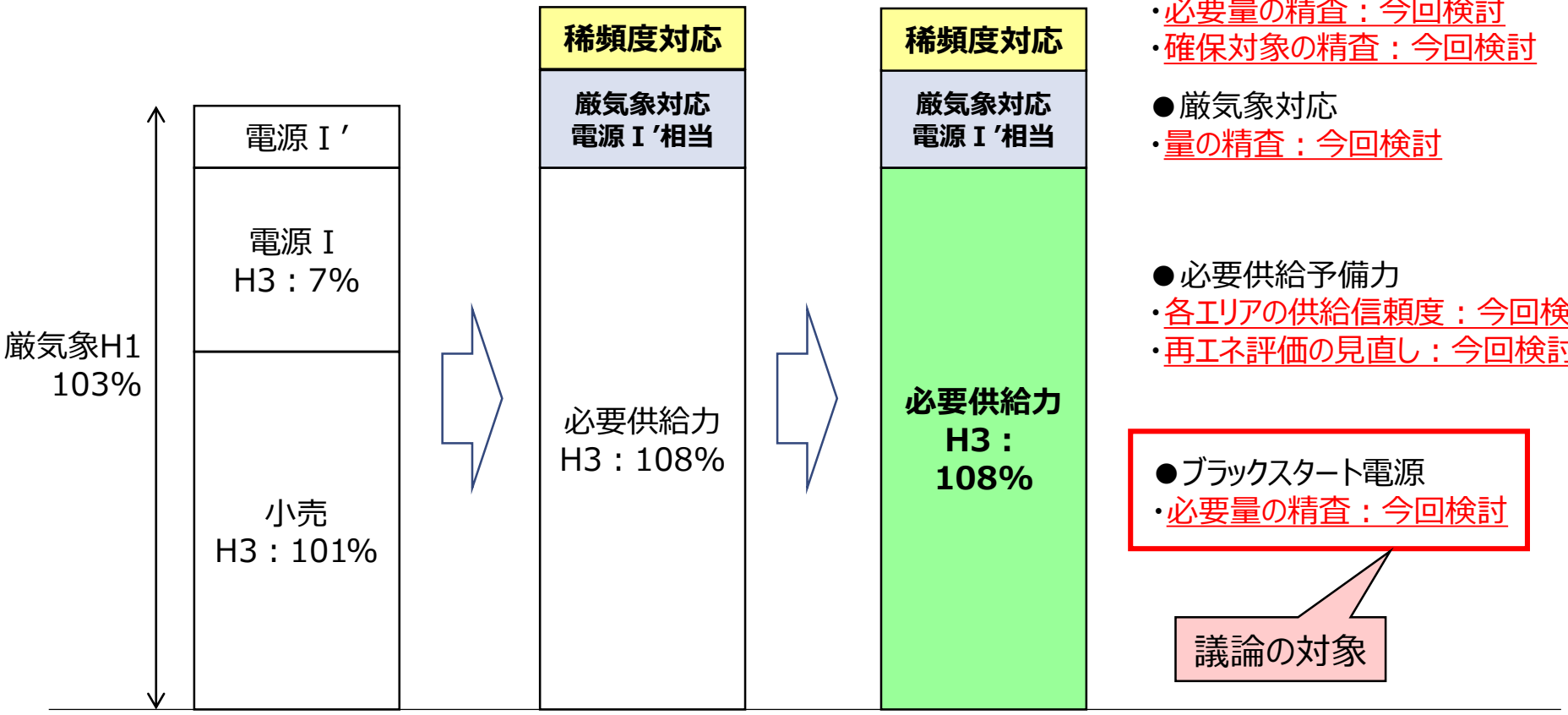
出所）第１回電力レジリエンス等に関する小委員会（2018年12月18日） 資料３－２をもとに作成 https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/resilience_01_shiryou.html

本日の議論の対象（② 更なる供給力等の対応力確保策の検討）

出所）第１回電力レジリエンス等に関する小委員会（2018年12月18日）　資料３－２をもとに作成
https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/resilience_01_shiryou.html

（２）本小委員会での審議内容

●全般
・変更・適用時期：今回検討
・負担のあり方：今回検討（提案）



現状（～20○○年度）

容量市場開設前（20○○～23年度）

容量市場開設後（2024年度～）

※検討終了次第速やかに適用

●稀頻度対応
・必要性・量・確保対象：国（TF）
・必要量の精査：今回検討
・確保対象の精査：今回検討

●厳気象対応
・量の精査：今回検討

●必要供給予備力
・各エリアの供給信頼度：今回検討
・再エネ評価の見直し：今回検討

●ブラックスタート電源
・必要量の精査：今回検討

議論の対象

●容量市場
・早期開設：国（TF）
：容量市場検討会で議論し、報告

ブラックスタート機能の必要量の見直しの是非に係る検討

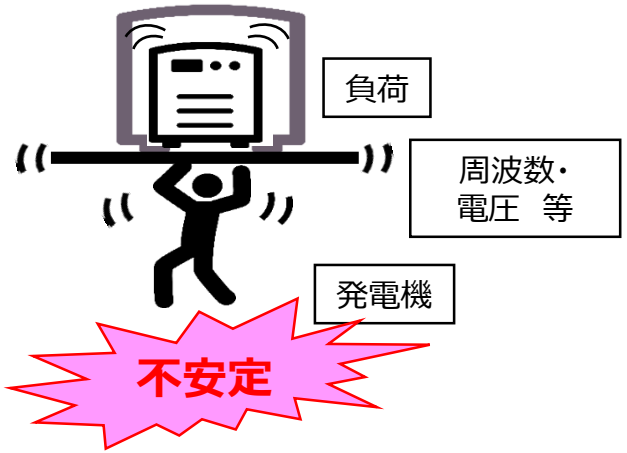
- ブラックスタートとは、ブラックアウトの状態から、外部電源より発電された電気を受電することなく、停電解消のための発電を行うことを言い、ブラックスタート機能とはその機能である。
- 北海道エリアでは北海道胆振東部地震に伴ってブラックアウトが生じ、ブラックスタート機能を活用して復旧した。
- このような万が一のブラックアウトに備え、各エリアではブラックスタート機能を調達する必要があり、その調達方法は需給調整市場小委員会で議論され、以下のように方向性を整理している。
  - 2024年度以降は、容量市場におけるkW調達時期（契約発効の４年前）と同時期に年間公募で調達する。
  - 2021～2023年度は、電源Ⅰや電源Ⅱ等の調整力公募を通じて調達する。
- 他方、ブラックスタート機能の必要量は、北海道エリアでのブラックアウトからの復旧の実績を踏まえ、各エリアのブラックスタート機能の実態や、各エリアのブラックスタートからの復旧方策を確認した上で、その見直しの是非を検討する必要があるのではないか。

（余白）

（参考）ブラックスタートからの復旧について　・・・　通常の停電復旧との違い

■ ブラックスタートからの復旧について

- o ブラックスタートとは、ブラックアウトの状態から、外部電源より発電された電気を受電することなく、停電解消のための発電を行うことを言う。
- o 系統全体に電力を供給するためには、大型の火力発電機が必要となる。その火力発電機を起動するためには、その発電所の所内機器（給水ポンプやファンなど）を運転する必要があり、これらを運転するためには、ある程度大きな電力の供給が必要（スライド5参照）。
- o ただし、それら所内機器の負荷は大きいため、これら機器を運転した際に、電力系統が安定でないと、周波数や電圧が大きく変動し、ブラックアウトに戻ってしまう可能性がある。
- o 通常（電力系統にある程度の電力がある場合）は、その大きな電力は電力系統から安定的に供給されることになる。しかしながら、ブラックアウトの状態では、電力系統に電力がないことから、一から安定な電力を作る必要がある。

ブラックスタートからの復旧	通常の停電復旧
	
系統が小さい　＝　支える力が弱い	系統が大きい　＝　支える力が強い

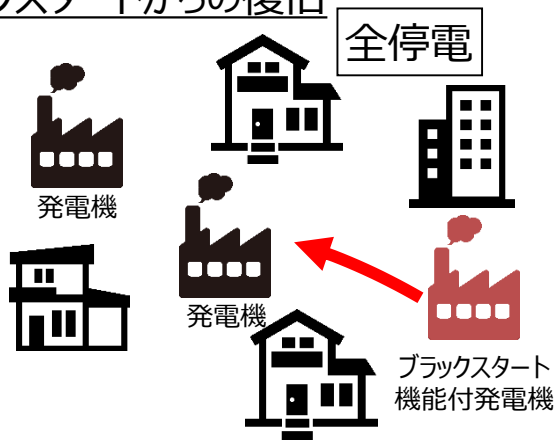
（参考）ブラックスタートからの復旧について　・・・　通常の停電復旧との違い

o そこで、ブラックスタートからの復旧には、まず、火力発電所の所内機器に電力を供給できる程度の発電機を、さらに小さい電源で起動することとなる。これら発電機を複数台用意してから初めて、火力発電所の所内機器への電力供給が可能となる。

o なお、火力発電所に電力を供給するために、まず送電線に電力を送電するが、電気が流れていない状態から送電線に電力を送電した際には、電圧が高くなり、機器を損壊させるおそれがある。
このため、電圧を常に監視・調整しながら、復旧を進めることとなる。ただし、ブラックスタートからの復旧は、通常とは異なり、電圧を調整する機器が少なく、電圧変動も大きくなりやすいことから、注意が必要。

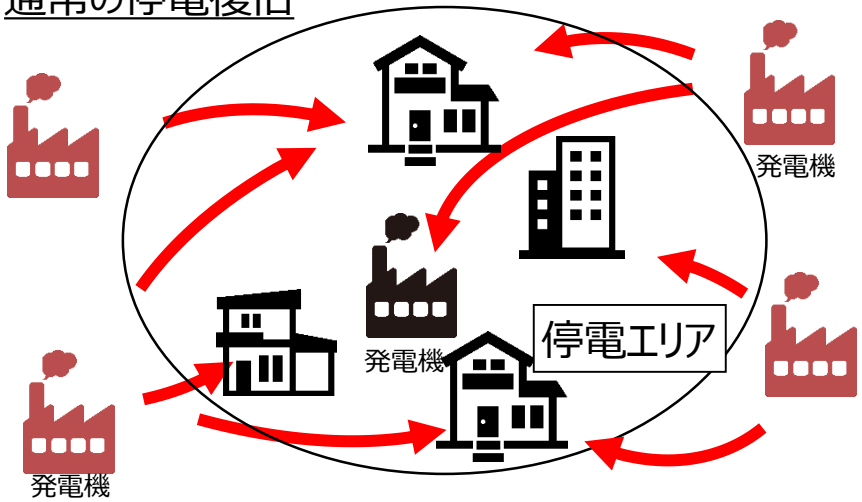
o 火力発電所が起動し系統に並列した後は一般負荷への電力供給となるが、一度に多くの電力を供給すると、需要と供給のバランスが崩れて周波数が変動し、ブラックアウトに戻ってしまう可能性がある。
よって、一般負荷への電力供給も、中央での監視・指示のもとで少しずつ行うこととなる。この際、電圧の監視・調整も必要。

ブラックスタートからの復旧



・ブラックスタート機能が付いた一部の発電機から、少しずつ周囲の発電機を起動させる。
・系統が極めて小さく、少しの動揺で系統が大きく変動し不安定。

通常の停電復旧

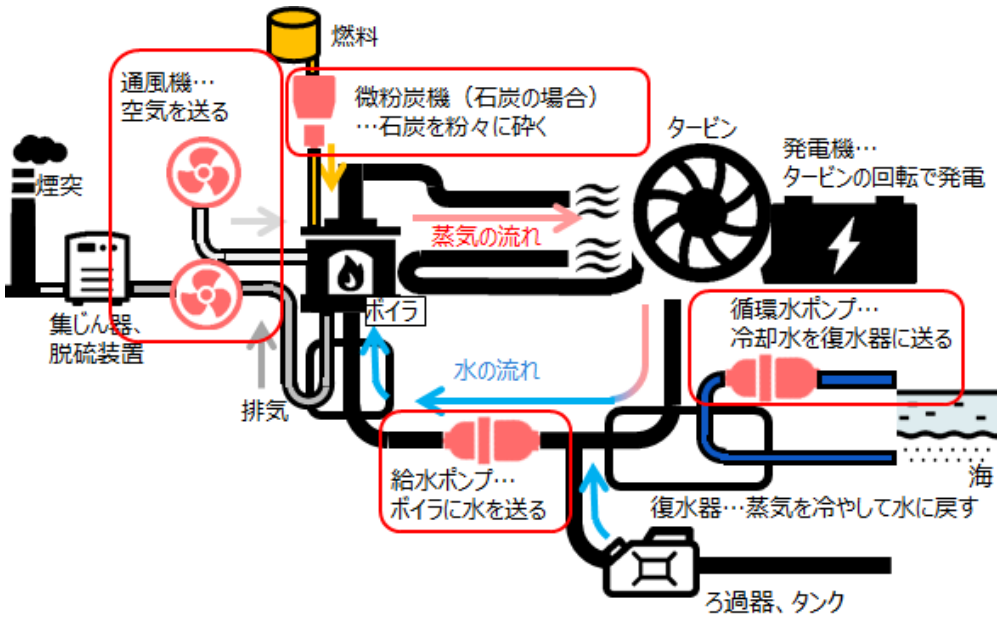


・外部からの電気で発電機が起動できる。
・外部から系統を支えてもらい安定的に復旧。

（参考）火力発電所の起動に必要な電力と保安用所内電源

■ 補機（発電機起動のための所内機器）に必要な電力：

発電機の起動には、所内機器（通風機、ポンプ、微粉炭機等）へ電力供給が必要であり、特に、その始動時には定格時より大きな電源が必要となる。



補機の始動電流負荷/定格負荷[kVA](一例)

発電所 / 補機名	砂川		奈井江	知内	伊達	
	3号	4号	1,2号	1号	1号	2号
押込通風機	-	3800 /470	3800 /560	22300 /3050	16500 /2400	17400 /2580
誘引通風機	4900 /700	3800 /610	4900 /850	-	-	-
ガス再循環通風機	-	-	-	22900 /2700	8700 /1250	-
ガス混合通風機	-	-	-	-	3100 /410	4400 /650
電動ボイラー給水ポンプ	10900 /1450	6100 /2500	11100 /1750	29600 /3650	17300 /2580	17200 /2550
循環水ポンプ	-	3300 /470	3200 /540	17800 /1900	11100 /1530	1110 /1550
取水ポンプ	8200 /850	-	3000 /360	-	-	-
微粉炭機	4000 /450	4600 /450	3300 /470	-	-	-

■ 保安用所内電源：

保安用電力は、人命および施設を保護するために必要な最小限度の電力。
保安用の所内電源の出力は、補機の運転に使用するには小さい。

発電所	砂　川	奈井江	知　内		伊　達
非常用電源出力×台数	240kW×2台	280kW×1台	600kW×1台	520kW×1台	640kW×1台

（余白）

（参考） ブラックスタート機能 2024年度以降向けの調達方法

- 容量市場が創設される2024年度以降は、ブラックスタート電源を含めた電源のkW価値は容量市場で取引されることとなるので、ブラックスタート機能は、容量市場でのkW価値の調達対象の時期と合わせて、4年前の同時期に年間を対象に公募で調達することとしてはどうか。
- ブラックスタート電源の必要量（箇所数等）については、電力レジリエンス等に関する小委員会において見直し是非の議論が行われる予定となっている。

《ブラックスタート電源が参加する市場等》

（2023年度まで）

	調整力公募		卸電力市場
	電源Ⅰ	ﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄ機能	
取引されるもの	kW価値 ΔkW価値	ﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄ機能	kWh価値
調達形態	公募 ⟷ 公募（同時）		市場
調達時期	1年前	1年前	年間～前日～GC
(参考)入札方法の考え方	コスト	コスト	コスト

容量市場創設後 ⇒

	容量市場	ﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄ機能公募	需給調整市場	卸電力市場
取引されるもの	kW価値	ﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄ機能	ΔkW価値	kWh価値
調達形態	市場 ⟷ 公募（同時期※1）		市場	市場
調達時期	4年前	4年前	週間・前日	年間～前日～GC
(参考)入札方法の考え方	プライス	プライス※2	プライス	プライス

※1：ブラックスタート機能の公募を容量市場の契約後に行うと、容量市場でkW価値の支払いを受けられなかった電源であってもブラックスタート電源として調達せざるをえなくなり、kW価値を過大に調達する可能性がある。他方、公募時期が早すぎると電源の活用に制約が発生する可能性もあることから同時期とする。

※2：容量市場創設後は競争がより促進され、容量市場・需給調整市場・卸電力市場ではプライスベースの入札となることが想定される。
ブラックスタート電源がどの市場から収入を得るかは発電事業者の判断によるので、ブラックスタート機能の公募でもプライスベースの入札となるのではないか。

（参考） ブラックスタート機能 現在の調達方法

■ 現在、各エリアのブラックスタート機能の公募方法は、下表の3種類に分けられる。

■ 全ての一般送配電事業者は、当該機能の維持に必要な固定費※1を支払うこととしており、当該機能の使用に伴う変動費を支払うこととしている。

	北海道	東北	中部	東京	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
調達方法	電源Ⅰ・Ⅱの公募とは分けて公募			電源Ⅰ:優先して約定※2 電源Ⅱ:機能があれば固定費を支払い※1	電源Ⅰ：加点評価 電源Ⅱ：機能があれば固定費を支払い※1					
支払い	固定費・変動費									

※1：主に、ﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄ機能の維持に必要な補機等の固定費。発電機部分は電源Ⅰもしくは電源Ⅱとして調達している。
※2：全応札者の中からﾌﾞﾗｯｸｽﾀｰﾄを実施可能なものを選定し、総合評価点が高い上位2名までを電源Ⅰとして優先して落札している。

ブラックスタート機能の現状(その1)

- “ブラックアウト対応”のブラックスタート機能の活用
  - エリア規模で広範囲に停電するブラックアウトに備え、各エリアではブラックスタートの手順を策定している。
  - 万が一、ブラックアウトに至った場合には復旧の初期段階において、ブラックスタート機能を有する電源から火力、原子力の所内負荷を送電することとしている。

【参考】ブラックアウトからの復旧の手順（概要）

(1)ブラックスタート機能を有する電源を起動する。

(2) 火力、原子力の所内負荷を送電し、火力、原子力の早期の運転再開を図る。

(3)火力、原子力の運転再開に応じて一般負荷に送電する。

※各エリアの手順はブラックスタート機能を有する電源から火力、原子力への送電手順や一般負荷への供給手順を、その過程での流通設備の送電手順を含め、定めている。

- “ローカル対応”のブラックスタート機能の活用
  - ローカル対応のブラックスタート機能を有する電源を公募しているエリアは、1回線送電線により供給する地域等を対象に、流通設備の事故による停電の長期化を回避すること等に活用している。

ブラックスタート機能の現状(その2)

- 各エリアにおける、ブラックスタート機能を有する電源の確保の実態は以下の通り。
  - ブラックアウト対応は、すべてのエリアで、調整力公募を通じて必要量を確保している。
  - ローカル対応は、一部のエリアで、調整力公募を通じて必要量を確保している。

- ブラックスタート機能を有する電源の確保状況(エリア別、対象別、箇所数、ユニット数)

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
ブラックアウト対応※1	7か所 10ユニット	3か所 5ユニット	4か所 8ユニット	2か所 9ユニット	2か所 4ユニット	3か所 5ユニット	2か所 5ユニット	1か所 2ユニット	4か所 8ユニット	2か所 2ユニット
ローカル対応	10か所 ※2 12 ユニット	7か所 9ユニット	－	6か所 8ユニット	－	1か所 2ユニット	－	1か所 2ユニット	2か所 8ユニット	－

※1：全てのエリアで、ブラックスタート機能を有する電源として複数の発電所やユニットがある。それらは複数の発電所を起点としてブラックスタートすることや、あるブラックスタート機能を有する電源が停止した場合に他の発電所やユニットからブラックスタートすることに活用する。

※2：ブラックアウト対応と重複がある。

ブラックスタート機能の必要量の見直しの是非に係る検討の進め方(案)

ブラックスタート機能の必要量の見直しの是非に係る検討では、現状の復旧方策の適切性を確認することとあわせ、他エリアの復旧方策の適用の可能性を含め、各エリアにおける追加的な復旧方策の要否を確認することとしてはどうか。

また、その検討には広域機関と各一般送配電事業者が協調して当たることとしてはどうか。

なお、その過程では、以下のような項目を検討する必要があること、試行錯誤的に検討せざるを得ないことから、少なくとも1年間程度の期間を要する。

- ブラックアウト対応のブラックスタート機能での検討項目（例）
  - ブラックスタート初期ではブラックスタート電源となる発電所から流通設備を送電しながら、火力、原子力に電圧を到達させることとなるが、その過程で電圧を適正維持できるか
  - ブラックスタート初期ではブラックスタート電源で火力、原子力の所内負荷を順次送電することとなるが、その過程で周波数を適正維持できるか

  ※ なお、一部のエリアでは、追加的な方策の検討に用いるシミュレーションのツールやデータを追加的に整備することが必要となる恐れがある
- ローカル対応のブラックスタート機能での検討項目（例）
  - ブラックスタート電源が対象地域の需要に送電した際に、ブラックスタート電源のみでその地域の需要の変動等に応じることとなるが、電圧や周波数を適正に維持できるか

（参考）系統復旧方策の展開（イメージ）

- これまで、各エリアの一般送配電事業者が各々のエリアに適した復旧方策を策定してきている。
- 今回の「ブラックスタート機能の必要量の見直しの是非に係る検討」では、現状の復旧方策の適切性を確認することとあわせ、各エリアの復旧方策の考え方を相互に共有する。
- そこで、他エリアの復旧方策を自エリアに適用することで、より適切に改善できる可能性がある。
  - 各エリアの特性の違いから、「他のエリアの方策を適用できず、現状の復旧方策のままとなること」もあり得る。

各エリアの方策（現状イメージ）

	Aエリア	Bエリア	・・・	Jエリア
方策１	○	–		○
方策２	–	○		○
方策３	○	–		○
・・・				
方策N	○	○		–

見直し

各エリアの方策（見直し後イメージ）

	Aエリア	Bエリア	・・・	Jエリア
方策１	○	○		○
方策２	○	○		○
方策３	○	–		○
・・・				
方策N	○	○		–

新規適用

現状のまま

ブラックスタート電源の必要量に係る当面の対応

- ブラックスタート機能の必要量の見直しの是非に係る検討は少なくとも1年間程度の期間を要する。
- そこで、検討の結果を得るまで、「各エリアでのブラックスタート電源の必要量は現状と同様」としておくこととしてはどうか。
  - ブラックスタート電源の公募は現状と同様の必要量で実施する。