

第 12 回 CEReS
環境リモートセンシングシンポジウム
資料集

Proceedings of the 12th Symposium on
Remote Sensing for Environment



2010 年 2 月 12 日
千葉大学けやき会館

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
Center for Environmental Remote Sensing(CEReS)
Chiba University

第 12 回 CEReS
環境リモートセンシングシンポジウム
資料集

Proceedings of the 12th Symposium on
Remote Sensing for Environment

2010 年 2 月 12 日
千葉大学けやき会館

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
Center for Environmental Remote Sensing(CEReS)
Chiba University

はじめに

平成 21 年度の環境リモートセンシング研究センター(CEReS)シンポジウムを、平成 22 年 2 月 12 日に開催しました。本シンポジウムは毎年開催し、共同研究成果の発表と評価を行い、この機会を利用して今後の研究方針の議論と策定を行うことをおもな目的としております。平成 21 年度の共同利用研究成果発表では、口頭発表 17 件、ポスター発表 19 件の申し込みをいただきました。

平成 21 年度の共同利用研究は前年度に引き続いて、プロジェクト研究と一般研究から構成されています。プロジェクト研究は、

- (1)「衛星データによる地球表層環境変動の実態把握とその要因解析」
 - (2)「衛星データによるユーラシア大陸の植生 3 次元構造の変遷を中心とする表層・植生・土地被覆変動の研究とデータ解析・処理手法・検証データ観測手法の研究」
 - (3)「衛星データと地上観測ネットワークによる放射収支の評価と大気パラメータの長期変動」
 - (4)「地域社会に役立つリモートセンシングの実現—多様な空間情報のシナジーによる社会基盤情報の発信」、
 - (5)「未来を切りひらく新しいリモートセンシングの展開」、
 - (6)「地球温暖化と気象・海洋情報の活用」、
- の 6 つの課題で、本年度も活発な共同研究を通じて成果を上げて頂きました。なお、課題(6)は平成 20 年 10 月から発足した寄附研究部門による課題です。

本冊子は、多くの方に成果をご覧いただくため、発表会での講演・ポスター発表の内容を提出していただき、資料集として編集したものです。この資料集の内容は、また、 CEReS のホームページにも掲載しております。

本共同研究において、衛星データや幅広い環境に関するデータを活用したリモートセンシングの研究活動を行い、成果発表を通じてご協力を頂いた研究者の皆様に感謝いたします。また、平成 22 年度からは、 CEReS は、共同利用・共同研究拠点として新たなスタートを切ります。今後も、これまでと同様、皆様のご協力をお願い申し上げます。

平成 21 年 3 月 31 日
環境リモートセンシング研究センター長 西尾文彦

第 12 回環境リモートセンシングシンポジウム資料集 (2009 年度 CEReS 共同利用研究発表会資料集)

目次

[プロジェクト-1]

地球地図ラスターデータの問題点と改良方法に関する研究	2
乙井康成、高橋英尚、岸本紀子、小島脩平(国土地理院)	
静止衛星データの全球合成技術の開発	3
大野智生、大和田浩美、中山隆一郎、○高坂裕貴、奥山 新(気象衛星センター)	
合成開口レーダマルチルック相互相關法に一定誤警報率を適用した 新手法による船舶検出精度の向上	5
黄 聖人、大内和夫(防衛大学校)	
MSP/OLS で観測された夜間光をパラメータとするエネルギー消費の推定に関する研究 ～ DMSP/OLS センサの特性と夜間光との関係について～	6
原 政直(ビジョンテック(株))、胡斯勒図、八木 浩、西尾文彦(CEReS)	
SAR データを用いた海氷物理量推定の高精度化に関する研究 － PALSAR 多偏波データを使用した海氷密接度推定－	7
若林 裕之、酒井 翔司(日本大学)、西尾 文彦(千葉大)	
高分解能合成開口レーダデータの強度2次モーメントを使った針葉樹林バイオマス計測	10
大内和夫(防衛大学校)、王 海鵬(復旦大学)	
衛星マイクロ波放射計による薄い海氷の検出と北極海薄氷域拡大の要因の研究	13
中山雅茂(北翔大学)、直木和宏(JAXA)、西尾文彦(CEReS)	
モンゴル国の草原における表層土壤熱慣性の経年変化	14
松島 大(千葉工業大学)・樋口篤志(CEReS)	
新型船舶用スカイラジオメータの試験観測	15
小林 拓(山梨大学)、塩原匡貴、江井和則、久慈誠(奈良女大)	

[プロジェクト-2]

高空間分解能衛星画像を用いた林分構造因子推定の試み ～葉面積指標の空間分布推定にむけて～	20
長谷川 宏一・尾身 洋・泉 岳樹・○松山 洋	
地表面熱特性の地上観測手法の開発	23
谷川聰、森山雅雄(長崎大学)、本多嘉明(CEReS)	

[プロジェクトー3]

多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質量リトリーバルの研究: Displaced Ensemble を用いた MWI TB の変分法的同化法	26
青梨和正(気象研究所)	
分光反射率ライブラリによる MODIS 用参照アルベドの経年変化	30
朝隈康司(東京農業大学)	
パルス型差分吸収分光法の光軸自動調整と大気汚染物質の測定	31
由井四海、皆越慎吾(富山高等専門学校)、蒲靖人、久世宏明(CEReS)	
PAL の手法を用いたポータブルミー散乱ライダーの開発(2)	32
村山利幸(東京海洋大学)、宮澤周司、眞子直弘、椎名達雄、久世宏明(CEReS)	
ライダーによる粒子絆分布計測のための多重散乱モデル	36
吉田弘樹(岐阜大学)	

[プロジェクトー4]

山梨県峡北地方の土地利用変化	40
尾藤章雄(山梨大学)	
北海道厚岸湖・厚岸湾の沿岸生態系の空間解析	42
仲岡雅裕、東条齊興(北海道大学)、澁谷辰生(厚岸町立厚岸水鳥観察館)、 山北剛久、渡辺健太郎千葉大学大学院理学研究科)	
GIS とリモートセンシングを利用した千葉県における景観変遷の空間解析	43
趙 憶、谷垣悠介、原田一平、朴鍾杰、下嶋聖、富田瑞樹、原慶太郎(東京情報大学) 近藤昭彦(CEReS)	

沿岸海洋景観の GIS データベースの構築:

衛星画像を用いた藻場生態系の生態系機能評価	44
堀 正和・吉田吾郎・島袋寛盛・山田勝雅(水産総合研究センター)	

Urban warming and urban heat islands in Taipei, Taiwan	45
Yingjiu Bai(東北公益文科大学), Akihiko Kondoh(CEReS), Jehn-Yih Juang(National Taiwan University)	

[プロジェクトー5]

GPS 海洋反射波を利用したパッシブ型リモートセンシングセンサーの開発	50
海老沼拓史(東京海洋大学)	
CP-SAR 観測エリア確定カメラの研究開発の概要	52
大前宏和(株式会社 センテンシア)、ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ(千葉大)、西尾文彦(千葉大)	
放射伝達コード LBLRTM を用いた大気温度の推定	54
森代諒太郎・田中佐(山口大学)	

複数 FPGA による SAR 信号処理システムの構築	57
難波一輝、平田敏樹、大石航志、伊藤秀男(千葉大学)、 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo(CEReS)	
[プロジェクト-6]	
筑波大学における地上観測データ、衛星データ、数値モデルを用いた霧研究の取り組み	60
日下博幸・秋本祐子・石川真奈美(筑波大学)	
スペースライダーで観測されたタクラマカン砂漠のダスト構造の検証	64
-地上設置ライダーとの比較-	
神慶孝、甲斐憲次(名古屋大学)、張克存、周宏飛(中国科学院)	
[一般研究]	
AMSR-E による地表面土壤水分観測とアルゴリズム検証	68
開発一郎(広島大学)、藤井秀幸(JAXA)、小池俊雄(東京大学)、近藤昭彦(CEReS)	
都市域における地表面アルベード	71
菅原広史(防衛大)	
合成開口レーダー及びメソ気象モデルによる洋上風力資源評価方法に関する研究	73
香西克俊、大澤輝夫(神戸大学)	
路面積雪の物理的性質について	76
小杉健二・望月重人(防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター新庄支所)	
衛星データを用いた地殻変動の監視と予測	77
服部克巳(千葉大学)・劉正彦・蔡龍治(台湾国立中央大学)・高野忠(日本大学) 前田崇(JAXA)・Michell Parrot(フランス LPCA)	
ペヘレイの繁殖生態解明におけるリモートセンシングの有用性について	79
海賀純吉、Carlos A. STRÜSSMANN(東京海洋大)、近藤昭彦(CEReS)	
東アジアにおけるダスト発生臨界風速の経年変化とその原因の考察	80
黒崎泰典、篠田雅人(鳥取大学)、三上正男(気象研)、樋口篤志、早崎将光(CEReS)	
第 12 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム プログラム	81

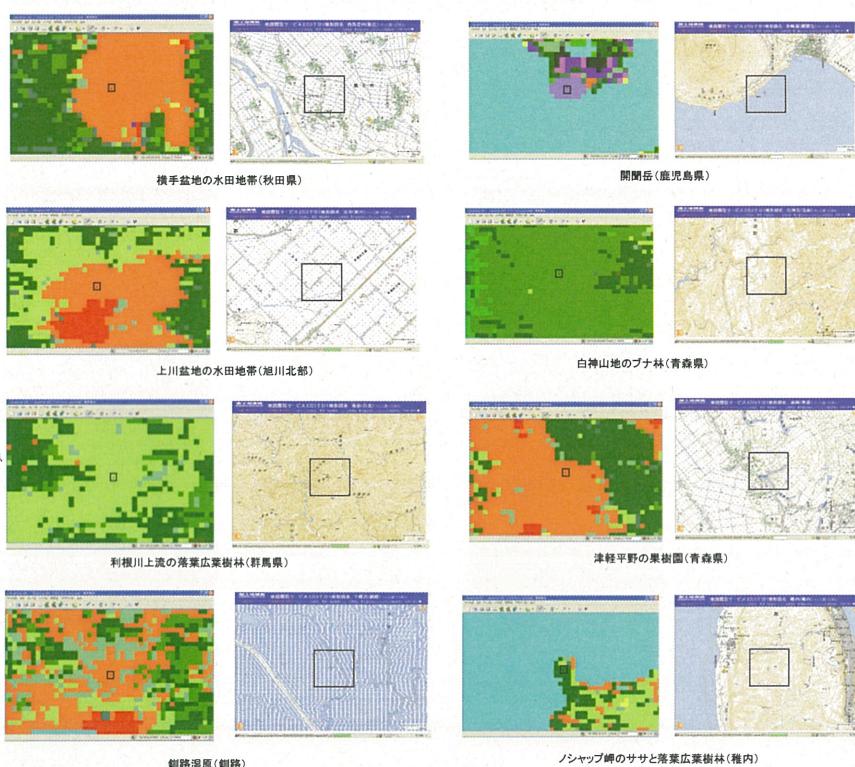
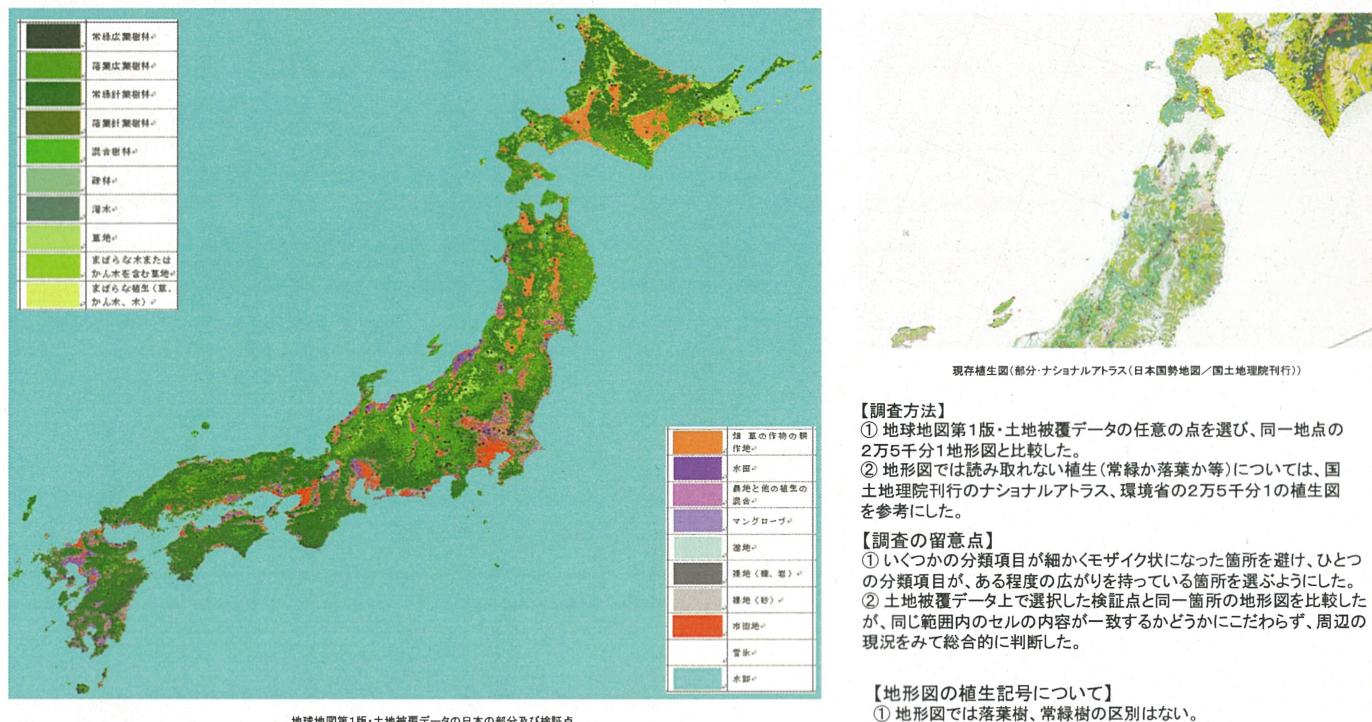
プロジェクトー1

地球地図ラスターデータの問題点と改良方法に関する研究

乙井康成、○高橋英尚、岸本紀子、小島脩平(国土地理院)、
建石隆太郎(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

【研究の目的】地球地図国際運営委員会(ISCGM)と国土地理院は、地球環境の現状を正確に表す全球陸域のデジタル地理情報各国の地図作成機関と協力して整備している。ラスターデータの土地被覆データ及び樹木被覆率データが2008年までに整備・完了し、地球地図第1版を公開した。5年後の地球地図第2版のデータ整備・更新に向けて、土地被覆データ及び樹木被覆率データの問題点や改良方法を実現するため研究を行うことを目的とする。

【研究の内容】地球地図第1版(土地被覆データ)の日本国内のデータについて、国土地理院発行の2万5千分1地形図及びその他の資料を使って比較を行い、分類項目による分類結果の傾向を抽出した。



【検証の結果】

- 水田のUser's accuracyは非常に高いが、Producer's accuracyは良くない。多くの水田が畑に分類されている。
- 畑・草の耕作地のUser's accuracyが良くなく、畑に分類されているが、実際は水田、果樹園となっている箇所が多数ある。
- 新潟平野、濃尾平野等の水田地帯は、非常に精度良く水田に推定されているが、北海道、東北の水田地帯はほとんど畑に分類されている。

【今後の検討課題】

今回は229点と少ない数の検証しかできなかった。また、植生図を使った確認を十分に行えなかった。今後は、更に多くの地点について、植生図、写真等を併用して検証を行い、どのような傾向があるか詳しく分析したい。

静止衛星データの 全球合成技術の開発

2010年2月12日

気象衛星センター

データ処理部システム管理課

大野智生、大和田浩美、中山隆一郎、奥山新、
高坂裕貴(発表)

1

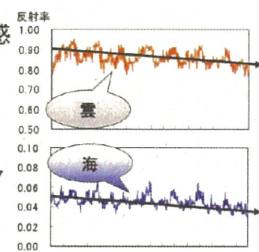
可視データの経年変化

- 一般に、衛星搭載の測器の感度は運用中に変化する

運用末期では反射率を低く観測

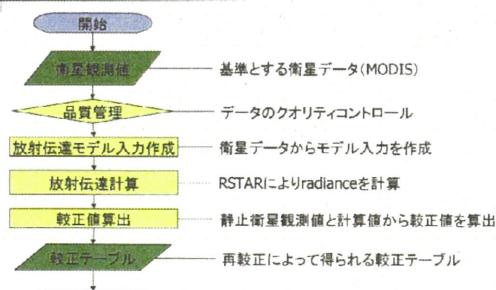
- 一般に、静止衛星の可視チャンネルには較正機能がない

可視データの定量的な利用には再較正が必須



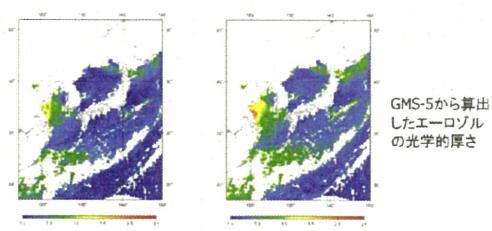
GMS-5 可視データの経年変化 3

可視再較正処理のフロー



5

エーロゾルの光学的厚さ



再較正後の方が、値が大きい。

7

はじめに

目的

- 観測領域の異なる複数の静止気象衛星データから全球合成データセットを作成するための再較正技術を開発する。

- 今年度は可視チャンネルについての技術を開発した。(昨年度は赤外チャンネル)

2

可視再較正の方法

- 光学特性に基づき放射伝達計算を介して値付けを行う。

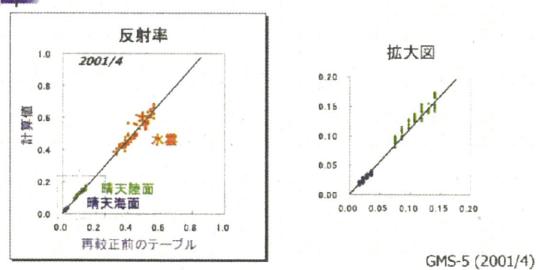
放射伝達計算

- 放射伝達モデルRSTARを使用 [Nakajima and Tanaka 1986, 1988]
- 晴天海面、晴天陸面、水雲の三要素を用いて値付けを行う。



4

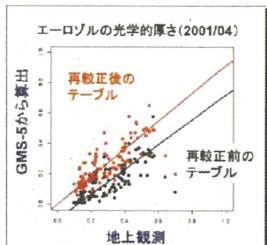
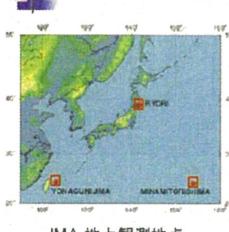
再較正結果 (GMS-5)



- 再較正により、新しい較正テーブルが得られる。

6

検証 - エーロゾルの光学的厚さ



- GMS-5から算出したエーロゾルの光学的厚さを地上観測値と比較
- 過小評価されていたものが、再較正により改善

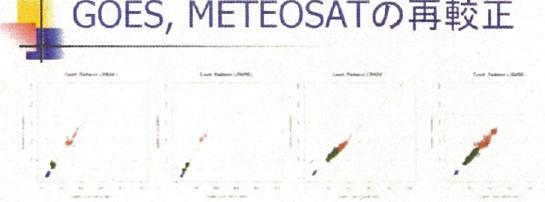
8

全球データセットの作成

- 対象とする衛星
 - GMS-5 (80E~160W, 60S~60N)
 - GOES-10 (165E~75W, 60S~60N)
 - GOES-8 (135W~15W, 60S~60N)
 - METEOSAT-5 (3E~123E, 60S~60N)
 - METEOSAT-7 (60W~60E, 60S~60N)
- 試験データの作成期間
 - 2002年9月

9

GOES, METEOSATの再較正



横軸 : Digital Count (観測値)
縦軸 : Radiance (計算値)

- GOES, METEOSATについても同様の手法を適用
- 海面、陸面、水雲の三要素での計算結果には整合性がある

10

まとめ

- 静止気象衛星の可視チャンネルについて再較正処理を行い、全球データセットの試験的な作成を行った。
- 観測領域の異なる複数の静止衛星に対しても、開発した再較正処理の手法を適用できることを確認した。

11

ご清聴ありがとうございました



12



合成開口レーダマルチルック相互相関法に一定誤警報確率を適用した新手法による船舶検出精度の向上

黄 聖人 大内 和夫
防衛大学校 g46074, ouchi@nda.ac.jp

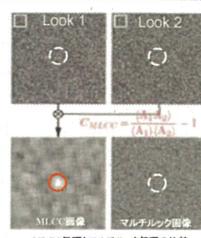
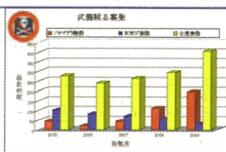
研究の背景

船舶検出による海洋監視の必要性

- 國家間交流の増加に伴う船舶追突事故急増
- 操業海域、時期の違反漁業活動
- 汚染油の流出による海洋汚染
- 船舶を利用した密輸入、密出国の行為
- 武装海賊による海洋強盗事業急増(ソマリア・アデン沖などを中心に)

海洋監視の現時点の現況と問題

- コーストガード、海軍派遣、海洋監視レーダ、AISなどによる監視活動
- ⇒ 監視海域の広範囲、膨大な予算、人的な資源確保の問題。
- ⇒ 合成開口レーダによる船舶検出を海洋監視の解決策として注目。
より高精度の船舶検出のアルゴリズムが必要



研究の目的

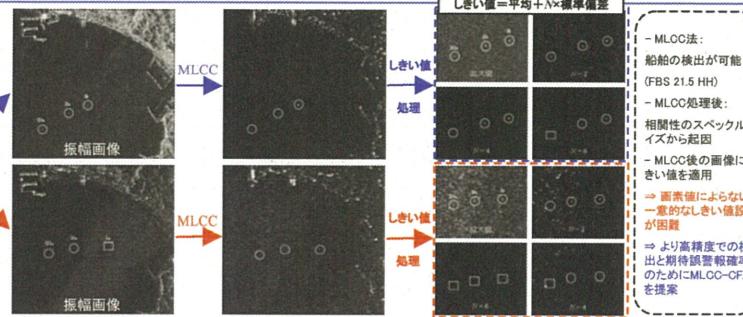
マルチルック相互相関法(MLCC):

- シークラッタ埋もれしている船舶の検出が可能
- MLCC処理後の海面コヒーレンス画像に高い相関性を持つスペックルノイズが存在する場合
船舶のMLCC画像のSNRの低下、FARの上昇
⇒ MLCC画像のみからは船舶検出が困難

マルチルック処理: スペックルノイズの軽減が可能
MLCC処理: シークラッタからターゲットの検出可能

先行研究

観測SAR: PALSAR
場所: 高知県土佐湾
使用船舶: 船長/船幅
I a: 12.0/3.0 [m]
I b: 14.6/4.0 [m]
II a: 10.7/3.2 [m]
III a: 8.0/2.4 [m]
船舶航行データ:
- 速度: 4.1[m/s]
- 方向: SARUangi + 8°
航行間隔: 2分
出航時間: 観測10分前



MLCC-CFARの概要



画像生成:

ルック1とルック2画像は異なる中心周波数のマルチルック処理で生成

MLCC処理:

コヒーレンス画像値は

$$C_{MLCC} = \frac{(I_1 I_2)}{(I_1^2 I_2^2)}$$

ここで、 I_1 は強度の平均

分布推定: 赤池情報量基準(AIC)による。

分布パラメータ推定: 最大尤度法による

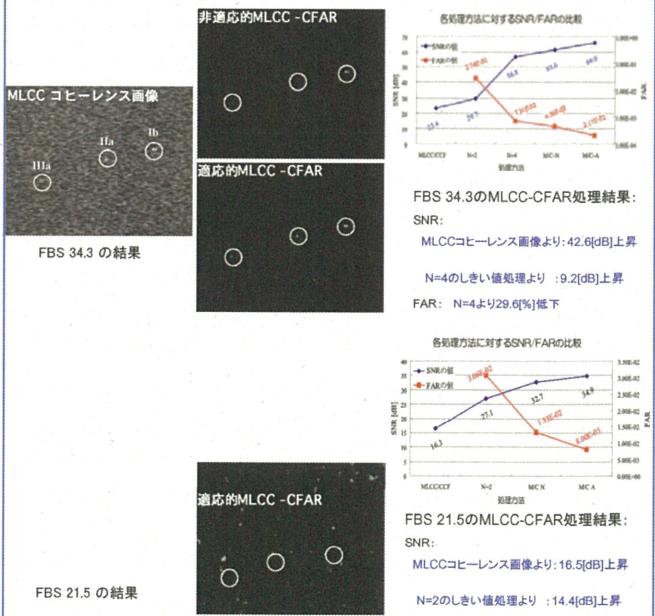
しきい値を決定: 数値積分

MLCC-CFAR:

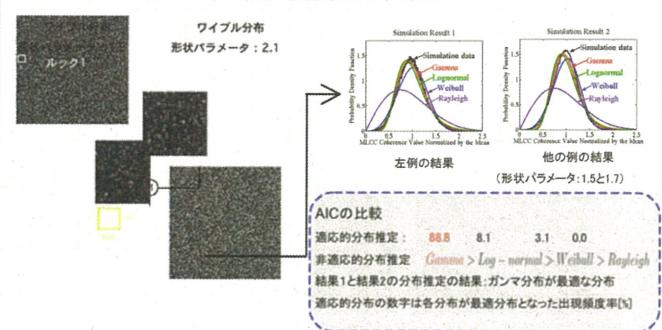
適応的MLCC-CFAR(100×100ピクセルごとで処理)

非適応的MLCC-CFAR(画像全体に対して処理)

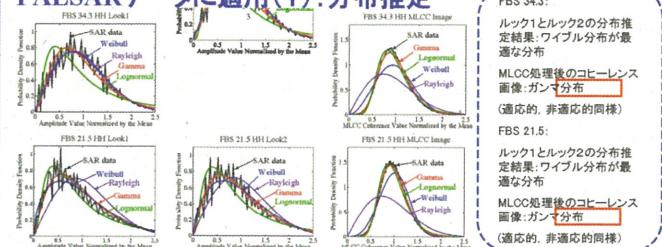
PALSARデータに適用(2): MLCC-CFAR処理結果



シミュレーションによる分布推定の検証



PALSARデータに適用(1): 分布推定



結論と今後の課題

以上のMLCC処理後のコヒーレンス画像に相関性を持つスペックルノイズが存在する場合、船舶のSNRの低下とFARの上昇が問題として指摘されてきた。この課題に対して新手法、MLCC-CFARを提案した。その結果、

- MLCC処理後のコヒーレンス値はガンマ分布に従うことを明らかにした。
- 平均SNRはしきい値処理と比べて12[dB]の向上と29[%]のFAR低下が得られた。
- 期待誤警報確率に合わせてしきい値設定が可能であった。

分布推定はシミュレーションと実際のデータから得られた経験的な結果であるため理論的な考察が必要である。

DMSP/OLSで観測された夜間光をパラメータとするエネルギー消費の推定に関する研究 ～ DMSP/OLSセンサの特性と夜間光との関係について～

○原 政直¹, 胡斯勒図², 八木 浩², 西尾文彦²¹(株)ビジョンテック, ²千葉大学環境リモートセンシング研究センター

1. 目的

陸域における夜間の光には、林野火災、都市火災、火山噴火などにより発生する一時的な光もあるが、その大半は人為起源の光と言える。このような夜間の光は人間活動のパラメータでもあり、また、エネルギー消費の象徴とも言える。従って、この夜間光を計測することができればエネルギー消費の空間的分布を定量的に把握することができる。

この様な空間分布を観測する方法に人工衛星を用いた観測法がある。現在、夜間光を観測している人工衛星に米国の中軌道衛星DMSP (Defense Meteorological Satellite Program)がある。DMSPにはOLS (Operational Linescan System)と呼ばれるセンサが搭載されており、定期的に、かつ、グローバルに観測が行われている。しかしながら、このOLSによる夜間観測では、太陽高度の変化による太陽光の影響や月面からの太陽光反射、あるいはその月面反射による海面からの2次反射などの影響を受ける。その影響を最小化するためにOLSのセンサはそのゲインの調整が行われている。従って、観測された光力を用いて定量的な解析を行う場合には、ゲイン調整分を補正しなければならない。しかし、このゲイン調整にかかる情報は公開されていない。

そこで、本研究ではこの太陽光や月面反射光によるゲイン調整量を取り除き、一定のゲインで観測したデータへの補正法の開癈を行ったことを目的とした。

2. 使用データ

1999年1年間に観測されたDMSP/OLSの可視バンド(夜間モード)の1km/画素の空間分解能を持つデータを使用した。このデータは米国空軍で観測・収集され、同国のNGDC(National Geophysical Data Center)で1km/画素に生成、幾何補正後され、配布されている。解析対象とした範囲は北緯46度から南緯30度、東経127度から146度とした(図1)。DMSPとその搭載センサSの諸元を図2に示した。



3. 解析方法とその考え方

DMSPは地球の極方向を101分で周回し、1週すごとに地球の自転により緯度方向に25.25°ずれながら観測し、約23.5日後に同一地点に戻ってくる(回帰周期)。この回帰期間間に、地球は、太陽を中心とした地球の周回(公転)軌道上の約23°回転した位置に移動するため、観測点からの太陽高度が変化することになる。この太陽高度の変化によって、太陽光の影響を直接受け、センサのダイナミックレンジがスケールアウトするような影響を受ける。そのため周期性のある太陽光の影響をキャンセルアウトして、画像として視認できるようなセンサのゲインやそのオフセットの調整が行われている。しかし、このゲインの調整が行われることによって、本来一定の光力である「街の灯り」等の任意の特定対象物の光力が、時間(季節)の変化とともに変動することになる。そこで、この夜間光データを定量的な解析に供するためにはゲイン調整による変動を除去し、一定の光力(輝度)となるような補正が必要となる。

地上における対象物の発光源は時間に寄らず常に一定であることを前提に、1年365日の周期で変化する太陽高度による変動を捉え、その変動量をキャンセルアウトするようにゲイン調整が行われていると考えることができる。そこで、この太陽高度による変動を捉えるために周期性のある事象の抽出や、逆に周期性のある事象の中から全く変動のない事象の抽出し、ランダムに存在する信号を除去することを目的に開発されたNRF(Noise Reduction Filter)(*1:1式)を適用して、ゲイン調整による変動量の除去を試みた。

解析処理は、1999年1年間のDMSP/OLS夜間可視データを時間最大値合成法(10-dayMVC)によって36枚の雲なしデータセットを作成し、そのデータセットについてNRF処理を行った。NRF処理を行うことにより、画像中の任意の時系列画素の持つ周波数成分とその振幅、位相が得られる(2式)。得られた第一周波数成分は年周期の成分、すなわち太陽高度による変動光力とし、NRF処理後のクラウドフリー画像から除去することにより得られる光りが一定に発光する変動のない光り(*2)として抽出を行った。

4. 解析結果と評価

図3は10-dayMVCデータセットについてNRF処理を行った結果から、旬単位の $a_i \sin(2\pi k_i t / M)$ で表される1次周波数成分の振幅(sin成分)画像を示す。また、図4は、1式で表されるNRF処理の結果について、旬単位毎の a_i に対応する1次周波数成分の振幅 $a_i \sin(2\pi k_i t / M)$ を減じた画像である。ここで、この振幅強度を減じることにより、太陽高度の影響とそのゲイン調整量が除去されているとすれば、任意の特定地点の光力(DN値)は一定の値を示すことになる。そこで、任意の複数の地点における旬単位のDN値について、通年の変動を時系列にプロットした(図5)。破線グラフは補正前のDN値の変動を示し、実線は補正後のDN値の変動を示す。補正後のDN値は、補正前に比較して、明らかに太陽高度やそのゲイン調整の影響が減少していることがわかる。しかしながら、「常に一定のDN値を持つ」という条件を満たすには至っていない。原因のひとつに、ゲイン調整が特定のリファレンスに基づいたキャリブレーションとして行われていないことが考えられる。つまり、旬から時間 t におけるsin成分の振幅強度を減じた値には、ゲイン調整量とリファレンス値との残差(キャリブレーション誤差)が含まれていることが考えられる。

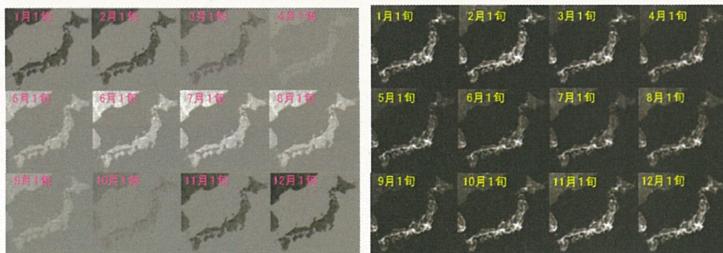


図3. 10-dayNRFの1999年各月第1旬の第1周波数の振幅画像

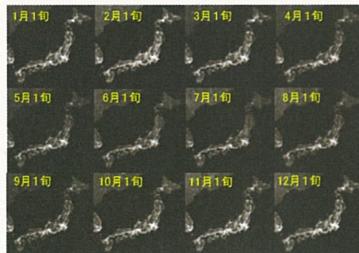
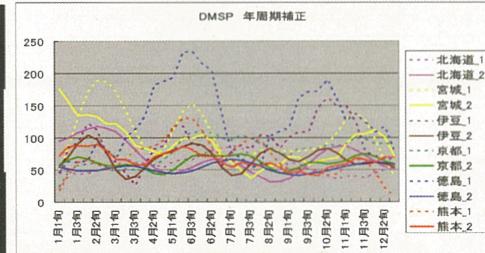
図4. 10-dayNRFの1999年各月第1旬の a_i から振幅強度を減じた画像

図5. 太陽高度による影響除去後の任意の特定地点のDN値の年変動

また、図6は、東シナ海で操業中の篠志船(中型イカ釣り漁船)の漁火(総光力250kw)を約1月の間、トラッキングし、船舶ファックスで通報された操業位置をOLSで観測された画像上にプロットしたもので、その位置のDN値、すなわち、篠志船の放つ光り(図7)を読み取りグラフで表したもののが図8である(*3)。このグラフから明らかのように総光力250kwの発光源が、一定のDN値として観測されていないことが分かる。このDN値の変動は太陽周期や月齢とは関係のない変動(ゲインの調整)である。原因として、観測地点と衛星の位置関係(緯度経度)によるゲイン調整量、すなわち、101分で周回する衛星の位相成分のズレが変動量の差として現れているものと考えられる。

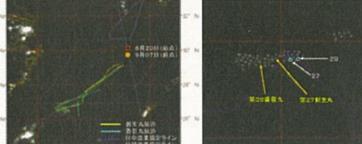


図6. 篠志船の航跡

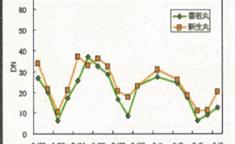


図7. 篠志船の操業位置とその集魚量

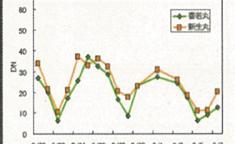


図8. 篠志船の集魚量のDN値時間変化

5.まとめ

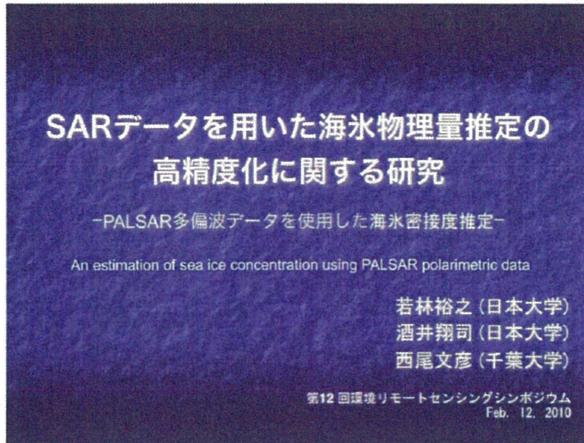
太陽高度の変化による太陽光の影響は、NRF処理を適用することにより一定の効果があることが認められた。しかしながら、本来一定で発光している対象物の光力が一定のDN値として得られるような結果は得られなかった。その原因として観測の「時間-位置」の関係、言い換れば位相のシフトの影響、さらに、沿岸域に面した地域でよく発生する満月時の月面輝度の海面反射の影響など月齢に起因する影響などを検討する必要がある。今後、これらの要素がDN値の変動にどう影響するかを究明していく。

参考文献

*1 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、写真測量学会、Vol.42, No.5, 48-59, 2003

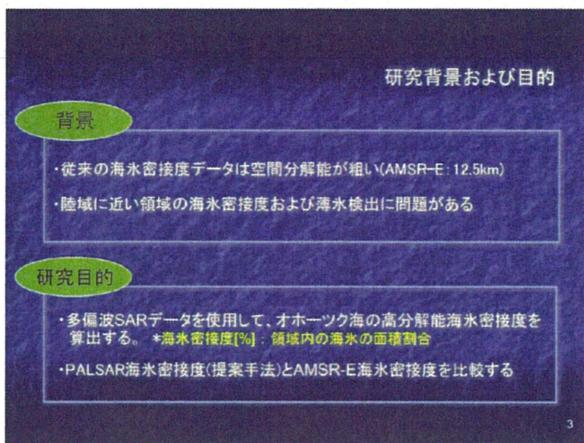
*2 胡斯勒図、原政直、岡田周平、八木浩、神武寛典、直木、和弘、西尾文彦、DMSP/OLS夜間画像における定常光の抽出、海洋理工学会、Vol.14, No.2, 21-28, 2006

*3 原政直、岡田周平、市塚正彦、重原好次、森山隆、杉森康宏、DMSP/OLS夜間可視画像を用いたいわし釣り漁業のモニタリング、海洋理工学会、Vol.19, No.2, 99-108, 2004



発表概要

1. 研究背景および目的
2. 衛星データ前処理
3. PALSAR海水密接度算出
4. 解析および検証結果
5. まとめおよび今後の課題

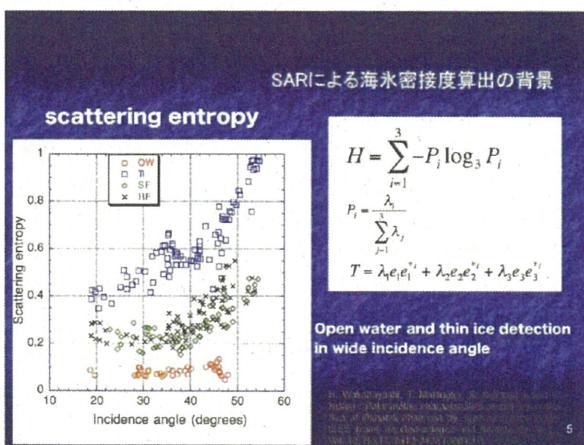


3

使用した衛星データ

衛星 / センサ	観測日	観測周波数 / 处理パラメータ
ALOS / PALSAR	08/02/15 08/02/17 09/02/17	1.27GHz Level 1.1
Aqua / AMSR-E	08/02/15 08/02/16 08/02/17 09/02/17	18-, 37GHz pixel spacing: 12.5km

2



5

データ前処理

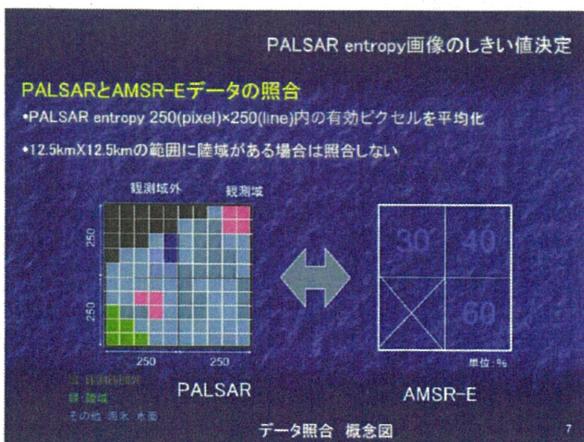
PALSARデータ前処理

- ・入力データ: PALSAR Level 1.1
 - (1)4サンプル×8ライン($rg \times az$)領域内でscattering entropyを算出
 - (2)scattering entropy 0~1の範囲を0~255でスケーリングして8ビットデータ出力
 - (3)軌道データを使用してUTM座標系に投影
 - (4)幾何補正: RADARSAT ScanSARデータへ投影
 - (5)幾何補正: RADARSAT ScanSARデータへ投影
(pixel spacing 50m × 50m)

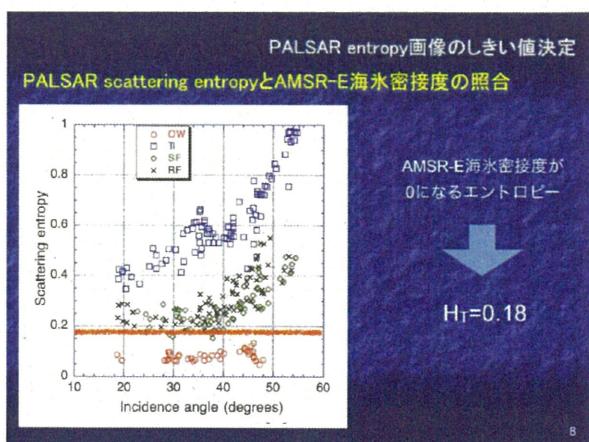
AMSR-E データ前処理

- ・入力データ: AMSR-E 海水密接度データ
 - (1)オホーツク海の領域をデータ切り出し
 - (2)幾何補正: RADARSAT ScanSARデータ(250 X 250pixel平均化)へ投影
(pixel spacing 12.5km × 12.5km)

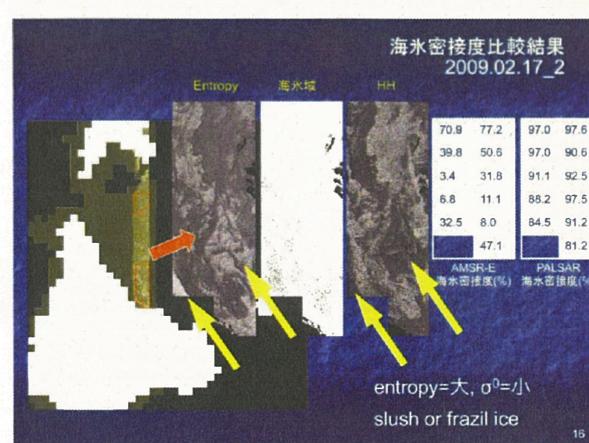
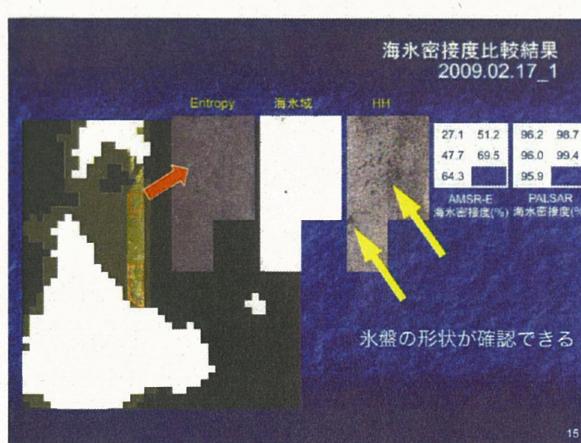
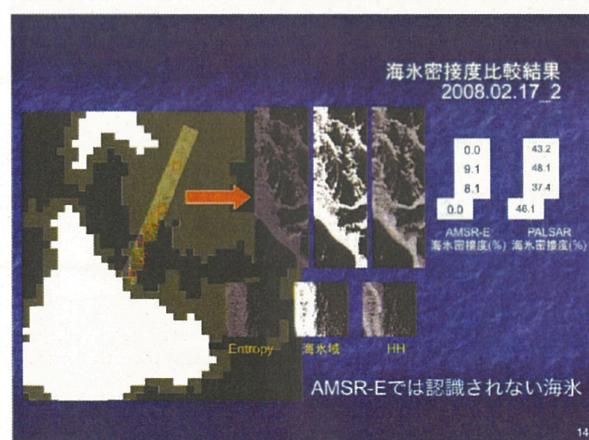
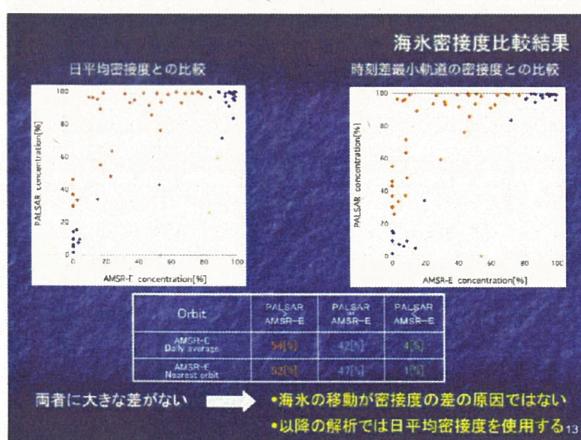
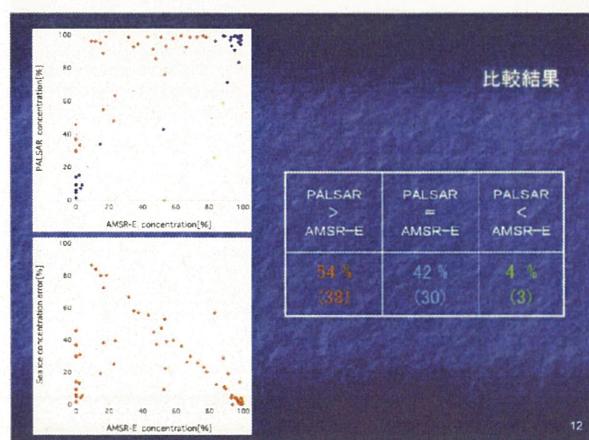
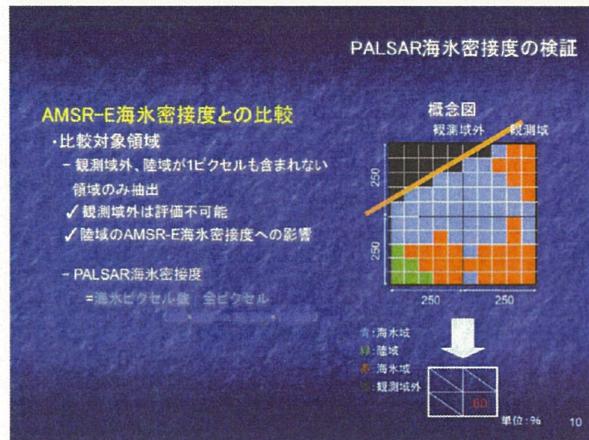
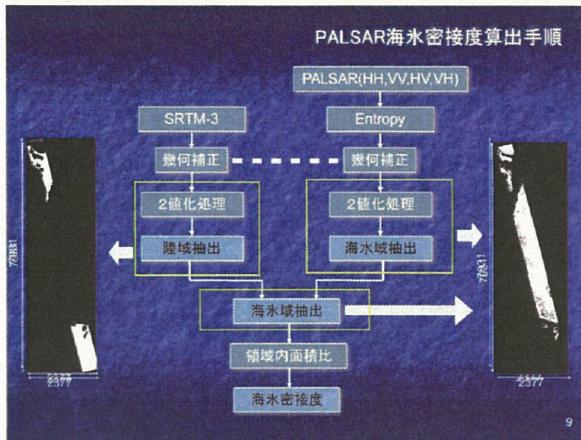
4

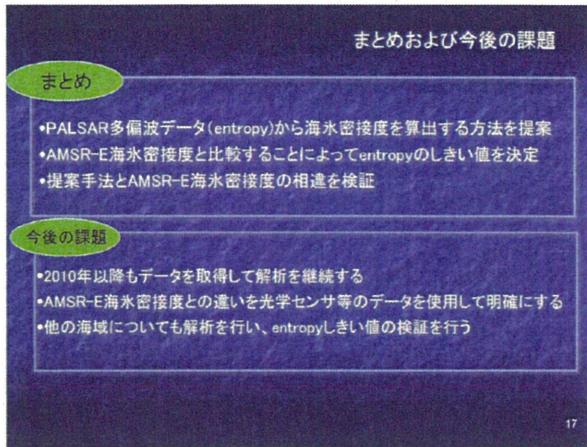


7



8





高分解能合成開口レーダデータの強度2次モーメントを使った針葉樹林バイオマス計測

Measurements of Coniferous Forest Biomass Using Second Intensity Moment of High-Resolution SAR Data

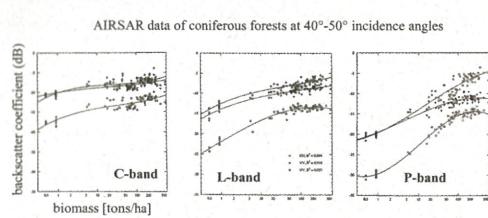
大内 和夫¹ 王 海鵬²
Kazuo Ouchi Haipeng Wang

- 1 防衛大学校 電気情報学群 情報工学科
Dept. Information Science, National Defense Academy
- 2 復旦大学 Key Laboratory of Wave Scattering and Remote Sensing



NDA

RCS Model



The conventional RCS model => model function requires strict radiometric calibration + biomass saturation around 50 tons/ha at L-band

Contents

The purpose of this study is to develop a new algorithm to estimate forest biomass using non-Gaussian texture information in high-resolution polarimetric synthetic aperture radar (SAR).

Previous algorithms:

- Regression model based on the relation between radar cross section (RCS) and tree biomass → requires strict radiometric calibration
- Regression model based on the relation between probability density function (PDF) and tree biomass → requires PDF

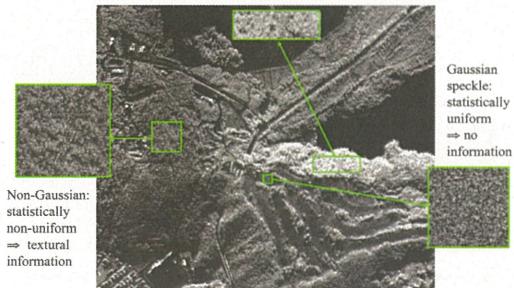
The proposed algorithm:

- Regression model based on the relation between RCS and second intensity moment → requires no strict calibration nor PDF

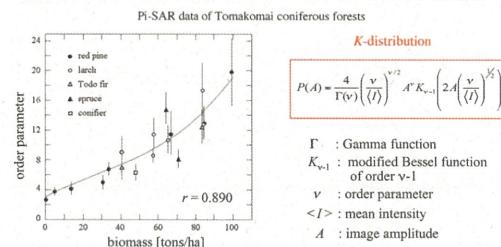
Non-Gaussian Distribution Model (1/2)

Non-Gaussian Distribution Model (1/2)

Pi-SAR data over Tottori



Non-Gaussian Distribution Model (2/2)



H. Wang and K. Ouchi, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol.46, no.4, pp. 1058-1064, 2008.
H. Wang, K. Ouchi, et.al., IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. Lett., vol.3, no.4, pp.495-499, 2006.

Non-Gaussian distribution model => extends the upper limit of measurable biomass to ~80 tons/ha + no strict radiometric calibration, but requires PDF fits best to data.

A Proposed Second Intensity Moment Model

A new statistical model is sought, in which the model does not require to search a PDF that fits best to the data, and keeps the estimation accuracy and the upper saturation limit similar to those of the non-Gaussian distribution model.

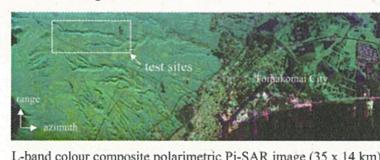
Examine the second intensity moment which depends on the non-Gaussian texture in terms of tree biomass.

Pi-SAR over Tomakomai Forests



Pi-SAR was developed jointly by National Institute of Information and Communications Technology (NICT) and Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).

Data: L-band (1.27 GHz, 23.6 cm) data of single-look resolution cell 0.75 m (azimuth) x 3.0 m (range) over the Tomakomai forests.



Forest Map



Map of individual stands, species, and years of plantation

"Ground-Truth" Data Collection



"Ground-truth" data collection: 2002, 2003, 2005, 2006.

Select a plot of size 20 x 20 m that represents each stand, and measure the tree species, height, DBH, basal area, and soil moisture.

=> transform to (pole) biomass values *

* The conversion formula provided by Project department (Stand volume table - East Japan-, Japan Forestry Investigation Committee, Tokyo: Forestry Agency, Oct. 1998)

Pi-SAR Data

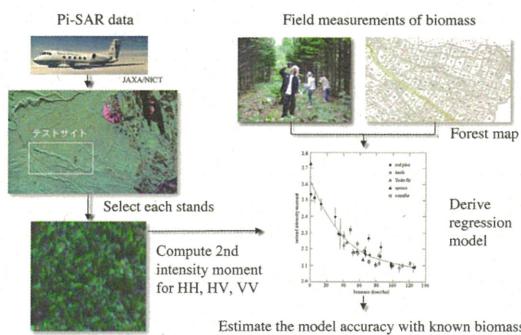


Pi-SAR colour composite image (HH: Red HV: Green VV: Blue)

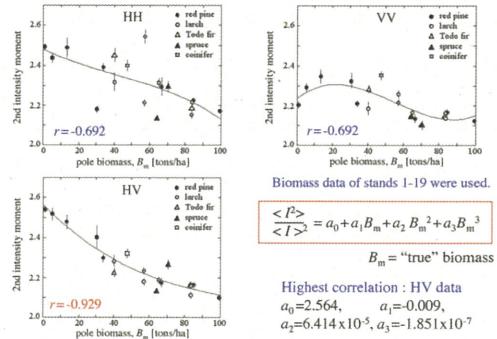
40 test stands

White : Spruce (エゾマツ), Red : Red Pine (アカエゾマツ)
Yellow : Larch (カラマツ), Green : Todo Fir (トドマツ),
Blue : Mixed Conifer (混交針葉樹)

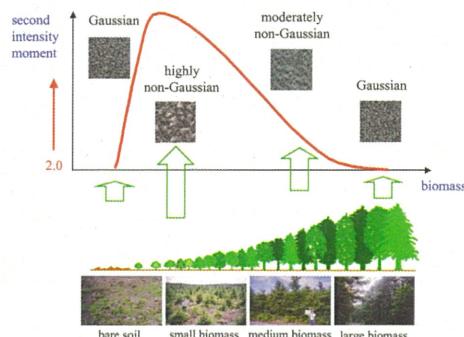
Procedure of Model Development



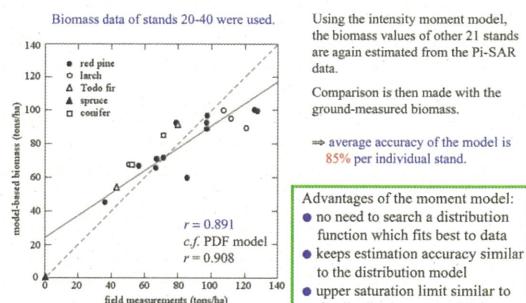
Regression Analyses for HH, HV, VV



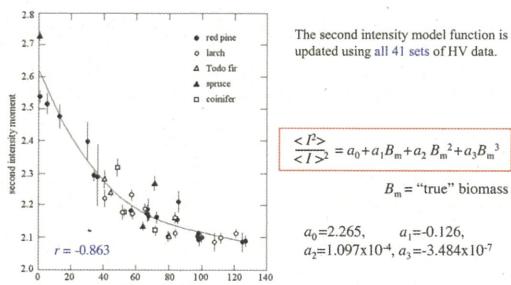
Trend of Non-Gaussian Moment and Biomass



Accuracy of Second Intensity Moment Model



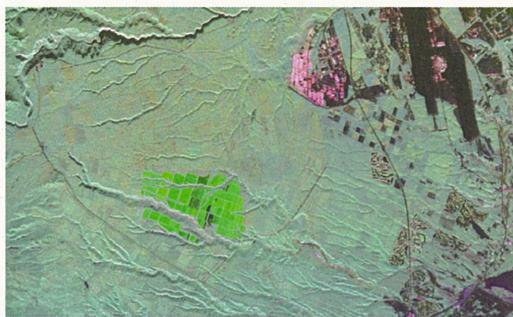
Updated Model Function



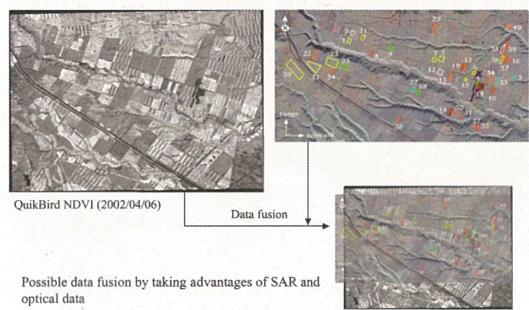
Biomass Estimation from Up-Dated Model Function



Extended Biomass Map ?



Data Fusion ?



Conclusions

1. RCS model is described for tree biomass estimation.
2. PDF model is described in order to estimate coniferous tree biomass from high resolution cross-polarization Pi-SAR L-band images.
3. **The second intensity moment model** is derived and discussed.
4. The accuracy of the moment model is **85%**, while that of the PDF model is 86%.
5. The advantage of the moment model over the PDF model is that there is no need to find a distribution function which fits to the data.
6. The moment model is simple and extends the upper limit of measurable biomass beyond that of RCS model.

Acknowledgement

The present work was the results of the Collaborate Study of the Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 2009.

A part of financial support was made by the JSPS ((B 17360194: 2005~2006).

L-band data were processed and provided by JAXA.

Thanks are also due to Dr. M. Watanabe of Tohoku University, Dr. M. Shimada of JAXA, and Dr. K. Nakamura, and students of Kochi University of Technology and Tokai University for ground data collection.

References

- [1] H. Wang, K. Ouchi, M. Watanabe, M. Shimada, T. Tadano, A. Rosengqvist, S. A. Romshoo, M. Matsuoka, T. Moriyama, and S. Uratsuika, "In search of the statistical properties of high-resolution polarimetric SAR data for the measurements of forest biomass beyond the RCS saturation limit," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol.3, no.4, pp.495-499, 2006.
- [2] H. Wang and K. Ouchi, "Accuracy of the *K*-Distribution Regression Model for Forest Biomass Estimation by High-Resolution Polarimetric SAR: Comparison of Model Estimation and Field Data," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol.46, no.4, pp.1058-1064, April 2008.
- [3] M. C. Dobson, F. T. Ulaby, T. Le Toan, A. Beaudoin, E. S. Kasischke, and N. Christensen, "Dependence of radar backscatter on coniferous forest biomass," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol.30, pp.412-415, 1992.
- [4] M. L. Imhoff, "Radar backscatter and biomass saturation: Ramifications for global biomass inventory," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol.33, pp.511-518, 1995.
- [5] A. Beaudoin, T. Le Toan, S. Goze, E. Nezry, A. Lopes, E. Mougin, C. C. Hsu, H. C. Han, J. A. Long, and R.T. Shin, "Retrieval of forest biomass from SAR data," *Int. J. Remote Sens.*, vol.15, pp.2777-2796, 1994.
- [6] H. Akaike, "Information theory and an extension of the maximum likelihood principle," in B. N. Petrov and F. Csaki Eds. *The 2nd Int. Symp. Info. Theory*, Budapest, Hungary, pp.267-281, 1973.
- [7] S. Sayama and M. Sekine, "Weibull, log-Weibull and K-distributed ground clutter modeling analyzed by AIC," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol.37, pp.1108-1113, 2001.

衛星マイクロ波放射計による薄い海水の検出と北極海薄氷域拡大の要因の研究 薄い海氷域のマイクロ波輝度温度と可視・近赤外データとの比較

中山雅茂(北翔大学), 直木和弘(宇宙航空研究開発機構), 吉川真由子(千葉大学), 西尾文彦(千葉大学)

1.はじめに

2007年9月に、北半球(北極海)の海水が1978年の衛星観測以来最も海水面積が減少した。その要因解明の研究が、大気と海洋の両面から進められている。海水の厚さに関する情報は、原因解明に重要な情報である。筆者等は、衛星搭載型マイクロ波放射計から海氷厚推定手法の開発を進めており、海氷観測から得られた結果を基に、衛星で観測された18GHz帯水平偏波の輝度温度から0~10cm, 10~20cm, 20cm以上の3領域に海水を分類した。現在、この手法による厚さ推定結果の精度の検証を行っている。検証に用いる海氷層の現場測定は、(1)海水上から穴を開けて直接測定する方法、(2)船に設置した可撓カメラから海水の断面を撮影して海水面および海水面の差から測定する方法などがある。10cm以上の海水においては、上記手法によって、得られた結果との比較が可能であり、検証を行ってきた(図1)。しかし、厚さ10cm以下の海水においては、海水表面温度を測定する方法、(3)船や航空機から電磁誘導センサを用いて、海水底面および海水の輝度温度から海水厚測定精度などの問題がある。このような薄い海水では、これまでに、可視・近赤外領域の反射率と厚さの関係を観測した結果をまとめたMassom and Comiso, 1994や、NOAA/AVHRRから厚さを推定した報告がある(中山等, 2000)(表1)。また、北極海には、他の海域と異なり夏季融解しない多年氷が存在する。多年氷の輝度温度は、薄い海水の輝度温度と近い値を示す。そのため、まずは薄い海水の検出手法を確立し、北極海へ適用することを目的とした。薄い海氷域における反射率と表面温度との比較結果について報告する。

2. 解析方法

薄い海水は、時間とともに急激に変化することが想されるため比較する両データは同期していることが理想である。そこで、厚さ推定に使用したAMSR-Eと同じAquaに搭載されているMODISのデータを比較に用いた。MODISデータは、NASAで公開されている分解能250mのband1(0.62-0.87μm), band2(0.841-0.876μm)のデータから大気上端の反射率を求め使用した。また、海水表面温度も比較に用いた。まず、晴れていた領域の各厚さ別の、表面温度、Band1・2の反射率について比較した。次に、目視において以下の条件を満たした領域を抽出し行った。

- (1) 海氷層の分類は、18GHz帯水平偏波の輝度温度を使用している。18GHz帯の瞬時視野は、 $16 \times 27\text{ km}$ である。また、使用データは、NSIDCで公開されているデータを使用しており、 $12.5 \times 12.5\text{ km}$ グリッドに再サンプリングされているデータである。そのため、観測された輝度温度が、厚さの異なる海水を混合している可能性がある。そこで、 3×3 グリッドが同じ厚さと分類した領域の中心グリッドを抽出した。
- (2) 雲で覆われていないを抽出した。
- (3) 海氷密度100%の領域を抽出した。

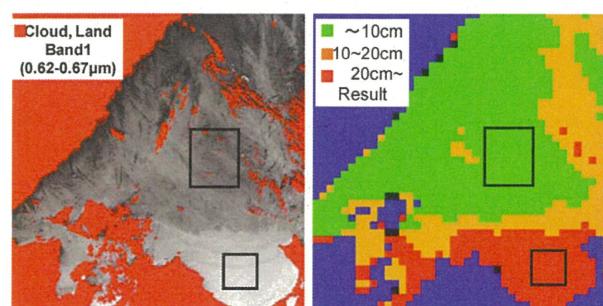
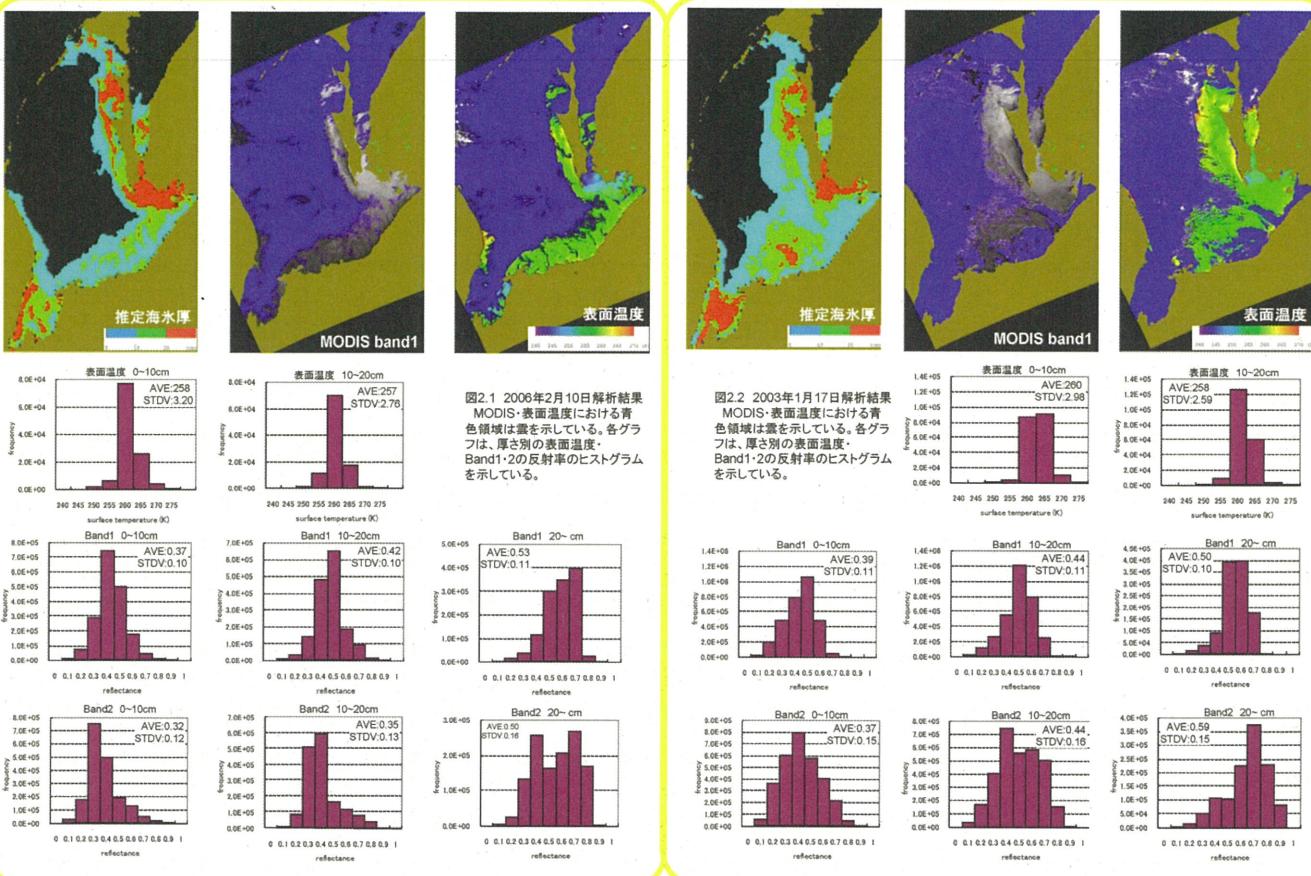


図3 目視による推定海水厚と反射率の比較
左図は、MODIS-Band1の画像を示している。左図中の赤色は雲及び陸域を示している。右図は推定海水厚を示している。右図中の青色は陸域を示している。両図中の四角で囲まれた領域において比較を行った。

表1 海氷厚に対する反射率

ice thickness (cm)	average (cm)	$0.58-0.68\mu\text{m}$	$0.75-1.1\mu\text{m}$
0 (open water, overcast)	0	0.07	0.07
2.0 - 2.5 (overcast)	2.25	0.13	0.12
3.7 - 4.0 (variable skies)	3.85	0.12	0.09
5	5	0.19	0.17
6.0 - 9.0 (clear skies)	7.5	0.31	0.23
15	15	0.35	0.24
20	20	0.38	0.24
25	25	0.43	0.24
50	50	0.55	0.25
50	50	0.62	0.25

図1 推定海水厚と実測値との比較

中山等(2000), Allison et al. (1990), Grenfell (1983), Perovich and Grenfell (1982)

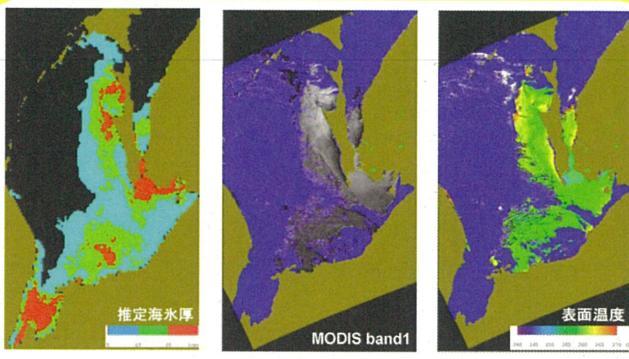


図2.1 2006年2月10日解析結果
MODIS-表面温度における青色領域は雲を示している。各グラフは、厚さ別の表面温度、Band1・2の反射率のヒストグラムを示している。

図2.2 2003年1月17日解析結果
MODIS-表面温度における青色領域は雲を示している。各グラフは、厚さ別の表面温度、Band1・2の反射率のヒストグラムを示している。

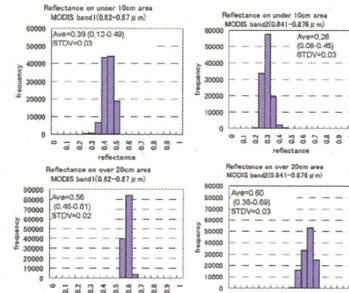
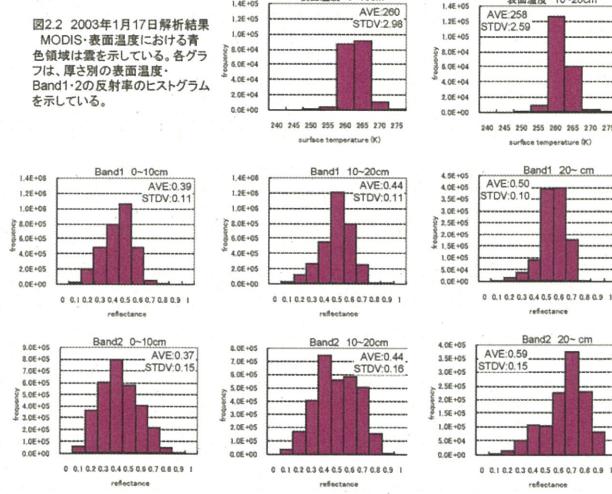


図4 厚さ別反射率
左図は、Band1の0~10cm, 10cm以上の結果であり、右図2つは、Band20~10cm, 10cm以上の結果である。

3. 結果・考察・まとめ

図2.1-2.2は、厚さ別の表面温度・反射率の結果である。両図ともに厚さが増加するに従い反射率は、高い値に分布していることが分かる。特にBand2の結果であった。また、2003年の表面温度は、10cm以下の領域は10cm~20cmの領域よりも高いことが分かった。

図3は、目視によって抽出した比較領域における、band1, band2の反射率のヒストグラムをしている。左の図はband1の結果であり、平均0.39、最大0.49、最小0.12、標準偏差0.03となった。右の図はband2の結果であり、平均0.28、最大0.45、最小0.08、標準偏差0.03となった。Massom and Comiso, 1994では、AVHRRに搭載されているChannel1(0.58-0.68μm)の観測波長における厚さ0~10cmに対する反射率の関係について0.07-0.35。同様にChannel2(0.725-1.000μm)の観測波長における厚さ0~10cmに対する反射率の関係について0.07-0.24と報告している。MODIS band1は観測波長がほぼ同じであるため得られた結果である平均反射率0.39という結果は、近い値を示しておりこの波長帯からも比較対象領域は、厚さ10cm以下の薄い海氷域である可能性が高い。MODIS band2は、AVHRRのChannel2の観測波長の一部であるため同様傾向を示すと考えられ、得られた結果も近い値を示した。以上のことから、マイクロ波放射計から推定した厚さ10cm以下の薄い領域の検証には、可視・近赤外域のデータも有効であることが示唆された。今後は北極海へ推定手法を適用し、今回の検証方法によって比較していく。

モンゴル国における表層土壤熱慣性の経年変化

松島 大(千葉工業大学工学部)・浅沼 順(筑波大学陸域環境研究センター)・樋口篤志(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

1. 背景・目的

・研究の背景

表層土壤水分量

→植生・風食・蒸発散・地下水等、水循環や生態系にかかるパラメータ
広域分布を把握するには衛星リモートセンシングが必要
地表面温度と熱収支式を用いて熱慣性を抽出し、表層土壤水分量の動態を推定
マイクロ波に比べて空間分解能が細かい、長期変化の推定が可能
曇天には弱い

・土壤熱慣性と土壤水分量の関係

土壤の体積熱容量と熱伝導率は、いずれも土壤水分量が多いほど大きくなるため、これらの積である熱慣性も大きくなる。

土壤の熱慣性

$$\text{熱慣性} = (\text{熱容量}) \times (\text{熱伝導率})$$

乾燥した土	水
熱容量小 熱伝導率小	熱容量大 熱伝導率大
↓	
土壤水分が多いほど 熱容量大、熱伝導率大 → 热慣性大	

図1 土壤熱慣性と土壤水分量の関係に関する説明図。

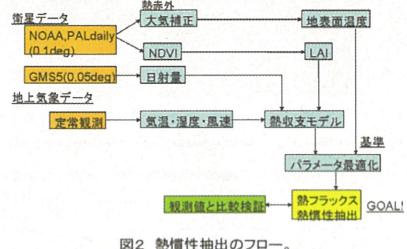
・研究の目的

表層土壤熱慣性(モンゴル国草原・夏季)の経年変化、及び地域別の特徴を示す

2. データ・方法

・衛星リモートセンシングによる表層土壤水分量の推定法

地表面温度は地表面・放射・気象条件によって変化。そこで、熱収支モデルの利用。つまり、放射・気象条件には観測・推定データを与え、地表面条件は地表面温度によって最適化。最適化パラメータに表層土壤の熱慣性が含まれる。

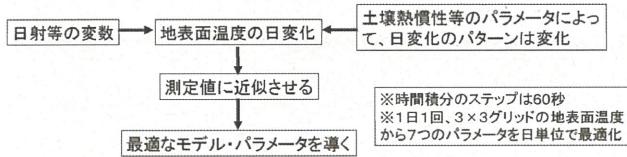


・熱収支式-force-restore法とバルク式の組み合わせ(Matsushima, 2007)

$$\frac{dT_g}{dt} = A \cdot T_g + B \cdot \left[\begin{matrix} S^+ \\ L^+ \\ T_a \\ q_a \\ U_a \end{matrix} \right]$$

T_g は地表面温度。 S^+ は日射、 L^+ は大気放射、 T_a は気温、 q_a は比湿、 U_a は風速で、以上5変数は入力変数である。
係数ベクトルA, Bはアルベード、バルク係数、蒸発効率、熱慣性等のパラメータを含む。

・最適化アルゴリズムにシンプルレックス法を用いて以下のように行う



・データ

地表面温度・NDVI : NOAA/NASA PAL-daily (千葉大学CeRES収集)

地表面温度はsplit-windowによって大気補正

地上気象 : モンゴル国水文気象研究所による定常観測 (RAISE Database 収録)

日射量計算に用いる静止衛星データ : GMS5 (高知大学・東京大学収録)

・対象地点・期間

モンゴル国のアイマグ(日本における県相当)中心都市 (Ulgii, Sukhaahtar, Zuunmodを除く)、及びUlaanbaatarの計18地点

1996~2000年各年の5~9月(ただし、1996年は8,9月のみ)

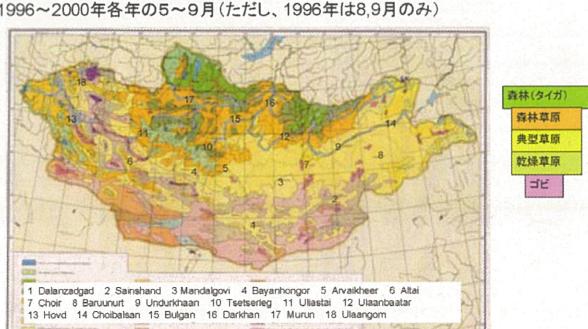


図4 対象地点及びモンゴル国の主な植生区分。

3. 結果と考察

・熱慣性推定値と表層土壤水分観測値との相関(松島ほか, 2009)

草原における集中観測データ(鳥取大学による)を用いた計算結果。

熱慣性は表層土壤水分量と概ね相関がある。

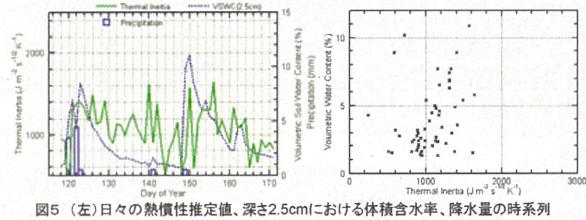


図5 (左)日々の熱慣性推定値、深さ2.5cmにおける体積含水率、降水量の時系列
(右)日々の熱慣性推定値、深さ2.5cmにおける体積含水率の散布図

・熱慣性・降水量・NDVIの対応(図6)

熱慣性は降水量の変動にほぼ追随。ただし、ある程度の変動があり、異常値も生じる。熱慣性とNDVIはおおよそ正の相関があるが、気温の低い5月前半・9月後半には追随が弱い。

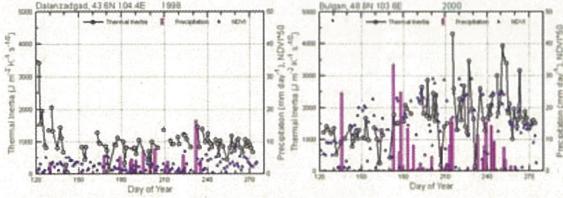


図6 热惯性・降水量・NDVIの時系列。(左)1998年のDalanzadgad、(右)2000年のBulgan

・熱慣性季節変化の年・地域ごとの違い(図7)

ゴビ(Dalanzadgad)、乾燥草原(Mandalgov)、典型草原(Undurkhaan)、森林草原(Tsetseler, Murun)について、1999, 2000年には9月に熱慣性が極大になる傾向があるが、降水量との相関に乏しい。

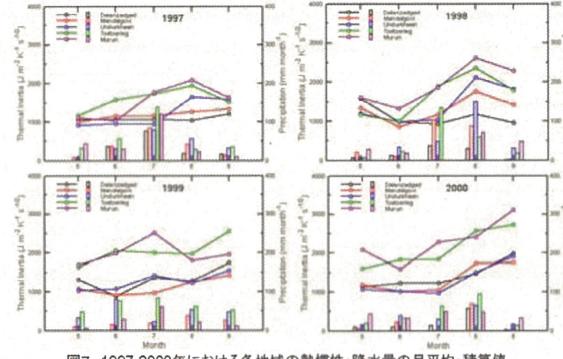


図7 1997-2000年における各地域の熱慣性・降水量の月平均・積算値。

・月平均熱慣性値と月積算降水量との対応(図8)

特に9月は降水量が多いほど熱慣性が大きくなる傾向にある。

逆に7, 8月は降水量が多くても熱慣性はあまり大きくなりず、蒸発が盛んか。

5月は凍土融解の影響が残る年もあるためか相関がはっきりしない。

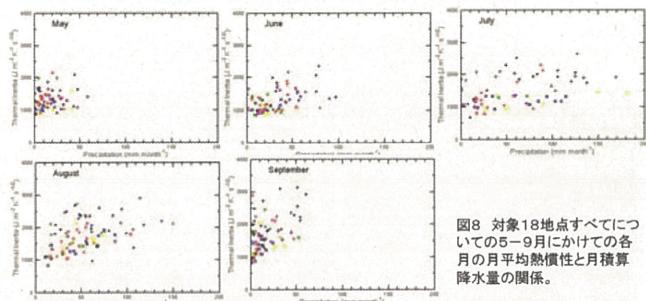


図8 対象18地点すべてについての5~9月にかけての各月の月平均熱慣性と月積算降水量の関係。

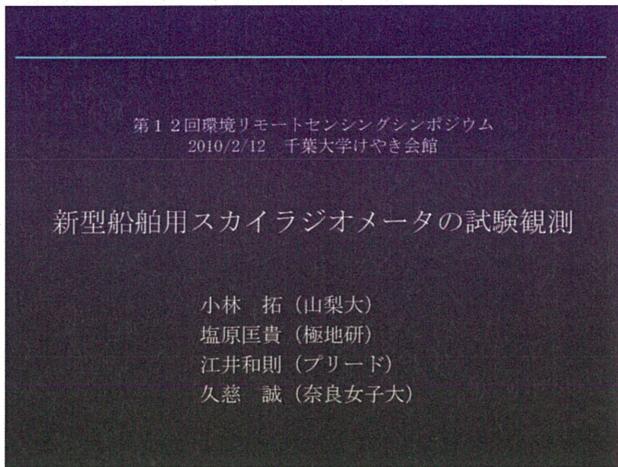
4. 今後の課題

- ・長期間・広範囲の推定に拡大
- ・土壤水分量・風食条件の推定への拡張

参考文献

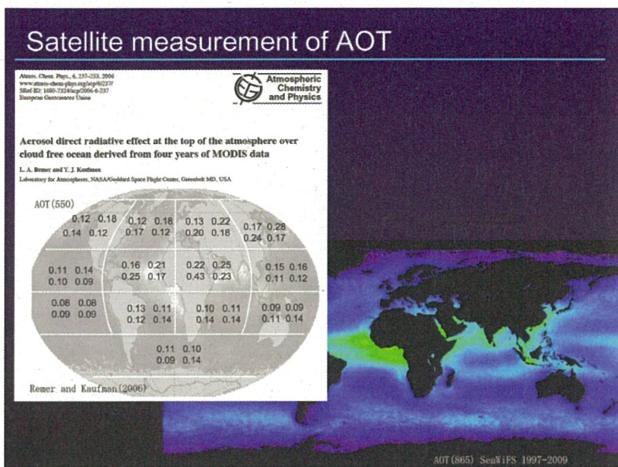
Matsushima, D.: Estimating regional distribution of surface heat fluxes by combining satellite data and a heat budget model over the Kherlen River Basin, Mongolia, Journal of Hydrology, Vol. 333, 86-99, 2007.

松島 大・木村玲二・篠田雅人:飛砂臨界風速と熱慣性値との関係について、鳥取大学乾燥地研究センター平成21年度共同研究発表会要旨, 25-28, 2009.



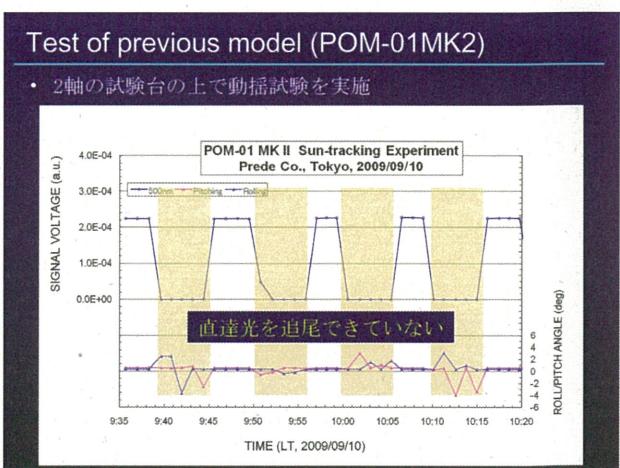
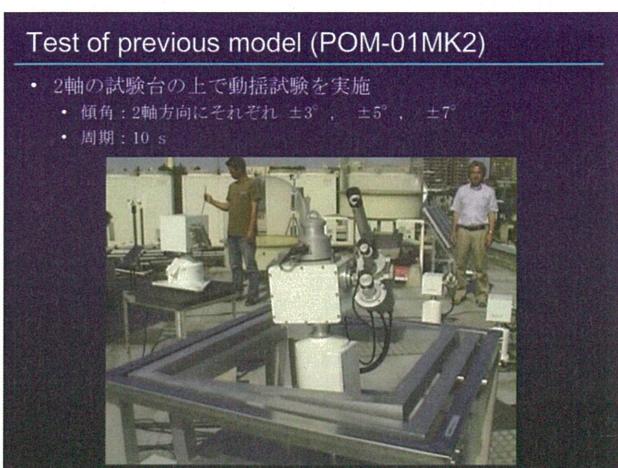
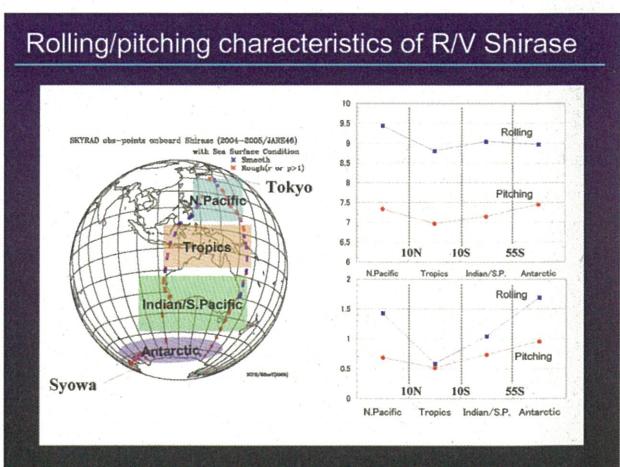
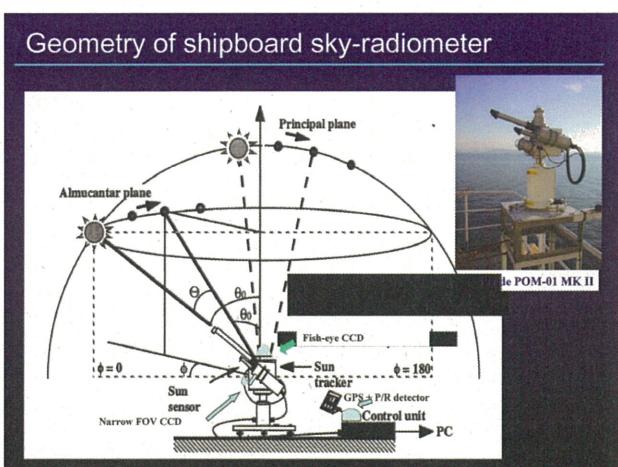
Aerosol optical thickness

- ・ 大気エアロゾルの光学的厚さ (AOT)
- ・ エアロゾルの気柱総量を表す
- ・ 測定方法
 - ・ 太陽直達光を測定
 - ・ 手持ち型のサンフォトメーター
 - ・ 自動追尾式のサンフォトメーター
 - ・ 天空光も測定するタイプ
 - Skyradiometer POMシリーズ (ブリード(株))
 - 318A spectral radiometer (CIMEL Electronique)
- ・ 海洋上のAOTの観測数が少ない
- ・ 陸上はSKYNET, AERONETなど多数あり
- ・ 地球観測衛星による測定も重要
 - ・ この評価に用いるデータも必要



Aerosol optical thickness

- ・ 大気エアロゾルの光学的厚さ (AOT)
- ・ エアロゾルの気柱総量を表す
- ・ 測定方法
 - ・ 太陽直達光を測定
 - ・ 手持ち型のサンフォトメーター
 - ・ 自動追尾式のサンフォトメーター
 - ・ 天空光も測定するタイプ
 - スカイラジオメータ POMシリーズ (ブリード(株))
 - 318A spectral radiometer (CIMEL Electronique)
- ・ 海洋上のAOTの観測数が少ない
- ・ 陸上はSKYNET, AERONETなど多数あり
- ・ 地球観測衛星による測定も重要
 - ・ この評価に用いるデータも必要
- ・ 船舶用スカイラジオメータ
 - ・ POM-01MK2 (ブリード(株))
 - ・ これまで旧しらせを含めあらゆる船舶に搭載されてきたが...



POM-01MK3

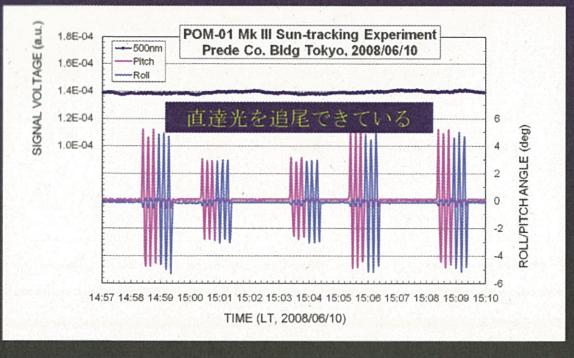
- 新規にブリードが開発
 - ステッピングモータ → サーボモータ
 - 太陽追尾センサ CCD ⇒ PSD
 - 測定回路と追尾回路を分離 1 CPU ⇒ 3 CPU
 - 制御ソフトウェアの改良
 - 測定は380nm→400nm→500nm→675nm→870nm→940nm→1020nmを6回繰り返し、最大値を記録
 - 新「しらせ」とともに更新
 - 直達光を正確に追尾できるか評価

POM-01MK3



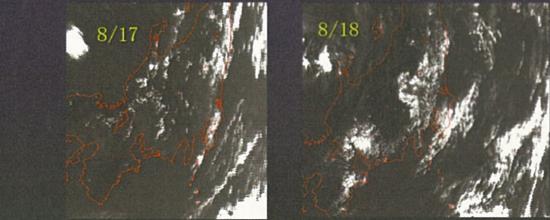
Test of POM-01MK3

- 2軸の試験台の上で動搖試験を実施（条件はMK2と同じ）



Comparison test on New Shirase

- 新「しらせ」の船上訓練
- 2009年8月17日～21日
 - 実際に外洋に出ていたのは17日～19日
- 相模湾から野島崎沖
- 船の動搖は数度程度
- ハンドヘルドサンフォトメーターとの比較

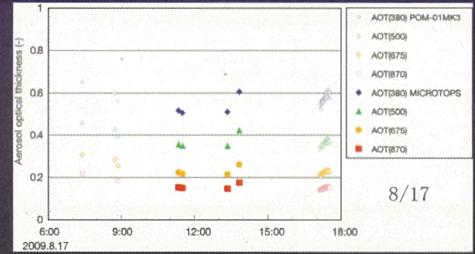


MICROTOPS II

- ハンドヘルドサンフォトメーター
 - SOLAR LIGHT CO.
 - 380, 440, 500, 675, 870nm
 - 気圧計内蔵、緯度経度時刻はGPSからリアルタイムで入力
 - オゾン気柱総量はAura, OMIデータを使用
 - 内部にデータをストア
 - 標準偏差/平均値<0.2%程度になるまでデータ選択

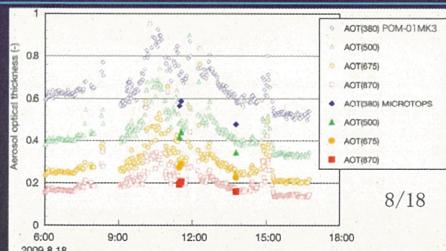


Comparison between NEW POM and MICRO.



- 測定時間が一致していなかったが、概ね一致

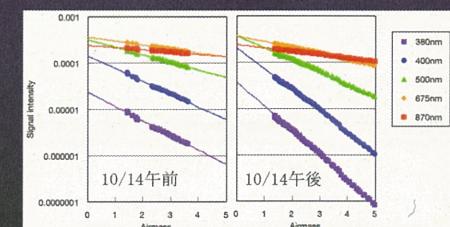
Comparison between NEW POM and MICRO.



- 概ね一致していたが、POMが高めの傾向（特に短波長）
- 日中、ばらつきが大きい
 - 海洋観測のためぐるぐる回っていたため、排煙を引っかけたか

Langley plot

- サンフォトメーターにとって検定定数の決定が一番重要
 - 大気圏外での太陽放射量
 - 検定定数の決定（ラングレー測定）が一度しかできません
 - 通常なら棄却するレベル



Summary

- ・新型スカイラジオメータの船上試験を新「しらせ」で実施
- ・ハンドヘルドサンフォトメーターとの比較
- ・概ね一致したが、値が高め?
 - ・検定常数の精度が低い
- ・船が動いている間、値が高くなり、ばらつきが大きい
 - ・海洋観測のため、排煙をきっかけた
 - ・追尾精度が?
- ・新「しらせ」に搭載されすぐに出航
- ・昭和沖での停泊時によい検定定数が得られるのでは
 - ・51次のデータ回収後、再評価

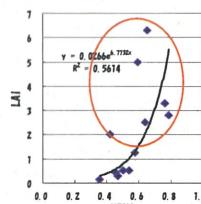
プロジェクト－2

高空間分解能衛星画像を用いた 林分構造因子推定の試み

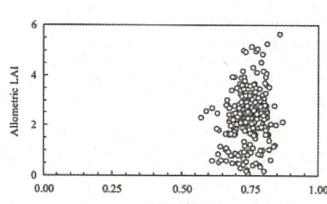
～葉面積指数の空間分布推定にむけて～

首都大学東京大学院 都市環境科学研究所
(長谷川 宏一・尾身 洋・泉 岳樹・松山 洋)

問題点(既存の植生指標とLAI(地上観測)との関係性)



(本研究で使用したデータの一部)



(Minna, 2005より引用)

- 植生指標(NDVI)とLAIとの関係には線形性がない。
→LAIが大きい(2以上)場合は推定が難しい。
- (成熟した森林はLAI 5~8程度→NDVIと無相関となる場合も)

BRDFの特徴を現す指標HDS (Lacaze et al. 2002)

- 方向別に観測したうち最大反射率をHotspotの反射率、
最低反射率をDarkspotの反射率とすると…

$$HDS = \frac{\rho_{Hs} - \rho_{Ds}}{\rho_{Hs}}$$

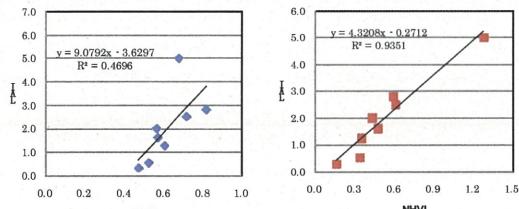
ρ_{Hs} = Hotspotでの反射率
 ρ_{Ds} = Darkspot での反射率

- HDS；植生の三次元的な構造によってできる陰影と関係が深い。

新植生指標NHVIの有効性

$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$

カナダ北西部における、LAI実測・多方向放射観測の結果
(夏季) でNHVIとLAIの線形性を実証した。



HDSは葉面積指数推定のためのNew factorとして有効である。

はじめに… 共同利用研究の目的



Contents lists available at ScienceDirect
Remote Sensing of Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



Improving the estimation of leaf area index by using remotely sensed NDVI with BRDF signatures

Koiti Hasegawa^{a,b*}, Hiroshi Matsuyama^a, Hayato Tsuzuki^c, Tatsuo Sweda^c
^a Department of Geography, Doshisha University, 1-3 Moriguchi, Sakyo-ku, Kyoto 603-0071, Japan
^b Department of Landuse, Kanazawa University Faculty High School, 1-7-12 Kita-ku, Kanazawa, Ishikawa 920-8437, Japan
^c Department of Agriculture, Kanazawa University, 3-4-2 Terao, Kanazawa, Ishikawa 920-8464, Japan

葉面積指数の広域推定のため 多方向放射観測データ(BRDFデータ)を用いた新たな植生指標を開発し、その運用に向けたアルゴリズムを作る。

葉面積指数(LAI) :単位面積当たりの葉の片面表面積の合計
光合成量・蒸発散量と関係が深い

新指標の概念

BRDFデータから算出されるNew factorをNDVIに乗ずる

$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$

$Le = La \times \Omega$ (Chen et al., 1997より)

$Le = \text{LAI-2000}$ で測定したLAI(計算アルゴリズムの中
で「均一でランダムな葉の分布」を仮定)

La=直接推定(伐倒調査)によるLAI

$\Omega = \text{Clumping Index}$ (幹の周りへの葉の集中度合いを表す)

$fAPAR = 1 - \exp(-k \cdot LAI)$ (Sellers, 1985より)

NDVIとLAIとの関係は、上記のfAPARとLAIとの関係式
を論述している。(K=1の時「均一でランダムな葉の分布」を仮定)
K: 葉の空間分布の様子を表す閾数

新指標の概念(先行研究からの考察)

$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$

相関関係が認められる(Lacaze et al., 2002)

$Le = La \times \Omega$ (Chen et al., 1997より)

$Le = \text{LAI-2000}$ で測定したLAI(計算アルゴリズムの中
で「均一でランダムな葉の分布」を仮定)

La=直接推定(伐倒調査)によるLAI

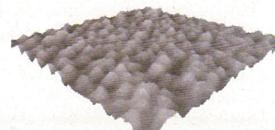
$\Omega = \text{Clumping Index}$ (幹の周りへの葉の集中度合いを表す)

$fAPAR = 1 - \exp(-k \cdot LAI)$ (Sellers, 1985より)

NDVIとLAIとの関係は、上記のfAPARとLAIとの関係式
を論述している。(K=1の時「均一でランダムな葉の分布」を仮定)
K: 葉の空間分布の仕方を表す閾数

本年度の研究の目的

高空間分解能衛星画像からHDSを推定する方法を
検討する。(現在、HDSを算出するためのBRDFデータを直
接観測できる衛星はない)



高空間分解能衛星画像

植生表面の輝度の分布から植生表面の凹凸を再現することが可能

HDS…植生の日向葉・日陰葉の割合と関係が深い

本年度の研究の概要

高空間分解能画像から算出した「テクスチャ特徴量；Contrast」

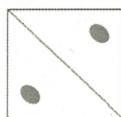
この相關関係を検討する

HDSと相關関係が認められる「Clumping Index」
(地上観測にて広域に測定)

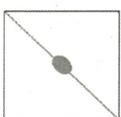
テクスチャ特徴量「Contrast」とは?

輝度の空間分布パターンを特徴量として算出したもの。
(近接するピクセル間への濃度変化の確率を行列化した
同時生起行列から算出)

Contrast大

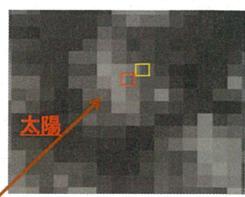
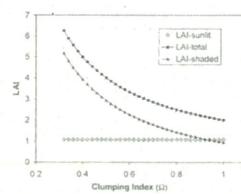


Contrast小



HDSを推定する方法の検討（論理的考察）

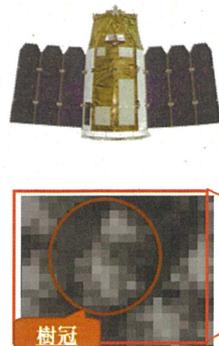
- HDSは日向葉・日陰葉の割合と関係が深い
- テクスチャ特徴量の中でもContrastはピクセル間の濃淡の差を表す指標であるので、HDSと関係が深いと考えられる。



※今回は太陽の入射方向と同じ方位のピクセルとのContrastを計算
(Chen et al., 2003 より引用)

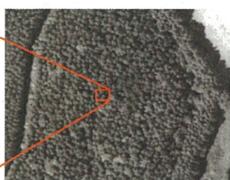
使用した衛星画像

高空間分解能PAN画像

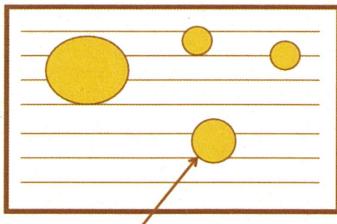


EROS-B(イスラエル)
地上分解能0.7m
パンクロマティックセンサ
飛来日2009年9月21日

オフナディア角 7.4°



Clumping Index (幹の周りへの葉の集中度) の測定方法

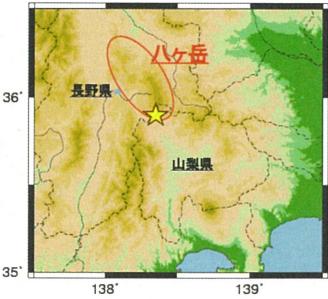


Sun fleck(木漏れ日)

25m × 7本のラインを取り、林内
のSun fleckを測定(快晴時)

衛星と同期した現地調査

- 対象: 山梨県北杜市小淵沢町付近の施業状態の異なるカラマツ林(7林班)
- 調査項目: 全天写真・樹高・Clumping Index



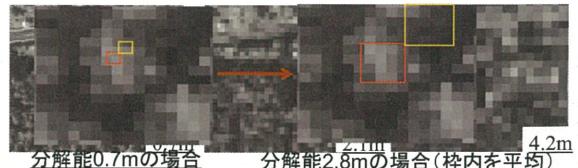
カラマツ林

35° 138° 139°

EROS-B画像のピクセルサイズを調整して Contrastを算出

- ピクセル内の平均値を計算してリサイズ。
- テクスチャ特徴量は通常隣り合うピクセル間の濃淡で計算するので、隣り合うピクセルの濃淡が「樹冠の日向部・日陰部に相当するようにリサイズした。

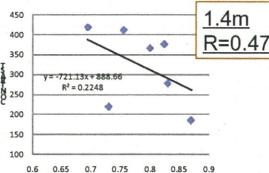
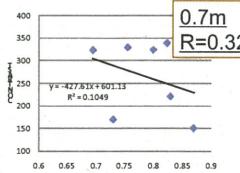
(今回対象としたカラマツの樹冠サイズ…2.5～5.0m)



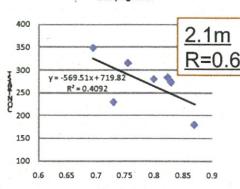
分解能0.7mの場合

分解能2.8mの場合(枠内を平均)

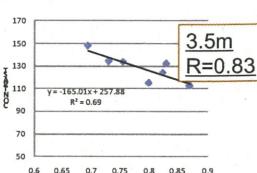
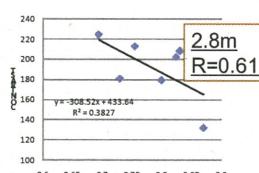
結果 ContrastとClumping Indexの関係



空間分解能0.7m～2.8m
の画像から算出した
ContrastとClumping index
の間には統計的に有意な
相関関係が見られない。
(同じ樹冠 or Gap内の濃淡
を見ている)



結果 ContrastとClumping Indexの関係



3.5mでは5%で有意
4.2mでは1%で有意

ContrastとClumping indexには
統計的に有意な相関関係が
見られた。

まとめ ~ContrastとClumping Indexの関係~

- ピクセルサイズを変えながらテクスチャ特徴量: Contrastと Clumping Indexとの関係を検証したところ、樹冠サイズと ほぼ同じ空間分解能を持つ画像から計算したContrastと Clumping Indexとの間に相関関係が見られた。

→植生の構造によってできる日向部・日陰部の割合がテクス チャ特徴量Contrastでうまく表現された可能性がある。

- HDSとClumping Indexの間に相関関係があるため、論理的 考察から,ContrastからHDSを推定できる可能性がある。

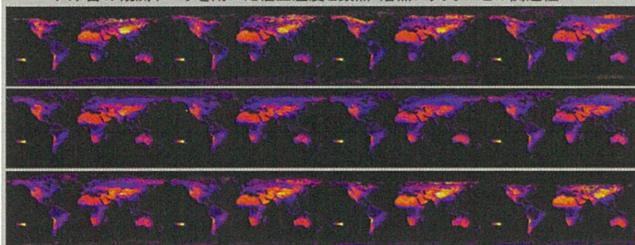
地表面熱特性の地上観測手法の開発

谷川聰, 森山雅雄 (長崎大学), 本多嘉明 (CEReS)

研究背景

本研究室では衛星データから地表面熱特性推定と裸地において衛星と同期した地表面温度観測を行い衛星データの精度検証を行っている。本研究は衛星データから地表面熱特性推定、温度データから植生の状態把握を目的としている。

- ・このための基盤研究として地上観測データからの熱特性算出に必要な観測データの取得法と算出手法の考案
- 夜間データを用いた地表面熱特性算出手法
- ・地上観測データから衛星データを用いた手法へ推移するための植生温度と他のパラメータとの関連を把握
- ハケ岳の観測データを用いた植生温度と顯熱・潜熱フラックスとの関連性



極軌道衛星データを用いた地表面熱特性推定結果

TERRA/MODIS, 2002
森山雅雄, 谷川聰, 松井隆(長崎大), 木村玲二(鳥取大)
(社)日本写真測量学会 平成21年度年次学術講演会, pp.141-142

上: 1・2・3・4月
中: 5・6・7・8月
下: 9・10・11・12月



夜間データを用いた地表面熱特性算出手法

地表面での熱収支式

$$S^+ + L^+ = S^+ + L^+ + H + \tau E + G$$

夜間は太陽からの入射がないことから

$$S^+ = S^-$$

夜間において微風であると仮定すると
顯熱輸送・潜熱輸送はほぼ0とみなせる

$$H + \tau E = 0$$

これにより熱収支式を簡略化できる

$$G = L^+ - L^-$$

地中伝導熱

$$G = -\lambda \frac{dT}{dz}$$

T : 観測対象温度, λ : 地中熱伝導率

地中の温度勾配を一定であると仮定する

$$G = -\lambda \frac{dT}{dz} = -\lambda \frac{T_0 - T_t}{D} \quad (1)$$

夜間の放射冷却において深さ z における地中温度の熱伝導微分方程式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

$c\rho$: 热容量

$$G = \int_0^D c\rho \frac{dT}{dt} dz \approx \frac{D}{2} c\rho \frac{dT}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{c\rho\lambda}} (L^+ - L^-) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{c\rho\lambda}} (L^+ - \sigma T_{obj}^4)$$

dT/dt : 対象温度変化の割合, L^+ : 大気からの下向き放射量
 T_{obj} : 観測対象の温度, σ : スチーブン・ボルツマン定数($=5.67 \times 10^{-8}$)
 $(c\rho\lambda)^{1/2}$: 热アドミッタンス

植生温度と顯熱・潜熱輸送

境界面を上方から見た樹冠部分とした場合の
境界面における熱収支式

$$S_1^+ + L_1^+ = S_1^+ + L_1^+ + H + \tau E - L_1^+ + L_2^+$$

顯熱・潜熱フラックス以外のパラメータは4成分
放射計にて計測可能
→顯熱・潜熱フラックスの熱輸送量を求めるこ
とができる

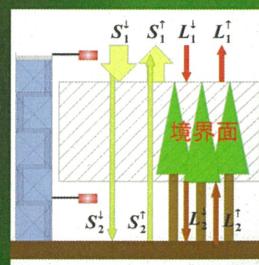
$$H + \tau E = S_1^+ - S_1^+ - L_1^+ - L_1^+ + L_2^+ - L_2^+$$

植生地の熱特性は植生の種類・状態に大き
く影響を受ける

・水が十分に供給されている植生であれば葉
温があがりすぎないように蒸散が行われる
→温度は安定で潜熱輸送が増加

・落葉樹
→顯熱・潜熱フラックスの季節変動大

・常緑樹では気温の低い季節の生育活動の低
下
→潜熱輸送の減少



熱特性算出結果

(長崎大学学内, 中国黄土高原)

観測エリア: 長崎大学 学内屋上

使用計測機器

観測対象: コンクリート・木

- 放射温度計3台

観測期間: 2004年6月 ~ 2007年8月

- 計測間隔: 5分間隔

使用データ: 6時 ~ 翌日5時

-



観測エリア: 中国 黄土高原
観測対象: 裸地

使用計測機器

観測期間: 2004年6月 ~ 2007年8月

- 4成分放射計

使用データ: 21時 ~ 翌日6時

- 計測間隔: 1分間隔

- 計測したデータを1時間ごとに平均した値を記録

使用データ: 21時 ~ 翌日6時

-

-

使用データ: 21時 ~ 翌日6時

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

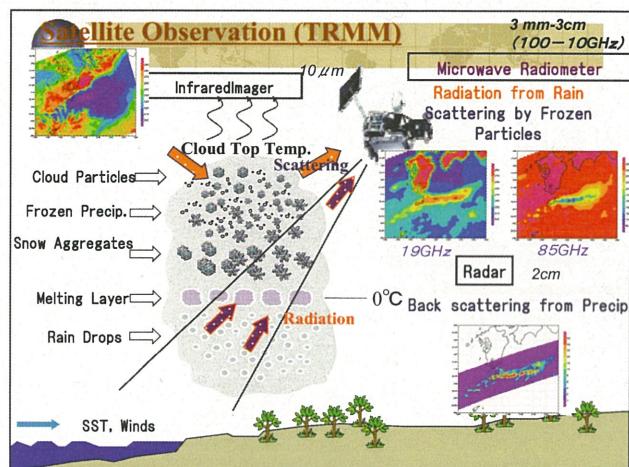
プロジェクトー3

Feb. 12, 2010

2009年度CEReS 共同利用研究会

多波長マイクロ波放射計データを用いた 水物質リトリーバルの研究: Displaced Ensembleを用いた MWI TBの変分法的同化法

青梨和正(気象研)
担当教官 高村民雄



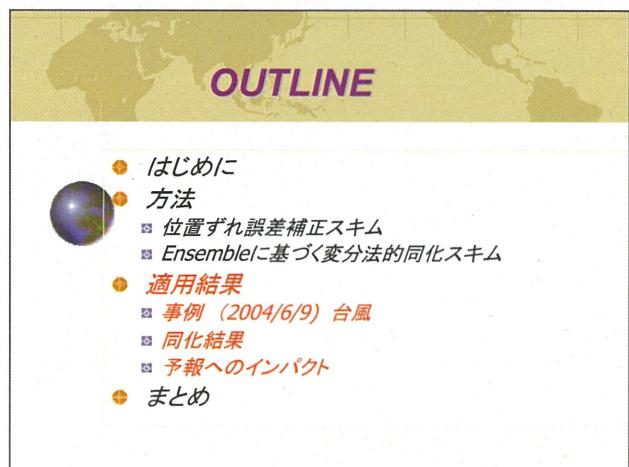
衛星降水データの実利用のためにデータ同化が必要

Precip. Retrieval Alg.
Precip-related variable model

Cloud Resolv. NWP + Data Assim System

Hydrological Model

2007.11.10 03:00 - 03:59 (UTC)



方法

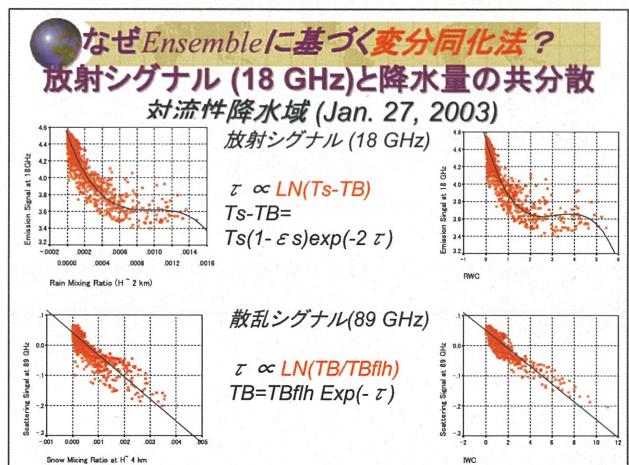
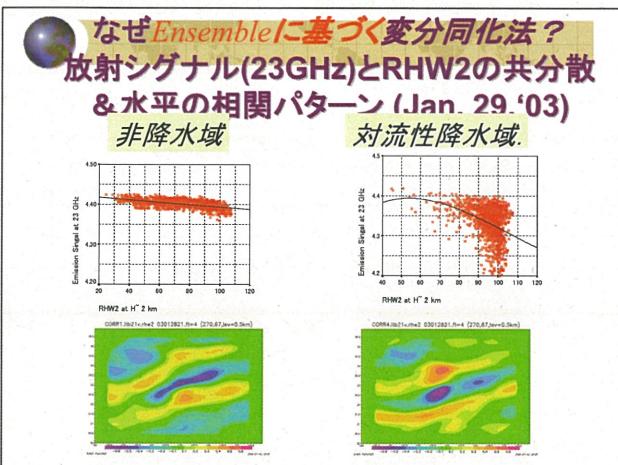
位置ずれ補正法

Ensembleを使ったデータ同化法

Ensembleに基づく変分同化法 (EnVA)

なぜEnsembleに基づく同化法:
CRM予報誤差共分散の流れ依存性を取り入れるため

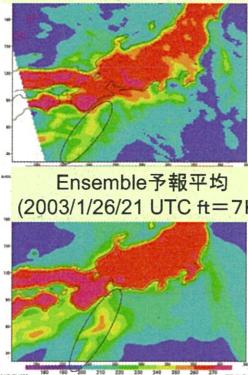
なぜ変分法的同化法:
物理量の非線形函数であるTBの同化をうまく行うため





観測(AMSRE)とEnsemble予報の位置ずれ

AMSRE (2003/1/27/04UTC)



- 実際の観測とEnsemble予報の降水域の間には、大規模な位置ずれがよく見られる。
- このため、特に観測降水域かつCRM非降水の地点で、このEnsemble予報誤差をデータ同化に使うのは不適当である。



位置ずれ補正したEnsembleを使ったデータ同化法の考え方

- 従来のCRM物理量 \bar{X} と、位置ずれ \bar{d} も考える

- 求めるべき解析値は以下を満たす:

$$\arg \max P(\bar{X}, \bar{d} | Y, \bar{X}^f)$$

$$P(\bar{X}, \bar{d} | Y, \bar{X}^f) = P(\bar{d} | Y, \bar{X}^f)P(\bar{X} | \bar{d}, Y, \bar{X}^f)$$

より (\bar{x}^a, \bar{d}^a) の解法は2つのステップに分けられる:

i) $P(\bar{d} | Y, \bar{X}^f)$ を最大にする \bar{d}^a を求める
(位置ずれ補正)

ii) $P(\bar{X} | \bar{d}^a, Y, \bar{X}^f)$ を最大にする \bar{x}^a を求める。
(アンサンブルに基づく変分同化法)



位置ずれ補正

- Hoffman & Grassotti (1996)の変分的アプローチ
- コストファンクション
- 位置ずれ誤差の探索法



位置ずれについてのCost Function

- ベイズの定理

$$P(\bar{d} | Y, \bar{X}^f) = P(Y, \bar{X}^f | \bar{d})P(\bar{d}) / P(Y, \bar{X}^f)$$

- $P(Y, \bar{X}^f | \bar{d})$ として、 $\bar{X}^f(\bar{d})$ が与えられたときの観測 Y の条件付き確率を考える:

$$P(Y, \bar{X}^f | \bar{d}) = \exp\{-1/2(Y - H(\bar{X}^f(\bar{d}))^t R^{-1}(Y - H(\bar{X}^f(\bar{d})))\}$$

- $P(\bar{d})$ として簡単な正規分布を考える: $P(\bar{d}) = \exp\{-|\bar{d}|^2 / 2\sigma_d^2\}$
但し、 σ_d は経験的に決める位置ずれ誤差のスケールである。



位置ずれ誤差の探索法

- 最適な位置ずれを求めるには、以下のコストファンクションの最小値問題を解くことになる:

$$J_d = \frac{1}{2}(Y - H(\bar{X}^f(\bar{d})))^t R^{-1}(Y - H(\bar{X}^f(\bar{d}))) + |\bar{d}|^2 / 2\sigma_d^2$$
- 我々は、データ同化のときに対象点とその近傍の物理量の相関を利用する。このため、位置ずれの大きなスケールの成分だけを求めるところにする。
- Hoffman & Grassotti (1996) の方法を用いる
 - AMSRE(TMI) TB10v, TB18v, TB23v (TB10v, TB19v, TB21v) を観測データ Y とする
 - \bar{d} を2重フーリエ波数空間に展開
 - 大規模スケールの \bar{d} を計算する



Ensembleに基づく変分同化法 (EnVA)

- Ensemble予報誤差空間でのCost Function
- 解析インクレメントの探索



Ensemble空間でのコストファンクション

- 以下のコストファンクション J を最小化する

$$J_x = 1/2(\bar{X} - \bar{X}_f)^t P_f^{-1}(\bar{X} - \bar{X}_f) + 1/2(Y - H(\bar{X}))^t R^{-1}(Y - H(\bar{X}))$$

- 解析誤差はアンサンブル誤差空間に属すると仮定

$$\bar{X} - \bar{X}^f = P_e^{f/2} \circ \Omega \quad \Omega = [\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_N]$$

$$P_e^{f/2} = [\bar{X}_1^f - \bar{X}^f, \bar{X}_2^f - \bar{X}^f, \dots, \bar{X}_N^f - \bar{X}^f]$$

- 予報誤差共分散をEnsemble予報誤差を局所化することで求めた $P^f = P_e^f \circ S$

- Cost functionは Ω の関数として表される:

$$J(\Omega) = 1/2 \operatorname{trace}\{\Omega^t S^{-1} \Omega\} + 1/2 \{H(\bar{X}(\Omega)) - Y\}^t R^{-1} \{H(\bar{X}(\Omega)) - Y\}$$



解析インクレメントの計算

- 以下の手順で $J(\Omega)$ を最小化することで、 Ω_a, w_a を探索する:

Sの固有ベクトルU,Dを使って制御変数を変換する:

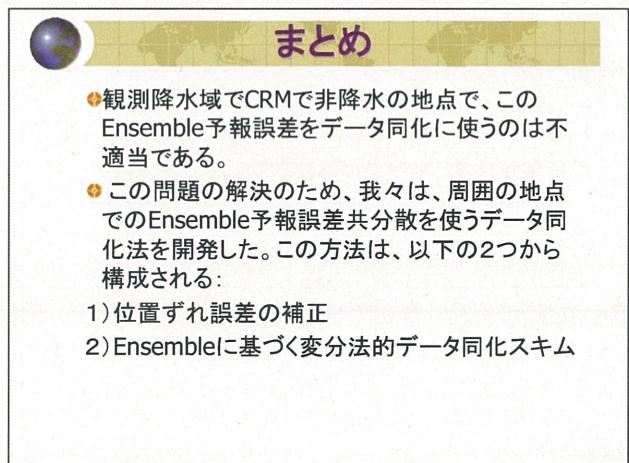
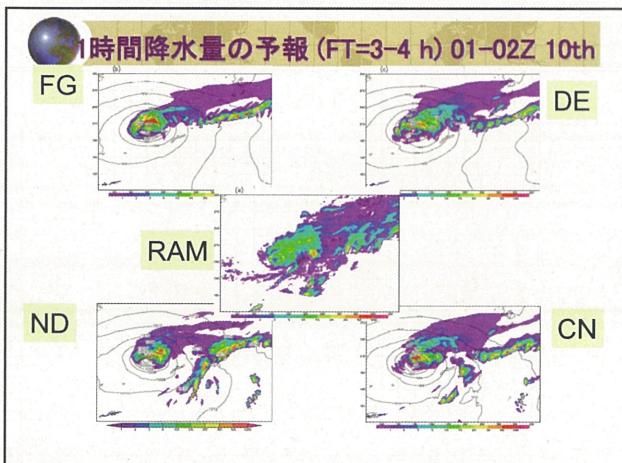
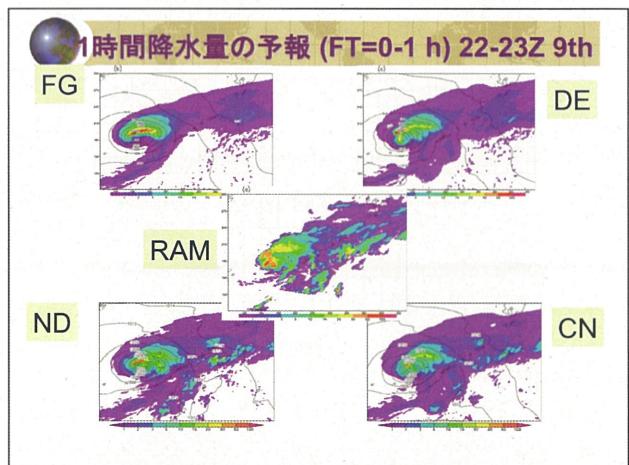
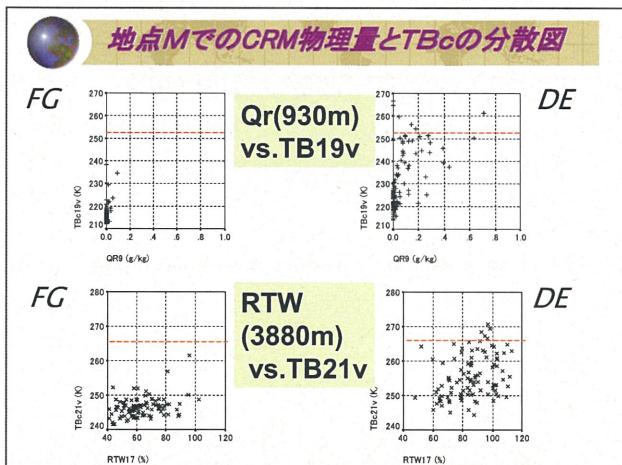
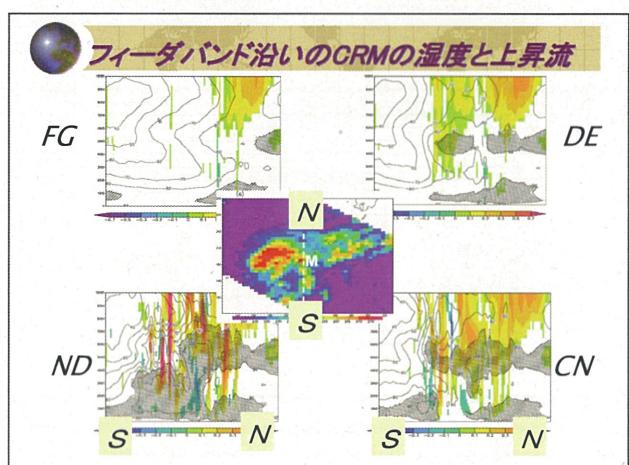
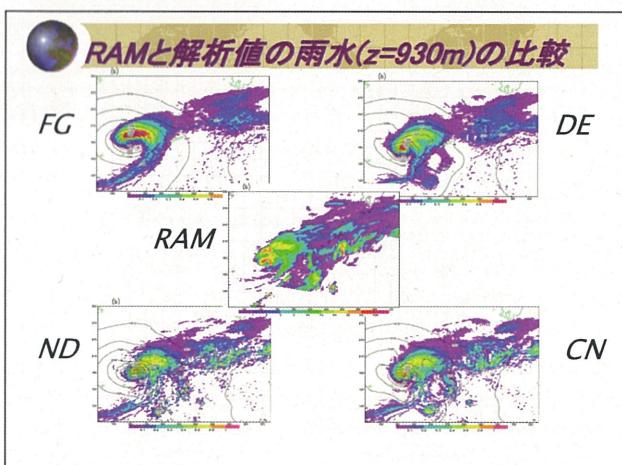
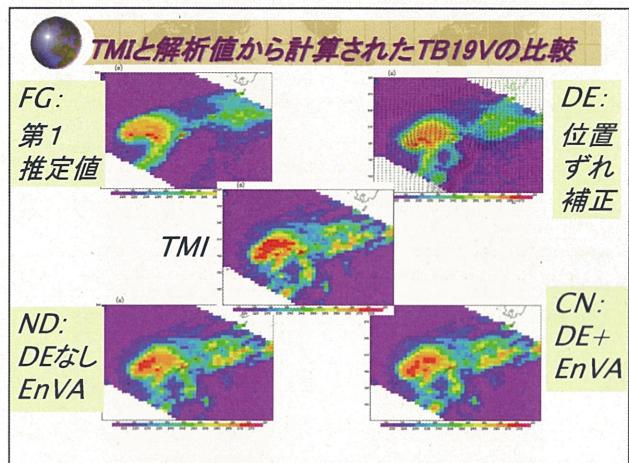
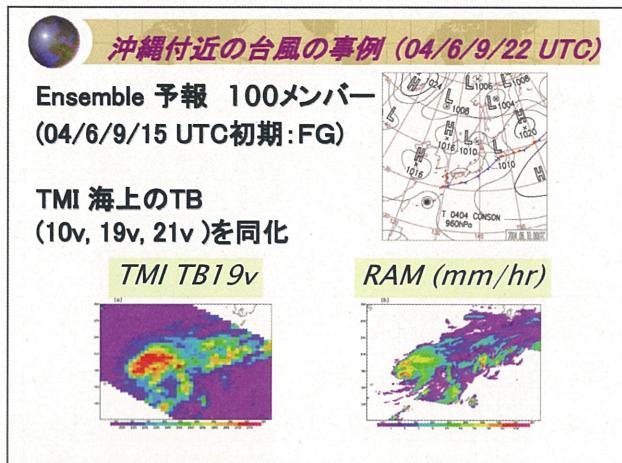
$$\chi_i(m) = 1/d_m \{U^t \Omega\}_i(m)$$

この制御変数に対する、対角化されたコストファンクションを最小化する

- 観測オペレータのgradientをアンサンブルの差分で近似する

$$\partial H(\bar{X}) / \partial \Omega \sim \{H(\bar{X} + \alpha \delta p_i^f) - H(\bar{X})\} / \alpha$$

- Zupanski (2006)に従い Ω_a, w_a からEnsemble解析誤差共分散とEnsembleの各メンバーの解析値を計算する。





まとめ

- ⊕ Ensembleに基づく変分同化法は、位置ずれ補正をしたEnsemble予報誤差空間でのコストファンクションを非線形最小値化して、Ensemble平均の解析値を求めた。
- ⊕ 同化実験の結果、本研究の同化法は、降水予報の位置ずれを減少させていた。
- ⊕ また、位置ずれ補正が観測のTBと同等な計算値を持つEnsemble member数を増やしたことで、データ同化スキームの出力のノイズが減っている。

衛星画像を用いた大気エアロゾル光学特性と地表面反射特性の同時導出アルゴリズムの実用化

Practical study of retrieval algorithm for both aerosol optical property and reflective property for ground surface from satellite imagery

継続: 分光反射率ライブラリによるMODIS用参考アルベドの経年変化

Long term trend of reference albedo for MODIS imagery with ASTER spectral reflectance library

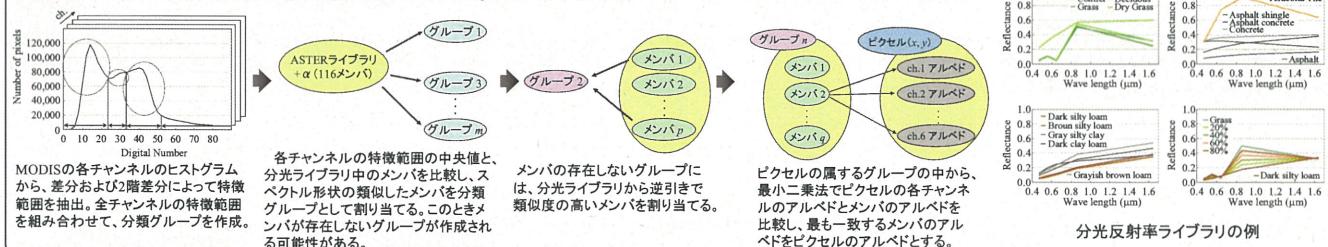
朝隈 康司

東京農業大学 生物産業学部

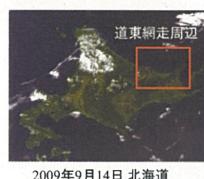
はじめに

- これまでに、地表面を各種正規化指標(NDVI, NDWI, NDSI)を用いて、「植生」、「水・雪氷」、「土壤」、「都市部」の4つのカテゴリに粗く分類(大分類)し、ASTERのspectral library、および、土壤と植生の組み合わせにより作成したミクセルアルベドと比較しながら地表面被覆を特定し、参考アルベドの導出アルゴリズムを開発してきた。
- 昨年は、各チャンネルのヒストグラムの分析による分類を加えることにより、アルゴリズムの精度向上を実現した。
- 今回、2001年からのMODISデータを入手したので、アルゴリズムの精度と汎用性を検証するため、分類結果の経年傾向と季節変動を考察した。
- 利用データは、2001年から2009年の冬季を除くTERRA/MODIS画像。6Sコードを用いて大気の吸収のみ補正したチャンネル1, 2, 3, 4, 6の画像を用いた。
- 対象地域は、地表面被覆がある程度わかつており、検証をしやすいと思われる東京農業大学生物産業学部周辺の網走地域とした。

分光反射率ライブラリによる地表面参考アルベドの導出アルゴリズム



対象地域と分類クラス



2009年9月14日 北海道



2009年9月14日 網走周辺

道東網走地区を、特徴のある次の6地区に分けて考察する

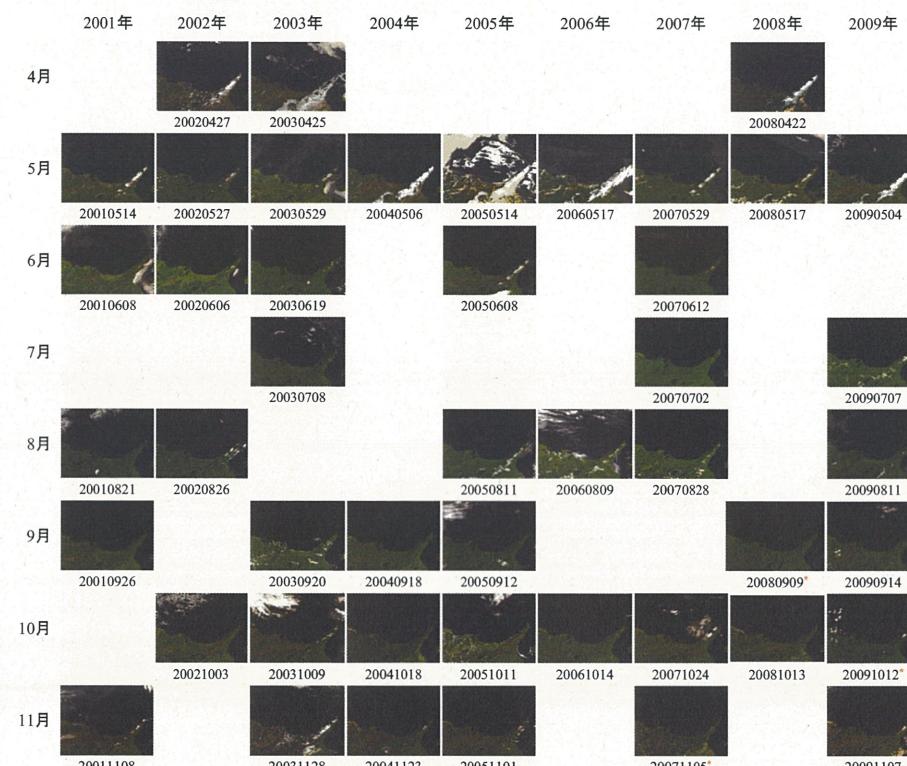
- 斜網地区：国内有数の畑作地帯であり、バレイヨウ、コムギ、ビートの3種作がおこなわれる。地上被覆は季節変化が大きく、年ごとの変化もあると考えられる。
- 中標津地区：国内有数の酪農地帯であり、被覆は牧草が主となり季節変化が大きいと考えられる。
- 美幌地区：麦根岬などの景観で知られ、紅葉する落葉広葉樹が見られる。
- 津別地区：林業の盛んな地区でトマツ、カラマツ、エゾマツ、スギなどの人工針葉樹林が多く見られる。
- 佐呂間地区：仁頃山（標高830m）など中程度の高さの山地で、針葉樹林が見られる。周辺には酪農地帯が点在する。
- 知床半島：エゾマツ、トマツなどの針葉樹とエゾシタマ、ミズナラなど落葉広葉樹の混合林が多い。高高度では、ダケカンバ、ハイマツなどの亜高山植物が生じるが冠雪期間も長い。

分類クラスは次の物を用いた

- 植生: conifer(針葉樹), deciduous(広葉樹), grass(牧草), dry grass(枯れ草),
土壤: entisol(未熟土壌), andisol(黒泥土) × 2, mollisol × 3(草原土), incipisol(風化の無い堆積土壌), aridisol × 4(乾燥赤土壌), alfisol(森林土壌),
人工物: tar × 2, asphalt × 3, concrete × 4, as-con, teracotta tile
雪氷: ice, water, snow × 3, frost
ミクセル: grass and dry grass × 9, grass and mollisol × 9, grass and alfisol × 9, grass and water × 9, mollisol and water mixel × 9,
mollisol and frost × 9, snow and water × 9(海上の雪、海水を想定)

* : 米国の分類で日本には無いと言われている。

分類後の参考アルベドの年月別傾向 (各月の最も雲の少ない日を掲載)



今後の課題

- ・本方法による被覆分類がどの程度の正確さをもつか、検証する必要がある。
・ASTERライブラリには、日本に存在しない草原土壌(mollisol)等が含まれるが、今回、土壤がそれに分類され場合が多かった。また、この地域は畑作地が多いため、grassと土壤のミクセルを準備したが、coniferと土壤の混合に分類される場合が多かった。実測により、土壤ならびに植生のクラスを充実させる必要がある。

パルス型差分吸収分光法の光軸自動調整と大気汚染物質の測定

富山高等専門学校¹、千葉大学CEReS² 由井四海¹、皆越慎吾¹、蒲靖人²、久世宏明²

背景

パルス型差分吸収分光法(PDOAS)¹⁾は、煙突などに設置されている航空障害灯を光源として用いることで大気微量成分の平均濃度を測定する方法である。これまでに、このシステムによりNO₂, SO₂, O₃, エアロゾルの観測を行っており、その測定方法の有効性が確認してきた。

一方、大気の動態解析には長時間の観測により得られるデータが重要であるが、PDOASではさまざま要因により光軸のずれが生じ、長時間の測定が困難であった。

目的

パルス型差分吸収分光法で長時間の連続観測を実現するため、光軸自動調整装置の開発と大気汚染物質の測定を行う。

光軸自動調整

・光軸調整

反射鏡は鏡筒部と3点のねじで固定されており、通常は望遠鏡の光軸調整を行うときに使用される。光軸調整を自動で行うために、それぞれのねじに対してステッピングモーターを取り付け、長さを変化させることで反射鏡の傾きを変える。調整機構の構成を図に示す。

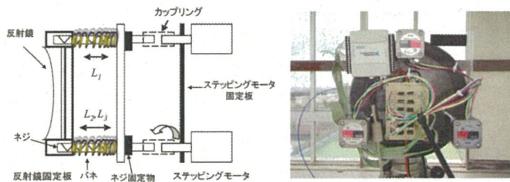
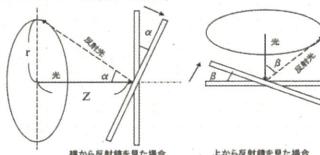


図1. 光軸自動調整機構(構成)

図2. 望遠鏡に取り付けた機構

・角度調整に伴うねじの移動距離

α を仰角、 β を方位角(初期位置を 0° とする)の変化とし、鏡の中心位置が変化しない状態でのねじの移動距離およびモーターのステップ数を計算する。以下にねじの移動距離と角度の関係を示す。ここで、 L は鏡の中心からねじまでの距離である。



$$L_1 = -L \tan \alpha \quad (1)$$

$$L_2 = \frac{L}{2} \tan \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} L \tan \beta \quad (2)$$

$$L_3 = \frac{L}{2} \tan \alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} L \tan \beta \quad (3)$$

図3. 角度とねじの移動距離の関係

長さ L は α を変化させる場合のみ関係するが、長さ L_2 , L_3 は α および β の両方に依存する。

機器仕様

望遠鏡 Vixen R200S D=200mm f=800mm

分光器 Ocean Optics USB2000 blaze 300nm/5 μm slit

モーター オリエンタルモーター PK243A1-SG10 分解能0.18°

ドライバ類 National Instruments USB-6501および自作ドライバ

観測装置と光源



図4. 測定システム全体



図5. 光源設置の煙突 富山新港火力発電所(北陸電力 受光地点より、2.5km)

測定結果

・NO₂の濃度変化

図6および図7に2地点におけるNO₂濃度の観測結果を示す。 PDOASによる濃度変化は地上測定局とよい一致を示している。結果および差分吸収分光法の原理から光軸自動調整(絶対強度の変化)は分子種の解析には影響しないことがわかる。

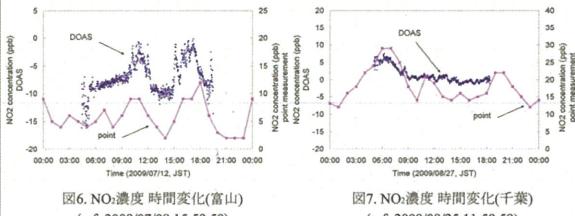


図6. NO₂濃度 時間変化(富山)

(ref: 2009/07/08 15:59:59)

図7. NO₂濃度 時間変化(千葉)

(ref: 2009/08/25 11:59:59)

・光軸自動調整とエアロゾルの測定

図8に光軸の自動調整時の受光強度変化を示す。自動調整は、仰角と方位角を観測時の状態からずらすことで最適な角度を発光強度の変化から求める方法で行った。15分毎に調整を行っており、その際に大きく強度が下がっていることがわかる。また、7:00や7:45などにおける調整では、その前後で強度が大きく変化しており調整が正確に行われなかったことがわかる。これは、調整の際の強度変化と発光強度の変動が区別できなかったことに起因する。

図9に発光強度と背景光強度、SPM値(地上測定)の時間変化を示す。

SPM濃度が高い場合は光強度は低くなり、11:00付近では同様の傾向が見られるものの、全体的な傾向は一致していない。また、自動調整は誤差が大きいながらも、完全に光源から外れることはなく連続した観測が実現された。

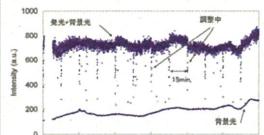


図8. 光軸自動調整

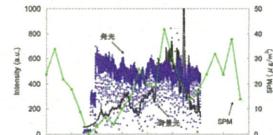


図9. エアロゾル濃度 時間変化

まとめ・課題

パルス型差分吸収分光法での長時間の連続観測を実現するために光軸調整装置の開発を行った。3軸のステッピングモーター駆動により反射鏡の仰角と方位角を任意に設定することができ、受光強度の変化から最適な角度への自動調整が可能となった。また、NO₂とエアロゾルの観測および調整機構の検証を行い、その結果NO₂の測定では地上測定局とよい一致が見られたが、エアロゾルの測定は一部の時間でのみ相関が見られた。

課題としては、エアロゾルの測定では強度変動が測定値に大きく影響するため、自動調整の精度を向上させる必要があり、大気揺らぎによる変動に対応するための平均化処理などの検討することや、ライダーやサンフォトメーターを使った長期にわたる同時観測を実施し、観測データの解析を行うなどが挙げられる。

参考文献

- 1) Y.Yoshii, H.Kuze and N.Takeuchi, Long-path measurement of atmospheric NO₂ with an obstruction flashlight and a charge-coupled-device spectrometer, *Applied Optics*, 42, 4362-4368, 2003
- 2) S.Fuqi, H.Kuze, Y.Yoshii, M.Nemoto, N.Takeuchi, T.Kimura, T.Umekawa, T.Yoshida, T.Hioki, T.Tsutsui, M.Kawasaki, Measurement of regional distribution of atmospheric NO₂ and aerosol particles with flashlight long-path optical monitoring, *Atmospheric Environment*, 39, 4959-4968, 2005

PALの手法を用いたポータブル ミー散乱ライダーの開発(2)

村山 利幸(東京海洋大学)、宮沢 周司、眞子 直弘、椎名 達雄、久世 宏明(CEReS)

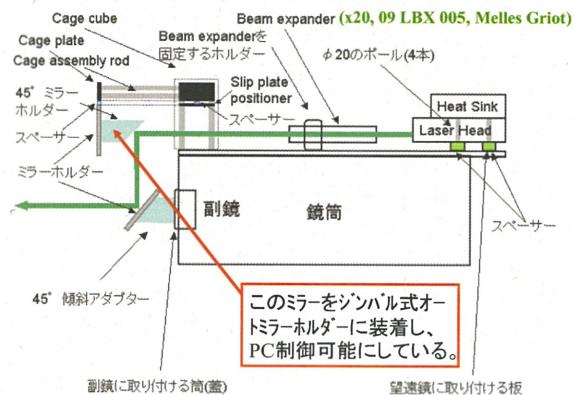
- ✓ 昨年度までの準備状況
- ✓ CEReSにおける観測
- ✓ まとめ

TUMSAT PALの仕様

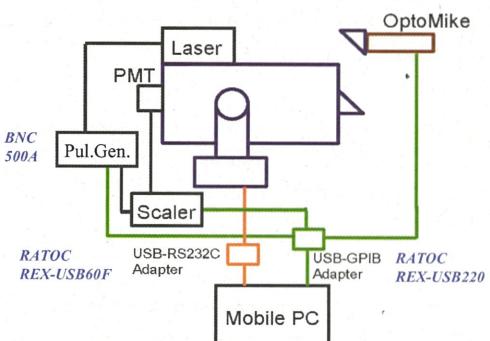
* 市販品ベースで開発→廉価、重ねての製作が容易。

	PAL/ TUMSAT	PAL/ CEReS
Configuration	Co-axial	Co-axial
Polarization	保持	非保持
Laser (LD動起 Nd: YAG with AOM Q-ws)	市販品: LCS-DTL-314QT (Laser Export 社)	浜松ホトニクス社製
Wavelength	532 nm	532 nm
Pulse Energy	~20 μJ	15 μJ
Repetition (op.)	1 kHz	1.4/2.5 kHz
Beam Divergence	~24 μrad	50 μrad
Telescope Dia.	20 cm (Mead, LX200-20)	20 cm
Field of View	0.2 mrad	0.2 mrad
Bandwidth of I.F.	0.36 nm	0.5 nm
Pre-trigger Func.	有	無
水平走査機能	有	オプション
垂直走査機能	有	無
MCS(スケーラー)	SR 430	SR 430

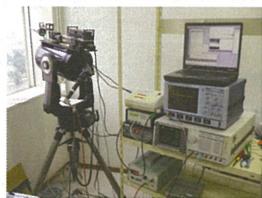
TUMSAT PALの光学系



PCとのインターフェイス



PAL (Portable automated Mie scattering lidar)



Laser:
LD pumped ND: YAG
wavelength 532nm
Telescope:
Schmidt-Cassegrain
Field of view 0.2mrad
Scaler:
Resolution 24m



千葉大学から穴川の交差点に向けた方角

PAL観測

消散係数の導出:Fernald法

$$a_1(R) = -\frac{S_1(R)}{S_2} \alpha_2(R) + \frac{S_1(R)X(R) \exp I(R)}{\frac{X(R_c)}{S_1(R_c)} + J(R)}$$

$$I(R) = 2 \int_R^{\infty} \left(\frac{S_1(R')}{S_2} - 1 \right) \alpha_2(R') dR'$$

$$J(R) = 2 \int_R^{\infty} S_1(R') X(R') \exp I(R') dR'$$

S1: α_1/β_1
 α_1 :エアロゾル消散係数
 β_1 :エアロゾル後方散乱係数

S2: α_2/β_2
 α_2 :空気分子の消散係数
 β_2 :空気分子の後方散乱係数

$$X(R) = R^2 P(R) / G(R)$$

P(R):受光強度
G(R):重なり関数

R:距離
Rc:キャリブレーションレンジ

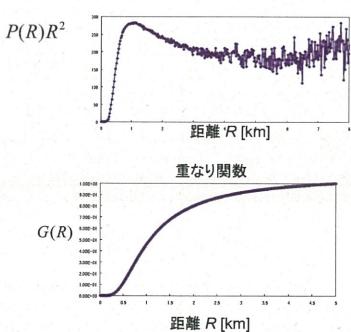
解くためには、S1パラメータとキャリブレーション点での消散係数が必要

2009 0901 14:36~48

重なり関数による補正

距離二乗補正(重なり関数の補正前)

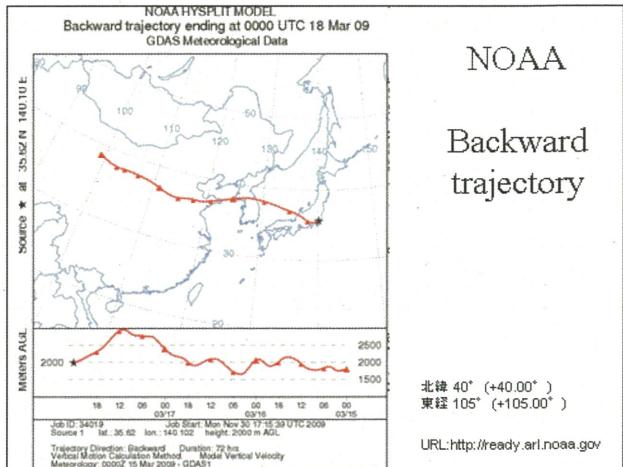
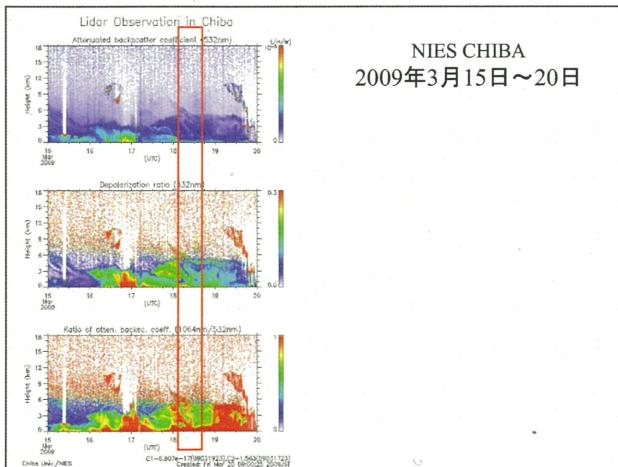
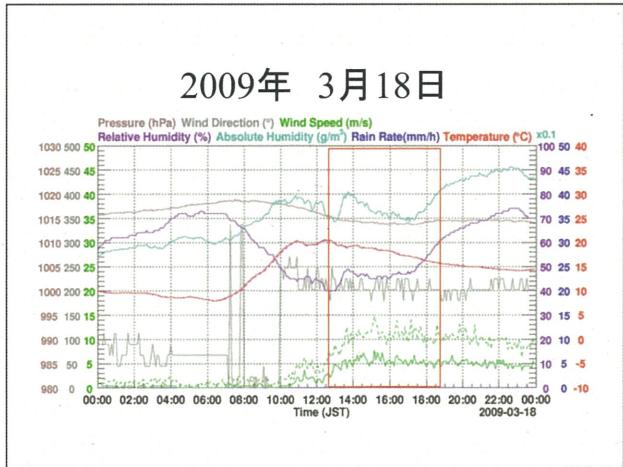
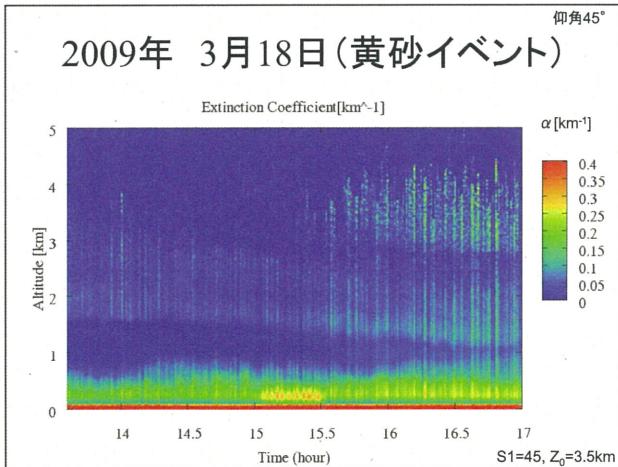
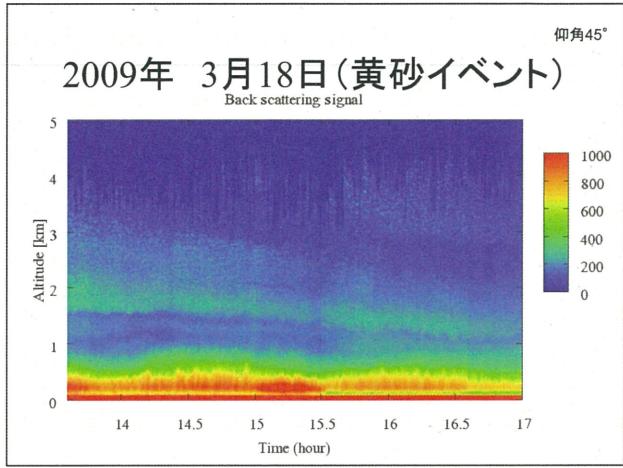
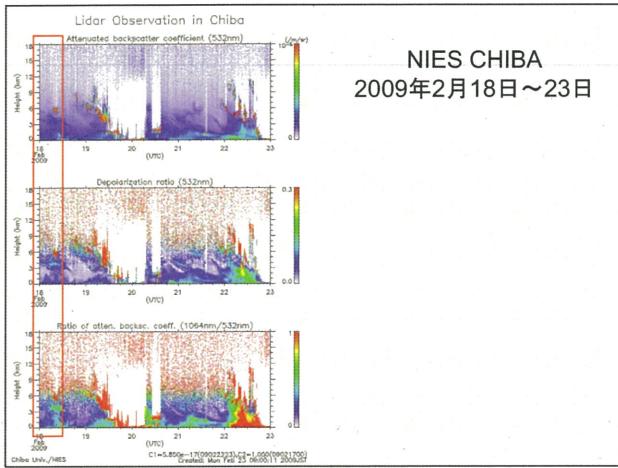
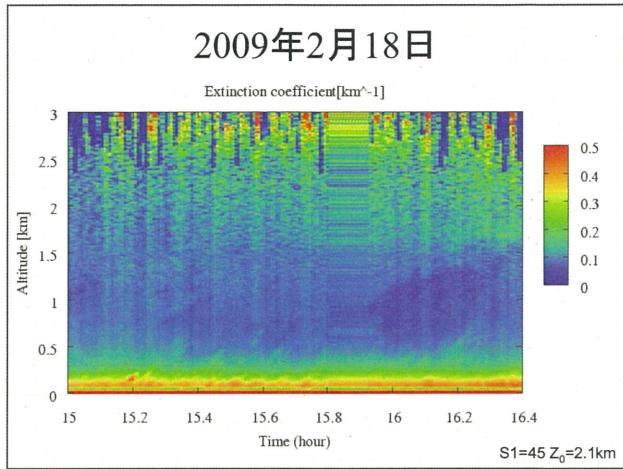
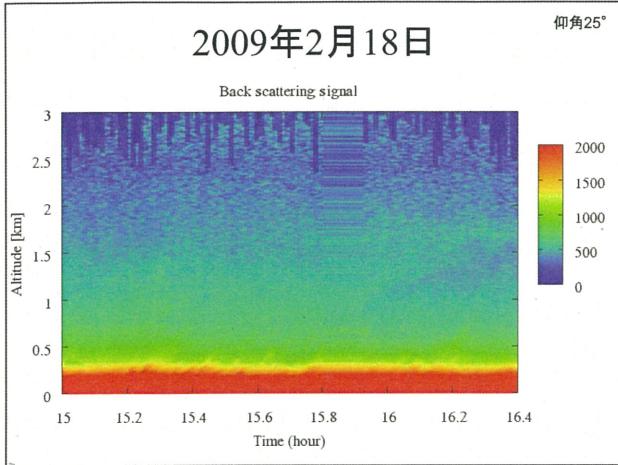
5 kmまで!

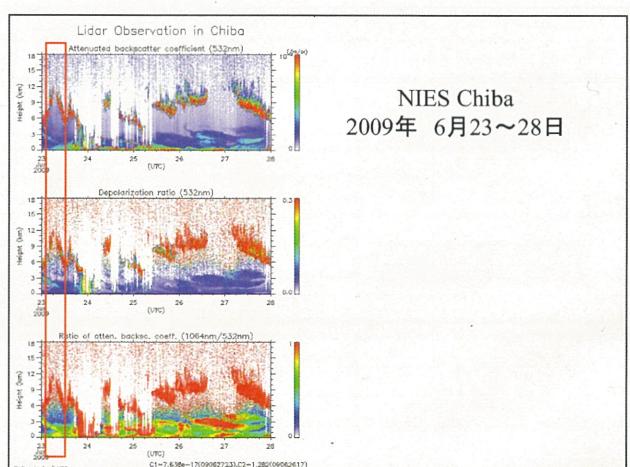
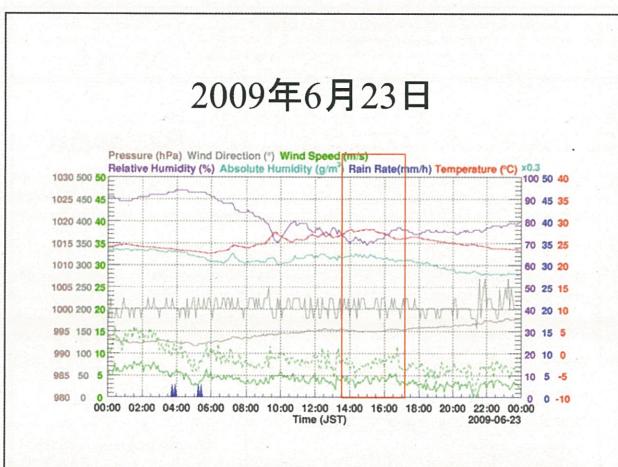
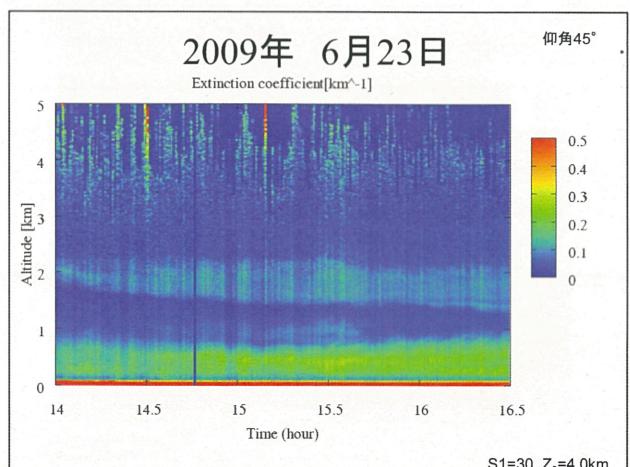
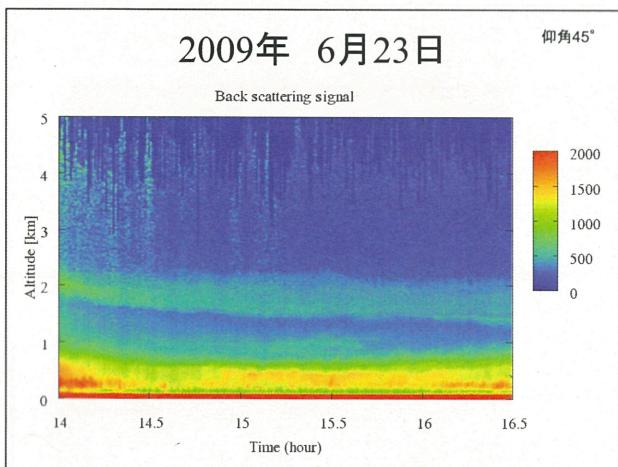
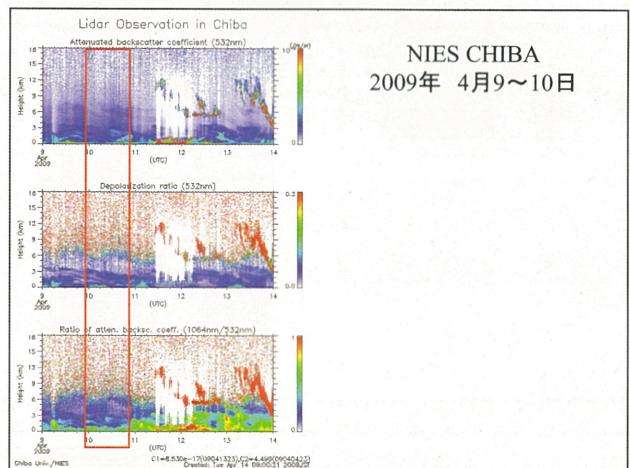
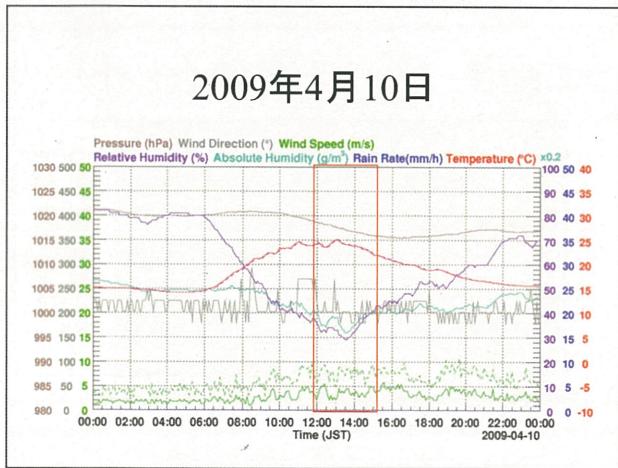
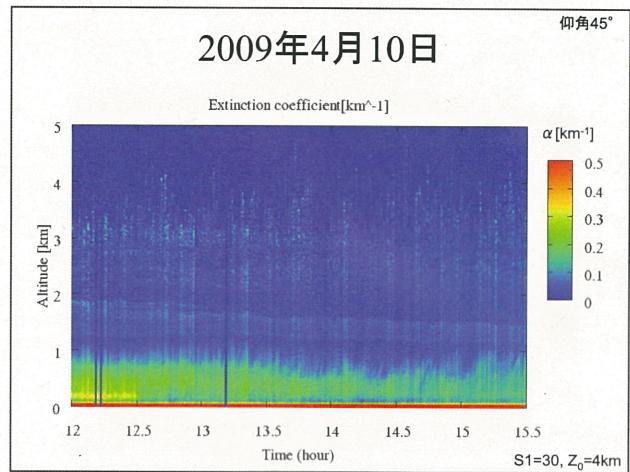
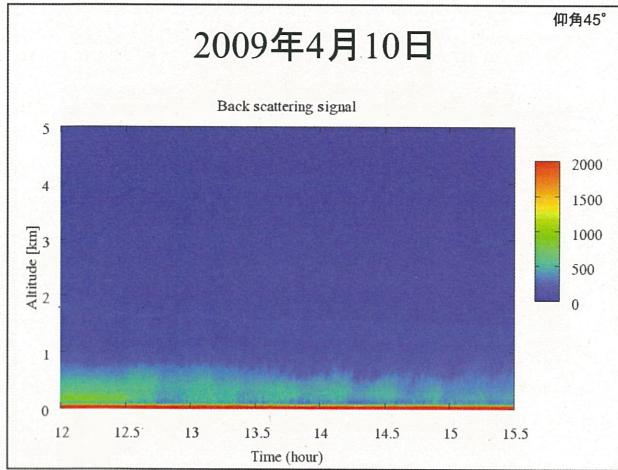


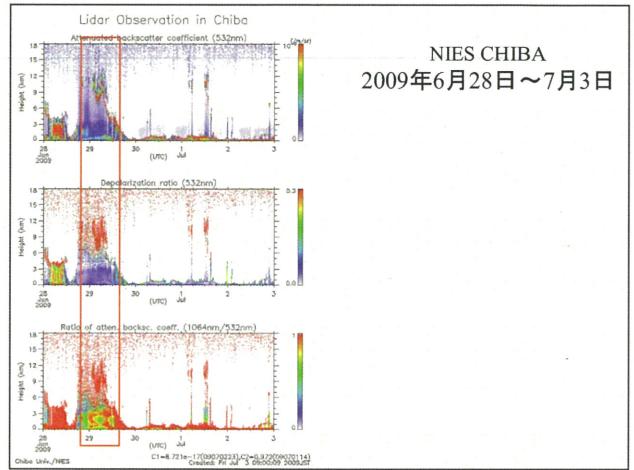
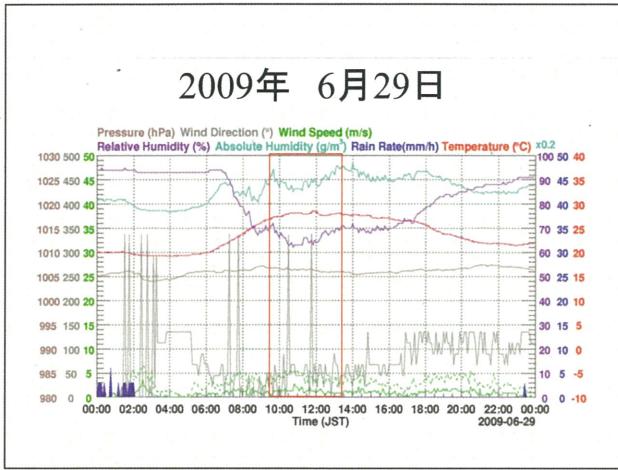
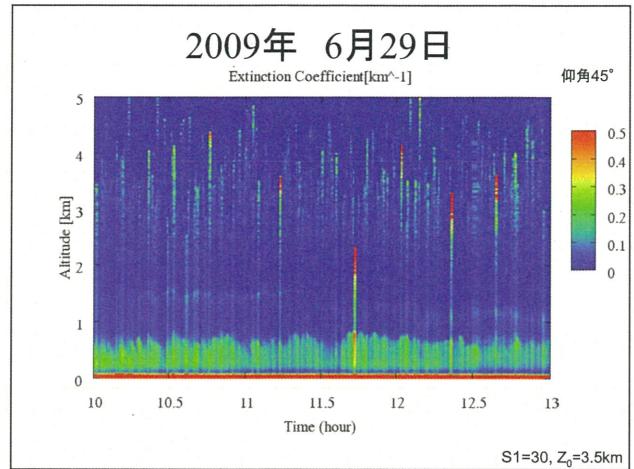
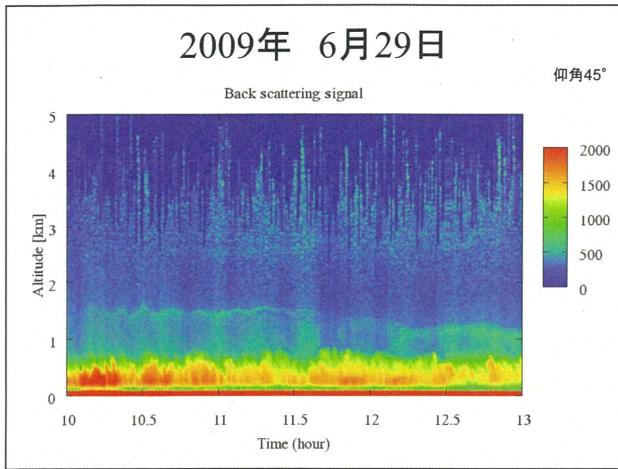
海洋大PAL 2009観測日

観測日	観測仰角
090218	25°
090318	45°
090327	45°
090402	45°
090410	45°
090623	45°
090629	45°
090901	0°
091016	0°
091028	0°
091030	0°

8月中旬レーザーバッダウ







まとめ

- 2009年に数回以上に渡って、数時間程度の連続観測を仰角25, 45, 0° の場合で行なった。
- 重なり閾値の補正を5kmまで行なった。
- 日中でも黄砂などの浮いたエアロゾル層を検知することができ、Fernald法により消散係数の鉛直分布の導出を行なった。
- 大気境界層も顕著に観測でき、興味深い挙動を示す事例も見られた。
- レーザー光強度が途中で半減したため、水平方向の観測に応用したが、斜め方向のライダー観測は中断した。
→ レーザーの劣化、寿命？

ライダーによる粒子径分布計測のための多重散乱モデル

Multiple Scattering Model for Measurement of Particle Size Distribution in Clouds

吉田弘樹

Hiroki Yoshida

岐阜大学工学部

Faculty of Engineering, Gifu University, 1-1
Yanagido, Gifu 501-1193, Japan
hiroki@gifu-u.ac.jp

Abstract

The size distributions of water particles at the bottom of clouds had been analyzed by a multiple-scattering simulation code for standard lidars. In order to expand it for inside the cloud, the code is modified and applied to the bistatic lidar geometry. It simulates the intensity and polarization of the extracted light image from clouds by using Stokes vectors under Monte Carlo method.

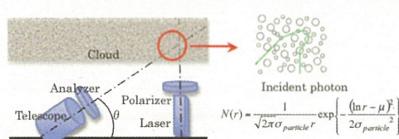
Keywords : bistatic lidar, multiple scattering, Monte Carlo method

Introduction

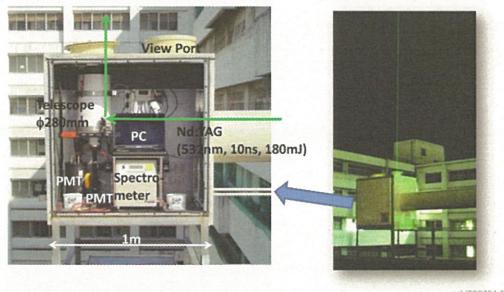
Lidars were developed as powerful tools for the remote sensing of clouds. A polarized laser beam of the lidar is scattered by the water particles in the cloud. The size distribution of water particles strongly affects extracted image intensity and polarization from the cloud. In order to extract its information from the image, accurate computation of contribution of the multiple scattering is required. The Monte Carlo Method code for polarized light has been developed and evaluated with experimental results by using standard size particles¹⁾. The analyzed results were limited around the bottom part of clouds by the lidar geometry. In order to expand the analysis region, the code is modified and applied to the bistatic lidar geometry.

Multiple-Scattering Model for a Bistatic Lidar

The distribution of radii is divided into thirty-bin classes from 0.1 to 30 mm. Typically 10^5 photons are incident to the bottom part of the cloud. The n-th scattering particle is found by contribution of each class according to the density and overall angular Mie-scattering-pattern. The n-th scattered angle is defined and weighted by the Mie-scattering-pattern. To calculate the polarization, the Mueller matrix was calculated with the Stokes vector by each scattering. After calculations of all photons' paths, extracted image is obtained.

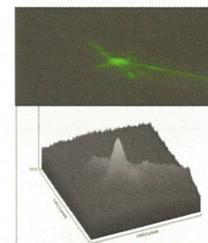


Lidar system at Gifu Univ.

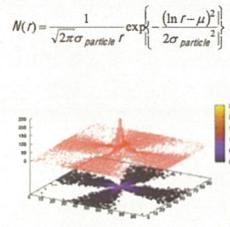


雲底の散乱光画像とモデルによる解析

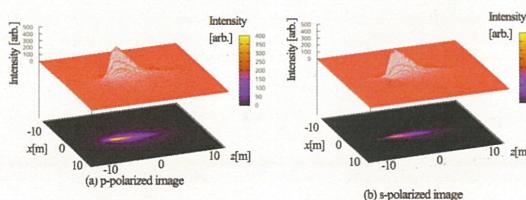
Scattered image by Lidar.



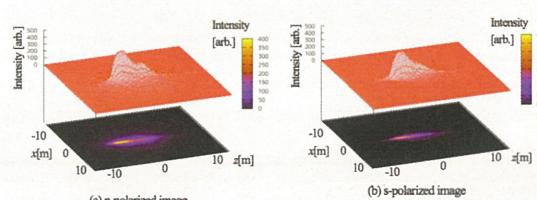
Analyzed image by our model.



Extracted light image of a Single layer Cloud for bistatic lidar geometry



Extracted light image of two-layer cloud (upper layer: ρ=5×10^-3 cm^-3, lower layer: ρ=10^-2 cm^-3)



Observation by the Bistatic Lidar



p-polarized image



s-polarized image

- Frequency doubled Nd:YAG laser: Excel Technology, Surelight S-10, 7ns, 5-180mJ
- Telescope: Kokusaioki, 300mm diameter Dobsonian type, WHITEY DOB
- Digital camera: Nikon, D70s
- Separation distance between the laser and telescope: 50m

Conclusion

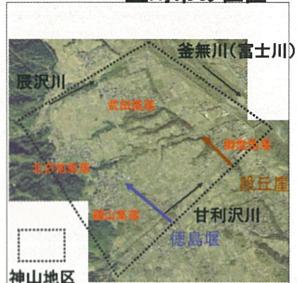
The simulation code was expanded to the bistatic lidar geometry. Typical simulated results and fundamental experimental observations are presented. This analysis with bistatic lidar seems feasible to analyze the particle size distribution in clouds.

プロジェクト－4

山梨県峡北地方の土地利用変化 一韋崎市神山地区の土地利用変化プロセスの分析－ 山梨大学 教育人間科学部 尾藤 章雄



韋崎市の位置



神山地区の概要
(オルソ化空中写真, 2007)



韋崎市神山地区の秋の風景

【オルソ化空中写真とは】

オルソ化とは、画像情報の撮影時のひずみを計算により除去する補正処理を意味している。近年、空中写真の画像に対してこの作業が施されるようになった。上空から専用の飛行機により撮影された空中写真の画像は、図画の端の部分にいくつもて撮影時にカメラと地表面に角度が生じることに起因して、起伏や高層建築物の部分にずれが生じる。これをオルソ化して真正上から撮影したと同じ画像に修正し、さらに位置情報を与えることで、これを数値化したデジタルデータなどのいわゆるGISデータなど他の地図データとの重ね合わせが可能になる。本研究はこのオルソ化された空中写真をArcGIS上に読み込むことにより、作業を行っている。

我が国では国土交通省国土計画局が1974年度から1990年度までに撮影した空中写真(縮尺8000分の1~15000分の1)のオルソ化を進めており、本研究で対象とした山梨県内的一部地域については、1976年のオルソ化空中写真がインターネットサイトからダウンロードで提供されている。また、国土交通省の国土地理院では、2007年度撮影の空中写真についてオルソ化の作業を進めており、財団法人日本地図センターを通じて提供している。本研究では、この新旧のオルソ化空中写真を韋崎市神山地区について入手し、この地区の30年間の詳細な土地利用変化を追跡した。

【空中写真を使用した土地利用判別・変化の把握と面積計測】

空中写真による土地利用の判別では、特に農地について衛星写真と同様に季節により見え方が異なるので、水田の判別には困難を伴うことが多い。本研究で使用した空中写真是撮影技術が大幅に向上した1970年代以後のものであり、この地区ではこの2年次の間に圃場整備、区画整理がほとんど行われていないので、地積単位の土地利用変化の追跡は比較的容易である。水田の多い『徳島堰』より東側の範囲で、1976年度と2007年度撮影の2つの空中写真を比較し、土地利用の変化した地積に限定して判別を行った結果、あわせて13種類の土地利用、234カ所の変化を把握した。これをESRI社のArcGIS9.2を利用してポリゴンレイアとして作成し、面積計測を行った。なお、各図中の数値は、緯度経度から算出された面積の指標であり、平方メートルなどの単位を持たない。

農地 … 田、畑、果樹園 漸移的土地利用 … 空き地、荒れ地、資材置き場、駐車場 都市的な土地利用 … 住宅、工場、施設、廃棄施設、公園、墓地

【データの所在】

- (1)オルソ化空中写真 国土交通省ダウンロードサイト(神山町域を網羅する30区画 1976年度撮影) 提供元 国土交通省 國土計画局 参事官室 國土情報提供サイト運営事務局 e-mail: shitsumon@landinfo.jp
- (2)国土地理院 正射空中写真(正射画像データ及び正射出力印画) (神山町域を網羅する9区画:2007年度撮影) 作成元:国土地理院 測図部画像調査課 提供元:財)日本地図センター 空中写真部 e-mail : shashin@jmc.or.jp



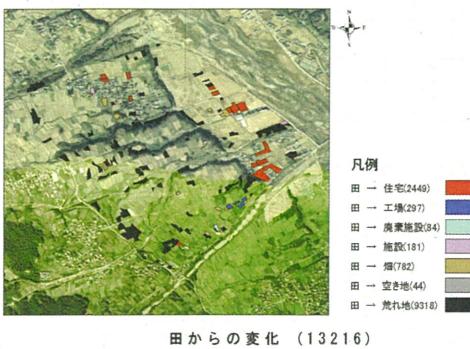
1976年から2007年
までに変化した地積



空き地・荒れ地・運動場からの変化 (11891)

空き地・荒れ地・運動場からの変化

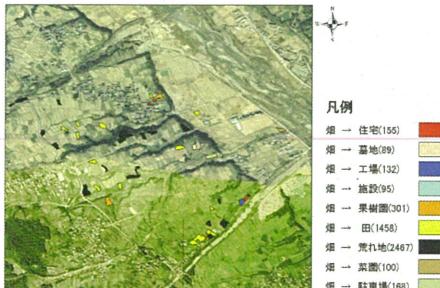
変化した地積全体の37.8%を占める。東側の低地部に工場、施設等への規模の大きな変化が見られる。甘利沢川に沿った新道が工場や住宅への変化を引き起こしていることがよくわかる。集落から離れたまとまった水田に、変化したところは見られない。



田からの変化 (13216)

田からの変化

昔からの水田地帯であるので、変化した地積全体の42.0%とその比率は最も高い。低地部は住宅が建ったところが多いが、段丘面上は荒れ地への変化が顕著である。集落からの距離などにかかわらず、谷部、谷壁斜面において荒れ地になったところが多い。主要地方道の新道に沿って荒れ地化したところも見受けられるが、その規模は小さい。



畑からの変化 (4964)

畑からの変化

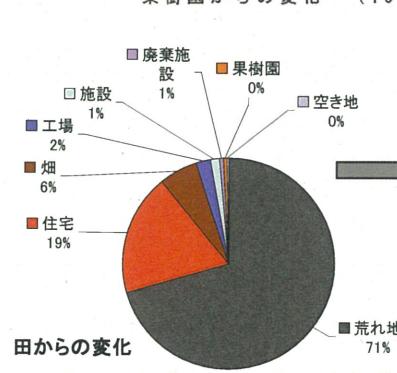
変化した地積全体の15.8%を占める。段丘面上では田に復しているところも多いが、谷部や谷壁斜面では荒れ地に変化したところが多い。甘利沢川に沿った新道が、様々な形で土地利用変化を誘発していることがわかる。



果樹園からの変化 (1019)

果樹園からの変化

変化した地積全体の3.2%を占める。鍋山集落と御堂集落の間の段丘面上では、ほとんどが田に復している。



田からの変化

空き地・荒れ地・運動場からの変化

神山地区の土地利用変化プロセス

【結論】

変化プロセスの分析の、特に面積計測の結果、田から荒れ地に変化した地積の面積比率は71%と非常に高く、荒れ地からは工場、住宅、施設など都市的な土地利用に変化する比率が高い。一度荒れ地になると田または畠に復する比率は13%に過ぎない。一方で畠から荒れ地への変化は50%、果樹園からの変化は19%と少なく、この2つからは田に復する比率も29%、57%と高い。この地域で水田景観を保全する策として、まず第1に田から荒れ地への転換を何らかの方法で抑制し、畠または果樹園などの農地利用を維持させておくことが挙げられよう。農地として利用を続けていれば田に復することは比較的容易であり、様々な都市的な土地利用への転換を抑制することができる。

第2に、工場へ変化した地積の面積比率が荒れ地では39%と特に高いことから、この地域への工場の進入を抑制するか、場所を定めて集中立地させることが必要である。農村に立地する工場は農外就業の機会を増やし、結果として自家用作物栽培に利用される農地を維持させ、農家の農地潰廃を抑制することに繋がるが、この地区では小規模な工場が多いためにスプロール状の農地転用を招きつつある。

第3に、荒れ地から廃棄施設に変化した地積の面積比率が8%と高い。不燃物を扱う廃棄物収集業者が大きな規模で数ヶ所に立地している。このような施設は景観上はもとより、排水や日当たりの問題、大型車の進入などにより、隣接する田の存続を危うくする可能性がある。特に田に囲まれた荒れ地から廃棄施設への転換を抑制する必要がある。

最後に、甘利沢川沿いの新道の建設が連続的に農用地景観を破壊していることが指摘できる。天井川のため川沿いで起伏が高まる地形から、農地としての利用が難しいという点もあるが、一方で交通量の多い主要地方道垂崎・櫛形・豊富線沿道においては顕著な土地利用変化は見られない。無秩序なロードサイド利用が進まないうちに、何らかの法的規制が必要であろう。



北海道厚岸湖・厚岸湾の沿岸生態系の空間解析



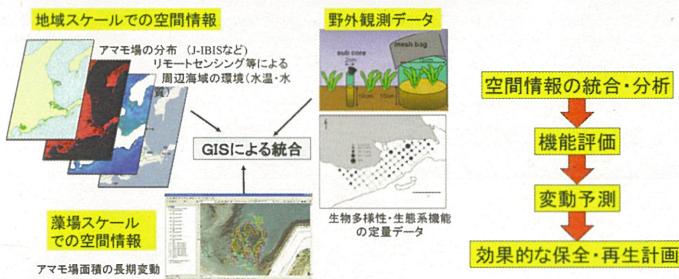
仲岡 雅裕¹・東条 齊興¹・鎌内 宏光¹・Napakwhan Whanpitch²・澁谷 辰生³・渡辺 健太郎⁴・山北 剛久²

¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸実験所、² 千葉大学大学院理学研究科、³ 厚岸町立厚岸水鳥観察館、⁴ 千葉大学大学院自然科学研究科

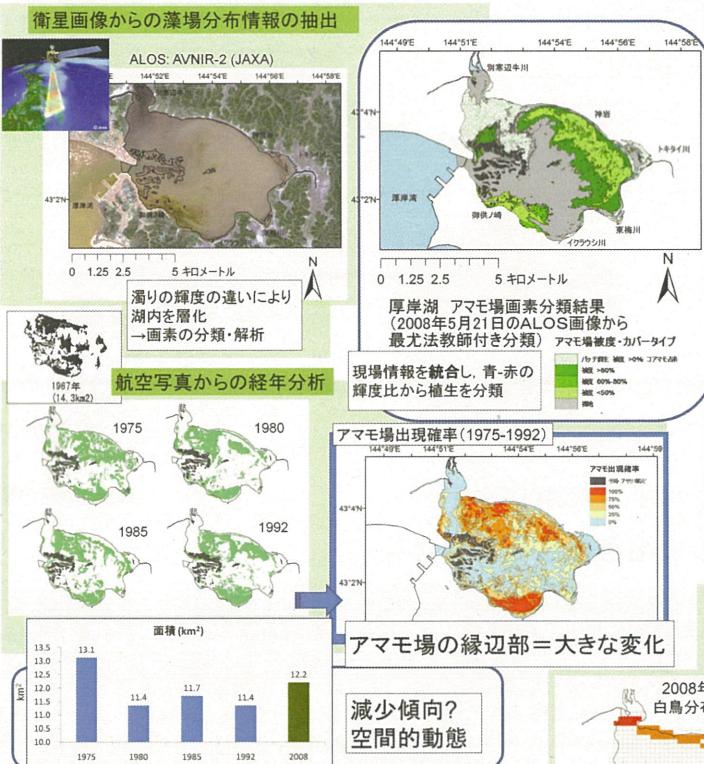
【概要・目的】

北海道東部に位置する厚岸湖・厚岸湾は、人為的開発の影響の少ない良好な水域が残る。ラムサール条約にも登録され、その重要性も認められているが、近年、地球温暖化と関連する生態系の変動の兆候が指摘されている。本研究では、厚岸湖・厚岸湾の水域において、主要な生態系を構成する景観要素である干潟、岩礁潮間帯、藻場を対象に、その広域分布を把握する。衛星画像データ、航空写真、小型係留気球等の複数の異なるデータを用い、得られた各データはGIS上でデータベース化され、統合解析を行うことで、主要景観要素の空間配置、連続性および動態を明らかにし、今後の地域社会の沿岸利用計画作成に向けた基礎資料を提供する。

【広域情報データベースの基盤整備→活用】



【広域スケールでの空間情報】



【展望】

沿岸域の生態系機能、生物多様性の保全・維持のための空間情報の提供

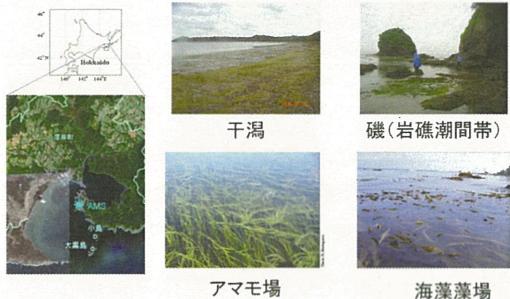
▶ 海洋保護区、資源利用区の面積や空間配置、設置期間等に関する提言

▶ 沿岸生態系の機能の変動を示す生物指標種の選定

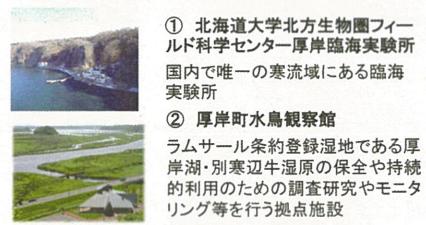
▶ データの一般公開による啓発、環境教育への利用

→持続的な沿岸環境利用の①ツール
+②指針として

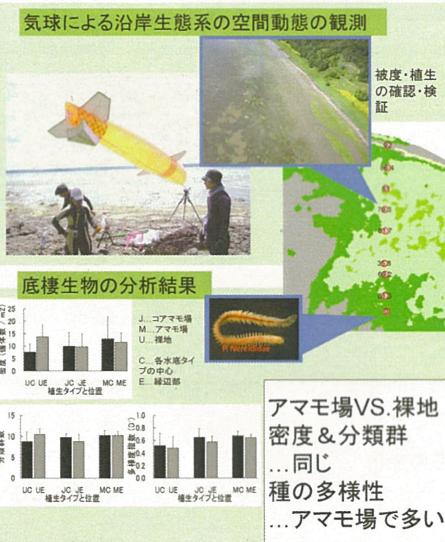
【厚岸湾・厚岸湖の主要景観】



【研究拠点】



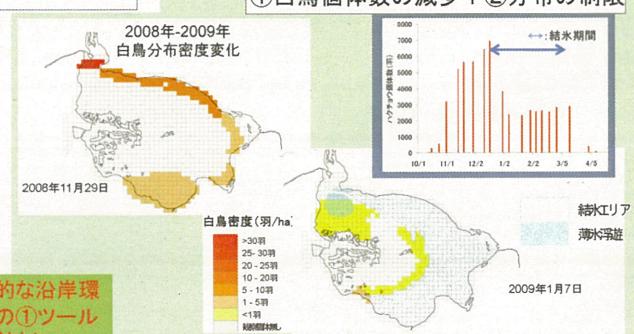
【藻場・局所スケールでの空間情報】



アマモ場VS.裸地
密度 & 分類群
...同じ
種の多様性
...アマモ場が多い

白鳥飛来の経時変化（厚岸水鳥観察館）

湖内の結氷⇒
①白鳥個体数の減少+②分布の制限



【謝辞】千葉大学環境リモートセンシング研究センター・近藤昭彦教授、千葉大学大学院理学研究科・島袋寛氏准教授、京都大学フィールド科学教育センター・向井宏特任教授、横浜市立大学国際総合科学部・田中義幸特任准教授、(独)水産総合研究センター・瀬戸内海区水産研究所・堀正和研究員、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・四ツ倉典滋助教授、北海道立稚内水産試験場・川井唯史研究員、厚岸町環境政策課、厚岸漁業協同組合、環境省生物多様性センター、日本國際湿地保全連合



GISとリモートセンシングを利用した千葉県における景観変遷の空間解析

Spatial analysis of landscape changes in Chiba prefecture using GIS and remote sensing

¹趙 憶、¹谷垣 悠介、¹原田 一平、¹朴 鍾杰、¹下嶋 聖、¹富田 瑞樹、¹原 慶太郎、²近藤 昭彦
¹東京情報大学、²千葉大学環境リモートセンシング研究センター



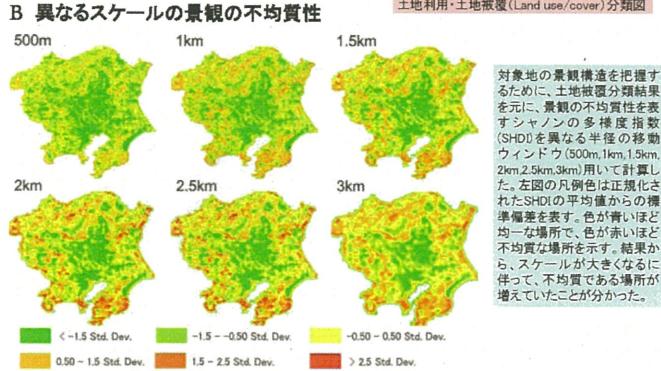
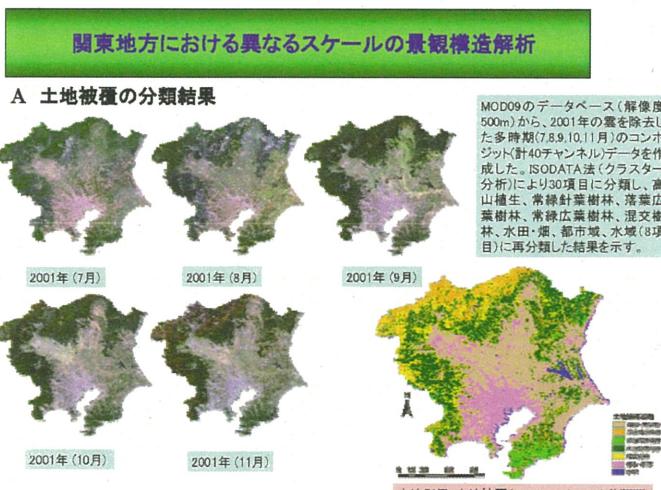
研究概要

人為の影響を全く受けない条件下では、土地特有の気候に影響を受けた極相(climatic climax)の植生が成立する。人為的影響によって植生が代償植生に変わり、さらに、開発によって多種多様な用途別の景観(農林業地域、村落、都市)が成立し、これらとの変遷を景観変遷系列(landscape transformation series; LTS)と呼ぶ。本研究では、衛星リモートセンシングデータを利用して、マルチスケールな植生図および土地被覆図を作成し、極相植生からの変遷過程(LTS)で、潜在的な極相植生と人為による偏向過程を明らかにし、その土地に合った続続的な土地利用の在り方を検討する。

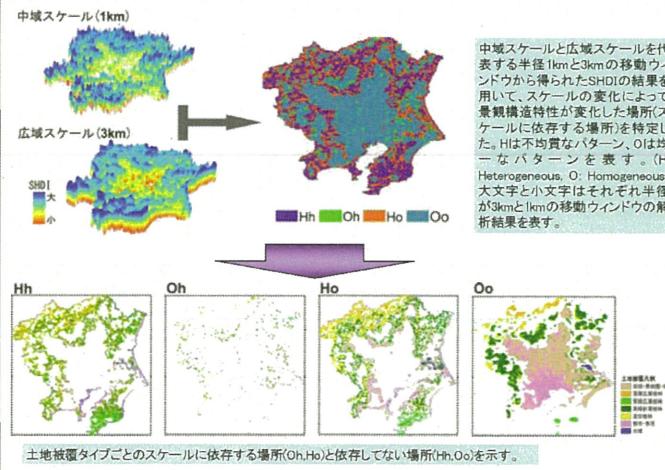
これまでの開発によって、景観や環境が大きく変化され、また、災害の危険性が高い場所でも人間活動が展開されるようになつた。このため、地域の景観・環境保全や防災対策を一層推進していくには、地域の景観の変遷を明らかにした上で、様々な対応を取る必要がある。我々が接する植生(現存植生)のほとんどは伐採・植林・放牧・汚染などによる人間の干渉を受けて形成されている(代償植生)。千葉県における里山など二次的な自然を保全する方策を検討し、持続的な環境利用の在り方を提示するために都市環境変化が景観・生態系などに及ぼす影響を、フィールド調査、衛星計測データ、空中写真、地理情報システム(GIS)を利用したマルチスケールでの解析手法を確立する。



東京情報大学(千葉市)で2001年から受信しているシステムに加えて、2008年に東京農業大学オホーツクキャンパス(網走市)、2009年(6月)に東京農業大学宮古亜熱帯農場(宮古島市)で新たにMODIS-NPFI対応の衛星データ受信システムが投入され、南シナ海東部からペーリング海西部までの海域を含む東アジアのMODIS衛星による観測体制を整備



C スケールに依存する場所の特定

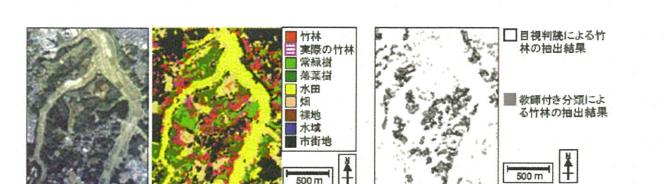
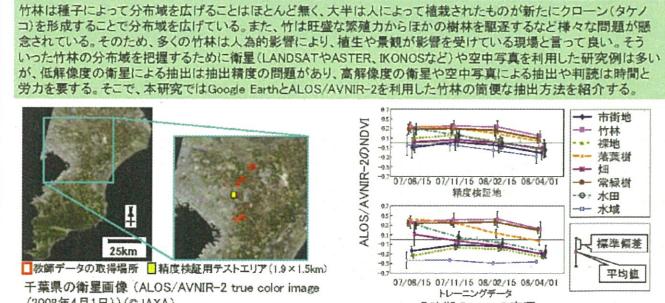


土地被覆タイプごとのスケールに依存する場所(Oh, Ho)と依存しない場所(Hh, Oo)を示す。

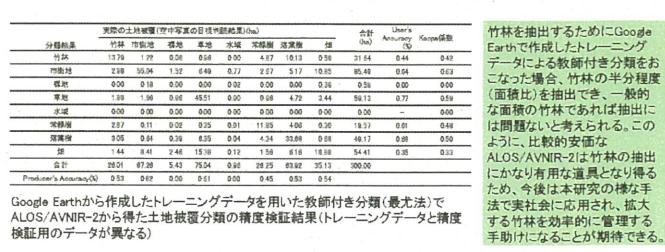
項目	Hh	Oh	Ho	Oo
面積(ha)	54000	770	391.2	45455
X	25.2	219	192.4	25.2
NP	541	521	584.1	522
AREA.MN(ha)	14605	8.4	69.2	14555
面積(1km ²)	15.8	17.8	16.5	17.2
NP/km ²	332	332	351.1	317.5
算術平均面積	5025	4.0	58.7	54575
深部平均面積	30895	37.1	209.8	37025
深部平均面積	24100	72.7	187.7	37000
深部平均面積	30300	4.1	188.0	37100
水田	43050	5.1	342	44000
水城	43050	5.1	342	44000
水城	71.8	4450	54.9	3717.3
標準偏差(ha)	3	81.3	311	127.3
平均面積(ha)	7.2	75.2	87.0	127.3
面積(1km ²)	543	169	4161	1107
NP/km ²	20.0	59.0	273	88.0

景観構造が均一な場所(Oo)と比べると不均質な場所(Oh)のほうが小さいパッチが多く分布していた。また、大きいパッチの周縁部及び異なる土地被覆タイプの境界にあるほど不均質なパターンが多いことが明らかになった。農耕地と針葉樹林が最も優占する土地被覆タイプであることが分かった。中城スケールと広域スケールのいずれも都市域と農耕地が均一な場所が多いこと明らかになった。

衛星だいち(ALOS)とGoogle Earthを利用した竹林の分布域の把握



左図と、同地域、同方法で竹林のみを抽出した結果(竹林として誤分類した部分があるが、ほとんどが実際の平均的な竹林より小面積であるため、面積に閾値を設けて誤分類を消すことも可能)



竹林を抽出するためGoogle Earthで作成したトレーニングデータによる教師付き分類をおこなった場合、竹林の半分程度(面積比)を抽出でき、一般的な面積の竹林であれば抽出には問題ないと考えられる。このように、比較的安価なALOS/AVNIR-2は竹林の抽出にかなり有用な道具となり得るため、今後は本研究の様な手法で実社会に応用され、拡大する竹林を効率的に管理する手助けになることが期待できる。



沿岸海洋景観のGISデータベース構築

—衛星画像を用いた藻場生態系の生態系機能評価—

堀 正和・島袋寛盛・山田勝雅((独)水産総合研究センター・瀬戸内海区水産研究所)

研究協力: 東条齊興(北海道大学)・渡辺健太郎・山北剛久(千葉大学)

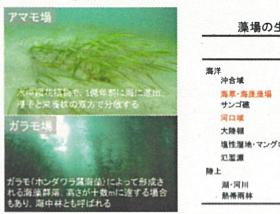
【概要】

大型藻場のガラモや顕花植物のアマモによって形成される藻場は、魚類をはじめ、沿岸海洋生物の多様性と生物生産を維持する重要な生態系である。しかしながら、近年では人为的影響や気候変動により世界規模で減少が著しい。そのため、藻場の空間分布の時系列変化による解析を行うことが重要である。本研究では瀬戸内海を対象に、RSを用いて藻場の空間分布をモニタリングする手法の開発し、藻場と藻場を利用する魚類の生物生産とその空間分布に関するデータベースを構築することを目的としている。

【瀬戸内海の藻場】

・高い生態系サービス

一次生産力は熱帯雨林と同程度 ⇒ 水質浄化作用に加え、沿岸生物の多様性と二次生産を保障する効果あり

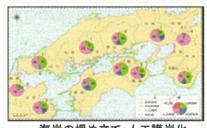


藻場の生産性・生態系サービス	
一次生産性	生物系サービス
(g/m ² /yr)	(\$/m ² /yr)
沖合域	125 252
瀬戸内海藻場	2,500 10,000
サンゴ礁	- 0.075
河口域	1,500 22,832
大陸棚	360 1,610
陸地性湿地・マングローブ	2,000 9.99
江川源	2,000 11,500
陸上	
湖・河川	250 6,498
熱帯雨林	2,200 2,097

Watanabe (1978), Corrales et al. (1991)

・藻場面積の大幅な減少

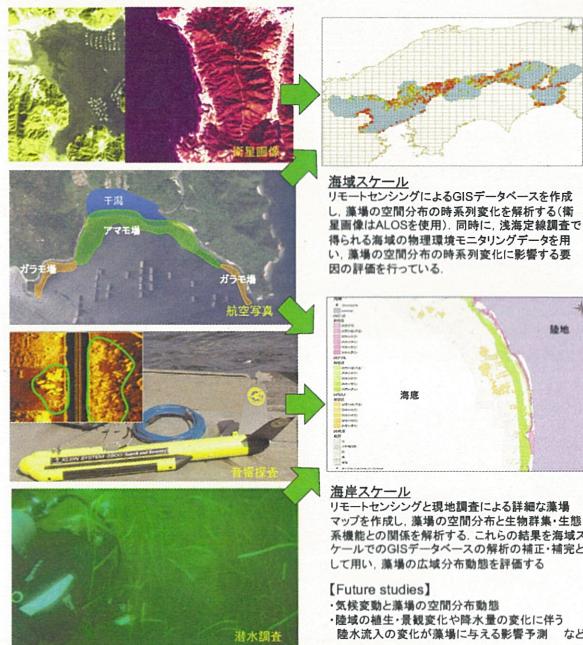
漁業・埋立・海岸開発・水質汚染等人为的要因による藻場の消失



海岸の埋め立て・人工護岸化

藻場の保全に向けた藻場の空間分布動態と生物生産機能の解明が必要

【藻場の空間分布動態の把握】

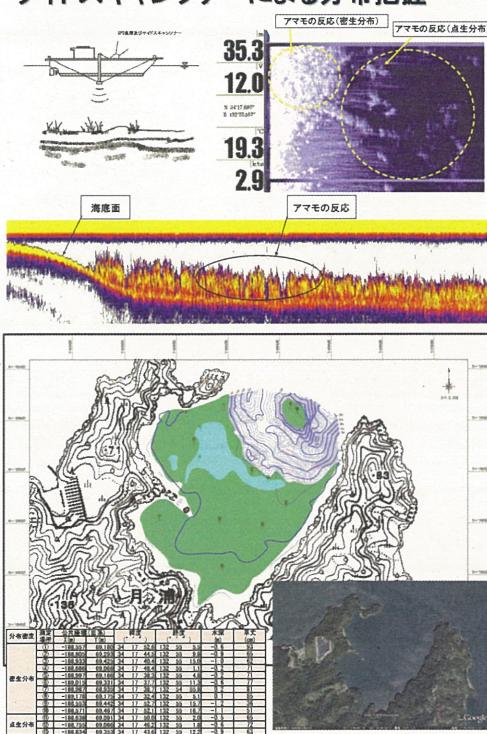


【藻場の空間分布解析:衛星画像と現地観測データの比較】



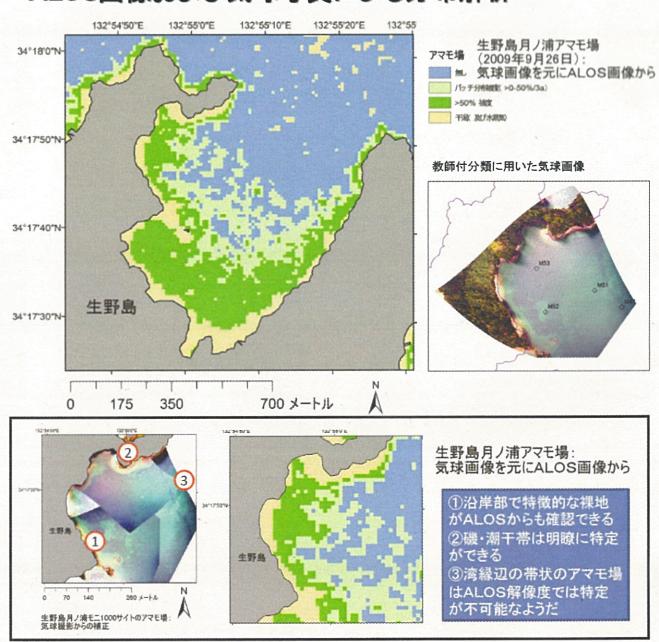
現地観測:

サイドスキャッソナーによる分布把握



人工衛星画像解析:

ALOS画像および気球写真による分布解析



Urban warming and urban heat islands in Taipei, Taiwan



Yingjiu Bai¹
Akihiko Kondoh²
Jehn-Yih Juang³

¹Tohoku University of Community Service and Science,
²CEReS Chiba University,
³National Taiwan University

Early Studies and Technical Issues on Studying Urban warming and UHIs (1)

- Several researches reported (1997) that the annual mean air temperature of a city with one million or more people can be 1-3°C (1.8-5.4°F) warmer than its surroundings.
- Urban warming increases in intensity and area with rapid urbanization resulting from the large-scale development of commercial, manufacturing, and transportation areas.
- UHI intensity varies with urban size, urban surface characteristics, anthropogenic heat release, topography, and meteorological conditions.

Early Studies and Technical Issues on Studying Urban warming and UHIs (2)

- UHIs and urban warming are considered major problems faced by human beings in the twenty-first century as a result of urbanization and industrialization of human societies.
- Much UHI work is compromised by lack of rigour in the design and conduct of experimental work.
- Researches on urban warming have been developed using remote sensing data and numerical models recently.

Early Studies and Technical Issues on Studying Urban warming and UHIs (3)

- UHI research in large cities in low-latitude region has just begun.
- Several studies (e.g., Jauregui 1997) observed both nocturnal and diurnal UHI occurrences, but the nocturnal occurrence predominates.
- In the tropics, UHIs occur diurnally during rainy months and the diurnal events are most likely attributable to isolated thundershowers.
- In the subtropics, UHIs are predominantly a nocturnal phenomenon, but with intense heat islands occurring occasionally during warm afternoons.

Study Region: Taipei

Land Area: 27,180 hectares (2006)
Population: 2.62 million people (2006)

Aver. population density : 10,007 people /km²
(in the central urban area : over 26,110 people /km²)

Ann. Mean Temp.: 21-22°C

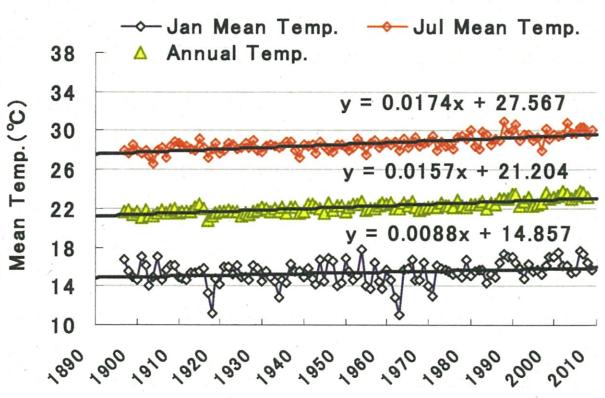
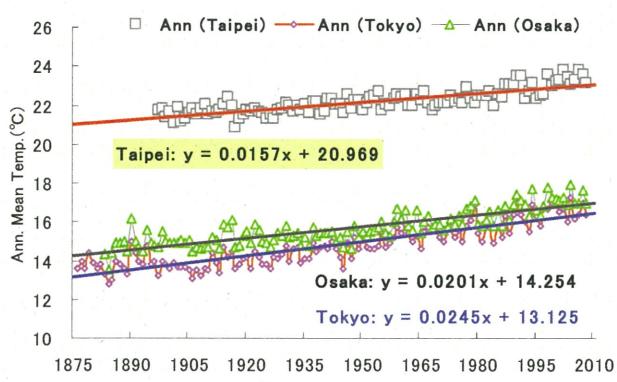
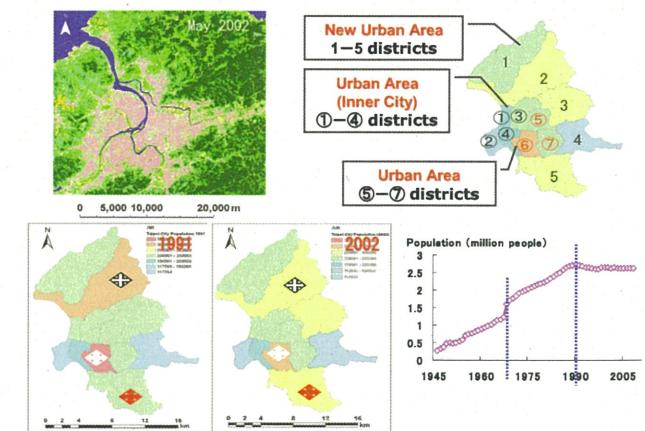
Ann. precipitation: over 2,000mm

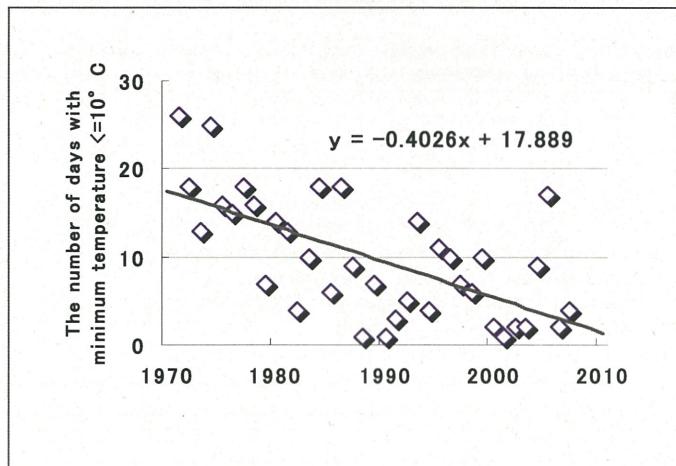
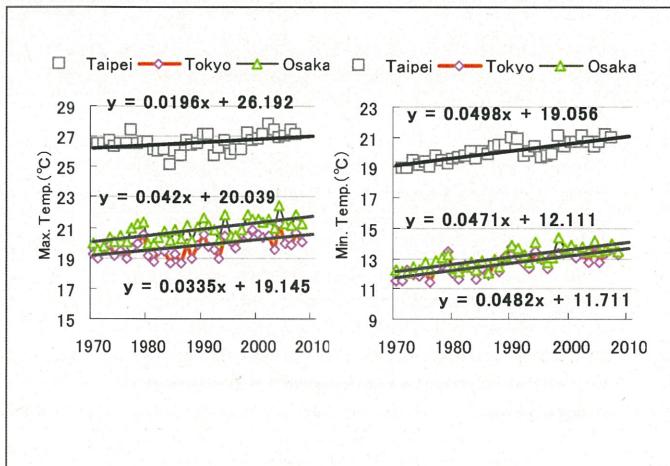
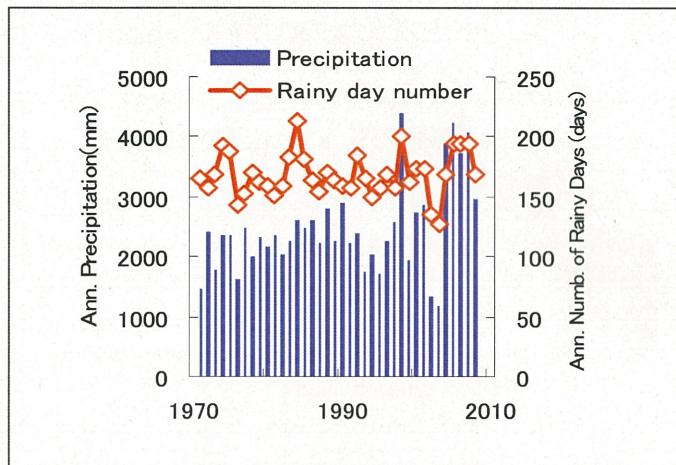
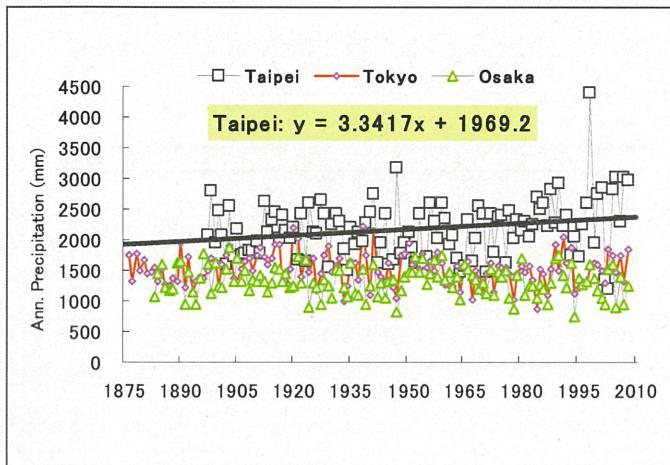
Jan Temp.: 1.7°C

Jul Temp.: 30.4°C



Taipei City:
25° 05' 14" N
121° 33' 20" E





Objectives

- This study has two main purposes:
- 1) to clarify the relationship between the change of urban climate and urban development in Taipei.
 - 2) to characterize the urban heat island (UHI) in low-latitude region.



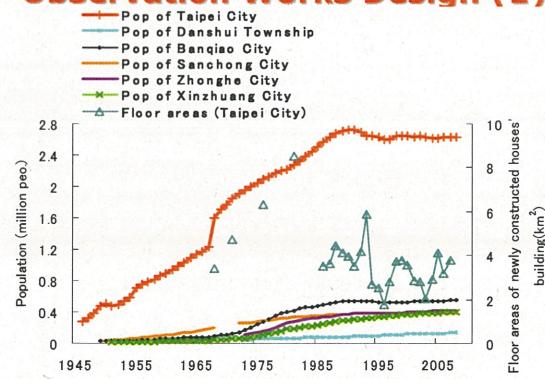
to make clear urban warming in Taipei and relate it to urban development, and the UHIs spatial forms.

Methods

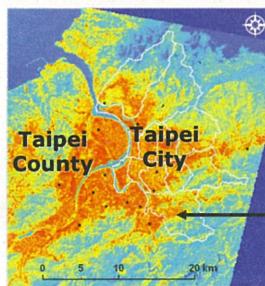
- 1) To Make Clear Urban Warming: The long-term meteorological data collected at Danshi Town and Taipei City observatories from Taiwan Central Weather Bureau (CWB) Services
- 2) To Make Clear UHI: Meteorological observations



Observation Works Design (1)

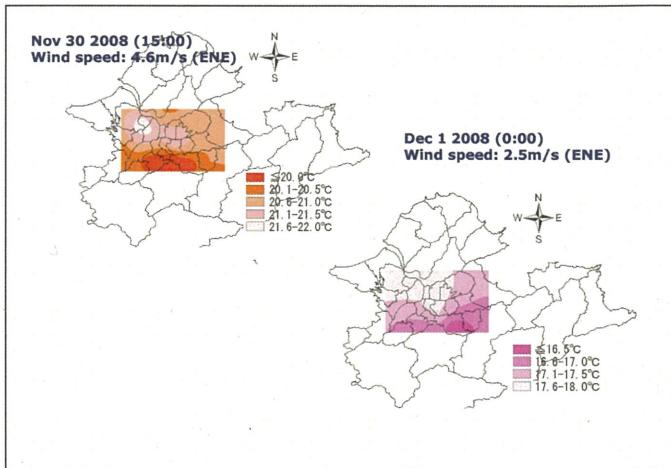
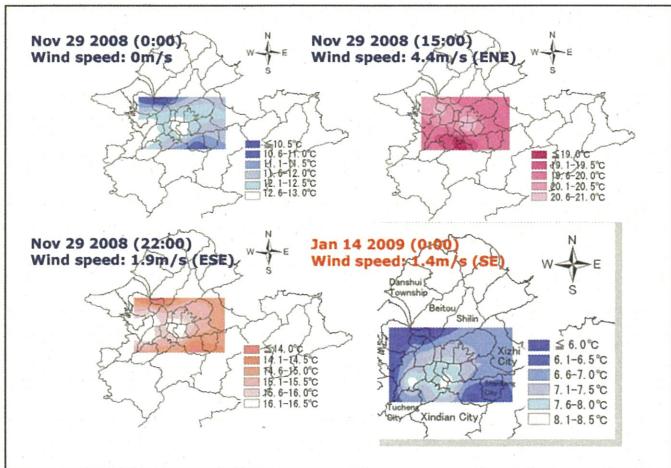
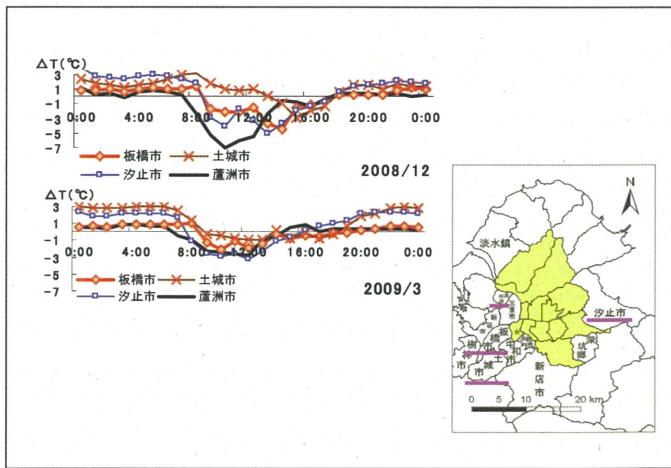
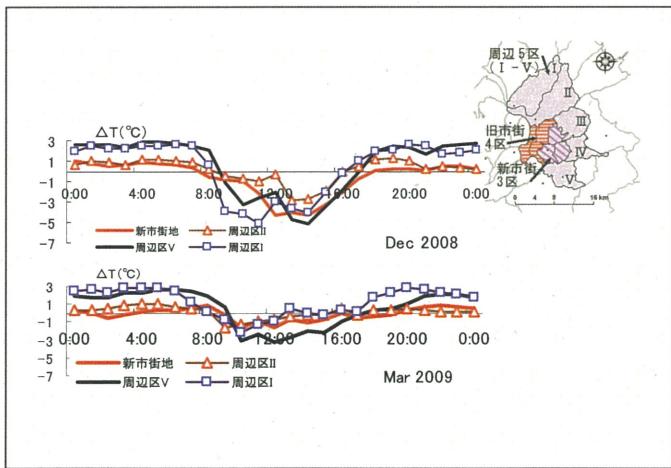
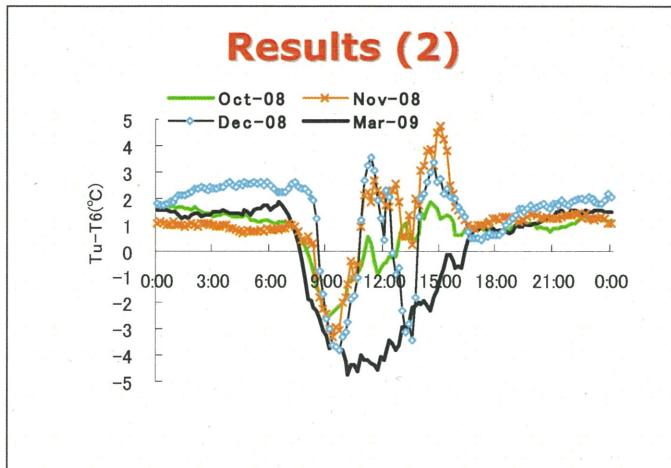
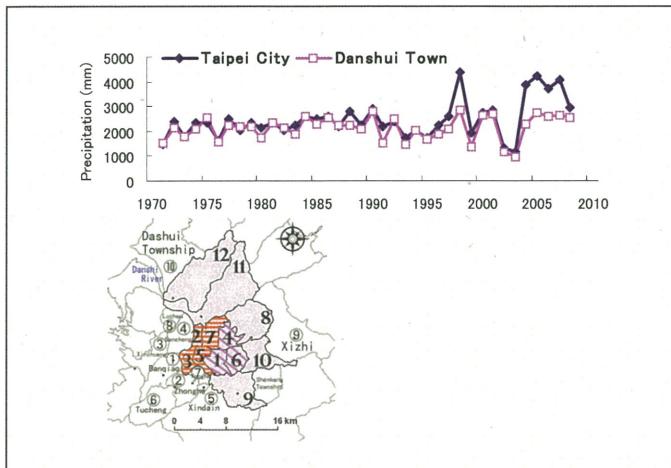
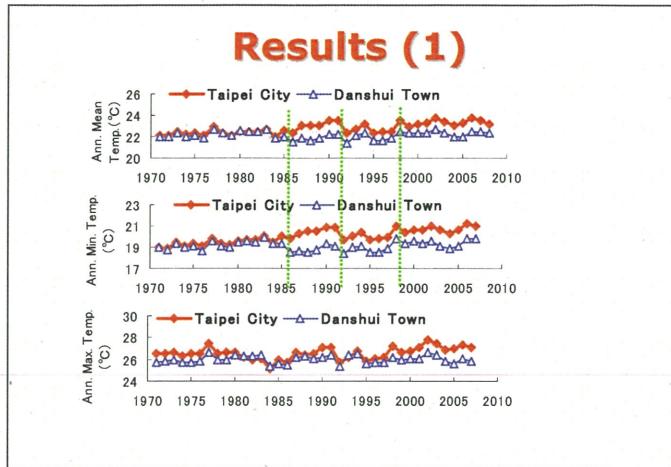
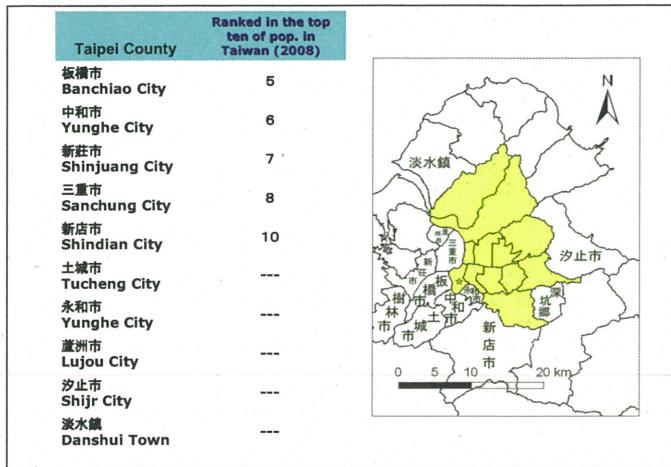


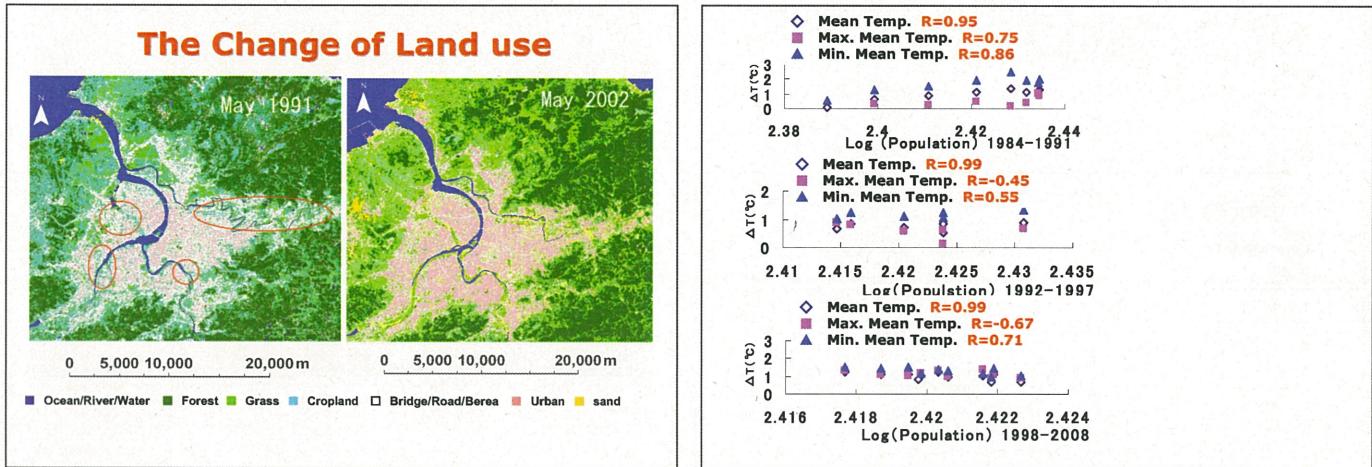
Observation Works Design (2)



14 thermal recorder installations were established in both Taipei City and Taipei County.

Temperature and humidity data in 10-minute intervals are downloaded once every 50 days.





Conclusions (1)

- The warming rate in Taipei between 1897 and 2008 is $1.57^\circ \text{C}/100 \text{ years}$. As in other cities in low latitudes, the warmest monthly temperature in Taipei City shows a fast rising rate ($1.74^\circ \text{C}/100 \text{ years}$), which is about twice that of the coldest monthly temperature.
- This study examined Taipei City has been urbanized rapidly from 1967 and urban warming appeared from 1985.
- The effects of urbanization on local weather and climate change resulted in a remarkable increase in mean temperature and minimum temperature.

Conclusions (2)

- The results of field observations in 2008-2009 proved that the nocturnal UHI phenomenon is predominant; however, in the rainy season (November and December), the UHI intensity during the daytime is higher than at night.
- The diurnal UHI reached its greatest intensity around 12:00 and 15:00, and the maximum UHI intensity reached $4.0\text{--}5.0^\circ \text{C}$ during clear day-sky and calm wind conditions, mainly in the wet winter.
- the nocturnal UHI reached its greatest intensity on cloudless nights before sunrise, and the maximum UHI intensity reached about 2.0°C during the dry months (spring).

Conclusions (3)

- Downtown and its western neighboring areas (satellite cities in Taipei County) have become an expanding high-temperature region during clear day-sky and calm wind conditions.
- The effects of UHI on the number of precipitation days and the intensity of precipitation need further detailed investigation and research on seasonal changes, daily changes with time, and areas under meteorological conditions similar to studies in the mid-latitude.

Acknowledgements

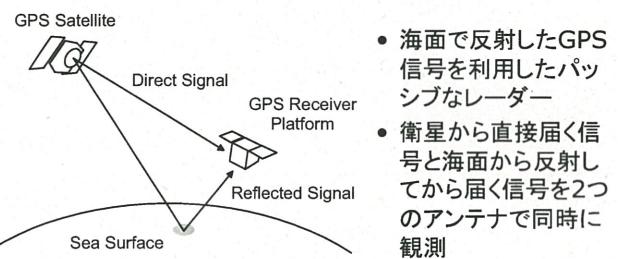
- The authors thank all students in Surface-Atmosphere Interactions laboratory, Taiwan University, for developing the thermal-recorder-observation system and downloading data.
- This research was partially supported by CEReS, Chiba University and RIHN Project 2-4 “Human Impacts on Urban Subsurface Environments”.
- The work described in this report was funded by a grant for “geographical study” from FUKUTAKE Science & Culture Foundation.

プロジェクトー5

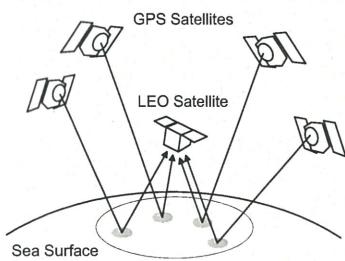
GPS海洋反射波を利用したパッシブ型 リモートセンシングセンサーの開発

海老沼拓史(東京海洋大学)

GPS Bistatic Radar



GPS Multi-Static Radar

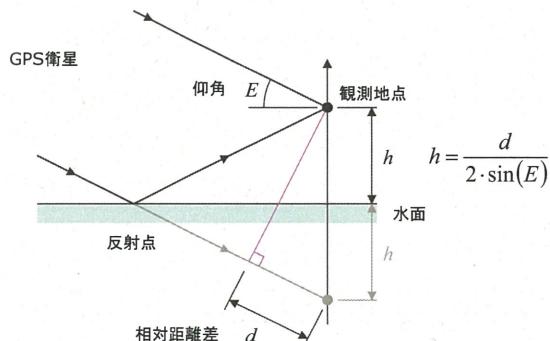


- メソスケール(数10kmから数100km)での海洋観測が可能
- 小型衛星群による高時空間分解能な観測ミッションの実現
- 津波の原因となる海面の広範囲な上昇を早期に発見することを目指す

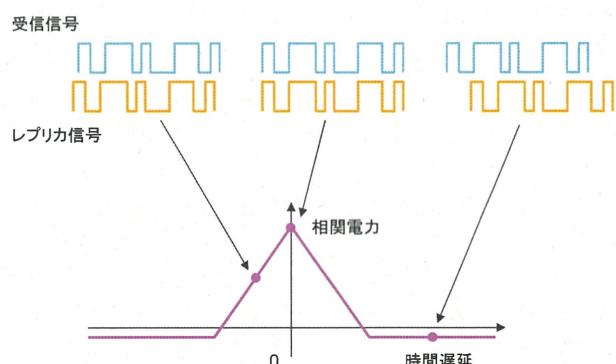
GPS海面反射波観測用受信機の開発

- GPS反射波観測はパッシブなシステムであるため、海面高度センサーの小型化・省電力化が期待できる。
- 市販のGPS受信機は安価であるが、1アンテナ入力しか持たず、直接波と反射波を同時に処理することはできない。
- 市販GPSチップセットを使用した安価で小型なGPS反射波観測用受信機と信号処理ソフトウェアの開発した。(平成20年度共同研究)
- リアルタイムでの信号処理を実現するために、GPS反射波観測用受信機のFPGA化を目指す。

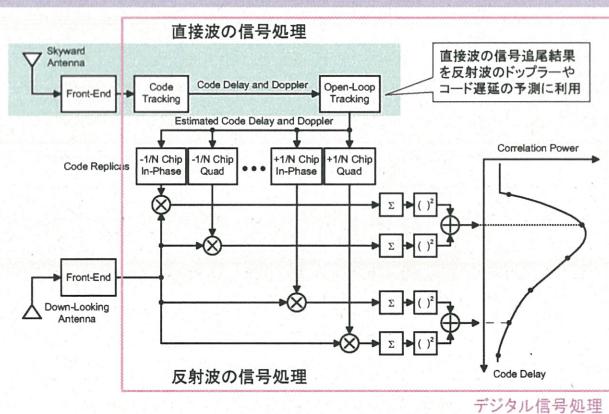
海面高度の計測



GPS信号による測距

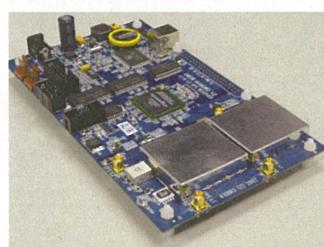


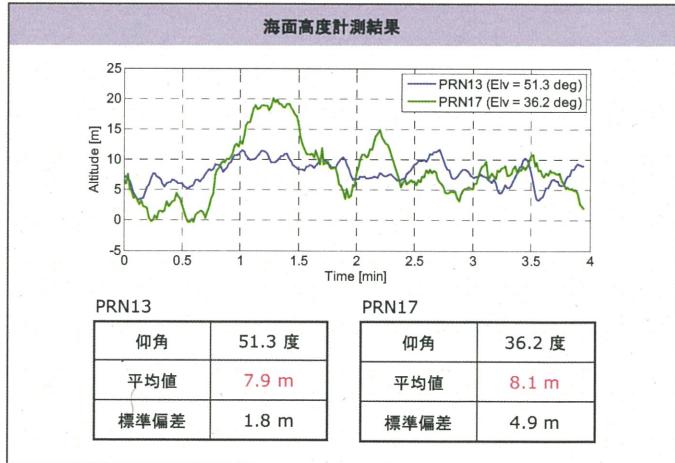
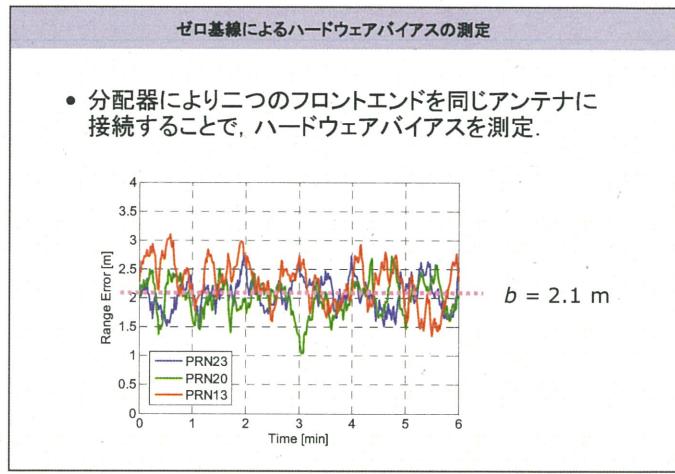
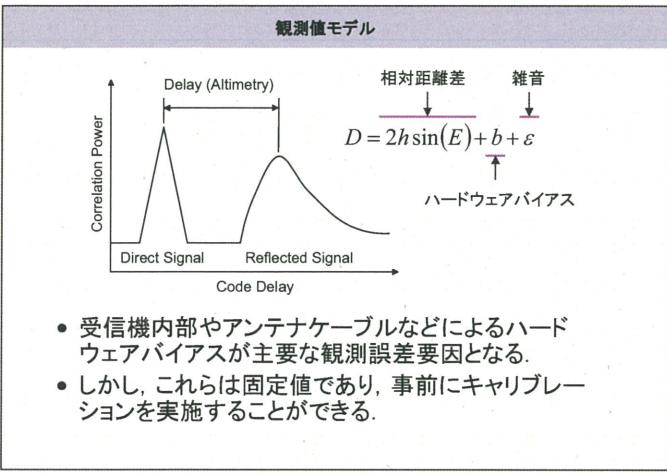
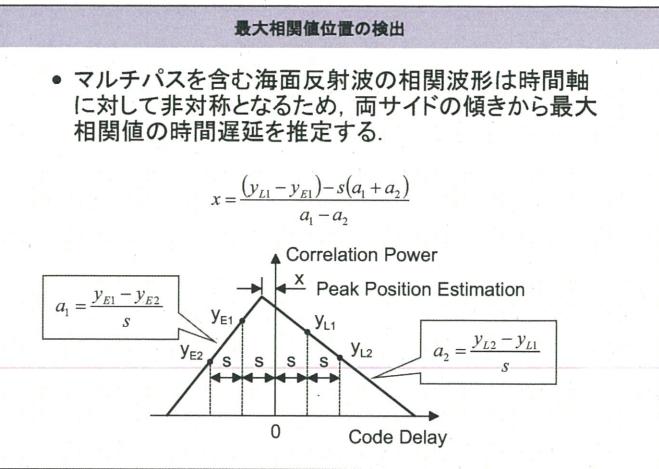
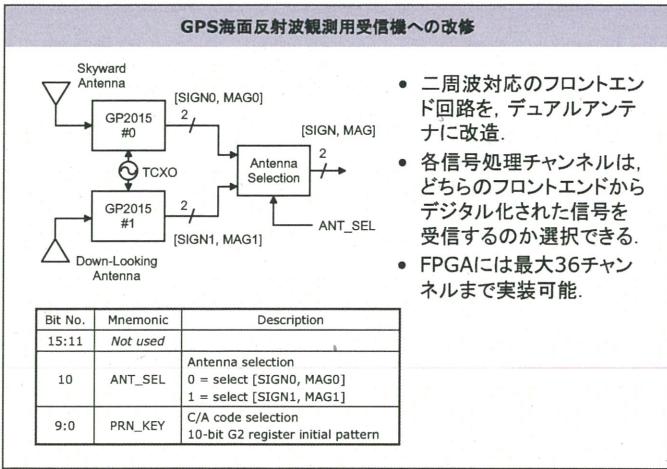
Delay-Doppler Mapping



Namuru II GPS受信機

- オーストラリアのUniversity of New South Walesによって開発されたGPS受信機開発プラットフォーム。
- FPGAを利用してGPS信号のデジタル信号処理。
- 演算用のマイコン(Nios II)もFPGA内部に実装される。
- 二周波対応のため、二つのフロントエンドモジュールを持つ。





まとめ

- GPS海面反射波を利用した海面高度計測をリアルタイムで実施するために、デジタル信号処理部をFPGAで実現した。
- 非対称である反射波相関波形の両サイドの傾きから最大相関値の位置を推定するアルゴリズムを実装。
- 陸橋からの海面高度計測実験では、レーザー距離計と同程度の観測精度(平均値)が得られた。
- 観測量の分散増加の原因となっているマルチパスと信号強度の低下を防ぐために、指向性の高い小型アーレーアンテナを開発中。

CP-SAR観測エリア確定カメラの研究開発

概要

2010年2月12日

大前宏和¹⁾, ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ²⁾,
西尾文彦²⁾

1)株式会社 センテンシア, 2)千葉大学

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

発表内容

- ✓ CP-SAR観測エリアに関して可視画像を用いて観測範囲を確定する必要があり、そのためのカメラの仕様を検討し、今後の搭載機器開発へのOne Stepとするのが、今回の目的である。
- ✓ 市販の装置を用いてどの程度のシステムが作れるかを検討した。

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

CP-SAR

- ✓ CP-SAR
衛星高度、SAR画像の地上分解能については、CP-SARの成立性、観測分野(およびCP-SAR性能確認項目)から、以下のような場合について検討している。

① 軌道高度: 500km, 800km
② 地上分解能: 10m, 50m

✓ これらの検討値から、エリア確定カメラの仕様を検討する。

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

エリア確定カメラの検討

- ✓ エリア確定カメラの仕様計算

	衛星高度	備考	
	500km	800km	
地 上	10m 50m 分解 能	f = 260 mm 52 mm 26 mm 5.2 mm	416 mm 83 mm 42 mm 8.3 mm
			検出器の1素子の サイズ: 5.2 μmとし て計算

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

エリア確定カメラの検討

レンズ設計仕様(案)

焦点距離52mmあるいは26mmを想定する。
焦点距離260mmでは、レンズも大きくなる可能性があるため、除外。
(今回の検討では小型化、最適化までは進めていない)

一方、観測範囲を大きく取る事を考慮する。
(観測エリアの確定が主目的)
観測エリア: 1000素子 × 1000素子のエリアセンサを想定すると、
焦点距離52mm → 観測エリア=約50km四方
焦点距離26mm → 観測エリア=約100km四方

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

エリア確定カメラの検討

レンズ設計仕様(案)

観測エリアの確保とそれなりの地上分解能を確保する観点から、焦点距離26mmとして検討。
(地上分解能を大きく取ることで光量も確保できる)

Sentencia Corporation

平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

エリア確定カメラシステム

上記の仕様に見合うシステムを市販品を用いて構築

1. 観測カメラ部
・素子サイズ5.2 μm
・1024pixel × 1028pixel
2. レンズ部
・焦点距離=25mm

システムの性能確認 → 衛星搭載仕様の設定のための確認

Sentencia Corporation

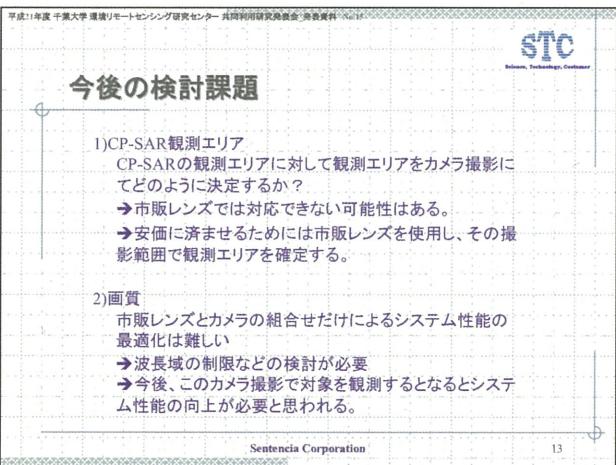
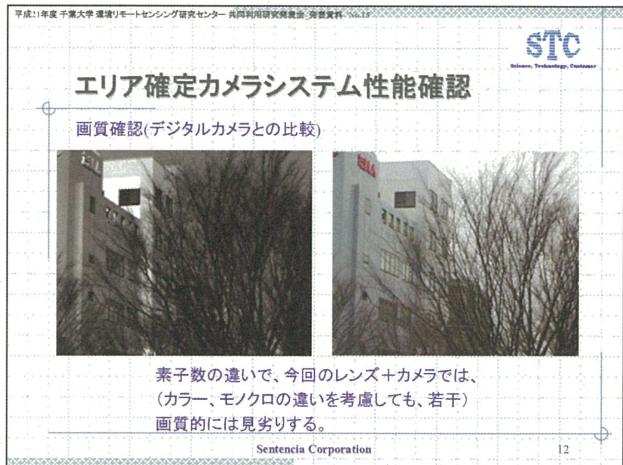
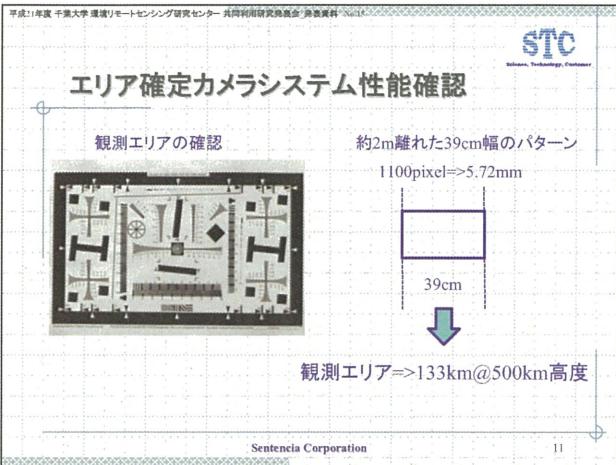
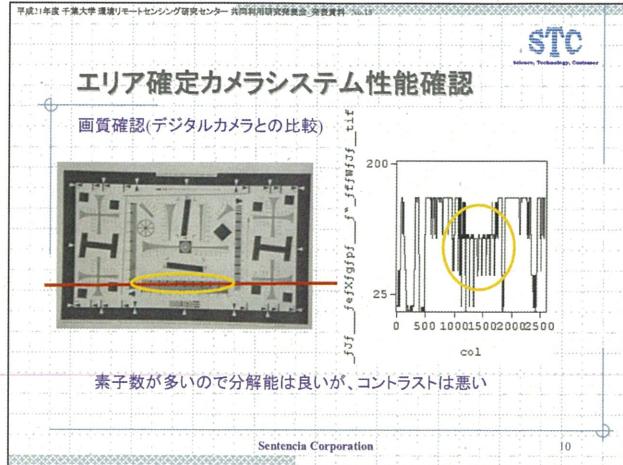
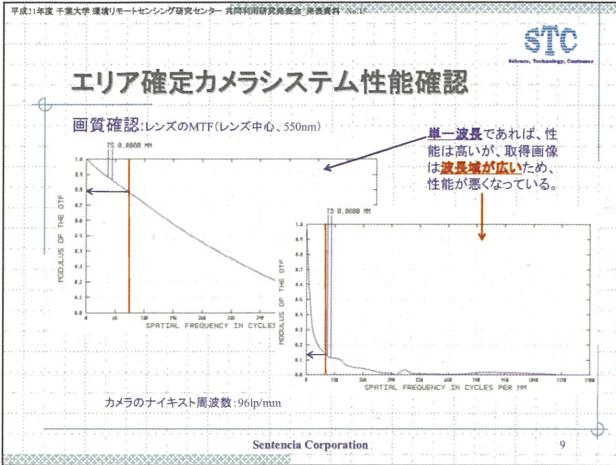
平成21年度 千葉大学 遠隔リモートセンシング研究センター 共同利用研究助成金「発表資料」No.15

エリア確定カメラシステム性能確認

画質確認

The graph shows a plot of grayscale intensity (0 to 255) against column number (0 to 1250). A red horizontal line highlights a band of pixels around column 600, and a yellow circle highlights a specific feature in the image corresponding to the red line.

Sentencia Corporation



放射伝達コードLBLRTMを用いた TANSO-FTSのデータの大気温分布の推定

山口大学大学院理工学研究科
機械工学専攻 修士2年
森代 諒太郎

研究背景

地球温暖化問題は大きな国際的な政治・経済問題

二酸化炭素は限られた地上測定点でしか測られていない
なく測定点には偏りがある

人工衛星を利用した温室効果ガスの全球観測が
各国で計画されている

衛星プロジェクト
• GOSAT/TANSO-FTS (JAXA)
• OCO(NASA)

地上の観測地点:約340点
GOSATの観測地点:5万6000点
JAXA提供

GOSAT/TANSO-FTS

TANSO-FTSのセンサー仕様

	バンド1	バンド2	バンド3	バンド4
波長範囲[μm]	0.758–0.775	1.56–1.72	1.92–2.08	5.56–14.3
分光分解能[cm^{-1}]	0.6(1.7cm)	0.27(3.7cm)	0.27	0.27
観測対象	酸素	二酸化炭素	二酸化炭素	メタン
	水蒸気			メタン

JAXA提供

研究目的

衛星で測られる放射スペクトルL1B

逆問題となっており解析的に解くことが出来ない

大気温/気体濃度の垂直分布L2

フーリエ変換

TANSO-FTSのスペクトルデータから大気温分布の推定を行った
ためのアルゴリズムの検討を行っていく

使用するデータ
FTSレベルL1B

放射伝達方程式

地表面で放射された放射輝度

$$I(\infty, \nu) = \exp(-\tau_s) \epsilon B(\nu, T_s) + \int_0^{\infty} B(\nu, T(z)) \exp[-\int_z^{\infty} \sigma(\nu) N(z) dz] \sigma(\nu) N(z) dz$$

(ν):衛星で測定される放射輝度[W/($\text{cm}^2 \text{str cm}^{-1}$)]
 $B(\nu, T(z))$:プランク関数[W/($\text{cm}^2 \text{str cm}^{-1}$)]
 ν :波数(cm^{-1})
 ϵ :地表面の放射率
 Z :地表からの高度[m]
 P :大気圧[hPa]
 $\sigma(\nu, T, P)$:吸収気体毎の吸収断面積[m $^2/\text{mol}$]
 $N(z)$:吸収気体毎の吸収体の数密度[mol/m^3]

未知数は $T(z)$ と $N(z)$

LBLRTM(Line-by-Line Radiative Transfer Model)

任意の条件下において放射輝度の計算が可能な大気放射伝達モデル

HITRAN
(High-resolution transmission molecule absorption database)
38種類の気体分子に対し1734469本

吸収気体の種類・独自の大気のプロファイル

放射伝達方程式

放射輝度を計算

TANSO-FTSとLBLRTMのスペクトルの比較

Y-axis: 放射輝度[W/(cm $^2 \text{str cm}^{-1}$)]
X-axis: 波数(cm $^{-1}$)

逆問題のモデル化

$y = f(x)$: 放射伝達方程式
 $y + \Delta y = f(x + \Delta x)$
 $\Delta y = K \Delta x$

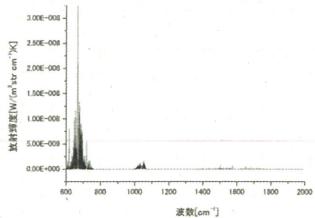
y : 観測スペクトルベクトル
 x : 真値(温度)ベクトル
 K : ヤコビアン
 x を変化させた場合の y の変化量

線形化

ヤコビアンの作成

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_i} = \frac{f(x + \Delta x_i) - f(x - \Delta x_i)}{2\Delta x_i}$$

Δx_i : i番目の層に Δx 加える
 Δx は1[KLBLRTMを使用し, 中心差分法で計算]



ロジヤース法(MAP推定法)

ベイズの定理

$$P(x|y) = \frac{P(y|x)P(x)}{P(y)}$$

事後確率密度関数 $P(x|y)$
事前確率密度関数 $P(x)$

$$\hat{x}_{i+1} = \hat{x}_i + S_a K_i (K_i S_e^{-1} K_i + S_a^{-1})^{-1} (y - K_i x_i)$$

X_0 : 初期推定量

S_a : 初期推定量(X)の共分散行列

逐次計算を繰り返す

y : 観測値

S_e : 測定値(Y)の共分散行列

K : ヤコビアン

共分散・誤差共分散

ECMWFの全球解析データから気温の平均値、共分散行列の作成。

処理期間: 1999年から2002年の4年間分の季節データの季節統計値を計算

$$S = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2}^2 & \cdots & \sigma_{1,23}^2 \\ \sigma_{1,2}^2 & \sigma_2^2 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ \sigma_{1,23}^2 & & & \sigma_{23}^2 \end{pmatrix}$$

対角項は各高度の気温の分散
非対角項は異なる高度の気温との共分散

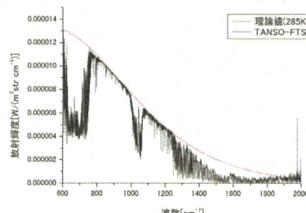
センサTANSO-FTSの雑音レベル(NESR)

輝度温度の測定精度(Stability)

$$S_e = (0 - NESR)(0 - NESR) + (0 - Stability)(0 - Stability) \\ = NESR^2 + Stability^2$$

TANSO-FTS/GOSATと理論値(黒体放射)のスペクトルの比較

$$\text{プランクの法則} \quad B(T, \nu) = \frac{2h\nu^3}{c^2(e^{h\nu/kT} - 1)}$$



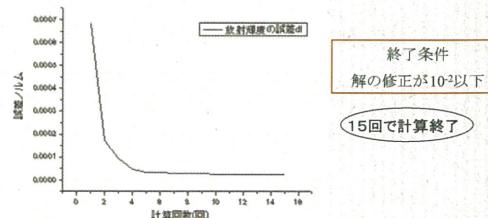
2009年
5月1日
北緯38.1°
西経12.3°
北大西洋

地表面温度
285K

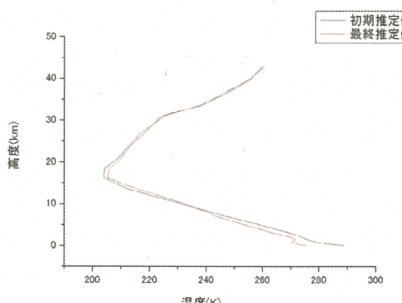
データ処理の概略



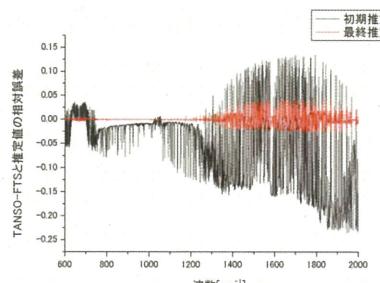
計算回数毎の誤差推移



リトリバーバル結果

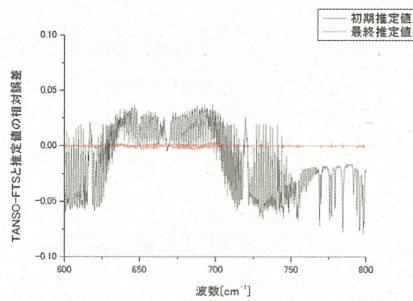


初期推定値と最終推定値との誤差

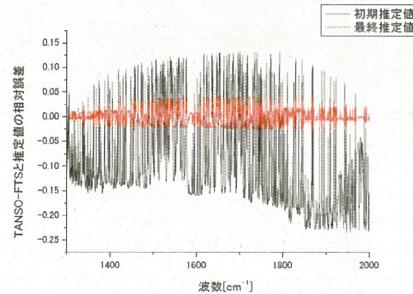


2009年
5月1日
北緯38.1°
西経12.3°
北大西洋

初期推定値と最終推定値との誤差
(600~800cm⁻¹)



初期推定値と最終推定値との誤差
(1300~2000cm⁻¹)



結言

- TANSO-FTS/GOSATのデータから大気放射伝達モデル(LBLRTM)を用いてロジャース法により大気温分布の推定を行った。
- 逐次計算を重ねる毎に放射輝度の誤差は確実に減少した。
- US Standard Atmosphereの温度分布と最終推定値の温度分布は、非常によく一致した。
- 吸収帯のない波長帯と二酸化炭素の波長帯では、誤差は確実に小さくなった。水蒸気の波長帯ではまだ誤差が残っていた。水蒸気の時間的変化等を今後は考慮する必要がある。

複数FPGAによるSAR信号処理システムの構築

難波一輝, 平田敏樹, 大石航志, 伊藤秀男,
Josaphat Tetuko Sri Sumantyo



National University Corporation
Chiba University

Background

DSPからFPGAへのデバイス変更

技術発達により、マイクロ衛星が扱うデータ量の増加
従来のDSP処理以上の高速システムの必要
FPGAを用いたパイプライン処理で高速化

FPGAのリソース不足

処理中に8192-point FFTを6回実行
1枚に搭載するためには高集積なFPGAが必要
高集積なFPGAは非常に価格が高い

複数FPGAによるシステム構築

比較的安価で高性能なFPGAボードを4枚使用
シーケンシャルにFPGA間をデータ通信
低コストなシステムの構築を目指す

Preliminary

Virtex-5搭載評価ボードML506



内部RAMとDSPセルが多いFPGAを搭載
ML506を4枚使用し、SMAケーブルによる通信
トランシーバにはRocket IOを使用

FFT IP Core

FFTの使用リソース

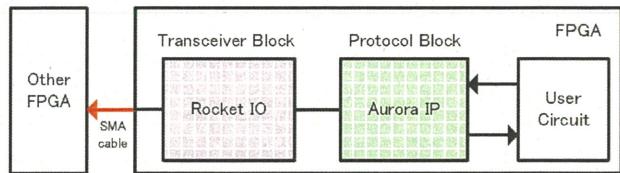
	FFT
Register	12,522
LUT	12,217
RAM	43
DSP	84

FPGAリソース

	Vitex-5
Register	32,640
LUT	32,640
RAM	132
DSP	288

8192-point FFT回路はML506に2個搭載可能

FPGA間の通信



Rocket IOの使用で最大3.2Gbpsの通信速度
IPのAuroraによりRocket IOの制御を行う

Data processing

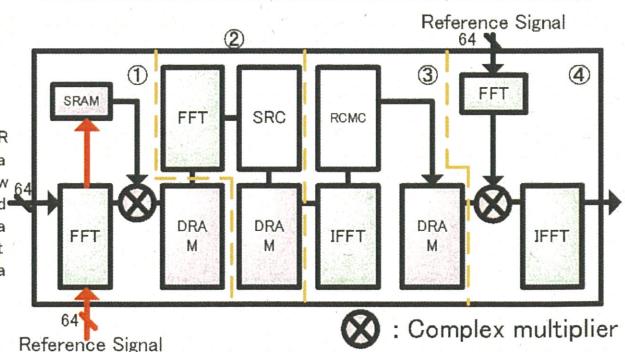
画像生成情報

19904 * 6144 pixelのRawデータが対象
実数64bitとして扱うため、合計約1.4GB
画像生成にかけられる時間は1枚に約1分

SRC利用Range=Dopplerアルゴリズム

LバンドのSAR搭載航空機にはSRCが必要
SRC利用によりメモリ格納回数が増加
アジャスFFT(IFFT)ではブロック化が必要
(アジャス方向:19904点、FFT:8192点のため)

System structure



初回にFFTを行い、SRAMにデータ保存

FPGA外部の2GBのメモリをDRAMとして使用
アルゴリズムの性質上、一旦のメモリ格納が必要

プロセス時間の推定

システムが100MHz、FPGA間通信が1.5Gbpsと仮定
合計演算時間が約10秒、通信時間が約23秒
システム要求処理速度を十分に満たしている

プロジェクト－6

筑波大における地上観測データ、衛星データ、数値モデルを用いた霧研究の取り組み

日下 博幸**・秋本祐子**・石川真奈美***

*筑波大 計算科学研究センター
**筑波大・院 生命環境科学研究所 大学院生
***筑波大 第一学群 自然学類 学群生

霧の発生域の把握

筑波大での霧研究の取り組み

○霧の出現域の把握

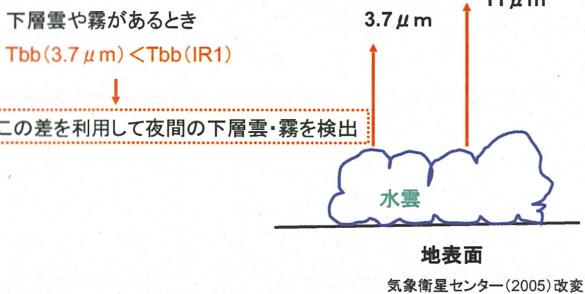
- ・衛星データ(MTSAT)
- ・ライブカメラ(道路公団、河川事務局等が所持)
- ・視程計(気象官署)

○その他

- ・日本全国の霧の統計調査
- ・判別分析を用いた会津盆地の霧予測
- ・WRFモデルを用いた霧の数値シミュレーション
- ・盆地霧のメカニズムの解明

MTSATを利用した霧出現域の把握

IR1 (11 μm)とIR4 (3.7 μm)の放射特性の違い



MTSATを利用した霧出現域の把握

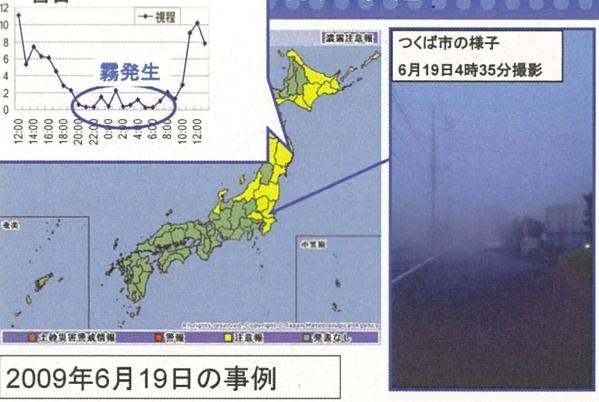
・霧の発生域の面的・連続的把握

気象官署は地点数が少なく、霧の発生を捕らえられていない可能性がある(山本, 1989)
⇒日本域(海上も含めて)を面的・連続的に観測したい
⇒気象衛星ひまわりの利用

・気象衛星MTSAT-1Rは、霧(下層雲)検出に有効な波長(近赤外3.7 μm)を搭載

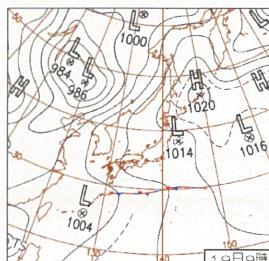
・今までの日本の気象衛星(GMSシリーズ以前)では困難だった、夜間の霧発生域の検出が可能に

MTSATを利用した霧出現域の把握



MTSATを利用した霧出現域の把握

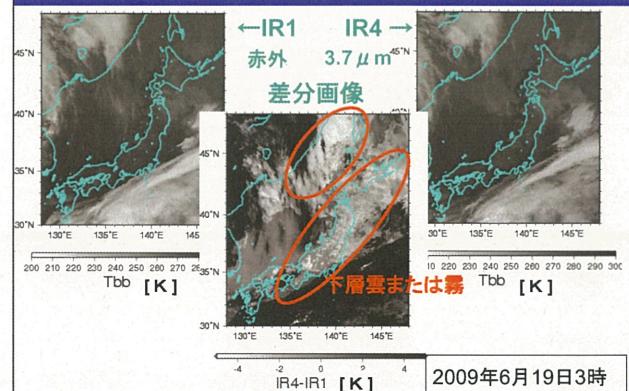
地上天気図(2009年6月19日9時)

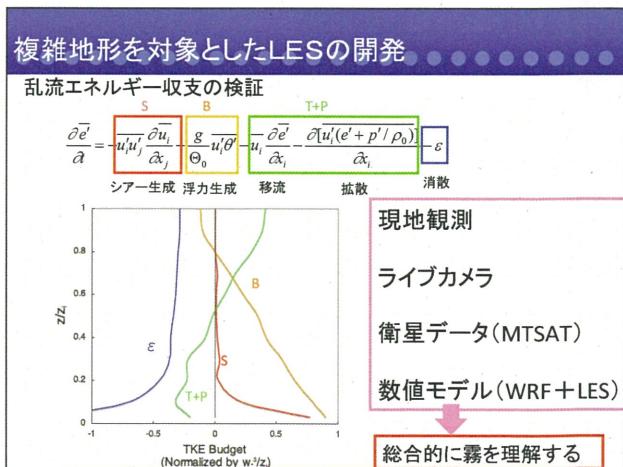
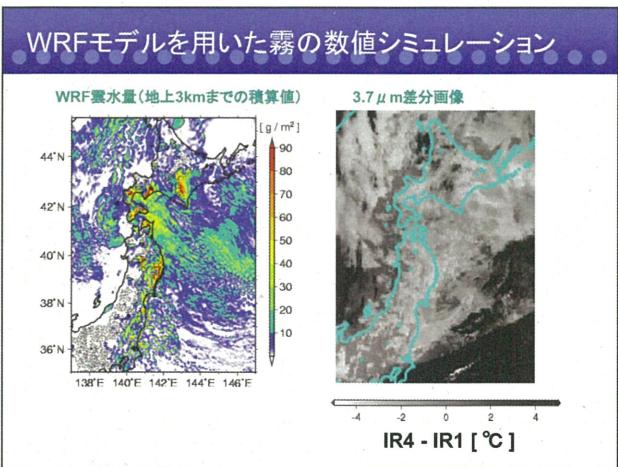
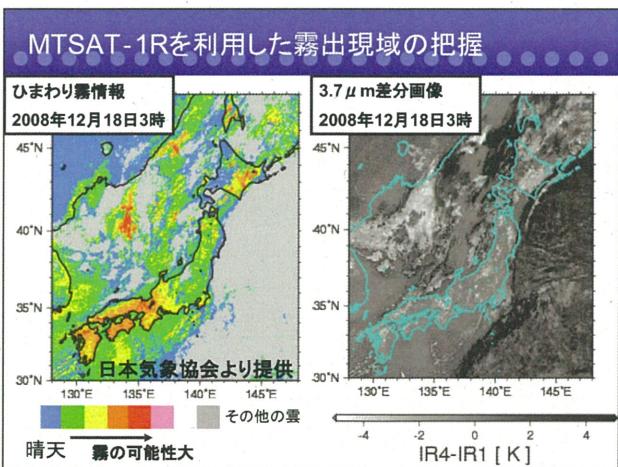
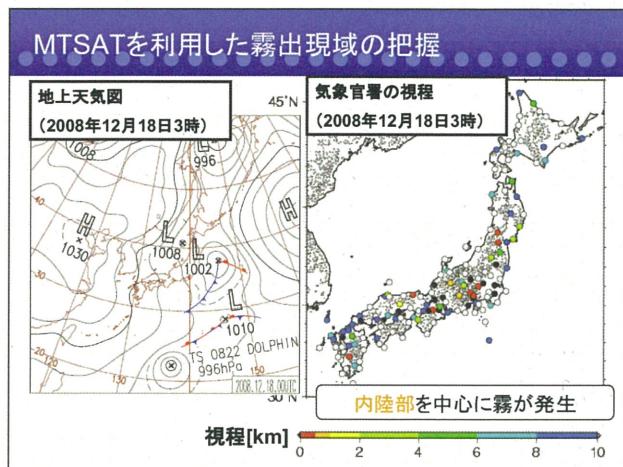
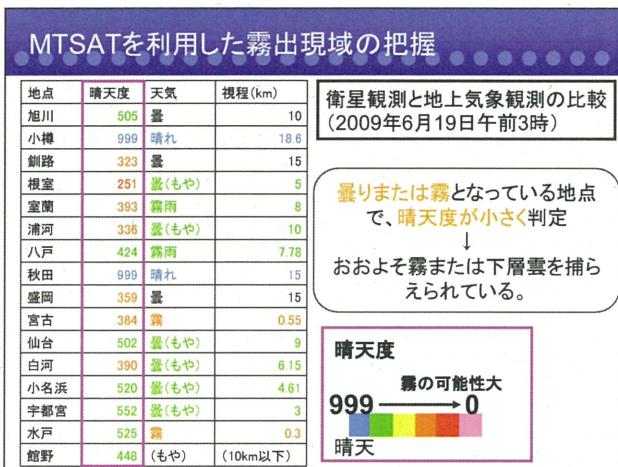
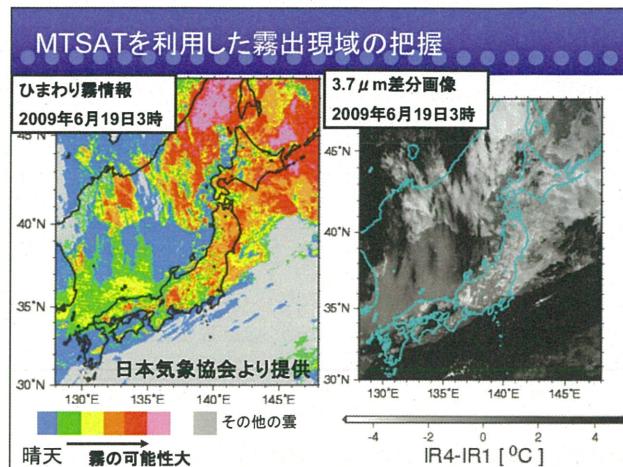
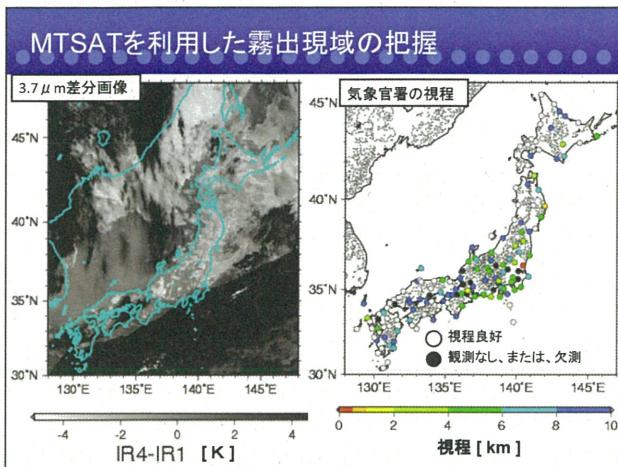


天気概況

- ・北日本は曇り、南西諸島では前線や低気圧の影響で曇りや雨。
- ・その他は概ね晴れ。(気象庁HPより)

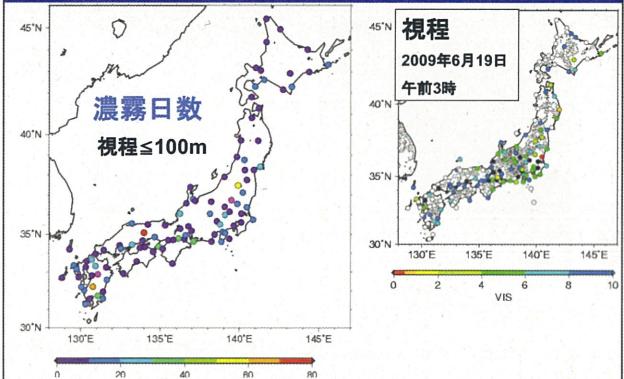
MTSATを利用した霧出現域の把握





筑波大学における霧研究の その他の取り組み

1. 視程計データを用いた日本の霧の統計調査



2. ライブカメラを用いた霧の出現地域の把握

筑波山ライブカメラ
2010年1月12日7時

TXから見た筑波山
通勤者からの提供

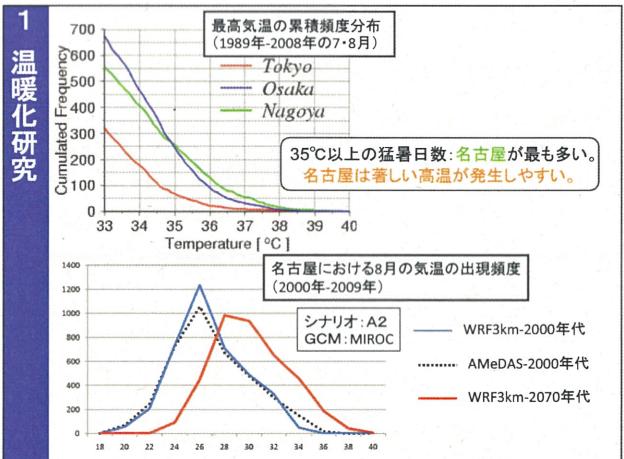
会津盆地ライブカメラ
(阿賀川河川事務局)



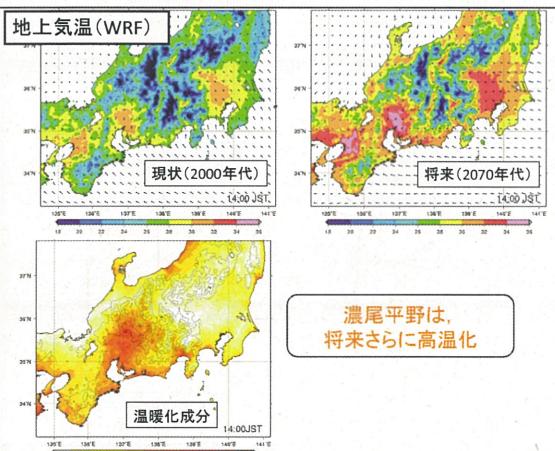
筑波大学における 温暖化とヒートアイランド研究の取り組み

筑波大での温暖化とヒートアイランド研究の取り組み

- WRFモデルを用いた将来気候の予測
(東京・名古屋・大阪)
- ヒートアイランドの観測(つくば市・多治見市)
- 衛星データによる実態把握(同上)
- LESモデルの開発
- 都市豪雨の事態調査



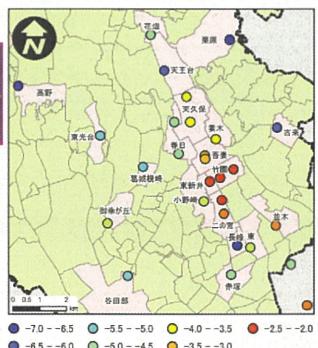
1 温暖化研究



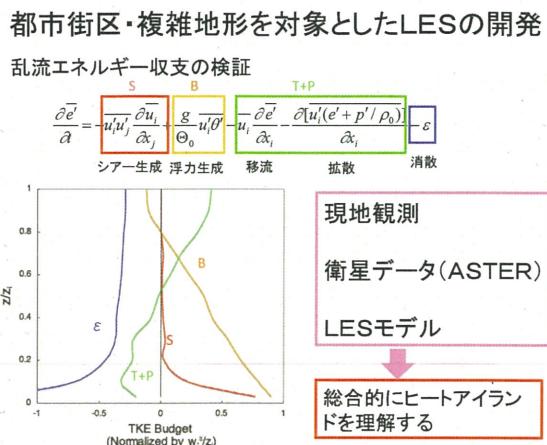
2 ヒートアイランド研究



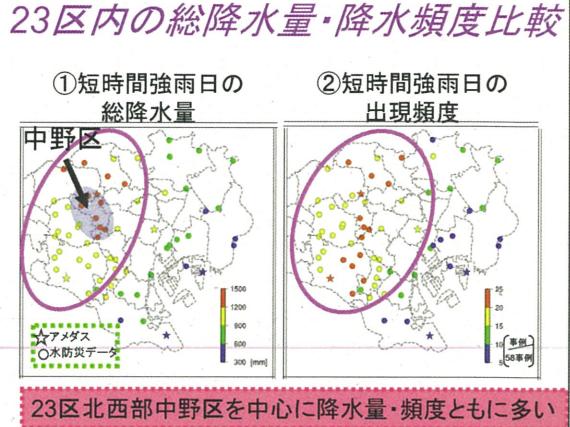
つくば市のヒートアイランド観測



2 ヒートアイランド研究



3 都市豪雨の実態調査



まとめと今後の予定

- ・霧(MTSAT)
- ・温暖化・ヒートアイランド(LANDSAT)
- ・その他:
- ・都市豪雨(GPS可降水量, レーダーエコー)
- ・熱対流の発生位置(ASTER)
- ・都市上空の雲(MODIS, ASTER)
- ・小低気圧(ひまわり)

おわり

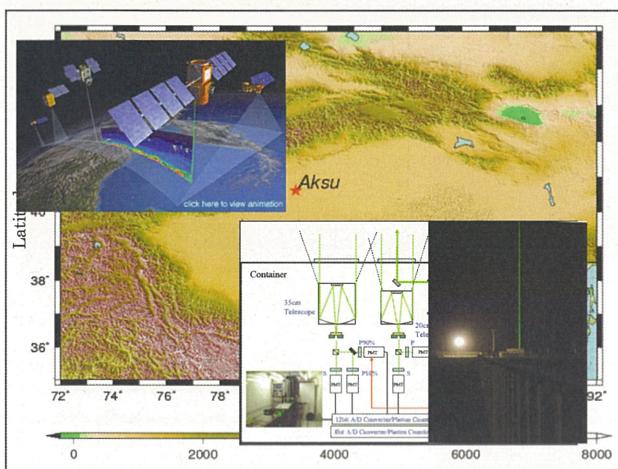


背景

- 雲やエアロゾルは、散乱や吸収によって地球の放射収支に影響を与える。(IPCC四次報告)
- スペースライダーは雲やエアロゾルの全球分布を測定するために効果的な装置である。(McCormick et al. 1993)
- CALIPSOの検証は大きなプロジェクトであり、検証のための装置として地上設置ライダーも含んでいる。(Kovacs et al. 2004)
- 光学特性(後方散乱係数や消散係数)を得るためにには、正確なライダー比(消散係数/後方散乱係数)が必要である。(Schnell et al. 2009)
- 上空に雲が存在する時、レーザーの減衰のため、スペースライダーにおける下層のエアロゾル層の評価は難しい。



地上設置ライダーとCALIPSOを同期させ、下層の(エアロゾル)ダストを評価する。



Parameter	April 2004	March 2009
Laser	Nd:YAG Laser	Nd:YAG Laser
Wavelength	532 nm	532 nm, 1064 nm
Pulse Energy	300 mJ	300 mJ
Pulse Repetition Rate	10 Hz	10 Hz
Beam Divergence	0.2 mrad	0.2 mrad
Diameter of Telescope	350 mm, 200 mm	350 mm
Field of View(350mm)	2 mrad	2 mrad
Range Resolution	7.5 m	7.5 m
Temporal Resolution	5 min	5 min
Measurement Range	0~120 km	0~120 km
Detector	PMT	PMT(532nm), APD(1064nm)
Direction of Measurement	Vertical(Fixed)	Vertical(Fixed)
Voltage(PMT)	2000 V	2000 V
Voltage(APD)	—	340 V
PMT 35°-90° Delay	10 μs	10 μs
Wrattenfilter(350mm, II)	10 %	100 %
NDfilter(350mm, II)	90 %	9 %
NDfilter(350mm, L)	50 %	1 %

解析方法

仮定条件

1. ライダー比は、高さによって変化しない。
2. 地上ライダーとCALIPSOは同じ大気を見ている。
3. 地上ライダーとCALIPSOの軌道の距離が100km以内の場所のデータを抽出し、15個平均する。
4. Platt et al. (1999)の方法で雲の光学的厚さを求める。
5. 雲の光学的厚さが「1」をこえるプロファイルを除去し、平均する。
6. Fernald(1984)の解法により、CALIPSO(前方積分法)と地上ライダー(後方積分法)について後方散乱係数を算出する。この際、両者の差が最も小さくなるようなライダー比を求める。(Tao et al. 2008)
7. 求めたライダー比を用いて全プロファイルの後方散乱係数を計算し、2km未満の全光学的厚さ(雲+エアロゾル)が「1」をこえるデータを除去する。
8. 抽出されたデータを再度平均し、「4」の方法により、最適なライダー比が得られる。

Fernald(1984) backward and forward inversion

1. Backward inversion ($z_c = 13\text{km} - 15\text{km}$) ⇒ Aksu-Lidarに適用

$$\beta_m(z) + \beta_a(z) = \frac{X(z_c)}{\beta_m(z_c) + \beta_a(z_c)} + 2Sp \int_{z_c}^z X(z') \exp \left[2(Sp - Sr) \int_{z'}^z \beta_m(z'') dz'' \right] dz'$$

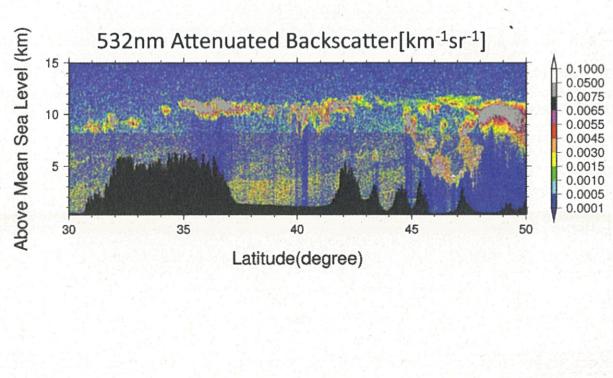
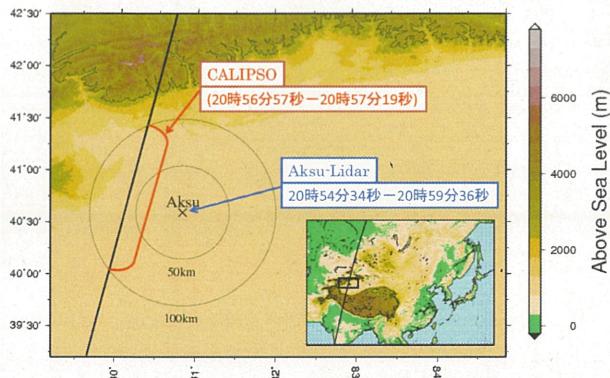
$$\sigma(z) = \sigma_m(z) + Sp \times \beta_a(z)$$

2. Forward inversion ⇒ CALIPSOに適用

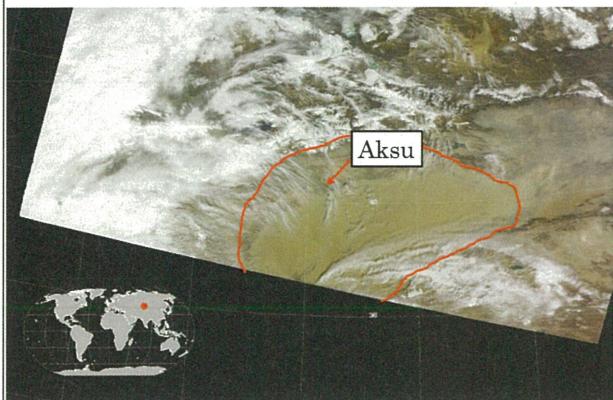
$$\beta_m(r) + \beta_a(r) = \frac{X(r_c)}{\beta_m(r_c) + \beta_a(r_c)} - 2Sp \int_{r_c}^r X(r') \exp \left[-2(Sp - Sr) \int_{r'}^r \beta_m(r'') dr'' \right] dr$$

$$\sigma(r) = \sigma_m(r) + Sp \times \beta_a(r)$$

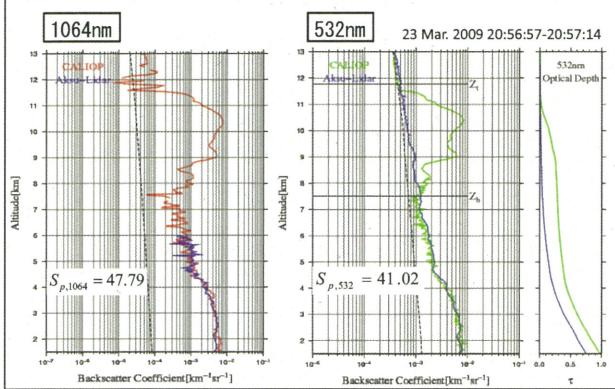
解析対象: 23 Mar. 2009(UTC)



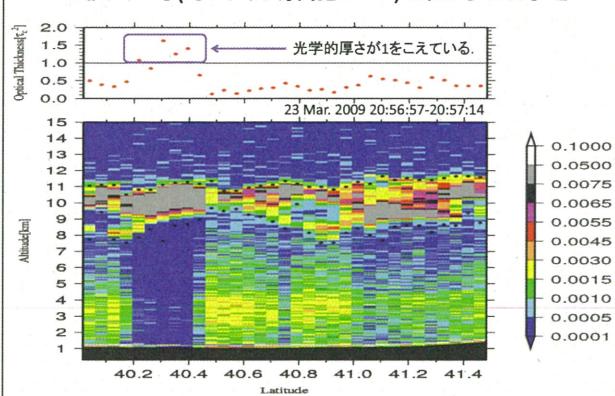
MODIS画像:23 Mar. 2009 5 : 30 (UTC)



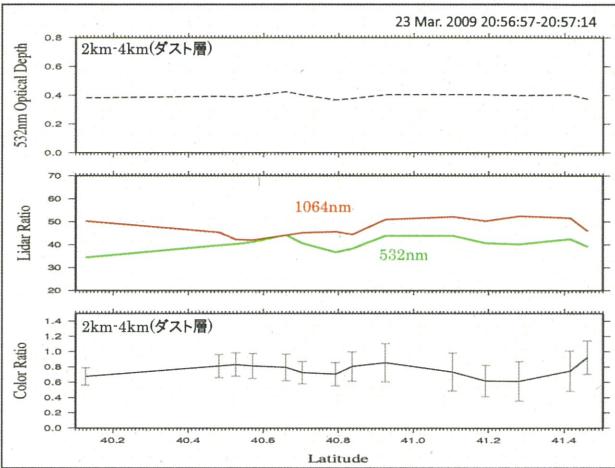
結果：ライダー比と後方散乱係数



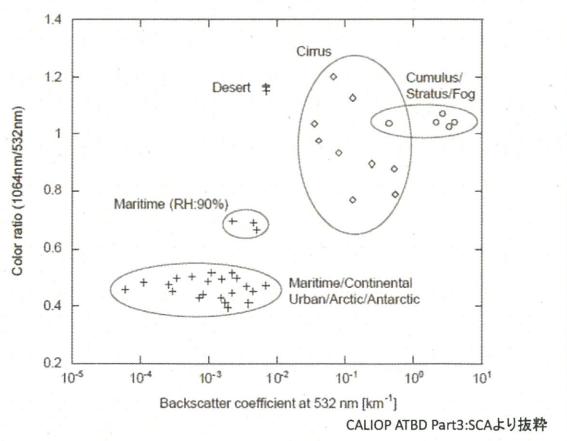
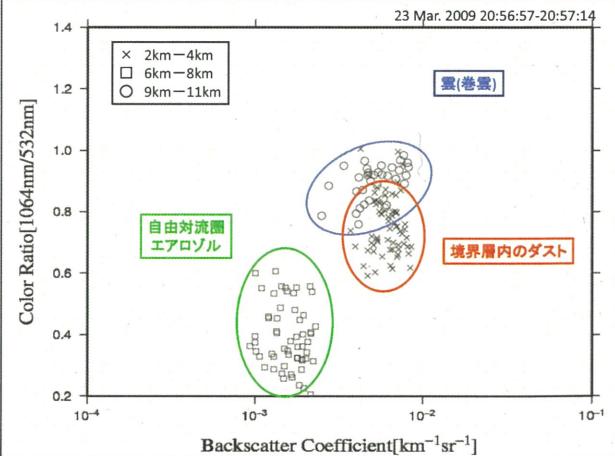
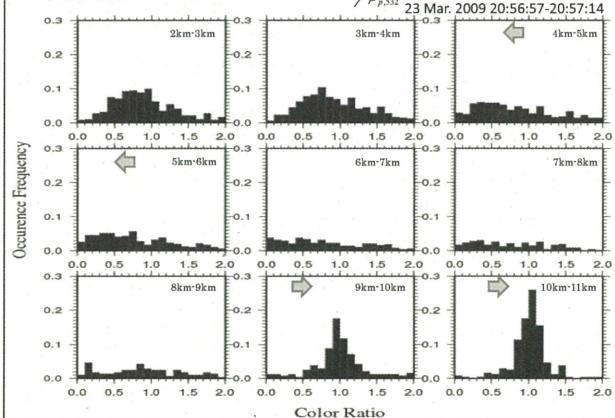
15個平均(水平分解能5km)と光学的厚さ



23 Mar. 2009 20:56:57-20:57:14



高度別のカラー比



ライダー比とカラー比の文献比較

Lidar Ratio

Dust	532nm	1064nm	Reference
(Saharan)	26 ± 4.8	35 ± 18.3	Vaughan et al.2004
(Saharan)	41 ± 3	52 ± 5 (near the source)	Liu et al.2008
(Korea)	45.5 ± 8.6		Noh et al. 2007
(Asian Dust)	47 ± 18		Sakai et al. 2003
(Asian Dust)	42 ± 55		Liu et al. 2008
(Asian Dust)	43.1 ± 7.0		Murayama et al.2004
(Taklimakan)	40.02 ± 5.9	47.79 ± 9.1	this study
	40	30	CALIPSO Algorithm

Color Ratio

Dust	1064nm/532nm	Reference
(Saharan)	0.86 ± 0.01	Vaughan et al.2004
(Saharan)	0.74 ± 0.07 (near the source)	Liu et al.2008
(Taklimakan)	0.76 ± 0.25	this study

結論

- 2009年3月23日20時54分-59分において、地上設置ライダーとスペースライダー(CALIPSO)の比較検証を行った。
- スペースライダーと地上設置ライダーを同期させることにより、雲底以下のエアロゾル層でもライダー比・後方散乱係数などの光学特性を得ることができた。
- 1064nmのライダー比・後方散乱係数に関しては他波長を利用した間接的な方法(Vaughan et al. 2004, Liu et al. 2000, Sasano and Browell 1989)ではなく、直接1064nmから得ることができた。
- 得られたライダー比は、532nmに対して 41.02 ± 5.9 , 1064nmに対して 47.79 ± 9.1 であった。
- ダスト層のカラー比は 0.76 ± 0.25 であった。
- ダストの光学的厚さ(2km-4km)は 0.40 ± 0.04 であった。

今後の課題

- CALIPSOのLevel2のデータと比較。
- モデル大気を使った、エラー解析。
- 他の事例の解析。
- CALIPSOと地上ライダーで観測された偏光解消度の比較。

Platt et al. 1999

雲より高いところと低いところの散乱比 $R(z_t), R(z_b)$ から透過率を得る。

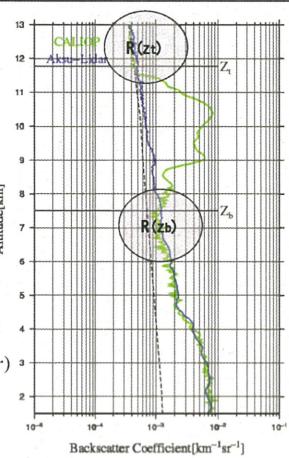
$$\frac{R(z_t)}{R(z_b)} = \frac{\beta_m(z_t)[\beta_m(z_b) + \beta_a(z_b)]}{\beta_m(z_b)[\beta_m(z_t) + \beta_a(z_t)]} T_{eff}^2$$

$$\approx T_{eff}^2$$

$$(\beta_a(z_t) \ll \beta_m(z_t) \quad \beta_a(z_b) \ll \beta_m(z_b))$$

以上のようにして求めた透過率を以下の式に代入し、雲のライダー比を得る。

$$S^* = \frac{1 - T_{eff}^2}{2\gamma'} \quad (\gamma' = \int_{op}^{base} \beta(r) T_{eff}^2(r) dr)$$



一般研究

AMSR-Eによる地表面土壌水分観測とアルゴリズム検証

開発一郎(広大)、藤井秀幸(JAXA)、小池俊夫(東大)、近藤昭彦(千大)、白石一晃(広大)

1. はじめに
2. 最新AMSR-E土壌水分観測アルゴリズム
3. 検証結果
4. おわりに

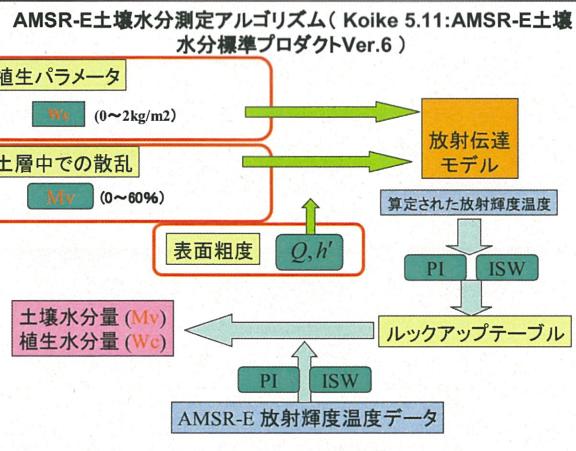
CEReS 2/12, 2010

目的

- 多様な地域の広域高精度土壌水分観測と最新アルゴリズムの検証

背景

- 気候/水循環変動解析のための地上土壌水分挙動の把握と広域モニタリング
- 旱魃の把握のための広域土壌水分モニタリング
- 植生/家畜管理ための広域土壌水分モニタリング/変動の解析
- より適用範囲が広く、より精度の良い衛星土壌水分アルゴリズムの開発(AMSR2に向けて)



AMSR-E土壌水分測定アルゴリズムの二つの指標(ISWとPI)

Index of Soil Wetness(土壤水分指標): ISW

$$ISW = \frac{Tb_i - Tb_j}{\sqrt{2}(Tb_i + Tb_j)}$$

i > j : 周波数
高周波数 小, e → 大
低周波数 大, e → 小

ISWは土壌水分が多いほど大きくなる
(Γ: Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

(Γ: Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

$$e = 1 - \Gamma$$

高周波数 小, e → 大
低周波数 大, e → 小

ISWは土壌水分が多いほど大きくなる
(Γ: Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

(Γ: Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

使用周波数 低: 6GHz H偏波
高: 37GHz H偏波

Polarization Index(偏波指標): PI

$$PI = \frac{Tb_V - Tb_H}{\sqrt{2}(Tb_V + Tb_H)}$$

裸地では輝度温度はV偏波の方がH偏波より高い
植生が増えると差は小さくなる

Tb = e × T 輝度温度 = 放射率 × 物理温度
V,H: 偏波

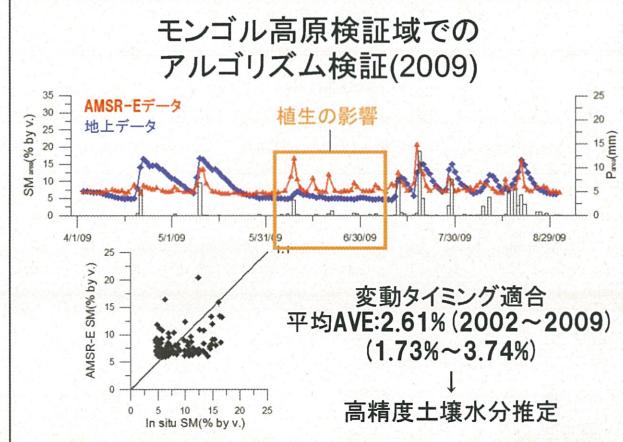
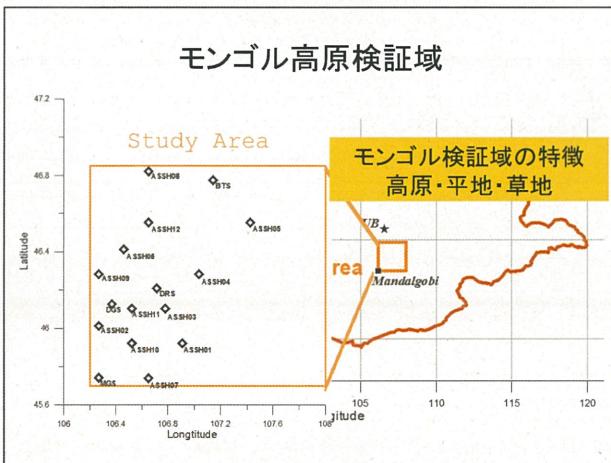
植生が多いほどPIは小さくなる

使用偏波 18GHz H,V偏波

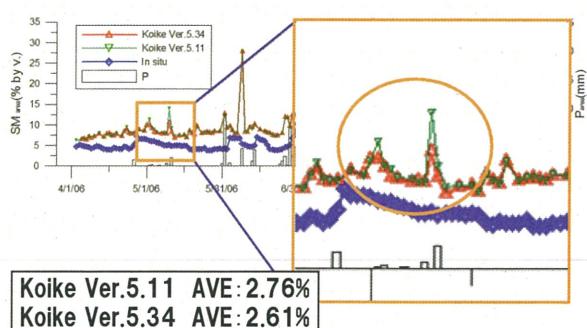
最新アルゴリズム(Koike 5.34)の改良点

JAXAのAMSR-E土壌水分標準プロダクトVer.6の標準アルゴリズムからの改良点

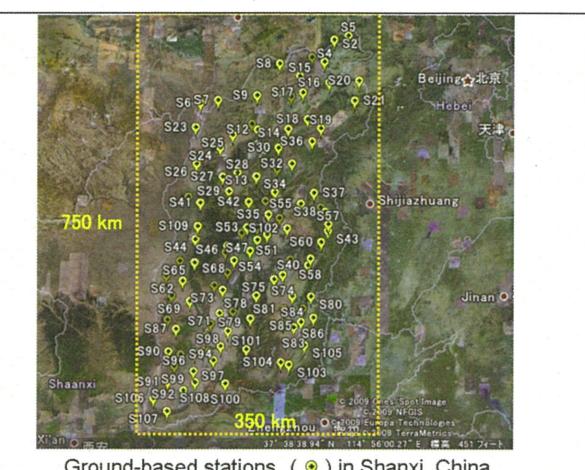
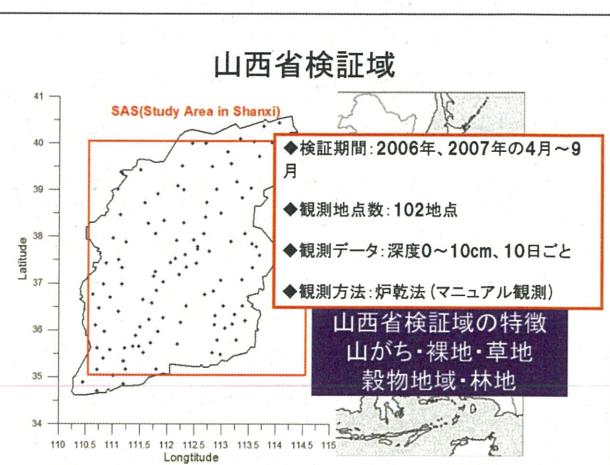
- 植生パラメーターの計算モデルの改良
(MODISのNDVI標準プロダクト<0.3ヶ月レベル、1km分解能>を使用)



モンゴル高原検証域での新旧アルゴリズム比較(2006)

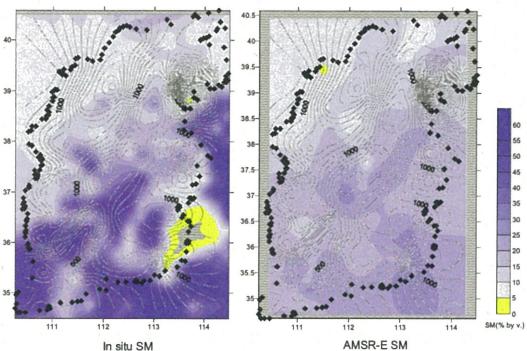


山西省検証域

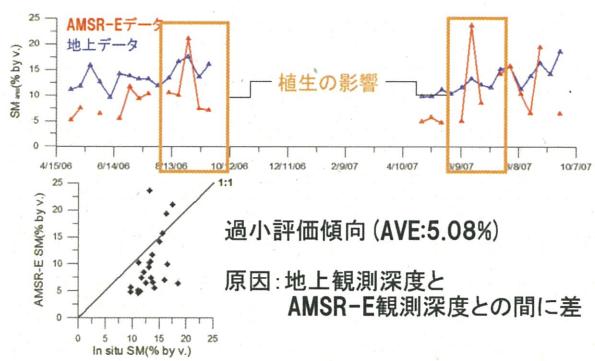


土壤水分のAMSR-E推定値と地上観測結果の比較(8月、2006)

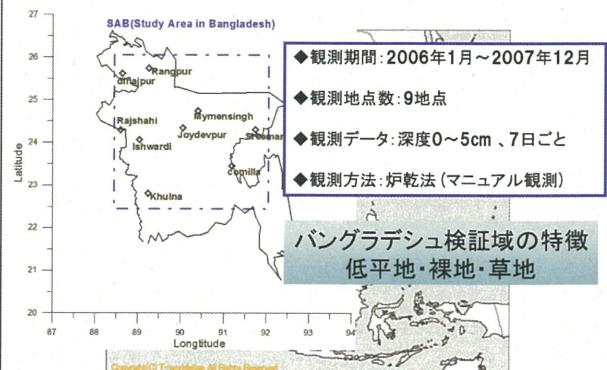
August 28, 2006



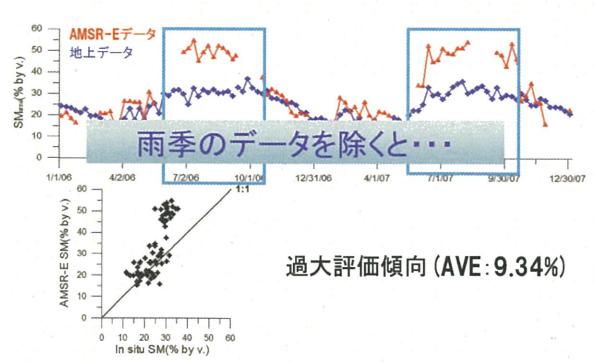
山西省検証域でのアルゴリズム検証結果



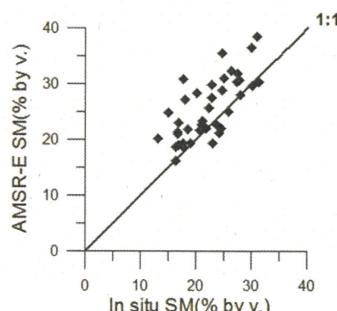
バングラデシュ検証域



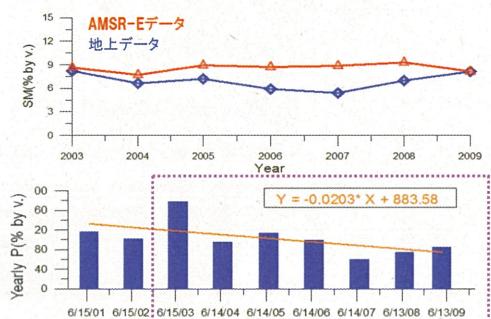
バングラデシュ検証結果(2006-2007)



バングラデシュ検証結果(雨季データ除外後: AVE: 4.06%)



モンゴル高原検証域での 土壌水分挙動の実態



おわりに

- ◇ AMSR-Eの最新土壌水分推定アルゴリズム (Koike Ver.5.34) は高い精度で土壌水分推定が可能。
- ◇ 旧アルゴリズムと比較すると、Koike Ver.5.34は若干良くなった。
- ◆ 低水分領域での土壌水分推定アルゴリズムの改良
→ AMSR2/SMAP土壌水分へ向けて
- ◆ SMOS土壌水分推定値との比較検討

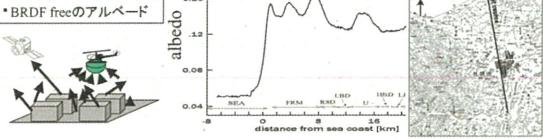


都市域における地表面アルベード

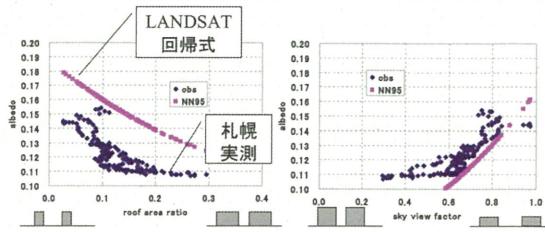
菅原広史(防大)、高村民雄(CEReS)

- 建物形状への依存性
多重散乱あるいは日陰効果、ガラス壁でなければ比較的容易に計算できる。ヒートアイランド現象への影響。
- BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function)
どの程度か?補正方法?

札幌で航空機観測(1994)
・上向きフラックスの測定
*BRDF freeのアルベード



建物形状への依存性



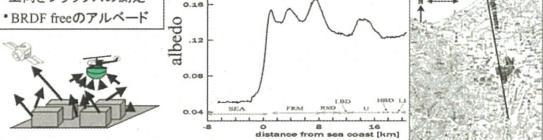
*NN95(中川・中山1995) LANDSATで都市(関東)のアルベードを求め、形状インデックスで回帰式を作成。
*roof area ratio は回帰式のレンジ外。

都市域における地表面アルベード

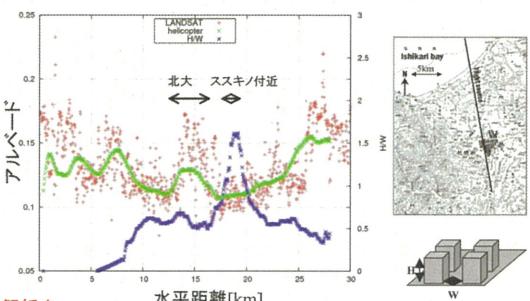
菅原広史(防大)、高村民雄(CEReS)

- 建物形状への依存性
多重散乱あるいは日陰効果、ガラス壁でなければ比較的容易に計算できる。ヒートアイランド現象への影響。
- BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function)
どの程度か?補正方法?

札幌で航空機観測(1994)
・上向きフラックスの測定
*BRDF freeのアルベード

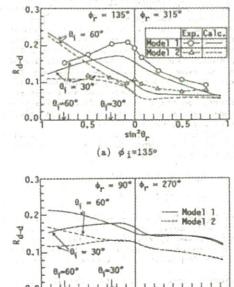
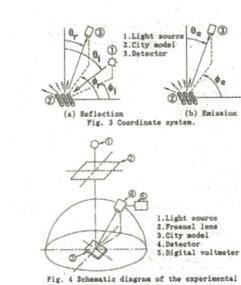


実都市でのBRDF



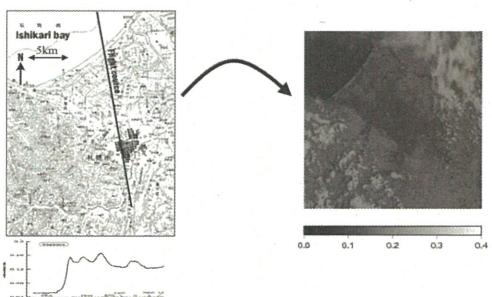
解析中
・LANDSAT(ほぼnadir)とヘリ(global)でBRDF評価。
・建物形状との対応は?

BRDFの模型実験

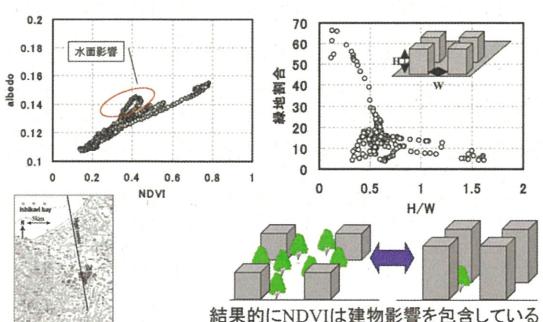


Yoshida et al. (1995)の模型実験
model 1: 低層建築
model 2: 高層建築

線から面に展開する

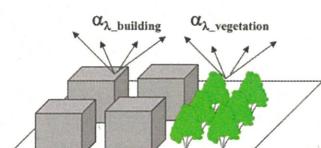


市街地ではNDVIとアルベードが対応



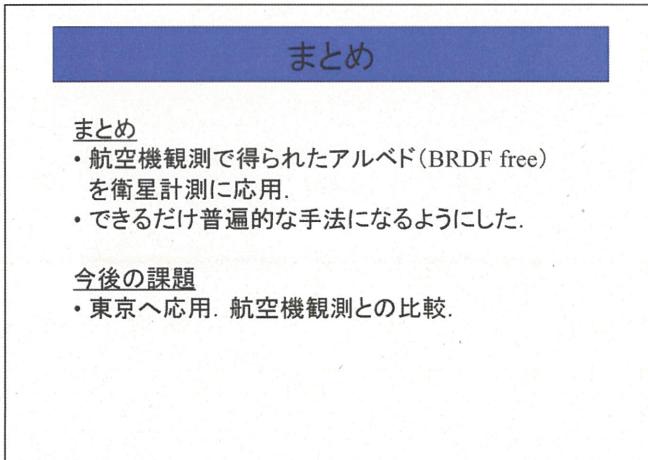
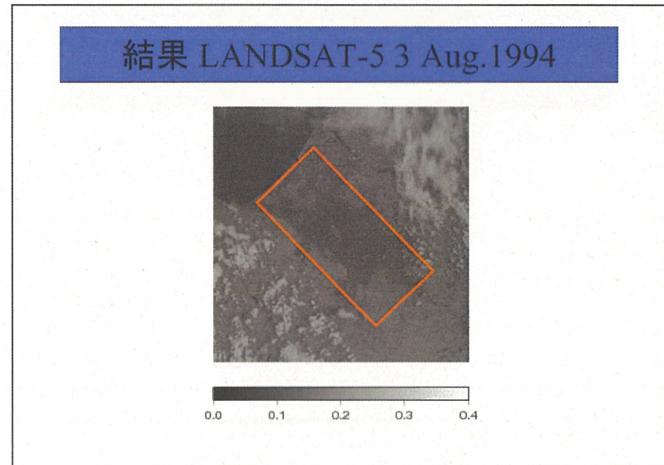
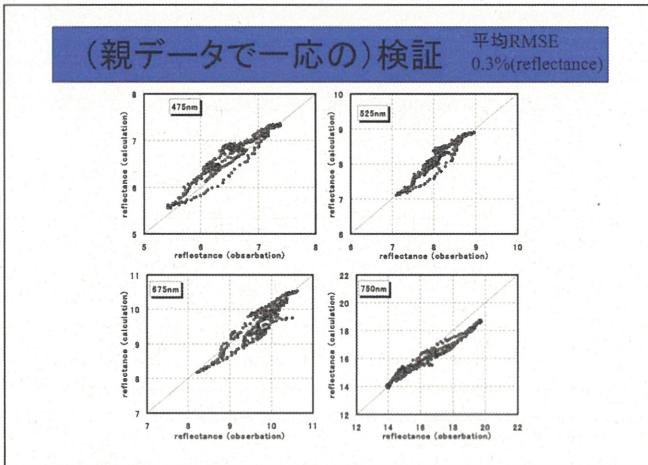
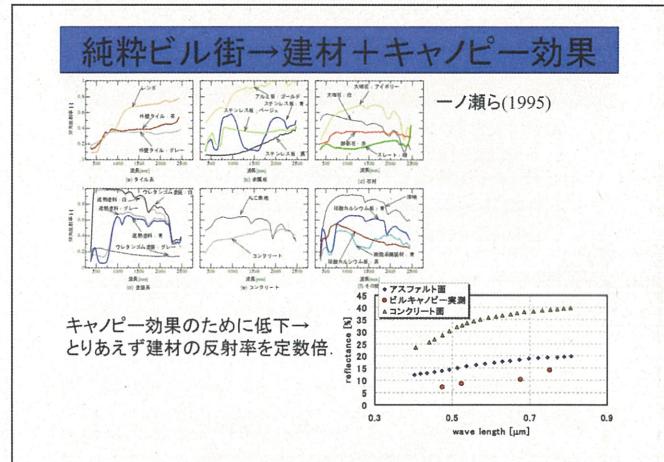
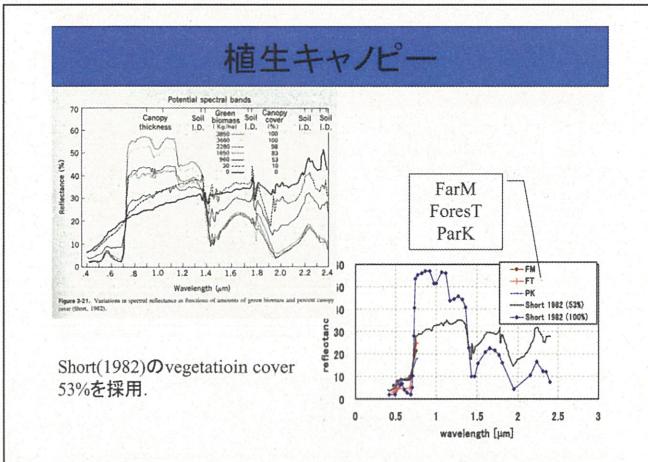
$$\alpha_\lambda = (1 - A_{\text{vegetation}}) \alpha_{\lambda, \text{building}} + A_{\text{vegetation}} \alpha_{\lambda, \text{vegetation}}$$

$$A_{\text{vegetation}} (\text{緑地面積割合}) \\ = (\text{NDVI}_{\text{vegetation}} - \text{NDVI}_{\text{building}}) / (\text{NDVI}_{\text{vegetation}} - \text{NDVI}_{\text{building}})$$



$\alpha_{\lambda, \text{building}}, \alpha_{\lambda, \text{vegetation}}$ は普遍的な値にしたい。

緑地とビル街の線形和で表現



合成開口レーダー及びメソ気象モデルによる 洋上風力資源評価方法に関する研究

○香西克俊¹・大澤輝夫¹・嶋田進¹・竹山優子²・
Charlotte Hasager³・Merete Badger³
1 神戸大学海事科学研究科
2 産業技術総合研究所
3 デンマーク工科大学国立Risoe研究所

第12回環境リモートセンシングシンポジウム、2010年2月12日、千葉大学

内 容

1. はじめに
2. 衛星データ及び洋上風力資源パラメータの推定
3. 検証結果と考察
4. まとめ

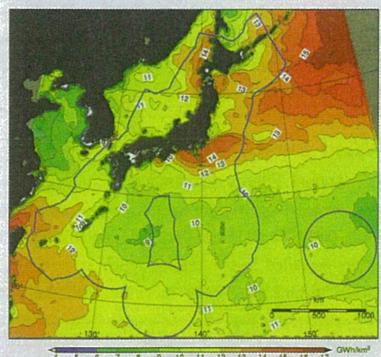


Fig. 6. Annual energy production per squared kilometer (GWh/km^2). Blue lines show boundaries of Japan's EEZ (including disputed areas). (Ohsawa et al., 2009)

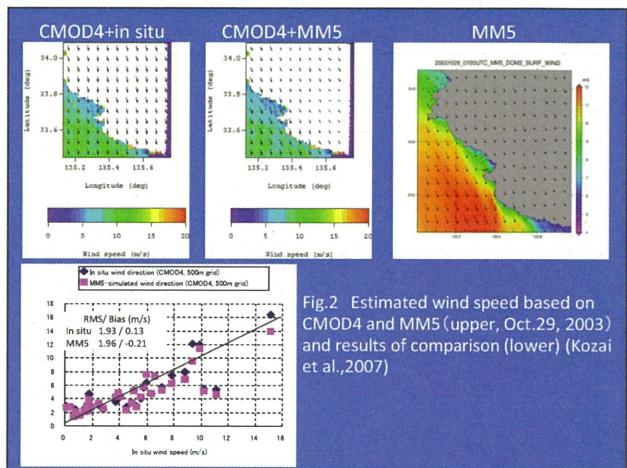
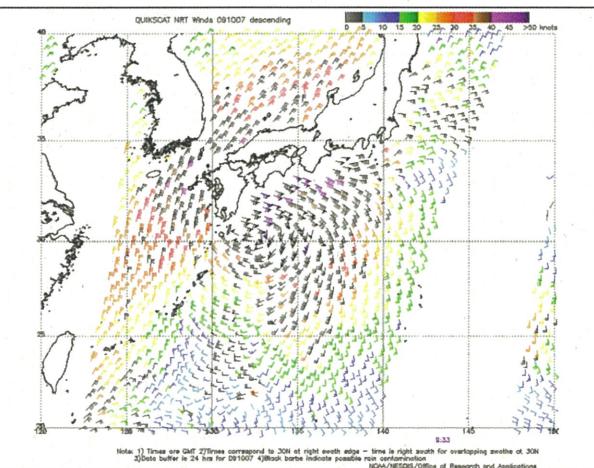
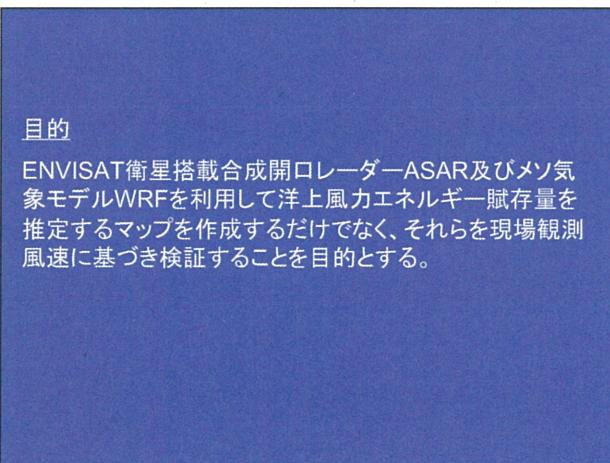


Fig.2 Estimated wind speed based on CMOD4 and MM5 (upper, Oct.29, 2003) and results of comparison (lower) (Kozai et al., 2007)



目的

ENVISAT衛星搭載合成開口レーダーASAR及びメソ気象モデルWRFを利用して洋上風力エネルギー賦存量を推定するマップを作成するだけでなく、それらを現場観測風速に基づき検証することを目的とする。

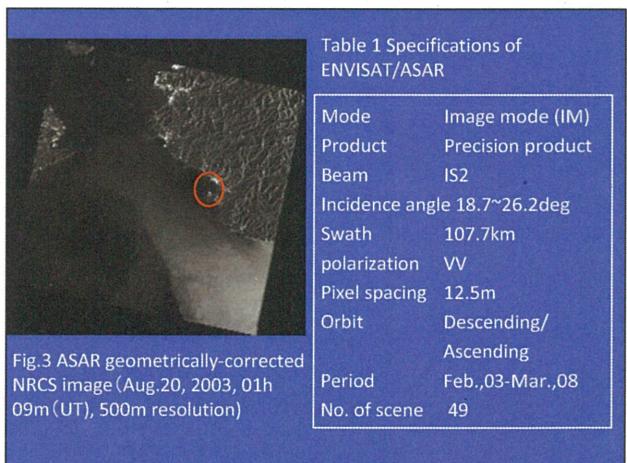


Fig.3 ASAR geometrically-corrected NRCS image (Aug.20, 2003, 01h 09m (UT), 500m resolution)

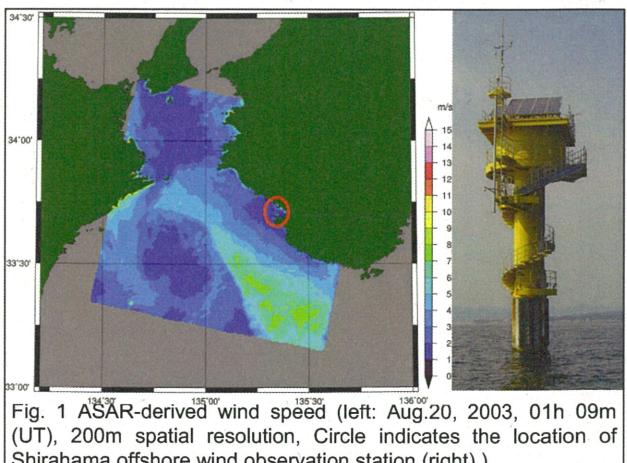
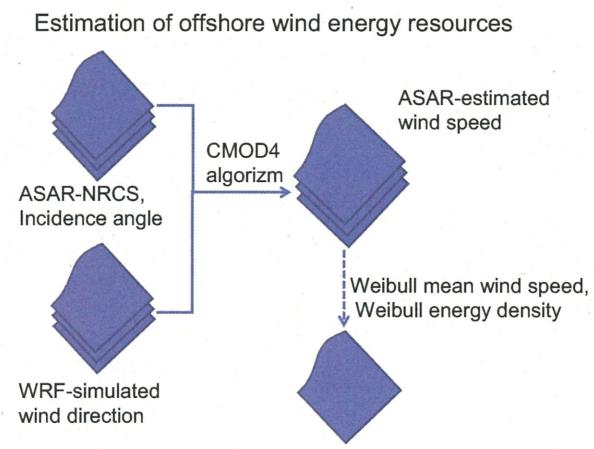
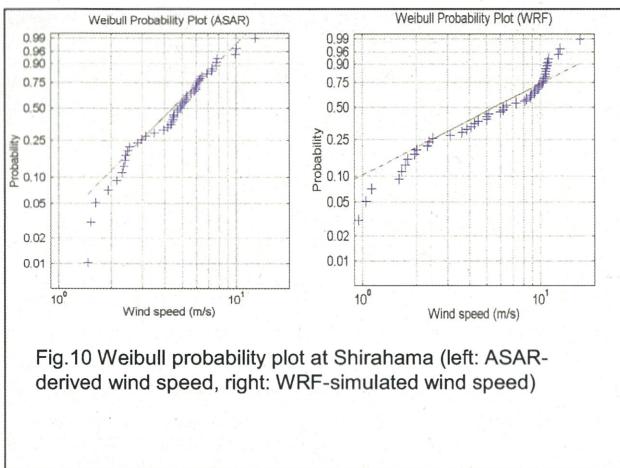
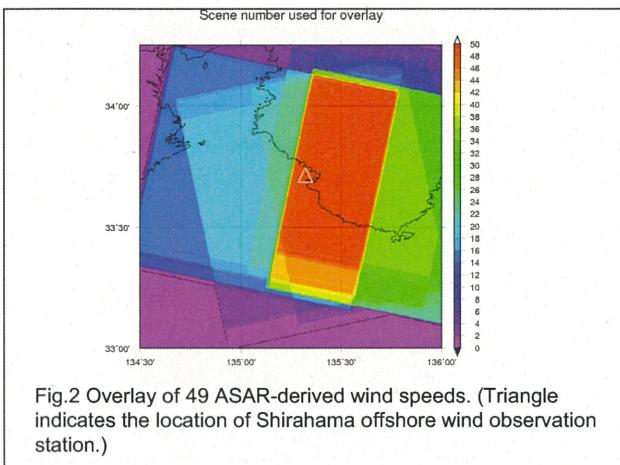


Fig. 1 ASAR-derived wind speed (left: Aug.20, 2003, 01h 09m (UT), 200m spatial resolution, Circle indicates the location of Shirahama offshore wind observation station (right).)





Statistical models based on Weibull parameter

$$\text{Weibull probability density function} \quad f(v) = \frac{k}{A} \left(\frac{v}{A} \right)^{k-1} \exp \left(-\left(\frac{v}{A} \right)^k \right)$$

where v:wind speed, k: shape, A: scale

$$\text{Weibull mean wind speed} \quad V_m = \int_0^{\infty} vf(v)dv \quad \rightarrow \quad V_m = A\Gamma(1 + \frac{1}{k})$$

$$\text{Available energy density (W/m}^2) \quad P_v = \frac{1}{2} \rho_a v^3$$

$$\text{Available energy density for all wind speed (W/m}^2) \quad E_d = \int_0^{\infty} P_v f(v)dv \quad \rightarrow \quad E_d = \frac{\rho_a A^3}{2} \Gamma(1 + \frac{3}{k})$$

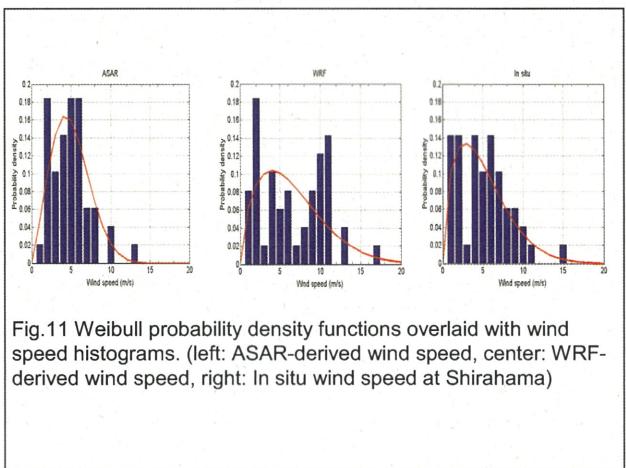
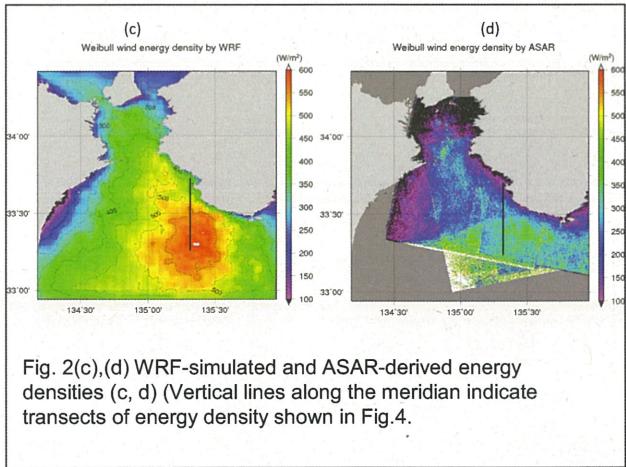
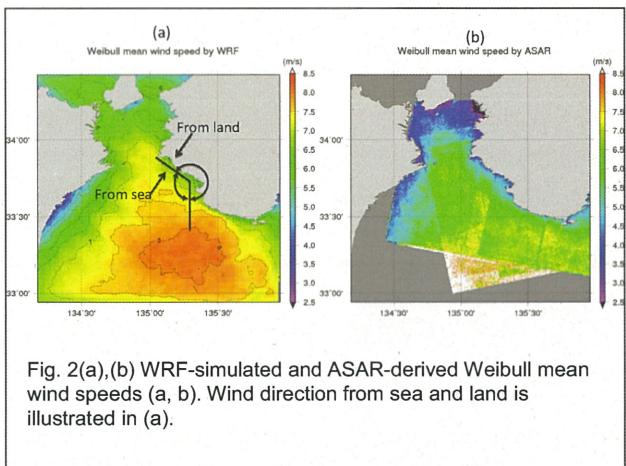
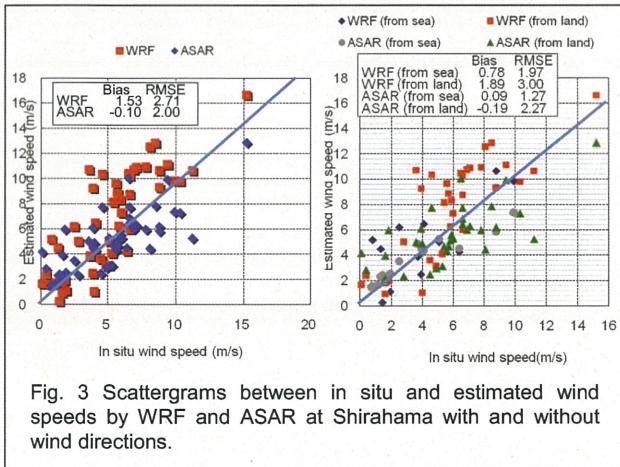
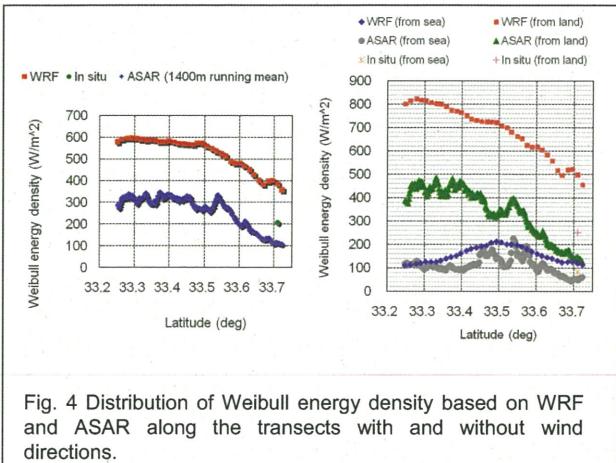


Table 2. Wind statistics for 10m above sea level based on 49 ASAR-derived, 49 WRF-simulated and in situ wind speeds at Shirahama.				
Parameter	ASAR	WRF(49)	In situ	WRF(2005)
Mean(m/s)	4.97	6.59	5.06	5.61
Weibull scale(m/s)	5.62	7.32	5.59	6.48
Weibull shape	2.24	1.61	1.53	1.78
Weibull Mean(m/s)	4.98	6.56	5.03	5.76
Weibull energy density(W/m ²)	129.9	424.3	206.3	255.3





まとめ

- (1) 白浜における現場Weibullエネルギー密度に比較して、風向を考慮したASAR推定Weibullエネルギー密度は過小評価となり、一方風向を考慮したWRF推定Weibullエネルギー密度は過大評価となった。
- (2) Weibullエネルギー密度の南北断面の比較から、特徴的なエネルギー密度の極大が存在することが明らかになった。これら極大値の存在は不安定な大気状態(気温 < 海面水温)に起因することが示唆される。
- (3) ASAR及びWRFにより推定される風力資源パラメータの精度は風向(シーン数、データ数)により異なる精度を示した。これらマップの推定精度は今後ASARシーン数の増加、WRF年間風速マップが利用できるようになるならば向上するであろうことが期待される。

謝 辞

本研究は欧州宇宙機関(ESA)との共同研究プロジェクト
(Offshore wind resource assessments using SAR and
MM5 over Japanese coastal waters, C1P4068)に基づき、
ENVISAT/ASARデータを取得した。白浜海象観測所データ
は京都大学防災研究所より提供いただいた。本研究は平成
21年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(B))(一般)
「合成開口レーダー及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資
源調査手法の開発」課題番号19360406)及び若手研究(A)
「洋上風力発電に関わる気象研究拠点としての風況モニタリ
ングステーションの開設」課題番号19686052の支援を受け
た。

路面積雪の物理的性質について

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター新庄支所 小杉健二・望月重人

1. はじめに

- ◆ 道路交通の発達した現代社会において、その安全確保は重要な課題である。積雪・寒冷地において、路面を覆った積雪はスリップを引き起こした走行の妨害となり、深刻な災害・交通障害の原因となっている。その被害軽減のためには路面積雪の現況把握が基本的な対策であり、広域的な現況把握ができれば一層有効である。
- ◆ こうしたことを背景に、路面積雪観測に対するマイクロ波の利用可能性を調べることを目的として、千葉大学環境リモートセンシング研究センターと防災科学技術研究所は、「路面積雪の圧雪過程におけるマイクロ波散乱機構の研究」と題した共同研究を開始した。積雪のマイクロ波に関する諸特性は雪の密度などの物理的性質に依存すると考えられるが、自然積雪の物理的性質がこれまで広汎に研究・解明されて来た事に比べ、路面積雪については連続した観測結果の蓄積は少ない。本発表では路面積雪の物理的性質に関する観測結果、並びに自然積雪との比較によりその特徴を紹介する。

2. 観測の概要

- ◆ 2008年1~3月に山形県新庄市内の道路において、1日に3~4回(朝、昼、夕)路面積雪の観測を行った(図1)。
- ◆ 観測項目は、路面積雪の深さ、密度、硬度、含水率、積雪状態、滑り摩擦、雪温、気温などであった。

3. 観測結果と路面積雪の特徴

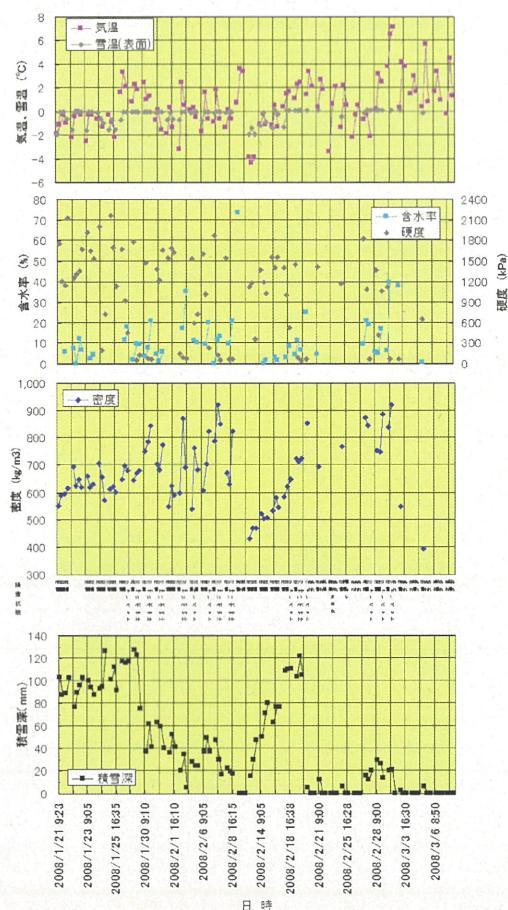


図2 路面積雪の物理量の経時変化



図1 路面積雪観測の様子

- ◆ 観測で得られた、路面積雪の物理量の経時変化を図2に示す。1月21~25日は気温が氷点下の状態が続き厚さ80~100mmの圧雪が維持された(図3)。28日から気温が上昇し、路面積雪はシャーベット(図4)となり厚さは漸減した。密度は500~920kg/m³の範囲で変動した。2月12日には路面の積雪が一旦消えた。
- ◆ 2月13日から圧雪が再び形成され積雪深が増え、19日には120mmに達した。18日からは気温の上昇により、シャーベットとなった。密度は、13日の430kg/m³から時間とともに増加し20日には855kg/m³に達した。20日に路面積雪は再び消えた。
- ◆ 2月27日朝には凍結状態(厚さ16mm、図5)が観察された。その後29日まで密度750~920kg/m³の圧雪やシャーベットが形成された。
- ◆ 図6は、路面積雪状態と密度の関係である。自然積雪に比べ、路面積雪は密度が顕著に大きい。
- ◆ また、図2に見られる様に、物理的性質の変化が速く、変動幅の大きいことも路面積雪の特徴と言える。



図3 圧雪

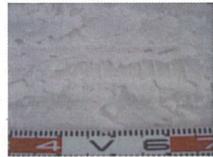


図4 シャーベット

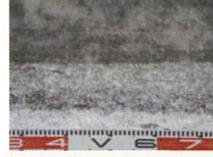


図5 凍結

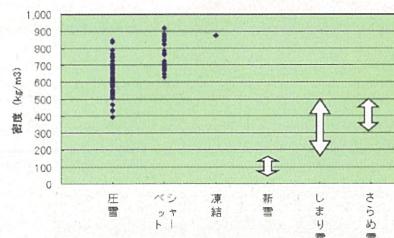


図6 路面積雪と自然積雪の密度

4. 今後に向けて

- ◆ 上述の様な路面積雪の特徴をふまえ、雪氷防災研究センター新庄支所にある、人工降雪装置を備えた雪氷防災実験棟における室内実験等により路面積雪のマイクロ波散乱特性の研究を進める予定である。

衛星データを用いた地殻変動の監視と予測

Crustal Activity Monitoring and Prediction Using Satellite Data

服部克巳（千葉大学大学院理学研究科）、劉正彦、蔡龍治（台湾国立中央大学）、

高野忠（日本大学理工学部）、前田崇（JAXA）、Michell Parrot（フランスLPCE）

1. はじめに

火山については共同研究報告会にてポスター発表を行ったため、本報告では地震に関連する電離圏異常について報告する。近年、様々な地震活動に先行する電磁気現象が報告されており、非地震学的な手法による地震の短期予測の可能性が指摘されている。その中でも、地震に先行する電離圏総電子数 (Total Electron Content; TEC) 異常の調査・研究は短期地震予知の有力な候補として注目を集めている。TEC 異常を統計的に解析した結果を紹介する。Liu らは台湾で発生した $M \geq 5.0$ の地震の 1–5 日前に、また中国で発生した $M \geq 6.3$ の地震の 3–5 日前に負の TEC 異常が統計的に有意であることを明らかにしている[1][2]。更に西橋はインドネシアで発生した $M \geq 6$ の地震の 4–12 日前に負の TEC 異常が統計的に有意であることを明らかにしている[3]。

そこで本研究では日本地域での TEC 変動と地震の関係を調査することにした。ヨーロッパ軌道決定センター (CODE) が算出している全球の TEC グリッドデータである GIM (Global Ionosphere Maps) を利用して、事例解析として 2007 年新潟県中越沖地震と 2008 年岩手宮城内陸地震の前の TEC 変動を解析した。また約 10 年間の統計解析を行った。

2. 解析手法

GIM の空間分解能は緯度方向: 2.5° ・経度方向: 5° であり、時間分解能は 2 時間である。解析では線形補間を行い、時間分解能を 1 時間とした。TEC は太陽放射に起因する規則的な日変動を示す。そこで地震に関連する非定常的な変動を抽出するためには、日変動を除去する必要がある。本研究では GIMTEC から過去 15 日間の同時刻の移動平均 GIMTEC_mean を引き、その標準偏差 σ で規格化した GIMTEC* を定義した。

$$GIMTEC^*(t) = \frac{GIMTEC(t) - GIMTEC_{mean}(t)}{\sigma(t)}$$

3. 事例解析

(a). 新潟県中越沖地震

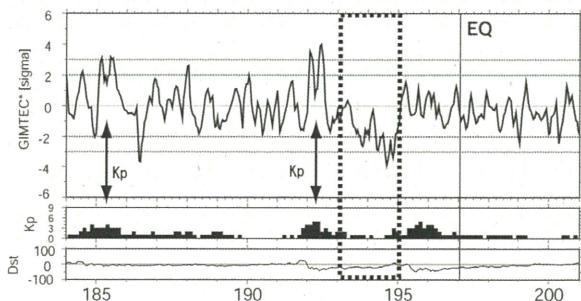
新潟県中越沖地震 ($M6.8$, 深さ: 17km, 震央 138.61°E , 37.56°N) は 2007/7/16 01:13 UT に発生した。Fig1.(a) に 140°E , 37.5°N グリッドの GIMTEC* 時系列を示す。地震 3–4 日前の地磁気静穏期間に負の TEC 異常が出現していることがわかる。

(b). 岩手宮城内陸地震

岩手宮城内陸地震 ($M7.2$, 深さ: 8km, 震央: 140.88°E ,

39.03°N) は 2008/6/13 23:43 UT に発生した。Fig1.(b) に 140°E , 40°N グリッドの GIMTEC* 時系列を示す。地震 1–2 日前の地磁気静穏期間に正の TEC 異常が出現していることがわかる。

(a) 140°E , 37.5°N の GIMTEC* (新潟県中越沖地震)



(b) 140°E , 40°N の GIMTEC* (岩手宮城内陸地震)

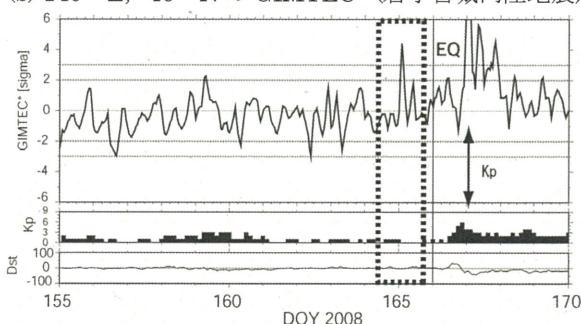


Fig1. グラフは上から GIMTEC*, Kp 指数, Dst 指数を表す。DOY197, 165 の直線がそれぞれの地震発生日を示し、点線は TEC 異常を表している。地磁気擾乱に伴うと思われる異常は矢印で示してある。

4. 統計解析

統計解析は Superposed Epoch Analysis (SEA) という手法を用いた。本研究では、地震日を基準日 (0 日) として、その前後 30 日間の GIMTEC* に対して SEA を行った。3 日間ごとに閾値を超える異常の有無を判断し、異常が存在すれば 1 カウントとする。すべての地震に対してこの処理を行い、3 日間ごとにカウントを積算して GIMTEC* 異常と地震の相関性を検討した。

1998/05–2009/01 の約 10 年間分の、 140°E , 37.5°N グリッドの GIMTEC* 時系列に対して SEA を行った。ただし Dst 指数が $-70[\text{nT}]$ を超えた場合、地磁気嵐と定義し、地磁気嵐の主相一回復相開始の 2 日後までを地磁気擾乱期間として、解析から除外した。

地震カタログは気象庁一元化地震データを使用し、

対象とする地震は $M \geq 6.0$, 深さ $\leq 40\text{km}$ である。解析領域は $140^\circ\text{E} \cdot 37.5^\circ\text{N}$ を中心として地震の個数が 30 個になるように、A 領域 ($0 \leq R < 500\text{km}$) と B 領域 ($500 \leq R < 1357\text{km}$) を設定した (Fig2 参照)。

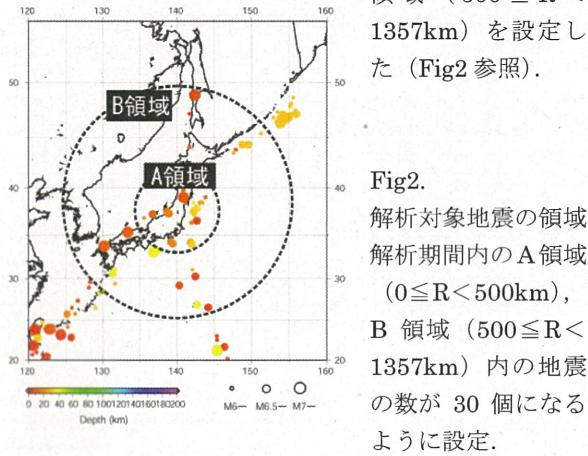


Fig3 は A 領域での SEA の結果である。(a) は -2σ を下回る負の TEC 異常数のカウント、(b) は $+2\sigma$ を上回る正の TEC 異常数のカウントである。ただし SEA の結果をより統計的に判断するために“10 年間のデータの中から、任意の 30 日を選び SEA を行う”というランダム抽出を行い、1000 回繰り返した。このランダム抽出の平均と標準偏差を算出し閾値としている。

Fig3 より $+2\sigma$ を上回る正の TEC 異常数が地震の 3-5 日前にかけて統計的に有意に上昇していることがわかる。

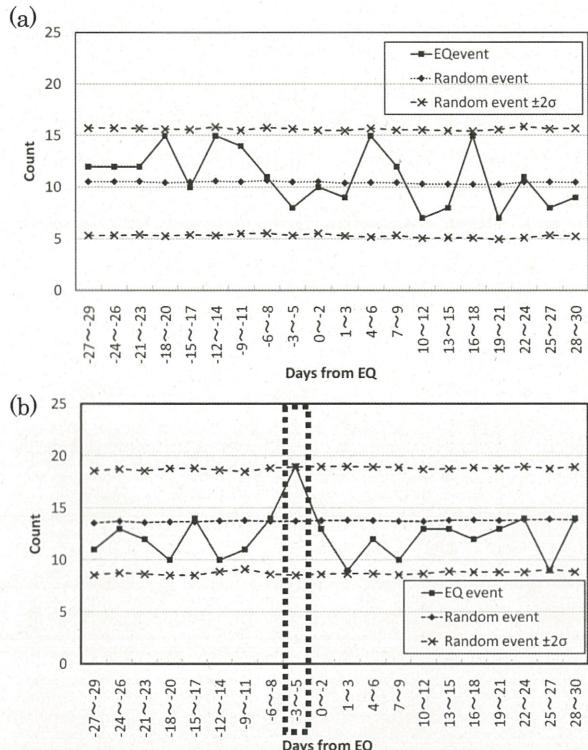


Fig3. SEA の結果。

- (a): -2σ を下回る負の TEC 異常数のカウント。
- (b): $+2\sigma$ を上回る正の TEC 異常数のカウント。

Fig4 では、A 領域、B 領域での SEA の結果を比較している。比較をするために、ランダム抽出の平均を引き、標準偏差で割って規格化した値を用いている。

(b) の $+2\sigma$ を上回る正の TEC 異常数が地震の 3-5 日前に A 領域で統計的に有意に上昇している。

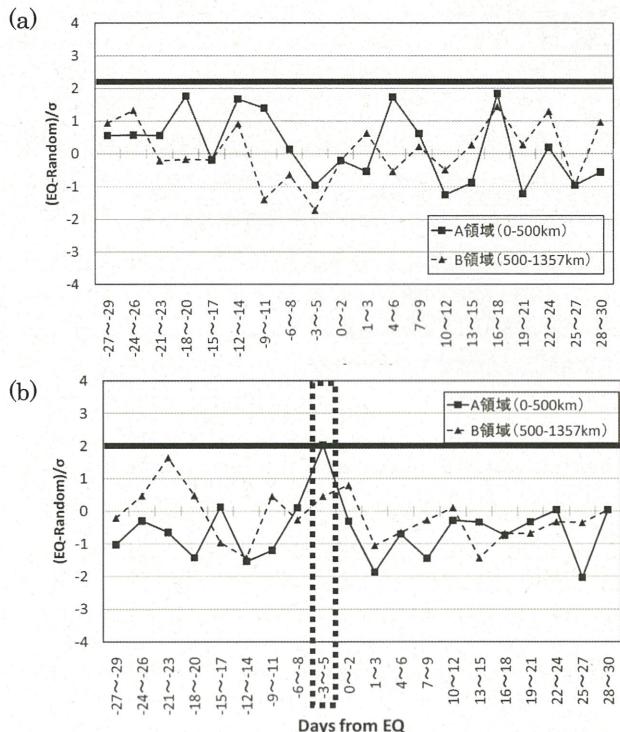


Fig4. A, B 領域の比較。

- (a): -2σ を下回る負の TEC 異常の数の領域比較。
- (b): $+2\sigma$ を上回る正の TEC 異常の数の領域比較。

5.まとめ

事例解析では、新潟県中越沖地震の 3-4 日前に負の TEC 異常が、岩手宮城内陸地震の 1-2 日前に正の TEC 異常がそれぞれ観測された。約 10 年間の $140^\circ\text{E}, 37.5^\circ\text{N}$ グリッドの GIM データに対して、日本付近の $M6.0$ 以上・深さ 40km 以浅の地震を対象として統計解析を行った結果、A 領域 ($0 \leq R < 500\text{km}$) で発生した地震の 3-5 日前に正の TEC 異常が統計的に有意であることが判明した。この結果は、Liu らや西橋の地震の前に負の TEC 異常が統計的に有意であるという結果と一致しない。磁気赤道域と中緯度では電離圏を支配する物理が異なるので、磁気緯度依存性を考慮する必要がある。また、地磁気嵐の継続時間や地震パラメータを検討して統計解析をする必要がある。

参考文献

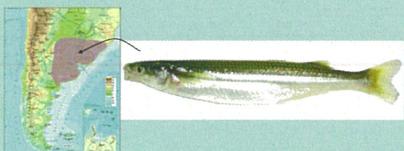
- [1] J.Y.Liu et al (2004), *Ann. Geophys.*, 22, 1585-1593
- [2] J.Y.Liu et al (2009), *J. Geophys. Res.*, 114, A04320
- [3] 西橋政秀 (2009), 千葉大学大学院博士論文



ペヘレイの繁殖生態解明におけるリモートセンシングの有用性について

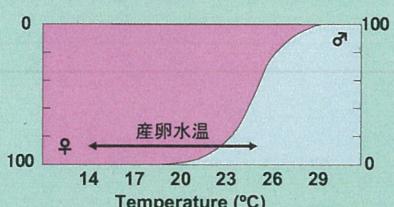
海賀純吉, Carlos A. STRÜSSMANN(東京海洋大), 近藤昭彦(千葉大CEReS)

ペヘレイ *Odontesthes bonariensis*



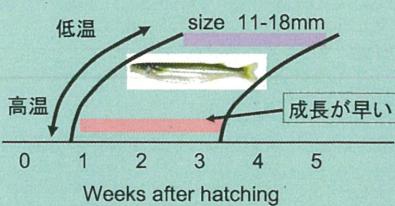
分類: 硬骨魚綱、トウゴロウイワシ目、
トウゴロウイワシ科
分布: 南米南部(原産地)、霞ヶ浦
(1984~)など
生活史: 生後1~3年(雄)、2~4年
(雌)で性成熟

ペヘレイの TSD(雌雄比%)



TSD(温度依存型性決定機構)を有し、仔稚魚期に経験した水温で性が決定する。低温で100%雌・高温で100%雄が発生する。

性決定時期・体長



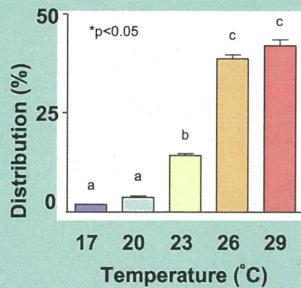
飼育水温の影響を受け、低温ほど時期は遅れるが、孵化後1~5週の間に性が決定する。体長は11-18mmのときである。

温度選択と性決定

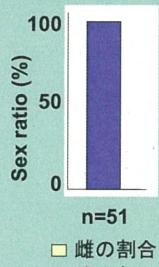


自然界では水温のムラが大きく、一定ではない

- ・温度勾配のある環境下で、どのような温度を選択するか?
- ・その温度選択が雌雄比にどのような影響を与えるか?

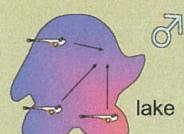


比較的高温である26°C以上を80%近くが選択し、それにより性は100%雄になった。

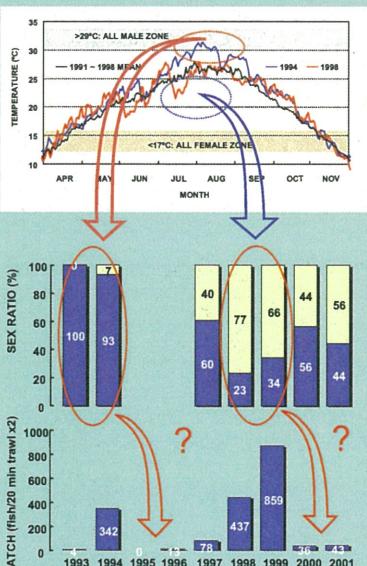


実験環境下で
高温選択

自然環境下で
高水温域選択?
そして、雄化?



霞ヶ浦における資源動態



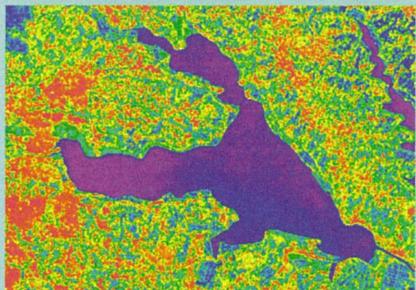
ペヘレイの産卵期における霞ヶ浦の水温変動
(1994, 1998)

霞ヶ浦におけるペヘレイの雌雄比(1993-2001)

霞ヶ浦におけるペヘレイ幼魚の資源量(1993-2001)

霞ヶ浦のペヘレイの新規加入量調査が行われている。
産卵期中の平均水温が偏ると幼魚の雌雄比が偏る。
同様な偏りが2年続くと次年度の加入量が格段と減る。

衛星情報の利用



生息環境の衛星画像を用いて、広範囲での微細な水温差を見抜く。年間を通じて局所的に水温の特徴のある場所を把握することが可能である。画像は2004年7月7日ASTER TIR画像。

これまでの研究によって、比較的高温な環境にペヘレイ仔稚魚が集ることが推測される。リモートセンシング技術を利用することによって、霞ヶ浦など対象とする湖沼内の高温・低温発生水域を特定し、仔稚魚のサンプリングを行う。ペヘレイの繁殖生態を解明し、基礎的データを積算することにより高水温域の発生量から翌年以降の雌雄比や資源量予測に寄与できると考えている。

東アジアにおけるダスト発生臨界風速の経年変化とその原因の考察

黒崎 泰典¹, 篠田雅人¹, 三上正男², 橋口篤志³, 早崎将光³

¹:鳥取大学乾燥地研究センター, ²:気象研究所, ³:千葉大学CEReS

1.はじめに

ダストストームは強風によって土壤粒子が舞い上がる現象であるが、土壤粒子が舞い上がり始める風速(臨界風速)は土壤粒子の粒径分布、土壤水分、植生分布、積雪、凍土、土地利用(耕作・牧畜活動など)といった地表面状態によって大きく異なる。地表面状態の把握において衛星リモートセンシングは有力な情報を提供し、ダストの数値モデルリングにおいても多分に利用されている。しかしながら、観測精度や時間・空間代表性の問題から、モデルによるダスト発生量の再現・予測には課題が山積している。

本研究では、世界各地に分布する気象官署データを用いて、1990年代と2000年代の東アジアの臨界風速の広域分布および年代間の変化量を示す(3節)。さらに、モンゴルの砂漠と草原の境界域に位置するマンダルゴビにおけるNDVI、夏季降水量とダスト発生の関係を調べ、植生のダスト発生への影響および植生指標としてのNDVI、夏季降水量について考察する(4節、5節)。

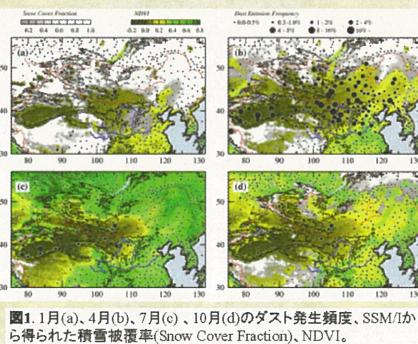


図1.月(a)、4月(b)、7月(c)、10月(d)のダスト発生頻度、SSM/Iから得られた積雪被覆率(Snow Cover Fraction)、NDVI。

2.データ・解析方法

▶ 気象データ:

臨界風速の見積もりには、マンダルゴビの気象官署で観測された現在天気と風速(地上高10m)を用いた。気温、降水量についても同気象官署データを用いた。

(※これらは気象研究所、NCDC、モンゴル気象水文研究所(MHI)でアーカイブされているものである。)

▶ ダスト発生の定義:

現在天気番号ww=07-09, 30-35, 98が報じられたとき、ダストが発生したと定義した(表1)。

▶ 強風の定義:

各月毎に1956-2008年の臨界風速の5パーセンタイル値($u_{15\%}$)を見積もり、この値以上の風速の風を強風と定義した。

▶ NDVI:

The GIMMS (Global Inventory Modeling and Mapping Studies) data set (Tucker et al., 2004)

▶ 夏季降水量:

以下の理由より、5-8月の積算降水量を夏季降水量とした。

・NDVIデータの全期間中(1981-2006年、計26年)、NDVIが8月に最大であった年が半数以上(15ケース)あった。

・5-8月の積算降水量とNDVI_{max}の相関が他の期間(5-6月、5-7月)よりも高かった(図2)。

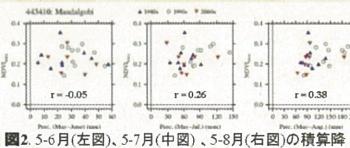


図2.5-6月(左図)、5-7月(中図)、5-8月(右図)の積算降水量とNDVI_{max}の関係。

表1 Present Weathers in SYNOP Associated With Dust Weather (WW, 1995^a)

Contents	
06	widespread dust in suspension in the air, not raised by wind at or near the station at the time of observation
07	dust or sand raised by wind at or near the station at the time of observation, but not well-developed dust whirl(s) or sand whirl(s), and no dust storm or sandstorm seen; or, in the case of ships, blowing spray at the station
08	well-developed dust whirl(s) or sand whirl(s) seen at or near the station during the preceding hour, but no dust storm or sandstorm seen
09	dust storm or sandstorm within sight at the time of observation, or at the station during the preceding hour
30	slight or moderate dust storm or sandstorm, has decreased during the preceding hour
31	slight or moderate dust storm or sandstorm, no appreciable change during the preceding hour
32	slight or moderate dust storm or sandstorm, has begun or has increased during the preceding hour
33	severe dust storm or sandstorm, has decreased during the preceding hour
34	severe dust storm or sandstorm, no appreciable change during the preceding hour
35	severe dust storm or sandstorm, has begun or has increased during the preceding hour
98	thunderstorm combined with dust storm or sandstorm at the time of observation

^aThese present weathers, except ww = 06, are classified as dust emission (i.e., ww = 07, 08, 09, 30, 35, 98).

▶ 臨界風速の見積もり方:

風速 $u = u_i$ の時にダストが発生すると、臨界風速 u_c が u_i 以下(すなわち、 $u_c < u_i$)であることが分かる。このことは、ある期間の風速 $u = u_i$ におけるダスト発生頻度($F_{emsi|u_i}$)と臨界風速が風速 u_i 未満($u_c < u_i$)である頻度($f_{u_c < u_i}$)が同じであることを意味している。

$$f_{u_c < u_i} = F_{emsi|u_i} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式(1)は、風速 u_i が臨界風速の頻度分布の $F_{emsi|u_i}$ パーセンタイル値である $F_{emsi|u_i}$ と風速 u_i のダスト発生頻度($F_{emsi|u_i}$)が等しいことを意味している。式(1)と同様に式(2)が得られる。

$$f_{u_c < u_{i+1}} = F_{emsi|u_{i+1}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

式(1)と(2)の差より、臨界風速が風速 u_i と u_{i+1} の間である頻度($f_{u_c < u_{i+1}} = f_{u_c < u_i} - f_{u_c < u_i}$)は式(3)で表すことができる。

$$f_{u_c < u_{i+1}} = F_{emsi|u_{i+1}} - F_{emsi|u_i} \quad \dots \dots \dots (3)$$

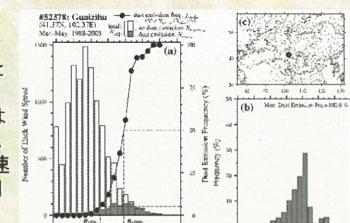


図3.バネル:気象官署Guaizhu(場所はバネルcに示す)における1988-2005年3-5月の風速の頻度分布(棒グラフ)と各風速のダスト発生頻度($F_{emsi|u_i}$)(折れ線グラフ)。棒グラフの白抜き部分はダスト非発生時、ハッチ部分はダスト発生時の風速の頻度を表す。バネルc:式(3)から得られた臨界風速の頻度分布。

▶ 臨界風速の5パーセンタイル値($u_{15\%}$):
式(1)から図3の各風速のダスト発生頻度($F_{emsi|u_i}$)は臨界風速のパーセンタイルを示していることが分かる。 $F_{emsi|u_i}$ が5%になる風速は臨界風速頻度分布の5パーセンタイル値であり、以降 $u_{15\%}$ と表現することとする。

3. 1990年代と2000年代の東アジアの臨界風速($u_{15\%}$) (→まとめ1~2)

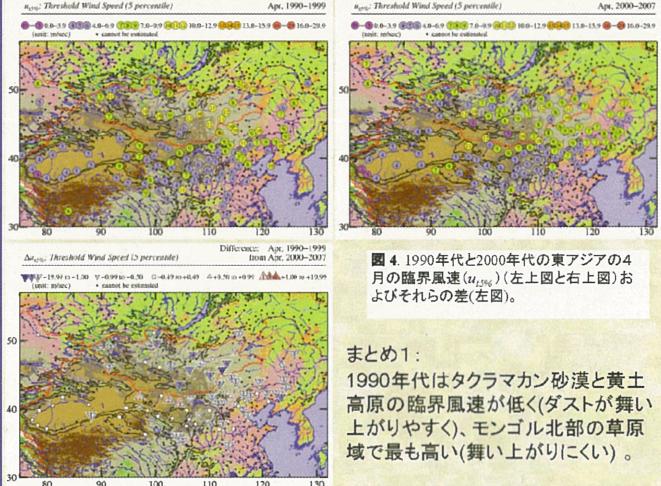


図4.1990年代と2000年代の東アジアの4月の臨界風速($u_{15\%}$) (左上図と右上図)およびそれらの差(左下図)。

4. マンダルゴビにおける臨界風速の経年変化 (→まとめ3)

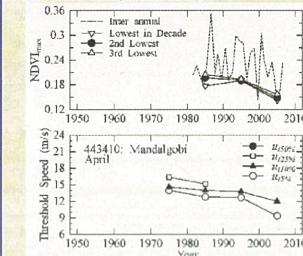


図5.マンダルゴビにおけるNDVI年最大値($NDVI_{max}$)(上図)および臨界風速(下図)の経年変化。 $NDVI_{max}$ の破線は1年ごとの値、実線は10年ごとの最小値~3番目に小さい値である。

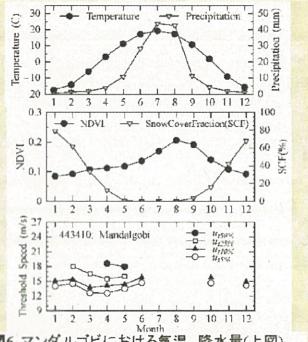


図6.マンダルゴビにおける気温、降水量(上図)、NDVI、積雪被覆率(SCF)(中図)、臨界風速(下図)の季節変化。

5. NDVI_{max}と夏季降水量からみた植生のダスト発生への影響(強風発生頻度とダスト発生頻度): (→まとめ4)

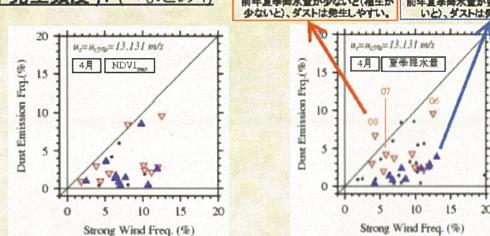


図7.マンダルゴビにおける4月の強風発生頻度とダスト発生頻度の関係。左図の青三角は $NDVI_{max}$ の大きかった上位10年、赤三角は下位10年を表す。同様に、右図の青三角は夏季降水量の多かった上位10年、赤三角は下位10年を表す。

6.まとめと考察:

- まとめ1は3節に記載。
- タクラマカン砂漠、黄土高原については1990年代と2000年代の臨界風速にあまり変化は無いが、モンゴル北部の草原域では臨界風速が減少している地点が多数分布している(ダストが舞いやすくなつた)(図5)。
- マンダルゴビにおいては、1970年代から臨界風速が減少し続けており、 $NDVI_{max}$ も1980年代以降減少傾向にある(図6)。マンダルゴビにおいて4月は、積雪、凍土の影響が少なく、降水、当該年の植生活動の影響が少ないと考えられる(図7)。 $NDVI_{max}$ は前年夏季植生量の指標であり、春の枯れ草の指標と捉えることも出来るため、春の枯れ草が4月のダスト発生に大きく影響している可能性が考えられる。
- NDVI_{max}と夏季降水量を指標として前年夏季植生量のダスト発生への影響を強風発生頻度とダスト発生頻度の関係で見たとき(図7)、どちらの指標で見ても植生が多いと翌年春のダストが発生しにくい(図7において青三角が下の方に分布している)傾向がある程度見られるが、この傾向は $NDVI_{max}$ よりも夏季降水量の結果の方が顕著である。
- 図7において、例外年(e.g., 前年夏季の植生が多いにもかかわらずダストが発生しやすかった事例)が見られるが、これらについては放牧圧の影響、当該年の降水、積雪・凍土の影響、植生種の違い、GIMMS NDVIの解像度(8km)の植生量としての代表性などについて考察していく必要がある。

第 12 回環境リモートセンシングシンポジウム

場所 千葉大学けやき会館 3 階 レセプションルーム
日時 2010 年 2 月 12 日(金) 9:50 ~ 17:30

9:50 ~ 10:00 開会の挨拶 西尾センター長

【講演1】10:00 ~ 12:00 (座長 1-3 : 久世宏明、4-6 : 常松展充)

- 1 10:00 ~ 10:20 Urban warming and urban heat islands in Taipei, Taiwan
○ Yingjiu Bai(東北公益文科大学), Akihiko Kondoh(CEReS),
Jehn-Yih Juang(National Taiwan University)
- 2 10:20 ~ 10:40 新型船舶用スカイラジオメータの試験観測
○ 小林 拓(山梨大学)、塩原匡貴、江井和則、久慈誠(奈良女大)
- 3 10:40 ~ 11:00 PAL の手法を用いたポータブルミー散乱ライダーの開発(2)
○ 村山利幸(東京海洋大学)、宮澤周司、眞子直弘、椎名達雄、
久世宏明(CEReS)
- 4 11:00 ~ 11:20 静止衛星データの全球合成技術の開発
大野智生、大和田浩美、中山隆一郎、○高坂裕貴、
奥山 新(気象衛星センター)
- 5 11:20 ~ 11:40 合成開口レーダー及びメソ気象モデルによる洋上風力資源評価方法に
関する研究
○ 香西克俊、大澤輝夫(神戸大学)
- 6 11:40 ~ 12:00 スペースライダーで観測されたタクラマカン砂漠のダスト構造の検証
— 地上設置ライダーとの比較 —
○ 神慶孝、甲斐憲次(名古屋大学)、張克存、周宏飛(中国科学院)

12:00 ~ 13:00 <昼食>

13:00 ~ 14:00 ポスターセッションコアタイム

【講演2】14:00 ~ 17:20 (座長 7-11 : 樋口篤志、12-17 : 近藤昭彦)

- 7 14:00 ~ 14:20 GPS 海洋反射波を利用したパッシブ型リモートセンシングセンサーの開発
海老沼拓史(東京海洋大学)
- 8 14:20 ~ 14:40 高空間分解能衛星画像を用いた林分構造因子推定の試み
～葉面積指数の空間分布推定にむけて～
長谷川 宏一・尾身 洋・泉 岳樹・○松山 洋
- 9 14:40 ~ 15:00 高分解能合成開口レーダデータの強度2次モーメントを使った
針葉樹林バイオマス計測
○ 大内和夫(防衛大学校)、王 海鵬(復旦大学)

- 10 15:00 ~ 15:20 SAR データを用いた海水物理量推定の高精度化に関する研究
— PALSAR 多偏波データを使用した海水密接度推定 —
○若林 裕之、酒井 翔司(日本大学)、西尾 文彦(千葉大)
- 11 15:20 ~ 15:40 放射伝達コード LBLRTM を用いた大気温度の推定
○森代諒太郎・田中佐(山口大学)
- 12 15:40 ~ 16:00 多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質量リトリーバルの研究：
Displaced Ensemble を用いた MWI TB の変分法的同化法
青梨和正(気象研究所)
- 13 16:00 ~ 16:20 GIS と衛星データによる首都震災時の人命危険度と再開発優先地域の
抽出
金子大二郎((株)遥感環境モニター)
- 14 16:20 ~ 16:40 AMSR-E による地表面土壤水分観測とアルゴリズム検証
○開発一郎(広島大学)、藤井秀幸(JAXA)、小池俊雄(東京大学)、
近藤昭彦(CEReS)
- 15 16:40 ~ 17:00 CP-SAR 観測エリア確定カメラの研究開発の概要
○大前宏和(株式会社 センテンシア)、
ヨサファット テトオコスリ スマンティヨ(千葉大)、西尾文彦(千葉大)
- 16 17:00 ~ 17:20 筑波大学における地上観測データ、衛星データ、数値モデルを用いた
霧研究の取り組み
○日下博幸・秋本祐子・石川真奈美(筑波大学)
- 17 17:20 ~ 17:40 都市域における地表面アルベード
菅原広史(防衛大)

17:40 ~ 17:45 閉会の挨拶

17:45 ~ 20:00 懇親会(於 CEReS1 階会議室、参加費¥2,000-)

【ポスターセッション】 コアタイム 13:00 ~ 14:00 掲示時間 10:00 ~ 16:00

■ P01 地表面熱特性の地上観測手法の開発

谷川聰、森山雅雄(長崎大学)、本多嘉明(CEReS)

■ P02 合成開口レーダマルチルック相互関法に一定誤警報率を適用した
新手法による船舶検出精度の向上

黄 聖人、大内和夫(防衛大学校)

■ P03 沿岸海洋景観の GIS データベースの構築：衛星画像を用いた藻場生態系の生態系
機能評価

堀 正和・吉田吾郎・島袋寛盛・山田勝雅(水産総合研究センター)

■ P04 東アジアにおけるダスト発生臨界風速の経年変化とその原因の考察

黒崎泰典、篠田雅人(鳥取大学)、三上正男(気象研)、樋口篤志、早崎将光(CEReS)

- P05 複数 FPGA による SAR 信号処理システムの構築**
難波一輝、平田敏樹、大石航志、伊藤秀男(千葉大学)、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (CEReS)
- P06 モンゴル国における表層土壤熱慣性の経年変化**
松島 大(千葉工業大学)・樋口篤志(CEReS)
- P07 分光反射率ライブラリによる MODIS 用参照アルベドの経年変化**
朝隈康司(東京同業大学)
- P08 パルス型差分吸収分光法の光軸自動調整と大気汚染物質の測定**
由井四海、皆越慎吾(富山高等専門学校)、蒲靖人、久世宏明(CEReS)
- P09 路面積雪の物理的性質について**
小杉健二・望月重人(防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター新庄支所)
- P10 地球地図ラスターデータの問題点と改良方法に関する研究**
乙井康成、高橋英尚、岸本紀子、小島脩平(国土地理院)
- P11 Detection of thermal changes associated with volcanic lava activity and discrimination of faint changes from MODIS data**
Takafumi Noguchi, Nozomi Ohno, and Katsumi Hattori(Graduate School of Sciense, Chiba Universtiy)
- P12 GIS とリモートセンシングを利用した千葉県における景観変遷の空間解析**
趙 憶、谷垣悠介、原田一平、朴鍾杰、下嶋聖、富田瑞樹、原慶太郎(東京情報大学)
近藤昭彦(CEReS)
- P13 人工衛星データを用いた植生純一次生産量推定精度向上のための基礎研究 IV
---GCOM-C/SGLI に向けて---**
村松加奈子、Juthasinee Thanyapraneedkul, 古海忍、曾山典子(奈良女子大学)、
醍醐元正(同志社大学)
- P14 北海道厚岸湖・厚岸湾の沿岸生態系の空間解析**
仲岡雅裕、東条齊興(北海道大学)、濱谷辰生(厚岸町立厚岸水鳥観察館)、
山北剛久、渡辺健太郎(千葉大学大学院理学研究科)
- P15 Correlation Between Actual Fishery Data and Fish Production Derived from Satellite Data
in North East Indian Ocean**
大沢高浩(ウダヤナ大学)
- P16 衛星マイクロ波放射計による薄い海水の検出と北極海薄氷域拡大の要因の研究**
中山雅茂(北翔大学)、直木和宏(JAXA)、西尾文彦(CEReS)
- P17 MSP/OLS で観測された夜間光をパラメータとするエネルギー消費の推定に関する研究
～ DMSP/OLS センサの特性と夜間光との関係について ～**
原 政直(ビジョンテック株)、胡斯勒団、八木 浩、西尾文彦(CEReS)
- P18 ペヘレイの繁殖生態解明におけるリモートセンシングの有用性について**
海賀純吉, Carlos A. STRÜSSMANN (東京海洋大), 近藤昭彦(CEReS)

P19 山梨県峡北地方の土地利用変化

尾藤章雄(山梨大学)

P20 ライダーによる粒子経分布計測のための多重散乱モデル

吉田弘樹(岐阜大学)

第 12 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム
資料集

編集 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
共同利用研究推進委員会

〒 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://www.cr.chiba-u.jp/>

印刷 (株)ハシダテ