

課題名	S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト
課題代表者名	西岡秀三（独立行政法人国立環境研究所理事）

研究体制

- 1：温暖化対策評価のための長期シナリオ研究
 （環境省独立行政法人国立環境研究所、京都大学、滋賀大学、文教大学、立命館大学、神戸大学）
- 2：温暖化対策の多面的評価クライテリア設定に関する研究
 （環境省独立行政法人国立環境研究所、京都大学、東京工業大学、青山学院大学）
- 3：都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価
 （東京大学、成蹊大学、東京理科大学、慶應大学）
- 4：温暖化対策のための、技術、ライフスタイル、社会システムの統合的対策の研究
 —IT社会のエコデザイン—
 （経済産業省独立行政法人産業技術総合研究所、東京大学、日本電気（株）、日本電信電話（株）、富士通（株））
- 5：技術革新と需要変化を見据えた交通部門のCO2削減中長期戦略に関する研究
 （環境省独立行政法人国立環境研究所、経済産業省独立行政法人産業技術総合研究所、筑波大学、名古屋大学、早稲田大学）

研究概要

1. 序（研究背景等）

2007年に入りIPCC第4次報告書各作業部隊から政策決定者向け要約が公表された。確実に温暖化は起こっておりそれはほぼ間違いなく人為起源でもたらされていること、温暖化影響は予想以上に広がっており気温の上昇が約2～3℃以上である場合にはすべての地域において温暖化によるマイナスの影響を受けること、深刻な影響を避けるためには2050年の温室効果ガス排出量を半減以下にする必要があり今から適切な対応をとれば2030年の排出量を2000年レベル以下に抑えることが可能なこと、等が指摘された。

先進国である日本はそれ以上、たとえば60から80%削減を求められたとき、温室効果ガスをほとんど出さない脱温暖化社会像を描く必要がある。そこで、長期にわたる継続した取り組みの方向性をできるだけ早く提示することが求められている。2050年頃には現在の社会インフラのかなりが変更されるであろう。今から長期の方向性を打ち出しておけば、都市、交通、産業などでエネルギーに依存している現状の社会インフラを変更するための制度変革、技術開発、ライフスタイルチェンジなどに関する具体的な政策を提案することができる。

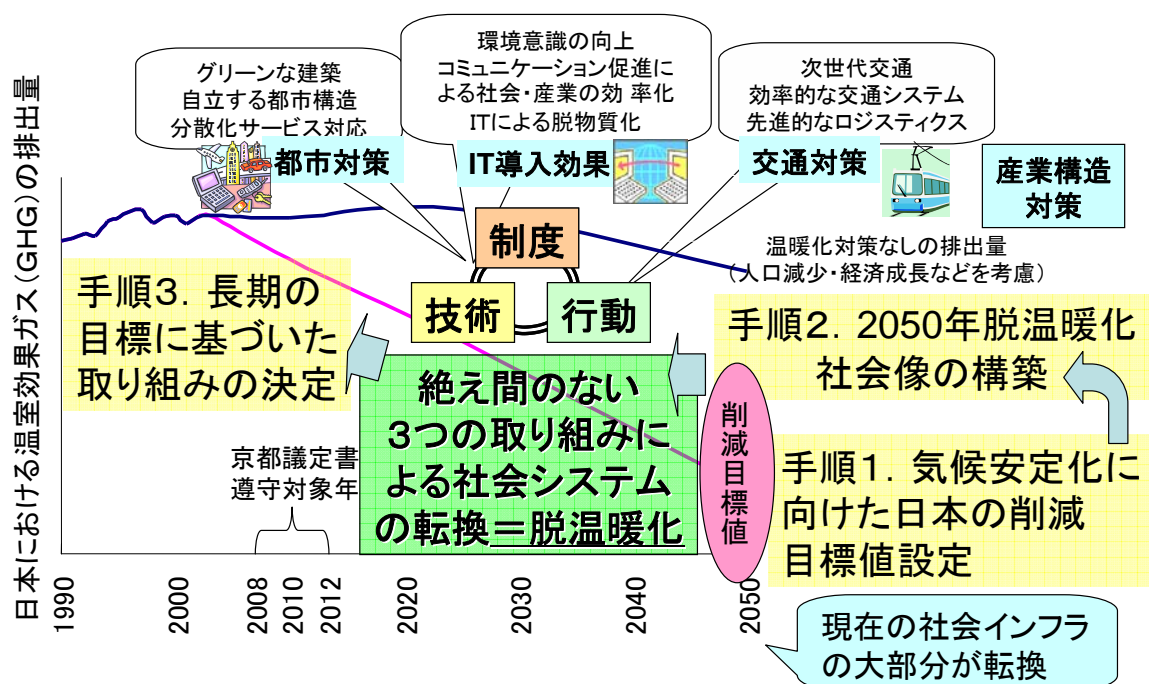


図1 脱温暖化2050研究プロジェクトの枠組み

2. 研究目的

平成16年度から、環境省地球環境研究総合推進費戦略プロジェクトの1つとして開始された本研究プロジェクトは、第Ⅰ期3年（平成16年度から平成18年度）＋第Ⅱ期2年（平成19年度から平成20年度）の5年間に及ぶものである。本プロジェクトの目的は、日本を対象とした長期にわたる継続した地球環境政策の方向性を提示することである。

そこで、本プロジェクトでは、日本における中長期温暖化対策シナリオを構築するために、以下の検討を行い、2050年までを見越した日本の温室効果ガス削減のシナリオとそれに至る環境政策の方向性を提示する（図1）。

- 1) 全体像を把握する長期シナリオ開発研究とシナリオで取り入れる対策、施策、政策群の妥当性を検討する政策評価研究[シナリオ]
- 2) 中長期温暖化対策のための削減目標を設定する判断基準検討研究[目標検討]
と、技術社会面での今後の変化・発展予測をふまえた種々のオプションを検討する技術・社会イノベーション統合研究である、
- 3) 都市対策[都市]
- 4) IT導入効果[IT社会]
- 5) 交通対策[交通]

これらの分野に専門性を持つ研究者約60名が結集したシナリオ研究により、技術・制度・社会システムなどを横断した整合性のある実現性の高い中長期温暖化政策策定に貢献する。また、経済発展と両立した脱温暖化社会に到る道筋を提言することで研究者以外の人々の脱温暖化政策への関心を高め、社会システム・ライフスタイルの改善に役立つよう情報発信を行う。

3. 研究の方法と結果

昨年度まで以下の検討を行ったことである。

- 1) バックキャストिंगの手法に基づき、脱温暖化2050年像の叙述シナリオ構築を進めた。
- 2) 脱温暖化シナリオの定量的評価を行うため、社会経済像を様々な面から検討し対策を見つけ出すシミュレーションモデル群の開発を進めた。
- 3) 都市、IT社会、交通などの個別の分野における対策の効果について技術的・経済的可能性を検討し、モデルシミュレーション解析を行った。
- 4) 行政への研究結果の提供、シンポジウムの開催、テレビ放映、脱温暖化2050研究プロジェクトホームページ (<http://2050.nies.go.jp>) などを通じて、脱温暖化2050研究への関心が高まった。それらの結果、日英共同研究プログラム「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化2050プロジェクト」を推進し、世界各国の低炭素社会作りにつながる活動を行うため、研究の成果を広く内外に知らせる事になった。

本年度は、以下の成果を得た。

1：温暖化対策評価のための長期シナリオ研究

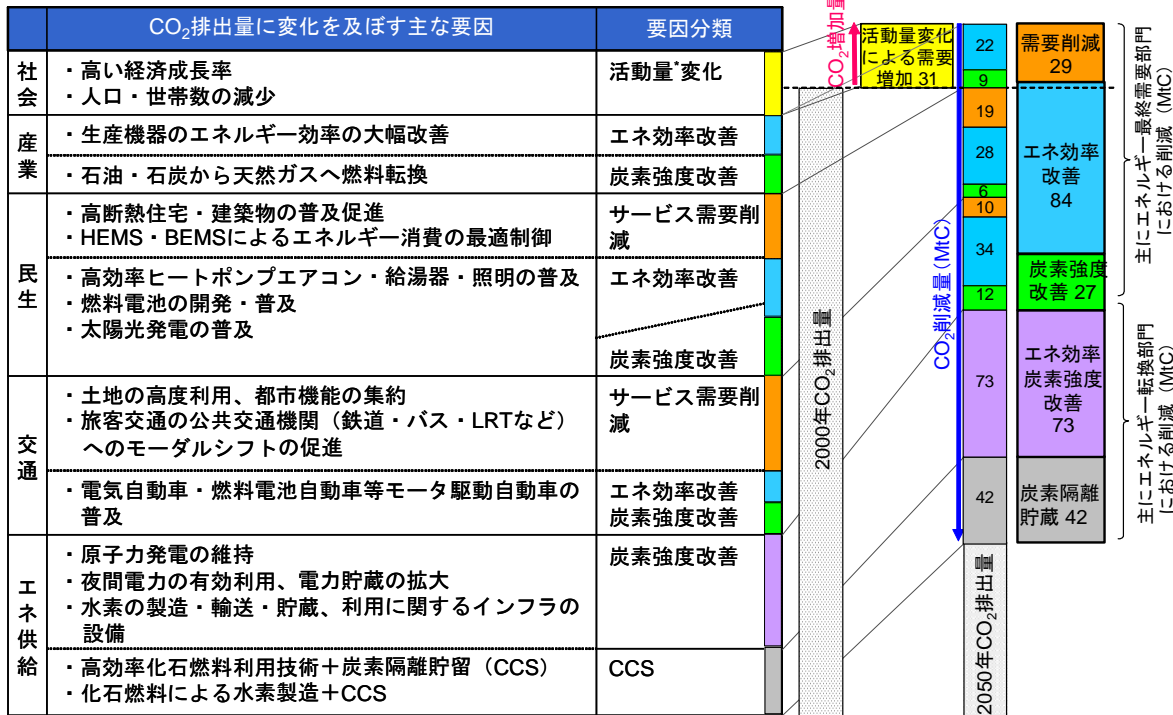
日本2050年脱温暖化社会に向けたシナリオ構築に資する研究を行った。

CO₂排出量70%削減は、エネルギー需要の40～45%削減とエネルギー供給の低炭素化によって、可能となる。需要側のエネルギー削減は、一部の部門でエネルギー需要増があるものの、人口減や合理的なエネルギー利用によるエネルギー需要減、需要側でのエネルギー効率改善で可能となる。

必要とされるであろうエネルギーサービスを維持しつつ低炭素社会を実現するためには、今後当然見込まれる産業構造転換や国土インフラ投資を早期から低炭素化の方向にむけて粛々と進めていかねばならない。その上に、省エネルギー・低炭素エネルギー技術開発と投資、利用を加速する必要がある。政府が強いリーダーシップを持って、早期の目標共有、社会・技術イノベーションに向けた総合施策の確立、削減ポテンシャルを現実のものとするための強力な普及・促進策の実施、

長期計画にもとづく確実な政府投資の実施と民間投資の誘導を推進してゆくことが必要である。

シナリオA：2050年



*活動量:エネルギーサービス需要を起因する社会・経済活動の指標。

図2 2050年CO₂排出量70%削減を実現する対策オプションの検討（シナリオA）

2：温暖化対策の多面的評価クライテリア設定に関する研究

日本の長期目標に関しては、3つの不確実性、すなわち許容する気温上昇、モデルにおける気候感度、国際制度のあり方、を勘案した上で2050年の排出削減必要量を検討した結果、2050年までに60%～90%近くの幅の範囲でGHG排出削減（1990年比）が必要だということが明らかとなった。日本は確かに、地球温暖化を防ぐために政府の革新的な政策と産業界の技術革新の両方を必要とする。しかし、この問題に取り組む努力により幅広い市民セクターの参加を欠いている。日本の市民社会を動員するためにはエネルギー供給の分散化を最も必要としていることが導き出された。

日本における既存の自治体・企業の現在の目標設定とその考え方は、1)日本の地方公共団体における地域温暖化対策推進計画における既存の目標とその考え方、2)日本経団連自主行動計画における既存の企業の目標とその背景となる考え方を検討した限りでは、それらの大部分は京都議定書の約束期間を対象としている。京都議定書第一約束期間以降に関する中長期目標は、企業レベルで存在しているものがあるものの、中央環境審議会地球環境部会気候変動に関する国際戦略専門委員会第2次中間報告（2005.5.12）を除きほとんど存在しないことがわかった。

3：都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

わが国の二酸化炭素排出量の動向を見ると、交通、業務、家庭部門の伸びが著しく、これらの部門への対策がわが国の二酸化炭素排出量削減の成否を握っている側面が非常に大きい。これらの二酸化炭素排出のほとんどは都市の場において生じているものであり、それは都市活動や都市構造と深い関係がある。二酸化炭素削減対策としては、エネルギー消費量の削減を図る技術、再生可能エネルギーを始めとして供給エネルギーの炭素強度を下げる技術があり、その開発が進んでいる。しかし、これらの技術による二酸化炭素の削減可能量の推定に当たっては、技術のみを取り出して行う評価ではまったく不十分であり、実際に都市に導入された状況を想定して推定を行うことが必要である。とりわけ、複数の対策が同時に導入される場合には、対策相互の相殺効果、電力需要変化に伴う系統電力の炭素強度の変化など、複雑な問題が存在しており、これらを考慮せずに技術評価を行うと対策効果の過大評価につながる。本研究は、対策技術適用の場であり、また将来の社会的な変化が端的に現れる都市を対象にした対策効果の解析を行う。

16、17年度は、日本全体の将来の二酸化炭素排出と対策効果を見積もることを最終目的として、タイプの異なる5つの都市を選定し、地理情報システムの活用による解析の可能性を検討した。18年度はそれらの成果に基づきつつ、シナリオチームから提供される将来社会の2つのビジョンに基づいて、2050年までの日本全体の二酸化炭素排出量の予測とその削減可能量を統合的なツールを用いて算出した。

4：温暖化対策のための、技術、ライフスタイル、社会システムの統合的対策の研究 －IT社会のエコデザイン－

ITは、われわれの社会や世界に大きな変革をもたらすと言われる。「IT革命」という言葉は、2000年代初頭の経営的・経済的なITバブルの崩壊で一時的には聞かれなくなったものの、IT化が、社会に本格的な影響をもたらすのはこれから数十年かけてのことである。技術革新が社会や経済にもたらす大きな変革は「イノベーション」と呼ばれる。ITは、例えば19世紀の蒸気機関や電気の発明の影響（産業革命）に喩えられるイノベーションであることが昨今あらためて認識されるようになってきた。例えば蒸気機関は鉄道を生んだが、鉄道は物流と人の流れを革新的に変えた。それまで運ぶことができなかった量の物資をそれまで運ぶことができなかった地域まで運ぶことができるようになったことにより各国の国内の分業が深化した。それによって生産構造、産業の立地、都市構造が変化し、人々の労働環境や組織も変化した。その結果、富の大きさと配分も変化した。大きなイノベーションの例である。2050年の社会は、IT革命により、同様に大きく変化していることであろう。ITの地球温暖化に与える影響を2つの視点より検討してきた。第一は、現状延長的にITが普及した場合の影響評価である。これに関して、既存の評価（2010年）と、産業/交通/家庭生活でのITの影響を詳細に検討した結果をベースに、2020年および2050年のCO2削減効果の評価を行った。現状延長で考えた場合、2050年でのITによるCO2削減効果は、10～15%程度であった。

第二の視点では、パラダイムシフト、すなわち現状とは大きく異なる社会を想定した。直感的手法で、意見公募（約1,000名）、各分野の専門家へのヒアリング、およびアニメ・SF映画のコンテンツデータから、将来社会のアイディア素材を収集し、シナリオ・プランニングやブレイン・ストーミング手法を用いて、2050年IT社会の“生活シーン”や“産業”を、文章およびイラストで描写した。これらの結果より、ITは、低炭素化の切り札となるポテンシャルは十分にあると考える。低炭素化社会、すなわち資源・エネルギー消費を大幅に抑制して、経済的にもデメリットの少ない社会を実現するためには、IT分野等での技術革新とともに、“人のこころ”という内的側面への考慮を忘れてはならないのではないかと考える。

5：技術革新と需要変化を見据えた交通部門のCO2削減中長期戦略に関する研究

5年間の研究期間の中間評価にあたる年度かつ前期の終了年度であったため、2020年に向けた自動車技術普及を中心とした対策シナリオおよび2050年に向けた地域別の交通対策を含めた将来ビジョンを早い段階で取りまとめて積極的に公表し、各界からのコメントを反映させてシナリオ/ビジョンを改訂するとともに、個別の対策に定量的な根拠を与えるための研究を進めた。

次世代自動車技術、代替燃料を含めた総合効率の数値を更新し、有望な自動車技術と燃料の組合せを提示するとともに、特に、電気自動車のセカンドカーとしての利用可能性が高いこと、ハイブリッド車の価格低下とガソリン価格高騰により大量普及の可能性が高いことが分かった。

2050年の大幅削減を可能にする施策について検討し、税制による誘導や早期の都市ビジョンの提示が、利便性の高さや環境負荷の小ささを両立する土地利用・交通の実現に大きな効果を挙げると考えられた。また、ほとんどの市街地において、CO₂削減のための公共交通機関として、採算性、輸送力、インフラを含めたCO₂の面から見て、LRTがもっとも有望であることが定量的に分かった。

4. 考察

本プロジェクトの最終目標は、2050年までを見越した日本の温室効果ガス削減のシナリオとそれに至る環境政策の方向性を提示することである。三年目の平成18年度は、バックキャストिंगの手法に基づいて、各部門の叙述シナリオの構築、数値モデルの開発を行う共に、2050年のCO2排出量を1990年に比べて70%削減するシナリオを明示し、各部門の対策について詳細な分析を進めた。

プロジェクトの全体枠組みおよび研究構成要素の相互関係について、参画する約60名の研究者およびアドバイザーボード5名の有識者を交えた会合を年3回行い、理解を深めた。また、個別にチ

ーム間調整を行った。また、日英共同研究プログラム「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化2050プロジェクト」を推進し、第1回ワークショップを2006年6月に東京で行うなど、研究の成果を広く内外に知らせる事になった。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

我が国を対象として、2050年日本において、主要な温室効果ガスであるCO₂を1990年に比べて70%削減するような低炭素社会を実現できる技術的なポテンシャルが存在することを、叙述シナリオの開発、それらを定量化するためのモデル群（人口世帯、マクロ計量経済、一般均衡、住宅ストック、ライフスタイル・消費、旅客交通、貨物交通、産業トレンド、エネルギー供給等）の開発、各部門における対策の検討を通じて、定量的に検証したこと。

(2) 地球環境政策への貢献

2007年2月15日に、「2050日本低炭素社会シナリオ：温室効果ガス70%削減可能性検討」報告書を記者発表し、日本が2050年に主要な温室効果ガスであるCO₂を70%削減し、豊かで質の高い低炭素社会を構築することは可能であることを示したところ、各紙で取り上げられた。

2006年2月16日に環境大臣と英国大使館大使が記者発表した、日英共同研究プロジェクトの第1回国際ワークショップを2006年6月に東京で行い、先進国だけでなく途上国を含めた世界19カ国・6国際機関の研究者や政策決定者ら54名を招待した。低炭素社会のビジョンについて議論を深め、各国の事情に応じた低炭素社会を目指すことを話し合い、Executive Summary、Workshop Reportとしてまとめた。その結果が、G20（気候変動・クリーンエネルギーおよび持続可能な開発に関する閣僚対話）やCOP12・COP/MOP2で紹介された。

6. 研究者略歴

課題代表者：西岡秀三

1939年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、現在独立行政法人国立環境研究所理事

テーマ1：甲斐沼美紀子

1950年生まれ、京都大学工学部卒業、工学博士、現在、独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター温暖化対策評価研究室室長

テーマ2：蟹江憲史

1969年生まれ、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修了、政策・メディア博士
現在東京工業大学大学院社会理工学研究科准教授

テーマ3：花木啓祐

1952年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、現在東京大学大学院工学系研究科教授

テーマ4：藤本 淳

1955年生まれ、広島大学大学院環境科学研究科修了、工学博士、現在東京大学先端科学技術研究センター特任教授

テーマ5：森口祐一

1959年生まれ、京都大学工学部卒業、工学博士、現在独立行政法人国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長

7. 成果発表状況

(1) 査読付き論文

- 1) R. Kawase, Y. Matsuoka, and J. Fujino, "Decomposition analysis of CO₂ emission in long-term climate stabilization scenarios", Energy Policy, 34, 2113-2122, 2006
- 2) 島田幸司, 田中吉隆, 五味馨, 松岡譲: 「低炭素社会に向けた長期的地域シナリオ形成手法の開発と滋賀県への先駆的適用」, 環境システム研究論文集, 34, 143-154, 2006
- 3) 肱岡靖明, 高橋潔, 久保田泉: 「統合評価モデルを用いた温室効果ガス安定化濃度目標下におけるイネ・小麦の潜在生産変化の国別影響評価」, 環境情報科学論文集, 18, 19-24, 2006
- 4) Y. Kudoh, K. Matsuhashi, Y. Kondo, S. Kobayashi, Y. Moriguchi and H. Yagita: "Statistical Analysis of Fuel Consumption of Hybrid Electric Vehicles in Japan", Proceedings of the 22nd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exposition, 393-401, 2006
- 5) Y. Kudoh, H. Yagita and A. Inaba: "Analysis of Existing Variation in Fuel Consumption of Hybrid

Electric Vehicles" Electric proceedings of International Conference on Ecologic Vehicles & Renewable Energies, Monaco, 2007

(2)査読付論文に準ずる成果発表

- 1) 藤野純一：「脱温暖化社会：なぜ必要か？どうすれば実現できるか？」，技術と経済，471，2-15，2006
- 2) J. Fujino, M. Kainuma, and S. Nishioka, "Proceedings of the First Workshop of Japan-UK Joint Research Project "Developing Visions for a Low-Carbon Society through Sustainable Development"", CGER Reports, I071, 2007
- 3) M. Kainuma, "Aligning Climate Change and Sustainability -Scenarios, modeling and policy analysis-", CGER Reports, I072, 2007
- 4) 太田宏：「アメリカの環境政策をめぐる政治」，アメリカ政治外交のアナトミー（山本吉宣，武田興欣編），国際書院，213-250，2007
- 5) 蟹江憲史：「京都議定書を超える国際制度：分散的気候変動ガバナンスへ向けて」，国際問題，552，47-59，2006
- 6) 東京大学RCAST 脱温暖化IT社会チーム：「2050年脱温暖化社会のライフスタイル —IT社会のエコデザイン—」，電通消費者研究センター編，株式会社電通，2007
- 7) M. Tsutsumi, H. Ishida, N. Okamoto, and Y. Sekine: "Long Term Simulation of Family Car Trips for the Allocation of Alternative Fuel Stations", Electronic Proceedings of ICHIT (International Conference on Hybrid Information Technology) Special Sessions: ITS Modelling and Analysis 1, 2006
- 8) 松橋啓介：「持続可能な交通とまちづくりの方向性」，環境研究，141，22-28，2006
- 9) 森口祐一，松橋啓介：「日本の自動車を取り巻く社会情勢の将来展望」，自動車技術，61，31-36，2007