

# 電源投資の確保

2020年10月16日

資源エネルギー庁

# 本日御議論いただきたい事項

- 本日は、「中間取りまとめ」において盛り込まれた事項のうち、以下の事項について、御議論いただきたい。

## 強靱な電力ネットワークの形成

地域間連系線等の増強促進

託送料金改革

## 1. 強靱な電力ネットワークの形成

- (1) 地域間連系線等の増強促進
- (2) 託送料金制度改革（レベニューキャップ制度）

## 電力システムの分散化と電源投資

分散型グリッド環境整備

分散型電源のための制度

電力データ活用

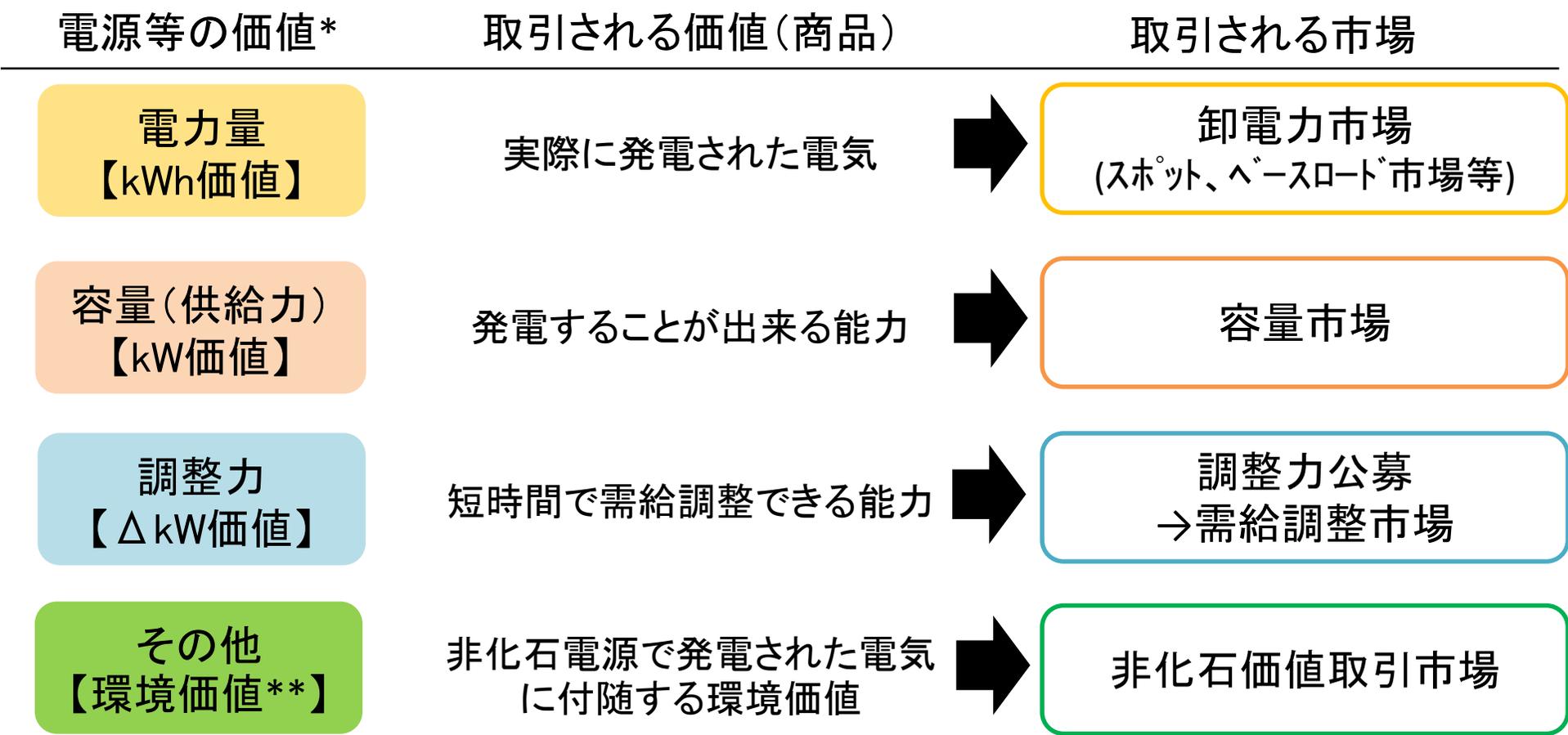
電源投資の確保

## 2. 電力システムの分散化と電源投資

- (1) 配電事業制度等
- (2) アグリゲーター
- (3) 電気計量制度の合理化
- (4) 平時の電力データ活用
- (5) 電源投資の確保

# 日本の電力市場で取引される価値

● 電力システム改革において、日本の電力市場においては、電気の価値を以下のように細分化した上で、それぞれの価値を取引する市場が整備されている。

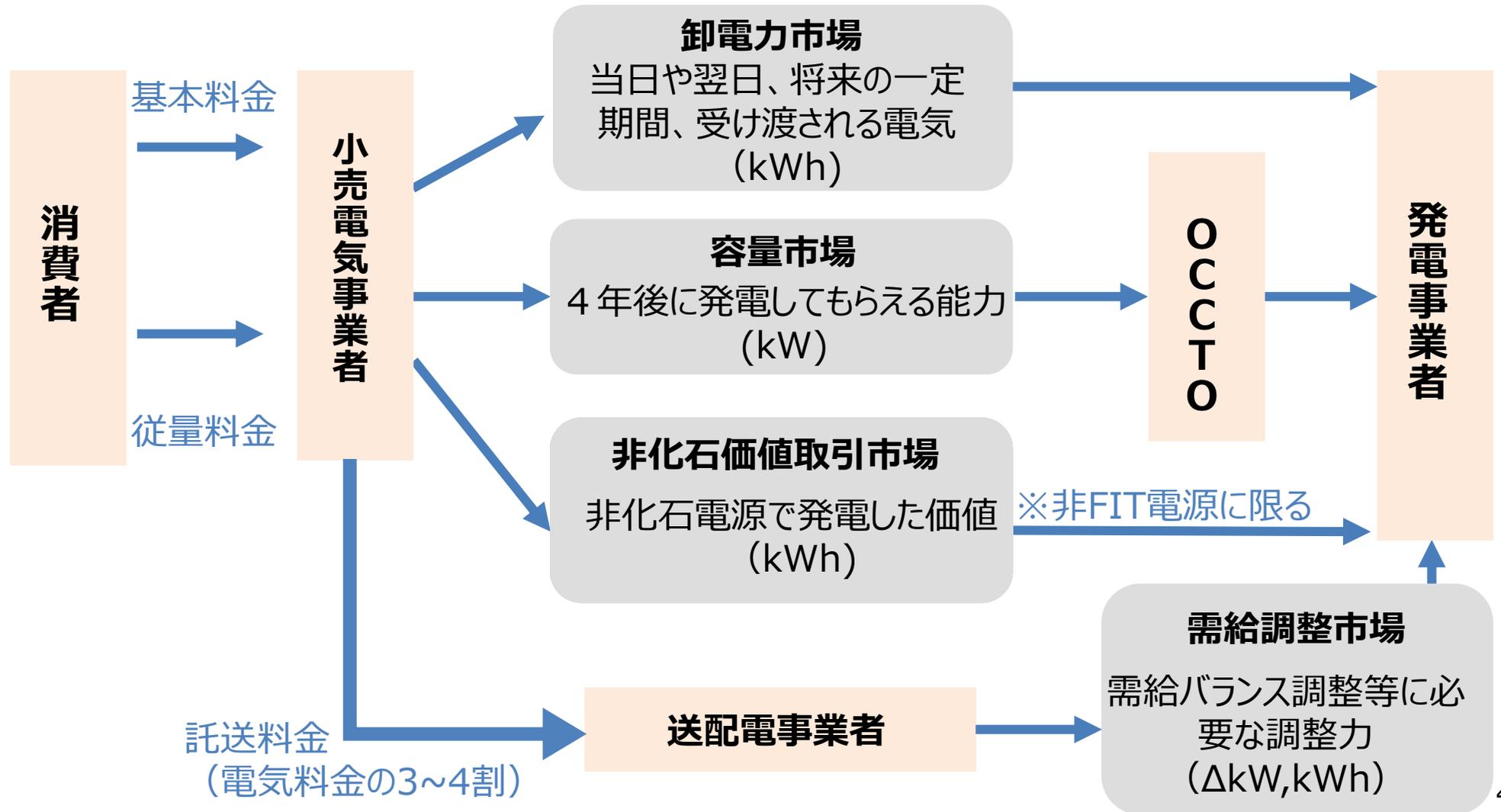


(\*) 上図は電源を想定して記載しているが、ネガワット等は需要制御によって同等の価値を生み出すことが可能。また、一つの市場において、複数の価値を取り扱う場合も考えられる。

(\*\*) 環境価値は非化石価値に加えて、それに付随する様々な価値を包含した価値を指す。

# 電力市場のキャッシュフロー

- 消費者は小売電気事業者に電気料金を支払い、その電気料金は、市場を通して発電事業者を支払われる。



# 電源の種類と収入源

- 一般的に、**新設電源**は、揚水等の調整力に特化した電源を除けば、発電効率が高いこと等により、高い設備利用率で稼働させることが合理的であるため、新設当初は、主として供給力を支える電源（**供給力電源**）として活用されることが想定される。
- このため、新規の電源投資確保の観点からは、以下の収益構造を有する**供給力電源に焦点を当て、具体的内容を議論**することとしたい。

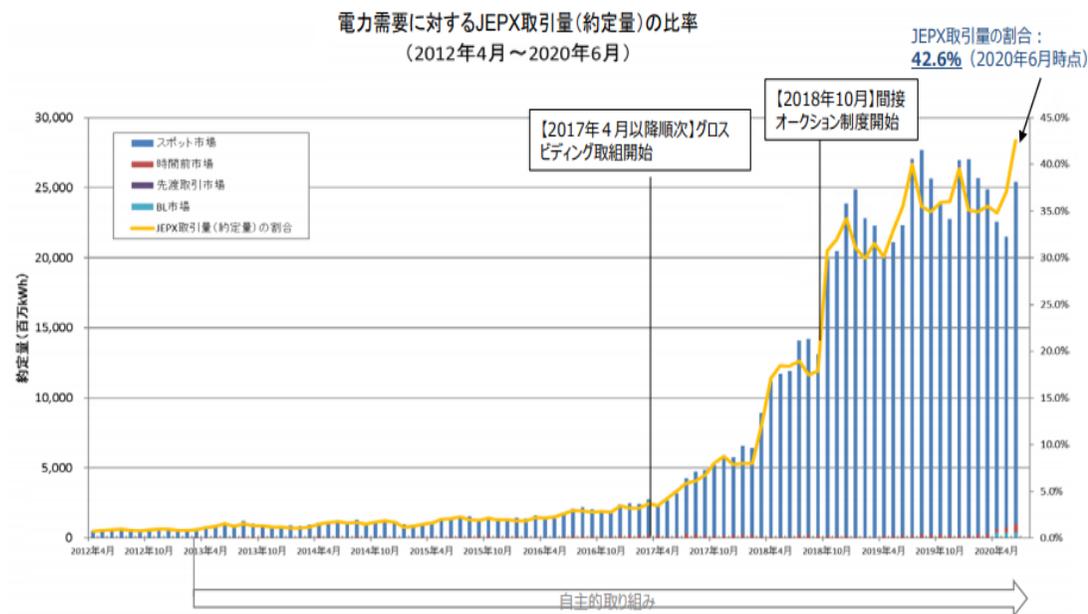
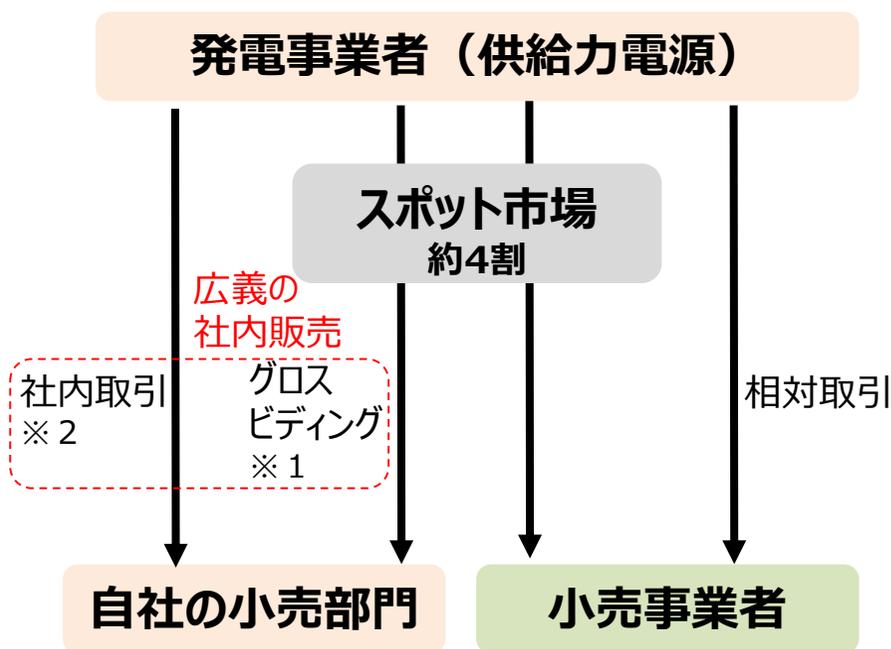
※調整力価値も提供し得る電源であれば、老朽化に伴い発電効率が相対的に劣後し、「調整力電源」に転じていくことが考えられる。なお、調整力としては、電源だけでなく、アグリゲーターやDRなどの更なる活用も期待される。

## 電源の主な収入源

電源等の価値	供給力電源	調整力電源
電力量 【kWh価値】	○	×
容量（供給力） 【kW価値】	○	○
調整力 【ΔkW価値】	×	○
その他 【環境価値】	△（電源次第）	△（電源次第）

# スポット市場が供給力電源の収入に与える影響

- 供給力電源を保有する発電事業者は、主に「自社の小売部門への社内取引（旧一般電気事業者によるグロスビディングを含む）」、「小売事業者への相対取引」、「スポット市場を通じた小売事業者への売電」によって、発電した電気を販売。
- グロスビディングを含めれば、**スポット市場を介した電気の取引は全体の約4割**を占める。
- このため、「社内取引」や「相対取引」の価格も、**スポット市場の価格の影響を大きく受ける構造**。



（出所）電力・ガス取引監視等委員会 第50回 制度設計専門会合事務局提出資料（令和2年9月）

- ※1 グロスビディング：旧一般電気事業者は、スポット市場の流動性向上等のため、社内販売の3割程度をスポット市場を介して売買している。
- ※2 事業者によっては、「社内取引価格」が明確でない者もいるが、市場価格が低い場合には、グロスビディングを通じて電源差し替えが起るため、市場価格の影響を受けることとなる。

# 供給力電源の収入構造

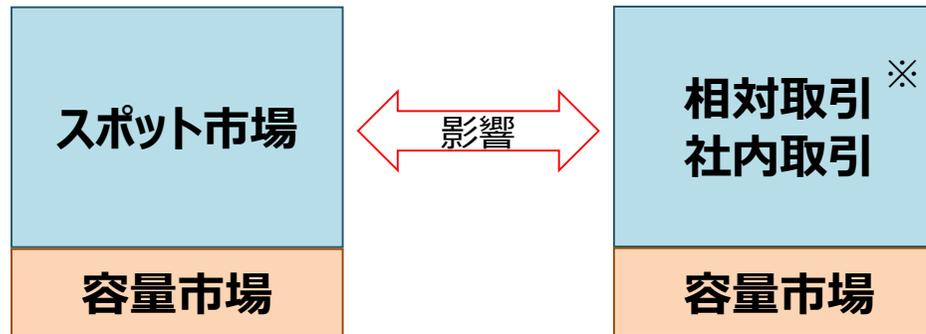
- 発電事業者がスポット市場で売電する場合には、スポット市場からの収入に容量市場からの収入を加えた額となる。
- 発電事業者が相対取引や社内取引を行う場合にも、その取引価格はスポット市場の価格の影響を受ける。
- このため、供給力電源の基本的な収入構造は、スポット市場からの収入と容量市場からの収入の合計額が指標となると考えられる。

<スポット市場を通じて売電>

<相対取引/社内取引により売電>

kWh価値による収入

kW価値による収入



※ 基本料金と従量料金の二部料金制のケースや、従量料金のみ的一部料金制のケース等がある。  
いずれの場合も、相対取引/社内取引の価格水準は、スポット価格の影響を受ける。(相対取引価格等がスポット市場の価格より高ければ、電源が差し替えられる。)

# ＜参考＞ 容量市場に関する既存契約見直し指針（抜粋）

## 2. 基本的な考え方

既存の相対契約（以下、「既存契約」という。）には、基本料金と従量料金を支払う二部料金制となっているもの、従量料金のみを支払うもの、基本料金と燃料費を除く従量料金のみを支払い電気を買取る事業者が発電用燃料を自ら調達し発電所に供給するトーリング契約等多様な契約形態が存在する。容量市場において取引されるkW価値に対する対価を含む**既存契約については、容量市場導入後も現行の既存契約を継続した場合等、状況によっては、発電事業者等は容量市場と既存契約のそれぞれから同一のkW価値に対して二重の収入を得ることになり、小売電気事業者は、容量市場と既存契約のそれぞれにおいて同一のkW価値に対して二重の負担を負うこととなる。**

**既存契約に基づく当該kW価値に係る発電事業者等の収入、小売電気事業者の負担の重複が解消されるよう、こうした既存契約については、適切な契約内容の見直しを行うことが必要となる。**容量市場の導入を予め見据えて見直しを行った契約等を除き、いずれの契約形態においても、契約上のkW価値の有無とその対価に対する考え方を事業者間で誠実に協議し整理の上、本指針の基本的な考え方に則った既存契約の見直し協議が行われることが望ましい。なお、事業者間の協議の結果、既存契約の中にkW価値が含まれていないことや、一部しか kW価値が含まれていないことが明らかな契約については、本指針によることが必ずしも適当というものではない。

具体的には、**容量市場創設の趣旨を踏まえ、適切な時期に以下の内容の措置を講ずることが望ましい。**

- 発電事業者等は、相対契約の対象となる全てのkW価値に対応する容量を容量市場に入札する。
- 容量市場に入札して落札された容量（kW価値）について、発電事業者等が容量市場から収入を得ており、既存相対契約においてkW価値に係る費用が全て支払われている場合は、既存契約を見直して、**相対契約に基づく取引価格から容量市場から得られる収入額を差し引いた上で**、発電事業者等が差額分を受け取る等の精算が行われるよう、当事者間で協議の上、既存契約の見直しを行う。

# 供給力電源の収入構造

- 容量市場等の開始後も、kWh価値による収入が過半を占め、新規の電源投資の観点からは、スポット市場の価格の影響を強く受ける構造が存続している。

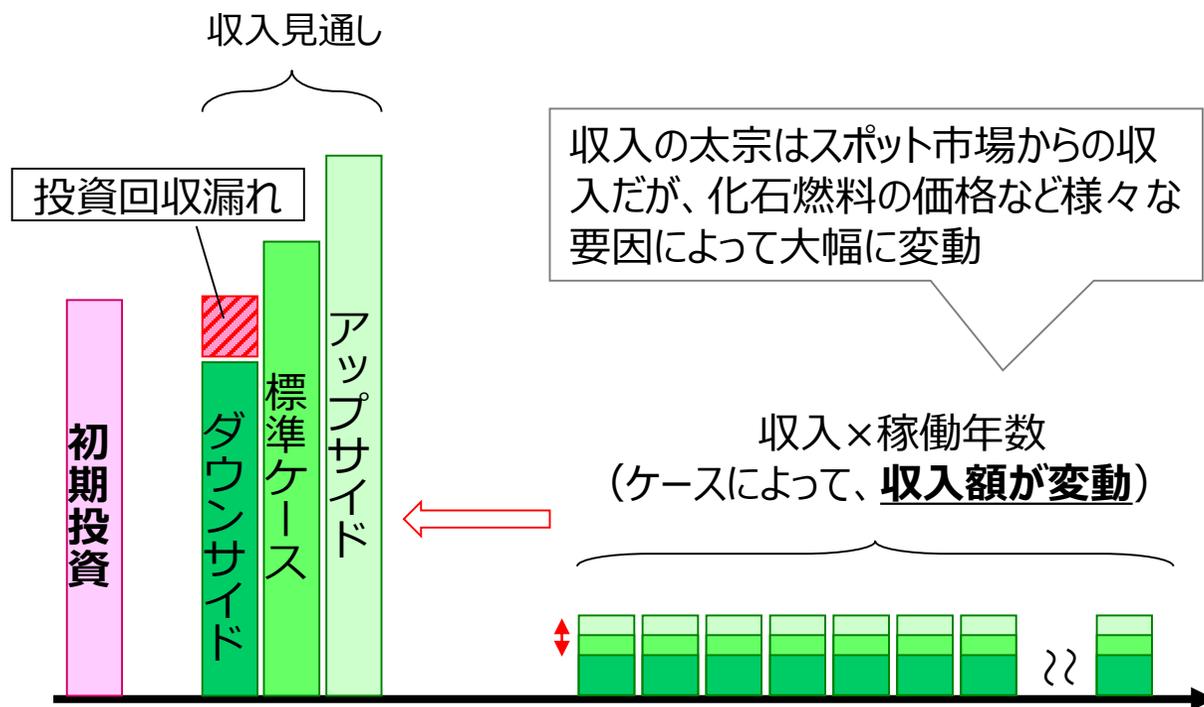
	スポット市場	容量市場
取引する価値	kWh価値	kW価値
価格決定方式	シングルプライス	シングルプライス
価格に影響を与える要素	化石燃料の価格・需要動向など	火力発電所の運転維持費など
収入額	発電量 (kWh) に比例 (変動的収入)	容量 (kW) に比例 (固定的収入)
価格水準	<b>7.9円/kWh</b> ※ 2019年度単純平均価格	<b>平均2円弱/kWh</b> ※ 2020年容量オークションの総平均価格9,534円/kW (約定価格は14,137円/kW) を、設備利用率70%と仮定して換算。

※ 非化石電源であれば、上記に加えて、非化石価値取引市場からの収入を得られるが、FIT電気由来の非化石価値取引価格 (1.3円/kWh程度) を基準に考えれば、総収入の1割程度となり、収入構造の大宗には影響しない。

※ 容量市場において、全ての固定費を回収する訳ではなく、スポット市場からも固定費の一部を回収。

# 発電事業者の投資意思決定における課題

- 民間事業者の投資意思決定においては、「標準ケース」、「アップサイドケース」、「ダウンサイドケース」といった各ケースの発生確率を分析した上で、リスクに見合うだけの収入見通しがあれば、投資が行われるのが一般的。
- 発電事業は初期に多額の投資を伴うことや、前頁の発電事業者の収入構造を踏まえれば、スポット市場からの将来収入のダウンサイドリスクが大きい場合には、投資が十分に進まない可能性がある。
- 電源投資を安定的に確保する観点からは、将来収入のダウンサイドリスクへの対応が課題として挙げられるのではないか。



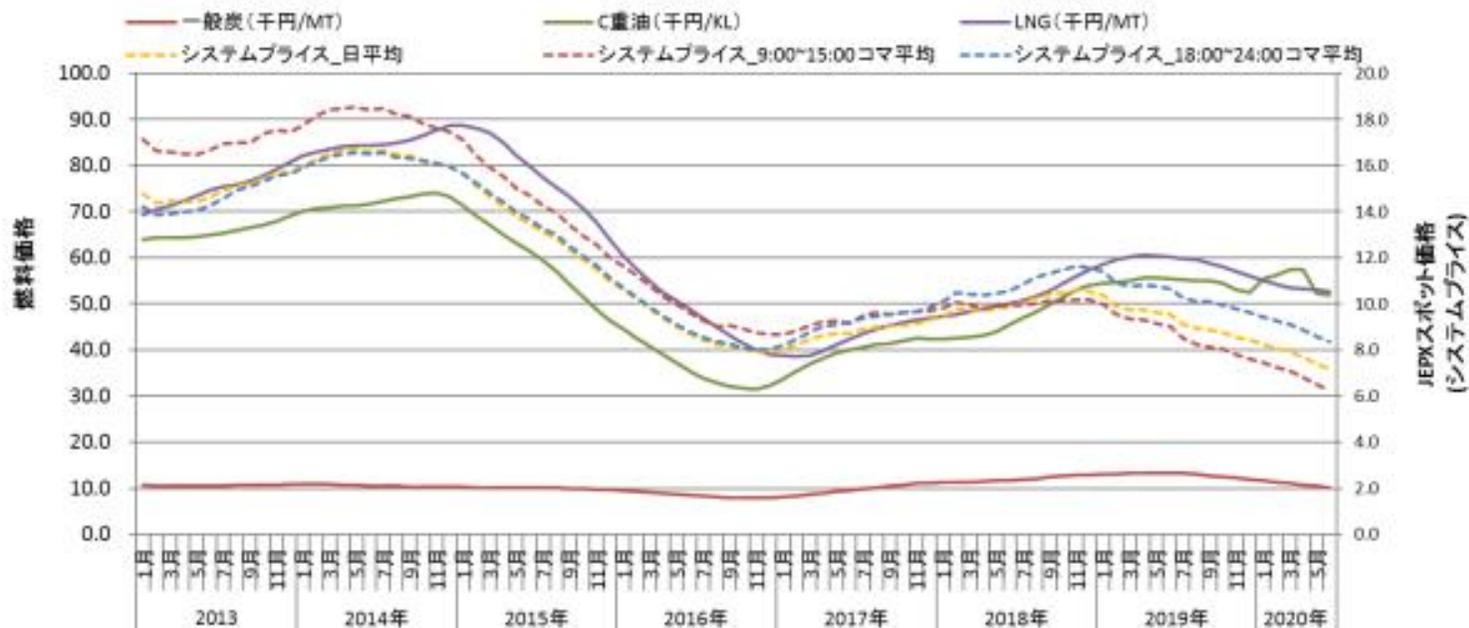
# <参考> スポット価格の変動と燃料価格との関係性

中長期推移

## JEPXスポット価格と燃料価格

- 燃料価格の長期トレンドは、一般炭はほぼ横ばい。LNG及びC重油は、2014年をピークに下降し、2016年以降上昇傾向となったが、LNGは2019年以降低下傾向に転じている。
- JEPXスポット価格の長期トレンドは、LNGやC重油とほぼ同様の動きとなっているが、2019年以降の低下の程度は、一般炭およびLNGに比べて大きい。特に、9時～15時コマにおいて低下の程度が相対的に大きく、太陽光発電の増加が一因と考えられる。

JEPXスポット価格と燃料価格の推移(12か月移動平均)  
(2013年1月～2020年6月)



出所：財務省 貿易統計(2020年5月28日時点)より電力・ガス取引監視等委員会作成  
 ※ 燃料価格は輸入CIF価格  
 ※ 2019年4、7、8、10、12月、2020年2、3月のC重油については貿易統計での記載なし。

# <参考> スポット市場と容量市場の関係

- 容量市場における入札ガイドラインに従えば、発電事業者の入札行動は、「運転維持費」から「他市場収益」を控除して応札するものと考えられ、「スポット市場の価格」と「事業者の容量市場への応札価格」は基本的に逆相関の関係にある。
- 一方で、容量市場には上限価格が設けられており、一定額以上に上昇することは無い。
- したがって、スポット市場の価格の大幅な低下に対しては、引き続きダウンサイドリスクがある。

## <容量市場における入札ガイドライン>

### 4. 容量市場の活性化

#### (3) 監視対象行為

##### (イ) 価格つり上げ

市場支配的事業者が、電源を維持するために容量市場から回収が必要な金額を不当に上回る価格で応札することで、本来形成される約定価格よりも高い約定価格が形成される場合には、価格のつり上げに該当すると考えられる。

この点、市場支配的事業者が、電源を維持することで支払うコストから電源を稼働することで得られる他市場収益を差し引いた額（維持管理コスト）で応札をしている場合には、経済合理的な行動と考えられることから、価格のつり上げには該当しないものとみなされる。

## <容量市場の上限価格>

$$\text{上限価格} = \text{NetCONE} \times 1.5$$

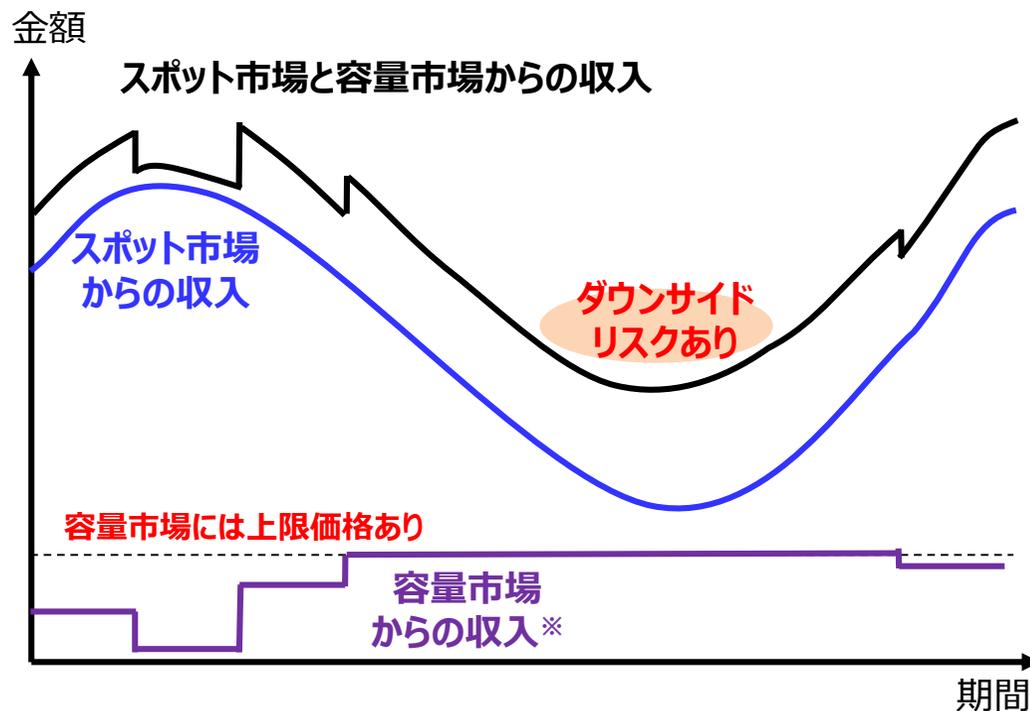
$$\text{Net CONE} = \text{Gross CONE} - \text{他市場収益}$$

(注) Gross CONE：新設電源（CCGT）の固定費

※2020年オークションでは14,225円/kW

他市場収益：スポット市場を含む他市場からの収益

## <スポット市場と容量市場の関係（イメージ）>

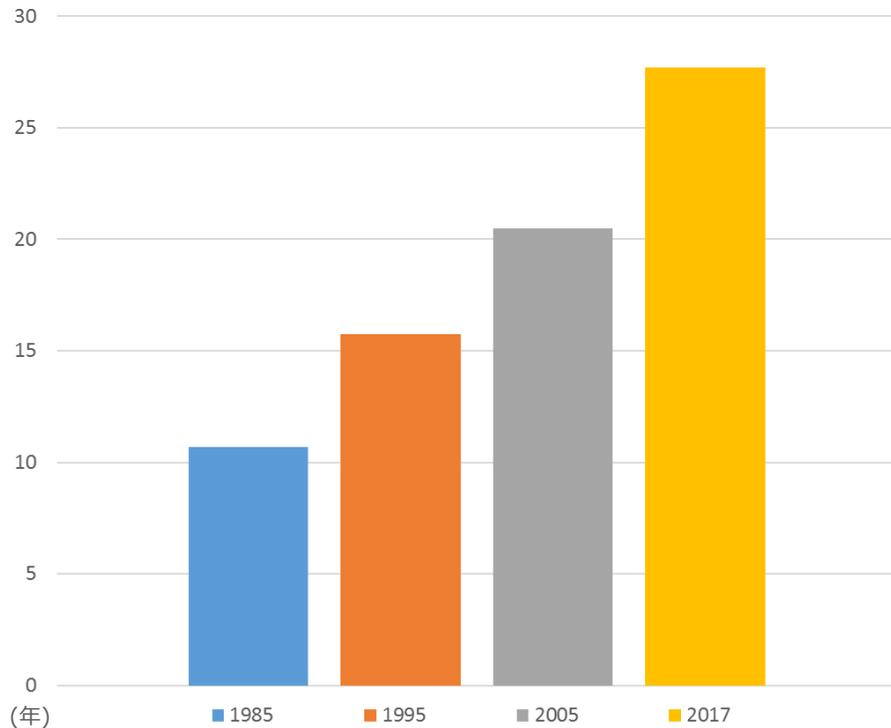


※実際の容量市場の価格は、発電事業者の入札行動とは別に、供給力の多寡等によっても決まるため、必ずしも上記のような形になるとは限らない。

# <参考> 電源の投資状況 (設備の高経年化)

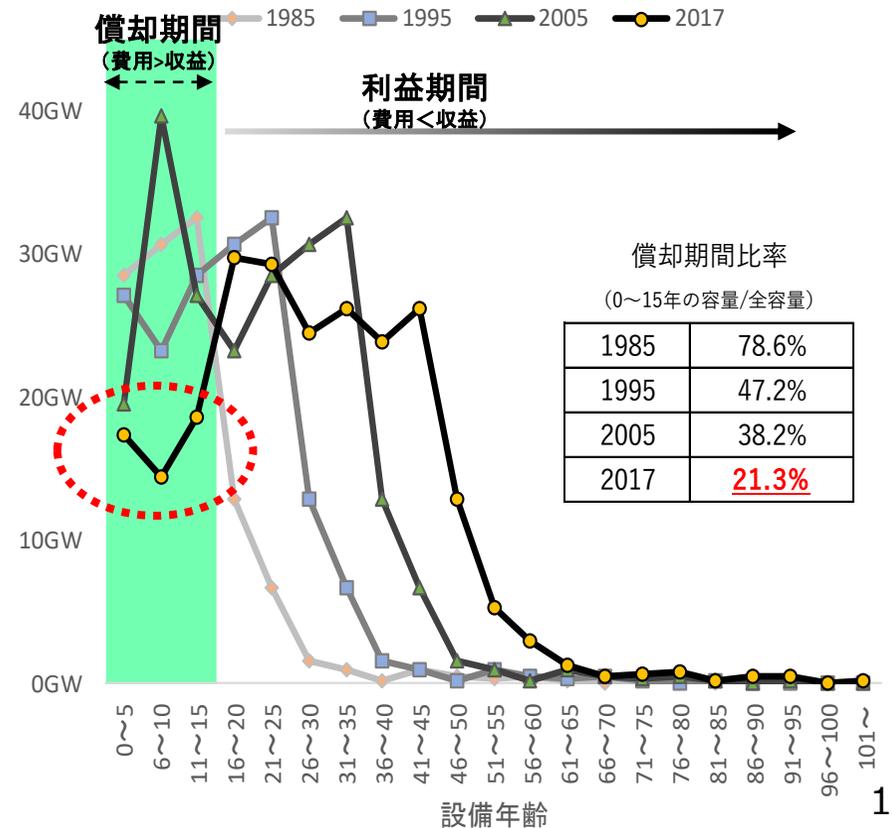
- 北海道のブラックアウトの教訓も踏まえ安定供給を支える多様な電源・供給力の確保が必要。特に、**設備年齢 (ビンテージ) が高経年化**する中で、**再エネの大量導入**に対応していくためにも、**中長期的に適切な供給力・調整力のための投資を確保し、最新の電源の導入や多様化・分散化を促進していくことが必要**。
- 電力自由化による競争活性化は電力料金の抑制に貢献しているが、**償却が終わった効率性の低い老朽電源が温存され、多額の資金が必要な電源への投資が進まない可能性**。

電源設備の平均設備年齢 ※水力以外の再エネ除く



出典：電気事業便覧 (全国主要発電所) より

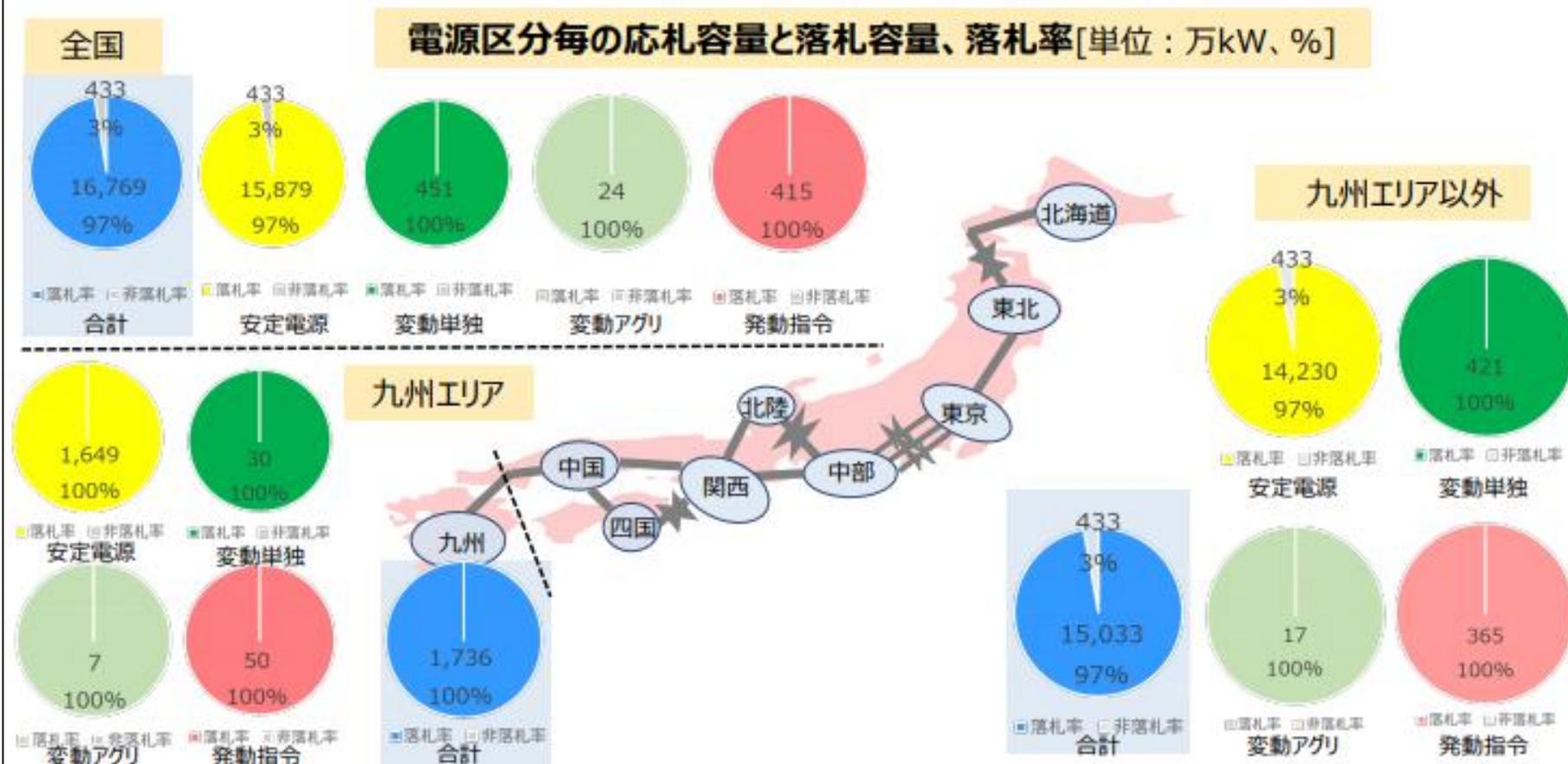
設備年齢階層別の設備容量



## 3. オークション結果の集計・公表 (3) 応札容量と落札容量（落札率）

13

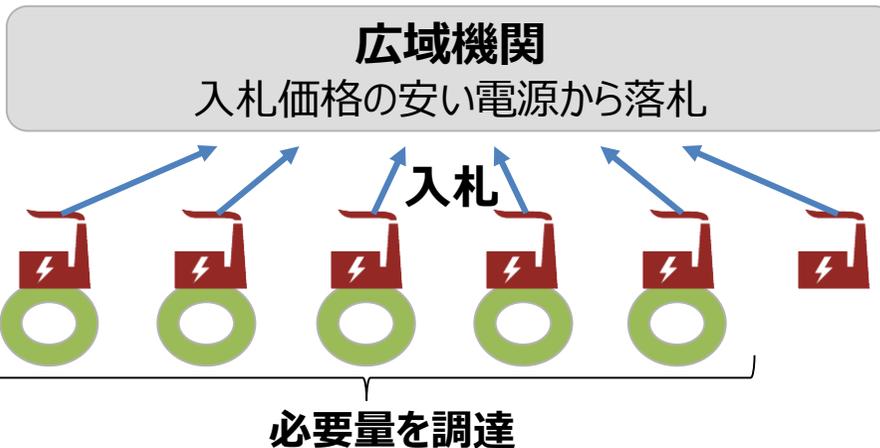
- 全国の電源等の区分別の落札率は、安定電源が97%、変動電源（単独）・変動電源（アグリゲート）・発動指令電源は、いずれも100%であった。また、全体の落札率は、97%であった。
- なお、九州エリアにおいて非落札電源はなかった。



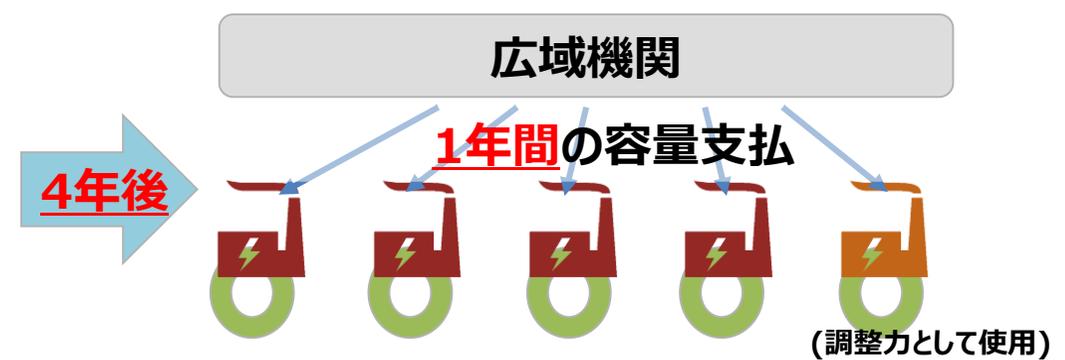
# <参考> 容量市場の具体的な措置と残された課題

- 容量市場は、**4年後の1年間に提供される供給力**に対価を支払う制度。電源の新設・既存を問わずに入札が行われるため、結果的に、**既存電源を中心とした価格形成**となる。
- このため、以下の2点の理由から、**容量市場はそれ単独では、電源投資を行う者に対して、最新の電源への投資のために必要な長期的な予見可能性を付与することは困難**。
  - ① **4年後の1年間の供給力を評価する市場であり、長期的な収入の見通しが困難**。
  - ② **出力が自然変動する再生可能エネルギーは、供給信頼度が低く、相対的に容量収入が少ない**。

## オークションの開催 (2020年)



## 容量に対する支払い (2024年)



### 電源等の特性による供給信頼度(≒調整係数)の違い (イメージ)

電源毎の特性	電源 A	電源 B
電源種	ガス (CCGT)	太陽光
調整係数	大	<b>小</b>

太陽光や風力などの自然変動電源は、需要に応じた発電行動ができず、供給信頼度が低く評価されるため、調整係数が小さく、市場から得られる容量収入は少なくなる。

# <参考> 米国PJMの容量オークションの価格の変動

- PJMの容量オークション結果は以下のように推移しており、最低価格（\$16.46/MW日、631円/kW年※）と最高価格（\$174.29/MW日、6,680円/kW年※）で10倍ほどの乖離があり、**約定価格は年度ごとに大きく変動している**。 ※1\$ = 105円として換算。

<米国PJMの容量オークション結果>



(出所) PJMのHPより作成

<https://www.pjm.com/-/media/markets-ops/rpm/rpm-auction-info/2021-2022/2021-2022-base-residual-auction-report.ashx?la=en>

# <参考> 基本政策分科会における議論

## 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

### 3E+Sを目指す上での課題を整理

- レジリエンスの重要性など新たな要素の確認

〔グリーンイノベーション  
戦略推進会議〕

### 今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するための課題の検証

- 気候変動対策を進める世界の状況
- CO2排出の太宗を占める、エネルギーの需給構造
- 脱炭素化技術への投資確保 など

脱炭素社会に不可欠な  
イノベーションのあり方

### 2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- エネルギーミックスの達成状況
- エネルギー源ごとの取組状況
- 今後、さらに取り組むべき施策 など



【参考】『パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略』（2019年6月11日閣議決定）

「我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。」

「2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。」

# <参考> 脱炭素化に関連する閣議決定

## <地球温暖化対策計画（平成28年5月13日閣議決定）>

### 第1章 地球温暖化対策の推進に関する基本的方向

#### 第1節 我が国の地球温暖化対策の目指す方向

##### 2. 長期的な目標を見据えた戦略的取組

こうした中で、我が国は、パリ協定を踏まえ、全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある国際枠組みの下、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。

## <パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）>

### 第1章：基本的考え方

#### 2. 我が国の長期的なビジョン

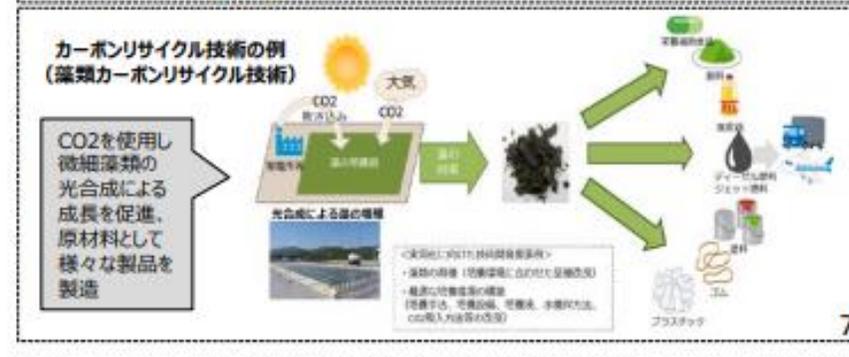
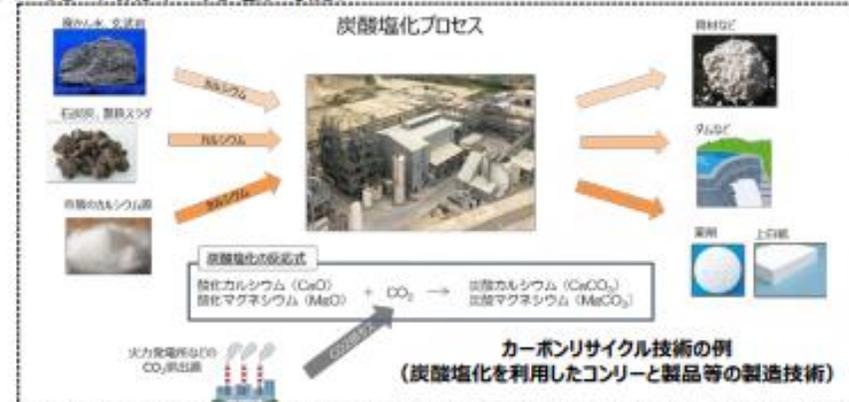
我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。それに向けて、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。

# <参考> 発電分野における新しい技術開発状況 (CCUS)

## (参考) 広島・大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」の整備

- 広島・大崎上島において、現在、石炭ガス化複合発電 (IGCC)と石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) (※)の実証事業を実施中。その一環として、2019年12月からCO2分離回収の実証試験を開始。
- また、今後、本実証試験で回収するCO2を活用して、カーボンリサイクル技術の実証研究拠点を整備していく予定。例えば、以下のような研究開発を集中的に進めていく。
  - ✓ CO2の炭酸塩化を利用したコンクリート製品等を製造する技術開発
  - ✓ 微細藻類や触媒等を利用してCO2から化学品や燃料等を製造する技術開発

(※) IGCCは、石炭をガス化した上で燃焼させて発電する技術。ガスタービン発電と蒸気タービン発電を複合させることで高効率化が可能。IGFCは、IGCCに燃料電池を組み合わせたトリプル複合発電方式で、IGCCに比べ高効率の発電が可能。



# <参考> 発電分野における新しい技術開発状況 (水素発電)

## (参考) 水素社会実現に向けた取組

- 水素社会の実現のためには、水素の製造、輸送・貯蔵、利用までの一貫したサプライチェーンの構築が必要不可欠。
- 技術開発・実証や導入支援を通じ、水素供給コストを低減させ、商用化を目指す。



# 中長期を見据えた電源投資の在り方

- **安定供給の確保のためには、中長期を見据えた電源投資が重要**。容量市場は、4年後に確実に稼働できる供給力の不足に対し、卸電力市場等の構造的な課題を含めて、来年度のオークションに向けた検討が行われているが、**容量市場はそれ単独では、最新の電源への投資のために必要な長期的な予見可能性を付与することは困難**である。
- また、10月13日の総合エネルギー調査会 基本政策分科会では、**今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するための課題の検証**を行っていくこととされたところであり、**今後、電力システムは脱炭素化の方向に進んでいくこととなる**。
- このため、今後、本小委員会における**電源投資確保のための制度の検討にあたって、これらの議論を踏まえて検討していくべきではないか**。

## <第5回構築小委員会での委員のご意見>

- ✓ 電源投資については、事業の長期予見性の確保のためには、**将来の電力システムの絵姿がきちんと示されることが重要**。様々な市場については、その絵姿に合致するような仕組みになっているかどうか議論すべき。
- ✓ 電源投資の確保については、制度措置の議論の前に、**国の政策の全体像を提示してほしい**。
- ✓ 制度はあくまで手段であり、目的は3E+Sのバランスの下で脱炭素を進める電力システム構築。まずは**あるべき姿としての需給バランスや電源構成**、そしてアフターコロナのデジタル化の進展や非効率石炭フェードアウト等が今後どのような影響を及ぼすかを考える必要。これらが詳細設計の議論の前提となる。
- ✓ **2030年・2050年の脱炭素化に向けたあるべき姿**を示した上で、その姿に照らして政策が組まれてくることが重要。これらは国民生活にも直結するため、国民的議論が必要。

## <地球温暖化対策計画（平成28年5月13日閣議決定）>

長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。

## <パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）>

我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。