

## ■ シンポジウム記録

『East Asian Low-Carbon Community』出版記念シンポジウム記録

### 広域脱炭素社会の構築とグリーンリカバリー — 「東アジア低炭素共同体」構想とその具現化 —

千 暲娥<sup>1</sup>，陳 洞楓<sup>2</sup>，周 璋生<sup>3</sup>

#### 【趣旨】

昨今、日中韓米等各国では脱炭素社会に向け、2050年または、2060年に二酸化炭素実質排出量ゼロ目標を掲げて取り組んでおります。これらの目標、並びにグリーンリカバリーを実現するためには、国内努力はもちろんのこと、国境を越えた国際連携による広域脱炭素社会の構築が不可欠です。

立命館グローバル・イノベーション研究機構（R-GIRO）助成プロジェクト「低炭素社会実現のための基盤技術開発と戦略的イノベーション」（研究代表者：周璋生教授、2008－2012年度）にて、初めて重層的な構造を有する「東アジア低炭素共同体」構想を提唱しました。また2021年2月には、同構想の具現化を目指す社会的技術的イノベーションに関する研究成果の一部を「East Asian Low-Carbon Community: Realizing a Sustainable Decarbonized Society from Technology and Social Systems」（Zhou, Weisheng, Qian, Xuepeng, Nakagami, Ken'ichi (Eds.)) にまとめ、Springer社より上梓しました。

新型コロナパンデミックによる社会・経済的影響が予想以上に拡大する中で、脱炭素とグリーンリカバリーの結合がより一層期待されています。本出版記念シンポジウムでは、最新の研究成果を報告し、さらなる研究を進めていく中でより具体的な実践に結びつけるため、各分野の専門家をお招きし、異なる視座と深い議論を展開して日中韓米等各国の対策をはじめ、今後の新たな研究および実装への展開に繋げていこうと考えております。

キーワード：東アジア低炭素共同体、広域脱炭素社会、グリーンリカバリー

#### 【プログラム】

#### 第一部 「東アジア低炭素共同体」構想とその具現化に関する研究報告（9：30～12：00）

司会：宮脇 昇（立命館大学政策科学部・教授）

【出版報告】周 璋生（立命館大学政策科学部・教授）：

「East Asian Low-Carbon Community: Realizing a Sustainable Decarbonized Society from Technology and Social Systems」

---

<sup>1</sup> 立命館大学サステイナビリティ学研究センター・客員研究員

<sup>2</sup> 立命館大学大学院政策科学研究科・博士課程前期課程

<sup>3</sup> 立命館大学政策科学部・教授

## **[研究報告会] 執筆者による内容紹介と広域低炭素社会の構築への政策提案**

伊庭野 健造（大阪大学工学研究科・助教）

「Construction of an East Asia Nuclear Security System」

蘇 宣銘（国立研究開発法人海洋研究開発機構・研究員）

「Achievement of Nationally Determined Contributions (NDCs) Through Emissions Trading in China, Japan, and South Korea」

山崎 雅人（名古屋大学減災連携研究センター・特任准教授）

「日本の原子力政策の経済影響評価」

千 暲娥（立命館大学サステナビリティ学研究センター・客員研究員）

「グローバルリサイクルシステムの提唱—都市農村混合地域における持続可能な生活ごみ処理モデルを事例として」

任 洪波（上海電力大学・教授）

「Optimal Design and Management of Distributed Energy Network Considering both Efficiency and Fairness」

銭 学鵬（上智大学大学院地球環境学研究科・教授）

「Decarbonization through Innovation and Inclusiveness」

## **第二部 「カーボンニュートラルとグリーンリカバリー」シンポジウム（14：00～17：00）**

総合司会：銭 学鵬（上智大学大学院地球環境学研究科・教授）

**[開会挨拶]** 近本 智行

（立命館大学サステナビリティ学研究センター長）

**[基調講演]** 山地 憲治

（公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）理事長・研究所長）

「カーボンニュートラル政策の背景と現状」

**[パネルディスカッション]（15：00～16：50）**

コーディネーター 仲上 健一

（立命館大学サステナビリティ学研究センター・上席研究員）

**パネリスト**

松下 和夫（京都大学名誉教授、(公財)地球環境戦略研究機関・シニアフェロー）

周 瑋生（立命館大学政策科学部・教授）

李 秀澈（名城大学経済学部・教授）

あん・まくどなど（上智大学大学院地球環境学研究科・教授）

## I. 第1部

【出版報告】 周 璋生（立命館大学政策科学部・教授）

### 「East Asian Low-Carbon Community: Realizing a Sustainable Decarbonized Society from Technology and Social Systems」

皆様、おはようございます。本日は多くの方にご出席を賜り感謝しております。それでは、早速、出版報告をさせていただきたいと思っております。主な内容は3つありまして、1つ目は「東アジア低炭素共同体（EA-LCC）構想」について、2つ目は、今回出版いたしました本の内容を簡単に紹介させていただきます。そして3つ目は「EA-LCCの具現化を目指す現在と今後の研究」について報告させていただきたいと思っております。

立命館グローバル・イノベーション研究機構（R-GIRO）助成プロジェクト「低炭素社会実現のための基盤技術開発と戦略的イノベーション」（2008年～2012年）にて、初めて重層的な構造を有する「東アジア低炭素共同体」構想を提唱しました。主な背景を纏めてみますと、まず、気候変動問題の緊迫性です。すでに大気中の炭素濃度が415ppmを超えておりますし、最近の異常気象の原因でもあります。次にCO<sub>2</sub>そのものの特殊性であります。CO<sub>2</sub>はどこで排出してもどこで削減しても気候変動問題に対してそれほど差がなく、ほぼ同じ効果でありますので、もっと安い方法で安いところで削減すべきという考え方です。3つ目は、CO<sub>2</sub>対策の特殊性であり、対応策の殆どは、国内問題に対応するための対策で、省エネ、燃料転換、新エネルギー導入、植林等、CO<sub>2</sub>の対策だけでなく、国内対策、あるいはローカルな環境問題に対応しないといけない対策であります。そして4つ目の低・脱炭素社会の実現は、先進国と途上国の共通の課題、必要性があることです。今、共同体という言葉が頻繁に使われていますが、基本的に2つの特徴があると思っております。一つは、共通の利益があること、もう一つは共通のリスクとリスクを分担することです。以上の4つの特徴から、国境を越えた広域低炭素社会への実現が重要であり、まず、私たちの研究グループは、日中韓を中心とする東アジアの広域低炭素化実現に関して今まで研究してまいりました。

EA-LCC基本構造として、主に時間軸、空間軸、政策軸、結果軸といった4つの軸で構成されております。

(1) 時間軸：まず、一つの時間軸は、「自発的」、「自主的」、「強制的」の3つの段階に分け、それに対応するのは先進国、中進国、途上国ということで、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組みとして、パリ協定が採択されました。この合意により「全ての国による取組」が実現されました。もう一つは、温暖化目標を達成するためには最適化したロードマップの構築が必要です。

(2) 空間軸：都市と農村連携によるローカルな低炭素社会を実現すること、また、国際都市間連携による低炭素化社会を実現すること、そして多国間の連携による、つまりグローバル低炭素社会を実現することです。

(3) 政策軸：政策的な統合です。私達が直面している課題はCO<sub>2</sub>以外に、ローカルな環境問題とグローバルな環境問題も顕在化しており、こうした問題を効率よく対応するためには、色々な連携と問題を持っている同士や統合的な対策により、多岐にわたる問題を解決する視点と方法論が必要です。

(4) 結果軸：協力者同士の利益配分、一石多鳥の効果を求めることで政策的にも Win-Win であることが重要であり、日中韓の協力、東アジアの協力、また、日中米の協力においてもお互いに利得ある仕組みの構築は非常に重要であるということで、この 4 つの軸で重層的な構想を持って、東アジア低炭素共同体を提案させていただきました。

この本は、4 つのパートで構成されており、まず、第 1 のパートは、東アジア低炭素共同体のコンセプトとフレームワーク、第 1 章は、気候変動と低炭素社会、不確実性との付き合い、第 2 章は、日中韓の気候変動戦略と排出削減のロードマップ、第 3 章は東アジア低炭素共同体の概念とフレームワーク、第 4 章は東アジア低炭素共同体の数学モデル化(感度解析・政策評価) です。

パート 2 は、都市・農村連携によるローカル低炭素社会の実現で、第 5 章は都市・農村連携を通じて、ローカル低炭素社会を実現するための模索、第 6 章は都市と農村の連携と分散型電源を最適化するためのツールの開発、第 7 章は都市と農村連携に関するローカル低炭素社会シナリオの構築です。

パート 3 は、第 8 章、技術イノベーションによる低炭素化社会の実現、第 9 章は電力分野における再生可能エネルギー技術の可能性に関する評価、第 10 章は日本の原子力政策の経済的評価、第 11 章は東アジア原発安全保障システムの構築、第 12 章は、自然エネルギーのハイブリッド利用に基づくグローバル低炭素社会の構築です。

パート 4 は、低炭素共同体を実現するための社会イノベーションで、第 13 章は低炭素社会に向けた社会イノベーション、第 14 章は日中韓の排出権取引を通じた NDCs の達成についてのシミュレーション結果、第 15 章は中国の低炭素社会を実現するための排出権取引制度の設計、第 16 章は国際炭素移動の実証分析、第 17 章は低炭素共同体のためのグローバルリサイクルシステムの構築、第 18 章は都市部と農村部の連携による循環型社会の構築、第 19 章は再生可能エネルギー利用における日中韓協力の可能性、第 20 章は日中第 3 国市場の技術協力の可能性と CO<sub>2</sub>削減のポテンシャル、第 21 章は固定価格回収制度 (FIT) スキームによる日本の再生可能エネルギー導入のポテンシャルと課題、第 22 章はローカルとグローバルの統合です。これから執筆者の皆さんより詳細に内容をご紹介します。

## **[研究報告会] 執筆者による内容紹介と広域低炭素社会の構築への政策提案**

伊庭野 健造 (大阪大学工学研究科・助教)

### **「Construction of an East Asia Nuclear Security System」**

地理的・経済的に密接な関係にある日本と中国、韓国には、数多くの原子炉があり、安全性の構築が急がれていますが、原子力発電所は事故が起きるとお互いに大きな影響を与えており、欧州のような原子力の安全のネットワークが構築されるべきではないかと考えております。

2021 年 7 月、資源エネルギー庁が出したエネルギー基本計画によると、日本は原子力発電に関して安全を最優先で考える上で、可能な限り原子力発電の依存度を低減すると明言しています。しかし、計画の中身を見てみると、再エネとセットの非化石エネルギーとして、2030 年度においては、非化石化を 60% (再生可能エネルギーを合わせて) 程度にしな

いと CO<sub>2</sub>削減目標が達成できないということで、現在の 6%から 20%までに引き上げるとしています。現在、日中韓での原発に関する産官レベル連携は存在しますが、学術的アプローチが足りなく、安全保障構築のため、これまでの原発事故に関する分析が不可欠であります。本研究は、学術的な分析方法として、過去の原子炉事故のみ（関連施設は含めない）を取り上げて調査し、INES>2 以上の事象に対して包括的な分析を行いました。

原発における INES レベル 3 以上の事象（1966 年～1981 年）は、発生時期、原発の運転開始日、施設名、原子炉種類、INES レベル、大まかな原因をデータとしてまとめ、これらのデータベースを基に、国別、機種別、製造年別、原因別という観点から分析し、特徴を抽出しようと試みました。

数年前に行った「世界における原発保有数と事象率」の分析では、原発総数は増えていますが、全体の事故率は徐々に低減しています。機種ごとの事故率の最も多いのはロシア型 PWR ですが、顕著ではなく、事故はすべての炉型で発生しています。製造年ごとの事故率から見ると、製造のピークは 80 年代前半ですが、70 年代前半に製造された炉が最も事故を起こしています。

事故分析をしてみると、まず、原発における事故率は全体的に低減しています。次に 1970 年代前半に製造された炉に関する事故が顕著です。ただ、機種、製造年には依存せず、事故は発生しています。近年、安全性は大きく向上してきていますが、技術だけでは事故ゼロは達成できなく、システムとして安全性を構築する必要があると考えられます。

今後、他国間安全保障を構築する利点、または障壁などを分析し、学術的に日中韓における原発安全保障システムの形を提案していくことが重要であると考えられます。

蘇 宣銘（国立研究開発法人海洋研究開発機構・研究員）

### 「Achievement of Nationally Determined Contributions (NDCs) Through Emissions Trading in China, Japan, and South Korea」

#### 1. Introduction

- The Paris Agreement adopted in 2015 aimed to restrict global warming from 1.5 °C to 2 °C above pre-industrial levels by the end of this century.
- To achieve the climate change target, the Paris Agreement requires each Party to outline and communicate their post-2020 climate actions, which were known as nationally determined contributions (NDCs).
- China, Japan, and South Korea account for approximately 23.5% of the world's total Gross domestic product (GDP) (The World Bank, 2020, calculated using current US\$).
- Under the Paris Agreement, China determined to achieve the peaking of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions around 2030 and to lower CO<sub>2</sub> emissions per unit of GDP by 60% to 65% from the 2005 level; Japan planned to reduce greenhouse gas (GHG) emissions by 26.0% by fiscal year (FY) 2030 compared to FY 2013 (25.4% reduction compared to FY 2005) (approximately 1042 MtCO<sub>2</sub>-eq as 2030 emissions); For South Korea, they pledged to make an emission reduction by 37 % from the BAU level, namely, 850.6 MtCO<sub>2</sub>-eq) by 2030 (UNFCCC, 2020).
- In this study, we perform a case study to assess the possible economic benefits or losses, like

GDP losses or carbon prices changes, if such emissions trading occurs under the NDCs among the three important east Asia countries.

#### 2.1-2.8. Glocal Century Energy Environment Planning (G-CEEP) model

We use a model called the “Glocal Century Energy Environment Planning (G-CEEP) model,” which includes ①Macronomomic constraints, ②Energy Balance, and ③Emission Evaluation. We consider capital stock, labor, etc. as input variables from Macroeconomic and Electricity, Non-Electricity, etc. as input variables from Energy Balance to simulate Emission Evaluation. The following slides present the functions and constraints we used in this model.

#### 3. Results and discussions

- Energy Projection

According to the simulation, we can see Japan’s total amount of energy supply doesn’t change significantly from now to 2050 compares to China and Korea.

- GDP Losses

The graph presents two scenarios. which are of NDCs’ climate targets and reference, of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, and NO<sub>x</sub> emission in 2030.

- Carbon emissions abatement and trading

According to the simulation, by conducting carbon trading, we can lower the cost and, in the meantime, meet the NDCs' climate targets.

- Carbon abatement and the trading price

The graphs present the relationship between carbon abatement and the trading price optimal for Japan, China, and Korea.

- Marginal abatement cost

The graphs present how much the marginal abatement cost will be when we adopt different types of technology.

#### 4. Conclusions

- In this study, a model named G-CEEP is built, to provide an approach to analyze possible energy consumption structures in the future, co-benefit effects of carbon abatement strategies on SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions, roadmap to implement carbon emission target.

- We carried out two scenarios in this section, namely the BAU scenario and the TAR scenario deriving from the NDC proposals.

- The results show that coal is still the most important fossil fuel for China, which will account for 58.0% in 2030 in the BAU scenario and will decrease to 45.2% in the TAR scenario in 2030. The primary energy consumption has little change for Japan in the BAU scenario due to its relatively low economic growth rate. The total primary energy consumption of Korea will increase by 17.5% from 2020 to 2030 in the BAU scenario and the carbon intensity in 2030 will decrease from 0.12- ton carbon per thousand USD in the BAU, to 0.07- ton carbon per thousand USD in the TAR.

- Carbon emissions trading is a market-based approach used to lower abatement costs for both carbon selling and buying countries. The results Japan reduces its 13.0% of total abatement cost and Korea reduces its 10.1% of total abatement cost, compared to the no trading scenario.

Developing countries, such as China in this study, also benefit from the selling of carbon credits. China raises the domestic abatement costs to produce extra carbon emissions for selling, but it gains financial revenue from selling carbon credit and the total abatement cost of China is still reduced by 5.0%.

山崎 雅人（名古屋大学減災連携研究センター・特任准教授）

### 「日本の原子力政策の経済影響評価」

本日は、日本の原子力政策の経済影響評価と題しまして、周先生の下で出版いたしました本の私の執筆部分を簡単に紹介させていただきます。まず、研究の背景ですが、2011年の福島原子力発電所における事故以来の電源構成のあるべき姿について未だに議論が続いております。電源構成のあり方に関しましては、当然、経済、環境、特にCO<sub>2</sub>排出量に与える影響を定量的に評価し、この電源構成を巡る議論に貢献すべきであると考えております。ただし、定量評価の結果は、評価に利用するモデルの特性に強く依存いたします。本研究では、国際産業連関表であるGTAPデータベースに基づく国策応用一般均衡モデルを構築して、評価を行いました。

まず、国際応用一般均衡モデルの特徴ですが、詳細に説明をする時間は今ありませんが、経済学における一般均衡理論は、市場を介した家計や企業、政府の間の相互作用（経済活動）を包括的に描写した経済理論でございます。よくイベントの経済効果などで出てきます「産業連関モデル」との相違点というのは、例えば、こちらの応用一般均衡モデルでは、家計や企業と言った経済主体が合理的に行動するという、例えば価格が同じもので、より価格が安いものがあればそちらを消費するという合理的な行動を選択している点です。あと、経済的収支の整合性は、例えば、イベントの経済効果などがよく新聞で紹介されていますが、そちらでは何かイベントにお金を使えばお金をどこかで節約しているはずですが、ただ、その節約分がなかなか評価されないんですが、この応用一般均衡モデルの理論枠組みの中では、何かにお金を使えば、使えるお金が減ると金銭的収支の整合性が取れているというメリットがございます。今回のモデルに関しては、特に電力部門で、石炭火力、ガス火力、石油火力、水力、原子力、太陽光などと言った各国の発電量のデータがございまして、その電力部門が様々な産業（農林水産業、繊維産業など）に電力を供給し、これらの産業にこれらの電力需要があります。エネルギー政策というのは、電源に対して何らかの変更を加えることがこのモデルでの政策シミュレーションになります。GTAP-Powerデータベースは、電源が細かく分かれていることが特徴です。応用一般均衡モデルにおいてモデル化する際に、ベースロード電源にするとか、ピークロードに分けることができます。

基準年次（2011年）のGTAP-Powerデータにおける日本の電源構成で、原子力は約7.9%であり、ここから原子力を変更、つまり電源構成を変更させ、経済と環境影響を定量評価しました。シナリオとしては、日本の電源構成、つまり、モデルを再現し、年間の経済・環境影響を定量評価します。電源構成シナリオは以下の通り、原子力発電の稼働率を外生的に操作しますが、他の電源は市場原理に基づくとしています。ただし、太陽光発電には補助金が支給されているものとします。

シナリオは2つ作りまして、一つは原子力発電が20%を占めるシナリオで、外から原子

力発電量を増やし、マーケットのメカニズムで他の電源の発電量が決まっていきます。もう一つは原子力発電を利用しない電源構成のシナリオです。それぞれの日本の経済・環境影響を国際的な経済・環境を考慮しつつ、シミュレーションをしまして、日本のマクロ経済（GDP）全体への影響は軽微という結果を得ました。例えば原子力発電 20%のシナリオと 0%シナリオの差は約 0.18%です。ただし、モデルが 2011 年の電源構成（7～8%程度稼働）に対して家計や企業が最適化している前提でのシミュレーションですので、過小評価の可能性もあります。続いて、環境影響ですが、日本の CO<sub>2</sub>排出量の観点からは、原子力発電 20%のシナリオと 0%シナリオの差は約 7.68%と必ずしも軽微とは言えません。

こうしたシミュレーション結果から以下のようにまとめることができます。シミュレーションに基づきますと、原子力発電を無くしても経済的損失は大きくなく、GDP 損失は 0.1%程度ですが、過小評価の可能性はややあります。他の研究や、私の日本だけを対象とした研究を見てもみると 1%程度の損失は出てくる結果となっており、ややばらつきがあります。一方で、原子力発電を無くせば CO<sub>2</sub>排出量は大きく増加するという結果が出ました。CO<sub>2</sub>排出量削減の方法として原子力は有力なオプションではあります。ただし原子力が無い場合でも、電力価格が上昇することにより太陽光発電等の普及が促進させる面もあります。今回はシミュレーションに含んでいませんが、カーボンプライシング政策が本格導入された場合に、原子力発電は、カーボンプライシング政策の経済負担を軽減させる可能性が大きいと言えます。一方で、再生可能エネルギーも同時に普及していくので、こちらも有力なオプションであると言えます。最後ですが、原子力発電の問題は電気代や CO<sub>2</sub>排出量への影響だけでなく、事故や使用済み燃料の最終処分等幅広く存在し、これらを考慮する必要があります。

千 暲娥（立命館大学サステナビリティ学研究センター・客員研究員）

「グローバルリサイクルシステムの提唱—都市農村混合地域における持続可能な生活ごみ処理モデルを事例として」

私が所属している周研究室では、今までずっとグローバルリサイクルシステムを提唱して研究をしてまいりました。このシステムは小循環をはじめ、中循環、大循環まで日本・韓国・中国を中心として、国境を越えた広域循環経済圏を実現することで資源利用の最大化と、環境負荷の最小化をはかって持続可能な目標の実現に向けて取り組んでおります。今日は小循環、つまり、ローカルな循環社会の構築である「浦江モデル」について発表させていただきます。

今までの日中韓の生活ごみ処理の主な特徴として廃棄物関連法とごみ処理方式をとりあげることができます。日中韓の中で経済発展段階において最も早かった日本は廃棄物に関連した法律が 1950 年代に制定されて、生活ごみの処理方式として焼却を中心にして行われてきました。韓国の場合は 1960 年代に制定されてリサイクルを中心に、中国は 1990 年代に制定されてごみの 60%程度を埋立処分しております。一方、日中韓の共通点として主に二つの点を取り上げることができます。循環型社会を構築するための制度作りが 1990 年代に入ってから始まったこと、もう一つは、生活ごみの中に生ごみの比率が欧米に比べて高いことです。こうしたことから日本と、韓国、中国は、生ごみの適切な処理が重要であ

り、その適切な処理として資源化への取り組みが必要ではないかと考えるようになりました。先ほど、申しましたように欧米の場合は、生活ごみの中の生ごみの比率が20%以下ですが、日本と韓国は20%以上で、中国は50%を超えております。つい最近発表された、UNEPの主要国における生ごみの1人当たり排出量を見てみますと、中国は126kgで生ごみの排出量も多いことがわかります。

2013年に行われたEUの生ごみ排出におけるアンケートによる調査では、1人当たりの所得が高くなると生ごみをより多く出して、また、都市に居住する消費者が、農村より生ごみを多く出す傾向があるということで、生ごみの削減策を適用する際には、地域によって異なるアプローチをする必要があることを示唆しております。また、生ごみの処理方法として焼却からリサイクルへ転換した最近の先行研究として茨城県・土浦市の生ごみ・分別収集制度の事例では生ごみの分別収集をして、リサイクルをすればするほど、経費がかかる仕組みであることと、資源化された堆肥をうまく使うことが簡単ではないこと、また、高齢化が進む中で、住民の協力を前提としたこのような制度の持続可能性に、改善の必要性があるとの先行研究がありましたので、循環型社会を向けた生ごみのリサイクルの成功事例として分析の対象として中国の浦江県の事例を以上の問題意識から「循環型経済社会」の構築を実現するために、持続可能な生活ごみ処理モデルを事例として2014年からスタートした浦江県の生活ごみ処理システムについて、発表させていただきます。

私達の研究室が「浦江県の生活ごみ処理システム」に注目した理由は、現在、多くの中国農村部の生活ごみ処理方法として行われている「村で収集、町より転送、県で処理」というごみ処理システムに様々な問題があるのではないかと考えたからです。このシステムはごみが分別されず、収集された生活ごみを最終的に県で埋立を中心として処分されていますので、現在、最終処分場の不足、高い運送コストによる財政負担、また、深刻な環境悪化などが問題となっております。ご覧いただいている左側の写真は浦江県の生活ごみ処理システムの・取り組みが始まった2014年当時の写真で、右側の写真はその後、新しい生活ごみ処理システムの取り組みが始まって以来の今の町の様子で、水質だけでなく、町の景観もだいぶ改善されております。

1,800年の歴史を有する浦江県は、中国・浙江省・金華市に所属しております。経済圏として、浦江、金華、そして杭州、紹興、上海地域などで形成されております。面積は920km<sup>2</sup>で京都市(828)より少し広く、人口は約55万人、1人当たりGDPは、約8,000ドルで中国平均の水準です。都市化率は約60%で都市・農村二元混合構造という中国の都市・農村混合型特徴の代表的な地域であります。生ごみ処理センターでは、1日・平均約200トン・処理されて生ごみ2トンから511kgの有機肥料が得られまして、現在、浦江県の農家に無料提供されております。特に、この生ごみ処理センターで資源化された肥料で栽培したブドウは、高い糖度で大きな果粒が特徴として販売されております。今後の課題として、さらに都市化が進むことによって資源化された肥料の使い道が少なくなる可能性が高いので、肥料だけでなく、家畜のえさ、バイオガスなどの多様化する必要があると考えております。

浦江県では2014年までは、村で収集したごみを町まで運び、集まったごみをすべて県まで運んでそのまま埋立処分しておりました。2014年からはごみを分別してごみ処理センターでそれぞれ無害化、資源化、埋立処分として処理されるようになりました。こうした集中型から、分散化されたごみ処理システムは、ごみ運搬の移動距離が、前に比べて短くな

りました。またごみ分別は、党員の監督指導の下でこれを（「党建＋」制度）と言いますが、住民がシンプルで分かりやすい4種類に分別して出しております。

次は、浦江県のごみ分別処理・前後の一日生活ごみ処理費用の変化です。生ごみを資源化する費用と生ごみの転送コストを合わせた処理費用は増加しましたが、先ほど申しましたように、ごみ運搬の移動距離が短くなることでごみ収集・埋め立て転送コストが減少しました。また、ごみを分別して資源化することで埋め立て処分するごみが減り、全体的にごみ処理費用を削減することができました。

浦江県の生活ごみ514トンを含め、一日に排出される廃棄物は約900トンですが、廃棄物の中間処理による最終埋立量は前に比べて50%減量生活ごみは31%減量に成功しました。この浦江県のごみ処理事業は私達研究室の修了生、張沖さんがスタートアップとして立ち上げた企業で、中国初の農村部ごみ分別と資源化利用の模範県として選ばれ、中国の多くの地域で経済性・環境性・社会性・持続可能なごみ処理モデルとして適用されるようになりました。また、国連「UNEP賞」モデル事業として選ばれました。

この浦江モデルにおけるもう1つの注目すべきことは、2014年からスタートした官民連携の新型PPPを導入して管理契約運営方式で行われていることです。新型PPPは、浦江県のごみ処理事業において、地方政府がすべて民間企業に委託運営費用を支払いますが、評価による契約は短かく3年以内にする、また、経営・管理についても自治体ではなく、企業に委託することで日本・韓国と異なっています。ただ、こうした新型PPPは、企業にとって3年ごとに契約更新になりますので、企業としては経営が安定的であるとは言えない状況です。また、行政にとってはごみ処理のような公共サービスの経営・管理を含めて全ての資金を出しておりますので、PPP方式にも関わらず、依然として財政負担が大きいと言えます。

浦江モデルの特徴として取り上げるもう1つの注目すべきことはわかりやすい分別方法によってごみ分別遵守率がとても高いことです。ごみを出す段階できちんと分別して出すことで、リサイクルの精度が高くなるからです。最後に浦江県モデルのほかの地域への普及について、まず、1つ目は資源化された有機肥料を地域住民が消費できる都市・農村混合地域であること、2つ目は管理・運営が可能な経営能力と環境技術を持っている企業との連携、3つ目は生ごみの資源化を成功させるためには、高いごみ分別遵守率が最も重要ですので、ごみ分別を安定的に定着させるまで住民に対する指導、協力ができること、また、シンプルでわかりやすいごみ分別方法の開発が必要ではないかと考えております。

任 洪波（上海電力大学・教授）

「都市・農村連携による地域エネルギーシステムの変革及びそのCO<sub>2</sub>削減効果に関する研究」

脱炭素社会の実現とは、先進国と途上国が共通する目標で、持続可能な社会を実現するための必要条件です。日本ではすでに2050年までにカーボンニュートラル社会を実現することを明言し発表しました。中国でも2060年までに温室効果ガス排出を実質ゼロにすることを提案しました。各国が提案した政策から見ると、主なCO<sub>2</sub>排出として、エネルギー効率化推進と再生可能エネルギーの利用によるエネルギー構築では、脱炭素社会実現す

るための重要な役割と期待されています。マクロな世界を理解するために、グローバルな考え方は必要ですが、政策を実行するローカル地域の働きも無視することはできません。脱炭素社会を実現するため、地域特性を十分、考慮しなければなりません。ローカル地域を見ると、都市部では、主なエネルギー源は、化石燃料で、再生可能エネルギーの導入とCO<sub>2</sub>削減のポテンシャルには限界があります。また、農村部では、多くの炭素を排出しない天然資源はまだ開発されていません。私達は、エネルギー分野における都市と農村の連携を通じて、地域エネルギーシステムを最適化し広域低炭素社会を構築することを提案し、解析モデルを開発しました。内容は以下の通りです。

- 目標関数：設備コストと運用コストを含んだトータルコストを最小にすること
- 制約条件：エネルギー資源の供給と需要のバランス及び分散型エネルギー技術に関する制限
- 解析：汎用最適化ツール LINGO を利用し、目標関数及び制約条件によって混合整数線形最適化
- 研究対象：中国浙江省湖州市を分析
- シナリオ設定：①都市主導型連携、②農村主導型連携、③都市・農村協働型連携
- 解析結果：

#### <CO<sub>2</sub>削減コスト>

- ・都市主導型連携（シナリオ①）は、主にプラスの削減コスト（お金がかかる）となっている一方、都市・農村協働型（シナリオ③）の削減コストは全てマイナスであります。
- ・農村主導型連携（シナリオ②）について、CO<sub>2</sub>排出量を約 36%まで削減しても、総エネルギーコストはベースシナリオと比べて小さいです。つまり、CO<sub>2</sub>削減は必ずしも費用が増加することを意味するものではなく、CO<sub>2</sub>とコストを同時に削減できる場合もあります。
- ・都市・農村協働型において、CO<sub>2</sub>削減率の増加につれて、削減コストが減少から増加に転じ、削減率が約 20%である時、削減コストは最小値となっています。

#### <実行可能性分析>

- ・領域①：優れた経済性、領域②：経済性が小さい、領域③：経済利益がマイナス、領域④：達成できません。
- ・シナリオ①：CO<sub>2</sub>価格は 10 円/kg-CO<sub>2</sub>となる時、CO<sub>2</sub>排出量の削減はより良い経済性となっております。つまり、CO<sub>2</sub>価格の導入により、経済性と環境性の Win-Win 関係が構築できます。
- ・シナリオ②：領域①は大幅に増加したが、実行可能エリアは減少しています。
- ・シナリオ③：最も大きな実行可能領域となり、地域の CO<sub>2</sub>排出量が約 80%まで削減できます。

最後に、結論ですが、本研究では脱炭素社会に向けて、都市と農村を単独で改善努力をしても限界がある現状を打破し、エネルギーと資源の地域内循環を生む都市・農村の有機的連携による地域の低炭素エネルギーシステムを提案しました。また、中国浙江省湖州市を対象とし、解析モデルを用い、解析結果より CO<sub>2</sub>削減ポテンシャルの面、また削減コストの面から、都市・農村協働型連携に基づいたエネルギーシステムは、ローカ

ル地域の最適なエネルギーシステムと考えられます。

銭 学鵬（上智大学大学院地球環境学研究科・教授）

### 「Decarbonization through Innovation and Inclusiveness」

■ Transition to a sustainable society From the macro to the micro, we are studying the transformation of individual and corporate behavior in order to transition to a sustainable society.

#### ■ Background

• The Porter Hypothesis:

strict but flexible market-based environmental regulations can trigger innovation and the introduction of cleaner technologies, improving production and product efficiency, and enhancing business competitiveness

#### ■ Research

#### ■ Discussion 1

- Column (1), innovation is the value of the research and development investment over three years.
- Due to the multidimensional nature of the sample data, we exclude the influence of unobserved heterogeneity by carrying out two regressions absorbing different fixed effects and clustered by firm. The two-way fixed effects estimation with firm and year dummies, when other confounding factors are added, indicate that innovation is positively associated with productivity.
- When the stand errors are clustered by multiple level with year consideration, the significance of innovation remains apparent. These robust results show that a 10 % increase in innovation expenditure generates approximately a 2.1 % increase in labor productivity.

#### ■ Findings 1~3

#### ■ Conclusion

- We investigate whether businesses with a high expenditure on innovation produce less carbon emissions. Multiple fixed effects are controlled, and standard errors are clustered by both firm and year.
- We also reveal a strong positive correlation between innovation and labor productivity. We confirm that labor productivity partially explains the relationship between innovation and carbon emissions.
- Further investigation reveals two following results;
  - A. the impacts of innovation on carbon emissions are relatively large for long-established Japanese firms
  - B. the impact of innovation on emission reduction is relatively large for the manufacturing sector.

#### ■ Extend

- Board diversity is gradually recognized as important driver in shaping firm's efficiency due to embracing more perspectives, with focus on gender diversity.
- A growing body of empirical literature shows that firms with more gender diversity in boardroom are more likely to present:
  - Greater innovation

- Better financial performance
- Better decision-making
- Creative value (Abdullah et al. 2016; Joecks et a.2013; Torchia et al. 2013;)
- Limit on CSR, especially on environmental performance.

#### ■ Decarbonization through Inclusiveness(16～19)

All factors remaining constant, firms having women on board present less Carbon dioxide emissions relative to firms with male-dominated boarder structure?

- Results and Discussions(20)

Interpretation:

We are making use of evidence to explain female features in business management from the perspective of psychological science.

## II. 第2部

**【開会挨拶】** 近本 智行（立命館大学サステナビリティ学研究センター長）

この度は、「East Asian Low-Carbon Community」に関する学術書の出版、並びにシンポジウムの開催、誠にありがとうございます。

さて、サステナビリティ学研究センター、RCSについて少しだけのべさせていただきますけれども、RCSは周先生をセンター長として、2006年、「サステナブル価値の創造と定着」をセンターの理念として開設されました。RCSはこれまで気候変動への適用や脱炭素社会への構築といった課題に対し、省エネルギー・再生可能エネルギー、水資源、循環型に関する研究、日本国内はもちろん、特にアジア諸国での循環経済、社会構築に関する研究に取り組んできました。さて、国連開発計画の持続可能な開発目標 SDGs はサステナビリティ学の実践を大きな潮流を満たしておりまして、また気候変動による課題がますます顕著になってきております。環境都市により脱炭素を加速するグリーンリカバリーに向けた世界の動きの中、サステナブル社会の実現に向けて、そのセンターの活動の意義はますます大きくなってございます。立命館大学では、こうした問題意識を持って SDGs の推進を考えた活動を積極的に行っております。明後日、経産省・文科省・環境省による大学等コアリションの設立総会が開催されますが、その中で、立命館大学の中谷総長から、2050年を待たずに学園全体でマイナスエミッションを推進する方針が表明されて同時に具体的な方策も今後、発表されていくことになってございます。RCSでは立命館大学の活動とも志を一つにしておりまして、技術開発や政策提言を通じて地域社会の持続的な発展に貢献する研究成果を提示しているところです。特に国際的な連携の下、アジア諸国で水資源循環を支援する活動やゼロエネルギー・省エネルギーを目指したエネルギーの効率利用に関して推進しておりまして、午前中の第1部で紹介いただきました方の著作の中で、発表されております東アジア低炭素共同体構想は、RCSの大きな柱となっております。

今回、第2部でRITE理事長・研究所長の山地先生より貴重な講演を頂戴しまして、またパネルディスカッションを実施されることになっております。大変楽しみな企画で、意味深いお話を聞けるものと期待しております。本日は誠にありがとうございます。どうか引き続き、ご支援のほど、申し上げます。

## 【基調講演】 山地 憲治

(公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) 理事長・研究所長)

### 「カーボンニュートラル政策の背景と現状」

#### ■世界においてエネルギー・環境イノベーションに関する動向

#### ■世界全体の目標

- ・産業革命以降の温度上昇を 1.5°C~2°C以内に抑える。
- ・今世紀後半に正味の排出ゼロ（脱炭素社会）を目指す。

グローバルストックテイク：

- ・2023年から5年毎に世界全体の目標に向けた進捗状況をチェック

#### ■各国の目標改訂に反映

各国の行動：

- ・国情にあわせて自主的に温室効果ガス削減・抑制目標を設定（NDC）
- ・進捗状況を定期的に報告し、レビューを受ける（Pledge & Review）
- ・5年毎に目標を見直す。
- ・2050年を念頭に長期戦略の策定

#### ■気候サミットを踏まえた主要国の排出目標

2021年4月22日の気候サミットを踏まえ、米国、カナダ、日本が目標引き上げを表明した。

#### ■主要先進国の温室効果ガス排出量の推移

新たな2030年目標は、足下の実績から2050年ゼロエミッションに向けた直線的経路に沿った水準となっている。

#### ■エネルギーの分析

再エネ導入量については、これまでの検討を踏まえ、現時点で具体化されつつある政策を最大限・確実に実施することで到達水準として、7/13に3.126億kWhを提示。そのうえで、46%削減に向けて、もう一段の野心的な取り組みが必要との指摘をいただいた。

これを踏まえ、現行ミックス水準に届いていない電源について現行ミックス達成に向けた施策強化を講じると共に、責任省庁による施策具体化・加速化を前提に、その効果が実現した場合の野心的なものとして200~400億kWhの追加導入を見込み、合計約3,300~3,500億kWh（36%~38%）の最エネ導入を目指す。

#### ■2050年カーボンニュートラルに向けたグリーン成長戦略に関する論点

#### ■グリーン成長戦略とイノベーション戦略

#### ■再生可能なエネルギーの導入状況

#### ■ムーンショット型研究開発の目標

#### ■地球温暖化対策の基本構造

#### ■超スマート社会（Society 5.0）のインパクト

超スマート社会とは、必要なモノ・サービスを必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会のニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことが

できる社会ということである。サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会である。

## コーディネーター

仲上 健一

（立命館大学 OIC 総合研究機構サステナビリティ学研究センター・上席研究員）

日本の進捗への評価に大きな変化はないが、18位という順位自体はこれまで最も低いとみられる。

### ■カーボンニュートラルとグリーンリカバリー

2020年10月、日本は、「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。温暖化への対応を経済成長の制約やコストとする時代は終わり、国際的にも成長の機会と捉える時代に突入したのである。従来の発想を転換し、積極的に対策を行うことが産業構造や社会経済の変革をもたらし、次なる大きな成長に繋がっていく。こうした「経済と環境の好循環」を作っていく産業政策がグリーン成長戦略である。

### ■発表者の紹介

#### ■パネルディスカッションの論点

- ・ 論点 1 (A) : カーボンニュートラルとグリーンリカバリーに関する世界情勢の変化から何を読み解くのか。
- ・ 論点 2 (B) : 脱炭素社会に向けて日中韓の共同の意味と可能性
- ・ 論点 3 : 政策提言（本政府への提言）

カーボンニュートラルとグリーンリカバリー／日

パネリスト 松下 和夫（京都大学名誉教授、（公財）地球環境戦略研究機関・シニアフェロー）

「グリーンリカバリーと気候変動をめぐる世界情勢脱炭素大競争時代へ：競争と協調」

### ■コロナ禍における環境問題と復興

1. コロナ 禍に対処する「回復」プログラムの基本的方向（国連）
2. 「より良い社会」の構築＝気候危機の回避が不可欠

### ■新たな国家発展戦略としてのゼロエミッション：脱炭素大競争時代

#### ■EU の議論の注目点

- ・ 脱炭素化が唯一の成長の道（成長戦略）との認識、先行者利益を狙う。
- ・ 脱炭素化時代の産業の姿を具体的に描き、そこに至る道筋と、移行を円滑に促す政策手段の議論開始
- ・ 欧州グリーンディールを進めることによる EU の基準・ルール国際化の方向
- \* EU タクソノミーESG 投資の世界共通のグリーン 定義・基準に EU の分類方法導入
- \* 炭素国境調整措置：非低炭素製品に対する関税環境対策を域外に迫る。
- \* 水素戦略：定義・基準 に 関する主導権
- ・ EU ルールの国際展開世界の市場環境整備

- ・欧州グリーンディール によるルール形成の動向に注目
- アメリカの環境問題に対する動き
- 中国の環境問題に対する動き
- 脱炭素を目指す日本
- 脱炭素市場獲得をめぐる脱炭素大競争時代
  - ・脱炭素化に向けた具体的な経済 社会変革の道筋
  - ・変革実現の政策手段
  - ・財源
- 日本版緑の復興と脱炭素社会移行：4 つの課題
  - ①2030 年までの温室効果ガス削減目標の強化：
    - 2030 年までに 2013 年比で 46~50% 削減（首相表明 4 月 22 日）
  - ②地球温暖化対策計画及びエネルギー基本計画の改定で：
    - ・再生可能エネルギーを増やし、石炭と原子力を減らす
    - ・エネルギー使用の徹底した効率化（エネルギー消費総量の削減）
  - ③石炭火力からの撤退
    - ・国内での石炭火力発電のフェーズアウト（新設石炭火力発電所の建設中止、既存石炭火力発電所段階的廃止）
    - ・海外の石炭火力発電所建設への支援の停止
  - ④環境政策・経済成長政策としてのカーボンプライシング（炭素の価格付け）
    - ・本格的炭素 税の速やかな導入
    - ・カーボンプライシングによる炭素 生産性の向上と収益率の引き上げの同時達成（炭素集約的で低収益な事業領域低炭素だが高収益な 事業への転換を促す）
- 緑の復興からネットゼロへ：移行の課題
- G7 サミットから見えてくるもの

パネリスト 周 璋生（立命館大学政策科学部・教授）  
 「中国『3060 目標』実現の課題と国際協力への提言」

#### 1. 東アジア低炭素共同体構想のフレームワーク

この 5 年間のプロジェクトにより、国境を越えた広域低炭素社会の実現には不確実性があり、その原因は主に「気候変動問題の緊迫性」、「CO<sub>2</sub>そのものの特殊性」、「CO<sub>2</sub>対策の特殊性」、「低炭素社会実現の共通性と必要性」である。

#### ■構想の基本構造

基本構造としては主に時間軸、空間軸、政策軸、結果軸といった 4 つの軸で構想されている。

- (1) 時間軸：3 つの段階、「自発的」、「自主的」、「規制的」
- (2) 空間軸：都市と農村との連携、国際都市間連携、CO<sub>2</sub>の制限と削減の協力が必要  
 多国間の連携による低炭素社会
- (3) 政策軸：政策的な統合課題、CO<sub>2</sub>以外に、ローカルな環境問題と国際的環境問題も顕在化している。そのため、問題を持っている同士や対策している同士間の横

断的な連携が必要

- (4) 結果軸：協力者同士の利益分配、政策的にも Win-Win であることが重要。日中韓の連携の仕組み構築は可能であると考える。

## 2. 中国「3060」目標の概要

中国習近平国家主席は、2020年9月22日、国連総会のビデオ演説で、CO<sub>2</sub>排出量を2030年までに減少に転じさせ、2060年までにCO<sub>2</sub>排出量と除去量（吸収量）を差し引きゼロにするカーボンニュートラル（炭素実質ゼロ）を目指すことを表明

## 3. 中国の「3060」目標の実現に向けての課題

「パリ協定」目標の実現：2030年までにGDP当りCO<sub>2</sub>排出量を2005年対比60～65%削減

懸念点：①「パリ協定」目標そのものには拘束力がない②達成しても、気温上昇2℃に抑えることは困難

### ■中国の2030年ピークアウトロードマップ

### ■中国「2060年実質ゼロ」目標のロードマップの実態と課題

### ■「2060年実質ゼロ」目標の実現に向けての課題

### ■次世代エネルギー開発と導入（H<sub>2</sub>）

・課題：

①中国における水素エネルギーの関連政策は、燃料電池車を主眼において策定されている（2017年には中国で8つのブランドと10のモデルの燃料電池車が生産され、総生産量は1,272台で、前年比で102.2%増加した。2018年、中国の燃料電池車の生産量は、909台の燃料電池車と710台のバスを含めて1,619台に達した。（出典：国際水素エネルギー協会）。課題として、車両全体の安全性、信頼性、耐久性、環境適応性の問題を解決する必要がある。また、車両全体の標準化、モジュール性、エンジニアリング設計の問題も解決する必要がある。技術水準やコストの面では米国、日本とはまだ格差が大きい。トヨタは水素燃料電池技術10,700以上の特許取得済み。トヨタ系は世界の水素燃料電池技術特許のほぼ50%を独占している。

②長期的な開発戦略とロードマップが欠けている。材料、技術、規格、政策等。2020年に初めて水素をエネルギー統計に入れた。

・今後の展望：

①「石炭からH<sub>2</sub>を製造+CCUS」（水素をつくる際に排出されるCO<sub>2</sub>を、CCUSや再エネと組み合わせてゼロにできれば、つくる時から使う時までCO<sub>2</sub>を実質的に排出しないエネルギーとして、CO<sub>2</sub>排出削減にも貢献することができる）

②「再生可能エネルギー+水電解水素製造」（水素は安定した媒体であり、再生可能エネルギーから水素を生成することで、不安定な再生可能エネルギーを安定させることができる）

③長期戦略、技術標準とロードマップの構築 2050年に中国の水素需要は6000万トンに近く、水素燃料補給所は10,000以上に達し、燃料電池車の生産は520万台に達する（出典：中国水素エネルギーと燃料電池産業白書）。

## ■中国における炭素排出権取引パイロット事業

## ■中国国内 CDM—ETS の設計と実施

## ■パイロット ETS と全国 ETS—今後の課題

- ・2020 年末、生態環境部は「炭素排出権取引管理弁法（試行）」を公表し、「2019-2020 年全国炭素排出権取引割当総量設定と分配実施方案（発電業界）」を公表し、全国炭素市場の最初の履行サイクルを正式にスタートさせた。
- ・2021 年 6 月末までに全国炭素取引を開始することを確保する（結果は 7 月 16 日に開始）

## 4. 気候枠組みにおける国際協力

### ■東アジア低炭素共同体（EA-LCC）

### ■「東アジア炭素中立都市連盟」の創設提案

- ・東アジア各国、とりわけ日中韓三国の姉妹都市がペアを組んで、炭素中立、ローカル課題、新型コロナなど共通の課題解決に向け連携し、対応策を共有することを通じて SDGs の実現、炭素中立目標の実現、など持続可能な都市開発を進めていくことを目指し、「東アジア炭素中立都市連盟（East Asian Carbon Neutral Cities Alliance、EA-CNCA）」を産官民で創設する。
- ・中日、または中日韓三国姉妹友好都市の活用と拡充—「友好都市+」
- ・各ペア都市が連携協力
- ・気候対策（炭素中立、パリ協定、広域低炭素共同体）、持続可能な開発目標（SDGs）、経済、医療福祉、都市環境、文化教育等

### ■日中韓の協力方策

### ■米日中気候共同体

## パネリスト 李 秀澈（名城大学経済学部・教授）

### 日本の 2050 年カーボンニュートラルに向けた脱炭素政策デザインと経済及び電源構成への影響」

### ■本報告の概要

本日は、日本の 2050 年カーボンニュートラルに達するために具体的にどのような脱炭素政策のパッケージが必要なのか、一つの手段だけではできなく、カーボンプライシング・規制・補助金の政策パッケージを基本政策シナリオとして設定し、その政策シナリオが実施された場合、2050 年までの日本の GDP、雇用、貿易などのマクロ経済への影響とエネルギーの中の電源構成に与える影響について E3ME（Energy-Environment-Economy Macro Econometric）計量経済モデルを用いて定量的に分析した結果について報告する。

### ■研究グループでまとめた成果（英語版）

「Low-carbon, Sustainable Future East Asia」は、パリ協定（NDC 約束草案）を達成した場合に日中韓台を中心とした東アジアの国々の経済はどのような影響があって、エネルギーはどのように変化するかを中心としたテーマで 2015 年に発行した。

「ENERGY, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY IN EAST ASIA」は、日中韓台を中心とした東アジアの国々が 2050 年までに CO<sub>2</sub>を 60%、80%削減するために

はどのような低炭素と脱炭素政策が必要であるのか、また、どのように電源構成が変わり、経済にはどのような影響を与えるのかが中心的なテーマであり、2019年に発行した。

#### ■E3ME-FTTモデルの基本構造とメカニズム

E3MEモデルは他のエネルギー、経済、環境が相互に影響を与える構造になっており、特徴として、低炭素・脱炭素が実施された場合、各経済の主体が脱炭素行動を行う。

このモデルは、62か国、42の産業連関分析が可能で、12のエネルギー、CO<sub>2</sub>、PM等の14の排出分析ができる。E3MEモデルの大きな特徴は、発電部門、交通部門、ビルのボイラー、鉄鋼部門が2050年までに様々な低炭素・脱炭素政策を実施した場合、技術の革新・コストがボトムアップで決定される最先端の機能を持っていることである。

#### ■カーボンニュートラルに向けた脱炭素政策パッケージ設定

現在、日本の場合、吸収源による削減が5000万トンであるが、吸収源の技術の進歩を考慮し、2050年に8,000万トンまで削減できるレベルに設定した場合、2018年対比92.4%削減レベルになります。一方、日本エネルギー研究所のIEEJOUTLOOK2021のベースラインシナリオを設定では、2018年対比31.7%削減レベルになる。

#### ■政策パッケージ設定の詳細

脱炭素の技術革新部門を、①発電部門、②交通部門、③ビルのボイラー、④鉄鋼部門に設定した。発電部門では、まず、原子力発電は、OUTLOOK2021のレファレンスシナリオの場合、2050年電源割合は13%、2040年電源割合はゼロに設定した。続いて、石炭火力は、2040年電源割合をゼロに設定し、再エネ発電は、2021年から2035年までに風力、バイオマス発電にFITを適用した。太陽光はFITを設定していない。バイオマス+CCSはスタートアップ電源として補助政策を採用した。

交通部門では、まず、乗用車販売を2035年からガソリン・ディーゼル車販売を規制し、ハイブリッド車は販売維持に設定した。EV補助金は2025年までに車両購入補助金維持しますが、蓄電容量ベースに8,000米ドルから13,000米ドルを補助する。Bio-fuel mandateは、貨物自動車と航空機の燃料にバイオ燃料義務率を設定しており、2021年に5%から徐々に増やし、2050年に100%までの設定になる。

鉄鋼部門は、産業部門の40%で、1.55億トンを排出しており、2050年までに高炉から排出をゼロにすることを設定した。ビル部門は、2050年までに化石燃料のボイラーをフェーズアウトすると設定した。炭素税の場合、税率は2021年に50米ドルトン当たりから2040年に400米ドルトン当たりまで徐々に上げるように設定した。

#### ■炭素税の設定

カーボンニュートラルの際に、電源部門で3割、産業部門で6割、交通部門で1.5割程度の脱炭素需要があり、カーボンプライシングの税収を採用した。炭素税収入は、脱炭素投資に還元することにし、それでプラス、マイナスゼロに設定している。

#### ■原発の政策シナリオ設定

原子力発電所の追加建設はないことが前提で、IEEJOUTLOOK2050年13%電源構成を維持する際の容量維持と原発2040年フェーズアウトシナリオ上の容量を維持した。

#### ■石炭火力フェーズアウトの経路

古い順で2040年フェーズアウトの容量を設定した。

## ■2050年カーボンニュートラルの日本の電源構成とマクロ経済に与える影響

カーボンニュートラル政策による2050年電源構成として、原子力発電のゼロケースでは、再エネ発電の割合は約9割で、1割は調整電源としてガスと石油が残る。また、OUTLOOK2021のレファレンスシナリオに比べて、太陽光と洋上とバイオマスが増える。原子力発電を13%残した場合は、再エネ発電の割合は約77%になる。

## ■カーボンニュートラル政策シナリオによるGDP予測

カーボンニュートラルは2050年GDPをベースラインより4~4.5%押し上げることが予想された。その要因は、各国の脱炭素への投資（有効需要）、雇用増とエネルギー負担減による消費支出の増加、化石燃料輸入激減による貿易バランスの改善である。原子力発電の割合は、原発ありより無しの方が若干増えるが、あまり差がないと思われる。

## ■今後の課題

日本のカーボンニュートラル政策が実質的にカーボンニュートラルの達成に十分であるか、またその際の経済への影響はどれほどなのかに関する政策評価である。また、多様な低・脱炭素技術に関するFTTモデルの設定の問題と日本以外の国もカーボンニュートラルの達成を前提とした場合、国際市場での日本の競争力構造に変化が起きる可能性があり、経済へ与える影響も多少変わる可能性もあると考えられる。

パネリスト あん・まくどなると（上智大学大学院地球環境学研究科・教授）

「日本列島アジア太平洋諸島のフィールドから考える」

## ■論点1：A

カーボンニュートラルとグリーンリカバリーに関する世界情勢の変化から何を読み解くのか。

- ・カーボンニュートラル宣言は大歓迎だが、ポリティカル・ウィルや市民的意思が薄いなか、先が見づらい。
- ・日本は後ろから中国や韓国のリードを追いかけているような気がして仕方がない。
- ・グリーンリカバリー、いわゆる nature solutions の可能性は高い。が、陸中心のみならず、もっと海（地球の7割）を対象とする blue solutions への配慮・挑戦・政策づくりも必要である。

## ■論点2：B

脱炭素社会に向けて日中韓の共同の意味と可能性

- ・学際的に考える必要はある。
- ・長い歴史を持つアジア、環境歴史学の視点から考えることによって違う角度からのヒントが得られるかもしれない。

（例：中世のアジアにおける技術革新・イノベーション）

- ・日中韓の共同の範囲はローカルからグローバルへ考える必要もある。国境を超えるアジア太平洋を視野に入れることも大事ではないかと思う。

（例：マーシャル諸島パラオ、サモア、ミクロネシア連邦）

- ・アジアなら、アジア型 R&D を始め、ローコスト・ローテック・ローインパクトの科学技術開発の可能性もあるように思う。

- ・《環境意識の高い市民づくり》人材育成に務める必要性もある。

### ■論点3：政策提言

カーボンニュートラルとグリーンリカバリー/日本政府への提言

- ・陸から海へ・陸と海を繋ぐ **nature-based solutions/green and blue solutions** をもって視野にいれ、政策づくりに取り組むように。
- ・日本流の伝統知識を生かす・伸ばす・融合させるイノベーションへ挑戦するようにする。
- ・島国日本脱出、日本列島の様々な境を越えるグローカルイズムへ切り開くようにする。