

9月9日（日）午後（2）

会場：A（402）

セッション：気候変動（3）

長期低炭素ビジョン実現に向けたグリーン税制改革試案

Green tax reform proposal to realise the long-term low-carbon vision

○小嶋公史^a、李秀澈^b、Unnada Chewpreecha^c、浅川賢司^a、昔宣希^a
Satoshi Kojima, Soochoel Lee, Unnada Chewpreecha, Kenji Asakawa, Sunhee Suk

1. はじめに

第5次環境基本計画では、持続可能な開発目標（SDGs）およびパリ協定の採択という持続可能な開発の実現に向けた国際的な合意を受け、パラダイムシフトおよびシステム転換の必要性やバックカスティングの重要性が盛り込まれている。本研究では、パラダイムシフトあるいはシステム転換を必要とする施策の事例として、2050年までに温室効果ガス排出量80%削減という長期目標の達成とともに、経済的社会的諸課題の同時解決という方向性を打ち出した長期低炭素ビジョンの方向性に合致したグリーン税制改革パッケージを、バックカスティング手法による政策評価を踏まえて提案した。バックカスティング手法の活用として、排出削減目標を達成しうるような対策をバックカスティング手法で設定し、その対策による経済影響評価についてはなりゆき（BAU）シナリオとの比較で行うやり方が一般的であるが、本研究では経済影響あるいは社会影響を含めた対策による影響全体についてバックカスティング手法の適用を試みた。具体的には、質の高い生活（Decent quality of life）について充足すべき条件を設定したうえで、排出削減目標と質の高い生活に関する充足条件を同時に達成できることを判断基準としてグリーン税制改革パッケージを策定・提案した。このアプローチの課題として、質の高い生活のための充足条件をどのように設定するか議論が遅れており、理想的には食、移動やレジャーといったサービスの需要量について下限値を設定し、すべてのサービス需要について下限値を下回らないことを示すことで充足性を担保できると考えられるが、本研究では日本を含む先進国の評価を行う場合の簡略化した手法として、厚生水準指標が現状を下回らないことを条件とするとともに、経済システムの安定性確保の観点から一定以上の年平均GDP成長率（本研究では年率0.5%以上）を上回ることを充足条件の一つとした。また、炭素税で懸念される逆進性に関し、Gini係数が現状より悪化しないことも充足条件とした。

2. 分析方法

本研究では、日本の温室効果ガス（本研究ではエネルギー起源CO₂が温室効果ガスに占める割合は一定であると想定）の2030年NDC目標と2050年80%削減目標達成に必要な炭素価格をE3MEマクロ計量モデルにより推定し、この炭素価格を炭素税として経済主体に賦

^a（公財）地球環境戦略研究機関 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11（小嶋公史：E-mail: kojima@iges.or.jp）

^b 名城大学経済学部、名古屋市天白区塩釜口 1-501

^c Cambridge Econometrics, Reuben House, Covent Garden, Cambridge CB1 2HT, United Kingdom

課し、その税収を家計の基本所得給付のための財源として還元するグリーン税制改革パッケージを策定した。その際に炭素価格が現実的に受け入れ難いほど高くなることを阻止するために、欧州の事例や各国の動向を踏まえ、国際的に妥当と思われる税率水準として、2030年100ドル/t-CO₂程度、2050年500ドル/t-CO₂程度を目安とし、炭素税収の一部(約2~4%)をエネルギー効率投資にまわすことで炭素税率をこの水準に設定した。このグリーン税制改革パッケージを実施した場合の厚生水準(等価変分)およびGDP成長率をE3MEモデルにより推計し、このグリーン税制改革パッケージが排出削減目標と質の高い生活に関する充足条件を同時に達成できるかどうかの評価を行った。

3. 分析結果と結論

グリーン税制改革パッケージの政策目標達成に対する評価結果を表1に示す。

表1 グリーン税制改革パッケージの政策目標に対する評価(2050年)

項目	政策目標	結果
一人当たり等価変分	正	27,445円/人
年平均GDP成長率	0.5%以上	1.13%
Gini係数	改善(Gini係数減少)	0.008ポイント悪化

分析結果から、グリーン税制改革パッケージにより、2050年80%GHG排出削減を達成しつつ、厚生水準指標である一人あたり等価変分(基準年比)、経済システム安定性の指標である年平均GDP成長率に関する政策目標を達成できることを示した。また、炭素税収は2050年に向けて堅調に増加しており、税収安定性上の問題が生じないことが示唆された。一方、所得分配指標であるGini係数に関しては政策目標が達成できず、さらなる逆進性緩和対策の必要性が示唆された。

本研究では、2050年80%削減と豊かな暮らしが同時に実現される長期低炭素ビジョンを実現しうる炭素税グリーン税制改革パッケージを、バックキャスト手法により策定した。なお、本分析で想定している低炭素技術は、あくまでも現在で予測可能な技術に限られている。そもそも技術革新は予測不可能性をもっており、予期せぬところでブレークスルー可能性が高いものである。現在、計量モデル分野では、技術革新の予測不可能性をモデルに内在化しようとする試みは行われているが、科学的根拠に基づいたモデル構築までには至っていない。技術革新の予測不可能性を考慮に入れた低炭素モデル分析は、今後の課題としたい。

The macroeconomic impacts of stranded fossil fuel assets

Authors: J.-F. Mercure^{*,†,‡*}, H. Pollitt^{‡†}, J. E. Viñuales², N. R. Edwards^{§†}, P. B. Holden[§], U. Chewpreecha[‡], P. Salas[†], I. Sognaes[†], A. Lam[†], F. Knobloch^{*} and Soocheol Lee^ω,

1 . Introduction

Emissions reductions in line with the Paris Agreement (PA) imply large changes in the way fossil fuels are used. Fossil fuels account for around 80% of energy consumption; if PA targets are met, their demand would peak and decline substantially before 2050, and reach near-zero use sometime between 2050 and 2100. Meanwhile, in anticipation of some climate policy being implemented, and simply due to energy efficiency policy and technological progress, the demand for fossil fuels may also decline with respect to expectations even without the adoption of climate policies designed to achieve the PA. If the demand for fossil fuels turns out substantially lower than expectations of return on investment, a carbon bubble may have formed, and a sudden burst could affect economic activity substantially.

In this research, we examine whether a carbon bubble exists, and assess the macroeconomic impacts of potential future stranded fossil fuel assets (SFFA), in other words, fossil fuel assets that lose their value.

2 . Methods of analysis

We use the integrated energy-economy-climate assessment model E3ME-FTT-GENIE¹. This integrated model is formed of a combination of technological diffusion modules for electricity generation, transportation and household heating (FTT), a highly disaggregated macroeconomic model of the global economy (E3ME), and a fully dynamical carbon cycle-climate system model of intermediate complexity (GENIE).

* Department of Environmental Science, Radboud University, PO Box 9010, 6500 GL Nijmegen, The Netherlands, Tel.: +31 24 36 53256, E-mail: J.Mercure@science.ru.nl

† Cambridge Centre for Environment, Energy and Natural Resource Governance (C-EENRG), University of Cambridge, The David Attenborough Building, Pembroke Street, Cambridge CB2 3QZ, UK.

‡ Cambridge Econometrics Ltd, Covent Garden, Cambridge, CB1 2HT, UK

§ Environment, Earth and Ecosystems, The Open University, Milton Keynes, UK

ω Faculty of Economics, Meijo University, Japan

The FTT framework models technological diffusion following evolutionary theory. It simulates the competition of technologies in the marketplace with heterogeneous investor agents. It makes use of recent diffusion data as well as cross-sectional cost datasets to project future technology diffusion until 2050. It is technology rich, including 24 power technologies, 25 types of cars and 13 types of household heating devices. It is dynamically integrated to E3ME.GENIE is a dynamical model of intermediate complexity of the carbon cycle and climate system. It is integrated to the modelling framework by a one way soft coupling.

Using the model, we project technology evolution to 2050, and evaluate endogenously the associated changes in fossil fuel demand and consumption. We model three scenarios: and scenario based on IEA projections, a scenario of the current technological trajectory according to our model, and a Paris Agreement scenarios which achieves 75% probability of not exceeding 2degC of global warming.

3 . Results of analysis and Conclusion

We first find that the demand for fossil fuels declines in our current trajectory scenario, in comparison to the IEA scenario. In contrast to IEA projections, oil demand, the most lucrative fossil fuel, peaks before 2035. From this difference, we confirm our hypothesis that a carbon bubble is forming.

We then find that macroeconomic losses in the Paris Agreement scenario are important and very different for different countries. Globally, we find a total discounted loss to the financial sector could be of the order of \$4tn (in 2016 dollars), larger than the sub-prime mortgage loss that triggered the 2008 financial crisis.

Finally, we analyse the recent decision by the USA administration to pull-out of the Paris Agreement. and find worse macroeconomic implications. Assuming an asset sell-out by low-cost exporters, the reason for this is: (1) The USA nevertheless loses fossil fuel exports, undercut in price by OPEC. (2) It loses out on positive impacts of developing low-carbon industries, due to lack of support. (3) Its fossil-fuel sector uncompetitive, and not having reduced domestic fossil fuel consumption, it begins importing fossil fuels.

References

Mercure, J.-F., Pollitt, H., Edwards, N. R., Holden, P. B. & Vinuales, J. E. Environmental impact assessment for climate change policy with the simulation-based integrated assessment model E3ME-FTT-GENIE. *Energy Strategy Reviews* **20**, 195-208, doi:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.03.003> (2018).

カーボンプライシングによる産業への短期的な影響
— 2011年規模別産業連関表を用いた分析 —
Short-term impacts of carbon pricing on industries

○杉野誠*
Makoto Sugino

1. はじめに

パリ協定の発効以降、各国では温室効果ガスの削減に向けた方策・政策が進められている。日本国内では、エネルギー基本計画をもとに再生可能エネルギーの導入が進められている。一方、温室効果ガスに対して人為的に価格を付加するカーボンプライシング(carbon pricing, CP)の議論が進展していない。2012年10月に導入された地球温暖化対策税によるCPが行われているが、税率が低く、大幅な削減効果が期待できない。2050年までに1990年比-80%を実現するには、CPや再生可能エネルギーなどポリシーミックスが必要である。

しかし短期的には高いCPは、産業の国際競争力を低減させたり、炭素リーケージを引き起こしたりすることが懸念されている。その対策として、費用緩和措置や国境調整措置などが考えられる。

そこで本研究では、CPの導入による産業への影響を明らかにする。具体的には、2011年度版の規模別産業連関表を作成し、中小企業と大企業に対して異なる政策を実施した際の影響を分析する。さらに、費用緩和措置による効果をシミュレーション分析する。

2. 分析方法

炭素税による影響を分析した研究は、多く存在する(下田・渡邊(2006)、Morgenstern et al. (2004)、Sugino et al. (2013)など)。これらの研究では、企業の規模に関係なく、産業全体に対して炭素税を導入した際の影響を分析している。しかし、環境政策の多くは、大企業を対象としているケースが多い。例えば、環境省の「カーボンプライシングのあり方に関する検討会」の取りまとめでは、3つのオプションを提示している。その内の1つのオプションは、多量排出事業者(大企業)が排出量取引制度の対象となる一方、その他の排出者が炭素税の対象としている。さらに、Sugino et al. (2013)を除いて、大きな影響を受ける業種への費用緩和措置について分析が行われていない。

そこで本研究では、2005年規模別産業連関表(中小企業庁)と南斉・森口(2009)を用いて、2011年規模別環境分析用産業連関表を作成した。このデータを用いて、3つのシナリオを分析した(①全企業を対象となる1t-CO₂当たり4000円のCPケース、②大企業のみを対象とした1t-CO₂当たり4000円のCPケース、③②とともに炭素集約的かつ貿易依存度が高い

* 山形大学人文社会科学部 Department of *****, Yamagata University
〒000-0000 所属住所 TEL023-628-4253 E-mail: makoto.sug@gmail.com

大企業に軽減措置を実施したケース)。

3. 分析結果

表1は、シナリオ別の業種別費用上昇率の上位10業種をまとめたものである。まず、全ての業種に対してCPを導入した結果、エネルギー集約的な銑鉄とセメント業が18~29%の費用上昇率となっている。さらに、銑鉄業から多くの中間投入物を購入している鉄鋼業関連業種の多くが上位10業種に現れている。この傾向は、大企業のみを対象としたCPの導入でも見られる (Large enterprise CPの列)。しかし、中小企業に対してCPを課していないが、中小規模の冷間仕上鋼材業と鋼管業の費用上昇率が高い。大企業を対象としたCPの導入と共に費用緩和措置を実施すると、産業全体の費用上昇率を抑える効果があり、費用緩和措置の有効性が示された。

表1 業種別費用上昇率 (%)、(上位10業種)

Rank	Economy-wide CP		Large Enterprise CP		Large Enterprise CP with Rebate	
1	Pig iron (L)	29.44%	Pig iron (L)	29.38%	Ocean transport	6.26%
2	Cement (S)	18.18%	Cement (L)	17.92%	Compressed gas and liquified gas (L)	5.96%
3	Cement (L)	18.01%	Crude steel (converters) (L)	17.50%	Pig iron (L)	5.66%
4	Crude steel (converters) (L)	17.87%	Hot rolled steel (L)	9.90%	Cement (L)	4.95%
5	Hot rolled steel (L)	10.33%	Cold-finished steel (S)	6.78%	Industrial soda chemicals (L)	4.51%
6	Cold-finished steel (S)	7.86%	Ferro alloys (L)	6.66%	Crude steel (converters) (L)	4.11%
7	Ferro alloys (S)	7.12%	Cold-finished steel (L)	6.62%	Coastal and inland water transport	3.86%
8	Steel pipes and tubes (S)	6.95%	Steel pipes and tubes (S)	6.38%	Crude steel (electric) (L)	3.49%
9	Cold-finished steel (L)	6.90%	Ocean transport	6.29%	Other structural clay products (L)	3.39%
10	Ferro alloys (L)	6.80%	Compressed gas and liquified gas (L)	6.04%	Cast and forged material, iron (L)	3.32%

4. 結論

本研究では、大企業と中小企業に対して異なるCPを付加すると、産業への影響が大きく異なることが示された。特に、短期的な費用緩和措置を設けることにより、産業全体の費用上昇率を抑えることが期待できる。

参考文献

- 南斉規介・森口祐一(2009)「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)」国立環境研究所。
- Morgenstern, R. D., Ho, M., Shih, J. S., and Zhang, X. (2004). The near-term impacts of carbon mitigation policies on manufacturing industries. *Energy Policy*, 32(16), 1825-1841.
- 下田充・渡邊隆俊(2006)「産業連関表による温暖化対策税の再検討一家計の所得階層別・地域別負担一」『商学研究』(愛知学院大学商学会)第46巻第3号、pp.47-62.
- Sugino, M., Arimura, T. H., and Morgenstern, R. D. (2013). The effects of alternative carbon mitigation policies on Japanese industries. *Energy policy*, 62, 1254-1267.

9月9日（日）午後（2）

会場：B（403）

セッション：水環境政策・流域管理

水道水の濁度管理からみた流域連携政策の効果

Effects of Watershed Cooperation Policies on Turbidity Management of Tap Water

○柳橋泰生*・楊露*

Yasuo Yanagibashi, Lu Yang

1. はじめに

水道法により水道事業は市町村による経営が原則とされており、大都市を除き小規模の水道が多く、そのような水道事業体は経営基盤が脆弱である。一方、ダム等の水源開発が計画される際に市町村が協同で一部事務組合を結成し広域の水道用水供給事業を経営する場合や、市町村による経営が困難な場合に都道府県により広域的に事業が実施される場合もあり、水道事業等の経営形態は多様である。経営の持続性を考慮すると広域水道の方が有利であり、今後起こり得る人口減少や施設更新などの種々の問題に対しても対応力があり、水道の広域連携を推進するための水道法の改正案が国会に提出されている。水道の広域化は、経営基盤の安定化で語られることが多いが、今後、気候変動の進行に伴い問題が大きくなる可能性が高い水道水の濁度管理という個別具体的な課題の解決において、水道広域化・流域連携に向けた政策の効果を明らかにすることを目的に研究を行った。

2. 分析方法

まずは、気候変動等の水道原水の濁度への影響を把握するため、水道統計を用いて水道原水の濁度の経年変化を解析した。次に、近年において原水に高濁度が発生した水道事業体から当時の状況を聴取し、高濁度となった原因等を調査した。さらに、平成29年7月に発生した九州北部豪雨の際の原水の濁度や水道事業体の対応状況についてヒアリング結果を整理した。これらの知見をもとに水道水の濁度管理対策の要点を明らかにし、水道法改正により進められる水道広域化・流域連携政策の効果を考察した。

3. 分析結果

水道統計が電子データ化されている平成12年度から27年度において水道原水の濁度が測定された浄水場は全国で概ね5千数百施設であり、各年度における浄水場の原水濁度（年間最高値）の分布状況は図1のとおりであった。上昇傾向はみられなかった。16年間で濁度が500度以上となったことのある浄水場は117施設あり、北海道・関東地方に多く分布していた。

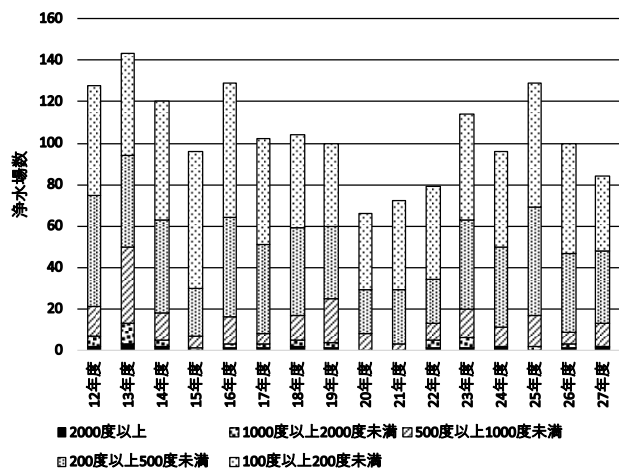


図1. 原水濁度の分布（浄水場数・年間最高値）

注）浄水の水質基準：2度以下

* 福岡大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Fukuoka University
〒814-0180 福岡市城南區七隈 8-19-1 TEL092-871-6631 E-mail: yanagibashi@fukuoka-u.ac.jp

近年において原水に1,000度以上の高濁度が発生した水道事業者から原因等を聴取した結果、降雨強度が強くなり、河川流量の増加、がけ崩れの発生等により土砂の流入が増加すると濁度が上昇する傾向にあった。ただし、浄水場付近で降雨がない場合でも上流域で降雨があった場合は濁度が上昇し、流域の降雨の観測ネットワークで把握できない局地的豪雨による場合もあった。また、降雨の際、上流部に湛水能力の低いダムがあると放流量が増加し原水濁度が上昇する場合があった。九州北部豪雨では、原水である筑後川の濁度は最高7,600度に達したが、水道では以前から高性能の凝集剤を使用していたこと、河川水のほかに地下水の水源を有していたこと等により取水制限を行うことなく対応することができた。原水調整池を有している水道では濁りのない原水を取水することができた。

この調査結果から、水道原水の濁度が高くなった場合の対応策としては、まず、原水の濁度を監視することが基本になると考えられた。原水の調整池や海水淡水化施設、井戸があるような場合は、高濁度の原水の取水を減少させ、清浄な水を利用することができる。高頻度で原水の濁度が高くなる浄水場では、高濁度となるパターンが定型化している傾向にあることから、監視項目・監視ポイントを決めて対処することができる。浄水場近辺では降雨が少ないにもかかわらず、原水濁度が非常に高くなる場合もあり、上流の豪雨を監視する体制をとることが必要である。降雨の監視ネットワークでは把握できないこともあるため、浄水場の原水の監視が第一義的に重要であるといえる。高濁度が頻繁に発生する水道では、職員に対応力があると考えられるが、頻度が少ない水道では、突然の原水水質の変化に対応できない可能性があることから、想定される事態のシミュレーション、マニュアルの整備、職員の訓練等に努める必要がある。

以上より、水道水の濁度管理対策を円滑に進める上での組織としての対応力を示す事項を抽出し、その事項に対する広域化や流域連携政策の効果を表1に整理した。

表 1. 濁度管理対策の要点および流域連携等の効果

濁度管理対策の要点	中小規模	流域連携	水道広域化
【施設の対応力】			
①浄水場の能力	必要最小限	必要最小限	余裕のある施設整備の可能性が高い
②代替水源の保有		可能性が広がる	可能性が大いに広がる
③治山・治水の施設整備		発言力がやや強くなる	発言力が強くなる
【監視能力】			
④水源水質の監視能力	必要最小限	情報が共有できる	自ら施設を設置する可能性が高い
⑤上流の水道からの情報収集力	努力が必要	容易	
⑥河川管理機関等との連携力	他機関からみると多数の中の一つという位置付け		発言力が強くなる
【職員の技能による対応力】			
⑦職員の技術力	高くない可能性	中程度	高い
⑧内部・外部研修の実施	研修機関を利用する	研修機関を利用する	自ら実施する可能性が高い
⑨研究能力	高くない可能性	中程度	高い
【万全な準備による対応力】			
⑩シミュレーションの実施	実施しない可能性	連携して実施する可能性	自ら実施する可能性が高い
⑪危機管理マニュアルの整備	整備しない可能性	連携して整備する可能性	自ら整備する可能性が高い
⑫訓練の実施	実施しない可能性	連携して実施する可能性	自ら実施する可能性が高い

4. 結論

気候変動による水道原水の濁度への影響を把握するため、情報量が最も豊富と考えられる水道統計の原水濁度データを解析したところ、経年的な増減の傾向はみられなかったが、毎年高濁度が相当数発生していた。高濁度が発生した水道および平成29年に発生した九州北部豪雨の影響を受けた水道への調査の結果、水道原水が高濁度になった場合の対応策の要点をまとめることができた。その上で、水道広域化・流域連携の効果を考察したところ、水道水の濁度管理対策のための組織の対応力として整理した12項目の事項のほとんどにおいて、水道広域化・流域連携の効果が認められた。

世界水需給と持続可能性に関する一考察

黒沢厚志^{*,**}・加藤悦史^{*}

Atsushi Kurosawa Etsushi Kato

*エネルギー総合工学研究所

** 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

1. まえがき

世界水需給の持続可能性についての関心が集まっている。気候変動による水資源供給ポテンシャル変化、将来社会シナリオと水需要、およびエネルギー供給のための効率的な水利用などについての評価事例をもとに、水需給とエネルギーの関係を含めた持続可能性について考察する。

2. マクロバランスからみた水需給評価の枠組

これまでに筆者らは、長期的な水資源需給を明示的に扱うため、水資源評価の簡易モジュールを統合評価モデル GRAPE に組み込んで評価を行ってきた。そこでは、図 1 に示すように、地域降水量から、農業用、生活用、産業用に至る水需要に至るまでのマクロフローを表現した。このように、水資源需給の脆弱性は、気候変動による水供給ポテンシャル変化、経済成長や人口増加によって増大する水需要の両方によって影響を受ける。生活用と産業用の需要は、GDP と人口の関数として表現されている。ベース年の 2000 年の需要については、国連食糧農業機関 (FAO) の AQUASTAT (FAO, 2018) を参考としている。その後の時点については、農業生産、人口および GDP の増減に応じて、水需要が変化

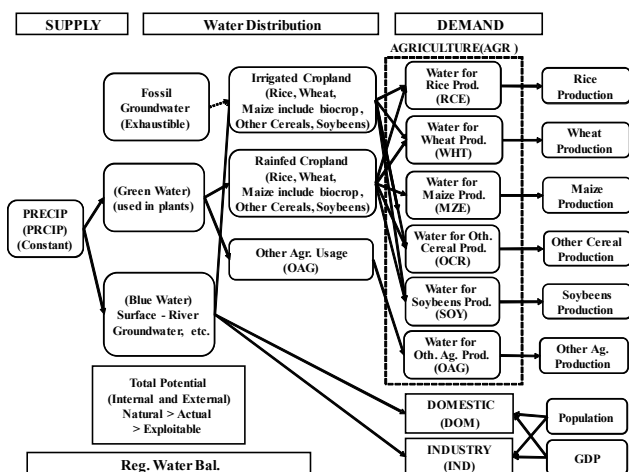


図 1 統合評価 GRAPE モデルの水需給フロー

将来の水需給の不確実性を見るため、社会経済軸と、気候変動軸の 2 次元について、感度分析を行った。社会経済軸として採用したのは、統合評価モデルコミュニティで幅

広く用いられている共通社会経済経路 (SSP; Shared Socioeconomic Pathways) である (O' Neill et al., 2017)。SSP は SSP1 から SSP5 という 5 種類の 2100 年までの代表的な社会経済シナリオで構成されている。SSP2 が最も中庸なシナリオとされ、緩和策と適応策の難易度によって、その他のシナリオが配置されている。両者の対策が最も難しいとされるのは、技術進展が低く、人口高位、経済成長が低い SSP3 であり、その逆に両者の対策について最も難易度が低いとされるのは、技術進展高、人口低位、経済高成長である SSP1 である。そこで、気候変動対策の難易度に応じ、SSP1 から SSP3 までのシナリオを感度分析対象とした。

気候変動軸として採用したのは、IPCC 報告書でも採用されている、代表濃度経路シナリオ (Representative Concentration Pathways) である (van Vuuren, et al., 2011)。長期的な放射強制力のシナリオに対応して、RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 および RCP8.5 の 4 種類のシナリオがある。感度分析の対象としては、放射強制力に関して制約を設けないベースラインに加え、パリ協定の 2℃目標に対応する RCP2.6, および RCP4.5 と RCP6.0 の 3 種類の制約を加えたシナリオを試算した。なお、RCP シナリオが違えば、降水量、CO2 濃度上昇による肥沃化効果、温度等の変化による穀物収率の変化も、シナリオに内包されている。

試算ケースを整理すると表 1 のようになる。

表 1 試算したケース

	SSP1	SSP2	SSP3
Baseline	○	○	○
RCP2.6		○	
RCP4.5		○	
RCP8.0		○	

(○が試算ケース)

3. 試算結果

気候シナリオ RCP2.6 と社会経済シナリオ SSP2 の組み合わせの試算結果例を図 2 に示す。他のケースでも同様であるが、農業、生活、産業と分類した場合、現在の水需要のシェアが最も大きいのは、農業用需要であるが、将来は人口増加や経済成長によって、増加が想定される。なお、農業用水需要は灌漑用であり、天水供給は含まない。

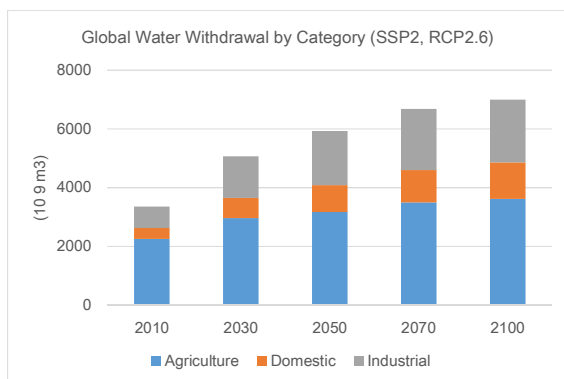


図2 SSP2 RCP2.6 世界全体での水需要

ケース別の試算結果を、全体需要についてまとめたものを図3に示す。SSPが同じ場合は、人口シナリオとGDPシナリオが一致するので、ベースラインにおける生活用と産業用の取水量は同一となり、農業取水需要の差が全体の差となって現れる。農業水需要を図4に示す。2030年にRCP2.6 SSP2の需要が高まるのは、CO₂肥沃化効果などが他のシナリオより低いためである。長期的には一人あたり所得の関数である一人あたり食糧需要が飽和するため、ベースラインケース間の比較では、2100年で人口がSSP1の2倍弱となるSSP3ケースの水需要が高まり、世界の地域によっては農業生産用の水資源が逼迫する

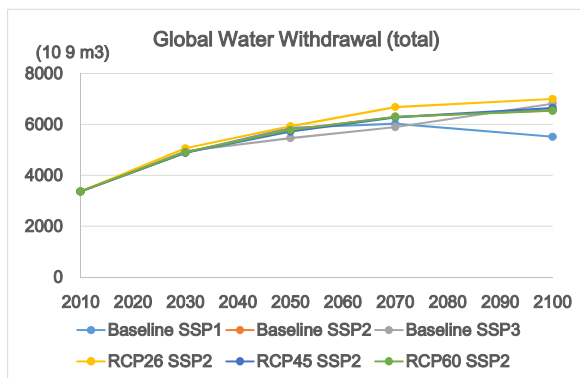


図3 世界全体での水需要（合計）

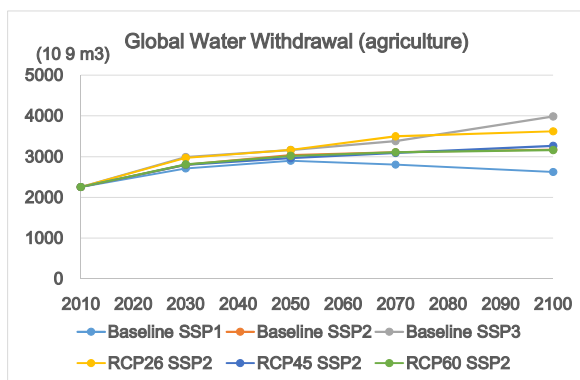


図4 世界全体での水需要（農業用）

4. エネルギーと水資源

エネルギーと水資源の関係についても注目が集まっている。乾燥地域では水力、火力および原子力発電用の水資源

の逼迫、火力および原子力発電用冷却水の温度上昇に伴う発電効率の低下などが危惧されている。また、バイオマス資源は、燃料や発電における低炭素原料として期待されているが、それ自体が水を利用して成長するものであり、水資源の多寡はその供給ポテンシャルに大きな影響を与える。

国際エネルギー機関(IEA 2016)では、World Energy Outlook 2016で水・エネルギーネクサス問題について特集し、エネルギー生産における水利用(Water for energy)、上水供給および下水処理を含む水供給システムにおけるエネルギー利用(Energy for water)の両方に言及している。

また、持続可能な開発目標(SDGs)(UN, 2018)は、目標6として、安全な上下水システムの整備について直接触れている他、目標2(栄養)および目標15(陸域生態系)などの間接的関連事項についても行動目標と指標を公開している。

5. まとめ

地球規模の課題となりうる水資源供給のマクロバランスの予備的検討により、水資源が食糧供給の制約になりうる可能性が示唆された。また、水・エネルギーネクサス問題について整理するとともに、SDGsと水システムの直接的および間接的関係についても予備的に考察した。

謝辞

本稿は、環境省の環境研究総合推進費(S-10-4(3))「適応・ジオエンジニアリングを考慮した統合評価モデルの拡張と応用」の成果の一部、および国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センターおよび一般財団法人エネルギー総合工学研究所の共同研究成果の一部を含む。

参考文献

- FAO (2018), AQUASTAT, Food and Agriculture Organization, <http://www.fao.org/nr/water/aquastat> (accessed May 22, 2018)
- IEA (2016), World Energy Outlook 2016, International Energy Agency
- O' Neill et al. (2017), The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change. Volume 42, pp 169-180
- UN (2018), Sustainable Development Goals webpage, United Nations (accessed May 22, 2018) <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>
- van Vuuren, et al (2011), Climatic Change, 109: 5. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>.

戦後ダム開発と第4類型
～第4類型に正当性はあるのか～

Dam development in postwar Japan and forth type dams

報告者 梶原健嗣
KENJI KAJIWARA

1. はじめに

日本には約3,000基のダムがあるが、そのダムの大部分は1920年代以降の建設、いわゆる五大電力の時代である。すなわち、戦前のダム開発は発電用貯水池の開発を主たる目的とするものである。

これに対し、戦後ダム開発の特徴は、治水・利水を目的とする多目的ダムの開発である。この多目的ダムの原型と言える河水統制事業の時代から、日本の多目的ダム開発の歴史をたどってみると、そこには時代ごとの基本類型があることがわかる。「洪水の資源化」を目的とする第1類型から都市用水（生活用水、工業用水）が前面化する第2／3類型と、多目的ダムの基本類型には時代状況がよく反映されている。そして、この数年、「流水の正常な機能の維持」を主目的とする第4類型が見られ始めている。

本研究では、こうした戦後日本の多目的ダム開発の歴史を辿るとともに、新しい第4類型をめぐる問題につき、考察することにした。

2. 分析方法

(1) 歴史的研究。

戦後日本のダム開発の歴史を、時代状況や法制度を中心に通事的に検討することで、時代が多目的ダムに何を求めたのかを明らかにする。

(2) この時、利根川水系の多目的ダム事業の展開を念頭に置いた。それは、戦後の河川水利秩序（河川法制）と首都圏の水問題と表裏一体だったからである。明治河川法（1896）下の水利秩序は、同法が利水面の規定の乏しい治水立法だったため、内務省、農水省、逓信省の間で多元化する。これが、戦後、建設省の下で治水・利水を一体化する河川水利秩序に再編させていくが、その水利秩序再編を実現する主要ツールが多目的ダムであった。徳野多目的ダム法（1957）、水資源開発公団法（1961）、新河川法（1964）と河川法制が発展していく中で、新しい制度の具体的な成果がもたらされる場として常に意識されていたのは、首都圏である。そこで、首都圏・利根川を具体的な考察事例とすることで、法制レベルの歴史的展開と具体的なダム事業の展開（類型の移り変わり）を表裏一体に捉えられるようにしたい。

3. 分析結果

利根川水系の多目的ダムの展開を見ると、右表1のとおりである。結論部②でも示したように、戦後の多目的ダムの展開には時代状況を反映した明瞭なパターンがある。

4. 結論

- ① 戦後日本の多目的ダム歴史を振り返ってみれば、そこには、時代状況を反映した、基本的パターンがある。
- ② 第1段階は「洪水の資源化」とも言うべき多目的ダム開発で、洪水調節と発電、灌漑用水開発を目的とするものである、これは、多目的ダム事業の原型である戦前の河水統制事業から、戦後復興期の河川総合開発の時期に見られた類型である。高度成長以降は、第2段階に入る。この時期は、戦後直後の水害被害が収まる一方で、都市部を中心に都市用水（工業用水、生活用水）の需要が増大した時期である。また、ダムの規模も第1類型よりも大型化する。第3段階は、オイルショック以降で、第1類型の軸であった発電需要が多目的ダムの開発目的から抜けおちた段階である。
- ③ しかし、現在は第4類型とも言うべき類型が見られる。いずれも、水資源機構のダムであり、水需要が低下する中で、「流水の正常な機能」が大きなウェイトを占める多目的ダムが散見される。流水の正常な機能とは、流水たる河川が、河川らしい「正常な姿」を保っていることを保証するというもので、具体的には河川維持流量と水利流量（既得の水利権、つまり自流に成立する水利権）を確保することを意味する。前者については特定の需要者がいないため、不特定便益とも称される利水需要である。
- ④ 公共事業への批判の高まりを受けて、1990年代後半から費用便益分析による事業評価が行われ、第4類型の多目的ダムも費用便益分析が行われた。しかし、その費用便益分析は、極めて不可思議なものである。それは、不特定便益をダム完成前に発現するものとして計上し、完成以後は消滅するものとして計上しているからである。これは典型的に、不可思議な評価ではなかろうか。
- ⑤ 第4類型の不可思議な事業評価は、多目的ダム開発が大きな岐路に立たされていることを示すものではないかと考える。

【表1】 利根川水系の多目的ダム（建設中を含む、都道府県営ダムを除く）

	ダム名	用途					
		F	N	P	W	I	A
類型1	五十里	●	●	●			
	藤原	●	●	●			
	相俣	●	●	●			
	川俣	●	●	●			
	菌原	●	●	●			
類型2	矢木沢	●	●	●	●		●
	下久保	●	●	●	●	●	
	草木	●	●	●	●	●	●
類型3	川治	●	●		●	●	●
	八ッ場	●	●	●	●	●	
	南摩	●	●		●		
	奈良俣	●	●		●	●	●
	湯西川	●	●		●	●	

※ F:洪水調節, N: 河川の流水の正常な機能, P:発電, W:上水道, I:工業用水, A:農業用水

※ 休止・中止事業については除外した。『利根川百年史』などから、筆者作成。

9月9日（日）午後（2）

会場：C（408）

セッション：経済実験

公衆衛生改善のための説得的コミュニケーション・ツールの開発と評価： インドネシアにおけるランダム化フィールド実験からのエビデンス

○横尾英史*・原田徹也†

Hide-Fumi Yokoo, and Tetsuya Harada

1. 研究の概要

本研究は発展途上国において公衆衛生を改善する行動を促す方法としての「説得的コミュニケーション (persuasive communication; DellaVigna and Gentzkow, 2010)」を研究した。特に、ある特有の属性を持つ家庭にとって効果的な説得的コミュニケーションの内容とは何かを検討した。そして、国際協力機構 (JICA) のインドネシアにおけるプロジェクトの中で現場の実情に合った説得ツールの開発に取り組み、その行動変容への効果を評価した。評価にはランダム化フィールド実験の設計と計量経済学的分析を用いた。

2. 事例研究の背景

先進国においては、家庭が排出する廃棄物を家の前や、すぐ近くの集積所までトラックが収集に来てくれることが一般的である。しかし、発展途上国においては必ずしもそうではない。例えば、インドネシアにおいては、自治体のトラックが収集のために停車するのは千数世帯に1か所ということが珍しくない。その結果、住民による不法投棄や不適正な焼却が頻繁に見られ、公衆衛生上の問題となっている。

この問題への対策としてインドネシア政府は Tempat Pengolahan Sampah Terpadu-3R (TPS-3R) という施設の建設とこれを活用したコミュニティ・ベースの廃棄物管理を推進している。これは政府が廃棄物処理施設や収集車などを用意し、地域コミュニティの有志に廃棄物収集・運搬サービスの運営を担ってもらおうというものである。この廃棄物管理モデルのもとでは、有志の住民が各家庭の戸口での収集サービスを提供し、他の住民が月々のサービス料金を支払い廃棄物を適正に排出する。しかし、有志による収集サービスが立ち上がったにも関わらず、加入する住民が増えないという事態が多く起きている。

2013年から2017年の期間に、JICA がインドネシアとの二国間技術協力事業として「3R 及び廃棄物適正管理のためのキャパシティーディベロップメント支援プロジェクト」を実施した。その中では、パレンバン市がパイロット地域として選定され、同市の TPS-3R 施設と運営側の住民に対する支援がなされた。筆者らを含むプロジェクト・メンバーは公共経済学における公共財の自発的供給を促進する策の研究成果や、行動経済学における説得的コミュニケーションの研究成果を活用して、パレンバン市の TPS-3R モデルによる収集

* 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター Center for Material Cycles and Waste Management Research, National Institute for Environmental Studies. 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2 E-mail: yokoo.hidefumi@nies.go.jp

† 国際協力機構

サービスに加入する住民を増加させるツールの開発に取り組んだ。

3. 開発したツールとランダム化フィールド実験による評価

開発したのは運営側の住民が収集サービスの勧誘を行う際のマニュアルやリーフレットであった。マニュアルには勧誘時の会話の例文を盛り込んでおり、先行研究の知見に基づいた文言を含めた。さらに、勧誘の際の話題やリーフレットに掲載する情報として2種類のパターンを用意した。一つ目は「公衆衛生問題についての注意喚起」である。環境問題について注意を促すことが途上国での環境配慮行動を促すという先行研究があり（Toledo, 2016）、これを参考にした。二つ目は「子供たちの未来についての注意喚起」である。将来の世代について考えることが協力行動を促すことを示唆する先行研究があり（Kamijo et al., 2017）、これを発展途上国で試すことを考えた。

2017年2月から4月に、パレンバン市 TPS-3R 運営側の住民グループが、開発したマニュアルとリーフレットを用いた勧誘活動を実施した。750世帯を戸別訪問し、加入と料金支払いを促した。この時、750世帯を無作為に3群に分け、一つ目の群には裏面が白紙、二つ目の群には「公衆衛生問題に関する写真とメッセージ」、三つ目の群には「子供とごみ山の写真とメッセージ」が記載されたリーフレットを用いた。勧誘の一部始終を観察したデータと、勧誘から1か月後、3か月後のサービス料金支払い記録のデータを結合したデータセットを構築した。このデータセットと線形確率モデルを用いた回帰分析によって、2種類のリーフレット裏面写真・説得メッセージが加入・支払いに与える影響を評価した。

4. 結果

分析の結果、「公衆衛生の注意喚起」「子供とごみ山」の策のいずれも統計学的に有意な平均処置効果が見られなかった。ただし、「子供とごみ山」ツールの方は、勧誘対象となった家庭に10歳未満の子供がいる場合に正で統計学的に有意な加入促進効果を持つことが明らかとなった。また、勧誘から3か月後の料金支払いデータを用いた分析の結果、この効果の持続性が確認された。説得的コミュニケーションを用いる際には、対象となる家庭の属性に応じて内容を変更することが効果的となることがわかった。そうすることにより、発展途上国においても説得的コミュニケーションによって公衆衛生改善行動や公共料金支払いを促すことが可能となる。また、開発した子供たちの未来についてのツールは収集サービスへの加入と支払いを継続させる持続的効果を持つことが明らかとなった。

参考文献

DellaVigna, S., & Gentzkow, M. (2010). Persuasion: Empirical evidence. *Annual Review of Economics*, 2(1), 643-669.

Kamijo, Y., Komiya, A., Mifune, N., & Saijo, T. (2017). Negotiating with the future: incorporating imaginary future generations into negotiations. *Sustainability Science*, 12(3), 409-420.

Toledo, C. (2016). Do environmental messages work on the poor? Experimental evidence from Brazilian favelas. *J. of the Association of Environmental and Resource Economists*, 3(1), 37-83.

資源枯渇経験の時間選好率に与える影響

—フィリピンの漁業者を対象としたフィールド実験による分析

Effect of experiences of resource scarcity on a time preference: Analysis by the field experiment of the Philippine fishermen

○田中健太¹、東田啓作²、Arvin Vista³

1 はじめに

近年、行動経済分野において、人々の選好が過去の経験に影響を受けて変化を生じる可能性が示されている。これまでの研究では、内戦などの特殊的な経験だけでなく、経済的なショックなど、より身近な出来事においても、各種選好に影響を与える可能性が示されている。こうした選好に与える可能性がある経験として、注目されているものの一つが資源枯渇の経験の有無である。実際にこれまでの先行研究においては、資源枯渇の経験の有無が人々の協力的な選好に影響が与えられる可能性が示唆されている。しかしこうした先行研究では、資源枯渇経験の有無のみに焦点をあてた研究が多く、実際に人々がどういった理由で資源枯渇が発生したと考えている、経験の主観的な理解の違いが選好に対してどういった影響を与えているか明確にされていない。実際に Karapetyan and d'Adda (2014)では、主観的な枯渇経験の有無と、客観的な資源枯渇経験の有無では、人々の協力的な選好の変化に与える影響が異なる可能性を示している。また Tanaka et al.(2016)においても、主観的な資源枯渇経験の認識差が同様に協力的な選好に異なった影響を与えている可能性を示唆している。しかし、資源管理上、重要となる時間選好率と資源枯渇経験の関係性は十分に分析されていない。そこで、本研究では、過去の主観的な資源枯渇経験の有無だけでなく、実際に認識した枯渇理由の違いが時間選好率に与える影響を分析する。

2 分析手法、データ

本研究では資源枯渇理由の認識差と時間選好率との関係性を分析するために、フィリピンの漁業者を対象としたフィールド実験を実施した結果に基づいた分析を行う。対象地域としては、パラワン島、及びミンダナオ島で、それぞれ8セッションずつ、漁業者(126名)を対象とした時間選好率を測るためのラボ実験及び、各漁業者に対するアンケート調査結果をマッチングして分析を行う。時間選好率の推計には、Tanaka et al.(2010)で用いられた、Quasi-Hyperbolic Discount rateの測定手法に基づいた45問の質問票を作成し行った。実験終了後、質問票のなかからランダムに1問を選び出し、その回答に基づき、謝金を支払った。一方でアンケート調査においては、資源枯渇の経験の有無に加え、その資源枯渇がなぜ起こったと思うのか、主な理由を答えてもらうとともに、月収、年齢、教育歴などの社会属性を答えてもらう質問表を作成し

3 結果及び考察

本研究では、前述のラボ実験に基づいて回答結果から Quasi-Hyperbolic Discount rate を仮定した関数形に基づいた割引率等の推計を行う。前述の通り、45問の将来と現在の金額を提示した選択肢におい

¹ 武蔵大学経済学部

² 関西学院大学経済学部

³ University of the Philippines Los Baños, Department of Agricultural Economics.

て、どちらを選択するか、ロジスティック関数をもととした推計によって、それぞれのパラメーター (β 及び r) の影響要因についても分析を行う。推計を行うロジスティック関数は(1)式と定義する。

$$P(x > (y, t)) = \frac{1}{1 + \exp(-\mu(x - y\beta \exp[-rt]))} \quad (1) \text{ 式}$$

t は実験での選択肢における将来もらえる金額(y)を現在から何日後にももらえるかという日数を示している。 x は現在 (今日) もらえるとして提示をした金額を示す。 μ 、 β 、 r はそれぞれ推計を行うパラメーターを示している。 β は Present bias を捉えるパラメーター

表 1 パラメーター推計結果

	係数	標準偏差
μ	0.0062***	0.001
β	0.3745***	0.071
r	0.0071*	0.004

表 2 各変数の影響分析

説明変数、パラメーター	係数	
	β	r
μ	0.005*** (0.001)	
c	-0.350** (0.153)	-0.050*** (0.016)
Ex	0.083 (0.106)	-2.474*** (0.710)
$Natural-Ex$	0.079 (0.105)	-3.769*** (1.309)
$Artificial-Ex$	0.042 (0.096)	-4.109*** (1.362)
$Clumsy-Ex$	2.303** (1.021)	6.030*** (1.350)
Age	-0.003** (0.002)	-0.018 (0.020)
$Education$	0.327*** (0.107)	4.719*** (1.203)
$Income$	0.000** (0.000)	0.000 (0.000)

注) () 内は標準偏差を示す。

であり、 r が時間選好率 (割引率) となる。推計結果は表 1 (パラメーターのみの推計結果)、及び表 2 (パラメーターと各変数の関係性の分析) に示す。 Ex は資源枯渇経験があるが、理由はわからないと答えた参加者のダミー変数である。 $Natural-Ex$ は資源枯渇の経験があり、自然条件により資源枯渇が発生したと考えている参加者のダミー変数を示している。 $Artificial-Ex$ は人為的理由により資源枯渇が発生した経験を有していると回答した人のダミー変数を示している。そのほかに教育歴 ($Education$)、年齢 (Age)、月収 ($Income$) をコントロール変数として、推計に加えている。表 2 より Present bias に対しては枯渇経験がほとんど影響しないものの、時間選好率に関しては資源枯渇の経験がある人ほど、時間選好率が低くなる可能性が推計結果から示された。とくに資源枯渇の理由がわからない人と比べて、資源枯渇の理由を自然的な変化にしているものと認識している参加者ほど、時間選好率が引く可能性が示されている。さらに人為的な資源枯渇を経験したと回答している参加者はより、時間選好率が低下している可能性が示された。

こうした結果は、過去の資源枯渇の経験が時間選好率に対して影響を与えていることを示唆しているだけでなく、過去の資源の枯渇が何であったかという認識の際によって、時間選好率に対する影響も異なる可能性が示

された結果といえる。水産資源のように、資源枯渇が発生した際に、資源量の推定に大きな不確実性があり、原因の理解も主観的に陥りやすい共有資源に対しては、資源枯渇は個々の漁業者の過去の経験に基づく、主観的な認識に依存する。そのため、共有資源管理の分析上重要となる時間選好率に対する影響が過去の資源枯渇の認識差にある場合の影響を十分に考慮すべきであると考えられる。

※謝辞：本研究は JSPS 科研費 (25590063、及び 16H03012) の支援を受けたものである。

When do consumers stand up for the environment?

Evidence from a nation-wide social experiment to promote environmentally friendly coffee

Ryo Takahashi¹

Abstract

Eco-label coffee certification schemes have been increasingly employed to promote the consumption and production of environmentally friendly products (hereafter, “eco-friendly coffee”). Although the previous studies conducted the laboratory or small-scale social experiment to identify the determinant factors affecting the purchasing behavior for eco-friendly coffee, there still remains two shortcomings in the literature. First, it is not clear whether the results from laboratory experiments and a small-scale social experiment can be applicable to more practical situations. Second, the mechanism behind the shift in demand due to introduction of eco-friendly certifications and provision of information about the eco-friendliness of coffee is still unknown.

To address the two shortcomings, we investigate the effect of information provision about eco-friendly coffee on consumers' actual purchasing behaviors. Our contribution to the literature are twofold. First, we utilize a unique data from a nation-wide social experiment at more than 10,000 vending machines in Japan serving brewed coffee. Second, we provide empirical insights into the mechanism for stimulating environmentally friendly consumption which has been hardly examined in the nation-wide social experimental setting.

The vending machines used for the experiment mill roasted beans, brew coffee, and serve it in a fully mechanized way. Most of the machines sold eco-friendly coffee in addition to regular coffee before the experiment. In the social experiment, some vending machines adopted a new button graphically characterizing forests to choose eco-friendly coffee, and some others showed a sticker verbally emphasizing

¹ Graduate School of Economics, Waseda University, 1-6-1, Nishi-Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8050, Japan. E-mail: inter.takahashi@gmail.com

eco-friendliness of coffee, whereas the rest remained untreated. However, the treated vending machines were selected by the collaborating company, and the selection was not fully random. Thus, we employ the propensity score pre-screening difference-in-differences (DID) estimations that incorporate Oster's (2015) sensitivity analysis to identify causal effects of the two information provision strategies.

To further investigate the mechanism to explain the demand shifts following the information provision, we distinguish between vending machines in locations with and without the observability by community members. We define the former locations as “community-based spaces” which access is restricted to specific community members and they can observe the individual behavior in the community. For example, office buildings and factories are included as community-based spaces. In contrast, “non-community-based spaces” are the locations without the community members’ observability, such as shopping malls and train stations.

We hypothesize that information provision to emphasize eco-friendliness of coffee are more effective in the former locations. This is because limited users of vending machines in an observable environment know each other and thus are concerned more about their reputation from each other than otherwise. In other words, once eco-friendly nature of a product becomes known to people in community-based spaces due to information provision, they consume it more to obtain reputation that they are concerned about environment, or "green" reputation. By contrast, people in non-community-based spaces are less likely to do so, because they may not be able to obtain green reputation from their peers by purchasing green product in an unobservable setting like train stations where no peer is monitoring their behavior.

Our results demonstrate that informing eco-friendliness significantly increases the sales of the eco-friendly coffee by approximately 7% only in community-based spaces while not in non-community-based spaces. This may imply that “green” reputation can be more important in the former than the latter due to the differences in the effect of the information provision on community’s environmental awareness and in the observability of individual behaviors.

Keywords: information provision; social experiment; sustainability labels; coffee certification; green reputation

9月9日（日）午後（2）

会場：D（409）

セッション：再生可能エネルギー（2）

営農型太陽光発電の遮光率に関する実証的分析

Study on the Shading Ratio in Combination of Solar Photovoltaic and Food Crops

○野津 喬*

Takashi Nozu

1. はじめに

農地に支柱を立て、太陽光発電設備の下部で営農を継続しながら上部空間で発電を行う、営農型太陽光発電、いわゆるソーラーシェアリングの取り組みが広がりつつある。ただし営農型太陽光発電について、何をもって発電事業と営農事業が「両立」していると判断するかは意外に難しい。営農事業の下支えとしての売電収入を最大化しようとすることは、上部空間の太陽光発電設備の設置面積割合が大きくなる、つまり下部の農作物の生育に必要な日照量が減少することを意味する。従って営農型太陽光発電において、発電事業と営農事業を両立させる上では、上部空間の太陽光発電設備の設置面積割合（以下、「遮光率」という。）をどのように設定するかが、重要なポイントとなる。

営農型太陽光発電の遮光率について実証的な分析を行った数少ない研究の一つとして本間ら（2016）があるが、本間らの研究は農学的見地から行われたものであり、筆者の探した範囲では、社会科学分野において営農型太陽光発電の遮光率を定量的に分析した研究は見当たらない。本研究はこれまで十分な分析が行われてこなかった営農型太陽光発電の遮光率を対象として、その状況と、遮光率に影響を与える要因を分析することを目的とする。

2. 分析方法

農林水産省が営農型太陽光発電に関する通知を発出した2013年3月31日から調査時点である2017年12月31日までに発電を開始した営農型太陽光発電を対象として、インターネット調査等により、遮光率の現状を把握する。調査項目は、営農型太陽光発電が所在する都道府県、事業主体の属性、発電出力、太陽光発電設備下の農地面積、栽培品目、運転開始年とし、調査結果はこれらが把握できた事例のみ掲載する。事業主体の属性は、北風ら（2015）を参考として、発電事業と営農事業を同一の主体が行う場合（主体同一型）と、それぞれを別主体が行う場合（主体分離型）のどちらに該当するかを把握する。遮光率は、調査により把握した発電出力と農地面積の数値を用いて、本間らを参考として営農型太陽光発電設備1kW当たりの下部面積を8m²とした場合の遮光率を算出した。

さらに把握したデータを用いて、ブートストラップ法（反復回数2,000回）により、遮光率に説明変数が与える影響を分析する。説明変数は、事業主体が主体同一型であれば1、

* 実践女子大学生生活科学部 Faculty of Human Life Sciences, Jissen Women's University
〒191-8510 東京都日野市大坂上4-1-1 TEL042-843-1218 E-mail: nozu-takashi@jissen.ac.jp

主体分離型であれば0をとる「主体同一ダミー」、発電出力が100kW以上であれば1、発電出力が100kW未満であれば0をとる「発電出力ダミー」とする。

3. 分析結果

本研究では59事例の営農型太陽光発電について、遮光率の状況を把握できた。図は把握した事例における遮光率の分布である。本研究で把握した事例においては、遮光率が20%~40%区間の取り組みが最も多いことが示された。これはソーラーシェアリング（営農型太陽光発電）の考案者と言われている長島（2015）が、遮光率を1/3以下にすることを推奨していることが一因と思われる。

次にブートストラップ法による重回帰分析の結果は、主体同一ダミーの係数は有意ではなかった。これは農業者自身による取り組みが多いと言われている主体同一型においても、発電事業を重視する農業者と営農事業を重視する農業者が混在していることが理由として考えられる。次に、発電出力が100kW以上の取り組みは、100kW未満の取り組みと比較して、遮光率が5%有意水準で約16ポイント高い結果となった。これは発電出力が大きくなるほど、発電設備の初期投資等に必要な金額も大きくなるため、投資回収の観点から売電収入の最大化を図ろうとする傾向が強まるためと考えられる。

図 営農型太陽光発電の遮光率分布

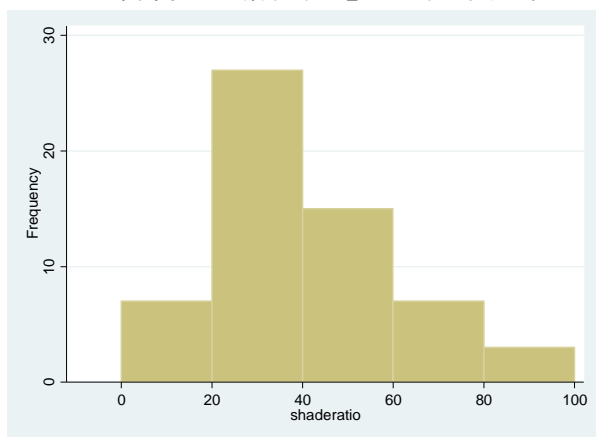


表 遮光率に影響を与える要因

変数	係数	標準誤差	Z値
主体同一ダミー	7.577	4.783	1.58
発電出力ダミー	15.659	6.211	2.52 **
定数項	30.837	4.034	7.64 ***
調整済みR ²	0.1083		
標本の大きさ	59		

注：***, **, *は、それぞれ有意水準1%, 5%, 10%で統計的に有意であることを示す。

4. 結論

本研究では、営農型太陽光発電は遮光率が20%~40%区間の取り組みが最も多いこと、事業主体が主体同一型か否かという点は遮光率に影響を与えていないこと、発電出力が大きい取り組みは遮光率が高い傾向にあることを示した。ただし営農型太陽光発電の遮光率は、事業主体が主体同一型か否かという点と、発電出力の大小という点以外の要因の影響を受けている可能性がある。これらの点については今後の検討課題としたい。

附記：本研究は、三井物産環境基金2016年度研究助成の支援を受けて行われた。

再エネ電力供給が日本卸電力市場に与える影響に関する研究

Renewable Energy and Spot Prices: Empirical Evidence from the Japan Electricity Market

○馬 騰* 徐 涛**

Teng MA, Tao XU

1. 研究の背景と目的

2003年の「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）」と2012年固定価格買取（FIT）制度の施行は再生可能エネルギー（再エネ）の普及を促進しているが、2016年に日本再エネ発電の総電力比率は14.5%（水力を除くと6.9%）になっている。日本政府は、2030年の再エネ発電の総電力比率を22-34%にするという目標（以下、2030年目標）を達成するために、再エネの普及を課題としている。

日本の電力市場自由化には、再エネの普及に関して二つの重要な制度があると考えられる。第一に、日本卸電力取引所（JEPX）が2005年に開業したことである。JEPXによって、日本の卸電力市場が開かれた。第二に、地球温暖化対策の一環として、政府は固定価格買取制度（以下、FIT）の下で買い取った電力を、卸電力取引所経由で小売電気事業者に引き渡すこととされている。このことが、卸電力取引所の取引活性化に繋がると期待されている。

欧米の卸電力市場では、再エネの導入によりスポット市場の電力価格は低減するということが知られている。Sensfuß et al. (2008) は、再エネによる電力生産の変動がドイツのスポット市場の電力価格に与える影響を分析した。その結果、天然ガス・石炭の価格が高いほど、再エネが電力価格に与える低減効果が強いことを示している。Woo et al. (2011) は、風力発電による電力生産が、テキサス州のスポット市場の電力価格水準および価格変動に与える影響を分析した。その結果、風力発電量の増加により、スポット市場の価格水準は低下するという事を明らかにした。その一方、スポット市場の価格変動も、風力発電量の増加により拡大されているという。

日本では、JEPXにおける電力取引量は年々増加しているが、電力販売量全体に占める比率は2014年度実績で2%未満である。さらに、JEPXにおける再エネ取引量の割合はスポット市場取引量のわずか1%である。2030年目標の達成と合わせて卸電力市場の活性化が実現するかどうか検討するには、再エネの普及による卸電力市場への影響を知ることが重要であると考えられる。特に、再エネの供給が卸電力市場価格に与える影響を分析することに焦点を当てる。

本研究の目的は二点ある。第一に、再エネの供給の変化が、日本の卸電力市場に与える影響を明らかにするという事である。第二に、小売電力市場の全面自由化がその影響にもたらす効果を明らかにするという事である。本研究の意義は、日本の再エネ普及政策と合わせて、電力自由化改革への示唆を与えることである。

2. 研究手法

VARXモデル（Vector Auto Regression model eXogenous variables）を用いて、日本の卸電力市場のスポット価格を再エネの供給に関する変数によって回帰する。日本の9地域のスポット価格は内生変数であり、再エネの供給は外生変数である。

* アジア太平洋研究所 研究員 mt_yx@hotmail.com

** 神戸大学大学院経済学研究科 特別研究員 xutao@people.kobe-u.ac.jp

$$Price_{i,t} = \alpha_{i,0} + \alpha_{i,1}Price_{i,t-1} + \alpha_{i,2}Price_{i,t-2} + \beta_{i,0}Wind_{i,t} + \gamma_{i,0}Solar_{i,t} + \delta_{i,0}Gas_{i,t} + \theta_{i,0}Coal_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

$Price_{i,t}$ は各地域の卸電力市場のスポット価格である。 $Wind_{i,t}$ と $Solar_{i,t}$ は、それぞれ日次の最大風速と全天日射量である。 $Gas_{i,t}$ と $Coal_{i,t}$ は、それぞれガスと石炭の価格を示している。利用したデータは、2013年4月1日から2018年3月2日までの日次のデータである。スポット価格に関するデータは、JEPXのwebサイト上で公開されている。日最大風速と全天日射量は風力と太陽光発電量の供給の代理変数として使われ、日本気象庁のホームページから取得した。コントロール変数であるガス価格と石炭価格は、日経データベースと秦皇島石炭網のデータベースから収集した。

3. 結果

分析結果は二点ある。第一は、日本の卸電力市場のスポット価格は再エネの供給の影響を受けているということである。日次最大風速がスポット価格に与える影響が小さいが、日次全天日射量がスポット価格に与える影響は大きい。風力による電力供給と比べて、太陽光発電による電力供給は卸電力市場の価格を低減させることができる。第二は、小売電力市場の全面自由化以降、再エネの供給がスポット価格に与える影響は大きくなったということである。全面自由化前に、国内で風力発電所が最も多い東北地域における風力発電の供給は、スポット価格へ統計的に有意な影響が見られなかった。しかし、全面自由化後には、スポット価格へ統計的に有意な負の影響が見られた。一方、太陽光発電の供給は、全面自由化の前に、スポット価格へ統計的に有意な負の影響が見られた、全面自由化後には、この影響がさらに大きくなった。

表1 再生可能エネルギー生産がスポット価格に与える影響

Price	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
自由化前 (2013.4.1-2016.3.31)									
Wind (m/s)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.003 (0.002)	0.003 (0.002)	0.003 (0.002)	0.007*** (0.002)	0.005** (0.002)	0.005** (0.002)	0.006*** (0.002)
Solar (MJ/m2)	-0.001 (0.001)	-0.001*** (0.000)	0.000 (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.000 (0.000)	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
Gas (JPY/m3)	0.121*** (0.027)	0.101*** (0.020)	0.096*** (0.020)	0.091*** (0.022)	0.093*** (0.022)	0.094*** (0.022)	0.095*** (0.022)	0.095*** (0.022)	0.095*** (0.022)
Coal (JPY/t)	0.081* (0.047)	0.115*** (0.036)	0.106*** (0.036)	0.089** (0.037)	0.083** (0.037)	0.083** (0.037)	0.082** (0.037)	0.081** (0.037)	0.086** (0.037)
Constant	-0.823** (0.347)	-1.144*** (0.278)	-1.083*** (0.276)	-1.055*** (0.302)	-1.028*** (0.302)	-1.037*** (0.299)	-1.029*** (0.301)	-1.027*** (0.301)	-1.066*** (0.300)
AIC	-4.486	-5.215	-5.235	-5.141	-5.140	-5.155	-5.150	-5.148	-5.148
BIC	-4.443	-5.172	-5.192	-5.098	-5.098	-5.112	-5.107	-5.105	-5.105
自由化後 (2016.4.1-2018.3.2)									
Wind (m/s)	-0.004 (0.003)	-0.011*** (0.004)	-0.002 (0.004)	-0.001 (0.003)	-0.002 (0.003)	0.003 (0.003)	0.004 (0.003)	0.001 (0.003)	0.003 (0.004)
Solar (MJ/m2)	-0.002** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)
Gas (JPY/m3)	-0.072 (0.060)	-0.050 (0.062)	-0.043 (0.063)	-0.02 (0.046)	-0.027 (0.047)	-0.029 (0.047)	-0.032 (0.047)	-0.031 (0.047)	-0.045 (0.050)
Coal (JPY/t)	0.065 (0.040)	0.012 (0.041)	0.034 (0.040)	0.033 (0.033)	0.031 (0.033)	0.041 (0.033)	0.04 (0.033)	0.036 (0.033)	0.055 (0.035)
Constant	0.4937 (0.328)	0.877*** (0.326)	0.563* (0.312)	0.147 (0.234)	0.249 (0.250)	0.127 (0.240)	0.161 (0.237)	0.186 (0.240)	0.112 (0.259)
AIC	-3.848	-3.746	-3.721	-4.346	-4.32	-4.322	-4.327	-4.326	-4.188
BIC	-3.787	-3.685	-3.661	-4.286	-4.259	-4.261	-4.266	-4.266	-4.127

Standard errors in parentheses: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

Note: Orders of lag is selected as (p,s)=(2,0), and exogenous variables including daily Wind speed, Sunlight index and Gas price.

京都議定書が再生可能エネルギー技術の国際特許出願に与えた影響

Climate Agreement and Technology Diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on International Patent Applications for Renewable Energy Technologies

宮本舞*・竹内憲司†

Mai Miyamoto and Kenji Takeuchi

1. 研究の背景と目的

気候変動の緩和には、環境技術が発展し、その技術が広く普及することが重要だと指摘されている。本研究の目的は、京都議定書が再生可能エネルギー分野の国際特許出願に与えた影響を評価することである。特許出願を国別に集計したデータを用いて、京都議定書において削減義務を負う国（Annex B 国）とそれ以外の国（non-Annex B 国）の間で国際特許出願数の推移に差があるかを差分の差分法

（Difference-in-difference : DID）により分析する。国際特許出願は、国境を超えた技術波及の指標とみなすことができる。したがって京都議定書と国際特許出願の関係に着目することは、再生可能エネルギー分野の国際的な技術波及を考える上で極めて重要である。

国際的な技術の波及を考える上で、途上国に対する技術の波及は特に重要である。そこで本研究では、中国、メキシコ、ブラジル、インドの4カ国に対する国際特許出願についても評価をおこなう。これら4カ国に対する国際特許出願を分析することで、京都議定書が南北間の技術波及にどの程度貢献したかを検討することができる。

企業活動の国際化に伴い、再生可能エネルギー分野においても国際特許出願は近年増加傾向にある。風力発電に関する国際特許出願数を見ると、京都議定書が批准された前後で Annex B 国において急速に国際特許出願が増加している（図1）。一方で太陽光発電に関しては、1990年代初頭から国際特許出願数に Annex B 国と non-Annex B 国の間で差が見られるが、これは一部の先進国がオイルショック以降に太陽光発電に関連する多くの特許出願をおこなった影響と考えられる（図2）。

図1 風力発電の国際出願数推移

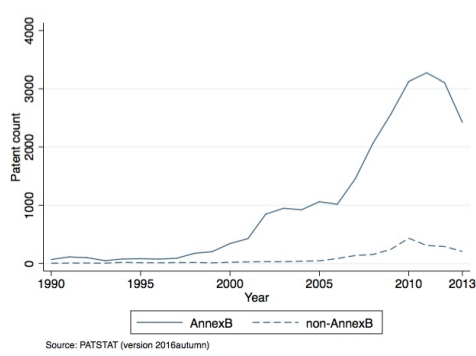
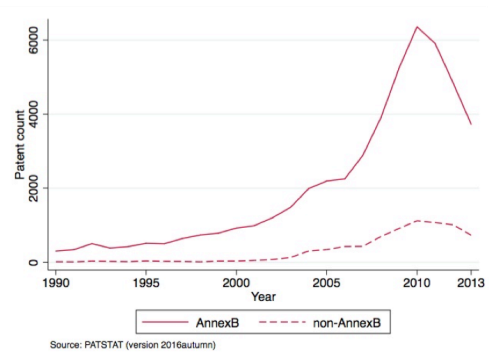


図2 太陽光発電の国際出願数推移



* 神戸大学大学院経済学研究科（Graduate School of Economics, Kobe University）, 住所：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1, E-mail : mai.miyamoto.y@gmail.com
†神戸大学大学院経済学研究科（Graduate School of Economics, Kobe University）, E-mail : takeuchi@econ.kobe-u.ac.jp

2. 推定方法とデータ

差分の差分法を用いて、京都議定書が国際特許出願に与える影響を評価した。被説明変数 (Patent) は国際特許出願数であり、このデータは国際的な特許データベースである Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) から抽出した。本研究では、発明者の国籍と出願先の国が異なる場合を国際特許出願として定義した。分析対象として、風力発電と太陽光発電の二つの再生可能エネルギー技術に着目し、Johnstone et al. (2010) の技術分類コードを参考に、それぞれの技術を分類して特許データを抽出した。国ごとの固定効果に加えて、1人当たり GDP、海外直接投資額、全技術分野の国際特許出願数、累積国内特許出願数の4つの変数を導入し、時間を通じて変化する国ごとの特徴による影響を取り除いた。分析対象国は133カ国、分析年は1990年から2013年までとした。トリートメントグループ (Treatment) については、1) Annex B 国 (34カ国) と、2) Annex B 国の中で強い目標が課された国 (1990年よりも排出を削減しなければならなかった21カ国) の二つの定義を用いて、京都議定書における削減目標の厳しさが国際特許出願に与える影響の違いを比較した。京都議定書の影響期間 (Period) についても、A) 京都議定書が締結された1997年から、B) 京都議定書が発効された2005年から、C) 第一約束期間の2008年からの三期間を定義し、影響を比較した。推計式は下記の通りである。

$$\text{Patent}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Treatment} \times \text{Period}_{it} + \beta_2 X_{it} + \delta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

3. 分析結果

推計の結果、京都議定書において排出削減目標を負うことにより、再生可能エネルギー分野の国際特許出願数が増加していることが明らかになった。その影響は、京都議定書が締結された1997年という早い時点から観察されることが分かった。一方、排出削減義務の対象となる第一約束期間については、京都議定書は国際特許出願数の増加に貢献していなかった。しかし、トリートメントグループを強い削減目標を課された国と定義した分析では、第一約束期間においても京都議定書の影響が観察された。また4カ国の途上国に対する国際特許出願を対象にした分析でも、京都議定書が国際特許出願数の増加に影響していることが明らかになった。

以上の結果は、京都議定書が温室効果ガスの削減という直接的な影響だけでなく、再生可能エネルギー分野の技術波及を通じて気候変動対策に貢献した可能性を示唆している。特に京都議定書において強い目標を課された国が長期にわたって国際特許出願数を増加させていたことは、技術波及の促進には削減目標の強さも重要であることを示唆している。またこうした影響は先進国のみならず途上国への技術波及においても役割を果たしており、国際気候変動枠組条約が南北間での再生可能エネルギー分野の技術波及にも貢献した可能性を示している。2015年に導入されたパリ協定は、現時点では削減目標を各国に課してはいないが、環境技術の技術波及拡大には削減目標を伴う国際的枠組みが重要な役割を果たす可能性が明らかになった。

新規技術参入障壁としての送電線空容量問題

Transmission Capacity Problem as a Barrier against new technology

京都大学大学院 経済学研究科 安田 陽¹

「送電線空容量問題」は、日本において再生可能エネルギー（再エネ）の導入政策を阻む最も喫緊の課題として、クローズアップされている。現在、日本各地で送電線の「空容量」がゼロになったということが電力会社から公表されつつあり、再エネの発電所を計画・建設しても送電線に接続するには数億円規模の莫大な工事費用を電力会社から請求され、何年も待たされる状態が全国で多く発生している。

各電力会社は独自の試算によって送電線の「空容量」を公表しているが、2017年8月31日現在で東北電力が公表した資料によると、青森・秋田・岩手の北東北3県にほぼまたがる地域で空容量がゼロであるとされている(1)。同様に他のエリアでもいくつかの主要幹線で「空容量ゼロ」が公表されている。このように、風力発電のポテンシャルが大きな両地域で「空容量ゼロ」が相次いで公表され、風力発電の導入に大きな障壁となっている。

筆者は、電力広域的運用機関（以下、OCCTO）が公表する運用容量実績および潮流実績の統計データから、日本の地内基幹送電線（主に上位2系統）約400路線に対して実潮流に基づく利用率を算出し分析を行っている。その結果、各電力会社の基幹送電線年間利用率の平均値は12～27%であることがわかり、また「空容量なし」と公表された線路でも利用率が著しく低い路線が複数あることが明らかになった。

その後、OCCTOから「広域機関システムにおいて公開している系統情報について、以下のとおり誤解を招く数値が入力されている例があることを確認した」との公表があり、既に公表されたデータの誤りがあることが明らかになった。それを受けて、2018年4月下旬に各電力会社が一斉に自社ウェブサイトで地内送電線の運用容量に関する情報が公開された。

本報告では、2018年1月末時点での系統情報公開データにより分析された筆者らによる分析結果と、2018年4月末時点で修正のあったデータによる分析を比較することにより、系統情報のどの部分に誤りがあり、その修正がどのような影響を受けたのかを比較検討する。またそのことによって、系統情報の公開性や透明性のあり方についても、今後の再生可能エネルギー大量導入に向けた送電線利用拡大の観点から、示唆を行う。

結論から述べると、送電線空容量問題の発生原因は、決して技術的に乗り越えられない限界があるからではなく、単に制度設計の不備・不調和に起因する問題である。また、単に当該送電線が空いているかいないかの問題でもない。確かに、再生可能エネルギー電源に限らず、どのような電源でも新しい電源を電力系統に接続する場合には、大抵、系統側に何らかの対策や増強が必要となりコストが発生する。特に風力や太陽光発電のように出力が自然条件によって変動する電源の場合、その変動を管理するための対策やコストが必然的に発生する。

¹ 〒606-8560 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院 経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座
yasuda@mem.iee.or.jp

今まで発送電分離されていない垂直統合された電力システムでは、発電部門も送電部門も同じ会社が所有していたので、どちらがそのコストを負担するかはあまり問題視されなかったが、電力自由化により発電会社が多数生まれ、発送電分離によって発電部門と送電部門の経営が切り離されると、どちらがそのコストを負担するかという問題は非常に重要となる。

新規発電事業者が電源接続の際に新たに必要となる系統増強費用（さらに VRE 事業者の場合は、変動対策なども）を負担しなければならないという発想は原因者負担の原則 (Cousers-Pay Principle または Generator-Pay Principle) と言われている。日本ではこれまで、新設電源に対してこの原因者負担の原則を求める考え方が主流であった。例えば 2015 年 3 月に解散した電力系統利用協議会(ESCJ)のルールには「原因者負担」という用語が明示的に記載されていた。今日に至るまで、設備利用率を名目に一般負担の上限が差別されたり、蓄電池併設などといった形で VRE の変動対策を発電事業者に課すことが正当化されてきたのは、このような考え方に起因すると考えられる。

しかしながら、この考え方は欧州や北米ではこの 10 年の議論を経てすっかり変化しており、VRE の接続に伴う変動対策や系統増強は受益者負担の原則 (BPP: Beneficiary-Pay Principle または Users-Pay Principle) としたてコストを社会化し、電力系統の運用者の責務で対策行った方が最終的に投資コストも最小化され、新規技術の参入障壁も緩和されるという認識になっている。例えば、ドイツの連邦経済エネルギー省や米国連邦エネルギー規制委員会といった海外の規制機関の文書など、「受益者負担」に言及する文献は数多く見られている。

この原因者負担の考え方は、原因 (VRE 電源) と結果 (変動性) の因果関係の説明がわかりやすく、一見公平に見えるものの、新規技術に対する高い参入障壁に容易に変貌する可能性がある。出力の変動成分の発生や必要となる系統増強は確かに電源側が問題発生の原因者と見ることもできるが、VRE 電源は単に無駄なコストを発生させるだけではなく、CO₂ 排出削減や化石燃料削減などの便益 (benefit) ももたらすからである。実際、例えば IEA では、VRE のコストだけでなく価値 (value) の定量化の議論が進んでいる。最終的に消費者や国民に価値や便益をもたらす電源方式 (原因者) が、その便益について何ら考慮されずにコスト分だけ負担を強いられているとしたら、これは公平な市場設計とは言えず、新規技術に対する大きな参入障壁となる。

日本では VRE に関する議論では国民のコスト負担ばかりがクローズアップされ、将来の国民にもたらされる便益についての定量的な議論はまだまだ成熟しているとは言えない。それ故、原因者負担の発想が踏襲され続ける原因となりやすいものと考えられる。

9月9日（日）午後（2）

会場：E（410）

セッション：アジア・途上国（2）

中国におけるエネルギー・自動車の構造革命と対策革命の実践と展望

Practice and Prospects on China's Revolution in Energy, Vehicle and Policy System

○李 志東*
Li Zhidong

1. はじめに

中国は低炭素社会構築の一環として、化石エネルギーから再生可能エネルギーへ、石油系自動車から新エネルギー自動車（NEV。EV、PHEVとFCVを含む）への構造転換、すなわち、電源構成の低炭素化と自動車の電動化に向けた取組みを強化している。その結果、2017年において、再エネ電源は総発電設備容量の36.6%を、年間総発電電力量の26.5%を、NEVは年間自動車販売台数の2.7%を占めるようになった。風力や太陽光の発電設備とNEVの生産・導入量は共に世界最大となった。政府は、2030年に自動車販売台数に占めるNEV比率を40～50%へ、発電電力量に占める再エネ中心の非化石電源の比率を50%へ高める長期目標を設定した。その効率的実現を目指して、従来の補助金付与・利用者負担依存型対策体系からNEV規制・クレジット取引、再エネ電源の開発と利用の目標規制・グリーン証書取引等への制度転換を決定した。類似制度の国レベルでの導入は世界初であることから、中国の取組みは革命的と言える。

本研究では、中国の再エネ発電とNEV導入の革命的目標設定と政策転換について検討を試みる。

2. 再エネ発電開発とNEV普及の中長期目標の概要

「パリ協定」は2016年11月4日に発効した。中国はその「100%履行」を国際社会に公約する一方、その担保として、政府が長期の対策方針を定める「エネルギー生産と消費革命戦略(2016～2030)」(以下、2030エネ戦略と略す)と共に、低炭素・エネルギー関連第13次5カ年計画として、温室効果ガス抑制やエネルギー発展の総合計画、省エネや電力需給、再生可能エネルギー開発等の分野別計画を体系的に作成した。NEV普及目標、技術開発目標と重点分野等を含む「省エネ・新エネ自動車技術ロードマップ」も作成された。

電源開発計画では、再エネ発電量比率を2015年の25%から2020年に27%へ高める目標を設定した。さらに、「2030エネ戦略」では、2030年に一次エネルギー消費に占める非化石エネルギー比率を20%へ、発電電力量に占める非化石電源の比率を50%へ高める目標を設定した。2050年については、非化石エネルギー比率を50%以上とした。対応する電源構成は明記されていないが、ERI主導の国際共同研究(2016/9)では、エネルギー革命を断行する「新しい火の創造」シナリオにおいて、2050年に非化石エネルギー比率が55%、非化石電源の比率が82%になると試算されている。

一方、NEVの普及目標として、販売比率を2015年の1.3%から2020年に7～10%へ、2025年に15～20%へ、2030年に40～50%へ高めると規定している。自動車全体の生産・販売目標と合わせると、NEV販売量は2015年の33万台から、2020年に210万～300万台、2025年に525万～700万台、2030年に1,520万～1,900万台へ増加すると推定される。それに伴って、NEV保有台数は2015年の45万台から、2020年に500万台以上へ、2025年に2,000万台以上、2030年に8,000万台へ増加するとした。2050年については、前掲「新しい火の創造」シナリオにおいて、NEVは全般的に普及されると見込まれている。

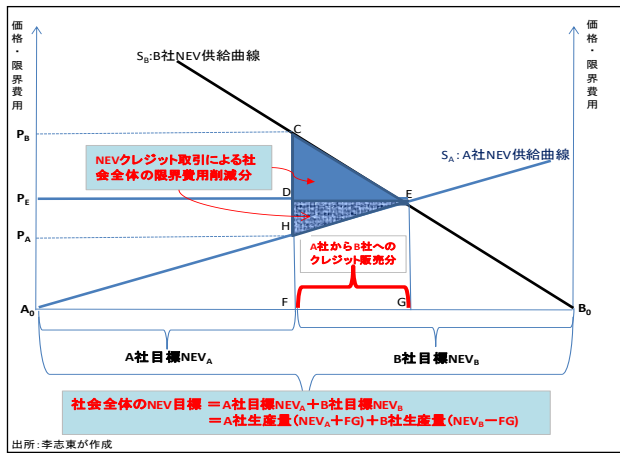
3. NEV対策システム革命の実践と展望

上記再エネとNEVへの革命的転換を効率的に実現するために、中国は、従来の補助金付与・利用者負担依存型対策体系から市場メカニズムの活用を中心とする対策体系への制度転換を決定した。こ

* 長岡技術科学大学 Nagaoka University of Technology
〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 TEL&FAX:0258-47-9354 E-mail: zhidong@kjs.nagaokaut.ac.jp

ここでは、NEV 普及対策システムの革命的転換を取り上げる。

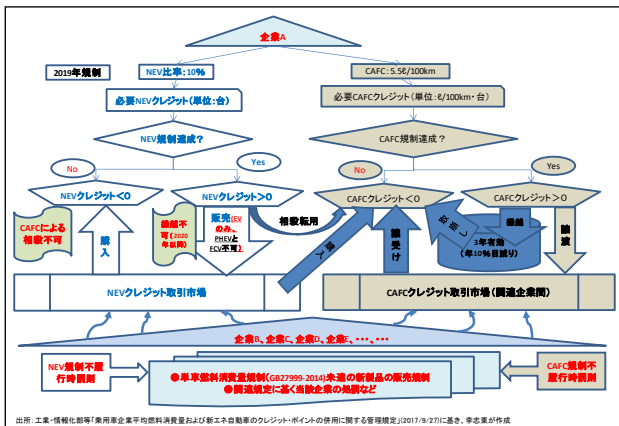
図1 NEV クレジット取引制度の導入効果の概念図



中国のNEV産業政策は、従来の「Stage 1: 補助金等支援のみ」から「Stage 2: 補助金等支援軽減とNEV規制・取引制度の併存」へ移行しつつあり、2021年以降には「Stage 3: NEV規制・取引+炭素税等市場志向制度」を目指している。2015年までに中央政府が2009~2015年に334.35億元、地方政府が2013~2015年に約200億元、合計534億元(約8,224億円、1元=15.4円)以上のNEV向け補助金を支出し、財源確保や企業努力の阻害等の問題が生じたこと、米国カリフォルニア州のZEV規制の経験、経済学理論を踏まえての政策転換である。

NEV規制だけではなく、クレジット取引制度も導入する目的は、普及目標達成の総コストを最小化することにある(図1)。政府が2017年9月27日に、「乗用車企業平均燃料消費量(CAFC: Corporate Average Fuel Consumption)及びNEVのクレジットの併用に関する管理規定」を公表し、NEVとCAFC規制及び各々のクレジット取引の同時導入を決定した(図2)。

図2 中国のNEVとCAFC規制及び関連クレジット取引制度の概念図



NEV規制だけでなく、クレジット取引制度

NEV規制・クレジット取引制度は、各自動車企業にNEVの販売目標(Cap)を課す上で、クレジット取引(Trade)を行わせる制度で、炭素削減に寄与する、広義のカーボンプライシング制度とも言える制度である。つまり、自社で目標分を造れなければ、他社の目標超過分を取引市場で購入しなければならない。規制不履行の場合、新製品の販売を許可しない等の罰を受けなければならない。同時導入のCAFC規制・クレジット取引制度との関係では、NEVクレジットはCAFC規制の達成に利用できるが、CAFCクレジットはNEV規制の達成に利用できないと規定している。NEV規制は2019年から始まる。NEV販売比率は2019年10%、2020年12%と規定されている。

同管理規定(案)は2016年9月22日に発表され、中国国内からCAFC規制達成へのNEVクレジット利用は燃費向上とNEV促進というそれぞれ本来の目的を曖昧にし、効果検証等も困難となること、NEVクレジットの余り分(単位は台)とCAFCクレジットの不足分(単位はl/100km・台)との相殺根拠が不明であること等が指摘された。また、内燃機関車に優位性のある日米欧の自動車業界からもNEV比率が高すぎる等の反発を受けた。にもかかわらず、中国政府はNEV比率を変更せず、規制時期を当初予定より一年先送りの2019年にする等の微修正で制度導入を断行した。英仏等での内燃機関車規制の動きを踏まえ、世界初の制度革命を通じて、NEV推進のための市場競争を加速し、特に開発主体の中心として外資系から民族系企業へのシフトも同時に促し、自動車「大国」から「強国」への変貌を効率的に実現する狙いである。今後も、その動向や効果について注目していきたい。

謝辞: 本研究の一部は科研費16K00680の助成を受けたものである。

参考文献(略)

中国の生活部門が大気汚染に与える影響

The study of effects of residential consumption on air pollution in China

○朱美華 1*・山下研 2*

Meihua Zhu 1, Ken Yamashita 2,

1. はじめに

産業活動や生活活動はエネルギー消費を通じて成り立つが、大気汚染は各国の産業活動や人々の生活活動に主に起因している。一方、エネルギー消費構造はその国の大気環境に大変大きな影響を与えている。2011年から2015年まで、中国の大気汚染物質の排出内訳の動向をみると、工業排出量の割合は減少する一方、生活排出量の割合は年々増加している傾向にある。本研究では、中国における生活部門がNO_x（窒素酸化物）の排出量に与える影響に焦点を当てて、大気汚染への影響を分析することにする。

2. 分析方法

1995-2014年の生活部門におけるエネルギー消費の経年消費量を利用して、対数平均ディビジア要因分析法(Logarithmic Mean Divisia Index method: LMDI法)分析を行った。LMDI分析では、エネルギー構造、エネルギー強度、経済発展、人口の4つのファクターがNO_xの排出量に与える影響度を分析した。エネルギー構造は、生活部門においてどのようなエネルギー（エネルギーの種類を指し、例えば石炭・ガソリン・電力等）がどれだけの量で消費され、全体のエネルギー消費量の中でどれだけの割合を占めているのかを説明する指標である。エネルギー強度は、1単位当たりのGDPを創造するためにどれだけのエネルギーが消費されるのかを説明する指標である。そして、経済指標は一人当たりのGDPを指標としている。

$$N = \sum_i NI = \sum_i \frac{NI}{EI} \times \frac{EI}{E} \times \frac{E}{G} \times \frac{G}{P} \times P = Fni \times EI \times I \times R \times P$$

N : NO _x の排出量	E : エネルギー消費量	i : エネルギー種類
E _i : エネルギー構造	G : 国民家庭消費支出総額	P : 人口
I : エネルギー強度	F _{ni} : エネルギー種類の NO _x 排出係数	R : 一人当たり消費支出

3. 分析結果

1995年から2014年までの生活部門のエネルギー構造を見ると、石炭の使用量がエネルギー

* (一財)日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター
〒950-2144 新潟市西区曾和 1182 TEL02-5263-0550 E-mail: mhzhu@acap.asia

* (一財)日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター

一源全体に占める割合は1995年の87.1%から32.1%へと、使用量の割合が半分以下に減少した一方、電力使用量の割合は8.8%から34.0%へ大幅に増加して石炭の割合を上回っている。天然ガスとガソリンの使用量の割合も増加し、それぞれ1.7%から16.0%、0.7%から12.0%へと10倍前後に伸びている。

次に生活部門のエネルギー消費構造(Ei)、エネルギー強度(I)、経済規模、人口規模の4つの要因がNOx排出量にどのような影響を与えるかについて分析した。

まず、要因別にみると、エネルギー構造、経済規模、人口規模の増加はNOx排出量に正の影響を与え、NOx排出量を増加させる働きをする。

特に、NOx排出量への経済規模の影響度は65.0となり、非常に大きいと言える。エネルギー構造がNOx排出量を増加させる理由は、ガソリン、ディーゼル、天然ガスの使用量の増加が主な原因として考えられる。他のエネルギー源に比べ、ガソリンの排出係数は大変高くなっている（他のエネルギー源の排出係数は2.0前後に対してガソリンは16.71以上）上に、家庭部門によるガソリンの使用量が年々増加している傾向にあるので、エネルギー構造は今後もNOx排出量を増加させる要因になると思われる。

続いて、エネルギー強度について見ると、エネルギー強度は生活部門によるNOx排出量に負の影響を与え、排出量を削減する働きをしている。生活部門によるNOx排出量へのエネルギー源の寄与度を図2から見ると、石炭は消費量の減少に伴いNOx排出量に負の影響を与えているものの、ガソリンとディーゼルは正の影響を与えている。特に、ガソリンの貢献が非常に大きい。全体的にみると、NOx排出量を増加させるエネルギー構造、経済規模、人口規模の影響度がエネルギー強度の削減影響度より大きいため、生活部門によるNOx排出量は今後とも引き続き増加する傾向であると推測できる。

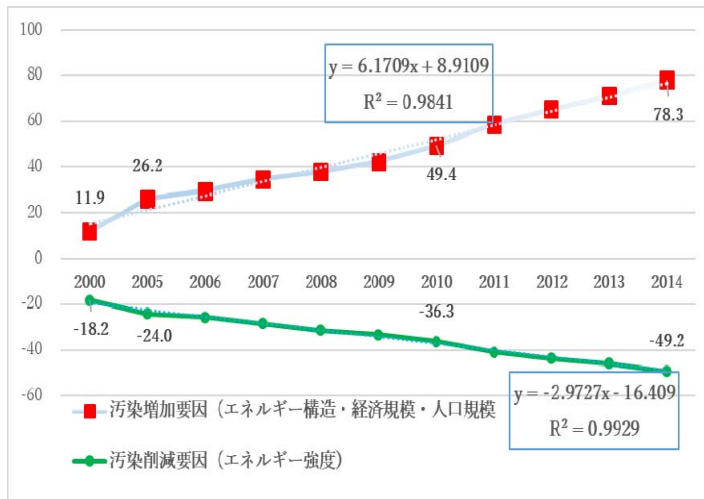


図1: NOx 排出量への各要因の影響度

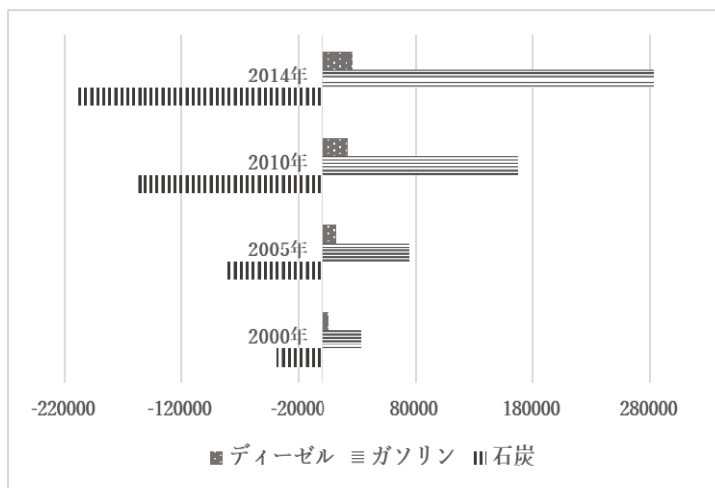


図2: NOx 排出量へのエネルギー源の寄与度

自然災害が国際貿易に与える影響に関する実証分析： 東南アジアを対象として

Floods and Exports: An Empirical Study on Natural Disaster Shocks in Southeast Asia

○天畠華織*・竹内憲司**

Kaori Tembata and Kenji Takeuchi

1. 研究背景と目的

自然災害は甚大な経済的・人的被害を及ぼし、被災国における経済の成長と発展を妨げる要因となることが懸念される。世界では、1995年から2015年までの間に6,457件の自然災害が記録されており、これら自然災害による経済的被害額は少なくとも1兆8,910億ドルと推計され、年平均でおよそ2億人が被災している（CRED and UNISDR, 2015）。東南アジアに関しては洪水と台風による被害が大きく、2006年から2015年の間の年平均被害額は洪水で58億ドル、台風で27億ドルとされている。なかでも、甚大な被害をもたらした2011年のタイの洪水では950万人が被災し、およそ400億ドルの経済的損失を受けた。気候変動の影響により、今後もこのような自然災害による被害が深刻化することが考えられる。

そこで本研究では、自然災害と経済活動の関係について、東南アジアを対象に自然災害がもたらす国際貿易への影響について検討する。気候変動に関連のある自然災害として、東南アジアで最も頻発し経済的被害の大きい洪水と台風に着目し、これらの災害が輸出へ与える被害を定量的な分析により評価する。

2. 分析方法とデータ

本研究では、東南アジア諸国を対象とした月次パネルデータにより洪水と台風の輸出への影響を評価した実証分析を行う。災害データには Centre for Research on the Epidemiology of Disasters が作成している国際的な災害データベースである Emergency Events Database (EM-DAT)を用いた。災害発生の有無に加え、災害発生期間、経済的被害額、人的被害といったデータから作成した災害に関する変数を分析に取り入れることで、これら災害の程度を表す指標で示される洪水と台風の輸出への影響を分析する。また貿易データに関しては、全品目輸出額に加え、HSコードで分類された品目別の輸出データを用いて産業別に自然災害の影響を検証する。さらに本研究では、自然災害がもたらす輸出への影響の持続性を検証するため、災害変数についてのラグ変数を取り入れたモデルを用いた分析を試みる。

* 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University
〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 2-1 E-mail: kaoritembata@gmail.com

** 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University
〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 2-1 E-mail: takeuchi@econ.kobe-ac.jp

3. 分析結果

実証分析の結果、洪水と台風により東南アジアからの輸出額が減少することが示された。洪水の影響に関する分析では、洪水発生月における輸出損失額は3.05～5.57億ドルと推計された。この洪水による輸出損失分は、月平均輸出額のおよそ2～4%に相当する。また洪水のラグ変数についても負で統計的に有意な結果となり、被災後も洪水による影響がみられることがわかった。さらに、洪水発生月と被災後12ヶ月を合わせた累計的な影響を推計した結果、ある月に発生した洪水による年間輸出損失額は25.4億ドルであった。

台風に関しては、災害の有無を示した変数を用いた分析からは統計的に有意な影響がみられなかった一方で、経済的・人的被害といった災害の程度を示す変数から台風が輸出に負の影響を与えていることが示された。例えば台風による死者数を用いた場合、ある月の台風の影響による年間輸出損失額は死者一人あたりおよそ300万ドルという推計結果が得られた。

さらに分析では、産業部門別の輸出についても分析を行った。その結果、自然災害は農産物だけでなく工業製品の輸出も減少させることが示された。本研究の結果は、Dell et al. (2012)などの多くの先行研究で示されてきた農業部門への影響だけでなく、これまであまり着目されていなかった工業部門についても自然災害が貿易を通じて負の影響をもたらすことを明らかにしている。

4. まとめ

本研究は、自然災害によるショックがもたらす貿易への影響について検討した。分析結果は洪水と台風が東南アジアの輸出を減少させたことを明らかにしており、国際貿易を通じた自然災害による負の経済的影響を示している。気候変動の深刻化が予測されるなか、貿易が国の経済発展にとって重要な役割を果たす東南アジアのような地域にとって、自然災害のリスクを捉え、その軽減に向けた対策を実施することが今後ますます求められる。本研究の結果は、自然災害の経済的影響として、貿易という経路に着目した気候変動対策の重要性を示唆している。

参考文献

- CRED, UNISDR (2015) The human cost of weather-related disasters 1995-2015. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)
- Dell M, Jones BF, Olken BA (2012) Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics* 4(3):66–95

9月9日（日）午後（2）

会場：F（414）

セッション：環境評価

Three New Evidences of Environmental Preference in the Japanese New Car Market

○ Rin Futara*, Eiji Hosoda** (Takahiro Hoshino**)

○ 二荒麟*、細田衛士** (星野崇宏**)

1. Introduction

In this paper, we examine two questions, how the environmental preference changes in the Japanese new car market and what is the reason behind the motion of environmental preference change, by exploiting rich individual level data based on online surveys. We estimate willingness to pay for new-generation vehicles and fuel efficiency attributes, and percent change in market share for both two attributes using three-step regression reduced form specification in order to capture the effect of individual preference heterogeneity. The primary reason to investigate these research questions is twofold. First, there is no research that studies the transition of individual preferences to environment because of the lack of data, as far as we know. Second, the governmental subsidy policy effect for higher fuel efficiency (first: from April 2009 to September 2010, second: from December 2011 to September 2012) is unclear.

2. Methodology

We follow the three-step regression analysis (Bajari and Benkard[2005], Bajari and Kahn[2005]) and examine three-step regression for both price and percent change in market share. For instance, the first step regression for price is:

$$p_j = \alpha_{0,j*} + \sum_{s=1}^{13} \alpha_{1s,j*} \cdot \text{manufacture}_j + \sum_{v=1}^4 \alpha_{2v,j*} \cdot (\text{eco} - \text{attribute}_j) \\ + \sum_{w=1}^3 \alpha_{3w,j*} \cdot (\text{usage} - \text{attribute}_j) + \alpha_{4,j*} \cdot \log(\text{gas}_j) + \alpha_{5,j*} \cdot \log(\text{weight}_j) \\ + \alpha_{6,j*} \cdot \log(\text{driving} - \text{attribute}_j) + \alpha_{7,j*} \cdot \log(H.P._j) + \alpha_{8,j*} \cdot \text{Leather Sheet}_j + \varepsilon_j,$$

where the price of product j is expressed as a bundle of vehicle attributes. We estimate locally in the sense that a unique set of implicit price is estimated for each value of $j = 1, \dots, J_t$ in each month t . Then as a second step, we estimate the preference for product characteristics.

$$\widehat{\beta}_{i,k} = x_{j*} \frac{\partial \widehat{p}_t(x_{j*}, \varepsilon_{j*})}{\partial x_{j,k}}$$

We can recover household i 's preference for characteristic k using the estimates

* 内閣府 Cabinet Office 〒100-8914 東京都千代田区永田町 1-6-1
E-mail: rinfr7130@gmail.com

** 慶應義塾大学経済学部 Faculty of Economics, Keio University
〒108-8345 東京都港区三田 2-15-45

of local implicit price recovered from the first step. Then in the final step we model the joint distribution of tastes and demographics:

$$\widehat{\beta}_{l,k} = \theta_{0,k} + \sum_L \theta_{k,l} d_{l,l} + \eta_{i,k}.$$

The data is obtained from online surveys conducted by MacroMill, Inc. This survey is conducted through the Internet and the cumulative total of those who responded this questionnaire is 480,259 in three-years survey. Vehicle price and attribute data is obtained from Goo-net and Cars Japan. The retail gasoline price is retrieved from Oil Information Center. Moreover, we study the causal inference of subsidy policy.

3. Results and Conclusion

We measure environmental preferences from two viewpoints, new-generation vehicles and fuel efficiency. We define the willingness to pay (WTP) for environment by WTP for new-generation vehicles and denote driving attribute, fuel efficiency divided by gasoline price, in order to decrease the effect of gasoline price valuation.

Then Figure 1 reports the WTP for environment decreases rapidly after around April 2015. On the other hand, Figure 2 shows that WTP for driving attribute increases after that time. Thus these two graphs imply that consumers pay additional price for fuel efficiency instead of the type of new generation vehicles after around April 2015. The demographic demand valuation for fuel efficiency is explained such as Figure 3. For instance, female tend to pay more additional over 1000 yen for fuel efficiency than male since around 2015 (standardized by female).

References

Bajari, P. and M. Kahn. (2005). "Estimating Housing Demand With an Application to Explaining Racial Segregation in Cities", *Journal of Business and Economic Statistics*, 23, pp.20-33

Figure 1

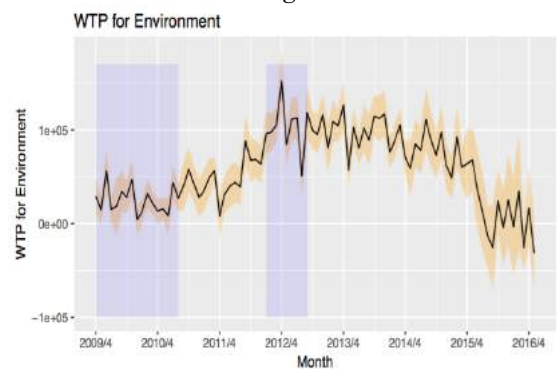


Figure 2

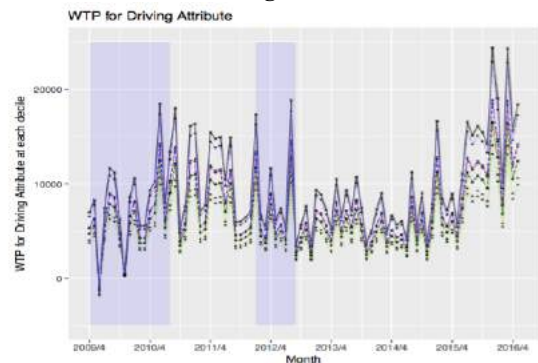
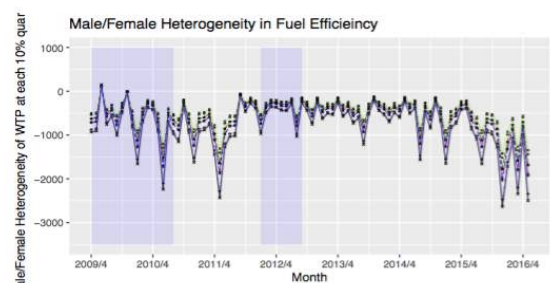


Figure 3



EV シフトに向けた日本の消費者選好の実証分析

ベスト・ワースト・スケーリングの適用

Assessing Japanese Consumer Preferences toward EV Shift: Best-Worst Scaling

○吉田謙太郎*・安可**

Kentaro Yoshida, Ke An

1. はじめに

次世代型自動車のなかでも、急速に電気自動車（EV）シフトに向けた環境整備が進められている。その背景には、カリフォルニア州や中国における ZEV 規制がある。テスラや BYD などの新興電気自動車メーカーに加えて、ダイソンなど異分野・業種からの参入も相次ぎ、CASE(Connected, Autonomous, Shared, Electric)への取り組みは、Apple や Waymo, Uber など多様なプレイヤーにより実施されている。IEA (2018)によると、2017年の EV の新車販売台数は世界で100万台を初めて越えた。国別新車販売に占める EV のシェアはノルウェーの39.2%が世界トップであり、以下アイスランド11.7%、スウェーデン6.3%、中国2.2%、ドイツ1.6%、米国1.2%、日本1.0%と続き、各国ともに急増している。

EVに関する諸属性の重要度比較を行うため、ベスト・ワースト・スケーリング（BWS）を適用する。EVは、給油でなく充電であること、充電電池の性能に応じて走行可能距離が制約を受けること、車両価格、助成策などの諸属性を比較検討することが必要となる（Liao et al. 2017）。本研究の課題は、オブジェクト型とマルチプロファイル型 BWS を適用し、日本における EV への消費者選好の評価を行うことである。

2. 分析方法

本研究では、オブジェクト型（Case 1）とマルチプロファイル型（Case 3）の2種類の BWS を適用した。2種類の BWS とともに、EV に特徴的な属性に関する回答者の選好を質問する形式である。BWS のためのデータ収集は、2018年1月にインターネット・アンケート調査により実施した。全国の登録モニターから、自動車を恒常的に運転している標本（448）のみを事前スクリーニングし、BWS 調査を実施した。

オブジェクト型 BWS では、Tanaka et al. (2014)などを参考に、①購入価格、②充電電気代、③最大走行可能距離、④充電施設の利便性、⑤充電時間、⑥温室効果ガスの削減、⑦大気汚染物質の削減、⑧走行性能、⑨バッテリー寿命・保証という9種類の属性を設定した。上記の9属性について BIBD を適用し、3項目からなる12個の選択肢集合を作成し、各回答者に全12個を提示した。マルチプロファイル型 BWS では、上記9属性のうち評価が

* 九州大学エネルギー研究教育機構 Q-PIT, Kyushu University
〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL&FAX 092-802-6892
E-mail: yoshida.kentaro.302@m.kyushu-u.ac.jp

** 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

低い属性を除外し、5属性のプロファイル4種類からなる選択肢集合を16個作成し、各回答者に8個ずつ提示した。マルチプロファイル型 BWS では、①購入価格、②充電電気代、③最大走行可能距離、④急速充電施設、⑤充電時間の5属性を提示した。なお、充電電気代については、仮想シナリオ A (100km 走行時の電気代) と仮想シナリオ B (1万 km 走行時の燃料代節約額) を設定し、両者に対して回答者が整合的な回答を行うかを検証した。

3. 分析結果

オブジェクト型 BWS の集計結果は表 1 の通りである。その結果、購入価格が群を抜いて重要度が高かった。EV の利用に関しては、充電時間の長さが課題とされるが、EV ユーザーではない回答者には、実用上の問題点についてのイメージが明確ではない可能性がある。マイナスの値を示したのは、走行性能、温室効果ガス削減、大気汚染物質削減であった。オブジェクト型 BWS のデータに、混合ロジットモデルを適用した結果、標準偏差パラメータはすべて統計的に有意であり、個人による選好の差違が顕著であった。マルチプロファイル型 BWS では、

仮想シナリオ A および B とともに、すべて統計的に有意な結果が得られた。係数の符号も、事前の予測と整合的であったが、標準偏差パラメータにはすべて統計的に有意な値が得られた。

表 1 オブジェクト型 BWS の集計結果

オブジェクト	Best	Worst	B-W	B/W	Rank
購入価格	1381	181	1200	7.63	1
充電電気代	804	409	395	1.97	2
最大走行可能距離	811	424	387	1.91	3
充電施設の利便性	673	421	252	1.60	4
充電時間	556	561	-5	0.99	6
温室効果ガスの削減	115	1236	-1121	0.09	9
大気汚染物質の削減	111	1147	-1036	0.10	8
走行性能	432	584	-152	0.74	7
バッテリー寿命・保証	493	413	80	1.20	5

4. 結論

EV への消費者選好を評価した結果、価格属性の影響が最も顕著であった。技術革新による低コスト化に加えて、購入時の助成金交付政策を現状よりも一層充実させることが、EV シフトを促す要因として重要であることが示唆される。日本においても、温室効果ガスや大気汚染物質削減への消費者選好を高めた上で、再生可能エネルギーと組み合わせた EV シフトを推進することが、持続可能な社会の構築に向けて重要となるだろう。

引用文献

- IEA (2018) *Global EV outlook 2018*, OECD/IEA.
- Liao, F., E. Molin & B. van Wee (2017) Consumer preferences for electric vehicles: a literature review, *Transport Reviews*, 37(3): 252-275.
- Tanaka, M., T. Ida, K. Murakami, & L. Friedman (2014) Consumers' willingness to pay for alternative fuel vehicles: A comparative discrete choice analysis between the US and Japan. *Transportation Research Part A*, 70: 194-209.

ベスト・ワースト・スケーリングによる森林生態系サービスに対する選好の把握

Using best-worst scaling to examining preference for forest ecosystem services

柘植隆宏*・○庄子康**・久保雄広***・今村航平****・栗山浩一*****

Takahiro Tsuge, Yasushi Shoji, Takahiro Kubo, Kohei Imamura, Koichi Kuriyama

1. はじめに

人々がどのような生態系サービス（ES）を重要と考えているかを把握することは、人々の選好を反映した自然環境施策を実施するうえで重要な課題である。複数の ES に対する人々の相対的な評価を把握する方法としては、リッカートスケールによる質問や選択実験の適用が考えられる。しかし、リッカートスケールには、評価に差が付きにくいという問題がある。また、選択実験では、回答者の認知能力の限界から、使用できる属性の数が比較的少数に限られるため、多数の ES に対する相対的な評価を把握することは困難である。

そこで、本研究では、それらに代わる評価手法として、case1 のベスト・ワースト・スケーリング（BWS）の適用可能性を検討する。

2. 分析方法

本研究では、森林の ES を対象として実証研究を行う。TEEB の分類に基づいた 13 種類の森林の ES を取り上げ、それらの相対的な重要性を人々の選好に基づいて評価した。ここで取り上げた 13 種類の森林の ES は、「きのこや山菜などの林産物を生産する働き（きのこや山菜）」、「住宅用建材や家具、紙などの原材料となる木材を生産する働き（木材）」、「水資源を蓄える働き（水資源）」、「空気をきれいにしたり、騒音をやわらげたりする働き（きれいな空気）」、「二酸化炭素を吸収することにより、地球温暖化防止に貢献する働き（二酸化炭素吸収）」、「山崩れや洪水などの災害を防止する働き（災害の防止）」、「土壌の流出を防いだり、肥沃な土壌を維持したりする働き（土壌の流出防止）」、「飲み水にも使われる河川や湖沼の水をきれいにする働き（きれいな水）」、「貴重な野生動植物の生息の場としての働き（動植物の生息場）」、「動植物の遺伝的な多様性を維持する場としての働き（遺伝的な多様性）」、「運動で身体的健康を増進したり、癒しや安らぎで精神的健康を増進したりする場を提供する働き（健康増進の場）」、「自然に親しみ、森林と人とのかかわりを学ぶなど教育の場としての働き（教育の場）」、「美しさを感じたり、文化や芸術、デザインの源となったりする働き（文化や芸術）」である。

* 甲南大学経済学部

** 北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University
〒060-8589 札幌市北区北 9 条西 9 丁目

Tel:011-706-3342 Email:yshoji@for.agr.hokudai.ac.jp

*** 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター

**** 東京大学アジア生物資源環境研究センター

***** 京都大学農学研究科

13種類のESのうち4種類のESを回答者に提示し、その中で最も重要と思う機能と、最も重要でないと思う機能をそれぞれ選択してもらう質問を、提示する4種類のESを変えて13回繰り返した。提示する4種類のESは、釣り合い型不完備ブロック計画（BIBD）にしたがって決定した。また、質問の順番が回答に影響する可能性を考慮し、回答者ごとに提示する質問の順番を変えた。

以下の4つの組み合わせの中で、あなたにとって最も重要だと思う機能と、あなたにとって最も重要でない機能を、それぞれ1つずつ選んで下さい。

	最も重要な森林の持つ機能	最も重要でない森林の持つ機能
木材		
災害の防止		
きれいな水		
遺伝的な多様性		

図1. BWSの質問の一例

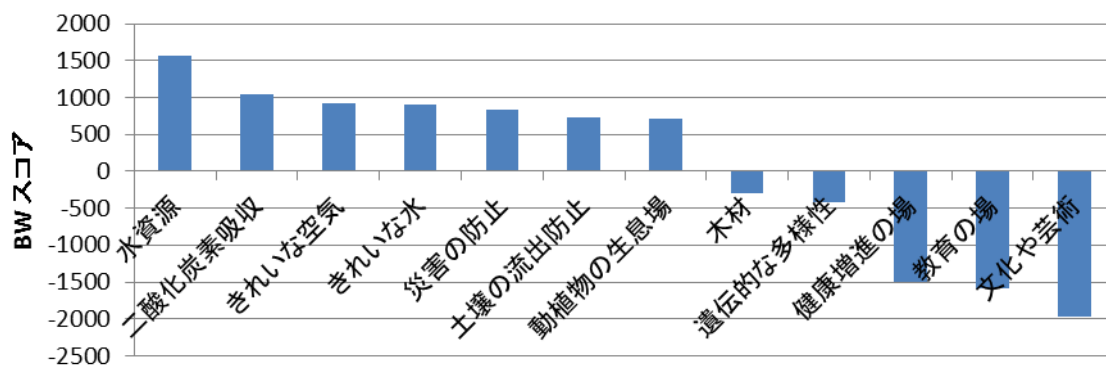
3. 分析結果

2017年1月27日から30日に、調査会社のモニター（20歳代から60歳代）を対象としたWebアンケート調査を実施した。回答者数は720名である。

Counting analysisによりBWスコアを計算した結果は図2の通りである。「水資源」が最も高く評価され、「二酸化炭素吸収」、「きれいな空気」、「きれいな水」、「災害の防止」、「土壌の流出防止」、「動植物の生息場」の順でそれに続いた。これら以外の機能は、相対的に低く評価された。この結果は、本研究と同時期に、部分プロファイル選択実験により森林生態系サービスの評価を行ったShoji et al. (2018)の結果と概ね整合的である。

また、max-diffモデルによる推定も行ったが、混合ロジットモデルや潜在クラスモデルを用いた推定の結果からは、森林のESに対する選好には、個人間で異質性が存在することが明らかとなった。

図2. BWスコアの計算結果（counting analysis）



4. 結論

BWSにより森林の多様なESに対する人々の相対的な評価を把握した。また、BWSと部分プロファイル選択実験で、概ね整合的な結果が得られることを確認した。今後はES評価におけるBWSの有効性に関するさらなる研究が必要である。

Toward promoting Toyota City's eco-policy

Hiroshi Ito*

Toyota City aims to promote an eco-policy toward a low-carbon society by increasing citizens' eco-awareness and eco-behaviors. The purposes of this study are twofold: 1) to analyze citizens' eco-awareness and eco-behavior levels regarding the city's eco-policy, and 2) to explore how to promote citizens' eco-behaviors, given the ultimate objective of eco-policy being the enhancement of citizens' eco-friendly behaviors. In this context, along with some social marketing approaches, this study relies on a theoretical framework called the knowledge-attitudes-behaviors (KAB) model that environmental behavioral changes are brought by increasing environmental knowledge via environmental attitudes and the theory of planned behavior (TPB), the extended version of the KAB model. Given that few studies about promoting Toyota City's eco-policy have been conducted, the current research attempts to fulfill this gap.

To begin with exploring how to promote eco-policy, this study first describes Toyota City's eco-policy, and then examines citizens' level of recognition of the city's eco-policy based on questionnaires. This part of the study contributes to our understanding of the eco-awareness-raising activities of Toyota City by examining how citizens' awareness of eco-policy changed between 2012 and 2015, several years after the governmental designation of Toyota City as an environmental model city in 2009. Data collected from questionnaires were analyzed by year and residency, focusing on (1) how Toyota citizens' and non-citizens' awareness of eco-policy changed during the research period and (2) how awareness differed between Toyota citizens and those from elsewhere. Findings suggest some evidence that the city's activities may have been effective in increasing awareness of its eco-policy among its citizens. Awareness of the city's eco-policy was significantly higher among Toyota citizens in 2015 than in 2012 and among those from elsewhere in either period.

To explore how to raise public awareness of eco-policies, again based on questionnaires, this study next analyzes associations between socio-demographic factors

* NUCB Business School, Graduate School of Management, 1-3-1 Nishiki Naka, Nagoya-shi, Aichi-ken, 460-0003. TEL: 052-203-8111. E-mail: hito@nucba.ac.jp

(i.e., age, sex, education, and household income) and environmental awareness related to eco-policy in Toyota City. Whereas previous research has revealed that citizens' environmental awareness improved significantly after the city's designation as an environmental model city, such research has not considered socio-demographic factors, which can cause a considerable amount of variance in environmental awareness. The findings suggest that education and household income are significantly associated with environmental awareness. That is, citizens with higher education and middle or high household incomes tended to know more about the city's eco-policy.

This study then turns to look at underlying gaps between environmental knowledge and behaviors and possible reasons why citizens act or do not act on eco-items comprising eco-policy while they are aware of them. After two pilot studies (one being a focus group with members of a largest environmental NPO based in Toyota and the other being interviews with Toyota citizens), a questionnaire study was conducted with Toyota citizens to extend the previous studies and continues to further explore reasons why citizens do or do not take actions on eco-items. The findings suggest that the reasons for acting or not acting on eco-items are economic, environmental, and others, but the majority of respondents act or do not act on eco-items for economic reasons. For instance, those who drive eco-cars find them energy- and cost-effective, while those who do not drive eco-cars find them expensive.

This study finally moves onto the issue of promoting Toyota City's eco-policy. Previous studies illustrate that while the city has been successful overall to communicate its eco-policy to citizens, it has failed to do so with regard to some eco-themes such as industry or forests and also failed to transform citizens' behaviors pro-environmental. That is, despite some improvement, promoting the city's eco-policy still remains a challenge. Therefore, this part of the study analyzes Toyota City's eco-policy by using strategic marketing approaches that may be relevant to promoting eco-policy in Toyota City to help elaborate on effective eco-policy making and promotion. Based on findings from the current research as well as existing literature, this study ends with some suggestions to further promote Toyota City's eco-policy.

9月9日（日）午後（2）

会場：G（415）

企画セッション：地域環境ガバナンスのダイ
ナミクス

セッション概要

本企画セッションでは、地域環境ガバナンスについて、とくにガバナンスの動態（ダイナミクス）に着目した最新の研究成果を報告する。具体的には、「どのような動態に関心を持っているのか（問題設定）」、「そのような動態をどのように把握するのか（方法論）」、そして「より良い動態を実現するにはどうするか（政策論）」、これら3つの観点を各研究報告において共通して設定する。そのうえで、公害被害地域の環境再生をテーマとした「移行ガバナンス」、生物多様性保全をテーマとした「順応的ガバナンス」、および再生可能エネルギーをテーマとした「メタガバナンス」という、環境ガバナンス研究における3つの主要な論点を通して、国内関連事例を分析および検討する。

公害被害地域における環境再生と移行ガバナンス：

栃木県足尾町と富山県神通川流域の事例を中心に

Transition to Environmental Local Governance for the Regeneration of Pollution

Affected Areas : Case studies of Ashio and Jinzu River Basin

関 耕平* Seki Kohei

1. はじめに

本報告では、「公害被害救済」から「環境再生のまちづくり」という、公害被害地域における地域課題の転換過程に着目し、これに対応した地域環境ガバナンスの質的变化や再構成という「移行」の観点から、事例を比較・検討する。具体的な分析事例として、栃木県足尾町と富山県神通川流域（イタイイタイ病）を中心にとりあげ、地方自治体、かつての加害企業、まちづくりの主体となる諸団体という三つの各アクターの機能と役割、さらには相互作用や関係性を軸に、実態を分析し対比する。さらに、これら環境再生のまちづくりの全体構図を、地域環境ガバナンスの観点から把握・整理したうえで、特に地方自治体の機能・役割と、加害企業の協力・参画を中心に検討する。

2. 公害被害救済から環境再生のまちづくりへの展開

「環境再生のまちづくり」とは、住民が主体となり、公害被害救済のみならず、地域環境やコミュニティの再生までを展望しつつ、公害・環境問題の解決を図り、さらに持続可能な地域を目指すことである(除本、2016)。ここでは、汚染制御といったフローレベルの対策にとどまらず、公害被害地域において現に累積している「環境被害ストック」を除去・修復・再生することも視野に入れて取り組まれる。環境被害ストックへの対処は、①人的被害の回復（公害被害救済）、②破壊された地域環境の回復（まちなみ・自然再生）、③地域コミュニティの回復（社会関係の再生）の三局面があり、とくに、②と③をさらに拡張して「良質な環境ストックを地域に形成していくこと」が重要な課題とされている(宮本ら、2008)。具体的には大阪府西淀川や尼崎、岡山県倉敷水島などの地域で、公害被害者自身が加害企業から得た補償金の一部をもとにして財団を設立し、ここが中心となって環境再生のまちづくりに向けた実践が展開されてきた。

3. 栃木県足尾町と富山県神通川流域における環境再生のまちづくりの対比

栃木県足尾町における環境再生のまちづくりは、煙害により破壊された山地の植生回復・植林事業を行う「足尾に緑を育てる会」や、地域に残される産業遺構の世界遺産登録を目指す「足尾歴史博物館」が中心となって模索が続けられている。しかしながら、かつての加害企業・古河鉱業からの支援や参画は得られず、こうした模索を阻害する要因とな

* 島根大学法文学部准教授。〒690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学 法文学部法経学科
E-mail: sekik@soc.shimane-u.ac.jp

っている。地方自治体（足尾町）は、市町村合併によって支所化されたことで機能が低下し、上記の団体・住民および企業が、まちづくりに向けた協議・調整する場を設定するといった積極的機能を担うことはできていない。

一方の富山県神通川流域における環境再生のまちづくりの展開はどうであろうか。1972年に公害裁判において公害被害者が勝訴し、三菱金属・神岡鉱業との和解成立により被害賠償が実施された。さらに住民による工場立ち入り調査を認める協定を企業との間で締結し、毎年のように工場立ち入り調査を実施して汚染の削減にむけて意見交換を重ねてきた。さらに、1,500haにもおよぶ土壌原状回復事業が2012年までに407億円かけて実施された。2013年には既存の国による枠組みを超えた被害救済の実施を企業と被害者との間で取り決め、被害者側も企業からの謝罪を受け入れた。富山県は「環境と健康を大切にするライフスタイルの確立や地域づくり」を理念とした未来指向型の「富山県立イタイイタイ病資料館」（2012年）を設立し、三井金属より5億円の拠出を引き出している。

4. 環境再生のまちづくりと環境ガバナンス

以上の2つの事例分析に基づき、「環境再生のまちづくりの段階に対応した地域環境ガバナンスへの移行」という観点から検討すると、以下の点が明らかになる。第一に、公害被害救済を求める段階での結果が、その後の環境再生のまちづくりの環境ガバナンス形成の成否にとって重要な要素となる。加害・補償責任の明確化が遅れることで加害企業のまちづくり活動への関与や責任が後退する。さらに被害救済が不徹底になることで、環境再生のまちづくりを担う被害者団体やその後継団体もつ正統性や影響力が、地域の中での十分に認識されない事態も生じる。これらは環境再生のまちづくりが困難に陥る背景となっている。こうした環境再生のまちづくりにおける環境ガバナンス形成過程にみられる経路依存性の存在は、公害被害救済と環境再生のまちづくりの強い連続性を示すものである。

第二に、アクター間のかかわりを中心とした環境ガバナンスの質的变化である。公害被害救済を企業や行政に求める対立フェーズから、環境再生のまちづくり実施という協働フェーズへの移行により、公害被害者・環境再生のまちづくりを目指す団体と加害企業との間で、政策目標の共有に向けた接触・協議が必要とされ「緊張感ある信頼」の構築が求められるていく。これとのかかわりで第三に、環境再生のまちづくりの進展とともに、ネットワークを重視したメタガバナーとしての地方自治体の役割（具体的には、セクター間の協議・調整というアリーナ設定の機能など）が増大する。

主要参考文献

宮本憲一・遠藤宏一・岡田知弘・除本理史（2008）『環境再生のまちづくり：四日市から考える政策提言』ミネルヴァ書房

除本理史（2016）『公害から福島を考える：地域の再生をめざして』岩波書店

生物多様性保全における順応的ガバナンスの可能性： 琵琶湖における侵略的外来水生植物対策のケースから

Making Adaptive Governance Work in Biodiversity Conservation:
Invasive Aquatic Plants Management in Lake Biwa, Japan

宮永 健太郎*

Kentaro MIYANAGA

1. はじめに

生物多様性の保全，そして生態系サービスの持続可能な利用を可能にする環境ガバナンスとは何か？ そのような環境ガバナンスを成立・機能させるものは何か？ 本報告では，生物多様性分野の重要な政策テーマである侵略的外来種（Invasive Alien Species, IAS）の問題をとりあげ，問題解決に向けた順応的ガバナンス（adaptive governance）の可能性や課題を考えることで，そうした問いへの接近を試みる。

具体的には，琵琶湖エリアで急激に繁殖し，在来種の駆逐や船舶の航行障害を引き起こしているオオバナミズキンバイ（*Ludwigia grandiflora*）の防除事業・活動をとりあげ，主に順応的ガバナンス論に依拠しながら分析することで，陸水生態系の生態系サービス劣化・損失をくい止めるためのガバナンスのあり方を検討する。そしてさらに，より望ましいガバナンスへの移行に必要な社会的・制度的条件についても考えてみたい。琵琶湖は，豊かな生態系を有する一方，ブラックバスやブルーギルも含め，IAS 問題が常に先鋭化してきたエリアでもある。そして後述するように，オオバナミズキンバイの防除に際して，滋賀ではガバナンス的対応が試みられている。本研究課題を追究するうえで，滋賀の取り組みは格好のケースとなりうるだろう。

2. 生物多様性保全と順応的ガバナンス

順応的ガバナンスには多くの定義が存在し，主張の力点も論者によってさまざまである（e.g. Steelman, 2016, 宮内編, 2017, 2013）。本報告は，それらから抽出した以下 2 つの点に依拠しつつ，分析を試みる。

第 1 に，順応的ガバナンスというアイディアは，「生態系や社会をめぐる不確実性にどう対応すればよいか」という問題意識に端を発している。そして，取り組みの進捗とともに，必要に応じてその中身や進め方を変えていくプロセスが想定されている。このように，他のガバナンス概念（cf. interactive governance, multilevel governance）がアクター間の関係性（“水平軸”）や空間的な関係性（“垂直軸”）を論じるのが一般的であるのに対し，順応的ガバナンス概念は“時間軸”の問題を扱うのが特徴である。「ガバナンスの動態」というテーマに対して，本報告が順応的ガバナンス論の視点から接近する理由の 1 つは，ここにある。ちなみに，IAS の対策には基本的に「侵入の未然防止」「定着後の早期発見」「拡大後の防除」という 3 つのステージがあるのだが，これもまた，時間軸の視点を導入したガバナンス論の必要性を示唆するものであろう。

第 2 に，では逆に，順応的ガバナンスがきちんと成立・機能し，生態系が保全・回復されるには，いかなる水平軸・垂直軸のガバナンス構造が必要になるのか，という点である。本研究は，滋賀県内の各種団体，

* 京都産業大学 経営学部 准教授
miyanaga@cc.kyoto-su.ac.jp

市町，そして県関係各課から構成される琵琶湖外来水生植物対策協議会（以下「協議会」と略）を中心とした防除の取り組みについて，ケース分析を実施する．そしてそこから，順応的ガバナンスの成立・機能によって水平軸・垂直軸のガバナンスはいかなる役割を果たすのかについて，考えてみたい．

3. 主な結論

第1に，ある種の学習（learning）の場やプロセスの存在が，順応的ガバナンスが成立・機能する一つの前提条件だと考えられる．琵琶湖のオオバナミズキンバイをめぐるのは，繁殖速度と防除努力のせめぎ合いが続いているのが現状であり，今後の状況は予断を許さない．しかし，関係主体の取り組みや参加・連携が着実に深まり，予想を超える速度の繁殖や想定外のエリアでの繁殖といった事態にもネットワークとして対処するなど，協議会がそれなりに機能しているのもまた事実である．その背後には，協議会が防除事業実施に係る“動員”や“陳情”の場ではなく，外来水生植物の繁殖状況や課題を学ぶ場，関係主体の取り組みの中身やねらいを互いに知る場，そして「琵琶湖のあるべき生態系」を関係主体間で確認・共有する場として機能しているという事実があると考えられる．生物多様性分野における順応的ガバナンスの目的は，防除事業の実施それ自体ではなく，あくまで生態系の保全・回復なのである．

第2に，順応的ガバナンスにおいても，いわゆる「ガバメントとガバナンス」問題が一つの焦点となる．順応的ガバナンスは，順応的管理（adaptive management）や科学的管理（scientific management）と対比され（e.g. Brunner and Lynch, 2010），行政主導型・科学主導型の生物多様性保全のアンチテーゼという形でしばしば掲げられる．それに対して滋賀県の試みは，行政や研究者がイニシアティブをとりつつも，ネットワーク型でなおかつ柔軟性のあるガバナンスがやり方によっては可能であることを示唆している．

第3に，防除にとどまらず，さらに「定着後の早期発見」「侵入の未然防止」へと取り組みを展開していくことが，IAS分野における環境ガバナンスの本来の姿であろう（e.g. 上河原, 2016）．しかし，とりわけ後者については，地域レベルでとれる実効性の高い対策は極めて限られるし，そもそもIASの侵入・定着・拡大リスクを完全にゼロにすることは現実的に見て不可能である．そこで，IAS対策に防災・減災対策の考え方を導入し（e.g. Riccardi et al, 2011），事前の備え（preparedness）や早期対応体制の整備に力を注ぐことが，1つの有力なオプションとなってくる．事実，協議会も前年度から拡大を未然に防ぐべく巡回・監視作業を拡充したところであり，その成果を今後注視していく必要がある．

参考文献

- Brunner, R.D. and Lynch, A.H. (2010) *Adaptive Governance and Climate Change*, American Meteorological Society.
- Riccardi, A., et al. (2011) Should Biological Invasions be Managed as Natural Disasters? *Bioscience*, 61(4), pp.312-317.
- Steelman, T. (2016) Adaptive Governance, in Ansell, C. and Torfing, J. eds., *Handbook on Theories of Governance*, Edward Elgar., pp.538-547.
- 上河原 献二 (2016) 「侵略的外来種管理における早期対応論と政策過程：水陸両生外来植物対策に関する事例研究」『環境情報科学学術研究論文集』 30, pp.133-138.
- 宮内泰介編 (2013) 『なぜ環境保全部はうまくいかないのか』 新泉社
- 宮内泰介編 (2017) 『どうすれば環境保全部はうまくいくのか』 新泉社

再生可能エネルギーのメタガバナンス：
長野県飯田市を事例として

Meta-governance of renewable energy: A case study on lida city, Nagano prefecture

八木 信一*

Shin-ichi Yatsuki

はじめに

本報告では、地域環境ガバナンスのダイナミクスをメタガバナンスの観点から捉える。メタガバナンスは「ガバナンスの失敗」などを受けて提起され、ガバナンス論のなかでも主要な論点となっている。本報告ではガバナンスの動態とメタガバナンスとの関係、およびメタガバナンスに関する論点を踏まえたうえで、近年大きな変化を見せてきた再生可能エネルギーのメタガバナンスについて、長野県飯田市の事例をもとに分析と検討を行う。

1 ガバナンスの動態とメタガバナンス

多様な主体間での連携と協働によって社会問題の解決を図るガバナンスに関する一連の議論のなかで、メタガバナンスは 2000 年代に入ってとくに注目を集めてきた。その背景には、多様な主体間の利害調整における様式（モード）について、1970 年代までの「ヒエラルキー」を重視したガバナンス、1980 年代における「市場」を重視したガバナンス、そして 1990 年代における「ネットワーク」を重視したガバナンスのいずれもが決定的なものとはなり得ず、これらのモード間での調整に関するメタガバナンスが注目されてきたことが挙げられる。また、このように特定のモードが決定的なものとはなり得なかったのは、ガバナンスが問題の解決に寄与する場合においても、またガバナンスの内外における不安定性や不確実性、さらにそれらを放置することで「ガバナンスの失敗」が起こる場合においても、ともにガバナンスは変化するという、「ガバナンスの動態」と深く関係している。ここにおいて、ガバナンスの動態とそのなかでのメタガバナンスのあり様が問われることになる。

2 メタガバナンスの諸論点

メタガバナンスの論点は多様であるが、なかでもガバナンスの動態を念頭に置いた場合、次の 3 つが注目される。第 1 にメタガバナンスの担い手（以下、メタガバナー）である。これについては「ヒエラルキーの影」として政府の役割を重視する立場だけでなく、政府以外の主体の役割やパートナーシップを視野に含める立場もある。第 2 にメタガバナー

* 九州大学大学院経済学研究院教授
e-mail: yatsuki@econ.kyushu-u.ac.jp

ンスの手法である。これについては、マネジメントや参加を例としたメタガバナーの関与度が高い「ハンズ・オン」と、ビジョン・目標設定などのフレーミングや制度設計を例としたメタガバナーの関与度が弱い「ハンズ・オフ」がある。第3に、メタガバナンス文化である。これについては、先に示した3つのモードに対する志向性に影響を与えるものであるが、ガバナンスの動態のなかでそれが変化する場合もある。

3 再生可能エネルギーのメタガバナンス：長野県飯田市を事例として

再生可能エネルギーは、地域資源を用いることからその賦存状況や管理体制において地域性があり、それゆえ地域における多様な主体が関与できる余地が大きい。このようにガバナンス的要素を備えていることに加えて、日本では福島第一原子力発電所の事故を受けた固定価格買取制度の創設や一連の電力システム改革によって、ガバナンス環境も大きく変化してきている。それゆえ、ガバナンスの動態が起こりやすいテーマであると言える。

このような再生可能エネルギーのメタガバナンスについて、2で述べた諸論点に引きつけると、メタガバナーについては地方自治体や中間支援組織の役割が大きくなってきていることが注目される。このようなメタガバナーの動きに伴って、メタガバナンスの手法については条件整備が表立ってくるなかで、ハンズ・オンとハンズ・オフが混在化している。最後にメタガバナンス文化については、一般的に再生可能エネルギーは民主主義と親和的であるとされているが、とくに地域における再生可能エネルギー事業では、各地域における地方自治のあり様も視野に含める必要がある。

本報告では長野県飯田市を事例として、先進的な再エネ条例の制定前と施行後を対象にしてガバナンスの動態を把握し、それとメタガバナンスとの関係について分析と検討を行う。具体的には現時点における主な結論である、①メタガバナーの変化（まちづくり委員会や自治振興センターが重要なメタガバナーになってきていること）、②メタガバナンス手法の特徴（再エネ条例自体はハンズ・オフの側面が強いが、地区や事業の違いやメタガバナーの変化を反映してハンズ・オンの側面もあること）、③メタガバナンス文化からの影響（再エネ条例施行後は、まちづくりの「飯田モデル」において重要な位置づけにあった公民館の役割が後景に退いていること）、以上の3点を中心に報告を行う。

主要参考文献

新川達郎（2016）「メタガバナンス論の展開とその課題～統治の揺らぎとその修復をめぐって～」『行政管理研究』第155号、3～12ページ。

的場信敬・平岡俊一・豊田陽介・木原浩貴（2018）『エネルギー・ガバナンス 地域の政策・事業を支える社会的基盤』学芸出版社。

八木信一・荻野亮吾（2018）「再エネ条例施行後におけるエネルギー自治の展開―長野県飯田市を事例として―」（未定稿）。