

2018 年度 卒業論文

電力自由化による、日本電力小売市場
における市場構造の変化

慶應義塾大学 経済学部

石橋孝次研究会 第 19 期生

橋本 尚哉

はしがき

1882年（明治15年）に日本初の電灯が、東京・銀座に灯された。それ以後、我々の身の回りには常に光があり、電気は我々にとって無くてはならないものとなった。

電力産業には規模の経済があると考えられてきたため、多くの国で電力会社に地域独占を認め、その代わり料金を規制が行われていた。日本では1980年代ごろから、バブル景気の崩壊を受け、高コスト構造・内外価格差の是正を目的に、競争原理の導入による経営効率化を促すべきとの議論が起こりはじめる。これが、以後の電力自由化に繋がる。電力自由化とは、従来、独占市場である電気事業において市場参入規制を緩和し、市場競争を導入して、電気料金の引き下げや電気事業における資源配分の効率化を進めることである。

そのような「不可欠な存在である電気」、「産業組織論としての電力市場の動向」の2つの側面で興味があり、小売電力市場の分析が今後の電力自由化の進展に重要だと考え、テーマに選んだ。

本稿では、自由化の進展に伴い、大手電力会社の費用削減、効率化、マークアップに対して、潜在的競争圧力がどのような影響を与えるか分析を行っていく。

目次

序章	1
第1章 現状分析	2
1.1 電力市場の歴史について	
1.2 電力自由化の歴史について	
1.3 電力自由化により期待される効果から見た、電力小売市場の概況について	
1.4 現在の電力料金設定について	
1.5 更なる競争促進について	
第2章 電力市場における需要価格弾力性の推定	11
2.1 価格弾力性推定についての先行研究紹介	
2.2 先行研究 秋山・細江 (2008)	
2.2.1 先行研究 秋山・細江 (2008) の分析モデルと使用データ	
2.2.2 先行研究 秋山・細江 (2008) の推定結果	
2.3 実証分析	
2.3.1 分析モデルと使用データ	
2.3.2 電力需要関数の推定結果と考察	
2.3.3 価格弾力性の推定結果と考察	
第3章 電力市場における費用関数の推定	25
3.1 先行研究 服部 (2006)	
3.1.1 先行研究 服部 (2006) の分析モデルと使用データ	
3.1.2 先行研究 服部 (2006) の推定結果	
3.2 実証分析	
3.2.1 理論的背景 一般電気事業者の潜在的競争圧力について	
3.2.2 分析モデルと使用データ	
3.2.3 推定結果と考察	
第4章 電力市場における市場支配力の推定	39
4.1 先行研究 服部・大藤 (2007)	
4.1.1 先行研究 服部・大藤 (2007) の分析モデルと使用データ	
4.1.2 先行研究 服部・大藤 (2007) の推定結果	

4.2 実証分析

4.2.1 分析モデルと使用データ

4.2.2 推定結果と考察

第5章 結論	56
参考文献	57
終わりに	59

序章

本稿の最大の目的は、小売市場に参加する大手電力会社(旧一般電気事業者)の市場支配力を推定することである。自由化の進展に伴い、様々な潜在的競争圧力が生じていると考える。その潜在的競争圧力が、大手電力会社の費用削減、効率化、マークアップにどのような影響を与えているか実証分析に基づき、考察していく。我が国では、電力市場の研究は他国と比べて進んでいないと考える。特に、小売市場については先行研究が少ない。本稿が、今後の電力自由化の議論に資することが出来ればと考える。

各章を概説する。本稿は5章で構成されており、第1章では、電力市場の現状の説明や電気事業制度改革について説明する。第2章で、電力市場の需要関数の実証分析を行う。第3章では、電力市場の費用関数の推定を行う。第4章で、電力市場における9大電力会社の市場支配力について実証分析を行う。第5章では、第1章から第4章までの結論を述べる。

第1章の現状分析では、電力小売市場の現状や、我が国の電力自由化の流れなどを説明する。「発電」、「卸売」、「小売」と三部門の自由化に向けて、複数の電気事業制度改革が行われてきたが、新電力シェアへの影響、電力価格への影響について言及する。

第2章では、電力市場における需要関数の推定を行う。日本国内の電力需要関数を地域別に推定し、電力需要の価格弾力性の計測を行った秋山・細江(2008)を参考に、1991年から2015年のデータを用いて、電力需要関数を地域別に推定し、電力需要の価格弾力性を計測する。

第3章では、電力市場における費用関数の推定を行い、潜在的な競争圧力が電気事業の効率化に与えた影響について言及する。自由化の進展が潜在的競争圧力を通じて、費用の効率化と料金の引き下げに与えた影響について、費用関数の推定を行った先行研究として、服部(2006)がある。本稿では、服部(2006)に基づいて、2002年から2015年のデータを用いて、潜在的な競争圧力に適切な代理変数を置き、費用関数を推定する。

第4章では、電力市場における旧一般電気事業者の市場支配力について実証分析を行う。服部・大藤(2007)では、部分自由化後の電気料金の変化を内外価格差の観点から明らかにして、一般電気事業者の料金設定において、どのような潜在的競争圧力が働いたのかを計量経済学的に分析している。服部・大藤(2007)の分析モデルに基づき、旧一般電気事業者の料金設定において、どのような潜在的競争圧力が働いたのかを計量経済学的に分析を行う。

第5章は第1章～第4章の結果を纏める。実証分析の結果を踏まえ、著者の見解を述べる。

第1章 現状分析

第1節では、電力会社の誕生から、現在に至るまでの電力市場の歴史を説明する。第2節では、今まで行われてきた電気事業制度改革の内容について言及する。第3節は電力小売市場の概況について、第4節は電力価格について、第5節は更なる競争促進に向けた取り組みについてである。

1.1 電力市場の歴史について

文明開化の時代、1882年（明治15年）に日本初の電灯が、東京・銀座に灯された。1883年には、日本発の電力会社である東京電燈が創立され、1887年には、名古屋電灯、神戸電灯、京都電灯、大阪電灯が相次いで設立される。その後は、電力需要の激増、また電力用途の多様化の影響もあり、中小様々な電気事業者が創立され、これらの企業による激しい競争状態が続いた。1911年に電気事業法、1938年に電力国家管理法が制定されるなど、法規制の整備も行われていった。

明治時代から大正末期になると、電力会社の統合が進み、東京電燈、東邦電力、大同電力、宇治川電気、日本電力の5社が五大電力会社と呼ばれるようになった。1941年の配電統制令交付に基づき、全国各地の電気事業者は統合が行われ、また五大電力会社を始め全ての電気事業者は会社を解散した。

1951年に、全国9地域（北海道・東北・関東・中部・北陸・関西・中国・四国・九州）に新たな電力会社が設立された（これら9社が、現在の北海道電力、東北電力、東京電力、北陸電力、中部電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力である）。1972年5月の沖縄の日本復帰により、沖縄電力株式会社を設立され、10社での地域独占体制が築かれた。これらの10社は、発電・配送電部門を垂直統合し、新規に小売部門に参入することが電気事業法によって禁じられていた。電力会社が電気事業を行う上での環境整備も、随時行われていった。1952年には、日本における電気事業の運営の円滑化を図るため設立された、電力会社各社の連合会である電気事業連合会(FEPC: The Federation of Electric Power Companies of Japan)が創立された。

2016年4月1日の電力の小売全面自由化に合わせて改正された電気事業法により、電力会社の区分は、今までの「一般電気事業者、卸電気事業者、特定電気事業者、特定規模電気事業者」から、「小売電気事業者、一般送配電事業者、送電事業者、特定送配電事業者、発電事業者」となった。2016年4月1日に持株会社体制へ移行した東京電力を除く旧一般電気事業者である10電力会社は、小売電気事業、一般送配電事業、発電事業の3事業を兼営する小

売電気事業者、一般送配電事業者、発電事業者である。東京電力は、持株会社である東京電力ホールディングスに社名変更し、子会社である東京電力エナジーパートナー、東京電力パワーグリッド、東京電力フュエル&パワーが、それぞれ小売電気事業、一般送配電事業、燃料・火力発電事業を運営している。

電力市場では、規制緩和や内外価格差、高コスト構造等に対して、安定供給・環境適合を大前提に競争原理を導入し、公正で効率的な電気事業を目指して複数回の電気事業制度改革が行われてきた。次節では、電気事業制度改革と、それによる電力自由化について述べたいと思う。

1.2 電力自由化の歴史について

「発電」、「卸売」、「小売」と三部門の自由化に向けて、複数の電気事業制度改革が行われてきた。その電気事業制度改革の流れについて、表 1-1 に纏めた。表 1-1 に沿いながら、どのように電力自由化が展開されてきたかを見ていく。

第一次制度改革では、独立系発電事業者(Independent Power Producer : IPP)¹の発電市場への参入が認められ、電力会社が他の電力会社・卸電気事業者以外から電気購入することが可能になった。JX エネルギー、新日鐵住金、日立製作所などの、精油所や製鉄所を持つ企業が IPP として発電市場に参入して、自社の持つ発電設備を利用して、一般電気事業者に電気を卸販売するようになった。その際に、入札制がとられており、複数の IPP が電気卸販売の価格を競うことで、旧一般電気事業者は有利な価格で電気の供給を受け入れることができていた。

第二次制度改革では、2000 年 3 月から大規模工場やオフィスビル、デパート等の特別高圧 (20,000V) で受電する大規模需要家(契約電力 2000kW 以上)に対して、特定規模電気事業者 (Power Producer and Supplier : PPS) による小売が認められた。PPS とは、既存の一般電気事業者以外で、電気供給を行う新規参入の電気事業者のことである。発電設備を持って、発電から企業や家庭へ直接電気を供給できる会社と、一般電気事業者や新電力会社の発電部門 (会社) から供給を受けて運営している会社と 2 種類ある。一般電気事業者の所有する送配電ルートを利用して、需要家に対して販売を行なっている。その際に、送配電のルートの利用代を支払っている。

第三次制度改革では、高圧 (6,000V) で受電する中規模需要家(契約電力 500kW 以上)に対しての小売自由化が行われた。また、電力調達の多様化を図るため、有限責任中間法人日本

¹ IPP の発電所には供給義務は課されていないので、必ずしも発電を行う必要はない。

卸電力取引所（現：一般社団法人日本卸電力取引所(Japan Electric Power Exchange：JEPX)）が創設された。

第四次制度改革では、卸電力取引において時間前市場の創設、託送料金のストック管理制度などが導入された。時間前市場とは、JEPXにおいて主要となる一日前市場(スポット市場)のその後の調整機能として、不測の需給ミスマッチに対応するための市場である。それにより、自社の発電所に限らず、実需給時間のギリギリまで、多様な発電所を市場メカニズムで活用できる。

そして直近の第五次制度改革では、小売事業への参入全面自由化により、一般家庭向けの電気の小売業への新規参入が可能となった。また、送配電ネットワーク部門を中立化し、誰でも自由かつ公平・平等に送配電ネットワークを利用できるようにするために、送配電部門を発電・小売部門と別会社化、法的分離(2020年に施行)が行われる予定である。

表 1-1 電気事業制度改革の流れ

<p><第一次制度改革 1995 年度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力の卸供給を行う独立発電事業者(IPP)制度の導入 ・電源入札制度の創設 ・電力会社の料金メニュー多様化 など
<p><第二次制度改革 1999 年度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・特定高圧需要家(大規模工場、デパート等)を対象に自由化実施 ・電力会社の料金引き下げに関わる規制緩和 など
<p><第三次制度改革 2003 年度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・高圧需要家(中規模需要家、スーパー等)を対象に自由化実施 ・卸電力取引市場の整備 など
<p><第四次制度改革 2008 年度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・卸電力取引活性化のための「時間前市場の創設」 ・託送料金における「ストック管理制度」の導入 など
<p><第五次制度改革 2015 年度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・広域的運営推進期間と電力取引監視等委員会の設立 ・電気の小売完全自由化(2016年4月1日からの施行) ・送配電部門を発電・小売部門と別会社化(2020年から法的分離)

出所：2017年度版電気事業便覧

1.3 電力自由化により期待される効果から見た、電力小売市場の概況について

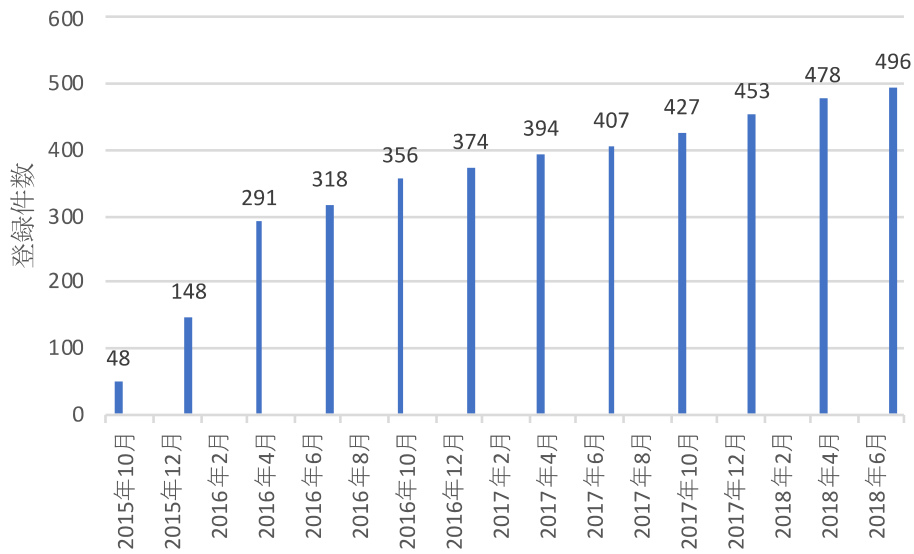
電力自由化により、PPS の新規参入が期待される。図 1-1 からわかるように、小売電気事業者登録数は着実に伸びている。最新のデータでは、2018 年 12 月時点で 543 件が登録されている。

図 1-2 から見てわかるように、販売電力量ベースでの新電力の市場シェアは徐々に上昇している。2015 年前半に特別高圧・高圧分野における新電力の市場シェアが大きく上昇し、2016 年度からの小売全面自由化も相まって、総需要に占める新電力の市場シェアが伸びている。電力自由化の効果は、一定以上あることがわかる。

図 1-3 より、低圧分野において、東京・関西・中部地域など大都市圏がある地域ほど、新電力の市場シェアが高い傾向にある。それらの地域の市場規模が大きいことが新規参入を促していること、大手ガス事業者など既存事業の販売網を持つ事業者が低圧分野に積極的に参入していることや、特別高圧・高圧分野に関する部分自由化時代から供給実績を積み重ねてきた新電力が東京・関西・中部地域など大都市圏に存在することが考えられる。また、みなし小売電気事業者から、新電力会社へのスイッチングも、新電力が多く参入している大都市圏ほど起きている傾向にある。

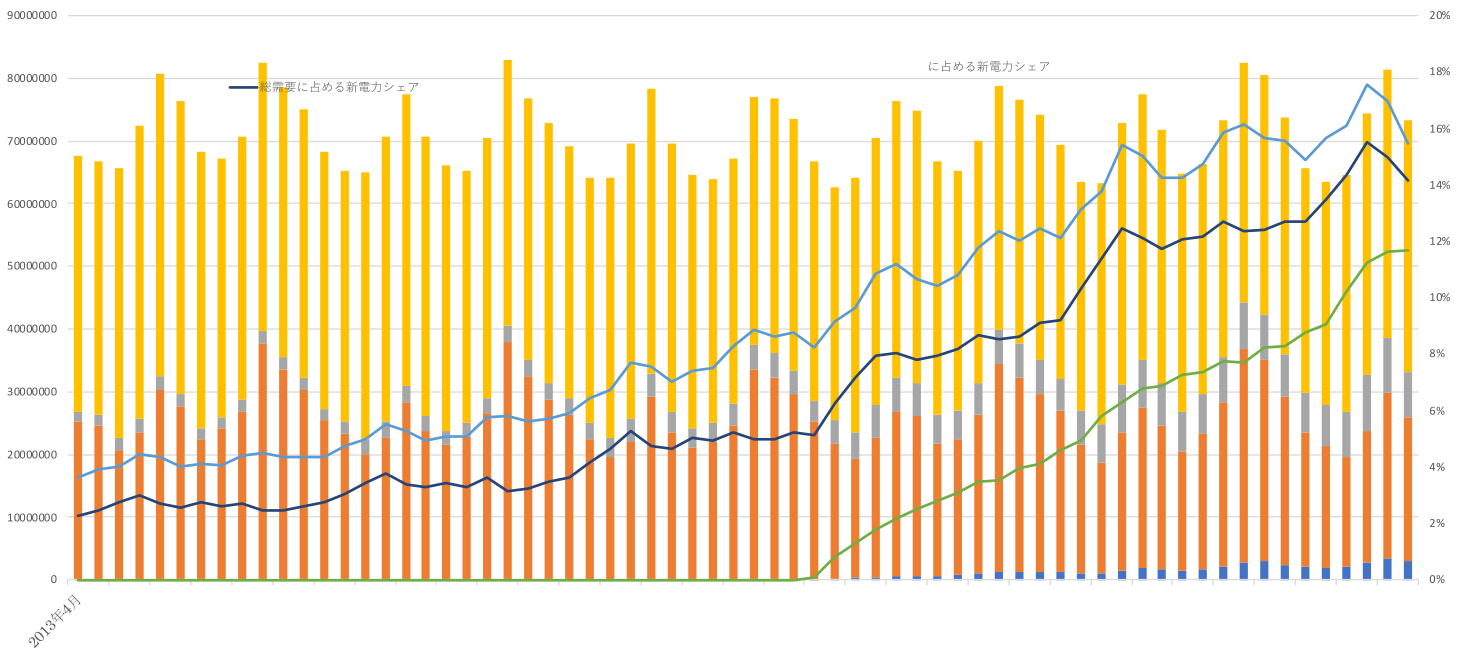
また自由化により新規参入により、競争が激化して、料金低下が期待される。図 1-5 により、部分自由化前後で料金単価が下がっていることがわかる。

図 1-1 小売電気事業者数の推移



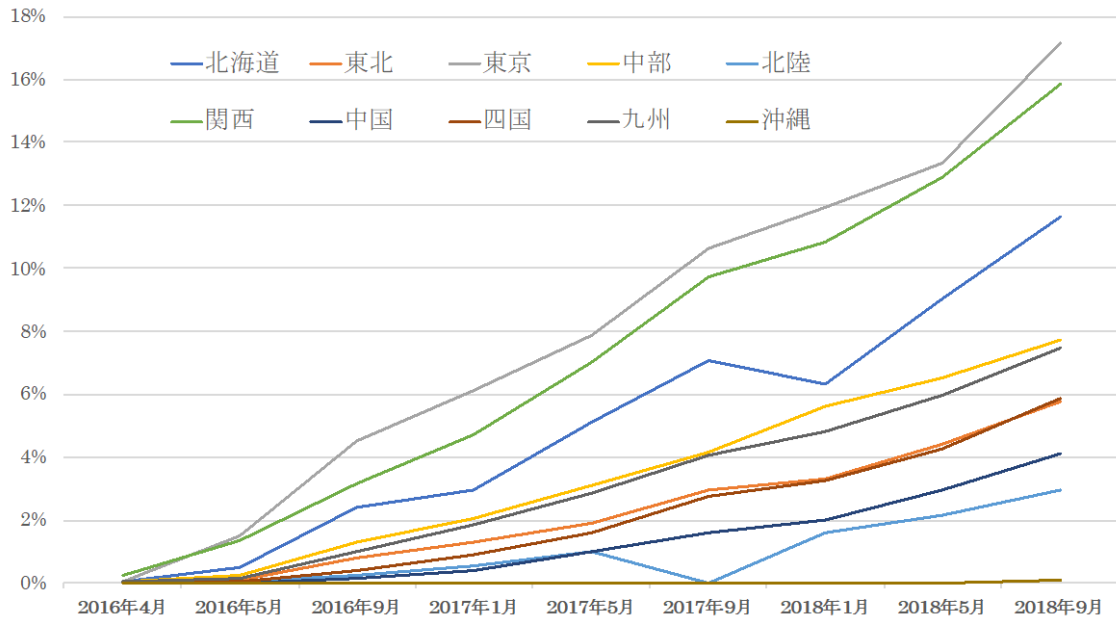
出所：資源エネルギー庁(2018), 「電力小売全面自由化の進捗状況について」

図 1-2 大手事業者・新電力の市場シェアの推移(電圧別・販売電力量ベース)



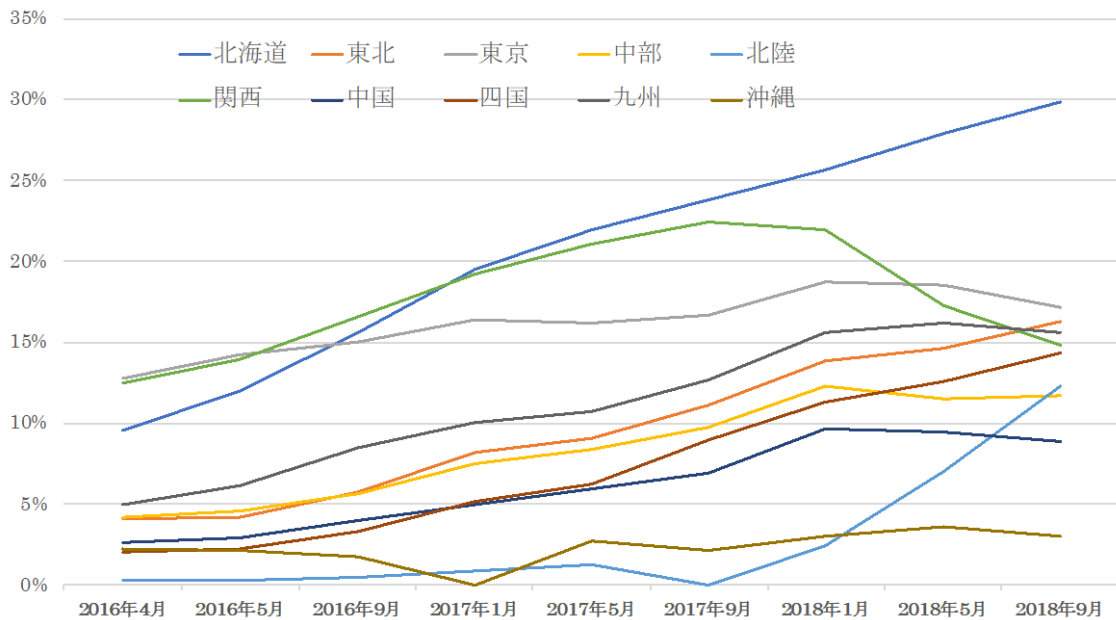
出所：電力調査統計, 電力取引報

図 1-3 地域別市場シェアの推移(低圧・販売電力量ベース)



出所：電力調査統計，電力取引報

図 1-4 地域別市場シェアの推移(特別高圧・高圧・販売電力量ベース)



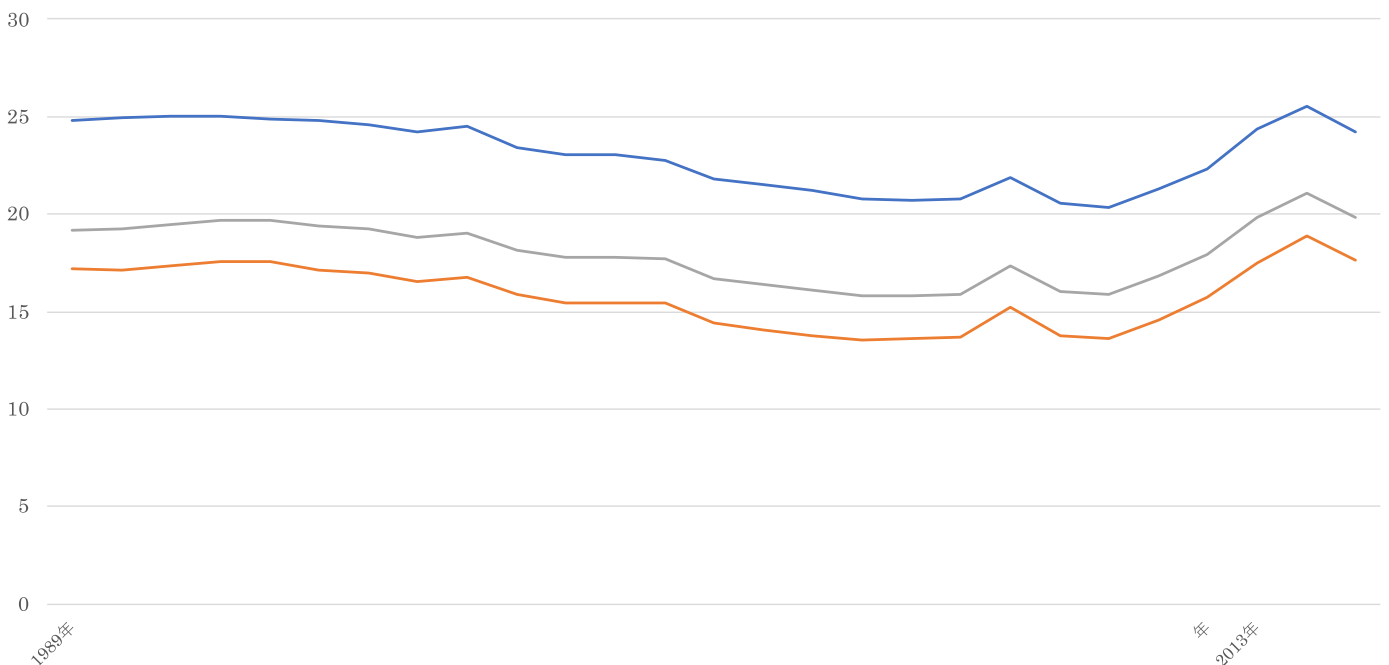
出所：電力調査統計，電力取引報

表 1-2 平成 28 年 4 月以降の累積スイッチング実績 (件数)

	みなし小売電気事業者 から新電力への変更	新電力からみなし小売 電気事業者への変更	新電力から新電力 への変更	スイッチング 件数合計
北海道	350,841	7,032	27,162	385,035
東北	322,583	6,090	5,740	334,413
東電 PG	4,040,900	60,055	130,561	4,231,516
中部	760,831	39,159	76,599	876,589
北陸	44,534	5,681	887	51,102
関西	1,641,708	64,559	61,025	1,767,292
中国	141,591	16,156	3,080	160,827
四国	120,721	9,900	3,074	133,695
九州	525,787	29,514	18,608	573,909
沖縄	382	0	0	382
合計	7,949,878	238,146	326,736	8,514,760

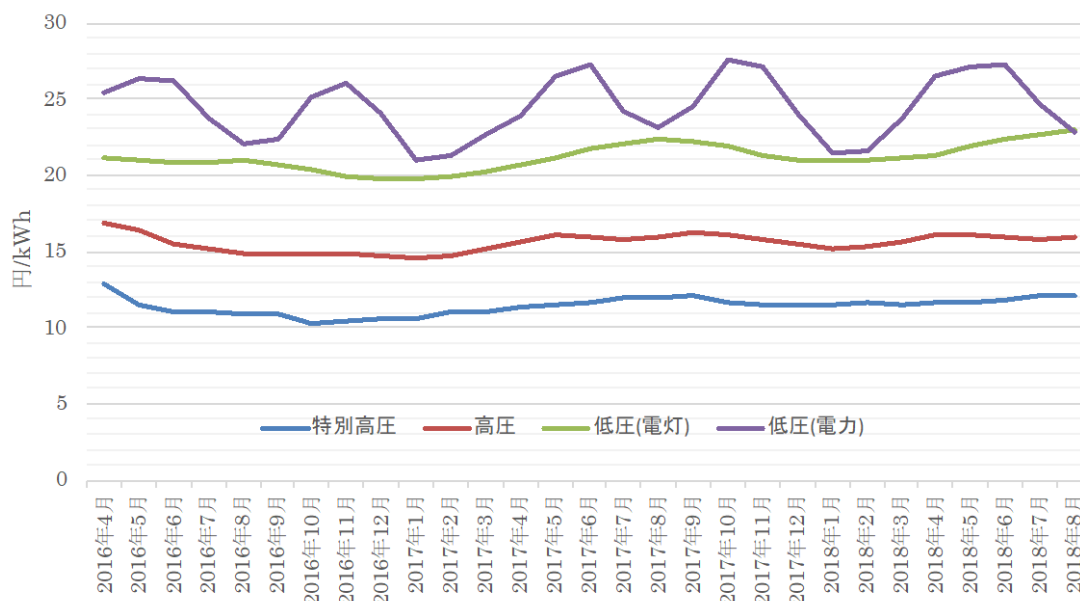
出所：電力取引報

図 1-5 1989 年から 2015 年までの料金単価



出所：電力統計情報

図 1-6 2016 年 4 月～現在までの料金単価



出所：新電力ネット

1.4 現在の電力料金設定について

制度改革の中では、電力料金の見直しも行われた。第一次制度改革では、総括原価（電気原価に利潤を加えたもの）に基づき料金を算定する方法（公正報酬率規制）が採用されていたが、規制緩和後には、この料金体系にヤードスティック査定、選択約款、燃料費調整制度、経営効率化の見直し等の新たな調整策が導入された。

現在、電力料金設定について、燃料費調整制度がとられている。

$$\begin{aligned} \text{電気料金} &= \text{基本料金} + \text{電力量料金単価} \times \text{使用電力量} \\ &\quad \pm \text{燃料費調整単価} \times \text{使用電力量} \\ &\quad + \text{再生可能エネルギー発電促進賦課金単価} \times \text{使用電力量} \end{aligned}$$

これは、原油、LNG(液化天然ガス)および石炭の燃料価格(実績)の変動に応じて、毎月自動的に電気料金を調整する制度である。平成7年の電気事業審議会料金制度部会中間報告を踏まえ、為替レートの変動などの経済情勢の変化をできる限り迅速に料金に反映することや、燃料価格や為替変動などの外的要因を外部化することで電気事業の経営効率化の成果を明確にすることを目的として、平成8年1月の料金改定以降導入されている。

1.5 更なる競争促進について

更なる競争促進策として、新電力によるベースロード電源(石炭火力、大型水力、原子力等)へのアクセスを容易にするための市場を創設することが検討されている。旧一般電気事業者は、自社で保有等する限界費用の高い余剰電源(ミドル・ピーク電源)を中心に、卸電力取引所等に投入してきた。他方、限界費用(及び発電コスト)が安いベースロード電源については、経済合理的な判断の下、自社で使用してきた。その結果、現在、石炭火力や大型水力、原子力等の安価なベースロード電源については、大手電力会社が大部分を保有しており、新電力のアクセスは極めて限定的となっている。新電力会社はベースロード需要を LNG 等のミドルロード電源で対応せざるを得ず、大手電力会社と比して十分な競争力を有しないと考えられている。大規模なベースロード電源へアクセスを新電力会社に行わせることで、大手電力会社が保有する同電源を市場供出させることを制度的に求め、更なる競争活性化を促すことが期待されている。

また、間接オークション・間接送電権も競争促進の役割を担うことが期待されている。地域を跨ぐ送電線(連系線)の利用ルールを、現行の先着優先から、コストの安い電源順に利用することを可能とする間接オークション方式に改めることで、広域メリットオーダーの達成と競争活性化を促すというものである。

第五次制度改革で企画された、送配電部門と発電・小売部門の別会社化、法的分離(2020年に施行)も競争を促進させるであろう。送配電部門については、送配電網全体での「需給管理」や、電柱や電線等の送配電網の建設・保守業務については、スケールメリットの観点などから、一社が一元的に行うほうが効率的という状況がある。地域の隅々まで張り巡らされた送配電網を一元的に管理することで、二重投資を防ぐことができる。自由化が行われてきた発電部門や小売部門のように新規参入を促すのではなく、ひとつの事業者が地域独占的にサービスを提供する形態は残しつつも、さまざまな事業者が送配電網を公平に利用できるよう、送配電部門に関する中立性を高める改革が、送配電部門の分社化である。

そのほかにも、卸電力取引が活性化し、再エネの導入拡大する下において、中長期的に必要な供給力・調整力を確保することを目的とした、容量市場がある。あらかじめ市場管理(広域機関)が需要のピーク時に電気を確実に供給できる能力(kW)を確保し、実需給時に能力に応じて、発電事業者に一定の費用を支払うという仕組みである。柔軟な調整力の調達や取引を行うことが出来る需給調整市場、高度化法による目標(非化石電源比率 44%)達成と FIT の国民負担を軽減に資するため、小売電気事業者が非化石価値を調達できる非化石価値取引市場も検討されている。

第2章 電力市場における需要価格弾力性の推定

本章では、電力市場における需要の価格弾力性の推定を行う。1節では、日本を対象にした電力需要の価格弾力性推定を行った先行研究を紹介する。2節では、日本国内の電力需要関数を地域別に推定し、電力需要の価格弾力性の計測を行った秋山・細江(2008)を紹介する。3節では、秋山・細江(2008)を参考に、1991年から2015年のデータを用いて、電力需要関数を地域別に推定し、電力需要の価格弾力性を計測する。

2.1 先行研究紹介

まず、日本を対象にした電力需要の価格弾力性推定を行った先行研究を紹介する。Pindyck(1979)では、時系列データを用いて10ヶ国のエネルギー費用関数を推定する際に、その中のエネルギー構成要素の1つとして電力需要を分析して、電力需要の価格弾力性が0.12であるとしている。Matsukawa *et al.*(1993)は、1980年から1988年の沖縄を除く9電力会社についてのプールド・データを用いて製造業のエネルギー需要関数を推定し、電力需要の自己価格弾力性が0.63であることを示している²。内閣府(2001)は、家庭用の電灯需要も含む全電力需要関数を推定して、0.441という価格弾力性を得ている。秋山・細江(2008)は、1976年から2003年の9地域(沖縄を除く)の地域別に需要関数を推定している。谷下(2009)は、9地域別に、個人向け需要を対象に需要関数を推定しており、短期で約0.5~0.9、長期で約1.0~2.7と推定され、プールド・データで推定を行った場合、短期の価格弾性値は電事業連合会の価格で0.43、家庭用エネルギー統計年報では0.38と推定されている。溝端・神田・鈴木・真鍋・小黒(2011)は、1986年から2010年の個人向け需要を対象に需要関数を行っており、0.28~0.96という価格弾力性を得ている。次節では、その中でも秋山・細江(2008)を紹介する。

2.2 先行研究 秋山・細江(2008)

本節では、9地域の電力需要関数と短期・長期価格弾力性を地域別に推定した、秋山・細江(2008)を紹介する。電力会社(一般電気事業者)の営業地域区分は日本全国に10あるが、そのうち沖縄を除く北海道、東北、東京、中部、北陸、関西、中国、四国、九州の9地域を個別に分析している。

² Matsukawa *et al.*(1993)では、これ以外にも家庭用の電灯需要の推定を行っており、価格弾力性が0.37であるとしている。

2.2.1 先行研究 秋山・細江 (2008) の分析モデルと使用データ

各地域において電力需要関数は、以下の通りである。変数の説明は、表 2-1 に記した。

$$\log(Q_{i,t}) = \alpha_i + \beta_i \log(p_{i,t}) + \lambda_i \log(X_{i,t}) + \delta_i \log(Q_{i,t-1}) \quad (2.1)$$

表 2-1 変数の説明

変数	説明
$Q_{i,t}$	電力会社各社の電力需要量
$p_{i,t}$	電力の平均価格
$X_{i,t}$	電力需要に影響するその他の説明変数
$Q_{i,t-1}$	1 期ラグ付き従属変数(電力需要量)、電力需要の動学的調整メカニズムをコイック・ラグとして表す

出所：秋山・細江 (2008)

電力需要に影響するその他の説明変数 $X_{i,t}$ には、各地域の製造業やサービス業などの経済活動の規模を表す地域内総生産 $GRP_{i,t}$ 、気候条件により冷暖房機器の利用度合いが変化した時の影響を表す冷房度日 $Cool_{i,t}$ と暖房度日 $Heat_{i,t}$ 、需要家の数である電力契約口数 $N_{i,t}$ を入れている。また、エネルギー間の代替可能性を考慮し、代表的な電力の代替エネルギーである石油の価格として石油製品平均の卸売物価指数 $Ppet_t$ を説明変数に入れている。そして、省エネ技術等の技術進歩や機械化の進展度合いを表すタイム・トレンド T_t も入れている。このモデルの特定化の下では短期の価格弾力性は β_i であり、長期の価格弾力性は $\frac{\beta_i}{1-\delta_i}$ である。

最小二乗法、操作変数法、Newey and West (1987) の方法を用いて誤差項の系列相関を考慮した分散共分散行列の推定、定数項以外で有意でない説明変数を排除した再推定(以下、NW2)を行っている。

2.2.2 先行研究 秋山・細江 (2008)の推定結果

価格弾力性について、推定結果は表 2-2 に纏めた³。NW2 により得られた推定結果では、電力価格の係数(すなわち短期の価格弾力性)の推定値は、全ての地域において一貫して有意に負であり、理論的整合性の点で問題はない。地域別の価格弾力性は、短期では 0.06627(東京)から 0.32551(東北)の間、長期では 0.11326(東京)から 0.69075(北海道)の間にあることがわか

³ 電力需要関数についての推定結果は、秋山・細江 (2008)を参照されたい。

る。また区間推定(信頼係数 95%)においても、短期では 0.01230(東京)から 0.43293(東北)の範囲、長期では 0.03076(東京)から 1.02810(中国)の範囲にある。

表 2-2 推定結果

地域	価格弾力性		95%信頼区間	弾力性が 0.1 以下になる確率	弾力性が 0.01 以下になる確率
	短期	長期			
北海道	短期	0.29584	0.21369-0.37799	0.0%	0.0%
	長期	0.69075	0.44536-0.93614	0.0%	0.0%
東北	短期	0.32551	0.21809-0.43293	0.0%	0.0%
	長期	0.55617	0.35809-0.75425	0.0%	0.0%
東京	短期	0.06627	0.01230-0.12025	60.4%	2.1%
	長期	0.11326	0.03076-0.19576	37.1%	0.0%
北陸	短期	0.29428	0.18304-0.40552	0.1%	0.0%
	長期	0.47865	0.28027-0.67703	0.0%	0.0%
中部	短期	0.11018	0.02682-0.19354	40.1%	1.0%
	長期	0.20867	0.04528-0.37206	9.1%	0.0%
関西	短期	0.19193	0.06860-0.31526	6.8%	0.3%
	長期	0.24410	0.06293-0.42527	5.6%	0.0%
中国	短期	0.25888	0.16439-0.35337	0.1%	0.0%
	長期	0.66846	0.30882-1.02810	0.2%	0.0%
四国	短期	0.29992	0.18386-0.41598	0.1%	0.0%
	長期	0.46224	0.20562-0.71886	0.4%	0.0%
九州	短期	0.28307	0.14360-0.42254	0.6%	0.0%
	長期	0.39653	0.22157-0.57149	0.1%	0.0%
全国平均	短期	0.23621	0.01230-0.12025		
	長期	0.42431	0.21763-0.63100		

出所：秋山・細江 (2008)

2.3 実証分析

日本では、地域ごとに発電から送配電まで垂直統合された電力会社(旧一般電気事業者)が、各々ほとんど独立に自らの地域の需要構造に見合った供給体制を整えてきており、送配電以外の発電と小売の分野が自由化された現在でも各地域の自給自足を前提とした需給構造は大きく変わってはいない。規模に関して、東京電力の発受電量は、北海道電力や北陸電力、四国電力はその10倍の大きさがある。また南北に長い日本列島では気候条件が大きく異なり、北海道と九州とではこの要因のために需要構造が大きく異なることは十分に考えられる。以上より、電力市場の規制改革に関して全国一律の枠組みで議論することには無理があり、個別に各地域の特徴を考慮する必要がある。

本節では、秋山・細江(2008)のモデルを用いて、日本の地域別の電力需要の価格弾力性の推定を行う。10地域(北海道・東北・東京・中部・北陸・関西・中国・四国・九州・沖縄)を対象に、1991年~2015年のデータを使用して、推定している。

2.3.1 分析モデルと使用データ

各地域*i*において電力需要関数は、以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} \log(Q_{i,t}) = & \alpha_i + \beta_i \log(p_{i,t}) + \lambda_{i,G} \log(GRP_{i,t}) \\ & + \lambda_{i,C} \log(CDD_{i,t}) + \lambda_{i,H} \log(HDD_{i,t}) \\ & + \lambda_{i,N} \log(N_{i,t}) + \lambda_O \log(OIL_t) + \delta_i \log(Q_{i,t-1}) \end{aligned} \quad (2.2)$$

変数の説明は、表2-3に纏めた。データは、1991年~2015年、10地域(北海道・東北・東京・中部・北陸・関西・中国・四国・九州・沖縄)のものである。石油・石炭製品価格以外の指数については、2015年を基準年とした。表2-4で記した出典先のデータをもとに、石油・石炭製品価格以外の指数については、筆者が作成した。ここでの電力需要量とは、「電灯電力需要使用電力量」の「販売電力合計」から「電灯合計」を差し引いたものとしている。また電力価格とは、「収支総括表」中の「電力料」を上記の電力需要量で除した平均価格である。経済活動の規模を表す地域内総生産については、表2-5の地域区分をもとに、10つの電力会社の管区ごとに県内総生産を集計して作成している⁴。冷房度日とは24度を超える日の平均気温と基準温度の24度との差を各年度で積算した値であり、暖房度日とは14度を下回る日の平均気温と基準温度の14度との差を積算した値である⁵。

⁴ 静岡県については、富士川を境に東京電力の管区となる地域と中部電力の管区となる地域の2つに分かれているので、販売電力量や人口、民営総事業所数などといった指標は両地域の間ではほぼ1対2の比率であるため、本稿では静岡県の県内総生産の値をこの割合で案分している。静岡県以外にも複数の電力会社の管区にまたがるものもあるが、ごく一部であるので無視した。

⁵ 一般電気事業者の本社所在地のデータをもとに作成した。冷房度日については北海道等で0となる年度があるために対数の計算ができないことから、この値に1を加えた数値を用いて対数値を計算している。

通常、最小二乗法(以下、OLS)で推定した。また、地域によっては有意でない説明変数がいくつか存在したので、定数項以外で有意でない説明変数を排除して再推定を行なう(以下、OLS2)。

表 2-3 変数の説明

変数	説明
$Q_{i,t}$	電力会社各社の電力需要量 (MWh)
$p_{i,t}$	電力の平均価格 (100 万円)
$GRP_{i,t}$	地域内総生産 (100 万円)
$CDD_{i,t}$	冷房度日
$HDD_{i,t}$	暖房度日
$N_{i,t}$	需要家の数である電力契約口数 (個)
OIL_t	石油・石炭製品価格指数
T_t	タイム・トレンド
$Q_{i,t-1}$	1 期ラグ付き従属変数(電力需要量)、電力需要の動学的調整メカニズムをコイック・ラグとして表す

表 2-4 変数の出典先

変数	説明
$Q_{i,t}$	電気事業連合会『電力統計情報』より作成
$p_{i,t}$	電気事業連合会『電力統計情報』より作成
$GRP_{i,t}$	内閣府『県民経済計算年報』より作成
$CDD_{i,t}$	気象庁ホームページより作成
$HDD_{i,t}$	気象庁ホームページより作成
$N_{i,t}$	内閣府『県民経済計算年報』より作成
OIL_t	日本銀行『物価指数年報』を参照

表 2-5 都道府県と電力会社(一般電気事業者)の管区との対応

地域	都道府県	本社所在地
北海道	北海道	札幌
東北	青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、新潟県	仙台
東京	茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、静岡県(富士川以東)	東京
中部	長野県、岐阜県、愛知県、三重県、静岡県(富士川以西)	名古屋
北陸	富山県、石川県、福井県	富山
関西	滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県	大阪
中国	鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県	広島
四国	徳島県、香川県、愛媛県、高知県	高松
九州	福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県	福岡
沖縄	沖縄県	那覇

2.3.2 電力需要関数の推定結果と考察

推定結果を表 2-6～2-15 に纏めた。電力価格の係数(すなわち短期の価格弾力性)の推定値は、OLS と OLS2 の分析ともに、全ての地域において一貫して有意に負であり、理論的整合性の点で問題はない。

電力価格の係数以外について、地域ごとにいくつかの変数が有意でないことがわかる。多くの地域において、暖房度日は統計的に有意でない。特に、北海道、中部、北陸、中国では顕著な数値となっていた。北海道は亜寒帯に属し、そのほかの地域でも、冬場は積雪量が多く冷え込む地域である。暖房のために、電気よりもむしろ灯油等を用いる傾向が強いことが考えられ、それが暖房度日は電力需要に対して直接的な効果を与えていない要因であると予想できる。反対に、冷房度日は多くの地域で有意に正の値となっている。冷房は暖房と比較して、代替手段が少なく、多くの場合でエアコンや扇風機を使用する、つまり電気を使用することで部屋を冷やしていることが、この結果から予想できる。

地域内総生産について、東京と四国では統計的に有意な結果を得ることができなかったが、多くの地方で地域内総生産が大きければ、電力需要は増えるという予想通りの結果となった。

石油・石炭製品価格について、代表的な電力の代替エネルギーである石油の価格として変数に入れたが、有意に正の値をとる地域が多く、つまり石油・石炭製品価格の値段が上がれば、電力を代替エネルギーとするという予想通りの結果となった。

電力需要家を表す電力契約口数について、正の値をとる地域が多かった一方、統計的に有意にならない地方も多く見られた。特別高圧（20,000V）で受電する大規模需要家(契約電力2000kW以上)に対して特定規模電気事業者（PPS）による小売が認められた2000年の部分小売自由化、高圧（6,000V）で受電する中規模需要家(契約電力500kW以上)に対しての部分小売自由化によって、料金メニューや取引電力量の多様化が行ったことで、需要家数自体に電力需要への影響は薄れていっているのかもしれない。

タイム・トレンドには、機械化の進展のような電力需要を押し上げる効果と、省エネ技術の進歩のような電力需要を押し下げる要因が混在しているので、必ずしも一定の方向性を持たないと考えられ、正の値をとる地域、負の値をとる地域どちらとも存在した。省エネ技術等の技術進歩や機械化の進展度合いを表すのに、もっと細かいデータを使用すれば、統計的に有意な値を得ることができたかもしれない。

1期ラグ付き電力需要量は、すべての地域で正の値をとり、かつ1よりも小さい値であるので、動学的調整メカニズムとして適当であると言える。

表 2-6 推定結果(北海道) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	-1.962	(5.382)	0.505	(1.925)
ln 電力価格	-0.187***	(0.0589)	-0.247***	(0.0408)
ln 地域内総生産	0.336	(0.221)	0.320**	(0.130)
ln 石油・石炭製品価格	0.0473	(0.0299)	0.0527*	(0.0276)
ln 冷房度日	0.00917***	(0.00208)	0.00796***	(0.00183)
ln 暖房度日	0.00943	(0.0602)	-	-
ln 電力契約口数	-0.0616	(0.108)	-	-
ln タイムトレンド	-0.0166	(0.0191)	-	-
ln 電力需要量 ¹	0.766***	(0.148)	0.573***	(0.0828)
自由度修正済み決定係数	0.992		0.991	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-7 推定結果(東北) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	0.884	(3.393)	-1.961	(2.068)
ln 電力価格	-0.341***	(0.0816)	-0.330***	(0.0703)
ln 地域内総生産	0.602***	(0.196)	0.678***	(0.149)
ln 石油・石炭製品価格	0.144**	(0.0546)	0.123***	(0.0328)
ln 冷房度日	0.0105	(0.00727)	0.0104	(0.00627)
ln 暖房度日	-0.0879	(0.0819)	-	-
ln 電力契約口数	0.101	(0.201)	-	-
ln タイムトレンド	0.0238	(0.0259)	-	-
ln 電力需要量 ¹	0.192	(0.174)	0.331**	(0.121)
自由度修正済み決定係数	0.971		0.968	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-8 推定結果(東京) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	4.465	(4.697)	2.794	(2.533)
ln 電力価格	-0.152*	(0.0747)	-0.158**	(0.0705)
ln 地域内総生産	-0.0473	(0.195)	-	-
ln 石油・石炭製品価格	0.113*	(0.0616)	0.117*	(0.0572)
ln 冷房度日	0.0355*	(0.0184)	0.0364**	(0.0172)
ln 暖房度日	-0.0588	(0.0623)	-	-
ln 電力契約口数	0.547**	(0.213)	0.567**	(0.201)
ln タイムトレンド	0.0315	(0.0211)	0.0295	(0.0180)
ln 電力需要量 ¹	0.337	(0.237)	0.339	(0.227)
自由度修正済み決定係数	0.915		0.910	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-9 推定結果(中部) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	4.559*	(2.444)	4.893**	(2.275)
ln 電力価格	-0.162***	(0.0519)	-0.159***	(0.0501)
ln 地域内総生産	0.397***	(0.0959)	0.392***	(0.0929)
ln 石油・石炭製品価格	0.101**	(0.0450)	0.106**	(0.0426)
ln 冷房度日	0.0399***	(0.0128)	0.0403***	(0.0125)
ln 暖房度日	0.0176	(0.0390)	-	-
ln 電力契約口数	0.222*	(0.109)	0.236**	(0.102)
ln タイムトレンド	0.0217	(0.0127)	0.0233*	(0.0118)
ln 電力需要量 ¹	0.107	(0.159)	0.0889	(0.151)
自由度修正済み決定係数	0.948		0.948	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-10 推定結果(北陸) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	7.301*	(3.822)	8.871***	(2.855)
ln 電力価格	-0.268***	(0.0894)	-0.257***	(0.0790)
ln 地域内総生産	0.309	(0.235)	0.211	(0.162)
ln 石油・石炭製品価格	0.0380	(0.0567)	0.0583**	(0.0269)
ln 冷房度日	0.0389***	(0.0126)	0.0345***	(0.0106)
ln 暖房度日	-0.0201	(0.0612)	-	-
ln 電力契約口数	-0.0777	(0.150)	-	-
ln タイムトレンド	-0.0143	(0.0186)	-	-
ln 電力需要量 ¹	0.243	(0.187)	0.175	(0.155)
自由度修正済み決定係数	0.932		0.929	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-11 推定結果(大阪) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS	
定数項	3.994	(3.678)
ln 電力価格	-0.220***	(0.0555)
ln 地域内総生産	0.309	(0.197)
ln 石油・石炭製品価格	0.0496	(0.0384)
ln 冷房度日	0.0620***	(0.0180)
ln 暖房度日	0.0467	(0.0393)
ln 電力契約口数	0.264*	(0.131)
ln タイムトレンド	0.0161	(0.0104)
ln 電力需要量 ¹	0.174	(0.202)
自由度修正済み決定係数	0.905	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-12 推定結果(中国) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	5.743	(3.400)	4.816	(3.544)
ln 電力価格	-0.273***	(0.0714)	-0.290***	(0.0747)
ln 地域内総生産	0.359*	(0.176)	0.392**	(0.185)
ln 石油・石炭製品価格	0.133**	(0.0463)	-	-
ln 冷房度日	0.0440**	(0.0159)	0.0509***	(0.0176)
ln 暖房度日	-0.0256	(0.0462)	-	-
ln 電力契約口数	0.134	(0.109)	-0.125**	(0.0490)
ln タイムトレンド	0.0261	(0.0184)	-	-
ln 電力需要量 ¹	0.110	(0.152)	0.347**	(0.131)
自由度修正済み決定係数	0.963		0.943	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-13 推定結果(四国) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	9.735**	(4.201)	9.988***	(2.292)
ln 電力価格	-0.323***	(0.0808)	-0.330***	(0.0773)
ln 地域内総生産	0.0321	(0.189)	-	-
ln 石油・石炭製品価格	0.113**	(0.0405)	0.112***	(0.0364)
ln 冷房度日	0.0374**	(0.0140)	0.0354**	(0.0134)
ln 暖房度日	-0.0330	(0.0370)	-	-
ln 電力契約口数	0.182*	(0.102)	0.188**	(0.0759)
ln タイムトレンド	0.0266	(0.0164)	0.0286***	(0.00927)
ln 電力需要量 ¹	0.129	(0.187)	0.127	(0.165)
自由度修正済み決定係数	0.984		0.983	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-14 推定結果(九州) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	-1.360	(3.938)	-2.336	(1.416)
ln 電力価格	-0.214***	(0.0425)	-0.214***	(0.0374)
ln 地域内総生産	0.580**	(0.218)	0.652***	(0.119)
ln 石油・石炭製品価格	0.0719**	(0.0294)	0.0571***	(0.0153)
ln 冷房度日	0.0443***	(0.00914)	0.0457***	(0.00820)
ln 暖房度日	0.00215	(0.0234)	-	-
ln 電力契約口数	0.0555	(0.0933)	-	-
ln タイムトレンド	0.00633	(0.0173)	-	-
ln 電力需要量 ¹	0.375***	(0.121)	0.407***	(0.0763)
自由度修正済み決定係数	0.993		0.993	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2-15 推定結果(沖縄) (従属変数:ln 電力需要量)

説明変数	OLS		OLS2	
定数項	5.672**	(2.090)	6.387***	(1.923)
ln 電力価格	-0.169*	(0.0848)	-0.221***	(0.0621)
ln 地域内総生産	0.108	(0.0869)	0.0977	(0.0857)
ln 石油・石炭製品価格	0.0421**	(0.0149)	0.0379**	(0.0140)
ln 冷房度日	0.107***	(0.0181)	0.105***	(0.0179)
ln 暖房度日	-0.00309	(0.00212)	-0.00391*	(0.00190)
ln 電力契約口数	0.0826	(0.0914)	-	-
ln タイムトレンド	0.0540***	(0.0158)	0.0545***	(0.0157)
ln 電力需要量 ¹	0.352***	(0.120)	0.364***	(0.119)
自由度修正済み決定係数	0.997		0.997	

カッコ内は標準誤差

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2.3.3 価格弾力性の推定結果と考察

本論文におけるモデルの特定下では、短期の価格弾力性は β_i であり、長期の価格弾力性は $\frac{\beta_i}{1-\delta_i}$ である。OLS2 の電力価格の係数と、1 期ラグ付き電力需要量の係数を用いて、短期の価格弾力性と長期の価格弾力性を求めた⁶。表の 2-16 に結果を纏めている。地域別の価格弾力性は、短期では 0.1584341(東京)から 0.3303351(東北)の間、長期では 0.17427841(中部)から 0.57722531(北海道)の間にあることがわかる。また全国平均では、短期では 0.24258728、長期では 0.35925652 という結果を得ることができた。これらの推定値は、1 節で紹介した、一連の先行研究における推定値と比較して大きく異なるものではない。

地域別にみると、大都市を抱える東京や中部、関西では非弾力的で、北海道や東北、北陸、中国といった地方部では相対的に弾力的であることがわかる。オフィス・ビルなどの業務用や町工場などの小口と違い、精油所や製鉄所のような大口需要家の一部は自家用の発電設備を保有している。自家発自家消費電力は、電力会社からの購入電力とは代替的な関係にあると考えられる。地域内に自家用発電設備を保有できる大口の需要家が多く、この設備を

⁶ 関西については、OLS1 で有意な変数が多かったため、OLS1 の電力価格の係数を使用する。

用いて発電・消費する電力量が多いほど、電力会社に対する電力需要の価格弾力性は高くなる。

1990年から2015年までのデータを用いた、一般電気事業者のシェア(各供給区域における電力会社の販売電力量と自家発の発電量の合計に対する電力会社の販売電力量の割合)の1990年から2015年までの平均と、長期の価格弾力性の関係を、図2-1で示している。価格弾力性が非弾力的であった東京、中部、関西は他地域よりも一般電気事業者のシェアが大きかった。

自家用発電設備を設置するには、設備自体の設置費用以外に土地や環境規制といったいくつかの地域特長的な制約要因を考慮しなければならない。それらの制約を考慮すると、都市部よりも地方部の方が自家用発電設備の設置しやすさの点で勝っており、この違いのために電力会社に対する電力需要が地方部においてより弾力的になると解釈できる。

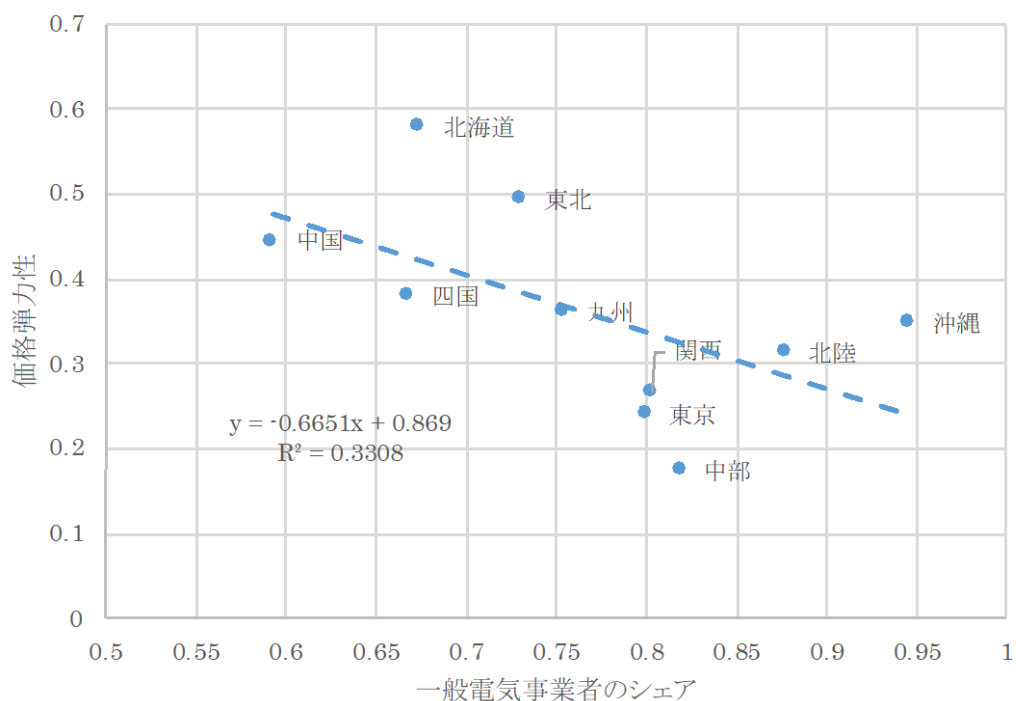
また北海道、東北、中国、九州では、冬場になると冷え込む日が多く、積雪量も多いため、暖房のために、電気よりもむしろ灯油等を代替的に用いる傾向が強いことが考えられる。家庭・業務所等の光熱費の中に含まれる電気代は他地域と比較して、低いことが予想される。そのため、これらの地域では価格弾力性が低くなっていることが考えられる。

本論文の推定結果は地域別の電力需要関数としては概ね合理的であった。2000年の部分小売自由化、2004年の部分小売自由化による制度変更前後のデータを観測期間としているが、2016年の小売全面自由化以前の分析となっている。2016年の小売全面自由化の進展により、今後価格規制がより緩和されるようになれば、需要要因だけでなく供給要因も考慮した連立方程式体系を前提とした推定も検討する必要があるであろう。また、本稿では分析対象としなかった家庭用の需要についても、同様の分析を進める必要があると考える。

表 2-16 推定結果 価格弾力性

	短期	長期
北海道	0.2465742	0.57722531
東北	0.3303351	0.49374632
東京	0.1584341	0.23972205
中部	0.1587802	0.17427841
北陸	0.2574813	0.31196733
関西	0.2196557	0.26590108
中国	0.2898245	0.44409918
四国	0.3301903	0.37821667
九州	0.2140377	0.36079433
沖縄	0.2205597	0.34661448
全国平均	0.24258728	0.35925652

図 2-1 一般電気事業者のシェアと長期の価格弾力性の関係



出所：シェアと価格弾力性共に、筆者作成

第3章 電力市場における費用関数の推定

本章では、電力市場における費用関数の推定を行い、潜在的な競争圧力が電気事業の効率化に与えた影響について見ていく。1節では、旧一般電気事業者の公開データを用いて、自由化の進展が潜在的競争圧力を通じて、費用の効率化と料金の引き下げに与えた影響について、費用関数の推定を行った服部(2006)を紹介する。2節では、服部(2006)に基づいて、2002年から2015年のデータを用いて、費用関数を推定する。

3.1 先行研究 服部(2006)

電力会社は、資本や労働、及び燃料などの投入要素の価格と需要を与件として、電力供給を行っていると考えられる。この時、費用最小化行動をしていると考えられるが、実際は非効率も発生する。しかし、自由化によって、様々な競争圧力が働き、その非効率性を小さくしていると考えられる。潜在的競争圧力として、主に自由化対象の需要家の存在、自家発電の存在、そして他の電力会社の存在を考え、適当な代理変数を用いて、それらが費用の削減や電気料金の引き下げに与えた影響を分析している、服部(2006)を紹介する。

3.1.1 先行研究 服部(2006)の分析モデルと使用データ

費用関数は、企業の費用最小化行動を前提として、投入要素価格と需要量が与えられたときの最小費用を表すものである。いま、需用量 y に対して、電力会社は投入要素 $i = 1, \dots, N$ を用いて、電力供給を行っているとする。ここで、投入要素を資本、労働、燃料とし、販売電力を電力需要量とする。投入要素 i の価格を w_i とした時、費用関数は $C(w_i, y)$ とかける。一定の期間のデータを用いているため、技術進歩等による費用の経年変化としてタイムトレンド t を考慮して、費用関数は $C(w_i, y, t)$ と書き換えることができる。

その一方で、電力会社にとって制御不可能な経営環境の違いによっても影響を受ける。例えば、需要家密度や負荷率の違いであり、そして短期においては電源構成の違いなども含まれる。これら技術的環境要因を z_h ($h = 1, \dots, H$)として、その影響を考慮した費用関数を $C(w_i, y, t; z_h)$ とする。

また、非効率性によって追加的に発生する費用が存在して、効率化努力で削減可能な部分があるものと仮定する。このような非効率性は、制度変更や競争圧力といった要因で変化するものと考えられるが、潜在的競争圧力によって費用削減が行われ、効率化を促すと考える。費用関数をシフトさせる要因として、潜在的競争圧力(の代理変数) x_k ($k = 1, \dots, K$)を置

く。シフト項を $A(x_k)$ とすれば、現実の費用 C^A と費用関数の関係は以下の通りに示すことができる。

$$C^A = A(x_k) \cdot C(w_i, y, t; z_h) \quad (3.1)$$

上式の両辺の対数をとれば、以下のように書き換えることができる。

$$\ln C^A = \ln A(x_k) + \ln C(w_i, y, t; z_h) \quad (3.2)$$

シフト項 $A(x_k)$ を固定的部分と時間に依存する部分とに分ける。

$$\ln A(x_k) = \sum_k (\gamma_k \ln x_k + \gamma_{kt} \ln x_k \cdot t) \quad (3.3)$$

この場合、パラメータ γ_k は、各代理変数が費用に与える固定的な効果をとらえる。パラメータ γ_{kt} は、代理変数が費用に与える効果のうち、時間とともに変化する部分をとらえている。

費用関数は、以下のようなトランスログ型をベースに特定化をする。

$$\begin{aligned} \ln C(w_i, y, t; z_h) &= \alpha_0 + \sum_i \beta_i \ln w_i + \beta_y \ln y + \beta_t t \\ &+ \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\ln y)^2 \\ &+ \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \sum_i \beta_{iy} \ln w_i \ln y + \sum_i \beta_{it} \ln w_i \ln t \\ &+ \beta_{yt} \ln y \cdot t + \sum_h \beta_{Eh} \ln z_h \end{aligned} \quad (3.4)$$

ただし、費用関数の投入要素価格に関する一次同次性及び対称性を満たすように、あらかじめ以下のパラメータ制約を課す。

$$\sum_i \beta_i = 1, \sum_i \beta_{iy} = 0, \sum_i \beta_{it} = 0, \beta_{ij} = \beta_{ji}$$

したがって、誤差項 ε を加えて最終的に推定する費用関数モデルの推定式は、(3.2)式より、以下ようになる。

$$\begin{aligned}
\ln C^A = & \alpha_0 + \sum_i \beta_i \ln w_i + \beta_y \ln y + \beta_t t \\
& + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\ln y)^2 \\
& + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \sum_i \beta_{iy} \ln w_i \ln y + \sum_i \beta_{it} \ln w_i \ln t \\
& + \beta_{yt} \ln y \cdot t + \sum_h \beta_{Eh} \ln z_h + \sum_k \gamma_k \ln x_k \\
& + \sum_k \gamma_{kt} \ln x_k \cdot t + \varepsilon
\end{aligned} \tag{3.5}$$

費用関数モデルの推定は、費用関数からシェパードの補題を用いて得られるコストシェア方程式とともに、Zellner (1962) での繰り返し見かけ上無相関推定を行う。投入要素*i*のコストシェアを*s_i*とすると、コストシェア方程式の推定式は次のようになる。

$$s_i = \beta_i + \sum_j \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{iy} \ln y + \beta_{it} t + v \tag{3.6}$$

ただし、コストシェアの和が1となるため、3つのコストシェア方程式のうち、資本と燃料のコストシェア方程式を推定式に含める。

データ期間は、1990～2004年のものを使っている。

3.1.2 先行研究 服部 (2006) の推定結果

推定結果を表3-1、表3-2に纏めた。表3-1については、潜在的競争圧力の代理変数を全て含めた場合の(潜在的競争圧力のパラメータ以外の)費用関数のパラメータ推定値である。モデルAは需要家側の競争圧力として産業用大口需要家のシェアのみを用いた場合、モデルBは業務用需要家のみのシェアを用いた場合である。それぞれの変数のパラメータ値について、*t*値が十分に大きいので、モデルは妥当だと理解できる。

表3-2については、潜在的競争圧力に関する個別のパラメータの推定結果である。モデルA、モデルB、それぞれで、パラメータの推定値の安定性を確認するため、潜在的競争圧力の変数のうち、一つを除いた場合を示している(A1~A4、B1~B4)。

産業用大口需要のシェアに関しては、固定的な効果を示す係数は有意に負で、時間の経過に伴う変化を示す係数は有意に正である。産業用大口需要からの競争圧力は、自由化以前から電気事業の効率化を促す要因であった可能性はあるが、最近の自由化の進展によって、相対的にその圧力は弱くなっている可能性があることが考えられる。業務用需要のシェアは、

固定的な効果としては有意に正となるが、時間の経過に伴う効果は統計的に有意な値となっていないが負の値をとるモデルがあった。自由化の進展に伴い、業務用の需要家が徐々に競争圧力として働くようになってきている可能性は完全に否定できず、PPS が特に業務用需要の市場に参入している現象から整合的な結果になったと述べられている。

自家発のシェアについては、固定的な効果は有意に正であり、時間の経過に伴う変化も有意に正であり、自由化の進展に伴って競争圧力としての自家発の存在が費用の削減を促している可能性は示せていない。自家発の稼働率について、固定的な効果が統計的に有意に正となり、時間の経過に伴う効果が有意に負となるモデルがあった。自家発の存在は、自由化の進展とともに、その稼働率を通して電力会社に費用削減を促す競争圧力となっている可能性は否定しきれない。

他社販売依存度や他社購入依存度について、有意な結果を得ることができていなく、潜在的競争圧力としての影響について説明しきれない。

表 3-1 トランスログ型費用関数の推定結果

モデル A				モデル B			
	推定値	標準誤差	t 値		推定値	標準誤差	t 値
β_0	14.620	0.177	82.480	β_0	14.129	0.220	64.113
β_K	0.699	0.009	81.157	β_K	0.698	0.009	80.649
β_M	0.152	0.008	19.236	β_M	0.154	0.008	19.664
β_L	0.149	0.003	47.063	β_L	0.148	0.003	46.392
β_Y	0.970	0.018	54.455	β_Y	0.945	0.018	53.818
β_T	0.006	0.013	0.515	β_T	0.004	0.017	0.258
β_{KK}	0.151	0.015	10.262	β_{KK}	0.152	0.015	10.380
β_{KM}	-0.065	0.014	-4.664	β_{KM}	-0.067	0.014	-4.865
β_{KL}	-0.086	0.006	-14.125	β_{KL}	-0.085	0.006	-13.971
β_{KY}	0.012	0.003	3.882	β_{KY}	0.013	0.003	4.151
β_{KT}	0.006	0.001	6.035	β_{KT}	0.006	0.001	6.098
β_{MM}	0.071	0.015	4.761	β_{MM}	0.070	0.015	4.763
β_{ML}	-0.006	0.003	-2.293	β_{ML}	-0.003	0.003	-1.262
β_{MY}	0.005	0.003	1.714	β_{MY}	0.005	0.003	1.521
β_{MT}	-0.002	0.001	-2.159	β_{MT}	-0.002	0.001	-2.450
β_{LL}	0.092	0.006	14.349	β_{LL}	0.089	0.007	13.539
β_{LY}	-0.017	0.001	-22.901	β_{LY}	-0.017	0.001	-22.996
β_{LT}	-0.004	0.000	-9.896	β_{LT}	-0.004	0.000	-9.495
β_{YY}	-0.027	0.013	-2.054	β_{YY}	-0.022	0.017	-1.323
β_{YT}	0.000	0.002	-0.119	β_{YT}	0.002	0.001	1.137
β_{TT}	0.000	0.001	-0.151	β_{TT}	-0.001	0.001	-0.958
β_{E1}	0.053	0.026	2.015	β_{E1}	-0.021	0.029	-0.719
β_{E2}	-0.475	0.124	-3.848	β_{E2}	-0.437	0.127	-3.434
β_{E3}	-0.074	0.089	-0.837	β_{E3}	-0.007	0.103	-0.070
対数尤度 比	980.471			対数尤度 比	967.804		

出所：服部 (2006)

表 3-2 費用関数における潜在的競争圧力の推定パラメータ

固定的な効果	A0	B0	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4
産業需要 シェア	-1.118 (-6.808)	-	-1.213 (-8.465)	-	-1.187 (-6.334)	-	-0.980 (-6.819)	-	-1.021 (-4.643)	-
業務需要 シェア	-	0.837 (2.181)	-	1.608 (4.629)	-	1.073 (2.651)	-	0.944 (3.248)	-	1.441 (3.25)
自家発電 備容量	0.310 (3.181)	0.299 (2.386)	0.246 (2.383)	0.227 (1.584)	0.238 (2.064)	0.264 (1.909)	0.308 (3.06)	0.305 (2.452)	-	-
自家発電 稼働率	0.308 (1.344)	-0.115 (-.436)	0.417 (1.914)	0.341 (1.131)	0.494 (2.022)	0.182 (.622)	-	-	0.230 (.814)	0.018 (.06)
他社販売 シェア	0.999 (3.978)	1.319 (4.894)	0.710 (3.343)	0.610 (2.372)	-	-	1.129 (4.709)	1.281 (4.944)	0.880 (2.722)	1.175 (3.711)
他社購入 シェア	-0.389 (-2.22)	-0.934 (-5.134)	-	-	0.271 (1.62)	-0.162 (-.907)	-0.567 (-3.425)	-0.890 (-5.305)	-0.421 (-1.828)	-0.792 (-3.547)
時間経過 での効果	A0	B0	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4
産業需要 シェア	0.054 (3.549)	-	0.062 (6.014)	-	0.068 (4.159)	-	0.040 (2.708)	-	0.051 (2.022)	-
業務需要 シェア	-	-0.002 (-.076)	-	-0.069 (-2.711)	-	-0.043 (-1.349)	-	-0.008 (-.318)	-	-0.020 (-.475)
自家発電 備容量	0.030 (2.852)	0.025 (1.953)	0.032 (3.127)	0.029 (2.025)	0.029 (2.539)	0.022 (1.607)	0.029 (2.768)	0.024 (1.893)	-	-
自家発電 稼働率	-0.030 (-1.515)	0.007 (.331)	-0.038 (-2.009)	-0.033 (-1.329)	-0.045 (-2.176)	-0.018 (-.742)	-	-	-0.006 (-.211)	0.016 (.595)
他社販売 シェア	-0.020 (-.798)	-0.053 (-1.96)	-0.030 (-1.472)	-0.028 (-1.181)	-	-	-0.033 (-1.471)	-0.049 (-1.991)	-0.053 (-1.582)	-0.075 (-2.273)
他社購入 シェア	-0.014 (-.642)	0.033 (1.515)	-	-	0.002 (.099)	0.036 (2.091)	0.003 (.154)	0.030 (1.482)	0.035 (.99)	0.060 (1.975)
対数尤度	980.471	967.804	975.903	958.805	965.675	953.761	979.341	967.657	942.874	941.016

出所：服部（2006）

3.2 実証分析

本節では、服部（2006）の分析モデルに基づき、2002年から2015年の公開データを使用して、費用関数の推定を行い、潜在的競争圧力が費用削減に、どのような効果をもたらすか分析する。

3.2.1 理論的背景 一般電気事業者の潜在的競争圧力について

新規参入者である特定規模電気事業者(PPS)との顕在的な直接競争の他に、潜在的競争圧力が働いている可能性があると考えられる。自由化対象の需要家の存在、自家発の存在、他の一般電気事業者の存在を潜在的競争圧力として考える。それぞれの存在に代理変数を置いて、実証分析のモデルの特定化を行なった。

まずは、自由化対象の需要家の存在が潜在的競争圧力になり得る可能性について言及する。2005年度までに、低圧を除く、すべての需要家が自由化対象となっているが、服部・大藤（2007）によれば、産業用大口の需要家は、自家発の導入など代替手段を有する可能性も高く、他のエネルギーとの競争においても交渉力を有する可能性があり、潜在的競争圧力としては重要な存在と見ることができる。そこで、そのような需要家に依存する会社ほど効率化が促されると考えて、産業用大口需要家の需要のシェアを需要家からの潜在的競争圧力の一つの代理変数とする。

一般電気事業者に対する潜在的競争圧力を考える際には、自家用発電設備の存在を考慮する必要がある。服部（2009）によれば、自家発電は、一般電気事業者からの購入電力を代替する手段として、従来から産業用の電力需要の多くの部分をまかない、小売自由化後には少なくとも一部の自家発電が余剰電力を卸電力として新規参入者に販売することで、間接的に新規参入を促進し、小売電力市場の競争を促してきた。また需要家自身も、部分小売自由化によって、供給先を自由に選べるようになっているが、自家発電という代替手段を有することで、実際に供給者を切り替えていなくても、一般電気事業者に対する潜在的な競争圧力として働いている可能性がある。自家発電が多くなるほど競争圧力が高まるものとして、自家発のシェアを潜在的競争圧力の代理変数の一つとする。また、自家発電の新たな設備投資を促すシグナルとしての、自家発電の稼働率も潜在的競争圧力の代理変数とする。

そして、他の一般電気事業者の存在も潜在的競争圧力として十分に働く可能性がある。一般電気事業者同士で、融通や他社販売を行なっている。他社の存在を卸売(発電)市場で見た場合、他社への販売に依存している一般電気事業者にとって、販売先の一般電気事業者の存在は、需要家としての競争圧力として働いている可能性がある。そこで、収入面での他社販売への依存度が高いほど、他社からの潜在的競争圧力が高くなっていると考え、販売電力収入

と他社販売収入の合計に占める他社販売収入のシェアをその代理変数として考えることにする。また、他社の存在を最終需要家の小売市場で見た場合で、他社からの購入に依存している一般電気事業者は、購入している分だけシェアを奪われているとみることができる。他社からの購入依存度が高いほど競争圧力が働いている可能性がある。販売電力収入に占める購入電力費の割合を他社からの潜在的競争圧力の代理変数として考えることにする。そして、一般電気事業者各社の料金設定において、他社の料金水準を意識している可能性がある。服部・大藤（2007）に倣い、自社以外の電力料金の平均を潜在的競争圧力の代理変数として加える。

3.2.2 分析モデルと使用データ

服部(2006)に基づき、以下のような費用関数モデルの推定式を特定化する。

$$\begin{aligned}
 \ln C^A = & \alpha_0 + \beta_K \ln PK + \beta_L \ln PL + \beta_F \ln PF + \beta_Y \ln y + \beta_T t \\
 & + \frac{1}{2}(\beta_{KK} \ln PK \ln PK + \beta_{KL} \ln PK \ln PL + \beta_{KF} \ln PK \ln PF \\
 & + \beta_{LL} \ln PL \ln PL + \beta_{LF} \ln PL \ln PF + \beta_{FF} \ln PF \ln PF) \\
 & + \frac{1}{2}\beta_{YY}(\ln y)^2 + \frac{1}{2}\beta_{TT}t^2 + \beta_{KY} \ln PK \ln y + \beta_{LY} \ln PL \ln y \\
 & + \beta_{FY} \ln PF \ln y + \beta_{KT} \ln PK \cdot t + \beta_{LT} \ln PL \cdot t + \beta_{FT} \ln PF \cdot t \\
 & + \beta_{YT} \ln y \cdot t + \beta_{E1} \ln DN + \beta_{E2} \ln LD + \beta_{E3} \ln NU + \gamma_1 \ln LS \\
 & + \gamma_2 \ln NP + \gamma_3 \ln OPOSELL + \gamma_4 \ln OPOBUY + \gamma_5 \ln AC \\
 & + \gamma_6 \ln OPE + \gamma_{1T} \ln LS \cdot t + \gamma_{2T} \ln NP \cdot t + \gamma_{3T} \ln OPOSELL \cdot t \\
 & + \gamma_{4T} \ln OPOBUY \cdot t + \gamma_{5T} \ln AC \cdot t + \gamma_{6T} \ln OPE \cdot t + \varepsilon
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

需要密度、年負荷率、原子力設備容量シェアを環境要因変数として考える。自由化対象の需要家の存在、自家発の存在、他の一般電気事業者の存在を潜在的競争圧力として、それぞれに産業用大口需要シェア、他社電力料金平均、他社販売依存度、他社購入依存度、自家発供給シェア、自家発稼働率を代理変数で置いている。また、技術進歩等による費用の経年変化としてタイムトレンド t を考慮する。

投入要素 i のコストシェアを s_i とすると、コストシェア方程式の推定式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 s_K = & \beta_K + \beta_{KK} \ln PK + \beta_{KL} \ln PL + \beta_{KF} \ln PF + \beta_{KY} \ln y \\
 & + \beta_{KT} t + v
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

$$\begin{aligned}
 s_L = & \beta_L + \beta_{LK} \ln PK + \beta_{LL} \ln PL + \beta_{LF} \ln PF + \beta_{LY} \ln y + \beta_{LT} t \\
 & + v
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

$$s_F = \beta_F + \beta_{FK} \ln PK + \beta_{FL} \ln PL + \beta_{FF} \ln PF + \beta_{FY} \ln y + \beta_{FT} t + v \quad (3.10)$$

ただし、コストシェアの和が1となるため、3つのコストシェア方程式のうち、資本と燃料のコストシェア方程式を推定式に含める。

費用関数モデルの推定は、費用関数からシェパードの補題を用いて得られるコストシェア方程式とともに、Zellner (1962) での繰り返し見かけ上無相関推定を行う。

データは、一般電気事業者9社(沖縄を除く)の2002年度から2015年度にわたる25年分のプールデータで、サンプル数は126である。

電力需要量 y は、販売電力量のデータを用いており、電気事業連合会 電力統計情報の「電灯電力需要使用電力量」の「販売電力合計」から「電灯合計」を差し引いたものを使用している。総費用は、人件費と燃料費、及び資本費から構成されている。資本費については修繕費、減価償却費、固定資産税、財務費用の合計とする。

労働価格 PL について、人件費を従業員数で除して求める。燃料価格 PF について、燃料費を発電量で除して求めている。資本価格 PK について、ジョルゲンソン型の使用者コストを用いることとし、その最も基本的な定義に従って次のように計算する。

$$PK = z(\delta + ir)$$

ただし、 z は投資財物価指数として、 δ は減価償却率、 ir は利子率とする。減価償却率は減価償却費を期首固定資産簿価で除して、利子率は支払利息を期首借入金残高で除して求めている。

環境要因変数としての需要密度 DN は、取引用電気計器の数を配電線のこう長で除した値を使用している。年負荷率 LD は電気事業便覧等からデータ収集をした。原子力設備容量シェア NU は、原子力の最大出力合計を全ての発電設備の最大出力合計で除したものである。

大口産業用需要シェア LS は、産業用販売電力量を市場全体の販売電力量で除して求める。他社の電力価格平均 NP は、その会社を除く8社の電力価格の平均で求めている。電力価格は電電力販売収入を電力販売量で除した単価を用いる。他社販売依存度 $OPOSELL$ は、地帯間販売電力料と他社販売電力料の合計を、販売電力額と地帯間販売電力料と他社販売電力料の合計で除して求めている。他社購入依存度 $OPOBUY$ は、地帯間購入電力料と他社購入電力料の合計を、販売電力額で除して求めている。自家発供給シェア AC は、自家発最大出力を、一般電気事業者の発電設備最大出力と自家発最大出力の合計で除している。自家発稼働率 OPE は、自家発電電量を自家発最大出力×8760で除して求めている。それぞれの潜在的競争圧力の代理変数は、料金設定へ反映するまでのタイムラグを考慮して、1期ラグをとってモデルに含める。

表 3-3 変数の出典先

出典先	変数
日本銀行 企業 物価指数	投資財物価指数
電気事業便覧	従業員数、借入金残高、年負荷率、自家発電発電量
電気事業連合 会 電力統計 情報	販売電力量、人件費、燃料費、修繕費、減価償却費、固定資産税、 支払利息、固定資産、発電量、原子力の最大出力合計、 全ての発電設備の最大出力合計、自家発電発電量、産業用販売電力量、 地帯間販売電力料、他社販売電力料、地帯間購入電力料、 他社購入電力料、自家発最大出力、一般電気事業者の発電設備最大出力
電気事業連合 会 電気事業 60年の統計	従業員数、借入金残高、取引用電気計器数、配電線のこう長、年負荷 率、自家発電発電量
資源エネルギ ー庁 電力調 査統計	自家発電発電量

3.2.3 推定結果と考察

推定結果を表 3-4、表 3-5 に纏めた。表 3-4 については、潜在的競争圧力の代理変数を全て含めた場合の(潜在的競争圧力のパラメータ以外の)費用関数のパラメータ推定値である(モデル A0)。それぞれの変数のパラメータ値について、統計的に有意な値をとっていない係数もあるが、P 値が大きいものもあり、モデルは妥当だと理解できる。

表 3-5 については、潜在的競争圧力に関する個別のパラメータの推定結果である。パラメータの推定値の安定性を確認するため、潜在的競争圧力の変数を一つずつ説明変数に入れたモデルでも推定を行った(モデル A1~A5)。

産業用大口需要のシェアに関しては、固定的な効果を示す係数はモデル A0、モデル A1 ともに有意に負で、時間の経過に伴う変化を示す係数はモデル A1 で有意に正である。産業用大口需要からの競争圧力は、電気事業の効率化を促す要因であるかもしれないが、最近の自由化の進展に伴い、影響力が弱まっていることを示唆している。それは、サンプル期間内の 2004 年の部分小売自由化は、高圧 (6,000V) で受電する中規模需要家(契約電力 500kW 以上)に対してのものであった。サンプル期間において中規模需要家のシェアが伸びており、産

業用大口需要のシェアは低下していると考えられ、産業用大口需要のシェアが費用削減に与える影響力が予想できる。2016年4月1日からは、低圧区分の家庭や商店などにおいても電力会社が選べるようになった。産業用大口需要のシェアの影響力は、より弱くなっている可能性がある。

他社電力価格について、有意でない結果もあったが、固定的な効果は有意に正であり、時間の経過に伴う変化は有意に負となった。各電力会社の料金設定は、他社の料金水準からも影響を受けており、他社の料金の変化に合わせて、自社の料金を変化させていることがわかる。静学的には、他社が価格を下げたら、同様に自社の電力料金を下げるという競争圧力が働いていたと考えられる。動学的には、一般電気事業者同士(実際にはPPSも含めた)の競争により、価格を低下させているという、理論的に整合的な結果が得られた。

他社販売依存度について、固定的な効果は有意な結果を得ることができなかったが、時間の経過に伴う変化は有意に負となった。自由化の進展に伴って、卸電力市場における他の一般電気事業者の存在が潜在的競争圧力として無視できない存在になっていると言えよう。

他社購入依存度について、固定的な効果は有意ではないが負であり、時間の経過に伴う変化は有意に負となった。小売市場における他の一般電気事業者の存在は、もともと競争圧力として働いていたかは分かりかねるが、最近の自由化の進展に伴ってその圧力が強まっていると考えられる。一方、服部(2006)では固定的な効果は有意に負となっているが、時間の経過に伴う効果は統計的に有意な値とならず、もともとの潜在的競争圧力としての可能性を明らかにしている。

自家発のシェアについては、モデルA4で固定的な効果は有意に正であり、時間の経過に伴う変化は有意に負である。自由化の進展に伴って、費用の削減に対して、自家発の存在の影響力が強まっていることが考えられる。自家発の稼働率について、統計的な有意な結果を得ることができなかったが、固定的な効果は正となり、時間の経過に伴う効果が有意に負となる。自家発の稼働率に関しても、自由化の進展とともに、一般電気事業者に費用削減を促す競争圧力となっている可能性は否定しきれない。ただし、服部(2006)では、自家発の競争圧力としての程度は、化石燃料の価格にも大きく依存していると考えられるので留意すべきと、述べられている。

本分析では、潜在的競争圧力がどのような形で働いているか、時間経過、自由化に伴ってどう影響力が変化しているか、興味深い結果を得ることができたが、さらなる研究は必要であろう。本分析では、費用関数をトランスログ型で特定化して、費用関数は一般電気事業者にとって投入要素価格を与件としており、推定においてそれらを外生変数として扱っている。ただ、費用関数は様々なものがあり、一般電気事業者は調達段階で運搬も含め、資材価

格の低下について努力もしており、投入要素価格が完全に与件であるとは言い切れない。また新電力会社である、特定規模電気事業者(PPS)の販売や、電力会社のスイッチング等の消費者行動、小売自由化以外の政府の施策など、潜在的競争圧力は様々なものが、様々な形で存在していることから、より多角的に費用削減、効率性について分析すべきである。

表 3-4 モデル A0 トランスログ型費用関数の推定結果

	推定値	標準誤差	P 値
β_0	-112.684	62.91224	0.073
β_K	11.58669	5.632553	0.040
β_L	14.77467	7.61501	0.052
β_F	-2.86428	2.60331	0.271
β_Y	-2.36858	0.991384	0.017
β_T	1.484801	0.451485	0.001
β_{KK}	1.516161	0.606197	0.012
β_{KL}	-1.43812	0.635565	0.024
β_{KF}	0.230752	0.237149	0.331
β_{KY}	-0.1978	0.040772	0.000
β_{KT}	0.022554	0.028205	0.424
β_{LL}	-0.75004	0.480772	0.119
β_{LF}	0.508669	0.339871	0.134
β_{LY}	-0.03078	0.058587	0.599
β_{LT}	-0.09505	0.027668	0.001
β_{FF}	0.397518	0.095763	0.000
β_{FY}	-0.09029	0.023025	0.000
β_{FT}	-0.01406	0.012001	0.241
β_{YY}	0.239427	0.02478	0.000
β_{YT}	0.006372	0.003528	0.071
β_{TT}	0.000317	0.003281	0.923
β_{E1}	0.147009	0.048044	0.002
β_{E2}	0.651135	0.186016	0.000
β_{E3}	-0.10847	0.037867	0.004

表 3-5 費用関数における潜在的競争圧力の推定パラメータ

固定的な効果	A0	A1	A2	A3	A4	A5
産業用大口需要シェア	-0.88422 (0.000)	-1.491167 (0.000)	-	-	-	-
他社電力料金	0.89943 (0.001)	-	0.3568926 (0.470)	-	-	-
他社販売シェア	0.002026 (0.782)	-	-	-0.00725 (0.450)	-	-
他社購入シェア	-0.05889 (0.095)	-	-	-0.0437892 (0.314)	-	-
自家発供給シェア	0.036856 (0.243)	-	-	-	0.2172982 (0.000)	-
自家発稼働率	0.080033 (0.543)	-	-	-	-	0.2619887 (0.223)
時間経過に伴う変化	A0	A1	A2	A3	A4	A5
産業用大口需要シェア	0.001638 (0.885)	0.0198383 (0.103)	-	-	-	-
他社電力料金	-0.05524 (0.012)	-	-0.023044 (0.571)	-	-	-
他社販売シェア	-0.00574 (0.000)	-	-	-0.0073697 (0.000)	-	-
他社購入シェア	-0.01098 (0.035)	-	-	-0.0115574 (0.026)	-	-
自家発供給シェア	0.000785 (0.864)	-	-	-	-0.0093604 (0.074)	-
自家発稼働率	-0.02676 (0.050)	-	-	-	-	-0.0028795 (0.894)

カッコ内はP値

第4章 電力小売市場における市場支配力の推定

本章では、電力小売市場についての分析を行う。1節では、部分自由化後の電気料金の変化を内外価格差の観点から明らかにして、一般電気事業者の料金設定において、どのような潜在的競争圧力が働いたのかを計量経済学的に分析した、服部・大藤(2007)を紹介する。2節では、服部・大藤(2007)を参考に、1991年から2015年のデータを用いて、電力料金低下について、潜在的競争圧力による競争促進の効果があったのかどうかを分析する。

4.1 先行研究 服部・大藤(2007)

小売自由化の下では、競争が有効に働くことによって、価格が限界費用に近づき、効率的な資源配分が実現すると考えられる。しかし、競争が有効に働かなければ、支配的企業がその市場支配力を行使して、限界費用を大きく上回る価格を設定する可能性もある。服部・大藤(2007)では、料金設定における一般電気事業者のインセンティブに着目し、単に料金水準の変化はなく、限界費用からの乖離度合いの変化について、理論モデルに基づく推定式を構築し、実証分析を行っている。

4.1.1 先行研究 服部・大藤(2007)の分析モデルと使用データ

企業*i*が市場支配力を行使するとき、その価格 P_i は限界費用 MC_i を上回って設定される。その乖離度は、ラーナー指数 L_i として次のように定義される。

$$L_i \equiv \frac{P_i - MC_i}{P_i} \quad (4.1)$$

ラーナー指数は、一定の条件の下で企業*i*にとっての残差需要(residual demand)の価格弾力性 ε_i^d の逆数となる。

$$\frac{P_i - MC_i}{P_i} = \frac{1}{\varepsilon_i^d} \quad (4.2)$$

従来的一般電気事業者の供給区域を一つの市場と仮定し、その中の支配的企業としての一般電気事業者の残差需要の価格弾力性を考える。そして、支配的企業*i*以外の企業は全て競争的に行動すると仮定する。Landes and Posner(1988)は、このような仮定の下で、支配的企業の残差需要の弾力性が以下のような式で表せることを示した。

$$\varepsilon_i^d = \frac{\varepsilon_m^d + \varepsilon_j^s(1 - S_i)}{S_i} \quad (4.3)$$

ただし、 S_i は企業*i*の市場シェア、 ε_m^d は市場全体の需要の価格弾力性、 ε_j^s は競争的企業の供給の価格弾力性である。この場合、ラーナー指数は次のように書き換えることができる。

$$L_i = \frac{S_i}{\varepsilon_m^d + \varepsilon_j^s(1 - S_i)} \quad (4.4)$$

これにより、一般電気事業者が行使する市場支配力は、その市場シェアが大きいほど大きく、市場の需要の価格弾力性が小さいほど大きく、競争的企業の供給の価格弾力性が小さいほど大きいことがわかる。

(4.1), (4.2)式より、

$$\ln P_i = \ln MC_i + \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{1}{\varepsilon_i^d}} \right) \quad (4.5)$$

右辺の第二項を $\ln markup_i$ とすれば、

$$\ln P_i = \ln MC_i + \ln markup_i \quad (4.6)$$

と表すことができる。

限界費用 $\ln MC_i$ について、以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} \ln MC_i = & c_0 + c_{w1} \ln PK_i + c_{w2} \ln PL_i + c_{w3} \ln PF_i + c_q \ln QD_i \\ & + c_{e1} DN_i + c_{e2} LD_i + c_{e3} NU_i + c_T T + e_i^c \end{aligned} \quad (4.7)$$

ただし、 PK は資本価格、 PL は労働価格、 PF は燃料価格、 QD は電力需要(販売電力量)、 DN は需要密度、 LD は負荷率、 NU は原子力設備比率、 T は技術進歩をとらえるためのタイムトレンドであり、 e_i^c は誤差項である。

また、マークアップ $markup_i$ について、もともと残差需要の価格弾力性の関数であったが、この部分を一般電気事業者の市場シェアと潜在的競争圧力、および制度変更の効果をとらえるダミー変数の関数によって定式化する。

$$\begin{aligned} \ln markup_i = & \alpha_0 + \alpha_s SHARE_i + \alpha_{p1} LS_i + \alpha_{p2} CS_i + \alpha_{p3} AC_i \\ & + \alpha_{p4} NP_i + \alpha_{d1} DUM96 + \alpha_{d2} DUM00 + e_i^a \end{aligned} \quad (4.8)$$

ただし、 $SHARE$ は支配的企業である一般電気事業者のシェア(各供給区域における電力会社の販売電力量と自家発の発電量の合計に対する電力会社の販売電力量の割合)である。潜在的競争圧力の代理変数としては4つの代理変数を含めている。自由化対象需要家からの潜在的競争圧力の代理変数として大口産業用需要のシェア LS 、業務用需要のシェア CS 、自家発からの潜在的競争圧力の代理変数として大口産業用需要で基準化した自家発の供給力 AC 、他の一般電気事業者からの潜在的競争圧力として、他社の電力料金の平均値 NP の4つである。また $DUM96$ と $DUM00$ は、制度改革の影響を考慮するための期間ダミー変数である。

*DUM96*は1995年の電事法改正により卸供給入札の始まった1996年度以降に1をとるダミー変数、*DUM00*は実質的に部分自由化のスタートした2000年度以降に1をとるダミー変数である。

このモデルを参考にして解釈すると、潜在的競争圧力は需要の価格弾力性及びPPSの供給の価格弾力性に影響を与えるものとして考えることができる。支配的企業(一般電気事業者)のシェアについては、本来はPPSの販売電力量を総需要に含めて計算したものをういたいところであるが、PPSの販売電力量は供給区域別に明らかになっていないため断念せざるを得ない。一方、*SHARE*は顕在化している自家発からの競争圧力を反映していると考えられる。

需要関数は以下のように定式化する。

$$\ln QD_i = d_0 + d_p \ln P_i + d_s SHARE_i + d_{g1} OC_i + d_{g2} PP_i + d_{g3} ST_i + d_{g4} MN_i + d_{g5} CR_i + d_{g6} CH_i \quad (4.9)$$

ただし、産業用大口需要の産業別のシェアを表す変数として、石油・石炭製品(*OC*)、紙・パルプ(*PP*)、鉄鋼(*ST*)、機械(*MN*)、窯業・土石(*CR*)、化学(*CH*)の6つの産業のシェアを入れる。

以上より、推定式を以下のように示すことができる。

$$\begin{aligned} \ln P_i = & h_0 + h_{w1} \ln PK_i + h_{w2} \ln PL_i + h_{w3} \ln PF_i \\ & + h_{e1} DN_i + h_{e2} LD_i + h_{e3} NU_i + h_t T + h_s SHARE_i + h_{p1} LS_i \\ & + h_{p2} CS_i + h_{p3} AC_i + h_{p4} NP_i + h_{d1} DUM96 \\ & + h_{d2} DUM00 + h_{g1} OC_i + h_{g2} PP_i + h_{g3} ST_i \\ & + h_{g4} MN_i + h_{g5} CR_i + h_{g6} CH_i + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.10)$$

ただし、 ε_i は誤差項である。また、係数は以下の通りである。

$$h_0 = \frac{c_0 + a_0 + c_q d_0}{H}$$

$$h_{wj} = \frac{c_{wj}}{H} \quad j = 1, 2, 3$$

$$h_{ek} = \frac{c_{ek}}{H} \quad k = 1, 2, 3$$

$$h_t = \frac{T}{H}$$

$$h_s = \frac{c_q d_s + \alpha_s}{H}$$

$$h_{pl} = \frac{\alpha_{pl}}{H} \quad l = 1,2,3,4$$

$$h_{dm} = \frac{\alpha_{dm}}{H} \quad m = 1,2$$

$$h_{gr} = \frac{c_q d_{gr}}{H} \quad r = 1,2,3,4,5,6$$

$$H = 1 - c_q d_p$$

限界費用は販売電力量の増加関数($c_q > 0$)、需要(販売電力量)は電力価格の減少関数($d_p < 0$)と仮定すると、 $H = 1 - c_q d_p > 0$ となる。限界費用あるいはマークアップの方程式にのみ含まれる変数の符号は、もとの方程式において予想される符号と同じとなる。*SHARE*の係数は、 $\frac{\alpha_s}{H}$ となるが、シェアの大きいところほど、市場支配力を行使するという理論通りであれば、 $\alpha_s > 0$ となって、その符号は正となることが予想される。

また、(4.9)式の右辺に含まれる*SHARE*は、一般電気事業者の価格等の影響を受けることにより、同時決定となっている可能性があるため、以下のような*SHARE*の方程式を考える。

$$SHARE_i = S(\ln P_i, SHARE_{i,t-1}) \quad (4.11)$$

ただし、 $SHARE_{i,t-1}$ はシェアの1期ラグを取った変数で、これを操作変数とすることによって、(4.9)式は二段階最小二乗法で推定することができる。さらに市場シェアの推定式との間の誤差項の相関を考慮するならば、三段階最小二乗法で推定することもできる。

データについて、一般電気事業者9社の1991年度から2005年度にわたる15年分のプールデータで、サンプル数は135である。

4.1.2 先行研究 服部・大藤(2007)の推定結果

推定結果を表4-1に纏めた。推定結果は概ね良好である。一般電気事業者のシェア(*SHARE*)の係数は、負の符号をとっており、支配的企業の価格設定に関する理論モデルで予想される符号とは異なっている。制度改革の効果を捉えるダミー変数の係数は、部分自由化後の追加的効果を示すダミー変数は統計的に有意ではないが、1995年及び2000年ともに負の値となっている。自由化対象の需要家からの潜在的競争圧力を捉える代理変数の一つである産業用大口需要のシェアのパラメータはいずれも統計的に有意な負の値となっている。業務用需要のシェアのパラメータは、2SLSの推定値が有意水準10%で有意ではないが、いずれも負の値となっている。また、自家発からの潜在的競争圧力の代理変数として含めた自家発の供給力も統計的に有意に負の符号となっている。部分自由化後の一定の料金低下は潜在的競争圧力によってもたらされたものだと解釈することができる。

表 4-1 三段階最小二乗法によるパラメータの推定結果(電力価格の推定式)

説明変数	2SLS	3SLS
定数項	2.8356 ** (0.5782)	2.8695 ** (0.549)
ln 資本価格	0.0899 ** (0.0364)	0.0967 ** (0.0357)
ln 労働価格	-0.0217 (0.0909)	0.0208 (0.0875)
ln 燃料価格	0.0700 ** (0.0149)	0.0648 ** (0.0138)
市場シェア	-0.9968 ** (0.1723)	-1.0123 ** (0.1576)
産業別需要シェア 石油・石炭製品	-1.1224 (0.7292)	-0.9703 (0.7256)
産業別需要シェア 紙・パルプ	0.0804 (0.1391)	0.0448 (0.1319)
産業別需要シェア 鉄鋼	-0.5354 ** (0.1214)	-0.5434 ** (0.1143)
産業別需要シェア 機械	0.1615 * (0.0899)	0.1455 * (0.0847)
産業別需要シェア 窯業・土石	0.5370 * (0.3169)	0.5317 * (0.3143)
産業別需要シェア 化学	-0.1510 (0.2172)	-0.1649 (0.2072)
需要家密度	0.7814 ** (0.3235)	0.9344 ** (0.3099)
負荷率	-0.2532 * (0.1379)	-0.2275 * (0.1357)
原子力設備容量比率	-0.1354 * (0.0755)	-0.1420 * (0.0747)
1995 年度卸供給自由化ダミー	-0.0275 ** (0.0086)	-0.0263 ** (0.0085)
2000 年度部分自由化ダミー	-0.0018 (0.0089)	0.0000 (0.0087)
業務用需要シェア(1 期ラグ)	-0.6154 (0.3874)	-0.7408 ** (0.3705)
産業用大口需要シェア(1 期ラグ)	-1.1250 ** (0.2169)	-1.1698 ** (0.2065)
自家発供給余力(1 期ラグ)	-0.1447 ** (0.0483)	-0.1409 ** (0.0461)
他社電力料金平均(1 期ラグ)	0.4270 ** (0.1183)	0.3954 ** (0.1151)
技術進歩(タイムトレンド)	-0.0075 ** (0.0038)	-0.0087 ** (0.0036)

カッコ内は分散不均一調整済み標準誤差

** , *はそれぞれ有意水準 5%, 10%で統計的に有意

出所：服部・大藤 (2007)

4.2 実証分析

本節では、服部・大藤(2007)の分析モデルに基づき、一般電気事業者の料金設定において、どのような潜在的競争圧力が働いたのかを計量経済学的に分析を行う。自由化対象の需要家の存在、自家発の存在、他の一般電気事業者の存在を潜在的競争圧力として、産業用大口需要シェア、他社電力料金平均、他社販売依存度、他社購入依存度、自家発供給シェア、自家発稼働率を代理変数で置き、よりも多角的に潜在的競争圧力について分析している。

4.2.1 分析モデルと使用データ

まず、限界費用 $\ln MC_i$ について、以下のように定式化する。需要密度、年負荷率、原子力設備容量シェアを環境要因変数として考える。

$$\begin{aligned} \ln MC_i = & c_0 + c_{w1} \ln PK_i + c_{w2} \ln PL_i + c_{w3} \ln PF_i + c_q \ln QD_i \\ & + c_{e1} DN_i + c_{e2} LD_i + c_{e3} NU_i + c_T T + e_i^c \end{aligned} \quad (4.12)$$

マークアップ $markup$ について、一般電気事業者の市場シェアと潜在的競争圧力、および制度変更の効果をとらえるダミー変数の関数によって定式化する。潜在的競争圧力の代理変数として、大口産業用需要のシェア、他社の電力料金の平均値、他社販売依存度、他社購入依存度、自家発電供給シェア、自家発電稼働率、1995年の電事法改正により卸供給入札の始まった1996年度以降に1をとるダミー変数 $DUM96$ 、特別高圧(20,000V)で受電する大規模需要家(契約電力2000kW以上)に対して特定規模電気事業者(PPS)による小売が認められた2000年度以降に1をとるダミー変数 $DUM00$ 、高圧(6,000V)で受電する中規模需要家(契約電力500kW以上)に対しての小売自由化が行われた2004年度以降に1をとるダミー変数 $DUM04$ を置く。

$$\begin{aligned} \ln markup_i = & \alpha_0 + \alpha_s SHARE_i + \alpha_{p1} LS_i + \alpha_{p2} NP_i \\ & + \alpha_{p3} OPOSELL_i + \alpha_{p4} OPOBUY_i + \alpha_{p5} AC_i \\ & + \alpha_{p6} OPE_i + \alpha_{d1} DUM96 + \alpha_{d2} DUM00 \\ & + \alpha_{d3} DUM04 + e_i^a \end{aligned} \quad (4.13)$$

需要関数は以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} \ln QD_i = & d_0 + d_p \ln P_i + d_s SHARE_i + d_{g1} OC_i + d_{g2} PP_i \\ & + d_{g3} ST_i + d_{g4} MN_i + d_{g5} CR_i + d_{g6} CH_i \end{aligned} \quad (4.14)$$

以上より、推定式を以下のように示すことができる。

$$\begin{aligned}
\ln P_i = & h_0 + h_{w1} \ln PK_i + h_{w2} \ln PL_i + h_{w3} \ln PF_i \\
& + h_{e1} DN_i + h_{e2} LD_i + h_{e3} NU_i + h_t T + h_s SHARE_i + h_{p1} LS_i \\
& + h_{p2} NP_i + h_{p3} OPOSELL_i + h_{p4} OPOBUY_i \\
& + h_{p5} AC_i + h_{p6} OPE_i + h_{d1} DUM96 \\
& + h_{d2} DUM00 + h_{d3} DUM04 + h_{g1} OC_i + h_{g2} PP_i \\
& + h_{g3} ST_i + h_{g4} MN_i + h_{g5} CR_i + h_{g6} CH_i + \varepsilon
\end{aligned} \tag{4.15}$$

ただし、 ε_i は誤差項である。また、係数は以下の通りである。

$$h_0 = \frac{c_0 + a_0 + c_q d_0}{H}$$

$$h_{wj} = \frac{c_{wj}}{H} \quad j = 1, 2, 3$$

$$h_{ek} = \frac{c_{ek}}{H} \quad k = 1, 2, 3$$

$$h_t = \frac{T}{H}$$

$$h_s = \frac{c_q d_s + \alpha_s}{H}$$

$$h_{pl} = \frac{\alpha_{pl}}{H} \quad l = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$h_{dm} = \frac{\alpha_{dm}}{H} \quad m = 1, 2, 3$$

$$h_{gr} = \frac{c_q d_{gr}}{H} \quad r = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$H = 1 - c_q d_p$$

また、(4.15)式の右辺に含まれる $SHARE$ は、一般電気事業者の価格等の影響を受けることにより、同時決定となっている可能性があるため、以下のような $SHARE$ の方程式を考える。

$$SHARE_i = S(\ln P_i, SHARE_{i,t-1}) \tag{4.16}$$

ただし、 $SHARE_{i,t-1}$ はシェアの1期ラグを取った変数で、これを操作変数とすることによって、(4.15)式は二段階最小二乗法で推定する(以下、2SLS)。また、さらに市場シェアの推定式との間の誤差項の相関を考慮するならば、三段階最小二乗法で推定する(以下、3SLS)。

データは、一般電気事業者 9 社(沖縄を除く)の 1991 年度から 2015 年度にわたる 25 年分のプールデータで、サンプル数は 225 である。

被説明変数となる電力 P は、電力料金とし、電力販売収入を電力販売量で除した単価を用いる。電力販売量とは、電気事業連合会 電力統計情報の「電灯電力需要使用電力量」の「販売電力合計」から「電灯合計」を差し引いたものとし、電力販売収入とは、「収支総括表」中の「電力料」としている。市場シェア $SHARE$ は、電力会社の販売電力量を各供給区域における電力会社の販売電力量と自家発の発電量の合計で除している。技術進歩をとらえるためのタイムトレンド T も説明変数に加える。

労働価格 PL 、燃料価格 PF 、資本価格 PK 、需要密度 DN 、年負荷率 LD 、原子力設備容量シェア NU 、大口産業用需要シェア LS 、他社電力価格平均 NP 、他社販売依存度 $OPOSELL$ 、他社購入依存度 $OPOBUY$ 、自家発供給シェア AC 、自家発稼働率 OPE については、3 章の費用関数の推定で説明したように、それぞれを筆者が作成した。

それぞれの潜在的競争圧力の代理変数は、料金設定へ反映するまでのタイムラグを考慮して、1 期ラグをとってモデルに含める。

石油・石炭製品(OC)、紙・パルプ(PP)、鉄鋼(ST)、機械(MN)、窯業・土石(CR)、化学(CH)の 6 つの産業のシェアは、それぞれの産業別電力需要を販売電力量で除して求めている。

データの基礎統計量は表 4-2 に示す通りである

表 4-2 記述統計量

説明変数	平均	標準誤差
電力価格	15.53493	1.888354
資本価格	13.66647	4.913221
労働価格	1.12E+07	1608292
燃料価格	3.91194	2.451838
市場シェア	0.745024	0.099773
産業別需要シェア 石油・石炭製品	0.004774	0.005974
産業別需要シェア 紙・パルプ	0.025146	0.021321
産業別需要シェア 鉄鋼	0.066884	0.034677
産業別需要シェア 機械	0.114697	0.048452
産業別需要シェア 窯業・土石	0.020271	0.009329
産業別需要シェア 化学	0.049831	0.019257
需要家密度	0.0547	0.017388
負荷率	0.61936	0.065324
原子力設備容量比率	0.201737	0.079553
産業用大口需要シェア(1期ラグ)	0.463447	0.075567
他社電力料金平均(1期ラグ)	15.54991	1.673055
他社販売依存度(1期ラグ)	0.060344	0.065848
他社購入依存度(1期ラグ)	0.222419	0.098594
自家発供給シェア(1期ラグ)	0.147479	0.068749
自家発稼働率(1期ラグ)	0.55159	0.067082

4.2.2 推定結果と考察

推定結果を表 4-3～4-6 に纏めた。潜在的競争圧力を表す代理変数、制度変更を表すダミー変数を全て説明変数に入れるモデル、潜在的競争圧力を表す代理変数をそれぞれ個別に説明変数に入れるモデル、制度変更を表すダミー変数だけのモデルで、推定した。全ての説明変数を入れるよりも、潜在的競争圧力の説明変数、ダミー変数をそれぞれ個別に推定したモデルの方が、説明変数が統計的に有意になった。潜在的競争圧力の説明変数やダミー変数同士で、影響を潰しあっている可能性が考えられる。

一般電気事業者のシェアの係数は、有意に負の符号をとっていて、支配的企業の価格設定に関する理論モデルで予想される符号とは異なっている。つまり、市場シェアの大きい電力会社ほど、価格を引き上げることができているとはいえない。これから、自家発の稼働方針は電力会社の料金設定とは無関係で、電力会社との競争関係にはないということもある、電力会社が供給区域内の市場シェアを背景として市場支配力を行使していないことが考えられる。また本論文では、市場シェアは、電力会社の販売電力量を各供給区域における電力会社の販売電力量と自家発の発電量の合計で除して求めているが、特定規模電気事業者(PPS)の販売電力量や、自社以外の一般電気事業者の他地域向けの販売電力量などを加えるなど表現を工夫した方が良さそうである。

資本価格、労働価格について、それぞれ正の値、負の値をとっているが、有意でない値をとるモデルも見られた。その一方で、燃料価格について、どのモデルにおいても有意に正の値をとっている。それは、電力料金の構成のされ方によるものである。

$$\begin{aligned} \text{電気料金} &= \text{基本料金} + \text{電力量料金単価} \times \text{使用電力量} \\ &\pm \text{燃料費調整単価} \times \text{使用電力量} \\ &+ \text{再生可能エネルギー発電促進賦課金単価} \times \text{使用電力量} \end{aligned}$$

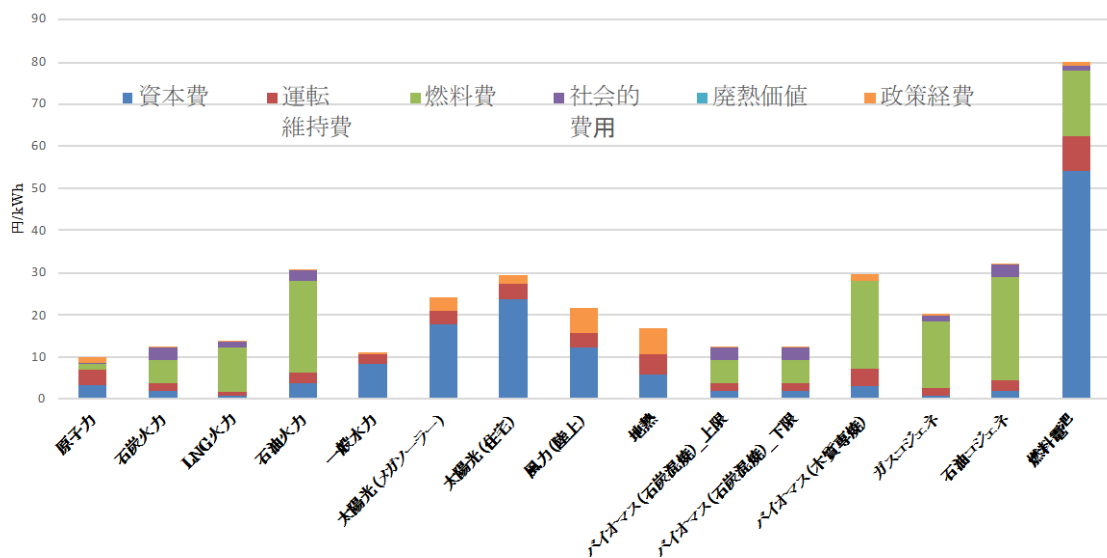
現在、電力料金設定について、燃料費調整制度がとられている。これは、原油、LNG(液化天然ガス)および石炭の燃料価格(実績)の変動に応じて、毎月自動的に電気料金を調整する制度である。電力料金設定において、燃料費が直接的な影響を与えているのは明らかである。

需要家密度に関して、どのモデルにおいても有意に正の値をとっており、需要家密度が大きければ、電力価格が上がるという理論通りの結果を得ることができた。

負荷率に関して、どのモデルにおいても有意に負の値をとっており、負荷率が大きければ、電力価格が下がるという結果を得ることができた。火力発電等で、発電会社は一定の出力で稼働し続けて電力を生み出している。これにより、安定した電力の供給を可能としているが、急激に電気使用量が増える、または急激に電気使用量が減ると、安定した発電が妨げられ、電力を賄えなくなる可能性がある。そのため、電力の使用量が安定しており、波がない施設の方が電力会社の負担は少ない。病院や24時間営業のスーパーなど、長時間稼働している施設がその例である。逆に、電力消費に波がある施設に対しては負担が増える。学校や官公庁、シーズンによって稼働しなくなるスキー場やプール施設などの、一定の時間や期間中は人がいなくなり、稼働率が大幅に下がる施設では負荷率が低いということになる。電力会社は負荷率が高いほど、つまり1日の最大電力と使用電力が同じ値になればなるほど、電力の単価を抑えることが出来るため、電気代が安くなる。

原子力設備容量比率について、有意に負の値をとっている。それは原発の発電効率に要因がある。原発は、少量の資源から発電できる量が圧倒的に多いため、発電コストを安価に抑えることができ、安全性を高めるための設備投資費などを上乗せしても、低廉な電気を供給できる。資源エネルギー庁の平成 27 年度に長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告によれば、原発の発電コストは 10.1 円/kWh とされている。下のグラフは、発電手段別の発電コストの内訳を纏めたものである。1kWh あたりの火力発電のコストは、石炭を使った場合が 12.3 円、天然ガスを使った場合が 13.7 円、石油を使った場合が 30.6～43.4 円と考えると、原発のコストは低いことがわかる。原子力設備容量比率が高いほど、つまり原発での発電が多いほど、電力価格を抑えることができる。

図 4-1 発電手段別の発電コストの内訳



出所：資源エネルギー庁 (2015), 「長期エネルギー需給見通し～」

産業別需要シェアについて、「化学」と「機械」は有意に負になるモデルが多かった。つまり、「化学」と「機械」の業種の需要家が多いほど、マークアップは低く抑えられていることがわかった。1994 年度から 2006 年度までのデータを利用して、業種別の自家発と購入電力の代替の弾力性を推定した服部 (2008) の推定結果によれば、これらは代替の弾力性が比較的大きい業種であり、理論的にも整合性のある結果となった。依田・木下 (2007) では、「機械」はコージョネレーションの導入比率が高く、これが需要や自家発の供給の価格の弾力性を高くして、競争圧力として働いていると述べられている。反対に、「石油・石炭

製品」、「窯業・土石」について、有意に正の値をとるモデルが多かったことから、「石油・石炭製品」、「窯業・土石」の業種の需要家が多いほど、マークアップは高くなることがわかった。「鉄鋼」の産業シェアについても、有意に負の値をとっており、これは服部(2009)とは反対の結果となった。「紙・パルプ」については、有意に負になっているモデルが多かったが、有意に正の値をとるモデルもあり、マークアップへの影響については本分析からは判断できない。

産業用大口需要のシェアについて、一般電気事業者への潜在的競争圧力として考えてきたが、産業用大口需要のシェアのみを説明変数に入れた分析モデルで、正の値をとって、理論通りの結果とならなかった。それは、部分小売自由化により産業用大口需要のシェアは低下してきて、同様に電力料金も低下していることから、正の値をとったと考えられる。3章では産業用大口需要からの競争圧力は、電気事業の効率化を促す要因であるかもしれないが、最近の自由化の進展に伴い、影響力が弱まっていることを予想している。1990年以前のデータを使用した過去の分析、直近のデータを使用した現状の分析、それを踏まえた長いスパンでの分析を行う必要がある。

他社の電力料金の係数は、統計的に有意に正の値となっている。これから、各電力会社の料金設定は、他社の料金水準からも影響を受けており、他社の料金の変化に合わせて、自社の料金を変化させていることがわかる。サンプル期間中において、他社が価格を下げたら、同様に自社の電力料金を下げるという競争圧力が働いていたと考えられる。しかし、パラメータ値からは、他社の電気料金が上昇した場合には、自社の電気料金も上げるということも示唆でき、これは必然的とは言い難い。よりゲーム理論を取り入れた分析モデルで、研究が必要と考える。その意味で、3章の推定結果と考察は有意義なものとなっている。

自家発供給シェアや自家発稼働率について、統計的に有意に負の値をとっている。自家発の存在が、潜在的な競争圧力となり、電気料金の引き下げを促しているといえよう。

また他社販売依存度や他社購入依存度については、負の値をとり潜在的競争圧力として働くと予想したが、有意な結果を得ることができず、また正の値をとっていた。

1995年度の卸供給自由化ダミー、2000年度部分自由化ダミー、2004年度部分自由化ダミーのパラメータは統計的に有意に負の値となっている。一定の料金低下が、部分自由化後によってもたらされたものと解釈することができ、制度変更が機能していると考えられる。その一方で、自由化の影響が実際に生じるのは、制度変更のタイミングと必ずしも一致しておらず、以前から公表されていた変更であれば、その影響は実際の変更の時よりも前に現れるかもしれない一方で、現実には様々な調整等により、遅れを伴って現れる場合もある。部分自由化の影響については多角的に見た方がいいのかもしれない。

本分析では、潜在的競争圧力をはじめ、様々な内的要因、外的要因が一般電気事業者の市場支配力に対して、どのような形で働いているか、興味深い結果を得ることができた。ただ、限界費用、マークアップ、需要関数の特定化は様々であり、またそれらを説明する変数についても多種多様である。また新電力会社である、特定規模電気事業者(PPS)の販売や自社以外の一般電気事業者の供給区域外への販売を踏まえた、市場シェアの測定もするべきであろう。そして、電力会社のスイッチング等の消費者行動、小売自由化以外の政府の施策など、潜在的競争圧力は様々なものが、様々な形で存在していることから、より多角的に市場支配力について分析すべきである。消費者余剰、生産者余剰など厚生についての研究もしてみてもいいかもしれない。

表 4-3 推定結果(全ての潜在的競争圧力を表す変数、制度変更の効果を表すダミー変数)

説明変数	2SLS		3SLS	
h_0 (定数項)	2.086636	(0.006)	2.391547	(0.001)
h_{w1} (ln 資本価格)	0.025155	(0.410)	0.037548	(0.207)
h_{w2} (ln 労働価格)	0.037037	(0.312)	0.035516	(0.320)
h_{w3} (ln 燃料価格)	0.129443	(0.000)	0.128103	(0.000)
h_s (市場シェア)	-0.72393	(0.001)	-0.94864	(0.000)
h_{g1} (産業別需要シェア 石油・石炭製品)	-1.66543	(0.283)	-0.3553	(0.814)
h_{g2} (産業別需要シェア 紙・パルプ)	0.803262	(0.076)	0.536231	(0.224)
h_{g3} (産業別需要シェア 鉄鋼)	-0.88106	(0.001)	-1.0706	(0.000)
h_{g4} (産業別需要シェア 機械)	0.099862	(0.674)	-0.0628	(0.786)
h_{g5} (産業別需要シェア 窯業・土石)	2.216339	(0.002)	2.02678	(0.004)
h_{g6} (産業別需要シェア 化学)	-0.31423	(0.516)	-0.67175	(0.154)
h_{e1} (需要家密度)	1.443827	(0.000)	1.611057	(0.000)
h_{e2} (負荷率)	-0.11687	(0.112)	-0.12571	(0.079)
h_{e3} (原子力設備容量比率)	-0.16867	(0.049)	-0.21082	(0.012)
h_{p1} (産業用大口需要シェア(1期ラグ))	-0.32289	(0.135)	-0.14849	(0.481)
h_{p2} (他社電力料金平均(1期ラグ))	0.046511	(0.000)	0.043818	(0.000)
h_{p3} (他社販売依存度(1期ラグ))	0.153169	(0.077)	0.111501	(0.187)
h_{p4} (他社購入依存度(1期ラグ))	-0.00985	(0.871)	-0.02938	(0.619)
h_{p5} (自家発供給シェア(1期ラグ))	-0.54038	(0.026)	-0.77154	(0.001)
h_{p6} (自家発稼働率(1期ラグ))	-0.05264	(0.553)	-0.20075	(0.020)
h_{d1} (1995年度卸供給自由化ダミー)	-0.01037	(0.536)	-0.01305	(0.424)
h_{d2} (2000年度部分自由化ダミー)	-0.01002	(0.528)	-0.01539	(0.319)
h_{d3} (2004年度部分自由化ダミー)	-0.02527	(0.137)	-0.03192	(0.054)
h_t (技術進歩(タイムトレンド))	-0.00341	(0.186)	-0.00279	(0.265)

カッコ内はP値

表 4-4 推定結果(潜在的競争圧力を表す変数を個別に推定)

説明変数	産業用大口需要シェア		他社電力料金平均	
	2SLS	3SLS	2SLS	3SLS
h_0	5.670826 (0.000)	5.414391 (0.000)	1.437326 (0.013)	1.239511 (0.030)
h_{w1}	0.111948 (0.011)	0.124212 (0.004)	0.027144 (0.334)	0.038989 (0.160)
h_{w2}	-0.16209 (0.000)	-0.1491 (0.001)	0.048282 (0.128)	0.057957 (0.065)
h_{w3}	0.095785 (0.000)	0.09683 (0.000)	0.114583 (0.000)	0.117078 (0.000)
h_s	-0.50103 (0.000)	-0.52182 (0.000)	-0.37321 (0.000)	-0.36523 (0.000)
h_{g1}	8.388665 (0.000)	9.036661 (0.000)	-0.66863 (0.652)	-0.14604 (0.921)
h_{g2}	-0.91725 (0.082)	-1.0614 (0.043)	0.988657 (0.006)	0.881564 (0.013)
h_{g3}	-2.21479 (0.000)	-2.31851 (0.000)	-1.15961 (0.000)	-1.1548 (0.000)
h_{g4}	-1.06537 (0.000)	-1.17851 (0.000)	-0.18929 (0.127)	-0.21852 (0.074)
h_{g5}	4.050686 (0.000)	3.89225 (0.000)	2.260212 (0.000)	2.201718 (0.000)
h_{g6}	-2.76061 (0.000)	-3.00814 (0.000)	-0.47009 (0.091)	-0.52791 (0.055)
h_{e1}	0.3784 (0.470)	0.368131 (0.478)	0.936879 (0.003)	0.947455 (0.003)
h_{e2}	-0.32991 (0.003)	-0.3287 (0.003)	-0.16448 (0.023)	-0.16443 (0.021)
h_{e3}	-0.24925 (0.032)	-0.22913 (0.047)	-0.08683 (0.190)	-0.08955 (0.172)
h_{p1}	0.589748 (0.027)	0.704194 (0.008)	-	-
h_{p2}	-	-	0.049184 (0.000)	0.049267 (0.000)
h_{p3}	-	-	-	-
h_{p4}	-	-	-	-
h_{p5}	-	-	-	-
h_{p6}	-	-	-	-
h_{d1}	-	-	-	-
h_{d2}	-	-	-	-
h_{d3}	-	-	-	-
h_t	-0.00494 (0.066)	-0.00437 (0.100)	-0.00427 (0.012)	-0.00368 (0.029)

カッコ内はP値

表 4-5 推定結果(潜在的競争圧力を表す変数を個別に推定,)

説明 変数	他社販売依存度, 他社購入依存度		自家発供給シェア	
	2SLS	3SLS	2SLS	3SLS
h_0	5.650975 (0.000)	5.474966 (0.000)	6.257107 (0.000)	5.860567 (0.000)
h_{w1}	0.128351 (0.003)	0.14104 (0.001)	0.1420077 (0.001)	0.1634027 (0.000)
h_{w2}	-0.15923 (0.001)	-0.15094 (0.001)	-0.173264 (0.000)	-0.154959 (0.001)
h_{w3}	0.107465 (0.000)	0.108432 (0.000)	0.1096591 (0.000)	0.1152999 (0.000)
h_s	-0.46154 (0.000)	-0.45943 (0.000)	-0.875879 (0.000)	-0.823266 (0.000)
h_{g1}	7.812066 (0.000)	8.199688 (0.000)	7.424203 (0.001)	8.574174 (0.000)
h_{g2}	-0.81907 (0.174)	-0.86929 (0.148)	-1.119052 (0.039)	-1.315439 (0.014)
h_{g3}	-1.80982 (0.000)	-1.81309 (0.000)	-1.702458 (0.000)	-1.676854 (0.000)
h_{g4}	-0.53628 (0.005)	-0.55405 (0.004)	-0.638000 (0.001)	-0.711086 (0.000)
h_{g5}	4.724644 (0.000)	4.723207 (0.000)	4.145943 (0.000)	4.072434 (0.000)
h_{g6}	-2.2232 (0.000)	-2.23766 (0.000)	-1.908086 (0.000)	-2.034477 (0.000)
h_{e1}	0.882734 (0.089)	0.895994 (0.083)	0.9174559 (0.069)	0.8808069 (0.077)
h_{e2}	-0.32538 (0.004)	-0.3276 (0.003)	-0.289366 (0.011)	-0.294388 (0.009)
h_{e3}	-0.33727 (0.002)	-0.33712 (0.002)	-0.405949 (0.000)	-0.410206 (0.000)
h_{p1}	- -	- -	- -	- -
h_{p2}	- -	- -	- -	- -
h_{p3}	0.169904 (0.198)	0.152555 (0.246)	- -	- -
h_{p4}	0.058923 (0.407)	0.069074 (0.329)	- -	- -
h_{p5}	- -	- -	-0.690687 (0.020)	-0.658585 (0.025)
h_{p6}	- -	- -	- -	- -
h_{d1}	- -	- -	- -	- -
h_{d2}	- -	- -	- -	- -
h_{d3}	- -	- -	- -	- -
h_t	-0.00513 (0.070)	-0.00449 (0.111)	-0.003781 (0.158)	-0.002686 (0.310)

カッコ内はP値

表 4-6 推定結果(潜在的競争圧力を表す変数を個別に推定、制度変更の効果を表すダミー変数を個別に推定)

説明 変数	自家発稼働率		ダミー変数	
	2SLS	3SLS	2SLS	3SLS
h_0	6.101667 (0.000)	6.144082 (0.000)	4.679214 (0.000)	4.312991 (0.000)
h_{w1}	0.1314719 (0.002)	0.1438063 (0.001)	0.024311 (0.500)	0.04377 (0.215)
h_{w2}	-0.179524 (0.000)	-0.176349 (0.000)	-0.0945 (0.015)	-0.07453 (0.051)
h_{w3}	0.0970639 (0.000)	0.09433 (0.000)	0.09809 (0.000)	0.097125 (0.000)
h_s	-0.498163 (0.000)	-0.578729 (0.000)	-0.37571 (0.000)	-0.40215 (0.000)
h_{g1}	8.428341 (0.000)	9.114193 (0.000)	1.661295 (0.363)	2.034221 (0.255)
h_{g2}	-0.876989 (0.103)	-0.958275 (0.072)	0.30018 (0.490)	0.17667 (0.678)
h_{g3}	-1.874876 (0.000)	-1.988527 (0.000)	-1.31416 (0.000)	-1.3445 (0.000)
h_{g4}	-0.535759 (0.007)	-0.48903 (0.013)	-0.23958 (0.121)	-0.22872 (0.131)
h_{g5}	4.629864 (0.000)	4.690331 (0.000)	2.793971 (0.000)	2.574578 (0.001)
h_{g6}	-1.829179 (0.000)	-1.886178 (0.000)	-0.92242 (0.006)	-0.95195 (0.004)
h_{e1}	0.9700882 (0.070)	1.261762 (0.017)	0.764621 (0.057)	0.92052 (0.019)
h_{e2}	-0.34073 (0.002)	-0.350168 (0.002)	-0.20062 (0.024)	-0.19276 (0.027)
h_{e3}	-0.422282 (0.000)	-0.465218 (0.000)	-0.16401 (0.044)	-0.16811 (0.035)
h_{p1}	- -	- -	- -	- -
h_{p2}	- -	- -	- -	- -
h_{p3}	- -	- -	- -	- -
h_{p4}	- -	- -	- -	- -
h_{p5}	- -	- -	- -	- -
h_{p6}	-0.117757 (0.309)	-0.227597 (0.047)	- -	- -
h_{d1}	- -	- -	-0.08368 (0.000)	-0.09392 (0.000)
h_{d2}	- -	- -	-0.11061 (0.000)	-0.11192 (0.000)
h_{d3}	- -	- -	-0.14304 (0.000)	-0.14528 (0.000)
h_t	-0.004694 (0.093)	-0.004713 (0.089)	0.007693 (0.001)	0.009167 (0.000)

カッコ内はP値

第5章 結論

2章の需要関数の推定では、北海道、中部、北陸などで、暖房度日は統計的に有意でないという興味深い結果を得ることができた。暖房のために、電気よりもむしろ灯油等を用いる傾向が強いことが考えられ、それが暖房度日は電力需要に対して直接的な効果を与えていない要因であると予想した。また、価格弾力性の推定では、短期では0.1584341(東京)から0.3303351(東北)の間、長期では0.17427841(中部)から0.57722531(北海道)の間にあり、短期では0.24258728、長期では0.35925652という結果を得ることができた。これらは先行研究の結果と比べても頑健な結果である。

3章では、固定的な効果と時間経過による変化による効果を踏まえて、自由化に伴う潜在的競争圧力の存在を考慮した費用関数の推定を行った。産業用大口需要のシェアは時間経過により、影響力が弱まっていることがわかり、他社電力価格について動学的なゲーム理論と整合的な結果が得られるなど、有意義な実証分析となったと考える。

4章では、部分自由化後の電気料金の変化を内外価格差の観点から明らかにして、一般電気事業者の料金設定において、どのような潜在的競争圧力が働いたのかを計量経済学的に分析した。結果から様々な考察をすることができた。その中でも、本稿の目的であった自由化と電力会社の市場支配力の関係性について、自由化ダミーのパラメータは統計的に有意に負の値となっており、一定の料金低下が、部分自由化後によってもたらされたものと解釈することができ、制度変更が機能していると考察している。

本稿を通じて、潜在的競争圧力をはじめ、様々な内的要因、外的要因が一般電気事業者の市場支配力に対して、どのような形で働いているかについての研究を、一定の成果をあげられたと考える。ただ、いくつか課題はある。データ収集ができなかった為、分析対象にはしていないが、2016年以降には小売全面自由化された電力市場について、より興味深い市場構造変化が起きているに違いない。また限界費用、マークアップ、需要関数の特定化は様々である。それらを説明する変数についても多種多様であり、電力会社のスイッチング等の消費者行動、小売自由化以外の政府の施策など、潜在的競争圧力は様々なものが、様々な形で存在している。他国の市場構造との違いも詳しく把握すべきであろう。それらを踏まえて、より多角的に市場支配力について分析すべきである。

参考文献

- 資源エネルギー庁 (2004), 「電力供給コスト等に関する調査 -電力小売自由化制度導入における経済効果等の分析調査-」, 3月
- 資源エネルギー庁 (2015), 「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告」, 5月
- 資源エネルギー庁(2017), 「ベースロード電源市場について」, 6月
- 資源エネルギー庁(2017), 「間接送電権について」, 10月
- 資源エネルギー庁 (2018), 「電力小売全面自由化の進捗状況と更なる競争促進に向けた取組」, 4月
- 資源エネルギー庁 (2018), 「容量市場について」, 5月
- 資源エネルギー庁 (2018), 「需給調整市場について」, 7月
- 資源エネルギー庁 (2018), 「電力小売全面自由化の進捗状況について」, 9月
- 内閣府(2001), 「近年の規制改革の経済効果—利用者のメリットの分析(改訂試算)」, 政策効果分析レポート No. 7
- 秋山修一・細江宣裕 (2008), 「電力需要関数の地域別推定」 『社会経済研究』 56, pp.49-58.
- 依田高典・木下信(2007), 「系統電力と自家発の需要代替性分析」 『公益事業研究』 59 (2), pp.43-53.
- 谷下雅義 (2009), 「世帯電力需要量の価格弾力性の地域別推定」 『エネルギー・資源学会論文誌』 30(5), pp.1-7.
- 服部徹(2006), 「自由化と電気事業の効率化に関する実証分析 -潜在的競争圧力の効果を中心として-」 『平成 17 年度電力系統関連設備形成等調査・電力市場における系統利用者のニーズ調査報告書』 ,pp179-198, 経済産業省
- 服部徹・大藤建太 (2007), 「電力の自由化と電気料金の変化に関する分析 -潜在的競争圧力の影響-」 『電力中央研究所報告』 Y06011, 電力中央研究所・社会経済研究所
- 服部徹(2008), 「産業用大口需要家の自家発自家消費に関する計量経済学的分析」 『電力中央研究所報告』 YO7027, 電力中央研究所・社会経済研究所
- 服部徹 (2009), 「部分自由化後の電力小売市場の競争状況に関する実証分析」 『社会科学研究』 60, pp.89-101, 東京大学社会科学研究所
- 溝端幹雄・神田慶司・真鍋裕子・小黒由貴子・鈴木準 (2011), 「電力不足解消のカギは家計部門にある」 『大和総研 Economic Report』 , pp.1-17.
- Richard A. Posner and William M. Landes (1988), "Market Power in Antitrust Cases",

- Harvard Law Review*, 94, 937-996
- Matsukawa, I., Madono, S. and T. Nakashima, (1993), “An Empirical Analysis of Ramsey Pricing in Japanese Electric Utilities,” *Journal of the Japanese and International Economies*, 7 (3), pp.256–276.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987), “A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix”, *Econometrica* 55 (3), 703–708.
- Pindyck, R. S. (1979), “Interfuel substitution and the industrial demand for energy : An international comparison”, *Review of Economics and Statistics*, 61 (2), 169–179.
- Zellner, A. (1962). “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Test for Aggregation Bias”, *Journal of American Statistical Association*, 57 (298), 348-368.

気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

資源エネルギー庁ホームページ(『電力調査統計』)

http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/

新電力ネットホームページ

<https://pps-net.org/member>

電気事業連合会ホームページ(『電力統計情報』)

<http://www.fepc.or.jp/library/data/tokei/index.html>

電気事業連合会ホームページ(『電気事業 60 年の統計』)

<http://www.fepc.or.jp/library/data/60tokei/index.html>

電力・ガス取引監視委員会(『電力取引報』)

<http://www.emsc.meti.go.jp/info/business/report/results.html>

内閣府ホームページ(『県民経済計算年報』)

https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kenmin/kenmin_top.html

日本銀行ホームページ(『物価指数年報』)

[http://www.stat-search.boj.or.jp/ssi/cgi-](http://www.stat-search.boj.or.jp/ssi/cgi-bin/famecgi2?cgi=$nme_a000&lstSelection=PR01)

[bin/famecgi2?cgi=\\$nme_a000&lstSelection=PR01](http://www.stat-search.boj.or.jp/ssi/cgi-bin/famecgi2?cgi=$nme_a000&lstSelection=PR01)

終わりに

第2章から第4章までの、三つの実証分析は概ね満足のいく結果が得ることができ、しっかり考察ができたのではないかと思います。

実証分析のデータ集めに関して、様々な資料やネットのページから収集したため、やや手間がかかった。Stataを用いて全ての実証分析を行なったが、Zellner (1962) の繰り返し見かけ上無相関推定や三段階最小二乗法等の扱ったことがなかったコマンドを使用した分析など、多方面で知見を広げることができたのはよかった。本稿の研究で用いたスキルや、得られた知識、論文を書き上げるまでの努力を、今後の人生に生かしていきたいと思う。

本稿の研究では、2016年の小売全面自由化以降のデータや新電力会社の地域別の電力販売のデータなど手に入れることができてなかったため、分析しきれなかった側面が多々ある。今後の研究の蓄積によって、経済学的な側面から電力自由化が更に議論され、日本の電力市場をより活性化させることを願う。

2年間ゼミでは多くのこと学び、貴重な経験を積むことができた。本稿を執筆する上でもゼミで学んだ知識を存分に生かすことができたと思う。本稿の執筆においては的確なアドバイスをくれたゼミの先輩や同級生、また熱心に指導してくださった先生に、この場を借りて御礼を申し上げたい。