

# 電力市場における 市場支配力

金本良嗣

日本卸電力取引所理事長

政策研究大学院大学客員教授， 東京大学名誉教授

# アウトライン

## 1. 電力市場における市場支配力

- 市場支配力の一般的定義
- 電力市場における市場支配力
- 市場支配力による社会的損失
- 市場支配力の行使
- 物理的供給抑制と経済的供給抑制
- 長期契約の存在は市場支配力を低減させる

## 2. 市場支配力の検出方法

- 構造指標
- 行動指数と分析
- シミュレーション・モデル

## 3. 市場支配力の軽減方策

## 4. 日本の市場支配力対策

- 卸売市場における限界費用入札と余剰電力の全量供給
- 相対取引における内外無差別の要請
- 経過措置料金（小売料金）

## 5. 市場支配力対策の実務

- 米国ISO
- 英国

## 6. 市場支配力監視機関

## 7. 電力市場の寡占モデル

- クールノー・モデル
- 供給関数均衡モデル
- オークション・モデル

# 1. 電力市場における市場支配力

市場支配力の一般的定義

電力市場における市場支配力

市場支配力による社会的損失

市場支配力の行使

物理的供給抑制と経済的供給抑制

長期契約の存在は市場支配力を低減させる

# 市場支配力の一般的定義

- 市場支配力：利潤が増加するように価格を競争的なレベルから乖離させることができる能力。
  - The ability to alter profitably prices away from competitive levels. (Stoft 2002, p.318) (Mas-Collel et al. 1995, p. 383)
  - 「利潤が増加するように」が入っている理由：巨大な原子力プラントを所有している発電事業者は停止させることによって価格を上昇させることができるが、それをすると大きな損失を被ってしまう。事故等によるプラントの停止が市場支配力の行使と見なされないようにすべきという考え方。
- 規制行政における市場支配力の定義：「かなりの長期間にわたって」が付け加えられることが多い。しかしながら、電力市場においては短い期間において巨額の利益を上げることが起きるので、「長期間にわたって」という基準は望ましくないとされている。
  - the ability profitably to maintain prices above competitive levels for a significant period of time. (Stoft 2002, p.318) ([DOJ, 1997](#))
- 市場支配力を保有していることと市場支配力を行使することとは区別しなければならない。

Stoft, S., (2002), Power System Economics, IEEE Press, NJ. (E-journal & E-book Portalからダウンロードできます。

[Mas-Collel et al., \(1995\), Microeconomic Theory](#), Oxford Univ Pr.

# 電力市場における市場支配力

- 電力市場は以下の要因から他の市場よりも市場支配力の問題が厳しいので、他の産業と異なる特別な対応をしている国が多い。

- 需要の価格弾力性が小さい。

- 小口消費者のほとんどは固定価格契約。
- 貯蔵コストが高い：時間的な代替（高価格時間帯の消費を減らし、低価格時間帯に消費を移す）が難しい。

- 供給の価格弾力性が（ピーク時に）小さい。

- 各供給者の供給曲線は発電容量のところでほぼ垂直
- ほとんどの供給者が容量一杯で発電しているピーク時には、一者だけでも供給を絞ると価格が大きく上昇。

- 供給者の（暗黙の）共謀が起きやすい。

- 共謀が起きやすい要因（European Commissionによる Collective Dominance）：集中度、透明性、成熟度、頻繁な市場インタラクション（concentration, transparency, maturity, frequent market interaction with a homogenous product produced by companies with similar costs and market shares, facing an inelastic demand, and with barriers to entry）

- 単純な上限価格の設定は困難：

- 上限価格を設定して供給不足になると大停電が起きる。航空産業のような単純なプライスカップ規制は採用できない。

- 競争が有効に機能するための企業数は他産業より大きい：

- Green and Newbery (1992)は、供給関数均衡モデルの分析によって5社程度の競争者が必要としている。

- ハーフィンダール・ハーシュマン指数（HHI）のような集中度指標は電力産業の市場支配力指標としては適切でない。

- 市場シェアが20%の企業であっても、市場支配力を持つケースが十分にあり得る。
- 市場全体の供給キャパシティ = 100, 需要 = 90の時には、20%のシェアを持つ企業はPivotal（供給を停止すると需要が満たされなくなる）である。

Biggar, D. R. and M. R. Hesamzadeh, The Economics of Electricity Markets, (Wiley - IEEE), 2014. Part VII Market Power.

Green, R. and D.M. Newbery, Competition in the British Electricity Spot Market, Journal of Political Economy, 1992, 929-53.

Twomey, P, R. Green, K. Neuhooff and D. Newbery, "[A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems](#)," Journal of Energy Literature, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

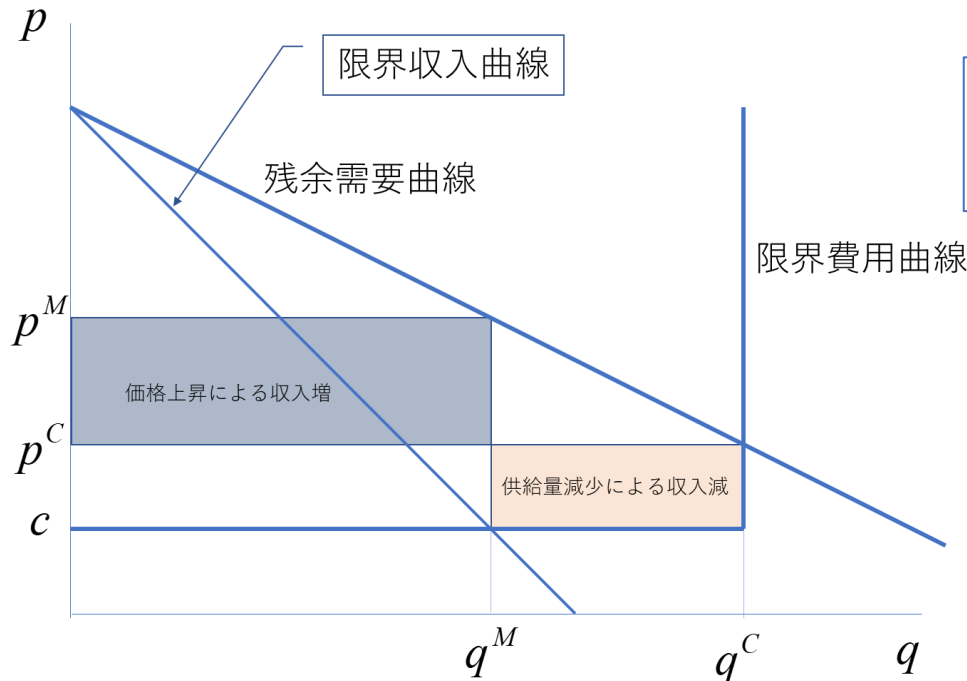
# 市場支配力による社会的損失

- 発電会社が電力供給を削減すると、供給不足を招く。
  - カリフォルニアの電力危機の経験は、予期されない供給不足の状況では問題が極めて急速に発生し、十分な情報を持たない政策決定者が慌ててコストの高い意思決定をすることを示した。（Twomey, Green, Neuhoff, Newbery; 2005, p. 4）
- 価格シグナルをゆがめるので、非効率な給電と投資をもたらす。
  - カリフォルニア危機の際には、高い卸価格が非効率な投資を招いた。
- 価格シグナルがゆがむと、TSOがシステムの状態を評価することが難しくなるので、運用リスクが大きくなる。

Twomey, P, R. Green, K. Neuhoff and D. Newbery, "A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems," Journal of Energy Literature, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

[http://ceepr.mit.edu/files/papers/Reprint\\_209\\_WC.pdf](http://ceepr.mit.edu/files/papers/Reprint_209_WC.pdf)

- 市場支配力の行使：供給量を減少させることによって価格を上げる。
- 残余需要曲線  $D^R(p)$ ：個別企業が直面する需要曲線（需要から自然変動電源の供給量を差し引いたものを残余需要と呼んでいることとの混同に注意）
  - 残余需要曲線 = 市場需要曲線 - 他の供給者の供給曲線  $D^R(p) = D(p) - S^{N-1}(p)$
- 価格上昇による収益の増加と供給量減少による収益の減少を勘案
- 利潤最大：限界収入 = 限界費用  $(MR = p + q \frac{\Delta p}{\Delta q} = MC)$ 
  - 残余需要曲線が右下がり（市場支配力がある）のケースでは、価格 > 限界収入 = 限界費用

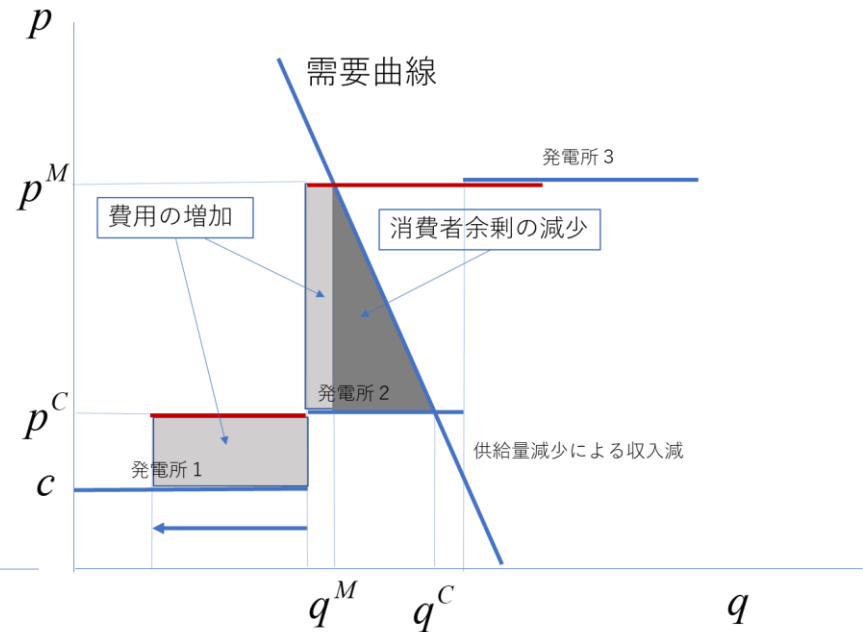
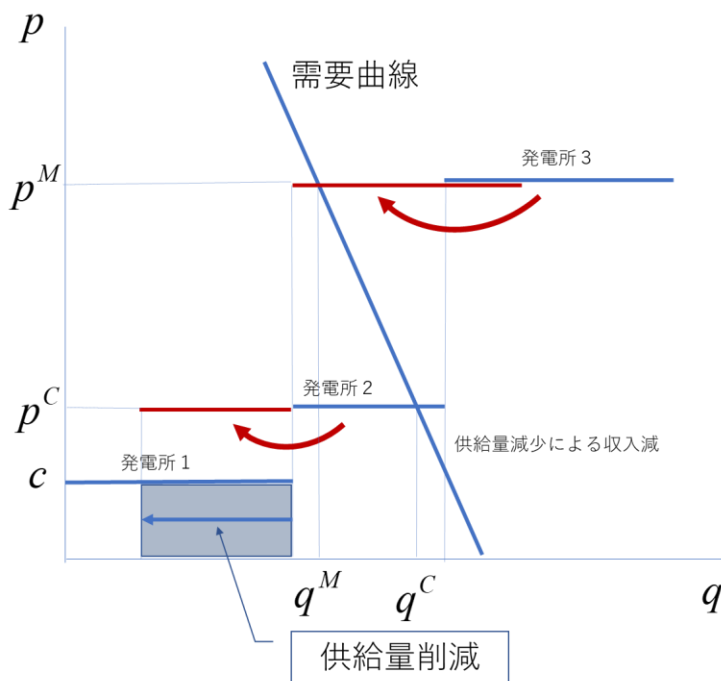


$$\text{利潤} = pq - C(q)$$

$$\text{利潤最大化} : p + \frac{dp(q)}{dq} q - \frac{dC(q)}{dq} = 0$$

# 物理的供給抑制と経済的供給抑制

- 物理的供給抑制 physical withholding : 供給量の削減
- 経済的供給抑制 economic withholding : 付け値価格のつり上げ
- 市場価格を決める限界電源でなくても供給抑制によって価格をつり上げることができる。
  - 下図の発電所1と発電所2の双方を所有している発電事業者は発電所1の供給量を抑制することによって利潤を大幅に増加させることができる。
  - 低コストの発電が高コストの発電によって置き換わることによって社会的費用が増加する。
  - 供給量 (= 需要量) が減少するので、消費者余剰が減少する。

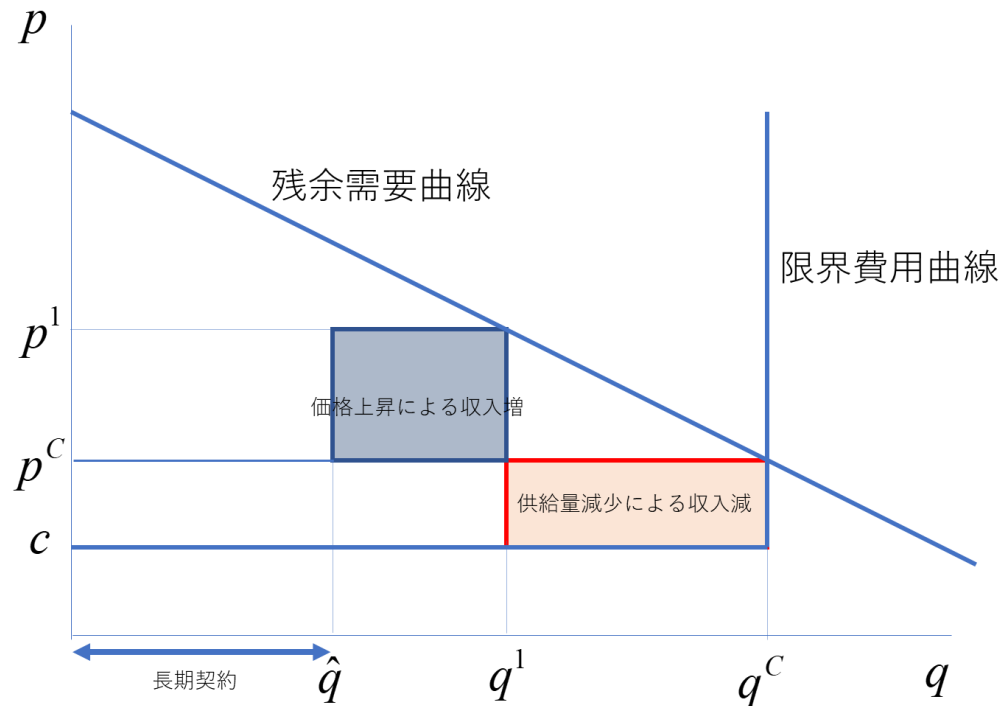


社会的純損失 = 費用の増加 + 消費者余剰の減少

# 長期契約の存在は市場支配力を低減させる

- 長期契約が存在する場合には、短期市場において市場支配力を行使するインセンティブが小さくなる。
  - 長期契約分  $\hat{q}$  は価格が  $p^c$  で固定されているので、値上がりの恩恵は受けない。価格上昇で収入が増加するのは  $q^1 - \hat{q}$  の部分だけである。

短期市場価格を  $p^c$  から  $p^1$  に上げることの効果



## 2. 市場支配力の検出方法

構造指標

行動指数と分析

シミュレーション・モデル

Twomey, P, R. Green, K. Neuhoff and D. Newbery, “[A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems](#),” Journal of Energy Literature, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

# 市場支配力の検出：構造指標 ①

- 集中度：個別事業者のシェア
- 累積集中度：上位企業の事業分野占拠率（％）の合計値。上位3社累積集中度を「CR3」、上位4社累積集中度を「CR4」と表記
- ハーフィンダール・ハーシュマン指数（HHI）：個別事業者ごとに当該事業者の事業分野占拠率（％）を二乗した値を計算し、これを当該品目に係る全事業者について合計したもの。
  - $HHI = \sum_{i=1}^n (s_i)^2$ ,  $s_i$ は企業*i*のシェア.
  - 0（完全競争）と10,000（完全独占）の間.
  - 通常の産業では1,500以下だと競争的と見なされるが、電力産業には必ずしも当てはまらないとされている.

三菱UFJリサーチ & コンサルティング, 『諸外国の卸電力取引における競争状況などの把握手法に係る我が国への適用可能性に係る調査報告書』（平成27年度電源立地推進調整等事業）, 2016.

Twomey, P, R. Green, K. Neuhoff and D. Newbery, “[A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems](#),” *Journal of Energy Literature*, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

Wolak, F. (2003), ‘[Measuring Unilateral Market Power in Wholesale Electricity Markets: The California Market 1998–2000](#),’ Centre for the Study of Energy Markets, Working paper 114.

## 市場支配力の検出：構造指標 ②

- PSI (Pivotal Supplier Index) : ある発電事業者 (あるいは複数の発電事業者) が供給を停止すると需要が満たされなくなるかどうかを示す. PJMでは上位3者の合計供給力がPSIを満たすかどうかという基準 (TPS) を用いて, 上限価格やコストベースのプライシングの適用を行っている.
- TPS :  $RSI3_j = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i) - \sum_{i=1}^2 (S_i) - S_j}{D}$ ,  $D$ は総需要,  $\sum_{i=1}^n (S_i)$ は総供給,  $\sum_{i=1}^2 (S_i)$ は最大供給量2者の供給量合計,  $S_j$ はテストされる供給者の供給量
- $RSI3_j \leq 1$ の時には, 供給者 $j$ はTPSテストを満たさず, Pivotalであるとみなされる.
- RSI (Residual Supply Index) : 米CAISOにより開発された指数であり, 特定の発電事業者の発電容量を除外した残りの供給力を需要量で除して算出する.
  - $RSI_i = (\text{総キャパシティー} - \text{企業 } i \text{ のキャパシティー}) / \text{総需要}$
  - FERCとEC競争当局は5%以上の時間においてRSIが1.1以下であると競争が少なすぎるとしている.

三菱UFJリサーチ & コンサルティング, 『諸外国の卸電力取引における競争状況などの把握手法に係る我が国への適用可能性に係る調査報告書』 (平成27年度電源立地推進調整等事業), 2016.

Twomey, P, R. Green, K. Neuhoff and D. Newbery, "A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems," Journal of Energy Literature, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

Wolak, F. (2003), 'Measuring Unilateral Market Power in Wholesale Electricity Markets: The California Market 1998-2000,' Centre for the Study of Energy Markets, Working paper 114.

# 市場支配力の検出：行動指数と分析

- ラーナー指数 (Lerner Index) :  $L_i = \frac{p - MC_i}{p} = \frac{1}{\eta} s_i$ 
  - $\eta$  : 需要の価格弾力性,  $s_i$  : 企業  $i$  のシェア
  - 平均ラーナー指数 :  $L = \sum_{i=1}^n s_i L_i = \frac{1}{\eta} (s_i)^2 = \frac{HHI}{\eta}$
  - 限界費用をどう推定するかが問題。通常は、熱効率と燃料価格を用いて推定。起動コストや機器劣化の費用の扱いが難しい。競争的であったと推測される時期のビッドを用いることもある。
- 残余需要分析 (Residual Demand Analysis, RDA) : 需要曲線から他の供給者のオファー曲線を差し引いて得られる残余需要曲線の弾力性を用いる。残余需要曲線の弾力性の逆数はラーナー指数と同値である。Wolak (2003)
- 純収入基準値分析 (Net Revenue Benchmark Analysis) : 純収入を分析し、市場支配力の行使により異常な収入を得ていないかを見る。Joskow (2003)は、ピーク電源の固定費回収が可能かどうかを見ることで、投資インセンティブが機能しているかを評価した。
- 売り惜しみ分析 (Withholding Analysis) : 現状の市場価格のもとで電力を売ることによって利益を得ることができるにも関わらず、売らないことは市場支配力を行使したことになる。
  - 経済的売り惜しみ (Economic Withholding) : アウトプット・ギャップ (経済的な発電量 - 実際の発電量) を推定。
  - 物理的売り惜しみ (Physical Withholding) : 発電機の停止率を分析。

# 市場支配力の検出：シミュレーションモデル

- 競争市場ベンチマーク分析：すべての市場参加者が競争的である場合と実際の価格を比較する。
  - 限界電源の限界費用を推定。
  - モデルの単純化によって大きな誤差が出る可能性。 Harvey and Hogan (2002)
- 寡占シミュレーションモデル：寡占のゲーム理論モデルを用いるシミュレーション分析。
  - クールノー・モデル
  - ベルトラン・モデル：容量制約がある場合にはクールノー・モデルに近づく。
- 送電制約のモデリング：送電制約が競争性に大きく影響する可能性。
  - 送電制約を作り出すような入札をする可能性。 Borenstein, Bushnell and Stoft (2000)

Twomey, Green, Neuhoff, Newbery; 2005, Section 3.3

Harvey, S. and W. Hogan (2002), 'Market Power and Market Simulations,' Mimeo.

Borenstein S., J. Bushnell and S. Stoft (2000), 'The competitive effects of transmission capacity in a deregulated electricity industry,' RAND Journal of Economics, 31(2):294 – 325.

### 3. 市場支配力の軽減方策

- 構造的政策 (Structural Solutions) : 会社分割 (英国の事例) , 新規参入の促進 (参入障壁の撤廃・軽減, 送電網の拡大, 需要の価格感応性増進)
- 規制的政策 (Regulatory Solutions) : ①市場価格の上限を設定, ②支配的事業者に供給力の一部を規制価格で供給することを義務づけ, ③フランスやオランダにおけるVirtual Power Plant (VPP) オークション, ④先渡契約の奨励
- 市場ルール (行動) 政策 (Market Rules Solutions) : 個別電源ごとの入札価格上限の設定
- 市場支配力対策の弊害 : 上限価格規制によってピーク電源の固定費がまかなえなくなる可能性. 逼迫時プライシング (Scarcity Pricing) の採用例が増えている.
  - 逼迫時プライシング : 逼迫時には停電コストをベースとした高い価格を市場管理者が設定する.
- アンシラリーサービス市場における市場支配力対策 : Brattle (2007)
  - 英国ではSOに対するインセンティブ規制を採用 (コスト削減分の一定割合をSOがキープできる)
  - マストラン電源 (Reliability Must Run) についてはコストベースの契約 (ISO-NE, CAISO, ERCOT等) や赤字分の補填給付 (MISO) 等を用いている.

Twomey, P, R. Green, K. Neuhoff and D. Newbery, "A Review of the Monitoring of Market Power: The Possible Roles of Transmission System Operators in Monitoring for Market Power Issues in Congested Transmission Systems," Journal of Energy Literature, Vol. 11, No. 2, pp. 3-54, 2005.

[http://ceep.mit.edu/files/papers/Reprint\\_209\\_WC.pdf](http://ceep.mit.edu/files/papers/Reprint_209_WC.pdf)

The Brattle Group, Review of PJM's Market Power Mitigation Practices in Comparison to Other Organized Electricity Markets, 2007

## 4. 日本の市場支配力対策

卸売市場における限界費用入札と余剰電力の全量供給  
相対取引における内外無差別の要請  
経過措置料金（小売料金）

250616\_卸電力市場における市場支配力.pdf

[「適正な電力取引についての指針」](#) 公正取引委員会・経済産業省

# 翌日（スポット）市場における限界費用入札と余剰電力の全量供給

- 公正取引委員会・経済産業省適正な電力取引についての指針
  - 市場支配力を有する可能性の高い事業者には、①余剰電力の全量を、②限界費用に基づく価格で入札することが強く求められている。
  - 該当する事業者が、合理的な理由なく、上記に反した行動を取った場合には、相場操縦に該当することが強く推認される一要素となる。
- 市場支配力を有する事業者の判定基準
  - 「市場」の範囲（地理的範囲等）：他エリアと比べて分断発生率が継続して高い」連系線を基準に市場区分を設定（現状は北海道・東日本・西日本・九州の4市場区分）
  - 支配力を有すると判断する基準（市場シェア等）：総発電容量の50パーセントを超える発電容量（発電事業者との長期かつ固定的な相対契約により確保している発電容量を含む。）を保有する電気事業者。現状では、旧一電+JERA

## 相対取引における内外無差別の要請

- 「会社全体としての利益を最大化するためには、発電部門と小売部門のそれぞれが、中長期的な視点も含めて利潤最大化を目指して行動することが合理的なアプローチ」であることを踏まえ、
- ① 中長期的な観点を含め、発電から得られる利潤を最大化するという考え方に基づき、社内外・グループ内外の取引条件を合理的に判断し、**内外無差別に電力卸売**を行うこと。
- ② 小売について、**社内(グループ内)取引価格や非化石証書の購入分をコストとして適切に認識した上で小売取引の条件や価格を設定し、営業活動等**を行うこと。

# 経過措置料金（小売市場における市場支配力対策）

- 経過措置料金：大手電力会社が提供し続けることを義務付けられている「規制料金」。
- 大手電力会社による「規制なき独占」に陥ることを防ぐための措置として導入。
- 経過措置料金の解除基準：シェア5%以上の独立した競争者が2社以上存在するかどうか。

## 5. 米国と英国における市場支配力対策

### 米国ISO

- 市場支配力対策（入札価格の変更）の発動基準：
  - Structural Approach: PJMではThree Pivotal Supplier Test (TPS)による自動的発動.
  - Conduct-and-Impact Approach: ISO-NE, NYISO, MISOではConduct Test（ビッドがあらかじめ定められた参照水準より高いかどうか）とImpact Test（価格上昇があらかじめ定められた基準以上かどうか）による.

### 英国

- 事後的なconduct and impactアプローチ.
  - 違反行為を止めるように命令する（日本での排除措置命令に対応）
  - 総収入の10%以下の課徴金。また、資産売却を命じることもある.
- 優越的地位の濫用が禁止されている。
  - 米国では優越的地位の乱用に関する規制はない.

# 市場支配力対策の実務：米国ISO

- 市場支配力対策（入札価格の変更）の発動基準：
  - Structural Approach: PJMではThree Pivotal Supplier Test (TPS)による自動的発動.
  - Conduct-and-Impact Approach: ISO-NE, NYISO, MISOではConduct Test（ビッドがあらかじめ定められた参照水準より高いかどうか）とImpact Test（価格上昇があらかじめ定められた基準以上かどうか）を行い、これらを満たす場合に発動.
- 1日前市場とリアルタイム市場における対策
  - PJM：TPSの場合にはビッドを上限値に変更。通常、上限値は限界費用（運転費用の増分）の1割増しの水準.
  - ISO-NE, NYISO, MISO：Conduct and Impact Testsを満たさない時には、ビッドを参照水準に変更。参照水準は、競争性が確保されている期間の入札価格をベースに燃料価格を調整して計算するのが原則.
  - 事後的対策：事後的レビューを行って、市場設計の変更を提言したり、FERCに制裁を要望したりする.
- 容量市場における対策
  - PJM：Three Pivotal Supplier Test (TPS)による自動発動.
  - ISO-NE：上限と下限を設定。市場構造に関するテスト。マーケットモニターによる審査.
- アンシラリーサービス市場における対策
  - 上限価格を設定するのが通常。PJMでは特定の電源についてコストベースのオファーを要求している.

# 市場支配力対策の実務：米国ISOで用いられている手法の概要

	PJM	ISO- New England	New York ISO	Midwest ISO
Day-Ahead Energy Markets	Automatic mitigation of bids for units dispatched to relieve binding constraints unless three pivotal supplier test is passed for all monitored constraints ( <i>i.e.</i> , all constraints except four major interfaces)	Conduct and Impact tests (CT, SW-CT, and NE-MASS Boston more stringently monitored)	Conduct and Impact tests (New York City more stringently monitored)	Conduct and Impact tests (Structural tests to define more stringently monitored Narrow Constrained Areas)
Real-Time Energy Markets	Automatic mitigation of bids for units dispatched to relieve binding constraints unless three pivotal supplier test is passed for all monitored constraints ( <i>i.e.</i> , all constraints except four major interfaces)	Conduct and Impact tests, (CT, SW-CT, and NE-MASS Boston more stringently monitored)	Conduct and Impact tests (New York City more stringently monitored)	Conduct and Impact tests (Structural tests to define more stringently monitored Narrow Constrained Areas)
Capacity Markets	Automatic mitigation of bids for units required to serve constrained zones unless three pivotal supplier test is passed for relief of zonal constraint	Bid caps and floors, structural tests for competitiveness, and market monitor examination of particular bids	Proposed measures apply Conduct and Impact tests to ConEd divested units. Currently, bids for these units are capped	n/a
Ancillary Service Markets	Offer caps, and cost-based offers for specified units	Offer Caps	Offer caps, and Conduct and Impact tests	n/a

## 市場支配力対策の実務：英国

- 英国では他のEU諸国と同様に米国のような事前規制は採用していない。事後的なconduct and impactアプローチによって市場支配力対策を行っている。
  - 競争法に違反した場合の対応としては、(1) 違反行為を止めるように命令する（日本での排除措置命令に対応）、(2) 総収入の10%以下の課徴金がある。また、資産売却を命じることもある。
  - Ofgemは事前規制の導入を提案したが、実現していない。
- 優越的地位の濫用が禁止されている。
  - 米国では市場支配力による収奪的行動を直接的に規制する権限は与えられていない。

The Brattle Group, Review of PJM's Market Power Mitigation Practices in Comparison to Other Organized Electricity Markets, 2007

## 6. 市場支配力監視機関

### 米国

- 競争政策担当政府機関
  - 規制機関：FERC (Federal Energy Regulatory Commission), state regulatory agencies
  - 独占禁止当局：Department of Justice, Federal trade Commission, state antitrust agencies
- 市場監視ユニット (Market Monitoring Unit)
  - ISO (RTO) の市場監視を行う, ISOが費用を負担, ISOからの独立性が保証される.
  - ミッション (CAISO) : 消費者と市場参加者の保護のために, 市場設計の欠陥, 潜在的な市場ルール違反, 市場支配力の濫用を識別し, 報告する.
  - 果たすべき機能 (FERC) : ①市場の現状評価、及び、市場規律に関する提案, ②卸市場パフォーマンスの評価分析と報告, ③市場参加者又は市場運営者による違反被疑行為の特定と FERC 執行局への通報

### EU

- 競争政策担当政府機関
  - 規制機関：ACER (The European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators), National Regulatory Authorities (NRAs)
  - 独占禁止当局：Directorate-General for Competition, National Competition Authorities
- 市場監視ユニット：例) EPEX SPOTの Market Surveillance Office :
  - 独立性はEPEX SPOT Management Board と Exchange Councilに直属することによって担保.
  - 市場参加者が EPEX SPOT Market Rules, the Code of Conduct, European regulation (REMIT)を遵守しているかをチェックする.

## 7. 電力市場の寡占モデル

ベルトラン (Bertrand) ・モデル： (他の) 供給者が価格を戦略変数として設定し、供給量はその価格で出てくる需要に追随すると想定する。供給量を柔軟に変化させることができると仮定している。競争均衡と同じ結果になる。

クールノー (Cournot) ・モデル： (他の) 供給者が供給量を戦略変数として設定し、価格が変化してもその供給量は変化させないと想定する。キャパシティー制約がある場合には当てはまると考えられる。

共謀 (Collusion) モデル：供給者が共謀して利潤の合計を最大化するようにする。

シュタッケルベルグ (Stackelberg) ・モデル：先導者と追随者がいる。追随者は先導者の行動を所与とした最適化を行う。先導者は追随者の反応を予見して最適化を行う。

推測的変動 (Conjectural Variation) モデル：自己の行動に対する他の供給者の反応がある特定の関数で表されると仮定して最適化を行う。

供給関数均衡 (Supply Function Equilibrium) モデル：各供給者は供給関数全体を設定すると仮定する。

オークション均衡：各供給者は価格をビッドする。均衡価格の決定方式は一様価格方式 (uniform pricing, pay-as-cleared pricing：需給を均衡させる価格をすべての参加者に適用する) や pay-as-bid 方式 (ビッドした価格を受け取る) がある。

# クールノー・モデル

- モデル化が簡単である.
- 独占力が大きく出る. 逆の極端が, ベルトラン・モデル. こちらはプライス・テーカーであるので, 競争均衡と同じになる.
- Borenstein and Bushnell (1999) はカリフォルニアの電力市場をシミュレーションしている. 主要な結論は,
  - (1) SCEとPG&Eの(ガス)火力発電所の一部を売却させることは市場支配力の問題を大きく軽減する. 需要弾力性が0.1の時には, 秋のピーク需要価格は「一部(SCEのすべてとPG&Eの半分のガス火力を3社にスピンオフさせる)」売却で91%, 「全面(2社のガス火力を7社に分割)」売却で96%下がる.
  - (2) 需要の価格弾力性を大きくすると市場支配力の問題の厳しさは大きく軽減される. したがって, 需要者及び供給者の短期価格変動に対する感応度を高める政策は市場支配力軽減効果が大きい.
- 先渡(長期)契約が存在すると, クールノー均衡の価格が低下し, 競争均衡価格に近づいていく. ([スライド8](#))

Borenstein, S. and J. Bushnell, (1999), "An Empirical Analysis of the Potential for Market Power in California's Electricity Industry," *Journal of Industrial Economics* 285-323.

# 供給関数均衡モデル

- 各供給者は供給関数を入札する。この供給関数に関するナッシュ均衡を求めるのが供給関数均衡モデルである。
  - 需要の条件が不確実性や時間帯によって変わるので均衡価格は変動するが、各供給者は一つの供給関数を入札するという制約を課される。NETA以前のイギリスでは、1日分の供給関数は同じでなければならないという制約があった。供給関数モデルはこういったケースにあてはまる。
- 均衡解は微分方程式で表され、供給者が対称的なケース以外は分析が困難である。
- 均衡解は無限に存在し、クールノー均衡とベルトラン均衡の間に来ることが証明されている。
- Green and Newbery (1992)は英国の電力市場に適用：①自由化当初の複占の状態ではマークアップ率が高く死重損失が大きい、②5社に分割していればマークアップ率は低く死重損失が大きく低下する。
- Newbery (1998)は事前の長期契約を供給関数均衡モデルに導入しその効果を分析している。結論は、
  - 潜在的な新規参入者がベースロード契約を結ぶことができる場合には、発電市場はコンテストタブルになる。
  - 市場全体のキャパシティが十分あるときには、既存企業は長期契約を参入阻止価格が成立するまで提供する。

Green, R.J. and D. Newbery, (1992), "Competition in the British Electricity Spot Market," *Journal of Political Economy* 100, 929-953.

Newbery, D, (1998), "Competition, contracts, and entry in the electricity spot market," *Rand Journal of Economics* 29, 726-749.

# オークション・モデル

- シングルプライス・オークション (pay-as-cleared) : 最高落札価格をすべての落札者に支払う
  - 限界電源になると予測する供給者は価格をつり上げるインセンティブを持つ
  - 限界電源以外の供給者はビッドを高くするインセンティブを持たない
  - 多くの電源を持つ供給者は物理的供給抑制のインセンティブを持つ
  - 複占のナッシュ均衡 (Creti & Fontini 2019, Section 12.4.1; von der Fehr & Harbord 1993, Fabra, et al. 2006) : 需要が十分に小さい (キャパシティーが小さい方の供給者だけで需要を満たすことができる) ケースでは価格 = 限界費用. 需要が十分に大きい (2つの供給者の双方が供給しなければ需要を満たせない) ケースでは, 価格 = 上限価格 > 限界費用になる.
- マルチプライス・オークション (pay-as-bid) : 応札時に入札した価格で支払う
  - 限界電源以外の供給者もビッドを限界費用より高くするインセンティブを持つ
  - 複占のナッシュ均衡: 純粹戦略 (pure strategy) 均衡は存在しない. 混合戦略 (mixed strategy) 均衡は存在.

Creti, A. and F. Fontini, *Economics of Electricity: Markets, Competition and Rules*, Cambridge University Press, 2019.  
von der Fehr, N-H and D. Harbord (1993), "Spot Market Competition in the UK Electricity Industry," *The Economic Journal*, 103:531 – 46.  
Fabra, N., et al., "Designing Electricity Auctions," *Rand Journal of Economics*, 2006.