

[9] 研究設備

9.1. 電波無響室

平成 20 年 2 月 15 日に環境リモートセンシング研究センターマイクロ波リモートセンシング研究室（ヨサファット研）に電波無響室が完成しました。この設備は周波数 1 GHz から 40 GHz まで使用可能で、合成開口レーダ（SAR）をはじめ、マイクロ波の電波伝搬と散乱の実験などに応用する予定です。この設備の寸法は幅 4.0m×長 6.6m×高 2.4m で、また吸収特性は 35 dB 以上です。

マイクロ波リモートセンシングにおける様々な実験を支援するために、今年度にネットワークアナライザ、マイクロ波回路・基板加工装置、高精度回転台、デジタルオシロなども整備しました。また、合成開口レーダの開発に必要な不可欠なマイクロ波回路とアンテナを開発するために、モーメント法（MoM）、有限要素法（FEM）などを使用した高周波回路・アンテナ設計用のソフトウェアも整備しました。

これらの設備は現在飛行機（無人飛行機 UAV を含む）とマイクロ衛星搭載用の合成開口レーダの開発に使用しています。また、当センターの全国共同利用研究でも多いに活用し、全国の研究者と共同して、合成開口レーダ、マイクロ波放射計・散乱計、道路凍結監視センサなどであるマイクロ波における様々なセンサの開発に使用します。



マイクロ波リモートセンシング研究用電波無響室

9.2. 超マルチチャンネルデータ表示解析システム

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

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

- (1) マルチビジョン型液晶表示装置（30 面：6 列×5 行）
- (2) 表示装置直結型計算機（30 台の PC を各液晶ディスプレイに直結）
- (3) 表示制御計算機
- (4) データサーバ計算機
- (5) ネットワーク装置ユーザは表示したいデータをデータサーバ計算機にダウンロードし、表示制御計算機の GUI ソフトウェアによって、表示装置直結型計算機へのデータのブロードキャスト送信、表示位置の設定、表示チャンネルの設定等をコントロールする。

9.3. 大気状態高精度解析システム

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

(1) 大気状態観測装置

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

(2) システム検定装置

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

(3) 大気状態集積装置

データ収集・解析用計算機、データ記憶装置

9.4. 衛星データ受信及び解析システム

本システムは静止気象衛星 GMS (ひまわり) および米国の海洋大気庁が運用する極軌道気象衛星 NOAA の受信・解析装置および受信衛星データ解析処理記憶装置より構成され、アンテナより受信されたデータを自動的に一次処理し、記憶装置に保存する。本装置は GMS については毎時、NOAA については1日3~4回受信し、受信データの映像化処理およびいくつかの物理量への変換処理を自動的に行う。そして、受信された未処理データと処理後のデータは、平成8年度に導入された「大容量環境データアーカイブシステム」へ自動的に転送され、大容量のテープへ保存される。NOAA の受信範囲は西側ではバイカル湖やチベットの東端、北はカムチャッカ半島、南は南シナ海までをカバーしている。システムの構成と受信データの流れを概説する。受信アンテナで衛星からの信号が受信され、受信されたデータは当センターにある解析室内のダウンコンバータを経由してデータ処理用のワークステーションへ入力され、画像化される。画像化されたデータは輝度値・アルベドあるいは表面温度などの物理量へ変換され、さらにそれらは地図座標へマッピングされる。一連の処理済みデータはデータ解析用のワークステーションへ転送される。ここでは、必要ならば受信後間もない衛星データを直ちに解析することも可能である。いったん解析用ワークステーションへ転送されたデータは、定期的に「大容量環境データアーカイブシステム」へ転送され保存される。以上の処理の流れは、一部を除いてほぼ自動的に行うことが可能である。学内外の利用者が本装置で受信・解析され保存されたデータを利用できるよう、カタログデータベースを Web 上で検索可能なシステムが構築されている (<http://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/>)。

9.5. 衛星データ加工演算システム

センターでは「衛星データ受信・解析装置」で受信・一次加工した衛星データを、「大容量アーカイブシステム」に自動保存している。さらに、センター以外で受信された膨大な量の衛星データを加工した時系列全

球データセットも同システムに保存している。これらのデータは、高次の解析データではなく環境解析のための素材として位置づけられる。一方、センター概設の高度隔測情報処理装置においては、広域の時系列データセットに対して適応可能な、高度な解析アルゴリズムが開発されている。衛星データ加工演算システムは、この解析アルゴリズムを適用し、広域の時系列データを一貫して処理する目的で導入された。これにより、広範な種類のアーカイブデータについて、様々な要求に合致した処理が行える。さらに、本システムを通じ、学内外の研究者が処理データや受信データを既設のネットワークを介して利用することが可能となった。本システムは、以下の3つの装置で構成されている。

(1) 並列演算処理サーバ：高度な解析アルゴリズムを用いた演算負荷の大きな部分の処理を高速演算機能を用いて行う。Ultra SPARC- (II)、主記憶 4GB、9.1GB HDD、DLT ドライブ、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。

9.6. 大容量環境データアーカイブシステム

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

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

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

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

(4) ネットワークシステム 本システムは、100BASE/TX による高速ネットワークでドメインを形成し、ドメイン内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。

9.7. 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ェアとして ER Mapper（画像解析システム）、ArcGIS、ArcView、Map-Infor（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。

9.8. 大気補正用地上設置ライダー

ライダー（Lidar, Light Detection And Ranging, 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。

10.9. 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) 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トゥールスデータの取得に最適な測器である。様々な物質の放射率のデータベース作成、放射率の違いを利用した植生と土壌の熱赤外リモートセンシングに関する基礎実験、等に利用されている。

(c) 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。

(d) 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

9.10. 気象情報受信システム

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

9.10. Land Master システム

本システムはグラントゥール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トゥールス画像を相互に交換することも可能である。

[10] 2007 年度計算機データベース運用報告

10.1. 概要

環境リモートセンシング研究センター(CEReS, 以下 CEReS)は設立当初から衛星データ供給機能を持つべ