

停電コストの技術的な精査

2019年3月5日

電力レジリエンス等に関する小委員会 事務局

(参考) 電力レジリエンス小委のスケジュール

	今後のスケジュール	年内							来春	備考	
国	電力・ガス基本政策小委 (電力レジリエンスワーキンググループ他含む)	11/27 対策とりまとめ	2/21 脱炭素化社会に向けた 電力レジリエンス小委員会							5月※ 一定の結論	※ 未定
広域機関	広域系統整備委	12/4 小委設置・計画策定プロセス開始	1/25	3/8							
	調整力等委	12/7 小委設置	2/19 (月 1 回程度開催予定)								
	需給調整市場検討小委		1/24	3/5 (月 1 回程度開催予定)							需給調整市場の構築
	容量市場検討会	12/17	2/6	(月 1 回程度開催予定)							容量市場の早期開設
	電力レジリエンス小委	12/18 第 1 回	1/22	2/22	3/5 (今回)	3/27	4月	5月まで※1 一定の結論※2	※1 未定 ※2 検討事項毎に議決		
	①北本の更なる増強等の検討	12/18 進め方の提示・増強規模等	・増強工事の具体化 ・増強により得られる効果の考え方 ・効果の定量化								
	②更なる供給力等の対応力確保策の検討 ・調整力公募における調整力の必要量の見直し等 ・容量市場（早期開設や取引される供給力の範囲拡大等）の検討 等	12/18 進め方の提示	1月	2月	3月	4月	・各エリア供給信頼度 ・計画停止(再E評価) ・今後の検討の方向性 ・適用時期、需給検証の考え方 ・厳気象対応(1/2) ・稀頻度リスク ・BS電源 ・早期開設（報告） ・費用負担の在り方				
③レジリエンスと再エネ拡大の両立に資する地域 間連系線等の増強・活用拡大策等の検討 ・地域間連系線等の増強・活用拡大策の検討 ・需給調整市場の構築等、調整力の広域的な最適調達・ 運用のための制度整備の検討	12/18 需給調整市場に関する 検討状況を報告	地域間連系線等の増強・活用拡大策 に係る検討の方向性							需給調整市場検討小 委員会にて「需給調整 市場」の構築の着実な 実施に向け継続検討		
④太陽光・風力発電機の周波数変動に伴う 解列の整定値等の見直し	12/18 進め方の提示	1月	4月								
⑤停電コストの技術的な精査	12/18 進め方の提示	3月							停電コストの精査		

- 停電コストの精査に関する進め方は、第1回の本小委員会で以下のとおり整理されたところ。
- 今回は、事務局で実施した文献調査の結果を踏まえたご報告をしたい。

⑤ 停電コストの技術的な精査

61

(2) 本小委員会での審議内容

- 現在把握している停電コストの精査

- ✓ 海外事例や他の参考指標の調査を行い、停電コストのレベル感の確認を行うことで停電コストを精査することとしてはどうか。

(3) 本小委員会で整理される一定の結論

- 上記調査による精査により、現在把握している停電コストを見直すべきかどうか。

※現在把握している停電コストは停電により発生するであろう損失額である。これに対する備えに需要家が投資する際には、その発生頻度も踏まえた期待値を考慮していると考えられるが、近年の台風や地震による停電の経験を踏まえると、その期待値が上がっている可能性がある。

(4) 具体的な検討スケジュール（案）

- 停電コストの調査による精査・・・3月末までに実施
- 精査に基づき停電コストの見直しの是非・・・3月末までに実施

- 第1回の本小委員会(2018年12月18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」が挙げられたところ。

【2018年12月18日 第1回電力レジリエンス等に関する小委員会 議事録より抜粋】

(松村委員) 例えば系統電力から買うだけではなく、コジェネも備えて二重化しているのであれば、明らかに停電のリスクは大幅に下がるが、それはそれなりにお金が掛かる。でもお金を掛けても実際にやっているところがあるわけで、逆に言うところまでお金を掛けてやっていないところは、それが採算に合わないと思っているからやってないわけである。そうするとそのコストは、停電コストとして測定されるものの上限となっていないとおかしい。つまり、回避するために、これだけのコストをかければかなりの程度を回避できるという事が分かっているので、それが採算に合わない程度の停電コストだと言わないと辻褄が合わないという事になる。(後略)

(大橋委員) 今はDRというか、止めるということを実際にもやるようになってきたというのがあると思う。インセンティブを与えて、事業者の属性もいろいろあると思うが、kWhで止めているわけである。そうすると、実はそのデータを精査すれば、少なくとも停電コスト、例えば2時間前にアナウンスしているとして、その下限値位は多分出るのではないかという気がする。(後略)

- 需要家による自衛的な停電対策の費用を、追加の停電を避けるための支払意思額と捉えるのであれば、停電対策費は停電コストの上限値であると考えられるか。
- 定置用蓄電池の導入コスト(2015年度実績値)は家庭用**220千円/kWh**、産業用**360千円/kW**程度。
- 停電コストを検討するにあたっては、今後の蓄電池導入コストの更なる低下も考慮し、注視していくことが必要か。

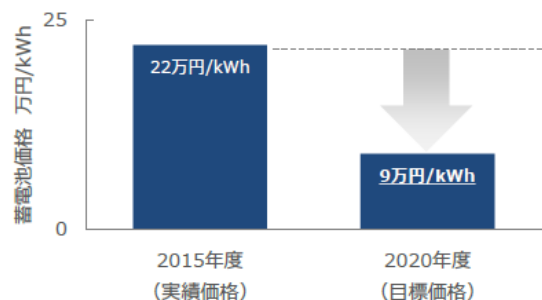
前回のERAB検討会での決定事項

- 第4回エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会（ERAB検討会）において、2020年のVPP（Virtual Power Plant）の自立化を目指した定置用蓄電池の価格の考え方を提示。

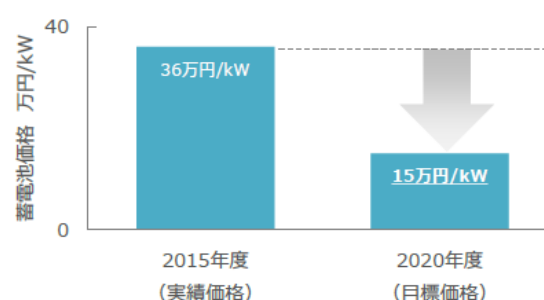
	(2015年度) 実績価格	(2020年度) 目標価格	目標価格の考え方
kWh用蓄電池 (主に家庭用)	約22万円/kWh	<u>9万円/kWh以下</u>	➢ 住宅用太陽光の余剰買取期間を終了した需要家が、太陽光電気の自家消費の拡大により、15年程度で投資回収可能。
kW用蓄電池 (主に産業用)	約36万円/kW	<u>15万円/kW以下</u>	➢ ピークカットによる契約電力削減により、7年程度で投資回収可能。

※ なお、業務用蓄電池をはじめ上記分類に当てはまらないケースについては、蓄電池の用途によっていずれかの価格を目指すこととする。

kWh用蓄電池（主に家庭用）



kW用蓄電池（主に産業用）



- ガスコジェネの初期費用は**121千円/kW**、維持管理費は**10千円/kW・年**程度。
- また、資本費・燃料費・運転維持費から排熱価値を除いた発電コストは**13.8円/kWh**。

(参考) スポット市場平均価格9.5円/kWh※

※JEPX公開データのスポット市場のシステム価格(2015～2018暦年平均値)

- DRの対価を、需要家が追加の停電を受け入れる最低補償額と捉えるのであれば、DRの対価は停電コストの下限值であると考えられるか。
- 電力・ガス取引監視等委員会の公表資料によると、平成30年度向け調整力公募におけるDRの平均落札価格は**3,661円/kW**(平成29年度向けでは**3,753円/kW**)。

平成30年度向け調整力の公募結果（電源 I'）

- 電源 I'については、旧一電（発電・小売部門）以外の事業者からの応札容量が前年度より2割以上増加した。落札容量は前年度より3割以上増加し、全体の約3割となった。
- デマンドレスポンス（DR）を活用したものは、応札、落札ともに、前年度から微増し、96万kWが落札され、全体の約7割を占めた。（契約総額は約35億円）
- 落札電源の平均契約価格（kW価格）は前年度と比較し、全国平均でやや下落した。

応札容量・落札容量

	前年度		当年度		増減	
	件数	容量 (万kW)	件数	容量 (万kW)	件数	容量 (万kW)
募集容量	—	132.7	—	132.2	—	▲ 0.5
応札容量	63	165.4	55	175.4	▲ 8	10.0
電源	6	54.2	7	59.3	1	5.1
DR	57	111.2	48	116.1	▲ 9	4.9
落札容量	41	132.0	46	132.2	5	0.2
電源	5	36.2	7	36.1	2	▲ 0.1
DR	36	95.8	39	96.1	3	0.3

●旧一電（発電・小売部門）以外

応札容量	43	40.3	46	50.4	3	10.1
落札容量	22	27.1	37	36.8	15	9.7

平均価格（円/kW）

	前年度	当年度	増減
合計	4,415	4,085	▲ 330
電源	6,165	5,210	▲ 954
DR	3,753	3,661	▲ 92

※ 平均価格は落札された電源等の契約額の合計を落札容量の合計で除した加重平均として、委員会事務局が算定。

- 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)

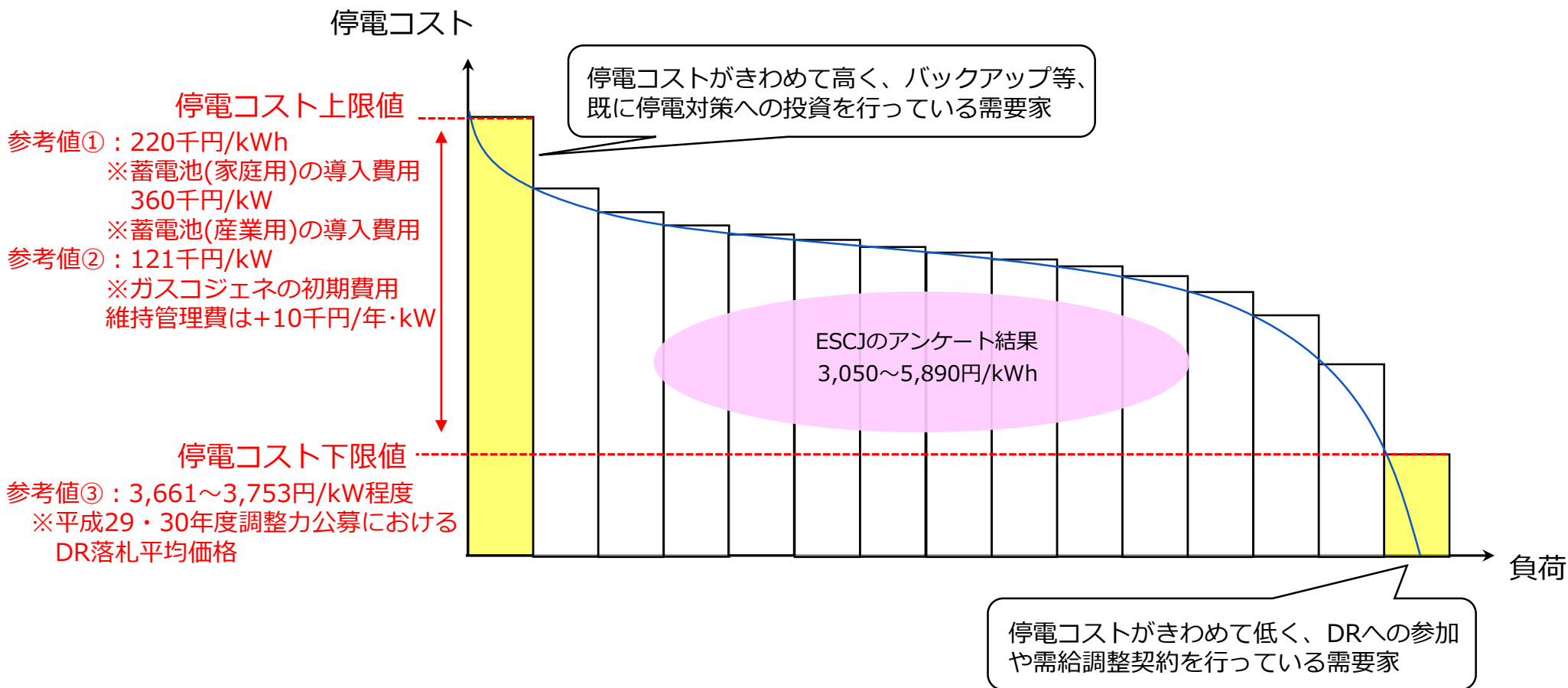
ケース※1	停電コスト単価(円/kWh)※2		
	大口事業所	中小事業所※3	個人
夏の平日	80,355 ~ 81,863	12,084 ~ 927,110	8,118
冬の平日	87,833 ~ 89,509	15,160 ~ 1,382,909	5,525

※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。

- 第1回の本小委員会(2018年12月18日)における委員意見等を踏まえると、停電コストのイメージは下図のように考えられる。
- これを踏まえて、既存の停電コスト(3,050円~5,890円/kWh)を今後見直していくべきか。



(余白)

- 停電コストに関する文献調査は、ESCJも過去に実施しており、その調査結果は、アンケートにより求められた停電コスト(3,050円~5,890円/kWh)との比較にも用いられている。
- 今回は、2013年度前後に公開された停電コストに関する文献のうち、まだ調査がされていない以下の文献等により、VoLL(Value of Lost Load：停電価値)について調査した。
- なお、これらの研究で推計されたVoLLの値は、各国の規制機関等が容量規制やインバランス料金の算定等に用いるため政策的に決定したVoLLの値とは必ずしも一致していない点に注意されたい。

著者	タイトル	発表年月	調査対象地域
London Economics International LLC	Estimating Value of Lost Load (VoLL) Final report to OFGEM	2013.7	英国
Electricity North West	VoLL summary factsheet	2018.10	英国
London Economics International LLC	Briefing paper prepared for the Electric Reliability Council of Texas, Inc. by London Economics International LLC	2013.6	ERCOT管轄域(米国テキサス州)
Leahy&Tol	An estimate of the value of lost load for Ireland	2011.1	アイルランド
Electricity Authority	Investigation into the Value of Lost Load in New Zealand Report on methodology and key findings	2013.7	ニュージーランド
Trans Power New Zealand Limited	Value of Lost Load (VoLL) Study	2018.11	ニュージーランド
PwC	Estimating the Value of Lost Load	2018.3	ニュージーランド

- VoLL(Value of Lost Load)とは、消費者が外的な理由で消費できなかった場合の負荷の価値を意味する。
- VoLLの推計手法は以下のとおり複数存在し、国や地域ごとに異なる手法・考え方でVoLLが推計されている。
- また、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VoLLは大きく異なるため、異なる地域・研究のVoLLは単純に比較できない点に注意が必要。
- 次頁以降に、今回の文献調査で得られた各国のVoLL研究の概要を示す。

推計方法		概要	長所	短所
調査	顕示選好法	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VoLL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。
	表明選好法	需要家に対して停電損失を質問するもの。主に、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)等が調査される。	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・金銭的成本や、特定のバイアスへの考慮が必要である点。
	ケーススタディ	実際に発生した大規模停電の後、実際に発生した費用を調査するもの。	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。
非調査	近似手法	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VoLL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。

- Ofgem(ガス電力市場規制庁)およびDECC(エネルギー気候変動省)の共同委託により、London Economics社が調査を実施。
- 家庭および中小事業所では表明選好法に基づく調査、大口事業所では近似手法によりVoLLを推計している。
- 家庭および中小事業所に対して、停電を避けるための最高支払意思額(WTP)と停電を受け入れるための最低補償額(WTA)の両方が調査されたが、前者には過小に報告されるバイアスが働くとして、後者のみ採用されている。
- 大口事業所はDRや停電対策等によって、自ら供給の安全性に影響を与えることができるため、国全体の一意のVoLLは、大口事業所を対象から除き、家庭部門および中小事業所の推計値のみで算出されている。
- 上記の結果、英国のVoLLは、家庭と小口事業所のVoLLの加重平均を取り **£ 16,940/MWh(2,498円/kWh相当)**と報告された。
※日本円への換算は2018暦年平均為替レートによる（事頁以降も同様）。

▼英国における家庭部門のVoLL推計値(2011FY)

	Not Winter	Not Winter	Not Winter	Not Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
	Not Peak	Not Peak	Peak	Peak	Not Peak	Not Peak	Peak	Peak
	Weekend	Weekday	Weekday	Weekend	Weekend	Weekday	Weekday	Weekend
WTA (£/MWh)	9,550	6,957	9,257	11,145	10,982	9,100	10,289	11,820
WTP (£/MWh)	2,766	(101)	(105)	1,805	2,240	315	208	1,651

▼英国における小口事業所のVoLL推計値(2011FY)

	Summer	Summer	Summer	Summer	Winter	Winter	Winter	Winter
	Not Peak	Not Peak	Peak	Peak	Not Peak	Not Peak	Peak	Peak
	Non-work	Work day	Work day	Non-work	Non-work	Work day	Work day	Non-work
VoLL WTA (£/MWh)	37,944	36,887	33,358	34,195	44,149	39,213	35,488	39,863
VoLL WTP (£/MWh)	21,864	19,271	20,048	24,175	26,346	21,325	21,685	27,859

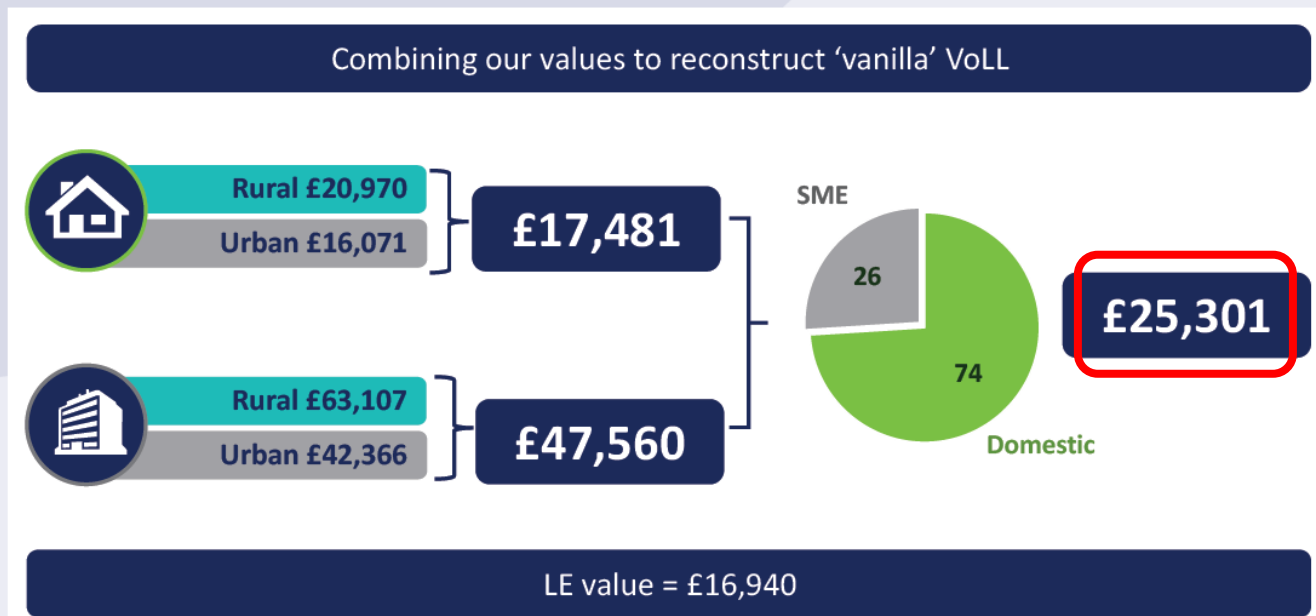
▼英国におけるVoLL推計値※家庭部門および小口事業所の加重平均値(2011FY)

VoLL (£/MWh)
16,940

- OfgemがRIIO(Revenue using Incentives to deliver Innovation and Outputs)の一環として導入したNIA(Network Innovation Allowance)の援助で、2015年10月～2018年9月の間、Electricity North West社が、表明選好法の選択実験調査(2013年のLondon Economicsと同様)によるVoLL推定プロジェクトを実施している。
- 過去(2013年)に英国で実施された調査と同じく、家庭および小口事業所の停電に対する最低受入補償額(WTA)をアンケート調査で確認し、**£25,301/MWh(3,731円/kWh相当)**というVoLL推定値が報告された。
- 過去の推定値£16,940/MWhにインフレ率を考慮しても£18,500/MWh程度(2,728円/kWh相当)であり、VoLLの経時的な上昇を確認できる。
- Electricity North Westは、この上昇の原因を、脱炭素化等に伴う電力への依存度の高まり、および顧客のニーズや期待の変化を反映しているものと分析している。

▼英国における家庭・小口事業所それぞれのVoLL推計値と、その加重平均値(2018FY)

Figure 3: Group-level VoLL combined to give a single overall VoLL

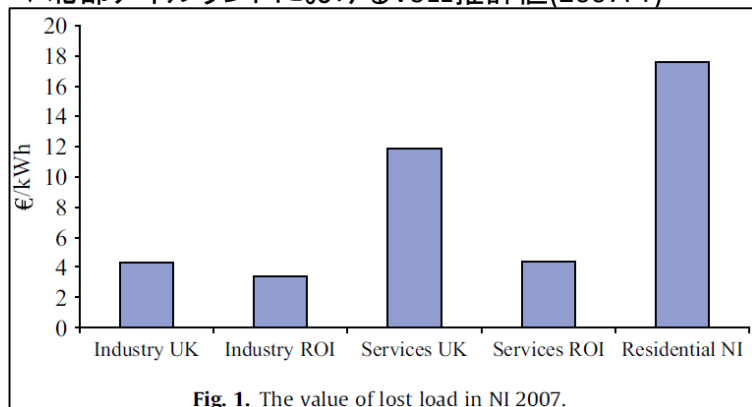


【出典】Electricity North West(2018), "VoLL summary factsheet"

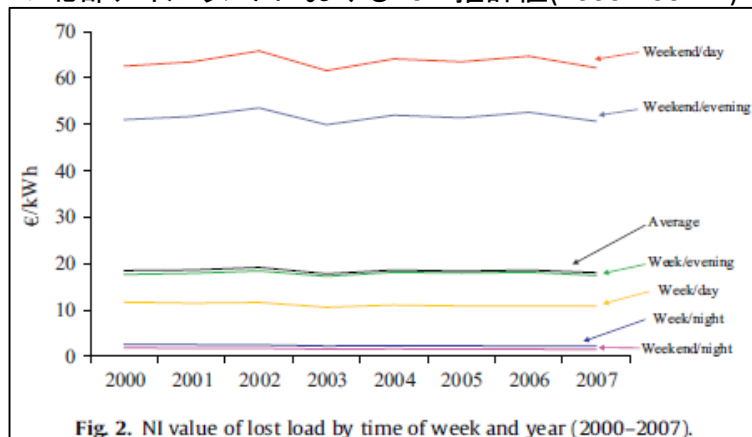
(<https://www.enwl.co.uk/globalassets/innovation/enwl010-voll/voll-general-docs/voll-summary-factsheet.pdf>)

- 商工業部門ではGDPを、家庭部門では一定の仮定のもと算出された機会費用※を、それぞれ消費電力量で除することにより、北部アイルランドとアイルランド共和国それぞれのVoLLが推計されている。
※過去の研究(Nooij ら(2007) や Tol (2007))の方法論に従い、在宅勤務者の機会費用は税引後平均賃金と同等、在宅かつ勤務・就寝していない者の機会費用は税引後平均賃金の半額、不在もしくは在宅かつ就寝中の者の機会費用は0とされている。
- 平均VoLL推計値は、**北部アイルランド€18/kWh(2,348円/kWh相当)、アイルランド共和国€13/kWh(1,695円/kWh相当)。**

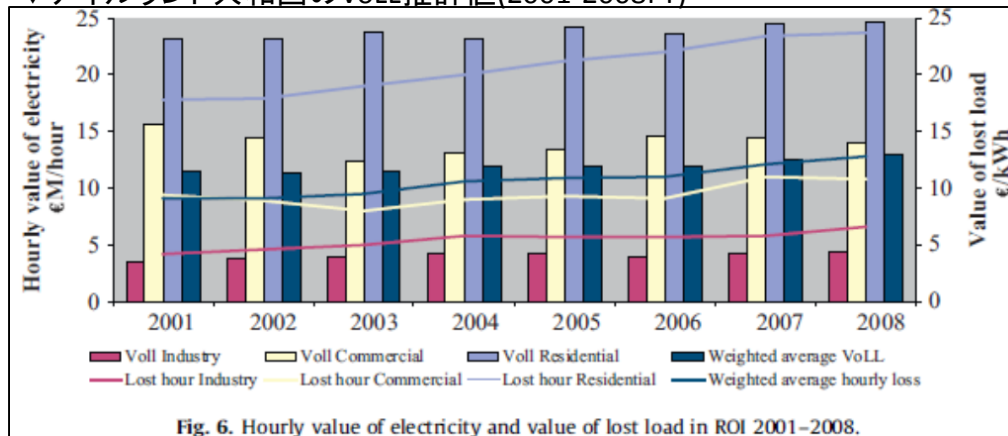
▼北部アイルランドにおけるVoLL推計値(2007FY)



▼北部アイルランドにおけるVoLL推計値(2000-2007FY)



▼アイルランド共和国のVoLL推計値(2001-2008FY)

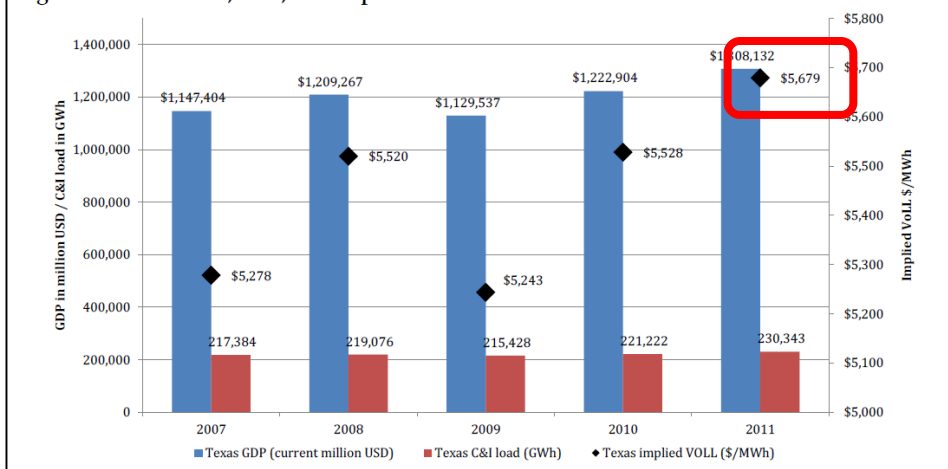


【出典】Leahy&Tol(2011), "An estimate of the value of lost load for Ireland"
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510009250>)

- 2013年にLondon Economics社が、テキサス州全体およびERCOT管轄区域のVoLLを推計している。
 - 推計は近似手法に基づき、商工業部門ではGDPを消費電力量で除した値がVoLLの上限値、平均電気料金単価がVoLLの下限值とされ、一方、家庭部門のVoLLは、その下限値のみ平均電気料金単価で示された。
- (テキサス州：商工業\$5,679/MWh(627円/kWh)、家庭\$110/MWh(12円/kWh)、ERCOT：商工業\$5,645~6,468/MWh(623~714円/kWh))
- 本研究で報告されたVoLLはあくまで、ERCOTによる将来の調査のための指標の一つという位置付けであり、近似手法によるVoLLの推計は実際のVoLLを過小または過大に評価する可能性もあるため、調査やケーススタディによる裏付けが必要との評価が行われている。

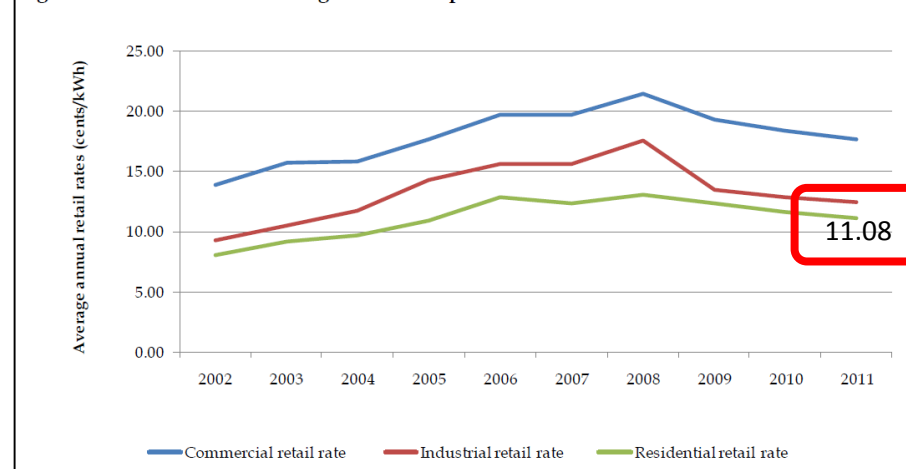
▼テキサス州全体における商工業部門のVoLL推計値(2007-2011FY)

Figure 35. Texas GDP, load, and implied VoLL



▼テキサス州全体における家庭部門のVoLL推計値(2007-2011FY)

Figure 40. Texas historical average retail rates per customer class



▼テキサス州全体およびERCOT管轄区域のVoLL推計値(2011FY)

Figure 42. Summary of 2011 VoLL estimates derived from macroeconomic analysis

	Residential	Commercial	Industrial
Texas estimated VoLL range (\$/MWh)	\$110	\$177 - \$6,979	\$125 - \$3,706
		\$5,679	
ERCOT estimated VoLL range (\$/MWh)		\$6,492	\$4,031
		\$5,645 - \$6,468	

【出典】London Economics International LLC(2013),
 “Briefing paper prepared for the Electric Reliability Council
 of Texas, Inc. by London Economics International LLC”
 (http://www.ercot.com/content/gridinfo/resource/2015/mktanalysis/ERCOT_ValueofLostLoad_LiteratureReviewandMacroeconomic.pdf)

- ニュージーランド電気事業参画コードにおけるVoLLの値(\$20,000/ MWh)が適切なものか検証するため、2008年から電力委員会(Electricity Commission)がVoLL調査プロジェクトを開始している。
- プロジェクトは3段階に分かれており、2008年からの概念分析、2010年からの表明選好法に基づく調査、2012年からのさらなる小規模の調査とその結果を踏まえたコードの修正に関する協議で構成される。
- 電力公社(Electricity Authority)による第2段階の調査で得られたWTAの値を用いて、国全体のVoLLは **NZ\$50,031/MWh(3,827円/kWh相当)**と報告されたが、実際にはVoLLは地域ごとに大きく異なるため、国全体で一意の値として示すのは不適切とされた。
- 上記に基づき、第3段階ではオークランド、クライストチャーチ、タラナキの3地域のVoLLが下図のとおり推計され、**NZ\$9,377~18,690/MWh(717~1,430円/kWh相当)**という結果が示された。

Table 1 VOLL for Auckland respondents, 8 hour outage

By respondent type and average across samples

Respondent	VOLL
Residential	\$11,980
Small non-residential	\$56,815
Medium non-residential	\$27,992
Large non-residential	\$3,906
Average	\$14,900

Source: NZIER

Note: The average is weighted by consumption, so it is not the mean of the other figures shown in the table.

Table 2 VOLL for Christchurch respondents, 8 hour outage

By respondent type and average across samples

Respondent	VOLL
Residential	\$14,818
Small non-residential	\$69,761
Medium non-residential	\$46,686
Large non-residential	\$10,940
Average	\$18,690

Source: NZIER

Note: The average is weighted by consumption, so it is not the mean of the other figures shown in the table.

Table 3 VOLL for Taranaki respondents, 8 hour outage

By respondent type and average across samples

Respondent	VOLL
Residential	\$21,049
Small non-residential	\$32,101
Medium non-residential	\$9,906
Large non-residential	\$7,383
Average	\$9,377

Source: NZIER

Note: The average is weighted by consumption, so it is not the mean of the other figures shown in the table.

【出典】Electricity Authority (2013),

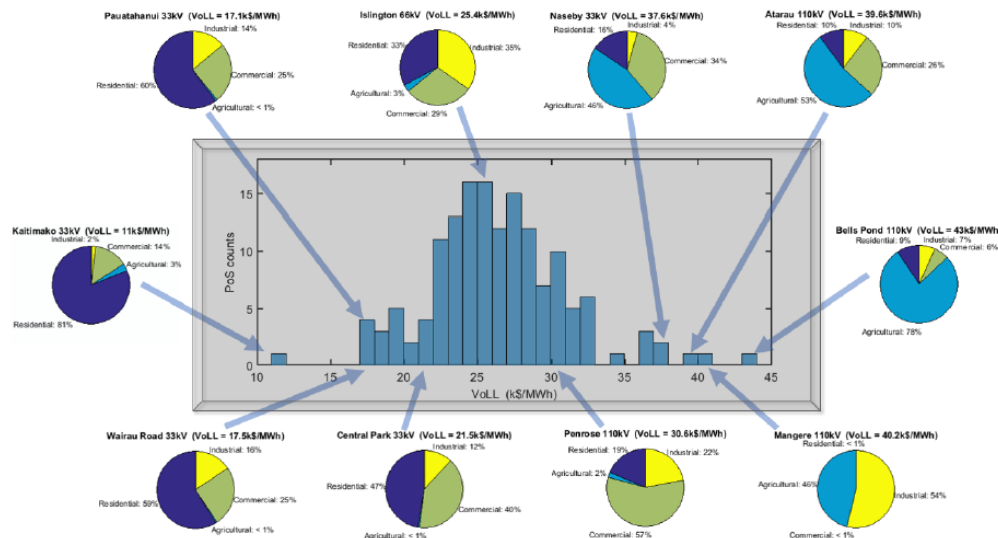
“Investigation into the Value of Lost Load in New Zealand Report on methodology and key findings”

(<https://www.ea.govt.nz/about-us/what-we-do/our-history/archive/dev-archive/work-programmes/transmission-work/investigation-of-the-value-of-lost-load/development/stage-3-report-on-methodology-and-key-findingsq/>)

- 2018年、Transpower New Zealand Limitedは自社で分析した各供給地点の消費者タイプ別需要構成や停電の発生分布、電力会社による過去のデータおよび委託先による最新の調査データ(アンケートで得られたWTPの値)等を用いて、ニュージーランドの供給地点別のVoLLを推定している。
- 各供給地点のVoLLはNZ\$17,000~40,000/MWh、中央値は**NZ\$25,000/MWh(1,913円/kWh相当)**程度であり、2004年の調査を基に作成された電気事業参画コードにおけるVoLLの値(NZ\$20,000/ MWh)にインフレ率を考慮した値と概ね一致しているものと評価されている。

※前頁の結果と比べてVoLLが低下しているように見えるが、これは、2018年の推計値がWTPに基づく一方、2013年の推計値がWTAに基づいているためと考えられる。なお、2004年の別の調査で得られた値(NZ\$ 17,170/MWh)と比べるとVoLLは上昇している。

▼ニュージーランドにおける供給地点別VoLLの分布



【関連部分抜粋】

The PoS(Point of Supply) VoLL results generally vary between \$17k/MWh and \$40k/MWh and centre around \$25k/MWh. Overall the results are broadly consistent with inflating the 2004 figure of \$20k/MWh to a present-day figure.

(供給地点別のVoLLを調査結果を見ると一般的に\$17,000/MWh~\$40,000/MWhの範囲にあり、中央値は約\$25,000/MWh程度となっている。全体的な結果は、2004年の\$20,000/MWhにインフレ率を考慮した値と概ね一致している。)

停電コスト(VoLL)に関する文献調査結果のまとめ①

18

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 (pm3~9)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

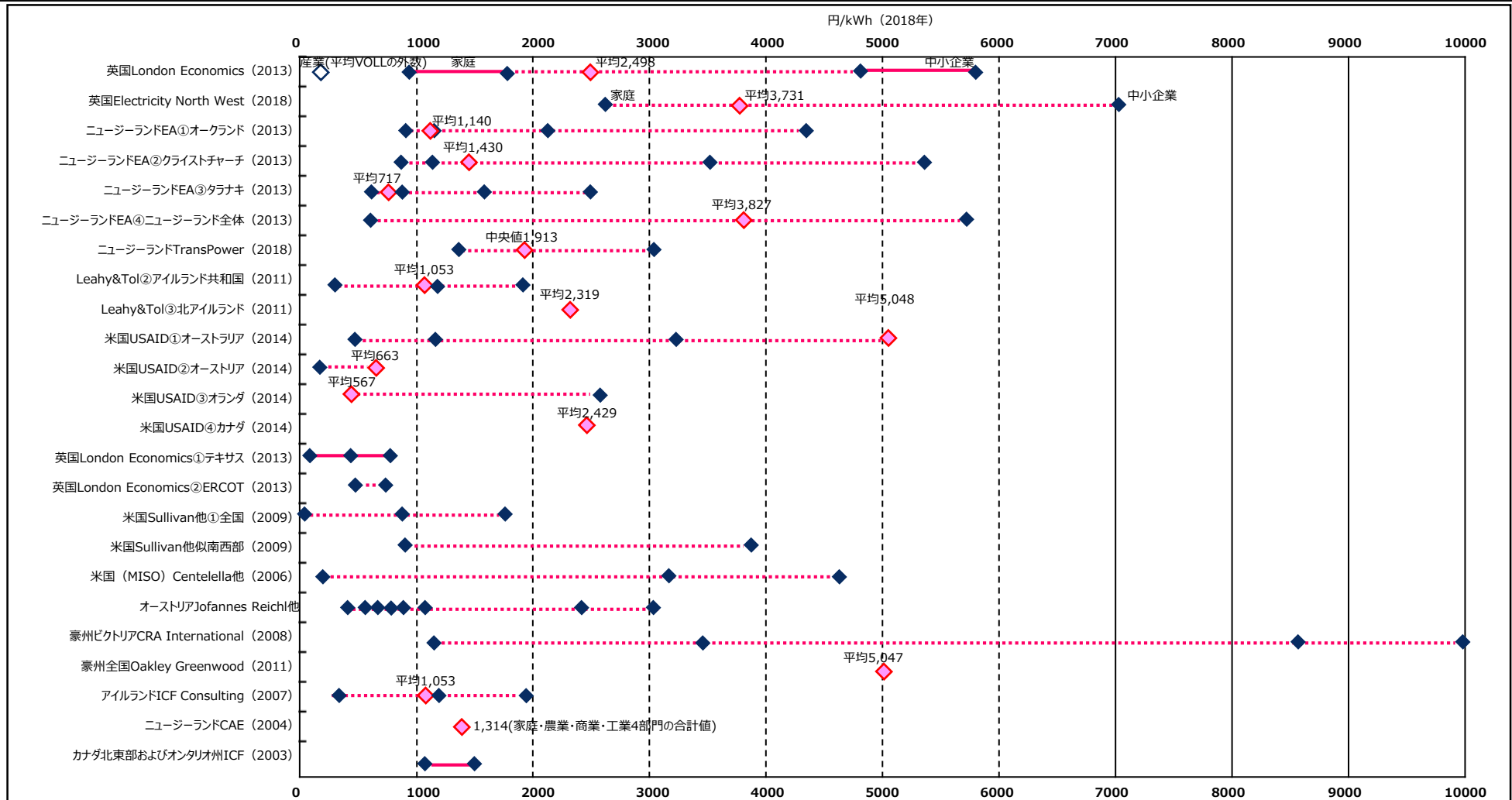
※為替レート：2018暦年平均

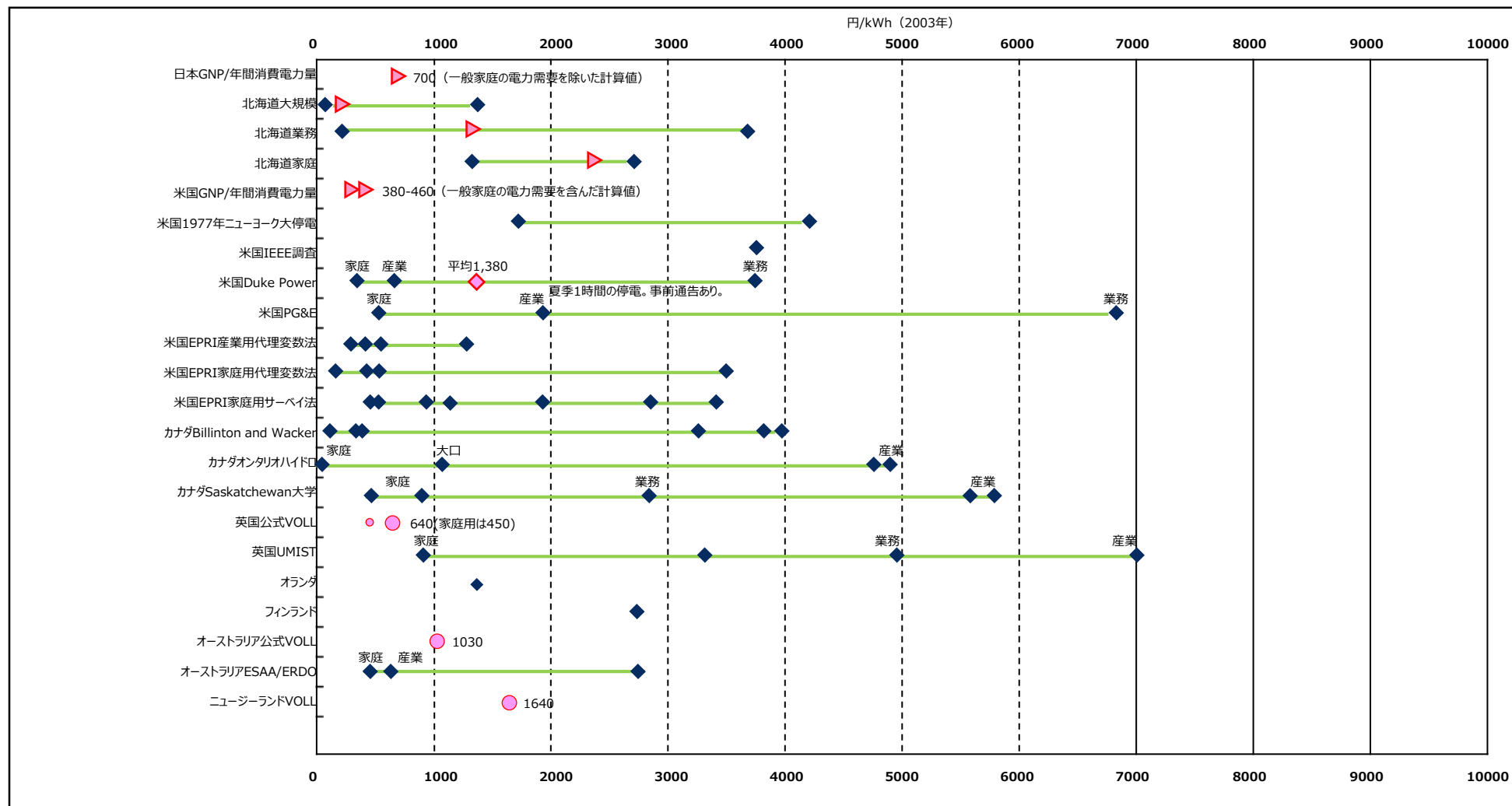
〈参考〉2013年度のESCJ調査

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ヵ月前、家庭2h前の予告有)
----	------	------	---	---	--

(余白)

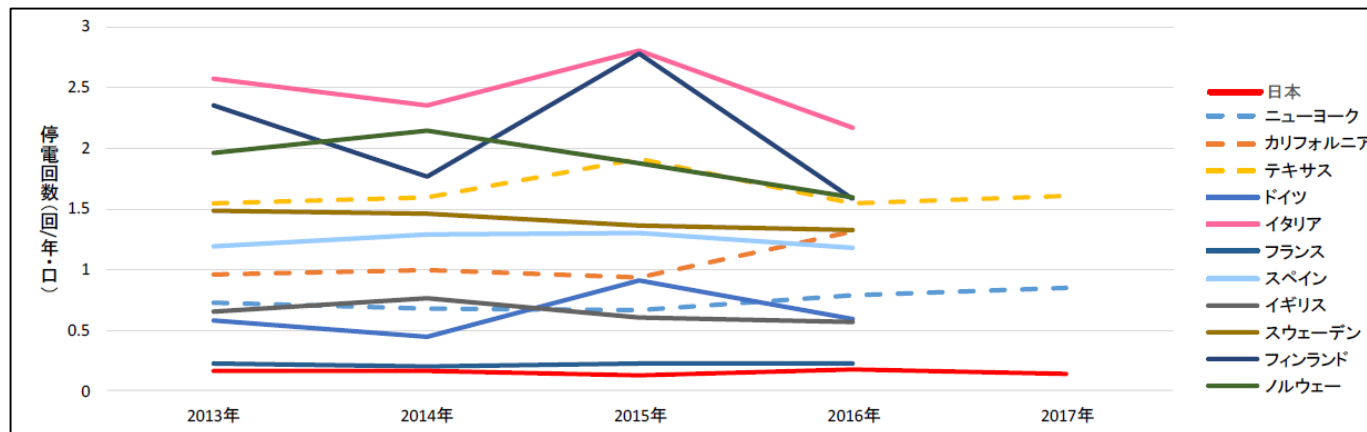
- 今回の文献調査等により調査した各国各地域のVoLLの概要は下表のとおり(前頁までの各研究の結果として推計された値だけではなく、各研究の中で紹介・レビューされた、当該研究とは別の研究の結果としての値も含む)。
- 推計において仮定する停電のタイミング(季節・曜日・時刻等)や長さ、消費者のタイプや消費レベル等によってVoLLは大きく異なるため、異なる地域・研究のVoLLは単純に比較できないが、結果を見ると概ね1,000～5,000円/kWh程度の範囲に収まっており、現状の停電コスト(3,050～5,890円/kWh)との差はそこまで大きくない。



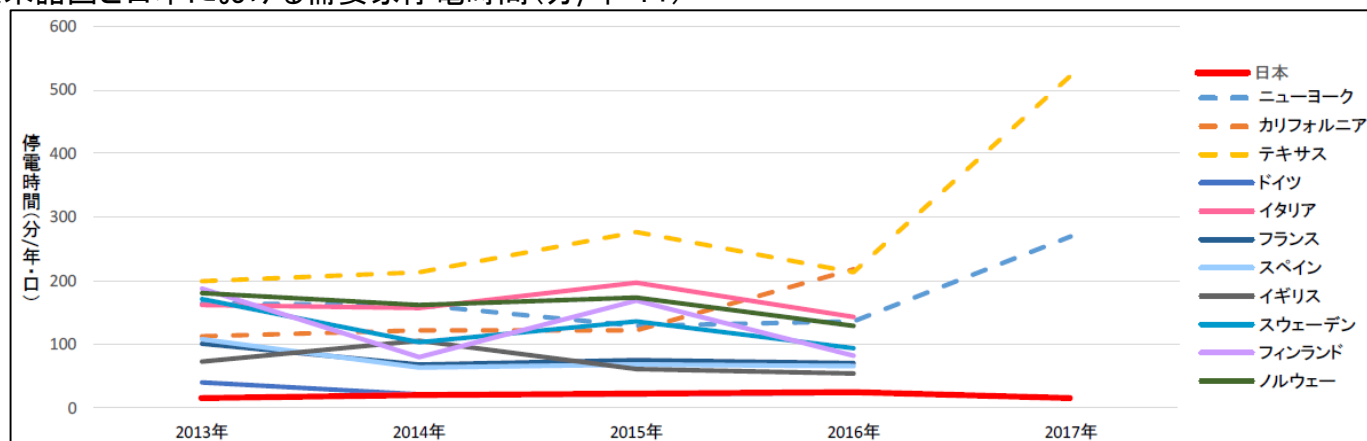


- 海外における需要家停電回数および停電時間は日本と比べて高い。
- 停電コストを国際的に比較する場合には、上記による停電への受容性の差等も考慮する必要があるか。

▼ 欧米諸国と日本における需要家停電回数(回/年・口)



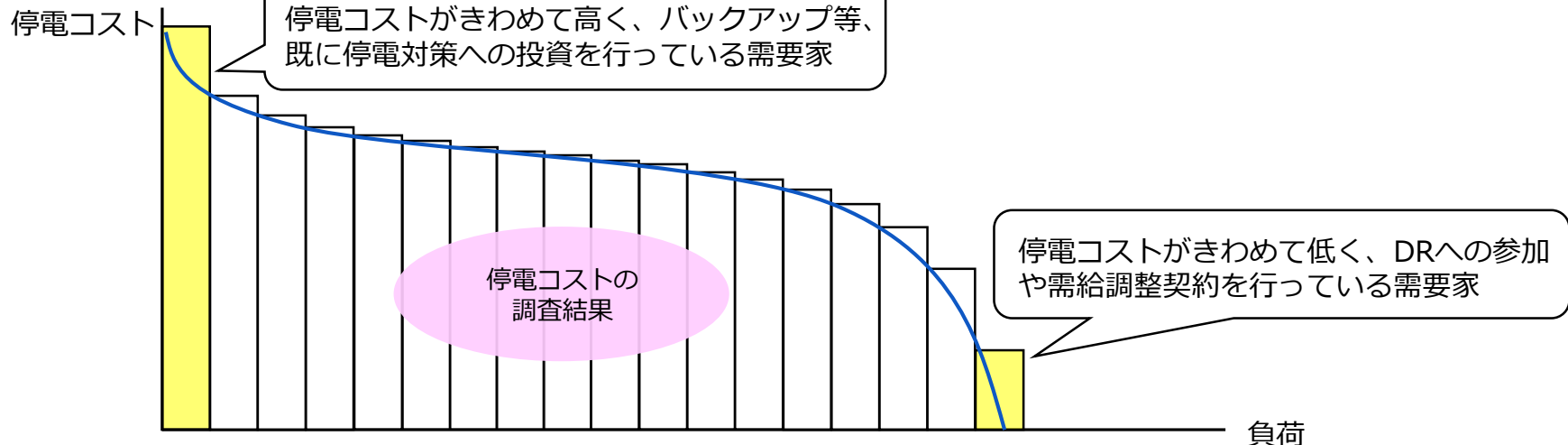
▼ 欧米諸国と日本における需要家停電時間(分/年・口)



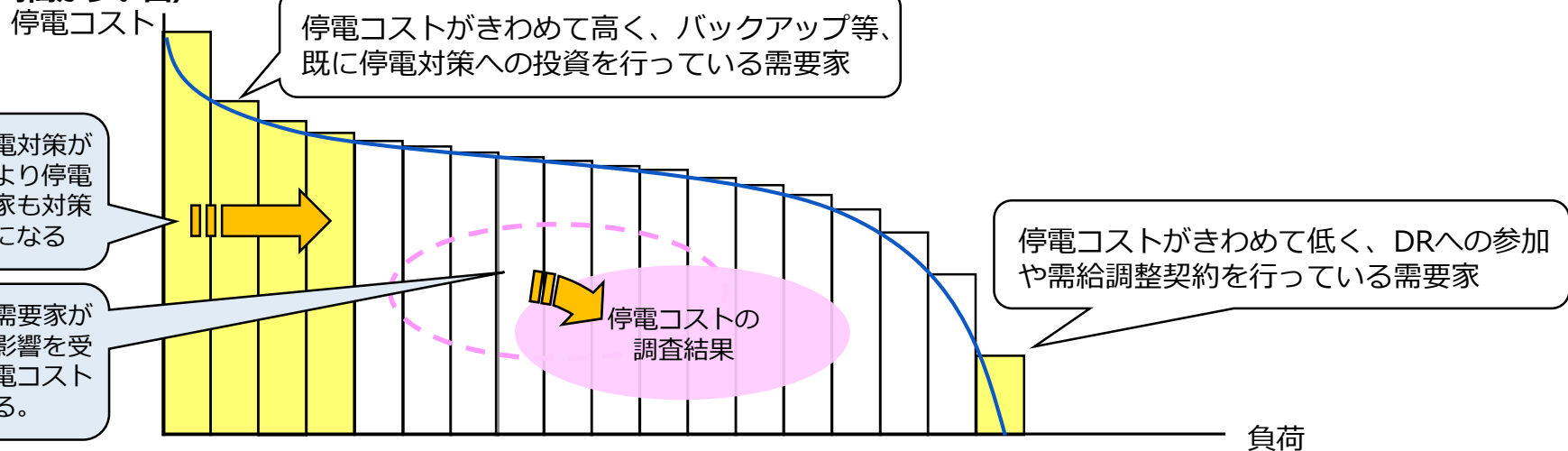
- 停電の回数・時間が多い国ではより多くの需要家が停電対策への投資を行うようになり、停電が起こっても影響を受けない需要家が増えるため、停電コストの調査結果が低くなるという考え方もあるか。

【イメージ】

〈停電の回数・時間が少ない国〉



〈停電の回数・時間が多い国〉



- 停電の回数・時間が停電コストに与える影響については、海外文献でも以下のとおり説明されている。

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

The perceived reliability level influences the extent to which customers prepare themselves for potential interruptions. The higher the expected reliability level, the fewer precautionary measures (such as the purchase of power backup facilities) customers take. If an interruption occurs when the perceived reliability is high, costs are typically higher in comparison to a situation with a low perceived reliability. Although with lower perceived reliability levels the costs of a single interruption generally are less elevated, more interruptions are likely to occur thus resulting in a higher total damage. The reliability level is strongly determined by the incidence of interruptions in the past: the more structural interruptions took place previously, the lower the perceived reliability level.

〈日本語訳〉

認識されている信頼性水準は、潜在的な停電に対する消費者の準備の程度に影響する。信頼性レベルが高ければ高いほど、予防措置（バックアップ設備の調達等）を取る消費者は少なくなる。一般的に、高い信頼性のもと停電が発生した場合、信頼性が低い状況と比較してコストは高い。信頼度水準が低いほど、1回の停電によるコストはそれほど高くないが、停電が発生する可能性が高いため、全体的な損害が大きくなる。信頼性水準は、過去の停電発生率によって決定され、過去の構造的な停電回数が多ければ多いほど、認識される信頼性レベルは低くなる。

- 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。

- Electricity North West社は、英国において、最新の調査によるVoLL(£25,301/MWh)と、過去の調査によるVoLL(£16,940/MWh：インフレ率を考慮するとおよそ£18,500/MWh)との差異を、脱炭素化等に伴う電力への依存度の高まり、および顧客のニーズや期待の変化を反映した上昇と分析している。
- 同社は、上記の要因による将来のVoLLの潜在的上昇を推計するため、家庭の消費者全体の平均VoLLと、低炭素技術ユーザーのVoLLを比較しており、結果は下表のとおり。
- 低炭素技術ユーザーの平均VoLLは、家庭部門全体の平均VoLLを+10%上回っている(内訳は、太陽光発電ユーザーが+5%、ヒートポンプユーザーが+15%、電気自動車ユーザーが+25%)。

Domestic segment	VoLL £/MWh	% variation of average domestic WTA (rounded to 0.05)
All domestic customers	£17,500	
Current domestic LCT users	£19,000	+ 10%
Current domestic customers with PV	£18,000	+ 5%
Current HP users	£20,000	+ 15%
Current domestic EV users	£21,500	+ 25%

【出典】Electricity North West(2018), "VoLL summary factsheet"

(<https://www.enwl.co.uk/globalassets/innovation/enwl010-voll/voll-general-docs/voll-summary-factsheet.pdf>)

- VoLLの調査(特に表明選好法の調査)を実施するには比較的大きいコストが見込まれるため、停電コストの更新を目的とした調査の頻度等は慎重に決定することが必要か。
- 2016年に欧州議会に提出された、欧州の域内電力市場に関する規制案では、発効から1年後、EU加盟国は自国において一意のVoLLを推定し、少なくとも5年ごとにその推定値を更新することが求められている(2019年3月現在も継続審議中)。

*Article 10**Value of lost load*

1. By [OP: one year after entry into force] Member States shall establish a single estimate of the Value of Lost Load (VoLL) for their territory, expressed in €/MWh. That estimate shall be reported to the Commission and made publically available. Member States may establish different VoLL per bidding zone if they have several bidding zones in their territory. In establishing VoLL, Member States shall apply the methodology developed pursuant to Article 19(5).
2. Member States shall update their estimate at least every five years.

【日本語訳】

1. [発効1年後]までに、加盟国は、自国の領土について、€/ MWhで表した一意の停電価値（VoLL）を確立するものとする。その推定値は委員会に報告され、公に利用可能にされるものとする。加盟国は、領土内に複数の入札ゾーンがある場合、入札ゾーンごとに異なるVoLLを設定することができる。VoLLを設定する際、加盟国は第19条（5）に従って開発された方法論を適用するものとする。
2. 加盟国は少なくとも5年ごとに推計値を更新するものとする。