

国立環境研究所特別研究報告

Report of Special Research from the National Institute for Environmental Studies, Japan

SR - 69 - 2006

# 地球温暖化の影響評価と 対策効果プロジェクト (終了報告)

Climate Change Research Project

平成 13 ~ 17 年度

FY2001 ~ 2005

NIES



独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

<http://www.nies.go.jp/>

地球温暖化の影響評価と  
対策効果プロジェクト  
(終了報告)

Climate Change Research Project

平成 13 ~ 17 年度

FY2001 ~ 2005

重点特別研究プロジェクト「地球温暖化の影響評価と対策効果」  
(期間 平成13～17年度)

プロジェクト責任者：井上 元  
プロジェクト幹事：甲斐沼美紀子  
報告書編集担当：花岡達也

## 序

本報告書は、平成13～17年の5ヵ年間に実施された重点特別研究プロジェクト「地球温暖化の影響評価と対策効果」の研究成果を取りまとめたものです。平成15年11月に平成13～14年度の前期2年間の成果を中間報告として公表しましたので、後期3年間の成果を中心にいたしました。本プロジェクトにおける研究の過程とその成果を公表することで、この分野の研究を今後さらに発展させるうえで貴重なご意見を各方面よりいただけることを期待しております。

地球温暖化対策は、気候変動枠組条約、京都議定書でその一歩を踏み出したとはいえ、究極の目的である気候安定化のためには温室効果ガスの一層の排出量削減が求められています。地球温暖化の影響は、長期の気温上昇によるものだけでなく、短中期に地域レベルで異常気象を引き起こす可能性なども注目されはじめており、生態系・環境資源管理の観点からも温暖化対策の重要性が増大しています。本プロジェクトでは、現象面の様々な不確実さを解明し、新たな地球規模の環境変化を早期に検知し、温暖化政策に資する方策を提示することを重視してまいりました。

国立環境研究所は、本年4月から第二期中期計画に基づく研究を開始したところです。本中期計画において、地球温暖化研究は4つの重点研究プログラムの一つに位置づけられており、炭素循環モニタリング、気候モデル、統合評価モデルのリンクをさらに強化していく予定です。モニタリングの結果と予測モデルをつなぐためには、スポットで得られるデータによっても随時精度を高めることができる炭素循環モデルの開発が必要です。また、気候モデルをインハウス・モデルとして持つ強みは、炭素循環に深く関係する陸域生態系と大気圏の相互作用を詳細に再現し、気候変動に伴う影響が気候にフィードバックする過程を再現するシミュレーションが可能になる点にあり、このためのモデル開発も進めてまいります。さらに、将来の社会経済システムを温室効果ガスの排出量の少ないものへ変革していくための道筋を明らかにする研究にも積極的に取り組んでまいります。

これまでの研究成果、第二期中期計画における温暖化プログラムの進め方について、忌憚のないご意見、ご指導を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

平成18年12月

独立行政法人 国立環境研究所  
理事長 大塚 柳太郎



# 目 次

1 研究の目的と経緯	
1.1 研究の目的	1
1.2 研究の全体フレーム	1
2 研究の成果	
2.1 炭素循環と吸収源変動要因の解明	
2.1.1 大気中の酸素濃度及び炭素同位体比を指標にしたグローバルな 海洋・陸域 CO <sub>2</sub> 吸収量の変動解析	4
2.1.2 大気中二酸化炭素観測による陸域生態系の炭素収支推定（トップダウンアプローチ）	7
2.1.3 林内大気中二酸化炭素の炭素安定同位体比と土壌呼吸観測による 森林内の炭素循環に関する研究	11
2.1.4 リモートセンシングによる炭素吸収量評価	14
2.1.5 生態学的な炭素吸収量算定モデルの開発	16
2.1.6 陸域炭素管理オプションの評価	18
2.1.7 太平洋域の人為起源二酸化炭素の海洋吸収量解明とその制御に関する研究	20
2.2 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究	26
2.2.1 気候モデルの開発・改良と適用	26
2.2.2 社会経済・排出モデルの開発・改良と適用	34
2.2.3 影響・適応モデルの開発・改良と適用	43
2.3 まとめと今後の課題	53
引用文献	54
[資 料]	
I 研究の組織と研究課題の構成	59
1 研究の組織	59
2 研究課題と担当者	60
II 研究成果発表一覧	62
1 誌上発表	62
2 口頭発表	81

# 1 研究の目的と経緯

## 1.1 研究の目的

地球温暖化対策は、気候変動枠組み条約、京都議定書でその一歩を踏み出したが、究極の目的である気候安定化のためには温室効果ガスの一層の排出量削減が求められている。地球温暖化の影響は、長期の気温上昇による影響だけでなく、短中期における地域レベルの異常気象にも影響がありうることも注目されており、生態系・環境資源管理の観点からも温暖化対策は重要である。現象面の色々な不確かさを解明し、新たな地球規模の環境変化を早期に検知し、温暖化政策に資する方策を提示することは緊急の課題である。

本研究は、1990年から蓄積された地球温暖化の現象解明、影響評価、並びに対策に関する研究成果を基礎にして、これらの新しい研究ニーズに体系的に応えることを目的とする。このため、経済発展・気候変動及びそれらの影響を統合的に評価するモデルを開発・適用して、京都議定書及びそれ以降の温暖化対策が地球規模の気候変動及びその地域的影響を緩和する効果を推計し、中・長期的な対応方策のあり方を経済社会の発展の道筋との

関係で明らかにするとともに、これらの対応方策をアジア地域の持続可能な発展に融合させる総合戦略について検討する。さらに、温室効果気体の陸域や洋上での濃度観測から、温室効果気体の陸域と海洋の吸収比と吸収分布、森林の炭素ストック、二酸化炭素の海洋吸収とその気候変動に対する応答など、炭素循環のメカニズムと変動要因を大気・陸域・海洋の観測から解明するとともに、地球規模の温室効果気体の変化を早期に検知する。

## 1.2 研究の全体フレーム

本研究は、大きく次の二つの分野に分けて、炭素循環、炭素吸収源評価、社会経済・排出モデル、気候モデル、影響・適応モデル、の5つの研究チームによって実施している。研究の全体概要を図1に示す。

### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

京都議定書では人為的な森林吸収増加活動などを二酸化炭素削減対策として認めることになり、人為活動による炭素蓄積を十分な科学的根拠を持って評価することが

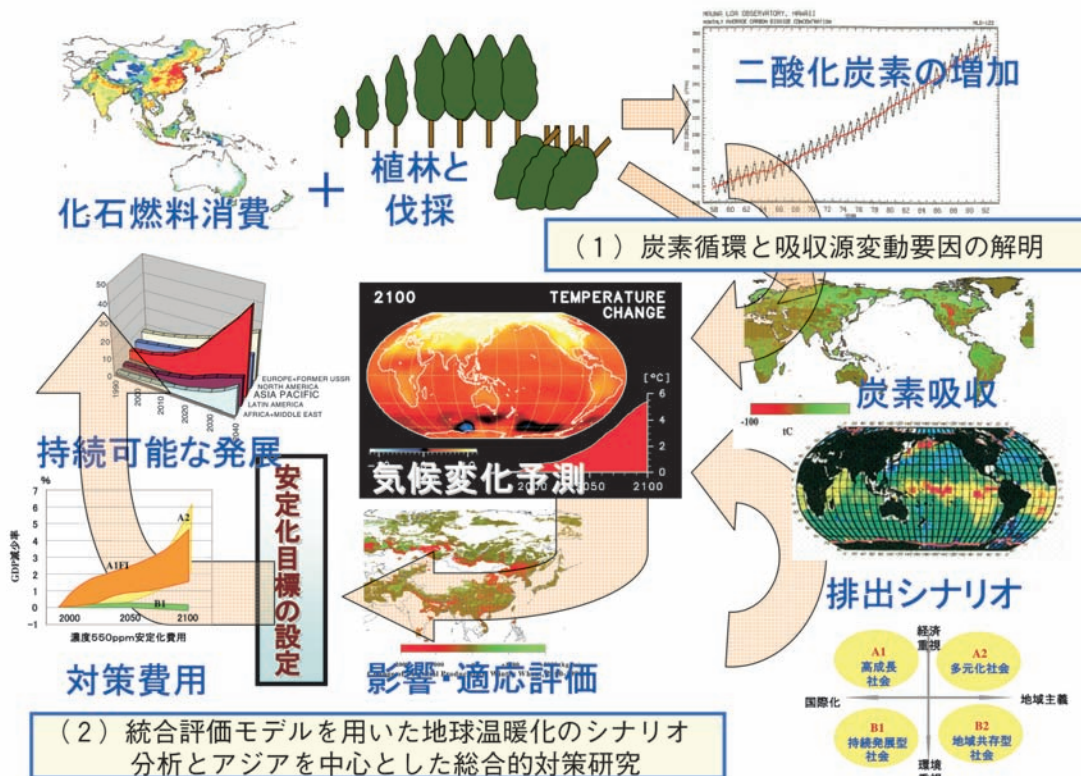


図1 各研究要素の相互関連

求められている。さらに長期的には、人為的な森林吸収増加活動だけではなく、森林保全や炭素の隔離などを含むあらゆる炭素固定を評価する方向に向かう可能性もある。したがって、樹木の規模からグローバルな規模まで様々なスケールでの研究を遂行し、炭素循環を総合的に理解することが必要である。また、森林や海洋の炭素循環が気候の変化にどの様に応答するかを明らかにして、将来の炭素収支の変化を予測するためのデータを蓄積する必要がある。このため、森林や海洋による二酸化炭素吸収量の評価や変動要因の解析を目的として、以下の研究を行う。

- ①陸域と海洋の二酸化炭素吸収の評価を大陸・海洋・全球の規模で実施し、その変動要因を解明する。地上モニタリングステーションなどにおいて、同位体比や酸素濃度等の長期観測を行い、温室効果ガス等のモニタリングデータを駆使して、グローバルな陸域/海洋吸収を評価する（炭素循環研究チーム）。
- ②陸域生態系を中心とした温室効果気体の吸収・排出を地域規模で評価することにより、科学的根拠に基づいた温室効果気体の濃度安定化策の策定に貢献する。そのために、航空機やタワーにより二酸化炭素濃度分布変動を測定し、二酸化炭素などの吸収や放出量を推定する。さらにその季節変動、長期変動を測定し、変動要因を解析する（炭素循環研究チーム、炭素吸収源評価研究チーム）。
- ③京都議定書で評価される森林の炭素吸収源機能を定量的に評価することを目的として、フラックス観測、リモートセンシング手法を用いてCO<sub>2</sub>吸収量のモニタリング手法を確立するとともに、生態系モデルを用いて国内外における森林生態系における炭素吸収量を評価する。特に、苫小牧他のフラックス観測サイトにおいて、樹木の炭素吸収、土壌呼吸、樹冠上のフラックス測定、樹冠内の二酸化炭素貯留、森林上空の二酸化炭素濃度変動の観測、森林のバイオマス・光合成パラメータの遠隔計測を実施し、これらの結果を元に気象、土壌、管理条件を変数とする炭素ストック変化算定モデルを開発し国内外の広域スケールでの炭素収支変動を評価する手法を確立する（炭素吸収源評価研究チーム）。
- ④貨物船を含む様々な観測手段を活用して、太平洋の二酸化炭素吸収フラックスの分布・季節変動・洋上大気の温室効果ガスや酸素濃度の分布を求める。それらの

分布を決める要因の解析とともに、グローバルな炭素収支における太平洋の寄与を明らかにする（炭素循環研究チーム、炭素吸収源評価研究チーム）。

- ⑤京都議定書第2約束期間以降における中長期的な陸域生態系炭素吸収源機能の評価を目的として、1) 管理された森林における炭素吸収量算定モデルを開発し、2) フラックス観測値やバイオマス測定値でモデルの検証を実施し、3) 炭素吸収量算定モデルを土地利用モデルと統合して、広域な陸域生態系における炭素吸収源機能の変動予測を実施する（炭素吸収源評価研究チーム）。

これらの観測研究を行うに当たっては、地球環境研究センターの地球環境モニタリング・データベース事業との密接な協力下で、また、IGBP/IHDP/WCRPのGCP (Global Carbon Project) や ICGO (Integrated Global Carbon Observation), AsiaFlux などの国際的な取組と連携して推進している。

## (2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

京都議定書及びその後の世界規模の経済発展や環境対策が、地球規模の気候変動及びその社会的・環境的影響をどの程度軽減するか、さらにはアジア地域の経済発展と環境問題を踏まえてどのような総合的対策を図るべきかを明らかにするため、以下の研究を行う。

- ①我が国、アジア地域、及び世界を対象とする温室効果ガス・エアロゾル排出モデルを改良・開発し（社会経済・排出モデル研究チーム）、大気海洋結合気候モデルの高精度化、並びに地域気候モデルの開発・高精度化を図り（気候モデル研究チーム）、さらに、水資源や農業等への影響モデルの開発・改良に取り組む（影響・適応モデル研究チーム）。また、アジア全域及び主要国に適用できる環境-経済統合モデルを開発する（社会経済・排出モデル研究チーム）。過去100年の気候再現実験を行い、気候変動モデルの妥当性を評価する。
- ②地球温暖化に関する排出・気候変動・影響、さらにはアジア地域の経済発展と環境の関係を一貫して分析するため、個々のモデルをつなぐインターフェースを開発して、モデルの統合化を図る（気候モデル研究チーム、影響・適応モデル研究チーム、社会経済・排出モ

デル研究チーム)。

- ③最新の社会経済的動向や技術評価をベースにして個々の対策技術や対策措置の効果を推計し、我が国、アジア、及び世界の温室効果ガスがどの程度削減可能かを推計し(社会経済・排出モデル研究チーム)、この対策措置を前提とした排出シナリオを基にして、全球的及び地域的に気候変動がどの程度緩和されるかを推計するとともに、これらの推計における不確実性の度合い及びその要因について評価する(気候モデル研究チーム)。さらに、気候変動の緩和を前提にして、このような緩和が社会的・環境的影響をどの程度軽減させるかについてアジア地域を中心に推計し、これらの影響に適応可能かどうかを検討するとともに、推計の不確実性の度合い及びその要因について評価する(影

響・適応モデル研究チーム)。

- ④以上のシナリオ分析を基にアジア地域の総合的対策の在り方を明らかにするため、アジアの経済発展と温暖化対策、さらには温暖化対策と他の環境対策との関係进行分析する。特に、温暖化対策を含む環境対策分野のイノベーションのポテンシャル及びその実現のための投資の緊急性を評価する(社会経済・排出モデル研究チーム)。
- ⑤分析結果を各種背景データと有機的に関連づけて戦略的データ・ベースを構築し、研究の普及を図るとともに、アジア途上国への分析技術の移転を図る(社会経済・排出モデル研究チーム、影響・適応モデル研究チーム)。



## 2 研究の成果

### 2.1 炭素循環と吸収源変動要因の解明

#### 2.1.1 大気中の酸素濃度及び炭素同位体比を指標にしたグローバルな海洋・陸域 CO<sub>2</sub>吸収量の変動解析 (1) はじめに

人為的に放出された二酸化炭素は地球規模での二酸化炭素の濃度上昇を引き起こしているが、地球上の生物や海洋は平均的にはその約 40 % を吸収し大気中の濃度増加を引きとめている。例えば、現在の大気二酸化炭素濃度の平均増加速度 (約 1.5 ppm/年) は、実際に大気に供給された人為的二酸化炭素から考えられる速度の 60 % にしかっていない。しかし同時に海洋や陸域での吸収量は年々変化することが認められており、二酸化炭素濃度増加速度もエルニーニョ現象が起こったときに急増現象が見られている。ここ最近のエルニーニョ現象のケースでは年増加率で 3 ppm 以上と過去数十年間の最高を記録し平均的な増加速度の 2 倍以上の速度になった。このような現象は、過去にも見られており、地球の吸収量が気候や海洋自身の変化によってグローバルに変動していることを示している。今後の二酸化炭素濃度増加を予測するためには、海洋や陸域の二酸化炭素吸収量がどのようなメカニズムでまた量的にどのように変化しているのかを明らかにする必要がある。

本研究では、大気中の酸素濃度や二酸化炭素の炭素同位体比を広域的に観測することによって、海洋や陸域生態系のグローバルな二酸化炭素吸収量を分離して測定解析することを目的にしている。特に大気中の O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比の変動は地球表層での炭素循環を解明する上で重要な情報をもたらすことが明らかにされてきた。

#### (2) 方法

1) 定点観測：1997 年 7 月から沖縄県波照間ステーションにおいて大気試料を毎月採取し、独自に開発した O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比測定法 (GC/TCD 法) を用いて大気中の O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比の観測を開始した。その後、大気試料自動採取装置を設置することで、北海道の落石岬では 1998 年 12 月より週 2 回の頻度で、波照間では 1999 年 11 月より 4 日ごとの頻度でサンプリングを開始した。このサンプルで、同位体比の測定を開始した。

2) 太平洋上観測：二酸化炭素同位体比に関しては、

1995 年からステンレス容器でのサンプリングを行っている。これを真空ラインで 500 ~ 1000 ml 程度から二酸化炭素を抽出した。放射性炭素に関しては 2000 ~ 3000 ml 程度を用いた。酸素に関しては、2001 年 11 月より日本-オーストラリア間および日本-アメリカ間を定期航行する民間の貨物船の協力を得て、太平洋上のサンプリングを開始した (図 2)。

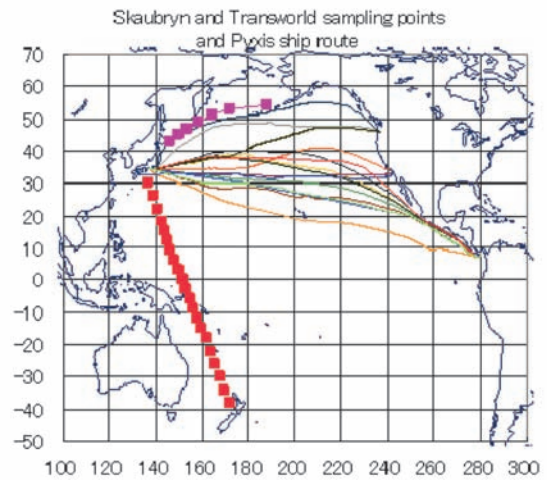


図 2 日本-ニュージーランド航路と日本-カナダ-北米航路でのサンプリングポイント

#### (3) 結果

##### 1) 酸素濃度観測

2006 年 2 月までに波照間・落石モニタリングステーションおよび日米・日豪 (ニュージーランド) 間の定期貨物船で採取された大気試料についての CO<sub>2</sub> 濃度、O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比、APO の観測結果を図 3 にプロットした。ここでいう APO は Atmospheric Potential Oxygen という指標であり、APO は陸域生物圏における光合成や呼吸による酸素と CO<sub>2</sub> の交換ではその値が変化しないように定義されている。

$$APO \approx \delta(O_2/N_2) + 1.1 \times \Delta[CO_2] / 0.2094 \quad \dots (1)$$

CO<sub>2</sub> 濃度はいずれの緯度においても増加しているのに対し、O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比は減少していることが分かる。CO<sub>2</sub> は北半球では冬に高く夏に低い季節変動を示している。この季節変動は北半球高緯度ほど大きくなる傾向があり、南半球中緯度では振幅が 1 ~ 2 ppm にまで減衰する。これ

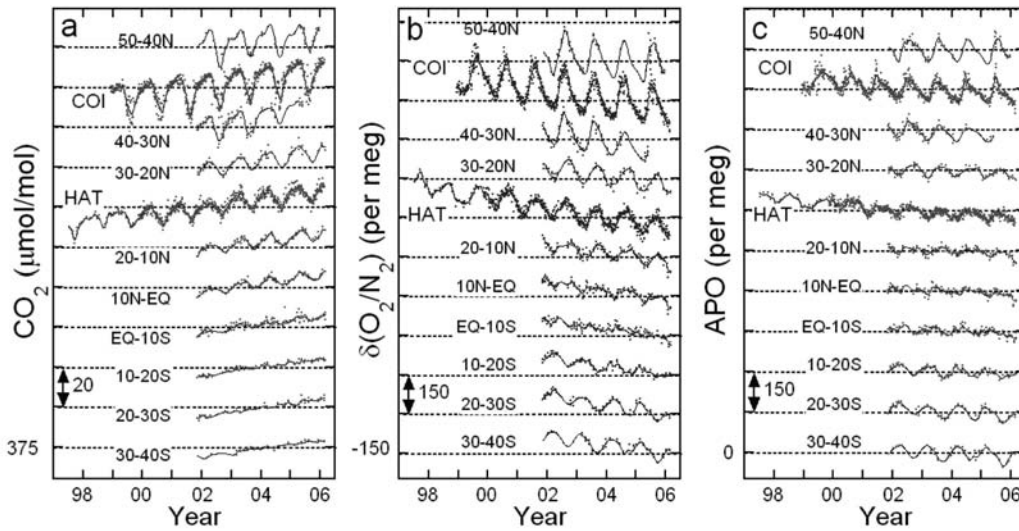


図3 2006年3月までに波照間・落石モニタリングステーションおよび定期貨物船で採取された大気試料についての (a) CO<sub>2</sub>濃度, (b) O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比, (c) APO (～ O<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>) の観測結果  
定期貨物船の観測結果については緯度10度幅のバンドごとにデータをまとめて表示している。

は、南半球には北半球に比べて陸地が少ないため植物の光合成・呼吸に伴うCO<sub>2</sub>フラックスの季節変化の影響が少ないことに起因する。一方、O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比の季節変動は冬に低く夏に高くなり、CO<sub>2</sub>とは反対の季節変動を示す。O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比の季節変動の振幅は赤道付近でもっとも小さくなり、南北両半球で緯度とともに大きくなる。南半球でも顕著な季節変動が現れるのは、夏季に海洋表層での生物生産に伴う酸素が放出され、冬季に海洋の鉛直混合によって深層から貧酸素海水が表層現れて酸素を吸収するためである。

ここで、化石燃料およびセメント製造を起源とするCO<sub>2</sub>の年間排出量をF、陸域生物圏および海洋から大気へのCO<sub>2</sub>フラックスBおよびOとすると、大気中のCO<sub>2</sub>およびO<sub>2</sub>の平均濃度 ([CO<sub>2</sub>] と [O<sub>2</sub>]) の変化は次式で表される。

$$d[CO_2]/dt = k \times (F + B + O) \quad \dots (2)$$

$$d[O_2]/dt = k \times (-1.4 \times F - 1.1 \times B + Z) \quad \dots (3)$$

ここで、F、B、Oは単位をGtC/yrとし、kは大気中に放出された1GtCのCO<sub>2</sub>を濃度 (ppm) に変換する係数 (k = 0.471)、1.4は化石燃料燃焼時のO<sub>2</sub>:C交換比率の平均値、1.1は陸上植物の呼吸・光合成の際のO<sub>2</sub>:C交換比率を表す。また、Zは海洋からのO<sub>2</sub>フラックスを表し、便宜上単位をGtC/yrとして表す。海洋からのO<sub>2</sub>フラックス (Z) さえ分かれば式 (1) と (2) を連立

することで、陸と海のCO<sub>2</sub>吸収量を求めることができる。

ここではZ = 0と仮定した場合について、波照間・落石の観測結果から炭素収支を求める。酸素の減少量は主に化石燃料の燃焼によっており、二酸化炭素の約1.4倍の減衰が見込まれる。しかしながら、海洋がCO<sub>2</sub>を吸収する場合は図4上の点はx軸と平行に左に移動する。また、陸域生物圏がCO<sub>2</sub>を吸収する場合は図4上の点はO<sub>2</sub>の放出を伴うので傾き-1.1の線上を左上に移動することになる。従って、酸素と二酸化炭素の吸収と放出を陸域と海洋にベクトル的に分けると、それぞれの吸

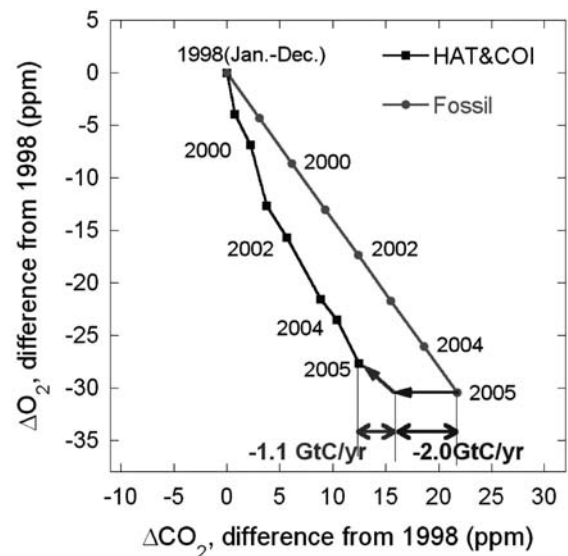


図4 酸素を基にした陸と海洋の吸収量の分別

収量が海洋では約 2.0 GtC/年と推定でき、陸上は 1.1 GtC/年と推定することができた。最近の研究成果から、温度上昇による海洋からの酸素放出を考慮すると、海洋はさらに 0.5 GtC/年の吸収量の増加 (2.5 GtC/年)、逆に陸域は、0.5 GtC/年の減少 (0.6 Gt/年) を与えることになった。

## 2) 同位体比観測と収支の推定

二酸化炭素の炭素同位体比の変動は、二酸化炭素の動態を表す良い指標の一つと考えられている。二酸化炭素濃度の増加と共に、同位体比は減少している。図 5 に定期貨物船でサンプリングした試料について、季節変化を取り除いたトレンド成分を示した。炭素同位体比は、北半球で低く、年と共に減少している。濃度変化に対する同位体比の減少率を計算することで、その時々二酸化炭素の収支に関しての情報が得られる。同位体比の炭素プールと大気との非平衡部分を考慮し、同位体効果の度合いを与えてやることで、陸域や海洋の正味の出入りの吸収量または放出量が算定できることになる。ここでは、新しい観点から非平衡度合いを計算し、1995年から2005年のグローバルな二酸化炭素収支の算定を行った (図 6)。

過去のエルニーニョの付近の二酸化炭素の増加は明らかに、陸上植物の吸収量の減少 (正味の発生源) がその原因であることがわかった。平均すると、2 Gt 前後の吸収が海洋によって行われているが、エルニーニョによってわずかな変動が見られる。エルニーニョ時には 0.5 Gt 程度の吸収量の増加、ラニーニャ時には、吸収量の同程度の減少が見られる。

平均として海洋は 2.3 Gt-C の吸収、陸域は 0.5 Gt 程度の吸収という計算になった。この絶対値に関しては今後まだ議論が必要かと思われるが、相対的な関係はこ

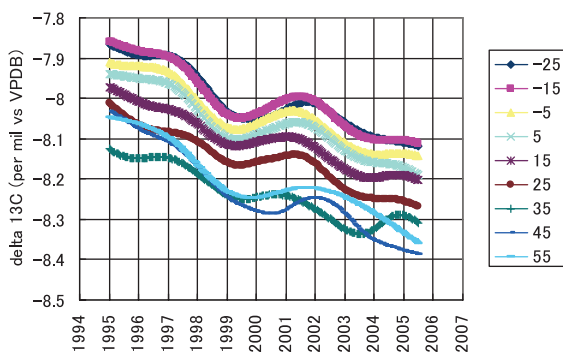


図 5 炭素同位体比の緯度毎の変動

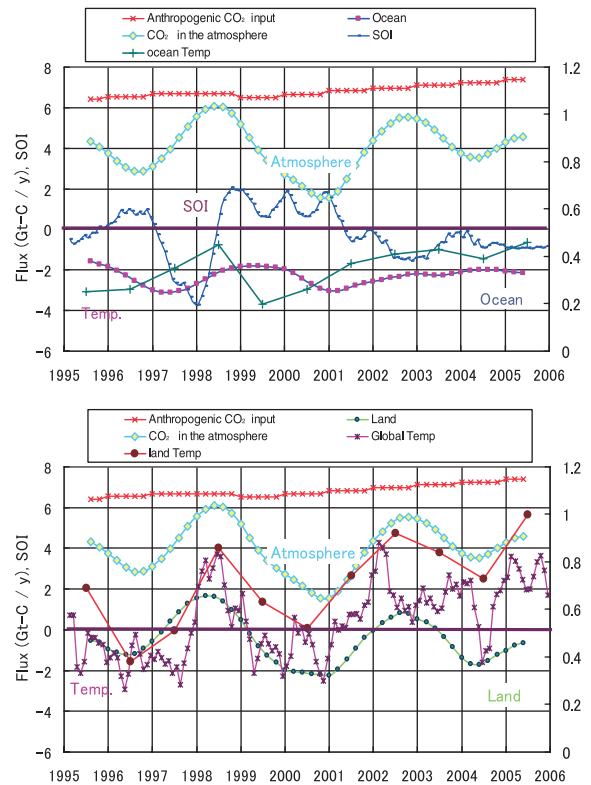


図 6 同位体比を基に計算したフラックス変化

10年でかなり明らかになってきたと考えられた。

## 3) 標準の製作

同位体比測定 of 標準化に関しては、本課題では、これまで国立環境研究所独自の参照二酸化炭素 NARCIS (NIES Atmospheric Reference CO<sub>2</sub> for Isotopic Study) を作成し、世界の主要な研究室での分析などを依頼し、そのバラツキを検討してきた。これまでに確定された分析値を表 1 に示した。これにより、純粋な CO<sub>2</sub> のスケールの比較が精密にできることが分かった。特に、NARCIS-II (図 7) の値から、その研究室の酸素同位体比の基準がそれぞれに違いを生む大きな原因であることがわかった。

酸素に関しても、標準作りを試みた。重量充填によ

表 1 NARCIS の各機関の共同分析結果 (パーミル)

Sample Institute	NARCIS-II		NARCIS-I	
	delta 13C	delta 18O	delta 13C	delta 18O
NIES	1.927	-2.589	-8.556	-0.729
Tohoku U	1.945	-2.573	-8.550	-0.681
MPI-BG	1.936	-2.600	-8.580	-0.709
MPI-Chem	1.914	-2.554	-8.557	-0.630
Univ. Bern	1.917	-2.588	-8.532	-0.753
U.Heidelberg.	1.918	-2.480	-8.535	-0.608
EC/ASTD	1.919	-2.488	-8.538	-0.606
AVG	1.925	-2.553	-8.550	-0.674
Standard dev	0.011	0.050	0.017	0.060





図7 NARCIS-IIの配布セット

て、およその精度が3 ppm程度の酸素濃度の標準ガスができることが分かった。これを基に波照間の空気中2000年のガス成分の酸素濃度を推定することができた。これによると、酸素濃度は30年前より、約68 ppm減少している推定された。

### 2.1.2 大気中二酸化炭素観測による陸域生態系の炭素収支推定（トップダウンアプローチ）

#### (1) はじめに

二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の陸域による吸収・放出の空間分布を明らかにし、その季節変動、年々変動の現状とその駆動力を解明するには、微気象・生態学的観測研究から陸域生態系の炭素収支を推定する方法（ボトムアップアプローチ）と大気中の二酸化炭素濃度の観測からその地表面での吸収・放出量の分布を推定する方法（トップダウンアプローチ）とがある。

トップダウンアプローチによるCO<sub>2</sub>収支の推定は比較的良く混合された大気中のCO<sub>2</sub>濃度観測値をインバースモデルに代入してCO<sub>2</sub>収支を推定するので空間代表性に秀でた手法である。これまで行われてきたインバースモデル計算は主に海洋性大気の観測を使った全球規模の解析であり、その空間分解能は大陸規模が限界であった。大陸内部において千〜数千キロスケール（亜大陸規模）でCO<sub>2</sub>収支の分布とその時間変動を明らかにすることができれば、気候変動に対する陸上生態系の応答を気候帯ごとに地理的分布として知ることが可能となり、また将来の国別炭素収支の監視に応用することも期待できる。

本研究ではタワー観測網を使ったトップダウンアプローチによる亜大陸規模のCO<sub>2</sub>収支推定を目指して、タワー観測とその直上の航空機観測を組み合わせたパイロット観測、航空機の高頻度観測による3次元炭素循環モデルの評価、タワー観測ネットワークの展開を進めて

きた。

#### (2) タワー観測とその直上の航空機観測を組み合わせたパイロット観測

タワーを利用したCO<sub>2</sub>連続観測値の空間代表性を評価するためにパイロット観測を行った。観測地点は地形が平坦であり比較的均一な植生を有する西シベリアのベレズレチカ村（56°10' N, 84°20' E）周辺の森林地帯を選定し（図8）、ガスプロム社所有の高さ90 mの通信中継タワーを地上観測に使用した。タワー用CO<sub>2</sub>連続測定装置については、物資の補給が困難な観測地点で長期観測を行うために、測定精度を維持しながらも標準ガスの消費量を極めて少なくした二酸化炭素濃度観測システムを開発した。航空機用二酸化炭素濃度観測装置は、シングルセル型のNDIR（LI-COR, LI-800）に小型の流量調整装置と圧力調整装置を組み込んだもので、ポンプやデータロガーを合わせて約3 kgと軽量で取扱いを容易にしているため、熟練した技術者の立ち会いが不要になり高頻度の観測が可能になっている。

ベレズレチカタワーで観測されたCO<sub>2</sub>濃度の変動を図9に示す。CO<sub>2</sub>濃度はいずれの季節も日中に低く、夜間から早朝にかけて増加し、日の出とともに減少する日変動を示す。日変動の振幅は冬季に小さく、いずれの高度においても最大で約15 ppmであるが、夏季には高度80 mで最大60 ppm、高度5 mでは120 ppmにも達する。

図10に2003年1月から2004年3月までに得られたベレズレチカ上空におけるCO<sub>2</sub>濃度の鉛直プロファイル

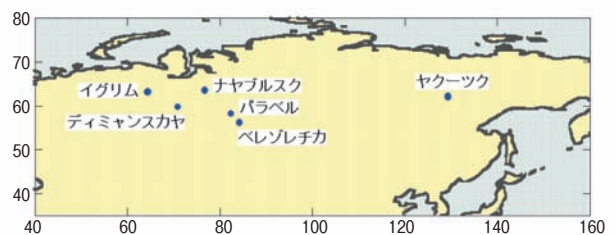


図8 本研究の観測地点

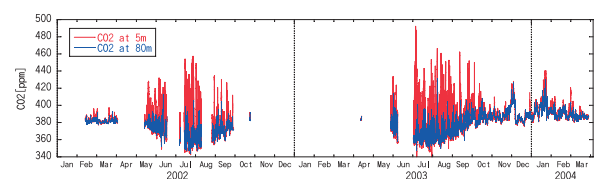


図9 ベレズレチカタワーで観測された二酸化炭素濃度の変動



を示す。大気境界層の上端高度は時として2 km 以上になることがあるので、夏季に限って飛行最高高度を3 km に設定している。CO<sub>2</sub>濃度の鉛直勾配は冬季には非常に小さく、高度0.5 km 以上ではほぼ一定であるが、地表付近でやや高い濃度を示している。2月から5月中旬までは濃度の経時変化はほとんどなかった。5月下旬になると二酸化炭素濃度は全ての高度で減少を始め、6月に入ると濃度勾配が逆転して低高度で低い濃度を示しながら減少を続け、7月中旬にその年の最低濃度を示す。夏季は冬季に比べて鉛直方向の濃度勾配が大きく、高度2 km と0.15 km の差が最大で15 ppm にも達した。また、夏季には大気境界層内の乱流による二酸化炭素の輸送状態に大きな空間分布があるために鉛直方向の濃度のばらつきが大きくなっている。

図 11 は大気境界層内で航空機観測によって得られたCO<sub>2</sub>濃度の変動をタワーの80 m で得られた日中濃度と同時にプロットしたものである。両者の値は冬季にはよく一致している。夏季はタワー観測値の日々変動の中で

比較的低濃度のデータが航空機観測値と一致している。これは航空機観測が気象条件の整った日に実施されていることが原因の一つであると考えられる。春季から夏季にかけての濃度減少期には両者の差が小さいが、夏季から秋季にかけての濃度増加期ではタワーの観測値がその上空より高くなることが多い。光合成活動が卓越する濃度減少期と呼吸・分解活動が盛んになる濃度増加期との違いにも表れている。このように、航空機観測の季節変動はすでに「気象条件」というバイアスがかかったデータであることを本研究の結果は表しており、CO<sub>2</sub>の輸送を扱うモデルにおいてはこの「気象条件バイアス」を考慮に入れてデータを扱うことが極めて重要であると言える。

図 12 はタワーの高度80 m における日中CO<sub>2</sub>濃度から航空機観測が実施された日だけを抽出したものと航空機で観測された大気境界層内の平均濃度を同時にプロットした時系列である。この図から、冬季の日中逆転層が存在しないことなどの気象条件を満たしていれば、タワー

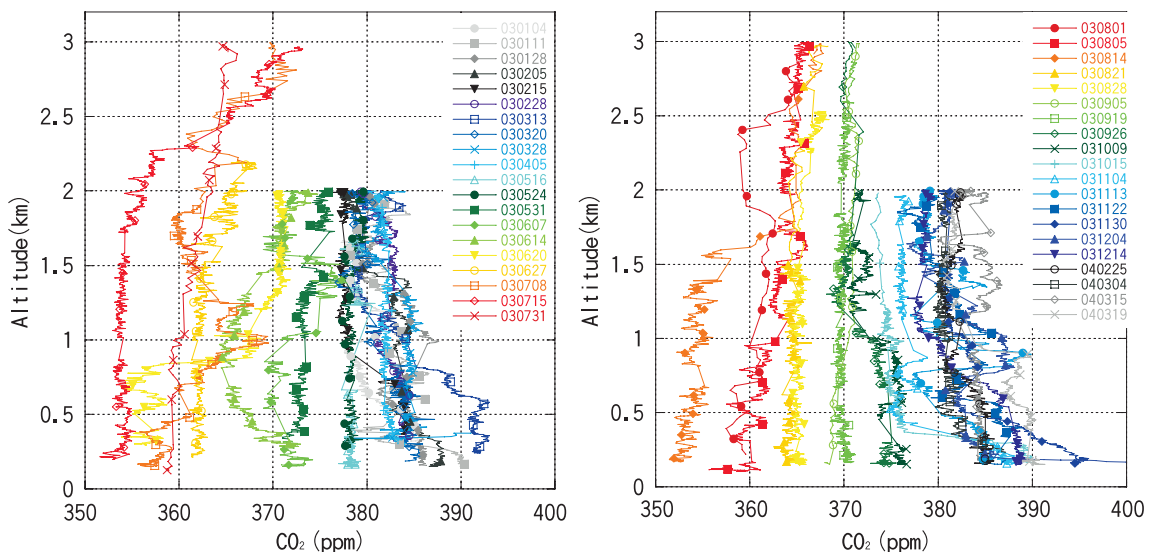


図 10 ベレブレチカ上空で2003年1月から2004年3月までに観測された二酸化炭素濃度の鉛直分布

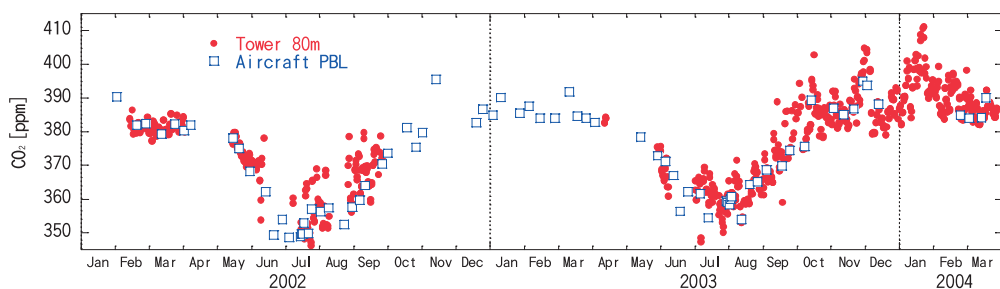


図 11 ベレブレチカタワーで現地時間の日中に観測された二酸化炭素濃度とベレブレチカ上空の大気境界層内で航空機によって観測された二酸化炭素濃度の比較

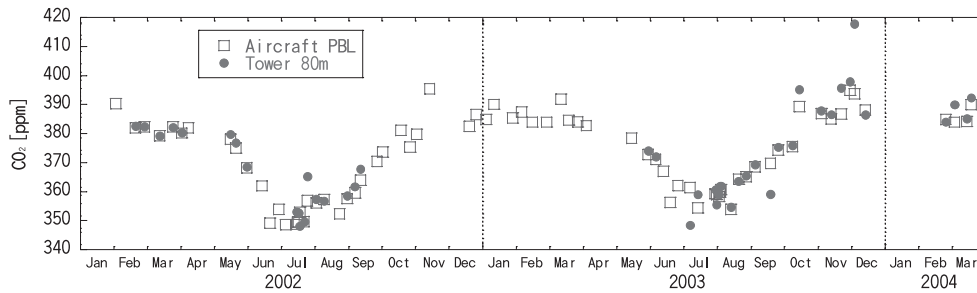


図12 航空機観測が実施された日の日中タワー濃度と航空機観測濃度（PBL）の比較

で観測された日中のCO<sub>2</sub>濃度は航空機で観測された大気境界層内の平均濃度と2 ppm以内でおおむね一致していることがわかる。この事実は比較的安価で2次元に展開しやすく、高頻度でデータを取得することが可能なタワー観測だけでも（航空機観測がなくても）大陸上の代表的なCO<sub>2</sub>濃度の変動を観測しうることを証明するものである。

### （3）航空機の高頻度観測による3次元炭素循環モデルの評価

グローバルな炭素循環を解明するために広く用いられている3次元大気輸送モデルにおける不確実性の要因の一つは大気境界層と自由対流圏の間のCO<sub>2</sub>輸送を十分に表現しきれていないことにある。本研究では、航空機搭載の連続観測の利点を活用して大気境界層内と自由対流圏におけるCO<sub>2</sub>濃度の変動を分離して解析し、3次元モデルの結果と比較することでモデルの鉛直輸送過程を評価する。

ここでは図13のように各フライトで得られた気温、温位、湿度、CO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布から境界層上端高度を決定した。一般に境界層の上端は気温の逆転が見られ、境界層内では温位が高度方向にほぼ一定である。地表面の影響を直接受ける大気境界層内の二酸化炭素濃度は図13のように自由対流圏の濃度と明瞭な差が見られることが多い。

大気境界層内と自由対流圏のCO<sub>2</sub>濃度を平均し、季節変動をプロットしたものが図14である。フィッティングカーブから得られた季節変動の振幅は34.4 ppm (PBL) と16.4 ppm (FT) であり、2倍以上の差が存在している。このような高頻度航空機観測によって大気境界層内とその直上の自由対流圏における二酸化炭素の季節変動を比較した例はこれまで存在しておらず、貴重なデータが得られた。

ベレゾレチカ上空の大気境界層内と自由対流圏で観測されたCO<sub>2</sub>濃度の季節変動を全球3次元輸送モデルでシミュレートされたCO<sub>2</sub>濃度の変動と比較したものが図15である。その際、大気輸送にはNIES 05モデルの

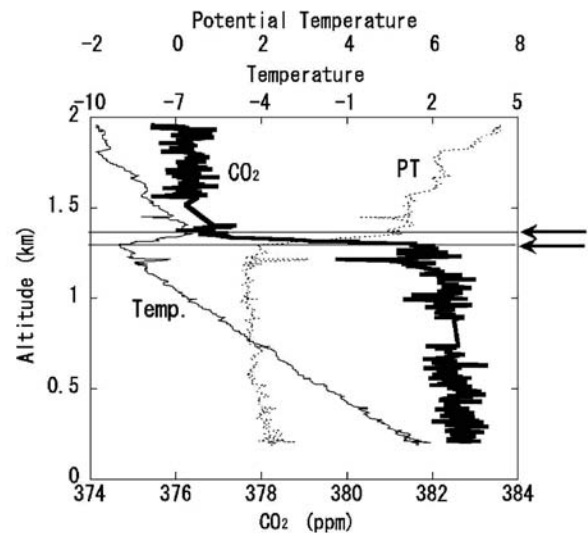


図13 2002年3月26日に観測された気温、温位およびCO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布  
矢印が境界層上端高度。2つの矢印の間は遷移領域に相当する。

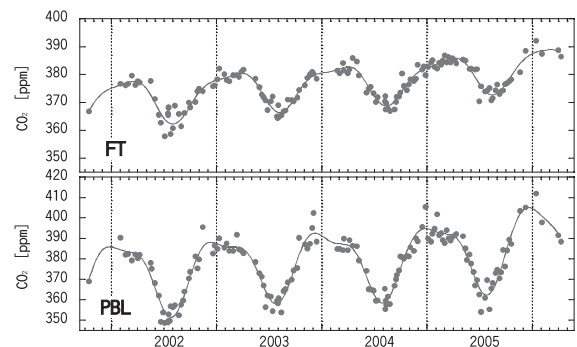


図14 大気境界層内（PBL）と自由対流圏（FT）の二酸化炭素濃度の季節変動  
丸印が各高帯の平均値を、実線がフィッティングカーブを表す。

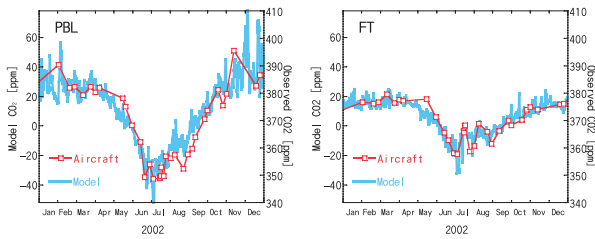


図 15 3次元モデルでシミュレートされた大気境界層内 (PBL) と自由対流圏 (FT) における CO<sub>2</sub>濃度季節変動の観測との比較

1度グリッドのバージョンを、陸上生態系の CO<sub>2</sub>フラックスには Sib2モデルを用いた。モデルは大気境界層内においても自由対流圏においても季節変動の形を非常に良く再現していると共に総観規模の大気の入替わりに伴う CO<sub>2</sub>濃度の変動も観測と一致していた。しかしながらモデルで計算された CO<sub>2</sub>濃度の季節振幅は明らかに観測値より大きく、境界層内において約 1.9 倍、自由対流圏でも約 1.9 倍であった。モデル内で CO<sub>2</sub>濃度の季節変動を駆動しているのは地表面にある陸上生態系の活動 (生態系モデル) であるので、大気輸送モデルの大気境界層上端における交換が現実の大気より不十分であれば、生態系モデルは大気境界層内の CO<sub>2</sub>濃度を現実より強く駆動するので、上記の季節振幅の比は大気境界層内で大きく、自由対流圏で比較的小さくなるはずである。逆に大気輸送モデルの鉛直輸送が実大気より効率が良くと大気の混合が進んでしまうので、季節振幅の比は大気境界層内で小さく、自由対流圏で大きくなる傾向にあると予想される。NIES 05 モデルでは上述のように季節振幅の比が大気境界層内と自由対流圏で一致しているので、大気境界層上端における物質輸送が実大気に近いと言えることができる。また、モデルの振幅が観測より全体的に大きくなった原因は Sib2モデルのフラックスが現実を表現できていないためであると考えられる。

#### (4) タワー観測ネットワークの展開

タワーと航空機を使ったパイロット観測の結果を踏まえて、複数のタワーを使った CO<sub>2</sub>観測網の構築を行った。CO<sub>2</sub>濃度連続観測システムはベレゾレチカタワーで開発した装置をベースに、小型化、省電力化したものを新たに開発した。また、観測システムには試験的に小型メタンセンサーを装備してメタン濃度の連続観測データも取得することが可能になっている。

タワー観測ネットワークは 2005 年度末までに、ベレ

ゾレチカ (56°10' N, 84°20' E), パラベル (58°15' N, 82°24' E), イグリム (63°12' N, 64°24' E), ナヤブルスク (63°26' N, 76°46' E), デイミャンスカヤ (59°47' N, 70°52' E), ヤクーツク (62°05' N, 129°21' E) の 6 地点で稼働している (図 8)。

図 16 に 6 地点で観測された CO<sub>2</sub>濃度の日中濃度の比較を示す。近接した観測点では総観規模の気象変動に伴う CO<sub>2</sub>濃度の変化が良く一致しており、独立した観測システムが正確に CO<sub>2</sub>濃度を測定していることが確認できる。陸上生態系の活動がほとんど休止している冬季には各サイト間の濃度差は比較的小さいが、夏季には地域的な CO<sub>2</sub>の吸収・放出量の違いを反映して CO<sub>2</sub>濃度の時間・空間的な差が観測されている。これらの差がインバースモデルを用いた解析を行った結果の吸収源・放出源分布として導出されると期待される。

図 17 にデイミャンスカヤにおけるメタン濃度の時系列を示す。8 月には多少の日変動があるものの比較的濃

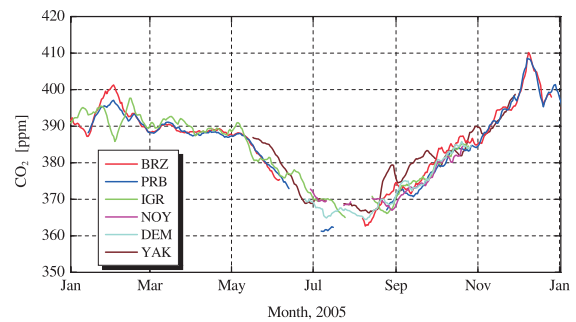


図 16 タワー観測ネットワークで観測された日中 CO<sub>2</sub>濃度の比較

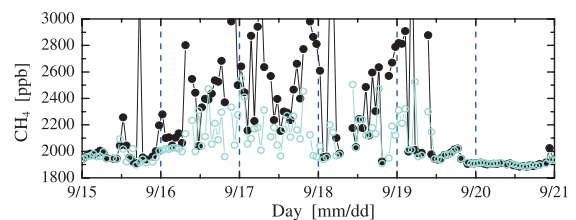
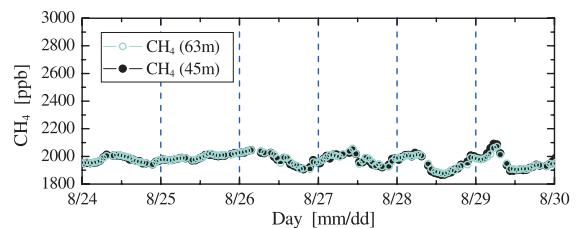


図 17 デイミャンスカヤにおける 2005 年 8 月 24 日から 9 月 20 日にかけてのメタン濃度



度が安定していたが、9月中旬にはしばしば3 ppmを越える高濃度が観測されるなど大きな変動を示し、下旬には再び1.9 ppm前後に安定している。そこで図17の時系列データを風向に対してプロットしなおすと、図18に示すように140度の方向の風と高濃度メタンの相関が良いことが判明した。このサイトの南東側数十 km に天然ガスパイプラインが通っており、そこからの天然ガス漏洩が一定期間起こり、その後修復されたものが検知されたと考えられる。このように本観測システムはパイプラインからのガス漏洩の検知にも有用である。

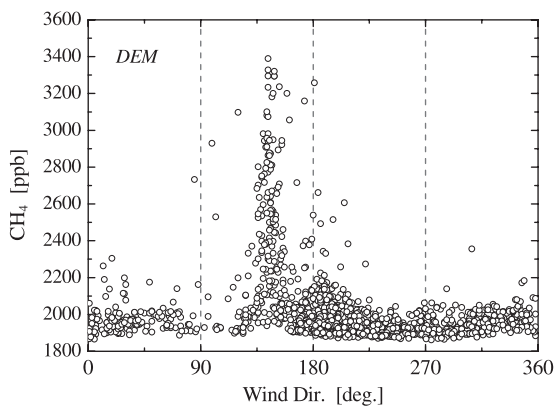


図18 デイミヤンスカヤで観測された風向別のメタン濃度

### 2.1.3 林内大気中二酸化炭素の炭素安定同位体比と土壌呼吸観測による森林内の炭素循環に関する研究

#### (1) 林内大気中二酸化炭素の炭素安定同位体比測定

##### 1) 研究の背景と目的

大気-陸域生態系間のCO<sub>2</sub>交換における炭素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )フラックスの時間的・空間的な変動とその環境因子の変化に対する応答が予測可能となれば、大気CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ の時間的・空間的変動のデータ集積は陸域のCO<sub>2</sub>交換量の変動評価を高度化する上で重要な情報となると考えられる。今回の研究では、北部ユーラシア大陸を代表する落葉性針葉樹林(カラマツ林)において、生態系呼吸起源CO<sub>2</sub>および土壌呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ の時間的な変動性を観測し、その変動要因を明らかにすることを目的とする。これまで、同様の研究のほとんどは北米の高緯度域に分布する常緑針葉樹林で行われてきており、落葉性針葉樹林での観測データは貴重なものである。植物の成長期に降水量が多いという東アジア特有の気候的特徴および、カラマツ林特有のリターフォールの顕著な季節性という植生的特徴から、他の地

域での観測結果から類推できない知見が得られる可能性が高い。また、土壌呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ については、大気-陸域生態系間のCO<sub>2</sub>交換の際に同位体非平衡と呼ばれる効果をもたらす主要因であるため、 $\delta^{13}\text{C}$ を利用した炭素収支研究の上では重要な要素である。しかしながら土壌有機物の分解から発生するCO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ については技術的な問題から信頼できる観測値がほとんどなかったため、新たに専用の観測システムを開発し観測を行った。

#### 2) 実験と結果

北海道苫小牧市郊外の国立環境研究所・苫小牧フラックスリサーチサイトのカラマツ林内に新たに開発した大気試料自動採取装置および土壌呼吸用サンプリングシステムを設置し、林内のCO<sub>2</sub>濃度と $\delta^{13}\text{C}$ の日変動の観測を行うとともに、土壌呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ の観測を行った。大気の観測から生態系呼吸および土壌呼吸の成分を直接分離抽出することは不可能なので、CO<sub>2</sub>濃度と $\delta^{13}\text{C}$ の変化の関係から二成分系単純混合モデルを用いて、呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ を導出した。

カラマツ林内で観測された生態系呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ は3‰以上の範囲で有意な時間的変動性を持っており、その平均値はおおよそ-28‰PDBであった(図19)。また、生態系呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ には短期間にも不規則な変動を示すが、これは水分条件の変動と連動して植物の気孔開度が変動し、それによって生じた光合成時の同位体分別の変化が、植物の呼吸を通して反映されたものと予想された。成長期の生態系呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$ には明瞭な季節性に乏しく、これは観測サイトの気候的特徴として、成長期には常に十分な土壌水分が供給されており、北米など夏期に降水量が少ない地域の

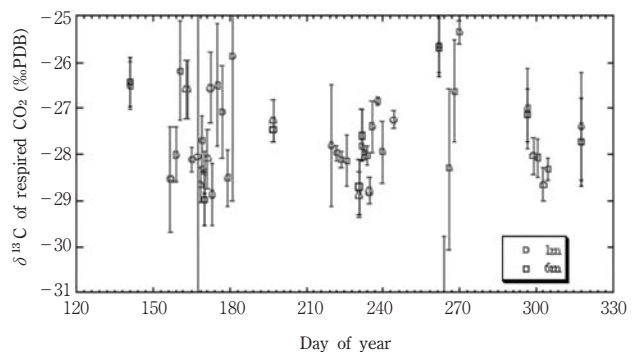


図19 苫小牧フラックスリサーチサイトで観測された生態系呼吸起源CO<sub>2</sub>の $\delta^{13}\text{C}$

ように、植物が乾燥ストレスにさらされることがないことが影響していると考えられた。また、生態系呼吸  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  のおよそ  $-28\text{‰PDB}$  という平均値は北米の同じ緯度帯で観測された報告値よりも明らかに低く、これは成長期に水分条件に恵まれていることにより、全般的に気孔コンダクタンスが大きいことが影響していると予想された。

土壌呼吸により放出される  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  については、分解した有機物の同位体組成と土壌内を拡散する際の同位体分別の影響を受けると予想される。したがって、定常状態においては、土壌内部で拡散途上にある  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  は、土壌内部で有機物の分解により精製した  $\text{CO}_2$  や土壌表面から大気に放出される  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  に比べて最大で  $4.4\text{‰}$  高い値となると予想される。サンプリング時に、大気土壌界面に圧力変動を与えた場合や、自然状態と大きく異なる  $\text{CO}_2$  濃度環境下での採取を行った場合、現実とは異なる値が観察されることになる。これまでの観測報告においては、大気土壌界面付近の拡散構造への攪乱による影響を適切に考慮した観測手法を用いてこなかったため、高度な解析に資する観測値は得られてこなかった。今回の研究ではカラマツ林の林床に設置された底面寸法  $90\text{ cm} \times 90\text{ cm}$ 、体積  $400\text{ L}$  の大型自動制御土壌呼吸測定チャンバーに、専用のフラスコサンプリングシステムを組み合わせ、大気・土壌界面付近の大気をガラスフラスコに捕集した。このサンプルの  $\text{CO}_2$  濃度と  $\delta^{13}\text{C}$  を高精度で測定し、土壌表面から放出された  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  を決定した。この組み合わせを用いることで、サンプリング時の大気・土壌界面付近の圧力や  $\text{CO}_2$  濃度勾配に対する物理的攪乱により生じるアーティファクトを抑え信頼性の高いデータを得ることが可能となった。

根呼吸を排除したプロットにおいて土壌から放出される  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  は、著しい空間的な不均一を示すとともに、短期的・長期的に明らかな時間的変動性を持つことが明らかになった。特に注目すべき点は、土壌有機物分解起源の  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  がモデル推定をはるかに上回る振幅で季節変動をしていることである (図 20)。土壌有機物分解起源の  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  は夏場に低い値をとり、全般的に見れば、これは土壌温度に依存して夏場に高くなる土壌呼吸による  $\text{CO}_2$  放出量とは対照的な季節パターンとなっている。しかしながら、土壌呼吸による  $\text{CO}_2$  放出量の季節変化が温度に対して単純な指数関数的な依存

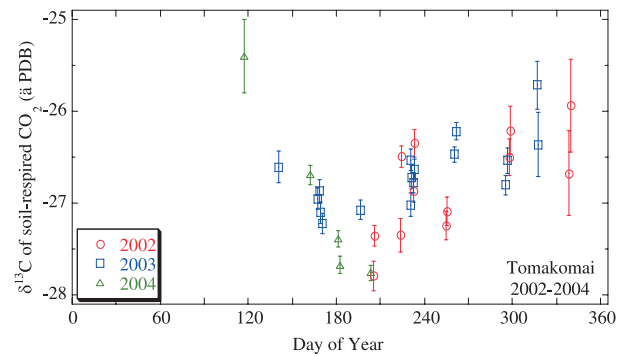


図 20 2002 年から 2004 年に観測された根の除去を行った場所での土壌呼吸起源  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$

性を示すのに対して、その  $\delta^{13}\text{C}$  と温度の関係の季節変化には明らかなヒステリシスが認められた。観測された季節変動に見られる大きな振幅と季節パターンは、リターの集積・分解の季節サイクルに関連した  $\text{CO}_2$  の起源となる有機物プールの質的变化に由来するものと考えられる。我々のモデル計算によれば、この特徴的な季節パターンは、有機物プール内に  $\delta^{13}\text{C}$  だけでなく分解速度の温度依存性の異なる複数の基質を想定することで再現できそうである。この研究により得られた結果は、従来のモデルでは有機物分解起源  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}$  の季節変動が適切に表現できておらず、高精度の観測データの集積と有機物プールの質的变化プロセスに関連した同位体分析技術の確率が重要であることを示唆している。

## (2) 苫小牧カラマツ林における土壌呼吸

### 1) 研究の背景と目的

土壌呼吸による放出される  $\text{CO}_2$  は地球上  $\text{CO}_2$  の最大の放出源である。森林や草地を中心に、有機物として土壌に蓄積される炭素プール ( $2400\text{ Gt}$ ) は大気中の炭素蓄積量 ( $750\text{ Gt}$ ) の三倍以上である。また、ほとんどの生態系における、土壌呼吸速度は土壌温度とともに指数関数的に上昇することを報告されているから、土壌呼吸は地球温暖化に対する正のフィードバック効果があることが予測される。一方、土壌呼吸は、植物根の呼吸 (根呼吸)、微生物による有機物分解によって放出される  $\text{CO}_2$  (微生物呼吸) および土壌中小動物の呼吸の合計である。陸域生態系における炭素収支の、気候変動に対する応答を明らかにするためには、三者を分離して測定した上でモデル化する必要がある。しかし土壌中小動物の呼吸は土壌呼吸の  $10\text{ \%}$  以下とされる報告があるが、定量的な評価は困難であるため、今までは無視され、根呼



吸もしくは微生物呼吸の一部として考えられてきた。また、同じ生態系でも、植物のフェノロジーや土壌温度、土壌水分などの季節変動によって、土壌呼吸は大きく変動している。また、植物根の空間分布や地形による土壌有機物や土壌水分の不均一性によって、土壌呼吸も空間的に大きく変動している。従って、北方生態系から熱帯生態系までの土壌炭素のプールや存在状態が異なるため、地球温暖化が各生態系の土壌呼吸に及ぼす影響も異なると考えられるため、地球温暖化にともなう土壌炭素変動、ひいては全球的な炭素循環を正確に将来予測する上で土壌呼吸の定量的評価することが重要である。そこで本研究は、多地点において自動で土壌呼吸を連続測定することと、根呼吸と微生物呼吸の寄与割合を明らかにすることを目的とする。

## 2) 方法

土壌呼吸速度の代表的測定法は、チャンバー法である。しかし、市販された標準的測定装置がない、また測定方式によるバイアスが起りやすいため、現在土壌呼吸の測定は世界的にまだチャンバーシステムの開発の段階にとどまっている。一方、CGERが土壌呼吸を多地点で連続測定できる「マルチ自動開閉チャンバー式土壌呼吸測定システム」の開発を進めている(図21)。開発したチャンバーは、厚さ1mmの透明な塩化ビニル板を用いて制作した、大型で自動開閉できるものである。チャンバーの天井と側窓の開閉に空気圧を利用している(図21)。このシステムの特徴は、①チャンバーが大型である(標準タイプの開口面積 $0.81\text{ m}^2$ 、容積 $400\text{ l}$ )、②チャンバーが透明である(土壌環境に影響しない、または草本や幼樹の光合成速度の測定は可能である)、③一台のIRGAはシーケンサーによる多数のチャンバーの測定ができる(標準システムは8台、16台、または24台のチャンバーを駆動することが可能である)、④測定方式は密閉循環法である(測定時間が短い)、および⑤連続測定によって環境条件の細かい変動(例えば、降雨イベントなど)による土壌呼吸速度の挙動をキャッチすることが可能である。

2000年の夏に、16個のチャンバー( $90 \times 90 \times 50\text{ cm}$ )を北海道苫小牧の45年生カラマツ林において半径20mの範囲内にランダムに設置し、密閉循環法で土壌呼吸の自動連続測定を開始した。測定は、16個あるチャンバーのうち、順に1個のチャンバーの蓋を閉じて中の濃

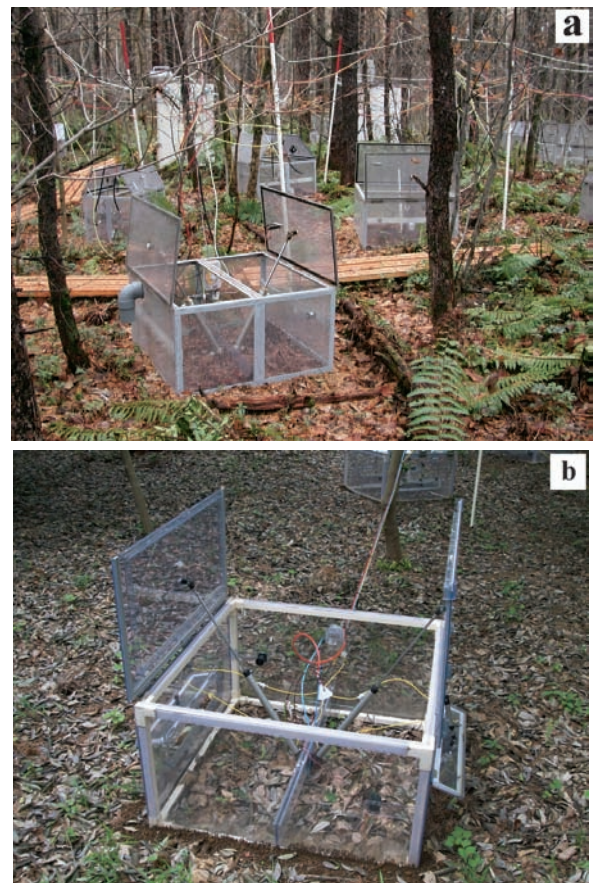


図21 マルチ自動開閉チャンバー式土壌呼吸自動測定システム (a) と最新型自動開閉チャンバー (b)

度変化を測定し、その間、ほかのチャンバーは開放して土壌条件を自然状態にしていっていった。1つのチャンバーの測定時間は225秒に設定し、16個チャンバーの測定周期は1時間である。また、この16個のチャンバーを二つのグループに分け、そのうち、8個のチャンバーは土壌呼吸の測定を行い、残り8個のチャンバーを土壌中の根を除去したプロット( $1 \times 1\text{ m}$ )に設置し、微生物呼吸の測定を行っていた。測定した結果により、土壌呼吸、微生物呼吸、及び根呼吸(=土壌呼吸-微生物呼吸)の寄与割合を推定することが可能になった。また、土壌呼吸と土壌環境条件との相関を明らかにするため、土壌呼吸を測定すると同時に熱電対を用いて深さ5cmの土壌温度、およびTDRセンサーを用いて表層5~20cmの土壌水分の測定も行った。しかしながら、2004年9月8日の台風8号により苫小牧サイトは壊滅的打撃を受け全壊したため、土壌呼吸の測定は停止した。

## 3) 結果と考察

図22は、2000年から2004年まで4年間ほどの土壌呼

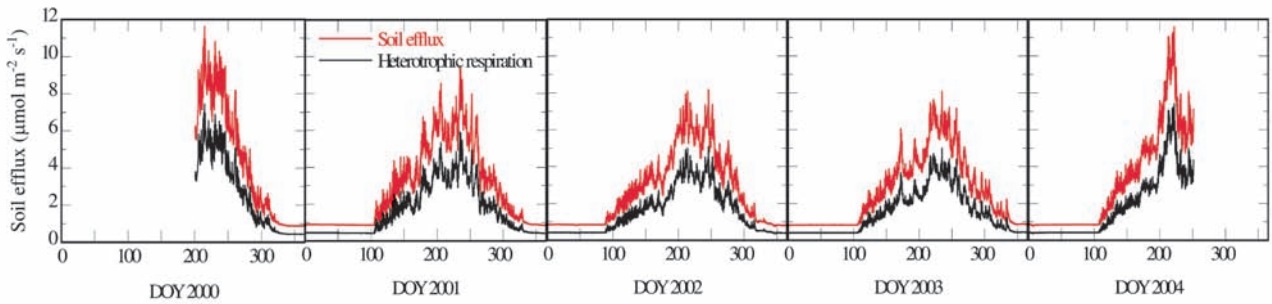


図 22 苫小牧カラマツ林における土壌呼吸の年々変動

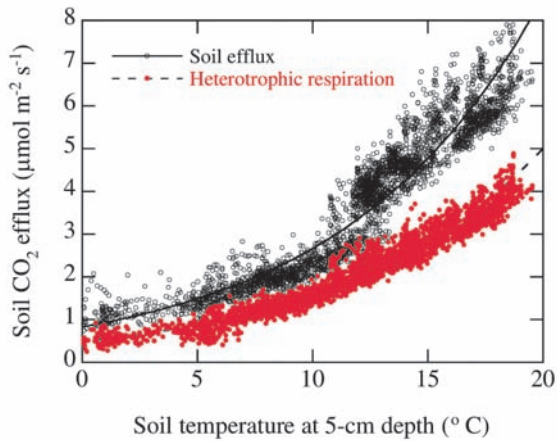


図 23 土壌呼吸速度の温度反応曲線

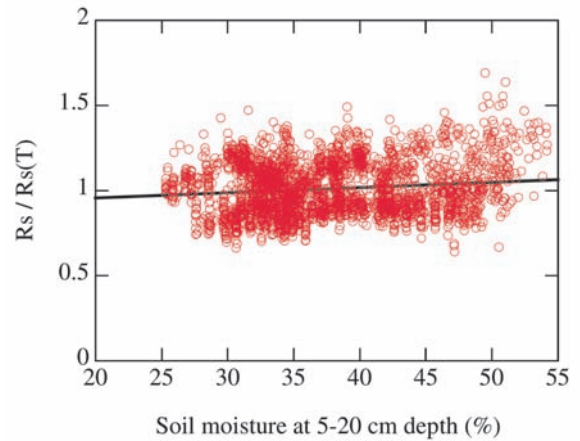


図 24 土壌呼吸速度と土壌含水量との関係

吸 (soil efflux) と微生物呼吸 (heterotrophic respiration) の結果を示したものである。土壌呼吸速度と微生物呼吸は両方とも顕著な季節変化および日変化を示し、土壌温度の変化とよく一致した。雪解けした後の4月中旬から7月上旬までに、土壌温度の上昇に伴って土壌呼吸は指数的に上昇していた。7月から9月中旬までの間に土壌温度は最も高い値 (16°C 前後) を維持し、土壌呼吸速度も高い値を示した。そして9月下旬から土壌温度が徐々に下がり、土壌呼吸速度も指数的に低下した。測定した結果に基づいて、苫小牧のカラマツ林における2000～2004年の年間土壌呼吸量は9.6～11.6 tC ha<sup>-1</sup>を推定した。また、土壌呼吸に対する微生物呼吸の寄与率は57%前後を明らかにしていた。

土壌呼吸は地温との顕著な指数関係を示した (図 23)。土壌呼吸と微生物呼吸の年間平均温度指数 Q<sub>10</sub> はそれぞれ 3.1 と 3.6 であった。また、2001～2003年の冷夏に比べて、2000年と2004年夏の気温や土壌呼吸速度は明らかに高かったため、土壌呼吸の長期連続測定を必要することが示唆された。

一方、土壌水分と土壌呼吸の関係を見ると、降雨イベントに伴い土壌呼吸速度は一時的に著しく上昇したが、

長期間には、土壌呼吸速度は土壌水分と弱い相関を示した (図 24)。苫小牧サイトの年間平均気温が低く (7.3 度)、または十分な降水がある (年間平均降水量は約 1250 mm であった) ため、根呼吸に関わる植物の生長や微生物呼吸などに対して水分ストレスがないことが示唆された。

#### 2.1.4 リモートセンシングによる炭素吸収量評価

森林による炭素吸収量を評価する上で、森林植生の光合成活性に関連した情報は最も重要である。リモートセンシングによる光合成活性の評価は、正規化差分植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) から光合成有効放射吸収量を推定し、そこから光合成による純一次生産量を推定する試みが大半であり、日中の光合成活性の変動などを直接的にとらえるものでは無かった。本研究は、光合成活性と直接的に関連した情報を把握するための新しいリモートセンシング手法の開発を目的として、単葉から群落といった各スケールにおける研究を展開している。リモートセンシングによって得られる分光反射は、植物の葉量や密度、さらには光合成などの生理活性をもとに植生の CO<sub>2</sub> 吸収を広域で推定する



手法として期待されている。植生の分布やクロロフィル量を推定するために、複数波長の反射率を組み合わせた数多くの分光反射指標が提案されている。なかでもクロロフィルaの吸収波長帯（680 nm付近）と、近赤外域の反射の極大（760-1000 nm）の二波長を用いたNDVIは、植生のLAIや光合成有効放射の吸収光量を評価する手法として、植生リモートセンシングでは最も広く用いられてきた分光指標の一つである。しかしながら、NDVIはバイオマスの年・季節といった長い時間スケールでの変動の推定には有効であるが、植生の光合成活動の日変動といった短時間における植生の生化学的な変動を推定するには限界があった。

近年、NDVIよりも短い時間スケールでの光合成活性を評価する指標として、葉内のキサントフィルサイクル活性や光合成の光利用効率を反映したPRI (Photochemical Reflectance Index) が提案されている。この指標は、531 nmと570 nmの分光反射をもとにして計算される。本研究では、北方林のCO<sub>2</sub>吸収量のモニタリングにリモートセンシングを実用化するための基礎研究として、PRIとカラマツの光合成活性の関係が夏から秋にかけてどのように季節変化するのかについて調査を行った。

研究対象には、北方林の主要造林樹種であるニホンカラマツ (*Larix kaempferi*) を選び、葉内色素の光応答を反映したリモートセンシング指標であるPRIと、光合成における光利用効率の関係を7月から11月まで、国立環境研究所実験圃場内にて定期的に調査した。晴天日である7月26日、9月25日、10月29日および11月19日において、4年生カラマツ林の樹冠部位の分光反射率、光合成有効量子密度 (PPFD) および針葉の純光合成速度 ( $P_n$ ) を1時間ごとに連続測定し、解析を行った。純光合成速度における光利用効率 (LUE) を  $P_n$  とPPFDの除算値として算出し、531 nmおよび570 nmにおける樹冠反射率 ( $R_\lambda$ ) から、以下の式にしたがって、PRIを算出した。

$$PRI = (R_{531} - R_{570}) / (R_{531} + R_{570}) \quad \dots (4)$$

図25に測定月ごとのPPFDとPRIの日変化を示す。PRIは日中のPPFDの変動と共に日変動し、そのパターンは、黄葉が認められた11月では、PPFDと共に日中に増加する傾向にあったが、それ以前の観測月では、PPFDの増加に伴い、日中に低下した。PRIの日中平均

値は、夏から秋にかけて低下する季節変化を示した。

次に、光合成速度を推定する上で重要な指標であるLUEとPRIの関係を図26に示す。いずれの観測月でもLUEとPRIの相関は、危険率1%未満で有意であったが、その回帰直線の傾きと切片は観測月によって変動した。回帰直線のX軸切片の値は、黄葉が認められる前にあたる9月から低下した。これに対して、回帰直線の傾きは黄葉時期にあたる11月になって大きく変動し、正

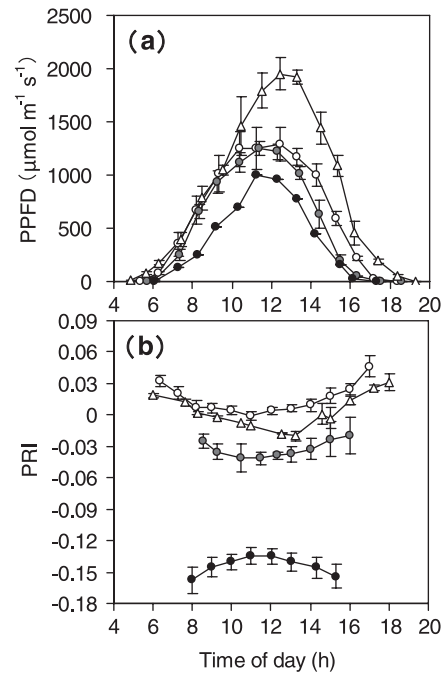


図25 各測定日における (a) PPFD および (b) PRI の日変化  
測定値は6本の供試木における平均値 (±標準偏差) を示す。  
測定日: 7/26 (△), 9/25 (○), 10/29 (●), 11/19 (●).

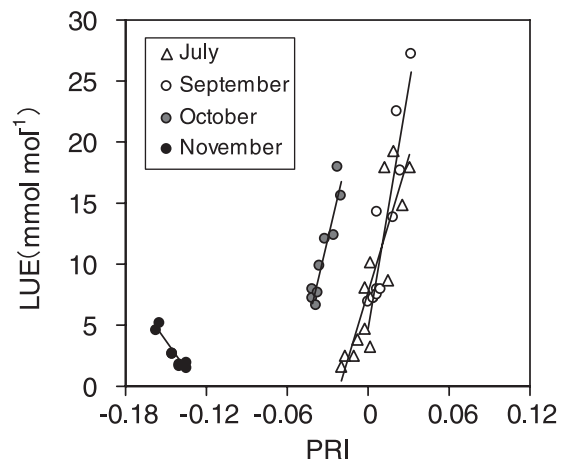


図26 各測定日におけるPRIとLUEの関係



負が逆転した。

これらの結果は、リモートセンシングで得られる PRI によって、カラマツの光合成速度を推定する上で重要な指標である LUE の日変動を推定できることを示している。また、その関係は季節によって変化することも明らかになったため、リモートセンシングによる PRI をプロセスモデル研究に提供することにより、年間を通じた光合成量の推定に貢献するものと期待される。

### 2.1.5 生態学的な炭素吸収量算定モデルの開発

生態学的なアプローチによるモデルの特徴・利点は、各種の計測手法（リモートセンシング等）によって取得される植生のバイオマス・光合成に関する情報や、日本各地において展開されつつある森林生態系における各種計測情報を活用して、最終的に報告が求められる森林生態系における炭素ストック変化を推定するためのモデルの開発と高度化を展開できる点にある。また、生態モデルの中の樹齢構造パラメータを調整することによって、残材や土壌における炭素収支の動的変動のモデル化が可能であり、森林管理等の吸収源活動の変更に伴う森林生態系全体での CO<sub>2</sub> 吸収量の変動を定量的に評価することができる。また、生態モデルに、森林インベントリデータを併用することで、様々な地域、様々な樹種に適用できるモデルをとる（図 27）。

開発された生態系モデルの概要を図 28 に示す。森林生態系における CO<sub>2</sub> の吸収・排出に各プロセス（光合成量、植物呼吸、リター、土壌呼吸、伐採等）が直接組み込まれており、計測可能な気象情報や森林特性からモデルのパラメータが決定され吸収量が評価できる。

本研究で開発するモデルにおける入力パラメータは、

気温、降水量、光合成有効放射量、土壌の生産性、樹種、樹齢、人工林における伐採期間の長さ等の気象・森林情報である。本モデルを用いたシミュレーションにおいて、気温・日射量等の気象情報は、アメダス等の気象観測データを基に、森林情報は市町村レベルの森林統計情報を、それぞれ 1 km メッシュに補間して整備されたものである。人工林における伐採期間については、今後、様々なシナリオケースや実際の森林管理履歴に基づいて評価することが可能であるが、暫定的に 70 年の伐採期間を想定し、樹齢情報から伐採時期を計算している。一方、本モデルの出力パラメータは、光合成の総量に当たる GPP、植物による呼吸量を差引いた NPP、さらに土壌による呼吸を差引いた NEP、そしてさらに伐採等の影響を差引いた NBP であり、京都議定書では、森林伐採については伐採時点において排出とカウントされることになっているため、3 条 3 項、4 項活動として登録される森林における、NBP が吸収量としてカウントされることになる。本モデルでは、森林生態系全体の炭素ストックの長期的な変動を評価することが可能である。森林が立地する地域の気象条件から、長期的な平衡状態において蓄積する土壌中の炭素ストック量（腐食速

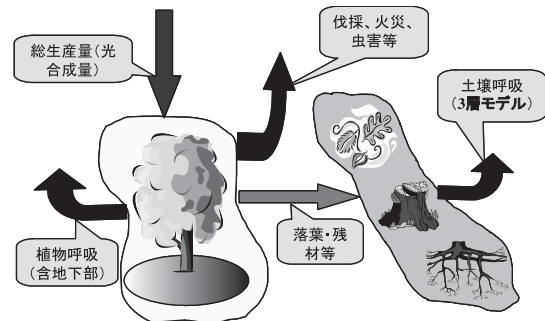


図 27 森林生態系の吸収量評価モデルの概念図

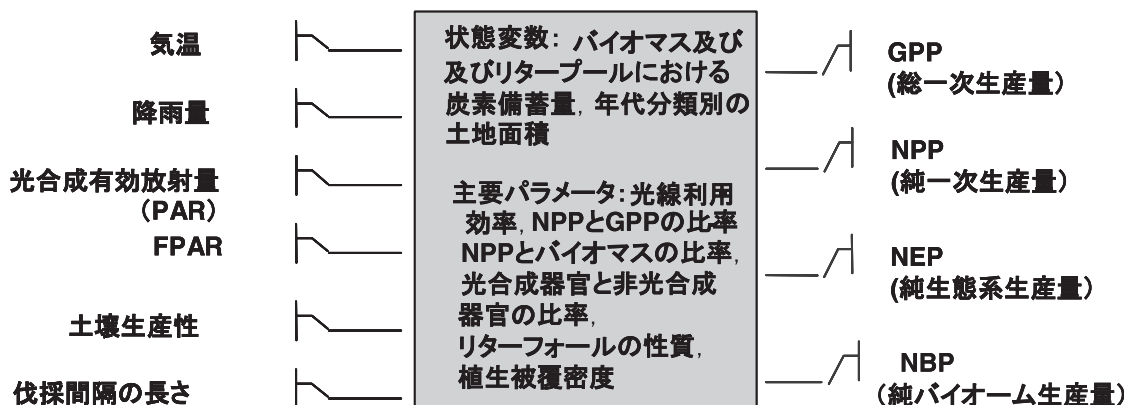


図 28 モデルの主要変数と入力・出力パラメータ

度の違いによって3層に分ける)を推定し、リター供給量に従って土壌炭素の動態を予測することが可能である。

本モデルを用いて、日本全国の森林生態系(人工林)の年間炭素吸収量を推定した結果を図29に示す。推定結果から、森林バイオマスの成長量に相当する純一次生産量(NEP)は140 Mt C : yr、土壌呼吸や伐採等に伴う排出を差引いた森林生態系における正味の炭素吸収量に相当する純生態系生産量(NBP)は16 Mt C : yrとそれぞれ推定された。

次に、テストサイトにおける森林炭素吸収量(フラックスデータ)を用いて開発された生態学的炭素吸収量評価モデルのパラメータのキャリブレーションを実施した。較正されたモデルを用いてフラックスサイトの森林における光合成量をシミュレートした結果を実測のフラックスデータから推定した結果と重ねて図30に示す。

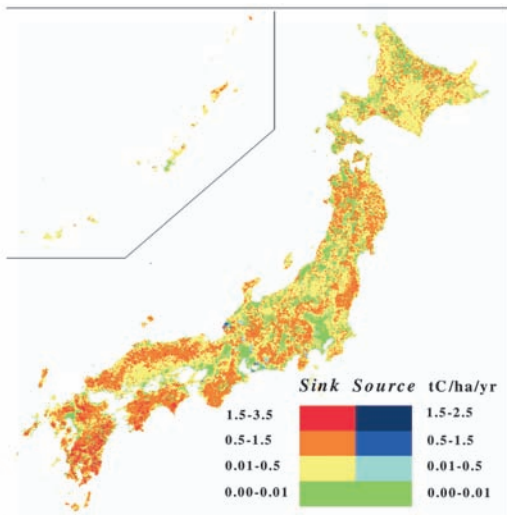


図29 日本全国の森林生態系(人工林)の年間炭素吸収量の推定

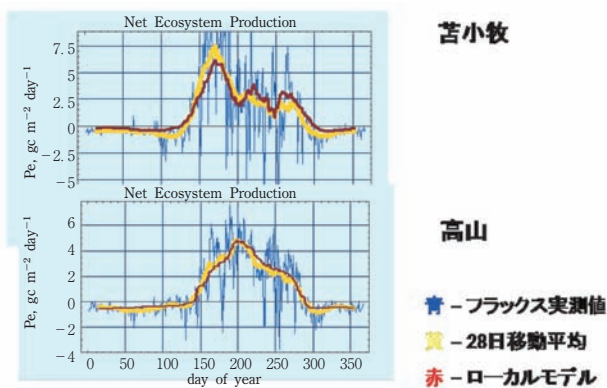


図30 モデル推定とフラックス観測値の比較

図が示すように、森林生態系における光合成速度の季節変動を、2つのサイトとも、本モデルによって推定可能であることが示された。

図31に収穫試験地の材積変化と、生態モデルによる推定結果を示す。林齢が18年と27年で、材積が減少しているのは、間伐を行ったためである。間伐を行った場合、行わなかった場合どちらも良い一致を示す結果となった。

しかし、全国に分布する森林の内、インベントリ情報が十分に存在しない区域も存在する。そこで広範囲における生態モデルの入力情報として重要な情報となる樹高成長や施業を推定するため、空中写真とLiDARを用いる樹高成長の推定手法 DCHM (Digital Canopy Height Model) を用いた一連の研究開発を行った。第一に、過去に撮影された空中写真を用いて写真測量を行う際、現在取得したLiDAR (Light Detection And Ranging) による測定結果を加えることによって、高精度な時系列のDSM (Digital Surface Model) を作成することが可能であることを示した。第二に、この結果を基に、時系列DSMを用いて伐採活動と森林施業の抽出、および樹高成長量の算出における有効性を評価し、伐採活動・森林施業の抽出では、伐採活動と皆伐については、ほぼ100%に近い割合で抽出することが可能であることが示された。第三に、高解像度衛星画像を用いた樹種判別を行った。それら結果を組み合わせた解析を行ったところ、樹高成長量の算出では、スギ・ヒノキ・広葉樹という3種類の樹木に関する樹高成長量について、森林の発達段階に応じて成長量に違いが見られるという一般的な認識を、本手法によっても確認することができた。

図32に高山におけるスギの樹高の推定値とインベント

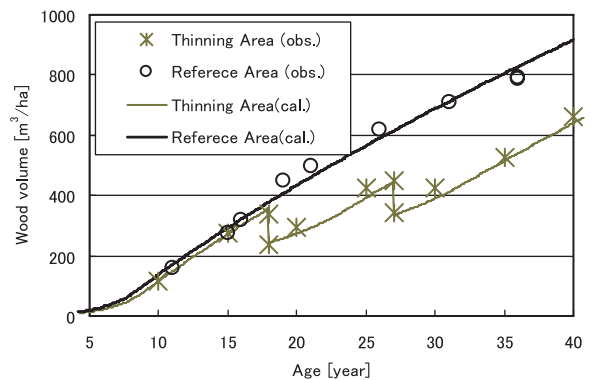


図31 改良された生態モデルとインベントリデータの比較の比較

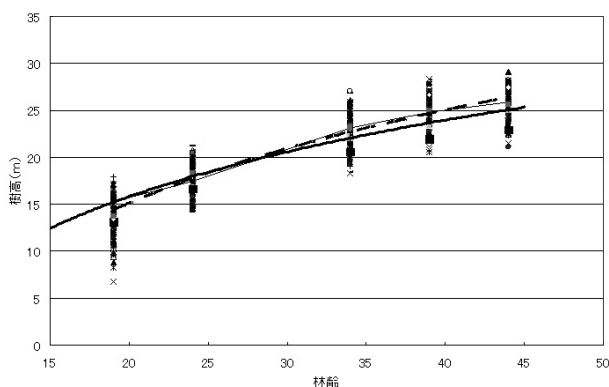


図 32 空中写真による樹高成長の推定とイントリデータの比較

リデータの比較を示す。マークが推定値で、これを回帰したものが波線である。実線は地位級 1 の樹高成長である。該当区域の地位級は不明であるが、ほぼ地位級 1 の成長と一致していることが確認された。

本研究では、森林における炭素収支を推定することを目的として、生態学的なプロセス（光合成・呼吸・土壌分解等）を組み込んだモデル開発を実施した。生態学的なアプローチによる炭素収支推定モデルは、従来の林業統計に基づいた炭素吸収量の推定手法とはまったく異なったアプローチによるため、京都議定書に関連する森林吸収源活動の炭素収支の算定に基づいて報告を作成する際の検証（Verification）ツールとして利用することが可能である。また、森林を生態系としてとらえるために、地上部の植生だけではなく、地下部の土壌や残材（リッター、切り株等）の分解をも含めた生態系全体での炭素収支を推定することが可能になる利点を持っている。このため、本研究で開発された、生態学的なアプローチによる炭素収支評価モデルが確立することで、京都議定書の第 2 約束期間以降から有力なアカウンティング手法として考えられている全炭素収支（フルカーボンアカウンティング）に発展可能な手法としても発展させることが可能となった。

### 2.1.6 陸域炭素管理オプションの評価

今後 20 年間のグローバルな森林再生・減少動向に伴う炭素収支変動評価モデルをベースとして、中長期的（100 年間）な人為活動（陸域炭素収支管理活動）に伴う炭素収支変動を予想するプロトタイプモデルを構築した。また、陸域炭素収支変動に影響する人為活動要因として土地利用・被覆情報、人口、植生一次生産量、植生

タイプに関するグローバルな地理情報をモデル入力パラメータとして整備し、人為活動モデルを用いて、陸域炭素収支を活用した炭素管理ポテンシャルの評価を行った。

これまでに、陸域炭素吸収を用いた炭素固定手段の供給曲線を検討するために、各種の経済的な土地利用変化モデルが開発されているが、本研究では、衛星データに基づく最新の空間データセットと地図情報システム（GIS）を用いた柔軟なアプローチを提案する。本アプローチでは、まず初めに植林適地となる地理的なグリッド（50 km セル）の選択を行う（ここでの植林適地とは、植林が実行可能で、地域の食糧確保を危険にさらさない非森林地帯である）。その後、純一次生産力（NPP）、植林コスト、材木と土地の予想価格および生産物の炭素蓄積の評価に基づいた各グリッドの炭素固定コストを検討する。尚、NPP 等の植生生産力の推定においては国立環境研究所で開発された Tsubimo を利用する。そして最後に、炭素価格が炭素固定コストを超過したグリッドのみに植林活動が生じると見なし、該当グリッドを集約することにより累積的な炭素固定費用曲線を取得する。

植林プロジェクトにおいては、従来の土地利用の形式をとまなう生産的な農地との競合は難しいことから、植林適地は、主として農業生産が低いか農業が不可能な非森林地帯土地となる。さらに、UNFCCC および京都議定書では、炭素獲得のための土地利用変化が食糧確保を危険にさらしてはならないと規定している。これらの規定によって、本研究開発では、5 つの土地被覆クラスを植林適地として選定した。すなわち、「草地」、「開いた低木地」、「閉じた低木地」、「サバンナ」および「作物」である。また、これらのクラスから、次の条件を満たす地域を除外した。

- 農業適応性の指標が 50 % 以上の非常に生産性の高い地域（指標は 0 ~ 100 % の範囲）
- 人口密度が 200 人 / km<sup>2</sup> 以上の地域
- 標高 3500 m 以上の地域
- 純炭素吸収がない地域

植林木の生産力は地上の森林のバイオマス蓄積に比例し、2 m<sup>3</sup>/tC の変換係数が使用される。

また、伐木は 30 年で一定考え、ベースラインファクターは 10 % と仮定する。経済パラメータに関してはブラジルを参照国とした。他の国々については、2001 年



公定為替相場への PPP 変換係数間の比率である物価指数によって価格を修正した。

林産材価格と穀物の価格は、全世界で部分均衡として求められる。つまり、林産材や穀物の世界市場が存在し、輸出入は世界市場を通して各国に輸送される。国際貿易に関しては、メッシュ分割ではなく、国ごとに分割して取り扱う。土地利用変化は、林業による収入と農業による収入の大きい方に流れる。価格に関する入力、メッシュレベルで与える外生変数は、林業収量、農業収量であり、算出される要素は、耕地面積、管理森林面積、非管理森林面積、生産費、輸送費である。国レベルで与える外生変数は関税率、補助金であり、算出される内生変数は林産材、穀物の国内価格である。

初期分析では、エネルギー・セクターの炭素排出軽減アセスメントにおいて多く用いられる 5% の割引率を適用した。この割引率を用いて、20 年間の固定期間を考慮して 4 つの異なる土地被覆・データセットのための炭素供給曲線を作成した結果を図 33 に示す。4 種類のグローバルデータセットを比較すると、UMD データセットは他と比較して高位の予測結果となる一方で、IGBP データセットは最も保守的な結果を示している。また、GLC と MODIS は同じような結果となる。データセットの選択で生じる違いは、累積的な固定で 45% に達する

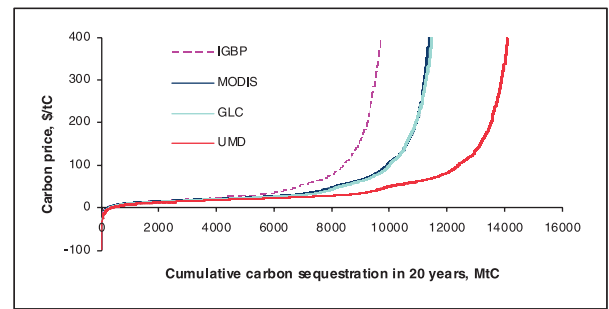


図 33 異なるグローバルデータセットによる炭素供給量 (割引率 5%)

( $\$50/tC$  の炭素価格の場合)。この分析結果では、同じパラメータに対する異なるデータセットは結果の取りうる値の範囲を示しており、本作業における複数のデータセットの利用必要性を強調するものである。

このように、現在複数の土地被覆図が存在し、入力データの違いがモデル推定結果に影響を及ぼすことが問題視されている。既往研究では、土地被覆図間の分類クラスの空間分布、各クラスの面積等を相対的に比較した成果は見られるものの、複数の土地被覆図について絶対的な評価研究は存在しない。そこで、複数の全球土地被覆図の精度検証を行う手法を新たに開発した。本手法を基に作成した地上検証情報を用い、広く流布している 5 種類の土地被覆図 (GLC 2000 (Joint Research

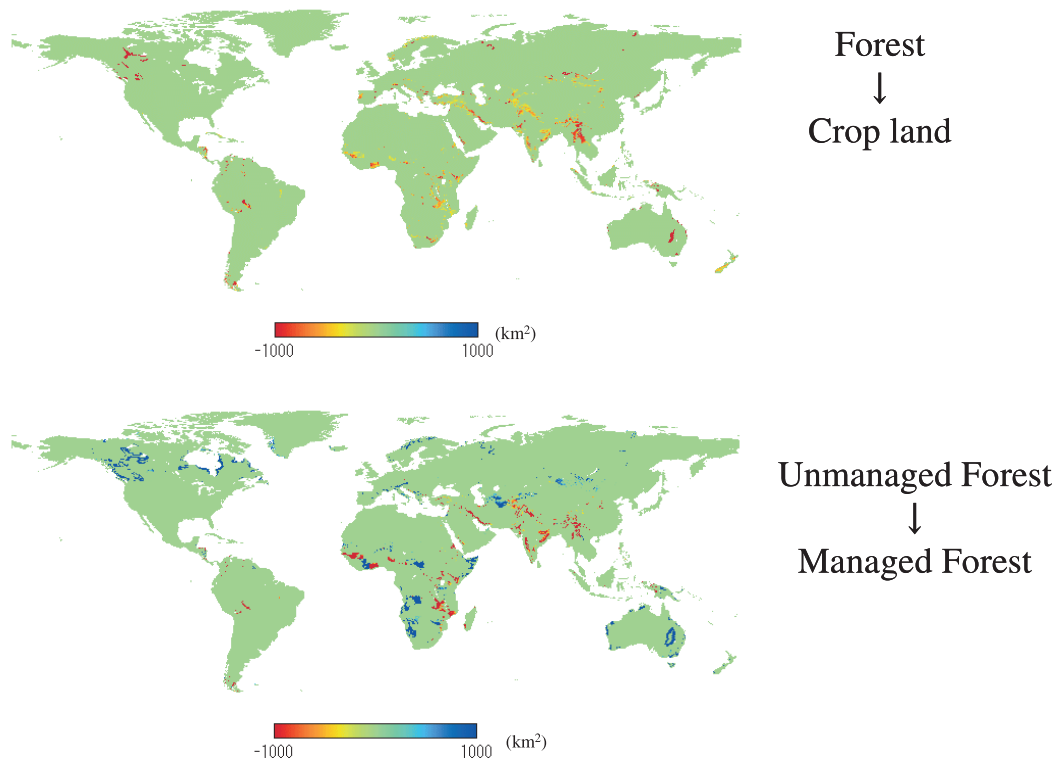


図 34 モデルによる土地利用変化予測

Center), MOD 12 (Boston University), IGBP (US Geological Survey), UMD (University of Maryland), AARS (Chiba University)) について IPCC の提唱する LULUCF に基づきユーラシア地域を対象とした精度評価を行った。GLC 2000: 55 %, MOD 12: 58 %, UMD: 53.7 %, USGS: 50 %, AARS: 37 % の一致率であった。この結果は標準偏差で 2 ポイント程度の誤差を有する。したがって今回の結果からは GLC 2000, MOD 12, UMD 間の精度に優位差は見られなかった。しかし、USGS と AARS は他のプロダクトに対して精度が劣ることが明らかとなった。各クラスで比較すると、森林や草地については UMD の正解率が高く、耕地については IGBP が他の土地被覆図に対して正答率が高いことがわかった。この結果を基に今回は GLC 2000 をモデル入力データとした。

図 34 にモデルの結果を示す。耕地から管理森林への移行はほとんど行われぬ。これは経済の発展と共に林産材需要、穀物需要とも増大し、結果的に穀物需要が強くなるためである。増大した林産材需要に対応するように、非管理森林から管理森林への移行がおこる。しかし、経済の発展による管理費用の増大により、管理森林の放棄が行われる地域（図 34 下の赤い地域）も発生していることが分かる。

林業、農業間の土地利用変化は大気中に放出される二酸化炭素濃度に大きな影響を与えることが示唆された。また、経済的な評価を行う上で、割引率や経済予測の影響が非常に大きいことが判明した。炭素価格の導入によって、植林が進か否かは、炭素価格の上昇率に依存し、割引率以上に上昇した場合、林業経営が放棄される可能性が示された。しかし、バイオマス利用に関しては、カーボンフリーにより炭素価格が生じないため、積極的なバイオマス利用により林業は成立しうることが示された。

## 2.1.7 太平洋域の人為起源二酸化炭素の海洋吸収量解明とその制御に関する研究

### (1) はじめに

海洋は大気中に放出された人為起源二酸化炭素の吸収源として働いているが、その吸収が将来どう変動するか予測することは、二酸化炭素の排出規制を決める上で極めて重要である。現在の海洋の二酸化炭素吸収を定量化し、予測モデルを正確にするために、現在までに得られ

ている国内外機関の海洋表層二酸化炭素データを活用して、特に北太平洋の二酸化炭素正味吸収量を解明することを目標とする。また、海洋表層二酸化炭素分圧測定 of 正確さを保証し、国内的、国際的なデータの統一利用を可能にするための分析標準化に関連する研究を行う。

### (2) 商船を利用した表層海洋二酸化炭素の観測

#### 1) 経緯

地球環境研究センターでは、1999 年 11 月から 2001 年 5 月にかけての商船三井株式会社所属コンテナ貨物船、アリゲータホープ号の東京-シアトル・バンクーバー航路で、北太平洋表層海洋二酸化炭素の観測を行った。船上観測で得た気象要素（気温・湿度・日射・風向・風速・気圧）、大気観測で得た大気二酸化炭素濃度、オゾン濃度、表層海洋観測で得た水温、塩分、二酸化炭素分圧、栄養塩、植物色素などについて、データ確定を行った。風向、風速の相対観測値は、航海データ（船速・船位）によって補正し、絶対風向・風速とした。船上に搭載した非分散赤外分光光度計による大気・海洋二酸化炭素測定値は、国立環境研究所の標準ガススケールに基づく分率値に換算した。海洋の二酸化炭素分圧値は、二酸化炭素分率値と気圧、水蒸気圧、船内配管による水温上昇などの測定値による補正をかけて算出した。これらのデータセットは、1995～1999 年の Skaugran 号観測（図 35）とともにインターネット上で閲覧・利用可能とした。

また、アリゲータホープの日豪航路への航路替え（2001 年 5 月）に伴って、一時的に北太平洋の観測は停止したが、海洋表層二酸化炭素測定継続のために、同じく北太平洋航路を運行しているトヨフジ海運所属自動車運搬船ピクシス号へ設備を移設し、2002 年から観測を

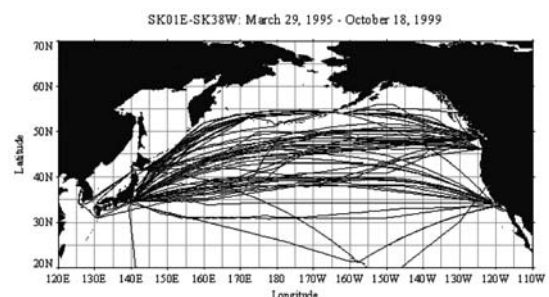


図 35 Skaugran による 1995 年 3 月から 1999 年 10 月までの観測航路図、38 往復、このうち 36 往復半の航海で海洋 CO<sub>2</sub> 観測がなされた。

再開した。

## 2) 観測結果の特徴

観測済みデータ解析によると (図 36), 2000 年夏に, 東部北太平洋亜寒帯域 (アラスカ湾海域) で発生した例年になく植物プランクトンの急速な増加プロセスが明らかになった。アラスカ湾海域にはカナダの海洋観測定ステーション P (北緯 50 度, 西経 145 度) があるが, その定点の北である北緯 55 - 51 度の海域で, 2000 年 6 - 7 月に植物プランクトンの例年になく増殖がみられた。この海域では, 1995 年からの国立環境研究所とカナダ海洋研究所の共同研究による表層二酸化炭素分圧観測データが継続的に得られており, 二酸化炭素分圧の季節変化は小さく, 海洋 - 大気分圧差が  $\pm 20 \mu\text{atm}$  に維持されることがわかっていた。これは, 春から夏に起こる海域の生物生産により無機炭素が固定されて起こる表層海水の二酸化炭素分圧低下と, その季節の水温の上昇による分圧上昇がつりあっていることと, 秋から冬にかけて起こる亜表層海水と表層海水の混合による分圧上昇と, 水温低下による分圧低下がつりあっていることによる。

しかしながら, 2000 年 6 月の貨物船 (アリゲータホープ号) 観測, 東西相方向航海データで,  $-52$  および  $-67 \mu\text{atm}$  が記録されるという観測開始以来初めての現象が見られ, 海域の二酸化炭素分圧が例年になく低下したことを示した。衛星観測によると, 2000 年には 5 月 10 日ころに, アラスカ湾にダストが及ぶ大きなイベントがあり, それ以降はイベントがない。二酸化炭素分圧の低下は, 貨物船で観測している植物プランクトン蛍

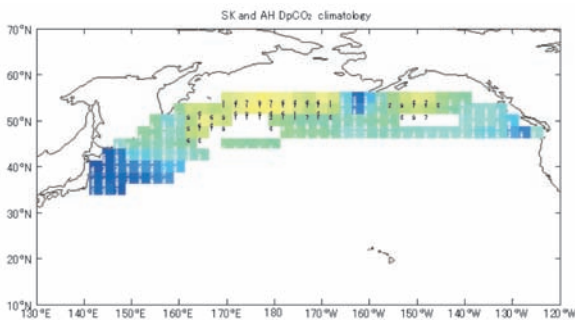


図 36 Skaugran, Alligator Hope の 1995 年 3 月から 2001 年 5 月までの観測データを用いた北太平洋の年平均海洋  $p\text{CO}_2$  分布図 (海洋マイナス大気, 単位  $\mu\text{atm}$ )  
黄色が海洋の  $\text{CO}_2$  分圧が高い (放出) 海域で青が低い (吸収) 海域である。

光光度の高まりと一致しており, 植物プランクトン増大が原因であると推測された。その大きさは, 東西に 600 km ほどの大きなスケールであった。植物プランクトン量の指標であるクロロフィル量は最大値が  $3 \sim 4 \mu\text{g/L}$  まで高まった。この例年になく植物プランクトンの増殖に伴う栄養塩類の変化を, 貨物船観測, カナダ海洋研究所観測船 Tully (6 月), 北海道大学おしよろ丸 (7 月) の海洋観測データを総合して見ると, ステーション P より北の海域が応答した海域で, 南北スケールもほぼ 600 km であった。この応答した海域では, 硝酸の濃度低下は例年の夏の生物生産とそれほど変わらないのに対して, ケイ酸が枯渇するような濃度低下であり, ケイ藻が増殖したことを示している。通常の年のアラスカ湾海域は, 海水中の鉄濃度が低く, 鉄を必要な栄養とするケイ藻の増殖がその制限によって高まらないと考えられている (図 37)。二酸化炭素と栄養塩の観測値から推定される表層海水の無機炭素固定量は,  $1000 \text{ mgC/m}^2/\text{day}$  程度かそれ以上と推定され外洋域ではまれな大きさであるといえる。見られた現象は 5 月のダストイベントが及ぼす効果であると考えられ, 鉄制限海域における大気経由の栄養供給が重要であることが示された。貨物船による観測は, 一定の海域の繰り返し測定を続けるので, このようなイベントが生じた時の事後の解析に極めて有効である。

ステーション P では 1970 年代に定点気象観測船が常に観測を続けていた時代に, 10 年間に 3 回のケイ酸枯渇現象が見られた。しかしながら, 1981 年以降, 定点観測船が廃止され, 年 3 回程度の定点観測となって以来, このようなイベント現象の把握が困難になっていた

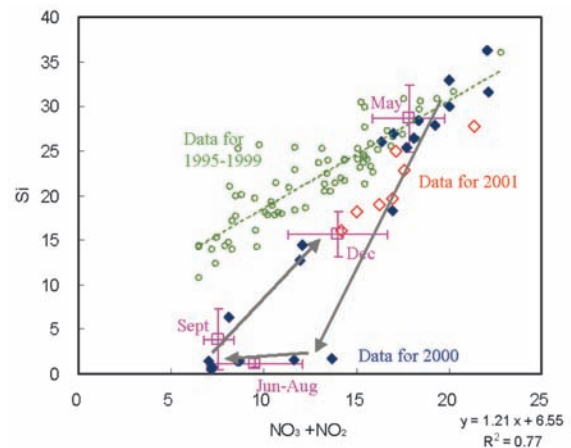


図 37 平均値とずれた珪素濃度が観測された時期珪藻が増殖したことを示唆する。



が、1995年からの貨物船観測により、現象把握が可能となった。1995年から2000年におけるアラスカ湾海域は、比較的年々変動が小さかったが、2001年にイベントが起こった。海域の二酸化炭素吸収・放出の年々変動の評価には、エルニーニョ・ラニーニャのような大規模な海洋循環変化現象との関係評価が求められているが、微量栄養塩制限がある亜寒帯海域には大気経由ダストのような別のコントロール要因がありうることを示唆した観測結果であった。

### 3) 貨物船観測による年々変動解析

ここでは、6年間のデータ解析から新たに発見された北太平洋高緯度海域の海洋表層二酸化炭素分圧 ( $pCO_2$ ) の年々変動についての解析結果を示す。

1995年から1999年のSkaugran データから得た北太平洋中高緯度海域の  $pCO_2$  分布は、1960年代から1995年までのデータに基づく Takahashi<sup>19)</sup> 気候値とほとんど差がなかった (Zeng et al.<sup>20)</sup>。このデータ解析の過程でも、年々変動の抽出を試みましたが、明瞭な答えが見いだせなかった。そこで、1995～1999年のSkaugran と1999～2001年のAlligator Hope データを合わせて使って、新たな方法で年々変動の客観解析を行った。その結果、新た

な6年データによるこの海域の海洋-大気二酸化炭素分圧差 ( $\Delta pCO_2$ ) の気候値マップが得られた (図38)。この気候値マップは、データに季節の偏りが入ることをさけるため、次の操作を行った。4.5×4.5度のグリッド内について4つの季節をカバーする観測がある年を選び出し、それが3年以上あるという基準で有効グリッドを決めた。各年の季節平均から各年の年平均値を求め、その3年以上の平均が気候値であると定義した。このグリッド解析を2.5×2.5度の地図上グリッドに対して行った。その結果、従来解析で (Zeng et al.<sup>20)</sup> は示すことができたカリフォルニア沖海域などは季節カバーが不十分と判定され値が得られなくなった。反面、この解析では、季節を完全にカバーする年だけをデータ有効としたことによって、仮定や内挿を避け、不確実性を少なくした。このマップと、毎年毎年のマップの比較を行うと、年々変動が示される。各年のマップ作成においても、4.5×4.5度のグリッド内に4つの季節の観測値があるという条件でグリッドデータの有効無効を判断したので、海域カバーは悪くなった。そして、各年の年平均値が得られ、なおかつ、6年データによる気候値が得られたグリッドだけについて、各年のマップを作成した。マップでは各年の年平均  $pCO_2$  値と  $pCO_2$  気候値の差を

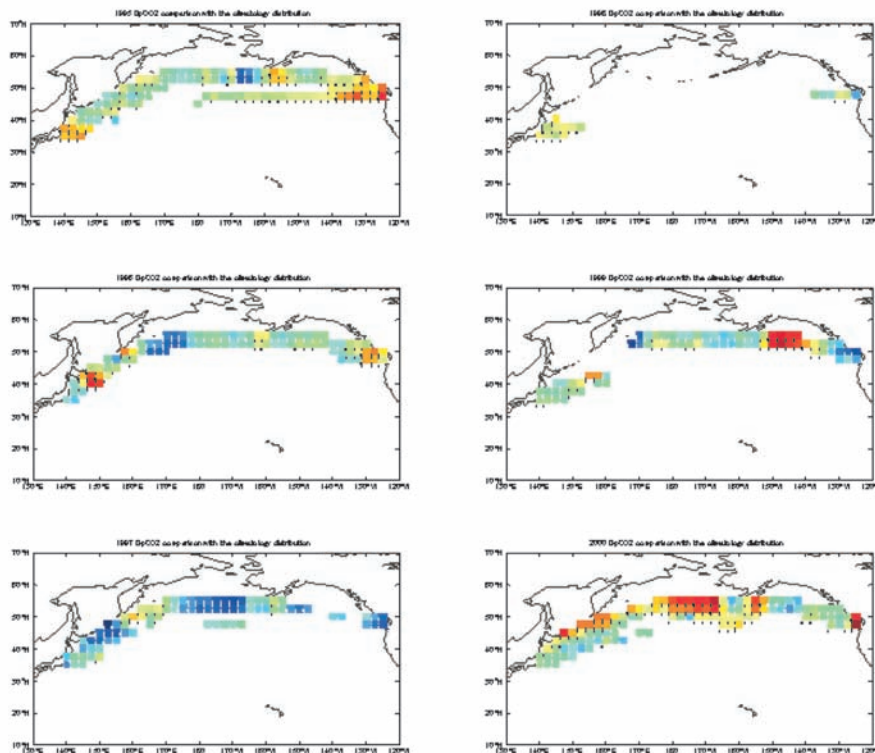


図38 Skaugran, Alligator Hope で観測した北太平洋の海洋  $pCO_2$  の各年の気候値からのずれ、赤が平年値より高いことを示し、青が低いことを示す (単位  $\mu atm$ )

表現した。

その結果として、プラスマイナス  $20\mu\text{atm}$  ほどの振幅で、この海域では  $\text{pCO}_2$  の年々変動があることが明らかになった。1998 年のような全域でやや低めの年、2000 年のようなやや高めの年がある。ただし、明瞭な高低は、局所的におこるのであって、西部亜寒帯太平洋、東部亜寒帯太平洋というような海盆全体で起こる現象ではないことが分かった。これに対して、水温の年々変動は、より広い範囲で起こっていた。

そこで、西部亜寒帯、ベーリング海、東部亜寒帯というスケールでの平均現象を見る目的で、それぞれ4つの範囲について6グリッドの平均値を求めた。これによると、海盆内で高い  $\text{pCO}_2$  や低い  $\text{pCO}_2$  が見られる場合、その海盆他の場所でその反対方向の  $\text{pCO}_2$  変化があるように見える。そこで、その4グリッドの平均を西部亜寒帯海域（千島列島沖からカムチャッカ沖）、東部亜寒帯海域（アラスカ湾）で求め、その経年変化を見た（図39）。これによると、特に西部亜寒帯海域では、年々変動がなくなり、海盆全体では毎年の  $\text{pCO}_2$  変化が著しく小さいことが明らかになった（図39中の上図 WNP）。一方、ベーリング海のような小さめの海域に

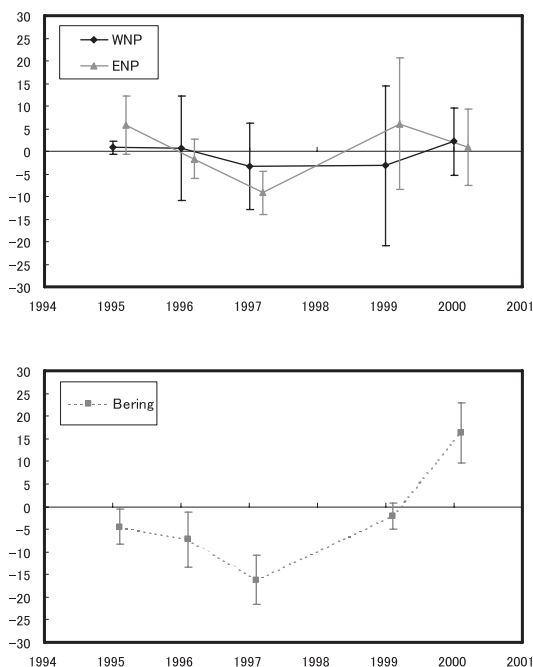


図39 図のデータを西部亜寒帯太平洋（上図 WNP）、ベーリング海（下図）、東部亜寒帯太平洋（上図 ENP）の3つの海域でさらに平均した年々変動単位  $\mu\text{atm}$ 、誤差棒は、各海域4つ、ないし、3つの  $7.5$  度  $\times$   $5$  度の大きさのグリッド平均値間の変動である。

は、より大きな  $\text{pCO}_2$  変動が見られ、これは水温の経年変化とより強い関係を持つということが分かった。

Skaugran, Alligator Hope で観測した亜寒帯海域では、毎年の水温変動が認められており、この観測期間では、1997 年の1～3月が高水温、2001 年1～3月が低水温であった。ベーリング海では、低水温で冬季の鉛直循環が進み高い全炭酸の海水が表層にもたらされて  $\text{pCO}_2$  平均値が上がるとということが推定される。この効果は、西部亜寒帯、東部亜寒帯という大きな海盆スケールでは明らかにならないことがわかった。このような詳細な  $\text{pCO}_2$  の年々変動は、これまで、東部赤道太平洋でしか知られていなかった。その海域はエルニーニョ、ラニーニャの周期で、海水の鉛直混合形態が激変するので、エルニーニョ年には低い  $\text{pCO}_2$ 、ラニーニャ年には高い  $\text{pCO}_2$  となり、 $\pm 50\mu\text{atm}$  もの幅で変化する。これに比べて、東部・西部の亜寒帯北太平洋では  $\pm 3$ 、あるいは、8 という小さな年々変動しかないということは、極めて画期的な解析結果であり、 $\text{CO}_2$  吸収を表現する海洋モデルの研究に対して大きなインパクトを与える観測結果である。

#### 4) 大西洋における観測協力

北太平洋と北大西洋は、二酸化炭素観測の面では、赤道太平洋と並んで、これまでにデータ蓄積の最も進んだ海洋である。従来からのデータ集約でも、吸収・放出域分布に関する一応の知見のまとまりはあったが、同じ海域を年間に何回も繰り返すような海洋表層二酸化炭素観測例はほとんどなく、商船を利用する高頻度の観測がより詳細な二酸化炭素の吸収放出現象を解明することは、環境研の北太平洋観測例からも明らかとなり、EU の国際協力により、いくつかの大西洋航路で商船などによる二酸化炭素分圧観測を行うプログラムが始まった。これは、政府間海洋学委員会二酸化炭素諮問委員会が行う国際的な海洋表層二酸化炭素観測のネットワーク化活動の一貫である。ドイツキール大学海洋研究所では、欧州-北米間の北大西洋の貨物船で観測を開始することになったが、先進的な観測事業を実施している国立環境研究所と技術交換を行い、観測機器の一部に、国立環境研究所開発機器を採用し、共同研究を行うこととした。

ドイツキール大学海洋研究所では、Wallenius Wilhelmsen 社所属貨物船 Falstaff に、国立環境研究所で自動化を進めた二酸化炭素分圧測定装置を搭載する工事



を、2001年12月から2002年2月にかけて行った。Falstaffは、主として英国・サウザンプトン港から米国・ニューヨーク港への西向き航路、米国チャールストン港からスペイン・サンタンデル港もしくはサウザンプトン港への東向き航路で自動車運送にあっている。2003年1月までの9往復の大西洋横断航海で、片道16回の測定を行うことができた。

この研究では、緯度4度×経度5度のグリッドの海洋CO<sub>2</sub>フラックスを求めることとしたが、2つの方法の比較を行うこととした。第一の方法では、観測船の航跡に従った貨物船による風速衛星観測値を用いた。ΔpCO<sub>2</sub>観測値は、測定で得られる1分値を用いる。第二の方法では、グリッドの平均風速とその変動係数を用い、風速の変動を考慮するガス交換式を使用した。ΔpCO<sub>2</sub>観測値はグリッドの平均値とその変動を用いる。衛星風速はQuickSCATによるが、航路の25 km以内、5時間以内の地点のデータを使用して、必要に応じてデータを内挿した。QuickSCATでは降雨によってデー

タが除かれることもあり、この操作で、航路の48%をカバーする衛星風速データセットを得た。

海洋のCO<sub>2</sub>フラックスをΔpCO<sub>2</sub>の観測から求める場合、航路上の風速値によって算出することが通例行われたと思われる。しかしながら、この場合、海域グリッドにおける風速の変動の効果を考えないことになる。今回比較した結果では、航路上の1分値による第一の方法が与えるフラックスは、平均値を用いる第二の方法より低くなり特に風速の大きな月の解析でその差が最も大きくなった。変換を通じて比較すると、航路上の風速をグリッド平均した風速と、グリッド全体の平均値として求めた風速との間には0.2 m/sの差しかなかったが、CO<sub>2</sub>フラックスを求める場合の差は著しく大きかった。海洋のCO<sub>2</sub>分圧変化の時間スケールが風速の変化の時間スケールと比べてはるかに長いことを考慮すると、グリッド平均の風速を用いることが適当と考えて考察を進めた。

図40に得られた北大西洋のCO<sub>2</sub>フラックス分布を示

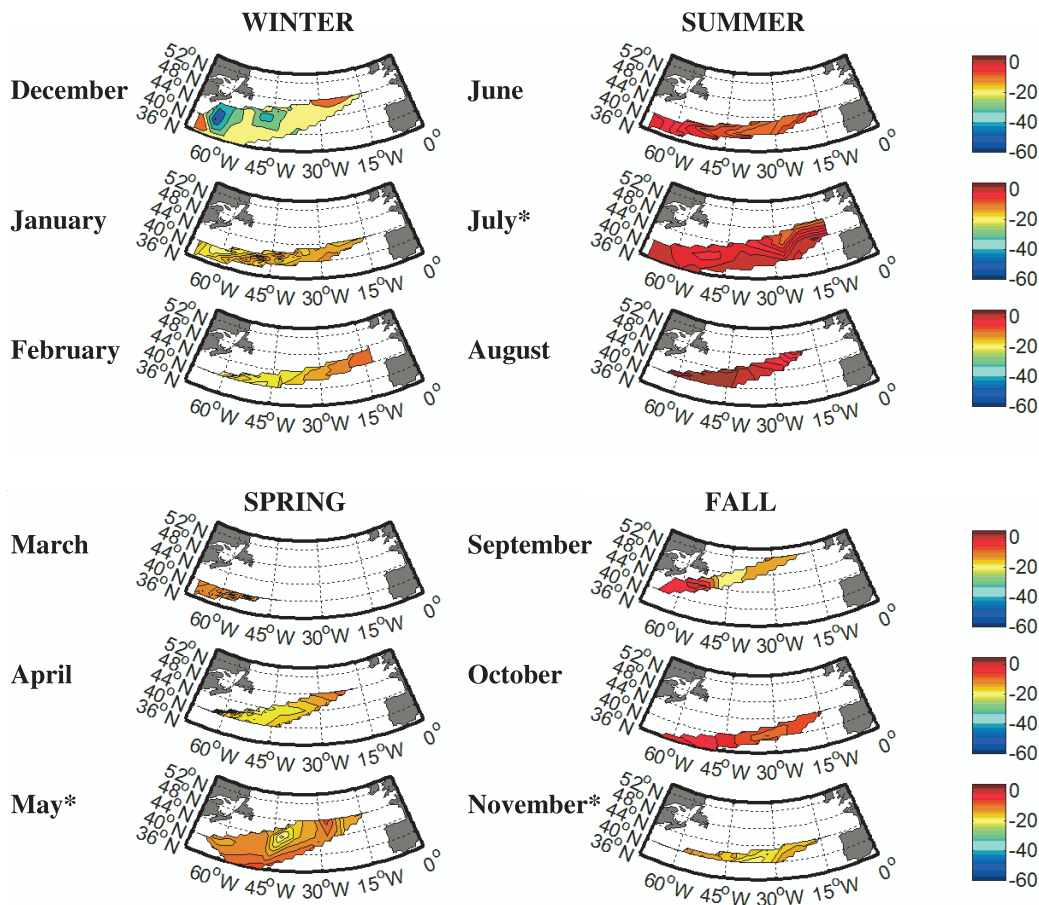


図40 北大西洋定期貨物船 Falstaff による CO<sub>2</sub>分圧観測（2002年2月から2003年2月）を用いて算出した海域の CO<sub>2</sub>フラックス。緑から青は強い吸収海域を、黄色からオレンジは弱い放出海域を、赤は CO<sub>2</sub>収支がゼロに近い海域を示す。

す。北大西洋では、夏は東西とも CO<sub>2</sub>フラックスはほぼゼロに近づく。北米に近い最も西部では、夏はわずかに放出に変わることがある（7～8月ころ）。最も大きな吸収は12月ころにカナダ沖で見られる。単位面積あたりフラックスは+3から-51 mmol/m<sup>2</sup>（プラスが放出、マイナスが吸収）であった。西部海域では夏の水温上昇効果が東部海域より大きく現れる。解析によれば、北米よりの西部海域では、12月から5月ころまで比較的大きな海洋吸収が継続し、夏の7～8月にはほぼゼロフラックスから極弱い海洋放出に転ずる。一方欧州よりの東部海域では、11月から5月にかけてほぼ一定の海洋吸収が継続し、夏に吸収がやや弱まる。

そこで、北大西洋の海域全域の CO<sub>2</sub>フラックスを、本観測によるデータと衛星による風速場（QuickSCAT）あるいは客観解析による風速場（NCEP/NCAR）と組み合わせ、航路上風速、グリッド平均風速で算出してみた。（表2）。このように、貨物船観測による解析結果は気候値から算出したフラックスと同じ風速場を用いた場合ほぼ同等の結果を与えた。しかしながら、海域ごとに見た場合、それらには明らかな差があった。東部海域の5月ころの差は最も顕著であり、貨物船観測によるフラックスは気候値からのものの半分ほどであった。これに対し西部海域は貨物船観測フラックスがやや大きな値となり、これらの効果で海域全域の値がほぼ等しい値となった。これらの原因には、海域の年々変動の反映、気候値を求めた観測の密度の問題、などが考えられるが、観測時期の異なるデータセット間の比較に関して知見を与え、その困難さを明らかにした。

海洋 CO<sub>2</sub>データの統合は、1960年代以来の蓄積データのまとめとして Takahashi ら<sup>3)</sup>によってなされている。その統合データセットは、存在するデータを全て利用したものであるため、いわゆる気候値として扱われるべきものである。これに対し、海域の集中観測データで季節を通じた観測を行うことで、特定の年、あるいは年範囲のデータが得られる。今回の北大西洋観測は、この研究課題で実施した北太平洋とともに気候値との比較が年間を通して行える貴重なデータセットを与えた。観測時期を限ったデータと気候値との差を明らかにする観測を継続することで、年々変動や経年変動が明らかになる。Takahashi ら<sup>3)</sup>による気候値は、海洋炭素循環モデル検証のために広く用いられているものであるが、その気候値の確からしさ、最近の気候変動を反映した変化が最近の観測値に現れているか、など、観測から明らかにされるものが期待されるものは大きい。

#### 5) 海洋表層二酸化炭素分圧測定装置の相互検定

海洋の二酸化炭素吸収現象を全海洋規模で推定するためには、全海洋の国際共同観測とデータ統合解析が必要である。しかしながら、測定方法の偏差が存在すると、その統合解析は極めて困難になる。二酸化炭素分圧測定 of 正確度を確保するためには、標準海水の利用が困難であるので、装置を持ち寄る相互比較実験が最も良い方法である。政府間海洋学委員会二酸化炭素諮問委員会（Intergovernmental Oceanographic Committee, CO<sub>2</sub> Advisory Panel）のもとで、国際的に海洋表層二酸化炭素分圧測定 of 測定精度を高める目的で、相互比較実験を

表2 北大西洋定期貨物船 Falstaff による CO<sub>2</sub>分圧観測（2002年2月から2003年2月）データから算出した北太平洋の CO<sub>2</sub>年間収支（TgC/y）、船上観測1分値と航路上風速を用いた場合、グリッド平均 CO<sub>2</sub>分圧値と緯度4度×経度5度のグリッド平均風速場を用いた場合、風速場を NCEP/NCAR 客観解析場に変えた場合、Takahashi ら<sup>3)</sup>による CO<sub>2</sub>分圧気候値データを用いた場合の比較

	<b>Falstaff</b> <b>F<sub>1-min</sub></b> <b>2002</b>	<b>Falstaff</b> <b>F<sub>grid avg</sub></b> <b>2002</b>	<b>Falstaff</b> <b>F<sub>grid avg</sub></b> <b>2002</b>	<b>Takahashi *</b> <b>2002</b>
Lat	36-52°N	36-52°N	36-52°N	36-52°N
Lon	10-70°W	10-70°W	10-70°W	10-70°W
Flux (Tg C yr <sup>-1</sup> area <sup>-1</sup> )	-32.1	-50.5	-48.4	-53.2
Wind speed Area (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	QuikSCAT 17	QuikSCAT 17	NCEP/NCAR 17	QuikSCAT 17
Parameterization	W92	W92	W92	W92

計画し、2003年3月に我が国で実施した。大容量の室内海水プール（水産総合研究センター水産工学研究所）において、国内3機関、海外8機関から、13台の海洋表層二酸化炭素分圧測定装置を集める相互比較実験を行った。実験結果の解析から、海洋表層二酸化炭素分圧測定における誤差要因が明らかになった。水温変化は平衡器水温と表面海水温差を精密に測定して補正することができるが、船上の二酸化炭素分圧測定装置設置においては、できるだけ水温変化をさせない工夫が望まれる。有機物分解による正の測定誤差は補正困難であるので、平衡器を清浄に保ったり、海水流量を多くしてその効果を小さくしたりすることが必要である。多くの分析装置で起こりうる再供給空気による誤差は、低二酸化炭素分圧で測定値を高くする方向の誤差、高二酸化炭素分圧で逆の効果を示す。誤差を小さくするには、再供給空気の量を減らしたり、二酸化炭素分圧を海水に近づけた再供給空気を導入したりするような工夫が必要である。平衡器内圧は大気圧と等しく設計するのが通例であるが、その差が生じている場合は適切に補正することが有効である。今回取りまとめられた知見は、世界各国各機関の海水二酸化炭素分圧測定の正確さを高めることに有効である。

## 2.2 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

### 2.2.1 気候モデルの開発・改良と適用

本研究プロジェクトでは、温室効果気体およびエアロゾル源等の排出の増減に対する気候変動を評価するため、東京大学気候システム研究センター（Center for Climate System Research: CCSR）および海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター（Frontier Research Center for Global Change: FRCGC）との共同研究により開発された大気海洋結合気候モデル（Model for Interdisciplinary Research on Climate: MIROC）の改良・高精度化及びその適用に関する研究を行った。特に、世界最大規模のスーパーコンピュータである地球シミュレータを利用することにより、高解像度モデルによる実験ならびに中解像度モデルによるアンサンブル実験等を行い、解析を行った。ここでは、下記3項目について順に述べる。

- ・対流圏エアロゾルモデルの高度化に関する研究
- ・気候モデルによる20世紀の気候再現性に関する研究

・高解像度気候モデルによる将来予測に関する研究

#### (1) 対流圏エアロゾルモデルの高度化に関する研究

人為起源気候変動要因が作り出した大気上端での放射強制力については、IPCC第3次報告書（TAR）によって、温室効果ガス（Well-mixed GHGs + Ozone）の約 $+2.6 \text{ W/m}^2$ はほぼ確定的であること、一方、人為起源エアロゾルが作り出す放射強制力については、いまだに大きな不確実性があることが明らかになった。エアロゾルの放射効果には、直接効果（Direct effect: エアロゾルそれぞれ自身が太陽放射を散乱・吸収する効果）と間接効果（Indirect effect: エアロゾルが雲の凝結核となることによって雲の光学的・微物理学的特性を変化させる効果）がある。直接効果については、IPCC TARによると、その正味の効果は $-0.43 \text{ W/m}^2$ であるが、100%程度の不確実性がある。間接効果の放射強制力の値には、もっと大きな不確実性がある。IPCCによると、第1種間接効果（雲核数の増加による雲粒の収縮により反射率を高くするアルベド効果）の評価は $-2 \text{ W/m}^2$ から $0 \text{ W/m}^2$ と、大きくばらついている。

そこで、本研究では、主にエアロゾル過程に着目し、全球気候モデルを用いた地球温暖化予測に伴う不確実性の幅を明らかにすることを目的とし、これまでの研究により開発済みのエアロゾル反応・輸送モデルを基礎とし、同モデルに存在する不確実性を明らかにするとともに、その幅を狭めるためのモデルの改良、高度化を行った。従来行ってきた現在気候の再現性の検討だけでなく、モデルにより表現される気候変動・気候変化の妥当性についても議論を行うため、雲・降水-エアロゾル相互作用を考慮した全球気候モデルを開発するとともに、観測から得られるエアロゾル分布特性をモデルの検証に有機的に活用していくために、衛星観測データの長期解析にも取り組んだ。

#### 1) 対流圏エアロゾル輸送モデルの改良と人為起源エアロゾルによる気候影響評価

これまで開発・改良を進めてきた全球エアロゾル輸送・放射モデル SPRINTARS (Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species; Takemura et al.<sup>49)</sup> を長期積分に耐えうるように簡略化し、大気海洋結合気候モデルと SPRINTARS とを結合するモデル開発を行った。全球エアロゾルモデル SPRINTARS を簡略



化したことにより、大気海洋結合気候モデル MIROC に SPRINTARS を結合したモデルを数十年～数百年の長期にわたって時間積分することが、現在使用可能なスーパーコンピュータで可能となった。

また、これまでの全球スケールのモデリング研究では、雲・エアロゾル相互作用を考慮する際に、エアロゾル数濃度が決まれば一意的に雲粒数濃度が診断されるという観測から得られた経験則を用いるのが一般的であった。さらに、用いるエアロゾル数濃度は親水性か疎水性かの2つの分類のみであり、それ以上の化学組成依存性は含まれなかった。そこで全球エアロゾル輸送・放射モデル SPRINTARS において、雲粒数濃度を診断する際に、雲微物理過程の基礎に基づき、エアロゾル数濃度だけではなく、エアロゾル粒径分布や化学組成・上昇流速・曲率効果を考慮したパラメタリゼーションを導入した。さらに雲粒径・雲水量・降水量が雲粒数濃度に依存するスキームも導入した。シミュレーションの結果、雲

粒径が、海上で大きく陸上で小さいという特徴が上手く再現され、特に都市域周辺ではエアロゾル間接効果により、小さくなっていることが示された(図41)。この全球分布を衛星観測データと比較し、一致度が高いことを確認した。また、雲放射強制力や降水量も観測との妥当な一致を見た(Takemura et al.<sup>6)</sup>(図42)。これらの改良の結果、エアロゾルの気候に対する影響を考慮した気候変化・変動シミュレーションがなされており、精度の高い温暖化評価等が実施されている。

この全球エアロゾルモデル SPRINTAR を用いて人為起源エアロゾルによる気候影響を具体的に評価した。その結果、定性的な第2種エアロゾル間接効果だけでは雲・降水の実際の長期変化は説明できず、フィードバックメカニズムを考慮しなければならないことが示された。人為起源エアロゾルが非常に多い東アジア域だけは、フィードバックメカニズムを考慮しても、雲水量増加・降水量減少という第2種エアロゾル間接効果の傾向

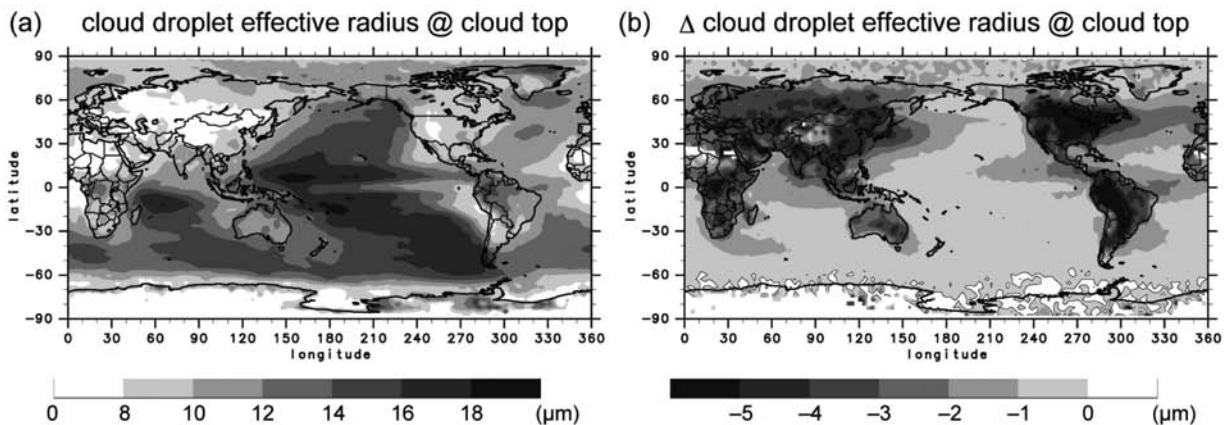


図41 SPRINTARS による気温273K以上の雲頂における雲粒有効半径の (a) 年平均分布と (b) 産業革命以前から現在にかけての変化量

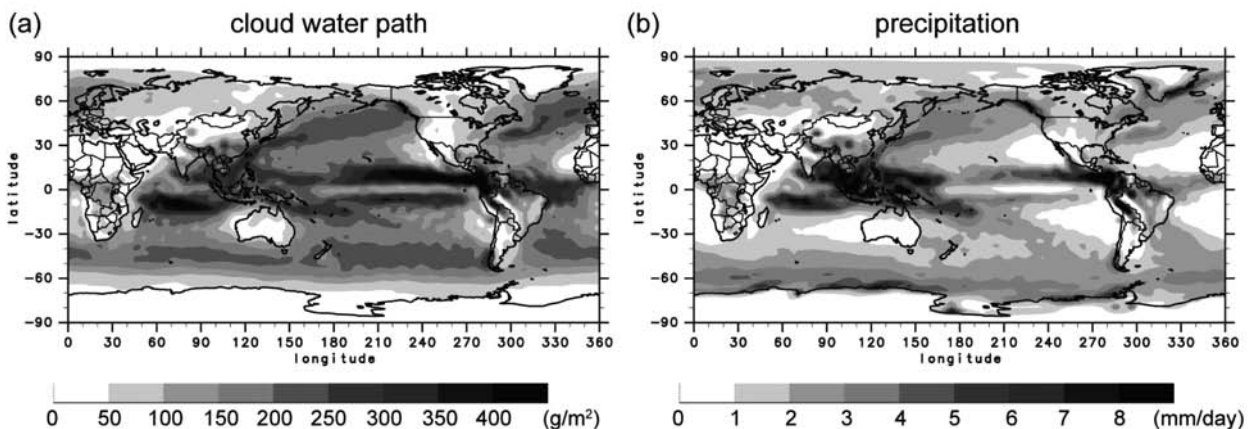


図42 SPRINTARS による (a) 雲水総量と (b) 降水量の年平均分布

を示した。エアロゾルの長期的な気候に対する影響を評価する場合には、エアロゾルと気象場のフィードバックメカニズムを考慮しなければならないことが示唆された。

## 2) 衛星データ解析によるエアロゾル分布の導出に基づくモデルの検証－エアロゾル長期変動の衛星観測データ解析

これまでに開発・改良を行ってきた2チャンネルアルゴリズム (Higurashi and Nakajima<sup>7)</sup>, Higurashi et al.<sup>8)</sup>) により, NOAA 衛星搭載改良型高分解能放射計 (AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer) の1981年から1999年までの約20年分の全球データ解析を行い, エアロゾルモデルをオンライン化した気候モデルによる過去の再現実験でのエアロゾルパラメータの時空間分布との比較を行った。

解析に用いた衛星データは, 空間分解能およそ5 km のGAC (Global Area Coverage) データから作成されたセグメントデータで, 緯度経度0.5°×0.5°の各セグメントに, 中心位置から10×10のピクセル情報が格納されている。それらに対し, 雲スクリーニング等を施し,

エアロゾル解析に最適なピクセルの選択を行った (Higurashi et al.<sup>8)</sup>)。また, 観測輝度値は, 衛星交代やセンサーの劣化を校正する手法を開発し, 校正を行った。

1981年7月から1999年までの1, 4, 7, 10月 (4ヵ月/年) について daily 解析を行い, エアロゾルの光学的厚さとオンゲストローム指数の全球分布を得た (図43)。この解析期間中, 最もエアロゾル場に大きな影響を与えたのは, 1982年4月のエル・チヨン火山噴火と1991年7月のピナツボ火山噴火の2つの大規模火山噴火で, 噴火起源の高濃度のエアロゾルが, 噴火後数週間で赤道付近を1周し, その後徐々に高緯度側へ拡散していく様子がとらえられた。これによりエアロゾルの光学的厚さの全球的な著しい増加とオンゲストローム指数の増加が引き起こされ, その影響は数年という長期間に渡っていたことが示された。1994年と1997～98年のエルニーニョ年にインドネシア域で大規模な森林火災が発生したが, こうした大規模森林火災の影響は, 火山噴火ほど全球・長期的ではないものの, サハラダストの影響をはるかに凌ぐ強さを持ち, エアロゾル特性の長期変動にも単発的に大きなインパクトをもたらしているこ

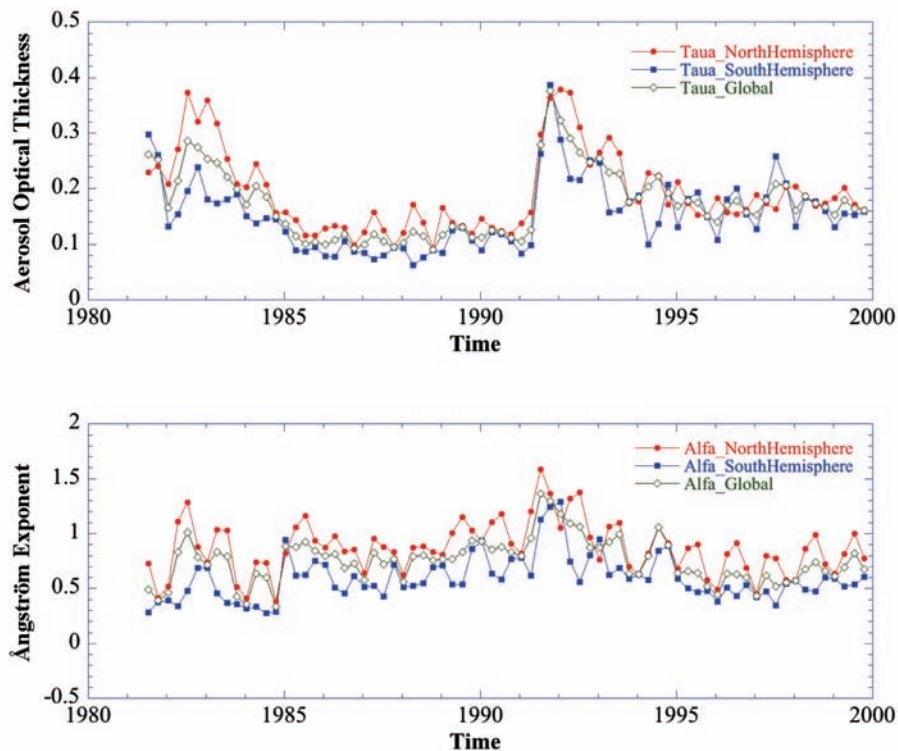


図43 NOAA/AVHRRから得られたエアロゾルの光学的厚さ\*<sup>1</sup> (上) とオンゲストローム指数 (下) の全球 (◇) および半球 (北半球: ●, 南半球: ■) 平均の経年変化\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> 波長 500 nm における光学的厚さ \*<sup>2</sup> 1981年7月から1999年までの1, 4, 7, 10月

とが示された。

これらの20年分の衛星解析結果と気候モデルによる20世紀再現実験によるエアロゾルパラメータの比較を行った。試験的に、月平均値での全球および半球平均での時系列を比較してみたが、あまりよい一致は見られなかった。比較パラメータ、特に粒径指標については、定義する波長に強く依存することから、両者の定義を統一する必要がある。また、両者の空間分解能の違いを考慮するなど、今後比較方法について詳細を検討していく必要がある。

## (2) 気候モデルによる20世紀の気候再現性に関する研究

温室効果気体などの人為起源物質の増加に伴って生じると予想される地球温暖化を将来にわたって見通すためには、数値気候モデルを用いるのが有効である。しかし、IPCCの第3次報告書(TAR)で報告されている21世紀末の気温上昇予測には1.4～5.8℃もの不確実性があり、気候モデルによる温暖化予測の信頼性が問われている。気候モデルによって見通された将来の気候変化の不確実性を定量的に議論するためには、モデル自身の信頼性を何らかの形で評価しておくことが重要であり、その信頼性評価の一方法が現在および過去の気候のモデルによる観測事実の再現性を調べることである。

このような観点から、本研究では、大気海洋結合気候モデルを用いて20世紀を含む過去150年程度の気候再現実験を行い、その再現性を評価するとともに、様々な気候変動要因を切り分けた場合の20世紀気候再現実験を行うことにより、過去に観測された長期気候変化の要因推定を行った。

### 1) モデルの概要

使用したモデルは、国立環境研究所とCCSR、FRCGCが共同で開発した気候モデル“MIROC 3.2”(K-1 model developers, 2004)である。モデルの解像度は大気側が水平約300 km (T42) 鉛直20層、海洋側が水平約100 km 鉛直44層である。対流圏エアロゾルと気候との相互作用を陽に表現するため、大気モデルにはエアロゾル輸送モデル(Takemura et al.<sup>4)</sup>が簡略化して組み込まれており、計算されたエアロゾル量を用いて放射計算が行われる。計算されるエアロゾルの種類は、土壌性ダスト、海塩粒子、硫酸粒子、炭素性粒子(黒色

炭素及び有機炭素粒子)の4種である。エアロゾルによる放射効果としては、エアロゾルが日射を散乱・吸収する効果(直接効果)だけでなく、親水性エアロゾルが雲凝結核となって雲粒の散乱効率や雲粒から雨粒への変換効率など雲の微物理学的特性を変化させる効果(第1種および第2種間接効果)も考慮している。さらに、安定した気候状態を得るために、以前は多くの気候モデルで採用されていた大気海洋間のフラックス調節が、今回使用した気候モデルでは用いられていない。

### 2) 20世紀の気候再現実験

過去の気候再現実験では、温室効果気体の増加などの観測された様々な気候変動要因を、モデルの外部から境界条件として与えている。しかし、従来の研究では、気候変動要因に関する情報が不足していたため、重要と考えられる一部の気候変動要因しか考慮されてこなかった。このようなことから、我々は、先行研究では考慮されていなかった気候変動要因の情報を収集・整備し、人間活動に伴って排出される煤などの炭素性エアロゾルの増加や、土地利用変化など、現状で考えられるほぼすべての気候変動要因を考慮して20世紀の気候再現実験を行った。実験期間は20世紀を含む過去150年間(1850～2000年)とした。外部境界条件として考慮した気候変動要因を表3にまとめた。このうち、①～②は自然起源の気候変動要因、③～⑧は人為起源の気候変動要因である。なお、⑦及び⑧は我々のグループ及び関連する研究者が独自に収集・整備したデータであり、20世紀の気候再現実験には本研究で始めて導入された。観測された平均地上気温の変動要因を推定するために、人為起源

表3 20世紀気候再現実験に用いた気候変動要因の種類と、使用したデータの出展

気候変動要因	データ出展
① 太陽活動に伴う日射量の変化	Lean et al. <sup>9)</sup>
② 大規模火山噴火に伴う成層圏エアロゾルの変化	Sato et al. <sup>10)</sup>
③ 温室効果気体(CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, ハロカーボン)濃度の増加	Johns et al. <sup>11)</sup>
④ 人間活動に伴う成層圏オゾン濃度の減少	Randel and Wu <sup>12)</sup>
⑤ 人間活動に伴う対流圏オゾン濃度の増加	独自に作成(須藤による) <sup>1)</sup>
⑥ 工業活動に伴うSO <sub>2</sub> (硫酸エアロゾル前駆物質)排出量の増加	Lefohn et al. <sup>13)</sup>
⑦ 人間活動に伴う煤などの炭素性エアロゾル排出量の増加	独自に作成(野沢らによる) <sup>2)</sup>
⑧ 土地利用変化	平林ら <sup>14)</sup>

- 1) オゾン前駆物質の20世紀中の放出量変化を化学輸送モデル(Sudo et al.<sup>15)</sup>に与えて別途計算した。
- 2) 化石燃料、農業、生活燃料、森林火災起源の黒色炭素粒子放出量を、各種統計データを収集・整備して作成。



のみ、自然起源のみなど、気候変動要因を切り分けた場合の計算も行った。また、統計的に有意なシグナルを検出可能にするため、すべての実験について、初期値の異なる4メンバーのアンサンブル実験を行った。これらの初期値は、コントロール実験の300年目から100年ごとに4つを選んで使用している。

図44は、全球年平均した地上気温の経年変化を示す。シミュレーション結果と観測とでデータの質を統一するため、モデルの出力データはすべて観測データと同じ解像度に変換し、観測値が欠損である期間・格子では、モデル出力でも欠損として処理を行っている。すべての気候変動要因を考慮した場合(図44 a)では、モデルにより再現された平均地上気温の変動は、観測と非常に一致を示していた。すなわち、モデルは20世紀前半(1910~1945年ころ)や近年(20世紀最後の30年程度)の昇温傾向を非常によく再現していた。これに対して、一切の気候変動要因を考慮しなかった場合(図44 d)には、観測されたような数十年規模の気温変動は全く再現されなかった。このことから、20世紀に観測された数十年規模の平均地上気温変動は、何らかの外的な気候変

動要因によりもたらされたものであることが示唆される。人為起源の気候変動要因のみ考慮した場合(図44 b)では平均地上気温は1970年ころまではほぼ一定の気温を保っており、観測データに見られるような20世紀前半の昇温傾向は再現されていないが、1970年以降の著しい昇温傾向については非常によく再現されている(ここでは、モデルと観測で気温が一致する必要はなく、その傾きのみが意味を持つ)。一方、自然起源の気候変動要因のみ考慮した場合(図44 c)では、20世紀前半の昇温傾向については非常によく再現されているが、観測に見られるような20世紀最後の著しい昇温傾向は一切再現されていない。以上のことから、20世紀最後の30年程度の昇温傾向は人為起源の気候変動要因を考慮しなければ再現できないこと、20世紀前半(1910~1945年ころ)の昇温傾向は、自然起源の気候変動要因を考慮しなければ再現されることが示唆された。

全ての気候変動要因を考慮した場合におけるモデルの再現性について詳しく見るために、モデルにより再現された地上気温の線形トレンドを観測と比較した。図45は20世紀の特徴的な期間(1910~1945年, 1946~

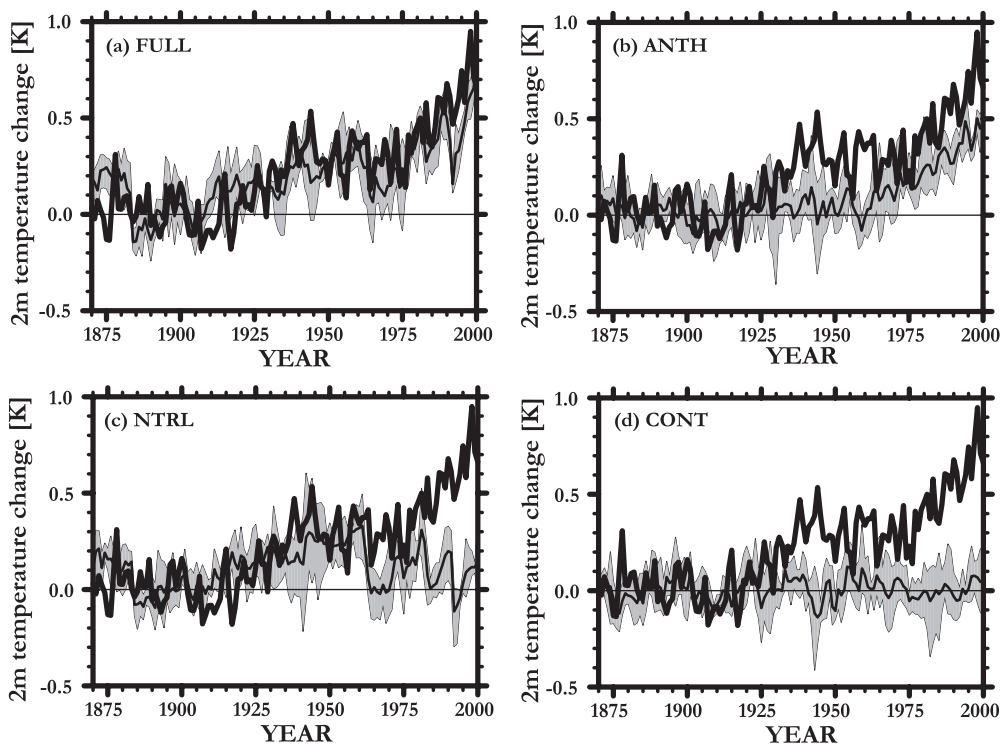


図44 全球年平均地上気温の時間変化

黒太線は観測値を、黒細線は計算結果(初期値の異なる4メンバーのアンサンブル実験の平均)を示す。観測、モデル結果とも、1881~1910年の平均気温からの偏差を示す。灰色の部分は4メンバーのアンサンブル実験結果のばらつき範囲を示す。(a)すべて(自然+人為)の気候変動要因を考慮した場合、(b)人為起源の気候変動要因のみを考慮した場合、(c)自然起源の気候変動要因のみを考慮した場合、(d)一切の気候変動要因を考慮しない場合。

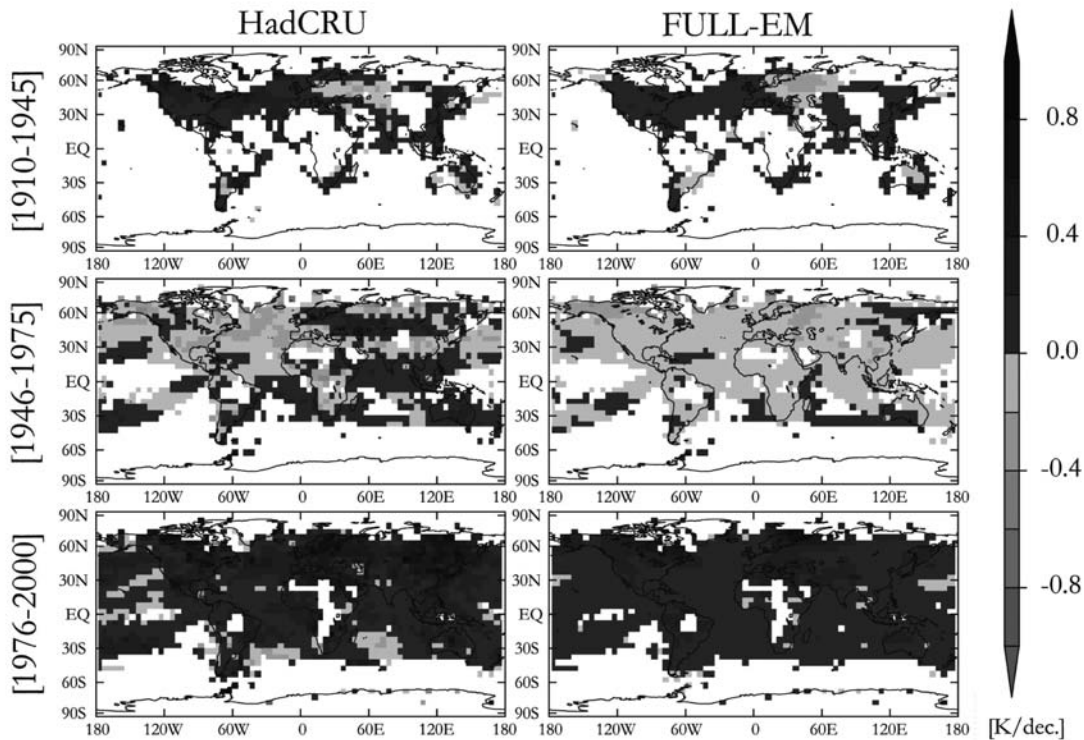


図 45 特徴的な期間における地上気温の線形トレンドの地理的分布  
 単位は 10 年当たりの気温上昇率 ( $^{\circ}\text{C}/10$  年)。上段から 1910～1945 年、1946～1975 年、1976～2000 年における地上気温の線形トレンドを示す。左側が観測、右側がモデルによる 20 世紀気候再現実験結果。モデルはすべての気候変動要因を考慮した実験の 4 メンバーのアンサンブル平均から求めている。観測、モデルとも、当該期間の 3 分の 2 以上のデータが存在する地点についてのみ示している。

1975 年、1976～2000 年)における地上気温の線形トレンドの地理的分布を示す。モデルによる再現実験結果は 4 メンバーのアンサンブル平均から計算している。また、モデルによる再現実験結果のデータには図 44 と同様の処理を施しており、データの質を観測と統一している。なお、トレンドを計算する際には、データの存在する期間が当該期間の 3 分の 2 に満たない格子点については欠損として扱っている。この図より、いずれの期間においても、モデルによる再現実験結果は観測された地上気温の長期トレンドを良く再現していることが分かる。特に、20 世紀前半の 1910～1945 年におけるトレンド分布は非常に良い一致を示している。また、ここでは示さないが、従来の研究では考慮されてこなかった炭素性エアロゾル排出量の変化を考慮することで、特に 20 世紀中盤において、観測とシミュレーション結果との間で地上気温のトレンド分布のパターン相関が高くなることが明らかになっており、地域的な温暖化影響を考える上では、このような気候変動要因についてもきちんと考慮する必要があることを示唆している。

今回の計算によれば、20 世紀前半の 1910～1945 年ころにおける昇温については、自然起源の気候変動要因に

起因することが示唆された。自然起源の気候変動要因は太陽活動に伴う日射量の変化と大規模火山噴火に伴う成層圏エアロゾルの変化のみであり、両者の相対的な寄与率を調べるため、太陽活動のみ、火山噴火のみを考慮した実験も行った (図略)。これら 2 つの気候変動要因の経年変化からは、20 世紀前半の気温上昇には太陽活動に伴う日射量の増加が大きく寄与しているであろうと想像される。しかし、太陽活動のみ考慮した場合には、20 世紀の初頭と後半で  $0.1^{\circ}\text{C}$  程度の昇温が見られるものの、観測に見られるほどの昇温は再現されなかった。一方で、大規模火山噴火のみ考慮した場合には、19 世紀末から 20 世紀初頭にかけての活発な火山活動により低温傾向であった気温が回復するのに伴い、20 世紀初頭 (1910 年ころ) に  $0.2^{\circ}\text{C}$  程度の昇温が確認されるものの、1910～1945 年ころにおける昇温は再現されなかった。以上のことから、20 世紀前半では、複数の火山噴火に伴う低温傾向からの回復に引き続き、太陽活動に伴い日射量が増加したため、両者の重ね合わせで観測に見られるような昇温が得られたと考えられる。



(3) 高解像度気候モデルによる将来予測に関する研究  
地球温暖化の影響を評価する上で、気温や降水量の平均的な変化もさることながら、熱波や豪雨などの極端な気象現象の予測が重要であるという認識が強まってきている。従来の気候モデルにおいては、極端に強い日降水の強度や頻度は十分に検証されてこなかった。本研究では、従来と比較して高解像度の気候モデルを利用するが、解像度の向上が強い日降水などの再現性を向上させるかどうかは自明ではない。そこでまず、モデルの日降水量を中心に、観測データと比較することによって、強い日降水の再現性や地域的特性の再現性の検証を行った。また、従来の気候モデルでは梅雨前線を含む東アジアモンスーンの循環系を現実的に再現するのが難しかったことから、日本域の夏季の気候変化予測はこれまで十分に議論されてこなかった。本研究において使用する気候モデルでは、梅雨前線を含む日本周辺の夏季の気候をある程度現実的に表現することができたため、とりわけ夏季を中心に、日本域の地域気候変化およびそのメカニズムの解析を行った。特に、2004年の夏は真夏日（最高気温 30℃ 以上の日）の日数の記録更新や新潟、福井等の豪雨が話題になったこともあり、そのような極端な現象にも注目した。

#### 1) 高解像度気候モデルの降水特性の再現性の検証

高解像度大気モデル CCSR/NIES/FRCGC AGCM (水平解像度 $\sim 1.1^\circ$ ) による現在気候再現実験の結果を解析した。この実験は、1979年から1998年までの観測された海面水温と海水分布を与え、CO<sub>2</sub>濃度を345 ppmに固定して計算された。検証データには、主に、Global Precipitation Climatology Project (GPCP) の全球 $1^\circ$ 格子日降水量データを用いた。このデータは、衛星観測による推定値であるが、海上を含む全球でほぼ均質なデータが得られるため、モデルの計算結果との比較に適している。

強い日降水のモデルによる再現性は、モデル中の降水過程の取り扱い(パラメタ化)に依存する可能性があるため、大気モデルを用いてその依存性を調べた。モデル中で積雲対流の発生する条件として、大気が湿潤対流に対して不安定であればよいとした場合(No Cumulus Suppression; NOCS)と、それに加えて雲層の平均相対湿度が高く(この実験では80%以上)なければ積雲対流が抑制されるとした場合(Cumulus Suppression;

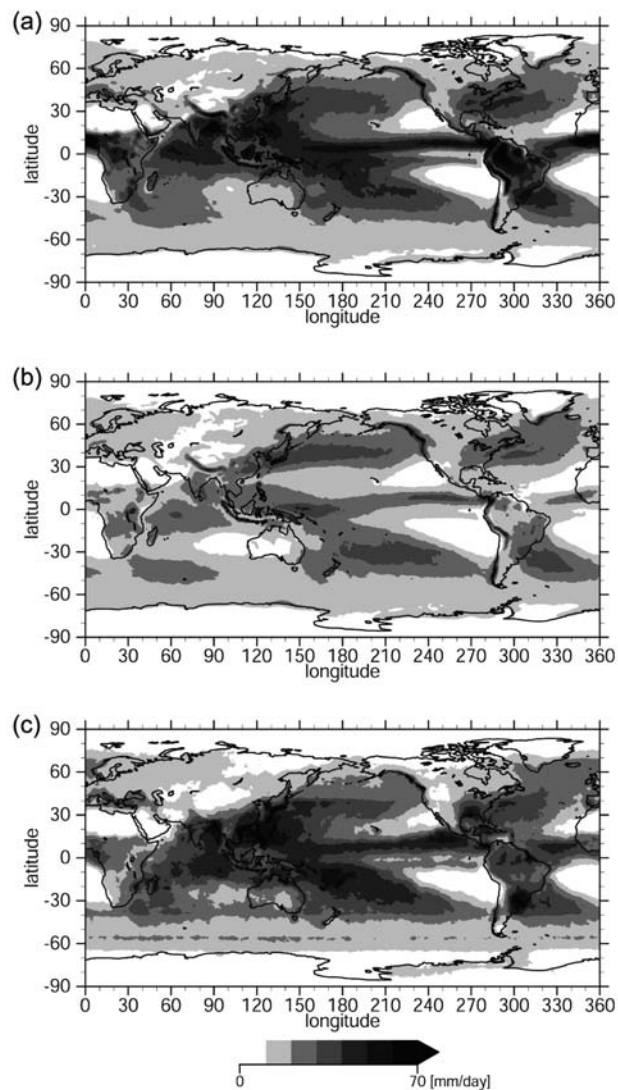


図46 年間第4位日降水量(およそ99パーセントイル)の地理分布

(a) 大気の乾燥による積雲滞留の制御を仮定した実験(CS = このモデルの標準設定), (b) 制御を仮定しない実験(NOCS), および (c) 衛星観測に基づく推定データ(GPCP)

CS) の実験をそれぞれ行った結果を比較した(標準のモデルの設定はCSである)。

積雲対流に関する条件を違えた2つの大気モデル実験CSとNOCSは、年平均降水量の地理分布に関してはどちらも同程度に現実的な結果を与えたが(図略)、強い日降水の再現性に関しては両者に明瞭な違いが見られた。図46は、2つの実験と観測データについて、各格子点で年間第4位の日降水量をデータの存在する期間(モデルは各20年、観測データは7年)で平均したものである(観測データは解析前にモデルの格子点に内挿した)。これは年間の日降水量のおよそ99パーセントイル値(値の小さい順に並べたとき、下から99%の値)に

あたる。大気乾燥による対流の抑制を考慮した実験CS (図46a)は、衛星観測から推定された強い日降水の分布(図46c)を定量的にも分布の特徴としても非常によく再現することが確認された。それに比べて、対流の抑制を考慮しない実験NOCS (図46b)は、低緯度で全体的に降水強度が弱く、特に東シナ海周辺の強度のピークが全く再現されないなどの問題がある。このことから、気候モデルによる強い降水の再現性は、積雲対流過程のパラメタ化に大きく依存することが示された。また、詳細は略すが、この違いは対流有効位置エネルギー(CAPE)のモデルによる再現性と深く関係していることも分かった。

これ以降の結果は、全て実験CSと同じパラメタ化を用いたモデルの結果であるため、強い日降水量の良好な再現性が期待できる。ただし、このモデルでは熱帯陸上(東南アジア、南米、アフリカ)において、強い降水を過大評価する欠点があることも分かった(図46a, c)。

我々の高解像度(水平解像度 $1.1^\circ$ )大気モデルが、 $1^\circ$ 程度の空間スケールにおいて、強い降水の頻度、強度およびその空間分布を概ね現実的に表現できることが明らかになった。これまでの気候モデルの検証過程においては、主として平均降水量に注目した検証が行われてきたが、強い日降水に注目してモデルの良好な性能をこれほど明瞭に示した例は今までに無い。解像度が向上(水平解像度 $2.8^\circ$ から $1.1^\circ$ )することにより、地域的な降水特性や強い日降水の頻度の再現性が向上することが示されたが、一方で、同じ解像度でもモデル化の仮定(ここでは、積雲対流過程のパラメタ化)の違いにより強い日降水の再現性は大きく変化することも示された。従って、解像度が高いモデルといえども、今回行ったような強い降水に注目した検証は必須であると言える。また、このモデルでは、熱帯の陸上で強い降水の強度が過大評価になること、日本では内陸や瀬戸内地域などで季節変化の再現に限界があることが分かった。このようなモデルの欠点や限界の情報は、このモデルの出力を用いて影響評価を行った結果を検討する上で有用である。

2) 日本域に注目した詳細な気候変化予測実験の解析  
高解像度大気海洋結合気候モデルMIROC3.2(水平解像度:大気 $\sim 1.1^\circ$ 、海洋 $\sim 0.2^\circ$ )に、20世紀100年の自然起源および人為起源の外部条件を与えて計算された20世紀再現実験、およびIPCC SRES A1Bシナリオ

(経済重視で国際化の進む世界を仮定、21世紀末の $\text{CO}_2$ 濃度はおよそ720 ppm)に基づく人為起源の外部条件を与えて計算された21世紀シナリオ実験の結果を解析した。

冬季においては、500 hPa高度場で見たとときにユーラシア大陸の東岸に位置する気圧の谷が弱まり、大陸から日本への寒気の吹出しが弱まることが予測された(図略)。降水量は日本海側で若干減少するが変化は顕著ではない。また、気温の上昇により、日本海側の降水量のうち雪で降る割合が減り、融雪も早まるので、日本海側の積雪量は減少すると予測される。

夏季については、梅雨前線の活動が活発化し、梅雨明けが遅れる傾向になることが予測された。これは、熱帯太平洋の昇温と関係して日本の南側が高気圧偏差となり、これが日本付近に低気圧偏差をもたらすと同時に暖かく湿った南西風をもたらすこと、および、大陸の昇温と関係して日本の北側が上空で高気圧偏差となり、これが梅雨前線の北上を妨げることによると見られる(図47)。これらは、年々の自然変動で言うところの「冷夏型」の気圧配置であるが、それにもかかわらず、温暖化により平均的な気温が上昇することにより、真夏日の日数は平均的に増加する(図48a)。さらに、この気圧配置の変化に加えて、大気中の水蒸気量が増加することにより、豪雨の頻度は平均的に増加する(図48b)。

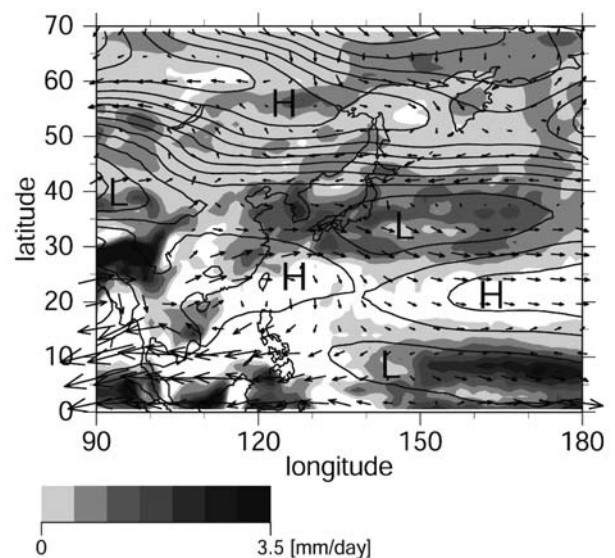


図47 日本周辺の夏季(6~8月)の気候変化予測結果 2071~2100年の平均から1971~2000年の平均を引いたもの。コンターが500 hPa高度、矢印が850 hPaの風、陰影が降水量変化(増加域のみ)を表す。H、Lは、それぞれ周囲と相対的に高気圧性、低気圧性の変化。

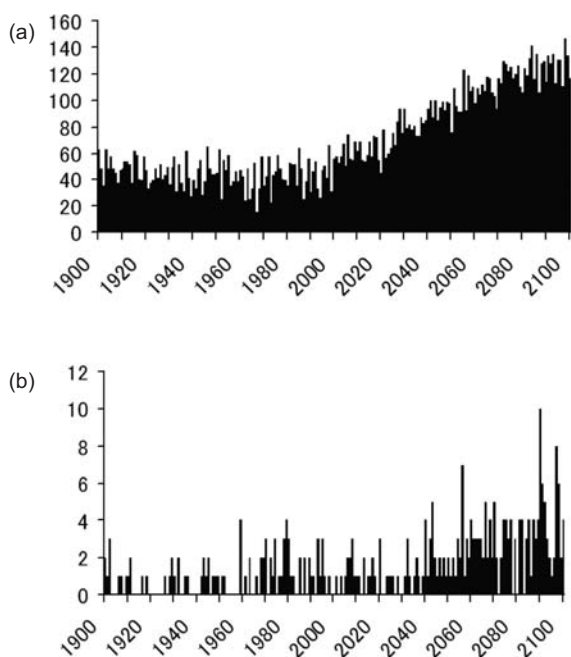


図 48 上：(a) モデルで計算された真夏日日数の変化  
日本の陸上のモデル格子点で、一点でも最高気温が  
30℃を超えれば真夏日1日と数えた。  
下：(b) モデルで計算された豪雨日数の変化  
日本の陸上のモデル格子点で、一点でも日降水量が  
100 mmを超えれば豪雨1日と数えた。

定量的には、日本の夏季（6～8月）平均気温は、2071～2100年の平均と1971～2000年の平均の差で4.2℃上昇、平均降水量は同じく19%増加という結果であり、図47、48もそれに対応したものである。ただし、ここで用いた気候モデルは、世界の気候モデルの中でもCO<sub>2</sub>増加あたりの気温上昇量（気候感度）がかなり大きいものであるため、注意が必要である。気候感度の不確実性はまだまだ大きく、定量的な予測の信頼性については今後の課題である。

ここでは、これまで予測が難しかった日本の夏季について、熱帯太平洋の昇温および大陸の昇温にそれぞれ関係して生じる日本の南側と北側の高気圧性変化により、日本では梅雨前線が強化され、梅雨明けが遅くなるという気候変化メカニズムが示された。この結果は、今後、日本域の温暖化影響評価の信頼性を検討する上で、有用な知見となる。また、真夏日や豪雨などのモデル中での変化を示すことによって、温暖化による気候の変化を、より具体的な問題として提示することができた。

## 2.2.2 社会経済・排出モデルの開発・改良と適用

本サブテーマは、温室効果ガス排出量の将来推計と対策を分析することを目的として、社会経済・排出モデル

の開発を行い、そのモデルを用いて我が国及びアジアの主要国を対象に温室効果ガス排出量の削減に向けた対策を定性的かつ定量的に描写した。成果の一部については、IPCCにも情報を提供している。さらに、国際的な枠組における温室効果ガス削減のオプションについて、検討を行った。

### (1) 社会経済・排出モデルの開発と改良

温室効果ガス排出量を見積もるためのモデルとして、国立環境研究所では京都大学と共同で、中国、インド等のアジアの研究者の参加により「アジア太平洋統合評価モデル（AIM）」を開発してきた。AIMでは、温室効果ガスの排出を推計するAIM/Emission、将来の温室効果ガス排出量に起因する気温上昇を推計するAIM/Climate、地球温暖化の影響や適応策を評価するAIM/Impactからなる。以下では、主としてAIM/Emissionを構成するモデルの開発とそれらを用いた分析について説明する。開発してきたモデルは、以下の通りである。

- ・ AIM/Enduse 及び AIM/Local：国及び地域レベルでの温室効果削減や大気汚染対策の評価を行うエネルギー技術選択モデル
- ・ AIM/Air：大気汚染物質の濃度分布を推計するモデル
- ・ AIM/Enduse [Global]：世界における温室効果ガス削減技術の評価を行う世界多地域多部門技術選択モデル
- ・ AIM/Trend：アジア太平洋地域各国のエネルギーの消費量と大気環境に負荷を与えるガスの排出量を推計する地域環境シナリオ分析モデル
- ・ AIM/CGE 及び AIM/Ecosystem：地域環境シナリオ分析モデルとの連携をとりながらアジア各国の貿易を考慮してアジア各国の経済影響を推計する応用一般均衡モデル
- ・ AIM/Material：経済活動が環境に及ぼす影響の将来推計を行う環境経済・物質収支統合モデル

以下では、上記の主要なモデルとその結果について説明を行う。

#### 1) AIM/Enduse, AIM/Local と AIM/Air

地球温暖化対策の地域レベルでの大気環境効果を分析するために、温室効果ガスと大気汚染物質の排出量を推計するモデル（AIM/Enduse 及び AIM/Local）、汚染物質



の濃度分布を推計するモデル (AIM/Air) を開発した。さらに、それらを補助する役割を担う複数のモジュールとして、対策の限界費用を推計するモジュール、排出量分布を地図上に表示するモジュール (A-GIS) を開発した。これらを連携させることで温暖化対策と大気汚染対策について総合的に評価・検討することが可能になった。

排出量を推計するモデルの特徴は、エネルギー技術及び環境負荷除去技術に関する詳細なデータベースを有し、最大 10 種類の任意のガスを分析対象とすることができるように開発された点である。また、これまでに開発してきた国レベルの排出量を分析するモデル (AIM/Enduse) と、本研究課題で改良してきた大規模発生源や都市レベルの面源レベルの排出量を分析するモデル (AIM/Local) を統合した。このモデルは、個々のエネルギー消費技術に着目したボトムアップ型のモデルである。エネルギーサービス量 (粗鋼生産量や輸送サービス量、冷房需要量など) を所与のものとし、そのサービス量を満たすためのエネルギー技術 (設備) の組合せを 3 年間の総費用最小化という経済的規範に基づき決定する。そして、技術ごとのエネルギー消費量の積み上げによって全体を推計するモデルである。温室効果ガスと大気汚染物質が同時に推計できるモデルを開発したことで、地球温暖化対策の大気汚染物質低減効果を定量的に把握することができ、政策としての環境税、環境規制、補助金等の対策や民生部門における生活レベルでのきめ細かい対策の効果など、地球温暖化対策と大気環境対策の両方を考慮に入れた総合的な施策検討を行うことが可

能となった。

我が国を対象に、2005 年以降から温暖化対策税を導入して、京都議定書の目標を達成するためには、45000 円/tC の限界費用の技術を導入する必要があるが、温暖化対策税の導入とその税収を温暖化対策への補助金として活用する施策を導入することで、必要な税率は 3400 円/tC となることを示した (図 49)。なお、対策が 1 年遅れることで、目標達成のための導入する技術は、限界削減費用が 60000 円/tC となり、必要となる税率も 3600 円/tC に上昇した。

AIM/Enduse 及び AIM/Local は、アジアの主要国にも適用している。図 50 は中国における現状推移シナリオでの CO<sub>2</sub> 排出強度 (2010 年) を示す。図 51 は、インドを対象とした 2030 年の炭素及び硫黄酸化物の現状推移シナリオでの大規模発生源および面源からの排出量を示している。図 52 は、韓国で運輸部門からの排ガス規制

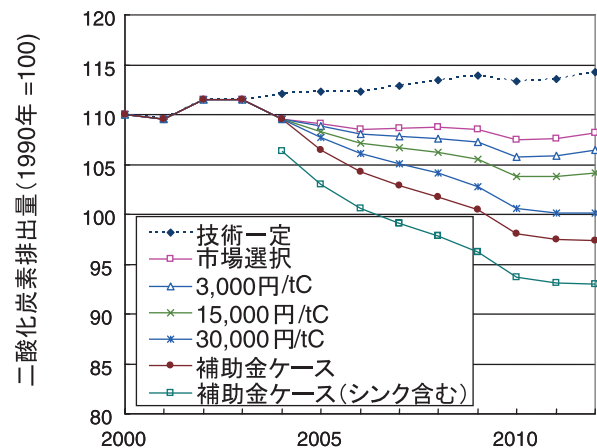


図 49 二酸化炭素排出量の予測 (日本)

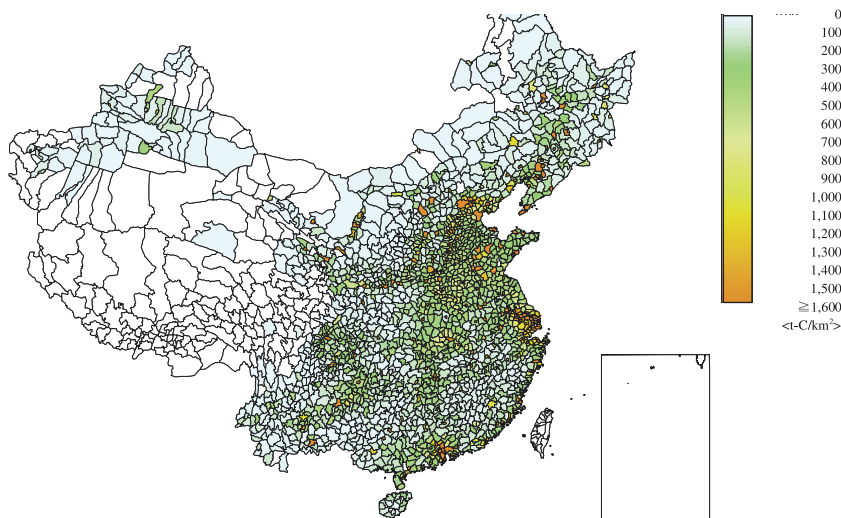


図 50 中国における CO<sub>2</sub> 発生強度 (2010 年 現状シナリオ)



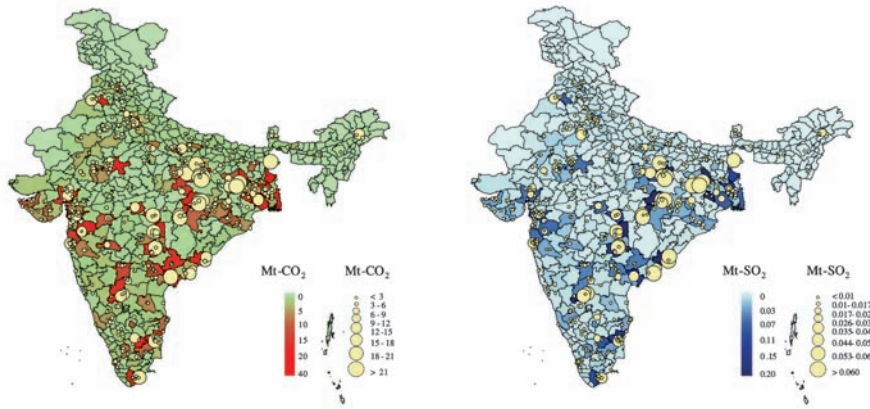


図 51 インドにおける CO<sub>2</sub> 排出量 (左) と SO<sub>2</sub> 排出量 (右) の推計 (2030 年 現状シナリオ)

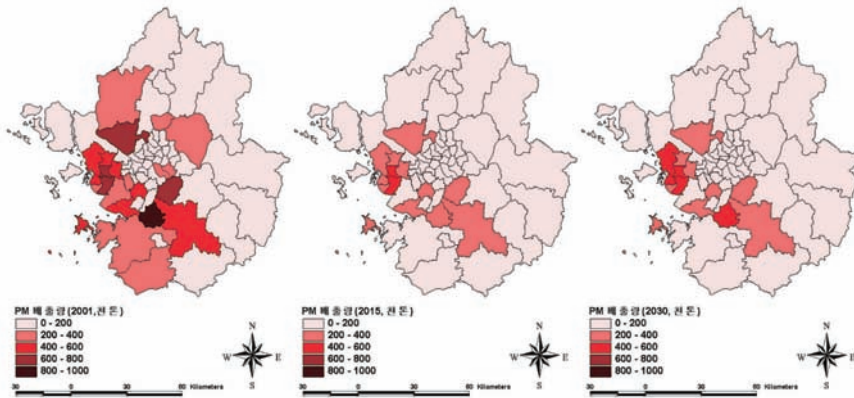


図 52 韓国の首都圏地域別運輸部門起源の PM 排出量  
(左: 2001 年, 中: 2015 年, 右: 2030 年 2006 年以降に排出ガス規制 (Euro4) を想定)

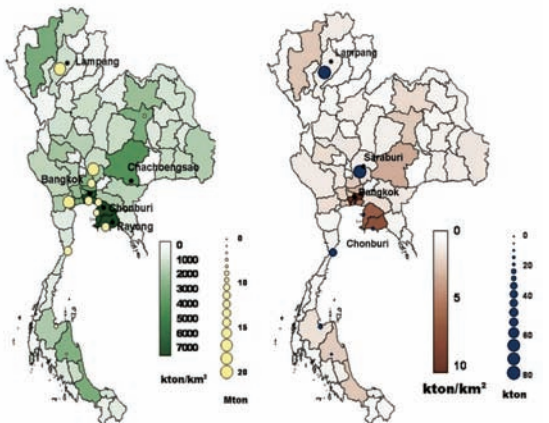


図 53 タイにおける CO<sub>2</sub> 排出量 (左) と SO<sub>2</sub> 排出量 (右) の推計 (2020 年 現状ケース)

を導入した場合のソウル近郊の運輸部門起源の PM 排出量の変化を示したものである。図 53 はタイを対象とした現状推シナリオでの炭素及び硫黄酸化物の排出量を示す。

AIM/Air は, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM の汚染物質を対象として, 大気汚染物質の排出源と排出強度をもとに汚染物質

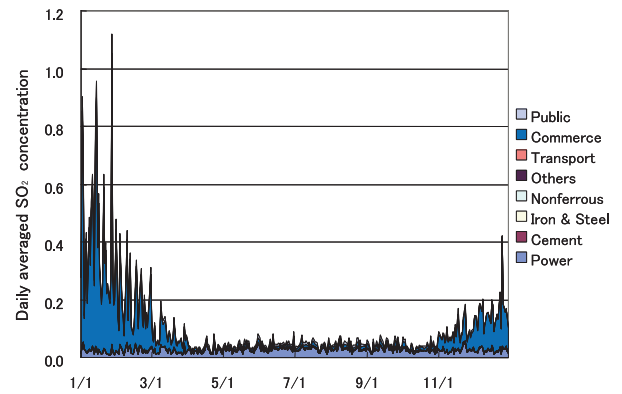


図 54 北京市の SO<sub>2</sub> 濃度の日変動

の拡散計算を時系列で行い, 汚染物質の着地濃度や沈着量を明らかにするモデルである。AIM/Air では, AIM/Local の結果を活用するためのモジュール, インターフェイスが組み込まれており, 利用点源 (大規模発生源) と面源を分け, 個々に時間排出パターンを設定して計算する。図 54 は北京市の硫黄酸化物濃度の日変化を示す。また, 拡散計算を高速に実行するための計算ア

ルゴリズムの改良や、対象地域設定のためのインターフェイス開発を行うとともに、より広域を対象とした汚染濃度評価のためのモデルの開発を行っている。

## 2) AIM/Enduse [Global]

国を対象としたAIM/Enduseに対して、対象地域を世界に拡張し、世界における温室効果ガス削減技術の評価を行う世界多地域多部門技術選択モデル(AIM/Enduse [Global])の開発に取り組んだ。このAIM/Enduse [Global]では、③に示す世界多地域多部門経済モデルと対となる世界モデルとして、各国・各地域の技術レベルに応じた排出削減分担や、持続可能な発展に向けた技術普及と気候変動政策の相互便益効果などを分析することを目的としている。

AIM/Enduse [Global]では、分析の目的に応じて主要な地域を考慮した検討ができるように、世界を21地域に分類し、人口、GDPなどの社会・経済シナリオの情報を収集した。対象部門として、エネルギー転換部門、産業部門(鉄鋼、セメント、化学、紙パルプなど)、民生部門(家庭・業務)、運輸部門、農業部門など網羅し、その他にも、Non-CO<sub>2</sub>対策にも対応するために、メタン排出部門およびFガス(フロンガス)排出部門、Black carbonも設定した。各地域および各部門における温室効果ガスの排出量を求めるために、各部門における現在の技術リスト、技術価格、各技術の設備量、エネルギー消費量、将来の潜在普及率などを把握し、将来の革新的な技術も網羅した詳細な技術データベースを構築した。

分析事例として、地域ごとの削減費用を推計するため

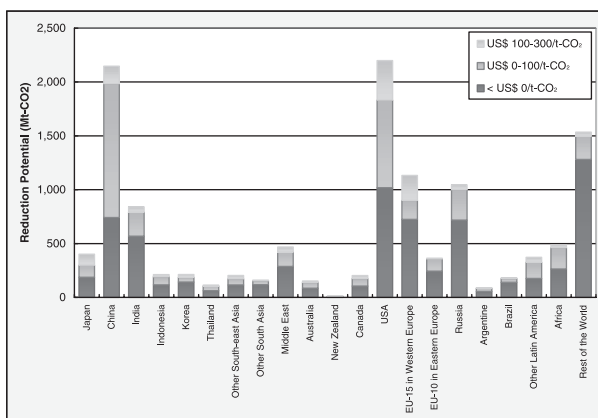


図55 21地域別の削減ポテンシャル(割引率=5%, 2020年)

に、AIM/Enduse [Global]のデータを用いて限界削減費用曲線(MAC)を算出するモジュールAIM/Enduse [MAC]を開発した。図55は、地域ごとおよび部門ごとに構築した詳細なデータベースをもとに、地域ごとおよび部門ごとにおける限界削減費用と削減ポテンシャルについて分析を行った結果である。

## 3) AIM/CGE 及び AIM/Ecosystem

国際市場を通じた環境政策の経済への影響を分析するために世界を対象とした応用一般均衡モデル(AIM/CGE)を開発している。AIM/CGEを用いることで、国レベルのモデルでは取り扱うことのできない国際市場を通じた環境政策の影響を評価することができる。

AIM/CGEでは、GTAPデータベースをもとにIEAのエネルギーバランス表やFAOの土地利用データベース、SO<sub>x</sub>及びNO<sub>x</sub>の排出データベース等の各種データを統合的にモデルに組み込むためのモジュールが準備されており、任意の地域区分、財の区分でシミュレーションを行うことが可能である。また、CES生産関数を用いた汚染除去関数を組み込むこともオプションとして可能である。エネルギーは、石炭、原油、石油製品、ガス、電力からなり、電力を生産する発電部門は、石炭、原油、石油製品、ガスを燃焼する火力発電部門と、地熱、原子力、水力、太陽光、風力、廃棄物、バイオマスの非火力発電が想定されている。

将来シナリオとして、IPCC/SRESの4つのシナリオに基づくシミュレーションが可能であるが、任意に想定することも可能である。また、シミュレーションにおいては、化石燃料の枯渇をはじめ、土地利用や温暖化によ

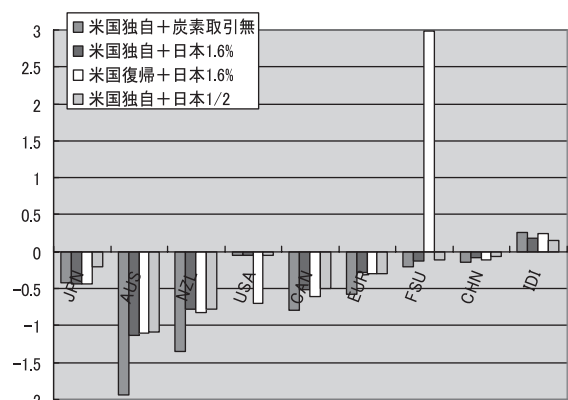


図56 GDP変化率(対現状推移シナリオ, 2010年)

る農業生産性変化などの要素を選択して取り込むことが可能である。世界モデルという特性を活かして、図56に示すような京都議定書達成時の各地域の経済活動への影響や、CDM、排出量取引等の京都メカニズムの効果、さらにはアジア地域における自由貿易協定の締結による経済及び環境への影響が分析されている。

#### 4) AIM/Material

AIM/Materialは、AIM日本モデルとして開発された応用一般均衡モデルに、二酸化炭素排出量を評価するモジュール及び廃棄物の排出とその処理を評価するモジュールを組み入れたモデルであり、経済活動が環境に及ぼす影響を、物質量として定量的に評価することで、温暖化のみならず様々な環境対策を対象に、その効果と経済活動への影響を定量的に分析することを目的としている。

本モデルは物質収支と、環境・経済活動の相互関係を表現したモデルからなる。物質収支モデルは経済データ、エネルギー、様々な物質の物量のデータを入力として、経済収支だけではなく物質収支も均衡した結果を出力する。環境経済モデルは、産業間の投入産出構造や産業と家計の間の需給構造と、汚染処理や環境負荷の構造を統合したモデルであり、2000年産業連関表を対象として各種パラメータがキャリブレートされている。環境対策を評価するために、環境投資が内生化されており、環境投資の蓄積によって汚染物除去の容量が拡大する状況がモデル上で示される。特に、エネルギー効率改善については、AIM/Enduseとリンクが可能となるようにインターフェイスが準備されており、温暖化対策税の評価では、AIM/Enduseから推計される効率的な技術の導入を考慮した上での経済的影響を統合的に評価している。生産関数においては、経済収支とともに物質収支も均衡させるために、国産財、輸入財の統合や生産財や再生品の統合について、代替弾力性をエネルギー財については無限大、非エネルギー財については0と仮定している。代替弾力性を0と定めている財については、将来の技術水準によって、その比率が変化できるようになっている。図57は、AIM/Enduse及びAIM/CGEとリンクさせて評価した京都議定書達成時の我が国のGDPの変化を示したものである。また、日本モデルを簡略化して、アジアの発展途上国に適用するとともに、各国モデルのリンクも行っている。

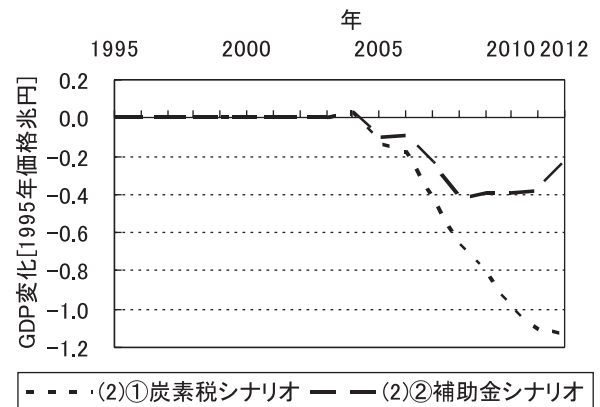


図57 京都議定書達成時の日本におけるGDP変化(対現状推移シナリオ)

#### (2) 脱温暖化社会に向けたシナリオ分析

温暖化問題の目標である気候安定化に向けて、国レベルでの中長期(2050年)温室効果ガス削減計画が具体的に計画され始めており、英国では、2050年には1997年比約60%の二酸化炭素排出量削減を打ち出した。同じような試みは、ドイツ、オランダなどでも行われている。目標設定には、種々のレベルがあるが、例えば、EUで提案されている全球平均気温上昇2℃(工業化される以前の気温と比較して)以下の目標を達成するためには、全球では2050年において1990年レベルから50%という大幅な温室効果ガス排出量を削減する必要がある。日本での削減量は、各国での一人当たり排出量を同じとするという仮定のもとでは、80%もの削減が必要となる。

本研究においては、2050年の日本の温室効果ガス排出量を1990年レベルから60%から80%削減するための方策について検討した。現状の範囲で考えられる対策を組み合わせただけでは大幅な削減を達成することは困難であり、現状の社会インフラを変更するための制度改革、技術開発、ライフスタイルの変更など種々の角度から削減可能性を検討する必要がある。まず、温室効果ガス排出量の少ない2050年の将来像を描き、その将来像にいたるパスを探るというバックキャストの手法を用いた。

#### 1) 叙事的なシナリオ

将来の温室効果ガス排出量は、その背景となる社会構造の想定により異なる。そこで、2050年脱温暖化社会像を決定する要因として、人々の考え方の主たる潮流を想定した。多様な考え方がある中で、代表的な2つの叙



述シナリオ（シナリオ A とシナリオ B）を構築し、将来像をイメージ化した。2050 年における主要な要因（人々の考え方、人口、国土・都市、生活・家庭、経済、産業）についてシナリオ間の差異を表現した。

2 つのシナリオ（基準 A・基準 B）におけるコンセプト：

《共通部分》

- ・人口は少子化に伴い減少傾向、高齢化が進み、労働力人口（特に若年層）が減少。
- ・今後とも生産技術は向上（但し対象となる技術はシナリオにより異なる）。
- ・産業構造は高付加価値化、サービス化が進展。
- ・住宅需要は人口減少に伴い減少傾向。
- ・今後も一人あたり GDP は増加する（但し増加の度合いはシナリオにより異なる）。
- ・原油価格はゆるやかに上昇。天然ガス価格も原油価格に連動する。価格の推移は国際情勢に大きく依存するためシナリオによる違いは考慮しない。

《異なる部分》

概要を表 4 に示した。A シナリオは、現状のスタイルが継続されながら、技術革新が起こるイメージ、B シナリオは、現在一部で見られているコミュニティーのつながりを重視するスローな豊かさを求める傾向が強まりながらそれに適したイノベーションが起こるイメージである。

2) 対策オプション・データベースの構築

政策オプション・対策シナリオを格納するデータベースである環境オプションデータベース（EDB）を設計した。叙述的な説明、および定量的な情報が入力可能であり、これらの情報を組み合わせ、特定の部門、または日本全体の削減ポテンシャルを推計できる。

3) 2020 年を対象とした中長期シナリオの開発

まず、2020 年を対象として定量化を行った。表 5 に交通部門の対策オプションの例と普及率に基づく二酸化炭素削減効果を示した。このアプローチをそれ以外の部門にも適応して日本全体の削減割合を試算したところ、2020 年における削減ポテンシャルは 1990 年比の 15 % になった。

4) 叙述シナリオの定量化

叙述シナリオを定量化するために、マクロ経済モデル、家計生産・ライフスタイルモデル、人口・世帯動態モデル、インフラ・建築物動態モデル、交通需要推計モデル、エネルギー需給バランスモデル、エネルギー技術ボトムアップモデルなどの個別モデル、および、モデル間の整合性をチェックするための一般均衡型経済モデル

表 4 二つのシナリオの特徴

基準 A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市型・大規模集中社会</li> <li>・大量生産・大量消費・大量廃棄の傾向は変わらず、大規模処理技術で対応</li> <li>・大規模インフラ指向</li> </ul>
基準 B	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スローライフ・中小規模分散社会</li> <li>・少量生産・少量消費・少量廃棄に向かい、リサイクル化が進展。</li> <li>・物質的な豊かさより精神的豊かさ（ゆとり）を求める人が増加。</li> </ul>

表 5 交通部門を対象とした EDB オプション普及

対 策	内 容	普及率 (2020)	効果量 (MtC)	確実性	チーム
バイオエタノール混合燃料	ガソリン・軽油に10%混合	100%	3.6		
ハイブリッド乗用車	現状ストックより燃料消費量40%削減	40%	4.3		交
レシプロエンジン等の効率向上	TR基準より燃焼消費量10%削減	100%	4.0		交
電気自動車	軽ガソリン乗用車の代替	10%	0.5		交
エコドライブナビゲーションシステム	旅客自動車・貨物自動車の燃料消費量10%削減	100%	2.9		IT・交
エコドライブライセンス		100%			植・交
低転がり抵抗タイヤ	旅客・貨物自動車の燃料消費量3%削減	100%	0.9		大綱
SCM（サプライチェーンマネジメント）	貨物自動車輸送量2%削減	—			IT
モーダルシフト	自動車→船舶 9300百万トンkm	—	0.4		大綱
リアルタイムセキュリティ交通システム	片道通勤20km以下の自動車通勤の15%が転換：自動車→バス	—	0.5		IT
分散・共同利用型オフィス		—			IT

の開発を進めた。

大幅な温室効果ガス削減のためには、エネルギー供給部門での排出量削減を行うだけでは不十分であり、需要面からの大幅削減対策を講じる必要がある。図58は家庭部門でのエネルギー需要量を、温暖化対策を行わなかった場合、高断熱住宅の普及、エコライフなどの実践など、経済的に導入可能な一部の対策を実施した場合、高効率ヒートポンプ、LED照明などの革新的な技術も含めて対策を実施した場合について推計した結果である。2000年度のCO<sub>2</sub>排出量の57%を削減できる可能性があることが示された。

求めた最終エネルギー需要を満たすため、ケース1：天然ガス・原子力・炭素隔離中心、ケース2：水素・バイオマス中心、ケース3：バイオマス・新エネ中心（水素なし）の3つのケースを想定した。どのケースでも化石燃料が利用されている（図59）のは、産業用エネルギー需要での非化石燃料への代替が完全には進まないと想定しているためである。ケース1および2では水素技

術が進展し、運輸および民生需要に対し約30Mtoe供給すると想定した。

ケース1では、天然ガス改質水素を製造する際に発生する二酸化炭素を炭素隔離貯留で処分する。また総発電量の50%を原子力で賄うため、新エネルギーの導入量は少ないが、夜間電力の有効利用（例えば、電気自動車のバッテリー充電等）について考慮する必要がある。ケース2では、水素をバイオマスおよび風力から供給すると想定した。また、電力の多くをバイオマスおよび太陽光・風力で供給すると想定している。出力が不安定な太陽光・風力と系統電力および水素の組み合わせについて考慮する必要がある。ケース3では、水素技術が発達せず、交通需要の大部分はバイオ液体燃料+ハイブリッド自動車で満たされると想定したため、ケース2以上にバイオマスの供給が必要となり、どのようにしてバイオマスを確保するかが課題になる。需要供給両面の徹底的な対策を行うことで2050年の二酸化炭素排出量を1990年から70%削減も達成しうることがわかったが、その実現可能性についてより詳細な検討を行う必要がある。

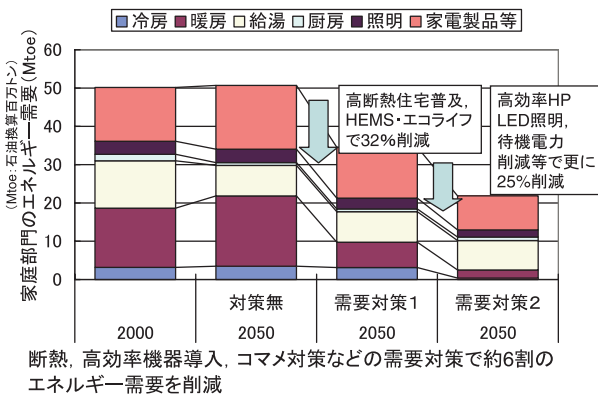


図58 家庭部門における需要対策を実施した場合のエネルギー需要予測

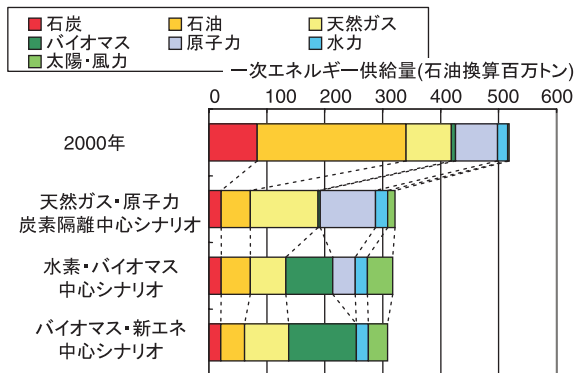


図59 2050年約70%削減を達成する一次エネルギー供給量の例

### 5) 2050年脱温暖化研究の協力に向けた各種活動

温暖化問題の解決には、日本だけでなく、世界全体で脱温暖化シナリオを描く必要がある。そこで、COP 11 and COP/MOP1のサイドイベント“Global Challenges Toward Low-Carbon Economy-Focus on Country-Specific Scenario Analysis-”を2005年12月3日、Montrealで主催した。米国、カナダ、英国、フランス、ドイツ、日本、中国、インドにおける2050年までの排出量シナリオについて各国の研究者が発表を行い、脱温暖化シナリオの必要性について議論した（図60）。

2006年2月16日には、シンポジウム「脱温暖化社会に向けた挑戦－京都議定書発効から1年－」を開催し、その場で環境省および英国環境食料地方開発省が共同して「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化2050プロジェクト」を推進することを発表した。世界各国の同様の研究を集大成する国際ワークショップを2006年及び2007年に開催するもので、日本脱温暖化研究がその中核を担うことになった。

また、地方に目を向けると、地域の特徴を活かした滋賀県シナリオの構築を進めた。

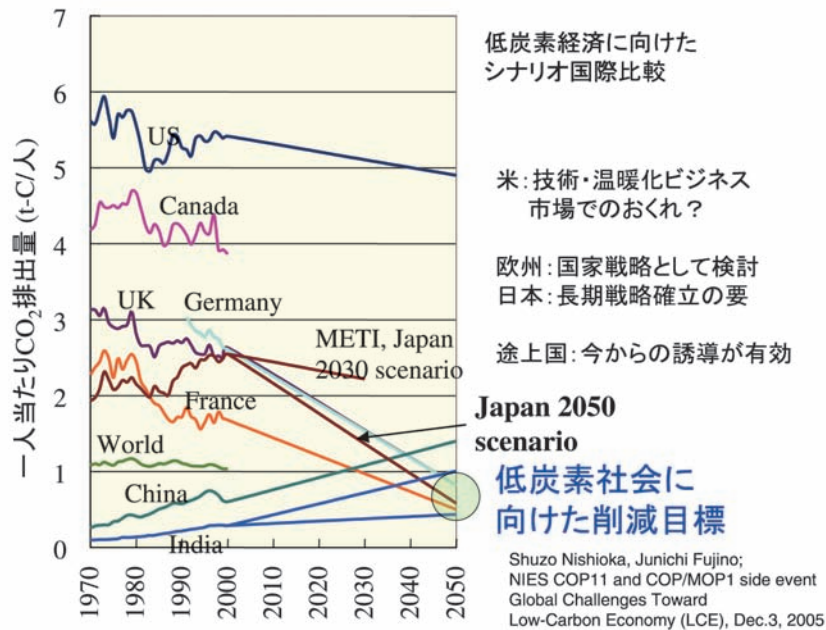


図60 サイドイベントで報告された国別一人当たり二酸化炭素排出量の現状と予測

(3) 排出シナリオの分析と IPCC (気候変動に関する政府間パネル) への貢献

これまでに開発された温室効果ガス排出シナリオを収集し、削減対策の要因について分析した。排出・緩和シナリオに関連する各種データの文献調査を行い、IPCC 第3次評価報告書(以下、TARと略記)以降に発表されたシナリオを中心に分析した。収集したシナリオには詳細な情報が不明なものもあるため、疑義のあるデータについては直接著者に問い合わせ、収集したシナリオの精査を実施した。そして、様々な角度から分析を実施し、対象とするシナリオ群に対して、各シナリオの特徴、シナリオ間の差異やシナリオ全体の傾向、エネルギー強度改善率、炭素強度改善率などについて分析した。

世界の二酸化炭素排出量について、基準シナリオからの緩和シナリオの変化率の推移みると(図61)、対策による効果を僅かしか見込んでいないシナリオから、原子力やバイオマスといったカーボンフリーな対策や炭素隔離・貯留などを大幅に導入し、21世紀後半において、最大で95%程度まで削減できると見込んだシナリオなど、様々なシナリオが本データベースに集められている。それらの中央値をとると、2100年において基準シナリオと比較して57%削減となっている。また、緩和対策のうちの一つとして炭素税に注目し、日本・米国・中国・インド・EU・旧ソ連および東欧といった主要な国・地域について、2050年における炭素税と二酸化炭

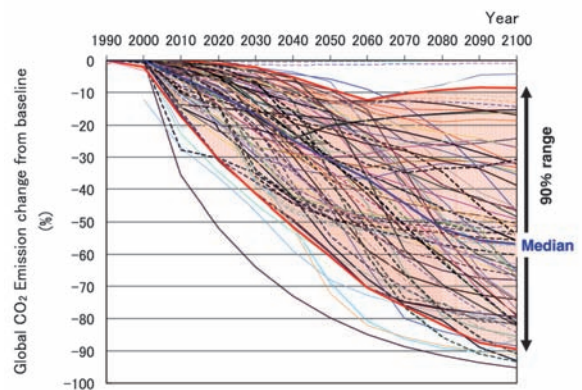


図61 緩和シナリオにおける世界の二酸化炭素排出削減率の推移(対基準ケース)  
注: 網掛けは全軌跡の90%の範囲を表す。

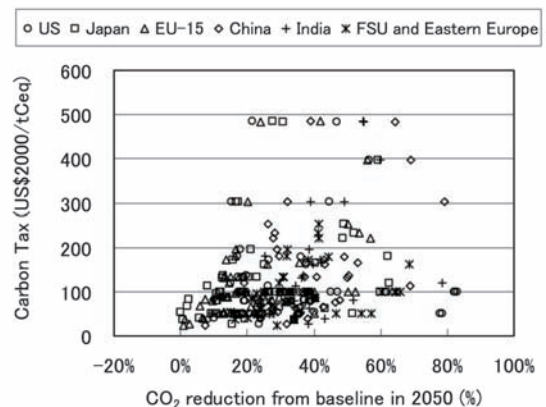


図62 主要国における炭素税と二酸化炭素排出削減率の関係(対基準ケース, 2050年)



素排出削減率の関係をみると（図 62），全体的に大きな幅の炭素税が考えられるが，主に 50～200 \$/t-C に集中しており，同じ割合の炭素税が課された場合，CO<sub>2</sub>排出削減策の効果は地域によって大きく異なることがわかる。特に，250～500 US\$/t-C といった高い税率になるほど，先進国よりも途上国の方が二酸化炭素排出削減に大きな影響を与える傾向にある。データベースに収集されているこれらの情報は IPCC 第 4 次評価報告書作成に活用され，また，データをホームページで提供しており適宜利用されている。

#### （4）温室効果ガス削減に向けた国際制度オプションの提示と評価

温暖化対策を目的として 1997 年に採択された京都議定書は，2008 年から 2012 年の 5 年間，先進国等いわゆる附属書 I 国に対して排出抑制義務を規定している。しかし，2013 年以降の排出量に関しては今後の交渉に委ねられていることや，最近まで議定書の発効そのものが危ぶまれていたこと（実際には 2005 年に発効）等の状況から，2013 年以降の国際枠組みに関して，多岐にわたる内容の提案が数多く出されていた。本研究は，そのような状況において，多様な提案を整理・分析しつつ，本研究として最も望ましいと考えられる国際制度のオプションを提示することを目的とした（図 63）。

1) 提案論文のレビュー：2013 年以降の国際制度に関する提案を目的とした論文が海外で多数発表されていたことから，それらの文献をレビューした。全体で 160 近くの論文が収集されたが，その大半は欧米研究者によるものであり，また，欧州研究者による論文の提案と，米国研究者によるものでは，潜在的に前提条件とされて

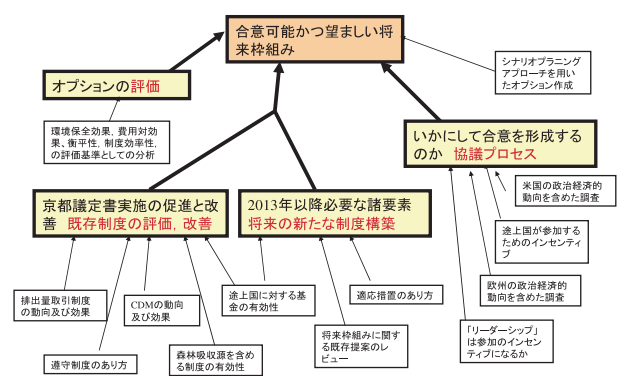


図 63 研究の構造

いる条件が異なることが明らかとなった。つまり，前者の提案の多くが衡平性を重視し全ての国の間の衡平性担保を条件に評価されているのに対して，後者の提案の多くは，費用対効果を国際制度の評価基準として考えていたということである。

異なる評価軸を用いる限り，「最も望ましい」国際制度に合意することはできない。そこで，用いられる評価軸に関して共通認識を構築する必要が生じるが，現段階では，主観的な価値観の元で，自説を繰り返すのみとなる。そこで，本研究では，評価軸を選ぶ手段として，シナリオ・プランニング・アプローチを用いることにした。

2) シナリオ・プランニング・アプローチを用いた将来枠組みの分析：シナリオ・プランニング・アプローチとは，複数人数で複数の現実的なシナリオを作成し，各シナリオにおいて最も好ましい戦術を考案する方法で，主に企業の経営戦略構築に使われてきた手法である。同手法を 2013 年以降の国際枠組み作成を目的として用いた結果，気候変動対策を目的とした国際制度は，国際排出量取引制度の進展度合いと，革新的技術に対する期待の大きさ，の 2 要素によって，異なる制度が望ましいと考えられるようになることが示された（図 64）。3 つのシナリオを「炭素市場発展」「政府先導型規制」「革新的技術依存」と名付け，各々において望ましいと評価されるタイプの国際制度を示した。地球全体として同量の排出抑制量を目指す場合でも，いずれのシナリオに進展するかによって異なるタイプの国際制度が最も合意されやすくなり，また，その結果各国に求められる対策費用の大きさも異なってくる。今後の交渉においては，各国が自国にとって最も負担が少なくなるシナリオに交渉を進展させようとする圧力も強まってくることが予想され，そ

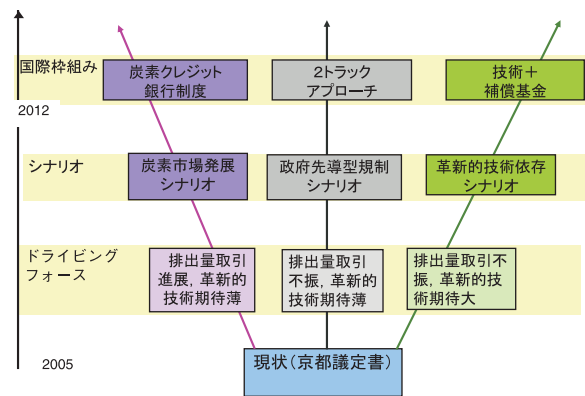


図 64 3つのシナリオと国際枠組の関係

の力学の結果がシナリオの選択に影響を及ぼすことになる。

### 2.2.3 影響・適応モデルの開発・改良と適用

本課題では、将来の気候変化によって懸念される影響を定量的に評価するための手法（影響・適応評価モデル）の開発・改良を行い、それらを用いて影響の将来推計を行った。また、影響評価手法を途上国研究者に提供するためのツール開発と、それを用いた共同研究も同時に進めた。さらに、排出・気候・影響研究の総合化に向けた取り組みとして、長期目標検討のための手法開発・適用を行った。ここでは、下記4項目について順に研究の概要を報告する。

- ・影響評価手法の高度化
- ・適応検討のためのモデル開発と影響評価
- ・既開発影響評価モデルのパッケージ化と途上国への技術移転
- ・排出・気候・影響研究の総合化による長期目標検討のための手法開発

#### （1）影響評価手法の高度化

温暖化による深刻な影響は、将来気候の変化量のみで決まるのではなく、それと同等もしくはそれ以上に、社会経済環境の変化や気候以外の自然環境の変化に左右される。整合性のある将来の社会経済シナリオ・気候シナリオを前提とした影響評価が、政策検討のためには重要である。本研究では、影響評価モデルの開発・改良を行い、将来に気候変化した場合の渇水リスクならびに下痢発病リスクの変化を、社会経済的な条件の将来変化も同時に考慮しながら、全球を対象地域として見積もった（それぞれ（1）と（2）で説明）。また、それらのリスク変化に関連して、安全な水・衛生設備の普及戦略の検討のための手法開発とアジアの数国を対象とした試算を行った（（3）で説明）。

#### 1）全球水需給モデルの開発と影響評価

人口増加、工業発展、灌漑農業の拡大といった人間活動のダイナミックな変化に伴い、水資源の不足とそれに起因する様々な環境問題が世界規模で顕在化してきている。途上国において今後とも人口が増加し続け工業化が急激に進展するという発展型シナリオを前提とした場合、水需要の増加により、さらに深刻な水不足が広範な地域にわたって起こりうる懸念され、将来の経済

発展の制約因子にもなり、21世紀には限られた水資源をめぐる紛争が頻発するようになるという予測も行われている。

そのような悲観的な水資源問題の将来像が強調される一方で、実際には、水需要の将来像は人口変化や経済発展等の社会的背景の将来見通しに応じて全く異なったものとなる。将来の社会的背景がどのようになるかは、自由選択性・不確実性を持つため、将来に生起・選択する多様な発展ケースを前提として検討する必要がある。同様に、水需給の問題を論ずる際にも、自由選択性・不確実性に配慮した評価が必要であり、致命的な損害を回避できる社会発展の方向性、またその発展の方向性の中で問題解決のためにとるべき具体的方策を客観的に検討するための手法・ツールの開発が急務となっている。

また、人為的な温室効果ガス排出により引き起こされる気候変化は、これも人口や経済等の社会的背景の将来見通しに大きく依存するが、降水・蒸発の空間的・時間的パターンを変化させるため、世界各地の水資源量（水の供給）を大きく変化させると考えられている。この影響は、地域によっては、社会経済変化による水需要変化以上に重要な水資源問題のファクターになるかもしれない。

水資源問題は、問題の表裏両面を成す需要または供給のどちらか一方についてのみ検討を行っても効率的な問題解決への道筋を提示することはできず、需給両面について総合的な評価を行う必要がある。しかしながら、社会的な注目度の高さにも関わらず、地球規模を対象として需給両面について総合的な評価を行う研究はまだまだ少なく、知見の集積が求められている。本研究では、そのような問題背景・社会的要請に応じ、地球規模の水資源問題を諸状況（気候変動や社会経済変化）の将来変化を考慮しつつ需給両面から検討するための手法を開発し、またその手法を適用した地球規模の水需給評価を行った。

図65は本研究で用いられた水の需要、供給、および需給バランスの推計・評価スキームを示す。機能的に大別すると、需要量推計モジュール（左上部）、供給量推計モジュール（流出推計モジュール、左下部）、需給バランス評価モジュール（右部）に分けて考えることができる。需要量推計モジュールでは、水需要の現状推計量、人口推計、経済発展シナリオ等から各流域における将来の水需要量を推計する。流出推計モジュールでは、

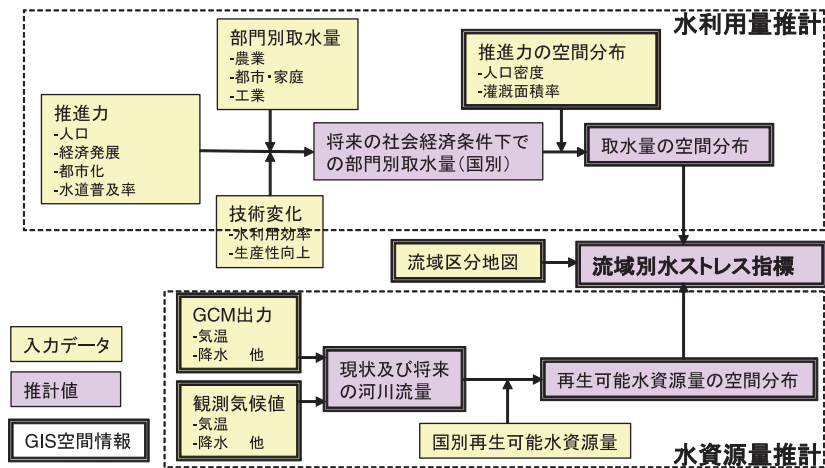


図 65 水の需要、供給、および需給バランスの推計・評価スキーム

グリッド気候情報と地表面情報に基づき流出量を推計し、流域内の潜在的な利用可能水量を推計する。将来のグリッド気候情報は、GCMを用いた温暖化実験の計算結果に基づいて作成する。さらに、需給バランス評価モジュールでは、流域単位で集計された利用可能水量と需要量の比（水ストレス指標）を水需給の逼迫度を示す指標として用い、将来の水需給バランスの動向を定性的に把握する（指標の値が大きいとリスクが大きい）。

図 66 は、流域別の水ストレス指標の将来変化の計算結果を示している。4つの社会発展像として、急速な経済発展と技術進歩を仮定するグローバル化社会であるGOシナリオ、地域間／地域内の生活格差が将来にわたり継続し、経済発展・技術進歩速度が非常に遅いOSシナリオ、グローバル化社会であり特に環境保全関連の政策・技術の進歩重視されるTGシナリオ、各地域の特性を維持した経済発展と環境保全を仮定するAMシナリオを取り扱っている。

取水量は社会経済因子の影響を強く受け、水資源量は気候変化の程度／空間パターンの影響を強く受けるが、水ストレス指標の将来傾向は、水資源量変化（供給側）よりも取水量変化（需要側）に左右される場合が多い。

地域的に見ると、中東・北アフリカでは、人口増と経済発展による水需要の増加のためにGO、OS、AMシナリオでは水ストレスが大きくなる。一方、TGシナリオでは、水利用効率の急速な改善により水ストレスが軽減すると見積られる。東欧では、経済発展を強調するGOシナリオにおいて、工業部門水使用量の急速な増加により、水ストレスの増大が見積もられた。

気候変化により水資源量の空間分布が現状から変わる

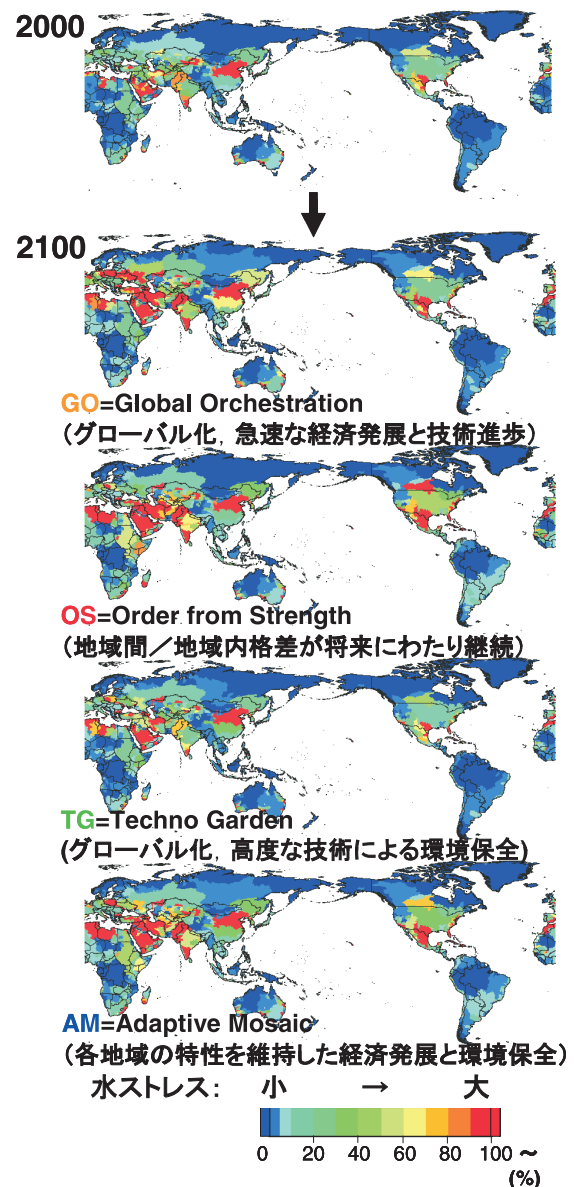


図 66 流域別の水ストレス指標の将来変化



と見込まれるが、その変化の大きさは明らかではない。水ストレスの回避のためには、高効率な水利用技術の開発・改良・普及が重要である。

## 2) 下痢発病推計モデルの開発とそれを用いた影響評価

前項1)でも示したように、世界の水資源を取り巻く環境については、温暖化による河川水量変化や水質劣化に加え、人口増加、経済発展に伴う需要量の急激な増加のため、地域的に深刻な水不足が発生すると予想されている。水供給・衛生設備が十分に整っていない途上国においては、水不足や水環境の劣化は水系感染症増加の原因となる。水系感染症の発生が給水・衛生設備の普及状況に依存することは古くからよく知られているが、さらに気温などの気象要因も強く関連しており、感染症の発生をさらに増大すると懸念されている。

そこで、水系感染症の一つである下痢を評価対象として、①水供給・衛生設備普及状況と下痢発病の現状データに基づき、将来の給水・衛生設備の普及や気候変化による下痢発病率の変化を統合的に評価する下痢発病推計モデルを開発し、②IPCCの示した様々な将来の発展パターン（社会経済発展・温室効果ガス排出のシナリオ；SRES-A1B, A2, B1, B2）下での下痢発病数の変化を推計し、③今後必要な対応策を検討した。

下痢発病推計モデルは、地域別にWHOにより報告された2000年（現状）の下痢発病率（一人当たり一年に下痢を何回発病するか）と、発病関連因子間で重回帰分析を行って開発した。地理的分布と死亡率に基づき世界を13の地域に区分している。下痢発病率に関連した因子（説明変数の候補）としては、給水率、衛生設備普及率、年平均気温、一人当たりGDPの4つを検討し、重回帰分析の結果より、気温と給水率を説明変数とした下痢発病率推定式を提案した。気温上昇は下痢発病率増加に強い正の相関があり、推定された1℃当たりの下痢発病率増加は約7.3%と、既存の調査とほぼ同様の値となった。

将来の年平均気温シナリオについては、NIES/CCSRのAO-GCM（大気海洋結合大循環モデル）によるIS92a排出シナリオに基づく将来気候の空間分布予測と、簡易気候モデルによる各排出シナリオに基づく全球平均気温を、スケーリング手法を用いて統合することで、各排出シナリオ下での地域別年平均気温変化を計算

した。将来の給水率シナリオについては、経済発展と環境保全の度合いとの整合性を考慮して作成した。評価対象年としては、2000年（ベース年）、2025年、2055年の3時点を取り扱った。将来の気温変化は、経済発展・人口変化・技術進歩・環境政策等を反映した温室効果ガスの排出量に依存する。一方、給水率の将来変化も、経済発展・環境政策の進展等に左右されると考えられる。つまり、将来の気温と給水率のシナリオは独立したものとして取り扱うのではなく、背景となる経済発展・人口変化・環境政策について一貫性が保持されたシナリオを設定することで、より現実を反映した将来推計を行うことができた。

図67は、世界を13地域に区分し、4つのSRESシナリオ（SRES-A1B, A2, B1, B2）を前提として、2000年ならびに2055年の両時点について、一人当たり年間下痢発症数を推計したものである。水道普及率については、経済発展速度と環境・衛生政策の差異を反映して、SRESシナリオ別に前提条件を作成した。4つのSRESシナリオの中で、気温上昇が最も大きく、低経済成長と環境が重視されない社会像を反映して水道普及率の改善速度が最も遅いため、どの地域においてもA2シナリオを前提とした場合に2055年の下痢発病数が最大となる。特にアフリカの低所得国（AFRO\_D, AFRO\_E）では、2000年から2055年の間に一人当たり発病数が大幅には減少せず、人口増加の傾向を加味すると、年間発病総数は増加することになる。一方、気温上昇が小さく、高経済成長・環境重視社会であるB1シナリオでは、現状の先進国（AMRO\_A, EURO\_A, WPRO\_A）並みまでは達しないものの、一人当たり発症数は大幅に減少する。

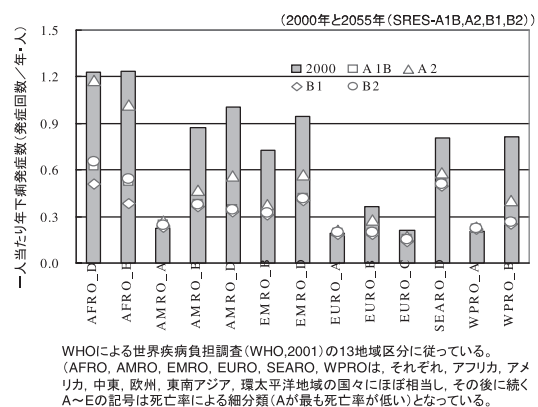


図67 地域別一人当たり年間下痢発症数（2000年と2055年）

SRES の 4 シナリオに基づく解析結果より、下痢発病率を低減させるには、社会・経済発展と同時に環境への配慮が重要であることが示された。さらに、より早く下痢発病率を低減するためには、気候変動による環境悪化も考慮すると、従来と同程度の給水設備普及政策では不十分であり、地域の実情に応じたより革新的な政策の必要性が示唆された。なお、政策の具体的な検討の方法については、次項 3) で説明する「安全な水・衛生設備の普及に関する、費用・効果の推計手法の開発と、アジア諸国を対象とした試算」の中で、その検討に取り組んだ。

3) 安全な水・衛生設備の普及に関する、費用・効果の推計手法の開発と、アジア諸国を対象とした試算  
すべての人々にとって、安全な飲料水と衛生施設は基本的な生活を営むための必須条件である。それが欠如した場合、基本的な生活は阻害され、その健康は危険にさらされることとなる。前項 2) で示した下痢発病の将来推計の結果も示すように、安全な飲料水・衛生施設へのアクセスを今後いかに改善できるかが、気候変化による健康影響を抑制できるかどうかの鍵となる。しかしながら、2002 年現在、全世界で約 11 億人の人々が安全な飲料水へアクセスできず、また約 24 億人の人々が安全な衛生施設へアクセスできない状況にある。これらは世界人口に対してそれぞれ、約 18%、約 39% を占めている。WHO によると、安全でない水・衛生状態は、途上国において非常に大きなリスクファクターとなっており、これに起因する病気によって、2000 年において約 160 万人が死亡していると報告されている。

このような状況を打開すべく、水や衛生に関する国際的な目標が宣言されてきた（例：国連ミレニアム開発目標）。それらの目標実現のためには、途上国自身の投資のみならず、先進国や国際機関からの援助が不可欠であるが、その際、目標達成にかかる費用と見込まれる便益の定量的な評価をふまえた、他の開発目標との投資効果の比較考量が重要となる。

以上の背景から、本研究では、安全な水・衛生設備の普及戦略の検討のために、安全な水・衛生設備の普及および運用に掛かる費用とその便益（健康リスクの軽減）を定量的に推計するための手法開発を、水資源管理モデル開発の一環として行った。また、インド、中国、タイを対象地域として、技術・費用データを収集し、開発目

標達成のためにかかる費用と、目標達成による下痢死亡率の軽減効果について、試算を行った。

開発した推計手法では、基準年を 2000 年と設定し、2015 および 2025 年までの国際開発目標を達成した場合の、投資・運転管理コスト、下痢死亡率の軽減効果（対 2000 年比での下痢による死亡可能性）を推定する。分析は国単位で行われる。推計に使用するデータは、人口、給水施設・衛生設備普及率、給水施設・衛生設備普及シナリオ、給水施設・衛生設備のコスト、施設・設備別一人あたり水需要量、施設・設備別下痢による死亡可能性、などである。

開発した推計手法を用いて、①国連ミレニアム開発目標 7 及びターゲット 10 (“Halve by 2015 the proportion of people without sustainable access to safe drinking water and basic sanitation”), ② WSSCC ビジョン 21 の目標 (By 2025 to provide water, sanitation, and hygiene for all), の各目標を達成するために掛かる費用とそれによる下痢死亡率の軽減効果を、インド、中国、タイを対象地域として試算した。ただし、安全な水へのアクセスには、水道、公共用水栓、井戸など様々な技術（設備）を用いて達成が可能であり、また衛生施設へのアクセスに関しても下水道、浄化槽、便槽式トイレなど多様であるため、国際的な開発目標では、技術の種類までには言及されていない。そこで、本研究では、技術選択の異なる以下の 3 つのケースについて推計した。

- ・ケース 1（基準年の技術別普及構成比が将来にわたって一定の場合）：基準年における安全な水・衛生設備の技術別普及率の構成比が、2015 年、2025 年においても維持されると仮定する。
- ・ケース 2（最も高度な技術にすべての人がアクセスできる場合）：すべての人が安全な水・衛生設備にアクセスできる 2025 年において、すべての人が最も高度な技術（ここでは上水道・下水道）にアクセスできると仮定する。2000 年から 2025 年にかけて、上水道・下水道への普及率は線形に増加するとし、その他技術の普及率は 2000 年から 2025 年において、2000 年における普及構成比と常に等しくなると仮定する。
- ・ケース 3（最も廉価な技術が将来広く普及する場合）：2000 年以降 2025 年までに新たに安全な水・衛生設備にアクセスできるようになる人には、最も廉価な技術（井戸・便槽式トイレ）が与えられると仮定する。基準年において井戸・便槽式トイレより高価な技術にア

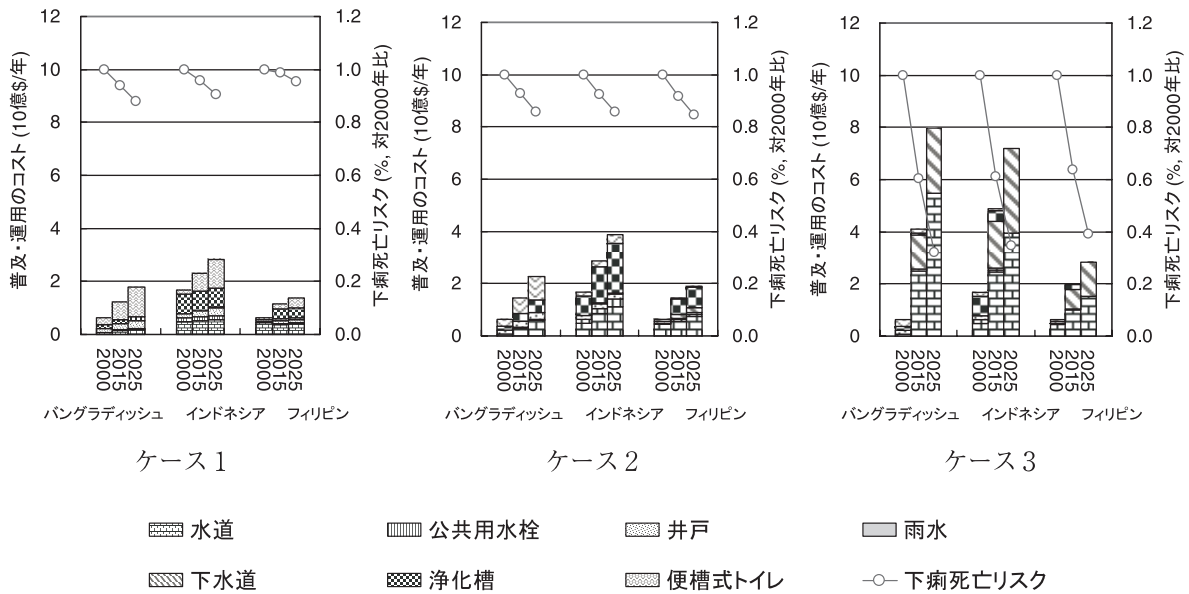


図 68 国別（インド、中国、タイ）の、2000、2015、2025 年における給水施設・衛生設備普及と運用にかかる年間コストと下痢による死亡可能性（対 2000 年比）

ケースでできている人は、2025 年までそのまま同様の技術にアクセスできると仮定する。

図 68 に、国別（バングラデシュ、インドネシア、フィリピン）の、2000、2015、2025 年における給水施設・衛生設備普及と運用にかかる年間コスト、下痢による死亡可能性（対 2000 年比）の推計結果を示す。最も高度な設備である上水道および下水道が普及するケース（ケース 2）では、2000 年と比べて、2025 年における下痢による死亡可能性がケース 1 およびケース 3 と比較して大幅に減少する。しかしながら、ケース 1 およびケース 3 と比較して、年間コストが約 1.5 倍になる国もあり、実際普及させるにはコストをいかに低く抑えるかが重要となる。一方、最もコストが安い技術が普及するケース 3 では、ケース 1 およびケース 2 と比べて、安いコストで安全な給水施設・衛生設備普及率 100 % を 2025 年に達成できるものの、下痢による死亡可能性を大幅に低減することができない。これは、施設・設備別に下痢による死亡可能性を設定しており、コストの安い施設・設備はその削減効果が低く見積もられているためである。

これらの結果より、高度な技術を導入することにより、健康影響を大幅に低減することができる可能性が示唆された。技術・コストデータの収集の継続により推計精度の向上を図るとともに、より広域についての評価を行う必要がある。

## （2）適応検討のためのモデル開発と影響評価

気候変動影響に対する適応は重要かつ効率的な政策となりうるが、適応政策の効率については詳細な行動計画を提示できる程度までには分析されてきておらず、分野別に選択可能な適応策がリストアップされるにとどまっていた。そこで本研究では、中国を対象とした治水インフラへの最適投資量を検討するために適応投資政策分析モデルを開発・適用した。また、既存手法の改良により農業生産性推計モデルを開発し、農家レベルでの適応策を見込んだ場合の農作物生産性への影響軽減効果について評価を行った。

### 1) 中国の治水インフラへの最適投資政策分析

本研究では、洪水災害に対する治水投資を通じた適応策を取り上げ、早期からの治水投資への増資が現状における洪水災害を軽減すると共に将来の気候変動により追加的に起こりうる洪水災害への予防的役割も担うという点に着目し、早期の適応策導入の効果について検討するための手法を開発した。具体的には、気候変動による洪水災害増加を勘案し治水投資の最適化を行う経済モデルを開発し、中国を対象地域として 1995 年から 2100 年までの 105 年間を対象期間としたシミュレーションを行った。その結果、以下の知見を得た。

- ・気候変動は起きないと想定した治水投資を行い実際に想定どおりに気候変動が起きないケース（CnAn）と、気候変動を想定した治水投資を行うにもかかわらず実



際には気候変化が起きないケース（CnAy）を比較した場合、CnAyでは治水社会資本への投資をCnAnよりも多く行うため、洪水による耕地被害・資本ストック被害はともにCnAnに比べて小さい（図69・図70）。生産資本への投資も大きくなるため、CnAyの総生産はCnAnに比べて大きくなる（図71）。しかしながら、治水社会資本への投資増加・および生産投資の増加と同時に最終消費が抑制されるため、CnAyの消費・社

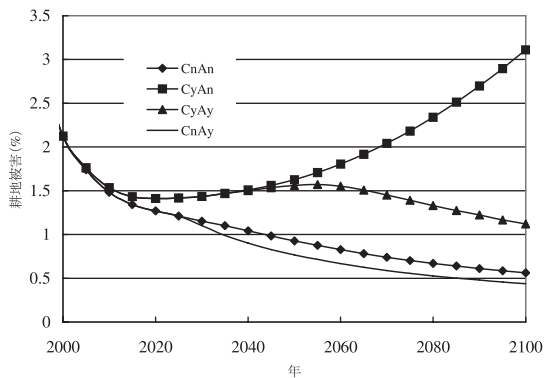


図 69 洪水による耕地被害

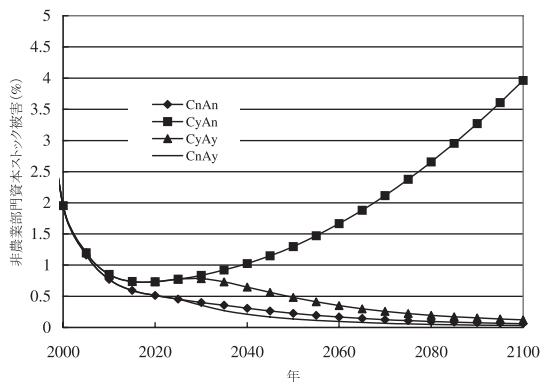


図 70 非農業部門資本ストック被害

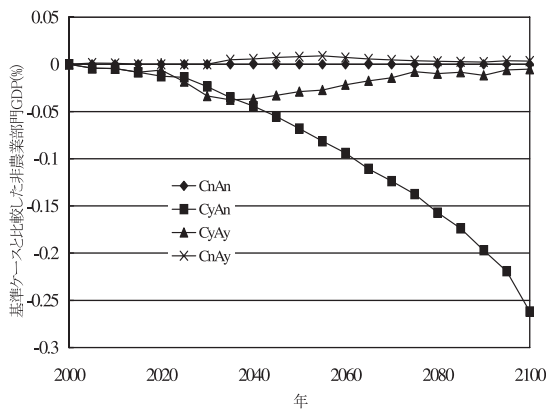


図 71 非農業部門 GDP（基準ケース CnAn との比較）

会的厚生はCnAnに比べて小さい（図72）。

・気候変化は起きないと想定した治水投資を行うが実際には想定と違い気候変化が起きてしまうケース（CyAn）では、気候変化による追加的な洪水被害が2020年以降に現れ、耕地被害・資本ストック被害共に著しく増加し、2100年にはそれぞれ全耕地面積・資本ストック量の3～4%が被害を受ける（図69, 図70）。洪水被害増加にともない、生産・消費・社会的厚生も減少する（図71）。

・気候変化を想定した治水投資を行い実際に想定どおりの気候変化が起きるケース（CyAy）では、CyAnに比べて消費低下の度合いが小さい（図72）。気候変化を見込み、早い時期から治水社会資本への投資を増やすことにより、気候変化による洪水被害をかなり軽減できる。

・長期的に見た場合、気候変化の生起に関わらず、懸念される気候変化に適応するための投資をしておくことが最適な選択肢であることを、maximin原則（生起不確実な事象のそれぞれについて複数の政策選択肢の中から最も便益が小さくなるものを選び、さらにその中で最も便益が大きいものを採用する。最悪の致命的な結果を回避することを重視する意思決定原則）に基づく意思決定分析により示した。気候変化が持つ不確実性は気候変化に対する適応政策を必ずしも妨げないことを、中国の洪水影響に関して示した。

本研究では評価の対象として温暖化による洪水影響と治水投資による適応の関係について取り上げたが、採用した適応策評価の手法は、他の影響（例えば渇水や農業影響）についても応用が可能であると考えられる。今後の課題としては、評価の対象とする影響分野を広げてい

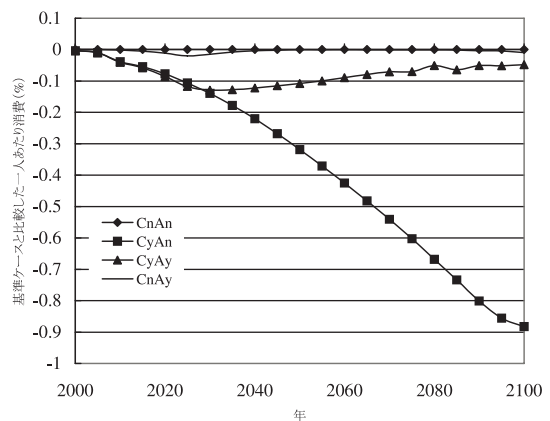


図 72 一人あたり消費（基準ケース CnAn との比較）

くとともに、被害軽減のための社会資本等への投資の効果に関するより精度の高いデータの収集を推し進めていくことが挙げられる。また、温暖化の生起及びその影響による被害の程度の不確実性に関して、最新の知見に基づいた生起確率を考慮することで、より現実的な分析が可能となる。

## 2) 適応策を考慮した農作物生産性影響評価

FAOにおいて開発された気候資源・土壌資源の農作物栽培適性評価手法に改良を加えて農作物生産性推計モデルを開発し、それを利用して気候変化に応じた品種変更・植付日変更を考慮した潜在生産性影響評価を行った。評価対象地域は全球とし、評価対象の農作物としてはイネとコムギを取り扱った。図73は2050年におけるコムギの潜在生産性への気候変化影響を示している。異なる適応策の実施条件で潜在生産性をシミュレートして結果を比較し、適応策の効果についての検討を行った。途上国においては、灌漑と機械化による生産性向上の潜在力があるため、栽培作物品種の変更と栽培期間の変更という農場レベルで比較的容易に行える適応策を施すことにより、将来予期される気候変化の悪影響の相殺が期待できるが(適応ケース)、適切な適応策が施されなかった場合には気候変化による生産性低下は深刻なものとなること示されている(適応無しケース)。

今後の課題としては、より現実的な評価を行うための

モデルのさらなる改良と、本研究では取り扱うことができなかった様々な適応策の検討が挙げられる。モデル改良面では、連作や灌漑による土壌の劣化による生産性の減少効果、二酸化炭素施肥効果、肥料投入による生産性の増加などを勘案していく必要がある。また今後の研究で取り扱うべき適応策としては、品種の変更だけでなく、イネからコムギへというような作物種の変更や、より効率の高い灌漑システムの利用、耐寒・耐熱性の高い作物の品種改良の効果といった農場レベルでの適応策が挙げられる。さらには、本研究のモデルを経済モデルと組み合わせることで統合評価モデルへと拡張し、国際貿易による各国間の調整といった適応策も検討していく必要がある。

## (3) 既開発影響評価モデルのパッケージ化と途上国への技術移転

温暖化影響の被害を軽減する適応策の検討のためには、各国もしくはそれよりも小さなスケールでの詳細な影響評価が重要である。また、実際に対策を講ずる各国の政策決定者や研究者が自身の手で影響評価を行うことができた方が、対策実施のための合意形成の点で有利である。本研究では、温暖化の影響を深刻に受けると見込まれる途上国の研究者のキャパシティビルディングの観点から、影響評価に要するモデルやツールのパッケージ化とそれを使った海外共同研究を行った。

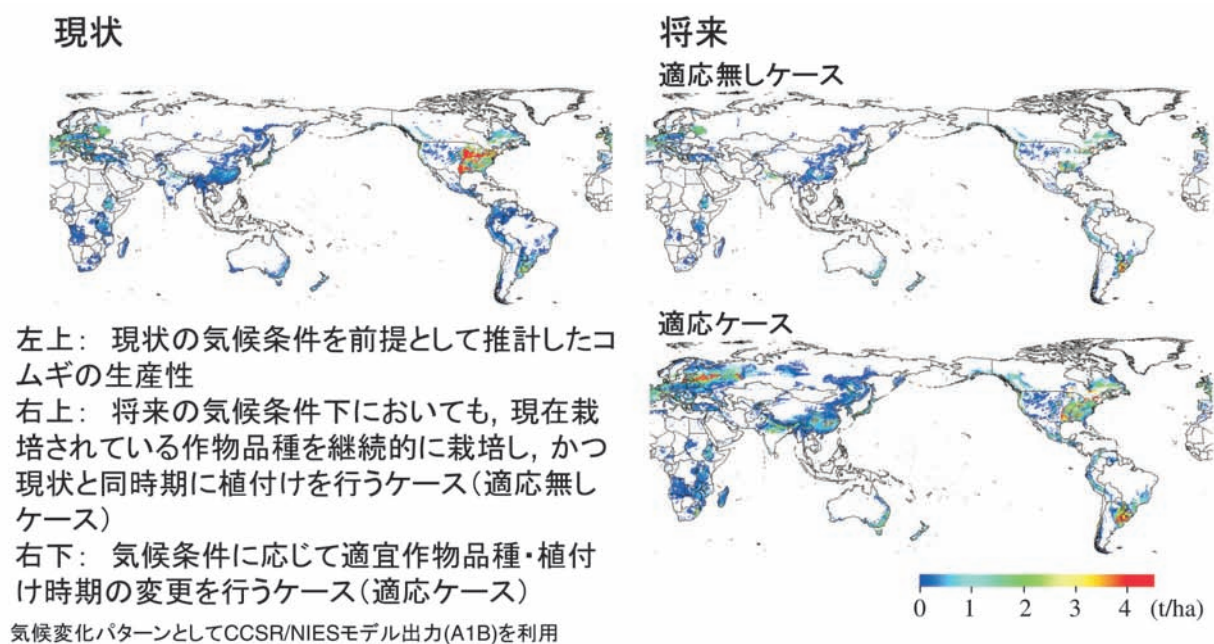


図73 2050年におけるコムギの潜在生産性への気候変化影響

1) AIM/Impact [Country] の開発

従来から開発を進めてきたプロセスモデル型の温暖化影響評価モデル AIM/Impact をベースに、パソコン上で利用可能な、モデル/ツール/基礎データをパッケージ化した影響評価ソフトウェア AIM/Impact [Country] を開発した。AIM/Impact [Country] は途上国の研究者が自身の国に焦点を絞って、一般的な計算機環境 (MS-WINDOWS 機) で簡易に影響評価を行えるようにすることを目的として開発された。

図 74 は AIM/Impact [Country] のパッケージ構成図を示している。大きくは、入力条件となる気候シナリオ・社会経済シナリオの作成を支援するツールと予備的評価のために収録されたデータからなるシナリオ開発部 (図左上)、影響評価モデルを収録したモデル部 (図右上)、影響評価結果の画像解析・集計解析を支援するツールからなる解析部 (図下) の 3 部分から構成されている。

モデル部については、これまでに、ペンマン法の潜在可能蒸発散算定モデル、ソーンズウェイト法の潜在可能蒸発散算定モデル、潜在作物生産性推計モデル、ホールドリッジ植生分類モデル、植生移動可能性評価モデルをパッケージに収録している (その他のモデルは未収録)。シナリオ開発部には、各国温暖化影響の予備的評価のための共通データを収録しているが、評価対象国により詳

細なデータが利用可能な場合は、差し替えて使用できる。評価対象地域、気候シナリオの選択は、グラフィカルユーザインタフェースを通じて行えるようになっているが、パッケージを構成するツール群・モデル群は、それぞれ MS-DOS プロンプトから実行可能なコマンドとなっており、グラフィカルユーザインタフェースを利用せずに、MS-DOS のバッチファイルを用いて、連続実行することも可能である。入出力データのデータフォーマットとしては市販の GIS ソフトウェアである IDRISI のラスター形式を採用しており、IDRISI のデータ解析機能を用いた分析が可能である。加えて、高価な GIS ソフトウェアを別途購入することなく評価結果の地図表示できるように、簡易の描画モジュールを、パッケージの解析部に収録している。

2) 途上国への技術移転：韓国の植生・水資源影響の評価

韓国環境研究所との共同研究により、AIM/Impact [Country] に収録されたモデルコマンド・ツール等を利用して韓国の自然植生影響の評価を行った。図 75 は、気候変化により 2100 年までに被害を受ける朝鮮半島の森林植生の分布を示している。現状の森林植生が被害を受けるかどうかは、森林の最大移動可能速度と潜在植生帯の極方向への推移速度 (気候変化の速度に依存する)

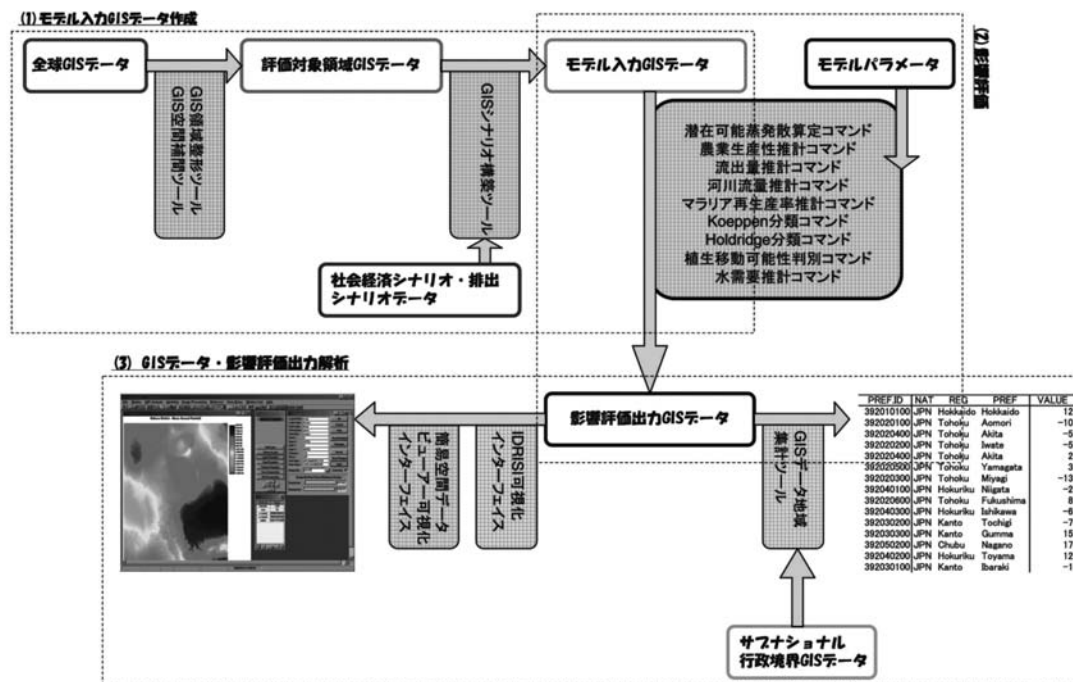


図 74 AIM/Impact [Country] の構成図



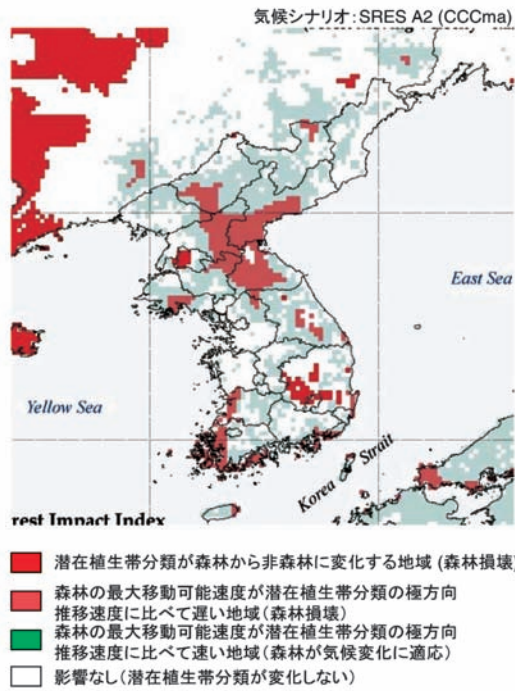


図 75 韓国主要 5 流域の流出量変化

を比較することで判定される。最大移動可能速度としては 0.25 ~ 2.0 km/年の範囲で感度分析的に取り扱った。気温上昇が最も大きな SRES-A2シナリオでは、森林の最大移動可能速度を 0.25 km/年と仮定した場合、朝鮮半島面積の 2.08 %に相当する森林が損壊すると推計された。

また、AIM/Impact [Country] には未収録である河川流出モデルを韓国環境研究所に提供し、複数の GCM, RCM (地域気候モデル) による将来気候シナリオを前提条件として、気候モデルの違いによる不確実性を考慮しつつ、韓国主要流域の流量変化を推計した。図 76 は、韓国の主要 5 流域の河川流出量の 1980 年代から 2040 年代までの 60 年間での変化率を示している。横軸では、気候シナリオとして用いられた気候モデル × 排出シナリオを区別している。縦軸は流出量変化 (%) である。青、赤、橙、緑、紺で描かれた線は、それぞれ Han 川、Nackdong 川、Kum 川、Yungshan 川、Sumjin 川の流出量変化の気候モデル間平均値を示している (図の左の方から A1シナリオ、A2シナリオ、B1シナリオ、B2シナリオでの気候モデル間平均値)。RAMS (空間解像度 60 km の地域気候モデル; CCSR/NIES モデルの A1シナリオ出力を境界条件としてシミュレーションを実施) 以外の気候モデルでは、空間解像度が 300 ~ 500 km と粗く、気温・降水変化に地域差が現われづらいため、河川の間で

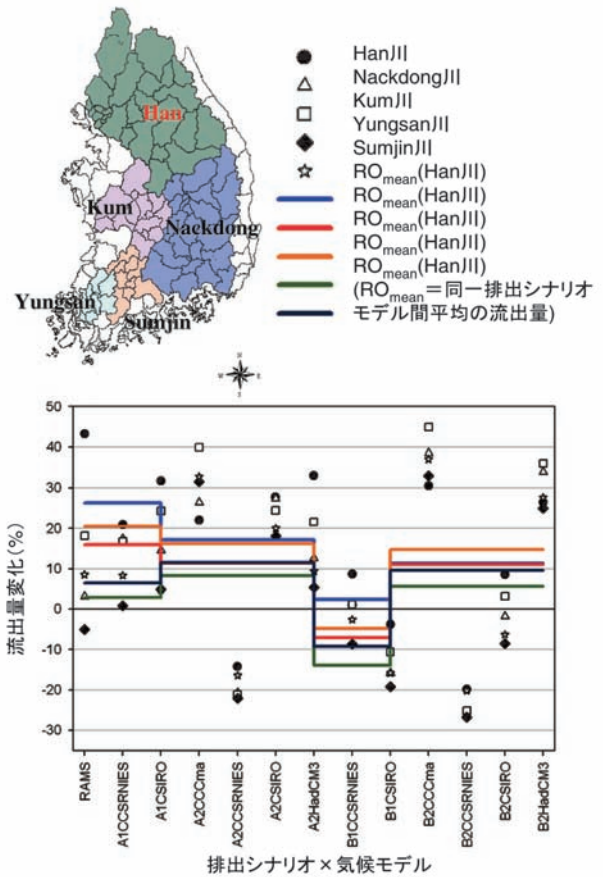


図 76 朝鮮半島の森林植生への影響

流出量変化に大きな差が生じない。RAMS の場合は気候変化の地域差 (特に降水量の地域差) が表されるため、比較的河川間の流出量変化に違いが生ずることが示された。また、同じ排出シナリオを前提としても、気候モデルが違えば、流出変化の予測には大きな差が生じ、変化の方向 (流出が増えるか減るか) が異なる場合もある。一方、同じ気候モデルを使えば排出シナリオの種類に関わらず同じ流出量変化の方向が示されるかということ、必ずしもそうではなく、モンスーン域の河川流出の変化の将来予測の不確実性が非常に大きいことを示す結果となった。

#### (4) 排出・気候・影響研究の総合化による長期目標検討のための手法開発

分野別の温暖化影響研究の知見と気候安定化を結びつけ、温暖化影響の危険な水準を統合的な研究アプローチにより検討するために、GHG 安定化濃度目標下での影響・リスクを総合的に解析・評価するための統合評価モデルである AIM/Impact [Policy] を開発・改良し、安定化濃度目標下における温暖化影響を定量的に示す。エネ

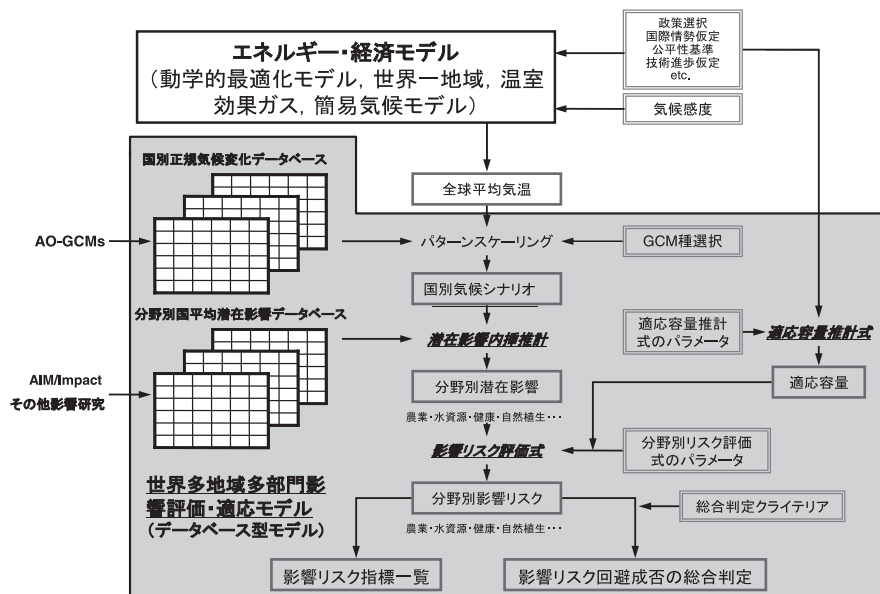


図 77 AIM/Impact [Policy] の概略図

ルギー・経済モデルを用いて推計された全球平均気温を入力とし、分野別影響度を評価するための影響評価・適応モジュールの概要を図 77 に示す。

温室効果ガス安定化条件下における温暖化影響評価を行うために、Business as Usual (BaU) および以下の 2 つの制約下における試算を行った。

- ・ BaU: Business as usual
- ・ GHG-475 ppm: GHG 濃度 475 ppm 以下の制約
- ・ GHG-550 ppm: GHG 濃度 550 ppm 以下の制約

制約は 1990 年から 2200 年まで、制約値を超えないような GHG 濃度が保たれるように計算される。将来人口および将来経済成長は IPCC で作成された SRES の B2 を用いた。割引率は年率 4 %、GHG 排出量／一次エネルギー産出比の減少率は年率 0.85、気候感度は 2.6℃ を適用した。結果を図 78 に示す。

BaU ケースにおいては、2050 年まで GHG 排出量が増加し続け (図 78 (b))、2150 年においては、GHG 濃度 (図 78 (a)) が 1990 年に比べて、約 3 倍に増加する。全球平均気温 (図 78 (c)) は、2100 年で 3.5℃、2150 年で 4.5℃ 上昇し、その後も上昇し続ける。2150 年における気温変化から判断すると、GHG 濃度制約が 550 ppm の場合には、475 ppm 以下の場合と比べて 2℃ を超える結果となっている (2.5℃)。GHG 排出量に着目すると (図 78 (b))、GHG-475 ppm ケースでは、1990 年比で 2020 年では約 10 % 削減、2050 年では約 50 % 削減が必要となり、早急に本格的な削減体制が必要となる。2010 年以降の GHG 排出量は、1990 年における排出量を

すべて下回っており、厳しい排出抑制政策が求められる結果となっている。図 78 (d) に示す海面上昇の GHG-475 ppm ケースでは、2100 年に 0.16 m、2150 年に 0.22 m の上昇を示し、BaU ケースと比べそれぞれ約 0.7 倍、約 0.5 倍にとどまっている。一方、GHG-550 ppm ケースでは、2150 年においてそれぞれ 0.26 m の上昇を示し、GHG-475 ppm ケースと比べて、約 1.2 倍となっている。海面上昇は GHG 濃度が安定化した後も上昇する傾向が示されるため、海面上昇から安定化目標を考える場合には、より厳しい制約になることが推察される。

1961～1990 年の平年的状態と比べたイネ潜在生産性変化 (インド) に着目すると (図 78 (e))、21 世紀前半においては BaU ケースも含む全ケースで同様の微減となるが、21 世紀後半において BaU ケースでは潜在生産性低下が次第に進み、21 世紀末には 25 % 弱の潜在生産性低下が見込まれる。GHG-550 ppm ケースは、BaU ケースに比べ生産性低下の悪影響は緩和されるものの 2040 年以降も緩やかな減少傾向が続く。一方、GHG-475 ppm ケースでは、2040 年以降には 21 世紀前半の状態がほぼ維持されると推計された。インドのコムギ潜在生産性については (図 78 (f))、GHG-475 ppm ケースであっても 21 世紀中の減少傾向は避けることができないが、BaU ケースに比べると減少速度は緩和される。

解析結果について総括すると、GHG-475 ppm、GHG-550 ppm ケースいずれにおいても、BaU ケースに比べて気温上昇・悪影響が緩和される。しかしながら、厳しい削減 (1990 年比で 2020 年では約 10 % 削減、2050

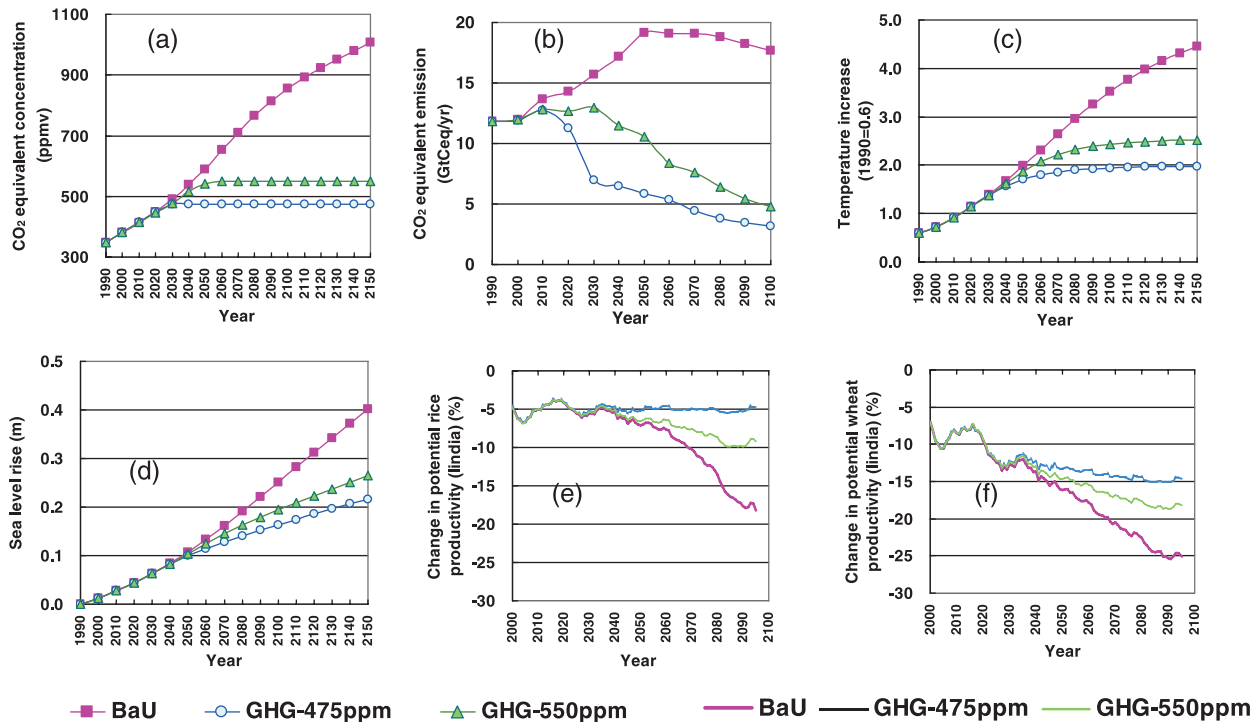


図 78 AIM/Impact [Policy] を用いた試算結果

年では約 50 %削減) を求められる GHG-475 ppm ケースにおいても、温暖化影響を避けることはできず、緩和策と適応策を統合した温暖化対策が必須と考えられる。

### 2.3 まとめと今後の課題

主要な研究成果としては、炭素循環分野においては、モニタリングのための施設や体制を整えることができ、今までの観測をもとにして二酸化炭素の平均的収支の推定、大気境界層の鉛直輸送の評価、海域の CO<sub>2</sub> 分圧季節変動観測などいくつかの分析結果を出せたこと、総合モデル分野においては、気候モデルについて 20 世紀再現実験および高分解能の 21 世紀予測実験を行い、極端現象・地域気候など詳細な将来予測が行えたこと、統合評価モデルについて主要なモデル開発が進み、各種のシミュレーション結果を国際機関や政府などに提供することができたこと、があげられる。以下にその概要をまとめる。

#### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

1) 地球環境研究センターのモニタリングステーションや定期貨物船での観測と連携して、大気中の酸素濃度や二酸化炭素の炭素同位体比を継続的・広域的に観測し、海洋と陸域の吸収を分離して、エルニーニョなどに伴う二酸化炭素吸収量の変動の分析を行った。また、定

点での酸素の 6 年間の測定により、二酸化炭素の海洋吸収量と陸域吸収量を推定した。

2) 地上連続観測と航空機を利用して、大気中二酸化炭素観測を行い、自由対流圏の詳細な季節変動を測定することにより、3次元モデルの弱点であった大気境界層の鉛直輸送を評価することに成功した。

3) アジアモンスーン域のカラマツ林内で大気中二酸化炭素の炭素同位体比測定を行い、呼吸での炭素同位体比が北米よりも有意に低いことや季節変化があることが明らかになった。また土壌呼吸の長期観測が成功し、年変動や気温特性が明らかになった。

4) リモートセンシング情報を活用して森林生態系における炭素吸収量を推定するモデルを開発し、グローバルおよび国内の吸収量推定に適用した。また、陸域炭素吸収源ポテンシャルの定量的評価を行った。

5) 現在までに得られている国内外機関の海洋表層二酸化炭素データを活用して、太平洋域の人為起源二酸化炭素の海洋吸収量変動する要因を解析した。北大西洋の共同観測により、海洋表層二酸化炭素分圧観測の国際ネットワーク構築に貢献した。また、観測データの精度向上を目指して測定装置の国際相互比較実験を行った。

(2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究



1) 各種の気候および地球環境のモニタリングデータを収集し、エアロゾル等の排出データベースを作成することにより、20世紀の気候再現実験を行った。この20世紀再現実験等により精査した気候モデルを用いて地球シミュレータ上で高分解能実験を行い、極端現象・地域気候などの詳細な将来予測を行った。また、予測の不確実性の理解・定量化・低減やエアロゾル・雲等のプロセス把握・理解を行った。

2) エネルギー関連排出モデルを改良して非CO<sub>2</sub>ガスの排出に適用するとともに、経済・マテリアル統合モデルを開発してインド・中国等のアジア主要国に適用した。また、エンドユースモデルを世界に拡張し、2020年における世界の削減ポテンシャルを推計した。さらに、二酸化炭素を大幅に削減する社会に向けた日本のシナリオ及び、2013年以降の合意可能かつ望ましい国際枠組について検討した。これらの成果は、政府、UNEP, MA, エコアジア等で活用された。

3) 影響・適応評価モデルを開発・改良・適用し、将来発展シナリオ別に、渇水リスク、下痢発症数等の推計を行った。適応策に関しては、適応投資政策分析モデルを開発し、中国を対象とした治水インフラ最適投資量を試算した。また、既存の農業生産性モデルを改良し、適応策を見込んだ場合の農作物生産性への影響軽減効果を推計した。さらに、各種モデルを統合して長期目標検討のための手法を開発し、気候安定化目標達成に必要な排出削減経路および国別影響を推計した。

### (3) 今後の課題、展望

今後の発展として考慮すべきことには、第一に、炭素循環の重要なポイントを押えるための観測結果をとりまとめ（例えばデータベース化）、分散的に分かってきた事実をより一般的にするために、プロセス解析や診断モデル（データ解析モデル）研究を強化することがあげられる。観測データを再現するデータ追隨的なモデルではなく、データ解析を念頭に置いた観測のデザインを提案したり、観測結果を解析しその結果を引き起こす原因を定量的に明らかにしたりする診断モデルの強化が必要である。今後、グローバルな二酸化炭素やメタンの大気濃度分布がもたらされるようになると、この分野の研究が一層重要性を増す。

第二には、炭素循環モニタリング、気候モデル、統合評価モデルの3つをつないでいくことがあげられる。

個々の炭素循環に関するモニタリングは地球全域をカバーするものではないため、モニタリング結果と予測モデルをつなぐためには、スポットで得られるデータによっても随時精度を高めることができる炭素循環モデルの開発が必要である。また、気候モデルをインハウス・モデルとして持つ強みは、炭素循環に深く関係する陸域生態系と大気圏の相互作用を詳細に再現したり、気候変動に伴う影響が気候にフィードバックを起こす過程を再現するシミュレーションが研究グループ内で可能になる点にあり、このためのモデル開発が必要である。

第三には、温暖化対策を国際的な協力のもとに推進するための方策を研究することがあげられる。気候安定化のためには、今後温室効果ガスの大幅削減が不可欠であり、このためには、従来から進められてきたような技術の積み上げのみを主とする対策だけでは不十分である。社会システムの変革とイノベーションの導入を行うなどの脱温暖化社会へむけた構造的な転換を含めた議論を進めることが不可欠である。このための方策の検討を国際的な協力のもとに推進する必要がある。また、気候変動対処を目的とした国際レジームの構成要素となる諸制度の実施および今後の進展に関する研究も重要である。さらに発展途上国へのモデル適用を踏まえた分析が求められおり、開発されたモデルを発展途上国に適用するための人材育成を行う必要がある。

### 引用文献

- 1) Takahashi T., Feely R.A., Weiss R.F., Wanninkhof R.H., Chipman D.W., Sutherland S.C., Takahashi T.T. (1997) Global air-sea flux of CO<sub>2</sub>: an estimate based on measurements of sea-air pCO<sub>2</sub> difference, The Proceedings of the National Academic of Sciences USA, 94, 8292-8299.
- 2) Zeng J., Nojiri Y., Murphy P.P., Wong C.S., Fujinuma Y. (2002) A comparison of ΔpCO<sub>2</sub> distributions in the northern North Pacific using results from a commercial vessel in 1995-1999, Deep-Sea Res. Part II, 49, 5303-5315.
- 3) Takahashi T., Sutherland S.C., Sweeney C., Poisson A., Metz N., Tilbrook B., Bates N., Wanninkhof R., Feely R.A., Sabine C., Olafsson J., Nojiri Y. (2002) Global sea-air CO<sub>2</sub> flux based on climatological sur-

- face ocean pCO<sub>2</sub>, and seasonal biological and temperature effects, *Deep-Sea Res. Part II*, 49, 1601-1622.
- 4) Takemura T., Okamoto H., Maruyama Y., Numaguti A., Higurashi A., Nakajima T. (2000) Global three-dimensional simulation of aerosol optical thickness distribution of various origins, *J. Geophys. Res.*, 105, 17853-17873.
  - 5) Takemura T., Nakajima T., Dubovik O., Holben B.N., Kinne S. (2002) Single-scattering albedo and radiative forcing of various aerosol species with a global three-dimensional model, *J. Clim.*, 15, 333-352.
  - 6) Takemura T., Nozawa T., Emori S., Nakajima T.Y., Nakajima T. (2005) Simulation of climate response to aerosol direct and indirect effects with aerosol transport-radiation model, *J. Geophys. Res.*, 110, D02202, doi:10.1029/2004JD005029.
  - 7) Higurashi A., Nakajima T. (1999) Development of a Two Channel Aerosol Retrieval Algorithm on a Global Scale Using NOAA/AVHRR, *J. Atmos. Sci.*, 56, 924-941.
  - 8) Higurashi A., Nakajima T., Holben B.N., Smirnov A., Frouin R., Chatenet B. (2000) A study of global aerosol climatology with two channel AVHRR remote sensing, *J. Clim.*, 13, 2011-2027.
  - 9) Lean J., Beer J., Bradley R. (1995) Reconstruction of solar irradiance since 1610: Implications for climate change, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 3195-3198.
  - 10) Sato M., Hansen J.E., McCormick M.P., Pollack J.B. (1993) Stratospheric aerosol optical depths, 1850-1990, *J. Geophys. Res.*, 98, 22, 987-22, 994.
  - 11) Johns T.C., Gregory J.M., Ingram W.J., Johnson C.E., Jones A., Lowe J.A., Mitchell J.F.B., Roberts D.L., Sexton D.M.H., Stevenson D.S., Tett S.F.B., Woodage M.J. (2003) Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios, *Clim. Dynam.*, 20, 583-612.
  - 12) Randel W.J., Wu F. (1999) A stratospheric ozone trends data set for global modeling studies, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3089-3092.
  - 13) Lefohn A.S., Husar J.D., Husar R.B. (1999) Estimating historical anthropogenic global sulfur emission patterns for the period 1850-1990, *Atmos. Environ.*, 33, 3435-3444.
  - 14) 平林 由希子, 鼎 信次郎, 沖 大幹 (2005) 20世紀の世界陸域水文量の長期変動, *水工学論文集*, 49, 409-414.
  - 15) Sudo K., Takahashi M., Kurokawa J., Akimoto H. (2002) CHASER: A global chemical model of the troposphere 1. Model description, *J. Geophys. Res.*, 107, 10.1029/2001JD001113

[資 料]



## I 研究の組織と研究課題の構成

### 1 研究の組織（所属・役職は終了時点のもの）

#### [A 研究担当者]

##### 地球温暖化研究プロジェクトグループ

プロジェクトグループリーダー 井上 元  
プロジェクトグループサブリーダー 甲斐沼美紀子

炭素循環研究チーム  
チームリーダー 野尻幸宏

向井人史  
遠嶋康徳  
町田敏暢  
高橋善幸  
荒巻能史

NIES ポスドクフェロー 保原 達<sup>\*)</sup>

NIES ポスドクフェロー 李 美善<sup>\*)</sup>

NIES ポスドクフェロー 須藤洋志<sup>\*)</sup>

NIES ポスドクフェロー 山岸洋明

NIES アシスタントフェロー 下山 宏

NIES アシスタントフェロー 江頭 毅<sup>\*)</sup>

EF フェロー Melissa Chierici <sup>\*)</sup>

JSPS フェロー Agneta Fransson <sup>\*)</sup>

##### 炭素吸収源評価研究チーム

チームリーダー 山形与志樹

藤沼康実

小熊宏之

NIES フェロー Alexandrov Georgii

NIES フェロー 松本泰子<sup>\*)</sup>

NIES ポスドクフェロー 梁 乃申

NIES ポスドクフェロー 木下嗣基

NIES ポスドクフェロー 岩男弘毅

NIES ポスドクフェロー 武田知己

NIES ポスドクフェロー 岡松暁子<sup>\*)</sup>

NIES アシスタントフェロー 石井 敦<sup>\*)</sup>

NIES アシスタントフェロー Stefan Sholtz

NIES リサーチアシスタント 野村恭子<sup>\*)</sup>

共同研究員 米 康充<sup>\*)</sup>

##### 社会経済・排出モデル研究チーム

チームリーダー 甲斐沼美紀子（併）

増井利彦

藤野純一

<sup>\*)</sup>印は過去に所属していた研究者を示す

日引 聡  
亀山康子  
久保田泉  
花岡達也

気候モデル研究チーム

チームリーダー

江守正多  
野沢 徹  
日暮明子  
小倉知夫

影響・適応モデル研究チーム

チームリーダー

原沢英夫  
肱岡靖明  
高橋 潔

[B 客員研究官等]

松岡 譲	(京都大学)	(13～17年度)
藤原健史	(京都大学)	(13～17年度)
河瀬玲奈	(京都大学)	(16～17年度)
島田幸司	(立命館大学)	(16～17年度)

[C 海外共同機関]

中国エネルギー研究所 (中国)  
中国科学院地理科学天然資源研究所 (中国)  
インド経営大学院アーメダバード校 (インド)  
インド経営大学院ラックナウ校 (インド)  
マウラナ・アザド国立工科大学 (インド)  
アジア工科大学 (タイ)  
ソウル大学 (韓国)  
韓国環境研究所 (韓国)  
マレーシアプトラ大学 (マレーシア)  
国際応用システム分析研究所 (オーストリア)  
米国国立太平洋北西研究所 (米国)  
スタンフォード大学エネルギー・モデリング・フォーラム (米国)  
ヴッパータル研究所 (ドイツ)

2 研究課題と担当者 (\* 客員研究官等)

(1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

野尻幸宏・向井人史・遠嶋康徳・町田敏暢・高橋善幸・荒巻能史・保原 達・李 美善・須藤洋志・  
山岸洋明・下山 宏・江頭 毅・Melissa Chierici・Agneta Fransson・山形与志樹・藤沼康実・小熊宏之・  
Alexandrov Georgii・松本泰子・梁 乃申・木下嗣基・岩男弘毅・武田知己・岡松暁子・石井 敦・  
Stafan Sholtz・野村恭子・米 康充

(2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

甲斐沼美紀子・増井利彦・藤野純一・日引 聡・亀山康子・久保田泉・花岡達也・江守正多・野沢 徹・  
日暮明子・小倉知夫・原沢英夫・肱岡靖明・高橋 潔・松岡 譲\*・藤原健史\*・河瀬玲奈\*・島田幸司\*



## II 研究成果発表一覧

### 1 誌上発表

#### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

(査読あり)

---

発表者・題目・掲載誌・巻(号)・頁・刊年

---

Hatakeyama S., Murano K., Sakamaki F., Mukai H., Bandow H., Komazaki Y.: Transport of atmospheric pollutants from East Asia, *Water Air Soil Pollut.*, 130: 373-378, 2001

Ishii A.: Merging the EU Acidification Strategy: Evaluating the 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, *RECIEL*, 10(2): 210-226, 2001

Kameyama S., Yamagata Y., Nakamura F., Kaneko M.: Development of WTI and turbidity estimation model using SMA-application to Kushiro Mire eastern Hokkaido Japan, *Remote Sensing Environ.*, 77: 1-9, 2001

Lee-Taylor J.M., Brasseur G.P., Yokouchi Y.: A preliminary three-dimensional global model study of atmospheric methyl chloride distributions, *J. Geophys. Res.*, 106(D24): 34221-34233, 2001

Li H.J., Yokouchi Y., Akimoto H., Narita Y.: Distribution of methyl chloride, methyl bromide, and methyl iodide in the marine boundary air over the western Pacific and southeastern Indian Ocean, *Geochem. J.*, 35: 137-144, 2001

Mukai H., Machida T., Tanaka A., Vera Y.P., Uematsu M.: Lead isotope ratios in the urban air of eastern and central Russia, *Atmos. Environ.*, 35(15): 2783-2793, 2001

Mukai H., Tanaka A., Fujii T., Tang J., Guo S., Xue H., Sun Z., Zhou J., Xue D., Zhao J., Zhai G., Zhai P.: Regional characteristics of sulfur and lead isotope ratios in the atmosphere at several Chinese urban sites, *Environ. Sci. Technol.*, 35: 1064-1071, 2001

Murphy P., Nojiri Y., Fujinuma Y., Wong C.S., Zeng J., Kimoto T., Kimoto H.: Measurements of surface seawater fCO<sub>2</sub> from volunteer commercial ships: Techniques and experiences from Skaugran, *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 18: 1719-1734, 2001

Murphy P., Nojiri Y., Harrison D.E., Larkin N.K.: Scales of spatial variability for surface ocean pCO<sub>2</sub> in the Gulf of Alaska and Bering Sea: toward a sampling strategy, *Geophys. Res. Lett.*, 28: 1047-1050, 2001

Obayashi Y., Tanoue E., Suzuki K., Handa N., Nojiri Y., Wong C.S.: Spatial and temporal variabilities of phytoplankton community structure in the northern North Pacific as determined by phytoplankton pigments, *Deep Sea Res. I*, 48: 439-469, 2001

Obersteiner M., Azar C., Kauppi P., Mollersten K., Moreira J., Nilsson S., Read P., Riahi K., Schlamadinger B., Yamagata Y., Yan J., Van Y., Persele J.: Managing Climate Risk, *Science*, 294: 786-787, 2001

Satsumabayashi H., Nishizawa H., Yokouchi Y., Ueda H.: Pinonaldehyde and some other organics in rain and snow in central Japan, *Chemosphere*, 45: 887-891, 2001

Schlamadinger B., Obersteiner M., Michaelowa A., Grubb M., Azar C., Yamagata Y., Goldberg D., Read P., Kirschbaum M., Fearnside P., Sugiyama T., Rametsteiner E., Boswald K.: Capping the cost of compliance with the Kyoto protocol and recycling revenues into land-use project, *sci. world*, 1: 271-280, 2001

Simohara T., Oishi O., Utsunomiya A., Mukai H., Hatakeyama S., Jang Eun-Suk, Uno I., Murano K.: Characterization of atmospheric air pollutions at two sites in northern Kyushu, Japan - chemical form, and chemical reaction: *Atmos. Environ.*, 35: 667-681, 2001

Uchida M., Shibata Y., Kawamura K., Kumamoto Y., Yoneda M., Ohkushi K., Harada N., Hirota M., Mukai H., Tanaka A., Kusakabe M., Uehiro T., Morita M.: Compound specific radiocarbon ages of fatty acids in marine sediments from the Western North Pacific, *Radiocarbon*, 43(2B): 949-956, 2001

Yamagata Y., Alexandrov G.A.: Would Forestation alleviate the burden of emission reduction? An assessment of the future carbon sink from ARD activities, *Clim. Policy*, 1(1): 27-40, 2001

---

- Yamamoto H., Yokouchi Y., Otsuki A., Itoh H.: Depth profiles of volatile halogenated hydrocarbons in sewerage in the Bay of Bengal, *Chemosphere*, 45: 371-377, 2001
- Yokouchi Y., Nojiri Y., Barrie Y.A., Toom-Sauntry D., Fujinuma Y.: Atmospheric methyl iodide: High correlation with surface seawater temperature and its implications on the sea-to-air flux, *J. Geophys. Res.*, 106: 12661-12668, 2001
- 山形与志樹, 小熊宏之, 土田 聡, 関根秀真, 六川修一: 京都議定書で評価される吸収源活動のモニタリングと認証に関わるリモートセンシング計測手法の役割, *リモートセンシング学会誌*, 21(1): 43-57, 2001
- 山形与志樹, 小熊宏之: 時系列センサーフュージョン画像を用いた最新分類手法精度比較, *リモートセンシング学会誌*, 21(4): 322-329, 2001
- 山形与志樹, 水田秀行: 京都議定書, 国際排出量取引のエージェントベースシミュレーション, *オペレーションズリサーチ*, 10: 27-32, 2001
- 山形与志樹: 京都議定書における吸収源の取り扱い - COP6 での交渉と科学的知見 -, *紙バ技協誌*, 55(10): 18-26, 2001
- 林 真智, 沼田洋一, 小熊宏之, 山形与志樹: リモートセンシングデータを利用した林分構造の計測, *写真測量とリモートセンシング*, 40(3): 41-46, 2001
- Alexandrov G.A., Oikawa T., Yamagata Y.: Climate dependence of the CO<sub>2</sub> fertilization effect on terrestrial net primary production, *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology*, 55(2): 669-675, 2002
- Alexandrov G.A., Oikawa T.: TsuBiMo: a biosphere model of the CO<sub>2</sub>-fertilization effect, *Clim. Res.*, 19: 265-270, 2002
- Alexandrov G.A., Yamagata Y., Oikawa T.: The scheme for globalization of a process-based model explaining gradations in terrestrial NPP and its application, *Ecol. Modeling*, 148: 293-306, 2002
- Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Net biome production of managed forests in Japan, *Sci. China(Series C)*, 45: 1-6, 2002
- Binkley C.S., Brand D., Harkin Z., Bull G., Ravindranath N.H., Obersteine M., Nilsson S., Yamagata Y.: Carbon sink by the forest sector - options and needs for implementation, *Max Krott Forest Policy and Economics*, 4: 65-77, 2002
- Fujii M., Nojiri Y., Yamanaka Y., Kishi M.J.: A one-dimensional ecosystem model of time-series Station KNOT, *Deep Sea Res. II*, 49: 5441-5461, 2002
- Golubyatnikov L., Yamagata Y., Alexandrov G.A.: Stochastic Generator of Monthly Precipitation and Monthly Average Temperature, *Lzvestiya, Atmos. Oceanic Phys.*, 38(1): 40-47, 2002
- Honda M.C., Imai K., Nojiri Y., Hoshi F., Sugawara T., Kusakabe M.: The biological pump in the northwestern North Pacific, *Deep Sea Res. II*, 49: 5595-5625, 2002
- Imai K., Nojiri Y., Tsurushima N., Saino T.: Time series of seasonal variation of primary productivity at station KNOT (44°N, 155°E) in the sub-arctic western North Pacific, *Deep Sea Res. II*, 49: 5395-5408, 2002
- Kanaya Y., Yokouchi Y., Matsumoto J., Nakamura K., Kato S., Tanimoto H., Furutani H., Toyota K., Akimoto H.: Implications of iodine chemistry for daytime HO<sub>2</sub> levels at Rishiri Island, *Geophys. Res. Lett.*, 29: 53-1-53-4, 2002
- Kita K., Kawakami S., Miyazaki Y., Higashi Y., Kondo Y., Nishi N., Koike M., Blake D.R., Machida T., Sano T., Hu W., Ko M., Ogawa T.: Photochemical production of ozone in the upper troposphere in association with cumulus convection over Indonesia, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 108(D3): 8400, 2002
- Liley J.B., Baumgardner D., Kondo Y., Kita K., Blake D.R., Koike M., Machida T., Takegawa N., Kawakami S., Shirai T., Ogawa T.: Black carbon in aerosol during BIBLE B, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 108(D3): 8399, 2002
- Liu H., Imai K., Suzuki K., Nojiri Y., Tsurushima N., Saino T.: Seasonal variability of picophytoplankton and bacteria in the western subarctic Pacific Ocean at Station KNOT, *Deep Sea Res. II*, 49: 5409-5420, 2002
- Machida T., Kita K., Kondo Y., Blake D., Kawakami S., Inoue G., Ogawa T.: Vertical and meridional distributions of atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratio between northern mid latitudes and southern subtropics, *J. Geophys. Res.*, 108(D3): 8401, 2002
- Mochizuki M., Shiga N., Saito M., Imai K., Nojiri Y.: Seasonal change of phytoplankton assemblage at an oceanic station in the western subarctic Pacific Ocean, *Deep Sea Res. II*, 49: 5421-5439, 2002

- Nakagawa F, Yoshida N., Nojiri Y., Makariv V.N.: Production of methane from allasses in eastern Siberia: Implications from its  $^{14}\text{C}$  and stable isotopic compositions, *Global Biogeochem. Cycles*, 16(3): 1041, 2002
- Sasaoka K., Saitoh S., Asanuma I., Imai K., Honda M., Nojiri Y., Saino T.: Temporal and spatial variability of chlorophyll a in the western subarctic Pacific determined from satellite and ship observations during 1997-1999, *Deep Sea Res. II*, 49: 5557-5576, 2002
- Sedjo R.A., Amano M., Yamagata Y.: The Operationalization of the Kyoto Protocol with a Focus on Sinks; A Perspective for Japan, *Bull. FFPRI*, 1(2): 151-161, 2002
- Takahashi T., Sutherland C., Sweeney C., Poisson A., Metzl N., Tilbrook B., Bates N., Wanninkhof R., Feely R.A., Sabine C., Olafsson J., Nojiri Y.: Global sea-air  $\text{CO}_2$  flux based on climatological surface ocean  $\text{pCO}_2$ , and seasonal biological and temperature effects, *Deep-Sea Res. II*, 49: 1601-1622, 2002
- Tohjima Y., Machida T., Utiyama M., Katsumoto M., Fujinuma Y., Maksyutov S.: Analysis and presentation of *in situ* atmospheric methane measurements from cape Ochi-ishi and Hateruma Island., *J. Geophys. Res.*, 107(D12): 4148, 2002
- Toyoda S., Yoshida N., Miwa T., Matsui Y., Yamagishi H., Tsunogai U., Nojiri Y., Tsurushima N.: Production mechanism and global budget of  $\text{N}_2\text{O}$  inferred from its isotopomers in the western North Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 29(3): 1037, 2002
- Tsurushima N., Nojiri Y., Imai K., Watanabe S.: Seasonal variations of carbon dioxide system and nutrients in the surface mixed layer at KNOT(44°N, 155°E) in the subarctic western North Pacific., *Deep Sea Res. II*, 49: 5377-5394, 2002
- Wong C.S., Waser N.A.D., Nojiri Y., Whitney F.A., Page J.S., Zeng J.: Seasonal and interannual variability in the distribution of surface nutrients and dissolved inorganic carbon in the Northern North Pacific-influence of El Nino, *J. Oceanogr.*, 58: 227-243, 2002
- Wong C.S., Waser N.A.D., Nojiri Y., Whitney F.A., Page J.S., Zeng J.: Seasonal cycles of nutrients and dissolved inorganic carbon at high and mid latitudes in the North Pacific Ocean during the Skaugran cruises: determination of new production and nutrient uptake ratios, *Deep Sea Res. II*, 49: 5317-5338, 2002
- Yokouchi Y., Ikeda M., Inuzuka Y., Yukawa T.: Strong emission of methyl chloride from tropical plants, *Nature*, 416: 163-165, 2002
- Yokouchi Y., Sauntry T.D., Yazawa K., Inagaki T., Tamaru T.: Recent decline of methyl bromide in the troposphere, *Atmos. Environ.*, 36: 4985-4989, 2002
- Zeng J., Nojiri Y., Murphy P.P., Wong C.S., Fujinuma Y.: A comparison of  $\text{pCO}_2$  distributions in the northern North Pacific using results from a commercial vessel in 1995-1999, *Deep Sea Res. II*, 49: 5303-5315, 2002
- 山形与志樹：地球温暖化リスク管理に関する国際制度シミュレーション, シミュレーション, 21(1) : 30-39, 2002
- 沖 一雄, 小熊宏之：リモートセンシングデータを用いた特定森林樹冠率の推定－釧路湿原におけるハンノキの推定－, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5) : 510-516, 2002
- 関根秀真, 山形与志樹, 小熊宏之：吸収源プロジェクト実施地域を対象とした衛星データによるARD活動のモニタリング, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5) : 517-530, 2002
- 山形与志樹, 小熊宏之, 関根秀真, 土田 聡：吸収源を用いた地球温暖化対策とリモートセンシングの役割, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5) : 494-509, 2002
- 小熊宏之, 島崎彦人, 山形与志樹：森林樹冠率の推定におけるミクセル分類手法の有効性に関する研究, 写真測量とリモートセンシング, 41(2) : 4-14, 2002
- 小熊宏之, 土田 聡, 藤沼康実：森林モニタリング用ハイパースペクトラルカメラシステムの開発, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5) : 588-597, 2002
- 小林史歩, 六川修一, 山形与志樹, 小熊宏之：カラマツ葉の生化学物質含有量推定に関する研究－LIBERTYモデルに基づく検討－, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5) : 571-587, 2002
- 水田秀行, 山形与志樹：国際排出量取引のエージェントベースシミュレーション, シミュレーション, 21(1) : 40-44, 2002

- 大政謙次, 浦野 豊, 小熊宏之, 藤沼康実: 可搬型 Scanning Lidar データを用いたカラマツ林の樹林マッピングと胸高直径及びバイオマスの推定, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5): 550-557, 2002
- 土田 聡, 小熊宏之: 植生反射係数 Hot Spot 観測のためのプロトタイプ魚眼カメラ, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5): 598-611, 2002
- 米 康充, 小熊宏之, 山形与志樹: 京都議定書に関わる吸収源計測システムの開発 - 航空機 Lidar によるカラマツ林の樹冠計測と材積・炭素重量計測精度の検証, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5): 531-543, 2002
- Liang N., Inoue G., Fujinuma Y.: A multichannel automated chamber system for continuous measurement of forest soil CO<sub>2</sub> efflux., *Tree Physiology*, 23: 825-832, 2003
- Liang N., Nakadai T., Hirano T., Qu L., Koike T., Fujinuma Y., Inoue G.: *In-situ* comparison of four approaches to estimating soil CO<sub>2</sub> efflux in a northern larch (*Larix kaempferi* Sarg.) forest, *Agric. Forest Meteorol.*, 123: 97-114, 2003
- Shirai T., Blake D.R., Meinardi S., Rowland F.S., Russell-Smith J., Edwards A., Kondo Y., Koike M., Kita K., Machida T., Takegawa N., Nishi N., Kawakami S., Ogawa T.: Emission estimates of selected volatile organic compounds from tropical savanna burning in northern Australia, *J. Geophys. Res.*, 108(D3): 8406, 2003
- Tanaka T., Watanabe Y., Watanabe S., Noriki S., Tsurushima N., Nojiri Y.: Oceanic Suess effect of  $\delta^{13}\text{C}$  in subpolar region: The North Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 30(22): 2159, 2003
- Tohjima Y., Mukai H., Machida T., Nojiri Y.: Gas-chromatographic measurements of the atmospheric oxygen/nitrogen ratio at Hateruma Island and Cape Ochi-ishi, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 30(12): 1653-1656, 2003
- Tsuda A., Takeda S., Saito H., Nishioka J., Nojiri Y., Kudo I., Kiyosawa H., Shiimoto A., Imai K., Ono T., *et al.*: A mesoscale iron enrichment in the Western subarctic Pacific induces a large centric diatom bloom, *Science*, 300: 958-961, 2003
- Tsunogai S., Kawada K., Watanabe S., Aramaki T.: CFC indicating renewal of the Japan Sea Deep Water in winter 2000-2001, *J. Oceanogr.*, 59: 685-693, 2003
- Uno I., Carmichael G.R., Stress D.G., Tang Y., Yienger J.J., Satake S., Wang Z., Woo J.H., Guttikunda S., Tanimoto H., *et al.*: Regional chemical weather forecasting system CFORS-model descriptions and analysis of surface observations at Japanese island stations during the ACE-Asia experiment, *J. Geophys. Res.*, 108(D23): ACE36-1-ACE36-17, 2003
- Yamagata Y., Alexandrov G.A., Nishida K., Saigusa N., Oikawa T.: Integration of Remote Sensing with CO<sub>2</sub> Flux measurement for modelling forest NEP, *International Arcives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Inf. Sci.*, 34(Part. 7/W14): 1-5, 2003
- Yasuda Y., Ohtani Y., Watanabe T., Okano M., Yokota T., Liang N., Tang Y., Nik A.R., Tani M., Okuda T.: Measurement of CO<sub>2</sub> flux above a tropical rain forest at Pasoh in Peninsular Malaysia, *Agric. Forest Meteorol.* 114: 235-244, 2003
- Zeng J., Tohjima Y., Fujinuma Y., Mukai H., Katsumoto M.: A study of trajectory quality using methane measurements from Hateruma Island, *Atmos. Environ.*, 37(14): 1911-1919, 2003
- 井上 元: 地球環境モニタリング, *ぶんせき*, 10: 610-613, 2003
- 三浦昌孝, 平野高司, 平田竜一, 最上純一, 犬飼 孔, 藤沼康実: カラマツ林の熱収支に与える貯熱変化量の影響, *農業気象学会誌*, 59(3): 245-250, 2003
- 松本泰子: 気候変動問題の政府間交渉における科学と NGO: 知見の仲介者としての環境 NGO の役割, *環境と公害*, 33(1): 45-51, 2003
- 中路達郎, 武田知己, 向井 譲, 小池孝良, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツ針葉の色素濃度および光合成活性と分光反射指標の関係, *日本林学会誌*, 85(3): 205-213, 2003
- 藤沼康実, 三枝信子, 平野高司: 温室効果ガスモニタリングと森林フラックスの測定, *遺伝別冊*, 17: 48-57, 2003
- 米 康充, 小熊宏之, 山形与志樹: 京都議定書に関わる吸収源計測システムの開発 - 地上レーザスキャナによる点群モデルを用いた計測手法の検討 -, *森林計画学会誌*, 37(1): 21-30, 2003
- 濱原和広, 重光雅仁, 乗木新一郎, 福山龍次, 荒巻能史, 乙坂重嘉: 石狩湾堆積物中の高い C/N 比の有機物と重金属, *沿岸海洋研究*, 41: 53-60, 2003



- Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Verification of carbon sink assessment; can we exclude natural sinks?, *Clim. Change*, 67(2-3): 437-499, 2004
- Boyd P.W., Law C.S., Wong C.S., Nojiri Y., Tsuda A., Levasseur M., Takeda S., Rivkin R., Harrison P.J., Strzepek R., *et al.*: The decline and fate of an iron-induced subarctic phytoplankton bloom, *Nature*, 428: 549-553, 2004
- Hatakeyama S., Takami A., Sakamaki F., Mukai H., Sugimoto N., Shimizu A., Bandow H.: Aerial measurement of air pollutants and aerosols during March 20-22, 2001, over the East China Sea, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 109(D13): D13304, 2004
- Kitagawa H., Mukai H., Nojiri Y., *et al.*: Seasonal and secular variation of atmospheric CO<sub>2</sub>-<sup>14</sup>C over the Western Pacific since 1994, *Radiocarbon*, 46(2): 901-910, 2004
- Kurita N., Yoshida N., Inoue G., Chayanova E.A.: Modern isotope climatology of Russia-a first assessment, *J. Geophys. Res.*, 109: D03102, 10.1029, 2004
- Lueger H., Wallace D.W.R., Koertzing A., Nojiri Y.: The pCO<sub>2</sub> variability in the mid latitude North Atlantic Ocean during a full annual cycle, *Global Biogeochem. Cycles*, 18: GB3023, doi:10.1029/2003GB002200, 2004
- Matsumoto Y.: Increased importance of coordinating policy interlinkage between different global environmental regimes: a case study of CFC substitutes in the Kyoto and Montreal Protocols, *J. Environ. Inf. Sci.*, 32(4): 1-16, 2004
- Matsumoto Y.: International Non-governmental Organisations as Knowledge Mediators: A Case Study on Decision-Making on Hydrocarbon Refrigerators by a Japanese Appliance Maker, *Proc. 2002 Berlin Conf. Human Dimensions of Global Environ. Change*, 2004 (in press)
- Shimoyama K., Hiyama T., Fukushima Y., Inoue G.: Controls on Evapotranspiration in a West Siberian bog, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 109(D8): D08111, 2004
- Sturm P., Leuenberger M., Sirignano C., Neubert R.E.M., Meijer H.A.J., Langenfelds R., Brand W.A., Tohjima Y.: Permeation of atmospheric gases through polymer O-rings used in flasks for air sampling, *J. Geophys. Res.*, 109: D04309, 2004
- Takegawa N., Kondo Y., Koike M., Chen G., Machida T., Watai T., Blake D.R., Streets D.G., Woo J.H., Carmichael G.R., Kita K., Miyazaki Y., Shirai T., Liley J.B., Ogawa T.: Removal of NO<sub>x</sub> and NO<sub>y</sub> in Asian outflow plumes: Aircraft measurements over the western Pacific in January 2002, *J. Geophys. Res.*, 109(D23): D23S04, 2004
- Toyoda S., Yoshida N., Urabe T., Nakayama Y., Suzuki T., Tsuji K., Shibuya K., Aoki S., Nakazawa T., Ishidoya S., Ishijima K., Sugawara S., Machida T., Hashida H., Morimoto S., Honda H.: Temporal and latitudinal distributions of stratospheric N<sub>2</sub>O isotopomers, *J. Geophys. Res.*, 109(D23): D23S04, 2004
- 遠嶋康徳: ガスクロマトグラフ法による大気中酸素/窒素比の精密測定, *分析化学*, 53(12): 1389-1398, 2004
- 岡松暁子, 井上秀典, 奥 真美: 2004年学界回顧: 環境法, *法律時報*, 76(13): 127-131, 2004
- 岡松暁子: 重要環境判例の最近の動向 MOX工場事件-国際海洋裁判所暫定措置命令 2001年12月3日 [List of Cases NO.10] (Ireland V United Kingdom, The MOX Plant Case), *環境法研究*, (29): 113-121, 2004
- 松本泰子: 代替フロン問題解決への一視点: 気候変動問題とオゾン層破壊問題の政策的連関の検討, *環境ホルモン*, 4: 177-188, 2004
- 大久保彩子, 石井 敦: 国際捕鯨委員会における不確実性の管理: 実証主義から管理志向の科学へ, *科学技術社会論研究*, (3): 小特集=専門性とポリティクス, 104-115, 2004
- Alexandrov G.A., Yamagata Y., Oikawa T., Saigusa N.: Re-calibrating TsuBiMo with eddy-covariance measurements at Takayama, *Agric. Forest Meteorol.*, 134(1-4): 135-142, 2005
- Aono T., Yamada M., Kudo I., Imai K., Nojiri Y., Tsuda A.: Export fluxes of particulate organic carbon estimated from Th-234/U-238 disequilibrium during the Subarctic Pacific Iron Experiment for Ecosystem Dynamics Study (SEEDS 2001), *Prog. Oceanogr.*, 64: 263-282, 2005
- De Baar H.J.W., Boyd P.W., Coale K.H., Landry M.R., Tsuda A., Assmy P., Bakker D.C.E., Bozec Y., Barber R.T., Brzezinski M.A., Buesseler K.O., Boye M., Croot P.L., Gervais F., Gorbunov M.Y., Harrison P.J., Hiscock W.T., Laan P., Lancelot C., Law C.S., Levasseur M., Marchetti A., Millero F.J., Nishioka J., Nojiri Y., Van Oijen T., Riebesell U.,

- Rijkenberg M.J.A., Saito H., Takeda S., Timmermans K.R., Veldhuis M.J.W., Waite A.M., Wong C.S.: Synthesis of iron fertilization experiments: From the iron age in the age of enlightenment, *J. Geophys. Res. Oceans*, 110: C09S16, doi:10.1029/2004JC002601, 2005
- Komuro C., Narita H., Imai K., Nojiri Y., Jordan R.W.: Microplankton assemblages at Station KNOT in the subarctic western Pacific, 1999–2000, *Deep Sea Res. II*, 52: 2206–2217, 2005
- Kudo I., Noiri Y., Imai K., Nojiri Y., Nishioka J., Tsuda A.: Primary productivity and nitrogenous nutrient assimilation dynamics during the Subarctic Pacific Iron Experiment for Ecosystem Dynamics Study, *Prog. Oceanogr.*, 64: 207–221, 2005
- Langenfelds R.L., Schoot M.V., Francey R.J., Steele L.P., Schmidt M., Mukai H.: Modification of air standard composition by diffusive and surface processes, *J. Geophys. Res.*, 110: D13307, 2005
- Nakaji T., Oguma H., Fujinuma Y.: Influence of elevated air temperature on the relationship between photochemical reflectance index(PRI) and photosynthetic light use efficiency of poplar leaves, *J. Agric. Meteorol.*, 60(5): 989–992, 2005
- Patra P.K., Ishizawa M., Maksyutov S., Nakazawa T., Inoue G.: Role of biomass burning and climate anomalies for land-atmosphere carbon fluxes based on inverse modeling of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Global Biogeochem. Cycles*, 19: GB3005, 2005
- Ramaiah N., Takeda S., Furuya K., Yoshimura T., Nishioka J., Aono T., Nojiri Y., Imai K., Kudo I., Saito H., Tsuda A.: Effect of iron enrichment on the dynamics of transparent exopolymer particles in the western subarctic Pacific, *Prog. Oceanogr.*, 64: 253–261, 2005
- Sato K., Tanimoto H., Imamura T.: Negative ion chemical ionization mass spectra of C1–C6 n-Alkyl nitrates, *Chem. Lett.*, 34(8): 1200–1201, 2005
- Takeda T., Oguma H., Yone Y., Yamagata Y., Fujinuma Y.: Comparison of Leaf Area Density Measured by Laser Range Finder and Stratified Clipping Method, *Phyton Annales Rei Botanicae*, 45(4): 505–510, 2005
- Takeda T., Oguma H., Yone Y., Yamagata Y., Fujinuma Y.: Evaluation of measuring canopy gap by laser range finder, *J. Agric. Meteorol.*, 60(5): 1085–1088, 2005
- Tohjima Y., Machida T., Watai T., Akama I., Amari T., Moriwaki Y.: Preparation of gravimetric standards for measurements of atmospheric oxygen and re-evaluation of atmospheric oxygen concentration, *J. Geophys. Res. - Atmos.*, 110(D11): D11302, 2005
- Tohjima Y., Machida T., Watai T., Akama I., Amari T., Moriwaki Y.: Preparation of gravimetric oxygen and reevaluation of atmospheric oxygen concentration, *J. Geophys. Res.*, 110: D11302, 2005
- Tohjima Y., Mukai H., Machida T., Nojiri Y., Gloor M.: First measurements of the latitudinal atmospheric O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> distributions across the western Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 32(17): L17805, 2005
- Watanabe K., Nojiri Y., Kariya S.: Measurements of ozone concentrations on a commercial vessel in the marine boundary layer over the northern North Pacific Ocean, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 110(D11): D11310, 2005
- Yamagata Y., Cernovsky M., Hepburn C., Obersteiner M.: Clashing Strategic Cultures and Climate Policy, *Clim. Policy*, 4(4): 347–357, 2005
- Yokouchi Y., Hasebe F., Fujiwara M., Takashima H., Shiotani M., Nishi N., Kanaya Y., Hashimoto S., Fraser P., Toom-Saunty D., Mukai H., Nojiri Y.: Correlations and emission ratios among bromoform, dibromochloromethane, and dibromomethane in the atmosphere, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 110(D23): D23309, 2005
- Yokouchi Y., Inagaki T., Yazawa K., Tamaru T., Enomoto T., Izumi K.: Estimates of ratios of anthropogenic halocarbon emissions from Japan based on aircraft monitoring over Sagami Bay, Japan, *J. Geophys. Res.*, 110: D06301, 2005
- Yone Y., Oguma H., Fujinuma Y., Sasa K.: Analysis of regeneration pattern in a natural forest of Northern Japan using airborne lidar and aerial photogrammetry, *J. Agric. Meteorol.*, 60(5): 1001–1004, 2005
- Yurganov L.N., Duchatelet P., Dzhola A.V., Edwards D.P., Hase F., Kramer I., Mahieu E., Mellqvist J., Notholt J., Tanimoto H., *et al.*: Increased Northern Hemispheric carbon monoxide burden in the troposphere in 2002 and 2003 detected from the ground and from space, *Atmos. Chem. Phys.*, 5: 563–573, 2005

Zhou LX., White J.W.C., Conway T.J., Mukai H., MacClune K., Zhang X., Wen Y., Li J.: Long-term record of atmospheric CO<sub>2</sub> and stable isotopic ratio at Waliguan Observatory: Background features and possible drivers, 1991–2002, *Global Biogeochem. Cycles*, 19(3): GB3021, 2005

榎本孝輝, 横内陽子, 泉 克幸, 稲垣敏治: PFC, HFC を含むハロカーボン分析システムの開発と大気観測への応用, *大気環境学会誌*, 40: 1–8, 2005

山形与志樹, 中村仁也: 地球温暖化対策の国際合意形成に関する動的ゲームシミュレーション (Analysis of global carbon management regime using Differential Game model, *シミュレーション*, 24(4): 66–74, 2005

中込和徳, 鹿角孝男, 川村 實, 野中 卓, 向井人史, 村野健太郎: ICP-MS 法による降水中鉛同位体比の測定条件の検討, *全国環境研究会誌*, 30(4): 19–24, 2005

中路達郎, 武田知己, 向井 讓, 小池多孝良, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツ針葉の光合成活性と分光反射指標の関係, *日本林学誌*, 85(3): 205–213, 2005

武田知己, 小熊宏之, 米 康充, 藤沼康実: リモートセンシングによる苫小牧カラマツ林における光利用効率の推定, *農業気象*, 61(1): 39–47, 2005

米 康充, 小熊宏之, 藤沼康実: 航空計測を用いた 2004 年台風 18 号による森林被害の把握, *日本森林学会北海道支部論文集*, 53: 123–125, 2005

Chierici M., Fransson A., Nojiri Y.: Biogeochem. processes as drivers of surface fCO<sub>2</sub> in contrasting provinces in the subarctic North Pacific Ocean, *Global Biogeochem. Cycles*, 20: GB1009, doi:10.1029/2004GB002356, 2006

Watai T., Machida T., Ishizaki I., Inoue G.: A lightweight observation system for atmospheric carbon dioxide concentration using a small unmanned aerial vehicle, *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 23(5): 700–710, 2006

Zhou LX., White J.W.C., Conway T.J., Mukai H., MacClune K., Zhang X., Wen Y., Li J.: Long-term record of atmospheric CO<sub>2</sub> and stable isotopic ratio at Waliguan Observatory: 2. Seasonally averaged 1991–2002 source/sink signals, and a comparison of 1998–2002 record to the 11 selected sites in the Northern Hemisphere, *Global Biogeochem. Cycles*, 20(2): GB2001, 2006

(2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

(査読あり)

Cubasch U., Meehl G.A., Boer G.J., Stouffer R.J., Dix M., Noda A., Senior C.A., Raper S., Yap K.S., Abe-Ouchi A., Brinkop S., Claussen M., Collins M., Evans J., Fischer-Bruns I., Flato G., Fyfe J.C., Ganopolski A., Gregory J.M., Hu Z.-Z., Joos F., Knutson T., Knutti R., Landsea C., Mearns L., Milly C., Mitchell J.F.B., Nozawa T., Paeth H., Raisanen J., Sausen R., Smith S., Stocker T., Timmermann A., Ulbrich U., Weaver A., Wegner J., Whetton P., Wigley T., Winton M., Zwiers F.: Projections of future climate change, Chapter 9 of IPCC Climate Change 2001, The Scientific Basis, (Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., Linden P.J., Van der, Dai X., Maskell K., Johnson C.A. eds.), Cambridge Univ. Press, 2001

Emori S., Nozawa T., Numaguti A., Uno I.: Importance of cumulus parameterization for precipitation simulation over East Asia in June, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 79(4): 939–947, 2001

Lal M., Harasawa H., Murdiyarso D., Adger W.N., Adhikary S., Ando M., Anokhin Y., Cruz R.V., Ilyas M., Kopalani Z., Lansigan F., Li C., Patwardhan A., Safriel U., Suharyono H., Zhang X., Badarch M., Chen X., Emori S., Fang J., Gao Q., Hall K., Jarupongsakul T., Khanna-Chopra R., Khosa R., Kirpes M.P., Lelakin A., Mimura N., Mirza M. Q., Mizina S., Nakagawa M., Nakayama M., Ni J., Nishat A., Novoplansky A., Nozawa T., Piver W.T., Ramakrishnan P.S., Rankova E., Root T.L., Saltz D., Sharma K.P., Shrestha M.L., Srinivasan G., Teh T.S., Xin X., Yoshino M., Zangvil A., Zhou G.: Asia, Chapter 11 of IPCC Climate Change 2001, Impacts, Adaptation, and Vulnerability, (McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J., White K.S. eds.), Cambridge Univ. Press, 2001

Lal M., Nozawa T., Emori S., Harasawa H., Takahashi K., Kimoto M., Abe-Ouchi A., Nakajima T., Takemura T.: Future climate change: Implications for Indian summer monsoon and its variability, *Curr. Sci.*, 81: 1196–1207, 2001

Morita T., Robinson J.: Greenhouse Gas Emission Mitigation Scenarios and Implications, *Clim. Change* 2001

Mitigation, 115-166, 2001

Nakajima T., Higurashi A., Kawamoto K., Penner J.: A possible correlation between satellite-derived cloud and aerosol microphysical parameters, *Geophys. Res. Lett.*, 28: 1171-1174, 2001

Takemura T., Nakajima T., Nozawa T., Aoki K.: Simulation of future aerosol distribution, radiative forcing, and long-range transport in East Asia, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 79: 1139-1155, 2001

Uno I., Amano H., Emori S., Kinoshita K., Matsui I., Sugimoto N.: Trans-Pacific yellow sand transport observed in April 1998: a numerical simulation, *J. Geophys. Res.*, 106: 18331-18344, 2001

Yamamoto H., Fujino J., Yamaji K.: Evaluation of Bioenergy Potential with a Multi-Regional Global Land Use and Energy Model, *Biomass and Bioenergy*, 21: 185-203, 2001

Yanagi M., Munesue Y., Kawashima Y.: Equity rules for burden sharing in the mitigation process of climate change, *Environ. Eng. Policy*, 2: 105-111, 2001

Yang H., Matsuoka Y., Matsuo T.: Sulphur dioxide emissions and country-level distribution in China, *J. Global Environ. Eng.*, 7: 47-61, 2001

Yoshikane T., Kimura F., Emori S.: Numerical study on the Baiu front genesis by heating contrast between land and ocean, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 79(2): 671-686, 2001

Zhang J.H., Fu C.B., Kanzawa H.: Simulating canopy stomatal conductance of winter wheat and its distribution using remote sensing information, *J. Environ. Sci.-China*, 13(4): 439-443, 2001

増井利彦, 松岡 譲, 森田恒幸: 応用一般均衡モデルを用いた地球温暖化・廃棄物対策の経済影響, 環境経済・政策学会年報第6号 経済発展と環境保全, 69-82, 2001

増井利彦: シナリオ先導型システム分析, 環境情報科学, 30(4): 36-37, 2001

入江康子, 小林由典, 森田恒幸: 環境クズネツ曲線を用いた低公害型経済発展の政策分析 - SO<sub>2</sub>の長期時系列データによる実証とモデルによるシミュレーション分析, 環境経済・政策学会年報第6号 経済発展と環境保全, 114-130, 2001

Chin M., Ginoux P., Kinne S., Torres O., Holben B.N., Duncan B.N., Martin R.V., Logan J.A., Higurashi A., Nakajima T.: Tropospheric aerosol optical thickness from the GOCART model and comparisons with satellite and sun photometer measurements, *J. Atmos. Sci.*, 59: 461-483, 2002

Gielen D.J., Fujino J., Hashimoto S., Moriguchi Y.: Biomass strategies for climate policies?, *Clim. Policy*, 2(4): 319-333, 2002

Higurashi A., Nakajima T.: Detection of aerosol types over the East China Sea near Japan from four-channel satellite data, *Geophys. Res. Lett.*, 29(17): 1836, doi: 10.1029/2002GL015357, 2002

Kanzawa H., Schiller C., Ovarlez J., Camy-Peyret C., Payan S., Jeseck P., Oelhaf H., Stowasser M., Traub W.A., Jucks K.W., Johnson D.G., Toon G.C., Sen B., Blavier J.F., Park J.H., Bodeker G.E., Pan L.L., Sugita T., Nakajima H., Yokota T., Suzuki M., Shiotani M., Sasano Y.: Validation and data characteristics of water vapor profiles observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) and processed with the version 5.20 algorithm, *J. Geophys. Res.*, 107(D24): 8217, doi:10.1029/2001JD000881, 2002

Morita T., Matsuoka Y.: Global Climate Change and Food Problems, *Origins Pottery & Agric.*, 321-326, 2002

Pan L.L., Randel W.J., Massie S.T., Kanzawa H., Sasano Y., Nakajima H., Yokota T., Sugita T.: Variability of polar stratospheric water vapor observed by ILAS, *J. Geophys. Res.*, 107(D24): 8214, doi:10.1029/2001JD001164, 2002

Penner J.E., Zhang S.Y., Chin M., Chuang C.C., Feichter J., Feng Y., Geogdzhayev I.V., Ginoux P., Herzog M., Higurashi A., Koch D., Land C., Lohmann U., Mishchenko M., Nakajima T., Pitari G., Soden B., Tegen I., Stowe L.: A comparison of model- and satellite-derived aerosol optical depth and reflectivity, *J. Atmos. Sci.*, 59: 441-460, 2002

Swart R., Mitchell J., Morita T., Raper S.: Stabilisation scenarios for climate impact assessment, *Global Environmental Change*, 12(3): 155-165, 2002

Takemura T., Uno I., Nakajima T., Higurashi A., Sano I.: Modeling study of long-range transport of Asian dust and anthropogenic aerosols from East Asia, *Geophys. Res. Lett.*, 29: 2158, doi:10.1029/2002GL016251, 2002



- Tokimatsu K., Asaoka Y., Konishi S., Fujino J., Ogawa Y., Okano K., Nishio S., Yoshida T., Hiwatari R., Yamaji K.: Studies of breakeven prices and electricity supply potentials of nuclear fusion by a long-term world energy and environment model, *Nucl. Fusion*, 42(11): 1289-1298, 2002
- Welch E., Hibiki A.: Japanese Voluntary Environmental Agreements: Bargaining Power and Reciprocity as Contributors to Effectiveness, *Policy Science*, 35: 401-424, 2002
- 森田恒幸, 松岡 譲: 地球温暖化予測シミュレーション, オペレーションズ・リサーチ, 47(6): 353-359, 2002
- Gielen D., Fujino J., Hashimoto S., Moriguchi Y.: Modeling of global biomass policies, *Biomass and Bioenergy*, 25(2): 177-195, 2003
- Kanzawa H., *et al.*: Correction to Validation and data characteristics of water vapor profiles observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) and processed with the version 5.20 algorithm, *J. Geophys. Res.*, 108(D4): 8218, doi:10.1029/2003JD001601, 2003
- Kanzawa H., Sugita T., Nakajima H., Bodeker G.E, Oelhaf H., Stowasser M., Wetzel G., Engel A., Schmidt U., Levin I., Toon G.C., Sen B., Blavier J.-F., Aoki S., Nakazawa T., Jucks K.W., Johnson D.G., Traub W.A., Camy-Peyret C., Payan S., Jeseck P., Murata I., Fukunishi H., Von Koenig, M., Bremer H., Kuellmann H., Park J.H., Pan L.L., Yokota T., Suzuki M., Shiotani M., Sasano Y.: Validation and data characteristics of nitrous oxide and methane profiles observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) and processed with the version 5.20 algorithm, *J. Geophys. Res.*, 108(D16): 8003, doi: 10.1029/2002JD002458R, 2003
- Nakajima T., Sekiguchi M., Takemura T., Uno I., Higurashi A., Kim D., Sohn B.J., Oh S.N., Nakajima T.Y., Ohta S., Okada I., Takamura T., Kawamoto K.: Significance of direct and indirect radiative forcings of aerosols in the East China Sea region, *J. Geophys. Res.*, 108(D23): 8658, doi:10.1029/2002JD003261, 2003
- Takata K., Emori S.: Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff (MATSIRO), *Global & Planet. Change*, 38(1-2): 209-222, 2003
- Takemura T., Nakajima T., Higurashi A., Ohta S., Sugimoto N.: Aerosol distributions and radiative forcing over the Asian-Pacific region simulated by Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species (SPRINTARS), *J. Geophys. Res.*, 108(D23): 8659, doi: 10.1029/2002JD003210, 2003
- Tokimatsu K., Fujino J., Konishi S., Ogawa Y., Yamaji K.: Role of nuclear fusion in future energy systems and the environment under future uncertainties, *Energy Policy*, 31(8): 775-797, 2003
- Welch E., Hibiki A.: An Institutional Framework for Analysis of Voluntary Policy: The Case of Voluntary Pollution Prevention Agreements in Kita Kyushu, Japan, *J. Environ. Plann. Manage.*, 46(4): 523-543, 2003
- 亀山康子, 久保田泉: 気候変動の国際交渉における欧州の政策決定と政治制度の関係, *環境科学会誌*, 16(4): 293-304, 2003
- 藤野純一, 山本博巳, 山地憲治: 食料バイオマス・フロー見直しによる畜産排せつ物エネルギーポテンシャル見積もりの改訂, *エネルギー・資源*, 24(1): 61-64, 2003
- Bergstrom M. VonR.W., Pilewskie P., Pommier J., Rabbette M., Russell P.B., Schmid B., Redemann J., Higurashi A., Nakajima T., Quinn P.K.: Spectral absorption of solar radiation by aerosols during ACE-Asia, *J. Geophys. Res.*, 109: D19S15, doi:10.1029/2003JD004467, 2004
- Dairaku K., Emori S., Oki T.: Rainfall amount, intensity, duration, and frequency relationships in the Mae Chaem watershed in Southeast Asia, *J. Hydrometeorol.*, 5(3): 458-470, 2004
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T., Masui T., Takahashi K.: Analysis of global warming stabilization scenarios: the Asian-Pacific Integrated Model, *Energy Econ.*, 26: 709-719, 2004
- Kameyama Y.: The Future Climate Regime: A Regional Comparison of Proposals, *International Environmental Agreements, Law and Econ.*, 4(4): 307-326, 2004
- Kubota H., Numaguti A., Emori S.: Numerical experiments examining the mechanism of diurnal variation of tropical convection, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 82(5): 1245-1260, 2004
- Myhre G., Stordal F., Johnstrud M., Ignatov A., Mishchenko M.I., Geogdzhayev I.V., Tanré D., Deuzé J.L., Goloub P., Nakajima T., Higurashi A., Torres O., Holben B.N.: Intercomparison of satellite retrieved aerosol optical depth over

ocean, *J. Atmos. Sci.*, 61: 499–513, 2004

Ogura T., Abe-Ouchi A., Hasumi H.: Effects of sea ice dynamics on the Antarctic sea ice distribution in a coupled ocean atmosphere model, *J. Geophys. Res.*, 109: C04025, doi:10.1029/2003JC002022, 2004

Sakamoto T., Sumi A., Emori S., Nishimura T., Hasumi H., Suzuki T., Kimoto M.: Far-reaching effects of the Hawaiian Islands in the CCSR/NIES/FRCGC high-resolution climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 31: L17212, doi:10.1029/2004GL020907, 2004

Suzuki K., Nakajima T., Numaguti A., Takemura T., Kawamoto K., Higurashi A.: A study of the aerosol effect on a cloud field with simultaneous use of GCM modeling and satellite observation, *J. Atmos. Sci.*, 61: 179–194, 2004

Watanabe T., Yokozawa M., Emori S., Takata K., Sumida A., Hara T.: Developing a multilayered integrated numerical model of surface physics ? growing plants interaction (MINoSGI), *Global Change Biology* 10(6): 963–982, 2004

Zhao Z.-C., Sumi A., Harada C., Nozawa T.: Detection and projections of floods/droughts over East Asia for the 20th and 21st centuries due to human emissions, *World Resource Review*, 16(3): 312–329, 2004

増井利彦, 松岡 譲, 甲斐沼美紀子: 日本を対象とした経済モデルによる炭素税導入の影響分析, *環境経済・政策学会年報第9号 環境税*, 57–67, 2004

日比野剛, 松岡 譲, 甲斐沼美紀子: 技術選択モデルによる京都議定書達成に要する炭素税と政策分析, *環境経済・政策学会年報第9号 環境税*, 68–79, 2004

西本裕美, 松岡 譲, 藤野純一, 甲斐沼美紀子: 京都議定書が世界経済及び日本に及ぼす影響の評価, *環境経済・政策学会年報第9号 環境税*, 80–90, 2004

増井利彦: 地球温暖化対策税の税率とその経済影響の試算について, *租税研究*, 655: 65–81, 2004

大楽浩司, 江守正多, 沖 大幹: 東南アジア熱帯山岳地域における降水観測と数値解析, *水工学論文集*, 48: 301–306, 2004

和気洋子, 藤野純一, 鄭 雨宗, 竹中直子: 日韓 FTA と環境評価の政策シミュレーション分析, *三田商学研究*, 46(6): 29–48, 2004

Annan J.D., Hargreaves J.C., Ohgaito R., Abe-Ouchi A., Emori S.: Efficiently constraining climate sensitivity with ensembles of paleoclimate simulations, *Sci. Online Lett. Atmos.*, 1: 181–184, doi:10.2151/sola.2005-047, 2005

Emori S., Brown S.J.: Dynamic and thermodynamic changes in mean and extreme precipitation under changed climate, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L17706, doi:10.1029/2005GL023272, 2005

Emori S., Hasegawa A., Suzuki T., Dairaku K.: Validation, parameterization dependence and future projection of daily precipitation simulated with a high-resolution atmospheric GCM, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L06708, doi:10.1029/2004GL022306, 2005

Fujino J., Morita A., Matsuoka Y., Sawayama S.: Vision for utilization of livestock residue as bioenergy resource in Japan, *Biomass and Bioenergy*, 29: 367–374, 2005

Hasegawa A., Emori S.: Tropical cyclones and associated precipitation over the western North Pacific: T106 atmospheric GCM simulation for present and doubled CO<sub>2</sub> climates, *SOLA*, 1: 145–148, doi:10.2151/sola.2005-038, 2005

Kawase R., Matsuoka Y., Fujino J.: Decomposition analysis of CO<sub>2</sub> emission in long-term climate stabilization scenarios Energy Policy, In Press (Corrected Proof, Available online 20 April 2005)

Kimoto M., Yasutomi N., Yokoyama C., Emori S.: Projected changes in precipitation characteristics around Japan under the global warming, *Sci. Online Lett. Atmos.*, 1: 85–88, doi:10.2151/sola.2005-023, 2005

Lin J.-L., Kiladis G.N., Mapes B.E., Weickmann K.M., Sperber K.R., Lin W., Wheeler M.C., Schubert S.D., Del Genio A., Donner L.J., Emori S., Guérémy J.-F., Hourdin F., Rasch P.J., Roeckner E., Scinocca J.F.: Tropical intraseasonal variability in 14 IPCC AR4 climate models - Part I: Convective signals, *J. Clim.*, in press, 2005

Masui T.: Policy Evaluations under Environmental Constraints Using a Computable General Equilibrium Model, *Eur. J. Oper. Res.*, 166(3): 843–855, 2005

Nozawa T., Nagashima T., Shiogama H., Crooks S.A.: Detecting natural influence on surface air temperature change in

- the early twentieth century, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L20719, doi:10.1029/2005GL023540, 2005
- Sakamoto T.T., Hasumi H., Ishii M., Emori S., Suzuki T., Nishimura T., Sumi A.: Responses of the Kuroshio and the Kuroshio Extension to global warming in a high-resolution climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L14617, doi: 10.1029/2005GL023384, 2005
- Shiogama H., Watanabe M., Kimoto M., Nozawa T.: Anthropogenic and natural forcing impacts on ENSO-like decadal variability during the second half of the 20th century, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L21714, doi:10.1029/2005GL023871, 2005
- Suzuki T., Hasumi H., Sakamoto T.T., Nishimura T., Abe-Ouchi A., Segawa T., Okada N., Oka A., Emori S.: Projection of future sea level and its variability in a high resolution climate model: ocean processes and Greenland and Antarctic ice-melt contributions, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L19706, doi:10.1029/2005GL023677, 2005
- Suzuki T., Sakamoto T., Nishimura T., Okada N., Emori S., Oka A., Hasumi H.: Seasonal cycle of the Mindanao dome in the CCSR/NIES/FRCGC atmosphere-ocean coupled model, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L17604, doi: 10.1029/2005GL023666, 2005
- Takemura T., Nozawa T., Emori S., Nakajima T.Y., Nakajima T.: Simulation of climate response to aerosol direct and indirect effects with aerosol transport-radiation model, *J. Geophys. Res.*, 110: D02202, doi:10.1029/2004JD005029, 2005
- Watanabe S., Nagashima T., Emori S.: Impact of global warming on gravity wave momentum flux in the lower stratosphere, *Sci. Online Lett. Atmos.*, 1: 189-192, doi:10.2151/sola.2005-049, 2005
- Yokohata T., Emori S., Nozawa T., Tsushima Y., Ogura T., Kimoto M.: A simple scheme for climate feedback analysis, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L19703, doi:10.1029/2005GL023673, 2005
- Yokohata T., Emori S., Nozawa T., Tsushima Y., Ogura T., Kimoto M.: Climate response to volcanic forcing: Validation of climate sensitivity of a coupled atmosphere-ocean general circulation model, *Geophys. Res. Lett.*, 32: L21710, doi:10.1029/2005GL023542, 2005
- 花岡達也, 河瀬玲奈, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲: 温室効果ガス排出シナリオデータベースを用いた Post-SRES シナリオの地域別評価, *環境システム研究論文集*, 33: 221-232, 2005
- 赤澤悠子, 沼口 敦, 江守正多: 地球温暖化に伴う積雪量変化の地域的特性, *水文・水資源学会誌*, 18: 510-520, 2005
- 大楽浩司, 江守正多, 野沢 徹: 全球気候モデルにネスティングした地域気候モデルによる 21 世紀のアジアの水循環変動予測, *水工学論文集*, 49: 15-20, 2005
- Dairaku K., Emori S.: Dynamic and thermodynamic influences on intensified daily rainfall during the Asian summer monsoon under doubled atmospheric CO<sub>2</sub> conditions, *Geophys. Res. Lett.*, 33: L01704, doi:10.1029/2005GL024754, 2006
- Fujino J., Nair R., Kainuma M., Masui T., Matsuoka Y.: Multi-gas mitigation analysis on stabilization scenarios using AIM global model, *The Energy Journal* in the special issue "Multi-Greenhouse Gas Mitigation and Climate Policy", 311-321, 2007
- Hanaoka T., Kainuma M., Kawase R., Matsuoka Y.: Emissions scenarios database and regional mitigation analysis, *Environ. Econ. Policy Stud.*, 17(3): 367-389, 2006
- Kapustin V.N., Clarke A.D., Shinozuka Y., Howell S., Brekhovskikh V., Nakajima T., Higurashi A.: On the determination of a cloud condensation nuclei from satellite: Challenges and possibilities, *J. Geophys. Res.*, 111: D04202, doi:10.1029/2004JD005527, 2006
- Masui T., Hanaoka T., Hikita S., Kainuma M.: Assessment of CO<sub>2</sub> reductions and economic impacts considering energy-saving investments, *The Energy Journal* (Special Issue: Endogenous Technological Change and the Economics of Atmospheric Stabilisation), 175-190, 2006
- Masui T., Hibino G., Fujino J., Matsuoka Y., Kainuma M.: CO<sub>2</sub> reduction potential and economic impacts in Japan: application of AIM, *Environ. Econ. Policy Stud.*, 17(3): 271-284, 2006
- Masui T., Matsuoka Y., Kainuma M.: Long-term CO<sub>2</sub> emission reduction scenarios in Japan, *Environ. Econ. Policy*

Stud., 17(3): 347-366, 2006

Nagashima T, Shiogama H, Yokohata T, Takemura T, Crooks S.A., Nozawa T: The effect of carbonaceous aerosols on surface temperature in the mid twentieth century, *Geophys. Res. Lett.*, 33: L04702, doi:10.1029/2005GL024887, 2006

Nakicenovic N., Kolp P, Riahi K., Kainuma M., Hanaoka T: Assessment of emissions scenarios revisited, *Environ. Econ. Policy Stud.*, 17(3): 137-173, 2006

Shiogama H, Nagashima T, Yokohata T, Crooks S.A., Nozawa T: The Influence of Volcanic Activity and Changes in Solar Irradiance on Surface Air Temperatures in the Early Twentieth Century, *Geophys. Res. Lett.*, 33: L09702, doi:10.1029/2005 GL025622, 2006

Suzuki T, Takayabu Y.N., Emori S.: Coupling mechanisms between equatorial waves and cumulus convection in an AGCM, *Dyn. of Atmos. Oceans*, 42: 81-106, 2006

Tsushima Y, Emori S., Ogura T, Kimoto M., Webb M.J., Williams K.D., Ringer M.A., Soden B.J., Li B., Andronova N.: Importance of mixed-phase cloud distribution in the control climate for assessing the response of clouds to carbon dioxide increase - A multi model study, *Clim. Dynamics*, 27: 113-126, doi:10.1007/s00382-006-0127-7, 2006

Webb M.J., Senior C.A., Sexton D.M.H., Ingram W.J., Williams K.D., Ringer M.A., McAvaney B.J., Colman R., Soden B.J., Gudgel R., Knutson T, Emori S., Ogura T, Tsushima Y, Andronova N., Li B., Musat I., Bony S., Taylor K.: On the contribution of local feedback mechanisms to the range of climate sensitivity in two GCM ensembles, *Clim. Dynamics*, 27: 17-38, doi:10.1007/s00382-006-0111-2, 2006

Williams K.D., Ringer M.A., Senior C.A., Webb M.J., McAvaney B.J., Bony S., Andronova N., Emori S., Gudgel R., Knutson T, Li B., Lo K., Musat I., Wegner J., Slingo A., Mitchell J.F.B.: Evaluation of a component of the cloud response to climate change in an intercomparison of climate models, *Clim. Dynamics*, 26(2-3): doi:10.1007/s00382-005-0067-7, 2006

河瀬玲奈, 松岡 譲, 藤野純一: CO<sub>2</sub>大幅削減に向けた欧州諸国の取り組みとわが国の挑戦, *エネルギー・資源*, 27(2): 53-59, 2006

江守正多: 高解像度気候モデルによる気候変化予測とその信頼性, *地球環境*, in press, 2006

大楽浩司, 江守正多: 高解像度全球気候モデルによる地球温暖化時の夏季アジアモンスーン, *水工学論文集*, 50: 547-552, 2006

---



(1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

(査読なし)

発表者・題目・掲載誌・巻(号)・頁・刊年

Alexandrov G.A., Yamagata Y.: The science of Kyoto Forest- a grid-based model for carbon storing and accounting, IPCC LULUCF LA meeting Discussion Paper: 1-19, 2001

Sewell G., Yamagata Y.: Institutional Dimension of Global Environmental Change; Carbon Management Research Activities, CGER, D028: 1-113, 2001

井上 元: 温室効果ガス削減に向けて, 化学, 56(10): 11, 2001

井上 元: 地球温暖化の要因と将来予測, 日本エネルギー学会誌, 80(893): 794-800, 2001

山形与志樹, 石井 敦: 京都議定書における吸収源; ボン合意とその政策的含意, 地球環境研究センター D029: 1-19, 2001

石井 敦: 複数汚染物質議定書「外交科学」による「交渉の理性化」, Studies5: 1-88, 2001

町田敏暢, 矢澤健司, 田頭 剛, 井上 元, 田丸 卓: 相模湾上空における大気中二酸化炭素濃度の航空機観測, 航空宇宙技術研究所報告, TR-1422, 2001

辻井達一, 山形与志樹, 松井香里: 地球温暖化と湿地保全に関する国際ワークショップ報告書, 地球環境研究センター D032: 103-114, 2001

天野正博, 山形与志樹: 陸域生態系の吸収源機能に関する科学的評価についての研究の現状, 地球環境研究センター D030: 1-154, 2001

藤沼康実: 霞ヶ浦モニタリングデータブックの刊行について, かんきょう, 26(12): 40-41, 2001

藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 28 海面上昇データブック 2000, グローバルネット, 125: 34-35, 2001

藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 29 地球環境モニタリング事業の新たな展開, グローバルネット, 127: 28-29, 2001

藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 30 地球規模の二酸化炭素排出・吸収量評価方法の開発, グローバルネット, 129: 24-25, 2001

藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 31 環境問題関心度チェックー研究現場から子供たちへ発信, グローバルネット, 131: 24-25, 2001

藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 32 森林生態系の炭素循環機能にかかわる観測研究の新たな取り組み, グローバルネット, 133: 32-33, 2001

Obersteiner M., Azar C., Möllersten K., Riahi K., Moreira J., Nilsson S., Read P., Schrattnholzer L., Yamagata Y., Yan J.: Biomass Energy Carbon Removal and Permanent Sequestration—A ‘Real Option’ for Managing Climate Risk, Interim Report IIASA IR-02-04

山形与志樹: 京都議定書における吸収源対策 マラケシュ合意と中長期的課題, エネルギー・資源, 24(4): 35-38, 2002

山形与志樹: 京都議定書における炭素吸収源; 最新の国際動向, バイオサイエンスとインダストリー, 60(8): 556-558, 2002

山形与志樹: 京都議定書の吸収源; IPCC 特別報告書における検討, 環境研究, 17: 65-70, 2002

山形与志樹: 二酸化炭素シンクの考え方 - COP7 までの考え方と今後の課題, 紙パ技協誌, 56(5): 30-38, 2002

井上 元: 地球温暖化-不確実性減少へのチャレンジ, JISTEC Report, 143: 3-7, 2002

横内陽子: ハロゲン化合物, 対流圏大気化学と地球環境 (秋元 肇, 河村公隆, 中澤高清, 鷺田伸明編, 学会出版センター, 223p.), 111-121, 2002

横内陽子: 植物起源有機物質の動態と測定, 地球環境調査計測事典 第1巻 陸域編① (竹内均監修, フジテクノシステム, 1401p.), 402-405, 2002

横内陽子: 大気中の自然起源ハロゲン化合物の動態解明に向けて, かんきょう, 27(12): 42-43, 2002

- 山形与志樹, 水田秀行: 京都議定書にかかわる国際制度設計; マルチエージェントシミュレーションの役割, システム/制御/情報, 46(9): 69-577, 2002
- 山形与志樹, 天野正博: 「IPCC 温暖化ガス吸収及び排出量変化から間接的及び自然起因の影響を排除することについての専門家会合」報告, 地球環境研究センターニュース, 13(7): 6-8, 2002
- 山形与志樹: 京都議定書と吸収源 COP7 間での合意と今後の改題, 日本政策投資銀行 地域政策研究センター RP レビュー, 8(2): 20-28, 2002
- 山形与志樹: 京都議定書における吸収源の取り扱い - COP6 での交渉と科学的知見 -, 紙パ技協誌, 55(10): 18-26, 2002
- 小熊宏之, 島崎彦人, 山形与志樹: 森林樹冠率の推定におけるミクセル分類手法の有効性に関する研究, 写真測量とリモートセンシング, 41(2): 4-14, 2002
- 水田秀行, 山形与志樹: 国際排出量取引のエージェントベース・シミュレーション, シミュレーション, 21(1): 40-46, 2002
- 藤沼康実: 研究現場から地球環境研究センターシリーズ 33 安定同位体の測定から地球規模の二酸化炭素の収支を評価する, グローバルネット, 135: 28-29, 2002
- Apps M., Chedin A., Chen Chen-Tung A., Cox P., Dickinson R., Druffel R.M., Field C.E., Lankao P.R., Lebel L., Patwardhan A., Raupach M., Rhein M., Sabine C., Valentini R., Yamagata Y., Young O.: Global Carbon Project, Science Framework and Implementation, Earth System Science Partnership (IGBP, IHDP, WCRP, DIVERSITAS) Report (1): 69, Canberra, 2003
- Ishii A.: Improving Scientific Assessment of Carbon Sinks, IHDP Update (4): 10, 2003
- Ko M.K.W., Poulet G., Yokouchi Y., *et al.*: Chapter 2 Very short-lived halogen and sulfur substances. WMO Global Ozone Res. Monit. Proj. 47 Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002(World Meteorological Organization *ed.*, 498p.), 2.1-2.57, 2003
- Matsumoto Y.: The Importance of Policy Interlinkage Posed by the CFC Substitutes Issue, Open meeting of the Global Environmental Research Community, IHDP Update, (4): 9, 2003
- Mukai H., Nakao M., Fujihara M., Sagawa T., Miyazako T., Tatano C., Fukuda S.: Long-term variation of methanesulfonic acid concentration in the atmosphere at the Oki Islands in the Sea of Japan, Geochim. Cosmochim. Acta, 67(18 Suppl.1): A311, 2003
- Mukai H.: NIES pure CO<sub>2</sub> sample for inter-laboratory comparison of C and O isotope ratio analysis especially for atmospheric CO<sub>2</sub>, Report of the Eleventh WMO/IAEA Meeting of Experts on Carbon Dioxide Concentration and Related Tracer Measurement Techniques, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION GLOBAL ATMOSPHERIC WATCH, No.148, 31, 2003
- Tang Y., Okuda T., Awang M., Nik R.A., Tani M.: 18.Sunfleck contribution to leaf carbon gain in gap and understory tree seedlings of Shorea macrophylla, Pasoh: Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia (Okuda T., Manokaran N., Matsumoto Y. *eds.*, Spring-Verlag Tokyo, 628p.), 251-260, 2003
- Zhou L.X., Mukai H., Wen Y.P., Li J.L.: Monitoring of atmospheric CO at Mt.Waliguan, China., Geochim. Cosmochim. Acta, 67(18 Suppl.1): A583, 2003
- 井上 元: 地球環境モニタリング, ぶんせき, (10): 610-613, 2003
- 横内陽子: 自然起源の成層圏オゾン破壊物質 - 塩化メチル, 化学と教育, 51(12): 770-771, 2003
- 山形与志樹: グローバル炭素循環の急激な変動リスクと中長期的な吸収源対策の可能性, RP レビュー, 11(2): 28-38, 2003
- 中路達郎, 武田知己, 向井 譲, 小池孝良, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツ針葉の光合成活性と分光反射指標の関係, 日本林学会誌, 85(3): 205-213, 2003
- Benitez P., Mccallum I., Obersteiner M., Yamagata Y.: Global Supply for Carbon Sequestration; Identifying Least-Cost Afforestation Sites Under Country Risk Consideration, IIASA IR-04-022: 1-22, 2004
- Nagahama T., Nakane H., Fujinuma Y., Morihira A., Ogawa H., Mizuno A., Fukui Y.: Short-term variations of the

stratospheric ozone measured with the ground-based millimeter-wave radiometer at Rikubetsu, Proc. 20th Quadrenn. Ozone Symp., 408-409, 2004

井上 元：大気から見た二酸化炭素収支，地球環境，9(2)：221-230，2004

井上 元：二酸化炭素を宇宙から測る－温室効果ガスの全球観測をめざして－パリテイ，20(1)：58-60，2004

井上 元：農業土木分野におけるフィールド計測技術（その11・最終講）－大気中の環境濃度計測技術－，農業土木学会誌，72(6)：495-500，2004

岡松暁子：地球温暖化をめぐる法的紛争の現状と課題－ツバルの提訴を手がかりとして，地球環境研究センターニュース，13(8)：6-8，2004

平野高司，三枝信子，下山 宏，串田圭司，原蘭芳信：2003年アメリカ地球物理学連合（AGU）秋季集会の印象と最近の地球環境研究の動向，生物と気象，4(2)，57-62，2004

Tanimoto H., Wang T., Kim K.R., Lee G.: 4.3.Gases, Implementation Plan for the ABC East Asian Regional Experiment 2005 (Nakajima T., Yoon S.C. eds., UNEP/Atmospheric Brown Cloud(ABC) Project, 73p.), 19-23, 2005

Yokouchi Y., Mukai H., Saito T., Shirai T., Taguchi S.: *In situ* monitoring study of HFCs, PFCs, SF6, CFCs, and HCFCs at a remote station in East Asia. NON-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases: Science, Control, Policy and Implementation, Proc. 4th Intl. Symp. NCGG, 413-416(CD-ROM), 2005

横内陽子：東アジアにおけるハロカーボン排出実態解明のための観測研究，かんきょう，30(2)：42-43，2005

勝本正之，藤沼康実：国立環境研究所／地球環境研究センターの活動と情報発信 Estrela，132：9-15，2005

谷本浩志：全球・地域規模における対流圏オゾンの支配要因の解明へ向けて，化学と工業，58(2)：133-136，2005

山形与志樹，Alexandrov G.A.，木下嗣基，岩男弘毅，野村恭子，石井 敦：陸域生態系の炭素吸収源機能評価－京都議定書の第2約束期間以降における検討にむけて－，地球環境研究センター D039：1-181，2006

## (2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

(査読なし)

Kameyama Y.: Japan: Struggling to Achieve 6%, German Foreign Policy Dialogue Newsletter- Issue 06, Climate Change After Marrakech: The Role of Europe in the Global Arena, 19-21, 2001

Kawashima Y., Akino S.: Climate Change and Security: Regional Conflict as a New Dimension of Impact of the Climate Change, Global Environ. Res., 5(1): 33-43, 2001

Kawashima Y.: Japan and Climate Change: Responses and Explanations, Energy Environ., 12(2&3): 167-180, 2001

Masui T., Matsuoka Y., Morita T., Kainuma M., Takashi K.: Development of land use model for IPCC New Emission Scenarios (SRES), Present and Future of Modeling Global Environmental Change, Toward Integrated Modeling, Terra Sci. Pub. Co., 441-448, 2001

Matsuoka Y., Morita T., Kainuma M.: Integrated Assessment Model of Climate Change: The AIM Approach, Present and Future of Modeling Global Environmental Change, Terra Sci. Pub. Co., 339-361, 2001

Nozawa T., Emori S., Numaguti A., Tsushima Y., Takemura T., Nakajima T., Abe-Ouchi A., Kimoto M.: Projections of future climate change in the 21st century simulated by the CCSR/NIES CGCM under the IPCC SRES scenarios, In "Present and Future of Modeling Global Environmental Change: Toward Integrated Modeling", (Matsuno T., Kida H. eds.), Terra Sci. Pub. Co., 15-28, 2001

Nozawa T., Kanzawa H., Sugata S., Emori S., Higurashi A., Takata K., Numaguti A., Kimoto M.: Coupled ocean-atmosphere model experiments of future climate change based on the IPCC SRES scenarios, CGER's Supercomputer Activity Report, 8: 20-26, 2001

Sumi A., Morita T.: Discussion on strategy toward modeling of integrated system. Present and Future of Modeling Global Environmental Change: Toward Integrated Modeling, Terra Sci. Pub. Co., 363-372, 2001

- 川島康子：COP7の目指すもの，日本機械学会誌，10：681-684，2001
- 藤野純一：世界におけるバイオエネルギーの資源量評価－エネルギーモデルによる供給力解析－，環境技術，30(7)：503-509，2001
- Kainuma M., Morita T., Matsuoka Y., Masui Y., Fujino J., Takahashi K., You S.: Future perspectives, Towards a Sustainable Asia and the Pacific, Report of ECO Asia Long-term Perspective Project, Phase II, IGES, 2002
- Kameyama Y.: Climate Change and Japan, Asia Pacific Review, 9(1): 33-44, 2002
- Kanzawa H.: Comments: Climate oriented. Proc. Indonesian Forest Fire and its Environmental Impacts (15th Global Environment Tsukuba) (Tokyo, Japan, 7 March 2000), (Shimizu H. ed.), CGER-I049-2002, 38-39, 2002
- Nozawa T., Emori S., Numaguti A., Takemura T., Nakajima T., Abe-Ouchi A., Kimoto M.: Projections of future climate change simulated by a coupled ocean-atmosphere model under the IPCC SRES scenarios, In "Indonesian Forest Fire and its Environmental Impact - The 15th Global Environment Tsukuba -", (Shimizu H. ed.), CGER-REPORT, 30-37, 2002
- Nozawa T., Kanzawa H., Takayabu Y.N., Sugata S., Emori S., Higurashi A., Numaguti A., Takata K., Takayabu Y.N., Abe-Ouchi A., Kimoto M., Nakajima T., Oki T., Yokozawa M.: On the climate sensitivity of the CCSR/NIES CGCM, CGER's Supercomputer Activity Report, 9: 19-22, 2002
- Rana A., Masui T.: Modeling for Environmental Policy in India, In Brebbia C.A., Zannetti P. eds., Development and Application of Computer Techniques to Environmental Studies IX, 217-226, 2002
- 亀山康子：京都議定書をめぐる日本外交，国際問題 3月号，46-61，2002
- 江守正多：大陸規模・地域規模の気候変化，地球環境ハンドブック第2版（不破敬一郎，森田昌敏編著），朝倉出版，2002
- 江守正多：地域気候モデル，月刊海洋，34(2)：136-140，2002
- 森田恒幸：二酸化炭素固定場としての熱帯林の経済評価，TROPICS 熱帯研究，11(4)：213-219，2002
- 神沢 博：地球スケールモデル，地球環境調査計測事典 第1巻 陸域編①（竹内均監修，フジテクノシステム），472-478，2002
- 川島康子：COP6(第1回)の論点と今後の課題，気候影響・利用研究会会報，(20)：23-28，2002
- 増井利彦：環境保全と経済発展の両立に向けて，廃棄物研究財団財団だより，50：12-17，2002
- 藤野純一，森田明宏，松岡泰成，澤山茂樹：畜産排せつ物のバイオエネルギー利用ビジョン，日本エネルギー学会誌，81(5)：304-310，2002
- 藤野純一：バイオガスを回収したときに残された汚水処理の問題点，畜産排泄物バイオガス化普及の鍵を握る汚水処理，クリーンエネルギー，11(2)：19-25，2002
- 日引 聡：環境・開発サミット，週刊エコノミスト，80(38)：14，2002
- 日引 聡：環境問題の解決に経済学ができること，経済セミナー，(575)：12-16，2002
- Hibiki A., Higashi M., Matsuda A.: Determinants of the Firm to Acquire ISO14001 Certificate and Market Valuation of the Certified Firm, Discussion Paper (Department of Social Engineering, Tokyo Institute of Technology), 03-06: 1-2, 2003
- Kameyama Y.: Can Japan be an environmental leader? Japanese environmental diplomacy since the Earth Summit, Politics and the Life Science, September 2003, 21(2): 66-71, 2003
- Kameyama Y.: Maximizing Incentives Through Dual Track Approach — A Proposal for a Comprehensive Framework for Climate Regime Beyond 2002, in National Institute for Environmental Studies (NIES) and Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Climate Regime Beyond 2012-Incentives for Global Participation, 8-11, 2003
- Nozawa T., Emori S., Numaguti A., Tsushima Y., Takemura T., Nakajima T., Abe-Ouchi A., Kimoto M.: Transient climate change simulations in the 21st century with the CCSR/NIES CGCM under a new set of IPCC scenarios, CGER'S Supercomputer Monograph Report, 8: 44, 2003



Zhao Z.-C., Sumi A., Harada C., Nozawa T.: Projections of extreme temperature over East Asia for the 21st century as simulated by the CCSR/NIES2 coupled model, Proc. Int. Symp. Climate Change, WMO and CMA (eds.), WMO/TD No.1772, China Meteorological Press, Beijing, China, 158-164, 2003

岩田規久男, 日引 聡: 経済活動と環境保全, 暮らしと環境科学 (日本化学会編), 東京化学同人, 133-150, 2003

亀山康子: 地球温暖化は防げるかー京都議定書以降の各国の動きと将来, 佛教大学総合研究所紀要別冊, 103-118, 2003

甲斐沼美紀子: 温室効果ガス削減技術シナリオ策定検討会報告書, 概要, 大気環境学会誌, 3(4): A47-A54, 2003

高村ゆかり, 亀山康子: 地球温暖化交渉の到達点, 環境と公害, 32(3): 64-67, 2003

森田恒幸, 藤野純一: 環境教育における経済, 環境と文明, 11(10): 2-4, 2003

神沢 博: 地球の気候システム, 環境工学公式・モデル・数値集 (日本土木学会環境工学委員会編), 525-531, 2003

増井利彦: 地球温暖化対策税制専門委員会報告における炭素税率と経済影響に関する試算, かんきょう, 28(12): 16-20, 2003

増井利彦: 長期的な視点から見た首都機能移転と環境保全, 人と国土 21, 29(3): 58-60, 2003

藤野純一: Introduction of Research Group: 国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies: NIES) AIM Project Team, 日本エネルギー学会誌, 82(11): 881-883, 2003

日引 聡, 有村俊秀: 自動車燃料税改革と環境負荷低減の効果ー離散選択モデルの車種選択への応用, 環境税制に関する研究, 道経研 (道路経済研究所) シリーズ A-103: 36-59, 2003

日引 聡: 環境と経済を両立させる, ハーバード・ビジネス・レビュー, 28(5): 157-160, 2003

日引 聡: 地球温暖化対策税制の動向, エネルギー・資源, 24(5): 33-37, 2003

野沢 徹: Geo-Cosmos - 世界初の映像地球儀 -, ながれ, 21: 389-390, 2003

Bakkes J., Henrichs T., Kemp-Benedict E., Masui T., Nellemann C., Potting J., Rana A., Raskin P., Rothman D.: Municipal waste and emissions in Asia and the Pacific, The GEO-3 Scenarios 2002-2032 Quantification and Analysis of Environmental Impacts, UNEP/RIVM, 101-118, 2004

K-1 model developers: K-1 coupled model (MIROC) description, K-1 technical report, 1, (Hasumi H., Emori S. eds.), Center for Climate System Research, Univ. Tokyo, 34, 2004

Kameyama Y.: Beyond 2012 debate in Japan, Kyoto Protocol : Beyond 2012, Pelangi report special issue, 9-10, 2004

Kameyama Y.: Evaluation and Future of the Kyoto Protocol: Japan's Perspective, International Review for Environmental Strategies, 5(1): 71-82, 2004

Ott H.E., Winkler H., Brouns B., Kartha S., Mace M., Huq S., Kameyama Y., Sari A.P., Pan J., Sokona Y., Bhandari P.M., Kassenberg A., La Rovere E.L., Rahman A.: South-North Dialogue on Equity in the Greenhouse, a final report from South-North Dialogue project by Wuppertal Institute, Germany, and EDRC University of Cape Town, South Africa, supported by GTZ, Germany, 2004

伊藤昭彦, 市井和仁, 田中克典, 佐藤 永, 江守正多, 及川武久: 地球システムモデルで用いられる陸域モデル: 研究の現状と課題, 天気, 51: 227-239, 2004

江守正多, 住明 正, 木本昌秀, 野沢 徹: 地球温暖化と異常気象 スーパーコンピュータが予測する未来の気候, 21世紀の環境とエネルギーを考える, 時事通信社, 26: 33-46, 2004

甲斐沼美紀子: 第3編 地球環境への影響 1.5.3 技術的対策とその普及, 環境工学公式・モデル・数値集, 土木学会環境工学委員会環境工学に関わる出版準備小委員会編, (社)土木学会, 570-580, 2004

増井利彦: 第3編 地球環境への影響 第1章 地球温暖化 1.3 排出シナリオと気候予測, 環境工学公式・モデル・数値集, 土木学会環境工学委員会環境工学に関わる出版準備小委員会編, (社)土木学会, 539-546, 2004

- 藤野純一：経済の視点から持続可能な社会を，環境と文明，12(11)：7-8，2004
- 日引 聡，有村俊秀：環境保全のインセンティブと環境政策・ステークホルダーの影響～環境管理に関するOECD事業所サーベイから，東京工業大学社会工学専攻ディスカッションペーパー，03-06：1-21，2004
- 福島武彦，大島 巖，甲斐沼美紀子，梶原成元，関根雅彦，西村 修：研究展望 環境動態モデリングの現状と課題：モデルによって環境を救うために，土木学会論文集，VII-31(762)：1-14，2004
- Hanaoka T., Kainuma M., Matsuoka Y.: Global F-gas Emissions Scenarios and the Evaluation of Potential Reductions, Fourth International Symposium on Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases (NCGG-4) - Science, Control, Policy and Implementation, Proceeding, 689-696, (CD-ROM), 2005
- Nakajima T.Y., Kikuchi N., Nakajima T., Takamura T., Higurashi A., Kuji M.: GLI atmosphere sciences, IGARRS proc., 2005
- 高橋 潔，久保田泉：将来枠組みにおける適応策の位置づけ，季刊環境研究，138：102-110，2005
- 永島達也，野沢 徹，小倉知夫，横島徳太，岡田直資，塩竈秀夫：CCSR/NIES/FRCGC CGCMによる20世紀気候再現実験，グロースベッター，43：76-83，2005
- 榎本 剛，江守正多，経田正幸，野原大輔，山根省三：アンサンブル法に関するワークショップ参加報告，天気，52：241-247，2005
- 亀山康子：気候変動問題に関する国際的枠組みの動向，アーバン・アドバンス，36：12-17，2005
- 亀山康子：気候変動問題の将来枠組みにおける衡平性，広領域教育，59：11-19，2005
- 亀山康子：気候変動抑制のための将来の国際枠組みと市場メカニズム，オペレーション・リサーチ，50(7)：453-459，2005
- 亀山康子：京都議定書の発効と国際関係，国際問題，541：2-15，2005.
- 亀山康子：京都議定書の評価，資源環境対策，1月号，41(1)：94-96，2005
- 亀山康子：京都議定書第一約束期間以降の課題，かんきょう，3月号：13-15，2005
- 亀山康子：地球環境問題とわが国企業の果たす役割，電気協会報，972：18-21，2005
- 久保田泉：京都議定書発効の意義，Law & Technology，27：42-49，2005
- 江守正多：100年後1.4～5.8℃アップ，エネルギーレビュー，25(5)：12-15，2005
- 江守正多：気候安定化に関わる気候モデル研究の論点，季刊環境研究，138：32-36，2005
- 江守正多：地球温暖化の将来予測と影響評価－「地球シミュレータ」による最新予測－，かんきょう，30(12)：28-29，2005
- 江守正多：地球温暖化を予測する 世界は、そして日本はどうなる？，サイエンスウェブ，1(1)：42-51，2005
- 甲斐沼美紀子：AIM モデルを用いたアジア地域における温暖化対策の評価，環境技術，34(8)：546-551，2005
- 高見昭憲，日暮明子，三好猛雄，下野彰夫，畠山史郎：東シナ海域北部と南部におけるエアロゾル化学組成の差異，エアロゾル研究，20：352-354，2005
- 鶴田 順，久保田泉：「汚染者負担原則」の法過程的分析，季刊環境研究，138：134-142，2005
- 藤野純一：家畜排せつ物のエネルギー利用システムの評価と今後の展開，家畜排せつ物の処理・リサイクルとエネルギー利用，NTS，37-58，2004
- 藤野純一：システムの功罪－尼崎の事故から学ぶ－，エネルギー・資源，26(6)：71，2005
- 藤野純一：国際エネルギーワークショップ (IEW)2005に参加して，エネルギー・資源，26(6)：66-67，2005
- 藤野純一：市民が作る持続可能な社会に向けた新しいルール作り－「グリーン経済に向けた提言とその広め方」に参加して－，環境と文明 NPO 法人環境文明21会報，13(11)：14，2005
- 藤野純一：脱温暖化2050研究－2050年日本温室効果ガス排出量大幅削減への道筋－，かんきょう10月号，30(10)：42-43，2005
- 藤野純一：日本の森林の有効利用－どうすれば国産材の競争力を高められるか－，J. Japan Inst. Energy，84(12)：967-972，2005

- 日引 聡：税率・税額問題に終始した環境税導入案の問題点，月刊連合，18(5)：30-31，2005
- 日引 聡：英国がチャレンジした気候変動税と排出削減助成金制度，月刊連合，18(6)：30-31，2005
- 日引 聡：先行事例を踏まえた議論が必要な排出権取引制度，月刊連合，18(7)：30-31，2005
- 日引 聡：先行する諸外国では温暖化対策税制はどうなっているか，月刊連合，18(8)：30-31，2005
- 日引 聡：環境税，地球環境学Ⅱ（上智大学），115-129，2005
- 野沢 徹，藤野純一，高橋 潔：地球温暖化の総合解析，ペトロテック，28(12)：897-901，2005
- 有村俊秀，日引 聡：環境経営と環境政策の関係：環境管理に関する OECD 事業所サーベイから，上智経済論集，50(1-2)：1-13，2005
- Nakajima T.Y., Nakajima T., Higurashi A., Kikuchi N., Kuji M.: Atmospheric environment observed by GLI aboard ADEOS-II (ADEOS-II 衛星搭載 GLI センサーは大気の何を見てきたか), J. Remote Sensing Society of Japan (日本リモートセンシング学会誌), 26(1)：33-36, 2006
- Nozawa T., Nagashima T., Shiogama H.: the CCSR/NIES/FRCGC project team : Impact of aerosols on the climate change in the 20th century, Proc. 2nd Earth CARE Workshop: 163-166, 2006
- 亀山康子：気候変動保全に向けた国際的取組み，JICA monthly, February 2006, 26-27, 2006
- 久保田泉：気候変動枠組条約第11回締約国会議（COP11）および京都議定書第1回締約国会合（COP/MOP1）の成果，Law & Technology, 31：49-56, 2006
- 江守正多：気候シミュレーションは未来へのメッセージ，気候変動+2℃，山本良一・Think the Earth Project 編，ダイヤモンド社，110，2006
- 甲斐沼美紀子，相沢智之：京都議定書とCO<sub>2</sub>削減対策，日本フルードパワーシステム学会誌，37(3)（2006.3受理）
- 藤野純一，亀山康子：気候変動枠組条約第11回締約国会合（COP11）および京都議定書第1回締約国会合（COP/MOP1）報告 III. サイドイベント報告，地球環境研究センターニュース，16(10)：6-9，2006
- 藤野純一：脱温暖化社会の実現に向けて－問われる日本の総合力－，産業と経済，21-24，2006
-

## 2 口頭発表

### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

(ポスター含む)

---

発表者・題目・学会等名称・開催都市名・年月

---

Machida T., Inoue G., Nakazawa T., Maksyutov S., Vinnichenko N., Panchenko M., Arshinov M., Fedoseev N.: Temporal and spatial variations of atmospheric methane over Siberia, 9th symp. jt. Siberian permafrost stud. between Jpn. and Russ. in 2000, Sapporo, 2001. 1

Machida T., Inoue G.: Continuous CO<sub>2</sub> measurements onboard the aircraft, 1st Gen. Meet. AEROCARB, Autran(France), 2001. 3

Machida T., Nakazawa T., Maksyutov S., Tohjima Y., Vinnichenko N., Panchenko M., Fedoseev N., Inoue G.: Measurements of atmospheric CO<sub>2</sub> over Siberia, EUROSIBERIAN CARBONFLUX final proj. meet., Autran(France), 2001. 3

Machida T., Nakazawa T., Ishidoya S., Maksyutov S., Tohjima Y., Vinnichenko N., Panchenko M., Arshinov M., Fedoseev N., Inoue G.: Temporal and Spatial Variations of atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratio over Siberia, 6th Int. CO<sub>2</sub> Conf., Sendai Japan, 2001. 10

井上 元, 梁 乃申, 山形与志樹: 森林土壌呼吸の多点連続測定, 第48回日本生態学会, 熊本, 2001. 3

Mizuta H., Yamagata Y.: Agent-Based Simulation for Economic and Environmental Studies, 1st Int. Workshop Agent-based Approaches Econ. & Soc. Complex Syst., Proceeding, 525-540, Shimane, 2001. 5

Mukai H., Iwami H.: CO<sub>2</sub> reference gas prepared in NIES for intercomparison of isotope analysis, Clim. Monit. & Diagn. Lab. Annu. Meet., Boulder, Colorado, 2001. 5

Tohjima Y., Machida T., Katsumoto M., Fujinuma Y., Maksyutov S.: *In situ* measurement of the atmospheric CH<sub>4</sub> mixing ratio at Cape Ochi-ishi and Hateruma Island, Japan, Clim. Monit. Diagn. Lab. Annu. Meet., Abstracts, 19, Boulder, Colorado, 2001. 5

Tohjima Y., Maksyutov S., Machida T., Katsumoto M., Fujinuma Y.: *In situ* measurements of the atmospheric CH<sub>4</sub> mixing ratio at Cape Ochi-ishi and Hateruma Island, Japan, NOAA/CMDL Annu. Meet., Boulder, 2001. 5

Yamagata Y.: International Workshop on Vulnerability and Global Environmental Change, SEI Risk and Vulnerability Programme, Stockholm, 2001. 5

遠嶋康徳, Maksyutov S., 町田敏暢, 勝本正之, 藤沼康実: 落石・波照間ステーションで観測される大気中メタンの変動と大気の輸送との関係, 第7回大気化学討論会, 雄琴, 2001. 5

遠嶋康徳, 町田敏暢, 勝本正之, 藤沼康実, Maksyutov S.: 落石・波照間ステーションで観測される大気中メタンの変動と大気の輸送との関係, 第7回大気化学討論会, 同講演要旨集, 25, 雄琴, 2001. 5

横内陽子, 池田真珠美, 遊川知久: 熱帯域における塩化メチルの発生源について, 第7回大気化学討論会, 同講演要旨集, 6, 大津, 2001. 5

三枝信子, 山元 晋, 近藤裕明, 村山昌平, 藤沼康実, 平野高司: 苫小牧フラックスリサーチサイト(カラマツ林)におけるCO<sub>2</sub>・水蒸気フラックスの長期観測, 気象学会2001年春季大会, 同大会予稿集, 79: 338, 東京, 2001. 5

勝本正之, 向井人史, 遠嶋康徳, 町田敏暢, 酒巻史郎, 野尻幸宏, 藤沼康実: 波照間及び落石岬ステーションにおける温室効果ガスモニタリング, 日本気象学会2001年春季大会, 同大会予稿集, 79: 249, 東京, 2001. 5

町田敏暢, 井上 元, 中澤高次, Maksyutov S., Vinnichenko N., Panchenko M., Fedoseev N.: シベリア上空における大気中メタン濃度の時間的・空間的変動, 日本気象学会2001年春季大会, 東京, 2001. 5

町田敏暢, 井上 元, 中澤高次, 石戸谷重之, Maksyutov S., Vinnichenko N., Panchenko M., Fedoseev N.: シベリア上空における大気中メタン濃度の時間的・空間的変動, 第7回大気化学討論会, 滋賀, 2001. 5

長浜智生, 中根英昭, 秋吉英治, 藤沼康実, 小川英夫, 福井康雄: つくばミリ波分光計による中間圏オゾンの季節変動の観測, 日本気象学会2001年春季大会, 講演予稿集, 165, 東京, 2001. 5

井手玲子, 三枝信子, 向井人史, 勝本正之, 藤沼康実: 苫小牧カラマツ林上空におけるCO<sub>2</sub>濃度の変動特性について, 農業環境工学関連4学会2001年合同大会, 同講演要旨集, 275, つくば, 2001. 6

---



- 中台利枝, 広木幹也, 藤沼康実, 山形与志樹, 宇田川弘勝, 小泉 博: 苫小牧カラマツ林における土壌の特性と土壌呼吸との関係, 農業環境工学関連4学会2001年合同大会, 同講演要旨集, 274, つくば, 2001.6
- 平野高司, 藤沼康実, 高田雅之, 井上 元, 三枝信子, 山元 晋, 原蘭芳信: 苫小牧カラマツ林におけるCO<sub>2</sub>フラックスモニタリング-試験観測の結果-, 農業環境工学関連4学会2001年合同大会, 同講演要旨集, 273, つくば, 2001.6
- Alexandrov G.A., Oikawa T., Yamagata Y.: The Use of the Osnabruck NPP Dataset in Globalization of a Process-Based NPP Model, IGBP Open Sci. Conf., Amsterdam, 2001.7
- Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Managing Terrestrial Carbon Sinks; Do Rewards Justify the Risks?, IGBP Open Sci. Conf., Amsterdam, 2001.7
- Machida T., Kita K., Kondo Y., Inoue G., Ogawa T.: Spatial variations of atmospheric carbon dioxide observed by BIBLE-C campaign, BIBLE Workshop, Tokyo, 2001.7
- Machida T., Kita K., Kondo Y., Inoue G., Ogawa T.: Spatial variations of atmospheric carbon dioxide observed by BIBLE-C campaign, BIBLE Workshop, Tokyo, 2001.7
- Katsumoto M., Nagahama T., Sugimoto N., Matsui I., Fujinuma Y., Mukai H., Tohjima Y., Machida T., Sakamaki F., Nojiri Y., Nakane H.: Monitoring of stratospheric ozone and related tropospheric trace gases in CGER/NIES-observation and data dissemination, Network Detect. Stratos. Change 2001 Symp., Abstracts, 208, Arcachon(France), 2001.9
- Nagahama T., Nakane H., Fujinuma Y., Ogawa H., Fukui Y.: Intercomparison between vertical ozone profile measurements by ground-based-millimeter-wave radiometer in rikubetsu and SAGE-II, Network Detect. Stratos. Change 2001 Symp., Abstracts, 171, Arcachon, 2001.9
- Alexandrov G.A., Oikawa T., Yamagata Y.: Climate dependence of the CO<sub>2</sub> fertilization effect on terrestrial Net Primary Production, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Sendai, 2001.10
- Fujinuma Y., Hirano T., Saigusa N., Yamamoto S., Harazono Y., Takada M., Inoue G.: Measurement of CO<sub>2</sub> flux above a larch plantation in the cool-temperate zone, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 424-426, Sendai, 2001.10
- Fujinuma Y., Katsumoto M., Mukai H., Tohjima Y., Machida T., Oda N., Saito S., Sakamaki F., Nojiri Y., Inoue G.: Baseline monitoring of Greenhouse Gases at two remote site station in Japan-Hateruma and Cape Ochi-ishi, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 166-169, Sendai, 2001.10
- Inoue G., Liang N.: A multichannel automated chamber system for continuous measurement of soil CO<sub>2</sub> efflux, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, Sendai, 2001.10
- Liang N., Inoue G.: A multichannel automated chamber system for continuous measurement of soil CO<sub>2</sub> efflux 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 325-328, Sendai, 2001.10
- Machida T., Nakazawa T., Ishidoya S., Maksyutov S., Tohjima Y., Vinnichenko N., Panchenko M., Arshinov M., Fedoseev N., Inoue G.: Temporal and Spatial Variations of atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratio over Siberia, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Harashima, 2001.10
- Mukai H., Katsumoto M., Ide R., Machida T., Fujinuma Y., Nojiri Y., Inagaki M., Oda N., Watai T.: Characterization of atmospheric CO<sub>2</sub> observed at two-background air monitoring stations(Hateruma and Ochi-ishi) in Japan, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstract, 108-112, Sendai, 2001.10
- Mukai H., Nojiri Y., Iwami H., Machida T., Fujinuma Y., Nojiri T.: Estimation of recent CO<sub>2</sub> sink variation base on carbon and oxygen isotope ratios of CO<sub>2</sub> collected over the Pacific, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 104-107, Sendai, 2001.10
- Mukai H., Nojiri Y., Machida T., Fujinuma Y., Nojiri T.: Estimation of recent CO<sub>2</sub> sink variation based on carbon and oxygen isotope ratios of CO<sub>2</sub> collected over the Pacific, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Extended abstract 104-107, Sendai, 2001.10
- Saigusa N., Yamamoto S., Murayama S., Kondo H., Fujinuma Y., Hirano T.: Long-term measurements of net CO<sub>2</sub> exchanges over contrastive forest ecosystems in Japan, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 329-331, Sendai, 2001.10

- Sewell G., Yamagata Y.: Simulating the Performance of the Kyoto Mechanisms, 2001 Open Meet. Human Dimensions Global Environ. Change Res., Rio de Janeiro, 2001. 10
- Takahashi Y., Machida T., Tohjima Y., Inoue G., Nakazawa T., Ishidoya S., Tamaru T., Yazawa K., Fedseev N., Panchenko M. *et al.*: Monitoring the isotopic composition of atmospheric CO<sub>2</sub> over Siberia and Japan. 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Extended Abstracts, 1: 244-247, Sendai, 2001. 10
- Tohjima Y., Machida T., Mukai H., Nojiri Y., Fujinuma Y.: Measurements of the atmospheric O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ratio at Hateruma Island and Cape Ochi-ishi, Japan, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 240-243, Sendai, 2001. 10
- Yamamoto S., Saigusa N., Harazono Y., Fujinuma Y., Inoue G., Hirano T., Fukushima Y.: Present status of AsiaFlux network and a view toward the future, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 404-407, Sendai, 2001. 10
- Zeng J., Nojiri Y., Murphy P.P., Mukai H., Machida T., Katsumoto M., Fujinuma Y.: Variability of atmospheric CO<sub>2</sub> over the northern North Pacific: results of a ship of opportunity in 1995-1999, 6th Int. Carbon Dioxide Conf., Abstracts, 127-130, Sendai, 2001. 10
- Zeng J., 勝本正之, 藤沼康実: 対流圏モニタリングデータ解析のための三次流跡線描画システムの開発, 第42回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 290, 北九州, 2001. 10
- 山形与志樹: 京都議定書における吸収源の取扱いとリモートセンシングの役割, 第27回計測自動制御学会リモートセンシングシンポジウム特別講演, 東京, 2001. 10
- 永淵 修, 向井人史, 阿久根卓, 吉村和久: 樹氷中鉛同位体比を用いた大気汚染物質の移流解析, 日本地球化学会第48回年会, 同講演要旨集, 37, 東京, 2001. 10
- 遠嶋康徳, 高橋善幸, 町田敏暢, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおいて観測された大気と森林生態系間における酸素と二酸化炭素の交換比率, 日本地球化学会第48回年会, 同講演要旨集, 145, 東京, 2001.10
- 金城義勝, 長嶺弘輝, 与儀和夫, 平良淳誠, 藤沼康実, 井上 元: 波照間, 石垣市及び辺戸岬におけるエアロゾル中の nss-SO<sub>4</sub><sup>(2-)</sup>, NO<sub>3</sub> 濃度について, 第42回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 379, 北九州, 2001. 10
- 高橋善幸, 遠嶋康徳, 町田敏暢, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおいて観測された森林内の大気二酸化炭素安定同位体比の時間変動, 日本地球化学会第48回年会, 同講演要旨集, 87, 東京, 2001. 10
- 勝本正之, 向井人史, 遠嶋康徳, 町田敏暢, 酒巻史郎, 織田伸和, 齋藤重雄, 野尻幸宏, 藤沼康実: 国立環境研究所における温室効果ガス地上モニタリングの概況 - 2000年の観測結果を中心として -, 第42回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 288, 北九州, 2001. 10
- 織田伸和, 横内陽子, 古川 修, 井手玲子, 勝本正之, 藤沼康実: 波照間ステーションにおける CFC, SF<sub>6</sub>等のモニタリング, 第42回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 289, 北九州, 2001. 10
- 石井 敦, 明日香壽川, 田邊朋行: ODAによる地球温暖化対策のオプション; 債務カーボンスワップ・イニシアチブ, 環境法政策学会2001年度学術大会, 神戸, 2001. 10
- 池内和泉, 古橋規尊, 藤沼康実, 勝本正之, 中根英昭: トラジェクトリ解析における三次元型モデル導入の検討, 第42回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 379, 北九州, 2001. 10
- 藤沼康実: 地球環境研究センターが推進する森林の炭素循環機能に関する研究戦略, 北海道大学演習林創設100周年記念国際シンポジウム, 北海道, 2001. 10
- 内田昌男, 柴田康行, 河村公隆, 熊本雄一郎, 米田 譲, 大串健一, 向井人史, 原田尚美, 森田昌敏: 北西部北太平洋表層堆積物中有機分子(アルケノン, 脂肪酸, 炭化水素)の分子レベル放射性炭素年代決定, 第48回日本地球化学会年会, 同講演要旨集, 161, 東京, 2001. 10
- 遠嶋康徳, 高橋善幸, 町田敏暢, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおいて観測された大気と森林生態系間における酸素と二酸化炭素の交換比率, 日本地球化学会第48回年会, 東京, 2001. 10
- 高木健太郎, 野村 睦, 秋林幸男, 笹賀一郎, 小池孝良, 芦谷大太郎, 菅田定雄, 小林 信, 北條 元, 藤沼康実: 北海道北部針広混交林における秋季の炭素吸収特性, 日本農業気象学会北海道支部2001年大会, 同講演要旨集, 26-27, 網走, 2001. 11
- 藤沼康実, 高田雅之, 刈谷 滋: GEMS/Water ナショナルセンター業務について, 第9回世界湖沼会議同会議発表文集, 557-560, 大津, 2001. 11

- 藤沼康実：霞ヶ浦データベースのからみた水質の長期変動，第9回世界湖沼会議，同会議発表文集，553-556，大津，2001.11
- Hirano T., Hirata R., Saigusa N., Yamamoto S., Fujinuma Y., Takada M., Inoue G.: Heat flux above a larch forest in East Asia, AGU 2001 Fall Meet., Abstracts, 82(47): F220, San Francisco, 2001. 12
- Mizuta H., Yamagata Y.: Agent-based Simulation and Greenhouse Gas Emissions Trading, Winter Simulation Conf. 2001, San Diego, 2001. 12
- Saigusa N., Yamamoto S., Gamo M., Murayama S., Kondo H., Fujinuma Y., Hirano T.: Net CO<sub>2</sub> exchange over contrastive deciduous forest ecosystems in Japan: responses to temp. variability, AGU 2001 Fall Meet., Abstracts, 82(47): F214, San Francisco, 2001. 12
- Yokouchi Y., Ikeda M., Inuzuka Y., Yukawa T.: Methyl chloride emission from tropical plants 2001 AGU Fall Meet. EOS Trans. AGU Fall Meet. Suppl., 82(47), San Francisco, 2001. 12
- 横内陽子，犬塚洋子，矢澤健司，稲垣敏治，田丸 卓：相模湾上空におけるハロカーボン類の鉛直分布と季節変動，第12回大気化学シンポジウム，豊橋，2001.12
- Hirata R., Hirano T., Fujinuma Y., Saigusa N., Yamamoto S., Harazono Y.: One-year continuous measurements of CO<sub>2</sub> and energy fluxes by using an open-path system over a larch forest in Hokkaido, Japan 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proc., 81-82, Jeju(Korea), 2002. 1
- Liang N., Fujinuma Y., Inoue G.: Long-term measurement of soil CO<sub>2</sub> efflux in a northern Larix ecosystem by a ultrachannel automated chamber system, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proc., 29, Jeju(Korea), 2002. 1
- Nakadai T., Yamagata Y., Fujinuma Y., Hiroki M., Uragawa K.: Spatial Variation of Soil CO<sub>2</sub> Flux and Soil Microbial Biomass in Larch Forest, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Jeju island, 2002. 1
- Takagi K., Nomura M., Ashiya D.T., Sugata S., Kobayashi M., Hojyo H., Naniwa A., Sugishita Y., Akibayashi Y., Fujinuma Y., *et al.*: Carbon cycle monitoring on a larch plantation in northernmost of Japan: evaluation of carbon sequestration at a current mixed forest in autumn 2001, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proceedings, 48-49, Jeju(Korea), 2002. 1
- Takahashi Y., Tohjima Y., Machida T., Fujinuma Y.: Temporal variations in stable isotope ratios of respired CO<sub>2</sub> in Japanese larch forest ecosystem, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proceedings, 41-42, Jeju(Korea), 2002. 1
- Toriyama A., Fujinuma Y., Inoue G.: Database and data dissemination system for Tomakomai flux research site, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proc., 52, Jeju(Korea), 2002. 1
- Wang H., Saigusa N., Yamamoto S., Fujinuma Y., Hirano T.: Variation of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O fluxes above a larch forest during the foliation and defoliation periods, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proc., 31-32, Jeju(Korea), 2002. 1
- Yamamoto S., Saigusa N., Ohtani Y., Miyata A., Fujinuma Y., Inoue G., Hirano T., Fukushima Y.: The Asian Flux Network: present activity and its extension, 2nd Int. Workshop Adv. Flux Network Flux Eval., Proc., 3-4, Jeju(Korea), 2002. 1
- 水田秀行，山形与志樹：国際排出権取引におけるシミュレーションとゲーミング，第127回知能と複雑系研究会，情報処理学会研究報告，2002(1)，159-165，修善寺，2002.1
- 水田秀行，山形与志樹：エージェントフレームワークとウェブゲーミングシステムを用いた国際排出権取引実験，第25回システム工学部会研究会「人工社会，組織，経済の基礎理論と応用」～人工社会，組織，経済の基礎原理からゲーム社会の応用まで，東京，2002.3
- 山形与志樹：京都議定書に対応したモニタリング・認証に対するアプローチ，炭素吸収源に関する勉強会，財団法人資源・環境観測解析センター，東京，2002.5
- 池内和泉，古橋規尊，中根英昭，菅田誠治，向井人史，勝本正之，藤沼康実：三次元流跡線解析モデルの導入検討，日本気象学会2002年度春季大会，同講演予稿集，81：258，さいたま，2002.5
- 榎本孝輝，横内陽子，泉 克幸：PFC，HCFC，HFC，CFCの同時測定システムの開発，第8回大気化学討論会，同講演要旨集，20，虻田（北海道）2002.6

遠嶋康徳, 高橋善幸, 町田敏暢, 藤沼康実: 森林生態系間における酸素と二酸化炭素の交換比率について, 第8回大気化学討論会, 虻田(北海道), 2002.6

山形与志樹: 京都議定書における吸収源に関する最近の動向について, 京都議定書における吸収源に関する勉強会(中部電力株式会社), 名古屋, 2002.7

Mizuta H., Yamagata Y.: International Emissions Trading with Agent-Based Simulation and Web-Based Gaming, INT. CONGR. MATH. Game Theory & Appl. Satell. Conf., Abstracts, 563-577, Qingdao, 2002.8

Toriyama A., Hirano T., Yamamoto S., Saigusa N., Fujinuma Y.: CO<sub>2</sub> and energy fluxes over a northern larch forest, 8th Int. Cong. Ecol., Proc., 269-270, Seoul, 2002.8

Yamagata Y., Mizuta H.: An International Regime Design Regarding the Kyoto Protocol; The Role of Multi-Agent Simulation, 2nd Int. Workshop Agent-based Approaches Econ. & Soc. Complex Syst.(AESCS'02), Tokyo, 2002.8

王輝民, 三枝信子, 山本晋, 平野高司, 鳥山敦, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおけるカラマツ林と大気CO<sub>2</sub>交換量の季節変動について, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 45, 東京, 2002.8

高木健太郎, 笹賀一郎, 野村睦, 秋林幸男, 小池孝良, 藤沼康実, 高田雅之, 前林衛: 森林伐採カラマツ植林が森林流域の炭素循環に及ぼす影響-現存する針広混交林における炭素吸収特性-, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 52, 東京, 2002.8

小熊宏之, 藤沼康実: ハイパースペクトルカメラによる森林樹冠の観測, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 259, 東京, 2002.8

大政謙次, 浦野豊, 小熊宏之, 藤沼康実: 可搬型 Scanning Lidar データを用いたカラマツ林の樹林マッピングと胸高直径及びバイオマスの推定, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 51, 東京, 2002.8

鳥山敦, 藤沼康実, 井上元: 苫小牧フラックスリサーチサイトのデータ配布システム, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 343, 東京, 2002.8

鳥山敦, 平野高司, 山本晋, 三枝信子, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおけるフラックス観測, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 44, 東京, 2002.8

平田竜一, 平野高司, 藤沼康実, 三枝信子, 山本晋, 原園芳信: カラマツ林における正味生態系CO<sub>2</sub>交換量の連続観測, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 36, 東京, 2002.8

梁乃申, 藤沼康実, 井上元: 多点大型自動開閉チャンバーを用いた土壌CO<sub>2</sub>フラックスの連続測定, 農業環境工学関連4学会2002年合同大会, 同講演要旨集, 東京, 2002.8

Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Toward verification guidelines for carbon sink assessments at regional continental and global scale, WENGEN-2002 Int. Workshop Quantifying Terr. Carbon Sinks; Sci. Technol. & Policy, Wengen, 2002.9

Mizuta H., Yamagata Y.: Kyoto protocol; international emissions trading with agent-based approach, 48th Symp. Oper. Res. Soc. Jpn, Programs, 45-48, Hakodate, 2002.9

Yamagata Y., Mizuta H.: Agent-based simulation of the International CO<sub>2</sub> Emission Trading; Emergent behavior of countries, 6th Int. Conf. COMPLEX SYST. 2002<Complexity Agent-based Modeling>, Tokyo, 2002.9

Yokouchi Y., Okuda T., Saito T., Philip E.: Measurements of Methyl Chloride Emission from dipterocarp tree species (Dipterocarpaceae) in Malaysia, 2002 Gordon Res. Conf.-Biog. Hydrocarbons Atmos, Oxford, 2002.9

遠嶋康徳: 大気中酸素濃度の再評価, 日本地球化学会第49回年会, 同講演要旨集, 60, 鹿児島, 2002.9

横内陽子, Toom-Sauntry D., 田丸卓, 矢澤健司, 稲垣敏治: 対流圏大気中臭化メチル濃度の観測とそのトレンド解析, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 425, 府中, 2002.9

向井人史, 町田敏暢, 井手玲子, 勝本正之, 藤沼康実, 織田伸和, 渡井智則: 波照間, 落石モニタリングステーションでのCO<sub>2</sub>濃度変動の特徴について, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 416, 府中, 2002.9

高見昭憲, 菅田誠治, 酒巻史郎, 向井人史, 坂東博: 東シナ海上空でのガスおよびエアロゾルの観測と移流パターン, 化学工学会第35回秋季大会, 同講演要旨集, F303, 神戸, 2002.9

坂井哲男, 田口圭介, 久嶋鉄郎, 落井勅, 青山善幸, 向井人史, 村野健太郎: 越前岬における冬季の大気汚染物質観測-ガス状, 粒子状成分の2000年度及び2001年度観測結果-, 第43回大気環境学会年会, 講演要旨集,



296, 府中, 2002. 9

勝本正之, 古橋規尊, 井手玲子, 稲垣美知子, 向井人史, 藤沼康実: モニタリングデータベース・データ提供システム, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 417, 府中, 2002. 9

織田伸和, 勝本正之, 井手玲子, 稲垣美知子, 藤沼康実, 向井人史: モニタリングステーションのデータ取得状況について, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 418, 府中, 2002. 9

水田秀行, 山形与志樹: エージェントベースアプローチと京都議定書・国際排出量取引, 日本シミュレーション&ゲーミング学会2002年度秋季全国大会, 予稿集, 120-125, 京都, 2002. 9

水田秀行, 山形与志樹: 京都議定書, 国際排出権取引のエージェントベースシミュレーション, 第48回シンポジウムマルチエージェントシステムとOR, 函館, 2002. 9

鳥山 敦, 藤沼康実, 犬飼 孔, 平野高司, 三枝信子: 苫小牧フラックスリサーチサイトにおける森林の二酸化炭素収支観測 - 2001年観測概要 -, 2002生態工学会年次大会, 同講演要旨集, 126-127, 藤沢, 2002. 9

鳥山 敦, 平野高司, 三枝信子, 高田雅之, 藤沼康実: 苫小牧カラマツ林におけるCO<sub>2</sub>フラックスモニタリング - 2001年観測概要 -, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 419, 府中, 2002. 9

藍川昌秀, 平木隆年, 玉置元則, 向井人史, 村野健太郎: 兵庫県北部地域における冬季の大気汚染物質観測 - ガス状, 粒子状成分の平成12,13年度観測結果 -, 第43回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 297, 府中, 2002. 9

李 美善, 遠嶋康徳, 井上 元: チャンバー法を用いた土壌呼吸における酸素と二酸化炭素の交換比率の測定, 日本地球化学会第49回年会, 同講演要旨集, 145, 鹿児島, 2002. 9

山形与志樹: リモートセンシングによる湿地・森林生態系の環境監視手法, 財団法人日本農業土木総合研究所, 東京, 2002. 11

山形与志樹: 京都議定書における吸収源; リモートセンシング・GISの果たす役割, GISワークショップ, 東京, 2002. 11

小林史歩, 六川修一, 山形与志樹, 小熊宏之: 放射伝達モデルに基づく生化学物質含有量逆推定, 日本リモートセンシング学会第33回学術講演会, 佐賀, 2002. 11

Ishii A.: Diplomatory science: Modeling the hybrid character of policy-advisory science for diplomacy, 2002 Berlin Conf. Human Dimensions Global Environ. Change, Proc., 261-270, Berlin, 2002. 12

Matsumoto Y.: International Non-governmental Organization as Knowledge Mediators; A Case Study on Decision-Making on Hydrocarbon Refrigerators by a Japanese Appliance Maker, 2002 Berlin Conf. Human Dimensions Global Environ. Change, Berlin, 2002. 12

Mizuta H., Yamagata Y.: Transaction Cycle of Agents and Web-Based Gaming Simulation for International-Emissions Trading, WSC'02 EXPLOR. NEW FRONT. WINTER SIMULATION CONF, San Diego, 2002. 12

横内陽子: 地球環境変動と関わる大気中ハロゲン化合物の観測について, 平成14年度環境省地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム, 同講演要旨集, 5, 東京, 2002. 12

Nojiri Y., Wong C.S., Zeng J., Kariya S., Watai T., Fujii M., Mukai H., Fujinuma Y., Machida T.: SOOP observation of sea surface pCO<sub>2</sub> covering northern North Pacific since 1995 - Climatology, interannual variability, strategy expanding to global coverage, Ocean carbon observations from ships of opportunity and repeat hydrographic sections, Invited Plenary Lecture, 1st Workshop Int. Ocean Carbon Coordination Proj., Paris, 2003. 1

町田敏暢, 渡井智則, 下山 宏, 山本昌則, 井上 元, Krasnov O.: タワーと航空機を利用した大気境界層とその上部での二酸化炭素濃度の高頻度観測, 第13回大気化学シンポジウム, 豊川, 2003. 1

Nojiri Y., Wong C.S., Fujii M., Imai K., Chierici M., Fransson A., Kariya S., Mukai H., Fujinuma Y.: Extensive dataset in sea surface pCO<sub>2</sub> and biogeochemical parameters monitored by cargo ships in the North Pacific Ocean reveals a sporadic biological event, CARINA (Carbon dioxide in the Atlantic Ocean) workshop, Gran Canaria, 2003. 2

山形与志樹: 京都議定書における吸収減対策; 合意内容と今後の課題, 平成14年度第2回講習会「地球温暖化問題の対応策」エネルギー・資源学会, 大阪, 2003. 2

Alexandrov G.A., Yamagata Y., Saigusa N., Oikawa T.: TsuBiMo vs AsiaFlux; A case study of Takayama, Carbo Eur. Conf. Conti. Carbon Cycle, Lisbon, 2003. 3

- Mukai H., Nakao M., Furuta N., Miyazako T., Fujihara M., Sagawa T., Tatano C.: Long-term observation of aerosol ionic contents at Oki Island in the Sea of Japan: 8th Int. confe. Atmos. Sci. & Appl. to air qual., abstract, 129, Tsukuba, 2003. 3
- 山形与志樹：京都議定書における吸収減対策と京都メカニズムについて，事業者向け温暖化対策セミナー「企業・自治体取り組む森林のCO<sub>2</sub>吸収源対策・排出量取引」，札幌，2003. 3
- 小熊宏之，中路達郎，田中博春：リモートセンシングによるカラマツ林の計測，第114回日本林学会，盛岡，2003. 3
- 小熊宏之，中路達郎，藤沼康実：リモートセンシングによるカラマツ林の観測，第114回日本林学会，盛岡，2003. 3
- 谷本浩志：対流圏オゾンとその前駆物質の観測研究－現状と方向性，日本化学会 第83回春季年会，同講演予稿集，1：207，東京，2003. 3
- 中路達郎，武田知己，小熊宏之，藤沼康実：カラマツの光合成活性評価のためのPRIの利用，日本生態学会 第50回大会，講演要旨集，267，つくば，2003. 3
- 中路達郎，武田知己，藤沼康実，小熊宏之：カラマツ針葉の光合成活性評価へのPRIの利用，第114回日本林学会大会，同講演要旨集，100，盛岡，2003. 3
- 田中博春，小熊宏之，鳥山 敦，山形与志樹，藤沼康実，三枝信子，王 輝民：定点撮影カメラによる森林のフェノロジー判定と植生指標・葉面積指数の季節変化，日本地理学会 2003年度春季学術大会，東京，2003. 3
- 田中博春，小熊宏之：フラックスタワーデータを用いた各種植生指標の季節変化の検討，第114回日本林学会，盛岡，2003. 3
- 田中博春，小熊宏之：全天分光日射計を用いた各種植生指標とCO<sub>2</sub>フラックス・葉面積指数の季節変化－苫小牧フラックスリサーチサイトタワーデータでの検証－，日本地理学会 2003年度春季学術大会，同発表要旨集，276，東京，2003. 3
- 武田知己，米 康充，小熊宏之，藤田 玲，山形与志樹：レーザースキャナを使用したカラマツ林の葉面積密度の測定（ポスター），日本林学会第114回大会，盛岡，2003. 3
- 米 康充，小熊宏之：地上レーザースキャナを用いた森林計測手法の検討，第114回日本林学会，盛岡，2003. 3
- 李 美善，遠嶋康徳，井上 元：土壌呼吸における酸素と二酸化炭素の測定，日本生態学会 第50回大会，同講演要旨集，つくば，2003. 3
- 李 美善，遠嶋康徳，井上 元：陸域生物圏と大気圏の間の酸素と二酸化炭素の交換比率，第114回日本林学会大会，同講演要旨集，盛岡，2003. 3
- Liang N., Fujinuma Y., Inoue G.: Carbon balance research in a northern larch forest: continuous measured by multichannel automated chamber systems, Annu. Main Meet. Soc. Exp. Biol., Southampton, UK, 2003. 4
- 伊勢田雅子，松本和彦，横内陽子，橋本伸哉：太平洋赤道域におけるハロカーボンの分布と植物プランクトン種組成との関係，第1回「生物と環境におけるヨウ素」ワークショップ，同要旨集，11，千葉，2003. 4
- 横内陽子：自然起源ハロゲン化合物の分布と発生源について，第1回「生物と環境におけるヨウ素」ワークショップ，同要旨集，10，千葉，2003. 4
- Mukai H., Machida T., Tohjima Y., Nojiri Y., Inoue G.: GHGs Monitoring and standards activities in NIES, Japan, North America Carbon Program (NACP) PI meet., Washington D.C., 2003. 5
- 遠嶋康徳：重量充填法による大気中のO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比測定用標準ガスの調整と大気中O<sub>2</sub>濃度の再評価，第9回大気化学討論会，伊香保温泉，同講演要旨集，17，2003. 5
- 横内陽子，和田 誠，稲垣敏博，三浦和彦，笹川基樹，野尻幸宏，向井人史，Fraser P., Sauntry D.T.: 大気中クロロホルムの分布と発生源について，第9回大気化学討論会，同講演要旨集，11，伊香保，2003. 5
- 谷本浩志，向井人史：オゾンの標準校正スケール策定の検討と国際相互比較実験，第9回大気化学討論会，同講演要旨集，12，伊香保，2003. 5
- 中路達郎，武田知己，小熊宏之：ハイパースペクトル観測によるカラマツ群落の生理情報の抽出，日本リモートセンシング学会，東京，2003. 5

- 町田敏暢, Krasnov O., 渡井智則, 下山 宏, 井上 元: タワーと航空機を利用した大気境界層とその上部での二酸化炭素濃度の高頻度観測, 第9回大気化学討論会, 伊香保, 2003. 5
- 町田敏暢, Krasnov O., 渡井智則, 下山 宏, 井上 元: 西シベリア・ベレゾレチカにおける大気境界層内とその上空のCO<sub>2</sub>濃度観測(3) - 航空機を利用したCO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布観測 -, 日本気象学会2003年春季大会, つくば, 2003. 5
- 田中博春, 徳永杉太, 中野智子, 福田正巳: 森林からアラスにかけての土壌CO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>フラックスの変遷, 日本気象学会2003年度春季大会, 同講演予稿集, 83, つくば, 2003. 5
- 田中博春, 小熊宏之, 鳥山 敦, 藤沼康実, 三枝信子, 王 輝民: 植生指標とCO<sub>2</sub>フラックス・LAIの季節変化, 日本写真測量学会平成15年度年次学術講演会, 同講演会発表論文集, 229-230, 東京, 2003. 6
- 武田知己, 米 康充, 小熊宏之, 藤田 玲, 藤沼康実: レーザスキャナを使用したポイントクラウド法によるカラマツ林の群落構造の測定, 日本写真測量学会平成15年度年次学術講演会, 東京, 2003. 6
- 米 康充, 小熊宏之, 守田英明, 金子 潔: 空中写真を用いた天然真特徴抽出手法の研究, 日本写真測量学会平成15年度年次学術講演会, 東京, 2003. 6
- Kimoto M., Emori S., Hasumi H., Suzuki T., Nishimura T., Inoue T., Saito F., Ogura T., Abe-Ouchi A., Kanzawa H., Sumi A.: High-resolution coupled ocean-atmosphere general circulation modeling on the Earth Simulator, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys., Sapporo, Japan, 2003. 7
- 荒巻能史, 外川織彦, 北村敏勝: 日本海における放射性炭素の分布(速報), 第16回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会報告集, 170-172, 神戸, 2003. 7
- 米 康充: レーザプロファイラ等による森林の炭素吸収源の推定 - 群落レベルの森林計測 -, 東京農工大BASE第1回GIS/LCA利用技術ワークショップ [21世紀型社会のデザインツールとしてのGIS], 東京, 2003. 8
- Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Hidden Carbon Sink As A Challenge To Full Carbon Accounting, World Clim. Change Conf., Moscow, 2003. 9
- Machida T., Krasnov O., Watai T., Shimoyama K., Inoue G.: Measurements of CO<sub>2</sub> Mixing Ratio in and above PBL over the Forest Area in Western Siberia, AGU Fall Meet., San Francisco, 2003. 9
- Mukai H., Nakao M., Fujihara M., Sagawa T., Miyazako T., Tatano C., Fukuda S.: Long-term variation of methanesulfonic acid concentration in the atmosphere at the Oki Islands in the Sea of Japan, 13th Annu.VM. Goldschmidt Conf., Kurashiki, 2003. 9
- Mukai H.: Inter-comparison of isotopic values for CO<sub>2</sub> using some reference materials, 12th WMO/IAEA Meet. Experts CO<sub>2</sub> Conc. Relat. Tracer Meas. Tech., Toronto, 2003. 9
- Nozawa T., Nagashima T., Takemura T., Emori S., Nishimura T., Kimoto M.: Climate simulations on the 20th century with various forcings, Int. Conf. Earth Syst. Modelling, Hamburg, Germany, 2003. 9
- Stepanov A.L., Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Microbial transformation of organic matter in soil aggregates as carbon stock or source in biosphere, 16th Int. Symp. Environ. Biogeochem., Oirase, 2003. 9
- Tohjima Y., Machida T., Mukai H., Nojiri Y.: Measurements of atmospheric O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ratio from two monitoring stations in Japan and shipboard sampling in the western and northern Pacific region, 13th annu.VM. Goldschmidt Conf., Kurashiki, 2003. 9
- Zhou L.X., Mukai H., Wen Y.P., Li J.L.: Monitoring of atmospheric CO at Mt. Waliguan, China, 13th Annu.VM. Goldschmidt Conf., Kurashiki, 2003. 9
- Zhou L.X., Mukai H., Yan P., Li J.: Analysis of sources/sinks impact on the short-term variation of atmospheric CO<sub>2</sub> at Mount Waliguan, China, 44th Annu. Meet. Jpn. Soc. Atmos. Environ., Kyoto, 2003. 9
- 山形与志樹: 国際レジーム形成過程の微分ゲームモデルによる分析 - 中長期的な陸域炭素管理, 環境経済・政策学会2003年大会, 東京, 2003. 9
- 榎本孝輝, 横内陽子, 泉 克幸, 稲垣敏治: 相模湾上空における大気中PFC, HFC, SF<sub>6</sub>, HCFC, CFC類の鉛直分布観測, 第44回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 675, 京都, 2003. 9
- 横内陽子, 稲垣敏治, 矢澤健司, 田丸 卓: 航空機観測によるVOCの発生源解析, 第44回大気環境学会年会,



同講演要旨集, 405, 京都, 2003.9

王 輝民, 三枝信子, 山本 晋, 平野高司, 鳥山 敦, 藤沼康実, 楊 逢建, 王 文木, 祖 元剛: 中国東北部と北海道苫小牧のカラマツ林における CO<sub>2</sub> 交換量の季節変化, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 228, 盛岡, 2003.9

向井人史, 谷本浩志, 平野耕一郎, 藤原 誠: オゾン濃度スケールの国際的相互比較, 第 44 回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 354, 京都, 2003.9

高木健太郎, 野村 睦, 柴田英昭, 笹賀一郎, 香山雅純, 藤沼康実, 前林 衛, 福沢加里部, 河野峰子, 大木正美: 北海道北部針広混交林の流域スケールの炭素・水収支, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 284, 盛岡, 2003.9

最上純一, 平田竜一, 平野高司, 三浦昌孝, 藤沼康実: 森林におけるフラックス欠測値の補間法の比較, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会講演要旨, 223, 盛岡, 2003.9

山形与志樹: 国際レジーム形成過程の微分ゲームモデルによる分析—中長期的な陸域炭素管理, 環境経済・政策学会 2003 年大会, 東京, 2003.9

松本泰子: 代替技術の導入における日本企業の意思決定要因と国際環境 NGO の役割; 脱代替フロン冷蔵庫の事例研究, 環境経済・政策学会 2003 年大会, 東京, 2003.9

西川嘉範, 大泉 毅, 上野一憲, 田中卓実, 向井人史: 全国酸性雨調査 (40) — 第 3 次調査湿性沈着調査結果—, 第 44 回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 380, 京都, 2003.9

石井 敦: ディプロマトリ・サイエンスの構築; 欧州酸性雨問題の科学アセスメントを題材として, 環境経済・政策学会 2003 年大会, 東京, 2003.9

大久保彩子, 石井 敦: 国際環境レジームにおける科学アセスメントの学習プロセス; 国際捕鯨委員会を事例として, 環境経済・政策学会 2003 年大会, 東京, 2003.9

大泉 毅, 福崎紀夫, 向井人史, 村野健太郎, Khodzher T.: 東シベリア, 沿海州地域における降水成分およびガス・粒子状成分濃度, 第 44 回大気環境学会年会, 講演要旨集, 384, 京都, 2003.9

中西貞博, 筒井剛毅, 日置 正, 向井人史, 村野健太郎: 日本海沿岸におけるエアロゾルの長期連続モニタリング (3) — 流跡線解析による水可溶性成分の挙動—, 第 44 回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 448, 京都, 2003.9

中路達郎, 武田知己, 小熊宏之, 藤沼康実: 分光計測による樹木の光合成活性の推定—光利用効率推定への気温の影響—, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 201, 盛岡, 2003.9

鳥山 敦, 藤沼康実: 苫小牧フラックスリサーチサイトのデータ配布システム, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 333, 盛岡, 2003.9

鳥山 敦, 北宅善昭, 平野高司, 三枝信子, 藤沼康実: カラマツ林上のフラックスに及ぼす風速の影響, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 225, 盛岡, 2003.9

藤沼康実, 中路達郎, 峰 克博, 守谷孝志: 植物育成用高効率光源 (一体成形 CMH ランプ) の生育評価, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 187, 盛岡, 2003.9

武田知己, 米 康充, 小熊宏之, 藤田 玲, 藤沼康実: レーザー距離センサーを使用した森林の三次元構造の測定を放射伝達量の推定, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 428, 盛岡, 2003.9

平田竜一, 平野高司, 最上純一, 梁 乃申, 藤沼康実, 三枝信子, 山本 晋: カラマツ林のキャノピーと林床植生の純 CO<sub>2</sub> 交換量, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 講演要旨集, 230, 盛岡, 2003.9

平木隆年, 藍川昌秀, 玉置元則, 向井人史, 村野健太郎: 兵庫県北部における冬季の大気汚染物質観測 (その 2) — ガス状, 粒子状成分の平成 14 年度観測結果—, 第 44 回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 504, 京都, 2003.9

梁 乃申, 藤沼康実, 犬飼 孔, 平野高司, 井上 元: マルチ自動開閉チャンバーを用いた幹呼吸の連続測定, 農業環境工学関連 5 学会 2003 年合同大会, 231, 盛岡, 2003.9

Alexandrov G.A., Yamagata Y., Saigusa N., Oikawa T.: Re-Calibrating Tsubimo With The Fluxes Measured At Takayama Site, Memorial workshop 10th anniv. Takayama Site, Takayama, 2003.10



Alexandrov G.A., Yamagata Y., Saigusa N., Oikawa T.: TsuBiMo vs AsiaFlux A case study of Takayama, Takayama Semin. Gifu Univ., Gifu, 2003. 10

Ishii A., Okubo A., Yonemoto S.: Diplomatory science: a model for accounting effective policy-advisory science in diplomacy, Soc. Soc. Stud. Sci Annu. Meet. 2003, Atlanta, 2003. 10

Ishii A.: Improving the Scientific Assessment of Carbon Sinks, Open Meet. Global Environ. Change Res., Montreal, 2003. 10

Matsumoto Y.: Lessons learned from the policy-interlinkage issues between the Montreal Protocol and climate change agreements for the design of more effective environmental regimes, 2003 Open Meet. Human Dimensions Global Environ. Change, Montreal, 2003. 10

Nozawa T., Nagashima T., Takemura T., Emori S., Nishimura T., Kimoto M.: Climate change simulations on the 20th century with various natural and anthropogenic forcings, World Clim. Change Conf., Moscow, Russia, 2003. 10

Yamagata Y., Alexandrov G.A., Nishida K., Saigusa N., Oikawa T.: Integration of Remote Sensing with CO<sub>2</sub> Flux measurement for modeling forest NEP, Int. Workshop Monit. & Modeling of Global Environ. Change, Kyoto, 2003. 10

Yokota T., Inoue G., Oguma H., Nakane H.: Preliminary study on a nadir looking SWIR FTS of GOSAT project to monitor CO<sub>2</sub> column density from space, ASSFTS 11 Abstracts, O-I-3, Bad Wildbad(Germany), 2003. 10

田中博春, 小熊宏之, 藤沼康実: 森林キャノピー上における PRI と PPF の季節変化, 日本リモートセンシング学会第 35 回学術講演会, 長岡, 2003. 10

米 康充, 小熊宏之: 地上レーザスキャナを用いた森林計測手法の検討 (II), 日本写真測量学会, 京都, 2003. 10

山形与志樹: 科学技術への戦略的資源配分と持続的発展, 研究・技術計画学会第 18 回年次学術大会, 東京, 2003. 11

石井 敦: ディプロマトリ・サイエンス; 環境外交のための科学モデルの構築 - 欧州酸性雨外交の科学アセスメントを題材として -, 第 2 回年次研究大会科学技術社会論学会, 学会予稿集, 165-166, 神戸, 2003. 11

大久保彩子, 石井 敦: 国際捕鯨レジームにおける科学と政治; 改定管理方式を題材として, 第 2 回年次研究大会科学技術社会論学会, 学会予稿集, 167-168, 神戸, 2003. 11

町田敏暢, 森本真司, 渡井智則: AAMP2002 で観測された北極域対流圏から下部成層圏にかけての CO<sub>2</sub> 濃度, 第 26 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 2003. 11

武田知己, 小熊宏之, 藤沼康実, 米 康充: サイドロッキングライダによる森林の LAD 計測技術の開発, 日本リモートセンシング学会 第 35 回学術講演会, 長岡, 2003. 11

Inukai K., Fujinuma Y., Kondo H.: Development of Evaluating Methods for CO<sub>2</sub> Budget in a Regional Scale, Int. Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 135-136, Beijing, 2003. 12

Katsuno T., Kawamura M., Nakagomi K., Mukai H., Murano K.: Measurements of trace metals and lead isotope ratio in precipitation at Mt.Happo, central Japan, 9th Int. Jt. Semin. Reg. Deposition Processes Atmos., Bangkok, 2003. 12

Liang N., Fujinuma Y., Inoue G.: Multichannel Automated Chamber Systems for Continuous Measurements of Carbon Exchange in Forest Ecosystem, Int. Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 108-109, Beijing, 2003. 12

Liang N., Fujinuma Y., Takagi K., Inoue G.: The Role of Soil Respiration in the Carbon Balance of Forest Ecosystems, Int. Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 89-90, Beijing, 2003. 12

Takagi K., Nomura M., Fujinuma Y.: Watershed-scale Carbon and Water Cycles in a Boreal Forest in Northernmost Japan, Int. Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 103-104, Beijing, 2003. 12

Tohjima Y.: Preparation of gravimetric standards for measurements of atmospheric O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ratio and reevaluation of atmospheric O<sub>2</sub> concentration, American Geophys. Union 2003 Fall Meet., San Francisco, 2003. 12

Toriyama A., Fujinuma Y.: Data Dissemination System for Tomakomai Flux Research Site, Int. Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 152-153, Beijing, 2003. 12

Wang H-M., Saigusa N., Yamamoto S., Kondo H., Zu Y-Z., Yang F-J., Wang W-J., Hirano T., Toriyama A., Fujinuma Y.: Seasonal Variation of Net Ecosystem CO<sub>2</sub> Exchange over Larch Forest in Northeast China and Northern Japan, Int.

Workshop Flux Obs. Res. in Asia, 72-73, Beijing, 2003. 12

町田敏暢, 松枝秀和, 石川和敏, 友澤 勝, 菅原 寿, 中澤高清, 末永民樹: 民間航空機を使った大気中温室効果気体の定期観測計画, 第10回大気化学討論会, 東京, 2004. 6

Nojiri Y., Dickson A.: Observation of global sea surface CO<sub>2</sub> flux—Measurement accuracy is a key issue for international networking, IOCCP (International Ocean Carbon Coordination Project) international workshop on ocean surface pCO<sub>2</sub>, data integration and development, Tsukuba, 2004. 1

向井人史: 隠岐島における大気中メタンスルホン酸の長期的変動, 大気化学討論会, 豊橋, 2004. 1

谷本浩志, 向井人史: ABC-ASIA/APARE-II プロジェクトにおけるオゾン測定 of 国際相互比較, 第14回大気化学シンポジウム, 豊川, 2004. 1

Takayabu I., Kato H., Nishizawa K., Emori S., Dairaku K., Sato Y., Sasaki H., Kurihara K.: Simulations of Asian climate by using regional climate models nested in global circulation models, Symp. Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, Tsukuba, Japan, 2004. 3

荒巻能史, 外川織彦, 渡邊修一, 若土正暁: 放射性炭素の分布からみたオホーツク海中層水の起源, 2004年度日本海洋学会春季大会, 同講演要旨集, 3, つくば, 2004. 3

田中博春, 小熊宏之, 山形与志樹, 藤沼康実, 平田竜一: 定点連続撮影カメラを利用した積雪深推定方法の検討, 日本地理学会 2004年度春季学術大会, 東京, 2004. 3

岡松暁子: 貿易規制による森林管理の可能性と限界, 環境法政策学会第8回学術大会報告, 予稿集, 46-47, 2004. 6

中路達郎, 武田知己, 小熊宏之, 藤沼康実: 広葉樹4種における分光反射特性と光合成活性の関係, 第115回日本林学会大会, 同講演要旨集, 512, 東京, 2004. 4

Yamagata Y., Mizuta H.: Gaming Simulation of the International CO<sub>2</sub> Emission Trading under the Kyoto Protocol, 3rd Int. Workshop Agent-based Approaches Econ. & Soc. Complex Syst.(AESCS' 04), Kyoto, 2004. 5

Yamagata Y., Nomura Y.: Eco-Carbon Accounting for Evaluating Environmental Impact and Co-benefit of Combined Carbon Management Projects; Optimal Portfolio for Innovation THIRD ANNUAL CONFERENCE ON CARBON CAPTURE & SEQUESTRATION, Building on the Current Technology Base to Provide Viable Options to Reduce Carbon Intensity, Washington D.C., 2004. 5

谷本浩志, 向井人史: アジアにおける対流圏オゾン測定 of 国際相互比較実験, 日本気象学会 2004年度春季大会, 同講演予稿集, 85:192, 東京, 2004. 5

町田敏暢, Krasnov O., 渡井智則, 下山 宏, 井上 元: 西シベリア・ベレゾレチカにおける大気境界層内とその上空のCO<sub>2</sub>濃度—航空機観測とタワー観測の比較(1), 日本気象学会 2004年春季大会, 東京, 2004. 5

武田知己, 小熊宏之, 米 康充, 山形与志樹, 藤沼康実: レーザ距離センサによる葉面積密度の測定~層別刈り取り法との比較~, 社団法人日本リモートセンシング学会第36回学術講演会, 千葉, 2004. 5

遠嶋康徳, 向井人史, 野尻幸宏, 町田敏暢: 太平洋上における大気サンプリングから推定される APO の緯度分布, 第10回大気化学討論会, 同講演要旨集, 10, 東京, 2004. 6

金谷有剛, 曹 仁秋, 秋元 肇, 谷本浩志, 横内陽子, 定永靖宗, 宮川祐子, 加藤俊吾, 梶井克純, 持田陸宏, 他: 2003年9月利尻集中観測における OH/HO<sub>2</sub> ラジカル濃度の挙動: 日中の HO<sub>2</sub> 実測濃度が低い理由, 第10回大気化学討論会, 同講演要旨集, 1, 東京, 2004. 6

石戸谷重之, 中澤高清, 青木周司, Bender M., Mika B., 遠嶋康徳, 東北大学, Princeton 大学: 国立環境研究所による大気中 O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 比測定用標準ガスの相互比較, 第10回大気化学討論会, 同講演要旨集, 9, 東京, 2004. 6

畠山史郎, 高見昭憲, 向井人史, 三好猛雄, 王 瑋: 中国-東シナ海-沖縄を長距離輸送されるエアロゾル中の SO<sub>4</sub><sup>(2-)</sup>, NO<sub>3</sub><sup>(-)</sup>, NH<sub>4</sub><sup>(+)</sup>, および Ca<sup>(2+)</sup> のバランス, 第10回大気化学討論会, 同講演要旨集, 12, 東京, 2004. 6

Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Characterization of climate feedbacks from terrestrial carbon cycle, Jt. AOGS 1st Annu. Meet. & 2nd APHW Conf., Abstracts, 700, Singapore, 2004. 7

Yamagata Y.: A Coupled Dynamic Gaming Simulation on Global Carbon Management Regime Formation, Jt. AOGS 1st Annu. Meet. & 2nd APHW Conf., Abstracts, 702, Singapore, 2004. 7

- 中路達郎, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツの光合成速度と分光指標の季節変化, 第 51 回日本生態学会大会, 同講演要旨集, 113, 釧路, 2004. 8
- 畠山史郎, 高見昭憲, 向井人史, 王 瑋: 航空機観測で得られたエアロゾル化学成分間の相関, 第 21 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 同予稿集, 55-56, 札幌, 2004. 8
- Kanaya Y., Cao R., Akimoto H., Fukuda M., Takegawa N., Komazaki Y., Yokouchi Y., Kondo Y.: OH and HO<sub>2</sub> radical measurements in Tokyo during IMPACT IV in January/February 2004: Comparison with the model results, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 172, Christchurch, 2004. 9
- Kanaya Y., Cao R., Yokouchi Y., Tanimoto H., Kato S., Miyakawa Y., Sadanaga Y., Kajii Y., Akimoto H.: Daytime behavior of OH and HO<sub>2</sub> radicals at Rishiri Island in September 2003: Reason for the Low HO<sub>2</sub> levels, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 123, Christchurch, 2004. 9
- Koike M., Kondo Y., Yokouchi Y., Takegawa N., Komazaki Y., Miyazaki Y., Asano K.: Seasonal and diurnal variations of VOCs in Tokyo: Behaviors, sources, and relationships with other species, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 173, Christchurch, 2004. 9
- Machida T., Krasnov O., Watai T., Shimoyama K., Moriizumi J., Inoue G.: Measurements of CO<sub>2</sub> mixing ratio in and above PBL over the forest area in Siberia, NOAA/CMDL Annu. Meet., Boulder, 2004. 9
- Saito T., Yokouchi Y.: Light dependence of methyl halide emissions from tropical plants, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 244, Christchurch, 2004. 9
- Takeda T., Oguma H., Yone Y., Yamagata Y., Fujinuma Y.: Evaluation of Measuring Canopy Gap by Laser Range Finder, Food Production and Environmental Conservation in the Face of Global Environmental Deterioration, Soc. Agric. Meteorol. Japan, Fukuoka, 2004. 9
- Tanimoto H., Mukai H., Hashimoto S., Norris J.E.: Intercomparison of Ozone Reference Standards at Ambient Levels: An Atmospheric Chemistry Perspective, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 221, Christchurch, 2004. 9
- Tohjima Y., Mukai H., Machida T., Nojiri Y.: Measurements of atmospheric O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ratio from two monitoring stations in Japan and shipboard sampling in the western and northern Pacific region, 13th Annu. V.M. Goldschmidt Conf. Geochimica et Cosmochimica Acta (Special Supplement), 67(18(S1)): A483, Kurashiki, 2004. 9
- Yokouchi Y., Hasebe F., Fujiwara M., Takashima H., Shiotani M., Hashimoto M., Kanaya Y.: Bromoform, dibromochloromethane and dibromomethane in the equatorial marine atmosphere, 8th Int. Global Atmos. Chem. Conf., Abstracts, 146, Christchurch, 2004. 9
- 遠嶋康徳, 向井人史, 野尻幸宏, 町田敏暢: 西部太平洋上の APO の緯度分布, 日本地球化学会 第 51 回年会, 同講演要旨集, 133, 静岡, 2004. 9
- 横内陽子, 向井人史: 波照間島における大気中 CFCs, HCFCs, HFCs, SF<sub>6</sub> の高頻度測定, 日本地球化学会 第 51 回年会, 同講演要旨集, 162, 静岡, 2004. 9
- 岡松暁子: 『持続可能な森林管理』に関する一考察 - 国際法の視点から -, 環境経済・政策学会 2004 年大会報告, 要旨集, 220-221, 2004. 9
- 小松大祐, 角 皆潤, 山口潤子, 中川書子, 横内陽子, 齊藤拓也, 野尻幸宏: 炭素安定同位体比指標を用いた大気中塩化メチル収支について, 2004 年度日本地球化学会 第 51 回年会, 同講演要旨集, 164, 静岡, 2004. 9
- 石井 敦, 山形与志樹: 2012 年以降の気候変動交渉に向けた吸収源アセスメントの改善点について, 環境経済, 政策学会 2004 年大会報告, 要旨集, 270-271, 広島, 2004. 9
- 石井 敦, 山形与志樹: 炭素吸収源/その国際交渉および他の環境問題とのインターリンクエージ, 環境経済・政策学会 2004 年大会報告, 要旨集, 132-133, 広島, 2004. 9
- Alexandrov G.A., Yamagata Y., Dzeroski S.: Assessing NEP of an even-aged forest with Mathematica, 4th European Conf. Ecol. Modelling, Josef Stefan Inst., Proceedings, 11-12, Ljubljana, 2004. 10
- Alexandrov G.A., Yamagata Y.: Enhancing TsuBiMo for getting robust estimates of regional carbon sinks, 6th Int. Symp. plant Responses Air Pollut. Global Changes, Abstracts, 115, Tsukuba, 2004. 10

- Murano K., Mori A., Kamaya T., Ohara T., Sugimoto N., Mukai H.: Daily concentration variations of air pollutants collected onshore area faced to Asian continent, 6th APGC Symp., Abstracts, 164, Tsukuba, 2004. 10
- Nakaji T., Takeda T., Fujinuma Y., Oguma H.: Change of PRI-LUE relationships during autumn senescence of young Japanese larch trees, 6th APGC Symp., Abstracts, 309, Tsukuba, 2004. 10
- Oguma H., Fujinuma Y.: The development of a hyper spectral imager for forest monitoring, 6th APGC Symp., Abstracts, 303, Tsukuba, 2004. 10
- Saito T., Yokouchi Y.: Methyl halide emissions from tropical tree ferns, 6th Int. Symp. Plant Responses Air Pollt. Global Change: Mol. Biol. Plant Prod. Ecosystem, Program & Abstracts, 226, Tsukuba, 2004. 10
- Takeda T., Oguma H., Yone Y., Yamagata Y., Fujinuma Y.: Comparison of Leaf Area Density Measured by Laser Range Finder and Stratified Clipping Method, 6th Int. Symp. plant Responses Air Pollut. Global Changes, Tsukuba, 2004. 10
- Yamagata Y., Alexandrov G.A.: TsuBiMo-Economica: coupling human and biophysical components of carbon cycle, 6th Int. Symp. plant Responses Air Pollut. Global Changes, Abstracts, 117, Tsukuba, 2004. 10
- Yamagata Y.: Global institutional regime for responding to ACC—a dynamic game analysis on global carbon cycle, ACC(Abrupt Climate Change) Strategy Workshop, Paris, 2004. 10
- Yokouchi Y., Saito T.: Methyl chloride emitted from tropical/subtropical plants, 6th Int. Symp. Plant Responses Air Pollt. Global Change: Mol. Biol. Plant Prod. Ecosystem., Program & Abstracts, 57, Tsukuba, 2004. 10
- 向井人史, 谷本浩志, 橋本 茂: NIST オゾン標準 SRP35 によるオゾン濃度の基準について, 第45回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 458, 秋田, 2004. 10
- 大泉 毅, 向井人史, 村野健太郎, Tamara K.: 東シベリア, 沿海州地域における降水成分およびガス・粒子成分濃度 (第2報), 第45回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 430, 秋田, 2004. 10
- 中込和徳, 川村 實, 鹿角孝男, 向井人史, 村野健太郎: 八方尾根における降水中鉛同位体比の挙動と越境大気汚染, 第45回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 588, 秋田, 2004. 10
- 中西貞博, 筒井剛毅, 日置 正, 向井人史, 村野健太郎: 日本海沿岸におけるエアロゾルの長期連続モニタリング (4) - 長距離輸送経路と硫酸及び硝酸の中和機構の違い -, 第45回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 587, 秋田, 2004. 10
- Yamagata Y., Alexandrov G.A.: The C budget of Japan: Ecosystem Model (TsuBiMo), Regional Carbon Budgets; from Methodologies to Quantification, Beijing, 2004. 11
- 米 康充, 小熊宏之, 藤沼康実: 航空計測を用いた2004年台風18号による森林被害の把握, 第53回日本林学会北海道支部大会, 札幌, 2004. 11
- Koike M., Kondo Y., Yokouchi Y., Takegawa N., Komazaki Y., Miyazaki Y.: VOC Measurements in Mega-city Tokyo: Behaviors, Sources, and Photochemical Transformations., AGU 2004 Fall Meet. Eos, Transactions, 85(47): A11A-0010, San Francisco, 2004. 12
- Komatsu D.D., Tsunogai U., Yamaguchi J., Nakagawa F., Yokouchi Y., Nojiri Y.: The budget of atmospheric methyl chloride using stable carbon isotopic mass-balance approach, AGU 2004 Fall Meet. Eos, Transactions, 85(47): A51C-0784, San Francisco, 2004. 12
- Machida T., Watai T., Tohjima Y., Arshinov M., Fedoseev N., Yazawa K., Inagaki T., Inoue G.: Long-Term Observation of Atmospheric Molecular Hydrogen Using Aircrafts, AGU Fall Meet., San Francisco, 2004. 12
- Nishida K., Nakaji T., Oguma H., Fujinuma Y.: Seasonal changes in remote vegetation indices and net photosynthesis of Japanese larch needles, AGU 2004 Fall Meet. Eos, Transactions, 85(47): B41A-0085, San Francisco, 2004. 12
- Saito T., Yokouchi Y., Aoki S., Nakazawa T., Fujii Y., Watanabe O.: Measurements of methyl chloride in air trapped in an Antarctic ice core, AGU 2004 Fall Meet. Eos, Transactions, 85(47): A11B-0038, San Francisco, 2004. 12
- Tohjima Y., Mukai H., Nojiri Y., Machida T., Gloor M.: Latitudinal and seasonal variation in the atmospheric CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub>: Results from shipboard sampling in the West and North Pacific Ocean, American Geophys. Union 2004 Fall Meet., San Francisco, 2004. 12
- Yokouchi Y., Mukai H.: High frequency GC/MS measurements of CFCs, HCFCs, HFCs, PFCs and SF<sub>6</sub> at Hateruma



Island, AGU 2004 Fall Meet. Eos, Transactions, 85(47): A51C-0776, San Francisco, 2004. 12

横内陽子, 向井人史, 斉藤拓也: 波照間島における大気中ハロカーボン類の自動濃縮/GC/MS測定と東アジアの影響について, 第15回大気化学シンポジウム, プログラム, 豊川, 2005. 1

金谷有剛, 曹 仁秋, 秋元 肇, 横内陽子, 小池 真, 福田真人, 竹川暢之, 駒崎雄一, 近藤 豊: 2004年1-2月IMPACT IV観測: 東京都市大気におけるOH, HO<sub>2</sub>ラジカル濃度測定とモデルによる収支解析, 第15回大気化学シンポジウム, プログラム, 豊川, 2005. 1

朝野晃司, 小池 真, 松井仁志, 横内陽子, 駒崎雄一, 近藤 豊, 竹川暢之: 都市域における揮発性有機化合物の動態—一次発生源の寄与と光化学的生成—, 第15回大気化学シンポジウム, プログラム, 豊川, 2005. 1

町田敏暢, 渡井智則, 遠嶋康徳, 矢澤建司, 稲垣敏治: 日本上空における大気中水素濃度の長期観測, 第15回大気化学シンポジウム, 豊川, 2005. 1

田口彰一, 横内陽子: 全球大気輸送モデルで計算した波照間島のHCFC22の濃度, 第15回大気化学シンポジウム, 豊川, 2005. 1

Inoue G., Takahashi Y.: Activities of MOE and NIES related to GOSAT, 2nd Int. Workshop Greenhouse Gas Meas. Space, Abstracts, 15, Pasadena, 2005. 3

Tanimoto H.: International comparison of ozone and carbon monoxide measurements in East Asia, ABC Gosan Campaign-EAREX2005 Workshop, Jeju(Korea), 2005. 3

向井人史: 省標準ガスタイプのCO<sub>2</sub>計の富士山への設置可能性について, 富士山高所科学研究会, 東京, 2005. 3

荒巻能史, 江頭 毅, 野尻幸宏, 今井圭理: 散布域における栄養塩・沈降粒子挙動, 2005年度日本海洋学会春季大会, 同講演要旨集, 341, 東京, 2005. 3

中路達郎, 小熊宏之, 藤沼康実: 広葉樹におけるPRIの温度・光応答, 第52回日本生態学会大会, 同講演要旨集, 258, 大阪, 2005. 3

武田知己, 小熊宏之, 米 康充, 平田竜一, 佐野智人, 藤田 玲, 藤沼康実: レーザスキャナを使った森林の三次元構造の測定, 第52回日本生態学会大会, 同講演要旨集, 232, 大阪, 2005. 3

米 康充, 小熊宏之: ステレオマッチングを用いた森林計測, 第116回日本森林学会大会, 同講演要旨集, 1C07, 札幌, 2005. 3

Tanimoto H., Mukai H., Hashimoto S.: Gas phase titration at NIES, and intercomparison of laboratory standards/measurements of ozone in Northeast Asia, Workshop CCQM-P28, BIPM, Paris, 2005. 4

Tanimoto H.: International comparison of standards/measurements of ozone at Gosan during EAREX2005, ABC Sci. Team Meet., Shanghai, 2005. 4

Yamagata Y.: Toward a Carbon Balanced Region - Integrated Modeling Approach, GCP2005 Int. Workshop Networks & Region. Carbon Manage, Tsukuba, 2005. 4

Yurganov L.N., Edwards D.P., Grechko E.I., Kramer I., Mahieu E., Notholt J., Novelli P.C., Strandberg A., Sussmann R., Tanimoto H.: Interannual variations of the carbon monoxide tropospheric burden between 30N and 90N in 1996-2003: ground-based and satellite measurements, estimates of biomass burning emissions, EGU 2005, Vienna, 2005. 4

Tanimoto H.: Seasonal and interannual variations of ground-level ozone over East Asia, 1st Int. Symp. China, Korea, Jpn. Meteorol. Soc. -Atmos. Sci. East Asia-, Tokyo, 2005. 5

中路達郎, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツ針葉におけるPRIと光利用効率の季節変動, 日本リモートセンシング学会 第38回学術講演会 (ポスター発表), 同講演論文集, 117-118, 野田, 2005. 5

定永靖宗, 谷本浩志, 猪俣 敏, 青木伸行, 廣川 淳: PTR-TOFMSを用いた大気中有機化合物の高速多成分測定装置の開発, 第53回質量分析総合討論会, 大宮, 2005. 5

Mukai H.: NIES atmospheric reference CO<sub>2</sub> for isotopic study, Gas CRM workshop, Tsukuba, 2005. 6

Murano K., Mukai H., Hioki T., Nakanishi S.: Analysis of long-range transport with trace metal components in aerosol collected in the coastal area of sea of Japan, Acid Rain 2005: 7th Int. Conf. Acid Deposition, Prague, 2005. 6

Ohyama H., Morino I., Nagahama T., Machida T., Sugimoto N., Nakane H., Nakagawa K.: Retrieval analysis of the CO<sub>2</sub> 1.6 μm band absorption spectra measured with a ground-based Fourier transform spectrometer at Tsukubai, NDSC

IRWG Meet., Toronto, 2005. 6

Scholz S., Yamagata Y., Kraxner F., Schienke E.: Knitting Biomass Energy Networks Through a Public Participation Geographic Information System, 3rd US-Japan Jt. Conf. Math. Soc., Sapporo, 2005. 6

Tanimoto H., Mukai H., Hashimoto S.: Ozone standard activities at NIES, Gas CRM workshop, Tsukuba, 2005. 6

遠嶋康徳, 町田敏暢, 向井人史, 丸山正暁, 西野朋恵, 赤間 功, 甘利岳人, 渡井智則: 1 段希釈重量充填法による二酸化炭素標準ガスの調製, 第 11 回大気化学討論会, 同講演要旨集, 62, 奈良, 2005. 6

谷本浩志, 大原利眞, 澤 庸介, 松枝秀和, 鶴野伊津志, 米村正一郎, 山地一代, 黒川純一: 北東アジアにおける地表オゾンの季節・年々変動: 観測事実とモデル解析, 第 11 回大気化学討論会, 奈良, 2005. 6

町田敏暢, 渡井智則, 遠嶋康徳, Arshinov M., 矢澤建司, 稲垣敏治: 航空機を利用した北半球における大気中水素濃度の長期観測, 第 11 回大気化学討論会, 奈良, 2005. 6

福田真人, 近藤 豊, 駒崎雄一, 竹川暢之, 森野 悠, 横内陽子, 谷本浩志, 金谷有剛: 都市域における夏季の高濃度オゾン出現に関する研究, 第 11 回大気化学討論会, 奈良, 2005. 6

Nakaji T., Oguma H., Fujinuma Y.: Relationship between the remote sensed vegetation indices and photosynthetic light use efficiency of Japanese larch needles, AsiaFlux Workshop 2005(Poster Session), Proceedings, 49, Fujiyoshida, 2005. 8

Oguma H., Fujinuma Y.: Research plan and strategy of the forest observation method using remote sensing in the Fuji-Hokuroku site, AsiaFlux Workshop 2005(Poster Session), Proc., 51, Fujiyoshida, 2005. 8

Takeda T., Oguma H., Yone Y., Fujinuma Y.: Estimation of plant area index by down-looking heliborne LIDAR in Japanese larch forest, AsiaFlux Workshop 2005(Poster Session), Proc., 47, Fujiyoshida, 2005. 8

Yone Y., Oguma H., Fujinuma Y.: Development of measurement system for evaluating forest ecosystems: Measurement method of NPP by using airborne laser survey, AsiaFlux Workshop 2005(Poster Session), Proceeding, 48, Fujiyoshida, 2005. 8

Machida T., Krasnov O., Matsueda H., Nakagawa Y., Tomosawa M., Ishikawa K., Nakazawa T., Ogawa T., Suenaga T., Inoue G.: New CO<sub>2</sub> measurement Systems Using Aircraft, 13th CO<sub>2</sub> Experts Meet., Boulder, 2005. 9

Machida T., Matsueda H., Nakagawa Y., Tomosawa M., Ishikawa K., Inagaki T., Nakazawa T., Ogawa T., Suenaga T.: World-wide measurements of atmospheric CO<sub>2</sub> and other trace species using commercial airliners, 7th Int. CO<sub>2</sub> Conf., Broomfield, 2005. 9

Machida T., Shimoyama K., Krasnov O., Watai T., Inoue G.: Measurements of CO<sub>2</sub> mixing ratio in and above PBL over the forest area in Siberia, 7th Int. CO<sub>2</sub> Conf., Broomfield, 2005. 9

Mukai H., Iwami H., Tatematsu J., Kajita Y., Endo F., Allison C., Francey R.: About disagreement between inter-comparisons of isotopic ratio measurements for CO<sub>2</sub>, 13th WMO/IAEA Meet. Experts Carbon Dioxide Conc. Relat. Tracer Meas. Tech., Boulder, 2005. 9

Mukai H., Nojiri Y., Tohjima T., Machida T., Shibata H., Kitagawa H.: Long-term observation of CO<sub>2</sub> concentration and its isotope ratio over the Western Pacific, 7th Int. CO<sub>2</sub> Conf./7th Int. Carbon Dioxide Conf. (ICDC7), Proceedings (Web Site), Boulder, 2005. 9

Mukai H., Nakazawa T., Brand W., Huang L., Levin I., Allison C., White J., Leuenberger M., Assonov S.: About disagreements in inter-comparison activities of isotope ratio measurements for CO<sub>2</sub>, 13th WMO/IAEA Meet. Experts Carbon Dioxide Conc. Relat. Tracer Meas. Tech., Boulder, 2005. 9

Mukai H., Nojiri Y., Tohjima Y., Machida T., Shibata Y., Kitagawa H.: Long-term Observation of CO<sub>2</sub> concentration and its isotope ratios over the Western Pacific, 7th Int. CO<sub>2</sub> Conf., Boulder, 2005. 9

Rödenbeck C., Le Quere C., Keeling R., Tohjima Y., Cassar N., Manning A., Heimann M.: Estimates of atmospheric potential oxygen (APO) fluxes based on O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration measurements: What can they tell us about the global carbon cycle?, 7th Int. Carbon Dioxide Conf., 26-30, Boulder, 2005. 9

Tohjima T., Machida T., Mukai H., Maruyama M., Nishino T., Akama I., Amari T., Watai T.: Preparation of gravimetric CO<sub>2</sub> standards by one-step dilution method, 13th WMO/IAEA Meet. Experts Carbon Dioxide Conc. Relat. Tracers

Meas. Tech., Boulder, 2005. 9

Tohjima Y., Mukai H., Nojiri Y., Machida T., Yamagishi H.: Changes in the atmospheric oxygen/nitrogen ratio determined from the NIES flask-sampling network, 7th Int. Carbon Dioxide Conf., Boulder, 2005. 9

藍川昌秀, 平木隆年, 玉置元則, 笠原三紀夫, 近藤 明, 鶴野伊津志, 向井人史, 村野健太郎: 冬季, 日本海沿岸域における高時間分解能試料採取調査法による越境移動大気汚染物質 (ガス・エアロゾル) 濃度調査, 第46回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 32, 名古屋, 2005. 9

橋本 茂, 向井人史, 織田伸和, 島野富士雄: 波照間, 落石における大気汚染物質 (窒素酸化物, 硫黄酸化物, SPM) の挙動, 第46回大気環境学会, 同講演要旨集, 426, 名古屋, 2005. 9

橋本 茂, 向井人史, 谷本浩志, 内藤季和: NIST-標準オゾン計 (SRP) と気相滴定法から決定されるオゾン濃度比較, 第46回大気環境学会, 同講演要旨集 477, 名古屋, 2005. 9

橋本 茂, 向井人史, 織田伸和, 島野富士雄: 波照間, 落石における大気汚染物質 (窒素酸化物, 硫黄酸化物, SPM) の挙動, 第46回大気環境学会年会 (ポスター発表), 同講演要旨集, 426, 名古屋, 2005. 9

橋本 茂, 向井人史, 谷本浩志, 内藤季和: NIST-標準オゾン計 (SRP) と気相滴定法から決定されるオゾン濃度比較, 第46回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 477, 名古屋, 2005. 9

荒巻能史, 千手智晴, 外川織彦, 乙坂重嘉, 北村敏勝, 天野 光: 北部日本海の放射性炭素と海水循環, 2005年度日本海洋学会秋季大会, 仙台, 2005. 9

小熊宏之, 中路達郎, 藤沼康実: 森林樹冠上の連続分光計測システムの開発と初期評価, 農業環境工学関連7学会2005年合同大会, 講演要旨集, 73, 金沢, 2005. 9

大泉 毅, 向井人史, 村野健太郎, Khodzher T.: 東シベリア, 沿海州地域における降水成分およびガス・粒子状成分濃度 (第3報), 第46回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 322, 名古屋, 2005. 9

武田知己, 小熊宏之, 米 康充, 藤沼康実: 航空機 LIDER による森林の葉面積密度分布の測定, 農業環境工学関連7学会2005年合同大会, 講演要旨集, 77, 金沢, 2005. 9

米 康充, 小熊宏之, 藤沼康実: レーザ計測による森林バイオマスの推定, 農業環境工学関連7学会2005年合同大会, 同講演要旨集, 78, 金沢, 2005. 9

藍川昌秀, 平木隆年, 玉置元則, 笠原三紀夫, 近藤 明, 鶴野伊津志, 向井人史, 村野健太郎: 冬季, 日本海沿岸域における高時間分解能試料採取調査法による越境移動大気汚染物質 (ガス・エアロゾル) 濃度調査, 第46回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 321, 名古屋, 2005. 9

Nakaji T., Fujinuma Y., Oguma H.: Utility of photochemical reflectance index for estimation of photosynthetic light use efficiency of Japanese larch needles, 1st Int. Symp. 21st Century COE Program, Abstracts, 79-82, Gifu, 2005. 10

Takeda T., Oguma H., Yone Y., Fujinuma Y.: Development of the technique to estimate forest structure by Helicoptermounted LIDAR, 1st Int. Symp. 21st Century COE Program, Abstracts, 73-75, Gifu, 2005. 10

Yamagata Y., Alexandrov G.A., Kinoshita T., Iwao K.: Coupling terrestrial ecosystem model and land-use economics model for assessing long-term carbon management potential, 11th Japan-U.s. Workshop on Global Change, Yokohama, 2005. 10

山形与志樹: 過去50年間の産業におけるCO<sub>2</sub>排出と経済活動 (生産・研究開発) との関係分析, 第20回年次学術大会 研究・技術計画学会, 東京, 2005. 10

山形与志樹, 水田秀行, 井上さやか: CO<sub>2</sub>排出量取引のエージェントベースシミュレーション; ゲーミング実験と実市場動向における検討, JAWS2005, 箱根, 2005. 10

山形与志樹, 中村仁也: 微分ゲームによる地球温暖化対策のシミュレーション: 資源管理・気候変動・炭素循環変動の3層モデル, 2005年次大会環境経済・政策学会, 東京, 2005. 10

木下嗣基, 山形与志樹: TsuBiMo - Economica による土地利用変化の予測 炭素クレジットと森林面積の増減 -, 2005年次大会 環境経済・政策学会, 東京, 2005. 10

中路達郎, 小熊宏之, 藤沼康実: リモートセンシングによる苫小牧カラマツ林における光利用効率の推定, 第54回日本林学会北海道支部大会, 札幌, 2005. 11

米 康充, 福士亮太, 平田竜一, 小熊宏之, 藤沼康実: カラマツ林 NPP 算出値の検証 - 毎木調査・航空機レー

ザ計測・微気象学的手法－, 第54回日本林学会北海道支部大会, 札幌, 2005. 11

町田敏暢, 松枝秀和, 澤 庸介, 中川由起夫, 近藤直人, 石川和敏, 中澤高清, 末永民樹: 民間航空機を利用した温室効果気体の定期観測, 第16回大気化学シンポジウム, 豊川, 2006. 1

---

(2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

(ポスターを含む)

---

Nakajima T.Y., Masunaga H., Liu Y., Higurashi A., Takamura T., Nakajima T.: Interim Results from APEX Satellite Remote Sensing Group, 1st ACE-Asia Data Workshop, California Inst Technol., California, USA, 2001. 10-11

Kawashima Y.: Climate Change as Japanese Foreign Policy, 42nd Annu. Conv. Int. Stud. Assoc. 2001, Chicago, 2001. 2

Masui T., Morita T.: Cost Assessment for Kyoto Based on AIM Model, Int. Workshop Clim. Policy Dialogue, Seoul, Korea, 2001. 5

Masui T., Yang H.: Results from AIM, 4th Sino-Korea-US Econ. & Environ. Modeling Workshop, Beijing, China, 2001. 5

Masui T.: Recent AIM(Asian-Pacific Integrated Model) Results to Support Environmental Policies, Int. Workshop Clim. Policy Dialogue, Seoul, Korea, 2001. 5

関口美保, 中島映至, 鈴木健太郎, 河本和明, 日暮明子, 竹村俊彦: 地球放射収支におけるエアロゾルの影響に関する研究, 日本気象学会 2001年春季大会, 東京, 2001. 5

竹村俊彦, 中島映至, 野沢 徹, 青木一真: エアロゾル輸送モデルを用いた東アジアにおける将来のエアロゾル分布予測実験, 日本気象学会 2001年度春季大会, 東京, 2001. 5

中島 孝, Yi L., 日暮明子, 中島映至, 内山明博: MODISが観測したAPEX-E1期間中の雲・エアロゾル, 日本気象学会 2001年春季大会, 東京, 2001. 5

野沢 徹, 阿部彩子, 對馬洋子, 江守正多, 沼口 敦, 竹村俊彦, 中島映至, 木本昌秀: 温暖化実験にみられるCCSR/NIES CGCMの気候感度について, 日本気象学会 2001年度春季大会, 東京, 2001. 5

Kainuma M., Matsuoka Y., Yang H.: Analysis of co-benefit of CO<sub>2</sub> mitigation, Jt. Meet. Energy Forum, Int. Energy Agency & Int. Energy Workshop, Laxenburg, Austria, 2001. 6

Morita T.: Regional cooperation for environmental industry development in the Northeast Asia, 1st tripartite Roundtable Environ. Ind., Seoul, Korea, 2001. 6

藤野純一, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲, 松井重和: アジア諸国のエネルギー・環境を予測するAIM-Trendモデルの開発, エネルギー・資源学会, 2001. 6

Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T.: Economic impacts of greenhouse gas emission mitigation policies — analysis by AIM model —, 5th Conf. Global Econ. Anal., Taipei, Taiwan, 2001. 6

Fujino J.: Development of AIM-Trend model for assessing the future environmental performance indicators, Workshop Environ. Indic. & Performance Rev., Manila, Philippine, 2001. 7

Higurashi A., Nakajima T.: Statistics of aerosol optical properties derived from satellite remote sensings, IAMAS 2001, Congr. Innsbruck, Austria, 2001. 7

Kimoto M., Abe-Ouchi A., Takemura T., Nakajima T., Tsushima Y., Numaguti A., Nozawa A., Emori S.: On the climate sensitivity of the CCSR/NIES coupled ocean atmosphere model, 8th Sci. Assem. IAMAS, Innsbruck, Austria, 2001. 7

Liu Y., Higurashi A., Nakajima T., Nakajima T.Y.: Retrieval of aerosol properties from MODIS data during APEX-E1 period, IAMAS 2001, Congress Innsbruck, Austria, 2001. 7

Nozawa T., Emori S., Numaguti A., Tsushima Y., Takemura T., Nakajima T., Abe-Ouchi A., Kimoto M.: Projections of future climate change Simulated by a coupled ocean-atmosphere model including direct and indirect radiative impacts of various aerosols, 8th Sci. Assem. IAMAS, Innsbruck, Austria, 2001. 7

Suzuki K., Nakajima T., Numaguti A., Takemura T., Sekiguchi M., Higurashi A., Kawamoto K.: GCM-simulated and satellite-retrieved aerosol-cloud interaction, IAMAS 2001, Congr. Innsbruck, Austria, 2001. 7

---



- 松岡泰成, 藤野純一, 森田明宏: 我が国のバイオガス都市ガス利用に関する考察, 第10回日本エネルギー学会大会, 北九州, 2001.7
- 森田明宏, 藤野純一, 松岡泰成: 畜産排泄物のエネルギー利用技術の動向について, 第10回日本エネルギー学会大会, 北九州, 2001.7
- 神沢 博: 地球温暖化による気候変化と社会変化の総合的解明に向けて, 環境省国立環境研究所公開シンポジウム「環境の世紀の幕開け」, 東京国際フォーラム, 東京, 2001.7
- 藤野純一, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲, 松井重和: アジア諸国のエネルギー需要予測を目的とした AIM-Trend モデルの構築, 第10回日本エネルギー学会大会, 北九州, 2001.07
- 藤野純一, 森田明宏, 松岡泰成: 日本における畜産排泄物の有効利用について, 第10回日本エネルギー学会大会, 北九州, 2001.7
- Fujino J.: Development of AIM-trend model as a communication tool to enhance discussions about prospect of energy and environment in each Asia-Pacific Country, IFAC Workshop Modeling & Control Environ. Issues, Yokohama, Japan, 2001.8
- Kainuma M., Matsuoka T., Morita T.: Development of Asia-Pacific Integrated Model for Analyzing Policy Options to Cope with Global Warming, IFAC Workshop Modeling & Control Environ. Issues, Yokohama, Japan, 2001.8
- Masui T.: Quantitative Analysis on Economic Effects of Environmental Policies under Environmental Constraints Using Computable General Equilibrium Model, IFAC Workshop Modeling & Control Environ. Issues, Yokohama, Japan, 2001.8
- Morita T.: Future Community Activities —SRES, post-SRES and the beyond-, Clim. Change Impact/Integrated Assess. Workshop, Snowmass, USA, 2001.8
- Morita T.: IPCC Third Assessment Report Outline of WG3, 11th Asia-Paci. Semin. Clim. Change, Kitakyushu, Japan, 2001.8
- Yamaryo Y., Masui T., Morita T.: A Study on Avoiding Cream-Skimming Effect in Clean Development Mechanism, IFAC Workshop Modeling & Control in Environ. Issues, Yokohama, Japan, 2001.8
- Yang H., Kainuma M., Matsuoka Y.: Modeling the clean development mechanism: direct benefits, co-benefits and priorities, IFAC Workshop Modeling & Control Environ. Issues, Yokohama, Japan, 2001.8
- Fujino J., Masui T., Takahashi K., Kainuma M., Hijioka Y., Harasawa H., Matsuoka Y., Morita T.: Environmental Assessments using Environment-Economy Integrated Models for the Asia-Pacific Innovation Strategy Project, Jt. Workshop Asia-Pacific Environ. Innovation Strategy Proj. (APEIS) & Millennium Ecosyst. Assess. (MA), Tokyo, Japan, 2001.9
- Higurashi A., Nakajima T.: Aerosol optical properties in the East Asia during the APEX-E1 and -E2 derived from SeaWiFS four-channel data, 4th APEX Int. Workshop, Kyoto, Japan, 2001.9
- Masui T.: Evaluation of Environmental Conservation and Economic Benefits from Environmental Industry -Case Study of Japan and Tentative Application to China, Int. Conf. Cleaner Prod., Beijing, China, 2001.9
- Morita T.: Overview of post-SRES scenarios —new mitigation scenarios for IPCC-“CREST/SEEPS/NIES Int. Sympo., Global Environ. Issues & Global Res. Network”, Kyoto, Japan, 2001.9
- Nakajima T.Y., Masunaga H., Liu Y., Higurashi A., Takamura T., Nakajima T.: Interim Results from APEX Satellite Remote Sensing Group, 4th APEX Int. Workshop, Kyoto, Japan, 2001.9
- Yang H., Kainuma M., Matsuoka Y.: Analysis of co-benefits of CO<sub>2</sub> mitigation, 2001 Conf. Soc. Environ. Econ. Policy Stud., Kyoto, 2001.9
- 諏訪幸子, 増井利彦, 森田恒幸: 国際市場を考慮した二酸化炭素削減による粗鋼生産プロセスの変化に関するモデル分析, 環境経済・政策学会 2001年大会, 京都, 2001.9
- 川島康子: 米国の地球温暖化対策と政治の関係, 環境経済・政策学会 2001年大会, 京都, 2001.9
- 大谷 洋, 増井利彦, 森田恒幸: 二酸化炭素排出削減における省エネルギー投資と排出権取引の相互効果, 環境経済・政策学会 2001年大会, 京都, 2001.9

藤野純一, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲, 松井重和: アジア諸国のエネルギー・環境を予測する AIM-Trend モデルを用いたシナリオ解析, 環境経済・政策学会 2001 年大会, 京都, 2001.09

Masui T.: Technologies and Economy -Evidence from Model Analysis, G8 Environ. Futures Forum, Spoleto, Italy, 2001.10

Sekiguchi M., Nakajima T., Suzuki K., Kawamoto K., Higurashi A.: A study of atmospheric radiation budget in Asia, 15th Int. Study Conf. GEWEX in Asia & GAME, Aichi Trade Center, Nagoya, Japan, 2001.10

江守正多, 沼口 敦: スペクトル大気モデルへの水蒸気格子移流スキームの導入に伴う地表気温バイアスの変化とその改善, 日本気象学会 2001 年秋季大会, 岐阜, 2001.10

中島 孝, Yi L., 日暮明子, 増永浩彦, 中島映至, 高村民雄, 内山明博: ACE-Asia 期間中の衛星による雲・エアロゾル観測, 日本気象学会 2001 年秋季大会, 岐阜, 2001.10

日暮明子, 中島映至: SeaWiFS を用いた APEX 観測域におけるエアロゾル型分類, 日本気象学会 2001 年秋季大会, 岐阜, 2001.10

Higurashi A., Nakajima T.: Aerosol type classification with SeaWiFS during APEX-E2 / ACE-Asia, 1st ACE-Asia Data Workshop, California, Inst. Technol., California, USA, 2001.10-11

Swart R., Morita T.: Recommendations for Stabilization Experiments, Task Group Clim. Impact Assess. Meet., Bridgetown, Barbados, 2001.11

Yamamoto H., Fujino J., Yamaji K.: Bioenergy supply potential and bioenergy utilization costs, Proc. 1st Int. Conf. Greenhouse Gas and Anim. Agric. GGAA2001, Hokkaido, 2001.11

Yang H., Hu X., Jiang K., Matsuoka Y., Kainuma M.: SO<sub>2</sub> emission inventory and projection in China, 7th Int. Jt. Semin. Reg. Deposition Process. Atmos., Tsukuba, Japan, 2001.11

Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T.: Future Climate Change and their Impacts in the Asia-Pacific Region -From the AIM Results-, IGES Int. Workshop Clim. Policy In Asia, Tokyo, Japan, 2001.12

Morita T.: An Integrated Assessment Modeling Project in Japan —Asia-Pacific Integrated Model (AIM)-, UK-Jpn. Expert Meet. Clim. Change, Tokyo, Japan, 2001.12

Morita T.: An Asian Perspective on Integrated Assessment Modeling, Forum Globally-Integrated Environ. Assess. Modeling, Macao, China, 2001.12

神沢 博: 成層圏水蒸気の分布と長期変動, 第 12 回大気化学シンポジウム, ホテル日航豊橋, 豊橋, 2001.12

神沢 博: 大気海洋大循環気候モデルの開発とモデルによる温暖化予測実験, 平成 13 年度地球環境研究総合推進費公開シンポジウム: 地球温暖化の研究最前線, 環境省主催, 東京国際フォーラム, 東京, 2001.12

森田恒幸: エネルギー・環境・社会・経済と核融合, 核融合フォーラム設立記念シンポジウム, 東京, 2002.5

Fujino J.: How can we Prospect Renewable energy Scenario in the Asia-Pacific region with Computer Simulation Model (AIM-Asia Pacific Integrated Model), Asia-Pacific Forum Environ. & Dev., Bangkok, 2002.1

山本博巳, 藤野純一, 山地憲治: バイオエネルギー利用技術の経済性評価, 第 18 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 東京, 2002.1

藤野純一, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲, 松井重和: AIM-Trend モデルを用いたアジア各国別エネルギー需給予測シナリオの開発, 第 18 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 東京, 2002.1

藤野純一, 山本博巳, 山地憲治: 日本におけるバイオエネルギー供給可能量見積もりの比較検討 - 畜産排泄物の供給可能量見積もりについて -, 第 18 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 東京, 2002.1

Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T.: AIM Results for EMF 19, EMF 19 Working Group Meet., Stanford, USA, 2002.2

Kanzawa H.: Development of an advanced regional climate change prediction model as part of emission-climate-impact integrated models. InSession 1: Improvement of climate models making use of "Earth Simulator" and research on earth processes for modeling, 2nd Jpn.-U.S. Working Level Consult. Clim. Change Res. Coop., Tokyo, 2002.2

Morita T.: Feasibility of International Co-operation, Final Workshop Tyndall Blueprint Proj., Southampton, UK, 2002.2

Fujino J.: AIM/Trend Model, 7th AIM Int. Workshop, Tsukuba, 2002.3

---

- Fujino J., Yamamoto H., Yamaji K.: Estimation of Bioenergy Supply Potential with a Long-term Global Energy System Model, 7th Biennial Conf. Int. Soc. Ecol. Econ., Sousse, 2002. 3
- Fujino J.: Introduction of AIM/CGE Model, 7th AIM Int. Workshop, Tsukuba, 2002. 3
- Morita T.: An economic analysis of Japanese and global participation in Kyoto Protocol, Clim. Policy & Sustainable Dev. -Meas. Global Participation-, Seoul, Korea, 2002. 3
- Yamamoto H., Fujino J., Yamaji K.: Sustainable biomass utilization —energy, food, and material-, 7th Bienn. Conf. Int. Soc. Ecol. Econ., Sousse, Tunisia, 2002. 3
- 神沢 博：陸域生態系による二酸化炭素の吸収量排出量の評価, 「大気組成モニタリングへの衛星観測の貢献」シンポジウム, GCOM-A1 利用者フォーラム, 芝パークホテル, 東京, 2002. 3
- Fujino J.: ASIAP/AIM scenarios, Workshop on Long-Term Energy Scenarios: Implications for Nuclear Energy, Moscow, 2002. 4
- Nozawa T., Emori S., Numaguti A., Tsushima Y., Takemura T., Nakajima T., Abe-Ouchi A., Kimoto M.: Projections of future climate change considering radiative impacts of various aerosols, 27th Gen. Assem. EGS, Nice, France, 2002. 4
- 森田恒幸：地球温暖化研究の最前線とわが国の戦略, 地球環境外交担当者会議, 東京, 2002. 04
- Masui T., Morita T., Matsuoka Y., Tsuchida K.: Future Climate Change Estimated by AIM Model, The Kyoto Protocol: What do models say about its long-term climate impacts?, Workshop Clim. Change, Kassel, Germany, 2002. 5
- Masui T.: AIM (Asian-Pacific Integrated Model) to Support Environmental Policies, Int. Workshop Clim. Policy Dialogue Vietnam/Cambodia, Ho Chi Min City, Vietnam, 2002. 5
- Nakajima T., Higurashi A., Liu Y., Nakajima T., Masunaga H.: Aerosol Characterization with Satellite Remote Sensing over Ocean, AGU 2002 spring meet., Washington Convention Center, Washington, DC, 2002. 5
- Wang H., Nakajima T.Y., Higurashi A., Nakajima T., Pinker R.T., Laszlo I.: Multi-Satellite Approach to Estimate Radiative Fluxes over the Oceans, AGU 2002 spring meet, Washington Convention Center, Washington, DC, 2002. 5
- 江守正多, 高橋 潔, 野沢 徹, 神沢 博：地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究, 日本気象学会 2002 年度春季大会, 大宮ソニックシティ, さいたま, 2002. 5
- 日暮明子：気候変動とエアロゾル研究, 日本気象学会, 2002 年春季大会, 大宮ソニックシティ, さいたま, 2002. 5
- Hibiki A., Arimura T.: The Empirical study on the effect of the fuel tax in Japan on the vehicle selection and the NOx emission, 2nd World Cong. Environ. Resour. Econ., Monterey, USA, 2002. 6
- Higurashi A., Nakajima T.: Aerosol type classification with SeaWiFS four-channel radiance data, AMS 11th conf. atmos. radiation, Ogden Eccles Conf. Center, Ogden, Utah, 2002. 6
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T.: A cost analysis of Kyoto based on the Asia-Pacific Integrated Model(AIM), Annu. Meet. Int. Energy Workshop jointly organ. EMF/IEA/IIASA, Stanford, USA, 2002. 6
- Sekiguchi M., Nakajima T., Kawamoto K., Higurashi A.: Global and regional correlations between aerosol and cloud parameters, AMS 11th conf. atmos. radiation, Ogden Eccles Conf. Center, Ogden, Utah, 2002. 6
- Suzuki K., Nakajima T., Numaguti A., Takemura T., Kawamoto K., Higurashi A.: GCM-simulated and satellite-retrieved cloud-aerosol interaction, AMS 11th conf. cloud phy., Ogden Eccles Conf. Center, Ogden, Utah, 2002. 6
- 増井利彦：現代文明最大のジレンマ－環境と経済の両立－, 国立環境研究所公開シンポジウム 2002, 東京, 2002. 6
- 藤野純一：AIM - Trend モデルを用いた各国別バイオエネルギーポテンシャル見積もり - バイオマス需要に関する考察 -, 第 21 回エネルギー・資源学会研究発表会, 大阪, 2002. 6
- Higurashi A., Nakajima T.: Aerosol type classification with SeaWiFS four channel radiance data in the APEX E/ACE-Asia. World convention center summit, Phoenix SEAGAIA Resort, Miyazaki, 2002. 7
- Kainuma M.: Climate change impacts in the Asia-Pacific Region — outcomes from the AIM model —, 12th Asia-Pac. Semin. Clim. Changes, Bangkok, 2002. 7
-

- Fujino J.: AIM Framework for Multi-gas Analysis, EMF Workshop Clim. Change Impacts and Integrated Assess. VIII, Snowmass, 2002. 8
- Morita T.: Economic Modeling Japanese Experience of Sustainable Development, WSSD SIDE EVENT, Johannesburg, South Africa, 2002. 8
- Morita T.: Global Participation and Innovation are the Keys to Climate Change Mitigation, WSSD SIDE EVENT, Johannesburg, South Africa, 2002. 8
- Morita T.: Interactions and Collaborations between Scientists and Policy Makers, WSSD SIDE EVENT, Johannesburg, South Africa, 2002. 8
- Fujino J.: AIM/Trend Model, The AIM Training Workshop 2002, Tsukuba, 2002. 9
- Kainuma M.: Environment outlook in the Asia-Pacific region, 5th Asia-Pac. Forum Sci. Technol(APF2002) - Sustainable Dev. Asia-Pac. Reg., Kanazawa, Japan, 2002. 9
- Kanzawa H.: Research Activities at NIES, Japan-UK Jt. Workshop Clim. Modelling, Tokyo(CCSR) & Yokohama(ESC), 2002. 9
- Masui T.: AIM Material Model, The AIM Training Workshop 2002, Tsukuba, Japan, 2002. 9
- Morita T.: Emission and Stabilization Scenarios — SRES and post-SRES -, Int. Workshop Clim. Change Mitigation & Challenges Chin. Econ. Dev., Beijing, China, 2002. 9
- Morita T.: Overview of Environmental Industry in the Asia-Pacific Region, 5th Asia-Pac. Forum Sci. Technol. (APF2002), Kanazawa, Japan, 2002. 9
- Yang H., Matsuoka Y., Kainuma M.: Development of AIM/China to analyze CO<sub>2</sub> reduction policies, 2002 Conf. Soc. Environ. Econ. Policy Stud., 2002. 9
- 葦津紗恵, 増井利彦, 森田恒幸: 環境及び年金の世代間不公平性の同時是正の解決に向けた政策の展望とその効果, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 奥山淳平, 増井利彦, 森田恒幸: わが国における廃棄物処理構造の変化に関する推定, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 久保田泉: 有害化学物質の国際取引における事前の情報に基づく同意手続の意義, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 増井利彦: 応用一般均衡モデルによる環境政策の効果分析, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 増井利彦: 環境投資及び技術革新の効果と環境産業 経済モデルによる分析, 第 2 回日中韓環境産業円卓会議, 東浦町 (兵庫県), 2002. 9
- 大川正人, 増井利彦, 森田恒幸: 燃料電池による二酸化炭素削減および経済活動への影響評価に関する研究 - 応用一般均衡モデルによる定量的分析 -, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 日引 聡, 有村俊秀: 燃料税制が自動車車種選択およびNO<sub>x</sub>排出量に及ぼす影響の分析, 環境科学会 2002 年会, 草津, 2002. 9
- 入江康子, 増井利彦, 森田恒幸: 情報技術活用的高度化による環境負荷削減可能性に関する基礎的研究, 環境経済・政策学会 2002 年大会, 札幌, 2002. 9
- 江守正多, 永島達也, 野沢 徹, 神沢 博, 菅田誠治, 日暮明子, 高田久美子, 高藪 縁, 阿部彩子, 木本昌秀, 中島映至, 沖 大幹, 横沢正幸, 沼口 敦: 新バージョン CCSR/NIES 大気大循環モデルおよび大気海洋結合気候モデルの開発, スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会 (第 10 回), 独立行政法人国立環境研究所地球温暖化研究棟交流会議室, つくば, 2002. 9
- Fujino J.: AIM/Trend Model, APEIS Capacity Building Workshop Integrated Environ. Assess. Asia Pac. Reg., New Delhi, 2002. 10
- Kainuma M.: AIM/Emission Model, APEIS Capacity Building Workshop Integrated Environ. Assess. Asia-Paci. Reg., New Delhi, India, 2002. 10
- Kainuma M.: Future Emissions and Mitigation Modeling, Asia-Pac. Forum Collab. Modeling Clim. Policy Assess., New Delhi, India, 2002. 10
-



- Masui T., Rana A.: AIM/Material Model, APEIS Capacity Building Workshop Integrated Environ. Assess. Asia-Pac. Reg., New Delhi, India, 2002. 10
- Masui T., Rana A.: AIM/Material Model, APEIS Capacity Building Workshop Integrated Environ. Assess. Asia-Pac. Reg., New Delhi, India, 2002. 10
- 江守正多, 西村照幸, 鈴木立郎, 羽角博康, 齋藤冬樹, 木本昌秀, 井上孝洋, CCSR/NIES/Frontier 共生プロジェクトチーム: 地球温暖化実験のための高解像度大気海洋結合モデルの開発, 日本気象学会 2002 年度秋季大会, 北海道大学, 札幌, 2002. 10
- 森田恒幸: グリーン市場の実現は可能かー問題提起ー, 第二回トヨタステークホルダーダイアログ, 神奈川, 2002. 10
- 増井利彦: 循環型社会実現に向けたシナリオのシミュレーションについて, インバース・マニュファクチャリングフォーラム・ビジョン構築委員会, 東京, 2002. 11
- Emori S., Nishimura T., Suzuki T., Inoue T., Hasumi H., Saito F., Abe-Ouchi A., Kimoto M., Kanzawa H., Sumi A.: Development of a high-resolution climate model for future climate change projection on the Earth Simulator, AGU 2000 Fall Meet., San Francisco, 2002. 12
- Fujino J., Pandey R., Hibino G., Kainuma M.: Preliminary AIM team Study for Multi-gas Analysis, Energy Modeling Forum 21 Multi-Gas Mitigation & Climate Change, Washington, D.C, 2002. 12
- Masui T.: Compatibility between environmental protection and economic development, 36th Dev. Financ. Course 2002, Tokyo, Japan, 2002. 12
- Rana A., Masui T.: CO<sub>2</sub> Emissions and Waste Management in AIM/Material Model, IGES Int. Workshop Clim. Change Energy Modeling, Yokohama, Japan, 2002. 12
- 森田恒幸: 地球温暖化防止と経済発展, エコデザイン 2002 ジャパンシンポジウム, 東京, 2002. 12
- Morita T.: Asian Climate Change Mitigation — Current Status and Future Prospects —, Int. Symp. Clim. Change Action, Tokyo, Japan, 2003. 1
- 森田恒幸: 温暖化シナリオ研究の新展開, 慶應環境会議, 東京, 2003. 3
- 森田恒幸: 地球環境とリスク, 社会理工学研究科棟第 I 期竣工記念シンポジウム, 東京, 2003. 3
- 森田恒幸: 地球環境研究からの期待, FRONTIER2003, 東京, 2003. 3
- Fujino J., Pandey R., Hibino G., Kainuma M.: Non-CO<sub>2</sub> emissions and mitigation options-AIM approach-, TGCIA expert meet. scenario appl. Res. Clim. change, impacts/adaptation and mitigation, Amsterdam, Netherlands, 2003. 1
- Fujino J.: Present situation of bioenergy utilization in Japan, 1st meet. Res. team Bio-Energy Prom. Strategy under the framework of APEIS/RISPO, Tokyo, 2003. 1
- Masui T., Morita T.: Review of scenario use and issues for mitigation analysis, TGCIA expert meet. scenario appl. Res. Clim. change, impacts/adaptation and mitigation, Amsterdam, Netherlands, 2003. 1
- Morita T.: A Comparison of GHG Emission Scenarios between India and China, Int. ESRI Forum, Tokyo, 2003. 2
- Fujino J.: AIM/Trend and AIM/CGE, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Fujino J.: Non-CO<sub>2</sub> gas emissions modelling, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Kainuma M.: Recent development of AIM models, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Masui T., Miyashita M.: AIM Material Japan, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Masui T., Rana A., Suwa S.: AIM/Material India with natural resources, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Masui T., Takahashi K., Tsuichida K.: Integration of emission, climate change and impacts, 8th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2003. 3
- Sekiguchi M., Nakajima T., Kawamoto K., Higurashi A., Sano I., Mukai S.: A study of the direct and indirect effects of aerosols using global satellite datasets of aerosol and cloud parameters, 8th Int. Conf. Atmos. Sci. & Appl. Air Qual., Program and Abstracts, Tsukuba Int. Congr. Center, Tsukuba, 2003. 3
- Sudo K., Takahashi M., Nozawa T., Kanzawa H., Akimoto H.: Simulation of future ozone pollution and acid deposition:

---

a global model study, 8th Int. Conf. Atmos. Sci. & Appl. Air Qual., Tsukuba, Japan, 2003. 3

Fujino J.: Model Analysis for Non-CO<sub>2</sub> gas emissions and mitigation options - AIM approach -, Energy Modeling Forum 21 Multi-Gas Mitigation & Clim. Change, Copenhagen, 2003. 5

中島映至, 関口美保, 竹村俊彦, 鶴野伊津志, 日暮明子, Kim D., Sohn B., Oh S., 中島 孝, 太田幸雄, 岡田 格, 高村民雄, 河本和明: 東アジア域のエアロゾルの直接, 間接の放射強制について, 2003年春季大会, 講演予稿集, 143, つくば, 2003. 5

Higurashi A.: Aerosol type classification with MODIS four channel radiance data during the APEX-E3, 6th APEX Int Workshop, Awaji Island, Hyogo, 2003. 6

Dairaku K., Emori S., Oki T., Mushiake K.: An investigation of monsoon rainfall over a tropical mountain in southeast Asia using regional climate model, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & GEophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Emori S., Nishimura T., Suzuki T., Matsumura S., Saito F., Inoue T., Ogura T., Abe-Ouchi A., Kimoto M., Kanzawa H.: Atmospheric component of the CCSR/NIES/FRSGC model for future climate change projection on the Earth Simulator, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Higurashi A., Nakajima T., Ohta S., Takamura T., Holben B.N.: Aerosol characteristics over the East China Sea from satellite four-channel radiances. XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys. (IUGG 2003), Abstract, A370, Sapporo, Japan, 2003. 6-7

Höeller R., Higurashi A., Nakajima T., Nakajima N.Y.: A method for satellite remote sensing of aerosols over land surfaces using GLI's UV-channel. XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys.(IUGG 2003), Abstract, A365, Sapporo, Japan, 2003. 6-7

Kimoto M., Emori S., Hasumi H., Suzuki T., Nishimura T., Inoue T., Saito F., Ogura T., Abe-Ouchi A., Kanzawa H., Sumi A.: High-resolution coupled ocean-atmosphere general circulation modeling on the Earth Simulator, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Nagashima T.: Solar effects in the stratospheric ozone estimated by a chemistry-climate model, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & GEophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Nakajima T., Sekiguchi M., Takemura T., Uno I., Higurashi A., Kim D., Sohn B.J., Oh S., Nakajima T.Y., Ohta S., Okada I.: Evaluation of the direct and indirect radiative forcings of aerosols in the East China Sea region. XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys.(IUGG 2003), Abstract, A366-367, Sapporo, Japan, 2003. 6-7

Nozawa T., Nagashima T., Takemura T., Emori S., Kimoto M.: Climate change simulations on the 20th century with natural and anthropogenic forcings, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Ogura T., Kimoto M., Hasumi H., Ohgaito R., Segawa T., Abe-Ouchi A., Emori S., Watanabe M., Saito F., Kanzawa H.: A coupled ocean-atmosphere general circulation model for long-term ntegrations on the Earth Simulator, XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys., Sapporo, Japan, 2003. 7

Sekiguchi M., Nakajima T., Kawamoto K., Higurashi A., Sano I., Mukai S.: A study of the correlation between aerosol and cloud parameters using satellite datasets. XXIII Gen. Assem. Int. Union Geodesy & Geophys.(IUGG 2003), Abstract, A371, Sapporo, Japan, 2003. 6-7

大楽浩司, 江守正多, 沖 大幹, 虫明功臣: アジாமンスーン熱帯山地流域における降水観測と領域大気モデルを用いた数値解析, 福岡, 2003. 7

Masui T., Hijioka Y.: Quantification of Global Long-Term Scenarios using AIM, Overview and simulation results, MA 2nd Scenarios Group Summer Meet., Rome, Italy, 2003. 8

Höeller R., Nakajima T.Y., Higurashi A., Nakajima T.: Remote sensing of aerosols over land from GLI, Workshop on "Global aerosol meas. Clim. Stud.—present and future", Paris, France, 2003. 9

Kimoto M., Emori S., Hasumi H., Suzuki T., Nishimura T., Inoue T., Saito F., Ogura T., Abe-Ouchi A., Kanzawa H., Sumi A.: High-resolution coupled ocean-atmosphere general circulation modelling on the Earth Simulator, Int. Conf. Earth Syst. Modelling, Hamburg, Germany, 2003. 9

Kimoto M., Ogura T., the K-1 Japan National Team: The 20th century climate reproduction experiment with the CCSR/NIES/FRSGC coupled ocean-atmosphere GCM, 2nd Coupled Model Intercomparison Workshop, Hamburg,

---

Germany, 2003. 9

Nozawa T., Nagashima T., Takemura T., Emori S., Nishimura T., Kimoto M.: Climate simulations on the 20th century with various forcings, Int. Conf. Earth Syst. Modelling, Hamburg, Germany, 2003. 9

Sudo K., Takahashi M., Nozawa T., Kanzawa H., Akimoto H.: Simulation of future distributions of tropospheric ozone and sulfate aerosol: impacts of emission change and climate change, Int. Conf. Earth Syst. Modelling, Hamburg, Germany, 2003. 9

亀山康子：2013年以降の地球温暖化対策としての国際的取り組みに関する論文の傾向の分析，環境経済・政策学会2003年大会，東京，2003.9

宮下真穂，増井利彦，森田恒幸：耐久消費財のリユース市場活性化に伴う環境と経済への波及効果に関する研究，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，東京，2003.9

根岸正州，増井利彦，森田恒幸：環境NPOが企業活動およびマクロ経済におよぼす潜在的な便益に関する分析，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，東京，2003.9

宗健太郎，高橋 潔，増井利彦，森田恒幸：アジア太平洋地域における地球温暖化影響の地理的相違に関する分析，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，東京，2003.9

諏訪幸子，増井利彦，森田恒幸：自然資源の保全と経済発展の両立に向けた政策の効果に関する分析，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，東京，2003.9

西本裕美，松岡 譲，藤野 純一：環境税が産業構造及び貿易収支に及ぼす影響の評価，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，40-41，東京，2003.9

大原伸介，日引 聡：自動車保有と燃料需要およびNox排出量の計量分析，環境経済・政策学会2003年大会，東京，2003.9

竹葉直人，日引 聡：家庭用水の需要曲線の計量分析，B40環境経済・政策学会2003年大会，東京，2003.9

土田研一，増井利彦，森田恒幸：温暖化影響を考慮した発展途上国の温暖化対策への参加に関する分析，環境経済・政策学会2003年大会，報告要旨集，東京，2003.9

東 将人，日引 聡：金融市場における企業環境活動への評価に関する計量分析－ISO14001認証に関するケーススタディー，環境経済・政策学会2003年大会，東京，2003.9

藤野純一：D3 アジア及び途上国の環境問題（3）－討論者報告，環境経済・政策学会2003年大会，東京，2003.9

Hibiki A., Higashi M., Matsuda A.: Acquisition of the Certificate of ISO 14001 in Japan and its Valuation of Market; 2003 Open Meet. Human Dimensions Global Environ. Change Res. Community, Montreal Canada, 2003. 10

Masui T., Morita T.: Climate/Ecosystem/Recycling links to CGE models, OECD Environ. Modelling Workshop, Ottawa, Canada, 2003. 10

Nozawa T., Nagashima T., Takemura T., Emori S., Nishimura T., Kimoto M.: Climate change simulations on the 20th century with various natural and anthropogenic forcings, World Clim. Change Conf., Moscow, Russia, 2003. 10

Ogura T., K-1 Project Team: High resolution modelling on the Earth Simulator, UK/Japan Workshop Earth Syst. Modelling, Cambridge, UK, 2003. 10

Sumi A., Kimoto M., Hasumi H., Emori S., Nozawa T.: Development of a high-resolution climate model, World Clim. Change Conf., Moscow, Russia, 2003. 10

Welch E., Hibiki A.: The Effect if ISO 14001 on CO<sub>2</sub> Production in Electric Power Generation Facilities, 2003 Open Meet. Human Dimensions Global Environ. Change Res., Montreal, Canada, 2003. 10

永島達也：太陽活動11年周期変動の成層圏への影響～化学気候モデルを用いた考察～，仙台，2003.10

高藪 出，加藤央之，西澤慶一，江守正多，大楽浩司，佐藤康雄，栗原和夫，佐々木秀孝：領域気候モデルによる現在気候の再現性について，仙台，2003.10

大楽浩司，江守正多，沖 大幹：東南アジア熱帯山岳地域における降水観測と数値解析，仙台，2003.10

竹村俊彦，野沢 徹，久芳奈遠美：全球3次元エアロゾル輸送・放射モデルを用いた雲・エアロゾル相互作用のパラメタリゼーション，仙台，2003.10

- 竹村俊彦, 野沢 徹, 江守正多: 全球3次元エアロゾル輸送・放射モデルを用いたエアロゾル直接・間接効果による気候変動の解析, 仙台, 2003. 10
- 野沢 徹, 永島達也, 竹村俊彦, 江守正多, 西村照幸, 木本昌秀: 多種類のエアロゾルによる第2種間接効果を考慮した場合の20世紀の気候再現実験, 仙台, 2003. 10
- Dairaku K.: Simulation of 1998 monsoon onset over Southeast Asia with a regional climate model, Int. Symp. Clim. Syst. Asian Monsoon and its Interaction with Society, Khon Kaen, Thailand, 2003. 11
- Higurashi A : Aerosol type classification with satellite four channel data, Seoul National Univ., Seoul, Korea, 2003. 11
- Höeller R., Higurashi A., Nakajima T., Nakajima T.Y.: Retrieval of aerosol optical thickness and single-scattering albedo over land from GLI, Conf. Remote Sensing Soc. Japan, (Abstract,) Nagaoka, Niigata, Japan, 2003. 11
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T., Masui T., Takahashi K.: Integrated assessment of global warming stabilization scenarios by the Asia-Pacific Integrated Model, 1st Int. Simp. Syst. & Human Sci., Osaka, 2003. 11
- 永島達也: 太陽活動11年周期変動が中層大気に及ぼす影響 - 化学気候モデルを用いたアプローチ -, 陸別, 2003. 11
- Dairaku K., Emori S., Oki T.: Observation and simulation of monsoon rainfall over a tropical mountainous region in Southeast Asia, AGU 2003 Fall Meet., San Francisco, USA, 2003. 12
- Fujino J., Masui T., Nair R., Kainuma M., Matsuoka Y.: Preliminary Model Results of Multi gas Analysis from AIM team, Energy Modeling Forum 21 Multi-Gas Mitigation & Clim. Change, Stanford, 2003. 12
- Masui T.: Impact of CO<sub>2</sub> reduction policy on environmental industry in Japan — Modeling and simulation of carbon tax and environmental industry, 3rd Tripartite Roundtable Meet. Environ. Industry, Beijing, China, 2003. 12
- Yokohata T., Ogura T., Nozawa T.: Climate response in the global warming: increasing rate of the surface temperature, AGU 2003 Fall Meet., San Francisco, USA, 2003. 12
- 永島達也: オゾンホールは何時消滅するか, 東京, 2003. 12
- Fujino J., Masui T., Nair R., Kainuma M., Matsuoka Y.: AIM Multi-gas Model Analysis on stabilization scenarios, Workshop on GHG Stabilization Scenarios, Tsukuba, 2004. 1
- Nozawa T., K-1 Project Team: Climate change experiments with a high-resolution climate model —current status and future plans—, Workshop on GHG Stabilization Scenarios, Tsukuba, Japan, 2004. 1
- 増井利彦: 京都議定書で定められた二酸化炭素排出量削減のための地球温暖化対策税の税率とその経済影響の試算について - AIM (アジア太平洋統合評価モデル) による試算, 日本租税研究協会地球環境問題検討会, 東京, 2004. 1
- 藤野純一, 増井利彦, Nair R., 甲斐沼美紀子, 松岡 譲: 非CO<sub>2</sub>ガスを含めた温室効果ガス削減効果分析モデルの開発, エネルギー・資源学会, 第20回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 東京, 2004. 1
- Masui T.: Carbon Tax, Carbon Reduction Potential, and Economic Impact in Japan -Application of AIM (Asia-Pacific Integrated Model), Climate Policy in the U.S. and Japan, Washington DC, USA, 2004. 2
- Dairaku K., Emori S., Nozawa T., Yamazaki N., Hara M., Kawase H.: Regional climate simulation over Asia under the global warming nested in the CCSR/NIES AGCM, Symp. Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, Tsukuba, Japan, 2004. 3
- Kainuma M., Fujino J., Masui T.: Carbon Tax Policy in Japan, 9th AIM Int. Workshop, Tsukuba, 2004. 3
- Kainuma M.: FY 2003 research progress of APEIS-IEA, 3rd Meet. Res. Coord. Committee of the Asia-Pac. Environ. Innovation Strategy Proj., Beijing, 2004. 3
- Kameyama Y.: Post-2012 Climate Policy Regime: Divergent Views, Trends, and the Importance of Incentives Mechanisms, ASIA-EUROPE ENVIRONMENT FORUM 2nd Roundtable: Reinf. Asia-Europe Coop. Clim. Change, Cheju, Korea, 2004. 3
- Nozawa T.: Changes in convective and non-convective daily precipitation resulting from the global warming, Symp. Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, Tsukuba, Japan, 2004. 3



Takayabu I., Kato H., Nishizawa K., Emori S., Dairaku K., Sato Y., Sasaki H., Kurihara K.: Simulations of Asian climate by using regional climate models nested in global circulation models, Symp. Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, Tsukuba, Japan, 2004. 3

Wan Y., Yang H., Masui T.: Economic Impact of Air Pollution in China, 9th AIM Int. Workshop, Tsukuba, 2004. 3

Emori S., *et al.*: Comparison of climate sensitivity in two versions of the CCSR/NIES model, Jt. WCRP CFMIP/IPCC expert meet. Clim. Sensitivity and Feedbacks, Exeter, UK, 2004. 4

Nozawa T., Nagashima T., Yokohata T., Ogura T., Okada N.: Climate simulations of the 20th century with various forcing, Workshop Clim. variability in the 20th century (C20C), Trieste, Italy, 2004. 4

甲斐沼美紀子, 増井利彦: 温暖化防止対策: 温暖化対策税と日本経済への影響, 総合科学技術会議 地球温暖化研究イニシアティブ 平成16年度 第1回影響・リスク評価プログラム/抑制政策プログラム会合, 19-23, 東京, 2004. 4

Kainuma M.: Multi-gas analysis on stabilization scenarios using AIM model, Global Energy Technol. Strategy Proj. Tech. Rev., Washington, 2004. 5

Kainuma M.: The literature on the array of stabilization pathways, IPCC Expert Meet., Buenos Aires, 2004. 5

Masui T.: Effects of technology transfer on CO<sub>2</sub> reduction, 6th Sino-U.S.-Korea Econ. Environ. Modeling Workshop, Beijing, 2004. 5

横島徳太, 小倉知夫, 野沢 徹: 地球温暖化における地表気温上昇率と氷-雲アルベドフィードバック, 日本気象学会 2004年度春季大会, 東京, 2004. 5

江守正多: CCSR/NIES/FRSGC T106 AGCM における対流抑制条件の導入と日降水強度の再現性, 日本気象学会 春季大会, 東京, 2004. 5

野沢 徹, 永島達也, 小倉知夫, 横島徳太, 岡田直資: 大気海洋結合モデルを用いた20世紀の気候再現実験, 日本気象学会 2004年春季大会, 気象庁, 東京, 2004. 5

Kainuma M., Matsuoka Y., Masui T., Fujino J.: Carbon reduction potential and economic impacts in Japan: Application of AIM, Annu. Meet. Int. Energy Workshop, Paris, 2004. 6

花岡達也, 松橋隆治, 吉田好邦: フルオロカーボン類に関する国際間環境対策制度の一考察—対途上国技術援助のケーススタディー, 第23回エネルギー資源学会, 第23回研究発表講演論文集, 225-228, 大阪, 2004. 6

花岡達也, 松橋隆治, 吉田好邦: フルオロカーボン類の回収・破壊処理対策による環境負荷低減効果の定量的評価, 第23回エネルギー資源学会, 第23回研究発表講演論文集, 221-224, 大阪, 2004. 6

増井利彦: AIM における廃棄物再資源化のモデル化, メタボリズム社会・環境システム研究会, 電気学会研究会資料, 31-34, 東京, 2004. 6

増井利彦: どんな地球を子孫に残すか?, 高崎市「環境フェア2004」, 高崎, 2004. 6

藤野純一, 増井利彦, 甲斐沼美紀子, 松岡 譲: 非CO<sub>2</sub>ガスを含めた温室効果ガス削減効果分析モデルの開発(2), 第23回エネルギー・資源学会研究発表会, 同講演論文集, 159-162, 大阪, 2004. 6

Nagashima T.: Simulation of the 20th century climate with a mid-resolution CGCM, 2004, 1st jt. workshop between CCSR/Japan & CNPR/CAMS/China clim. Syst. modeling, Qingdao, China, 2004. 7

Nozawa T.: Climate change experiments with the CCSR/NIES/FRSGC mid-resolution CGCM for the IPCC AR4, 1st jt. workshop between CCSR/Japan & CNPR/CAMS/China clim. Syst. modeling, Qingdao, China, 2004. 7

Bergstrom R., Pilewskie P., Russell P., Schmid B., Redemann J., Higurashi A., Nakajima T., Quinn P.: Spectral absorption of solar radiation by aerosols during ACE-ASIA, Int. Radiation Symp. (IRS2004), (IRS2004 Current problems in atmospheric radiation, Abstracts, D22, p47), BEXCO, Busan, Korea, 2004. 8

Higurashi A., Nakajima T.: Detection of aerosol types from space-borne radiometer over the ocean, Int. Radiation Symp. (IRS2004), (IRS2004 Current problems in atmospheric radiation, Abstracts, F47, p93-94), BEXCO, Busan, Korea, 2004. 8

Higurashi A., Saeki T., Nakajima T.: Long-term analysis of the aerosol optical properties on global scale from NOAA/AVHRR, Int. Radiation Symp. (IRS2004), (IRS2004 Current problems in atmospheric radiation, Abstracts, F46,

p93), BEXCO, Busan, Korea, 2004. 8

Kainuma M.: Climate policy assessment —Integrated modeling approach-, Energy Modeling Forum Workshop Crit. Issues Clim. Change, Snowmass, 2004. 8

Nakajima T., Higurashi A., Nakajima Y.Y., Sekiguchi M., Takemura T.: On an evaluation of the aerosol radiative forcing with use of satellite remote sensing, surface observation, and a climate model, Int. Radiation Symp.(IRS2004), (IRS2004 Current problems in atmospheric radiation, Abstracts, H1, p151), BEXCO, Busan, Korea, 2004. 8

Yokota T., Higurashi A., Morino I., Oguma H., Inoue G.: Data retrieval strategy of a nadir-looking SWIR FTS aboard GOSAT to monitor CO<sub>2</sub> column density from space, Int. Radiation Symp. (IRS2004), (IRS2004 Current problems in atmospheric radiation, Abstracts, F34, p87), BEXCO, Busan, Korea, 2004. 8

Hanaoka T., Matsushashi R., Yoshida Y.: A quantitative evaluation of fluorocarbon emissions and a study of multilateral environmental policies, Greenhouse Gas Control Technol., Vancouver, 2004. 9

Hasumi H., Sakamoto T.T., Suzuki T., Oka A., Okada N.: Comparison of modelled THC and its variability in coupled GCMs with coarse-resolution and eddy-permitting ocean, CLIVAR workshop on North Atlantic thermohaline circulation variability, Kiel, Germany, 2004. 9

Kainuma M., Fujino J., Hanaoka T., Nair R., Matsuoka Y., Akashi O., Hibino G., Miyashita M., Shimada K., Pandey R.: The potential of future emission reductions and abatement costs in world regions, Informal Expert Meet., Tokyo, Japan, 2004. 9

Oka A., Okada N., Suzuki T., Sakamoto T.T., Hasumi H.: Variations of the THC in the CCSR/NIES/FRCGC coupled GCM for 20th century and future projection runs, CLIVAR workshop on North Atlantic thermohaline circulation variability, Kiel, Germany, 2004. 9

Wan Y., Yang H., Masui T.: Health and economic impacts of air pollution in China: A Comparison of the general equilibrium approach and human capital approach, 9th Annu. Conf. Soc. Environ. Econ. Policy Stud., Proceedings, 42-43, Hiroshima, 2004. 9

伊藤 琢, 日引 聡: 化学物質排出事業所の住宅市場に与える影響の分析, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 広島, 2004. 9

岡田直資, 羽角博康: CCSR/NIES/FRCGC 共生プロジェクトチーム, 大気海洋結合大循環モデルを用いた深層循環の経年変動に関する研究, 2004 年度日本海洋学会秋季大会, 松山, 2004. 9

河瀬玲奈, 藤野純一, 島田幸司, 松岡 譲, 甲斐沼美紀子: 気候安定化に向けた国別シナリオの策定について, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 報告要旨集, 6-7, 広島, 2004. 9

亀山康子, 蟹江憲史, 高村ゆかり, 田村堅太郎: 気候変動問題に関する 2013 年以降の国際制度に関する分析: 各種提案と特徴の整理, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 広島, 2004. 9

西本裕美, 松岡 譲, 藤野純一: 温室効果ガス濃度の安定化対策が世界経済に与える影響, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 報告要旨集, 2-3, 広島, 2004. 9

中嶋一憲, 増井利彦: 多地域応用一般均衡モデルを用いた地域経済活動とそれがもたらす環境負荷の定量評価—中国を例にして—, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 報告要旨集, 40-41, 広島, 2004. 9

Fujino J., Nishioka S.: Japanese climate policy scenarios toward 2050 —economic model analysis and emission reduction options-, Informal Consultation Meeting on Beyond Kyoto Issues, Tokyo, 2004. 9

藤野純一, 二宮康司, 河瀬玲奈, 西岡秀三: 欧州視察による国レベル中長期温室効果ガス削減シナリオの調査, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 報告要旨集, 236-237, 広島, 2004. 9

日引 聡, 松田あきみ, 東 将人: Determinants of Adoption of ISO14001 by a Japanese Publicly-Held Manufacturer and the Market Valuation of a Certified Firm, 日本経済学会 2004 年度秋季大会, 岡山, 2004. 9

疋田朗子, 増井利彦: わが国の温暖化対策導入下におけるエネルギー集約産業の海外移転に関する定量分析, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 環報告要旨集, 138-139, 広島, 2004. 9

有村俊秀, 日引 聡, 岩田和之: ISO14001 認証による環境負荷変化の分析: PRTR を利用して, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 広島, 2004. 9

林希一郎, 和気洋子, 藤野純一, 新田 晃, 宮原紀壽, 竹中直子, 鄭 雨宗: 貿易自由化協定に対する環境影響評価の手法と定量的評価手法の活用可能性について, 環境経済・政策学会 2004 年大会, 報告要旨集, 36-37, 広島, 2004. 9

Kawase R., Masui T., Matsuoka Y.: Promotion policies and the treatment trend of food waste recycling, 6th Int. Conf. EcoBalance, Proceeding, 83-86, Tsukuba, 2004. 10

Liu Y., Nakajima T.Y., Higurashi A., Nakajima T.: Aerosol-Cloud interaction derived from MODIS data by using of GLI aerosol and cloud algorithm, Int. Conf. Opt. Technol. Atmos., Ocean and Environ. Stud.(ICOT 2004), (ICOT 2004 Information and Abstracts, p17-18), Yuan Shan Hotel, Beijing, China, 2004. 10

Masui T.: Carbon reduction potential and economic impacts in Japan: Application of AIM, Int. Symp. Sustainable Energy Dev. & GHG Reduct. Policy, 論文集, 1-11, Taipei, 2004. 10

横島徳太, 江守正多, 小倉知夫, 永島達也, 野沢 徹: 火山噴火に対する雲の応答: 気候感度への依存性, 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 博多, 2004. 10

亀山康子: 将来の気候変動レジームに関する諸提案の一考察, 日本国際政治学会 2004 年大会, 兵庫, 2004. 10

小倉知夫, 江守正多, 木本昌秀: 雲水/雲水分布が気候感度に及ぼす影響 (第 2 報), 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 博多, 2004. 10

野沢 徹, 永島達也, 小倉知夫, 横島徳太, 岡田直資: 20 世紀における平均地上気温変動の要因推定, 日本気象学会 2004 年秋季大会, アクロス福岡, 博多, 2004. 10

野沢 徹, 永島達也, 小倉知夫, 横島徳太, 岡田直資, 塩竈秀夫: 20 世紀における長期気候変動の要因推定 - 20 世紀気候再現実験の結果から -, 「異常気象と長期変動」研究集会, 京都大学防災研究所, 宇治, 2004. 10

Hanaoka T., Kainuma M., Masui T., Fujino J.: Multi-gas mitigation analysis on stabilization scenarios using the AIM, Innovation Modelling Compari. Proj. Workshop, Cambridge, United Kingdom, 2004. 11

Nozawa T., Nagashima T., Ogura T., Yokohata T., Okada N., Shiogama H.: Simulations of climate change in the 20th century with a coupled GCM —Impact of various forcing on the surface air temperature—, 2nd KAGI21 Int. Symp., Beppu, Japan, 2004. 11

永島達也, 野沢 徹, 小倉知夫, 横島徳太, 岡田直資, 塩竈秀夫: CCSR/NIES/FRCGC CGCM による 20 世紀気候再現実験, 月例会「長期予報と大気大循環」, 気象庁, 東京, 2004. 11

花岡達也: Multi-gas mitigation analysis on stabilization scenarios using the AIM, Innovation Modeling Comparison Project Workshop, ケンブリッジ, 2004. 11

江守正多: コンピュータシミュレーションが予測する未来の気候, 環境省地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム「異常気象と温暖化 その関係は?」, 東京, 2004. 11

増井利彦: アジア・太平洋統合評価モデル (AIM) における環境と経済の関係, 内閣府委託調査「経済・環境の相互作用の総合的分析」第 3 回委員会, 東京, 2004. 11

藤野純一: Long-term climate policy assessment —Current AIM Work—, Energy Modeling Forum 22 Climate Policy Scenarios for Stabilization and in Transition, ブリュッセル, 2004. 11

藤野純一: Global CGC model, APEIS Training Workshop, つくば, 2004. 12

永島達也: 数値モデルにおける気候と大気化学の相互作用, 平成 16 年度第 15 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2005. 1

塩竈秀夫, 野沢 徹, 永島達也, 小倉知夫, 横島徳太, 岡田直資, 渡部雅浩: CCSR/NIES/FRCGC coupled GCM を用いた 20 世紀再現実験, KDK シンポジウム, 宇治, 2005. 1

花岡達也, 河瀬玲奈: Experience of AIM team —Strategic DataBase-, National Performance Assessment and Strategic Environment Framework Phase II National Workshop II, ハノイ, 2005. 1

藤野純一, 脇岡靖明, 西本裕美, 松岡 譲, 甲斐沼美紀子: バーデンシェアリングに関するシミュレーションモデル解析, 第 21 回エネルギーシステム・経済環境コンファレンス, 講演論文集, 569-572, 東京, 2005. 1

藤野純一: GHG projection by emission model, 平成 16 年度国際協力機構集団研修「地球温暖化対策コース」, つくば, 2005. 1

- Emori S., *et al.*: Japan as a possible hot spot of flood damage in future climate illustrated by high-resolution modeling using the Earth Simulator (poster), Conf. Avoiding Dangerous Clim. Change, Exeter, UK, 2005. 2
- Ogura T.: Climate sensitivity of a general circulation model with different cloud modelling assumptions, 2nd Int. Workshop Kyosei Proj., Hawaii, 2005. 2
- Yokohata T.: Climate response to volcanic forcing: Simulations by a coupled ocean-atmosphere GCM with different climate sensitivities, 2nd Int. Workshop Kyosei Proj., Hawaii, 2005. 2
- Hanaoka T.: Emissions Scenarios Database —Contribution for the IPCC Fourth Assessment Report, 10th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2005. 3
- 岡 顕, 羽角博康, 岡田直資, 鈴木立朗, 坂本 天: 大気海洋結合大循環モデルにおける深層水形成の数十年変動について, 2005 年度日本海洋学会春季大会, 東京, 2005. 3
- 岡田直資, 羽角博康, 岡 顕, 鈴木立郎, 坂本 天: 大気海洋結合大循環モデルにおける変動する外部強制下での深層循環の経年変動について, 2005 年度日本海洋学会春季大会, 東京, 2005. 3
- Emori S.: Progress and prospect of high-resolution and super-high-resolution climate modelling with the Earth Simulator, RMETS meet. Computers in Meteorol., Reading, UK, 2005. 4
- 藤野純一: 2050 年脱温暖化社会実現に向けたシナリオ研究アプローチと対策オプションについて, 「エネルギー問題に発言する会」第 39 回運営委員会, 東京, 2005. 4
- Hijioka Y., Matsuoka Y., Masui T., Takahashi K., Fujino J.: AIM Model Framework for EMF-22 Uncertainty Working Group, EMF 22 Working Group Meet., Clim. Change Control Scenarios, Stanford, California, 2005. 5
- Ogura T., Emori S, Kimoto M., K-1 project members: Climate sensitivity of a general circulation model with different cloud modelling assumptions, K-1 Kashiwa Workshop, Center for Climate System Research, Kashiwa, 2005. 5
- 菊地信行, 日暮明子, 青木一真, 片桐秀一郎, 中島 孝: ADEOS-II GLI エアロゾルプロダクトの検証, 日本気象学会 2005 年度春季大会, 講演予稿集, 332, 東京, 2005. 5
- 大楽浩司, 江守正多: 温暖化による日降水分布の変化に対する力学, 熱力学的効果, 日本気象学会春季大会, 東京, 2005. 5
- 中島 孝, 中島映至, 日暮明子: ADEOS-II/GLI は大気の何を見てきたか, 日本リモートセンシング学会第 38 回 (H17 年度春季) 学術講演会, 東京, 2005. 5
- 藤野純一: 2050 年脱温暖化社会実現に向けたシナリオ研究アプローチと対策オプション—バイオエネルギーの役割—, (独) 日本学術振興会 石炭・炭素資源利用技術第 148 委員会第 98 回研究会, 東京, 2005. 5
- 二宮洸三, 江守正多, 長谷川聡, 西村照幸, 松村伸治: 大気気候モデル梅雨前線降水系と実梅雨前線降水系の相違, 日本気象学会春季大会, 東京, 2005. 5
- Kapshe M., Fujino J.: To Assess Innovations for Sustainable Development, Eco Asia 2005, 岐阜, 2005. 6
- Nagashima T., Nozawa T., Shiogama H.: Effect of Carbon Aerosols on the surface temperature trend in the 20th century, Int. Assoc. Meteorol. 6 Atmos. Sci., Beijing, China, 2005. 6
- 永島達也, 塩竈秀夫, 横島徳太, Crooks S.A., 野沢 徹: 20 世紀中盤の地表気温に対する炭素質エアロゾル増加の影響, 大気化学討論会, 奈良, 2005. 6
- 河瀬玲奈, 松岡 譲, 藤野純一: 気候安定化に向けた国別シナリオの要因分析, 第 24 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 2005. 6
- 花岡達也, 甲斐沼美紀子, 増井利彦, 藤野純一, 松岡 譲, 河瀬玲奈: 温室効果ガス排出削減シナリオの地域別評価— IPCC 第四次評価報告書へ向けたデータベースの改良と考察—, 第 24 回エネルギー・資源学会研究発表会, 講演論文集, 111-114, 東京, 2005. 6
- 江守正多: 温暖化が招く気候の変化とその影響, 国立環境研究所公開シンポジウム 2005, 東京, 2005. 6
- 藤野純一, 増井利彦, 河瀬玲奈, 榎原友樹: 2050 年低炭素社会に向けたシナリオ開発研究 (その 1), 第 24 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 2005. 6
- 藤野純一: 温室効果ガス排出削減に資する水素供給の一考察, 第 24 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 2005. 6



- 藤野純一：脱温暖化社会に向けた3つの取り組み－バイオマスエネルギーの役割－，茨城県企画部サイエンスカフェ（科学座談会），ひたちなか市，2005.6
- Fujino J., Masui T., Ehara T., Hibino G., Kawase R., Matsuoka Y.: Scenario Development of Japan Low Carbon Society toward 2050: Research Framework and Current Results, Int. Energy Workshop 2005, Kyoto, 2005. 7
- Hanaoka T., Kainuma M., Matsuoka Y., Kawase R.: Development of Emissions Scenarios Database for the IPCC Fourth Assessment Report and Regional Mitigation Analysis - A Review of Post-SRES Scenarios -, Annu. Meet. Int. Energy Workshop 2005, Kyoto, Japan, 2005. 7
- Kainuma M., Matsuoka Y., Hibino G., Fujino J., Hanaoka T., Miyashita M., Akashi O., Nair R., Pandey R.: GHG emission reduction potentials and mitigation cost analysis in world regions, Annu. Meet. Int. Energy Workshop 2005, Kyoto, Japan, 2005. 7
- Masui T., Hanaoka T., Hikita S., Kainuma M.: Economic impacts of energy saving investments to reduce CO<sub>2</sub> emissions in Japan, Annu. Meet. Int. Energy Workshop, Kyoto, 2005. 7
- Masui T.: Activities using Asia-Pacific Integrated Model, Asia Energy Environ. Modeling Forum (AEEMF) 2nd Annu. Workshop, Beijing, 2005. 7
- Nakajima T.Y., Kikuchi N., Nakajima T., Takamura T., Higurashi A., Kuji M.,: GLI atmosphere sciences. IGARRS, Seoul, 2005. 7
- 江守正多：温暖化が招く気候の変化とその影響，温暖化防止啓発シンポジウム，新潟，2005.7
- 江守正多：最新気候モデルによる温暖化予測，フォーラム気候の危機，大阪，2005.7
- 小倉知夫，對馬洋子，江守正多，木本昌秀：大気中CO<sub>2</sub>増加に対する下層雲の応答とGCMの気候感度，第二回積雲対流ワークショップ，東京大学気候システム研究センター，柏，2005.7
- Fujino J., Kainuma M.: CCS situation in Japan, EMF Workshop Clim. Change Impacts & Integrated Assess., Critical Issues in Clim. Change, Snowmass, 2005. 8
- Fujino J., Kainuma M.: Aerosols Modeling —Integrated Assessment Approach-, EMF Workshop Clim. Change Impacts & Integrated Assess, Critical Issues in Clim, Change, Snowmass, 2005. 8
- Higurashi A., Höeller R., Nakajima T.: Detection of aerosol optical properties using satellite shorter visible channels, Scientific assem, Int. Assoc. Meteorol. & Atmos. Sci.(IAMAS 2005), (IAMAS 2005, The Fascinating Atmosphere: Changeable and Changing, Abstracts, pA-28), Beijing, 2005. 8
- Kainuma M.: AIM Framework, Energy Modeling Forum Workshop on Critical Issues in Climate Change, Snowmass, Colorado, 2005. 7-8
- Ogura T., Emori S., Kimoto M., K-1 project members: Climate sensitivity of a general circulation model with different cloud modeling assumptions, IAMAS, Beijing, 2005. 8
- Zhao X., Laszlo I., Mishchenko M., Torres O., Higurashi A.: A study of the global aerosol long-term trend using satellite observations, Sci. assem. Int. Assoc. Meteorol. & Atmos. Sci. (IAMAS 2005), (IAMAS 2005, The Fascinating Atmosphere: Changeable and Changing, Abstracts, pA-27), Beijing, 2005. 8
- 江守正多：温暖化が招く気候の変化とその影響，JAMSTEC 海洋科学技術学校講師，横須賀，2005.8
- 江守正多：温暖化が招く気候の変化とその影響，愛・地球博市民パビリオン「地球の授業」，瀬戸，2005.8
- 小林 孝，小尻利治，友杉邦雄，野沢 徹：GCM出力を用いた温暖化時における降雨分布の時空間分析に関する研究，水文・水資源学会，つくば，2005.8
- 藤野純一，増井利彦，榎原友樹，日比野剛，疋田知士：2050年脱温暖化に資するエネルギー供給システムの一考察，第14回日本エネルギー学会大会，吹田，2005.8
- Fujino J.: Scenario Development of Japan Low Carbon Society toward 2050, Research Framework and Current Results, GCP Seminar, Tsukuba, 2005. 9
- Masui T.: Applications of Asia-Pacific Integrated Model (AIM), Workshop Integrated Assess. Models for Developing Countries -Sustainable Dev. and GHG Mitigation Opportunities, Beijing, 2005. 9

Masui T.: Japanese Technology Innovations strategies, Workshop on Integrated Assess. Models for Developing Countries -Sustainable Dev. and GHG Mitigation Opportunities, Beijing, 2005. 9

江守正多：国立環境研における気候モデル研究，総合地球環境学研究所第21回地球研セミナー，京都，2005. 9

藤野純一：2050年低炭素社会に向けたシナリオ研究，地球環境関西フォーラム「第70回環境戦略部会」大阪，2005. 9

有村俊秀，日引 聡，片山 東：Is a Voluntary Approach an Effective Environmental Policy Instrument? A Case of Environmental Management Systems, 日本経済学会 2005 年秋季大会，八王子，2005. 9

Fujino J.: Japan Low Carbon Society Scenario toward 2050: Current Results, Capacity Building in Asia and the Pacific on Issues Related to the Kyoto Protocol Beyond 2012, Tsukuba, 2005. 10

Kainuma M., Masui T.: Environmental Modeling based on AIM, Kick-off Meeting of Research Project on Promotion of Sustainable Development in the context of Regional Economic Integration, —Strategies for Environmental Sustainability and Poverty Reduction—, IGES, Hayama, Japan, 2005. 10

伊藤綾子，増井利彦：中小企業の環境対策が環境保全および経済活動に及ぼす影響に関する分析，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

花岡達也，甲斐沼美紀子，松岡 譲：フルオロカーボン類の削減ポテンシャルと国際制度の一考察－現状のCDM/JI の枠組みとその拡張解釈について－，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

江守正多：温暖化が招く気候の変化とその影響，上智大学地球環境学研究会，東京，2005. 10

江守正多：温暖化が招く気候の変化とその影響，栃木県地球温暖化防止活動推進員研修会講師，宇都宮，2005. 10

甲斐沼美紀子：科学が解明する地球温暖化のメカニズム，横浜市民大学 at 東洋英和，横浜，2005. 10

盛雄一郎，増井利彦：わが国の炭素削減策導入時に生じる影響の地域間比較に関する分析，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

石橋亮太，増井利彦：日本における効果的な炭素税制度のあり方とその評価，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

大原伸介，日引 聡：企業の環境活動が銀行の貸付金利に与える影響の定量分析，環境経済，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

藤野純一，増井利彦，日比野剛，松岡 譲，甲斐沼美紀子：2050年脱温暖化社会構築に向けたシナリオアプローチに関する研究，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

藤野純一：2050年脱温暖化社会構築に向けたシナリオアプローチに関する研究，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

藤野純一：2050年低炭素社会シナリオ，第13期 環境と経営セミナー，東京，2005. 10

藤野純一：温暖化を防ぐ社会のあり方，栃木県地球温暖化防止活動推進員研修会，宇都宮市，2005. 10

日引 聡，馬奈木俊介，川尻裕啓：Information Provision Policy and Financial Market, 環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

日引 聡，有村俊秀，朝田航也：企業による環境管理手法実施のインセンティブに関する計量分析，環境経済・政策学会 2005 年大会，東京，2005. 10

野沢 徹：最新の温暖化予測情報について，フォーラム気候の危機シンポジウム，名古屋，2005. 10

藤野純一：脱温暖化 2050 研究 低炭素社会実現のために必要なことは？，公開シンポジウム「温暖化研究最前線：気候変動と温暖化対策研究への日本の取組」，東京，2005. 11

Emori S.: Future climate change projection by high-resolution climate models and its implication for impact assessments, APN Scoping Workshop on Global Earth Observations and the Capacity Building Needs of the Region: Focus - Climate, Tokyo, 2005. 11

Emori S.: High-resolution climate change projection and impact assessment, German-Japan Workshop on Numerical Climate Modeling, Kashiwa, 2005. 11

---

- Kainuma M.: AIM/Enduse model: Features and applications, AIM/APEIS Workshop, NIES, Japan., 2005. 11
- Kainuma M.: APEIS project: results in phase I and proposal in phase II, AIM/APEIS Workshop, NIES, Japan., 2005. 11
- Nozawa T., Nagashima T., Yokohata T., Shiogama H., Takemura T., Crooks S.A.: Impact of aerosols on the climate change in the 20th century, 1st UJCC Int. Workshop Current Problems in Earth Syst. Modelling, Yokohama, 2005. 11
- Ogura T., Emori S, Kimoto M., K-1 project members: Climate sensitivity of a general circulation model with different cloud modeling assumptions, 1st UJCC Int. Workshop Current Problems in Earth Syst. Modelling, Frontier Research Center for Global Change, Yokohama, 2005. 11
- 永島達也, 塩竈秀夫, 横島徳太, 竹村俊彦, Crooks S.A., 野沢 徹: 20世紀中盤の地表気温変化に対する炭素性エアロゾル増加の影響, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 塩竈秀夫, 永島達也, 野沢 徹, Crooks S.A.: 20世紀前半の気温変動に対する自然起源強制力の寄与推定 (II), 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 塩竈秀夫, 渡部雅浩, 野沢 徹, 木本昌秀: 20世紀後半における decadal ENSO に対する外部強制力変動の影響, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 横島徳太, 江守正多, 野沢 徹, 小倉知夫, 對馬洋子, 木本昌秀: 気候変化における放射フィードバック過程の定量化, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 河瀬玲奈, 松岡 譲, 甲斐沼美紀子, 花岡達也: 世界主要国の二酸化炭素排出量削減シナリオの解析, 第33環境システム研究論文発表会, 講演集, 269-274, 北海道, 2005. 11
- 江守正多, Brown S.: 温暖化による平均降水量および極端に強い降水量の力学的・熱力学的変化, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 江守正多: 温暖化が招く気候の変化とその影響, 鹿児島県地球温暖化防止活動インストラクター研修会講師, 鹿児島, 2005. 11
- 西澤誠也, 余田成男, 野沢 徹: 有限長データにおける見かけのトレンドの分布関数とトレンドの検出可能性, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 長谷川聡, 江守正多: 大気-海洋結合/非結合 GCM 実験における熱帯低気圧と降水, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 藤野純一: 2050年脱温暖化社会に向けた取組み, 千葉県地球温暖化防止活動推進員研修会, 千葉, 2005. 11
- Fujino J.: Introduction of Research Project Japan Low Carbon Society Scenarios Development toward 2050, COP11-COP/MOP1 side event A Strategy for Germany's International and National Climate Policy, Montreal, 2005. 11
- Fujino J.: Model Development for Japan Low Carbon Society Scenario Toward 2050, AIM/APEIS Training Workshop, Tsukuba, 2005. 11
- 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のか?, 環境省地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム, 東京, 2005. 11
- 日暮明子: 陸上エアロゾルリモートセンシング, 日本気象学会 2005年秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 平林由希子, 鼎信次郎, 江守正多, 竹内邦良: CCSR/NIES/FRCGC 結合モデルにおける温暖化時の渇水・洪水の変化, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 野沢 徹, 永島達也, 塩竈秀夫, Crooks S.A.: 20世紀前半の気温変動に対する自然起源強制力の寄与推定 (I), 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 鈴木恒明, 二宮洸三, 江守正多, 長谷川聡: 夏季アジア域の降水シミュレーションにおける対流抑制の効果, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 對馬洋子, 江守正多, 小倉知夫, 木本昌秀: GCM の雲水量の  $1xCO_2$  時および  $2xCO_2$  時における分布のモデル間相互比較, 日本気象学会秋季大会, 神戸, 2005. 11
- 江守正多: 地球温暖化と気候変動シミュレーション, 電気学会 新エネルギー・環境研究会, 東京, 2005. 12
- Fujino J.: Development of Japan Low Carbon Society Scenarios toward 2050, COP11 and COP/MOP side event Global Challenges Toward Low-Carbon Economy - Focus on Country —Specific Scenario Analysis—, Montreal, 2005. 12

- 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のか？ 2050 年低炭素社会シナリオ技術経営会議，第 9 期第 2 回代表者懇談会，東京，2005.12
- 野沢 徹：地球温暖化時における時空間高解像度降水分布の推定．京都大学防災研究所フォーラム，京都，2005.12
- 花岡達也，河瀬玲奈，甲斐沼美紀子，松岡 譲：温室効果ガス排出削減シナリオの地域別評価 第二報，エネルギー資源学会，第 22 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，617-620，2006.1
- 久保山裕史，藤野純一，安藤範親，藤井重雄：日本の森林の活用のための国産材競争力向上に関する検討，第 1 回バイオマス科学会議，東京，2006.1
- 甲斐沼美紀子：温暖化防止に向けてのアジア地域の対策について，第 2 環境制御工学専攻国際シンポジウム－変動する環境とその制御技術－，さいたま，2006.1
- 藤野純一：2050 年低炭素社会に向けた水素の役割，水素エネルギー／燃料電池に係わる社会受容性に関するタスクフォース (2) 第 2 回会合，東京，2006.1
- Fujino F: Multi-gas mitigation analysis on stabilization scenarios using AIM global model, EMF 21-Multigas Mitigation and Climate Change, Washington DC, 2006.1
- Hanaoka T, Kainuma M., Masui T., Fujino J., Harasawa H., Takahashi K., Hijioka Y., Matsuoka Y., Kawase R.: GHG mitigation cost analysis in world regions and evaluation of climate policies —Application of AIM, 3rd Int. Workshop Integrated Clim. Models, ICTP, Trieste, Italy, 2006.1
- Fujino F, Masui T., Hijioka Y., Takahashi K., Harasawa H., Kainuma M., Matsuoka Y.: AIM activities related to ecosystem modeling, EMF22 Working Group Meet., Climate Change Control Scenarios — Black Carbon and Land Modeling Subgroups, Washington DC, 2006.2
- Fujino J., Kainuma M., Hibino G., Hori H.: Preliminary Analysis on BC/OC Model using AIM, EMF22 Working Group Meet., Climate Change Control Scenarios- Black Carbon and Land Modeling Subgroups, Washington DC, 2006.2
- Hanaoka T: Development of AIM/Enduse in world regions, 11th AIM Int. Workshop, Tsukuba, Japan, 2006.2
- Kainuma M.: Activity of APEIS, 11th AIM Int. Workshop, NIES, Tsukuba, Japan, 2006.2
- Kainuma M.: Asia Pacific Integrated Model (AIM) — An Overview —, 11th AIM Int. Workshop, NIES, Tsukuba, Japan, 2006.2
- Kainuma M.: Future Direction of AIM, 11th AIM Int. Workshop, NIES, Tsukuba, Japan, 2006.2
- Kainuma M.: Recent Development of AIM Models and Activities, 11th AIM Int. Workshop, NIES, Tsukuba, Japan, 2006.2
- Masui T.: CGE Model and its Role in Low Carbon Society Project, 11th AIM Workshop, Tsukuba, 2006.2
- Okada N., Hasumi H., Oka A., Nozawa T.: Variations in the Atlantic Meridional Overturning Circulation in the 20th Century Model Simulations, 2006 Ocean Sciences Meet., Honolulu, 2006.2
- 江守正多：高解像度気候モデルによる極端な気象事象の予測と温暖化影響について，地球環境産業技術研究機構「影響・対策総合評価 WG」委員会，東京，2006.2
- 甲斐沼美紀子：温暖化防止に向けての日本及びアジア地域の対策について，千葉県生産性本部，2006.2
- Fujino J.: Low Carbon Society Scenarios toward 2050—Model Development in Japan and Global Challenges—, 11th AIM Int. Workshop, Tsukuba, 2006.2
- 藤野純一：脱温暖化社会 2050 シナリオと対策技術，公開シンポジウム「日本の 21 世紀型業務部門温暖化対策技術普及シナリオとは？」，つくば，2006.2
- 藤野純一：日本における脱温暖化社会ビジョンと実現に向けた取組，公開シンポジウム「脱温暖化社会に向けた挑戦－京都議定書発効から 1 年－」，東京都，2006.2
- 藤野純一：日本における低炭素社会：Backcasting from 2050, Workshop on What Can Be Learned from Champions of Ozone Layer Protection for Urban and Regional Carbon Management in Japan?, 東京，2006.2
- 藤野純一：日本の 2050 年脱温暖化シナリオ－日本の果たすべき環境リーダーシップは？－，環境先進自治体会



議, 京都, 2006. 2

Fujino J.: Development of Japan Low Carbon Society (LCS) Scenarios toward 2050 and Global Challenges, AGS Annu. Meet. 2006, Bangkok, 2006. 3

Fujino J.: Japan-UK leadership toward Low Carbon Society (LCS), Japan-UK Workshop 2006: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENGINEERING, Tokyo, 2006. 3

Kainuma M.: FY2005 Research Progress of APEIS-IEA, 5th RCC of APEIS, Hayama, Japan, 2006. 3

Kainuma M.: FY2006 Implementation Plan of APEIS-IEA, 5th RCC of APEIS, Hayama, Japan, 2006. 3

Masui T.: Development and application of Asia-Pacific Integrated Model, Taiwan AIM Workshop, Taipei, 2006. 3

江守正多: 気候モデルによる地球温暖化予測とその不確実性, 第4回京都大学流体領域高等研究院公開セミナー, 京都, 2006. 3

江守正多: 地球温暖化に伴う水循環変化「予測」の信頼性, 第二回沼口敦さん記念シンポジウム, 東京, 2006. 3

甲斐沼美紀子: 気候変動の影響と対策, (株)日立製作所システム開発研究所, 平塚, 2006. 3

増井利彦: 京都議定書の目標達成の可能性と排出量取引, CDMの活用方策, 三菱環境問題研究会, 第4回専門研究会, 東京, 2006. 3

藤野純一: なぜ長期的視点が必要なのか? - 脱温暖化社会に向けた挑戦 -, 環境&エネルギーマネジメント戦略特別セミナー, 東京, 2006. 3

藤野純一: 脱温暖化2050研究プロジェクト概要と進捗, 「長期エネルギーシステム評価に関する委員会」第3回, 東京, 2006. 3

藤野純一: 日本の2050年脱温暖化シナリオ-地方の役割・日本の役割-, 兵庫県健康生活部「グリーンエネルギー導入促進会議」, 兵庫, 2006. 3

江守正多: 温暖化が招く気候の変化とその影響, 国立環境研究所公開シンポジウム2005, 京都, 2005. 7

---

### 3 書籍

#### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

発表者・題目・書名・巻(号)・頁・刊年

Mizuta H., Yamagata Y.: Agent-Based Simulation for Economic and Environmental Studies, *New Frontiers in Artificial Intelligence*, Springer, 142-152, 2001

Yamagata Y., Alexandrov G.A.: Global Potential of Carbon Sinks under the Kyoto Protocol, Present and Future of Modeling Global Environmental Change; *Toward Integrated Modeling*(Matsuno T., Kida H. eds.), TERRAPUB, 421-426, 2001

Matsumoto Y.: Japanese society and the GREENPEACE campaign to protect the ozone layer, *PROTECTING THE OZONE LAYER The United Nations History*, Earthscan Publications Ltd., 328-329, 2002

Mizuta H., Yamagata Y.: Agent-based Simulation and Gaming System for International Emissions Trading, *Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems*, (Namatame A., Terano T., Kurumatani K. eds.), IOS press, 69-78, 2002

山形与志樹, 石井 敦: 吸収源に関する主要論点と交渉経緯, 京都議定書の国際制度; 地球温暖化交渉の到達点(高村ゆかり, 亀山康子編著), 信山社, 121-145, 2002

山形与志樹: リモートセンシングに基づいた広域植生区分, 地球環境調査計測事典 第1巻 陸域編①, 竹内均監修, フジテクノシステム, 730-732, 2002

山形与志樹: 植物群落の吸収源機能評価, 地球環境調査計測事典 第1巻 陸域編①, 竹内均監修, フジテクノシステム, 733-738, 2002

松本泰子: 環境政策と NGO の役割 - 気候変動問題を中心に, 環境保全と公共政策, 岩波書店, 179-205, 2002

松本泰子: 環境法辞典, 有斐閣, 2002

Schlamadinger C.B., Boonpragob K., Janzen H., Kurz W., Lasco R., Smith P., Collas L.P., El Siddig E.A., Fischlin A., Matsumoto M., Nakhutin A., Noble I., Pignard G., Somogyi Z., Zhang X., Easter C.M., Galinski W., Patenaude G., Paustian K., Yamagata Y.: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Cambridge Univ. Press, Ch.4 1-123, 2003

Paciornik C.N., Rypdal K., Baritz L.R., Barry S., Dolman A.J., Eve M., Gillenwater M., Kohl M., Kruger D., Lim B., Makipaa R., Matteucci G., Okuda T., Porter K., Sanz-Sanchez M.J., Singh T.P., Ståhl G., Valentini R., Der Merwe M.V., Brown C.S., Flugsrud K., Inoue G., Kaendler G., Lindroth A., Nishida K., Ogle S., Olsson M., Philips G., Sussman F., Yamagata Y., Vine E., Wirth C.: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Cambridge Univ. Press, Ch.5 2-74, 2003

松本泰子: アジア地域におけるオゾン層破壊物質の不正取引問題, アジア環境白書 2003/04, 東洋経済新報社, 87-89, 2003

松本泰子: 特定製品に関わるフロン類回収及び破壊の実施の確保等に関する法律, 化学物質規制・関連法事典, 丸善株式会社, 328-331, 2003

Mizuta H., Yamagata Y.: Gaming simulation of the international CO<sub>2</sub> emission trading under the Kyoto Protocol, *Agent-Based Simulation; From Modeling Methodologies to Real-World Applications*(Proc.3rd Int.Workshop on Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems 2004), (Terano T., Kita H., Kaneda T. eds.), Springer, 72-81, 2005

Mizuta H., Yamagata Y.: International emissions trading with agent-based simulation and Web-Based gaming, *ICM Millennium Lectures on Games*, (Leon A.P., David W.K.Y. eds.), Springer, 319-333, 2005

#### (2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

発表者・題目・書名・巻(号)・頁・刊年

Uno I., Emori S., Baldi M.: Chemical transport model on-line coupled with RAMS for regional chemical climate: *Air Pollution Modeling and Its Application XIV* (Gryning S., Schiermeier F. eds.), Kluwer Publishers 75-85, 2001

Fujino J., Matsui S., Matsuoka Y., Kainuma M.: AIM/Trend: Policy Interface, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 218-232, 2002

- Hibino G., Pandey R., Matsuoka Y., Kainuma M.: A Guide to AIM/Enduse Model, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 247-298, 2002
- Hibino G., Matsuoka Y., Kainuma M.: AIM/Common Database: A Tool for AIM Family Linkage, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 234-244, 2002
- Kainuma M., Matsuoka Y., Hibino G., Shimada K., Ishii H., Matsui S., Morita T.: Application of AIM/Enduse Model to Japan, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 156-176, 2002
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T., Masui T., Takahashi K.: Cost analysis of mitigation policies, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 55-72, 2002
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T.: AIM Modeling: Overview and Major Findings, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 3-13, 2002
- Kameyama Y.: Will Global Warming Affect Sino-Japan Relations?, *Japan and China* (Hilpert H.G., Haak R. eds.), Palgrave, 140-157, 2002
- Masui T., Rana A., Matsuoka Y.: AIM/Material Model, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 177-196, 2002
- Morita T., Jiang K., Masui T., Matsuoka T., Rana A.: Long-term Scenarios based on AIM Model, *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling* (Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T. eds.), Springer, 18-36, 2002
- 亀山康子：第1章 気候変動問題の国際交渉の展開，第3章 COP6再開会合とCOP7における成果と評価，京都議定書の国際制度（高村ゆかり，亀山康子編者），信山社，2-22，52-61，2002
- 亀山康子：地球環境問題をめぐる国際的取り組み，地球環境問題とグローバル・コミュニティ（森田恒幸，天野明弘編者），岩波書店，189-214，2002
- 森田恒幸：人口増加と持続可能な発展，人口大事典（日本人口学会編），778-782，2002
- 藤野純一：バイオエネルギーの経済性評価（横山伸也編），バイオマスハンドブック，オーム社，334-344，2002
- 日引 聡：入門環境経済学－環境問題解決へのアプローチ（日引 聡，有村俊秀著），中公新書，220，2002
- Kameyama Y.: Climate change as Japanese foreign policy: from reactive to proactive, *Global Warming and East Asia* (Harris P. ed), Routledge, 135-151, 2003
- 亀山康子：気候変動枠組条約・京都議定書を巡る国際交渉の動向，環境技術・装置大辞典（環境技術・装置大辞典編集委員会編），産業調査会，90-96，2003
- 増井利彦：循環型社会と環境産業，循環型社会の制度と政策，岩波講座環境経済・政策学第7巻（細田衛士，室田 武編），岩波書店，195-226，2003
- Kameyama Y.: Post-2012 Climate Policy Regime: Divergent Views, Trends, and the Importance of Incentive Mechanisms, *Reinforcing Asia-Europe Co-operation on Climate Change, Proceedings of the Asia-Europe Environment Forum Second Roundtable Jeju, Republic of Korea, 25-26 March 2004* (Fort B. ed), Asia-European Foundation, 212-229, 2004
- Kameyama Y.: The IPCC: Its roles in international negotiation and domestic decision-making on climate change policies, *Emerging Forces in Environmental Governance* (Kanie N., Haas P. eds.), United Nations Univ. Press, 137-156, 2004
- 亀山康子：食糧危機と人口爆発，地球環境問題，京都議定書（3項目），新・国際政治経済の基礎知識（田中明彦，中西寛編者），有斐閣，279-283，2004
- 大塚 直，久保田泉：諸外国の制度構築の動向－イギリス，地球温暖化をめぐる法政策（大塚 直編著），昭和堂，181-194，2004
- 亀山康子：ポスト2012をめぐる議論と提案－議論の全体像解説、他複数の節，地球温暖化交渉の行方（高村ゆかり，亀山康子編者），大学図書，2005
- 久保田泉：ブラジル提案，地球温暖化交渉の行方（高村ゆかり，亀山康子編著），大学図書，195-199，2005
- 久保田泉：自由貿易体制と将来枠組み，地球温暖化交渉の行方（高村ゆかり，亀山康子編著），大学図書，144-

149, 2005

久保田泉：収縮・収斂（束）提案，地球温暖化交渉の行方（高村ゆかり，亀山康子編著），大学図書，207-210, 2005

森田恒幸，増井利彦：排出シナリオ，気象ハンドブック第3版（新田 尚，野瀬純一，伊藤朋之，住明 正編），朝倉書店，746-751, 2005

増井利彦，甲斐沼美紀子：地球温暖化問題とシナリオ研究，地球温暖化交渉の行方（高村ゆかり，亀山康子編），大学図書，32-42, 2005

大塚 直，久保田泉：諸外国の制度構築の動向－EU，地球温暖化をめぐる法政策（大塚 直編著），昭和堂，235-245, 2004

Hanaoka T., Kawase R., Kainuma M., Matsuoka Y., Ishii H., Oka K.: Greenhouse Gas Emissions Scenarios Database and Regional Mitigation Analysis, CGER Research Report (CGER-D038-2006), Cent. Global Environ. Res., Natl. Inst. Environ. Stud., 2006

久保田泉：気候変動への適応策，地球温暖化はどこまで解明されたか－日本の科学者の貢献と今後の展望 2006（小池勲夫編），丸善，202-209, 2006

藤野純一：6.5 日本の脱温暖化シナリオ，6.6 排出抑制を進める政策措置，地球温暖化はどこまで解明されたか－日本の科学者の貢献と今後の展望 2006（小池勲夫編集），209-215, 215-220, 2006

---



#### 4 その他

(新聞, 雑誌, テレビ・ラジオ等)

##### (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明

---

発表者・題目・掲載誌・巻(号)・頁・刊年

---

向井人史:「根室、落石小の5, 6年生-学んだ地球温暖化-国立環境研の施設訪問」北海道新聞(2003年6月17日)

向井人史:「今さら聞けない二酸化炭素」朝日新聞(2005年4月3日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」日刊工業新聞(2005年12月1日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」(関連記事)日刊工業新聞(2005年12月5日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」日本経済新聞(2005年12月1日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」Fuji Sankei Business i.(2005年12月3日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」毎日新聞(2005年12月5日)

町田敏暢:「民間定期航空機を利用したCO<sub>2</sub>観測の成功について」環境省, 記者発表(2005年11月30日)

---

##### (2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

---

発表者・題目・掲載誌・巻(号)・頁・刊年

---

江守正多:「21世紀の気鋭」〈取材〉日経産業新聞(2004年10月7日, 8面)

江守正多:「子どもエコクラブニュース2004年冬号」〈資料掲載〉日本環境協会

江守正多:「ニュートン2004年2月号」〈取材〉株式会社ニュートンプレス

江守正多:「ムシムシ真夏日3ヶ月?」東京新聞(2004年9月17日, 朝刊, 3面)

江守正多:「気象異変日米覆う」日本経済新聞(2004年9月30日)

江守正多:「今が分かる時代が分かる世界地図2005年度版」〈資料掲載, 協力〉小学館クリエイティブ(2004年12月)

江守正多:「最悪4℃上昇」日刊工業新聞(2004年9月17日, 朝刊, 28面)

江守正多:「真夏日、今世紀末には年100日以上」朝日新聞(2004年9月17日, 朝刊, 3面)

江守正多:「真夏日100日、2050年の日本」読売新聞(2004年9月17日, 朝刊, 1面・37面)

江守正多:「真夏日国内で年120日」日本経済新聞(2004年9月17日, 朝刊, 42面)

江守正多:「進む温暖化、2100年は真夏日4ヶ月」毎日新聞(2004年9月17日, 朝刊, 1面)

江守正多:「電気現場技術2004年10月号」〈資料掲載〉電気情報社

江守正多:「日本の夏、100年後今年越える猛暑に」産経新聞(2004年9月17日, 朝刊, 30面)

江守正多:「猛暑に豪雨100年後は普通?」日本経済新聞(2004年9月20日, 科学面)

住 明正, 木本昌秀, 江守正多, 野沢 徹:「地球シミュレータによる最新の地球温暖化予測計算が完了-温暖化により日本の猛暑と豪雨は増加-」環境省記者クラブ, 文部科学省記者クラブ, 筑波学園記者会同時発表(2004年9月)

住 明正, 木本昌秀, 野沢 徹, 江守正多:「数値気候モデルによる20世紀の気候再現実験について-20世紀における地球の平均地上気温の変動要因を推定、近年の昇温傾向は人間活動に因ると示唆-」環境省記者クラブ, 文部科学省記者クラブ, 筑波学園記者会同時発表(2004年11月)

木本昌秀, 江守正多:「月刊テーマ2004年10月号」〈取材〉株式会社テーマ

野沢 徹:「PEOPLE 編集長!お時間です。」〈出演〉JAPAN FM NETWORK(2004年12月18日 OA)

野沢 徹:「ミーサイマガジン Vol.6」〈取材〉日本科学未来館(2004)

久保田泉:「NHK ニュース」〈講演内容の紹介〉NHK(2005年12月17日 OA)

海洋研究開発機構, 東京大学, 国立環境研究所:「地球温暖化による黒潮流速の増加を予測」環境省記者クラブ, 文部科学省記者クラブ, 筑波学園記者会同時発表(2005年7月)

---

- 江守正多：「地球温暖化に伴う降水量変化のメカニズムを解明 -水蒸気の増加により、多くの地域で豪雨強度が増加-」環境省記者クラブ、文部科学省記者クラブ、筑波学園記者会同時発表（2005年8月）
- 江守正多：「温暖化進むと日本は集中豪雨、中国・米国渇水も」読売新聞（2005年8月30日、朝刊、38面）
- 江守正多：「家族離ればなれ」（ハリケーンカトリーナ関連）〈取材〉毎日新聞（2005年9月1日、夕刊、11面）
- 江守正多：「豪雨の降水量、英国などで増」Fuji Sankei Business i.（2005年9月3日、9面）
- 江守正多：「暑く悪天候で大雨増える」常陽新聞（2005年6月1日）
- 江守正多：「世界各地の豪雨、温暖化でこうなる」日経産業新聞（2005年8月30日、朝刊、9面）
- 江守正多：「世紀末は雨量増、年平均では10%」朝日新聞（2005年9月9日、夕刊、10面）
- 江守正多：「地球温暖化で水蒸気増加、集中豪雨の原因に」日刊工業新聞（2005年8月30日、朝刊、31面）
- 江守正多：「地球温暖化一懸念増す豪雨災害」〈取材〉信濃毎日新聞（2005年9月28日、夕刊）
- 江守正多：「地球温暖化原因、英国など豪雨増」産経新聞（2005年8月30日、朝刊、29面）
- 江守正多：「日本の年間降水量10%増」毎日新聞（2005年9月5日、朝刊、28面）
- 江守正多：「熱帯低気圧、温暖化で増大」〈取材〉日本経済新聞（2005年9月11日、朝刊、31面）
- 江守正多：TBS サンデーモーニング 〈インタビュー〉（2005年9月11日）
- 江守正多：「ハリケーンカトリーナの教訓」Newton, 25(11):120, 2005
- 江守正多：「質問 ハリケーンカトリーナは地球温暖化の結果ですか?」, 自然と人間, 113:15, (2005)
- 増井利彦：常陽新聞（2005年6月8日）
- 藤野純一：「Japan: Reactor increase not needed to cut CO<sub>2</sub> drastically: research」Japan Times（2005年11月15日）
- 藤野純一：「科学技術、一線研究者が紹介」茨城新聞（2005年6月9日）
- 藤野純一：「原発増やさずCO<sub>2</sub>を7割減 2050年に可能」共同通信；電子配信（2005年11月9日）
- 藤野純一：篠原雄一郎、渡邊裕美子、「十見百聞 温暖化何でもそろろう国環研」〈国立環境研究所温暖化研究プロジェクトの特集記事に情報提供〉電気学会誌, 125(8):486-489（2005年8月）
- 藤野純一：「第一線の研究者科学技術を紹介」読売新聞（2005年6月21日、34面、地域面）
- 藤野純一：「炭素争奪時代への備え」〈情報提供〉日経バイオビジネス 2005年7月号, 54-55,（2005年7月）
- 藤野純一：「脱温暖化」〈座談会〉日本経済新聞（2005年6月3日）
- 藤野純一：「温室効果ガス 議定書の10倍削減を-東京でシンポ 温暖化抑制へ提言-」日本農業新聞（2005年11月12日、11面）
- 藤野純一：「Le scenario pour 2050: changer !」DEVELOPPEMENT DURABLE, 仏Le Monde 誌, XI（2005年5月26日）
- 藤野純一：「研究者と語り、理解を深めて」毎日新聞（2005年6月9日）
- 日引 聡：大同工業大学 2005年入試問題〈著書抜粋〉（2005年）
- 野沢 徹：日経エコロジー 2005年2月号〈取材〉日経BP社
- 野沢 徹：「さらば浪費社会①未来を選ぶ」〈取材〉朝日新聞（2005年1月16日、朝刊）
- 亀山康子：日本経済新聞（2006年4月17日、朝刊、科学欄23頁）
- 江守正多：NHK スペシャル「気候大異変」〈協力〉NHK（2006年2月18日・19日）
- 江守正多：サイエンス ZERO 〈出演〉NHK教育（2006年4月8日）
- 江守正多：Think the Earth project Earthrium 01 地球温暖化 〈ウェブコンテンツ〉  
(<http://www.thinktheearth.net/jp/earthrium/01warming/index.html>)
- 藤野純一：「気候大異変 第2回 環境の崩壊がとまらない」〈脱温暖化シナリオを紹介〉NHKBS ハイビジョン（2006年3月21日）
- 藤野純一：NHK 総合 21時のニュース 〈シンポジウムの様子とともに日英共同研究プロジェクトの記者発表の様子が紹介〉NHK 総合（2006年2月16日）

藤野純一：「低炭素社会目指し共同研究 50%削減をと日英」共同通信；電子配信（2006年2月16日）

藤野純一：「温室効果ガス 日英、半減へ研究」朝日新聞（2006年2月17日，2面）

藤野純一：「総力特集 2020年の環境ビジョン」〈情報提供〉日経エコロジー 2006年2月号，26-45，（2006年1月）

藤野純一：「温室効果ガス半減 英国と政策研究 環境省」日本経済新聞（2006年2月17日）

藤野純一：「温室効果ガス半減へ 日英 が共同研究」毎日新聞（2006年2月17日，2面）

野沢 徹：「地球の未来を救え!!～温暖化を解明する科学者たち」〈出演〉，サイエンスチャンネル，（2006年4月2日・9日OA）

---

REPORT OF SPECIAL RESEARCH FROM  
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN

国立環境研究所特別研究報告

SR－ 69 － 2006

---

平成 18 年 12 月 28 日発行

編 集 国立環境研究所 編集委員会

発 行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16 番 2

電話 029-850-2343 (ダイヤルイン)

---

印 刷 株式会社 イ セ ブ

〒305-0005 茨城県つくば市天久保 2 丁目 11-20

Published by the National Institute for Environmental Studies

16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan

December 2006

---

無断転載を禁じます