



京都大学再エネ
シンポジウム

2015年12月21日(月)
@京都大学東京オフィス

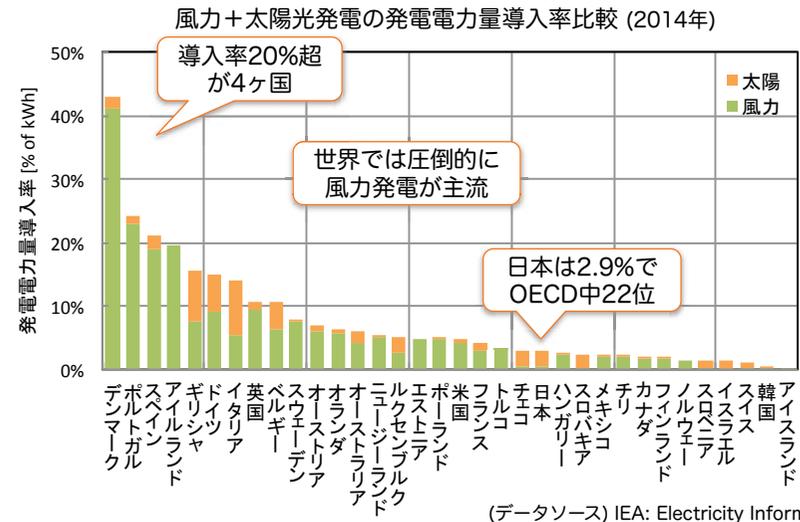
技術開発と再エネ普及

～再エネ普及のための系統運用・系統計画と制度設計～

関西大学システム理工学部 安田 陽

+ 世界の中での日本の立ち位置

2



+ 再エネの系統連系問題

3

- 「技術的な問題の99%は、解決することができる」 (T. アッカーマン氏)

- WebRonza: 「自然エネの接続中断は、経済的な理由だ」 2015年1月7日掲載



+ 欧州の言説

4



- 欧州の電力系統に連系できる風力発電の量を決めるのは、技術的・実務的制約よりも、むしろ経済的・法制的枠組みである。
- 風力発電は今日すでに、大規模電力系統では深刻な技術的・実務的問題が発生することなく電力需要の20%までを占めることができると一般に見なされている。
- 20%以上というさらに高い導入率のためには、電力系統および風力発電を受け入れるための運用方法における変革が必要である。

(出典) EWEA: 「風力発電の系統連系 ～欧州の最前線～」, 2009

+ 世界の論調



5

- VER (変動する再エネ電源) 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、電力システムが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。

(出典) IEA: 「電力の変革」, 2014
http://www.nedo.go.jp/library/denryoku_henkaku.html

+ 風力発電にまつわる誤解と神話

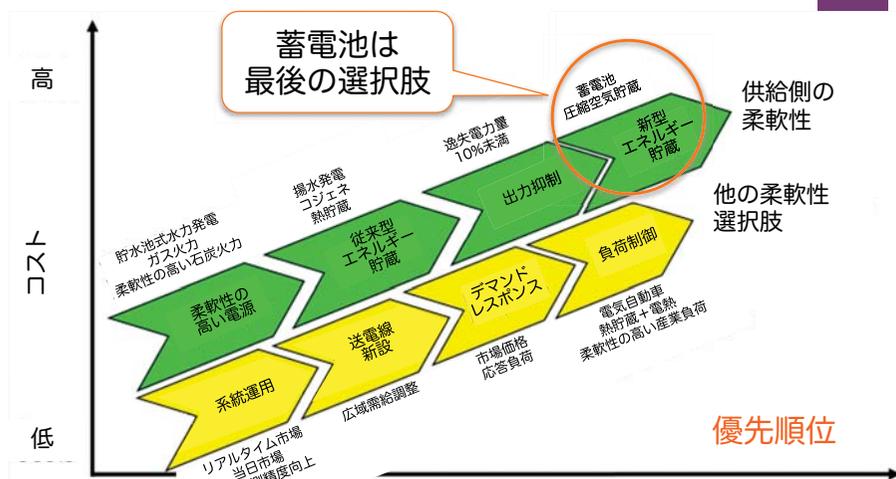
6

「風力の安定化には蓄電池が必要」

- 電源側に専用蓄電池を導入するのは技術的にも経済的にも不合理。
- 個別の風車出力を見ると確かに変動は多いが、集合化すれば、系統全体でその変動を吸収できる。
- 日本では、なぜか個々の風力に変動抑制が求められる。(社会コスト全体としては最適か?)
- 欧米では蓄電池を系統側・負荷側に設置し、リアルタイム市場などで利ざやを稼ぐケースが見られる。
- 安易な「地産地消」信仰は不合理な可能性も。

+ 蓄電池は最初の選択肢ではない

7



(出典) IEA Wind Task 25: "Facts Sheet" (2015)
http://www.ieawind.org/task_25/PDF/factSheets/FactSheet_1_121014.pdf

+ 系統柔軟性 flexibility

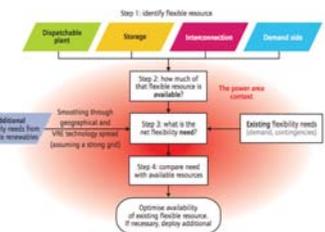
8

世界で活発に議論
(日本ではこれから?)

- 再エネ大量導入のための重要な指標
- 系統の変動に対応し需給バランスを維持するための能力。

- 調整力のある電源
 - 貯水池式水力発電
 - コージェネレーション
 - コンバインドサイクルガス発電 (CCGT)
- エネルギー貯蔵装置 (揚水発電)
- 連系線
- デマンドレスポンス

風力を調整するのは火力だけではない!



(source) IEA: Harnessing Variable Renewables, 2011

+ 連系線に関する誤解と神話

9

- よくある誤解と神話
 - 海外(特に欧州)では国際連系線が豊富
 - ⇒ だから風力発電が大量導入されている
 - 日本は国際連系線がない。会社間連系線も少ない。
 - ⇒ だから日本には風力を入れる余地はない
- この誤解は電力の専門家ほど陥り易い(?)

+ 風力発電と電力システムの誤解と神話

10

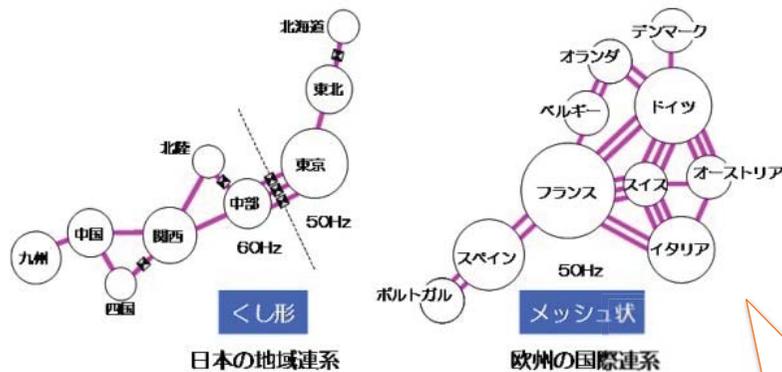
- 「欧州は連系線が豊富なので風力に向く」「日本は連系線が少ないので風力はムリ」?!

- 欧州
 - デンマーク、ドイツは国際連系線を豊富に持つ。
 - アイルランド、スペイン、ポルトガルなど、連系線が少ないところでも風力は大量導入されている。
- 日本
 - 北海道や東北に会社間連系線は「少ない」のか?
 - 連系線は本当に「余裕がない」のか?

+ 日本と欧州の電力系統比較

(誤解を生みやすい図の例)

11

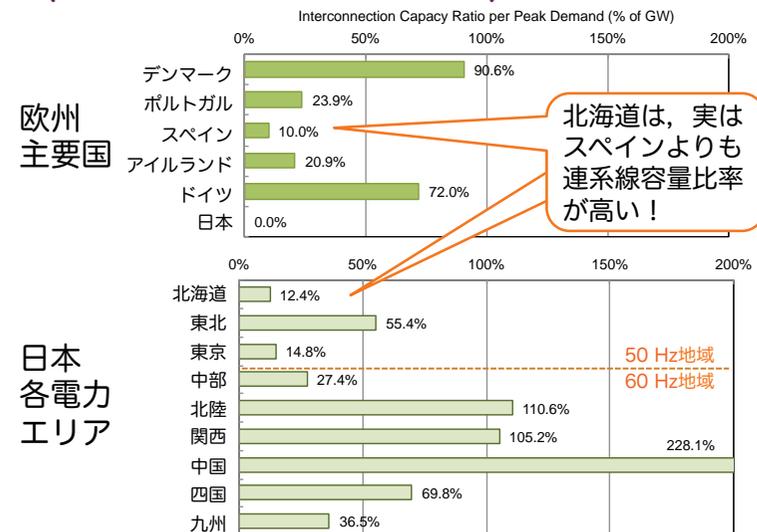


ステレオタイプな誤解を生みやすい誇張

(出典) <http://www.gepr.org/ja/contents/20120604-02/>

+ 連系線容量比率 (ピーク負荷に対する熱容量)

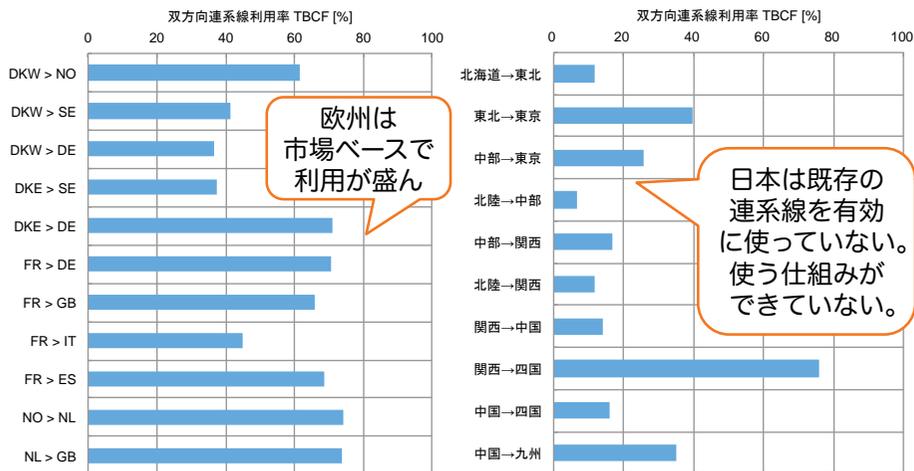
12



(出典) 安田: 「日本の知らない風力発電の実力」, オーム社, 2013

+ 連系線利用率の日欧比較 (年間最大運用容量に対する比率)

13



(出典) 安田: 第37回風力利用シンポジウム, pp.447-450 (2015)

+ 発送電分離後の送電会社の収益スキーム

14

- 日本：総括原価方式（公正報酬率規制）
 - 技術革新や経営効率化のインセンティブ低い
 - 発送電分離後の送電会社は儲からないと思っている人は多い
- 欧州：プライスカップ/レベニューキャップ規制
 - 規制部門でも効率化のインセンティブが働く
 - 努力すれば収入増・努力を怠れば収入源
 - 省エネに対するインセンティブを阻害しない
 - 発電会社が軒なみ苦戦しているのを尻目に、送電会社は安定かつ積極的な経営。

+ 電力システムに関する考え方の違い

15

- 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？
- 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

+ 日本になかなか伝わらない 欧州の電力情報

16

- 分離後の送電会社 (TSO) :
 - 収益性が安定、積極投資。
 - 多くのTSOはガス網も買収・合併 (コジェネや熱供給がやりやすい)
 - 規制機関に厳しく監視される (電力安定供給+再エネ大量導入=イノベーション)
- 分離後の発電会社 :
 - 再エネ投資組 (DONG, Ebeladora): 堅調、他国にも積極進出
 - 再エネ非投資組 (E-On, Vattenfall): 業績悪化、再エネ重視に方針転換

+ 電力自由化に関する誤解と神話

17

- 自由化すれば万事解決？
何のための「自由化」なのか？
 - 電気料金が安くなる？
 - 過度な期待は禁物。短期的には高くなる可能性も。
 - 電力会社を自由に選べる？
 - 自由に選べるが、複雑になる可能性も。
- 自由化の本来の目的
 - 透明性・公平性・効率性の担保 ⇒ 電力市場による取引
 - ただ単に「自由化」「発送電分離」しても、市場設計が不完全であれば、透明性や公平性は担保されない。
 - 市民の監視と参画が必要。

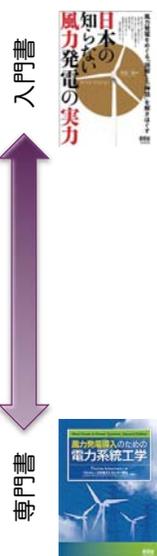
+ まとめ：誤解と神話を乗り越えて

18

- 再エネ大量導入には技術的課題が山積？
 - 海外：技術的課題より制度的課題。
 - 日本：「技術的仮題が山積」を理由に大量導入に消極的。
- 要素技術 (蓄電池・連系線・柔軟性)
 - 海外：費用便益分析が進み「安いもの」から優先的に利用
 - 日本：要素技術開発重視で、全体最適設計されているか？
- 系統拡張
 - 海外：再エネを起爆剤とした系統への投資が進む。
 - 日本：2000年以降、系統拡張は少なく市場が冷え込む。
- 自由化と市場設計
 - 海外：発送電分離と市場統合、再エネにも公平な市場。
 - 日本：道半ば。新規技術に対する参入障壁が残る。

+ 本日の参考文献

19



- 安田陽: 「日本の知らない風力発電の実力」, オーム社 (2013)
- 安田陽: 再エネの技術的問題は克服可能 メディアを含め情報鎖国の日本, ジャーナリズム, 11月号, pp.122-129 (2015)
- 安田陽: 世界の常識としての再生可能エネルギー, 世界, 5月号, pp.138-147 (2015)
- 安田陽: 風力発電大量導入を実現する電力システムとは, 太陽エネルギー, Vol.41, No.4, pp. 25-32 (2015)
- T. アッカーマン編著, 日本風力エネルギー学会訳: 「風力発電導入のための電力系統工学」, オーム社 (2013)

+

技術開発と再エネ普及
～再エネ普及のための系統運用・
系統計画と制度設計～

ご清聴有り難うございました。

yasuda@mem.iee.or.jp

京都大学再エネ
シンポジウム