



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	国際機関における環境サービス貿易に関する議論の進展状況：グローバル環境ビジネスの国際比較に向けて
Author(s)	佐々木，創
Citation	経済學研究, 63(2), 123-132
Issue Date	2014-01-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/54580
Type	departmental bulletin paper
File Information	ES_63(2)_123.pdf



国際機関における環境サービス貿易に関する議論の進展状況*

——グローバル環境ビジネスの国際比較に向けて——

佐々木 創

1. はじめに

日本企業は優れた環境技術を持つものの、海外市場において運営・管理を含むトータルマネジメントの実績が少ない状況であることを憂慮し、経済産業省や環境省によって環境関連ビジネスの海外展開に関する研究会や実証事業等が数多く実施されている¹⁾。

海外市場で環境関連ビジネスを運営・管理を含むトータルマネジメント事業として実施するならば、環境関連機器を販売・輸出するだけではなく、必然的に輸出国に進出し、機器のメンテナンスや汚染物の回収・収集を実施することが必要となる。これは、すなわち「環境サービスの国際展開」に他ならず、本稿ではグローバル環境ビジネスが内包する「サービス貿易」（以下、環境サービス貿易）の観点に着目する。

サービス取引の属性として、「サービスを利用するためには供給者と消費者が時間的に同時に、空間的に同じ場所にいる必要²⁾」がある。

世界貿易機関（World Trade Organization：WTO）が定義したサービス貿易の4態様のうち、企業による環境ビジネスのグローバル展開は「業務上の拠点を通じてのサービス提供（第3モード）」に該当する³⁾と考えられる（図1参照）。

筆者は、これまでアジアの環境政策動向の把握を中心に研究を進め、環境サービス貿易の業務上の拠点をいかに構築するかという「参入戦略」の重要性を指摘した⁴⁾（図1①拠点の設置に相当）。さらに、アジアにおいて多数の環境ビジネスの事業化に携わることで、グローバル環境ビジネスが「サービス貿易」の観点を内包していると着想するに至った。

海外市場において環境サービスを運営・管理するためには、サービス多国籍企業が海外子会社あるいは連携企業に対して、図1②「トータルマネジメント」を輸出する必要がある、さらにその対価として図1③ロイヤリティやライセンスフィーを回収する必要がある。しかしながら、この②、③に相当するサービス貿易に着眼

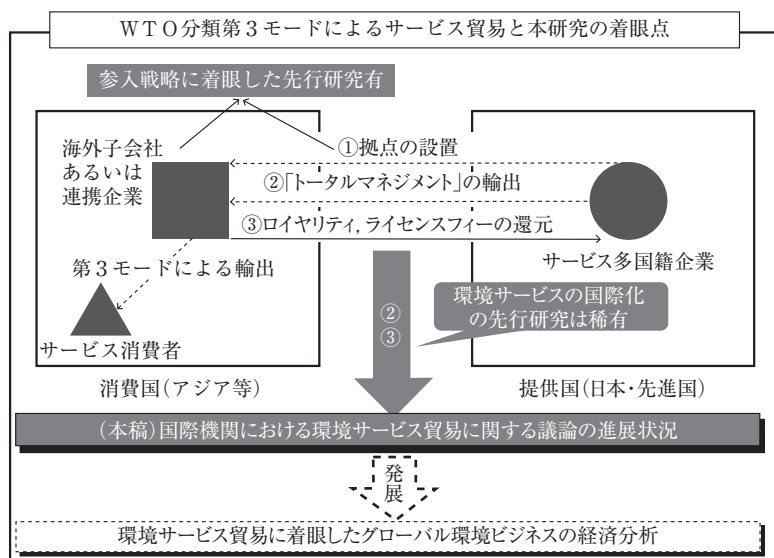
*本稿はJSPS 科研費 25870745「環境サービス貿易に着眼した国際環境ビジネスの経済分析とその促進策の導出」による成果の一部である。

1) 例えば、経済産業省「海外水インフラPPP協議会」、同省「アジアリサイクルビジネス展開可能性調査」、環境省「日系静脈産業メジャーの育成・海外展開促進事業」といった事業があり、各事業の目的や背景では優れた環境技術を保有するが、海外市場で導入実績や運営・管理の実績の不足していることが共通して指摘されている。

2) 井上[2006]，pp.41-66。

3) この他にも、インターネットを通じたコンサルティングサービスといった「国境を超える取引（第1モード）」や、技術者の短期滞在による支援など「自然人の移動によるサービス提供（第4モード）」も環境サービスとして提供される可能性がある。しかし、本稿の問題関心は、企業による運営・管理を含むトータルマネジメントとしての海外展開を主眼としており議論の対象から除外する。

4) 佐々木・宗像[2010]，pp.92-93。



出典：筆者作成。

図1 WTO 分類第3モードによるサービス貿易と本稿の着眼点

してグローバル環境ビジネスを経済分析した先行研究は、管見する限りほとんどないといっている。

数少ない関連研究としては、サービス産業の国際化の尺度（垂直的特化リンケージ指標）を用いて日本のサービス産業を分析した長谷川[2012]が挙げられ、「国際化が遅れている業態として廃棄物処理、上下水水道サービスが下位10位の中に入っている」ことを指摘している⁵⁾。ただし、同研究は日本のサービス産業の国際化と国内経済への依存関係を分析した研究であり、環境サービスの国際化の遅れを指摘することに留まっている。また、同研究で利用されているJIDEA (Japan Inter-industry Dynamic Econometric Analysis) モデルでは、産業連関表および関連マクロ・データをベースとして、長期の産業・経済の姿、各産業部門の数値を動学的に推計（I-O表を時系列的に延長推計）するものであるが、現状では日本のみが分析対象であり、国際比較することはできな

い。

また、日米の廃棄物ビジネスを比較した研究において「日本の法制度によって資本力に違いが生じ、海外展開の差が出ているのではないか」という仮説を導出した先行研究⁶⁾が存在するが、環境サービスの国際比較や日本の国際化の遅れの原因を定量的に分析した研究は見当たらない。

さらに、経済連携協定による効果を財の貿易について分析した先行研究⁷⁾は存在する。しかし、経済連携協定の締結過程において、日本と相手国間で環境サービス貿易の自由化の合意内容が記載されている「約束表」の履行状況を確認し、経済連携協定締結によって環境サービスの国際化に貢献したかを分析した研究は存在していない。

このようにサービス貿易に着眼してグローバル環境ビジネスを経済分析した先行研究は稀有である。日本のグローバル環境ビジネスに対し

5) 長谷川[2012], pp. 63-77。

6) 長沢[2009], pp. 237-281。

7) 浦田・安藤[2012], pp. 17-47。

て「技術力はあるサービス分野の国際化が遅れている」という指摘は、2000年代初頭の情報通信機器とサービスにおいて同様の指摘がなされていた⁸⁾。WTOでは情報通信サービス貿易量を公開しており、もし、これと同様に環境サービスの貿易量が入手可能であれば、日本の環境サービスの国際競争力について、例えば、顕示比較優位（Revealed Comparative Advantage：RCA）指標⁹⁾で分析することが可能となる。

しかしながら、環境サービス貿易の定義は、各種の国際機関や各国の経常収支の計上方法等が異なっており、特にWTOのサービス貿易の4態様のうち、「第2～4モードについては統計の国際基準が存在せず各国において統計整備状況は大きく異なり、実態把握さえ十分に行われていないのが現状」と指摘されている¹⁰⁾。

そこで、本稿では、環境サービス貿易に着眼し、グローバル環境ビジネスの経済分析を将来的に実施するために、まず各国国際機関において環境サービス貿易がどのように定義されているか、またその議論の進展状況を概観することを目的とする。

第2節においては、WTO、国際通貨基金（International Monetary Fund：IMF）、経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development：OECD）及び欧州連合（European Union：EU）統計局（EUROSTAT）における環境サービスの定義を整理する。第3節においては、上記の中で環境サービス貿易の把握が進んでいるOECD/EUROSTATの統計について触れ、最後に結論と今後の課題を述べる。

2. 各種国際機関における環境サービス貿易の定義

本節においては、WTO、IMF、OECD及びEUROSTATなどの各種国際機関が環境サービス貿易をどのように定義しているかを整理する。

2.1. WTOにおける環境サービス貿易の定義

ウルグアイ・ラウンドで合意された「サービスの貿易に関する一般協定」（GATS：General Agreement on Trade in Services）は「政府が提供するサービスを除く、あらゆるサービス」（GATS第1条）が対象とされており、環境、流通など新しいサービス分野も独立した分野として位置づけられている。同ラウンドではまた、サービス分野の分類表（W/120）を作成しサービスは12分野に分類されている¹¹⁾。

この中で「環境サービス」は、2002年にWTO事務局分類表（CPC：Central Product Classification）（W/120）のうち、汚水、廃棄物処理、衛生等を指しことを提案し、さらに、2008年に廃棄物処理に関して改定が行われている（表1）。

WTOにおける環境と貿易の議論の変遷を振り返ると、環境と貿易に関する議論が開始された1995年から2000年までは大きな進展はなく、環境保護に関する規定をいかに貿易上取り扱うか「貿易と環境に関する委員会」（CTE：Committee on Trade and Environment）において概念が議論されたに過ぎなかった。しかし、WTO体制の下で初めて開始されたドーハ・ラウンド（正式名称はドーハ開発アジェンダ：DDA）で初めて貿易と環境に関する問題が交渉の対象として取り上げられ、2001年11月の第4回WTOドーハ閣僚会議において環境委員会特別会合（CTESS：Committee on

8) 田中・中澤[2008], pp.62-96。

9) RCA指標とは、当該国のある財・サービスの輸出が比較対象に対して、どのくらい優位を有しているか把握できる指標である。

10) 伊藤・石戸[2012]。

11) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング[2013], p.7。

表 1 WTO の環境サービス CPC 分類

GATS(W/120)	CPC version 1.1(2002)	CPC version 2(2008)
A. Sewage services	941 - Sewage services 94110 Sewage treatment services 94120 Tank emptying and cleaning services	941 - Sewerage, sewage treatment and septic tank cleaning services 94110 - Sewerage and sewage treatment services 94120 - Septic tank emptying and cleaning services
B. Refuse disposal services	942 - Refuse disposal services 94211 - Non-hazardous waste collection services 94212 - Non-hazardous waste treatment and disposal services 94221 - Hazardous waste collection services 94222 - Hazardous waste treatment and disposal services	942 - Waste collection services 94211 - Collection services of hazardous medical and other biohazardous waste 94212 - Collection services of industrial hazardous waste (except medical and other biohazardous waste) 94219 - Collection services of other hazardous waste
—	—	943 - Waste treatment and disposal services 94311 - Hazardous waste preparation, consolidation and storage services 94312 - Ship-breaking and other dismantling of wrecks services 94313 - Non-hazardous recyclable materials preparation, consolidation and storage services 94319 - Other non-hazardous waste preparation, consolidation and storage services
—	—	944 - Remediation services 94411 - Site remediation and clean-up services, air 94412 - Site remediation and clean-up services, surface water 94413 - Site remediation and clean-up services, soil and groundwater 94420 - Containment, control and monitoring services and other site remediation services 94430 - Building remediation services 94490 - Other remediation services
C. Sanitation and similar Services	943 - Sanitation and similar services 94310 Sweeping and snow removal services 94390 Other sanitation services	945 - Sanitation and similar services 94510 - Sweeping and snow removal services 94590 - Other sanitation services
D. Other	949 Other environmental protection services 9490 - Other environmental protection services	949 - Other environmental protection services 94900 - Other environmental protection services

出典：WTO 事務局分類表 (W/120)。

表2 CTESS において特定された環境サービスの目標

- サブセクターに渡って可能な限り高いレベルで市場開放すること
- モード1においては、特定のアドバイザリー・サービスについて、可能な限り多くのサブセクターに対して同意をすること
- モード2の完全な同意を目標とすること
- モード3のための野心的な同意として、商業施設の障壁を除去すること、排他的な権利が授与される場合、外国の供給者がサービス展開や入札に参加できるようにすること
- モード4の同意として、環境修復、自然保護、地理情報などの専門家としてサービス提供者の移動を確保すること
- CPC に記載されている全てのサブセクターに渡る同意。例えば、CPC 9401 から 9409 に記載されている建設、エンジニアリング、技術テスト、分析、および経営コンサルティングサービスなどの関連サービスとの相互作用を考慮すること

出典：WTO[2005]。

Trade and Environment Special Session) が設置され、本格的な議論が開始された¹²⁾。

DDA における環境分野の具体的な議題は 2001 年 12 月ドーハ閣僚宣言の 31～33 項に規定されており、環境サービスについては、31 項 (iii) 「環境物品及びサービスについての関税・非関税障壁の削減・撤廃」の中で CTESS において議論された¹³⁾。

この議論においては、環境物品について主要先進国は、特定の品目の一覧を作成し、環境物品を認定するというリストアプローチを採用している場合が多いが、インドやブラジルをはじめとする発展途上国は、京都メカニズムのプロジェクトの実施を念頭に置いた、プロジェクトアプローチを提案している。しかし、先進国

側、発展途上国側双方とも、意見が統一されているわけではなく、議論が収斂していないのが現状である¹⁴⁾。

また、環境サービスにおける議論では、表 2 に挙げられた目標を特定することに留まっている。

上記のような目標設定を受け、2010 年に WTO 事務局が背景情報の更新し、ノートとして公開されている。同ノートの構成は以下の通りである¹⁵⁾。(表 3)

この中で、第 4 章 50 パラグラフにおいて、WTO 自身が分類した CPC の中に、環境サービスと関係があるサービスとして、以下の分類を指摘している。(表 4)

同パラグラフでは、それぞれの分類が、どのような環境サービスと重複、関連する可能性があるかを指摘している。この指摘は、今後環境サービス貿易を把握する上で重要であるが、どのように整合性を取るのかという見解は示されていない。

この他に第 4 章では、OECD/EUROSTAT との違い（後述）や WTO 加盟国から提案されている他の分類案について整理されている。

アメリカは、WTO の環境サービス分類の構成は環境サービスの核となるサービスが組み込

表3 WTO 事務局による環境サービスの背景ノートの構成

- | | |
|-----|----------------------------------|
| 第1章 | イントロダクション |
| 第2章 | 環境サービス市場の一般的なパターンと傾向 |
| 第3章 | 主要な環境サービスセグメントの特性 |
| 第4章 | WTO と他の機関での定義と分類問題 |
| 第5章 | 環境サービスを GATS の 4 モードへの適用に対する取り組み |
| 第6章 | 特惠貿易協定の下で環境サービスへの同意確認 |

出典：WTO[2010]。

12) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング[2012], p. 3。

13) WTO[2005]。

14) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング[2012], p. 35。

15) WTO[2010]。

表 4 環境サービスと関連する他の CPC 分類の整理

分野	分類	定義
business services	CPC 86711	advisory and pre - design architectural services
	CPC 86721	advisory and consultative engineering services
	CPC 86724	engineering design services for the construction of civil engineering works
	CPC 86729	other engineering services
	CPC 86732	integrated engineering and project management services for water supply and sanitation works turnkey projects
	CPC 86733	integrated engineering services for the construction of manufacturing turnkey projects
	CPC 85	Various research and development services
	CPC 884	services related to forestry
	CPC 88493	services incidental to manufacturing
construction services	CPC 5133	construction of waterworks
	CPC 5135	construction of water and sewer mains
	CPC 5152	water well drilling
	CPC 51620	water plumbing and drain laying work which includes septic tank installation
distribution services	CPC 62278	wholesale trade services of waste and scrap and materials for recycling

出典：WTO[2010]。

まれているといち早く支持を表明し¹⁶⁾、カナダは WTO 分類の支持に加え環境サービスの自由化に賛成している¹⁷⁾。

一方で、欧州連合 (EU)¹⁸⁾とスイス¹⁹⁾は、サービス供給事業者が特化する傾向がある環境ビジネス分野 (大気、水、土壌、廃棄物、騒音など) に基づいて、7つのカテゴリーに関して WTO の CPC (W/120) 分類の再構築を表 5 のように提案し、オーストラリアも現在の分類を増やすことに賛成し、原則 EU が提案したアプローチに支持を表明している²⁰⁾。

他方で、コロンビアは環境マネジメントシステム、評価、環境負荷の軽減の監査、クリーン技術の設計と実装など、W/120 に含まれてい

ない新しいサービスを取り入れたモデルのリストを確立することが必要と主張している²¹⁾。

以上の通り、WTO 加盟国から提案は 2000 年から 2001 年に集中している。しかし、その後、他の提案が提出されておらず、WTO において環境サービスに関する議論について大きな進展はないといえる。

2.2. IMF における環境サービス貿易の定義

「国際収支統計」は、大まかに経常収支、資本収支、外貨準備高の 3 つに分けられており、サービスは経常収支の中の「貿易・サービス収支」に含まれる。

IMF のサービス貿易の定義は、①運輸、②旅行、③その他民間サービス、④投資収益、⑤政府サービス、に大別されており、環境サービスは③、④の中に内包されていると考えられ

16) WTO[2000 a]。

17) WTO[2001 a]。

18) WTO[2000 b]。

19) WTO[2001 b]。

20) WTO[2001 c]。

21) WTO[2001 d]。

表 5 環境サービスと関連する他の CPC 分類の整理

CPC	EU 提案	スイス提案
Sewage services CPC 9401	Water for human use & wastewater management Part of CPC 18000 & CPC 9401	Wastewater management
Refuse disposal services CPC 9402	Solid/hazardous waste management CPC 9402 & 9403	Waste management
Sanitation services CPC 9403		
Cleaning services of exhaust gases CPC 9404	Protection of ambient air and climate CPC 9404	Protection of ambient air and Climate
Noise abatement services CPC 9405	Noise and vibration abatement CPC 9405	Noise and vibration abatement
Nature and landscape protection services CPC 9406	Remediation and cleanup of soil & water Part of CPC 9406 Protection of biodiversity and landscape Part of CPC 9406	Remediation and cleanup of soil and water Protection of biodiversity and Land scape
Other environmental services n.e.c. CPC 9409	Other environmental and ancillary services CPC 9409	Other environmental and ancillary services

出典：WTO[2010]。

る。なお、2012年よりIMFの「国際収支統計」の集計方法が、国際収支マニュアル第5版（Balance of Payments manual 5th edition：BPM 5）から国際収支マニュアル第6版（BPM 6）に変更され、例えば、直接投資が「対外・対内」から「資産・負債」という概念に変更されるなど、大小さまざまな変更がなされている。

BPM 6においては、Technical, trade-related, and other business servicesという分類の中に、後述するExtended Balance of Payments Services Classification (EBOPS) が提案しているWaste treatment and de-pollution, agricultural and mining servicesが他のサービスと共に含まれると定義されている²²⁾。したがって、IMFにおいては環境サービスの貿易量を把握する方向性は示されていないといえる。

2.3. OECD/EUROSTATにおける環境サービス貿易の定義

OECDとEUROSTATは、環境物品とサービスをpollution management, cleaner technologies and products, そしてresource managementで分類することを提案していた²³⁾。

その後、OECD/EUROSTATが共同で作成した“OECD Statistics on International Trade in Services Detailed Tables by Service Category”の統計データはOECD加盟30カ国、EU、ユーロ圏、BRICS諸国について収録し、IMFのBPM 5及び「OECD EUROSTATによるサービス貿易分類」に基づいている。後者はIMFの国際収支の分類と対応させ、それをさらに細分化したものとなっている²⁴⁾。具体的には、Extended Balance of Payments Services Classification (EBOPS) という分類を提案している。

22) IMF[2013], pp. 46-51。

23) OECD/EUROSTAT[1999]。

24) OECD[2011]。

表 6 2008 年における OECD 諸国の Waste treatment and depollution 貿易状況 (百万ドル)

	Exports	Imports	Net	note
Australia	n.a.	n.a.	n.a.	
Austria	18	31	-13	
Belgium	50	42	8	
Canada	264	345	-81	Year 2007
Czech Republic	9	9	0	
Denmark	61	14	47	
Finland	n.a.	n.a.	n.a.	
France	187	117	70	
Germany	n.a.	n.a.	n.a.	
Greece	n.a.	n.a.	n.a.	
Hungary	135	7	128	
Iceland	n.a.	n.a.	n.a.	
Ireland	0	0	0	
Italy	111	120	-9	
Japan	n.a.	n.a.	n.a.	
Korea	65	3	62	
Luxembourg	20	20	0	
Mexico	n.a.	n.a.	n.a.	
Netherlands	21	1	20	
New Zealand	n.a.	n.a.	n.a.	
Norway	n.a.	n.a.	n.a.	
Poland	75	7	68	
Portugal	n.a.	n.a.	n.a.	
Slovak Republic	14	3	11	
Spain	n.a.	n.a.	n.a.	
Sweden	57	20	37	
Switzerland	n.a.	n.a.	n.a.	
Turkey	n.a.	n.a.	n.a.	
United Kingdom	13	42	-29	
United States	0	0	0	

出典：OECD[2011]。

環境サービスに該当する分類は、大分類「9. Other business services(code 268)」の中の中分類「9.3. Miscellaneous business, professional, and technical services(code 273)」, 小分類「9.3.5. Agricultural, mining and on-site processing services(code 280)」をさらに細分化した「9.3.5.1. Waste treatment and depollution(code 282)」が該当する。同項目の定義としては、「treatment of radioactive waste, stripping work of contaminated soil, cleaning up of pollution and decontamination services; sanitation」としている。

3. OECD/EUROSTAT における環境サービス貿易統計

前項で述べたとおり, WTO においては環境サービスに関する議論について大きな進展が見られていないといってよく, 貿易状況を把握するまでには多くの時間を要すると考えられる。また, IMF に至っては, 環境サービスに関する議論について, 管見する限りは確認されていない。

こうした中では, OECD が EUROSTAT と共同で環境サービスに関して, 定義や貿易状況の把握において進展しており, Waste treatment and depollution の貿易状況が報告されている OECD[2011] (表 6)。

ただし, 表 6 の通り, OECD 加盟 30 か国のうち, 日本を含めて 13 か国については貿易量の把握ができていない。

前述の通り, 表 6 は IMF の BPM 5 の Code 280 である Architectural, engineering and other technical services をさらに細分化したものであるが, OECD がどのように細分化したのか OECD[2011]において詳細な記載はない。また, 統計が把握されている 17 か国のサービス貿易統計の運用方法を確認する必要がある。

4. 結論, 今後の課題

本稿では, 将来, 環境サービス貿易に着眼し, グローバル環境ビジネスの経済分析を実施するために, まず各国国際機関において環境サービス貿易がどのように定義されているかを整理した。

WTO においては, 通常の財の貿易である環境物品においてすら, 議論が収斂していない状況であり, 環境サービスに関する議論について大きな進展が見られていないといえる。また, IMF は BPM 6 で「国際収支統計」の集計方法が改定されているが, 環境サービスの貿易

量を把握する方向性は示されていない。

こうした中で、OECD/EUROSTAT が IMF の BPM 5 を細分化し、独自に Waste treatment and depollution の貿易状況を把握しているが、OECD 加盟 30 か国のうち、13 か国については貿易量の把握ができていないことや、把握されている 17 か国のサービス貿易統計の運用方法を確認する必要があることなどを明らかにした。

環境サービスと並んで WTO で議論されている環境物品に関しては、どの製品を環境物品として定義するかについて議論が分かれているが、通常の財として HS コードで把握することが可能である。「日本の環境物品（エコ製品）貿易は、輸出額が輸入額を一貫して上回っている。総額で 31 年ぶりの赤字を記録した 2011 年でも黒字を維持した²⁵⁾」など、環境分野は日本が競争力を持つ分野の一つと考えられ、冒頭で述べた通り、各省庁において運営・管理を含む環境サービスのトータルマネジメントの海外展開が期待されている。

そうであるならば、環境物品と同様に環境サービスにおいても日本政府としての提案があっても然るべきであるが、現状では議論の俎上に上がっていない。日本政府が停滞している環境サービスについて提案し、国際交渉の場で我が国の立場を表明することは、日本の環境産業がトータルマネジメントとして海外展開する際に、進出国において運営許可取得や外資参入規制など非関税障壁を取り除くことや軽減する手段として、将来的に活用できると期待できる。

今後の課題として、OECD/EUROSTAT の統計情報の精査した上で、グローバル環境ビジネスの国際比較を実施することが必要である。その上で、環境サービスの観点から日本企業は真に優れた環境技術を持っているのか、また、海外市場において運営・管理を含むトータルマネジメントの実績が乏しい要因は何か、につい

て経済分析を進めたい。

【謝辞】

「百聞は一見に如かず」。北海道大学大学院経済学研究科吉田文和教授から大学院合格時に頂戴したお祝いの言葉である。当時は額面通りに拝受していた。現在では、環境研究において現場重視の研究姿勢と、現場で一見の価値を見出すためには、経済学のみならず法学、政治学、環境工学といった学際的な研究が必要という方向性を示して頂いた、と解釈している。今後も、この言葉を忘れずに、現場と理論を行き来しながら、持続可能な社会の創生に資する研究を続けていくことで、これまでの御厚意に応えていきたい。

参考文献

《日本語文献》

- 伊藤恵子，石戸光[2012]「サービス貿易の概念整理：東アジア経済統合の背景として」黒岩郁雄編『東アジア統合とその理論的背景』，第2章，アジア経済研究所調査研究報告書。
- 井上博[2006]「サービス多国籍企業の諸特徴」関下稔・他編『サービス多国籍企業とアジア経済』pp.41-66
- 浦田秀次郎，安藤光代[2012]「日本・メキシコ経済連帯協定の両国間貿易への影響」『国民経済雑誌』205(1)，pp.17-47。
- 吾郷伊都子[2012]「貿易自由化でグリーン成長の後押しを－関税撤廃で日本のエコ製品輸出，0.8%増も－」公益社団法人 日本経済研究センター。
- 佐々木創，宗像慎太郎[2010]「参入戦略の重要度が増すグローバル環境ビジネス」三菱UFJリサーチ&コンサルティング編『2011年日本はこうなる』東洋経済新報社，pp.92-93。
- 田中巖，中澤栄一[2008]「情報通信技術サービスおよび製品の国際貿易—日本とその他 OECD 諸国における規模，パターンと比較優位の決定因—」『現代経営経済研究』第2巻第2号，pp.62-96。
- 長沢伸也[2009]「日本とアメリカの廃棄物ビジネス」長沢伸也編『廃棄物ビジネスの変革者たち』pp.237-281。
- 長谷川聰哲[2012]「国際化する日本のサービス産業の構造」国際貿易投資研究所編『進展する日本経済のサービス化』pp.63-77。
- 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社[2012]

25) 吾郷[2012]。

『平成 23 年度貿易と環境に関する基礎検討調査業務報告書』環境省。

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社[2013]

『平成 24 年度貿易と環境に関する戦略的検討調査業務報告書』環境省。

《外国語文献》

IMF[2013] *Chapter 3. Specific Surveys of Businesses for Balance of Payments and IIP Purposes, Balance of Payments and International Investment Position Compilation Guide.*

OECD[2011] *OECD Statistics on International Trade in Services 2010, Vol I, Detailed tables by service category* OECD.

OECD/Eurostat[1999] *The Environmental Goods & Services Industry - Manual for Data Collection and Analysis.*

WTO [2000 a] *COMMUNICATION FROM THE UNITED STATES, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/25, 18 December 2000.*

——[2000b] *COMMUNICATION FROM THE EURO-*

PEAN COMMUNITIES AND THEIR MEMBER STATES, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/38, 22 December 2000.

——[2001a] *COMMUNICATION FROM CANADA, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/51, 14 March 2001.*

——[2001b] *COMMUNICATION FROM SWITZERLAND, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/76, 4 May 2001.*

——[2001c] *COMMUNICATION FROM AUSTRALIA, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/112, 1 October 2001.*

——[2001d] *COMMUNICATION FROM COLOMBIA, Council for Trade in Services Special Session, S/CSS/W/121, 27 November 2001.*

——[2005] *Report by the Chairman to the Trade Negotiations Committee, Council for Trade in Services Special Session, TN/S/23, 28 November 2005.*

——[2010] *BACKGROUND NOTE ON ENVIRONMENTAL SERVICES, Council for Trade in Services Special Session, S/C/W/320, 20 August 2010.*

電力広域融通が電力部門の発電コストにもたらす影響

東 愛 子

1. はじめに

東日本大震災で生じた東京電力の停電やその後続いた電力不足は、これまでの地域独占の電力供給システムに疑問を投げかけた。日本の電力市場は既に部分的に自由化されており、自由化部門は域外から電力を調達することが制度的に可能である。しかしながら、震災前には域外調達は活発に利用されておらず、基本的に域内の需要を1つの電力会社が担い、電力の生産および発電設備への投資を行ってきた。一方で電力会社を結ぶ連系線容量は小さく、これが東京電力管内で生じた電力不足の一つの誘因と考えられている。

そこで東日本大震災後、地域を結ぶ連系線を強化し、域外融通の活発化によって電力需給の逼迫を解消しようとする動きがみられる。既に経済産業省の地域間連系線等の強化に関するマスタープラン研究会では、2012年4月の中間報告において、北海道と本州を結ぶ北本連系線を現在60万kWから90万kWに増強することや、東京電力と中部電力管内を結ぶ周波数交換機能の増強等を提言している。

域外融通の活発化は、各電力会社の生産投資行動を変化させ、発電コストやCO₂排出量に影響を与えと考えられる。このような連系線でつながった広域的な電力市場における発電事業者の行動は、電力空間モデルの構築によって分析されている。Smeers and Jing-Yuan(1997)やHobbs(2001)は、発電事業者が電力価格に支配力を持つクールノー電力市場を想定し、これまで考慮されてこなかった連系線容量の制約をナッシュ・クールノーモデルに組み込み、連系線で空間的につながった市場において発電事業者が戦略的に行動した場合に、取引量や均衡価格へどのような影響をもたらすのかを分析している。日本の電力市場分析では、細江・秋山(2007)や田中(2007)が同じく連系線制約を考慮した電力空間市場モデルを構築し、シミュレーションによって、発電事業者の行動を分析している。前者は、発電事業者が電力価格に影響を及ぼさないものと想定し、送電価格の設定方式が異地域間の送電量に及ぼす影響を分析したものである。後者は、発電事業者が電力価格に支配力を持つクールノー電力市場の分析を行い、連系線容量の変化が発電事業者の行動にもたらす影響を検討している。但し、両研究は、夏季ピーク時のみを対象にシミュレーションを行っており、年間を通じて電力事業者がどのような電力の売買を行うかは明らかになっていない。また、電力取引が日本の電力部門から発生するCO₂排出量にどのような変化をもたらすかについては全く分析されておらず、電力取引の拡大が環境にもたらす影響については明らかではない。

我が国の電力部門のCO₂削減コストや削減ポテンシャルに関しては、東(2012)およびAzuma(2013)で分析されている。東(2012)は、CO₂制約に応じて発電事業者が保有する発電設備の利用率を変化させる燃料転換行動を理論的に分析し、さらに、日本の電力会社のデータを用いてCO₂削減ポテンシャルや限界削減費用を推定している。Azuma(2013)は、原子力発電所の利用率の

低下が、電力会社の CO₂ 削減ポテンシャルや限界削減費用に与える影響を分析した研究である。但し、両研究は旧来の電力地域独占市場を想定しており、電力会社間での電力の売買が CO₂ 削減ポテンシャルや限界削減費用に与える影響は明らかではない。

したがって、本稿の目的は、年間を通じた域外融通が、発電コストおよび CO₂ 排出量に対してどのような変化をもたらすかについて分析することにある。

以下第2節では、連系線容量の制約を考慮した電力市場モデルを構築する。第3節では、本稿のシミュレーションで使用するデータの説明を行い、第4節で、シミュレーションのシナリオと結果を示す。第5節では、シミュレーションから示唆される結論を示す。

2. モデル

n 個の電力消費地が連系線でつながっていると想定する。ここでは簡単化のため、 $n=1,2$ とする。各地域には1社の発電事業者が存在し、これを $f=1,2$ とする。地域1と地域2は1本の連系線でつながっており、送電容量の上限を T (kWh) とする。地域 n の1時間当たりの電力需要量を y_n (kWh)、逆需要関数を $P_n(y_n) = a_n - b_n y_n$ で表す。

次に、発電事業者 f の1時間当たりの発電量を x_f (kWh)、発電コストを $C_f(x_f)$ とする。発電事業者は、限界発電費用の異なる複数の発電所を保有しており、発電コスト関数 $C_f(x_f)$ は、各社の保有する発電所の限界費用を安い順に並べたメリットオーダーで表され、右上がりの階段状の関数形となる。発電事業者の生産可能な発電量は、保有する設備容量によって(1)式のように制約をうける。

$$0 \leq x_f \leq X_f. \quad (1)$$

X_f (kWh) は発電事業者 f の保有する発電設備を最大限利用して生産できる発電量である。

発電事業者 f が生産した電力は、電力消費地へ送電される。発電事業者 f から地域 n への送電量は s_{fn} (kWh) で表す。電力消費地をまたぐ送電量は、連系線の容量によって(2)式のように物理的な制約を受ける。

$$|s_{12} - s_{21}| \leq T. \quad (2)$$

自地域に対する送電量 $s_{f=n}$ (kWh) に関しては、送電容量の制約はないものとする。

地域 n の電力需要量は、各発電事業者からの送電量の総和、 $y_n = \sum_f s_{fn}$ である。すなわち、各発電事業者から地域 n へ送電された電力は必ず地域 n で消費され、裁定取引の機会はないものと仮定する。発電事業者 f が生産した電力は、必ず地域 n のいずれかに送られるため、発電量と送電量には以下のようなエネルギーバランス制約が課される。

$$\sum_n s_{fn} = x_f. \quad (3)$$

送電料金は送電元と送電先の地域によって決まり、これを w_{fn} で表す。ここでは簡単化のため、

送電料金に $w_{12} - w_{11} > w_{22} - w_{21}$ の仮定を置く。

さらに、発電事業者の使用する化石燃料には、炭素税 δ (円/tCO₂) が課せられているものとする。発電事業者の発電量 x_f から発生する CO₂ 排出量の排出原単位を β_f (tCO₂/kWh) で表すと、発電事業者 1 時間当たり $\delta\beta_f x_f$ (円) の炭素税を支払うことになる¹⁾。

各発電事業者は、設備容量の制約 (1) 式と送電容量の制約 (2) 式の下で、1 時間当たりの利潤が最大になるように、自社発電量 x_f と、各地域への送電量 s_{fn} を決定する。ここでは、発電事業者が電力価格および送電料金に対して価格支配力を持たないものと仮定する。

$$\begin{aligned} \max_{x_f, s_{fn}} \quad & \pi_f = \sum_n [P_n(y_n) - w_{fn}] s_{fn} - C_f(x_f) - \delta\beta_f x_f \\ \text{s.t.} \quad & x_f \leq X_f \\ & |s_{12} - s_{21}| \leq T \\ & x_f \geq 0, s_{fn} \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

利潤最適化問題 (4) 式より、発電事業者 1 に関してラグランジュ関数は、以下のように表せる。

$$\begin{aligned} L = \sum_n [P_n(y_n) - w_{fn}] s_{fn} - C_f(x_f) - \delta\beta_f x_f + \lambda_f (X_f - x_f) \\ + \mu_1 (T - s_{12} + s_{21}) + \mu_2 (T - s_{21} + s_{12}) \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 λ_f は設備容量制約の変化に対する発電事業者 1 の収入の限界変化を表し、 μ_1 、 μ_2 は送電容量制約の変化に対する発電事業者 1 の収入の限界変化を表す。

キューン・タッカー条件より、地域 1 から地域 2 への送電量と、発電事業者の最適発電量は以下のように決定される。

$$s_{12} = T, 0 < x_1 \leq X_1 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} > P_1 - w_{11} \geq C'_1 + \delta\beta_1 \quad (6)$$

$$0 < s_{12} < T, 0 < x_1 \leq X_1 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} = P_1 - w_{11} \geq C'_1 + \delta\beta_1 \quad (7)$$

$$s_{12} = 0, 0 < x_1 \leq X_1 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} < P_1 - w_{11} \geq C'_1 + \delta\beta_1 \quad (8)$$

$$s_{12} = 0, x_1 = 0 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} < P_1 - w_{11} < C'_1 + \delta\beta_1 \quad (9)$$

(6) 式 (7) 式は、地域 2 で売電することから得られる限界収入が、発電事業者 1 の CO₂ コストを含めた生産コスト以上であれば、地域 1 から地域 2 への送電が行われることを意味している。一方で、(8) 式 (9) 式は、発電事業者 1 が地域 2 で売電することから得られる限界収入が、発電事業者 1 の CO₂ コストを含めた生産コストより小さい場合は、地域 1 から地域 2 へ送電が行われないことを意味する。発電事業者 2 の地域 2 から地域 1 への送電量、および、最適発電量に関しても、同様に表すことができる。

1) 発電事業者の保有する複数の発電所は、使用する燃料や熱効率によって排出原単位が異なるため、 β_i (tCO₂/kWh) は各発電所の利用率によって変化する。

各発電事業者のキューン・タッカー条件より、均衡点における発電事業者の送電量は以下のよう
に求められる。

$$s_{12} = T, s_{21} = 0 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} > P_1 - w_{11}, P_2 - w_{22} > P_1 - w_{21}, \quad (10)$$

$$0 < s_{12} < T, s_{21} = 0 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} = P_1 - w_{11}, P_2 - w_{22} > P_1 - w_{21}, \quad (11)$$

$$s_{12} = 0, s_{21} = 0 \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} < P_1 - w_{11}, P_2 - w_{22} > P_1 - w_{21}, \quad (12)$$

$$s_{12} = 0, 0 < s_{21} < T \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} < P_1 - w_{11}, P_2 - w_{22} = P_1 - w_{21}, \quad (13)$$

$$s_{12} = 0, s_{21} = T \quad \text{if} \quad P_2 - w_{12} < P_1 - w_{11}, P_2 - w_{22} < P_1 - w_{21}. \quad (14)$$

(10) 式から (14) 式は、地域をまたぐ送電量が、地域 1 と地域 2 から得られる各発電事業者の限界収入の関係によって決まることを意味している。例えば (10) 式は、どちらの発電事業者においても、地域 2 から得られる限界収入が、地域 1 から得られる限界収入を上回るため、発電事業者 1 は送電容量最大まで使って地域 2 へ送電を行い、発電事業者は地域 1 へ送電を行わないことを示している。

3. データ

本論文では、北海道電力と東京電力の間で 1 年間にわたって電力の取引を行った場合に、2 社の発電コストにどのような変化がみられるかについて、シミュレーション分析を行う。表 1 は、シミュレーションに用いる北海道電力と東京電力のデータについてまとめたものである。

3.1 電力需要量

1 時間当たりの電力需要量は、経済産業省のホームページで公表されている、2010 年度時間当たり電力需要量の実績値データを用いる。電力需要関数は全く価格非弾力的であると想定する。表 1 には、1 年間 8,760 時間の電力需要量総計を示している。

3.2 原子力発電量

原子力発電は、燃料費がほぼ 0 のベース電源とする。北海道電力の保有する原子力発電所は泊原子力発電所の 1 号機から 3 号機であり、総出力は 2,070 MW である。シミュレーションでは、泊原子力発電所は全てのユニットが年間利用率 85% で稼働していると仮定する²⁾。表 1 に示されるよ

表 1 シミュレーションデータ

電力会社		北海道電力 (HEPCO)	東京電力 (TEPCO)
2010 年度電力需要量 (TWh/year)		36	318
発電比率 (%)	原子力	45	19
	水力	8	3
	卸電力	14	15

2) 本稿では、法定自主点検期間を除外した設備の年間最大利用率を 85% に設定している。

表2 火力発電所の特徴

電力会社	燃焼区分	発電所数	運転開始年 (year)	出力 (MW)	出力比率 (%)	熱効率 (%)	燃料コスト (c_i) (yen/kWh)	CO ₂ 排出係数 (β_i) (kgCO ₂ /kWh)
東京	Coal	2	2003.98	1,600	4	43.0	2.92	0.76
	Oil	4	1982.14	10,328	26	36.6	11.56	0.66
	Gas	10	1991.36	27,434	70	44.1	7.92	0.42
	Total			39,362				
北海道	Coal	3	1979.59	2,250	58	38.4	3.60	0.85
	Oil	4	1984.00	1,650	42	38.3	10.63	0.68
	Total			3,900				

うにこの仮定の下では、北海道電力の2010年度年間電力需要量のうち、45%が原子力発電で賄われることになる。

また、東京電力は、福島第1・第2原子力発電所と柏崎刈羽原子力発電所を合わせて17,308 MWの原子力発電設備を保有するが、福島第1・第2原子力発電所は閉鎖されているものとし、柏崎刈羽原子力発電所は年間利用率85%で稼働していると仮定する。したがって、2010年度電力需要量の実績値のうち、19%が原子力発電で満たされることになる。

3.3 水力

水力の発電量は使用可能水量や有効落差によって左右されるため、発電想定量は、経産省資源エネルギー庁（2010）の半期別最大可能発電量に基づき、上半期と下半期別に想定する。次に、揚水発電は昼間ピーク時6時間（10時～15時）の利用を想定する。揚水動力量は、夜間24時から翌朝8時までには火力発電によって確保するものとし、2008年度実績値から比例計算で導いた。通常、揚水発電動力は夜間の原子力発電が使われていたが、これを火力発電で代替することになる。

3.4 卸電力

卸電気・供給事業者からの受電量は、2008年月別実績値と同量とする。卸電力事業者からの電力量は、北海道電力と東京電力管内の電力需要量の14%、15%を占める。

3.5 炭素税

我が国では、石油石炭税に上乗せして地球温暖化税が課せられており、現行の税率は289円/tCO₂である。したがって、本稿で行うシミュレーションでも、税率を289円/tCO₂に設定する。

3.6 火力発電所の特徴

表2には、北海道電力と東京電力の保有する発電所の特徴を、燃料区分別に示した³⁾。電力会社が保有する火力発電所データは、経産省資源エネルギー庁（2005）に記載されている発電所を用いる。但し、2005年以降に新規建設・設備更新・廃炉となった発電所に関しては、各電力会社が公表する設備計画とホームページ情報を用いて、2012年5月末現在のデータに更新している。

3) 実際には発電所ごとに発電単価および排出係数を計算しているが、紙面の制約から燃焼区分ごとに総括する。

東京電力は、火力発電所（総出力 39,362 MW）を保有する⁴⁾。設備構成は石炭発電所 4%、石油発電所 26%、ガス発電所 70% である。一方で北海道電力の火力発電所は総出力 3,900 MW であり、ガス発電を保有していない。

各発電所 i の燃料コスト (c_i) と、CO₂ 排出係数 (β_i) は、以下のように計算される。

まず、1 kWh 当り燃料コストは $c_i = p_i / h_i / TE_i \times 360$ で計算している。ここで p_i は発電所 i が用いる燃料価格を表しており、各燃料価格の 2010 年 1 月から 2010 年 12 月における貿易統計平均値に、地球温暖化対策税 289 円/kWh を上乗せした値を利用している⁵⁾。 h_i は発電所で使用される燃料の発熱量であり、数値は「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」に基づいている⁶⁾。また、発電所 i の熱効率 TE_i は経産省資源エネルギー庁（2005）に記載される発電所別データを用いた。2005 年以降に建設された発電所に関しては、各電力会社のホームページに記載される値を用いている。表 2 に示されるように、地球温暖化対策税が低率であることから、1 kWh 当りの燃料コストは、石炭、ガス、石油の順に高くなる。

各発電所の 1 kWh 当り CO₂ 排出係数 (β_i) は、 $\beta_i = \text{燃料排出係数} / TE_i \times 0.36$ で計算した。燃料の CO₂ 排出係数は環境省（2002）を使用した⁷⁾。表 2 に示されるように、1 kWh 当り CO₂ 排出係数は、ガス、石油、石炭の順に大きくなる。

4. シミュレーション

本節では、送電容量の変化と地球温暖化対策税率の変化によって、電力会社の生産量、送電量および発電コストがどのように変化するかについて、北海道電力と東京電力の実際のデータを用いて与えるを明らかにする。

4.1 シナリオ設定

北海道電力と東京電力を結ぶ連系線の容量は、「容量 0」、「容量 0.6 GW」、および「容量 ∞ GW」の 3 つのパターンで設定する。「容量 0 GW」は、北海道電力と東京電力間で、全く電力の取引を行わないことを意味している。また、「容量 0.6 GW」は、現在の北海道・本州連系線の容量である。さらに、「容量 ∞ GW」は、2 社間の電力取引に連系線の容量制約がないことを意味する。

なお、系統容量が「容量 0」設定するケースを、ベースラインシナリオとする。ベースラインシナリオは、北海道・本州連系線が非常時以外に利用されてこなかった 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災前の状況を表している。

4.2 シミュレーション結果

表 3 と表 4 は、各シナリオにおける発電量、発電比率、燃料費、燃料単価、CO₂ 排出量、CO₂ 排

4) 2012 年 5 月現在。長期停止等発電所を除く。

5) (石炭) 10745 円/t, (重油) 44130 円/kg, (原油) 44130 円/kg, (LNG) 51354 円/t, (LPG) 51354 円/t, (天然ガス) 51354 円/t, (都市ガス) 51354 円/t, (軽油) 65414 円/kg。

6) (石炭) 28.9 MJ/kg, (重油) 41.7 MJ/kg, (原油) 38.2 MJ/kg, (LNG) 54.5 MJ/kg, (LPG) 50.2 MJ/kg, (天然ガス) 40.9 MJ/kg, (都市ガス) 41.1 MJ/kg, (軽油) 38.2 MJ/kg。

7) (石炭) 90.0 gCO₂/MJ, (重油) 71.6 gCO₂/MJ, (原油) 69.0 gCO₂/MJ, (LNG) 50.8 gCO₂/MJ, (LPG) 58.6 gCO₂

表3 シミュレーション結果1

シナリオ	年間発電量 (TWh)			年間設備利用率 (%)				
	北海道	東京	2社計	北海道 Coal	Oil	東京 Coal	Oil	Gas
T=0	12.8	202.2	214.9	61.4	4.4	85.0	18.3	72.3
T=0.6	16.8	198.5	215.3	77.8	10.1	85.0	16.6	71.4
T=∞	19.6	196.1	215.7	85.0	19.5	85.0	15.6	70.8

表4 シミュレーション結果2

シナリオ	燃料費 (10 億円)			発電単価 (円/kWh)			CO ₂ 排出量 (MtCO ₂)	CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /kWh)		
	北海道	東京	2社計	北海道	東京	2社計		北海道	東京	2社計
T=0	48	1,579	1,628	3.79	7.81	7.57	103.2	0.820	0.459	0.480
T=0.6	68	1,543	1,611	4.05	7.78	7.49	104.5	0.816	0.457	0.485
T=∞	88	1,520	1,608	4.48	7.75	7.45	105.3	0.810	0.456	0.488

出原単位の変化を示したものである。

電力会社間で電力の取引を行わないと仮定する「T=0」の時、東京電力の夏季において、自地域の電力需要を保有する設備容量で賄うことができない⁸⁾。一方北海道電力では、電力需要量のピークが冬季であることや、泊原子力発電所が稼働していると仮定していることから、火力発電所の設備容量に余裕があり、夏季に売電が可能である。したがって、連系線の容量を拡大するにつれて、電力会社間の取引が増加し、2社の発電総量は増加する。

地球温暖化対策税が低率の「289 円/tCO₂」であることから、燃料単価は石炭が最も安く、ガス、石油発電所の順に高くなる。よって石炭火力発電がベース電源であり、表3に示されるように、石炭火力発電所の年間利用率は、北海道電力で61.4%、東京電力で85%である。ガス発電所はミドル電源として利用されており、東京電力のガス発電所の年間利用率は72.3%となる。

連系線容量が増加すると、北海道電力の石炭火力発電所の利用率が増加し、東京電力のガス火力発電所の利用率が低下する。これは、北海道電力の石炭火力発電所の供給力に余力があるときに、燃料コストの安い石炭火力発電所で生産された電力が北海道電力から東京電力へ送られるためである。連系線容量に制約がない「T=∞」の場合には、北海道電力の石炭火力発電所の年間利用率は85%に上昇する一方で、東京電力のガス火力発電所の利用率は70.8%まで低下する。

石炭火力発電所の利用率が増加することから、北海道電力と東京電力の燃料費は、連系線容量が拡大するにつれて減少する。表4に示されるように、域外の電力取引を全く行わない「T=0」シナリオでは燃料費総計が1兆6,277億円、発電単価が7.573円/kWhである。これに対して、「T=0.6 GW」シナリオでは燃料費総計が1兆6,114億円、発電単価が7.485円/kWhとなるので、取引拡大によって年間163億円の燃料費を節減し、発電単価を0.088円/kWh引き下げることが可能である。また、「T=∞」シナリオでは、燃料費は1兆6,080億円、発電単価は7.454円/kWhとなり、「T=0」シナリオと比較して、燃料費を年間217億円、発電単価を0.119円/kWh節減する

/MJ, (天然ガス)51 gCO₂/MJ, (都市ガス)51.3 gCO₂/MJ, (軽油)69.2 gCO₂/MJ。

8) 東京電力管内で電力不足が発生する理由は、本稿では福島第1発電所および福島第2発電所が稼働していないと想定しているからである。

ことが可能となる。

以上の結果より、連系線容量の拡大に伴って発電単価が減少することから、電力取引の拡大によって、電力不足の解消と発電コストの引き下げを同時に達成することが可能であると言える。

しかし、石炭火力発電所の利用率が増加することから、北海道電力と東京電力を合わせたCO₂排出量は増加してしまう。「T=0」シナリオではCO₂排出量が1億322万tCO₂、2社計の排出係数は0.480 kgCO₂/kWhであるのに対して、「T=0.6 GW」シナリオではCO₂排出量が1億446万tCO₂、排出係数が0.485 kgCO₂/kWhへ増加してしまう。さらに「T=∞」シナリオでは、CO₂排出量が1億531万tCO₂、排出係数が0.488 kgCO₂/kWhとなる。

このような結果が生じるのは、現行の地球温暖化対策税が低率の「289 円/tCO₂」であることに起因する。CO₂削減のためは石炭火力発電所の利用を引き下げ、ガス発電の利用を引き上げればよい。しかしながら、東（2012）に示されるように、ベース電源の燃料転換を促すためには、10,000～15,000 円/CO₂の地球温暖化対策税が必要であると推定されており、現行の税率はこれに遠く及ばない。

したがって、現行税率の下では、石炭火力発電所がコスト優位にあり、電力取引の拡大に伴って、石炭火力発電所の利用が拡大し、CO₂排出量の増加を引き起こしてしまうのである。

5. 結論

本稿は、域外融通の拡大が電力部門の発電コストやCO₂排出量に与える影響を分析したものである。

北海道電力と東京電力の実績値を使用したシミュレーションの結果、広域融通を行う場合、広域融通を行わない場合と比較して、発電コストが引き下がることが明らかとなった。

このような結果を生む要因は、以下の2つが挙げられる。第1に、北海道電力と東京電力の保有する発電設備に大きな特徴の差があることである。これは、北海道電力が石炭主体の設備構成であり、ガス火力を保有しないのに対して、東京電力がガス火力を中心とした設備構成であることを意味している。両社が同時に需要のピークに直面する時は、両社ともに発電コストの高い石油火力に頼らざるを得ず、両者間の発電コストにさほどの差は生じないが、オフピーク時には大きな差が生じる。したがって、CO₂排出量の増加を憂慮しなければ、広域融通によって北海道電力から東京電力へ燃料コストの安い石炭火力で生産された電力が売電される。第2に、両社の電力需要の消費パターンに大きな差があることが挙げられる。北海道電力管内の電力需要が冬にピークを迎えるのに対して、東京電力管内は夏にピークを迎える。したがって、ピーク時においても夏には北海道から東京へ、冬には東京から北海道へ電力を融通することが可能であり、互いの設備を最大限有効に利用できると考えられる。

しかし現状では、本州と北海道を結ぶ北本連系線の容量は0.6 GW と小さく、これが広域融通の障害となっている。シミュレーションにおいても、連系線容量に制約がなければ、電力取引によってさらに発電コストを引き下げる余地があるにも関わらず、連系線の容量不足によって、両者の設備の最適利用が妨げられていることが明らかとなった。したがって、ピークの差を利用して電力融通を拡大するためには、連系線の拡張が急務である。

また、本稿では温暖化対策税を現行の289 円/tCO₂に設定した結果、電力取引によって石炭火力発電の利用拡大が進み、CO₂排出量が増加する結果となった。地球温暖化対策税を引き上げれば、

発電単価が上昇してしまう問題は避けえないが、電力取引の拡大によって、この上昇率をどの程度抑制することができるかについて、今後追加的に分析する必要がある。

参考文献

- 東愛子（2012）「電力会社の CO₂ 限界削減費用と削減ポテンシャル」、『環境経済・政策研究』Vol. 5, No. 2, pp. 46-57。
- 田中誠（2007）「電力市場における市場支配力のシミュレーション分析」，八田達夫・田中誠編著『規制改革の経済分析』，pp. 101-132。
- 細江宣裕・秋山修一（2007）「送電料金改革の効果分析—バンケーキ方式から郵便切手方式へ」，八田達夫・田中誠編著『規制改革の経済分析』，pp. 75-99。
- 環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会（2002）「平成 14 年度 温室効果ガス排出量算定方法検討会エネルギー・工業プロセス分科会報告書（燃料）」。
- 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編（2005）『電力需給の概要 平成 16 年度』，中和印刷株式会社出版部。
- （2010）『電力需給の概要 平成 21 年度』，中和印刷株式会社出版部。
- Azuma, A. (2013) "CO₂ Reduction without Nuclear Power Generation", Discussion Paper Series of Public Policy School of Hokkaido University, No. 15.
- Hobbs, B. F. (2001) "Liner Complementarity Models of Nash-Cournot Competition in Bilateral and POOLCO Power Market", *IEEE Transaction on Power Systems*, Vol. 16, pp. 194-202.
- Smeers, Y. Jing-Yuan (1997) Spatially Oligopolistic Model with Opportunity Cost Pricing for Transmission Capacity Reservations- A Variational Inequality Approach, University Catholique de Louvain, CORE Discussion Paper 9717.