

# 基礎からわかるリモートセンシング

日本リモートセンシング学会 編

## まえがき

地球観測衛星 Landsat-1 が打ち上げられた 1972 年以来、リモートセンシングは新しい技術として世界に広まり、様々な分野で用いられてきた。例えば、天気予報、漁場予測、資源探査、収穫量予測、森林管理、災害状況把握など社会活動に直接的に関係するような分野で用いられてきている。また、1980 年代以降、温暖化をはじめとする地球環境問題が一般人にも認識されるようになり、環境変動がどのような要因とメカニズムで起こるかを研究する科学の重要性が増してきた。このような科学研究において、リモートセンシングは地球表層(大気、陸域、海洋)の広い領域での環境の状態とその変化に関する情報を得るための強力な手段として必要不可欠な手段となってきた。

リモートセンシングに関する書物は現在まで数多く出版されているが、大学の講義に使える初心者用の教科書はなかった。本書は大学または大学院において初めてリモートセンシングを学ぶ学生を対象とした教科書である。日本リモートセンシング学会が本書の出版を企画したきっかけは、2008 年にリモートセンシングの発展のために何をなすべきかを学会の理事会において議論したことに始まる。このとき、リモートセンシングの講義に使える教科書が必要との意見が出された。これを受けて本書を編集すべく 2009 年に学会内に教科書編集委員会が設置された。本書は日本リモートセンシング学会が総力を挙げて編集したリモートセンシング教科書の決定版といえる。

## もくじ

- 第 1 章 リモートセンシングとは
  - 1.1 リモートセンシングとは何か
  - 1.2 リモートセンシングの歴史
  - 1.3 リモートセンシングのタイプ
  - 1.4 デジタル画像
- 第 2 章 大気への応用
  - 2.1 雲と降雨、エアロゾルの観測
    - 2.1.1 雲の観測
    - 2.1.2 降雨の観測

- 2.1.3 エアロゾルの観測
- 2.1.4 ライダーによる大気観測
- 2.2 成層圏オゾンの観測
- 2.3 温室効果ガスおよびそのほかの大気中微量成分や気温の観測
  - 2.3.1 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの意義
  - 2.3.2 短波長赤外域における温室効果ガスリモートセンシングの原理
  - 2.2.3 衛星による温室効果ガスリモートセンシングの例
  - 2.3.4 熱赤外域リモートセンシングによる大気サウンディング
- 2.4 気象業務におけるリモートセンシングの利用
- 第3章 陸域への応用
  - 3.1 土地利用・土地被覆
  - 3.2 DEM・地図
  - 3.3 都市の熱環境
  - 3.4 災害
  - 3.5 農業
  - 3.6 自然環境
  - 3.7 森林・林業
  - 3.8 水収支・熱収支
  - 3.9 砂漠化
  - 3.10 資源調査
  - 3.11 氷河・氷河湖
- 第4章 水域への応用
  - 4.1 水質・海色
    - 4.1.1 水質と分光特性
    - 4.1.2 沿岸域・湖沼
    - 4.1.3 外洋
    - 4.1.4 油汚染
  - 4.2 海面水温
    - 4.2.1 海面からの熱放射
    - 4.2.2 海面水温推定のための大気補正
    - 4.2.3 沿岸域と外洋域への応用
  - 4.3 サンゴ礁・藻場・水生生物
    - 4.3.1 海底のリモートセンシングの基本と水深推定
    - 4.3.2 サンゴ礁・藻場
    - 4.3.3 水生生物
  - 4.4 マイクロ波による外洋の観測
    - 4.4.1 海水
    - 4.4.2 海上風と波浪
    - 4.4.3 海面高度と表層海流
    - 4.4.4 海面塩分
  - 4.5 水産業における利用
    - 4.5.1 海面漁業への応用
    - 4.5.2 海面増養殖業への応用
- 第5章 放射と反射
  - 5.1 電磁波の特徴
  - 5.2 熱放射とプランクの放射則
  - 5.3 物質表面における電磁波の反射
  - 5.4 分光反射率
  - 5.5 大気の散乱と吸収

- 第6章 プラットフォーム
  - 6.1 プラットフォームの概要
    - 6.1.1 プラットフォームとは
    - 6.1.2 プラットフォームの高度
  - 6.2 人工衛星
    - 6.2.1 人工衛星システム
    - 6.2.2 軌道
  - 6.3 航空機
    - 6.3.1 航空機の種類と特性
    - 6.3.2 航空機の運航計画
    - 6.3.3 航空機の位置姿勢測定
  - 6.4 そのほかのプラットフォーム
    - 6.4.1 成層圏プラットフォーム
    - 6.4.2 UAV
    - 6.4.3 車両
    - 6.4.4 船舶
- 第7章 センサ
  - 7.1 センサの体系
  - 7.2 センサの原理
    - 7.2.1 光学センサの原理
    - 7.2.2 マイクロ波センサの原理
  - 7.3 センサの特性
    - 7.3.1 光学センサの特性
    - 7.3.2 マイクロ波センサの特性
  - 7.4 センサの代表例
    - 7.4.1 光学センサの代表例
    - 7.4.2 マイクロ波センサの代表例
- 第8章 データの取得と処理
  - 8.1 ミッションの計画と運用
    - 8.1.1 観測要求
    - 8.1.2 運用制約
    - 8.1.3 運用計画
  - 8.2 リモートセンシングデータの受信と処理
    - 8.2.1 入射電磁エネルギーからデータへの変換、幾何学的情報の記録
    - 8.2.2 データの伝送
    - 8.2.3 プロダクトのレベル
  - 8.3 リモートセンシングデータの配布と利用
    - 8.3.1 データの形式
    - 8.3.2 データの入手方法
    - 8.3.3 リモートセンシングデータからの情報抽出
- 第9章 放射量補正と雲検出
  - 9.1 放射量校正
    - 9.1.1 放射量校正とは
    - 9.1.2 可視～短波長赤外波長帯の放射量校正
    - 9.1.3 熱赤外波長帯の放射量校正
  - 9.2 画質改善処理
  - 9.3 大気補正
    - 9.3.1 大気補正とは
    - 9.3.2 可視～短波長赤外波長帯の大気補正

- 9.3.3 熱赤外波長帯の大気補正
- 9.4 雲検出
  - 9.4.1 雲の影響
  - 9.4.2 雲検出方法
- 第10章 幾何補正
- 10.1 幾何補正とは
- 10.2 幾何補正の原理と座標系
  - 10.2.1 地球の形と地図座標系
  - 10.2.2 座標系とシステム補正の考え方
- 10.3 幾何補正の方法
  - 10.3.1 衛星画像の処理レベル
  - 10.3.2 システム補正後のパラメータに用いた再配列
  - 10.3.3 精密補正
  - 10.3.4 オルソ補正
  - 10.3.5 内挿手法
- 10.4 幾何補正の精度の評価
  - 10.4.1 検証点を利用した方法
  - 10.4.2 シミュレーション画像を利用した方法
- 10.5 モザイク処理
- 第11章 画像強調と特徴抽出 (スペクトル情報)
  - 11.1 スペクトル情報の強調
    - 11.1.1 画像濃度値の変換
    - 11.1.2 色空間への変換
  - 11.2 スペクトルデータからの特徴抽出
    - 11.2.1 スペクトルデータに含まれる有用情報
    - 11.2.2 植生指数
    - 11.2.3 植生以外の指数
    - 11.2.4 ハイパースペクトルデータの利用
- 第12章 画像強調と特徴抽出 (空間情報・時間情報)
  - 12.1 空間情報の画像強調と特徴抽出
    - 12.1.1 鮮鋭化とエッジ・線の抽出
    - 12.1.2 テクスチャ特徴量の抽出
  - 12.2 時系列画像間処理
- 第13章 画像分類
  - 13.1 画像分類の流れ
  - 13.2 トレーニングデータと画像分類の定義
    - 13.2.1 トレーニング領域とトレーニングデータ
    - 13.2.2 教師付き分類と教師無し分類の定義
  - 13.3 教師無し分類 (非階層的クラスタリング)
    - 13.3.1 K平均法
    - 13.3.2 ISODATA法
  - 13.4 教師付き分類
    - 13.4.1 マルチレベルスライス法
    - 13.4.2 決定木法
    - 13.4.3 最短距離法
    - 13.4.4 最尤法
  - 13.5 画像分離精度の評価方法
    - 13.5.1 画像分類精度評価の考え方
    - 13.5.2 分類精度表 (判別効率表)

- 13.5.3 画像分類精度評価指標
- 第14章 SARの基礎
- 14.1 SARの観測原理
- 14.1.1 SARの概要
- 14.1.2 実開口レーダとSAR
- 14.1.3 合成開口技術
- 14.2 SARの画像再生
- 14.2.1 パルス圧縮 (pulse compression)
- 14.2.2 合成開口処理
- 14.2.3 グラントレンジ変換とSAR画像の幾何学的歪
- 14.3 SAR画像の特徴
- 14.3.1 マイクロ波散乱とSAR画像強度
- 14.3.2 表面散乱と体積散乱
- 14.3.3 スペックルノイズ
- 第15章 SARの高度解析
- 15.1 干渉SARデータ解析
- 15.1.1 干渉SAR観測原理
- 15.1.2 干渉SARデータ解析手順
- 15.1.3 解析結果例
- 15.2 多偏波SARデータ解析
- 15.2.1 多偏波SARの観測原理
- 15.2.2 多偏波SARの解析手法

編集委員

建石隆太郎 (委員長)  
赤松幸生  
浅沼市男  
石山隆  
小島尚人  
外岡秀行  
松永恒雄  
若林裕之

著者一覧

第1章 建石隆太郎  
杉村俊郎

第2章 中島孝  
岡本謙一  
中島映至  
長澤親生  
杉田考史  
横田達也  
吉田幸生  
今須良一  
内野 修

第3章 建石隆太郎  
杉村俊郎  
政春尋志  
梅干野晃  
大倉博  
本郷千春  
金子正美  
平田泰雅  
近藤昭彦  
星野仏方  
加藤雅胤  
藤田耕史

第4章 浅沼市男  
作野裕司  
川村 宏  
山野博哉  
江淵直人  
齊藤誠一

第5章 久世宏明

第6章 杉村俊郎  
五十嵐保  
斉藤和也  
佐々修一

第7章 岩崎晃  
浦塚清峰

第8章 山口 靖  
渡辺 宏  
関根秀真

第9章 外岡秀行  
新井康平  
森山雅雄  
浦井 稔  
中島 孝

第10章 建石隆太郎  
飯倉善和  
田殿武雄  
政春尋志  
沖一雄

第11章 長幸平  
井上吉雄

第12章 六川修一  
村松加奈子

第13章 小島尚人  
外岡秀行

第14章 大内和夫  
伊藤陽介

第15章 木村宏  
小林達治  
若林裕之