

研究分野

研究分野名 地球環境研究

代表者： 地球環境研究センター
センター長 笹野泰弘

構成者：

【地球環境研究センター】

- [副センター長] 向井人史
 - [上席主席研究員] 野尻幸宏 (上席主席研究員)、安中さやか (特別研究員)
 - [炭素循環研究室] 向井人史 (室長(併))、梁 乃申 (主任研究員)、寺尾有希夫 (研究員)、奈良英樹、中岡慎一郎、後藤誠二郎 (特別研究員)、須永温子 (准特別研究員)、橋本 茂 (高度技能専門員)
 - [地球大気化学研究室] 谷本浩志 (室長)、猪俣 敏、杉田考史 (主任研究員)、大森裕子 (特別研究員)
 - [衛星観測研究室] 横田達也 (室長)、森野 勇 (主任研究員)、吉田幸生 (研究員)、井上 誠、菊地信弘 (特別研究員)、中前久美 (准特別研究員)
 - [物質循環モデリング・解析研究室] Shamil Maksyutov (室長)、中山忠暢、伊藤昭彦 (主任研究員)、Dmitry Belikov、飯尾淳弘、金 憲淑、Vinu Valsala^{*}、(特別研究員)、佐伯田鶴、千田昌子 (准特別研究員) 高木宏志 (高度技能専門員)
 - [気候モデリング・解析研究室] 野沢 徹 (室長)、秋吉英治、小倉知夫 (主任研究員)、中村 哲、川瀬宏明^{*} (特別研究員)
 - [気候変動リスク評価研究室] 江守正多 (室長)、花崎直太 (主任研究員)、横島徳太、塩竈秀夫 (研究員)、阿部 学、Strassmann Kuno、石崎安洋 (特別研究員)
 - [大気・海洋モニタリング推進室] 町田敏暢 (室長)、笹川基樹 (研究員)、宮崎千尋 (特別研究員)、勝又啓一 (高度技能専門員)
 - [陸域モニタリング推進室] 三枝信子 (室長)、高橋善幸 (主任研究員)、高橋厚裕 (特別研究員) 林 真智、井出玲子、田中佐和子、山尾幸雄 (高度技能専門員)
 - [地球環境データベース推進室] 中島英彰 (室長)、白井知子 (主任研究員)、眞板英一 (特別研究員) 曾 継業 (高度技能専門員)
 - [主席研究員] 山形与志樹 (主席研究員)、安立美奈子、中道久美子、庄山紀久子、(特別研究員)、瀬谷 創 (准特別研究員)
 - [主席研究員] 遠嶋康徳 (主席研究員)
 - [地球温暖化観測推進事務局] 藤谷徳之助、會田久仁子、伊藤 玲子 (高度技能専門員)
 - [国環研 GOSAT プロジェクトオフィス] 渡辺 宏、内野修、河添史絵、Sergey Oshchepkov、Andrey Bril、菊地信行^{*} (高度技能専門員)
 - [温室効果ガスインベントリオフィス] 早濑百合子、尾田武文、赤木純子 (特別研究員)、酒井広平、ホワイト雅子、島中エルザ、玉井暁大、大佐古晃、平井圭三、伊藤洋^{*}、田辺清人^{*} (高度技能専門員)
 - [グローバルカーボンプロジェクトつくば国際オフィス] Shobhakar Dhakal、尾島優雅子 (高度技能専門員)
- #### 【資源循環・廃棄物研究センター】
- [国際資源循環研究室] 南齋規介 (主任研究員)
- #### 【地域環境研究センター】
- [広域大気環境研究室] 高見昭憲 (室長)
- #### 【生物・生態系環境研究センター】
- [生物多様性評価・予測研究室] 山野博哉 (主任研究員)、杉原 薫 (特別研究員)
 - [環境ストレス機構解明研究室] 唐 艶鴻 (主任研究員)、沈 妙根、富松 元 (特別研究員)
 - [生物資源保存研究推進室] 河地正伸 (主任研究員)
- #### 【社会環境システム研究センター】
- [センター長] 原澤英夫
 - [フェロー] 甲斐沼美紀子
 - [環境経済・政策研究室] 日引 聡 (室長)、久保田 泉 (主任研究員)、岡川 梓 (研究員)、

[環境計画研究室] 一ノ瀬俊明 (主任研究員)

[統合評価モデリング研究室] 増井利彦 (室長)、高橋 潔、花岡達也 (主任研究員)、金森有子 (研究員)、明石 修、藤森真一郎、申 龍熙 (特別研究員)、岩渕裕子 (准特別研究員)、白石知恵 (高度技能専門員)、長谷川知子 (JSPS フェロー)

[持続可能社会システム研究室] 亀山康子 (室長)、肱岡靖明、藤野純一 (主任研究員)、芦名秀一 (研究員)、加用現空、森田香菜子、Diego Silva Herran (特別研究員)、須田真依子、朝山由美子 (准特別研究員)、大西有子 (IPCC-CA 派遣職員)

【環境計測研究センター】

[動態化学研究室] 横内陽子 (室長)、荒巻能史 (主任研究員)、斉藤拓也 (研究員)

[環境情報解析研究室] 松永恒雄 (室長)、小熊宏之 (主任研究員)

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*)印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地球環境は人類の生存基盤に関わる最も基本的かつ重要な要素であり、人間活動に起因する温室効果ガス増加による地球温暖化の進行とそれに伴う気候変動や、オゾン層変動等をもたらす人類を含む生態系への影響に関し、その予測される影響の大きさや深刻さからみて、持続可能な社会の構築のためには地球規模の環境保全に向けた取組が必要不可欠である。しかも、地球環境に対して人間活動の影響が現れるまでには時間が比較的長くかかることから、中長期的な視点に立った継続的な研究への取組が重視される必要がある。

そこで、地球環境の現況の把握とその変動要因の解明、それに基づく地球環境変動の将来予測及び地球環境変動に伴う影響リスクの評価、並びに地球環境保全のための対策に関する研究を実施する。特に、大気中の温室効果ガスの地球規模での動態の観測・解明、過去から将来にわたる気候変動の解明・予測、気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策に関する研究など、気候変動（地球温暖化）問題に重点をおいて研究を推進する。

また、地球環境の戦略的モニタリングの実施、地球環境データベース（自然科学データ、及び社会・経済データ）の構築・運用、国内外で実施される地球環境研究の推進にかかる支援を行う。衛星による温室効果ガスモニタリングについては、引き続きデータの処理・検証・提供を行う。その他、地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、将来の地球環境に関する予見的研究や、新たな環境研究技術の開発等の先導的・基盤的研究を行う。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- ① 全球及び東アジア域を中心とした地球環境に影響を及ぼす温室効果気体等の物質の観測・解析を行い、それらの地球規模での循環の実態とその長期的な変動機構を明らかにする。
- ② 地球環境変動の実態の解明と将来予測の精緻化を進める。
- ③ 気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価を行うことにより、気候変動政策に資する科学的知見を提供する。
- ④ 世界規模での温室効果ガス排出抑制策（緩和策）や気候変動に対する適応策を総合的に評価することにより、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策の推進に関する科学的知見を提供する。
- ⑤ 地球環境の戦略的モニタリング事業、地球環境データベース事業、地球環境研究の支援事業等を進めることにより、上記をはじめとする地球環境研究の基盤の提供に資する。

1.2 今年度の実施計画概要（平成23年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

地球環境の現況の把握とその変動要因の解明、それに基づく地球環境変動の将来予測及び地球環境変動に伴う影響リスクの評価、並びに地球環境保全のための対策に関する研究を実施する。特に、大気中の温室効果ガスの地球規模での動態の観測・解明、過去から将来にわたる気候変動の解明・予測、気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策に関する研究など、気候変動（地球温暖化）問題に重点をおいて研究を推進する。

- ① 衛星観測を含む各種手法を用いて、全球及び東アジア域を中心として地球環境に影響を及ぼす温室効果気体等の物質に関する観測を展開し、データを蓄積する。得られた観測・モニタリングデータの解析手法の高度化ならびに大気輸送モデルを用いた観測データの総合的な解析に着手する。

- ② 地球環境変動の実態の解明と将来予測の精緻化および不確実性評価に向けて、気候モデルを用いた過去の気候変動（地球温暖化、オゾン層）再現と将来予測を行い、その結果を解析する。
- ③ 気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価を行うことにより、気候変動政策に対する科学的知見の提供に貢献するため、地球規模問題をリスク管理の観点から評価するためのフレーミングの検討とモデルの構築に着手する。
- ④ アジア主要国を対象に低炭素社会実現に向けた施策を評価する統合評価モデルの開発を進め、定量化された各国削減目標を反映させた将来シナリオを明らかにする。また、気候変動に関する国際制度を踏まえ、世界の温室効果ガス排出経路について世界モデルを用いて分析を行い、想定されるいくつかの枠組みを反映させた世界の温室効果ガス排出経路を明らかにする。
- ⑤ 地上観測ステーション、船舶、航空機をプラットフォームとした大気・海洋のモニタリング観測および海洋生態系の温暖化影響にかかるモニタリング観測を継続して実施する。
- ⑥ 森林フラックス観測サイト等における炭素収支および陸域生態系の温暖化影響にかかるモニタリング観測を継続して実施する。
- ⑦ 温室効果ガス等の自然科学的観測データや社会経済データに関するデータの収集・整備・提供およびデータ利用ツールの整備を継続して実施する。
- ⑧ スーパーコンピュータの利用支援、グローバルカーボンプロジェクトつくば国際オフィスなどを運営し、国内外の地球環境研究の推進に向けた支援を行う。
- ⑨ 温室効果ガスインベントリオフィスを運営し、わが国の平成 21 年度の温室効果ガス排出・吸収量目録（インベントリ）の確定と平成 22 年度インベントリに係るデータ収集・整理・解析を行う。

この他、地球環境研究センター独自のセンタープロジェクトとして、「オゾン層変動に関する研究」および「国環研 GOSAT プロジェクト」を実施する。この他、経常研究として、1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、2) 将来の地球環境に関する予見的研究、3) 新たな環境研究技術の開発、等の先導的・基盤的研究を実施する。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金 (内、GOSAT 関連)	1,143 (678)					
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
1)環境省環境研究総合推進費	293					
2)文部科学省科学研究費助成事業	29					
3)文部科学省戦略的創造研究推進事業	1					
4)文部科学省国際科学技術共同研究推進事業	11					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						
1)環境省地球環境保全試験研究費	205					
2)文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム	20					

3) 文部科学省 (DIAS)	9					
④その他の外部資金						
1) 環境省請負費 (GIO 関連)	83					
2) 環境省請負費 (Ox 標準関連)	17					
3) 環境省請負費 (森林 MRV 関連)	128					
4) 環境省請負費 (GOSAT 検証関連)	89					
5) 環境省一般委託費 (OCCCO 関連)	27					
6) 寄付金	1					
総額	2,056					

1.4 平成23年度研究成果の概要（研究分野：地球環境研究）

構成するプログラム・基盤整備、その他活動	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
<p>当該分野の研究活動</p> <p>オゾン層変動に関する研究</p> <p>国環研 GOSAT プロジェクト</p> <p>経常研究</p>	<p>成層圏オゾン層の変動メカニズムの解明、変動予測にかかるモデルの改良、成層圏雲の役割解明、対流圏気候との相互作用の解明を行う。</p> <p>GOSAT（いぶき）データによる温室効果ガス濃度導出の高精度化研究、プロダクトの検証に係る事業を行う</p> <p>個々の課題毎に目標を設定</p>	<p>既存の数値実験結果や衛星観測 データなどを解析することにより、成層圏 - 対流圏相互作用やオゾン層破壊における PSC の役割などに関するさまざまな知見を得た。また、MIROC3.2 ベース化学気候モデルを用いて、温室効果気体およびオゾン層破壊物質濃度の変動シナリオ（過去および将来）に沿った数値実験により 1980 年～2050 年の計算を行い、旧化学気候モデルと同様に、1980 年頃のオゾンホール の出現とその後の急成長・2050 年頃の消滅を計算できた。</p> <p>極域オゾン層破壊に関連して、南極及び北極で極成層圏雲の特性評価、オゾンとそれに関連した微量気体成分の分光観測データ、衛星観測結果、及びオゾンゾンデ観測結果から、オゾン破壊量の定量化とそのメカニズムを解明するため、主に 2010～2011 年に北極で得られたデータの解析を行った。</p> <p>化学気候モデル相互比較プロジェクト（CCMVA12）に参加した世界の複数のモデルを用いた感度実験により、オゾン破壊/回復と温暖化の影響を切り分け、成層圏オゾンの長期的な変化が対流圏気候に及ぼす影響評価を行った。20 世紀後半の北半球夏季のジェット の北偏トレンドに対し成層圏オゾンの現象が重要な役割を持つことがわかった。</p> <p>地上設置高分解能 FTS データ、CONTRAIL データ、NOAA データの解析を行いデータ質の評価を行った。重点サイトにおいて地上設置高分解能 FTS、lidar、skyradiometer による観測態勢を構築した。つくばの検証サイトにおける二酸化炭素の導出結果へのエアロゾルの影響の評価とその対処法を検討した。</p> <p>地上設置及び航空機搭載検証用観測装置の運用及び検証用データ取得業務として、検証データ質の確認、整理、GOSAT プロダクトと検証データとの相関処理、図示化等の検証解析を行い、GOSAT プロダクトの不確かさ（偏りとばらつき）の評価を行った。</p> <p>地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、将来の地球環境に関する予見的研究、新たな環境研究技術の開発等の、先導的・基盤的研究として 26 課題におよぶ経常的研究を実施した。</p>

<p>研究プログラム 「地球温暖化研究プログラム」</p>	<p>温室効果ガスの自然起源の吸収・排出源の変動メカニズムの解明と将来の吸収能力の変化予測の高精度化を行うとともに、国際的な温暖化対策の推進に関し、地球規模のリスク管理戦略の構築、脱温暖化社会の実現に向けての各国の政策オプション、国際協調のあり方などの諸問題の解決を目指して、科学的な知見の集積・提供を図る。</p>	<p>研究プログラム全体としては、温室効果ガスの観測的研究を中心としたプロジェクト1、気候予測と地球規模のリスク管理を研究するプロジェクト2、気候変動に関する政策研究を行うプロジェクト3に分かれ、それぞれに第二期までの研究蓄積を発展させるとともに、第三期から新しく打ち出した方向性の研究を進めるための準備を行った。各プロジェクトの成果は以下の通り。</p> <p>プロジェクト1では、大気観測の各種観測プラットフォーム（地上、船舶、航空機、衛星）を総合的に使用することを主眼としているが、今年度は最初の年として、海外を含むプラットフォームの整備や衛星など高度な技術を必要とする新たなプラットフォームからのデータの作成を進め、データの検証、観測パラメータの統合化、スケールの国際的統合化を通して、データの統一化を進め、データベースを作成するための調整などを行った。</p> <p>プロジェクト2では、気候予測研究に関しては、IPCC第5次評価報告書（AR5）への貢献に向けた新実験結果（CMIP5）の解析を取りまとめる時期に入っているため、アンサンブル実験（多数のモデルシミュレーションの集合）を用いた予測の不確実性評価を中心に解析を行い、AR5への重要な貢献になると思われるいくつかの成果を発表した（サブテーマ1）。成果の一つについては記者発表を行い、新聞に記事が掲載された。一方、生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析（サブテーマ2）と地球規模リスク管理の検討（サブテーマ3）については、今年度は主として準備期間と位置付け、モデルの高度化・結合作業、およびリスク管理フレーミングの概念的な検討をそれぞれ進めている。ただし、生態系モデルによるメタン等放出の分析、および統合評価モデルの不確実性評価においては成果が出つつある。なお、研究の一部は社会環境システム研究センターと協力して行っている。</p> <p>プロジェクト3では、環境省環境研究総合推進費（推進費）S-6等を通じて、各種モデル開発をサブテーマ2を中心に行い、開発したモデルを用いてサブテーマ1のアジア低炭素社会研究や、国内政策評価を実施した。また、サブテーマ3では、温室効果ガス排出削減に向けた国際合意にいたる道筋について分析を行った。このほか、IPCC AR5に向けた代表的濃度経路や共通社会経済シナリオの検討、UNEP/GEO5の執筆、IPCC AR5に向けた執筆活動を行ってきた。また、これまでの日本を対象とした低炭素社会シナリオ作りの経験を活かして、2011年8月から始まった中央環境審議会地球環境部会2013年以降の対策・施策に関する検討小委員において、東日本大震災を踏まえた検討の方向性について知見を提供した。さらに、環境未来都市評価・調査検討会、飯舘村庁内復興検討会、福島県再生可能エネルギー導入推進連絡会導入推進に関する専門部会等へも参加している。</p>
<p>環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境支援」</p>	<p>地球環境のモニタリングとして各種プラットフォームによる温室効果ガスの濃度モニタリングならびに陸域、海洋におけるそれらのフラック</p>	<p>地球環境の戦略的モニタリングでは、地上ステーション、定期船舶航路、シベリアの航空機観測などのプラットフォームにおけるモニタリングに加え、GOSAT衛星「いぶき」による温室効果ガス観測が行われている。GOSATオフィスでは衛星での取得データに対して定常処理を行っている。これらのプラットフォームはそれぞれ特徴を有しているが、長期的、広域的観測による温室効果ガスの変動把握を目指している。地上観測では、温室効果ガスに関して高精度、高頻度の観測を目指し、また発展的に高度な観測項目（酸素や、同位体、放射性炭素）などの観測を進め、研究プロジェクトのプラットフォームとしても活用された。今年度は特に地上ステーションやシベリアの航空機観測から二酸化炭素の増加があまり大きくなかったことが示された。中緯度の比較参照点として富士山などのデータ取得が可能になり、高さ方向の情報も得られるようになった。船舶のデータからは、メタンの</p>

	<p>スのモニタリングを行う。また、温暖化による影響に関してモニタリングを開始する。</p> <p>地球環境問題に関するデータベースの作成や広報活動などを行う。</p> <p>スーパーコンピュータ運用、GIO（ガスインベントリオフィス）GCP（グローバルカーボンプロジェクト）OCCCO(地球温暖化観測推進事務局)についての支援を行う。</p>	<p>緯度分布に関するデータの解析が進み、太平洋特有の濃度変動について解釈を行った。メタンやフロン類は中国からの影響、一酸化炭素観測では森林火災も検出され、東アジアの広域的なモニタリングの有効性が示された。一方、モニタリングの陸域や海域での二酸化炭素フラックス観測も継続的に行われ、世界のネットワークと協力しながらデータの蓄積や広域的なデータ解析を行った。また、今年度から新たに温暖化影響に関わるモニタリングとして、サンゴの北上移動に関するモニタリングと高山植物の遷移に関するモニタリングを開始し、まずプラットフォーム作りなどを行った。</p> <p>地球環境データベース事業では、モニタリング事業で取得されるデータの系統的データベース化が課題であり、ハロカーボンについても新たに検討を開始した。データベースは世界のデータベースとも関連しながら動いており、WDCGG や NOAA の Globalview、Carbontracker へのデータ提供も行った。また、地球環境情報プログラム (DIAS2) のデータベースについて、本年度から CGER が参加することを表明しており、GOSAT を含め国内の温室効果ガスのデータが蓄積されることが期待される。また生物多様性・生態情報の環境情報への統合化に関するグリーンイノベーション創出事業への参加を行った。経済社会系のデータベースは、これまでに整備したものの維持に努めた。</p> <p>地球環境研究支援については、従来通りスーパーコンピュータを用いた研究の運用に関する支援を行った。今年度は特に震災の故障や、その後の夏季の省エネルギー問題に対応した。GIO (Gas Inventory Office) では、日本国温室効果ガス排出・吸収目録 (インベントリ) を策定し、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 事務局へ提出した。アジア地域の温室効果ガスインベントリ作成の能力向上を目指した「アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ (WGIA)」を開催した。GCP (Global Carbon Project) オフィスは、特に、炭素の年間放出量の算定、国際的な地球変動科学計画との連携の面で支援を行った。国際的な科学コミュニティにおいて関連する研究のコーディネートをを行った。地球温暖化観測推進事務局 (OCCCO) では、標準ガスに関する検討委員会による組織づくりや放射に関する標準化について検討した。</p> <p>地球環境研究センターではこれらモニタリングを含め地球環境問題に関する情報発信 (CGER ニュース刊行) や、公開、見学対応などを行った。WEB の作成、パネルの更新などを随時行っている。また、マスコミ対応のための支援なども行った。</p>
--	--	---

1.5 今後の研究展望

【当該分野の研究活動】

センタープロジェクトと位置付けたオゾン層変動に関する研究について、これまでに蓄積してきた研究上の知見、観測技術、数値モデルなどを統合的に活用した新しい研究展開のための検討を進め、地球環境研究の一分野として再度、組織的な取り組みを始めたい。

「国環研 GOSAT プロジェクト」は、基本的なデータ処理アルゴリズムの高度化やプロダクトの検証、衛星観測データの定常的な処理・運用、データ・プロダクトの科学的な利用など多岐に渡る。本稿では、基本的なデータ処理アルゴリズムの高度化やプロダクトの検証に関わる部分をセンタープロジェクトとして位置づけている。最終的には科学的な利用に供されるデータ・プロダクトの提供に向けて、その基本的な部分を固める研究・事業であり、他の側面との協調を図りながら着実に進めて行く。

経常研究については、個々人の自由な発想を尊重し進めているものであり、将来の地球環境研究の課題発掘や、研究推進に必要な計測技術や研究手法の開発につながることを期待している。

【研究プログラム「地球温暖化研究プログラム」】

プロジェクト1では、海外の研究機関や国際機関と連携しつつ、研究観測の全体を予算確保を含め継続させていく予定である。また、データの統合のためのデータベースのシステム化などを行っていきたい。さらに、モデル研究としては、モデル関係者でのモデルの共同運用などを通して、各種の解析を進めていく予定である。

プロジェクト2では、気候予測および影響評価研究について、IPCC AR5 への貢献に間に合うタイミングで引き続き成果の発表を目指す。また、来年度から推進費 S-10「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究」等の関連する新規課題が立ち上がる見通しであり、国内他機関の様々な分野の研究者と協力しながら、プロジェクトを展開していきたい。

プロジェクト3では、中央環境審議会の「2013年以降の対策・施策に関する検討小委員」における震災復興や新たなエネルギーシナリオに対する温暖化対策の検討に貢献できるような選択肢を提示していきたい。また、IPCC AR5 に向けたシナリオ開発に引き続き貢献する予定である。さらに、国際的な制度については、主要国の動向を調査することで、国際合意への道筋について更に検討を進めたい。

【環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境研究の支援」】

モニタリング事業は、長期的に行って初めて成果が現れる性質のものであることから、大学などではできない継続性のある事業を展開してきている。近年では GOSAT 事業も含めこれらの地球環境に関するデータの性質から国際的にネットワークへの参加やデータの提供、データ利用を効果的に進める必要性が特に高まっていることから、データの品質評価を系統的に行うとともにデータ処理の迅速化を行い、新たな系統的なモニタリングデータベースを構築する必要があると考えている。

観測施設はすでに 20 年経っている場合もあり老朽化には対応していく必要がある。また、シベリアにおける航空機モニタリングは、今後も観測を継続するためにロシア側へ支出する経費の低減に取り組んでいる。

陸域のモニタリングでは、昨年度まで取り組んできた森林炭素収支モニタリングと森林リモートセンシングを統合し、北海道および山梨県において、森林炭素収支を微気象観測、分光観測、炭素循環プロセス観測等の複数の手法から長期的に把握するための総合的なモニタリングを開始し、同時に、地球温暖化の影響が高山帯植生のフェノロジー（生物季節）および植生分布域にどのように現れるかを長期的に捉えるため、北海道と中部山岳地域において温暖化影響モニタリングを新たに開始した。温暖化影響評価モニタリングについては、サンゴの北上の問題も含め今後の重要な課題と位置付けている。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) による定常処理システムは、データの運用処理を継続しながら順次更新をしなければならない。今後プロダクトの処理結果を確認の上、処理の実施と提供を計画的に実施していくのが今後の課題である。

1.6 自己評価

【当該分野の研究活動】

オゾン層変動に関する研究は、第2期中期計画期間中に他のユニット等で実施されていた複数の課題について、今後、整合的な研究プロジェクトとして進めていくために統合化を図ったものであるが、これまでのところは未だ十分な調整・連携の下に研究が進められているとは言い難い面がある。

GOSAT に関連するアルゴリズム研究・検証事業については、よりよいプロダクト（二酸化炭素やメタンの濃度分布、二酸化炭素の地域別の正味収支）を提供していく上で基礎となるものであり重要な成果を創出している。これらは、ルーチ的なデータ処理運用の維持・改訂と歩調を合わせた作業の進捗が必要であり、一次データの提供側である宇宙航空研究開発機構（共同プロジェクトの実施相手方）とのより一層の連携が必要である。

経常研究の担当者の多くは、地球温暖化研究プログラムや環境研究の基盤整備事業の担い手でもあり、大半のエフォートはこれらに割かれていることから、短期の間に経常研究から大きな成果を生み出せるとは考えていないが、将来に向けての重要な取り組みであると認識している。一方、経常研究に比較的多くのエフォートを割くこととしている研究者については、個性的な成果が創出されている。

【研究プログラム「地球温暖化研究プログラム」】

プロジェクト1については、衛星を含めたトップダウンと地上からのボトムアップの両方からのアプローチをとっており、前期のプロジェクトよりさらに構成テーマも多く、参加者が多くなっている。そのため、全体のロードマップをさらに具体的しておく必要があると考えられる。

プロジェクト2については、IPCC 次期評価報告書への貢献に向けた成果の取りまとめと、新しく掲げた研究目標である地球規模の温暖化リスク管理研究に向けた準備作業を併行して進める形になったが、どちらも概ね順調に進捗した。

プロジェクト3については、東日本大震災によって、これまで構築してきたシナリオや考え方が根底から覆される事態となったが、これまでに開発してきたツールそのものは今後も有効であると認識しており、それらを用いた新たな分析を行うための準備は整ってきたと評価している。

また、全体を通じて、震災後の観測機器の故障やスーパーコンピュータの停止等を含む節電の影響で研究に停滞が生じたため、研究を通常の状態に復帰するための対応が依然必要な部分がある。

【環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援」】

震災による予算の削減で大気・海洋に関わる各モニタリングで観測活動の一部を削減した。また、震災対応の省エネとも合わせて、実験上にも多くの時間や作業が伴ったため、事業が定常化するにはまだ少し時間が必要と考えられた。

従来の陸域モニタリングを組み替え、フラックス観測サイトにおける総合的な森林炭素収支モニタリングと、地球温暖化の影響を集中的に検出するための高山帯モニタリングを開始し、一部準備中の観測項目はあるものの、ほぼ予定通りに観測を継続している。高山帯モニタリングについては、短期的なモニタリングデータのみからは長期的な植生の変化の検出を行うことは困難であるため、モニタリング開始から数年間は、気象要素の年々変動がフェノロジーに与える影響を捉えることが最初の課題になると予想している。

GOSAT の定常処理は鋭意行われているが、改訂された解析手法（アルゴリズム）についてはシステム化とその確認を行った後に全数処理を実施して着実にユーザに提供するという責任を有しており、また、当システムにおける改訂プロダクトのデータ質は JAXA の作成するレベル1データのデータ質の改善に依存するため、レベル1データの改訂作業の遅れに伴って当システムのアルゴリズム改訂作業が計画よりも若干遅れている部分がある。それを除けば、プロダクトの作成と提供及び関連情報の発信については総じて計画通りに進捗していると言える。

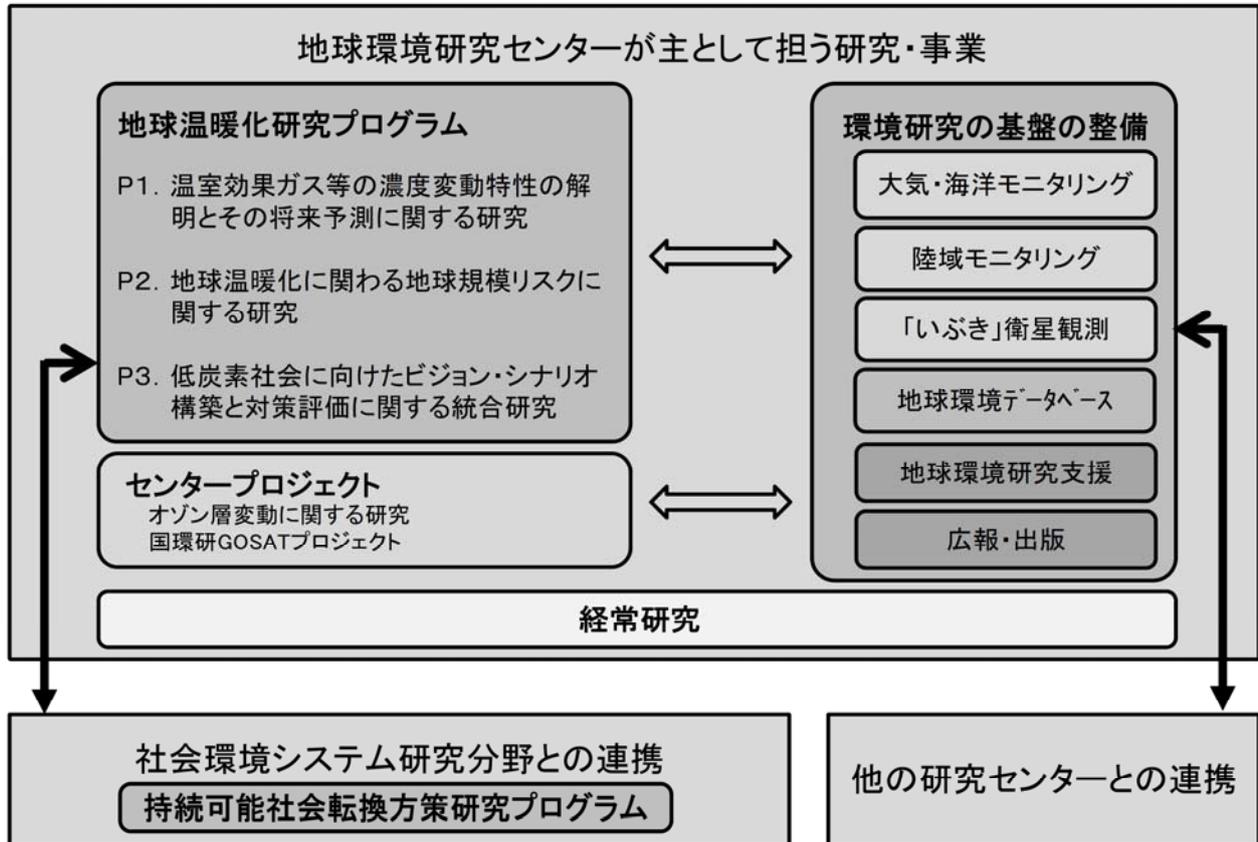
2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
7	59	14	119	123	0

(別紙)

地球環境研究分野の研究・事業全体計画



当該分野の研究活動

様式 2

(研究プログラムと個別評価を受ける環境研究の基盤整備を除く)

代表者： 地球環境研究センター
センター長 笹野泰弘

構成者：

【地球環境研究センター】

- [副センター長] 向井人史
- [炭素循環研究室] 向井人史 (室長(併))、梁乃申 (主任研究員)
- [地球大気化学研究室] 谷本浩志 (室長)、猪俣 敏、杉田考史 (主任研究員)
- [衛星観測研究室] 横田達也 (室長)、森野 勇 (主任研究員)、井上 誠 (特別研究員)
- [物質循環モデリング・解析研究室] 中山忠暢、伊藤昭彦 (主任研究員)
- [気候モデリング・解析研究室] 野沢 徹 (室長)、秋吉英治 (主任研究員)、中村 哲 (特別研究員)
- [気候変動リスク評価研究室] 花崎直太 (主任研究員)
- [陸域モニタリング推進室] 三枝信子 (室長)
- [地球環境データベース推進室] 中島英彰 (室長)

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*)印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地球環境は人類の生存基盤に関わる最も基本的かつ重要な要素であり、人間活動に起因する温室効果ガス増加による地球温暖化の進行とそれに伴う気候変動や、オゾン層変動等がもたらす人類を含む生態系への影響に関し、その予測される影響の大きさや深刻さからみて、持続可能な社会の構築のためには地球規模の環境保全に向けた取組が必要不可欠である。しかも、地球環境に対して人間活動の影響が現れるまでには時間が比較的長くかかることから、中長期的な視点に立った継続的な研究への取組が重視される必要がある。このため、地球環境研究分野では「地球温暖化研究プログラム」や「環境研究の基盤整備」として、重点的あるいは長期的視野に立った研究を実施する。

さらに、地球環境研究分野の研究として、地球環境研究センター独自のプロジェクトとして、「オゾン層変動に関する研究」プロジェクトとその関連研究、および「国環研 GOSAT プロジェクト」を行う。また、地球環境研究を進める上で基盤となる、1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、2) 将来の地球環境に関する予見的研究、3) 新たな環境研究技術の開発、等の先導的・基盤的研究を「経常研究」として、研究者個々人の興味と発想を尊重し、自主的な研究として実施する。

1.2 今年度の実施計画概要

本稿で対象とするのは、「地球温暖化研究プログラム」および「環境研究の基盤整備」に含まれない、以下の研究課題である。個々の課題の実施計画概要を記述する紙幅はないので、次節において今年度の成果に含めて記すこととする。

オゾン層変動に関する研究

- 1) オゾン層変動研究プロジェクト
- 2) オゾン層変動と成層圏-対流圏大気変動との間の相互作用に関する研究
- 3) オゾン層破壊に関連した極成層圏雲の特性評価に関する研究
- 4) 塩素系化学種を中心とした成層圏化学過程の研究
- 5) 化学気候モデルの長期ランを利用した、成層圏オゾンの対流圏気候への影響評価に関する研究
- 6) 化学気候モデルを用いたオゾン層破壊のハロゲン量依存性に関する研究

国環研 GOSAT プロジェクト

- 1) 「いぶき」観測データ解析により得られた温室効果ガス濃度の高精度化に関する研究
- 2) 温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) データ検証業務

経常研究

- 1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究
 - ア) 熱帯林における土壌呼吸を中心とした炭素循環モニタリング
 - イ) 海洋からの硫化ジメチルおよび関連有機化合物のフラックス実計測とガス交換係数の評価
 - ウ) 北極振動によるエルニーニョの予知への挑戦
 - エ) 外的な気候変動要因による長期気候変化シグナルの検出に関する数値実験的研究
 - オ) 大気環境に関する次世代実況監視及び排出量推定システムの開発
- 2) 将来の地球環境に関する予見的研究
 - ア) 対流圏オゾンライダーを用いた日本域における対流圏オゾンに関する研究
 - イ) アジア・オセアニア域のモンスーンに伴う温室効果ガス濃度分布の変動
 - ウ) メタエコシステム評価による環境共生型社会構築に向けた統合的手法の開発
 - エ) 気候変動と水・物質循環のフィードバック機構の解明
 - オ) 物質循環モデルの高精度化及び生態系への影響評価
 - カ) 気候変動対策と生物多様性保全の連携を目指した生態系サービス評価手法の開発
 - キ) 世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成
 - ク) 全球水資源モデルを利用した実時間シミュレーションによる世界の旱魃・洪水リスク検出
- 3) 新たな環境研究技術の開発
 - ア) 環境試料を用いた物質循環の変動や汚染の指標に関する研究
 - イ) 海水中硫化ジメチルおよび関連有機化合物の高時間分解能計測手法の確立
 - ウ) PTR-TOFMSを用いたディーゼル車排ガス中ニトロ有機化合物のリアルタイム計測
 - エ) エアロゾル前駆体の実時間計測による二次有機エアロゾル生成過程の解明
 - オ) 自動車からのガス状ニトロ有機化合物の排出に関する実大気観測
 - カ) 質量分析法による大気微量成分の計測手法の開発
 - キ) 分光法を用いた大気計測に関する基盤的研究
 - ク) 窒素動態を取り入れた陸域生態系 CO2 収支の高精度評価手法の開発

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	17					
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
1)環境省環境研究総合推進費	126					
2)文部科学省科学研究費助成事業	21					
3)文部科学省戦略的創造研究推進事業	1					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						
④その他の外部資金						
1)環境省請負費(GOSAT 検証関連)	89					
2)寄付金	1					
総額	255					

1.4 平成23年度研究成果の概要（当該分野の研究活動：地球環境研究分野）

構成するプロジェクト・活動等	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
オゾン層変動に関する研究	成層圏オゾン層の変動メカニズムの解明、変動予測にかかるモデルの改良、成層圏雲の役割解明、対流圏気候との相互作用の解明を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 新化学気候モデルの開発・改良を目標として、既存の数値実験結果や衛星観測データなどを解析することにより、成層圏 - 対流圏相互作用やオゾン層破壊における PSC の役割などに関するさまざまな知見を得た。また、最新の気候モデルへの成層圏化学過程の導入に着手した。 ○ 昨年度までに開発を行った MIROC3.2 ベース化学気候モデルを用いて、温室効果気体およびオゾン層破壊物質濃度の変動シナリオ（過去および将来）に沿った数値実験を行う。このモデルで 1980 年～2050 年の計算を行い、旧化学気候モデルと同様に、1980 年頃のオゾンホール の出現とその後の急成長・2050 年頃の消滅を計算できた。また、旧モデルで問題となっていた熱帯下部成層圏の低温バイアスに伴う成層圏水蒸気量の不足を解決できた。 ○ 極域オゾン層破壊に関連して、南極及び北極で極成層圏雲の特性評価、オゾンとそれに関連した微量気体成分の分光観測データ、衛星観測結果、及びオゾンゾンデ観測結果から、オゾン破壊量の定量化とそのメカニズムを解明する。H23 年度は、主に 2010～2011 年に北極で得られたデータの解析を行った。 ○ 国際宇宙ステーションの「きぼう」搭載の大気観測センサ SMILES からの塩化水素 (HCl) 濃度の高度分布を、気象データと組み合わせた解析からそのデータ質評価を実施することを目標に、南極極渦内で取得された HCl データを他の衛星センサと比較し、その精度・確度を評価した。 ○ 化学気候モデル相互比較プロジェクト (CCMVA12) に参加した世界の複数のモデルを用いた感度実験により、オゾン破壊/回復と温暖化の影響を切り分け、成層圏オゾンの長期的な変化が対流圏気候に及ぼす影響評価を行った。20 世紀後半の北半球夏季のジェットの北偏トレンドに対し成層圏オゾンの現象が重要な役割を持つことがわかった。 ○ 昨年度行った、ハロゲン固定実験結果とコントロールランの結果の差の解析、ハロゲン規制なしの実験結果とコントロールランの結果の差の解析を行った結果、オゾン層が人為的なハロゲンガス濃度の影響を受けなくなるのは、21 世紀末になることがわかった（実際は、温暖化ガスの増加によってオゾン層が増加し、もっと早い時期にオゾン層が回復したように見える）。また、成層圏のオゾン量がほとんど無くなり、成層圏気温も低下、成層圏と対流圏の区別がないような大気構造となり、紫外線量が増加することがわかった。
国環研 GOSAT プロジェクト	GOSAT (いぶき) データによる濃度導出の高精度化の研究、プロジェクトの検証に係る事業を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地上設置高分解能 FTS データ、CONTRAIL データ、NOAA データの解析を行いデータ質の評価を行った。検証によって解析アルゴリズムの改良や初期値の改訂が期待される項目を検討した。重点サイトにおける高精度温室効果ガス及び巻雲・エアロゾル光学特性を継続的に観測できる体制を構築し、データを取得し、解析を行いデータ質の評価を行った。重点サイトに

		<p>において地上設置高分解能 FTS、lidar、skyradiometer による観測態勢を構築した。つくばの検証サイトにおける二酸化炭素の導出結果へのエアロゾルの影響の評価とその対処法を検討した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 地上設置及び航空機搭載検証用観測装置の運用及び検証用データ取得業務として、検証データ質の確認、整理、GOSAT プロダクトと検証データとの相関処理、図示化等の検証解析を行い、GOSAT プロダクトの不確かさ(偏りとばらつき)の評価を行った。地上設置高分解能 FTS、lidar、skyradiometer 等の検証データを継続的に取得し、そのデータ質を確認した。GOSAT により取得された二酸化炭素及びメタンを地上設置高分解能 FTS データに対して継続的に図示化し、検証解析を行った。また、GOSAT により取得された水蒸気を地上設置高分解能 FTS データに対して検証解析を行った。
<p>経常研究 1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究</p>	<p>主として地球規模の大気環境変化の監視・観測技術の開発・高度化を行うとともに、データベースの構築に関する研究を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 熱帯林における森林経営や伐採過程に伴う地下部の炭素ストックの変動を明らかにすることを目的として、マレーシア半島部にあるパソ保護林とその周囲において土壌呼吸の集中測定を行った。天然林での総土壌呼吸に対する根呼吸の寄与は約 47.7%と推定された。また、土地利用変化が熱帯生態系を劣化させることが確認された。 ○ 学術調査船「白鳳丸」の研究航海において、濃度勾配法を用いて海面直上大気中の硫化ジメチル (DMS) 等、揮発性有機化合物 (VOC) の濃度勾配を検出し、フラックスの導出を試みることを目標として、オンラインの質量分析計である陽子移動反応質量分析計とフラックスブイの適合などを確認した。 ○ 領域モデルを用いた再現実験により熱帯太平洋上の西風バーストが生じるときの原因を特定し、この時の熱帯域での大気海洋相互作用について明らかにする。北極振動と強く連動するアリューシャン低気圧の強弱が、エルニーニョの開始と密接な関係のある熱帯の西風バーストの頻度に関係していることがわかった。また、線形モデルを用いてエルニーニョ開始時の熱帯海洋から中高緯度大気へのフィードバック機構を明らかにした。 ○ 様々な気候変動要因に対する気候応答の相違に関する知見を得ることを目標として、二酸化炭素濃度の増加とそれに見合うだけの太陽放射量の減少を同時に与えた実験の結果を解析し、全球平均気温が一定であっても全球平均降水量が減少するメカニズムについて考察した。 ○ 国立環境研究所、気象研究所、海洋研究開発機構(JAMSTEC)の3つの化学気候モデルに共通のアンサンブルカルマンフィルタのパラメタを適用した共通実験を行って、結果の解析を行い、それぞれのモデルのもつバイアスとオゾンデータ同化性能との関係についての解析を行った。これら3つのモデルは、それぞれ異なるモデルバイアス(オゾン濃度等の観測値からの差)をもつが、衛星によるオゾン全量と3次元オゾン濃度分布の両方のデータを同時に同化すると、観測値に近くなって同化されたオゾン全量がモデルに依存しなくなり、同化性能が良くなることがわかった。

<p>経常研究 2) 将来の地球環境に関する予見的研究</p>	<p>将来的に重要となると予見される地球環境問題に対する先見的な研究を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 国内における対流圏オゾンライダーの高頻度観測体制を整え予備観測を行い、観測データの処理アルゴリズムの調整を行う。予備観測の結果を解析し、他の観測データとの比較検証を実施する。さらに、モデル研究グループと協力して観測データのデータベース化を実施することを目標とした。佐賀における対流圏オゾンライダーの高頻度観測体制を構築し、予備解析を行った。この結果をもとに、対流圏オゾンライダーの改良すべき点が明らかとなったことから、引き続き改良を実施する。 ○ GOSAT データと観測に基づくデータを用いてモンスーン期間中の季節推移に伴う二酸化炭素及びメタン濃度の空間分布の変動を解析し、大気循環場と物質濃度変動の関係を明らかにすることを目指し、引き続き、アジアモンスーンの進行に伴う温室効果ガス濃度や風などの時空間変動を解析していく。 ○ 人間活動に起因する流域の水・熱・物質循環変化に伴う生態系機能への影響評価を行うという当初の目標のもとに、生態系の応答特性に関する hysteresis、及び生態学と水文学の regime に関する統一的な評価手法について検討を行った。 ○ regional レベルにおいて人為活動が洪水・渇水リスクへ及ぼす影響評価を行うという当初の目標に対して、アジア地域の大陸河川を対象に陸域統合型モデル NICE の開発を通して人為活動に伴う洪水と渇水への影響評価を行った。 ○ 物質循環・炭素循環モデルの高精度化に向けたフレームワーク構築を行うという当初の目標に対して、陸域統合型モデル NICE の開発を通して気候変動が水循環及び農業生産へ及ぼす影響評価を行った。 ○ 植林などの気候変動対策と生物多様性保全とで生じるトレードオフを解消するため、生態系が持つ公益的機能を総合的に評価する指標を開発し、より効果的な生態系管理を支援するためのシステム開発に関する研究を行った。 ○ 21世紀中の人口増加に伴う食料増産と温暖化緩和策の一つとしてのバイオマス燃料増産が水・土地利用制約の上から両立するのかを検討するため、全球水資源モデル H08 を利用した第一段階的な検討を東京工業大学の共同研究者と実施した。 ○ 全球水資源モデルの旱魃・洪水リスク検出能力を評価するため、過去40年にわたる河川流量の再現計算を実施し、主要な高水・低水イベントの再現性について検討した。
<p>経常研究 3) 新たな環境研究技術の開発</p>	<p>将来的な利用を目指して、新しいアイデアに基づく環境研究技術の開発研究を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 環境中の大気試料や降雨試料などを用いて大気成分の質的な変遷や起源などにかかわる情報を抽出する方法などを検討することを目標に、バックグラウンド地域と考えられる隠岐島において大気粉塵試料を採取を行い、その中の成分を調べるための前準備や保存方法について検討した。 ○ 海洋表層における硫化ジメチル (DMS) 等の揮発性有機化合物 (VOC) を高時間分解能で高感度に測定することを目標として、温度・湿度の精密な計測・制御、接ガス部に用いる材質の検討・改良、ブランクの正確な決定など、装置の高度化を行った。 ○ 陽子移動反応-飛行時間型質量分析計 (PTR-TOFMS) を用いて、シャシーダイナモメータ稼

		<p>働下でのディーゼル車排ガス中のニトロ有機化合物の多種類をリアルタイムで検出・定量し、ニトロ有機化合物の排出特性（種類・（全）量・性状）を把握することを目的として研究を進めており、ガス状でニトロメタン、ニトロフェノール類、ジヒドロキシニトロベンゼンが排出されていることをリアルタイム測定で捉えた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 二次有機エアロゾル（SOA）の化学成分を、陽子移動反応－飛行時間型質量分析計により分析する手法を開発し、植物起源揮発性有機化合物（BVOC）からのSOA生成経路を解明することを目標とし、代表的なBVOCのα-ピネンなどのモノテルペン類やイソプレンの気相オゾン酸化反応により、気相、粒子相それぞれで生成する化学成分を分析した。 ○ 環境研究総合推進費「PTR-TOFMSを用いたディーゼル車排ガス中ニトロ有機化合物のリアルタイム計測に関する研究」でのシャシーダイナモメータ実験で得られた結果を実大気で検証・確認を行うための観測を行い、シャシーダイナモメータ実験を支持する自動車からのニトロ有機化合物の排出を確認した。 ○ 大気微量成分の高速での測定を目的とし、化学イオン化質量分析法の開発に取り組む。揮発性有機化合物の多成分リアルタイム計測用に開発した陽子移動反応－飛行時間型質量分析計（PTR-TOFMS）のTOF部にリフレクトロンを用いて高質量分解能化し、二次有機エアロゾル中の高質量数成分の検出を試みた ○ 分光パラメータに関する大気微量成分の実験室分光測定、測定データの解析、決定したパラメータの評価を行う。地上設置大気観測用フーリエ変換赤外分光計により取得した測定スペクトルの解析と評価を継続して実施している。メタンやオゾン層破壊関連の物質であるフッ化水素、塩化水素の観測及び解析を継続した。フッ化水素、塩化水素の観測結果と大気化学反応モデル計算値と比較した。 ○ 陸域生態系モデルを用いた森林CO₂収支の高精度評価を目標として、森林の窒素動態とくに光合成機能の季節・年変化を現地データに基づいて把握し、必要なパラメータの収集を行っている。富士北麓サイトにおいて個葉の炭素・窒素比の測定を行い、展葉から落葉期における個葉の窒素動態の基礎データを収集した。また北海道天塩サイト、苫小牧サイトにおけるモデル検証データの収集に着手した。
--	--	---

1.5 今後の研究展望

今年度は、第3期中期計画の開始に伴い組織の編成替えが行われ、地球環境研究分野を主として担当する地球環境研究センターには旧・地球環境研究センターの研究者のうち自然科学系の研究に携わるものが多数残留し、また旧・大気圏環境研究領域やアジア自然共生研究グループからの研究者の一部が合流する形となった。

本稿で述べたセンタープロジェクトのうち、「オゾン層変動に関する研究」は旧・大気圏環境研究領域の研究者によって個別に実施されていたものを基本的に継続し、地球環境研究分野の研究として整理し直したものである。小ぶりながらも総合的な研究展開が可能となるようプロジェクトとして位置づけた。今後、課題間の協調を図りつつ、成果を創出させたい。また、「国環研 GOSAT プロジェクト」は第2期中期計画期間から地球環境研究センターが主体となって実施しているもので、引き続き「国環研 GOSAT プロジェクト」と称して継続実施する。なお、本プロジェクトのうち継続的な観測・解析は「環境研究の基盤整備」としても位置付けられ、またその成果は「地球温暖化プログラム」においても利用される。

経常研究は、基本的に地球温暖化研究プログラムや、センター事業としての「環境研究の基盤整備」とは異なり、個人の研究者としての発想を最大限尊重し、経常研究費（運営費交付金）や外部競争的資金による予算により実施されている。第2期中期計画期間からの継続課題も含まれている。個々の課題毎に目標をしっかりと定め、着実な進展を図る必要がある。

1.6 自己評価

「オゾン層変動に関する研究」プロジェクトは、今年度から組織的なバックアップを始めようとしているところであり、今後の研究の方向性を定めることが課題である。「国環研 GOSAT プロジェクト」については、堅実に事業として進めているものの、世界の最先端の研究を行いつつ、事業としてデータ処理のルーチン化を図り、世界に伍して行かなければならないという困難を抱えている。

経常研究は、従来から実施されていた研究の延長線上にある「地球温暖化研究プログラム」や、センター事業としての「環境研究の基盤整備」とは異なり、個々の研究者の個性的な発想を実践に移す機会であり、将来の発展に向けた踏み台として活用するという認識を個々の研究者に求めたい。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
2	8	3	39	31	0

研究プログラム

研究プログラム名 地球温暖化研究プログラム

代表者： 地球環境研究センター
センター長 笹野泰弘

プロジェクト1

代表者： 地球環境研究センター 向井人史（副センター長）

構成者：

【地球環境研究センター】

[上級主席研究員] 野尻幸宏

[炭素循環研究室] 向井人史(室長、併任)、梁 乃申（主任研究員）、寺尾有希夫（研究員）、奈良英樹、中岡慎一郎、後藤誠二郎（特別研究員）、須永温子（准特別研究員）

[地球大気化学研究室] 谷本浩志（室長）、杉田考史（主任研究員）

[衛星観測研究室] 横田達也（室長）、森野勇（主任研究員）、吉田幸生（研究員）、井上誠、菊地信弘（特別研究員）

[物質循環モデリング・解析研究室] Shamil Maksyutov（室長）、伊藤昭彦、中山忠暢（主任研究員）、Belikov Dmitry、Vinu Valsala*）、金 憲淑（特別研究員）、佐伯田鶴（准特別研究員）

[大気・海洋モニタリング推進室] 町田敏暢（室長）、笹川基樹（研究員）、宮崎千尋（特別研究員）

[陸域モニタリング推進室] 三枝信子（室長）、高橋善幸（主任研究員）、高橋厚裕（特別研究員）

[地球環境データベース推進室] 白井知子（主任研究員）

[主席研究員] 遠嶋康徳(主席研究員)

【生物・生態系環境研究センター】

[環境ストレス機構解明研究室] 唐 艶鴻（主任研究員）、沈 妙根（特別研究員）

【環境計測研究センター】

[動態化学研究室] 横内陽子（室長）、荒巻能史（主任研究員）、斉藤拓也（研究員）

[環境情報解析研究室] 小熊宏（主任研究員）

プロジェクト2

代表者： 地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室 江守正多（室長）

構成者：

【地球環境研究センター】

[物質循環モデリング・解析研究室] 伊藤昭彦（主任研究員）、飯尾淳弘（特別研究員）、千田昌子（准特別研究員）

[気候モデリング・解析研究室] 野沢徹（室長）、小倉知夫（主任研究員）、川瀬宏明*）（特別研究員）

[気候変動リスク評価研究室] 花崎直太（主任研究員）、塩竈秀夫、横島徳太（研究員）、阿部学、石崎安洋、Strassmann Kuno（特別研究員）

[主席研究員] 山形与志樹(主席研究員)、安立美奈子、中道久美子(特別研究員)、瀬谷 創(准特別研究員)

【社会環境システム研究センター】

[環境経済・政策研究室] 久保田泉（主任研究員）

[統合評価モデリング研究室] 増井利彦（室長）、高橋潔（主任研究員）、申 龍熙、藤森真一郎（特別研究員）

[持続可能社会システム研究室] 亀山康子（室長）、脇岡靖明（主任研究員）、森田香菜子（特別研究員）

プロジェクト3

代表者： 社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 増井利彦（室長）

構成者：

【資源循環・廃棄物研究センター】

[国際資源循環研究室] 南齋規介（主任研究員）

【社会環境システム研究センター】

[センター長] 原澤英夫

[フェロー] 甲斐沼美紀子

[環境経済・政策研究室] 日引聡 (室長)、久保田泉 (主任研究員)、岡川梓 (研究員)

[統合評価モデリング研究室] 高橋潔、花岡達也 (主任研究員)、金森有子 (研究員)、明石修、藤森真一郎 (特別研究員)、岩渕裕子 (准特別研究員)、白石知恵 (高度技能専門員)、長谷川知子 (JSPS フェロー)

[持続可能社会システム研究室] 亀山康子 (室長)、肱岡靖明、藤野純一 (主任研究員)、芦名秀一 (研究員)、加用現空、森田香菜子、Diego Silva Herrán (特別研究員)、須田真依子、朝山由美子 (准特別研究員)、大西有子 (IPCC-CA 派遣職員)

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*)印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地球温暖化問題に関し、気候変化の将来予測の高度化の観点からの重要課題のひとつとして、温室効果ガスの自然起源の吸収・排出源の変動メカニズムの解明と将来の吸収能力の変化予測の高精度化が求められている。また、国際的な温暖化対策の推進に関し、地球規模のリスク管理戦略を構築していくことが必要とされてきている。同時に、脱温暖化社会の実現に向けて、各国の今後の温室効果ガス排出削減行動が重要であり、各国の政策オプション、国際協調のあり方などが依然として、重要な課題として残されている。第3期中期目標期間においては、これらの諸問題の解決を目指して、科学的な知見の集積・提供を図る必要がある。

そこで、地球温暖化の原因物質である温室効果ガスの濃度変動特性を、地上観測サイト、船舶、航空機並びに人工衛星をプラットフォームとした総合的な観測とモデル解析に基づいて解明するとともに自然起源の吸収源の保全に必要なとされる科学的知見を提供する。

また、地球規模の温暖化対策目標及び目標に至る道筋・方法についての議論を、リスクの管理に関する社会的な意思決定の問題として捉え、この意思決定を支援するため、地球規模の温暖化リスクに加え、水安全保障、生態系保全など関連する温暖化以外の地球規模リスク、及びリスク管理オプションについての検討を行い、リスクに対する社会の認知等も考慮した上で、リスク管理戦略の分析を行う。

アジア各国における脱温暖化社会に向けた取組の支援に資するため、世界及び日本における温室効果ガス削減目標及び対策の評価を行うとともに、中長期的な温室効果ガス排出削減目標の設定と、その目標を実現するための各国の諸状況に応じた政策オプションを提示する。また、国際制度・国際交渉に関する研究を進め国際協調のあり方を提言する。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- (1) 全球及び東アジア域を中心とした大気環境・温室効果ガスの観測・解析に基づき、これらの地域での物質循環・炭素循環の実態とその変動機構を明らかにするとともに、将来の気候変動影響下での温室効果ガス濃度予測精度の精緻化を図り、将来の気候変動の予測精度の向上に資する。
- (2) 気候変動の実態の解明と将来予測の精緻化を進め、更に気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価を行うことにより、気候変動政策の立案に資する科学的知見を提供する。
- (3) 世界規模での温室効果ガス排出抑制策（緩和策）や気候変動に対する影響、適応策を総合的に評価し、国際交渉の実情をも考慮した実現可能な政策オプションを提示することにより、気候変動に対する国際的な緩和・適応策の推進に関する科学的知見を提供する。

1.2 今年度の実施計画概要

温室効果ガスの自然起源の吸収・排出源の変動メカニズムの解明と将来の吸収能力の変化予測の高精度化を行うとともに、国際的な温暖化対策の推進に関し、地球規模のリスク管理戦略の構築、脱温暖化社会の実現に向けての各国の政策オプション、国際協調のあり方などの諸問題の解決を目指して、科学的な知見の集積・提供を図る。

(1) 衛星ならびに地上、船舶、航空機などのプラットフォームを用いた全球及び東アジア域を中心とした大気環境・温室効果ガスの観測の継続を図りつつ、これらの観測の総合的な解析のためにデータの統合化やモデルの改良などに着手する。また、分析、観測技術の高度化を行うことによって観測対象地域

での放射収支関連物質の分布・循環の実態とその長期的変動機構を明らかにする研究を進める。

(2) 将来の気候変動およびその影響についてメカニズムの理解を深め不確実性を評価するための予測実験の解析を進めるとともに、気候変動を含む地球規模問題をリスク管理の観点から評価するためのフレーミングの検討とモデルの構築に着手する。

(3) アジア主要国における低炭素社会実現に向けた施策を評価する統合評価モデルの開発を開始するとともに、世界の温室効果ガス排出経路について世界モデルを用いて分析し、中国等途上国の参加を促進する方策を検討する。アジア主要国の統合モデルによる各国削減シナリオ、世界モデルを用いた温室効果ガス排出シナリオをそれぞれ明らかにするとともに、COP17 等にて想定される COP 決定等の合意内容を定性的に評価することをアウトプットとする。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	125					
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
1)環境省環境研究総合推進費	158					
2)文部科学省科学研究費助成事業	8					
3)文部科学省国際科学技術共同研究推進事業	11					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						
1)環境省地球環境保全試験研究費	143					
2)文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム	9					
④その他の外部資金 1)環境省請負費(森林 MRV 関連)	128					
総額	582					

1.4 平成23年度研究成果の概要（地球温暖化研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
研究プログラム「地球温暖化研究プログラム」	温室効果ガスの自然起源の吸収・排出源の変動メカニズムの解明と将来の吸収能力の変化予測の高精度化を行うとともに、国際的な温暖化対策の推進に関し、地球規模のリスク管理戦略の構築、脱温暖化社会の実現に向けての各国の政策オプション、国際協調のあり方などの諸問題の解決を目指して、科学的な知見の集積・提供を図る。	<p>研究プログラム全体としては、温室効果ガスの観測的研究を中心としたプロジェクト1、気候予測と地球規模のリスク管理を研究するプロジェクト2、気候変動に関する政策研究を行うプロジェクト3に分かれ、それぞれに第二期までの研究蓄積を進展させるとともに、第三期から新しく打ち出した方向性の研究を進めるための準備を行った。各プロジェクトの成果は以下の通り。</p> <p>プロジェクト1では、大気観測の各種観測プラットフォーム（地上、船舶、航空機、衛星）を総合的に使用することを主眼としているが、今年度は最初の年として、海外を含むプラットフォームの整備や衛星など高度な技術を必要とする新たなプラットフォームからのデータの作成を進め、データの検証、観測パラメータの統合化、スケールの国際的統合化を通して、データの統一化を進め、データベースを作成するための調整などを行った。</p> <p>プロジェクト2では、気候予測研究に関しては、IPCC第5次評価報告書（AR5）への貢献に向けた新実験結果（CMIP5）の解析を取りまとめる時期に入っているため、アンサンブル実験（多数のモデルシミュレーションの集合）を用いた予測の不確実性評価を中心に解析を行い、AR5への重要な貢献になると思われるいくつかの成果を発表した（サブテーマ1）。成果の一つについては記者発表を行い、新聞に記事が掲載された。一方、生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析（サブテーマ2）と地球規模リスク管理の検討（サブテーマ3）については、今年度は主として準備期間と位置付け、モデルの高度化・結合作業、およびリスク管理フレーミングの概念的な検討をそれぞれ進めている。ただし、生態系モデルによるメタン等放出の分析、および統合評価モデルの不確実性評価においては成果が出つつある。なお、研究の一部は社会環境システム研究センターと協力して行っている。</p> <p>プロジェクト3では、環境省環境研究総合推進費（推進費）S-6等を通じて、各種モデル開発をサブテーマ2を中心に行い、開発したモデルを用いてサブテーマ1のアジア低炭素社会研究や、国内政策評価を実施した。また、サブテーマ3では、温室効果ガス排出削減に向けた国際合意にいたる道筋について分析を行った。このほか、IPCC AR5に向けた代表的濃度経路や共通社会経済シナリオの検討、UNEP/GEO5の執筆、IPCC AR5に向けた執筆活動を行ってきた。また、これまでの日本を対象とした低炭素社会シナリオ作りの経験を活かして、2011年8月から始まった中央環境審議会地球環境部会2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会において、東日本大震災を踏まえた検討の方向性について知見を提供した。さらに、環境未来都市評価・調査検討会、飯館村庁内復興検討会、福島県再生可能エネルギー導入推進連絡会導入推進に関する専門部会等へも参加している。</p>

プロジェクト1

「温室効果ガス等の濃度変動特性の解明とその将来予測に関する研究」

サブテーマ1
「大気観測によるグローバルなGHG等の発生／吸収量分布評価に関する研究」

衛星、航空機、地上、船舶などを用いた温室効果ガスの大気観測を行い、その結果を統合し、グローバル規模の大気モデルから、地球上での発生源・吸収源の変化や地域分布を求める。

プロジェクト1として、大気観測の各種観測プラットフォーム（地上、船舶、航空機、衛星）を総合的に使用することを主眼としているが、今年度は最初の年として、海外を含むプラットフォームの整備や衛星など高度な技術を必要とする新たなプラットフォームからのデータの作成を進め、データの検証、観測パラメータの統合化、スケールの国際的統合化を通して、データの統一化を進め、データベースを作成するための調整などを行った。

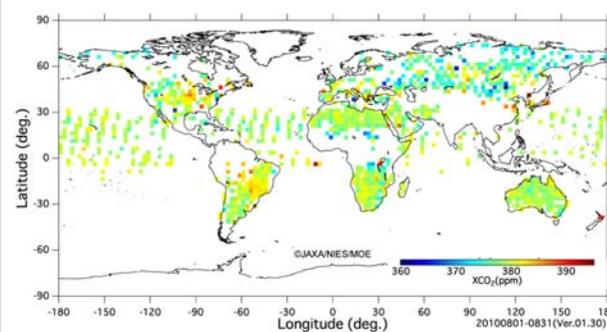


新たな地上ステーションとして、中国、バングラデシュなどとの共同研究の開始のための手続きを行い。中国でのサンプル採取に関しては、中国気象庁との相互比較プログラムとして貴陽での同時サンプリングを開始した。また、マレーシアでのサンプリング方法を強化して定常的にサンプリングできるように検討し、オーストラリアのCSIROの機関との共同観測を模索している。インドでは連続的にCO₂をモニターするために、機器の更新などを行っている。

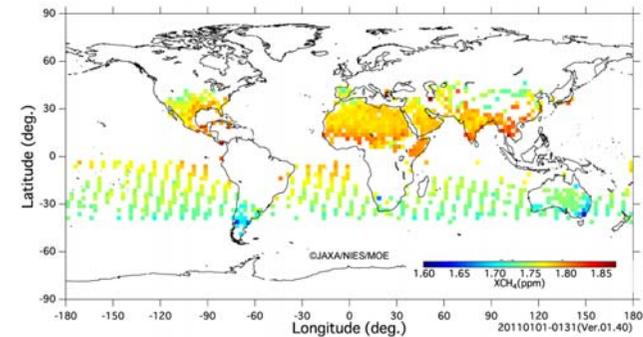
船舶による観測は、アジア航路の観測回数を増やすために、船舶を増やして、メタンや粒子などの測定を強化した。同時に観測室などの整備を行った。一酸化炭素の観測について、赤外吸収式の連続測定とフラスコサンプリング・ガスクロマトグラフ分析の結果と比較することにより品質管理体制の確立を行った。これにより、連続測定とフラスコ分析の結果は測定精度の範囲内（± 10 ppbv）で一致するようになった。

航空機による観測においては、飛行機の運航の変化（廃止と新規機種導入）に伴い新たに日一豪間での自動採取装置の設置が行われ、自動サンプリングが再開された。

GOSAT チームでは、定常的運用に伴いデータは順調に採取・生産されており、それを用いたデータの処理の方法について、これまでの濃度バイアスに関して検討を行った。具体的には、GOSAT TANSO-FTS SWIR L2 処理アルゴリズムの改訂に向けて研究を実施した。現在公開しているバージョン (V01.xx) に生じているバイアスが解析に使用している太陽照度スペクトルデータベースの精度が低いこととエアロゾルの取り扱い方に問題があることに起因することを特定した。これらの問題に対処したアルゴリズムの改訂作業を進めている。また、検証のための TCCON (Total Carbon Column Observing Network) とのサイトでの比較も行った。TCCON サイトとなっているつくばでのデータは航空機データなどによってさらに検証された。



CO2 濃度分布 (夏)



CH4 濃度(冬)

初期のデータ解析は各種行われてきている。CO₂ のグローバルな収支は、酸素濃度変化、炭素同位体比の結果から、最近の陸域の吸収の相対的增加を示している。一方で、温室効果ガスのフラックス的に重要な地域的なフラックスの大きな変化などを検出している。例えば、中国でのメタンの発生量は化石燃料の増加に伴い、発生量の増加が見込まれるが、統計的に推定される精度の問題があることが予想され、観測からは推定より多いメタンの発生が見積もられた。東アジアの影響は、CO、オゾンなどのトレーサにも見られ、大陸の西側にある日本と太平洋も含め影響が大きいことが示された。人為発生源のみならず、森林火災の影響による大気成分の変化についても船舶を用いた大気観測を中心に展開した。

グローバルな大気データを用いたインバースモデル解析を行うために GOSAT データと NOAA のデータ統合情報である Globalview を用いて初期的なインバース計算による解析を行った(2009/6-2010/5)。これによると、GOSAT のデータを加えることでインバースモデル結果のフラックス計算が、南アメリカなどデータの少ない地域においての精度が改善することが示された。これらの結果を用いて、GOSAT の L4A の CO₂ フラックスを研究者に使えるように公表した。

また、TCCON 観測データを用いて複数の全球大気輸送モデルシミュレーションや逆推定による flux 推定が

サブテーマ2
「GHG等フラックス及びその関連指標観測による海洋、陸域の発生/吸収量評価と将来予測に関する研究」

温室効果ガスフラックスの地上観測ネットワークに基づき、ボトムアップ的手法による陸域炭素収支と炭素蓄積量の広域評価を行う。

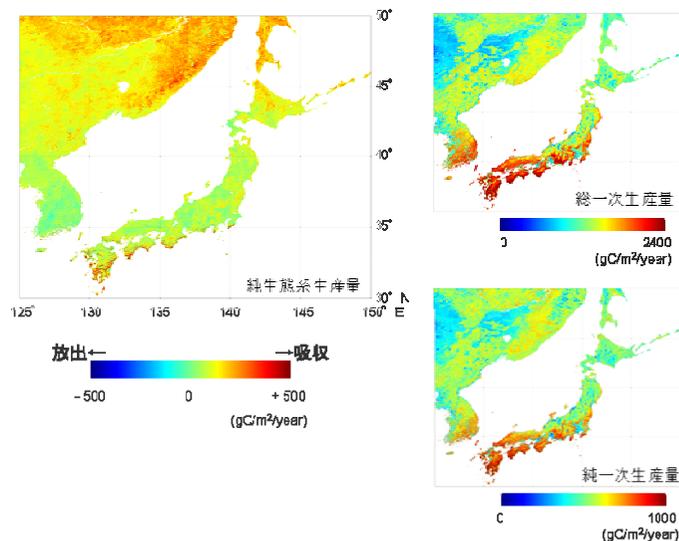
行われた。シミュレーションとの比較では、CO₂やCH₄は概ね良い一致を示した。

グローバルなインバースモデリングを改良するために、生態系モデルの解像度やパラメータの調整や、海洋の表層のCO₂フラックスのモデル化が進行したほか、人為起源のCO₂発生源の面的な解像度を上げる努力がなされ、夜間の光を指標にした位置解像度の向上などが行われた。

北太平洋を主体とする地域CO₂の吸収発生マップを精緻化するために、海洋パラメータを用いた人工知能機能によるマップ化を行いこれまでのデータとの比較を行い、この方法論について検討を行った。太平洋での、人工知能を用いた表層CO₂分圧のマップ作製は初めての試みであり、方法論が確立できれば、他の地域にも展開する予定である。

海洋モデルからの予測にも海洋のデータが用いられ、4次元同化の技術によりより現実的なモデル結果が得られているので、これらとの比較なども行う予定である。

陸域の観測として、アジアにおける地上観測ネットワークのデータを収集、統合解析し、陸域生態系モデルの検証として利用することにより、日本および東アジアにおける炭素収支を高い空間分解能(1km)で評価する手法を確立した。また、炭素収支と同時に森林バイオマスを広域評価する手法の開発も進めた。特に、合成開口レーダーの後方散乱係数からバイオマスの変化量を算出する手法、バイオマスの推定精度向上のために衛星搭載型ライダーにより樹高を計測する手法について、それぞれ地上データとの比較検証を行ってその有効性を確認した。



温暖化による正のフィードバックの重要な問題として土壌有機物の分解を調査している。ここでは全国の代表的な6つの森林生態系において、温暖化操作実験を行うことで、対照区に比べて、温暖区における微生物呼吸速度は昇温1度あたり、針広混交林(天塩)、ミズナラ林(岩木山)、ブナ林(苗場山)、アカマツ林(つくば)、

		<p>常緑カシ林（広島）、およびスダジイ林（宮崎）では、それぞれ平均 25%、7%、6%、2%、3%、11%増加したことが分かった。また、微生物活性の指標である Q10 が IPCC 2007 などの根拠となっているモデルに用いられている値（1.1～2.2）より大きい、3.0 前後であることが判明し、21 世紀の半ばには森林が CO2 の発生源になる可能性を示唆した。</p>
<p>プロジェクト 2 「地球温暖化に関わる地球規模リスクに関する研究」</p> <p>サブテーマ 1 「地球規模リスクに関わる将来予測の理解と翻訳」</p>	<p>将来の気候変動およびその影響についてメカニズムの理解を深め不確実性を評価するための予測実験の解析を進める。</p>	<p>気候予測研究に関しては、IPCC AR5 への貢献に向けた新実験結果(CMIP5)の解析を取りまとめる時期に入っているため、アンサンブル実験（多数のモデルシミュレーションの集合）を用いた予測の不確実性評価を中心に解析を行い、AR5 への重要な貢献になると思われるいくつかの成果を発表した（サブテーマ 1）。成果の一つについては記者発表を行い、新聞に記事が掲載された。一方、生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析（サブテーマ 2）と地球規模リスク管理の検討（サブテーマ 3）については、今年度は主として準備期間と位置付け、モデルの高度化・結合作業、およびリスク管理フレーミングの概念的な検討をそれぞれ進めている。ただし、生態系モデルによるメタン等放出の分析、および統合評価モデルの不確実性評価においては成果が出つつある。なお、研究の一部は社会環境システム研究センターと協力して行っている。</p> <p>大気海洋結合モデル MIROC5 で、物理スキーム内のパラメータ値を観測の不確実性範囲内で走査した場合に、気候感度（CO₂ 濃度 2 倍増に対する全球平均地上気温上昇量）にどの程度の幅が出るかを調べるアンサンブル実験を行った。その結果、気候感度の幅は 2.2–3.4℃であった。雲短波フィードバックの差が、気候感度の幅の大部分をもたらしている。また、現在気候で赤道太平洋の南側で雄大積雲が発生しにくく降水量が少ないアンサンブルメンバーほど、温暖化時の雲短波フィードバックが大きくなることが分かった。この関係を用い、さらに観測データとモデルの現在気候実験を比較することで、標準設定のメンバーは他のメンバーよりも雲短波フィードバックの信頼性が高いことが分かった。</p> <p>また、大気海洋結合モデルの複数のアンサンブルに対して、新たな手法を用いて評価を行った。この手法は、アンサンブルシミュレーションの中に、現実（観測値）が含まれるかどうかを統計的に評価するものである。その結果、単一のモデルを利用して作成したアンサンブルの信頼性は低いことが多いが、複数のモデルを利用した場合の信頼性は高いことがわかった。近年の気候モデル研究の多くは、複数モデルアンサンブルのデータを利用しており、本研究の成果は、これらの研究の信頼性に根拠を与えるものである。</p> <p>さらに、大気海洋結合モデルによる将来気候変化予測における不確実性を低減するため、特異値分解解析により複数のモデルによる現在気候再現実験と将来予測実験との間の相関関係を見出し、20 世紀後半の客観解析データを活用して将来の気温変化を統計的に推定した。その結果、北半球高緯度地域において、北極海の海水の大きな減少により、複数モデルの出力結果を単純平均した将来気温変化の予測よりも大きな気温上昇が起きる可能性が高いことを明らかにした。地球温暖化の影響評価研究では複数モデルの出力結果を単純平均した将来気温変化を用いることが多いが、本研究の成果は、これらの研究が北半球高緯度域においては温暖化影響を過小評価している可能性が高いことを示唆するものである。本成果については記者発表を行い、新聞に記事が掲載された。（http://www.nies.go.jp/whatsnew/2011/20110920/20110920.html）</p>
<p>サブテーマ 2</p>	<p>地球規模の詳細な</p>	<p>陸域統合モデル開発の第一段階として、生態系モジュールと気候モジュールの結合、また水資源モジュール</p>

<p>「地球規模リスクに関わる統合的空間分布モデリング」</p>	<p>地理分布を表現する陸域生態モデル、土地利用変化モデル、水文モデル等を統合した陸域統合モデルの構築に着手する。</p>	<p>と気候モジュールの結合を並行して進めた。前者に関しては、気候モジュールによって計算された気温・降水量・湿度・風速などの物理量を生態系モジュールに与え、生態系モジュールによって計算された温室効果ガスフラックスを気候モジュールに与えるものである。後者に関しては、気候モジュールによって計算された気温・降水量・湿度・風速などの物理量を水資源モジュールに与え、水資源モジュールによって計算された河川水量、農業による取水量などを気候モジュールに与えるものである。これにより、生態系－水資源－気候の間の相互作用を考慮し、将来の気候変動や気候変動対策がこれらに与える影響について調査するための準備が進んだ。</p> <p>陸域生態系モデルについては、農地・水田における人間活動を考慮したグローバルな陸域物質循環モデルの高度化を進めた。施肥に起因する N₂O 放出や水田からの CH₄ 放出を加味した、温暖化に対する陸域の正味の寄与に関する検討を行った結果、現在は CO₂ 施肥効果などによって陸域への正味吸収が卓越するものの、将来的には複数温室効果ガス放出の増大によって相殺される可能性が示された。気候変動によるリスク要因として、永久凍土融解に伴う CH₄ 放出に関する検討も行ったが、少なくとも現在までに得られた知見からは、湿原からの放出に比して大量の CH₄ 放出が将来的に永久凍土から起こるとは結論づけられなかった。ただし、凍土中のメタンハイドレートなど不確実性の高い放出源の寄与については新たな知見を加えて再検討する必要がある。</p> <p>水資源モデルについては、国立環境研究所特別研究「全球水資源モデルとの統合を目的とした水需要モデル及び貿易モデルの開発と長期シナリオ分析への適用（代表：日引聡）」などの関連プロジェクトと連携して作業を進めている。今年度は、IPCC の新シナリオプロセスに対応する SSP 社会経済シナリオと CMIP5 気候シナリオに対応した全球水資源温暖化影響評価に取り組んだ。SSP については、環境研の AIM の開発する人口・経済成長・土地利用シナリオを入手・解析するとともに、灌漑設備や貯水池などに関するシナリオの作成について検討を行った。また CMIP5 については、大量の関連ファイルをデータベースとして整備した。さらに、これまで水資源モデルに含まれていなかった工業用水・生活用水の将来の潜在需要を推定するモデルの開発を進めた。</p>
<p>サブテーマ 3 「地球規模リスクの管理方策の検討」</p>	<p>気候変動を含む地球規模問題をリスク管理の観点から評価するためのフレーミングの検討を行うとともに、統合評価モデルを用いて気候予測の不確実性を明示的に扱うための手法の開発と応用を行う。</p>	<p>気候・影響シナリオと社会経済・対策シナリオを統合して分析する枠組みの構築の一環として、同枠組みで用いる統合評価ツールについて、その炭素循環・気候モジュールの改良を行い、またその改良したツールを用いた気候変化抑制政策の予備的分析を実施した。ツール改良については、炭素フィードバックプロセス（施肥効果・温度効果）のモデル記述を高度化するとともに、過去の温度変化により制約された各温室効果ガスの放射強制力の不確実性を考慮出来るようにした。同改良ツールを用いて、(1)排出削減無しケースと(2)中位安定化削減ケース（600ppm-CO₂eq 安定化）・(3)低位安定化ケース（450ppm 安定化）の各ケースについて、炭素フィードバックと放射強制力の不確実性を明示的に扱った最適削減経路の推定を行った。その結果、削減目標がより厳しいほど、炭素フィードバックならびに放射強制力の不確実性が化石燃料利用と GDP の推定結果に及ぼす影響が大きくなることが示唆された。</p> <p>地球温暖化対策をリスク管理の問題として捉えるフレームの検討に関しては、社会環境システム研究センターによる基盤的研究課題「地球温暖化問題におけるリスクアプローチの概念整理と課題検討」と連携して作業を進めている。本プロジェクト参加者の専門が気候、温暖化影響、対策と多分野に渡ることを利用し、参加者全体で協力して複数観点から関連する文献の収集を行い、各文献が示すフレームや観点についてプロジェクト</p>

		<p>参画者で理解共有するために、前述の基盤的研究課題と共同で10月末までに2度の所内意見交換会を実施した。本フレーム検討に関して、23年度後期においても検討を重ね、年度内に暫定的な考え方の整理を文書化するとともに、次年度以降の修正・拡張のたたき台とする計画である。</p>
<p>プロジェクト3 「低炭素社会に向けたビジョン・シナリオ構築と対策評価に関する統合研究」</p> <p>サブテーマ1 「アジア低炭素社会シナリオ開発及び社会実装に関する研究」</p>	<p>2℃目標を目指した時のアジアの削減パスを実現する方策を検討し、アジア主要国、地域を対象としたシナリオ作りを進める。また、アジア諸国でワークショップを行い、研究成果の普及、意見交換を通じて社会実装するための知見を集める。</p>	<p>環境省環境研究総合推進費（推進費）S-6等を通じて、各種モデル開発をサブテーマ2を中心に行い、開発したモデルを用いてサブテーマ1のアジア低炭素社会研究や、国内政策評価を実施した。また、サブテーマ3では、温室効果ガス排出削減に向けた国際合意にいたる道筋について分析を行った。このほか、IPCC次期評価報告書に向けた代表的濃度経路や共通社会経済シナリオの検討、UNEP/GEO5の執筆、IPCC/AR5に向けた執筆活動を行ってきた。</p> <p>また、これまでの日本を対象とした低炭素社会シナリオ作りの経験を活かして、2011年8月から始まった中央環境審議会地球環境部会2013年以降の対策・施策に関する検討小委員において、東日本大震災を踏まえた検討の方向性について知見を提供した。さらに、環境未来都市評価・調査検討会、飯舘村庁内復興検討会、福島県再生可能エネルギー導入推進連絡会導入推進に関する専門部会等へも参加している。</p> <p>推進費S-6「アジア低炭素社会研究プロジェクト」では、5つのテーマと連携して世界の温室効果ガス排出量を2050年までに半減させることを念頭に置いた際のアジアにおける対策の分析を進めており、本サブテーマはその中核を担っている。本年度は中間評価を迎え、全体ではA-、国立環境研究所が担当のS-6-1のシナリオ研究でもA-の評価を得た。その中で使われている一般均衡モデルのトレーニングワークショップとそのフォローアップ会合を6月、11月に行った。11月22日には、他の推進費の課題と共同で国民対話のシンポジウムを行う予定である。また11月末から行われるCOP17においては、マレーシア工科大学と共同でサイドイベントを行い、S-6全体の成果をまとめた簡易報告書を配布し、広く成果を報告する予定である。</p> <p>主要国や都市・地域を対象としたアジア低炭素社会シナリオの開発とその普及については、S-6において継続的に実施している。4月18日にはベトナム・ハノイでベトナム環境省らと共催で関係者を集めた低炭素社会のシンポジウムを行った。6月3日には環境省が主催する日中低炭素フォーラムで震災を踏まえた日本における低炭素社会シナリオ研究の状況を発表した。また、新たにインドのボパール市、バングラデシュ国等の低炭素社会シナリオの開発支援を行い、現地でシンポジウムを開催したり、政策決定者らと意見交換を行った。このほか、SATREPSプロジェクトを通じて、主にマレーシアの国や都市・地域を対象にしている低炭素社会シナリオの開発および社会実装の手法の構築を行った。6月末にマレーシアとJICAの間で正式にR/D(Record of Discussion)が結ばれ、7月4～5日に共同研究を進めるマレーシア工科大学およびイスカンダール開発庁があるジョホールバルにて、地域のステークホルダーらを対象としたシンポジウム及び低炭素社会シナリオ開発モデルのトレーニングワークショップを行った。7月27日にIGESが主催したISAP2011で発表を行い、社会実装の研究を進める日本の研究者と研究交流を行った。8月13～14日はクアラルンプールでマレーシアの共同研究者と研究集会を行い今後の共同研究の展開について詳細を議論した。10月3～8日にかけて、マレーシアの主要研究者を招いて、京都市（気候ネットワーク、KES、京都市）等、日本における先進的な低炭素社会政策を展開している主体を訪問するトレーニングワークショップを行い、マレーシアでシナリオをベースに政策を</p>

<p>サブテーマ 2 「日本及び世界の気候変動緩和策の定量的評価」</p>	<p>世界多地域多部門モデルである AIM/Enduse[Global] および AIM/CGE[Global] モデルを改良・拡充し、世界の温室効果ガス安定化濃度シナリオを分析する。</p>	<p>立案するための最新の知見を得た。11月1日から3日にかけて、再びジョホールバルで地域のステークホルダーを集めたシンポジウムおよびトレーニングワークショップを行うと共に、マレーシア環境省等を訪問して構築している低炭素社会シナリオに関する意見交換を行う予定である。</p> <p>推進費 A-1103 を基礎として、日本及び世界を対象にモデル開発、気候変動緩和策の定量評価を行っている。世界経済モデル (AIM/CGE[Global]モデル) を用いた分析では、各国に対する初期割当の違い (1人あたり排出量均等化、GDPあたり均等化等) も考慮し、世界半減シナリオ達成時におけるアジアでの対策および排出量の内訳を示し、サブテーマ 1 に提供している。世界技術積み上げモデル (AIM/Enduse[Global]モデル) を用いた分析では、世界の温室効果ガス濃度を CO₂ 換算で 450ppm に安定化するシナリオ (2050年世界半減シナリオに相当) について、各国の技術的な削減ポテンシャルを検討した。これらの世界モデルについては、国際モデル比較研究である EMF (エネルギーモデリングフォーラム) や AME (アジアモデリングエクササイズ)、AMPERE (EUにおけるモデル比較研究) にも参画し、国際社会での低炭素社会に向けた世界の排出経路の議論に貢献してきた。こうした国際比較研究とともに、統合評価モデルの国際的なコンソーシアムである IAMC を中心に、気候変動問題の影響についても評価するための新たな共通社会経済シナリオの検討が進められている。国際的な各種会合に参加してシナリオの結果を提供するとともに、進捗を国内の影響分野の研究コミュニティに報告するなどの役割を担っている。なお、前期の中期計画で行ってきた気候モデルへの入力となる代表的濃度経路を示した論文が Climatic Change 誌に掲載され、その記者発表を 9 月に行った (http://www.nies.go.jp/whatsnew/2011/20110926/20110926.html)。</p> <p>また、国内における温暖化政策に対しては、国内排出量取引制度や温暖化対策税などこれまでも議論されてきた施策の効果についての試算の要請 (特に震災復興等も踏まえたもの) が環境省からあり、これまでに開発してきた日本経済モデルを用いて試算を行った。</p>
<p>サブテーマ 3 「低炭素社会構築のための国際制度及び国際交渉過程に関する研究」</p>	<p>COP17 等にて想定される決定案を踏まえ、将来の法形式について検討する。また、中国等途上国の参加を促進する方策を検討する。</p>	<p>推進費 E-0901 を基礎に、気候変動枠組条約の下での将来枠組みに関する国際交渉が難航する状況下において、国際合意が存在しない中で各国が自主的に気候変動対策を推進するための条件や、将来、合意に至るための道筋について分析をまとめた。この結果は、2011年11月近刊の書籍として公表される予定である。</p> <p>主な結論は以下の2点である。①現在の主要国の国内政治経済的情勢をふまえると、今後、短期的 (2, 3年内) に排出削減目標を含んだ国際枠組みが合意される可能性は低い。この間は、目標にこだわるのではなく、目標達成を促進する補足的な制度 (資金メカニズムや報告制度等) の進展に重点を置くべき。②中長期的 (5~10年) を見据えると、多国間協調を尊重する声が高まる可能性があり、その道筋として4つのシナリオを提示した。これらのシナリオを踏まえ、日本としては、中長期的な包括的国際制度の合意に向けて、国内の気候変動政策を進めておく必要がある。</p>

1.5 今後の研究展望

プロジェクト1

研究観測は継続中であるものと、新規に始めているものが混在しているが、これら全体の継続性をプロジェクトとして予算確保を含め進めていく予定である。国内のみならず海外での観測も多く含まれており（GOSATでは国際的に研究が行われているが）、海外の研究機関や国際機関との連携なども意識しながら、データの提供や観測計画などを進めていきたい。データの統合のためには、来年度にかけてまだ時間が必要であり、データベースのシステム化などを行っていきたい。同時に、世界のデータベースへの貢献やより広い意味での世界の研究コミュニティに対して科学的貢献が可能と思われる。

モデル研究として、いくつかのパラメータにターゲットがあるが、計算の類似性や相違を利用したモデル関係者でのモデルの共同運用などを通して、各種の解析を進めていく予定である。

プロジェクト2

気候予測および影響評価研究について、特に新気候モデル実験(CMIP5)を用いて、第1回外部評価委員会で指摘を受けた国内モデルと諸外国のモデルの比較評価も含めて解析をさらに進め、IPCC AR5への貢献に間に合うタイミングで引き続き成果の発表を目指す。一方、来年度から推進費S-10「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究」が立ち上がることになり、本プロジェクトのメンバーが中心的な役割の一部を果たすことが決まっている。これを活用して、国内他機関の様々な分野の研究者と協力しながら、本プロジェクトのスコップである地球規模のリスク管理に関する研究を大きく展開していきたい。また、気候予測、メカニズム解明研究に関しては、今年度から開始される文科省のGRENE事業北極気候変動分野を活用し、また来年度から開始の可能性のある文科省の革新プログラム後継課題の動向を見ながら、国内他機関と連携して進めていく。

プロジェクト3

国内における緩和策については、昨年まで議論されていた中央環境審議会の「中長期ロードマップ小委員会」は「2013年以降の対策・施策に関する検討小委員」として再スタートし、震災復興や新たなエネルギーシナリオに対する温暖化対策の検討を行っている。こうした議論においては、第1回外部研究評価委員会で指摘を受けた原子力発電の動向についても様々な前提のもとで検討することが求められており、今後策定される温暖化対策やエネルギー計画においても貢献できるような選択肢を、これまでに開発してきたモデル群を活用して提示していきたい。また、研究成果をどう伝えるかという点についても細心の注意を払って取り組んでいきたいと考えている。

IPCC次期評価報告書に向けては気候モデルへの入力をも目的とした代表的濃度経路については、各論文がClimatic Change誌より公表されたことで一区切りしたが、それをベースにした共通社会経済シナリオの作業が開始されており、今後もこうしたシナリオ開発に対して貢献する予定である。このほか、モデル比較や限界削減費用等の国際的な比較研究も提案、進展しており、こうした国際的な研究に対しても協力していきたい。

国際的な制度については、第一約束期間後の取り組みについて先行きが不透明であるが、主要国の動向を調査することで、これまで分析してきた国際合意への道筋について更に検討を進めたい。

1.6 自己評価

プロジェクト1

プロジェクトの内容は、衛星を含めたトップダウンと地上からのボトムアップの両方からのアプローチをとっており、前期のプロジェクトよりさらに構成テーマも多く、参加者が多くなっている。そのため、全体のロードマップをさらに具体的にしておく必要があると考えられる。

また、震災後の観測機器の故障や省エネルギーの影響もあり、スーパーコンピュータの停止等も含めて、今後研究自体を定常の状態にもどす必要がある。そのために予算獲得を含めさらに努力が必要である。

プロジェクト2

今年度は、IPCC次期評価報告書への貢献に向けた成果の取りまとめと、新しく掲げた研究目標である地球規模の温暖化リスク管理研究に向けた準備作業を併行して進める形になったが、どちらも概ね順調に進捗した。震災による夏季の節電でスーパーコンピュータやデータサーバの使用が制限され、研究の

一部に遅れが生じた。一方で、震災に伴う各種の意思決定や科学情報活用の現実を見ることにより、リスク管理のフレーミングを検討する上での多くの示唆が得られた。

プロジェクト3

東日本大震災によって、これまで構築してきたシナリオや考え方が根底から覆される事態となったが、これまでに開発してきたツールそのものは今後も有効であると認識しており、それらを用いた新たな分析を行うための準備は整ってきたと評価している。また、当初予定していた研究内容については完了の見込みであり、当初予定していなかった研究業務についても対応している。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
4	49	6	56	64	0

環境研究の基盤整備 研究課題名

様式 4

「地球環境の戦略的モニタリングの実施、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援」

代表者： 地球環境研究センター
センター長 笹野泰弘

構成者：

【地球環境研究センター】

[副センター長] 向井人史

[上席主席研究員] 野尻幸宏（上席主席研究員）、安中さやか（特別研究員）

[炭素循環研究室] 向井人史（室長(併)）、梁乃申（主任研究員）、寺尾有希夫（研究員）、奈良英樹、中岡慎一郎、後藤誠二郎（特別研究員）、須永温子（准特別研究員）、橋本茂（高度技能専門員）

[地球大気化学研究室] 谷本浩志（室長）、杉田考史（主任研究員）、大森裕子（特別研究員）

[衛星観測研究室] 横田達也（室長）、森野 勇（主任研究員）、吉田幸生（研究員）、井上 誠、菊地信弘（特別研究員）、中前久美（准特別研究員）

[物質循環モデリング・解析研究室] Shamil Maksyutov（室長）、Dmitry Belikov、飯尾淳弘、金 憲淑（特別研究員）、佐伯田鶴、千田昌子（准特別研究員）、高木宏志（高度技能専門員）

[大気・海洋モニタリング推進室] 町田敏暢（室長）、笹川基樹（研究員）、宮崎千尋（特別研究員）、勝又啓一（高度技能専門員）

[陸域モニタリング推進室] 三枝信子（室長）、高橋善幸（主任研究員）、高橋厚裕（特別研究員）、井手玲子（高度技能専門員）、林 真智（高度技能専門員）、田中佐和子（高度技能専門員）、山尾幸夫（高度技能専門員）

[地球環境データベース推進室] 中島英彰（室長）、白井知子（主任研究員）、眞板英一（特別研究員）、曾 継業（高度技能専門員）

[主席研究員] 遠嶋康徳（主席研究員）

[地球温暖化観測推進事務局] 藤谷徳之助、會田 久仁子、伊藤 玲子（高度技能専門員）

[国環研 GOSAT プロジェクトオフィス] 渡辺宏、内野修、河添史絵、Sergey Oshchepkov、Andrey Bril、田中ゆき、菊地信行*）（高度技能専門員）

[温室効果ガスインベントリオフィス] 早渕百合子、尾田武文、赤木純子（特別研究員）、酒井広平、ホワイト雅子、畠中エルザ、玉井暁大、大佐古晃、平井圭三、伊藤洋*）、田辺清人*）（高度技能専門員）

[グローバルカーボンプロジェクトつくば国際オフィス] Shobhakar Dhakal、尾島優雅子（高度技能専門員）

【資源循環・廃棄物研究センター】

[国際資源循環研究室] 南齋規介（主任研究員）

【生物・生態系環境研究センター】

[生物多様性評価・予測研究室] 山野博哉（主任研究員）、杉原 薫（特別研究員）

[生物資源保存研究推進室] 河地正伸（主任研究員）

【社会環境システム研究センター】

[環境計画研究室] 一ノ瀬俊明（主任研究員）

【環境計測研究センター】

[動態化学研究室] 横内陽子（室長）、荒巻能史（主任研究員）、斉藤拓也（研究員）

[環境情報解析研究室] 松永恒雄（室長）、小熊宏之（主任研究員）

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*）印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地球環境研究センターの研究の基盤整備として、地球環境の戦略的モニタリングの実施、地球環境データベース（自然科学データ、及び社会・経済データ）の構築・運用、国内外で実施される地球環境研究の推進にかかる支援を行う。特に温暖化に関わる観測では正確な測定技術の確立や30年～50年単位の長期的でかつ広域的な観測の維持やデータの整備が必要であるために、基盤整備としてのモニタリング事業が研究を支えるために重要な課題となっている。

戦略的なモニタリングでは特に地球温暖化に関わる長期的な大気環境の観測を各種プラットフォームの整備やグローバルな観点からの観測地域の拡大を図ると同時にモニタリング機器開発などを行う。また、生物地球化学的サイクルの観点から、陸域・海域での炭素や窒素などのフラックス変化のモニタリング、温暖化の生物影響などのモニタリングを行う。同時に、人工衛星「いぶき」による温室効果ガスモニタリングについては、これまでデータの無い地域で二酸化炭素などのデータの取得が期待されており、データ処理の検討や処理システムの維持改訂を初めとして定常処理及び改訂処理手法に基づく過去蓄積データの再処理によるデータの提供を行う。

これらの長期的な地球環境のモニタリングによる自然科学的観測データや温暖化に関わる社会経済データを国際ネットワーク等から提供されるデータと統合し、様々なレベルに加工・解析し、地球環境研究に係わるデータベースとして整備、広く提供・発信する。

また、各種研究支援事業として地球温暖化分野に係る地球観測について、我が国における統合された地球観測システムを構築するために関係府省・機関が参加する連携拠点事業の事務局として、また炭素循環・管理に係る国際研究プログラムや研究ネットワークの事務局機能を担い、国内外における連携による統合的・効率的な地球環境研究の推進を支援する。更に国連気候変動枠組み条約に対応し、我が国の温室効果ガス吸収・排出目録の整備などを任務とする温室効果ガスインベントリオフィスの役割を果たす。また、所内外の研究者による、多様なモニタリングプラットフォームの利用やスーパーコンピュータ利用の地球環境研究を支援するとともに、研究者の相互理解促進、研究情報・成果の流通、地球環境問題に対する国民的理解向上のための研究成果の普及を図る。

1.2 今年度の実施計画概要

各種モニタリング・データベース・研究支援については下記のものについて事業を推進する計画である。

1) 大気・海洋モニタリング

- ・温室効果ガス等の地上モニタリング（波照間・落石ステーション等）

波照間（沖縄）、落石岬（北海道）を初めとするモニタリングステーションにおいて精度の高い温室効果ガスの長期モニタリングを実施するとともに、高度観測・モニタリング技術開発を行い、富士山など他点でのモニタリング展開の可能性を検討する。

- ・定期船舶を利用した温室効果ガス等のモニタリング

北太平洋、西太平洋地域を中心として民間定期船舶を利用した海洋表層でのpCO₂観測を通して二酸化炭素の海洋フラックス変動をモニタリングすることに加え、海洋上のバックグラウンド大気で温室効果ガス等のモニタリングを行う。また、アジア航路への展開を図る。

- ・シベリア等における温室効果ガス等の航空機モニタリング

シベリアでの3か所における航空機を用いた温室効果ガスの高度分布モニタリングを継続する。大規模な二酸化炭素吸収源であるシベリア大陸で、気候変動などによる、二酸化炭素、メタンなどの放出、吸収量変化による大気の変動などを長期的にモニタリングする。

- ・標準ガスに関する事業

温室効果ガスおよび関連指標ガスの観測に関して世界的な観測基準に基づいたデータ取得するために、それぞれの観測ガスの基準スケールについて検討を行い、世界の主要機関との相互比較や、標準ガス作製、分析方法のバイアス除去、精度向上について検討する。

- ・造礁サンゴと共生褐虫藻分布にかかる温暖化影響モニタリング

温暖化に伴いサンゴの北上が懸念されることに鑑み日本の近海でのサンゴの定点モニタリングを行う。

- ・成層圏オゾン層モニタリングとUVモニタリング

成層圏オゾン層のモニタリングとしての作業は終了させ、データの解析などを行う。UV モニタリングはネットワーク機能を継続する。

2) 陸域モニタリング

- ・陸域生態系炭素収支モニタリング (AsiaFlux 事務局を含む)

富士北麓サイト、天塩、苫小牧などフラックスサイトを維持しカラマツ林での二酸化炭素フラックスをモニタリングする。また、その技術の向上をめざす。同時に国際的なフラックス観測ネットワークへ (AsiaFlux) の支援と事務局活動を行う。

- ・高山帯植生にかかる温暖化影響のモニタリング

気候変動に伴い、高山帯植物の遷移などをモニタリングするための技術を開発し、パイロット的に定点カメラなどによるモニタリングを開始する。

3) 「いぶき」衛星観測モニタリング

二酸化炭素観測衛星「いぶき」GOSAT 観測データの定常的な処理及び再処理を行う。GOSAT オフィスの運営や関連情報の定期的な発出を行う。

4) 地球環境データベース

- ・自然科学系データベースの構築・運用

モニタリング事業で取得した観測データのデータベース化や、DIAS など国際的なデータベースへのデータ提供などを検討する。また、それらの WEB 作成などを行う。

- ・社会・経済系データベースの構築・運用

これまで構築してきた社会・経済系データベースの維持を行う。

- ・データベース利用のためのツール・支援システムの作成

リアルタイムでのデータ配信、国際的データベースへのデータ登録支援を含んだ、データを公表技術の開発を行う。また、データを解析するためのツール開発などを行う。

5) 地球環境研究支援

以下の事業やオフィスに対して支援を行う。

- ・地球温暖化観測推進事務局事業支援
- ・グローバルカーボンプロジェクト (つくば国際オフィス) 事業支援
- ・温室効果ガスインベントオフィス事業支援
- ・国環研 GOSAT プロジェクトオフィス事業支援
- ・スーパーコンピュータ研究利用支援

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金 (内、GOSAT 関連)	1001 (678)					
②総合科学技術会議が 示した競争的資金						
1)環境省環境研究総合 推進費	9					
③②以外の競争性のある 資金(公募型受託費 等)						
1)環境省地球環境保全 試験研究費	62					
2)文部科学省 (DIAS)	20					
④その他の外部資金						
1)環境省請負費 (GIO 関連)	83					
2)環境省一般委託費 (OCCCO 関連)	27					

3) 環境省請負費 (0x 関連)	17					
総額	1219					

1.4 平成23年度成果の概要（環境研究の基盤整備：地球環境の戦略的モニタリングの実施、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援）

構成するプロジェクト・活動等	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
温室効果ガス等の地上モニタリング	波照間・落石岬の両ステーションを活用して長期的かつ時間分解能の高い温室効果ガス等のモニタリングを実施する。また、多成分同時観測や観測技術の高度化などを行い観測を発展させる。例えば、富士山での二酸化炭素観測の定常化が可能かなど検討する。また、データ公表の推進やステーションを使った温暖化問題の啓蒙活動などを推進する	<p>波照間(沖縄)、落石岬(北海道)両ステーションでの温室効果ガスのモニタリングは施設整備なども行いつつ継続的に事業を展開した。測定項目として、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素などの濃度測定を初め、フロン類、オゾン、窒素酸化物、硫黄酸化物、一酸化炭素、水素、ラドン、酸素、炭素同位体比、放射性炭素などの多項目をモニタリングした。</p> <p>二酸化炭素の年平均濃度は波照間、落石でそれぞれ 393.5ppm、394.1ppm であり、390ppm を超えており、濃度の年増加速度から（波照間（1.7ppm/年）、落石岬（2ppm/年））から考えると3年程度で 400ppm に達すると考えられた。ただし濃度増加速度は、昨年度に比べると大きくはなく、今後とも監視していく必要がある。これらの値は Web を通して配信された。また、メタンについては各地で報告されている 2007 年以降の濃度上昇についても確認され、メタンの発生量の増加が推定された。自然起源のメタン放出量の増加の可能性があることに加え、中国などの経済発展とともにアジア地域でのメタンの排出量の増加も観測から分かった。</p> <p>二酸化炭素の富士山（3776m）での通年観測を試み、そのデータとマウナロアデータ、航空機や地上ステーションとのデータを比較し、東アジアからの二酸化炭素の排出量の変化の影響について検討を行った。</p> <p>ハロカーボンに関しては、濃度の経年変化と排出量を把握するため、ハロカーボン連続観測の精度向上を目的として前年度までに開発したマルチディメンショナルガスクロマトグラフ/質量分析計/電子捕獲型検出器を落石ステーションに設置し、新システムによるハロカーボン類を開始した。ラドンモニタリングに関して、感度の高い機器の設置などを検討した。</p> <p>地上ステーションで観測されたデータの一時処理を一元化し、データベースを構築する作業を開始した。また落石ステーションでは施設の公開等などを行った。</p>
定期船舶を利用した太平洋での温室効果ガス等のモニタリング	北太平洋航路と日豪航路において表層海洋中のCO2分圧観測を行い、大気とのCO2分圧差の分布と長期変動を明らかにする。同時に大気観測も実施し、温室効果ガスおよび関連ガスの緯度分布とその時間変動を明らかにする。さらにアジア航路の船舶を利用して経済発展が著しいアジア諸国か	<p>震災による輸出入品の減少の影響を受けて、稼働していた4隻の船舶のうち4月より3隻が運航を停止して、太平洋の南北航路を除いた観測ができなくなっていたが、6月になり相次いで船舶の航行が再開して、観測も順調になり、二酸化炭素分圧測定による北太平洋および西太平洋での観測はほぼ順調にデータが取得され始めた。データは逐次解析にされるが、さらに広域で詳細な二酸化炭素分圧分布を描くために、人工知能システムなどの利用を行った。これによると、これまでの分布をほぼ再現することなどが明らかになってきた。</p> <p>民間貨物商船を用いた大気モニタリングは、北米、オセアニアに加えてアジア航路を航行する船舶を強化している。二酸化炭素の濃度、炭素・酸素同位体比、放射性炭素の緯度分布の観測も継続された。同時にメタンの濃度最近の変化を捉えるために、緯度分布などを解析しその変動要</p>

ら発生する大気微量成分の発生分布と経年的な変化を探る。

因を解析した。

アジア航路では、森林火災などの影響を検出するために、一酸化炭素の船上連続観測を行っているが、今年度は観測の精度管理を含めて事業を行った。その結果を還元ガス検出器付きガスクロマトグラフによるフラスコサンプリングの分析結果と比較することで一酸化炭素の船舶観測データの品質管理体制の確立を行った。これにより、フラスコ分析と連続測定の結果は測定精度の範囲内 (± 10 ppbv) で一致するようになった。

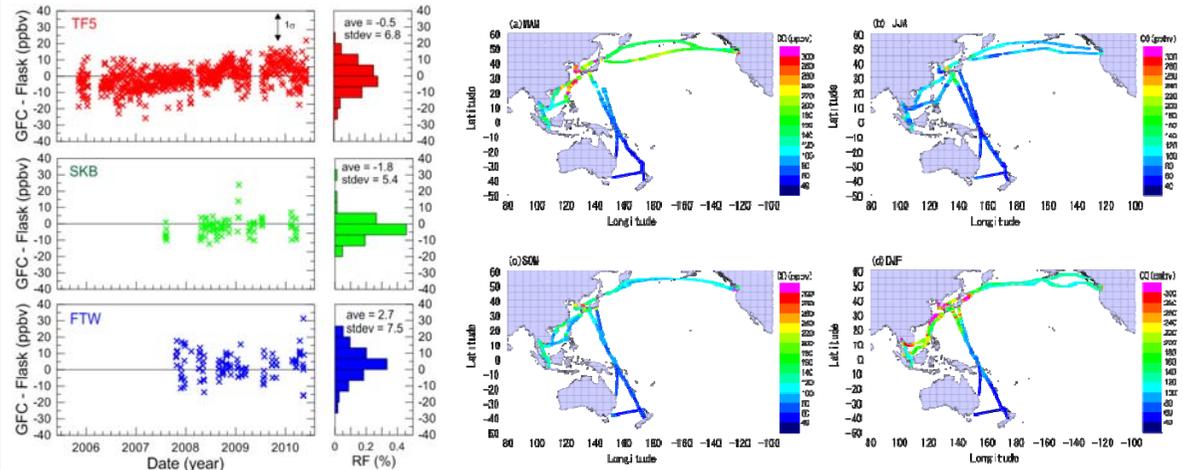
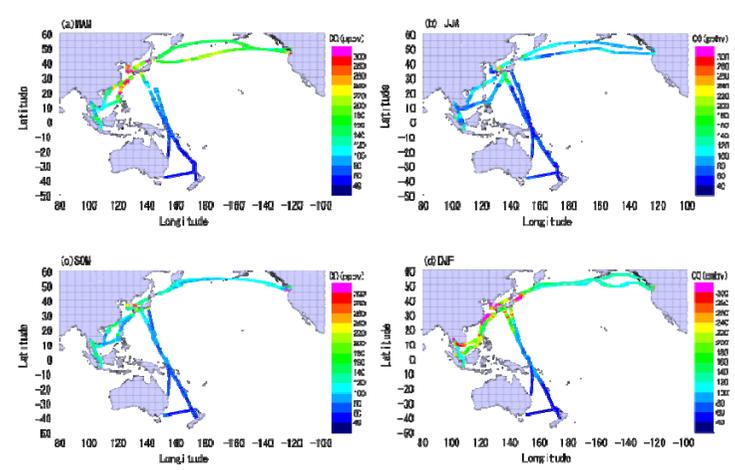
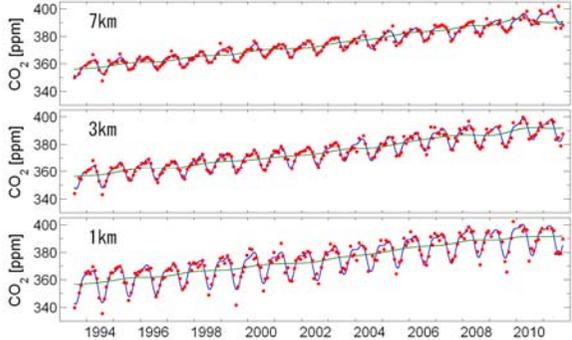


図 オセアニア(TF5)、北米(SKB)、アジア(FTW)航路観測から得られた一酸化炭素の連続観測(GFC)とフラスコ分析値(Flask)の差分値の時系列変化と相対度数分布。一酸化炭素の連続観測装置の典型的な測定精度を時系列変化図中の矢印で示す。相対度数分布表の階級幅は5 ppbvである。

図 北米、オセアニア、アジア航路において2008年3月から2009年2月にかけて観測された一酸化炭素の分布：(a)3、4、5月、(b)6、7、8月、(c)9、10、11月、(d)12、1、2月。



<p>シベリアにおける温室効果ガス等の航空機モニタリング</p>	<p>温室効果ガスの全球循環におけるシベリアの陸域生態系の役割を明らかにするために、シベリアの3地点において航空機を利用して対流圏上部から下部にかけての温室効果ガス濃度や同位体比の高度分布とその時間変動を観測する。</p>	<p>西シベリアの Surgut、Novosibirsk、東シベリアの Yakutsk 上空において航空機を利用して定期的に上空の温室効果ガスの観測を実施した。ロシアでの物価上昇に伴う観測経費の負担を軽減するために、ロシア研究所との共同研究として一部のフライトはロシア側の負担としている。</p> <p>Surgut 上空の CO₂ 濃度は 2009 年から 201 年にかけていずれの高度においても大きな増加率を観測したが、その反動で 2010 年から 2011 年にかけての濃度変化が非常に小さくなっている。</p>  <p>図 西シベリア Surgut 上空における 1993 年から 2011 年にかけての CO₂ 濃度の時系列</p>
<p>温室効果ガス等の標準物質の整備</p>	<p>基準標準ガスの製造法の確立、濃度スケール維持を行うと共に定期的に国内外の機関との相互比較を実施する。また、作業標準ガスの検定、特殊標準ガスの製造も行う。オゾンについては測定基準器 SRP を維持し、全国のオゾン計の校正体制を構築する。</p>	<p>CO₂ 濃度の標準ガス検定システムに$\delta^{13}\text{C}$-CRDS を導入し、標準ガスの$\delta^{13}\text{C}$を測定出来るシステムを構築した。標準ガスの原料となる化石燃料起源 CO₂ の$\delta^{13}\text{C}$ は製品によって$-20\sim -30\text{‰}$の範囲で変動する。同位体比によって NDIR や CRDS の同位体効果補正值は大きく異なるが、標準ガスの$\delta^{13}\text{C}$を測定出来るようにしたことで、個々のシリンダーについて補正值を求められるようになった。</p> <p>ヨーロッパの研究機関を中心にした温室効果ガス濃度および同位体比測定の相互比較計画である Sausage プロジェクト (フラスコ充填大気を使った比較) と Cucumber プロジェクト (シリンダー充填大気を使った比較) についての成果をとりまとめ、第 16 回二酸化炭素、他の温室効果ガス及び関連ガスの測定技術会議 (GGMT-2011) で発表した。ハワイマウナロアでの同時大気サンプリングによる比較を継続し NOAA との各種基準スケールの比較を行った。さらに、中国貴陽における比較用サンプリングを開始した。</p> <p>国際的に使える二酸化炭素の同位体比の測定参照用ガスの試作を行い、その利用可能性について評価を行った。</p> <p>オゾンの日本の基準器として位置付けられている SRP35 を維持するために、SRP を追加し 2 台体制で、精度の維持管理を行う体制をとった。また、日本国内の自治体で行われているオキシダントの濃度基準を管理するために、2 次標準器の管理、自治体への研修事業を行った。</p>

温暖化影響評価のための海洋モニタリング

準備研究により選定したモニタリング海域のすべてに永久方形枠を設置して定点観測サイトを設定し、サンゴ分布を記載し、水温計を設置する。また、各サイトからサンゴに共生する褐虫藻を採取し、褐虫藻の遺伝型を明らかにする。これにより、すでに定点観測サイトを設定している海域のデータとあわせ、全国規模でのサンゴと褐虫藻の温暖化影響モニタリングを開始する。

2011年10月までに、壱岐・対馬を除く6海域で水温計と永久方形枠を設置してサンゴ分布を記載するとともに、現地機関との共同研究契約を締結してモニタリングを開始した。壱岐・対馬は、2011年11月に設置予定である。

褐虫藻分析においては、遺伝子型を判別するプライマー設計の成果に基づいてクレードの判別を行った。また、培養を開始し、水温変化等の環境変化に対する活性の変化を解析する準備を整えた。

設定した定点サイトを活用し、サンゴの分類学的研究、サンゴの集団遺伝に関する研究に関する共同研究を開始した。また、大型海藻や魚類等他の生物群の研究者とのネットワークを構築し、総合的なモニタリングを行う準備を開始した。

成層圏オゾン・有害紫外線モニタリング

これまでに取得した成層圏オゾンデータの検証・再解析作業を行うと共に、帯域紫外線計とブリュワー分光計を用いて有害紫外線の分布と経年変化を観測する。また、有害紫外線観測ネットワークの事務局として紫外線観測値の収集と配信を行う。

客観解析データを使った極渦予想とその可視化データの公開を引き続き実施し、今年度春の北極オゾン破壊の観測に有益な情報提供となった。

陸別、落石岬、つくば、波照間の4局において帯域紫外線計を用いた有害紫外線の観測を継続するとともに、陸別ではブリュワー分光計を用いて確度の高い有害紫外線観測を実施した。これまでの長期観測データの解析を行い、日本の地上に到達する有害紫外線の量に有意な経年変化は認められないことがわかった。

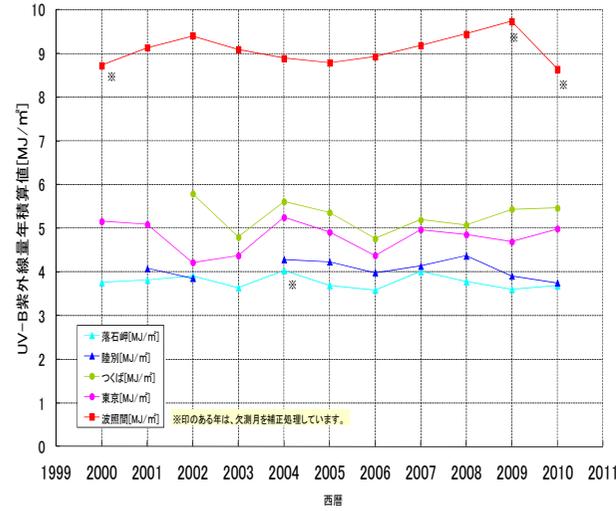


図 地球環境研究センターの直轄局で観測された UV-B 量の年積算値

森林生態系炭素
収支モニタリン
グ事業

富士北麓フラックス観測サイト、
天塩 CC-LaG サイト、苫小牧フラ
ックスリサーチサイトにおいて、
カラマツ林生態系の炭素収支を
微気象、生態学、リモートセンシ
ング等の手法に基づき総合的に
モニタリングすること

富士北麓フラックス観測サイト、天塩 CC-LaG サイト、苫小牧フラックスリサーチサイトにおいて、昨年度に引き続き、微気象学的手法による CO₂ 収支観測、チャンバーシステムによる土壌呼吸観測、分光放射計とカメラを用いた森林や個葉の分光特性（光合成の効率の指標）の観測などを実施した。

落葉針葉樹林に設置した観測タワーに乱流計測用の三次元超音波風速計と CO₂/H₂O センサーを設置し、微気象学的手法により CO₂ 輸送量計算するとともに、独自に開発改良した CO₂ プロファイル観測システムを用いて、群落内の CO₂ の空間分布を高空間分解能・高頻度（2 分間隔）で高精度観測を行った。取得したデータから抽出される各時間スケールでの変動について光合成有効放射や温度・湿度・土壌水分などの環境因子との対応関係を解析した。

これらのフラックスと森林の葉の状態と放射とは良い相関があることなどが分かった。フラックスの観測に加え、生態学的調査なども行われ比較されている。

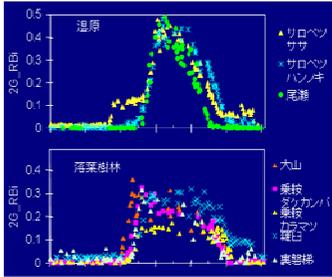
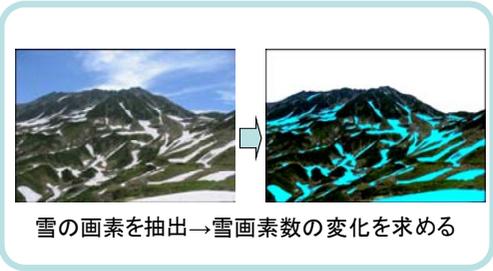
富士北麓サイトでは、平成 23 年度に他機関と共同で CO₂ 以外の重要な温室効果ガス（メタン）、および空气中で生物起源揮発性有機ガス（BVOC; 大気中で反応してエアロゾルのもとになる物質を作る）の観測も開始し、総合的な森林炭素収支観測サイトとしてのデータの蓄積を進めた。

高山帯植生にお
ける温暖化影響
モニタリング事

北海道、北アルプス等に高山帯植
生のフェノロジーと積雪面積を
モニタリングするための装置を
新たに設置し、観測を開始するこ
と

北海道および北アルプスの高山帯複数地点に、高山植生をモニタリングするための自動撮影型カメラを設置し、動作試験を行うと同時に、画像データのリアルタイム回収を開始した。また、定点観測地点において画像データから植被および積雪面積の変化を自動抽出する手法を確立した。

融雪、積雪の追跡: 画像分類

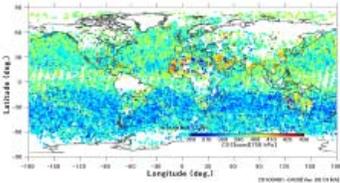


GOSAT データ
定常処理運用シ
ステムの運用・維
持改訂

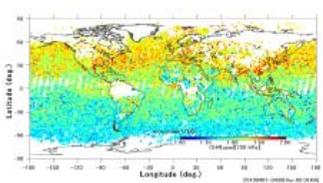
23 年度の目標: GOSAT 定常処理
運用システムの改良・更新・調整
を行い、データ処理アルゴリズム
の改訂事項のシステムへの反映
とデータの再処理を行って、プロ
ダクトの作成・保存・提供を行う。
また、システムへのユーザ登録・
管理とユーザへの情報発信や、ユ
ーザからの観測要求の受付・整理
を行う。

GOSAT に搭載されている TANSO-FTS 及び TANSO-CAI からのデータプロダクトを登録研究
者と一般ユーザに継続して提供している。今年度から新規に、TANSO-FTS TIR のレベル 2 プロ
ダクト (二酸化炭素とメタンの濃度分布)、TANSO-CAI のレベル 3 プロダクト (NDVI 植生指数
分布)、レベル 4 プロダクト (二酸化炭素の月別収支分布等) の登録研究者への提供を開始した。
また、プロダクトのユーザ及び一般への情報提供として、GOSAT プロジェクトの Web サイトを
随時更新するとともに、GOSAT プロジェクトニュースレター (和英版) を定期的に刊行してい
る。

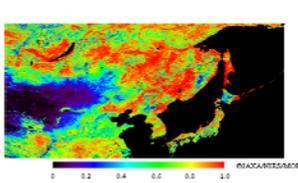
TANSO-FTS-TIR L2 CO₂ (700hP)



TANSO-FTS-TIR L2 CH₄ (700hP)



TANSO-CAI L3 NDVI (2010/7)



地球環境データ
ベースの構築と
運用

昨年度までに整備されてきた地
球環境データベース・ツール・サ
ーバー等の維持・管理・改良を行
う。また、DIAS や WDS といっ
た、新たなプロジェクトとの連携
も図っていく。

これまで地球環境研究センターが製作しているデータベースの中でも地球環境データとして重
要な観測系のデータベースの構築をシステム化していくために、センターの推進室との調整を図
り今後積極的により早くデータ公開を行っていくためにその方法を検討した。またそれに関連し、
今年度から文部科学省の予算による「地球環境情報プログラム (DIAS2)」が新たな 5 年計画と
してスタートし、地球環境研究センターを中心に本プログラムに参画することとなった。また、
大学発グリーンイノベーション創出事業・グリーンネットワークオブエクセレンス (GRENE)
環境情報分野へ、「生物多様性・生態情報の環境情報への統合化、および統合情報を利用した生物
多様性影響評価法開発」という課題が採択され、これにも関与することとなった。

今年度から ICSU の傘下で World Data System (WDS) が発足されることとなり、9 月に The
1st WDS Conference が開催された。WDS は、これまでの WDC と FACS を束ねた形で発展して
いこうとするもので、日本では NICT に International Programme Office が設置されることが決
まっている。研究所からも、学術会議情報学委員会 WDS 小委員会への委員として参画していく
予定である。

生物多様性・生態情報の環境情報関連では、15 名ほどの参加者を迎えた「JaLTER データ入力
キャンプ」というデータベースへのデータ登録講習会を実施した。その結果、JaLTER データベ
ースへのエントリーが、今後 10 数件増加される見込みとなった。

<p>温室効果ガスインベントリ策定事業支援</p>	<p>日本国温室効果ガス排出・吸収目録(インベントリ)報告書の策定、WGIAの開催、UNFCCC審査支援などを実施する。</p>	<p>日本国温室効果ガス排出・吸収目録(インベントリ)を策定し、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)事務局へ提出した。当該インベントリに関するUNFCCC審査及び京都議定書審査への対応、UNFCCC及び京都議定書下のインベントリの審査活動への参加を行った。温室効果ガスインベントリ作成に関わる国際連合関係機関の開催する会議等及び交渉支援に参加した。アジア地域の温室効果ガスインベントリ作成の能力向上を目指した「アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ(WGIA)」を開催した。</p>
<p>グローバルカーボンプロジェクト事業支援</p>	<p>GCPの国際的活動をサポートし、また、「都市と地域における炭素管理(URCM)」イニシアティブの推進により、関連する分野の研究、国際ネットワーク構築および科学アセスメントに貢献する。</p>	<p>GCPの国際的活動をあらゆる面から支援した。特に、炭素の年間放出量の算定、国際的な地球変動科学計画との連携の面で支援を行った。国際的な科学コミュニティにおいて関連する研究のコーディネートを行った。また、「都市と地域における炭素管理(URCM)」イニシアティブを国際的に推進し、具体的には、都市と炭素管理に関する国際ワークショップ開催(2012年2月に開催予定)、各国際評価への参画・貢献、IPCC WG3に統括執筆責任者として貢献した他、学術誌“Carbon Management”より特別号の出版、“Industrial Ecology”より特別号を出版準備中等、積極的なアウトプットをおこなった。</p>
<p>地球温暖化観測連携拠点事業支援</p>	<p>地球観測連携拠点(温暖化分野)の事務局として機関間・分野間連携施策の推進、観測データの標準化、流通促進に向けた基盤作り等を行う。</p>	<p>連携拠点が刊行したワーキンググループ報告書第1号および第2号に取りまとめられた、地球温暖化観測に関する優先的に取り組むべき課題等に基づき、機関間ならびに分野間の連携施策の立案・実施の推進を図った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成22年度に事務局が主催した連携拠点ワークショップで取りまとめた、「森林観測の連携に関する取組」を、文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会地球観測推進部に報告し、「平成24年度の我が国における地球観測の実施方針」(平成23年8月24日)の作成の支援を実施した。 ・温室効果ガス観測データ標準化ワーキンググループ、及び放射観測機器の較正に関するワーキンググループを設置し、観測データの標準化に向けた、機関間連携体制の構築について検討した。 ・平成23年度の連携拠点ワークショップ「観測データが語る気候変動ー長期観測データの取得・発掘・保存ー」を平成23年12月に開催し、長期継続観測に向けた機関間連携の取組案の策定を行った。 ・地球温暖化に関わる観測施設の共同利用の促進を図るため、施設情報を整理し、事務局ホームページに「国内の観測施設共同利用情報」のページを開設し、施設の相互利用の推進を図った。また、「気候変動影響の統計整備に関する基本方針」に則り、気候変動による影響に関する統計データを収集・整理し、環境省ポータルサイトとして事務局ホームページから発信すべく、その構築に向けた準備を行った。 ・地球温暖化分野の地球観測の実施状況及び地球観測に対するニーズの調査・取りまとめを行った。

<p>スーパーコンピュータ利用した地球環境研究の支援</p>	<p>内外の地球環境問題のためにスーパーコンピュータを使用する研究を募集し、研究所のスーパーコンピュータの利用の面で環境情報部とともにその運用ならびにサポートを行う。</p>	<p>スーパーコンピュータ運用において利用申請事務や利用者の情報管理、また研究成果のとりまとめなどを行い、研究利用を支援した。今年度は特に、震災・節電対応による年度当初および夏季の運用停止に伴い、スーパーコンピュータ上のデータ救出作業を円滑に推進することで研究利用を支援した。</p>
<p>地球環境研究の広報・出版</p>	<p>研究者の相互理解促進、研究情報・成果の流通、地球環境問題に対する国民的理解向上のための研究成果の普及を図る。</p>	<p>「地球環境研究センターニュース」の月刊を継続し、常に新鮮な内容を維持するよう努めた。ニュース9月号からは印刷体での発行をとり止め、原則としてウェブサイトからの配信のみとし、森林資源の保全および印刷・発送費の削減に貢献した。地球環境研究センターのパンフレット、パネル、ウェブサイト等の各種広報資料を、4月からの新体制にあわせて更新した。所内外のイベントにも取り組み、広報用グッズの新規作成を行った。論文などの研究成果のプレスリリースを支援し、テレビ、新聞等マスコミに多く取り上げられた。見学や一般・報道機関等からの問い合わせにも可能な限り対応し、地球環境問題に対する国民的理解向上に努めた。研究所のメンバーが中心となって執筆する書籍「地球温暖化の事典」の原稿を作成、査読している。専門家向けに地球環境研究センターの最新の成果を報告するCGERレポートの刊行作業を行った。</p>

1.5 今後の研究展望

モニタリング事業は、長期的に行って初めて成果が現れる性質のものであることから、大学などではできない継続性のある事業を展開してきている。近年ではGOSAT事業も含めこれらの地球環境に関するデータの性質から国際的にネットワークへの参加やデータの提供、データ利用を効果的に進める必要性が特に高まっている。従ってモニタリング事業、データベース事業の中の重要な課題通じて観測されたデータの一次処理からデータベースへの登録をシステム化し、データの品質評価を系統的に行うとともにデータ処理の迅速化を行い、新たな系統的なモニタリングデータベースを構築する必要があると考えている。

観測施設はすでに20年経っている場合もあり老朽化には対応していく必要がある。また、シベリアにおける航空機モニタリングは、今後も観測を継続するためにロシア側へ支出する経費の低減に取り組んでいる。ロシア経済の発展に伴うロシア研究機関の資金獲得能力が向上していることを勘案し、一部の観測をロシア側の負担とすることで合意をした。今後さらにロシア側の負担割合を増やしていく予定である。

陸域のモニタリングでは、昨年度まで取り組んできた森林炭素収支モニタリングと森林リモートセンシングを統合し、北海道および山梨県において、森林炭素収支を微気象観測、分光観測、炭素循環プロセス観測等の複数の手法から長期的に把握するための総合的なモニタリングを開始し、同時に、地球温暖化の影響が高山帯植生のフェノロジー（生物季節）および植生分布域にどのように現れるかを長期的に捉えるため、北海道と中部山岳地域において温暖化影響モニタリングを新たに開始した。温暖化影響評価モニタリングについては、サンゴの北上の問題も含め今後の重要な課題と位置付けている。年々の気象変動と長期的な気候変化の影響が、高山帯の気温、積雪深、積雪面積、植物生育期間長などの変化を通してどのように現れるか、また長期的に表れる温暖化の影響をどのように分離・検出することができるかを予測し、観測手法とデータ確認を進めることが今後の課題である。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)による定常処理システムは、データの運用処理を継続しながら順次更新をしなければならない。また、データ処理手法（アルゴリズム）の改訂に伴って、これまで蓄積されたデータの再処理と定常処理とを実施し、より精度の高いプロダクトを国内外の研究者及び一般ユーザに提供して、成果の創出に貢献する必要がある。また、GOSATプロジェクトの当初に計画された標準プロダクトで未提供のものについては、今後プロダクトの処理結果を確認の上、処理の実施と提供を行わなければならない。これらを計画的に実施していくのが今後の課題である。

1.6 自己評価

震災による予算の削減で大気・海洋に関わる各モニタリングで観測活動の一部を削減した。例えば航空機モニタリングでは飛行回数を減らし、温暖化影響（海洋）モニタリングでは各観測点のサイト数を減らすなどして、できるだけデータの質を落とさずに観測を継続できるよう努力している。しかし、震災対応は省エネ対応とも合わせて、多くの時間や作業が伴ったため、事業が定常化するにはまだ少し時間が必要と考えられた。

従来の陸域モニタリングを組み替え、フラックス観測サイトにおける総合的な森林炭素収支モニタリングと、地球温暖化の影響を集中的に検出するための高山帯モニタリングを開始し、一部準備中の観測項目はあるものの、ほぼ予定通りに観測を継続している。高山帯モニタリングについては、短期的なモニタリングデータのみからは長期的な植生の変化の検出を行うことは困難であるため、モニタリング開始から数年間は、気象要素の年々変動がフェノロジーに与える影響を捉えることが最初の課題になると予想している。その際、積雪深・積雪面積の変化が植被に与える影響の評価が必要不可欠であり、それは困難ではあるが解明できれば科学的に重要な知見になり得ると考えている。

GOSATの定常処理は鋭意行われているが、改訂された解析手法（アルゴリズム）についてはシステム化とその確認を行った後に全数処理を実施して着実にユーザに提供するという責任を有しており、また、当システムにおける改訂プロダクトのデータ質はJAXAの作成するレベル1データのデータ質の改善に依存するため、レベル1データの改訂作業の遅れに伴って当システムのアルゴリズム改訂作業が計画よりも若干遅れている部分がある。それを除けば、プロダクトの作成と提供及び関連情報の発信については総じて計画通りに進捗していると言える。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし 3	査読あり 9	7	国内 27	国外 39	0

研究分野業績リスト

研究分野名 地球環境研究

1. 誌上発表（査読あり）

（当該分野の研究活動）

- 1) Bais A. F., Tourpali K., Kazantzidis A., Akiyoshi H., Bekki S., Braesicke P., Chipperfield M. P., Dameris M., Eyring V., Garny H., Iachetti D., Jockel P., Kubin A., Langematz U., Mancini E., Michou M., Morgenstern O., Nakamura T., Newman P. A., Pitari G., Plummer D. A., Rozanov E., Shepherd T. G., Shibata K., Tian W., Yamashita Y. (2011) Projections of UV radiation changes in the 21st century: impact of ozone recovery and cloud effects. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 7533-7545
- 2) Forster, P. M, Fomichev, V. I., Rozanov, E., Jonsson, A. I., Langematz, U., Akiyoshi H., Gillett, N., Karpechko, A., Shibata K. (2011) Evaluation of radiation scheme performance within chemistry climate models. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 116 (D10302), 1-26
- 3) Hardiman S.C., Butchart N., Charlton - Perez A.J., Shaw T.A., Akiyoshi H., Baumgaertner A., Bekki S., Braesicke P., Chipperfield M., Dameris M., Garcia R.R., Michou M., Pawson S., Rozanov E, Shibata K. (2011) Improved predictability of the troposphere using stratospheric final warmings. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 116 (D18113), 1-11
- 4) Kameyama S., Tanimoto H., Inomata S., Suzuki K., Komatsu D.D., Hirota A., Konno U., Tsunogai U. (2011), Application of PTR-MS to an incubation experiment of the marine diatom *Thalassiosira pseudonana*, *Geochem. J.*, 45, 355-363.
- 5) Manney G.L, Santee M.L., Rex M., Livesey N.J., Pitts M.C., Veefkind P., Nash E.R., Wohltmann I., Lehmann R., Froidevaux L., Poole L.R., Schoeberl M.R., Haffner D.P., Davies J., Dorokhov V., Gernandt H., Johnson B., Kivi R., Kyr  E., Larsen N., Levelt P.F., Makshtas A., McElroy C.T., Nakajima H., Parrondo M.C., Tarasick D.W., Gathen P., Walker K.A., Zinoviev N.S. (2011) Unprecedented Arctic ozone loss in 2011. *NATURE*, 478, 469-475
- 6) Morino I., Uchino O., Inoue M., Yoshida Y., Yokota T., Wennberg P.O, Toon G.C., Wunch D., Roehl C.M., Notholt J., Warneke T., Messerschmidt J., Griffith D.W.T., Deutscher N.M., Sherlock V., Conner B., Robinson J., Sussmann R., Rettinger M. (2011) Preliminary validation of column-averaged volume mixing ratios of carbon dioxide and methane retrieved from GOSAT short-wavelength infrared spectra. *Atmospheric Measurement Techniques*, 4, 1061-1076
- 7) Okamoto K., Sato K., Akiyoshi H. (2011) A study on the formation and trend of the Brewer - Dobson circulation. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 116 (D10117), 1-11
- 8) 内野修, 酒井哲, 永井智広, 中里真久, 森野勇, 横田達也, 松永恒雄, 杉本伸夫, 新井康平, 奥村浩 (2011) GOSAT プロダクト検証用可搬型ライダーの開発. *日本リモートセンシング学会誌*, 31 (4), 435-445

（研究プログラム）

- 1) Abe M., Shiogama H., Nozawa T., Emori S. (2011) Estimation of future surface temperature changes constrained using the future - present correlated modes in inter - model variability of CMIP3 multimodel simulations. *Journal of Geophysical Research -Atmosphere-*, 116, D18104
- 2) Christidis N., Stott P. A., Jones G. S., Shiogama H., Nozawa T., Luterbacher J. (2011) Human activity and anomalously warm seasons in Europe. *International Journal of Climatology*, in press
- 3) Christidis N., Stott P. A., Zwiers F. W., Shiogama H., Nozawa T. (2011) The contribution of anthropogenic forcings to regional changes in temperature during the last decade. *Climate Dynamics*, in press
- 4) Dai H., Masui T., Matsuoka Y., Fujimori S. (2011) Assessment of China's climate commitment and non-fossil energy plan towards 2020 using hybrid AIM/CGE model. *Energy Policy*, 39 (5), 2875-2887
- 5) Frankenberg C., Fisher J.B., Worden J., Badgley G., Saatchi S.S., Lee Jung-Eun, Toon G.C., Butz A., Jung M., Kuze A., Yokota T. (2011) New global observations of the terrestrial carbon cycle from GOSAT: Patterns of plant fluorescence with gross primary productivity. *Geophysical Research Letters*, 38
- 6) Fujimori S., Matsuoka Y. (2011) Development of method for estimation of world industrial energy consumption and its application. *Energy Economics*, 33 (3), 461-473
- 7) Kawase H., Takemura T., Nozawa T. (2011) Impact of carbonaceous aerosols on precipitation in tropical Africa during the austral summer in the twentieth century. *Journal of Geophysical Research -Atmosphere-*, 116, D18116
- 8) Kim H-S, Maksyutov S., Glagolev M. V., Machida T., Patra P. K., Sudo K., Inoue G. (2011) Evaluation of methane emissions from West Siberian wetlands based on inverse modeling. *ERL*, 6, 035201,

doi:10.1088/1748-9326/6/3/035201

- 9) Kim H-J., Takata K., Wang B., Watanabe M., Kimoto M., Yokohata T., Yasunari T. (2011) Global monsoon, El Nino, and their interannual linkage simulated by MIROC5 and the CMIP3 CGCMs. *J. Climate*, doi: 10.1175/2011JCLI4132.1
- 10) Komuro T., Suzuki T., Sakamoto T. T., Hasumi H., Ishii M., Watanabe M., Nozawa T., Yokohata T., Nishimura T., Ogochi K., Emori S., Kimoto, M. (2011) Sea-ice in twentieth-century simulations by new MIROC coupled models: a comparison between models with high resolution and with ice thickness distribution. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, in press
- 11) Koyama Y., Maksyutov S., Mukai H., Thoning K., Tans P. (2011) Simulation of atmospheric carbon dioxide variability with a global coupled Eulerian-Lagrangian transport model. *Geosci. Model Dev.*, 4, 317–324
- 12) Masui T., Matsumoto K., Hijioka Y., Kinoshita T., Nozawa T., Ishiwatari S., Kato E., Shukla P.R., Yamagata Y., Kainuma M. (2011) An emission pathway for stabilization at 6 Wm⁻² radiative forcing. *Climatic Change*, 109 (1-2), 59-76
- 13) Morino I., Uchino O., Inoue M., Yoshida Y., Yokota T., Wennberg P.O., Toon G.C., Wunch D., Roehl C.M., Notholt J., Warneke T., Messerschmidt J., Griffith D. W. T., Deutscher N. M., Sherlock V., Connor B., Robinson J., Sussmann R., Rettinger M. (2011) Preliminary validation of column-averaged volume mixing ratios of carbon dioxide and methane retrieved from GOSAT short-wavelength infrared spectra. *Atmos. Meas. Tech.* 4, 1061-1076, doi:10.5194/amt-4-1061-2011
- 14) Nara H., Tanimoto H., Nojiri Y., Mukai H., Machida T., Tohjima Y. (2011) Onboard measurement system of atmospheric carbon monoxide over the Pacific Ocean by voluntary observing ships. *Atmos. Meas. Technol.*, in press
- 15) Oshchepkov S., Bril A., Maksyutov S., Yokota T. (2011) Detection of optical path in spectroscopic space-based observations of greenhouse gases: Application to GOSAT data processing. *JGR*, 116, D14304, doi:10.1029/2010JD015352
- 16) Pattanapongchai A., Limmeechokchai B., Matsuoka Y., Kainuma M., Fujino J., Akashi O., Motoki Y. (2011) Subsidy for Clean Power Generation and CO2 Mitigation in Thailand: The AIM/Enduse Modeling. *GMSARN International Journal*, 5 (3), 189-194
- 17) Pickett-Heaps C. A., Rayner P. J., Law R. M., Ciais P., Patra P. K., Bousquet P., Peylin P., Maksyutov S., Marshall J., Rödenbeck C., Langenfelds R. L., Steele L. P., Francey R. J., Tans P., Sweeney C. (2011) Atmospheric CO2 inversion validation using vertical profile measurements: Analysis of four independent inversion models. *J. Geophys. Res.*, 116, D12305, doi:10.1029/2010JD014887
- 18) Saito M., Ito A., Maksyutov S. (2011) Evaluation of Biases in JRA-25/JCDAS precipitation and their Impact on the Global Terrestrial Carbon Balance. *J. Climate*, 24, 4109-4125, doi:10.1175/2011JCLI3918.1
- 19) Saito R., Houweling S., Patra P. K., Belikov D., Lokupitiya R., Niwa Y., Chevallier F., Saeki T., Maksyutov S. (2011) TransCom satellite intercomparison experiment: Construction of a bias-corrected atmospheric CO2 climatology. *JGR*, in press
- 20) Sasai T., Saigusa N., Nasahara K. N., Ito A., Hashimoto H., Nemani R., Hirata R., Ichii K., Takagi K., Saitoh T. M., Ohta T., Murakami K., Yamaguchi Y., Oikawa T. (2011) Satellite-driven estimation of terrestrial carbon flux over Far East Asia with 1-km grid resolution. *Remote Sensing of Environment*, 115(7), 1758-1771
- 21) Stott P.A., Jones G.S., Christidis N., Zwiers F.W., Hegerl G., Shiogama H. (2011) Single-step attribution of increasing frequencies of very warm regional temperatures to human influence. *Atmospheric Science Letters*, 12 (2), 220-227
- 22) Taguchi S., Law R. M., Rödenbeck C., Patra P. K., Maksyutov S., Zahorowski W., Sartorius H., Levin I. (2011) TransCom continuous experiment: comparison of 222Rn transport at hourly time scales at three stations in Germany. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10071-10084, doi:10.5194/acp-11-10071-2011
- 23) Takagi H., Saeki T., Oda T., Saito M., Valsala V., Belikov D., Saito R., Yoshida Y., Morino I., Uchino O., Andres R. J., Yokota T., Maksyutov S. (2011) On the benefit of GOSAT observations to the estimation of regional CO2 fluxes. *SOLA*, 7, 161-164
- 24) Takahashi A., Oguma H., Shimada M., Watanabe M., Yone Y., Saigusa N. (2011) Influence of thinning and windthrow on backscatter of the airborne L-band synthetic aperture radar at a larch forest in northern Japan. *Hydrological Research Letters*, in press
- 25) Tan Z., Zhang Y., Schaefer D., Yu G., Liang N., Song Q. (2011) An old-growth subtropical Asian evergreen forest as a large carbon sink. *Atmospheric Environment*, 45: 1548e1554
- 26) Terao Y., Mukai H., Nojiri Y., Machida T., Tohjima Y., Saeki T., Maksyutov S. (2011) Interannual variability and trends in atmospheric methane over the western Pacific from 1994 to 2010. *J. Geophys. Res.*, 116, D14303, doi:10.1029/2010JD015467
- 27) Wang Y., Fang J.Y., Kato T., Guo Z.D., Zhu B., Mo W.H., Tang Y. (2011) Inventory-based estimation of aboveground net primary production in Japan's forests from 1980 to 2005. *Biogeosciences*, 8, 2099-2106

- 28) Watanabe M., Shiogama H., Yokohata T., Ogura T., Yoshimori M., Emori S., Kimoto M. (2011) Constraints to the tropical low-cloud trends in historical climate simulations. *Atmospheric Science Letters*, 12 (3), 288-293
- 29) Watanabe M., Shiogama H., Yoshimori M., Ogura T., Yokohata T., Okamoto H., Emori S., Kimoto M. (2011) Fast and slow timescales in the tropical low-cloud response to increasing CO₂ in two climate models. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-011-1178-y
- 30) Watanabe S., Sudo K., Nagashima T., Takemura T., Kawase H., Nozawa T. (2011) Future projections of surface UV-B in a changing climate. *Journal of Geophysical Research -Atmosphere-*, 116, D16118
- 31) Watanabe S., Yokohata T. (2011) Future increase of all-sky UV-B over Asia projected by an earth system model. *J. Meteorological Society of Japan*, in press
- 32) Yao Y., Zhang Y., Liang N., Tan Z., Yu G., Sha L., Song Q. (2011) Pooling of CO₂ in a Tropical Seasonal Rain Forest Located at a Small Valley. *Journal of Forest Research*, DOI: 10.1007/s10310-011-0268-3, in press
- 33) Yasunaka S., Ishii M., Kimoto M., Mochizuki T., Shiogama H. (2011) Influence of XBT temperature bias on decadal climate prediction with a coupled climate model. *J. Climate*, doi: 10.1175/2011JCLI4230.1, in press
- 34) Yokohata T., Annan J. D., Collins M., Jackson C. S., Tobis M., Hargreaves J. C. (2011) Reliability of multi-model and structurally different single-model ensembles. *Climate Dynamics*, DOI: 10.1007/s00382-011-1203-1
- 35) Yoshida Y., Ota Y., Eguchi N., Kikuchi N., Nobuta K., Tran H., Morino I., Yokota T. (2011) Retrieval algorithm for CO₂ and CH₄ column abundances from short-wavelength infrared spectral observations by the Greenhouse Gases Observing Satellite. *Atmos. Meas. Tech.*, 4, 717-734, doi:10.5194/amt-4-717-2011
- 36) Yoshimori M., Hargreaves J. C., Annan J. D., Yokohata T., Abe-Ouchi A. (2011) Dependency of feedback on forcing and climate states in perturbed parameter ensembles. *J. Climate*, doi:10.1175/2011JCLI3954.1
- 37) Zhuravlev R., Khattatov B., Kiryushov B., Maksyutov S. (2011) Technical Note: A novel approach to estimation of time-variable surface sources and sinks of carbon dioxide using empirical orthogonal functions and the Kalman filter. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10305-10315, doi:10.5194/acp-11-10305-2011
- 38) 江守正多 (2011) 温暖化リスクコミュニケーション. *科学技術社会論研究* 第9号 地球温暖化問題, 13-23
- 39) 金森有子, 松岡譲 (2011) エネルギーサービスの需給バランスを考慮した業務部門のエネルギー消費量推計について. *土木学会論文集G(環境)*, 67 (6), II_363-II_374
- 40) 亀山康子 (2011) 序論 環境とグローバル・ポリティクス. *国際政治*, 166, 1-11
- 41) 三瓶由紀, 江守正多, 青柳みどり, 松本安生, 朝倉暁生, 高橋潔, 福士謙介, 住明正 (2011) 研究者・メディア間の温暖化リスクコミュニケーション促進に向けた対話型フォーラムの可能性. *科学技術社会論研究* 第9号 地球温暖化問題, 54-69
- 42) 申龍熙, 高橋潔, 脇岡靖明, 花崎直太, 山本隆弘, 増富祐司 (2011) 気候予測の不確実性を考慮した世界のトウモロコシ生産性の温暖化影響評価. *土木学会論文集G(環境)*, 67 (5), I_61-I_70
- 43) 高橋潔, 杉山昌広, 江守正多, 沖大幹, 長谷川利拓, 住明正, 福士謙介, 青柳みどり, 朝倉暁生, 松本安生 (2011) 地球温暖化リスクの伝達の実践の試みーメディア関係者との意見交換と市民対象の双方向型シンポジウムー. *科学技術社会論研究*, (9), 40-53
- 44) トラン・タン・トゥ, 藤森真一郎, 松岡譲 (2011) ベトナムにおける温室効果ガス排出削減の可能性とその含意. *地球環境研究論文集*, 67 (5), 161-170
- 45) 中道久美子, 村尾俊道, 義浦慶子 (2011) 転居前後の自動車利用変化とそれによるCO₂排出量削減のための意識啓発を考慮した都市コンパクト化施策の検討. *土木学会論文集*, 67 (3), 300-310
- 46) 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲 (2011) 応用一般均衡モデルを用いた日本における温室効果ガス削減目標の分析. *環境システム研究論文集*, 39 (II), 255-266
- 47) 藤森真一郎, 増井利彦, 松岡譲 (2011) 世界温室効果ガス排出量の半減シナリオとその含意. *環境システム研究論文集*, 39 (II), 243-254
- 48) 望月 智貴, 谷 晃, 安田 倫己, 植山 雅仁, 鱧谷 憲, 高橋 善幸, 米村 正一郎, 奥村 智憲, 東野 達, 深山 貴文, 小南 裕志 (2011) 可搬型簡易渦集積採取装置の開発とカラマツ林のテルペン類フラックス測定への応用. *Eco-Engineering*, 23, 81-88
- 49) 山形与志樹, 瀬谷創, 中道久美子 (2011) 土地利用モデルを用いた東京都市圏の土地利用シナリオ分析. *環境科学会誌*, 24 (3), 169-179

(環境研究の基盤整備)

- 1) Oshchepkov S., Bril A., Maksyutov S., Yokota T. (2011) Detection of optical path in spectroscopic space-based observations of greenhouse gases: Application to GOSAT data processing. *Journal of*

Geophysical Research, 116

- 2) Saito M., Ito A., Maksyutov S. (2011) Evaluation of Biases in JRA-25/JCDAS Precipitation and Their Impact on the Global Terrestrial Carbon Balance. *Journal of Climate*. 24:4109-4125
- 3) Valsala V., Maksyutov S., Murtugudde R. (2011) Interannual to interdecadal variabilities of the Indonesian Throughflow source water pathways in the Pacific Ocean. *Journal of Physical Oceanography*.
- 4) Yoshida Y., Ota Y., Eguchi N., Kikuchi N., Nobuta K., Tran H., Morino I., Yokota T. (2011) Retrieval algorithm for CO₂ and CH₄ column abundances from short-wavelength infrared spectral observations by the Greenhouse gases observing satellite. *Atmospheric Measurement Techniques*, 4, 717-734
- 5) Dhakal S., Ramaswami A. (2011) Low-carbon policies in the USA and China: why cities play a critical role, *Carbon Management*, 2(4), 359-362
- 6) Yara Y., Oshima K., Fujii M., Yamano H., Yamanaka Y., Okada N. (in press) Projection and uncertainty of the poleward range expansion of coral habitats in response to sea surface temperature warming: A multiple climate model study. *Galaxea, J. Coral Reef Stud.*
- 7) Terao Y., Mukai H., Nojiri Y., Machida T., Tohjima Y., Saeki T., Maksyutov S. (2011) Interannual variability and trends in atmospheric methane over the western Pacific from 1994 to 2010. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D14303)
- 8) Nara H., Tanimoto H., Nojiri Y., Mukai H., Machida T., Tohjima Y. (2011) Onboard measurement system of atmospheric carbon monoxide over the Pacific Ocean by voluntary observing ships, *Atmos. Meas. Technol.*, in press.
- 9) Sasai T, N Saigusa, K N Nasahara, A Ito, H Hashimoto, R Nemani, R Hirata, K Ichii, K Takagi, T M. Saitoh, T Ohta, K Murakami, Y Yamaguchi, T Oikawa, (2011) Satellite-driven estimation of terrestrial carbon flux over Far East Asia with 1-km grid resolution. *Remote Sensing of Environment*, 115(7), 1758-1771.

2. 誌上発表（査読なし）

（当該分野の研究活動）

- 1) 中島英彰（2011）オゾン層破壊で日本に降り注ぐ紫外線が増加. *Newton*, (12), 118-119
- 2) 横田達也（2011）環境リモートセンシングの最新動向. *日本リモートセンシング学会誌 創立30周年記念特集号*, 31 (2), 252-255

（研究プログラム）

- 1) Fujimori S., Masui T. (2011) How dematerialization contributes to a low carbon society?. *Ecology and the Environment*, 143, 315-326
- 2) Saigusa N., Ichii K., Ogawa A. (2011) CarboEastAsia Workshop 2011 “Data-model synthesis for quantifying carbon budget in East Asia” February 22-23, 201 in Tokyo, Japan. *AsiaFlux Newsletter*, No.33, 4-5
- 3) Thepkhun P., Fujimori S., Masui T., Limmeechokchai B. (2011) Analyses of Climate Change Mitigation Measures to GHG Mitigation and Energy Consumption in Thailand towards 2030 using AIM/CGE Model. *Climate Thailand Conference 2011*, 358-367
- 4) 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲 (2011) 日本における温室効果ガス削減対策の評価：応用一般均衡モデルを用いた分析. *環境衛生工学研究*, 25 (3), 88-91

（環境研究の基盤整備）

- 1) 横田達也（2011）環境リモートセンシングの最新動向. *日本リモートセンシング学会誌 創立30周年記念特集号*, 31 (2), 252-255
- 2) Dhakal S., Zondervan R. (2011) Carbon governance in Asia: bridging scales and disciplines, *OurWorld*, 2
- 3) Saigusa N., Ichii K., Ogawa A. (2011) CarboEastAsia Workshop 2011 “Data-model synthesis for quantifying carbon budget in East Asia” February 22-23, 201 in Tokyo, Japan. *AsiaFlux Newsletter*, No.33, 4-5.

3. 書籍

（当該分野の研究活動）

- 1) Daniel J.S., Velders G.J.M., Morgenstern O., Toohey D.W., Wallington T.J., Wuebbles D.J., Akiyoshi H., Bais A.F., Fleming E.L., Jackman C.H. (2011) Chapter 5 A FOCUS ON INFORMATION AND OPTIONS FOR POLICYMAKERS. In: Ayité-Lô Nohende Ajavon and Paul A. Newman and John A. Pyle and A.R. Ravishankara 編, *Scientific Assessment of Ozone Depletion:2010 Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No.52*, World Meteorological Organization, 5.1-5.56
- 2) Nakayama T., Sun Y., Geng Y. (2011) Relation between river management and economic growth in urban regions. In: Hannah S. Elliot and Lucas E. Martineds., *River Ecosystems: Dynamics, Management and Conservation*, Nova Science Pub., Inc., 301-312

- 3) 横田達也, 吉田幸生, 内野修 (2011) 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの意義. 短波長赤外域における温室効果ガスリモートセンシングの原理. 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの例. 気象業務におけるリモートセンシングの利用. 日本リモートセンシング学会編, 基礎からわかるリモートセンシング, 理工図書, 20-22, 25-27

(研究プログラム)

- 1) Yamagata Y., Kraxner F., Aoki K. (2011) Forest biomass for regional energy supply in Austria. In: Yoshiki Yamagata, Florian Kraxner, Kentaro Aoki, Designing Our Future: Local Perspectives on Bioproduction, Ecosystems and Humanity, United Nations University Press, 220-233
- 2) 亀山康子 (2011) 低炭素社会の実現と国際協調. 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学研究系編, 環境システム学の創る世界, 朝倉書店, 107-117
- 3) 杉山昌広, 江守正多 (2011) 識者の声. 杉山昌広著, 気候工学入門 -新たな温暖化対策ジオエンジニアリング-. 日刊工業新聞社, 172-173
- 4) 竹村真一, 江守正多 (2011) 第7講 地球の未来を可視化する-温暖化懐疑論への回答. 竹村真一+丸の内地球環境倶楽部編著, 地球大学講義録 3・11 後のソーシャルデザイン, 日本経済新聞出版社, 104-116
- 5) 日本リモートセンシング学会編 (2011) 基礎からわかるリモートセンシング. 理工図書 (分担執筆)
- 6) 山本良一/高岡美佳編著, 地球温暖化への3つの選択 低炭素化・適応・気候変化のどれを選ぶか. 生産性出版, 21-36

(環境研究の基盤整備)

- 1) Dhakal S., Kennedy C.A., Ramaswami A., Carney S. (2011) Greenhouse Gas Emission Baselines for Global Cities and Metropolitan Regions. In: Hoornweg D., Freire M., Lee M.J., Bhada-Tata P., Yuen B. eds., Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda, The World Bank, 15-54
- 2) Greenhouse Gas Inventory Office (2011) "National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan" April 2011 (CGER-I100-2011)
- 3) Proceedings of the 9th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia (CGER-I102-2011)
- 4) Tomonori Ishigaki, Osamu Hirata, Takefumi Oda, Komsilp Wangyao, Chart Chiemchaisri, Sirintornthep Towprayoon, Dong-Hoon Lee and Masato Yamada (2011), Greenhouse Gas Emission from Solid Waste Disposal Sites in Asia. In: Sunil Kumar (Ed.), Integrated Waste Management - Volume II, In Tech, 461-472
- 5) 温室効果ガスインベントリオフィス (2011)、日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2011年4月 (CGER-I101-2011)
- 6) 山野博哉 (印刷中) サンゴ・サンゴ礁. 地球温暖化の事典, 丸善
- 7) 横田達也, 吉田幸生, 内野修 (2011) 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの意義. 短波長赤外域における温室効果ガスリモートセンシングの原理. 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの例. 気象業務におけるリモートセンシングの利用. 日本リモートセンシング学会編, 基礎からわかるリモートセンシング, 理工図書, 20-22, 25-27

4. 口頭発表

国外: 123 件

国内: 119 件

招待講演

- 1) Emori S. (2011) Options for exploring the range of climatic change. Workshop to Explore the New SMA/SSP Approach
- 2) Fujino J. (2011) Low Carbon Society Roadmap for Developing Countries in Asia: Lessons Learned from Fukushima. 2011 International Modeling Conference -Transition to Sustainable Energy & low Carbon Systems in Developing Countries-
- 3) Kameyama Y. (2011) Can We Cooperate? Nuclear Nonproliferation and Environmental Protection: the case of climate change. Council on Foreign Relations Workshop "The Rise of China and India: Implications for U.S.-Japan Policy Coordination
- 4) Saigusa N. (2011) Integrative use of AsiaFlux network observations for continental-scale estimates of carbon budget. GEO Grid Workshop
- 5) Shin Y. (2011) Assessment of uncertainty in maize yield change using multiple GCMs and multiple emission scenarios. Korea-Japan Joint Workshop on Climate Change Impact and Adaptation

- 6) Takahashi K. (2011) Introduction to research projects in Japan relevant to DRR/CCA. Climate change adaptation and emergency management: A workshop on research and policy
- 7) Takahashi K. (2011) Introduction to research projects on impact and adaptation analysis conducted in Japan. Korea-Japan Joint Workshop for Climate Change Impact and Adaptation
- 8) 肱岡靖明 (2011) 温暖化の影響を考える. リスク工学研究会 (RERM)
- 9) 肱岡靖明 (2011) 温暖化影響の簡易予測(推計)ツール. 地域適応フォーラム第一回会合
- 10) 肱岡靖明 (2011) 気候変動の影響と適応策. 化学工学会 2011 年秋季大会
- 11) 藤野純一 (2011) エネルギーシフトを考えるために —温暖化中長期ロードマップ作成からわかること—. 地球環境技術推進懇談会 平成 23 年度第 1 回講演会
- 12) 山野博哉 (2011) 気候変動と造礁サンゴ: 地球温暖化と海洋酸性化の複合影響. 2011 年度日本付着生物学会シンポジウム

5. 特許等

0 件

注)同一論文が、複数の項目に重複して掲載されている場合がある。