

9月8日（土）午後（1）

会場：A（402）

セッション：気候変動（1）

2030年及びそれ以降の気候変動戦略

短期・中長期の観点から

A Proposal for climate change strategies up to and after 2030 from short and mid-long term perspectives

山口光恒*

YAMAGUCHI, Mitsutsune

1. はじめに

各国が提出した2030年を中心とするプレッジ（NDC, Nationally Determined Contributions）ではパリ協定が目指す2°Cを十分下回る目標には届かないことが明らかである。こうした中で2030年を目標とするプレッジの見直しをどうすべきか（短期対策）、2100年に向けた2°C目標（中・長期対策）の意味と実現に向けた行動目標の提案を行う。

2. 分析方法

先ず主要30カ国のプレッジを詳細に読み込んだ上で、それらと2°C目標とのギャップを代表的な文献を基に明らかにする。次にそもそもプレッジが完全に履行されるかどうか文献で検証する。こうした中で各国に対してプレッジの更なる引き上げの圧力がかかることが予想される。この場合の焦点は各国のプレッジの評価手法で、ここでは文献を基に衡平性およびコストの両面から検討する。その上でパリ協定を破綻させることなく世界が協力して気候変動対策を進めるためのプレッジ見直しの方法を提案する。

長期の対応としては2°C（或いは1.5°C）達成の可能性とその条件を論ずる文献、及びそこで前提とする大量の Negative Emissions（NE）の可能性を論じた論文を精査の上、その実現可能性を探る。その結果を踏まえて全ての主体に受け入れ可能で行動に直結する新たな考え方を提示する。これまでに類似の提案はない。

3. 分析結果

分析の結果、各国のプレッジが完全履行されても気温は工業化以降3°Cを超えると予想され（UNEP 2017等）、さらにプレッジが完全履行されたとしても2°C目標には届かないことが明らかになった（Victor et al. 2017等）。また、プレッジの中身も精粗様々で、単に目標が不明確であるだけでなく、目標とその達成手段である政策との整合性はほとんどの国で欠けている。こうした中で2023年の Global Stocktake（あるいは2018年の促進的対話）で2°Cに向けて各国のプレッジの引き上げがテーマになることは必至である。ここでの鍵はプレッジの努力の程度の評価であるが、衡平性の原則では2°Cを前提に2030年のあ

*（公財）地球環境産業技術研究機構 Research Institute of Innovative Technology for the Earth
〒105-0001 港区虎ノ門 1-4-3 NTビル 8F TEL03-5510-2591 E-mail: mits@m-yamaguchi.jp

るべき排出量を求め、それをこの原則で各国に割当て、それとプレッジを比較する手法で (Hohne et al. 2014等)、これを強行すればパリ協定自体が破綻の危機に瀕する。他方コスト面からの評価は努力の評価にはなるが、これにはモデルが必要で、モデルによって結果が異なるとの問題がある (Aldy et al. 2016等)。つまり単一指標で努力は評価できない。

2100年に向けての中長期の対策であるが、現時点で入手可能なあらゆるモデル・論文は年間10-20Gt/CO₂程度の大量のNEを前提にしており、この中心はBECCS (Bio-energy with CCS) である (Rogelj 2015、Anderson and Peters 2016等)。しかし必要とする土地面積、住民の合意、食糧生産や種の多様性とのTrade-offを考えると大量NE実現の可能性は極めて低い (Newbold et al. 2015, Smith et al. 2016等)。

上記の通り現状では短期目標のプレッジの評価手法は手探り状況で、長期目標も実現不可能な前提に基づくことが明らかになった。このままではパリ協定が破綻の危機に直面する。本稿ではこれを避け短/中長期で全ての国・主体が協力する方策を提案するものである。

4. 結論 (提案)

先ず Global Stocktake に向けての短期の対策は、①多様な指標によるプレッジ評価の必要性の共通認識の確立、②プレッジ内容の透明化 (例えばBAU比の削減の場合はBAUの排出量を明記)、③プレッジの実現可能性 (政策と効果) に関する検証結果の報告と専門家によるレビュー、④2℃目標との整合性を明示している多くの国についてはその理由の開示を求める、の4点である。これが法的拘束力のないプレッジの下で、パリ協定を破綻させずに合意可能な限度であろう。これにより政治家が自国のプレッジの意味するところを正確に理解し、現実的な解決策を探る手がかりとなる。

中長期の国際枠組みの提案は2℃目標の再考である。これには2つの類型がある。第1は2℃目標を表面上堅持し、その実質的な中身を変えることで、既に現時点までにこれは行われている。具体的には2℃目標の達成確率の100%から66%への引下げ、気温のovershoot (暫時2℃を超えること) の容認、そして大量のNEへの依存である。しかしいずれ誰の目にもこの矛盾が明らかになるろう。こうしたタイミングで2℃目標を変更する。これが第2の選択肢である。

しかしパリ協定が発効直後の現時点ではこれは現実的ではない。また、このどちらの選択肢も気温目標にこだわっており、これでは各国、各経済主体の具体的な行動に結びつかない。他方、どの水準であれ長期に気温を安定化するにはCO₂排出ゼロが必要である (IPCC 2013)。ここで筆者が提案するのは政策指針としての「大量のNEなしの長期CO₂ゼロエミッション」である。これは全ての経済主体に明確な行動目標となる。これに向けての発電、運輸、鉄鋼など主要セクターの具体的な削減策を示す。パリ協定との暗黙の差は、達成期限を明記せず、気温上昇限度も明記しないことである。過去類似の提案は無い。なお、この場合の気温上昇の程度についてはモデルでの試算結果を示す。

気候変動緩和策進捗計測指標（C-PPI）を利用した G20メンバー国の対策評価

Assessment of G20 member countries' climate change mitigation policies by C-PPI -
a set of indicator to measure progress of mitigation policies

○亀山康子*・高村ゆかり**・田村堅太郎***・栗山昭久***、有村俊秀****

Y. Kameyama, Y. Takamura, K. Tamura, A. Kuriyama and T. Arimura

1. はじめに

気候変動対象を目的としたパリ協定では、2020年以降の目標（NDC）設定が国の判断に委ねられ、また、今後、長期目標として提示した2℃や1.5℃目標に近づいているかどうかの確認が必要であることから、国の緩和努力を評価するための報告・検証プロセスが重要な役割を果たす。そのためのツールとして、気候変動緩和策の進捗を評価する指標（C-PPI）を2016年に開発し、昨年（2017年）の本学会大会では、C-PPIを用いて、主要5カ国の取り組みを評価した。その結果、C-PPIは国の緩和策を適切に評価できたが、サンプル数が5カ国と限られたために、多くの国で効果的といえる対策を提示することはできなかった。今回は、分析対象国をG20メンバー国にまで拡大することで、分析結果の一般化を目指す。

2. C-PPIとは？

本指標では、実際の排出量に基づくアウトカム指標と、排出削減を目的として導入された政策に基づくアクション指標の2本柱で国の努力度を測る構造となっている。また、すべての国に共通して究極的に目指すべき4つのゴールとして、(1)エネルギーの脱炭素化、(2)エネルギーの効率的利用（省エネ）、(3)エネルギー需要の逡減（節エネ）、(4)二酸化炭素以外のGHG削減&森林保全等土地利用、を定め、両指標の選定に反映させた。

結果、アウトカム指標として6つ、アクション指標として37の政策を選定した。詳細の説明は、http://www-iam.nies.go.jp/climatepolicy/cppi/index_j.htmlにある。

期待される対策導入水準は、国の経済発展度によっても違ってることから、今回、G20メンバー国（うち1つはEUのため19カ国）を、一人当たりGDPで3つのグループに分け（グループ1＝先進国、2＝準先進国、3＝新興国）、グループごとに適切な達成水準（アウトカム）や政策導入水準（アクション）や達成水準を分析した。

3. 分析結果

ここでは例としてゴール3（エネルギー需要の逡減）の結果を示す。

アウトカム指標は、一人あたりのエネルギー最終消費量であり、下降トレンドが望ましい。グループ1、2、3の間で比較すると、指標の水準は、経済水準とある程度連動してい

* 国立研究開発法人国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies
〒305-8506 つくば市小野川 16-2 TEL:029-850-2430 E-mail:ykame@nies.go.jp

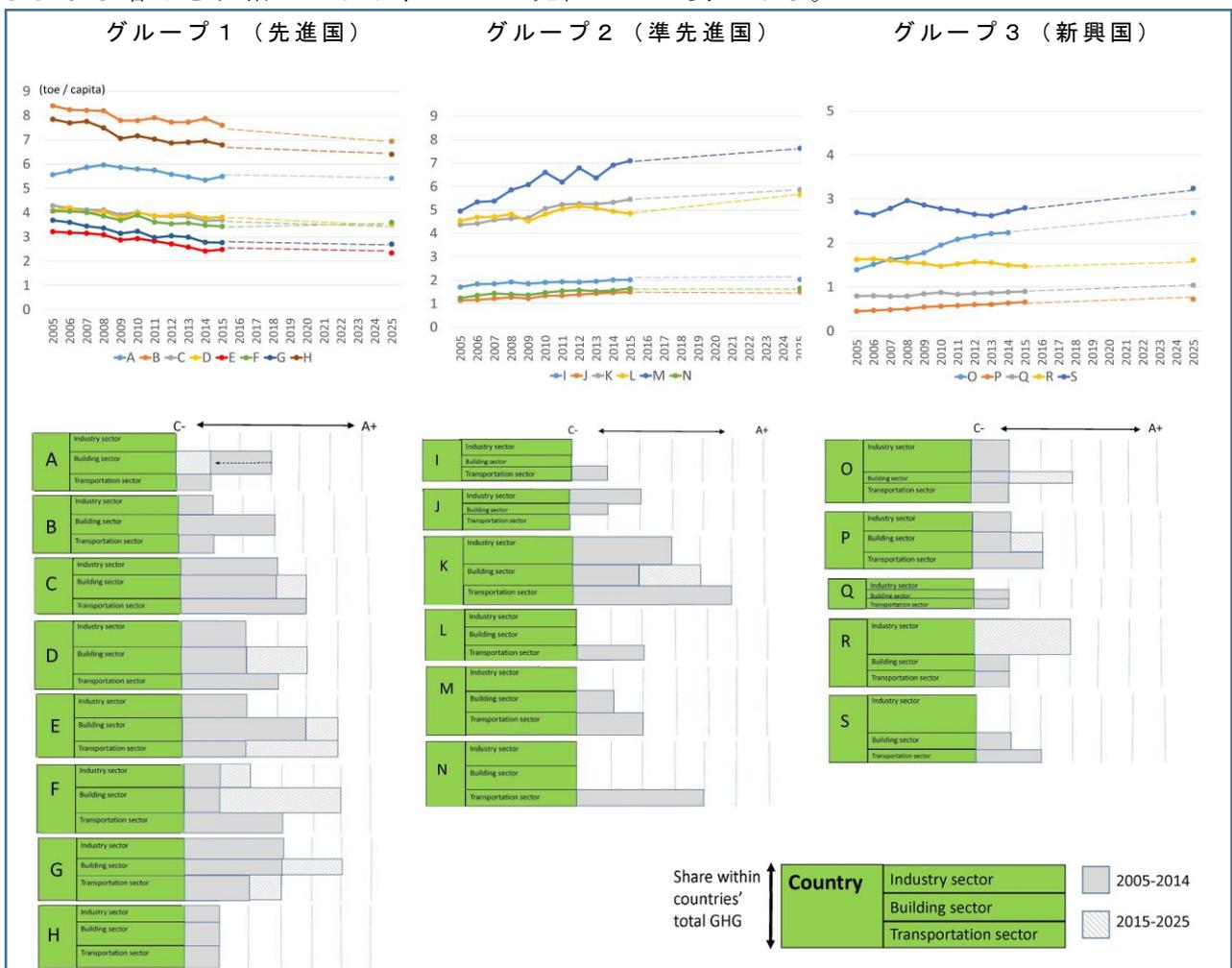
** 名古屋大学大学院環境学研究科

*** (公)地球環境戦略研究機関

**** 早稲田大学政治経済学術院

ることが分かる。グループ 1 と 2 は、グループ 3 と比べて一人当たりで多くのエネルギーを消費している。つまりグループ 1 と 2 の間では、経済的な豊かさに大きな違いがあるにもかかわらず、エネルギー消費水準はほぼ同じである。アクション指標による政策導入量についてもほぼ同様のことが言える。アクション指標が高水準の国では、エネルギー消費量に関する目標設定、産業界や民生部門での熱共有システムの整備、人々に対するエネルギー消費量の「見える化」、車などを使わないで生活できる都市計画、等が実施されていた。

アウトカム指標のトレンドに注目すると、全体的に指標が改善方向に向かっているのはグループ 1 だけである。グループ 2 や 3 では不変か増加傾向にあり、NDC も増加方向に向かって設定している国がある。グループ 3 はまだ経済水準を高めるために増加傾向を目指すのもやむを得ないかも知れないが、グループ 2 の一部の国はすでにグループ 1 を超えてさらなる増加を目指しており、NDC の見直しが必要である。



4. 結論

G20国に C-PPI を適用した結果、アウトカムとアクションを比較することで、グループ間の公平性を踏まえた「より努力すべき国」の選定や、努力している国が実施済みの政策を同定できた。今後、パリ協定の下での報告・検証ルール作りへのインプットを目指す。

謝辞：本研究は、環境研究総合推進費 2-1501、S15-1(3)（亀山）、2-1707（有村）の助成による。

製造業の価格転嫁傾向を考慮した炭素税の激変緩和措置の制度設計のあり方

Case studies on policy design of special treatments of carbon tax to manufacturing sector based on rates of cost pass-through in Japan

○浅川 賢司*
Kenji Asakawa

1. はじめに

昨年発表した「先進事例におけるステークホルダー（家庭／産業部門）への影響を踏まえた制度設計のあり方」では、炭素税等の先進事例であるドイツにおける産業部門に対する影響分析では、製造業において業種間の特性の違いを考慮せず一律に導入した軽減措置により、労働集約型製造業が一部の非製造業より高いCO₂排出強度をもつにもかかわらず課税負担が小さくなるという逆転現象が発生していることを示した。このことから、軽減措置は製造業全体で一律に導入するのではなく、より細分化された業種単位で導入範囲を限定することが重要であるといえる。

また、地球環境戦略研究機関・名城大学・国立環境研究所（2018）によれば、製造業に属する企業の営業利益に対する影響分析では、価格転嫁率が最も大きな要因の1つであり、価格転嫁率は個々の企業の経営判断ではなく業種毎の性質に依存しやすいため、激変緩和措置の設計においては、企業努力を超える要素として価格転嫁率が1つの考慮要素として適切であるといえる。

そこで、本研究では、日本における炭素税の激変緩和措置を検討するために、日本の製造業を例に業種ごとに価格転嫁率を考慮要素とした必要最小限度の減免率の検討を行った。

2. 分析方法

まず、製造業において激変緩和措置を検討する業種の単位は、対象業種を限定し過剰な減免を防止するために、平成23年(2011年)産業連関表の統合大分類（「飲食料品」から「輸送機械」の17分類）を用いた。

また、製造業に対して、どの程度の減免率が必要最小限かを判断するためには、炭素課税による化石燃料の調達費用の上昇に伴う追加的な経済的負担を、どの企業がどの程度まで負うべきかを検討することが必要である。ここで、炭素税は価格シグナルを与えることに伴う追加的な経済的負担により負担を受ける者の行動様式に変革することを目的とするため、原則としてすべての業種が一定程度の追加的負担を吸収すべきであると考えられる。

そこで、本研究では、本格的炭素税による追加的な経済的負担のうち価格転嫁できない部分が、当該企業の生産コストの1%となるレベルを、当該企業が許容すべき炭素税の自己

* （公財）地球環境戦略研究機関 Institute for Global Environmental Strategies
〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11 TEL 046-855-3827 E-mail: asakawa@iges.or.jp

負担レベルと考え、それを上限とするような減税率を算定することとした。ただし、化石燃料の価格高騰に伴い投入物価が上昇しているにもかかわらず産出物価が下落している業種については、価格転嫁以前の問題があると考え、例外的に100%の免税措置の対象とした。

また、価格転嫁率の算定にあたっては、化石燃料の投入物価が上昇している時期として2003年第1四半期から2008年第3四半期までの期間を採用し、2003年第1四半期以降に高騰する化石燃料の調達価格を100%転嫁した場合の産出物価上昇率を試算し、これを実際の産出物価上昇率と比較することによって算定した。

3. 分析結果と結論

分析の結果、いわゆるエネルギー集約製造業とされる「鉄鋼」及び「石油・石炭製品」については炭素税の価格転嫁力が十分に認められ、「パルプ・紙・木製品」及び「窯業・土石製品」については5万円/t-CO₂の税率であったとしても課税自己負担額が生産コストの1%以内にとどまったため、本研究の観点では激変緩和措置の対象業種とはならなかった。一方、例外的に免税の対象となるのは「電気機械」及び「輸送機械」が-100%となるものの、「非鉄金属」を-44.1%、「繊維製品」を-36.2%、「化学製品」を-21.8%、「金属製品」を-17.3%となるにとどまった。

表1 炭素税の自己負担額が生産コストに占める割合と激変緩和措置(100%未満)の対象業種

	飲食料品	繊維製品	パルプ・紙・木製品	化学製品	窯業・土石製品	非鉄金属	金属製品
炭素税支出額 5万円/t (100万円)	495,920	92,348	634,912	2,036,195	72,827	8,454,348	141,621
炭素税自己負担額 (100万円)	113,680	45,345	48,915	260,158	28,044	354,415	68,188
自己負担額の生産コストに占める割合	0.51%	1.57%	0.58%	1.28%	0.30%	1.79%	1.21%
炭素税支出額を生産コストの1%に低減させた場合の税率 (万円/tCO ₂)	—	31,896	—	39,110	—	27,936	41,333
減税率	—	-36.2%	—	-21.8%	—	-44.1%	-17.3%

出典：地球環境戦略研究機関・名城大学・国立環境研究所（2018）

以上の激変緩和措置の結果、製造業に対する化石燃料の約94%が課税されることになり、「鉄鋼」の使用する化石燃料を100%免税にただけでも製造業に対する課税率が約46%に低減してしまうことと比べ、企業の追加的経済的負担を緩和したとしても過剰な緩和措置を防止しただけで、高い課税範囲が確保できる可能性が示されたと考える。

参考文献

地球環境戦略研究機関・名城大学・国立環境研究所（2018）「平成29年度 環境経済の政策研究 2050年までの温室効果ガス大幅削減に向けた経済的措置に関する調査・検討」

日本の長期気候変動緩和策に関するマルチ・モデル分析

Multi-model analysis of long-term climate change mitigation of Japan

○杉山昌広¹・藤森真一郎²・和田謙一³・王嘉陽¹・大城賢⁴・加藤悦史⁵・黒沢厚志⁵・

小宮山涼一⁶・スィルバ エラン ディエゴ⁷・藤井康正⁶・松尾雄司⁸

Masahiro Sugiyama, Shinichiro Fujimori, Kenichi Wada, Jiayang Wang, Ken Oshiro,

Etsushi Kato, Atsushi Kurosawa, Ryoichi Komiyama, Diego Silva Herran,

Yasumasa Fujii, Yuhji Matsuo

1. はじめに

2015年に合意されたパリ協定の下では、2020年までにすべての国が長期の低排出開発戦略（mid-century strategy）を策定し提出することが求められている。長期の気候政策・エネルギー政策を考えるときに統合評価モデルは基本的な情報を提供する。

統合評価モデルは分析結果がモデルによって大きく異なり、政策評価においては複数のモデルを横並びにして分析し、例えば費用対効果・費用対効率性の不確実性の幅を理解することが政策分析にとって重要である。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）でも米国の気候政策分析でもモデル相互比較は多数行われてきた。翻って日本の状況を見れば、学術的な研究ではモデル間の違いに注目した分析事例は極めて稀である。

本稿では日本の2050年までの温室効果ガス、エネルギーシステムのシナリオを、複数のエネルギーモデルもしくは統合評価モデルを用いて定量化し、それらを相互比較することによって、不確実性を踏まえた長期の気候政策の評価を行う。

2. 分析方法

分析には5つのモデルが参画した（表1）。

表1 参画モデル

モデル	開発機関	均衡概念	異時点間の扱い	地域
AIM/CGE[Global]	国立環境研究所	一般均衡	逐次最適	全世界
AIM/Enduse [Japan]	国立環境研究所	部分均衡	逐次最適	日本
DNE21	東京大学大学院工学系研究科	部分均衡	通時最適	全世界
IEEJ	日本エネルギー経済研究所	部分均衡	通時最適	日本
TIMES-Japan	エネルギー総合工学研究所	部分均衡	通時最適	日本

主なシナリオとしては2つ、すなわち気候政策を導入しない「ベースライン」シナリオと気候政策を導入する「緩和」シナリオを設定した。両シナリオの背後に想定するGDP・人

¹ 東京大学政策ビジョン研究センター Policy Alternatives Research Institute, The University of Tokyo 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-5841-0933 E-mail: masahiro_sugiyama@alum.mit.edu

² 京都大学大学院工学系研究科, 国立環境研究所

³ 地球環境産業技術研究機構

⁴ みずほ情報総研

⁵ エネルギー総合工学研究所

⁶ 東京大学大学院工学研究科

⁷ 地球環境戦略研究機関

⁸ 日本エネルギー経済研究所

口は統一した値を用いた。GDPについては2030年まで長期エネルギー需給見通しと同じ成長率で、それ以降は共通社会経済パス(shared socioeconomic pathway (SSP))の2の成長率とする場合と、全期間 SSP2の2通りを考慮した。緩和シナリオは気候政策として、2030年度のNDC目標(2013年度比で26%削減)と2050年の80%排出削減の排出量制約を考慮した。

3. 分析結果

NDCおよび80%大幅削減のためには大規模な省エネルギーの進展、電化、(発電を含めた)エネルギーの低炭素化が必要であることはモデルに共通した結果である。

政策コストを見るため限界削減費用を日本と欧米の同等な研究例との間で比較したところ、日本の値は高めであった(表2)。

表 2 本研究と既往研究における 2050 年時点の限界削減費用の比較.

研究	地域/削減量	限界削減費用 (JPY2010/tCO ₂ . 100 円単位丸め)
本研究	日本, 80%	(最小値, 中央値, 最大値) = (2 万 4000 円, 9 万 3900 円, 13 万 9900 円) /tCO ₂
	日本, 80% GDP=SSP2	(最小値, 中央値, 最大値) = (2 万 4000 円, 7 万 6100 円, 13 万 3400 円) /tCO ₂
スタンフォード 大学 EMF 24	米国 2005 年比で 80%	~9700 円-4 万 8300 円 /tCO ₂
スタンフォード 大学 EMF 28	欧州連合 1990 年比で 80%	中央値 6 万 400 円 /tCO ₂ 四分位範囲 2 万 7800 円~13 万円 600 円/tCO ₂

日本の限界削減費用が高い理由の一つとして産業部門の排出量大幅削減が難しいことが考えられる。サービス需要があるモデルで、経済構造の変化も内生的に計算できる AIM/CGE を除いて残存排出量の多くは産業部門によって占められている。電源構成は再生可能エネルギー重視、CCS 重視、原子力重視など様々な道筋があることが分かった

4. 結論

現在のモデルが想定している技術進歩の仮定のもとでは、日本の緩和策の限界削減費用は欧米に比べて高いことが分かった。80%のような大幅削減の場合、パリ協定6条の internationally transferred mitigation outcomes などの検討も重要になる。また低炭素技術イノベーションは全体的にコストの低下の可能性があり、特に残存排出量の大きい産業部門についてはより踏み込んだ検討が必要になる。

最後に、一部の海外のモデル比較プロジェクトなどの研究結果における日本の限界削減費用は日本の研究チームの推計の方が海外の研究チームのそれよりも高い傾向にある。この理由は定かではないため、より広い視点で日本のモデル比較を捉えるためにも、海外チームの参画を日本のモデル比較へ促すことも有用なのではないかと考えられる。

謝辞

本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費2-1704により実施された。

9月8日（土）午後（1）

会場：B（403）

セッション：環境政策－実証分析（1）－

Does Small Difference Make a Difference?

Impact of Feed-in Tariff on Renewable Power Generation in China

○Yimeng Du and Kenji Takeuchi*

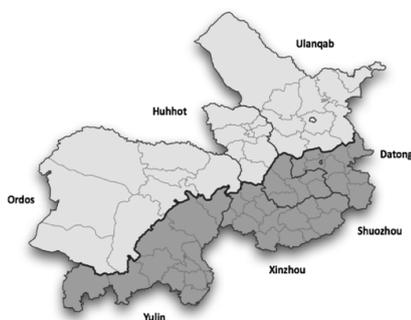
1. Objectives

This study investigates the effectiveness of a regionally differentiated Feed-in Tariff (FIT) on development of renewable energies in China. We examine whether the regional differentiation of tariff affected the location choice of wind and solar energy industries. In addition, we investigate if the tariff policy can help to alleviate the regional electricity surplus of renewable energies. The impacts of regionally differentiated FIT on wind and solar power generation facilities, such as utilization rate, installed capacity, power generation and hours of operation are investigated through a quasi-experimental design by adopting the spatial regression discontinuity design (SRDD).

2. Backgrounds

Stimulated by various incentive policies, wind and solar power generation in China has achieved tremendous growth, with the cumulative installed capacity being the largest worldwide. However, since 2010, development and operation of renewable energy industries in China have faced an issue of over-supply, leading to the curtailment of renewable power. In 2016, the country threw away a total of 56.2 TWh of renewable generation, and the national average rate of curtailment was as high as 17% for wind and 10% for solar (NEA, 2016). The high curtailment rate of electricity generated by the renewable energies partly due to the uneven regional development of renewable energy industry in China. As of 2016, over 70% of China's utility-scale wind and solar farms have been built in the country's sparsely populated northern provinces.

The implementation of the regionally differentiated FIT in China aimed to mitigate the uneven distribution



of renewable energy industries. It divided Chinese provinces into several areas based on onshore wind and solar resources, each with a different tariff rate. Regions with rich wind or solar resources have the lowest tariff rates, reflecting lower production costs resulting from resource endowments. The figure shows the areas in Inner Mongolia, Shanxi, and Shaanxi province that were selected for estimation. Renewable energy power generators in counties north of the boundary

* Graduate School of Economics, Kobe University

Email: sissitoh@gmail.com (Du) takeuchi@econ.kobe-u.ac.jp (Takeuchi)

received the lowest tariff rate for power generation. In contrast, counties in the south received the highest tariff rate for wind power. The difference in wind tariff rates between counties south and north of the boundary is 0.1 yuan/kWh. Similarly, the tariff rate provided for per kWh solar energy electricity in the south is 0.5 yuan higher than the tariff rate in the north.

3. Empirical analysis

Our empirical analysis aims to measure the impact of the regionally differentiated FIT on development of renewable energies in China. The SRDD approach exploits the discontinuous changes in tariff rates that drive variations in wind and solar energy development south and north of the resource zone boundary.

A panel dataset of 64 counties located in Inner Mongolia, Shanxi, and Shaanxi province is adopted. The dataset comprises unbalanced yearly panel data from 2009 to 2012 for the wind power regression, and data from 2013 to 2016 for the solar energy one. The general form of the empirical model can be written as follows:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 South_i + \beta_2 X_{it} + f(\text{geographic location}_i) + \gamma_b + \theta_t + \varepsilon_{it},$$

where y_{it} is the facility indicators of wind and solar facilities in county i and year t , which includes utilization rate, installed capacity, power generation, and operation hour. $South_i$ is a dummy variable for counties south to the tariff zone boundary. The time-varying county characteristics are captured by X_{it} . $f(\text{geographic location}_i)$ denotes the regression discontinuity polynomial, which controls for smooth functions of geographic location. γ_b represents the boundary segment fixed effects that denote which of the five equal-length segments of the boundary is the closest to the county's government offices. Finally, the year dummy θ_t is used to capture external events that affect the development of wind and solar industries, such as changes in policies and regulations at the national level.

4. Results and conclusions

The results of this study indicate that the regional differentiation of tariffs have positively affected the development of wind and solar power industry in China. Specifically, a 0.1-yuan difference in the tariff rate will result in approximately 8.7% increase in annual utilization rates of wind facilities. Furthermore, the impact of regional FITs increases annual electricity generation of wind power plants in resource-poor regions by around 163.4 GWh. This result indicates that the implementation of regional FITs may release the pressure of over-production of wind electricity in regions with rich wind resources but provide lower electricity demand. Moreover, the FIT encourages installation of wind power plants by nearly 82.9 MW, and that of solar panels by about 86.2 MW in regions with higher tariff rate. These results suggest that the regional FIT has relieved the uneven regional distribution of wind and solar power in China by attracting more plants to locate within resource-poor regions. Finally, we found that FITs provided for solar projects had the greatest impact during the year before the tariffs were cut, which indicates that an announcement of a tariff rate reduction might have caused the last-minute demand of renewable energy developers.

表彰は温室効果ガス排出量削減努力を促すか -都道府県の製造業部門集計データを用いた検証-

○矢島 猶雅*

1. はじめに

近年、都道府県で事業所や企業の温室効果ガス排出量削減に関する取り組みなどを表彰し、ホームページなどで社会的に公表するような制度が広く普及している。こうした制度は、2014年の段階で約20都道府県が導入している。

表彰制度は、大きく二つの種類がある。第一に、都道府県が排出量削減取り組みを募集し、応募された中から優秀なケースを表彰し公表する「公募型」である。第二に、都道府県が何らかの排出量削減に関するプログラムを設定し、それに参加した事業所の中で優秀な取り組みを表彰し公表する「プログラム参加型」である。さらに、表彰された場合に低利子融資という形で経済的な報酬が与えられる場合もある。ただし、後者は一部の都道府県では表彰がない場合もある。

表彰による取り組み促進を含んだその他の政策には、たとえばアメリカの Climate Wise などがある。しかし、Climate Wise の温室効果ガス削減効果を検証した Pizer et al. (2011) は政策の総合的な効果を扱っており、表彰そのものが排出量削減取り組みを促すかは十分に明らかでない。本研究では、表彰制度が排出量削減に寄与しているかを検証する。

2. 分析方法

本研究では、1990年から2014年の都道府県別業種別集計データを使用し、固定効果モデルによる差の差分析を行う。また、日本標準産業分類における大分類「製造業」に着眼して分析する。基本的なモデルは、以下のようになる。

$$\ln(Emission_{ijt}) = \beta X_{ijt} + \theta D_{it} + \alpha_i + \gamma_j + \mu_{ij} + \varepsilon_{ijt}$$

i は都道府県、 j は業種、 t は時点を表している。

まず、 $\ln(Emission_{ijt})$ は、各都道府県の各製造業部門に属する業種の年度別 CO2 排出量の対数である。次に、 X_{ijt} は説明変数ベクトルであり、各業種の付加価値額、各都道府県の冷房度日及び暖房度日、電力価格の対数などが含まれている。また、本研究では、その他の都道府県レベル排出量削減政策の影響を捉えるため、東京都排出量取引制度の変数などを投入している。

D_{it} は、注目する政策変数のベクトルである。公募型及びプログラム参加型という特徴を考慮しつつ表彰の効果を捉えるために、次の変数を投入する。公募型もしくはプログラム参加型制度があれば 1 を取るダミー変数、プログラム参加型制度があれば 1 を取るダミー変数である。これらにより、表彰の平均的な効果とプログラム参加型制度の効果を特定す

* 早稲田大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Waseda University
〒169-8050 東京都新宿区西早稲田 1-6-1 E-mail: naonari.yajima@gmail.com

る。加えて、経済的報酬があれば1を取るダミー変数も投入する。さらに、各政策変数同士の交差項も含んでいる。最後に、 α_i は都道府県固定効果、 γ_j は業種固定効果、 μ_{ij} は都道府県別業種固定効果、 ε_{ijt} は時間で変動する観測できない要因である。

データは、都道府県別エネルギー消費統計、工業統計調査、気象庁、電気事業連合会、各都道府県のホームページなどより収集した。

3. 分析結果

主要な分析結果を、表1に示した。表彰ダミーは1%水準で有意であり、排出量の削減に寄与することがわかった。排出量削減取り組みを表彰する仕組みがある場合、製造業部門の業種のCO2排出量が約13%削減されることになる。他方で、プログラム参加型制度、及び経済的な報酬が設定されていることには有意な効果は確認されなかった。

4. 結論

本稿の分析結果から、いくつかの政策的示唆を与えることができる。第一に、表彰は製造業部門のCO2排出量削減取り組みを促すインセンティブとして有効である。第二に、プログラムを設定し、事業所の参加と自主的な取り組みを促す制度は、CO2排出量削減政策として有効ではない可能性がある。第三に、表彰制度を設定する上で、少なくとも低利子融資という経済的報酬は有効でない可能性がある。

5. 参考文献

1. Pizer, W. A., Morgenstern, R., and Shih, J. S. (2011). "The performance of industrial sector voluntary climate programs: Climate Wise and 1605 (b).", *Energy policy*, Vol.39 (12), pp.7907-7916.

表1 推定結果 (主要な変数のみ)

被説明変数：CO2排出量（対数） 説明変数/モデル	固定効果モデル
	(1)
表彰ダミー	-0.13*** (0.05)
プログラム参加型制度ダミー	0.03 (0.09)
経済的報酬ダミー	0.06 (0.13)
観測数	7,044
決定係数	0.36
説明変数	あり
年度ダミー	あり
業種ダミー×年度ダミー	あり
都道府県ダミー×タイムトレンド	あり

※括弧内は、都道府県別業種でクラスター化した頑健標準誤差。

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

Visualization approach and economic incentives toward low carbon practices in households: A survey study in Hyogo, Japan

(○) Xianbing LIU¹ and Zhen JIN²

1. Introduction

The commercial and residential sectors are required to mitigate their emissions by around 40% for realizing Japan's target to reduce the country's emissions of 2030 by 26% from 2013. Considering the significance of residential sector for deep de-carbonization from the medium and long term, this study analyzes the effectiveness of the visualization approach (Particularly the installation of home energy management system, HEMS) and economic incentives (i.e., providing subsidy and low-interest loan) for the formulation of low carbon households.

2. Research method

This study gathered data by a questionnaire survey targeting the households in Hyogo prefecture, which received the 'Uchi-eco Diagnosis' (A tool to check the household energy use and recommend carbon mitigation countermeasures). The questionnaire format consists of: 1) Household composition and housing type; 2) Household opinions on climate problems and energy prices; 3) Adoption of solar PV and main energy using equipment; 4) The related issues on 'Uchi-eco Diagnosis' and household behavioral changes; 5) Household awareness and utilization of economic incentives; and, 6) Household decision making in low carbon investment. The survey was carried out during March and April of 2018 with the coordination of Hyogo Environmental Advancement Association (HEAA). The posted mails reached to a total of 931 households and 406 valid respondents were collected, with a return rate of 43.6%. Stata was used for the data analysis.

3. Analysis results

- The samples

The samples are evenly distributed by the household size and the age of household head. Whereas, most of the samples live in the detached houses (92.6%) and those living in housing complex shares the remainder 7.4%. By the ownership, almost all the samples (97.3%) live in self-owned houses.

- Adoption status of low carbon equipment in households

Solar PV and energy efficient water heaters have been largely applied in the sampled households. In particular, around 60% households with detached houses have installed solar PV power generation system on their roofs. But only 24.3% of the electricity generated is used by the households themselves. More than 80% samples are using energy efficient water heaters and the installation of fuel cell is increasing quickly. On the other hand, large potential remains for the replacement of energy efficient air conditioners and refrigerators since around 40% of them are made before 2010.

¹ Climate and Energy Area, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
2108-11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa, 240-0115, Japan
E-mail: liu@iges.or.jp

² Affiliation and address are the same as above.
E-mail: jin@iges.or.jp

- HEMS installation and the utilization of economic incentives

Around 40% of the samples (42.5%) installed HEMS, among which, about 35% received the subsidy from HEAA. Many sampled households (62.1%) had the experience of achieving subsidies for energy saving and carbon mitigation. Whereas, only 9% of the samples utilized the low-interest loan provided by the government of Hyogo.

- Effectiveness of visualization approach and economic incentives for low carbon behaviors

The results confirm that the lifestyle efforts of households are not significantly associated with the visualization approach (HEMS installation) and the economic incentives. Some types of lifestyle efforts are related to the age of household head. On the other hand, the replacements for low carbon equipment (i.e., solar PV, room insulation reform, air conditioner, energy efficient water heater, etc.) are significantly associated with the visualization approach and availability of economic incentives (The table below only lists part of regression results as an example due to page limit). As an example of interpretation of the marginal effect, the installation of HEMS increases the probability of replacement by 25.6% (EHP water heater) to 55.9% (Solar PV).

Table: Ordered probit regression result with the replacement practices as the dependent variable

Variable		Solar PV		Insulation renovation		Double glazing		Air conditioner		EHP water heater	
		Coef.	M.E.	Coef.	M.E.	Coef.	M.E.	Coef.	M.E.	Coef.	M.E.
Visualization	HEMS	2.508***	0.559	0.794***	0.277	0.843***	0.319	0.809***	0.310	0.653**	0.256
Economic incentive	SUBSIDY	0.871***	0.188	0.674**	0.230	0.690***	0.266	0.422*	0.166	0.105	0.042
	LOAN	1.600***	0.140	-0.063	-0.022	-0.353	-0.139	-0.602**	-0.236	0.705*	0.262
Household size	SINGLE	-1.679	-0.557			1.358*	0.350				
	COUPLE	-0.807	-0.187	-0.254	-0.089	0.349	0.130	-0.586	-0.230	-0.554	-0.218
	ORDINARY	-0.285	-0.050	-0.900	-0.331	0.333	0.129	-0.861	-0.316	-0.458	-0.180
	LARGE			-1.687*	-0.339			-0.915	-0.345	0.234	0.092
Household head age	YOUNG	0.664	0.108	0.224	0.082					-0.417	-0.165
	MIDDLEAGED	-0.137	-0.026	-0.231	-0.083	0.048	0.019	-0.193	-0.075	-0.279	-0.111
	OLD					0.142	0.054	-0.204	-0.080		
N		205		163		183		196		169	
LR chi		163.35***		49.89***		45.08***		40.19***		16.31**	
Pseudo R ²		0.606		0.207		0.165		0.122		0.065	

Note: *** Significant at 1% level; ** Significant at 5% level; and, M.E.: Marginal effect.

4. Conclusions

This study assists in the understanding of current adoption of low carbon equipment in the sampled households, and clarifies the relationship between household lifestyle efforts and replacement actions and the target policy measures. As the suggestions, the 'Uchi-eco Diagnosis' shall provide more information about cost and benefit of the recommended countermeasures to help the household investment decision making. The information dissemination of low-interest loan of Hyogo government shall be enhanced and lowering the interest (i.e., from 0.8% to 0.3%) might greatly increase household application of the loan for low carbon replacement.

2050年温室効果ガス80%削減に向けた日本の炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

李秀澈¹、Unnada Chewpreecha²、朴勝俊³

1. 研究の目的と背景

本研究の目的は、日本の2050年温室効果ガス80%削減に向けた経済的措置として炭素税に着目し、炭素税が導入されたときの経済への影響を大規模グローバルマクロ計量経済モデルにより明らかにすることである。

日本は、第4次環境基本計画において2050年までに80%減の温室効果ガス排出削減目標を表明しており、この目標は2018年4月に閣議決定された第5次環境基本計画にも引き継いでいる。このような大幅な排出削減を実現するためには、構造的な変化を伴う大胆な対策が必要と考えられる。そのためには、将来的なビジョンとして大幅な低炭素化の必要性を社会全般に広く浸透させる必要があり、その手段の一つとして炭素税など炭素価格を導入することの有効性が、欧州諸国や世界銀行をはじめ、国際的に広く認識されている。

本研究での「炭素税」は、2050年80%削減へ向けて必要になるより高い課税率が想定される。北欧や西欧など、価格効果が期待できる高税率の炭素税を既に導入した国の多くは、法人減税などの減税措置と併せたいわゆるグリーン税制改革として実施しており、CO₂排出削減と経済的便益を同時に追求する政策として注目されている。

本研究では、炭素税導入・グリーン税制改革がもたらした経済や雇用そして貿易（国際競争力）への影響を含む正負両面の多様な経済的影響を定量的に分析する。その際に、EUでエネルギー・気候変動政策分析に重用されてきた「E3ME(Energy-Economy-Environment Macro-Econometric model)」と呼ばれるマクロ計量経済モデルを用いる（Cambridge Econometrics(2014)）。これらの研究結果に基づき、日本が2050年低炭素・脱炭素社会目標達成に向けた炭素税導入・グリーン税制改革に関する政策ビジョンを示したい。

2. 分析方法

本分析のためのE3MEモデル分析の基準となるベースラインは、日本エネルギー経済研究所（IEEJ）のアジア／世界エネルギーアウトック2018（IEEJ 2017発行）のレファレンスケースを採用した。IEEJ2017のレファレンスケースでは、日本のGDPは、2030年に6.9兆米ドル、2050年に8.2兆米ドルと増加するが、エネルギー起源CO₂排出量は2015年比で2030年には10.8%減少、2050年には22.9%減少している。そして、2030年の日本の電源ミックスは、化石エネルギーによる火力発電が2030年に67.4%、2050年には63.8%となり、2030年と2050年の割合さほど変わっていない。

本モデル分析の政策実験となるシナリオ（政策シナリオ）では、2050年80%削減目標達成に必要な炭素税（炭素価格として）とその税収を他の税の減税や経済活動に還元するケース

¹名城大学経済学部、名古屋市天白区塩釜口1-501、Email: slee@meijo-u.ac.jp

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

³ 関西学院大学経済学部

を想定している。すなわち炭素税収入を消費税減税財源として還元（S1）、所得税減税に還元（S2）、企業の雇用関連社会保障費用軽減に還元（S3）が政策シナリオとして設定されている。

3.分析結果

各政策シナリオ別のCO₂削減目標達成のための炭素税率は、2021年にはどのシナリオでも二酸化炭素1トン当り、21.1US\$であるが2030年には80.2~81.8US\$、2040年には184.5~189.6US\$、2050年には383.1~394.6US\$とシナリオによって多少の差が現れた。これは、炭素税の税収の還元シナリオ別経済への影響が異なり、CO₂削減目標達成するために必要な炭素コストも異なるためである。この政策シナリオでは、発電に使用する化石エネルギーの割合はレファレンスケースより2050年に大幅に低下する反面、再生可能エネルギーの割合は確実に増加している。再生可能エネルギー発電は、レファレンスケースでは、その割合が2030年に18.6%、2050年に23.1%と伸び悩むが、政策シナリオ1では2030年に29.3%、2050年に58.4%へと大きく伸びており、主力電源に定着することになる。

3つの政策シナリオのE3ME推定結果では、全てのシナリオでベースラインシナリオに比べてGDP増加が実現された。炭素税により、電力、ガス、石油精製など化石エネルギー集約部門の生産は大きく落ちるが、その税収効果により消費部門を中心に経済へのプラス影響が大きく上回るためである。すなわち、炭素税によるGDPの損失が、税収還元効果により埋め合わせるからである。また高率の炭素税により、省エネルギーや再生可能エネルギーに対する投資需要が高くなることと化石エネルギー輸入減少もGDP増加に寄与することになる。

4.結論

本研究では、炭素税導入・グリーン税制改革により、2030年NDC削減目標および2050年温室効果ガス80%削減目標を達成しながら、経済成長、雇用などマクロ経済のパフォーマンスがベースラインケースを上回る結果が示された。

この主な要因は、エネルギー効率投資拡大と省エネルギーの急進展、税収還元の消費刺激、そして化石エネルギーの輸入減少が取り上げられる。なお、炭素税収から所得税減税へ還元するシナリオ（S2）のGDP刺激効果が最も大きく現れた。政策シナリオ3（S3）のGDP成長が相対的に低い結果となったのは、税収を企業に還元された場合には、内部留保などにより景気刺激効果が低くなるためであろう。本分析では、炭素税グリーン税制改革は、2050年80%削減と豊かな暮らしが同時に実現される低炭素・脱炭素社会への明るいビジョンを示すことができた。

参考文献

Cambridge Econometrics (2014) E3ME Manual, Version 6.0, available online at www.e3me.com

IEEJ (2017) Asia/World Energy Outlook, IEE Japan.

9月8日（土）午後（1）

会場：C（408）

セッション：エネルギーと環境

Comparison of Energy Efficiencies and Energy Intensity Efficiency with Traditional Energy Intensity

Authors : Sangmok Kang* and Minji Kang**

1. Introduction

This study proposes two alternative indicators of energy efficiency and energy intensity based on stochastic frontier function, which can replace traditional energy intensity which has been widely used so far. In other words, the two alternative energy efficiencies will be minimum energy consumption (E^*) / actual energy consumption (E), and minimum energy consumption (E / GDP) * / actual energy cost (E / GDP). These alternative indicators are different from traditional energy intensity in that individual production units measure technically achievable minimum energy consumption and minimum energy intensity levels in production activities. In particular, the proposed energy efficiency model considers labor, capital stock, and energy input simultaneously, and assumes that the production activities are combined with these as a constraint of pollutant emissions. Reinhard et al.(1999, 2000), Korhonen and Luptacik(2004), Mandal (2010), Yang et al.(2010) include pollution emission in the production function, because producers facing pollution regulations must be willing to minimize pollutant emissions as they prefer the minimum amount of inputs. ¹

2. Method of analysis

This study also assumes the two models of energy efficiency, which use input functions including constraints of pollutant emissions with labor, capital, output, and energy. It is more appropriate to include pollution emissions as a constraint when reducing energy consumption, because there exists pollution regulations in reality. Therefore, the purpose of this study is to develop an energy efficiency models as another alternative of energy intensity measurement using the stochastic frontier translog function and to compare the energy efficiency based on these models. In particular, we use stochastic frontier distance function to solve problems that occur when multiple products are simultaneously included.

3. Results of analysis

The main results are as follows. First, as confirmed in the estimation of fossil energy and fossil energy intensity, it is confirmed that not only input factors and GDP, but also greenhouse gas emissions are important variables affecting them. In other words, greenhouse gas emissions are positively related to energy use and

* Professor, Department of Economics, College of Economics and International Trade, Pusan National University

** Graduate Student, Department of Economics, Yonsei University

energy intensity. This is because the effort for economic growth is stronger than the effort to reduce GHG emissions, so the direction of energy increase due to increased output seems to be greater than the effort to reduce GHG emissions. In addition, increasing the ratio of capital to fossil energy and the ratio of non-fossil fuel to fossil energy, respectively, appears to reduce energy use. Furthermore, increasing the ratio of non-fossil energy to fossil energy significantly lowers the fossil energy intensity, indicating that energy substitution is effective in improving energy efficiency.

Second, the average energy efficiency of fossil energy in 113 countries was about 0.526 for the period of 1996-2011. Every year, fossil energy efficiency is gradually improving. When divided into five income groups, higher-income group (0.728) and middle-high income group (0.552) were the most efficient and lowest-income group was the lowest. Unlike expectations, OECD group did not have high fossil energy efficiency compared to other groups.

Third, when the average efficiency of fossil energy intensity was measured for the same country and the same period, the overall average was 0.557, which was somewhat higher than the fossil energy efficiency (0.526). Also, the energy intensity efficiency is continuously improving by 1.2% every year. The OECD was the highest at 0.614, followed by high-income group (0.576) and middle and low-income group(0.569). The OECD and middle-low income groups showed somewhat lower levels of fossil energy efficiency, but the reason for the high levels of fossil energy intensity efficiency was that GDP composing of fossil energy intensity was relatively high in the two groups.

4. Conclusions

The alternative energy efficiency approach presented in this study identifies reducible energy quantity and energy intensity by using information such as minimum energy input achievable in production activities. Therefore, the alternative energy efficiency approaches needs to be used complementary to existing traditional energy approach. Furthermore, since the increase in the ratio of capital stock to fossil energy has been shown to reduce the use of fossil energy, the expansion of energy-saving capital facilities seems to have a significant impact on fossil energy savings and energy efficiency. In addition, improving energy efficiency through energy reduction or substitution is an absolute factor in enabling sustainable economic growth by conserving energy resources and reducing GHG emissions at the same time.

<References>

- Aigner , D., C.A.K. Lovell, and P. Schmidt, 1977, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," *Journal of Econometrics*, Vol. 6, pp.21-37.
- Battese, G.E. and T.J. Coelli. 1992, "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data : With Application to Paddy Farmers in India." *Journal of Productivity Analysis*, 3, pp.153-169.
- Boyd, G.A. and J.X. Pang, 2000, "Estimating the Linkage between Energy Efficiency and Productivity." *Energy Policy*, 28, pp.289-296.
- Boyd, G.A., 2007, "Estimating the Distribution of Plant-Level Manufacturing Energy Efficiency With Stochastic Frontier Regression." Working Paper CES07-07. Duke University.
- Coelli, T.J., D.S. Pasado Rao, and G.E. Battese. 1998, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer.
- Coelli, 2000, "Technical Efficiency of European Railways: A Distance Function Approach." *Applied Economics*, 32, pp.1967-1976.

LMDI 分析に基づく日本発電部門の CO₂排出量変動の要因分解

Decomposition of CO₂ Emissions from Japan's Power Sector using an LMDI Analysis

○王嘉陽*・杉山昌広**

Jiayang WANG, Masahiro SUGIYAMA

1. はじめに

パリ協定に基づいて、現在167か国から気候政策についてまとめた「国別目標」(NDC)が提出された。日本政府は2030年度について、2013年度に比べて温室効果ガスの排出量を26%削減する NDC を提出している。日本のエネルギー起源の CO₂排出量のうち、約4割は電力部門によるものである。そのため、電力部門での CO₂削減目標は日本の NDC の重要な位置を占める。政府の長期エネルギー需要見通しでは、2030年の電力部門によるエネルギー起源の CO₂排出量は2013年比で34%削減という目標を設定した。そして、2030年の電力需要は対策前と比べて1,961億 kWh 減で9,808億 kWh、電力部門の温室効果ガスの排出係数 0.37kg-CO₂/kWh などの具体的な目標設定した。この目標に影響を与えているのは、省エネ、再生可能エネルギー発電、原子力発電などの様々な要因である。これらの影響要因に関して定量的に分析することは、電力部門の現状分析や CO₂削減政策の策定にとって重要である。

茅恒等式に基づく要因分析法は CO₂排出量などの変動に関連する要因の変動量をマクロに分解する手法であり、目的の変動量に対する各要因の寄与度を定量的に示すことができる。要因分析の中に、Divisia 指数に基づく LMDI 法(Logarithmic Mean Divisia Index method)はこれまで広く用いられている。そのため、Mohlin et al. (2018)にならって、本研究では LMDI 法に基づく日本の電力部門の CO₂削減の要因分解を試みた。

2. 分析方法

要因分析は様々な分析事例がある。最近では、柳澤(2011)はエネルギー需給構造に基づいて G20諸国の CO₂原単位の変動の要因分解を行った。Wu et al. (2017)は、LMDI 法を利用して中国や米国などの国の NDC について評価した。また、Mohlin et al. (2018)は、米国の CO₂削減における再エネ発電を含む再エネの影響について分析した。これらは排出量を要因の積(と部分的な和)で表し、分解している。

Ang (2005)は LMDI 法の利用について詳しく紹介した。LMDI 法は完全分解であり交絡項がなく、定式化が明確であり、分析結果の一致性と一意性などのメリットがある (Wu et

* 東京大学政策ビジョン研究センター
Policy Alternatives Research Institute, The University of Tokyo
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL03-5841-0938 E-mail: wangjiayang0000@yahoo.co.jp

** 東京大学政策ビジョン研究センター

a1. 2017)。そのため、本研究は LMDI 法に基づき、資源・エネルギー庁が公表している 2006～2015年の10年間の総合エネルギー統計と電力調査統計のデータを利用して、日本電力部門 CO₂排出の要因を分析した。式(1)のように、分解した要因は省エネ（節電）、水力発電、再エネ発電、火力発電、発電効率、化石燃料構成、CO₂排出強度である。Ang (2005)に基づいて、各要因に起因する CO₂の変動量は式(2)のように計算される。

$$\Delta C_{\text{power}} = \Delta C_{\text{electricity saving}} + \Delta C_{\text{hydro}} + \Delta C_{\text{renewable}} + \Delta C_{\text{fossil}} + \Delta C_{\text{power efficiency}} + \Delta C_{\text{fuel mix}} + \Delta C_{\text{carbon intensity}} \quad (1)$$

$$\Delta C_{\text{electricity saving}} = \sum_{\text{fossil fuel}} \frac{C_{\text{fossil fuel}}^{2015} - C_{\text{fossil fuel}}^{2006}}{\ln C_{\text{fossil fuel}}^{2015} - \ln C_{\text{fossil fuel}}^{2006}} * \ln \left(\frac{\text{Power}_{\text{total}}^{2015}}{\text{Power}_{\text{total}}^{2006}} \right) \quad (2)$$

3. 分析結果

分析の結果は図1に示す。2006年から2015年の10年間、電力部門による CO₂排出は2割以上増えた。一番の増加要因は原子力発電の停止による火力発電の出力増加である。一方、CO₂排出の抑制要因は、節電などの省エネ、水力発電や再エネ発電の増加、化石燃料ミックスの変化などである。そのうち、最も影響力が高いのは省エネだが、再エネ発電による影響は著しく、2番目となった。

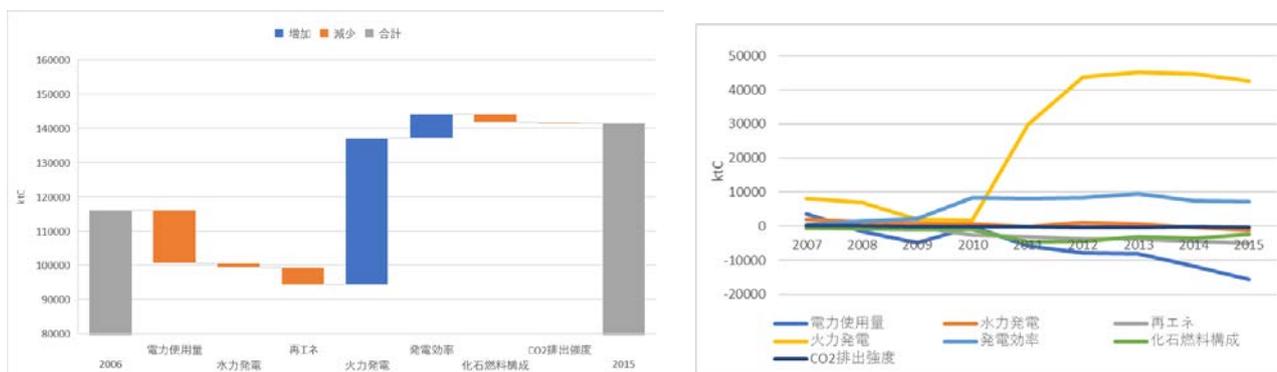


図1 2006-2015の電力部門 CO₂排出の要因分解

4. 結言

本研究は LMDI 法を用いて日本発電部門の CO₂ 排出要因を分解した結果、節電などの省エネ活動と再エネ発電の導入は大きな削減効果を果たしたことを定量的に示した。

今回の結果は全国の結果を統合的に分析できたが、電力セクターに限られ、電力に絞っても地域ごとの違いや細かな分析はなされていない。また LMDI 法の元になる排出量の要因の積の形の分解は一意でなく、手法自体の頑健性も問われる。今後はこうした残された課題も扱い、さらに将来シナリオも過去と接合して分析することが望ましい。

謝辞

本研究は、(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費2-1704により実施された。

「原発ゼロ」により損失する経済的インパクト分析—福井県を事例に
Analysis on Economic Impact Loss caused by “Zero-Nuclear Power” – Case Study of Fukui

○河津早央里¹・周瑋生²・錢学鵬³・仲上健一⁴

○Saori Kawatsu*・Weisheng Zhou**・Xuepeng Qian ***・Kenichi Nakagami****

1. はじめに

原発立地都道府県・市町村(以下「電源地域」)は、「原発ゼロ」(原発による電力供給が一切ない事象)の経済的影響は避けられない。2010年度の福井県は、国内商業用原子炉が54基中13基(24%)も集中し、最も原発の多い地域であった。本稿は、福井県の2011年産業連関表を用いて「原発ゼロ」による経済的インパクトの分析と検証を試みる。2011年は、美浜1号機と高浜1号機、大飯3号機と敦賀1号機の4基が稼働停止した。福井県内の商業用原子炉が最大出力で稼働したと仮定して、経済波及効果(インパクト)を試算する。なお本稿の推計結果は、原発処理費用等を考慮せず、あくまでも全商業用原子炉の稼働停止により取得機会を失った利潤を断面的にみた旨に留意する。

2. 分析方法

分析の前提条件は、該当部門へ最終需要をあてはめることで設定できる。ただし今回は、電力業にて原発だけが分析対象に該当する。電力業の最終需要額から、LNG火力や水力発電など原発以外の発電手段から生じた電力業の最終需要を取り除く必要がある。従来の推計事例では、電気・ガス・水道業もしくは電力業の県内/市内総生産額か労働者比率に、原発の発電電力量を乗算されてきた。これに倣い、2011年における電力業の最終需要とその県内調達割合を示す自給率へ、原発発電電力量比率を乗算し、電力業(原発)の県内需要増加額を求める。全ての原子炉が最大出力で稼働していた際に生じたと想定する経済的インパクトを求めるために、最大出力比率をかける。前提条件を導くうえで、設定した算定式は以下のとおりである。直接効果(電力業(原発))は2兆4205億2270万円と導かれ、この値を出発地点にその他産業へ生産や雇用者が波紋していく。

最大出力の原発稼働にともなう電力業(原発)の県内需要増加額(直接効果)の算定式

➤ 電力業(原発)の直接効果=電力業の最終需要額×自給率×原発供給率×最大出力比率

3. 結果分析—「原発ゼロ」により取得機会を喪失する経済的インパクト

第1次生産誘発額は、直接効果へ原材料投入額を乗算してMMULT関数を利用し逆行

¹ 立命館大学大学院政策科学研究科 大阪府茨木市岩倉町 2-150 E-mail : ps0285ik@ed.ritsumei.ac.jp

² 立命館大学大学院政策科学研究科教授 大阪府茨木市岩倉町 2-150 E-mail : zhou@sps.ritsumei.jp

³ 立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部准教授 大分県別府市十文字原 1-1 E-mail :

qianxp@apu.ac.jp

⁴ 立命館大学政策科学部特別任用教授 大阪府茨木市岩倉町 2-150 E-mail :

nakagami@sps.ritsumei.ac.jp

列係数をかけた。第2次生産誘発額は、推計過程で同時に求めた県内需要額へMMULT関数を通し逆行列係数を乗算する。雇用者誘発数は、生産誘発額へ雇用係数をかけて導く。「原発ゼロ」により取得機会を喪失する経済的インパクトは、生産誘発額が5兆3709億6580万円(福井県内総生産額の16%に相当)、雇用者誘発数は15900人(福井県人口の2%)と推計された。

産業別にみると、電力業はもちろん定期検査と運転に携わる建設業と対事業所サービス、原子力事業所の作業員むけに営業する商業(卸業・小売業)や宿泊業が、上位10産業に位置する。生産誘発額は、1位に電力業が2兆8138億5370万円(52%)、2位に対事業所サービスが9253億4780万円(17%)と続く。雇用者誘発数は、対事業所向けサービスが1435人(38%)、商業が1435人(9%)と導かれる。商業と廃棄物処理、電力業は約1割を占める。

表1 取得機会を喪失する産業別生産誘発額、雇用者誘発数(上位10位)(単位：万円、人)

順位	生産誘発額		雇用者誘発数	
1	電力	28,138,53 (52%)	対事業所サービス(合計)	5986 (38%)
2	対事業所サービス(合計)	9,253,478 (17%)	商業	1435 (9%)
3	石炭・原油・天然ガス	2,125,606 (4%)	廃棄物処理	1342 (8%)
4	廃棄物処理	2,054,213 (4%)	電力	1268 (8%)
5	金融・保険	1,380,480 (3%)	金融・保険	776 (5%)
6	商業	1,259,114 (2%)	建設業(合計)	771 (5%)
7	建設業(合計)	1,149,145 (2%)	道路輸送 (自家輸送を除く。)	472 (3%)
8	住宅賃貸料 (帰属家賃)	1,121,284 (2%)	情報サービス	454 (3%)
9	自家輸送	614,117 (1%)	郵便・信書便	411 (2%)
10	不動産仲介及び賃貸	608,450 (1%)	飲食サービス	345 (2%)

4. おわりに

2013年9月から約2年間、日本は実際に「原発ゼロ」を経験した。この事象は、「原発ゼロ」に関する壮大な「政策実験」ともいえよう。本研究は、「原発ゼロ」による日本の環境・社会・経済的側面に与えるインパクト研究の一環として行われたものである。今後は、産業連関分析から本推計結果の検証および、2013年9月から2年間、実際に「原発ゼロ」が続いた実状との比較を行い、原子力政策の策定に寄与する政策提言を行う。

Impacts of Fiscal Policy on Green Technologies Transfer

Ambiyah Abdullah

Keio University-UNU-IAS

Corresponding author email address: ambiyah@gmail.com

Abstract

(i) Research purposes

Under the 2016 first nationally determined commitments, the Indonesian government announced the emissions reduction targets of 29% and 41% by 2030 without and with international assistance, respectively. Germany, Japan and the USA are three key players among OECD countries who had actively assisted the Indonesian government through several channels, such as bilateral assistance (loans and grants), low-carbon technologies transfer, etc. To support the emissions reduction targets, the Indonesian government selected energy sector as second priority sector after land use and forestry. The Indonesian government aims to reduce emissions from the energy sector to approximately 11% and 14% from BAU conditions without and with international assistance, respectively (UNFCCC, 2016).

The successful of emissions reduction targets under energy sector in Indonesia will depend mainly on managing both energy supply and demand in Indonesia. The key mitigation sectors for emissions reduction targets in energy sector in Indonesia rely on both energy supply and demand. For energy supply, the Indonesian government under the revised 2014 National Energy Policy targets to achieve about 23% of new energy and renewable energy by 2025 (ADB, 2016). For energy-efficiency sectors in particular, the Indonesian government mentions under the 2017 National Energy Plan a goal to achieve around a 17% increase in energy efficiency across industries compared to business-as-usual conditions. To support the energy-efficiency targets, several fiscal policies were suggested to be implemented by the Indonesian government, such as reducing value added tax and import duties on imported energy-efficiency equipment and providing tax incentives for energy-efficiency producers, particularly in industrial manufacturing, building and transportation sectors.

Against this background, this study aims to assess both direct and indirect impacts of selected fiscal policy instruments implemented by the Indonesian government on energy-efficiency sectors. Direct impacts are the impacts of fiscal policy on Indonesian side as recipients of energy-efficient technologies transfers; and indirect impacts are impacts of fiscal policies on other selected partner countries of Indonesia in energy-efficiency technologies transfers (Germany, Japan, and the USA).

(ii) Methods

This study used standard accounting multiplier analysis based on multi-region input-output analysis. The analytical works in this study were conducted in following steps. First is the construction of the multi-regional input-output table with disaggregated low-carbon technologies. This study used the 2011 OECD ICIO table as main table to construct the low-carbon technologies extended multi-region IO table. The model construction was done by four steps: (i) re-classifying the original country classification from 67 countries into 19 countries to accommodate the needs of analysis; (ii) selecting the renewable energy and energy-efficiency technologies used in the study; (iii) mapping the ISIC classification used in OECD ICIO table with HS 1996 used in UN COMTRADE and 2011 UNIDO Industrial Statistics; (iv) calculating disaggregation ratios used to single-out low-carbon technologies from their parent sectors in 2011 OECD ICIO table. The disaggregation process was done in three accounts of 2011 OECD ICIO table: (i) domestic and foreign intermediate inputs transactions; (ii) final demand; (iii) value added and output. Second is setting simulation scenarios to be used in accounting multiplier analysis. The selected simulation scenarios in this study represent the short-term fiscal policy instruments being implemented by the Indonesian government such as reducing VAT for energy-efficiency technologies used in appliances, industry, and building sectors in Indonesia. Third is conducting accounting multiplier analysis using the selected simulation scenarios of fiscal instruments based on low-carbon technologies extended 2011 OECD ICIO table.

(iii) Description of data

This study used the following data: (i) detailed list of RE and EE technologies based on based on lists mentioned in previous studies conducted by WTO and Glatchan (Glatchan et al., 2013; ICTSD, 2010); (ii) 2011 OECD ICIO table; (iii) bilateral trade matrix of selected RE and EE technologies based on UN COMTRADE database; (iv) output of selected low-carbon technologies based on 2011 UNIDO industrial statistical yearbook; and (v) Corresponding tables between several classifications based on UN STAT.

(iv) Results

The findings of this study reveal that fiscal policy in the energy-efficiency sector would bring benefits not only for the Indonesian government as the recipient country but also for Germany, Japan and the USA as providers of low-carbon technologies (green technologies) transfer to Indonesia.

Keywords: fiscal policy, Indonesia, green technologies transfers, energy, Japan, Germany, USA

9月8日（土）午後（1）

会場：D（409）

企画セッション：日本における 2050 年再エ
ネ 100%シナリオ Renewable 100% scenario
for Japan in 2050

日本における 2050 年再エネ 100%シナリオ

Renewable 100% scenario for Japan in 2050

○明日香壽川¹ Jusen ASUKA

1. 本企画セッションの概要

気候変動枠組条約「パリ協定」では、世界で今世紀後半に世界の人為的温室効果ガス排出ゼロが求められている。すなわち、エネルギーは再生可能エネルギー（再エネ）の導入などによって脱炭素化される必要があり、日本を含む先進国にはこの早期達成が求められている。これを日本でどのような道筋で達成するか具体的な議論が必要である。

一方、日本政府は、「第五次エネルギー基本計画（案）」をとりまとめ、現在、パブコメに実施している。その改定案では、2030 年度時点の発電電力量に占める電源別の比率（電源構成）は、現行のエネルギー長期需給見通しにある計画（を維持している。

座長の明日香、報告者の榎屋および歌川などは、「日本のエネルギー・ミックスおよび温室効果ガス排出削減目標などを考える研究者のグループ（JUST: Japan's Union of the Concerned Scientist on Energy-mix and Climate Target）」を組織し、これまで、日本のエネルギー・ミックスや温室効果ガス排出削減目標に関して具体的な提言をし、複数の研究ペーパーを発表してきた（JUST HP: <http://justclimate.jp/>参照）。

JUST では、研究レビューに基づき、日本における 2030 年および 2050 年までのエネルギー需要および活動度を、実際に起きている社会・産業構造の変化や技術発展による効率向上などに留意しながら細かく推計してきた（2050 年以降の検討も始めている）。また、国内の再エネのポテンシャルと導入見通しに関して既存研究を網羅的に調査し、2030 年および 2050 年までの再エネの導入量を想定した。その結果、国内の再エネ資源によって、2050 年の日本のエネルギー需要を 100%満たす具体的なシナリオを示すことができた。また、中長期的には便益が費用を大きく上回ることも示した。

したがって、現行の第四次エネルギー基本計画および第五次エネルギー基本計画（案）などで規定されている 2030 年および 2050 年の日本のエネルギー・ミックスにおいて、省エネ量および再エネの割合を増加させることや温室効果ガス排出削減目標を引き上げることは可能であり、それは経済合理性という意味でも望ましいと考えられる。

エネルギーや温暖化問題では、長期的な視点や経済合理性に基づいた視点が不可欠である。国際社会においては、そのような考え方を持つ政府、企業、国民が多くなってきており、その結果が再エネ価格の急激な低下であり、世界中で起きているエネルギーや産業構造の大転換である。日本がこのような動きに取り残されないよう、多くの知見を取り入れた従来の延長でない議論や具体的な政策の導入が必要である。

¹東北大学東北アジア研究センター CNEAS, Tohoku University
980-0805 宮城県仙台市青葉区川内 41 Tel&Fax: 022-795-7557
Email: asuka@cneas.tohoku.ac.jp

以上から、JUST では、日本において以下が検討課題だと考える。

- ① 気候安定化・エネルギー地産地消・コスト低下・危険分散の面で今後再エネへの移行は必然と考えられる。再エネを中核にしたシナリオをベースにした長期政策体系を早急に打ち立てて明快なシグナルを出す。
- ② 地域分散型エネルギーの効果的運営のためにインフラ整備と送配電ネットワークの有効利用を進め、市民参加の運用ルールを明確化する。
- ③ 再エネ推進に向けた炭素価格付けを導入する。

本企画セッションは、日本における再エネ 100%社会構築の可能性について、エネルギーの需要と供給の両面から報告し、討論者、参加者とともに討論を進める。その中で、当問題の認識を深め、問題点を共有し、今後のさらなる発展に何が必要かを議論することを目的としたい。本学会では、このテーマに関連して個別の報告が行われることはあっても、エネルギー転換が世界的に進む中、2030年、2050年そして2050年以降を射程に置いて、エネルギーと温暖化問題を、モデルと政策の両面から一体的に扱ったセッションが企画されたことはない。また、現在、まさにエネルギー基本計画が改定されようとしており、パリ協定での目標引き上げの議論も国際的には始まろうとしている。その意味で、本企画セッションを開設することの意義は極めて高いと考えられる。対象としては、エネルギー転換および温暖化政策という大きな論点に関心をもつすべての参加者を念頭に置いている。

2. セッション内容

報告① 榎屋治紀（システム技術研究所）「日本における2050年再エネ100%供給シナリオ」

報告② 歌川学（産業技術総合研究所）・外岡豊（埼玉大名誉教授）「2050年にむけたエネルギー消費削減対策シナリオ：省エネ技術普及対策と活動効率化対策、重点分野における技術革新と需給構造変革」

報告③ 松原弘直（環境エネルギー政策研究所）「再生可能エネルギー100%地域の現状と評価」

討論① 増井利彦（国立環境研究所）

討論② 高瀬香絵（科学技術振興機構）

討論③ 大島堅一（龍谷大）

本企画セッションでは、まず【報告①】榎屋報告において、供給面から見た再エネ具体的な100%シナリオを示す。次に【報告②】歌川・外岡報告において、需要面から見た再エネ100%シナリオを分析する。【報告③】松原報告では、具体的な地域の現状を明らかにする。三人の討論者は、再エネ100%という問題意識を共有しつつ、それぞれ独自の観点からコメントする。討論者および会場からのコメントを受けて討論を行うことで、エネルギー転換と温暖化を巡る諸問題をより多角的に議論することが可能になると考える。

日本における 2050 年再エネ 100%供給シナリオ

Renewable 100% scenario for Japan in 2050

○ 榎屋治紀*

1. 目的

2015 年末に行われた気候変動枠組条約締約国会議（COP21）ではパリ協定を締結し、世界各国が持続的な未来のエネルギー計画を立て、温室効果ガスの排出量を削減して、21 世紀後半の大気温度の上昇を 2°C 未満に、できれば 1.5°C 未満に抑制することが目標として宣言された。この目標を達成するためには、エネルギー利用効率を向上してエネルギー需要を減少させ、同時に二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーの供給を拡大してゆく必要がある。原子力や CCS を利用すれば CO₂ 排出をゼロにできるが、コスト、安全性、環境への影響、実現性に問題が多い。本研究は、2050 年の日本のエネルギー需要を想定して、100% 再生可能エネルギーにより供給するシナリオを作成し、温室効果ガスの排出削減を検討することを目的としている。

2. 研究の方法

2015 年を基準にして 2050 年のエネルギー需要は、人口減少で 80% に、産業構造の変化と効率向上により 70% に、総合するとおおよそ半減するものと想定した。国内の再生可能エネルギーのポテンシャルと導入見通しを調査して、各種再生可能エネルギーを組み合わせ、エネルギー需要に適合した供給方法を検討した。

再生可能エネルギーとしては、水力、太陽光、風力、地熱、太陽熱、バイオマスが利用できる。これらは国内にある自給可能な資源であり、これまでに発表された再生可能エネルギーのポテンシャルと 2050 年の導入見通しをまとめた。太陽光のポテンシャルは 7 億 kW であり、風力発電のポテンシャルは 17 億 kW になっている。

再生可能エネルギーの導入が進展してゆき、2050 年には 100% 再生可能エネルギーになるものと想定した。再生可能エネルギーにより発電された電力は、既存電力需要（照明、モータ、エアコン、情報機器など現状の電力需要）を満たすものとした。この電力需要は一日の 1 時間ごとの負荷パターンがあり、その時刻に必要な量を供給するものとし、AMEDAS2000 標準気象データを用いて、1 年間、1 時間ごとのシミュレーションを行った。発電の変動を吸収する蓄電装置は揚水発電 260 GWh とバッテリー 300 GWh を用いた。

*株式会社システム技術研究所 Research Institute for Systems Technology

再生可能なエネルギーのうち、太陽光や風力など発電技術が実用化されている。しかしバイオマスと太陽熱のポテンシャルと導入見通しは不明であるので、熱や燃料需要に供給する規模を控えめなものとした。そこで既存電力需要より大きな電力（これを余剰電力とよぶ）を発電しておき、この電力を利用してEV（電気自動車）に、また水電解により水素を生産してFCV（燃料電池車）に供給する、そして産業用高温熱には電気加熱または水素利用、低中温熱の用途には、電力ヒートポンプを利用することを想定した。

3. 結果

最終用途エネルギー需要は、2015年の11,853PJから2050年の5,423PJに、45.8%に減少し、電力需要は、2015年の3,340PJ(928TWh)から2050年の2,003PJ(556TWh)に、60.0%に減少すると想定した。2050年の供給源としては、太陽光4億4000万kW、風力1億3000kWの規模となった。2050年の年間の総発電量は995TWhであり、その内訳は、既存電力需要556TWh、蓄電損失9TWh、余剰電力合計430TWh（余剰電力利用361TWh+余剰電力損失69TWh）となった。乗用車は2050年にはすべてEV（電気自動車）とし、トラックはEVとFCV（燃料電池車）が50%ずつとした。自動車やトラックのルーフトップに太陽光パネルを設置することにより乗用車EV用エネルギー需要の20%、トラック用エネルギー需要の10%を供給するものとした。2050年の一次エネルギー供給構成は、太陽光44%、風力22%、水力12%、バイオマス12%、地熱8%、太陽熱3%となった。

本シナリオの温室効果ガス排出量は、2030年に2013年比で-46.3%（7億5600万トン）に、2050年にはCO₂排出はゼロになるが、メタンやHFCなどの「その他ガス」の排出が6400万トン(CO₂換算)残る可能性がある。

4. 考察

再生可能なエネルギーのうち、バイオマスと太陽熱の利用量を控えめなものとしたので、熱や燃料需要に供給する方法が問題になる。そこで太陽光と風力により既存電力需要より大きな電力を発電して、この余剰電力をEV、FCVに供給し、さらに産業用高温熱、低中温熱の用途に利用することを検討した。これにより2050年のエネルギー需要を満たすシナリオを作成した。

5. 謝辞

本研究をまとめるにあたって、歌川学、外岡豊、明日香壽川、甲斐沼美紀子、増井利彦、松原弘直、田村堅太郎、西岡秀三、西村六善、栗山昭久、高瀬香絵、朴勝俊の各氏から多くの貴重な助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

2050年にむけたエネルギー消費削減対策シナリオ

省エネ技術普及対策と活動効率化対策

Bottom-up Scenario for energy conservation to 2050

○歌川学*・外岡豊**

Manabu Utagawa, Yutaka Tonooka

1. はじめに

気候変動悪影響回避とパリ協定全体目標達成、エネルギー自立に向け、今世紀中頃のできるだけ早く日本国内でも脱炭素化が求められ、このためにエネルギー消費量の大幅な削減が課題である。省エネ技術は進展を続け、乗用車の対策技術も大きく進展、加えて材料消費効率改善など活動量を無理なく削減させる検討も進んでいる。

本報告では日本の2050年頃の脱炭素に向け、再エネ普及研究と報告分担を行い、エネルギー消費削減対策についてボトムアップモデルにより検討を行う。

2. 分析方法

2050年のエネルギー量をボトムアップモデルにより、省エネ対策技術導入による原単位改善効果、活動量変化とあわせて求める。

活動量を、大量生産継続、活動量中位(概ね人口減相当)、活動効率化、活動スリム化(活動効率化を更に実施)の4つに分け、対策を、BAU(対策無し)、商業化省エネ技術普及、新技術普及・再エネ水素技術利用の3つに分け、表1のようにケース分けした。本稿では(2)BAU中位ケースと(5)対策1活動量効率化ケース、(8)対策2活動量効率化ケースを示す。

省エネ対策は、「技術普及」ケースで、産業・業務・家庭・運輸旅客・運輸貨物各部門とも商業化省エネ対策技術普及を図る。産業部門の素材製造業は業種別エネルギー原単位平均値が省エネ法ベンチマークに至ること、鉄鋼の電炉割合は40%に向上することを想定する。

非素材製造業では既存の省エネ対策実績(環境省自主参加型排出量取引など)の全体への普及を想定する。業務、家庭部門も機器・建築断熱の商業化省エネ技術普及を想定する。運輸では2050年までに乗用車の全てとバス、トラックの半分の電気自動車転換を想定する。

表1 ケース分け

	BAU (対策無し)	技術普及	新技術・水素技術 利用
大量生産継続	(1)BAU大量生産継続	(3)対策1大量生産	(7)対策2大量生産
活動量中位	(2)BAU活動量中位	(4)対策1活動量中位	(8)対策2活動量中位
活動量効率化		(5)対策1活動量効率化	(9)対策2活動量効率化
活動スリム化		(6)対策1活動スリム化	(10)対策2活動スリム化

* 産業技術総合研究所 Advanced Industrial Science and Technology

〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1 TEL029-861-8737 E-mail: m.utagawa@aist.ne.jp

** 埼玉大学名誉教授

「新技術・水素技術利用」ケースは再生可能エネルギー起源水素を産業用高温熱利用、大型運輸で見込む。

活動量変化は人口減による国内需要縮小により産業の活動量（生産量、生産指数）、運輸旅客・運輸貨物の活動量（輸送量）を2050年度に2015年度比20%減、業務部門の活動量（床面積）と家庭部門の活動量（世帯数）を10%減と見込む。加えて産業の素材製造業は市場変化、新興国現地生産化による輸出分相当生産量減（10～30%減）と、建物長寿命化等による素材生産量減（10%減）を見込む。機械製造業は2050年にむけ生産指数の44%増を見込む。

3. 分析結果

省エネ技術普及と活動量変化により、BAU 活動量中位では2050年度に2010年比で最終エネルギー消費は約20%減に留まるが、活動量効率化・対策1ケース（商業化技術普及）の最終エネルギー消費は2010年度比約60%減（同約55%減）、電力消費量は約45%減（同約40%減）である。活動量効率化・対策2ケース（高温熱利用と大型運輸に水素利用）の最終エネルギー消費は2010年度比約60%減（同約55%減）、電力消費量は約45%減（同約40%減）である。

「活動量効率化・対策1ケース」で産業の高温熱利用と大型運輸で化石燃料が残る場合のエネルギー起源 CO₂排出量は2050年度に1990年度比約90%減、「活動量効率化・対策2ケース」（水素技術利用）で再エネ水素利用を行った場合は2050年度にゼロになる。

4. 考察

対策1ケースで見込む技術は現状で商業化されたもので、保守的な想定と言える。対策2ケースの高温熱利用と大型運輸の水素利用技術については現状では商業化していない。仮に「活動量効率化・対策1ケース」で産業の高温熱利用と大型運輸で化石燃料が残る場合のエネルギー起源 CO₂排出量は上述の通り2050年度に1990年度分の約10%である。

対策コストは、光熱費減が累積で500兆円以上、これに対し初期投資額は水素化を除き累積約250兆円で全体として投資回収可能である。対策投資による経済寄与、光熱費減分の国内むけ投資・消費増との両面で経済に寄与することが考えられる。

5. 結論

2050年頃の脱炭素化にむけ、エネルギー消費量の技術的削減シナリオを検討した。

活動量が人口減程度に減少、かつ材料消費の効率化を行う場合、商業化技術普及で最終エネルギー消費を2050年度2015年度比約55%削減、電力消費量は同期間に約45%削減することが技術的に可能で、省エネ技術普及が脱炭素化に大きく寄与することが明らかになった。

謝辞

本研究で貴重なご指摘をいただいた槌屋治紀、明日香壽川、甲斐沼美紀子、高瀬香絵、田村堅太郎、西岡秀三、西村六善、増井利彦、松原弘直各氏に感謝致します。

再生可能エネルギー100%地域の現状と評価 エネルギー永続地帯による持続可能な地域の指標

State and Evaluation of Renewable Energy 100% Region in Japan

○松原弘直 * Hironao Matsubara

1. はじめに

再生可能エネルギーの導入状況を都道府県や市町村別などの地域毎に評価することで、より大きな割合で再生可能エネルギーを供給している地域を評価し、再生可能エネルギー 100%を目指す持続可能な地域を将来に渡り増やしていくことが求められている。そのため「永続地帯研究会」(千葉大学倉阪研究室と環境エネルギー政策研究所 (ISEP) の共同研究)では、2007年から毎年、日本国内の地域別の再生可能エネルギー供給の現状と推移を年度毎に明らかにし、「エネルギー永続地帯」として定義された評価指標により、これまで経済的な指標などでは捉えられなかったその地域の持続可能性を評価している。

2. 分析方法

市町村毎に年度末時点の再生可能エネルギー設備の設備容量あるいは年度内の発電量について、太陽光(住宅用、事業用)、風力、小水力(出力1万kW以下)、地熱、バイオマス発電(一般廃棄物、木材、バイオガス)による電力供給(年間発電量)の実績を推計し、太陽熱・地熱(温泉熱、地中熱)・バイオマスなどの熱供給量の実績の推計も合わせてその市町村別のエネルギー需要(家庭・業務の民生および農林水産部門)に対する供給割合としてそれぞれ評価する。太陽光については、FIT制度により導入されている市町村毎の設備容量(2016年度末)から年間発電量を推計している。風力、小水力、バイオマス発電については個別の発電設備の容量から設備利用率に基づき推計をしているが、電力調査統計などで公開されている年間発電量を用いる場合もある。地熱発電については原則として発電所毎の年間発電量を用いる。主に現在公開されているデータに基づき2016年度までの推計を行った。

3. 分析結果

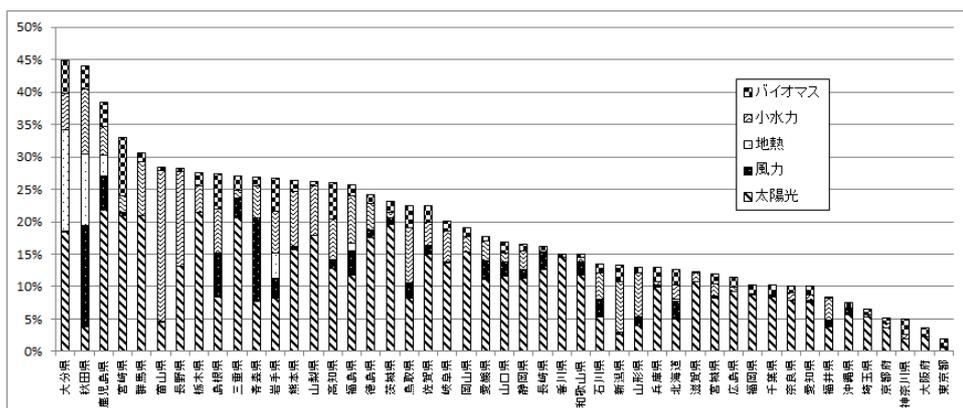
日本国内では、自然エネルギーの全発電量に占める割合がようやく2016年度に14.8%になったレベルだが、都道府県別にみると、2016年度の地域別の再生可能エネルギーの供給量から、大分県を始め5つの県で、電力需要と比較した自然エネルギー供給の割合が30%を超えている(図1)。約45%に達する大分県では地熱発電が16%になる一方、太陽光発電の割合も18%と高くなっている。

* 認定 NPO 法人環境エネルギー政策研究所 Institute for Sustainable Energy Policies 〒160-0008

東京都新宿区三栄町 3-9 TEL03-3355-2200 E-mail: matsubara_hironao@isep.or.jp

同じ九州の鹿児島県や宮崎県も太陽光発電の割合が20%を超えており、群馬県や三重県で太陽光の割合が20%を超えている。また、九州では宮崎県と大分県、その他の地域では、島根県と岩手県でバイオマスの比率が5%以上と高くなっている。約44%の秋田県では太陽光の割合は低く、11%の地熱発電や10%の小水力に加えて風力の割合が15%と高くなっている。小水力では、第6位の富山県で23%、長野県で14%と高くなっている。風力では、青森県が13%と秋田県に次いで高くなっている。さらに、135もの市町村では電力需要に対して100%を超える割合の自然エネルギーが供給されていると推計された。風力発電だけでも100%を超える市町村は25あり、地熱発電では5市町村だが、小水力発電では62市町村あることがわかった。さらに2012年にFIT制度がスタートして太陽光発電の導入が急速に進み、15の市町村では太陽光発電だけで100%を超えていることがわかった。また、地域での普及の遅れがみられる自然エネルギーの熱利用(太陽熱、バイオマス、温泉・地中熱など)への本格的な取り組みも期待されているが、全国の83の市町村においては、熱も含めた再生可能エネルギー供給の割合が100%以上になっていると推計されている。

図1 都道府県別の再生可能エネルギー電力比率



4. 結論

東京都など大都市では、自然エネルギー供給の割合が5%以下と非常に小さく、上記の自然エネルギーが豊富な地域と都市との地域間連携が期待される。また、多くの発電設備は、地域外の企業が所有・運営されており、地域主体の事業と比較して地域への便益が小さいことから、地域の自然エネルギー資源を地域主体で活用するコミュニティパワーの取り組みが社会的合意形成のためにも重要である。普及の遅れている熱利用への本格的な取り組みも進める必要がある。ドイツでは再生可能エネルギー100%地域の評価手法として、その地域の再生可能エネルギー導入の目標値やビジョンなども評価しており、その地域の自治体が掲げる目標値や導入のための基本計画の内容などを多角的に評価する必要がある。日本国内でも、再生可能エネルギー100%地域の実現に向けて積極的に取り組む自治体や地域を評価し、食料自給率の向上も含め持続可能な地域をつくる支援制度が必要である。

謝辞：千葉大学倉阪秀史教授を始め「永続地帯研究会」のメンバーに深く感謝する。

9月8日（土）午後（1）

会場：E（410）

企画セッション： エネルギー課税を巡る環境

政策史－長期的傾向と国際比較の分析から－

SEEPS2018 セッション「エネルギー課税を巡る環境政策史」

一長期的傾向と国際比較の分析から

Environmental Policy History of Energy Tax

: Long term and International Comparative Analysis

座長：喜多川進

オーガナイザー：佐藤一光

セッション概要

本企画セッションは、国際的なエネルギー課税の動向を探るとともに、環境税制改革が進められた事例と、税制改革が停滞ないし逆行するような改革が行われた事例を比較分析することによって、環境税制改革を促進・停滞させる要因について考察を行うものである。

気候変動対策として経済効率的な環境政策として「環境税」ないし「炭素税」が知られている。本報告で分析対象とするのは環境税/炭素税であるが、炭素税はエネルギー源別に炭素含有量に応じて税率を設定したエネルギー課税の形態であるといえることができる。より経済効率的に二酸化炭素排出量を減少させるためにはエネルギー課税を全体として環境税/炭素税化する必要があるが、環境政策としては個別の環境税制改革に焦点を当てるといっても、各国の租税構造を分析する必要がある。というのは、間接税体系における個別物品税や付加価値税などによるエネルギー/化石燃料の相対的な取り扱いや、直接税と間接税との関係によってその政策効果は大きく異なる可能性があるからである。

そこで本企画においては、エネルギー課税の国際的動向を長期の視点から分析することによってエネルギー税制と二酸化炭素排出量、経済効率的な二酸化炭素排出削減の関係性について分析を行う。その上で、環境税制改革が租税収入におけるエネルギー課税の割合を高めたのか検証し、環境税制改革が継続的に進められたオランダと環境税制改革に対する国民的反発が醸成され租税抵抗にまで発展したデンマークの事例を特に取り上げて、比較分析を行うことによって環境税制改革を推進する要因と環境税制改革を抑制する要因についての分析を行う。分析のアプローチは租税構造を分析する財政学を基本としながら、歴史的制度論や資料に基づいた実証史、計量的手法を組み合わせた学際的な「環境政策史」の方法を採用する。

本セッション全体の結論として以下の3点を指摘する。第一に、国際的・長期的な租税構造の観点からしてエネルギー課税の比率は高まる傾向は存在しない。これは北欧で環境税制改革が開始された1990年代においても、欧州諸国等において環境税制改革が進められた2000年代においても共通した傾向として見出される。第二に、オランダとデンマークの比較分析より、国際競争を維持する名目で導入された産業に対する軽減措置は租税抵抗を醸成する可能性が示唆された。第三に、各国における環境税制改革の政治プロセスのあり方により租税抵抗の度合いが影響を受ける可能性が示唆された。

エネルギー税制の国際的・長期的動向

International Comparison of Energy Tax System in Time

○佐藤一光*

K. Sato

1. はじめに

本報告の目的は、エネルギー税制の国際比較を長期時系列に基づいて行うことで、各国における租税構造の変化の有無に関する検証と租税構造と環境パフォーマンスとの関係についての考察を行うことである。

気候変動に対する環境税として炭素税が知られている。国内外における環境税に関する研究は数多く存在し、国内に絞っても環境税の理論を財政学と環境経済学の両面から整理し、事例研究も豊富な諸富（2000）、二重の配当の観点から環境税制改革の制度的なシミュレーションと事例分析を行った朴（2009）、日本とドイツの環境税制改革を財政学の観点から分析した佐藤（2016）などがあげられる。これらの研究は概ね環境税制改革の環境政策としての有効性を支持するものであるが、エネルギー税制に関する租税構造のあり方全体から捉え直してみると異なった視点が重要となってくる。

第一に、採用されているエネルギー課税が炭素税ではなかったとしても、エネルギー課税そのものはエネルギーの相対価格を引き上げてエネルギー利用の抑制を図る効果を持ち、特に化石燃料に対するエネルギー課税は二酸化炭素の排出削減効果を持つ可能性がある。第二に、エネルギーに対する付加価値税（VAT）における取り扱いによってはエネルギー利用の抑制効果を持つ可能性がある。第三に、炭素税の導入や既存エネルギー税の炭素税化を行う環境税制改革を行った場合であっても、エネルギー集約産業等への非課税/軽減措置が行われている場合には必ずしも経済効率的な二酸化炭素排出抑制政策とならない可能性がある。第四に、環境税制改革の成功が短期的には租税構造に与えたとしても、長期的な租税構造の変化に結びつくとは限らない。

2. 分析方法

そこで本報告では、各国の租税構造と環境パフォーマンスに着目して、長期時系列データを用いて国際比較を行うことによって①エネルギー課税の国際的・長期的動向を確認し、②租税構造と環境パフォーマンスの関係について類型化を行い、③環境税制改革が租税構造に与えた影響について検証する。利用するデータは経済指標と総税収に関しては比較可能な OECD のデータを用い、エネルギー税収と二酸化炭素排出量については IEA のデータを用いる。本研究では総税収に占めるエネルギー税収を租税構造として第一義的に把握す

* 岩手大学人文社会科学部 Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University
〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3 丁目 18-8、TEL&FAX:019-621-6783 E-mail: kazusato@iwate-u.ac.jp

るため、エネルギー税制の構造がどの程度経済効率的か（炭素税に近い）については十分に検証していない。また、国際比較の対象としてはアメリカ、カナダ、ニュージーランド、オーストラリア、日本、イギリス、ドイツ、フランス、オランダ、そして北欧諸国としてスウェーデン、ノルウェー、デンマークを採用する。

3. 分析結果

分析結果として第一に、エネルギー課税は国際的に見て、必ずしも増大する/減少するという長期的な傾向は確認できなかった。第二に、マクロレベルでのエネルギー課税の重課/軽課と環境パフォーマンスには緩やかな相関関係があることが確認された。租税構造と環境パフォーマンスの間には、様々な環境規制やエネルギー構造、エネルギー価格等の影響があるため必ずしも一致するわけではないが、一定程度の関係性は見て取ることができる。

国際的な類型としては、①エネルギー課税が低く・環境パフォーマンスも低いアメリカ・カナダ、②エネルギー課税が高く・環境パフォーマンスも高い欧州・北欧諸国、やや特殊な事例であるが③エネルギー課税は低いが高環境パフォーマンスは高いニュージーランド、④エネルギー課税は高いが環境パフォーマンスの低いオーストラリア・韓国と分けられる。

第三に、環境税制改革がエネルギー税制に与えた影響については国によって影響が軽微である場合、短期的にしか影響がない場合、中長期的に影響のある場合に分けられることがわかった。短期的にしか影響がない理由について、一つにはエネルギーの利用抑制や一次エネルギーのシフトの影響も看取されるが、税制改正の後退の可能性も否定し得ない。

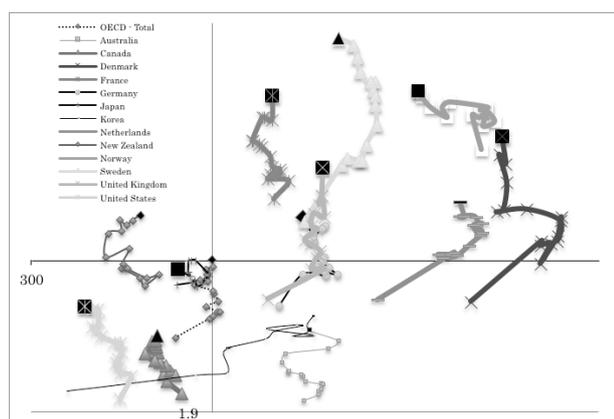
4. 結論

本報告によって、環境税制改革とその先にあるエネルギー税制に関する租税構造が環境パフォーマンスと緩やかな相関関係にあることは確認された。しかし、1990年代より始まった環境税制改革のブームは、租税構造の国際的な変化という動向に帰結することはなかった。もっとも、環境税制改革は当該国の租税構造に対する影響が皆無であるというわけではなく、エネルギーシフトに対するさらなる税制改革や、環境税制改革に対する租税抵抗の抑制の必要性が示唆される。

環境関連税収と二酸化炭素効率

縦軸：GDP/エネルギー由来二酸化炭素

横軸：一人あたり環境関連税収



北欧諸国のエネルギー税制 ーデンマークの炭素税を中心にー

Environmental Taxation in Nordic Countries -Carbon taxation in Denmark-

○倉地真太郎*

S. Kurachi

1. はじめに

本研究では、北欧諸国、とりわけデンマークの炭素税制において、家計重課・産業軽課という特徴がどのようにして形成されたか、それがいかなる財政問題をもたらしたかを分析し、エネルギー税制の多様性が生じる背景を財政学的に考察することが目的である。

北欧諸国は1990年代初頭に炭素税を導入したことから、炭素税の first wave といわれる。導入以前から北欧諸国間では負担者間で税率を統一することで環境税制の効率性を確保しようと協調する動きがみられた。しかし実際には国際競争力を維持することを目的に家計重課・産業軽課という負担構造が維持されることになった。炭素税率における負担構造の差異は、北欧諸国における租税政策の協調を困難にしているの。だが、一国内でみれば北欧各国の環境税制は国際的にみれば重い負担を維持していることには変わりなく、比較的高い環境改善効果があるという評価も見られる。

そこで本稿では北欧諸国におけるエネルギー税制の特徴と多様性を確認した上で、デンマークの炭素税制の導入過程・政策過程を事例に分析を行う。

2. 分析方法

本研究では、2つのアプローチから分析を行う。

第一に、北欧諸国（スウェーデン、デンマーク、ノルウェー、フィンランド）におけるエネルギー税制が税制全体において、どのように位置づけられるかを、負担構造や税収面での変化（税制のグリーン化の影響）を見ることで確認する。その上で、北欧諸国のエネルギー税制の類似性と独自性を整理する。

第二に、デンマークにおける炭素税制の導入過程とその後の制度変化（1990年代～2000年代後半）を主に政府報告書、政府統計、そして新聞などを用いて分析する。分析結果に対して、本研究では①財政学、②歴史的制度論、③環境政策史の観点から考察を加える。具体的にいえば、①エネルギー税制改革における国庫目的・非国庫目的の差異による影響、②歴史的制度論の観点から環境税制の制度変化がどのようなメカニズムで起こっているか、③環境税制が自然環境にどのような影響を与え、それが政治過程を通じて制度変化に

* 後藤・安田記念東京都市研究所 The Tokyo Institute for Municipal Research
〒100-0012 東京都千代田区日比谷公園 1-3 市政会館 5階、E-mail: mail@shintarokurachi.org

どうフィードバックされたのかという視点である。

3. 分析結果

分析の結果、主に3点の結果が得られた。第一に、北欧諸国におけるエネルギー税制の比較分析の結果、北欧各国のエネルギー税制の類似性・相違点が明らかになった。まず家計重課・産業軽課という特徴は、北欧諸国では炭素税導入時からみられた特徴であるが、実際の課税方式に差異があることから、1990年代以降の炭素税制のハーモナイゼーションを妨げる壁となった。またエネルギー税制の税収に占める規模の変化をみると、いわゆる「税制のグリーン化」がそれほど大きなインパクトはなかったということがあげられる。

第二に、デンマークにおける環境改善を目的とした炭素税制は導入時の1990年代初頭においては他の税制と比較して明らかに納税者の支持を集める税目の一つであった。10%を超える失業率に対して労働供給増を狙いとして所得税減税の一方で、減収分を環境税の導入・増税によって賄う税収中立的な改革が実施された。つまり、炭素税の導入・増税は環境改善効果だけでなく、「二重の配当」論をベースにして財源確保をも狙いとしていた。だが、大規模な所得税減税分の財源確保を行うには炭素税の負担を大きく引き上げる必要があり、なおかつ国際競争力の維持が産業側から要求された結果、炭素税は家計重課・産業軽課という負担構造になったのである。

第三に、デンマークの炭素税の制度変化をみると、導入当初の狙いとは異なる問題が生じるようになった。導入時には比較的人気のあった炭素税制であるが、1990年代を通じて家計を中心に増税が繰り返された。それは所得税の累進性の引き下げと併せて実施されたため、以前よりも極めて逆進性の強い負担構造となっていった。その結果、低・中所得階層の負担が相対的に増加し、環境改善を目的とした炭素税はかつてのような支持が失われてしまった。2000年代初頭の国政選挙では、保守政党グループが社会民主党の環境税増税路線に反対し、「タックスフリーズ」と呼ばれる増税禁止ルールを掲げ、選挙に勝利する。その結果、2000年代以降目立った環境税増税が実施されず、同時に低所得者用に「グリーンチェック」と呼ばれる手当が導入された。このようにしてデンマークの炭素税は、国庫目的を追求するあまりに「汚染者負担の原則」からかけ離れてしまったのである。

4. 結論

エネルギー税制における国庫目的と非国庫目的の調和は、政策形成過程のみならず、導入後の租税制度の変化にもおいても同様に求められる。しかしデンマークでは、国庫目的と非国庫目的の調和を継続することができなかった。その反動として、「タックスフリーズ」という機動的な財政運営を自ら縛るといった逆説的な結果がもたらされた。

歴史的制度論における制度変化に関していえば、環境税負担増に対する低／中所得層の反発要因は制度導入時の租税構造から予め織り込み済みだったといえる。それが2000年代以降になって、しきい値を超えた途端に政治過程の中で顕在化してしまったのである。

2000年代以降の環境税ムーブメントの衰退は、1990年代時点の制度構造を見る必要がある。

オランダにおける環境税の導入過程

The introduction process of the environmental taxes in the Netherlands

○島村玲雄*

L. SHIMAMURA

1. はじめに

本稿は、1980年代後半から90年代にかけて政治経済的な転換期にあったオランダにおいて、環境税がどのように導入されたのか、またその史的展開について、財政学および環境政策史の視点から考察することを目的としている。

オランダは世界でも突出して高い税率の環境税を持つ先進国であり、ECにおいては環境税の導入を積極的に推進する立場をとってきた。こうした環境税を促進する立場であったオランダは、「オランダモデル」と称された政治経済的な転換期にあり、抜本的な財政制度改革を行っていた。こうした制度転換期において、導入された環境税がいかんにして導入されたのか、どのような影響があったのか明らかにする。

2. 分析方法

本研究では、環境税の導入過程を対象として2つの観点から分析を行う。

第1に、オランダにおける環境税の導入過程および史的展開について、政府報告書、政府統計、また社会経済評議会（SER）のレポートを用いて政策形成過程の分析を行う。この分析では、一般燃料課徴金導入の1980年代後半から、改組されたエネルギー税増税の影響が見られる2010年までを分析対象の時期とする。本研究では、環境政策史および歴史的制度論の視点から、どのような環境への影響を目的に政策立案が行われ、それが政治過程を経てどのような制度形成につながったのかを考察する。加えて財政学の視点から、オランダの財政および税制において環境税はどのように位置づけられ、環境税の制度変化に対してどう影響を与えたのかを考察する。

第2に、財政学の視点からオランダ財政における環境税がどのように位置づけられるのか、政治過程分析および制度分析を行う。この分析では、「オランダモデル」形成期に行われた財政改革と税制改革の潮流が環境税の制度形成にどのような影響を与えたのか、およびオランダの税制において環境税がどのように位置づけられるか、を明らかにする。

* 熊本大学大学院人文社会科学部 Faculty of Humanities and Social Sciences, Kumamoto University
〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-40-1 TEL&FAX:096-342-2359
E-mail: leo-shimamura@kumamoto-u.ac.jp

3. 分析結果

オランダにおける環境税の導入過程に関する政策過程の分析は以下のとおりである。

第一に、オランダにおける環境税の画期は、1988年に簡素化を目的に個別分野で課されていた課徴金を統合し一般燃料課徴金を導入したことに始まる。これは大気汚染課徴金と交通騒音課徴金を統合するものであり、税収としては小さいものであった。しかし、同年に報告書『明日への懸念』が発表され、環境政策が政権与党の主要な政策となった。翌1989年にルベルス政権は「環境か経済か」を争点とした総選挙に勝利し、国民の信任を得る形で環境政策を重視した第3次政権を発足することとなった。個別の環境問題から気候変動問題を含めた総合的な環境政策に変化し、国民の信任がそれを後押しすることになった。

第二に、オランダは欧州議会の中で他国を先導し共通政策として環境税導入の実現を目指し、他国を牽引する立場をとっていたことにある。そのため、ECで提案されていた型に近い炭素含有量を課税標準とするエネルギー税の導入が専門委員会で検討され、EC域内での環境税導入促進を視野に、一般燃料課徴金から一般燃料税への改組を行った。すなわち、個別の環境問題のための課徴金から、国家的な温暖化対策に向けた環境政策の新たな財源調達方法として、租税化が行われたのである。

第三に、租税化に伴い、税制改革の議論において税制全体での調整を図ることに用いられると同時に、環境問題と経済問題の双方に与える影響を政治過程で議論するようになったことである。2001年税制改革においては、直接税から間接税への移行が議論され、所得税・社会保険料による労働者負担を軽減すると同時に、その税収源に対しては環境税を含む間接税の増税分で賄うこととなった。後のバルケネンデ政権・ルッテ政権では、「持続可能な経済」路線を引き継ぎつつも、グローバル経済下での国際競争力の確保を同時に行うことが政権の課題となり、より対象者を絞った環境税に変化していった。

4. 結論

オランダにおいて環境税の導入過程は、大きく二つの事柄が挙げられる。

一つは、国民の環境問題に対する高い関心が、環境政策が争点となった総選挙など政治プロセスにおいて大いに後押しすることになった点である。これにより、環境政策は保守・革新の両側面から支持されることとなり内政の重要課題となると同時に、国際協調の場においてオランダに他国を牽引する立場を取らせることとなった。

もう一つは、オランダの税制の構造的な要因、およびそれに伴う政治プロセスのなかで、環境税が促進されることになった点である。2000年代以降の政権においては、税制全体での負担調整や国際競争力の維持に向けた経済政策といった制度の多面的な影響から、環境税の制度が形成されていったのである。

9月8日（土）午後（1）

会場：F （414）

企画セッション：沿岸海域の生態系サービスの
経済評価

セッション概要

沿岸海域の生態系サービスの経済評価についての理論的方法論の検証を行うとともに、瀬戸内海および日生湾・志津川湾・七尾湾に関する実証分析結果についての検証を行う。さらに、里海と漁業復活を展望した場合の、日本漁業へのレントアプローチの可能性について議論する。これらの検討を踏まえて、日本における沿岸海域の統合的沿岸域管理のあり方について議論する。

森・川・里・海の一体的管理 —宮城県南三陸町の志津川湾を事例として—
Integrated management of forests, rivers, villages, and oceans
- Cases of Shizugawa Bay in Minamisanriku Town, Miyagi Prefecture -

○吉岡 泰亮¹・小幡 範雄² Taisuke YOSHIOKA , Norio OBATA

1. はじめに

海と森の関係をあらわす言葉の1つに、「森は海の恋人」というものがある。これは1989年、宮城県北部の気仙沼市で漁業に携わる畠山重篤氏が提唱した「森は海の恋人運動」に端を発したものである。漁業者の間では、古くから「森を大事にすると海にも良い」という認識はあり、漁業協同組合が植林活動を実施してきた事例が、少なくとも1980年代後半から存在している。

現在、われわれは環境省／環境再生保全機構からの受託研究「環境研究総合推進費(S-13)『持続可能な沿岸海域実現を目指した沿岸海域管理手法の開発』」に対し、立命館大学を含めた13の大学・研究機関と協力して研究を進めている。本プロジェクトでは、日本の沿岸海域の中でも、「瀬戸内海」・「三陸」・「日本海（本州中部沿岸を中心としたエリア）」の3海域を重点対象として設定しており、現地の漁業協同組合の協力を得て、漁業者を対象とした意識調査などを実施している。本報告ではその結果のうち、森・川・里・海の一体的管理という観点を軸とした南三陸町の調査結果を取り扱う。

2. 調査の概要

調査は2015年2月から2017年6月にかけて、岡山県備前市の「日生町漁業協同組合」、宮城県南三陸町の「宮城県漁業協同組合志津川支所」、石川県七尾市の「石川県漁業協同組合ななか支所」それぞれの所属組合員を対象に、こちらが用意した書面に回答して頂く方法で実施した。

図1は、「海の利活用にとって重要と考える項目」について、5種類の選択肢に重み付け（最高5点・最低1点の5段階）をしてもらった際の結果である。「漁業者の権利優先」が1位であるが、2位に「多様な構成要素の保全協議会（の形成）」が来ており、「行政の管理強化」を上回っている。

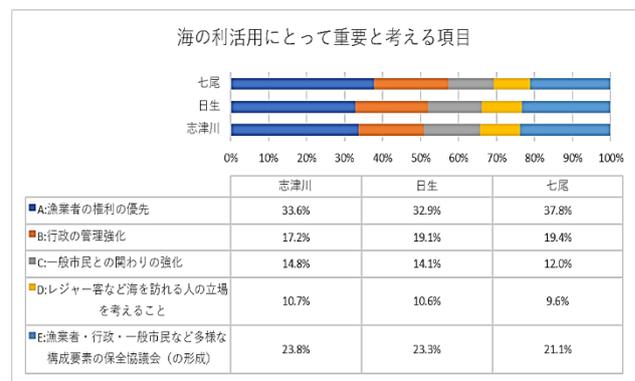


図1：海の利活用にとって重要と考える項目

¹ 立命館大学 OIC 総合研究機構 大阪府茨木市岩倉町 2-150 tyt14500@fc.ritsumei.ac.jp

² 立命館大学 政策科学部 大阪府茨木市岩倉町 2-150 obatan@sps.ritsumei.ac.jp

3. 林業従事者と漁業者の意識の比較

宮城県南三陸町では、20年以上前から漁業者が町内の山林において植林活動を行っている実績が存在している。南三陸町は町の面積の約75%が森林であり、水産業が基幹産業である一方、林業との兼営を行っている人も少なくない。

今回の研究を進める中では、森林組合の組合員を対象とした意識調査も2017年3月に実施し、漁業者対象調査との比較を行った。図2は同一の設問とした「植林活動への支払い意思額」の結果である。これは10年間継続という架空のプログラムを設定し、年額50,000円～0円までの7段階の金額を設定した場合の結果である。最多回答層は、漁業者は10,000円、林業者は3,000円となったが、全体の平均額では漁業者（5,192円）、林業者（4,957円）と金額の差は小さく、さらに「支払わない」と回答した割合は漁業者が15.7%に対し、林業者は11.8%と、直接的には漁業者のために行う植林活動と標榜しているが、林業者のほうが多く賛同する結果になった。

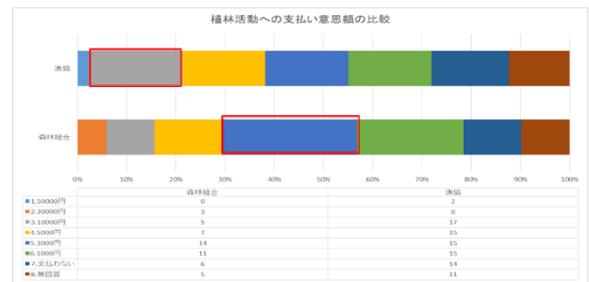


図2：植林活動への支払い意思額

4. 今後の課題

南三陸森林組合を含む「南三陸森林管理協議会」は2015年10月、環境負荷の軽減に配慮した森林・製品に対して与えられる国際認証「FSC」を取得した。また志津川支所戸倉出張所で養殖されるカキも、環境に配慮した養殖海産物に与えられる国際認証「ASC」を2016年3月に取得した。特にASCはカキなどの「二枚貝」カテゴリで日本初の認証取得となり、1つの自治体でFSC・ASCという2つの国際認証を取得したのも日本初である。

漁業者が行う植林活動について、林業者への意識調査で7割が肯定的な回答を示したが、「植えるのは良いが、その後のフォローが不十分」という回答もあった。石川県では地元ラジオ局主催の「いしかわ漁民の森づくり運動」が2008年より行われており、なかなか支所も参加している。近年は過去に植林活動を実施した場所での手入れの活動も行われており、一過性ではなく、持続可能性を持った森・川・里・海の一体的管理の事例として注目される。漁業者も「多様な構成要素の保全協議会」を望んでいることが意識調査の結果から出ており、今後あらゆる立場の人々による活動の実行が求められると考える。

【主要資料】

- 1) クリーンビーチいしかわ実行委員会：クリーンビーチいしかわ2016活動報告書（2017）
- 2) 仲上健一ほか：沿岸域の生態系サービスを軸とした沿岸域管理、『環境技術』45-3、pp. 118-125（2016）
- 3) 畠山重篤：日本汽水紀行「森は海の恋人」の世界を訪ねて（2003）

瀬戸内海の生態系サービスの経済評価

Monetary valuation of ecosystem services of Seto Inland Sea

太田貴大*

Takahiro Ota

1. はじめに

瀬戸内海は大面積の閉鎖性海域として、沿岸域に住む人々が様々な形で利用、依存してきた。このため、陸域からの排水による水質の悪化、埋め立てや海砂採取のような環境開発、そして漁業資源の減少など、様々な環境問題を抱えてきた。時代が進み、社会と環境の状況の変化にあわせて、中央環境審議会は「瀬戸内海における今後の目指すべき将来像と環境保全・再生の在り方について」2012年10月30日に答申をおこなった。その中で、「瀬戸内海の望ましいイメージ」として、「美しい海」、「多様な生物が生息できる海」、「賑わいのある海」を挙げている。このような瀬戸内海の状態を実現するためには、里海と生態系サービスの評価を軸とした、統合的沿岸域管理の実現が必要である。しかし、瀬戸内海における沿岸海域の生態系サービスの経済価値評価に関する知見は依然として少なく、沿岸管理計画策定に活用するには不十分といえる。本発表では、CVM調査で推定した、①長期的に変化する環境価値および②広島湾の綺麗で豊かな里海の経済価値について報告する。

2. 方法

①Tsuge & Washida (2003) の1998年のCVM調査と同様の瀬戸内海の3種類の環境財・サービス（仮想的な3種の計画）を対象に同様のCVM調査設定で、2015年にWEBアンケートを実施した。計画1は、埋め立てによって失われた環境の価値で、4haの埋立地を自然海岸に戻す計画、計画2は、海岸から少し離れた部分の現存する環境価値で、10haの藻場を移植、再生する計画、計画3は、海岸部分の現存する環境価値で、希少な生物種の生息する自然海岸3kmをナショナルトラストで保護する計画である。この質問の後に、4番目の計画として、漁業者や地元住民以外の里海の環境管理活動を実施する人々1万人へ活動資金を援助する計画も追加した。支払方法は、仮想基金への一度の支払いを世帯単位で求める形とした。瀬戸内海沿岸府県居住者3110名とそれ以外の居住者4154名を区別して分析した。ランダム効用モデルを用い、定数項と提示額のみモデルでWTPを推定し、当時と現在の価値を比較した。詳細は、太田・仲上(2018)およびUehara et al. (2018)参照のこと。

②広島湾湾奥部を対象とした。CVMシナリオは、下水処理場からの栄養塩の排出量をコントロールすることで、海水浴場の海水の透明度（綺麗さ）と、養殖カキの現存量とむき身重量（豊かさ）が改善するものとした。回答者に提示する環境質の改善前後の数値は、

* 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科環境科学領域
Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University
〒852-8521 長崎市文教町 1-14 E-mail: takahiro@nagasaki-u.ac.jp

海洋の物質循環に関する専門家と研究者が共同で構築したモデルによるシミュレーション結果を用いた。支払方法は下水道基本使用料金の増額10年間とし、二段階二肢選択方式を採用した。2015年に郵送アンケートを用いて（有効回答率13.9%）、湾周辺部在住の156名の有効サンプルを得た。WTP推定方法は、支払意思額関数モデルとした。詳細は、太田ら（2016）を参照のこと。

3. 結果と考察

①瀬戸内海沿岸域居住者のWTPは、計画1で12371円、計画2で13343円、計画3で14441円、計画4で8366円（全て中央値で、円/世帯）であった。瀬戸内海非沿岸域居住者のWTPは、それぞれ13989円、15622円、16960円、9480円（計画1～4、全て中央値）であった。1998年では594兆円だった自然環境の価値（集計額）が、2015年時点では、2334兆円（中央値ベース）となった。大きく増額した理由は以下の2点と考えられる。1点目は、WTPの高い、特定海域（保全されるべき部分）において埋め立てられた面積が、1998年と比して増加したためである。2点目は、瀬戸内海に面していない地域の住民のWTPが、瀬戸内海に面している地域と比べて相対的に大きく上昇したためである。これは瀬戸内海の重要性が広い範囲で認識されるようになったためと考えられる。

②WTPの中央値は220.90円/世帯/月、平均値は234.52円/世帯/月であった。受益想定範囲の1世帯あたりのWTPに、総世帯数をかけて算出したものを全WTPとした場合、全WTPは、1か月あたり約3千万円（中央値ベース）で、支払期間10年間を想定すると、約36億円であった。今回は、豊かさの点で地域全体での受益量を評価した。そのため、市場で取引される養殖カキの価値を追加すると、経済価値はさらに大きくなると考えられる。瀬戸内海においてきれいで豊かな里海を実現するために、今回の経済価値評価の結果を踏まえて、今後は下水処理の在り方や下水道処理料金の変更等を通じた適切な沿岸域の在り方を検討・実施していくことが必要である。

参考文献

- 太田貴大・仲上健一（2018）「瀬戸内海の環境価値—経済価値の長期的変化および里海管理活動の経済価値について—」, 政策科学, 25(3), 67-78.
- 太田貴大・上原拓郎・桜井良・仲上健一（2016）「きれいで豊かな海の経済価値：広島湾北東部の海水浴場とカキ養殖の事例」, 政策科学, 23(4), 99-120.
- Tsuge T, Washida T. (2003) Economic valuation of the Seto Inland Sea by using an Internet CV survey. Marine Pollution Bulletin 47(1-6):230-236.
- Uehara T, Tsuge T, Ota T. (2018) Long-term evolution of preferences for conservation projects in Seto Inland Sea, Japan: A comprehensive analytic framework. PeerJ Preprints 6:e26917v1.

里海の経済価値評価

Valuing Satoumi: A rent approach

高尾克樹 (立命館大学)¹

Katsuki Takao (Ritsumeikan University)

1. はじめに

人間社会は、さまざまな形で自然の恩恵を受け取っている。恩恵のある種のものは無償であり、またある種ものは収穫に労力を要するという意味で有償である。里山や里海などはその典型的な例であろう。後者のような場合、投入した費用を差し引いた純経済価値をどのように把握したら良いだろうか。本研究ではレントの概念を用いて、我が国周辺の里海生態系サービスの純経済価値計測を試みる。

2. 分析方法

漁業における漁獲努力に対する長期的な持続可能漁獲量の変化は、図1のゴードンのモデルによって表される。モデルにおいて、持続可能な収入 $R(E)$ と費用 $C(E)$ の間の上下の差はレントである。レントに着目したのは、これがその場所から得られる利益から費用を差し引いたものだからである。レントが最大となるのは理想的な漁業管理状態 (MEY) であるが、この最大値をここでは「帰属」レントと呼ぶこととし、計測を試みたい。

以下では、我が国の遠洋漁業を除いた沿岸・沖合漁業を対象としてゴードンモデルの検証を行い、レントを算出した。ここで、漁獲努力の主要な指標として、漁船総馬力数に着目した。使用したデータは、漁業生産量・生産額等については「海面漁業生産統計調査」(農林水産省HP、長期累年統計)、および漁船数・トン数・馬力等については「漁船登録による漁船統計表—総合報告」(各年)である。

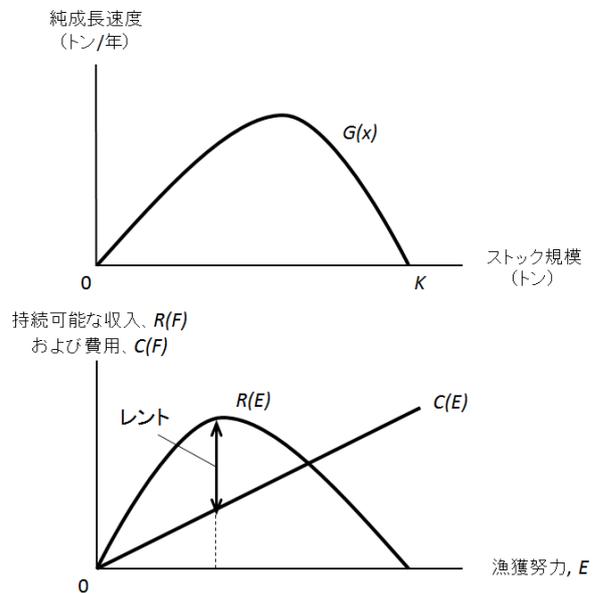


図 1 ゴードンのモデル

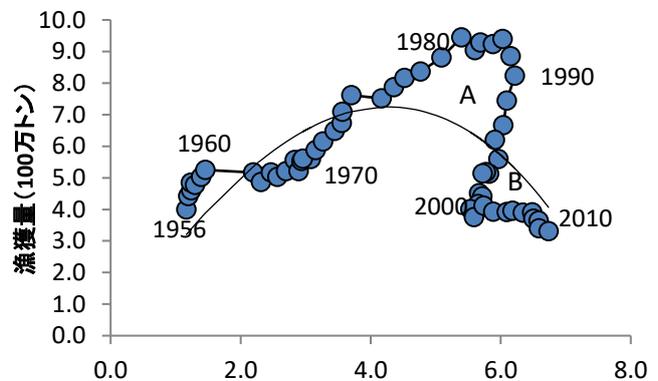


図 2 漁船総馬力数と漁獲高 (1956-2012)

¹ 立命館大学政策科学部、大阪府茨木市岩倉町 2-150、ktakao@sps.ritsumeikan.ac.jp

3. 分析結果

我が国の漁業は、戦後急速に発展したが、その様子を漁船総馬力数と漁獲高の関係によって表したのが図 2 である。これを見ると、1980 年代半ば以降、漁獲量は持続可能漁獲量のラインを上方に大きく外れ、過剰漁獲となっていたことが示唆される。

帰属レントの推定結果を表 1 に示した。ここには感度分析として異なったシナリオのもとでの推定結果も併せて示した。比較のため、既往研究のレント推定値を表 2 に示した。ただ、これらは世界全体の漁業生産を対象に、動学的生態モデルを適用した推定結果である。これに対して、本研究は時系列漁業データを直接用いた結果である点が特徴である。

表 1 我が国周辺海域における漁業レントの推定結果

レント、産出量	年額(億円/年)	(High, Low)*
基本シナリオ	11,725	(19,290, 4,160)
MEY (百万トン/年)	7.080	(10.353, 3.807)
MSY (百万トン/年)	7.243	(10.516, 3.970)
費用削減シナリオ	16,206	(23,771, 8,641)
価格下落シナリオ 50% 下落	7,691	(11,473, 3,909)
80% 下落	5,271	(6,784, 3,758)

表 2 既往文献における漁業レント推計値 (出典: World Bank and FAO, 2009)

target area	estimate	year	source
world fishery	\$51 billion	2009	World Bank/FAO
world fishery	\$80 billion	2005	Wilen
world fishery*	\$90 billion	2002	Sanchirico and Wilen
world fishery	\$46 billion	1997	Garcia and Newton
world fishery	\$50 billion	1993	FAO
Gulf of Tonkin, Vietnam	\$52 million	2006	Ngyuen and Nguyen, 2008
Iceland cod	\$426 million	2005	Arnason
Namibia hake demersal trawl	\$94 million	2002	Sumaila and Marsden, 2007
Peru anchoveta purse seine	\$163 million	2006	Paredes, 2008
Bangladesh hilsa artisanal	\$115 million	2005	(not cited at source)

4. 考察と政策提案

ゴードンモデルを援用することにより、我が国周辺海域を例として里海の純経済価値を測ることができた。この手法を他の半人工的生態系にどこまで応用できるかは今後の課題である。今回の計測の結果、我が国周辺海域の帰属レントは年間1兆円を超えると推定された。特に1980年代から90年代にかけての過剰漁獲の結果、縮小均衡状態にある漁業生産力を回復させ、潜在的なレントを実現することによる経済的効果は極めて大きいものと思われる。

統合的沿岸域管理：ネットワーク・ガバナンスによる沿岸域の多段階管理仮説
Integrated Coastal Management: Multi-stage Management of Coastal Area based on
Network-governance

日高健*

Takeshi Hidaka

1. はじめに

日本で沿岸域という国土政策上の概念が提起されたのは、1977年の第三全国総合開発計画とされている。その後、いくつかの計画を経て、2007年の海洋基本法、さらに同法に基づく海洋基本計画の中で沿岸域を総合的に管理する必要性が謳われるにいたった。沿岸域を総合的に管理するための法制度はまだ作られていないのだが、沿岸域総合管理に近い性格を持った個別法制度（例えば海岸法）や総合管理を目指したプロジェクト（例えば東京湾や大阪湾の再生プロジェクト）は登場している。また、自発的な沿岸域総合管理とも呼ばれる地域主体の里海づくりも多く出現している。このような状況を鑑みると、日本においては個別制度を統合する制度を作るよりも、これらをうまく束ねた総合的な管理の仕組みを作る方が有効ではないかと思われる。本報では、その方法としてネットワーク・ガバナンスによる多段階管理の仕組みを紹介し、有効性を検討する。

2. 沿岸域の性格

沿岸域は「海岸線を挟む陸域から海域に及ぶ区域」であり、沿岸域の総合的管理は陸域と海域の両方に配慮する必要がある。また、沿岸域には個別の管理目的を持つ法制度が複数存在しており、これらをどのように統合するかが問題となる。さらに、海域と陸域の一部（海岸）は国有財産としての自然公物であるのに対し、水産資源などの天然資源は無主物である。これらに加え、沿岸域は自然環境であると同時に経済活動や生活文化活動の基盤ともなり、生態環境価値、経済価値、生活文化価値という多元的価値の実現が求められる。このように、沿岸域は極めて複雑な性格を持つものことから、それらを包含した総合的な沿岸域の管理制度を構築するのは難しいものとなるのである。そこで、ネットワーク・ガバナンスの考え方が登場する（日高 2014）。

3. ネットワーク・ガバナンスと沿岸域管理

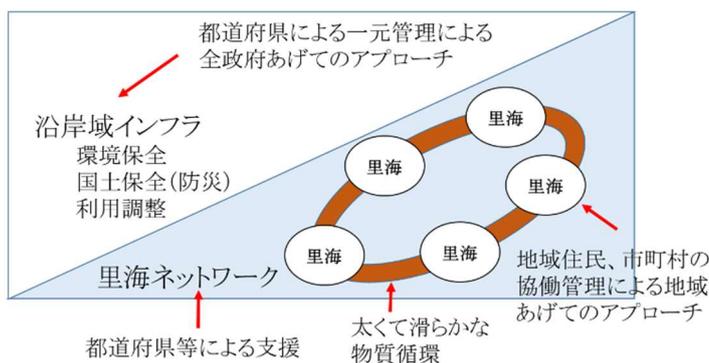
ガバナンスは、そもそも統治や統治能力のことであり、国家または自治体組織におけるヒエラルキー型の統治様態をさしていた。外川（2011）はこれをオールド・ガバナンスと呼び、これに対して近年の社会情勢に当てはまるものをニュー・ガバナンスと呼んでいる。ニュー・ガバナンスとは、外川（2011）によると「ネットワークという形で統治に必要な

* 近畿大学産業理工学部 School of Humanity-oriented Science and Engineering
〒820-8555 福岡県飯塚市柏の森 11-6

諸資源を保有するステイクホルダーを糾合し、それらのアクター間の相互作用のプロセスによって問題解決を図る統治の様態」である。沿岸域管理に近い環境ガバナンスの研究分野においても、松下（2008）は複雑化・多様化・重層化した環境問題に対処するためネットワークを構成する者の協働のプロセスを環境ガバナンスとして提案している。このような協働のプロセスに関する分析枠組みを参考にしつつ、沿岸域独自の性格や要因を加味したガバナンスの仕組みを構築することが必要となる。

4. 沿岸域のガバナンス構造と多段階管理仮説

沿岸域の海面と海岸の多くは公共用物であり、国が管理責任を持つが、港湾などの特定の利用や防災、環境保全は都道府県の役割となる。都道府県が行う防災施設や環境保全施設の整備、環境保全や資源保護のための規制などは沿岸域の最も基本的な条件を整備するものであり、沿岸域インフラと呼ぶことにする。ここでは全政府あげてのアプローチが重要である。一方、市町村は公共事業の一部を担うと同時に、地域住民等が行う自主的な活動を支援したり協働したりといった役割を持つ。地先や市町村沿岸の狭い範囲では地域住民等が主体となり市町村と連携して自主的な里海づくりが行われる。ここでは地域あげてのアプローチが重要な要素となる。さらに、これらの連携を支援する支援型アプローチも不可欠である。このような階層的なガバナンスと三つのアプローチによって多段階管理仮説は構成される。このガバナンス構造に主体間の相互関係を表す諸活動を当てはめたのが図1で、これが沿岸域管理のネットワーク・ガバナンス構造となる。



5. 課題

図1 沿岸域におけるネットワーク・ガバナンスの構造（出所：日高 2016）

以上のようなネットワーク・ガバナンスの構造（出所：日高 2016）、沿岸域の総合管理を進めることは可能である。ただし、予備的分析の結果、沿岸域全体の管理状態を表す評価指標の設定、指標の変化に対応して管理方策の変化を生む順応的管理の仕組み、地先の里海、里海ネットワーク、沿岸域インフラの3階層による管理を有機的につなぐ仕組みに問題があった。

参考文献

外山（2011）「ネットワーク型ガバナンスとネットワーク形態の NPM：病院 PFI をケース・スタディとして」社会科学研究第 31 巻、pp.47-88。
 日高健（2014）「沿岸域総合管理の管理方法に関する研究－二段階管理とネットワークガバナンスの有効性－」日本海洋政策学会誌第 4 号、pp.61-72。
 日高健（2016）「多段階管理方式による沿岸域管理の可能性」環境技術 Vol.45-3、pp.14-19。
 松下和夫編著（2007）『環境ガバナンス論』京都大学学術出版会

9月8日（土）午後（1）

会場：G（415）

企画セッション： 高レベル放射性廃棄物

（HLW）の最終処分をめぐる社会的受容性と
可逆性

セッション概要

高レベル放射性廃棄物（High-Level Radioactive Waste: HLW）とは、日本では一般に、原子力発電所からでる使用済核燃料（Spent Nuclear Fuel: SNF）の再処理工程で発生する高レベル放射性廃液およびそれを安定的な形態にするために固化したガラス固化体をいう。しかし、フィンランドやスウェーデンなどのように使用済核燃料を金属製キャスクに入れて、直接、深度約 500 メートルの地下へ地層処分するというワンスルーの場合は、その対象となる使用済核燃料そのものも高レベル放射性廃棄物に含まれる。こうした高レベル放射性廃棄物の最終処分方法や処分地の選定プロセスをめぐる問題がバックエンド問題である。

バックエンド問題の解決策としては国際的に地層処分が試みられてきたが、地層処分施設の立地を正式に決定し、建設着工したのはフィンランドだけであり、多くの国の地層処分地選定プロセスは進んでいない。2000 年に HLW 地層処分の枠組みを定めた最終処分法を制定した日本でも、立地選定プロセスの第 1 ステップの文献調査にも着手できていない。2011 年の福島原発事故後の原子力政策をめぐる社会状況を踏まえると、2000 年の最終処分法改正も含めた制度的枠組みの再設計（Redesign）が必要ではないかと考えられる。

本企画セッションでは、バックエンド問題への社会的アプローチの Redesign のための基本的視点について議論する。Redesign の基本的視点として、従来の科学技術社会論におけるリスク・コミュニケーション研究で議論されてきた欠如モデル（Deficit Model）と文脈モデル（Context Model）との二項対立を止揚するために新たに研究開発した社会的受容性モデル（Social Acceptance Model）について報告する。社会的受容性モデルを構成する 4 つの要素（技術的・制度的・市場的・地域的受容性）の関係性を、日本における地層処分関連施設の立地プロセスから分析するとともに、フランスなどにおける地層処分と可逆性（Reversibility）をめぐる議論に注目し、HLW 管理政策における社会的受容性と可逆性について考察を深めたい。

バックエンド問題における社会的受容性と可逆性：国際的議論から

Social Acceptance and Reversibility on High Level Radioactive Waste Policy

松岡 俊二*・井上 弦**・CHOI Yunhee***
MATSUOKA Shunji, INOUE Yudzuru, and CHOI Yunhee

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物（High-Level Radioactive Waste: HLW）とは、日本では一般に、原子力発電所から出る使用済核燃料（Spent Nuclear Fuel: SNF）の再処理工程で発生する高レベル放射性廃液およびそれを安定的な形態にするために固化したガラス固化体をいう。しかし、フィンランドやスウェーデンなどのように使用済核燃料を金属製キャスクに入れて、直接、深度約 500 メートルの地下へ地層処分するというワンスルーの場合は、その対象となる使用済核燃料そのものも高レベル放射性廃棄物に含まれる。こうした高レベル放射性廃棄物の最終処分方法や処分地の選定プロセスをめぐる問題がバックエンド問題である。

バックエンド問題の解決策としては国際的に地層処分が試みられてきたが、地層処分施設の立地を正式決定し、建設着工したのはフィンランドだけである。2000 年に HLW 地層処分の枠組みを定めた最終処分法を制定した日本でも、立地選定プロセスの第 1 ステップの文献調査にも着手できていない。2011 年の福島原発事故後の原子力政策をめぐる社会状況を踏まえると、2000 年の最終処分法改正も含めた制度的枠組みの再設計（Redesign）が必要ではないかと考えられる。

本企画セッション「高レベル放射性廃棄物（HLW）の最終処分をめぐる社会的受容性と可逆性」は、バックエンド問題への社会的アプローチの再設計において考慮すべき重要点について議論する。その際、社会的アプローチの基本に、従来の科学技術社会論における欠如モデル（Deficit Model）と文脈モデル（Context Model）を踏まえた社会的受容性モデル（Social Acceptance Model）を設定する。

社会的受容性モデルから、フィンランドの立地選定の特徴とフランスにおける地層処分と可逆性（Reversibility）をめぐる議論を分析し、日本における HLW 管理政策における社会的受容性と可逆性について考察する。

2. 欠如モデル・文脈モデルと社会的受容性モデル

科学的知識の欠如した一般市民に対してリスクの正しい科学的知識を啓蒙するという一方向リスク・コミュニケーション（欠如モデル）は、アメリカやイギリスでは 1980 年代から 1990 年代に徹底的に批判され、双方向リスク・コミュニケーション（文脈モデル）への転換が図ら

* 早稲田大学アジア太平洋研究科、**神奈川県農業技術センター、***早稲田大学アジア太平洋研究科・院、〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-21-1 Tel. 03-5286-1471 E-mail smatsu@waseda.jp

れた。文脈モデルとは、市民・住民はそれぞれの日常生活や仕事・労働の状況（文脈）に即した役立つ知識体系を有しており、そうした地域知（Local Knowledge）の文脈を踏まえてコミュニケーションを行うことが重要だという考え方である。

しかし、欠如モデルがなぜ、どのような要因で、どのような限界があり、それに替わるべき文脈モデルにおける市民の依存する知識文脈としての地域知とは何かについては、実践的にも学術的にもまだあまりよく分かっていないし、バックエンド問題への適用も難しいと考えられる。そのため、本研究は従来の欠如モデルと文脈モデルという2項対立的な研究状況を乗り越える方法論として Wüstenhagen *et al.* (2007) や丸山 (2014) などが展開している新たな能動的な社会的受容性論に着目し、社会的受容性を全国レベルと地方レベルの技術・制度・市場という3要素から定義した（松岡 2017）。

3. フィンランドにおける地層処分施設立地：伝統的信頼モデルと受動的社会的受容性

世界の地層処分のフロントランナー・フィンランドの社会的受容性モデルは、伝統的な信頼感に基づく20世紀型の社会的受容性モデル（passiveな社会的受容性モデル）であったと考えられる。

フィンランド社会や対象地域社会における地層処分の安全性への強い疑問や地層処分政策への否定的な意見が強くある中で、Posiva社の親会社であるオルキオト原発を保有するTVO社やRegulatorであるSTUKに対する強い社会的信頼に支えられ、2001年にエウラヨキ自治体のオルキオト原発敷地内にHLW最終処分地が正式決定された。

4. フランスの地層処分と可逆性をめぐる議論と日本への教訓：協働的社会的受容性の模索

フランスの高レベル放射性廃棄物管理の枠組みを決めた1991年Bataille法以来の地層処分をめぐる議論の流れは、全国レベルと地域レベルの社会的受容性醸成プロセスに分けられる。全国レベルにおける議論の展開は独立行政委員会であるCNDPによって組織され、地域レベルは3候補地域におけるILCIの設置、1999年CLISの設置として展開した。

こうしたフランスの全国レベルと地域レベルにおける協働的社会的受容性の醸成プロセスは、HLW管理政策のフレームチェンジの協働的社会的受容性として展開し、暫定保管（中間保管）などのオプションも含めたHLW管理政策の可逆性というコンセプトを進化させてきた。フランスの可逆性の理解は、フィンランドや日本の建設期間終了までの技術的回収可能性（Retrievability）の確保という技術主義的可逆性の理解とは大きく異なる。

フランス・ケースから日本への教訓は、決定論的なアプローチではなく、社会的学習プロセスや順応的アプローチも含めた柔軟で段階的で可逆的な決定プロセスのデザインと、そうしたことを可能とする協働的社会的受容性醸成の重要性である。現在世代が全てのことを分かっているわけではないという謙虚さと、将来世代の決定権＝選択権を担保した上で、現在世代がどのように賢明な選択をするのかが問われているのではなかろうか。

社会的受容性と可逆性からみた最終処分法の問題点

Problems of HLW Final Disposal Law in view of Acceptability and Reversibility

○黒川哲志*・吉田朗**

KUROKAWA Satoshi, KATSUTA Tadahiro, and YOSHIDA Akira

1. はじめに

本報告は、高レベル放射性廃棄物地層処分施設に対する社会的受容性という観点から、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（2000年・以下、最終処分法）の設定したプログラムの実現可能性と、今後の変更の可能性について検討する。地層処分施設の具体的な立地選定に着手できていないこと、また、いくつかの地方自治体で地層処分施設の受け入れを拒否する条例が制定されていることについて分析し、当該施設に対する地域的受容性の構造を明らかにする。一方で、使用済み核燃料の再処理も進まず、大量の使用済み核燃料が原子力発電所内の冷却プールに存置され、使用済み核燃料を地上で保管する運用が、なし崩し的に実施・定着させられてしまっている。この現実は、環境汚染リスクの観点、原発立地地域との衡平の観点、そして最終処分法の適正な実施の観点からも問題がある。

2. 分析の対象と方法

北海道幌延町や岐阜県瑞浪市・土岐市の地層処分研究施設でおこなったインタビュー調査の結果を分析する。最終処分法の制定時の議論、その後の選定に関する制度について分析する。また、フランスの高レベル放射性廃棄物（HLW）管理政策との比較も行う。

3. 分析結果

最終処分法が2000年に制定され、高レベル放射性廃棄物について地層処分がなされることについて、制度的に受容がなされた。しかし、次のような問題点も残った。

- ・積極的な公募を意図するような制度設計に最終処分法がなっていない。受け身である。
- ・地域住民の不安を払しょくし、地域的受容性を獲得するために、環境保全や安全性に対する規制が同時に示されるべきであった。

地層処分研究施設がある北海道幌延町や岐阜県瑞浪市・土岐市では、研究施設の受け入れを前提として、当該施設を放射性廃棄物の最終処分施設にも中間貯蔵施設にもしないこと、あるいは放射性廃棄物を一切持ち込まないことが、合意されている。また、幌延町および土岐市は、放射性廃棄物を持ち込ませない内容の条例も制定した。北海道も、「特定放射性廃棄物の持込みは慎重に対処すべきであり、受け入れ難いことを宣言する」条例を制

* 早稲田大学社会科学部 Department of Social Science, Waseda University
〒169-8050 所属住所 東京都新宿区西早稲田1-6-1 TEL & FAX 03-5286-1662 E-mail:
kurokawa@waseda.jp

** 早稲田大学社会科学研究科

定した。このような条例は、最終処分法に抵触して違法なものとなる可能性がある。

地層処分施設の設置のための処分地選定調査(文献調査)に応募した高知県東洋町では、強力な反対運動により町を二分する混乱が生じた。結果として、応募を撤回したが、今日でも、地域住民によって、NUMO や国に対する強い不信感が語られた。東洋町も、放射性核物質の持ち込み拒否条例を制定した。この事例は、地層処分施設の地域的受容性の欠如を象徴するものであった。

高レベル放射性廃棄物の最終処分施設が日本のどこかに必要であるということは制度的に受容されているにもかかわらず、どの地域もそれが自らのところに設置されることに対して受容することができない現実が存在する。処分地選定プロセスを前進させるために「科学的有望地マップ」の提示が目指されたが、有望地という表現が誤解を招くという理由で、最終的には「科学的特性マップ」という形でまとめられたことも、地域的受容性の欠如が影響している。

地層処分施設への NIMBY シンドロームが存在しており、一方で、大量の使用済み核燃料が発電所内の冷却プールで保管されている現実がある。地層処分施設への NIMBY は、核燃料サイクル問題があり見えづらいが、原子力発電所の立地地域への使用済み核燃料保管負担の押し付けという構図が発生する可能性がある。地層処分施設の設置が困難な現実を前提とすると、使用済み核燃料を集めて保管する施設の設置の促進が政策課題とならざるを得ない。最終処分施設が長期にわたって完成しない状態が続くようであれば、地上での使用済み核燃料の暫定保管が、なし崩し的に地上での長期保管となってしまう。このような可能性に直面している今日、不可逆的な地層処分に固執することなく放射性廃棄物の回収可能性についても議論するフランスの経験が示唆を与えてくれる。

4. 結論

地層処分施設に対する地域的受容性の欠如が、最終処分法のプロセスの進展を阻害している。地域の NIMBY にも住民の不安感など合理的な背景が存在するが、原発立地地域の負担との間で衡平の問題が生じている。また、現状では、事故による環境汚染のリスクも高い。むつ市の中間貯蔵施設を巡る動きなど、地層処分ではなく、暫定保管の長期継続がなし崩し的に現実化しようとしている。フランスのように、法制度として再検討することが必要である。

参考文献

菅原慎悦・寿楽浩太(2010)「高レベル放射性廃棄物処分場立地プロセスをめぐる科学技術社会学的考察」年報 科学・社会・技術(19)、pp.25-51

石橋忠雄・大塚直・下山俊二他(2000)「原子力行政の現状と課題――東海村臨界事故1年を契機として(座談会(特集 これからの原子力行政))」ジュリスト(1176) pp.2-27

日本における高レベル放射性廃棄物の地層処分政策と社会的受容性

Social Acceptance and Geological Disposal Policy of High Level Radioactive Waste Problem in Japan

○松本礼史*・李洸昊**

MATSUMOTO Reishi and LEE KwangHo

1. はじめに

日本における高レベル放射性廃棄物の処分問題、いわゆるバックエンド問題は、2000年5月の「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」により、地層処分とする制度的枠組みが定まっている。しかし、処分施設の候補地は決まっておらず、2017年5月に、「科学的特性マップ」が公表されたのみである。一方、全国では約17,000tの使用済燃料が、原子力発電所の使用済み燃料プール等で保管中であり（2015年3月現在）、これらの一時保存のための中間貯蔵施設が、青森県むつ市に建設されている（2018年3月現在、新規制基準への適合審査中）。中間貯蔵施設の使用期間は、施設（建屋）ごとに50年間と定められている。地層処分に関する技術開発は、深地層の研究施設として、幌延深地層研究センター（2001年開所）、瑞浪超深地層研究所（2002年開所）が設置され、地層研究の枠組みで研究が進んでいる。また、処分に関する費用的裏付けとして、最終処分法で拠出金が定められ、2001年から、（公財）原子力環境整備促進・資金管理センターが資金管理業務を開始している。以上のような日本のバックエンド問題の現状を、全国と地域社会の2つのレベルと、技術・制度・市場という3つの受容性から構成される2×3の社会的受容性モデルに当てはめ、日本における高レベル放射性廃棄物の地層処分政策の課題を明らかにする。

2. 分析の対象と方法

本研究は、バックエンド問題に関わる法制度と組織、施設の形成過程を対象に、社会的受容性モデルにより分析する。分析の対象期間は2000年の最終処分法以降とする。これらを2×3で構成される社会的受容性モデルに当てはめる。法制度としては、国レベルでの最終処分法のほか、施設立地にかかわる地元自治体との協定等も対象とする。組織形成は、地層処分の実施主体としての原子力発電環境整備機構（NUMO）、資金管理を行う（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター、中間貯蔵の実施主体であるリサイクル燃料貯蔵株式会社等の設立過程を対象とする。施設については、深地層の研究施設である幌延深地層研究センターと瑞浪超深地層研究所、むつ市の中間貯蔵施設を対象とする。

3. 分析結果

分析結果を表1に示す。全国レベルの制度的受容性として、最終処分法の制定があり（2000年）、NUMOの設立（2000年）、（公財）原子力環境整備促進・資金管理センターの資金管理業務開始（2001年）と、一体的に組織が整備されたといえる。一方で、技術的受容性の確

* 日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, NIHON UNIVERSITY
〒252-0880 藤沢市亀井野 1866 Tel & Fax: 0466-84-3456 E-mail: reishi@brs.nihon-u.ac.jp

** （一財）地球・人間環境フォーラム・プロジェクト研究員

立を担うと位置づけられる2つの研究施設が開所（幌延2001年、瑞浪2002年）したのは、最終処分法の成立（2000年）以降である。技術的受容性に関しては、確立の見込みのもとで、制度的受容性が先行したとみることができる。なお、科学的特性マップ公表後の意見交換会、説明会の内容は、地層処分そのものへの理解を得る側面が強く、最終処分法を中心とする制度的受容性は、国民的議論の上で確立したとは言い難い。

地域社会レベルの受容性からみると、幌延、瑞浪とも、地元との協定で「放射性廃棄物を持ち込まない、使用しない」ことを確認しており、また瑞浪の研究施設は2022年に土地貸借契約終了予定である。これらの制約は、研究内容や研究期間に大きな制約を課すものであるが、地域社会での国と市民双方向のやり取りから決定された制度的受容性といえるだろう。しかし、全国レベルの視点に立つと、「施設を地元を受け入れてもらう」ことを優先し、「可能な限り制約の少ない研究ができる施設を建設し、十分な技術的受容性を確立する」ことは、優先されなかったといえよう。

4. 結論

全国レベルの制度的受容性は、従来型の受け身の受容性であり、国民的議論の上で決められたとは言い難い。一方、地域社会レベルの制度的受容性には、国と地域のやり取りから決まったものもみられる。ただし、全国レベルの受容性と地域社会レベルの受容性は、連動しておらず、施設立地を優先させる傾向にある。東日本大震災・福島原発事故以降の社会の変化をふまえ、国民的な制度選択の議論とともに、全国レベルと地域社会レベルの受容性を整合させていく必要があるだろう。

表1 高レベル放射性廃棄物の地層処分政策の社会的受容性分析結果

	全国レベル	地域社会レベル
技術的受容性	<ul style="list-style-type: none"> 幌延、瑞浪の深地層に関する研究施設を設置 	<ul style="list-style-type: none"> 「科学的特性マップ」の公表（2017年5月） 具体的な処分施設の候補地は未定
制度的受容性	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分法の制定（2000年5月） NUMO設立（2000年10月） （公財）原子力環境整備促進・資金管理センターが資金管理業務を開始（2001年） リサイクル燃料貯蔵株式会社設立（2005年、東京電力と日本原子力発電による） 科学的有望地を示した上での国からの申し入れプロセスを追加（2013年12月） 科学的特性マップ公表後、意見交換会、説明会を開催（2017年以降） 	<ul style="list-style-type: none"> 幌延、瑞浪とも、地元との協定で「放射性廃棄物を持ち込まない、使用しない」ことを確認している 瑞浪の研究施設は2022年に土地貸借契約終了予定 中間貯蔵施設の使用期間は、施設（建屋）ごとに50年間とする地元との協定（2005年） 公募方式に応募したのは、高知県東洋町のケースのみ（2006年～2007年、取り下げ）
市場的受容性	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分法において、最終処分に必要な費用の拠出を定める 通商産業省令により、拠出金単価を定める（2000年12月） 	<ul style="list-style-type: none"> 2007年度から、文献調査交付金限度額が、2.1億円から10億円に増額（東洋町応募問題と連動？）

（出所）筆者作成。

日本の地層処分研究と技術的受容性

Research and Development, and the Technical Acceptance on Geological Disposal
in Japan

○竹内真司*・師岡慎一**・勝田正文**

Shinji Takeuchi, Shin-ichi Morooka, and Masafumi Katsuta

1. はじめに

我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発は、1976年に開始されて以来、地層処分の技術的可能性や信頼性等を取りまとめた報告書（動燃事業団 1992、サイクル機構 1999 など）が公表されるとともに、二つの深地層の研究施設（幌延、瑞浪）を活用した研究開発等により多くの技術的知見が蓄積されてきた。これらの成果を踏まえて 2000 年に実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立されたが、地層処分のサイト選定は難航している。本稿では地層処分の安全性確保の考え方を概説するとともに、技術的側面での社会的受容性に関する課題を提示する。

2. 地層処分の基本的考え方と安定な地質環境

我が国の地層処分に関する基本的な考え方は、諸外国同様、多重バリアの概念に基づいており、地下 300m 以深の安定な岩盤（天然バリア）に放射性廃棄物（ガラス固化体）をオーバーパック（鋼鉄製容器）と緩衝材（粘土系材料）などの人工バリアで覆った状態で埋設することによって放射性廃棄物と人間環境との距離を確保し、さらに、地下深部の還元的な環境における化学反応の進行の抑制と緩慢な地下水流速により、漏出する放射性核種の移行を人工バリアとその周辺岩盤で抑制するというものである。

地層処分が成立する上で安定な地質環境とは、人工バリアとその周辺岩盤からなる領域が外部からの擾乱に対して長期にわたって突発的あるいは急激な機能喪失を生ずる可能性が低い環境をいい、日本列島全体の物理的な安定性や広がりを目指してはいない。この擾乱をもたらす隆起・侵食、火山活動、断層活動などは、発生位置や過去の変動の周期性を把握することが可能であり、この偏在性や周期性の特性に基づいて将来のある一定期間における変動予測が可能と考えられる（吉田 2012）。

3. 安全評価の考え方

地層処分場の閉鎖後長期の安全性は、放射性核種が処分場から放出されると想定し、こ

* 日本大学文理学部 College of Humanities and Sciences, Nihon University
〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40 TEL 03-5317-9311 FAX 03-5317-9430
E-mail: takeuchi.shinji@nihon-u.ac.jp

** 早稲田大学理工学術院

れによってサイト周辺の住民の被ばく線量を数値解析に基づいて推定することにより評価する。これは、数万年～数十万年先の安全性を直接実証することは不可能なことから、シナリオに基づくモデルを構築して予測するという間接的な手法をとることを意味する。すなわち、起こり得る事象（シナリオ）を検討し、人工バリア、天然バリア中での地下水の流れや核種移行などのモデル化を行い、地質環境のデータに基づいて将来のシステムの振る舞いを数値解析により予測し、影響を定量化する。この安全評価の妥当性は、上述のシナリオの十分性、採用したモデルやデータの妥当性、数値解析の手順や実施の適切性などの観点から、第三者に理解されるように透明性が確保されていることが重要である。

近年では、安全評価結果だけでなく安全性の確保に関する様々な論拠や証拠を統合して、地層処分システムの安全性を説明する「セーフティケース」の概念が導入されている。これは、最大限の努力を払って証拠を集め、議論を尽くして処分システムの安全性を説明するもので、地層処分計画を進める中で技術の進歩や地質環境に関する知見の蓄積を反映しながら繰り返し作成し、恒常的に信頼性を向上させるための手段である。

4. 結論

地層処分の技術的な内容は極めて専門性が高いことから、国民を含む多くの利害関係者が必ずしも理解できるものばかりではない。また専門家間でも多様な意見があり、一様のコンセンサスが得られていない事項も存在すると考えられる。超長期の安全性を予測評価する地層処分では、予測結果の信頼性が技術的受容性を左右する。そのためには、上述のように十分な透明性を確保することや利害関係者に分かりやすく伝えるための冷静かつ十分な議論の場が必要である。加えて、地層処分サイトのメリット・デメリットを真摯な態度で説明することが重要である。この観点で、既存の二つの深地層の研究施設等は研究開発や人材育成の場として長期にわたって継続的に活用すべきであろう。

なお、セーフティケースの作成という意味では、上述の処分場の閉鎖後長期の安全性に加えて、閉鎖前の安全性の評価も検討することが必要である。特に、処分計画の可逆性・埋設した放射性廃棄物の技術的回収可能性については、事業を進めるうえで十分に配慮されることが必要である。特に回収技術については、全ての工程を遠隔操作で実施することは現状技術では容易ではなく、作業員の放射性廃棄物への接近に伴う被ばくリスクを評価しておく必要がある。これに関する具体的な評価結果は世界的に検討が進められているところであり、今後さらに留意すべき事項である。この回収技術に関しては、その判断がなされた時点での廃棄物の状態を把握することが被ばくリスクの低減につながるものと考えられる。そのためモニタリング項目やその方法について、必要性も含めて検討しておくことが重要である。さらに現行の地層処分システムに対するオプション、例えば直接処分や深孔処分、あるいは放射性廃棄物の減容化・有害度低減技術などについても併せて検討・評価しておくことが地層処分の柔軟性を向上させるという観点で重要と考える。