

ドイツにおける 容量メカニズムの議論

京都大学

2021年4月26日



ドイツのエネルギー政策

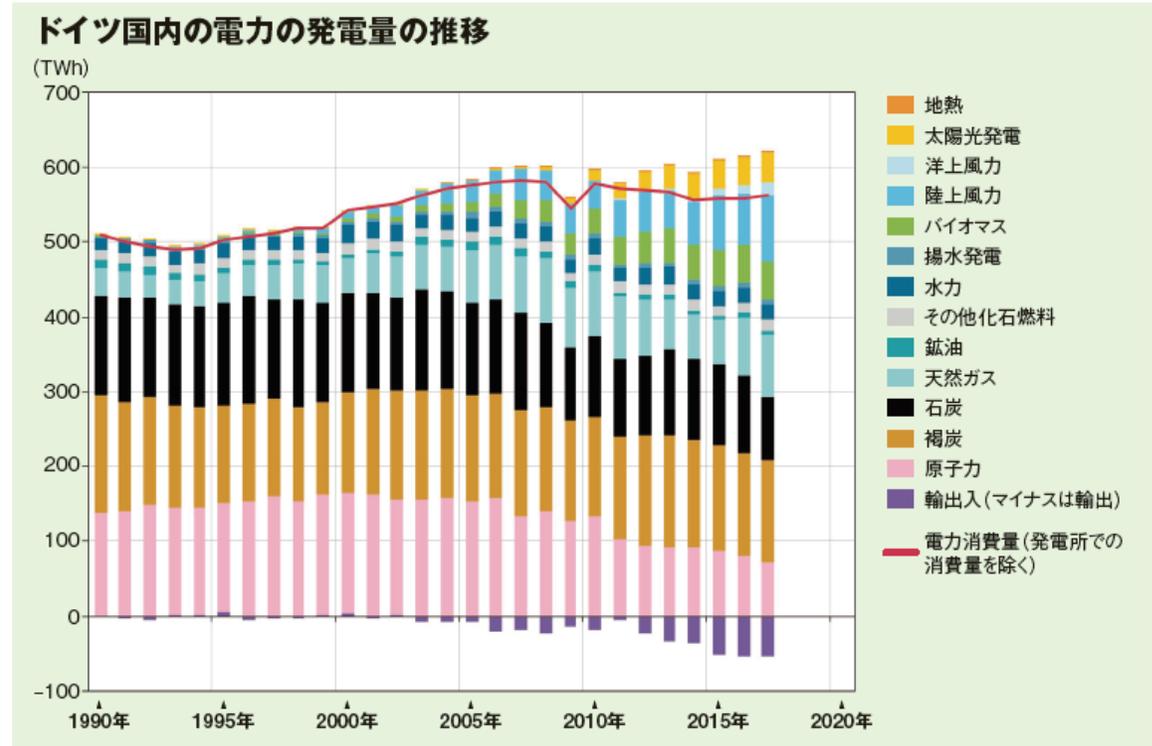
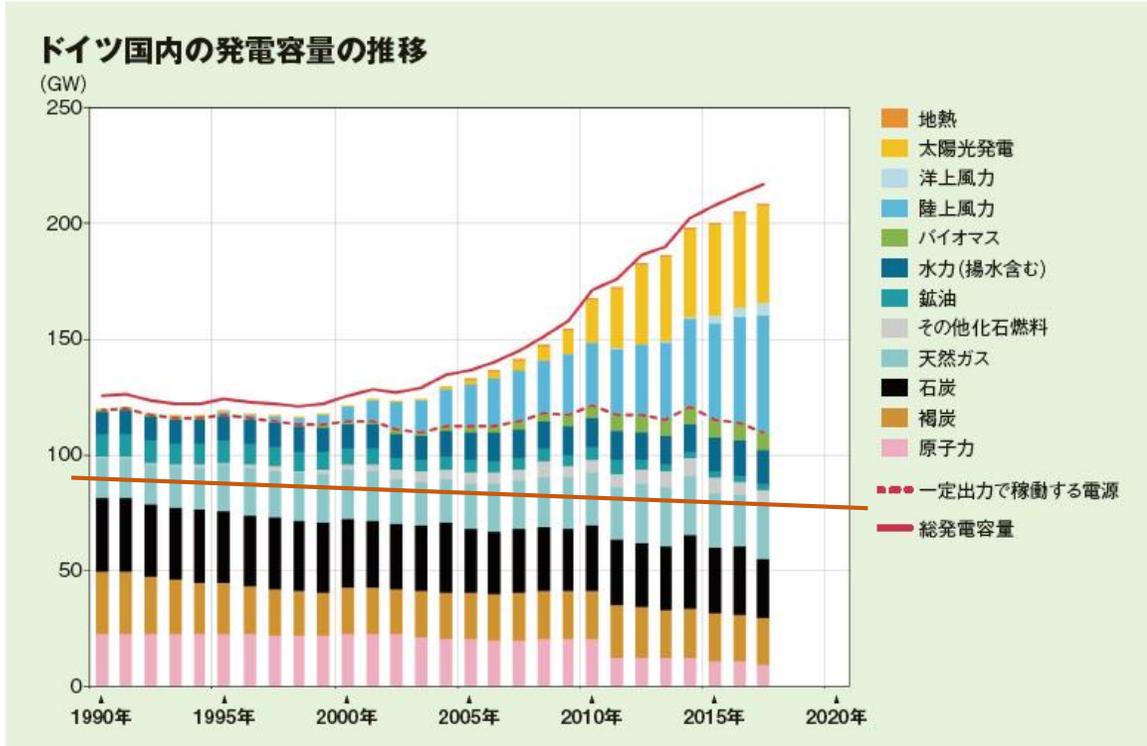
●ドイツのエネルギー供給



長期：2050年	電力供給の80% 総エネルギー供給の60%→再エネ
2038年	脱化石燃料
2025年	電力供給の40-45%→再エネ
2022年	脱原発

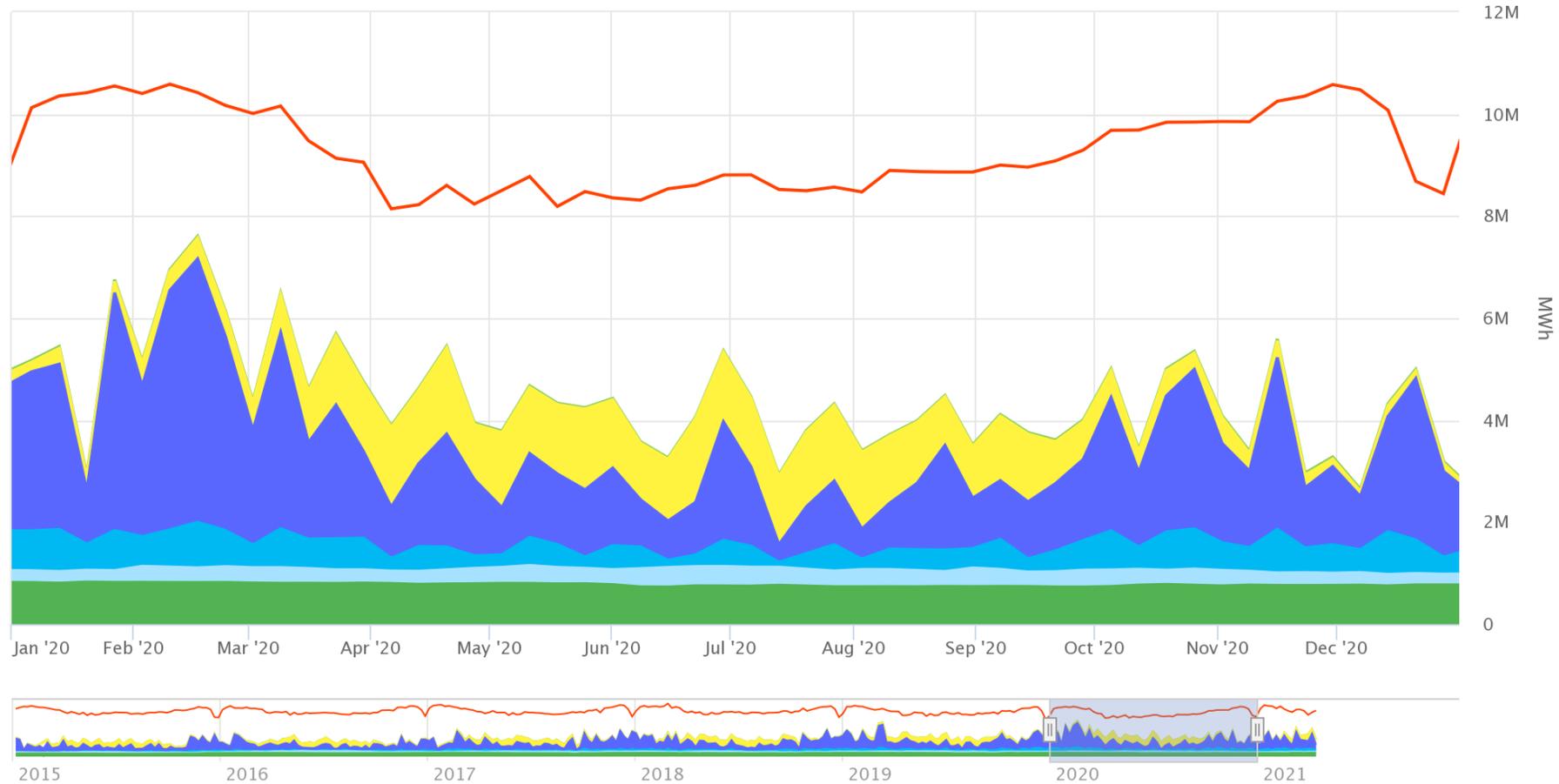


再エネと他電源の比較

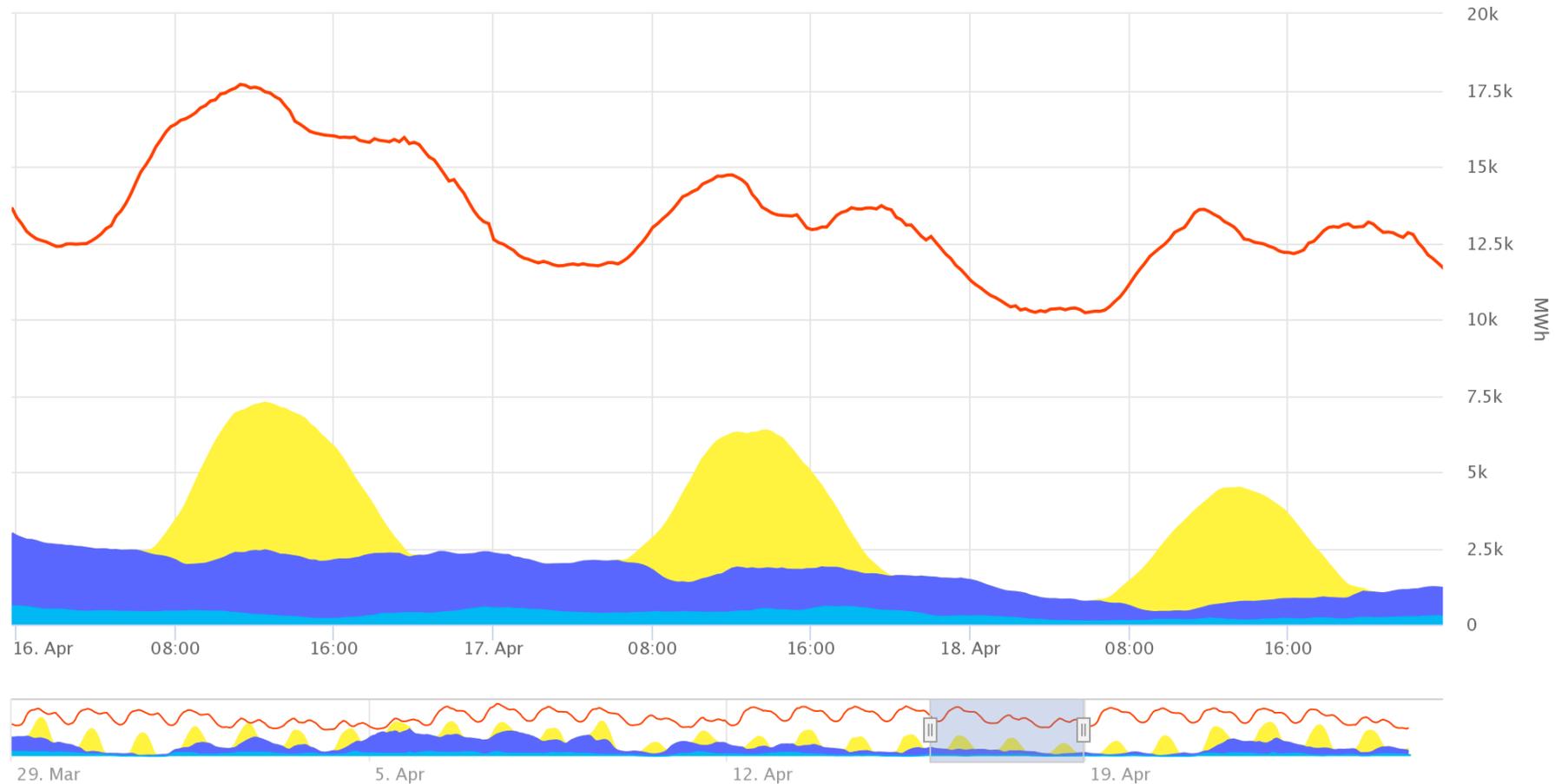




2020年の再エネの発電量と電力需要(週)

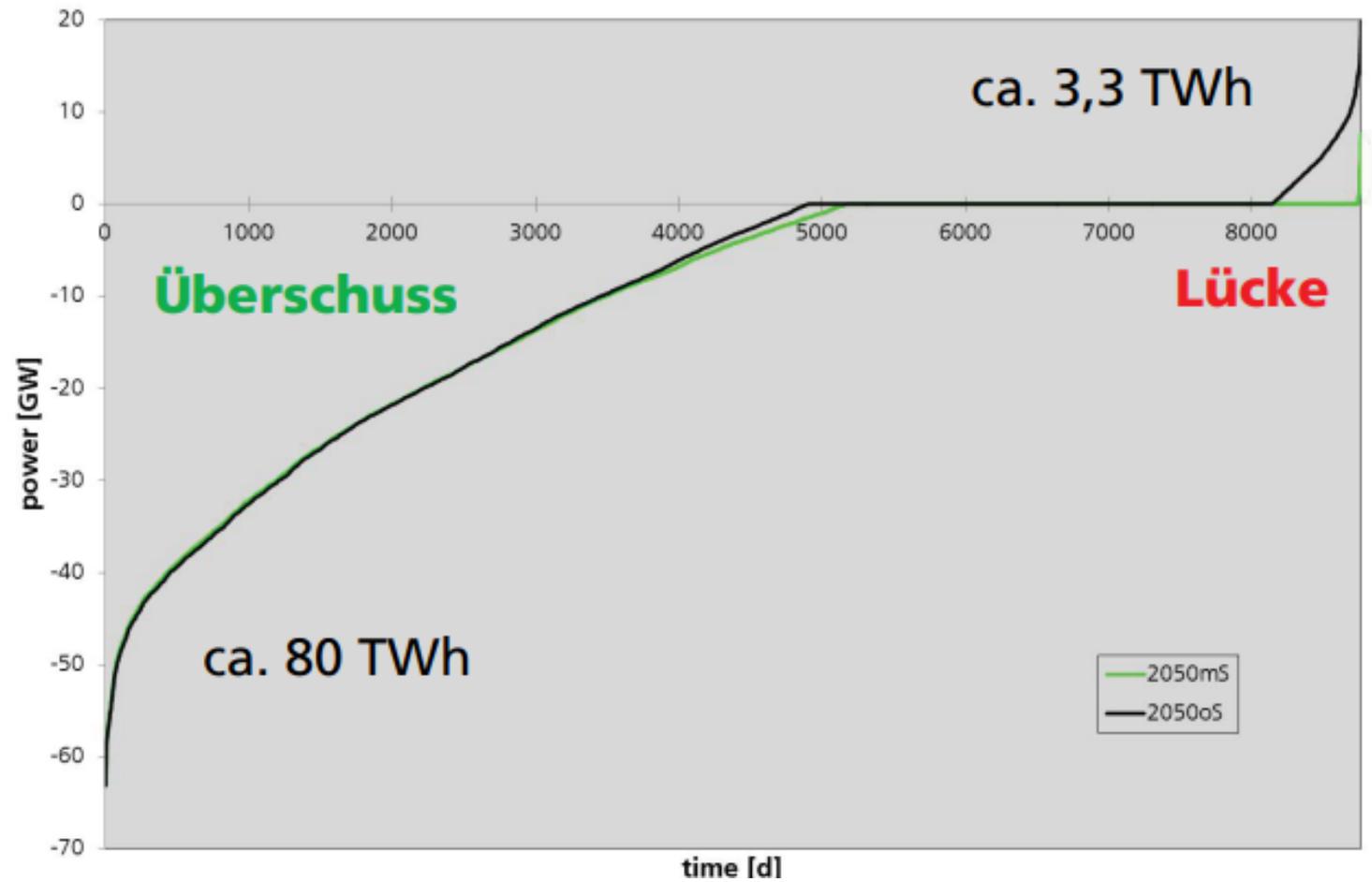


4月の3日間の発電量(15分)



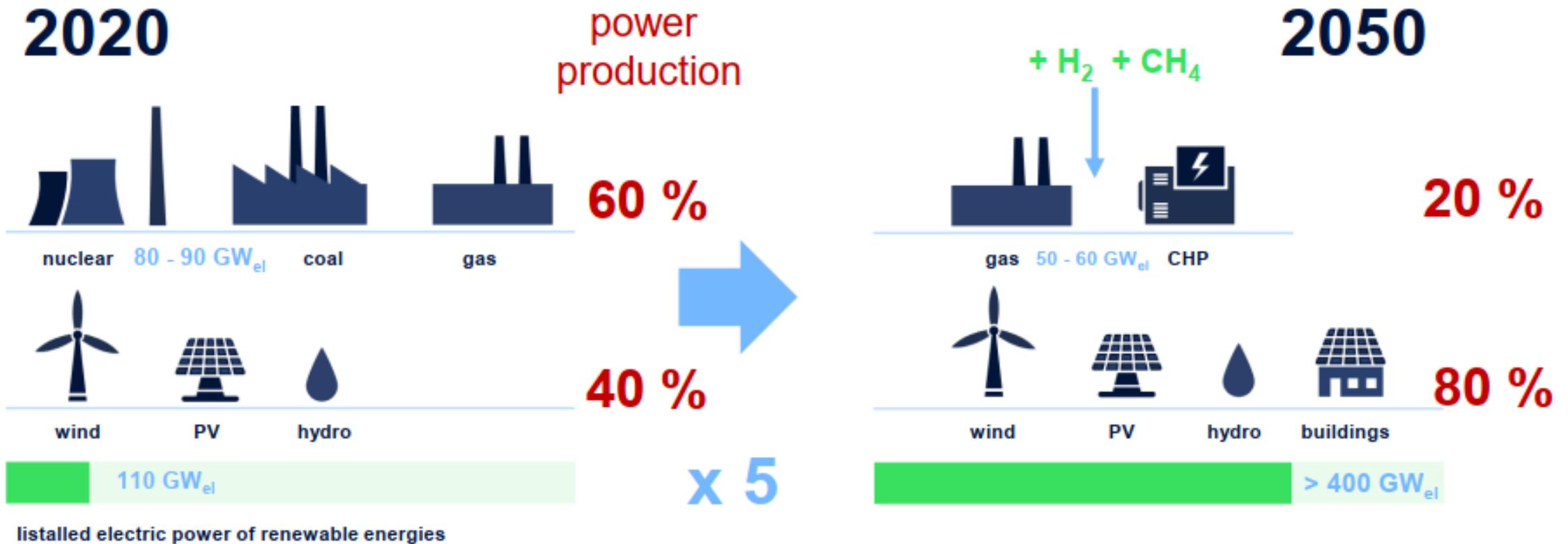


2050年の再エネ電力余剰



出典：Fraunhofer UMSICHT, "FlexKWK –Flexible Strom- und Wärmeversorgung von Quartieren" (2018)

ドイツの目指す電源ミックス





安定供給のための課題とは？

● 課題

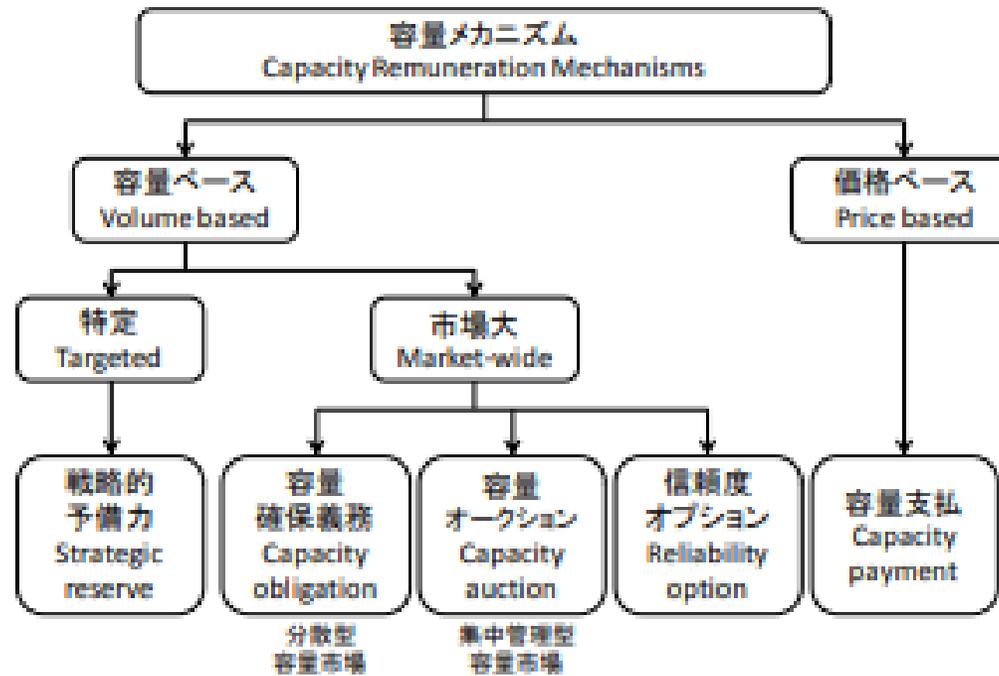
- 再エネの容量と同量の安定電源が必要
→ 過酷シナリオにおける残余需要を賄う柔軟性の高い電源が必要

● 優先するもの

- 再エネか、非再エネか？
- 安定電源か、柔軟な電源か？
- 従来電源か、新技術か？
- kWか、デルタか、kWhか？



容量メカニズム



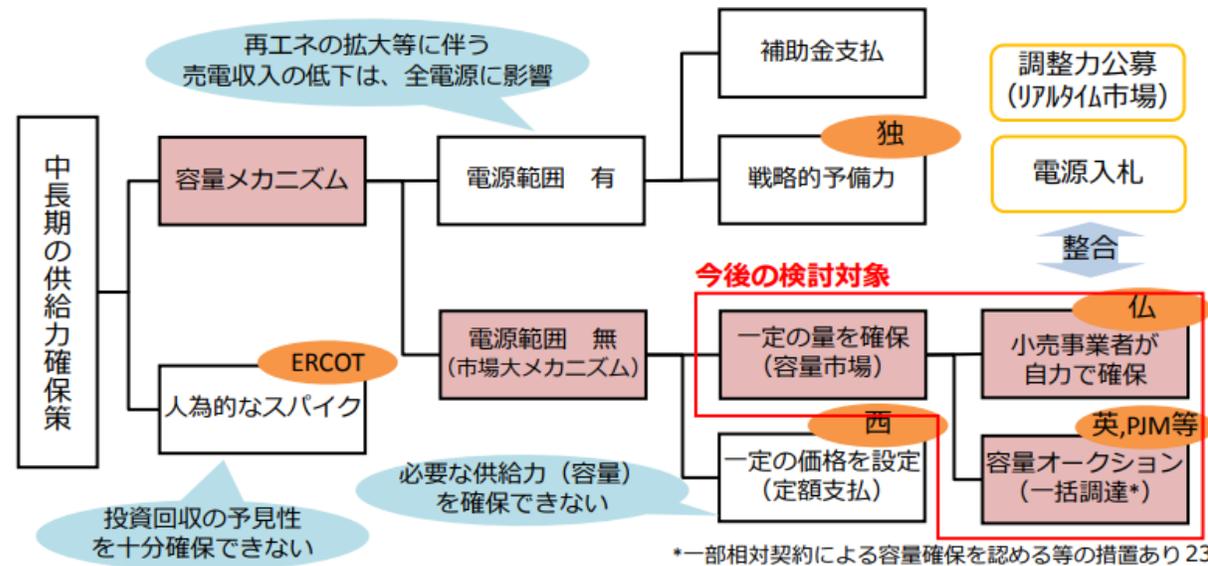
出所：ACER (2013)

図3 容量メカニズムの分類の例

日本における容量市場の議論

+ 日本における容量市場の議論

14



(出典) 電力システム改革貫徹のための政策小委員会: 第2回配布資料3 (2016年11月11日)



服部(2015)の整理

- 容量メカニズム導入に際しては
 1. 卸電力市場が市場として最大限に機能するために必要な課題の解決にも同時に取り組む
 2. 将来的に卸電力市場のみで十分な供給力を確保することが可能と判断できれば、制度設計のリスクを抱える容量メカニズムを廃止して、EOMの状態に戻れるようにすべき
 3. 容量メカニズムのような新しい制度の導入は、いわば不確実性の下での不可逆的な投資の問題として捉えることができ、その場合、制度設計のリスクを管理しながら目的を達成するためには、導入が比較的簡単で、また廃止もしやすい容量メカニズムから先に検討しておいて、一度、導入に着手したら廃止しにくくなる不可逆的な容量メカニズムほど、慎重に検討し、その必要性を見極めるべき
- まず、**戦略的予備力の導入を検討すべき**

服部(2015)の整理

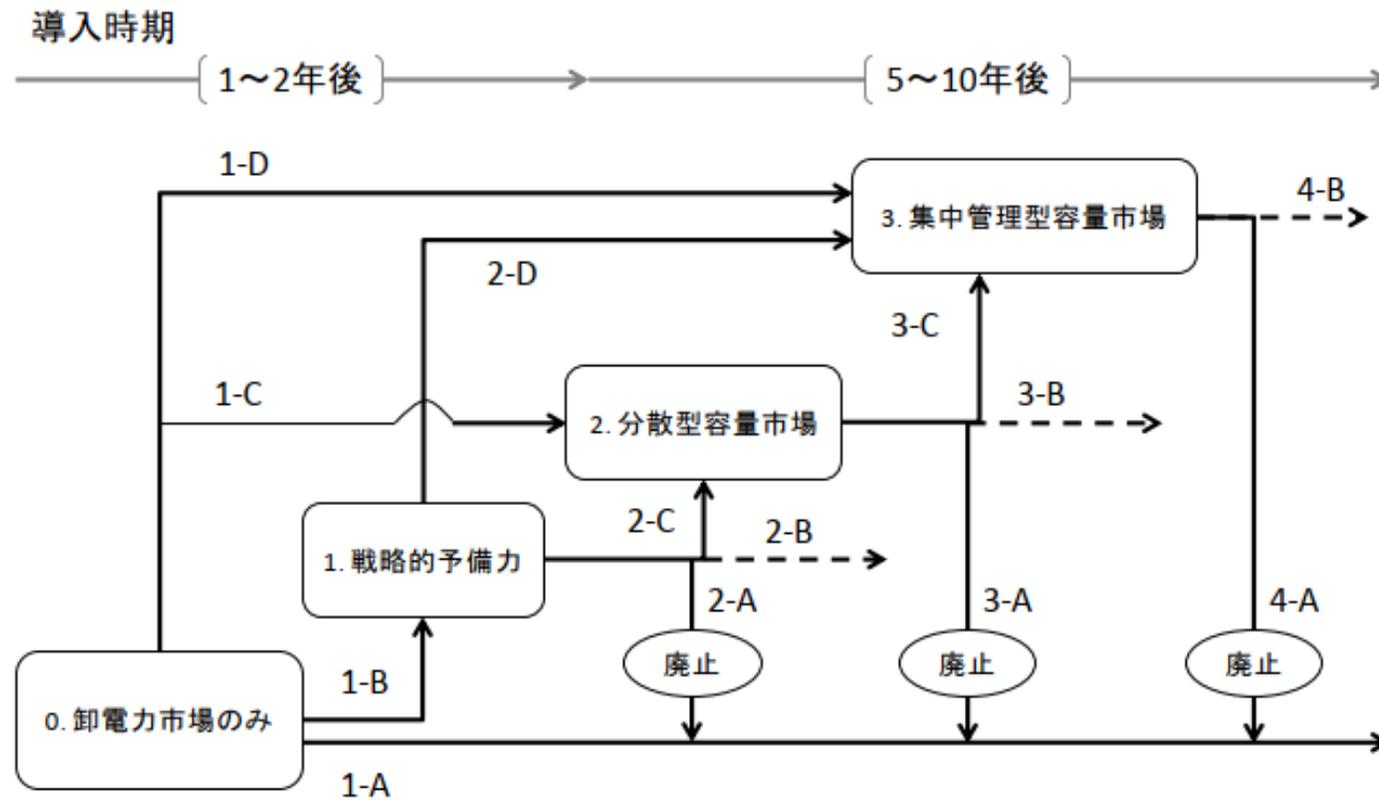


図4 容量メカニズムの導入シナリオ



容量メカニズム：ドイツ政府の理解

- （卸取引を中心とする）発展した電力市場は、従来の電力市場に容量市場を組み合わせるより全体としてコストが低くなる。ドイツで過去に議論された複数の容量市場のモデルは（新しい）電力市場に比べて供給力をより多く確保するため、不要な追加コストの原因となる。
- 容量市場は制度設計の失敗が起こりやすくなる。これらの失敗は相当額のコストにつながる。容量市場では制度設計の失敗は現実にはほぼ避けられない。容量市場は極端に（extrem）複雑であり、より強い市場介入を引き起こす。
- 電力市場は、必要な供給力と再生可能エネルギーの統合に必要な解決策をより低コストで確保できる。そのためには、柔軟性を備えた供給力、柔軟な需要家、蓄電池などの柔軟性オプションの公平な競争が必要。そのためにも電力市場に存在する柔軟性への障害を徐々に取り除いてゆく必要がある。

発展した電力市場とは？

- 取引価格に上限、下限がない。
 - 年間を通しては平滑化されるので、価格スパイクが起こることは容認される。ただし、価格スパイク発生時には注意が必要。
- 取引単位がより小さくリアルタイムに近い市場取引。
 - 現在はGC30分前、単位は15分だが、ギリギリまで1分や秒単位の取引を可能にする声もある。(スポットで実現するかは不明)
- 市場からの価格シグナルを通じて市場参加者が適切な投資判断を行うことができる。
 - 短期のkWhの取引ではなく、長期のkW、デルタ確保も市場で可能
- ただし、ドイツ政府は議論開始当初は「容量市場」を求めていた。



なぜ容量市場をやめたのか？

- コストの効率性
- DRへの投資を考える
 - 市場シグナルに対応する場合
 - 価格高騰時のコスト削減
→企業の自主的な投資で企業が負担、ただし彼らの電気代は削減
必要なDRだけに投資
 - 容量市場の場合
 - 需給逼迫時の容量確保
→電力消費者が負担し企業は収益機会増、電気代の転嫁
DRの確保量は政府が決める
- 同じ効果に対するコストは容量市場のほうが大きい可能性

Agora Energiewende の見方

- 包括的容量市場と戦略的予備力について(2013)
- 包括的容量市場

メリット	デメリット
「安定供給」という公共財を確実に確保できる	電力市場への介入が甚大になる
	規制の観点からは市場設計が困難
	政策の観点からは制度設計の失敗の確率が高い
	既存の電源(収益力のある原子力や褐炭)は追加の収益を受け取ることになり、偶発利益が発生する
	将来必要となる柔軟な電源が確保できるかは不透明



包括的容量市場の欠点

- 政府によって容量が過大に見積もられる可能性が高い
 - 容量設定(需要曲線の作成)においてロビー合戦が行われる
 - 稼働状況と関係なしに支払われるため、無駄なコストになる？
- 偶発利益の不均等な配分
 - 自由化前の古い電源、排出権が無償割当されている電源ほど有利
 - 柔軟性のないダーティな電源ほど利益が大きい
- 電源間の区別がない
 - 投資回収戦略が異なるベース・ミドル・ピーク電源を平等に取り扱う→ベースロード電源有利かつ過剰な利益
- 「供給力の量的な確保 (kW) を電力システムのアデカシー評価の唯一の指標とすることはできない。容量メカニズムは、変動する再エネへの対応という従来よりも困難な将来の課題に対応する必要があり、ベース・ミドル・ピークロード電源にアデカシーとして同じ価値を与える (価格をつける) のは古いパラダイムであり、新しいパラダイムでは非柔軟な発電設備の容量は電源のアデカシーに対してより大きな脅威となる」 Agora Energiewende (2013)
- **容量市場を越えるメカニズム**が必要である



ドイツ政府の決断

● 戦略的予備力を採用

- 戦略的予備力となった電源は普段は停止、売電は禁止
- TSOから稼働指示が出た場合のみ稼働
- 供給した電力量と停止中の維持コストが支払われる(2段階報酬)
- 調達量は容量市場より小さい→ただし確保容量の調整は容易
 - ピーク電源を市場外で確保することが目的(柔軟性が高くクリーンな電源に絞り込みやすい)
- デメリットとしては確保したが稼働しない電源に対する支払いが無駄になることがある



2012年当時のドイツの状況

●状況

- 石炭価格の下落、天然ガス価格上昇→柔軟性電源投資が不足
- FIT再エネの増加によるスポット価格の下落
- リーマンショック以降の電力需要の伸び悩み
- 排出権価格が低調

- 容量過剰で柔軟性電源の新規投資が不透明
- 既存の褐炭や石炭電源が強く、ガスや蓄電池、P2X技術への投資が進まない

●課題

- 褐炭、石炭初での退出促進
- 再エネの市場統合のための改正の必要性(別の市場を歪める手段の導入は認める?)
- 需要側の短期価格弾力性を高めることが必要(EWI)
- 卸価格の上限設定でマージナル電源の投資意欲減退

2012年当時のドイツの状況

- 発電市場が寡占から弱い競争状態
- 容量市場の偶発利益で大手電力の支配力が強まる可能性
 - 投資回収の目処が立っている電源の追加収入
 - 大手の消極的な再エネへの投資

表1 4大電力会社の発電部門におけるシェア

	2010年	2013年
発電容量	77%	68%
発電電力量	84%	74%

出典：BNetzA, (2014), „Monitoringbericht“



服部(2015)の整理：再掲

- 容量メカニズム導入に際しては
 1. 卸電力市場を最大限機能させる解決策
 2. 容量メカニズム廃止を想定した制度設計
 3. 事後的な調整が可能な制度の柔軟性

- ドイツの考え方
 - 偶発利益の取り扱いの困難さ
 - 容量市場の廃止は技術的に困難
 - 容量市場の経路依存性(既存の発電中の電源に対する手当)
 - 容量過剰のドイツではEUが容量市場を禁止するリスク



ドイツの経験

- 2012年2月の需給逼迫
 - 国内に十分な容量があるにも関わらず、需給が逼迫
 - 需要の読み間違い、再エネの発電量が少なかった
- kWだけを確保してもエネルギー転換には不十分
- 市場がシグナルを適切に送り、市場参加者(発電、小売、**需要家**)が適切に対応することが必須
- **容量メカニズムより先に卸市場改革に着手すべき**



卸市場の欠点

- 卸市場だけではミッシングマネー問題は解決できない
- EWI(2012)
 - 電力需要家の価格弾力性が低い
 - 供給信頼度の確保の政治的要求レベルが高すぎる(過剰容量)
 - 卸市場における上限価格設定
 - 需給逼迫時の一部事業者の価格支配力行使のリスク
- 卸市場の欠点を手当し、その上で必要な対策を講じる
 - 人間で言えば、日々の健康状態管理を行い、怪我や病気に備えて普段は使わないがいざという時に必要な施設(病院)を公的に(保険で)確保する
 - 容量市場は日々の健康状態に関係なく分厚い医療設備を確保する状態、モラルハザードの危険性もある？
- アデカシーの確保には、(揚水なしの)原発や褐炭などの非柔軟なベースロード電源は脅威になりうる
- 政府の介入は最小限に留めるという合意

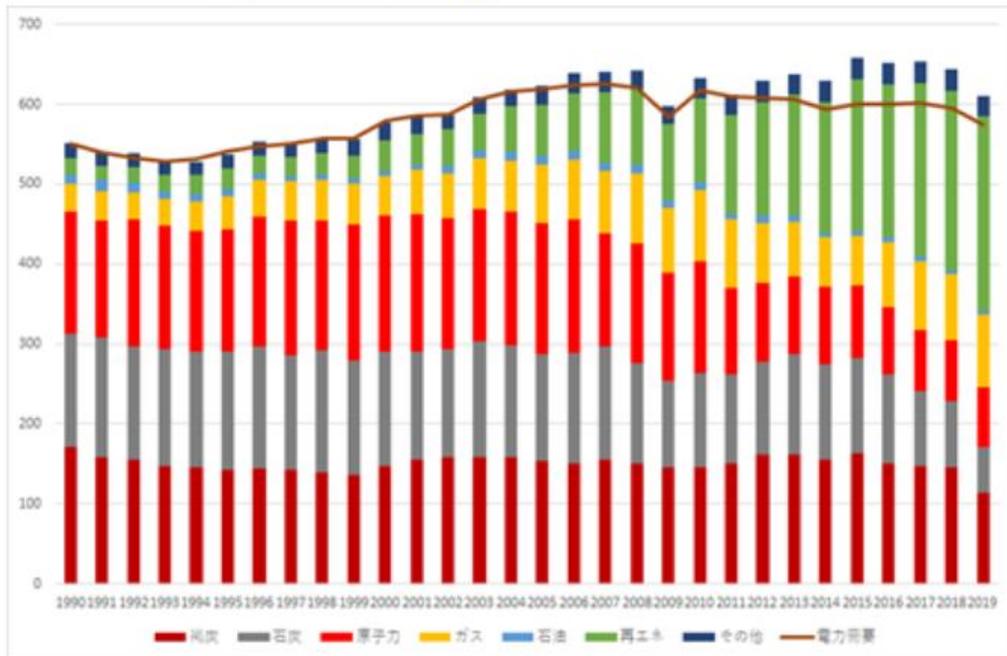


政府が介入しないメリット

- 市場が理論通りに動きやすくなり、市場動向の予見性が高まる
 - 価格スパイクの予見性が高まる(変動コストによるメリットオーダー)
 - リアルタイム取引に近づけることが可能(容量メカニズムが過剰に確保されると、容量電源の運営計画は前日スポットの結果で決まるのでリアルタイム取引に支障が出る)

ドイツの懸念の顕在化

図1 ドイツ国内のグロスの発電量と電力需要

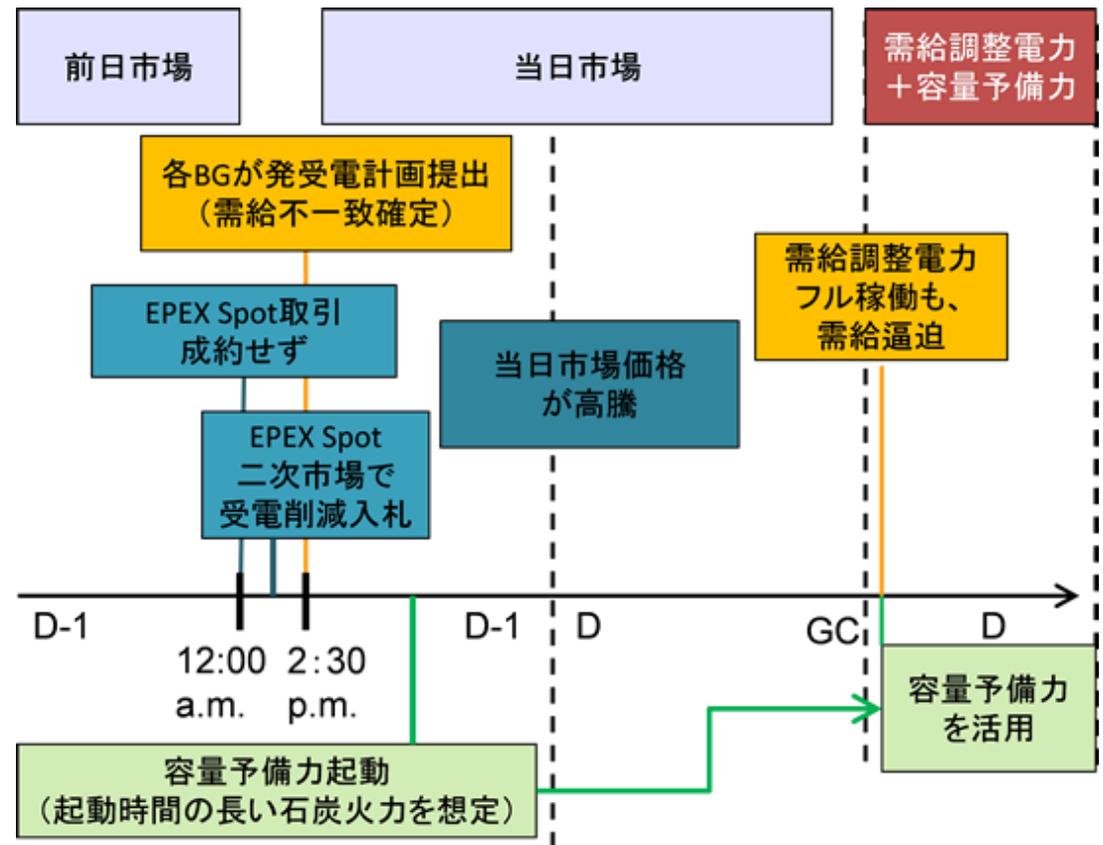


(出所：ドイツ環境庁より筆者作成)

- 再エネと非柔軟電源の協調性が低いことから発電余剰が常態化
- 安値で国外へor出力抑制や再給電指令
- 余分なコストが発生している

ドイツの戦略的予備力

- 契約期間は2年、立て続けに参加も可能
- 終了後は一般市場に参加も可能、需給調整市場には制限あり
- 技術要件：コールドスタートから12時間以内
- 市場条件
 - 10万ユーロ/MW・aが上限
 - シングルプライス





落札結果(2020年)

2 GWの募集

落札量は1,065MW

6万8000ユーロ/MW

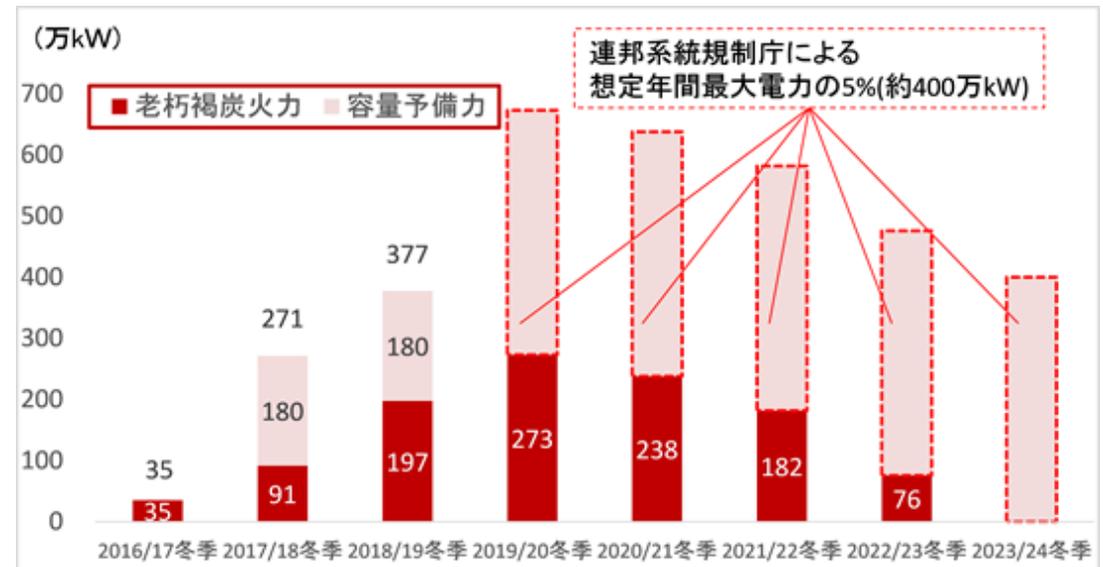
Namen der bezuschlagten Bieter	Identifikationsnummer(n) der Anlage bei der Bundesnetzagentur	Reserveleistung in MW	Eindeutige Zuschlagsnummer
Lausitz Energie Kraftwerke AG	BNA0005; BNA0006	60	LEAG_Ahf_AB_01
Lausitz Energie Kraftwerke AG	BNA0007; BNA0008	60	LEAG_Ahf_CD_02
Lausitz Energie Kraftwerke AG	BNA0738; BNA0739	60	LEAG_Thy_AB_03
Lausitz Energie Kraftwerke AG	BNA0740; BNA0741; BNA0734	90	LEAG_Thy_CDE_04
Statkraft Markets GmbH	BNA0574a	56	Statkraft 02 Landesbergen
Statkraft Markets GmbH	BNA0245a	50	Statkraft 01 Emden
RWE Generation SE	BNA1039 / BNA1044	340	RWE Generation Gersteinwerk Block F
RWE Generation SE	BNA1040 / BNA1045	340	RWE Generation Gersteinwerk Block G

Der Zuschlagswert für alle Kapazitätsreserveanlagen beträgt 68.000,- €/MW*Jahr)

系統予備力

系統の安定供給に欠かせない電源については2013年から別途に「系統予備力」として確保されている

主に発電事業者が経済性悪化などを理由に停止を申請した発電所のうち、系統の安定運営に必要とTSOが判断したものが指定される



EUの文脈での容量市場(暫定)

- 英国やフランスが導入
 - 容量不足は再エネが原因ではない(政治の失敗を政治で補完)
 - EU統一市場を模索する加盟国にとっては容量市場は**自国産業への補助金**。一度どこかが採用すると皆が採用し、補助金バラマキ合戦になるリスクもある→自国電源を国際競争から守る
- ドイツでも容量市場を導入する可能性はある
 - 再エネの成長鈍化
 - 天然ガスへの逆風
 - 脱原発と脱石炭



自助・共助・公助

- 4Dのエネルギーシステム
 - Deregulation、Decentralization、Digitization、Decarbonization
- 自助
 - 省エネ
 - 再エネ自家消費
- 共助
 - マイクロスマートグリッド
 - カーボンニュートラル街区
- 公助
 - 大規模電源に対する容量支払い
- 日本政府の政治方針通りなら公助は最終手段であるべき、透明性をいかに確保するか
 - 透明性とはデータだけではなくプロセスにも適用されるべき



補足

		戦略的予備力	安定供給契約	集中型容量市場	分散型容量市場
導入目的		供給の安定 当局の管轄で電源を確保	供給の安定 + 市場支配力の制限 + 最終需要家料金の極端な変動を抑制	供給の安定 + 環境配慮 + 需要家の負担軽減 + 競争環境の強化	供給の安定のみ
容量需要の確定と、容量確保計画の担い手		中央管理局	中央管理局	中央管理局	需要家、バランスンググループ責任者/小売事業者
供給	調達する機関	中央が調達機関を認定	中央が調達機関を認定	中央が調達機関を認定	小売事業者が個別に行う
	事前資格審査	軽微な審査	軽微な審査	有資格プラントに限定	公的機関による審査義務はなし
	発電技術の限定	なし/条件つきの場合もあり	なし	既存設備は限定なし、新規設備はガスタービン発電および石油発電に限定	なし
	電力市場への復帰可能性	なし	予備力として認定されたプラントも従来の電力市場で電力を販売可能	予備力として認定されたプラントも従来の電力市場で電力を販売可能	予備力として認定されたプラントも従来の電力市場で電力を販売可能
市場形式		調達機関による競争入札	調達機関による競争入札	調達機関による競争入札	小売事業者が選択できる（取引所取引かOTC取引）
取引対象商品	商品名	予備容量	コール・オプション	コール・オプション	供給保証証明（VSN）
	受給逼迫時の給電指令	市場清算が不可能な場合、戦略的予備力に給電指令を出す	電力量市場に給電指令を出す	電力量市場に給電指令を出す	電力量市場に給電指令を出す
管理	対象	予備容量、場合によっては地域ごとの予備容量	容量	容量	罰則を通じて供給を確保
	逼迫時容量の稼働	行使価格	権利行使価格	権利行使価格	行使価格
調達費用の回収方法		送電系統運用者が託送費に賦課金として上乗せして回収	送電系統運用者が託送費に賦課金として上乗せして回収	送電系統運用者が託送費に賦課金として上乗せして回収	小売事業者が小売料金に上乗せして回収
需要側管理		一定の技術水準を満たす設備	一定の規模まで技術的に確実な設備	-	相対契約
提唱している機関		Consentec (2012), BMU, BDEW, BEE等(2013)	EWI (2012)	Öko-Institut, LBD, Raue (2012)	VKU (2013), BDEW (2013)