

費用便益評価の精緻化等について

2024年10月25日

広域系統整備委員会事務局

本でご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

- 本機関では、2022年7月に東地域及び西地域の計画策定プロセスを開始し、現在にわたるまで検討を進めている。2024年4月には、本機関での費用便益評価のほか、国の審議会において、現行の費用便益の評価では考慮しきれていない項目等があることを踏まえ、将来的な再エネ導入拡大の見込みや電力のレジリエンス強化の観点のほか社会的なニーズ等を加味して、系統整備の判断がなされた。
- こうした中、引き続き、計画策定プロセスを進めていく上では、国民負担につながる観点からも、系統整備の社会的な便益を適切に説明することも重要であることから、本機関にて費用便益評価の精緻化について検討を行うこととされた。
- 本日は、**費用便益評価の精緻化等に係る検討の方向性**について、ご議論いただきたい。

系統増強の考え方と費用便益評価 (B/C) について①

- 再エネ大量導入や電力のレジリエンス強化のために重要となる系統整備については、その整備に係る国民負担を抑制する観点等を踏まえ、費用便益の評価等※を行い、整備を進めることとしている。これまでの地域間連系線においても、電力広域機関において費用便益の評価等を実施した上で、増強判断を行ってきた。

※電力広域機関において、系統整備が行われない場合と行われる場合の差分によって実施

- この点、系統増強に一定の規律を持たせつつ、社会コスト全体を抑制する観点からは、引き続き、費用便益の評価を適切に行うことは重要。
- 一方、現在の系統整備における費用便益の評価においては、将来の再エネ電源の活用等を必ずしも反映しきれていないこともあることや、貨幣価値として考慮できていない項目もある。
- このため、系統増強に当たって前提としている費用便益の評価については、増強判断をする際の適切な評価指標となるよう、引き続き、その精緻化を検討していくこととしたい。

※ 例えば、今後の再エネ出力制御率の見通しや発電側課金の導入、市場価格シグナルによる立地インセンティブの付与などにより、長期的な電源配置等が変化する場合には前提条件を見直していく必要があるほか、調整力・慣性力に係るコストについては、技術的及び制度的な議論状況や海外事例も踏まえて精緻化を検討していく必要があるなど、今後、費用便益評価の精緻化が必要。

系統増強の考え方と費用便益評価 (B/C) について②

- その上で、現行の費用便益の評価では考慮しきれていない項目等があることを踏まえると、例えば、地域間連系線など広域的取引上、特に重要な系統整備については、現在の費用便益の評価を適切に行いつつ、必ずしもそれだけに依らず、将来的な再エネ導入拡大の見込みや、電力のレジリエンス強化の観点のほか、社会的なニーズ等を加味して、増強を判断することも必要ではないか。
- なお、GX実現に向けた基本方針（2023年2月閣議決定）では、「安定的で安価なエネルギー供給につながるエネルギー需給構造の転換の実現、さらには、我が国の産業構造・社会構造を変革」するため、電力ネットワーク分野において、再エネ導入拡大に向けて重要となる系統整備として、海底直流送電等の整備を加速していくこととしている。すなわち、系統整備は、エネルギー需給構造の転換の実現や、産業・社会構造の変革を意図するものであり、このような政策的観点等を踏まえた増強判断が求められている。

3. 費用便益評価について

- 再エネ大量導入や電力のレジリエンス強化のために重要となる系統整備については、その整備に係る国民負担を抑制する観点等を踏まえ、費用便益の評価等※を行い、整備を進めることとしている ※電力広域機関において、系統整備が行われない場合と行われる場合の差分によって実施
- この点、北海道本州間海底直流送電と関門連系線については、現行の費用便益の評価では考慮しきれていない項目等があることを踏まえ、将来的な再エネ導入拡大の見込みや、電力のレジリエンス強化の観点のほか、社会的なニーズ等を加味して増強を判断した。
- 一方で、今後、計画策定プロセスを進める中では、増強の社会的便益を適切に示すことも重要であり、費用便益の評価そのものの精緻化や定性的な便益の整理について、以下の方向性で進めている。

【費用便益評価の精緻化の方向性】

- 総合エネルギー調査会基本政策分科会の下に設置された、発電コスト検証ワーキンググループでの議論等も踏まえつつ、燃料費・CO₂対策コスト等に関する精緻化を進めていく。

【定性的便益の整理の方向性】

- 系統整備の効果として貨幣価値換算や定量化が難しい定性的効果について、便益としての扱いを精査していく。

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

■ 系統整備の検討における費用便益評価では、

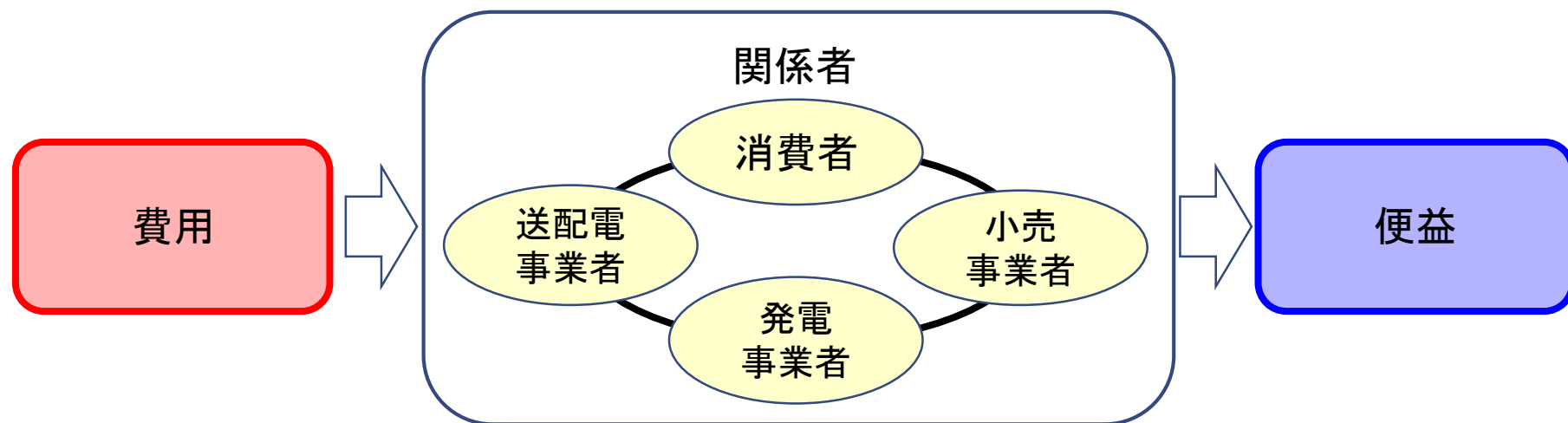
- ・ 費用は、系統整備及び維持に係る費用
- ・ 便益は、個々の事業者の便益ではなく、社会全体で得られる便益

を評価期間にわたって想定し、割引率により将来の貨幣価値を現在価値に換算した上で合計した費用と便益を用いている。

■ 2023年3月に策定した広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）（以下「マスタープラン」という。）や現在検討中の計画策定プロセスにおける費用便益評価では、貨幣価値項目として燃料費、CO2対策コスト、アデカシー面、送電ロスを用いており、これらについて、地域間連系線の整備が行われない場合（Without）と行われた場合（With）の費用・便益の変化量を比較し、費用対効果を評価している。

■ このほか、貨幣価値換算が困難な項目（例えば、系統の安定性、再エネ出力制御率、CO2排出量等）については、非貨幣価値項目として、費用便益評価とあわせて定性的な評価を示している。

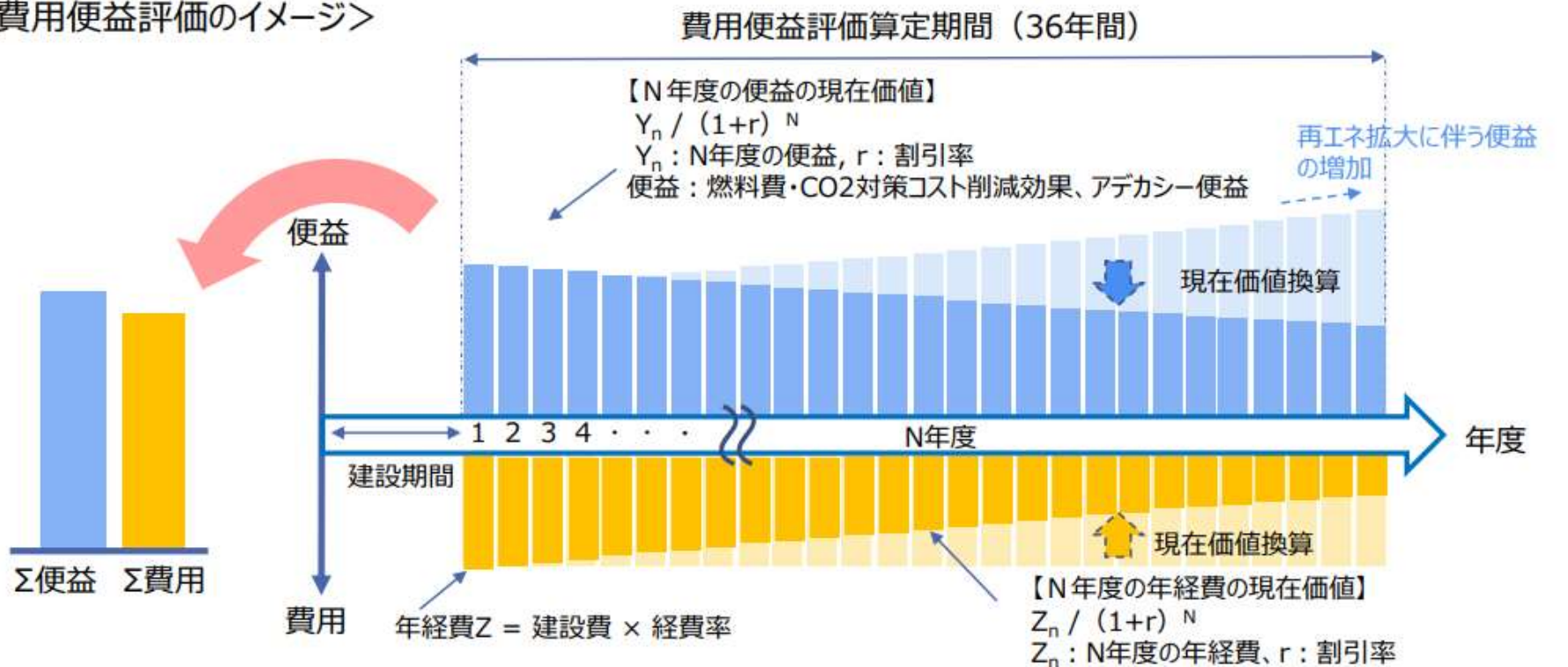
- 地域間連系線の増強を検討するにあたり、当該事業による社会全体としての経済性、効率性を確認するため費用対便益評価を行う。
- 費用対便益評価は、地域間連系線の増強が行われない場合(Without)と、行われた場合(With)の総便益、総費用各々の変化を比較し評価する。
- 費用対便益評価における便益は、個々の事業者の便益ではなく、社会全体で得られる純便益とする。
- 地域間連系線の増強の効果としては、混雑解消による安価な電源の有効活用、再エネ電源の利用拡大、流通設備の効率的運用など種々存在するため、検討の進捗度合（概略、詳細など）に応じ、便益項目として適切なものを選定する。



- 費用便益評価では、評価算定期間内の年度毎の費用と便益を想定し、割引率により将来の貨幣価値を現在価値に換算したうえで合計した費用及び便益により評価する。
- このため、費用便益評価の貨幣価値評価では、一年あたりに生じる便益を合理的に算定する必要がある。(コストは年経費率により算定)

第73回 広域系統整備委員会
(2023/12/27) 資料1-1より抜粋

<費用便益評価のイメージ>



法定耐用年数:
(架空送電36年, 変電22年, 地中25年)

Y: 燃料費・CO2対策コスト削減効果、アデカシー便益

- 長期展望における便益項目は、**貨幣価値指標として、燃料費・CO2対策コスト、アデカシー及び送電ロス**を考慮し、**非貨幣価値指標として、系統の安定性、再エネ出力制御率及びCO2排出量**を考慮する。
- また、**調整力や慣性力**といった再エネ大量導入というシナリオを成立させるための前提条件となるコストについては、系統増強の便益項目には織り込まず、**政策目標実現のための社会コストとして示す**。

【凡例】 「○」…貨幣価値指標、「◆」…非貨幣価値指標、「－」…指標なし

便益項目	長期展望における扱い
燃料費	○
CO2対策コスト	○
アデカシー面※1	○ (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※2)
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)
再エネ出力制御率※3	◆※4
CO2排出量	◆※4
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)

※1 系統増強による供給力確保量の節減効果 ※2 送電ロス費用が減少する場合はプラスの便益、増加する場合はマイナスの便益 ※3 出力制御率は太陽光・風力の合計

※4 系統増強に伴う再エネと他の電源との差替による発電コストの削減効果は、燃料費及びCO2対策コストの貨幣価値指標として織り込み済み

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

- 費用便益評価の精緻化については、これまで本委員会や国の審議会において、様々なご意見をいただいた。それらご意見を貨幣価値項目と非貨幣価値項目に分けて整理した。
- 貨幣価値項目については、主にシミュレーションに用いる変数の見直しと、シミュレーションの設定条件の精緻化に関するものがあった。現在シミュレーションに用いている変数や設定条件の見直しにより対応可能な以下の項目について、早期に検討を進め、具体化したい。

	検討項目	主な検討の視点	検討の方向性	検討番号
シミュレーションに用いる変数の見直し	最新想定への反映 (燃料費等※の単価の更新) ※CO2対策コスト	・ 燃料費等の単価の設定時点と評価時点が大きくずれると、為替や物価指数等が変化し、燃料費等の単価も変わるのではないか	早期に具体化	(1)
	実勢価格の反映	・ 物価変動により、コストが変動すれば、同様に便益も変動するのではないかと	早期に具体化	(2)
	CO2対策コストの設定	・ CO2対策コストには幅があり、真のCO2対策コストはもっと高いのではないかと	早期に具体化	(3)
シミュレーションの設定条件の精緻化	系統制約の緩和効果の追加	・ 1回線作業時の系統制約の緩和効果があるのではないかと	早期に具体化	(4)

- 非貨幣価値項目については、主に定性効果の説明性向上と、定性効果の追加検討に関するものがあつた。
- このうち、定性効果の説明性向上については、これまで同様、情報提示を継続するとともに、新たな視点の追加や定量化などの可能性について継続して検討していきたい。
- また、定性効果の追加検討については、現在未検討の電気料金の高騰リスク軽減等の効果を、新たに何らかの形で示すことができないか、今後、中長期的に検討していきたい。

	検討項目	主な検討の視点	検討の方向性	検討番号
定性効果の説明性向上	市場分断緩和による競争促進等	・ 市場分断の緩和により、市場支配力が抑制されることによる競争促進や、エリアをまたぐ調整力の活用等の定性的な効果が期待されるのではないかと	継続検討	(5)
	再エネ導入促進	・ 市場分断や出力制御の緩和効果を定量的に示すことで事業予見性が高まり、再エネ導入促進につながる定性的な効果が期待されるのではないかと	継続検討	(6)
	系統の安定性向上	・ 大規模災害等の事故ケースにおける信頼度の向上効果について数値などを用いて具体的に示すことができないかと	継続検討	(7)
定性効果の追加検討	電気料金の高騰リスク軽減	・ 連系線整備は電気料金の変動を軽減する効果があるのではないかと	今後検討	(8)

《燃料費・CO2対策コスト、物価上昇の影響》

- インフレや円安という理由でのコスト上昇があれば、当然、便益の単価も変わるはず。それにも関わらず、便益の単価はそのまま、コストだけ変わっているのではないかと強く懸念。仮に、CO2価格がドルベースで与えられれば、当然インフレや円安により、燃料費やCO2価格が変わる。あらゆるものに労働が入っているということは、コストだけでなく、便益も当然変わるはずであり、それがきちんと反映されていないのではないかと強く疑っている。(第76回)

《CO2対策コストの幅》

- 費用便益評価では、CO2対策コストを一定としているが、実際には、CO2対策コストは幅があり、特にCO2の外部不経済の社会的コストという観点では、真のCO2対策コストの値はもっと高い可能性も充分ある。再エネ出力制御緩和も、CO2対策コストの感度分析をすることで定量的効果として深掘りをして、もっと説得力を増した議論をする方がいい。(第75回)
- 将来の燃料費には不確実性があるため、基準～高騰ケースまで幅を持って評価しており、ある程度の便益の上振れは既に織り込まれていると思う。ただ、CO2に関しては、石炭とLNGの値差をひっくり返すほどCO2単価が高くなる可能性もあるので、電源バランスを考える上では、CO2単価の設定も幅を持たせてはどうか。(第76回)
- CO2対策コストに関して、連系線が増強され、電源がどう差し替わるかを議論するときに、kWh当たりのコストが重要になるのは分かる。しかし、本質的には電源がどう差し替わるかを想定し、連系線が増強されれば、CO2が何トン減って、それがトン当たりいくらの社会的便益と考えるかという話なので、CO2の帰属価格、または、社会的コストをトン当たりいくらとみなすか、を明記する方がはるかに重要。kWh当たりよりも、トン当たりいくらと想定して、何トン減るか、それを掛けて、どれだけ社会的利益を出しているのかをもっと前面に出すべき。日本でゼロエミッション社会を目指していく中で、企業もすごく高い帰属価格で色々な投資を行っており、日本全体でそうしている時に、恥ずかしいほど低い価格で織り込んでいないか、過少な価格になっていないかが懸念。(第77回)

《1回線作業時の増強の効果》

- 第二関門があれば、既設関門の工事時に使えるなどの価値があることは分かっているが、その工事が常時行われているわけではない。ただ、第二関門なしの場合の既設関門が止まった際の費用対効果は計算されていないので、定性的な価値がたくさんあることは理解できる。(第76回)

《市場分断緩和による競争促進効果》

- 市場分断が少なくなると、市場支配力を抑制する効果があり、競争を促進する可能性がある。それを定量的に評価するのはなかなか難しいが、そういうことが実は非常に大きいかもしれないというのは定性的に言えるはずだし、あまり強調されてこなかった話。そういうのはどんどん強調できると思う。連系線を増強して市場分断もされないような状況で、調整力がエリアを越えて使えていくのも大きな効果がある。(第76回)
- 市場分断が緩和され、市場支配力が抑制され、競争が促進されるとか、エリアをまたぐ調整力を活用できるようになるなどを定量評価するのは簡単ではないと思うが、これらはまさに効率性に関連していて、効率性を向上させる話だと思う。(第77回)
- 連系線が太ければ、それによって競争を促進し、より効率的な調達が可能になるはず。ある種の価格支配力を行使しにくくなる効果は入っていないと思う。こういう大きな利益が、現実に今起こっている奇妙な価格・値差を見れば、そのような効果は決して無視できないことは、通常この市場を見ていれば実感できるのではないか。こういうところを定性評価できちんということには意味があり、今回市場分断で注意喚起したことはとても意味がある。(第76回)

《再エネ導入促進効果》

- 再エネ出力制御を減らしていく、再エネ発電設備の投資環境を整備していく、というメッセージを出すことができると、連系線増強に関するひとつの波及効果としてあり得る。(第76回)
- 再エネやCO2の価値、燃料費などを過小評価していれば、この制御量が減るという部分に比例して便益が過少に評価されていることがある程度推定できるので、便益の過小評価と密接に関連していると思う。したがって、制御量がどうなるのかを示すことは、一定の意味があるし、今回の事務局の資料はとても貴重。(第76回)
- 九州や北海道で作った再エネがある状況のままだと、再エネ設備の新規投資を行うことには限界があるのではないか。そういった状況で値差を解消していくことが、再エネの投資促進には重要。そういった価値を定量的に示すのは難しいと思うが、値差の解消自体にも価値があることは認識しておいた方がよい。(第77回)

審議会における主な御意見①

第72回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
電力・ガス基本政策小委員会(2024/3/29) 下線追記

第70回総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 (2024年2月27日)

第60回総合エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 (2024年3月7日)

- B/Cが1未満の中、再エネ導入・レジリエンス強化のために増強判断する場合、情報を開示し国民にもしっかり説明すべき。実施案での費用増大の可能性や、検討の進め方・進捗も説明すべき。B/C以外の要素を加味することには反対しないが、定性的な説明だけで押し進めるのは懸念あり、説明が必要。インフレや賃金上昇、工期の延長等によるコストの上振れリスクについて、国民に説明できるようにすべき。
- 系統増強には一定の規律が必要。費用が予測を上回る場合、その要因や必要性を分析し適切に判断し、コスト低減に繋げるべき。
- 民間企業では、事業評価としてあらゆるシナリオを検討しリスクを織り込み、投資回収できるか徹底的に検証する。定性的効果は否定しないが、丁寧な説明が必要。国民理解を深めるためにも、費用便益評価と貨幣換算できない価値についても、情報を開示していただきたい。
- 政策判断への納得性を高めるため、系統増強によりどの程度再エネ導入が進むか示すことが重要。出力制御率の低減効果や再エネ電源の稼働率の増加見込み等の定量的データを示すべき。費用負担・回収の観点で再エネ導入拡大の目的を踏まえ整理していただきたい。
- 貨幣価値換算できないものを考慮する点を危惧。換算できないのは便益だけでなくコストも同じ。B/Cで評価しておきながら、数値が悪ければ費用便益だけでは評価できないとするのは、ゴールを動かしているように見える。もう一度ゆっくり考えた方がいいのではないかな。
- 費用上振れの主因がインフレであれば、便益も同じように上がるのではないかな。CO2コストや燃料費の節約効果も物量としては一定だが、円ベースで見ればインフレを反映すると高くなると考えるのが自然。便益が過小評価されていないか考える余地が十分ある。同じ燃料費の節約効果でも、燃料費が高いときは便益が大きくなり、安いときは小さくなる。
- 電気料金に着目すれば、リスクを軽減する方向となるため、便益に加えて説明してもよいのではないかな。

審議会における主な御意見②

第72回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
電力・ガス基本政策小委員会(2024/3/29) 下線追記

第70回総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 (2024年2月27日)

第60回総合エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 (2024年3月7日)

- 日本の姿勢として、将来的な再エネの発展性を踏まえたときに、B/Cが低いから増強しないという選択がどういったメッセージを形成するのか考える必要。
- 日本は既存の送電網の空きが足りず、再エネ拡大のネックになっている。IEAの分析で示されるように、系統整備の遅れによって再エネ導入見込みが減少する可能性。系統整備は再エネ導入に比べて時間を要するため、早期整備が必要なが示唆されていることも重要と考える。
- B/Cだけでなく、再エネ大量導入や産業・社会構造の変革に向け、整備が必要という点に賛成。
- マスタープラン策定時と前提が大きく変化している点に留意すべき。データセンターや半導体工場の立地に加え多くの製造業で製造に必要な電力原単位が高まることが見込まれる。また、脱炭素化の流れによって自家発自給率が低下することから、系統依存度が高まることが見込まれる。
- 需要誘導と比べて系統整備がB/Cで優れているといった議論をすべき。今回の費用はTSMCへの支援とほぼ同額と考えており、経済波及も含めて議論する必要。
- 欧州では、より広く便益を見ている。日本でも、地域偏在コストをB/Cに入れて検討するということがよいのではないかと考える。
- 東地域について、工事費が1.5～1.8兆円の規模で、ケーブル長が800kmとなると、従来の延長では考えられないレベル。工事を担うと思われる事業者からも、検討しきれていない部分もあるという懸念が示された。基本要件でも不確実性が高く、実施案では更に費用が膨らむ可能性もある。

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

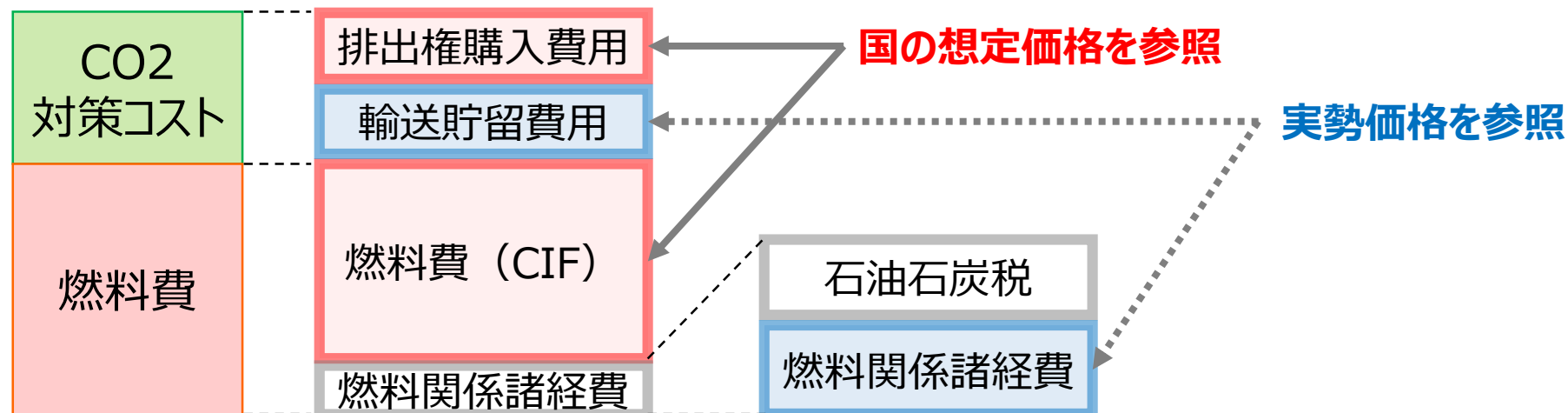
今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

マスタープラン等における燃料費・CO2対策コストの構成について

- マスタープランや計画策定プロセスの費用便益評価で用いる燃料費・CO2対策コストは、
 - ・ 燃料費 : 燃料費（CIF）と燃料関係諸経費（石油石炭税・輸入手数料など）
 - ・ CO2対策コスト：排出権購入費用と輸送貯留費用
 で構成されている※。
- このうち、燃料費（CIF）と排出権購入費用（下図赤枠）は、国が想定した価格を参照している。
- また、燃料関係諸経費（石油石炭税を除く）と輸送貯留費用（下図青枠）は、設定時点の実勢価格を参照している。

※マスタープランや計画策定プロセスにおける燃料費・CO2対策コストは、世界情勢等の変化により大きく変動するため、実態と乖離した結果とならないよう、第6次エネルギー基本計画の検討に際して設置された発電コスト検証ワーキンググループの「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」（2021年9月）を参照して設定した単価を用いて算定。なお、発電コストWGの燃料価格（CIF）及びCO2排出権購入費用は、国際エネルギー機関（IEA）の「World Energy Outlook 2020」の価格トレンドを利用して将来の単価を推計。

マスタープラン等における燃料費・CO2対策コストの費用構成



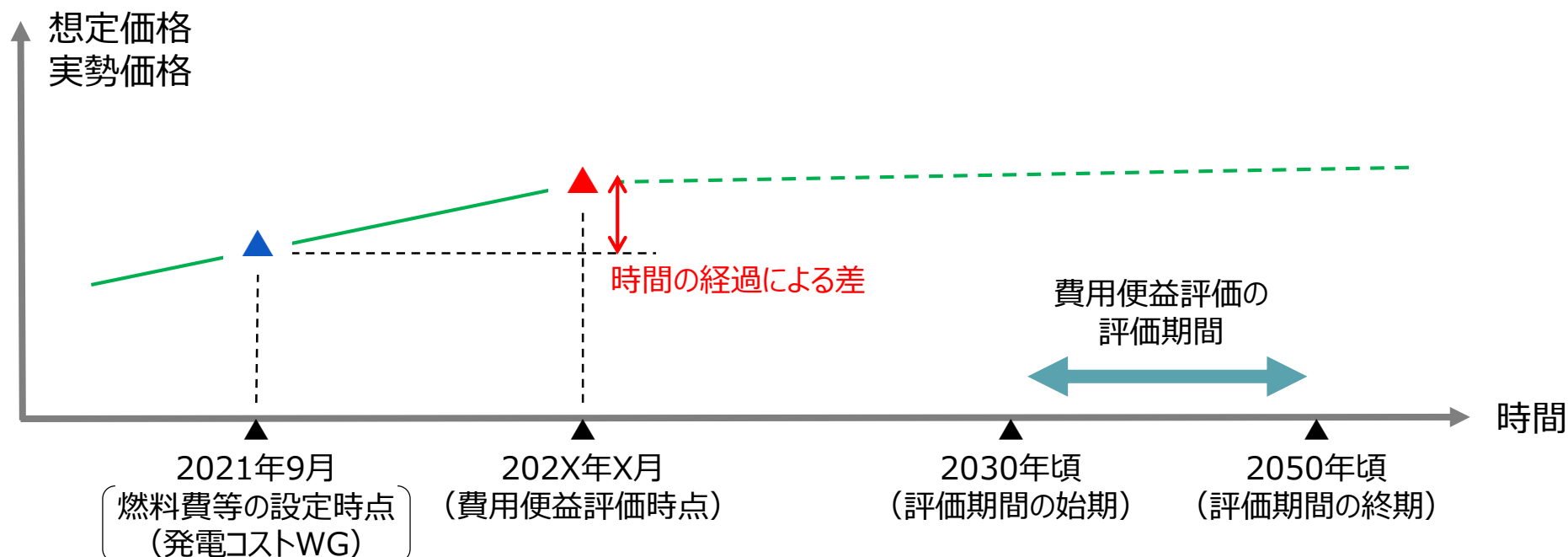
(1) 最新想定への反映（燃料費等の単価の更新）

- マスタープランや計画策定プロセスにおいて、燃料費・CO2対策コストは、発電コスト検証ワーキンググループ（以下「発電コストWG」という。）の報告（2021年9月）を参照し設定した単価を用いて算定している。
- この単価については、その設定時点から費用便益評価を行う時点までの時間経過とともに、為替や物価指数、世界情勢等の影響を受け変化する。
- このため、費用便益評価で用いる燃料費・CO2対策コストについて、以下の状況を踏まえた見直しを検討してはどうか。
 - 2021年9月の発電コストWGの報告では、国際エネルギー機関（以下「IEA」という。）が刊行する「World Energy Outlook（以下「WEO」という。）」として、WEO2020を参照していたが、現時点ではWEO2024が刊行されている。
 - 2024年7月には、第7次エネルギー基本計画の検討のために国が発電コストWGを設置し、各電源のコストについて議論が進められている。

- 費用便益評価では、費用と便益を算定する際の物価等の条件を揃える必要があるが、現在の費用便益評価では、費用（＝工事費等）は費用便益評価を行う時点の値を用いる一方で、便益（＝燃料費・CO2対策コストの削減額）は燃料費等の単価設定時点の想定や実勢価格を参照している。
- このため、燃料費等の単価設定時点から費用便益評価を行う時点までの時間が経過した場合、この間に生じた想定価格や実勢価格の差を便益側に反映できない※。

※燃料費（CIF）は、燃料費等の単価設定時点での想定値を、費用便益評価を行う時点での実勢価格を参照して補正し、幅をもって評価しているものの、燃種間の高低といった関係性などに最新想定を反映できる方が望ましい。

時間の経過による想定価格や実勢価格等の差(イメージ)



1. 費用便益評価

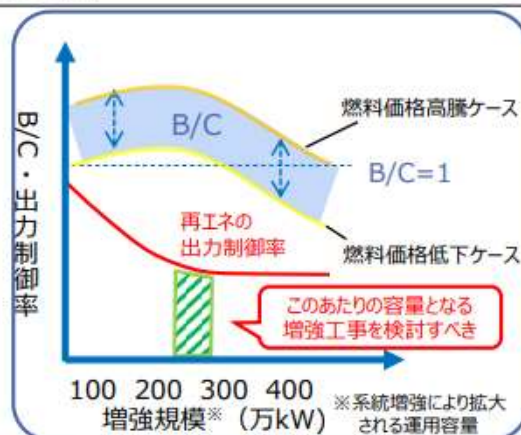
広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）別冊（資料編）に一部加筆

7

(3-1) 燃料費+CO2対策コスト

- 燃料費については、世界情勢等の変化により大きく変動することから、単一の燃料単価をそのまま使用すると、シナリオが実態と乖離する可能性がある。長期展望における費用便益評価においては、**各シナリオにおいて幅を持たせる**ことによって、将来の系統増強の可能性について、適切に評価を行う。
- 具体的な幅の範囲は、**現状の燃料価格水準※1を基準として、燃料価格が低下したケース※2、高騰したケース※3を設定**し、その幅の中で増強規模を選定する。
- なお、CO2対策コストについても変動する可能性はあるものの、今回の検討においては燃料費の幅を見中でその変動の影響について確認する。

費用便益評価のイメージ



- ※1 至近の燃料価格高騰影響として至近6か月平均を考慮
- ※2 発電コスト検証ワーキンググループで採用している2019年平均値の水準
- ※3 2019年平均値から現在の水準への増加分を加算した水準

燃料費+CO2対策コストの範囲

[円/kWh]

		石炭 (CCS)	LNG MACC 1500℃級 (CCS)	LNG ACC 1350℃級 (CCS)	水素 (混焼)	LNG CC 1100℃級 (CCS)	LNG CT コンベンショナル (CCS)	石油
燃料費 + CO2対策コスト		7.7～12.5	7.9～14.6	8.0～14.8	9.0～16.3	9.3～17.2	10.9～20.1	16.6～29.4
燃料費		4.9～9.7	6.7～13.4	6.8～13.6	7.3～14.6	7.9～15.9	9.2～18.5	12.9～25.8
CO2対策コスト	CO2対策費用	0.7	0.3	0.3	1.7	0.3	0.4	3.7
	CO2輸送 & 貯留費用	2.1	0.9	0.9	—	1.0	1.2	—

発電コスト検証ワーキンググループ報告書（2021年9月14日掲載版）における発電コストレビューシートの2030年に熱効率及び所内率を入力して算出（既設をCCU付火力へ改造すると仮定したLNG火力については、CO2分離回収型LNG火力にそれぞれの熱効率及び所内率を入力して算出）

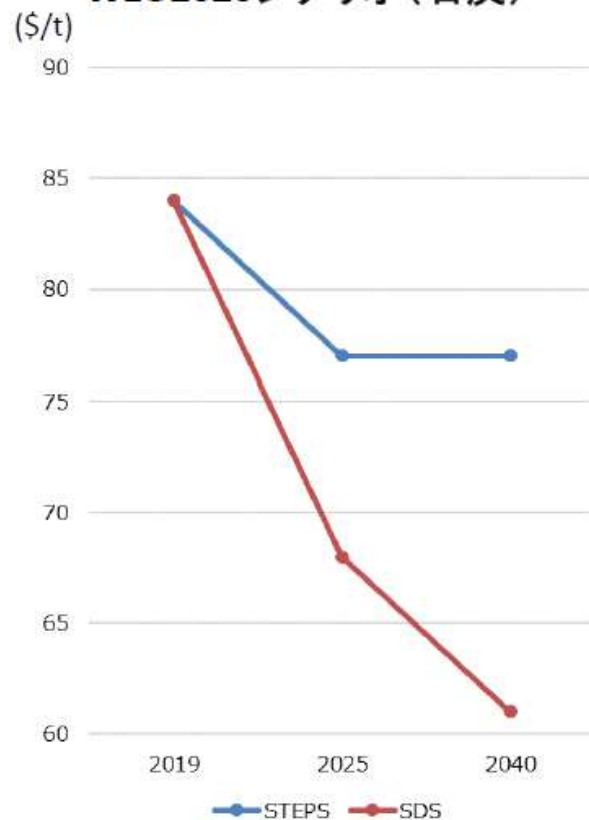
火力発電

発電コストWG「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」(2021/9)

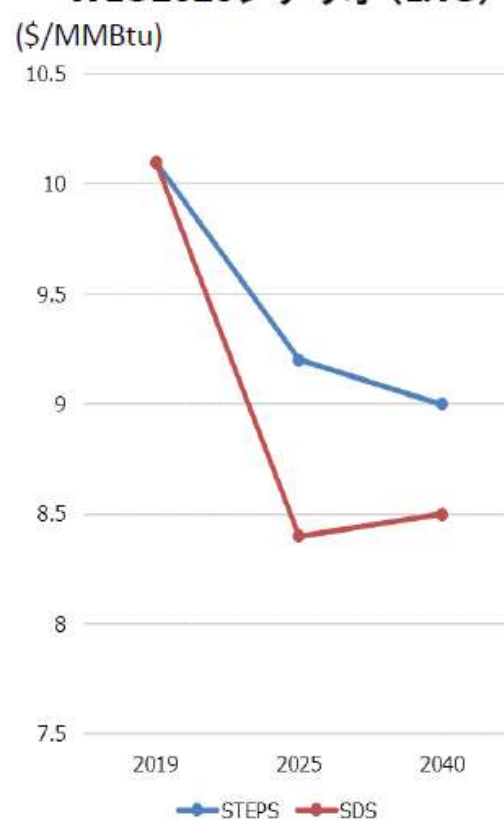
化石燃料価格の考え方② (将来の価格見通し)

- IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)における、公表済政策シナリオ (STEPS) 及び持続可能開発シナリオ (SDS) の価格トレンドを利用して、将来価格を推計。
- STEPSを標準ケースとして設定。

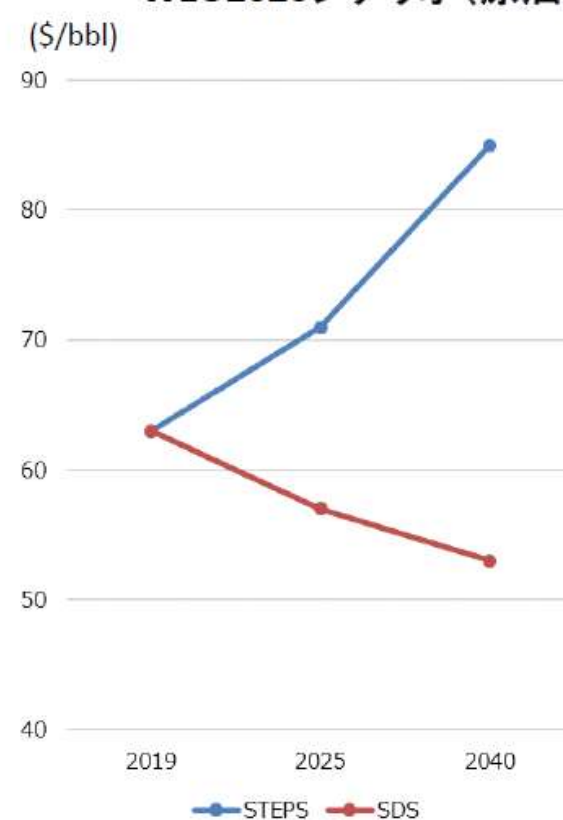
WEO2020シナリオ(石炭)



WEO2020シナリオ(LNG)



WEO2020シナリオ(原油)

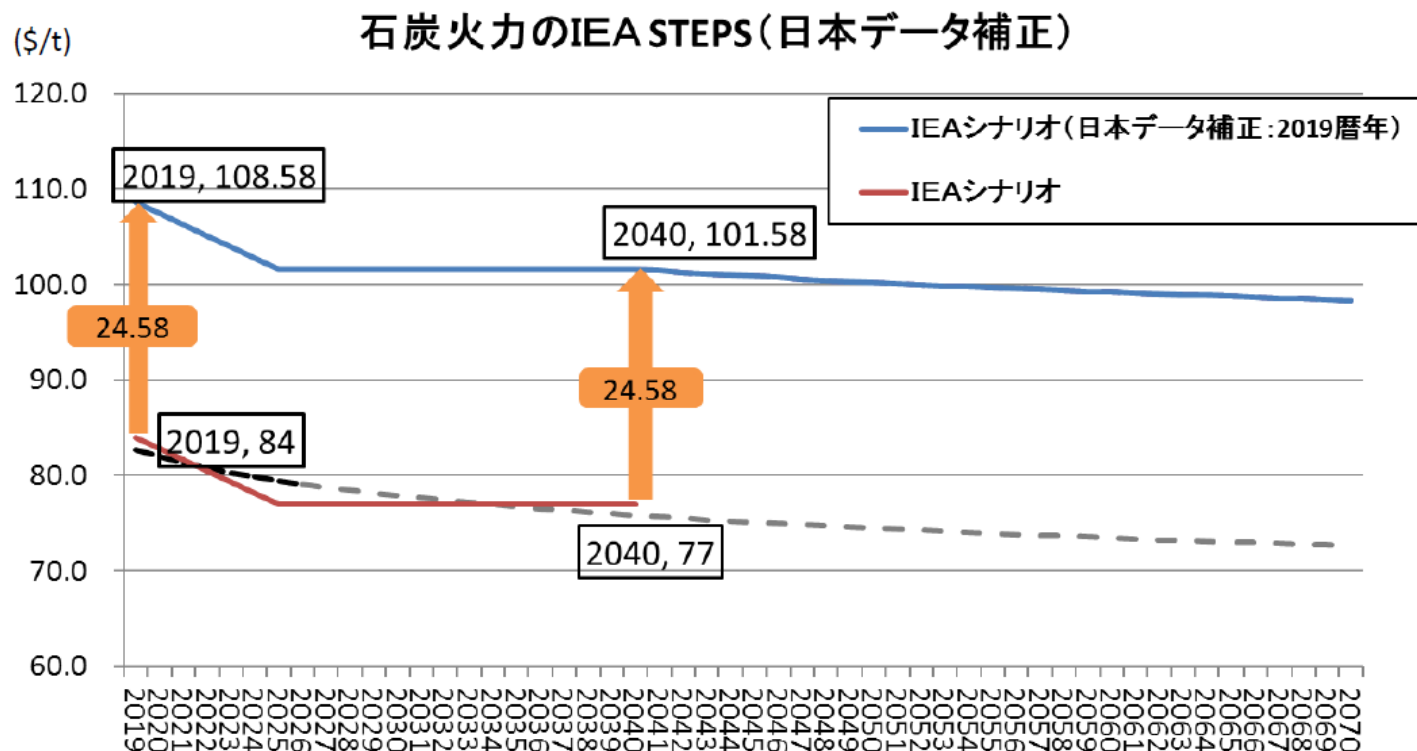


火力発電

発電コストWG「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」(2021/9)

石炭火力 燃料価格の見通し

- 初年度(2020年)～2024年の石炭価格は、WEO2020にデータが無いため、WEO2020にデータがある2019年の石炭価格を、日本の実際の2019年の石炭価格で補正した上で、2025年の石炭価格と直線で結んで導出。
- 2025年と2040年の価格は、WEOの価格データをそのまま利用。
- 2025年～2040年の間は、価格が直線的に推移すると仮定。
- 2040年以降の価格は、2019年と2040年の価格を対数回帰して得られたトレンドを延長して採用。



火力発電

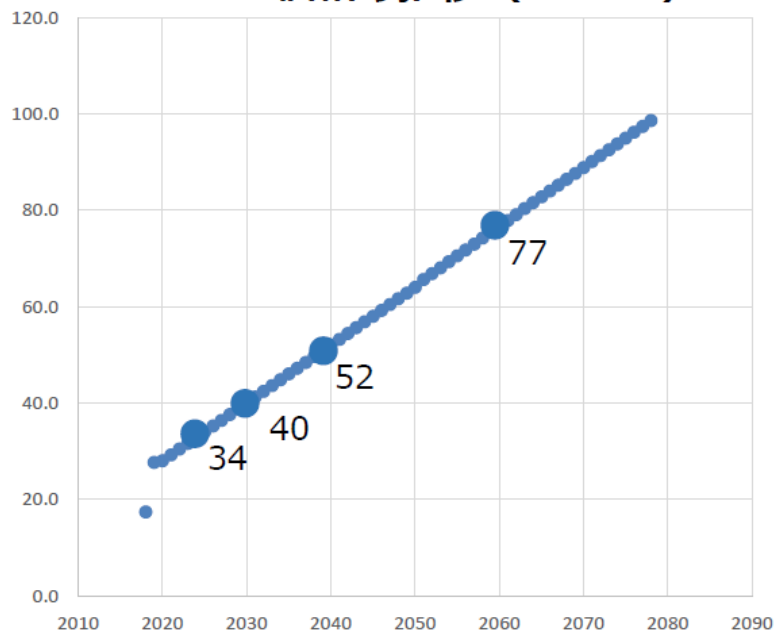
発電コストWG「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」(2021/9)

将来(2030年)のCO2対策費用の考え方

- IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)における「公表済政策シナリオ」(STEPS)及び「持続可能開発シナリオ」(SDS)※に示されたCO2価格を用いて、それぞれ推計。
- WEO2020には、2030年のCO2価格は示されておらず、2025年及び2040年の値のみ。このため、両方の値を直線で結び、2030年の値を導出。
- 2025年～2050年の間は、値が直線的に推移すると仮定。
- 2050年以降は、2018年から2050年の価格を対数回帰して得られたトレンドを延長して採用。

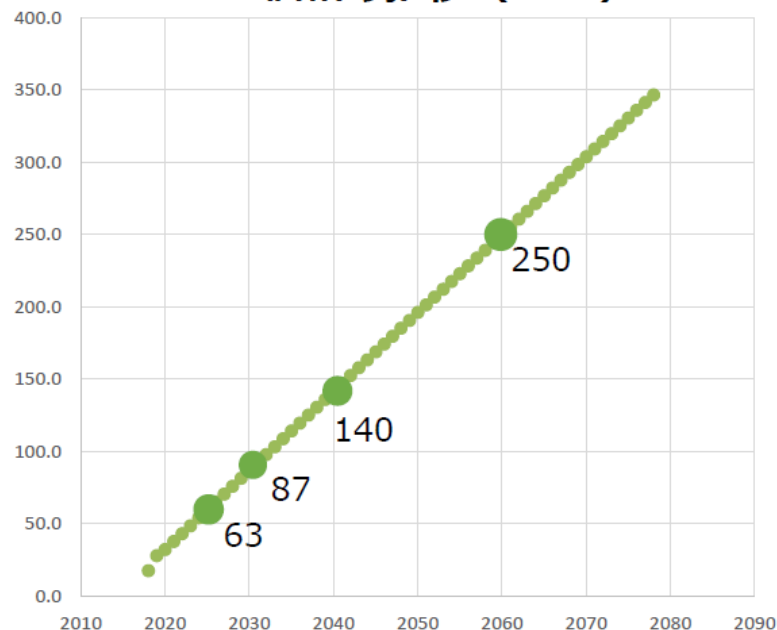
(ドル/CO2トン)

CO2価格の推移 (STEPS)



(ドル/CO2トン)

CO2価格の推移 (SDS)

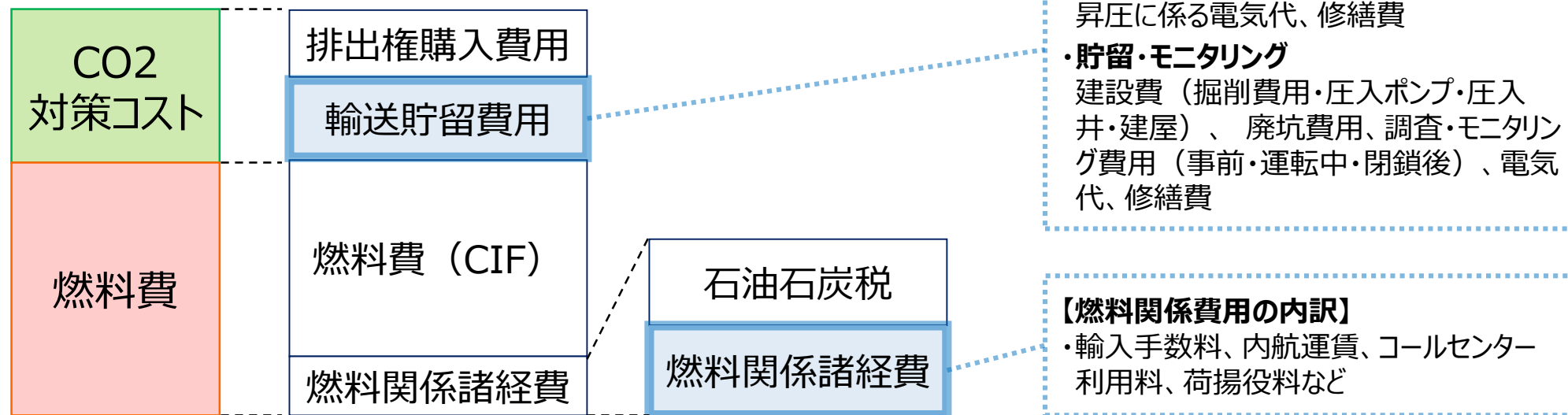


※1 IEA「WEO2020」において、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) のうち、エネルギー関連目標 (パリ協定含む気候変動問題、大気汚染の大幅削減、世界全体でのエネルギー・アクセス達成) の達成などにより、結果として2050年に多くの先進国でCO2排出がネットゼロ、2070年に世界全体でネットゼロとなるシナリオ

(2) 実勢価格の反映

- 現在の費用便益評価では、燃料費のうち燃料関係諸経費（石油石炭税除く。）と、CO2対策コストのうち輸送貯留費用（下図青枠）については、実勢価格を用いて算定している。
- (1)と同様の理由から、単価設定時点から実際に費用便益評価を行う時点の時間経過により、燃料関係諸経費や輸送貯留費用が変わることが考えられる。
- このため、燃料関係諸経費（石油石炭税除く。）と輸送貯留費用について、何らか足元までの実勢価格の反映を検討してはどうか。

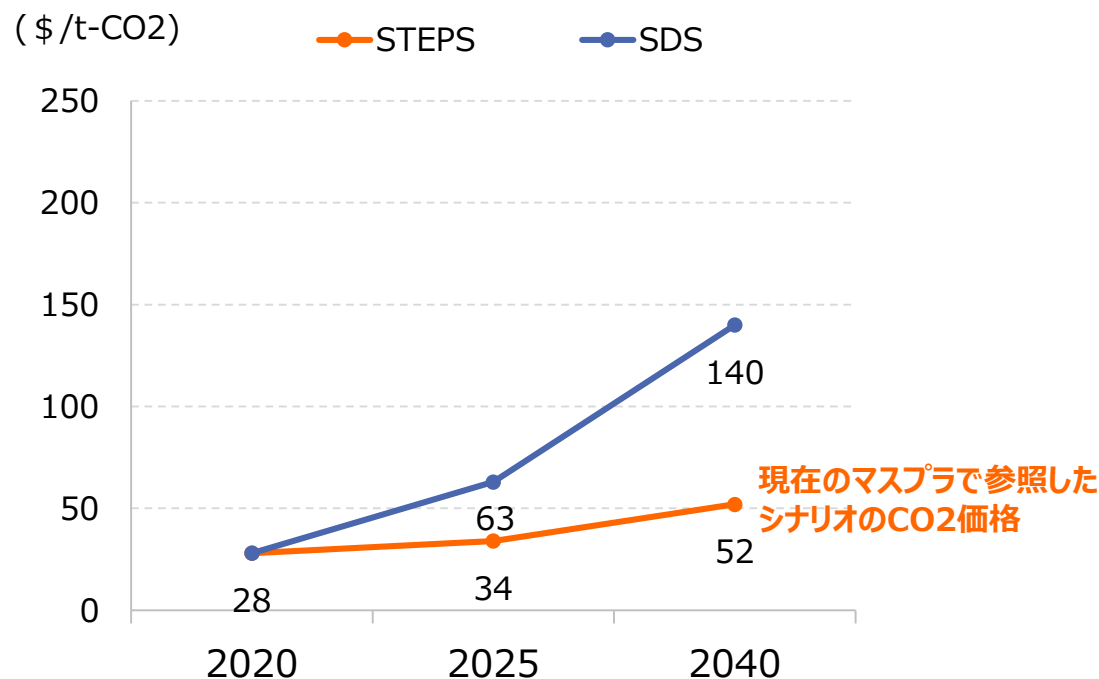
燃料費・CO2対策費用の費用構成（内訳）



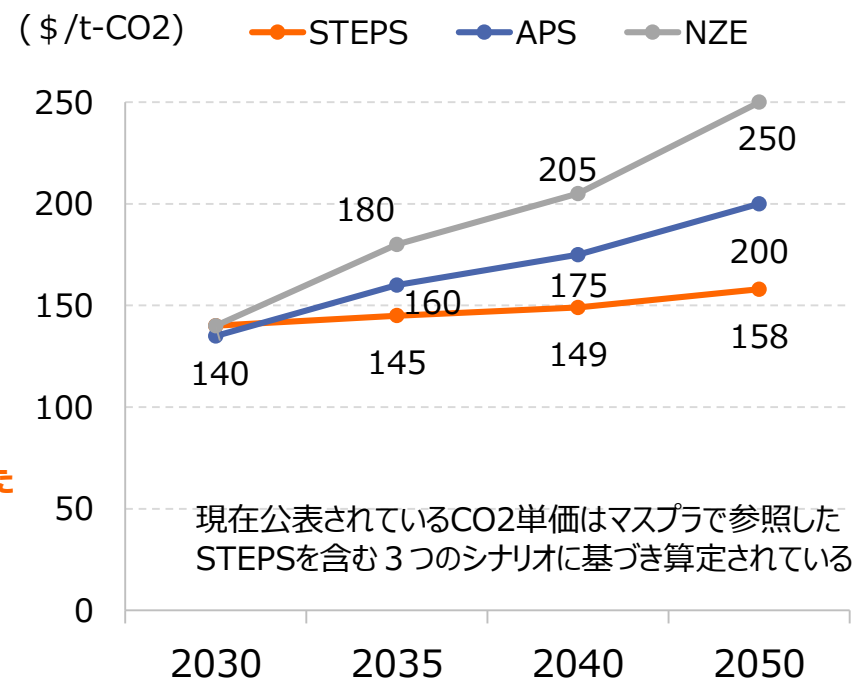
(3) CO2対策コストの設定

- マスタープラン等では、燃料費と同様にCO2対策コストも変動する可能性があるものの、燃料費の幅を見る中で影響を確認することとしており、幅を設定していない。
- しかし、WEOでも複数のシナリオを設定していること等を踏まえ、燃料費と同様に、CO2価格にも幅を設定して評価することを検討してはどうか。

マスタープランにおけるCO2価格（WEO2020）



現在公表されているCO2価格（WEO2024）



STEPS : 公表済政策シナリオ。エネルギー、気候、関連産業政策を含む現在の政策設定に基づくシナリオ。

SDS : 持続可能開発シナリオ。国連の持続可能な開発目標（SDGs）のうち、エネルギー関連目標（パリ協定含む気候変動問題、大気汚染の大幅削減、世界全体でのエネルギー・アクセス達成）の達成などにより、結果として2050年に多くの先進国でCO2排出がネットゼロ、2070年に世界全体でネットゼロとなるシナリオ。

APS : 発表済公約シナリオ。各国政府によるエネルギーと気候に関する目標が全て予定どおりに達成されるシナリオ。

NZE : 地球温暖化を1.5℃に抑える2050年までのネット・ゼロ・エミッションシナリオ。

（出典）IEA「World Energy Outlook 2020」、「World Energy Outlook 2024」のEUの値と実績価格(2020年)をもとに本機関にて作成

【基本的な考え方（案）】

- CO2対策費用は、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、現時点で国内で検討されている**政策の実施に伴い、将来負担が生じると想定される社会的費用（環境外部費用）の一部を内部化**するもの。
- CO2対策費用については、環境外部費用の全てをコストに換算することは困難であるところ、中長期的なCO2価格の世界的な見通しを可能な限り包括的に示す観点から、世界で先行する排出権取引制度を用いて中長期的なCO2価格の見通しを示してきた。具体的には、前回（2021年）の検証では、EU-ETSのCO2価格のトレンドを用いて推計した。
- その後、我が国における排出量取引制度の導入に向けた議論が進展。2026年度からの排出量取引制度の法定化に向け、2023年度には排出量取引制度を試行的に開始した。
今回の検証では、こうした国内における制度の検討状況を踏まえて、我が国の中長期的なCO2価格の見通しを検討することとしてはどうか。
- 具体的には、
 - ✓ 足下の対策費用について、排出量取引制度の試行的開始に伴い開設された市場の平均約定価格を用いることとしつつ、これまでの検証との一貫性を確保するため、EU-ETSのCO2価格トレンドを用いた数値も、参考値として示すこととしてはどうか。
 - ✓ 将来の対策費用については、法定化後の制度設計が未定であることから、これまで同様に参考になりうる海外事例の価格を参照することとし、他国に先駆けて排出量取引制度を導入したEUや、エネルギーを巡る情勢が我が国とも比較的近いと考えられる韓国のCO2価格のトレンドを用いて推計することとしてはどうか。

CO2対策費用の考え方④（将来の対策費用見通し②）

将来の価格見通しの推計方法（案）

<初年度（2023年）～2050年>

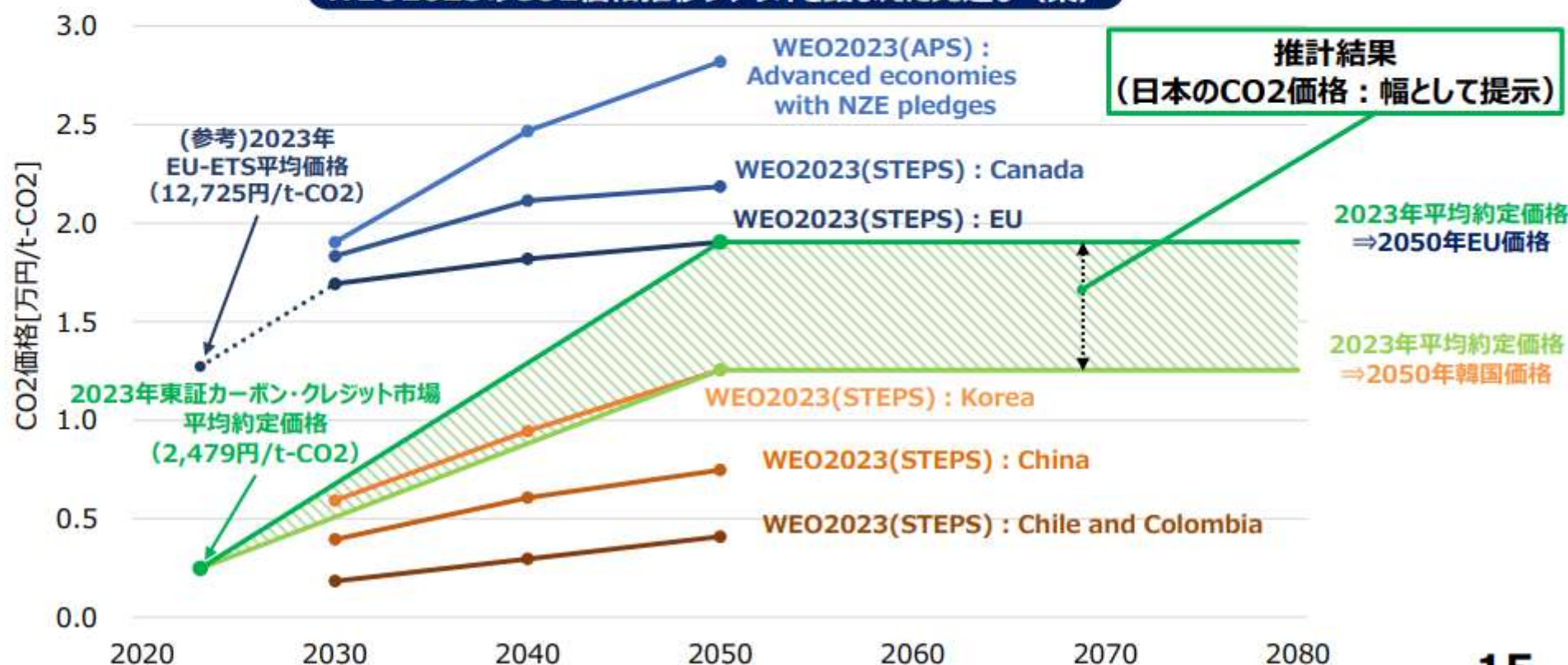
東証カーボン・クレジット市場の足下の約定価格から、WEO2023に記載されている**2050年の韓国・EUのCO2価格に向けて直線的に推移**すると仮定し、この2つの直線の間の領域を日本のCO2価格としてはどうか。

<2051年～2079年>

2050年の価格を横置きしてはどうか。

（注）先日公表されたWEO2024を踏まえ、同様の手法で改めて推計した上で、追って数値を差し替え。

WEO2023のCO2価格推移シナリオを踏まえた見通し（案）



本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

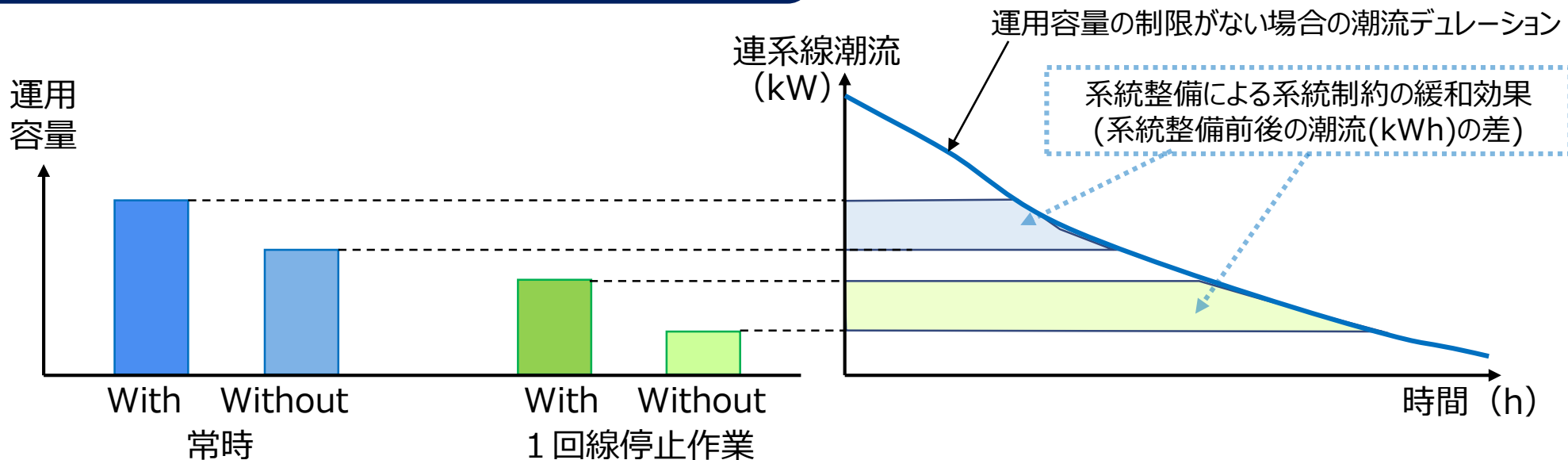
非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

(4) 系統制約の緩和効果の追加

- マスタープランにおいては、平常時の系統制約を用い広域メルットオーダーシミュレーションを行っているが、作業時や事故時の系統制約は反映していない。
- 広域連系系統の場合、事故による系統制約は、発生確率が低く影響は小さいと考えられるが、作業時の系統制約は、作業期間が長期にわたる場合にはその影響が一定程度考えられる。
- このため、作業時の系統制約の緩和効果を便益として算定できるよう、今後は作業時の系統制約を反映してはどうか。

系統制約の緩和効果（1回線停止作業）のイメージ



- ✓ 系統制約の緩和効果は、系統整備前後の潮流の差として表れる
- ✓ 常時（図右側の青部分）に比べ、作業時（図右側の緑部分）の方が系統整備前後の潮流の差が大きい

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

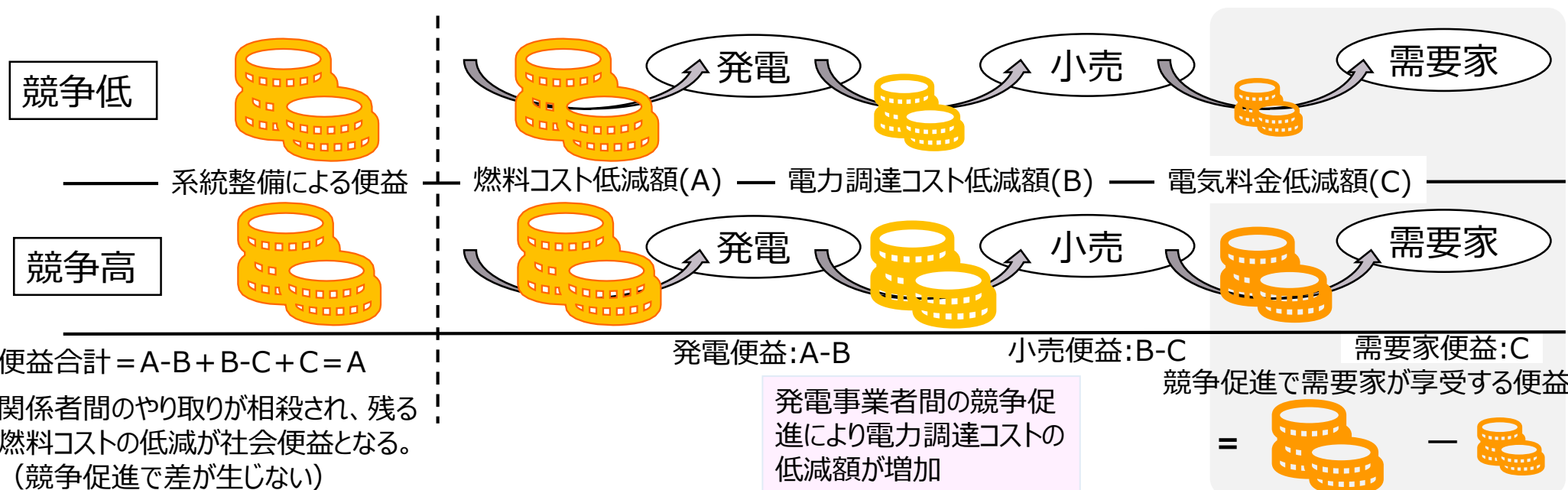
非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

- 系統整備による市場分断の緩和により、市場支配力の低下やより安価な電源が市場に増えることで、発電事業者間での競争が促進される可能性があり、それに伴い需要家の便益が増加するなどの効果も期待できる。
- このような競争促進による効果は、社会便益ではないものの、系統整備がもたらす効果の説明性向上の一助となるのではないか。
- このため、こうした情報を引き続き提示するとともに、さらに説明性を向上させる内容について継続して検討してはどうか。

系統整備における便益と競争促進で需要家が享受できる効果（イメージ）



- マスタープランにおいては、再エネ出力制御量とCO2排出量を示している。また、東地域及び西地域の計画策定プロセスにおける基本要件時には、再エネ出力制御の時間・回数についても追加で示している。
- 再エネ電源の投資促進のためにも、こうした情報を引き続き提示するとともに、説明性を向上させる内容について継続して検討してはどうか。

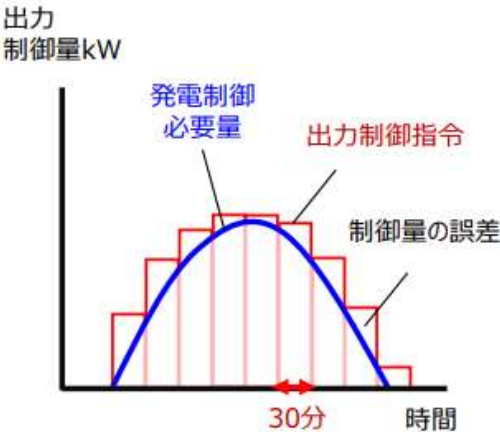
再エネ出力制御時間・回数の低減効果について

第77回 広域系統整備委員会
(2024/3/25) 資料1-1

- 再エネ出力制御量の低減効果は、費用便益評価に総発電コストの削減額として織り込まれている。
- その上で、実際の再エネ出力制御量には発電予測誤差への対応分及び発電制御必要量との制御量の差分も含まれている。このため、**制御時間・回数を低減することは、実際には再エネ制御量がより低減される**（費用便益評価では当該低減の効果までは織り込みできていない）。
- また、系統整備により再エネの出力制御時間・回数が低減されることは、費用便益面の効果だけでなく、**発電事業者において、再エネ電源開発への投資の促進効果にもつながるものと期待される。**



＜出力制御量のイメージ＞



(7) 系統の安定性向上

- これまで、系統の安定性向上効果として、例えば、東地域及び西地域の計画策定プロセスにおける基本要件時には、大規模災害等の事故ケースにおける信頼度の向上効果を定性的に示している。
- こうした情報を引き続き提示するとともに、説明性を向上させる内容として、例えば、その効果を何らかの数値を用いて具体的に示すことなどについて、継続して検討してはどうか。

3－4．連系線増強による定性的効果－送電制約の低減－

第75回 広域系統整備委員会
(2024/2/26) 資料2

- 関門連系線を増強しても、既設関門連系線ルート断事故時の周波数制約は解消されないものの、大規模災害等の事故ケースにおける供給信頼度は定性的には向上すると言える。
- また、今後、想定される既設関門連系線の電線張替工事に伴う長期 1 回線作業停止における送電制約の緩和等が期待できる。

【例】

(a) 事故ケースにおける供給信頼度の向上効果

- 既設関門・第二関門連系線の 2 ルートが構築されることで、地震など大規模災害等の事故ケースにおいても、九州～本州の連系維持が期待される。
- 大規模災害等による九州ブラックアウト時に既設関門が設備損壊等で使用できない場合等において、第二関門を利用した早期復旧が可能となる。

(b) 既設関門連系線の作業停電期間における送電制約軽減の効果

- 今後、既設関門連系線の電線張替工事のため、長期にわたる 1 回線停止が想定される。関門連系線増強後においては、既設関門連系線の 2 回線停止が可能となるケースも考えられ、工事費削減・工期短縮に資する可能性がある。
- また、電源張替工事期間中は、残回線N-1事故で九州系統が単独系統になってしまうリスクがあるところ、連系線増強後には、残回線N-1事故時でも本州との電氣的な連系を維持することができる（直流設備の AFC 運転等により周波数維持などでメリットがある）。

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

(8) 電気料金の安定化効果（燃料費等の単価影響の軽減）

- 系統整備に伴い広域メルिटオーダー運用が進展し、燃料費等の単価が高い電源は、発電電力量が減少し、低い電源は発電電力量が増加する。これが燃料費等の低減効果として、貨幣価値評価される。
- 他方で、系統整備により再エネの発電電力量が増加し火力が差し替わる場合、相対的に全燃種に占める火力割合が減ることから、燃料費等の単価変動影響を受けにくくなる効果も考えられる。
- この効果について、系統整備による電気料金の安定化効果として、新たに何らかの形で示すことができないか、今後、中長期的に検討してはどうか。

燃料費等の単価の高低と系統整備の有無における燃料費等のイメージ

	燃料費等の単価 高 (円/kWh) C	燃料費等の単価 低 (円/kWh) D	燃料費等の単価 高と低の差
系統整備なしの 火力発電電力量 (kWh) 【Without】 A	A × C	A × D	A × (C - D)
系統整備ありの 火力発電電力量 (kWh) 【With】 B	B × C	B × D	B × (C - D)

A > Bより、
 $A \times (C - D) > B \times (C - D)$
⇒ WithoutよりもWithの方が、燃料費等の単価の高低による影響が小さい。

本日はご議論いただきたい事項

現在のマスタープラン・計画策定プロセスにおける費用便益評価について

費用便益評価の精緻化等に係る検討の視点

貨幣価値項目 : シミュレーションに用いる変数の見直し

貨幣価値項目 : シミュレーションの設定条件の精緻化

非貨幣価値項目 : 定性効果の説明性向上

非貨幣価値項目 : 定性効果の追加検討

今後の費用便益評価の精緻化等に係る検討について

- 今回は、費用便益評価の精緻化等について、これまでにいただいたご意見を踏まえ、検討の方向性についてお示した。
- これも踏まえ、検討項目の追加や、検討の視点の追加がないかなどについて、ご議論いただきたい。
- その上で、今回いただいたご意見等について、次回以降の本委員会にてお示しできるよう検討を進めていくこととしたい。

以下参考

火力発電

発電コストWG「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」(2021/9)

CO₂分離回収型石炭火力 発電コストの内訳CO₂分離回収型石炭火力発電コスト (2030年)

14.0～14.6円/kWh

(政策経費を除いた場合、13.9～14.5円/kWh)

CO₂対策費用の内訳

輸送貯留費用(2.1円/kWh)

・輸送

建設費 (CO₂昇圧施設・パイプライン)、昇圧に係る電気代、修繕費

・貯留・モニタリング

建設費 (掘削費用・圧入ポンプ・圧入井・建屋)、廃坑費用、調査・モニタリング費用 (事前・運転中・閉鎖後)、電気代、修繕費

総額約1,755億円

排出権購入費用(0.7円/kWh)

分離回収しきれなかったCO₂や、輸送・貯留において排出されたCO₂の排出権を購入するとした場合の費用

総額約573億円

※CO₂輸送貯留費用を検討するにあたり以下の仮定を想定
 ①輸送距離は、20kmの陸上パイプライン
 ②輸送・貯留施設は、300万トン規模の設備を想定し、CO₂処理量(285万トン)に応じてコスト負担

※1 モデルプラント想定値

設備容量70万kW、設備利用率70%、稼働年数40年

CO₂対策費用 (2.8円/kWh)火力発電所から排出されるCO₂を輸送・貯留した場合の費用。分離回収しきれなかったCO₂や輸送・貯留において排出されたCO₂の排出権を購入するとした場合の費用

・総額約2,328億円 (40年分)

燃料費 (4.9円/kWh)

石炭の調達費用

・総額約4,019億円 (1基、40年分)

運転維持費 (3.3円/kWh)

人件費、修繕費、諸費、一般管理費

・総額約2,729億円 (1基、40年分)

資本費(2.9円/kWh)

・建設費、固定資産税1.4%、設備廃棄費用 (建設費の5%)

・総額約2,411億円 (1基分)

・各諸元の総額をモデルプラント※1
 1基40年あたりの総発電電力量
 約826億kWhで割って単価を算出

政策経費 0.1

CO₂対策費用
2.8燃料費
4.9運転維持費
3.3資本費
2.9

<STEPS※2>

政策経費 0.1

CO₂対策費用
4.1燃料費
4.2運転維持費
3.3資本費
2.9

<SDS※3>

※2、3 将来のCO₂対策費用と燃料価格の推計に用いるシナリオ。STEPSはIEA「World Energy Outlook 2020」の「公表政策シナリオ」、SDSは同「持続可能開発シナリオ」の場合の試算値。

社会的費用

発電原価

■ 至近では落ち着いているものの、CO2単価（EU-ETS）は、2020年以降急激に高騰。

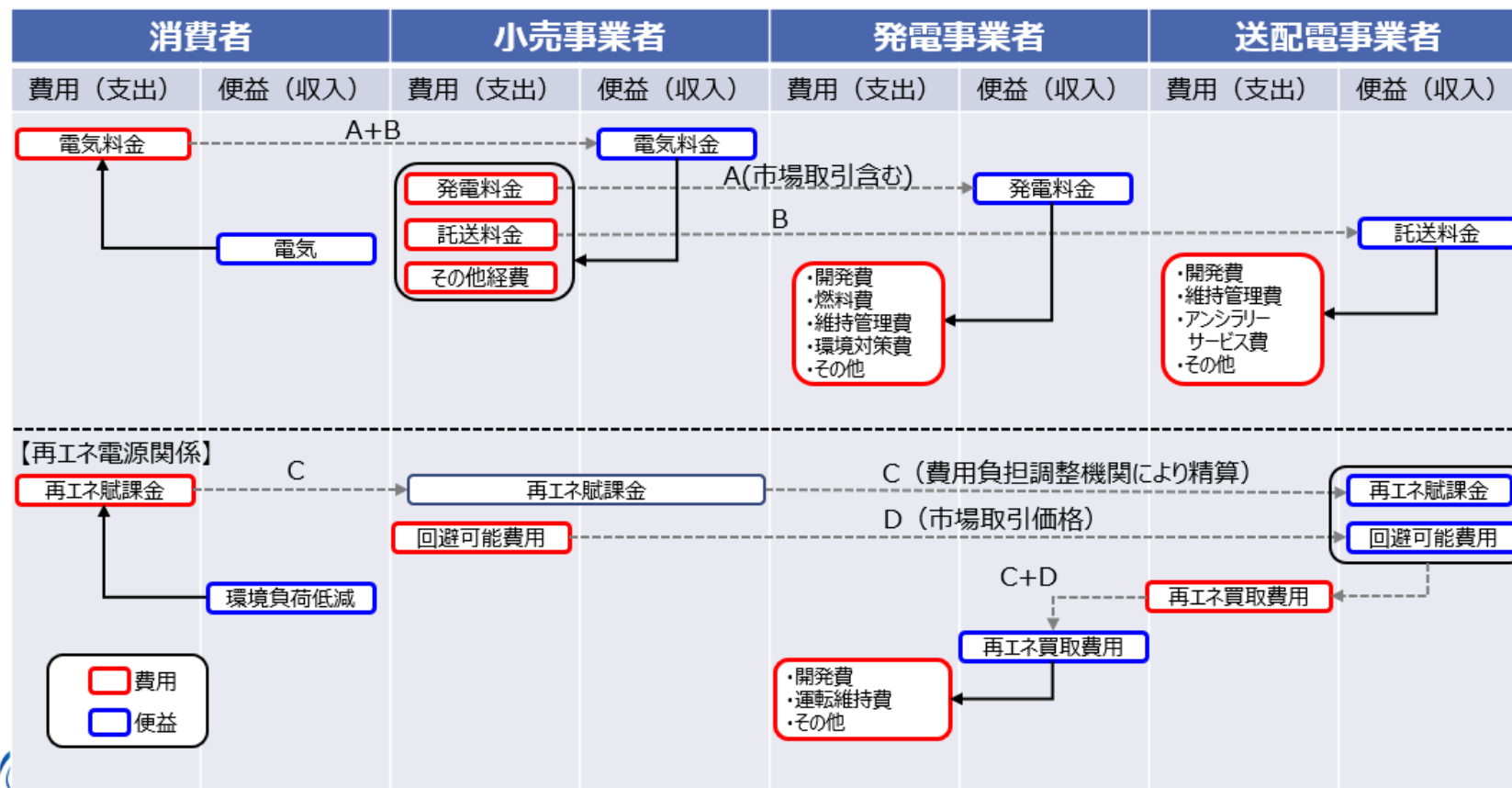


系統整備が行われない場合(Without)と行われた場合(With)の便益と費用

第31回 広域系統整備委員会(2018/3/9) 資料1-(2)

1 - 2. 連系線増強が行われない場合の費用(支出)と便益(収入) (without) 5

- 連系線増強が行われない場合(without)、消費者は便益としての「電気」および「環境負荷低減」を得るために、発電事業者及び送配電事業者には、必要となる費用が発生している。
- 但し、関係者間の金銭のやりとりの間には何も(便益は)生み出されていない。



系統整備が行われない場合(Without)と行われた場合(With)の便益と費用

第31回 広域系統整備委員会(2018/3/9) 資料1-(2)

1 - 3. 連系線増強が行われない場合の費用(支出)と便益(収入) (without) 6

■ 関係者間の金銭のやりとりでは何も便益が生み出されていないので、それを除くと、以下のようになる。

消費者		小売事業者		発電事業者		送配電事業者	
費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)
	電気	その他経費		- 開発費 - 燃料費 - 維持管理費 - 環境対策費 - その他		- 開発費 - 維持管理費 - アンシラリーサービス費 - その他	
【再生電源関係】							
	環境負荷低減			- 開発費 - 運転維持費 - その他			

費用
便益

系統整備が行われない場合(Without)と行われた場合(With)の便益と費用

第31回 広域系統整備委員会(2018/3/9) 資料1-(2)

1 - 4. 連系線増強が行われた場合の費用(支出)と便益(収入) (with)

7

- 連系線増強が行われた場合(with)は、費用として連系線増強費用が発生。
- 同時に、火力電源等の発電量減少による燃料費減少および再エネ発電量増加に伴うCO2減少が便益として新たに加わることになる。

消費者		小売事業者		発電事業者		送配電事業者	
費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)	費用(支出)	便益(収入)
	電気	その他経費		・開発費 ・燃料費 ・維持管理費 ・環境対策費 ・その他	火力電源等の発電量減少 ⇒燃料費減少	・開発費 ・維持管理費 ・アンシラリーサービス費 ・その他 連系線増強関連費※	※全額一般負担の場合
【再エネ電源関係】							
	環境負荷低減						
	再エネ発電量増加 ⇒CO2減少						
				・開発費 ・運転維持費 ・その他			

□ 費用
□ 便益

系統整備が行われない場合(Without)と行われた場合(With)の便益と費用

第31回 広域系統整備委員会(2018/3/9) 資料1-(2)

1 - 5. 連系線増強が行われた場合と行われない場合の差分 (with-without) 8

- 連系線増強が行われた場合(with:P7_記載)から、連系線増強が行われない場合(without:P6_記載)の項目を差し引くことにより、連系線増強による費用と便益を抽出する。
- その結果、費用は連系線増強費、便益は低効率火力の発電量減少による燃料費減少および再エネの発電量増加による環境負荷低減 (CO2減少) となる。

消費者		小売事業者		発電事業者		送配電事業者	
費用 (支出)	便益 (収入)	費用 (支出)	便益 (収入)	費用 (支出)	便益 (収入)	費用 (支出)	便益 (収入)
				・燃料費 ・維持管理費 ・環境対策費 ・その他	火力電源等の 発電量減少 ⇒燃料費減少	連系線増強 関連費※	※全額一般負担の場合
【再エネ電源関係】							
	再エネ発電量 増加 ⇒CO2減少 環境負荷低減						
費用 便益							