



eシフト セミナー

これからの電力市場に
ついて考える
～容量市場とは何か？
そしてその課題は？～

2019年1月21日(月)
@参議院議員会館

容量メカニズムと容量市場 ～そもそも何のためにあるのか？～



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

+ よくある誤解と神話



- 再エネは「不安定」, 「頼りない」
- 再エネにはバックアップ電源が必要！
- 太陽も照らず風も吹かないときに備えて、
風力や太陽光と同じ容量の火力発電が必要！



- 実は科学的根拠がない
- 10～20年前に喧伝された古い「うわさ」
- 再エネも系統信頼度に貢献できる。
海外では、定量評価手法も開発されている。

+ 供給信頼度と系統安定度

信頼度や安定度は特定の電源でなく、電力系統全体で議論すべきこと

■ 供給信頼度 **reliability**

- ✓ 停電の発生頻度、継続時間、発生範囲によって表される電力供給の信頼性。
(電気事業連合会による定義)
- ✓ 電力系統の信頼度は**アデカシー**と**セキュリティ**の2つの基本的な側面を考慮することにより説明できる。

■ 系統安定度 **stability**

- ✓ 発電された電力と使用される電力のバランスが事故などによって崩れた場合、バランスがとれた状態に収束する力のこと。(電気事業連合会による定義)

+ 供給信頼度における2つの概念

■ アデカシー **adequacy**

- 想定された状況すなわち系統設備すべて健全な状態および **N-1** 状態において、設備がその容量以内、系統電圧が許容値以内となること。

- **N-1基準**: 電力系統設備の一構成要素が事故で停止 (N-1) した場合にも停電や電源停止などの影響が基本的に発生しないという設備形式の考え方。

■ セキュリティ **security**

- 想定された事故に対し、電力系統が動的な状態を含め供給を維持できること。

+ 予備力と予備率

■ 供給予備力 **reserve**

- ✓ 設備の事故，計画外停止，異常気象(渇水など)または需要変動など予測し得ない状態が発生しても，安定した供給を行うために，需要より多く保有する供給力。

■ 予備率 **reserve ratio**

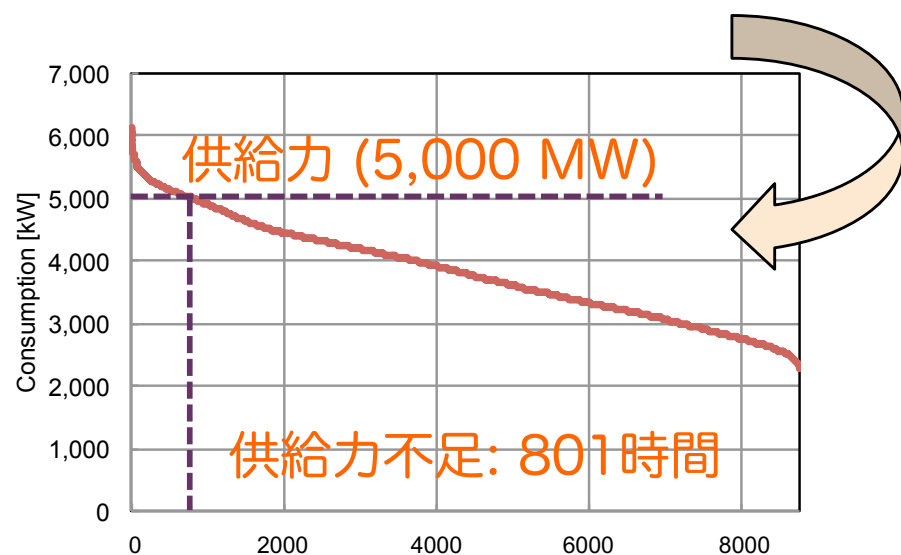
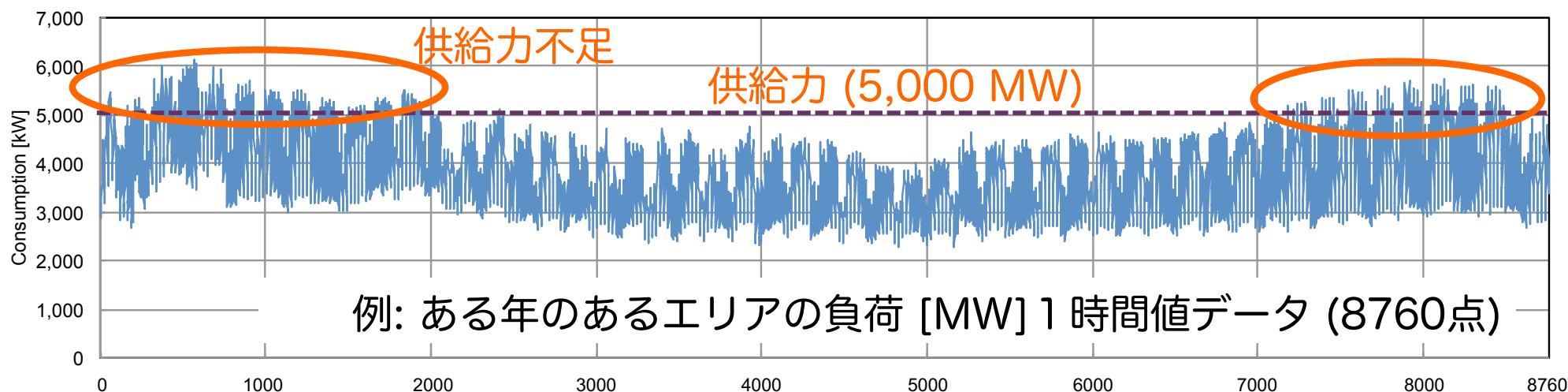
- ✓ 最大電力需要対する供給予備力の比。
- ✓ 通常8～10%あるとよいとされる。
- ✓ 現在の需給逼迫時は，最低でも3%必要。

+ 供給信頼度の考え方

6



■ 年間負荷時系列データから持続曲線を作成



■ 持続曲線 **duration curve**

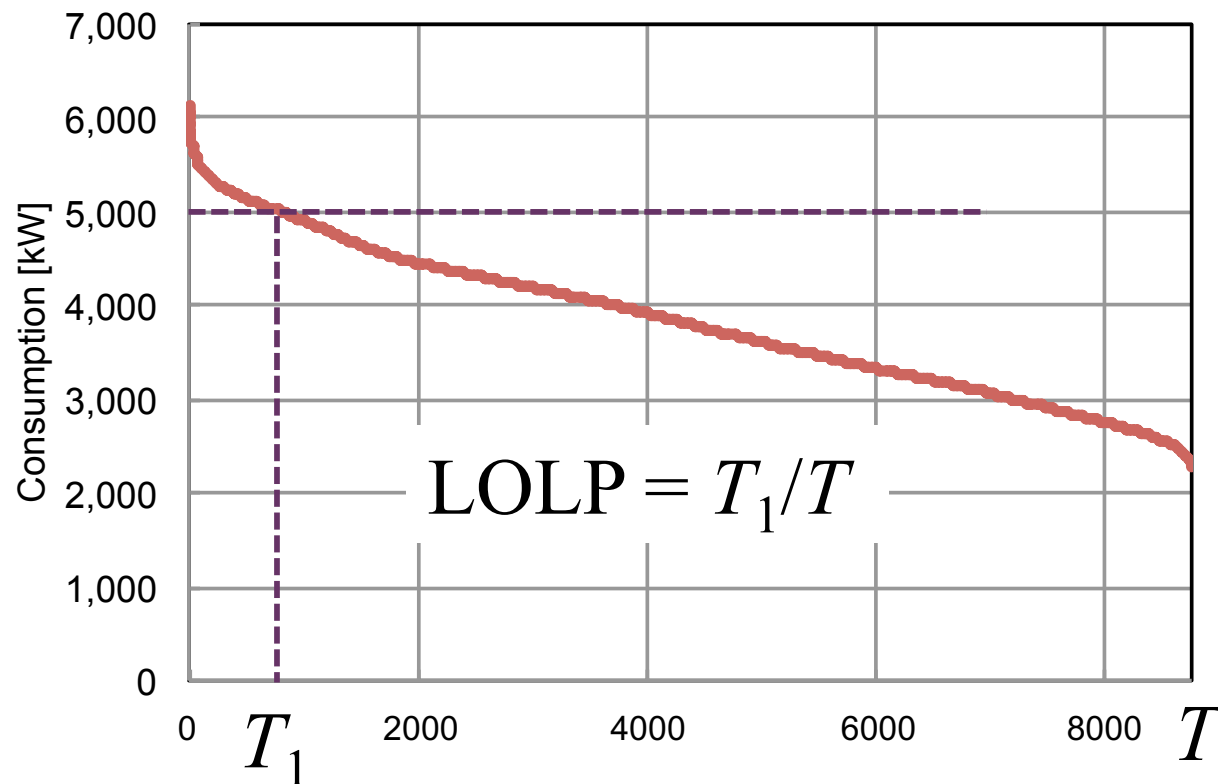
- 年間負荷時系列データ (8760点)を降順に並び替え

+ 持続曲線とLOLH, LOLP

7



- 電力不足時間 **LOLH: Loss of Load Hours**
 - 電力不足時間の割合：10年間で1日程度
- 電力不足確率 **LOLP: Loss of Load Probability**
 - 年間暦時間に占める電力不足時間の割合

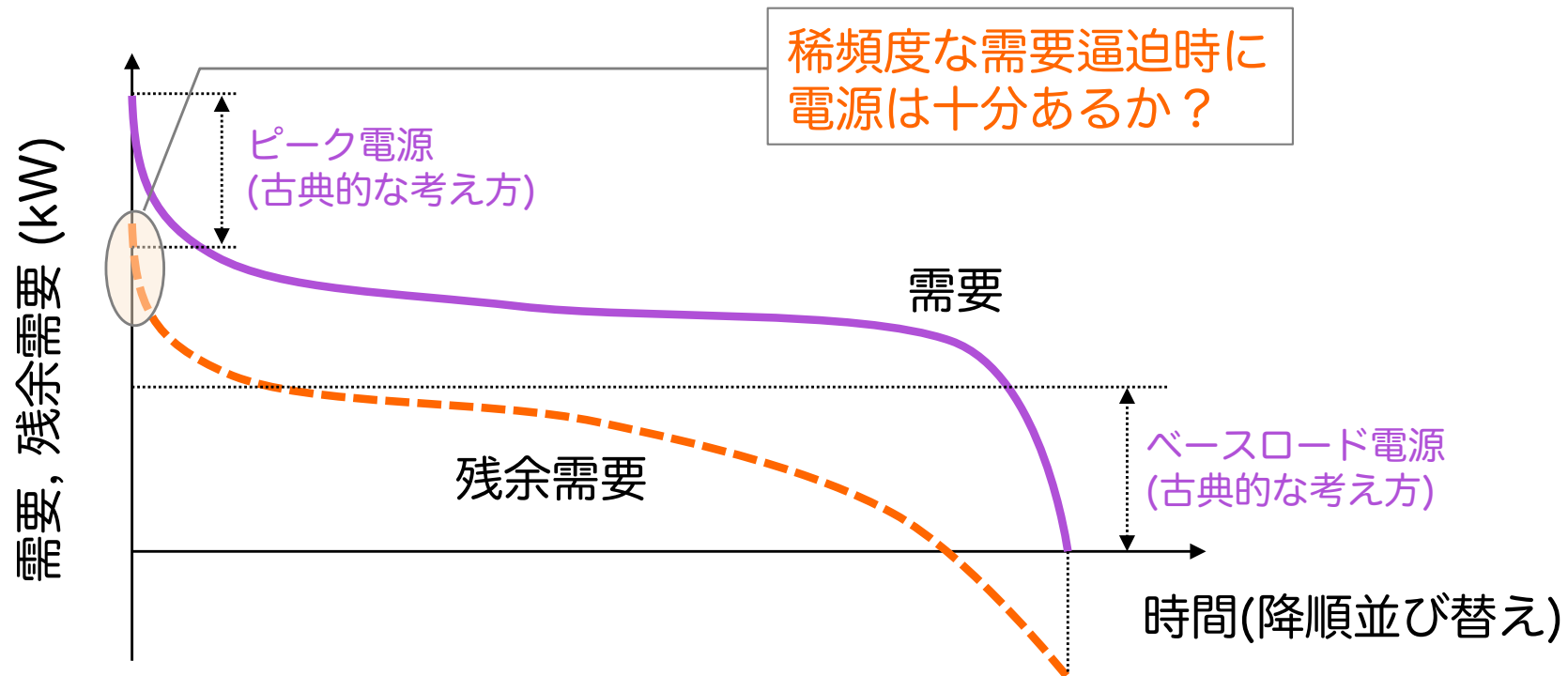


本来、電力システムの信頼度は確率論で議論される(海外でも日本でも実は同じ)。

+ 残余需要 (等価需要) の考え方

■ 残余需要 residual load (net load)

$$\text{■ 残余需要} = \text{需要} - \text{変動性再生エネ出力}$$



需要および残余需要の持続曲線

再エネのkW価値と容量クレジット

■ 日本での議論 (kW価値)

■ L5法による算出法

- 流れ込み式水力発電などで古典的に用いられる。
- 一ヶ月分の同時刻発電電力量の最低5日平均から電源価値を算出

■ K90法による算出法

- 時間確率90%で評価

一般に、
 $L5 < K90 << ELCC$

■ 海外での議論 (容量クレジット)

■ ELCCによる算出法

- 供給信頼度対応能力 ELCC: effective load carrying capability
- 再生可能エネルギー電源を導入した場合と同等の供給信頼度を有する在来型電源の容量を求め、その比較対象の在来型電源の設備容量と風力発電の設備容量の比率により、容量クレジットを算出する手法。

- 残余需要 (= 需要 - VRE出力) を考慮

+ 容量クレジット capacity credit

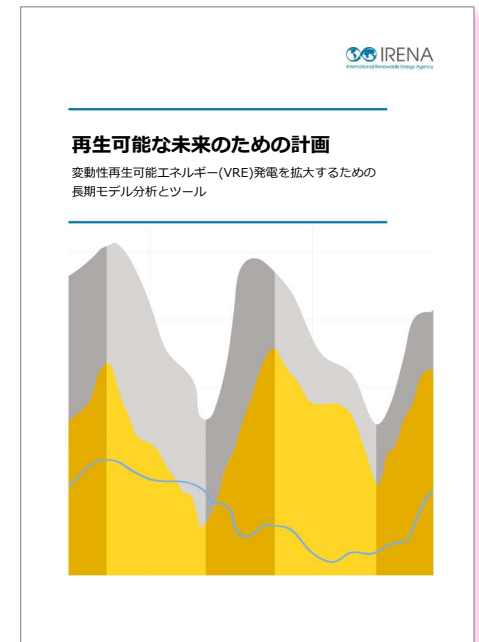
10



- VREがなかった場合と比較して信頼度のレベルを下げることなく置き換えることが可能な従来型電源の発電電力量

(出典) 国際再生可能エネルギー機関 (IRENA):
再生可能な未来のための計画, 環境省訳 (2018)

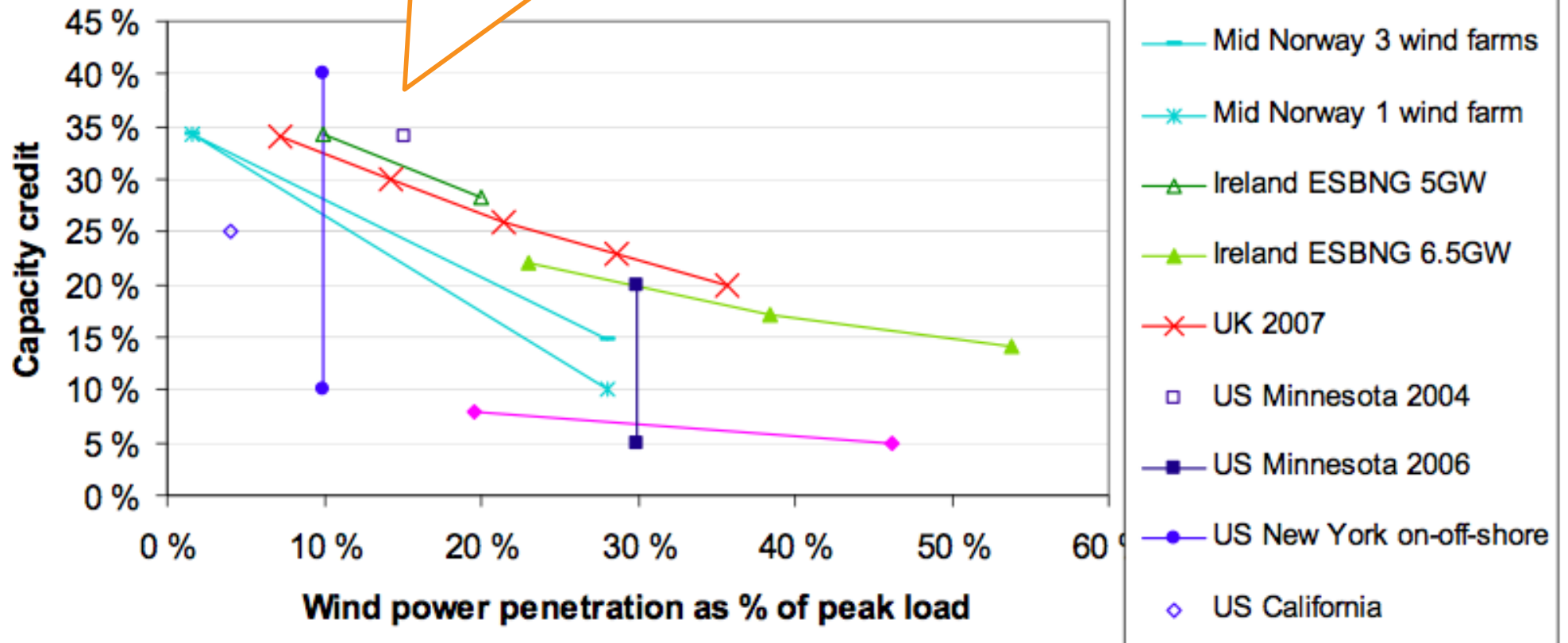
- 容量価値 capacity value
と呼ばれることも。
- 日本では殆ど議論されていない。
(kW価値で過小評価)



+ ELCCによる容量クレジット

風力発電の容量クレジットは、導入率が20%未満であれば設備容量とほぼ同じ。

credit of wind power



+ 容量メカニズムと容量市場

■ 論点

- 数年に1度程度の稀頻度の需要逼迫時に誰が発電するのか？
- 数年に1度程度しか動かない発電所にどうコストを支払うのか？

■ 取りうる選択肢

- エネルギーオンリー市場
- 人為的価格スパイク
- 容量メカニズム
 - 戦略的予備力
 - 定額支払い
 - 容量市場

本来はアデカシー確保
と費用割当ての問題

様々な選択肢がある中で、
なぜか日本では「容量市場」
しか議論されない。

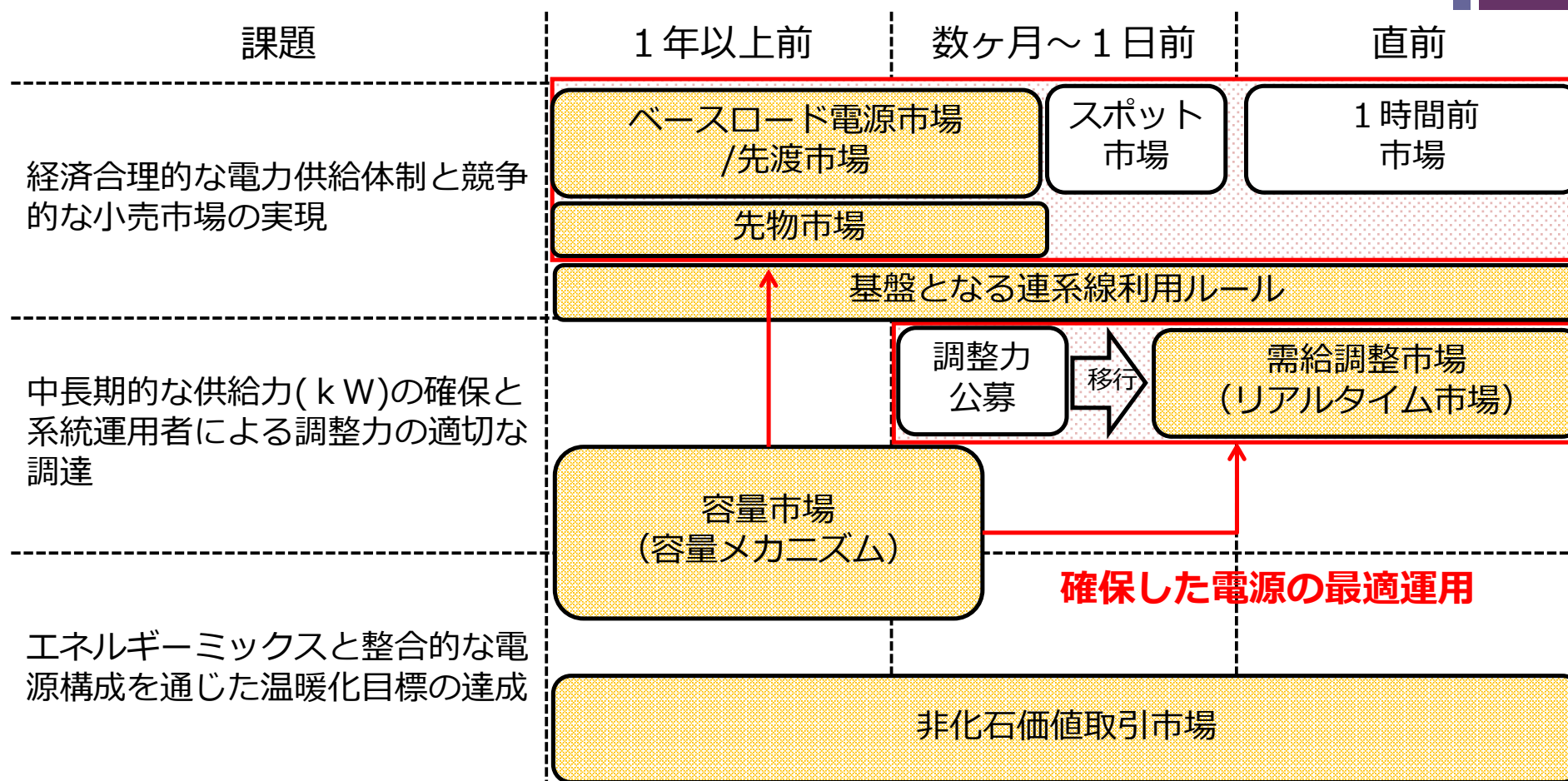
+ 経産省審議会での議論

13



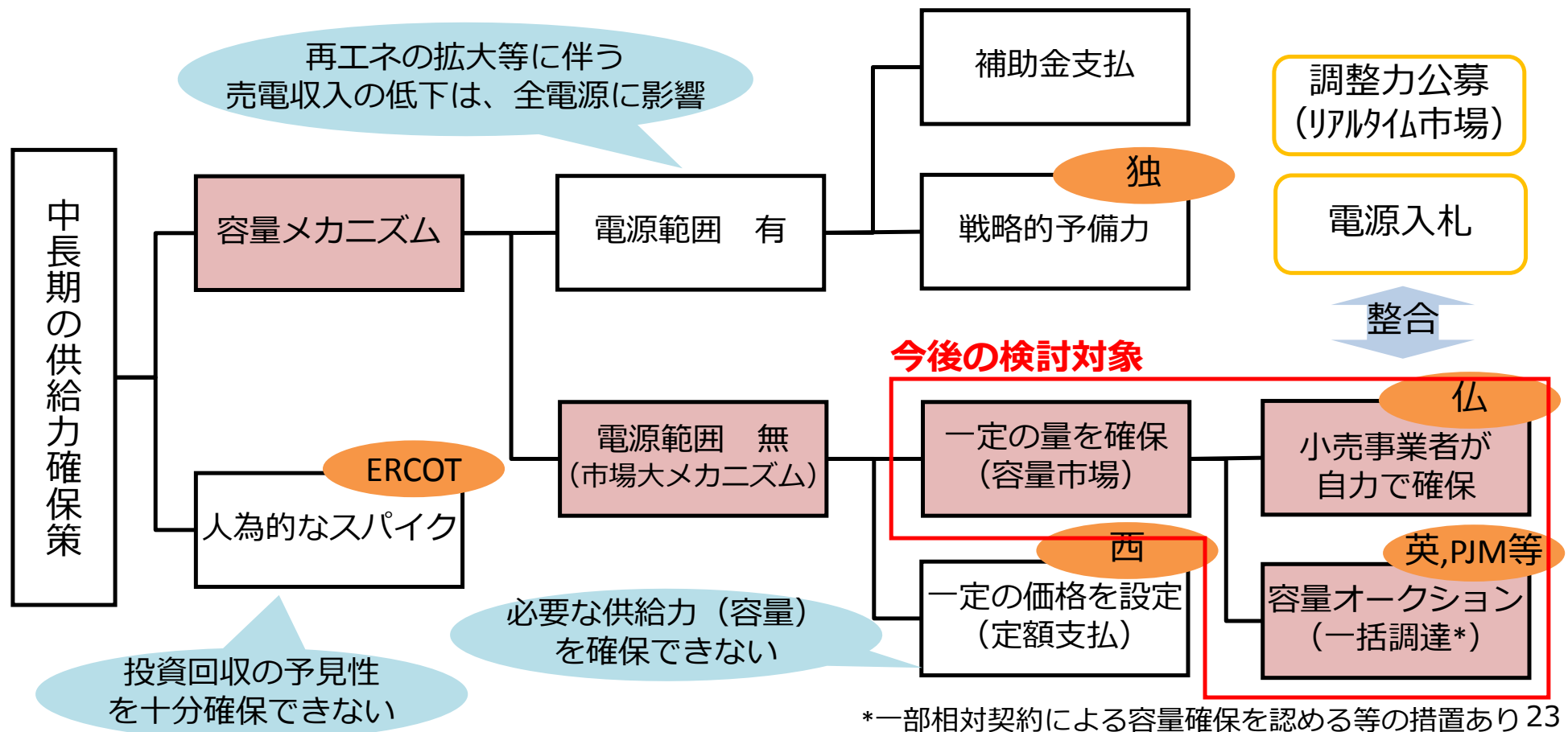
 : 今後整備すべき市場

実需給と取引時期の関係



(出典) 経済産業省 電力システム改革貫徹のための政策小委員会:
第1回配布資料6「電力システム改革貫徹に向けた取組の方向性」, 2016年9月27日

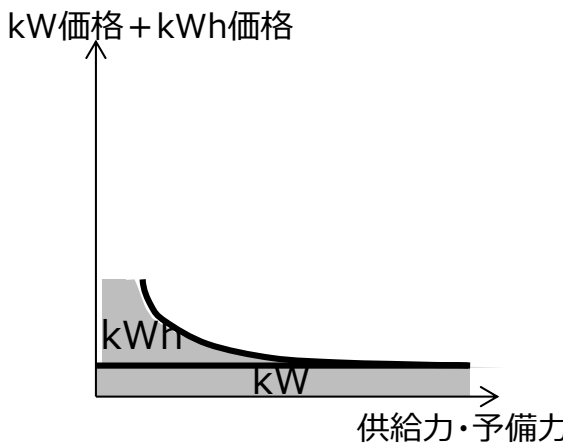
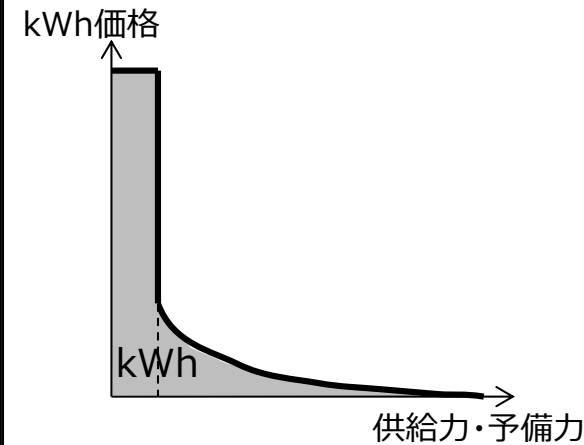
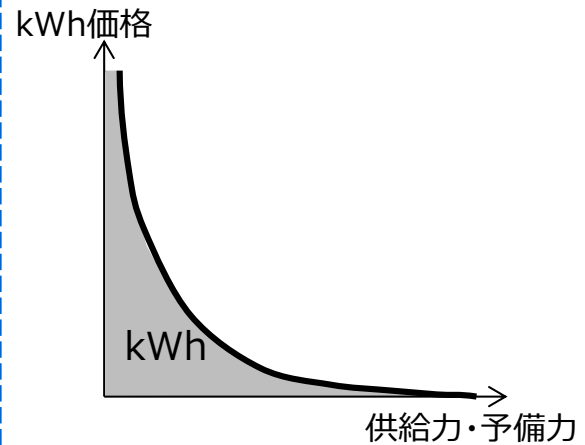
+ 日本における容量市場の議論



稀頻度対応電源の投資予見性

投資回収の予見性を高めるための措置有り

措置無し

	容量メカニズム	人為的な価格スパイク	Energy Only Market
概要	卸電力市場(kWh市場)とは別に、発電等による供給能力に対する価値を認め、その価値に応じた容量価格(kW価格)を支払う	発電投資回収を卸電力市場(kWh市場)に委ねるが、ある一定の供給力・予備力水準を下回った時点で、人為的に市場価格(kWh価格)を上昇させる。	発電投資回収を完全に卸電力市場(kWh市場)に委ね、需給ひっ迫時に市場価格(kWh価格)は無制限に上昇する
投資回収イメージ	 ※容量メカニズムの設計により形状は異なる		
実施国	米国PJM イギリス 等	米国ERCOT 等	ノルウェー(2020年予定) スウェーデン(2020年予定) 豪州 (上限価格有)

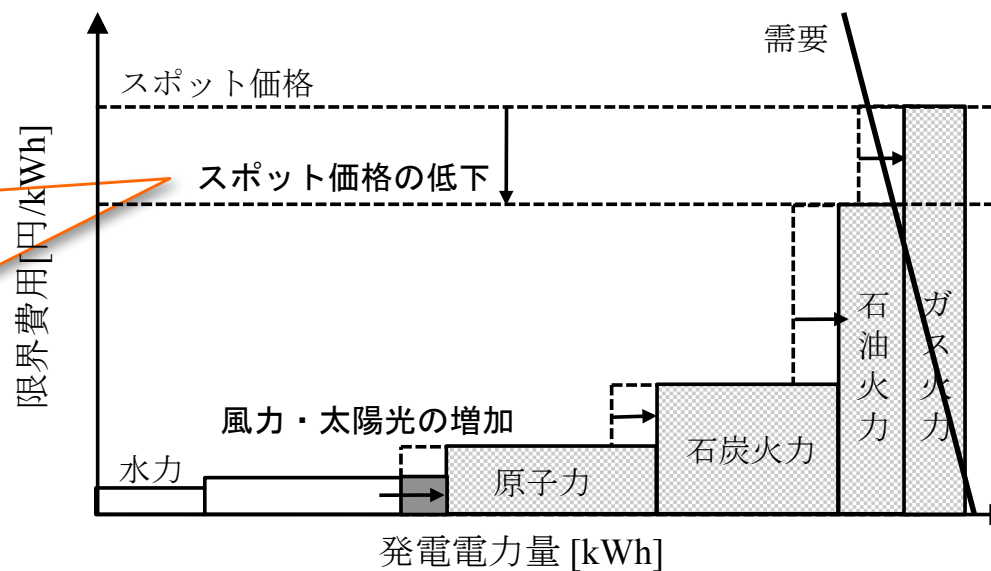
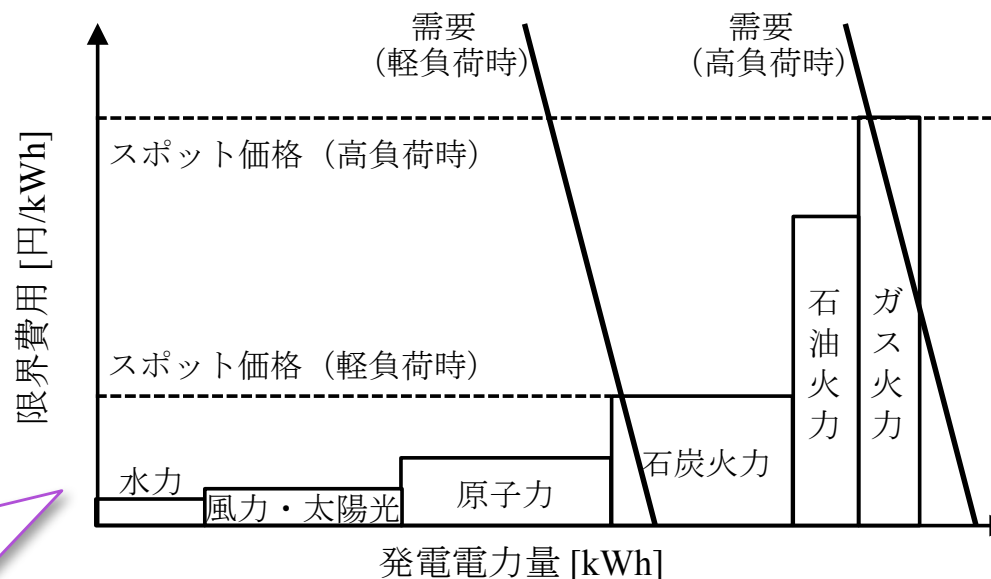
+ メリットオーダー曲線

16



短期限界費用
($\equiv$ 燃料費+O&M費)
順に並べた曲線。
風力・太陽光は
石炭火力・原子力
より優先される。

風力・太陽光発電の
メリットオーダー
効果により
スポット価格は
低下する



+ 再エネ大量導入がもたらすもの

■ 日本での議論

- スポット価格の低下 ⇒ 火力発電の採算悪化
(ミッシングマネー問題)
- 調整力不足の懸念 ⇒ バックアップ電源、蓄電池
- 供給信頼度不足懸念 ⇒ 容量市場の議論

■ 世界での議論

- スポット価格の低下 ⇒ 本来、消費者にとって良いこと。
- 火力発電の退潮 ⇒ 本来、地球環境にとって良いこと。
- 調整力不足の懸念 ⇒ 柔軟性の市場調達
再エネからの柔軟性の供給
- 供給信頼度不足懸念 ⇒ 容量メカニズムの議論
- 新たな市場設計 (地点別限界料金、超短時間市場など)



+ 日本における容量市場の議論

- 日本では既定路線？
 - 他の手段が検討された形跡が殆ど見られない。
- 海外では「容量市場は社会主義的」との声も。

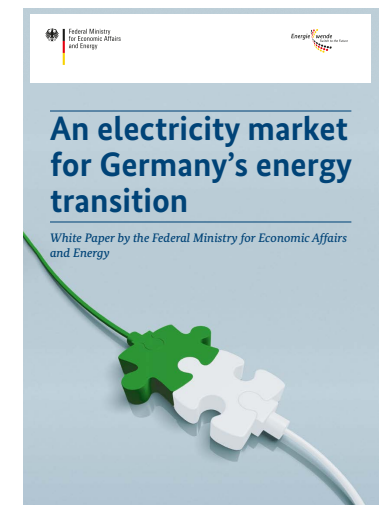
(参考) 安田陽: 「容量市場は社会主義的」という言説をこ存知ですか？,
環境ビジネスオンライン 2016年12月12日)

- 官製市場？
 - 「政府の失敗」の可能性は考慮されているか？
 - 従来型プレーヤーに過度に有利？

ドイツ連邦経済技術省(BMWi)白書



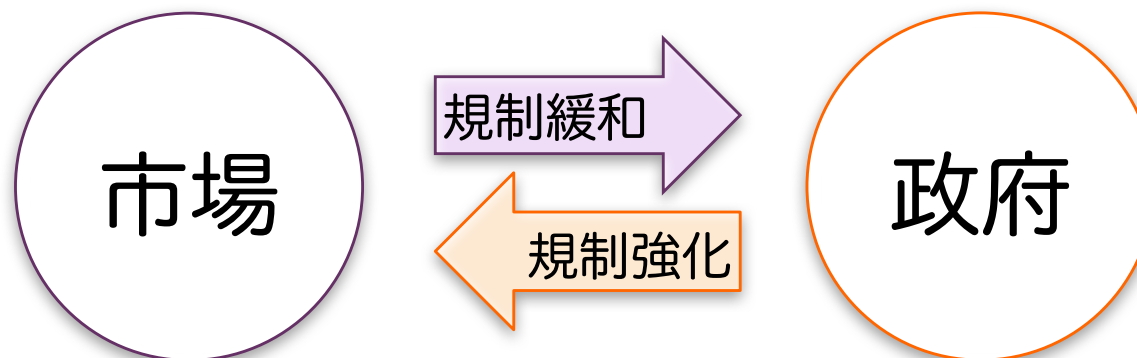
- Capacity markets are susceptible to regulatory failure and make it more difficult to transform the energy system. An electricity market 2.0 does not require any intervention in the market mechanism and is thus less susceptible to regulatory failure. (p.4)
- 容量市場は規制の失敗を起こしやすく、
エネルギーシステムの変革をより困難なものとする。電力市場2.0 (註：戦略的予備力に相当) は市場メカニズムへのいかなる干渉も必要とせず、すなわち規制の失敗はより起こりにくい。



+ まとめ

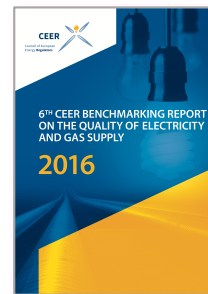
- 「市場は失敗する」こともある。
 - 政府が介入することで市場の失敗を是正
- 「政府も失敗する」こともある。
 - 政府が過剰介入すると市場の効率性が却って悪化
 - 政府の失敗を正すのは政府。政府を監視するのは国民
- “There exists an natural tension between policy and markets.”
市場と政策の間には絶えざる緊張がある。

(出典) Paul Komor: Renewable Energy Policy, iUniverse, 2004



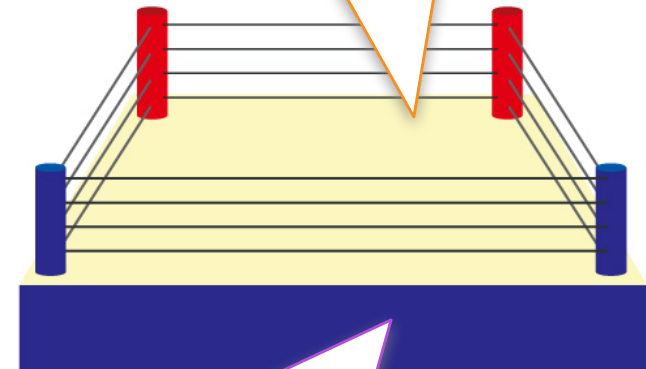
+ 自由化市場における規制

- 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
- CEER: Benchmarking Report
- BnetzA: Monitoring Report



× NO!

- ✓ えこ最肩
- ✓ 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



容量メカニズムと容量市場 ～そもそも何のために あるのか？～

ご静聴有難うございました。

yasuda@mem.iee.or.jp

eシフト セミナー

これからの電力市場
について考える

