

# 競争環境下の原子力発電 －今後の事業環境整備に向けて－

電力中央研究所 社会経済研究所

上席研究員 服部 徹

内閣府原子力委員会 意見聴取

2016年6月1日

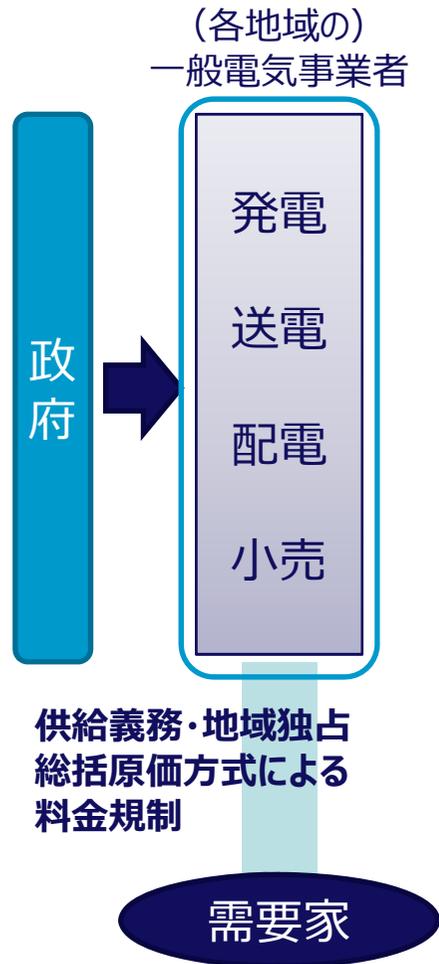
 電力中央研究所

# 報告の背景とアウトライン

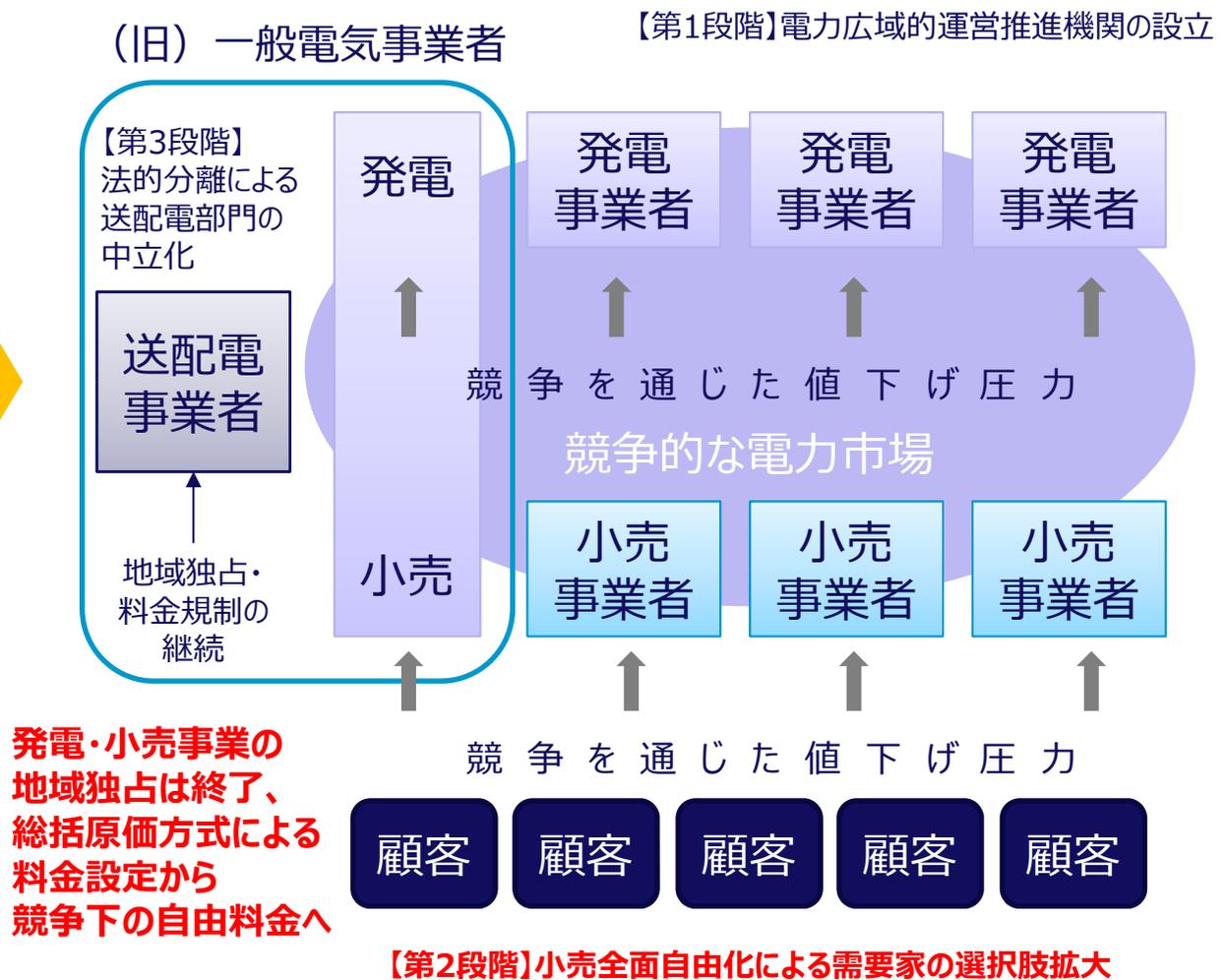
- ◆ わが国では、電力の自由化を柱とする電力システム改革が進んでいる
  - 第1段階：電力広域的運営推進機関の設立
  - 第2段階：小売市場の全面自由化
  - 第3段階：法的分離による送配電部門のさらなる中立化（発送電分離）
- ◆ 原子力発電は、わが国のエネルギー政策の中で「重要なベースロード電源」と位置付けられ、今後も維持していく方針が示されている
- ◆ しかし、電力の自由化の中では、将来の費用に不確実性の残る原子力発電が、その強みを十分に発揮できなくなることも懸念される
- ◆ 本報告では、電力の自由化の中で、原子力発電のメリットを最大限に活かすために、自由化後に必要となる事業環境整備について、海外事例も参考にして説明する
- ◆ 報告の構成は以下の通り
  - 電力システム改革と競争の導入
  - 原子力発電の経済的特性と全面自由化後の課題
  - 国内外の原子力事業環境整備に向けた取り組み
  - まとめ

# 電力システム改革と競争の導入

## 従来の事業体制



## 電力システム改革後



出所：電力中央研究所で作成

# 欧米諸国の電力自由化と原子力の状況

国	電力自由化の状況	原子力の状況
イギリス	1990年以降、国営電力会社の分割民営化とともに自由化を推進、現在は、6大電力会社の間で一定の競争。	野心的な低炭素目標を達成するために新増設を進める計画を立て、差額契約による固定価格買取制度（FIT-CfD）を原子力発電に適用。
フランス	2000年代に自由化はしているが、競争はそれほど進まず、フランス電力公社の一強体制。	将来的に今の高い依存度は低下させる方針だが、原子力は維持する。
ドイツ	1990年代後半から自由化を進め、現在は4大電力会社の間で一定の競争があるが、再エネの増加に伴う賦課金で、電気料金は上昇。	2011年に脱原子力政策を決め、2022年までに全原子力発電所を廃止予定。バックエンドの事業者の費用負担について、国も検討を開始。
米国	1990年代から自由化している地域と、今でも自由化していない地域が存在、電源間の競争は進んでいる。	新設は自由化していない地域で計画。先進的原子力発電プラントの建設に対しては、連邦政府が債務保証。

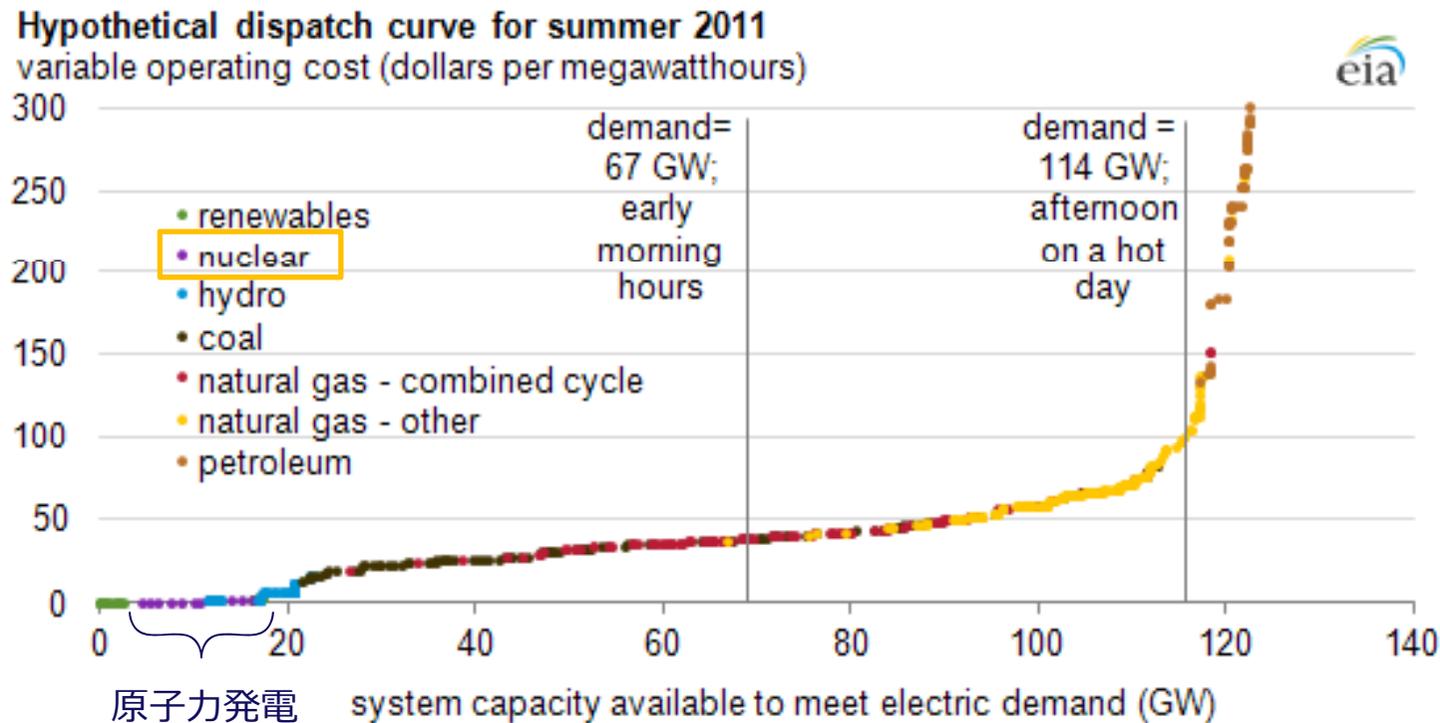
出所：各国公表資料に基づき電力中央研究所にて作成

# 原子力発電の経済特性と課題

- ◆ 原子力発電は、他の電源に比べると、固定費が大きく、投資回収に長い期間を要するが、長期に亘って安定的に稼働させることで、平均的なコストの低減が可能
  - 加えて、火力電源の焚き減らしで供給コストを低減し、料金を引き下げることができた
  - 既存の原子力発電は、自由化後も稼働時間を決める可変費での競争では優位に立ち、政策変更や規制変更等の要因がなければ、十分な稼働時間の確保は可能（スライド6を参照）
- ◆ 他方、稼働期間全体でみた発電費用では十分な経済性が成立するとしても、廃炉や再処理などの、発電時には正確な見積もりが困難な（上振れのおそれがある）費用が運転終了後に発生する
  - 従来の総括原価方式では、不確実な費用は算入せず、確実にになった時点で後から算入するルールで費用負担の不確実性に対応できたが、今後は、それができなくなり、全面自由化後の競争の中では、値上げも難しい状況になる
- ◆ また、全面自由化で、原子力事業に一定の予見可能性を与えてきた地域独占（事業者と需要家の長期的な契約関係）や総括原価方式による料金設定がなくなると、原子力のように巨額の投資が必要となる事業はリスクが大きいため、民間の資金による投資が進まなくなる可能性がある
- ◆ 将来のコストが上振れした場合の一括費用認識を緩和し、負担の平準化や適切な回収が可能となる措置を講じることで、原子力発電を長期に亘って安定的に稼働させ、経済的なベースロード電源として自由化後も引き続き活用することが重要と思われる

# 参考：稼働時間を決めるメリットオーダー

自由化後も、電源の稼働時間（利用率）は、可変費のメリットオーダーで決まるため、政策変更や規制変更等の要因がなければ、可変費の小さい原子力発電所はベースロード電源としての活用が可能



米国の電力市場における典型的な供給曲線

出所：EIA(2012)をもとに作成。 <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=7590>

# 事業環境整備に向けたわが国の取り組み

全面自由化後も、エネルギー政策の目標達成に必要な原子力事業に、一定の予見性を持たせ、民間で原子力発電を継続できるように、事業環境整備に取り組んできているが、今後議論が必要になる課題も残されている

## ◆ 廃止措置

- 廃炉に係る会計制度の見直し  
(計画外廃止時の一括費用認識の影響緩和)

## ◆ 原子燃料サイクル

- 再処理等拠出金法案の成立  
(安定的な共同事業の構築)

## ◆ 原賠制度

- 安定的な原賠制度の構築・・・議論が進行中

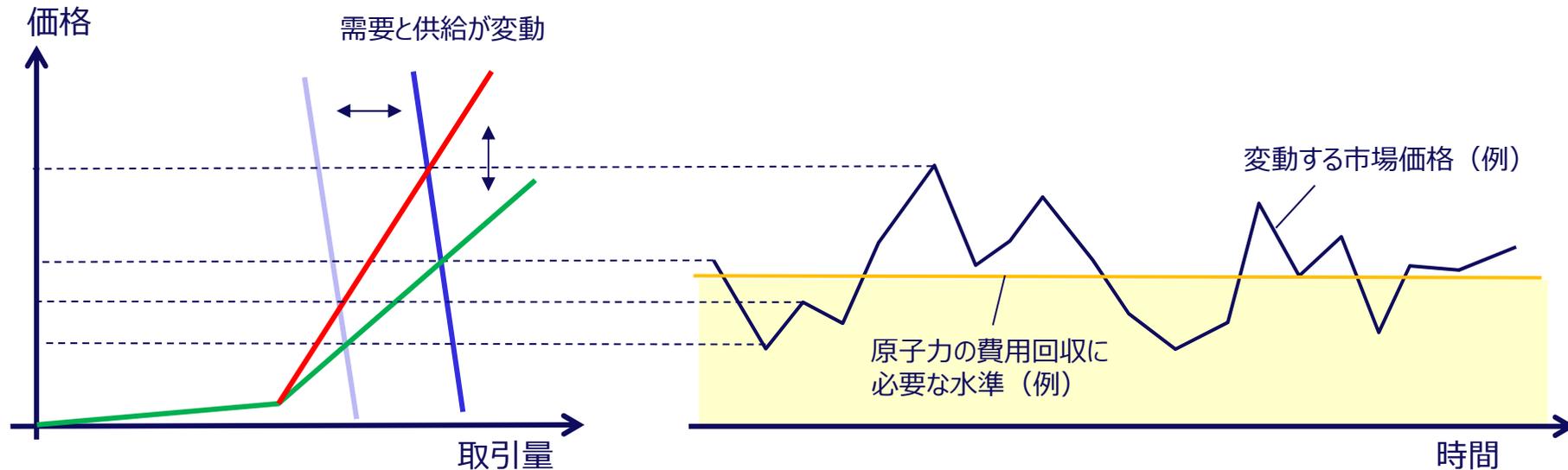
## ◆ 一定規模確保

- エネルギーミックスとの整合性の確保・・・今後議論が必要

# 原子力発電の一定規模の確保に向けて

- ◆ わが国で、エネルギー政策の目標達成に向け、一定の原子力発電の比率を維持するためには、自由化で発電の価格が変動する中でも民間の事業者が新增設に取り組める環境整備が必要となる
  - 電力の自由化を進めてきた欧米諸国でも、地球温暖化対策を重視しており、低炭素電源である原子力発電の果たす役割が重要であることは認識されている
  - 市場価格の変動リスクを長期にわたってヘッジできるようにすることで、自由化の中で原子力の新增設を促すことは、安定供給や低炭素化など、エネルギー政策の目標をより安価に達成することを可能にするという意味で重要との考え方もある
  - バックエンド事業の費用に関する一定の予見性を確保することも、自由化の中で新增設を促すためには重要になる
- ◆ こうした事業環境整備は、新增設のみならず、原子力事業者が、経済性のある既存の発電所を維持していく上でも重要となる

# 電力価格の変動と投資リスク



## 原子力発電の投資の特殊性

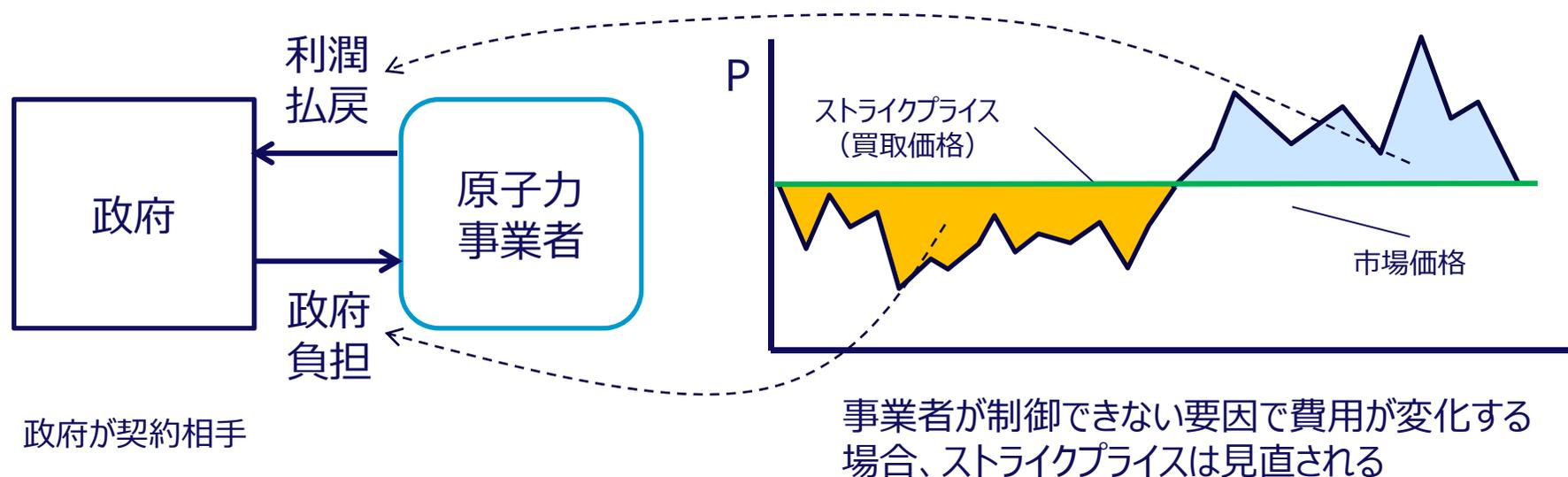
- 初期投資額が巨額
- 立地、運転、廃止まで長期の事業
- 発電終了後も、バックエンド事業の継続が必要
- 市場リスクに加え、政策変更リスク、規制変更リスクにも直面する

電力価格の変動に伴い、利益の変動も大きくなり、原子力のような固定費の大きいベースロード電源による発電事業はハイリスクのビジネスになる

価格変動リスクを長期にわたりヘッジすることができれば、投資を促すことができ、資本集約的な原子力発電にとって、費用低減のメリットも大きい

# 低炭素電源向けの買取制度

イギリスで、新規の原子力発電を含む低炭素電源に、差額契約による固定価格買取制度（FIT-CfD）を導入して、長期（35年間）にわたって収入の安定化を図ることで、資本調達コストを下げ、新規投資を促そうとしている点は注目される



⇒野心的なCO2排出削減目標をより少ない費用で達成するための手段として位置付けられる

出所：英国DECCの資料をもとに作成。

# バックエンドの費用負担のあり方

不確実性の高いバックエンド事業の費用負担についても、国との役割分担で、原子力事業者の負担するコストの見通しを高めようとする動きが見られる

- ◆ イギリスでは、自由化後に民間の事業者が新規に建設する原子力発電から生じる中レベル放射性廃棄物と使用済み核燃料の地層処分の費用の事業者負担には上限を設けている
  - 事業者は、地層処分施設を建設する政府に対し、上限を超えない範囲で設定された廃棄物移転価格（WTP）と呼ばれる固定価格を支払えば、その後の追加の費用負担は免除される
  - WTPの計算においては、費用の上ぶれリスクを考慮したリスク負担金が含まれる
- ◆ ドイツでも、民間の原子力事業者が負担する、放射性廃棄物の中間貯蔵と最終処分の費用に上限を設けることが、政府の有識者委員会で提案されている
  - 事業者は、中間貯蔵にかかる費用として47億ユーロ、最終処分にかかる費用として124億ユーロ、さらにこれらの金額と実際の費用との間で乖離が生じるリスクに対するプレミアム（負担金）を加えた合計233億ユーロを政府に支払うことで、その後の追加の費用負担は免除される、という提案
- ◆ アメリカの自由化州では、原子力の廃止措置費用の上ぶれ分を規制部門の送配電の料金で回収することができるようにしている事例がある

出所：イギリスについては、DECC(2011) “Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity waste from new nuclear power stations”. ドイツについては、World Nuclear News, “Proposal for financing German nuclear phase-out,” 2016.4.28. アメリカについては、三菱総研(2014)「平成25年度発電用原子炉等利用環境調査（海外における原子力政策等実態調査）報告書」

# まとめ

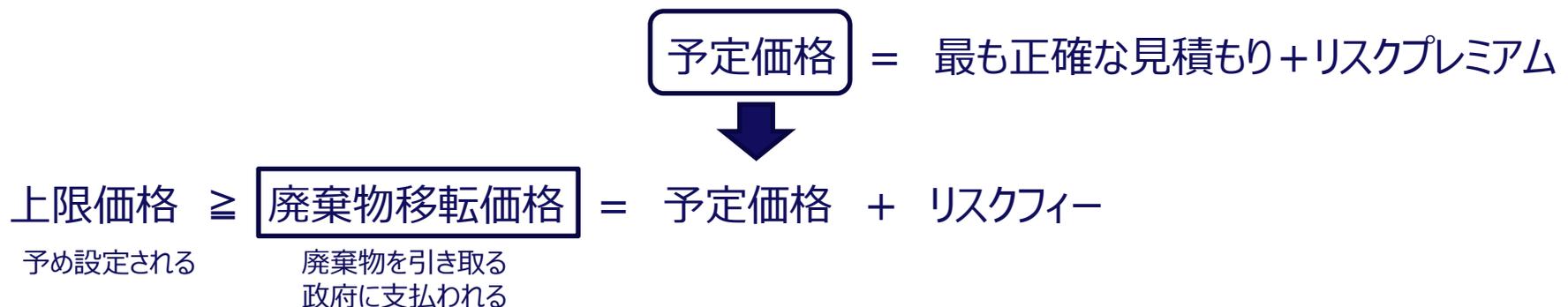
- ◆ 自由化後も、原子力発電が安価なベースロード電源として活用されることは可能であり、経済的にも望ましいと考えられるが、そのメリットを活かすためには、原子力事業の将来の費用の上振れリスクに対して、適切な措置を講じる必要がある
  - わが国では、廃炉会計の見直しや、再処理等拠出金法の成立など、事業環境整備に向けた取り組みが進められてきたが、原賠制度やエネルギーミックスに必要な原子力発電の維持については、今後議論が必要
- ◆ 民間の事業者が原子力発電を維持できるような事業環境整備を進めることで、安全の確保を前提とした、安定供給や低炭素化といったエネルギー政策の目標をより安価に達成することが可能になるという考え方も参考になる
  - 英国で導入された、市場価格の変動をヘッジする長期契約(FIT-CfD)は、事業の予見可能性を高めることにより、資本調達コストを下げることができ、資本集約的な原子力発電のコストを下げるができる
  - 海外でも導入・検討されているような、国との役割分担で、バックエンド事業などの事業者の費用負担に上限を設けて予見性を高めるような事業環境整備も参考になる
  - 原子力発電の稼働率（および発電費用）を左右する政策変更リスクや規制リスクも軽減されることが望ましい

競争環境下の原子力発電—自由化で先行する海外事例を踏まえて—

# 付録

# イギリスの新設炉のバックエンド費用

- ◆ 自由化後に新たに建設されることになる原子力発電所のバックエンドの費用については、FDP（廃炉基金プログラム）で、事業者が独立した基金に廃炉から廃棄物の処分に必要な全ての費用を積み立てる計画を政府に提出しなければならない
- ◆ 政府がこれから建設する地層処分施設で処分する中レベル放射性廃棄物と使用済み核燃料については、WTP（廃棄物移転価格）と呼ばれる固定価格を事業者が支払い、イギリス政府が引き取って、その後の責任を負う契約を結ぶ
  - WTPは運転開始後30年が経過したときに決定するが、当初は予定価格として提示、最終決定まで5年ごとに見直して、現実的な値に近づけていく
  - 予定価格は、見積もり費用に楽観バイアスを考慮したリスクプレミアムを加え、それに、さらに移転後の費用の上振れリスクを反映したリスクフィーを加えたものが最終的なWTPとなる
  - WTPには、あらかじめ上限値 (cap) が設定される



出所：服部「英国における原子力バックエンド事業に関する政府と事業者の役割分担は？」電気新聞ゼミナール96（11月2日付）

# 米国の廃止措置費用に関する取り決め

- ◆ ペンシルバニア州では、廃止措置費用はストランディドコストの一つとして位置付けられているが、PECOエナジー社（親会社はExelon）については、送配電の規制料金としての回収を続けることが認められた（「原子力廃止措置費用調整制度」Nuclear Decommissioning Cost Adjustment Clause; NDCA）
- ◆ 回収される廃止措置費用は自由化後も、原子力廃止措置費用調整制度により、5年ごとに料金改定を申請し、審査を経て回収金額の見直しがなされる
  - したがって、廃止措置費用の上振れリスクに対して、総括原価方式のような対応がとられている
- ◆ なお、テキサス州でも、廃止措置費用に関して、回収金額が不足する場合には、送配電料金を通じて回収することは可能とされている

出所：三菱総研(2014)「平成25年度発電用原子炉等利用環境調査（海外における原子力政策等実態調査）報告書」