

マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について (複数シナリオと感度分析について)

2022年 3月11日
広域連系システムのマスタープラン及び
システム利用ルールの在り方等に関する検討委員会事務局

	2021年度				2022年度			
	12	1	2	3	4	5	6	
本委員会 開催予定	第14回 ◆	第15回 ◆		第16回 ◆	第17回 ◆		第18回 ◆	マスタープランとりまとめ 第19回以降 ◆長期展望案 ◆最終案◆
時期	主な内容							
第14回	▶ マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について							
第15回	▶ マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について（前提条件）							
第16回	▶ マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について（複数シナリオと感度分析）							
第17回	▶ マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について（費用便益項目） ▶ マスタープラン（広域系統長期方針）の概要							
第18回	▶ マスタープラン策定に向けた長期展望について（1次案）							
第19回 以降	▶ マスタープラン策定に向けた長期展望について（とりまとめ）							
2022年度 未までに	▶ マスタープラン（広域系統長期方針）策定							

- 第15回本委員会において、シナリオ検討を進めるためのシミュレーションの前提条件について整理するとともに、将来の不確実性への対応については引き続き検討を進めることとした。
- 第16回本委員会では、前回委員会までの委員のご意見等を踏まえて、状況変化に柔軟に対応できる系統増強プランを抽出する**複数シナリオ設定や感度分析の考え方**について整理したため、ご議論頂きたい。

マスタープラン策定に向けたシナリオの検討状況について（複数シナリオと感度分析）

1. 複数シナリオと感度分析の考え方について【論点】
2. 複数シナリオの前提条件について【論点】
3. 今後のスケジュールについて
4. まとめと今後の進め方

- 前回までの委員会において、シナリオ設定における需要および電源のボリュームやロケーション等に関するご指摘や将来の不確実性に関する整理の必要性についてご意見を頂いた。
- **需要地の近くに再エネが集まり、既存ネットワークの利用率が向上するようなシナリオ**も検討頂きたい。
- 電力需要が1.5倍違うと電源構成から送配電設備まで大きく変わってくる。その規模になると、**再エネ導入量の想定は1桁足りないくらいの設備**を準備しないと、日本がCCSなしでカーボンニュートラルを実現できない可能性があるということを頭の隅に置いておく必要がある。
- 風力のノード配賦を考える際には、現在の導入実績に基づいて一律に配分するのではなく、**導入ポテンシャルと現在の導入状況等を考慮して、あとどのくらい導入できるのかという余力に基づいて算定すべき**なのではないか。
- **洋上風力の導入量とコスト低減の可能性を基礎にした導入量の拡大**ということをシナリオに織り込む必要があるのではないか。
- Net Zero by 2050では、IEAがシナリオとして再エネが2050年に88%になることも含めて継続して検討を進めると記載されている。JWPAでは**洋上風力の45GWは2040年の目標値であり、2050年は90GW**としている。
- **PVも含めて、再エネの出力カーブについては、年によるバラつきがある**と認識しており、その不確実性による影響は見るべき。
- 今後電力需要が増加していくこと、および変動型の再エネが増加し、そのバックアップが必要となっていくことを考えると、**火力発電の設備容量の拡大が一層必要**になる。
- **水素・アンモニアについても、より進展するケース**など複数シナリオを設定して検討して頂くのが望ましい。
- **燃料コストとCO2対策コストが直近のデータに基づく**と3～4割低下するという話があり、これはダイレクトに増強の経済性評価に効いてくると思う。
- 足元の燃料価格の高騰が続くということも確実ではないことは間違いないと思うが、**燃料価格が下がっているという誤ったメッセージにならないように気を付ける必要**がある。

■ 需要に関しては、将来の可制御な負荷のボリューム、ロケーション、負荷率の想定方法や、複数シナリオの費用便益分析手法についてご意見を頂いた。

- ヒートポンプ給湯器について、年間一律の運用を想定されているようであるが、**実際には夏と冬で熱需要も効率も異なり、4～5倍程度の出力差が出ている。季節的な変化は重要**であるため反映させるべきではないか。
- 各エリアの需要曲線に水素需要を反映するに際しては、**水電解のエリア間の設備量の配分も再エネ余剰の量に応じた按分としても合理的**なのではないか。
- DACCSは高額な技術と聞いている。高額なのであれば、**国内水素製造などを増やしてエネルギー転換に力を入れたほうがよい**のではないか。
- **国内水素製造など電力需要を押し上げる方向の需要の上振れ**という変化もあるのではないかと考えており、将来技術のDACCSや水素輸入については、そのような将来の不確実性を織込んだものとする必要があるのではないか。
- 現実には、全部のパラメータが一斉に不確実性を起こす。電化の進捗状況や需要のロケーション、需要カーブの変化のそれぞれが様々な値を取り得る。現在の費用便益分析は、そのようなことを考慮して、**パラメータを乱数で発生させ、結果がどのように確率分布するのかを分析するモンテカルロシミュレーション**を行う方向に移っている。

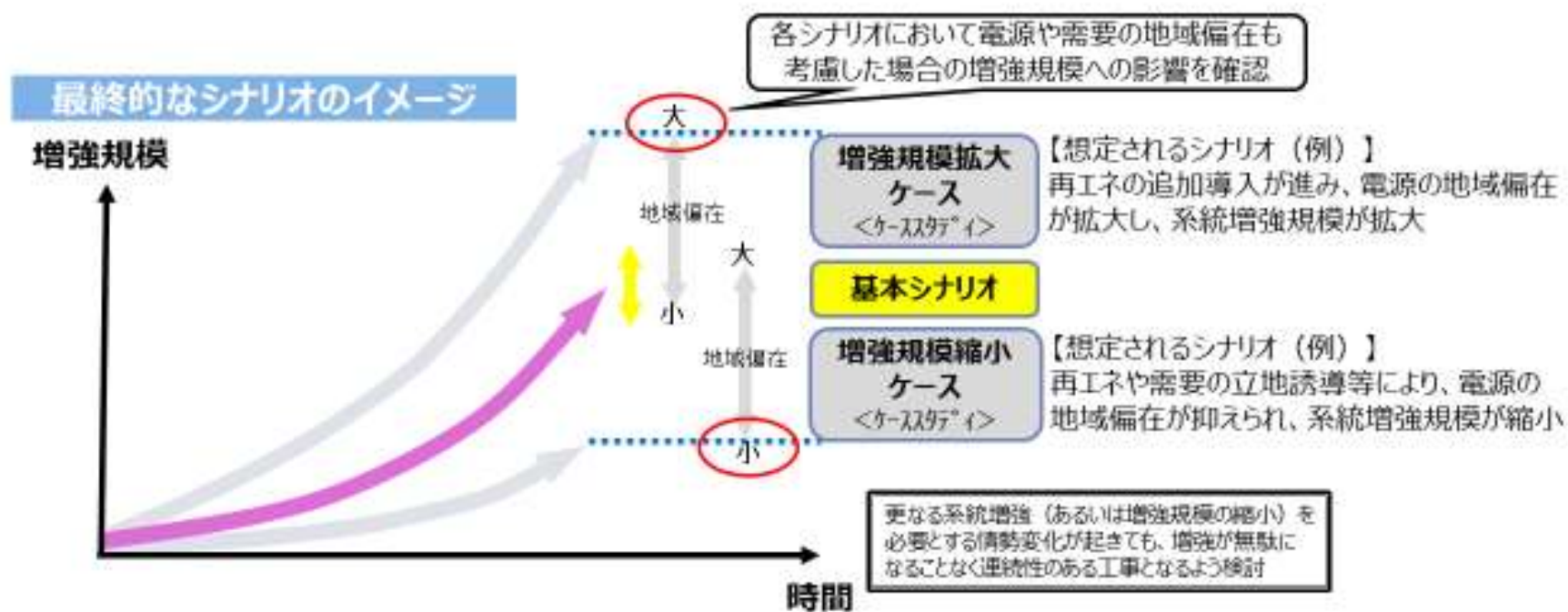
1. 複数シナリオと感度分析の考え方について

(1) シナリオ検討の具体的な進め方 (振り返り)

第14回マスタープラン検討委員会 資料1

- 複数シナリオの設定においては、需要や電源に関する将来の不確実性を考慮したうえで、系統増強の規模に影響を与えるようなケースを設定することとした。

- **カーボンニュートラルの達成**を前提としているが、現実的な達成には現在の技術だけでは実現できないことから、**様々な電源のイノベーション**により、達成されるものとする。また、市場の動向や電源立地に伴う情勢変化など**電源構成は一定の不確実性が残る**ことになる。
- このため、**複数シナリオ**では、シナリオの増強方策が無駄になることなく**連続性のある工事**であることを検討できるよう、ポテンシャルを考慮した上で需要地への近接性などの幅を考慮することにより**増強規模が大きくなるケースと小さくなるケース**を幅を持って設定することとしたい。

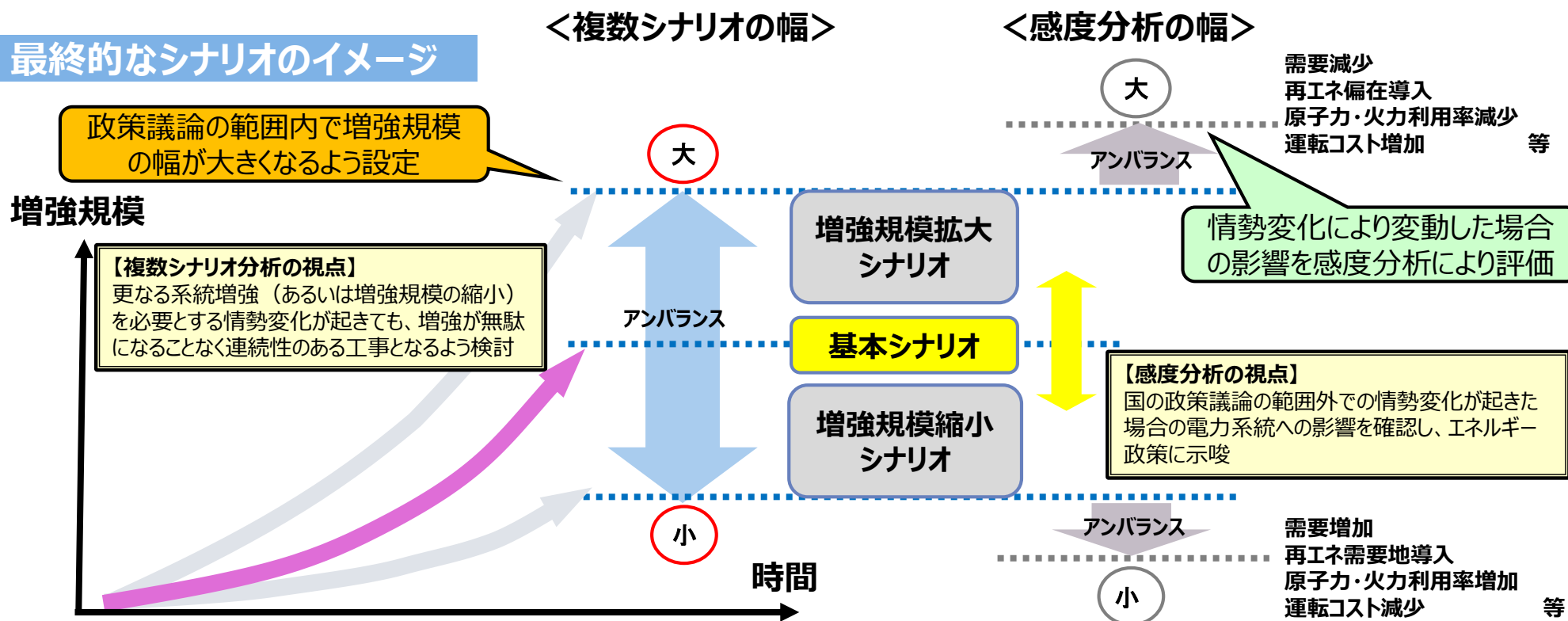


1. 複数シナリオと感度分析の考え方について

(2) 複数シナリオと感度分析におけるパラメータの変化幅について【論点】

- 系統増強は需要と電源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。
- **複数シナリオ**の幅については、需要と電源は国の政策誘導によりある程度一貫性を持って導入が進むと想定し、**国の政策議論から想定される選択肢の範囲として、系統増強の規模を見極めること**としたい。
- その上で、不確実性に関する委員からの多くのご意見も踏まえて、複数シナリオのそれぞれにおいて、**社会情勢**といった**外生的要因も含めた変化に伴う電力系統への影響を感度分析**により確認し、**国のエネルギー政策への示唆**とすることとしたい。

最終的なシナリオのイメージ



2. 複数シナリオの前提条件について

(1) 不確実性の内容と対応について (振り返り)

- 前回委員会において、将来における不確実性を整理し、複数シナリオや感度分析によりその影響を考慮した検討を行うこととした。

第15回マスタープラン検討委員会 資料 1

- カーボンニュートラルの実現には需要側と電源側とそれぞれに不確実性が存在すると考えられる。
- マスタープランにおいては、どういった電源のイノベーションによってカーボンニュートラルが達成されるかを複数シナリオで設定のうえ、負荷制御技術の高度化による負荷率の変動など需要側の最適化を感度分析として示したい。
- その他、費用便益評価に影響すると考えられる燃料費・CO2対策コストの変動なども感度分析したい。

項目	不確実性の内容	不確実性への対応例	対応の方向性	
需要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電化の進捗状況 (電化率の変化など) ■ 需要のロケーション ■ 需要カーブの変化 (価格弾力性含む) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 需要量 (年間総電力需要) の増減させてシミュレーション ■ 再エネ余剰活用が発電近接から需要端の分散配置となるケース ■ 負荷率の変動 (価格弾力性含む) 	感度分析	
電源構成	再エネ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 再エネ導入量の増減 ■ 太陽光発電・陸上風力のロケーション (地域偏在) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 再エネ導入拡大かつ電源立地偏在シナリオ (太陽光と陸上風力) ■ 再エネ導入縮小側は、火力・原子力・水素発電により供給力を確保するシナリオ 	複数シナリオ
	火力 (化石+CCUS)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率の増減 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率は、再エネを変動させたシナリオにおける広域メリットオーダーシミュレーションの結果として算定 	複数シナリオ
	原子力	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率の増減 	<ul style="list-style-type: none"> ■ シナリオに応じた設備利用率を設定する 	感度分析
	水素・アンモニア	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率の増減 	<ul style="list-style-type: none"> ■ シナリオに応じた設備利用率を設定する 	感度分析
	揚水	<ul style="list-style-type: none"> ■ 特になし 	—	—
燃料費・CO2対策コスト	<ul style="list-style-type: none"> ■ 社会情勢変化による価格変動 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 燃料費・CO2対策コストを変動させて影響を分析 	感度分析	
調整力	<ul style="list-style-type: none"> ■ 関係委員会の検討状況も参考に設定。 	—	—	

2. 複数シナリオの前提条件について

(2) 増強規模に影響を与える変動要因の分類について【論点】

- 系統増強規模は**需要と電源のアンバランス**度合いにより定まり、アンバランスを生じさせる要因は、「**ボリューム**」、「**ロケーション**」、「**8,760時間カーブ**」に分類されると考えられるのではないか。
(個別の需要の動きは、この3つの要素の変動の一部として表現させると考えられるのではないか)
- その他の要因として、**燃料費・CO2対策コスト**といった**社会情勢変化による変動**についても、確認したい。

	ボリューム	ロケーション	8,760時間カーブ
需要	年間需要の想定量の変化 (経済指標を基に想定 ⇔中身を限定せず機械的に増減)	エリア配賦の偏在化 (再エネとセット(最適配置) ⇔需要地近傍へ配賦)	需要創出の貼り付け量の時間帯別変化 (残余需要が低い断面から優先(現状) ⇔余剰なし断面においても許容)
考慮する 不確実性	<ul style="list-style-type: none"> 電化の進展 脱炭素(水素製造、DAC)、デジタル化(データセンター)等の技術開発 省エネの進展・経済指標の変動 	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造の輸送・消費との関係 DACのCO2回収箇所との関係 	<ul style="list-style-type: none"> 需要シフトの影響(ヒートポンプ・EV等)
電源	再エネ導入量の変化 原子力利用率の変化 脱炭素利用率の変化	太陽光・風力のエリア配賦の偏在化 (導入実績比率按分 ⇔ポテンシャル余力に応じた配分)	再エネ出力特性の変化
考慮する 不確実性	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ導入の技術革新・価格低減 原子力の稼働状況 水素・アンモニアの技術革新・価格低減 	<ul style="list-style-type: none"> 洋上風力：浮体式⇔着床式 太陽光・陸上風力：荒廃地活用など 	<ul style="list-style-type: none"> 系統用蓄電池の導入量の変化 風況の違いによる設備利用率のバラつき 自然変動電源の年度間のバラつき

系統	需要増・・・増強規模縮小(抑制率減少) 電源増・・・増強規模拡大(抑制率増加)	偏在増・・・増強規模拡大 偏在減・・・増強規模縮小	負荷率増加・・・増強規模拡大 負荷率低下・・・増強規模縮小
増強規模への 影響	需要増加により再エネ余剰分が活用されるため 便益は減少、電源増加により便益は増加 (全国需給抑制が発生する場合は便益低下)	電源と需要のエリア偏在(アンバランス)が大きい ほど、連系線が活用されることから便益は増加	負荷率が高いほど、火力で焼き増し量が増え、 増強により差替えが増加するため便益は増加

燃料費・CO2対策コスト	燃料価格の変動 (発電コスト検証ワーキンググループの検討結果を踏まえた適切な価格を用い、燃料価格高騰や下振れの可能性を反映)
考慮する不確実性	<ul style="list-style-type: none"> 社会情勢変化による燃料価格の変動

2. 複数シナリオの前提条件について

(3) 変動要因のシナリオへの反映の考え方について【論点】

- 需要や電源の変動には様々な要因があるが、**系統増強への影響（アンバランス）が大きくなる要因の組合せと小さくなる要因の組み合わせをそれぞれのシナリオの幅として設定**することとしたい。
- 国の政策議論にある**需要側対策の政策誘導**については**シナリオにおいて幅を確認し、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方針**を踏まえて、**各シナリオにおいて同じ条件としたうえで、系統規模に影響すると考えられる変動要因は感度分析により影響を確認する。**

変動要因			考えられる情勢変化	想定される影響		対応の方向性
				増強規模縮小	増強規模拡大	
需 要	ボリューム	年間需要	電化の更なる推進や脱炭素・デジタル化技術の進展	需要増加	需要減少	感度分析
	□ケーション	脱炭素・エネルギー転換	輸送・回収・消費構造を踏まえた立地誘導※1	電源近傍	需要地近傍	シナリオ反映
	8,760時間カーブ	ヒートポンプ・EV	システム開発による負荷制御技術の高度化	最適シフト	一定負荷	シナリオ反映
電 源	ボリューム	再エネ	再エネ比率増加のための追加導入	設備量減少	設備量増加	感度分析
		火力	石炭フェードアウトやバックアップ電源確保	石炭退出、BU電源確保※2		感度分析
		原子力	安全性・信頼性の確保による安定稼働	利用率変化※2		感度分析
		水素・アンモニア	水素コスト低減による導入量の変化	導入量の変化※2		感度分析
	□ケーション	太陽光	荒廃地活用などによる立地誘導	需要地近傍	偏在化	感度分析
		風力	ポテンシャル余力に伴う立地誘導	需要地近傍	偏在化	感度分析
	8,760時間カーブ	系統用蓄電池	再エネ出力平滑化のための追加導入	導入量増加	導入量減少	感度分析
燃料費・CO2対策コスト		社会情勢変化に伴う燃料価格の変動	価格低下	価格上昇	感度分析	

※1 DAC等の配置には、回収・貯留の適地などCO2回収に必要な様々な要素の検討が必要であるが、本検討では、系統増強の視点から検討しているものであり、最適な立地を示すものではない

※2 個別電源が接続する系統により増強規模への影響は一概に評価できず、それぞれの増減によりアンバランスを打ち消す方向となる
注) 自然変動電源の出力特性の年度間のバラつきについては、引き続き取り扱いを検討する

2. 複数シナリオの前提条件について

(4) 各シナリオのストーリーについて【論点】

- 系統増強規模への影響の視点でアンバランスを生じる要因を考えると、**政策による立地誘導や技術革新の進展に伴い、需要と電源のアンバランスが解消**されていけば、**増強規模が小さくなる**と考えられる。
- そして、基本シナリオには様々な施策や技術が複合的に含まれており、政策誘導の進み度合いや、技術開発や社会実装の進む方向により電力系統への影響が異なるという視点から、**増強規模の縮小側と拡大側でそれぞれ複数シナリオとして設定**することとしてはどうか。
- 縮小・拡大の両サイドのシナリオの分析から、**どのシナリオを辿っても継ぎ接ぎのない設備形成を目指し、増強方策の検討を進めたい。**

<各シナリオのストーリーの相対比較※1>

	系統増強縮小シナリオ 需給立地最適化ケース	基本シナリオ 需給立地誘導ケース	系統増強拡大シナリオ 需給立地自然体ケース
カーボンニュートラル 達成手段	需要の立地誘導などの政策誘導や技術革新が十分に進むことで、需要と電源の関係が最適化されていくシナリオ	需要の立地誘導など政策誘導や技術革新により、ある程度の需要と電源のアンバランスが解消されていくシナリオ	電源や大規模な需要が自然体で増加・立地することで、需要と電源のアンバランスが継続するシナリオ

※1 系統増強への影響を確認することを目的としてシナリオ間に幅を設定するもの（政策の是非を議論するものではない）

2. 複数シナリオの前提条件について

(5) 各シナリオの具体的な前提条件について【論点】

■ 前提条件については2050年も視野に入れて、**需要**については**再エネ余剰を活用する需要のロケーションやEV・ヒートポンプなどの負荷率が変化**することを想定して設定し、**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方針**を踏まえて、**電源**については**各シナリオにおいて同じ条件**とする。

■ 変動することで系統増強に影響すると考えられる要因（再エネ導入量等）については、更に感度分析を行うこととしたい。

<各シナリオの前提条件の比較>

		系統増強縮小シナリオ 需給立地最適化ケース	基本シナリオ 需給立地誘導ケース	系統増強拡大シナリオ 需給立地自然体ケース
需 要		<ul style="list-style-type: none"> ■ 1.2兆kWh程度 ■ 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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1.2兆kWh程度 ■ 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
再エネ	太陽光	■ 約260GW (※1)	■ 約260GW (※1)	■ 約260GW (※1)
	陸上風力	■ 約41GW (※1)	■ 約41GW (※1)	■ 約41GW (※1)
	洋上風力	■ 約45GW (官民協議会導入目標)	■ 約45GW (官民協議会導入目標)	■ 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)	■ 約60GW (エネルギーミックス水準)	■ 約60GW (エネルギーミックス水準)
電源構成	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)	<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)	<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	■ 既存もしくは建設中の設備が全て60年運転すると仮定	■ 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	■ 既設火力が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	■ 既設火力が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

※1 第43回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

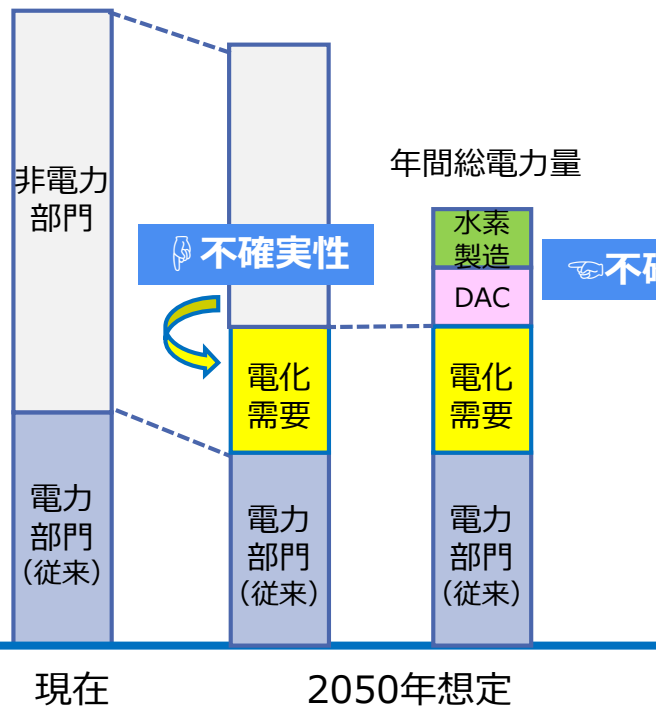
2. 複数シナリオの前提条件について

(6) 需要の不確実性のシミュレーションへの反映について

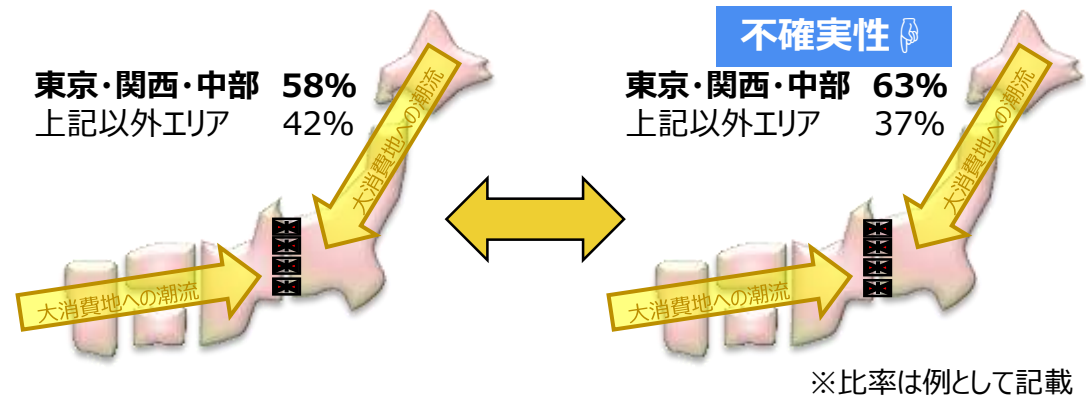
- 系統増強は需要と電源のアンバランスを補強する形で行われるものであり、**系統増強の規模は需要と電源のアンバランスの度合い**によると考えられる。
- アンバランスが発生する要因を需要側から考えると、需要の政策誘導や技術革新等による**ボリュームの増減**や**ロケーションの変化**、ピークシフトによる**負荷率の変動**が考えられるが、それらの変動による電源とのアンバランスの度合いが大きくなるか小さくなるかにより系統増強規模が変わってくる。

ボリュームの観点

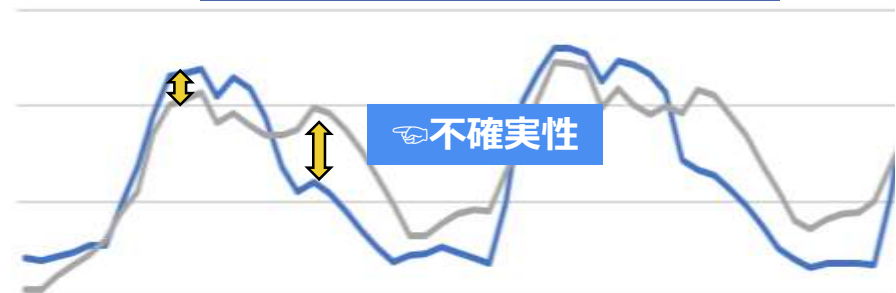
最終エネルギー消費



ロケーションの観点

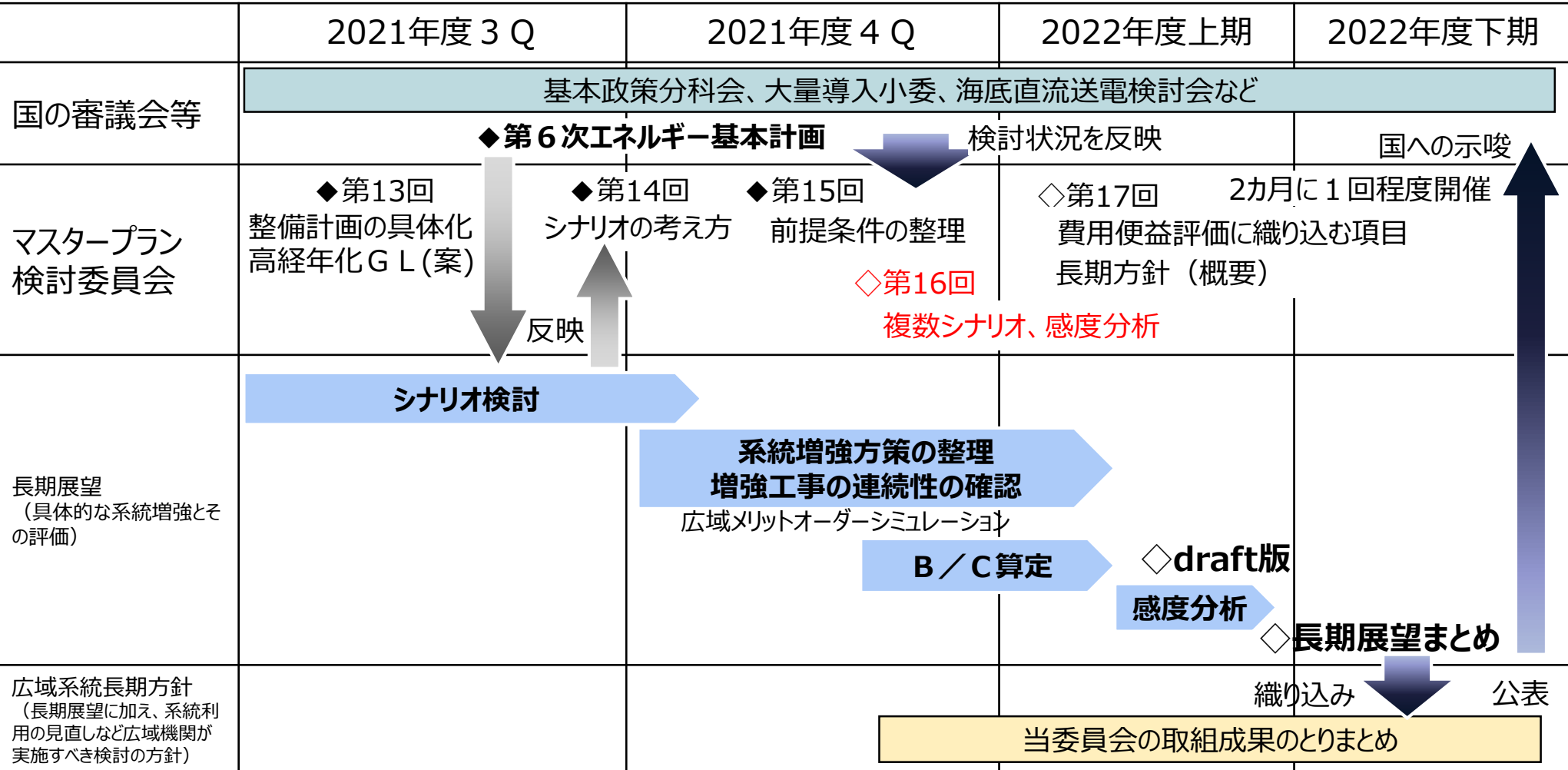


8,760時間カーブの観点



3. 今後のスケジュールについて

- 第15回本委員会で示した将来の不確実性に関する委員からのご意見等を踏まえ、複数シナリオや感度分析についての考え方やシミュレーションを実施するための前提条件を整理した。
- この前提条件により、系統増強方策の抽出といった具体的なシミュレーション作業に入りたい。



複数シナリオと感度分析の考え方

- 系統増強は需要と電源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。
- 需要と電源のアンバランスは、「ボリューム」、「ロケーション」、「8,760時間カーブ」の変動で表現されると考えられ、不確実性はこれらの変動により表現されると考えられる。
- 複数シナリオの幅については、需要と電源は国の政策誘導によりある程度一貫性を持って導入が進むと想定し、**国の政策議論から想定される選択肢の範囲の中で系統整備の規模を見極める**こととしたい。
- また、社会情勢といった外生的要因も含めた変化に伴う電力系統への影響を感度分析により確認し、国のエネルギー政策への示唆とすることとしたい。

今後の進め方

- 第16回本委員会で整理した**複数シナリオの前提条件を基にシミュレーションを実施し、複数シナリオ間における増強方策の連続性**を確認していきたい。
- 基本シナリオや複数シナリオの分析から、どのシナリオを辿っても継ぎ接ぎのない設備形成を目指して、増強方策の検討を進めたい。