

# 停電コストの再調査について

2021年11月16日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 事務局

- 第4回 電力レジリエンス等に関する小委員会(2019年3月5日)において、ESCJのアンケート調査(2013年)に基づく停電コスト(3,050~5,890円/kWh)について、海外文献等の調査を行い、海外諸国のVoLL(Value of Lost Load: 停電価値)の値と大きな差がないことを確認し、継続的に停電コストの調査および見直しを検討していくべきか、と整理していた。

## 調査結果および今後の停電コストのあり方について

25

- 今回調査により、ESCJによるアンケートに基づく停電コスト(3,050~5,890円/kWh)は、海外諸国の各研究におけるVoLLの値とそこまで大きな差がないことを確認した。
- ただし、一部の文献においては、VoLL推計値が上昇していくことも示唆されている  
※GDPと消費電力量による近似手法を用いた文献では今後のGDP単位あたりの電力消費量の低下による将来的なVoLLの上昇、表明選好法に基づく調査を用いた文献では今後の電力への依存の強化等による、将来的なVoLLが上昇がそれぞれ示唆されている。
- 上記を踏まえ、今後は継続的に、停電コストの調査および見直しを検討していくべきか。

### 【参考: Welle & Zwaan(2007) An Overview of Selected Studies on the Value of Lost Load (VOLL)より抜粋】

In fact, irrespective of whether a decrease in electricity intensity is matched to a reduction or not of a specific country's overall electricity needs as input to economic activity, a decrease in electricity intensity in principle makes electricity more essential. In absolute terms one could argue that the dependency on electric power of the country under consideration increases when relatively more output is generated with one unit of electricity. Since energy and electricity remain essential factors for economic productivity, a decrease of the electricity intensity is therefore not expected to increase the resilience of the economy to potential power supply disruptions - in absolute terms the economic damage caused by a unit of electricity-not-supplied should logically increase. Notably because of the more efficient use of electricity, it is the expectation that levels of VOLL on average will increase in the future for most countries in the world.

実際、電力量の減少が経済活動へのインプットとしての特定の国全体の電力需要の減少と一致するかどうかにかかわらず、GDPの単位当たりの電力消費量の減少は原則として電力をより重要なものとする。絶対的には、国の電力への依存は、1単位の電力で比較的多くの生産量が生み出されるときに増加すると言える。エネルギーと電力は依然として経済生産に不可欠な要素であるため、GDPの単位当たりの電力消費量の低下が潜在的な電力供給の中断に対する経済の回復力を高めることは期待できず、絶対的には、供給されない電力の単位あたりの経済損失は論理的に増加するはずである。特に、電力のより効率的な使用のために、世界のほとんどの国々で将来的に平均的なVOLLの水準が上昇することが予想される。

### 【参考: Electricity Authority(2013) Investigation into the Value of Lost Load in New Zealandより抜粋】

Various jurisdictions have laws and standards in place that are intended to minimise power outages, resulting in a very high level of reliability of power supply, often at or near 100% availability. Consequently, amongst many consumers in these jurisdictions there is increasingly a sense of entitlement to continuous power supply.

さまざまな管轄区域には、停電を最小限に抑えることを目的とした法律や標準があり、その結果、電源の非常に高いレベルの信頼性が得られている。その結果、これらの管轄区域の多くの消費者の間で、継続的な電力供給に対する権利意識がますます高まっている。

- 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（以下、マスタープラン検討委員会）において、停電コストのアンケート調査について議論され、集計手法の改善についても指摘があったところ。
- これらを踏まえ、第11回マスタープラン検討委員会(2021年7月16日)にて、マスタープランにおけるアデカシーの費用便益評価（以下、アデカシー評価）について、停電コストのアンケート調査を再度実施する方向で整理された。

## 2. アデカシー便益の試算の方向性（論点①）

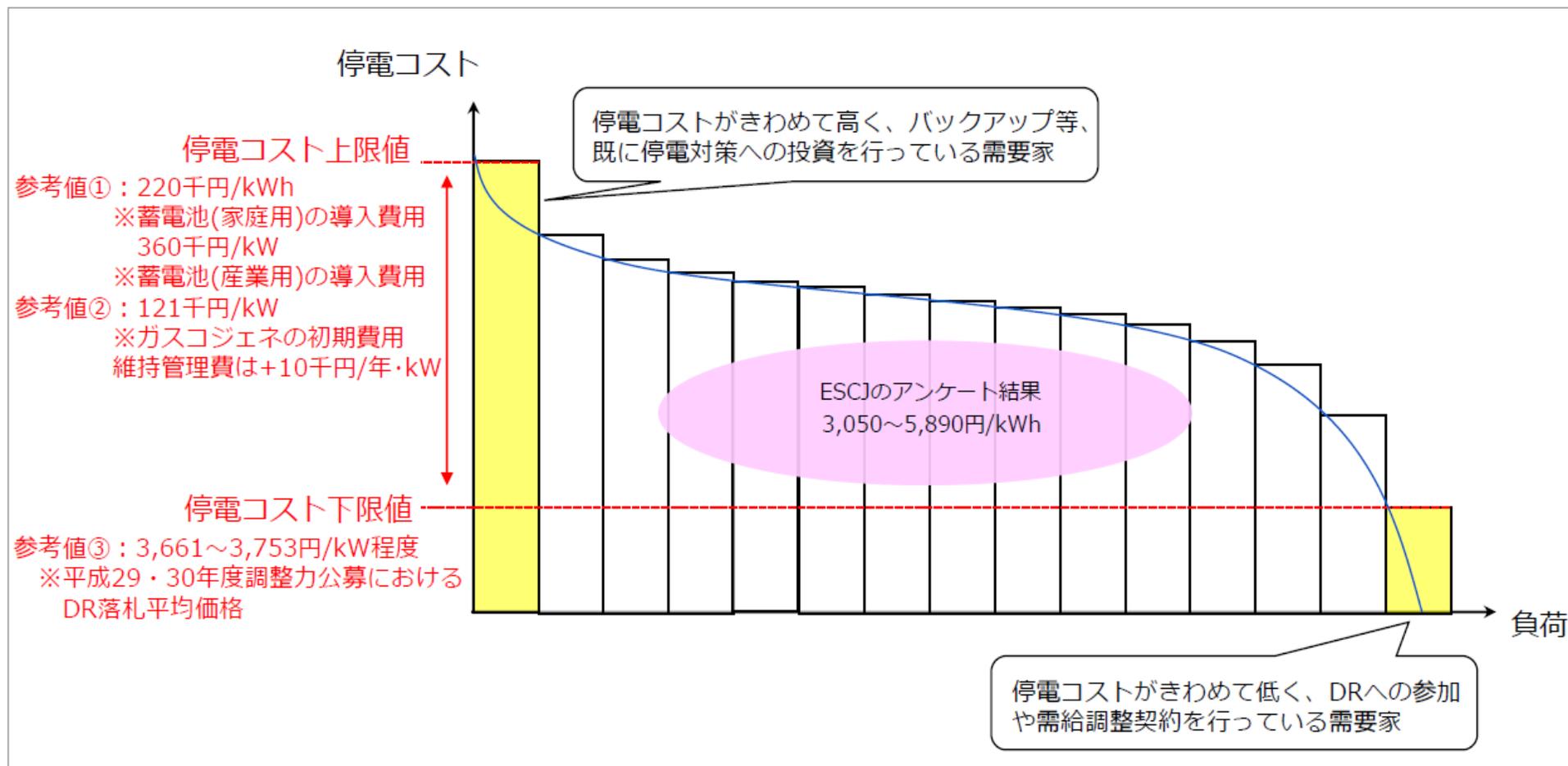
7

- **必要な供給予備力について、系統制約が顕在化している送電線を増強すれば、調達コストの抑制効果や、停電量を減少させる効果が期待される（アデカシー便益）**と考える。
- 系統増強の社会的便益の評価の観点から、アデカシー便益の検討を進めるべきと考える。
- 前回アデカシー便益については、以下のような意見があった。
  - ・ 不確実な幅が大きいのであれば、**アデカシー便益を他の便益項目と同じように扱うべきではない。**
  - ・ **国の公定値のようなものが無い以上、便益に組み込むべきではない。**
  - ・ 社会的便益が見込めるのであれば**不確実の幅が大きくともなるべく便益に考慮すべき。**
  - ・ 調達コストでの試算が、**停電コストベースで算定されたものと大きな乖離がないかをチェックしていく事は非常に重要。**

### 論点① アデカシー便益の試算の方向性

- 海外でもシナリオや過去実績等を前提として便益を算定していることを踏まえ、**マスタープランにおいてもシナリオをベースとして試算を進める。**
- 調達コスト/停電コストベースの試算をしながら、**双方の数値を確認していく。**
- アデカシー便益については、**停電コスト単価の再アンケートを実施する方向とし、その結果を踏まえて便益項目に追加するか判断**することとしてはどうか。

- 第4回 電力レジリエンス等に関する小委員会(2019年3月5日)では、停電コストの上限値の指標として「停電回避のための設備対策費用」、下限値の指標として「DRの調達費用」が挙げられるかといった点も参照のうえ、海外諸国の事例等を参考に、既存の停電コストについて精査。



調査対象	発表年	推計方法	調査結果(円換算)	停電の条件
英国	2013	表明選好 小口事業所、家庭それぞれへのアンケートによって得られたWTAを需要割合で加重平均	2,498円/kWh	冬季、平日ピーク帯(p <sub>m</sub> 3~9)に発生する1時間の停電
英国	2018	表明選好 "	3,731円/kWh	冬季・夏季それぞれ最も不都合な曜日・時間に発生する1時間の停電
米国テキサス州	2013	近似手法 商工業:GDP÷消費電力量 家庭:平均電気料金単価	商工業:627円/kWh 家庭:12円/kWh	—
ERCOT管轄域	2013	近似手法 商工業:GDP÷消費電力量 家庭:推計されていない	商工業:623~714円/kWh 家庭:推計されていない	—
北部アイルランド	2011	近似手法 商工業:GDP÷消費電力量 家庭:平均賃金を用いた推計	2,348円/kWh	—
アイルランド共和国	2011	近似手法 商工業:GDP÷消費電力量 家庭:平均賃金を用いた推計	1,695円/kWh	—
ニュージーランド	2013	表明選好 大口事業所、小口事業所、家庭それぞれへのアンケートによって得られたWTAを需要割合で加重平均	3,827円/kWh	消費者にとって最も不都合な時間に発生する8時間の停電
ニュージーランド	2018	表明選好 工業、商業、農業、家庭それぞれへのアンケートによって得られたWTPを需要割合で加重平均	1,913円/kWh	"

価格上昇

参考) 2013年度のESCJ調査

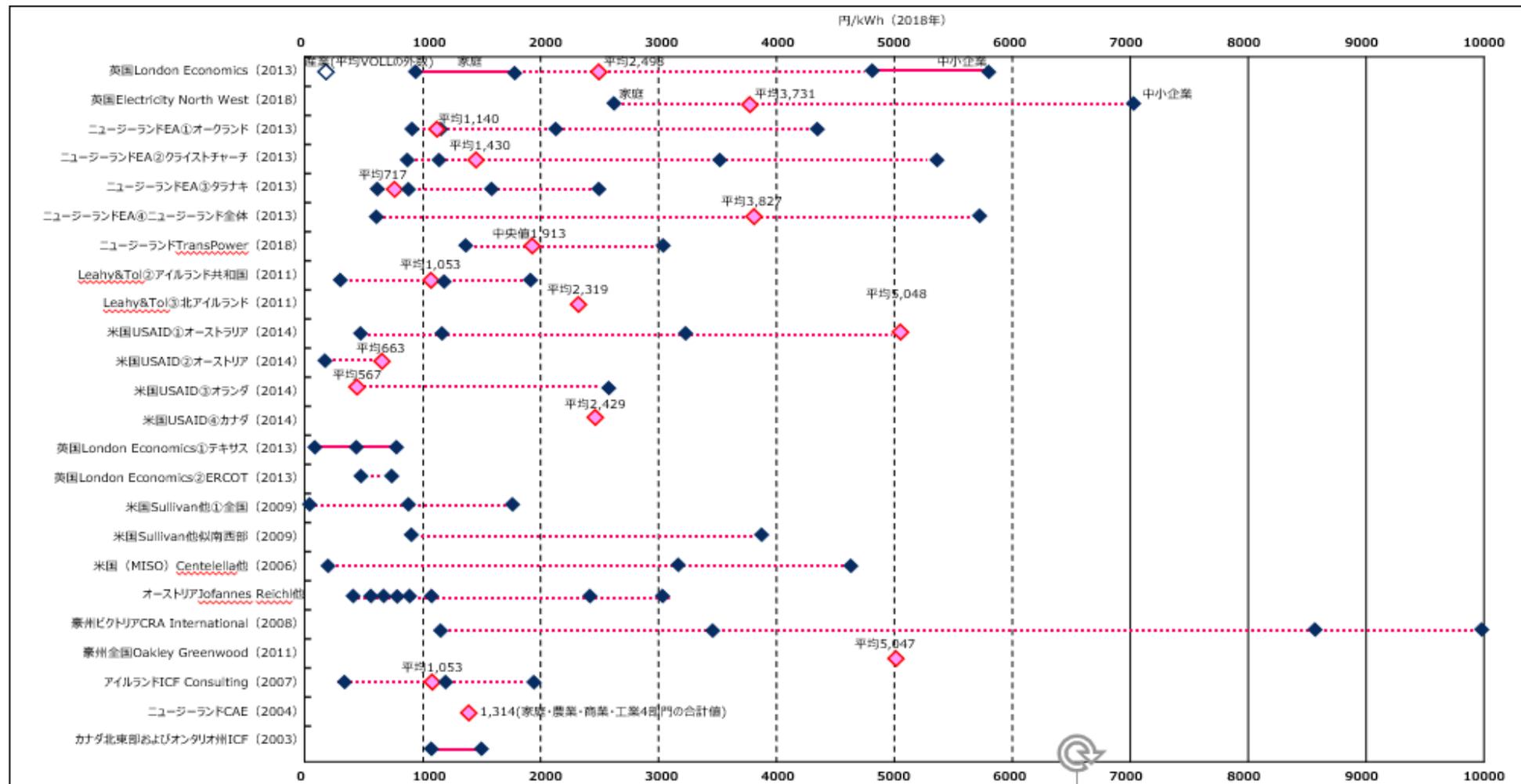
※為替レート: 2018暦年平均

日本	2013	表明選好 大口事業所、小口事業所の停電損害額想定値と、家庭の停電損害額想定値・WTP・WTA平均値を、需要割合で加重平均	3,050~5,890円/kWh ※停電コスト単価が幅をもっているのは、事業所調査における外れ値の捉え方による。	夏平日13~15時、冬平日17~19時の停電。 (事業所1~2カ月前、家庭2h前の予告有)
----	------	---	---	--

出所) 第4回 電力レジリエンス小委員会(2019年3月5日)

資料3 [https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/files/resilience\\_04\\_03\\_01.pdf](https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/files/resilience_04_03_01.pdf)

- 各国各地域のVoLLは、推計において仮定する停電のタイミング(季節・曜日・時刻等)や長さ、消費者のタイプや消費レベル等によって大きく異なるため単純に比較できないが、結果を見ると概ね1,000~5,000円/kWh程度の範囲に収まっており、現状の停電コスト(3,050~5,890円/kWh)との差はそこまで大きくないと整理された。



出所) 第4回 電力レジリエンス小委員会(2019年3月5日)

資料3 [https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/files/resilience\\_04\\_03\\_01.pdf](https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/resilience/2018/files/resilience_04_03_01.pdf)

- 停電コストについては、第4回 電力レジリエンス等に関する小委員会(2019年3月5日)で技術的な精査を実施し、継続的に調査および見直しを検討していくべきか、と整理していた。
- 第11回マスタープラン検討委員会(2021年7月16日)において、停電コストの再アンケートを実施する方向性が示された。また、アンケート手法の改善についても指摘があったところ。
- 過去のアンケート調査から10年近く経過し、電力需要構造や電化依存度等により変化が生じていると推測されることから、停電コストのアンケート調査の見直しも含め、改めて停電コストを調査することとしてはどうか。

## 【2021年2月19日 第7回マスタープラン検討委員会 議事録より抜粋】

- アンケートで得られたデータを使うことに否定的な立場であるが、もしアンケートで得られたデータを使うということであれば、それなりの方法がある。例えば、日本でも国土交通省からアンケートを用いる方法が公開されている。ESCJの調査はその方法を満たしていないので、これをもとに政策を設計するというのはどうかと思う。(中略)新しい調査をやるのであれば、専門の方の知見を頂いた上できちんとした調査を行って頂きたい。
- 停電コストがあまりにも高く見積もられるというのは非常に懸念がある。実際に、業務用、産業用であれば生産量等で実態に即したコストをある程度見積もることはできるだろうが、生活に関しては単なるアンケートだと皆高く言いがちである。しかし、停電を避けるために蓄電池にいくら払うかと聞けばだいぶ低い数字を言う。かなり乖離があるものになってしまう。(中略)しっかり方法案があるのであればちゃんとしたアンケートをもう一度やり直すべきであるし、今回の議論とは別かもしれないが、そこはなるべく早く広域機関に対応頂きたい。
- アンケートという手法の課題はあると思うが、その視点が入った値を使うことは妥当性があるのではないかと思う。これは短期的な話であり、中長期的に見た今後の話ということになると思うが、停電コストという値は、社会状況によっておそらく変わる数字であり、一点に落ち着くような数字ではなく、時代時代で変わっていく数字であると思っている。(中略)したがって、この数字は継続的に評価していく事が大事であると考えている。

## 【2021年7月16日 第11回マスタープラン検討委員会 議事録より抜粋】

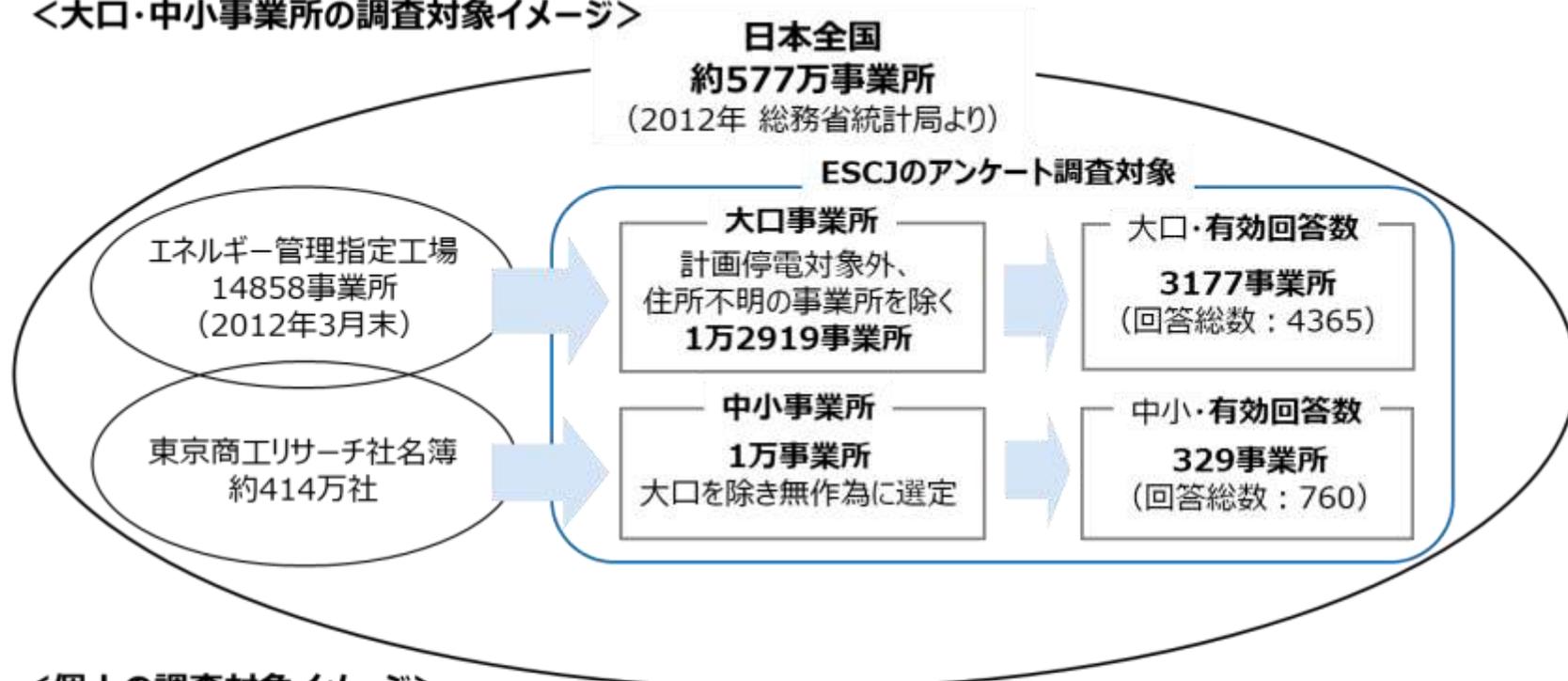
- 最後は調査の専門家が確定されるものと思うが、回答者、消費者の目線で事前に確認させて頂ければ、何か意見できるのではないかと思う。以前アンケート調査結果の提示があった時にどんな設問なのかと違和感が生じたことがあったため、せっかくであれば委員の皆様が納得される設問で調査した方がよいのではないかと考えた次第である。
- ESCJ時代のデータを補完するデータを取ることであるが、停電コストだけではないと思うが、調査を基に停電コストを算出するのであれば、一定の定期的な観測データの把握が必要と思う。

- 2013年の調査においては、供給力不足による計画停電を前提とした「停電予告あり」のケースおよび、設備故障等を前提とした「停電予告なし」のケース、それぞれについて個人および大口・中小事業所に対してアンケートで確認した。

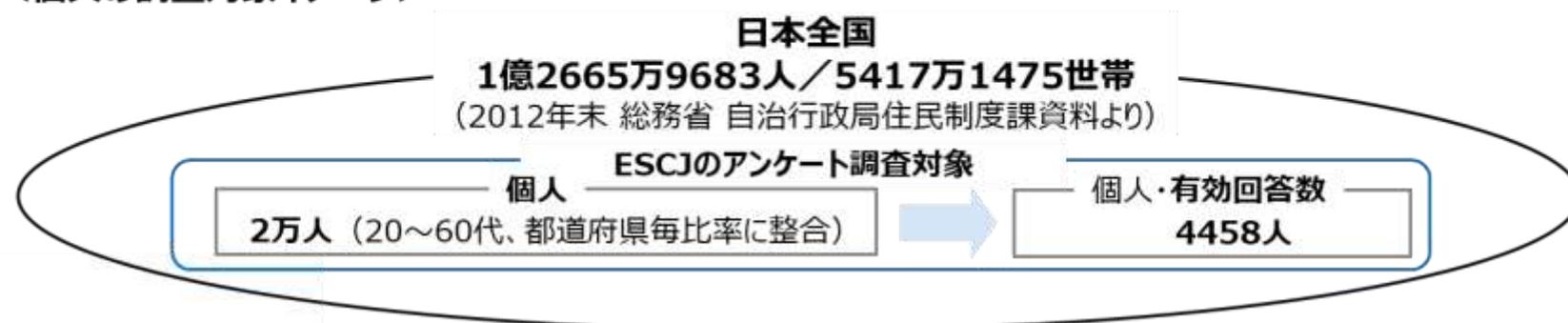
### [ESCJ調査 (2013年) 調査内容]

調査先	調査ケース	
	前提	停電時期・時間
大口事業所 中小事業所 個人	<b>①停電予告あり</b> 事業所:1~2ヵ月前 個人:2時間前  <b>②停電予告なし</b>	(ケース1) 夏の平日13~15時 (2時間停電)  (ケース2) 冬の平日17~19時 (2時間停電)

<大口・中小事業所の調査対象イメージ>



<個人の調査対象イメージ>



## (参考)2013年調査の概要

- ESCJは2013年、供給力不足による計画停電を前提とし、停電発生の子節・時刻により設定した2ケースにおける停電コストを、アンケート(個人および大口・中小事業所が対象)で確認している。
- 既存の停電コスト(3,050~5,890円/kWh)は、当該調査のうち、需要家への事前予告がある計画停電を前提とした回答値から算出されているが、事前予告がない場合の停電コストは飛躍的に高くなっている。

## ▼ESCJによるアンケート調査結果の概要(停電の事前予告がある場合)

ケース※1	停電コスト単価(円/kWh)※2		
	大口事業所	中小事業所※3	個人
夏の平日	2,199 ~ 4,517	1,651 ~ 6,177	5,999
冬の平日	2,198 ~ 4,763	1,215 ~ 9,082	4,317

※1 夏の平日：13~15時(2時間)、冬の平日：17~19時(2時間)

※2 事業所の停電コスト単価については、統計処理上の例外値の有無の捉え方の違いにより幅のある算出結果となっている。事業所については、計画停電の1~2ヶ月前より予告がある条件、個人については2時間前に予告がある条件での回答。

※3 中小事業所の調査結果については少ない有効回答(個人や大口事業所の1割程度)の集約結果であることに留意が必要。

※ 3,050~5,890円という数値は、上記を大口・中小・個人それぞれの需要電力量の割合(平成24~26年度実績)で加重平均した後、更に夏・冬で平均することによって算出されている。

## ▼ESCJによるアンケート調査結果の概要(停電の事前予告がない場合)

ケース※1	停電コスト単価(円/kWh)※2		
	大口事業所	中小事業所※3	個人
夏の平日	80,355 ~ 81,863	12,084 ~ 927,110	8,118
冬の平日	87,833 ~ 89,509	15,160 ~ 1,382,909	5,525

※1 夏の平日：13~15時(2時間)、冬の平日：17~19時(2時間)

※2 事業所の停電コスト単価については、統計処理上の例外値の有無の捉え方の違いにより幅のある算出結果となっている。

※3 中小事業所の調査結果については少ない有効回答(個人や大口事業所の1割程度)の集約結果であることに留意が必要。

- 大口・中小事業所向けアンケートでは、停電により発生する損害の具体例を示し、各々の金額を回答する調査形式（自由回答方式）をとり、それらを合算することで「損害額※<sup>1</sup>」を算出している。
- 一方、個人向けには「損害額」、「支払意思額（以下、WTP※<sup>2</sup>）」、「受取意思額（以下、WTA※<sup>3</sup>）」について質問し、停電により発生する直接的および間接的な損害の具体例を示したうえで、あらかじめ設けた選択肢の中から金額を選ぶ方式（支払カード方式）で調査を実施した。
- また、各ケースの時間帯において使用している電力量を確認し、「損害額」、「WTP」、「WTA」の単価を算出している。

※1 大口、中小事業所の停電コスト（損害額）は、停電対策費用含みの値

※2 停電を回避するために支払ってもよいと考える最大金額（Willingness To Pay）

※3 停電発生時に受け取りたいと考える最低限の金額（Willingness To Accept）

### [ESCJ調査（2013年）調査項目]

調査先	調査項目			
	停電 電力量	停電コスト		
		損害額	WTP	WTA
大口、中小事業所	●	自由回答方式	—	—
個人	●	支払カード方式	支払カード方式	支払カード方式

**[自由回答方式] (事業所向け調査)**

(例) この事業に対し、あなたの世帯はいくらの負担金であれば支払いに応じていただけますか。  
金額をお答えください。

→ (自由記述)

**[支払カード方式] (個人向け調査)**

(例) この事業に対し、あなたの世帯はいくらの負担金であれば支払いに応じていただけますか。  
以下から一つ選択してください。

もし2,000円よりも高い金額を回答される場合は具体的な金額を記載してください。

- ①0円 ②1～100円 ③101～200円 ④201～500円 ⑤501円～1,000円  
⑥1,001円～2,000円 ⑦2,001円以上 (具体的な金額を記載ください。)

- 便益計測調査における指針として国土交通省が公表している「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」（平成21年7月）（以下、CVM指針）等を参考に、ESCJの調査内容について、調査方法の技術的な妥当性を評価のうえ、必要に応じて見直しを検討した。
- 各項目の詳細については次スライド以降にそれぞれ検討する。

評価項目	ESCJ調査	調査手法の技術的な妥当性
①推計手法	表明選好法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 引き続き表明選好法の採用が妥当か</li> </ul>
②調査項目	損害額・WTP・WTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調査項目は適切か</li> <li>• 調査項目が多く、回答者が混乱する等の懸念がないか</li> </ul>
③調査方式	自由回答方式(大口、中小事業所) 支払カード式(個人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調査項目に応じた適切な方式が選択されているか</li> </ul>



平成21年7月13日  
国土交通省大臣官房  
技術調査課  
(内線22339)  
公共事業調査室  
(内線24295)  
TEL : 03-5253-8111 (代表)

## 「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」の策定について

事業評価における便益計測手法の一つである仮想的市場評価法（CVM）を適用する際に、事業分野横断的に留意すべき事項、最低限確認すべき事項について、「公共事業評価手法研究委員会」（委員長：森地茂 政策研究大学院大学教授）において検討を行い、平成21年7月13日に、「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」を策定しました。

出所) 国土交通省ホームページ

<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090713/090713.html>

- 推計手法については、第4回電力レジリエンス等に関する小委員会（2019/3/5）において、各手法の得失を整理している。
- 表明選考法は、停電によって需要家が被る心理的影響を含む様々な影響を直接聞き取ることが可能であり、停電影響の実態に近いと評価できることから、引き続き、表明選好法による調査を継続してはどうか。

第4回 電力レジリエンス等に関する小委員会(2019/3/5)資料3を一部加工

推計手法		概要	長所	短所	適用	
表明選好法		需要家に対して停電損失等を質問するもの。停電を回避するために支払える最大の金額（WTP:Willing to pay）、停電発生時に受け取りたいと考える最低補償額（WTA:Willing to accept）が調査される。	個々の顧客の選好を直接反映できる点。	予備調査も含めた時間的・金銭的コストや、特定のバイアスへの考慮が必要である点。	○	
顕示選好法	代替法	近似手法① (GDPにより推計)	生産停止のコスト、機器の再起動の費用など、停電により引き起こされる直接費用に密接に関連した変数を用いて、間接的に推計するもの。 (商工業部門では主にGDPを、年間の電力消費量で除することで停電価値が推計されている)	適用が簡単であり、また、既存のデータを使用するため推計が容易である点。	仮定により推計値が大きく変動する点。また、家庭部門は市場価値を生まないため、コストの定量化が困難である点。	△
	代替法	近似手法② (停電対策により推計)	停電対策の限界費用は停電の限界費用と一致するという考え方にに基づき、停電対策に係る需要家の市場行動の観察と分析から停電価値を推計するもの。	比較的正確なデータを集めることができる点。	先進国では供給信頼度が高く、停電対策を行う需要家が多くない(大口除く)ため、推計値が過小評価されるおそれがある点。	×
	代替法	近似手法③ (ケーススタディ：停電対応の費用実績より推計)	実際に発生した大規模停電の後、実際に発生した費用実績を基に推計するもの。	推計値が、消費者が経験した実際の費用に直接結びついている点。	データセットの数が少なく、算出値の蓋然性が低い点。	×

- 表明選好法では、WTP・WTA等を尋ねる方法があるが、一般的にはWTPが推奨されている
  - 「一般的に、人々は満足度が高まるものに対して支払う（すなわち支払意思額を決める）行為にはなじみがあるが、満足度が低下するものに対して補償を求める（すなわち受入補償額を決める）行為にはなじみがないため、受入補償額を適切に回答することは支払意思額を回答すること以上に難しい」※1
  - 一般に人々はお金をもらえるよりも取られる方が慎重になる心理があるので、WTAの方が大きくなる傾向があるうえ、電気は代替が効かない財であり、WTAは過大になる懸念（いくら受け取れても納得できない等）がある
- また、調査項目数については、項目数が増えることで回答者の負担が増加し、適切な回答を得られない可能性があり、最低限となるよう留意が必要と考えられることから、WTAの調査は実施せずに、WTPについては、大口・中小事業所も含めて調査することでどうか。
- なお、前回調査の連続性の観点から損害額についても引き続き調査を実施する。

※1国土交通省「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」（平成21年7月）

調査先	調査ケース		調査項目（案）		
	停電時期・時間 (2時間停電)	停電 電力量	損害額	停電コスト	
				WTP	WTA
大口、中小 事業所	(ケース1) 夏の平日	●	●	● 追加	—
個人	(ケース2) 冬の平日	●	●	●	削除 ✗

調査項目の変更点

### ③調査方式について

- ESCJ調査(2013)のアンケートの回答方式は事業所向けは「自由回答方式」、家庭向けには「支払カード方式」であったが、その他の方式も含め、WTPの調査として望ましい方式について整理を行った。
- 一般的に人々はあるものに自ら価格を設定する行為になじみがないため、「自由回答方式」、「支払カード方式」の回答の信頼性には課題があるとされる。
- 回答の信頼性が比較的高いと評価される二項選択方式または二段階・多段階二項選択方式の採用が考えられるが、回答者の負担の少ない「二項選択方式」でWTPの調査を実施することでどうか。  
なお、必要サンプル数については前回調査の実績などから確保できる見通し。

回答方式	内容	長所	短所	適用
自由回答方式	直接に金額を質問する方式	集計が容易	回答率が低い 信頼性に課題がある	×
付け値ゲーム方式	提示額1つに対して「はい」/「いいえ」と答えるまで繰り返し金額を上げ/ 下げていく方式	比較的信頼性が高い	時間がかかる 郵送調査では実施困難	×
支払カード形方式	複数の提示額の中から選択してもらう方式	回答率が高い	信頼性に課題がある	△
二項選択方式	予め用意されたいくつかの提示額の内、1つを提示し、その金額に対する支払意思を質問する方式	比較的信頼性が高い	二段階・多段階と比較し必要サンプル数が多い	○
二段階・多段階二項選択方式	二項選択方式の質問を数回繰り返す方式	比較的信頼性が高い	調査票の種類が増える	○

- 二項選択方式の質問形式、集計方法は以下のとおり。

## [質問形式]

(例) この事業に対する毎年の負担金が 500円 (※) の場合、あなたの世帯はこの事業の実施に賛成ですか。

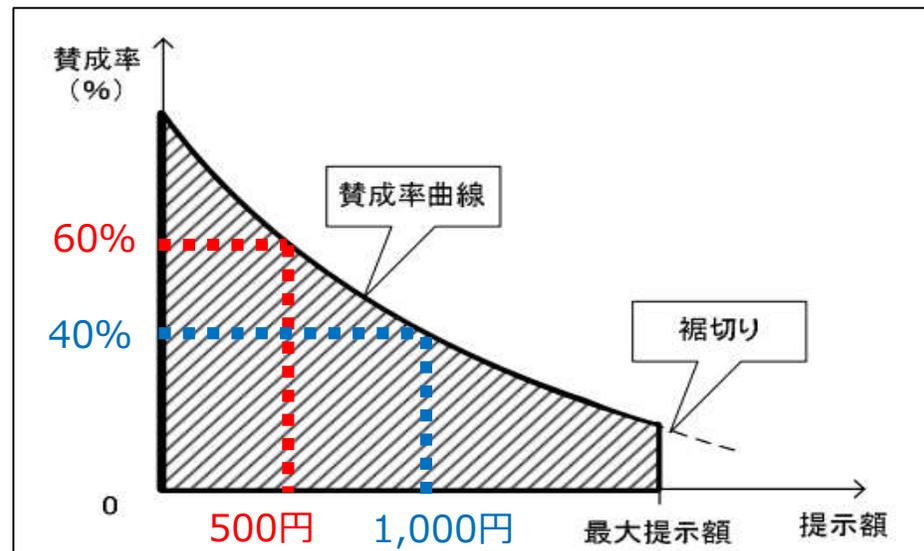
※提示される金額は質問対象者により異なる

→ (①賛成 ②反対)

## [集計方法]

- ①得られた回答から異常回答を排除
- ②横軸を提示額とした賛成率曲線を推定する
- ③最大提示額で裾切りを行う
- ④推定された賛成率曲線と座標軸からなる部分の面積を  
求めることで支払意思額の平均値を推定する。

賛成率曲線 (例)



(出所) 仮想的市場評価法(CVM)適用の指針 (平成21年7月 国土交通省)

<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090713/cvmshishin/cvmshishin090713.pdf>

- 調査項目については、WTAの調査は実施せず、大口・中小事業所にWTPを追加し、WTPのアンケート方式については、「二項選択方式」としたい。

[停電コスト調査案]

赤字が前回調査からの変更箇所 (案)

調査先	調査ケース		調査項目 (案)			
	前提	停電時期・時間 (2時間停電)	停電 電力量	停電コスト		
				損害額	WTP	WTA
大口・中小事業所	①停電予告あり ②停電予告なし	(ケース1) 夏の平日	●	自由回答方式	二項選択方式	—
個人		(ケース2) 冬の平日	●	支払カード方式	二項選択方式	—

# 停電コストアンケート調査 スケジュールについて

- 今回提案の方針を原案とし、事務局にてアンケート調査の有識者の見解等も確認のうえ、アンケート調査票の制作等の準備を進め、調査を実施したい。
- アンケート調査の結果も踏まえ、改めて停電コストの整理を行い報告書を取りまとめのうえ、本委員会に報告する。

## [アンケート調査スケジュール案]

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	
調整力等委員会		○									
アンケート調査		事前準備			アンケート製作・発送回収・集計					報告書作成	