

経済学からみた電力システム改革の課題①

調査レポート

～Tirole 教授の研究業績と電気事業への示唆～

電気事業は「同時同量」「代替性のない必需品」といった電気という財の特異性を踏まえ設計された制度のもと運営されてきた。しかし、欧米諸国では技術の発展や電気事業を巡る環境の変化を受け、1990年頃から小売全面自由化や発送電分離といった新たな制度へと改革が進められ、結果、当初の思惑とは異なり電気料金の高騰や電力不足といった問題が生じている。

わが国においても現在、全面自由化をはじめとする電力システム改革が進められており、欧米諸国と同様の問題に直面する可能性がある。そこで、わが国の電力システム改革の問題および課題などについて経済学の視点から分析した結果をこれからシリーズで紹介していく。

まず第1回では、電気事業にも関係が深い産業組織論への貢献が評価され昨年、ノーベル経済学賞を受賞した Tirole 教授の研究を中心に報告する。

1. Tirole 教授とノーベル賞受賞成果

(1) Tirole 教授について

アメリカ人が受賞することが多いノーベル経済学賞だが、2014年はフランス人の Jean Tirole 教授¹が受賞した。Tirole 教授の研究範囲は、規制政策、ゲーム理論、産業組織論、マクロ経済学など多岐にわたるが、ノーベル賞の受賞理由となった成果は、「市場支配力と規制 (Market Power and Regulation) についての分析」で、中でも「産業組織論への貢献」と「公益事業等に対する公的規制の分析」が高く評価された。

これらの研究は電気事業にも関わりの深い重要な分野であり、また、Tirole 教授はマサチューセッツ工科大学の Paul Joskow 教授²と共著で電気事業自体に関する研究も行うなど、その研究成果は電力システム改革によって市場環境が大きく変化していく電気事業において、制度の詳細設

計や事業戦略を考える上で参考となるものである。よって、以下において Tirole 教授の研究成果および電気事業への示唆などについて簡単に紹介していく。

(2) ノーベル賞受賞の研究業績

まず、ノーベル賞受賞につながった研究業績のうち、高く評価された2点、①産業組織論への貢献と②公益事業等に対する公的規制の分析についてその概要を紹介する。

①産業組織論への貢献

産業組織論とは、ある企業または産業と市場との関係について分析し、非効率（市場の独占化、企業による超過利潤の獲得）が発生していないか、発生している場合その原因・結果は何か、非効率を解消する有効な政策的措置はどういったものかを考察する学問で、各国の産業政策、独占禁止政策に大きな影響を与えた応用ミクロ経済学の一分野である。

もともと産業組織論では、分析する際の前提と

¹ 1953年にフランスで生まれ、米国マサチューセッツ工科大学において経済学博士号を取得。2013年には一橋大学から名誉博士号を授与されており、現在はフランストゥールーズ第一大学で教鞭を執っている。

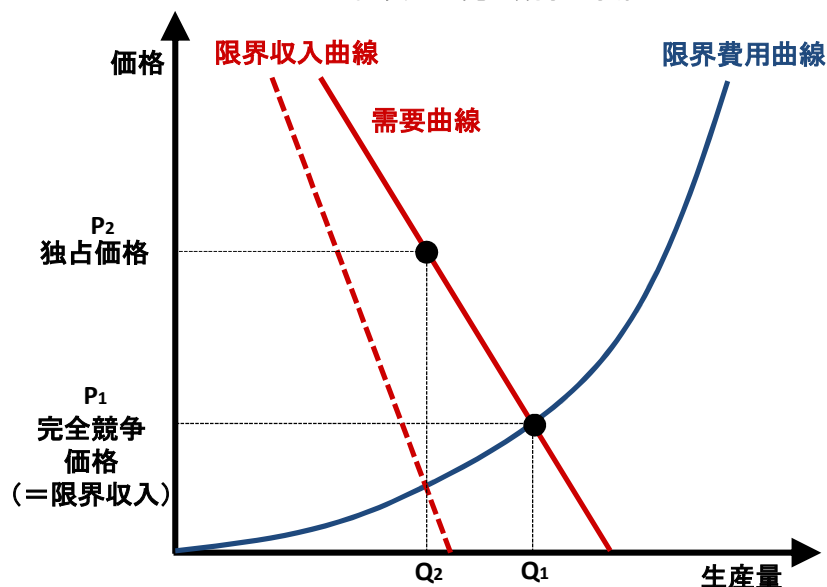
² 1947年に米国で生まれ、米国エール大学において経済学博士号を取得。米国の電力自由化研究の権威。

して、市場は完全競争または独占という極端な状況にあるとしていた。なお、完全競争とは、売り手・買い手が無数に存在し、その誰もが商品の価格を恣意的に変化させる影響力を持たない状況のことを言い、商品の価格と生産量は買い手の需要と売り手の供給が均衡する点、すなわち需要曲線³と限界費用曲線⁴が交わる点で自動的に決まる (P_1 , Q_1)。一方で、独占とは売り手が1社しか存在しない状況のことで、商品の価格と生産量は売り手が利潤を最大に出来る点、すなわち限界費用曲線と限界収入曲線⁵が交わった点における売り手の生産量によって決まることになる (P_2 , Q_2) (図表 1)。

つまり、どちらの状況でも、商品の価格は他企業の影響を受けずに決まるため、基本的に完全競争または独占市場に存在する企業は戦略を考える上で競争相手のことを考慮する必要はない。このことから、従来の産業組織論では、複数の企業間における戦略的な相互依存関係は存在しないと前提のもと、企業や産業についての分析が行われてきた。

しかし現実の産業、例えば通信や電力など多くの産業は完全競争と独占の中間、少数の企業が競争をしている不完全競争または寡占競争の状態にある。この場合、各企業は競争相手の行動・戦略を考慮に入れながら自社の行動・戦略を決定し

図表 1 完全競争と独占



ているため、従来の相互依存関係を無視した産業組織論では各企業の行動を正確に分析することが出来なかった。Tirole 教授はこのような従来の産業組織論では分析出来なかった、不完全競争状態について、1988 年に出版した「産業組織論 (The Theory of Industrial Organization)」の中で、ゲーム理論を駆使し分析する方法を示した。

この Tirole 教授の成果などにより、産業組織論を用いることで、現実に則した市場状態である不完全競争状態において、各企業はどのように価格競争または結託を行い、市場への参入・退出はどのように決定されるのかといったことや、新たな企業の参入を阻止する価格や競争相手を市場から排除するための価格の引下げはどこまでが許されて、どこまで行くと行き過ぎになるのかといった点など、企業の行動、企業・産業への有効な競争政策について論理的に分析することが可能となった。

なお、このように、産業組織論は競争政策の在り方に非常に多くの示唆を与えるものであるため、公正取引委員会の研究所などでは必須の学問であり、これから事業制度が大きく変わっていく中で、電気事業者にとっても産業組織論の考え方

³ ある商品の価格と需要の関係を表したもの。

⁴ ある商品の生産量を1単位増やす時に、追加的に発生する費用を表したもの。限界費用曲線は完全競争の下で供給曲線となる。

⁵ ある商品の生産量を1単位増やす時に、追加的に得られる収入を表したもの。なお、完全競争の下では市場で決まった完全競争価格であれば販売量は自由に増やせる一方、完全競争価格を超える価格では商品は全く売れないため、限界収入は完全競争価格と等しくなる。

は今後の競争環境を勝ち抜いていく上で示唆に富むものである。

②公益事業等に対する公的規制の分析

公的規制に関する分析はTirole教授1人の業績ではなく、ほとんどがJean Jacques Laffon教授⁶との共同研究によるものである。その成果の大部分は、共著の「調達と規制のインセンティブ理論 (A Theory of Incentives in Procurement and Regulation)」に収録されており、今回は本書の中から情報の非対称性による影響とその解決策について紹介する。

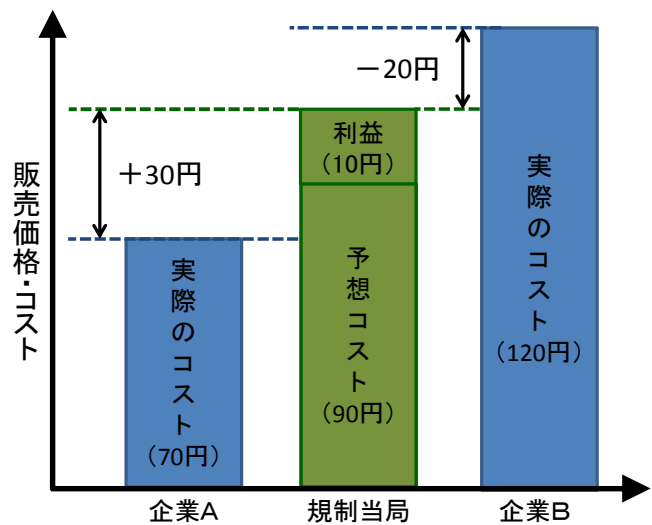
規制を行う側の規制当局（政府）と規制を受ける側の企業の間には製品の生産コストや品質といった情報に非対称性（情報格差）が生じる可能性がある。つまり、企業は自身の生産に関する情報については当然よく知っているが、規制当局側は企業が保有する情報を企業と同じだけ知ることが難しく、例えば、不当な値上げを防ぐため、ある商品の価格に一定の規制を課す場合も、各企業の生産コストを予想し、その予想価格をもとに規制価格を決めることになる。こういった状況においては、実際の生産コストが規制当局の予想したコストよりも安い企業は、生産コストの上昇余地が生まれ、コスト削減努力を怠り非効率的経営を行う（モラルハザード）ことも考えられる。また、企業によっては、規制当局の予想コストを高くするため、虚偽のコスト情報を規制当局に申告し、余剰な利益を得ようとする（アドバースセレクション）可能性もある。

このような企業の非効率な行動を防ぐためには各企業から正しい情報を引き出す必要があり、

Tirole教授達はその方法として「契約メニュー」の利用を示した⁷。これは、価格規制であれば固定価格やコストプラス価格など複数の規制案を用意し、メニュー方式で企業に規制制度を選ばせるというもので、選択結果から規制当局は企業の生産に関する情報を推定し、より最適な規制を課すために活用するといったものである。

例えば、図2のように、ある商品の生産コストを規制当局は90円と想定し、各企業に想定コストに10円の利益を上乗せした100円の固定価格での商品の販売と、実際の各企業の生産コストに10円の利益を上乗せしたコストプラス価格での商品の販売のどちらかを選ばせるとする。その際、企業A、企業Bの実際の生産コストが70円と120円とすると、企業Aは固定価格規制を選べば30円の利益が獲得出来るため、固定価格での販売を選ぶが、企業Bは固定価格を選べば、利益は出ず、20円の赤字となるため、固定価格ではなく、実際に発生した120円分のコストに一定の利益を上乗せして貰えるコストプラス価格での販売を選ぶことになる。このように、各企業の選択結果から実際のコスト水準を推測するものである。

図表 2 コスト比較



⁶ 1974年にフランスで生まれ、米国ハーバード大学において経済学博士号を取得。公共経済学やインセンティブ理論、規制の経済学について研究。2004年に死去したが、存命であればTirole教授と共にノーベル経済学賞を受賞していたらうと言われている。

⁷ なお、Tirole教授達は契約メニューという解決策とともにプライスキップなどの制度設計に関する多くのアイデアを生み出している。

電気事業では、小売部門の全面自由化により小売料金に対する規制は撤廃される一方、地域独占体制が継続される送配電部門の料金（託送料金）は引き続き規制されることとなっている。しかし、電力システム改革等による事業環境の変化により、送配電部門のコスト構造は変化していく可能性があり、さらに送配電部門は地域独占体制であるため競争が働かず、事業者自らがコストの削減やその見直しを行い難いといった性質も持つ。そういった状況において、政府は変化していくコスト構造の推測や、一層のコスト削減を促進する最適な規制制度の構築に契約メニュー理論をはじめとする公的規制に関する分析結果を活用することが出来る。また、事業者側も政府により一方的な規制を受けるだけでなく、公的規制に関する分析結果を活用し、積極的により良い規制や制度を政府へ提案することも可能である。

2. 電気事業に関する分析

上記のようなノーベル賞受賞成果は電気事業にも影響が大きく、示唆を与えるものだが、Tirole

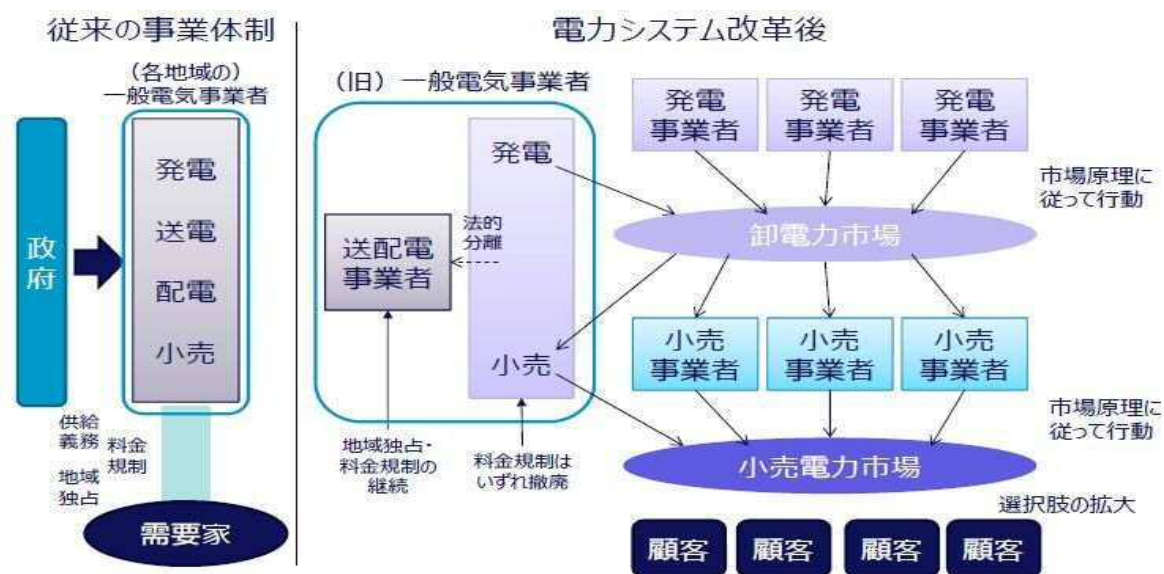
教授は Joskow 教授との共同研究で自由化後の電気事業自体についても分析を行っている。共著の論文では電力自由化の詳細制度設計における課題として「送電権と市場支配力」「商業的送電線投資」「電力の小売競争」といった重要な問題について分析が行われているが、上記については次号で詳しく紹介を行い、本号では、Tirole 教授達による研究成果の紹介の前段として、電力システム改革によって電気事業が大きくどう変化するのかなどについて簡単に説明する。

(1) 電力システム改革による変化

これまでわが国の電気事業は発電・送電・配電・小売部門が一体となった垂直統合型の一般電気事業者を政府が規制し、供給義務を負わず代わりに地域独占を認めて参入を規制し、料金も規制するといった体制で運営されてきた（図表3）。

しかし、電力システム改革により、垂直統合体制は崩れ、一般電気事業者は送配電部門と発電・小売部門に分離されることになる。規制についても分離された送配電部門は従来どおり地域独占・料金規制が継続される一方、発電・小売部門

図表 3 電力システム改革による事業体制の変化



資料：電力中央研究所にて作成

には市場原理が導入され、参入の自由化、料金規制の撤廃により、それぞれが卸電力市場・小売電力市場において市場原理に従った行動（競争）が求められることになる。

（２）市場原理導入の背景

このように電力システム改革により発電・小売部門に競争的市場原理を導入する背景には、東日本大震災や原子力事故を契機に、電気料金の上昇圧力が高まる中で電気料金の最大限の抑制が求められ、そのためには、電気事業者間の競争を徹底させることが一番の手段であると考えられたことなどが挙げられる。

確かに経済学では、商品の価格（電力価格）は参入・退出が自由な完全競争市場であれば最も効率的な価格に落ち着くと示されている。しかし、これらはあくまで「自然独占性⁸」が働かず、完全競争市場になることが前提であることに注意が必要である。

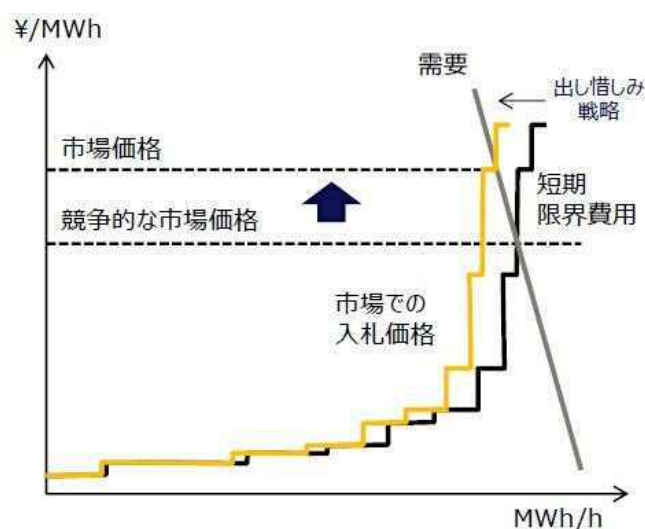
わが国の電力市場は現状、完全競争市場には成り得ない。なぜなら、技術の進歩により従来に比べ規模の経済性が薄れたとは言っても、規模が小さいと非効率な点も多くなるため、電気事業はある程度の適正な規模が存在する産業である。故に、どうしても需要全体を満たす生産者の数は限られ、少数の生産者が一定のシェアを有する、いわば不完全競争の状態になり易いといえる。更に不完全競争状態で、自由化により政府による価格規制がなくなると、一部のシェアが高い電力会社が出し惜しみをするなど供給量を制限することに

⁸ 複数の企業で生産するよりも1社で生産を行った方が安い費用で効率的に商品を市場全体に供給出来るとする性質。例えば通信や電力など大規模な資本設備（固定費）を必要とする産業では、生産量を増やすほど、商品1単位あたりの生産費用が遞減されていく（規模の経済性）。よって、複数の企業が少量ずつ生産するよりも1社がまとめて大量に生産を行う方が安い費用で効率的な供給が可能となる。

よって価格を上昇させるということも理論としては可能となるのである（図表4）。

わが国では自由化により、電気料金が下がることのみが期待されているが、欧米等自由化先進諸国では、電気料金が上昇する事例が多くみられている。次頁に、日本と自由化先進諸国の部分自由化を含む自由化を開始した当初と2010年（国によっては2011年）時点の電気料金の上昇・下落額とその要因を表した図を掲載している（図表5）。なお、日本は一般電気事業者以外に特定の地点での小売を認めた（特定電気事業を創設した）1995年を自由化開始年と定義し、2010年の値と比較をしている。この図をみると、日本を除く全ての国・地域において電気料金が自由化当初よりも上昇していることが分かる⁹。また、その上昇理由も燃料費の上昇だけではなく、卸電力費用や供給費用など、市場支配力の行使により費用が上昇する可能性があるものが大きく影響しているといえる。このことから分かりますとおり、完全競争市場に成り得ない電力市場では自由化により、電気

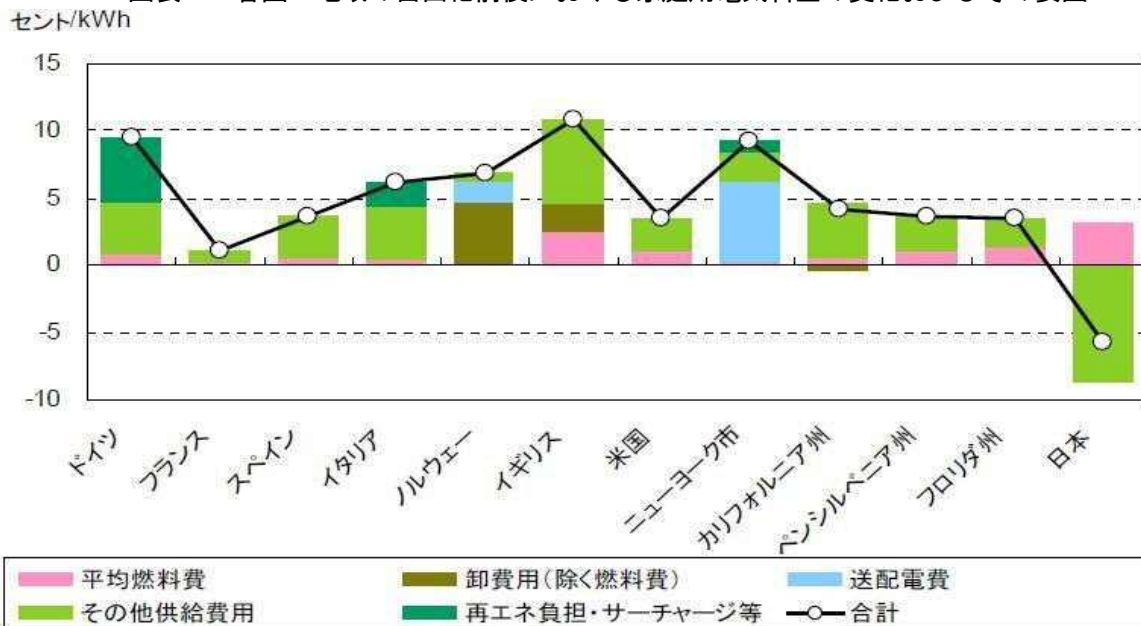
図表4 供給量の制限による市場価格の上昇



資料：電力中央研究所にて作成

⁹ 図表5は代表的な自由化実施国を取り上げており、全ての自由化実施諸国を掲載しているわけではない。

図表 5 各国・地域の自由化前後における家庭用電気料金の変化およびその要因



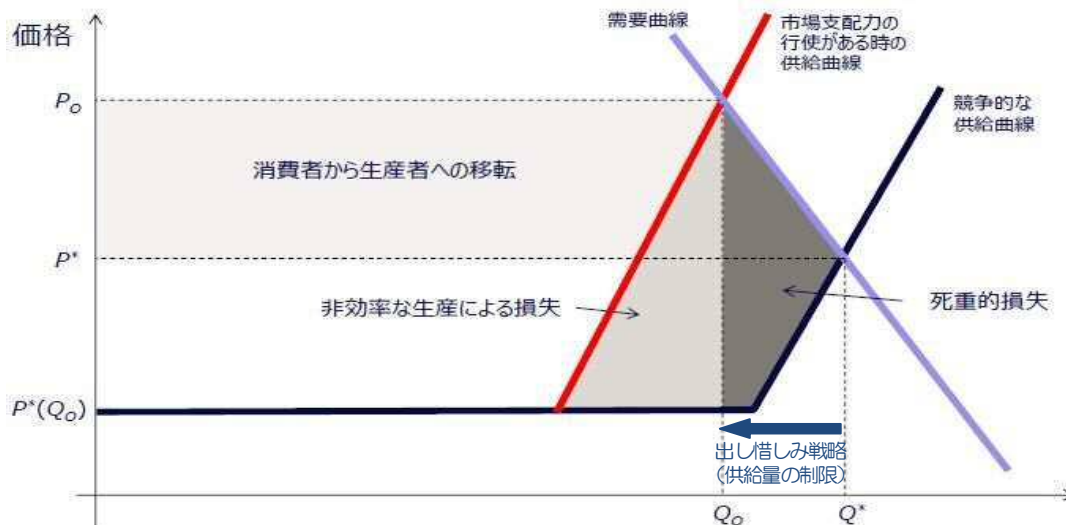
注： 1. 2010年時点の為替レートで換算
 2. 各国・地域の自由化開始年（ドイツ・フランス・ノルウェー・ニューヨーク市はデータ制約により自由化開始頃の値）を基準とし、2010年（フランス・ノルウェー・イギリスは2011年値）の家庭用電気料金とその変動要因を比較
 3. 基準年：ドイツ1999年、フランス2001年、スペイン1997年、イタリア1999年、ノルウェー1998年、イギリス1990年、米国1996年、ニューヨーク市2002年、カリフォルニア州1998年、ペンシルベニア州1999年、フロリダ州1996年、日本1995年
 資料：日本エネルギー経済研究所「諸外国における電力自由化等による電気料金への影響調査（経済産業省委託調査報告書）」

料金が上がる可能性もあることに注意しておく必要がある。

なお、市場支配力の行使が経済学的には何が問題なのかについて図表6を用いて簡単に説明する。本来経済学では限界費用曲線（完全競争市場における供給曲線）と需要曲線が交わる点 P^* で価格

が決まるのが望ましい。しかし、先ほど述べたように一部の企業が市場支配力を行使し、供給を制限するなどした場合、供給曲線が左へスライドし、価格は P_0 まで上昇することになる。また価格が上昇すれば購入したいとする消費者も減るため、生産量（販売量）も Q^* から Q_0 へと減少すること

図表 6 市場支配力の行使による経済的問題



資料：熊谷玲子・服部徹「電力市場における市場支配力の理論と実際」八田達夫・田中誠編著『電力自由化の経済学』

注：一部（青い矢印及びその下部記載の文字）筆者が追記

図表 7 需要曲線の弾力性の違いによる価格上昇

になる。この結果、グレーで塗りつぶした三角の部分、本来市場で発生するはずであった商品の価値または便益が失われることになる。経済学ではこれを死重的損失といい、市場支配力の行使による問題としている。

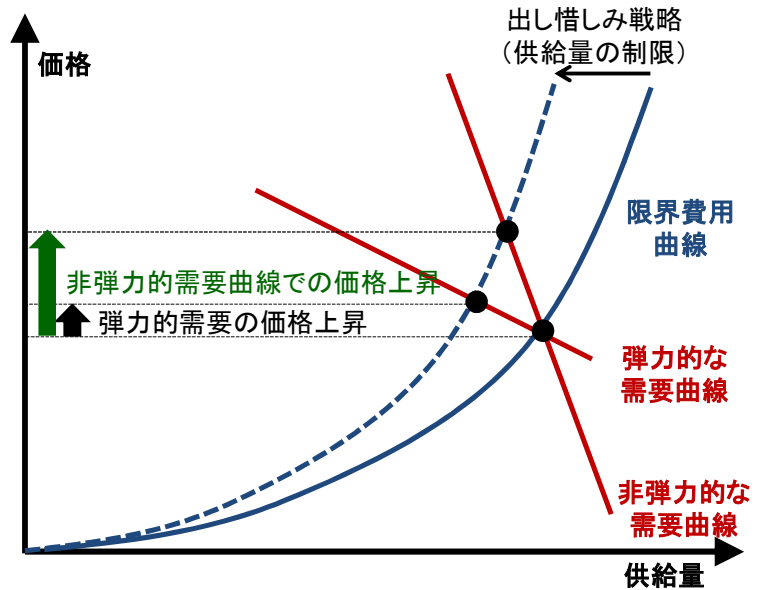
(3) 不完全競争モデルからの示唆

前項で述べた一部の電気事業者が自社の供給量を調整することで価格を恣意的に変化させる力を持つことを市場支配力を持つという。

電力市場のような不完全競争市場を説明する理論モデル「クールノー・モデル¹⁰」によれば、①市場シェアが高く②需要の価格弾力性が小さいほど、市場支配力の行使による価格の上昇は大きくなる、つまり市場支配力を行使するインセンティブは高くなるとされている（図表7）。

電気事業は規模の経済性から一部の事業者が高いシェアを保有しやすく、需要の価格弾力性が小さい、つまり電力価格が多少上がっても顧客の利用する電力消費量は変化しづらいといわれているため、このモデルを用いると市場支配力を行使するインセンティブは大きいといえる。また、次号で紹介するが、Tirole 教授は電力自由化の詳細制度設計における課題として、電気事業では、送電線の容量制限も市場支配力を行使するインセンティブを更に大きくするとしている。

従来はこういった電気事業の特徴を踏まえ、電気事業者を政府が規制し、市場支配力の行使による価格の上昇を抑制すると共に原価に基づいた最適な価格での電力販売を行えるよう制度が構築されてきた。



しかし、電力システム改革により電気事業者は自由に電気料金を設定することが可能となることに加え、参入の自由化により他の産業において既に市場競争を経験している事業者など多様な事業者が電力市場に参入してくることとなり、その際、市場支配力を行使し価格を上昇させようとする事業者が現れることも考えられる。

欧米等自由化先進諸国においては市場の監視によってこうした市場支配力の行使を抑制するといったことが行われており、わが国においても電力取引監視等委員会が設置され、これから市場の監視を行うことになっている。こういった指標を用いて市場を監視していくのかといった詳細な制度については今後検討がなされていくとのことだが、欧米市場ではどの指標を用いても単独で市場支配力の行使を完全に分析することは出来ず、各指標を多面的に用いて評価することが必要であるとしており、わが国においても具体的な市場監視方法の検討が、市場競争を促進していく上で重要になると思われる。

¹⁰ 企業間の競争原理を表し、同一製品を生産する寡占企業が、自社以外の生産量は変化しないとした仮定のもとその生産量を調整することで市場価格を操作し、利潤の最大化を図るとしたモデル。

3. 電気事業への示唆

わが国の電力市場は、現状の地域独占の状態から完全競争市場を目指し、平成 28 年 4 月の小売全面自由化、平成 32 年 4 月の発送電分離といった電力システム改革によって競争環境が整えられていくことになる。しかし、これまで説明してきたように現状の技術や市場環境では電力市場はすぐには完全競争市場にはなることは無く、様々な不完全競争の状態を経ることになる。また各事業者においては市場での戦略的行動が重要になると共に、これまでの垂直一貫体制から分業化が進み、部門間の利害関係が複雑になる中で会社全体の組織の在り方を考えることも競争市場で生き残っていくためには重要となる。

そういった際に、Tirole 教授の不完全競争状態における分析手法は、市場支配力がどのような状況で行使されやすくなるのか、またそれをいかに抑制していくのかといった今後の詳細制度設計に関する分析・提言だけではなく、各社の価格戦略や組織をどうするのかといった検討、他社の行動・戦略の分析に活用することが可能である。

また、その他公的規制の分析などについても、小売や託送料金の価格規制、市場の規制・監視といった今後の電気事業制度において重要となる点において、より最適な設計をするためにはどうすればよいのか、何を留意すれば良いのかといった示唆を与えるものである。

Tirole 教授の研究成果は多数あり、次号で紹介する電気事業特有の送電線による市場支配力の行使などを合わせても、紹介する成果は電気事業に関するものの中でも一部である。しかし、その一部だけでも同教授の研究成果がこれから電力システム改革によって、市場環境が大きく変化していく電気事業においては詳細制度設計や事業戦略を考える上で示唆を与えるものであると言

え、こういった経済学的観点からの分析結果を自由化先進諸国の事例などと合わせてわが国の電気事業について考える際の参考として頂ければ幸いである。

本シリーズでは今後、「発送電分離後の送電線投資の問題」「競争的電力市場における供給力確保の問題」「容量メカニズム」などについて調査レポートを掲載する予定である。

なお、レポート作成にあたっては、服部上席研究員をはじめ、(一財)電力中央研究所の研究員に多大の協力をいただいた。この場を借りて御礼を申し上げる。また、本レポートの不備な点に関しては、全て著者が負うものとする。

経済産業グループ 舩岡 紅実

《参考文献》

- Laffont, J., & Tirole, J. (1983) *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, MIT Press
- Tirole, J. (1988) *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press.
- 穴山梯三 (2005) 『電力産業の経済学』NTT 出版
- 井上智弘「米国 PJM エネルギー市場における市場支配力監視の設計と課題—局所的市場支配力の緩和策と市場評価—」『電力経済研究』(2015 年 3 月号)
- 北村行伸「今年の『ノーベル経済学賞』を解説する：上」2014 年 11 月発表 東洋経済 ONLINE Homepage (<http://toyokeizai.net/articles/-/51310>)
- 西田達昭「産業組織論の理論的系譜と規制緩和」『国際教養学部紀要 VOL. 1』(2005 年 3 月号)
- 日本エネルギー経済研究所 (2013) 『諸外国における電力自由化等による電気料金への影響調査 (経済産業省委託調査報告書)』
- 八田達夫・田中誠編著 (2004) 『電力自由化の経済学』東洋経済新報社
- ハーバード, R.-G・オブライエン, A.-P 竹中平蔵・真鍋雅史訳 (2014) 『ハーバード経済学Ⅱ基礎ミクロ編』
- 依田高典「2014 年ノーベル経済学賞 ジャン・ティロー 現実へのビジョンに支えられた理論家」『経済セミナー』(2015 年 2・3 月号) 日本評論社