

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「低炭素社会の実現に向けたエネルギーシステムに関する研究」領域)

## アジア地域の低炭素社会シナリオの開発

(マレーシア)

平成 24 年度実施報告書

代表者：松岡 譲

京都大学大学院工学研究科・教授

<平成 22 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

### (狙い)

本プロジェクトではアジア地域に適した低炭素社会シナリオの構築手法を開発し、それをマレーシアおよびそのイスカンダル開発地域において適用し、手法の適用性の向上を図る。

### (これまでの概要と進捗状況)

平成 23 年度には、マレーシア工科大学(UTM)に設置した低炭素社会研究センターを中心に、二度のシンポジウムとワークショップおよびトレーニングワークショップを開催し、プロジェクトの内容と目標について議論し、理解を広げた。研究開発としては、まず本プロジェクトで開発するシナリオ構築手法の具体的な内容の議論を日マ両国の研究者で行い、調査を行う大気汚染・廃棄物の両研究課題については調査の設計と必要な設備の手配を行った。シナリオの開発については、マレーシア国を対象とした統合評価モデル及びそれを利用したビジョンの開発に着手、案を作成し、さらなるモデルの改良点を抽出した。イスカンダル地域でのモデルの適用に備え、モデルで考慮されるべき低炭素社会施策体系の案を作成した。さらに、開発したシナリオをイスカンダル開発庁(IRDA)の政策に成果を反映させるための方法について IRDA と議論し、「低炭素社会ブループリント」を作成することで合意、その目次案を作成した。また主としてイスカンダル地域に関係する政府関係者を集め、ステークホルダー会合を行い、イスカンダル地域での低炭素社会施策への合意形成に向けて議論を開始した。平成 24 年度には低炭素社会施策の具体的な内容や施策体系の構成について議論を重ね、これまでに開発したモデルを利用しつつ定量的な想定および施策体系を修正し、研究成果として低炭素社会シナリオを実現するための政策集である「低炭素社会ブループリント 政策決定者向け要約」(Low Carbon Society Blueprint for Iskandar Malaysia 2025 Summary for Policymakers)を作成、公表した。

### (成果)

上記のように平成 24 年度には社会経済・エネルギーの統合評価モデル、廃棄物マネジメント、大気汚染の各分野においてモデル構築・シナリオ開発を行い、結果をまとめた。また、それらを反映して施策体系を構築し、低炭素社会ブループリント(要約)を発表した。その過程において低炭素社会シナリオを開発するためのモデリング技術や手順などの知見をマレーシア側研究者・政策担当者に伝達した。

### (見通し)

平成 25 年度以降は、低炭素社会ブループリントへの政策担当者からのフィードバックを得てブループリントを改善し、上記要約に加え、ブループリント本文を完成、公表する。また同ブループリントにおいては時系列上の政策実施過程が考慮されていないため、これを考慮した施策ロードマップを構築する。またイスカンダル開発庁における公式の政策策定プロセスを進め、同庁の公式な計画文書としての低炭素社会ブループリントの作成を支援する。

## 2. 研究グループ別の実施内容

(1) アジア諸国における低炭素社会シナリオ構築手法の開発およびマレーシアにおける適用

### ① 研究のねらい

マレーシアに適した低炭素社会シナリオの構築手法を開発し、それをマレーシア及びイスカンダル地域に適用する。適用の過程を通じて手法の課題を発見し、手法の適用性を高める。

### ② 研究実施方法

マレーシア工科大学と協力し、マレーシア国及びイスカンダル地域の社会経済統計、エネルギー統計等を収集・整備する。また日本国で利用可能な低炭素技術等の情報やマレーシア国特有の技術的、社会経済的条件

をもとに低炭素施策データベースを構築する。貧困・格差等を明示的に考慮するための手法を開発する。これらの情報および手法から統合評価モデルを構築し、マレーシア国及びイスカンダル地域において適用する。以上の手法全体の理念・理論及びモデル・ツール群の利用方法を解説するマニュアルを作成する。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

低炭素社会ビジョンを構築するための統合評価モデルをマレーシアに適したものに改良するため、マレーシア自然資源環境省(NRE)と議論を行い、モデルの改良点を抽出し、改良に着手した。具体的には農林業・土地利用(AFOLU)、工業プロセス、鉱業からの漏出、廃棄物の各部門からの温室効果ガス(GHG)排出を表現するモジュールを追加し、ほぼすべての GHG を対象とするよう拡張した。これをマレーシア国に適用し 2020 年および 2030 年における低炭素社会ビジョンを構築し、2020 年に同国の公式目標である GDP あたり GHG 排出量 40% 削減を達成しさらに 2030 年までその努力を延長したシナリオを示した。

イスカンダル地域でのシナリオに関して、12 分野の方策と約 300 の施策からなる低炭素施策体系を構築し、統合評価モデルを利用して 2025 年における方策別・施策別の GHG 排出削減量を示し、これによってどのような分野の施策がどの程度排出削減に貢献しうるかを詳細に示した。特に教育や制度構築などの間接的な施策についても、直接的な排出削減に対してどの程度貢献しうるかを定量的に示す手法を開発、適用した。これらの情報をまとめて 2025 年の低炭素社会ビジョンを構築した。これをまとめて「低炭素社会ブループリント 政策決定者向け要約」を作成、公表した。

### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

シナリオ構築においては、トレーニングワークショップを通じてモデル構築の技法を伝達するとともに、低炭素社会施策体系を共同で作成することで、その作成手法を UTM 研究者に伝達した。

### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

該当なし

## (2) 低炭素社会施策に伴う都市大気汚染影響の緩和効果の定量化

### ①研究のねらい

途上国・新興国の都市の抱える問題の中でも、都市のエネルギー消費の増大と密接に関連している問題として、都市大気汚染による健康影響を取り上げ、イスカンダル地域において低炭素社会施策を実施する事による大気汚染物質の発生量の抑制と健康影響の緩和効果を、都市スケール大気汚染モデルを利用して定量的に評価する。

### ②研究実施方法

公共交通政策の導入による自動車交通量の低減との関連に着目して、対策導入のコストに対する副次的な便益の大きさを定量的に明らかにする。また、現地の大気汚染状況および大気環境を支配する気象場の把握のために観測を行う。以上の手法及びモデルの利用方法を解説するマニュアルを作成する。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

2012年7月および10月にイスカンダル地域の工業地域、市街地、高速道路上、高速道路周辺地域および州の行政機関が集中する新都市であるヌサジャヤ地域において微小粒子状物質およびガス状大気汚染物質の観測装置を利用して、移動観測を行った。この観測によって周辺大気汚染の状況および工場、高速道路などの発生源付近での濃度状況を把握することができた。また、2012年10月より、マレーシア工科大学の校舎屋上に設置した微小粒子状物質の観測装置により24時間の粒径別微小粒子濃度の連続観測が実施できている。これらの観測データの収集と並行して、三次元大気化学輸送モデルを利用した数値シミュレーションを実行して、

観測された高濃度イベントの原因の解析や、低炭素社会施策と関連する工場、道路などからの推計排出量の妥当性の検証が行えるようになった。これらの研究をより深めるためには排出量推計データの空間詳細度や季節・時間変動の把握が必要であり、現在現地の研究者と協働して、データ収集や必要なモデルの構築を行っている。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

JICA により設置した微小粒子状物質の観測装置のデータ収集およびメンテナンスについて相手国機関の研究者に技術的な指導を行い、日常的な運用を行えるようになった。また、数値シミュレーションに必要なデータの収集や加工方法について技術移転を行った。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)該当なし

### (3) 低炭素社会に適合した廃棄物マネジメントの最適化および効果の定量化

#### ①研究のねらい

低炭素社会施策を考慮したときの廃棄物マネジメントの最適化手法を開発することを目標し、その手法は今後経済発展が見込まれる多くの途上国や新興国で適用可能なものとする。これをイスカンダル地域に適用し、同地域の廃棄物発生の現況を明らかにし、同地域に適した廃棄物マネジメントを示す。

#### ②研究実施方法

温室効果ガス排出量の削減を考慮に入れた廃棄物マネジメント手法を開発する。これをイスカンダル地域に適用し有効性の向上を図る。イスカンダル地域においては、1年目～2年目にかけて、1)家庭ごみおよび産業ごみのマネジメントに関する現状調査、2)家庭ごみ・産業ごみの発生量とごみ質の調査、3)リサイクルパス及びリサイクル量の調査、4)家庭消費とごみ発生量の関係の調査、5)生産とごみ発生量の関係の調査、6)家庭ごみ・産業ごみの発生量の推計モデル構築、7)家庭ごみ・産業ごみの発生量と温室効果ガスの将来推計を実施して、3年目以降に 1)ごみ処理処分技術シナリオ作成による廃棄物削減量と温室効果ガス削減効果の評価、2)ごみ収集輸送計画の策定と収集輸送に伴う温室効果ガス発生量の推計、3)低炭素社会に適した廃棄物マネジメントの比較検討と提案を実施する。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度は、全体計画のうち1)家庭ごみおよび産業ごみのマネジメントに関する現状調査、2)家庭ごみ・産業ごみの発生量とごみ質の調査、3)リサイクルパス及びリサイクル量の調査、4)家庭消費とごみ発生量の関係の調査、5)生産とごみ発生量の関係の調査を行う予定であった。具体的には、最終処分場においてごみの組成分析調査を行なうとともに、家庭のごみ排出に関するアンケート調査を行って排出量とリサイクル意識を分析した。産業廃棄物については、コンサルタント企業に産業廃棄物の発生量と処理に関するヒアリング調査を委託する予定であったが適切な企業が決まらず、ヒアリングによるデータ修得が来年度への持越しとなった。そこで、日本の産業廃棄物処理の産業別・種類別排出量の統計値をイスカンダル地域に適用する方法を検討し考案した。さらに、産業廃棄物のリサイクルパスとリサイクル量についても、ヒアリングが実施されなかったために情報が得られなかったが、岡山県の産業廃棄物処理データを参考にして産業廃棄物処理計算ツールを構築し、温室効果ガスの排出量を簡単に計算できるようにした。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

本年度に実施したアンケート調査のために、これまでに岡山大学で調査実績のあるアンケート質問項目を吟味してマレーシア工科大学に提案した。

岡山大学の学生 3 名が渡航し、Seelong 最終処分場にてマレーシア工科大学の RA の学生とともに、ごみ組成の調査を行った。日本の分析方式を採用し、約1トンのサンプルごみを四分法で縮分した後、組成別到手選別し重量を計測した。これにより、廃棄物マネジメントの計算に必要なごみ組成データの収集方法を伝達することができた。なお、この調査結果はブループリントに掲載されている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)該当なし

#### (4) 低炭素社会シナリオ構築のキャパシティ・ビルディングとアジア低炭素ネットワークの構築

##### ①研究のねらい

マレーシアは東南アジア・南アジア地域ではシンガポールに次いで経済的に成長が進んでいる国である。そのために開発計画に対して大規模な投資が行われており、その点で低炭素社会シナリオの提案が受け入れられれば、低炭素社会に向けて大きく方向転換を行う事が可能だと考えられる。この様な経済成長は遅かれ早かれ他の国でも経験することになるため、イスカンダル開発地域での経験は、他国においても有益な手本となる。したがって、UTM を中心として、アジア地域において低炭素社会シナリオ研究・政策への実装に関するネットワークを構築することが、研究のねらいである。

##### ②研究実施方法

低炭素社会シナリオ構築のキャパシティ・ビルディングでは、アジア地域の研究者・政府関係者を対象に、低炭素社会構築のためのトレーニングを実施する。UTM に低炭素社会研究センターを設置し、研修のトレーナーとなりうる研究者を UTM において育成する。日本及びUTM低炭素社会研究センターにおいて、マレーシア及びアジア諸国の研究者、政府関係者を対象とした低炭素社会シナリオ構築の研修を継続的に実施する。これは研究の全期間にわたって実施する。

アジア低炭素ネットワークの構築では、キャパシティ・ビルディングで実施する研修に参加した研究者・政府関係者を中心に、低炭素社会シナリオ構築の研究・研修にかかる情報をアジア諸国の研究者・政府関係者に発信し、情報共有・提供を行う。また、本プロジェクト参画研究者は、これまでも「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」や「低炭素社会国際研究ネットワーク (LCS-RNet)」などの温暖化緩和に関する国際的研究ネットワークにおいて中心的役割を果たしてきた。このようなネットワークを通じ、本プロジェクトのデモンストレーションとノウハウ共有を行う。これは研究の全期間にわたって実施する。

##### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

8 月、AIM トレーニング・ワークショップにおいて、UTM 学生 2 名が簡易版のモデルを用いて低炭素社会シナリオの構築の手順、データのハンドリング、将来の社会経済発展の想定とシミュレーションへの入力方法、低炭素社会施策の導入及び技術的側面について講習し、演習にて各自低炭素社会ビジョンを推計した。

##### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

##### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

「イスカンダル地域における 2025 年に向けた低炭素社会ブループリント」の中で、重要な施策の一つとして、低炭素教育プログラムの開発と実施が掲げられている。合意形成および教育グループでは、環境教育政策の変遷と持続可能な低炭素教育の発展について、専門家へのインタビュー調査および、多摩市、新宿区、京都市等の取組の視察を行い、LCS BP の低炭素教育プログラムの開発と実施について、より具体的な施策づくりのための情報を整理し、アクション 6”Low Carbon Lifestyle”とアクション 7”Community Engagement and Consensus

Building”に反映した。

月 日	名 称	場 所	概 要
5月8日 ～6月28日	持続可能な低炭素社会 に向けた環境教育の役 割に関する調査	環境省、文部科学省、国立 教育政策研究所、東洋大 学、東近江市、新宿区/京都 市 NPO、滋賀県琵琶湖環境 科学研究センター	日本における環境教育政策の変遷と持続可能な低炭素教 育の発展、環境(特に低炭素・3R)教育に関する学校での活 動、環境(特に低炭素)教育に関する社会での活動、「評 価」への助走について分析および提言を行うための、インタ ビューおよび文献調査
9月8日 ～9月15日	アジア地域の低炭素社会 シナリオの開発 環境教 育に関する視察	環境省、JST、多摩市立南鶴 牧小学校、多摩市役所、エ コギャラリー新宿、京エコ ロジーセンター、大宅保育 園、京都大学、京都市立朱 雀第八小学校	中央政府、地方自治体、専門家/研究者、研究/開発援助 団体との情報交換および初等教育現場、保育現場、NPOな どの現場で実際の教育プログラムを観察

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 3件、国際 2件)
  - ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 6件、海外 6件)
  - ③ 論文詳細情報
- ・ Kei Gomi, Yuki Ochi, Yuzuru Matsuoka, A systematic quantitative backcasting on low-carbon society policy in case of Kyoto city, 2011, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 78, pp852-871, 査読有
  - ・ 五味馨、金再奎、松岡譲, 地方自治体における費用負担を考慮した低炭素社会へのロードマップ構築手法の開発 (A METHODOLOGY FOR DEVELOPING A ROADMAP TOWARDS LOCAL LOW-CARBON SOCIETY CONSIDERING IMPLEMENTATION COST), 土木学会論文集 G (環境システム研究論文集 第 39 巻), Vol. 67, No. 6, pp II\_225-II\_234, 2011. 査読有
  - ・ Pornphimol Winyuchakrit, Bundit Limmeechokchai, Yuzuru Matsuoka, Kei Gomi, Mikiko Kainuma, Junichi Fujino, Maiko Suda, Thailand's low-carbon scenario 2030: Analyses of demand side CO2 mitigation options, 2011, Energy for Sustainable Development, vol. 15, Issue 4, pp 460-466, 査読有
  - ・ 林優里, Janice J. Simson, 五味馨, 松岡譲, 小規模都市のための低炭素都市デザイン手法の開発とマレーシア・プトラジャヤへの適用、土木学会論文集 G (環境システム研究論文集 第 39 巻), Vol. 67, No. 6, ppII\_213-II224, 2011. 査読有
  - ・ Janice Simson, Ho Chin Siong (Prof.), Yuzuru Matsuoka (Prof.), Kei Gomi (Dr.), A Sustainable Low Carbon Development in Iskandar Malaysia, August 2011 (Under evaluation for peer review), Special Issue in Carbon Management [Peer Reviewed]
  - ・ Siti Norbaizura MD REJAB, Tomohito HAMADA, Takeshi FUJIWARA, Green city Putrajaya from the viewpoint of solid waste management, Environmental and sanitary engineering research, 165-168, July, 2011.
  - ・ 濱田 智史、マッド レジャブ シティ ノルバイズラ、藤原 健史：地理情報システムを用いたアジア都市における低炭素都市ごみ収集処理計画に関する研究、廃棄物資源循環学会研究発表会 (CD-ROM) ,第 22 巻, ROMBUNNO.A5-5,2011

- ・ 林優里, Janice J. Simson, 五味馨, 松岡譲、マレーシア・プトラジャヤにおける環境都市政策の実装に関する試み、土木学会論文集 G (環境システム研究論文集 第 40 巻), Vol. 68, No. 6, ppII\_419-II430、2012. 査読有
- ・ 濱田 智史、マッド レジャブ シティ ノルバイズラ、藤原 健史：マレーシアプトラジャヤにおけるグリーンシティーを目指した廃棄物収集輸送計画に関する研究、京都大学環境衛生工学研究 第 25 巻第 3 号, pp.160-164, 2011
- ・ Siti Norbaizura MD. REJAB, Takeshi FUJIWARA, Waste characterization of household waste in Iskandar Malaysia, Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management, 28-29, Sendai, Japan, October 2012.
- ・ Yuzuru Matsuoka, Mikiko Kainuma, Junichi Fujino, Tomoki Ehara, Hot to approach Asian low-carbon societies?, Global Environmental Research, Vol. 17, No.1, pp3-10, 2013 [peer reviewed]
- ・ Kei Gomi, Aashish Deshpande, Manmohan Kapshe, Aligning low-carbon society scenario with city development goals in Bhopal, India, Global Environmental Research, Vol. 17, No.1, pp129-138, 2013 [peer reviewed]
- ・

## (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳 (国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数 (国内 0 件、海外 0 件)

## 4. プロジェクト実施体制

(1)「京都大学」グループ (アジア諸国における低炭素社会シナリオ構築手法の開発およびマレーシアにおける適用)

① 研究者グループリーダー名：松岡 譲 (京都大学・教授)

② 研究項目

- ・マレーシア国に適した低炭素社会シナリオ構築手法の開発
- ・イスカンダル地域における低炭素社会シナリオの構築と施策への反映
- ・低炭素社会施策に伴う都市大気汚染影響の緩和効果の定量化

(2)「国立環境研究所」グループ (低炭素社会シナリオ構築のキャパシティ・ビルディングとアジア低炭素ネットワークの構築)

① 研究者グループリーダー名：藤野 純一 (国立環境研究所・主任研究員)

② 研究項目

- ・低炭素社会構築のためのキャパシティ・ビルディング
- ・アジア諸国の研究者・政府関係者への情報提供・共有

(3)「岡山大学」グループ (低炭素社会に適合した廃棄物マネジメントの最適化および効果の定量化)

① 研究者グループリーダー名：藤原 健史 (岡山大学・教授)

② 研究項目

- ・家庭及び産業から排出される廃棄物に関する調査とモデリング
- ・3Rをベースとした廃棄物の減量と資源化に関する検討
- ・シナリオに基づく将来推計とバックキャスティングによる施策導入計画の検討

以上