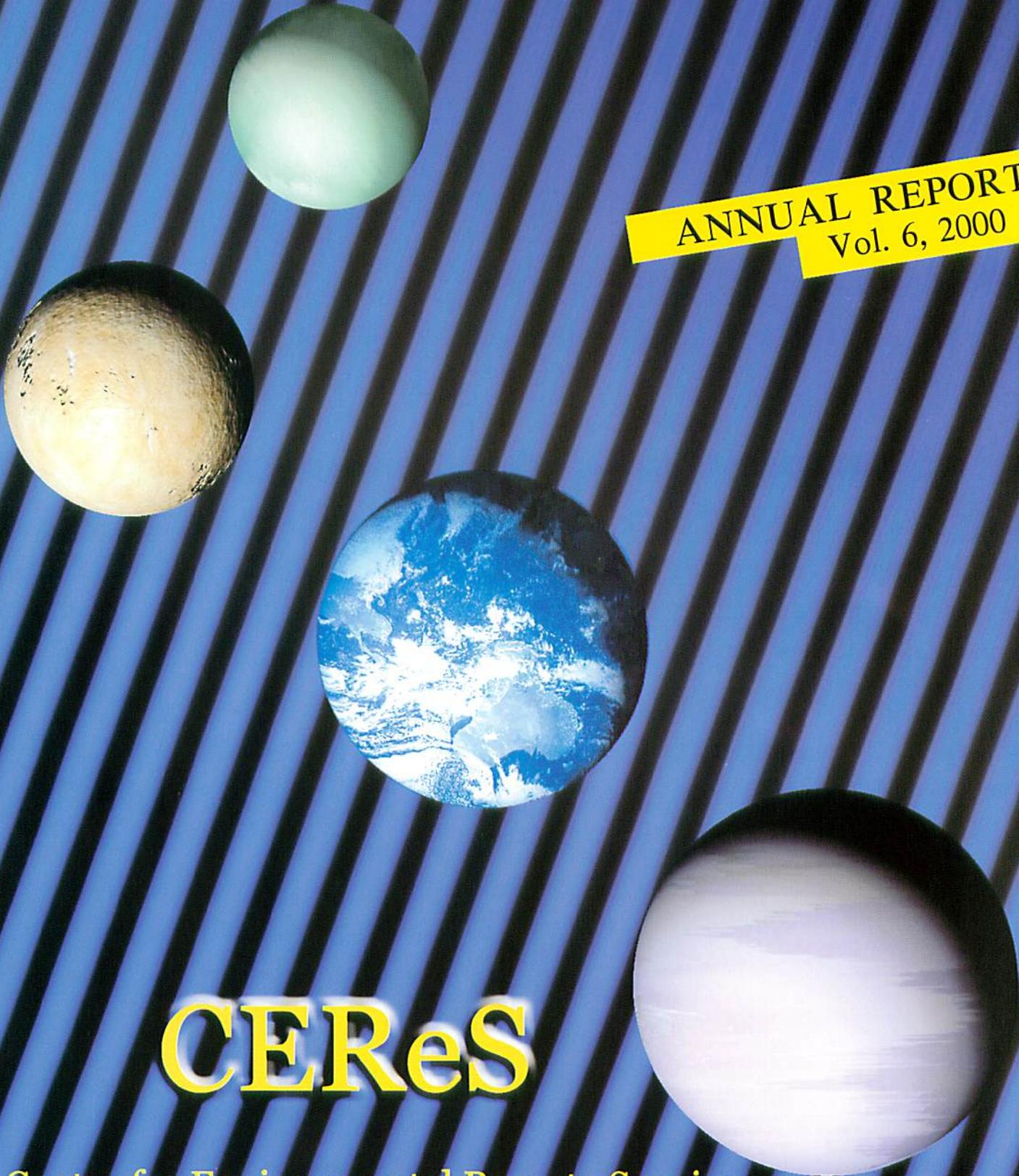


千葉大学環境リモートセンシング研究センター

ANNUAL REPORT
Vol. 6, 2000



CEReS

Center for Environmental Remote Sensing
Chiba University

千葉大学
環境リモートセンシング研究センター
平成12（2000）年度
年報（通算6号）

はじめに

千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）が、全国大学共同利用研究機関として発足して、6年が経過致しました。その間 CEReS は、「リモートセンシングに関する国内唯一の共同利用研究機関」としてさまざまな活動を展開し、逐次年報によってその活動を報告してきたところであります。

本報告は、平成12年度の活動と成果をまとめたものです。ご一読頂き、今後の研究のために、忌憚のないご意見やご批判をお寄せ頂ければと存じます。

CEReS では、設立当初から衛星データを用いた地球環境研究を目指して、衛星データ解析に固有なグローバルな視点と、従来の科学が築き上げた成果を結びつける立場で活動してきました。センターの共通研究課題として「リモートセンシングによるアジアの環境変動地域のモニタリング」を掲げ、アジア、中でも発展著しい東アジアを中心に、各部門の独自性と専門性を生かしながら、研究の推進を図ってきました。同時に、戦略基礎研究「衛星計測による植物生産量推定手法の開発（代表：本多嘉明助教授）」では、総合的な現象把握のために、各分野・内外の研究者が協力して新しい成果を得るべく活動中です。

センサ/大気放射部門では、東アジアにライダーや放射観測ネットワークを構築し、大気補正を含む衛星データプロダクトの高精度化に向けた研究を推進しています。地球環境情報解析研究部門では、植生分布のグローバルマッピングや植物生産量の推定手法の開発を推進し、衛星解析に重要な新しい指標（BSI:Bi-directional reflectance Structural Index）の提案を行うなど活発な研究を展開しています。また、海洋や雪氷域にまたがる幅広いフィールドを対象に、CO₂循環や植物プランクトンの解析など、衛星解析ならではの成果を上げています。データベース研究部門では、水文学的手法を用いたアジア域の水循環の問題、GISを利用したデータベースの構築など推進しております。また引き続き NOAA/AVHRR や GMS-5, FY-2 の受信やアーカイブを推進し、並行して過去20年に亘る NOAA GAC データの蓄積と長期変動調査の為の作業も開始致しました。

一方、全国共同利用研究機関として、これらの研究は他大学、国内外研究機関等の研究者との幅広い連携や共同研究を通して推進しております。

地球環境問題は、21世紀に入りますます重要な問題となりつつあり、早急に解決すべき課題の一つとして、文部科学省の重点施策にも取り上げられております。環境問題は間口が広く多様で、「ヒト」の生活そのものが深く関わることから、温暖化抑止問題を見ても明らかなように、容易な解決法はありません。我々に必要なことは、

客観性のある地球環境情報を広く提供する事です。CEReSは、リモートセンシング技術の向上と地球環境に関わる新たな成果をもって、学術的貢献、社会への還元を積極的に推進したいと思います。

また残り4年弱となったCEReSは、これまでの研究成果の完結と、新しい展望を切り拓くよう一層努力する所存です。従来にもまして、一層のご支援とご鞭撻をお願い申し上げます。

平成13年9月

千葉大学環境リモートセンシング研究センター長
高村民雄

目 次

はじめに

[1]	研究活動	1
	1.1 センサ／大気放射研究部門	
	1.2 地球環境情報解析研究部門	
	1.3 データベース研究部門	
	1.4 データベース開発運用部	
[2]	共同利用研究	18
	2.1 プロジェクト研究	
	2.2 一般研究	
[3]	研究成果の公表	36
	3.1 研究論文等	
	3.2 学会・研究会での発表	
[4]	受 賞	51
[5]	国際交流	52
	5.1 研究者の国際交流	
[6]	教育活動	54
	6.1 講 義	
	6.2 博士論文、修士論文	
[7]	センターの行事	60
	7.1 センター主催のシンポジウム	
[8]	主要研究設備	64
	8.1 既設主要研究設備一覧	
[9]	組織・運営	71
	9.1 予 算	
	9.2 職員名簿	
	9.3 新任教官紹介	
	9.4 運営協議会の記録	

[1] 研究活動

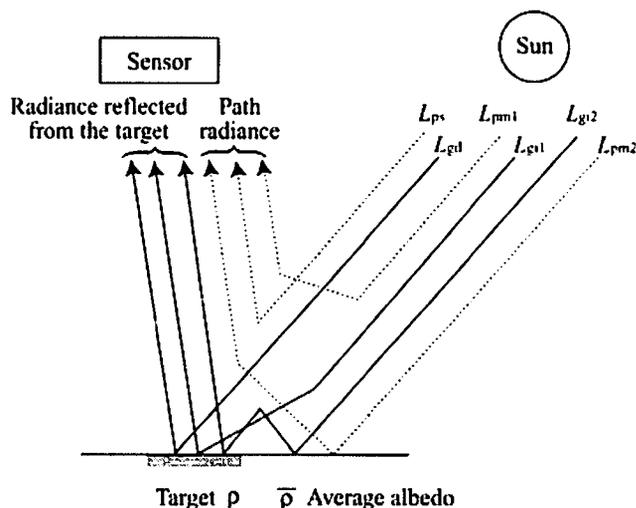
■ 1. 1 センサ/大気放射研究部門

この研究部門では、現在の衛星データの精度を制限している最大の要因である「大気補正」を理論・観測に基づいて研究している。センサ研究分野（竹内・久世）では、観測目的に適した物理量を有効に導出できる高精度地球観測センサの基礎および応用研究を行っている。また大気放射研究分野（高村）では、放射理論と、雲や大気状態の観測データに基づく衛星データの大気補正手法の開発と、放射伝達の観点からの地球環境問題を扱っている。

1. 1. 1 可視・近赤外域における人工衛星データの大気補正に関する研究

（竹内延夫，久世宏明，美濃村満生，朝隈康司，大堤新吾）

人工衛星データにより地球環境を研究する場合、衛星センサに到達する放射輝度値は途中の大気によって影響される。この効果は大気中の空気分子およびエアロゾルの吸収・散乱によって起こり、地上対象物の真の反射率を求めるには、これら大気中の影響を取り除く必要がある。この処方を一般に大気補正と呼び、衛星データの定量的な解析を行う上で非常に重要なプロセスの一つである。大気補正において、エアロゾルによる影響はとくに複雑であるが、それは粒径分布や複素屈折率が異なると、エアロゾルの光学特性が大きく変化することによる。（下図に太陽光が地球大気・地表面での複雑な過程を経て衛星センサに到達する様子を示した。）



衛星に到達する放射輝度成分

大気補正手法の研究においては、大気中の散乱・吸収の評価および目標物周辺からの反射の影響（周辺効果）の評価が欠かせない。本研究では、まずセンサへの放射輝度値を大気上端での放射輝度値のみで表すアルゴリズムを新たに開発した。これにより、大気の散乱の影響を MODTRAN のような一般的放射伝達コードを用いて計算することが可能となった。この方法を NOAA/AVHRR

を想定したシミュレーションデータに適用し、チャンネル1では1%、チャンネル2では0.5%の誤差内で地上反射率が求められることを示した。ついで、周辺効果に関して定量的に考察するためのシミュレーションを行った。都市域のエアロゾルモデルを対象とし、エアロゾルおよび空気分子による単散乱過程を考慮した。海陸の境界を想定し、地表面が反射率の異なる2つの領域から構成されているとして、周辺効果の大きさが地表面反射率、エアロゾルの光学的厚さ、エアロゾルの鉛直分布などにより変化する様子を定量的に検討した。この計算結果を利用することにより、実際の大気補正過程において考慮すべき周辺領域の範囲を決定することが初めて可能となった。本研究は、一般性のある大気補正手法を提案し精度検証を行ったこと、および周辺効果について従来定性的なものにとどまっていた考察を定量化したこと、の二点において価値があるものと考えられる。

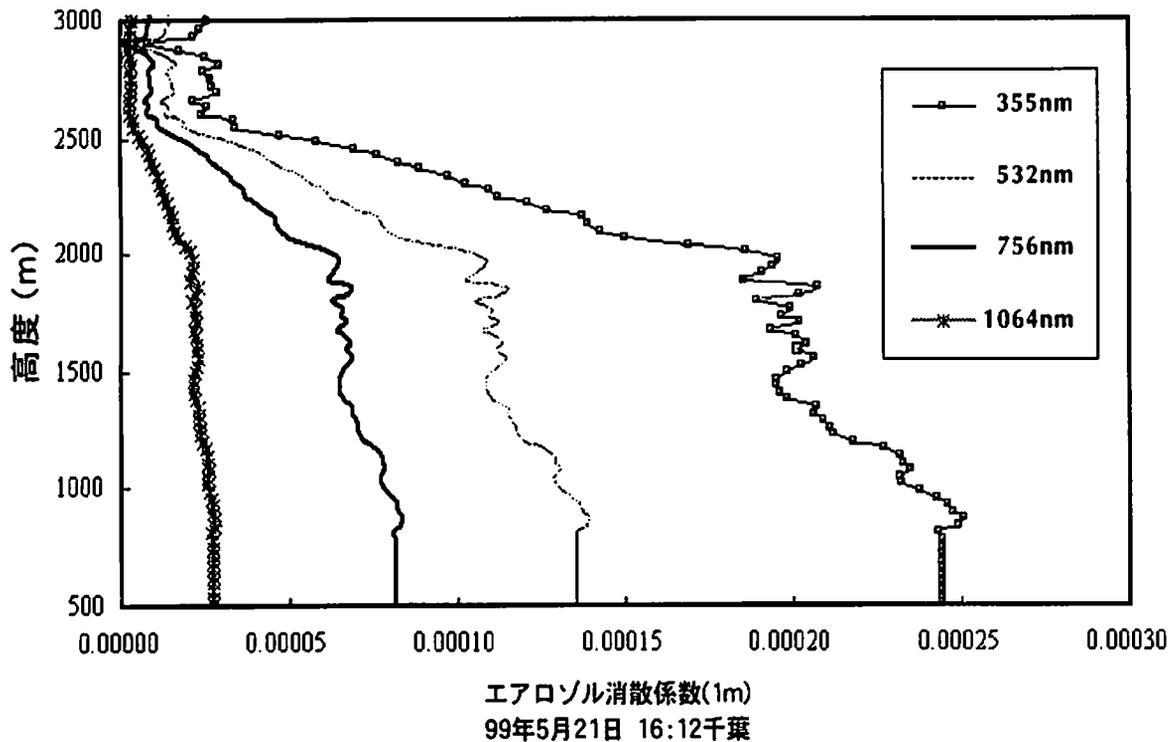
以上の方式では、実際の衛星データに適用する場合、大気エアロゾルの光学的厚さを別の手段から導出して与えねばならない。そこで、衛星データのみから大気エアロゾルの光学的厚さを決定し、同時に海面および陸域の地表面反射率を決定するアルゴリズムについて研究した。衛星データとしては、千葉地域を含む関東地方のものをテストケースとして扱う。海面の反射率に適切な値（たとえば2%）を仮定し、エアロゾルモデルとして現実的なモデルを想定すれば、大気中の放射伝達を扱う6Sコードにより衛星が受信する輝度値を計算することができ、これが観測値と一致する条件からエアロゾルの光学的厚さが求められる。本研究の手法ではさらに、この条件のもとで衛星画像の大気補正を行い、海面反射率を導出する。この一連のプロセスを反復することにより、光学的厚さと反射率を同時に決めることが可能となる。この方法の検証のため、東京湾上のピクセルで求めた光学的厚さの半年間にわたる変化を千葉大学のサンフォトメータによる値と比較した結果、よい相関が得られた。今後、アルゴリズムにおける収束条件などを検討することにより、実用性の高い方法を提供できるものと期待できる。

1.1.2 多波長ライダーデータの実際的校正法の確立 — 参照プロファイル法とルックアップテーブル法

(久世宏明, 竹内延夫, 金城秀樹, 矢吹正教)

環境リモートセンシング研究センターでは、可視光を中心とする4波長でのミー散乱を同時に計測できる大型ライダーにより、大気エアロゾルの観測を行っている。観測の目的は対流圏の各高度について後方散乱光強度を測定することによりエアロゾルの鉛直プロファイルを導出すること、および消散係数の波長依存性からエアロゾルの種別に関する情報を導出することである。この目的のため、ライダー方程式を用いて観測信号を解析するわけであるが、その際、各波長について遠方の積分開始点における消散係数の初期値と、消散係数と後方散乱係数の比（ライダー比） S_1 に適切な値を設定する必要がある。これらのパラメータの決定法が本研究の主題となっている。本研究では、大気分子によるレイリー散乱や大気中の微量気体による吸収の影響が比較的小さく、また、検出感度が比較的良好な532nm（緑）の信号を基準とし、これをもとに他の波長領域のパラメータを求める手法を提案した。すなわち、まずこの基準波長について、サンフォトメータによる光学的厚さ τ を利用して S_1 を求める方法（ τ マッチング法）を適用する。その際、地上設置の積分型ネフェロメータ（530nm）と小型ライダー（532nm）のデータを用い、遠方での初期値の最適値を決める。

こうして得られた消散係数プロファイルから、光学的厚さの比を考慮して他の波長の参照プロファイルを作り、ライダー方程式の解がこれと最もよく一致する条件から S_i を決める。本研究では、このアルゴリズムを提案するとともに、現実的なパラメータを用いたシミュレーション、および実測データへの適用により、参照プロファイル法の有効性を実証した。



上記の方法は、サンフォトメータによる各波長での光学的厚さを予め解析に組み込むため、実際的な条件に適したプロファイルを導出できる。ただし、 S_i パラメータの値が高度によらず一定であると仮定するため、高度によりエアロゾルの光学的特性が顕著に変化する場合には解析精度が低下する。この問題を解決することをめざして、予め予想されるエアロゾルの粒径分布・複素屈折率から消散係数・ S_i パラメータの波長依存性のテーブルを作り、実験データと直接の比較を行ってこれら諸パラメータの高度分布を決定する新しいアルゴリズム（ルックアップテーブル法）の開発に着手した。

1.1.3 ライダーおよび地上サンプリングによる大気エアロゾル光学特性の研究

(竹内延夫, 久世宏明, 矢吹正教, 武田明知)

大気中のエアロゾル（浮遊粒子状物質）は地球の放射収支に大きく寄与し、衛星データの大气補正を考える上でも重要である。エアロゾルの光学的性質は粒径分布と複素屈折率によって決まるが、一方、大気汚染の基準は重量濃度を用いて記述されている。光散乱を用いる計測により求められる体積濃度分布からエアロゾルの重量を導出するには、その密度が分かればよい。本研究では千葉で継続して測定した結果に基づき、積分型ネフェロメータ、ローボリュームエアサンプラー、 β 線式質量濃度計、光学的光散乱計等の測定結果からエアロゾルの密度を求めることを以下の3種の方法

で行った。第1の方法は、エアロゾルの都市型モデルにエアサンプラーより得られた屈折率を用いてミー理論から体積濃度分布を計算し、積分型ネフェロメータデータと比較して体積濃度を求め、 β 線式質量濃度計の結果と比較する方法である。第2は、光散乱計から体積濃度分布を求め、 β 線式質量濃度計と比較する方法、さらに第3は化学分析結果から直接計算する方法である。これらの結果を比較すると、導出されるエアロゾルの密度は、その体積分布に非常に敏感であること、また、対数正規分布の体積濃度分布から求める方法がもっとも妥当な結果を与えることが明らかとなった。

以上の研究を含め、前年度に引き続き、アンダーセン・サンプラーによるエアロゾルの解析を千葉、タイ、シンガポール、モンゴルなどのデータをもとにして行った。測定された化学組成から、エアロゾルによる光の吸収を表す単散乱アルベド、散乱の角度依存性を表す位相関数、ライダーデータの解析で必要となる S_1 パラメータ（消散係数と後方散乱係数の比）を導出し、地域的・季節的特性について比較を行った。このような手順で得られたエアロゾルの光学特性を多波長ライダーデータの解析および衛星データの大気補正に応用するアルゴリズムについて、引き続いて検討を進めている。

1.1.4 マイクロパルスライダー・可搬型ライダーによる大気の連続観測

（竹内延夫，久世宏明，陳 衛標，鈴木義英，秋元 竜，立谷伸也）

昨年度に引き続き、無人連続運転が可能なマイクロパルスライダー（MPL）を筑波・タイに設置し、エアロゾルや雲底高度など雲の幾何学的パラメータの観測を継続して実施した。この研究はアジア地域におけるエアロゾルのライダーネットワーク観測の一環である。1999年5月から1年間のつくばにおけるMPLの観測結果に基づき、混合層高度の時間的・季節的変動について調べた。エアロゾルの光学的厚さと混合層高度の変化の間に時間差があることを見出し、また後者について地表面からの大気加熱効果によるモデル計算との比較を行った。この研究の結果は自動観測可能なアイセーフライダーが大気境界層高度の観測において実用価値が高いことを実証するものとなった。

千葉大工学部・浜松ホトニクスと共同で開発を進めている可搬型自動ライダー（Portable Automated Lidar, PAL）については、前年度に引き続いて市原市の千葉県環境研究所で大気連続観測を行っている。このライダーは、近年進展の著しい半導体レーザー励起の固体レーザー（Nd:YAGレーザー）を光源とした、高繰り返しライダーシステムである。ライダーで排煙拡散観測のような拡散現象を測定するには、拡散断面の2次元観測が望まれる。本研究では可搬型のライダーに、測定方向をモーター駆動により自動的に掃引できる機構を付与し、道路からの排ガス測定に使用した。ライダー光源としてはフラッシュランプ励起のNd:YAGレーザーを10ppsで使用した。上下方向に最高で毎分60°掃引できるシステムに改造し、掃引角をポテンショメータで読み取り、角度情報はコンピュータで処理する。このシステムを用いて、高速道路からの排煙拡散の状況を観測し、2次元データの処理法を開発した。解析では放射状に得られた信号を内挿することによって格子状のデータに再配列し、それを時系列順に比較することによって大気中で浮遊粒子状物質の分布が変動していく様子を捉えることが可能となった。

1.1.5 対流圏エアロゾルのライダー観測における多重散乱信号の評価

(Wahyu Widada, 久世宏明, 竹内延夫)

地上設置ライダーによる対流圏エアロゾルの観測において、ライダーの仰角を変化させたときの多重散乱過程の効果を定量的に調べた。多重散乱の計算にはモンテカルロ法を用い、単散乱信号と仮定したときの消散係数の誤差を評価した。光学的厚さの変化 0.28-3.6 に対し、誤差は 2-18%であった。本研究は、雲など、特定の散乱強度の高い部分がないライダー信号においても、多重散乱の評価が可能であることを明らかにした点に特徴がある。発展として、2成分大気に対して、ライダー信号からの多重散乱成分の評価法を導くことができる。

1.1.6 半導体レーザーとファイバー・リングレーザーを用いた微量気体の高感度検出法の研究

(久世宏明, 竹内延夫, 水野一庸, 由井四海, 関上優二)

半導体レーザーを光源とする分光法は、地球環境に関わる微量気体のフィールドにおける検出において簡便でかつ有力な手段を提供する。1.5 μm の通信用帯域の外部共振器型半導体レーザーを光源とし、長さ 25cm のファブリー・ペロー光共振器を用いて実効吸収長を長くする実験では、すでにアセチレンにより吸収長の 44 倍の増加を確認し、引き続いて変調分光法を併用することによる感度の向上を観測した。本研究の方式はリングダウン方式の場合のように反射率が非常に 1 に近いスーパーミラーを使う方式に比べレーザーを共振器に通過させるのが容易であり、また、多重反射セルによる方式に比べ残存干渉縞による影響を受けにくいという特色があり、今後、改良を進めることにより大気環境計測に有力な手段を提供することが期待される。

エルビウム・ドープのファイバー増幅器 (EDFA) を用い、リングレーザー配置とする実験では、リング中に偏光を制御する素子を導入することにより、気体吸収の増加にともなうモードホップを低減して一層の高感度化を達成した (約 100 倍)。この結果は、リングレーザーの理論からの予想とよく一致した。

1.1.7 気象衛星「ひまわり」(GMS) データを用いた地表面放射収支推定の研究 (継続)

(高村民雄, 岡田 格*, 古谷真海, 田代恭子) ・科学技術振興事業団

これまで GMS-5 から可視、赤外画像データを用いて、地表面における放射収支を求めるための第一段階として下向き日射量の推定を行ってきた。前年度にアルゴリズム開発は終了し、2000 年度は 1996 年から 1998 年までの、GMS-5 毎時データの解析を終了した。これらの情報は、CD-ROM によって配布できる体制が整い、すでに希望者には配布を開始した。

昨年に引き続き、これらの解析結果に対して、モンゴル、中国、タイにある観測ネットワーク (SKYNET) のデータを利用して、その検証を推進している。

一方、地表放射収支の推定には、地表面反射率、地表温度などの情報が必要であり、その特性を知ることが重要である。雲がある場合、衛星データから可視・近赤外波長を用いて雲底下の地表情報を得ることは困難である。そのために、① AMEDAS を用いた地表気温と衛星データから推定さ

れる地表輝度温度の関係を調べ、曇天下の地表日射量の推定から地表温度を推定する手法の研究を行った。その結果、衛星データと AMEDAS データの比較範囲が異なることから、かなりばらつきのある結果が出ており、全体の傾向としては合うものの、定量的な関係を得るまでには至らなかった。次に、②全波長に対する地表面反射率の季節別、太陽高度別の違いを調べた。これによると、快晴時には太陽天頂角の関数として表現でき、季節による違いは 1-2%程度しかないことが分かった。この結果は、筑波における露場観測の結果であり、地域による違いを調査するために、SKYNET 各サイトのデータを引き続き今後解析予定である。

1.1.8 エアロソル・放射地上観測ネットワーク (SKYNET) 観測とエアロソルの放射影響評価

(高村民雄, 岡田 格*, 川口亜矢子, 中島映至**)

・科学技術振興事業団, **東大気候システム研究センター

衛星データの大气補正と、センタープロジェクトである「東アジアの環境変動地域のモニタリング」のために、主としてエアロソルの地域及び季節変動をモデル化する目的で、sky radiometer を中心とする地上観測ネットワーク (モンゴル・マンダゴビ, 中国・銀川及び敦煌, タイ・サムロン) の観測を推進中である。この観測は、表記にあるセンター独自の研究に加えて、GAME プロジェクト, 宇宙開発事業団, 日中科学協力事業等の支援を受けて行っている。また、宇宙開発事業団により 2001 年末に打ち上げ予定の ADEOS 搭載 GLI センサのアルゴリズム評価の基礎資料ともなる。

各サイトで得られた観測値は、千葉大及び東大気候システム研究センターで蓄積され、基本的に公開されている。このデータを用いて、衛星データから推定される日射量等の評価を推進中である。また、観測項目にあるエアロソル量と日射量の観測からエアロソルの放射強制を評価する試みを開始している。

1.1.9 分光型サンフォトメータの開発とオゾン量の推定に関する研究

(高村民雄, 楠本健太郎, 金田真一)

従来のフィルター型サンフォトメータに替わり、分光器タイプのサンフォトメータを開発した。分光器タイプの特徴は、およそ 350nm~1100nm の広い波長域を連続的に計測可能なことであり、エアロソルはもちろん、大気中の様々な吸収物質のスペクトルが同時に検出できることである。これによって、エアロソルとともに吸収物質量の同時推定が可能となる。分光器型サンフォトメータのもう一つの特徴は、フィルタータイプに比較して安定度が高いことである。これまでのサンフォトメータの最大の欠点である検定値の変動が、分光器型サンフォトメータによって、大きく改善されることが期待されている。分光器型サンフォトメータは、市販の分光器を利用して改造したものと、システム全体を新たに設計開発したのものがある。本研究では、市販分光器を改修したものを利用した。

これまでの研究から、サンフォトメータで水蒸気量、オゾン量、窒素酸化物量などの推定が可能なのは分かっており、幾つかの論文も発表されている。しかし、分光器型サンフォトメータは未

だ一般的ではなく、その有用性も示されていない。本研究では、このような観点から、このサンフォトメータを利用する場合の、オゾン量推定アルゴリズムの開発を行った。

オゾン量の推定には、最も良く用いられる紫外域ではなく、可視域のほぼ中心にある Chappuis 帯を使用する。本研究では、全波長域からエアロソルのみと予想される波長を用いてその光学的厚さを算出し、550nm から 620nm にかけて広がる Chappuis 帯からその影響を除いた。しかし、エアロソルの消散の波長依存性が不明であることから、2種類の fitting を用いて行う。また、この吸収帯には、水蒸気、酸素の吸収帯が重なっており、この影響を除くために重なる領域を除外した。

最適の吸収量の推定のために、オゾンのみと予想される波長のみを選んで理論値と比較する。ハワイ・マウナロア観測所での器材の検定を兼ねた観測結果では、エアロソル量の評価の仕方により異なるが、いずれの方法でも 10% から 20% にほぼ入ることが確認された。

■ 1.2 地球環境情報解析研究部門

1.2.1 波浪の発達及び海表面境界過程の研究

(杉森康宏, 鈴木直弥, 趙 朝方, 諏訪 純, 小林大輔)

地球温暖化に影響を及ぼす炭酸ガスの海洋への吸収等を解明するために、海洋の炭酸ガス収支に直接関係すると考えられる海洋波浪、波浪の発達過程、特に砕波過程、海上風と海面粗度の関係など海面境界過程の解析研究を行うことがとても重要な課題である。本研究では相模湾における海上観測塔（防災科学技術研究所・平塚観測塔）とこれに係留したウェーブライダーによる波浪、アナログ風向風速計による海上風の連続観測を実施し、現場計測データの解析を通して波浪の発達過程、海上風と海面粗度の関係などの問題の解明を試みた。

1.2.2 衛星マイクロ波センサー（SSM/I, SCAT）データの解析

(杉森康宏, 鈴木直弥, 大沢高浩, 諏訪 純, 趙 朝方)

海面での炭酸ガス収支の見積を行うためのデータとして海上風の推定は不可欠である。そこで人工衛星マイクロ波散乱計による観測データ（EERS-1/SCAT）および、衛星マイクロ波放射計データ（DMSP/SSM/I）から得られる海上風速場と気象庁ブイロボットによる海上風速、風向値との比較を行い、衛星観測データの有用性、観測精度について検討を行った。

1.2.3 北太平洋における大気-海洋間炭酸ガス収支の研究

(杉森康宏, 趙 朝方, 大沢高浩, 黒岩大悟)

グローバルな領域における炭酸ガス収支の見積のために、DMSP/SSM/I, EERS/SCAT, NOAA/AVHRR, 等の衛星観測データから求めた風速、海面水温の値を用い、既存の炭酸ガス収支モデル（Liss, Slater: 1974）から推定を行った。この結果を基に、海面のバブリング、白波の

面積比を考慮した炭酸ガス収支モデルについて検討を行った。特に砕波を考慮したモデルから推定した結果は、放射 C_{14} の結果と最も一致している事が分かった。

1.2.4 内湾のエコダイナミックスの研究

(杉森康宏, 浅沼市男, 諏訪 純)

地球環境問題に加えて沿岸海域では湿地帯や干潟の消滅と環境破壊の関係が注目されている。特に東京湾や大阪湾などのような半閉鎖的性内湾での富栄養化に伴う水質汚染は現在緊急に解決しなければならない課題の一つである。そこで本研究は大きく2課題に分かれ、(1) 人工衛星 NOAA/AVHRR の水温分布と SEASTAR/SeaWifs の海色リモートセンシングによる海洋表層の植物プランクトン分布を内湾について解析する。(2) 流体-生態系モデルを用いて博多湾に於ける夏期の水質予測計算を行い、上記人工衛星資料と10年間の現場調査データをもとにモデルの評価及びモデル結果から推測される問題点について比較考察を行う、の2課題になる。今年度は、東京湾の NOAA/AVHRR の水温分布の各月平均の1年間分と SeaWifs の同時期の一部のデータの解析を行なった。

1.2.5 海色リモートセンシングによる植物プランクトン分布の解析

(杉森康宏, 浅沼市男, 趙 朝方, 諏訪 純, 大沢高浩)

海色リモートセンシングは、海洋表層のクロロフィル量(植物プランクトン量)を測定する。現在、解析可能な海色リモートセンシング資料は、ADEOS-1/OCTS, SEASTAR/SeaWifs の2種類の資料である。この資料は、基本的に海洋の水産資源の基となる基礎生産量の把握のみならず、地球規模の海洋における CO_2 ガスの消費の要因となり、且つ内湾・内海の富栄養化による沿岸汚染の指標になる。今年度は、SeaWifs のレベル3の資料を解析し、日本近海の基礎生産量の抽出(30シーン)を行なった。

1.2.6 次の4項目について学外共同研究を実施した。

(センター担当者: 杉森康宏, 田中 佐, 浅沼市男)

- 1) 研究題目: 北太平洋亜寒帯循環と気象変動に関する国際共同研究
(亜寒帯域における大気・海洋炭酸ガス収支の観測)
学外機関: 秋山正寿・東海大学海洋学部(科学技術庁委託)
- 2) 研究題目: 3次元的水産資源量推定手法の開発
学外機関: 渡辺好明・水産庁
- 3) 研究題目: AVHRR データによるアジア域における地表面被覆分布図の作成
学外機関: 高木幹夫・東京理科大(科学技術振興事業団委託)
- 4) 研究題目: 人工衛星 MODIS のアルゴリズム開発研究
学外機関: 田中 佐・宇宙開発事業団

1.2.7 ステレオ画像を用いた草丈計測に関する研究

(本多嘉明, 梶原康司)

衛星データから草本植生のバイオマス推定を行なう際、草丈をパラメータとして導入することが可能となれば、推定精度が向上する。しかしながら、現地観測において大面積を代表する草丈の計測は困難であった。本研究ではステレオ画像を用いた高さ計測手法を用いて短時間に草丈の計測サンプルを多量に取得する手法について研究した。その結果 5mm 程度の誤差で草丈計測が非接触で可能となった。また、計測時間も短縮されたため大面積を代表する草丈を短時間のうちに計測することができるようになった。

1.2.8 3D レーザプロファイラを用いた草本植生の 3 次元構造計測に関する研究

(本多嘉明, 梶原康司)

衛星データから草本植生のバイオマス推定を行なう際、現地観測にて取得したバイオマスの実測値を用いてモデル構築を行なう必要がある。一般的にバイオマス計測では刈り取り調査が実施される。しかしながら、刈り取りは破壊計測であるため、同一地点における草の生長を追う事ができない。また、刈り取りは非常に時間を要する作業であるため、サンプル数を増やすことが極めて困難である。本研究では 3D レーザプロファイラを用いて多方向から草本植生群落の 3 次元情報を取得し、その情報 (3 次元位置情報) からバイオマスを推定する手法を検討した。

1.2.9 衛星データを用いたカラマツ林の葉量推定に関する研究

(本多嘉明, 梶原康司)

森林における植物生産量を衛星データから推定するためには、衛星で取得されるスペクトル情報から樹冠部の葉量を推定するモデルが必要となる。本研究ではリタートラップによって落葉と樹幹部の反射スペクトルを時系列で取得し、樹冠部の葉量を推定する手法を開発した。

1.2.10 林床における透過光照度計測手法に関する研究

(本多嘉明, 梶原康司)

森林における植物生産量を衛星データから推定するためには、樹木によって吸収される光量を推定する必要がある。その推定モデルを構築するうえで、林床部に到達する光量の実測が重要となる。しかしながら、林床部への到達光の空間分布は一様でないため、光量を面的に計測するためには多点の短時間内計測が必要となる。

本研究では照度の空間分布を保持したまま計測点数を軽減するための手法を開発した。その結果従来の半数以下の計測点数で同計測が可能であることを示した。

1.2.11 低解像度衛星データを用いた自然林・人工林判別に関する研究

(本多嘉明, 梶原康司)

衛星データを用いて、キャノピー形状の違いから人工林・自然林の判別を行なった。一般に、光学センサーを用いてキャノピー形状の違いを判別することは困難であるが、本研究では低解像度センサーである NOAA/AVHRR データを用いた。異なるパスから同一地点を観測したデータを用い、二方向反射特性の違いを利用して判別を行なうことが可能なことを示した。

1.2.12 グローバル衛星データの精密幾何補正法の開発

(橋本俊昭)

全球観測を行っている低～中分解能光学センサ画像の精密幾何補正法の開発を進めている。本成果が全球の雲なしコンジット画像作成に利用される。これまでに、NOAA/AVHRR, ADEOS/OCTS, EOS-Terra/MODIS および ADEOS-II/GLI に関して開発済みであり、AVHRR は本センターの GAC の全球コンジット画像作成に利用されており、OCTS, MODIS および GLI は NASDA で利用されている。

1.2.13 マンセル色空間における肌色再現評価

(三森 満*, 大沼一彦**, 池田 卓***, 三輪卓司****)

・博士前期課程像科学2年, **情報工学専攻, ***環境リモートセンシング研究センター

まず、現行カラーリバーサルフィルムの再現特性を知り、次に、肌色に対する再現色の好ましさの傾向を得るために肌色領域と対応するマンセル色票を用い、フィルムで再現された肌色をマンセル色空間で解析するとともに、心理評価を行う事によって、再現色の明度、色相、彩度がどの様な範囲に収まる事が、一般的に好まれるかの解析を行った。その結果、実際の人物写真で再現された肌色領域を、平均値と標準偏差で纏めると、色相はマンセル Hue で 3YR~7YR, 標準偏差が約 0.7~1.3 で肌色再現は自然に感じられる。彩度はマンセル Chroma で 4.5 ~5.5 であり、標準偏差が 0.5~1.0 の範囲が自然と感じられる。平均値、標準偏差ともに大き過ぎると不自然な感じを受ける。好ましい肌色再現は、肌色領域において Hue のズレが特に影響する。以上の結果は、色再現設計に重要な情報である。

1.2.14 ポット中で種々の施肥量で育成後、水ストレスを与えたトウモロコシ、ダイズ葉の反射、透過率と生理物理量の関係

(三輪卓司, 于 貴瑞*) ・千葉大学園芸学部

表記題目に関連した共同研究を実施し、多くの結果、特に、全種類の植物葉に適用できる含水量と反射率、透過率の関係を得て来た。更に研究を実施する必要が感じられたが、于先生の帰国の為に昨年度までで終了とし、これ迄の結果の纏めを行った。

1.2.15 光エネルギー積算量の違いが、耕作放棄後の草本群落の種類、組成、種別の量的構成と繁殖能力に及ぼす影響

(三輪卓司, 大賀宣彦*) ・千葉大学理学部生物学科

耕作放棄農地を耕し、4段階の透過率の異なるネットを懸けたトンネル中の土壌を丹念に植物の根等を除去後、調査区画を縄張りした。トンネルの中央部に光強度検出用のセンサを取り付け、太陽電池を電源とするデータロガーで、連続的に30分に1度光強度を記録した。また、並行して温度も記録した。これらのデータは約1月に1度データを回収した。更に、約1月に1度成長している植物の観察、記録を実施した。準備に手間取り、植物の観察、記録を担当した大賀の体調不良から、夏期に発芽する植物の調査だけになってしまったので、2001年度に継続して観察、記録を実施している。

1.2.16 樹木葉の透過スペクトルの照射角、観測角による変化の測定装置の試作

(三輪卓司, 池田 卓)

昨年度秋期に試作した樹木葉の反射スペクトルの照射角と観測角による変化調べるための装置を改良して、透過スペクトルの照射角と観測角による変化を測定可能な装置を試作した。これは、固定された試料：樹木葉の直後に、ほぼ密接させてリモートコサインレセプターを配置する形式で達成した。装置の特性を種々の方法で調べ、リモートコサインレセプターは、入射面の法線方向から約60°の光はほぼ完全に収集し、それ以上の角度の光も収集するが、その度合が急激に低下する事を確認した。また、透過スペクトルは、測定可能な場合には、反射スペクトルより少し的確な情報を与える事を確認した。しかし、反射スペクトルの場合と同様に、使用した分光放射計の特性上、一定条件下での角度変化を測定する事は出来ず、種々の角度でスペクトルから、データ編集により角度変化を得る事しか出来ない。これは、角度変化測定装置としては、かなり大きな欠点となるために、一定条件下での角度変化を測定可能な装置の開発を今後試みる必要がある。

1.2.17 樹木葉のスペクトルの照射角または観測角による変化

(三輪卓司, 池田 卓)

昨年度秋期に樹木葉の反射スペクトルの照射角と観測角による変化調べるための装置を試作し、試験的データを取得して、装置が正常に動作している事を確認し、樹木葉のスペクトルの照射角と観測角による変化の概要について発表した。この研究では、樹木葉の透過スペクトルの照射角と観測角による変化を測定出来る装置に改良し、先ず良好な結果が得られる事を確認した。次に、落葉広葉樹3種、常緑広葉樹2種の反射と透過スペクトルの照射角と観測角による変化を詳細に調べた。反射と透過スペクトルは、透過スペクトルの方が的確な情報が得られる様子ではあるが、ほぼ同様な結果を与える事を確認した。葉本来のスペクトル特徴は、何れの角度に於いてもほぼ同様に観測される。また、反射率、透過率共に角度の増加に伴って少し増加する。その他に種々の角度依存性が認められるが、何れも主として葉の表面状態、特に葉脈の構造に依存する事が確認された。

1.2.18 アジアの土地被覆モニタリングに関する研究

(建石隆太郎, 朱 林, 江幡光彦, 島崎康信)

アジア各地域における土地被覆, 植生モニタリングの研究を行った。ロシアにおける森林の phenology 変化に関する研究, バイカル湖の南のセレンゲ川流域における土地被覆モニタリング, 中央アジア全域における植生 phenology 解析などの研究を行った。また, SPOT-4/VEGETATION による全球土地被覆分類のプロジェクトにも参加し, アジア部分を担当している。全球, 大陸規模での土地被覆モニタリングを行うときに重要なグラントルース・データベースの構築の準備を行った。

1.2.19 時系列 AVHRR データの補正と植生変動解析に関する研究

(建石隆太郎, 近藤昭彦, 朴 鍾杰, 遅沢 順, 加野北斗)

時系列 AVHRR NDVI データに対して雲, ノイズの影響を除去する Temporal Window Operation (TWO) 法を完成させた。1981 年から 2000 年までのグローバル AVHRR NDVI データに TWO 法を適用することにより 20 年間の 10-day composite NDVI データを作成した。このデータは公開するために準備中である。グローバル時系列 NDVI データと Warm Index (WI), 降水量とをグローバルに比較することにより, 気象条件と植生変動との関係を分析した。

1.2.20 グローバル土地分類のための標準分類システムに関する研究

(建石隆太郎, 佐藤 浩)

グローバルな土地利用/土地被覆マッピングは地球環境の研究においてその重要性から, いくつかの国際プロジェクトが平行して進行している。MODIS Land Cover プロジェクト, GLC2000 プロジェクトなどである。これらのプロジェクトは, 対象が同じ全球陸域でありながら, 独自の土地被覆分類システムを決めている。本研究では, 複数プロジェクト, 研究者間での協力と情報の交換を目的として, 標準土地分類システムの構築のための研究を行った。まず, 土地被覆情報の地球環境研究におけるニーズ調査を行い, 標準化を試みた例である FAO の Land Cover Classification System (LCCS) の分類システムを調査し, Global Mapping プロジェクトで適用可能な新しい分類システムを構築した。

1.2.21 SAR データによる熱帯林地域の環境モニタリングに関する研究

(建石隆太郎, ヨサファット, レンチン・ツオルモン)

雲の多い地域に適用可能な SAR データによる熱帯林地域の環境モニタリングに関する研究である。SAR データを用いて, 森林の樹径, 樹高などの森林パラメータを推定する研究, SAR データにより山火事後の炭素蓄積量を推定する研究, を行った。第一の研究では, 木材のサンプルにマイクロ波を照射し, 散乱強度を測定することにより SAR データと樹幹直径との関係を求めた。第二の研

究では、蓄積炭素層の厚さを推定する手法を開発した。また、第三の研究として、熱帯林地域における希少動物の生息地域のモニタリングなどの研究を準備中である。

■ 1.3 データベース研究部門

1.3.1 可視・近赤外衛星画像の時系列データと地上における水文・植生状態量、フラックスとの関係（継続）

（近藤昭彦）

衛星リモートセンシングの広域フラックスへのオペレーショナルな応用を目的とした表記の課題を継続して実施している。昨年度までに草地に対する詳細な検討を学会誌等に公表した。今年度からは様々な植生群系に対して、時系列スペクトルと観測フラックスの関係に重点を移した。今年度実施の観測地点は、琵琶湖北岸落葉広葉樹林、釧路湿原（この二つは共同利用研究）、中国華北平原の小麦、トウモロコシ圃場である。

1.3.2 衛星フェノロジーに関する研究

（近藤昭彦，建石隆太郎，朴 鍾杰，テグ プラヨゴ，エレノラ ルンツヌウ）

衛星データによる植物季節（フェノロジー）と気象要素、フラックスの関係について検討した。全球時系列 NDVI を使った結果では、植生指標で表される植生活動の年々変動は、気温あるいは降水量の年々変動と極めて良く一致し、地域によりエネルギー依存あるいは水依存の生活形の植生帯の分布が明らかになった。また、植生活動と大気中の CO₂ 濃度変動の相互作用に関するシグナルを得たが、今後の重要検討課題である。また、東南アジア AVHRR/HRPT データセットを用いた研究では、水に対して敏感に応答する熱帯地域の植生の応答特性が明らかになった。

1.3.3 環境研究のための地理情報データベースの構築（継続）

（近藤昭彦，小口 高）

広域が関わり、地域の個性がその現れ方に大きな影響を及ぼす環境問題への対処には地理情報システム（GIS）とリンクしたデータベースが適切なフレームワークを提供する。そこで GIS とリンクすることが可能な位置情報のフィールドを持つ観測事実のデータベースの構築を進めている。今年度はすでに構築したデータベースを維持、更新するとともに、新たなデータベース項目の追加を行った。なお、データベースは以下の URL で公開している。

<http://aqua.cr.chiba-u.ac.jp/gdes/index.html>

1.3.4 アジア・太平洋地域における比較水文学的研究（継続）

（近藤昭彦，エレオノラ ルンツヌウ，アグン ブディハルト）

アジア・太平洋地域の水文学的特性を理解するために、様々なデータを利用して、主題図を作成し、以下のホームページに掲載した。

<http://aqua.cr.chiba-u.ac.jp/gdes/globaldatasets.html>

この研究は、UNESCO/IHPのアジア・太平洋 FRIEND プロジェクトの一部として実施しており、海外の方々にアジア・太平洋地域の特徴を知って頂くことを目的としてホームページで公開している。また、アジア各地で実施している地域研究を広域の中に位置づけるためのフレームワークとして機能することも目指している。

1.3.5 中国華北平原の水循環に関する研究（継続）

（近藤昭彦，唐 常源，佐倉保夫，新藤静夫）

中国華北平原の水問題に関する総合的な研究を継続して行った。本年度は河北省の三カ所の観測所で実施している水文観測を継続するとともに、観測項目の追加を行った。楽城観測所では、浸透過程を測定し、平原部における地下水涵養を検討するために、自動テンシオメーターおよび TDR 土壌水分計を設置した。また、衛星による可視・近赤外データと同質のデータを得るため、光量子計とアルベドメーターを設置し、小麦とトウモロコシについて可視・近赤外の反射輝度の連続観測を実施した。機器のメンテナンスも順調に進んでおり、長期のフラックス観測データが集積されつつある。今後解析を進める予定である。

1.3.6 千葉県環境変化に関するデータベースの構築と応用（継続）

（近藤昭彦，飯村 晃，町田 巧，小山田幸恵，細川 覚）

千葉県公共水域水質観測データを利用して、GIS上でデータベース化を行った。その結果、千葉県の河川水質の地域分布が可視化され、その形成要因に関する考察が様々な主題図と重ねることによって可能になった。作成した主題図はホームページで公開する準備中である。また、千葉大学で蓄積してきた過去の水文観測データについて GIS データベースに追加を進めており、千葉県の環境変化に対する総合的なデータベースを近日中に公開できる予定である。

1.3.7 衛星データの自動大量処理に関する研究

（梶原康司，本多嘉明）

近年、地球観測衛星によって取得されるデータの容量は急激に大容量化している。これまでのシーン毎の処理形態を前提とした処理システムでは、計算機の高速度化を勘案しても、近い将来に処理速度がデータ量に追いつかない状況が訪れることは明白である。そこで、本研究では高速ネットワークと多数の PC を用いた分散処理システムの構築をおこなった。分散化に伴うデータファイル数の

増大をデータベースと処理システムを連携させることにより、処理結果データの利用時にも超大容量ファイルをユーザーが読み込む必要のないシステムの開発が実現した。

1.3.8 植物プランクトン基礎生産力モデルの研究

(浅沼市男, 杉森康宏, 安田嘉純)

基礎生産力は植物プランクトンの炭素同化作用による無機炭素を有機炭素へ変える能力を示す。地球全体の炭素循環問題は、地球の温暖化現象と絡み、重要な問題であるが、炭酸ガスの移動量は正確に把握されていない。特に海洋の炭素蓄積能力に関しては、植物プランクトンよりも有色溶存有機物による炭素蓄積能力が上回るとの仮説もある。植物プランクトンの基礎生産力推定手法の研究は、重要な研究課題である。ここでは、OCTS, SeaWiFSの海色センサーによるクロロフィル濃度分布から、植物プランクトンの基礎生産力を推定するためのモデルの研究を継続してきた。本年度は、これまでの深度解析型の基礎生産力モデルを発展させ、光合成有効照度の日照時間を考慮した時間及び深度解析型の基礎生産力モデルを構築した。日本近海及び西部太平洋赤道域における現場観測基礎生産力観測データをもとに、モデルの検証を実施した。

■ 1.4 データベース開発運用部

1.4.1 海水中を通した光の空間コヒーレンスの測定

(岡山 浩)

実験室内で海水を用い、その中を通った光の空間コヒーレンスの測定から、塩分濃度、解けている微生物の量、等が確認できる。

1.4.2 衛星データによる乾燥地の植生のモニタリング (継続)

(石山 隆)

植生と電磁波との相互作用は複雑で、衛星データから植生のバイオマスを定量的かつ効果的に評価することは簡単ではない。植物の特徴的な反射特性を利用して、植生モニタリングのためのアルゴリズム(植生指数)が提案されている。代表的な植生指数としてNDVI(正規化植生指数)があり、この手法を用いて地域や地球規模の植生分布図が作られている。しかしNDVIでは乾燥地などの植生の疎らな領域では背景の土壌からの放射量の影響が強いため、見かけの植生指数が大きくなる。本研究では過去に提案されたいくつかの植生指数を検討し、それらの植生指数の欠点を補完するアルゴリズムを開発した。提案されたアルゴリズムや他の植生指数を検証するために、米国アリゾナ州Phoenix付近においてLandsatTMと同期観測を実施した。現地検証調査においては植生被覆率やバイオマスを実測し、それらの植生の物理量と衛星データから得られた植生指数との関係を評価した。

1.4.3 植生被覆率による分光反射率の変動（継続）

（石山 隆）

植物の特徴的な反射特性を利用して植生モニタリングのためのアルゴリズム（植生指数）が提案されている。代表的な植生指数としてNDVI（正規化植生指数）がある。これは可視部の赤バンドと近赤外バンド、例えばMSSのバンド5と7、TMではバンド3と4、NOAA/AVHRRではバンド1と2などを用い、両者の正規化された差によって定義される。この手法を用いて地球規模や地域の植生指数図が作られている。しかしそれらの植生指数と植物の物理量（例えばバイオマス）や植生被覆率との関係は明確にされていないのが現状である。本研究では農林水産省草地試験場において、分光放射計によって実測された草地の反射スペクトルとその被覆率、バイオマス（LAI、クロロフィル量）との相関を解析中である。

1.4.4 野外型方向性反射観測装置による地表の反射（継続）

（石山 隆）

分光放射計によって得られる反射係数は、太陽、対象物、分光放射計の位置関係など、観測時の幾何的条件によって異なる。近年、衛星データから植生、土壌、岩石等の地表面の反射率を解析するとき、衛星の観測角や太陽高度、太陽方位などの幾何的位置を考慮して解析されることが多い。衛星データの放射量の補正等のための基礎研究として、分光放射計による地上でのBRF（Bidirectional reflectance factor）観測の実験が行われている。本研究では当センターとオプトリサーチ（株）が共同開発した野外型方向性反射観測装置により、いくつかの地表状態の観測角および太陽高度の違いによる反射の変動について研究する。なお本研究は奈良女子大学との共同研究である。

1.4.5 新疆ウイグル南部の地表状態の調査（新規）

（石山 隆）

近年、中国新疆ウイグル南部のオアシス周辺では砂漠化が深刻である。この原因は完全には解明されていないが、降水量の減少、気温の上昇などの気象の変化による地域の乾燥化が大きな原因であろう。加えて人為的な要因、例えば灌漑用水の無計画な取水、樹木の過剰な伐採などを背景とした、土壌の塩類集積や飛砂が地表の環境の悪化を加速する。砂漠化のような乾燥地特有の環境変動を研究するためには、その植生分布を精度よく評価することが重要である。本研究では中国タリム盆地南部のオアシス周辺を対象域として、砂漠化の指数となりうる植生環境を評価するために、衛星データから求めた植生指数と植生の物理量との相関を解析する。主な調査項目は衛星から観測が可能と思われる植生被覆率、バイオマス、LAI（葉面積指数）などである。

1.4.6 リモートセンシングによる植物栄養診断に関する研究（継続）

（本郷千春）

生態系が環境の影響を受けると、その変化は代謝や養分吸収のようなキャノピーの生化学的性質の中にあられる。キャノピーの生化学的変化をリモートセンシングによって検出できれば、炭素や養分のソースとシンクの空間的な広がりや変動を知ることができる。本研究では、リモートセンシングを利用して植生のケミカルコンポーネントを把握し、各成分のスペクトルと生理・生態学的特性との結びつきをもとにした構成成分の簡易検出を目的としている。また、栽培品種の植物に対しては、ケミカルコンポーネントの検出結果をもとにした生育の矯正手法についても検討を行う。

1.4.7 植物生理・生化学の非破壊計測に関する研究（継続）

（本郷千春）

本研究では、リモートセンシングによる植物のストレスの早期検出およびモニタリングを目指して、ストレスを付与した植物の分光反射特性の測定を行った。さらに、ストレスに対する植物の反応を生理生態学的な側面から比較・検討するために光合成速度および気孔コンダクタンスの測定を行い、分光反射特性との関係を調べた。

1.4.8 高解像度衛星データを利用した IT 農業・精密農法による環境保全型農業システムの開発（継続）

（本郷千春）

高品質作物の栽培や環境への負荷低減化実現のために、精密農法が注目されている。特に、圃場面積が小さく複数の作物がランダムに作付けられて栽培されているような、我が国の農業分野への利用に期待が高まっている。ここでは、圃場単位での可変管理を行うための新しい技術の開発を目指している。本年度は 4m 解像度の IKONOS データを利用した場合の精密農業の可能性について検討を行った。本研究は、千葉大学、農林水産省、三菱商事、ズコーシャとの共同研究の一環として行われている。

[2] 共同利用研究

■ 2.1 プロジェクト研究

本センターが推進する中心的研究課題「リモートセンシングによるアジアの環境変動地域のモニタリング」に関わる共同研究であり、平成12年度は次の4件を採択した。

研究課題 ADEOS/POLDER 及び NOAA/AVHRR データによる春季の日本近海における大気エアロゾルの光学パラメータ分布の推定とその相互比較に関する研究

課題番号 P2000-1

研究者 川田剛之（金沢工大・教授）、川崎明宏（気象研究所・研究官）

対応教員 竹内延夫

概要： ADEOS 衛星搭載 POLDER センサや OCT センサ及び NOAA 衛星搭載 AVHRR センサによって観測された衛星画像データを用いて大気エアロゾルの光学的パラメータの抽出を実施した。本研究において2つの抽出手法を POLDER データに適用し、抽出結果を観測データと比較検証した。最初の手法は近赤外単バンドの反射率と偏光度情報を利用する多観測 R-P 手法であり、2番目の手法は近赤外の2バンドの反射率情報を利用する多観測 R-R 手法である。その結果、最初の R-P 手法によるパラメータ抽出結果の方が大気観測結果に合っているという知見を得た。更に、単一観測角 R-R 手法を OCTS データと AVHRR データに適用した結果と多観測角 R-P 手法を POLDER データに適用した結果との比較も実施し、エアロゾルの光学的厚さに関しては両者の結果は良い一致を見たが、オングストーム指数に関しては R-R 手法は信頼できないことが明らかになった。

研究課題 マングローブ林林分要素の現地調査法の開発

課題番号 P2000-2

研究者 佐藤一紘（琉球大学農学部）

対応教員 建石隆太郎

概要： 潮汐の影響を受け、泥濘な立地でのマングローブ林の林分要素に関する調査は困難である。従来その材積は、伐倒してまたは登って所要の間隔で太さを測り、その間隔とから区分求積法で求めた。伐倒できない場合は登って太さを測るが、樹高が大きい場合危険を伴い、困難で精度が低下する。その問題を解決するため、伸縮するパイプの先端に遠隔操作できるデジタルカメラを取り付け、所要の高さで幹を撮影するシステムを試作・検討した。カメラは6個のレーザーポイントを収納した箱の上に固定され、箱ごと水平に360°回転できる。レーザーポイントは平行に固定されているので、対象の幹に数個の赤いポイントを映し込めば、それを長さの基準として画像から太さを計算で求められる。1点から距離の異なる周囲の立木をズームアップして撮影し太さを求める場合に、この基準は有効である。15mまで測定できるようにしたが、パイプの重量が大きく操作性に問題を残している。現地での比較では、熟練した人間による方が早かったが、樹高の測定精度と危険性の点で本システムには長所があり、引き続き操作性の向上を検討し、有効なシステムとし

て完成させる予定である。

研究課題 森林地、水田地における正規化植生指標と葉面積指数、蒸発散量との季節変化の特性に関する研究

課題番号 P-2000-3

研究者 戎 信宏（愛媛大学農学部・助教授）、西川 敦（愛媛大学農学部・助手）、吉田 弘（徳島大学工学部・助教授）、中北英一（京都大学大学院工学研究科・助教授）、田中賢治（京都大学防災研究所水資源研究センター・助手）

対応教員 近藤昭彦

概要： 正規化植生（NDVI）と蒸発散量の関係を調べるため、地上で観測できる NDVI 計測方法を用いて検討した。森林観測の結果、地上観測による NDVI 値の季節変化とランドサット衛星データから求められた季節変化とを比較すると、非常に対応がよいことが明らかになった。地上観測の NDVI 値と蒸発散量、葉面積指数（LAI）さらにはペンマンモンティース法の群落抵抗との関係を調べた。その結果、NDVI 値は LAI と相関が高かった。また、移動平均した群落抵抗との相関も見られ、蒸発散量とは相関はよくないものの、蒸発散量の最大値に相関関係が見られた。

研究課題 リモートセンシングによる植物群落の生理的形質・生産性の解析

課題番号 P2000-4

研究者 磯田昭弘（千葉大学園芸学部・助教授）、秋山 侃（岐阜大学流域環境センター・教授）、ハンドコ・アンバー（神戸芸術工科大学・助教授）

対応教員 安田嘉純

概要： 植物群落の生理的形質・生産性の非破壊的解析のプロトコル開発を目的に、乾燥地と湿潤地での作物のストレスに対する生理的応答を非破壊的に収集し、比較検討した。乾燥地である中国新疆ウイグル自治区において、ワタに水分ストレスを与えた場合の光合成関連形質、蒸散速度、葉温を測定した。湿潤地である日本松戸市において、ダイズとラッカセイに小葉の調位運動を抑制することにより、光合成系に熱ストレスを与え、熱ストレスが葉温、蒸散速度、光合成関連形質へ及ぼす影響から、ラッカセイの光合成とその関連形質の相互関係を検討した。乾燥地では、水分ストレスにより蒸散速度が低下し葉温が上昇した。水分ストレスの程度が大きく、葉温の上昇した区ほど光合成の光化学系Ⅱの能力が低下し、光阻害が生じることがわかった。しかし、ワタの子実生産の面からみると、ある程度の水分ストレスが存在する方が、子実への乾物の転流が大きくなり子実生産にとって有利となることが認められた。湿潤地においても、ダイズとラッカセイの葉の調位運動を抑える処理を行うことで、葉温の上昇が認められた。しかし気温の上昇がそれほど小さく、また水分が十分にある状態であったため、葉の調位運動を抑えることによって起こる熱ストレスは、光合成の光化学系Ⅱへ影響を及ぼさなかった。また、乾物生産および収量に及ぼす影響もみられなかった。以上のことから、光合成は水分ストレスの有無により、熱ストレスによる光合成関連形質に及ぼす影響が異なることが推察された。特に湿潤地においては、かなりの葉温の上昇をもたらさない限り、熱ストレスによる光合成の光化学系Ⅱへの影響はみられず、乾物生産への影響は小さいものと考えられた。

■ 2.2 一般研究

リモートセンシング・地理情報システムを主たる解析手段とする環境に関する研究，リモートセンシングの応用を推進するための野外観測やセンサーの開発等に関する研究，あるいは CEReS が受信・アーカイブするデータや提供するデータベースを利用する研究であり，平成12年度は下記の研究課題を採択した。

研究課題 黄砂と火山性エアロゾルの衛星データ解析

課題番号 A2000-2

研究者 木下紀正（鹿児島大学・教授），菊川浩行（鹿児島大学・教授），矢野利明（鹿児島大学・教授），飯野直子（鹿児島大学・教務職員）

対応教員 竹内延夫

概要： NOAA/AVHRR の熱赤外輝度温度差を用いて1997-2000年の黄砂を解析した。同様の方法は GMS-5/VISSR データによる2000年黄砂の解析でも有効であった。桜島噴煙とともに，三宅島2000年噴火による噴煙を AVHRR などの衛星画像データから検出し，火山ガスの移流・拡散との関係を鉛直シャーモデルを用いて追究した。三宅島噴煙は水分主体で火山灰をあまり含まないために，熱赤外輝度温度差による検出法は有効でなく，代わりに AVHRR-1 と 2 の差が有効であった。これらの結果は衛星画像ネットワークグループ鹿児島ホームページ <http://www-sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/sing/> の中の

K. 気象衛星ノアによる黄砂の検出，

M. 三宅島2000年噴火の衛星画像

O. 2001年 NOAA/AVHRR による三宅島の噴煙

で公開している。

研究課題 リモートセンシング技術の大気環境動態解析への応用

課題番号 A2000-3

研究者 森山茂男（千葉県環境研究所・所長），藤田明宏（千葉県環境研究所・次長），鈴木将夫（千葉県環境研究所・大気第一研究室長），伊藤昭治（千葉県環境研究所・大気第三研究室長），岡崎 淳（千葉県環境研究所・主任研究員），内藤季和（千葉県環境研究所・主任研究員）

対応教員 竹内延夫

概要： 千葉大学と共同で自動観測ライダーの連続運転を千葉県環境研究所で行った。コンピュータと信号処理装置のタイミングのミスマッチにより，ときどき停止するものの，ほぼ連続したデータが得られた。そのデータから，大気混合層の高度の変化を求めた。朝方，風系が陸風から海風へ変化すると混合層高度に不連続な変化が現れることがしばしば見られた。また，最大混合層高度は春季（3-5月）にかけて高く1.5~2km をとり，秋季（8-12月）は1km 程度と低いことが観察された。また，千葉における浮遊粒子状物質の濃度のサンプリングと成分分析を定期的に行った。これらの知見を含めて，今後，地上測定局の観測データと比較していく予定である。

研究課題 西部熱帯太平洋海域における太陽放射エネルギーとエアロゾル観測：エアロゾルの衛星海色データへの影響

課題番号 A2000-4

研究者 香西克俊（神戸商船大学・助教授），石田廣史（神戸商船大学・教授）

対応教員 竹内延夫，高村民雄

概要： 西部赤道太平洋海域において1999年（MR99-K03 航海）及び2000年（MR00-K04 航海）海洋科学技術センター所属研究船みらい上においてエアロゾル光学的厚さと正規化された海面からの上向き放射輝度が観測された。現場観測は海色観測衛星 SeaWiFS と同期しており，SeaWiFS から得られたエアロゾル光学的厚さと正規化された海面からの上向き放射輝度プロダクトは現場観測データにより検証された。西部赤道太平洋海域における過去の NOAA/AVHRR や SeaWiFS から導かれるエアロゾル光学的厚さを利用することにより，2つの航海期間中得られたエアロゾル光学的厚さを時間空間的に比較した。比較の結果，現場エアロゾル光学的厚さは季節変動における低い期間の値に対応していることが明らかになった。

研究課題 TERRA/ASTER の大気補正アルゴリズムの検証

課題番号 A2000-5

研究者 森山雅雄（長崎大学工学部情報システム工学科・助教授）

対応教員 竹内延夫

概要： TERRA/ASTER 可視近赤外域における大気補正処理の検証のため，以下の項目を実施した。

(1) 現行の大気補正処理では，エアロゾルの光学的厚さの気候値を用いている。現行手法の精度検証のため，米国ネバダ州 Railroad Playa, Ivanpah Plays におけるエアロゾル光学的厚さの直達日射計による実測値を用いて大気補正を行い，現行手法の結果と比較した。地表面反射率の推定誤差より，現行手法は 20%程度の誤差をもつことが示された。

(2) 現行手法はエアロゾルの特性値として，光学的厚さと Junge parameter を入力する必要があるが，Junge parameter をエアロゾルの光学的厚さの分校計測値から決定するのは困難である。そこで，大気補正処理により求められる地表面反射率を用いて Junge parameter を推定する手法を開発した。この手法は地表面放射率，エアロゾルの光学的厚さの地上観測値をもとに，推定される各分光チャンネルでの地表面放射率と，計算により求められる地表面反射率の差を最小とするような Junge parameter を求めるものである。本手法をもとに，TERRA に搭載されている MISR センサから得られるエアロゾルの特性値を ASTER 大気補正処理で利用できる形式に変換することが今後の目標となる。

研究課題 ライダー観測に関するエアロゾルの光学的性質の研究

課題番号 A2000-6

研究者 野口和夫（千葉工業大学電気工学科・講師）

対応教員 竹内延夫

概要： (1) ライダーに必要なエアロゾルの光学的なパラメータ (S_1 パラメータ) を化学成分分

析から求めるために、千葉地域においてエアロゾルのフィルタ・サンプリングを行い、分析を千葉大学と共同で行った。その結果、千葉地域では、エアロゾルの光学的なモデルは都市型と海洋型の線形結合で良い近似が得られることが分った。化学組成から求めた波長 532nm の S_1 パラメータは、20 から 60sr の幅広い値を取り、春季・夏季にくらべて秋季・冬季は値が大きくなる傾向を示した。また、土壌粒子の非球形性を考慮に入れた計算では、すべての粒子が球形であると仮定した時に比べて 2 割程度、 S_1 パラメータが大きくなった。

(2) ライダーによるエアロゾルの拡散の測定を習志野市内で行い、自動車沿道における排ガスが風下方向へ拡散する状況を測定した。その際、高度方向には 20m 程度の拡散で、主として風下風向に拡散されることが観測された。

研究課題 OCTS/POLDER 複合データによるエアロゾル情報の推定に関する研究

課題番号 A2000-7

研究者 福島 甫 (東海大学開発工学部・教授), 見富 恭 (財団法人リモート・センシング技術センター・研究員)

対応教員 高村民雄

概要： 近年、海中における太陽反射光のスペクトル特性を計測することにより、海中に存在する植物プランクトンや懸濁物質の量を推定しようとする研究が行なわれている。海水から射出されるスペクトル情報を衛星による観測から得ようとする場合、その輝度の割合は全観測輝度の 10% 以下であると言われており、これら以外の大気による吸収・散乱の効果を如何に精度良く見積もるかが重要な問題となる。特に、大気中のエアロゾル粒子の存在は、時空間的な変化の大きさから、各観測ピクセルに対する光学的効果を理論計算のみから決定することは困難であり、それらを衛星データ自身から如何に見積もるかが課題となっている。本研究では、昨年度検討を行なった「衛星多視角観測情報を用いた大気補正手法」の精度向上を目的として、多視角・多波長の両者の情報を併用したエアロゾルの光学特性推定アルゴリズムの検討を行なった。本手法は、典型的な 10 種類のエアロゾルモデルに関する“エアロゾル光学的厚さに対する散乱輝度反射率の依存性”および“エアロゾルの光学的厚さに対する近赤外 2 波長における散乱輝度反射率比の非依存性”を利用し、実データに類似するモデルを推定するものであり、シミュレーションデータを用いた評価の結果、多視角データの中から特定の観測角条件を持つデータセットを選択することにより、本手法が良好な推定結果をもたらすことが示された。

研究課題 FY-2 を用いた南アジア域における対流活動の日変化及び水蒸気変動の解析

課題番号 A2000-8

研究者 山崎信雄 (気象研究所 気候研究部・第 5 研究室長), 高橋清利 (気象研究所 気候研究部・第 5 研究室 主任研究官), 植田宏昭 (気象研究所 気候研究部・第 5 研究室 研究官), 青梨和正 (気象研究所 予報研究部・第 2 研究室 主任研究官), 中澤哲夫 (気象研究所 台風研究部・第 2 研究室 室長)

対応教員 高村民雄

概要： FY-2 は不調のため、GMS の 1987—1998 年の期間の雲頂温度別の雲量データを用いて

アジア域の日変化の解析を行った。雲頂温度別雲量の C210 は 210K 以下のピクセルの雲量, C225 は 225K 以下の雲量などと定義し, ここでは C210, C225, C240, C255 を用いた。雲量日変化は必ずしも正弦波の形をしていないので, 今回は 3 時間毎に雲量データから, 局所的にピークを選出して, 日変化の位相とした。

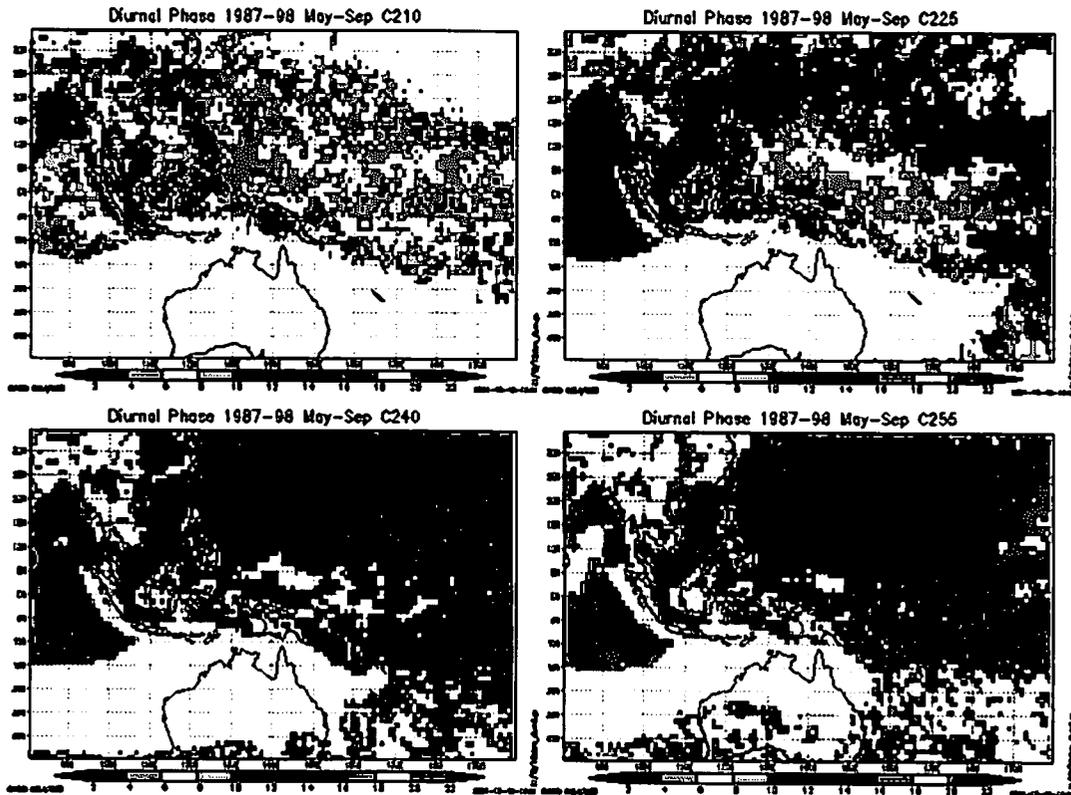


図 1

図 1 は 5-9 月の期間の各雲量のピーク時間の分布を示す。正弦波を仮定してして位相と大きなパターンは変わらないが, スマトラ沖などの位相の伝搬などはよりスムーズになっている。

図 2 は隣り合う 2 つの雲頂温度別雲量のピーク時間の差を示す。山岳の影響の少ない陸域においては, 多くのところで高い雲頂温度のピーク時間は雲頂温度が高くなると同時から数時間遅れが見られる。これは積雲対流活動の発達時に低い雲頂温度 (背の高い) の雲が発達し, 次に光学的に薄い雲が広がることに対応していると考えられる。図 2 上の図を見ると, 高い雲頂温度の雲量の方が早くピークに達する地域が中国などに見られる。これらの地域は日変化の振幅の図 (略) を見ると, 小さいところに対応している。これは積雲対流渦仰が平均的に不活発で, 日変化の振幅が弱いところでは積雲が日変化のスケールで発達するときに, 210K または 225K 以下まで達することが出来ないためと考えられる。

図 1 において陸の影響の少ない海上の特徴は陸域とは異なり, C210 から雲頂温度が高くなると半日以上大きくピーク時間が変わることである。図 2 を見ると西太平洋の約 10° N 以南 (以北) では 225K から 240K (210K から 225K) の間で大きく, ピークが遅れている。これは図 1 右上を見ると, 熱帯収束帯が平均的に位置する 10° N 以南では C225 のピークは C210 と同様に早朝なのに対して, それより北側では, より雲頂温度の高い雲量に見られる昼から午後のピークになってい

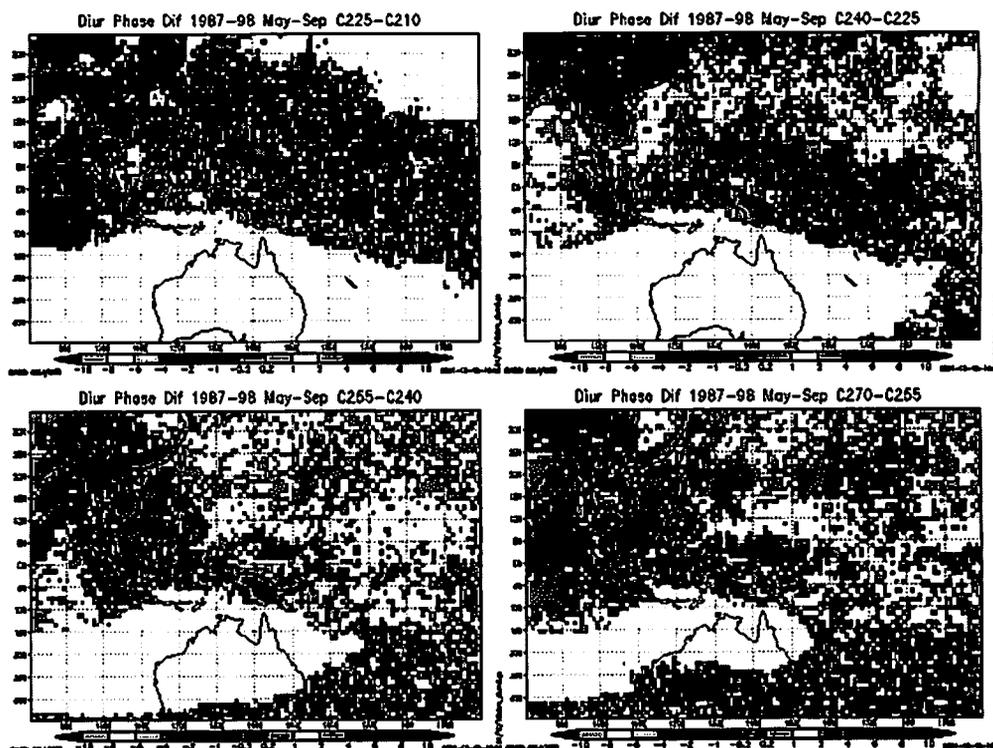


図2

るからである。また南シナ海やベンガル湾奥地のように陸の影響を強く受けている海上では陸域と同様比較的一様にピーク時間が遅れる傾向が見られる。

研究課題 GMS-5の $11\mu\text{m}$ と $6.7\mu\text{m}$ を用いた巻雲の温度推定法の検証

課題番号 A2000-9

研究者 井上豊志郎（気象研究所 気候研究部 第5研究室 主任研究官）

対応教員 高村民雄

概要： GMSの $11\mu\text{m}$ と $6.7\mu\text{m}$ を用いた巻雲の温度推定法の検証をライダーによる巻雲の観測と比較することによって行う。つくばにある環境研究所のライダーによる観測から00GMTおよび12GMT頃に観測された巻雲と思われる高度6km以上にシグナルがある事例を抽出し、GMSの赤外と水蒸気チャンネルから算定された巻雲の温度を比較した。巻雲の算定された温度から高度への変換はつくばにある気象庁の高層気象台のラジオゾンデによる気温と高度の観測値を用いた。7月、10月および12月における23例について解析結果から、ライダーの観測では雲頂高度7kmから136kmと変化に富んでいる。23例中5例がライダーの観測範囲と約1kmほど異なっているが、あとはほぼライダーの観測範囲内で算定されていた。

研究課題 スプリットウィンドウデータを用いた大陸規模での可降水量の推定

課題番号 A2000-10

研究者 久慈 誠 (奈良女子大学理学部・助手), 岡田 格 (科学技術振興事業団・研究員)

対応教員 高村民雄

概要: スプリットウィンドウデータを用いて大陸規模での可降水量の導出アルゴリズムの開発を行った。その推定アルゴリズムを GMS-5/VISSR データに適用してみた。日本付近における解析結果を、ラジオゾンデから見積もられた可降水量と比較してみたところ、あまり良い一致はみられなかった。この不整合は、現在のところ、大気温度の影響というよりは、推定アルゴリズムにおける回帰直線の精度が良くないことにその原因があると考えられる。そのため、雲識別の段階について、詳しく調べてみたところ、統計的手法による雲識別が必ずしも上手くいっていないことがわかった。AVHRR を用いた研究では、この雲識別は十分に機能していた (Iwasaki 1994) にも関わらず、VISSR においては必ずしもそうではないことがわかった。また、Barton and Prata (1999) によると、オーストラリア域において、我々と同様の解析を行ったところ、AVHRR を用いた場合でも、VISSR を用いた我々の解析と同様の結果が得られていることがわかった。すなわち現状では、輝度温度の比を用いる推定手法が上手く機能する場合と、我々と同様に上手く機能しない場合の、両方の解析結果が得られていることになる。この状況をはっきりさせるために、輝度温度の差を利用する方法による結果と比較してみることで、できるだけ良く同期した AVHRR と VISSR の解析を比較すること、更には、放射伝達モデルに基づいた数値シミュレーションが必要であると考えられる。

研究課題 スカイラディオメータの観測船「みらい」への設置と運用に関する諸問題の解決に関する研究

課題番号 A2000-11

研究者 遠藤辰雄 (北海道大学・助教授), 中島映至 (東京大学・教授)

対応教員 高村民雄

概要: 「みらい」は地球観測の目的で各種の減遥・防振対策がなされた研究船であり、スカイラディオメータのような太陽を自動追跡するという光学的に精密な観測を行う上でまたとない好条件を備えた船舶である。実際の船舶において運用上の問題を解決しながら得られた生データの解析手法の開発を併せて進行させた結果は以下の通りである。

(航海番号): MR00-K04 (期間): 00/6/13~00/7/6 (海域): パプアニューギニア北沖

(備考): pre-ACE Asia

本船においては当初から VHF マリンバンド 16ch に対する干渉電波の発生が問題とされてきたが、これの除去は出来たので、コンパスデッキに設置を予定して準備してきたが、設置時に今度は新たに 12ch に干渉することが指摘された。これは前回には無かったことで、16ch を避けるようにクロックの IC を変えた結果新たに 12ch に掛かる周波数が発生したものと考えられる。ここで、問題の周波数を列記すると VHF16ch:156.800MHz, VHF12ch:156.600MHz その結果、本装置は減遥装置屋上右舷後方のハンドレールに沿わせて固定した 1.5m のポールの上に設置された。その制御記録部のノート型パソコンは汎用観測室に、そのリセット用の日の出検知機はトンネル直上のコン

パスデッキに夜間照明の受けない方向に設置した。

この他の「みらい」における観測は次の通りで、現在進行中である。航海番号・期間・海域等は以下の通りである。

MR00-K07, 00/10/16~00/12/23, 東部インド洋

MR00-K08, 00/12/28~01/02/08, グアム, ホノルル

MR01-K01, 01/02/15~01/03/24, 西部熱帯太平洋

今後の課題として、スカイラディオメータを船舶用完全無人化する上で次の問題点が挙げられる。

(1) 船舶緊急交信電波 VHF マリンバンドの 16ch, 12ch, 13ch に干渉する雑音電波を発しているが、その原因はスカイラディオメータの計測値を送信する IC の周波数 16.0000MHz の高調波として VHF マリンバンドの 16ch の周波数 156.8000MHz に干渉することが分かった。これをたまたまあった 15.9744MHz に付け替えたところ干渉波は無くなったのである。その変り別の 12ch, 13ch に干渉する電波が新たに発生することになり、問題は依然として解決していないことになる。東京都立産業技術研究所の検査測定を受けたところ、国内の製品販売基準をクリアしているそうである。しかし、コンパスデッキには各週のアンテナが乱立しているのでこの問題は船上観測においては重要である。現在のところ次の対処をしている。

(1-1) VHF アンテナから 20~30m 以上離れる。

(1-2) VHF アンテナと同じ高度にならないよう鉛直距離も 10m 以上はとる。

(1-3) 本体・電源送信ケーブル・コネクタ等のシールドを取り接地する。

(2) GPS との同期が取れない場合、本体とパソコン間の指令通信送受のタイミング等の不具合により、突然止まってしまう事故が多く見られた。この原因は推定されているが、ファームに書き込んだプログラムを変える事になるので作業の規模が大きく、緊急には対処出来ないままである。そこで、パソコンは瞬間停電に対して自動復帰立ち上がりする種類を選び、本体とパソコンの電源を一日一回の日出を検知してリセットすることになる DAY-TIME-ON 装置を電源間に挿入して凌いでいる。

(3) スカイラディオメータ本体では水平回転部と鉛直回転部の可動部の電接を多数のケーブルで連絡しているが、その耐候性や耐塩性が低く老朽化は塩害による絶縁破壊が起こっている。これではパソコンデータ容量から 6 ヶ月毎の回収にしても、本体の故障の方が先に起こるので役に立たないのが現状である。

研究課題 GMS 赤外・水蒸気画像によるチベット高原東方の上層雲量変動の研究

課題番号 A-2000-12

研究者 児玉安正 (弘前大学理工学部・助教授)

対応教官 高村民雄

概要: 上層雲には温室効果があるといわれており、気候変動への影響が注目されている。最近、Asai et al. (1998) により、チベット高原東方で上層雲の日変化の位相が規則的に東進する現象が見出された。昨年度の共同研究で、早春季については、圏界面付近にみられる中間規模東進波に伴って上層雲域がチベット高原東方から中部太平洋にかけて東進する現象がほぼ一日周期で頻繁に起こっており、これが早春季の位相の東進の主な原因であることがわかった。今年度は力学的な視点から

この現象について考察した。6時間毎のNCEP-NCAR客観解析データとGMSデータの解析により、東進する上層雲域は中間規模東進波動に伴う圏界面付近の南風域に対応して出現することがわかった。中間規模東進波の理論からは、南風域で上昇流の存在が予想されるので、このことは理論とよく一致する。1987年の春季について詳しく調べたところ、中間規模東進波を伴う上層雲域の東進は、顕著なものが10例程度確認できた。いずれもチベット高原の東端の105°E付近から東進を開始していた。次に、チベット高原の対流活動との関係を調べた。チベット高原では春季でも対流活動が活発で、9UT(～15LT)に上層雲量が最大となる顕著な日変化がみられる。上層雲域の東進が始まる105°E付近では、雲域とそれに対応する南風域の出現に明瞭な日変化があり、その時刻は12UT(～18LT)頃で一定していた。また、その東方の東シナ海や日本付近でも、南風や上層雲の出現がある特定の時刻に集中する傾向がみられた。このことは、東アジアでみられる上層雲域の東進現象は、少なくともその初期段階においてチベット高原付近の循環の日変化に強く影響されており、それがペースメーカーとしての役割を果たしている可能性が考えられる。

本研究で扱った現象は、中間規模東進波が上層雲によって可視化されたケースと考えられる。雲として可視化されるには対流圏上層が湿っていることが必要であるが、チベット高原では活発な対流活動により対流圏上層に水蒸気が供給されるので、その風下に当たる東アジア・北西太平洋域で上層雲が現れやすくなっている可能性も考えられる。中間規模東進波は東アジアに限らず中緯度域に広くみられる現象である。東進波が他の地域でも上層雲域を伴っているか、そのことは対流圏上層の水蒸気分布とどのように関係しているかを、検討することが今後の課題である。

研究課題 衛星データと地理情報を利用した疫学的環境行動分析の手法に関する研究

課題番号 A2000-13

研究者 吉田勝美(聖マリアンナ医科歯科大学予防医学教室・教授)、杉森裕樹(聖マリアンナ医科歯科大学予防医学教室・助手)

対応教官 杉森康宏

概要: なし

研究課題 リモートセンシングデータによる船舶海上風観測値の評価

課題番号 A2000-14

研究者 岩坂直人(東京商船大学・助教授)

対応教員 杉森康宏

概要: 船舶の気象通報で報告される風速観測値の観測精度をリモートセンシングにより観測された海上風に基づいて評価することを試みた。用いたデータは気象庁がGTSを通じて収集し品質管理を施している船舶気象観測通報データとNSCAT海面風データである。NSCATデータは東北大学の江淵博士から提供していただいた。NSCATデータは1996年9月15日～1997年7月28日までの分を使用。比較は北緯60度から南緯60度までの全世界の海洋で行った。

各船舶気象通報の風速データとNSCATデータは、両者の観測位置間距離が25km以下、観測時刻の差が30分以内の場合について比較を実施した。

船舶通報の風速値はNSCAT風速に比べて約20%過大評価になる傾向にあった。但し、船舶通報

値は NSCAT 風速の周りに大きくばらついている。船舶風速値に Liu et al. (1979) のバルク法による高度補正法を適用し、高度10m 中立状態での風速に換算した後の値で両者を比較した場合、過大評価の傾向は減るもののやはり無視できない程度であった。

それ故、これまでの研究で指摘されているように、風速計設置高度が高くなったため風速が過大評価されているだけでなく、船舶観測風速値の過大評価には別の要因も働いている可能性がある。

研究課題 鹿兒島湾への外洋水の流入についての研究

課題番号 A2000-15

研究者 櫻井仁人（鹿兒島大学工学部・助教授）

対応教員 杉森康宏

概要： 鹿兒島湾を横断する南北2線のフェリーに水温計を取り付け、これもひとつのリモートセンシングと考え1997年10月より観測を開始した。約3年強継続しているが、測定や測器の不慣れもあり、欠測・異常データがかなりあった。現在までに明らかになったことは以下の通りである。①3年間の中では1998年が年間を通して他の2年より2測線とも高水温であった。特に、夏季に著しい傾向が見られた。因みに、気温もこの年は鹿兒島気象台観測史上最高であった。②湾奥の北の側線では1998年の夏季に大きい東西差の変動があったが、湾口の南の側線では各年とも冬季に東西差が大きい傾向が見られた。③南北の観測点で2℃以上南が高いと暖水流入が確実であるが平均すると年間3~4回存在したと考えられる。また、このとき NOAA 画像でも暖水流入が実証できる日も何日かあった。今後も継続した観測を行い NOAA の画像との適合性を検討していきたい。

研究課題 大気中に含まれる水蒸気量分布の移動速度と海上風の相関について

課題番号 A2000-16

研究者 鈴木敏夫（大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻・教授）、戸田保幸（大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻・助教授）、竹見哲也（大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻・助手）、柴山健一（大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻・前期課程1年）、森脇嘉一（大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻・前期課程1年）

対応教員 杉森康宏

概要： 研究の目的：海上風の予測は波浪の発達予測を通じて船の安全航行上重要な課題である。本研究の目的は、ラジオゾンデ等による計測結果のある海域において人工衛星からのリモートセンシングにより推定される大気中の水蒸気量分布の移動速度と海上風の相関を調べることにより、より広範囲な海上風の予測手法を確立することにある。

研究課題 積算光エネルギー量の違いが耕作放棄後の草本群落の種類組成、種別の量的構成とその繁殖能力に及ぼす影響

課題番号 A2000-17

研究者 大賀宣彦（千葉大学理学部生物学科・講師）、水柿貴史（千葉大学理学部生物学科・4年次学生）、赤沢 匡（千葉大学理学部生物学科・4年次学生）、石井康太（千葉大学理学部生物学科・4年次学生）、高橋宏典（千葉大学理学部生物学科・4年次学生）

対応教員 三輪卓司（千葉大学環境リモートセンシング研究センター・教授）

概要： 耕作放棄地に異なる光の強さの実験区を設け、光エネルギー量と温度の測定、植物群落の種組成と構造を毎月調べた。00年9月23日～10月15日を10月期前半、10月16日～11月8日を後半、11月15日～12月8日を11月期、12月13日～01年1月5日を12月期、1月9日～2月12日を1月期とした。各期の直射光の日平均光エネルギー量は24,351mV, 17,358, 17,456, 16,046, 21,434であった。5つの実験区（I, II, III, IV, V）の平均遮光率は太陽高度が最も低い12月期に極大になった。非遮光区Iでの遮光率の変化が最も大きく、最強の遮光区Vの変化が最小であった。期平均温度はつねにIIで高く、Vで低かった。各生育種の植被量は10月～11月はやや高温域に発芽適温をもつ種群が優占するが、低温によって12月中に全個体が枯死した。12月は冬型一年生や二年生が優勢になるが、(1) 11月に量的極大に達しその後やや衰退する種、(2) 12月に量的極大があってその後やや衰退する種、(3) オオアレチノギクのように9月に生育を開始するが、枯死と新生による個体交代が激しく、個体群としての量的成長が抑えられる種や(4) 10月から植被量を連続的に増大させる種などがあった。これらはいずれも種の低温に対する生理的機能の違いによるが、前二者は発芽適温が高く幼植物の成長も大きい、低温に対する抵抗力が弱い種であり、後二者は前二者に比べて発芽適温が低く初期成長も小さいが、低温に対する抵抗力が強い種である。10月～翌年1月期において11月期の植被量が最大で、10月と11月期はIとIIで大きく、IVとVで小さい。12月と1月期ではV区で大きく、IとIIで小さい。12月期の植被量の減少は、大きな草丈の夏型一年生の枯死によるが、それに代わって優勢な地位を占める冬型一年生や二年生は低温に対する抵抗力がある形態や機能をもつ種に限定される。ある立地の無機的条件と個々の種の環境要因に対する要求性との密接な関係によって生育可能な種が決定される。生育期間中の光エネルギー量と温度に関する情報から各種の生育適地条件（realized niche）を特徴づけることができる。得られたデータから、冬期における生活型交代を決定づけた要因は、夏型一年生の生育可能な平均温度(13.2～13.4℃)と冬型一年生や二年生の生育可能なそれとの差(約5℃の低下)であった。

研究課題 夏季における千島列島付近の海面水温異常について

課題番号 B2000-18

研究者 小田島高之（千葉県立中央博物館・研究員）

対応教員 建石隆太郎、浅沼市男

概要： NOAA海面水温データにより観察された「夏季において千島列島のマツワ島付近はその周辺海域より海面水温が低くなる」という現象の原因を明らかにするため、調査地域に関する過去の論文、NOAA海面水温データ、塩分濃度データや海上風力データを用い調査をおこなった。

その結果、この現象は一般的な海面水温異常とは異なり、島からの冷水の流入や深海からの湧昇

が原因である可能性は低く、この付近の複雑な海水の流れが原因である可能性が高いということが明らかになった。

研究課題 湿原の蒸発散量と CO₂、CH₄ フラックスのリージョナル規模での推定手法の開発

課題番号 A2000-21

研究者 宮田 明（農林水産省農業環境技術研究所・環境資源部主任研究官）、原蘭芳信（同上・環境資源部気象特性研究室室長）、桧物 聖（北海道教育大学釧路校・学生）

対応教員 近藤昭彦

概要： 湿原の蒸発散量、二酸化炭素およびメタンのフラックスの季節変化を、衛星リモートセンシングデータを用いて推定する手法開発の第一段階として、釧路湿原内のミズゴケが優占する赤沼高層湿原で、2000年4月から12月まで、フラックスのタワー観測を実施した。高層湿原の地下水位は降水量と蒸発散量にともなう変動を示した。月平均蒸発量は6月から8月にかけて 2mm d⁻¹ を越え、8月に 2.5 mm d⁻¹ で最大となった。蒸発散量の平衡蒸発量に対する比は、5月から9月の平均で 1.1 であった。光合成有効放射フラックスに対する地表面のアルベドは、9月中旬までは 4～5%であったが、植物の老化にともなって増加し、11月初旬には 10%を越えた。渦相関測定システムの不調により、盛夏期の CO₂ フラックスのデータはわずかしかなかったが、6月から10月までは湿原による CO₂ の吸収が観測された。湿原からのメタンの日放出量は、深さ 10cm の日平均地温と高い相関の季節変化を示し、最大値は 8月下旬の 0.19g CH₄ m⁻² d⁻¹ で、Q10 の値は 6.0 であった。

研究課題 分散配置された GIS データベースの統合利用に関する研究

課題番号 A2000-22

研究者 小口 高（東京大学空間情報科学研究センター・助教授）

対応教員 近藤昭彦（千葉大学環境リモートセンシング研究センター・助教授）

概要： 近年の GIS の普及にともない、地理情報データベースの需要が急速に高まっている。しかし、データベースの構築は時間と労力を要するため、個々の機関が多様な需要に対応することは困難であり、データベースを作成している様々な機関が連携し、利用者の便宜を図ることが必要である。そこで、日本の大学で地理情報データベースを整備している代表的 2 機関である千葉大学 CEReS と東京大学 CSIS の研究者が連携し、分散配置された自然地理学に関するデータベースを統合的に公開するためのシステム構築に関する実験を行った。

研究課題 GMS 赤外二波長データを用いた海洋上の可降水量の見積り

課題番号 A2000-23

研究者 岩崎博之（群馬大学教育学部・助教授）

対応教員 近藤昭彦

概要： 千葉大 CEReS で受信した GMS 赤外二波長データから海洋上の可降水量を見積るための基礎的な解析と放射計算を行った。

この研究は、他機関からの S-VISSR データを入手して継続中である。

研究課題 森と海の相互利用

課題番号 A2000-24

研究者 向井 宏（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸臨海実験所 所長・教授）

対応教員 近藤昭彦

概要： 目的：海の中でもっとも生産性の高い沿岸生態系のバランスが、多くの大陸沿岸で崩れて来つつあることが指摘されている。その最も重要な要因は、陸上生態系が人為的に大きく改変されたことと考えられ、たとえば沿岸水産資源を保全するための植林運動などが各地で行われている。それにもかかわらず、森林生態系と沿岸生態系の結びつきを定量的なデータで示した研究はほとんどない。われわれは、両者の関係を定める大きい要因は、森林に降った雨が海へ流入する過程の変動パターンにあると考え、森林の大規模伐採もしくはダム建設による流入パターンの変化と沿岸植物プランクトンや藻場の現存量変化、指標生物の生産力の変化の関係を定量的に明らかにし、もって沿岸生態系の保全に資することを目的とする。

内容・計画： GISによる航空写真画像の処理により海草藻場のマッピングや現存量推定の試みを行い、過去50年間の変動を明らかにすることを試みた。現在2回分の解析を終了し、3回分を解析中である。また、同時に陸上生態系の改変をGIS解析により明らかにしようと試みているが、資料が一部欠けているため最終的な結果はまだ出ていない。その結果から、陸上生態系の変化が沿岸生態系の海草藻場の分布やバイオマスにどのような影響を与えるかについて考察を加える予定である。

研究課題 地理・水質情報データベースを用いた千葉県内の河川・湖沼の水環境管理手法の開発

課題番号 A2000-25

研究者 飯村 晃（千葉県水質保全研究所）

対応教員 近藤昭彦

概要： 昨年度までに構築した地理・水質情報データベースを用いて千葉県内河川の流域特性を記述した。河川流域の土地利用面積、人口密度、下水道普及率等と河川の水質との関係を調べ、宅地面積あるいは人口密度とBOD、COD、全窒素、アンモニア性窒素、全りん、およびMBASの各濃度との相関関係が得られた。

研究課題 地理情報システムを利用した鳥取砂丘上の風速場のシミュレーションと実測データとの比較

課題番号 A2000-27

研究者 河村哲也（お茶の水女子大学人間文化研究科・教授）、神近牧男（鳥取大学乾燥地研究センター・教授）

対応教員 安田嘉純

概要： 風速場は現在の砂丘地形を考える上で重要な手がかりとなる。一方、広大な砂丘上において風速場を同時に測定するのは非常に困難である。それは、風速は時々刻々変化しているため、風速データとしては同時刻に観測されたものが意味をもつからである。このような場合、数値シミュレーションが重要な役割を果たす。本研究では砂丘地形として、風速など観測データが豊富な鳥取

砂丘を例にとり、地理情報システムから地形データを読み込んで数値シミュレーションを行い、観測結果を比較検討して数値シミュレーションの有効性を調べ、今後、観測データの少ない地域での風速場の予測に役立てることを目的とした。

はじめに砂面上の境界条件の課し方など計算上の基本的な点を調べるために、砂丘の1つの断面内で2次元計算を行った。次いで、2次元計算で得られた情報をもとに、砂丘上での3次元計算を季節風など典型的な風向のもとで行った。そして、砂丘列後方やスリバチと呼ばれる窪地など特徴的な地形における流れを実測と比較した。さらに防砂林の影響を、それらが存在している場所の抵抗係数を増すことにより、計算に取り入れ、防砂林を考えない場合との風速の差を定量的に求めた。なお、本研究は流れの可視化にも注意を払い、仮想粒子を用いることにより流れ場の効果的な可視化も行った。砂丘形状を変化させることは容易であるため、本研究の方法は鳥取砂丘のみならずいろいろな砂丘に適用できると考えられる。

研究課題 衛星リモートセンシングデータを用いたランドスケープ評価

課題番号 A2000-28

研究者 原慶太郎（東京情報大学経営情報学部・教授）

対応教員 安田義純

概要： 近年、生物多様性を保全し、環境の持続的利用を図るための学問的フレームワークを与える研究分野として景観生態学（ランドスケープ・エコロジー）が注目されている。本研究は、この景観生態学的立場から、衛星リモートセンシングデータを用いて景観（ランドスケープ）の構造解析を行ない、その評価手法の確立を目指すものである。本年度は、千葉県北西部に位置する佐倉市のランドスケープ分類を、衛星リモートセンシングデータ（Landsat TM）とGISを用いて行なった。次の5つのランドスケープが分類できた。1. 沼沢ランドスケープ、2. 低地農村ランドスケープ、3. 台地農村ランドスケープ、4. 谷津田農村ランドスケープ、5. 都市ランドスケープ。さらにランドスケープの構成単位であるエコトープの構成比から分類手法の妥当性を検討した。その結果、ランドスケープ分類におけるリモートセンシングデータとGIS利用の有効性が確認できた。

研究課題 分光反射係数測定による水稻の生育・収量の推定

課題番号 A2000-29

研究者 谷本俊明（広島県立農業技術センター・主任研究員）

対応教員 安田義純

概要： 水稻の高品質・安定生産のために、水稻の可視～近赤外域の分光反射係数を測定して、水稻の生育、収量を推定する方法について検討を行った。方法は、広島県立農業技術センター内の水田において、水稻（品種：ヒノヒカリ）を窒素の施用量を変えて栽培し、幼穂形成期（7月25日）と収穫期（9月19日）に450・550・625・650・700・750・850・950nmの反射係数を標準白色板を基準（100%）として、視野角10°高さ1.7m、俯角30°で、分光放射計を条方向に向けて測定した。

幼穂形成期（7月24日）の水稻の生育（草丈、茎数/m²）と450～950nmの分光反射係数との間には相関がみとめられなかった。しかし、反射係数間の演算値を用いることにより相関が認めら

れ、草丈は 850nm の反射係数 (R850) と 675nm の反射係数 (R675) の差と和の比「 $(R850 - R675) / (R850 + R675)$ 」、莖数 / m² は R850 と R700 の差と和の比「 $(R850 - R700) / (R850 + R700)$ 」、との相関 ($r=0.827^{**}$, $r=0.687^{**}$) が最も高かった。幼穂形成期の分光反射係数と収量との相関は、R950 と R650 の差と和の比「 $(R950 - R650) / (R950 + R650)$ 」との間に最も高い相関 ($r=0.679^{**}$) が認められた。収穫期の分光反射係数と収量との相関は R950 との間に最も高い相関 ($r=0.780^{**}$) が認められた。さらに、反射係数間の演算値を用いることにより相関係数が高くなり、R850 と R550 の比「 $R850 / R550$ 」との間に最も高い相関 ($r=0.864^{**}$) が認められた。幼穂形成期、収穫期において、水稻の可視～近赤外域の分光反射係数を測定することにより生育、収量の推定が可能である。

研究課題 農林水産リモートセンシングデータベース作成及び大容量データ転送技術に関する研究
課題番号 A2000-30

研究者 斎藤元也 (農業環境技術研究所計測情報科・上席研究官), 沢田治雄 (森林総合研究所企画調整部海・外森林環境変動研究チーム長), 澤田義人 (森林総合研究所 (科学技術振興事業団・雇用研究員)), 粟屋善雄 (森林総合研究所東北支所・経営部広葉樹林管理研究室長), 稲掛伝三 (遠洋水産研究所海洋・南大洋部低緯度域海洋研究室長), 児玉正文 (農林水産研究計算センター・係長), 新村太郎 (農林水産研究計算センター) (科学技術振興事業団・雇用研究員), 宋 献方 (農林水産研究計算センター) (科学技術振興事業団・雇用研究員), 七木田静代 (農林水産研究情報センター・課長), 江口 尚 (農林水産研究情報センター・係長)

対応教員 安田義純

概要: ネットワークの設定: それまで、千葉大と MAFFIN 間のデータ通信は衛星データの転送が可能では無かったので、その原因を調査し、8月に BGP の local preference を変更し、千葉大学への経路を OCN 経由より SINET 経由とし、11月には FTP による GMS データの転送を開始した。

GMS: MAFFIN では、千葉大学から転送されてきたデータを幾何補正などの処理を行い、データを保管すると同時に、農林水産衛星画像データベースシステム (SIDaB) に登録し検索とオーダーを可能とした。

DMSP: ネットワークの改善により、MAFFIN で提供している DMSP/OLS が千葉大学からダウンロード可能となった。

研究課題 衛星画像による黄砂雲の抽出

課題番号 B2000-31

研究者 日下 道 (金沢工業大学・教授)

対応教員 安田義純

概要: 東アジアを対象に黄砂分布の時間的・空間的な違いを衛星データから推定するアルゴリズムを検討する。具体的には、NOAA/AVHRR データの組み合わせから得られる特性と地上からの偏光度観測から推定される大気の光学的厚さとの比較・検討により黄砂の分布を推定する。

2000年3月と4月には石川県金沢市で黄砂の飛来が確認されており、また、丁度黄砂飛来日（3月3日、3月27日、4月9日）に地上から大気の偏光度観測が金沢工業大学で実施された。

3月3日、27日、4月9日前後のNOAA/AVHRRデータを収集し、現在、それらのデータを解析しているところである。また、偏光度データの解析も現在進行中である。

研究課題 多バンド衛星データ解析のための植生指標と解析アルゴリズムの開発

課題番号 A2000-32

研究者 村松加奈子（奈良女子大学理学部情報科学科・講師）、藤原 昇（奈良女子大学理学部情報科学科・教授）、落合史生（帝塚山大学教養学部・教授）、醍醐元正（同志社大学経済学部・教授）

対応教員 石山 隆

概要： 多バンドの衛星データを利用して、植生指標や植物の純生産量（NPP）の推定を行う。光源の位置とセンサーの観測角度によって観測される光の強さが異なることが知られており、衛星データを用いてこれらの研究を進めるには反射率の2方向性依存を把握する必要がある。そこで本年度は地上被覆物の二方向性反射率（BRF:Bidirectional Reflectance Factor）を測定し、解析を行った。測定対象物はコンクリート、芝、茶の木、太陽天頂角は、 $40^\circ \cdot 50^\circ \cdot 60^\circ$ 、観測天頂角は、 $-45^\circ \sim +45^\circ$ を 15° 間隔、方位角は、 $-45^\circ \cdot +45^\circ \cdot +90^\circ$ について、直達光と散乱光による反射輝度を測定した。視野は直径約40cmである。

各対象物の角度における反射率の測定値に半経験モデルであるMRPVモデルを用いてフィッティングし、反射率の角度による変化を角度の関数で表した。このことにより対象物の半球面全体からの反射率の変動を把握する事ができる。また人工衛星データを利用する際に、太陽高度及び方位角の季節変動やセンサの観測角度によって反射率ほどの程度変わるのか、また植物の活性度の指標となる植生指標への影響やエネルギーに換算した場合にどの程度違うのかを求めた。また観測角はTMセンサ（ $\pm 8^\circ$ ）とGLIセンサ（ $\pm 45^\circ$ ）を想定し、可視～近赤外領域のTM1～4chについて解析を行なった。

LANSAT/TMセンサでの観測角度では、反射の角度依存の影響はあまり受けなかった。観測角の振り幅の大きいADEOS-II/GLIセンサでは芝生・茶の木の反射率が高い4chに顕著に影響が現れる。植生指標NDVIは、今回調べた対象物に関して反射の角度依存の影響をほとんど受けなかった。これはNDVIを求める式がバンド間の割算になっているためである。太陽光の反射エネルギーは反射率に比例するため、反射の角度依存の影響を受ける。特に植生は近赤外のTMの4バンドで約 $10 \sim 20 \text{ W/m}^2$ 程度の角度依存の影響を受けることがわかった。

研究課題 中国新疆ボステン湖の流域における季節的な水収支と周辺の植生状況の変化について

課題番号 A2000-33

研究者 長島秀樹（東京水産大学・教授）、趙 景峰（東京水産大学・博士後期1年生）

対応教員 石山 隆

概要： 中国新疆の焉耆盆地に位置するボステン湖への人間活動の影響を昨年度開発した水収支モデルを用いて調べた。このモデルには、河川流入量のほかに、蒸発量、降水量、蒸発散量、地下

水量の増減などがとり入れられている。その結果、気候が安定していて灌漑面積が1989年の広さを維持したと仮定したとき、湖の水位は徐々に下がり、2050年には水深は12.4mになると推定される。しかしながら、中国政府は昨年よりボステン湖の水をタリム川に毎年1～2億トン放出する水利用計画を実行に移した。この場合、将来的に湖の水は減りつづけ、2050年に水深は10.8～9.6mに減少すると推定される。このときの湖の貯水量は、1976年当時のその40%以下になるであろう。

[3] 研究成果の公表

■ 3. 1 研究論文等

(審査論文)

1. Weibiao Chen, H. Kuze, and N. Takeuchi, Simultaneous measurement of wind and aerosol backscattering in the troposphere by high spectral resolution lidar with iodine filter, *Opt. Rev.* Vol. 7, 230-234 (2000).
2. S.-Q. Wu, T. Kimishima, H. Kuze, and N. Takeuchi, Efficient reduction of fringe noise in trace gas detection with diode laser multi-pass absorption spectroscopy, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 39, No. 7a, 4034-4040 (2000).
3. Jianguo Niu, H. Kuze, and N. Takeuchi, Studying air pollution with Kitt Peak Solar Flux Atlas — Analysis method and results of observation, *Advanced Atmospheric Science (China)*, Vol. 17, No. 3, 363-374 (2000).
4. 福地哲生, 藤井 隆, 後藤直彦, 根本孝七, 竹内延夫, 大気中微量物質計測用多波長 DIAL システムの開発, *電気学会電子・情報・システム部門誌 The Transactions of The Institute of Electrical Engineers of Japan (A Publication of Electronics, Information and Systems Society)*, Vol. 120-C, No. 8/9, 1265-1271 (2000).
5. H. Kinjo, H. Kuze, T. Takamura, M. Yabuki, and N. Takeuchi, Determination of aerosol extinction-to-backscattering ratio from multi-wavelength lidar observation, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 40, No. 1A, 434-440 (2001).
6. M. Minomura, H. Kuze, and N. Takeuchi, Adjacency effect in the atmospheric correction of satellite remote sensing data: evaluation of the influence of aerosol extinction profiles, *Opt. Rev.* Vol. 8, No. 2, 133-141 (2001).
7. T. Fujii, T. Fukuchi, N. Goto, K. Nemoto, and N. Takeuchi, Dual differential absorption lidar for the measurement of atmospheric SO₂ of the order of parts in 10⁹, *Applied Optics* vol. 40, No. 6, 949-956 (2001).
8. T. Fujii, T. Fukuchi, Nianwen Cao, N. Goto, K. Nemoto, and N. Takeuchi, 1 ppb-order atmospheric SO₂ measurement by multiwavelength DIAL, *Advances in Laser Remote Sensing*, A.

- Dabas, C. Loth, J. Pelon, ed., (selected papers of 20ILRC), 447-450 (2000).
9. N. Takeuchi, M. Yabuki, H. Kuze, S. Naito, S-C. Yoon, J-H. Qiu, Y. Liqun, A. Y. S. Chen, S. W. Tsang, and J. T. Villan, Derivation of S_1 parameters from aerosol sampling in Asian cities, *Advances in Laser Remote Sensing*, A. Dabas, C. Loth, J. Pelon, ed., (selected papers of 20ILRC), 183-186 (2000).
 10. 斎藤和也, 高村民雄, 山本尉太, 真野 学 : 干渉型 SAR 計測に及ぼす湿潤大気遅延効果と GPS 水蒸気情報の利用, *写真測量とリモートセンシング*, 38, No. 5, 4-19 (1999).
 11. Hirokazu Yamamoto, Koji Kajiwara and Yoshiaki Honda: The Study on High Accurate Biomass Estimation in the Wide Area Measured by Field Experiment in Mongolian Grassland, *RESGA journal* (2000).
 12. 本多嘉明, 梶原康司, 大石裕信 : 3D レーザースキャナを用いた植生物理量計測, 小特集, *写真測量とリモートセンシング*, Vol. 39, No. 2, 2000.
 13. 松岡真如, 梶原康司, 橋本俊昭, 本多嘉明, NOAA/AVHRR GAC グローバルデータセットのための陸域におけるコンポジット手法に関する研究, *写真測量とリモートセンシング* Vol. 40, No. 1, p. 6-14, 2001.
 14. 橋本俊昭, NOAA 衛星の時刻誤差の補正について, *写真測量とリモートセンシング* Vol. 39 No. 6 pp. 22-28, 2000.
 15. Ketut Wikantika, Jong-Hyun Park, Ryutaro Tateishi, Wihartini, Hussein Harahsheh, and Agung Budi Harto, Spectral information analysis from multisensor image fusion for land use/land cover classification in a tropical area: A case study in Bogor, Indonesia, *The Arab World Geographer*, Vol. 3, No. 1, pp. 60-73 (2000).
 16. Cheng-Gang Wen, Ryutaro Tateishi and Hussein Harahsheh, Asian 30-second land cover dataset, *The Arab World Geographer*, Vol. 3, No. 2, pp. 132-140 (2000).
 17. J. Tetuko S. S., R. Tateishi, K. Wikantika, A method to estimate tree trunk diameter and its application to discriminate Indonesian tropical forest characteristics, *The International Journal of Remote Sensing*, vol. 22, No. 1, 177-183 (2001. 1).
 18. N.G. Kharin, V.M. Zhirin, and R. Tateishi, Possibility of application of NDVI to study phenology and composition of forest in Siberia (in Russia), *Investigation of Earth from Space*,

- No. 1 pp. 73-79 (2001).
19. Asanuma, I, K. Matsumoto, T. Kawano, Primary Productivity Model Based on Photosynthetically Available Radiation, *Hyperspectral Remote Sensing of the Ocean*, SPIE, Vol. 4154, 153-158 (2000).
 20. Matsumoto, K., T. Kawano, H. Okano, I. Asanuma, Relations with phytoplankton distribution and spectral absorption coefficients in the equatorial Pacific, *Hyperspectral Remote Sensing of the Ocean*, SPIE, Vol. 4145, 223-231 (2000).
 21. Kawano, T., H. Okano, S. Yasuda, K. Matsumoto, I. Asanuma, Photosynthetic Parameters in the Western Equatorial Pacific, *Hyperspectral Remote Sensing of the Ocean*, SPIE, Vol. 4154, 204-211 (2000).
 22. Liu, Q., Tateishi, R., Kondoh, A. and Takeuchi, N. Vegetation types classification of a temperate biosphere reserve in China by multisensor satellite imagery. *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 39(5), 23-34 (2000).
 23. 西田顕郎, 樋口篤志, 近藤昭彦, 松田咲子 : 分光植生指標と表面温度に基づく地表面過程のリモートセンシング手法の検討. *水文・水資源学会誌*, 13(4), 304-312 (2000).
 24. 樋口篤志, 西田顕郎, 飯田真一, 新村典子, 近藤昭彦 : PGLIERC (Preliminary Global Imager experiment at Environmental Research Center) : その概要について. *日本水文科学会誌*, 30(2), 81-91 (2000).
 25. Kondoh, A and Nishiyama, J. Changes in hydrological cycle due to urbanization in the suburb of Tokyo Metropolitan area, Japan., *Advances in Space Research*, 26(7), 1173-1176 (2000).
 26. Kondoh, A and Oyamada, Y. Monitoring surface moisture and vegetation status by NOAA and GMS over North China Plain. *Advances in Space Research*, 26(7), 1055-1058 (2000).
 27. Higuchi, A., Kondoh, A. and Kishi, S. Relationship among the surface albedo, spectral reflectance of canopy, and evaporative fraction at grassland and paddy field. *Advances in Space Research*, 26(7), 1043-1046 (2000).
 28. Wang, H., Kojima, S., Kondoh, A. and Liu, Q.: A study on NDVI characteristics of vegetation of Tibet, China. *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 39(4), 64-73 (2000).

29. Liu, Q., Kondoh, A. and Takeuchi, N. Simulation on the response of life zone to global climate change in Northeast China by means of GIS. *Journal of The Remote Sensing Society of Japan*, 20(1), 9-18 (2000).
30. Turk, D, M. R. Lewis, G. W. Harrison, T. Kawano, I. Asanuma, Geographical distribution of new production in the western/central equatorial Pacific during El Nino and non-El Nino conditions, *J. Geophys. Res.* Vol. 106 , No. C3 , 4501-4516 (2000).

(その他の論文)

1. 高村民雄・岡田 格, “衛星による地球大気系の放射収支推定”, 月刊海洋, 32pp. 320-326. 1 (2000).
2. 建石隆太郎, 市橋 晋, NOAA AVHRR データによるアジアの積雪域の地図化, 千葉大学環境科学研究報告, 第26巻, pp. 27-34 (2001. 3).
3. Kondoh, A., Agung, B. H., and Runtunuu E.: Comparative study on the hydrological characteristics in Asia and the Pacific. *Proc. Fresh Perspectives on Hydrology and Water Resources in Southeast Asia and the Pacific*, IHP-V Technical Document in Hydrology No.7, UNESCO Jakarta Office. 247-254 (2000).
4. Machida, I., Kondoh, A., Tanaka, T. And Shimada, J: Database for stable isotopes of natural water. *Proc. Fresh Perspectives on Hydrology and Water. Resources in Southeast Asia and the Pacific*, IHP-V Technical Document in Hydrology No.7, UNESCO Jakarta Office. 173-178, (2000).

(解説・その他)

1. 高村民雄, 岡田 格, 中島 孝, 2000 : 衛星データを利用した太陽放射量推定とその検証, 千葉大学共同研究推進センター共同研究成果報告書, 第1号, p45-48, Aug. 2000.
2. 高村民雄・中島映至, 2000. 8 : 2000年度春季大会専門分科会報告, 天気, 47 (2000), pp. 595-599.
3. 杉森康宏, 汎海洋リモートセンシング国際会議/第5回会議 “PORSEC-2000, Goa”, *J. Signal Processing* (国際会議だより), Vol. 5, No. 2, 143-147, 2000.

4. 高村民雄, 大学における地球環境研究, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 39, No. 4, p1, 2000.
5. 岡山 浩, 他, 「平成12年度石油資源遠隔探知技術研究開発(資源探査用観測システムの研究開発)」研究報告書, Vol. 1, Vol. 2, 資源探査用観測システム研究開発機構.
6. Yabuki Sadayo, Nagashima Hideki, Mikami Masato and Ishiyama Takashi, The workshop on "The study of the mechanism of Aeolian dust outbreak from Asian continent and its long-range transport", Journal of Arid Land studies, Vol. 10, No. 3, p. 231 (2000).
7. 石山 隆, 「日本リモートセンシング学会概要」日本リモートセンシング学会, 20p (2000).
8. 本郷千春, 高分解能衛星データ利用による精密農業の可能性について, 農業における衛星情報活用の最前線予稿集, 11-16 (2000. 11).
9. 本郷千春, 農業における衛星情報の活用の現状, Let's あいてい講座, (社)全国農業改良普及協会, 25-35 (2000).
10. 本郷千春, 衛星 IT による精密農法の可能性について, 今月の農業 No. 12, 42-47, 2000.
11. 本郷千春, 未来へ託す風一食は大丈夫か? -, 毎日新聞, 2000. 5. 1 発刊.
12. 本郷千春, 地表水分色で分析ー農業リモートセンシングー, 日本農業新聞, 2001. 1. 1 発刊.
13. 本郷千春, IT を活用した農業可能性探る, 信濃毎日新聞, 2001. 2. 22 発刊.
14. 池田 卓, フィルムテスト フジクローム「プロビア100F プロフェッショナル (RDPⅢ)」, 雑誌「写真工業」, p. 7-9, (2000. 7).
15. 池田 卓, フィルムテスト フジカラー「スペリアズームマスター800」, 「フジカラー nexiaズームマスター800」, 雑誌「写真工業」, p. 7-9 (2000. 8).
16. 池田 卓, フィルムテスト フジクローム「トレビ400」, 雑誌「写真工業」, p. 7-9, (2001. 2).
17. 池田 卓, フィルムテスト コニカカラー「New センチュリア400・800 スーパーズーム」, 雑誌「写真工業」, p. 7-13 (2001. 3).
18. 池田 卓, 特集: どちらを選ぶか? 「クリアベース or 染色ベース」雑誌「写真工業」, p. 42-43

(2001. 3).

■ 3. 2 学会・研究会での発表

(国際学会・国際会議)

1. T. Fujii, T. Fukuchi, N. Cao, N. Goto, K. Nemoto, and N. Takeuchi, 1 ppb-order atmospheric SO₂ measurement by multiwavelength DIAL, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
2. T. Fujii, T. Fukuchi, N. Cao, N. Goto, K. Nemoto, and N. Takeuchi, Vertical profiling of tropospheric O₃ and measurement accuracy evaluation, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
3. N. Takeuchi, M. Yabuki, H. Kuze, S. Naito, S-C. Yoon, J. Qiu, Y. Liqun, A. Y. S. Cheng, H. Liu, and J. T Villarin, Derivation of S_p Parameter from Aerosol Sampling in Asian Cities, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
4. N. Takeuchi, H. Kuze, T. Takamura, T. Nakajima, and S. Baimoung, Continuous cloud observation in tropics by micro pulse lidar, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
5. W. Chen, N. Takeuchi, H. Kuze, A. Sone, H. Kan, and A. Okazaki, Continuous monitoring of urban boundary layer using a portable automated lidar, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
6. Jinhuan Qiu, N. Takeuchi, and H. Kuze, An inversion technique for LITE measurements of stratospheric aerosol extinction profile and its extinction-to-backscatter ratio, 20th ILRC, Vichy, France (2000. 7).
7. K. Asakuma, M. Minomura, S. Otsutsumi, H. Kuze, and N. Takeuchi, Estimation of aerosol optical thickness over land area in Chiba from AVHRR data, 33rd COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2000), Warsaw, Poland, A1.2-0039 (2000. 7).
8. A. Izumiya, A. Kawata, and N. Takeuchi, Comparison of aerosol parameter retrieval results from the analysis of ADEOS/POLDER, /OCTS and NOAA/AVHRR data, 33rd COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2000), Warsaw, Poland, A1.2-0045 (2000. 7).
9. J. Qiu, N. Takeuchi, and H. Kuze, A parameterized path radiance model and its application in the atmospheric correlation, 33rd COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2000), Warsaw, Poland, A1.2-A46 (2000. 7).

10. Wenqin Liu, H. Kuze, and N. Takeuchi, Scanning differential optical absorption spectroscopy system for flue gas monitoring, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4153-48 (2000. 10).
11. T. Fukuchi, T. Fujii, N. Goto, K. Nemoto, N. Cao, and N. Takeuchi, Tropospheric profiling of SO₂ and ozone by multiwavelength DIAL, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4153-46 (2000. 10).
12. N. Cao, T. Fujii, T. Fukuchi, N. Goto, K. Nemoto, and N. Takeuchi, Vertical NO₂ concentration profile measurement by DIAL, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4153-94 (2000. 10).
13. Qi-jing Liu, A. Kondoh, and N. Takeuchi, Monitoring of the stability of boreal forest ecosystem in northeast China in relation with natural disturbance by Landsat TM Imagery, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4151-35 (2000. 10).
14. K. Asakuma, S. Otsutsumi, T. Kubota, H. Kuze, and N. Takeuchi, Retrieval of aerosol optical thickness from NOAA/AVHRR data and its application to the derivation over land area in Chiba, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4150-62 (2000. 10).
15. M. Yabuki, H. Kinjo, H. Kuze, and N. Takeuchi, Derivation of aerosol optical properties from four-wavelength lidar observation, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4153-17 (2000. 10).
16. Yanqun Xue, H. Tashiro, K. Ando, H. Kuze, and N. Takeuchi, Simultaneous observation of NO₂ column density and aerosol optical thickness in Kanto area, Japan, SPIE 2nd International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Sendai, 4150-60 (2000. 10).
17. N. Takeuchi, M. Yabuki, H. Kuze, S. Naito, S-C. Yoon, J. Qiu, Y. Liqun, A. Y. S. Cheng, S. W. Tsang, and J. T. Villarín, S₁ Parameters estimated from aerosol sampling in Asian cities, Proc. Asian Lidar Observation Network Conf., Hefei, China (2000. 11).
18. M. Minomura, H. Kuze, and N. Takeuchi, Atmospheric correction algorithm of visible and near-infrared satellite data using radiance components: pixel-by-pixel calculation of the adjacency effect, CERES International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and

- Validation of Satellite Data, Chiba University, 2-5, p. 39-46 (2001).
19. K. Asakuma, S. Otsutsumi, M. Yabuki, T. Kubota, H. Kuze, and N. Takeuchi, Retrieval of aerosol optical thickness from NOAA/AVHRR data on the sea and land areas, CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data, Chiba University, 2-6, p. 47-50 (2001).
 20. H. Kinjo, M. Yabuki, H. Kuze, and N. Takeuchi, Determination of aerosol optical properties from multi-wavelength lidar observations, CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data, Chiba University, 5-2, p. 83-92 (2001).
 21. M. Yabuki, M. Shiobara, T. Yamanouchi, T. Shibata, H. Kuze, and N. Takeuchi, Behavior of the tropospheric aerosols in the Arctic region measured from Micro Pulse Lidar and Sky-radiometer at Ny-Alesund, Svalbard, during the ASTAR2000 campaign, CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data, Chiba University, 5-4, p. 97-100 (2001).
 22. T. Takamura, S. Kaneta, I. Okada, N. Takeuchi, and G.-Y. Shi, SKYNET validation network and its activities, CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data, Chiba University, 6-4, p. 114-120 (2001).
 23. Wahyu Widada, M. Minomura, H. Kuze, and N. Takeuchi, Iterative correction of multiple-scattering effects in Mie-scattering lidar signals, CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data, Chiba University, 8-4, p. 154-157 (2001).
 24. T. Takamura, I. Okada, Surface solar radiation estimated from GMS-5 and its validation, Japan-China Workshop on Aerosol-Cloud Radiation Interaction over Desert Area, Aug. 2-4, at Silu Hotel, DunHuang, China (2000).
 25. Yumiro Suga, Satoshi Hoshi, Toshiaki Takano, Shin Shimakura, Hiroshi Kumagai, Tamio Takamura, Teruyuki Nakajima, Design and Development of an FM-CW Radar at 94GHz For Observations of Cloud Particles, 2001 Asia-Pacific Radio Science Conference, Tokyo, PF-28 (p. 333) (2001).
 26. Naoya Suzuki, Takahiro Osawa, Jun Suwa, Masatoshi Akiyama and Yasuhiro Sugimori, Study of the CO₂ flux estimation in global ocean using satellite data, The WOCE/CLIVER Variability Workshop, Fukuoka (2000. 10).

27. Naoya Suzuki, Naoto Ebuchi, Jun Suwa, Masatoshi Akiyama, and Yasuhiro Sugimori, Advanced Analysis of the Relationship between Non-dimensional Roughness Length and Wave Age using Tower-based Measurements – For Study of Air-Sea CO₂ Transfer using satellite data – , PORSEC2000, Goa India (2000. 12).
28. Naoya Suzuki, Naoto Ebuchi, Isao Watabe and Yasuhiro Sugimori, Study of Air-Sea CO₂ Gas Transfer on basis of Wave Breaking Model-Study of the relationship between non-dimensional roughnesslength and wave age, effected by wave directionality – PORSEC2000, Goa India (2000. 12).
29. Takahiro Osawa, Daigo Kuroiwa, Jun Suwa, Masatoshi Akiyama, Yasuhiro Sugimori, Study of Relationship Between T CO₂ & P CO₂ in the North Pacific Using SeaWiFS data and AVHRR, PORSEC2000, Goa India (2000. 12).
30. T. Hashimoto, Geometric Correction of ADEOS-II/GLI, Proc. of 18th ISPRS, B1 pp. 141-147 (2000).
31. T. Hashimoto, T. Igarashi, A. Mukaida, R. Higuchi, Global Image Composite of ADEOS/OCTS GAC, Proc. of 21st ACRS, pp. 152-157 (2000).
32. Ryutaro Tateishi, Nikolai Kharin, and Hussein Harahsheh, Assessment and mapping of desertification of Asia, Thematic Programme Network (TPN1) Worlshop, Tokyo (2000. 6).
33. Hussein Harahsheh and Ryutaro Tateishi, Environmental GIS databases and desertification mapping of west Asia, Thematic Programme Network (TPN1) Worlshop, Tokyo (2000. 6).
34. Ryutaro Tateishi, Nikolai Kharin, and Hussein Harahsheh, Assessment and mapping of desertification of Asia, Thematic Programme Network (TPN1) Worlshop, Tokyo (2000. 6).
35. Hussein Harahsheh and Ryutaro Tateishi, Environmental GIS databases and desertification mapping of west Asia, Thematic Programme Network (TPN1) Worlshop, Tokyo (2000. 6).
36. Park, J.G. and Tateishi, R., Analysis of the factor which gives influence to AVHRR NDVI data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B4, paper No. IC-18a-1, Amsterdam (2000. 7).
37. Tateishi, R., Wen, C. G., and Park, J. G., Global / continental land cover mapping and monitoring, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B4,

paper No. TP IV-05-14, Amsterdam (2000. 7).

39. Ryutaro Tateishi, 1 km land cover database in Asia, Proceedings of the 9th Regional Seminar on Earth Observation for Tropical Ecosystem Management, pp.75-82, Khao Yai, Thailand (2000. 11).
40. Hussein Harahsheh and Ryutaro Tateishi, Desertification mapping of West Asia' – A GIS and remote sensing applications, Proceeidngs of the 21st Asian Conference on Remote Sensing (ACRS), pp. 585-590, Taipei Taiwan (2000. 12).
41. Lin Zhu and Ryutaro Tateishi, Integration of multisensor multitemporal satellite data for agricultural vegetation mapping, Proceeidngs of the 21st Asian Conference on Remote Sensing (ACRS), pp. 903-908, Taipei Taiwan (2000. 12).
42. German Borlikov, Nikolai Kharin, Valentina Bananova, Ryutaro Tateishi, Desertification of the drylands of Caspian region, Rostov-on-Don, 89 p. (2000. 9).
43. Runtunuwu, E., Kondoh, A., Harto, A. B., and Prayogo, T. Application of remote sensing and GIS for anthropogenic vegetation monitoring. Proceedings of SPIE Vol. 4135, San Diego, USA, pp. 135-142 (2000).
44. Eleonora Runtunuwu, Akihiko Kondoh, Agung Budi Harto, and Teguh Prayogo. Influences of human activities to land cover changes and its impact on potential evapotranspiration over Asian region. Abstracts of 29th International Geographical Congress, LUCC/IGC, Seoul, Korea, pp. 170-171 (2000).
45. Eleonora Runtunuwu, Akihiko Kondoh, Agung Budi Harto, Teguh Prayogo, and Ketut Wikantika. Relation between evaporation coefficients and spectral reflectance. Proceedings of the 9th Scientific Meeting of Indonesian Students, Shizuoka, Japan, pp. 117-120 (2000).
46. Eleonora Runtunuwu, Akihiko Kondoh, Agung Budi Harto, Teguh Prayogo, and Shen Yanjun Relationship between NOAA/AVHRR-derived NDVI, rainfall and Air Temperature for Diverse Vegetation Types in East Asia: I. NDVI vs Rainfall. Proceedings of the CEReS International Symposium on remote Sensing of the Atmosphere and validation of Satellite Data, CEReS, Chiba, Japan, pp. 127-132 (2001).
47. Eleonora Runtunuwu, Akihiko Kondoh, Agung Budi Harto, Teguh Prayogo, and Shen Yanjun Relationship between NOAA/AVHRR-derived NDVI, rainfall and Air Temperature for

- Diverse Vegetation Types in East Asia: II. NDVI vs Air temperature. Proceedings of the CEReS International Symposium on remote Sensing of the Atmosphere and validation of Satellite Data, CEReS, Chiba, Japan, pp. 133-138 (2001).
48. Kondoh, A., Agung, B. H., and Runtunuu E. Comparative study on the hydrological characteristics in Asia and the Pacific. Proc. Fresh Perspectives on Hydrology and Water Resources in Southeast Asia and the Pacific, IHP-V Technical Document in Hydrology No. 7, UNESCO Jakarta Office. 247-254. (2000. 11).
 49. Machida, I., Kondoh, A., Tanaka, T. And Shimada, J. Database for stable isotopes of natural water. Proc. Fresh Perspectives on Hydrology and Water Resources in Southeast Asia and the Pacific, IHP-V Technical Document in Hydrology No. 7, UNESCO Jakarta Office. 173-178. (2000. 11).
 50. Asanuma, I., K. Matsumoto, T. Kawano, Water Column Ingested Primary Productivity Model using Ocean Color Sensors, Ocean Optics, XVI, Monaco (2000).
 51. Asanuma, I., K. Matsumoto, T. Kawano, Vertically resolved primary productivity model for satellite remote sensing, Pacific Ocean Remote Sensing & Environment Conf., 502-504 (2000).
 52. Lewis, M., D. Turk, I. Asanuma, T. Kawano, M. McPhaden, El Nino variations in the biological productivity of the equatorial Pacific Ocean, Pacific Ocean Remote Sensing & Environment Conf. (2000).
 53. Asanuma, I., K. Matsumoto, T. Kawano, Validation of Photosynthetically Available Radiation Estimated from Satellite Data for Primary Productivity Model, The CEReS International Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data (Chiba) (2001. 2).
 54. Asanuma, I., Calibration and Validation Strategy for GLI on ADEOS-II, Sixth Committee Meeting of the International Ocean-Color Coordinating Group (San Diego) (2001. 1).
 55. Asanuma, I., K. Matsumoto, T. Kawano, H. Inoue, Temporal variability of primary productivity along the Equator estimated from ocean color sensor, 地球惑星科学関連合同学会 (東京), (2000. 6).
 56. Asanuma, I., K. Matsumoto, T. Kawano, Depth Resolved Primary Productivity Model using Satellite Data, America Geophysical Union North Pacific Meeting, Tokyo (2000. 6).

57. Asanuma, I., I. Nakanishi, K. Hirano, M. Kishino, J. Ishizaka, H. Fukushima, Primary Productivity Research and Related Activities in Japan using SeaWiFS Data, SeaWiFS Science Team Meeting, New Hampshire (2000. 5).
58. Ishiyama, T., S. Tanaka, K. Uchida, S. Fujikawa, Y. Yamashita and M. Kato, Relationship among vegetation variables and vegetation features of arid lands derived from satellite data., 29th Scientific Assembly of COSPAR, Warsaw (2000. 7).

(国内学会)

1. 竹内延夫, 宇宙からのセンシング, Laser Expo 2000 予稿集, L1-4 (パシフィコ横浜) 2000. 4.
2. 朝隈康司, 大堤新吾, 久世宏明, 竹内延夫, NOAA/AVHRR データによる千葉周辺の光学的厚さ導出と陸域への適用検討, 日本リモートセンシング学会第28回(平成12年度春季)学術講演会, B15 (つくば市), 2000. 5.
3. S. Dewang, 竹内延夫, W. Widada, 久世宏明, S. Baimoung, MPLとスカイラジオメータを使用した雲の光学的性質の導出, 日本リモートセンシング学会第28回(平成12年度春季)学術講演会, B20 (つくば市), 2000. 5.
4. D. Sudiana, K. Asakuma, S. Otsutsumi, T. Kubota, H. Kuze, and N. Takeuchi, The optical properties of the Indonesian forest fire in 1999, 日本リモートセンシング学会第28回(平成12年度春季)学術講演会, A29 (つくば市), 2000. 5.
5. 矢吹正教, 武田明知, 内藤季和, 久世宏明, 竹内延夫, 化学組成測定から導出された千葉におけるライダーパラメーター (S_1 パラメータ)の季節変動, 第17回エアロゾル科学・技術研究討論会(広島大), 2000. 8.
6. W. Widada, 金城秀樹, 久世宏明, 竹内延夫, 佐々木真人, ライダーを用いた対流圏エアロゾルの消散係数観測における多重散乱信号の影響, 2000年秋季第61回応用物理学会学術講演会, 5aN8 (北工大) 2000. 9.
7. 福地哲生, 藤井 隆, 曹 念文, 名雪琢弥, 後藤直彦, 根本孝七, 竹内延夫, 低層対流圏におけるオゾンのDIAL計測および測定誤差評価, 第61回応用物理学会学術講演会, 5aN10 (北工大) 2000. 9.
8. 山井四海, 久世宏明, 竹内延夫, ファブリー・ペロー共振器と周波数変調法を用いた高感度微

- 量気体検出, 第61回応用物理学学会学術講演会, 5pN15 (北工大), 2000. 9.
9. D. Sudiana, J. Ru, Y. Kimura, H. Kuze, N. Takeuchi, and Y. Kawata, Aerosol properties over the ocean using NOAA/AVHRR and POLDER data, 計測自動制御学会第26回リモートセンシングシンポジウム (東京), 2000. 10.
10. 金城秀樹, 久世宏明, 竹内延夫, 参照プロファイル法を用いたエアロゾル消散係数/後方散乱係数比の導出, 計測自動制御学会第26回リモートセンシングシンポジウム (東京), 2000. 10.
11. 大堤新吾, 朝隈康司, Dodi Sudiana, 久世宏明, 竹内延夫, 衛星画像を用いた関東地域における地表面状態分類の検討, 計測自動制御学会第26回リモートセンシングシンポジウム (東京), 2000. 10.
12. 矢吹正教, 塩原匡貴, 山内 恭, 平沢尚彦, 原圭一郎, 藤谷 雄二, 山形 定, 西田千春, 柴田 隆, 竹内延夫, 久世宏明, 3波長ネフェロメータおよび OPC を用いた大気エアロゾル複素屈折率の導出 - ASTAR2000 ニーオルスン地上観測 -, 日本気象学会2000年秋季大会, P323 (京都) 2000. 10.
13. 矢吹正教, 塩原匡貴, 山内 恭, 柴田 隆, 竹内延夫, 久世宏明, マイクロパルスライダーで観測された北極対流圏エアロゾルの挙動, 第23回極域気水圏シンポジウム, PI-3 (東京) 2000. 11.
14. 豊島伸介, 金城秀樹, 矢吹正教, 久世宏明, 竹内延夫, 多波長ライダーを用いたエアロゾル消散係数の計測, 2001年春季第48回応用物理学関係連合講演会, 31aYC1 (明治大) 2001.
15. Wahyu Widada, 金田真一, 久世宏明, 竹内延夫, レーザー光の長光路伝搬および温度相関を利用した大気屈折率構造定数の同時測定, 2001年春季第48回応用物理学関係連合講演会, 31aYC2 (明治大) 2001.
16. 福地哲生, 藤井 隆, 曹 念文, 名雪琢弥, 根本孝七, 竹内延夫, 低層対流圏における NO₂ の DIAL 計測および測定誤差評価, 2001年春季第48回応用物理学関係連合講演会, 31aYC5 (明治大) 2001.
17. 岡田 格, 花田 和, 高村民雄, 高橋清利, 静止気象衛星データから得られた地表面温度の長期変動 (1), 2000年春季大会講演予稿集, p. 379, 日本気象学会春季大会, (つくば) 2000. 5.
18. 岡田 格, 高薮 縁, 竹村英幸, 高村民雄, 金田真一, 河本和明, 井上豊志郎, 中島映至, 菊地時夫, GMS-5 から推定した日射量と地上観測値との比較, 2000年春季大会講演予稿集, p. 63,

- 日本気象学会春季大会, (つくば) 2000. 5.
19. 黒岩大悟, 大沢高浩, 趙 朝方, 浅沼市男, 諏訪 純, 杉森康宏, 基礎生産力推定モデルの比較研究-TIMモデルを基礎とした各モデルの比較-, 日本海洋学会春季大会(東京) 2001.
 20. 大沢高浩, 黒岩大悟, 趙 朝方, 浅沼市男, 諏訪 純, 杉森康宏, 鉛直構造を組み込んだ基礎生産量推定モデルの開発-PB(z)を基礎としたモデルによる-, 日本海洋学会春季大会(東京) 2001.
 21. 鈴木直弥, 藤田 武, 江淵直人, 渡部 勲, 趙 朝方, 杉森康宏, 風浪の方向性を考慮した無次元粗度と波齢の関係, 日本海洋学会春季大会, (東京) 2001.
 22. 鈴木直弥, 趙 朝方, 江淵直人, 渡部 勲, 諏訪 純, 杉森康宏, 風浪の発達過程における2次元方向スペクトルの時間変動, 海洋理工学会春季大会, (東京) 2001.
 23. 三輪卓司, 池田 卓, 樹木葉のスペクトルの照射角または観測角による変化, 日本リモートセンシング学会第28回学術講演会論文集, p79-p80, 2000. 5.
 24. 三輪卓司, 池田 卓, 樹木葉の透過・反射スペクトルの照射角または観測角による変化, 日本リモートセンシング学会第29回学術講演会論文集, p145-p146, 2000. 11.
 25. 三森 満, 大沼一彦, 池田 卓, 三輪卓司, マンセル空間におけるスライドフィルムでの肌色領域の色分布解析, 日本写真学会2000年度秋期学術講演会要旨集, p30 -p31, 2000. 11.
 26. Hussein Harahsheh, Ryutaro Tateishi, and Nikolai Kharin, Application of remote sensing for continental desertification study - Case study: Asia, 日本写真測量学会平成12年度年次学術講演会発表論文集, pp. 1-6, (東京) 2000. 6.
 27. 赤川 聡, 朴 鍾杰, 建石隆太郎, 時系列 NOAA AVHRR データに影響を与える要因解析, 日本写真測量学会平成12年度年次学術講演会発表論文集, pp. 73-78, (東京) 2000. 6.
 28. 朴 鍾杰, 建石隆太郎, 時系列 AVHRR データを用いた土地被覆変化抽出, 日本写真測量学会平成12年度年次学術講演会発表論文集, pp. 99-104, (東京) 2000. 6.
 29. J. T. S. Sumantyo and R. Tateishi, Electromagnetic scattering simulation for tropical tree trunk, 日本写真測量学会平成12年度年次学術講演会発表論文集, pp. 121-126, (東京) 2000. 6.
 30. Ketut Wikantika, R. Tateishi, A. B. Harto, Land cover mapping in mountainous area using

- spectral information and textural features of the Landsat TM data, 日本写真測量学会平成12年度年次学術講演会発表論文集, pp. 149-152, (東京) 2000. 6.
31. 島崎康信, 朴 鍾杰, 建石隆太郎, NOAA/NASA Pathfinder AVHRR Land Data Set の特徴, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, pp. 53-56, (鳥取) 2000. 6.
 32. 江幡光彦, 建石隆太郎, 時系列 NOAA AVHRR NDVI データを用いたシベリア植生の季節変動の推定, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, pp. 177-182, (鳥取) 2000. 11.
 33. 遅沢 順, 朴 鍾杰, 建石隆太郎, 18年間の PAL データを用いた土地被覆変化抽出に関する研究, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, pp. 203-208, (鳥取) 2000. 11.
 34. Renchin Tsolmon, 建石隆太郎, A linear mixture model for land cover classification using 8km and 1km AVHRR data, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, pp. 213-216, (鳥取) 2000. 11.
 35. 加野北斗, 朴 鍾杰, 建石隆太郎, 離散フーリエ級数展開法を用いた NDVI プロファイル補正に関する研究, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, pp. 217-220, (鳥取) 2000. 11.
 36. 浅沼市男, 松本和彦, 河野 健, 時間及び深度解析型基礎生産力モデルについて, 日本海洋学会春季大会 (東京) 2001. 3.
 37. 石山 隆, 田中壮一郎, 内田清孝, 藤川真治, 山下安之, 加藤雅胤, 衛星データから評価した乾燥地の植生の物理量, 日本リモートセンシング学会第28回 (平成12年度春季) 学術講演会 (つくば市) 2000. 5.
 38. 加藤尚子, 村松加奈子, 藤原 昇, 石山 隆, 地上被覆物の二方向性反射率の測定と解析, 日本リモートセンシング学会第29回学術講演会 (奈良女子大学) 2000. 11.
 39. 池田 卓, 大沼一彦, 三森 満, 三輪卓司, L * A * B * 色空間におけるカラーズライドフィルムの色再現特性評価(4), 日本写真学会秋期大会講演要旨集, P. 139-140, 2000. 11.

[4] 受 賞

近藤昭彦

千葉大学オープンリサーチ2000, ポスター賞, 平成12年12月.
「人工衛星リモートセンシングと地図情報を用いた千葉県の変遷」

杉森康宏

PORSEC (Pan Ocean Remote Sensing Conference)-2000, Goa.
「PORSEC 学会賞」, 平成12年12月.

[5] 国際交流

■ 5. 1 研究者の国際交流

(外国人来訪者, 滞在者)

Jo myung-hee	慶一大学 (韓国)	研究打ち合わせ
Lee Young-Joo	慶一大学 (韓国)	研究打ち合わせ
Kim Kwang-Ju	慶一大学 (韓国)	研究打ち合わせ
A. K. Barbara	B. Gauhati 大学 (インド)	研究打ち合わせ
Minalshi Devi	Gauhati 大学 (インド)	研究打ち合わせ
Ian Gatley	ロチェスター工科大学画像科学センター	見学
Robert Clark	ロチェスター工科大学理学部	見学
Frank Cost	ロチェスター工科大学画像科学センター	見学
太田 登	ロチェスター工科大学画像科学センター	見学
程 国棟	中国科学院 (中国)	研究打ち合わせ
馮 仁国	中国科学院 (中国)	研究打ち合わせ
石 廣玉	中国科学院 (中国)	研究打ち合わせ
Kim- Young-Seub	Pu-Kyung 大学 (韓国)	見学
Yun- Hong Ju	Yeu-Soo 大学 (韓国)	見学
Song-Bong Geun	Pu-Kyung 大学 (韓国)	見学
Hong-Ki Man	Pu-Kyung 大学 (韓国)	見学
チョンジョンユル	ソウル大学 (韓国)	見学
Jo. Myung Hee	慶一大学 (韓国)	見学
Choung Mi-Hwa	慶一大学 (韓国)	見学
朴 鍾	韓国電子技術研究所 (韓国)	研究打ち合わせ
魏 慶農	中国科学院安徽光学精密機械研究所 (中国)	研究打ち合わせ
レ・キム・トーア	Vietnam National Center for Natural Science and Technology Institute of Geography	論文博士号取得
Sugardito	インドネシア科学研究所 (インドネシア)	共同研究
Shailesh M. Pednekar	National Institute of Oceanography Male	研究打ち合わせ
Nikolai Kharin	Russian Academy of Science	COE 外国人研究員
レイチェル・ピンカー	メリーランド大学 (アメリカ)	COE 外国人研究員
アグス・クリスティヨノ	BPPT-TISDA リモートセンシンググループ	研究打ち合わせ
ムハマド・サドリ	BPPT-TISDA リモートセンシンググループ	研究打ち合わせ
周 広勝	中国科学院植物研究所 (中国)	共同研究
ホセ・スチュアルト	コンセプション大学 (チリ)	COE 外国人研究員
Brenth N. Holben	NASA GODDARD	国際シンポジウム出席

Robert Frouin	スクリップス海洋研究所 (アメリカ)	国際シンポジウム出席
Warawut Khantiyanan	王立人工降雨と農業航空局 (タイ)	国際シンポジウム出席
Qiu Jinhuan	中国科学院大気物理研究所 (中国)	国際シンポジウム出席
Lu Daren	中国科学院大気物理研究所 (中国)	国際シンポジウム出席
Dong Chaohua	国立衛星気象センター (中国)	国際シンポジウム出席
石 廣玉	中国科学院大気物理研究所 (中国)	国際シンポジウム出席
魏 文寿	中国科学院生態地理研究所 (中国)	国際シンポジウム出席
Christopher D. Elvidge	NOAA National Geophysical Data Center	ワークショップ出席
Thomas Schmugge	US Dept. of Agriculture, Hydrology Lab	ワークショップ出席
Erdenetuya Magsar	モンゴル国立リモートセンシングセンター	ワークショップ出席
Ir. Jan Sopahelu-wakan	Indonesian Institute of Science	研究打ち合わせ
ハリアトノ・スマルマン	インドネシア国公共事業省データ公共情報センター	研究打ち合わせ
Shri. L. V. G. Rao	国立海洋研究所 (インド)	研究打ち合わせ
Mohamed Amin Aboel Ghar	エジプト国立空間リモートセンシング研究所	外国人研究者

[6] 教育活動

■ 6.1 講義 (大学院, 学部)

竹内延夫

普遍教育	「情報と計算機」(分担)
工学部画像工学科	「リモートセンシング工学」
自然科学研究科前期課程	「隔測センサ工学Ⅰ」・「特別演習Ⅰ」・「特別研究Ⅰ」・「特別演習Ⅱ」・ 「特別研究Ⅱ」
自然科学研究科後期課程	「環境隔測論」・「リモートセンシング工学」・「特別演習」・「特別研究」・ 「電子・光システム総合特別講義」(分担)

久世宏明

普遍教育	「地球環境とリモートセンシング」(分担)
自然科学研究科前期課程	「隔測センサ工学Ⅱ」・「特別演習Ⅰ」・「特別研究Ⅰ」・「特別演習Ⅱ」・ 「特別研究Ⅱ」
自然科学研究科後期課程	「応用環境光学」・「特別演習」・「特別研究」・「電子・光システム総合 特別講義」(分担)

高村民雄

普遍教育	「地球環境の行方を探る」(分担)
自然科学研究科前期課程	「隔測情報処理Ⅰ」・「特別演習Ⅰ」・「特別研究Ⅰ」・「特別演習Ⅱ」・ 「特別研究Ⅱ」
自然科学研究科後期課程	「物質循環論Ⅰ」・「特別演習」・「特別研究」・「社会教育」幕張新都心ビ ジネス・セミナー (主催: 千葉大学, 共催: 千葉県・千葉県企業庁) —明日の企業環境とその課題—第4回「地球環境の把握と視点」, 2001年, 2月14日

杉森康宏

自然科学研究科前期課程	「特別研究Ⅰ」・「特別研究Ⅱ」・「特別演習Ⅰ」・「特別演習Ⅱ」・「海洋 リモートセンシング」
自然科学研究科後期課程	「特別研究」・「特別演習」・「地球環境情報システム」・「総合特別講義: 地球温暖化現象と人工衛星観測の情報処理」(分担)
普遍教育	「地球気候環境Ⅲ—海洋と地球環境」

本多嘉明

自然科学研究科前期課程 「像情報処理工学」
普遍教育総合科目 「地球環境とリモートセンシング」(分担)

三輪卓司

自然科学研究科前期課程 「像質科学」
像科学専攻 「特別研究Ⅱ」・「特別演習Ⅱ」
千葉大学総合科目 d. 自然と情報 授業科目：環境とリモートセンシング

建石隆太郎

普遍教育 「地球環境とリモートセンシング」(分担)
自然科学研究科前期課程 「隔測情報工学」・「特別演習Ⅰ」・「特別研究Ⅰ」・「特別演習Ⅱ」・「特別研究Ⅱ」
自然科学研究科後期課程 「リモートセンシング特論」・「特別演習」・「特別研究」「地球環境科学総合特別講義」(分担)

近藤昭彦

普遍教育 「地球環境とリモートセンシング」(分担)
「地球科学 B (環境情報科学入門)」
自然科学研究科前期課程 「水文地形学」
自然科学研究科後期課程 「水文環境計測論」
筑波大学環境科学研究科 「リモートセンシング」
岡山大学理学部 「リモートセンシング」

梶原康司

工学部 「データベース」
自然科学研究科前期課程 「環境データ解析」
普遍教育総合科目 「地球環境とリモートセンシング」(分担)

浅沼市男

自然科学研究科前期課程 「リモートセンシング情報判読」

■ 6.2 博士論文, 修士論文

(博士論文)

- | | |
|------|-------------------------------|
| 指導教官 | 竹内延夫・久世宏明 |
| 氏名 | 美濃村満生 |
| 専攻 | 自然科学研究科人工システム科学専攻 |
| 論文題目 | 可視・近赤外域における人工衛星データの大気補正に関する研究 |
| 学位 | 博士(工学) |
-
- | | |
|------|---------------------------|
| 指導教官 | 竹内延夫・久世宏明 |
| 氏名 | 金城秀樹 |
| 専攻 | 自然科学研究科人工システム科学専攻 |
| 論文題目 | 多波長ミーム散乱ライダーデータの校正法に関する研究 |
| 学位 | 博士(工学) |
-
- | | |
|------|---|
| 指導教官 | 竹内延夫(近藤昭彦) |
| 氏名 | Liu Qijing |
| 専攻 | 自然科学研究科人工システム科学専攻 |
| 論文題目 | Monitoring of Boreal Vegetation by Multisource Data (マルチソースデータによる北方植生のモニタリング) |
| 学位 | 博士(学術) |
-
- | | |
|------|--|
| 指導教官 | 高村民雄 |
| 氏名 | 李善勲 |
| 専攻 | 自然科学研究科多様性科学専攻 |
| 論文題目 | (論文博士) The consideration on the veridity and physical meaning of parameters in sorptivity expression |
| 学位 | 博士(理学) |
-
- | | |
|------|--|
| 指導教官 | 建石隆太郎 |
| 学生氏名 | 朱林 |
| 専攻 | 環境動態学専攻 |
| 論文題目 | Fusion of multisensor multitemporal satellite data for agricultural area mapping |
| 学位 | 博士(工学) |

指導教官 建石隆太郎
学生氏名 朴 鍾杰
専攻 環境動態学専攻
論文題目 時系列 NOAA/AVHRR データを用いたグローバル土地被覆変化抽出に関する研究
学位 博士(工学)

指導教官 建石隆太郎
学生氏名 Harahsheh Hussein
専攻 人間・地球科学専攻
論文題目 Development of environmental GIS database and its application to desertification study in Middle East - A remote sensing & GIS application -
学位 博士(学術)

指導教官 建石隆太郎
学生氏名 Ketut Wikantika
専攻 人間・地球科学専攻
論文題目 Spectral and textural aspects of multisensor and multitemporal satellite data for land use/land cover mapping in a tropical area
学位 博士(学術)

指導教官 近藤昭彦
氏名 Agung Budi Harto
専攻 自然科学研究科人間・地球環境科学専攻
論文題目 Study on GIS-Based Comparative Hydrology In Monsoon Asia (GISによるモンスーンアジアの比較水文学研究)
学位 博士(理学)

(修士論文)

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 大堤新吾
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 衛星画像を用いた大気エアロゾルの光学的厚さと地表面反射率の導出
学位 修士(工学)

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 由井四海
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 ファブリー・ペロー共振器と周波数変調法を用いた高感度微量気体検出
学位 修士（工学）

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 鈴木義英
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 可搬型ライダーの開発と大気連続観測
学位 修士（工学）

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 立谷伸也
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 ライダーによる浮遊粒子状物質の二次元観測
学位 修士（工学）

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 武田明知
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 地上サンプリングによる大気エアロゾルの物理的性質
学位 修士（工学）

指導教官 竹内延夫・久世宏明
氏名 秋元 竜
専攻 自然科学研究科電子機械科学専攻
論文題目 高繰り返しライダーの光学系に関する研究
学位 修士（工学）

指導教官 高村民雄
学生氏名 楠本憲太郎
専攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 分光型サンフォトメータによる可視領域を用いたオゾン気柱量の推定
学位 修士（工学）

指導教官 杉森康宏
学生氏名 藤田 武（自然科学研究科像科学専攻）

論文題目 風による海面応力の波浪依存性の解析に関する研究
学 位 修士（工学）

指導教官 本多嘉明
学生氏名 長尾麻子
専 攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 衛星データを用いた樹木の発芽および落葉時期の検出に関する研究
学 位 修士（工学）

指導教官 本多嘉明
学生氏名 田坂淳也
専 攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 複数スキャン角データによる植生三次元構造の把握に関する研究
学 位 修士（工学）

指導教官 三輪卓司
氏 名 三森 満
専 攻 自然科学研究科像科学専攻
論文題目 マンセル色空間における肌色再現評価
学 位 修士（工学）

指導教官 近藤昭彦
氏 名 Teguh Prayogo
専 攻 自然科学研究科生命・地球科学専攻
論文題目 Satellite Based Phenology Study in South East Asai（東南アジアにおけるリモートセンシングによる植物季節分析）
学 位 修士（理学）

指導教官 近藤昭彦
氏 名 小山田幸恵
専 攻 自然科学研究科生命・地球科学専攻
論文題目 地理情報システムを用いた河川水質に影響を与える因子の解明
学 位 修士（理学）

[7] センターの行事

■ 7.1 センター主催のシンポジウム

(1) CEReS 国際会議・大気のリモートセンシングと衛星データの検証

(Remote Sensing of the Atmosphere and Validation of Satellite Data)

日 時：2001年2月22日－23日

場 所：千葉大学けやき会館レセプションホール

参加者：63名（うち外国人18名）

センサ／大気放射部門が担当する国際会議としては、1998年1月の会議に続いて2回目のものであった。2月22日は衛星によるエアロゾル観測、大気補正アルゴリズムと関連するトピックス、海面の観測、および雲観測Ⅰの4つのセッション、23日は地上検証法、雲観測Ⅱ、エアロゾルと地表面観測、および熱赤外観測と関連するトピックスの4つのセッションが設けられ、5つの招待講演を含む29の講演が行われた。シンポジウムでは大気補正プログラムコードの6Sやしみ効果(周辺効果)が、エアロゾルのモデルを仮定したときにどこまで精度良く同定できるかの評価や、偏光を利用したエアロゾルの導出法と検証データなしに大気の光学的厚さや粒径分布の形状の導出を行う場合の精度について研究報告がなされた。偏光成分の利用では従来の輝度情報に偏光成分の情報を組み合わせたものが最も信頼性が高いことが紹介された。赤外域においても鉱物資源探査センサーの大気補正の手法やその成果、赤外域における温度と放射率の分離の問題などが検証サイトのデータと比較・解析され発表された。複雑地形で影になった部分の大気補正への影響、地表面の反射が強い場合における大気成分の導出の問題、その場合におけるエアロゾルモデルの必要精度について検討が報告された。また、衛星データから導出した大気状況の検証については、世界各地120ヶ所の検証サイトに配置された放射計のネットワークやそのデータにもとづいた衛星データの検証について詳しい紹介がなされ、砂漠砂塵や森林火災の排煙等についての解明の寄与に関して重要な成果があげられていることが報告された。他の検証状況に関しても、海域での大気の研究、衛星による黄砂や火山噴煙のモニタリングとシミュレーションとの比較の研究、大気補正が植生や降雨に及ぼす影響など幅広い研究が報告され、表題の大気補正と検証について十分な討議が行われた。一方、最近実用運用に入ってきた中国の気象衛星についての詳細の紹介とその観測例、タイにおける航空機を利用した雲やエアロゾルの報告がなされ、聴衆もまじえた活発な議論が展開された。

今回は、米国、中国、タイ、日本などからの第一線の研究者による極めてインパクトの高い最新の情報交換がなされ、今後の研究に不可欠な重要な知見が得られ、非常に有意義な国際シンポジウムであった。

(2) 第3回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム

当シンポジウムが下記のプログラムのとおり開催された。本シンポジウムは、CEReSの主要プ

プロジェクト「リモートセンシングによるアジアの環境変動地域のモニタリング」に関連する3つのテーマ：(1) 環境変動モニタリング（アジア & グローバル）、(2) フラックス観測と衛星データの融合、(3) 日本の衛星データアーカイブセンター、に絞り、招待講演者による最新の研究成果および情報提供の発表が行われた。参加者数は学外42名、CEReS 教員15名、CEReS 学生20名、計82名であった。

日 時：平成12年12月12日（火） 10：00 - 17：45

場 所：千葉大学けやき会館 3F レセプションホール

プログラム

- 10：00 - 10：15 あいさつ（CEReSの研究） CEReSセンター長 高村民雄
- 10：15 - 12：00 環境変動モニタリング（アジア & グローバル）（convenor：建石隆太郎）
- 10：15 - 10：45 Assessment and Mapping of Desertification Nikolai Kharin (CPE, ロシア)
- 10：45 - 11：15 中央アジアの閉塞湖を中心とした水文環境 中山裕則（日本大学）
- 11：15 - 11：35 グローバル土地分類システム 佐藤 浩（国土地理院）
- 11：35 - 12：00 グローバル環境データベース 建石隆太郎（CEReS）
- 13：00 - 14：45 フラックス観測と衛星データの融合（convenor：近藤昭彦）
- 衛星データによる地点観測値の広域化の方法 近藤昭彦ほか（CEReS）
- 釧路湿原におけるガスフラックスの観測 宮田 明（農業環境技術研究所）
- 衛星データを水文フラックス観測に応用するための NDVI と蒸発散量に関する研究—琵琶湖プロジェクト常設観測より— 戎 信宏（愛媛大学）
- VI-Ts法を用いたタイにおけるフェノロジーの解析 橋本博文・鈴木雅一（東京大学）・樋口篤志（名古屋大学）
- シベリアのヤクーツク周辺で行われた航空機による地表面の分光放射とビデオ観測 鈴木力英（地球フロンティア）
- 地表面熱収支は常に閉じるのか？ -GAME-AAN, EBEX- 宮崎 真（筑波大学）

ディスカッション

- 15：00 - 16：45 日本の衛星データアーカイブセンター （convenor：本多嘉明）
- 15：00 - 15：20 東大生研データアーカイブセンター 越智士郎（東京大学）
- 15：20 - 15：40 東北大学データアーカイブセンター 工藤正文（農水省）
- 16：00 - 16：20 千葉大学 CEReS データアーカイブ 梶原康司（CEReS）
- 16：20 - 16：45 ディスカッション ネットワークとアーカイブセンター 本多嘉明（CEReS）
- 16：45 - 17：45 CEReS における衛星データサービス 梶原康司

(3) International Workshop on Grassland Monitoring from Space and Ground

27-28 February 2001

Aoba-no-Mori Park Art and Culture Hall, Aoba-cho 977-1, Chuou-ku, Chiba, JAPAN

Organized by Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Workshop agenda

27, February

13:00 ~ 13:10

Opening Remarks

Yoshiaki HONDA, CEReS Chiba Univ.

13:10 ~ 13:50

Grassland Fire Monitoring With DMSP-OLS Data

Chris Elvidge, NOAA National Geophysical Data Center

13:50 ~ 14:30

Determination of semi-arid grassland vegetation in Inner Mongolia by a spectro-radiometric method

Aumi FUKUO, National Institute of Agro-Environmental Sciences

14:30 ~ 15:10

Mongolian pasture estimation from space

Erdenetuya Magsar, Mongolian National Remote Sensing Center

15:30 ~ 16:10

Satellite remote sensing for pasture management

- Through a series of analysis using data obtained from Japanese dairy farming region -

Nobuyuki MINO, National Institute of Agro-Environmental Sciences

16:10 ~ 16:50

The Study on Vegetation Structure Index using BRDF Property with Satellite Sensors

Asako KONDA, Hirokazu YAMAMOTO, Toshiaki Hashimoto, Koji KAJIWARA, and Yoshiaki HONDA, CEReS, Chiba Univ.

16:50 ~ 17:20

Monitoring Vegetation of Grassland in China using SIDaB

Xianfang Song, Genya Saito and Masafumi Kodama, JST, NIAES and CC for AFFR

28, February

9:00 ~ 9:40

Remote Sensing Observations of the Jornada Experimental Range

Thomas Schmugge, US Dept. of Agriculture, Hydrology Lab.

9:40 ~ 10:20

Inter- and Intra-annual Monitoring of Inner Mongolian Steppe Vegetation Using Satellite Data

Akiyama, T., Kawamura, K., Fukuo, A., and Yasuda, Y., Gifu Univ.

10:20 ~ 11:00

The study on Green Biomass Estimation of Mongolian Grassland
Using Field Experiment and Satellite Data

Hirokazu YAMAMOTO, Asako KONDA, Toshiaki Hashimoto, Koji KAJIWARA, and
Yoshiaki HONDA, CERE S, Chiba Univ.

11:00 ~ 12:00

Discussion

[8] 主要研究設備

■ 8. 1 既設主要研究設備一覧

8. 1. 1 超マルチチャンネルデータ表示解析システム

人工衛星に搭載されるセンサのスペクトル分解能が向上するのに伴って、センサのチャンネル数が増えてきている。非常に多くのチャンネルを有する多チャンネルセンサが、今後数年の間にデータ取得を始めるため、早急にその解析手法を確立しておく必要がある。多チャンネルセンサのデータ解析において困難であるのは、従来のハードウェア、ソフトウェアではすべてのチャンネルのデータを概観する手段を提供できないことである。

本装置は、多チャンネルセンサの各チャンネルのデータを同時に表示することが可能であり、同時に最大6144×5120までの画像は間引くことなく表示が可能である。装置の構成は以下のとおり。

- (1) マルチビジョン型液晶表示装置 (30面 : 6列×5行)
- (2) 表示装置直結型計算機 (30台の PC を各液晶ディスプレイに直結)
- (3) 表示制御計算機
- (4) データサーバ計算機
- (5) ネットワーク装置

ユーザは表示したいデータをデータサーバ計算機にダウンロードし、表示制御計算機の GUI ソフトウェアによって、表示装置直結型計算機へのデータのブロードキャスト送信、表示位置の設定、表示チャンネルの設定等をコントロールする。

8. 1. 2 マイクロ波 FT-IR 分光放射計

屋外において熱赤外放射スペクトル (2~14 μm) を計測するための装置である。標準黒体とその温度制御システム、金反射拡散板も装置に附属されており、絶対熱放射スペクトル、分光放射率が計測できる。なお、感部の冷却には液体窒素を使用する。近く打ち上げが予定されている EOS-AM1 の ASTER をターゲットにした地上検証用のグラウンドトゥルスデータの取得に最適な測器である。様々な物質の放射率のデータベース作成、放射率の違いを利用した植生と土壌の熱赤外リモートセンシングに関する基礎実験、等に利用されている。

8. 1. 3 大気状態高精度解析システム

人工衛星によって取得される広範囲の大気、地表面情報を、より高品質の物理量に変換するための地上支援システムであり、(1)大気状態観測装置、(2)システム検定装置、(3)大気状態集積装置の3つの小システムから構成される。各装置は以下の機器からなっている。

(1) 大気状態観測装置

マイクロ波放射計，オーレオールメータ，サンフォトメータ
直達日射計，全天赤外放射計，全天日射計，全天分光日射計
積分散乱計，エアロソル吸収測定器，放射温度計，データ収集装置
赤外画像作成装置，蒸発散測定装置

(2) システム検定装置

野外分光測定器，日射計検定装置，放射計検定装置
マイクロ波スペクトラムアナライザ，デジタルオシロスコープ

(3) 大気状態集積装置

データ収集・解析用計算機，データ記憶装置

8.1.4 衛星データ受信及び解析システム

本システムは静止気象衛星 GMS（ひまわり）および米国の海洋大気庁が運用する極軌道気象衛星 NOAA の受信・解析装置および受信衛星データ解析処理記憶装置より構成され、アンテナより受信されたデータを自動的に一次処理し、記憶装置に保存する。本装置は GMS については毎時、NOAA については 1 日 3~4 回受信し、受信データの映像化処理およびいくつかの物理量への変換処理を自動的に行う。そして受信された未処理データと処理後のデータは、平成 8 年度に導入された「大容量環境データアーカイブシステム」へ自動的に転送され、大容量のテープへ保存される。NOAA の受信範囲は西側ではバイカル湖やチベットの東端、北はカムチャッカ半島、南は南シナ海までをカバーしている。

システムの構成と受信データの流れを概説する。受信アンテナで衛星からの信号が受信され、受信されたデータは当センターにある解析室内のダウンコンバータを経由してデータ処理用のワークステーションへ入力され、画像化される。画像化されたデータは輝度値・アルベドあるいは表面温度などの物理量へ変換され、さらにそれらは地図座標へマッピングされる。一連の処理済みデータはデータ解析用のワークステーションへ転送される。ここでは、必要ならば受信後間もない衛星データを直ちに解析することも可能である。いったん解析用ワークステーションへ転送されたデータは、定期的に「大容量環境データアーカイブシステム」へ転送され保存される。以上の処理の流れは、一部を除いてほぼ自動的に行うことが可能である。

学内外の利用者が本装置で受信・解析され保存されたデータを利用できるよう、カタログデータベースを Web 上で検索可能なシステムが構築されている (<http://wwwsv.cr.chiba-u.ac.jp/>)。

8.1.5 衛星データ加工演算システム

センターでは「衛星データ受信・解析装置」で受信・一次加工した衛星データを、「大容量アーカイブシステム」に自動保存している。さらに、センター以外で受信された膨大な量の衛星データを加工した時系列全球データセットも同システムに保存している。これらのデータは、高次の解析データではなく環境解析のための素材として位置づけられる。一方、センター概設の高度隔測情報

処理装置においては、広域の時系列データセットに対して適応可能な、高度な解析アルゴリズムが開発されている。衛星データ加工演算システムは、この解析アルゴリズムを適用し、広域の時系列データを一貫して処理する目的で導入された。これにより、広範な種類のアーカイブデータについて、様々な要求に合致した処理が行える。さらに本システムを通じ、学内外の研究者が処理データや受信データを既設のネットワークを介して利用することが可能となった。

本システムは、以下の3つの装置で構成されている。

- (1) 並列演算処理サーバ：高度な解析アルゴリズムを用いた演算負荷の大きな部分の処理を高速演算機能を用いて行う。Ultra SPARC-(II), 主記憶 4GB, 9.1GB HDD, DLT ドライブ, 8 mm テープ, C コンパイラ。
- (2) ディスクアレー：大容量の広域衛星データの演算処理中に使用するための高速大規模ハードディスク。ユーザデータ保存用 72GB, 衛星画像処理用 160GB。
- (3) 並列演算処理クライアント：大量の入出力処理に対して分散処理を行う。Pentium-III400MHz 20台。

8.1.6 大容量環境データアーカイブシステム

人工衛星によるリモートセンシングデータおよび現地観測データを利用した環境解析研究に使用する、大容量のデータ記録システムである。衛星データ受信及び解析システムで受信された衛星データは、自動的に本システムへ転送され、保存される。本システムは、以下の装置から構成される。

(1) 主データ記録装置

最大 300TB の記憶容量を有する。記録媒体には、非圧縮時で 50GB の記憶容量をもつ D3 テープを使用し、2000本の媒体が自動倉庫に収納されている。自動倉庫内の媒体は、コントローラ装置のデータベースにより、収納位置・使用状況等の情報が管理される。

(2) 主データ記録管理・制御装置

主記憶容量 512MB の 4CPU 並列処理計算機システムに、階層型ファイルマネジメントソフトウェアを搭載する。本装置により、アーカイブシステム利用者はデータ利用に際して個々のテープ媒体を意識することなく、一般的な UNIX のファイルシステムを扱うのと同様の利用形態をとることができる。

(3) 高速外部記憶装置

総容量 100GB の容量をもつキャッシュ・ファイルシステムで、主データ記録管理・制御装置に接続される。高頻度に利用されるデータは本装置上に記録され、毎回テープ媒体を経由せずに高速に読みだしを行うことができる。

(4) ネットワークシステム

本システムは、100BASE/TX による高速ネットワークでドメインを形成し、ドメイン内のデータ取得はきわめて高速に行うことができる。また衛星データ受信・解析システムとは FDDI によって独立したドメインを形成して接続されており、受信された大量のデータが本システムに転送される際にも、ネットワーク負荷によってアーカイブシステムの利用が影響を受けないように配慮されている。

8.1.7 高度隔測情報処理装置

この装置は人工衛星の画像データ、地理情報、地上観測データなど大量のデータを効率的に解析・処理するための装置群で、次のような部分から構成される。

- (1) サーバ部：Fujitsu S-4/20 Model 612SX, 主記憶 192MB, 136GB HDD, 10カセット 8 mm テープ・オートチェンジャー×2, C コンパイラ
- (2) 放射・散乱シミュレーション部：Fujitsu S-4/20 Model 61SX, 主記憶 160MB, 28GB HDD, FORTRAN コンパイラ
- (3) 広域衛星画像処理部：Fujitsu S-4/20 Model 61SX, 主記憶 160MB, 28GB HDD, GIS パッケージ (GENAMAP)
- (4) 隔測画像情報処理部：Silicon Graphics Indigo 2 XZ, 主記憶 64MB, 10GB HDD, C, FORTRAN コンパイラ, 植物成長シミュレータ (AMAP), リモートセンシング画像処理パッケージ (VISTA)
- (5) 周辺機器：カラーハードコピー装置, CANON Pixel Dio-S, LBP (Unity 1200XLO-JCD-ROM 書込装置 YAMAHA CDE100HA), 処理端末：PowerMac 7700/AV×4

8.1.8 大気補正用地上設置ライダー

ライダー (Lidar, Light Detection And Rnging, レーザーレーダーともいう) は、指向性のよいレーザー光を大気中に照射し、大気中の分子やエアロゾルによる後方散乱光を大口径の望遠鏡で受信して解析する装置である。環境リモートセンシング研究センターのライダーでは、1064nm, 756nm, 532nm, および355nm の4波長を同時に射出・計測を行い、対流圏のエアロゾルについて波長依存性まで含めた高度分布情報が得られる。光源としては、Nd: YAG (ネオジウム・ヤグ) レーザー1台から基本波, 2倍・3倍高調波を発生させ、また別の Nd: YAG レーザーにより波長可変の固体レーザーの一種であるチタン・サファイアレーザーを励起して756nmを得ている。それぞれの波長はパルスあたり100mJから数100mJのエネルギーを有し、繰り返しは10Hz, パルス幅は6ns程度である。4波長のビーム径(約30mm)と方向を揃えて鉛直上方に射出し、散乱されて戻ってきた光を直径80cmのニュートン型望遠鏡で受光する。雲の有無などの条件にもよるが、地上数千メートルから10km程度までのエアロゾルからの光を受けることができる。受信した光は順次、各波長成分に分けられ、昼間でも観測が可能であるよう幅の狭い(3nm)フィルターを通して光電子増倍管で電子信号に変換される。4チャンネル, 2GS/sの高速デジタル・オシロスコープによって数千パルスの積算平均を行う。平均された波形(その形状から, Aスコープという)は GPIB によってパソコンに取り込まれ、処理される。信号はバックグラウンドを適切に処理した後、大気分子によるレイリー散乱光の成分を取り除く方式のライダー方程式の解法 (Fernald 法) によってエアロゾルのプロファイルに変換できる。衛星の上空通過に同期した観測を行うことにより、信頼性の高い大気補正を行うことが可能となる。また、このようにして得られるエアロゾルの情報を蓄積することにより、エアロゾルの季節変化や高度変化など適切なモデル構築の基礎データが得られる。

8.1.9 分光光度計・分光放射計等

1. 紫外・可視・近赤外分光光度計 Perkin-Elmer 社製 Lambda 19

185 - 3200 nm : ダブルビーム分散型機器

(1-1) 通常の透過スペクトル

(1-2) 積分球による反射・透過スペクトル (照射光はスペキュラー, 反射・透過光は全角度の光を集光して測定, つまり通常の意味での全拡散反射・透過スペクトル) この装置では, 試料が縦置きなので, 粉体等の場合ガラス等のカバーが不可欠となる。

(1-3) 拡散反射測定装置を用いた拡散反射スペクトル (照射光は装置の光学系で決定されるスペキュラー, 反射光も装置で限定された集光角度の反射散乱光)。この装置は透過スペクトルの測定には実質上使用不可。しかし, 試料を水平に配置するので, 粉体等にもカバー無しで使用できるが, 短焦点の光学系を使用しているため, 試料表面の状況が顕著に影響し, 再現性のあるデータを取得するためには, 試料表面の状況の再現性を得るための工夫が不可欠である。

2. 近赤外・中赤外分光光度計 Perkin-Elmer 社製 FTIR-2000

近赤外域 : 15000cm⁻¹ (667nm)- 400cm⁻¹ (25000nm)

中赤外域 : 5000cm⁻¹ (2000nm)- 400cm⁻¹ (25000nm)

シングルビームフーリエ変換型

(2-1) 通常の透過スペクトル

(2-1-1) 錠剤

(2-1-2) 液体

(2-1-3) 22 m の長光路ガスセルを使用して, ガスの透過スペクトル

(2-2) 正反射スペクトル : 角度可変正反射測定装置を用いて, 30 - 70° の正反射スペクトル

(2-3) 拡散反射スペクトル

拡散反射測定装置を用いて装置によって決定された角度の拡散反射スペクトルこの装置によるデータは, 近赤外, 特に10000cm⁻¹ (1000nm) から長波長側では Lambda19 によるデータよりはるかに S/N が良い。従って, 拡散反射が良い場合には, これで測定するべきと思われるが, 良い事ばかりではなく, 重大な欠点もある。それはシングルビームであるために, 1) 参照試料を測定した時の測定室内の状況の再現性が直接データ精度に影響する, 2) 拡散反射装置では短焦点の光学系を使用しているために, 試料表面の状況が顕著に影響する。これは Lambda 19 の拡散反射測定装置を使用する場合と状況は同じである。

* 以上の2機種以外に, 紫外・可視・近赤外分光光度計は2機種, 赤外分光光度計は1機種, 分光蛍光計1機種等がある。

3. 分光放射計

(3-1) 可視・近赤外分光放射計 Analytical Spectral Devices Inc. 製 : FieldSpec FR: 350 - 2500 nm, シングルビーム3領域分割 (1: 350-1000nm, 2: 1000-1700nm, 3: 1700-2500nm) 並行スキャンニング

視野角；標準:25°，オプションレンズ：5°

標準白板：10×10 inches, 2×2 inches の2種

入射光測定用アダプター：リモートコサインリセプター（平面に入射する全方向の光を測定するユニット）

(3-2) 熱赤外分光放射計 Geophysical Environmental Research Corp. 製：Thermal Infrared Intelligent Spectroradiometer (TIRIS)

2000 - 17000 nm：シングルビーム 4 領域分割順次掃引型，視野角：約30°，基準黒体等のオプションは全く無し。

(3-3) スペクトロラジオメータ：可視赤外分光放射計：GER 社 (USA), IRIS, MarkIV

測定パラメータ：分光反射率

測定波長：0.3 - 3.0 mm

波長分解能：2nm/VIS, 4nm/NIR, MIR

モード：デュアル

分光方式：グレーティング

電源：DC12V&6V

(3-4) 野外型方向性反射観測装置

本装置は野外観測を目的としており，そのため装置全体が可搬となるように設計した。センサの軌道アームは組立式にし，かつ装置一式を一人で運搬が可能である。観測ヘッドが軌道を移動し（手動），様々な観測角度（ほぼ半球を任意のステップで観測が可能）で同一の視野の測定が可能である。センサは超小型でファインダーはないが，その近傍に小型のビデオカメラを取り付け，観測視野のモニタリングを行う。また絞りを交換することによって観測視野の面積を変えることも可能である。また得られたデータは PC に取り込み迅速にデータ処理ができる。なお観測のための電源は PC を含めて13.5V のバッテリーで駆動する。以下に装置の仕様を示す。

Ocean Optics Inc. (USA), PSD-2000 Type

測定波長：300nm - 1100nm, 波長分解能：2.5nm - 10nm

Scan Time：40ms-4s

測定パラメータ：Reflectance, Radiance

FOV：12.4 degree

8.1.10 気象情報受信システム

本システムは，気象庁アメダス，気象レーダー画像，米国気象衛星（GOES），ヨーロッパの気象衛星（METEOSAT）などをまとめて，通信衛星経由で配信しているデータをリアルタイムで受信し，表示，アーカイブするための装置である。これらのデータは，衛星データ受信システムで受信されたデータの解析を支援するために，また，解析結果を検証するために利用され，リモートセンシングによる東アジア地域の環境問題の研究の推進をはかっている。

8.1.11 Land Master システム

Land Master システムは、グラウンド・トゥルースとして最も一般的に利用されている現地写真に撮影位置、撮影方向、撮影日時を同時に記録できる機材と、これによって取得された画像情報を自動的に地図上で管理できるシステムから構成されている。さらに、ネットワークを通じて広範囲に集められたグラウンド・トゥルース画像を相互に交換することも可能である。

[9] 組織・運営

■ 9.1 予算

事 項	予算額 (千円)	備考 (受入件数)
校費・旅費・施設整備費	120,211	
奨学交付金	7,898	6 件
受託研究費	33,145	11 件
民間等との共同研究費	41,408	10 件
科学研究費補助金	9,700	3 件
合 計	212,362	

■ 9.2 職員名簿 (平成 12 年度職員名簿)

センター長 高村民雄

○ センサ/大気放射研究部門

センサ分野

教 授 竹内延夫
助 授 久世宏明

○ 大気放射分野

教 授 高村民雄

○ 地球環境情報解析研究部門

植生モニタリング分野

教 授 杉森康宏
助 授 本多嘉明
講 師 橋本俊昭

○ 環境情報解析分野

教 授 三輪卓司
助 授 建石隆太郎

○ 環境データベース分野

助 授 近藤昭彦
講 師 梶原康司

地理情報処理分野

教 授 西尾文彦

○ データベース分野 (客員)

客員教授 田中 佐
客員助教授 浅沼市男

○ データベース開発運用部

教授 (兼) 安田嘉純
講 師 岡山 浩
助 手 石山 隆
助 手 本郷千春
助 手 黄 少博
技 官 池田 卓

■ 9.3 新任教官紹介

平成13年4月1日 着任

品川 徳秀 (文部科学教官助手 データベース開発運用部)



(経歴)

- 1992. 4 筑波大学第一学群自然科学類入学
- 1996. 3 筑波大学第一学群自然科学類数学専攻卒業, 学士(理学)
- 1996. 4 筑波大学博士課程工学研究科電子・情報工学専攻入学
- 1999. 3 筑波大学博士課程工学研究科電子・情報工学専攻, 修士(工学) 取得
- 2001. 3 筑波大学博士課程工学研究科電子・情報工学専攻修了, 博士(工学)
- 2001. 4 現職

■ 9.4 運営協議会の記録

○運営協議会概要

平成12年12月22日

議 事

- (1) 議長代理の指名について
- (2) 平成13年度共同利用研究について

報告事項

- (1) 助手の公募について

平成12年度千葉大学環境リモートセンシング研究センター運営委員会委員名簿

平成12.10.1現在

役 職	氏 名	所 属 ・ 官 職
委 員 長	高 村 民 雄	千葉大学環境リモートセンシング研究センター長
委 員	川 村 宏	東北大学大学院理学研究科教授
委 員	高 木 幹 雄	東京理科大学基礎工学部教授
委 員	安 岡 善 文	東京大学生産技術研究所教授
委 員	住 明 正	東京大学気候システム研究センター教授
委 員	和 田 英 太 郎	京大学生態学研究センター
委 員	島 倉 信	千葉大学総合情報処理センター長
委 員	伊 勢 崎 修 弘	千葉大学理学部教授
委 員	矢 口 博 久	千葉大学工学部教授
委 員	丸 田 頼 一	千葉大学園芸学部教授
委 員	安 田 嘉 純	千葉大学工学部教授
委 員	竹 内 延 夫	千葉大学環境リモートセンシング研究センター教授
委 員	三 輪 卓 司	千葉大学環境リモートセンシング研究センター教授
委 員	杉 森 康 宏	千葉大学環境リモートセンシング研究センター教授
委 員	西 尾 文 彦	千葉大学環境リモートセンシング研究センター教授

千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
平成12（2000）年度 年報（通算6号）

2001年10月発行

編集担当 CEReS 広報委員会
表紙デザイン 池田 卓 / 印刷 正文社

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
電話 043-290-3832 FAX 043-290-3857
ホームページ <http://wwwsv.cr.chiba-u.ac.jp/>

最寄駅 JR総武線西千葉駅下車徒歩4分