Eシフト オンラインセミナー
「衝撃の容量市場結果
　　一再エネ新電力は生き残れるか」

容量メカニズムの誕生と展開
～欧州の経験から学ぶべきこと～

Institute for Sustainable Energy Policies isep

2020年10月15日

飯田　哲也

「容量メカニズム」とは

- 人類史的かつ急速なエネルギー大転換期において
- 電力システムに歴史的に生じてきた構造変化に伴い
  - 1990年代からの電力市場自由化による発送電分離
  - 2000年代からの「風力＋太陽光」(VRE)の急拡大と分散化
  - 2010年代からのVREの本流化と気候危機へのさらなるVRE拡大要請
  - 2020年代からのDX(VPP、DR)の本格化、蓄電池コストの急落、さらなるVRE拡大
- 「電力供給の信頼性」を確保する手段として進化途上の「過渡的な手段」
  - 「容量メカニズム」→「資源(リソース)アデカシー」へ
  - 「容量メカニズム」は「最後の手段」(EU)、かつ、いずれ消えてゆくというコンセンサス

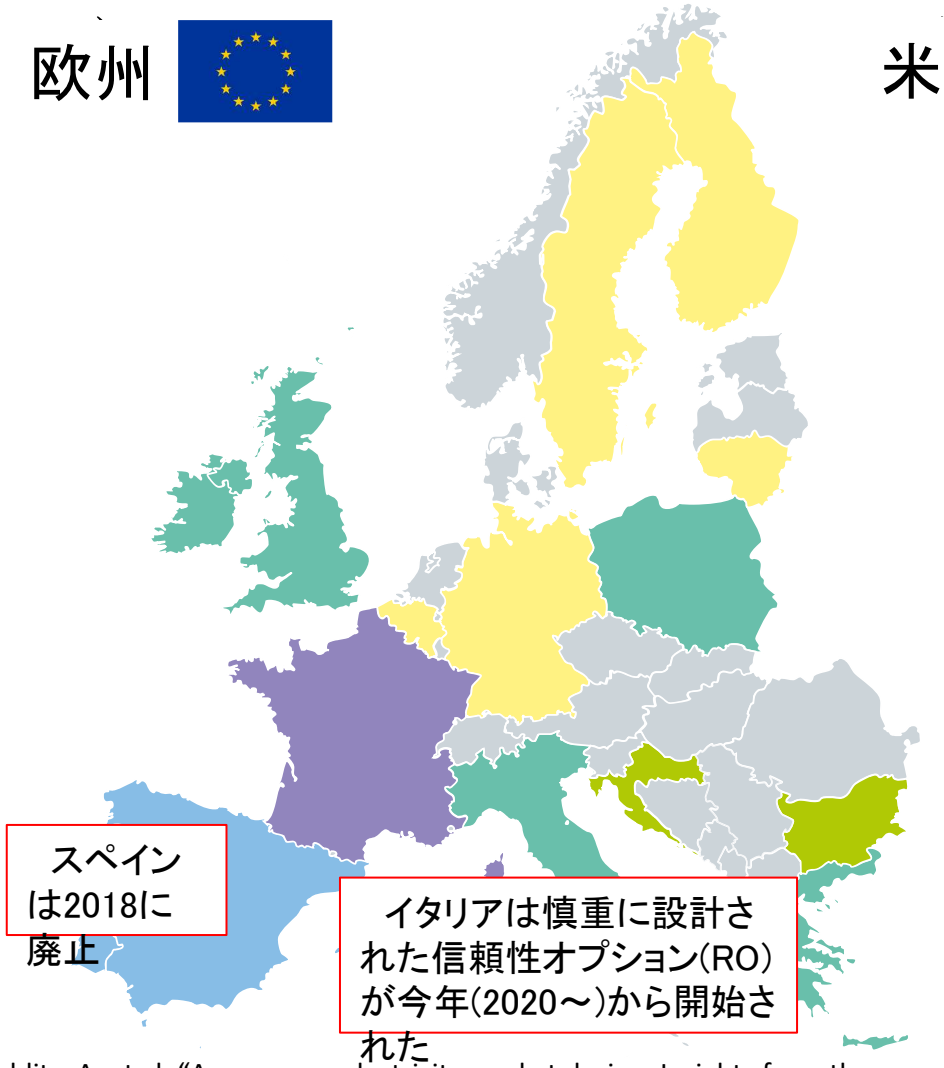
垂直統合 中央集中 ベースロード 原発・石炭 供給側のみ ガス・揚水	→	発送電分離 分散ネットワーク 柔軟性 再エネ(VRE) DER・需要側参加 VRE・DR・蓄電池

容量(報酬)メカニズム
＜その一形態としての「容量市場」＞

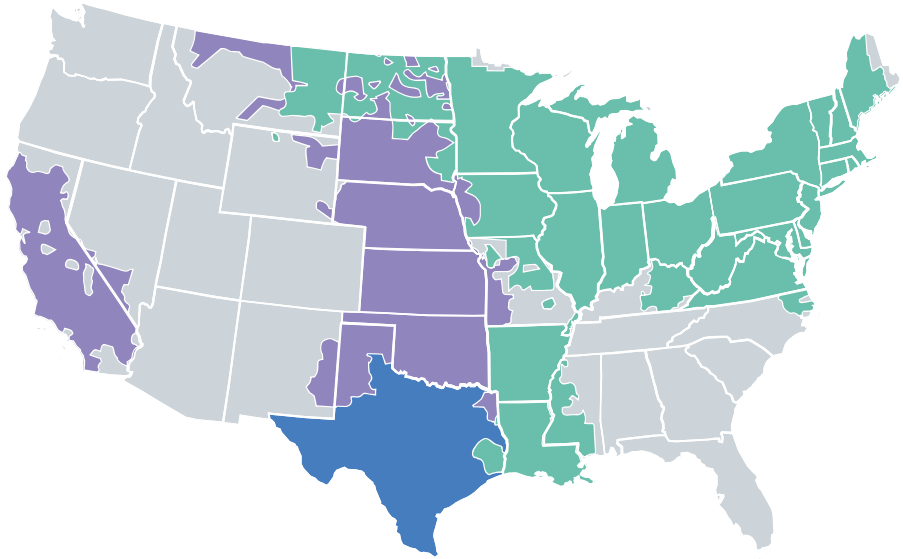
諸外国の多様な容量(報酬)メカニズム

- 戦略的予備力
- (ターゲット)容量支払
- 集中型容量市場
- 分散型容量義務
- 新規電源入札
- なし(運転予備力需要曲線)

欧州

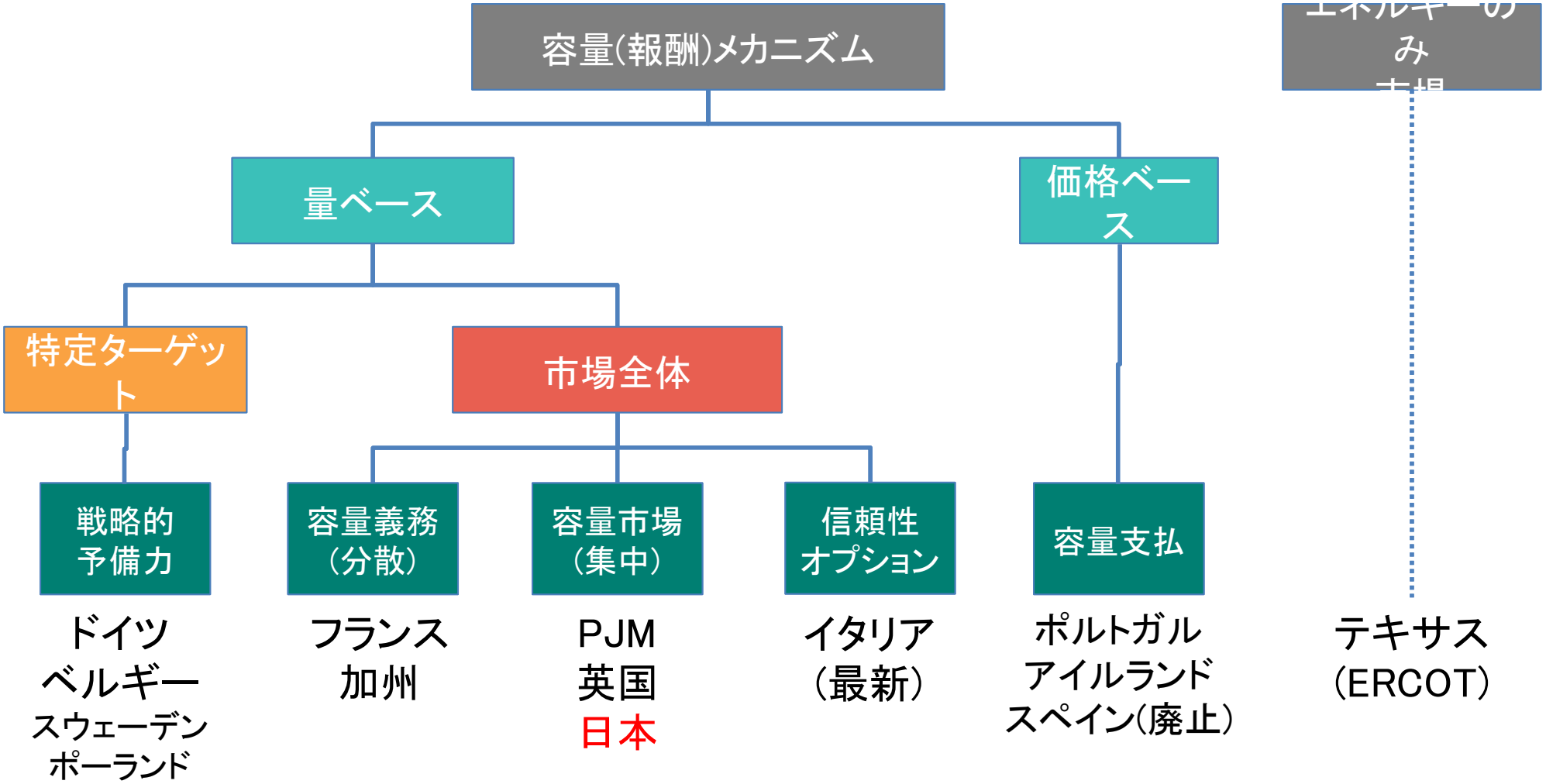


米国



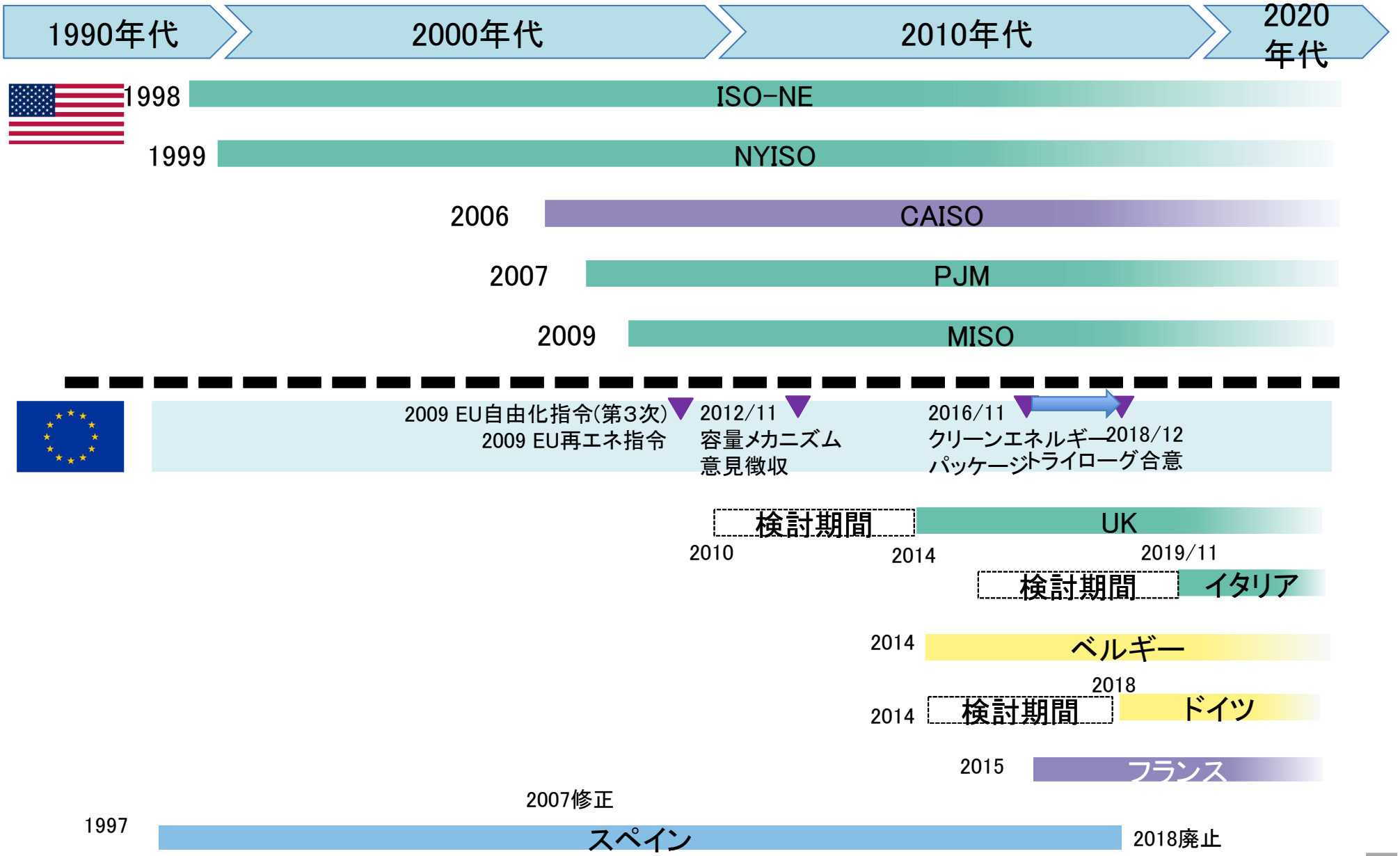
Bublitz, A. et al. “A survey on electricity market design: Insights from theory and real-world implementations of capacity remuneration mechanisms” Energy Economics 80 (2019) 1059–1078, https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.01.030

容量メカニズムの分類



【出所】Paul Gleeson "impact study of Hornsdale Power Reserve's first year in operation"(2019)
https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/batteries-future-energy-storage

米国そして欧州へ展開した容量メカニズム



Bublitz, A. et al. “A survey on electricity market design: Insights from theory and real-world implementations of capacity remuneration mechanisms” Energy Economics 80 (2019) 1059–1078, https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.01.030 をもとに飯田作成

容量メカニズムをめぐる歴史的な展開

1990年代 → 2000年代 → 2010年代 → 2020年代

旧い問題

電力市場自由化+発送電分離
→ミッシングマネー(ピーク電源の固定費回収)問題、安定供給懸念

＋

新しい問題

再エネ(VRE)飛躍的拡大
→さらなるミッシングマネー問題

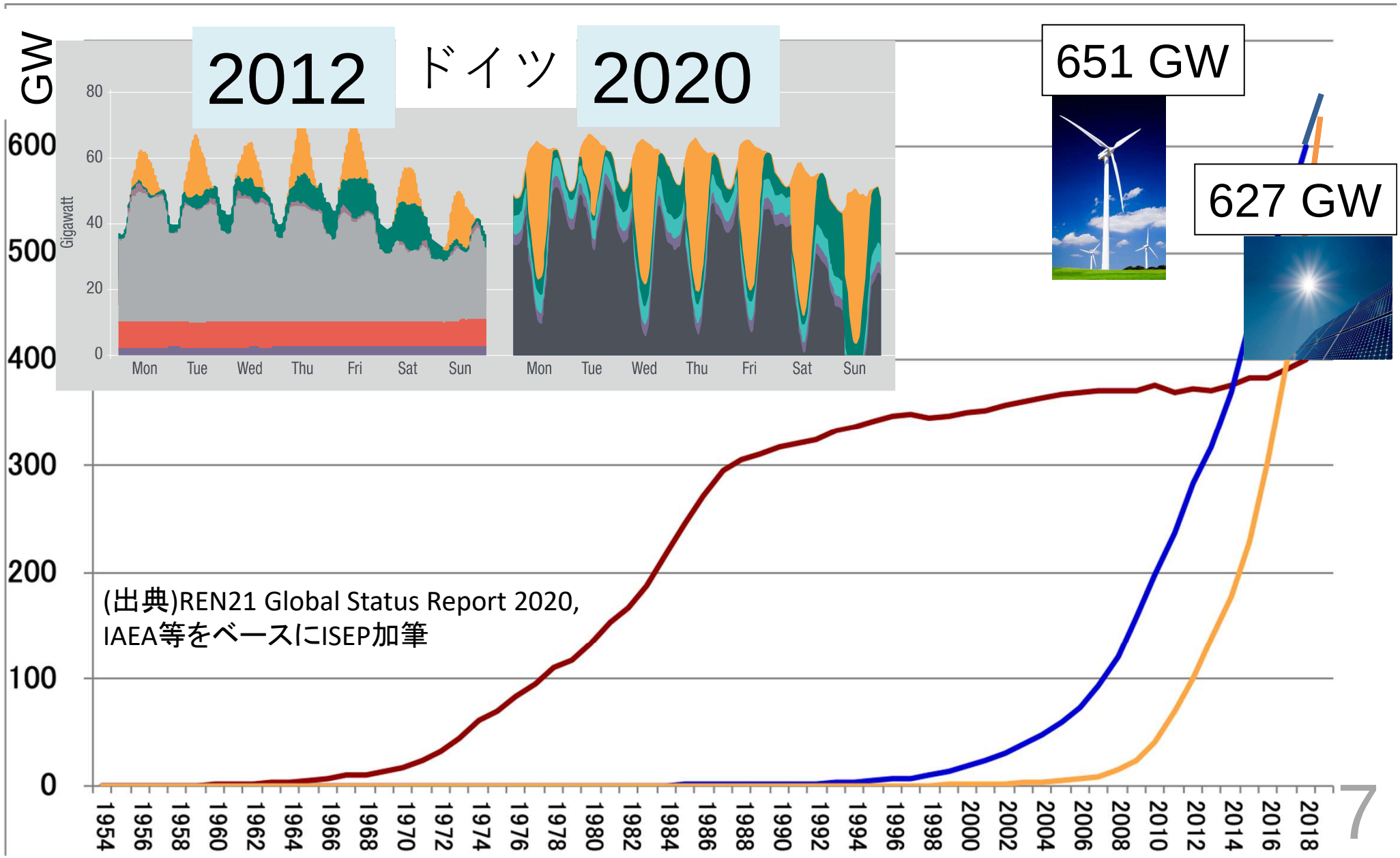
気候危機と再エネ(VRE)本流化・分散化
→低炭素化、柔軟性

＋

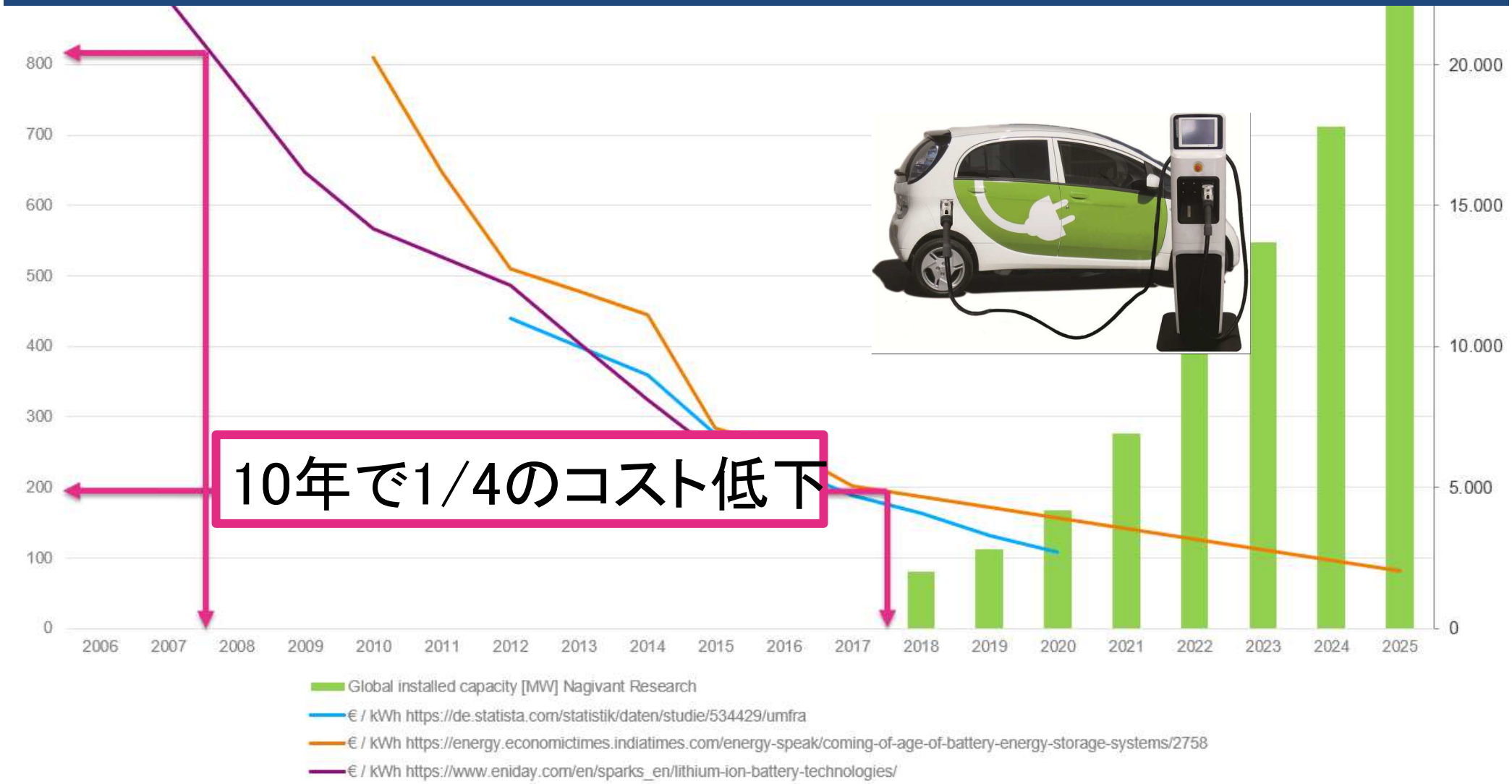
急速なイノベーション

蓄電池、DR・VPP実用化、双方向

自然エネルギー(VRE)の拡大



電気自動車(EV)市場拡大がリードした
蓄電池のコスト低下とさらなるEV市場拡大



R. Bucher etal.," Live test results of the joint operation of a 12.5 MW battery and a pumped-hydro plant" HYDRO2018 conference paper (Oct.2018)
https://www.researchgate.net/publication/330337897

蓄電池・DRの活用が徐々に拡大する

仏RTEの今年(2020)の容量市場入札
蓄電池と需要削減(DR)のみ

(February 27, 2020)

入札：2021～2027, 29 k€/MW

合計	151.1 MW
蓄電池	93 MW
需要削減	58.1 MW

入札：2022～2028, 28 k€/MW

合計	225.7 MW
蓄電池	159.7 MW
需要削減	66 MW

炭素制約：200 g CO2/kWh

インドの「太陽光＋蓄電池ベースロード電源」が4円/kW時

Tariff for round-the-clock solar power is competitive: ReNew's Sumant Sinha

His company won India's first tender in this space with a quote of Rs 2.9 a unit

Shreya Jai | **New Delhi** **May 11, 2020** Last Updated at 14:46 IST

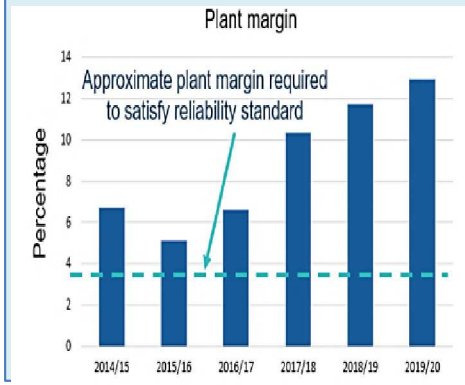
- 太陽光400MW入札
- 稼働率80%
- 蓄電付き(仕様任意)
- 2020年5月9日
- 4.0円/kW時で落札
(25年買取・インフレ考慮)

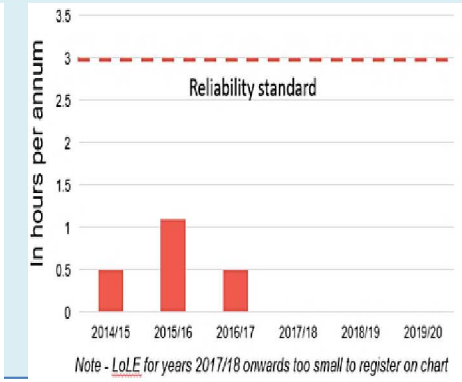
英国とドイツ、それぞれの選択

英国

- 2010年に検討開始
- 政府部内では戦略的予備力が有力
  →ビッグ6(6大電力会社)のロビーで容量市場に
  ※「規制の虜」との批判(Lockwood 2019)
- 2014年施行
  →2018/10 EU一般裁判所で違法補助金認定
- 2019/10 修正の上、ECが再開を認める
- 炭素制限(2020年5月～)
  550 g/kWh以下、年間350kg以下

【批判】
9割以上が既存電源
新規電源の参入障壁が高い
消費者負担(2億76百万ポンド)増
余剰電源過多





ドイツ

- 再エネの急増、古い電源(原発・石炭)の廃止に伴う予備力低下、市場価格変動・スパイク等顕在化
- 2014年に検討開始し、緑書を公表
- 意見公募:696件(個人484名、団体212団体)
- 主要団体の立場
  - ✓ 電力事業者団体(BDEW/VKU)分散型容量市場支持
  - ✓ エネルギー経済研究所(EWI)集中容量市場を支持
  - ✓ WWF・エコ研:重点型容量市場支持
  - ✓ R2B等:エネルギーのみ市場(容量市場不要)
- 戦略的予備力(＋エネルギーのみ市場)を選択
- 2018年にEUで承認

【理由】
1. 供給信頼性の向上
2. もっともコストが安い(以下、R2Bの試算例)
   - 集中容量市場:150億ユーロ(～2030)
   - 分散容量市場:70 億ユーロ(～2030)
   - 重点容量市場:25 億ユーロ(～2030)
   - 戦略的予備力:16 億ユーロ(～2030)
3. さらなる再エネ導入や持続可能性と整合

そのドイツでも既存大手電力の褐炭発電所が棚ぼた利益を得る(Burg 2016)との批判がある。

【出所】Paul Gleeson "impact study of Hornsdale Power Reserve's first year in operation"(2019)
https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/batteries-future-energy-storage

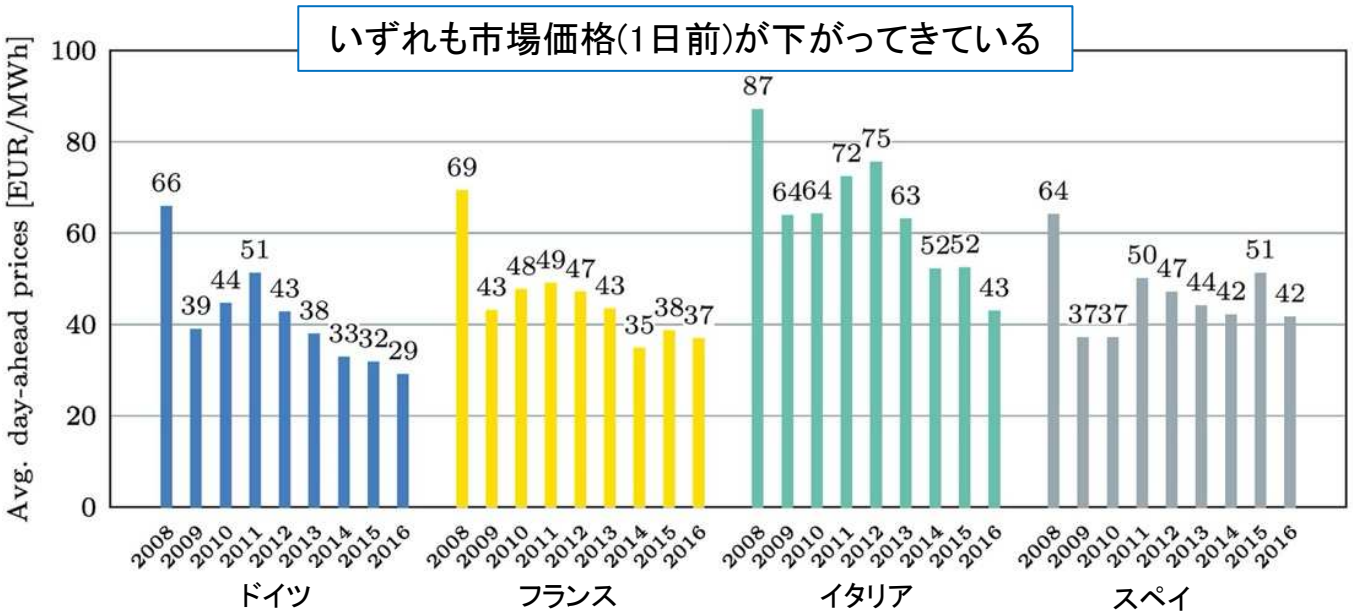
容量メカニズム(CM)に指摘されるリスク

リスク		説明	具体例
政治的	規制の虜	既存プレイヤーが規制者に対して自らに有利になるCM導入働きかけ	英国ビッグ６、ドイツRWE褐炭、仏RTEなど多数
	市場支配者が存在する場合、利益が集中するよう誘導される		小売の90%を支配する仏EDFの例
技術的	過去の実績に基づき、将来の電力需要を過大評価		PJM、英国(初期)など
	柔軟性のない電源を固定し再エネ導入を阻害		PJM,ISONE,英国(初期),独など
	高炭素電源を固定し、気候目標を阻害		英国(初期)など
	新しい化石燃料補助金の形成		
	年1回の入札では時間別・季節別の安定性が考慮されない		
	イノベーションへの障壁		
制度的 組織的	市場改革および規制改革の遅延		
	その他の制度的・組織的諸問題のリスク ・地域間協力可能性を損なう ・過大な支払いによる「棚ぼた利益」による消費者損失 ・規制やルールの複雑化(規制の失敗、市場の混乱) ・出口戦略をいっそう困難にする恐れ(ロックイン効果)		

【出典】Laurie van der Burg and Shelagh Whitley, “Rethinking power markets: capacity mechanisms and decarbonisation”, Overseas Development Institute, May 2016及び Rob Gramlich and Michael Goggin, “Too Much of the Wrong Thing: The Need for Capacity Market Replacement or Reform” Grid Strategies LLC, November 2019から飯田作成

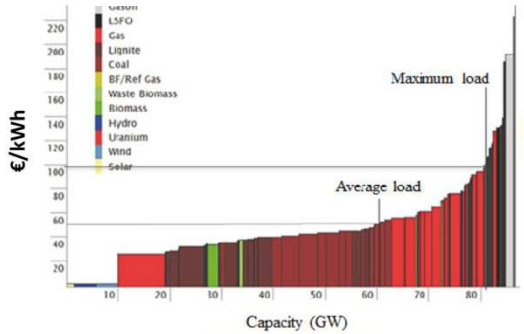
「ミッシングマネー」か「棚ぼたマネー」か

1. 初期の「ミッシングマネー問題」
   - 電力自由化(発送電分離)に伴い安定供給に必要なピーク(スタンバイ)電源の維持、投資回収、新規投資の資金が不足
2. 再エネ(VRE)拡大による「ミッシングマネー問題」の深刻化
   - VRE拡大による既存電源の稼働率低下
   - メリットオーダー効果で電力市場から「マネー」が消える
   - それが全て「ミッシングマネー」なのか？
3. 「ミッシングマネー」か、「棚ぼたマネー」か
   - 英国やドイツの例でも既得権益者への余分な利益・消費者には無用な負担との指摘あり
   - 日本でも、電源の大半は総括原価で回収済みではないか。



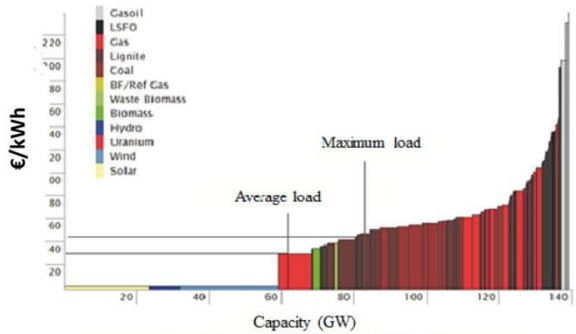
Andreas Bublitz et al., “A survey on electricity market design Insights from theory and real-world implementations of capacity remuneration mechanisms” Energy Economics, Volume 80, May 2019

ドイツ：2013年

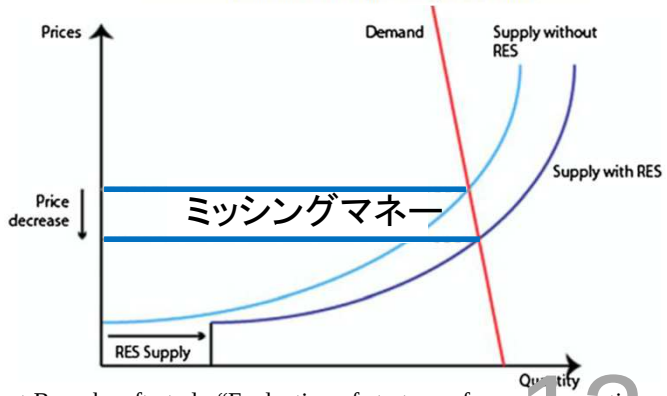


Load factors: Wind: 15%, Solar: 5%

ドイツ：2020年



Load factors: Wind: 50%, Solar: 30%



Gert Brunekreeft et al., “Evaluation of strategy of power generation business under large-scale integration of renewable energy” Jacobs University Bremen Bremen Energy Research (BER), March 2016

容量メカニズムをめぐるEUの議論（トライローグ）

- 2007年：欧州閣僚理事会から「20-20-20目標」
  - ✓ 2009年再エネ指令
  - ✓ 2012年容量メカニズム意見募集
    - 委員会：容量メカニズムは域内市場取引・投資を歪め、技術革新を歪める恐れ
  - ✓ 2013年：容量メカニズムは「最終手段」としてのみ正当化
- 2016年：EC(委員会）は容量報酬メカニズム(CRM)を含むクリーンエネルギー・パッケージ提案
  - ✓ 域内統一市場と各国で先行した容量メカニズムとの調整
  - ✓ 数多くの批判(特に原発、石炭等化石への補助金)が殺到
    →トライローグ(議会、閣僚理事会、委員会)での協議へ
- それぞれの立場
  - ✓ 欧州議会：CRMは「最後の手段」
  - ✓ 閣僚理事会：域内エネルギー市場の統一、委員会の権限、各国の主権
  - ✓ ステークホルダー
    - ENSTO-E(欧州電力系統運用者ネットワーク):国境を超えるCRM設計手法を提示
    - 欧州経営者連盟：エネルギーのみ市場を支持
    - CAN(気候行動ネットワーク)欧州：CRMによる気候への悪影響、市場の歪み等の懸念表明
- 2018年末：トライローグ(議会、理事会、委員会)で妥結。以下、主な内容
  - ✓ CMRは「最後の手段」かつ「一時的な措置」
  - ✓ 炭素制約：550g/kWh、350kg/kW・年以下(2025年6月以後)
  - ✓ 経過措置：2019年末までの契約は保護
  - ✓ CRMには、蓄電池、エネルギー効率化、需要側応答(DR)を含めること
  - ✓ 統一的な方法による電源の妥当性評価(アデカシー)

【出典】Leigh Hancher, et al. “Clean Energy Package (CEP): Compromise on Provisions for Capacity Remuneration Mechanisms” THEMA (May 2019) https://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/The-Clean-Energy-Package-and-Capacity-Remuneration-Mechanisms.pdf

容量メカニズムをめぐるEUの議論（トライローグ）

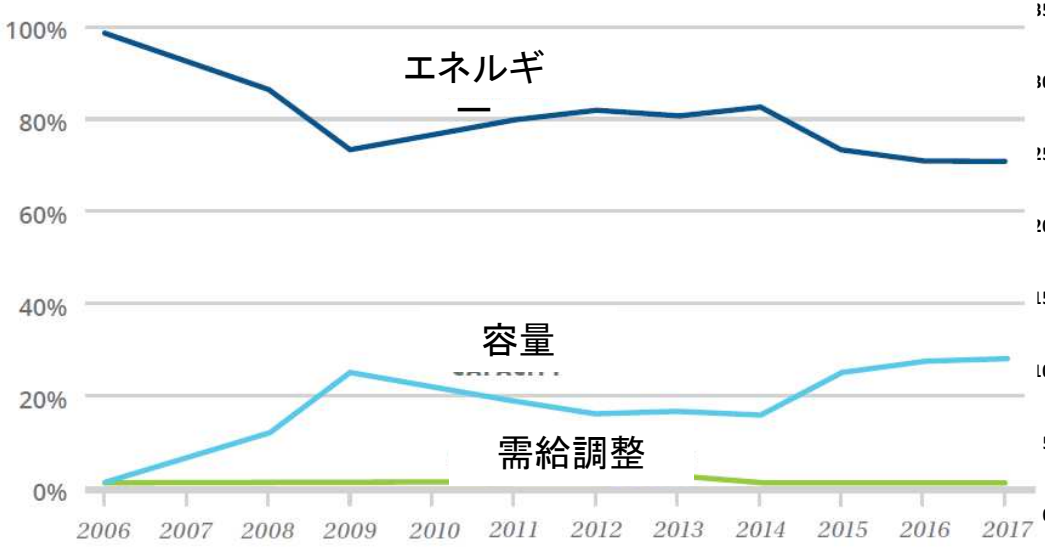
	問題	委員会提案	トライローグの結果
一般的な原則	委員会の権限加盟国)法的権利	加盟国は特定条件下で**「最後の手段」**としてCRM導入できる。委員会は補助金規則との適合性評価。	「CRMは一時的な措置」を追加。委員会はCRMに最大10年間の承認
序28項 第18条）	規制の歪みの評価	各国は規制の歪みを評価し、解消する計画の義務	提案支持。各国は、委員会が実装計画への意見表明までCRMを導入できない。
序26項 序30項	欧州大での資源妥当性評価	欧州の妥当性評価に基づくCRMの導入	【譲歩】各国は、欧州資源妥当性評価を各国の資源妥当性評価で補完できる。
第23条	CRMの設計原則	電力市場の歪みを最小限に抑え、国際取引、DSR、脱炭素化の明確で透明な基準	提案支持、第18条でさらに指定
第18条	代替リソース	N/A	CRMに**蓄電、効率化、DRを**含める
第19条	欧州資源妥当性評価の手順	起草Entso-E、承認ACERの方法論に基づく10年間の評価。Entso-Eは年次更新	提案支持。
第19条	欧州資源妥当性評価の方法論	失われた負荷と新しい容量（DSRを含む）のコスト計算を含む、信頼性基準。	方法論には、損失負荷、発電又は需要応答の新規参入コスト、信頼性基準を含む
第20条	信頼性基準	各国規制当局は、Entso-E開発・ACER承認による信頼性標準ベースの方法論を確立	提案支持。
第21条	国境を越えた参加	戦略的予備力を除く全てのCRMは、国境を越えて直接参加できること。	提案支持。実現可能な場合、戦略的準備金も含めるべき。
第22条	CRM排出基準	**排出基準550 gr CO2 / kWh**。発効後5年間同じ制限を遵守する既存の容量	追加：**350 kg CO2/kWe・年以下**。2019年末までに確定した契約が免除
第24条	既存のメカニズム	第18、21、22条に準拠	提案支持。

【出典】REGULATION (EU) 2019/943 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 5 June 2019 on the internal market for electricity (recast)及び Leigh Hancher et al., “Clean Energy Package (CEP): Compromise on Provisions for Capacity Remuneration Mechanisms” REMAP Insight 5-2019, Fridtjof Nansen Institute をもとに飯田加筆

米国でも議論が沸き起こる容量メカニズム・容量市場

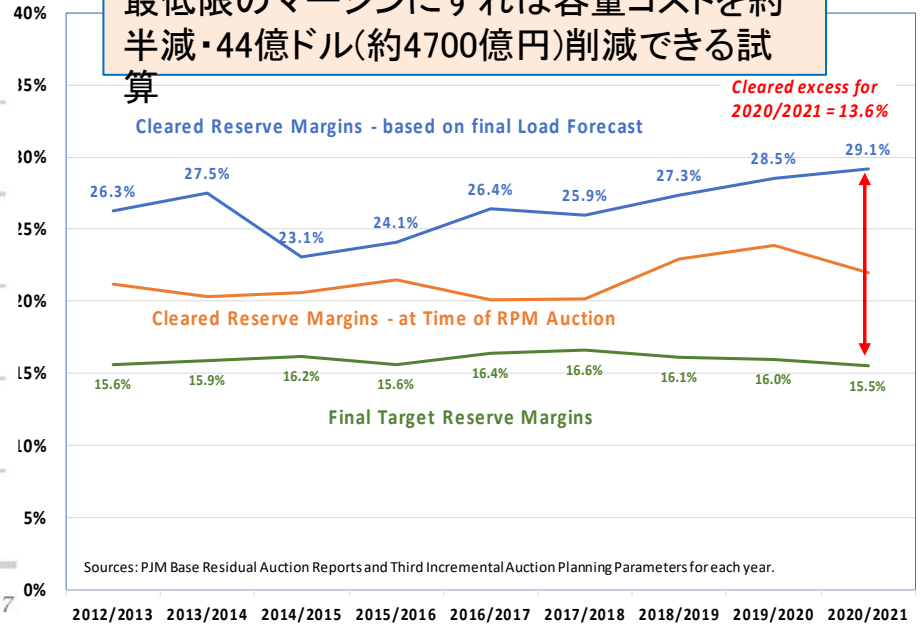
過剰容量、過剰コストを招く「容量市場」

容量コ分が大きくなるPJMの卸電力費用



【出典】Michael Goggin "Capacity Markets: The Way of the Future or the Way of the Past?", The Energy Systems Integration Group (ESIG), March 27, 2020

最低限のマージンにすれば容量コストを約半減・44億ドル(約4700億円)削減できる試算



【出典】Sierra Club, NRDC "Over-Procurement of Generating Capacity in PJM: Causes and Consequences" Feb. 2020に飯田加筆

ノーマン・ベイ(Norman Bay)FERC会長「容量市場に異議を唱え、エネルギーのみの市場の方が良いと提案」
FERC (2017), *Order on Rehearing*, (February 3, 2017), 158 FERC ¶ 61,138, Docket No. ER14-1639-005, Bay dissent, p. 7

リチャード・グリック(Richard Glick)FERC委員長「私の最初の1年の教訓は、強制容量市場を持たないこと、または少なくとも強制容量市場に依らずに電源の妥当性(アデカシー)を得る方法を見つけることだった」
Bade, G. (2019), *Glick Calls for 'New Approach' to Capacity Markets in Wide-Ranging NARUC Talk*, (February 13, 2019)

トラビス・カヴラ(Travis Kavulla) 全米公益事業規制協会会長・元モンタナ州委員長の米国上院での証言:「電力市場を適切に設計してゆけば、最終には現在の強制容量市場に完全に廃止できる」
Kavulla, T. (2019), *Testimony on Behalf of the R Street Institute*, (February 5, 2019), p. 10

日本の容量市場の決定プロセスと法的根拠

欧州

EU指令(加盟国に強制力あり)
＋
欧州議会・閣僚理事会・委員会のトライローグ
幅広いパブリック・コンサルテーション

日本

<u>実質的に審議会の答申で決定？</u>
電気事業法の一条文(供給能力の確保)
＋
認可法人(OCCTO)の定款

- 小売電気事業者は広域機関が算定した容量拠出金を支払う必要があります。相対契約の有無等に関わらず、全ての小売電気事業者にお支払いいただきます。
- 電気事業法上、小売電気事業者は、供給電力量(kWh)の確保のみならず、中長期的に供給能力(kW)を確保する義務があります。
- 容量市場の創設後は、国全体で必要な供給力(kW価値)を、市場管理者である広域機関が容量市場を通じて一括確保をすることとなり、広域機関は、定款で規定された「容量拠出金」として、小売電気事業者等からその費用を徴収します。
- よって、小売電気事業者にとって容量市場は、電気事業法上の供給能力確保義務を達成するための手段と位置づけられます。

（電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 中間とりまとめ(平成30年7月)より抜粋）

電気事業法

（供給能力の確保）

第二条の十二　小売電気事業者は、正当な理由がある場合を除き、その小売供給の相手方の電気の需要に応ずるために必要な供給能力を確保しなければならない。

２　経済産業大臣は、小売電気事業者がその小売供給の相手方の電気の需要に応ずるために必要な供給能力を確保していないため、電気の使用者の利益を阻害し、又は阻害するおそれがあると認めるときは、小売電気事業者に対し、当該電気の需要に応ずるために必要な供給能力の確保その他の必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

電力広域的運営推進機関　定款

（容量拠出金）

第５５条の２　本機関は、一般送配電事業者又は小売電気事業者たる会員に対し、容量市場における供給力の確保に係る拠出金（以下「容量拠出金」という。）を求めることができる。

２　本機関は、一般送配電事業者又は小売電気事業者たる会員に対し、容量拠出金の額を算出するために必要な情報を求めることができる。

３　一般送配電事業者又は小売電気事業者たる会員は、前項に基づく本機関の求めに応じ、必要な情報を提出しなければならない。

電力広域的運営推進機関の検証

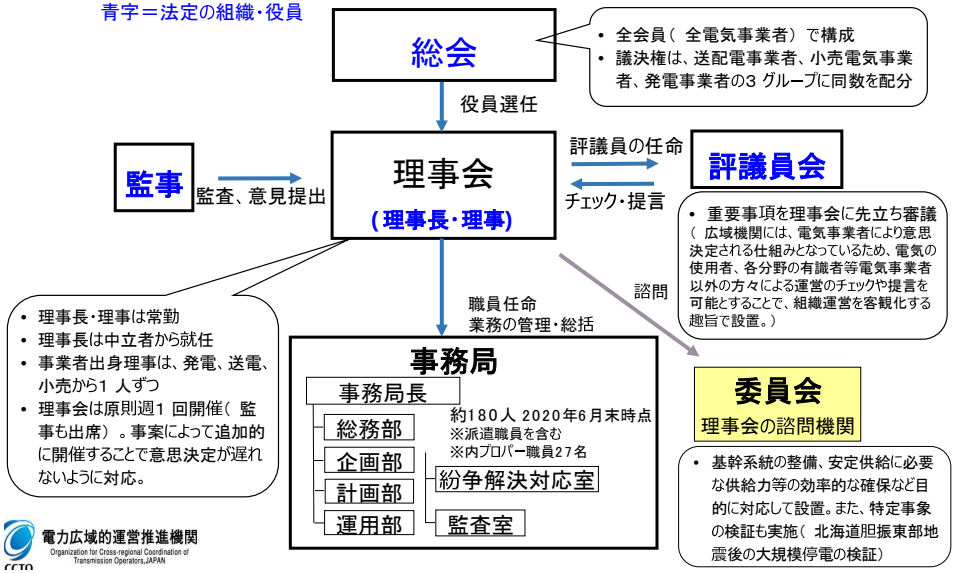
名称	電力広域的運営推進機関（略称：広域機関）
組 織	電気事業法に定める認可法人（全ての電気事業者に加入義務）
目 的	広域的な運営による電気の安定供給の確保 ・電源の広域的な活用に必要な送配電網の整備を実施 ・全国大で平常時・緊急時の需給調整機能を強化
会員数	一般送配電事業者：　10 送電事業者　：　3 特定送配電事業者：　33 小売電気事業者　：　657 発電事業者　：　899 総会員数　：1,536事業者（2020年6月30日時点） ※複数の事業を営む事業者がいるため、内訳の合計と総会員数とは合致しない。
役員	理事長　：　金本 良嗣 理事　：　都築 直史（総務担当、事務局長兼務） 進士 誉夫（企画担当） 寺島 一希（計画担当） 内藤 淳一（運用担当） 監事（非常勤）：髙木 佳子（弁護士） 千葉 彰 （公認会計士）

※現在、金本理事長、寺島理事、内藤理事が３期目（2019年４月１日～2021年３月31日）
都築理事が１期目（2019年８月29日～2021年８月28日）　進士理事が１期目（2019年７月１日～2021年６月30日）
髙木監事が３期目（2019年４月10日～2021年４月９日）　千葉監事が２期目（2019年４月１日～2021年３月31日）

電力広域的運営推進機関
Organization for Cross-regional Coordination of

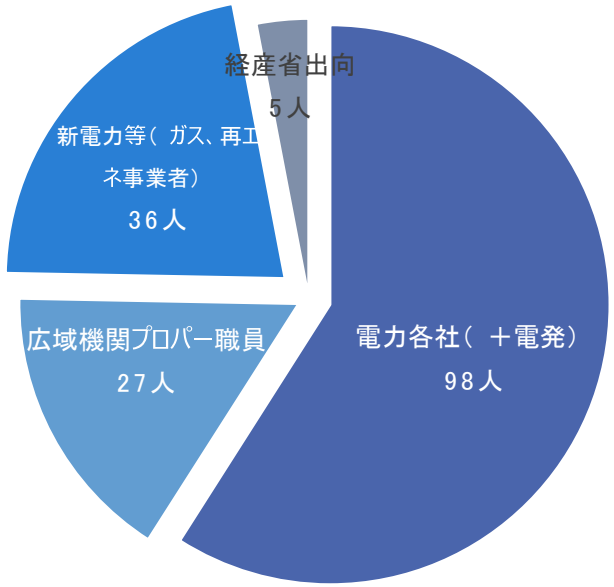
◆ 広域機関の意思決定は、総会・理事会・評議員会の場で行われる。理事会の諮問機関として委員会が存在する。

青字＝法定の組織・役員



電力広域的運営推進機関
Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators,JAPAN

事務局職員の出向元比率（2020年6月末）



＜各部幹部の配置＞

	総務部	企画部	計画部	運用部
担当理事	経産省	非電力出身	電発出身	電力出身
部長（出向）	電力		電力	非電力

【出典】経済産業省・電力広域的運営推進機関検証ワーキンググループ第1回(2020年7月29日)

日本の「容量市場」への懸念と示唆

1. 「容量市場」を導入する前提条件への未達
   - 日本全体で相当な過剰な電源があり、かつ電力需要も低迷し、直ちに安定供給への支障はないと思われる。
   - 旧一電は小売・電源ともに8割以上を占め、さらに発送電分離も法的分離による「子会社化」(あるいは持株会社化)であり、欧米で懸念された状況とは異なる。
2. 再エネ(VRE)主力電源化と気候危機対応という政策への矛盾
   - 原発や多くの石炭はVRE拡大のための柔軟性拡大に反する(九電の抑制が顕著)
   - 石炭や天然ガス(特に新規電源)は気候目標に反する設備固定につながる
3. 新技術・イノベーション・電力市場大転換の無視
   - 需要応答(DR)・分散仮想電源(VPP)・蓄電池など確実に急速かつ急激に進化・拡大する新技術やイノベーション促進を含む、電力市場大転換を織り込んでいない
4. 競争上の不公正・不公平と消費者負担の恐れ
   - 旧一電は小売・電源ともに8割以上を占め、新電力に対して競争上、圧倒的に優位
   - 直接・間接的に消費者に無駄な負担を強いる
5. 政策プロセスが矮小・閉鎖的・単線的
   - 今後の持続可能性の鍵を握る環境エネルギーのあり方や国民生活への影響の大きさにも関わらず、経産省の一審議会だけで予定調和的に議論・決定された。
   - 仮に「容量メカニズム」を導入するとしても、ドイツのような他の様々な選択肢との客観的な比較・定義・公論が必要。

まとめ

1. 欧米ともに容量メカニズムを巡って、見直しを含めて議論百出の状況。

2. 背景には、以下の理由が時代を追って重なってきていること
   ① 初期の電力完全自由化(含む発送電分離)に伴う問題(安定供給等)に加え、
   ② 自然変動型再エネ（VRE:太陽光、風力）の急増に伴い問題が先鋭化したこと
   ③ 気候変動への対応に、さらなる再エネ拡大が求められること
   ④ 蓄電池、需要側応答(DR)等の新技術の実用化や急速な拡大が期待できること

3. 「ミッシングマネー」には「棚ぼたマネー」の恐れもあり、慎重な精査が必要

4. 日本の「容量市場」への示唆
   - ✓ 「容量市場」を導入する前提条件に至っていないのではないか。
   - ✓ 再エネ(VRE)主力電源化と気候危機対応という政策に矛盾するのではないか。
   - ✓ DR・VPP・蓄電池など確実に急速かつ急激に進化・拡大する新技術・イノベーション・電力市場大転換の無視
   - ✓ 競争上、明らかに不公正・不公平、かつ消費者への無駄な負担の恐れがあるのではないか。
   - ✓ 政策形成プロセスとして、ドイツのような他の選択肢との客観的な比較・提示がなかった

5. 提言
   - いったん今回の「容量市場」入札結果は停止して、見直しレビューを行う。
   - 必要十分条件(供給安定性、消費者利益、柔軟性、炭素制限、競争の公平性、新技術考慮等)を合意する。
   - 複数の容量メカニズム(導入なしを含む)の客観的な比較を行い、広く公論する。