

(長期方針)

地域間連系線の費用対便益評価について ～検討開始適否判断段階における費用対便益～

平成 30年 1月15日
広域系統整備委員会事務局

■ 第27回広域系統整備委員会における論点と意見

- 計画策定業務における費用対便益評価は、検討開始適否判断と計画実施判断の2段階で実施。
- まずは、地域間連系線の検討開始適否判断に用いる評価方法について整理。
- 流通設備増強による便益項目を抽出し、貨幣価値換算の可否で分類。
- 信頼度に関する便益については、当面は補完的優劣評価に用いることとする。
- 主な意見は以下の通り
 - ・ 受益者の整理と費用負担の考え方の整理は費用対便益評価における重要な検討項目。
 - ・ 費用対便益評価について、まずは社会全体で見て評価することになるのではないか。
 - ・ 費用負担のうち、一般負担となるものは託送料金を支払う方々の受益でなければならない。

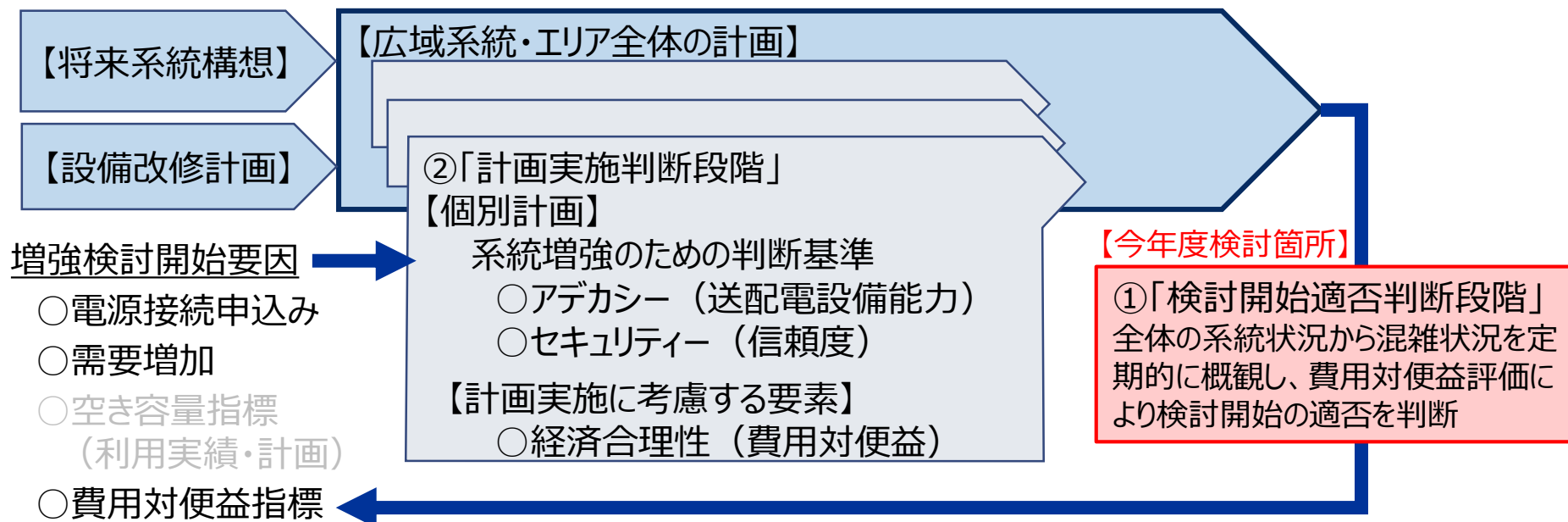
■ 今回ご議論いただきたい事項

1. 地域間連系線における費用対便益評価
2. 地域間連系線における費用対便益の評価方法
3. 地域間連系線の検討開始適否判断段階における便益について
4. 地域間連系線の費用対便益評価における費用について
5. 今後の方向性・スケジュール

1 . 地域間連系線における費用対便益評価

- 前回までの委員会で、計画策定業務における費用対便益評価について、①「検討開始適否判断段階」と②「計画実施判断段階」の2段階で活用していくことについて整理した。
- 費用対便益評価の前提条件や評価方法については、①「検討開始適否判断段階」と②「計画実施判断段階」の関連性を比較考慮のうえ、まずは地域間連系線に適用する①「検討開始適否判断段階」の評価方法について具体化していく。
- 地内系統へ適用する費用対便益評価については、地域間連系線の費用対便益評価方法を参考に、ノンファーム型接続の検討状況も考慮して検討を行う。

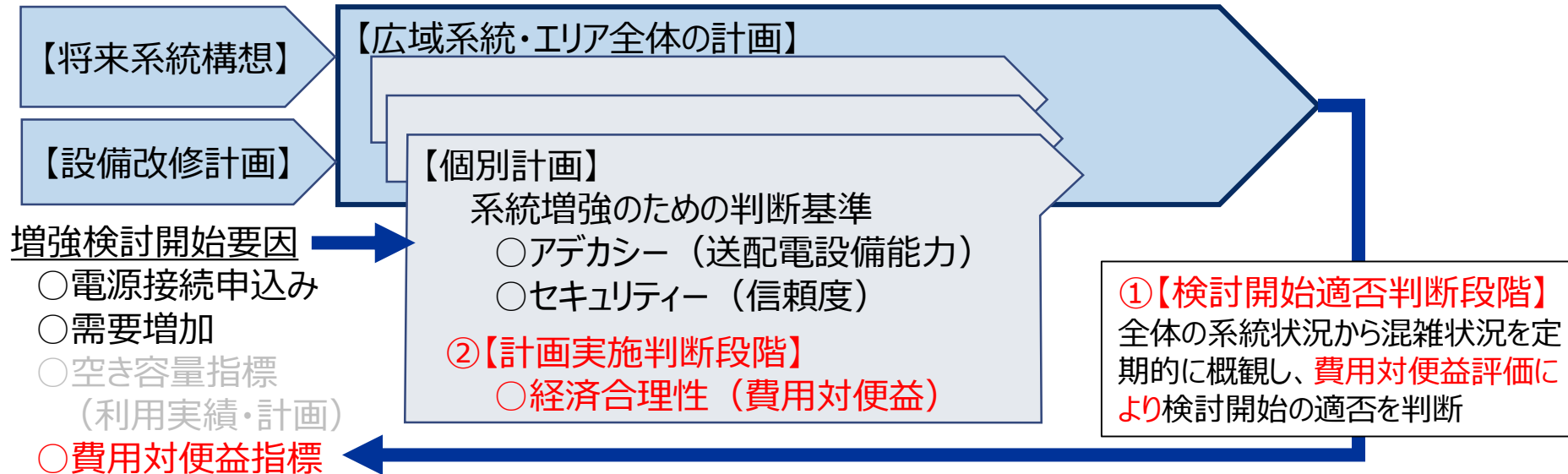
【今後の計画策定の流れ】（イメージ）



(参考) 計画策定における費用対便益評価の活用について

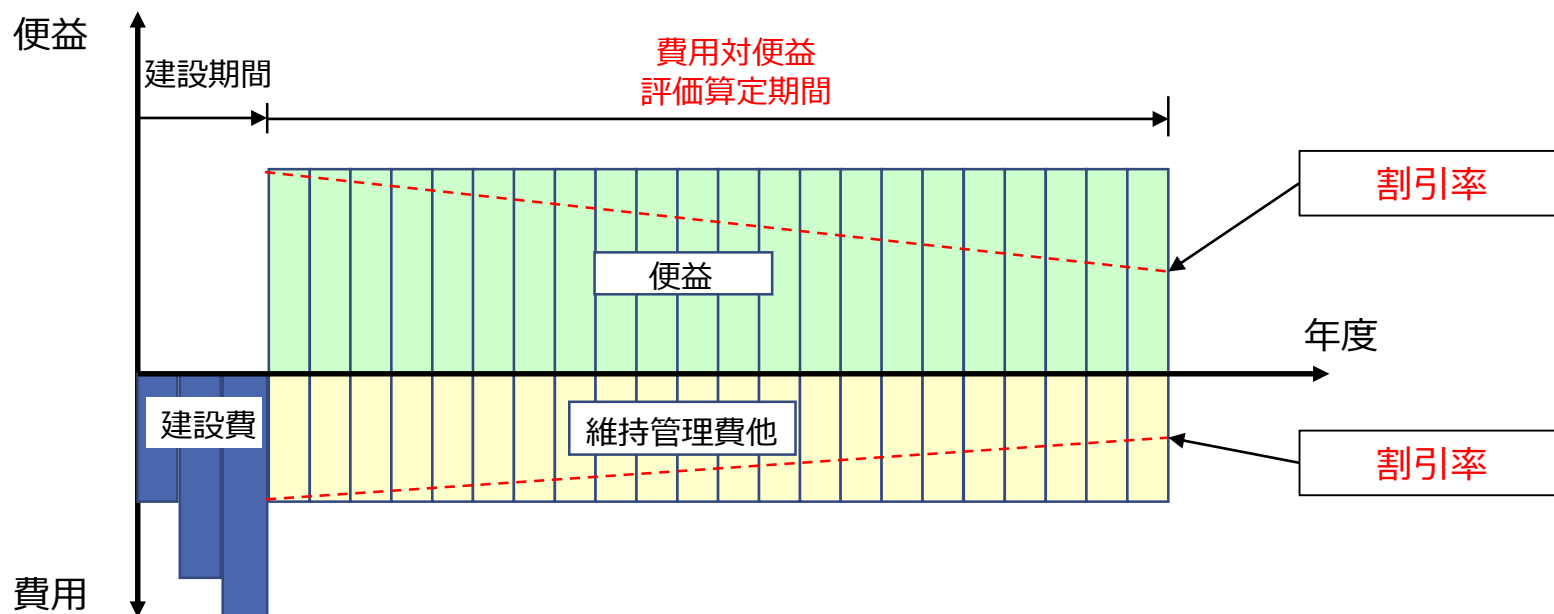
- ノンファーム型接続を前提とした場合、電源接続申し込みを起因とした個別系統の設備計画を検討する際には、従来の基準に加えて経済合理性(費用対便益)の要素も考慮して、設備増強の可能性を確認し、事業者の予見性を高めていく必要があるのではないか。(②)
- 費用対便益評価を個別系統毎に判断すると、全体として合理的な設備増強とならない場合があるため、定期的に広域系統・エリア全体系統の混雑状況を概観し、費用対便益評価を行い、その中から検討開始の適否を判断し、対象系統を抽出するプロセスが必要ではないか。(①)
- このため、費用対便益評価では、個別系統において計画を実施するにあたり、真に便益があるか否かの詳細な判断(計画実施判断)と、全体の中でどこの混雑を優先して解消すべきかの判断(検討開始の適否判断)といった段階毎に適切な判断が行える指標が必要となるのではないかな。

【今後の計画策定の流れ】(イメージ)



2. 地域間連系線における費用対便益の評価方法

- 流通設備等の増強および維持管理等に要する費用と、設備の増強によって得られる便益を、貨幣価値に換算して比較・評価する。
- 下図のように、評価算定期間内の年度毎の費用と便益を想定し比較するが、現在と将来の貨幣価値を合わせるため、割引率により将来の貨幣価値を現在価値に換算し、総費用および総便益により評価する方法が一般的である。
- このため、費用対便益の評価には、割引率と算定期間の設定が必要となる。

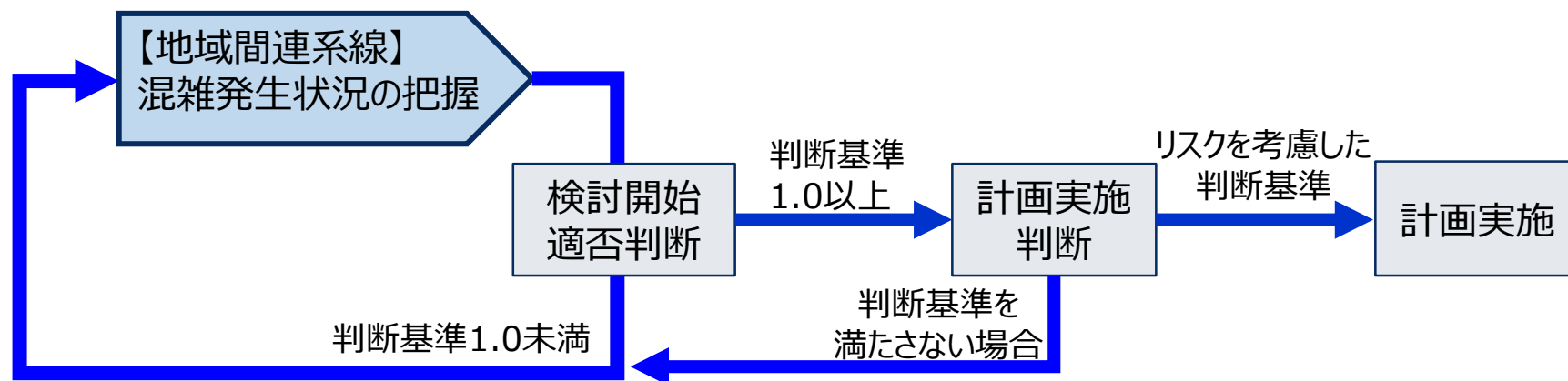


- 費用対便益分析の評価方法としては、一般的に費用便益比(CBR:Cost Benefit Ratio)、純現在価値(NPV:Net Present Value)、経済的内部収益率(EIRR:Economic Internal Ratio of Return)が用いられる。
- 以下の各評価方法の特徴を考慮し、電力流通設備に類似する公共事業等で広く用いられている費用便益比（CBR）を指標として採用することとしてはどうか。（海外の送電線投資判断等の費用便益分析などの評価でも一般的に用いられている）

評価方法	定義	特徴	適用例
費用便益比 (CBR : Cost Benefit Ratio) B/Cと表記	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$	・毎年の費用、便益を現在価値に換算し、各総合計の比較により事業の投資効率性を評価 ・割引率によって値が変化	道路整備など長期的に費用便益の変動する可能性が小さい公共事業で採用
純現在価値 (NPV:Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$	・事業実施による毎年の費用と便益の差分を現在価値に換算し、合計の大きさで比較 ・割引率によって値が変化	年々変動する短期的なキャッシュフローについて時間価値を組み込み分析
経済的内部収益率 (EIRR:Economic Internal Ratio of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r_0)^t} = 0$ となる r_0	・事業実施による毎年の費用と便益の差分を現在価値換算し、差分が0となる社会割引率から投資の効率性を判断。 ・割引率の影響を受けない。	海外投資案件など割引率の変動要因が大きい場合に、割引率の損益分岐点を求める

n : 評価期間、B_t : t年度の便益、C_t : t年度の費用、r : 割引率 （出典：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）参照）

- 事業の投資効率性の判断は、費用便益比(B / C)が大きいほど、投資に対する事業効果、すなわち投資効率性が高いといえる。このため、想定されるシナリオにおいて費用便益比が1.0以上あることが理想的であるが、①「検討開始適否判断段階」では、幅広く対象系統が抽出できるよう、複数のシナリオの評価結果から、総合的に費用便益比の評価が1.0以上となる場合を判断基準としてはどうか。
- 上記①「検討開始適否判断段階」における総合的評価で判断基準が1.0以上となれば、個別計画の計画策定を行う計画実施判断段階で詳細検討を行うこととなる。但し、判断基準が1.0を下回る場合であっても、その後の系統状況の変化を踏まえ定期的に検討開始適否判断を実施することとしてはどうか。
- 一方、②「計画実施判断段階」の判断指標については、P J Mでは1.25以上とするなど、不確定要素に対してリスクを考慮した判断が行われており、これらの事例を参考に判断基準を設定する必要があるのではないか。



- 費用として計上する項目は、流通設備の増強および維持管理等に要する費用として、主に以下の項目が挙げられるが、毎年の経費を詳細に算定することは困難であるため、一般的に建設工事費に対して過去の実績等から求めた経費率(年経費率)を乗ずることにより、維持管理に必要な費用を平均的に算出する方法が用いられている。
- 流通設備増強の費用については、この経費率を設定する必要がある。

費用項目	内 容
建設費	設備増強に伴う投資額を、減価償却期間の年数に応じて規則的に費用として配分
固定資産税	償却資産に係る市町村税であり、設備の増強により新たに資産を所有することで費用が発生
人件費	設備を所有することにより追加で発生する人件費
修繕費	設備を維持管理していくための修繕費、点検費
その他経費	補償費、事業税などのその他経費

建設コスト（年経費）＝初期投資に伴う年経費＋運転維持費用

■ 初期投資に伴う費用

- ✓ 各設備における耐用年数については、「減価償却試算の耐用年数等に関する省令」に基づき設定

（参考：耐用年数）

設備	法定耐用年数
FCおよび変電所関連	22年
送電線	36年
汽力設備	15年

- ✓ 割引率は電気事業分科会において発電コスト評価時の割引率として、2 %を基準に、0 ～ 4 %で感度分析していることを参考に3 %と設定
- ✓ 年経費は下記の式による

$$\text{総工事費} = \sum_{t=1}^T \frac{\text{建設コスト（年経費）}}{(1+0.03)^t}$$

■ 運転維持費用

- ✓ 工事費に対する年間の運転維持費用の割合は、一般電気事業者（沖縄電力を除く9社）が公表している「有価証券報告書」（2005～2014年度）より以下のとおりとする。

FCおよび変電所関連設備：2.3 %

送電線：1.5 %

汽力設備：6.3 %

- 費用対便益評価を実施する、それぞれの検討段階での主旨や特徴に応じて、その評価の前提条件や検討諸元を設定することとしてはどうか。
- 例えば①「検討開始適否判断段階」では、公共事業などの一般的に用いられている条件等を参考に、幅広く対象系統を抽出する考えを踏まえ、設定することとしてはどうか。
- また、②「計画実施判断段階」においては、将来の変動リスクも踏まえ設定が必要なものも在り得るのではないか。

(各検討段階における前提条件の考え方および諸元の案)

検討諸元	①検討開始適否判断	②計画実施判断
費用対便益評価の算定期間	検討開始適否判断段階の前提として設定	将来リスクを踏まえ設定
割引率	公共事業などを参考に設定	事業実施主体の実態も参考に設定
評価方法	基本的に費用便益比	基本的に費用便益比
判断基準	複数シナリオから総合的に原則1.0以上とし、幅広く対象系統抽出に配慮	将来の変動リスクを踏まえ1.0を上回る判断基準で設定
経費率	検討開始適否判断段階の前提として設定	事業実施主体の実態も参考に設定

3. 地域間連系線の検討開始適否判断段階における便益について

- 前回、便益項目を抽出し、貨幣価値換算の可否で以下の通り分類した。
- この中から、地域間連系線の①「検討開始適否判断段階」で評価に用いる代表的な便益項目を抽出する必要がある。

分類	項目	貨幣価値換算
市場取引活性化	市場間値差解消	○
	全国メルिटオーダー促進	
	調整力調達	○
	予備力調達	○
総発電コスト	電源差替（火力同一燃種）	△
	電源差替（火力異燃種）	○
	電源差替（火力ー太陽光）	○
	電源差替（火力ー風力）	○
	電源差替（火力ーその他再エネ）	○
再エネ電源	CO2削減（非化石電源含む）	○
	変動電源調整力確保	△
	再エネ賦課金	△
系統整備	高経年設備対策	○
	系統整備による効率化	○
送電損失	有効電力ロス変化	○
	無効電力ロス変化	○

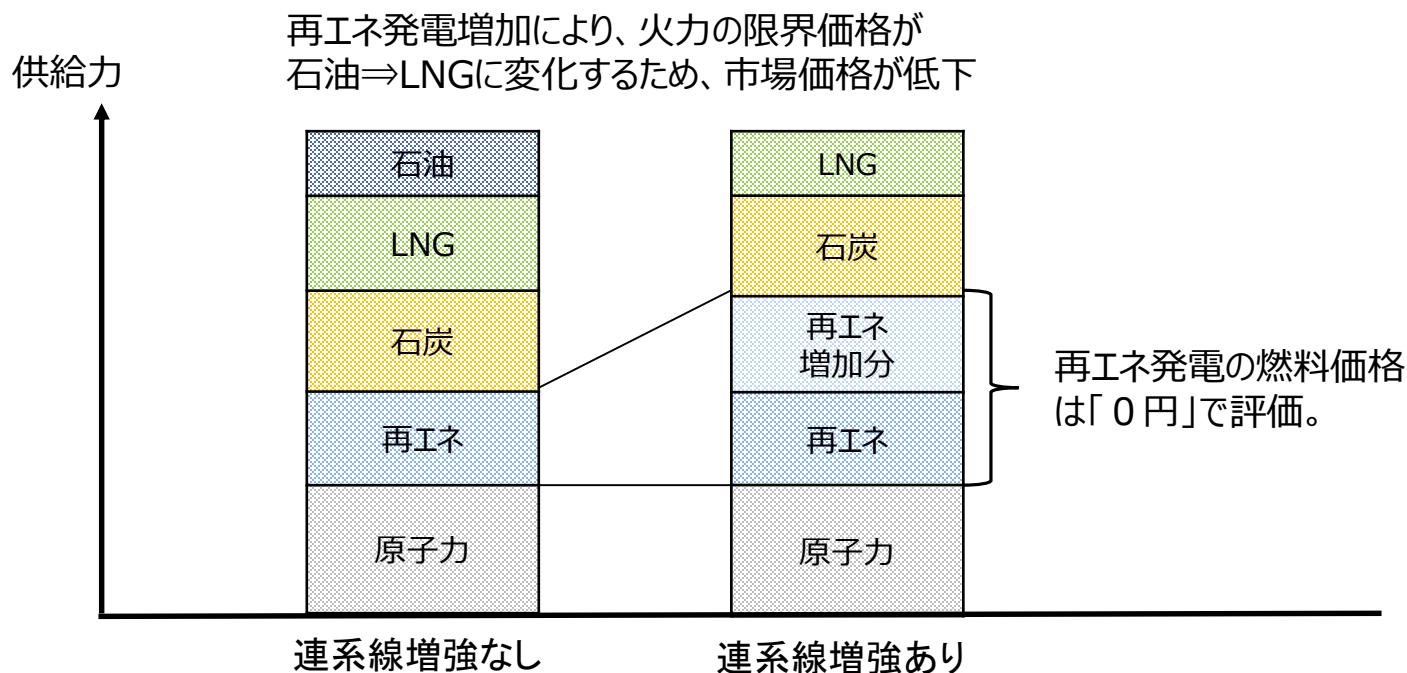
分類	項目	貨幣価値換算
信頼度	供給支障による停電コスト	△
	発電停止による電源差替え	△
	事故発生時の負荷制限回避	△
	事故発生時の電源制限回避	△
	系統安定度向上	×
	電圧安定性向上	×
	作業時の信頼度向上	×
運用性	大規模災害時の供給力融通	×
	事故時の運用性向上	×
	作業時の運用性向上	×
国の政策	マストラン電源解消	○
	CO2削減目標の達成	×
	エネルギー自給率の向上	×
その他	エネルギーミックスの達成	×
	地中化による景観	×
	公害の低減	×
	地球温暖化抑制への貢献	×

- 地域間連系線の①「検討開始適否判断段階」における便益項目については、主要な経済項目である、市場間値差解消、総発電(燃料)コスト、CO2削減コストとしてはどうか。
- 市場間値差解消については、燃料コストの削減分で評価することが可能であり、他の連系線の影響も含まれるが、広域メリットオーダーで評価する連系線潮流シミュレーションにより、燃料コスト削減は概ね算出することが出来る。
なお、市場間値差解消と燃料コスト削減分はダブルカウントにならないように注意が必要である。
- CO2削減コストについては、火力発電量の抑制に対し、燃種毎の排出係数を用いて算出した削減量と、CO2クレジットの取引価格から求めたCO2対策費用を便益として評価することとしてはどうか。

分類	項目	検討開始	計画実施
市場取引活性化	市場間値差解消	○	○
	全国メリットオーダー促進		
	調整力調達	—	制度を踏まえ反映検討
	予備力調達	—	
総発電コスト	電源差替（火力同一燃種）	—	○
	電源差替（火力異燃種）	○	○
	電源差替（火力ー太陽光）	○	○
	電源差替（火力ー風力）	○	○
	電源差替（火力ーその他再エネ）	○	○
再エネ電源	CO2削減（非化石電源含む）	○	○
	変動電源調整力確保	—	○
	再エネ賦課金	△	○

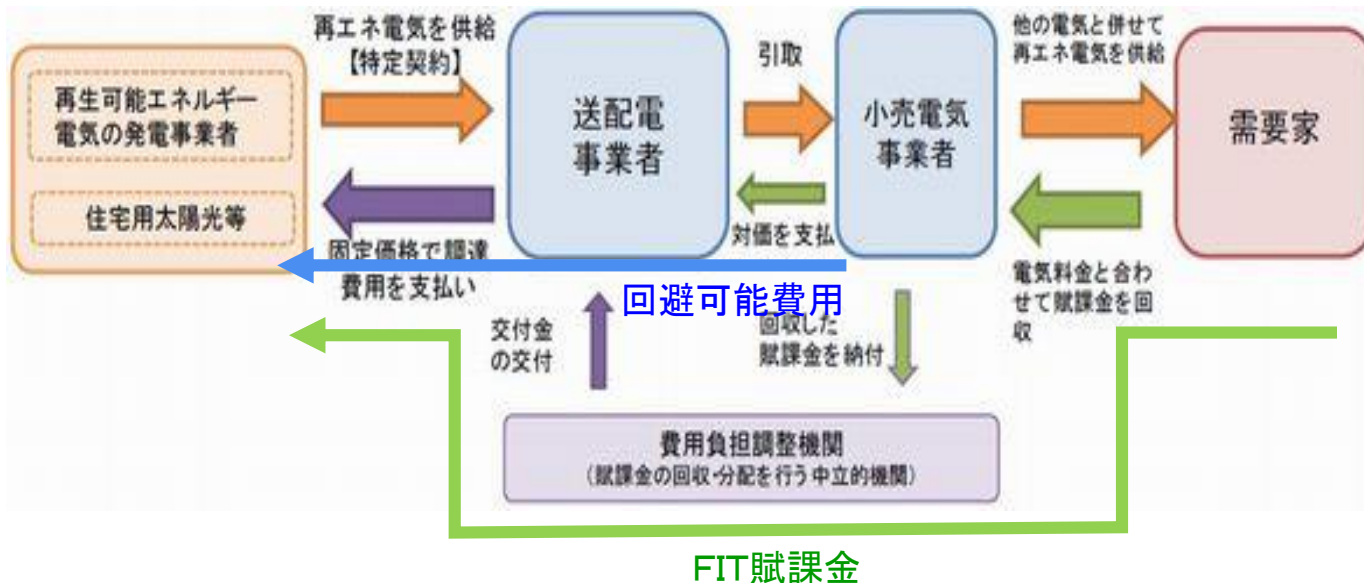
分類	項目	検討開始	計画実施
系統整備	高経年設備対策	—	○
	系統整備による効率化	—	○
送電損失	有効電力ロス変化	—	○
	無効電力ロス変化	—	○
信頼度	供給支障による停電コスト	—	効果として対策の優劣評価
	発電停止による電源差替え	—	
	事故発生時の負荷制限回避	—	
	事故発生時の電源制限回避	—	
運用性	マストラン電源	—	○

- 総発電(燃料)コスト評価は、再エネの価値について発電による燃料費が発生しないため「0円」で評価することとなり、電源差替による火力発電の燃料減少分で評価することができる。
- 一方、再エネの発電量増加により、火力の調整力(費用)などの増加が考えられる。今後調整力確保量増加などによる追加費用の影響などを踏まえ、計画実施判断での費用反映について検討を進める。

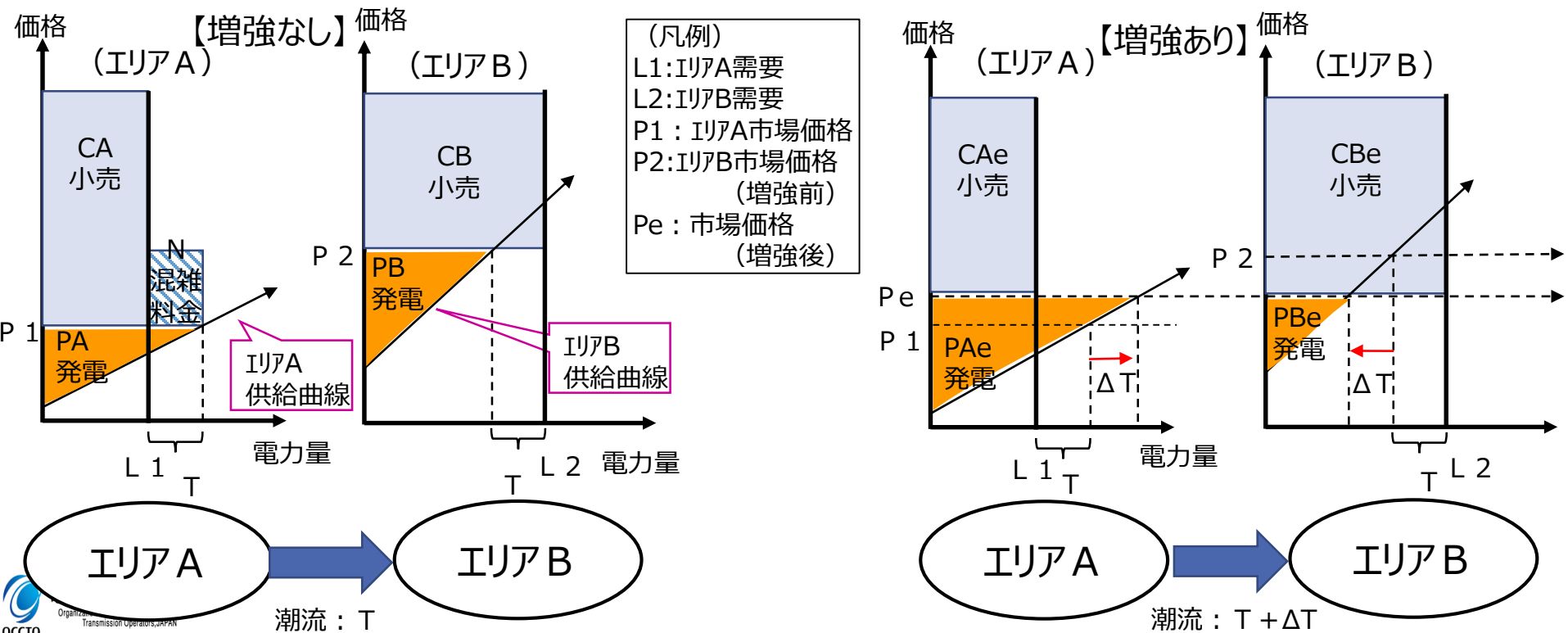


- 再エネ賦課金については、再エネ導入拡大を目的として、電気の消費者に電気の使用量に応じて支払いを求めているものであり、この間で費用と便益は相殺され社会便益（純便益）は発生していないと考えられる。
- 回避可能費用についても同様の扱いとなり、社会便益は発生していないこととなる。

【FIT 買取制度】



- 社会経済厚生とは、特定の事業者の便益ではなく、社会全体の便益(受益)を評価するため、個別の事業者の受益を全体として纏めて整理するものである。
- 増強が行われない場合、連系線の潮流制約 (T)により市場が分断した状況において、小売事業者の便益はCA、CB 発電事業者の便益はPA,PB、混雑料金はNとなる。
- 増強が行われた場合、連系線潮流が ΔT 増加($T + \Delta T$)し、エリアAとエリアB間の市場価格の値差が解消すると、PA,CBは増加(PAe,CBe)、CA,PBは減少(CAe,PBe)。
- 増強が行われた場合と行われない場合の便益 (社会経済厚生) を比較することで、連系線増強による便益を算出することが出来る。



-



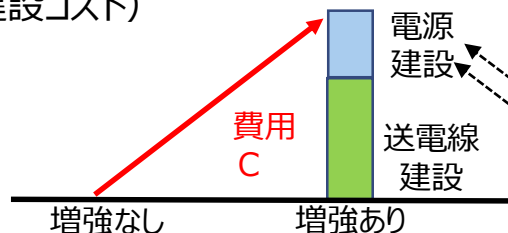
4. 地域間連系線の費用対便益評価における費用について

- 費用対便益評価による設備増強判断をする場合、基本的に将来見込まれる社会全体の費用と便益について評価をするべきである。
- エリアの需給上の理由により既設電源を出力抑制している場合は、地域間連系線増強を機に電源建設コストを伴わないで発電機会を得ることができる。【ケース1】
- 一方で、今後建設される電源を含めた費用対便益を評価する際には、当該地域間連系線増強との関連性を考慮したうえで、適切な評価を行うことが必要である。計画実施判断段階では、電源建設コストも含めた総合コストで評価してはどうか。【ケース2、ケース3】
- また、費用対便益に基づく設備形成を考えていく場合には、当該系統の費用対便益にのみ着目するのではなく、長期方針で示した総合コスト最小化の観点から最適な設備形成についての検討も必要である。

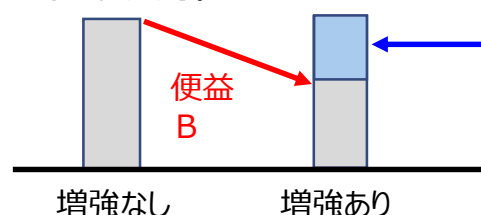
地域間連系線建設効果	費用（代表的なもの）	便益（代表的なもの）
【ケース1】 既設電源の出力抑制回避	流通設備増強コスト 設備維持管理コスト	燃料費低減 環境負荷低減
【ケース2】 効率的な電源建設の促進 (地域間連系線増強と電源新設に 関連性がある場合)	流通設備増強コスト <u>電源建設コスト</u> 設備維持管理コスト	燃料費低減 環境負荷低減
【ケース3】 (地域間連系線増強に関わらず電 源建設が自明な場合)	流通設備増強コスト 設備維持管理コスト	燃料費低減 環境負荷低減

- 地域間連系線の建設がなされる場合に限り再エネの新規電源開発がなされる場合の、費用と便益の関係について整理した。
- FIT賦課金や回避可能費用はキャッシュの移動のみで、その中で便益は発生しないが、再エネ発電増加による燃料費削減等による便益や連系線の建設がなされる場合に限り再エネの新規電源開発がなされる場合の費用が発生することとなる。

費用（建設コスト）

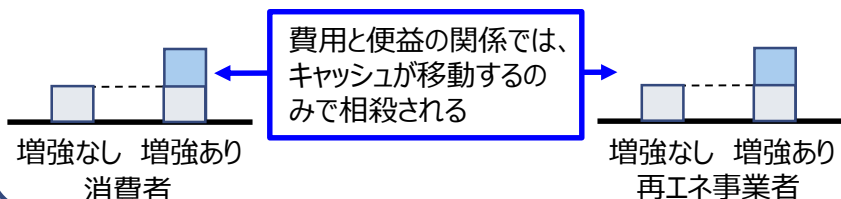


便益（燃料費等）



費用と便益の関係では、キャッシュが移動するのみで相殺される。

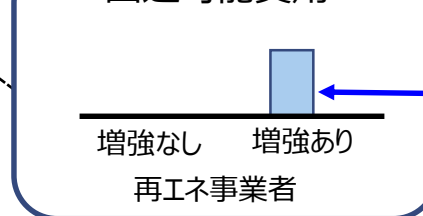
FIT賦課金



【FIT賦課金】

	消費者 (費用)	再エネ (収入)	再エネ (費用)
増強が行われない (without)	100	100	
増強が行われる (with)	150	150	新規電源 開発コスト
差分(with-without)	50	50	新規電源 開発コスト

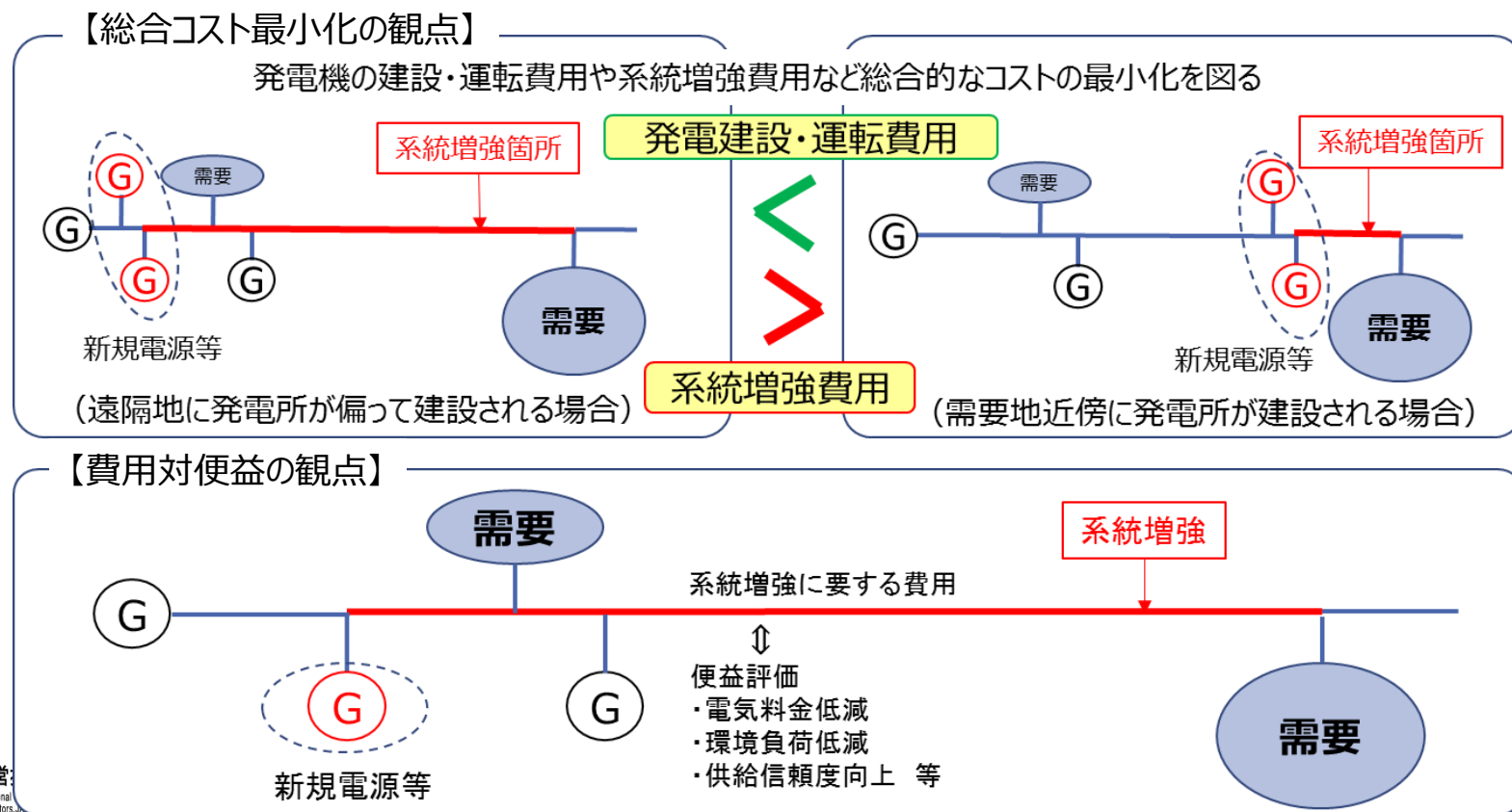
回避可能費用



【回避可能費用】

	燃料費 (費用)	回避可能費 (費用)	再エネ (収入)	再エネ (費用)
増強が行われない (without)	100	0	0	
増強が行われる (with)	60	40	40	新規電源 開発コスト
差分(with-without)	▲40 (便益)	40	40	新規電源 開発コスト

- 国民負担の抑制を図りつつ、エネルギーミックスの達成を目指すためには、既存設備の最大限活用と併せて、電源側コストと流通側コストの総合的なコスト最小化が重要である。
- また、今後、長期的な潮流の不確実性が拡大していくことが見通される状況において、将来的な系統利用の蓋然性を見通し潮流を確率論的に想定する場合、例えば、長期的な潮流シナリオに基づき、設備増強に伴う年間総発電費用の低減効果や供給力確保や系統維持能力の向上等の価値を総合的に便益評価し、投資の合理性を判断することが有効である。



- まずは、地域間連系線における費用対便益評価適用に向け今年度中に整理を実施する。
- 検討開始適否判断における費用対便益評価方法について以下について整理
 - 費用対便益評価の方法および前提条件の整理
 - 費用対便益評価の検討開始判断指標の整理（シナリオの基本的考え方含む）
 - 検討開始適否判断段階での便益項目および評価方法
- 地域間連系線の計画実施判断段階における費用対便益評価は来年度検討を実施。
- 地内系統については、地域間連系線の費用対便益評価方法を参考に検討予定。

