

容量市場について

－日本の制度を主に－

京大再エネ講座 特別講義用資料

2021年4月26日

京都大学大学院経済学研究科 特任教授

山家公雄

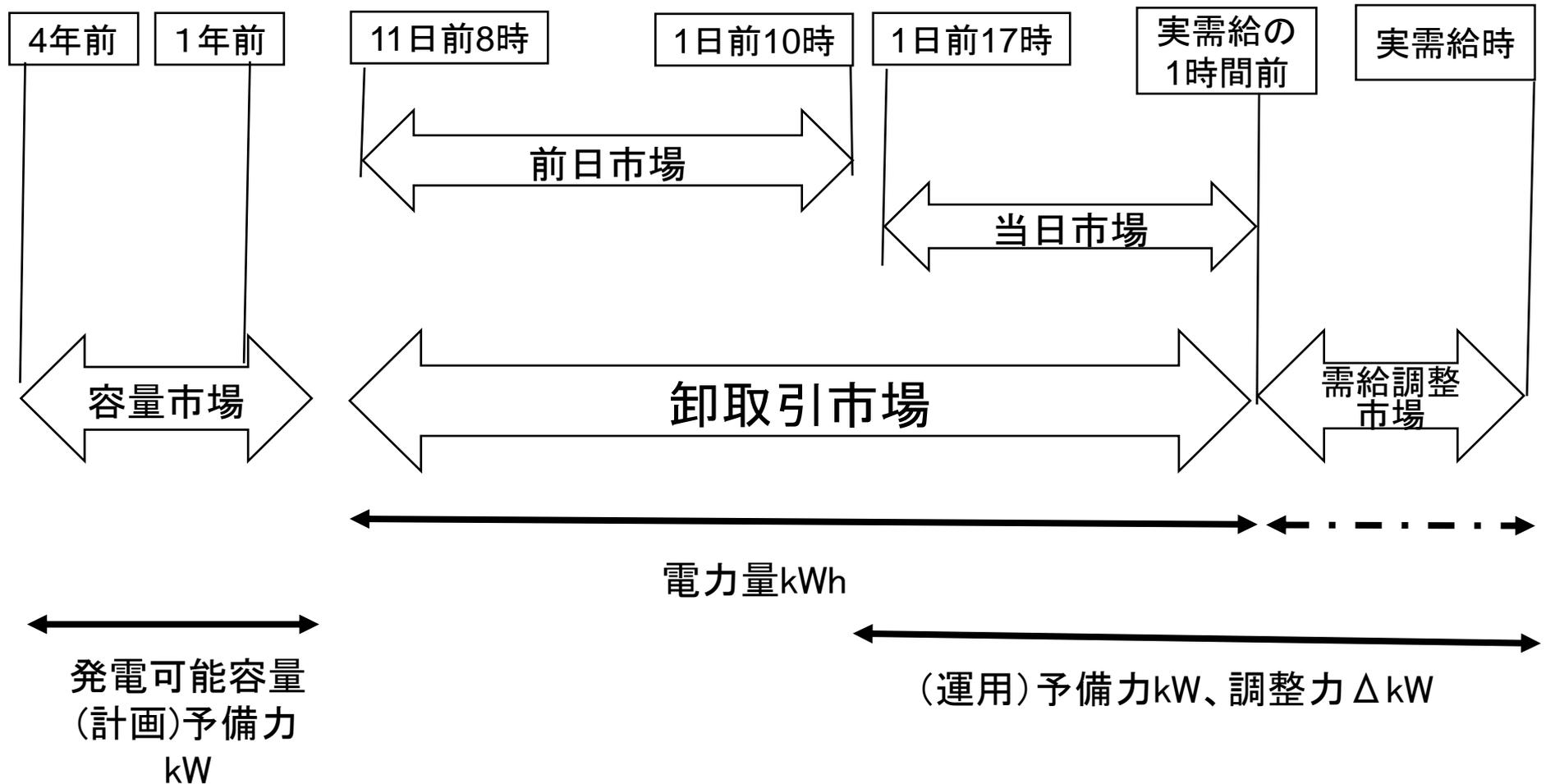
目 次

1. 容量市場の必要性和概要
 2. 第1回(2020年度)入札結果
 3. 供給過小(発電設備埋没)の検証
 4. 日本版容量市場の特徴と議論
-まとめに代えて-
- (参考)容量市場見直しの議論
参考文献

1. 容量市場の必要性と概要

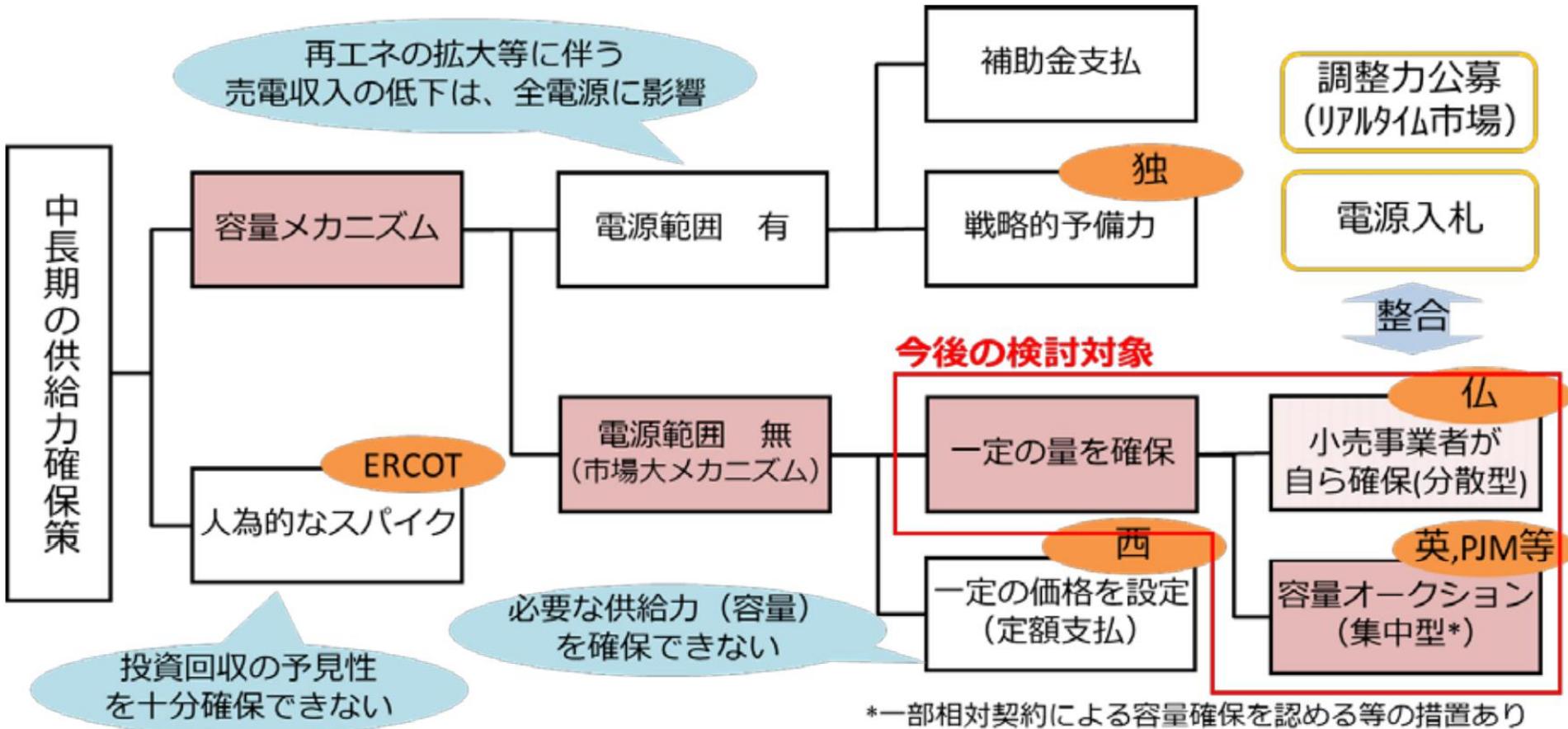
- 電力卸取引市場は電力市場機能に係る最重要ソフト。
- 卸「市場の失敗」を補完する仕組みが必要。
- 政治的な上限価格の設定等市場の失敗により、生き残るべき設備が未回収となり、供給力(発電可能量、予備力、アデカシー)不足に陥る歪みを補完する。
- 予備力不足を補完するツールとして「容量メカニズム」があるが、集中的容量市場(以下容量市場)はその一つ。
- 日本は議論不足のうちに容量市場を選択したが、世界的に必ずしも主流ではない。複雑、市場機能を歪める、高コスト、やり直しが困難等の課題が指摘される。
- 背景として旧一電の「限界費用オフター義務」への不満があるが、卸市場が未整備である証。複雑な容量市場導入は無理がある。

時系列でみる電力市場と電力の価値（日本）



(出所)山家作成

最適な容量メカニズムの選択



(出所) 電力システム改革貫徹のための政策小委員会中間取り纏め(2017/2)

容量市場の流れ(日本)

全国大で必要な供給力・調整力の確保時期、確保量を設定
(容量市場で確保すべき供給力(容量)を設定)

A. 容量市場で確保すべき供給力の設定

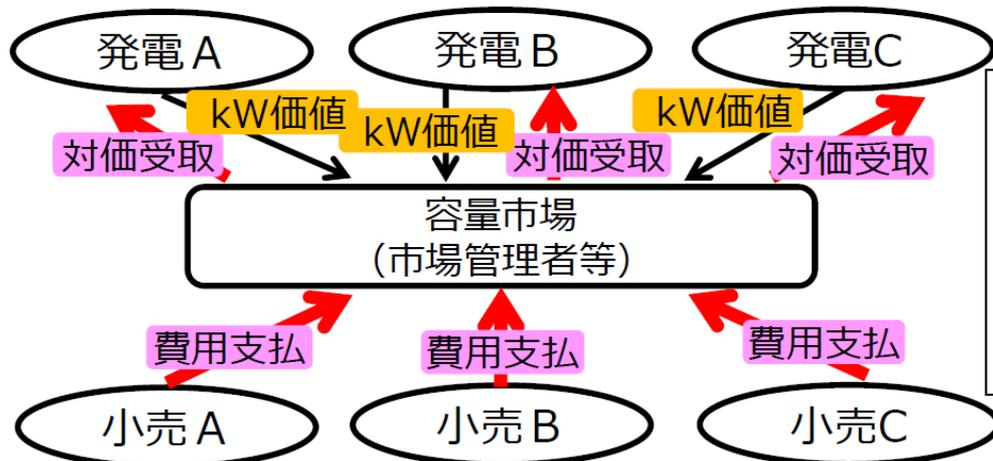
B. 発電事業者等の容量認定

事前期間

取引期間

実需給後

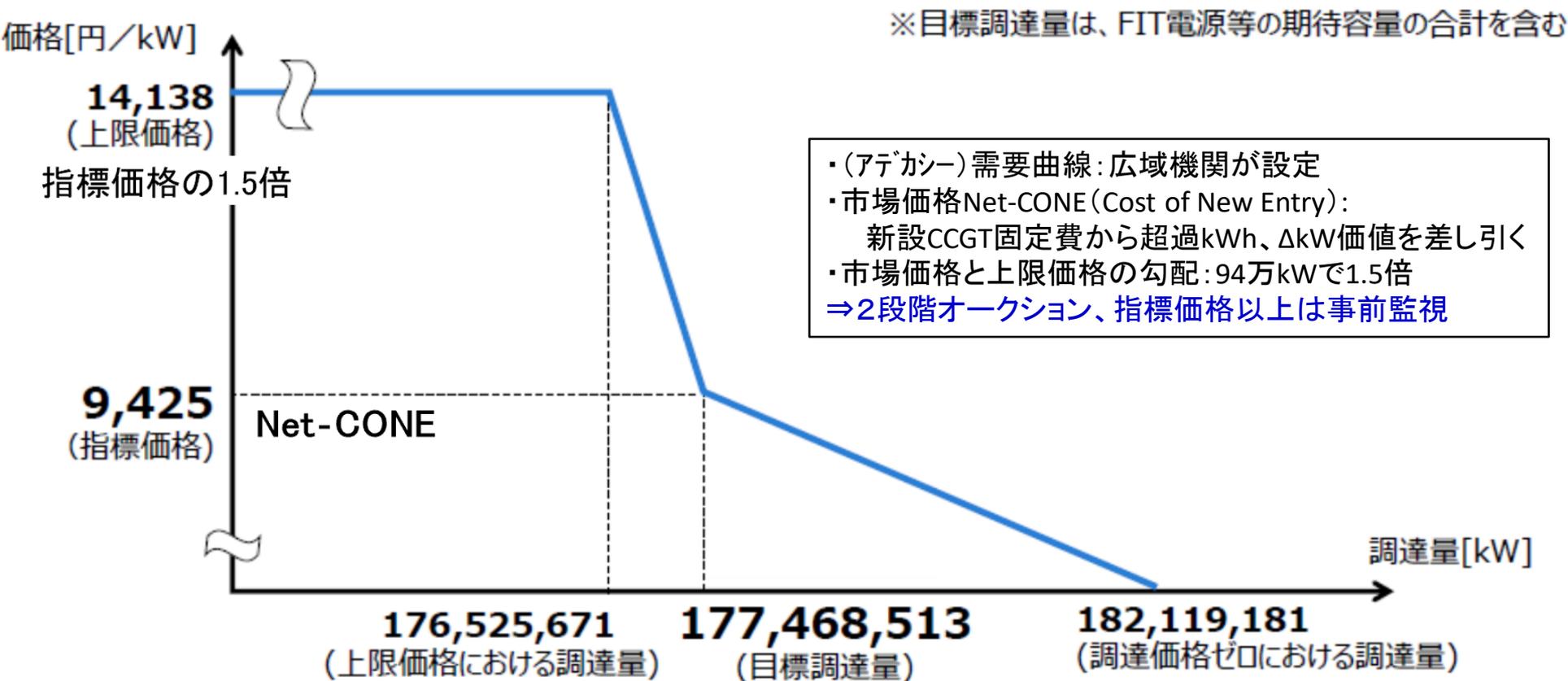
【実需給からX年前にオークションを実施】



- 期間中の供給力・容量確保状況等に鑑み精算を行う
- 不足等があった場合は、各事業者にペナルティーを課す

(出所)電力広域的運営推進機関

日本の容量市場・需要曲線(2020年度)



(出所) 資源エネルギー庁「容量市場について(2020/5/29)」

発電可能容量・目標調達量の考え方

予備力(%)	項目	詳細
6.4	偶発的需給変動対応分	出力変動電源の出力変化、電源の計画外停止、気温等の変動に伴う需要変動に対応する供給力。
1	厳気象対応分	10年に1回程度の厳気象（猛暑および厳寒）に対応する供給力。
1	稀頻度リスク対応分	想定したリスクを超える規模の供給力喪失若しくは需要増加のリスク、又は、これらを設定するとき想定されていないリスクであって過去の事象等をもとに想定すべきと考えられる大規模かつ長期間の供給力喪失のリスク対応する供給力。
2	持続的需要変動対応分	景気変動等による需要変動に対応する供給力。
2.2	追加設備量	計画停止可能量を確保するために必要な供給力。

12.6%

(注) 全国H3(最大需要値3日平均)を基礎需要量として、上記各種リスクを積み上げる。
 調整力負担: TSO6%⇒7% 小売り: 1%⇒0%

(出所) 第27回 容量市場の在り方等に関する検討会資料(9/28/2020)に加筆

リクワイアメントとペナルティ

- 広域機関は、発電事業者等とオークションで落札された電源等毎に容量確保契約を締結します。
- 容量確保契約では、実需給期間における供給力提供の具体的な方法（以下、リクワイアメント）を取り決めます。
- リクワイアメントは、需給状況によって、平常時、需給ひっ迫のおそれがあるときの要件を設定しています。
 - ✓ 平常時は、主に、年間で一定時期や一定時間以上の稼働可能な計画を要件としています。
 - ✓ 需給ひっ迫のおそれがあるときは、主に、電気の供給や卸電力市場等への応札を要件としています。

<平常時の計画停止等>

- ① 年間で一定時期や一定時間以上、稼働可能な計画としていること。
 - ・ 稼働可能な計画とは、広域機関に計画停止を申請していないこととする。
 - ・ 一般送配電事業者との間で停止期間の調整をしていない場合、計画停止とは認めない。
- ② 計画外停止しないこと
 - ・ 計画外停止とは、計画停止以外の稼働できない状態の電源を指す。
 - ・ 必要に応じ一定の条件下で稼働できる状態にある電源は、計画外停止としない。

<平常時の市場応札>

- ① 稼働可能な計画となっている電源における余力を応札する。
- ② 相対契約等を締結している場合、小売電気事業者が活用しない余力を市場へ応札すること。

<需給ひっ迫のおそれがあるとき>

需給ひっ迫のおそれがあるときに、稼働可能な計画となっている電源は、小売電気事業者との契約により電気を供給すること、若しくは、スポット市場等の卸電力市場・需給調整市場に応札すること、加えて、一般送配電事業者の指示等があった場合に電気を供給すること等。

- 広域機関は、落札した電源等に対して、リクワイアメントの達成状況に応じて、容量確保契約金額を支払います。
- リクワイアメント未達成の場合、経済的ペナルティとして、広域機関が発電事業者等へ支払う容量確保契約金額を減額したり、ペナルティの徴収を行います。
- なお、ペナルティの徴収は、容量確保契約金額の10%を上限とします。
- 発電事業者等への支払いは、実需給年度に開始し、月毎に行う予定です。

2. 第1回(2020年度)入札結果

- 上限価格14,137円/kWに張り付く(Net-CONEの1.5倍)
容量市場の経験上異例 経過措置後10,488円/kW
- 1.6兆円/年の収入(負担)⇒全額転嫁で2円/kWh値上げ
- 落札率97.5% ⇒供給力不足

○考える異常高値の理由

- 需要要因

想定需要過大

需要カーブの形状: 指標価格水準、上限価格まで急勾配

- 供給要因

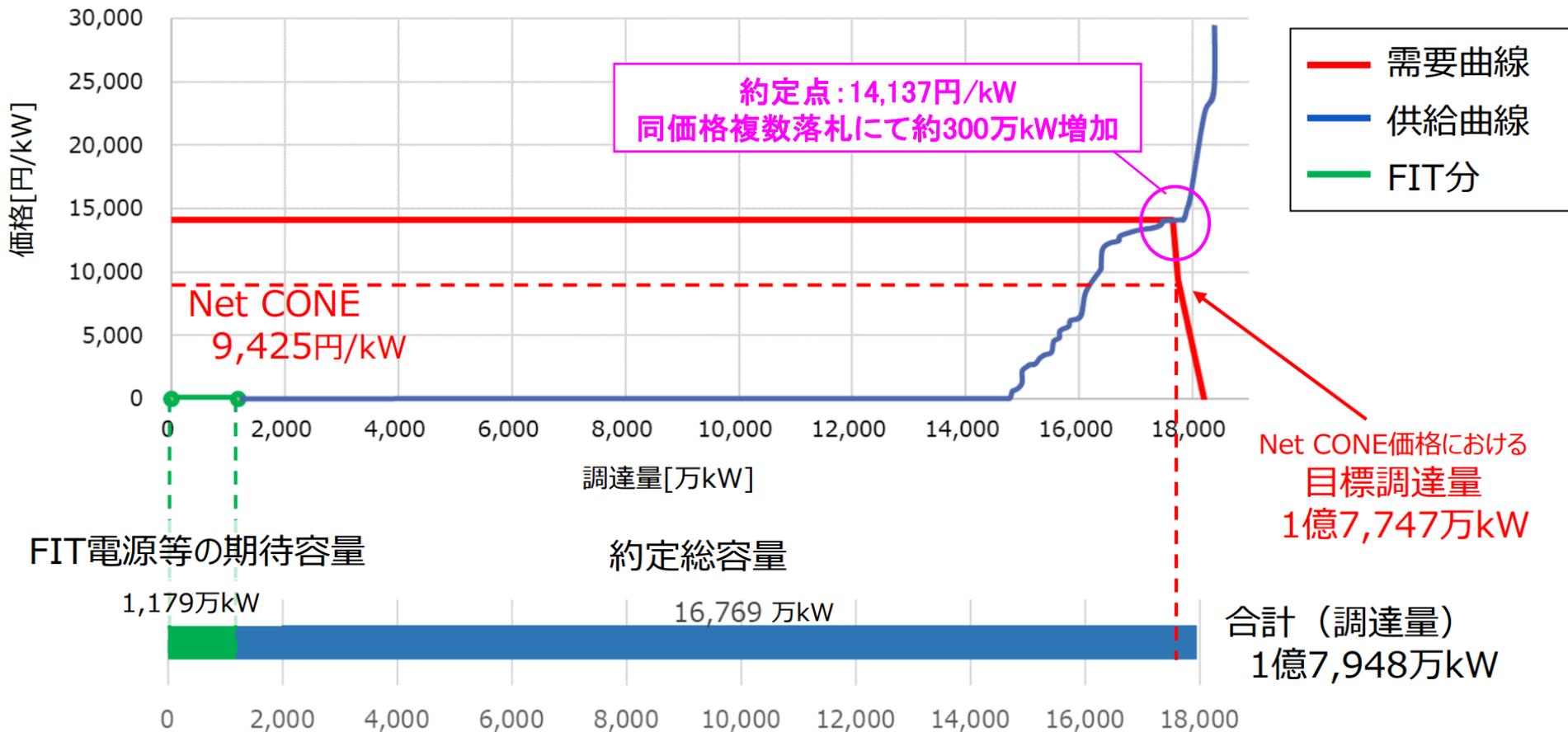
オフピーク不足(埋没): 休廃・停止予定電源は非応札可等

供給条件: 出し惜しみ 価格つり上げ 逆数入札

規制当局の監視力不足

←市場支配力の存在

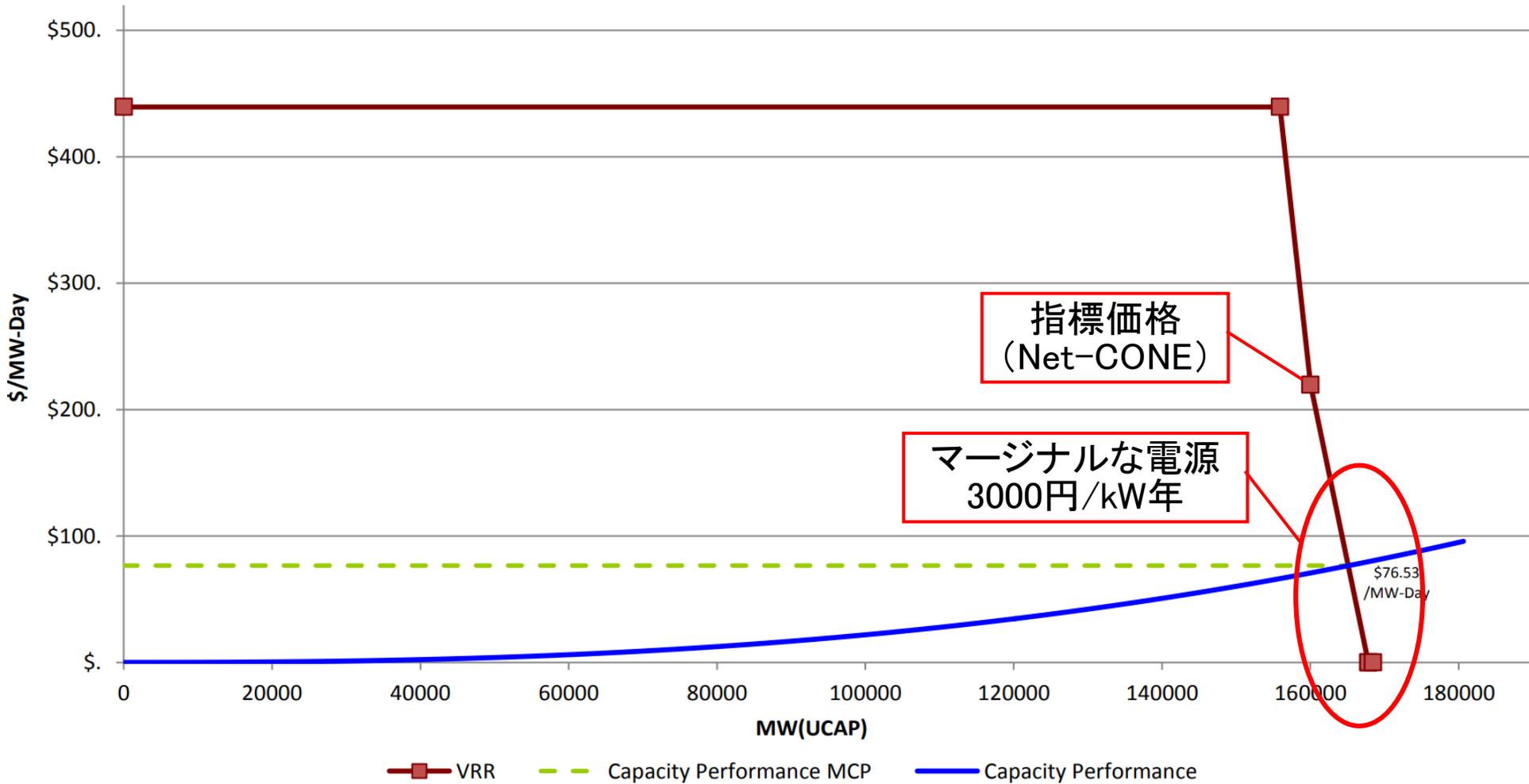
2020年度実施 容量市場入札の需要・供給曲線



(出所) 第27回 容量市場の在り方等に関する検討会資料(9/28/2020)に加筆(桃色)

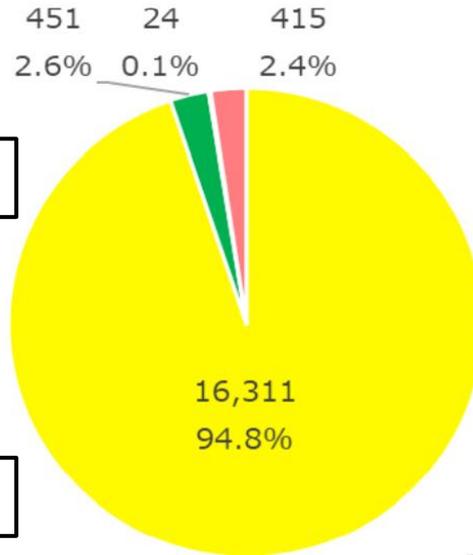
PJM容量市場の供給曲線(2020/2021)

2020/2021 Base Residual Auction RTO Supply Curve

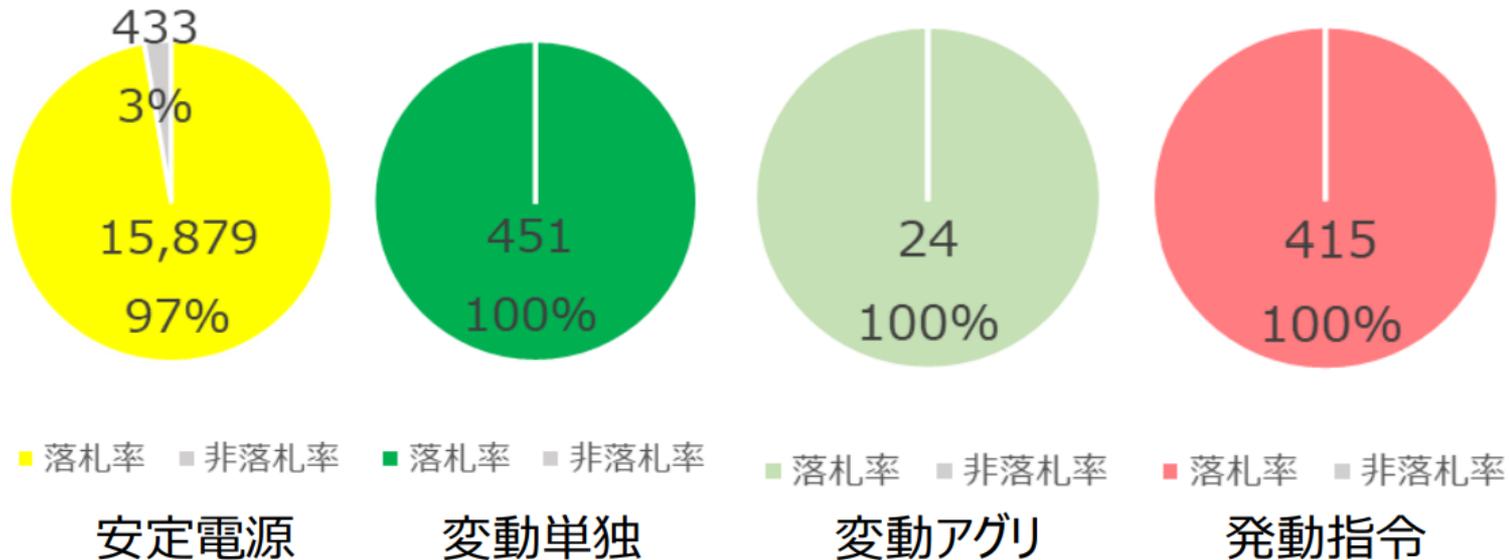


種類別応札・落札状況

応札状況

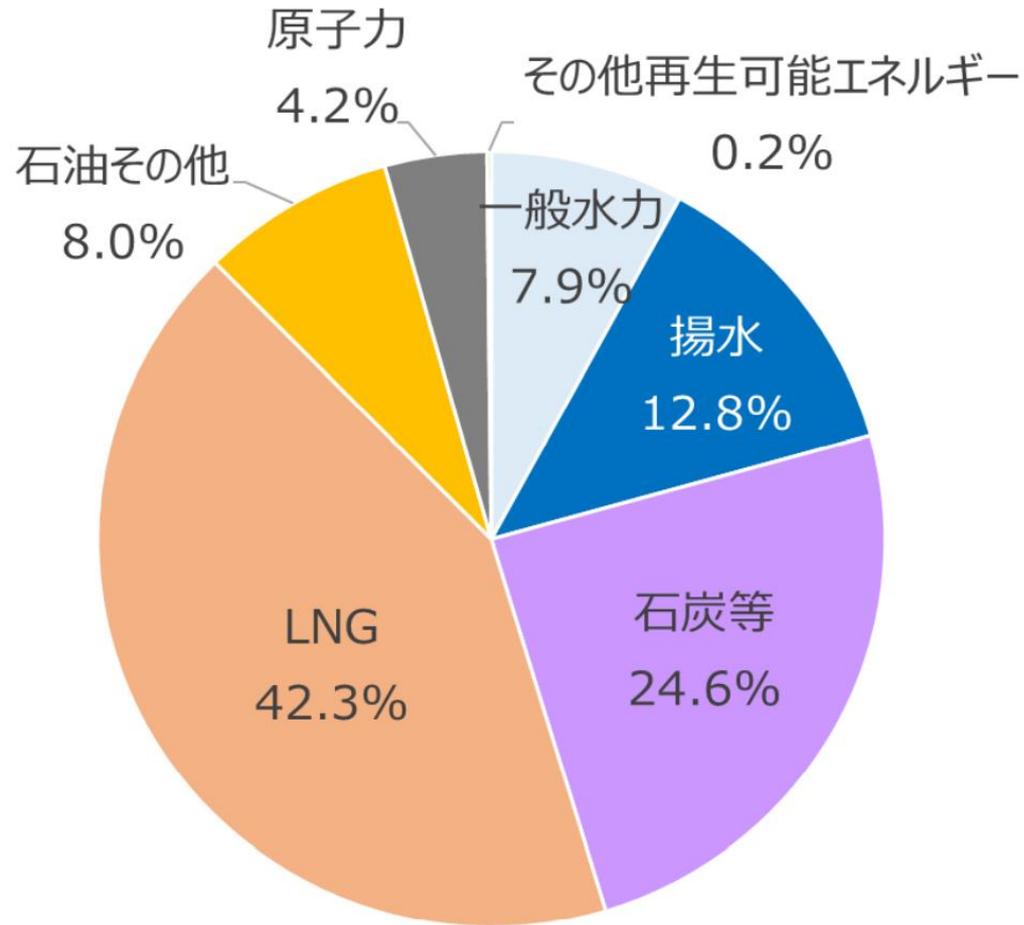


落札状況



(出所) 広域機関「容量市場メインオークション約定結果資料」(9/14/2020)を加工

発電方式別の応札容量比率



※1 揚水：純揚水と混合揚水を合算

※2 石炭等：石炭とバイオマス混焼を合算

※3 石油その他：石油・LPG・歴青質混合物・その他ガスを合算

※4 その他再生可能エネルギー：太陽光・風力・地熱・バイオマス専焼・廃棄物を合算

発電可能容量・目標調達量の考え方(再掲)

- ・需要過大ではなかったか
- ・稀頻度リスクは対象として適切か
- ・H3需要の想定は適切か

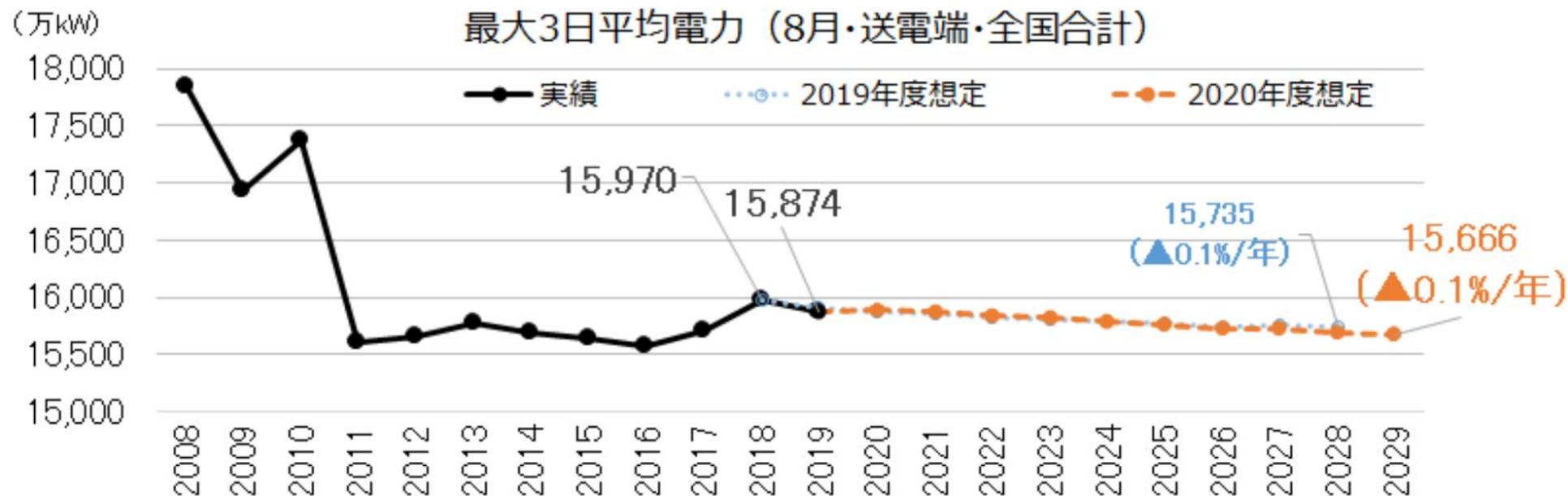
予備力(%)	項目	詳細
6.4	偶発的需給変動対応分	出力変動電源の出力変化、電源の計画外停止、気温等の変動に伴う需要変動に対応する供給力。
1	厳気象対応分	10年に1回程度の厳気象(猛暑および厳寒)に対応する供給力。
1	稀頻度リスク対応分	想定したリスクを超える規模の供給力喪失若しくは需要増加のリスク、又は、これらを設定するときに想定されていないリスクであって過去の事象等をもとに想定すべきと考えられる大規模かつ長期間の供給力喪失のリスクに対応する供給力。
2	持続的需要変動対応分	景気変動等による需要変動に対応する供給力。
2.2	追加設備量	計画停止可能量を確保するために必要な供給力。

12.6%

(注)全国H3(最大需要値3日平均)を基礎需要量として、上記各種リスクを積み上げる。

(出所)第27回 容量市場の在り方等に関する検討会資料(9/28/2020)に加筆

最大3日平均電力の実績と今後の見通し



(出所)「2020年度供給計画の取りまとめ」OCCTO 2020年3月

維持管理コスト(固定費)の算定項目例

-市場支配力行使の有無-

- ・2010年以前稼動設備の減額(58%)と逆数入札⇒**廃止 新措置**
- ・複数年修繕費計上の例
- ・他市場収入の過小評価
- ・電取委の事後監視 ⇒**一部事前監視**

算定項目(例)	概要
固定資産税(+)	当該電源を保有することによって発生する固定資産税額
人件費(+)	当該電源の維持に関連して必要となる人員に対する給料手当等
修繕費(+)	当該電源の維持に関連して必要となる修繕費
経年改修費(+)	当該電源の維持に関連して必要となる設備投資のうち資本的支出の額
発電側基本料金(+)	当該電源に係る発電側基本料金の額
事業税(+)	当該電源の維持によって得られる収入に対して発生する事業税の額
他市場収益(-)	容量市場以外の市場(相対契約を含む)から得られる収益から対応する限界費用(燃料費等)を差し引いた額

- ・上記の項目に関わらず、実需給年度に電源を維持することで支払うコストが存在する場合には、当該コストを入札価格に含めることを妨げない。
- ・経過措置が適用される電源に対して、算定された維持管理コストに各年度の控除率の逆数を乗じなければ電源の維持が困難な場合において、当該控除率の逆数を乗じた価格で入札することを妨げない。

3. 供給過小(発電設備埋没)の検証

- 供給オファーは過小、埋没設備は存在した可能性
 - ⇒追加オークション2割
- 供給計画との対比で検証
- 設備容量3.3億kW > 応札容量1.8億kW
- 供給量1.83億kW (定検停止考慮) > 応札容量1.80億kW
- 期待容量と応札容量の差: 2000万kW
- 休止電源2300万kWうち短期立上げ可1300万kWの存在
- 行政指導「供給力に計上していない設備は非オファーが望ましい」
 - ⇒原則応札へ
- DR、自家発の「発電指令電源」: 応札枠473万kW(415万kW)
 - ⇒上限枠H3%→4%
- 「FIT電源等の期待容量」の過小評価 ⇒見直し
 - 「バイオマス混焼」の判断: FIT電源か石炭火力か

発電方式別の応札容量、設備容量(2024年度)

(単位)万kW

項目 ／ 発電種	容量市場		(2)-(1)	供給計画			備考 【供】供給計画 【容】容量市場入札
	応札容量 (1)	登録済 非入札		供給量	設備容量 (2)	設備 利用率(%)	
水力	3,469	254～		3,875	4,930		
火力	12,562	576～	3,731	12,000	16,293	41.3	【供】休止電源2,300 うち短期立上げ可1,300
石炭等	4,126		1,160		5,286	66.3	
LNG	7,094		1,111		8,205	35.7	
石油他	1,342		1,460		2,802	10.4	
原子力	704	805～		500	3,308	16.4	再稼働913
再エネ(除水力)	1,232			1,900	8,537	18.2	
FIT等	1,179	143～					
非FIT	53	43～					
合計	17,967	1,821～		18,275	33,068		【容】落札容量計17,533 【容】登録済時入札計2002
発動指令	415	133					【容】上限約定量473
需要量	15,760			15,783			【容】はH3 【供】は8月15時

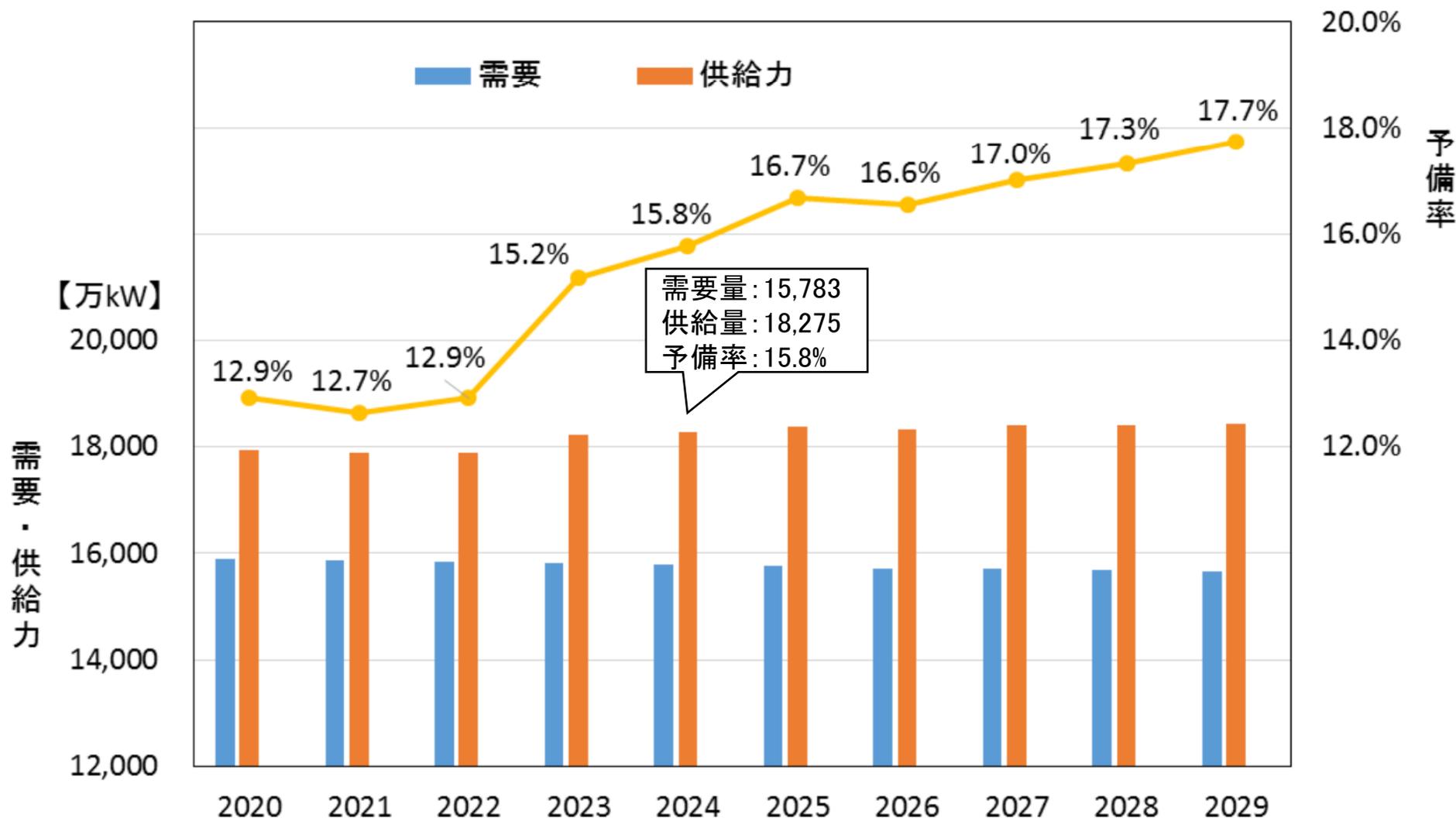
(注)・供給計画: 広域機関が毎年纏める向こう10年間の需給状況。「設備容量」は所有する全ての容量。数字は計画に明記。「供給量」は発電可能な設備の容量で、設備容量から気温変化に伴う変動、定期検査等に伴う停止による減少量、所内要量を差し引いた量。数字8月15時時点で内訳は掲載図より試算。「需要量」は8月15時時点。「休止電源」は設備容量のうち長期的に稼働する予定のないもの。

・容量市場: 「応札容量」は、「設備容量」から気温変化に伴う変動、所内要量を差し引いた量。合計は発動指令を除く。「発動指令」はデマンドレスポンス、自家発でアグリゲートするリソース。

・「容量市場の登録済み非入札」: 監視等委員会の資料より作成

(出所) Occto、電力ガス市場取引監視等委員会資料より作成

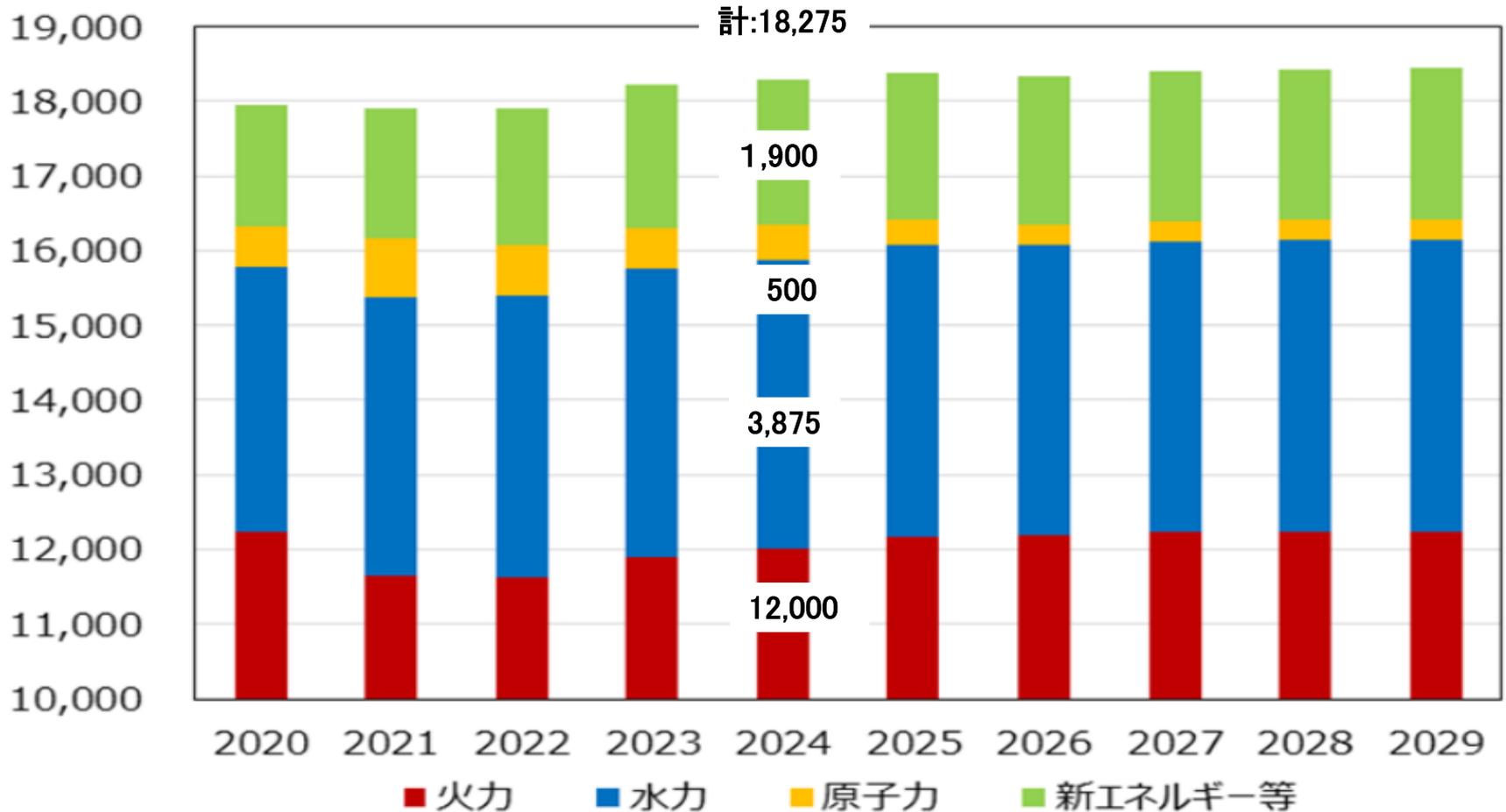
長期の需給バランス見通し(8月15時 全国合計、送電端)



(出所)「2020年度供給計画の取りまとめ」OCCTO 2020年3月 (一部加工)

供給力の推移(8月15時)

【万 kW】

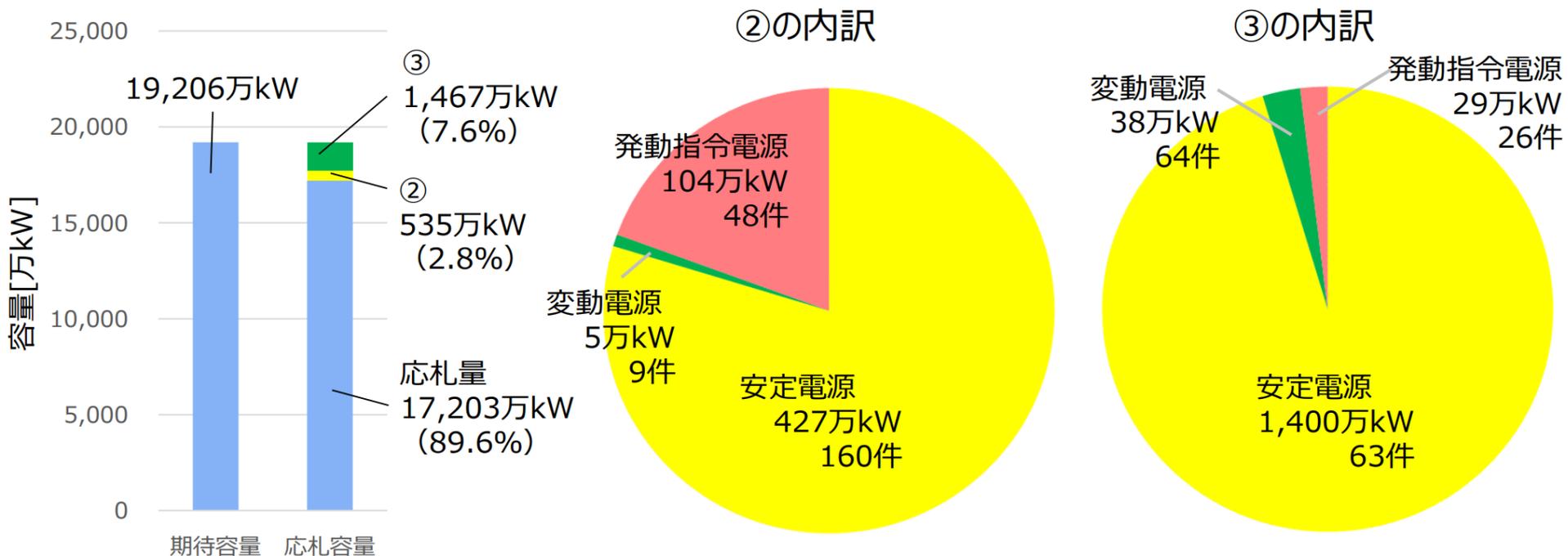


(※) 各電源は事業者から提出された数字を積み上げたもの

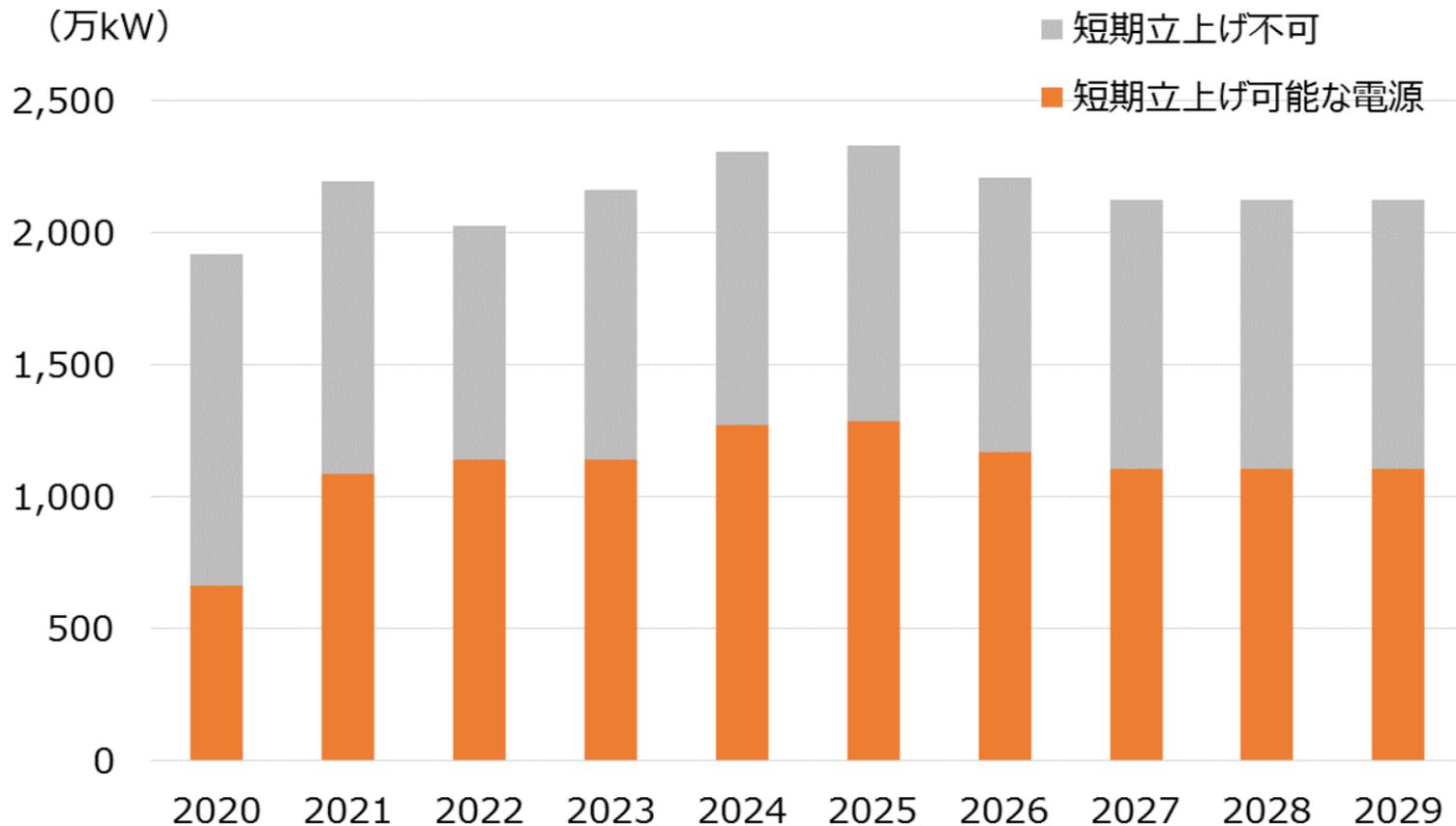
期待容量と応札容量の差異約2000万kWの内訳

②登録した期待容量より小さい容量で応札した電源等

③期待容量は登録したものの応札しなかった電源等



休止電源の状況



(出所)「2020年度供給計画の取りまとめ」OCCTO 2020年3月

4. 日本版容量市場の特徴と議論 まとめに代えて

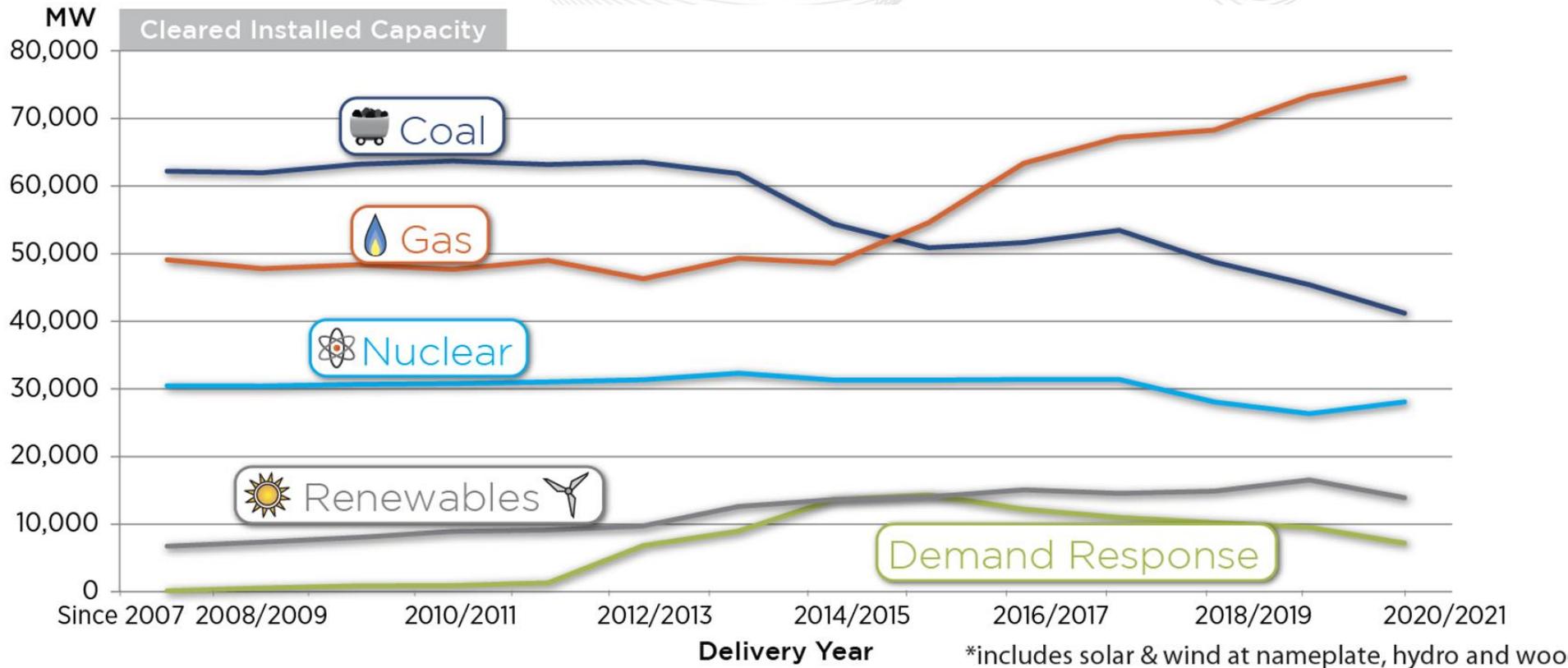
- 例をみない高額約定(上限価格)
- 各種要因によるが供給不足が主因: 落札率ほぼ100%
需要曲線、逆数入札、市場支配力行使も?
- 情報開示不足 究明不徹底 ⇒ 事業者、件名、容量の公表
- 既存設備固定費補完が目的 新規応札皆無?
(cf.) PJM等: 新陳代謝、技術開発、コスト低下
- 課題: 応札義務、Spot入札義務、卸市場と非リンク(運営主体も)
市場未整備
- 新電力フリーライド論 << 既存設備棚ぼた論
- 根強い設備所有、相対取引志向
⇒ 総括原価方式の常識から抜け出せず
- 根本原因として構造・システム改革の遅れ、市場支配力の存在
市場機能の理解不足
- 旧一電の不満: ミッシングコスト vs スランデッドコスト
- 2020・12~2021/1「平時の一ヶ月需給逼迫」と同根

日本と米国PJMとの容量市場の差異

項目	米国PJM	日本
目的	固定費補填 設備新陳代謝 電力価格低下	火力発電の固定費補完
約定価格水準 指標価格対比	4000円/kW・年前後 4割程度	初回14,250円/kW・年 1.5倍(上限)
対象年度	3年後	4年後
指標価格(Net-CONE)対象設備	CT (Combustion-Turbine)	CCGT Combined-Cycle-Gas-Turbine)
発電設備等の応札義務	あり	なし
落札設備の前日市場応札義務	あり	なし
卸市場の運営	PJM	JEPX
容量市場の運営	PJM	OCCTO
合理的な入札コスト確認	あり 異常な入札価格は自動却下	ガイドラインで項目列挙
監視機関の確認時期	事前	事後

(出所)各種資料、ヒアリングにより筆者作成

落札容量の推移 (PJM容量市場 2007~2021年)



(出所) PJM “Overview of PJM” (2018/5)

リソース毎追加容量 (PJM容量市場 2007~2021年累積)

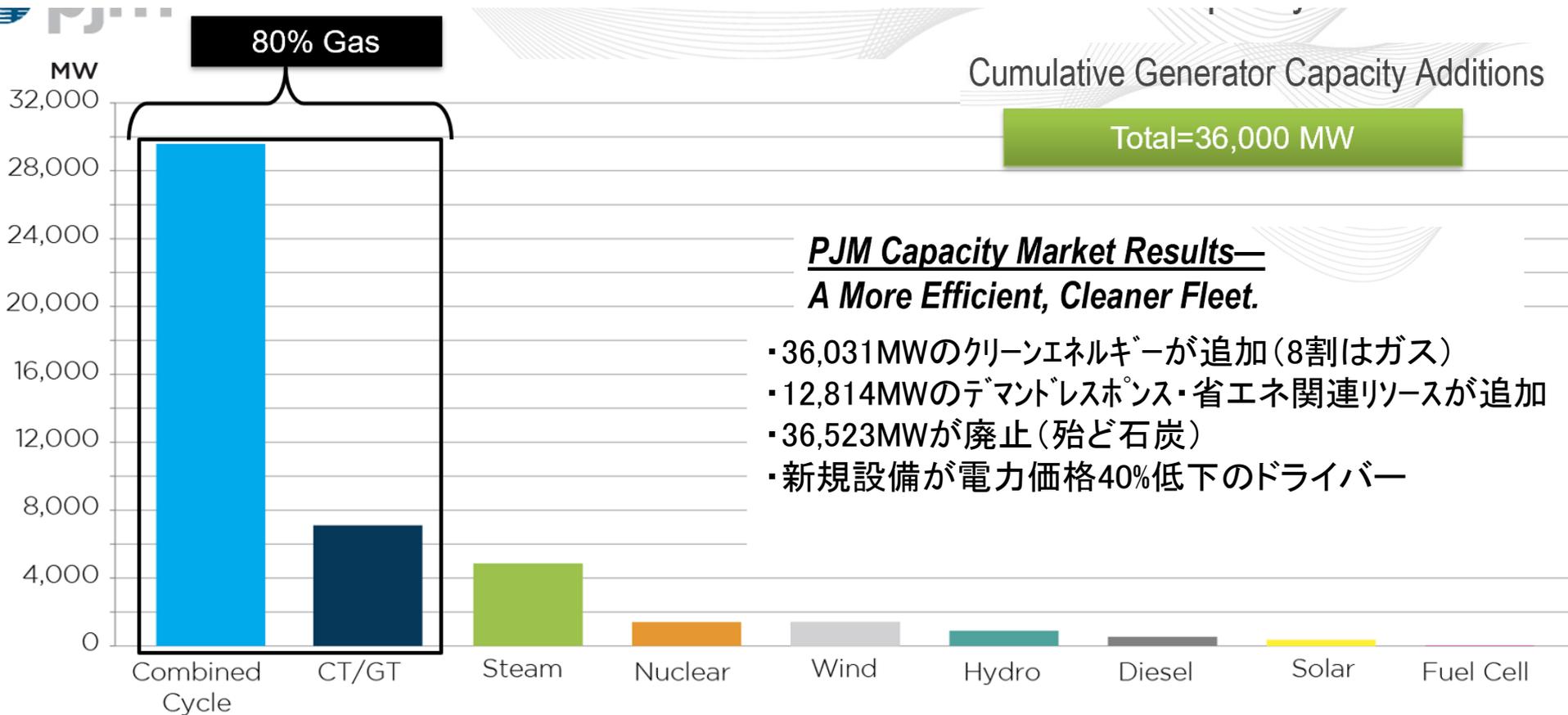
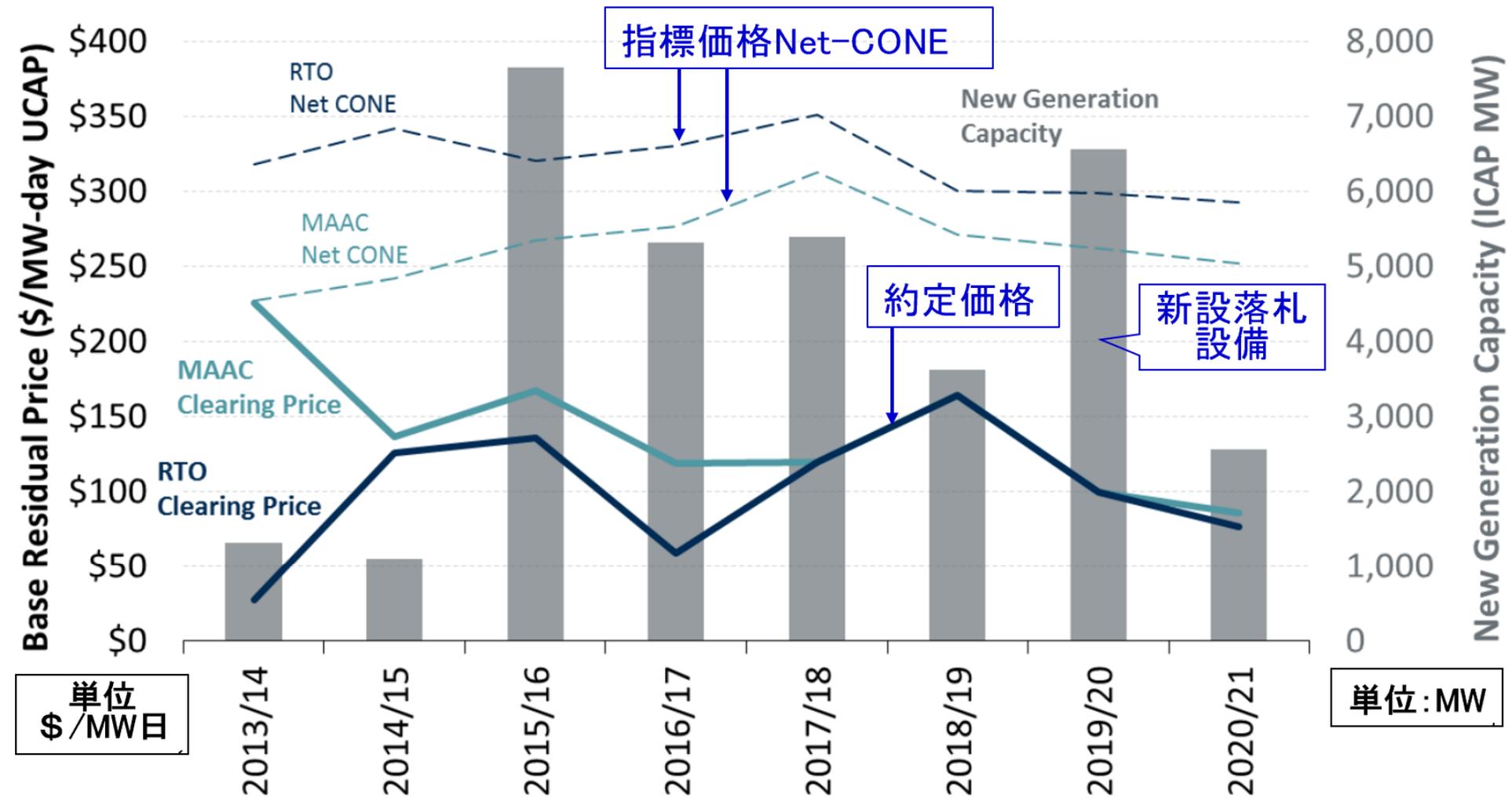


図3. 指標価格、約定価格、新規落札設備の推移 (PJM容量市場)



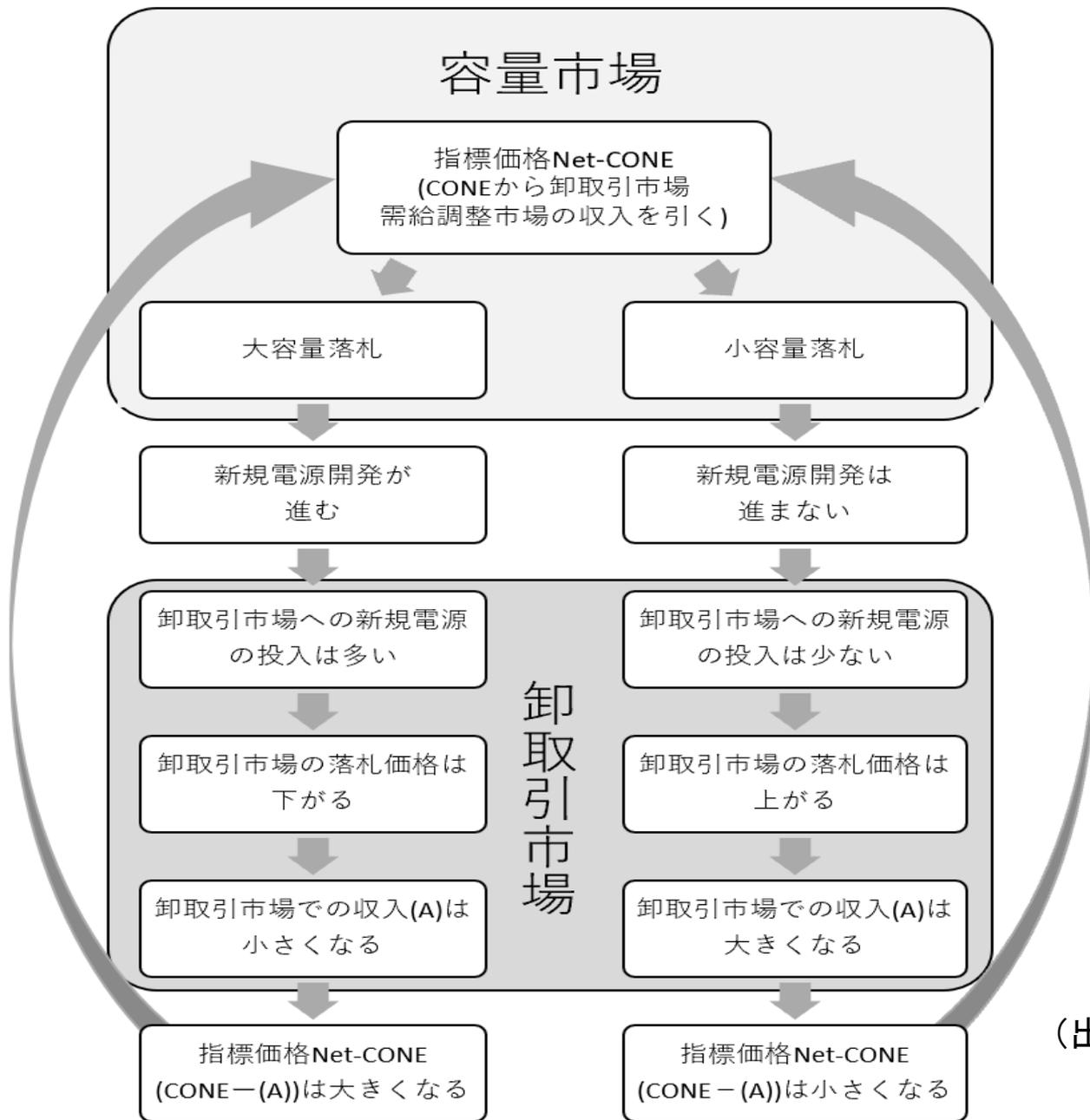
Sources and notes:

PJM Annual Base Residual Auction Results, accessed September 2017,
<http://www.pjm.com/markets-and-operations/rpm.aspx>

(注)MACCはPJMの中心エリア
 RTOはその他のエリア

(出所) the Brattle Group “PJM Cost of New Entry Combustion Turbines and Combined-Cycle Plants with June 1, 2022 Online Date” (2018/4) に加筆

卸取引市場と容量市場の関係



(出所)山家「容量市場の真実」

(参考)容量市場見直しの議論

根本解決策に程遠く小手先との対処療法
河野大臣ラスクフォーアの指摘に殆ど応えていない

供給力減少への対応策

- 経済合理的な事業者判断の一環として、今後も電源の休廃止の加速化が想定される中で、電力の安定供給を確保するための対策（規制・インセンティブ双方）が必要。

1. 電源の退出防止策（短期的）

- 足下では、安定供給に必要な予備率を下回るエリア・時期が発生する見通し。再エネの導入量拡大を背景に、とりわけ冬季において、再エネ供給力の予測誤差が需給バランスに与える影響が増大。
 - 再エネの出力変動に対応する調整電源、供給力不足が見込まれる場合のセーフティネットの重要性が高まっている。
- ⇒ **送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組み**の構築

2. 供給力の確保（中期的）

- 自由化に伴う競争激化を背景に、発電事業者は、自社需要（小売との相対契約分等）を上回る供給力は余剰電源と位置づけ。
 - 低迷する市場価格や稼働率の低下により、維持管理の費用回収が困難な余剰電源の休廃止が加速。
- ⇒ **容量市場**の導入

3. 電源の新規投資促進（長期的）

- 建設期間が長く、投資額が大きい電源投資は、長期的な投資回収の見通しが必須。
- ⇒ **新規投資**については、**長期契約**を通じて安定的な収入を確保させる仕組みの導入

容量市場の見直しの方向性

● 昨年9月のオークション結果公表以降、制度導入の意義も含めた抜本的な見直しを実施。審議会（7回分）のほか、審議会関係者以外（オークションの専門家やオブザーバー以外の新電力等）の意見も踏まえて検討。再エネ規制総点検タスクフォースでの指摘事項も考慮し、これを踏まえた見直しを実施。

1. 確実な供給力の確保

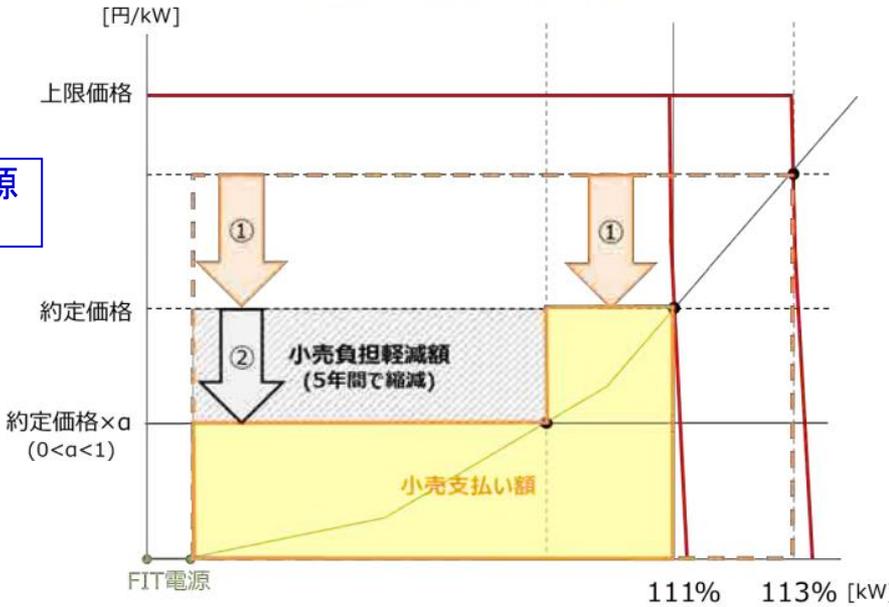
- ⇒ 安定供給に必要な供給力を確保
- 供給力として最大需要の113%相当の設備容量（kW）確保は堅持
 - 再エネの活用に資するデマンド・レスポンス（DR）枠を拡大（3→4%）
 - 容量拠出金の一般送配電事業者の負担の見直し

2. 価格決定手法の抜本的な見直し（小売負担の抑制）

- ⇒ 高い水準となった約定価格について、その決定手法の在り方
- オークションの2段階化（実需給の4年前に111%、1年前に2%）・・・①
 - 小売事業者の激変緩和（従来の経過措置と逆数入札を廃止し、新たな措置を導入）・・・②
 - 電力・ガス取引監視等委員会による、入札価格の事前監視制の導入

約定価格の22%削減：経年電源7.5%、8割未満電源18%削減

＜オークションの約定イメージ＞



3. 2050年カーボンニュートラルとの整合

- ⇒ 安定供給を前提としつつ、脱炭素化に向けた化石電源の抑制
- 非効率石炭火力については、設備利用率に応じて減額を行うインセンティブ措置を新たに導入

設備利用率50%以上で20%削減

(参考文献)



- はじめに —市場機能で発電設備を活用し、新陳代謝を実現—
- 第1章 電力市場と日本版容量市場
- 1-1 はじめに: 第1回容量市場入札結果のインパクト
 - 1-2 電力市場の役割とは何か: 供給側に偏った利益を消費者に移す
 - 1-3 容量市場の目的と課題を海外はどう考えたか
 - 1-4 日本版容量市場の悲劇
- 第2章 容量市場とは何か —日本で検討されたこと—
- 2-1 容量市場が必要とされる理由
 - 2-2 日本版容量市場の概要と特徴
 - 2-3 第2章の終わりに: 海外比較を含めて議論を尽くしたのか
- 第3章 あり得ない高価格となった第1回入札 —総額1.6兆円負担の意味—
- 3-1 第1回容量市場入札結果とその解釈
 - 3-2 高価格約定となった理由を考える
 - 3-3 供給過小(発電設備埋没)を検証する
 - 3-4 第3章の終わりに
- 第4章 米国と本質的に異なる制度 —PJMとどこが違うか—
- 4-1 容量市場の基本設計
 - 4-2 米国PJMの特徴
 - 4-3 日米制度の本質的な違い
 - 4-4 第4章の終わりに
- 第5章 容量市場なしで予備力を確保するテキサス州
- 5-1 電力市場の役割とは何か
 - 5-2 ドイツの戦略的予備力
 - 5-3 テキサス州のエネルギーオンリーマーケット
 - 5-4 第5章の終わりに
- 終章 容量市場入札総括こそ2050年温室効果ガス排出実質ゼロの出発点

- ・山家公雄・三宅成也「容量市場は総括原価方式に戻るためのツールだった」『日経Energy-Next』2020年11月14日
- ・山家公雄・三宅成也「容量市場で浮上した「新電力フリーライド論」はお門違い」『日経Energy-Next』2020年12月2日

ご清聴、
ありがとうございました。

質疑応答