

+ 脱原発をめざす首長会議
2018年度第2回勉強会

2018年7月21日(土)

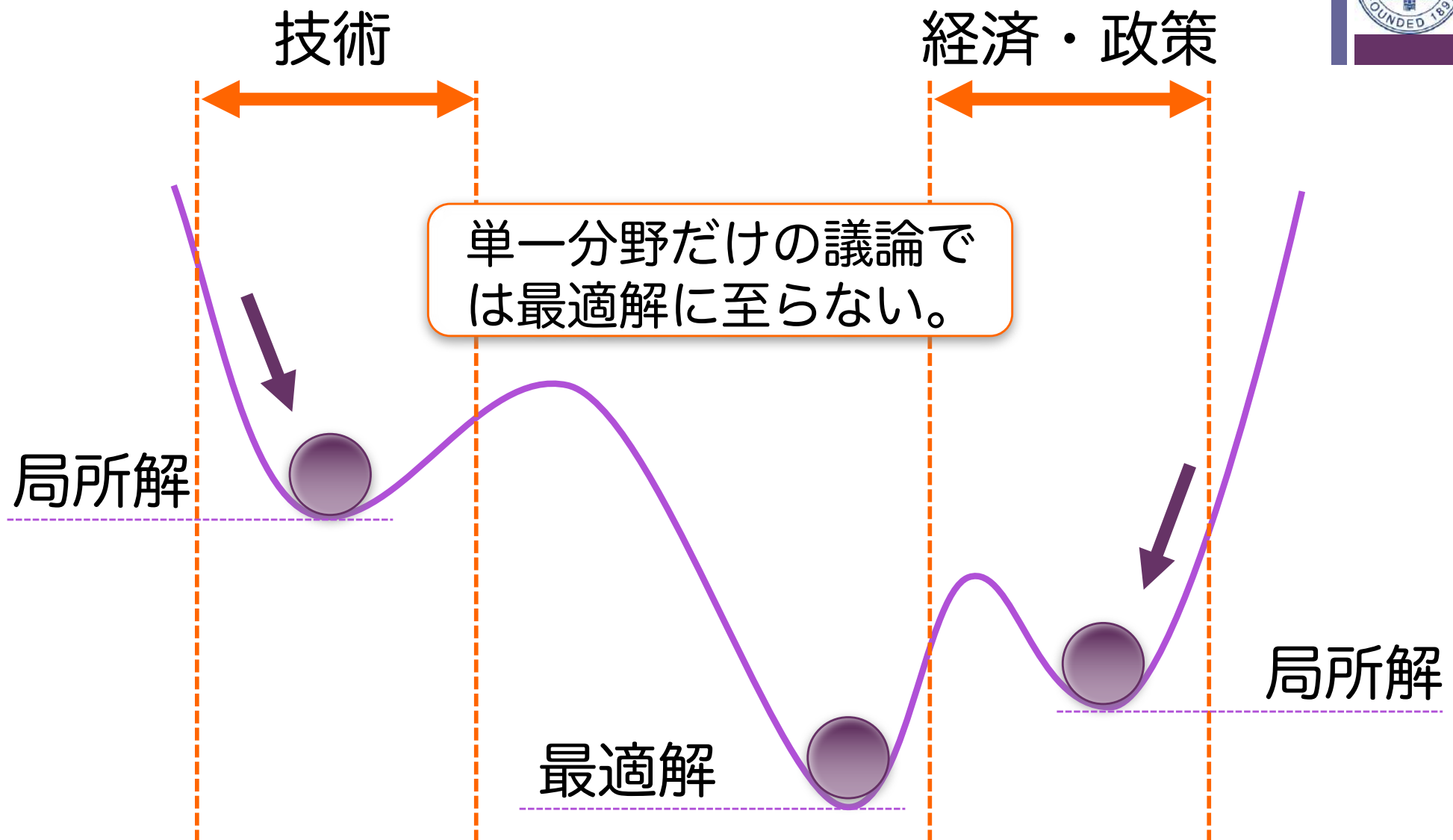
再生可能エネルギーの大量導入と その障壁



京都大学大学院 経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座特任教授

安田 陽

+ 再エネ系統連系問題の最適解を解く



+ 目次



- 1. 再生可能エネルギーは何故世界中で推進されているのか？
- 2. 送電線空容量問題とは？
- 3. 送電線空容量問題その後
- 4. 未来に向けて何を議論すべきか？

+ なぜ世界中で再生可能エネルギーが促進されるのか？

日本では定量的議論
がまだまだ少ない

- **費用便益比**が大きいから。
 - かけたコスト(費用)よりも市民にもたらされるリターン(便益)が大きい。
 - コストはそれなりにかかる。コストが高いからといって投資を控えると、便益が得られない。
- **外部コスト**が一番低い電源だから
 - 外部コストはゼロではない (騒音・景観影響 etc.)
 - 外部コストがゼロではないからと言って排除すると、更に外部コストの高い電源を選択しなくなってしまう。

+ 外部性 externality

5



■ 外部性

- ある経済主体の経済活動が他の消費者の効用や他の生産者の生産水準に影響を与える性質

■ 外部不経済

- 健康被害、気候変動（異常気象による災害多発）など
- 本来カウントされるべき費用がカウントされないと、資源配分に歪みが生じる。
- 経済厚生が損失が発生。
- 外部費用の発生（別名、**隠れたコスト hidden cost**）

+ 外部コストの研究

6

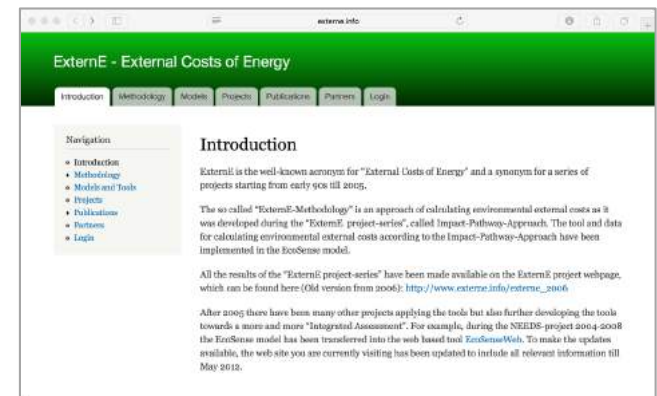


■ ExternE – External Costs of Energy

- EUの(旧)教育研究開発総局の大型プロジェクト

- 1990年代～2005年

- <http://www.externe.info/>

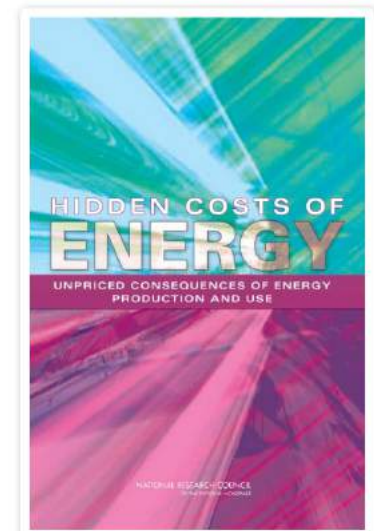


■ National Research Council:

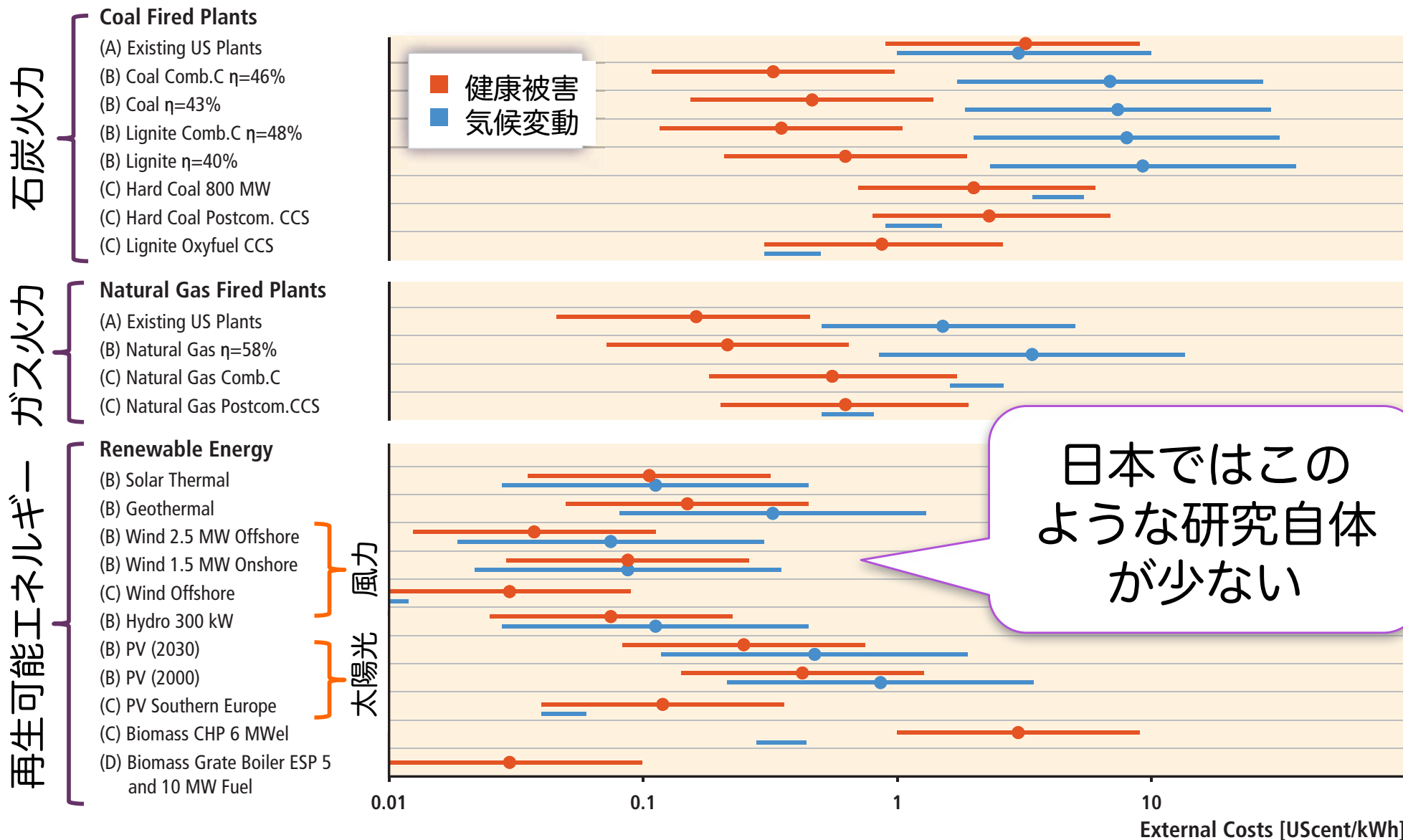
“**Hidden Costs of Energy:**

Unpriced Consequences of Energy Production and Use”, The National Academies Press. (2010)

- 全米研究評議会のプロジェクト



+ 各種電源の外部コスト



日本ではこのような研究自体が少ない

(出典) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第3作業部会: 再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する特別報告書, 環境省(2012)

+ 再生可能エネルギーの便益

- 化石燃料の削減
 - 健康被害の抑制
 - 輸入依存度低減
 - 自然保護
- CO₂削減
 - 異常気象の抑制
 - 生態系への影響
- その他
 - 雇用創出

毎年約3千億ドルの投資が必要！

投資を惜しむと毎年1.2~4.2兆ドルの損害が発生





+ エネルギーの選択

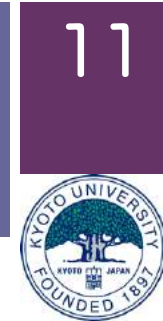
- 費用便益分析 (CBA) の必要性
 - 費用 (コスト) > 便益 (ベネフィット)
 - 推進すべきではない。
 - コスト削減を努力する。
 - 費用 (コスト) < 便益 (ベネフィット)
 - コストが高くてでも推進すべき。
 - コストを支払う世代と便益を受け取る世代が異なる場合、どう合意形成を図るか…？
(例: 公害問題、地球温暖化)
- 費用便益の定量化が必要
- 費用には隠れたコスト(外部コスト)も含めるべき。

+ 再生可能エネルギーの意義

- 新規技術：最初は高い → FIT等政策支援
 - 単なる「国民負担」ではない。
 - 次世代への富の再配分
- 便益を生み出さない再エネは推進すべきでない。
- 外部コストが大きな再エネは推進すべきではない。
 - 事故・故障
 - 環境影響
 - 住民とのトラブル
- 地域経済に貢献しているか？
 - 雇用、土地利用、循環型地域経済

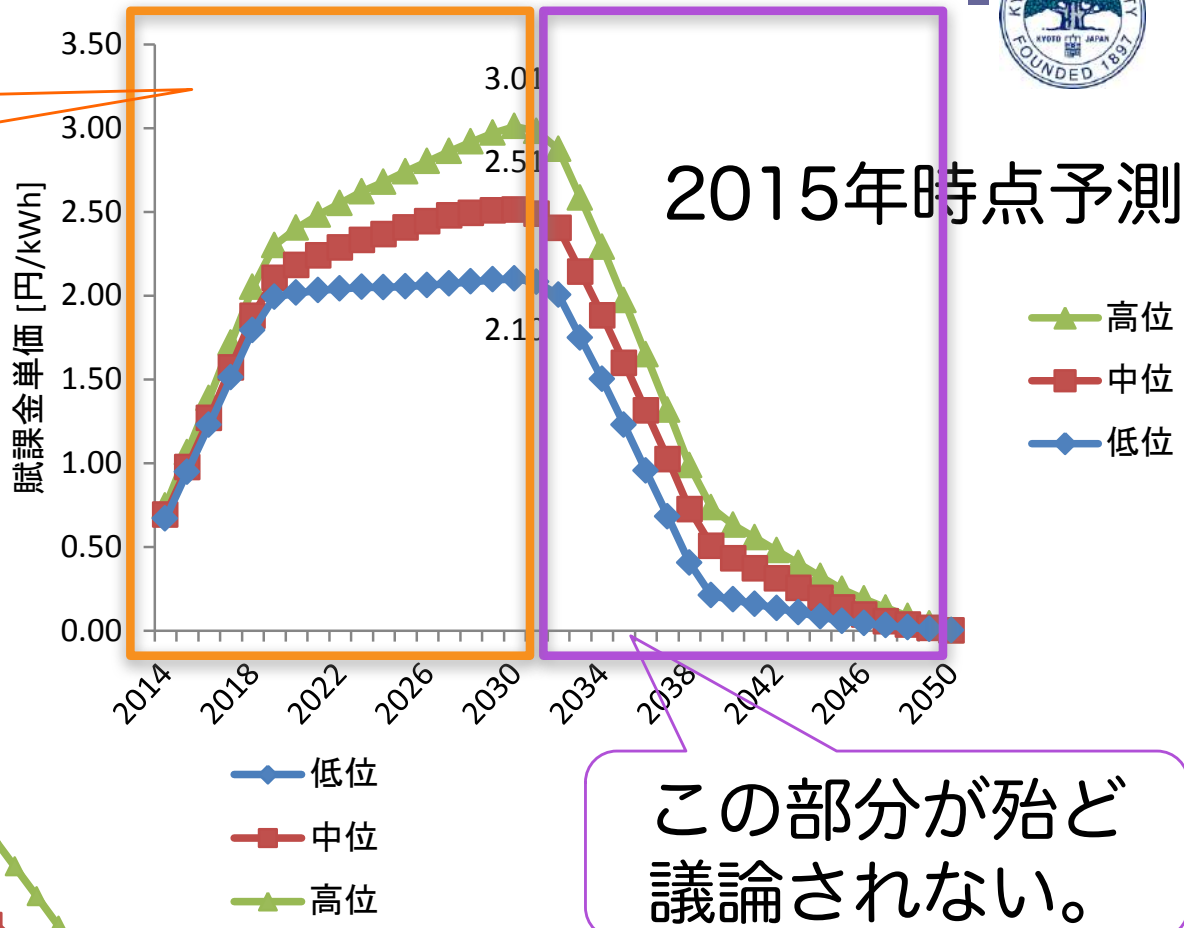
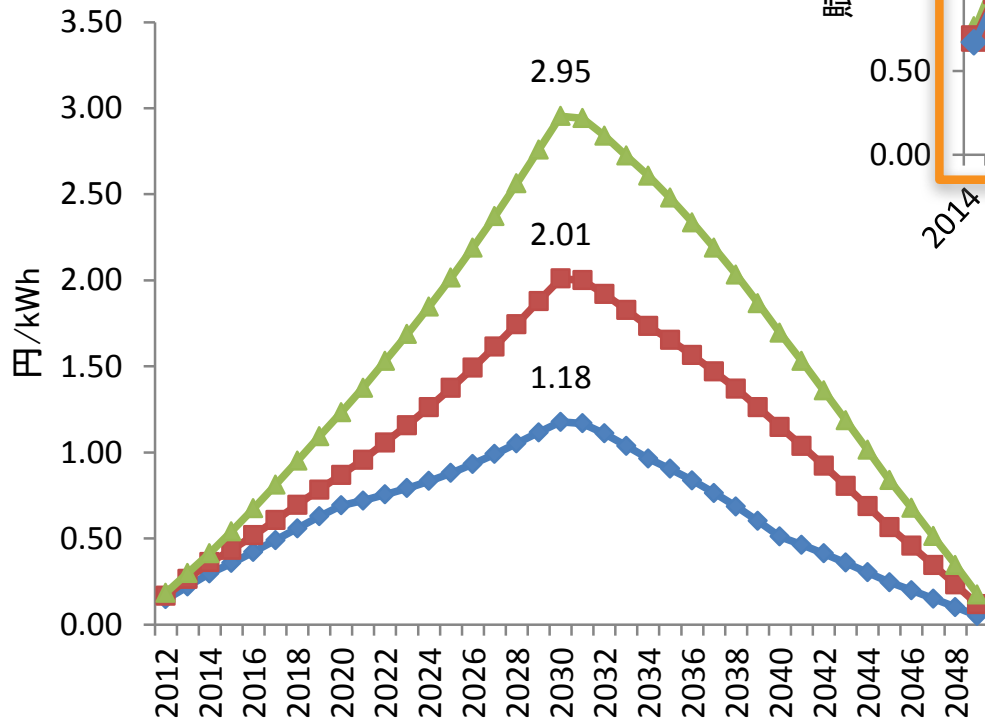


FITは国民負担？ 次世代への贈与？



この部分だけが
切り取られて議論

2012年時点予測



この部分が殆ど
議論されない。

(出典) 環境省:低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言 (2012)
環境省: 平成26年度2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書 (2015)



+ 政策の不調和に起因する問題

- FITは高くてけしからん！
 - 便益・外部コストの概念の欠落。
 - 本来、FIT買取価格は事業リスクとのバランスの問題。
 - 太陽光: リスク低だが買取価格高 } 太陽光への過度な集中
 - 風力: リスク高だが買取価格低 } 系統問題で更にリスク増
- これ以上再エネが増えて電気代が高くなるのはけしからん！ 貧困層や中小企業が困る。
 - 本来、貧困層対策・中小企業支援政策は別物。
他政策との不調和によるエネルギー政策へのしわ寄せ。
- 電源が勝手に増えては困る！ 接続制限しないと！
 - 森林法・土地利用規制・ゾーニング政策の不在による電源接続問題へのしわ寄せ。

+ 目次



- 1. 再生可能エネルギーは何故世界中で推進されているのか？
- 2. 送電線空容量問題とは？
- 3. 送電線空容量問題その後
- 4. 未来に向けて何を議論すべきか？

+ 空容量ゼロの何が問題か？

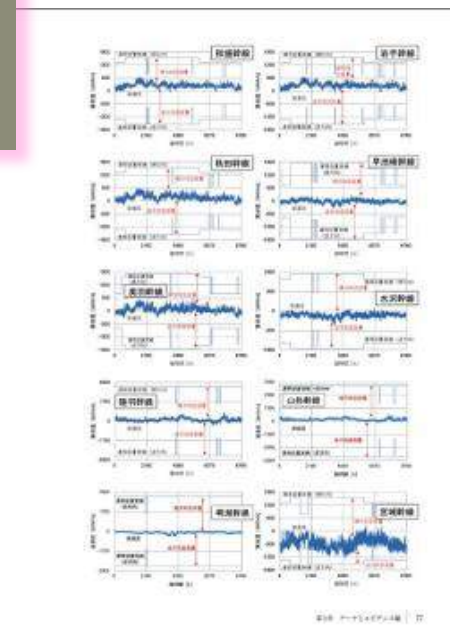
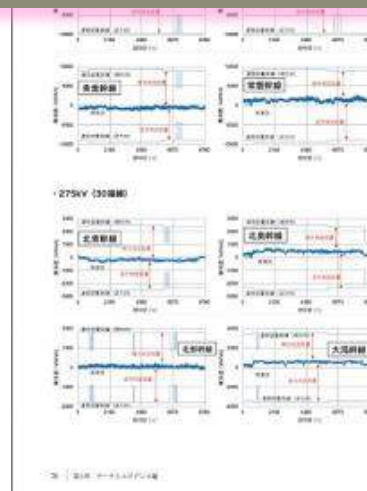
- 「再エネを主力電力に」のはずが、入り口で**入場制限**？
- 空容量ゼロの決定方法に**客観性・透明性**はあるか？
- そもそも、なんのための入場制限か？
他の技術的・制度的解決手段はないのか？



- ヒント：市場を通じた電力取引

+ 本日の参考文献

- インプレスR&D
- 送電線は行列のできるガラガラのそば屋さん？
- 2018年2月23日発刊
- 全国約400路線波形掲載





+ 本日の参考文献2

■ 京都大学 再生可能エネルギー経済学講座コラム

http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/occasionalpapers

- 安田陽, 山家公雄: 送電線に「空容量」は本当にないのか? ('17/10/2)
- 安田陽: 送電線空容量に潜む本質的な問題 ('17/10/26)
- 安田陽: 送電線空容量問題、その後の動向 ('18/4/5)
- 安田陽: 送電線空容量問題、その後のその後 ('18/6/7)
- 環境ビジネスオンライン
<https://www.kankyobusiness.jp/column/columnist/yoh-yasuda/>
 - 安田陽: 送電線空容量問題を総括する ('18/1/15)





+ 送電線空容量問題小史

- 2014年頃：ローカルな線路で**空容量ゼロ**が公表され始める
- 2016年5月：東北北部3県全域が空容量ゼロに。
- 2017年9月：東洋経済記事
- 2017年10月：京大再エネ講座コラム記事
- 同：各メディア報道
- 2018年1月：京大再エネ講座シンポジウム
- 2018年3月：広域機関プレスリリース (修正)

京都大学 京都大学大学院 経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座

HOME > コラム連載 送電線に「空容量」は本当はないのか?

contents

- 再生可能エネルギー経済学講座とは
- 講座メンバーと運営体制
- 講座の活動・成果
 - ・ 研究業績
 - ・ 研究会
 - ・ シンポジウム
- コラム連載「再エネを語る、未来を語る。」
- ディスカッション・ペーパー
- 関連リンク

2018.1.29
再生可能エネルギー経済学講座
シンポジウム
資料はてらから
Click

コラム連載 送電線に「空容量」は本当はないのか?

送電線に「空容量」は本当はないのか?

2017年10月2日 塚田 隆 京都大学大学院経済学研究科特任教授、山崎公康 京都大学大学院経済学研究科特任准教授

各電力会社は独自の試算によって送電線の「空容量」を発表しています。例えば、2017年8月31日現在で東北電力が公表した資料によると、青森・秋田・岩手の東北北部3県にはほぼ全ての地域で空容量がゼロであり、山形県も同様です。この東北電力が公表する「空容量」は、各発電所の下流に接続する発電所の空容量の総和に、あるいはそれを若干調整した量であることが推測されます。一方、九州や北米では、電力系統の運用や計画には、空容量の単純和ではなく実運用ベースでの解析が導入されているため、当該国では「実運用データに基づく空容量」の分析を試みることにしました。

(1) 内容概要「EJ国中と欧州再生可能エネルギー政策」、京都大学再生可能エネルギー経済学講座2016年度第2回シンポジウム講演資料(2017)

送電線運用容量データおよび実運用データは、電力広域的運営推進機関(OCCTO)のホームページ「系統情報サービス」からダウンロード情報として入手可能で、本分析では、現在ダウンロード可能な2016年9月1日~2017年8月31日(一年間、365日)の「地内基幹送電線運用容量・予備潮流(実績)」および「地内基幹潮流実績」データを用いることとしました。分析は、図1で示した東北地方4県(青森・秋田・岩手・山形)の500 kVおよび275 kVの主要幹線を対象に行いました。

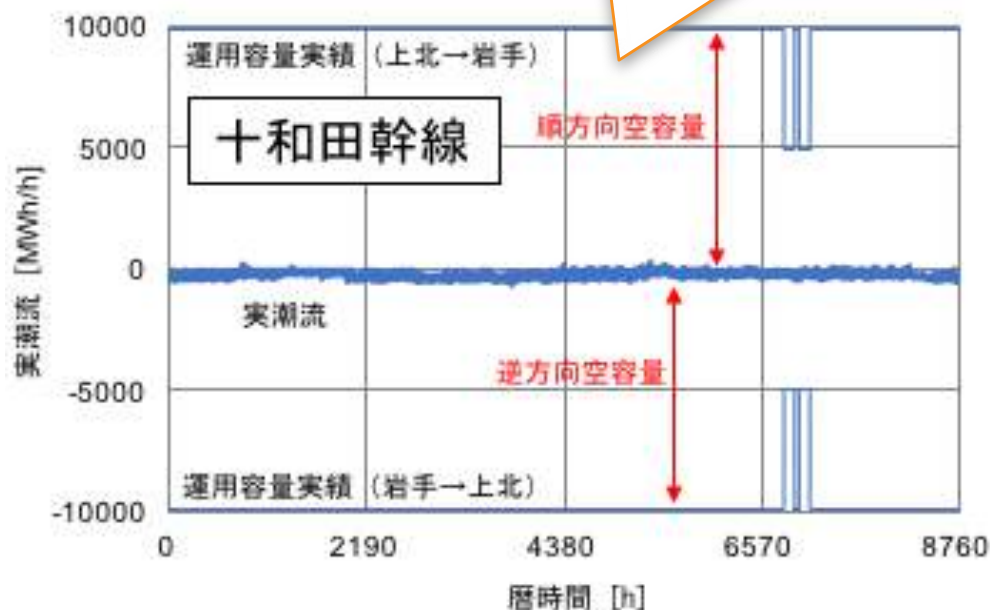
図1 分析対象線路の電氣的・地理的配置
(東北電力HPに元に乗案作成)

+

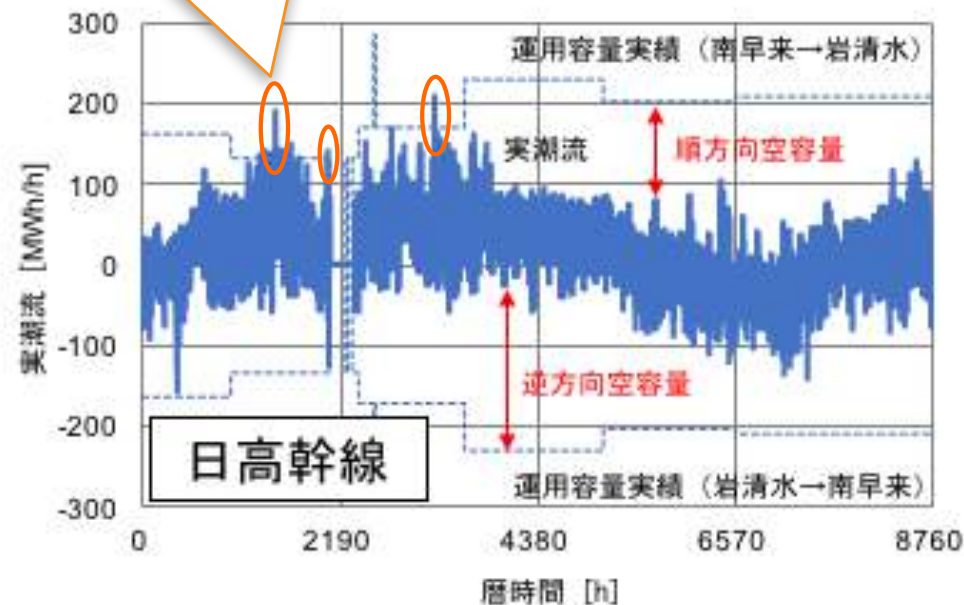
「空容量ゼロ」 路線の実際の状況

年間利用率: 2.0%
 最大利用率: 8.5%

実際に送電混雑が
 発生する路線も



東北・十和田幹線

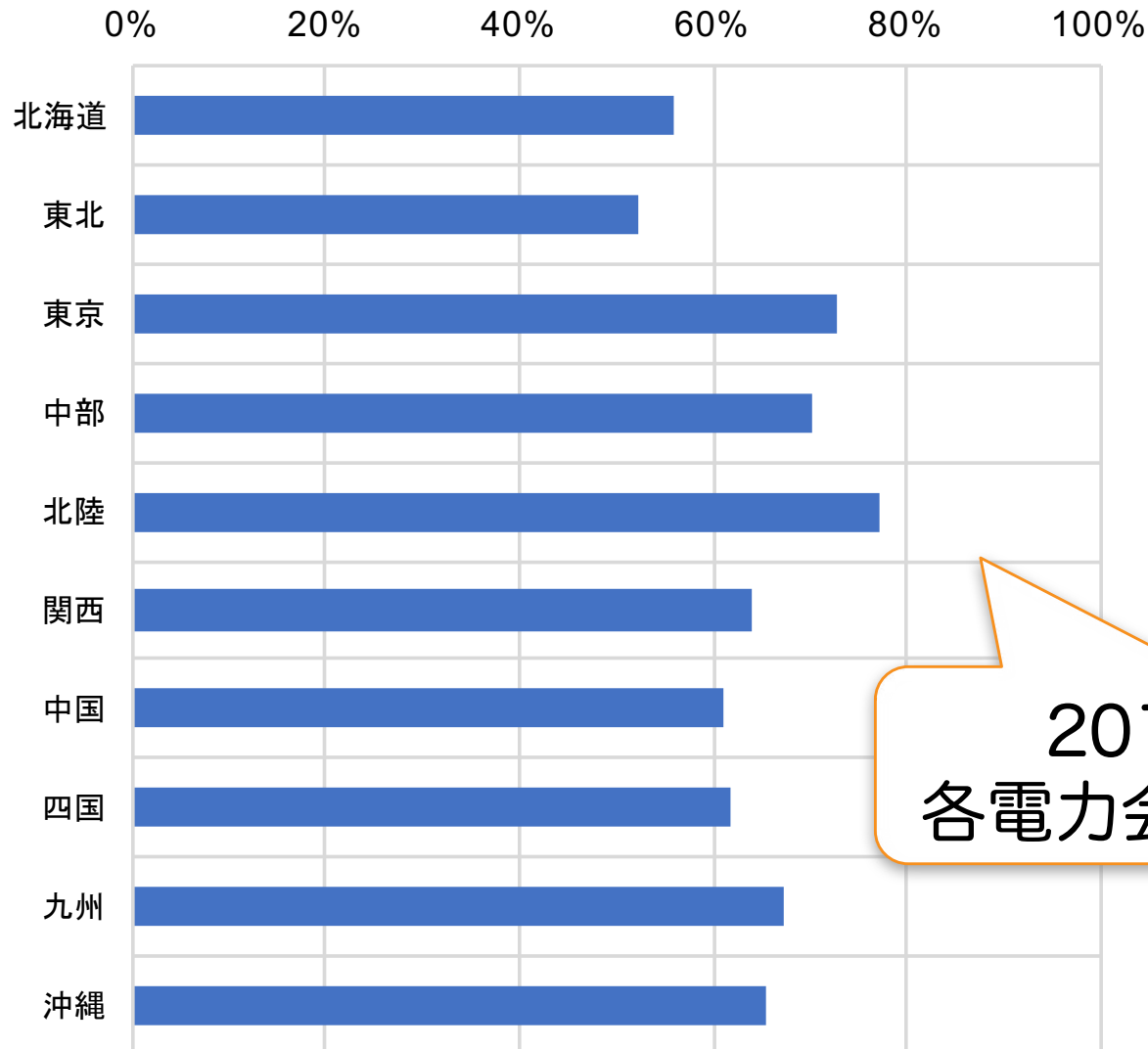


北海道・日高幹線

(出典) 安田・山家: 北海道・東北地方の地内送電線利用率分析と風力発電大量導入に向けた課題, 風力エネルギー利用シンポジウム (2017)

+ 空容量はどのように決まるのか？

設備容量に対する運用容量の比率 (%)



太陽光

風力

水力など

2018年4月末
各電力会社公表値より

送電線「空き容量ゼロ」
組み, 2017年12月26日

わかり
誤解を招

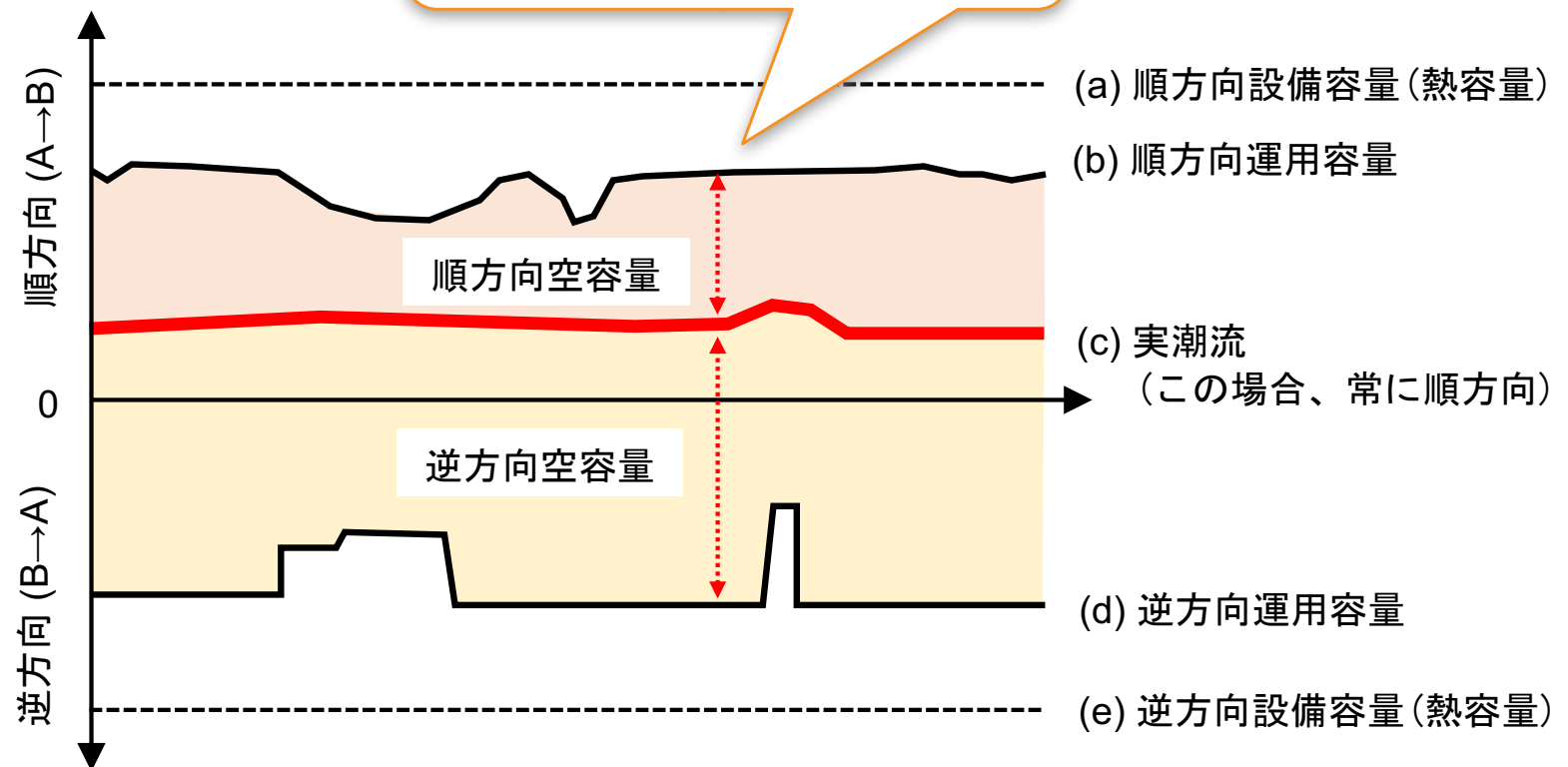
+ 空容量の考え方

- 広域機関の連系線での考え方
- 運用容量検討会
- マージン検討会

- 地内送電線

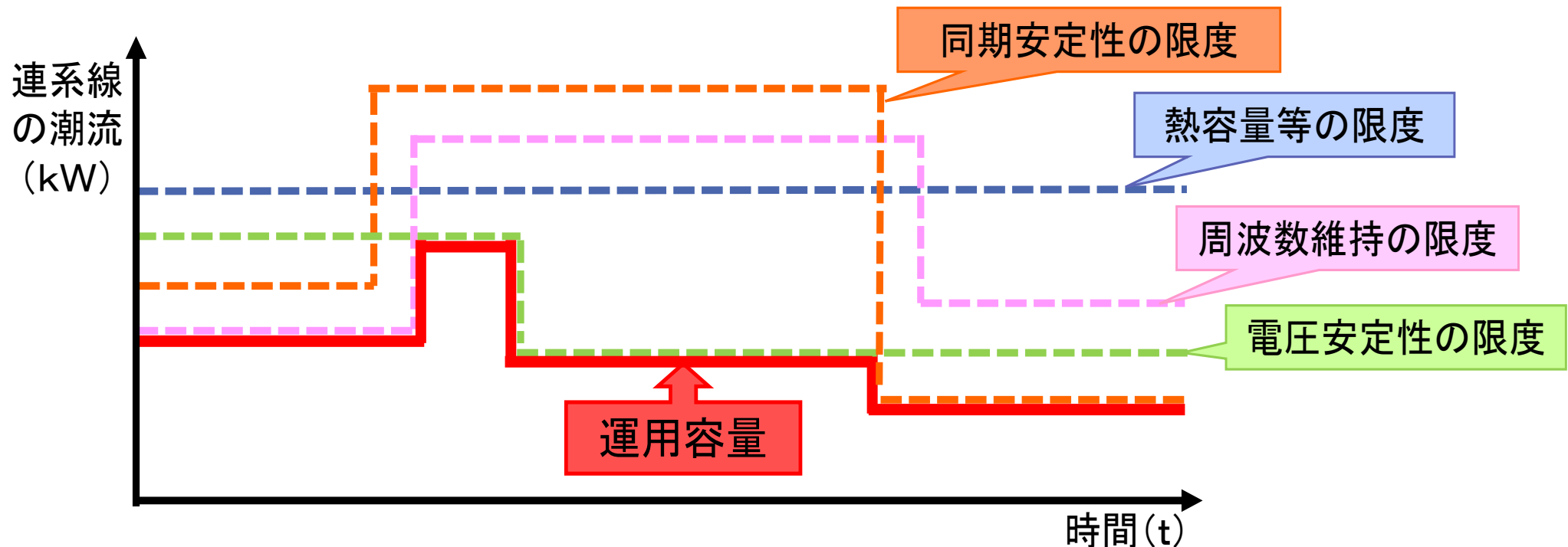
- 透明性はあるか？

安全性を見込んだ
「運用容量」



+ 運用容量の考え方

- 広域機関の連系線での考え方
 - ただし、地内送電線での考え方は不明
 - 広域機関の地内送電線データでは「熱容量」の記載しかない ⇒ 透明性の問題



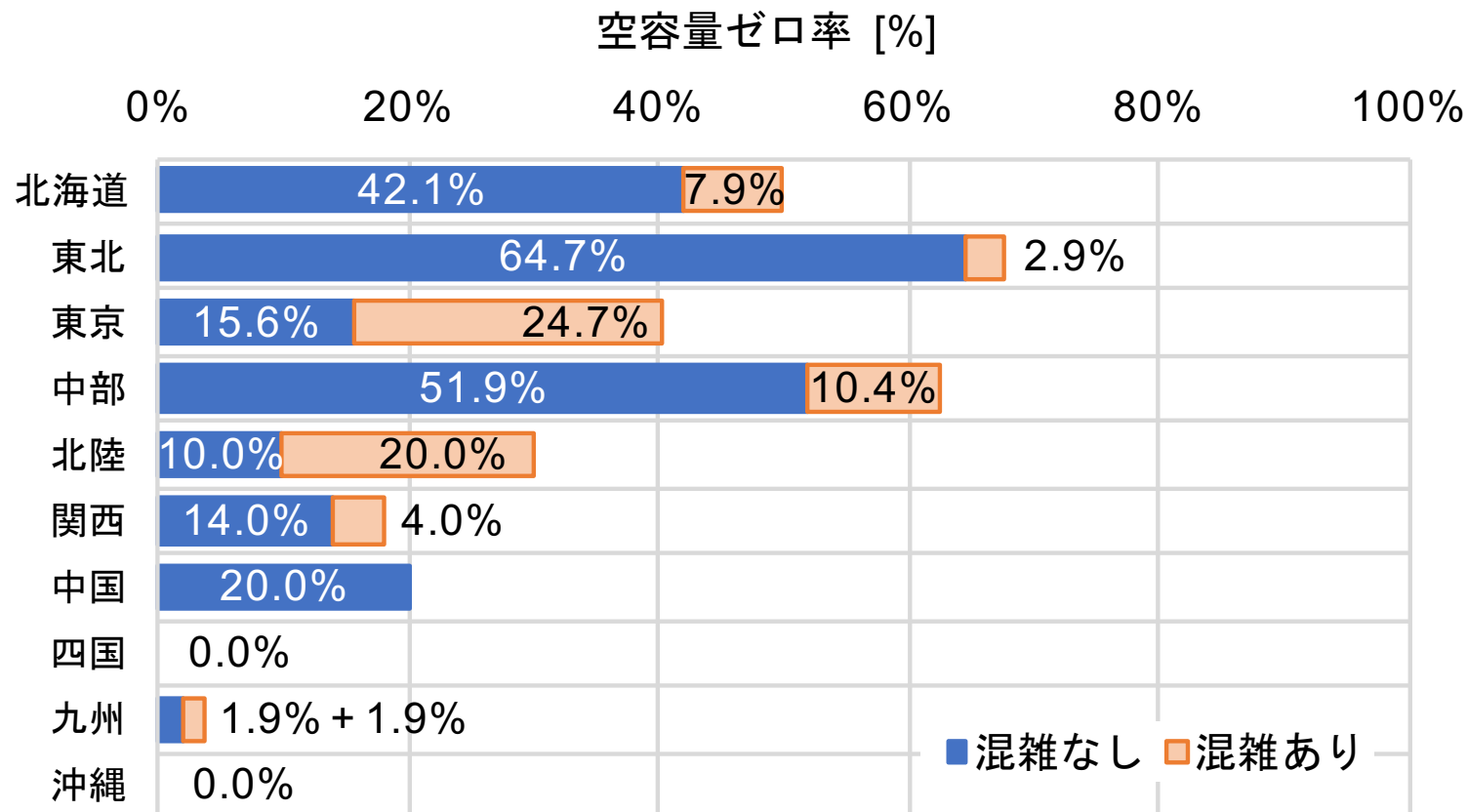
(出典) 電力広域的運営推進機関 運用容量検討会: 「連系線の運用容量算出における前提条件等について (案) (平成28~37年度)」, 第1回資料3, 2015年5月26日



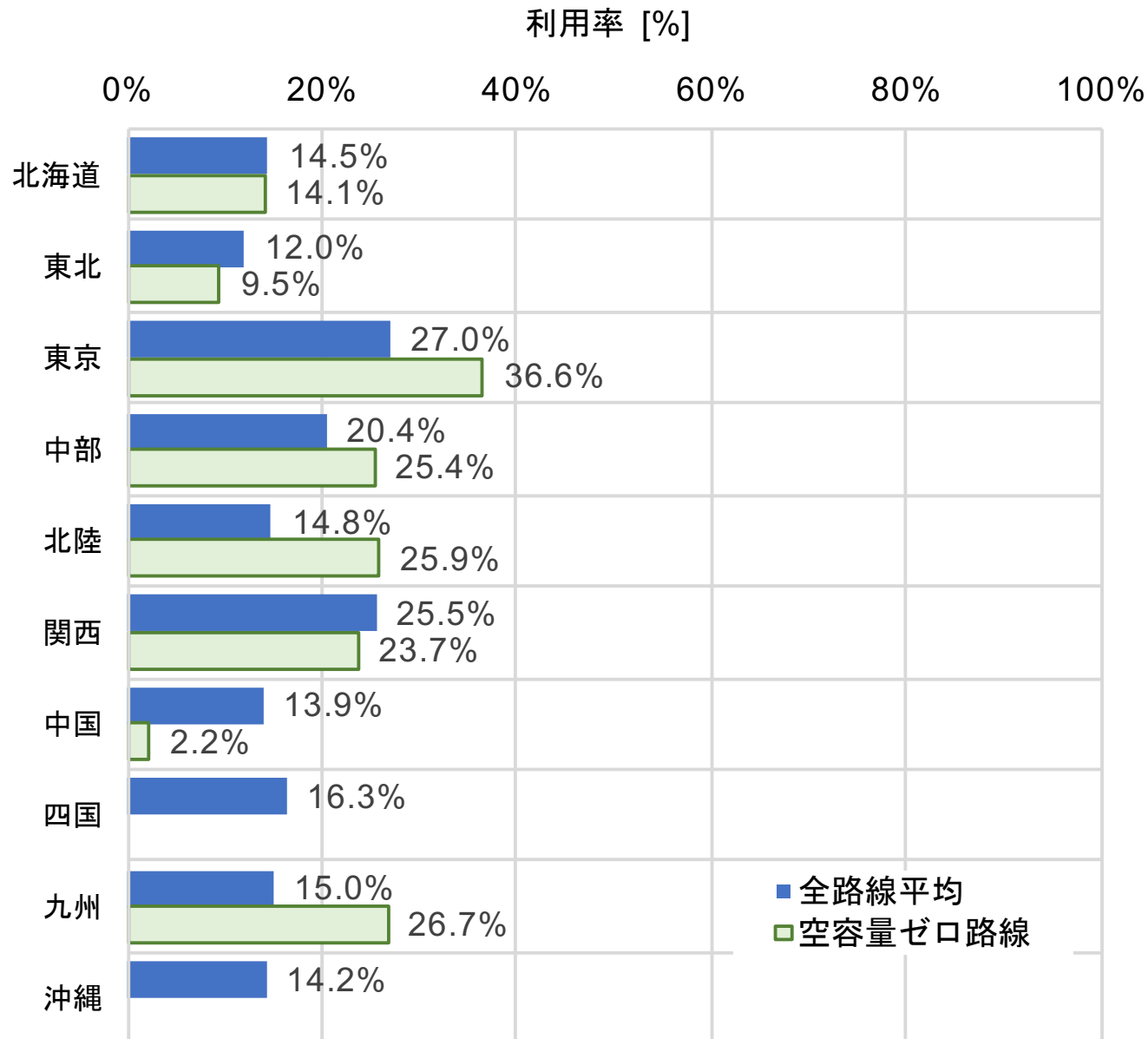
+ 空容量ゼロ率

■ 空容量ゼロ率

- 各エリアの基幹送電線数に対して「空容量がゼロ」と公表された路線数の割合



+ 全国送電線利用率比較



(出典) 安田:送電線空容量および利用率全国調査速報 (その1), 京大再エネ講座コラム (2018年1月26日)



+ 空容量問題の根本原因

■ 日本の場合

- 変電所/送電線の空容量が不足

…と説明されるが…。

- 「空き容量」は**定格容量ベース**で計算
- 先着優先なので、従来型電源に有利

■ 欧州の場合

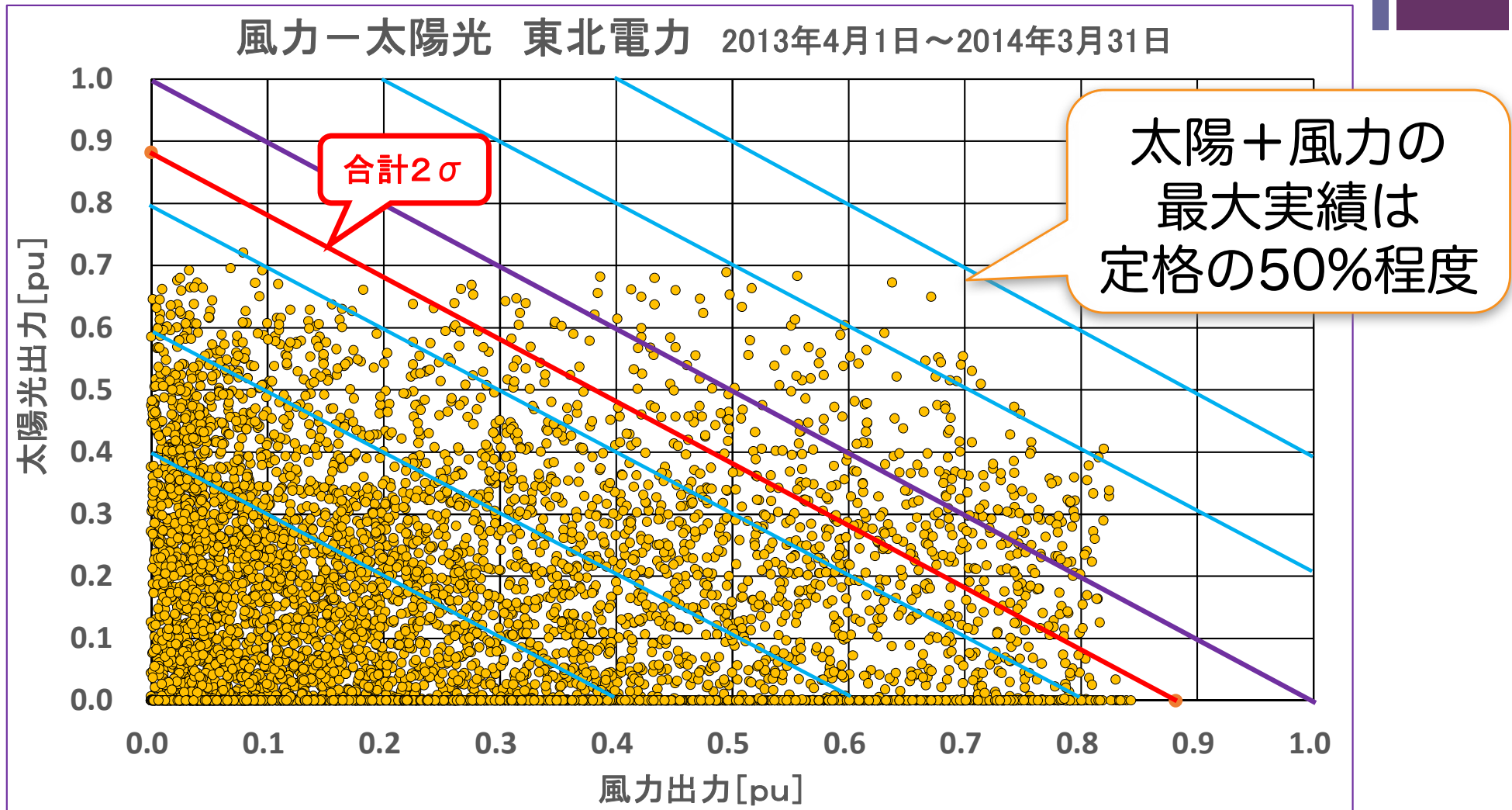
- 「空き容量」は**実潮流ベース**で計算
- 変電所/送電線の容量不足を理由に接続を拒否してはならない。
- 再エネ優先接続の徹底



+ 空容量計算方法の疑問点

- 全ての電源の**定格出力**にて算出
 - 全ての電源が**最大出力**になる確率は一年で何回（何%）あるのか？
 - 基幹送電線**1回線停止事故**の発生確率は一年で何回（何%）あるのか？
 - 上記2つの事象が**同時に発生**する確率は一年で何回（何%）あるのか？
- これほどの**稀頻度事象**のために、新規電源のみが**接続**を制限されるのはなぜか？

+ 全ての電源が同時に最大出力になる確率はほとんどない



(出典) 相葉, 斉藤: 風力発電と太陽光発電 -出力抑制無補償期間内における最大導入量の相関-, 風力発電協会誌 (2016)



+ 空容量問題の根本的原因

- 実潮流ベースの議論になっているか？
 - 実潮流ベースでなく、定格容量の積み上げ
 - 停電対策が過剰設計である可能性
 - 設備が有効に利用されていない
 - 送電部門のスマート化 (ICT化) が遅れている？
- 送電線の利用ルールは中立・公平か？
 - 単純に、運用方法が新規技術(再エネ)に未対応
 - 新規参入者にリスク転嫁 ⇒ 新技術の参入障壁
 - 電力市場取引が有効に利用されていない
 - 送電線は誰のものか？ ⇒ 発送電分離後の送電会社のビジネスモデルに期待

+ 目次



- 1. 再生可能エネルギーは何故世界中で推進されているのか？
- 2. 送電線空容量問題とは？
- 3. 送電線空容量問題その後
- 4. 未来に向けて何を議論すべきか？

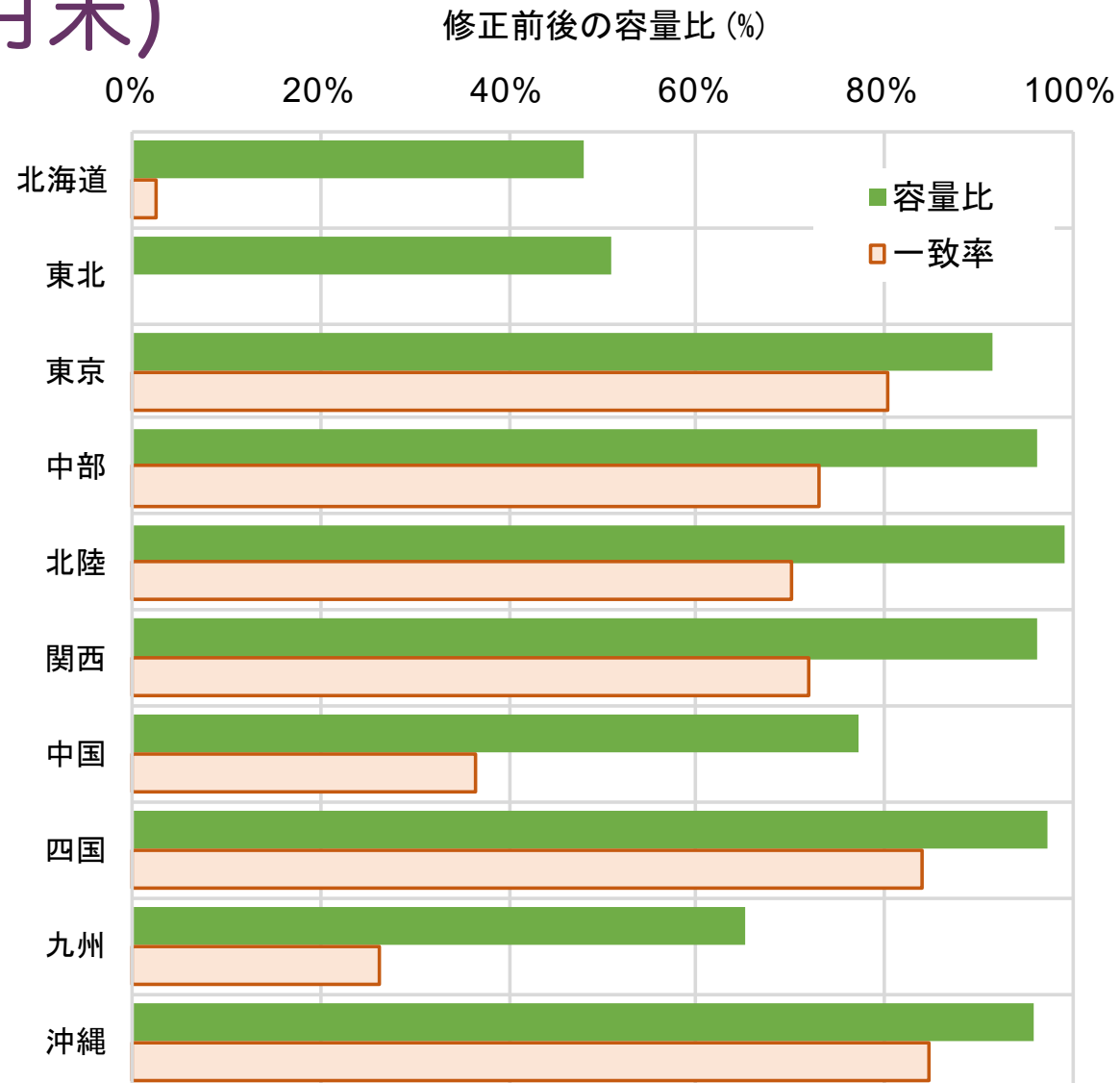
+ 広域機関の「誤解を招く数値」

広域機関が公開している系統情報について

14

- 広域機関システムにおいて公開している系統情報について、以下のとおり誤解を招く数値が入力されている例があることを確認した。
 - ✓ 熱容量が制約要因の場合は、N-1故障を考慮し、1回線熱容量を基本とした運用容量であるべきところ、設備容量値（2回線熱容量）が入力されているものがあつた。
 - ✓ ループで運用している系統は、ループを構成する送電線のフェンス運用容量で管理しているが、その運用容量が適切に反映されていないものがあつた。
 - ✓ 電圧安定性や同期安定性が制約要因であるにも関わらず、熱容量の限度値が入力されているものがあつた。
- 公開情報については、今回の結果も踏まえ適切な情報提供の方法について引き続き検討していく。

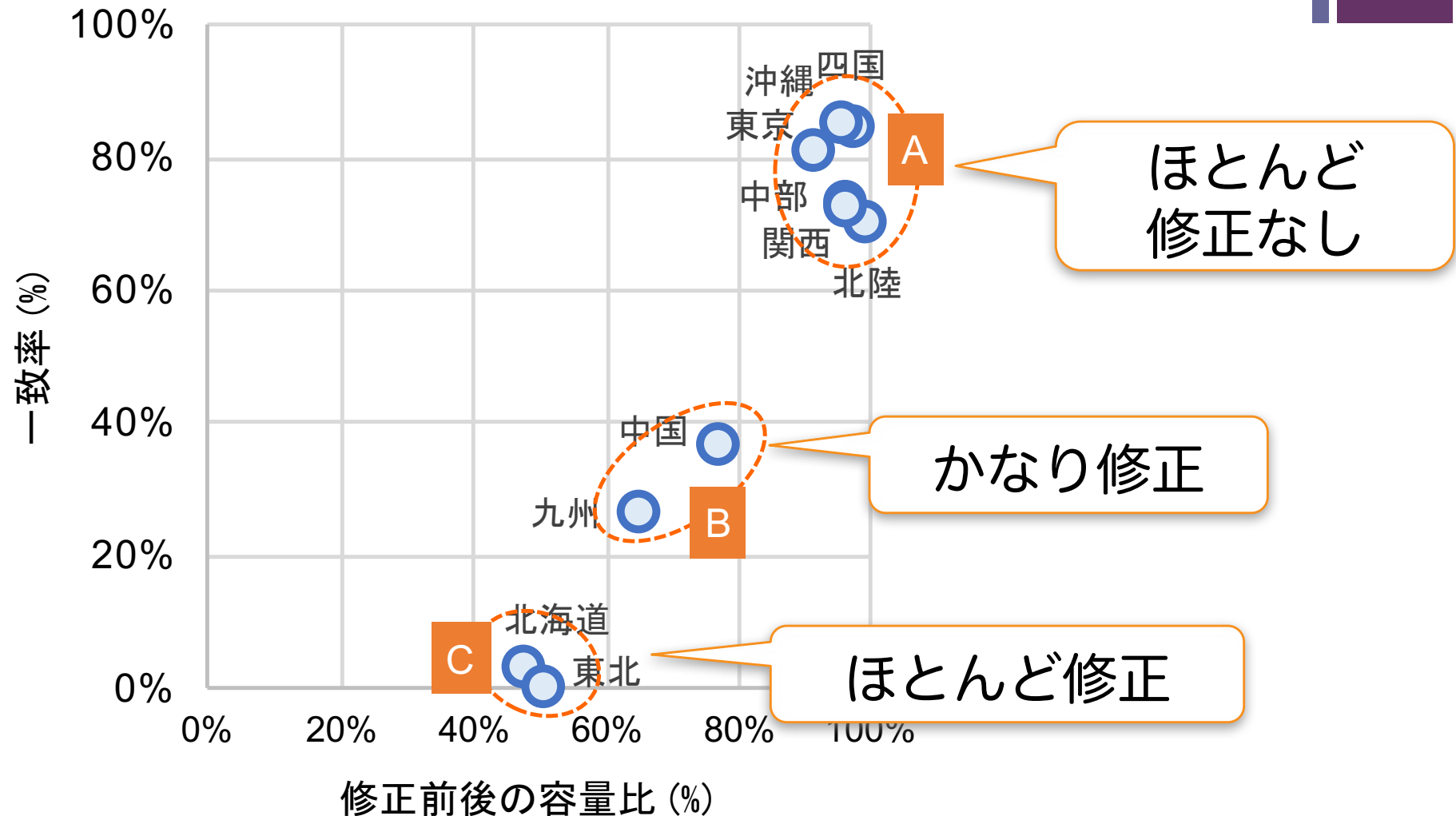
+ 各電力会社の運用容量修正 (1月末→4月末)



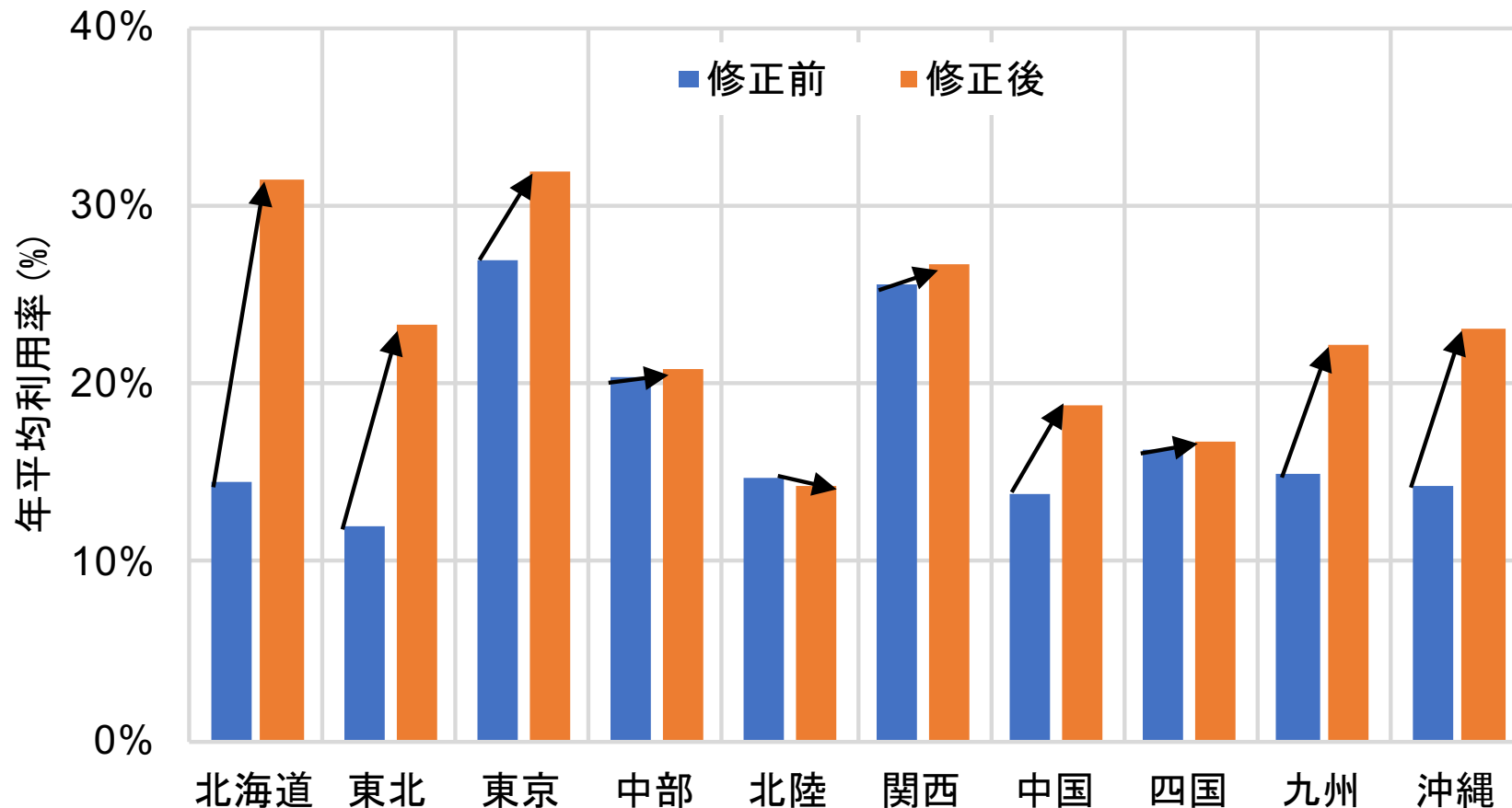
(出典) 安田：送電線空容量問題、その後のその後、京大再エネ講座コラム (2018.6.7)



+ 各電力会社の運用容量修正 (1月末時点→4月末時点)

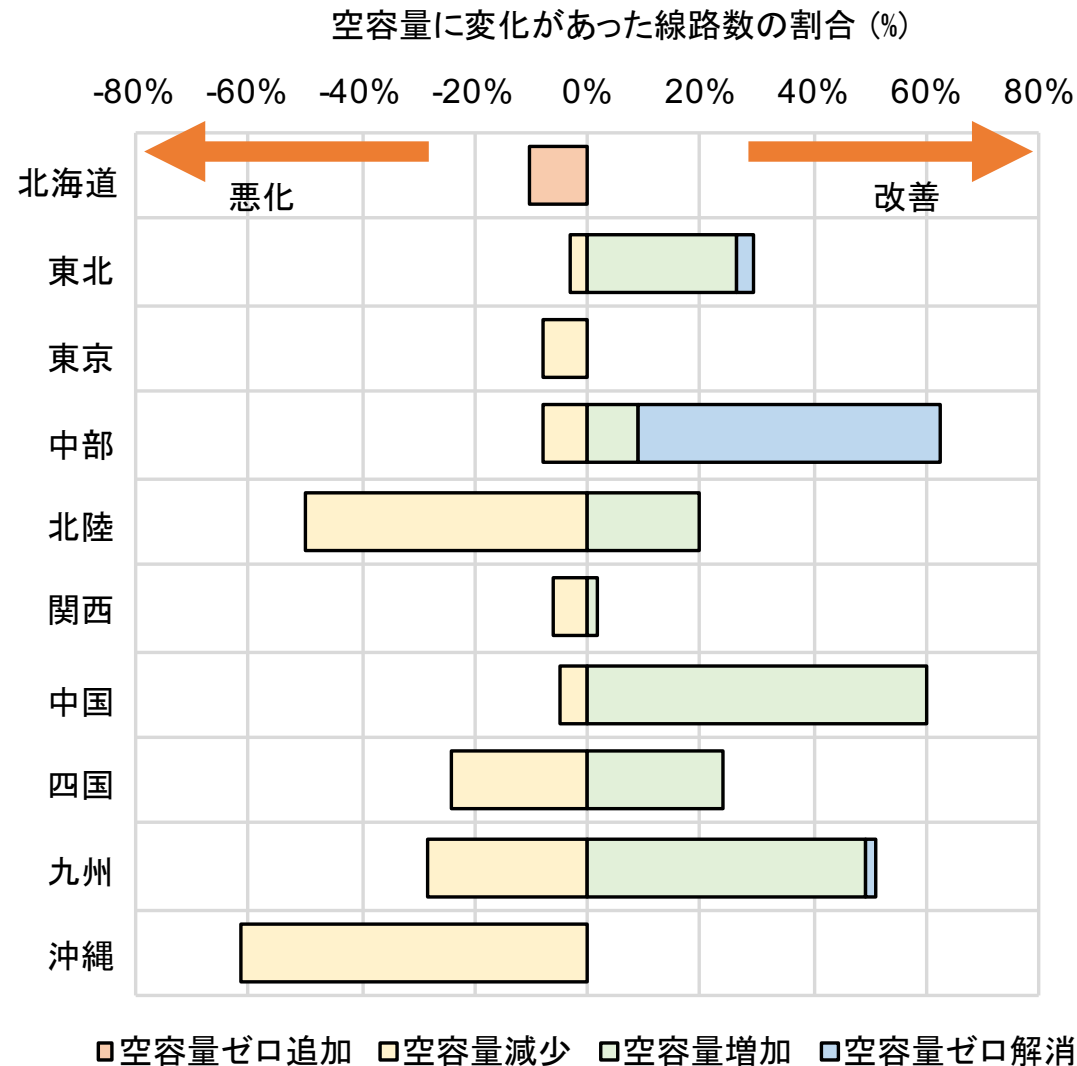


+ 各電力会社の利用率修正 (1月末→4月末)



(出典) 安田：送電線空容量問題、その後のその後、京大再エネ講座コラム (2018.6.7)

+ 空容量改善状況 (1月末→5月末)

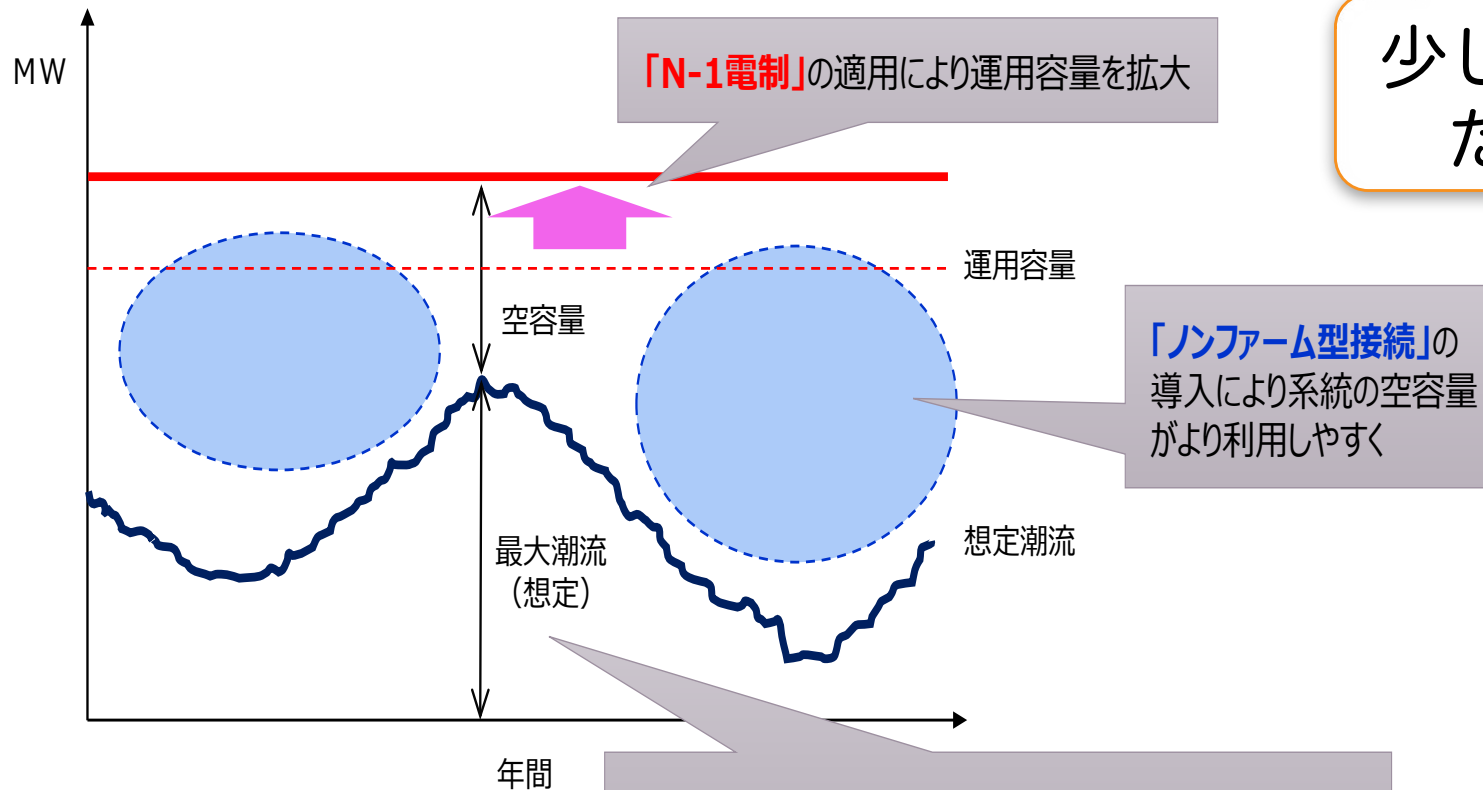


(出典) 安田：送電線空容量問題、その後のその後, 京大再エネ講座コラム (2018.6.7)

+ 現在行われている議論

■ 経産省：日本版コネクト&マネージ

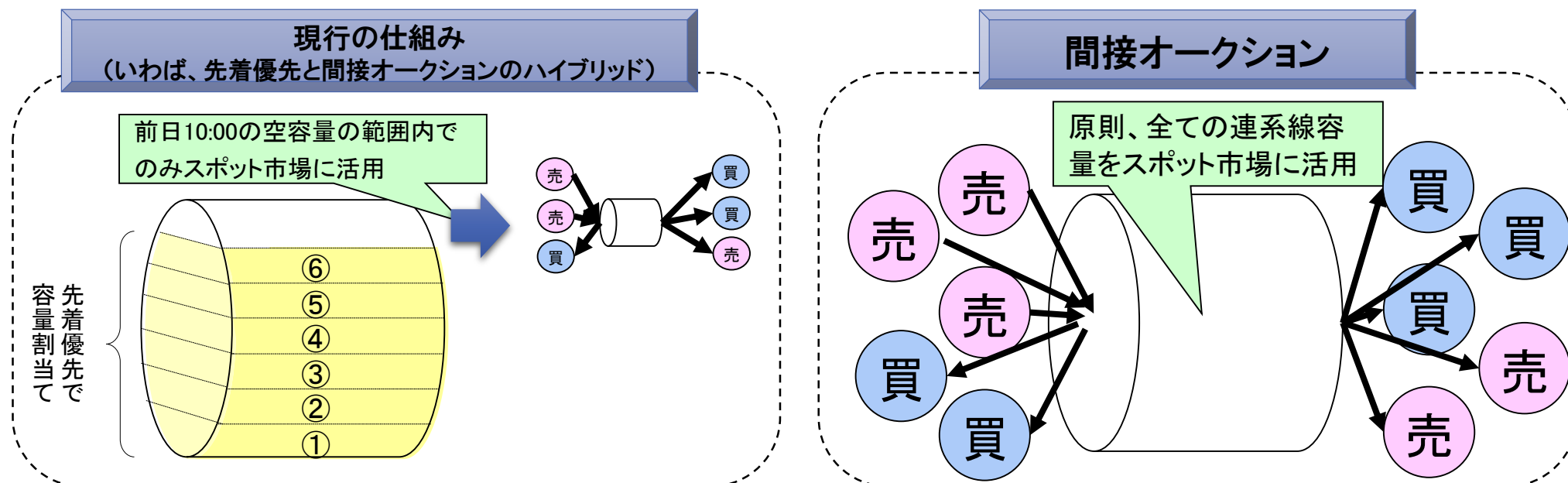
(特定の送電線に流れる電力潮流と運用容量のイメージ)



少しずつ前進
だが…？

+ 本質的議論の不在

- 公平性・透明性の観点からは、電力市場取引を通じた**間接オークション**の導入が望ましいはずだが…。
- 会社間連系線では導入決定。地内送電線では…？



(出典) 電力広域的運営推進機関:「基幹送電線の利用率の考え方及び最大利用率実績について」, 2018年3月12日



+ 再び、空容量ゼロの何が問題か？

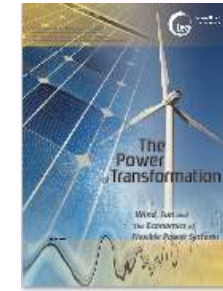
- 「再エネを主力電力に」のはずが、入り口で**入場制限**？
 - ⇒本来、系統運用の工夫で対応できる問題が何故か系統計画（電源接続）の問題にすり替え
- 空容量ゼロの決定方法に**客観性・透明性**はあるか？
 - ⇒透明性とは、データの開示だけでなく意思決定の段階も客観的判断基準の設定と公開が必要。
- そもそも、なんのための入場制限か？
他の技術的・制度的解決手段はないのか？
 - ⇒技術的障壁はほとんどない。単に現在の運用方法が新規技術に追いついていないだけ。

+ 目次



- 1. 再生可能エネルギーは何故世界中で推進されているのか？
- 2. 送電線空容量問題とは？
- 3. 送電線空容量問題その後
- 4. 未来に向けて何を議論すべきか？

+ 世界の論調

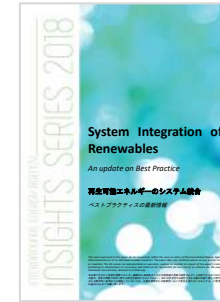


39



- VRE（変動性再エネ）の低いシェアにおいて（5～10%）、電力システムの運用は、大きな技術的課題ではない。
- 現在の電力システムの柔軟性の水準を仮定すると、技術的観点から年間発電電力量の25～40%のVREシェアを達成できる。
- 従来の見方では、電力システムで持ち得る全ての対策を考慮せずに、風力発電と太陽光発電を増加させようとしてきた。この“伝統的”な考え方では、重要な点を見落とす可能性がある。

+ 世界の論調 2



40



- VREの統合についての議論は、誤解、通説、更には誤った情報によって依然として歪められている。
- VREの統合には電力貯蔵が前提条件であるとか、従来の発電機はVRE導入の拡大に伴い非常に大きなコスト増を強いられるなどと主張されることが多い。
- このような主張は、現実ではあるが、最終的には管理可能な問題から意思決定者の注意を逸らす可能性があり、これを放置すれば、VREの導入を中断させることにもなる。



+ 新規事業者（新規技術）への不適切なリスク転嫁の発生

- 再エネの系統接続問題のほとんどは、**技術的原因**でなく、市場設計や法規制などの不備・不調和による**制度的要因**に帰する。
- 市場設計や法規制などの不備・不調和によって、新規市場参入者である**再エネ事業者**に**過度なリスク転嫁**が行われている。
- 再エネ事業者への過度なリスク転嫁は、**経済効率性**と**系統技術のイノベーション**を損ない、**発電コスト**を**不合理に押し上げる要因**となる。



+ 電力システムに関する発想の転換

■ 日本 (従来)

■ 原因者負担 polluters-pay principle

- 再エネの変動対策・系統増強は再エネ事業者が負担
- 一見公平に見えるが、
新規参入者に対する参入障壁に？

日本も受益者負担
が「原則」になり
つつあるが…

■ 欧州・北米

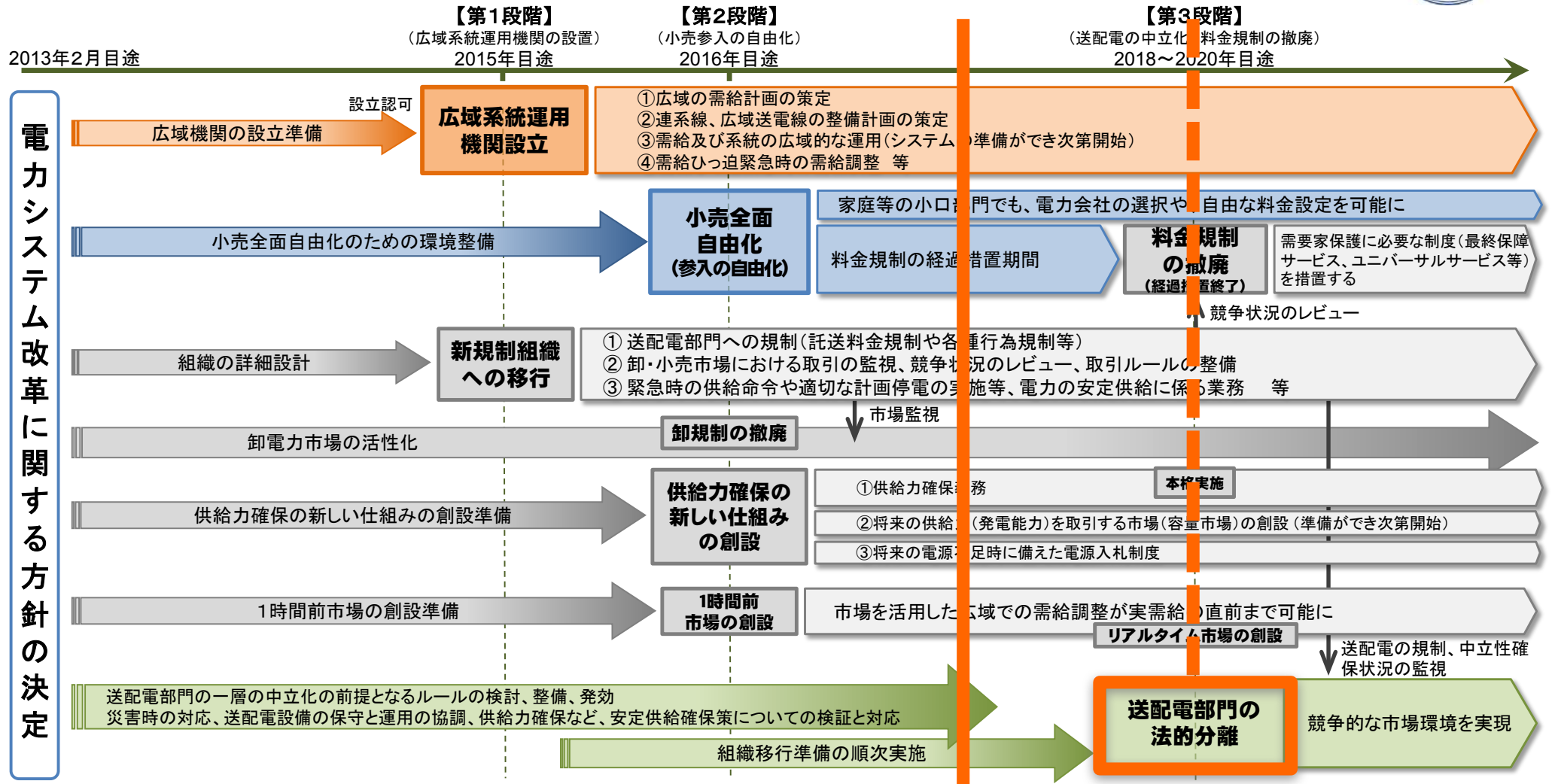
■ 受益者負担 beneficiary-pay principle

- 再エネの変動対策や系統増強は系統運用者の責務
- コストの社会化・最適化
- 特定のセクターの利益ではなく、社会全体の**便益**
- 系統技術のイノベーション・投資が進む



+ 我々は歴史的転換点の只中にいる

2018年 2020年

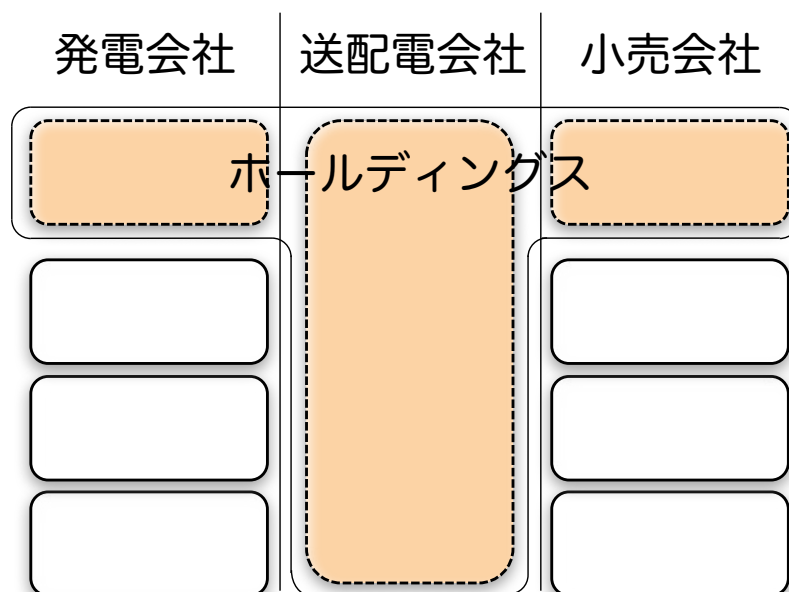


(出典) 経済産業省 電力システム改革小委員会資料 http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/report_002_02.pdf

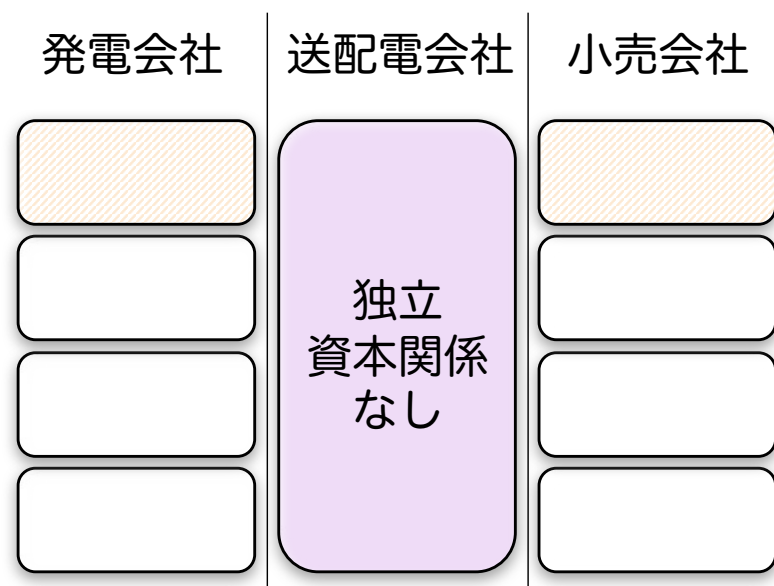
+ 発送電分離の構造

	発電部門	送配電部門	小売部門
(A) 一般電気事業者			
(B) 新電力			
(C) 発電会社			
(D) 小売会社			

(a) 垂直統合



(b) 法的分離



(c) 所有権分離

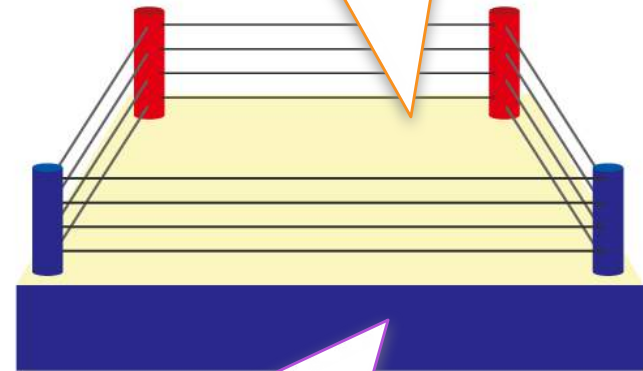
+ 自由化市場における規制

- 政府(規制機関)の役割
 - 公平なルールメイキング
 - 透明な情報開示
 - 外部不経済の是正
 - 定量的・客観的な
 基準 benchmarkと
 監視 monitoring
- 欧州エネルギー規制機関
 CEER: Bench-marking Report
- ドイツネットワーク規制庁
 BnetzA: Monitoring Report



× NO!

- ✓ えこ鼻肩
- ✓ 反則技
- ✓ 場外乱闘



○ YES!

- ✓ 公平性・被差別性
- ✓ 客観基準と定量評価
- ✓ 透明性



+ 本日の参考文献 3



- 安田陽: 世界の再生可能エネルギーと電力システム～電力システム編, インプレスR&D (2018)



- 植田和弘・山家公雄編: 「再生可能エネルギー政策の国際比較」, 京都大学学術出版会 (2017)



- 植田和弘監修, 大島堅一・高橋洋編著 「地域分散型エネルギーシステム」, 日本評論社 (2016)



- 安田陽: 日本風の知らない風力発電の実力, オーム社 (2013)



再生可能エネルギー普及と 分散型電源への課題

ご清聴有り難うございました。

yasuda@mem.iee.or.jp

脱原発をめざす
首長会議
2018年度
第2回勉強会

