千葉大学
環境リモートセンシング
研究センター

CEReS

Annual Report
Vol. 9, 2003

平成15年度
千葉大学
環境リモートセンシング研究センター
年報（第9号）

CEReS
Center for Environmental Remote Sensing
Chiba University, Japan

目 次

[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 15
2.1. プロジェクト研究
2.2. 一般研究
2.3. 研究会

[3] 研究成果の公表 56
3.1. 研究論文等
3.2. 学会・研究会での発表

[4] 受賞 69

[5] 国際交流 70
5.1. 学術交流協定
5.2. 研究者の国際交流

[6] 教育活動 77
6.1. 講義（大学院・学部）
6.2. 学位授与（博士・修士）
6.3. その他の活動
6.4. 社会貢献

[7] センターの行事 84
7.1. センター主催のシンポジウム
7.2. センター主催の研究会（CEReS共同利用研究会）

[8] 主要研究設備 85

[9] 組織・運営 100
9.1. 予算
9.2. 職員名簿
9.3. 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た。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た。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た。

1.1.1. 衛星データと地表気象データを用いたカリマンタン島における森林火災ポテンシャルの評価

（竹内延夫，久世宏明，Dodi Sudiana）

インドネシアのカリマンタン島について，森林火災ポテンシャルを評価するアルゴリズムを開発・評価した。その原型は，米国火災レーティングシステム（US-NFDRS）の可燃物モデルマップ，正規化植生指数（NDVI），および地上気象データである。インドネシアにおける可燃物モデルマップは，13クラスからなる4分グリッドの地表面被覆データセットから導いた。また，NDVIデータは，全球4分グリッドNOAAAVHRRデータセットにより導出した。1981年から1993年までの結果を火災ポテンシャルインデックス（FPI)の形にまとめ，この間の実際の火災発生状況と比較したところ，FPIが大規模な森林火災の数ヶ月前から上昇することが確認された。さらに，FPIの全島マップと，Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS)のエアロゾル・インデックスのマップとの間によい相関があることが見出された。

1.1.2. 衛星データの大気補正とエアロゾル情報の抽出

（久世宏明，竹内延夫，美濃村満生，古澤祐介，戸舘善保）

衛星データは地球大気の外から地上のアルベド(反射率)を測定するので，大気の影響が避けられない。これを取り除くのが大気補正である。大気補正の処理を行うと，同時に光学的厚さの分布として大気中のエアロゾルの分布を得ることができる。この研究では千葉大学を中心とした60km×60kmの範囲のLandsat5/TMデータを対象とし，大気補正を行った。放射伝達コード6Sを用いて，衛星で観測した輝度値(DN)に対する地表面アルベド(ρ)とエアロゾルの光学的厚さ(τ)の関係を求める。一方，CEReSに設置したサンフォトメータにより，衛星通過時の光学的厚さ τ_{sp} を求める。データ全域にたいしてこの値を仮定すれば地上アルベドのマップが作成できる。こうして得た大気補正（光路輝度補正）アルベドマップに基づいて，衛星データから光学的厚さの分布図（τマップ）を作成すると一定のτが再現されることから，大気補正手法が正しく働いていることが検証できる。一方，衛星の多バンドデータおよび正規化植生指標（NDVI）を活用し，TM4・5・7バンド，同1・2・3・4バンドのデータを教師無し分類（30分類）して得たρマップを基に，それぞれτマップを求めた。とくに最後の方式は，一様性が良いτマップを得ることができた。この手法により，季節ごとのτマップを，TMのバンド1-4にたいして導出することができた。この研究結果は，今後，より信頼性の高いρマップが得られれば，エアロゾル情報を与える地域の特性を示すτマップが得られることを意味する。

1.1.3. 光学的手法による大気微量気体成分測定法の高感度化の研究

（竹内延夫，久世宏明，由井四海，根本昌哉，司　福祺）

大気汚染の要因として，窒素酸化物(NO，NO2など)，硫黄酸化物(SO2)，浮遊粒子状物質（SPM）等が依然として問題であり，とくに，わが国の都市域ではNO2，SPMの計測が重要である。この研究では微量成分測定の高感度化において，ポイント測定と広域測定の両分野で新しい手法を提案し，有

効性を検証した。ポイント測定では同調波長に対してのみ結合効率が高く，かつ共振器内光子寿命が長い共振器内分光法と，吸収分のみが変化量として検出される波長変調法を結合した。対象ガスを含む共振器の共振波長に常にレーザー波長が追従するようにフィードバックをかけ，レーザー波長を掃引して波長変調法を用いる手法を開発し，1.5μm帯の半導体レーザーを光源，アセチレンを測定対象気体として8×10^{-5}の光学的厚さを検出した。この結果を4.20μmのCO2の場合に換算すると，最小検出限界は8ppbとなる。また，広域測定法では，航空障害灯が1.5秒に1回の割合で0.5ms点灯していることに着目し，望遠鏡とCCD素子を検出器とする分光器を組み合わせ，5.5kmの光路でパルス動作の光源を用いた差分光学吸収分光 (DOAS) 法を用いて2.5分の積算時間で1ppbのNO2を測定することができた。測定値およびその時間変化は，測定光路下の地上観測局の測定結果とも良い一致を見ている。また，CCDの広い測定波長範囲を利用して，吸収の波長変化が緩やかなSPM量の導出が可能であることを実証した。既設パルス光源を利用する簡便なDOAS観測は初めての手法であり，DOASでSPMを測定した例も初めてである。簡便・安価なシステムとして，汎用性の高いポータブルなシステムとしての発展が期待される。

1.1.4. GMS-5による地表面日射量の推定と検証（継続）

（高村民雄，岡田　格（1），中島　孝（2），井上豊志郎（3），中村浩士（4））
（1）　科学技術振興機構，（2）宇宙航空研究開発機構・地球観測利用推進研究センター，（3）気象研究所，（4）千葉大学工学部
*科学振興事業団，**宇宙開発事業団地球観測利用解析研究センター，***気象研究所

GMS-5による可視・赤外像から地表面日射量及びPARの推定を継続中である。1996年分より開始し，年度内に2000年までほぼ終了した。WEBによって公開しており，希望する研究者への配布を行っている。また，地上観測との比較による誤差評価を推進している。また，昨年度末から開始した放射量推定の全自動化と準リアルタイム処理は，基礎データである気象データの自動転送システム，雲パラメータの推定アルゴリズムの組み込み等を終了した。しかし，その後GMS-5の不具合の発生で，MTSATの実用化までシステム全体の稼働を待つ状況となっている。

1.1.5. 雲水量と日射量の組み合わせによる雲パラメータ推定に関する研究

（高村民雄，辻岡直也（1），斉藤寛樹（1））
（1）　千葉大学大学院自然科学研究科

マイクロ波放射計による雲水量の高精度推定手法を確立し，この自動補正アルゴリズムを完成させた。これは，Tipping curve法による一回測定ごとの器材検定を行い推定輝度温度の高精度化を図ることと，この輝度温度を満足する雲水量・水蒸気量を推定する物理アルゴリズムからなっている。これは従来のregression法による雲水量・水蒸気量（可降水量）の推定と異なり，100g/m2程度の比較的薄い雲の場合の誤差を大幅に改善することができる特徴がある。
日本南西海域を中心に実施されたAPEX-E3（2003．3－4；主実施者　中島映至東大気候システム研究センター教授）では，SKYNET 観測点の一つである奄美大島のデータを用いて解析を行った。その結果，水雲の光学的厚さ，有効粒径ともこれまで推定されてきた値の範囲内に入ることが確認され，その有効性が示された。

1.1.6. モンゴルにおける大気汚染とエアロゾルの動態調査

（高村民雄，Nas-Urt Tugjsuren（1），烏山智史，岡田　格（2），本多嘉明，長谷川洋（3））
（1）モンゴル科学技術大学，（2）科学技術振興機構，（3）千葉大学理学部

モンゴル科学技術大学との学術交流協定に基づき，モンゴル域での大気状態の調査研究を行っている。これは，従来から継続しているSKYNET観測点のMandalgobiでの観測に加え，急激に大気汚染が深刻化しつつあるウランバートル市内での状況を過去の気象データから推定しようとするものである。80年代からモンゴル科学技術大学ではPAR（光合成有効放射量）の観測を行っており，この直達光成分を利用してエアロソルの経年変動を調査する。この領域では水蒸気の影響が小さく，太陽光の減衰はほぼエアロソルに限定される。予備解析の結果，90年代初めから季節変動を繰り返しながらゆっくりエアロソル量が増大傾向にあることが示された。

また，2002年8月に行ったMandalgobiにおける集中観測ではモンゴル北部からシベリヤにかけて発生した森林火災によると思われる煙霧を観測している（昨年度報告）。Sky/Sun radiometerによってエアロソルの光学的厚さや粒径分布が明らかとなった。また同時計測した日射量を併せて，その放射強制量を見積もり屈折率などの他の光学特性も明らかにしているところである。

1.1.7. SKYNET地上検証観測網の整備と連続観測（継続）

（高村民雄，岡田　格（1），中島映至（2））

（1） 科学技術振興機構，（2）東京大学気候システム研究センター

雲・エアロソルと放射の相互作用が気候にどのように関わっているのか，衛星観測と地上観測における検証によって高精度に明らかにするために，SKYNETと呼ばれる観測網を東アジアに展開している。これは，千葉大学環境リモートセンシング研究センター，東京大学気候システム研究センター等を中心として現地研究機関，研究者が協力して維持・運営しているものである。

これらのデータからエアロソル及び雲情報が得られ，高精度他種類の地上データを総合することにより雲・エアロソルの放射強制量，粒径分布（有効粒径），複素屈折率（エアロソル）などが推定される。APEX-E1, E2, E3の日本南西海域における強化観測を通じて多くの新しい知識が得られることに貢献した。

なお本プログラムで収集されたデータは，ウェブを通じて公開しており，興味ある研究者は必要に応じて利用が可能な状況である。

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，諏訪　純，荒井智行）

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エーブライダブイによる波浪，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 (SSMI, SCAT) データの解析

（杉森康宏，鈴木直弥，大澤高浩，諏訪　純）

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/SSMI) 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，衛星観測データの実用性，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ー海洋間炭酸ガス収支の研究

（杉森康宏，大澤高浩，塙　敬子）

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/SSMI，EERS/SCAT，NOAA/AVHRR，等の衛星観測データから求めた風速，海表面水温の値を用い，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C14の結果と最も一致している事が分かった。

1.2.4. 内湾のエコーダイナミックスの研究

（杉森康宏，浅沼市男，李　星愛）

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)流体ー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，大澤高浩，塙　敬子）

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/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. 学外共同研究

（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：高山和夫・社団法人漁船協会（水産庁委託）

2）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）

3）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. 新たな植生指標BSI（Bi-directional Structure Index）に関する研究

（本多嘉明，梶原康司）

従来用いられてきたNDVI等の一般的な植生指標は植被率と相関があるが，観測対象領域のバイオマスを推定するためには植被率という2次元空間に対する尺度では3次元構造をもつ植生の重量を抽出することが困難であることが指摘されている。本研究では昨年度に引き続き，これまで開発してきた，

地表面のラフネスを反映する新たな植生指標BSIに関する研究を行った。BSIは直下観測と斜め観測の両者を用いて，赤域と近赤外域における二方向反射特性を反映した反射率の変化を利用した指標であるが，二方向性反射特性は太陽高度の違いにより，全く逆の特性を示すことがある。このことがBSIを用いたバイオマス推定アルゴリズムを異なる緯度帯に適用する際に大きな問題となっていた。本研究では二方向性反射特性の影響分の絶対値を抽出する方法を新たに開発し，これを適用し緯度が異なる広域に適用可能なBSIの改良型を開発した。

1.2.8. 小型無人ヘリコプターを用いた現地観測手法に関する研究

（本多嘉明，梶原康司）

昨年度に引き続き，ラジオコントーロールの小型無人ヘリコプター（DGPS搭載，プログラム飛行可能）を用いて，植生に覆われた地表面を広域に，短時間のうちにスペクトル，地表面形状，地表面放射温度を計測する手法について研究を行った。本研究では，1）定点直下連続計測をする機体と同一高度で周回しながら同一ターゲットを異なる方位角から観測する機体を同時運用することで，観測時間中に起こる観測方位角に依存しない地表面温度変化と観測方位角による観測温度変化を分離するためのデータ取得手法，2）対象の地方面形状取得の際に問題となる，ヘリコプターとヘリコプターに搭載した雲台の相対姿勢を明らかにする手法の開発を行った。

1.2.9. 多角温度観測による植生の水ストレス検出に関する基礎研究

（本多嘉明）

水ストレスを受けた植物を多角からの放射温度計測で検出するための基礎研究を行った。本年度は，実験所（野外）において水ストレスを与えた植物と与えない植物の水ポテンシャルを計測し，有意な差を確認したうえで多角からの温度計測を行うための計測手法について検討した。また，小型無人ヘリコプターを用いた多角温度観測で，同一対象の観測角度による計測温度変化を確認した。

1.2.10. 全天カメラを用いた葉面積指数推定手法に関する研究

（本多嘉明，梶原康司）

魚眼レンズを装着したカメラを用いて林床から上向きに写真をとり，その画像から葉面積指数（LAI）を推定する手法は広く用いられている。しかしながら，取得画像を2値化して開空度を求める際に，2値化の閾値設定を人為的に決定するためおこるばらつきが無視できない。このため，この手法によった推定LAIはあくまで目安にしかならなかった。本研究では，異なる照度における既知の開空度の対象をデジタルカメラで撮影し，RGB各チャンネルの画像を用いて正規化処理を施すことで，撮影時の照度によらない一定の閾値が決定可能であることを示した。

1.2.11. 森林における光合成有効放射吸収率（fAPAR）推定に関する研究

（本多嘉明，梶原康司）

昨年度までの研究で，森林（対象：カラマツ人工林）におけるfAPARが，太陽高度によらず一定であることを計測の結果明らかにしたが，fAPAR計測では当然ながら林床部への透過光を計測する必要がある。衛星データを用いてfAPAR推定を行う場合，この点が問題となる。そこで，樹冠の反射率から林床への透過率を推定する手法の研究を行った。その結果，クロロフィル吸収帯を含む425－495nm，630-690nmの領域で樹冠反射率と透過率の間にきわめて高い相関があることが判明した。この関係を用いるとfAPARは実測値との比較において，標準偏差0.03で推定可能であることを示した。

1.2.12. 定期的に撮影したディジタルカメラ像の色彩学的解析による水田収穫量予測に関する
（三輪卓司*，池田　卓*，岩垣　功**，浅井辰夫***）
*：千葉大学環境リモートセンシング研究センター**：静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター

昨年同様に，10アール単位に区切られた水田で，稲（品種：ひとめぼれ）を，無肥料，有機肥料のみ，無農薬，農薬の散布法を変えて種々な育成を行った。これらの水田を約500m離れた高台の定点より定期的に撮像した。昨年の実験より，ディジタルカメラ像の解析により収量予測の可能性が示唆された。今年度は，色彩的解析を詳細に実施する為に，水田の撮像を実施する直前に，マンセルカラーチャートを，近距離の定位置，定条件で撮像し，同一カメラ条件で水田の撮像を実施した。データの読み取りは，各水田のなるべく均一部分の5点を選び，曇かしを掛けた状態で，反射濃度値等を読み取り，R，G，B値の対応するマンセルチャートを選び，色度値等をマンセルブックより求めた。R，G，B値，色度値等と農学的データ（収量，籾重等）との相関関係を詳細に調べた。結果の詳細は省略するが，昨年とはかなり異なる相関関係を示す様子である。
*：これは，2.［共同利用研究］中の2.2.1. の記述と同一。

1.2.13. 土地被覆グランドトルースの整備に関する研究
（建石隆太郎，Rokhmatuloh，呂　音強，日塔大輔）

グローバルな土地被覆データ作成を目的とした土地被覆グランドトルースの収集，検証，整備に関する研究を行った。前年度までに作成済みのグランドトルースに，インドのNational Remote Sensing Agencyの Nagaraja博士の協力を得て，インドの部分を追加収集した。

2000年のSPOT/VEGETATIONデータによるNDVI年間変動パターンを利用して既収集のグランドトルースデータ の誤りを検証する方法を開発した。

1.2.14. グローバル樹冠率推定に関する基礎研究
（建石隆太郎，Rokhmatuloh，呂音強，日塔大輔，力丸　厚）

グローバルな樹冠率データを作成するプロジェクトのための基礎研究。使用する衛 星データ，グランドトルースデータの取得方法，樹冠率推定の手法の選択方法などプロジェクト遂行のための調査研究を行った。グランドトルースデータの取得のため，高解像度衛星データによる樹木部分の抽出方法を 試行した。また，国内における検証地域の選定とグランドトルースデータ取 得の準備を行った。

1.2.15. 時系列AVHRRデータによる植生変動解析に関する研究
（建石隆太郎，早川貴之，平山正和）

1982年から2000年までの時系列AVHRR NDVIデータからグローバルに土地被覆変化の可能性のある地域を抽出する研究を行った。年間NDVIの平均値を異なる年で比較する方法，および年間NDVI変動の幅（最大値ー最小値）の18年間の変動の線形回帰による方法を試みた。また，AVHRR　NDVIデータ自身の経年傾向を調べるために，土地被覆が不変化である地域におけるNDVIデータの　変動分析を行うことにより，その傾向を明ら かにした。

1.2.16. グローバルな植生の周期変動に関する研究
（建石隆太郎，Jose Edgardo Aban）

グローバル，大陸規模での植生活動の変動と気候，海洋，太陽活動の変動との関係を調べる研究を行った。NOAA/AVHRRの時系列正規化植生指標　（NDVI）データと，気候，海洋，太陽に関する時

系列データすなわち太平洋 の海面温度の10年単位の変動 （Pacific Decadal Oscillation: PDO），エル ニーニョ変動（El Nino-Southern Oscilation: ENSO），太陽黒点の出現数，大気圏上部の光合成有効放射（Photosynthetically Active Radiation: PAR）などのデータとの関係を変動周期の 観点から比較した。その結果，約10年周期の低周波数の共通現象を確認した。このNDVI変動は，海域のPDOに対し，陸域の約10年周期の変動という意味でTerrestrial Decadal Oscillations (TDO)現象として捉えることを提案した。

1.3. データベース研究部門

1.3.1. 航空機ビデオモザイク画像と衛星マイクロ波による海氷密接度の比較研究（継続）

（西尾文彦，直木和弘，武藤　淳公，中山雅茂）

航空機の自動画像モザイク法による画像処理によって，海氷ビデオ画像をモザイク（画像接合）する手法の確立と密接度を求めるアルゴリズムを利用してオホーツク海の海氷を航空機で撮影したビデオ画像で自動的にモザイクし，衛星マイクロ波放射計による海氷密接度の比較を行い，ほぼ一致した結果を得た。さらに熱赤外，マイクロ波センサーのデータを重ねあわせることによって海氷パラメーターの情報を得た。

1.3.2. 自動ビデオモザイク画像による雪氷コア研究（継続）

（西尾文彦，直木和弘，武藤淳公）

自動画像モザイク法による画像処理によって，雪氷コア断面のビデオ画像をモザイク（画像接合）する手法の確立を行った。モザイク画像の雪氷研究への応用を考えている。熱赤外，マイクロ波センサーのデータを重ねあわせることによってさまざまな情報を得ることができ，リモートセンシング分野への基礎データとして役立つ。雪氷コアにおいては長い1本のコアを1枚の画像として見ることができ，ＥＣＭデータや化学成分濃度，気泡分布，氷の結晶構造との対応などを検討するうえで有効である。DN値と物理量との対応，層位の記述などを比較検討する上で有用である。

1.3.3. X線CTスキャナによる雪氷コア年代決定への応用研究（平成15年度国立極地研究所共同研究）

（西尾文彦，武藤　淳公）

目的：　南極氷床で採取した多点の雪氷コアを新しい年代決定手法であるX線CTスキャナで行い，過去，数百年程度の地球気候・環境変動の復元を行った。南極H72地点で採取された深さ1.79mから16.23mまでの雪氷コアの密度を計測した。作成した密度プロファイルは，分解能が深さ方向に約0.56mm/pixelから0.94mm/pixelであり，これまで行われてきた密度に関する研究と比べて，高い分解能である。

作成した密度プロファイルの特徴は，密度プロファイルの周期的な高低の波とあわせると，気温の低い時期に形成される層は密度が高くなり，気温の高い時期の層は密度が低くなる。X線CTスキャナを使ってコアの密度変動からの年代決定の精度を上げるため，コアの端部も含めて全層で連続した密度プロファイルを作成することや，分解能の向上と，改善の余地がある。

今後はさらに，可能な限り深いコアの解析，そして南極内陸部の表面質量収支が少なく，年代決定が困難な場所のコアに対する有効性の検証も行うことが望まれる。さらに，X線CTスキャナにより3次元密度分布と，コアの3次元画像を作成する事も可能で，これらも比較的容易に行える。これまでは密度分布は2次元に限られており，3次元画像による積雪の内部構造の観察は未だ例が少ない。3次元画像化と年代決定の可能性も含め，今後のCTスキャナによる雪氷コアの解析の発展が期待される。

雪氷コアの年代決定の酸素同位体や化学成分の季節変動の分析に比べ，高分解能・高精度および迅速さを達成できる。

1.3.4. 多入射角SARデータによる釧路湿原のバイオマス推定への適用研究（継続）
（西尾文彦，中村和樹，若林裕之）

湿原生態系は，気候変動および周辺環境の変化に大変敏感であり損傷を受けやすく，その環境の保全，管理，修復が必要とされている。一方，環境指標としても注目されており，継続的な湿原のモニタリングが重要であると考えられる。とくにバイオマスの観測は，湿原生態系の変動とエネルギー収支の正確な把握に大変重要である。そこで本研究では，入射角を可変できるRADARSATデータを湿原観測に適用し，釧路湿原においてSARと同期して実施したトルースデータ取得結果と比較した結果を示し，入射角の変化によるバイオマスとSARの後方散乱係数の対応を調べるとともに，バイオマスと後方散乱係数の関係について単純な後方散乱モデルにより説明した。研究成果はリモートセンシング学会誌に掲載された。

1.3.5. 多入射角SARデータによるサロマ湖氷の氷厚の推定（継続）
（西尾文彦，中村和樹，若林裕之）

一年氷からのSARのセンサ方向への散乱波（後方散乱）は，海氷の表面の塩分濃度が高いと海氷表面からの散乱が支配的と考えられている。その後方散乱は海氷表面の粗度（ラフネス）およびその誘電率に支配されることになる。海氷表面付近の誘電率は塩分濃度の影響を受けて変化する。一般的には海氷の成長に伴い塩分濃度が低下する傾向があるので，誘電率の変化を計測できれば，間接的に海氷厚を計測できる。RADARSATは入射角可変でデータ取得が可能であり，観測対象物の後方散乱の入射角特性を取得できることが特徴である。1998年では入射角30度，32度，44度の観測で氷厚の増加に伴う後方散乱の減少が確認された。後方散乱の入射角特性からラフネスを推定し，さらに氷厚を推定するという手法を開発した。

1.3.6. 衛星搭載マイクロ波放射計による結氷期の薄氷域の検出手法の開発（継続）
（西尾文彦，中山雅茂，長　幸平，直木和弘）

薄氷域における既存の海氷密接度推定アルゴリズムの推定誤差要因に関する検討はこれまで十分に行われてこなかった。大きな理由は，実際の海氷面積比率の影響と海氷の成長過程の影響を区別することが難しいことにあった。この問題を解決するには，衛星搭載マイクロ波放射計の観測瞬時視野全域がある成長過程の薄氷で均一に覆われている海氷域の抽出を行い，まず薄氷の成長段階が海氷密接度推定精度に与える影響を明らかにする必要がある。衛星搭載マイクロ波放射計より地表面分解能の高い光学センサ画像を利用することで，均一な薄氷で覆われた海氷密接度100%域の抽出を行った。次に，その抽出領域で，各既存アルゴリズムの推定精度の評価を行い，既存アルゴリズムの問題点および薄氷の輝度温度特性を明らかにした。本論文ではこれらの結果を利用することで，薄氷域の自動検出手法，ならびに気候モデルの高精度化に必要な薄氷の氷厚推定手法を開発した。

1.3.7. ADEOS2/AMSR，Aqua/AMSR-Eによる海氷密接度アルゴリズムの検証実験
—南極海における航空機・砕氷船を用いた海氷観測実験—
（西尾文彦，直木和弘，武藤淳公，中山雅茂）

AMSR，AMSR-Eの海氷密接度および海氷に関する各物理量推定アルゴリズムの検証実験として，NASA/NASDAの共同観測が実施されている。2003年8月から9月にNASAのP3航空機による，南極海

で海氷の観測が実施された。南極海上の航空機による観測と同期して砕氷船「Laurence M. Gould」による海氷の観測を実施した。AMSR，AMSR-Eの標準プロダクトとして海氷密接度，研究プロダクトして海氷上積雪深，海氷表面温度がある。これらの観測データを衛星データと比較するために取得するには，砕氷船を用いた広域の観測が必要となる。各プロダクトの検証と高精度化に必要なデータを取得することを目的として，衛星，航空機，砕氷船による同期観測を実施した。

1.3.8. ADEOS-II/AMSR，Aqua/AMSR-Eによる海氷密接度アルゴリズムおよび海氷物理量の検証実験—オホーツク海での航空機・砕氷船を用いた海氷観測実験

（西尾文彦，直木和弘，武藤淳公，中山雅茂）

2003年8月から9月にNASAのP3航空機および南極海で海氷の観測を行った。また，オホーツク海上の航空機による観測と同期して砕氷船「そうや」による海氷の観測を実施し，衛星ー航空機ー海氷の同期観測を行った。衛星観測データによって推定する海氷密接度，海氷表面温度，海氷上積雪深，海氷厚など現在提案されているアルゴリズムで推定される各プロダクトの検証を継続して行う計画である。AMSR，AMSR-Eの標準プロダクトとして海氷密接度，研究プロダクトして海氷上積雪深，海氷表面温度がある。しかし，標準プロダクトである海氷密接度の推定精度は薄氷域で低くなることが指摘されているが，衛星または航空機と同期した詳細な海氷観測データによる検証が十分に行われていない。また，海氷上積雪深，海氷表面温度も十分な観測データが得られていない。これらの観測データを衛星データと比較するために取得するには，砕氷船を用いた広域の観測が必要となる。そこで，各プロダクトの検証と高精度化に必要なデータを取得することを目的として，衛星，航空機，砕氷船による同期観測を実施した。今回は，PiSARとの同期実験も共同研究として実施でき海氷の研究の進展を期待している。

1.3.9. ポラリメトリSARによるオホーツク海における海氷パラメーターの高精度化と海氷域における検証ー海氷厚さ推定のアルゴリズム開発ー

北極海の海氷分布は近年，著しい減少が観測されており，地球温暖化による影響が具体的に現れていると考えられており，その要因の究明に科学的な研究が進展している。また，北半球においてオホーツク海は海氷が発生する南端に位置する海域であり，オホーツク海における海氷の発生は地球温暖化の影響をいち早く受けることが大気大循環モデルによって指摘されている。しかし，現在のところ，オホーツク海の海氷分布の著しい減少は観測されておらず，むしろ気候的要因によると考えられる十年変動のような変化を示している。北半球の海氷が発生する海域，とくにオホーツク海の海氷を，さらに高精度な手法を確立し，海氷の変化，とくに氷厚を継続的に観測することが重要である。SARは地上の天候の影響を受けにくい能動型マイクロ波センサであり，雲量の高い極域における観測に極めて有効である。したがって，SARを利用した海氷モニタリングは大変有効な手段であることから，オホーツク海における砕氷船での現地観測およびサロマ湖をテストサイトとしたSARによる海氷観測の有効性の検証と，2004年度に打ち上げが予定されているALOS/PALSARによる海氷観測の事前検討を実施する。さらに，2005年の冬季におけるALOS・Pi-SAR・現地検証の同期観測を実施し，ポラリメトリデータによる海氷観測の有効性を検証することが本研究提案の目的である。

1.3.10. 衛星データを利用した雪氷域の経年変動と植生環境の相互作用の解明に関する研究

（青木輝夫，堀　雅裕，中山雅茂，本吉弘岐，谷川朋範，西尾文彦）

東アジア地域（シベリアも含む）における雪氷圏と生物圏の長期変動を，過去20年間の衛星データセットをもとに解析し，その関係を調べることを最終目標とする。雪氷圏の変動は主として季節積雪

域の変動および雪氷面の分光放射特性に関して解析し，生物圏の変動は地上被覆分類手法により，アジア（シベリアも含む）モンスーン地域での植生生態系の変動特性を求める。これら両圏の長期変動が相互に，あるいは他のどのような気候システムと関連しているかを統計的手法及び気候モデルによって明らかにする。本年度は，衛星データを用いた雲域／晴天積雪域の識別処理，さらに，季節積雪域の太陽放射吸収量と密接な関係にある積雪粒径および不純物濃度を可視域および近赤外域の2バンドデータを用いて抽出するためのアルゴリズムを北半球領域のADEOS-II/GLIデータに適用し，その有効性を検討した。2003年4月の一ヶ月分のデータを解析し，積雪粒径および不純物濃度を抽出した結果，積雪粒径は11μmの輝度温度から推察される雪面温度と密接な関係が見られ，0℃以下においては温度が下がるほど粒径がより小さく維持される傾向が見られる一方で，0℃前後の融点付近では急激に粒径が増加している様子が見られた。周囲の熱環境に大きく依存しながら変化する積雪粒径の特徴を捉えており，広域の空間分布をとらえる上で有効な手段となることを示している。また，不純物濃度抽出に関しては，標高の高い山岳域，氷床上や森林が疎なツンドラ地域などにおいては，北極域のバックグランドレベルとして妥当な0.5ppmw以下の低濃度の値が抽出された。これらの結果は，大循環モデル（GCM）における雪氷圏の陸面過程を改善するうえで有用な情報を提供すると期待される。

1.3.11. 干渉合成開口レーダ(InSAR)による氷河・氷床マッピングのアルゴリズム開発

（木村 宏，大村 誠，西尾文彦）

雪氷圏の研究に合成開口レーダ(SAR)が非常に有用であること多くの研究から明らかになりつつある。特に干渉SAR(InSAR)による氷床の変動モニタリングは，雪氷圏のモデルと変動予測に結びつく。本研究では，InSARによる氷床流動と氷床高度の検出アルゴリズムについて検討した。1992年から1998年にかけて日本のJERS-1衛星に搭載されたSARの観測データを利用するには，干渉基線の高精度推定が必要となる。等速流動の仮定の下，これを解決する方法として，2組の干渉図を組み合わせて氷床変動の成分を除去し，さらに粗いが自由に利用できるDEMを参照することにより，等価基線を推定できる見通しを得た。今後の課題は，等価基線を用いて，具体的に氷床流動と精密な氷床高度の検出である。

1.3.12. 衛星データを用いた薄氷域識別に関する研究

（長 幸平，西尾文彦）

温室効果ガス等の増加に伴う地球温暖化が懸念されている。雪氷圏の雪や氷は太陽光を効果的に反射し，温暖化を抑制する機能があるが，温暖化により雪氷の融解が進むと反射率が低下し，温暖化がさらに促進されることになる。温暖化の観点からも，海氷観測は極めて重要である。
広大な海氷域の観測には衛星による観測が不可欠であるが，衛星データでどの程度の薄氷域が把握できるのかはまだ十分解明されていない。本研究の目的は，地上調査等も含めた解析で，衛星データによる薄氷域識別の可能性を検討し，海氷域の熱収支等の解明に役立てることである。

1.3.13. 衛星データを用いた南極リュツォ・ホルム湾の海氷・氷河変動と温暖化に関する研究

（牛尾収輝，西尾文彦）

南極大陸沿岸域には夏でも融けない多年氷が存在する。昭和基地が位置するリュツォ・ホルム湾では，定着氷の大部分は多年氷であり，周辺陸域から同湾に流れ込む氷河・氷床末端も見られる。このような沿岸域の海氷や氷床末端域の年々変化について，近年の衛星リモートセンシングによって，広域の時系列情報が徐々に蓄積されている。このような衛星観測で取得された情報を中心に，現地観測

によるデータも合わせて，沿岸域の海氷や氷河の変動機構を明らかにすることは，南極域の気候や環境変化を理解する上で重要な課題である。本研究では種々の衛星データを活用して，南極雪氷圏，特に大陸沿岸域に注目した解析を行っている。

研究内容・計画：昭和基地で受信されたJERS1，ERS1およびERS2，さらにカナダのRADARSATの合成開口レーダのデータをはじめとして，1992年から10年以上の衛星データを利用して，南極域雪氷圏の研究が進められている。特にリュツォ・ホルム湾の海氷と白瀬氷河の年々変動について，10年以上の連続した時系列変動の研究が進展し，事例解析の蓄積が行なわれている。

また，NOAAのAVHRRデータ，LANDSATのTM画像データなど，多くの衛星データが集積されている。本研究では，合成開口レーダ（SAR）の連続時系列画像データを中心にして，他の衛星データや昭和基地の気象・雪氷・潮位データ，さらに40年以上にわたる砕氷船「宗谷」，「ふじ」，「しらせ」の氷海航行のデータをも利用して変動解析を行なう。

時系列変動解析の項目と期待できる成果を列記する。

1）リュツォ・ホルム湾の海氷変動と最近の変化傾向の特徴，2）海氷変動と海氷上への積雪の影響，3）リュツォ・ホルム湾の海氷変動に10年変動はあるか？，4）海氷の厚さ，密接度など海氷パラメータの変動，5）宗谷海岸沿いの氷床と温暖化の影響，6）白瀬氷河の変動，7）合成開口レーダによる氷厚測定と砕氷船「しらせ」の氷海運航予測のシミュレーション，7）リュツォ・ホルム湾の海氷・氷河・氷床縁辺に温暖化の影響はあらわれているのか？

1.3.14.　中国華北平原における水循環・食糧生産・人間活動の関連性に関する研究（継続）

（近藤昭彦，金子紫延，唐　常源，佐倉保夫）

中国華北平原を対象とした表記の総合研究は石家庄を基地とした北緯38度線に沿ったトランセクトにおける研究から，北京・天津を含む北部地域に対象を移し，第二期に入った。今回も，第一期と同様な地下水調査を継続して行い，地下水流動系の実態認識に取り組んでいる。この地域の特徴は大都市を含むことである。都市への淡水供給は地下水と共に，ダムによる表流水の開発も同時に行われている。北京の水源用のダムは官庁ダムと，密雲ダムの二つがあるが，前者は汚染の問題が顕在化している。後者は近年，流入量の減少という問題を抱えているが，流域に含まれる燕山山地では，過去20年間の植生活動の活発化がNOAA/AVHRRから認めることができた。ランドサットのMSS，TM，ETM+を用いた時系列解析においても植生の回復が認められ，蒸散の増加によるダム流入量の減少という仮説が得られた。いずれにせよ，表流水資源の減少は地下水依存を強め，これが持続可能な社会への脅威となっている。

1.3.15.　グローバルデータセットによる環境変動の抽出（新規）

（近藤昭彦）

過去20年のスケールで地表面の変化をグローバルに捉えることが出来るデータセットはNOAA/AVHRRのみである。このデータセットには環境変動のシグナルが記録されているはずであるので，いくつかの指標を用いた時系列解析を行った。その結果，従来から研究が進んでいる北方林の活発化の他に，多数の変動のシグナルが認められた。そのうちのいくつかは明らかに人間活動によるものであり，環境変動を気候要因と人間要因の二つの視点で捉える必要性を事例と共に示すことができた。グローバルな視点における変動解析は，今後推進するローカルな変動解析の結果を位置付けるフレームワークとなるものである。本研究の成果をフレームとした世界各地における変動解析を今後推進する予定である。

1.3.16.　地域環境データベースに関する研究（継続）

（近藤昭彦）

昨年度に引き続き，様々な環境情報をインターネットを通じて発信している。今年度は国土交通省が整備した国土調査の画像情報の公開が完成し，総容量1TBの情報をインターネット上で公開している。次年度は，これをベースにしてWEB上で対話的な検索と表示を行うシステムを開発する予定である。

1.3.17. MODISデータを用いた二方向性反射特性関数およびその推定の安定性に関する検証

（須崎純一）

二方向反射特性関数(Bidirectional Reflectance Distribution Function:BRDF)に関連した衛星データの処理および特徴量の抽出という観点から，水田の地上BRF(Bidirectional Reflectance Factor)データとMODISデータを対象にして，各々のデータを処理して得られるBRDFを時系列で比較し，さらに推定の安定性を高める方策に関して検討を重ねた。

1.4. データベース開発運用部

1.4.1. 新疆ウイグルタリム盆地の地表状態の調査（継続）

（石山　隆）

本研究ではタリム盆地のオアシス周辺の地表状態を調査するために，人工衛星データより求めた植生指数分布からその地域の地表状態を推定する。用いた衛星データはMODIS，ASTERおよびCORONAである。MODISから求めたタリム盆地のオアシスの植生指数分布（NDVI; 0.4～0.9）及び，畑，水田，果樹園などの高い植生指数分布（High Density NDVI; 0.6～0.9）から得られた面積を計算する。両者の比を計算することにより，それぞれのオアシス周辺の地表状態を推定することが可能である。それによると，タクラマカン沙漠北縁ではアクス，クチャ等の1，500km2以上の広大なオアシスが多く，その植生指数の比は0.3以上を示す。これはオアシスが広大で，かつ農地としての利用度が大きいことを示している。一方，北縁に比較して南縁では一般に小さなオアシスが多く，その比は概ね0.15未満で，未利用地が多い。南縁のホータンは比較的大きなオアシスであるが，それでも北縁と比較すると農地としての利用度は低いことがわかる。もちろん農地の利用度は灌漑水の多少に依存しており，北縁では天山山脈からの河川の数と水量が南縁に比較して大きなオアシスの存在を可能にする。また南縁に比較して川道が短いことも幸いしている。一方，南縁では地形上，崑崙山脈からの河川の川道が南北方向で，東西に流れるものがないこと，また河道が長く水量が細分化されていることが大きな理由で，それが，土地の利用率の低さに表れている。NDVIとHDNDVIから求めた植生域の全面積は5，082km2であるが，周辺の植生の疎らな地域も含めれば22，871km2となる。現在，このタクラマカン沙漠周辺のオアシス約23，000km2（東京都の約10倍の面積に匹敵）が沙漠化の脅威に曝されていると言えよう。

同様にMODISから求めたタクラマカン沙漠の面積は303，834km2である。沙漠の範囲は明確には定めがたいが，文献値では270，000km2〔The New Encycopedia Britanica, Fifteen Ed.〕と320，000km2（The International Geographic Encycopedia and Atlas, London, 1979）の2つで表記されており、衛星データから求めた沙漠の面積は妥当な値といえよう。

ここからタクラマカン沙漠域に対するオアシスの面積率は疎らな植生地を含むNDVIでは7.5%，農地や森林の植生密度の高いHD　NDVIでは1.67%に過ぎない。このようにタクラマカン沙漠の面積から見れば，それを囲むように分布するオアシスの面積はわずかであり，例えば植生被覆から見たオア

シスが，ダストストームの抑制に大きく寄与するとは考えられない。

1.4.2. タクリマカン沙漠南縁の砂漠化の変動（継続）

（石山　隆）

近年，中国新疆ウイグル南部のタクリマカン沙漠のオアシス周辺では砂漠化，ダストストームが深刻と言われているが，その実体は明らかではない。砂漠化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候の変化による地域の乾燥化が原因と言われている。しかし人為的な要因，例えば樹木の過剰な伐採，不適切な灌漑を原因とする土壌の塩類集積などや水管理の問題などの社会的な要因を背景とするものが大きなウエイトを占めている。

砂漠化のような乾燥地特有の広大な環境変動を研究するためには，長期間の人工衛星のデータを解析することが必要である。土地被覆の変動を衛星データから調べると，小さなオアシスの周辺部では砂漠化が進行していることが判る。また大きなオアシスでも内陸側で砂漠化が進行している。しかし逆に植生域が拡大している地域も見られる。それは主に灌漑による農地の開発，植林による防砂の結果であることが現地調査から判った。この地域は長期間にわたり植生域の拡大と衰退を繰り返す，複雑な地表状態の変動を示している。人工衛星による砂漠化調査は，長期間，広域の衛星データの解析により，初めてその全体が把握できる。砂漠化の動態は複雑で，長期間，多時期の観測が必要である。

1.4.3. IT技術を活用した次世代農業の展示・実証研究（新規：単年度）

（本郷千春）

消費者ニーズに応え，省力・低コスト化，品質管理がされた農産物を安定生産するためには，GIS，GPSなどのITを利用した農業の導入が必要である。このため本 研究では，各種圃場情報マップの一元的な管理運用システムと，それを基盤とした精 密農業による新たな営農体系の確立に向けた技術的な諸課題を検討するために，①衛 星，ラジコンヘリ，車載センサーを活用したマップの作成，②マップ情報に基づいた 可変施肥の実施，③無人トラクタによる精密防除，④GISによる圃場情報の一元管 理運用システムの構築を行った。

事業主体：北海道開発局，共同研究機関：千葉大学，北海道大学，（独）農業技術研 究機構，道立中央農業試験場，（株）ズコーシャ

1.4.4.空間情報を活用する農業教育の推進をめざして（新規）

（本郷千春，満月廣人）

衛星画像やGIS等を活用して農地のセンシングを行い，農業の処方箋を作成して農地再 編事業計画や営農指導計画等に活用することを目的とした「真狩村農業空間情報活用 プロジェクト（国営農地再編事業）」が平成15年度に設立された。このプロジェクトには，農業技術の高度化が進展している中での農業の担い手育成を目指して，地元の 高校生が授業の一環として地上データの収集や空間情報の解析を行い，情報機器を活 用した新しい技術を体得するプログラムが盛り込まれている。

今年度はプログラムの導入編として，土壌調査方法，バレイショの品質測定方法，空 間情報の基礎についての学習を行った。

1.4.5. リモートセンシング，GISを取り入れた農産物トレーサビリティシステムの構築（継続）

（本郷千春）

食の安全・安心を確保するため，生産・流通履歴を追跡する仕組みの整備が進められ ている。現在，産地では農産物の履歴情報をデータベース化し情報を公開している が，その多くはテキストデータ的

なものが多く，消費者にとっては判断が難しい場合 もある。
そこで，農産物を取り巻く空間情報と，それに携わる人間の感性を融合させた新しい トレーサビリティシステムを構築・提案することを目的として本研究を行った。今年 度は，システムの実証材料であるバレイショの収量や品質を高解像度衛星データから 見積もる手法を開発した。次年度以降は，生産環境，営農活動，流通加工，消費動向 を貫く立体的情報の流れとして収集・蓄積し，それを必用とする人の感性に即した形 に加工し開示する手法について検討する。

[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モニタリング」に関わる共同研究であり，平成 15 年度は次の 9 課題を採択した。

研究課題　AVHRR 及び MODIS 画像データを用いた陸域エアロゾル・パラメータの推定

課題番号　A2003-1（P2003-1）

研究者　川田剛之（金沢工業大学）
竹俣一也（金沢工業大学工学部）

担当教官　竹内延夫

概要：

本報告書は，金沢工大側が分担した MODIS 画像データを用いた陸域エアロゾル・パラメータの推定研究の結果について述べたものであり，AVHRR 画像データを用いた陸域エアロゾル・パラメータの推定研究は千葉大学側が分担しており，その結果に関しては本報告には含まれていない。

1. 可視と赤外バンドの反射率比を用いた大気エアロゾルの光学的パラメータの推定

Kaufman et al. (1997)[1]は植生域，都市域などの可視バンドの反射率と赤外バンドの反射率との間には一定の相関関係があることを経験的に発見し，この反射率の経験的バンド相関比を用いて陸域のエアロゾルの光学的パラメータを推定する方法を新しく提案した。本研究はこの手法の応用として，まず，日本を撮影した Terra 衛星 MODIS 画像データを用いて，日本における植生域，都市域などの可視バンドの反射率と赤外バンドの反射率との相関比を計算した。次に，この反射率のバンド間比を用いて，Terra 衛星 ASTER 画像や Landsat 衛星 ETM+画像データからエアロゾルの光学的厚さやオングストローム指数の推定を実施し，その結果に関して同期天空観測データと比較検討を行った。

2. 日本における反射率のバンド間相関比

本研究では，2002 年 4 月 7 日，4 月 16 日，5 月 6 日及び 2003 年 6 月 3 日に日本を撮影した MODIS 画像データを用いて以下の解析を実施した。MOSIS データセットの内，地上分解能 1km の可視域 2 バンド，即ちバンド 3（中心波長は 469nm，バンド幅は±10nm：青）とバンド 1（中心波長は 645nm，バンド幅は±10nm：赤）を選び，エアロゾルによる大気散乱効果を無視可能な短波長赤外域のバンド 7（中心波長は 2130nm，バンド幅は±25nm）を用いて解析した。解析の手順と結果概要は以下の通りである。

(1) まず，バンド 7 画像データに大気分子による散乱・吸収効果と水蒸気による吸収効果の補正を実施してバンド 7 における地表反射率画像データを計算した。(2) スペクトル空間において最尤法により画像を植生域，都市域，雲と雪，海域，その他の 5 つのカテゴリにクラス分類した。(3) 同期の天空観測データからバンド 3 とバンド 1 の大気エアロゾルの光学的厚さを求め，その値を利用してエアロゾルと大気分子による大気散乱効果補正を実施して，これら 2 バンドにおける天空観測サイトの周辺画素の地表反射率を計算した。(4) 天空観測サイトの周辺画素の分類結果を参照して植生クラス，都市クラス，その他クラスに対する可視と赤外の反射率比を計算した。その結果，植生クラスの場合，R3/R7=0.547 であり，R1/R7=0.554 を得た。ここで，R1，R3，R7 はそれぞれバンド 1，3，7 の地表反射率である。都市クラスの場合は R3/R7=0.489 であり，R1/R7=0.580 を得た。また，その他クラス

の場合，R3/R7=0.417 であり，R1/R7=0.503 となった。Kaufman et al. による米国のケースにおける植生クラスは R3/R7=0.25 であり，R1/R7=0.50 であり，都市クラスの場合は R3/R7=0.42 であり，R1/R7=0.69 なので，バンド比は日本と米国では少なからず異なっていることがわかる。特に，日本の場合，R3/R7 の比は米国のそれに比べて 2 倍近く大きい値となっている。

3．大気エアロゾルの光学的パラメータの推定結果の検証

MOSIS 画像データより求めた日本における植生クラス，都市クラス，その他クラスにたいする可視と赤外の反射率比を用いて，2002 年 4 月 2 日及び 6 月 8 日に金沢地域を撮影した Terra 衛星 ASTER 画像データと 2001 年 4 月 15 日の Landsat 衛星 ETM+画像データから推定した波長 645nm におけるエアロゾルの光学的厚さの推定値と同期天空観測データ値との比較結果を図 1 に示す。

図 1 より，推定結果は観測値に良く一致していると判断出来る。また，図 2 は ASTER データより求めた，645nm における金沢市近郊のエアロゾルの光学的厚さの推定分布図である。陸域のエアロゾルの光学的厚さ推定には本研究で計算した日本における反射率のバンド比を用いたが，海域に関しては近赤外バンドにおける海域の反射率はゼロであると仮定してエアロゾルの光学的厚さを求め，オングストローム指数 α=1.5 を仮定して 645nm におけるエアロゾルの光学的厚さを推定したものである。図 2 から，海域と陸域のエアロゾルの光学的厚さの変化は滑らかであり，また，図中の中央部のエアロゾルの光学的厚さの厚い領域は金沢市であり，この日は都市域においてエアロゾル粒子の発生があったと思われる。

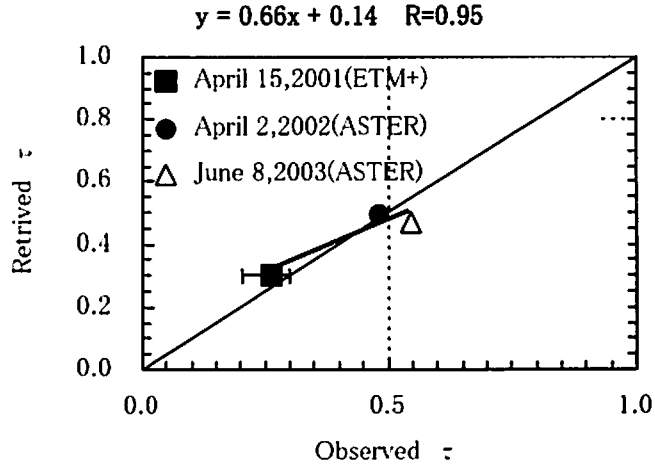


図 1. エアロゾルの光学的厚さの推定結果と観測との比較(645nm)

図 2. ASTER 画像より求めた金沢周辺のエアロゾルの光学的厚さの推定分布図(645nm)

本研究は日本における植生クラス，都市クラスなどに対する反射率の可視と赤外のバンド比を衛星画像データから推定することに成功した。また，この反射率のバンド比を用いて，異なる衛星データから大気エアロゾルの光学的厚さ推定を実施して良い結果を得ることが出来た。今後の課題としては，更に解析例を増やし，日本における反射率バンド比を確立することが重要と考える。

参考文献

1．Kaufman et al., 1997. "The MODIS 2.1 ・ m Channel-Correlation with Visible Reflectance for Use in Remote Sensing of Aerosol", IEEE Trans. GRS, Vol.35, No.5 , pp.1286-1298.

研究課題　衛星データによる森林密度推定手法の研究

課題番号　A2003-3-1（P2003-17）

研究者　　力丸　厚（長岡技術科学大学）

担当教官　建石隆太郎

概要：

Development of Forest Cover Density Mapping Methodology

Atsushi Rikimaru and Ryutaro Tateishi
Nagaoka University of Technology
E-mail; rikimaru@nagaokaut.ac.jp
Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University
E-mail;tateishi@faculty.chiba-u.jp

Abstract

Forest cover density is one of the most useful parameters to consider in the planning and implementation of rehabilitation program. This study is development of bio-physical analysis model for obtaining of Forest Canopy Density (FCD) using LANDSAT TM data image analysis. The four key components of FCD model are viz. vegetation, bare soil, thermal and shadow. The initial and medium stages of this study was implemented under the research project of International Tropical Timber Organization (ITTO).

1. Introduction

As generally applied in forestry, conventional RS methodology is based on qualitative analysis of information derived from training areas (i.e. ground-truthing). This has certain disadvantages in terms of the time and cost required for training area establishment, and the accuracy of results obtained. In this new methodology, forest status is assessed on the basis of canopy density. The methodology is presently identified as the Forest Canopy Density Mapping Model, or for short the FCD Model. Unlike the conventional qualitative method, the FCD Model indicates the growth phenomena of forests which are quantitative analysis. (Shown in Fig. 1) The degree of forest density is expressed in percentages: i.e. 10% FCD; 20%; 30%; 40% and so on. FCD data indicates the intensity of rehabilitation treatment that may be required. The

method also makes it possible to monitor transformation of forest conditions over time including degradation. Additionally, it can assess the progress of reforestation activities.

The Forest Canopy Density (FCD) Mapping and monitoring Model utilizes forest canopy density as an essential parameter for characterization of forest conditions. FCD data indicates the degree of degradation, thereby also indicating the intensity of rehabilitation treatment that may be required.

The source remote sensing data for FCD model is LANDSAT TM data. The FCD model comprises bio-physical phenomenon modeling and analysis utilizing data derived from four (4) indices: Advanced Vegetation Index (AVI), Bare Soil Index (BI), Shadow Index or Scaled Shadow Index (SI, SSI) and Thermal Index (TI). It determines FCD by modeling operation and obtaining from these indices.

The canopy density is calculated in parentage for each pixel. The FCD model requires less information of ground truth. Just for accuracy check and so on.

FCD model is based on the growth phenomenon of forests. Consequently, it also becomes possible to monitor transformation of forest conditions over time such as the progress of forestry activities. The application tests were implemented in this area. The evergreen forests are in the islands of Luzon (Philippines) and Sumatra (Indonesia); and for monsoon (subtropical deciduous) forests in Ching-Mai (Thailand) and Terai (Nepal).

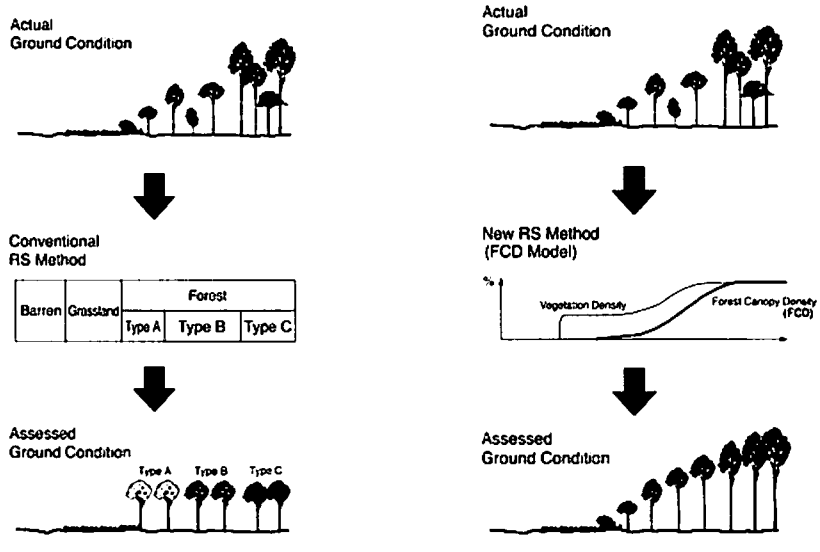


Fig.1 Analysis by conventional (left) and FCD (right) methods

2. Characteristics of Four Prime Indices

The indices have some characteristics as below. The Forest Canopy Density Model combines data from the four (4) indices. Fig.1.2.3 illustrates the relationship between forest conditions and the four indices (VI, BI, SI and TI). Vegetation index responses to all of the vegetation cover such as the forest, bushes, scrubs and grassland. Advanced vegetation index (AVI) reacts sensitively for the vegetation quantity compared with NDVI. Shadow and thermal index increases as the

forest density and vegetation quantity increases respectively. Black colored soil area shows a high temperature. Bare soil index increases as the bare soil exposure degrees of ground increase. These index values are calculated for every pixel. Fig.2 shows the characteristics of four indices compared with forest condition.

Note that as the FCD value increases there is a corresponding increase in the SI value. In other words where there is more tree vegetation there is more shadow. Concurrently, if there is less bare soil (i.e. a lower BI value) there will be a corresponding decrease in the TI value. It should be noted that VI is "saturated" earlier than SI. This simply means that the maximum VI values that can be recorded appear earlier in the analysis. This happens because the VI captures data from the total bio-mass, regardless of the density of the trees or forest. On the other hand, the SI values are primarily dependent on the amount of tall vegetation such as trees which cast a significant shadow. Table.1 shows combination characteristics between four indices.

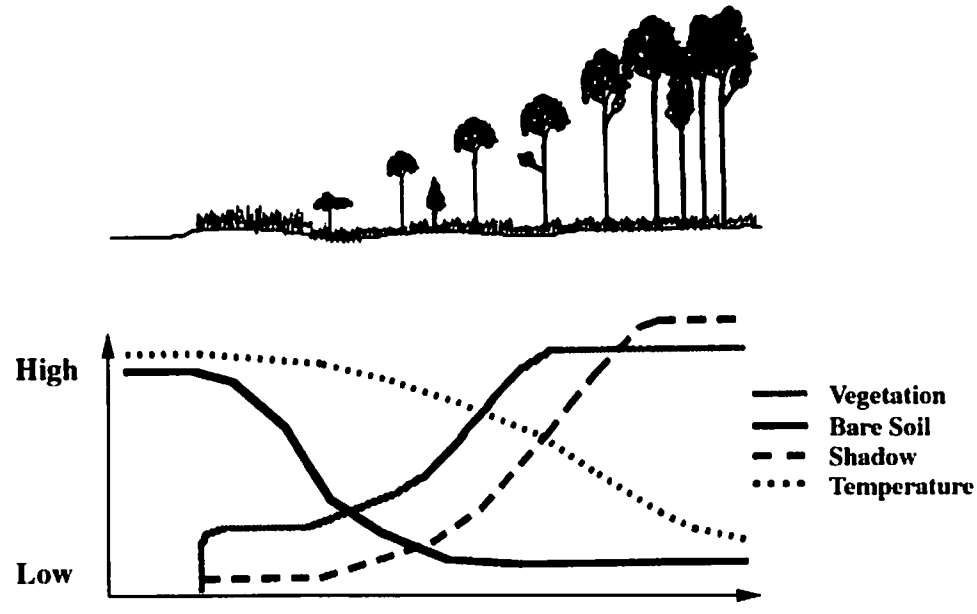


Fig.2 The characteristics of four prime indices of the forest condition

Table.1 Characteristics combination between major four indices

Indices	Hi- FCD	Low-FCD	Grass Land	Bare Land
AVI	Hi	Mid	Hi	Low
BI	Low	Low	Low	Hi
SI	Hi	Mid	Low	Low
TI	Low	Mid	Mid	Hi

3. Calculation of Four (4) Indices

3.1 Advanced Vegetation index (AVI)

When assessing the vegetation status of forests, the new methods first examine the characteristics of chlorophyll-a using a new Advanced Vegetation Index (AVI) that is calculated with the following formulae.

B1-B7: TM Band 1-7 data

B43=B4-B3 after normalization of the data range.

CASE-a B 43 < 0 AVI= 0

CASE-b B 43 > 0 $AVI = ((B\ 4 + 1) \times (256 - B3) \times B\ 43)^{1/3}$

3.2 Bare Soil Index (BI)

The *value* of the vegetation index is not so reliable in situations where the vegetation covers less than half of the area. For more reliable estimation of the vegetation status, the new methods include a bare soil index (BI) which is formulated with medium infrared information. The underlying logic of this approach is based on the high reciprocity between bare soil status and vegetation status. By combining both vegetation and bare soil indices in the analysis, one may assess the status of forest lands on a continuum ranging from hi vegetation conditions to exposed soil conditions.

$$BI = [(B5+B3)-(B4+B1)] / [(B5+B3) + (B4+B1)] \times 100 + 100; \quad 0 < BI < 200$$

The range of BI is converted within 8 bits range

3.3 Shadow index (SI)

One unique characteristic of a forest is its three dimensional structure To extract information on the forest structure from RS data, the new methods examine the characteristics of shadow by utilizing (a) spectral information on the forest shadow itself and (b) thermal information on the forest influenced by shadow. The shadow index is formulated through extraction of the low radiance of visible bands.

$$SI = [(256-B1) \times (256-B2) \times (256- B3)]^{1/3}$$

3.4 Thermal Index (TI)

Two factors account for the relatively cool temperature inside a forest. One is the shielding effect of the forest canopy which blocks and absorbs energy from the sun. The other is evaporation from the leaf surface which mitigates warming. Formulation of the thermal index is based on these phenomenons. The source of thermal information is the thermal infrared band of TM data.

4. The Procedure of FCD Model

The flowchart of the procedures for FCD mapping model are illustrated in Fig.1.2.4. Image processed results corresponding to the flow chart shows in Fig.3.

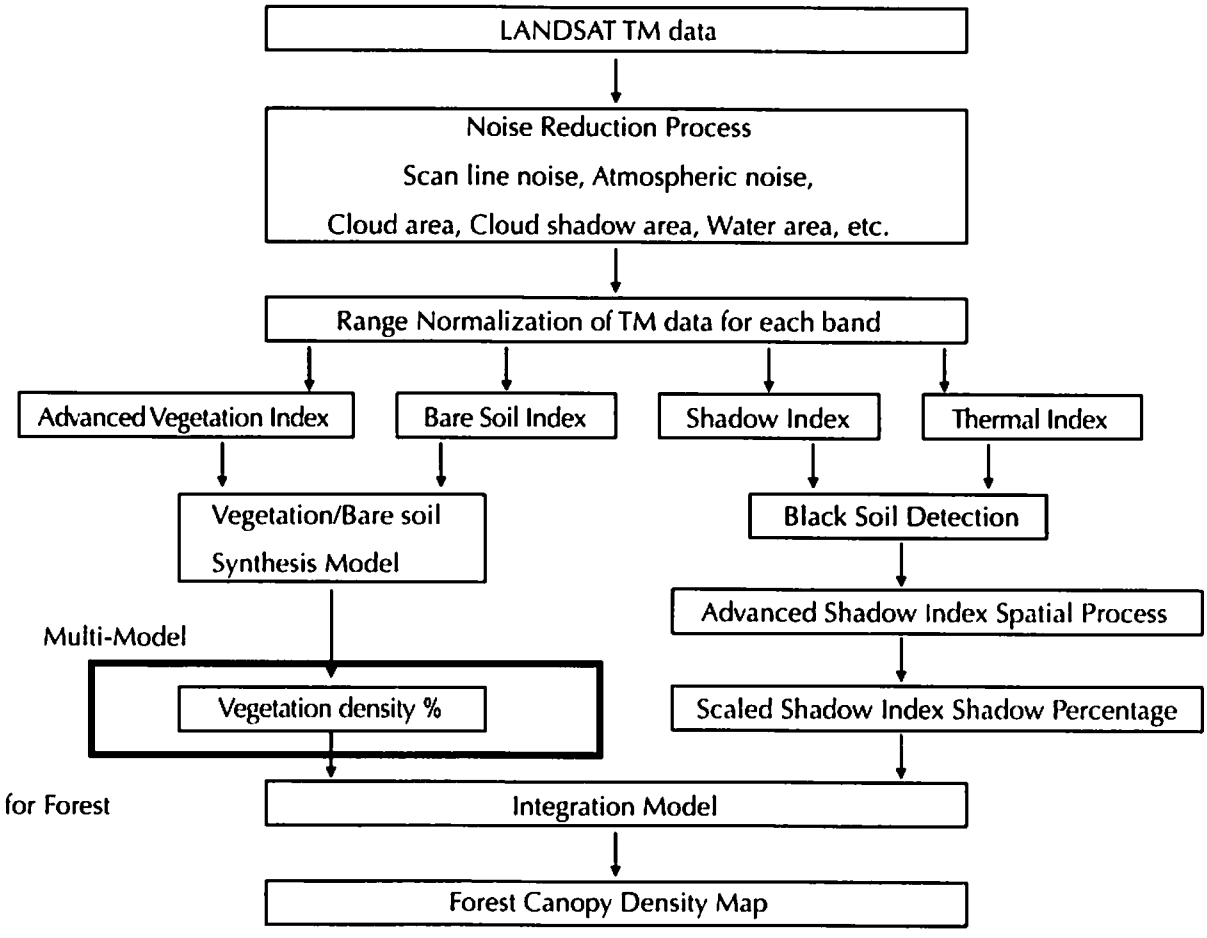


Fig. 3 Flow Chart of FCD Mapping Model

4.1 Noise Reduction; Clouds, cloud shadow and water area

Clouds have a higher irradiance value than ground data. Moreover, the amount of irradiance varies depending on whether the clouds are white, gray, black or combinations of different shades. These factors adversely influence statistical treatment and analysis of imagery data. Furthermore, cloud shadow can be confused with shadow cast by adjacent mountains. These problems can be minimized by creating a cloud shadow mask, using a histogram based on data derived from TM band 1, 2, and 3. Thereafter, a shadow mask of the mountain shadow area is formed at the ground level. This is done through parallel transformation of the mask of the cloud area. Water bodies create similar problems. Since water absorbs near infrared, water bodies should (and can) also be masked using a histogram of TM Band4.

4.2 Vegetation Density and Multi Vegetation Density Model; VD

It is the procedure to synthesize VI and BI by using principal component analysis. Since, VI and BI have high negative correlation. Then it is scaled between zero to hundred percent. Details in (Rikimaru, 1996)

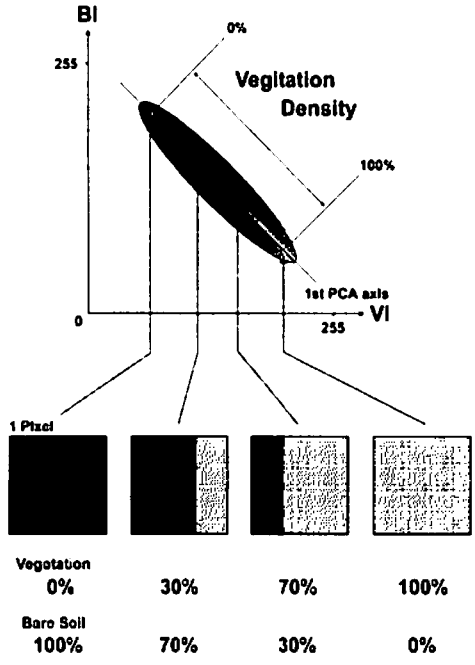


Fig.4 Concept of VD

(Vegetation Density)

Consideration of the seasonal effects of forest conditions represented by leaf-shedding in the deciduous forest as the factors to affect the FCD analysis, study for upgrading of the FCD Model was carried out.

In the previous study of FCD model, the vegetation area was treated as a single component to compute the FCD-Single Model. In this study, the vegetation item is classified several groups, taking into forest considerations.

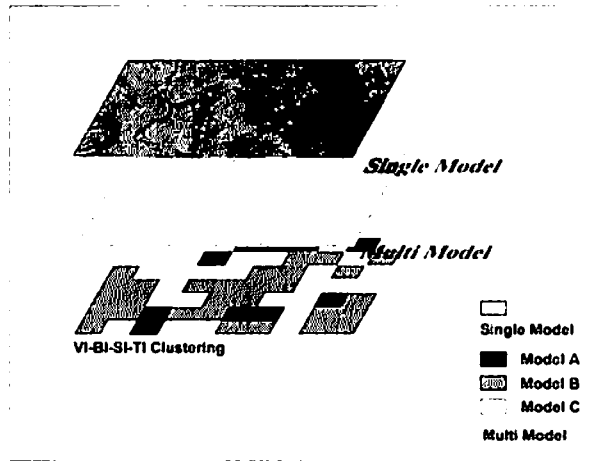


Fig.5 Concept of Model Area (Single Model, Multi Model)

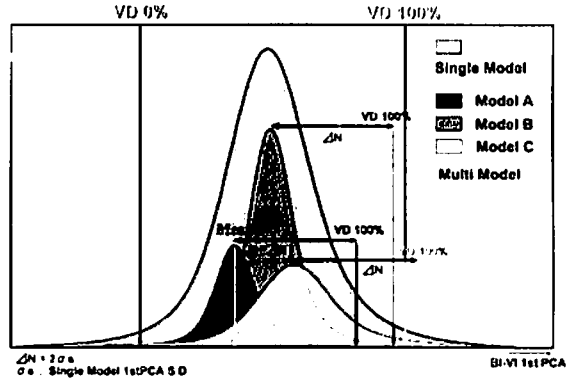


Fig.6 VD Upper Level Threshold in Each Model Area

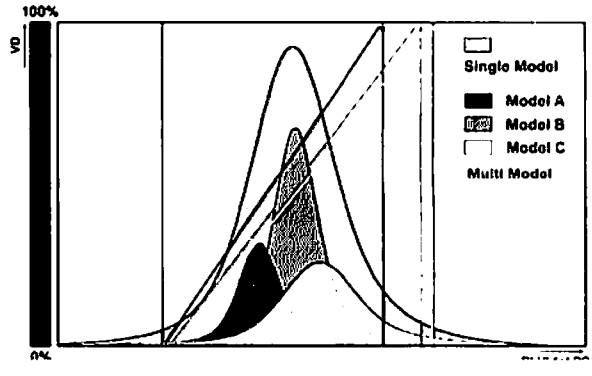


Fig.7 Transformation of VD in Each Model Area

4.3 Black Soil Detection

SI data is extracted from the low irradiance area of each visible band. Where the soil is black or appears to be black due to recent slash-and-burn, low irradiance data may confuse shadow phenomenon with black soil conditions. This is because black soil usually has high temperature due to its high absorption rate of sun energy. But shadows lead to a decrease in soil temperature. By overlaying TI data and SI data this confusion can be avoided. Overlays are also useful when evaluating the relative irradiance of different parcels of land characterized by various shades of black soil.

4.4 Advanced Shadow Index; ASI

When the forest canopy is very dense, satellite data is not always be able to indicate the relative intensity of the shadow. Consequently, crown density might be underestimated. To deal with this problem, the new methods include those described below for determining the spatial distribution of shadow information. Details in (Rikimaru,1996)

4.5 Scaled Shadow Index; SSI

The shadow index (SI) is a relative value. Its normalized value can be utilized for calculation with other parameters. The SSI was developed in order to integrate VI values and SI values. In areas where the SSI value is zero, this corresponds with forests that have the lowest shadow value (i.e.0%). In areas were the SSI value is 100, this corresponds with forests that have the highest possible shadow value (i.e. 100%). SSI is obtained by linear transformation of SI.

With development of the SSI one can now clearly differentiate between vegetation in the canopy and vegetation on the ground. This constitutes one of the major advantages of the new methods. It significantly improves the capability to provide more accurate results from data analysis than was possible in the past.

4.6 Integration process to achieve FCD model

Integration of VD and SSI means transformation for forest canopy density value. Both parameter has no dimension and has percentage scale unit of density. It is possible to synthesize both indices safely by means of corresponding scale and units of each.

$$FCD = (VD \times SSI+1)1/2 -1$$

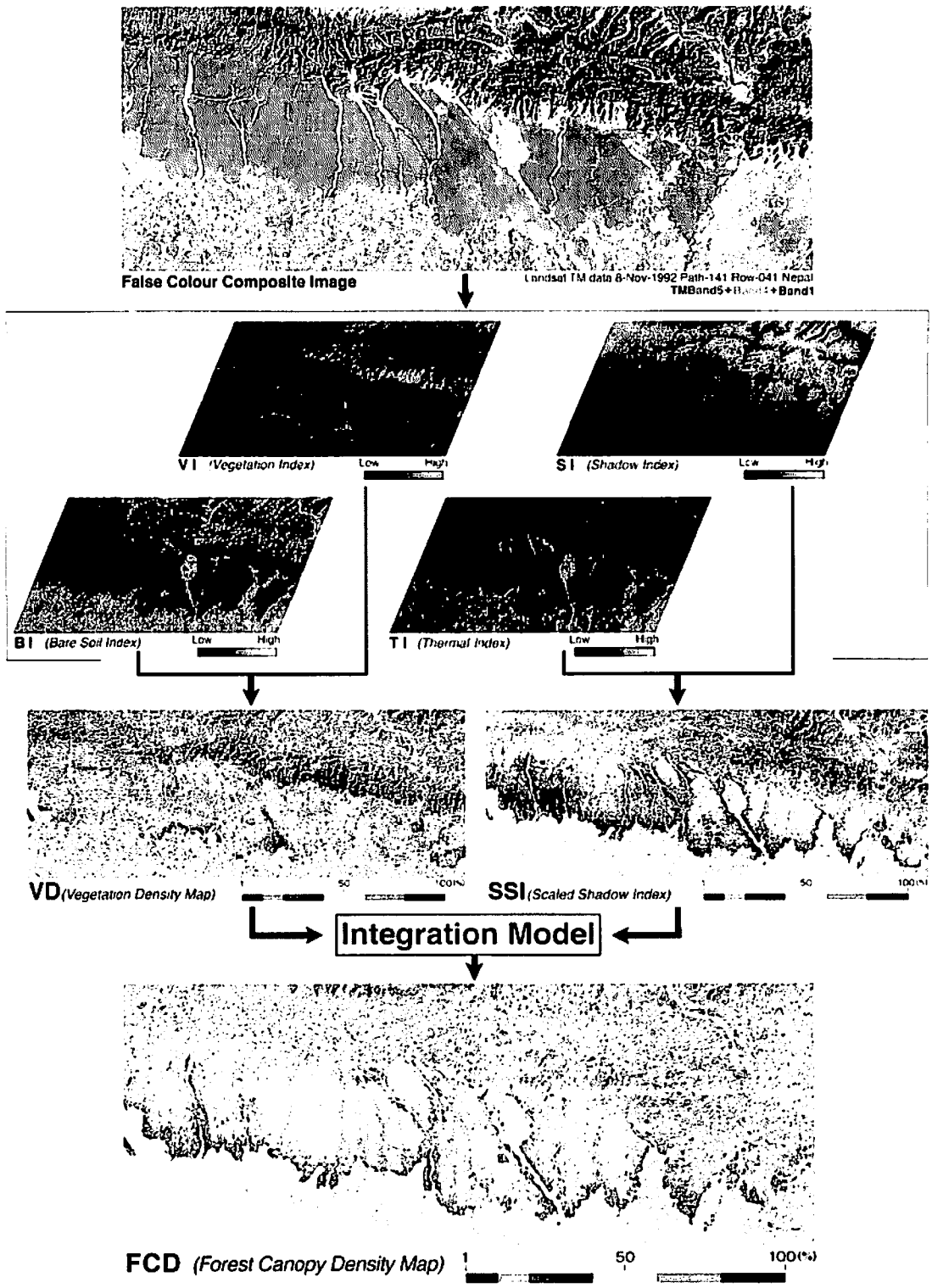


Fig.8 Procedure for Forest Canopy Density (FCD) mapping model

5.Conclusion

Forest Canopy Density model is one of the most useful parameters for forest monitoring. Conventional remote sensing methodology is based on qualitative analysis of information derived from study area i.e. ground truth information. This has certain disadvantages in terms of time and cost required for ground reference information collecting. FCD model is one the solution of it. But in the present status, for the optimize of model or verification of model results, it is still necessary the calibration test site. One of small test information site is under setting up at the Niigata prefecture , near by Nagaoka university of technology camps.

References

JOFCA.1991.Classification system on logged-over forests. A workshop for the ITTO project PD 2/87(F) Sub- project II. Rehabilitation of logged-over forests in Asia/Pacific region. Manila, Philippines, December 1991

JOFCA.1993.Rehabilitation of logged-over forests in Asia/Pacific region, final report of Sub-project II. Prepared for ITTO. March 1993. Part II pp.1-41

JOFCA.1995.Proceedings of the workshop on utilization of remote sensing in site assessment and planning for rehabilitation of logged-over forests. Cisarua, Bogor, Indonesia, September 25-28, 1995.

JOFCA.1996.Proceedings of the workshop on utilization of remote sensing in site assessment and planning for rehabilitation of logged-over forests. Bangkok, Thailand, July 30- August 1, 1996.

A.Rikimaru.1996.LANDSAT TM Data Processing Guide for Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model, ITTO workshop on utilization of remote sensing in site assessment and planning for rehabilitation of logged-over forests. Bangkok, Thailand, July 30- August 1, 1996. pp.1-8

JOFCA.1997.Utilization of remote sensing in site assessment and planing for rehabilitation of logged-over forests. Project report on PD32/93 Rev.2(F) Rehabilitation of logged-over forests in Asia/Pacific region, Sub-project III. Prepared for ITTO. January 1997.

研究課題　衛星データによる土地被覆及び植生環境モニタリングに関する研究

課題番号　A2003-3-2（P2003-19）

研究者　　佐藤　浩（国土地理院地理地殻活動研究センター）

担当教官　建石隆太郎

概要：

1．はじめに

地球環境の研究やモニタリングには，リモートセンシングデータから土地被覆情報を得ることが必要である（Townshend, 1992）。本研究では，最初に，グランドトゥルースの収集方法を検討し，次に，収集したグランドトゥルースをトレーニングデータとして，衛星リモートセンシングデータを使って土地被覆を分類する。

2. 研究の方法

Sato and Tateishi (in press)は，2000年のSPOT/VGTデータ (解像度1 km)の12ヶ月のNDVIデータを使って，アジア地域の土地被覆を16項目に分類した。分類は，トレーニングデータを用いた最尤法分類とした。しかし，中国華南地方では期待された水田の分布がみられず，常緑広葉樹及び常緑針葉樹に分類された。本研究の目的は，新たに新たに水田のグラントドゥルースを収集し，Sato and Tateishi (in press) と同様の衛星データ，同様の手法で土地被覆を再分類することである。

3. 水田のグランドトゥルースの収集

水田のGround truthとして，テレサインジャパンが販売している中国土地利用1 kmグリッドデータを用いた。これは，北京中科永生数据科技有限公司が1995年～2000年のLandsat/TM画像から作成したデータである (テレサインジャパン, 2004)。

このデータの画素値は0～10000までの整数で，もし水田が注目グリッドを100%占めているなら画素値は10000，50%を占めているなら5000となる。本研究では，画素値が10000となるグリッドのみを抽出した。次に，大佛ほか (1998) と同様に，グリッド単位ではなく領域単位で水田のグランドトゥルースを収集した。つまり，隣接4近傍が水田であれば，1まとまりの領域として整理し，いくつかの領域に分割する方法である。この結果，中国全土で10,486個の領域が抽出された。北西から南東に向けて1つづつ連番の認識番号を割り振ったので，北ほど番号の若い領域が分布している。1グリッドの面積からなる領域数が最も多かったが，トレーニングデータとして使う都合上，ここでは101グリッド以上の面積からなる領域をグランドトゥルース候補地として選んだ。すなわち，本研究の対象範囲で16個の領域 (すなわち#13，#29，#223，#3622，#4545，#5787，#5862，#5942，#6045，#6824，#6940，#6963，#7058，#7414，#8335，#9364)である。これらの領域のNDVI月変化を図1に示す。いずれも，標準偏差が10前後と，月平均値の周りの狭い範囲に値が集中しており，101グリッド以上という広い面積を選んだものの，これら16個の領域がグランドトゥルースとしての妥当性を有していることを示唆している。最も面積が大きかったのは#4545の3803グリッド，最も小さかったのは#13の103グリッ

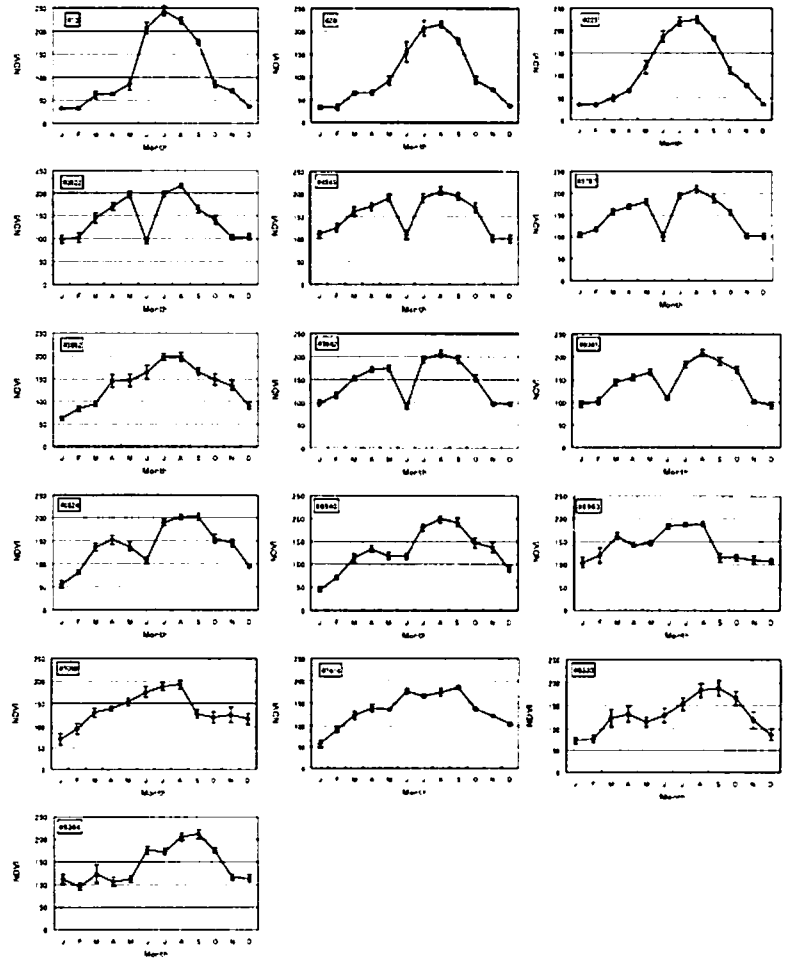


図1　16個の領域のNDVI月変化．エラーバーは標準偏差．

ドだった。図1に示すように，月変化にさまざまなパターンが見られるが，#13，#29，#223 のグループと，#3622，#4545，#5787，#5942，#6045 のグループに共通性が見られた。すなわち，前者のグループは NDVI のピークが 7 月か 8 月に 200～250 の間で 1 回あり，1 月，2 月と 12 月は NDVI が 50 を下回っている。後者のグループは 5 月と 8 月の 2 回，NDVI のピークがあり，1 月，2 月と 12 月は NDVI がおおむね 100 を上回っている。そこで，前者のグループを華北型水田，後者のグループを華南型水田と名づけ，Sato and Tateishi (in press) の 16 項目にこれら 2 項目を加えた 18 項目で分類した。

4. 結果

18 項目の分類結果を図2の左図に示す。グランドトゥルース上の分類結果の正解率は 99.7%だった。比較のため，図2の右図に Sato and Tateishi (in press) の 16 項目の分類結果を示す。右図の華南地方の常緑広葉樹，常緑針葉樹の分類結果が左図では水田となり，新たに収集したグランドトゥルースが分類結果を向上させることが判った。ただし，依然として華南地方に常緑広葉樹，常緑針葉樹が見られる（左図）。

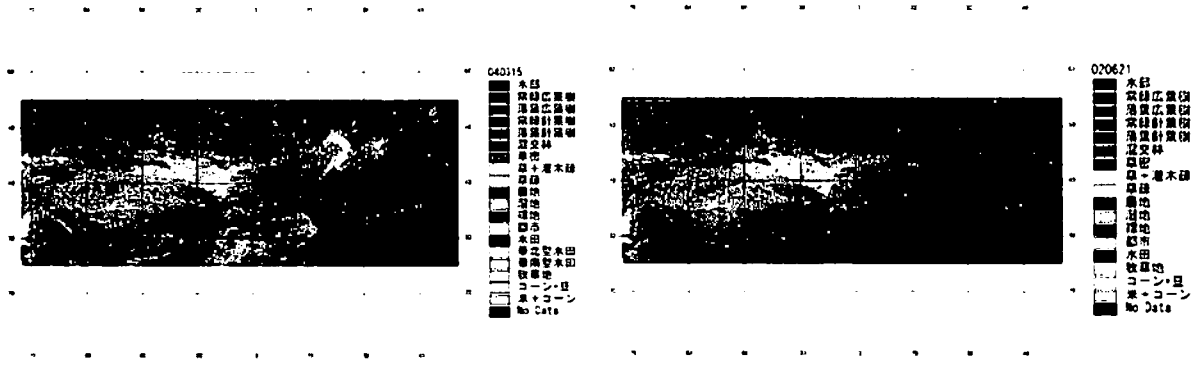


図2　土地被覆の分類結果

5. まとめ

画素値について，平均値の周りのばらつきが小さい水田のグランドトゥルースを収集して，とりわけ中国華南地方の土地被覆分類の結果を向上させることができた。良好な分類結果を得るため，今後も，なるべく品質を揃えてグランドトゥルースを収集する必要がある。

謝辞　データ処理の一部は，国土地理院地理情報解析研究室，賴　理沙博士にお世話になった。本研究では，千葉大学環境リモートセンシング研究センター朱　林博士（現在，株式会社パスコ）が作成した最尤法分類プログラムを一部改良したものを使用した。

引用文献

大佛俊泰・倍田賢一・青木義次 (1998) メッシュデータを用いた土地利用遷移確率の推定方法．総合都市研究，65，25-34.

Sato, H.P. and Tateishi, R. (in press) Land cover classification in Southeast Asia using near and short wave infrared bands, International Journal of Remote Sensing.

テレサインジャパン (2004) http://www.telesign.co.jp/new_map1000000.htm
Townshend, J.R.G. (1992) Land cover: International Journal of Remote Sensing, 13, 1319-1328.

研究課題　中国･インドの穀物生産量監視のための光合成型穀物指標の開発
課題番号　A2003-3-3（P2003-20）
研究者　　金子大二郎（松江工業高等専門学校）
担当教官　建石隆太郎・石山　隆
概要：
中国・インドの巨大な人口増問題と新たな水資源制約時代を背景に，現代における穀物需給の体制上の問題点と水資源不足の視点から，穀物生産量について新たな光合成型のモニタリング法が必要である。人口の巨大な両国における水制約の条件下では，従来からの有効積算気温や植生現存量ばかりでなく，日射と作物の水ストレスをも考慮した穀物生産指標を新たに開発することが重要となる。本研究は，世界気象データと衛星による植生指標を用い，日射・有効気温・植生現存量・気孔開度を考慮した光合成型の穀物生産指標をモデル化し，水資源不足時代における穀物生産量を早期に監視する方法を提案した。小麦・米・トウモロコシ等の穀物生産量の中で水稲を最も重視した。水稲は食糧問題の中で単位面積当たりの収穫量が小麦より高いことから人口扶養力が大きい。また，水資源を最も多く必要とし，水配分の視点から重要な作物となっているからである。

1. Introduction

Given the atmospheric phenomenon of global warming, shortage of fresh water resources is now an obvious environmental restriction on the world' s capacity to support life. Unusual reductions in the discharge in the lower reaches of irrigation rivers are being observed, and a continuing fall in the groundwater level as a result of water usage. Such well-known organizations as the World Bank, the Worldwatch Institute (Sandra Postel, 1999) and World Water Council (2003) have warned about the present unsustainable use of water resources for irrigation in China, India, and the U.S., which have significant influence on the total quantity of grain production.

This work aims to develop a predictive method of monitoring the grain quantity in production that would be useful in the present era of increasing world population that needs both food and water. Knowledge of an impending bad harvest in China or India would assist in the planning of both Japanese internal affairs and foreign policy, reducing the economic and social strains caused by the consequent leap in grain prices and improving the security of the food supply; Japan produces only about 40% of its own grain. The author believes that a specific organization should be established to monitor grain production in the context of the social circumstances and security of the food supply in areas of Asia.

2. Method for monitoring crop production

Many conventional crop studies have correlated the grain quantity in production with the growth index of Growing Degree Day GDD, or with water stress indices such as stress degree day.

$$GDD = \frac{T_{max} - T_{min}}{2} - T_b \quad (1)$$

where, T_{max} is the maximum daily air temperature, T_{min} is the minimum daily air temperature, and T_b is a threshold temperature for the crop, below which physical activity is inhibited and equal to 10℃.

Rasmussen (1998) gave the net primary production NPP according to the following formula:

$$NPP = \varepsilon \int_0^t (aNDVI + b) \cdot PAR \cdot dt \quad (2)$$

where ε is the efficiency coefficient, t is the time, a and b are regression coefficients, and PAR is the photosynthetically active radiation.

The present research seeks to develop a photosynthesis-type of monitoring method by measuring the water stress so as to improve the formula (2) presented by Rasmussen. The final form of the photosynthesis rate is defined in formula (3), which takes into consideration the solar radiation, air temperature, stomatal opening, and vegetation biomass.

$$PSN = \frac{a \cdot APAR}{b + APAR} \cdot f_{Syn}(T_c) \cdot \beta_s \cdot eLAI \quad (3)$$

where, PSN is the photosynthesis velocity, APAR is the absorbed photosynthetically active radiation, β_s is the stomatal opening, a and b are Michaelis -Menten constants, T_c is the canopy temperature, eLAI is the effective leaf area index, and f_{ster} is the sterility response function of air temperature.

The integrated photosynthesis type of crop production index CPI is defined by the following formula concerning the period from seeding t_s to harvest t_h.

$$CPI = \int_{t_s}^{t_h} PSN \cdot F_{Ster}(T_c) \cdot dt \quad (4)$$

where F_{ster} is the response function of temperature sterility effects on crop production.

Many researchers have presented crop simulation models that involve growth of crops and incorporate remote sensing data from previous years. However, it is desirable to express the mechanism of growth and filling more simply than in these models, which are complex and contain many empirical constants (Monteith 1996, Sinclair and Seligman 1996). By measuring growth of crop vegetation using remote sensing instead of simulation, the present paper estimates the photosynthesis rate by treating the growth of crop as a known variable.

3. Results by growing indices and crop production index

Fig.1 shows the distribution of the vegetation index NDVI in Asia using a data set derived from NOAA AVHRR by Tateishi (2001). Fig.2 presents the photosynthesis-based crop production index CPI taking into consideration the vegetation index NDVI as vegetation biomass as well as solar radiation and effective air temperature GDD. The values of the Crop Situation index at Kuki site in Saitama prefecture are included in the figure. The CPI index clearly shows the poor harvest due to low temperatures in 1993, and that due to lack of sunshine in 1998,and captures also the quantitative difference between the good harvest in

Fig.1. Distribution of NDVI in Asia.

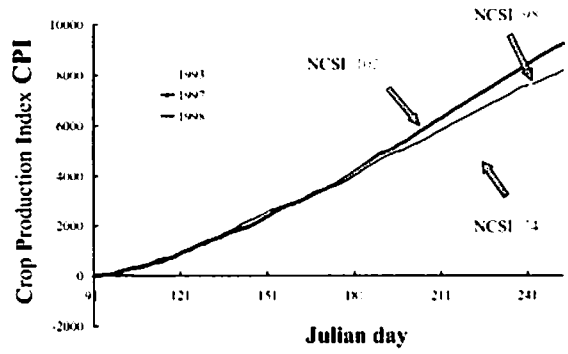


Fig.2. Daily variation of crop production index CPI at the Kuki site in Japan with values of the crop situation index.

1997 and these poor harvests. The discernment ability is much greater than the growing indices GDD and iNDVI. The photosynthesis-based crop production index CPI turns out to be a good index for monitoring. The author (Kaneko, 2003b) is also proposing a CPI that accounts for sterility below air temperatures of 18.5 centigrade and injury above 40 degrees (Matsui et al. 1997).

Monitoring of the demand for crop production requires new indices for water stress defined by spectral reflectance of leaves using remote sensing. A growth experiment of paddy rice in a temperature gradient chamber (TGC) controlled greenhouse was conducted at an experimental farm at Matsue in Shimane prefecture, in which infrared and visible spectrum data were obtained using a spectral reflectance radiometer. The water stress experiment aims to define water stress indices from the reflectance spectrum of short wavelength infrared and thermal infrared rays, with simultaneous measurement of the spectrum from the water surface and soil. At present, the CPI index is evaluated by setting the stomatal opening to 1 on the assumption that there is no water stress at the validation sites.

4. Conclusions

The model proposes to use world weather data in the monitoring model, specifically daily weather data for China and India. Without simulating the growth of crops, remotely sensed data can give the vegetation biomass of the crops in both countries using satellite data. Conventional predictive monitoring based on the growing index GDD derived from the effective air temperature was inaccurate. The author proposes a photosynthesis-based crop production index CPI taking into consideration such factors as solar radiation, air temperature, vegetation biomass, and stomatal opening using satellite data and world weather data. The present CPI index proved more accurate than the conventional cumulative GDD and the integrated NDVI as a crop production index for early monitoring of paddy rice. Organization of crop surveillance using accurate quantitative models based on daily data should be established as routine in view of the consequences for Japan of problems with crop growth, threatening our food security. Strategies for crisis management should be available in advance. Technical collaboration and information supply for early warning by the monitoring method proposed in this paper would be useful in guiding agricultural policies of Asian circumference countries.

References

Kaneko D (2002). Estimation of global solar radiation using world weather data for early monitoring of crop production by satellites, Proceedings of 6th symposium on water resources, Tokyo, 677-682. (In Japanese with English abstract).

Kaneko D, and Onishi M. (2003). Proposal of early monitoring method for crop production in China and India in the recent era of water resources restriction Environmental Systems Research, Japan Society of Civil Engineering, 31, 235-244. (In Japanese with English abstract).

Kaneko D, Onishi M. (2003b). Modeling on indices for monitoring crop production using meteorological data and Vegetation Index NDVI, Japanese Journal of Crop Science, 72(Extra issue 2), 92-93. (In Japanese)

Matsui T, Namuco OS, Ziska LH and Horie T, (1997). Effects of high temperature and CO_2 concentration on spikelet sterility in indica rice, Field Crops Research, 51, 213-219.

Monteith J L, (1996). The quest for balance in crop modeling, Agronomy Journal, 88, 695-697.

Rasmussen MS, (1998). Developing simple, operational, consistent NDVI-vegetation models by applying environmental and climatic information: Part II. Crop yield assessment, International Journal of Remote Sensing, 19(1), 119-137.

Tateishi R (2001). Twenty-year global 4-minute AVHRR NDVI dataset, CEReS, Chiba University.

研究課題　アジア地域における地球観測衛星画像と地理情報の相互運用システムの構築と運用について

課題番号　A2003-21（P2003-5）

研究者　関谷知孝（(財）リモートセンシング技術センター）
川人しのぶ，黒岩かおり（(財）リモートセンシング技術センター）

担当教官　建石隆太郎，近藤昭彦

概要：

本共同研究では，地球観測衛星画像等の地理情報をインターネット上で相互利用するための試作システムを構築した。地理情報システム分野で検討が進んでいる Web GIS の標準技術を適用した WMS（Web Map Server）を CEReS に導入し，アジア地域における衛星画像（アジア土地被覆図）を配信するシステムを構築した。

標準技術を用いることで，分散システムの相互接続性が確保される。今後，試作システムを活用し，CEReS や宇宙航空研究開発機構（JAXA）等の機関が有する衛星データや地理情報データなどの地域環境情報データベースを融合的に利用するシステムへと発展させることが期待される。

＜成果＞

1．研究の目的

千葉大学の CEReS と宇宙航空研究開発機構（JAXA）では，地球観測衛星データや，地理情報データなどの地域の環境把握に有用なデータを保有している。これらのデータを地域環境情報データベースとして相互利用するために，地理情報交換のための標準技術を用いて，ネットワーク分散型のデータベースの相互利用システムを構築する。

2. 成果

本研究では，衛星データを地域環境情報の一つと位置付け，地理情報システム分野で開発が進んでいる相互利用技術を用いて，CEReS，JAXA 双方が保有する衛星データや地理情報データをインターネットを介して相互利用するシステムを，JAXA の協力を得て構築した。

(1) 相互運用システムの構築

オープン GIS コンソーシアム（OGC）では，インターネットで地理情報を相互利用するための標準仕様の策定が進められている。本研究では，OGC の標準仕様おいて地図画像データを交換するための WMS（Web Map Server）仕様に準拠したサーバシステムを CEReS に構築した。標準仕様に準拠することで，システム間のメタデータ，データ，通信手順等の互換性が確保され，分散環境にあるサーバの相互接続や，外部システムとの相互接続を容易に実現することができる。構築したサーバは，Linux マシン上で稼動し，衛星画像や地図画像などの位置情報を有した画像データを提供する機能を有する。

構築したサーバの動作確認を行うために，JAXA の既存の相互利用システムより接続試験を行い，本サーバが標準仕様に則った動作を満足することを確認した。

(2) 相互運用システムの運用

アジア地域における環境情報データを，相互運用システムを通じて配信するために，サーバに CEReS のアジア土地被覆図データを登録した。サーバは CEReS にて維持・運用を行い，JAXA の試作評価用の相互利用システムより接続し，適宜，画像配信を行った。

3. まとめ

地球観測衛星画像等の地理情報データをインターネット上で相互利用するための試作システムを構築した。地理情報交換のための標準技術を用いることで，分散システムの相互接続性を確保した。また，本システムを通じて，アジア地域における環境情報データの配信を行った。

相互利用技術を用いることで，インターネット上に散在する地域環境情報データベースの相互利用を図っていくことができる。今後は，本システムを発展させ，CEReS や JAXA 等が有する衛星データや行政主題図などの地域環境情報データベースを相互利用し，地域社会における環境情報として活用するためのデータ利用支援システムについて試作検討を進める計画である。

研究課題　衛星データを利用した雪氷域の経年変動と植生環境の相互作用の解明に関する研究
課題番号　A2003-23（P2003-4）
研究者　　青木輝夫（気象研究所物理気象研究部）
　　研究分担者：堀　雅裕，中山和雄（宇宙航空研究開発機構）
　　本吉弘岐（(株) スペースサービス）
　　谷川朋範（筑波大学）
担当教官　西尾文彦
概要：

1. はじめに

本研究は，東アジア地域（シベリアも含む）における雪氷圏と生物圏の長期変動を，過去 20 年間の

人工衛星データセットをもとに解析し，その関係を調べることを最終目標とする。雪氷圏の変動は主として季節積雪域の変動および雪氷面の分光放射特性に関して解析し，生物圏の変動は地上被覆分類手法により，アジア（シベリアも含む）モンスーン地域での植生生態系の変動特性を求める。これら両圏の長期変動が相互に，あるいは他のどのような気候システムと関連しているかを統計的手法及び気候モデルによって明らかにする。

本年度は，衛星データを用いた雲域／晴天積雪域の識別処理，さらに，季節積雪域の太陽放射吸収量と密接な関係にある積雪粒径および不純物濃度を可視域および近赤外域の 2 バンドデータを用いて抽出するためのアルゴリズムを構築し，北半球領域の ADEOS-II/GLI データに適用し，その有効性を検討した。

2. 解析方法

(1) 雲/晴天域識別および地表面分類処理

衛星画像中の雲域/晴天域の識別は，3.7μm，11μm の熱赤外域バンドの輝度温度差を算出し，それを閾値処理することにより画素毎に行う。また，晴天域内の地表面分類は，可視域（0.678μm），近赤外域（0.865μm）の大気上端反射率の比および 11μm の輝度温度を閾値処理することにより，海洋域と陸域を分けてそれぞれについて積雪の有無を判別した。

(2) 積雪粒径・不純物濃度抽出処理

不純物濃度の増加が雪面の可視域反射率を下げ，一方積雪粒径の増加が近赤外域反射率を減少させることを利用する。晴天域内の積雪域について，衛星が観測した可視域，近赤外域バンドの反射率データと，あらかじめ積雪粒径・不純物濃度の様々な組み合わせを想定して放射伝達コードを用いて計算しておいた反射率データとを比較することにより，不純物濃度，積雪粒径，積雪粒径の抽出を行う。

(3) 入力データ

以上の手法に基づく衛星データ解析用ソフトウェアを開発し，光学センサーである ADEOS-II/GLI センサーの北半球域 1 ヶ月分（2003 年 4 月）のデータに適用して，2 つの積雪物理量の抽出能力を検証する。

3. 解析結果

(1) 雲/晴天域識別および地表面分類処理

2003 年 4 月の一ヶ月分のデータを解析した結果，北極周辺域（およそ緯度 40° 以北の地域）全域において雲を除去した後の晴天域画像を合成することができた。図 1 に，2003 年 4 月 2 日～30 日のデータを用いて合成した北極周辺の雲識別・地表面分類フラグ画像を示す。図中，海･陸をそれぞれ紺・緑色で，また，陸上の積雪および海氷をそれぞれ白色，薄水色で示している。また，オレンジ色で示された画素は，積雪域と判定されたものの，植生指数の値が大きいため，森林域と考えられる地域である。後述する積雪物理量の抽出時においては，解析対象から除外した。図より，1 か月分のデータを解析することにより晴天下の北極域画像を得られることが分かる。また，データが北半球の春期に取得されたものであることから，アラスカ・カナダなどの北米やシベリアなどユーラシア大陸内部にも広大な積雪域が広がっていることが分かる。

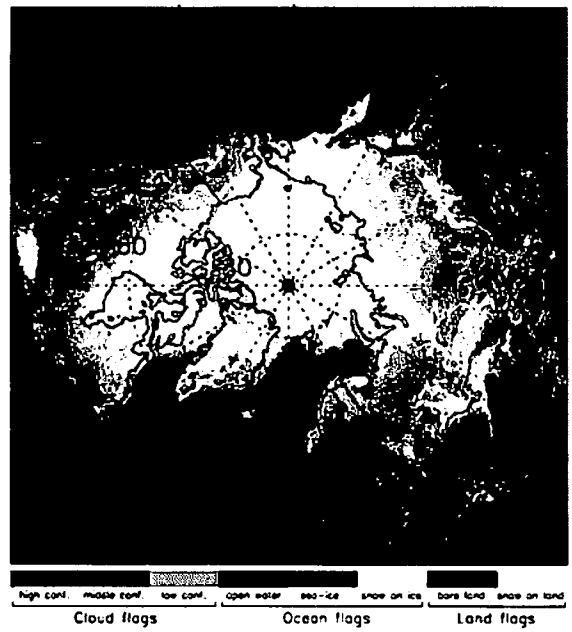


図1　2003年4月2日~30日のGLIデータを用いて作成した
北極域（北緯40°以上）の地表面分類フラグ画像

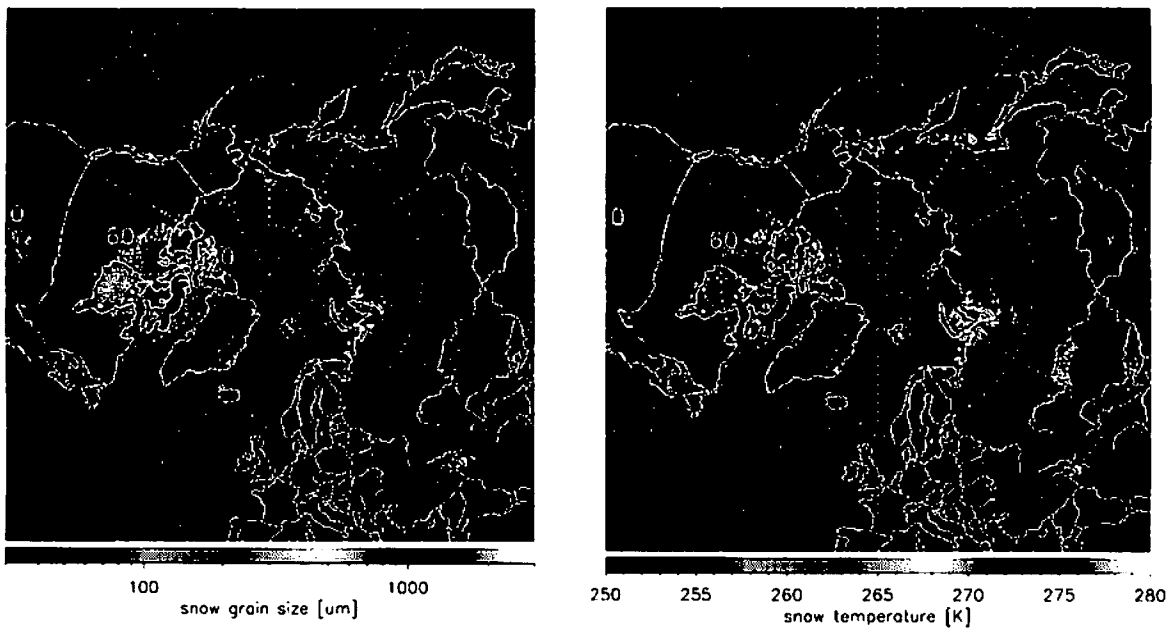


図2　図1の積雪域について抽出された積雪粒径（2a：左図）および
11μmの輝度温度（2b：右図）の北極周辺の空間分布

(2) 積雪粒径・不純物濃度抽出処理

図2は，得られた晴天画像の積雪域に対して，積雪粒径（2a）および11μmの輝度温度（2b）を抽出した結果を示している。また北極点付近のデータが示されてない理由は，太陽天頂角85°以上のデータを処理の対象外としたためである。積雪粒径の日間変動や雲域画素の混入などによる画素毎のばらつきが大きいものの，総じて積雪粒径は11μmの輝度温度から推察される雪面温度と密接な関係が見られ，高温域では粒径が大きく，低温域では逆に粒径が小さく維持されていることが見て取れる。図3に輝度温度と積雪粒径の間の散布図を示す。0℃以下においては，粒径が小さく保たれまた温度が

上昇するにつれ徐々に焼結により粒径が大きくなる傾向が見られる。一方で，-0℃の融点付近になると急激に粒径が増加している様子が認められる。周囲の熱 環境に大きく依存しながら変化する積雪粒径の特徴を捉えており，人工衛星による積雪粒径の抽出が，広域の空間分布をとらえる上で有効な手段となることを示している。

図 4 は，晴天積雪域について抽出された積雪層中不純物濃度をそれぞれ示している。抽出された不純物濃度に関しては，北極圏のバックグランドレベルとして妥当な濃度である 0.5ppmw 以下の低濃度の値が抽出されている。今後，アルゴリズムを改良し，積雪物理量の抽出精度を向上させていくとともに，長期間の衛星データを用いて同様の解析を行い，植生環境との長期的相互作用を調査していく予定である。

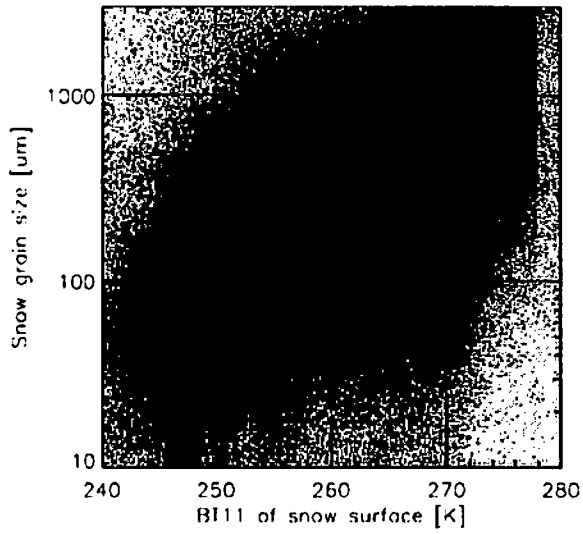


図 3　図 2 の積雪粒径および 11 μ m の輝度温度の間の散布図

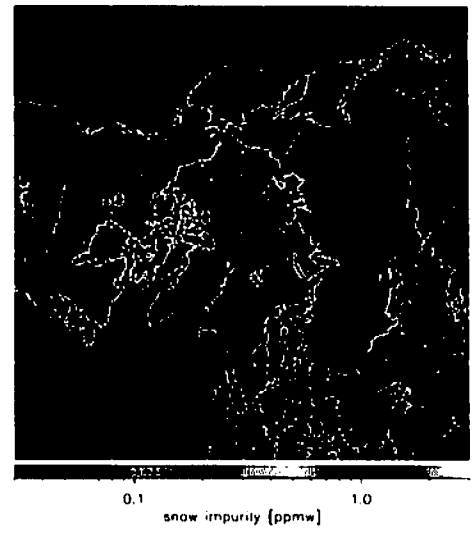


図 4　図 1b の積雪域について抽出された積雪不純物濃度

研究課題　NOAA/AVHRR データを用いた中国東域での地面湿潤度モニタリングに関する研究
課題番号　A2003-28（P2003-2-1）
研究者　　樋口篤志（名古屋大学地球水循環研究センター）
担当教官　近藤昭彦
概要：

1. はじめに

本研究を行う背景（なぜ中国東域なのか？方法論等）は昨年度の報告ですでに行われているので，本研究では，初期解析結果としての解析結果を示す。

2. 使用データセットおよびデータ処理

2.1. 解析対象領域および使用したデータセット

解析対象領域は東経 110° -128° ，北緯 28° -43° の中国東部である（Fig.1）。使用した AVHRR データセットは CEReS 受信の 1998-2000 の 3 年分の daily AVHRR であり，1998 年では 243image, 1999 年では 270image を使用した。

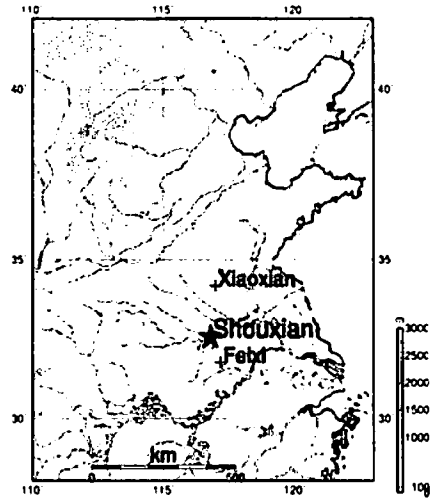


Fig.1 解析対象領域．地点は CREST/LAPS での定点観測地点

2.2. AVHRR データ処理

Fig.2 にサンプルとしての channel 2 image (near-IR)を示す。オリジナルデータに対し：a.センサー角 40° 以上の領域データのカット，b 太陽天頂角補正，および c. 雲ノイズ除去を施した．雲ノイズ除去に関しては様々な手法があり，地域によって用いる閾値は本来異なるべきであるが，本研究は White et al (2002)で用いられた数値を一部修正して用いて雲ノイズ除去を施した。雲域同定のための閾値は以下の通りである。

1. Ch.4 < 288K (15℃) and Ch.1 > 20%
2. Simple Ratio < 1.2
3. Ch.4 Ch.5 < -1.5K or > 4.5K
4. Ch.3 Ch.4 > 15 K

雲ノイズを取り除いた後の image を Fig.3 に示す。

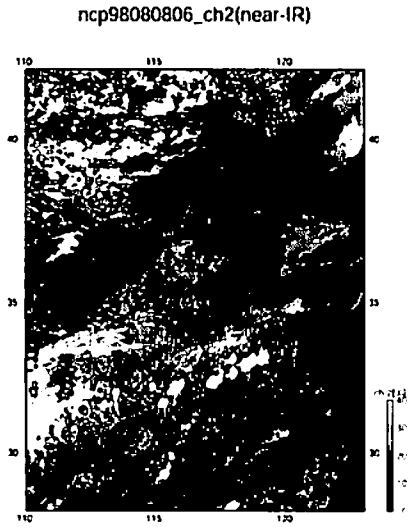


Fig.2 サンプル画像（1998/08/Aug, ch.2）

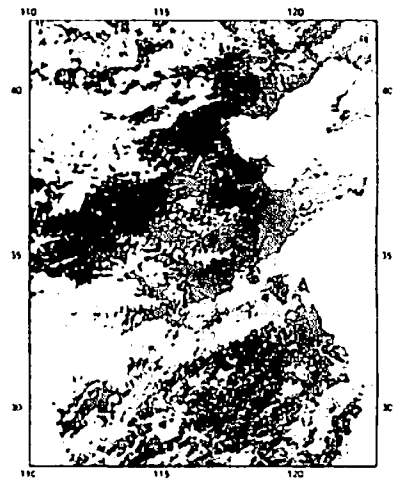


Fig.3 雲除去後の画像（元データは Fig.2 と同じ）

2.3. TVX slope (VI/Ts 法で得られる傾き)算出

上述した AVHRR に対する前処理を施したのち，TVX slope (NDVI と地表面温度(Ts)の散布図から得られる傾き[回帰直線の傾き])を算出した。散布を求める領域は過去の研究例毎に異なる場合が多いが，本研究では，空間解像度を優先し，また，処理を簡略化させるために 10pixel x 10line (100 samples) での回帰直線を求め，その傾きを画像化した(Fig.4)。その際，上記処理で有効なデータがない，あるいは 3%以下(3 sample)しか有効なデータが得られない場合には欠測として扱った。このような一連の処理を全ての AVHRR に施し，TVX slope を地表面湿潤度の指標として扱い，面的分布の季節変化特性，および年々変動特性を調べた。

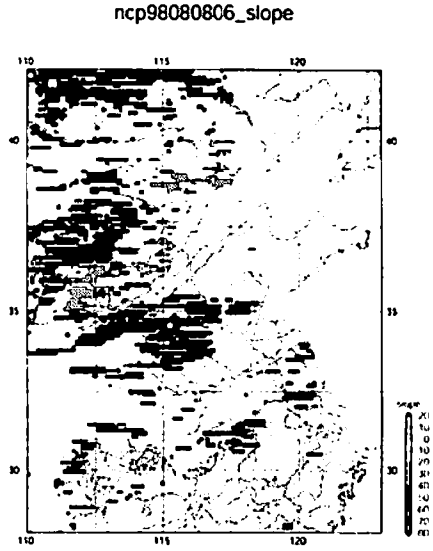


Fig.4 計算された TVX slope 分布．色は 0 以上（正の傾き）を寒色系，0～-40 (湿潤～比較的乾燥)を緑色系，-40 以下（強い乾燥）を暖色系で示す。

3. TVX slope 分布から得られた地表面湿潤度の季節変化

地表面の湿潤化，あるいは乾燥化の季節進行の例を Fig.5 に示す。

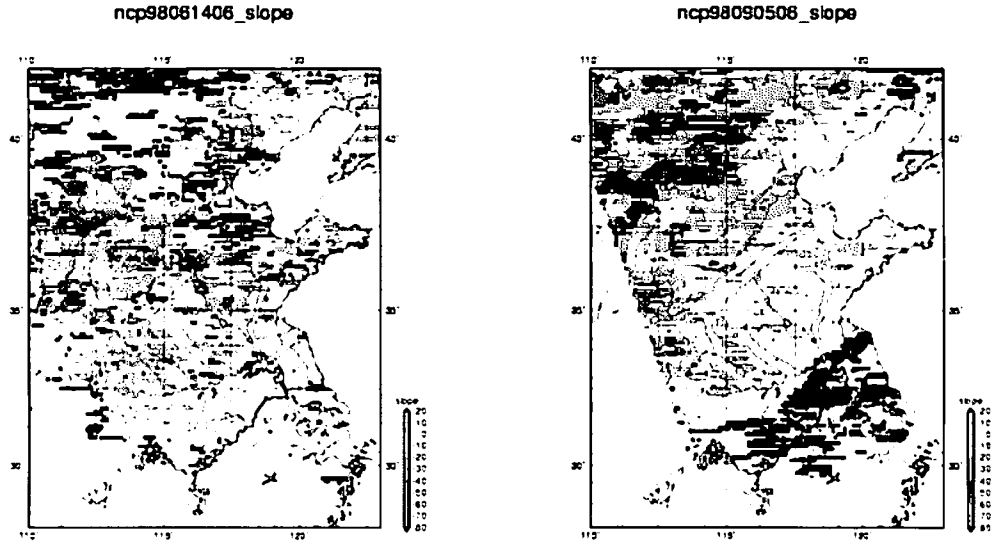


Fig.5 TVX slope 分布．（上）1998 年 6 月 14 日での分布，および（下）1998 年 9 月 6 日。

全体の傾向として，南北のコントラスト（南：湿潤，北：乾燥）が明確に見て取れる。また，梅雨前線の北上・南下に伴って，湿潤と乾燥の境界線を決めることができる。先行研究では-40 が境界線となりうるという例があるが，TVX slope 同定法が若干異なるため（本研究の方がやや TVX slope を低め［小さく］計算する），各画像を精査することにより，中国東部での湿潤・乾燥域の境界を決める閾値を-20 と定義した。

4. 地表面湿潤度の境界線の年々変動特性

前述した TVX slope の境界を-20 とし，初期解析として，目視による境界線のコンター引きを行った結果が Fig.6 である．両年(1998・1999 年)共通した傾向として，境界線が梅雨前線の進行とともに北上し，乾燥化に伴い南下する，という点である。

一方，年々変動特性としては，1998 年では乾燥している，と判断された領域が山地部に集中しているが，1999 年では全く逆で平野部が乾燥している，という点である。

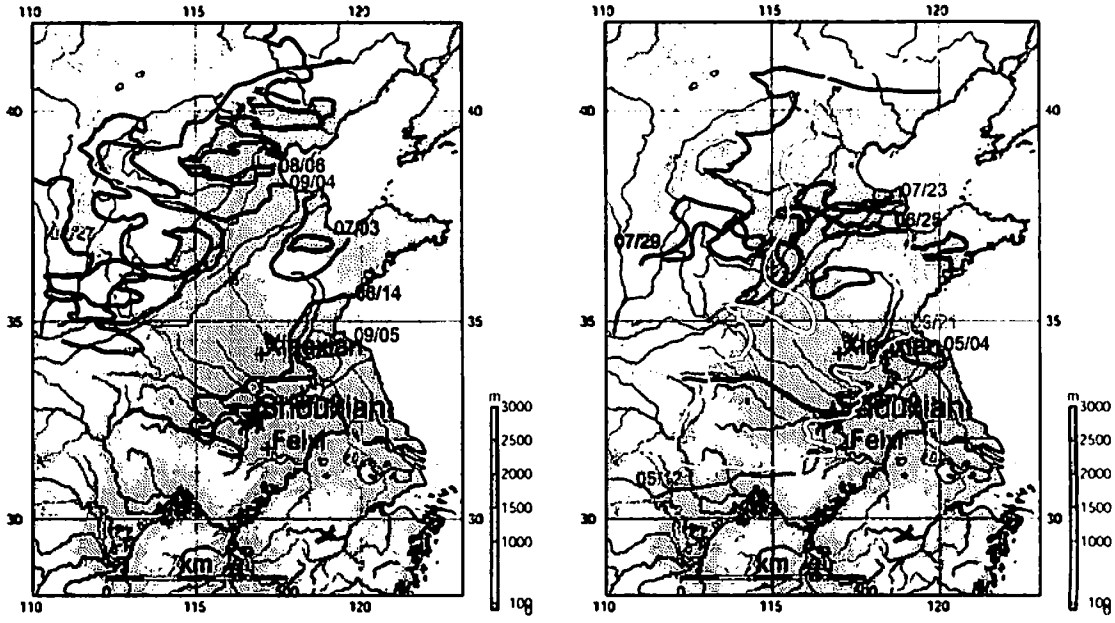


Fig.6 TVX slope 分布（-20）の季節変化から得られた，湿潤・乾燥の境界線の季節進行。
（上）1998 年および（下）1999 年。

5. おわりに

初期解析の段階であるが，プロジェクト研究の目的である，湿潤度分布解析の大まかな特性は捉えることができたと言える。ただし，TVX slope による解析法自身にも改良の余地があり，科学的な観点としては，TVX slope で得られた湿潤・乾燥の季節進行・年々変動が本当の現象であるか否かを cross check する必要がある。幸いなことに，1998 年以降では他の衛星群のデータセットが多く使える状態にな率撃つあり，複数の衛星データを用いた，より総合的な解析(data fusion)が可能になりつつあり，さらに 1998 年は GAME の集中観測年でもあり，GAME 再解析データも使用可能である．こうしたデータ群を有効活用する必要があろう。

研究課題　東南アジアにおける沿岸生態系の動態に対する陸域生態系の影響の解析
課題番号　A2003-29（P2003-2-2）
研究者　　仲岡雅裕（千葉大学大学院自然科学研究科）
担当教官　近藤昭彦
概要：

近年，陸域の改変による沿岸生態系の破壊が深刻な問題となっている。海草藻場はサンゴ礁・マングローブ・干潟とともに重要な沿岸生態系の一つであり，河口域に形成されるため陸域の影響を受けやすいと考えられる。そこで本研究では，RS・GIS を利用し，アジア地域の熱帯性・亜熱帯性海草藻場の分布・多様性・現存量（被度）の変動とそれらに対する陸域生態系の影響の時空間比較を試みた。海域に関しては，藻場分布に関するデータを GIS でマッピング・定量化した。海草の種多様性に関しては，現地調査データによりシンプソンの多様度指数・種数・平均被度を算出した。また，水深・底質の含泥率，陸域の土地利用面積・土壌・表層地層，河川の浮遊物質量・濁度に関するデータと海草藻場の諸特性の関連性を多変量解析で分析した。海草藻場の面積，種多様性，被度は藻場間で大きな変異が見られた。多変量解析の結果，海草の種多様性や，藻場面積の時間変化に関しては，集水域の大きさや河川への赤土流出量などの陸域生態系に関する要因が影響を与えていることが示唆された。

研究課題　リモートセンシングを用いた気候変化に伴うカナダ北方林の植生変化の検出
課題番号　A2003-30（P2003-3-4）
研究者　　小島　覚（東京女子大学理学部）
担当教官　近藤昭彦
概要：

地球温暖化が生態系に及ぼす影響についてはこれまで様々な研究が行われてきた。初期の研究の多くは気温上昇後の定常状態を仮定した植生帯の分布について扱っているが，現場における実態については不明のままであった。その後，科学的には不確かな現象であった地球温暖化であったが，20 世紀最後の IPCC によって，地球は確実に暖まっているとのコンセンサスが得られた。本研究では現象として認められた地球温暖化が植生帯の変動に現れる影響である植生変動の発見を試みた。そのベリーポイントとして取り上げたのが，カナダ・ユーコン準州である。仮説の骨子は太平洋岸に存在する山脈の山陰高価により，温暖化の影響はユーコン南部では乾燥化として発現し，森林から草原への遷移が進行する，また，ユーコン北部では草原から森林方向への遷移が進行する，というものである。

そこで，申請者らのグループは既存の気象データ，衛星データの解析をプロジェクト予算により予察的に進めていたところ，ユーコン南部地域での植生の衰退に関するシグナルを抽出できた。これは極めて価値あるものと考えられ，今後さらに証拠を積み上げて研究成果としてまとめ上げる予定である。

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 15 年度は下記の研究課題を採択した。

研究課題　携帯型自動ライダーを用いた大気境界層内の大気汚染物質の動態解析
課題番号　A2003-2
研究者　　染矢篤夫（千葉県環境研究センター）
担当教官　竹内延夫
概要：

可搬型全自動ライダー（PAL）を千葉県環境科学研究センター（CERC）に浜松ホトニクス(株)の協力で設置し,大気混合層高度の連続観測に用いた。自動観測時のライダーのアライメントの変化を補正するために定期的(15 分間隔)で最適なアライメントを取るシステムとし，千葉大からでも遠隔的にモニター・制御できる機能を持たせた。この結果，安定した 24 時間データが得られるようになった。大気境界層内のライダーデータと地上データ測定局の SPM データとの比較を行い，混合層高度内で良い相関を示すことが分かった。

研究課題　鉱物質エアロゾルの多バンド衛星データ解析
課題番号　A2003-3
研究者　　木下紀正（鹿児島大学教育学部）
担当教官　竹内延夫
概要：

2003 年はその前の 3 年間にくらべてあまり顕著な黄砂現象は見られなかったが，春の黄砂現象について準リアルタイムで NOAA 画像解析を行ない，インターネットを介して公開した。
http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/adust/kosa-e/kosa-e.htm#2003

中国長春におけるデジタルビデオカメラによる黄砂のモニタリングを開始した。得られた画像から快晴・曇天・黄砂（顕著・普通・軽い）日の典型例を選択し，RGB 解析による黄砂飛来判別方法を開発した。結果は，NOAAAVHRR と Terra/MODIS の衛星画像解析と併せて，Kinoshita, Wang, Zhang, Hamada, Tsuchida, Tupper and Iino, Continual observation of Asian dust in Changchun and Kagoshima, 2nd International Workshop on Sandstorms and Associated Dustfall, Nagoya, Nov. 2003, で発表した。

研究課題：西部赤道太平洋海域におけるエアロゾルと海色の観測的研究
課題番号　A2003-4
研究者　　香西克俊（神戸商船大学）
担当教官　竹内延夫・高村民雄
概要：

西部赤道太平洋海域においてクロロフィル-a 色素により代表される海色と海面分光反射率の相互検証を光学水型分類モデル及び海洋地球研究船みらい船上における現場分光反射計測値を用いて行なった。相互検証の結果，モデルによるクロロフィル-a 色素濃度及び分光反射率は現場クロロフィル-a 色素濃度及び海面分光反射率と良い一致を示した。本研究で実施した相互検証は現場での海面分光反射率及びクロロフィル-a 色素濃度の精度評価の 1 方法として提案したものである。

研究課題　フーリエ変換を用いたラインバイライン計算法による放射伝達モデルの開発
課題番号　A2003-5
研究者　　小林博和（(財) 電力中央研究所大気科学部）
担当教官　竹内延夫
概要：

大気の放射伝達モデルをフーリエ変換されたボイト関数を用いたラインバイライン法により開発した。このモデルは各吸収線形に対する気温・圧力影響を考慮するとともにラインミキシング効果を取り入れてある。本手法は任意の波数範囲について任意の波数分解能により放射伝達を計算できる。また本手法はフーリエ空間上でラインバイライン計算を実施するので，装置関数を考慮しつつ，計算量の削減を図ることができる。考案した計算量削減手法について従来手法と比較することにより，その精度について考察し，本手法が妥当であることを確認した。

研究課題　衛星データを用いたオホーツク上空における大気エアロゾル組成導出方法の検討
課題番号　A2003-6
研究者　　朝隈康司（東京農業大学生物産業学部）
担当教官　竹内延夫
概要：

オホーツク地域上空のエアロゾル光学特性導出を目的として，農場観測で得られた地上植生指標と衛生データから得られた植生指標が一致するエアロゾルモデルの決定手法を提案した。はじめに，地上植生指標観測のため小麦畑を対象として NDVI カメラを開発した。NDVI カメラと従来地上観測で用いられてきた葉緑素計（SPAD）の間に高い相関がみられた。このカメラで観測した 2003 年 6 月 12 日，西網走地区小麦畑での地上植生指標は 0.355 であった。つぎに，同日 TERRA/MODIS で観測された植生指標と地上植生指標が一致するすように MODIS 画像を大気補正し，このときのエアロゾルモデルと光学的厚さ τ を求めた。大陸性エアロゾルモデルを用いた場合の τ は 0.12 であり，海洋性モデルを用いた場合の τ は 0.07 であった。なお，2002 年同時期に観測された女満別空港での視程から算出された τ が 0.14 であったため，大陸性モデルがこの地域の現実のエアロゾルモデルに近いと考えられる。本手法は，常時大気観測できない地域において衛星データを用いたエアロゾルの光学特性導出に有効であると考える。

研究課題　ラマンライダーによるエアロゾル・水蒸気のリモートセンシング
課題番号　A2003-7
研究者　　村山利幸（東京海洋大学海洋工学部）
担当教官　竹内延夫
概要：

昨年度にシステムを拡張した多波長ラマンライダーを用いて対流圏エアロゾルと水蒸気の定常的な観測を実施した。このライダーでは，355, 532, 1064nm での後方散乱係数，355, 532nm での消散係数，532nm での偏光解消度及び水蒸気混合比の鉛直分布が求められる。2003 年春の定常的な夜間の観測から，黄砂及びシベシア森林火災起源エアロゾルの定量的な光学特性を得た。この２つの場合について，これらの光学特性が明瞭なエアロゾルの特徴を示していることを見出した。ある場合においては，水蒸気の同時計測は相対湿度効果を推定する場合に有効であることもわかった。2003 年 3 月

12 日に観測された約 20%の粒子偏光解消度を示す黄砂層では，532nm でのライダー比(S532)が約 43sr，355nm でのそれ(S355)が約 47sr であり，S355 は S532 と同程度かやや大きかった。355nm と 532nm でのオングストローム指数は約 0.6 であった。対象的に，2003 年 5 月 21 日に観測された顕著なスモーク層において S532 は約 65sr で，一方，S355 は約 37sr とかなり小さい値を示した。オングストローム指数と粒子偏光解消度はそれぞれ約 0.6 と 6%であった。後者の観測結果は，2002 年 8 月に我々が観測したシベリア森林火災エアロゾルの結果，及びライプチヒで同様な多波長ラマンライダーによって観測された同じシベリア森林火災とカナダの北方での森林火災起源エアロゾルについて報告された光学特性ともよく一致している。

研究課題　ライダー観測に基づくエアロゾルの光学特性の定量的解析に関する研究
課題番号　A2003-8
研究者　　塩原匡貴（国立極地研究所）
担当教官　竹内延夫
概要：

ライダーはエアロゾルの空間的な分布を高い時間分解能で計測可能な有力な測定器であるが，ライダー方程式を解く際に必要となるパラメータの任意性のため，その有用性が常に十分に発揮されているとは言えない。本研究では，すでに CEReS で開発された参照テーブル法（LUT 法）をもとに，さらに多波長ライダーデータ解析の高信頼化をめざし，予め理論的に計算されたエアロゾル光学パラメータとライダー信号の波長依存性を利用した，新たな解析法を提案した。本手法では，エアロゾル特性を反映した消散係数プロファイルを導出できるだけでなく，高度ごとの粒径分布の情報まで取得することが可能となる。また，解析に要する時間も短く，膨大な量の観測データに対しても適用することができる。この手法を，千葉や北極で取得されたライダー信号に適用したところ，層ごとに異なる特徴的な粒径分布の情報を求めることができ，十分に実用性があることが証明された。

研究課題　FY-II 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　A2003-9
研究代表者　山崎信雄（気象研究所　気候研究部）
　　高橋清利（気象研究所　気候研究部）
　　青梨和正（気象研究所　予報研究部）
　　中澤哲夫（気象研究所　台風研究部）
担当教官　高村民雄
概要：

FY-IIのデータ取得が不調のため，インド洋上東経63°で1998年6月から観測が行われているMETEOSAT-5を用いてアジア・インド洋における大規模雲活動の変動を，特に2002年夏季のインドの旱魃に関連して，ついて調べた。

用いたデータはMETEOSAT-5の赤外放射温度データを240K以下の雲量データである（以下c240）。また大規模変動との関連を見るためにNCEP/NCAR再解析の850hPaにおける風の場，およびNOAA/NASAによる5日平均海面水温も用いた。データは全て5日平均使う。

2002年の夏季インドモンスーンは全般的に不活発であったが，特に7月が不活発であった。図1は1998年-2003年平均からのc240雲量の5日平均偏差を示す。

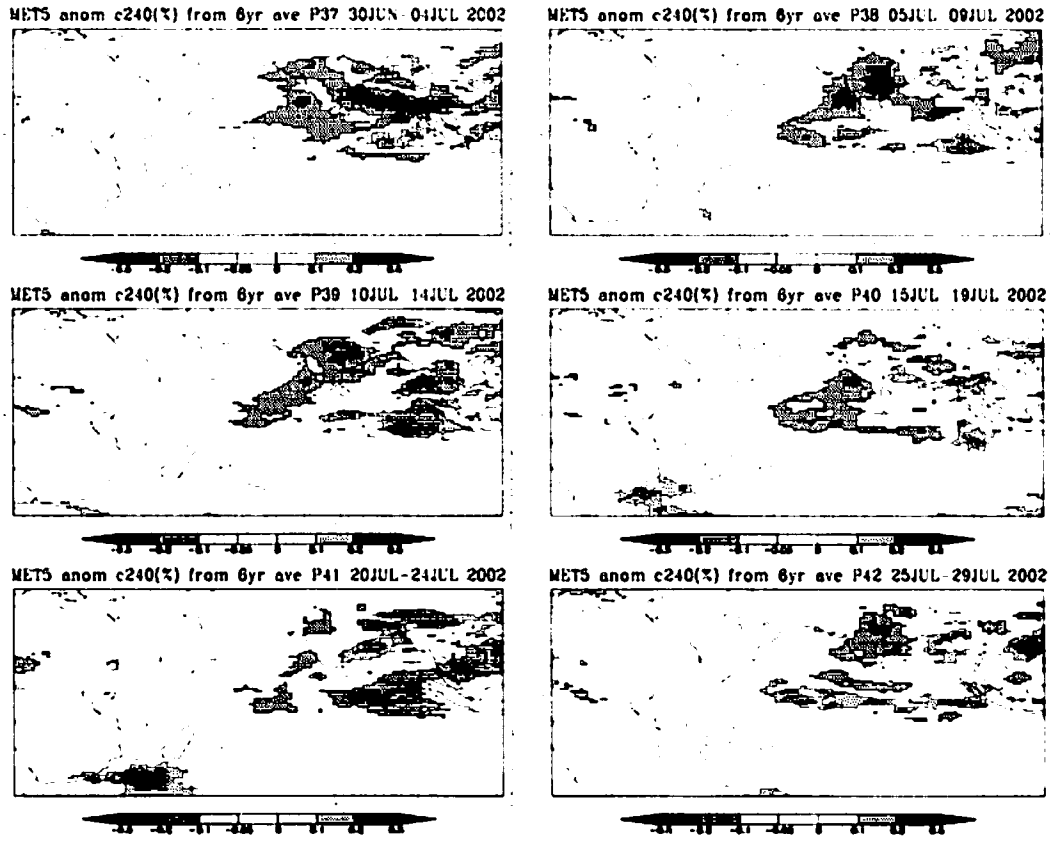


図1　c240雲量の1998年-2003年平均からの５日平均偏差

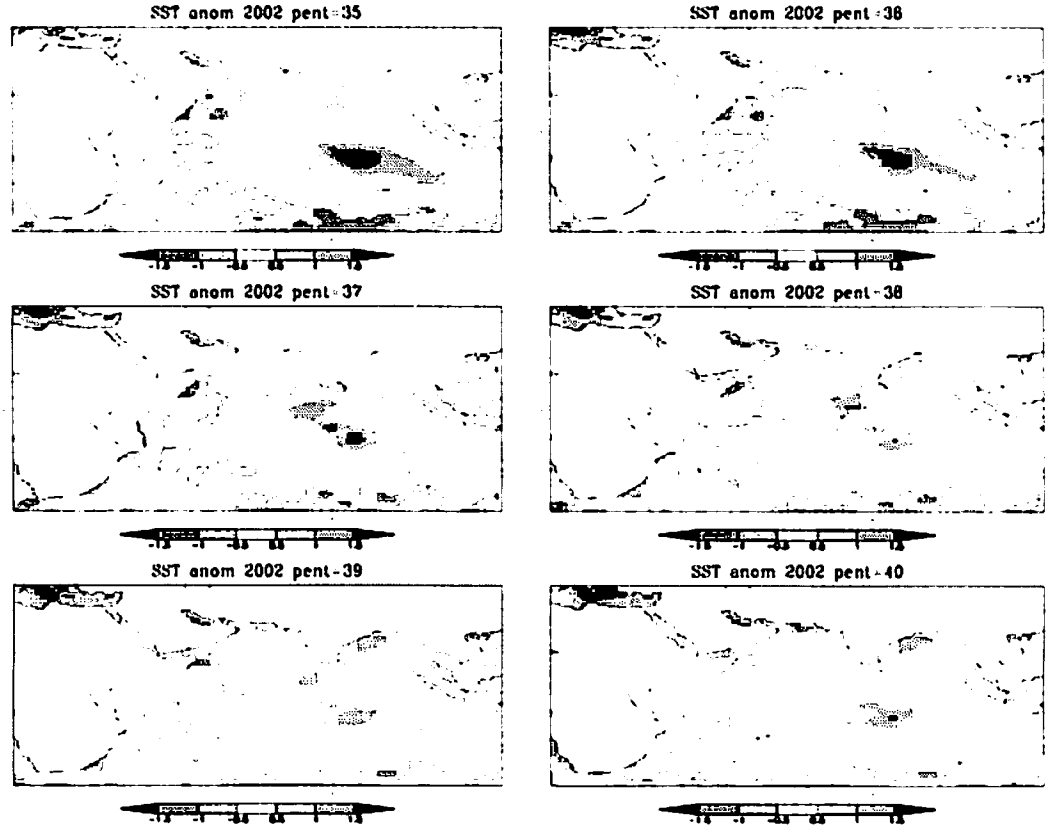


図２　海面水温の 1982 年-2002 年平均からの５日平均偏差

7月のほぼ全期間にわたって，赤道インド洋からアラビア海，インド大陸にかけて対流活動が広い範囲で抑制されていたことが分かる。またベンガル湾や赤道東インド洋では対流が平年よりも活発であったことも分かる。

対流活動に大きな影響を与える海面水温偏差の6月下旬から7月中旬の状況を2図に示す。7月の5日平均をみると中部赤道インド洋において正の海面水温偏差が持続していたことが分かる。7月平均でも，夏季平均においても，同じ傾向である（図略）。負の海面水温偏差は西インド洋から南インド洋に見られる。

赤道域の海面水温が高かったので，季節内変動が活発であったことが期待される。図3は60E-80Eで平均し，25日-60日のバンドパスフィルターをかけた雲量変動c240の緯度-時間断面図を示す。図3上図は1998年-2003年，下図は2002年夏季の期間に対応する。図3上図から，2002年夏季は，赤道域の高い海面水温偏差に対応して，赤道域からインド大陸にかけて，最近6年間では最も季節内変動が活発であったことが分かる。下図からこの活発な季節内変動に不活発期があり，7月にほぼ一致していることがわかる。すなわち活発な季節内変動のために，7月の旱魃がより強調されていると見ることが出来る。

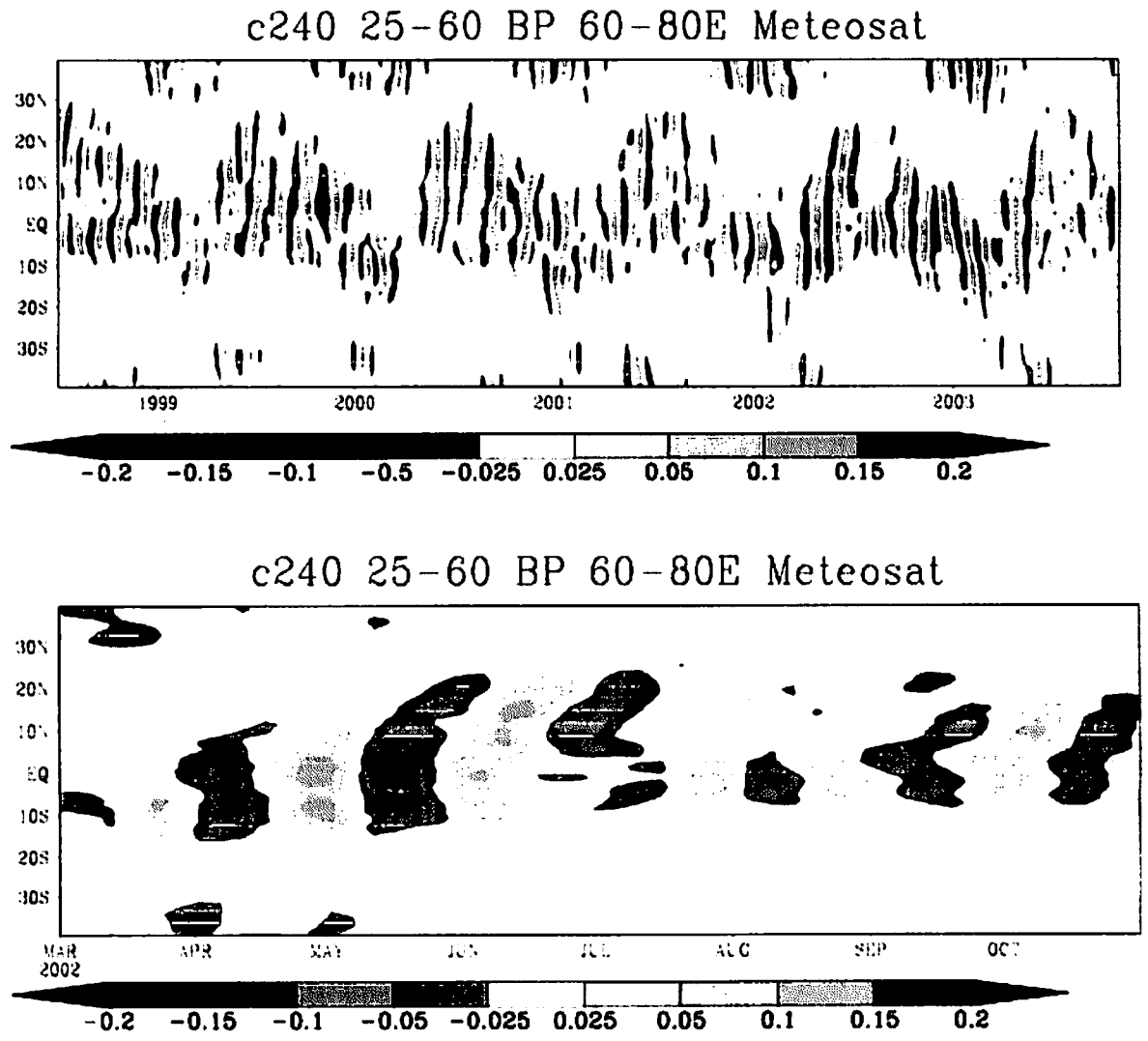


図3　25日-60日でフィルターして東経60-80°で平均された雲量c240の時間緯度断面図。
上図は 1998 年-2003 年，下図は 2002 年。

中部赤道インド洋の海面水温偏差が南アジアの対流活動とどのような関係にあるか見るために，図4に，75E-90E,15S-5Sで平均された海面水温偏差に対して，雲量変動c240と850hPaの風に対する回帰係数の分布を示す。期間はc240は1998-2003年の6年間，風は1982年　2002年の21年間である。対流活動はインド南西部からアラビア海で中部インド洋の海面水温偏差と負の相関，ベンガル湾北部，赤道東インド洋，マダガスカル付近で正となっている。また2002年夏のように中部インド洋の海面水温偏差が正の時に，850hPaの風は反時計回りの循環偏差を示しており，ちょうどモンスーン循環の向きと逆になっていて，インドモンスーンを弱める方向に働いていることが分かる。鉛直循環の偏差としてみれば，インド付近の上昇流が弱まり，南インド洋の下降流が弱まっていると解釈される。

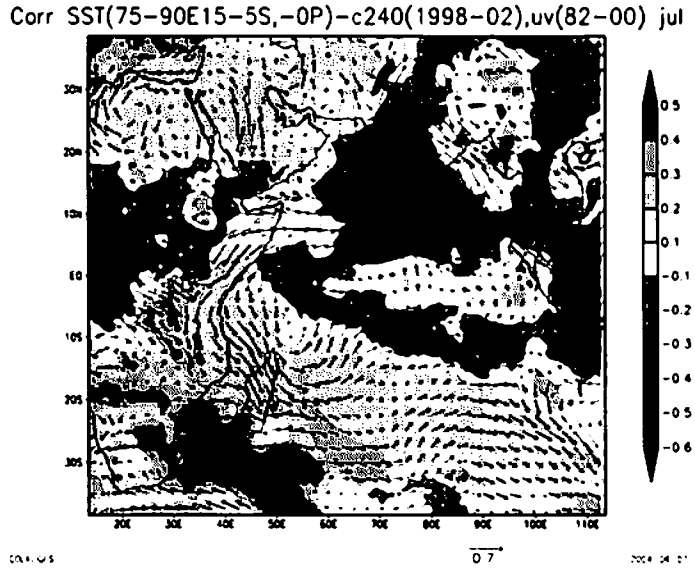


図4　海面水温（75E-90E,15S-5S）と雲量変動，850hPa風の相関係数分布

これらの分布を７月の偏差図や図１と比較すると，大きなパターンはよくあっており，中部赤道インド洋の海面水温偏差が高くなると，インドモンスーンを弱めるなど南アジア域のモンスーン活動に大きな影響を与えていることが分かる。

さらに海面水温偏差と対流活動の関係を調べるために，1998年-2002年5　8月の期間について海面水温偏差と雲量変動c240のEOF解析をバリアンスが同じになるように調整して行った。図5には15日前の海面水温偏差と雲量変動のEOF解析の4位までのモードで，それぞれ全バリアンスの11.8%, 9.4%, 5.4%, 5.2%を説明する。第1，第2モードは季節内変動を代表し，2002年夏季に活発であったことに対応して，90度位相がずれて変動していることがわかる。第3モードはそれほど説明されるバリアンスは大きくないが，海面水温偏差が南インド洋で大きな正を持っていれば，広い南アジア域の対流活動が抑制されることを表している。第6図に対応する時系列を示す。2002年夏季に第3モードはほとんど正でしかも7月には大きな値を持っており，このモードが，2002年7月の旱魃に大きな役割を果たしたことを示している。

この海域の海面水温偏差の時系列を5月　9月について，図7に示す。2002年の海面水温は過去21年間において例を見ないほど高くなっておりこの高海面水温と30年ぶりのインドの旱魃が結びついていたことが分かった。

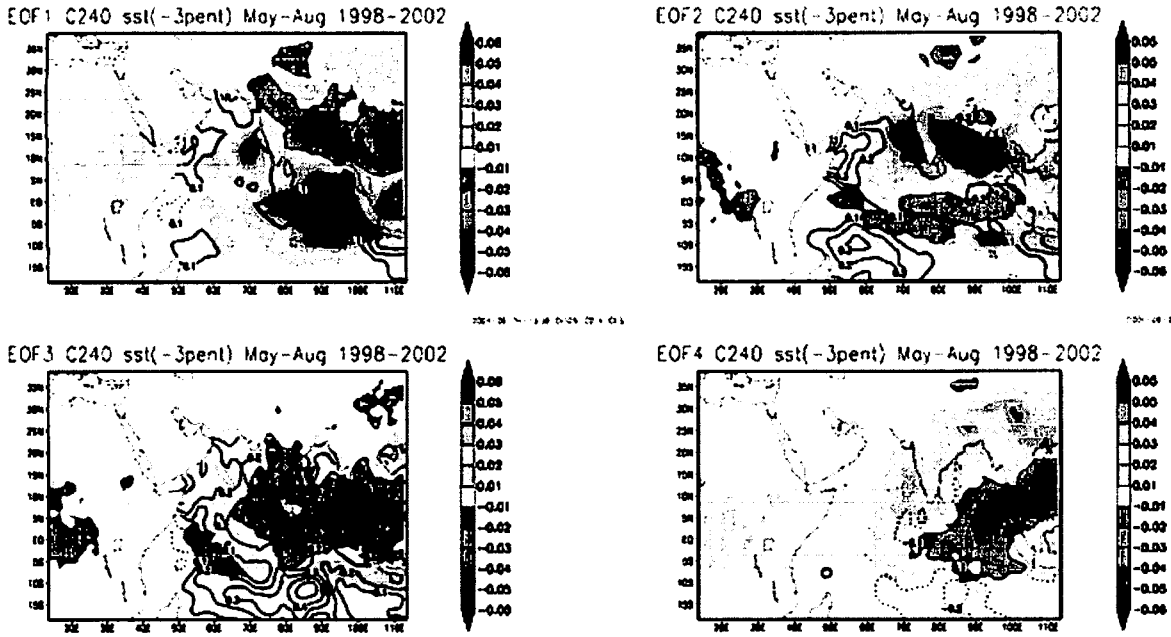


図5　15日前の海面水温偏差と雲量変動のEOF解析。最初の1から4モードまでの分布図。

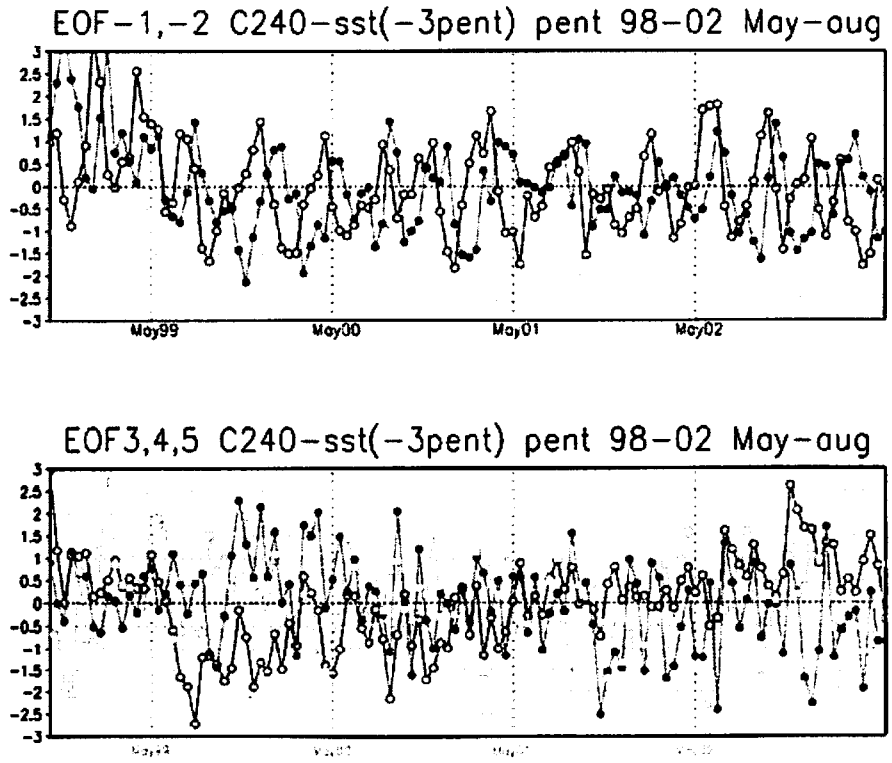


図6　図5に対応するEOF解析の第1モード（黒丸），第2モード（緑丸）の時系列。
下側の図は第3（黒丸），第4（緑丸）の時系列。

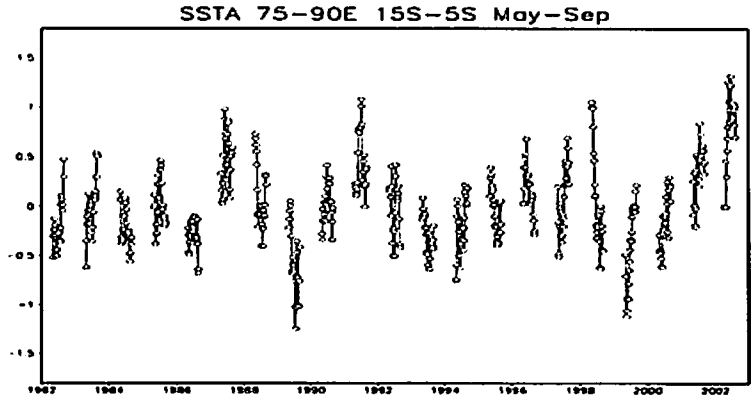


図7　インド中部75E-90E，15S-5Sで平均された海面水温偏差の５日平均時系列

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　A2003-10
研究者　　斎藤元也（農業環境技術研究所）
　　沢田治雄（森林総合研究所）
　　粟屋善雄（森林総合研究所）
　　松田幸雄（農林水産技術会議事務局筑波事務所）
　　児玉正文（農林水産技術会議事務局筑波事務所）
　　名越　誠（農林水産技術会議事務局筑波事務所）
　　鳥谷　均（農業環境技術研究所気象研究グループ）
担当教官　高村民雄
概要：

ネットワークの設定：千葉大 CEReS と農林水産研究計算センター（MAFFIN）間のデータ交換システム確立し，1 年間運用した。
MODIS 受信：2001 年 12 月より MAFFIN の屋上で MODIS の受信を開始し，アーカイブを始めた。MODIS データから主題図作成のためのシステムを構築中である。
CEReS 国際シンポジウム参加：2003 年 12 月 16 日と 17 日に開催された CEReS 国際シンポジウムに参加し，“ Development of the satellite image database (SIDaB) for agriculture, forestry and fisheries research, Genya Saito, Shigeo Ogawa (National Institute for Rural Engineering) , Izumi Nagatani, Nobuhiro Nishida (The Computer Center for Agriculture, Forestry and Fisheries Research)” をポスター発表した。

研究課題　人工衛星リモートセンシングデータを用いた大陸規模での可降水量の推定
課題番号　A2003-11
研究者　　久慈　誠（奈良女子大学理学部）
　　岡田　格（科学技術振興事業団）
対応教官　高村民雄
概要：

環境観測技術衛星（ADEOS-II）搭載グローバル・イメージャ（GLI）センサの近赤外観測データを用いた，鉛直積算水蒸気量（可降水量）の推定手法について提案する。この推定手法の原理は，アメ

リカ航空宇宙局（NASA）の地球観測システム（EOS）衛星シリーズに搭載されているイメージング型分光計（MODIS）センサに対して提案されているものを下敷きにしている。GLI シグナルシミュレータ（GSS）を用いたシミュレーションを行い，水蒸気量と，水蒸気の吸収帯と非吸収帯の放射輝度値の比の関係について調べた。その結果，陸面のように，地表面反射率が高い（背景が明るい）場合，近赤外放射輝度値の比と可降水量は，ある解析的な較正曲線で関係づけられる事が判った。その一方，例えば海面のように，地表面反射率が低い（背景が暗い）場合，特に水蒸気量が多くなると，推定に用いられる較正曲線の感度が劣化する。そして，背景が明るい場合には，中程度の光学的厚さ（波長500nm で 1.0）のエアロソルが存在しても，較正曲線にはほとんど影響がないことが判った。さらに，GLI 観測データを用いた初期解析を行い，その推定結果について議論を加えた。GLI 観測データからは，植生，海色，雪氷等，種々の地表面特性量の推定が行われているが，大気補正の観点から，水蒸気量を同時に推定することにより，それら地表面特性量の推定精度の向上が期待される。

研究課題　94GHz FM-CW レーダーの開発と雲粒の観測

課題番号　A2003-12

研究者　　鷹野敏明（千葉大学大学院自然科学研究科）
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）
熊谷　博（独立行政法人通信総合研究所電磁波計測部門）
河村洋平（千葉大学工学部）

対応教官　高村民雄

概要：

地球上の気候の長期変動や温暖化などを考える上で，エネルギーや水のグローバルな循環・収支を知ることが必要不可欠である。このグローバルなエネルギーと水の振る舞いを知る上で，最も重要でありながら現時点で未知な部分の多いものは，雲の特性である。しかし雲中の水及び氷粒子の性質や分布は，未だ詳細には解明されていない。雲中の雲水氷粒子の３次元分布や運動状態を調べるには，レーダーによる観測が有効である。しかし従来多く行われてきた，波長数センチのマイクロ波帯のレーダーは，雨滴に対する感度はあるが，それより格段に小さい雲粒子に対してはほとんど感度がない。一方ミリ波レーダーは，その波長が短いことから雲粒子による散乱が大きくなり，上記の観測に適している。このような背景から，我々は 94GHz (波長 3.2mm) で地上からの観測に用いるレーダーを独自に設計･開発した。

今年度，本研究では，我々が開発した 94GHz FM-CW レーダを用いて，他の観測装置との同時観測を進め，科学的データを出せる装置に完成させることを目標にした。そのために，2003 年 3 月から 4 月に，鹿児島県奄美大島の SKYNET のサイトにミリ波 FM-CW レーダを搬入設置し，同所の千葉大環境リモートセンシング研究センターのマイクロ波放射計，雲底温度赤外線測定装置，全天雲撮影装置，のデータ，および国立環境研究所のライダのデータ，等との比較を行った。これらの観測の結果，我々が開発した 94GHz FM-CW レーダは，雨を伴わないような薄い雲中の水氷粒子を充分観測可能であること，ライダで観測できない濃い雲の内部構造を観測可能であること，などが明らかになった。今後はさらに，ライダ等のデータと比較することなどにより，雲の種類による水氷粒子の粒径分布の解明，雲底雲頂に観測による物理パラメータ導出アルゴリズムの確定，マイクロ波放射計データとの比較により雲水量の分析手法の検討，などを行う。

研究課題　GPS 衛星を利用した電離層擾乱の可視化に関する研究
課題番号　A2003-13
研究者　　服部克巳（千葉大学海洋バイオシステム研究センター）
対応教官　高村民雄
概要：

大きな地震に先行する電離層擾乱が最近報告されている。これらは２つのタイプに分類することができる。１つは VLF 帯や VHF 帯の局電波の伝搬異常に関するもの，もう１つは電離層の電子密度の擾乱に関するものである。後者は台湾の研究者（Liu, J-Y, et al 2000, 2001）によって，説得力のある結果が報告されている。それは，1999 年 9 月 21 日の台湾・集集地震（Mw7.8）に関するイオノゾンデを用いた bottom sounding による電離層 F2 層の電子密度観測の結果である。本研究では，規模の大きな地震に関連する電離層の電子密度擾乱の有無を確認するために，GPS 衛星を用いて TEC（Total Electron Content)の変動を調査した。本研究では，2000 年 10 月 6 日に発生した鳥取県西部地震（M7.3）および 2001 年 3 月 24 日に発生した芸予地震（M6.4）について調査を行った。その結果鳥取地震に関して地震と関連する可能性のある変動があることがわかった。

電離層電子密度の変動原因は多々あるので，イベント数を増やすことや統計的に扱うことなど，今後さらなる調査研究を実施することが必要である。

研究課題　ヤマセ雲の衛星リモートセンシングのための検証観測研究
課題番号　A2003-14
研究者　　浅野正二，岡本　創（東北大学大学院理学研究科　大気海洋変動観測研究センター）
対応教官　高村民雄
概要：

夏季の三陸沖海上に頻発し，東北地方や北海道東部の天候に大きな影響を与えるヤマセ雲の雲物理学的構造と放射特性を，NOAA 衛星データ等を用いたリモートセンシングおよび数値モデルによるシミュレーションの手法により解析する。本研究の目的は，地表面（海面）からの検証観測を実施することにより，雲水量や有効半径などの雲パラメータの衛星リモートセンシングに含まれる不確実性を減らし，それらの改良に資することにある。

可視および近赤外チャンネルの衛星データを利用したリモートセンシング解析により，水雲の光学的厚さや，雲粒子の有効半径，積算雲水量等の雲物理特性，および地表面日射量等の広域分布を推定する観測技術の開発が盛んに行われているが，実際の雲の多様性や不均質構造の影響，更には，検証観測の不足等のために，抽出される情報の信頼性に問題が残る。本研究では，CEReS の大気状態量測定装置等を用いた地表面（地上および船上）からのヤマセ雲の観測を行い，雲高度や雲水量，可降水量，日射量等の検証データを取得する。2003 年度の観測は，仙台管区気象台および函館海洋気象台とのヤマセ共同観測の一環として，函館海洋気象台の観測船高風丸にマイクロ波放射計や雲高計，分光日射計などを搭載して，三陸沖海上にて行った。高風丸は，6 月 19 日に函館を出航し，6 月 28 日に宮城県塩釜に入港のスケジュールで集中観測を行った。6 月 22 日～24 日にヤマセ特有の気象条件に遭遇し，そのときの大気境界層およびヤマセ雲の構造に関する良好な観測データを取得することが出来た。解析結果の一例は，2003 年 12 月 16-17 日の CEReS 国際シンポジウムにおいて報告した。

研究課題　地表面温度推定アルゴリズムの開発(その 2)
課題番号　A2003-15
研究者　　森山雅雄（長崎大学工学部情報システム工学科）
担当教官　本多嘉明
概要：

衛星から推定された地表面温度検証のため，植生を複数方向から温度観測するシステム構築を行った。放射温度計と CCD カメラを組み合わせ，放射温度計視野をカメラ画像にマッピングし，放射温度計視野内の構成物質量と温度の関係を求める測器のプロトタイプを設計，製作した。低木，草地，裸地の計測結果から，植生温度は視野内の影および葉の被率に関係が深いことがわかり，簡単な線形関係で表現されることがわかった。将来的に検証実験において微細な三次元構造が得られれば，センサに向かう放射エネルギの推定が可能となる。

研究課題　定期的に撮影したディジタルカメラ像の色彩学的解析による水田収穫量予測に関する研究
課題番号　A2003-16
研究者　　岩垣　功（静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター）
　　浅井辰夫（静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター）
担当教官　三輪卓司
概要：

初年度（2002）の実験でディジタルカメラ像の解析により，収量の予測の可能性があると判断された。今年度（2003）はさらに詳細な検討を行なうために，稲，草等の色相を包含するマンセルカラーチャートを作成し，水田の撮影直前に近距離よりチャートを撮影し，同じカメラ条件で水田を撮影した。

初年度の結果から予想された結果とは異なる結果が得られたので，その内容について検討中であり，今後発表する予定である。

研究課題　マングローブ林林分要素の現地調査法(林内リモートセンシング)の開発
課題番号　A2003-18
研究者　　佐藤一紘（琉球大学農学部）
担当教官　建石隆太郎
概要：

マングローブ林内の多くの個体について，樹高，幹材積等の要素を測定する事は困難である。しかし，それ等の要素の平均値のような林分要素を算出するためにはその測定が必要である。伐倒するか幹を登りながら所要の高さ毎に太さを測る従来の方法で，これまでは幹材積を算出してきた。伐倒の許可を得られない場合は，登る方法により所要の高さで直径を測定するのだが，それはかなり厳しく，落下の危険を伴い，その上精度は期待できない。

本研究では，引出しパイプで構成されるポールと遠隔操作のデジタルカメラを組み合わせた新たな方法を開発した。カメラの下の収納箱に 6 個のレーザーポインタを平行に固定し，その箱とカメラは一体として，水平に回転できるように引出しパイプの先端に取り付けられる。幹に照射される赤い点の間隔は，縮尺として機能する。これはカメラから種々の距離にある多くの測定対象木有効であり，ある高さの幹の直径を画像上で拡大して測定可能になる。これは，ある意味で林内リモートセンシングと言い得る。

3 年にわたり最初の試作に加えられた 2 つの主要な改良で，この方式はほぼ完成した。これにより，衛星データと組み合わせるためのマングローブ林林分要素のデータ収集は，容易で安全になった。

研究課題　GPS 付き携帯端末及び地理情報システム（GIS）を用いた高齢者行動分析
課題番号　A2003-22
研究者　　杉森裕樹（聖マリアンナ医科大学）
対応教官　杉森康宏
概要：

リモートセンシング(RS)および Geographic Information Systems (GIS)の公衆衛生学分野への応用は多くの可能性を秘めている。GPS と CDMA 技術を応用した dual remote sensing system (GPS/CDMA device, SECOM, Tokyo Japan，縦 7.9cm×横 4.3cm×厚さ 1.8cm，重量約 48g).を用いて川崎市の 7 人の自立高齢者の最高移動速度 maximum moving velocity (MMV)を評価した。MMV が右握力と相関することが認められた。握力は低骨量，転倒，骨折と密接な関連が報告されており，RS および GIS 技術が公衆衛生向上に貢献できることが示唆された。

研究課題　衛星データを用いた南極リュツォ・ホルム湾の海氷・氷河変動と温暖化に関する研究
課題番号　A2003-24
研究者　　牛尾収輝（国立極地研究所）
担当教官　西尾文彦
概要：

1980 年から 2003 年までの間について，南極リュツォ・ホルム湾における定着氷流出を含めた海氷変動の実態を調べた。主として，NOAA 衛星画像に基づいて解析した結果，時間・空間スケールは流出イベント毎にやや異なっているが，過去 24 年間では少なくとも計 19 年で流出が認められている．流出域の地理的な位置はほぼ同様で，湾内の中央北部から東方に亘って発生していること，流出開始が秋季（3 月）に多いことを見出した。特に 1997～1998 年のイベントでは，流出の持続期間や面積として，昭和基地の観測史上最大級の規模であったと言える。さらに，この大規模流出の発現以降，秋から初冬にかけての流出発生が 2003 年までの間，毎年継続していることもわかった。このような流出要因を解明するために，地上風系や氷上積雪深，前年冬季の気温の特徴について検討した。高頻度の南風，少雪，暖冬傾向が顕著であったことが，定着氷野の崩壊と流出を促進した可能性の高いことが示された。南極大陸沿岸域の海氷の長期モニタリングは重要であり，南極域のみならず地球規模の気候・環境変化を理解す上でも有用である。同湾周辺の氷床末端や氷河の変動も含めて，温暖化との関連の観点で研究を発展させる足掛かりとなった。

研究課題　干渉合成開口レーダ(InSAR)による氷河・氷床のマッピングアルゴリズムの開発
課題番号　A2003-25
研究者　　木村　宏（岐阜大学工学部電気電子工学科）
担当教官　西尾文彦
概要：

JERS-1 衛星 SAR による連続する 3 つのインターフェログラムから，南極ヤマト山地域の氷床流動を検出することができた。軌道情報の精度が低いという悪条件を克服するため，1km の低分解能 DEM

と露岩域の位相を利用して干渉基線を推定するという方法を提案した。最終的な流動検出結果から，流動速度は対象地域で一定に分布しないこと，さらに露岩域の周辺で流動速度の時間変動あるいは低分解能 DEM では表せない表面高度の空間変化の可能性が示唆された。

研究課題　衛星海氷観測情報に関する GIS データの作成
課題番号　A2003-26
研究者　　榎本浩之（北見工業大学土木開発工学科）
担当教官　西尾文彦
概要：

海氷域の衛星リモートセンシングの主力である，マイクロ波放射計データの解析結果を中心に，NOAA による可視および赤外画像を収集・整理をすすめた。この研究で対象としたデータは，1996 年～2003 年冬期毎日のオホーツク海のデータである。扱った海氷情報としては，海氷密接度，海氷タイプ，海氷厚さ，海氷移動などである。オオホーツク海南部では曇天が多く，NOAA の可視・赤外画像では雲による観測の限界があるが，マイクロ波による海氷分布や海氷厚さ推定画像を重ね合わせることにより，効果的な表現が可能となった。シベリアからオホーツク海への寒気の吹き出しにともなう筋上の雲，オホーツク海南部を通過・発達する低気圧のに吹きだす雲などとともに，急速に変化する海氷の状態を表現することが出来た。

研究課題　衛星データを用いた薄氷域識別に関する研究
課題番号　A2003-27
研究者　　長　幸平（東海大学第二工学部情報システム学科）
担当教官　西尾文彦
概要：

研究者らは，衛星データからどの程度，薄氷が観測できるかを検討するため，北海道紋別港周辺で多段階リモートセンシングを実施している。2003 年３月に砕氷船ガリンコ号に搭載した３次元計測用のステレオカメラで撮影したデータを解析し，砕氷船航路上の海氷の氷厚測定を行ったところ，測定した海氷の平均の厚さは約 23cm であった。GPS データを用い，これらの測定位置を同時観測された航空写真，衛星画像の上に重ね，統合解析を進めている。航空写真があるため，現地調査データの測定位置を衛星画像上にプロットすることは容易となった。しかし，今回の実験では，測定できた海氷の厚さのサンプル数が少なく，衛星画像の DN 値の間に有意な関係は見出せなかった。今後は，氷厚測定システムの改良を行い，サンプル効率の向上を図る計画である。

研究課題：SPOT/HRVIR と IKONOS データを併用した水田環境モニタリング
課題番号　A2003-31
研究者　　美濃伸之（姫路工業大学　自然・環境科学研究所）
担当教官　本郷千春
概要：

本研究では，Landsat TM および SPOT HRVIR データに，可視，近赤外域の観測波長帯を有し，空間解像度 4 m の IKONOS データを併用するアプローチを提案する。ここでは当該手法を兵庫県淡路北部の水田地帯に適用し，1990 年から 2001 年までの水田環境の変化を把握することを試みた。

結果と考察

・環境庁が作成した現存植生図をデジタル化したデータを用いて対象地域の水田および畑地以外の領域をマスク，1990年6月19日観測のLandsat TMおよび2001年6月16日観測のSPOT HRVIRデータを用いて，最近10年間の水田の変化を概観した。

・その結果，中間赤外のバンドを赤，近赤外のバンドを緑，赤のバンドを青に割り当てた画像を作成してみると（この合成画像の上では水田は青，植生がある部分は緑，裸地等は赤っぽく発色して見える），青く見える水田の領域が明らかに減少していた。しかしながら，20-30mの解像度であるため，区画の判別などは十分に判読できなかった。

・前述の衛星データセットに解像度の細かなIKONOSデータを併せて，対象地域の水田減少マップを作成した。その結果，圃場区画などが明瞭になり，どこの地域で水田減少が著しいかが把握できた。その結果，地形が急峻な山側の地域で水田の減少が著しい傾向が示された。同様の傾向は統計データによっても示されているため，本手法がある程度妥当であることが示された。

研究課題：分光反射係数測定による水稲収量の推定と穂肥適施用量の検討

課題番号　A2003-32

研究者　　金本健志（広島県立農業技術センター環境資源研究部）

担当教官　本郷千春

概要：

（1）2003年度の収量について，2000～2002年度のデータを用いて作成した収量予測式（Y＝263X1＋3.68X2＋12.2X3＋9.06X4－508，Y：収量（kg/a），X1：NDVI，X2：穂肥施用量（kg/a），X3：平均気温（℃），X4：降水量（mm/day），ただしX3，X4は幼穂形成期から収穫期までの期間の平均値）に平年値の気象データを代入して推定したところ，推定収量は実測収量よりも平均で約15%多く，本年度の気象実測値を用いても，推定収量は実測収量よりも平均で約10%多かった。これは，本年度が冷夏であったことから2000～2002年度のデータを用いた収量予測式には適合しなかったためと考えられた。

（2）2000～2003年度について収量を目的変数とし，幼穂形成期のNDVI，穂肥施用量，気象データを説明変数として重回帰分析（減少法（F_out 値=2.0））を行うと，Y＝248X1＋3.58X2＋10.1X3＋8.1X4＋4.41X5－422，R=0.863，n=88（Y：収量（kg/a），X1：NDVI，X2：穂肥施用量（kg/a），X3：最低気温（℃），X4：降水量（mm/day），X5：日照時間（hrs/d），ただしX3～X5は幼穂形成期から収穫期までの期間の平均値）となった。また，分散分析により重回帰式は1%水準で有意であり，推定値と実測収量の標準誤差は3.80となった。

（3）以上の結果，水稲ヒノヒカリにおいて，分光放射計による幼穂形成期のNDVIと幼穂形成期から収穫期までの最低気温，平均降水量，日照時間の期間平均値，穂肥施用量により収量が R2=0.745で推定できる。

研究課題　GMSデータを用いた太平洋西部の海面長波放射収支の研究

課題番号　A2003-35

研究者　　岩坂直人（東京商船大学）

対応教官　杉森康宏

概要：

宇宙開発事業団が編集公開した熱帯降雨衛星降雨レーダ(PR)観測に基づく月平均降水量データを太平洋の島々，TAO/TRITON ブイ，PIRATA ブイ，日本の気象官署や AMeDAS などの地上観測点 180 箇所の月平均雨量データと比較した。その結果，PR と地上観測点の個々の観測値との相関は 0.53 で，降水量は対応する地上観測値の約 66%の値を示すことが分かった。

PR 観測値については定量性に課題が残るものの海洋上での降水分布や時間変動の研究に利用できると考えられる。

2.3 研究会

課題番号 A2003-33

担当教官 本郷千春

概要：空間情報実利用研究会

農林水産分野において衛星データや GIS によるセンシング技術が次世代農業の ツールとして注目されるようになり，全国各地の地方自治体や JA などにおいてその事業化についての検討が行われている。しかし，先行事業の情報がほとんど公開されていないこと等により，事業化に必要な情報を得るために苦労している現状がある。 そこで，空間情報を実利用するための勉強会と情報交換の場を提供することを主旨と して，2003 年 12 月 16 日に千葉大学 CEReS において研究会を実施した。

プログラム

1. 主旨説明
   本郷千春 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
2. 地域の特性を知る－ペドロジストから見たリモートセンシング－
   丹羽勝久 (株)ズコーシャ総合科学研究所
3. 兵庫県の森林林業行政における GIS とリモートセンシング
   乾 雅晴 兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター
4. 耕地情報システム構築に取り組むにあたって
   平山明夫 新潟県神林村産業課，田辺茂郷 新潟県岩船農業改良普及センター
5. 空間情報を活用した水田環境モニタリング
   美濃伸之 姫路工業大学
6. GIS の事例紹介～耕地情報システムと公有財産システム
   横堀 潤 (株)ズコーシャ総合科学研究所
7. 北海道開発局の取り組みについて－土地改良調査計画へのリモートセンシングの活用－
   染井順一郎 北海道開発局農業水産部農業調査課
8. 農林業分野で求められる衛星のスペックとは？
   黒木幹雄 日立製作所空間情報事業統括センター

課題番号 A2003-34

担当教官 石山 隆

概要：中国新疆ウイグルの環境変動（開催日 2003 年 11 月 7 日）

新疆ウイグルは文系から理系にまたがる基礎科学研究の対象として，またダストストームの発生，土壌の塩分集積，荒漠化といったような生活環境研究の対象として極めて重要，かつ興味ある地域で

ある。

会議前半は長年，新疆ウイグルにおいて調査，研究を行っている 4 人の研究者による研究発表があった。吉野（国連大学）はタクラマカン沙漠のオアシスの慢性的な水不足と，逆に洪水災害が大きいことを，現地における聞き取り調査と豊富な統計データによって発表した。アブド サラム（北大）はタリム河の水環境問題の危機的状況と，地域の持続的発展には地域特性をふまえた水土利用管理が必要不可欠であることを力説した。金子はロプ・ノール旧湖床の自然環境を現地調査と 20 世紀初期に書かれた文献とを照らしあわせ，その周辺の環境変動について詳細に説明した。石山（千葉大学）はタリム盆地のオアシス周辺の地表状態を人工衛星データの解析結果について講演した。タクリマカン沙漠のオアシスの面積について北縁に比較して南縁では一般にオアシスが小さいこと，および未利用地が多いことを植生指数の解析結果から，また北縁では天山山脈からの河川の数と水量が南縁に比較して大きなオアシスの存在を可能にしているが，それは水系を形成する積雪分布域が，一般に崑崙山脈系より天山山脈系の面積が大きいことに依存していることを指摘した。

後半はパネル討論として「乾燥地の水問題」を取り上げた。新疆ウイグル自治区と，中近東のオマーン，北アフリカのモロッコのカナートについて 5 人の専門家によって，その過去・現在・未来について討論した。カナートの経済性と水管理体制の問題点から持続が困難であるという現状について，特に議論された。参加者は 50 名であった。なお，「第 3 回新疆ウイグル研究会論文集」を発行した。

プログラム

1.「タクラマカン沙漠のオアシスにおける農民の水利用,土地利用について」
　吉野正敏（国際連合大学）
2.「新疆ウイグル自治区タリム川流域の水土保全」
　アブド サラム（北大農学部）
3.「ロプ・ノールの旧湖床の自然環境と相貌」
　金子民雄（中央アジア史家）
4.「人工衛星から観測したタリム盆地オアシス周辺の地表状態」
　石山　隆（千葉大学環境リモートセンシング研究センター）
5. パネル討論
　乾燥地の水問題「カナートーその過去・現在・未来ー」
　「カナート,その過去・現在・未来」
　　新藤静夫（千葉大学）
　「Corona 衛星写真から乾燥地域の地下式灌漑水路を探る」
　　相馬秀廣（奈良女子大学文学部）
　「Daudi Aflaj: the Qanats of Oman」
　　Abdullah Al-Ghafri（北大農学部）
　「モロッコのハッターラ・カナート」
　　大島　圭子（大東文化大学大学院）
　「カナートが達成した水利技術及びこれからの課題」
　　牛木久雄（国際協力事業団）
6. 総合討論：新疆ウイグルの環境問題（参加者全員）

[3] 研究成果の公表

3.1. 研究論文等

（審査論文）

1. Dodi Sudiana, Hiroaki Kuze, Nobuo Takeuchi, and Robert E. Burgan : Assessing forest fire potential in Kalimantan island, Indonesia using satellite and surface weather data, Int. J. Wildland Fire, 12(2) (2003), pp.175-184.

2. Yotsumi Yoshii, Hiroaki Kuze, and Nobuo Takeuchi : Long-path measurement of atmospheric NO2 with an obstruction flashlight and a charge-coupled-device spectrometer, Applied Optics, 42(21) (2003) pp.4362-4368.

3. Toshiyuki Murayama, Sarah J. Masonis, Jens Redemann, Theodore L.Anderson, Beat Schmid, John M. Livingston, Philip B. Russell, Barry Huebert, Steven G. Howell, Cameron S. McNaughton, Antony Clarke, Makoto Abo, Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto, Masanori Yabuki, Hiroaki Kuze, Shunsuke Fukagawa, Kari L. Maxwell, Rodney J. Weber, Douglas A. Orsini, Byron Blomquist, Alan Bandy, Donald Thornton : An intercomparison of lidar-derived aerosol optical properties with airborne measurements near Tokyo during ACE-Asia, J.Geophysi.Res., Vol.108(D23) (2003) pp.8651-8671.

4. Sano, I, Sonoyo Mukai, Yasuhiko Okada, Brent N. Holben, Sachio Ohta, and tamio Takamura, 2003: Optical properties of aerosols during APEX and ACE-Asia experiments, J. Geophys. Res., 108(D108), ACE 17-1 ACE 17-9.

5. Sano, I, S. Mukai, M. Yamano, T. Takamura, T. Nakajima and B.Holben : 2003: CALIBRATION AND VALIDATION OF RETRIEVED AEROSOL PROPERTIES BASED ON AERONET AND SKYNET, Adv. Space Res., 32(11), 2159-2164.

6. Li, L.-P., H. Fukushima, R. Frouin, B. G. Mitchell, M.-X. He, I. Uno, T. Takamura, and S. Ohta, 2003: Influence of sub-micron absorptive aerosol on SeaWiFS-derived marine reflectance during ACE-Asia, J. Geophys. Res. , 108(D15), AAC 13-1_AAC 13-6.

7. Teruyuki Nakajima, Miho Sekiguchi, Toshihiko Takemura, Itsushi Uno, Akiko Higurashi, Dohyeong Kim, Byung Ju Sohn, Sung-Nam Oh, Takashi Y. Nakajima, Sachio Ohta, Itaru Okada, Tamio Takamura and Kazuaki Kawamoto : 2003: Significance of direct and indirect radiative forcings of aerosols in the East China Sea region, J. Geophys. Res., 108(D23), ACE 26-1_ACE 26-16.

8. 原　政直、岡田周平、八木　浩、森山　隆、重原好次、杉森康宏：時系列衛星画像のノイズ除去アルゴリズムの開発と評価　写真とリモートセンシング（日本写真測量学会） Vol.42, No.5 pp48-59.

9. Takashi Moriyama, Shaliesh M.Pedneker, Masanao Hara, Jun Suwa, Susumu Kanno Yasuhiro Sugimori : The influence of Topography on Trajectories of Mesoscale eddy east of Okinawa Island based on Satellite Altimetry, Journal of Advanced Marin Science Technology Society Vol.8 No.2 2003 pp67-76.

10. Masanao Hara Shyhei okada, Masahiko Ichizuka, Koji Shigehara, Takahshi Moriyama Yasuhiro Sugimori : Monitoring of fishing lights intensity for squid fishing vessels by means DMSP/OLS nightlight imagery, Journal of Advanced Marin Science Technology Society (Vol.9 No 25 March 2004) .<In press>

11. Masanao Hara, Takashi Moriyama, Jun Suwa, Yasuhiro Sugimor : Application of wavelet Spectrum Analysis to Horizontal Structure of Sea Surface Temperature, Journal of Advanced Marin Science Technology Society(Vol.9 No 25 March 2004) .<In press>

12. J. Tetuko S.S., R. Tateishi, and N. Takeuchi : A physical method to analyse scattered waves from burnt coal seam and its application to estimate thickness of fire scars in central Borneo using L-Band SAR data, Int. J. Remote Sensing, vol.24, no.15, pp.3119-3136, 2003.

13. Hussam Al-Bilbisi and Ryutaro Tateishi, Using satellite remote sensing data to detect land use/cover changes and to monitor land degradation in central Jordan : Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.42, no.6, pp.4-18, 2003.

14. Kameda,T., Fujii,Y., F.Nishio, Lev M. Savatyugin, Sergei M. Arkhipov, Ivan A. Ponomarev and Nikolay Mikhailov : Seasonality of isotopic and chemical species and biomass burning signals remaining in wet snow in the accumulation area of Sofiyskiy Glaciers, Russian Altai Moountains. Polar Meteorology and Glaciology, NIPR, No.17, 15-24 (2003).

15. Y. Fujii, T. Kameda, F. Nishio, K. Suzuki, M.Kohno, F.Nakazawa, J.Uetake, Lev M. Savatyugin, S.M.Arkhipov, Ivan A.Ponomarev and N.N.Mikhailov: Outline of Japan-Russia joint Glaciological Research on Sofiyskiy Glacier Russian Altai Mountains in 2000 & 2001, Bulletin of Glaciol. Res., Vol.19, 53-58 (2002).

16. Nishijima, H., T. Iyobe, F. Nishio, H. Tomizawa M. Nakata and A. Harguchi, Site selectivity of Picea Glehnii forest on Syunkunitai sand spit, north eastern Japan. Wetlands, Vol.23, No.2, 406-415 (2003).

17. Matsuoka,T., S.Uratsuka, M.Satake, A.Nadai, T.Umehara, H.Maeno, H.Wakabayashi, F.Nishio, Y.Fukamachi, Deriving sea-ice thickness and ice types in the Sea of Okhotsk using dual-frequency airborne SAR(Pi-SAR) data, Annals of Glaciology, Vol. 34, 429-434 (2002).

18. Nishio,F. T.Furukawa, G.Hashida, M.Igarashi, T.Kameda, M.Kohno, H.Motoyama, K.Naoki, K.Satow, K.Suzuki, M.Takata, Y.Toyama, T.Yamada, O.Watanabe, Annual-layer determinations and 167-year records of past climate of H72 ice core in East Dronning Maud Land, Antarctica. International Symposium on Global Change and Ice Core, Annals of Glaiology, Vol.35, 471-479 (2002).

19. Iyobe, T., A. Haraguchi, H. Nishijima, H. Tomizawa and F. Nishio, Effect of fog on sea salt

deposition on sea salt deposition on peat soil in boreal Picea glebnii forests in Ochiishi, eastern Hokkaido, Japan. Ecological Research, 18, 587-597 (2003).

20.近藤昭彦：水文学へのリモートセンシングとGIS技術の応用(総説). 地理学評論、76(11)、788-799 (2003).

21. 近藤昭彦・開發一郎：モンゴルにおける植生変動と気候変動の関係に関する予察的研究. 沙漠研究、13(2)、147-151 (2003).

22. 町田　功・近藤昭彦：わが国の天然水における酸素・水素安定同位対比ー環境同位体データベースを用いた解析ー. 水文・水資源学会誌、16(5)、556-569 (2003).

23. Chen, J. Y., Tang, C. Y., Shen, Y. J., Sakura, Y., Kondoh, A., and Shimada, J.: Use of water balance calculation and tritium to examine the dropdown of groundwater table in the piedmont of the North China Plain(NCP). Environmental Geology, 44(5), 564-571 (2003).

24. Junichi Susaki, Keitarou Hara, Koji Kajiwara and Yoshiaki Honda, Robust Estimation of BRDF Model Parameters, Remote Sensing of Environment, Vol.89, pp.63-71, 2004.

（審査なし論文）

1. Li-Ping Li, Hajime Fukushima, Robert Frouin, B. Greg Mitchell, Ming-Xia He, Tamio Takamura, Sachio Ohta, 2003: Influence of absorbing aerosols on SeaiFS-derived marine reflectance during ACE-Asia, Ocean Remote Sensing and Applications, R.J. Frouin, Yeli Yuan, H. Kawamura, Editors, Proceedings of SPIE Vol.4892(2003), 105-115.

(その他の論文)

1. 久世宏明、「2003年光学界の進展、4.分光」、光学、33(4)、2004, pp.210-211.

KONDOH, A: Geography and Water Budget in Asia Pacific Region. "Day of Asia and the Pacific" session in the 3rd World Water Forum, "Asian and Pacific water issues in the world water context" Collection of papers, 8-11 (2003).

2. HOHAMMED Aslam M. A., KONDOH, A., Ferry L. Tj., and SHEN, Y.: An Integrated Study on the Impact of Environmental Changes in an Alluvial Plain. Proc. of the 1st International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, 203-208 (2003).

3. Y.Shen, A. Kondoh, C. Tang, J. Chen, Y. Zhang, Mohammed Aslam M. A.: Measurement of Water Vapour, Sensible Heatm and CO2 Fluxes above Farmland in NCP. Proc. of the 1st International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, 738-743 (2003).

4. A. Kondoh and T. Kojiri: Hydrological Region in Monsoon Asia. Proc. International Symposium on Comparative Regional Hydrology and Mission for IHP Phase VI of UNESCO, 190-201(2003).

5. 石山　隆：人工衛星から観測したタリム盆地オアシス周辺の地表状態、第3回新疆ウイグル研究会論文集、15-18、2003.11. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

6. 本郷千春、ハイパースペクトルデータによる植生生化学情報の検出,千葉大環境科学研 究報告第28巻、20-25（2003）

（解説・その他）
1. 久世宏明：「2003年光学界の進展、4.分光」、光学、33(4)、2004, pp.210-211.

2. 中村和樹、若林裕之、宇都正太郎、西尾文彦：合成開口レーダによる南極リユツオホルム湾における一年氷・多年氷の氷厚推定の可能性。月刊海洋（総特集）、vol. 35, No.10, 699-705(2003).

3. 西尾文彦、Josefino C. Comiso, 中山雅茂、直木和弘、下田春人：NASA・P3航空機と砕氷船「そうや」によるオホーツク海の海氷観測、月刊海洋（総特集）、vol. 35, No.10 (2003).

4. 中村和樹、若林裕之、宇都正太郎、西尾文彦：合成開口レーダによる南極リユツオホルム湾における一年氷・多年氷の氷厚推定の可能性。月刊海洋（総特集）、vol. 35, No.10, 748-753 (2003).
5. 岡山　浩：平成 15 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）資源探査観用観測システム研究開発機構.

6.　石山　隆：環境教育プログラム　宇宙から見た地球環境　ー美しい地球と病んだ地球ーCD-ROM 平成15年度千葉大学重点経費事業「特色ある教育方法」　2003.3.

7. 本郷千春：リモートセンシング実利用マニュアル、19-21、28-30、北海道開発局農業 水産部刊行、（2003）

8. 本郷千春：農業分野におけるリモートセンシング情報の実利用状況、p67-73、第16回 ファイテク研究交流会「ここが知りたい！統計とリモセン」、ファイトテクノロジー 研究会、（2003）

9. 本郷千春、衛星から見た農地情報、p6-12、IT利用による次世代農業に向けて、北海道開発局（2003）

11. 本郷千春：衛星画像を活用した十勝農業の展開、p31-38、ITを活用した十勝農業のこ れから、北海道開発局、（2004）

12. 池田　卓：フィルムテスト　「フジクローム新１００Fシリーズ」雑誌「写真工業」，p.１６－１９，（２００３，７）．

13. 池田　卓：フィルムテスト　「コニカカラーセンチュリアポートレート４００　１３５センチュリアプロ４００　１２０」雑誌「写真工業」，p.２０－２２，（２００３，７）．

（報道）

1. 本郷千春：北海道新聞、2003.8.7発刊、衛星画像でジャガイモ調査

2. 本郷千春：日本農業新聞、2003.7.31発刊、バレイショ生育解析へ、農地再編に生かす、真狩村農業空間情報活用プロジェクト

3. 本郷千春：北海道通信社、2003.7.18発刊、農業空間情報活用プロジェクト

4. 本郷千春：農機新聞、2003.9.23発刊、人工衛星の見た農業情報-宇宙から食味を判断-

3.2. 学会・研究会での発表

（国際会議）

1. Masanori Yabuki, Hiroaki Kuze,Nofel Lagrosas, Nobuo Takeuchi, and Masataka Shiobara: Determination of vertical distributions of aerosol optical parameters by use ofmultiwavelength lidar data, CLEO/Pacific Rim 2003, December 15-19,Taipei, Taiwan, WP-(10)-3 (2003) p.296.

2. Yotsumi Yoshii, Hiroaki Kuze,and Nobuo Takeuchi: Differential optical absorption spectroscopy of atmospheric NO2 with a pulsed, white flashlight, CLEO/Pacific Rim 2003, December 15 19,Taipei, Taiwan, F1D-(10)-2 (2003) p.682.

3. Nofel Lagrosas, Nobuo Takeuchi, Yotsumi Yoshii, Hiroaki Kuze,Suekazu Naito, Jun Okazaki, Akihiro Sone, and Hirofumi Kan: Automatic correction of optical alignment deterioration of a continuously operated Mie lidar, CLEO/Pacific Rim 2003, December 15-19, Taipei, Taiwan, F2D-(10)-4 (2003) p.728.

4. Hiroaki Kuze, Mitsuo Minomura, Yusuke Furusawa, Yoshiyasu Todate and Nobuo Takeuchi:Atmospheric correction of satellite data over Chiba area, The CEReS International Symposium on Remote Sensing-Monitoring of Environmental Change in Asia -, Dec. 16-17, 2003, Keyaki Hall, Chiba University (2003) pp.139-144.

5. Masanori Yabuki, Masataka Shiobara, Hiroaki Kuze, and Nobuo Takeuchi: A study on quantitative analyses of aerosol optical properties based on lidar measurements, The CEReS International Symposium on Remote Sensing- Monitoring of Environmental Change in Asia -, Dec. 16-17,2003, Keyaki Hall, Chiba University (2003) pp.179-182.

6. S. Naito, J. Okazaki, A. Someya, N. Lagrosas, Y. Yoshii, H. Kuze, and N. Takeuchi: Relation between the automatic alignment PAL lidar data and air pollution monitoring, The CEReS International Symposium on Remote Sensing- Monitoring of Environmental Change in Asia -, Dec. 16-17,2003, Keyaki Hall, Chiba University (2003) pp.207-212.

7. Hiroaki Kuze, Lidar activities at CEReS: Ashra Meeting at University Hawaii, 8-9 January 2004, East-West Center, Hawaii University at Manoa (2004)

8. Nofel Lagrosas, Gerry Bagtasa, Yotsumi Yoshii, Shunsuke Fukagawa, Hiroaki Kuze, Nobuo Takeuchi, Suekazu Naito, Akihiro Sone, and Hirofumi Kan: Continuous monitoring of boundary layer by a portable automatic lidar (PAL), Asian Lidar Network Conference, City University of Hong Kong (Feb.16-21, 2004) p.

9. Shunsuke Fukagawa, Hiroaki Kuze, Nobuo Takeuchi, and Nofel Lagrosas: Development of an aerosol scatterometer using an integrating sphere for lidar data calibration, Asian Lidar Network Conference, City University of Hong Kong (Feb.16-21, 2004) p.

10. T. Takamura, I.Okada, T.Takano, S. Ohta, S. Yamagata, H. Tsuruta, H.Sudo, N. Sugimoto, T. Nakajima: Ground observation at Amami-Oshima on Cloud, Aerosol and Radiation during APEX-E3. The APEX-RIHN

Joint International Workshop for Atmospheric Aerosols and Clouds, The 6th APEX international Workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan (June 25-27, 2003).

11. Kazuma Aoki, Teruyuki Nakajima, Tamio Takamura, Tatuo Endoh: Aerosol optical characteristics from the SKYNET Sky radiometer Archives. The APEX-RIHN Joint International Workshop for Atmospheric Aerosols and Clouds, The 6th APEX international Workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan (June 25-27, 2003).

12. Toshiaki Takano, Yumiro Suga, Ken-ichi Akita, Youhei Kawamura, Kurt Sakai, Hiroshi Kumagai, Yuichi Ohno, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima, and Nobuo Sugimoto: Cloud profiling observations with the 95GHz FM-CW Radar at Amami, The APEX-RIHN Joint International Workshop for Atmospheric Aerosols and Clouds, The 6th APEX international Workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan (June 25-27, 2003).

13. G. Pandithurai, R.T. Pinker, T. Takamura, and P.C.S. Devara: Aerosol radiative forcing over an urban stgation in India and its comparison with INDOEX estimates, The APEX-RIHN Joint International Workshop for Atmospheric Aerosols and Clouds, The 6th APEX international Workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan (June 25-27, 2003).

14. T. Takamura, N. Tsujioka, I. Okada, Toshiyuki Murayama and Teruyuki Nakajima: Effective radius of cloud inferred from simultaneous observation of liquid water path and solar radiation, International Union of Geodesy and Geophysics(IUGG)2003 General Assembly, Sapporo, Japan MI0x (July 4, 2003).

15. Kurt Sakai, Hiroshi Kumagai, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima: Development of a cloud profiling FM-CW radar at 95GHz and its observation results, International Union of Geodesy and Geophysics(IUGG) 2003 General Assembly,Sapporo, Japan MI02 (July 4,2003).

16. Toshiaki Takano, Yumiro Suga, Ken-ichi Akita, Youhei Kawamura, Kurt Sakai, Hiroshi Kumagai, Hiroshi Kuroiwa, Yuichi Ohno, Hiroaki Horie, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima: Development of a cloud profiling FM-CW radar at 95GHz and its performance
International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) (Korea), WII-OE, ICJP-0129,(July 9, 2003).

17. Kurt Sakai, Hiroshi Kumagai, Hiroshi Kuroiwa, Yuichi Ohno, Hiroaki Horie, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima: Development of a cloud profiling FM-CW radar at 95GHz and its first results, Asia Pacific Radiation Symposium (APRS) Xian, China, (Aug.26, 2003).

18. Toshiaki Takano, Yumiro Suga, Ken-ichi Akita, Youhei Kawamura, Hiroshi Kumagai, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima: First observational results with the newly developed cloud profiling FM-CW radar at 95GHz, The International Society for Optical Engineering (SPIE) Symposium on Remote Sensing 2003, Barcelona, Spain 5235-67,(Sep.12, 2003).

19. Naoya Tsujioka, Tamio Takamura, Itaru Okada, Toshiyuki Murayama, Nobuo Sugimoto, Teruyuki Nakajima,: Estimation of cloud optical parameters using combination of Liquid Water Path (*LWP*) and solar radiation, The International Society for Optical Engineering (SPIE) Symposium on Remote Sensing 2003,(Barcelona, Spain 5235-12,(Sept.12,2003).

20. Toshiaki Takano, Yumiro Suga, Ken-ichi Akita, Youhei Kawamura, Hiroshi Kubo, Hiroshi Kumagai, Tamio Takamura, Yuji Nakanishi, Teruyuki Nakajima: Performance of the Developed 95GHz FM-CW Cloud Profiling Radar, Center for Environmental Remote Sensing, Chiba Univ. (CERes) International Symp. Remote Sensing Monitoring of Environmental Change in Asia Chiba, Japan, (Dec.17, 2003).

21. Tuya Sanjaa, Yoshiaki Honda, C.P. Gross: FIRE DETECTION TECHNOLOGY IN MONGOLIA,モンゴルの環境保全と持続的発展, モンゴル国立大学敷地内,2003.7.23-25.

22. 小野朗子,梶原康司,本多嘉明,小野厚夫: Availability of normalized spectra of Landsat/TM data by their band sum,ACRS 2003 ISRS,Busan Exhibition and Convention Center,2003.11.4-7.

23. Tuya Sanjaa, Koji Kajiwara, Yoshiaki Honda: ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION IN MONGOLIAN GRASSLAND USING REMOTELY SENSED AND GROUND DATA,ACRS 2003 ISRS,Busan Exhibition and Convention Center,2003.11.4-7.

24. 西原由登,梶原康司,本多嘉明: Estimation of leaf quantity using spectrum data,ACRS 2003 ISRS,Busan Exhibition and Convention Center,2003.11.4-7.

25. 高藤良史,梶原康司,本多嘉明: Method of vegetation spectrum measurement using multi spectrum camera,ACRS 2003 ISRS,Busan Exhibition and Convention Center,2003.11.4-7.

26. 近田朝子,梶原康司,本多嘉明: Land Cover Change Detection Using GLI,30th International Symposium on Remote Sensing of Environment,Sheraton Waikiki Beach Resort,2003.11.14.

27. Junichi Susaki, Keitarou Hara, Koji Kajiwara and Yoshiaki Honda, Correction of temporal MODIS reflectance data considering temporal BRDFeffect change, Proceedings of International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS2003) at Centre des Congres Pierre Baudis Toulouse,France, vol. 7, pp. VII: 4443 - 4445, 2003

28. Junichi Susaki, Keitarou Hara, Koji Kajiwara and Yoshiaki Honda, Validation of nadir-adjusted reflectance data from temporal MODIS data,International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol.XXXIV, part. 7/W14, G-7, pp.1-7, International Workshop on Monitoring and Modelling of Global Environmental Change, at Kyoto, Japan, 2003

29. T. Ishiyama, S. Fujikawa, K. Ohkawa and S. Tanaka: Ground surface conditions of oases surrounding the Taklimakan Desert, The CEReS International Symposium on Remote Sensing- Monitoring of Environmental Change in Asia -, Dec. 16-17,2003, Keyaki Hall, Chiba University (2003) pp.19-24.

（国内学会）

1. 古澤祐介,戸舘善保,美濃村満生,久世宏明,竹内延夫,6Sコードによる Landsat-5/TMデータの大気補正ーエアロゾル情報の抽出,日本リモートセンシング学会第34回学術講演会,pp.107-108（日大文理）（2003.5）.

2. 深川俊介,Nofel Lagrosas,久世宏明,竹内延夫,積分球による地上エアロゾル散乱係数測定装置の開発,第64回応用物理学会学術講演会,2a-ZC-12（福岡大）（2003.9）.

3. 根本昌哉,由井四海,久世宏明,竹内延夫,梅川豊文,DOAS法を用いたエアロゾルの工学的厚さの測定,計測自動制御学会リモートセンシング部会第29回リモートセンシングシンポジウム,pp.49-50（つくば研究交流センター）（2003.11）.

4. 久世宏明,深川俊介,竹内延夫,浅岡陽一,佐々木真人,広域大気観測用イメージングライダーの開発,計測自動制御学会リモートセンシング部会第29回リモートセンシングシンポジウム,pp.61-64（つくば研究交流センター）（2003.11）.

5. Liu Qijing, Hiroaki Kuze, and Nobuo Takeuchi, The biomass of temperate forest in northeast China under global warming,計測自動制御学会リモートセンシング部会第29回リモートセンシングシンポジウム,pp.89-90（つくば研究交流センター）（2003.11）.

6. 久世宏明,大気微量成分の吸収・散乱計測,第14回コンテンポラリーオプティックス研究会（上智大学）（2003.11）.

7. Qijing Liu,竹内延夫,久世宏明,Landsat TM画像による中国東北部における生物保護区植生タイプの判読,日本リモートセンシング学会第35回学術講演会,pp.47-48（長岡）（2003.11）.

8. 戸舘善保,古澤祐介,美濃村満生,久世宏明,竹内延夫,実測地表面アルベド値を用いた衛星データ大気補正結果の検証,日本リモートセンシング学会第35回学術講演会,ｐp.109-110（長岡）（2003.11）.

9. 美濃村満生,久世宏明,竹内延夫,MODTRAN4を用いたLandsat 7 ETM+の大気補正およびエアロゾル光学的厚さの導出,計測自動制御学会リモートセンシング部会第11回リモートセンシングフォーラム ,pp.5-8（リモート・センシング技術センター）（2004.2）.

10. 佐藤万希子,美濃村満生,戸舘善保,久世宏明,竹内延夫,坪松 学,日天空光強度データとMODTRAN計算値との比較,計測自動制御学会リモートセンシング部会第11回リモートセンシングフォーラム,pp.9-12（リモート・センシング技術センター）（2004.2）.

11. 矢吹正教,林愼太郎,深川俊介,久世宏明,竹内延夫,参照テーブル法を用いたライダーデータ解析,春季第51回応用物理学関係連合講演会,28pZA15（東京工科大）（2004.3）.

12. 深川 俊介,Nofel Lagrosas,久世 宏明,竹内 延夫,積分球による地上エアロゾル散乱係数測定装置の開発,春季第51回応用物理学関係連合講演会,28pZA7（東京工科大）（2004.3）.

13. Measurement of regional distribution of atmospheric NO_2 with DOAS spectrometers, Si Fuqi, Yotsumi Yoshii, Masaya Nemoto, Hiroaki Kuze, Nobuo Takechi, Toru Kimura, Toyofumi Umekawa, Taisaku Yoshida, Tadashi Hioki, Tsuyoshi Tsutui, Yasuhiko Ikeda, Masahiro Kawasaki, 春季第51回応用物理学関係連合講演会,29pR10（東京工科大）（2004.3）.

14. 辻岡直也・高村民雄,岡田格,村山利幸,杉本伸夫,中島映至：雲水量と全天日射量の同時観測による雲粒有効半径の推定，2003年度春季大会講演予稿集，p268，P368，日本気象学会春季大会，つくば国際センター，（つくば2003年5月21-24日）.

15. 新井健一,池田健士,高村民雄,岡田格,石廣玉,中島映至: SKYNETでのエアロソルの放射強制効果，2003年度春季大会講演予稿集，A401，P59，日本気象学会春季大会，つくば国際センター，（つくば 2003年5月21-24日）.

16. 四分一芳史,岡田格,高村民雄,新井健一,本多嘉明:モンゴル森林火災時に近隣で観測されたエアロソルの特徴，2003年度春季大会講演予稿集，A407，P65，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

17. 中島映至,関口美保,竹村俊彦,鵜野伊津志,日暮明子,Dohyeong Kim,Byung Ju Sohn,Sung-Nam Oh, 中島孝,太田幸雄,岡田格,高村民雄,河本和明,東アジア域のエアロゾルの直接，間接の放射強制について，2003年度春季大会講演予稿集，C153，P143，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

18. 中島孝,中島映至,高村民雄,内山明博：宇宙から観測する雲特性，2003年度春季大会講演予稿集，C154，P144，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

19. 岡田格,高村民雄,金田眞一,本多嘉明,河本和明,井上豊志郎,高藪縁,中島映至：Mandalgobiにおける放射観測とその利用について，2003年度春季大会講演予稿集，P338，P409，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

20. 鷹野敏明,須賀弓郎,秋田健一,河村洋平,高村民雄,熊谷博,黒岩博司,大野裕一,堀江宏昭,中西裕治,中島映至：雲粒子観測用95ＧＨｚ FM-CWレーダによる初期観測結果，2003年度春季大会講演予稿集，P271，P371，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

21. 河村洋平,須賀弓郎,秋田健,、鷹野敏明,高村民雄,熊谷博,中西裕治: 雲粒子観測用 95GHz FM-CW レーダのデータ取得法と効率，2003年度春季大会講演予稿集，P160，P289，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

22. 秋田健一,鷹野敏明,須賀弓郎,河村洋平,高村民雄,熊谷博,黒岩博司,大野裕一,堀江宏昭,中西裕治：雲粒子観測用 95GHz FM-CW レーダの感度，2003年度春季大会講演予稿集，P159，P288，日本気象学会春季大会，つくば国際センター（つくば 2003年5月21-24日）.

23. 山形定,加藤潤,村尾直人,太田幸雄,高村民雄：東シナ海域におけるサンプリングフォトメータの連続運転，

第20回エアロゾル科学・技術研究討論会講演要旨集，153－154（2003）．

24. 河村洋平,須賀弓郎,秋田健一,久保博,鷹野敏明,高村民雄,熊谷博,中西裕治： 雲粒子観測用 95GHz FM-CW レーダの安定性，2003年度秋季大会講演予稿集，P107,316,日本気象学会秋季大会，（仙台 2003年10月15-17日）．

25. 久保博,鷹野敏明,秋田健一,河村洋平,高村民雄,熊谷博,中西裕治： 雲粒子観測用95GHz FM-CWモノスタティックレーダの開発，2003年度秋季大会講演予稿集，P108,317,日本気象学会秋季大会，（仙台 2003年10月15-17日）．

26. 秋田健一,須賀弓郎,河村洋平,久保博,鷹野敏明,高村民雄,熊谷博,中西裕治,中島映至： 雲観測用95GHz FM-CW レーダの性能，日本大気電気学会 第70回研究会，No.5，（神奈川県横須賀市2004年1月8日）．

27. 久保博,河村洋平,秋田健一,鷹野敏明,熊谷博,高村民雄： 雲観測用 95GHz FM-CW モノスタティックレーダの開発，日本大気電気学会 第70回研究会，No.6，（神奈川県横須賀市 2004年1月8日）．

28. 小野朗子,小野厚夫: バンド和による正規化スペクトルの応用,第34回（平成15年度春季）学術講演会,日本大学文理学部百周年記念館,2003.5.15-16.

29. 小野朗子,梶原康司,本多嘉明: バンド和によるスペクトルの正規化法とその応用,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（春期）,東京ビックサイト,2003.6.12-13.

30. 西原由登,古橋智洋,梶原康司,本多嘉明: 森林による分光吸収率の日変化計測,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（春期）,東京ビックサイト,2003.6.12-13.

31. 西原由登,古橋智洋,梶原康司: 本多嘉明,スペクトルデータを用いた葉量推定,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（春期）,東京ビックサイト,2003.6.12-13.

32. 高藤良史,梶原康司,本多嘉明: マルチスペクトル画像を利用した分光測定,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（春期）,東京ビックサイト,2003.6.12-13

33. 近田朝子,梶原康司,本多嘉明: 植生指数BSIにおける太陽入射角の補正に関する研究,日本写真測量学会平成15年度年次学術講演会（春期）,東京ビックサイト,2003.6.12-13.

34. 本多嘉明,梶原康司,小野朗子,矢野幸二,出水将樹,高藤良史,西原由登,本間和幸,福田竜平,片岡可奈,斉藤祐美子,近田朝子: 自律航行型ヘリコプターを用いた空中観測システム,日本測量技術大会2003「大学等における測量分野の研究成果の展示」,東京ビックサイト,2003.6.11-13.

35. 出水将樹,高山誠一,梶原康司,本多嘉明: 多角ステレオ画像を用いた植物の立体構造計測に関する研究,第9回 画像センシングシンポジウム,パシフィコ横浜アネックスホール,2003.6.13.

36. 本多嘉明,梶原康司,小野朗子,矢野幸二,出水将樹,高藤良史,西原由登,本間和幸,福田竜平,片岡可奈,斉藤祐

美子,近田朝子: 自律航行型ヘリコプターを用いた空中観測システム,測量,地球技術フェア イン 沖縄,沖縄コンベンションセンター,2003.7.14-18.

37. 近田朝子,梶原康司,本多嘉明: 衛星多角観測から得られる植生指数BSIにおけるセンサー解像度の影響,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（秋期）,京都市国際交流会館,2003.10.23.

38. 小野朗子,梶原康司,本多嘉明: バンド和によるスペクトルの正規化法とその応用II,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（秋期）,京都市国際交流会館,2003.10.23.

39. 矢野幸二,梶原康司,本多嘉明: 多方向温度観測をもちいた植生活動モニタリングに関する研究,日本写真測量学会 平成15年度年次学術講演会（秋期）,京都市国際交流会館,2003.10.23.

40. 小野朗子,小野厚夫: Landsat/TMデータを用いたバンド和によるスペクトルの正規化II,第35回（平成15年度秋季）学術講演会,ハイブ長岡,2003.11.26-27.

41. 小野朗子,梶原康司,本多嘉明,小野厚夫: Spectral normalization method by band sum and its application,ISPRS Commission VII WG International Workshop on Monitoring/Modeling Global Environmental Chang,京都市国際交流会館,2003.10.21-23.

42. Tuya Sanjaa,Koji Kajiwara,Yoshiaki Honda: A STUDY ON GRASSLAND FIRE MONITORING USING MID-RESOLUTION SATELLITE SENSOR,ISPRS Commission VII WG International Workshop on Monitoring/Modeling Global Environmental Chang,京都市国際交流会館,2003.10.22.

43. 矢野幸二,梶原康司,本多嘉明: A study on the vegetation monitoring using temperature observation,ISPRS Commission VII WG International Workshop on Monitoring/Modeling Global Environmental Chang,京都市国際交流会館,2003.10.21-23.

44. Tuya Sanjaa,Koji Kajiwara,Yoshiaki Honda: ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION IN MONGOLIAN GRASSLAND USING REMOTELY SENSED AND GROUND DATA,The 2nd International Workshop on Terrestrial Change in Mongolia- Joint Workshop of AMPEX, FORSGC and RAISE Projects -,JAMSTEC Yokohama Institute for Earth Science, Yokohama,2003.12.2-3.

45. 三輪卓司，池田卓: 定期的に撮像したディジタルカメラ像の色彩学的解析による水田収穫量予測に関する研究 II. 日本リモートセンシング学会第34回学術講演会論文集，p91 - p91 （2003.5.）.

46. 三輪卓司，池田卓: 定期的に撮像したディジタルカメラ像の色彩学的解析による水田収穫量予測に関する研究III. 日本リモートセンシング学会第35回学術講演会論文集，p65 - p66 （2003.11.）.

47. Mustafa, A.J., Javzandulam, T., and Tateishi, R.,: The use of temporal metric-differences of vegetation indices of low resolution satellite imageries to detect land cover change, 日本写真測量学会平成 15年度年次学術講演 会発表論文集, pp 121-124, 12-13 June 2003, 東京.

48. Rokhmatuloh, Tateishi, R., Wikantika, K., Aslam, M., and Munadi K: Quantitative evaluation of the classification results derived from multisensor image fusion techniques between JERS 1 SAR- Landsat TM data日本写 真測量学会平成15年度年次学術講演会発表論文集, pp. 117-120, 12-13 June 2003, 東京.

49. Tsend-Ayush JAVZANDULAM, Ryutaro TATEISHI and Renchin TSOLMON: Methodology for determining soil line and characteristics of vegetation indices,日本写真 測量学会平成15年度年次学術講演会発表論文 集, pp. 213-216, 12-13 June 2003, 東京.

50. 建石隆太郎: グローバル土地被覆マッピングの動向とGLI,日本リモートセン シング学 会第35回学術講演会論文集,pp.25-26,2003年11月26-27日,長岡.

51. 西尾文彦: 衛星観測による地球雪氷圏の現状と近未来,電子情報通信学会ソサイエティ大会通信ソサイエティ特別企画—環境観測技術の現状と将来—（新潟市），(2003年9月26日）.

52. 石山 隆，藤川真治，大川一路，田中壮太郎: タクリマカン沙漠南縁の砂漠化の変動．日本リモートセンシング学会第34回学術講演会論文集，p219 - p220 （2003.5.）.

53. 石山 隆，藤川真治，大川一路，田中壮太郎: 衛星データによるタリム盆地の扇状地のオアシス周辺の地表状態の調査．日本リモートセンシング学会第34回学術講演会論文集，p279 - p280 （2003.11.）.

54. 石山 隆: 高解像度衛星から観測したタリム盆地オアシス周辺の地表状態，「第3回新疆ウイグル研究会・中国新疆ウイグルの環境変動」，第3回新疆ウイグル研究会論文集p15 - p18（2003年11月7日）.

55. 柴田征彌,背木直和,池田 卓,小林裕幸: 新聞カラー写真の好ましい画質に関する研究（2）—マンセル色票を用いた色再現の評価—2003年度 日本印刷学会 秋季研究発表会 講演予稿集，p13—16（2003.11.6）.

［4］受賞

1. 表彰名：Aqua Mission Team / Group Achievement Award （地球観測アクア衛星への功績賞）
授与者：米国航空宇宙局長官　Sean O'Keefe（シーン・キーオフ）
受賞数：西尾文彦, 他日本人６名
受賞理由：地球観測アクア衛星のマイクロ波放射計による海氷観測手法の改良とオホーツク海や極域（北極・南極）での検証実験および最近の地球温暖化への科学的成果に貢献した功績
受賞日時：2003年8月27日

2．表彰名：優秀研究発表賞
授与者：美濃村満生,久世宏明,竹内延夫
「MODTRAN4を用いたLandsat 7ETM+の大気補正およびエアロゾル光学的厚さの導出」
計測自動制御学会リモートセンシング部会主催　第11回SICEリモートセンシングフォーラム
p.5-8（リモート・センシング技術センター,2004年2月27日）.

5.国際交流

5.1. 学術交流協定

インドネシアウダヤナ大学海洋リモートセンシング研究センター

千葉大学環境リモートセンシング研究センターと
インドネシア国ウダヤナ大学海洋リモートセンシング研究センターとの間の
学術研究の協力に関する協定

千葉大学環境リモートセンシング研究センターとインドネシア国ウダヤナ大学海洋リモートセンシング研究センター（以下両機関と言う。）は、海洋学のリモートセンシングへの応用、自然資源、環境研究および環境保護等の関連分野の重要性に注目し、両機関の学術交流の促進する目的をもって、この協定を締結する。

第１条　両機関は、インドネシアおよび東南アジアでの継続的な研究活動を行い、リモートセンシングを利用した海洋環境モニタリングとモデリングへの応用を基盤として協力するものとする。

第２条　両機関は第１条で述べたガイドラインに従い、以下の活動を進めるため努力を尽くす。これらの履行について具体的な考えを別々に討論する。
（１）　研究者の交流
（２）　学術的、技術的な情報の交流及び発行物の交換
（３）　共同研究及び実験の計画の履行
（４）　両機関で合意された上記項目以外の活動

第３条　この協定は、両機関の代表者の署名日をもって効力を有し、その期間は2005年3月31日までとする。

第４条　この協定は、両機関の合意に基づき改訂することができる。いずれかの機関からの６ヶ月前の書面の通告により終了させることができる。

第５条　この協定は、両機関になんら財政上の負担を課するものではない。

第６条　この協定は、英文で書かれたものを正文とする。

日付　2003年10月21日

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
センター長
日本

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS UDAYANA

October 7, 2003

ワヤン　レディ　アリアンタ
ウダヤナ大学
海洋リモートセンシング研究センター
副センター長
インドネシア

AGREEMENT FOR ACADEMIC EXCHANGE COOPERATION BETWEEN CENTER FOR ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING (CEReS) CHIBA UNIVERSITY, JAPAN AND CENTER FOR REMOTE SENSISG AND OCEAN SCIENCE (CReSOS), UNIVERSITY OF UDAYANA, INDONESIA

The Center for Environmental Remote Sensing of Chiba University, Japan and the Center for Remote Sensing and Ocean Science (CReSOS),University of Udayana, Indonesia (herein after referred to as the "Parties"), noting the importance of giving special attention to the application of Remote Sensing to the study of oceanography and related sciences, natural resources, and environmental studies and protection, hereby conclude this Agreement with the objective of promoting academic research cooperation between the two institutions.

Article 1

The Parties, in order to promote continuous studies in Indonesia and South East Asia Region on the application of remote sensing to ocean environmental monitoring and prediction modelling shall develop cooperative relationships.

Article 2

The Parties shall follow the guidelines stated in the above Article and make every effort to undertake the following activities list below. The details of collaboration will be specified through separate negotiations.

(1) The exchange of faculty members and researchers;

(2) The exchange of academic and technological information and publications;

(3) The implementation of cooperative research projects and joint experimental plans;

(4) Other activities mutually agreed upon by the Parties.

Article 3

This Agreement shall take effect on the date of signature by the representatives of the Parties, and will be effective until March 31, 2005.

Article 4

Amendments to this agreement may be made upon mutual agreement of the Parties. This Agreement may be terminated upon a written notice six months in advance by any of the Parties.

Article 5

This Agreement shall not bind any of the Parties to any financial commitment.

Article 6

This Agreement shall be written in English.

Date: Oct. 21, 2003

Tamio Takamura

Prof. Tamio Takamura
Director
Center for Environmental
Remote Sensing
Chiba University
JAPAN

Date: October 7, 2003

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS UDAYANA

Prof. Ir. Wayan Redi Aryanta
Co-Director
Center for Remote Sensing and Ocean Science
University of Udayana
INDONESIA

5.2. 研究者の国際交流

（外国人来訪者、滞在者）

氏　名	所　属・滞　在　日	目　的
王　標	東京大学気候システム研究センター 2003.6.17 - 6.18	研究打ち合わせ
Devara Panuganti C.S	インド 熱帯気象学研究所 2003.6.28 - 6.29	同上
Govindan Pandithurai	インド 熱帯気象学研究所 2003.6.28 - 6.29	同上
Ravoori Nagaraja	インド 国立リモートセンシングセンター 2003.8.8 - 8.16	同上
Anasuya Tammineedi	インド 国立リモートセンシングセンター 2003.8.8 - 8.16	同上
王　標	東京大学気候システム研究センター 2003.8.10 - 8.14	同上
司　福祺	中国 科学院安徽光学精密機械研究所 2003.10.21 - 2004.1.31	共同研究
Nikolai Kharin	ロシア 科学アカデミー国際森林研究所 2003.10.5 - 10.24	研究打ち合わせ
タダヒル パングジャクシャン	インド 国立海洋研究所 2003.11.11 - 11.12	同上
S. Khudlmur	モンゴル 国立リモートセンシングセンター 2003.12.4 - 12.6	同上
A. K. Barbara	インド GAUHATI　University 2003.12.4 - 12.24	研究打ち合わせ シンポジウム出席
M. Devi	インド GAUHATI　University 2003.12.4 - 12.24	研究打ち合わせ シンポジウム出席
周　軍	中国科学院 安徽光学精密機械研究所 2003.12.15 - 12.18	研究打ち合わせ シンポジウム出席
石　爾玉	総合地球環境学研究所 2003.12.15 - 12.18	研究打ち合わせ シンポジウム出席
Antony Liu	NASA GSFC 2003.12.16-12.17	シンポジウム出席
Rainar Hollmann	GKSS Reserch Centre, German 22003.12.16-12.17	シンポジウム出席
Wayan Nuarsa	インドネシ アウダヤナ大学 2004.1.21 - 1.30	研究打ち合わせ
チャンドラ ギリ	アメリカ 地質調査所 2004.1.25 - 1.30	同上

氏　名	所　属・滞　在　日	目　的
レイチェル ピンカー	メリーランド大学 2004.3.3 - 3.4	研究打ち合わせ
ディム ジュレスロスタンド	北海道大学理学研究科 2004.3.8 - 3.10	同上

（海外派遣 1）

氏　名	国　名	用務先	期　間	用　務	予　算
杉森　康宏	インド、インドネシア	インド国立海洋研究所インドネシア ウラヤナ大学	平成15年 4月23日 ～ 平成15年5月13日	JSPS論博事業PRESOS研究所共同研究	PORSEC JSPS(インド)
建石隆太郎	タイ	国連会議センター	平成15年6月2日 ～ 平成15年6月7日	ISPRS WG IV/8 ワークショップ	科学研究費補助金
西尾　文彦	米　国	NASA Goddard Space Flight Center	平成15年 6月15日 ～ 平成15年6月19日	AMSR,AMSR/E海氷検証会議出席	宇宙開発事業団
杉森　康宏	インドネシア	ウラヤナ大学	平成15年 6月24日 ～ 平成15年7月5日	共同研究・シンポジウム準備	宇宙開発事業団
杉森　康宏	インドネシア	ウラヤナ大学	平成15年 8月 8日 ～ 平成15年9月20日	共同研究	ウラヤナ大学（CReSOS）
西尾　文彦	チリ	NASA 実験所他	平成15年 8月 10日 ～ 平成15年9月13日	AMSRによる南極海氷の検証実験 航空機による検証実験	私費（海外研修）
髙村　民雄	中　国	中国科学院 大気物理研究所他	平成15年 8月15日 ～ 平成15年9月3日	研究観測 日中科学協力事業に係る共同研究	宇宙開発事業団
近藤　昭彦	中　国	中国科学院北京 地理・資源研究所他	平成15年 8月23日 ～ 平成15年9月5日	現地調査・研究打合わせ	科学研究費補助金
建石隆太郎	米　国	地質調査所 メリーランド大学 ニューハンプシャー大学	平成15年 8月24日 ～ 平成15年8月30日	研究打ち合わせ	科学研究費補助金
建石隆太郎	インドネシア	ウラヤナ大学	平成15年 8月 31日 ～ 平成15年9月6日	CReSOS開所式及びシンポジウム出席のため	宇宙開発事業団
久世　宏明	米　国	PSI社(ボストン) サンディア国立研究所（サンフランシスコ）	平成15年9月 21日 ～ 平成15年9月26日	メタン遠隔探知技術に係る海外開発実施立会に参加	社団法人 日本ガス協会
杉森　康宏	インドネシア	ウラヤナ大学	平成15年10月21日 ～ 平成15年11月9日	共同研究	ウラヤナ大学（CReSOS）
建石隆太郎	韓　国	釜山展示会議センター	平成15年11月 2日 ～ 平成15年11月8日	アジアリモートセンシング会議	科学研究費補助金
竹内　延夫	タイ	Hotel Sofitel Raja Orchid KhonKaen	平成15年11月 10日 ～ 平成15年11月15日	GAME－T2003国際シンポジウム及びSKYNETワークショップ出席	科学技術振興機構
髙村　民雄	タイ	Hotel Sofitel Raja Orchid KhonKaen	平成15年11月10日 ～ 平成15年11月14日	GAME－T2003国際シンポジウム及びSKYNETワークショップ出席	科学技術振興機構
杉森　康宏	インドネシア	ウラヤナ大学	平成15年12月16日 ～ 平成16年1月18日	共同研究	ウラヤナ大学（CReSOS）

（海外派遣２）

氏　名	国　名	用務先	期　間	用　務	予　算
竹内　延夫	台湾	The Grand Hotel,Taipei	平成15年12月17日 ～ 平成15年12月20日	CLEO/PR2003で研究発表	科科学研究費補助金
久世　宏明	米国	ハワイ大学マノア校 ハレアカラ・マウナロア観測所	平成16年 1月6日 ～ 平成16年1月12日	ハワイ大学との共同研究打合せおよび観測所見学	科学技術振興調整費
建石隆太郎	インド	グランドアショクホテル バンガロール インド	平成16年 2月5日 ～ 平成16年2月8日	GSDI会議・ISCGM会議出席	産学連携等研究費 JAXA
杉森　康宏	インドネシア	ウラヤナ大学	平成16年 2月10日 ～ 平成16年3月34日	共同研究	ウラヤナ大学
竹内　延夫	中　国	モニタリング局 天津環境局 安徽光学精密機械研究所 上海環境局 重慶環境局	平成16年 2月22日 ～ 平成16年3月4日	中国主要都市の大気汚染統計情報収集	創造開発研究海外調査旅費
西尾　文彦	フィンランド（ヘルシンキ）	ヘルシンキ大学 ラップランド大学 ストックホルム大学	平成16年 3月10日 ～ 平成16年3月18日	AMSR海氷変動と国際極年の研究計画打合せ	産学連携等研究費
西尾　文彦	オーストラリア	シドニー大学 オーストラリア南極局	平成16年 3月 23日 ～ 平成16年3月29日	AMSR海氷変動と国際極年の研究計画打合せ	産学連携等研究費

[6] 教育活動

6.1. 講義（大学院、学部）

竹内延夫

普遍教育	「物理学CI 電磁気学入門1」「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	「物理学CII 電磁気学入門2」
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	「地球物質循環論Ⅰ」「地球物質循環論Ⅱ」「特別演習」 「特別研究」 「環境と地球6」を分担講義

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」
自然科学研究科後期課程	「特別研究」「特別演習」

本多嘉明

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	「像情報処理工学」

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。」「特別演習。」

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Ⅱ」「特別演習Ⅰ」 「特別演習Ⅱ」
自然科学研究科後期課程	「リモートセンシング特論」「特別研究」「特別演習」 「地球環境科学総合特別講義」（分担）

西尾文彦

総合科目	「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	「水文学１」、「特別演習１」、「特別研究１」
自然科学研究科後期課程	「地球物質循環論２」、「特別演習」、「特別研究」
総合特別講義	（旧相関演習）（分担）
コア科目（必修科目）	「環境と地球７」
岐阜大学工学部電子情報学科	（集中講義）「雪氷圏のリモートセンシング」
信州大学理学部地球物質循環学科	（集中講義）「大気・海洋循環の物理」

近藤昭彦

普遍教育	総合科目「地球環境とリモートセンシング」（分担）
	コア科目「環境と地球」（分担）
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」
園芸学部	専門基礎「環境計測学」

梶原康司

普遍教育	「地球環境とリモートセンシング」（分担）
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」「特別演習Ⅰ」「特別研究Ⅱ」
	「特別演習Ⅰ」「特別演習Ⅱ」

須崎純一

自然科学研究科前期課程	「人工知能論」「特別演習Ⅰ」「特別研究Ⅱ」「特別演習Ⅰ」
	「特別演習Ⅱ」
自然科学研究科後期課程	「図形表現論」「知識支援処理」

岡山　浩

自然科学研究科前期課程　「リモートセンシング情報処理ＩＩ」・「特別演習Ｉ」・「特別研究Ｉ」・「特別演習ＩＩ」・「特別研究ＩＩ」

（付）普遍教育（地球環境とリモートセンシング）一覧

4月17日	近藤昭彦	序論：開始にあたって
4月24日	本多嘉明	基礎（1）（プラットフォームとセンサー）
5月 1日	建石隆太郎	基礎（2）（電磁波の基礎、画像解析）
5月 8日	近藤昭彦	基礎（3）（マイクロ波）
5月15日	本多嘉明	植生（1）
5月22日	本多嘉明	植生（2）
5月29日	本郷千春	農業
6月 5日	近藤昭彦	水文・水資源
6月12日	建石隆太郎	土地利用（1）
6月19日	建石隆太郎	土地利用（2）
6月26日	竹内延夫	大気（1）
7月 3日	竹内延夫	大気（2）
7月10日	高村民雄	放射（1）
7月17日	高村民雄	放射（2）
7月24日	杉森康宏	海洋（1）
7月31日	杉森康宏	海洋（2）

6.2. 学位授与

（博士）

指導教官	竹内延夫・久世宏明
氏名	由井四海
専攻	人工システム科学専攻
論文題名	光学的手法による大気微量気体成分測定法の高感度化の研究
学位	博士（工学）

指導教官	杉森康宏
学生氏名	大澤高浩
専攻名	情報科学専攻
論文題名	人工衛星データを用いた海洋の3次元基礎生産量の推定モデルの研究
学位	工学博士

指導教官	建石隆太郎
学生氏名	Hussam Al-Bilbisi
専攻	人間・地球環境科学専攻
論文題名	Spectral and textural aspects of Landsat-TM and JERS-1 SAR imagery for land use/land cover mapping in northeastern Jordan - Analysis, interpretation and some applications - ヨルダン東北部における土地利用・土地被覆マッピングのためのLandsat TM およびJERS-1 SARデータのスペクトルおよびテクスチャ情報の利用に関する研究ー解析、判読と応用ー
学位	博士（学術）

指導教官	建石隆太郎
学生氏名	Jose Edgardo Aban
専攻	人間・地球環境科学専攻
論文題名	Multitemporal change analysis of NOAA-AVHRR NDVI data and their relationship with various external and internal forcings using advanced spectral techniques NOAA-AVHRR NDVIデータの時系列変化解析と地球圏内外の変動要素との関係解析に関する研究
学位	博士（学術）

指導教官	建石隆太郎
学生氏名	Hussam Al-Bilbisi
専攻名	人間・地球環境科学
論文題名	Spectral and textural aspects of Landsat-TM and JERS-1 SAR imagery for land use/land cover mapping in northeastern Jordan - Analysis, interpretation and some applications - ヨルダン東北部における土地利用・土地被覆マッピングのためのLandsat TM およびJERS-1 SARデータのスペクトルおよびテクスチャ情報の利用に関する 研究ー解析、判読、と応用ー
学位	博士（学術）

指導教官	西尾文彦
学生氏名	前野英生
専攻名	自然科学研究科多様性科学専攻

論文題名　電波による南極氷床の内部構造に関する研究
学位　博士（工学）

（修士）

指導教官　竹内延夫・久世宏明
氏名　古澤祐介
専攻　像科学専攻
論文題名　6SコードによるLandsat-5/TMデータの大気補正ーエアロゾル情報の抽出
学位　修士（工学）

指導教官　高村民雄
氏名　新井健一
専攻　像科学専攻
論文題名　エアロゾルの放射強制力及び複素屈折率の推定に関する研究
学位　修士（工学）

指導教官　高村民雄
氏名　辻岡直也
専攻　像科学専攻　「地上観測による雲水量・雲粒平均有効半径の推定」
学位　修士（工学）

指導教官　杉森康宏
学生氏名　塙　敬子
専攻　像科学専攻
論文題目　ニューラルネットワークを用いた基礎生産量推定の研究
学　位　修士（工学）

指導教官　建石隆太郎
学生氏名　Rokhmatuloh
専攻名　像科学専攻
論文題名　Multisensor image fusion between JERS-1 SAR and Landsat TM data: Assessing spectral and spatial quality of the resulting images
JERS-1 SARデータとLandsat TMデータのマルチセンサデータの融合- 衛星データにおけるスペクトルと空間情報の品質評価 -
学位名　修士（工学）

指導教官　建石隆太郎
学生氏名　早川貴久
専攻名　像科学専攻
論文題名　AVHRR NDVIデータを用いたグローバルな土地被覆変化・不変化地域の把握と解析
学位　修士（工学）

指導教官　建石隆太郎
学生氏名　平山正和
専攻名　像科学専攻
論文題名　時系列NOAA/AVHRR NDVIデータを用いた植生活動の経年変動の解析
学位　修士（工学）

指導教官	近藤昭彦
学生氏名	山本浩正
専攻名	自然科学研究科生命地球科学専攻
論文題名	関東平野における局地循環スケールでの可降水量変動分析
学位	修士（理学）

指導教官	近藤昭彦
学生氏名	フェリ　レディ　チャンドラ
専攻名	自然科学研究科生命地球科学専攻
論文題目	Integrating GPS-GIS from Customization of MapObject and Visual Basic for Environmental Applications(MapObjectとVisual Basicによる環境への応用を指向したＧＰＳとＧＩＳの統合に関する研究
学位	修士（理学）

指導教官	近藤昭彦
学生氏名	西崎貴子
専攻名	自然科学研究科生命地球科学専攻
論文題目	流域の地形・地質・気候・植生が河川流況に与える影響
学位	修士（理学）

6.3. その他の活動

6.3.1 社会教育活動

西尾文彦

講演　「雪と氷のニューフロンティア」東北大学山の会総会　2003年5月10日

講義　「南極海における海氷の検証実験と動向」北見工業大学2003年5月23日

講演　「南極の雪氷に秘められたニューフロンティアー研究の最前線のショートショート」日本山岳会　2003年7月16日

講演　「オホーツク海の海氷変動および衛星・レーダ観測の未来」北海道紋別市、2003年7月25日

講演　「南極海の海氷検証実験と温暖化の影響」チリ・マジェラン大学　2003年8月28日

流氷科学講座、北海道紋別市　2003年11月24日

講演　「オホーツク海の海氷変動および衛星・レーダ観測の未来」北海道紋別市　2003年7月25日

前田一歩園記念講演「地球秘境—南極の雪と氷の魅惑」北海道阿寒町　2003年10月21日

南極教室　東京都杉並区　2004年2月　8日

講演「南極の雪・氷から見るニューフロンティア」気象庁熊谷気象台　2004年2月19日

本郷千春

北海道開発局「衛星画像解析技術講習会」

衛星画像データを利用した土壌区分図の作成、2003.7.16～7.17、7.23～7.24

北海道開発局「土木技術上級研修Ⅰ」2003.10.24

北海道開発局「土木技術上級研修Ⅱ」2003.11.21

6.4. 社会貢献

6.4.1. 外部委員

竹内延夫

千葉県大気環境保全対策専門委員会委員

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)産業技術総合研究助成事業委員会委員

久世宏明

計測自動制御学会　リモートセンシング部会運営委員会委員

経済産業省プロジェクト（社）日本ガス協会ガス導管漏洩対策技術開発特別委員会委員

高村民雄

日本気象学会　気象集誌編集委員

千葉市環境基本計画市民懇談会委員

建石隆太郎

International Steering Committee for Global Mapping (ISCGM) WG4 Chairman

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) WG IV/8 Chairman, Congress Resolutions Committee member

日本リモートセンシング学会　副会長

日本写真測量学会　理事,編集委員長

内閣府総合科学技術会議　重点分野推進戦略専門調査会　環境研究開発推進 調査検討 プロジェクトチーム

地球観測調査検討ワーキンググループ　自然 災害・地図作成・資源探査部会および国際対応部会委員

日本学術会議　地理学研連　地図学・地理情報科学専門委員

西尾文彦

内閣府総合科学技術会議専門調査会フロンティアプロジェクト部会委員（平成14年5月まで）

国立極地研究所気水圏専門委員会委員（平成10年9月から）

地球環境財団環境研究委員（平成11年4月から）

日本雪氷学会理事（平成13年5月から）

近藤昭彦

水文・水資源学会　　総務委員

日本リモートセンシング学会　　評議委員

石山　隆

（財）資源環境観測解析センター　EOSデータ利用専門委員会専門委員

Japan-US EOS ASTER Science Team Member

（財）資源環境観測解析センター　ASTER共同研究選定専門委員会委員

（財）資源環境観測解析センター　技術専門委員会委員

日本リモートセンシング学会　　評議委員

日本沙漠学会　編集委員会委員

[7] センターの行事

7. 1. センター主催のシンポジウム

7.1.1. 国際集会

The CEReS International Symposium on Remote Sensing- Monitoring of Environmental Change in Asia

千葉大学けやき会館　平成15年12月16日-17日

この国際シンポジウムはアジアの環境問題,特に大気汚染や森林火災,森林の減少,砂漠化などの土地被覆変化,また近年起こりつつある生活用水や農業用水の不足の問題,地球温暖化による極域の氷山の急激な融解などの最新の成果が発表された。そして,これらの環境監視に人工衛星によるリモートセンシングが強力な手段であることが認識された。またそれらの環境モニタリングを継続して行う必要性が参加者の一致した意見であった。発表論文数45件,参加国数5ヶ国,外部（共同研究,外国人招待者）44名,センター教員14名,センター学生25名,千葉大学他部局8名の計91名であった。

各セッションの報告は下記の通りである。

-Session 1- Land Cover Monitoring-

招待講演を予定していた米国地質調査所（USGS)のDr. Chandra Giriが,以前の旅行に おける米国出入国管理局のパスポートへのスタンプミスのため急遽来日できなくなっ た。このため本セッションでは3編の研究が発表された。1編目はCEReSの建石による発 表で,グローバル土地被覆マッピングに関して入手可能な4種類のデータ,新たな5つ のマッピングプロジェクト,およびその傾向と特徴が解説された。また,20年間の時系列AVHRR NDVIデータによるグローバルな土地被覆変化抽出の研究が紹介された。

2編 目はCEReSの梶原による発表で,同一地点を鉛直方向とオフナディア方向で観測した可 視・近赤外バインドで定義される植生指標BSIが植生の3次元構造を反映した新たな情 報を提供することを示した。3編目は長岡科学技術大学の力丸による発表で, Landsat TMデータを用いて森林樹冠率を推定する新しい手法 Forest Canopy Density (FCD)法を提案した。（まとめ　建石）

-Keynote Address-

宇宙航空研究開発機構(JAXA)地球観測利用推進センター(EORC)のAke Rosenqvist （オーケ・ローセンクィスト）博士がJAXAで推進しているプロジェクトKyoto & Carbon Initiativeに関する基調講演を行った。

このプロジェクトはALOSの Polarimetric L-band SAR (PALSAR)データとADEOS-IIの250m GLIデータを用いて,京 都プロトコルおよびラムサール条約の実行に要求される森林,湿地に関するデータを 作成しようとするプロジェクトである。作成されるデータは陸域炭素循環科学に貢献 するのみならず,国連のMillennium DevelopmentおよびConvention to Combat Desertification (CCD)計画にも貢献することが期待できる。（まとめ　建石）

-Session 2- Hydrology and Environment

近藤が衛星データから抽出できるグローバルスケールの植生変動を示し,その要因解析のためにはグローバルとローカルの両方の視点が重要であることを示した。ローカルな視点に立つ地域研究として,宋献方(中国科学院）による中国の水資源問題に関する講演と,開發ほかによるモンゴルにおける土壌水分の役割に関する講演があった。どちらもリモートセンシングを重要な手法として位置付けており,水循環に関わる情報を衛星データから抽出する手法に関する講演が次に続いた。西田は,フラックスや水循環と密接な関係があることが認められている植生フェノロジーについて,衛星から求める重要性と問題点について述べた。沈は蒸発散の推定に際して,土壌水分が蒸発を抑制する過程を衛星データを用いて組み込むアルゴリズムについて述べた。以上の講演により,リモートセンシングが様々なスケールで環境変動を検出し,地域の水問題にも

貢献できる手法であることが確認された。（まとめ　近藤）

-Session 3-　-Sea Ice and Snow Cover-

口頭発表は,北極域,オホーツク海,南極海の海氷変動と運動をリモートセンシングで解明する話題に焦点をおいた。北極海の海氷運動と海洋力学の基礎となる海洋循環を求めるために海氷の運動から海洋循環を精度よく求めるために,マイクロ波散乱計や放射計の衛星データから求めるが,最近のAMSR（マイクロ波放射計）による海氷運動はほぼ,1～5日毎に詳細に精度よく求めることができるようになった。北極海の海洋循環の研究に大きな貢献をすることが述べられた。

オホーツク海の衛星による研究で,海氷の密接度,運動,海氷の厚さ,特定の地域の海氷流動の流氷量を求めることができ,オホーツク海の海氷と大気・海洋・海氷変動と温暖化の関連を詳細に検討することができるようになった。

北極海の海氷の変動は,最近,20年でほぼ10年で7%ほどの海氷域の減少が起こっており,1990年代になって,その減少率は著しい。一方,南極大陸周辺の南極海の海氷の変動には,大きな減少が見い出されていない。しかし,南極半島の西側のベリングスハウゼン海では,北極海と似た減少を示し,10年間で11%もの海氷域が減少しているところが見い出されている。この地域で,日本と米国・NASAとの衛星での検証実験観測が共同で始まったことの報告があった。

日本とオーストラリアと共同で,南極海での海氷の衛星による検証実験の報告がおこなわれ,新しい衛星センサー（AMSR）による海氷パラメーターの高精度化の方法が述べられた。

ポスター発表では,ADEOS2のGLIセンサーによる,積雪域での,積雪粒子分布および積雪内の汚れ濃度の検知の新しいアルゴリズムが提案されており,取得画像からの分布の作成の報告が行われた。今後の検証が重要である。また,海氷のリモートセンシングにおいて,多くの衛星センサーの応用と同時に,高度の異なるセンサーによる海氷パラメータの検出を試みた報告がなされた。

南極・昭和基地周辺の海氷変動が,海氷上の積雪のの多い少ないの10年程度の変動と強い関連があることが,つまり,10年変動が報告された。インターフェロメトリーによる,南極氷床（隕石などが発見されている"やまと隕石氷原"）の運動を1cm変動までを検出でき,画期的な結果を得た。（まとめ　西尾）

-Session 4-　Marine Primary Production

このセッションでは,海洋の基礎生産力の把握とモデル化について報告し,議論を行った。北海道区水産研究所の葛西から,「北海道東方海域における基礎生産力の季節変動」と題し,13Cをトレーサーとして用いる基礎生産力計測手法の紹介と問題点について報告するとともに,三陸沖及びオホーツク海の観測結果について季節変動の報告を行った。基礎生産力変動へ貢献する因子と培養の注意点について議論した。海洋科学技術センターの浅沼から,「時間及び深度積分型の基礎生産力モデル」と題し,衛星により観測されるクロロフィル-a濃度を変数とする光合成深度分布及びクロロフィル-a濃度深度分布の経験式と,炭素同化効率の経験式とを組み合わせた基礎生産力モデルの現状について報告をした。拡散消散係数とクロロフィル-a濃度の関連,また,炭素同化効率の温度依存性について議論した。（まとめ　浅沼）

-Session 5-　Aerosol Monitoring and Radiation Transfer

海外招待者による講演2件,プロジェクト研究に関する講演1件,および一般の口頭発表が3件行われた。ドイツGKSSのR. Hollmannは,ScaRaBおよびGERBミッションの短波・長波データについての相互校正,大気モデルとの比較について述べ,中国安徽光学精密機械研究所のJun Zhouは,最近までのアジア黄砂についてのライダー測定結果について議論した。そのほか,火山噴煙の光学的な連続監視,都市域・海域を含む衛星データからのエアロゾル分布導出,ラマンライダーなど各種ライダーの同時計測による大気状態の解明などについ

ての講演があった。2日目の最終セッションであったが,多くの参加者があり,大気リモートセンシングについて最新の知見の交換が行われた。（まとめ　久世）

Program

December 16

9:00 - 10:00　Registration

10:00 - 10:10　Opening Address

Director, Prof. Tamio Takamura

10:10 - 11:10

Keynote Address

Supporting multi-national environmental conventions and terrestrial carbon cycle science by remote sensing

Å. Rosenqvist, M. Shimada, T. Igarashi, M. Watanabe, T. Tadono and H. Yamamoto

(Japan Aerospace Exploration Agency)

11:10 - 12:40　(Session 1)

Land Cover Monitoring　(Chair: Ryutaro Tateishi)

1-1. Global and regional land cover characterization and mapping (Invited)

Chandra Giri, Zhiliang Zhu, Thomas Loveland (USGS)

1-2. Global land cover mapping and change monitoring

Ryutaro Tateishi (Chiba University)

1-3. Land cover monitoring using multi-angle observation data.

Yoshiaki Honda, Koji Kajiwara (Chiba University)

1-4. Development of forest cover density mapping methodology

Atsushi Rikimaru (Nagaoka University of Technology), Ryutaro Tateishi (Chiba University)

13:40 - 14:40　Poster Session A

PA1. Development and operation of interoperable system for earth observation satellite image and spatial data in Asia

Shinobu Kawahito, Akihiko Kondoh*, Osamu Ochiai, Tomotaka Sekiya（RESTEC, *Chiba University)

PA2. Synergetic use of SPOT/Landsat and IKONOS data for terrace rice fields monitoring.

Nobuyuki Mino（Himeji Institute of Technology)

PA3. Ground surface conditions of some oases surrounding the Taklimakan Desert

Takashi Ishiyama (Chiba University), Shinji. Fujikawa, Kazumichi. Ohkawa and Sotaro Tanaka (GEOTECHNOS Co.Ltd)

PA4. Spectral observations for estimating the yield and quality of rice, and studies on optimal amount of fertilizer at panicle forming stage of rice

Kenshi Kanemoto（Hiroshima Prefectural Agriculture Research Center)

PA5. Influence of land use and land cover change due to urbanization on hydrological environments: a case study

Yanjun Shen (Chiba University)

PA6. Land cover classification in Asia using near and short wave infrared bands of SPOT / VGT data

Hiroshi P. Sato (Geographical Survey Institute), Ryutaro Tateishi and Lisa Lai

PA7. Crop production monitoring by a photosynthesis-based index using meteorological data and NDVI
Daijiro Kaneko (Matsue National College of Technology)
PA8. Seasonal variabilities in vegetation activities and surface moisture status (SMS) over east China by both AVHRR and MODIS.
Atsushi Higuchi (Nagoya University) and Akihiko Kondoh (Chiba University)
PA9. Rice production of different cultural system with crop estimate by digital camera image
Tatsuo Asai and Isao Iwagaki (Shizuoka University)
PA10. Detection of vegetation change possibly induced by global warming with special reference to forest-tundra ecotone of the northern Yukon Territory, Canada
S. Kojima (Tokyo Woman's Cristian University), N. Kambayashi (RESTEC) and A. Kondoh (Chiba University)
PA11. Retrieval of snow physical parameters with consideration of underlying vegetation
Teruo Aoki (Meteorological Research Institute), Masahiro Hori (JAXA)
PA12. Multi-information by satellite sea ice observation in the Okhotsk
H. Enomoto (Kitami Institute of Technology)
PA13. Study on detecting thin sea ice area from satellite images
Kohei Cho, Yoshimi Yano, Miyuki Sasagawa, Norimi Takeda, Yoshihide Obora, Haruhisa Shimoda (Tokai University)
PA14. A study on sea ice and glaciers variation in Lutzow-Holmbukta, Antarctica, with satellite data
Shuki Ushio, Teruo Furukawa (National Inst. of Polar Research) and Fumihiko Nishio (Chiba University)
PA15. Remote sensing, GIS and Public Health
Hiroki Sugimori (St. Marianna University)
PA16. Distribution, biodiversity and long-term changes of seagrass beds in Okinawa Island: Effects of terrestrial ecosystems
Chika Ishibashi, Akihiko Kondoh and Masahiro Nakaoka (Chiba University)
PA17. Development of forest cover density mapping methodology
Atsushi Rikimaru (Nagaoka University of Technology), Ryutaro Tateishi (Chiba University)
PA18. Livestock mapping in Mongolia using satellite and statistical data
Renchin Tsolmon (National University of Mongolia), R.Tateishi and Ts .Enkhzaya (Chiba University)
PA19. Development of new method for field survey of stand parameters on mangrove forest
Kazuhiro Sato (Ryukyu University) and Ryutaro Tateishi (Chiba University)

14:40 - 16:10 (Session 2)
Hydrology and Environment (Chair: Akihiko Kondoh)
2-1. Vegetation and land cover change detection by global remote sensing and its causal analyses
Akihiko Kondoh (Chiba University)
2-2. A Study of water cycle and water resources security using isotopic and remote sensing technologies in North China plain (Invited)
Song Xianfang (Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS)
2-3. Role of soil water in the subsurface water resources of the semi-arid region
Ichirow Kaihotsu (Hiroshima Univ.), Tsutomu Yamanaka (Univ. of Tsukuba), Masahiro Hirata (Kyoto Univ.), Kanako Muramatsu (Nara Women's Univ.), Kazato Oishi(Kyoto Univ.), Yan Xiong(Nara Women's Univ.),

Akihiko Kondoh (Chiba Univ.) and Toshio Koike (Univ. of Tokyo)
2-4. Local phenology makes troubles in remote sensing of global vegetation dynamics
Kenlo Nishida (University of Tsukuba)
2-5. An algorithm for estimating regional evaporation and transpiration using remote sensing data.
Yanjun Shen, Akihiko Kondoh (Chiba University)
Break

16:30 - 18:00 (Session 3)
Sea Ice and Snow Cover (Chair: Fumihiko Nishio)
3-1. Applications of sea-ice motion and deformation derived from Quickscat & AMSDR-E data. (Invited)
Antony K. Liu (Ocean and Ice Branch, NASA/GSFC)
3-2. Multi-information by satellite sea ice observation in the Okhotsk
Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology)
3-3. Antarctic sea ice study from Space and validations derived from AMSR/ADEOS2 & AMSR-E/EOS/Aqua.
Fumihiko Nishio (Chiba University), Josefino C. Comiso(Ocean and Ice Branch, NASA/GSFC) and Masashige Nakayama (EORC/JAXA)
3-4. Antarctic remote ice sensing experiments with Australian Antarctic Research Expedition in 2003.
Atsushi Muto, Fumihiko Nishio (Chiba University) and H. Enomoto (Kitami Institute of Technology)

18:20 - 19:30 Reception (Sho-in Kaikan)

December 17
10:30 - 12:00 (Session 4)
Marine Primary Production (Chair: Ichio Asanuma)
4-1. Seasonal variation in primary production in the region off eastern Hokkaido, Japan
Hiromi Kasai (Hokkaido National Fisheries Research Institute)
4-2. PAR dependent time and depth resolved primary productivity model
Ichio Asanuma (JAMSTEC)
4-3. A comparison of the seasonality and interannual variability of phytoplankton biomass and productivity in the western and eastern subarctic Pacific using multi-sensor satellite data
Kosei Sasaoka (JAXA)
Lunch

13:00 - 14:00 Poster Session B
PB1. Retrieval of aerosol optical parameters from satellite image data over lands
Y. Kawata, H. Fukui and K. Takemata (Kanazawa Institute of Technology)
PB2. Relation between the automatic alignment PAL lidar data and air pollution monitoring data.
S. Naito, J. Okazaki, A. Someya (Chiba Prefectural Environmental Research Center), Nofel Lagrosas, Y. Yoshii, H. and N. Takeuchi (Chiba University)
PB3. A simplifying method for the transmittance calculation based on a Fourier-transformed Voigt function considering the instrument function

Hirokazu Kobayashi, Akiro Shimota (Central Res. Inst. of Electrical Power Industry)

PB4. Retrieval of aerosol optical properties from the relation between satellite imagery and ground truth data over farmland in Okhotsk area

Koji Asakuma (Tokyo University of Agriculture)

PB5. Observation of dust, smoke, and urban aerosols with multi-wavelength Raman lidar in Tokyo

T. Murayama and K. Wada (Tokyo Univ. of Marine Science & Technology)

PB6. A study on quantitative analyses of aerosol optical properties based on lidar measurements

M. Yabuki, M. Shiobara (National Inst. of Polar Research), H. Kuze, and N. Takeuchi (Chiba University)

PB7. Development of the satellite image database (SIDaB) for agriculture, forestry and fisheries research

Genya Saito, Shigeo Ogawa (National Institute for Rural Engineering) , Izumi Nagatani, Nobuhiro Nishida (The Computer Center for Agriculture, Forestry and Fisheries Research)

PB8. Comparison between monthly mean precipitation as estimated from TRMM precipitation rader observations and from rain gauge data

Naoto Iwasaka and Makoto Sato (Tokyo Univ. Of Marine Science & Technology)

PB9. Latitudinal distribution of solar radiation under clear and cloudy skies on the territory of mongolia

Tugjsuren Nasurt (Mongolian University of Science and Technology)

PB10. Investigation of aerosol pollution of the atmosphere in mongolian grain farm region and capital city Ulaanbaatar

Tugjsuren Nasurtand (Mongolian University of Science and Technology) and Tamio Takamura (Chiba University)

PB11. Ground and satellite monitoring of volcanic aerosols in visible and infrared bands

K. Kinoshita, C.Kanagaki, A. Minaka, S. Tsuchida, T. Matsui, A. Tupper*, H.Yakiwara and N. Iino (Kagoshima University,*Darwin VAAC)

PB12. Cross-validation of ocean color and sea surface spectral reflectance in the western equatorial Pacific Ocean

Katsutoshi Kozai (Kobe University)

PB13. Performance of the developed 95GHz FM-CW cloud profiling rader

Toshiaki Takano, Yumiro Suga, Ken-ichi Akita,Youhei Kawamura, Hiroshi Kubo (Chiba University), Hiroshi Kumagai (Communications Research Laboratory),Tamio Takamura (Chiba University), Yuji Nakanishi (SciTech), and Teruyuki Nakajima (University of Tokyo)

PB14. Validation experiment for satellite remote sensing of cloud parameters: shipboard observation of YAMASE clouds"

Shoji Asano, Masaya Kojima, Yukio Yoshida (Tohoku University), and Tamio Takamura (Chiba University)

PB15. Analysis of convective activity over the South Asia using geostational satellites

Nobuo Yamazaki (Meteorological Res. Inst.)

PB16. Observation of ice sheet and glacier movement in the Antarctica by JERS-1 SAR interferometry

Hiroshi Kimura, Takashi Kanamori (Gifu University), Hiroyuki Wakabayashi (JAXA), and Fumihiko Nishio (Chiba University)

PB17. Retrieval of precipitable water using near infrared satellite remote sensing data.

Makoto Kuji (Nara Women's University) and Akihiro Uchiyama (Meteorological Research Institute)

PB18. An attempt to detect earthquake-related Ionospheric disturbances with the use of GPS data

Katsumi Hattori, Masashi Kamogawa, Nobuhiro Isezaki (Chiba University)

14:00 - 16:00 (Session 5)

Aerosol monitoring and radiation transfer (Chair: Hiroaki Kuze)

5-1. TOA and surface radiation budget from satellites: Current developments & perspectives (Invited) (25min)

Rainer Hollmann (Institute for Coastal Research, Germany)

5-2. Lidar measurements of stratospheric aerosol over Hefei, China during 2000-2003 (Invited) (25min)

Jun Zhou (Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics)

5-3. Retrieval of aerosol optical parameters from satellite image data over lands (25min)

Y. Kawata, H. Fukui and K. Takemata (Kanazawa Institute of Technology)

5-4. Observation of dust, smoke, and urban aerosols with multi-wavelength Raman lidar in Tokyo (15min)

T. Murayama and K. Wada (Tokyo University of Marine Science and Technology)

5-5. Ground and satellite monitoring of volcanic aerosols in visible and infrared bands (15min)

K. Kinoshita, C.Kanagaki, A. Minaka, S. Tsuchida, T. Matsui, A. Tupper*, H.Yakiwara and N. Iino (Kagoshima University,*Darwin VAAC)

5-6. Atmospheric correction of satellite data over Chiba area (15min)

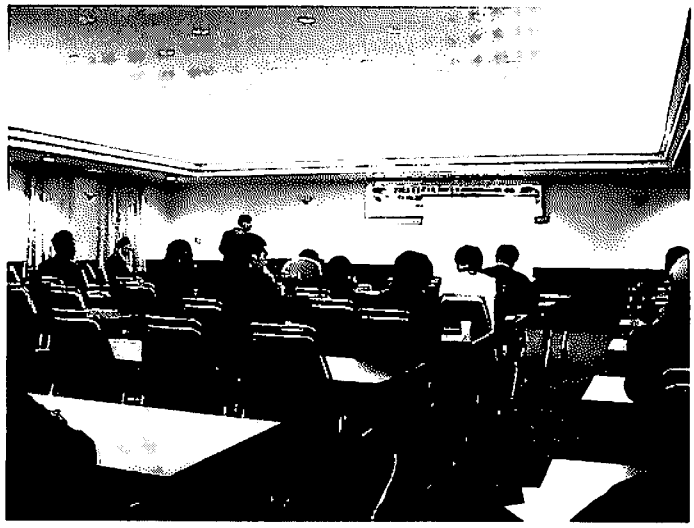
H. Kuze, M. Minomura, Y. Furusawa, Y. Todate and N. Takeuchi (Chiba University)

16:0 0 - 16:10

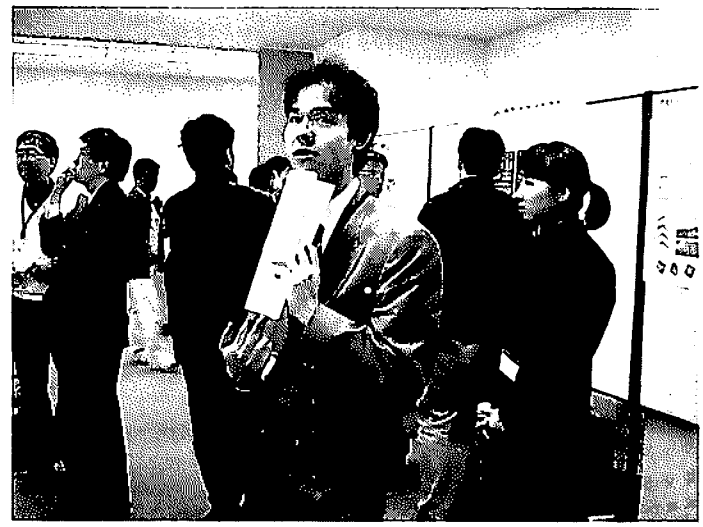
Closing address

Prof. Fumihiko Nishio

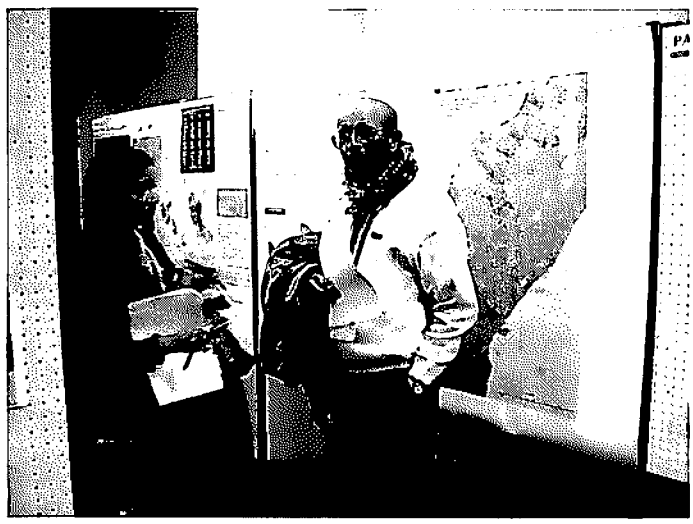
The CEReS International Symposium on Remote Sensing
- Monitoring of Environmental Change in Asia-



Session 1 Land Cover Monitoring



Poster Session A



Poster Session A

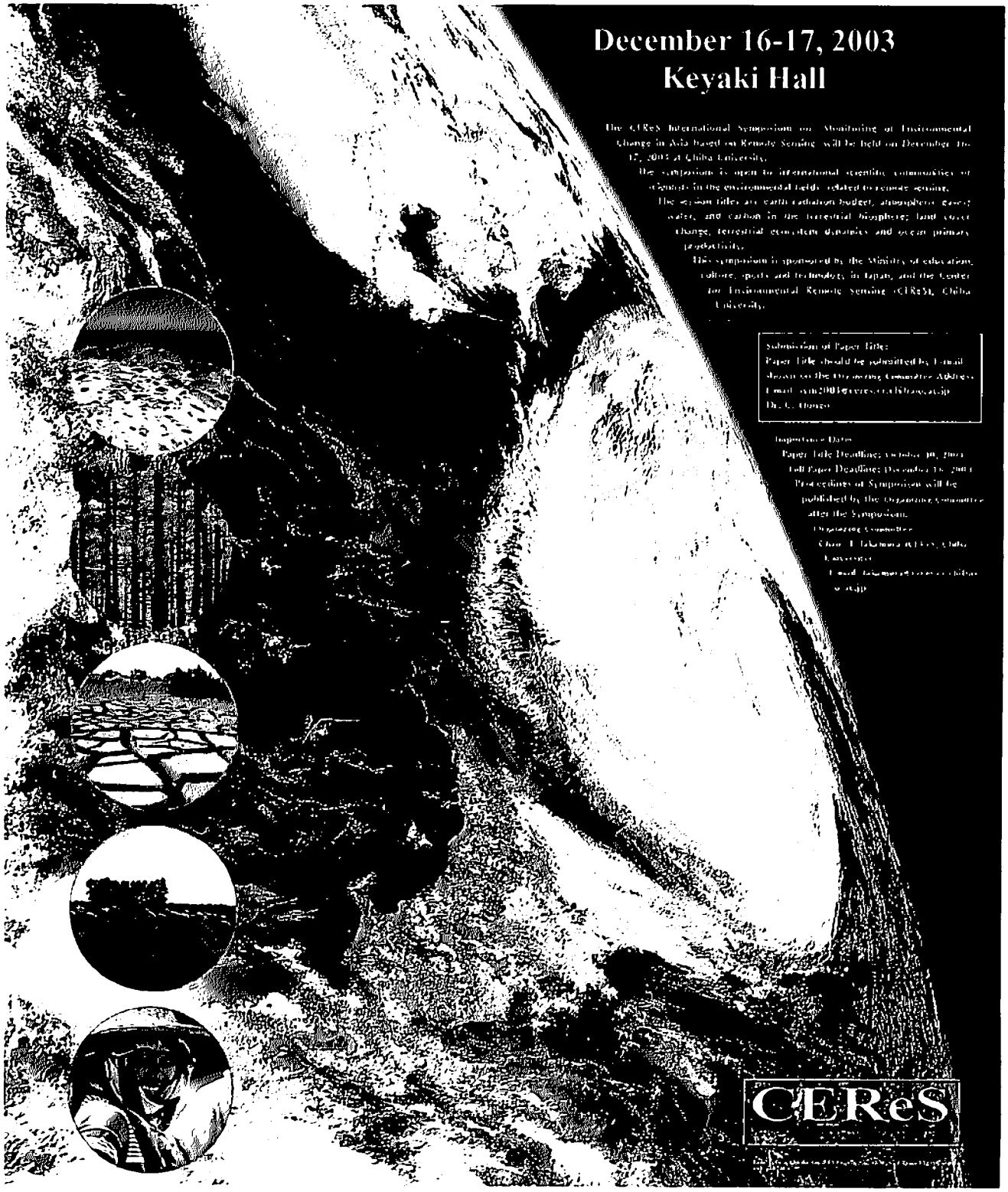
国際シンポジウム会場
けやき会館

THE CEReS INTERNATIONAL SYMPOSIUM

"Monitoring of Environmental Change in Asia based on Remote Sensing"

(with The 6th CEReS Symposium on Remote sensing for Environment)

(併催　第6回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム)



7.2. センター主催の研究会（CEReS共同利用研究会）

7.2.1.「第3回新疆ウイグル研究会・中国新疆ウイグルの環境変動」2003年11月7日

（オーガナイザ　石山　隆）

新疆ウイグルは文系から理系にまたがる基礎科学研究の対象として,またダストストームの発生,土壌の塩分集積,荒漠化といったような生活環境研究の対象として極めて重要,かつ興味ある地域である。

会議前半は長年,新疆ウイグルにおいて調査,研究を行っている4人の研究者による研究発表があった。吉野（国連大学）はタクラマカン沙漠のオアシスの慢性的な水不足と,逆に洪水災害が大きいことを,現地における聞き取り調査と豊富な統計データによって発表した。アブド　サラム（北大）はタリム河の水環境問題の危機的状況と,地域の持続的発展には地域特性をふまえた水土利用管理が必要不可欠であることを力説した。金子はロプ・ノール旧湖床の自然環境を現地調査と20世紀初期に書かれた文献とを照らしあわせ,その周辺の環境変動について詳細に説明した。石山（千葉大学）はタリム盆地のオアシス周辺の地表状態を人工衛星データの解析結果について講演した。タクリマカン沙漠のオアシスの面積について北縁に比較して南縁では一般にオアシスが小さいこと,および未利用地が多いことを植生指数の解析結果から,また北縁では天山山脈からの河川の数と水量が南縁に比較して大きなオアシスの存在を可能にしているが,それは水系を形成する積雪分布域が,一般に崑崙山脈系より天山山脈系の面積が大きいことに依存していることを指摘した。

後半はパネル討論として「乾燥地の水問題」を取り上げた。新疆ウイグル自治区と,中近東のオマーン,北アフリカのモロッコのカナートについて5人の専門家によって,その過去・現在・未来について討論した。カナートの経済性と水管理体制の問題点から持続が困難であるという現状について,特に議論された。参加者は50名であった。なお,本研究では「第3回新疆ウイグル研究会論文集」を発行した。希望者は石山まで。

プログラム

1.「タクラマカン沙漠のオアシスにおける農民の水利用,土地利用について」

吉野正敏（国際連合大学）

2.「新疆ウイグル自治区タリム川流域の水土保全」

アブド サラム（北大農学部）

3.「ロプ・ノールの旧湖床の自然環境と相貌」

金子民雄（中央アジア史家）

4.「人工衛星から観測したタリム盆地オアシス周辺の地表状態」

石山　隆（千葉大学）

5.パネル討論

乾燥地の水問題「カナートーその過去・現在・未来ー」

「カナート,その過去・現在・未来」

新藤静夫（千葉大学）

「Corona衛星写真から乾燥地域の地下式灌漑水路を探る」

相馬秀廣（奈良女子大学文学部）

「Daudi Aflaj: the Qanats of Oman」

Abdullah Al-Ghafri（北大農学部）

「モロッコのハッターラ・カナート」

大島圭子（大東文化大学大学院）

「カナートが達成した水利技術及びこれからの課題」

牛木久雄（国際協力事業団）

6. 総合討論：新疆ウイグルの環境問題
（参加者全員）

7.2.2.　「空間情報実利用研究会」
（コーディネーター　本郷千春）
農林水産分野において衛星データやGISによるセンシング技術が次世代農業の ツールとして注目されるようになり,全国各地の地方自治体やJAなどにおいてその 事業化についての検討が行われている。しかし,先行事業の情報がほとんど公開され ていないこと等により,事業化に必要な情報を得るために苦労している現状がある。 そこで,空間情報を実利用するための勉強会と情報交換の場を提供することを主旨と して,2003年12月16日に千葉大学CEReSにおいて研究会を実施した。

（プログラム）
1.「主旨説明」
本郷千春（千葉大学）
2.「地域の特性を知るーペドロジストから見たリモートセンシングー」
丹羽勝久（株・ズコーシャ総合科学研究所）
3.「兵庫県の森林林業行政におけるGISとリモートセンシング」
乾　雅晴（兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター）
4.「耕地情報システム構築に取り組むにあたって」
平山明夫（新潟県神林村産業課）・田辺茂郷（新潟県岩船農業改良普及センター）
5.「空間情報を活用した水田環境モニタリング」
美濃伸之（姫路工業大学）
6.「GISの事例紹介～耕地情報システムと公有財産システム」
横堀　潤（株・ズコーシャ総合科学研究所）
7.「北海道開発局の取り組みについてー土地改良調査計画へのリモートセンシングの活用ー」
染井順一郎（北海道開発局農業水産部農業調査課）
8.「農林業分野で求められる衛星のスペックとは？」
黒木幹雄（日立製作所空間情報事業統括センター）

[8] 主要研究設備

8.1. 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、表示チャネルの設定等をコントロールする。

8.2. 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ー、ディ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

8.3. 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://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/)。

8.4. 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、8mm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。

8.5. 大容量環境データアーカイブシステム

人工衛星により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ージメントソフトウエアを搭載する。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、ドメイン内で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。

8.6. 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 8mm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、28GBHDD、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(Unity1200XLO-JCD-ROM書込装置 YAMAHA CDE100HA)、処理端末：PowerMac 7700/AV ×4

8.7. 地理情報解析室

リモートセンシングデータを含む多様な空間情報の解析を目的として2002年度より工学系総合研究棟8階に開設された。主要な解析ソフトウエアとしてER Mapper（画像解析システム）、ArcGIS, ArcView, MapInfor(GIS)、を配備しているほか、国土数値情報をはじめとする国土に関する情報、ランドサットＴＭをはじめとする高空間分解能衛星データを準備している。データセンターとしても機能しており、一部のデータについてはインターネットを介して公開している。機器の利用は共同利用研究として行うことができる。

8.8. 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。

8.9. 分光放射計・分光光度計

1. 分光放射計

(a) 可視近赤外分光放射計 Analytical Spectral Devices Inc. 製

FieldSpec：FR:350-2500nm、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: 5degree 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)

(b)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

(c) 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（2～14μm）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ンドトゥルー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。

(d) 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なし。

2. 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) 通常の透過スペクトル

(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。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。

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

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

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

シングルビームフーリエ変換型

(1) 通常の透過スペクトル

a) 錠剤

b) 液体

c) 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)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

(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、 拡散反射で良い場合には、 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)参照と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。

8.10. 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

8.11. 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。

8.12. Land Masterシステム

本システムはグラ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（受け入れ件数）
校費・旅費・施設整備費	117,414	
奨学交付金	13,524	7件
受託研究費	9,646	4件
民間等との共同研究費	29,577	13件
科学研究費補助金	20,890	9件
合　　計	191,051	

9.2　職員名簿

<table>
<tr><td colspan="2">センター長　　高村民雄</td></tr>
<tr><td>センサ／大気放射研究部門</td><td>データベース研究部門</td></tr>
<tr><td>（センサ研究分野）
教　授　竹内延夫
助教授　久世宏明

（大気放射研究分野）
教　授　高村民雄</td><td rowspan="2">（環境データベース研究分野）
助教授　近藤昭彦
講　師　梶原康司

（地理情報処理研究分野）
教　授　西尾文彦

（データベース基礎研究分野・客員）
教　授　田中　佐
助教授　須崎純一</td></tr>
<tr><td>地球環境情報解析研究部門</td></tr>
<tr><td>（植生モニタリング分野）
教　授　杉森康宏
助教授　本多嘉明

（環境情報解析分野）
教　授　三輪卓司
助教授　建石隆太郎</td><td>データベース開発運用部

講　師　　岡山　浩
助　手　　石山　隆
助　手　　本郷千春
助　手　　品川徳秀
技　官　　池田　卓</td></tr>
</table>

9.3. 運営協議会の記録

（概要）

1. 平成16年1月

議事

平成16年度共同利用研究募集要項（案）について

持ち回り審議により決定

平成15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協議会委員名簿

平成15年4月1日現在

役　職	氏　名	所　属・職　名
委員長	髙村民雄	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	住　明正	東京大学気候システム研究センター長
委　員	髙木幹雄	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	和田英太郎	総合地球環境学研究所教授
委　員	伊勢崎修弘	理学部教授
委　員	島倉　信	総合メディア基盤センター長
委　員	矢口博久	工学部教授
委　員	本條　毅	園芸学部教授
委　員	竹内延夫	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	同上
委　員	三輪卓司	同上
委　員	西尾文彦	同上

千葉大学　環境リモートセンシング研究センター
平成15（2003）年度 年報（第9号）

2004年8月発行

編集　CEReS広報委員会

〒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
URL http://wwwsv.cr.chiba-u.ac.jp/

印刷 （株）正文社