

広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）（案）
の策定について
（第1号議案説明資料）

2023年3月28日
電力広域的運営推進機関

- 電力広域的運営推進機関（以下「本機関」という。）は、業務規程第48条の規定に基づき、全国大での広域連系系統の整備及び更新に関する方向性を整理した長期方針（以下「広域系統長期方針」という。）を策定し、10年を超える期間を見通した全国の広域連系系統のあるべき姿及びその実現に向けた考え方を示すこととしている。
前回2017年3月に広域系統長期方針を策定してから約5年が経過したことから、今回見直しを行うものである。
- 広域系統長期方針の見直しに当たっては、脱炭素社会の実現と再生可能エネルギーの主力電源化という国の政策方針にも密接に関係することから、経済産業省資源エネルギー庁との共同事務局のもと、本機関に「広域連系系統のマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会」を設置し、2020年8月から23回にわたる審議を重ねてきた。
- その審議結果を踏まえて、広域連系系統に係る将来動向などの見通しや将来の広域系統整備に関する長期展望、長期展望の具体化に向けた取組などを整理し、この長期方針の全体を総称して「広域連系系統のマスタープラン」として位置付けた。（前のご報告）
- 今回、意見募集（2023年1月26日～2月15日）を経て、広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）（案）を取りまとめたことから、別紙1～3のとおり策定し、公表するものである。

- 広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）は、**広域連系系統に係る将来動向等の見通しや、将来の広域系統整備に関する長期展望、更には長期展望の具体化に向けた取組等**を示すものである。
- 長期展望では、**2050年カーボンニュートラル実現**を見据えて、**長期的な観点からエネルギー政策とも整合したシナリオを費用便益評価で分析し、将来の選択肢も含めた系統増強の絵姿**を描く。その上で、今後、電源や需要の動向を踏まえつつ、長期展望を整備計画として具体化させることで、電力ネットワークの強靱化と再エネの主力電源化を進めていく。

広域
機
関

広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）

広域連系系統のあるべき姿

3つの軸に沿って、適切に設備形成・運用されている状態

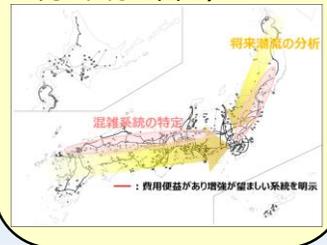
- I. 適切な信頼度の確保
- II. 電力系統利用の円滑化・低廉化
- III. 電力流通設備の健全性確保

広域系統整備に関する長期展望

あるべき姿の実現に向けた取組の方向性

既存流通設備の最大限活用による流通設備効率の向上
電源設備と流通設備の総合コストの最小化
費用便益評価に基づく流通設備の増強判断
流通設備の計画的な更新及び作業の平準化 など

エネルギー政策を踏まえた複数シナリオによる費用便益分析を実施することで、**取組みの方向性を整理**（課題の洗い出しを含む）



それぞれの取組を具体化

相互に連携



国 エネルギー政策（エネルギー基本計画、エネルギーミックス、託送料金制度など）

「カーボンニュートラルに向けた再エネ大量導入」と「電力ネットワークの強靱化」の実現

設備形成面

個別の
広域系統
整備計画
費用便益評価に
基づく整備計画

維持・運用面

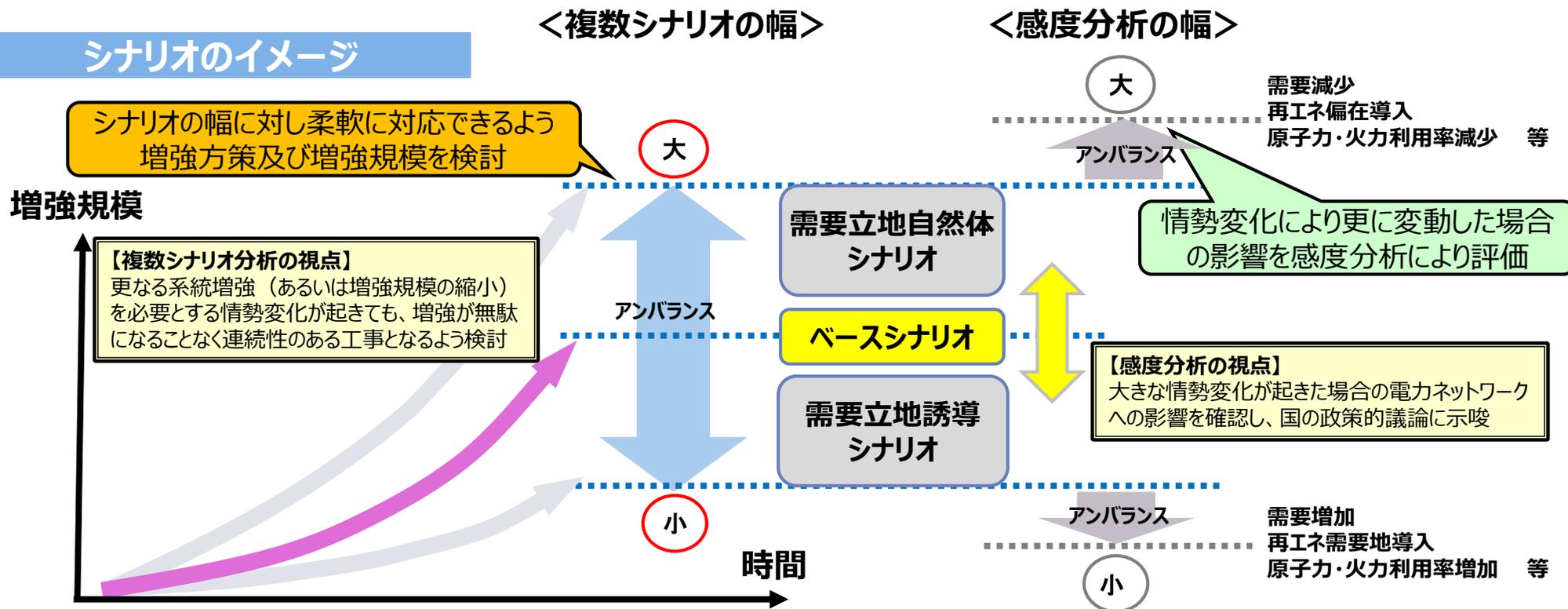
系統利用ルール
設備維持の
ガイドライン

長期展望の具体化に向けた取組

- ・ネットワーク利用の高度化（日本版コネクト&マネージ）
⇒ 市場主導型の混雑管理ルールの導入を念頭に検討
- ・高経年設備の適切な更新
⇒ 高経年化ガイドラインの更なる高度化および精緻化
- ・個別の整備計画の具体化
⇒ 整備計画の対象となる個別の増強方策について、具体的な増強規模や増強のタイミングを見極めながら、増強を進める。

- 系統増強は需要と電源の立地等のアンバランスを補強する形で行われるものであり、増強方策及び増強規模は**需要と電源のアンバランスの度合い**によると考えられる。
- 需要と電源は、ある程度一貫性を持って導入が進むと想定し、**複数シナリオの幅を国の政策的議論から想定される選択肢の範囲**として設定した。

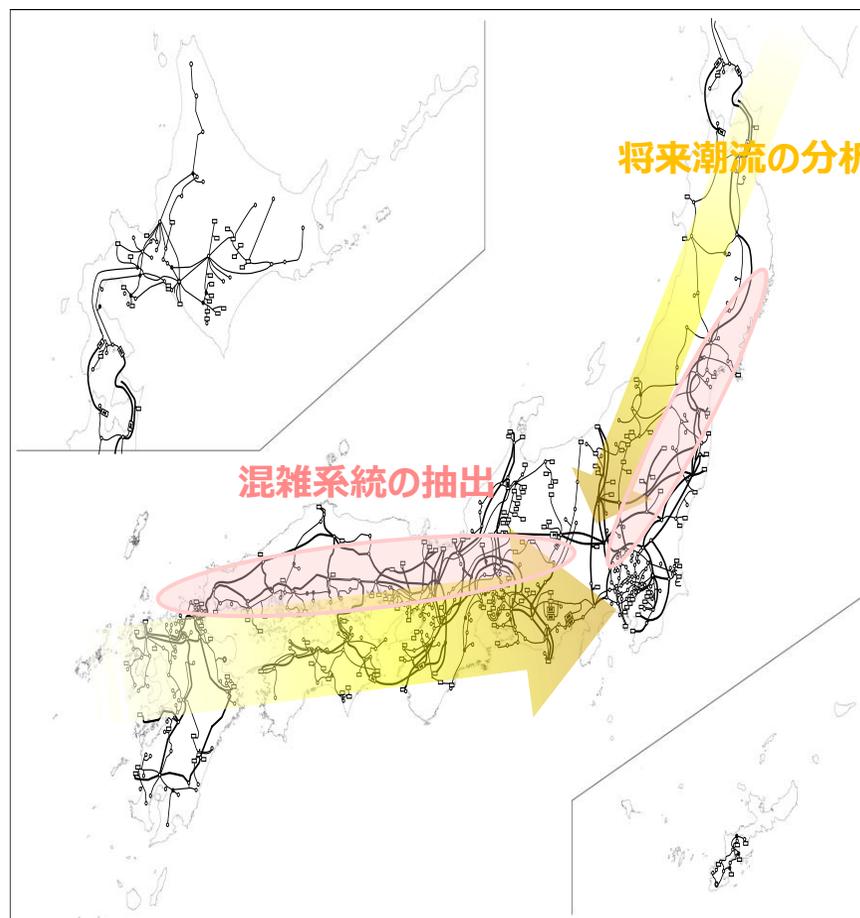
シナリオのイメージ



- 国の政策的議論を踏まえて再エネを最大限に導入した状況での系統整備の有無による便益の差に着目すべく、2050年カーボンニュートラルの実現を見据えた**将来の電力需要及び電源構成のシナリオ**を以下のとおり設定した。
- これをもとに、**広域連系系統における電力潮流を分析し、混雑の発生箇所を抽出した。**

＜長期展望における将来シナリオ＞

		ベースシナリオ	
需 要		<ul style="list-style-type: none"> ■ 1.2兆kWh程度 ■ 水素製造・DACの約2割を再エネ電源近傍へ配賦 ■ 再エネ余剰活用需要の約2割が可制御でピークシフトできると想定 	
電源構成	再エネ	太陽光	■ 約260GW (※)
		陸上風力	■ 約41GW (※)
		洋上風力	■ 約45GW (官民協議会導入目標)
		水力 バイオマス 地熱	■ 約60GW (エネルギーミックス水準)
		火力 (化石+ CCUS)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 供給計画最終年度の年度末設備量 ■ 一般送配電事業者へ契約申込済の電源(廃止後は水素・アンモニアにリプレイスと仮定)
		原子力	■ 既存もしくは建設中の設備が全て60年運転すると仮定
	水素・アンモニア	■ 既設火力の一部が45年運転で廃止後、リプレイスされるものと仮定して設定	

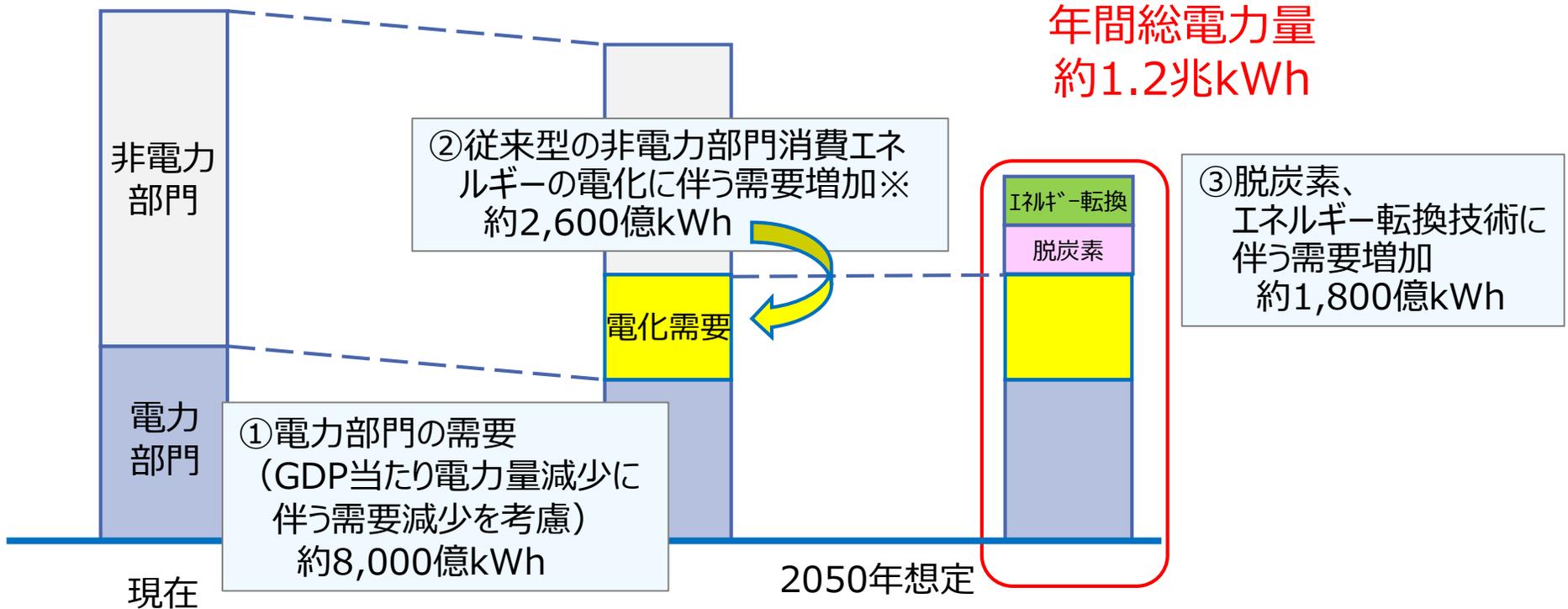


※第43回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会にて議論のために電力中央研究所から示された参考値

(参考) 需要に関する考え方

- **2050年を見据えた電力需要**は、供給計画の需要想定における経済見通しを基として、GDPやエネルギー消費の見通し、**カーボンニュートラル実現を見据えた国の政策による電力需要の増加を反映**。
- 「①電力部門の需要（GDP当たり電力量減少に伴う需要減少を考慮）」、「②従来型の非電力部門消費エネルギーの電化に伴う需要増加」、「③脱炭素、エネルギー転換技術に伴う需要増加」の3分類で将来の年間総電力量を想定し、①～③を積上げることで**年間総電力量を1.2兆kWh程度とした**。

最終エネルギー消費



※産業部門の電化、輸送部門の電化、熱需要の電化などの合計値

(参考) 2050年における各電源の整理

令和2年12月21日
基本政策分科会資料(抜粋)

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、脱炭素化された電力による安定的な電力供給は必要不可欠。3E+Sの観点も踏まえ、今後、以下に限定せず複数のシナリオ分析を行う。議論を深めて行くに当たり、それぞれの電源の位置づけをまずは以下のように整理してはどうか。

確立した脱炭素の電源	再エネ	<ul style="list-style-type: none"> 2050年における主力電源として、引き続き最大限の導入を目指す。 最大限導入を進めるため、調整力、送電容量、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コストを最大限抑制する一方、コスト増への社会的受容性を高めるといった課題に今から取り組む。 こうした課題への対応を進め、2050年には発電電力量(※1)の約5～6割を再エネで賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。 	
	原子力	<ul style="list-style-type: none"> 確立した脱炭素電源として、安全性を大前提に一定規模の活用を目指す。 国民の信頼を回復するためにも、安全性向上への取組み、立地地域の理解と協力を得ること、バックエンド問題の解決に向けた取組み、事業性の確保、人材・技術力の維持といった課題に今から取り組んでいく。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、<u>化石+CCUS/カーボンリサイクル</u>と併せて約3～4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。 	
イノベーションが必要な電源	火力	化石+CCUS	<ul style="list-style-type: none"> 供給力、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、化石火力の脱炭素化が課題。 CCUS/カーボンリサイクルの実装に向け、技術や適地の開発、用途拡大、コスト低減などに今から取組み、一定規模の活用を目指す。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、<u>原子力と併せて約3～4割</u>を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。
		水素・アンモニア	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼時に炭素を出さず、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、大規模発電に向けた技術確立、コスト低減、供給量の確保が課題。今からガス火力、石炭火力への混焼を進め、需要・供給量を高め安定したサプライチェーンを構築にも取り組む。 産業・運輸需要との競合も踏まえつつ、カーボンフリー電源として一定規模の活用を目指す。水素基本戦略で将来の発電向けに必要な調達量が500～1000万トンとされていることを踏まえ、水素・アンモニアで2050年の発電電力量の約1割前後を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。

※1：2050年の発電電力量は、第33回基本政策分科会で示したRITEによる発電電力推計を踏まえ、約1.3～1.5兆kWhを参考値(※2)とする。

※2：政府目標として定めたものではなく、今後議論を深めて行くための一つの目安・選択肢。今後、複数のシナリオを検討していく上で、まず検討を加えることになるもの。

- 費用便益評価に基づく系統増強方策の検討では、混雑が発生する系統を増強した場合について、その増強にかかる費用と増強による便益を比較した。
- 費用対便益が見込まれることを前提に、再エネの出力制御率の低減効果も踏まえて、**将来の選択肢も含めた増強方策と増強規模を検討した。**

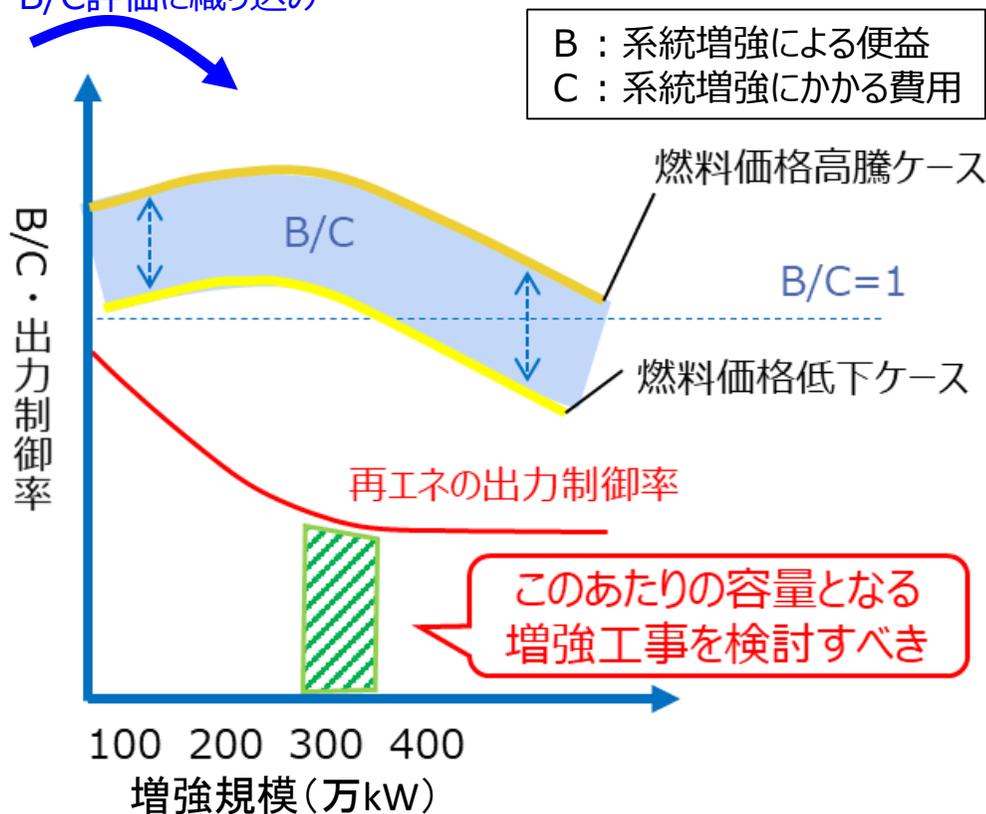
<便益評価の項目>

【凡例】「○」…貨幣価値指標、「◆」…非貨幣価値指標

便益項目	長期展望における取扱い
燃料費	○
CO2対策コスト	○
アデカシー面※	○ (調達コストベース・停電コストベースの双方を算出し、少なくとも確実に見込める便益を評価)
送電ロス	○ (送電ロス費用を評価)
系統の安定性	◆ (信頼度基準を充足した上で、さらに系統の安定性に寄与する効果を定性的に評価)
再エネ出力制御	◆
CO2排出量	◆
調整力	(再エネ大量導入に必要な社会コストとして示す)
慣性力	(再エネ大量導入に必要な社会コストとして示す)

<増強規模選定のイメージ>

貨幣価値を算定し
B/C評価に織り込み



※ 系統増強による広域融通に伴う供給力確保量の節減効果

➤ 東地域

- 再エネの電気を効率的に大消費地である東京エリアへ送るために**HVDCが必要**であり、その増強規模は、B/C及び再エネ出力制御率から**北海道～東北間600万kW、東北～東京間800万kW程度が有力**となった。

➤ 中西地域

- 関門連系線の運用容量を拡大した場合、交流、直流ともに280万kW程度まではB/Cが上昇する傾向が見られ、運転コスト次第では $B/C > 1$ となった。このため、**関門連系線の増強規模は280万kW程度を目安**とした。
- また、**中地域の系統増強（中部関西間第二連系線新設、中地域交流ループ[°]）**については、関門連系線の増強を前提とした場合において、B/Cが更に上昇する効果が認められたことから、**中西地域の増強方策として位置付けた**。

➤ FC及び全国

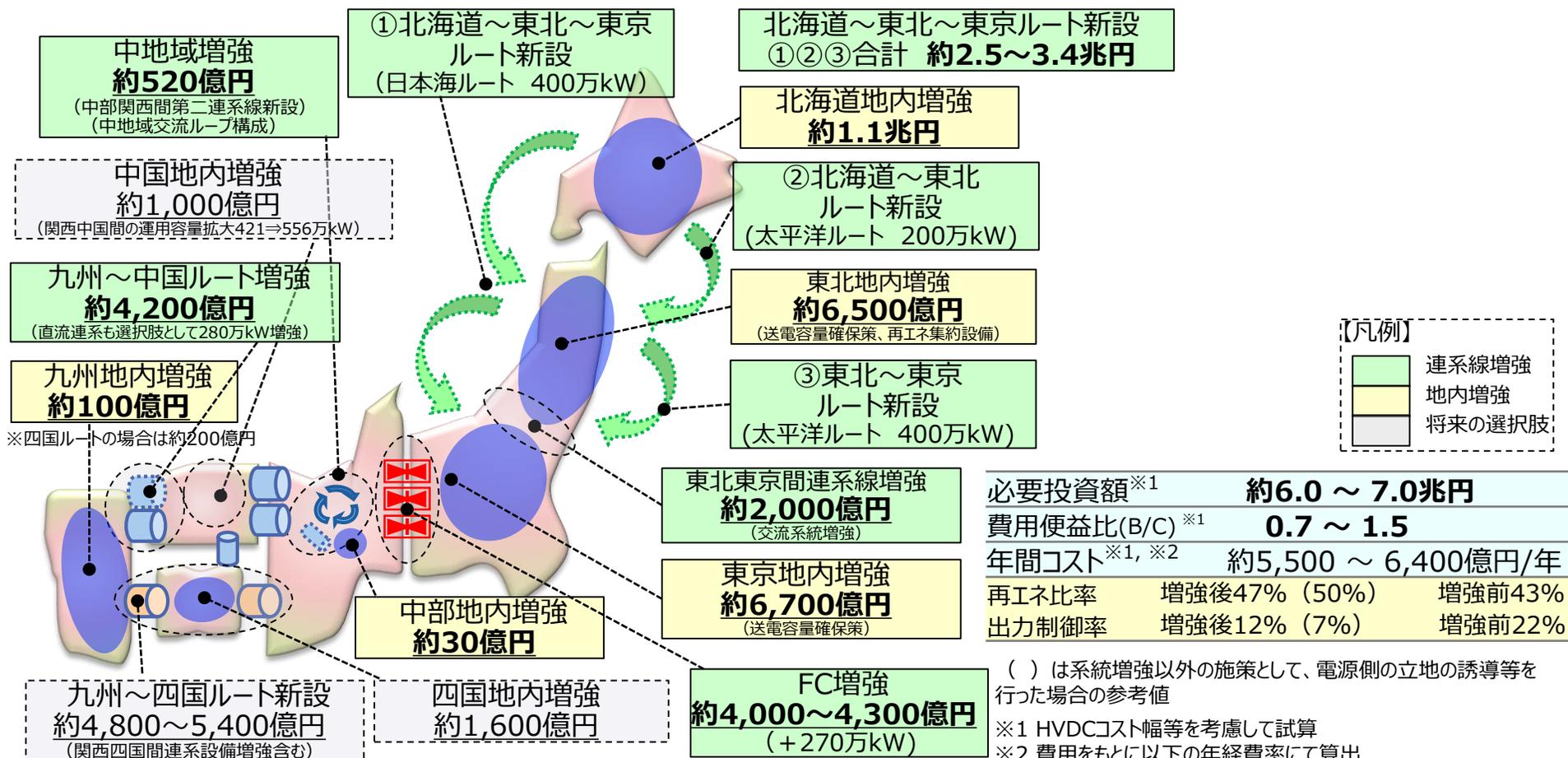
- FCを最大+270万kWまで増強する範囲及び運転コスト等の幅の中で、日本全体で見たB/Cが運転コスト等次第では+270万kWまでは1を超えていることを確認したことから、**B/Cの視点から+270万kW増強を目安として位置付けた[※]**。

※FC増強の効果としては、万一の災害時における余剰エリアの電源の活用により、被災エリアの需給バランスを保つなど、災害時の安定供給を図るという効果も期待できるものの、その評価手法を確立できていないことから、今回の費用便益評価の中では考慮していない。

- 費用便益評価手法及び系統増強の考え方に基づき、**広域系統整備に関する長期展望(案)**を整理。
- 今後、この**長期展望(案)**を踏まえながら、**整備計画の具体化**を進めていく。

<広域系統整備に関する長期展望（案）>

ベースシナリオ



必要投資額 ^{※1}	約6.0～7.0兆円
費用便益比(B/C) ^{※1}	0.7～1.5
年間コスト ^{※1, ※2}	約5,500～6,400億円/年
再エネ比率	増強後47% (50%) 増強前43%
出力制御率	増強後12% (7%) 増強前22%

() は系統増強以外の施策として、電源側の立地の誘導等を行った場合の参考値

※1 HVDCコスト幅等を考慮して試算

※2 費用をもとに以下の年経費率にて算出
架空送電 (7.9%)、地中送電 (9.0%)、変電 (10.7%)

- 将来には技術革新などの不確実性も存在することから、情勢変化を考慮した複数シナリオを検討。
- 需要立地自然体シナリオでHVDCの増強規模拡大や、各シナリオで地内増強の増減はあるものの、**系統増強の基本的な内容（東地域のHVDC新設、中西地域の関門連系線増強、中地域増強及びFC増強）は、どのシナリオも共通**であることを確認した。

分析項目 \ シナリオ	需要立地誘導シナリオ	ベースシナリオ	需要立地自然体シナリオ
	・水素製造・DACの約8割を再エネ電源近傍へ配賦 ・再エネ余剰活用需要の約8割が可制御でピークシフトできると想定	・水素製造・DACの約2割を再エネ電源近傍へ配賦 ・再エネ余剰活用需要の約2割が可制御でピークシフトできると想定	・水素製造・DACの全量を需要地近傍へ配賦 ・再エネ余剰活用需要の全量が一定負荷と想定
系統増強の投資額※1 (年間コスト※2)	約6.0～6.9兆円 (約0.55～0.64兆円/年)	約6.0～7.0兆円 (約0.55～0.64兆円/年)	約6.7～7.9兆円 (約0.62～0.73兆円/年)
費用便益比 (B/C)	0.6 ~ 1.2	0.7 ~ 1.5	0.7 ~ 1.5
年間便益	約3,200 ~ 5,800億円/年	約4,200 ~ 7,300億円/年	約4,600 ~ 8,200億円/年
再エネ比率※3	49% (50%)	47% (50%)	47%
再エネ出力制御率※3	10% (7%)	12% (7%)	13%

※1 偏在する電源等を大消費地に送電するための連系線等の広域連系系統の増強コストのみを記載しており、再エネ増加に伴う、調整力確保及び慣性力・同期化力低下等の対策コストは含んでいない。また、HVDC送電コストは、2050年頃におけるスケールメリットや技術革新のコスト低減を先取りした単価を採用、海底ケーブル工事は占用料等を含まず、水深等を考慮したルート変更によるコスト増の可能性あり。

※2 系統増強を行うことで毎年発生する費用（減価償却費、運転維持費など）

※3 () は系統増強以外の施策として、電源側の立地の誘導等を行った場合の参考値。なお、電源については、再エネを最優先の原則の下で最大限の導入に取り組むという国の政策的議論を踏まえて、各シナリオにおいて同じ条件としていることに留意が必要

- 長期展望の具体化に向けては、**系統混雑を前提とした系統利用の在り方の仕組みの導入を着実に進め**、将来にわたる系統混雑を把握した上で、系統混雑を改善する系統増強の効果が定量的に評価できる環境整備が求められる。あわせて、既設系統の**高経年化設備の更新計画が適切に策定される**ことも求められる。
- これらの取組については、国の審議会や本機関の委員会等でも**既に検討が開始され、導入済みのものもあり**、長期展望の具体化に向けた取組として重要な機能を担っている。
- その上で、これらを踏まえた広域連系系統のあるべき姿として、**長期展望も踏まえ個別の整備計画を具体化していく必要がある**。

➤ ネットワーク利用の高度化（日本版コネクト&マネージ）

再エネを中心とした電源の導入拡大に伴い系統混雑の進展が見込まれる中、混雑系統におけるS+3E等を考慮したメリットオーダーに基づく系統利用と価格シグナルによる電源の新陳代謝の実現が目指すべき姿となる。将来的には市場主導型の混雑管理ルールを導入を念頭に目指すべき姿の実現に向けた検討を進める。

➤ 高経年化設備の適切な更新

流通設備の高経年化が進む中でも、国民負担を抑制しつつ、レジリエンスを確保する観点から、高経年化設備を適切かつ合理的に更新し、流通設備を維持していくことが求められる。高経年化設備更新ガイドラインの高度化や精緻化に向けた検討を進める。

➤ 個別の整備計画の具体化

継ぎ接ぎのない設備形成を実現するためには、今後導入が見込まれる電源を踏まえ、増強規模や増強のタイミングを見極める必要がある。今回は2050年を見据えた設備形態を検討したものであり、今後得られる新たな知見によっては、将来的な最適系統構成が変動しうる可能性も念頭に置きつつ柔軟な対応を行っていく必要がある。

今後の国のエネルギー政策との関係

- 本広域系統長期方針では、電力ネットワークの観点から国のエネルギー政策の実現に貢献する将来の広域連系系統のあるべき姿として、費用対効果のある増強方策（長期展望）について全国を俯瞰する形で示した。
- 再エネの主力電源化と電力ネットワーク強靱化を系統増強という施策により実現しようとする場合、7兆円規模のネットワーク投資を行ってもそれを上回る便益を確保できる可能性があることを示すことができた。
- また感度分析の結果から、需要や電源の立地を最適化していくことで、このネットワーク投資を抑制できる可能性があることも示されており、極力、系統混雑を回避するような電源立地は、今後の市場主導型の導入においても期待される。
- こうしたことから、国と連携して、足元で進めている地域間連系線の整備・検討は着実に進めるとともに、今後、国としても、電力ネットワークを踏まえた需要や電源の誘導等の各施策を総合的に推進することが求められる。こうした施策により、電力システム全体の最適化につながるエネルギー政策の実現を期待したい。

あるべき姿に向けての具体的検討

- 広域連系系統の系統増強には10年オーダーの建設期間を必要とすることから、将来に向けた様々な不確実性を含むこととなる。その状況下でも、広域連系系統のあるべき姿を目指すために、長期展望の具体化に向けた取組を確実に実施しながら、長期展望と整合を取って系統増強を進めていく。

- 今回の検討結果を、以下の構成で**広域系統長期方針(案)**として取りまとめ、**意見募集**（2023年1月26日～2月15日）を実施。

広域系統長期方針
(広域連系系統のマスタープラン)
(案)

2023年●月

はじめに

1.広域系統長期方針策定の経緯

2.広域連系系統に係る将来動向の見通し

- 2-1前回広域系統長期方針からの情勢変化
- 2-2電力需要の見通し
- 2-3電源構成の動向
- 2-4流通設備の高経年化対応

3.広域系統整備に関する長期展望

- 3-1長期展望の基本的な考え方
- 3-2シナリオ設定
- 3-3シナリオの系統増強方策と費用便益評価結果
- 3-4感度分析
- 3-5今後の検討課題

4.長期展望の具体化に向けた取組

- 4-1ネットワーク利用の高度化（日本版コネクト&マネージ）
- 4-2高経年化設備の適切な更新（高経年化設備更新ガイドライン）
- 4-3個別の整備計画の具体化

5.今後の広域連系系統のあるべき姿の実現に向けて おわりに

- 意見募集（2023年1月26日～2月15日）の結果、**11者**から**64件**のご意見をいただきました。主なご意見は以下のとおり。
- 本案の**内容の再検討や大幅な修正が必要となる意見はなく**、主に、**広域システムの長期展望を整備計画として具体化していく中での国との連携や、今後の長期方針の高度化に向けての要望等**に関するご意見をいただきました。

主なご意見

【長期展望のシナリオ及び前提条件に関するご意見】

- ・本検討は電源構成について2050年カーボンニュートラルを見据えた政策目標にも基づく、一つのケースのみとなっているが、前提に置いた電源構成が変われば、その影響により得られる結果も異なる。
- ・実施の是非の判断については、系統側からのアプローチのみならず電源側のあり方も併せて検討し、S+3Eを実現できる最適な組み合わせを目指す視点が必要である。
- ・今回は電源の分布は固定された条件での検討となっているため、電源の分布の違いも考慮された全体最適となるように国とも連携いただきたい。

回答

- ・今回の長期展望における電源構成や配置については、国の政策的な議論を踏まえて設定し、感度分析の中で情勢変化による影響を確認しました。
- ・ご意見のとおり、将来の電源構成の見通しが変化していく可能性も考えられることから、今後も国と連携し、今後のエネルギー政策の動向を注視しつつ、必要に応じて前提条件等の見直しを行なってまいります。

主なご意見

回答

【長期展望を具体化する上での留意事項】

- ・HVDCや関門連系線増強の検討においては、高速道や鉄道といったインフラ設備の活用も考えられる。
- ・今後、整備計画を具体化する中では、既設連系線の更新に関しても、その価値や必要性を整備計画とセットで評価いただき、全体最適の観点から、無駄にならない合理的な設備構成となるよう検討をお願いしたい。
- ・広域かつ大規模な整備計画の具現化には施工力（製造力・工事力・調達力）の確保が重要。

【今後のご要望】

- ・一般送配電事業者全体での設備投資規模が大きくなるため、国民負担を抑制しつつ、設備投資を円滑化するため、資金調達手法等の検討が必要である。
- ・整備計画の具体化には重要な課題があり、国の関与が不可欠であるため、国と連携して進めてほしい。
 - ・自治体、サプライヤー、金融機関等のステークホルダーが参加するための環境整備
 - ・ルート上の自治体や地元住民、先行利用者等の理解
 - ・国による資金調達を円滑化する仕組みの整備

- ・整備計画を具体化していく際には、既設インフラの活用も含めた増強方策の検討を行なうこととしており、今後、インフラ整備の動向も注視しつつ検討してまいります。
- ・既設連系線の更新計画や設備のスリム化など各エリアの特徴を踏まえた設備合理化等の検討状況も踏まえて、費用対効果を考慮しつつ、全体最適の観点から合理的、効率的な設備形成となるよう検討してまいります。
- ・施工力の考慮についても今後の検討の参考にさせていただきます。

- ・円滑な資金調達も重要な視点と考えており、ご意見参考にさせていただきます。
- ・整備計画の具体化に向けて、引き続き国と連携して取り組んでまいります。

- 広域系統長期方針(案)について、本評議員会においてご審議により決議いただいたうえで、審議結果を踏まえて理事会にて審議予定。
- 理事会の議決を経て、2023年3月末までに広域機関HPで公表する。

広域連系システムのマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会

委員長

秋元 圭吾 公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) システム研究グループ グループリーダー・主席研究員

委員

岩船 由美子 東京大学 生産技術研究所 特任教授 (委員長代理)
小野 透 (一社)日本経済団体連合会資源・エネルギー対策委員会 企画部会長代行
北 裕幸 北海道大学大学院 情報科学研究院 教授
城所 幸弘 政策研究大学院大学 教授
高村 ゆかり 東京大学 未来ビジョン研究センター 教授
辻 隆男 横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授
永田 真幸 電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ネットワーク技術研究部門長
藤井 康正 東京大学 大学院工学系研究科 教授
藤本 祐太郎 長島・大野・常松法律事務所 パートナー 弁護士
松村 敏弘 東京大学 社会科学研究所 教授
圓尾 雅則 S M B C日興証券株式会社 マネージング・ディレクター
村上 千里 (公社)日本消費者生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会 理事
森田 恒平 森・濱田松本法律事務所 パートナー 弁護士

オブザーバー

浅見 佳郎 株式会社 J E R A 企画統括部 調査部長
伊藤 英臣 東京ガス株式会社 電力事業部 担当部長
新川 達也 電力・ガス取引監視等委員会 事務局長
西田 篤史 関西電力送配電株式会社 執行役員 工務部・系統運用部担当
祓川 清 一般社団法人日本風力発電協会 副代表理事
増川 武昭 一般社団法人太陽光発電協会 企画部長
劉 伸行 東京電力パワーグリッド株式会社 技術統括室長

委員(退任)

市村 拓斗 森・濱田松本法律事務所
パートナー 弁護士

オブザーバー(退任)

大久保 昌利 関西電力送配電株式会社
執行役員 工務部・系統運用部担当
岡本 浩 東京電力パワーグリッド株式会社
取締役副社長
佐藤 悦緒 電力・ガス取引監視等委員会
事務局長
菅沢 伸浩 東京ガス株式会社
執行役員 電力事業部長
野口 高史 株式会社 J E R A 最適化本部
最適化戦略部長

(五十音順、敬称略)