

容量メカニズムについて

2016年10月31日

資源エネルギー庁

はじめに

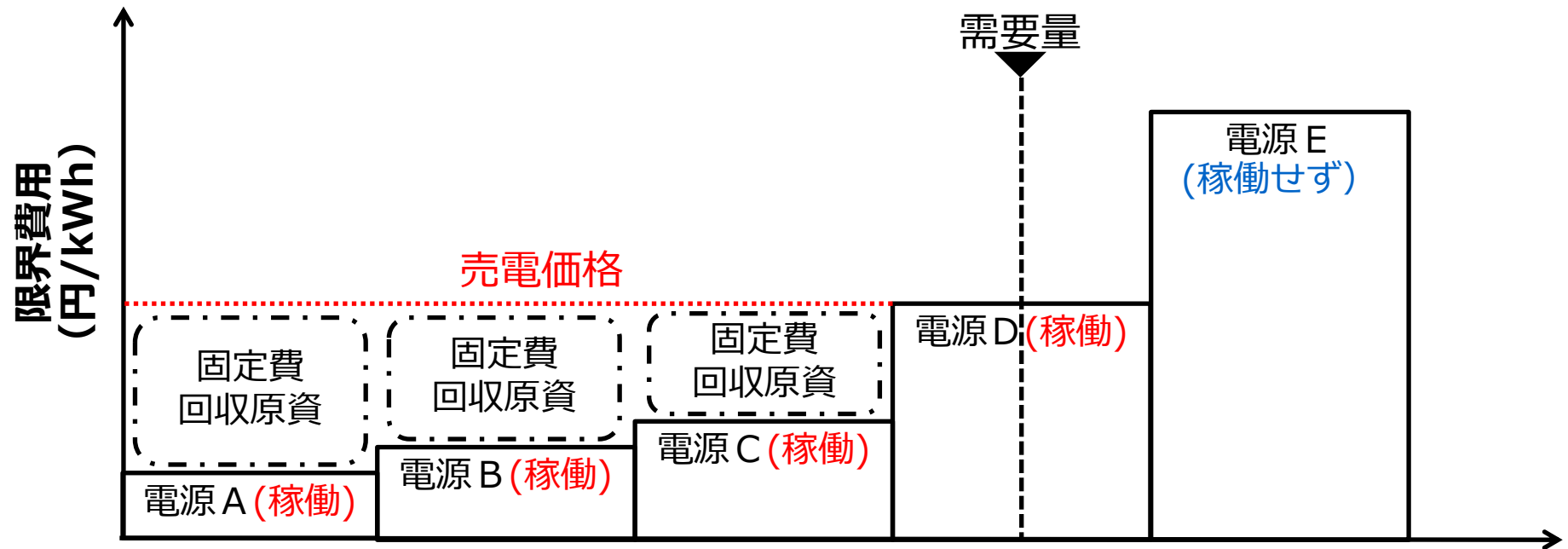
- 発電投資は、これまでは総括原価方式の下、規制料金を通じて回収されてきた。しかしながら、小売全面自由化以降は、原則、市場での取引を通じて、または市場価格を指標として投資回収される仕組みに移行していくと考えられるため、投資回収の予見性はこれまでと比して低下する。
- また、固定価格買取制度を通じた再エネの拡大等に起因する売電収入の低下により、事業者による発電投資の意欲が減退する可能性がある。
- 仮に今後、発電投資が適切なタイミングで行われなければ、中長期的に供給力不足が顕在化し、価格シグナルと電源開発のリードタイムに差があることで、①需給が逼迫する期間における電気料金の高止まりと、②再エネが増加する中でも、必要量が従来と比して大きく変わらない火力等の調整電源の不足といった問題を引き起こす懸念がある。
- このため、中長期的に必要な供給力の確保を、市場原理を活用してより効率的に達成する観点から、卸電力市場(kWh価値の取引)に加え、容量メカニズム(kW価値の取引)を通じて、発電投資の予見性を高める必要性がこれまでも指摘されてきた。
- 他方で、自由化先進国で講じられている、中長期の供給力確保を目的とした、発電投資の予見性向上のための具体的な手法は、アプローチの仕方や、施策の対象となる電源、支払の方法などがそれぞれ異なっており、グローバルスタンダードと呼べる手法は必ずしも存在しない。
- こうした状況を踏まえ、本日は我が国固有事情等も鑑みた上で、中長期的な供給力確保策としての容量メカニズムを導入する場合の基本的な考え方を御議論いただきたい。

小売自由化後の発電投資の回収について

- 小売自由化前における、旧一般電気事業者等が行った発電投資（資本費等の固定費）は、供給予備力部分も含めて、総括原価方式で算定された規制料金下で、回収してきた。
- しかしながら、小売全面自由化後は、発電投資は調整力公募の対象電源など一部例外を除き、原則、卸電力市場を通じて回収する必要があるが、投資回収の機能を同市場のみに委ねることにより、様々な課題が顕在化する可能性がある。

【市場における発電コスト回収の仕組み（イメージ）】

※限界費用が安い順（メリットオーダー）で電源を稼働し、稼働する電源の最も高い限界費用で売電価格が決定した場合。



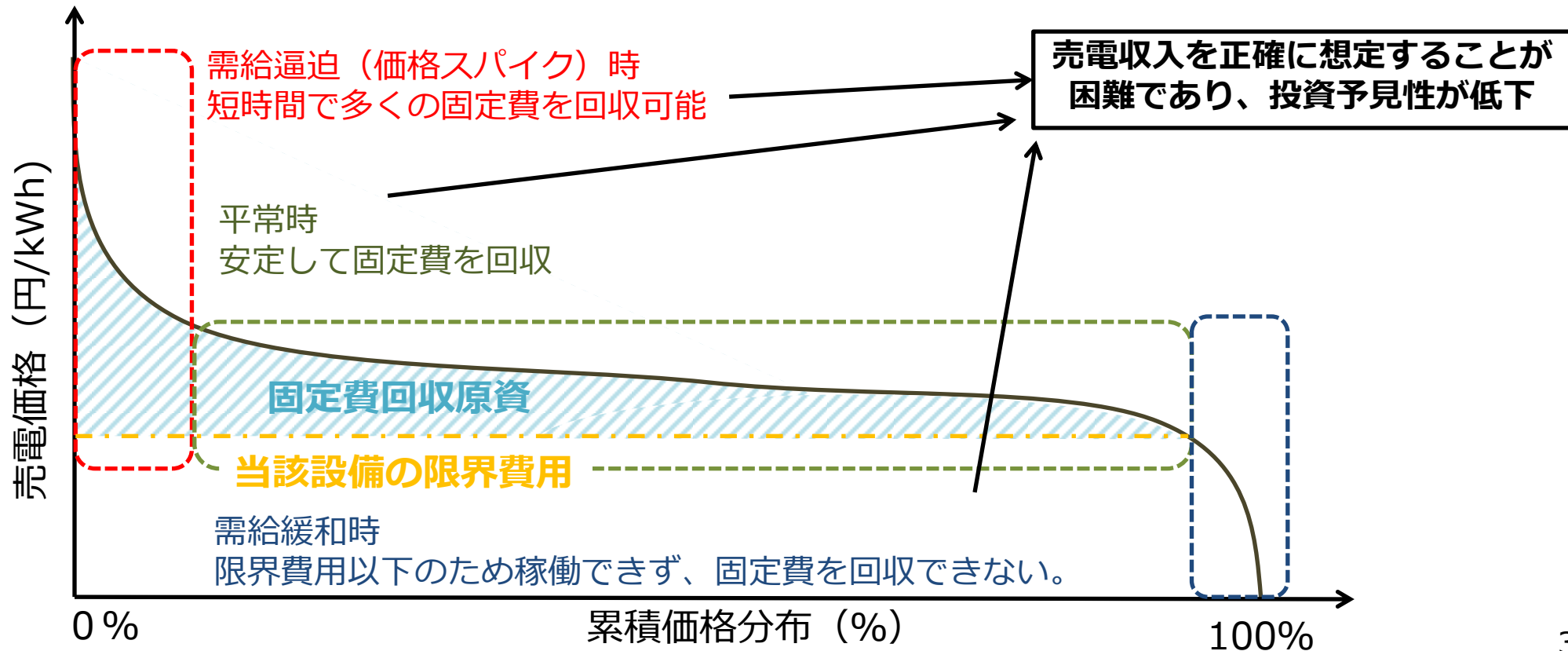
売電収入(円) = 売電価格(円/kWh) × 売電量 (kWh) = kWh価値に対する支払い

※30分毎の需要量に合わせ、年間17,520回分（1日48コマ×365日）の売電価格が決定

課題①：不確実な売電価格による投資回収の予見性の低下

- 長期的な売電価格を正確に想定できるのであれば、理論上、卸電力市場のみでも発電投資回収の可否を見極めることは可能。しかしながら、売電価格は天候や電源脱落等の不確定要素により大きく変動する需給状況を反映したものとなるため、売電収入を正確に想定することは困難。
- 従って、先渡市場や相対契約などを最大限活用して、予見性を高めた（リスクヘッジをした）としても、多額の発電投資を回収するに際しての予見性は、一般的に自由化前よりも低下する。

【発電設備のライフサイクル期間における売電価格の分布（イメージ）】

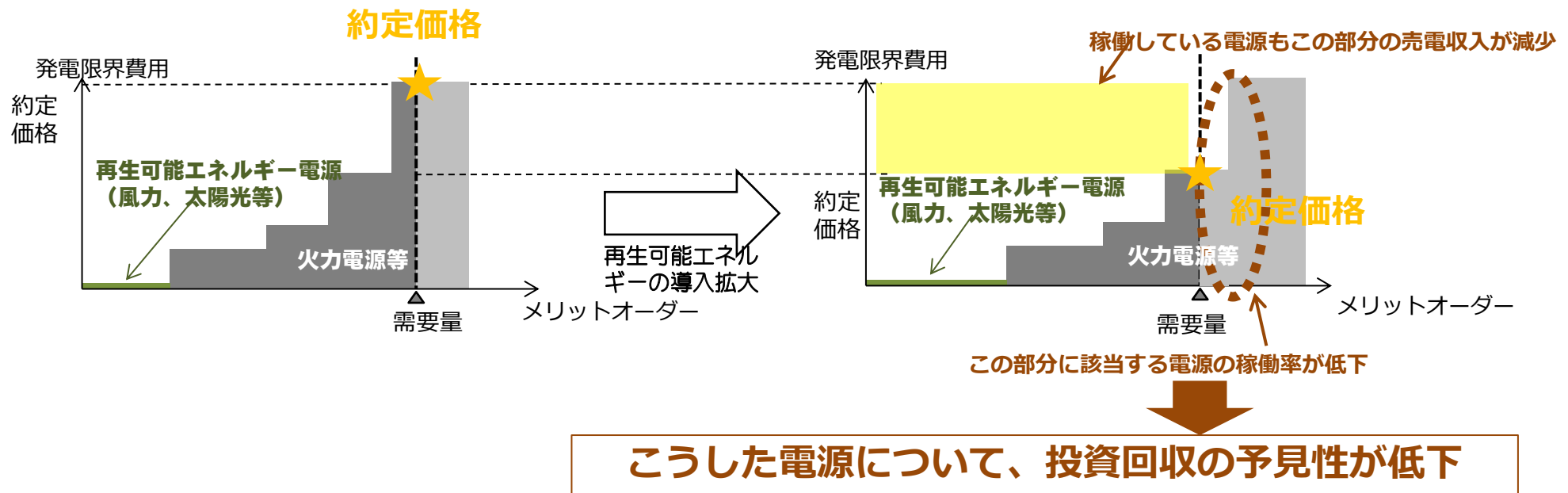


課題②：再エネの導入が拡大する中での売電収入の低下

- 固定価格買取制度等を通じ、限界費用が低く、また優先給電ルールの下では抑制されにくい再生可能エネルギーの導入を拡大すると、一部の電源の設備稼働率が低下する可能性がある。
- 同時に、再エネの導入等により稼働率が変わらない電源も、市場価格の低下に伴い、売電収入が減少する可能性があり、こうした事態が発電投資意欲を減退させることに繋がる。

固定価格買取制度等を通じて再生可能エネルギーの導入が拡大した場合には、発電限界費用が相対的に高い火力電源等の設備利用率が低下し、ひいてはこうした電源の投資回収の確実性が低下することとなる。

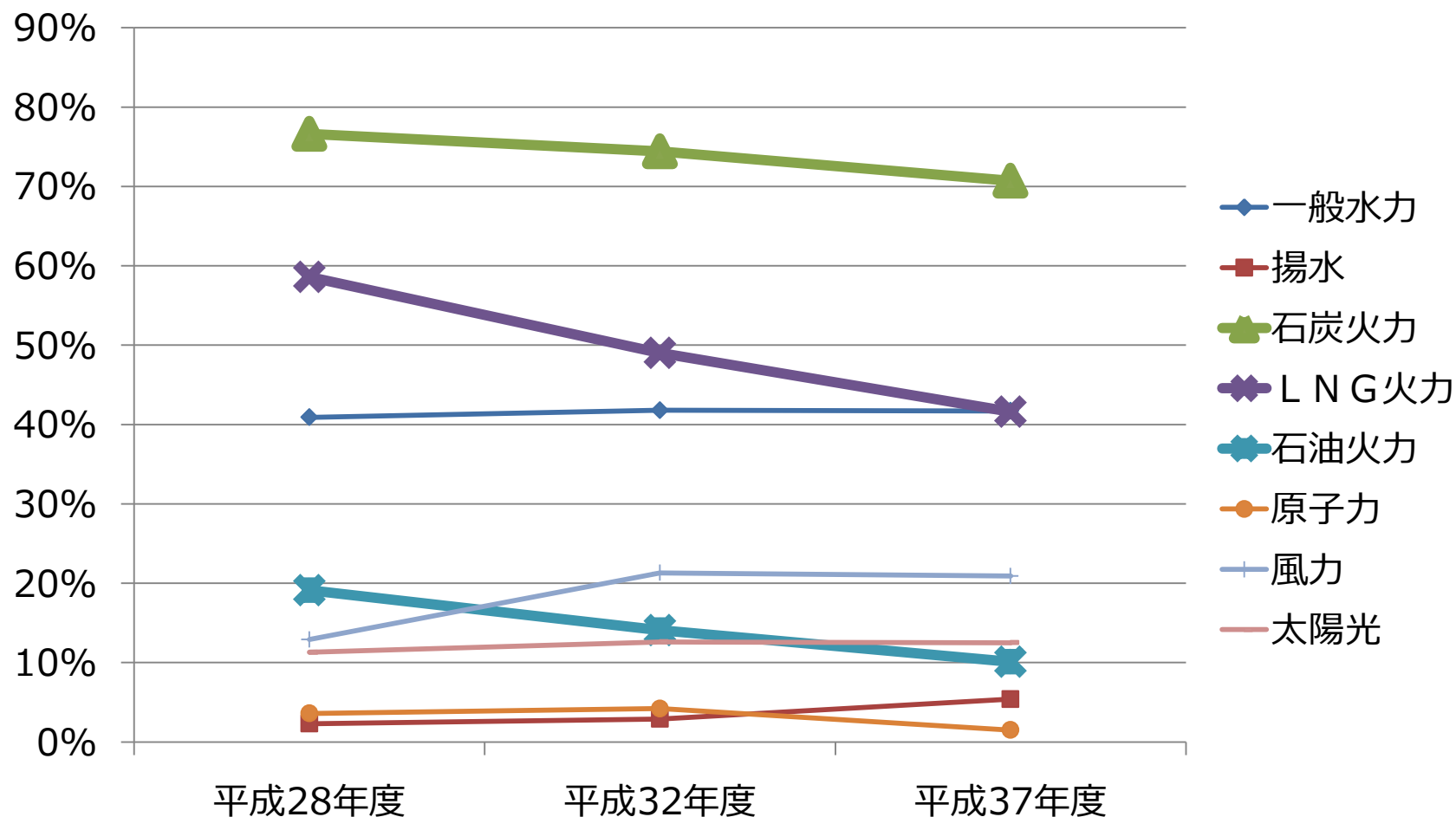
再生可能エネルギーの導入拡大によるメルिटオーダーへの影響



(参考) 風力・太陽光の増加と火力発電所稼働率の低下

- 我が国の電気事業者による供給計画を見ると、今後、自然変動電源である風力・太陽光の導入が進む一方で、火力の稼働率は徐々に低下する見込み。

電源別の設備利用率

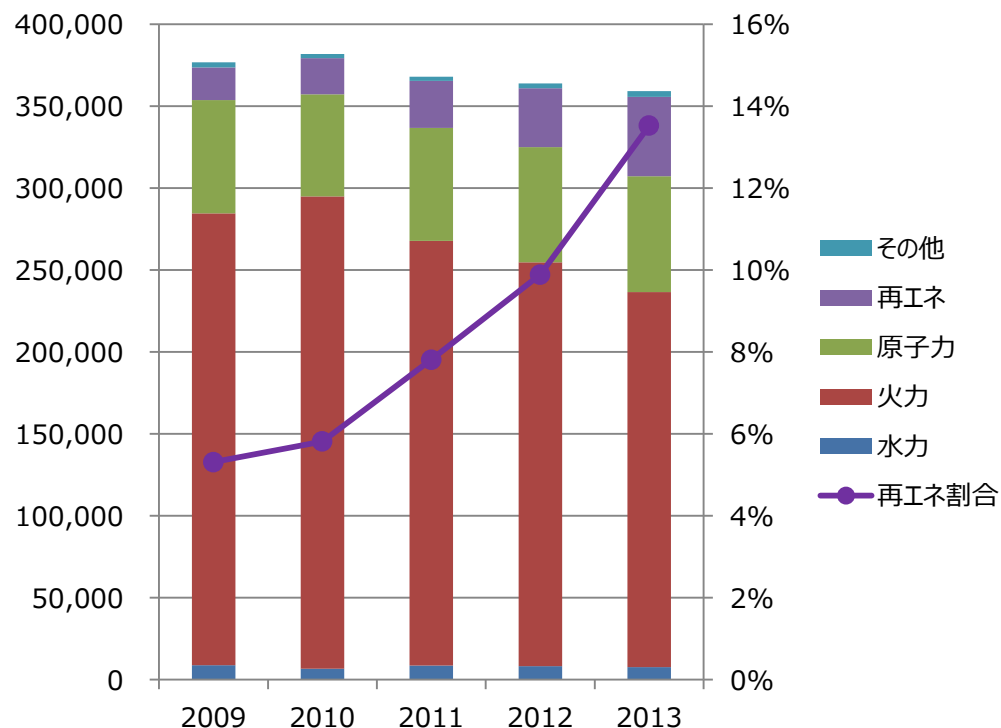


(参考) 海外の事例 (再エネの増加と火力発電所稼働率の低下)

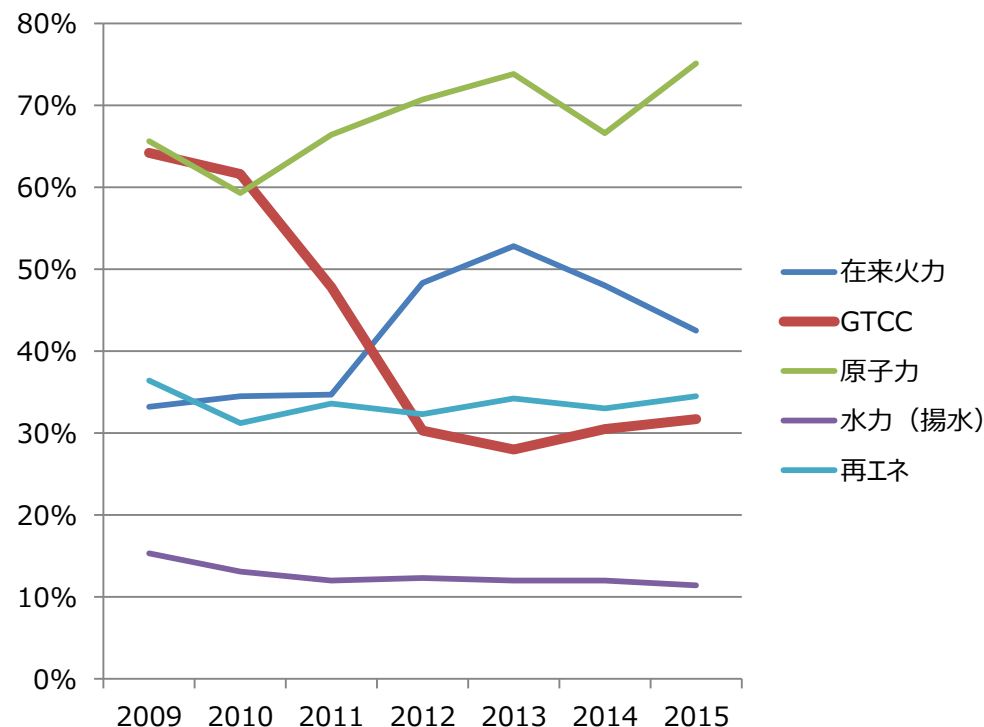
- イギリスでは、再生可能エネルギーの導入拡大が進む一方で、ガス火力 (GTCC) の稼働率は大きく低下している。

イギリスの総発電電力量と再エネ割合

(100万kWh)



イギリスの発電所設備利用率



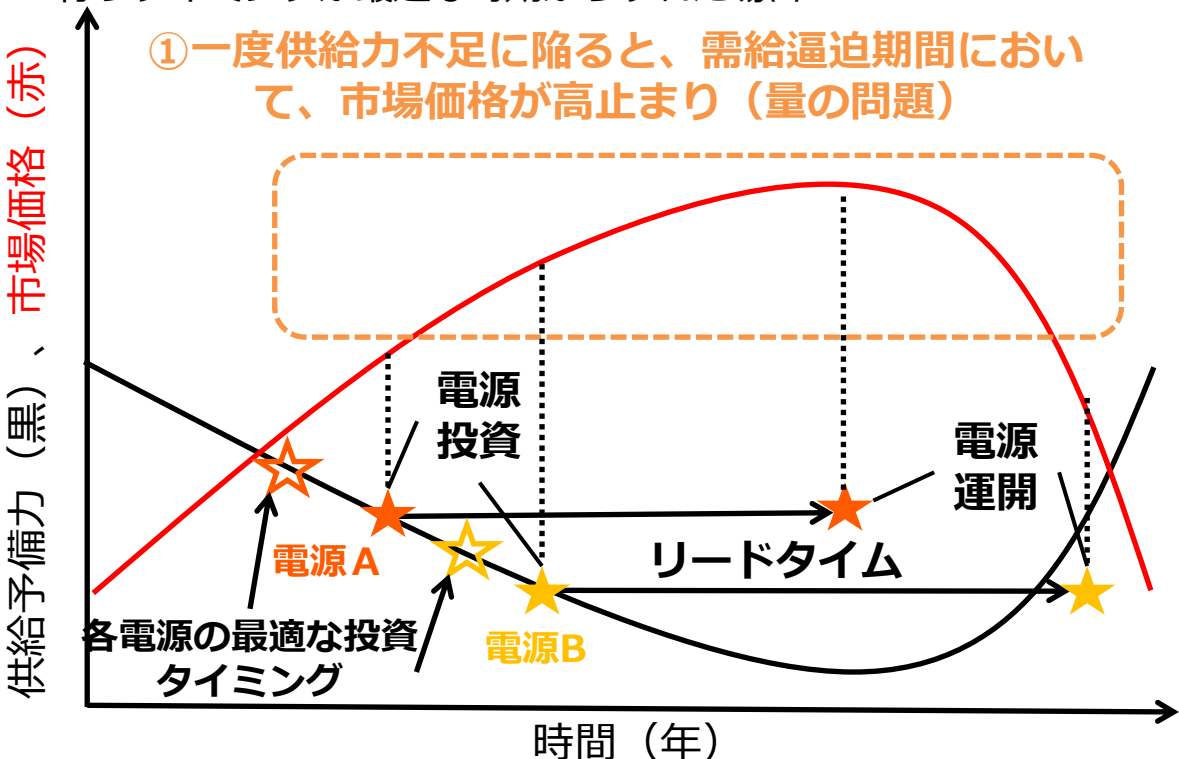
中長期的に必要な供給力を確保できないことによって生じる問題

- 投資回収の予見性低下に伴い、仮に今後発電投資が適切なタイミングで行われなかった場合、電源の新設・リプレイス等が十分にされない状態で、既存発電所が閉鎖されていくこととなる。
- その結果、中長期的に供給力不足の問題が顕在化し、更に電源開発に一定のリードタイムを要することから、①需給が逼迫する期間に渡り、電気料金が高止まりする問題や、②再エネを更に導入した際の需給調整手段として、必要な調整電源を確保できない問題等が生じる。

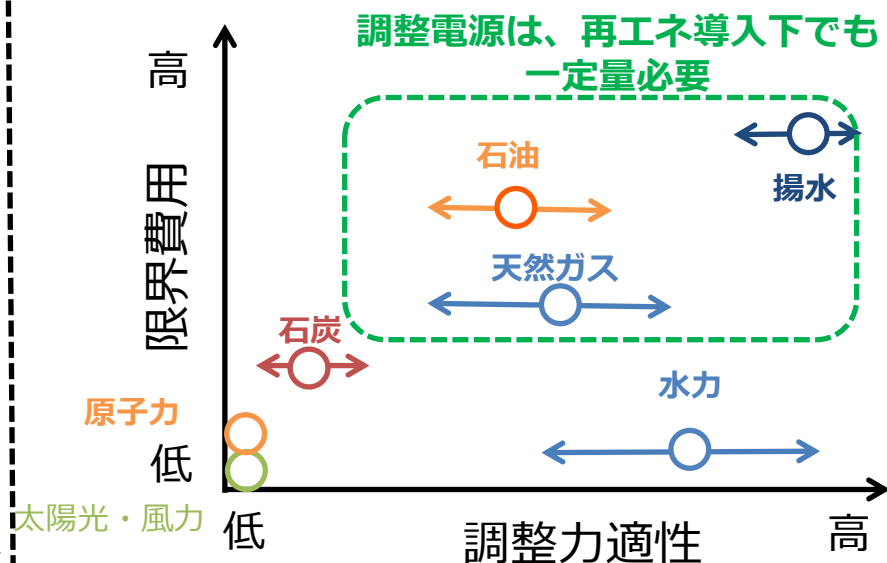
【供給予備力及び市場価格の推移（イメージ）】

【各電源の限界費用と調整力適性（イメージ）】

※事業者が卸電力市場の中で十分な予見性を確保できず、電源投資を行うタイミングが最適な時期からずれた場合

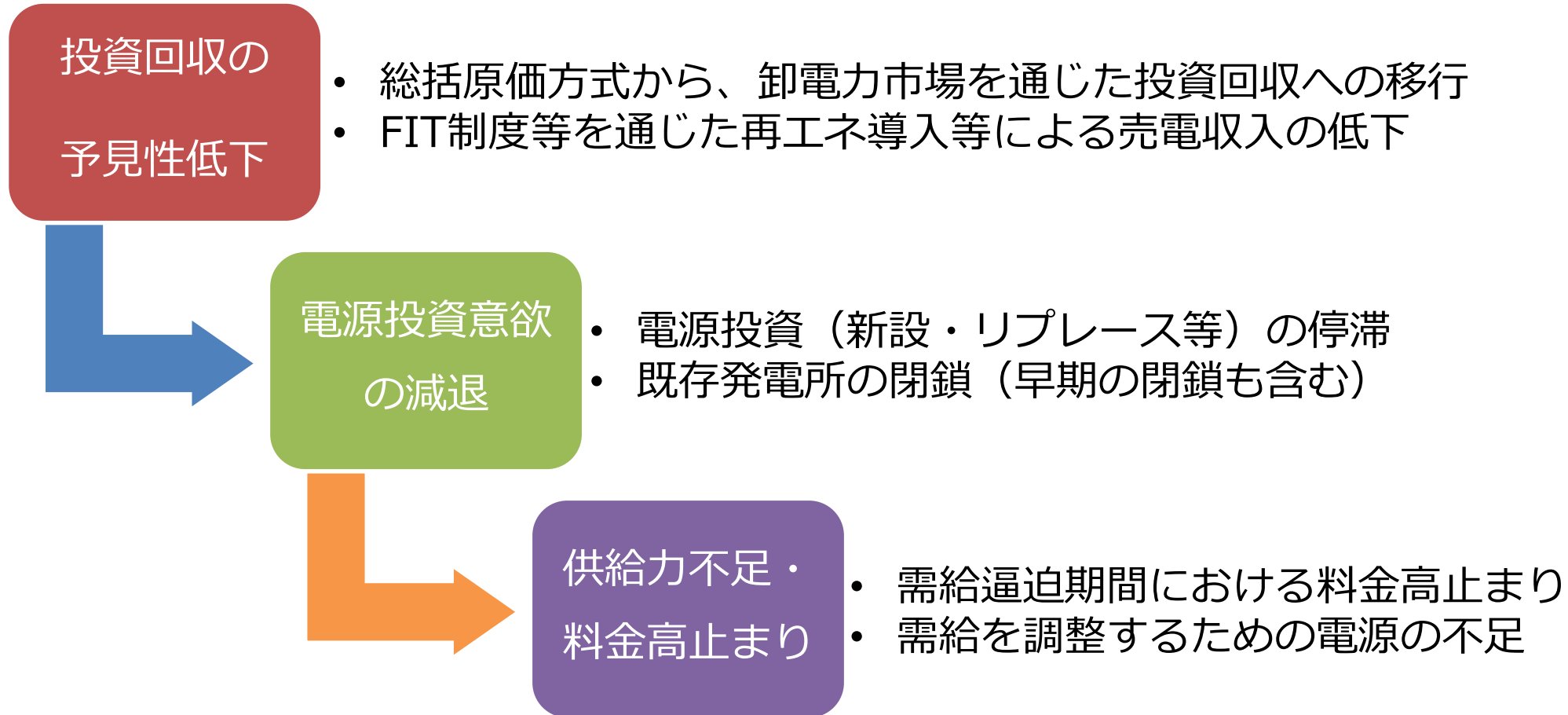


②火力等の調整電源が確保できない場合には、再エネ比率拡大下で需給調整が困難に（質の問題）



供給力不足までの流れと投資回収の予見性を高める施策の必要性

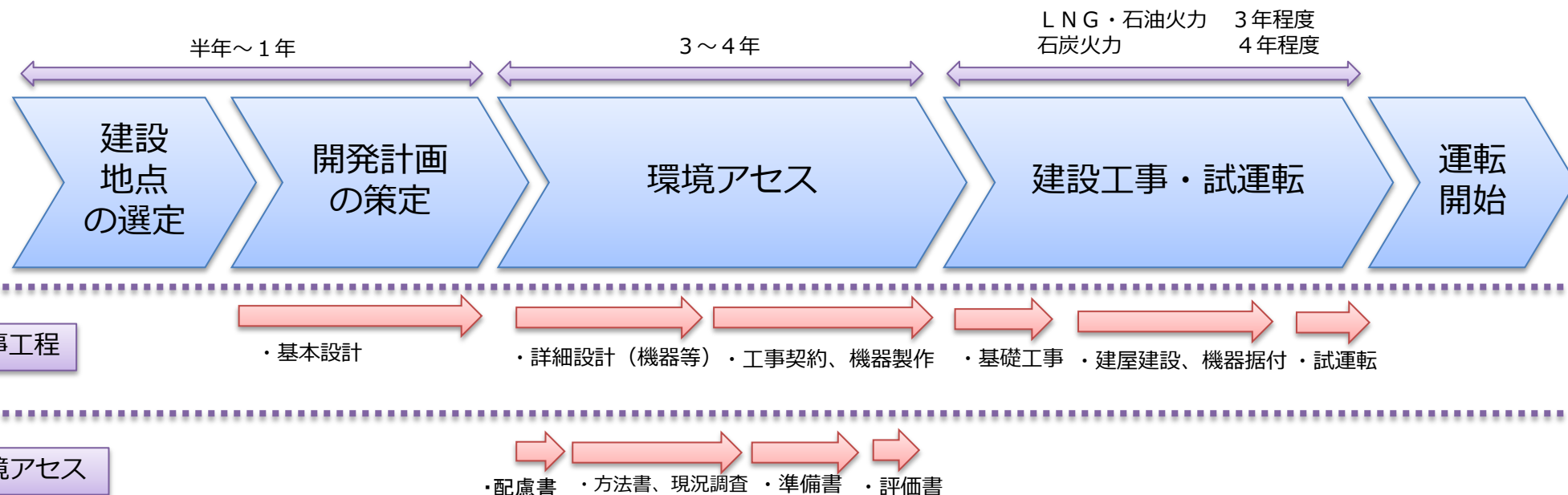
- 供給力の不足が顕在化するまでの流れは以下のとおり整理され、供給力不足に陥る前に、適切なタイミングで電源投資が行われるよう、投資回収の予見性を高める必要がある。



適切なタイミングで電源投資が行われるよう、投資回収の予見性向上策が必要

(参考) 火力発電建設のリードタイムの概要

- 発電投資を行うに当たっては、需給の見通し、燃料価格動向、流通設備建設計画、系統アクセスコスト等から費用便益を総合的に判断し、最終的に投資を行うかどうかの意志決定をすることになる。
- 火力発電所の建設計画から運転開始まで要する標準的な期間は10年程度。

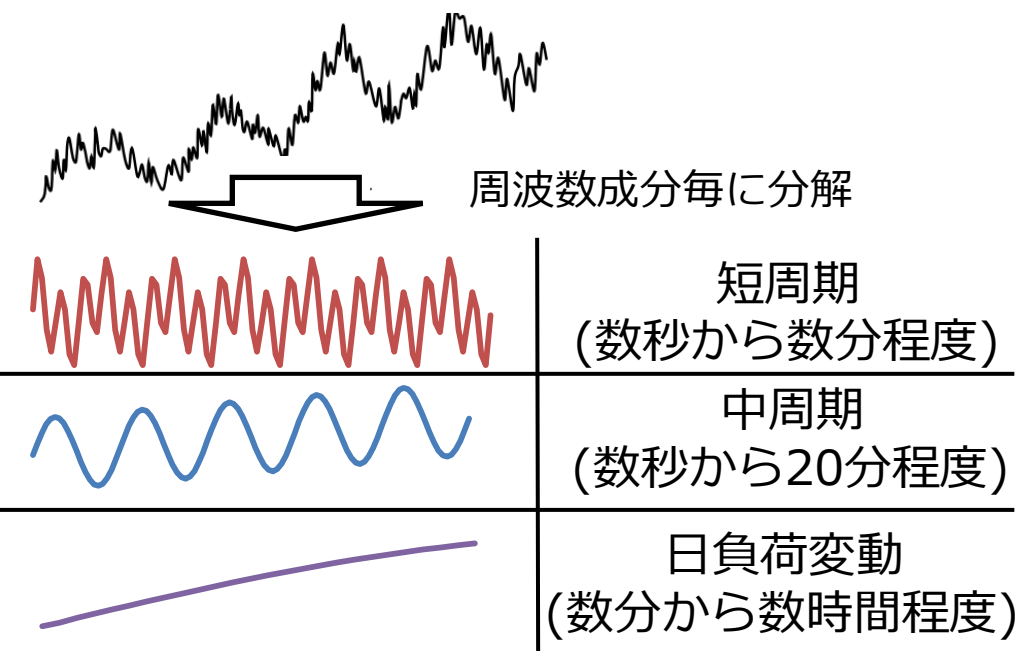


(参考) 調整力の役割について

- 小売全面自由化後、一般送配電事業者が各供給区域における周波数制御・需給バランス調整を担うこととなり、必要な調整力の確保が求められている。

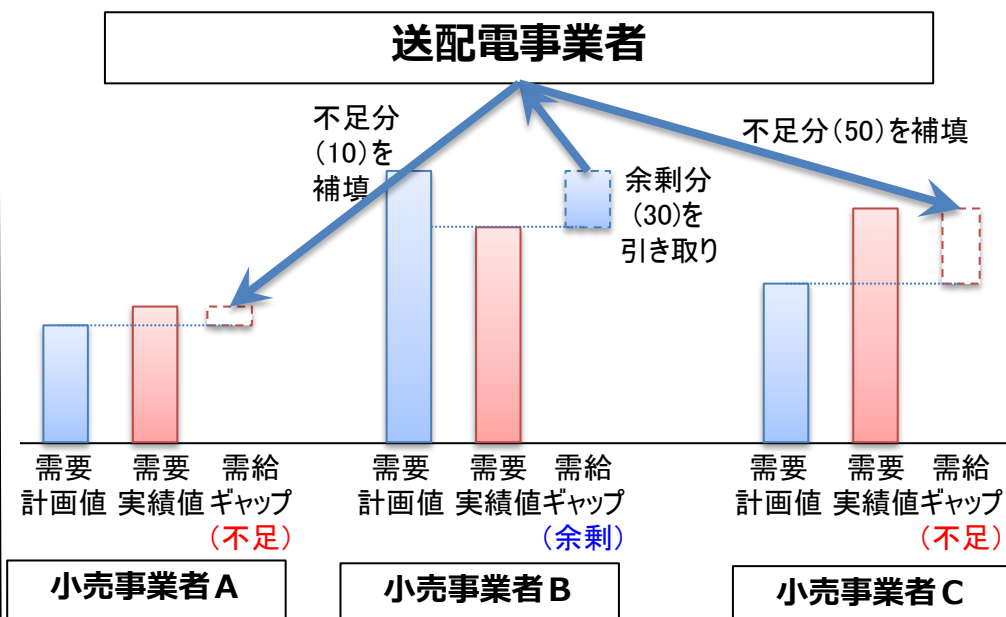
①周波数制御

- 電力量補給は行わない系統周波数調整
- 総需要は様々な周波数の合成であるため、それぞれの周波数に適した電源等で調整（しわ取り）を実施



②需給バランス調整

- 各事業者の計画と実績の差分等に対して、電力量の補給等を行い系統周波数を調整
- 部分負荷運転または停止待機中の火力発電機や揚水発電などを活用する他、需給調整契約も活用

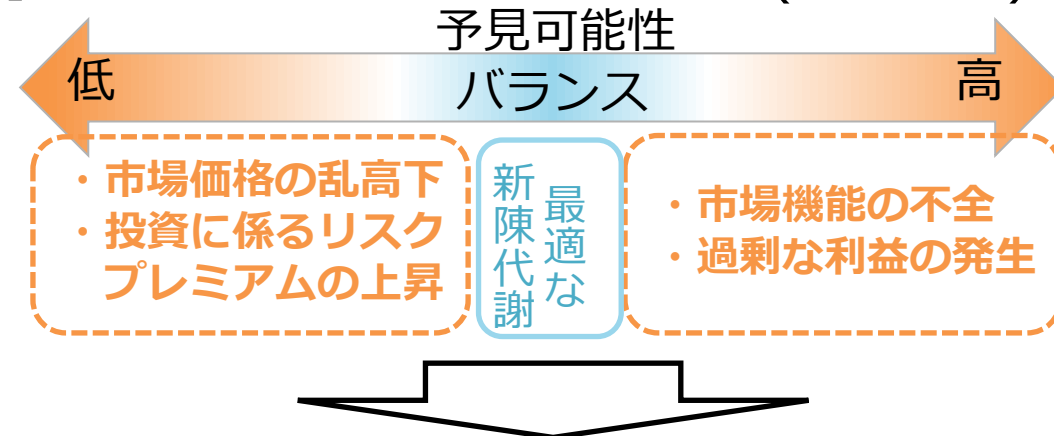


中長期の供給力確保のための基本的な考え方

- 中長期的に必要な供給力を確保するために、単に現状の卸電力市場（kWh価値の取引）等に調整機能を委ねるのではなく、投資回収の予見性を高める施策を追加で講じ、その結果、電源の新陳代謝が市場原理を通じてより効率的に行われるようにすることができる。
- 実際、ほとんどの自由化先進国において、前述の基本コンセプトに基づき、こうした施策が措置されているが、そのための具体的な手法は、個別事情に鑑みそれぞれ大きく異なっており、国際標準と呼べるものは必ずしも存在しない。
- 従って、当該施策の導入にあたっては、我が国固有の事情等も鑑みた上で、最も効率良く電源の新陳代謝を促し、国民負担を最小化するという観点から、基本的な考え方を整理する必要があるのではないか。

【中長期の供給力確保のための各国の措置】 【予見可能性と需要家への影響(イメージ)】

項目	各国の状況
基本コンセプト	ほぼ世界共通 (投資回収の予見性向上)
具体的手法	国・地域により 大きく異なる



予見可能性が適正に確保されない場合、諸コスト及びリスクが小売料金（需要家）に転嫁される恐れ

基本的な考え方における主要な論点

- 容量メカニズムの制度設計をする際の、基本的な考え方における主要論点及びその概要は以下のとおり。

主要論点	概要
1.容量メカニズム以外の手法との比較	投資回収の予見性を高めるために、一部の国（地域）では容量メカニズムの代わりに、人為的にkWh価格の大幅な上昇（スパイク）を発生させる手法も採用されているが、どちらの方がより効果的な取組と考えられるか。
2.電源範囲の限定	調整電源等、供給力に必要な質を確保する観点からは、電源範囲を限定するという考え方もあるが、再エネの拡大等により、収益性は原則全ての電源において低下している。この点について、どのように考えるか。
3.kW価値に対する支払の在り方	容量メカニズムは、新設電源の建設促進や既設電源の維持など、様々な目的を達成するために活用可能であるが、費用対効果を最大化する観点から、どのように考えるか。
4.容量メカニズムと小売電気事業者の関係	小売電気事業者は容量メカニズムの中でどのような役割を果たすべきか。

投資回収の予見性を高めるための措置（具体例イメージ）

- 発電の投資回収の予見性を高める施策として、海外では容量メカニズムのほか、人為的に市場価格(kWh価値)を大幅に引き上げる（スパイク）手法が存在する。
- また一部の国では、投資回収の機能をkWh価値を取引する卸電力市場のみに委ねる国も存在する。
- 理論上は、リスクプレミアム等の金利を除くと、いずれの手法でも総コストは同じ値に収斂すると考えられる。

投資回収の予見性を高めるための措置有り

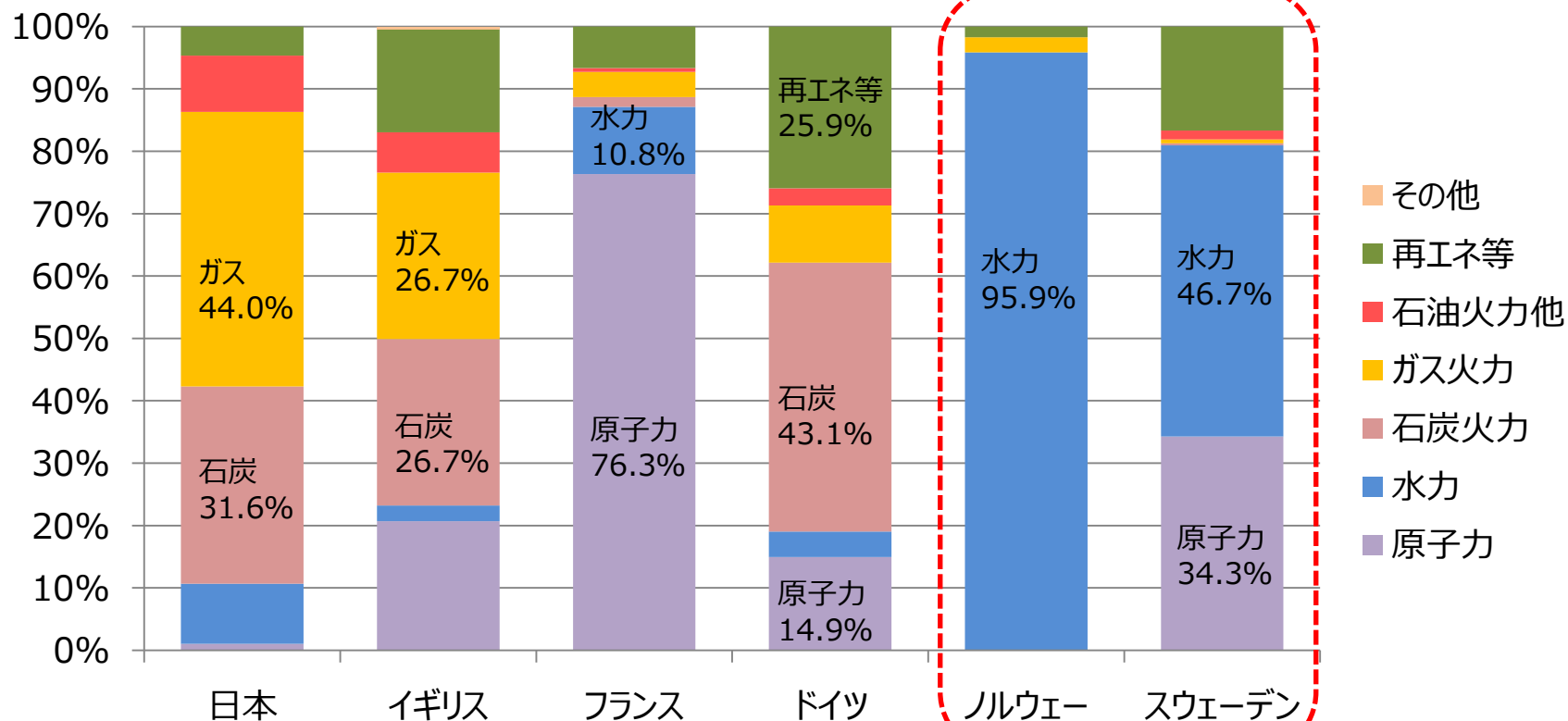
措置無し

	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	kW価格 + kWh価格 供給力・予備力 ※容量メカニズムの設計により形状は異なる	kWh価格 供給力・予備力	kWh価格 供給力・予備力
実施国	米国PJM イギリス 等	米国ERCOT 等	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)

ノルウェーやスウェーデンにおける状況

- Energy Only Marketにおいては、予見可能性が十分確保されないことにより、市場価格の乱高下を引き起こす可能性があるが、ノルウェーやスウェーデンでは、容量メカニズム（戦略的予備力）を2020年に廃止し、同方式に移行する予定。
- その理由として、これらの国では、電源構成上、水力等の占める割合が大きく、石炭火力のような廃止予定もないことから、足下での供給力不足の懸念は比較的小さいためであると考えられる。

各国の電源構成比較（発電電力量）



（出所）日本 電気事業連合会 電源別発電電力量構成比（2015年度実績値）
欧州 ENTSO-E Production Data（2015年1月～12月実績値）

供給力不足の懸念が小さい

論点①：容量メカニズム以外の手法（人為的な市場価格の引き上げ）との比較

- 投資回収の予見性を高める目的で、一部の国（地域）では、人為的に市場価格(kWh価値)を大幅に上昇（スパイク）させる手法が採用されている。
- しかしながら、この手法ではスパイクがどの程度発生するのか予測することが困難であることなどから、容量メカニズム採用時と比較すると投資回収の予見性を十分に確保できないのではないかな。
- 他方、容量メカニズムを通じて十分な供給力を確保できれば、スパイクを抑制することに資するため、卸電力市場価格の安定化等に繋がる。また、kW価値も顕在化することを通じて、価格指標性が高まり、その結果、より効果的に当該目的を達成できるのではないかな。

【容量メカニズムと人為的な市場価格のスパイクの比較】

	容量メカニズム	人為的な市場価格のスパイク
メリット	・ 容量確保義務により、十分な供給力を確保でき、市場価格も安定する ・ kWhに加えて、kW価値も顕在化することで、価格指標性が高まり、投資回収の予見性が高まる	・ 十分な供給力がある間は、買い手側に追加費用が発生しない ・ 稼働しない電源に対する支払が生じない
デメリット	・ kW価値に対する支払額が高いと、発電事業者に過剰なレントが発生する可能性がある ・ 将来実際に稼働しない電源が、支払を受ける可能性がある	・ 十分な供給力が確保される保証が無い ・ 供給力が不足した場合は、スパイクが頻発し、買い手側に多大な追加費用が発生 ・ スパイクがどの程度発生するかを見通せず、相当大きなリターンがないと、投資がなされない可能性がある

(参考) 容量メカニズムの位置づけ

- 電力システム改革専門委員会報告書(2013年2月)においては、中長期の供給力確保に際し、電源投資の予見性を高めるための方策として、容量市場を創設することが適当であるとされた。

電力システム改革専門委員会報告書（一部抜粋）

4. 中長期の供給力確保策

(1) 中長期の供給力確保に必要な機能

(中略) 今回の改革により小売事業者は供給力確保義務を課されることとなるため、小売事業者が将来の供給力を早い段階から市場で確保することを可能とする機能が重要となる。また、発電事業者が電源投資を計画するに当たっては、将来の需給についての市場参加者の見方を反映した価格指標を形成する機能が望まれる。

さらに、長期の電源投資のリスクを低減することで電源投資を促すという観点からは、実需給より手前の段階で投資コストの一部の回収を可能とする機能も必要である。このような機能を果たす仕組みを適切に講ずることにより、市場をベースにした各事業者の経済活動を通じて中長期の供給力確保がなされることが期待される(中略)。

(2) 容量市場の創設

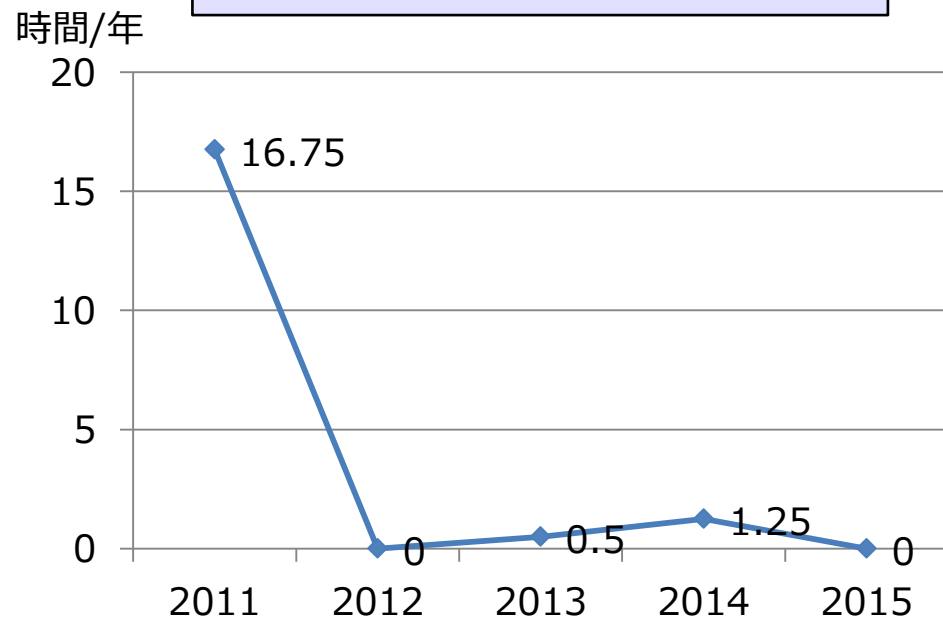
(中略) 早い段階で将来の供給力を市場で確保することを可能とする機能、価格指標の形成機能、実需給より手前で投資コストの回収を可能とする機能が必要となるが、これらを実現するための仕組みとして、将来発電することのできる能力を系統運用者、小売事業者等が取引する市場（容量市場）を創設することが適当である。

容量市場では、将来の発電能力について価格形成がなされるため、これをシグナルとして発電設備への投資が行われることが期待されるとともに、各事業者が必要とする将来の発電能力の量を市場を通じて柔軟に調整することが可能となる。なお、容量市場の設計に当たっては、需要家が供給を受ける小売事業者を乗り換える可能性や、経済状況の変化など、変動要素が多くあることを前提としなければならないことに加え、電源建設にリードタイムがあることにも留意が必要である。

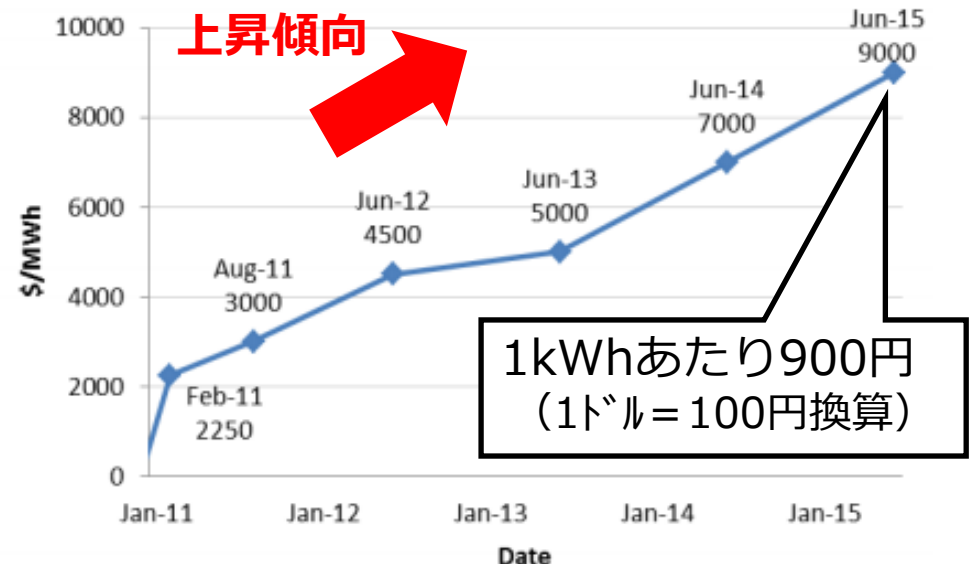
(参考) 米・ERCOTのScarcity Pricing

- 米テキサス州のERCOT ISOでは卸電力取引市場において、実需給断面における予備力が一定値を下回った際、市場価格を引き上げ、人為的にスパイクを発生させる方式(Scarcity Pricing)を採用。
- しかしながら、スパイクする頻度は年によってばらつきがあり、その結果、供給予備力は2014年に9.8%(目標:13.75%)まで減少。
- そのため、近年では投資回収の予見性を高めるために徐々にスパイク価格を上昇させ、現在は9000 \$ /MWh(約900円/kWh)となっているが、現在まで、実際の加算額は小さい。

過去のScarcity Pricing発生頻度

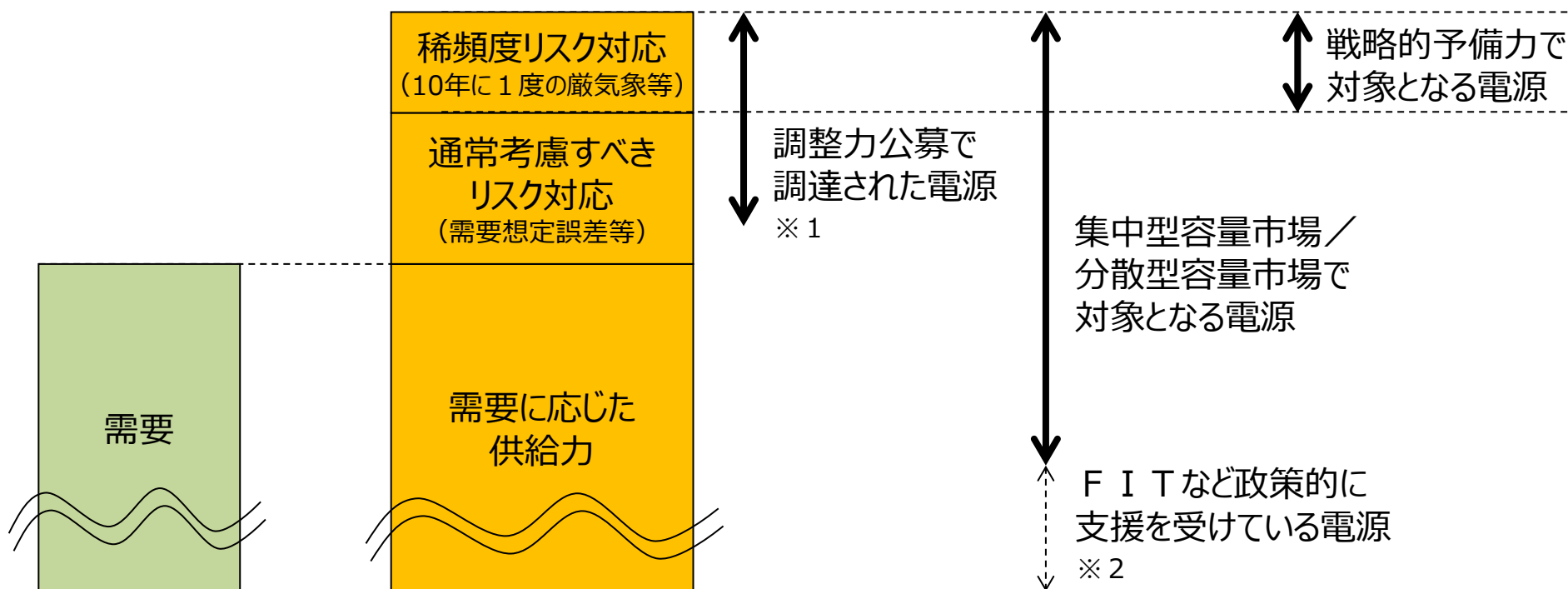


スパイク時の価格推移



論点②:電源範囲の限定

- 容量メカニズムの支払の対象となる電源を、設備稼働率の低下が見込まれる一部の範囲（例:調整電源として活用可能だが、限界費用の高い火力電源等）に限定することも考えられる。
- しかしながら、再エネの拡大等に伴う売電収入の低下は、稼働の可否によらない事象であるため、容量メカニズムでは、原則、全電源を対象として、支払がなされる仕組みとするべきではないか。
- また、一般送配電事業者が調整力としての活用が見込める一部の電源等には、公募を経てkW価値や付加追従機能に対する支払を行う制度（調整力公募）が既に存在すること、また、FIT電源についても、固定費を含む投資コストを、固定価格買取制度を通じて回収可能であるため、こうした制度と整合的な仕組みとして、容量メカニズムは設計される必要があるのではないか。

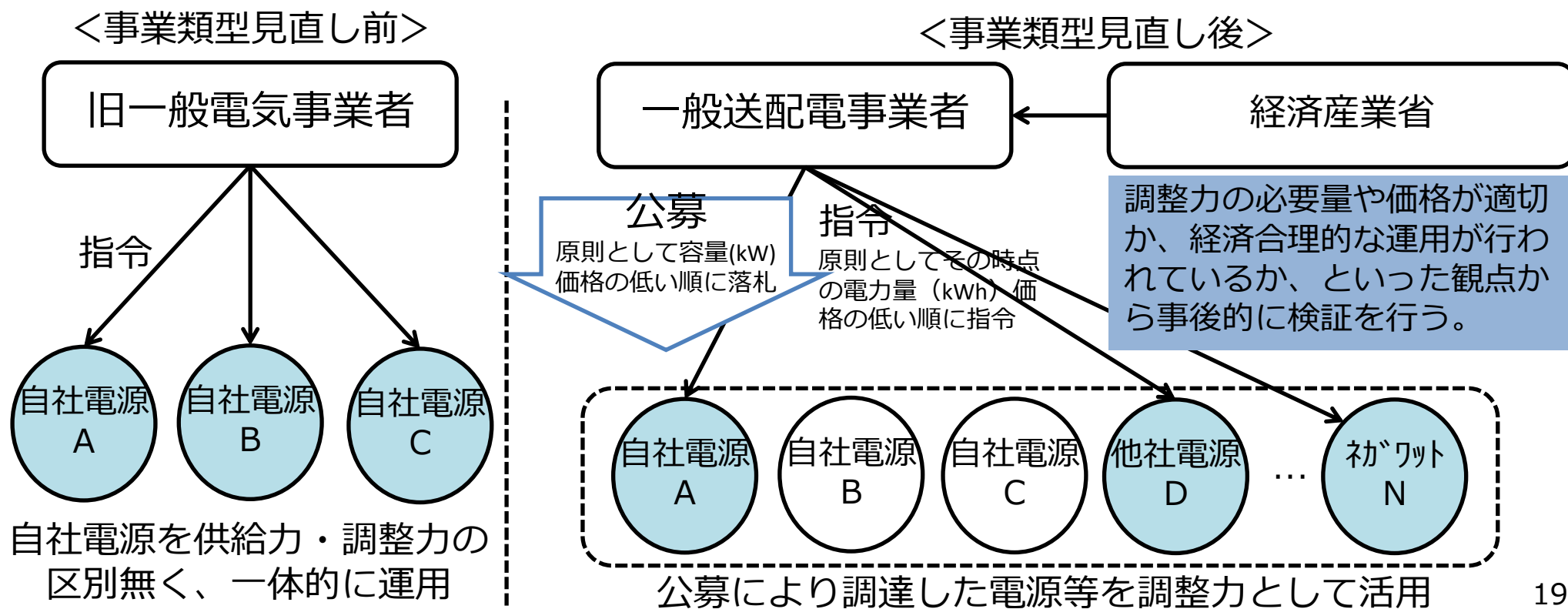


※1 一般送配電事業者が調達する電源（電源Ⅰ、電源Ⅰ'）であり、平成29年度はそれぞれH3需要の7%、厳気象H1需要の3%（一部エリア除く）

※2 諸外国ではFITによる支援を受けているもの等は容量市場の対象外

(参考) 調整力公募の開始

- 一般送配電事業者が確保することが必要な調整力に係るコストは、託送料金で回収されることを踏まえ、来年度以降の分については原則公募にて調達される（調整力の市場化）。
- そのため、各一般送配電事業者が実施する今後の公募調達に関する考え方について、今月経済産業省において取りまとめた。今後、一般送配電事業者が調整力を調達するための市場（リアルタイム市場）が創設されるまでの間、この考え方に基づき、公平性と透明性の高い調整力の公募・運用を求めていく方針。

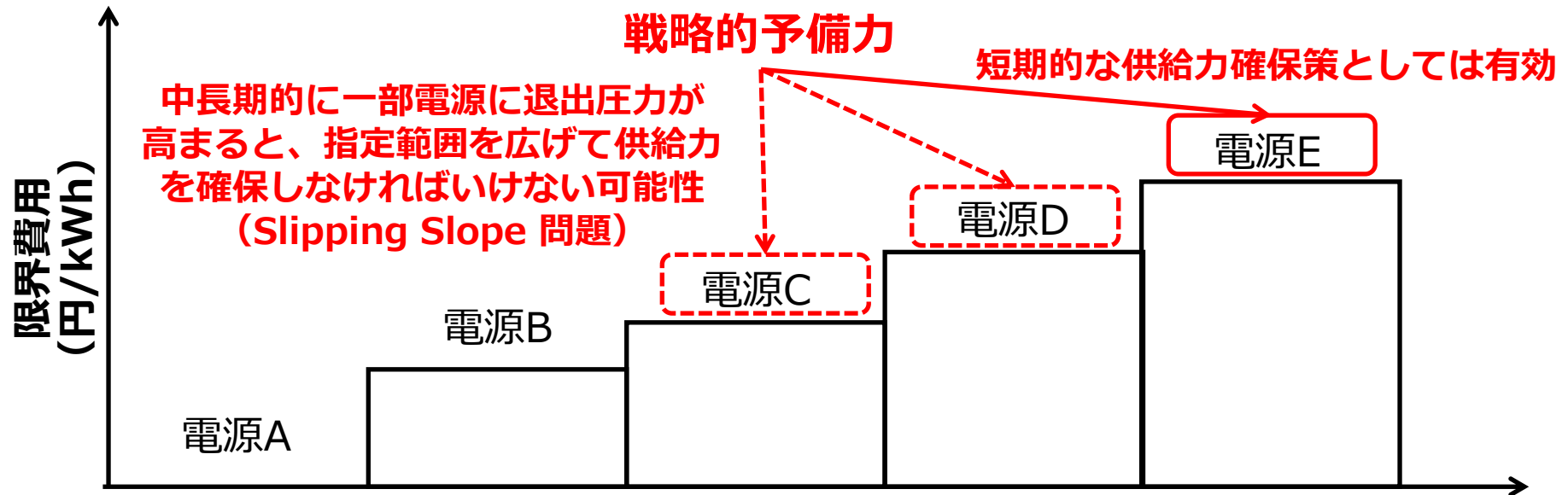


(参考) 戦略的予備力に対する評価

- 戦略的予備力に指定された電源については、稼働に制限が課せられるものの、固定費に対する一定の支払いがなされる。他方で、指定されていない電源は、収益が得られる仕組みは変わらない。
- そのため、戦略的予備力は、短期的に必要な供給力を確保する施策としては一定の効果が見込めるものの、指定されない電源の予見性が低く留まる可能性があるため、中長期的な供給力確保策としては、他のメカニズムの方が適切である可能性が、IEAの報告書等でも指摘されている。

戦略的予備力が抱える課題(Slipping Slope問題)

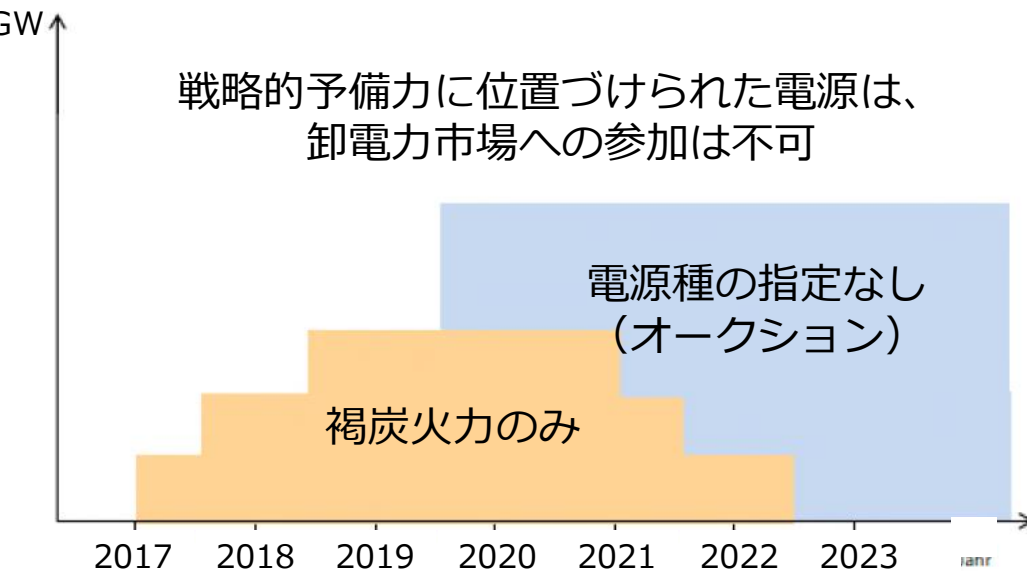
戦略的予備力は、容量不足に備えて追加的な容量を確保することで、要求された供給信頼度を確保することを可能とするが、戦略的予備力を採用することは、指定されなかった電源が閉鎖するリスクは許容することとなる。これは、供給信頼度を確保するために、戦略的予備力として指定すべき電源が段階的に増加する問題(Slipping Slope問題)を引き起こす可能性がある(IEA Repowering Market より一部抜粋)



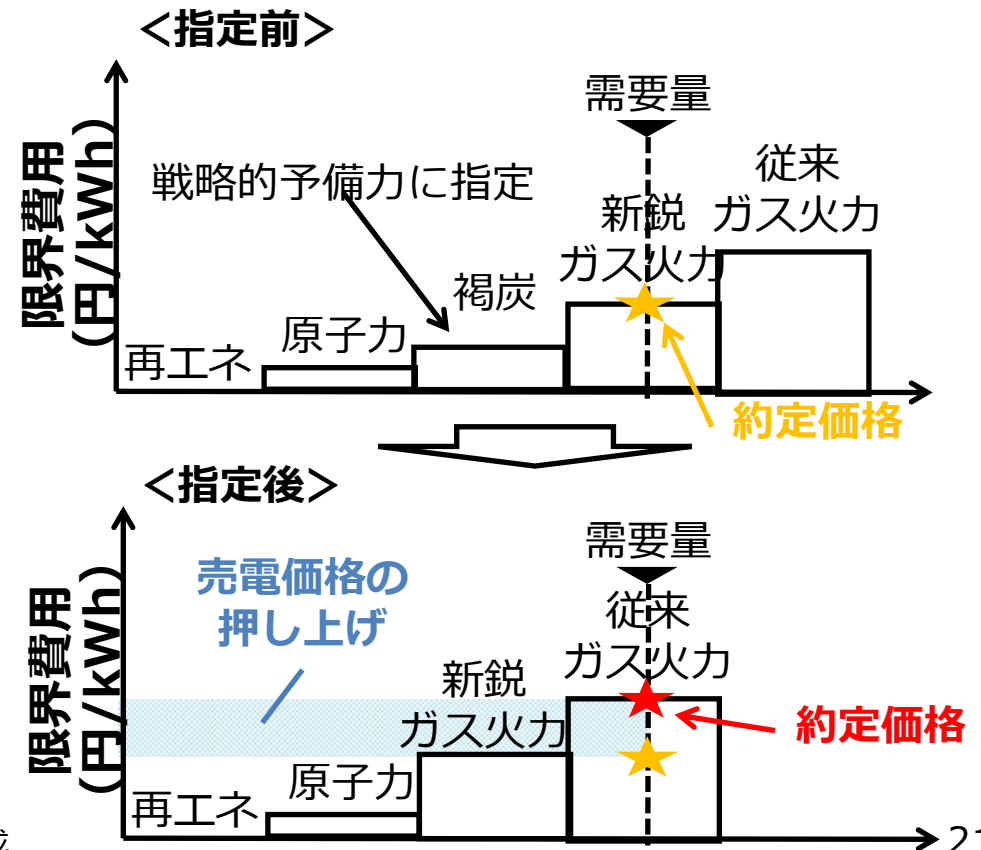
(参考) ドイツの供給力確保施策と戦略的予備力

- ドイツでは再エネの導入が大幅に進んだことで、火力の収益性が低下。そのため、一部の電源を対象とする戦略的予備力の導入し、卸電力市場への参加機会を制限することとした。
- 当面はCO2削減施策の一環として、老朽化した褐炭火力を戦略的予備力として位置づけ、長期停止させる方針(※)。その後、電源種の指定をしないオークション方式に暫時移行する予定。
(※)我が国ではCO2削減施策として、高度化法、省エネ法に基づく取組を実施

ドイツの戦略的予備力の内訳 (イメージ)



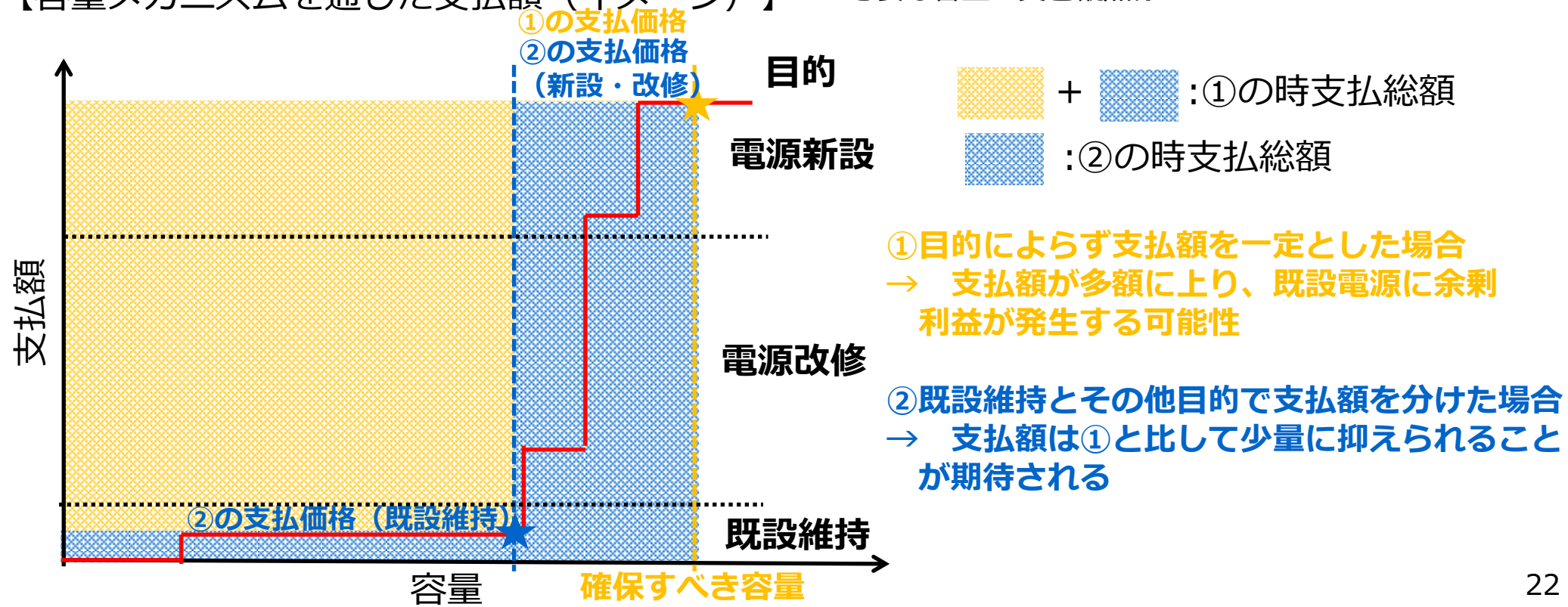
戦略的予備力指定前後のメリットオーダー (イメージ)



論点③： kW価値に対する支払の在り方

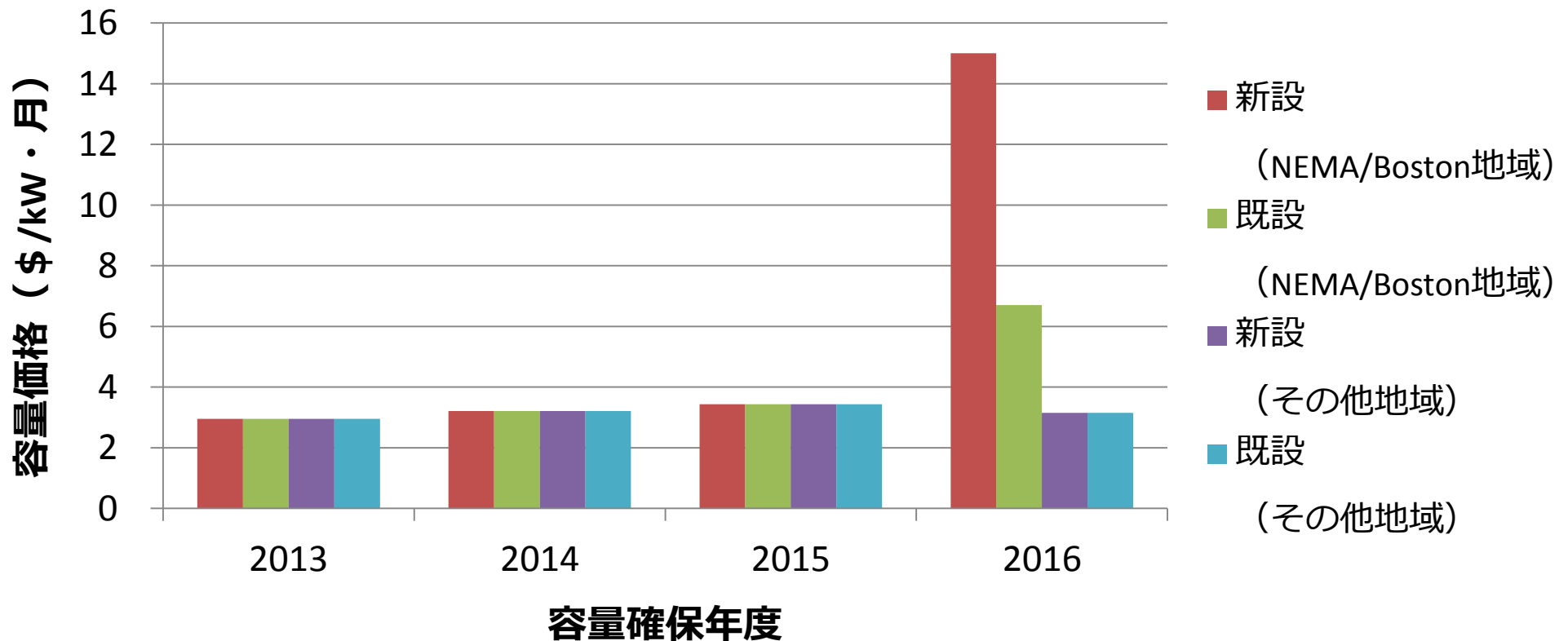
- 容量メカニズムを通じて、新設電源の建設促進や既設電源の維持など、様々な目的を達成するために、kW価値に対する対価を支払うことが可能である。しかしながら、全ての目的に対するkW価値を等価とした場合、それぞれの目的に対する費用対効果が低くなる可能性がある。
- そのため、費用対効果を最大化する観点から、全てのkW価値に対する支払額を等価とするのではなく、それぞれの目的に応じた支払を行うことも、実現性に留意しつつも、検討すべきではないか。
- またその際、供給力を確保するための最終手段と位置づけられている、広域機関による電源入札制度との整合性も、考慮する必要があるのではないか。

【容量メカニズムを通じた支払額（イメージ）】 ※必要な容量：黄色縦点線



(参考) 米・ISONEにおける目的別の支払

- 米ISONE(ISO New England)では容量メカニズムを通じて、必要な供給力を確保しているが、当初は供給過剰のため、容量価格が低迷していた。
- その結果、新規投資が十分に促されず、供給力に懸念が生じた一部地域において、2016年に確保すべきkW価値に対して、新設を促進する目的で、新設電源に対してより多くの支払を行った。



論点④：容量メカニズムと小売電気事業者の関係

- 小売全面自由化に伴うライセンス制導入後も、必要な供給力及び調整力を確保するため、電気事業法上の義務を課すことなどにより、電気事業に関わる全ての事業者等が安定供給上の一定の役割を果たす仕組みを構築した。
- その際、小売電気事業者に課せられた供給力確保義務については、実需給断面での同時同量の達成によって履行できるが、将来の供給力を早い段階から確保できるための市場を整備することで、より効率的に供給力確保義務を履行することが可能となる。
- また、容量確保のためのコストについては、確保の主体に関わらず最終的に消費者の負担という点では変わりはないが、小売電気事業者が主体となる場合、ディマンドレスポンスによるピーク需要削減等も含め、事業者の創意工夫が最大限活用されることが期待される。
- そのため、容量メカニズムは、新規参入を過度に抑制しないよう留意しつつ、小売事業者が中長期に渡り、供給力確保義務を履行する手段と位置づけてはどうか（※）。

（※）小売事業者が確保すべき容量等の詳細については、一般送配電事業者が行う調整力公募等、他制度にも留意しつつ決定する必要。

小売全面自由化前

一般電気事業者
電圧・周波数維持義務

供給義務
(旧電事法第18条)

小売全面自由化後

一般送配電事業者
電圧・周波数維持義務

小売電気事業者
供給力の確保義務

電力広域的運営推進機関

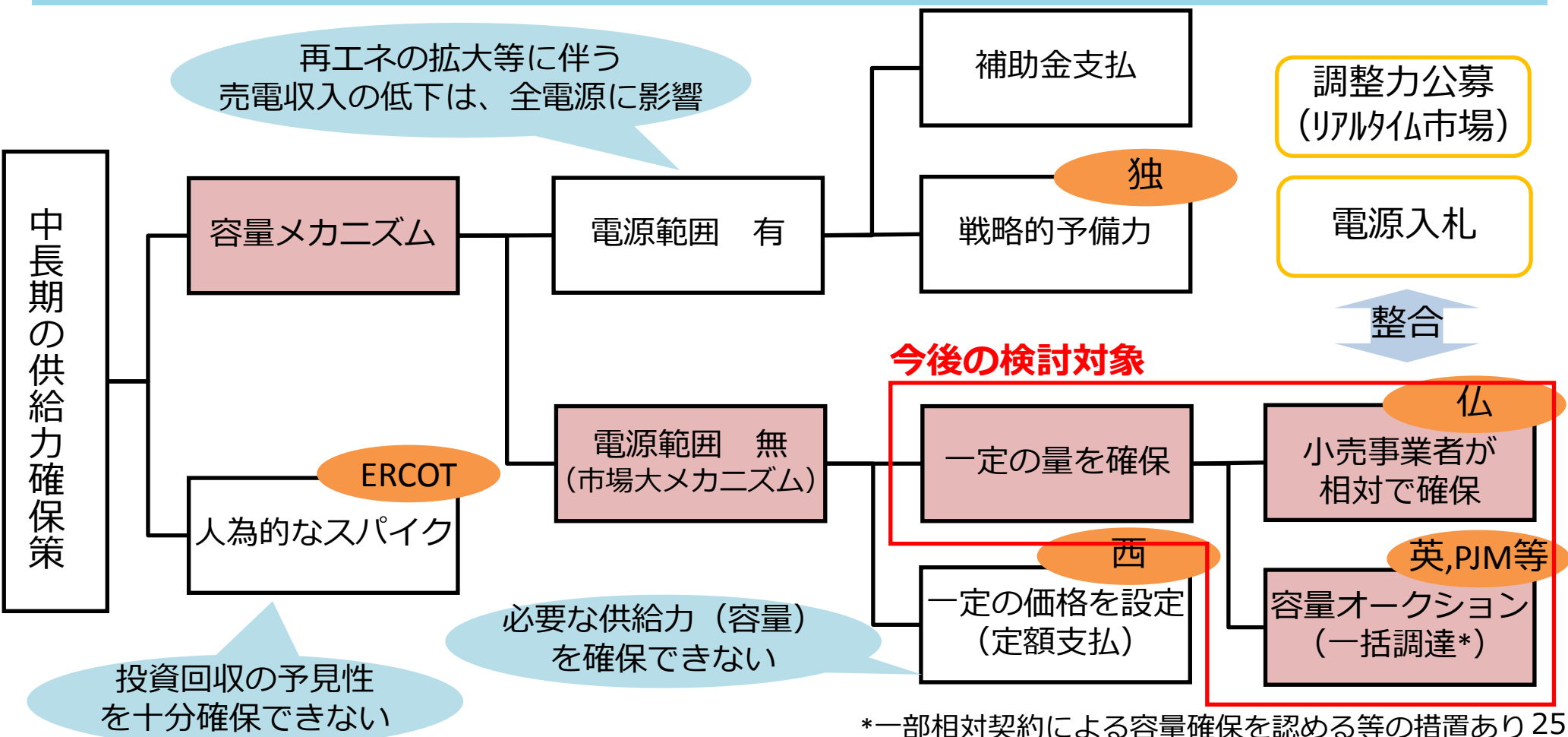
- ・ 需給見通し
- ・ 送配電のルール
- ・ 電源入札
- ・ 指導、勧告

履行手段：短期：同時同量、中長期：容量メカニズム

まとめ

- 我が国における中長期の供給力確保策としては、調整力公募や電源入札等との整合を図りつつ、一定の容量を確保する容量市場型の施策を導入することとし、小売事業者が供給力確保義務の一環で、容量を確保できるような環境を整備（※）していくこととしてはどうか。

(※) 小売事業者が容量を確保する過程で、容量オークションを実施する可能性は排除しない。



(参考) 海外事例

- 今後、容量市場の先行事例も参照しながら、検討を深めていくこととしたい。

	米国PJM 集中型容量市場	イギリス 集中型容量市場	フランス 分散型容量市場(2017～)	ドイツ 戦略的予備力(2017～)
目的	卸電力市場価格の高騰抑制と、老朽設備代替のための発電投資促進	再エネ導入増加への対応と、石炭火力廃止に伴うガス火力発電投資促進	冬季ピーク需要増加に伴う発電投資促進とディマンドレスポンス(DR)の促進	再エネ導入増加に伴う既設火力の退出防止(+CO2削減対策)
制度概要	PJMが容量オークションで一括調達し、そこで定まる容量価格に応じて発電事業者等に支払い。小売事業者は容量を購入	National Grid(NGC)が容量オークションで一括調達し、そこで定まる容量価格に応じて発電事業者等に支払い。小売事業者は費用を負担	発電事業者等が保有する容量(RTEが認証)を、小売事業者が購入	系統運用者が緊急時に不足すると見込まれる容量を、戦略的予備力としてあらかじめ確保。小売事業者は費用を負担
制度イメージ				

※1 容量オークションで一括調達
※2 自社供給/相対取引で調達

※3 容量オークションで一括調達

※4 容量市場/自社供給/相対取引で調達 ※5 一部を指定し残りは入札等で調達