

日本グローバル・インフラストラクチャー研究財団
2024年度受託研究プロジェクト報告書概要

宗谷海峡トンネルと北東アジア経済圏の 社会経済分析

「宗谷海峡トンネルと北東アジア経済圏の社会経済分析」研究会

研究実施者

「宗谷海峡トンネルと北東アジア経済圏の社会経済分析」研究会

本研究会は、エネルギー経済学・政策科学を専門とする大学教員および日本 GIF 研究財団の客員研究員から構成されるメンバーで実施された。

1 背景

近年の北東アジアでは、ロシアによるウクライナ侵攻、台湾海峡および朝鮮半島を巡る有事の可能性、China¹とロシアの関係強化などを背景として、軍事的要素を含む国家間の対抗や分断が顕在化している[1]。現在においても、こうした緊張は収束の兆しを見せておらず、とりわけ日本とロシアの関係については、短期的な改善を見通すことは極めて困難な状況にあると言える。このような状況のもとで、日露間の経済協力、中でもエネルギー分野における協力を現実的な政策として直ちに進展させることは容易ではないと考えられる。しかしながら、国際関係は長期的には変化し得るものであり、現在の対立構造が将来にわたって固定化されるとは限らない。むしろ、緊張が緩和され、国交が正常化した局面において、どのような協力が可能であるのかを事前に検討し、制度的・技術的な準備を行っておくことは、長期的な政策形成ひいては関係改善の観点から重要な要素と考えられる。その意味で、エネルギー分野は、経済合理性と相互依存を通じて国家間の協力関係を再構築し得る分野の一つとして位置づけられるものである。

ロシアは世界有数のエネルギー資源国であり、極東地域においても、石炭、天然ガス、水力といった多様なエネルギー資源を有している[2]。ロシア経済は、長らく資源輸出に依存してきたが、その依存構造を緩和し、より付加価値の高い形でエネルギーを国際市場に供給することは、ロシア側にとっても重要な政策課題となっている。この観点から、電力という形での国境を越えたエネルギー取引を行うことは、従来の資源輸出とは異なる新たな選択肢として位置づけることができる。実際に、ウクライナ侵攻以前には、日本とロシアの間で、天然ガスや原子力技術を中心としたエネルギー産業における取引が行われていた。両国の地理的な近接性を背景として、宗谷海峡を経由してロシアと日本を結ぶ天然ガスパイプラインの敷設構想が、多方面において議論されてきた経緯もある[3]。さらに、2013年には、ロシア政府がサハリン地域に天然ガス火力発電所を新設し、その電力を北海道に送電する計画案を日本政府に提示したことも報告されている[4]。日本とロシアの地理的条件を踏まえれば、国際送電網を通じた電力の相互利用は、両国にとって潜在的な利益をもたらす可能性がある。より具体的に言えば、ロシア極東地域と日本の電力システムを接続し、電力融通を行うことにより、発電コストの低い電源を広域的に活用できるだけでなく、電力需給バランスを相互に調整する効果も期待される。これは、単なる二国間の電力輸出入にとどまらず、より効率的な電力システムを構築するための制度的・技術的基盤を形成する試みと捉えることができる。加えて、電力融通を主としたエネルギー分野における協力枠組みは、必ずしも電力分野に限定されるものではない。これまで、海産物等の物流や観光振興を目的として、北海道とサハリンを結ぶ宗谷海峡トンネルの建設構想が検討された時期も存在する[4]。物流や観光による日本への経済効果は限定的であると考

¹ 本稿では、日本国内の中国地方と国名の中国を区別するため、国内の地域を「中国」、国名を「China」とする。

えられるが、同トンネルの建設と同時に送電ケーブルが敷設され、電力輸入が実現した場合、その社会的便益は大きく拡大する可能性がある。すなわち、交通インフラとしての価値に加え、エネルギーインフラとしての機能を併せ持つことで、投資全体の経済合理性が大きく改善される可能性がある。

さらに、ロシアに限らず、Chinaを含む複数国間で電力を融通する北東アジア電力網が構築された場合、その潜在的な便益は一層拡大するものと考えられる[5]。Chinaは、石炭や再生可能エネルギーを中心とした豊富な国内資源を有するのと同時に、AI等の急速な発展により将来的にも巨大な電力需要を生み出すことが予想されており、近年では周辺国のみならず、世界全体に対する影響力を強めつつある[6]。一方で、日本にとってChinaは重要な経済パートナーであるものの、エネルギー分野において安定的な供給源として相互依存関係を構築することには、地政学的リスクや政策方針の不確実性といった制約が存在することも否定できない[1]。このような状況を踏まえると、より多くの国が関与する北東アジア電力網は、単一国との関係に依存する場合と比較して、供給リスクの分散や交渉力の向上につながる可能性があることに加え、各国の需要構造や発電構成の違いを活かすことで、電力融通の機会が拡大し、電力システム全体の柔軟性が高まることも期待される。言い換えれば、各国が有する多様な電源構成を相互に補完的に活用することにより、地域全体としての電力システムの効率性が向上する可能性がある。日本が十分な安全保障上の配慮を行ったうえで国際電力網に参加することができれば、エネルギー供給の安定性を確保しつつ、経済的な便益を享受する可能性がある。しかしながら、国際送電網の敷設およびその運用は、各国の電源構成や、エネルギー資源、送電容量の制約、電力需要の違いに加え、制度や市場設計の違いなど、複数の要因が同時に複雑に影響する。このような状況では、各主体が個別に意思決定を行ったとしても、必ずしも社会的に望ましい資源配分が実現されるとは限らない。すなわち、発電事業者や、送電事業者、消費者といったエネルギーシステムに関連したステークホルダーの相互関係を踏まえて、電力システム全体を対象に分析を行うことが重要となる。

このような背景のもと、本研究の目的は、北東アジア地域における将来的な経済協力の可能性を統合的に評価することである。本研究では、数理最適化手法である相補性問題のフレームワークを用いて、国際送電網の敷設が日本の電力システムに及ぼす経済的影響を分析する[7,8]。具体的には、送電網の有無や送電容量の拡張が、均衡における発電量、電力融通量、需要量といった意思決定や、それらの結果としての社会余剰に与える影響を評価する。さらに、宗谷海峡トンネルの設置や、ロシアやChinaとの送電網の相互接続を通じた多様な電源の利用がもたらす経済的便益を定量的に明らかにする。

2 モデル

本分析では、図1のように、日本を北海道(I)、東北(H)、関東(G)、中部(F)、北陸

(E)、関西 (D)、中国(C)、四国(B)、九州(A)の 9 地域に分け、ロシア(サハリン(J))、極東ロシア (K)、China (L) と送電網によりくし形に接続すると仮定する。また、それぞれの地域には消費者と生産者が存在し、全体での電力需給バランスの調整をシステムオペレータ (ISO: Independent System Operator) が行う状況を考える。各地域の発電事業者の発電量と各地域間の電力融通量、発電コストから相補性問題を定式化し、Karush-Kuhn-Tucker (KKT) 条件を算出する。これらの KKT 条件により、電力システム全体における市場均衡問題を定義する。さらに、発電量や需要量などについて、市場での均衡量を求め、消費者、生産者、ISO の間での均衡について分析する。

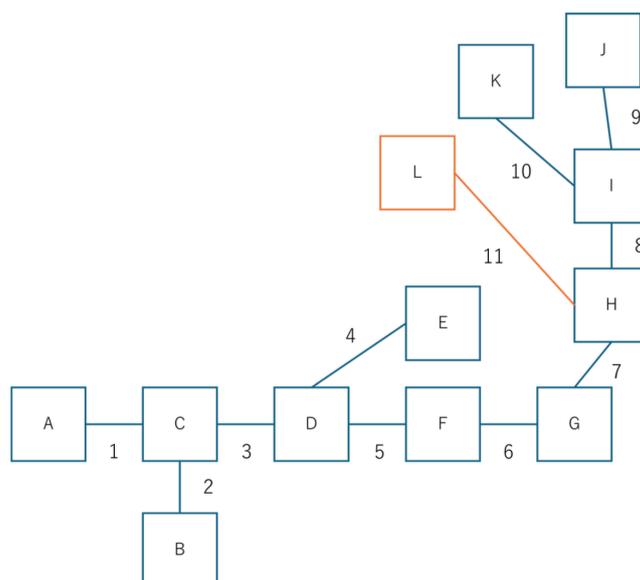


図 1：日本の 9 地域とサハリン、極東ロシア、China の連系線

3 結果および考察

日本全体の社会余剰は、国内送電のケース 1 と比較してサハリンとの送電網接続を実施したケース 2 で約 147 億円、サハリンおよび極東ロシアとの送電網接続を実施したケース 3 で約 289 億円、さらに China との送電網接続を実施したケース 4 では約 433 億円増加することが明らかとなった。ケース 1 とケース 2 およびケース 3 を比較すると、余剰の変化が生じているのは、北海道地域と ISO の余剰のみであることがわかった。北海道地域では、サハリン、極東ロシアと送電網が相互接続されることで、電力価格が低下したことにより消費者余剰の増加がもたらされた一方で、諸外国からの安価な電力の流入に伴い、北海道地域内の生産者余剰は減少している。結果として、北海道地域における社会余剰は減少に至った。同様に、ケース 1 とケース 4 を比較すると、余剰の変化が生じているのは、北海道、東北地域と ISO の余剰のみであり、2 地域における電力価格の低下に伴う消費者

余剰の増加がみられた一方で、送電網接続による諸外国からの安価な電力の流入に伴う生産者余剰の減少が確認された。結果として、上のケースと同様に、北海道、東北地域における社会余剰の減少がみられた。このように、日本国内における消費者余剰と生産者余剰の和は減少している。しかしながら、主に地域による電力価格差や融通量等を考慮した余剰、すなわち、ISOの余剰は、送電網の相互接続によって発生する電力融通量や価格差の変化に伴い増加していることがわかった。以上のように、各地域における消費者余剰と生産者余剰の和、および、ISOの余剰が変化した総合的な結果として、送電網の相互接続は、日本の社会余剰を増加させる可能性があることを示している。

4 結論および政策的含意

本研究は、宗谷海峡トンネル設置や北東アジア経済圏発展の可能性を議論するため、北東アジア地域における国際送電網の構築が、日本の電力システムに及ぼす経済的影響について、相補性問題のフレームワークを用いて定量的に分析を行った。日本国内を9地域に分割し、サハリン、極東ロシア、さらにChinaとの送電網接続を段階的に導入する複数のケースを比較することで、国際連系が電力価格、発電量、電力融通量、ならびに消費者余剰・生産者余剰・ISO余剰に与える影響を明らかにした。

本分析の結果、国際送電網の接続は、日本全体の社会余剰を一貫して増加させる可能性があることが示された。一方で、その効果は国内の全地域に均等に及ぶわけではなく、電力価格の低下や余剰の変化は、送電網に近接する特定地域に集中する傾向が確認された。また、消費者余剰の増加と生産者余剰の減少が同時に生じるなど、主体間で便益と負担の分配が異なることも明らかとなった。これらの結果は、国際送電網の導入効果を評価する際に、個別主体や地域の視点のみに基づく判断では不十分であり、電力システム全体を対象とした統合的な分析が不可欠であることを示している。

さらに、国際送電網の経済的効果の一部が、系統制約の管理や価格差調整を担うISOの余剰となることが確認された。本結果は、国際連系による便益が単なる市場取引の結果として生じるのではなく、系統運用者による調整行動を通じて実現される側面を有することを示唆している。すなわち、国際送電網の効果を最大化するためには、発電事業者や消費者に加え、系統運用者の役割を明示的に組み込んだ制度設計および分析枠組みが重要となる。

本研究の結果は、宗谷海峡を通じた日本とサハリン間の接続可能性を含むインフラ整備の意義についても示唆を与えるものである。宗谷海峡トンネルは、交通インフラとしての経済効果が限定的であるとの指摘がある一方で、送電ケーブルを併設したエネルギーインフラとして機能する場合、その社会的便益は大きく拡大し得るものと考えられる。本研究で示されたように、国際送電網が電力価格の低下や社会余剰の増加をもたらす可能性を有することを踏まえると、宗谷海峡トンネルは単独事業としてではなく、広域的な電力シス

テムの一部として評価することが重要である。

さらに、国際送電網は、日本国内の電力システムにとどまらず、北東アジア地域全体の社会経済構造にも影響を及ぼす可能性がある。多国間での電力融通は、各国の電源構成や需要構造の違いを相互補完的に活用することを可能にし、地域全体としてのエネルギー利用効率の向上や供給リスクの分散につながる。これは、北東アジア経済圏における相互依存関係を経済合理性に基づいて再構築する契機となり得るものであり、エネルギー分野が地域協力の基盤となる可能性を示している。

以上より、国際送電網は、日本の電力システムの効率化と安定化のみならず、北東アジア経済圏における持続的な社会経済関係の構築に寄与し得る基盤的インフラであることが示唆された。本研究は、その経済的側面を定量的に示す第一歩として位置づけられる。

参考文献

- [1] 防衛省, “令和 6 年版 防衛白書(わが国を取り巻く安全保障環境)”, <https://www.mod.go.jp/j/press/wp/wp2024/pdf/index.html>, 2024. (accessed:2025/12/10)
- [2] International Energy Agency (IEA), “Russia — Countries & Regions”, <https://www.iea.org/countries/Russia>, (accessed:2025/12/15).
- [3] 中野貴司, 日本経済新聞, “日ロ送電網 実現探る 両政府, 領土問題視野に協調”, https://www.nikkei.com/article/DGXKASDF02H0M_S6A101C1PP8000/, 2016/11/3.
- [4] A. Khoroshavin, “Х о р о ш а в и н : П р а в и т е л ь с т в о С а х а л и н с к о й о б л а с т и к р а й н е П о д р о б н е з а и н т е р е с о в а н о в п р о е к т е э н е р г о м о с т а ,” SakhalinMedia, (January 2014), <https://sakhalinmedia.ru/news/332399/>
- [5] Asian Development Bank (ADB), “Strategy for Northeast Asia Power System Interconnection”, <https://www.adb.org/publications/strategy-northeast-asia-power-system-interconnection>
- [6] International Energy Agency (IEA), “Energy and AI: Energy demand from AI”, <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/energy-demand-from-ai>, 2025. (accessed:2025/12/26)
- [7] Hobbs, B. E., “Linear complementarity models of Nash-Cournot competition in bilateral and POOLCO power markets”. IEEE Transactions on power systems, 16(2), 194-202, 2001.
- [8] Chen, Y., Siddiqui, A. S., & Tanaka, M., “Analysis of environmental policy in the power sector”, Springer, 2020.