

Ⅱ. 各研究分野の研究活動の詳細

1. 地球環境研究分野

(1) 当該分野の研究活動 (研究プログラム及び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)、野村渉平(特別研究員)、橋本 茂、梶田陽子(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)、菊地信弘、井上 誠(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)

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)

大気・海洋モニタリング推進室 町田敏暢(室長)

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)、宮内正厚(高度技能専門員)

主席研究員 山形与志樹(主席研究員)

国環研 GOSAT プロジェクトオフィス 内野 修(高度技能専門員)

[生物生態系環境研究センター]

主席研究員 五箇公一(主席研究員)

環境ストレス機構解明研究室 唐 艶鴻(主任研究員)

[環境計測研究センター]

動態化学研究室 齊藤拓也(主任研究員)

※所属・役職は10月31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 平成24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) 塩素系化学種を中心とした成層圏化学過程の研究

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) 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
 - エ) 太陽紫外線によるビタミンD生成に必要な照射時間の導出と指標作成に関する研究
 - オ) 熱帯林における生態学的研究等のためのパソの観測研究拠点化の推進
- 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
 - ケ) 植物のCO₂応答に関するメタ分析と生態系モデルの高度化
 - コ) 大気環境リスクに対する統合的なデータ解析手法に関する研究
- 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) 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
 - エ) 質量分析法による大気微量成分の計測手法の開発
 - オ) 分光法を用いた大気計測に関する基盤的研究
 - カ) 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
 - キ) 地球環境観測データとモデル統合化による炭素循環変動把握のための研究ロードマップ策定

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	8	18				262
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	111	97				208
2) 文部科学省科学研究費助成事業	31	39				70
3) 文部科学省戦略的創造研究推進事業	1	2				3
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						

1. 地球環境研究分野

④その他の外部資金						
1) 環境省請負費 (GOSAT 検証関連)	89	103				192
2) 寄付金						
総額	239	258				497

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24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24年度の目標	平成24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	昨年度の研究を継続して発展させ、IPCCの温暖化予測実験モデルをベースにした新しい化学気候モデル・化学輸送モデルを開発し、さらに衛星観測データを使って北極オゾン破壊の解析を進める。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 新しく開発したMIROCベースの化学気候モデルにおいて過去再現実験と将来予測実験の予備実験を行い、極域オゾン破壊の進行および回復に関して良好な結果を得た。SMILESで観測された2010年1月の北極オゾン破壊をMIROCベースの新化学輸送モデルで再現した。また、観測された微量成分濃度について、最新の観測位置・等価緯度の情報を使って解析を進めた。北極上空で大規模なオゾン破壊が見られた2010～2011年に関して、CALIPSOデータから得られたPSCタイプ毎に、MLSデータによってオゾン破壊量を解析した。 2) 太陽11年周期変動や赤道大気準2年振動(QB0)がオゾン層に及ぼす影響についての解析を行ったところ、太陽11年周期活動が最大かつ高度50hPaのQB0が西風の年の12月～1月には、北極渦が通常より強まりその影響が対流圏にまで及ぶことがわかった。 3) 南極オゾンホールに関連した成層圏塩素化合物の化学過程の定量的理解を目標に、国際宇宙ステーション搭載のSMILESや米国MLS、カナダACE-FTSからのデータを統合的に解析した。下部成層圏ではこの時期・場所（南極極渦内）でのみ特徴的な塩素化合物のふるまいを定量的に把握した。
国環研 GOSAT プロジェクト	GOSAT（いぶき）データに関し、長期間検証データを用いた季節変動成分や経年変動成分等の大気化学的視点を考慮した検証、および重点サイトで取得したデータを用いた検証と誤差要因の特定を行い、解析アルゴリズムの改良や参照値の改訂と「いぶき」観測データの再解析を行う。また、検証用データの取得業務を進め、検証作業を進める。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 重点サイトにおけるデータを取得し、データの整理を行っている。重点サイトの1つであるつくばにおける高精度温室効果ガスと巻雲・エアロゾル光学特性の観測結果を用いたケーススタディを行った。この結果、二酸化炭素カラム平均濃度は地上設置高分解能FTSデータに対して大幅に改善することが確認できた。「いぶき」データの解析アルゴリズムの改良や参照値の改訂によりバイアスとばらつきの低減が期待される項目について検討を実施した。これらの検討をもとに改良した解析アルゴリズムと参照値を用いて、TCCON サイト周辺の「いぶき」観測データの解析を行い、地上設置高分解能フーリエ変換分光計データを用いて評価したところ、二酸化炭素カラム平均濃度は、研究開始時点に対してバイアスとばらつき共に半減し、メタンカラム平均濃度ばらつきが半分近く小さくなった。本研究成果を反映させた「いぶき」観測データは、新バージョン（Ver. 02. xx）としてGOSATプロジェクトにより2012年6月に一般に公開された。 2) 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、継続的に地上

		<p>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。「いぶき」観測データと検証データとの相関解析、図示化等の検証に関する業務を行い、「いぶき」観測データの不確かさ（バイアス）の評価を行った。これらの検証解析結果を添えて、「いぶき」観測データが一般に公開された。</p>
<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・高度化に関する研究</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>	<p>ア) マレーシア半島部のネグリセンビラン州にあるパソ低地天然雨林及びその周辺の二次林や伐採跡地、オイルパーム、ゴムプランテーションなどにおいて、土壌呼吸を中心とした炭素循環を長期モニタリングすることで、気候変動や土地利用変化に伴う熱帯林の劣化メカニズムを解明することを目標とし、現地調査、および既存のデータを収集したうえ、伐採残渣量、伐採後の経過年数と CO2 発生量、炭素ストック量の関係などについての分析を行った。従来の MUS という伐採方式（伐採強度が 50～65%）と比べて、伐採強度が 30%という低インパクト択伐方式による択伐後の初年度にヘクタールあたり 125US\$の REDD (Reduced Emissions from Deforestation and forest Degradation) クレジットを得ることが可能と考えられる。特に、施業後の残渣からの炭素放出量が無視できない量であることが示された。</p> <p>イ) 陽子移動反応－質量分析計と係留ブイシステムを組み合わせることにより、DMS および関連する揮発性有機化合物について海洋表層から大気へのフラックスとガス交換係数を実計測するとともに、酸素同位体比の計測により酸素分子のガス交換係数を導出し、従来法によるガス交換係数を検証・評価することを目標とし、学術調査船「白鳳丸」の研究航海において、PTR-MS を用いて海面直上大気中の DMS 等 VOC について濃度勾配の検出を試み、顕著な濃度勾配が見られる成分を同定するとともにフラックスを算出し、ガス交換係数を導出した。</p> <p>ウ) 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的として、太陽変動や温室効果ガス・対流圏エアロゾル濃度変化などを仮想的に与えた実験を解析し、それぞれに特徴的な時空間変化の発現メカニズムについて考察した。ユーラシア大陸北西部ではエアロゾル排出量の減少に伴い、地表面エネルギー収支の変化を通して降水量が増加することなどが分かった。</p> <p>エ) 太陽紫外線によるビタミンD生成に必要な照射時間の導出と指標作成に関する研究にかかる初年度として、まず放射伝達計算を行うための事前準備と計算環境の構築を行うことを目標とした。最初に本研究に関連した過去の文献調査や、現在の国内外での研究進捗状況に関して調査した結果、ビタミンDの重要性と、そのための日光浴の必要性に関して、最近関心が上がってきている</p>

		<p>こと、日本人を対象とした研究はこれまでほとんど行われてきていなかったことが判明した。計算環境の構築に関しては、ほぼ予定通りに環境の構築を行うことが出来た。</p> <p>オ) マレーシア森林研究所 (FRIM) やマレーシアプトラ大学 (UPM) などの研究機関との連携を強化しながら、パソ観測サイトを熱帯林研究拠点として強化・活用し、熱帯林研究の活性化に寄与することを目標とする。熱帯林における生物多様性とその維持機構の解明や熱帯林の生態系機能の変化に関し、現地調査・予備的観測を行った。また、国際シンポジウムを開催した。</p>
<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>	<p>ア) 佐賀における対流圏オゾンライダーの高頻度観測を行い、高濃度オゾン観測事例などの一次解析を行う。観測の結果を詳しく解析し、モデルによるシミュレーション結果などと比較・検討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を行っていたが、使用している光電子増倍管では電氣的なデットをかけても境界層からの強い受信信号により、短い波長ほどSignal Induced Noise (SIN)が発生し、そのためにオゾン測定高度は約6 kmまでに制限されていた。そこで、受光系を高高度と低高度の二つに改造しSINを小さくすることにより、下層にオゾンが少ない場合は約10 kmまでの高高度までのオゾン分布を観測できるようになった。</p> <p>イ) アジア・ユーラシア域、およびオセアニア域における航空機観測データを用いてGOSATデータの検証を行い、二酸化炭素、メタン濃度ともに両データの相関が高いことを確認した。今後は、GOSATデータと再解析データの風や温度データ、対流活動の指標となる外向き長波放射量などを用いてモンスーンの進行に伴う時空間変動を解析し、温室効果ガスの変動メカニズムを明らかにしていく。</p> <p>ウ) 領域横断的な生態系の急変への対応策及びメタエコシステム評価を通した方策の検討に向けて、水熱環境のWin-Win型解決に向けたシミュレーションを行うとともに水・熱循環相互作用の見える化を評価する方法論の提示を行った。</p> <p>エ) NICEを用いた予測シミュレーションを行うことによりtrans-boundary問題への対応策について検討を行うという目標に対して、中国の長江・黄河流域を対象に南水北調プロジェクトに伴う水循環の予測シミュレーションを行った。</p> <p>オ) 陸域内での水域を通した炭素循環を評価するためのフレームワーク構築を行うという目標に対して、まずは不等間隔メッシュやマップファクターの導入によるスケールアップの枠組み構築を行った。</p>

		<p>カ) テストサイト（釧路流域圏、横浜市）において生態系機能に関する観測データの収集とモデル適用を行い、地元住民と意見交換を図るワークショップを実施し生態系サービス評価システムに向けた検討を進める。アジア地域を対象として生態系機能およびサービスに関する観測データを収集し、データベース整備を進めた。生態系モデルによる生産力や炭素貯留量などのシミュレーションに基づくマッピングを行った。またモデルによる植林後の炭素蓄積変化の推定結果などを用いて、生態系サービス評価モデル（InVEST）による釧路流域圏の生態系サービス評価を試行した。それを踏まえ、8月に地元住民らと意見交換を図るワークショップを開催した。</p> <p>キ) 世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成に向け、全球水資源モデルH08を利用した世界の地下水取水に関する研究を進め、過去の長期再現計算、および将来の予測計算を完了した。現在、論文の投稿準備を進めているところである。</p> <p>ク) 全球水資源モデルH08を利用したリアルタイムシミュレーションに向けたシステム構築を行う。並行して、H08から出力される農業水利用に関する情報をPrinceton大学の共同研究者に提供することで、応用数学を利用した仮想水貿易の先駆的研究を実施する。リアルタイムシミュレーションに向けたモデルの改良が進んだ。仮想水貿易の経年変化を複雑ネットワーク理論で分析した。</p> <p>ケ) グローバルな植生の葉面積指数に関するメタ分析を実施し、論文としてまとめて投稿した。また、個葉の窒素およびリン濃度に関するメタ分析を開始した。陸域モデルを用いて過去の大気CO2増加、気候変動、土地利用変化を考慮したシミュレーションを実施し、植生の水利用効率に与えた影響を解析して論文として発表した。</p> <p>コ) 大気環境リスクに対する統合的なデータ解析手法の開発に関する研究の一環として、衛星データおよび気象データの整備を進めた。</p>
<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>	<p>ア) 大気粉じん成分が長期的にどのように変動しているかを調べ、東アジアのバックグラウンド大気の履歴を捉えることを目標にし、1983年来、継続的に今年度も隠岐島2か所での大気粉じん試料を採取している。放射性炭素や炭素安定同位体を用いた二酸化炭素の動態解明のために、その分析法の検討や、各種試料を用いた応用方法の検討などを行っている。</p> <p>イ) バブリング式平衡器と陽子移動反応-質量分析計（EI-PTR-MS）による海水中 DMS および関連する揮発性有機化合物の計測の高度化、校正手法の確立、従来法との相互比較による検証を行い、EI-PTR-MS 手法を高時間分解能計測手法として確立することを目標として、温度・湿度の精密な</p>

		<p>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、EI-PTR-MS による DMS 計測の高度化を行った後、白鳳丸による研究航海の一部で試験運用を行い、装置の性能試験や採水ラインの試験を行った。</p> <p>ウ) 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する。負イオン化学イオン化質量分析法との結果と組み合わせることにより、代表的な BVOC のイソプレンの気相オゾン酸化反応での SOA 生成の鍵となる生成過程を見出した。</p> <p>エ) 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。インレット部を加熱することにより、陽子移動反応-飛行時間型質量分析計によるエアロゾル中有機成分のリアルタイム計測に成功した。</p> <p>オ) 地上設置大気観測用フーリエ変換赤外分光計から得られた解析結果を用いた研究を行うために、本装置を用いた観測と解析することを目標とした。温室効果ガスやオゾン層破壊関連の物質であるフッ化水素、塩化水素等の観測と解析を継続した。温室効果ガスの全球輸送モデル計算値との比較や他機関で解析された「いぶき」観測データの検証解析を行った。</p> <p>カ) 窒素動態を取り入れた陸域生態系モデルによる森林 CO₂ 収支の高精度評価の手法開発、ならびに日本各地の森林の現地データを収集してモデル検証を行うことを目標としている。これまでに、モデルへの試験的な窒素循環プロセスの導入を完了し、富士北麓、天塩、北大苫小牧研究林で収集された観測値に基づくモデル検証に着手した。</p> <p>キ) 炭素循環変動把握のための地球環境観測データとモデル統合化による総合的な研究のロードマップの策定を目標として、国内外の研究計画の状況調査、総合的研究の枠組みの検討、ロードマップの検討を行っている。</p>
--	--	---

1.5 今後の研究展望

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、小ぶりながらも統合的な研究展開が可能となるよう地球環境研究センター独自のプロジェクトとして位置づけて実施しており、2年度目となる。さらに、課題間の協調を図りつつ、成果を創出させる必要がある。「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、本プロジェクトのうち継続的な観測・データ解析処理は「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」において利用される。特に、本稿に関係するのは GOSAT から得られるプロダクトの検証・解析手法の高度化に係るものであり、ルーチ的な観測・解析作業と地球温暖化研究との間に位置するものとして重要であることから、引き続きエフォートを割いて実施していく。

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。将来の地球環境研究の萌芽とするためにも、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、昨年度からセンターとして予算的なサポートを始めたところであり、今後の研究の方向性をさらに見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、堅実に検証事業として進めており、検証結果に基づいたアルゴリズムの改訂への反映などに貢献している。

経常研究は、「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る。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一層求めたい。一方で、経常研究とは位置づけていないものの、プログラムやセンター事業の中でも新たな研究の芽は生まれていることは評価したい。

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	
10	19	1	50	30	0

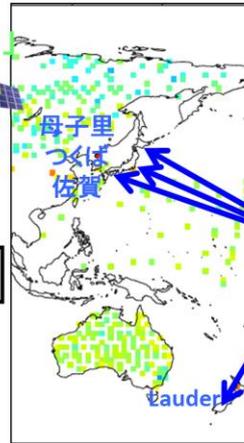
(別紙)

センタープロジェクトの例

「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

「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

「いぶき」解析アルゴリズム改良

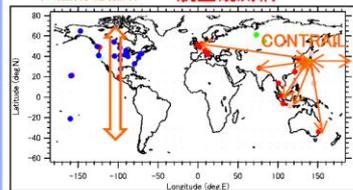
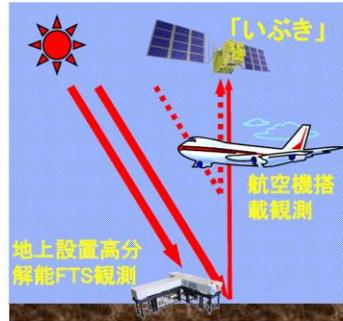
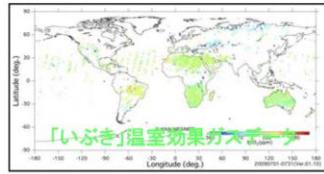


重点サイトで取得したデータを用いた検証と誤差要因の特定



重点検証観測サイトにおける同期観測

長期検証データを用いた季節変動・経年変動などの大気化学的検証



(2) 研究プログラム「地球温暖化研究プログラム」の研究活動

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（上級主席研究員）、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）、野村渉平、奈良英樹*）（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）、近藤文義（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、山下陽介（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）、金 憲淑、横井孝暁、Hayyan Alsibai、Rajesh Janardanan、石澤みさ（特別研究員）、佐伯田鶴、高木宏志（准特別研究員）、Belikov Dmitry*）（共同研究員）

主席研究員 遠嶋康徳（主席研究員）

大気・海洋モニタリング推進室 町田敏暢（室長）、笹川基樹、中岡慎一郎（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）、平田竜一、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）

[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）、富松 元、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、斉藤拓也（主任研究員）

環境情報解析研究室 小熊宏之（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、仁科一哉（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）、横畠徳太、塩竈秀夫（研究員）、石崎安洋、眞崎良光、Strassmann Kuno*）、阿部 学*）（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、庄山紀久子、加藤悦史、瀬谷 創、中道久美子*）（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）、藤森真一郎（研究員）、長谷川知子（JSPS フェロー）、申 龍熙*）（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：

〔社会環境システム研究センター〕

原澤英夫（センター長）、甲斐沼美紀子（フェロー）

環境経済・政策研究室 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、金森有子（主任研究員）、藤森真一郎（研究員）

持続可能社会システム研究室 亀山康子（室長）、藤野純一、肱岡靖明（主任研究員）、

芦名秀一（研究員）、森田香菜子、Diego Silva Herrán、朝山由美子（特別研究員）、須田真依子、亀井未穂（准特別研究員）

〔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）

※所属・役職は10月31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 平成24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を進める。また、これらの複合的なデータを取り扱えるようにモデルの改良などを行うとともに、観測や分析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。また、気候変動の影響・対策と水・食料問題の関係を評価するモデルの構築を進めるとともに、気候変動に係る地球規模のリスク管理戦略の検討に着手する。

(3) 日本及びアジア主要国、世界を対象とした統合評価モデルの改良、分析を通じて、低炭素社会実現に向けたシナリオの検討、政策分析を行うとともに、ダーバンプラットフォームの決定を受けて 2015 年での合意を目指した具体的な提案作成に着手する。

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	137				262
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	211				369
2) 文部科学省科学研究費助成事業	8	16				24
3) 文部科学省戦略的創造研究推進事業	0	0				0
4) 文部科学省国際科学技術共同研究推進事業	11	0				11
5) 地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)		10				10
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	134				277
2) 文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム	9	0				9
3) 文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業		23				23
4) 文部科学省気候変動リスク情報創生プログラム		10				10
④その他の外部資金 環境省森林 MRV 関連	128	944				1,072
総額	582	1,485				2,067

1.4 平成24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24年度の目標	平成24年度の成果（成果の活用状況を含む）
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に分かれて研究を実施した。合同のセミナーを開催することにより、プロジェクト間の情報交換、意見交換の促進を図った。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、海外サイトを含むプラットフォームでのデータの解析や高度な解析技術が必要とするGOSAT衛星からのデータプロダクトの分析を進め、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、データプロダクトの総合化を進めるための検討を行った。同時に、トップダウンの手法やボトムアップの手法による二酸化炭素ならびにメタンの地域的またはグローバルな比較検討を行うために、両サブテーマ間でのターゲットの場所などを検討した。</p> <p>プロジェクト2では、気候予測研究に関しては、予測の不確実性評価のための新たなアンサンブル実験の準備を進めるとともに、IPCC第5次評価報告書（AR5）への貢献に向けた新実験結果（CMIP5）の影響評価研究への応用のための研究を行った（サブテーマ1）。生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析に関しては、個々のモデルの開発が進み、初期的な実験、分析を行うとともに、国際モデル比較実験にも参加した（サブテーマ2）。地球規模リスク管理の検討に関しては、リスク管理フレーミングの概念的な検討を進めるとともに、統合評価モデルの高度化とそれを用いた初期的な分析を行った（サブテーマ3）。</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、S-10-4、A-1103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に向けた共通社会経済シナリオの検討および執筆活動を行ってきた。</p>
<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」</p> <p>サブテーマ1 「大気観測によ</p>	衛星、航空機、地上、船舶などを用	<p>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、海外サイトを含むプラットフォームでのデータの解析や高度な解析技術が必要とするGOSAT衛星からのデータプロダクトの分析を進め、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、データプロダクトの総合化を進めるための検討を行った。同時に、トップダウンの手法やボトムアップの手法による二酸化炭素ならびにメタンの地域的またはグローバルな比較検討を行うために、両サブテーマ間でのターゲットの場所などを検討した。</p> <p>地上ステーションとして、波照間、落石の他、富士山頂、ハワイ、貴陽（中国）、ダナンバレー（マレーシア）、ナイニタール（インド）、ダッカ（バングラデシュ）、シベリアタワーサイトなどの地点を確保し、継続的に大気</p>

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」

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。

の採取と分析を行った。特に富士山では夏季に機器を更新し、マレーシアでは、機器のメンテナンスと濃度確認



のため現地での臨時的なサンプリングを行ない、現場の連続分析装置との比較など行なった。インドでは連続的に二酸化炭素をモニターするために、標準ガスの供給などを行っている。これらデータを比較することで、アジアの各地域の温室効果ガスの挙動の特徴を捉える事ができてきた。インドの二酸化炭素の夏季の昼間濃度は他のサイトよりかなり低い、夜間の濃度は逆に高くなる事が連続計のデータによりわかった。この傾向は、ボルネオの森林地帯にあるダナンバレーでもその傾向にあるために、ローカルな吸収と地域的な濃度の代表性をどのように考えるかが重要であり、逆計算に使う場合に重要なポイント

であることを示唆した。メタン濃度は中国内部やインドのサイトの濃度が明らかに高く発生源地域であることを明確に示していた。シベリアでは、人為起源のメタンの他に、湿地などによる自然起源のメタンが地域の濃度変化に現れていることが長期観測から明らかになった。

船舶による観測は、船舶を2隻にしてアジア航路の観測回数を増やした。これにより、二酸化炭素やメタン、また一酸化炭素などの観測が強化された。アジアにおけるGOSATのデータ取得率は熱帯の雲のために多くないために、船舶のアジア航路が重要なデータ源となると考えられるため、品質管理を行いつつ、データの解析を行っている。アジア航路によるものと、太平洋の航路での差を見るとアジア地域でのメタンの放出が海洋方向に輸送されていることが確認でき、これらのデータを用いてアジアのメタンの発生量についての議論が可能にあることが期待された。波照間での観測から、メタンの中国の発生量の増加や一酸化炭素の発生量の減少などが示唆された。また、放射性炭素や安定炭素の測定から、中国域の二酸化炭素の発生の中の化石燃料起源の割合を推定することができる。波照間のイベントサンプル分析結果からわかってきた。これらのことは、地域的な温室効果ガスの発生量の統計量の精度を議論することや、インバース解析をする際に重要になる。フロン類に関しては、波照間、落石の高頻度に採取されたデータを利用し、グローバルなHCFC-22の発生量推定などが行われた。

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。各地のデータは継続的に採取されており、順次データベース化されている。この航空機によるデータはこれまで空白域である、インドや東南アジアのデータも含まれており、これによるインバース解析により地域的なフラックスがどのように計算されるかなどの検討が行われた。初期的な結果では、インドの吸収量の大きさがボトムアップのモデルと大きく異なることなどがわかった。

TCCON (Total Carbon Column Observing Network) は地上からのフーリエ変換赤外分光計 (FT-IR) による温室効果ガスカラム濃度観測網であるが、つくばはネットワークに参加しており観測データを提供しつつ、GOSATのアルゴリズム解析方法の向上などに貢献している。プロジェクトとしても、TCCONのネットワークデータによりインバース計算やフォワード計算などから二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素などの濃度変動について議論ができるようになってきた。

地球環境研究センターの基盤整備事業としてのGOSAT定常運用やセンター内のGOSATプロジェクトからデータ検証を行いながらフラックスとしてのL4Aプロダクトが出力されるようになってきたが、プロジェクトで

<p>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」</p>	<p>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。</p>	<p>は、さらにモデルを水循環と合わせて高度化する試みを行っており、また EOF (Empirical Orthogonal Function) などを用いたインバース計算の新たな手法の検討を行った。また観測との比較のためシベリアなどでの地域分割数を増加させることや、北海道など地域的な高解像度のインバース計算ができるようにモデルの構築を行っている。また各種データを GOSAT に加え投入することで、さらにフラックスデータの信頼性を上げる方向で、データの統合作業を検討した。</p> <p>トップダウン観測から地上フラックス推定へのアプローチとして、シベリアや北海道での航空機やゾンデの鉛直観測や平面的な濃度分布観測などが行われた。これは、大気輸送モデルにより計算する前段階の実証的アプローチとして陸域のボトムアッププロセスモデルなどと比較が可能と思われる。またこれらの地域に関する高分解能のモデルの開発を開始した。さらに、トップダウンの観測の継続的発展の意味から GOSAT 後継機に係る技術的検討に着手した。</p> <p>また放射性炭素を利用した起源分別方法に関して、高精度測定方法の検討を行いつつ、その利用に関する研究に着手した。</p> <p>陸域のフラックス観測のネットワーク化をアジアで進めながら、陸域吸収量推定の広域化のための各種モデルの比較やパラメータの高度化などを行い、推定の精度向上の検討を行っている。その中には衛星搭載型ライダーによる樹高測定などのバイオマス量を推定する方法の検討やその他データによるバイオマス量の推定の精度向上を検討などが含まれる。特に場所として北海道や熱帯地域の森林での検証を行っている。ボルネオでは、実測定のデータと陸域生態系モデル VISIT による推定結果との間に差が生まれる原因などを追求し、現場の水位の影響などが土壌呼吸の変動に大きく寄与していることがモデルでは再現されていないなど、特異な現象などが把握されるに至った。</p> <p>日本の森林土壌での土壌呼吸の気候変動影響が全国の代表的な6つの森林生態系において、温暖化操作実験として調査されている。特に針広混交林(天塩)、スダジイ林(宮崎)では、昇温による土壌呼吸量の応答が大きく1℃あたりで10%を超えていた。これはモデルに用いられている Q_{10} 値に直すと通常の2を超えている場合があることになり、将来の温度応答の大きさが予測よりも大きくなる可能性を示している。今年度は同時に、温暖化した場合に土壌炭素のどの年代の炭素が分解されているのかを ^{14}C を測定することで検討を開始した。</p> <p>一方、将来予測としての気候応答は温度や水環境の応答だけではなく、高 CO_2 環境での植物の応答についての検討が必要である。ここでは高 CO_2 環境での光合成への応答がどのように行われるかを順応という観点で検討し、光合成速度がその場合にさらに加速される可能性などが示された。</p> <p>北太平洋を主体とする地域 CO_2 の吸収発生マップを精緻化するために、観測データと海洋パラメータを用いた人工知能機能によるマップ化の検討を行い、太平洋域でのより詳細なマップ化を行った。赤道域のエルニーニョ、ラニーニャ期の海洋表層の CO_2 分圧 (pCO_2) 変動なども推定できるようになった。この手法により10度以北の北太平洋の2002年から2008年の吸収量変動を調べ、2006年に最大の 0.5PgC/y になったことや、その年変動が 0.05PgC/y 程度であることなどを示した。人工知能を用いた海洋表層 CO_2 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。</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>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既存の予測実験の解析をさらに進めるとともに、気候感度の不確実性の理解をさらに深める手法等について新しい実験のデザインおよび準備を行う。</p>	<p>気候予測研究に関しては、予測の不確実性評価のための新たなアンサンブル実験の準備を進めるとともに、IPCC AR5 への貢献に向けた新実験結果 (CMIP5) の影響評価研究への応用に向けた研究を行った (サブテーマ1)。生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析に関しては、個々のモデルの開発が進み、初期的な実験、分析を行うとともに、国際モデル比較実験にも参加した (サブテーマ2)。地球規模リスク管理の検討に関しては、リスク管理フレーミングの概念的な検討を進めるとともに、統合評価モデルの高度化とそれを用いた初期的な分析を行った (サブテーマ3)。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。また、今年度から開始された推進費 S-10 の研究体制の下に、リスク管理概念検討等について推進費 S-10 参画他機関と協力して進めている。</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既存の予測実験の解析をさらに進めるとともに、気候感度の不確実性の理解をさらに深める手法等について新しい実験のデザインおよび準備を行う。</p>	<p>サブテーマ1では、地球規模の気候変動リスク評価の基礎となる気候モデルによる予測の不確実性や、その予測結果を影響評価に用いる際に必要となる不確実性の解釈についての研究に取り組んでいる。</p> <p>大気中の二酸化炭素増加に伴う気候変化を気候モデルで評価する際、二酸化炭素増加によって生じる加熱に対して対流圏の雲等が地表面気温より短い時間で応答すること (対流圏調節) が知られている。国環研が開発・運用に参加している気候モデルであるMIROC3では対流圏調節によって対流圏下層の安定度が減少するが、これはIPCC第4次評価報告書 (AR4) で参照されたモデル群の中で特異な現象であった。その仕組みを調査した結果、安定度の減少は瞬時放射強制力を計算する際の誤差に起因することが示唆された。これにより、将来気候を予測する上で瞬時放射強制力の計算精度向上が重要であることが分かった。</p> <p>気候予測と社会経済排出シナリオの結果を結合する際に重要となるパターンスケールリングでは、排出シナリオ間でスケールリングパターンが共通であると仮定されている。この仮定の妥当性を検証するために、IPCC AR5 で採用される代表的濃度シナリオ (RCP: Representative Concentration Path) における地上気温のスケールリングパターンについて調べた。その結果、中緯度では全球気温上昇量1度あたりの硫酸エアロゾルの排出量の違いが、高緯度では全球気温上昇量1度あたりの海氷の減少率と北大西洋の熱塩海洋循環の変化の違いが、それぞれスケールリングパターンのシナリオ依存性をもたらしていることが示された。本研究の成果は、温暖化影響評価研究においてスケールリングパターンの排出シナリオ依存性を考慮する必要があることを示唆するものである。</p> <p>また、IPCC AR5に向けて作成されたCMIP5気候シナリオの特徴を把握するため、年平均気温、年平均降水量、年平均日射の将来変化の分析を行った。その結果、2090年付近において日本域付近の気温は1990年付近に比べRCP8.5で4.9℃と最も大きく上昇、降水量はRCP4.5で9.2%増加、日射はRCP8.5で8.7W/m²増加となることがわかった。CMIP3とCMIP5の特徴を比較した結果、気温変化に関しては、放射強制力が近いRCPシナリオとSRESシナリオの間では類似な気温上昇を示した。降水量に関しては、類似な排出シナリオの間でも違いがみられたがいずれの場合でも増加が予測されている。日射の場合、CMIP5気候シナリオでは増加するがCMIP3シナリオでは減少すると予測され、日射に感度が高い影響評価では注意が必要であることが分かった。</p>
<p>サブテーマ2 「地球規模リスクに関わる統合</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地</p>	<p>将来の気候変化は、生態系・水資源・土地利用・食料生産・エネルギー供給に対して、様々な影響を与える可能性がある。また、地球温暖化対策によって予期しない影響が生じる可能性もある。サブテーマ2ではこの問題を分析するため、気候・生態系・水資源の将来変化を統合的に記述するモデル群を開発し、これらの相互作用を</p>

<p>的空間分布モデリング」</p>	<p>球規模の詳細な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、および都市域を含む土地利用の詳細な地理分布を推定する土地利用シナリオの構築を進める。</p>	<p>含んだ気候変動リスクを評価する研究に取り組んでいる。</p> <p>陸域統合モデルについては、部分的な結合（気候・生態系・水資源）を完了し、モデルの解析に着手した。また、将来のバイオエネルギーの導入が及ぼしうるリスクに関する解析を行った。その結果、バイオエネルギー導入のための土地利用変化によって、無視できない量の二酸化炭素が排出されうること、また気候安定化のためには、バイオ燃料作物のための耕作地として、これまでに社会経済モデルで想定されている以上の面積が必要である可能性が示唆された。</p> <p>陸域生態系モデルについては、気候変動リスク評価に関する国際モデル間相互比較プロジェクト（ISI-MIP: Inter-Sectorial Impact Model Intercomparison Project）に参加し、CMIP5 気候シナリオを用いた 21 世紀中の生態系関連リスク評価に向けたモデル実験を実施した。また生態系の最適利用戦略の評価に向けたモデル高度化に関する検討を実施した。</p> <p>水資源モデルについては、本年度は 2 系統の全球温暖化影響評価を実施した。第一は、新しい社会経済シナリオ（SSP: Shared Socioeconomic Pathway）に準拠した 21 世紀中の全球水逼迫評価である。SSP の描く 5 つの社会経済情勢に沿って水需要シナリオを作成し、それぞれの温暖化の進行具合を考慮しつつ、水逼迫がどのように変化するかを見積もった。第二は、国際的なモデル相互比較プロジェクト ISI-MIP のもとでの 21 世紀中の全球水循環評価である。新しい温室効果ガス排出シナリオ RCP の 4 つのシナリオに沿って実施された、5 つの気候モデルの将来気候予測のもとで、水循環がどのように変化するかを見積もった。両者とも、IPCC AR5（第 2 作業部会）での引用を目指して論文を準備中である。</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>地球規模リスクの管理方策の検討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さらに進めるとともに、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>サブテーマ 3 では、地球温暖化に関わる地球規模リスクの問題を総合的に検討するため、定性的な検討の土台となる概念整理および問題のフレーム検討と、定量的な検討のための統合評価ツールの高度化およびそれを用いた分析に取り組んでいる。</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」と連携して進めた関連文献収集や所内意見交換会を基に原稿をとりまとめ、2012 年度日本リスク研究学会（2012 年 11 月・彦根）での口頭発表を予定している。また、2012 年度 6 月以降は、推進費 S-10 と連携し、所外研究者らの参加も得てフレーム検討を続けており、ISO31000 や IRGC（International Risk Governance Council）等が提唱する汎用的なリスク管理枠組に地球規模の気候変動リスク管理をあてはめることの妥当性について検討を進めた。</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、昨年度に引き続き、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進めた。ツール改良については、昨年度までに実施した炭素フィードバックプロセスのモデル記述の高度化をふまえ、本年度は新たに気候感度や硫酸エアロゾルに関する不確実性を考慮した安定化濃度目標検討の分析のためのコード修正を開始した。</p> <p>また、気候・影響予測の不確実性を考慮した緩和・適応によるリスク管理戦略検討の一つとして、温暖化影響予測を組み入れた応用一般均衡モデルを用いた食料消費および栄養不足人口の分析を行った。社会経済条件の将来シナリオと、気候変化に伴う世界各地の農作物収量変化が、国際貿易を通じて引き起こす各国・地域の食料</p>

		<p>生産・消費の変化ならびにその帰結として生ずる栄養不足人口の変化を見積もった。その結果、将来の気候条件変化の想定よりも社会経済条件変化の想定の方が栄養不足人口や食料消費により強く作用すること、適応策を適切に実施する場合、気候変化は栄養不足人口に対して軽微な影響をもたらすが、適応策を適切に実施できない場合にはより大きな影響をもたらすこと、作物収量変化による GDP 損失は比較的小さいこと、などが示された。同成果については、土木学会論文集の査読論文として公表のうえ、土木学会地球環境シンポジウム（2012 年 9 月・京都）で口頭発表した。</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>トップダウン的に分析される低炭素社会シナリオと各国・各地域で低炭素社会シナリオの分析を進める。開発したバックキャストモデルを、中国、インド等アジア主要国に適用し、各国の低炭素目標実現への道筋を分析する。また、構築した低炭素社会シナリオを社会実装するための、政策・状況・組織・関係者分析を行い、アジア間連携のサポートをはじ</p>	<p>推進費 S-6、S-10-4、A-1103 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 に向けた共通社会経済シナリオの検討、IPCC AR5 に向けたおよび執筆活動を行ってきた。</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、後期 2 年に入り研究構成を見直し、4 つのテーマが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。テーマの見直しでは、農業、土地利用分野における対策の強化や、実際の施策との整合性という面での分析を強化するとともに、テーマ間の連携強化を目的として、様々な施策をパッケージ化して道筋を叙述的に提示した「アジア低炭素社会に向けた 10 の方策」としてとりまとめ、10 月 30 日に開催した国民対話のシンポジウムにおいて公表した。また、「アジア低炭素社会に向けた 10 の方策」に対応した定量化についても作業を行っている。11 月末から行われる COP18 においては、昨年度と同様にマレーシア工科大学と共同でサイドイベントを行い、「アジア低炭素社会に向けた 10 の方策」を中心とした S-6 全体の成果をまとめた報告書を配布し、広く成果を報告する予定である。</p>

<p>策の定量的評価」</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>象部門や対象ガス種等に関するモデルの改良・拡充を行う。また、世界モデル群を統合する手法を検討する。</p> <p>2015年での合意を目指して継続中の国際交渉過程において想定される将来国際制度案を調査する。また、アジア地域の低炭素化を促進する資金メカニズム案を検討する。</p>	<p>Pathways) の試算を行った。また、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 AMPERE (EU におけるモデル比較研究) 等にも参画し、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。また、モデルの普及を目的としたトレーニングワークショップをそれぞれ7月24日～8月2日に実施し、途上国の研究者に対する人材育成を行った。そのフォローアップ会合を12月10日～13日に実施する予定である。</p> <p>国内における温暖化政策に対しては、環境省中央環境審議会 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、経済産業省 総合資源エネルギー調査会 基本問題委員会、エネルギー・環境会議に対して、日本を対象とした技術モデルや経済モデルを用いた試算結果を提供し、温暖化対策の側面を考慮したエネルギーの選択肢の議論に貢献した。</p> <p>このほか、今年度から開始された推進費 S-10-4(4)を中心に、PJ2 のサブテーマ3 と連携して、気候変動による農業生産性への影響を評価するためのモデルへの拡張や、適応策のための費用に関する文献調査を行っている。</p> <p>推進費 E-1201 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、国際合意達成が可能な制度案の提示を目指し、ウェブ上のアンケート調査を2013年初旬に実施するための基礎調査を実施した。その結果、気候変動枠組条約の中だけで閉じた枠組みとするのではなく、条約外の多彩な国際的活動とのリンクを強めるべきというスタンスが、多くの研究機関による提言書にて示されていることが分かった。今後実施するアンケート調査に反映させていく予定である。</p> <p>また、上記サブテーマ1 に主に記載した推進費 S-6 「アジア低炭素社会研究プロジェクト」に関連して、アジア地域での低炭素社会実現に必要な資金メカニズム案を検討した。その結果、(1)同地域で唯一の条約附属書 II 国 (資金供与を求められている国) である日本以外の国も、経済的能力に応じて貢献するメカニズムとすること、(2)民間資金を十分活用すること、ができれば、低炭素アジア実現に必要な資金量に達することを示すことができた。</p>
---	--	---

表 アジア地域における資金供給量の推定

資金調達方法	金額	政策導入の効果および国による受容性
(1) 排出許可枠のオークショニング	23～117 億ドル	詳細ルール次第だが、これから排出量の増加が予想される中国やインド等にとって不利な制度であるため、受け入れられづらい。中印等にとって受け入れ可能とするためには、経済発展水準の低い国により多くの排出枠を無償配布するといった工夫が必要である。
(2) 排出超過量のオフセットへの課金	4～20 億ドル	オフセット分に対してのみの課金（CDM の share of proceeds に近い考え方）であるため、比較的受容されやすいが、多くの収入は見込めない。また、削減目標を決める時点で、厳しい排出量目標を掲げる意志を削ぐという課題がある。
(3) 国際バンカー燃料への課金	航空機燃料 4～12 億ドル 船舶 75～150 億ドル	先進国と途上国との格差を制度に反映させるのが困難な点が残されているが、現状では、欧米の旅客の比率が多く、アジアとしてのシェアは高くない。今後、アジアの割合は飛躍的に増えていくものの、世界合計と比べると資金量は多くない。
(4) 排出枠取引以外の炭素関連収入（炭素税等）	炭素税で 40 億ドル、補助金削減で 12～32 億ドル	税率が低い場合、収入自体はそれほど多くないが、排出行動を変えるインセンティブという別の効果がある。化石燃料への補助金の撤廃は、アジア地域制度とするよりも、各国内の国内政策として実施することが望ましい。
(5) 通貨取引課税	28～240 億ドル	収入が確実に得られる制度としては期待できるが、気候変動とは直接関連性のない対象への課金となる。また、現在為替市場の参加者の多くが先進国の主体であるため、アジア地域に限定した場合の金額の大きさは未定。
(6) 強制的抛却	360 億ドル	金額は多いが、先進国等抛却国がこの案をそのまま受け入れる可能性は低い。
(7) 開発銀行による活動	約 10 億ドル	抛却先の決定における手続き等で時間がかかるといった手続きコストが大きい割には金額が小さいことが難点といえる。
(8) 炭素市場オフセット	152～200 億ドル	排出削減目標の提示と徹底的な目標達成が不可欠。現状を見る限り受容性は低い。
(9) 民間による投資	2000～3000 億ドル	他の方法と比べて金額が大幅に多い。今後とも多くの国の政府では厳しい財政事情が続くと予想される中で、民間の役割は増加し続けるだろう。

1.5 今後の研究展望

プロジェクト1

温室効果ガス、特に二酸化炭素やメタンの発生量分布とその時系列変化、その将来などを考える際に、本プロジェクトではトップダウンとボトムアップの比較を行いながら、各モデルの精度向上を目指しているが、実際の比較に際してはトップダウンから求められるフラックスの面的な情報や時間的な情報の細かさ、ボトムアップから求まるフラックスデータの情報の細かさのある程度合わせるような努力が必要と考えられる。現在の計画では、北海道や熱帯での検証を行う予定であるが、それぞれまだ技術的な改良を先行して行う必要があり、基礎的な情報の収集やモデルの改良に時間が費やされると考えられる。一方では、各種データのデータベース化を着実に進行する予定である。

プロジェクト2

今年度から推進費 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」が開始され、本プロジェクトのスコープである地球規模のリスク管理に関する研究を国内他機関の様々な分野の研究者と協力しながら進める体制が整った。本プロジェクトはこの研究体制の核となり、包括的なリスク評価に基づく気候変動対応戦略の研究を実施し、ダーバンプラットフォームなどの条約交渉の議論にも科学的見地から貢献していきたい。気候予測については、文科省の GRENE 事業北極気候変動分野および気候変動リスク情報創生プログラムへの参画を通じて他機関と連携し、IPCC AR5 の次を睨んだメカニズム解明および不確実性評価の研究を進める。影響評価、対策研究については AR5 への貢献がまだ間に合うタイミングであり、特に国際的に展開されている新シナリオ研究や影響評価モデルの国際相互比較研究への参加を通じて、研究成果を国際的に発信していきたい。

プロジェクト3

国内における気候変動緩和策は、原子力問題の影に隠れてしまった感があるが、第一約束期間後の国際的な議論は待たなしの状況にあり、今後も、議論の基礎となる材料を提供していきたい。また、国内に関しても、計画の見直し等が行われる状況にあり、様々な想定に対応可能となるようなモデル改良を行う予定である。また、アジア各国にて政策と結びついた低炭素社会シナリオの開発と政策への展開が本格化しつつあり、これまでの研究成果をより発展させてアジア低炭素社会実現への道筋検討を進展させていく予定である。

IPCC AR5 に向けて気候モデルへの入力を目的とした共通社会経済シナリオの作業については、大幅に作業が遅れ、AR5 では部分的に引用される見通しとなっているが、作業そのものの重要性はこれまでと同様に、緩和策と適応策をつなぐ重要な役割を果たしている。必要となる指標をできるだけ多く提供できるように、モデル開発や定量化を行う予定である。このほか、モデル比較研究も進展しており、こうした国際的な研究に対しても引き続き協力していきたい。

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

観測に関しては順調に進んでおり、観測項目の拡充や精度向上も行われ世界的な相互比較への参加によりデータの不確実性が低減している。また観測場所の拡大などが図られている。同時にいろいろな意味で GOSAT プロジェクトのプロダクト作成作業やその進行状況とも大きく関係しており、全体が研究プロジェクトのみを考えて進んでいけるわけではない。研究のサブ課題は外部資金によるものに依存している場合が多く、その運営などを行いながら研究展開を行うために、ある種の制約の下にプロジェクト自身が動いている。同時に研究参画者の更新などもあり、全体が軌道に乗るには今少し時間が必要と考えられるが、来年度にむけて徐々にその体制が固まりつつあると考えられる。

プロジェクト2

推進費 S-10 の開始により、地球規模リスク管理戦略の検討等が軌道に乗り始めたと評価している。また、IPCC AR5 への引用を目指した論文を、気候予測研究（第1作業部会）については期限内に複数投稿することができ、影響評価研究（第2作業部会）についても期限内に投稿できるよう準備を進めており、IPCC への一定の貢献が見込まれる。一方で、気候予測研究について文科省の気候変動リスク情

報創生プログラムの開始が遅れたことや、統合評価モデルを用いた研究においてポストドク研究員の適任者が見つからない状態が続いていることから、研究に若干の遅れが生じている部分もある。

プロジェクト3

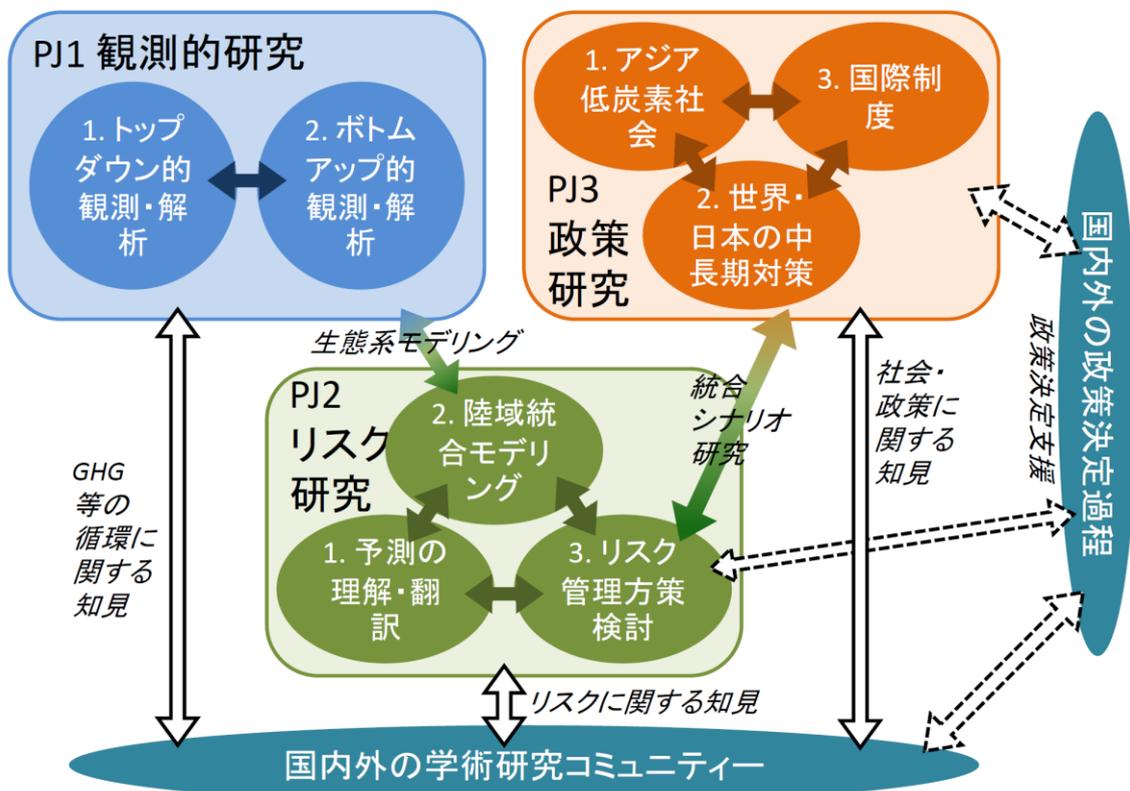
国内の気候変動緩和策に関しては、中央環境審議会やエネルギー・環境会議等に試算結果を提供することを通じて、国際的な将来枠組みの取り組みに関しては、主要国の動向に関する分析結果を提供するなど、国内外を対象とした気候変動緩和策に関する政策貢献を行うことができていると考えている。また、アジア低炭素シナリオ開発においても開発したシナリオをタイやインドネシア、マレーシア等の国々の研究者、政策決定者と議論し、NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action) の評価に貢献するなどの成果も上げつつある。さらに、モデルそのものの改良についても、SSP (Shared Socio-economic Pathways) の定量化などの国際的な活動への貢献を通じてモデルの高度化を実現させている。以上のように、着実に研究成果を上げ、成果を政策等にフィードバックさせていると考えているが、社会の動きも非常に速く、そうした速い動きに応えるには現状のスタッフでは対応しきれないと考えており、体制の強化が必要と考えている。

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	
15	62	8	71	62	0

プログラム・プロジェクトの構造



(3) 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」の研究活動

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）、原沢寿美子、和田千里（高度技能専門員）
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（主任研究員）、野村渉平、奈良英樹 [*] 、後藤誠二郎 [*] （特別研究員）、橋本 茂、寺本宗正、梶田陽子（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、近藤文義（特別研究員）、奈良英樹（高度技能専門員）
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、山下陽介 [*] （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）、飯尾淳弘、金 憲淑（特別研究員）、佐伯田鶴、千田昌子、高木宏志（准特別研究員）、Dmitry Belikov（共同研究員）
主席研究員	遠嶋康徳（主席研究員）、松下準士（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、中岡慎一郎（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、井手玲子、田中佐和子、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、長浜芳寛、佐藤智洋、宮内正厚（高度技能専門員）
主幹	福澤謙二、小司晶子
観測第一係長、観測第二係長	坂川信昭、林 大祐
研究支援係	野口孝明（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、二宮啓一郎、Sergey Oshchepkov、Andrey Bril、相川茂信、網代正孝、田中ゆき [*] 、菊地信行 [*] （高度技能専門員）
GCP つくば国際オフィス	Shobhakar Dhakal [*] （フェロー）、尾島優雅子（高度技能専門員）
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）
温室効果ガスインベントリオフィス	尾田武文、赤木純子、早瀬百合子 [*] （特別研究員）、酒井広平、ホワイト雅子、畠中エルザ、大佐古晃、平井圭三、小坂尚史、玉井暁大 [*] （高度技能専門員）

[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（室長）

[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、斉藤拓也（主任研究員）

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10月31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における環境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 平成24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事業を推進する。

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CO₂分圧（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（AsiaFlux）へ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

気候変動に伴う高山帯植物の遷移などをモニタリングするための観測技術を開発し、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

温室効果ガス観測技術衛星「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プロジェクトオフィスの運営や新規プロダクト関連情報の定期的な発信を行う。

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Webページからのデータ提供、DIASなど国際的なデータベースへのデータ提供などを行う。また、従来のWebページの構成・デザインを見直し、新たなWebページへの移行作業を行う。

- ・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、国際的な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リーオフィス事業支援
- ・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

6) 地球環境研究の広報・出版

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 (うち、GOSAT 衛星関連経費)	1,001 (678)	1,015 (692)				2,016 (1,370)
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						
1) 文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業	20	20				40
④その他の外部資金						
1) 環境省請負費(GIO 関連)	83	83				166
2) 環境省請負費(Ox 標準関連)	17	17				34
3) 環境省請負費(NOx 標準関連)		1				1
4) 環境省一般委託費(OCCCO 関連)	27	27				54
総額	1,148	1,163				2,311

1.4 平成24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）

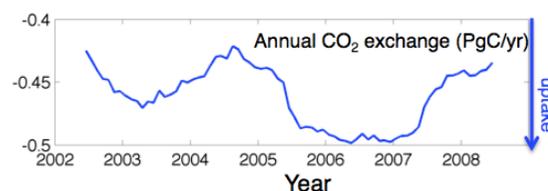
構成するプロジェクト・活動等	平成24年度の目標	平成24年度の成果（成果の活用状況を含む）
温室効果ガス等の地上モニタリング	波照間・落石岬の両ステーションを活用して長期的かつ時間分解能の高い温室効果ガス等のモニタリングを実施する。また、多成分同時観測や観測技術の高度化などを行い観測の発展を検討する。例えば、富士山での二酸化炭素観測の定常化が可能かなど検討する。また、データ公表の推進やステーションを使った温暖化問題の啓蒙活動などを推進する	<p>波照間(沖縄)、落石岬(北海道)両ステーションでの温室効果ガスのモニタリングは施設整備なども行いつつ継続的に事業を展開した。特に波照間ステーションでは老朽化した局舎の外壁や屋上、囲いなどの大掛かりの改修を行った。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、エアロゾルなどの多項目をモニタリングした。落石ステーションでは、環境省が行っている EANET の酸性雨や大気汚染観測ネットワークの地点としてサンプリング協力を行った。</p> <p>二酸化炭素のここ1年平均濃度は波照間、落石でそれぞれ 395.8ppm、396.4ppm であり、395ppm を超えており、濃度の年増加速度から（波照間（2ppm/年）、落石岬（2ppm/年））から考えると2年程度で400ppm に達する。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、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。逆に CO は中国での発生量の減少が観測された。</p> <p>二酸化炭素の富士山（3776m）での通年観測は3年目となったが、4月に観測機の電子部品が故障し観測が停止された。7月後半に機器を交換し継続的観測を再開した。落雷などの対策強化の検討が必要である。データは、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、前年度、落石岬に導入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/電子捕獲型検出器により、新規成分（PFC-14）を含む連続観測を継続した。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次処理を一元化し、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索する。



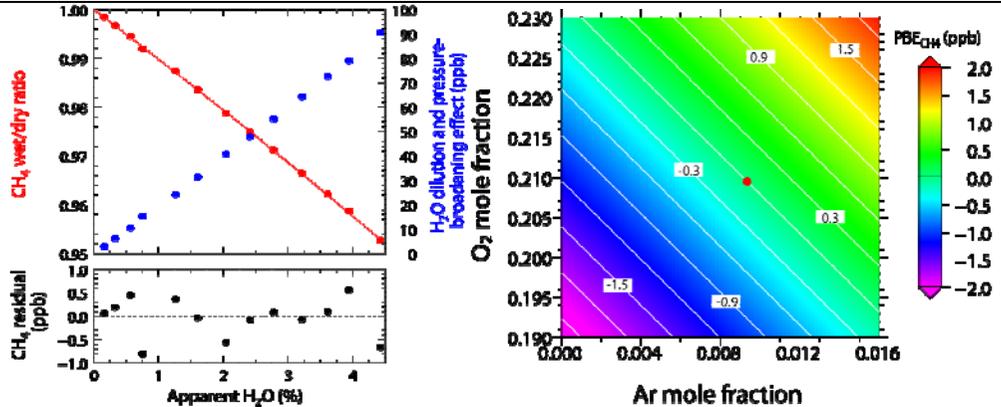
昨年度は震災の影響で船舶観測の運行が一時停止したが、本年度はほぼ順調に運行され、二酸化炭素分圧測定による北太平洋および西太平洋での観測データが取得された。データは逐次解析にされ、さらに広域的で詳細なCO₂分圧分布について人工知能アルゴリズムを用いて再現し、大気海洋間のCO₂交換量の評価を行った。海洋CO₂分圧分布は大気のCO₂増加に伴って年々増加傾向にある一方でエルニーニョ・ラニーニャサイクルによって引き起こされる海洋変動に伴い、大きく変化している事が明らかとなった。また北太平洋における年間のCO₂交換量は平均で年間-0.46 PgCと推定され、年々変動はその1割弱程度と評価された。



図：大気海洋間CO₂交換量の年々変化。季節変化成分は除去した。

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。同時に酸素の観測も連続して行っている。

またアジア航路では、注目を集めている東南アジア熱帯域におけるCH₄の発生源解析を行うため、従来のフラスコサンプリングに加えてキャビティーリングダウン分光分析計を用いたCH₄の連続観測の検討を行った。これにより、試料大気の適度な除湿、天然空気を用いた標準ガスを装置の較正に用いることでCH₄を高確度・高精度で観測できることが明らかになった。

		 <p>図 キャビティーリングダウン分光分析計による CH₄ 計測への水蒸気(左)、大気主成分ガス組成(右)によるバイアスの大きさ。左図は水蒸気によるバイアスが水蒸気の濃度の関数として 2 次関数で近似・補正が可能であることを示し、右図は図中赤の丸で示された大気組成の値から酸素、アルゴンがずれるほどバイアスが大きくなることを示している。</p>
<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 上空と Novosibirsk 上空では 2012 年度も順調に観測が継続できている。Yakutsk 上空では現地担当者の変更に伴って一時観測が停止したが、2012 年 8 月以降は定期的な観測を行うことができている。</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、全国の自治体のオゾン計の校正体制を構築する。</p>	<p>WMO 主催の巡回比較実験 (5th Round-Robin)、国内研究機関との比較 (iceGG0-1)、ヨーロッパの研究機関主催の巡回比較 (Cucumber プロジェクト)、フラスコに充填した大気試料での比較 (Sausage プロジェクト) に参加し、CO₂ の他、CH₄、N₂O、SF₆ などの NIES 標準ガススケールを WMO スケールや各研究機関スケールと比較した。この結果、国内外の主な研究機関とのスケールの差はこれまでと同様であり、NIES 標準ガススケールの精度は維持されていることが確認された。</p> <p>日本のオゾンの一次基準器として位置付けられている SRP35 を維持するために、SRP47 との 2 台体制で、精度の維持管理に努めた。また、各ブロック自治体に設置した 2 次基準器と SRP35 の比較実験を行い、2 次基準器の精度維持を行った。一次基準器から末端の一般局までの校正経路を調査し、日本におけるオゾン・オキシダントのトレーサビリティを把握した。</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) を継続的に行った。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、中国気象局との比較を開始した。放射性同位炭素の国際比較に参加し、2 種類の参照試料の値を報告した。</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、SRP37 とともに精度管理を行った。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統一して国として管理するために、ブロック拠点 6 箇所の 2 次標準器の管理、自治体担当者への研修事業を行った。</p>
<p>温暖化影響評価のための海洋モニタリング</p>	<p>8 か所のサンゴモニタリングサイト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、着実なモニタリングを開始する。サンゴ分布データに基づいて、緯度変化にともなうサンゴ群集の変化を明らかに、重点的にモニタリングする種を選定する。サンゴ褐虫藻の分析においては、褐虫藻の遺伝型とその割合を定量的に明らかに</p>	<p>8 か所のモニタリングサイトでモニタリングを開始した。また、韓国海洋研究院と共同研究に関する覚え書きを交わし、済州島で同じ方法でモニタリングしデータを比較することとした。</p> <p>緯度変化に伴うサンゴの種構成の変化を明らかにし、ミドリイシ科のサンゴを中心に、温暖化影響の指標種となるサンゴを選定した。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と培養株の増殖速度に基づいて、各サンゴ群体に含まれる褐虫藻の遺伝子型とその割合を明らかにすることができた。</p> <p>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、予察的な調査を行った。</p>

	する。	
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ーワ分光計を用いて有害紫外線量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。	<p>客観解析データを使った4日先までの極渦予測とその可視化情報（両半球の渦位と気温マップ）の公開を引き続き実施した。</p> <p>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、陸別ではブリューワ分光計を用いて確度の高い有害紫外線観測を実施した。2012年8月より沖縄本島の辺戸岬観測ステーションにおいて帯域紫外線計を用いた観測を開始し、環境研の直轄観測局が5局になった。</p>
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。	<p>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。</p> <p>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（フラックス）を計算するとともに、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。平成24年度はCO₂輸送量観測の高精度化と欠測率の低減を目的として、新規に作成した2種類のフラックス観測システムを併設し、比較観測を開始した。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。</p> <p>これらのフラックスと森林の葉の状態と放射とには良い相関があることなどが分かった。また、これまでに集積されたモニタリングデータから落葉針葉樹林においては気温により落葉時期が顕著な影響を受け、CO₂の吸収期間の長さが年毎に大きく異なる様子が明らかになりつつある。これら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。</p> <p>富士北麓サイトでは、旧年度より他機関と共同でCO₂以外の重要な温室効果ガス（メタン）、および空気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</p>

		<p>る)の群落スケールでのフラックス観測も開始している。平成24年度には他機関と共同で継続的なエアロゾル計測も開始し、BVOCに連動したオゾンや窒素酸化物の挙動を解明するための集中観測も実施した。炭素収支に限らない総合的な森林の物質収支の観測と研究交流のためのプラットフォームとしての機能整備をすすめている。</p>
<p>高山帯植生における温暖化影響モニタリング事</p>	<p>23年度中に展開した北海道、北アルプスにおける観測サイトを継続するとともに、雪解け時期や植生活動のサイト間比較を行う。また一部サイトは無人越冬観測技術を確立させる。北、中央アルプス地区における観測サイトの追加を行う。</p>	<p>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ている。本年は北アルプス2箇所について、冬期間における対象山岳の撮影画像をほぼ欠測なくリアルタイム転送させることに成功した。画像解析アルゴリズムの開発により、高山植生の活動開始時期や生育期間を標高・植生別に把握することを可能とした。</p>
<p>GOSAT データ定常処理運用システムの運用・維持改訂</p>	<p>24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。</p>	<p>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 SWIR のレベル 2 (Ver.2) プロダクト (二酸化炭素とメタンのカラム量) の登録研究者への提供と一般ユーザへの公開を開始した。また、レベル 4 プロダクト (二酸化炭素の月別収支分布等と三次元濃度分布) の登録研究者への提供を開始した。(11 月には一般ユーザへの公開を行う予定)。また、プロダクトユーザや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。</p> <p>TANSO-FTS SWIR L2 XCO₂ (Ver.02.00) TANSO-FTS SWIR L2 CH₄ (Ver.02.00) GOSAT L4A global CO₂ flux (July 2009)</p>

地球環境データベースの構築と運用	<p>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。これまでコンテンツの内容や個々のページに統一性が少なかった、地球環境データベース全体の構成・検索システムの更新作業に着手する。また、DIAS との連携を図り、データ提供を行っていく。</p>	<p>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、センターの二つのモニタリング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、昨年度から文部科学省の予算で始まった「地球環境情報プログラム (DIAS)」との連携を進め、DIAS へのメタデータ提供を行った。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) 環境情報分野課題の一つ、「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」にも参画することとなった。</p> <p>データベースの内容や個々のページに統一性を確保するため地球環境データベースのページ・個別コンテンツ構成・検索システムなどの改良作業に着手した。具体的には、各コンテンツを統一した Web API でアクセスするための仕組みの導入、メタデータの整備、観測データ検索機能の強化などの機能の追加を予定している。</p> <p>波照間や落石岬などの地上観測ステーションデータのデータは既に公開されているが、さらに、シベリアにおける温室効果ガス観測データや、森林フラックスサイト観測データなどの公開のための、新たな Web ページ立ち上げも行った。今後、船舶や航空機観測データ提供へも拡張していく予定である。また、データ提供のための、新たなデータフォーマット (NASA AMES format) の構成について検討を行った。将来的には、このデータフォーマットにのっとったデータ提供と、データ解析ツールの構築を目指していく予定である。</p>
温室効果ガスインベントリ策定事業支援	<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) (2012 年 4 月提出版) 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 (SB36・37 及び COP18) 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「第 10 回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 (WGIA10)」を 2012 年 7 月にベトナム (ハノイ) において開催した。</p>

1. 地球環境研究分野

<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>長期観測データの取得・発掘・保存に関する課題を取りまとめた取組案を、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会に報告し、「平成 25 年度の我が国における地球観測の実施方針」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。さらに、連携拠点ワークショップ「太陽放射エネルギーの観測と利用」を開催し、太陽放射エネルギー観測における技術的課題と連携を含む解決策について取りまとめを行った。また、平成 23 年度に構築した、「環境省 気候変動影響統計ポータルサイト」のデータの更新・拡充・利便性の向上を図った。観測施設の共同利用に関する調査を行い、情報を取りまとめ、事務局ホームページで公開した。</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 の国際的活動を多面的に支援した。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（2013 年 3 月にタイのアジア工科大学院にて開催予定）、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。</p>
<p>スーパーコンピュータ利用した地球環境研究の支援 その他の支援</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>研究課題は所内 5 課題、所外課題 4 課題の研究に関して、規定に則りスーパーコンピュータ運用を行った。課題採択用の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。今年度は節電対応による夏季の縮退運転に伴い、ユーザへのスーパーコンピュータの利用時期の分散化の呼び掛け、縮退期間の短縮等の影響の最小化対策を推進することで研究利用を支援した。また来年度に予定しているスーパーコンピュータの更新に向けて運用方法の検討を開始した。</p> <p>UNEP による報告 GEO-5（地球環境アウトルック-5）に対して編集に協力した。</p>

地球環境研究の 広報・出版	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>「地球環境研究センターニュース」の月刊を継続し、常に地球環境分野の新鮮な情報を提供できるよう努めた。なお、昨年9月号からは紙媒体での発行を必要最小限に留め、原則としてウェブサイトからの配信とした。連載していたインタビュー記事「地球温暖化研究のフロントライン」が終了したため、年度内の書籍化を進めている。従来からCGER内外の研究者に執筆を依頼している書籍「地球温暖化の事典」の刊行準備を進めた。</p> <p>地球環境研究センターのパンフレット、パネル等の各種広報資料を更新し、パネルの英文化も順次進めている。所内外のイベントに取り組み、研究成果プレスリリースを支援し、また、見学、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。</p>
------------------	--	---

1.5 今後の研究展望

モニタリング事業の特徴は、長期的に行って初めて成果が現れる性質のものであり、継続性が重要である。CGER モニタリングは、古いものでは波照間モニタリングステーションでの大気観測などが20年を迎え、歴史的にそのレコードの重要性がさらに増してきた。CGERの初期にたち上げられた海洋観測、シベリア観測なども同様の長さのレコードを持っている。これらの年数は同時に施設の老朽化を生み、その対策にも迫られるようになってきている。波照間の施設整備は外壁、屋上など進んだが、今後は落石などの設備の更新が必要である。また民間船舶を利用する海洋観測においても同様のことが当てはまり、次年度以降に船舶観測機器の載せ換えに伴う船舶の大規模改修などの必要性などが発生してくると想定されている。また、シベリアでの観測についてはロシアの社会情勢の変化による観測費用の増加がある一方で、ロシア国内の共同研究機関が獲得できる研究費の増加もあるので、ロシア側からの費用負担を増やしていくことでデータ取得の継続をはかることが肝要である。

GOSAT 事業も含めこれらの地球環境に関するデータは国際的にネットワークへの参加やデータの提供を行っているが、さらにプロジェクトなどへの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。本年同様、モニタリング事業、データベース事業の中の重要な課題として、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。

陸域のモニタリングでは、従来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ているが、炭素収支に加えて生物起源の揮発性有機物の交換や大気エアロゾルとの関連性など気候変動の予測に大きな不確かさを与えているとされる要素についても観測プラットフォームの整備によるデータの集積と知見の共有を進めていく予定である。

地球温暖化の影響のモニタリングとして高山帯植生のフェノロジー（生物季節）および植生分布域の変動調査として北海道と中部山岳地域において観測を昨年度より開始した。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。できるだけ長期の観測に持っていき、地球環境研究センターの組織を活用したインフラの整備やサポート体制の構築を通じて観測のシステム化などを行っていく必要がある。

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、観測データの運用処理を継続しながら順次維持改訂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、それまでに蓄積されたデータの再処理及び定常処理を実施し、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。登録研究者に未提供となっている研究プロダクトの処理と提供を行わなければならない。更に、ユーザへのデータ提供方法の利便性を拡大するとともに、的確な情報発信を行う必要がある。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、経済的活動変化による定期船舶の不定期化などの問題もやっとなり着き、本年度は大気・海洋に関わる各モニタリングで観測活動を順調に継続できた。大きな作業としては波照間の施設は建設から20年を迎えて局舎の雨漏りやひび割れなど老朽化が目立ってきたため、大がかりな外壁、屋上防水工事を計画し、3ヶ月程度の期間を掛けて工事を行った。これは、施設の維持管理から必要なことであり、10年、20年という節目での整備が今後の安定的な長期モニタリングを支えたと考えられる。同時に、20年の節目の年として、地元で記念シンポジウムや施設公開イベントを行った。リモート地域での長期観測を行うには地元の住民や自治体の理解が不可欠である。落石岬ステーションのある根室市では6月と10月に

(4) 研究分野業績リスト

1. 誌上発表 (査読あり)

(当該分野の研究活動)

- 1) Dalin C., Konar M., Hanasaki N., Rinaldo A., Rodriguez-Iturbe I. (2012) Evolution of the global virtual water trade network. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (16), 5989-5994
- 2) Fujiwara M., Suzuki J., Gettelman A., Hegglin M. I., Akiyoshi H., Shibata K. (2012) Wave activity in the tropical tropopause layer in seven reanalysis and four chemistry climate model data sets. *Journal of Geophysical Research*, 117 (D12105), 1-22
- 3) Ishii S., Mizutani K., Baron P., Iwai H., Itabe T., Fukuoka H., Tanaka T., Morino I., Uchino O., Asai K. (2012) Partial CO₂ Column-Averaged Dry-Air Mixing Ratio from Measurements by Coherent 2-micro m Differential Absorption and Wind Lidar with Laser Frequency Offset Locking. *Journal of Atmospheric And Oceanic Technology*, 29, 1169-1181
- 4) Kohlhepp R., Ruhnke R., Chipperfield M. P., De Maziere M., Notholt J., Barthlott S., Batchelor R. L., Morino I., Nakajima H. et al. (2012) Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO₂, and HF total column abundances. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 3527-3557
- 5) Konar M., Dalin C., Hanasaki N., Rinaldo A., Rodriguez-Iturbe I. (2012) Temporal dynamics of blue and green virtual water trade networks. *Water Resources Research*, 48
- 6) Mizoguchi T., Jing Z., Satake H., Mukai H., Murano K., Kawasaki K. (2012) Lead and sulfur isotopic ratios in precipitation and their relations to trans-boundary atmospheric pollution. *Atmospheric Research*, 104-105, 237-244
- 7) Nakayama T. (2012) Feedback and regime shift of mire ecosystem in northern Japan. *Hydrological Processes*, 26 (16), 2455-2469
- 8) Nakayama T. (2012) Impact of anthropogenic activity on eco-hydrological process in continental scales. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 87-94
- 9) Nakayama T. (2012) Visualization of missing role of hydrothermal interactions in Japanese megalopolis for win-win solution. *Water Science and Technology*, 66 (2), 409-414
- 10) Nakayama T., Hashimoto S., Hamano H. (2012) Multi-scaled analysis of hydrothermal dynamics in Japanese megalopolis by using integrated approach. *Hydrological Processes*, 26 (16), 2431-2444
- 11) Oshchepkov S., Bril A., Yokota T., Morino I., Yoshida Y., Matsunaga T., Belikov D., Maksyutov S., Uchino O., Watanabe H. (2012) Effects of atmospheric light scattering on spectroscopic observations of greenhouse gases from space: Validation of PPDF-based CO₂ retrievals from GOSAT. *Journal of Geophysical Research*, 117, D12305-D12305
- 12) Saito R., Patra P. K., Deutscher N., Wunch D., Ishijima K., Sherlock V., Blumenstock T., Doherty S., Griffith D., Morino I. (2012) Technical Note: Latitude-time variations of atmospheric column-average dry air mole fractions of CO₂, CH₄ and N₂O. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 7767-7777
- 13) Sasai T., Nakai S., Setoyama Y., Ono K., Katoh S., Mano M., Murakami K., Miyata A., Saigusa N., Nemani R. R., Nasahara K. (2012) Analysis of the spatial variation in the net ecosystem production of rice paddy fields using the diagnostic biosphere model, BEAMS. *Ecological Modelling*, 247, 175-189
- 14) Scaife A. A., Spanghel T., Fereday D. R., Cubasch U., Langematz U., Akiyoshi H., Bekki S., Braesicke P., Butchart N., Chipperfield M. P. et al. (2012) Climate change projections and stratosphere-troposphere interaction. *Climate Dynamics*, 38, 2089-2097
- 15) Schepers D., Guerlet S., Butz A., Landgraf J., Frankenburg C., Hasekamp O., Blavier J-F., Deutscher N. M., Griffith D. W. T., Morino I. et al. (2012) Methane retrievals from Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT) shortwave infrared measurements: performance comparison of proxy and physics retrieval algorithms. *Journal of Geophysical Research*, 117, D10307
- 16) Tanaka T., Miyamoto Y., Morino I., Machida T., Nagahama T., Sawa Y., Matsueda H., Wunch D., Kawakami S., Uchino O. (2012) Aircraft measurements of carbon dioxide and methane for the calibration of ground-based high-resolution Fourier Transform Spectrometers and a comparison

- to GOSAT data measured over Tsukuba and Moshiri. *Atmospheric Measurement Techniques*, 5, 2003–2012
- 17) Terao Y., Sugita T., Sasano Y. (2012) Ozone loss rates in the Arctic winter stratosphere during 1994–2000 derived from POAM II/III and ILAS observations: Implications for relationships among ozone loss, PSC occurrence, and temperature. *Journal of Geophysical Research*, 117, D05311
 - 18) Uchino O., Kikuchi N., Sakai T., Morino I., Yoshida Y., Shimizu A., Kikuchi N., Oshchepkov S., Bril A., Yokota T. et al. (2012) Influence of aerosols and thin cirrus clouds on the GOSAT-observed CO₂: a case study over Tsukuba. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12 (1), 3393–3404
 - 19) 中島英彰 (2012) 観測史上初の2011年北極オゾンホール–南極オゾンホールの発見から25年以上経った今なぜ北極で起こったのか。 *Japan Geoscience Letters*, 8 (3)

(研究プログラム)

- 1) Akashi O., Hijioka Y., Masui T., Hanaoka T., Kainuma M. (2012) GHG emission scenarios in Asia and the world: The key technologies for significant reduction. *Energy Economics* (in press)
- 2) Akashi O., Hanaoka T. (2012) Technological feasibility and costs of achieving a 50 % reduction of global GHG emissions by 2050: mid- and long-term perspectives. *Sustainability Science*, 7 (2), 139–156
- 3) Ashina S., Fujino J., Masui T., Ehara T., Hibino G. (2012) A roadmap towards a low-carbon society in Japan using backcasting methodology: Feasible pathways for achieving an 80% reduction in CO₂ emissions by 2050. *Energy Policy*, 41, 584–598
- 4) Berkhout F., Marcotullio P., Hanaoka T. (2012) Understanding energy transitions. *Sustainability Science*, 7 (2), 109–111
- 5) Chikamoto Y., Kimoto M., Ishii M., Mochizuki T., Sakamoto T.T., Tatebe H., Komuro Y., Watanabe M., Nozawa T., Shiogama H., Mori M., Yasunaka S., Imada Y. (2012) An overview of decadal climate predictability in a multi-model ensemble by climate model MIROC. *Climate Dynamics* (in press)
- 6) Christidis N., Stott P.A., Zwiers F.W., Shiogama H., Nozawa T. (2012) The contribution of anthropogenic forcings to regional changes in temperature during the last decade. *Climate Dynamics*, 39 (6), 1259–1274
- 7) Crisp D., Fisher B.M., O’Dell C., Frankenberg C., Basilio R., Bosch H., Brown L.R., Castano R., Connor B., Morino I. et al. (2012) The ACOS CO₂ retrieval algorithm–PartII: Global XCO₂ data characterization. *Atmospheric Measurement techniques*, 5 (4), 687–707
- 8) Dai H., Masui T., Matsuoka Y., Fujimori S. (2012) The impacts of China’s household consumption expenditure patterns on energy demand and carbon emissions towards 2050. *Energy Policy*, 50, 736–750
- 9) Das L., Annan J.D., Hargreaves J.C., Emori S. (2012) Improvements over three generations of climate model simulations for eastern India. *Climate Research*, 51, 201–216
- 10) Ganshin A., Oda T., Saito M., Maksyutov S., Valsala V., Andres R.J., Fisher R.E., Lowry D., Lukyanov A., Matsueda H., Nisbet E.G., Rigby M., Sawa Y., Toumi R., Tsuboi K., Varlagin A., Zhuravlev R. (2012) A global coupled Eulerian–Lagrangian model and 1 × 1 km CO₂ surface flux dataset for high-resolution atmospheric CO₂ transport simulations. *Geosci. Model Dev.*, 5, 231–243, doi:10.5194/gmd-5-231-2012
- 11) Hanaoka T., Kainuma M. (2012) Low-carbon transitions in world regions: comparison of technological mitigation potential and costs in 2020 and 2030 through bottom-up analyses. *Sustainability Science*, 7 (2), 117–137
- 12) Hasegawa T., Matsuoka Y. (2012) Greenhouse gas emissions and mitigation potentials in agriculture, forestry and other land use in Southeast Asia. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 9, 1–18
- 13) Ishizaki N.N., Shiogama H., Takahashi K., Emori S., Dairaku K., Kusaka H., Nakaegawa T., Takayabu I. (2012) An attempt to estimate of probabilistic regional climate analogue in a

- warmer Japan. *Journal of Meteorological Society of Japan*, 90B, 65-74
- 14) Ito A. (2012) Detection and attribution of global change and disturbance impacts on a tower-observed ecosystem carbon budget: a critical appraisal. *Environmental Research Letters*, 7 (1), 14013
 - 15) Ito A., Inatomi M. (2012) Use of a process-based model for assessing the methane budgets of global terrestrial ecosystems and evaluation of uncertainty. *Biogeosciences*, 9, 759-773
 - 16) Ito A., Inatomi M. (2012) Water-use efficiency of the terrestrial biosphere: a model analysis focusing on interactions between the global carbon and water cycles. *Journal of Hydrometeorology*, 13 (2), 681-694
 - 17) Joiner J., Yoshida Y., Vasilkov A.P., Middleton E.M., Campbell P.K.E., Yoshida Y., Kuze A., Corp L.A. (2012) Filling-in of near-infrared solar lines by terrestrial fluorescence and other geophysical effects: simulations and space-based observations from SCIAMACHY and GOSAT. *Atmospheric Measurement Techniques*, 5, 809-829
 - 18) Kainuma M., Shukla P.R., Jiang K. (2012) Framing and modeling of a low carbon society: An overview, *Energy Economics* (in press)
 - 19) Komuro Y., Suzuki T., Sakamoto T., Hasumi H., Ishii M., Watanabe M., Nozawa T., Yokohata T., Nishimura T., Ogochi K., Emori S., Kimoto M. (2012) 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*, 90A, 213-232
 - 20) Konar M., Dalin C., Hanasaki N., Rinaldo A., Rodriguez-Iturbe I. (2012) Temporal dynamics of blue and green virtual water trade networks. *Water Resources Research*, 48, W07509, doi:10.1029/2012WR011959
 - 21) Masutomi Y., Iizumi T., Takahashi K., Yokozawa M. (2012) Estimation of the damage area due to tropical cyclones using fragility curves for paddy rice in Japan. *Environmental Research Letters*, 7 (1), 14020
 - 22) Morita K. (2012) Financing Systems for Adaptation: Comparison of South Pacific Island States. *Environmental Science (環境科学会誌)*, 25 (5), 347-366
 - 23) Nakayama T. (2012) Feedback and regime shift of mire ecosystem in northern Japan. *Hydrological Processes*, 26 (16), 2455-2469
 - 24) Niwa Y., Machida T., Sawa Y., Matsueda H., Schuck T.J., Brenninkmeijer C.A.M., Imasu R., Satoh M. (2012) Imposing strong constraints on tropical terrestrial CO₂ fluxes using passenger aircraft based measurements. *J. Geophys. Res.* 117, D11303, doi:10.1029/2012JD017474
 - 25) Okagawa A., Masui T., Akashi O., Hijioka Y., Matsumoto K., Kainuma M. (2012) Assessment of GHG emission reduction pathways in a society without carbon capture and nuclear technologies Original Research Article, *Energy Economics* (in press)
 - 26) Saigusa N., Li S.G., Kwon H., Takagi K., Zhang L.M., Ide R., Ueyama M., Asanuma J., Choi Y.J., Chun J.H., Han S.J., Hirano T., Hirata R., Kang M., Kato T., Kim J., Li Y.N., Maeda T., Miyata A., Mizoguchi Y., Murayama S., Nakai Y., Ohta T., Saitoh T.M., Wang H.M., Yu G.R., Zhang Y.P., Zhao F.H. (2012) CO₂ Flux Measurement and the Dataset in CarboEastAsia. *Journal of Forest Research* (in press)
 - 27) Saito R., Patra P.K., Deutscher N., Wunch D., Ishijima K., Sherlock V., Blumenstock T., Dohé S., Griffith D., Morino I. (2012) Technical Note: Latitude-time variations of atmospheric column-average dry air mole fractions of CO₂, CH₄ and N₂O. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 7767-7777
 - 28) Saitoh N., Touno M., Hayashida S., Imasu R., Shiomi K., Yokota T., Yoshida Y., Machida T., Matsueda H., Sawa Y. (2012) Comparisons between XCH₄ from GOSAT shortwave and thermal infrared spectra and aircraft CH₄ measurements over Guam. *SOLA* (in press)
 - 29) Sakamoto T.T., Komuro Y., Nishimura T., Ishii M., Tatebe H., Shiogama H., Hasegawa A., Toyoda T., Mori M., Suzuki T., Imada Y., Nozawa T., Takata K., Mochizuki T., Ogochi K., Emori S., Hasumi H., Kimoto M. (2012) MIROC4h-A New High-Resolution Atmosphere-Ocean Coupled General Circulation Model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90 (3), 325-359
 - 30) Sasakawa M., Ito A., Machida T., Tsuda N., Niwa Y., Davydov D., Fofonov A., Arshinov M. (2012)

- Annual variation of CH₄ emissions from the middle taiga in West Siberian Lowland (2005–2009): a case of high CH₄ flux and precipitation rate in the summer of 2007. *Tellus B*, 64, 17514, doi:10.3402/tellusb.v64i0.17514
- 31) Schepers D., Guerlet S., Butz A., Landgraf J., Frankenburg C., Hasekamp O., Blavier J.-F., Deutscher N.M., Griffith D.W.T., Morino I. et al. (2012) Methane retrievals from Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT) shortwave infrared measurements: performance comparison of proxy and physics retrieval algorithms. *Journal of Geophysical Research*, 117, D10307
 - 32) Schuck T. J., Ishijima K., Patra P.K., Baker A.K., Machida T., Matsueda H., Sawa Y., Umezawa T., Brenninkmeijer C.A.M., Lelieveld J. (2012) Distribution of methane in the tropical upper troposphere measured by CARIBIC and CONTRAIL aircraft. *J. Geophys. Res.*, 117, D19304, doi:10.1029/2012JD018199
 - 33) Shiogama H., Stone D.A., Nagashima T., Nozawa T., Emori S. (2012) On the linear additivity of climate forcing–response relationships at global and continental scales. *International Journal of Climatology* (in press)
 - 34) Shiogama H., Watanabe M., Yoshimori M., Yokohata T., Ogura T., Annan J.D., Hargreaves J.C., Abe M., Kamae Y., Oishi R., Nobui R., Emori S., Nozawa T., Abe-Ouchi A., Kimoto M. (2012) Perturbed physics ensemble using the MIROC5 coupled atmosphere–ocean GCM without flux corrections: experimental design and results. *Climate Dynamics* (in press)
 - 35) Tachiiri K., Ito A., Hajima T., Hargreaves J.C., Annan J.D., Kawamiya M. (2012) Nonlinearity of land carbon sensitivities in climate change simulations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90A, 259–274
 - 36) Tan Z., Zhang Y., Liang N., Hsia Y., Zhang Y., Zhou G., Li Y., Juang J., Chu H., Yan J., Yu G., Sun S., Song Q., Cao K., Schaefer D.A., Liu Y. (2012) An observational study of the carbon–sink strength of East Asian Sub-tropical evergreen forests. *Environ. Res. Lett.* (in press)
 - 37) Tanaka K., Kim H.J., Saito K., Takahashi H.G., Watanabe M., Yokohata T., Kimoto M., Takata K., Yasunari T. (2012) How have both cultivation and warming influenced annual global isoprene and monoterpene emissions since the preindustrial era? *Atmosphere Chemistry and Physics* (in press)
 - 38) Tanaka T., Miyamoto Y., Morino I., Machida T., Nagahama T., Sawa Y., Matsueda H., Wunch D., Kawakami S., Uchino O. (2012) Aircraft measurements of carbon dioxide and methane for the calibration of ground-based high-resolution Fourier Transform Spectrometers and a comparison to GOSAT data measured over Tsukuba and Moshiri. *Atmospheric Measurement Techniques*, 5, 2003–2012
 - 39) Tohjima Y., Minejima C., Mukai H., Machida T., Yamagishi H., Nojiri Y. (2012) Analysis of seasonality and annual mean distribution of atmospheric potential oxygen (APO) in the Pacific region, *Global Biogeochem. Cycles*, 26, doi:10.1029/2011GB004110
 - 40) Umezawa T., Machida T., Ishijima K., Matsueda H., Sawa Y., Patra P. K., Aoki S., Nakazawa T. (2012) Carbon and hydrogen isotopic ratios of atmospheric methane in the upper troposphere over the Western Pacific. *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 8095–8113, doi:10.5194/acp-12-8095-2012
 - 41) Umezawa T., Machida T., Aoki S., Nakazawa T. (2012) Contributions of natural and anthropogenic sources to atmospheric methane variations over Western Siberia estimated from its carbon and hydrogen isotopes. *Global Biogeochem. Cycles*, doi:10.1029/2011GB004232 (in press)
 - 42) Watanabe M., Shiogama H., Yokohata T., Kamae Y., Yoshimori M., Ogura T., Annan J.D., Hargreaves J.C., Emori S., Kimoto M. (2012) Using a multiphysics ensemble for exploring diversity in cloud–shortwave feedback in GCMs. *Journal of Climate*, 25, 5416–5430
 - 43) Watanabe S., Yokohata T. (2012) Future Increase in the All-sky UV-B Radiation over Asia Projected by an Earth System Model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90A, 295–305
 - 44) Watanabe S., Takemura T., Sudo K., Yokohata T., Kawase H. (2012) Anthropogenic changes in the surface all-sky UV-B radiation through 1850–2005 simulated by an Earth system model. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 5249–5257
 - 45) Wu C., Chen J.M., Pumpanen J., Cescatti A., Marcolla B., Blanken P.D., Ardo J., Tang Y.,

- Magliulo V., Georgiadis T., Soegaard H., Cook D.R., Harding R.J., Harding R.J. (2012) An underestimated role of precipitation frequency in regulating summer soil moisture. *Environmental Research Letters*, 7 024011, doi:10.1088/1748-9326/7/2/024011
- 46) Yao Y., Zhang Y., Liang N., Tan Z., Yu G., Sha L., Song Q. (2012) Pooling of CO₂ in a Tropical Seasonal Rain Forest Located at a Small Valley. *Journal of Forest Research*, 17(3):241-252
- 47) Yokohata T., Annan J. D., Collins M., Jackson C. S., Tobis M., Webb M. J., Hargreaves J. C. (2012) Reliability of multi-model and structurally different single-model ensembles. *Climate Dynamics*, 39, 599-616
- 48) Yoshikane T., Kimura F., Kawase H., Nozawa T. (2012) Verification of the performance of the pseudo-global-warming method for future climate changes during June in East Asia. SOLA (in press)
- 49) Zhao J., Zhang Y., Tan Z., Song Q., Liang N., Yu L., Zhao J. (2012) Using digital cameras for comparative phenological monitoring in an evergreen broad-leaved forest and a seasonal rain forest. *Ecological Informatics*, 10:65-72
- 50) 亀山康子 (2012) 地球温暖化問題と対策—COP17/CMP7—果たして COP では温暖化を防げるのか?。資源環境対策, 48 (2), 45-50
- 51) 亀山康子 (2012) 持続可能な開発のための制度的枠組み—効果的な国際制度の実現に向けて—。環境経済・政策研究, 5 (1), 77-80
- 52) 白木裕斗, 芦名秀一, 亀山康子, 森口祐一, 橋本征二 (2012) 多地域電源計画モデルを用いた 2020 年の日本電力部門における再生可能エネルギー導入シナリオの検討。エネルギー・資源学会論文誌, 33 (1), 1-10
- 53) 申龍熙, 高橋潔, 花崎直太, 肱岡靖明 (2012) 日本域付近の気候予測 —CMIP3 気候シナリオと CMIP5 気候シナリオの比較—。土木学会論文集 G (環境), 68 (5), I_159-I_169
- 54) 田中朱美, 高橋潔, 申龍熙, 増富祐司, 山中康裕, 佐藤友徳 (2012) 潜在作物生産性モデル GAEZ の北海道での適用可能性の検討と改良。土木学会論文集 G (環境), 68 (5), I_237-I_248
- 55) 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲 (2012) 世界温室効果ガス排出量半減に向けた中国における削減方策の定量的解析。土木学会論文集 G(環境), 68 (6), II_155-II_164
- 56) 長谷川知子, 藤森真一郎, 申龍熙, 高橋潔, 増井利彦 (2012) 気候変化が作物収量変化を通じて食料消費・経済に及ぼす影響のシナリオ分析。土木学会論文集 G(環境), 68 (5), I_227-I_236
- 57) 長谷川知子, 松岡譲 (2012) インドネシアにおける農畜産業・森林・土地利用変化に由来する温室効果ガス排出緩和に関する研究。土木学会論文集 G(環境), 68 (5), I_211-I_220
- 58) 長谷川知子, 松岡譲 (2012) 農畜産業における技術積み上げ型温室効果ガス排出削減評価モデルの開発。土木学会論文集 G(環境), 68 (6), II_255-II_264
- 59) 花崎直太, 高橋潔, 肱岡靖明 (2012) 日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・社会経済シナリオ。環境科学会誌, 25 (3), 223-236
- 60) 吉森正和, 横島徳太, 小倉知夫, 大石龍太, 河宮未知生, 塩竈秀夫, 對馬洋子, 小玉知央, 野田暁, 千喜良稔, 竹村俊彦, 佐藤正樹, 阿部彩子, 渡部雅浩, 木本昌秀 (2012) 気候感度 Part2: 不確実性の低減への努力。天気, 59 (2), 91-109
- 61) 吉森正和, 横島徳太, 小倉知夫, 大石龍太, 河宮未知生, 塩竈秀夫, 對馬洋子, 小玉知央, 野田暁, 千喜良稔, 竹村俊彦, 佐藤正樹, 阿部彩子, 渡部雅浩, 木本昌秀 (2012) 気候感度 Part1: 気候フィードバックの概念と理解の現状。天気, 59 (1), 5-22
- 62) 吉森正和, 横島徳太, 小倉知夫, 大石龍太, 河宮未知生, 塩竈秀夫, 對馬洋子, 小玉知央, 野田暁, 千喜良稔, 竹村俊彦, 佐藤正樹, 阿部彩子, 渡部雅浩, 木本昌秀 (2012) 気候感度 Part 3: 古環境からの検証。天気, 59 (3), 143-150

(環境研究の基盤整備)

- 1) Kohlhepp R., Ruhnke R., Chipperfield M. P., De Mazière M., Notholt J., Barthlott S., Batchelor R. L., Blatherwick R. D., Blumenstock Th., Coffey M. T., Demoulin P., Fast H., Feng W., Goldman A., Griffith D. W. T., Hamann K., Hannigan J. W., Hase F., Jones N. B., Kagawa A., Kaiser I., Kasai Y., Kirner O., Kouker W., Lindenmaier R., Mahieu E., Mittermeier R. L., Monge-Sanz B., Morino I., Murata I., Nakajima H., Palm M., Paton-Walsh C., Raffalski U., Reddmann Th., Rettinger M., Rinsland C. P., Rozanov E., Schneider M., Senten C., Sinnhuber B. -M., Smale D., Strong K., Sussmann R., Taylor J. R., Vanhaelewyn G., Warneke T., Whaley C., Wiehle M.,

Wood S. W. (2012), Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO₂, and HF total column abundances, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 3527-3557, doi:10.5194/acp-12-3527-2012.

- 2) 増井僚, 小林元, 山本一清, 井手玲子 (2012) デジタルカメラとスキャナーを用いたヒノキ樹冠のシュートフェノロジーおよび個葉生理活性の観測. *中森研*, 60, 43-44
- 3) Nara, H., Tanimoto, H., Tohjima, Y., Mukai, H., Nojiri, Y., Katsumata, K., Rella, C. (2012) Effect of air composition (N₂, O₂, Ar, and H₂O) on CO₂ and CH₄ measurement by cavity ring-down spectroscopy: calibration and measurement strategy, *Atmos. Meas. Technol.*, in press.
- 4) Saigusa N, Li SG, Kwon H, Takagi K, Zhang LM, Ide R, Ueyama M, Asanuma J, Choi YJ, Chun JH, Han SJ, Hirano T, Hirata R, Kang M, Kato T, Kim J, Li YN, Maeda T, Miyata A, Mizoguchi Y, Murayama S, Nakai Y, Ohta T, Saitoh TM, Wang HM, Yu GR, Zhang YP, Zhao FH: CO₂ Flux Measurement and the Dataset in CarboEastAsia. *Journal of Forest Research*, in press
- 5) Umezawa T., Machida, T., Aoki S., Nakazawa T. (2012) Contributions of natural and anthropogenic sources to atmospheric methane variations over Western Siberia estimated from its carbon and hydrogen isotopes, *Global Biogeochem. Cycles*, doi:10.1029/2011GB004232, in press.
- 6) Yamano H., Sugihara K., Watanabe T., Shimamura M., Hyeong K. (2012) Coral reefs at 34° N, Japan: Exploring the end of environmental gradients. *Geology*, 40, 835-838
- 7) Yamano H., Sugihara K., Goto K., Kazama T., Yokoyama K., Okuno J. (2012) Ranges of obligate coral-dwelling crabs extend northward as their hosts move north. *Coral Reefs*, 31, 663

2. 誌上発表 (査読なし)

(当該分野の研究活動)

- 1) Crisp D., Fisher B. M., Dell C. O., Frankenberg C., Basilio R., Bosch H., Brown L. R., Castano R., Connor B., Morino I. et al. (*1Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, *2Colorado State University, *3University of Leicester, *4BC Consulting) (2012) The ACOS XCO₂ retrieval algorithm, Part 2: Global XCO₂ data characterization. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5, 1-60
- 2) Kawasaki M., Yoshioka H., Jones N. B., Macatangay R., Griffith D. W. T., Kawakami S., Ohyama H., Tanaka T., Morino I., Uchino O. et al. (2012) Usability of optical spectrum analyzer in measuring atmospheric CO₂ and CH₄ column densities: substantiation with FTS and aircraft profiles in situ. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5, 4099-4121
- 3) Nakayama T. (2012) Impact of irrigation on hydrologic change in highly cultivated basin. In: Ayse Irmak ed., *Evapotranspiration - Remote Sensing and Modeling*, InTech, 125-146
- 4) Saito R., Patra P. K., Deutscher N., Wunch D., Ishijima K., Sherlock V., Blumenstock T., Dohe S., Griffith D., Morino I. et al. (2012) Latitude-time variations of atmospheric column-average dry air mole fractions of CO₂, CH₄ and N₂O. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 12 (2), 5679-5704
- 5) Sakaizawa D., Kawakami S., Nakajima M., Tanaka T., Morino I., Uchino O. (2012) An airborne amplitude-modulated 1.57 μm differential laser absorption spectrometry: simultaneous measurement of partial column-averaged dry air mixing ratio of CO₂ and target range. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5, 4851-4880
- 6) Tanaka T., Miyamoto Y., Morino I., Machida T., Nagahama T., Sawa Y., Matsueda H., Wunch D., Kawakami S., Uchino O. (*1NIES now at Japan Aerospace Exploration Agency, *2NIES now at Okayama University, *3Nagoya University, *4Meteorological Research Institute, *5California Institute of Technology, *6Japan Aerospace Exploration Agency) (2012) Aircraft measurements of carbon dioxide and methane for the calibration of ground-based high-resolution Fourier Transform Spectrometers and a comparison to GOSAT data measured over Tsukuba and Moshiri. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5 (1), 1843-1871
- 7) Uchino O., Sakai T., Nagai T., Nakamae K., Morino I., Arai K., Okumura H., Takubo S., Matsunaga T., Yokota T. (2012) On recent (2008-2012) stratospheric aerosols observed by lidar over Japan. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 12, 22757-22781
- 8) Yoshida Y., Kikuchi N., Yokota T. (2012) On-orbit radiometric calibration of SWIR bands of TANSO-FTS onboard GOSAT. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5, 4711-4734

- 9) 笠井俊彦、中島英彰 (2012)、「忘れてはならないもう一つの地球温暖化対策～温暖化対策として緊急を要するフロン対策～」、資源環境対策, 48, 67-71.
- 10) 横田達也, 吉田幸生, 森野勇, 内野修, 渡辺宏, Shamil Maksyutov (2012) 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」の2011年度までの成果. 日本航空宇宙学会誌, 60 (9), 338-344

(研究プログラム)

- 1) Belikov D. A., Maksyutov S., Krol M., Fraser A., Rigby M., Bian H., Agusti-Panareda A., Bergmann D., Bousquet P., Cameron-Smith P., Chipperfield M. P., Fortems-Cheiney A., Gloor E., Haynes K., Hess P., Houweling S., Kawa S. R., Law R. M., Loh Z., Meng L., Palmer P. I., Patra P. K., Prinn R. G., Saito R., Wilson C. (2012) Off-line algorithm for calculation of vertical tracer transport in the troposphere due to deep convection. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 20239-20289, doi:10.5194/acpd-12-20239-2012
- 2) Belikov D. A., Maksyutov S., Sherlock V., Aoki S., Deutscher N. M., Dohe S., Griffith D., Kyro E., Morino I., Nakazawa T., Notholt J., Rettinger M., Schneider M., Sussmann R., Toon G. C., Wennberg P. O., Wunch D. (2012) Simulations of column-average CO₂ and CH₄ using the NIES TM with a hybrid sigma-isentropic ($\sigma-\theta$) vertical coordinate. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 8053-8106, doi:10.5194/acpd-12-8053-2012
- 3) Crevoisier C., Nobileau D., Armante R., Crépeau L., Machida T., Sawa Y., Matsueda H., Schuck T., Thonat T., Pernin J., Scott N. A., Chédin, A. (2012) The 2007-2011 evolution of tropical methane in the mid-troposphere as seen from space by MetOp-A/IASI. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 23731-23757, doi:10.5194/acpd-12-23731-2012
- 4) Dolman A. J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchepakova N., Chen T., van der Molen M. K., Belelli Marchesini L., Maximov T. C., Maksyutov S., Schulze, E.-D. (2012) An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory based, eddy covariance and inversion methods, *Biogeosciences Discuss.*, 9, 6579-6626, doi:10.5194/bgd-9-6579-2012
- 5) Nara H., Tanimoto H., Tohjima Y., Mukai H., Nojiri Y., Katsumata K., Rella C. (2012) Effect of air composition (N₂, O₂, Ar and H₂O) on CO₂ and CH₄ measurement by wavelength-scanned cavity ring-down spectroscopy: calibration and measurement strategy. *Atmospheric Measurement Techniques* (in press)
- 6) Pisso I., Patra P., Takigawa M., Machida T., Matsueda H., Sawa Y. (2012) Anthropogenic CO₂ flux constraints in the Tokyo Bay Area from Lagrangian diffusive backward trajectories and high resolution in situ measurements. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 10623-10649, doi:10.5194/acpd-12-10623-2012
- 7) Saeki T., Saito R., Belikov D., Maksyutov S. (2012) Global high-resolution simulations of CO₂ and CH₄ using a NIES transport model to produce a priori concentrations for use in satellite data retrievals. *Geoscientific Model Development Discussions*, 5, 2215-2258
- 8) Saito R., Patra. P. K., Deutscher N., Wunch D., Ishijima K., Sherlock V., Blumenstock T., Dohe S, Griffith D., Morino I. et al. (2012) Latitude-time variations of atmospheric column-average dry air mole fractions of CO₂, CH₄ and N₂O. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 12 (2), 5679-5704
- 9) Sakaizawa D., Kawakami S., Nakajima M., Tanaka T., Morino I., Uchino O. (2012) An airborne amplitude-modulated 1.57 μ m differential laser absorption spectrometry: simultaneous measurement of partial column-averaged dry air mixing ratio of CO₂ and target range. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 5, 4851-4880
- 10) 江守正多 (2012) 温暖化問題、討論のすすめ いまさら温暖化論争?. *物理科学雑誌パリティ*, 27 (2), 52-55
- 11) 亀山康子 (2012) 地球温暖化問題と対策-COP17/CMP7-果たして COP では温暖化を防げるのか?. *資源環境対策*, 48 (2), 45-50
- 12) 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲 (2012) 中国における長期的な温室効果ガス削減可能性の検討. *京都衛生工学研究会*, 26 (3), 33-36
- 13) 藤野純一 (2012) 持続可能なアジア低炭素開発に向けて-アジア低炭素社会研究プロジェクト-. *産業と環境*, 41 (2), 31-34
- 14) 横島徳太 (2012) 食料生産と気候変動の将来予測にむけて. *地球環境研究センターニュース*, 23

(1), 2-4

- 15) 横島徳太 (2012) 夏の大公開;楽しく学んでエコ力(りょく)アップ;「地球温暖化の気になる疑問、研究者に聞きにいこう！」開催しました. 地球環境研究センターニュース, 23 (6), 201209-262004

(環境研究の基盤整備)

- 1) 中島英彰 (2012) 「赤外線の世界と未来 k. 気象・自然環境。」日本赤外線学会誌, 21 (2), 52-55
- 2) 三枝信子 (2012) 「森林生態系の炭素循環: Takayama Forest での 10 年間で分かったことと、わからなかったこと」(大塚俊之) へのコメント. 日本生態学会誌, 62 (1), 47-48
- 3) 横田達也, 吉田幸生, 森野勇, 内野修, 渡辺宏, Shamil Maksyutov (2012) 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」の 2011 年度までの成果. 日本航空宇宙学会誌, 60 (9), 338-344

3. 書籍**(当該分野の研究活動)**

- 1) Nakayama T. (2012) Impact of irrigation on hydrologic change in highly cultivated basin. In: Ayse Irmaked., Evapotranspiration - Remote Sensing and Modeling, InTech, 125-146

(研究プログラム)

- 1) Abdullaev I., Amin R., Asayama Y., Bengtsson M., Elder M., Bengtsson M., Dobias R., Elder M., Fuentes R., Ganguly A., Jiang G., Kainuma M., Kataoka Y., Olsen S. H. (GEO Fellow), Suhardiman D. (2012) Chapter 10 Asia and the Pacific. In: UNEP 著, The Fifth Global Environment Outlook (GEO-5), United Nations Environment Programme, 259-289
- 2) Fujino J. (2012) Asian Low-carbon society Scenario development and policy implementation. In: Ryo Fujikura and Tomoyo Toyotaed., Climate Change Mitigation and International Development Cooperation, Routledge, 227-240
- 3) Fujino J. (2012) The potential for low carbon climate resilient economy (LCS) in Japan. In: Ancha Srinivasan, Frank Hiroshi Ling, Hideyuki Mori 編著, Climate Smart Development in Asia, Routledge, 21-40
- 4) Handmer J., Honda Y., Kundzewicz Z.W., Arnell N., Benito G., Hatfield J., Mohamed I.F., Peduzzi P., Wu S., Takahashi K. et al. (2012) Changes in impacts of climate extremes: human systems and ecosystems. In: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgleyeds., Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, Cambridge University Press
- 5) 江守正多+気候シナリオ「実感」プロジェクト影響未来像班 (2012) 江守正多+気候シナリオ「実感」プロジェクト影響未来像班編著, 地球温暖化はどれくらい「怖い」か? 温暖化リスクの全体像を探る, 技術評論社
- 6) 江守正多 (2012) コラム 1 地球温暖化問題のリスク認知. 中谷内一也編, リスクの社会心理学 - 人間の理解と信頼の構築に向けて, 有斐閣, 22-23
- 7) 町田敏暢 (2012) 二酸化炭素、「地球と宇宙の化学事典」, 日本地球化学会編, 朝倉書店
- 8) 向井人史, 須永温子, 野尻幸宏 (2012) 第 2 部第 2 章 自由対流圏の二酸化炭素の通年観測、「よみがえる富士山測候所 2005~2011」, 土器屋由紀子, 佐々木一哉編著, 成山堂書店

(環境研究の基盤整備)

- 1) 町田敏暢, 二酸化炭素、「地球と宇宙の化学事典」(日本地球化学会編) 朝倉書店

4. 口頭発表 (招待講演については個々の内容を記載)

国外: 114 件

国内: 131 件

(招待講演)

(当該分野の研究活動)

- 1) 花崎直太 (2012) 陸域の水循環と人間の水利利用～コンピュータシミュレーションから見えてきたもの～. 第4回「水科学」ワークショップ『水の多様性を極める』－水科学の現在と未来－, 第4回「水科学」ワークショップ『水の多様性を極める』－水科学の現在と未来－予稿集, 15
- 2) 飯尾淳弘, Anten N., 彦坂幸毅, 中河嘉明, 伊藤昭彦 (2012) 木本植物を対象とした葉面積指数(LAI)のグローバルメタ解析 環境応答特性と植生タイプによる違い. 日本学術振興会産学協力研究委員会 地球環境・食糧・資源のための植物バイオ第160委員会 第2回研究会「植物栄養代謝バランスの多方面からの理解」, 日本学術振興会産学協力研究委員会 地球環境・食糧・資源のための植物バイオ第160委員会 第2回研究会「植物栄養代謝バランスの多方面からの理解」予稿集

(研究プログラム)

- 1) Belikov D., Maksyutov S. (2012) TransCom-CH4 community, TransCom model simulations of 222Rn evaluation and intercomparison of cloud convective transport. Transcom workshop, Nanjing, Abstracts, 2012
- 2) Fujino J. (2012) Lessons of Green Economy policies in Japan: “Scenarios and Actions”. 1st Workshop On Green Economy and its Enabling Policy
- 3) Liang N., Okuda T., Philip E., Rahim A. Nik. Carbon Balance of Tropical Forests and REDD Credit. AOGS-AGU (WPGM) Joint Assembly, August 2012, Resorts World Convention Centre, Singapore
- 4) Machida T., Saeki T., Arshinov M., Belan B., Fedoseev N., Mitin S., Sasakawa M., Maksyutov S. (2012) Temporal and spatial variations of atmospheric carbon dioxide and methane over Siberia, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉
- 5) Machida T. (2012) Monitoring of Atmospheric CO₂, its temporal changes and global distribution. The Third Symposium on Future Challenges for Carbon-Based Nanoporous Materials : Adsorption and Energy, Nagano, Japan
- 6) Machida T., Matsueda H., Sawa Y. Niwa Y. (2012) Recent CONTRAIL activities. IAGOS-ERI Annual Meeting 2012, Gaienhofen, Germany
- 7) 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. (2012) Benefit of GOSAT observations to regional CO₂ flux estimation. 5th International Workshop on CO₂/CH₄ DIAL remote sensing, Program of 5th International Workshop on CO₂/CH₄ DIAL remote sensing
- 8) Takahashi K. (2012) Introduction to research projects on impact and adaptation analysis conducted in Japan. International Workshop on Theoretical and Empirical Approaches for Understanding Adaptation to Climate Change, Abstracts of International Workshop on Theoretical and Empirical Approaches for Understanding Adaptation to Climate Change
- 9) Takahashi K. (2012) National level impact assessments in Japan and climate scenarios used in them. International Expert Meeting on the Development of Climate Scenarios to Support Adaptation Planning and Practices in Asia and the Pacific
- 10) 朝山由美子 (2012) (独) 国立環境研究所(NIES) アジア・太平洋統合評価モデル (AIM) 研究プロジェクトチームによる低炭素都市づくりに関する研究活動. 低炭素都市づくりの知識プラットフォーム 「低炭素社会にむけた転換の力学－ライフスタイル変革及び都市におけるエネルギー消費に焦点をおいて－」 研究会
- 11) 飯尾淳弘 (2012) ブナ天然林における光合成特性の個葉から樹冠へのアップスケーリング～その特徴と課題～. 第25回 SERIS セミナー
- 12) 江守正多 (2012) 新シナリオ開発・統合フェイズとは. 文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム／環境省環境研究総合推進費戦略課題 S-5/S-8 H23 年度合同シンポジウム
- 13) 江守正多 (2012) 地球規模の気候変動リスク管理に向けて. 平成 24 年度 SPEED 軽井沢セミナー
- 14) 江守正多 (2012) 気候変動予測の不確実性とそのコミュニケーション. 第 10 回地球シミュレータシンポジウム「地球シミュレータ 誕生 10 周年 そして未来へ」
- 15) 高橋潔 (2012) 気候変動・極端現象・災害リスク管理－IPCC 極端現象特別報告書が示す最新の科学的知見－. 第 4 回温暖化リスクメディアフォーラム, 第 4 回温暖化リスクメディアフォーラムプログラム
- 16) 高橋潔 (2012) 推進費 S5 と統合シナリオ開発. 文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム／環境省環境研究総合推進費戦略課題 S-5/S-8 H23 年度合同シンポジウム

- 17) 奈良英樹 (2012) 定期貨物船を用いたアジア-オセアニア域における温室効果気体の観測と波長スキャンキャビティーリングダウン分光分析計の適用. PICARRO CRDS 技術セミナー、神田
- 18) 肱岡靖明 (2012) 地球環境研究総合推進費「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」S-8. 九州・沖縄地方の地球温暖化影響・適応策検討調査に係る地域WG
- 19) 肱岡靖明 (2012) 自治体が使える温暖化影響・簡易推計ツール. 長野県地球温暖化対策戦略検討会タスクフォース(第二回)

(環境研究の基盤整備)

- 1) Yamano H., Sugihara K. (2012) High-latitude corals and coral reefs in Japan. 12th International Coral Reef Symposium, -, Cairns, July.

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。