

9月9日（日）午後（1）

会場：A（402）

セッション：生物多様性・自然資源管理

# いわゆるパピーミル（大型繁殖業者）規制に関する一考察

## 米国法およびカナダ法比較による検討

A Study on Regulations of Puppy Mill: Comparison with the US and Canada

○神山智美（KOHYAMA Satomi）\*

### 1. はじめに

動物の愛護及び管理に関する法律（1973（昭和48）年法律第105号、以下「動物愛管法」という。）は、2005（平成17）年改正において、動物取扱業の適正化を、2012（平成24）年改正において、さらなる動物取扱業の適正化、多頭飼育の適正化、ペット業者の責任や義務の強化、および実物を見せない販売（インターネット販売）の禁止等を規定した。この改正は、まだなじみのない表現ではあるが、いわゆる「パピーミル（Puppy Mill、直訳すれば「仔犬工場」となる。）」という大型繁殖業者を規制するためのものでもある。しかし、これらの改正も未だ十分とはいえない。

劣悪な環境で大量にペット用の仔犬が繁殖させられている様子は、動物虐待を疑わせるには十分ではあるものの、現行の動物愛管法では虐待の定義が明らかではない。そのため、反愛護的行為のみでは摘発が困難であり、よって再発防止も不十分であることが、現行法の問題点の一つである。

折しも、今年（2023）は5年に一度の動物愛管法の改正年（予定）である。そこで本研究では、日本と同様に先進国であり、動物を「財産」（財産権の対象）と扱い、かつ日本よりも動物福祉等が進んでいる国として、米国およびカナダの法制度の比較から、日本法への示唆を検討したものである。

### 2. 分析方法

（1）はじめに、動物愛管法改正を踏まえ、現状の問題点を抽出した。動物愛管法の制定および改正は議員立法で発議されている。なかでも、動物取扱業者の規定については、ペット業界と動物愛護・福祉に係る NPO/NGO 等（以下「動物愛護団体」という。）とのせめぎあいが増え続けていることから、詳細に検討を加えた。（2）次に、米国法およびカナダ法におけるパピーミル規制について調査検討した。米国法は、動物の保護管理法制の中心に位置する動物福祉法（Animal Welfare Act(AWA)）を概観し、各州のいわゆる繁殖ライセンス法（breeding license laws）を確認した。カナダ法は、連邦法である刑法規定（§444-447 of Criminal Code of Canada）にある動物虐待法（cruelty to animal S.C.2008, c12）を概観し、なかでも近年、動物虐待防止および飼養・管理に係る改正を行ったニュー・ブラウンズウィック州の州法および州規則について検討した。また、カナダは動物愛護団体の活動が盛んなことから、その活動状況にも触れた。（3）以上を踏まえて比較検討し、今後の制度設計のあり方を考える上で参考となる点を指摘した。

---

\* 富山大学経済学部 Department of Economics, University of Toyama

〒930-8555 富山市五福 3190 TEL076-445-6415(直通) E-mail: kohyama@eco.u-toyama.ac.jp

### 3. 分析結果

#### (1) 現行の動物愛管法における「虐待」とは

劣悪な環境での飼養・管理は虐待といえるか、ここでいう「劣悪な環境」とはどのような状態のことか。この問いに対しての明確な規定はない。2条には、「何人も、動物をみだりに殺し、傷つけ、又は苦しめることのないようにする」という文言がある。2012年法改正では、同条に2項が加わり、「適切な給餌及び給水、必要な健康の管理並びにその動物の種類、習性等を考慮した飼養又は保管を行うための環境の確保を行わなければならない」ことが明記された。また、2005年法改正により、動物取扱業は、従来の届出制から登録制へと変更となった(10条)。12条1項は、登録の拒否事由を列挙した。その詳細な基準は、同法施行規則3条2項に規定されてはいるものの、設備の構造や規模についての具体的な定めは未だにない。そのため、飼育頭数に応じた必要動物取扱職員数、母体の出産回数等の制限、飼育スペース等の基準の明確化等によって、より実効性を上げることが必要である。

#### (2) 米国法およびカナダ法におけるパピーミル規制

米国法における動物取扱業にかかる詳細は、動物福祉規則(Animal Welfare Regulation(AWR)) Part3 Subpart Aに規定されている。その内容は、①動物の種別の取扱基準、②動物の健康と保護管理基準、および③輸送基準である。これらは定数的基準を示している。この定義には、通常、趣味として1年に1回または2回(一腹または二腹)程度繁殖させることは含まれていない。また、繁殖ライセンス法は州によって異なっているが、2017年時点では25の州に同様の法律が存在する。概して、ブリーダーは、特定の時間枠(通常12カ月)内に、多数の犬(通常20匹)以上を飼養する人と定義されている。多くの州では免許制を取り、飼い犬の数によって異なる料金を課し、一定の最低基準のケア基準とそれを満たしているかどうかの検査体制を規定している。違反者には罰則もある。

カナダ法における動物取扱業に係る詳細は、連邦刑法規定と各州法に基づく。具体的な動物の飼養基準等は市町村の所管であり、各市町村条例に規定がある。動物取扱に関して重要なものは、「ドッグ・ライセンス」と「飼い主の管理責任」である。ライセンス登録によって、飼養者も判別できるようにする仕組みである。多頭飼育許可を取得すれば複数飼育できるが、100フィート以内の住民から苦情があれば取消される仕組みもある。このように原則として、プロの(適正な)ブリーダー以外による繁殖には、行政は否定的である。また、動物愛護団体によるパピーミルの摘発事例もあり、これは動物愛護団体がライセンス登録はじめ監視等に中心的役割を担うことが法的にも位置付けられているためである。

#### (3) 日本法への示唆

定数的基準の設定、動物愛護団体との協働等の検討が求められる。

### 4. 結論—規制法の役割を担うことも求められてきている

比較検討の結果、法目的および(2012年新設の)基本原則の実効性をはかるためにも、定数的基準を設定していくこと、および継続的な監視体制の確保等が求められてきている。

# 農山村において森林に関わる幸福度に影響を及ぼす要因の実証的検討 滋賀県野洲川上流域を対象として\*

An empirical investigation into factors affecting forest-related subjective well-being in rural areas: A case study in the upper Yasu River watershed, Shiga Prefecture, Japan

高橋卓也<sup>†</sup>、内田由紀子、石橋弘之、奥田昇

Takuya Takahashi, Yukiko Uchida, Hiroyuki Ishibashi, Noboru Okuda

## 1. はじめに

自然の価値を人間社会が正当に評価するための試みとして、生態系サービスの概念が精緻に定義され、その供給の定量的評価ならびに金銭的な相当額の測定が一層盛んになっている。評価軸の一つとして、生態系サービスに由来する主観的幸福度は、資源・環境管理政策を立案・実施するうえで重要になってくると考えられる。たとえば、金銭収入のみを目的としない、新しい豊かさを目指す資源・環境管理に示唆を与えてくれるだろう。主観的幸福度は、政策指標として近年注目を集めており、OECDにおいても主観的幸福度の測定に関するガイドラインが発表されている (OECD 2015)。また、ブータンにおいては国民総幸福の向上を目指しているが、その中では自然や森林とのかかわりについても深く議論がなされている。

ここでは、政策指標として将来重要になる可能性のある主観的幸福度、とくに森林にかかわる主観的幸福度（森林幸福度）をどのように測定すべきか、そして、森林幸福度が各人の森林との具体的な関わりからどのような影響を受けるか、実証的な調査に基づいて検討する。昨年度の本大会では野洲川全流域を対象とした調査について報告したのに対し、今回は、森林とのつながりが強いと予想される上流域を対象とし、森林に焦点を当てた、新たな調査の結果について報告する。

## 2. 分析方法

滋賀県野洲川流域を対象として、2018年1月27日（回答到着時点）から4月5日にかけてアンケート調査を実施した。配布対象は、野洲川上流域（甲賀町、土山町）の郵便番号区域の一般家庭すべてである。郵送による配布数は6,559セット（1世帯2件のセット）、回収数は1,457件、世帯での回収率は17.2%（1世帯2通の回答件数は327）であった。伝統的に林業が比較的活発な当該地域で、森林幸福度が諸要因からどのような影響を受けるのか検討した。具体的には、森林幸福度が森林関連活動ならびに土地利用や生活利便施設の立地などからどのように影響を受けるのか、GISおよび多変量解析の手法を用いて分析を行った。

\* 本研究は総合地球環境学研究所プロジェクト「生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会－生態システムの健全性（プロジェクトリーダー：奥田昇）（D06-14200119）」の一環として実施された。

<sup>†</sup> 滋賀県立大学環境科学部 School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture  
〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500 E-mail tak@ses.usp.ac.jp

### 3. 分析結果

森林に関わる主観的幸福度の構造を知るため、主観的幸福度の諸指標（回答）を因子分析（バリマックス回転）した（表1）。今回の分析では、因子1、2、3（ただし、満足度と充実感を別々に扱う）を森林に関わる主観的幸福度の指標として捉え、点数化し被説明変数として用いた。森林満足度、森林充実感、プラス感情、マイナス感情の4指標をそれぞれ被説明変数とし、人口学的要因、生活利便施設に代表される人工資本、森林率に代表される自然資本、日常の付き合いに代表される社会関係資本、森林関連活動などを説明変数とする多重回帰分析を行った。図1に森林関連活動を示すダミー変数の係数を標準化したものを示す。

表1 主観的幸福度の諸指標についての

因子分析結果 (n=549)

	質問項目	各因子の負荷量	寄与率	累積
因子1 (プラス感情)	幸せだ	0.847	20%	20%
	楽しい	0.841		
	うれしい	0.839		
	満足している	0.793		
	前向き	0.703		
	誇らしい	0.598		
因子2 (マイナス感情)	怒っている	0.749	13%	33%
	悲しい	0.739		
	恐れ	0.655		
	畏怖	0.572		
	恥ずかしい	0.556		
因子3(満足充実)	森林満足度	0.868	8%	41%
	森林充実感	0.719		
因子4(全般幸福)	主観幸福	0.816	8%	49%
	理想幸福	0.659		
	健康	0.616		
因子5(後ろ向き)	後ろ向き	0.860	6%	54%
因子6(畏敬)	畏敬	0.748	4%	59%
因子7(意味)	森林に意味	0.554	3%	61%
	森林とのつながり	全因子で<0.5		
	楽しくない	全因子で<0.5		

### 4. 結論

森林関連活動が、4種類の森林幸福度に種類ごとに、また活動ごとに、異なった影響を及ぼしていることが分かった。たとえば、動植物観察は森林満足度、森林充実感、プラス感情に関しては正の影響を与えるが、マイナス感情をより強くする効果がある。これは獣害対策に付随するものであることが自由記述から推測できる。また、家（個人所有林）、ボランティアの森林管理は満足度、充実感を強める。家、地域、ボランティアでの森林管理は、推定値の標準誤差は大きいですが、平均してマイナス感情を引き起こしている。森林の資産価値が低下しているため、負担感が大きくなっていることを示しているのだろう。この結果から、森林幸福度の構造的な（種類別の）把握の有効性が明らかになったと考える。

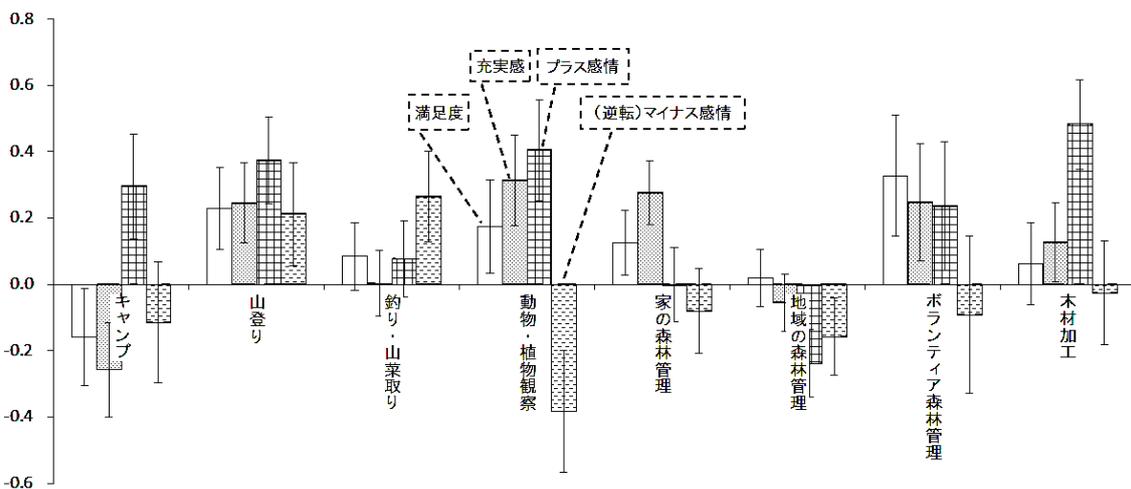


図1 森林幸福度に森林関連活動が及ぼす影響（標準化した係数、上下の「ひげ」は各1標準誤差）

# 木材関連企業の合法木材関連法制度への対応

The responses of timber legal system by timber related private firms in Japan

○百村帝彦\*

HYAKUMURA Kimihiko

## 1. はじめに

法令や規則に違反して木材を伐採・輸送・売買する違法伐採が、木材生産国である熱帯アジア、アフリカ、南米で大きな問題となっている（IUFRO 2016）。世界で流通している木材の約15～30%が違法伐採で占めるとされており、その取引額は約500億～1,520億米ドルに達するといわれている（UNEP/ INTERPOL 2016）。このような中、米・濠・EU諸国は2008年から2012年にかけて、違法木材を全面排除する規制法を相次いで策定した。このため日本において、合法性の確認されない木材・木材製品の流入が他の先進国と比較して高いという指摘もなされている（Chatham House 2014）。2016年、日本においても合法木材の利用を促進する「合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律」（クリーンウッド法）が成立し、2017年5月から施行されている。

日本国内で違法リスクのある木材流通の指摘はあるものの、その実態についてはよく分かっていない。また成立間もないクリーンウッド法に対して、木材・木材製品を取り扱う企業がどのように考え、どう対応しようとしているのかは、日本における違法伐採対策の方向性を見極める上で重要である。そこで、日本国内の木材・木材製品を取り扱う企業が、違法材の流通についてどのように認識しているのか、またクリーンウッド法に対してどのように認識し、どう対応しようとしているのかを明らかにすることを目的とした。

## 2. 分析方法

日本において木材・木材製品を取り扱っている企業の中で、木材流通の下流の企業を対象に、国内での木材流通の実態及びクリーンウッド法への対応について、2017年3-4月および2018年2-4月にアンケート調査を実施した。対象とした主な業界は、家具業界、住宅メーカー、不動産開発、総合建設業、紙・パルプ、DIY、小売り業界である。アンケート総送付数は 2,000 で、有効回答は

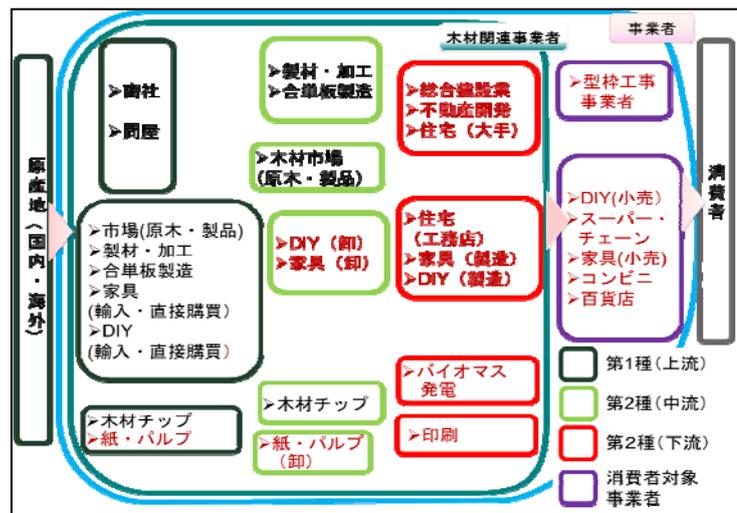


図1 日本における木材流通と木材・木材製品関連企業

\* 九州大学熱帯農学研究センター Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University

〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL&FAX:092-802-4830 E-mail: hyaku@agr.kyushu-u.ac.jp

179(8.95%)であった。

### 3. 分析結果

#### ①国内木材流通の現状

企業が取り扱っている木材・木材製品の由来については、「国産材と外材の双方を扱っている企業」が6割強と多く、それ以外の企業もほとんどが国産材か外材のいずれかの判別ができる。一方、「由来の分からない木材を扱っている」企業もわずか(3社)ながら存在し、木材のトレーサビリティが全く不明な企業も存在している。また、日本で取り扱っている木材・木材製品への違法材混入の可能性について、「全くない」という回答はわずか約3割しかない。一方、「外材には含まれている」と考えている企業が約3割、「分からない」という回答も約4割あり、約7割の企業が、国内での違法材混入の可能性を否定していなかった。また自社が取り扱っている木材・木材製品に、違法材が含まれている「可能性が否定できない」、「分からない」としている企業も合計約3割も存在し、自社においても違法材混入の可能性が否定できないことが分かる。木材流通のトレーサビリティが確認できず、由来の分からない木材が一定程度流通している現実が垣間見てとれる。

#### ②クリーンウッド法の認識とその対応状況

クリーンウッド法の認識は、「ある程度以上知っている」が半数に達しており、比較的関心が高い一方、「名前を聞いたことがある程度」という企業が3割、「全く知らない」という企業も2割存在し、制度の周知がまだ十分ではないと考えられる。また法施行後の対応方針としては、「合法木材の取り扱いを行う」または「合法木材を増やす」と、積極的に対応を進めようという企業が4割弱である。一方、「施行状況を見てから判断する」が3割弱、「法の主旨が分からない」も1割弱あり、約4割が具体的な対応を取らず、方向性が大きく分かれている。また違法リスクを下げるデュー・ディリジェンス実施を義務化する「登録」については、「積極的に登録を進める」という企業は2割弱のみであり、「しばらく様子見る」とした企業が6割に、「よく分からない」という企業も2割弱である。前問より、4割弱の企業が合法木材取り扱いに向けての何らかの対策を取っているが、デュー・ディリジェンスの義務化となると8割の企業が時期尚早だと考えているのが現状であろう。

### 4. 結論

日本国内の木材流通において、トレーサビリティの確認が十分でなかったり困難な状況が多く、違法材混入の可能性が排除されていないことが分かる。このため堅牢な違法伐採対策を取る必要があるが、クリーンウッド法の企業の認識・実行への意識も低く、現段階では十分な成果を挙げることは困難だと考えられる。一方、違法材対策を進める企業も少なからず存在している。今後、実施に躊躇したり理解の少ない企業を対象に、何が課題で取り組めないのかを明らかにするとともに、如何に対策に取り組んでもらうように向けていくのかを検討する必要がある。

# Milieux and Capability Deteriorated by the Fukushima Nuclear Disasters

Kimitoshi Sato

## 1. はじめに

東日本大震災に伴う福島原発事故でセシウム134、137やストロンチウム等の核汚染物質が放出され、幼い子どもたちや老人たちを初めとする被災者を出してしまい、多数の住民が避難を余儀なくされ、今も仮設住宅での生活をさせられている。被災した福島県の惨状は見るに余りある。本来は臆病で人前には現れることのない習性を持つイノシシが我が物顔に無人の地域を闊歩し、人の住まない住宅にはノネズミが侵入して汚染し、とても人の住める状況には無くなっており、帰宅が絶望的になっている。または、全く無傷で残る自宅が目の前に存在しているにも関わらず、放射能汚染により帰宅が出来ないという悲劇がある。近親者が未だ行方不明の家族たちの心情を表現するためには、ミネソタ大学の Pauline Boss の提案した《曖昧な喪失 (Ambiguous Loss)》という表現が使われているが、本稿では、その数式的表現の提案も行う。

## 2. 分析方法ならびに分析結果

そのために、New Consumer Theory および Capability Theory の二つの理論を用いる。第一に、《すべての財は属性(attributes)、または特性(characteristics)に分解できる》と考える、Gorman と Lancaster による New Consumer Theory を援用する。第二に、Sen の Capability Theory の《機能 (Functioning)》、《ありよう(beings)》、ならびに《幸福関数 (happiness function)》の概念を用いて分析を行う。大気は窒素、水素、酸素等の《気体属性(gaseous attribute)》で構成されるが、原発震災以降、放射性物質が属性として加わったため震災前とは異なり、大気は既に変質してしまっている。それらが、人々の beings ならびに happiness に悪影響を及ぼしている厳しい現実がある。世代間の負の外部性ストックである、これらの放射性属性(radioactive attributes)の分析のために、Optimal Control Theory を用いる。属性の変化を記述する the law of motion を制約式として、人々の幸福関数最大化問題を解く。

人々はそれぞれの《居場所 (Milieux)》で、自らの時間と機能を行使することにより得られる beings と happiness を生み出すものであるが、それらは原発震災後に劇変し、人々の Capability はすっかり変わってしまった。人々は本来の居場所 (milieu) を喪失し、有無を言わず新しい困難な生活に移らざるを得なかった。長年培った気の置けない人間関係や、買い物する場所を人々は失ってしまった。時間をかけた復興はありえても、原発震災前に戻るという復旧は不可能である。

しかし、特に、人々の心の復興は最重要である。新たな milieu に意図せざる移住や仮設住宅への移動を余儀なくされて、以前の milieu に居た時とは全く異なる functionings を用いて、新たな being と happiness を生み出さざるを得ない、涙ぐましい努力が今も延々と続けられている。かけがえのない肉親や友だちを失くした遺族の中には、悲しい記憶のある元の milieu に住めなくなってしまう、家族や親戚が離散してしまっている人達もある。もはや最善の milieu には居られないのであるから、今居る milieu を次善になりうるよう努力するしかない。被災者の方々の種々の困難は、様々な functionings で表現可能と考えられる。震災で掛け替えのない家族や友人、知人を失うことも、非常に不便でプライバシーの無い避難所生活を強いられることも、震災関連死で亡くなることも、Sen's functionings と言えよう。また、復興支援のためボランティアとして移住して来られた方々との新たな交流も生まれ、かつての milieu とは別の beings や happiness を持てる人々も数多く現れてきている。

公共財供給に関する Tiebout の《足による投票(Voting-with-one's foot)》の理論を、震災後の移住に適用してみれば、自発的に移動できた住民は、放射能汚染の無い安全な大気を提供しうる自治体へ移動したと言える。

既に大震災から7年以上が経過し、直接被害が無かった人々の中には、記憶が風化してしまった人々も多くいる。実際のところ、これは、遺族以外の人々にとっては止むを得ないことである。遺族や住民にはそれぞれの幸福関数があり、放射性物質に対する限界的評価として、《ヘドニック限界支払意志(Hedonic Marginal Willingness-to-Pay : HMW)》を人々は持ち、それは当然負値をとる。原発を構成するすべての属性に対するHMWの総和の合計が正値をとるように、震災前に国民は思い込ませられていたが、震災のもたらした被害はその値が負値をとることが現実に明らかになった。

### 3. おわりに

従来、負の公共財は、これからいかに削減すべきかを決定するのがテーマであった。長年、公共財の研究テーマは、【ただ乗り問題、またはインセンティブ問題】の解決に、研究の主力が注がれてきた。現存する、しかも被災した公共財を今後、各世代が費用を負担し、いかに廃棄すべきかをテーマとすることは無かったと言っても過言ではない。しかしながら、これまで蓄積された研究業績のすべてが有用では無いとも言えない。将来世代の幸福にも配慮した、幸福関数の最大化の問題を解くべきである。

大震災後、原発の電力供給自体いかに危ういか、そして今迄いかに無駄なコストを使ってきたかに気付かされた人が多いと思う。地球の地震の約10%が2000年代に我が国で起こり、それに伴う津波の被害が過去にこれまで何度も繰り返されたことを冷静に考えるならば原発という選択肢は無かったはずで、今後のエネルギー供給のあり方が問い直されなければならない。より安全な生活を人々が送り、本当に自分にとって最良の milieu を自発的に選択でき、満足のいく beings と、それにもとづく happiness を持ちうるようにすることが、今後の必須の課題である。

9月9日（日）午後（1）

会場：B（403）

セッション：環境政策－実証分析（2）－

# Revealing the Role of Emission Trading in Optimal Technology Choices and Waste Co-Processing Promotion: Cement Industry in China

JU Yiyi

Graduated School of International Development, Nagoya University  
Furocho, Chikusaku, Nagoya 464-8601, JAPAN

## Abstract

The national Emission Trading Scheme (ETS) of China was established in December 2017. Currently, it covers only energy industry and may soon be extended to cement industry. To investigate the impact of a projected ETS on cement industry, this paper utilized a rectangular choice-of-technology (RCOT) model to find the cost-minimizing solution of technology combination in cement sector under a mild (70% allowances freely allocated) and a strict (50% allowances freely allocated) ETS scenario. The results show that a projected ETS would create the incentives for entities to shift to more sustainable technology choices: medium new dry process kilns (2,000-4,000t/d) and large new dry process kilns (>4,000t/d). An estimated 25% price rise would occur in cement sector under both circumstances, with an approximated 1% chain rise in the construction sector. Part of the ETS revenue would be spent on additional allowances generated by waste co-processing as subsidy, corresponding to 20.29 million EUR and 49.09 million EUR under the two mentioned scenarios.

Key word: Emission trading, Choice-of-Technology, Cement kilns, Waste co-processing

## Research objective

Emission trading scheme (ETS) is an essential option of climate policy instruments implemented in many countries. China, the world's largest emitter, has been operating eight pilot markets since 2013 and established a nationwide emission trading scheme at the end of 2017. The market size of CHN-ETS would be around RMB 45 billion (US\$7.1bn) and covers 3-5 Gt CO<sub>2</sub> per year (ICAP, 2018). It started in energy industry first, with plans to be extended to other sectors. Cement industry is on top of the waiting list, with a high emission intensity, low value added, decreasing domestic demand and relatively clearer life-cycle emission assessment standards in relation to other industries (Huntzinger & Eatmon, 2008; Shen et al., 2015).

According to an official interview of NDRC (National Development and Reform Commission) earlier in 2017, except for CCER (China Certificated Emission Rights) generated from CDM (Clean Development Mechanism) projects and other instruments which enable authorities to intervene total allowance supply, only the cement sector is drafted with additional allowance subsidies. Entities co-processing 30,000 to 50,000 ton of solid waste would obtain an additional 1% of allowance allocated, 50,000 to 100,000 ton with 2% and over 100,000 ton with 3%, respectively. Waste co-processing in cement kilns includes two main parts: 1) the reuse of waste as raw material, or as replacement for fossil fuels (in China's cement industry, usually coal); 2) solid waste incineration in cement kilns, as compared to refuse incinerators, have a higher combustion temperature, longer waste retention time and better combustion stability, which allows kilns to decompose toxic gas generated from waste incineration and solidify heavy metal matters into clinkers. However, even later in 2018, the covering rate of cement plants actively adopting waste co-processing is still low in China. Few systematic statistics of waste reuse or treatment by co-processing in cement plants have been well established.

This paper aims to investigate the impact of a projected ETS on the technology preferences of cement industry, as well as how waste co-processing would be promoted in cement industry by ETS. Also, more empirical studies assessed the impact of waste recycling policies and material recovery policies on specific industries, such as refrigerator (Kondo et al, 20001), plastic-based packaging (Ross & Evans, 2003), paper (Hiroshima et al, 1998) and vehicles (Ohno, 2017). However, neither empirical analysis of technology choices, nor synergetic impacts of climate policy instruments on other policy instruments were thoroughly discussed. This paper aims to contribute to such literature gap by recompiling the input coefficient matrix of China with alternative technology choices.

## Methodology and data source

The rectangular choice-of-technology model with factor constraints is based on the model proposed by Duchin and Leine (2011). It allows for one or more sectors to operate more than one technology simultaneously by linear programming (LP). Researches further extending its concept and model design have been fruitful since an LP application in IO analysis firstly proposed in 1992 (Duchin and Lange, 1992), however, its practical applications are still limited. Kondo and Nakamura (2005) introduced an LP model based on the Waste Input-Output model (WIO) to search for an optimal solid waste management and recycling strategy given a set of alternative options. Other empirical studies include sustainable water use analysis (Lin, 2011; López-Morales & Duchin, 2011) and analysis in end-of-use vehicles (Ohno et al, 2017). This paper utilized the RCOT model to search for the cost-minimizing solution of output allocation and technology combination in the cement sector. It extended the definition of factor requirement considering the nature of emission trading scheme, where trading allowances allocated to each entity could be viewed as one sort of factor input inventory owned by the entity. With a factor endowment constraint in emission allowances, the model of this paper reveals the mechanism of how emission regulation drives a preference change of technology in a specific industry.

Parameters such as input coefficient  $\mathbf{A}$  and factor requirement  $\mathbf{F}$  (including labor, capital, emission allowance of carbon dioxide, and emission standard of particulate matters), as well as exogenous variables such as final demand  $\mathbf{y}$ , factor endowment  $\mathbf{f}$ , and factor price  $\boldsymbol{\pi}$  are adopted from Version 2.2.2 of the EXIOBASE, which is part of the CREEA project (Compiling and Refining Environmental and Economic Accounts) with the compilation of a global multiregional environmentally extended supply and use table (Tisserant et al., 2017).

## Results and discussion

This paper revealed the role of emission trading scheme in cement sector by setting two scenarios to describe different emission regulation standards. An RCOT model was utilized to find the cost-minimizing solution of output allocation and technology combination in cement sector under two scenarios. Further, it investigated the corresponding change in product prices and estimated the additional allowances generated from waste co-processing. The main conclusions are as follows.

- 1) Although JT shaft kilns were material-saving (a relatively low intermediate input), new dry process technologies showed a great advantage on emission mitigation over shaft kilns. An emission trading scheme or other climate policy instruments could create the incentives for entities to shift to more sustainable technology choices: medium new dry process kilns (2,000-4,000t/d) and large new dry process kilns (>4,000t/d).
- 2) A price rise would happen in cement sector if it is covered by an ETS: about 24.43% increase under a mild ETS (70% allowance freely allocated) and 25.04% increase under a strict ETS (50% allowance freely allocated). Sectors with a relatively high intermediate input requirement from cement sector would also suffer a price rise. More specifically, the price level in construction sector may rise 0.98% and 1.01% under a mild and strict ETS on cement sector, respectively.
- 3) Waste co-processing in cement kilns would create additional allowances, which provide incentives for cement entities to increase the rate of material reuse and solid waste disposal. Part of ETS revenue would be spent on these additional allowances as subsidy, namely 20.29 million EUR and 49.09 million EUR under the two scenarios above mentioned. To further encourage entities to raise their waste reuse rate to the level of Japan, the subsidy allowance share should be increased to 2.9% from 2%, on average.

Uncertainties exist as the national ETS of China was just established in December 2017. Considering that the ETS could set a cap for the total emission (less endowment in the emission allowance factor) of cement industry, which would drive plants to shift to more sustainable technologies, authorities may use ETS revenue to pay the subsidy allowances generated by co-processing of waste in cement kilns. This would promote waste recycling and treatment, but it is necessary to control the share to avoid ruining the cap excessively.

# 社会的費用論アプローチによる福島原発事故被害の分析

## An Analysis of the damage of Fukushima Nuclear Disaster using the Social Cost theory approach

○藤原 遥\*・大島堅一\*\*

Haruka Fujiwara, Kenichi Oshima

### 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、福島原発事故）は、日本史上最大の放射能汚染をもたらした。「被害の広範性、継続性・長期性、深刻性・全面性、地域社会と生活の根底からの破壊」（淡路 2013）といった点で、被害は比類無きレベルに達している。

本報告では、福島原発事故の被害を社会的費用論から分析する。具体的には、第一に、先行研究の到達点と限界を示す。第二に、資料を精査し、関連主体の支出項目を捉える。第三に、社会的損失と社会的出費の概念整理をする。

### 2. 分析方法

第一に、社会的費用論から福島原発事故を分析した研究の到達点と限界を明らかにする。福島原発事故の被害に対して包括的な評価を試みた先行研究に寺西(2016)、大島・除本(2014)、除本(2016)があり、これらの文献を中心に検討を加える。

第二に、関係機関に請求して入手した資料を精査し、福島原発事故被害に対応するために関連主体が支出した具体的項目を把握する。社会的出費とは、損失に関連して直接・間接的に支払われたか、今後支払われる費用である。福島原発事故に関連する社会的出費は、発災者である東京電力、東京電力を支援する原子力損害賠償・廃炉等支援機構（以下、機構）、東京電力と機構を監督する国、被害者、被害自治体によって行われている。

第三に、第二の作業で明らかにした出費の具体的項目を精査することで、福島原発事故にかかわる社会的損失と社会的出費の内容を整理する。

### 3. 分析結果

#### ①理論的整理

寺西(2016)は、Kapp(1950)の社会的費用論を基礎に損失と出費を区分し、福島原発事故被害の把握に有用な視座を与えている。他方で、これは、具体的な損失と出費の数量的把握は行っていない。また、発災者である東京電力の損失や出費を踏まえていない。大島・除本(2014)は、公表された資料をもとに、福島原発事故に関しての支出額の定量的評価を試みたものと評価できる。ただし、これは社会的損失や社会的出費の概念的整理を行っ

---

\* 一橋大学大学院経済学研究科博士後期課程 Faculty of Economics, Graduate School of Economics, Hitotsubashi University  
〒186-8601 所属住所 東京都国立市中 2-1 TEL 042-580-8193 E-mail: ed152006@g.hit-u.ac.jp

\*\* 龍谷大学政策学部

ていない。除本（2016）は、社会的出費概念の整理を試みているものの、その対象は特定の被害に限定されており、社会的出費概念の包括的整理は行われていない。

## ② 福島原発事故に対応した関連主体の費用項目の把握

公表済みあるいは情報請求を通じて入手した国の資料、および東京電力と機構の財務関連資料、総合特別事業計画、電気料金認可プロセスにおける審議会資料、東京電力財務資料、国会議事録、会計検査院報告書等を精査して、関連主体が支出している具体的項目を把握した。

## ③ 社会的出費の概念整理

社会的出費の概念整理は表1の通りである。ここでは紙幅の制約上一部のみ掲載する。

表 1 福島原発事故の社会的出費の概念整理

出費類型		実際の項目
貨幣的出費	損失予防対策出費	県民健康調査費用、モニタリング費用
	損失補償対策出費	損害賠償費用、賠償対応費用
	損失復元・緩和対策出費	除染費用
		生活・産業インフラ整備費用
損失対策出費	事故収束・廃止費用	
非貨幣的出費		精神的苦痛

## 4. 結論

福島原発事故関連の社会的出費の概念整理をしたことによって、被害に対応して発生した費用の構造を立体的に把握することができた。また、損失や出費として考慮されず、既存の賠償制度や復興財政制度でカバーされていない被害を明らかにすることができた。今後の課題は、社会的出費の金額をできるだけ広範囲に捉えて解明することに加え、損失のより詳細な把握とその貨幣的評価を試みることである。

## 参考文献

- ・淡路剛久(2013)「福島原発事故の損害賠償の法理をどう考えるか」『環境と公害』第 43 巻 2 号、pp.2-8。
- ・Kapp, K. William(1950)*The Social Costs of Private Enterprise*, Harvard University Press.
- ・大島堅一・除本理史(2014)「福島原発事故のコストと国民・電力消費者への負担転嫁の拡大」『経営研究』第 65 巻 2 号、pp.1-24。
- ・寺西俊一(2016)「福島原発事故被害の包括的把握と経済的評価のあり方—社会的費用論からのアプローチ試論」、植田和弘編『被害・費用の包括的把握』、pp.19-50、東洋経済新報社。
- ・除本理史(2016)「原発事故による『ふるさとの喪失』—『社会的出費』概念による被害評価の試み」、植田和弘編『被害・費用の包括的把握』、pp.51-79、東洋経済新報社。

# 中国における CO<sub>2</sub> 排出量の推計と考察

## —エネルギー地域間移動に包含される CO<sub>2</sub> に関する実証的研究—

The Accounting of the CO<sub>2</sub> Emission of China Province-Level Energy Deployment

李 翔宇\*

Xiangyu Li

### 1. はじめに

市場経済への移行につれ、中国の経済規模が急速に増大するとともに、CO<sub>2</sub> 排出量も年々増加している。2005 年に中国の CO<sub>2</sub> 排出量は米国を抜き、全世界の 20%以上を占め世界最大となっている。世界最大の途上国であり、世界最大の CO<sub>2</sub> 排出国でもある中国が国際社会に「率先垂範」を示し、2015 年の COP21 においては GDP 当たり CO<sub>2</sub> 排出量を 2030 年に 2005 年比で 60～65%削減という自主削減目標を挙げた。中国が今後どのような削減策に取り組むか注目されている。特に、中国経済成長を支える様々な資源を提供する資源保有地域がこれかからいかに低炭素社会に転じていくのが急務である。これらを議論する際には、適切な手法により中国における各地域の CO<sub>2</sub> 排出量を推計することが重要である。

中国の CO<sub>2</sub> 排出量を推計する数多くの既存研究は IPCC が推奨している推計手法を踏襲しつつ、化石燃料の消費量とそれぞれの CO<sub>2</sub> 排出係数を乗じて、エネルギー起源の CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行っている。この方法に基づけば、自らの地域の排出量を減らすためには、他地域から炭素集約度の高い財を輸入・移入すればよいことになる。すなわち、カーボン・リーケージが起こるのである。これにより、エネルギーの最終消費者の責任が曖昧となってしまう。

一方、消費ベースで推計する先行研究の数多くが電力の地域間移動に包含される CO<sub>2</sub> 排出量を考察する際に、純移動量を用いて試算している。しかし、「西部大開発戦略」の重要なプロジェクトとなる「西電東送」が進み、中国における地域間電力網が整備され、遠距離送電システムが整備されつつある。したがって、地域間電力網の構成状況を配慮しなく、CO<sub>2</sub> 排出量の推計は現実を正確に表しているとは言いがたい。

以上の理由により、本研究では、既存研究を参考しながら、エネルギーの最終消費ベースの観点から 30 の省・直轄市・自治区（以下省市自治区）別の CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行う（チベットを除く）。そして、環境データを体系的に整備し、検証することによって、中国の CO<sub>2</sub> 排出問題の経年的実態を明らかにする。

### 2. 分析方法

エネルギー起源の CO<sub>2</sub> 排出量の推計手法にはマクロ経済統計、産業別貿易・生産統計、産業連関表、ライフサイクル分析、エコロジカル・フットプリント、ハイブリッド LCA 分析な

---

\* 同志社大学経済学研究科 経済政策専攻 博士後期課程

Graduate School of Economics Doshisha University

〒602-8580 京都市上京区今出川通烏丸東入 TEL:(+81)80-6181-6060 E-mail: rshouu@gmail.com

どのような試みがある。本研究では、比較的に入手が容易で、推計方法も簡明なマクロ経済統計の手法により、中国における省市区別の CO<sub>2</sub> 排出量を推計する。そして、カーボン・リーケージ問題を防ぐため、最終消費ベースで推計を行う。特に、電力の地域間移動を取り扱う際に、各省市区の電力移入に伴う CO<sub>2</sub> 排出量を求める際に移入電力量および該当地域電力網の異なる排出係数を試算してから、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行った。

### 3. 分析結果

本研究では、中国の地域エネルギーバランス表を用いて、2015 年までの 30 の省市区別の CO<sub>2</sub> 排出量を推計した。そして、二次エネルギーの消費者ベースで各省市区の CO<sub>2</sub> 排出量の調整を行なった。推計の結果から見ると、中国の実質 GDP (1997 年価格) 当たり CO<sub>2</sub> 排出量は減少しつつ、2015 年には 2005 年比で約 50%弱達成したのが確認された。しかし、全国規模でも、地域規模でも CO<sub>2</sub> 排出量と実質 GDP (1997 年価格) との間には強い相関関係があり、右上がりの状態が続き、カーボネクズネツ曲線が当てはまらないと考えられる。

一方、地域別の CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果を見た場合、資源保有地域の 18 の省市区が 2015 年に 2005 年比で実質 GRP (1997 年価格) 当たり CO<sub>2</sub> 排出量の 40%以上を削減した。特筆すべきは、その内の 10 省市区が二次エネルギーの地域間移動により、大きなカーボン・リーケージを引き起こされていることが明らかになったことである。また、最終消費ベースでの CO<sub>2</sub> 排出量を見ると、カーボン・リーケージが引き起こされた理由は地域間の大量な電力移動、および火力発電のシェアが大きい地域間電力網の構造のであると考えられる。

### 4. 結論

今後、全国市場の排出権取引が導入される予定であるが、本研究のように、二次エネルギーの地域間移動により地域の CO<sub>2</sub> 排出量を推計することにより、地域の排出枠の交付総量を適切に設定してから、排出権取引が実施すれば中国国内におけるカーボン・リーケージ問題を克服することができるであろう。

#### <参考文献>

- 井村秀文・森口祐一・白土廣信・坂井徹 (1994) 「国際貿易に付随する環境負荷異動に関する考察：エネルギーと CO<sub>2</sub>」『環境科学会誌』7 (3) : 255-236.
- 佐藤正弘・本間友香里・仲山紘史 (2014) 「多地域間産業連関 (MRIO) モデルを用いたエンボティド・カーボンとエンボティド・エネルギーの推計」『KIER Discussion Paper 1406』.
- 齊紹洲・林 (2016) 「電力行業炭排放的影響因素：基于長江經濟帶空間動態面板的實証研究」『環境經濟研究』2016 年第 1 期 pp. 91-105.
- 周曙東・趙明正・王伝星・李斌 (2012) 「基于二次能源省際調配的中国分省 CO<sub>2</sub> 排放量計算」『中国人口・資源与環境』Vol. 22 No. 6 pp. 69-75.
- 李志東 (2016) 「『パリ協定』の合意形成における米中『率先垂範』と COP21 後の課題」『環境經濟・政策研究』Vol. 9 No. 1 pp. 93-97.

9月9日（日）午後（1）

会場：C（408）

セッション：廃棄物処理とリサイクル（3）

容器包装リサイクル再考ーベルギーFost Plusの事例からの示唆ー  
Reconsideration of Recycling of Containers and Packaging Waste:  
Referring to Recycling System in Belgium

笹尾 俊明  
Toshiaki SASAO†

## 1. 研究の背景と目的

容器包装リサイクル法（以下、容リ法）の施行から 20 年以上が経過し、容器包装廃棄物のリサイクルは着実に進展し、市民にも定着したものとなった。しかし最近では、リサイクル率は 20% 台で伸び悩み、資源化量も一時期と比べ減少している。一方、コストに注目すると、自治体の収集運搬・選別保管費用は約 2,500 億円（2010 年度管理部門含む、経済産業省試算）、トンあたりでは 93,168 円と推計されている。また企業等が負担する再商品化委託費用は、容リ法の完全施行時（2000 年度）164 億円だったのが、2016 年度には 348 億円となり、トンあたり 18,527 円と推計される。このように、我が国の容器包装リサイクルは多額のコストで運営されている。他方で、最近も中国の廃プラスチック輸入禁止措置の影響を受けるなど、依然として資源をめぐる国際的な動向に左右されている。

海外でも拡大生産者責任を採用した容器包装廃棄物のリサイクルが行われており、ドイツやフランスと並んで先進的な取り組みで知られるのがベルギーである。ベルギーでは、1997 年から事業者団体 Fost Plus と自治体が連携して、容器包装廃棄物のリサイクルが行われている。そのリサイクル率は 80% 以上と EU 内で最も高く、費用対効果の高さが注目されている。そこで本研究では、Fost Plus を中心としたベルギーの家庭系容器包装リサイクルを取り上げ、その実績や費用について日本と比較しながら分析する。そして、それらの分析を通じて、今後の日本の容器包装リサイクルのあり方について考察する。

## 2. ベルギーの容器包装リサイクルシステム

ベルギーでは、廃棄物処理に関する立法権限がブリュッセル首都圏・フランドル・ワロンの 3 つの地域に分かれているが、容器包装廃棄物については地域間で協定を結び、生産者等に対し全国統一の収集・リサイクルを義務付けている。生産者等は地域間容器包装委員会に認定された生産者責任組織による収集・リサイクルシステムに参加するか、独自にそれらを行うことが求められる。家庭系の容器包装廃棄物に関して、国内で唯一認定されている生産者責任組織が Fost Plus である。

---

† 岩手大学人文社会科学部 Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University

Fost Plusは食品・飲料メーカー等の会員企業からグリーンマークのライセンス料金を徴収し、PMDと呼ばれるプラスチック・缶・飲料紙パックの各容器、びん、古紙・ダンボールの収集・選別及びリサイクルに係る費用を負担する。実際の収集は自治体またはFost Plusによって公募・選定された事業者が行い、リサイクルはFost Plusによって委託された事業者が行う。日本と異なり、収集・選別費用も全額事業者負担である。

2017年のリサイクル率は表1のとおりである。

表1：ベルギーの容器包装リサイクル率（2017年）

	市場でのリサイクル率（推計値）	会員企業のリサイクル率
古紙・ダンボール	88.1%	100.5%
飲料容器	89.3%	91.0%
びん	107.9%	114.5%
プラスチック全体	38.0%	41.2%
プラスチック容器	80.3%	82.9%
缶	97.9%	102.6%
容器包装全体	82.2%	89.1%
PMD 残渣のエネルギー回収を含めた合計		92.0%

Fost Plus ウェブサイト (<https://www.fostplus.be/>) より

### 3. ベルギーの容器包装リサイクルに係る費用

2017年に会員企業から回収された容器包装廃棄物は約78万トンであり、そのうち約70万トンがリサイクル、約2万トンがエネルギー回収された。一方、Fost Plusの事業費用は1億5,690万ユーロであり、その大部分をライセンス料収入(7,810万ユーロ)と、資源売却益(6,620万ユーロ)で賄っている。リサイクル費用の大部分を事業者の再商品化委託料で賄う日本と異なり、資源売却益の割合が大きいのが特徴的である。その理由として以下のような点が考えられる。①Fost Plusが収集・リサイクルする品目に新聞など容器包装でない古紙や缶といった、日本では再商品化義務対象外で資源価値の比較的高い品目が含まれる。②(現時点では原則として)PMDにPETやHDPE以外の容器包装プラスチックは含まれない。③びんの収集はカーブサイド回収ではなく、拠点回収である。トンあたりのリサイクル費用は単純計算で約201ユーロであり、先述の日本の費用と比べると、非常に低コストで運営されている。

### 4. ベルギーFost Plusの事例からの示唆

自治体は収集した資源廃棄物をFost Plusに引き渡すことで、費用の全額が支払われるため、日本のように輸出などより安価な処理方法を選択するインセンティブがない。資源価値が比較的高値で安定している品目も対象に含まれることで、全体として一定の収益を保てる。また、資源価格の変動に伴い資源売却益に増減があった場合も、事業者のライセンス料を調整することで、ある程度は収支バランスを保つことができる。

# アジア新興国における家電リサイクル法の類型化とタイ法案

## Typology of household appliance recycling law in Asian emerging countries and Thai bill

○佐々木創\*  
So SASAKI

### 1. はじめに

アジアの新興国では家電リサイクル法が中国、インド、ベトナムなどで施行されている。また、タイでは2004年から家電リサイクル法の制定が検討されてきた。本報告では、2. でタイにおける家電リサイクルの現状と家電リサイクル法案の変遷を概観する。次に3. でタイ・中国、インド、ベトナムの4か国の家電リサイクル法の概要を整理し類型化を試みる。そして、最後に4. アジアの新興国における家電リサイクル法の課題について言及する。

### 2. タイにおける家電リサイクルの現状と関連法案の変遷

タイ・公害管理局（Pollution Control Department : 以下 PCD）によれば、2015年に約38万トンの家電廃棄物(Waste Electrical and Electronic Equipment 以下 : WEEE)が発生していると推計している[PCD 2016]。現在タイでは家電リサイクル法が制定されていないため、タイで発生した WEEE はインフォーマルセンターによって取引されている。通常、消費者は Sa-leng と呼ばれる買取業者やジャンクショップなどに WEEE を販売している。ジャンクショップでは、WEEE を分解し中古品として販売したり、不要な部品をリサイクル品として販売している。さらに、輸出入されている WEEE も多くあり、2018年初頭から中国で実施されている固形廃棄物の輸入禁止の影響で、香港や中国から流入した WEEE の不適正処理が問題となっている[Nation 2018]。

タイでは2004年より家電リサイクルの法制化を検討してきたが、業界団体や工業省や財務省等との調整や政権交代、クーデタの影響もあり頓挫を繰り返してきた[Panate 2016, 佐々木 2017]。現行案は4度目の法案であり、国家平和秩序維持評議会（NCPO）の最終審議の段階にある。報告においては、4つの法案のポイントを整理し、その変遷を概観する。

### 3. アジア新興国における家電リサイクル法の類型化

中国、インド、ベトナムの家電リサイクル法制度とタイの家電リサイクル法案について、

---

\* 中央大学経済学部 Faculty of Economics, Chuo University  
〒192-0393 東京都八王子市東中野 742-1 中央大学経済学部 2号館 10階 21002号室  
Visiting Scholar, Faculty of Economics, Chulalongkorn University  
208/1.5, Faculty of Economics, Chulalongkorn University, Phayathai Road,  
Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand  
E-mail : so-s@tamacc.chuo-u.ac.jp

消費者の義務、回収主体、費用負担、リサイクル実施主体、モニタリング方法に関して整理する。

アジアの新興国の中で、いち早く家電リサイクル法を2009年に制定したのは中国であった。中国の家電リサイクル法は、生産者や輸入業者から前払い方式でリサイクル手数料を徴収し、消費者が指定回収業者に廃家電を持込んだ際に、指定回収業者は有価で買い取る制度となっている。

しかし、現在中国では、指定回収業者から認定リサイクル業者への廃家電リサイクルの委託量や認定リサイクル業者が処理数を政府に報告することで、基金から補助金を支払うことになるが、このモニタリング方法の運用において、虚偽申告が相次いでいることである。

その後、2015年にインド・ベトナムで施行された家電リサイクル法では、製造業者に対して財政的責任ではなく、回収責任を負わせる制度設計がされた。現在のタイの家電リサイクル法案は、基本的にインド・ベトナムの家電リサイクル法に類似している。他方、タイ法案は製造業者が回収目標を設定しなければならないなど、運用面で改善が見られる。

#### 4. 結論：アジアの新興国における家電リサイクル法の課題

これら4か国の消費者の義務としては、使用済み家電を排出時に指定回収業者に排出することが規定されているのみで、インフォーマルセクターへの中古品としての売却は禁止されていない。多くのアジアの新興国では使用済み家電のリサイクルは、インフォーマルセクターが有価で使用済み家電も中古品として買い取っている。したがって、製造業者が設立する指定回収業者は、環境コストを含めてインフォーマルセクターの買取価格と競合することになり、実質的に回収することが困難なると予想される。実際に、同様の制度が運用されているベトナムでは、日系家電メーカーが設立した回収拠点には使用済み家電は集まっていないことが判明している。

このような課題に対しては、日本の家電リサイクル法制度の中で、環境省が導入している「リユース・リサイクル仕分けガイドライン」のように、消費者が排出する家電が中古品なのか使用済み家電なのか、客観的なガイドラインを制定することが求められる。また、これらの国々では WEEE の越境移動が確認されており、輸出入における適正な国際資源循環の監視・輸出入規制の導入と執行が課題と考えられる。

##### 【引用文献】

佐々木創(2017)、「第2章 海外のリサイクル関連法規 3.5 タイ」最新 材料の再資源化技術事典編集委員会編『最新 材料の再資源化技術事典』、産業技術サービスセンター、pp.713-714  
Nation(2018), “Smuggling of hazardous waste comes to light”, May 25, 2018  
Panate Manomaiviool(2016), “Prospect of Thai WEEE Implications for TBM and ESM of e-waste”, the 10th NIES Workshop on E-waste  
Pollution Control Department (PCD) (2016), “Thailand State of Pollution Report 2015”

【付記】本報告は科学研究費若手研究（A）17H04722「国際環境ビジネス促進策に資する環境サービス貿易定量評価手法の開発」による成果の一部である。

# Is Incineration Replacing Recycling?

○ Masashi Yamamoto<sup>1</sup> (University of Toyama)  
Thomas Kinnaman (Bucknell University)

## 1 はじめに

家庭系廃棄物のリサイクル率は多くの先進国で高水準の目標値が設定されており、廃棄物・リサイクル政策の中でも重視されてきた指標である。ところが経年変化をしてみると先進諸国のリサイクル率はここ10年程度大きく変化していないことがわかる。本稿ではこの原因として、ダイオキシンをはじめとする汚染物質削減の観点から大型化の進んできた焼却炉のキャパシティが過剰気味となったことをとりあげて、その余剰キャパシティの存在がリサイクル率に与える影響を理論的、実証的に分析する。

## 2 分析方法

家庭系廃棄物の焼却炉を管理する自治体が廃棄物処理・リサイクルの費用を最小化しようとする主体であると仮定して、1) 焼却を行う費用、2) 余剰キャパシティをもつことの費用、3) リサイクルを行う費用の3つの合計を最小化する問題を考える。その結果、余剰キャパシティが増加することによって、リサイクル率が減少することを示す。

次に、理論分析で得られた結果を実際のデータを用いて検証する。具体的には、2008年から2014年の7年間の一般廃棄物処理実態調査のうち、施設情報として焼却炉レベルのデータを、処理情報として市町村レベルのデータを用いて、nearest neighbor matching による因果推論を行う。焼却炉に余剰キャパシティがある場合をトリートメント群 ( $D_k = 1$ ) とし、ない場合はコントロール群 ( $D_k = 0$ ) とする。なお、余剰キャパシティがあるかどうかの判断基準は10%以上、20%以上、... というように10%刻みで変化させることで結果の信頼性を高めていく。アウトカムをリサイクル率 ( $= R_k$ ) として、

$$\hat{\tau}|_{D=1} = \frac{1}{|N|} \sum_{i \in N} \left( R_i - \frac{1}{|J_i|} \sum_{j \in J_i} R_j \right) \quad (1)$$

を推定する。ただし、 $N$  は全焼却炉の集合 ( $|N|$  はその要素の数)、 $J_i$  はトリートメント群の焼却炉  $i$  にマハラノビス距離でマッチされた焼却炉  $j$  の集合である。

---

<sup>1</sup>(山本雅資) 富山大学 研究推進機構 極東地域研究センター 教授, 住所: 〒930-8555 富山県富山市五福3190, Email: myam@eco.u-toyama.ac.jp

### 3 分析結果

検討すべき仮説は、分析方法で示した (1) 式において、余剰キャパシティが大きい場合に  $\hat{\tau}|_{D=1}$  の符号が負となり、余剰キャパシティが小さい場合に正となることである。図 1 は推定結果をまとめたものであるが、概ね仮説に合致する結果が得られている。

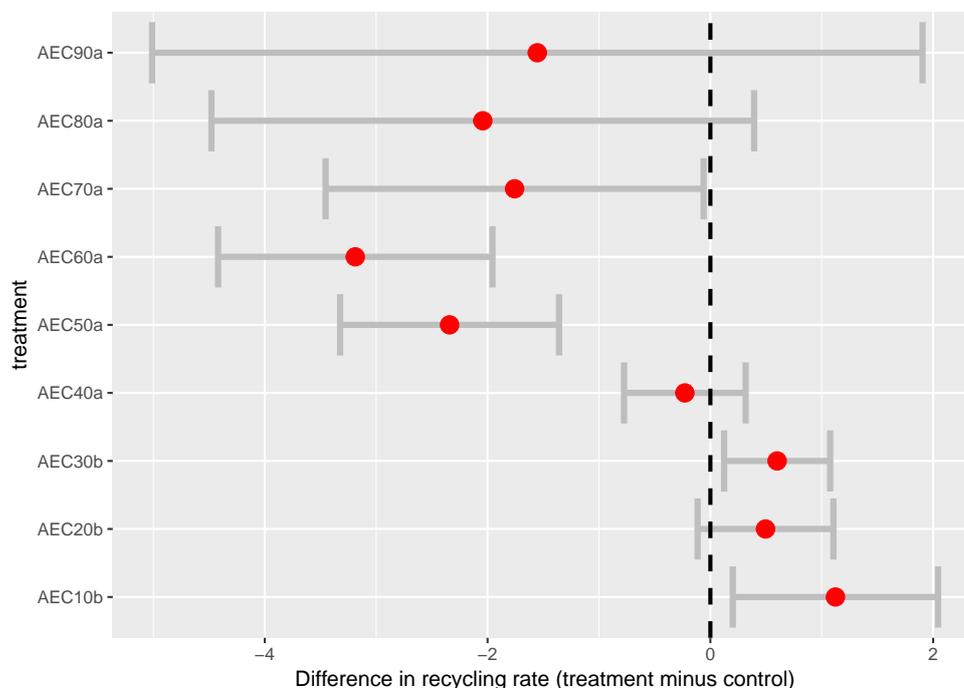


図 1: Point estimates and confidence intervals of matching estimator

注：縦軸の数字は余剰キャパシティの大きさのパーセントを示す。

### 4 結論

近年、日本を除く先進諸国においても焼却への依存を高めている国々が増加しているが、こうした国々ではリサイクル率についても野心的な設定を行なっている例が少なくない。結果として廃棄物の輸入を拡大している場合もあり、包括的な視点からより慎重な政策立案が求められる。

### 参考文献

- Best, H. and T. Kneip (2018) “Assessing the Causal Effect of Curbside Collection on Recycling Behavior in a Non-randomized Experiment with Self-reported Outcome,” *Environmental and Resource Economics*, forthcoming.
- Ho, D., Imai, K., King, G. and E. Stuart (2011) “MatchIt: Nonparametric Preprocessing for Parametric Causal Inference,” *Journal of Statistical Software*, vol. 42 (8), pp. 1-28.
- Imbens, G. and D. Rubin (2015) *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction*, Cambridge University Press.

9月9日（日）午後（1）

会場：D（409）

## 企画セッション：再エネ大量導入時代の電力 システム改革　－欧州の先行事例から学ぶ－

### セッション概要

本企画セッションでは、再エネ大量導入時代の電力市場設計のあり方について、報告者および座長が昨年末に行った欧州調査の結果とともに、日本の電力市場設計への示唆について報告を行う。再エネ大量導入を促進する政策手段として再エネ固定価格買取制度の重要性は疑いないが、導入量が一定水準に達し、価格が既存電源と競争可能な水準に下がってくると、「政策の市場化」が進展し、再エネの市場統合が重要な課題となる。ここに、電力システム改革と再エネ大量導入の接点が生まれてくる。本企画では、このテーマの下で①電力市場設計(第1&第2報告)、②変動電源への柔軟性供給サービス・ビジネスの可能性、③広域(国際)連系線の強化による電力の広域融通／市場統合、を取り扱い、議論を行うことにしたい。本企画では上記報告に対し、同テーマに関する第一人者の研究者を討論者としてお招きしたうえで、専門的な議論を深めることを目的とする。

## 電力市場に分散型電力と柔軟性を提供する VPP(バーチャル発電所)

### VPP that Provides Decentralized Power and Flexibility to Electricity Market

○中山琢夫\*

Takuo Nakayama

#### 1. はじめに

従来、多くの電力系統には、水力を除く再生可能エネルギー発電は接続されていなかった。ところが今日、変動性の再生可能エネルギーを中心とした大量導入が始まっている。例えば、2017年末、ドイツ、デンマーク、カリフォルニア、テキサスや南オーストラリアでは、多くの時間、日において、全発電量の半分以上が再生可能エネルギーによって占められるようになってきた。こうした場所では時折、再生可能エネルギー発電量が、系統の全需要量を超えることもある。たとえばドイツでは、再生可能エネルギーの割合は継続的に上昇にしており、現在ではエネルギーミックスを支配的する日も多くなっている。

このように、再生可能エネルギーがエネルギー市場において支配的になってくると、もはや、かつての発想に基づいたメリットオーダーによる給電指令は適応できない。変動性の太陽光や風力といった再生可能エネルギー発電は、利用できる時に利用する必要がある。もしくは出力抑制することになるが、これは、限界費用が安価でカーボンフリーな電力を無駄にすることを意味している。もし、系統運用者がこのような資源を利用可能な時に利用しないならば、それは社会的にみて不経済である。

変動性の再生可能エネルギーは、入手できる時には使えるが、入手できないときに系統運用者が発電するように指令することはできない。このことは、将来の発電の大部分が、再生可能エネルギーに移行している国・地域において、負荷と発電をバランスし、系統の安定性と信頼性を維持するための代替的なスキームが必要になってきていることを示唆している。

#### 2. 分析方法

本報告では、Steiniger(2017)を中心に、ヨーロッパで最も成長した VPP のひとつだといわれているドイツの N 社のビジネスモデルとその経験から、電力市場の現状について考察する。ドイツで VPP が台頭するようになってきたのは、2012年の市場プレミアム制度の導入によって、再生可能エネルギー電力が系統運用者による固定価格買取から、直接市場取引が推奨されたことが大きな要因となっている。そのために、VPP は分散型の再生可能エネルギー電力をアグリゲートし、直接市場卸売を行う主体としての役割を果たしている。柔軟性をもった電源は、電力卸売市場だけでなく系統運用者が実施する調整電源市場も販売する。

一方で、需要家側にはデマンドレスポンス (DR) やデマンドサイドマネジメント (DSM)

---

\* 京都大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kyoto University  
〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-3457 E-mail: nakayama@econ.kyoto-u.ac.jp

を提供することで、電力系統への負荷を低減しつつ、各需要家が通常の操業に支障がないように、電力料金を節約できるサービスを実施している。

### 3. 分析結果

変動性電源の割合が高いということは、必ずしも系統の信頼性を低くするという事はない。ドイツやデンマークは、ともに大きく成長した再生可能エネルギー供給国であるが、決してそのようなことはない。電力ネットワークにおいて、もっとも顕著に変動性再生可能エネルギーによってもたらされる予測されたインパクトは、以下2点である。

第一に、卸売市場の全体価格を引き下げる。なぜならば、風力や太陽光、流込み式水力発電は、限界費用がほぼゼロなので、火力発電を置き換える。また、通常火力発電容量は、再生可能エネルギー発電容量の新設よりも遅い速度で停止されるため、市場における過剰容量をもたらす。この問題を解決するためには、より環境親和型で柔軟性の高い電源の導入が必要になる。

第二に、変動性の再生可能エネルギー発電は、卸売市場価格の変動をもたらす。なぜならば、風力発電や太陽光発電の大きな変動は、全体の市場価格の価格差にインパクトを与えるからである。しかしながら、ドイツの場合、少なくとも風力と太陽光発電の大部分が取引される前日市場の平均価格の変化を見る限り、そのような傾向は観察されない。むしろ、前日市場における価格変動の標準偏差は、2012年以來減少している。

その理由の一つは、前日市場の流動性が明らかに高まったからであるといえる。それは、2012年に始まった再生可能エネルギーの市場プレミアムモデルの導入以來、顕著になっている。以後、再生可能エネルギー電力は、通常前日市場もしくは当日市場で取引される。ここでは、天気予報精度の向上により、実供給時間前の短期間で、予測誤差が補正される。

風力や太陽光発電によって電力市場にもたらされる変動性は、現在では当日市場でバランスされ、系統全体のインバランスを減少させたことで、系統運用者による調整力市場の要求が減少している。VPPは、ドイツのエネルギー安全保障の高水準を確保する一方で、変動性の再生可能エネルギーの発展に最も効率的に対応できるのは、スポット市場のシグナルだと解釈している。

### 4. 結論

ドイツのVPPは、バーチャルな発電所として、系統運用者による調整力市場に柔軟性を供給するだけでなく、分散型発電所の電力や需要家のDR/DSMを有機的にアグリゲートして、直接市場家として積極的に卸売スポット市場で取引を行うプレーヤーである。そこで得られる価格シグナルをもとに、様々なビジネスを展開している。系統上に電力が足りない時は卸売価格が高く、電力が余っているときは卸売価格が低く、場合によってはネガティブプライスになる、という卸売市場の前提条件の下で、透明性をもって彼らのアセット（需要家や分散型発電所）に経済的インセンティブを与えるデジタルプラットフォームとして活躍している。

成熟した電力市場のメカニズムと発展経緯  
～北欧の電力市場 Nord Pool を例に～  
The Mechanism and Details of Matured Power Market

○小川 祐貴\*  
Yuki OGAWA

## 1. はじめに

日本では2020年の発送電分離をはじめ、電力システムに関わる一連の制度改革が進められている(電力システム改革)。電力市場も一連の改革の対象となり、既存の卸売市場(JEPX)に加えてベースロード電源市場、容量市場、非化石電源市場、調整力市場などの新設も進められている。卸売市場は、発電量の予測が実供給時刻に近づくと連れて精確になる変動性再生可能エネルギー(VRE)が取引される場として極めて重要である。2016年4月に電力小売事業が全面的に自由化され、2017年4月からは旧一般電気事業者が自主的にJEPXの活用を進めており、取引量は増加している。その一方で旧一般電気事業者が独占的な地位を占める市場構造は変わらず、不適切な取引行動や不可解な価格形成も生じるなど、市場参加者から市場が信頼されない状況にある。

北欧の電力市場 Nord Pool は20年以上の歴史を持つ世界初の国際的な電力市場であり、カバーする国々で消費される電力の90%以上が取引されるなど、市場参加者からも高い信頼を得ている成熟した電力市場と言える。そこで本研究では Nord Pool の市場メカニズムとその発展経緯を明らかにし、今後の日本における卸売市場の市場設計について示唆を引き出す。

## 2. 分析方法

本研究では、2017年4月および11月に実施した Nord Pool 本部でのヒアリングと文献調査から、Nord Pool の前日市場と当日市場の設計や、公的機関による規制・監督のあり方を明らかにする。また現在の市場設計が実現するまでの経緯や動機についても同様に明らかにする。

## 3. 分析結果

Nord Pool の前日市場は欧州大で進展する市場統合に組み込まれており、23カ国で行われている前日市場のカップリング(PCR: Price Coupling Regions)の一部として運用されている。一般的な時間ごとの入札やブロック入札の他にも多様な商品が用意されており、これらは市場運用者・市場参加者・規制機関との透明性の高いコミュニケーションを通じ

---

\* 株式会社イー・コンザル 研究員 Researcher, E-konzal Co.Ltd.

〒532-0011 大阪市淀川区西中島 3-8-15 EPO 新大阪ビル 1207 号 TEL&FAX 06-6732-9739

E-mail: y.ogawa.ekonzal@gmail.com

て発展してきた。Nord Pool はカバーする各国の TSO (Transmission System Operator) が出資する株式会社であり、TSO は発電事業者や小売事業者から独立した中立的な組織であることが Nord Pool の透明性にも反映されている。また株式会社として利益を追求しようとする事、欧州では EU からの認可を受ければ域内各国で市場を設立することができることから、電力市場間での潜在的な競争も存在し、より多くの市場参加者を獲得して取引量を増やし、収益を上げるために、市場参加者に対するサービスを充実させていることも分かった。特に市場参加者にとって重要なのは価格形成に関する透明性であり、Nord Pool は市場の運用を通じて明らかになった不適切な取引行動を公表し、改善を促すなど独立性の高い市場運用を実施している。

一方で Nord Pool の当日市場は、カバーするエリアにおける VRE シェアが相対的に小さく、出力の制御が比較的容易な火力発電や水力発電が主要なエリア内における主要な電源となっていることから、前日市場の取引量に対し1%程度と小さなボリュームに留まっている。ただし、欧州大では前日市場に続いて当日市場についても市場統合を目指す取り組みが進められており (XBID : Cross-Border Intraday Market)、VRE の普及が先行するドイツ等との市場統合がさらに深化すれば、Nord Pool エリアにおける当日市場もより活性化する可能性がある。

Nord Pool の市場が創設されたのは、ノルウェー国内における過剰な電源への投資と電力部門の非効率性に対する懸念から、市場競争を通じた効率化を図るためであった。その後、広域で電源を融通することによってエリア全体の電力部門の効率化が図られ、欧州大での市場統合を目指す方針も市場の拡大を促進し、現在に至っている。市場拡大に伴って取引量も増加してきたが、グロス・ビディングを優遇する料金体系の導入や、リーマンショックに伴う世界経済の停滞に伴って相対取引のリスクが顕在化したことも、Nord Pool における取引量の増加に寄与している。

#### 4. 結論

Nord Pool の例から、電力市場が市場参加者から信頼され、VRE を含む多様な主体の参加を得て電力系統全体の需給一致に寄与するためには、市場そのものが市場参加者から独立し、透明性の高い運用を実施することが重要であると言える。JEPX は旧一般電気事業者をはじめ、大手の発電事業者・小売事業者が社員となっており、Nord Pool と比較すると市場参加者に対する中立性・独立性の観点では劣っている。今後、日本においてさらに電力市場を発展させ、VRE の市場統合をも進めていく上では、市場そのものの組織形態や規制のあり方についても再検討し、市場参加者から信頼される透明性の高い市場を実現する必要がある。

## 柔軟な電力市場の構築

### －デンマークとドイツの電力市場制度の比較分析－

#### The comparative study of the electricity market system in Denmark and Germany

東 愛子 (Azuma, Aiko) \*

#### 1. はじめに

変動性の高い再生可能エネルギーの拡大に伴って、電力システムの備えるべき要件も変化している。安定供給の担保は当然のことであるが、それに加えて電力市場が細かい変動に対応する柔軟性をいかに費用効率的に備えるかが新たな課題である。本稿では、デンマークとドイツの調整市場制度の違いを明らかにしながら、再生可能エネルギーの普及拡大を支える安定的で柔軟な電力システムを構築するにあたって、特に影響を与えると考える制度項目の比較評価を行うことを目的とする。

#### 2. 分析方法

デンマークやドイツの電力市場に関する文献調査や市場データ、および、2017年11月に実施した両国 TSO、電力システム規制機関のヒアリング調査をもとに、両国の電力市場制度の相違点を明らかにし、相違点が市場参加者の行動に与える影響を検討する。

#### 3. 分析結果

##### (1) 調整市場制度の相違

表は、デンマークとドイツの調整市場の中で、特に manual Frequency Restoration Process (mFRR) に関して、市場制度の主要相違点を示している。ドイツは TSO が需給調整に使用する調整力を確実に確保するために、一定量の調整力を前日市場が開く前に調整市場で確保する。TSO は調整容量入札価格の安い順に調整力を落札し、調整エネルギー入札価格の情報は落札の選択に影響しない。一方で、デンマークは、当日市場のクローズ後に調整エネルギーの入札が行われ、必要な調整力を調整エネルギー入札価格の安い順に落札する。

##### (2) 調整市場制度の相違が市場の柔軟性や費用効率性に与える影響

このような市場制度の相違は、市場参加者の行動に影響を与え、それが結果的に市場全体の安定性や費用効率性に影響する。調整市場は最終的な TSO が需給調整を行うために必要な調整力を確保する市場であるが、前日市場で契約を結んでいる事業者が、調整エネルギー市場にも入札を行うことは、事業者に対して収益を増やす選択肢を提供する働きや、TSO が行う調整サービスの価格高騰を抑制する働きがある。例えば、前日市場で発電の売り契約

---

\* 尚絅学院大学総合人間科学部環境構想学科

〒981-1295 宮城県名取市ゆりが丘 4-10-1, a\_azuma@shokei.ac.jp

	デンマーク	ドイツ
調整市場への再エネの参加	可能	不可能
入札方法	エネルギー価格のみを入札	容量価格+エネルギー価格を同時に入札
落札	エネルギー価格の安い順	容量価格の安い順
調整エネルギーの入札タイミング	当日市場ゲートクローズ後～実働 45 分前	前日 10:00 (前日市場ゲートクローズ前)
Balancing service providers に対する報酬	容量に対する報酬	
	なし	Pay-as-bid
	エネルギーに対する報酬:	
	Marginal pricing	Pay-as-bid

をしている事業者は、downward（発電引き下げ）の調整エネルギー価格が自身の発電コストよりも安ければ、TSOにお金を支払って発電を引き下げる（発電量の buy back）インセンティブが生じる。なぜならこのとき、前日市場価格と downward 調整力の価格差が事業者の収益となり、前日市場価格で発電を行うより、調整市場で downward 調整力を提供して発電を引き下げたほうが事業者の得られる利益が大きくなるからである。デンマークでは再エネ事業者も調整エネルギー入札に参加することができるので、風力発電事業者も同様に調整エネルギー市場に入札することで収益を上げる機会がある。

このようにデンマークの調整市場は市場参加者の収益を上げる選択肢を与えることによって市場参加者の入札を呼び込み、再生可能エネルギー含む市場参加者が市場メカニズムの中で柔軟に発電量の調整を行うことで電力システムの安定性がおのずと担保されている。

一方ドイツでは、前日市場よりも前に調整力の確保が行われ、調整力の落札はエネルギー価格ではなく容量価格に基づいて行われる。このように容量価格で落札を決定する方法は、市場規模を TSO のあらかじめ定める調整力量に狭めることに他ならない。市場規模が限定されることによって、調整エネルギー間の競争が狭まりエネルギー価格の高止まり問題も生じる。実際近年のドイツで行われている mFRR オークションで、落札の指標となる容量価格はほぼゼロであるのにたいして、調整エネルギーの入札価格が高く推移していることが課題となっている。

#### 4. 結論

電力システムの安定性を費用効率的かつ柔軟に行うためには、電力市場が需給状況を的確に反映した価格シグナルを出し、この価格シグナルに応じて市場参加者が発電や需要の引き上げ引き下げの意思決定を行うことのできる制度を作ることや、再エネなどすべての電源が、全く区別されることなく市場で競争できる環境を作ることが必要である。

EU の電力市場結合と国際連系線の活用  
Electricity market coupling and cross-zonal trade in EU

杉本康太<sup>1</sup>

・はじめに

本研究では、欧州連合（EU）における統合エネルギー市場（Integrated Energy Market）形成の経緯を辿りながら、なぜ彼らが国際連系線を活用した電気の取引を、市場を通して行おうとしているのか明らかにする。次に市場結合の成果と今後の課題を、最新の ACER の年次報告書を用いて紹介し、日本の電力市場制度への示唆を得る。

・分析方法

欧州の市場結合の最新の成果を調査するために資料として主に用いたのは、Agency for the Cooperation of Energy Regulators（ACER）の最新版である 2016 年に発行された「域内電力・ガス市場のモニタリング結果年次報告書:市場モニタリングレポート」（Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and Gas Markets in 2016）だ。ACER とは、欧州委員会の第三次指令で誕生した、EU 各国の規制機関 NRA の連合体である。この組織の目的は、電力とガスの域内市場のモニタリングと、各加盟国の規制者間の調整だ。ACER は 2012 年から市場モニタリングレポートを毎年発行し、域内エネルギー市場の状態を理解し、政策立案者に残るバリアを認識させ、適切な施策がつけられる手助けをしている。

・分析結果

2011 年から 2016 年にかけて、市場結合の進展と平行して、EU 主要国では前日市場の価格が下がり続けている。ACER はこの低下傾向を、2016 年のガス価格が前年比 30% まで低下したことが大きな要因だと考えているが、同年度に太陽光と風力発電による発電量が 5% 増加していることも関連していると分析している。

前日市場の値差が 1MWh あたり 1 ユーロ未満の時間帯が、バルト三国では年間の 71%、欧州中核エリアでは 39% の頻度を記録した。これは過去最大の高さであり、その要因を ACER は、国際連系線の新設投資によりゾーン間での取引可能容量が増えた点と、実潮流ベース（Flow-Based）での市場結合が進んだ点の 2 つに求めている。

2011 年から 2016 年の EU 主要国での当日市場の取引量を、対電力需要量との比で表わすと、スペイン以外では、年々当日市場の取引量が増加していることがわかる。ACER はこの要因を再エネの導入による短期の発電量調整ニーズの増加を挙げている。

---

<sup>1</sup> 京都大学経済学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 E-mail: [healthykouta@yahoo.co.jp](mailto:healthykouta@yahoo.co.jp)

ACER は複数の電力取引所に推計を依頼し、欧州中核エリアが実潮流ベースに移行したことで一年間に得た便益は 132 万ユーロだと試算している。この便益は取引所に参加した消費者の余剰と生産者の余剰、そして混雑レントから成る。

ACER は容量計算地域ごとに高圧交流連系線のベンチマーク容量を計算し、2016 年度の取引に利用可能だった連系線容量の実績値と比較した場合に、全エリア平均でまだベンチマーク容量の半分以下しか連系線が利用されていないことを明らかにしている。

EU の多くの加盟国で容量メカニズムが導入されている（基本的な意味は東（2015）や服部（2015）を参照）。ACER は、容量メカニズム導入の是非を各国が判断する際には、連系線の容量をアデカシー評価に適切に反映させるべきだと説いている。

2016 年に EU とノルウェー平均の家庭用の小売価格は、8 年ぶりに 2.1%減少して約 20 ¢ /kWh になった。産業用の小売価格は 3 年連続で低下傾向にあり、2016 年度は約 10 ¢ /kWh だ。

#### ・ 結論

EU は連系線の容量（使用权）という希少な資源を効率的に配分する方法として市場を活用していると言える。EU の取り組みは、市場競争は必ずしも対価として安定供給を損なうことはないどころか、エネルギー安全保障の実現にもつながり得ることを示している。特に連系線を市場を通して効率的に配分することで、アデカシーを広域で改善することができるという ACER の指摘は興味深い。連系線容量の計算と配分を確率的方法を用いた実潮流ベースで行うことで、安定供給も向上させられるという。

市場競争に関しても、EU 全体で見れば、2016 年には卸売価格の低下を受けて数年ぶりに小売価格が下がった。つまり安定供給は維持し、競争の便益も享受しつつある。日本の電力自由化改革の議論では、小売価格の低下が消費者の便益を表す主要な指標として用いられているが、ACER は社会厚生(Gross Welfare Benefit)を連系線活用の便益として用い、市場結合を推進しているのも興味深い。ただし便益計算では費用が含まれていないことには注意する必要がある。

日本ではまだ市場取引が活発ではない。経産省はこの卸売市場を活性化させるための施策を打ち出している。卸電力市場活性化にもっとも大きなインパクトが期待されているのが、2018 年下半期に予定されている間接オークションの導入だ。

連系線の混雑を解消するためには、増強投資以外にも、連系線の容量計算・配分方法の変更が有効だと考えられる。たとえば実潮流ベースの連系線容量の計算だ。EU でもまだ中核エリアでしかなされていないが、ACER は全土化を勧めている。連系線の活用目標であるベンチマーク容量を算出する取り組みも規制機関の業務として有効だと思う。

9月9日（日）午後（1）

会場：E（410）

企画セッション：東アジアにおける 2050 年

2°C目標達成のための炭素税選択及び低炭素

技術革新の環境・経済効果分析：E3ME-FTT

ボトムアップ技術選択モデルを用いた分析

## セッション概要

本セッションは、中国・日本・韓国・台湾に代表される東アジアにおける、2050年2℃ターゲットを達成するために必要な政策手段の選択とその際の経済への影響をE3MEマクロ計量モデルにより推定することである。そして本研究の大きな特色は、E3MEマクロ経済モデルに、発電部門、産業部門（鉄鋼産業）、交通部門（乗用車）、ビル部門（空調など熱部門）には、2050年までに低炭素技術革新がモデルの中でボトムアップにより選択される、最新のサブモジュール（FTT(Future Technology Transformation)）が装着されていることである。一般のE3(Economy-Energy-Environment)モデルでは、多様な技術の選択はトップダウンで決められており、ボトムアップで選択されても選択できる技術の種類が非常に限られている。本モデルでは、電力部門で20種類（原発、石炭、太陽光、風力など）、産業部門（鉄鋼のみ）で10種類（高炉、電気炉、パイネックス、水素還元など）、交通部門で20種類（ガソリン(類型別)、ディーゼル(類型別)、ハイブリッド、電気自動車など）など多様な技術選択が行われることである。これにより、温室効果ガス削減目標達成のために、炭素税など低炭素政策が施行される場合、将来の多様な低炭素技術の選択がより現実に近い形で反映されることになり、一般に想定される炭素コストより低いコストで、温室効果ガス目標達成が実現される可能性が高くなる。またその際に起きる低炭素技術革新が、経済をよい方向で刺激する（投資需要、雇用効果）効果も最大限具現されるようになる。本セッションの目標は、マクロ経済、産業部門（鉄鋼）、交通部門、ビル部門の4つの部門で以上を確認することである。

# **Economic and Environmental impacts of carbon taxes in East Asia by carbon taxes to meet the 2050 2°C targets : An analysis using E3ME-FTT model**

*Hector Pollitt<sup>1</sup>, Soocheol Lee<sup>2</sup>, Park Seung-Joon<sup>3</sup>, Taeyeoun Lee<sup>4</sup> and Unnada Chewpreecha<sup>5</sup>*

## **1. Introduction**

The aim of this paper is to assess, using E3ME, how we might achieve carbon emission reductions across the whole economy, for each of the East Asian countries. The focus of this paper is on a scenario in which emissions are reduced by enough to limit temperature change to 2°C. The modelling tool of this paper is a Global E3 macroeconomic model, E3ME. E3ME is linked to a full set of bottom up technology transformation sub modules(FTT) namely: FTT:Power, FTT:Transport, FTT:Heating and FTT:Steel.

The paper will first investigate a scenario to assess the economic and environmental impacts where a carbon tax alone is used to achieve the 2050 2°C target. It will then add on sector specific policies such as FiT in power sector, fuel tax & subsidies in transportation sector, low carbon subsidies in heat sector to help with decarbonization alongside the carbon tax.

## **2. Scenarios and methodology**

The starting point for the paper is a standard baseline scenario, based on the Asia/world Energy Outlook (IEEJ2017). This will form the reference case to which all the other results will be compared. We will then try to meet the 2°C target using carbon tax alone. The tax rates will be increasing overtime up to the rates necessary to meet the emission reduction targets in 2050. The carbon tax will be applied to all sectors and, for this paper, there will not be revenue recycling. This scenario is defined as Scenario 1 below.

This approach is likely to show that a very high carbon tax rate is required, potentially the model may not solve. While E3ME is also likely to show relatively small economic impacts (e.g. 0-5% loss) the premise will be that the carbon tax rate is too high to be politically feasible and some specific trade-exposed, energy-intensive sectors will suffer from loss in competitiveness. In the subsequent scenarios, other sector specific policies will be introduced. The full list of scenarios is:

- Scenario 1: Targets met through carbon tax only.
- Scenario 2: Power sector specific policies, carbon tax on all sectors to meet target
- Scenario 3: Power sector and industry specific policies – carbon tax on all sectors

---

<sup>1</sup> Dept. of International Modelling, Cambridge Econometrics, Covent Garden, Cambridge, United Kingdom. [hp@comecon.com](mailto:hp@comecon.com)

<sup>2</sup> Faculty of Economics, Meijo University, Nagoya, Japan.

<sup>3</sup> Faculty of Economics, kanseigakuin University, Osaka, Japan.

<sup>4</sup> Faculty of Economics, Ryukoku University, Kyoto, Japan.

<sup>5</sup> Dept. of International Modelling, Cambridge Econometrics, Cambridge, United Kingdom.

- Scenario 4: Power sector, industry and transport specific policies and carbon tax on all sectors
- Scenario 5: Power, transport, industry and buildings specific policies carbon tax on all sectors

All sectors are still subject to the carbon tax even if other policies are added but the same 2°C target is met in all scenarios. Therefore the carbon tax rate is likely to be reduced as we go through the scenarios because as we add more sector specific policies, the carbon tax has to do less of the emission reduction work.

### **3. Expected results and Analysis**

It is expected that Scenario 1 will require a carbon price that is not feasible politically. Scenario 2 will include FiT and subsidies for renewables, which will mean a higher renewable share and lower power sector emissions. This will lead to reductions in the carbon tax rate (compared to S1). In Scenario 3, regulations and measures to boost low carbon technology will be applied to the industrial sector. Industry sector emissions will fall and therefore other sectors will need to reduce emissions by less. As a result, there will be a lower carbon tax rate.

Scenarios 4 and 5 are applied on the same basis, with regulations applied to transport (heavy on emissions) and buildings (less direct emissions but more electricity). The combined result in Scenario 5 will be a much lower emissions and a lower carbon tax rate will be required. The final part of the paper will compare GDP results. In the long run at least, higher carbon prices will lead to lower GDP (and employment), as there is no revenue recycling. We would therefore expect the losses of GDP to fall in line with the carbon price, although it is noted that the other regulatory policies might also have a negative impact on GDP.

### **4. Conclusion**

The conclusion is likely to be that a carbon price is a necessary, but not sufficient, policy instrument to reach an ambitious emission reduction target. We will compare this modelling approach with the optimization modelling tools, if possible, in which the carbon price is the only policy mechanism available – and make recommendations on the assessment approach as well as the policy mix.

### **<references>**

E3ME, [www.e3me.com](http://www.e3me.com)

IEEJ (2017), 'Asia/World Energy Outlook 2017, the Institute of Energy Economics Japan

# **Decarbonizing the East Asian steel industry in 2050: An analysis performed with FTT(Future Technology Transformation)-Steel model.**

Authors: Pim Vercoulen, Soocheol Lee\*,Sunhee Suk,Yanmin He, Fujikawa

Kiyoshi, Aileen Lam†, Jean-François Mercure\*, Florian Knobloch‡

## **1 . Introduction**

The focus of climate mitigation is naturally on the heavy emitting sectors, such as the power, transport and industry sectors. In 2015 the manufacturing and construction industry in China, Japan, South Korea, and Taiwan (CJKT) were together accountable for 3054 Mt of CO<sub>2</sub>-eq. emitted to the atmosphere, of which 2776 Mt, 203 Mt, 81 Mt CO<sub>2</sub>-eq. due to China and Taiwan combined, Japan and South Korea respectively (IEA 2017). Of these emissions, 40~50% of the manufacturing industry and 10~20% of total emission in CJKT were attributable to the iron and steel industry..

The introduction and diffusion of novel, low carbon intensive technologies could lead to large emission reductions of the steel industry. In order to be able to predict how innovation will take place in the future a model is needed. By using a bottom-up, non-equilibrium, evolutionary, future technological transformations(FTT) can be modelled given the sectoral-specific conditions (Mercure et al. 2018).

In this study the CJKT iron and steel industries will be exposed to varying carbon taxes of 50, 100, and 200 US\$ per tonne carbon. We will see how much stimulate the speed of low carbon technological innovation among the various steel manufacturing technologies and how much impact on the production of steel industry and whole economy by connecting FTT to E3ME global macro econometric model by 2050 in each carbon tax rate. Ultimately, it is the goal of this research to elucidate the direction of institutional reform for the use of resources and climate change mitigation toward a sustainable future for the East Asian iron and steel sector.

## **2 . Methods of analysis**

In this model 26 integrated steelmaking technologies were investigated, in 59 regions from the period 2015 to 2050. At the start of modelling, the conventional BF-BOF route and the Scrap-EAF routes had the greatest markets shares. The model also includes radical new technologies that are currently still in research phase, such as Hydrogen Flash Smelt (HFS) coupled to EAF and Molten Oxide Electrolysis (MOE). To the technologies where it applies to, bio-based and CCS options were also added. The mathematical framework is more elaborately described by Mercure (2012). In brief, future technological transformations can be

---

\* Faculty of Economics, Meijo University, Nagoya, Japan.

† Department of Economics, Faculty of Social Sciences, University of Macao, E21, Taipa, Macau, China

‡ Department of Environmental Science, Radbound University Nijmegen, The Netherlands

modelled given the sectoral-specific conditions. Technological diffusion is calculated according to the levelized cost of steel production (LCOS) and how it changes over time. The LCOS takes into account the investment costs, operation and maintenance costs, materials costs, and policy costs (i.e. carbon tax). The technological changes lead to differences in annual emissions, sectoral investments, and material use.

#### **4 . Results of analysis**

The preliminary results show that in the baseline scenario and under 50 US\$ of carbon tax no major decline in emissions was achieved. Market competition primarily occurred between the conventional BF-BOF and Scrap-EAF routes. Also, the market penetration and diffusion of radical technologies is low, and the present-day conventional technologies will remain dominant because steel makers do not have strong incentive to introduce costly technological innovation.

In China primary steelmaking routes are the major supplier to meet the demand of steel. Around 2030 the scrap availability increases to volumes where the Scrap-EAF route becomes the cheapest production option, but due to technological lock-in of BF-BOF it is projected to have limited market share gains. For Japan, Korea and Taiwan scrap availability is no constraint. In the latter two regions Scrap-EAF naturally gains substantial market shares. Japan's high cost of electricity limits market penetration of the secondary steelmaking route.

Imposing an increasing carbon tax of 200 US\$ will lead to a 75% emission reduction for China, Japan, Korea and Taiwan combined. The greatest reduction occurs in China, where Scrap-EAF now gains substantial market shares. Regulatory policies on the fossil-based BF-BOF route leads to an overall emission reduction of 57%. Under those conditions fuel-switching towards biomass occurs and Hydrogen Flash Smelt (HFS) will be incentivised. Subsidizing policies have little effect since the greatest cost component is the fuel and material consumption.

#### **5 . Conclusion**

Overall, from our initial results it can be concluded that the iron and steel industry needs to be heavily incentivised to obtain large scale reductions of emissions. The presence of policy incentives by effective carbon pricing are needed to achieve substantial emission reduction of the iron and steel sector.

#### **References**

- IEA, 2017: *CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights 2017*. Paris, France,.
- Mercure, J.-F., 2012: FTT: Power: A global model of the power sector with induced technological change and natural resource depletion. *Energy Policy*,.

## **Policies and predictions for a low-carbon transition by 2050 in passenger vehicles in East Asia: Based on an analysis using the E3ME-FTT model**

**Authors:** Aileen Lam<sup>\*,†</sup>, Soochaeol Lee<sup>‡</sup>, Jean-François Mercure<sup>§</sup>, Yongsung Cho<sup>\*\*</sup>, Chun-Hsu Lin<sup>††</sup>, Hector Pollitt<sup>‡‡</sup>, Unnada Chewpreecha<sup>‡‡</sup>, Sophie Billington<sup>‡‡</sup>

### **1 . Introduction**

As the IPCC 5<sup>th</sup> Assessment Report highlighted, the transport sector is important for climate change mitigation along with difficulties of achieving deep reductions therein (IPCC Working Group III, 2015, p603). The demand for crude oil and petroleum by the road transport sector has been increasing by nearly 60% in the China, Japan, South Korea and Taiwan since 2004 (IEA Energy Statistics). Passenger cars were found to account for over 50% of the increase in gasoline demand. The dependence on fossil fuels has significant implications on energy security, emissions and climate change.

The main objective for this research is to use a model of technological diffusion to study the possible future technological transitions in the passenger car sector in East Asia. We performed a series of policy scenario analysis (vehicle tax, fuel tax, carbon tax, subsidies, etc.) for these countries considering consumer diversity in each country. The scenario analysis finds the set of policy incentives that will lead to significant emissions reductions in transportation sectors in East Asian countries.

### **2 . Methods of analysis**

The FTT framework models technological diffusion by a set of logistic differential equations, of the Lotka-Volterra family, which represents gradual technological substitution processes (Mercure, et.al. 2012). The diffusion processes are path dependent and involves positive feedbacks, which is captured by the FTT framework. The FTT-Transport model assumes the presence of a diverse market with heterogeneous agent, by using a probabilistic treatment of consumer decision making using distribution of cost values (Mercure and Lam, 2015).

The FTT transport model is a sub-model of the E3ME model, a non-equilibrium macroeconomic simulation model based on a demand-led Post-Keynesian structure (Lavoie, 1992). In the E3ME-FTT model, disposable income is calculated based on wages,

---

\* Department of Economics, Faculty of Social Sciences, University of Macao, E21, Taipa, Macau, China. e-mail: [al554@cam.ac.uk](mailto:al554@cam.ac.uk)

† Department of Land Economy, University of Cambridge, 19 Silver street, Cambridge, CB31EP, United Kingdom.

‡ Faculty of Economics, Meijo University, 501 Shiogamaguchi, Tenparku, Nagoya, Japan.

§ Department of Environmental Science, Radboud University, 6500 GL Nijmegen, The Netherlands.

\*\* Dept. of Food and Resource Economics, Korea University, Anamdong, Seoul, Korea Center for Green Economy, South Korea.

†† Chung-Hua Institution for Economic Research, Taipei, Taiwan.

‡‡ Dept. of International Modelling, Cambridge Econometrics, Covent Garden, Cambridge, United Kingdom.

GDP, price level and employment. The E3ME model involves the use of econometric estimation to identify the effect of Endogenous Technological Change (ETC).

### **3 . Results of analysis**

Our initial findings show that in the baseline scenario, in the absence of additional policy incentives, EV will not gain significant market shares. Instead, in countries such as South Korea and Japan, hybrid cars gain market shares at the expense of other vehicle technologies. Although the penetrations of hybrid cars could cut emissions by more than 50% below the 2005 levels by 2050 only in Japan. In South Korea, as a result of increasing number of vehicles, emissions from passenger transport are projected to increase by more than 50% by 2050, without the further penetration of Electric Vehicles (EV).

Different to Japan and South Korea, we find that in China, EVs start to gain market shares from 2018 onwards, due to the presence of important EV policies such as EV mandate and license plate lottery. In the case Taiwan, we see a high market shares of motorcycles historically. In our projections, we see the market shares for motorcycles maintain at around the same level between 2012 and 2050.

The scenario analysis including carbon taxes, fuel taxes, subsidies and mandates finds that to cut emissions significantly by more than 80% below the 1990 levels, it is necessary to encourage the penetration of zero emissions vehicles such as Electric cars by strengthen the existing policy incentives. During the transitions period, decarbonisation of remaining non-electric cars can be done using biofuel mandates, although the extent to which this is feasible depends on the country's individual biofuel capacity.

### **4 . Conclusion**

Overall, our initial results concluded that in the absence new policy incentives, it is not possible to cut emissions significantly beyond 50% below the 2005 emissions level. The continued penetration of hybrid cars and EVs are not sufficient to cut emissions significantly in all the four Asian countries in this study. It is necessary to encourage the further penetrations of zero emissions vehicles by strengthen the policy incentives that in favor of Electric vehicles.

### **References**

Mercure, J.F. and Lam, A., 2015. The effectiveness of policy on consumer choices for private road passenger transport emissions reductions in six major economies. *Environmental Research Letters*, 10(6), p.064008.

# Decarbonisation of building sectors in East Asia until 2050: A simulation of decarbonisation policies using FTT:Heat model

Authors: Florian Knobloch\*, Unnada Chewpreechat†, Songhee Kim‡, Yanmin He<sup>□</sup>, Li-chun Chen<sup>δ</sup>, Jean-François Mercure\*‡, Soocheol Lee<sup>§</sup>

## 1. Introduction

Plenty of unexploited mitigation options exist in buildings, many at low (or even negative) cost. For limiting global warming under 2°C, all transformation pathways reviewed in IPCC-AR5 therefore suggest substantial reductions of the buildings sector's direct carbon emissions: around 50-75% until 2050, and up to 100% by 2100 (Clarke et al., 2014). Heating is by far the largest source of residential on-site CO<sub>2</sub> emissions, and therefore has the largest decarbonisation potential. While the IPCC pathways indicate what may be optimal from a social planning perspective, they leave open the question how such a deep decarbonisation could be achieved by real-world policies.

Therefore, the main objective of our research is to use a model of technology uptake to study the diffusion of renewable and efficient heating technologies in East Asia. Under which conditions and behavioural assumptions could policies induce a sufficiently fast transition towards renewable heating, and how long would it take? To this end, we performed a series of scenario simulations for different policy instruments in East Asian countries, considering household diversity and bounded rationality of household decisions.

## 2. Methods of analysis

For analysing low-carbon transitions in residential heating, we use the FTT:Heat model (Knobloch et al., 2017). It is a bottom-up simulation model of technology diffusion, aiming to project how the technology composition of residential heating systems may develop until 2050 under the chosen assumptions on heat demand and choice behaviour. At the model's core is a simulation of technology uptake, in which individual heating technologies (e.g., coal boilers, gas boilers, heat pumps, solar thermal, etc.) compete for market shares. Importantly, FTT:Heat does not minimise or maximise some objective function, such as system cost or intertemporal utility. Instead, it simulates the decision-making of households: under

---

\* Department of Environmental Science, Radboud University, 6500 GL Nijmegen, The Netherlands

† Department of International Modelling, Cambridge Econometrics Ltd.

‡ Energy Economic Institute, Japan, Senior Researcher

□ Faculty of Economics, Otomon-gakuin University

δ Faculty of Economics, Yamaguchi University

‡ Department of Land Economy, University of Cambridge, Cambridge, CB2 3QZ, UK

§ Faculty of Economics, Meijo University, slee@meijo-u.ac.jp

given behavioural assumptions and levels of heat demand, which heating technologies would they choose, and how fast can new technologies grow within the market?

The model can be used to simulate the potential effects of policy instruments, such as fuel taxes and subsidies. Its integration with the Integrated Assessment Model E3ME-FTT allows for the analysis of feedbacks with other sectors, and is here used to simulate potential impacts on the electricity sector and related indirect emissions (Mercure et al., 2018).

### **3. Results of analysis**

In our baseline projection under current policies and diffusion trends, we find that annual direct CO<sub>2</sub> emissions from residential heating in East Asia would peak by 2030, before returning to their 2014 level by 2050. Given the projected increase in heat demand (mostly in China), this suggests a decrease in the direct emission intensity, due to a continuation of current diffusion trends of low-carbon technologies, foremost heat pumps and solar thermal. In our policy scenarios, we find that an (increasing) fuel tax of 50-200€/tCO<sub>2</sub> would be required for reducing direct emissions by around 80% (relative to 2014). Meanwhile, policy mixes are projected to be more effective than a carbon tax on its own for driving the market of low-carbon technologies, involving lower net emissions and reduced cost burdens for households. Importantly, our projections indicate that a complete decarbonisation of residential heating needs decades rather than years.

In all scenarios, we find that net reductions in cumulative CO<sub>2</sub> emissions strongly depend on a parallel decarbonisation of the power sector.

### **4. Conclusion**

Overall, our initial results indicate that in the absence of new policy incentives, emissions from residential heating would largely remain stable at current levels. The continued diffusion of renewable technologies is not sufficient to cut emissions significantly in all East Asian countries. For an ambitious decarbonisation consistent with the 2°C target, further policy instruments are necessary.

### **References**

- Clarke, L.E., et al, 2014. Assessing transformation pathways. *Clim. Chang. 2014 Mitig. Clim. Chang. Contrib. Work. Gr. III to Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Chang.* 413–510.
- Knobloch, F., et al., 2017. A technical analysis of FTT:Heat - A simulation model for technological change in the residential heating sector. European Commission, Directorate-General for Energy.
- Mercure, J.-F., et al., 2018. Environmental impact assessment for climate change policy with the simulation-based integrated assessment model E3ME-FTT-GENIE. *Energy Strateg. Rev.* 20, 195–208.

9月9日（日）午後（1）

会場：F（414）

## 企画セッション：グリーンインフラと自然環境 施策の経済分析

### セッション概要

グリーンインフラ（グリーンインフラストラクチャー）とは、自然環境の有する防災や水質浄化等の機能を人工的なインフラの代替手段や補足的手段として有効に活用するための概念である。グリーンインフラを推進するうえでその経済効果を評価することが重要である。だが、グリーンインフラには防災・減災などの効果に加えて生態系保全や景観保全などの多様な価値が含まれており、しかも人工インフラに比べて不確実性が高いことから、グリーンインフラの経済評価は容易ではなく、先行研究は非常に少ない。一方、国立公園管理などの自然環境施策に関しては、多数の実証研究が存在し、政策担当者と連携した政策研究も進展している。そこで、本企画セッションでは、自然環境施策の経済分析で用いられてきた分析手法をグリーンインフラに適用することの可能性について検討を行い、これまでの研究成果を展望するとともに今後の研究課題について議論する。

# グリーンインフラは土地利用に関する合意形成を複雑化させるか 二つの選択型実験の結果を踏まえて

Can green infrastructure complicate consensus building on land use?

Evidence from two choice experiments

○金慧隣\*・庄子康\*\*・柘植隆宏\*\*\*・久保雄広\*\*\*\*・中村太士\*\*

Hyerin Kim, Yasushi Shoji, Takahiro Tsuge, Takahiro Kubo, Futoshi Nakamura

## 1. はじめに

今日、生物の生息・生育の場、あるいは生物多様性を保護する場として保護地域を増やすことは難しい状況にあり、保護しながら利用することの重要性が指摘されている。治水事業に関わるグリーンインフラ（以下、GI）はこれらを保護しながら利用する典型例であり、効率的な土地利用政策として大きな役割が期待されている。

治水事業に関わる従来型のグレーインフラは多くの場合、単目的であり、特定の便益を特定の利害関係者（on-site beneficiary）に提供する傾向が強かった。例えば、遊水地は洪水浸水想定区域に居住する人々に洪水防止サービスを提供していた。しかし、治水事業に関わるGIは多様な便益を多様な利害関係者に提供することになる。例えば、その遊水地を渡り鳥も利用できる湿地としても利用したとすれば、渡り鳥や湿地生態系に価値を見出す人々（off-site beneficiary）にも便益を提供することになる。このような場合、保護か開発かという二項対立にはなりにくいかもしれないが、提供される便益が多様であるがゆえに、合意形成はより複雑になるかもしれない。

本研究では環境評価手法の一つである選択型実験を用いて、GIが提供する生態系サービスに対する評価を試みる。日本の北海道における遊水地を対象に、遊水地が設置される長沼町の地域住民と一般市民（北海道民）を対象とした二つの選択型実験から、遊水地のGI化で提供される生態系サービスに対する支払意志額を評価する。その結果に基づき、地域（町）と地方（北海道）での合意形成上の課題について選好の多様性を踏まえて議論する。

## 2. 分析方法

選択型実験の評価シナリオでは、遊水地のGI化によって三つのサービスが生み出されることを想定している。GI化を行う土台である遊水地はグレーインフラであり、それは既設という設定になっている。想定される生態系サービスは、飛来するタンチョウの生態的な状況（飛来・定住・営巣）と湿地の面積増加、自然観察の場の設置であり、これを実現す

---

\* 北海道大学大学院農学院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University  
〒060-8589 所属住所 TEL 011-706-3342 E-mail: khl4186@gmail.com

\*\* 北海道大学大学院農学研究院

\*\*\* 甲南大学経済学部

\*\*\*\* 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター

るために寄付が求められことが想定されている。北海道民に対する調査についてのみ、実際に洪水の危険が迫ったときに、野鳥の生息場所や自然観察の場であることに配慮して、遊水地の稼働について様子を見るかどうかの属性が加わっている。この属性は、GI化で生み出された生物の生息・生育の場や遊水地内の観察施設が流出することへの懸念を計測するための属性である。地域外の利害関係者（off-site beneficiary）が、タンチョウの生息地や遊水地内の施設の流出を避けるために、遊水地を稼働させず、できる限り様子を見るという運用が望ましいかどうかを把握することが目的である。

長沼調査は2015年12月から2016年2月に行い、アンケート調査票は町役場を通じて各世帯に配布してもらった。回答者数は473名であり、回収率（回収部数/配布部数）は10.6%であった。選択型実験の設問に回答していた459名の回答を選択型実験の分析に用いている。北海道調査は北海道に在住する調査会社のモニター（20歳代から60歳代）を対象にWebアンケート調査を通じて実施した。回答者数は1,206名であり、回収率（回答数/調査依頼配信数）は15.7%であった。最終的に958名の回答を選択型実験の分析に用いている。推定には潜在クラスモデルを適用した。

### 3. 分析結果

紙面の都合上、詳細は示さないが、下記二つのデータセットの結果（セグメント分けと効用パラメーターの符号）と潜在クラスモデルで導入したメンバーシップ関数の解釈は整合的なものであった。長沼町の回答者は三つのセグメントに分類され、一つのセグメントは他のセグメントと比較して、GI化（生態系サービスの提供）に対してより高い評価をしているのに対し、別のセグメントは金額を度外視してGI化を強く否定していた。

一般市民（北海道民）の回答者も三つのセグメントに分類され、GI化に対する評価はそれぞれ異なっていたが、概ねGI化に対して肯定か中立であった。注目すべきことは、タンチョウの飛来・定住・営巣をはじめとした生態系サービスの提供を高く評価するセグメントは、遊水地の稼働について様子を見るオプションの効用パラメータが有意であったことである。支払意志額として評価すると811.4円と評価された。

### 4. 結論

GI化に対する地域住民の選好は地域内であっても多様であり、一部のセグメントの選好は明らかに対立していた。一方で、地方レベルではGI化に対する一般市民の選好は肯定的なものであったが、遊水地の稼働について様子を見るという、地域にとっては受け入れ難いオプションに価値を見出している人々も存在していた。これらはGIが地域対地域外という対立を生み出しかねないものである。GIはグレーインフラに見られた開発か保護かという対立とは異なった新しい形（地域内・地域と地域外）で、土地利用に関する合意形成を複雑化させるかもしれない。

# 部分プロフィール選択実験による森林の生態系サービスの経済評価

Using partial profile choice experiment to value forest ecosystem services

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

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

## 1. はじめに

自然は多様な生態系サービス（ES）を発揮する。多機能性が特徴のグリーンインフラについて経済分析を行ううえでは、このような多様な ES の便益を適切に評価することが重要である。しかし、環境評価で広く用いられている選択実験では、回答者の認知能力の限界から、使用できる属性の数は比較的少数に限られる。このため、属性を絞り込むことが行われるが、その妥当性については十分に検討されていない。

これに代わるアプローチとして、「部分プロフィールを用いた選択実験（部分プロフィール選択実験）」の適用が考えられる。部分プロフィール選択実験は、すべての属性の中から取り出された一部の属性を用いて作成されたプロフィールを用いる選択実験である。それぞれの質問では、少数の属性だけが用いられるため、回答者の認知的な負担を増大させることなく、一般的な選択実験より多くの属性を評価することが可能になる。

本研究では、森林の ES を対象として行ったケーススタディーに基づき、部分プロフィール選択実験の環境評価手法としての有用性を検討する。

## 2. 分析方法

本研究では、TEEB の分類に基づいた 15 種類の森林の ES を属性として用いた。それらの機能を強めたり、弱めたりするために、それぞれの機能の発揮を目的とした保護地域の面積を増やしたり、減らしたりするというシナリオを設定した。また、そのような政策を実現するために税金による負担が必要になると想定した。

15 種類の ES から取り出された 5 種類の ES と負担額の組み合わせによりプロフィールを作成した。プロフィールに含まれない ES については、現状維持と想定した。

このようにして作成された 3 つのプロフィールに「現状維持プロフィール」を追加して、1 つの選択セットを形成した。現状維持プロフィールでは、新しい政策を実施しないため、すべての ES が現状のままであり、税金の負担増も発生しないと想定した。回答者は、それぞれの選択セットの中から最も望ましいプロフィールを選択する。8 回の質問からなる質問群を 50 パターン準備し、回答者にはこのうちの 1 パターンをランダムに提示した。

---

\* 北海道大学大学院農学研究院

\*\* 甲南大学経済学部 Faculty of Economics, Konan University

〒658-8501 神戸市東灘区岡本 8-9-1 TEL:078-435-2394 E-mail:tsuge@center.konan-u.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

図1. 選択セットの一例

	政策 A	政策 B	政策 C	
木材	-25%	+50%	+25%	新しい 政策を 実施しない (0円)
災害の防止	+25%	+25%	+50%	
きれいな水	+25%	-25%	0%	
遺伝的な多様性	+50%	0%	-25%	
教育の場	0%	+25%	+25%	
毎年の負担金	1,000円	500円	5,000円	
	政策 A	政策 B	政策 C	

### 3. 分析結果

2015年3月6日から9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1,163名である。これに先立ち、2015年2月にプレテスト(回答者数595名)を実施して、調査内容の妥当性について確認を行った。

条件付きロジットモデルおよび混合ロジットモデルにより推定を行ったところ、評価対象とした15のESのうち、10のESについては有意に正に評価された。「山崩れや洪水などの災害を防止する働き」が最も高く評価され、続いて「水資源を蓄える働き」「空気をきれいにしたり、騒音をやわらげたりする働き」「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」「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」「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」「貴重な野生動植物の生息の場としての働き」が高く評価された。一方で、混合ロジットモデルでは、「宗教的な体験を行ったり、精神的に大切な場所となったりする働き」の平均パラメータが有意に負に評価された。

推定結果より、回答者は6つあるいは7つのサービスを特に重要と評価するが、それ以外のサービスに対しても、最も重要なサービスの半分程度のMWTPを持つことが明らかとなった。ここから、相対的に評価が低いサービスであっても、その価値は無視できるほど小さいものとは限らないことが示された。また、「宗教的な体験を行ったり、精神的に大切な場所となったりする働き」のように、便益を発生させると予想された属性が実際には費用を発生させる場合があることが明らかとなった。そのような場合には、属性を絞ることは、本来は費用として計上すべき項目を便益の項目に含めた上で、その値を0と仮定していることになる。これらのことから、属性を絞ることは、評価結果の信頼性を低下させるとともに、費用便益分析などの結果に影響を与える可能性があることが明らかとなった。

### 4. 結論

本ケーススタディーにおいては、属性数を絞るといふ、これまで一般的に行われてきたアプローチによって、信頼性の低下が生じる可能性があることが明らかとなった。これは、部分プロファイル選択実験の有用性を示唆する結果である。今後は部分プロファイル選択実験の信頼性に関するさらなる研究が必要である。

# 「グリーンインフラの経済学的特徴と意義」

## Economic Characteristics and Some Significance of Green Infrastructures

○大沼あゆみ\*

Ayumi Onuma

### 1. はじめに

グリーンインフラが EU はじめ世界的に注目され始めている。グリーンインフラは、防災や減災等の機能を持つ自然資本であり、歴史的にさまざまな形で活用されてきた。わが国でも、防潮・防砂林としての機能を持つ海岸樹林や、遊水地としての機能を持つため池などはその例である。今日、人工の社会資本を代替・補完するような役割が期待され始めており、第五次環境基本計画では、この機能を活用する方針が盛り込まれている。

本報告では、グリーンインフラの防災機能に着目することで、その経済学的特徴と意義を示し、主流化に向けた課題を明らかにする。

### 2. グリーンインフラの経済学的特徴

グリーンインフラは、多様な便益をもたらす。景観面や生物多様性保全での直接的に人々の厚生を上昇させる効果、観光を通じて地域経済を活性化させる効果である。こうしたさまざまな効果については、それぞれ経済的評価法が確立されており、マネーの単位で評価することが可能になっている。一方、防災・減災効果については、図1及び2のように、グリーンインフラおよびグレーインフラともにその効果の不確実性について定式化し、分析のベースにして、経済的評価を可能とする（図は Onuma and Tsuge (2018)に基づく）。さらに、費用面では、グリーンインフラは、グレーインフラに比して著しく低い水準で設置・維持されるという特徴を持つ。

### 3. グリーンインフラの意義

グリーンインフラの評価は、便益と費用を総合して行う必要がある。人々のリスク回避の程度や人口規模などが、評価に影響を与える。一方、グリーンインフラは、今後の日本の持続可能性にとってきわめて重要な存在で、活用を拡大することは意義がある。人口減少社会における防災インフラは、少なくとも財政面で持続可能なものでなければならないからである。導入には、上記考察により示されたリスクの側面での改善が必要となる。

### 4. 結論

グリーンインフラをどのように推進するか。2つの方向を提示する。一つは、グレーイン

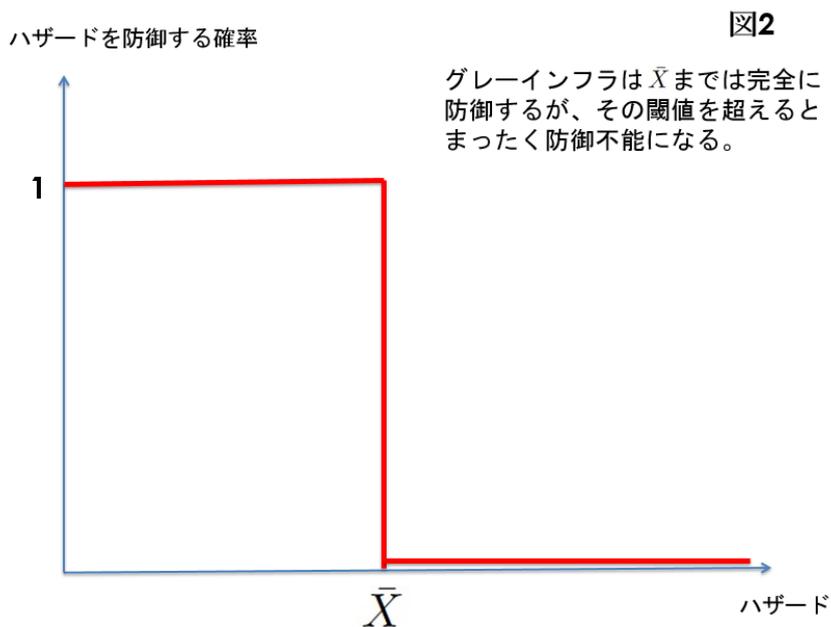
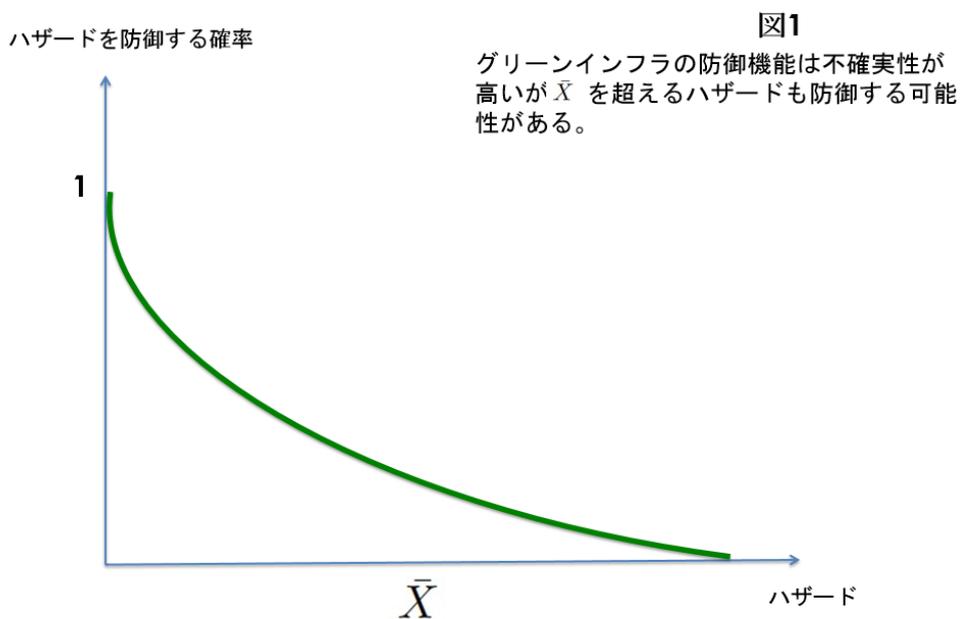
---

\* 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 E-mail: onuma@econ.keio.ac.jp

フラと組み合わせたハイブリッドインフラを作ることである。これにより、費用は上昇し環境面での便益が低減するというトレードオフが生じるが、リスクを緩和することができる。もう一つは、防災をより総合的に考え、避難訓練等と組み合わせてリスクを管理することである。

参考文献

Onuma, A. and T. Tsuge (2018), “Comparing green infrastructure as ecosystem-based disaster risk reduction with gray infrastructure in terms of costs and benefits under uncertainty: A theoretical approach”, International Journal of Disaster Risk Reduction (in press).



自然環境施策の評価手法とグリーンインフラへの適用可能性  
Non-market valuation methods of the natural resource policy  
and application to the green infrastructure

○栗山浩一\*  
Koichi Kuriyama

## 1. はじめに

グリーンインフラ (GI) とは、自然環境の有する防災や水質浄化等の機能を人工的なインフラ (グレーインフラ) の代替手段や補足的手段として有効に活用するための概念である。

GI を推進する上で、GI の効果を経済的に評価することが重要だが、これまで GI を対象とした実証研究は少ない。一方で、森林や農地など自然環境を対象とした自然環境施策においても政策の経済評価が課題となっており、多数の実証研究が行われてきた。

森林や農地も多面的機能を有することから多様な観点から評価を行う必要がある。

そこで、本報告では、これまで行われてきた自然環境施策の経済評価に関する研究成果をもとに GI への適用可能性について検討を行う。

## 2. 分析方法と分析結果

過去の自然環境施策および GI の実証研究論文を収集し、それぞれの特徴を分析することで自然環境施策の評価手法の GI への適用可能性について検討を行う。

自然環境施策の経済評価手法としては、代替法などの現実の市場価格を用いる現実市場アプローチ、トラベルコスト法やヘドニック法など経済行動をもとに間接的に経済価値を評価する顕示選好 (RP) アプローチ、仮想評価法や選択型実験など表明データをもとに直接的に経済価値を評価する表明選好 (SP) アプローチが用いられてきた。

表 2 は自然環境施策および GI に関する過去の実証研究論文数を示したものである。まず、論文数の総数で比較すると森林に関するものが 1004 件、農地関係が 678 件、公園関係が 583 件と自然環境施策に関するものは多数の実証研究が存在するが、GI に関するものは 73 件にとどまっており、GI の研究が遅れていることがわかる。また手法別に見ると、いずれも最も多いのは CVM であった。自然環境施策も GI も生物多様性などの非利用価値に関連することが多いため、CVM などの表明選好アプローチが必要となることが原因として考えられる。

表 1 グリーンインフラとグレーインフラ

	グリーンインフラ	グレーインフラ
概要	自然資本の機能を活用	人工資本を利用
具体例	森林・農地等	ダムや防潮堤
効果の不確実性	高い	低い
コスト	比較的低い	高い
多目的利用	景観保全 生態系保全 レクリエーション	他の用途の利用は限定的
住民への影響	影響が強く 合意が困難	影響が少なく 行政依存傾向

\* 京都大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University  
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 TEL 075-753-6192 E-mail: kkuri@kais.kyoto-u.ac.jp

また代替法などの現実市場アプローチも比較的多い。この背景には、水質浄化や防災・減災などは実際の被害額を算定したり防御支出を推定するなど市場価格を用いることが可能なことが考えられる。

GI に特徴的な点としては、ヘドニック法が14%と高い比率を占めているのに対してトラベルコスト法が5%にとどまっている。GI の防災・減災効果は地域限定的であり、GI の防災・減災効果が地域住民に十分に理解されているのであれば、GI の効果が地価に反映されることからヘドニック法の適用が可能であろう。しかし、GI の防災・減災効果が住民に理解されているとは限らず、ヘドニック法の評価額の信頼性については不明である。

表2 自然環境施策およびグリーンインフラに関する経済評価の論文数

評価手法		森林		農地		公園		グリーンインフラ	
現実市場	代替法など	237	24%	187	28%	72	12%	19	26%
顕示選好	ヘドニック	60	6%	45	7%	58	10%	10	14%
	トラベルコスト	168	17%	71	10%	148	25%	4	5%
表明選好	CVM	504	50%	322	47%	337	58%	37	51%
	選択型実験	133	13%	95	14%	65	11%	6	8%
Total		1004	100%	678	100%	583	100%	73	100%

注：環境評価データベース EVRI をもとに作成

### 3. 結論

自然環境施策に関しては多数の実証研究が存在し、これまでも様々な自然環境施策に評価結果が用いられてきた。一方、GI に関しては実証研究が少なく、評価結果の信頼性も不明である。自然環境施策で用いられてきた評価手法をGI に適用する際には以下の点が課題として残されている。

第一に、GI の多面的機能に関する考慮である。GI はグレーインフラと異なり、防災・減災だけではなく生態系保全やレクリエーションなど様々な役割を持っている。したがって多様な観点から評価が可能な評価手法が必要となる。

第二に、GI の不確実性に関する考慮である。GI は地形や樹種などの自然条件によって効果が異なることから不確実性が高く、従来の自然環境施策の評価手法では評価結果の信頼性が低下する危険性がある。したがって、不確実性が高い場合であっても信頼性の高い評価が可能となるように評価手法の改善が求められる。

第三に、GI に関する地域住民の理解度に関する考慮である。GI の概念は比較的新しいものであり、地域住民が十分に理解しているとは限らない。地域住民の理解が不十分な場合はヘドニック法などの顕示選好アプローチによる評価は困難であるため、表明選好アプローチが不可欠となる。住民の理解度が低くても信頼性を確保するための新たな評価手法の開発も必要であろう。

9月9日（日）午後（1）

会場：G（415）

企画セッション：災害の経済学の構築に向けて

### セッション概要

気候変動に伴う災害は環境問題の中心的議題として取り上げられており、また災害リスクは居住地選択問題などにおいて土地が持つ環境属性の中でも最も重要なひとつとして考えられる。しかし、環境経済学会あるいは環境科学の学会の中でいまだに災害は独立したセッションを割り当てられるにはいたっていない。これは災害にまつわる経済の諸現象についての議論はなされているものの、「災害の経済学」としてまとまった議論を行う習慣自体が少ないことに起因すると考えられる。そこで、本セッションでは、過去20数年内で最も大きな被害をもたらした、阪神淡路大震災、東日本大震災、熊本地震に関係する諸問題について、議論を行い、今後の災害の経済学構築の一助となることを企図する。

# 阪神・淡路大震災と東日本大震災の長期経済被害の推計

An Estimation of Long-run damage from 1995 Kobe Earthquake and 2011 Tohoku Earthquake

○萩原泰治 1\*・堀江進也 2\*\*・菱田鷹杜 3\*\*\*・

Taiji HAGIWARA 1, Shinya HORIE 2, and Takato HISHIDA 3

## 1. はじめに

震災の経済的被害の評価方法として、産業連関表分析、一般均衡分析、アンケート調査などの手法が試みられている。産業連関表分析、一般均衡分析に関して、以下のような問題点がある。被災後の復興投資や生産回復過程等の効果、産業構造や人口動態の変化など、時間軸における変化を反映した推計を行うことが難しい。また、間接経済被害の残存期間を仮定する必要がある。一方、アンケート調査に関しては、アンケート回答者が必ずしも重要な被害を受けた企業(あるいは人)と一致しない可能性がある。また、間接被害に関しては主観的な判断に頼らざることを得ないという問題点が指摘されている。

災害が発生していなかった場合に被災地がどのような経済的状況を実現していたかを評価し、現実の推移と比較しその差を被害と考える手法として、Counter Factual 推計という手法がある。この手法を阪神・淡路大震災と東日本大震災に適用して、どのような結果が出るかを検討することが本研究の目的である。

## 2. 分析方法

Hsiao 他(2012)に従い、以下の通りに分析を行う。地域の情報がすべて GDP に反映されると考えて、震災以前において対象被災地域と同じ GDP の推移を持つ地域を複数選択し、これら選択された地域の震災後の動向を基に、対象被災地域の GDP を予測し、被害がない場合の状況ととらえる。これと現実の対象被災地域の GDP の推移と比較しギャップを間接被害ととらえる。

先行研究においては、都道府県データを用いて分析を行っているが、本研究では、それに加え、市町村レベルで製造業付加価値に関する分析も行う。

## 3. 分析結果

申し込み時点では、Counter Factual 推計の結果は下図のようになっている。兵庫県の GDP に関しては長期にわたり、間接被害が継続していることがわかる。一方、神戸市製造

---

\* 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University  
〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1 TEL 078-803-6848  
E-mail: hagiwara@econ.kobe-u.ac.jp

\*\* 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University

\*\*\* 日産自動車株式会社 Nissan Motor Co.Ltd.

業の付加価値に関しては逆(間接被害が負)という結果を得ている。

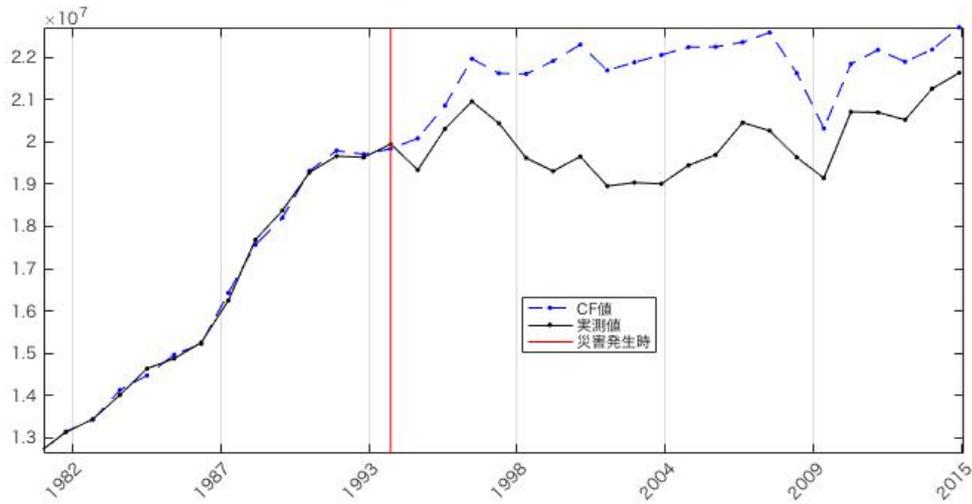


図1 兵庫県 GDP における間接被害

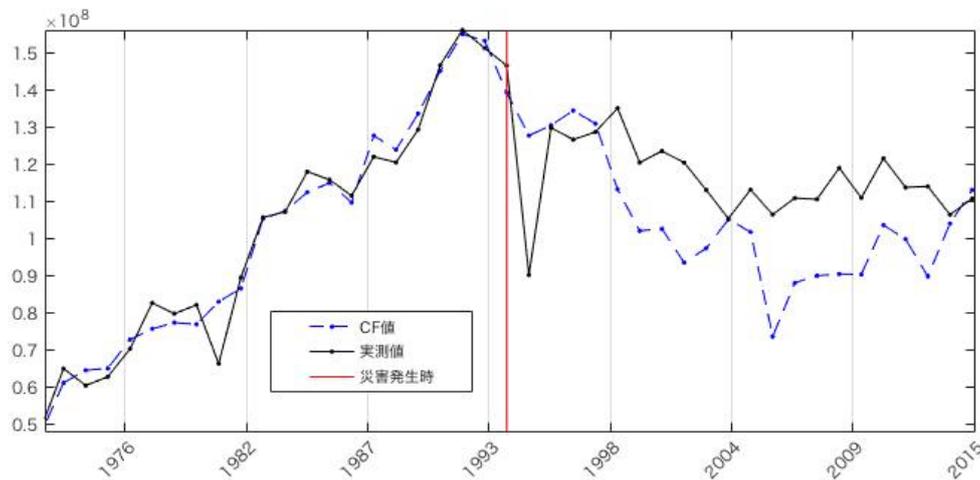


図2 神戸市製造業付加価値における間接被害

#### 4. 結論

すでに都道府県レベルの分析で長期にわたる間接被害の存在は確認されている (Dupont&Noy, 2015) が、本研究において統合的な結果を得た。しかし、市町村レベルの製造業においては、逆の現象が観察されている。この原因について検討を行う。

#### 参考文献

- 1 DuPont IV, W., & I. Noy. (2015). “What happened to Kobe? A reassessment of the impact of the 1995 earthquake in Japan”. *Economic Development and Cultural Change*, 63(4), 777-812.
- 2 Hsiao, C., H.S. Ching & S. K. Wan (2012). “A panel data approach for program evaluation: measuring the benefits of political and economic integration of Hong Kong with mainland China.” *Journal of Applied Econometrics*, 27(5), 705-740.

# 阪神・淡路大震災後の被災者の生活再建の推移の考察

## Household's Recovery Process from 1995 Kobe Earthquake.

堀江進也\*・地主敏樹\*\*・萩原泰治\*\*\*

Shinya Horie, Toshiki Jinushi, Taaji Hagiwara

### 1. はじめに

1995年の阪神大震災で甚大な被害が発生したことに対応して、経済学も含めた様々な学問分野で多くの研究が行われてきた（神戸大学震災研究会編（1996～2002）など）。また、2011年には東日本大震災がおきて、広範な地域で多くの人命が失われ、地元の経済社会も多大な被害を受けたので、やはり様々な分野の研究が活発に実施されて成果が発表されている（東北大学経済学部地域産業復興調査研究センター編（2012～2016）など）。さらに昨年には熊本震災が発生して、相当範囲の地域に大きな被害を与える地震災害が続く形となり、地域社会や経済に重要な問題を数多く生じさせているので、減災・防災から救助および復旧・復興に至るまで多様な研究を総合的に活用する必要性はきわめて高い。

経済学のアカデミックな研究に目を転じてみよう。被災地の社会・経済に関しては、ジャーナリズムではひたすら困難を訴える報道が多い一方で、経済学のアカデミックな論文においては、長期的な影響はもちろんのこと、かなり短期的にも地震災害の影響は限定的であるとするものが、目立っている。まず、長期的な影響に関しては、災害の影響は一時的なものであって長期的にはほとんど消滅するという見方が主流であろう。発災前からの変化のトレンドが加速されることはあるが、長期的な均衡点が変更されることはほとんどないというのである。（Kohara, Ohtake and Saito, 2002; Fujiki and Hsiao, 2016）このギャップはどこから生まれるのであろうか。

本研究は、阪神大震災から20年を経た2016年に、被災者を中心とした被災地居住者にアンケートを行った研究プロジェクトの、成果の一部を報告するものである。生活水準の回復に関連した質問項目に焦点をあてて、「現在に至る持続的な影響はないのか」、「生活水準の回復は所得水準の回復とどのように連動してきたのか」という問題に注目して、議論する。

### 2. 分析方法

本研究は2018年3月に収集した1896人の神戸市民を対象としたアンケートデータを利用して行った。年齢構成は、被災時労働に従事していた市民を対象としたため、40代前半：21.1%、40代後半：17.4%、50代前半：17.9%、50代後半：14.2%、60歳以上：29.4%で

---

\* 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University  
〒000-0000 所属住所 TEL&FAX078-803-6881 E-mail: horie@econ.kobe-u.ac.jp

\*\* 神戸大学大学院経済学研究科

\*\*\* 神戸大学大学院経済学研究科

ある。また、発災時の居住については、震災時居住者：80.4%、震災後転入者：19.6%となっている。回答者に、各属性とともに、これまでの所得の推移と主観的生活水準の推移、1994年時点を100としてたずねた。また、2重ローンの有無、失業経験の有無についてもたずね、これらの変数の相関を見ることで分析を行った。

### 3. 分析結果

分析結果を以下に示す。

ただし、ただしスペースの関係から、最も重要な結果を表1に示す。これは結果5に相当する。

1：被災地居住者の3割近い人々が、21年後においても、経済的影響が持続していると評価している。

2：震災後の直・接間接被害があること、失業経験があること、二重ローンがあることの諸要因は、すべて経済的影響の持続に寄与している。

3：所得の回復の遅れと、生活水準の回復の遅れとは、正の相関関係にある。

4：震災時居住者と震災後転入者とを比べると、所得水準と生活水準に関して、どちらも震災後転入者の方が顕著に高く推移している。震災後の激甚被災地への転入者が多いことから、被災地経済のパフォーマンスを示す集計値は、震災後転入者の寄与によって引き上げられている可能性を示唆している。

5：被災地共住者であった高齢者は、引退に応じた所得水準低下へのバッファーたるべき資産水準が低いために、所得水準の低下が生活水準の低下に直結している可能性が示唆されている。二重ローンの存在も、所得水準と生活水準、双方の回復水準を低下させている。

	全体		被災地内		被災地外	
	相関	人数	相関	人数	相関	人数
全年齢層	0.61	1674	0.61	1351	0.58	323
高齢層	0.54	478	0.56	446	0.27	32
若・壮年層	0.65	1196	0.65	905	0.64	291

表2 所得ギャップと生活ギャップとの相関

### 4. 結論

阪神・淡路大震災の被災者の生活再建について、非常に長い時間が経過しているにもかかわらず生活再建がまだまだ途上であるといわれる家計がある一方で、これまでの学術的な議論でそれを必ずしもとらえられていないことの原因に、被災地経済のパフォーマンスを代表するサンプルに流入者が多く含まれていることが考えられる。また、生活再建に成功していない家計は、年齢を重ねることによって起こりうる疾病や退職に伴う所得の低下に対するバッファーとなるべき資産を震災で失っていることが考えられる。

## 熊本地震被災者の地震保険購入行動の決定要因の分析

Are Seismic Reinforcement and Earthquake Insurance are Compliments or Substitutes?

堀江進也\*・○佐藤純恵\*\*\*

Shinya Horie, Sumie Sato

### 1. はじめに

2011年時点での全国の地震保険付帯率（火災保険特約に地震保険契約が付帯されている割合）は 26.0%、2016年時点で30.6%であり、増加傾向にはあるものの、いまだに低い状況といえる。熊本地震を2015年に経験した熊本市においてすら、2015年度から2016年度で全世帯の中で5.8%増加をしたものの、35.6%でとどまっている。さらに2016年度に新たに契約された火災保険特約に地震保険特約が付帯されていた割合は78.0%である。このような状況と、熊本市における地震保険特約付帯世帯の熊本地震による住宅全損率が4.7%半損率が33.7%一部存率が45.9%（=84.3%が住宅に被害があった）であったという事実を比較する

と、やや判断が難しくはあるものの、新契約における地震保険特約

2011年度 (%)	2012年度 (%)	2013年 (%)	2014年 (%)	2015年 (%)	2016年 (%)
25.2	26.5	27.3	28.5	29.8	35.6

表 1. 熊本県の地震保険加入率の推移（出所：日本損害保険協会）

の付帯率は低いと考えることができる。このような状況はなぜ生まれるのだろうか。

姜ら（2014）は東日本大震災のケースを、アンケートデータを用いて検証し①ロスコントロールを実施する家計は、さらに地震保険を購入する傾向がある、②自然災害に対する意識が高い家計ほど、地震保険を購入する傾向がある、③金融資産が多い家計ほど、地震保険を購入する傾向がある、ことを発見した。つまりロスコントロールは地震保険の購入と補完関係にあると示されているが、この結果について必ずしも学術的には統一した見解を得られていない（e.g., マーシュ・ジャパン, 2012）。本研究は、この議論に貢献するものであり、熊本地震後の被災者の地震保険購入行動の決定要因について考察する。

### 2. 分析方法

2018年3月に熊本市の家計543世帯を対象としたアンケートを実施した。この中で、「熊本地震以前に地震保険を購入していない」家計が熊本地震後に地震保険を購入した場合1購入し

\* 神戸大学大学院経済学研究科 Graduate School of Economics, Kobe University  
〒657-8501 所属住所 TEL&FAX078-803-6881 E-mail: horie@econ.kobe-u.ac.jp

\*\* 神戸大学社会システムイノベーションセンター

ていない場合に0とし、子入稿同を表1にあるとおりの変数を用いてプロビット回帰分析を行った。変数の選択においては姜ら（2014）を参考にした。ただし、リスクの選好については、過去5年の道交法上の違反反則金の支払額で測った。

### 3. 分析結果

結果から、姜ら（2014）と整合的な結果が得られた。すなわち、資産保有額と地震購入確率は性の関係にあり、地震保険は、耐震補強など地震に対するロスコントロールと補完関係にある。ただし、限界効果が非常に小さいことがわかる。

本研究における資産は不動産ではなく貨幣資産であるため、保険を購入する動機ではなく予算制約上で家計が購入行動を支えているのだといえる。

変数名	限界効果
資産保有額 (10,000JPY)	0.002*
耐震補強費 (10,000JPY)	0.0009*
復旧費 (10,000JPY)	0.0001**
半壊・半壊ダミー	0.12
リスク選好	0.00***
地盤考慮ダミー	0.25
耐震診断ダミー	0.23

表 2. 主要変数の定義

### 4. 結論

本研究は、家計の地震保険の購入行動決定要因を、熊本市の被災家計を対象としたアンケートによって収集したデータを用いて検討した。この結果、耐震補強などのロスコントロールと地震保険は補完関係にあり、予算制約により余裕が大きい家計ほど購入をするということが分かった。

### 参考文献

1. 姜英英, 浅井義裕, 森平爽一郎 (2014). 「どのような家計が地震保険を購入しているのか」
2. マーシュ・ジャパン (2012)「リスクファイナンスサーベイ 分析レポート」(2012年5月).