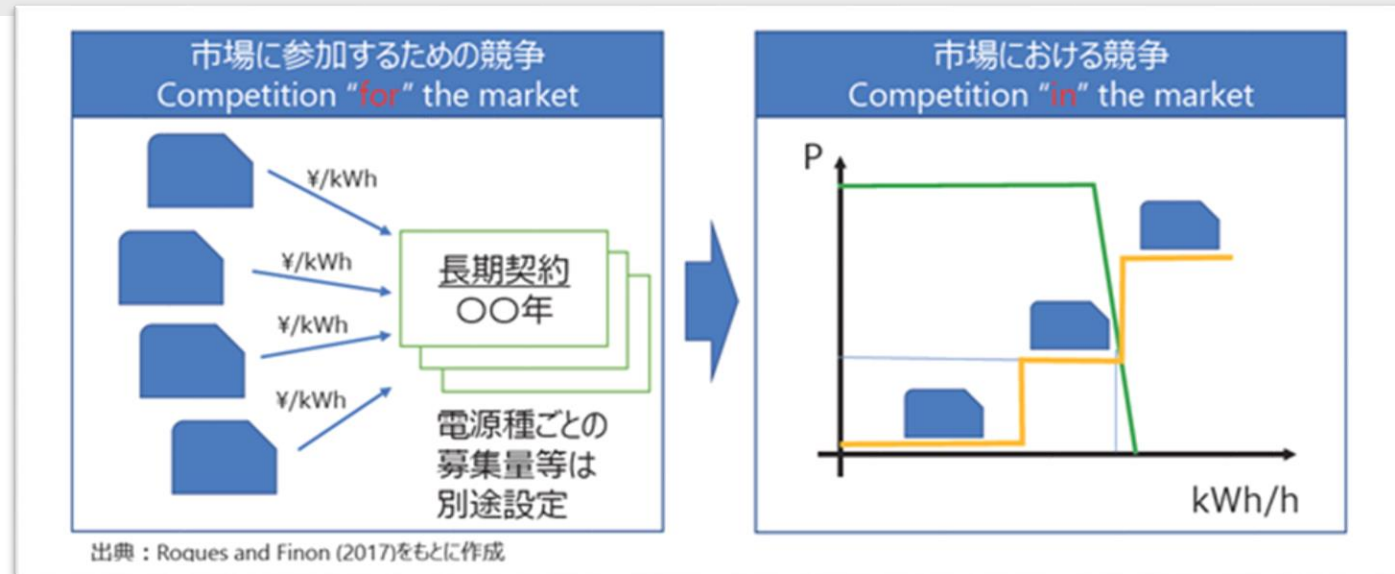


ハイブリッド市場適用の流れを踏まえた 同時市場かくあるべき

東京電力ホールディングス(株)
経営技術戦略研究所
戸田 直樹
Toda.na@tepcoco.jp

- 「市場支配力を極力払拭したkWh市場における価格シグナルが、短期の電源運用も長期の電源投資も最適化する」という期待に基づくモデル（古い競争モデル）の限界、特に、資本集約的な大規模投資を必要とする脱炭素化政策と電気の安定供給を両立させる限界を認識し、その対案として提唱されている
- 長期的な投資決定を短期的な運用から切り離す概念であり、次の2段階の競争からなる
 - **Competition for the market（市場に参加するための競争）**：国などが必要と考える量の電源を、長期契約を通じて確保すべく行われる競争入札
 - **Competition in the market（市場における競争）**：Competition for the marketで確保した電源を、最適運用する短期の卸電力市場における競争



1. 日本でもEUでも電力市場はハイブリッド市場に向かう

- Competition for the market + Competition in the marketの2段階競争
- 日本では長期脱炭素電源オークションが、EUでは政府支援付きのCfDとPPAが Competition for the marketに相当する
- EUのCfD：政府が発電会社に対し、電源の平均費用相当の収入を実質的に保証
- これらの枠外で電源投資をするのは困難になると想定

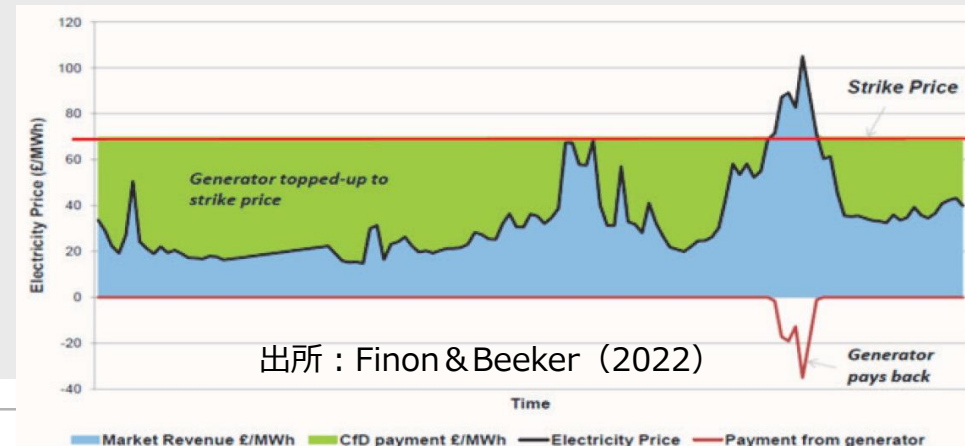
2. ハイブリッド市場では、発電部門は競争領域から協調領域（全体で支える）に変化する

- 協調領域の電源は、全小売事業者に対して無差別な存在たることが妥当
- 今行われている卸内外無差別は、新規参入者に購入する「権利」だけを付与するもので似て非なるもの

3. 協調領域の電源は、TSOが一元的にユニットコミットメントを定め、全体最適を志向することが妥当（同時市場かくあるべき）

- 再エネの有効利用の面でもメリットが大きい（火力起動の最小化、最強のパラメーターである周波数の活用）

- 電力市場を長期的に安定化させ、消費者保護を強化するとともに低炭素電源への投資環境を整備。安定化のためのツールは以下の二つ；
 - **電力購入契約**（PPA：Power Purchase Agreement）
 - **双方向の差額調整契約**（CfD：Contract for Difference）
- これらは本来、事業者と需要家、あるいは事業者間の自由な契約の一種として従来から存在していたものであるが、ここでは**政府を含む公的機関による支援**を前提とした制度
- **PPA = 発電事業者と大口需要家の長期契約**
 - 発電事業者が求める長期の価格固定は民間の買い手ではリスクが受け止めきれないことが想定されるため、**政府が買い手に信用保証を与えることができる**
- **CfD = 発電事業者と政府を含む公的機関の間の契約**
 - **政府が発電会社に対して基準価格による売電収入を実質的に保証**
 - 基準価格 = 電源の平均費用 + a と設定することで、**投資回収の予見性を向上**
 - 市場価格が高騰したときは、基準価格を超過した利益を政府が回収し、消費者に還元（**消費者保護**）
 - **対象電源：再エネ + 原子力発電**



4. 次期中給システムに実装予定のSCUCロジック

検討状況 ▶ 前提条件 ▶ SCUCロジック ▶ 14

次期中給システムのSCUCロジックについて

- 次期中給には、実需給に向けて需給一致制約や系統制約等の各制約条件を満足し、需給調整に係る費用を最小化する最適化演算の仕組み（SCUC）を実装。
- また、この仕組みは、前述の現行制度（ΔkWを需給調整市場で調達すること）を前提に、調整力kWhコストの最適化を図るロジックとすることで開発を進めている。
- そのため、前提条件（卸電力市場や需給調整市場等）に変更が生じると、目的関数や制約条件の見直し、これに必要な事業者情報のインプットデータ等、同時市場の設計に合わせたシステム改修等が必要となる。※1

※1：次期中給システムを同時市場の約定に活用する・しないに関わらず必要

次期中給システムに具備予定のSCUCに関する目的関数

$$\min \left\{ \sum_{h=1}^T \sum_{i=1}^N \left[\text{SUC}_{i,h} \cdot (1 - U_{i,h-1}) \cdot U_{i,h} - \text{SUC}_{i,h} \cdot (1 - \text{BGU}_{i,h-1}) \cdot \text{BGU}_{i,h} + \int_{\text{BGP}_{i,h}}^{P_{i,h}} C_{i,h}(P_{i,h}) dP \right] + \sum_{h=1}^T \sum_{k=1}^L \sum_{j=1}^M [w_k \cdot D_{j,k,h}] \right\}$$

BGが起動する電源以外に追加で起動する電源の起動費
調整力kWhコスト
解なしを避けるためのペナルティ項

T: 計画策定対象期間, h: 時刻インデックス
 N: 対象電源台数, i: 対象電源インデックス
 SUC_{i,h}: 対象電源 i の時刻 h の停止時間によって変わる起動費
 BGU_{i,h}: 対象電源 i の BG 計画における並列解列状態(0: 解列状態, 1: 並列状態)
 U_{i,h}: 対象電源 i の時刻 h の当機能における並列解列状態(0: 解列状態, 1: 並列状態)
 BGP_{i,h}: 対象電源 i の時刻 h の BG 計画における発電量
 P_{i,h}: 対象電源 i の時刻 h の当機能における発電量
 C_{i,h}(P_{i,h}): 対象電源 i の時刻 h の出力帯によって変わる調整単価関数
 ※ 調整単価関数は、当該電源が EDC 指令に使用する調整力区分の単価であり、BGP_{i,h} 超過で上げ調整単価、BGP_{i,h} 未満で下げ調整単価となる。
 L: 制約条件数, k: 制約条件インデックス
 M: 各制約条件の適用対象数, j: 適用対象インデックス
 w_k: ペナルティ係数
 D_{j,k,h}: 制約逸脱量

3-Part情報は考慮※2

- ① 起動費：V3単価
- ② 最低出力コスト：V1単価の最低出力未満（BGが起動していれば考慮されない）
- ③ 増分燃料費：BG計画より上のV1単価と下のV2単価を組合せてV単価カーブを作成

※2：BG計画を強制的にゼロに書き換えると、V1単価カーブのみのUC計算となる

©Transmission & Distribution Grid Council

(参考) 次期中給システム開発の前提とする主要な関連制度

- 現時点で、次期中給システム開発の前提とする主要な関連制度は以下のとおり。
- 至近で議論が進められている制度の議論状況は、可能な範囲でシステムの要求仕様に盛り込んでいきたい。

| キーワード | 次期中給システムでの扱い |
|-------------|---|
| 卸電力市場 | JEPXシステムとkWhに関わるデータ連係を実施。(FIT特例③、ΔkW調達分の入札等) |
| 需給調整市場 | MMS ^{※1} とΔkWに関わるデータ連係を実施。(ΔkW必要量、約定結果、電源等データ等) |
| 混雑管理 | 調整電源や非調整電源の制御について、エリアシステムと協調・連係して混雑管理を実施。将来的なゾーン制やノーダル制への移行を見据えて、地内系統制約を考慮可能なSCUC ^{※2} やSCED ^{※3} の機能を実装。 |
| FIT、優先給電ルール | 出力制御必要量を算出し、各エリアへ連係する。(各エリアでは公平性を踏まえた停止回数管理等の個別管理を実施。) |
| 余力活用契約 | 広域機関システムから取得する事業者の発電販売計画や需要調達計画、kWh情報等から、調整電源等の余力を把握し、調達したΔkWと余力の範囲で、kWhの安価な順に調整力を発動する。 |
| 緊急時の扱い | 需給ひっ迫時や下げ代不足時などの緊急時に、一時的にTSOが揚水発電所の運用やUCの策定を担うことを可能とする。 |

※1:需給調整市場システム ※2:潮流制約を考慮した起動停止計画 ※3:潮流制約を考慮した経済負荷配分

©Transmission & Distribution Grid Council

- ハイブリッド市場では、発電部門は競争領域から協調領域（全体で支える）に変化する
 - 小売事業者は同一の条件で卸売りを受ける（**内外無差別**）
 - 卸電力価格 = Competition for the marketで確保された**電源の限界費用で形成**
 - これらは、現在推進されているものとは**似て非なるもの**（「**全体で支える**」の欠如）
- そもそも不可欠施設でない発電部門に内外無差別・限界費用玉出しを求めるのは、独禁法も求めている先鋭的な措置である
では、根拠は？電気事業法の趣旨（電気事業の運営を適正かつ合理的ならしめる）？
- 限定された条件下（完全競争市場等）では、内外無差別・限界費用玉出しは「適正かつ合理的」な行動たりうる（古い競争モデルの本質はここか？）
しかし、電力市場は完全競争市場でないため、弊害が起こる
 - 限界費用玉出し→過小投資
 - 内外無差別→発電事業者が望む長期契約のリスクに小売事業者が対応できないミスマッチ。それでも契約を強いれば、発電投資、燃料長期契約にディスインセンティブ
ref：EUではPPAの買い手に政府信用保証
 - 規制料金・供給義務残置のままの内外無差別は既存事業者に対する逆差別
- **古い競争モデルを深追いしても、時間と資源を浪費するだけではないか？**

服部徹(2022)『[カーボンニュートラル社会を見据えた電力システム改革のあり方](#)』電中研研究報告会
2022基調報告資料

Finon & Beeker (2022) “[The Long Term Central Buyer model. A solution to strengthen low carbon transition and to protect consumers while keeping efficient spot markets](#)” CEEM
POLICY PAPER 1

送配電網協議会(2023)『[次期中給システム開発に関する検討状況](#)』第1回同時市場の在り方等に関する検討会
資料7

以下、U3イノベーションズNoteへの最近の投稿になります。

- 「[EUと日本で適用が始まるハイブリッド市場－転換期の認識を](#)」(2024年1月8日)
- 「[卸電力市場に負の価格\(ネガティブプライス\)を導入するメリットはあるか](#)」(2023年12月18日)
- 「[カルテル疑い事案－背景に「人為的」過当競争](#)」(2023年7月3日)
- 「[限界費用玉出しのガイドライン化についての備忘メモ](#)」(2023年6月22日)
- 「[あるべき電力システムの需給運用方式について](#)」(2023年5月23日)