

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 17 日現在

機関番号：32677

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20530217

研究課題名（和文） 最適な送電設備投資を導く経済的規制に関する研究

研究課題名（英文）

研究代表者

松川 勇（MATSUKAWA ISAMU）

武蔵大学・経済学部・教授

研究者番号：50287851

研究成果の概要（和文）：地域間連系線の整備を促進する方式として、商業送電投資について事例調査を行った結果、従来の規制送電投資に代わる有効な手段となる可能性が明らかになった。また、地域間連系線に混雑が生じる場合、電力輸送の優先順位に応じた送電料金を適用する「プライオリティ・サービス」によって効率的な電力取引が促進されるだけでなく、長期的に経済効率上望ましい送電投資が実現できる点が明らかになった。

研究成果の概要（英文）： Merchant investment, which relies on a market mechanism to promote electricity interconnectors, turns out to be an efficient way of regulating the transmission sector in comparison to the traditional regulated investment. Priority service for interconnector usage can lead to the optimal investment of transmission facilities along with the efficient trade of electricity across regions.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
20 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
21 年度	600,000	180,000	780,000
22 年度	600,000	180,000	780,000
23 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：産業組織論、電力自由化、地域間連系線

1. 研究開始当初の背景

(1) 電力市場の自由化が進む中で、アメリカやイギリス、北欧などの自由化先進国において大規模な広域停電が発生し、社会経済に重大な影響を及ぼしている。広域停電を引き起こす要因の一つとして、従来長期的な計画に基づいて適切になされてきた送電部門の設備形成が、自由化された電力市場において必ずしも十分に行われないことが考えられる。

(2) 電力市場の自由化がわが国において導入され、地域間の電力取引の活性化が望まれる。電力自由化の最大のメリットは競争を通じた価格低下による経済効率の向上にあるが、このメリットを享受するためには、社会的インフラとしての送電設備の増強が不可欠である。

(3) わが国では、電力供給のコストにおける地域間格差を是正するため、大規模電源の立地とともに地域間連系線の建設を進めて

きた。その結果、電力コストの地域間格差が減少するとともに、電力融通の促進によって広域にわたる安定的な供給が実現した。しかし、自由化によって地域間の競争が激化すると、従来のように電力会社同士が協力して地域間連系線の整備を進めることが困難になる危険性がある。

2. 研究の目的

(1) 送電部門においてこれまで採用されてきた経済的な規制方式との比較を通じて、自由化された電力市場において地域間連系線の整備を効果的に促進する規制方式を明らかにする。

(2) 自由化された電力市場を前提とし、異なる電力会社を相互に結ぶ地域間連系線の送電ネットワークが、卸電力取引を通じて経済効率や環境面に及ぼす影響を定量的に明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 新しい規制方式として商業送電投資を取り上げ、イギリス・オランダ間およびフィンランド・エストニア間の連系線における先駆的事例について調査を行う。また、従来の規制送電投資との比較を通じて、商業送電投資の有効性と問題点を明らかにする。

(2) オランダ・ノルウェー間を結ぶ連系線を例として、送電設備投資が卸電力市場における取引を通じて環境面に及ぼす影響を明らかにする。分析に際して、オランダとノルウェーにおける実際の電力取引に関するデータと、欧州連合における環境外部性に関する評価データを活用する。

(3) 送電設備を効率的に活用する方式として混雑料金を取り上げ、多地域系統を想定した送電網モデルをもとに送電設備の利用に関するシミュレーションを行う。その際、現行の方式である「N-1基準」との比較を通じて、混雑料金をもとに送電設備容量を配分する方式の有効性を明らかにする。

(4) 混合整数計画法のモデルをもとに、経済効率の観点から望ましい地域間連系線の投資水準を明らかにする。その際、電力輸送の優先順位に応じて送電料金を設定する「プライオリティ・サービス」方式を取り上げ、送電網における混雑の存在を前提とした分析を展開する。また、投資コストが地域間連系線の設備水準に及ぼす影響について明らかにする。

4. 研究成果

(1) 欧州では、送電網の混雑の緩和を目的

として地域間連系線の整備を進めているが、設備容量と料金を規制する従来の方策では連系線の投資が思うように進まない現状がある。このため、地域間の電力価格差を利用した取引から得られる利潤を誘因とし、設備容量と送電料金を自由に設定できる商業送電投資が、連系線投資を促進する有効な方策として注目されている。商業送電投資の動機・規制の除外・送電権の配分・電力市場に与える影響等の観点から、イギリスとオランダを結ぶ「BritNed」、および、フィンランドとエストニアを結ぶ「Estlink」の2つの事例を比較するとともに、わが国の地域間連系線の投資における政策課題を整理した。

経済的な視点から見た商業送電投資と規制送電投資との相違は、①評価の観点、②投資主体、③設備容量・投資時期・料金の設定における自由度、の3点に要約される。商業送電投資では、事業主体の利潤の観点から評価され、送電収入が費用を上回る場合に投資が実行される。また、事業主体が自由に送電容量・投資時期・料金水準を決めることができる。このため、事業主体が多様化し、より柔軟な投資計画が遂行される可能性がある。その反面、社会的な便益の高い投資計画であっても、リスクが大きく短期間の回収が望めない場合には送電投資が進まない危険性がある。

(2) 送電投資の費用便益分析に関する従来の研究では、価格に及ぼす影響を中心とした電力市場における経済効率性に焦点が当てられてきた。しかし、環境に及ぼす影響が著しく異なる電源を有する地域の間で電力取引が行われる場合、これらの地域を結ぶ送電線の容量の増加によって、地域へ及ぼす環境への影響が大きく変化する可能性がある。たとえば、石炭火力に依存していた地域が、送電線を介して他地域から水力発電由来の電力を購入する場合、石炭の利用を抑制して二酸化炭素などの汚染物質の排出量を抑制することができる。この場合、送電投資には、汚染物質の削減を通じた外部不経済の緩和のメリットがある。

オランダとノルウェーを結ぶ直流送電線「NorNed」の事例をもとに、地域間連系線投資の外部経済性の評価を試みた。具体的には、NorNedの利用状況、オランダおよびノルウェーの電源の容量・コストなどのデータにもとづき、両国間の電力取引が環境外部性に及ぼす影響を分析した。その際、欧州連合の環境外部性評価プロジェクト「ExternE」における、オランダとノルウェーのデータを使用して、外部性の金銭的評価を行った。オランダとノルウェー間の電力取引が環境外部性に及ぼす影響を分析した結果、連系線投資によ

る外部コストの削減は大きく、投資コストの約12%に相当することが明らかになった。

(3) わが国では、送電設備を確保し安定供給を図るため、送電線の1回線事故を想定したマージンが考慮されている。マージンを有効に活用することによって、N-1基準を満足し、かつ、経済効率の点で望ましい送電設備容量の配分が期待される。多地域系統を想定した送電網のモデルをもとに、送電設備容量の効率的な配分について分析した。具体的には、連系設備の空き容量を入札形式で配分する方式を検討し、6地域・9ノードの送電網のモデルをもとに、混雑料金による連系線の容量配分と、現行の連系線容量の配分方式であるN-1基準との比較を行った。

故障の際に、事前に混雑料金を支払った利用者に連系線の利用を限定する「混雑料金ケース」の場合、ある送電線に1回線故障が発生することを条件とした電力取引では、故障が発生しないケースに比べて純便益と利潤の合計額が大幅に減少する可能性がある。しかし、現行方式を想定した「N-1基準ケース」と比較すると、どの送電線に故障が発生しても、混雑料金ケースの方がN-1基準ケースよりも総余剰が大きく、混雑料金による送電容量の配分が効率的な連系線の利用を促進することが明らかになった。

(4) 混雑した送電網において、電力輸送の優先順位をもとに送電料金を設定するプライオリティ・サービス方式を導入することによって、経済効率の観点から地域間連系線の効果的な整備が可能になる。最適な送電投資を導く手法としてプライオリティ・サービスを取り上げ、その理論的特徴を整理するとともに、混合整数計画法による送電投資モデルを開発し、プライオリティ・サービスのもとの利用者の選択・事故時の送電容量の割り当て・送電容量などを分析した。その際、地域間連系線の利用者が享受する送電サービスに対して、利用者が支払う意思のある最大額に分布を想定し、電力輸送の優先順位に関する利用者の選択を明示的に分析した。電力輸送の優先順位に関して2種類の料金メニューから構成されるプライオリティ・サービスを適用することによって、社会全体の総余剰を最大にする効率的な送電サービスの提供が可能になるとともに、送電設備の投資が効果的に行われることが期待される。

具体例として、送電網の混雑による市場分断がしばしば発生しているわが国の周波数変換設備を想定し、仮想的な地域間連系線の増設について異なる投資コストのもとのシミュレーションを行った。分析結果からは、

電力輸送の優先順位にかかわらず均一の送電料金を適用する場合に比べ、プライオリティ・サービスの適用によって送電サービスの利用者が享受する純便益の総額が増加する点明らかになった。また、地域間連系線の投資コストが高い水準にある場合には、送電サービスに対する支払意思額の低い利用者が、サービスを受けられない危険性のある点が明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 松川 勇、古澤 健、多地域送電網における地域間連系線の効率的な容量配分、武蔵大学論集、査読無、第58巻、2011、1-16
- ② Isamu Matsukawa、Interconnection Investment under the Competitive Electricity Market: the Case of Japan, Oil, Gas & Energy Law Intelligence、査読無、Vol.8、2010 (電子ジャーナル)
- ③ 松川 勇、地域間連系線の商業送電投資～欧州の事例とわが国の政策課題～、武蔵大学総合研究所紀要、査読無、第18巻、2009、85-104

[学会発表] (計2件)

- ① Isamu Matsukawa、An Application of a Non-competitive Equilibrium Model to Bilateral Oligopoly in a Wholesale Electricity Market、国際エネルギー経済学会、2011年6月21日、スウェーデン・ストックホルム
- ② Isamu Matsukawa、Machiel Mulder、External Costs of Interconnection: The Case of NorNed、国際エネルギー経済学会、2009年9月9日、オーストリア・ウィーン

[図書] (計1件)

- ① Isamu Matsukawa、Nova Science Publishers、The Effects of Priority Service on Electricity Transmission: The Case of Interconnection Investment, in D. Welton ed., Transmission Lines: Theory, Types and Applications, 2011、Chapter 5, 165-184

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松川 勇 (MATSUKAWA ISAMU)
武蔵大学・経済学部・教授
研究者番号：50287851

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

古澤 健 (FURUSAWA KEN)
電力中央研究所・経済社会研究所・主任研
究員