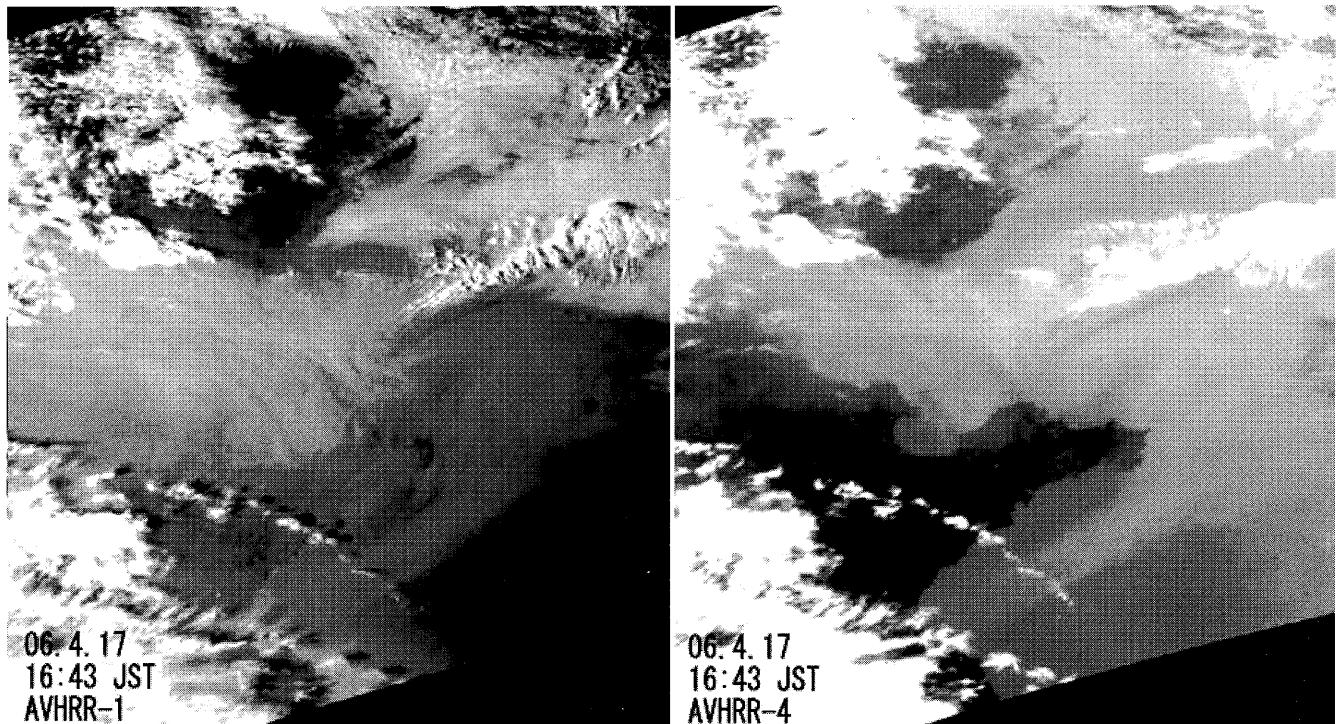


第9回 CEReS  
環境リモートセンシングシンポジウム  
資料集

Proceedings of the CEReS Symposium on  
Environmental Remote Sensing



Heavy Dust over Shandong Peninsula: NOAA AVHRR April 17(2006), 16:43 JST  
Presented by Kinoshita et al.

2007年2月28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9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 9<sup>th</sup> Symposium on  
Remote Sensing for Environment**

**2007年2月28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18年度の環境リモートセンシング研究センター・シンポジウムを、平成19年2月28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、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事を目論んでおります。平成18年度の共同利用研究成果発表では、口頭発表24件、ポスター発表15件でした。

平成18年度の共同利用研究は前年度に引き続いて、4つの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」、

の4課題で、本年度も活発に研究をおこない成果を上げていただいた。

本冊子には、発表会での講演・ポスターの内容を提出していただき、資料集として編集し、多くの方へ成果をご覧いただくために発刊いたしました。また、環境リモートセンシング研究センターのホームページにも掲載しております。

本共同研究を利用して、衛星データの活用、及び広いリモートセンシングの研究活動の一端を発表していただき、ご協力を頂いた方々に感謝いたします。

今後、研究が大いに発展し、センターの共同研究がますます発展することを確信しております。

平成19年3月31日

環境リモートセンシング研究センター  
センター長  
西尾 文彦

# 第9回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム資料集

(2006年度 CEReS 共同利用研究発表会)

## 目 次

### [プロジェクト-1及び関連一般研究]

地球地図プロジェクトにおける全球土地被覆データの作成と公開 建石隆太郎、金子純一、永山透、岡谷隆基、山田美隆、沼田佳典 : 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	1
穀物生産指標 CPI の拡張に向けた水分指標と旱魃の検討 金子大二郎 : 松江高専 環境・建設工学科	7
Two-Direction Retrieval for Satellite Observation in VNIR Prof.Tasuku Tanaka、Dr.Sisir Kumar Dash、Yasuhiro Yoshinaga : Yamaguchi University	13
Analysis of long term land use and land cover changes in Northern mountainous region of Laos using remoto sensing V.M.Chowdary <sup>1</sup> 、Y.Kono <sup>1</sup> 、R.Tateishi <sup>2</sup> (1)CSEAS Kyoto University (2)CEReS Chiba University	17
Remoto sensing application of mineral exploration in Myanmar Myint Soe、Isao Takashima : Akita University	23
干渉 SAR を用いた房総半島の地殻変動の検出 澤口貴士、伊勢崎修弘 : 千葉大学大学院自然科学研究科	26
アムール川流域における三江平原の土地被覆変化 増田佳孝 <sup>1</sup> 、春山成子 <sup>1</sup> 、近藤昭彦 <sup>2</sup> (1)東京大学大学院新領域創成科学研究所 (2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター	29
外邦図によるアジア空間情報の抽出 J.Tatuko S.S <sup>1</sup> 、Y.Murayama <sup>2</sup> 、I.Indreswari <sup>3</sup> (1)Censor for Envutonal Remoto Sensing Chiba University (2)Department of Geo-Environmental Science, Faculty of Science Tohoku University (3)Department of Architecture ,School of Graduate Study,Institute of Technology Bandung	36

衛星海水観測による急速な海水変動の検出	3 7
榎本裕之 <sup>1</sup> 、西尾文彦 <sup>2</sup> 、谷川朋範 <sup>3</sup> ：(1)北見工業大学 (2)千葉大学 (3)北見工大(学振研究員)	
干渉合成レーダーによる南極の氷河・氷床マッピング	3 8
河田哲郎 <sup>1</sup> 、木村宏 <sup>1</sup> 、西尾文彦 <sup>2</sup> ：(1)岐阜大 (2)千葉大	
[プロジェクト-2及び関連一般研究]	
八ヶ岳森林観測タワーを用いた多方向放射観測システムの構築	3 9
松山洋（代理発表：長谷川宏一）：首都大学東京大学院 都市環境科学研究所	
NOAA/AVHRR GAC を用いた全球時系列データセットの作成	4 4
松岡真如 <sup>1</sup> 、早坂忠裕 <sup>2</sup> 、本田嘉明 <sup>3</sup> 、梶原康司 <sup>3</sup>	
(1)高知大学農学部森林科学科 (2)総合地球環境学研究所 (3)千葉大学環境リモートセンシング研究センター	
二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化	4 6
松島大：千葉工業大学	
植生準一次生産量推定精度向上のための基礎研究	5 0
村松、陳、古海、曾山、醍醐、落合、本多、梶原、近田、小野	
[プロジェクト-3及び関連一般研究]	
東アジアにおける 2006 年黄砂の映像定点観測と衛星画像解析	5 1
木下紀正 <sup>1</sup> 、飯野直子 <sup>2</sup> 、西町明仁 <sup>2</sup> 、永松哲郎 <sup>3</sup> 、菊川浩行 <sup>3</sup>	
(1)鹿児島大学 産学官連携推進機構 (2)鹿児島大学 工学部 (3)鹿児島大学 水産学部	
衛星画像を用いた広域的エアロゾル光学特性の導出	5 6
朝隈康司 <sup>1</sup> 、山崎輝彬 <sup>2</sup>	
(1)東京農業大学 生物産業学部アグロバイオ学科 (2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター	
広角高精度望遠鏡を利用した大気透過率計算手法の開発	6 1
佐々木真人：東京大学宇宙線研究所	
赤外リモートセンシングデータを用いた大気水蒸気量の推定	6 7
久慈誠 <sup>1</sup> 、菊地信行 <sup>2</sup> 、内山明博 <sup>3</sup> ：(1)奈良女子大学 (2)JAXA EORC (3)気象研	
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	7 0
青梨和正：気象研	

ヤマセ雲の衛星リモートセンシングおよび数値モデル化のための検証観測 ----- 7 7  
浅野正二：東北大学大学院理学研究科大気海洋変動観測研究センター

ミリ波雲レーダ FALCON-I の性能と多海域観測 ----- 7 9  
鷹野敏明<sup>1</sup>、高村民雄<sup>1</sup>、中西裕治<sup>1</sup>、河村洋平<sup>1</sup>、山口潤<sup>1</sup>、安部英二<sup>1</sup>、二葉健一<sup>1</sup>、横手真一<sup>1</sup>  
大野裕一<sup>2</sup>、熊谷博<sup>2</sup>、中島映至<sup>3</sup>、岡本創<sup>4</sup>、藤吉康志<sup>5</sup>、杉本伸夫<sup>6</sup>  
(1)千葉大学 (2)NICT (3)東京大学 (4)東北大学 (5)北海道大学 (6)環境研

衛星を用いた地殻変動予測：電離圏・大気擾乱の同定 ----- 8 6  
服部克巳<sup>1</sup>、西橋政秀<sup>1</sup>、H.K.Jhuang<sup>2</sup>、J.Y.Liu<sup>2</sup>：(1)千葉大学 (2)台湾国立中央大

西部赤道太平洋域における現場海面高度による衛星及びモデル海面高度の検証 ----- 9 1  
香西克俊<sup>1</sup>、Ibnu Sofian<sup>2</sup>：(1)神戸大学海事科学部 (2)神戸大学自然科学研究科

長光路差分吸収分光法における大気エアロゾルと水蒸気の計測 ----- 9 5  
油井四海：富山商船高等専門学校電子制御工学科

可搬型自動ライダーによる浮遊粒子状物質の光学的性質の研究 ----- 9 6  
内藤季和<sup>1</sup>、Gerry Bagtasa<sup>2</sup>、椎名達夫<sup>3</sup>、竹内延夫<sup>2</sup>、久世宏明<sup>2</sup>  
(1)千葉県環境研究センター (2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター (3)千葉大学工学部

Preseismic Lithosphere-Atomosphere-Ionosphere Coupling ----- 9 9  
Masashi Kamogawa：Department of physics, Tokyo gakugei University

都市域における赤外射出の非等方性について ----- 1 0 3  
菅原広史<sup>1</sup>、高村民雄<sup>2</sup>：(1)防衛大地球海洋 (2)千葉大 CEReS

[プロジェクト-4 及び関連一般研究]  
シベリア亜寒帯林における樹冠と林床の植生指標 ----- 1 0 5  
鈴木力英：海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター

農業研究の可視化とデザインに関する研究 ----- 1 0 9  
繁田智行<sup>1</sup>、須永剛司<sup>1</sup>、永井由美子<sup>1</sup>、麦島豊<sup>1</sup>、小井土聰美<sup>1</sup>、吉田千春<sup>1</sup>、平山友美<sup>1</sup>、本郷千春<sup>2</sup>、横山和成<sup>3</sup>  
(1)多摩美術大学情報デザイン学科 (2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
(3)独立行政法人農業技術研究機構北海道研究センター

3 次元 GIS を用いたデジタルシティの作成と災害状況の可視化	-----	1 1 2
加藤圭太	：	千葉大学工学部都市環境システム学科
衛星データを利用した人間の経済活動と CO <sub>2</sub> 排出量の関係に関する研究	-----	1 1 7
原政直 <sup>1</sup> 、八木浩 <sup>1</sup> 、岡田周平 <sup>1</sup> 、西尾文彦 <sup>2</sup>		
(1)VTIリサーチ・インスチチュート((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		
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	-----	1 2 6
若林裕之 <sup>1</sup> 、松岡建志 <sup>2</sup> 、中村和樹 <sup>3</sup> 、西尾文彦 <sup>4</sup>		
(1)日本大学 (2)情報通信研究機構 (3)国立極地研究所 (4)千葉大学		
千葉県沿岸における藻場のデータベース化	-----	1 3 0
石井光廣 <sup>1</sup> 、渡辺健太郎 <sup>2</sup> 、仲岡雅裕 <sup>2</sup> 、近藤昭彦 <sup>3</sup>		
(1)千葉県水産総合研究センター (2)千葉大学大学院自然科学研究科 (3)千葉大学CEReS		
Extraction of Damaged Buildings Using High Resolution Satellite Image	-----	1 3 1
Kazuki Matsumoto, Tuong Thuy Vu, Fumio Yamazaki		
都市内大規模河川の復元による大気改善効果の実証	-----	1 3 2
一之瀬俊明 <sup>1</sup> 、原田一平 <sup>2</sup> 、白木洋平 <sup>2</sup> 、片岡久美 <sup>1</sup> 、李龍太 <sup>3</sup> 、片岡大裕 <sup>2</sup> 、宮崎正志 <sup>2</sup> 、油井四海 <sup>4</sup> 、 近藤昭彦 <sup>2</sup> 、久世宏明 <sup>2</sup>		
(1)独立行政法人 国立環境研究所社会環境システム領域		
(2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター (3)ソウル特別市 (4)国立富山商船高専		
Processing and forecasting of the information on fishing ground from satellites	-----	1 3 3
Takahiro Osawa, Susumu Kanno, Iwayan Nuarusa, I Ketut Suwadika		
Center for Remote Sensing and Ocean Science, Udayana University		
[研究会及びその他]		
モンゴル高原での AMSR-E 土壌水分の地上検証実験	-----	1 3 6
開発一郎 <sup>1</sup> 、秋山量平 <sup>2</sup> 、小池俊雄 <sup>3</sup> 、太田哲 <sup>3</sup> 、玉川勝徳 <sup>4</sup> 、山中勤 <sup>5</sup>		
(1)広大総合科学研究所 (2)広大総合科学部 (3)東大工学系研科 (4)東大データ統融合機構		
(5)筑大陸域環境研究センター		
地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリイの形成	-----	1 3 9
地球気候環境研究の連携に関する大学附置研究センター協議会		
第9回環境リモートセンシングシンポジウムプログラム	-----	1 4 3

プロジェクト－1

及び関連一般研究

# 地球地図プロジェクトにおける全球土地被覆データの作成と公開

地球地図プロジェクトにおける  
全球土地被覆データの作成と公開

建石隆太郎、金子純一、永山透、岡谷隆基、山田美隆、沼田佳典  
2007年2月28日  
CEReS共同利用研究発表会  
千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
国土交通省 国土地理院  
地球地図国際運営委員会 (ISCGM) 事務局

1

## 発表内容

- 共同利用研究について
- 地球地図プロジェクト
- 公開蓄積型グラウンドトゥルースデータベース (GTDB) の構築
- 全球土地被覆データの作成と公開

2

## 1. 共同利用研究について

## 平成18年度共同利用研究

- 研究課題:  
グローバル、大陸スケールの土地被覆データ、  
樹木被覆率データの作成と公開
- 研究目的:  
衛星リモートセンシング技術を用いた全球の土地  
被覆データ作成に寄与するグラウンドトゥルース  
データベース (GTDB) の整備を目的として行う。

3

4

## 共同利用研究の意義

- 地球地図国際運営委員会 (事務局は国土地理院) は、各国の  
地図作成機関と協力して地球環境を正確に表す全球のデジ  
タル地図整備 (地球地図プロジェクト) を進めている。
- 地球地図プロジェクト第二期データ整備は、**2007年度中を目  
処に全球での整備を目指している**。特に、土地被覆データ及  
び樹木被覆率データは全球一括で整備する方針とした。
- 本共同利用研究の実施は、各国の地図作成機関の協力を得  
つつ、効率的・効果的に土地被覆データ及び樹木被覆率データ  
を整備・公開する上で重要である。あわせて、土地被覆データ  
の作成技術の高度化として位置付けられ、**土地被覆データ  
作成に寄与するグラウンドトゥルースデータベース (GTDB)  
の構築手法**の開発が地球地図プロジェクトの進展に大きく貢献  
する。

5

## 2. 地球地図プロジェクト

## 地球地図とは何か

- 地球環境問題を考える基礎資料としての
  - 地球の全陸域をカバーする
  - 統一された規格に従った
  - 世界の誰にでも利用可能な
- 空間分解能1kmのデジタル形式の地理情報**
- 想定する主な用途:
  - 地球環境問題の分析のための情報基盤
  - 地球レベルの環境変動のモニタリング
  - 持続可能な開発の支援 など

7

## 地球地図のデータ

- ベクタデータ: 4項目(VPF形式)
  - 境界**: 海岸線・行政界
  - 水系**: 河川・内水面・ダムなど
  - 交通網**: 道路・鉄道・空港など
  - 人口集中地区**: 都市の位置・名称など

8

## 地球地図のデータ

- ラスタデータ: 4項目(BIL形式)
  - 標高**: 1m単位の高さ情報
  - 土地被覆**: 地表の状態を17種類に分類
  - 土地利用**: 土地利用の様子を9種類に分類
  - 植生**: 植生を20種類に分類

9

## 地球地図プロジェクトの経過

The timeline shows the following milestones:

- 1992: 地球サミットで「アジェンダ21」が採抲  
我が国が地球地図構想を提唱
- 1996: 地球地図国際運営委員会(ISCGM)が設立  
プロジェクトの本格的スタート
- 2000: 地球地図データの提供開始
- 2002: ヨハネスブルグサミット(WSSD)  
「実施計画」に地球地図が明記  
WSSDの様子
- 2007: 2006年12月13日現在:  
25ヶ国・2地域の地球地図データを公開  
156ヶ国・16地域がプロジェクトに参加  
地球地図が全陸域をカバーする予定

10

## 地球地図プロジェクトの進捗状況

地球地図プロジェクト進捗状況

Key information from the map:

- 世界の陸域の約63%をカバー
- 2006.12.13現在
- 凡例:
  - データ公開中
  - データ検証中
  - データ作成中

大陸	国/地域	年
アジア	日本 (2000)	
	ラオス (2000)	
	ネパール (2000)	
	スリランカ (2000)	
	パラオ (2001)	
	モンゴル (2001)	
	フィリピン (2001)	
	カザフスタン (2003)	
	キルギス (2003)	
	ミャンマー (2003)	
	イラン (2005)	
	ヨルダン (2007)	
オーストラリア	オーストラリア (2001)	
	サモア (2004)	
アフリカ	ケニア (2002)	
	ブルキナファソ (2003)	
	ボツワナ (2003)	
	スリランカ (2004)	
	トリニティ・トバゴ (2006)	
南極	(2006)	

(2006.12.13現在)

## 地球地図プロジェクトの運営

- 地球地図国際運営委員会(ISCGM)がプロジェクトを運営
  - 17ヶ国の地図作成機関の長など20人の委員
  - 委員長: ティラー教授(カナダ・カールトン大学)
  - 国土地理院が事務局をつとめる
- 各国の地図作成機関がそれぞれの国の地球地図を作成する
  - 自力での整備が困難な国は我が国などが支援
  - 作成された地球地図は、インターネット([www.iscgm.org](http://www.iscgm.org))で公開

12



## ISCGMには主要テーマ毎にWG(Working Group)が設置されている。

### ● ISCGM/WGの内容

- WG1: 地球地図戦略
- WG2: 地球地図仕様の作成・改定
- WG3: データポリシー
- WG4: ラスタデータの整備

### ● ISCGM/WG4の活動

- 千葉大学環境リモートセンシング研究センターの建石教授がISCGM/WG4の議長。
- テーマは土地被覆データ、植生(樹木被覆率データ)等のラスタデータの全球整備・更新。
- 2007年12月までの第2期ラスタデータの整備手法の確立・全球整備を目指し土地被覆データ、植生(樹木被覆率データ)整備を実施中。

13



## 3. 公開蓄積型グラウンドトゥルースデータベース(GTDB)の構築

14



### ● 目的

インターネットを介して共有される基盤情報としての公開蓄積型グラウンドトゥルースデータベースを構築すること。\*(Ground Truth Database : GTDB)

### ● 成果

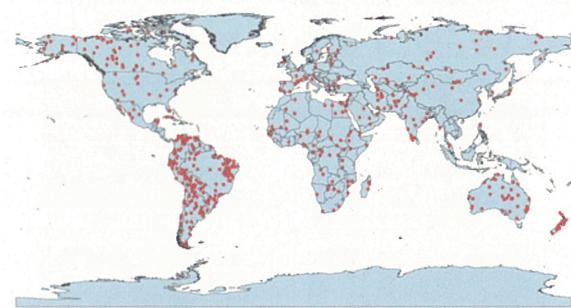
公開蓄積型グラウンドトゥルースデータベースの構築に関する手法。

### ● 効果

一般に公開され、一般から提供されたグラウンドトゥルースデータを追加し、蓄積が可能なデータベースとして社会に還元する。

15

## 土地被覆データ作成のためのGT候補地点



● 各国の回答及びISCGM/WG4による  
GT候補地点(約950点)

2007年1月現在

ISCGM/WG4



地球地図プロジェクト  
参加国の国家地図  
作成機関からGT候補  
地点の土地被覆  
情報の回答例

### 各国からのGTデータ回答例

Identification of land cover type  
(Please see attached remote images.)

1. Please identify and select only one from the land cover class names written below (choose one and check the box):

Arable Land	1. Cropland (including irrigated cropland)
Broadleaved Deciduous Forest	2. Forest, Primary
Coniferous Forest	3. Forest, Secondary
Evergreen Broadleaf Forest	4. Forest, Evergreen Broadleaf
Evergreen Coniferous Forest	5. Forest, Evergreen Coniferous
Evergreen Hardwood Forest	6. Forest, Evergreen Hardwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Forest	7. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood
Evergreen Broadleaf Softwood Forest	8. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood
Evergreen Coniferous Hardwood Forest	9. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood
Evergreen Coniferous Softwood Forest	10. Forest, Evergreen Coniferous Softwood
Evergreen Hardwood Softwood Forest	11. Forest, Evergreen Hardwood Softwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Forest	12. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood
Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Forest	13. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood Softwood
Evergreen Broadleaf Softwood Hardwood Forest	14. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood Hardwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Forest	15. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Forest	16. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Forest	17. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous
Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Forest	18. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Forest	19. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood Forest	20. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood
Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood Forest	21. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood
Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Forest	22. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	23. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	24. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	25. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood Coniferous
Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	26. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous
Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Forest	27. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood
Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Forest	28. Forest, Evergreen Broadleaf Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood
Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	29. Forest, Evergreen Broadleaf Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous
Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous Forest	30. Forest, Evergreen Coniferous Hardwood Softwood Coniferous Hardwood Coniferous Hardwood Coniferous

2. Please describe details of the land cover if it is not homogeneous or if it is difficult to identify only one of 20 classes above. (Please describe details on the attached Landuse images.)

In addition to main land cover, following are also observed as auxiliary land cover. The white areas in Landuse image are yellow land and black areas are redland (LR).

Land cover area: 20000000 and expert's advice.

3. Name and e-mail, etc. of the person responsible for this interpretation.

Name: Ahmad Abdoobaki

Affiliation: Head, DGP Section, Pomegranate Department, National Cartographic Center of Iraq (NCC)

Please: +91 21 6460072

Fax: +91 21 6460072

E-mail: abdoobaki@ncc.nic.in

4. Any comments:

例: イラン

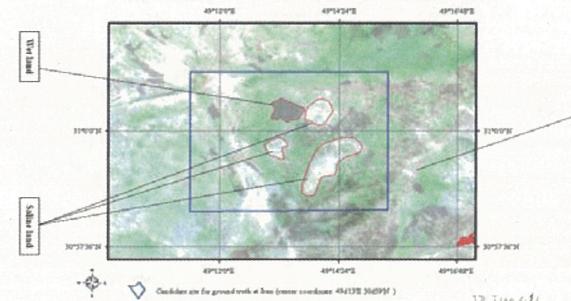
(Please return this form to the Secretariat of ISCGM)

17



### 各国からのGTデータ提供例

London ETM+ Data of October 03, 2002 (RGB, band 7 (Middle IR), band 4 (Near IR), band 2 (green))



18

**公開蓄積型GTデータの内容**

No.	Name of folder	Name of dataset	Number of datasets (example)	Data format	Content
1	GT	OC_ALL	1 and six other related ones	Shapefile	Location, multiple land cover class codes, land cover type name, information source, name of analysts, and any other detail description of each GT site
2	NDVI	(example) OC_A161	number of classes (25)	excel	NDVI temporal average and standard deviation values in a year for each training site
3	Image	(example) OC_A161-1	number of sites (61)	geotiff	The polygons which represent GT sites on Landsat image
		(example) OC_A161-1_comment	number of images with analyst's comments (13)	geotiff	The polygons which represent GT sites on Landsat image with comments on land cover
		Landsat画像			

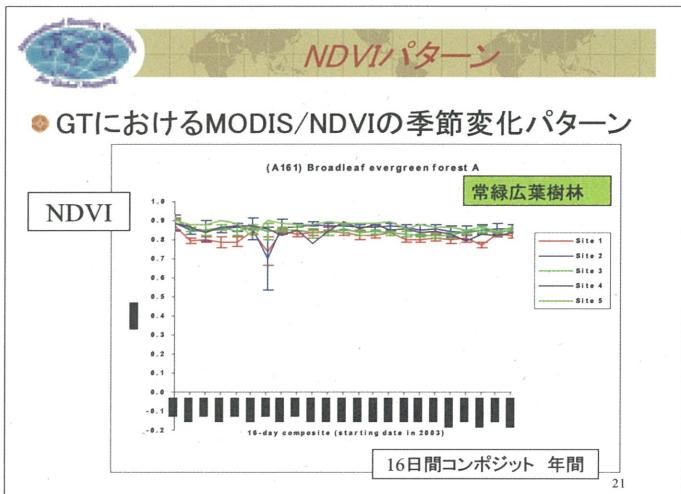
19

**形状と属性**

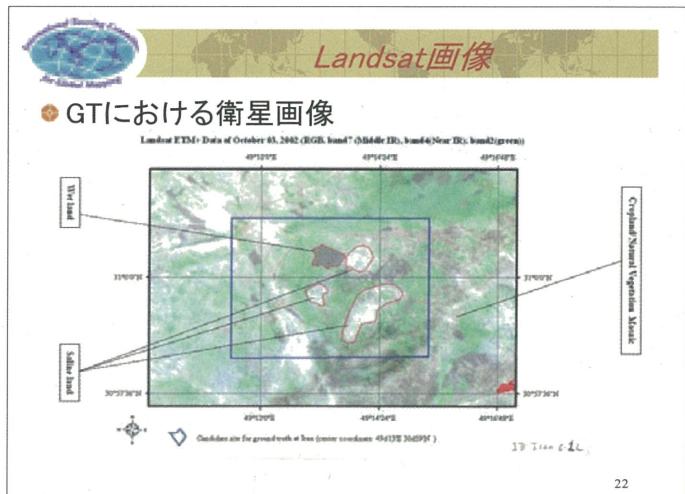
● GTの形状、属性はShapefile形式で作成

属性表示  
Class code and site number

20



21



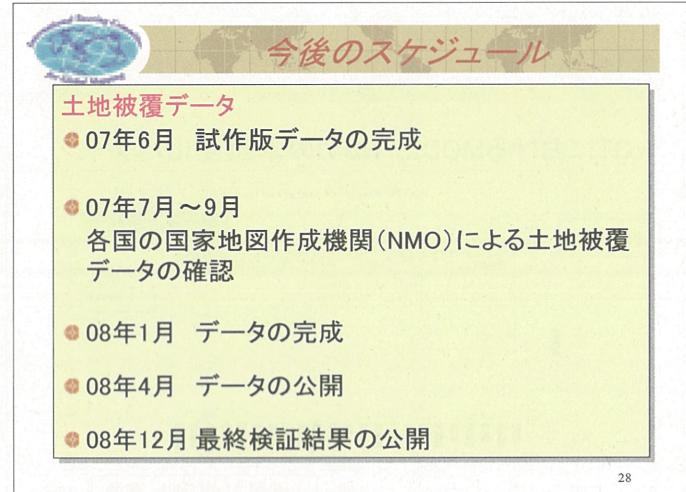
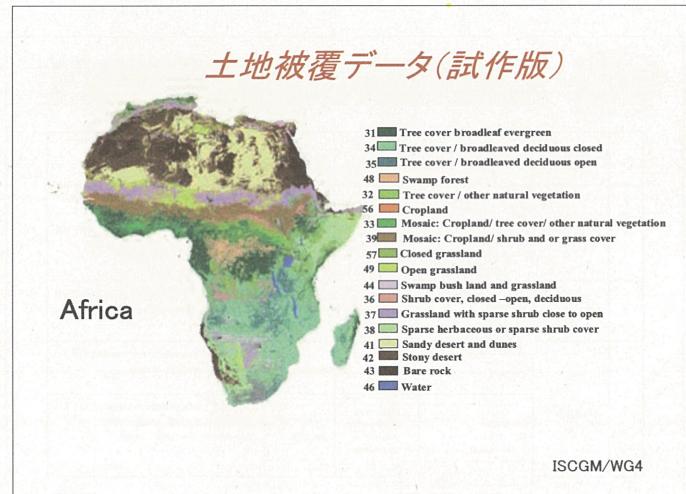
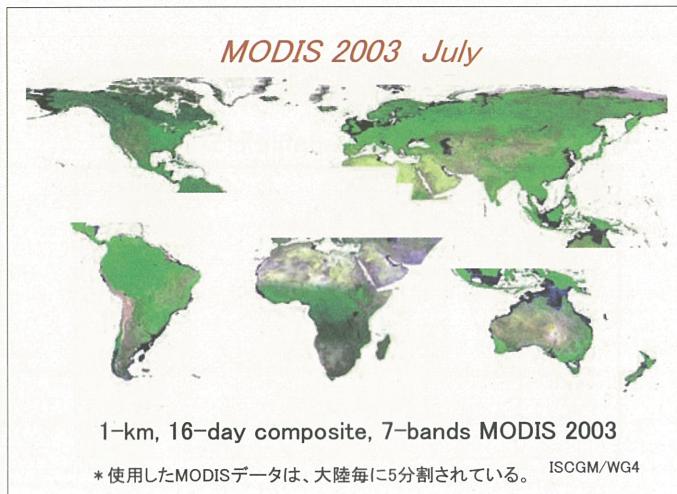
22

## 4. 全球土地被覆データの作成と公開

23

- 土地被覆データの作成**
- 使用データ  
MODISデータ(2003、7バンド、16日コンポジットデータ、1km)
  - 分類手法  
Decision tree法
  - 使用する教師データ  
全球グラウンドトゥルースデータ
  - 分類項目  
FAOの土地被覆分類システム(LCCS: Land Cover Classification System)により定義  
\* 分類項目はデータ作成過程において最終的に収斂する。

24



- まとめ**
- 地球地図プロジェクトは2007年度中を目処に全球陸域のデータ整備と公開を目指している。
  - 全球土地被覆データは各国の協力を得て、一括して作成することとしている。
  - 公開蓄積型グラウンドトゥルースデータベースの構築に関する手法開発は、全球土地被覆データ作成に得られる地上参照点(基盤情報)を一般に公開することを目的に行っている。
  - 全球土地被覆データの公開は08年4月頃。
- 29

# 穀物生産指標CPIの拡張に向けた水分指標と旱魃指標の検討

H18 SERES第9回研究発表会:

## 穀物生産指標CPIの拡張に向けた 水分指標と旱魃指標の検討

金子大二郎  
松江高専 環境・建設工学科

### 穀物生産指標CPIの拡張に向けた 水分指標と旱魃指標の検討

#### 1. 研究の背景

- (1) 地球温暖化と食糧生産および防災への影響  
IPCC報告…気候変化に脆弱な部門  
分野：水資源、食糧安全保障、感染症、保険(災害)
- (2) 世界の穀物生産量の早期監視システム
  - a) USDA Global Agriculture Monitoring のPECAD (Production Estimates and Crop Assessment Division)
  - b) EC(European Commission)のMARS(Monitoring Agriculture with Remote Sensing) Programme in JRC(Joint Research Center) Protection and Security of the Citizen)
  - c) FAO GIEWS(Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture)
  - d) EAERR(East Asia Emergency Rice Reserve)

Asiaの範囲は監視弱体・・・欧米は小麦・トウモロコシ中心不穏・光合成モデルで予警報サービス（水稻が特に弱体）

### 穀物生産指標CPIの拡張に向けた 水分指標と旱魃指標の検討

#### 1. 研究の背景

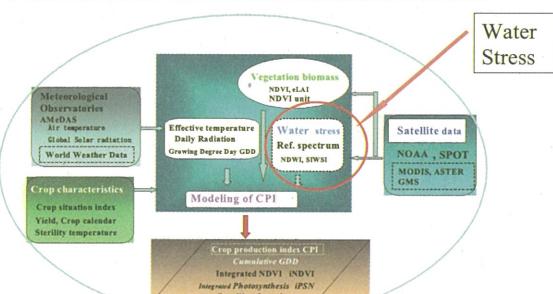
- (1) 水資源の変動の増大とアジアの穀物生産量の監視  
**水資源と食糧需給上の社会的問題点**
  - 1) 未だに人口増加、そして水資源需要(灌漑が最大の需要)
  - 2) 近年の気候と降水量の変動増大(豪雨と旱魃)
  - 3) 早期監視の必要性(アジアの食糧安全保障と日本の食糧自給率)
  - 4) 農産物の関税上限・撤廃動向
- (2) 衛星による従来の監視法の問題点
  - a) 予測の現状：NDVI、日射・気温・降水量、  
旱魃指標：Palmer Drought Index(米国)，  
水ストレス指標：VCI( Vegetation Condition Index, TCI( Temperature Condition Index), 中国
  - b) 単位面積収量と各要因との関係または重回帰分析

### 穀物生産指標CPIの拡張に向けた 水分指標と旱魃指標の検討

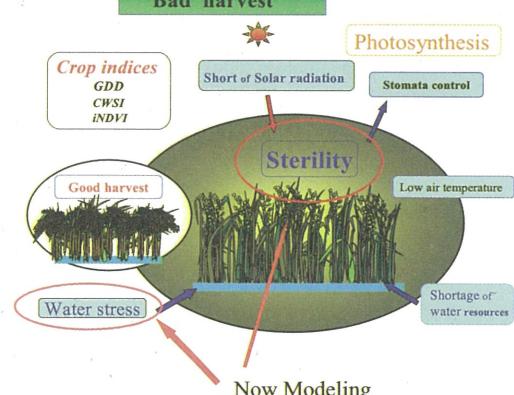
#### 1. 研究の背景

- (1) 開発中の不穏・光合成型穀物生産モデルの課題  
これまでに日射・光合成温度影響関数、低温不穏・高温障害不穏関数および植生量の時間積分としてモデル化。  
次の課題として
  - 1) 光合成速度に及ぼす<sup>気孔開度</sup>の定式化
  - 2) 水ストレスによる不穏関数のモデル化
  - 3) 早期監視のための標準生長関数のバラメタライゼーションそして応用：
  - 4) 水稻から小麦への拡張
  - 5) 中国を中心としたアジアへの適用

### Modeling of photosynthetic crop production index



### Bad harvest



## 光合成速度と水稻の穀物生産指標CPI

改良

$$CPI_U = F_{Ster}(T_c) \cdot \int_{t_s}^{t_h} PSN_U \cdot dt$$

$$PSN = f_{rad} \cdot f_{Syn}(T_c) \cdot \beta_s \cdot eLAI$$

$$f_{rad} = \frac{a \cdot PAR}{b + PAR}$$

ここに  $PSN$  : 光合成速度,  $PAR$  : 光合成有効放射  
 $\beta_s$  : 気孔開度,  $a, b$  : Michaelis-Menten定数  
 $T_c$  : 葉温,  $T_{har}$  : 不稔限界温度  
 $eLAI$  : 有効葉面積指数  
 $F_{ster}$  : 不稔の温度応答関数,  $f_{Syn}$  : 光合成温度影響関数

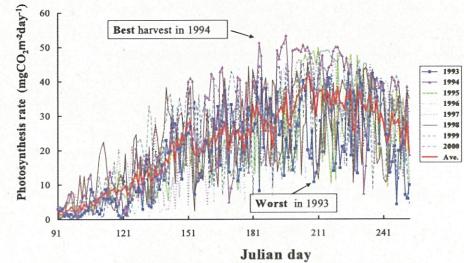
## Seasonal photosynthesis rate

$$PSN = f_{rad} \cdot f_{Syn}(T_c) \cdot \beta_s \cdot eLAI$$

光合成温度影響関数  
Sigmoidal関数によるS字型

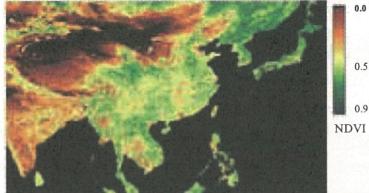
$$f_{rad} = \frac{a \cdot PAR}{b + PAR}$$

$$f_{Syn}(T_c) = \left[ \frac{1}{1 + \exp[k(T_c - T_{har})]} \right]$$



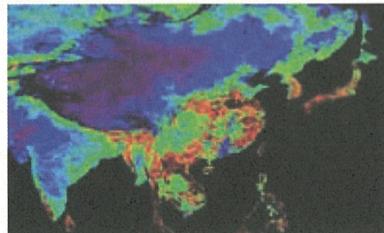
## NDVI

NOAA  
August,  
2000



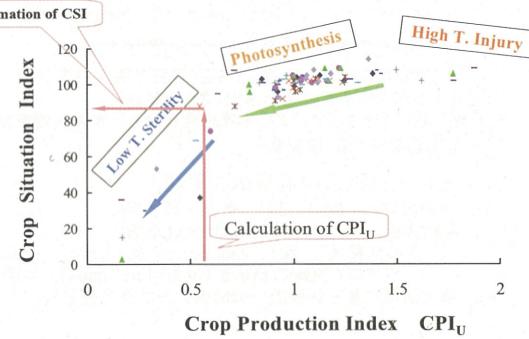
## SPOT

May, 2003



## Crop Production Index and Crop situation Index

$$CPI_U = F_{Ster}(T_c) \cdot \int_{t_s}^{t_h} PSN_U \cdot dt$$



## Early warning of bad Crop Situation Index (CSI<sub>E</sub>)

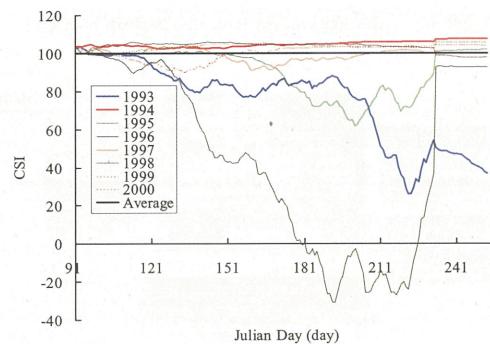
### On the case of Bad harvest :

When  $CPI < CPI_0$ , crop situation index  $CSI_E$  is expressed by

$$CSI_E = Y_{ave} - (Y_{ave} - CSI_{min}) \cdot \left( \frac{(Y - Y_0)}{(Y_0 - Y_m)} \right)^2 \cdot (t_e - t_s) / (t - t_s)$$

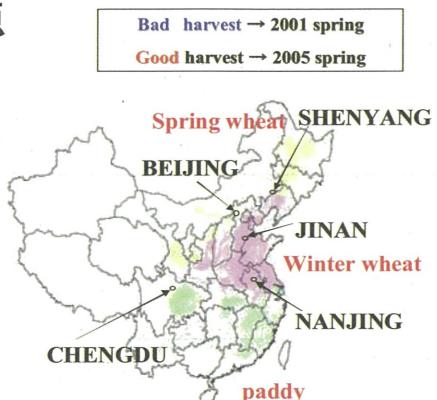
where, notation  $Y_m$  is the minimum  $CPI_{min}$  at the monitoring site,  $Y_0$  is the average  $CPI_0$ ,  $Y$  is the calculated  $CPI$ .  
when time  $t < t_{heading}$ ,  $t_e = t_{hd}$   
, and  $t > t_{heading}$  ,  $t_e = t_{hv}$

by KANEKO

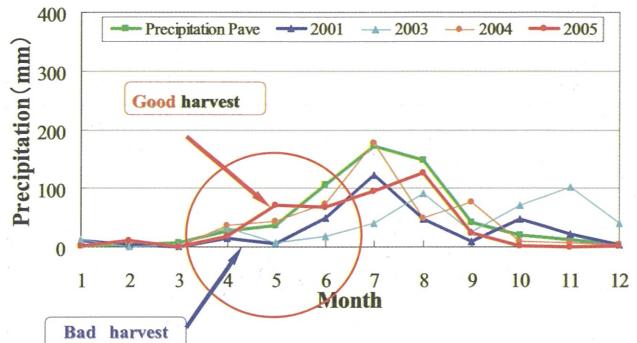


## 旱魃指標BMDIの 対象地点

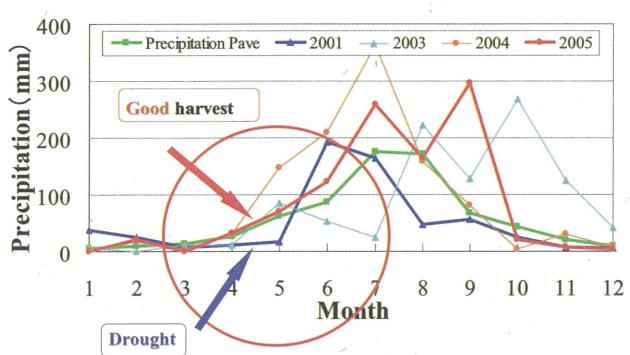
- 瀋陽
- 北京
- 濟南
- 南京
- 成都



## Pr<sub>ave</sub> Beijing(北京)



## Pr<sub>ave</sub> Jinan(济南)



## Moisture Index M (水分指標)

$$M = \frac{100(p - \bar{p})}{s}$$

ここに、p : 月降水量

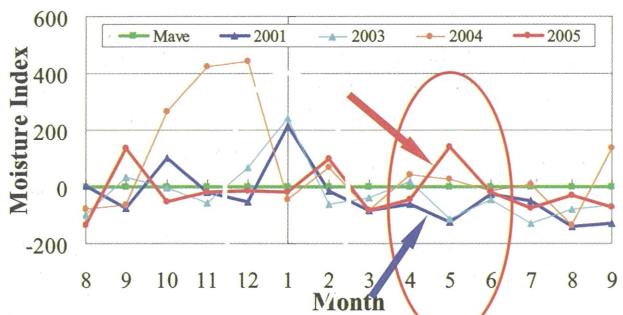
$\bar{p}$  : 月平均降水量

s : 降水量の標準偏差

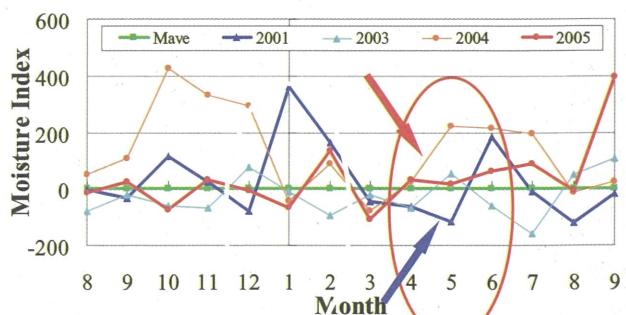
$$s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i^N (p_i - \bar{p})^2}$$

ここに、N : 統計年数 (24年, 1982年~2005)

## Moisture Index M 北京



## Moisture Index M 济南



## 積算水分指標 $\Sigma M$

$$\sum_{t=1}^k M_t = a + bk$$

ここに、a,b : 地域に依存する定数

k : 月

## 旱魃指標 BMDI ( $I_k$ )

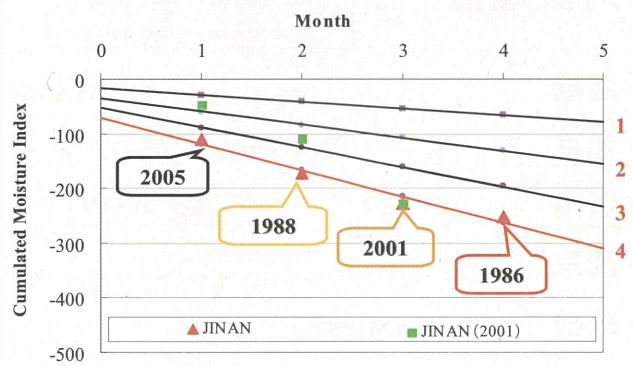
$$I_k = \frac{M_k}{d} + (1+c)I_{k-1}$$

ここに、 $M_k$  : 水分指標

d :  $d=(a+b)/4$

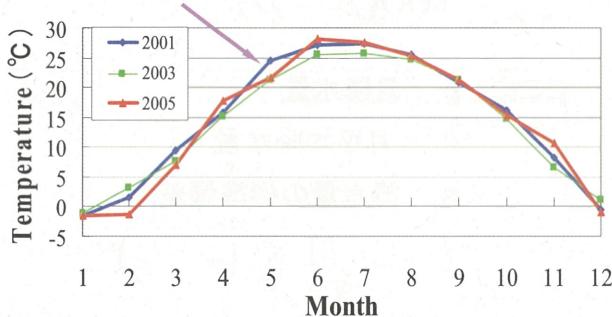
c : 地域に依存する定数

## Drought Index BMDI



## Jinan(济南) Monthly Mean Air Temperature

High air temperature in ripening stage



## Bhalme Mooley の

### 旱魃指標BMDI

1982年～2005年の世界気象データを使用し、2001年に旱魃によって凶作となった気象条件を対象とし作物への影響を検討した。

- 1) 冬小麦が凶作であった2001年の济南の旱魃は、旱魃指標BMDIからも最大級の厳しさであることが確認できた。
- 2) 凶作は、降水量不足だけでなく高温であったことから、熱波的な旱魃であったことが判る。
- 3) なお、旱魃指標BMDIの値は、後段で比較している華北平原における水分指標NDWIの平面分布の特性と一致し、地表水分の不足を確認することができた。

## 水ストレス指標

Shortwave Infrared Water Stress Index By Fensholt (2003)  
(SIWSI)

MODIS

B6 1.628-1.652 μm  
B2 0.841-0.876

$$SIWSI = \frac{\rho_2 - \rho_6}{\rho_6 + \rho_2} = \text{new NDWI}$$

ASTER

SWIR  
B4 1.60-1.70 μm  
Sensible band for water  
B3 0.76-0.86

$$SIWSI = \frac{\rho_3 - \rho_4}{\rho_4 + \rho_3}$$

水稻水ストレス実験



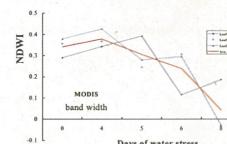
温度制御型  
制御温室  
TGC

分光放射計

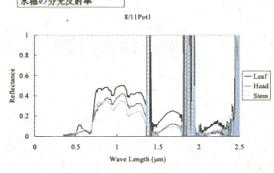


反射スペク  
トル測定

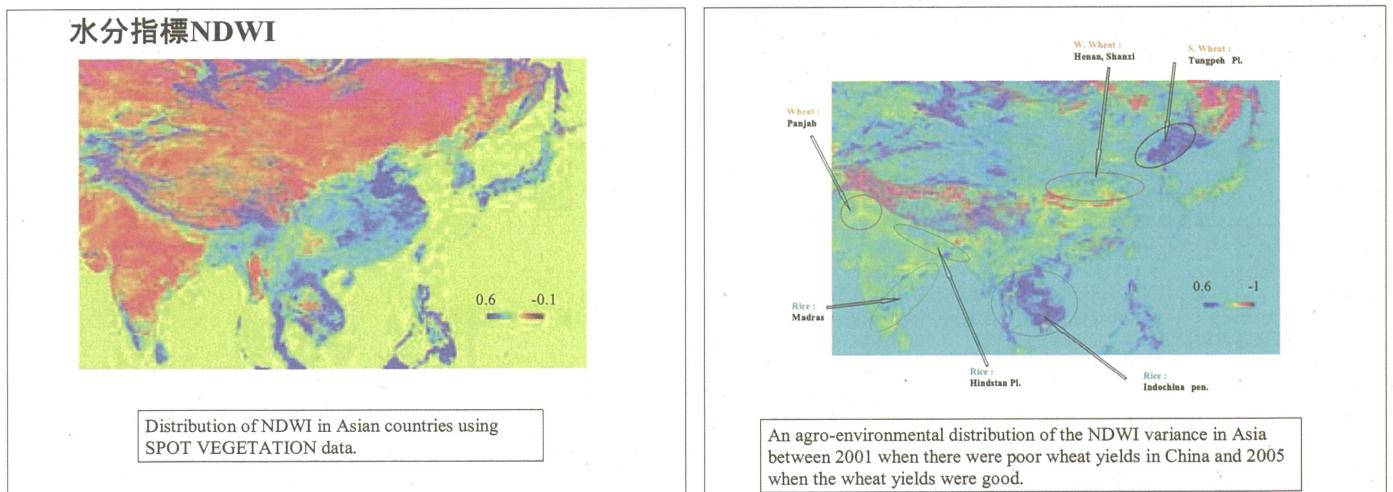
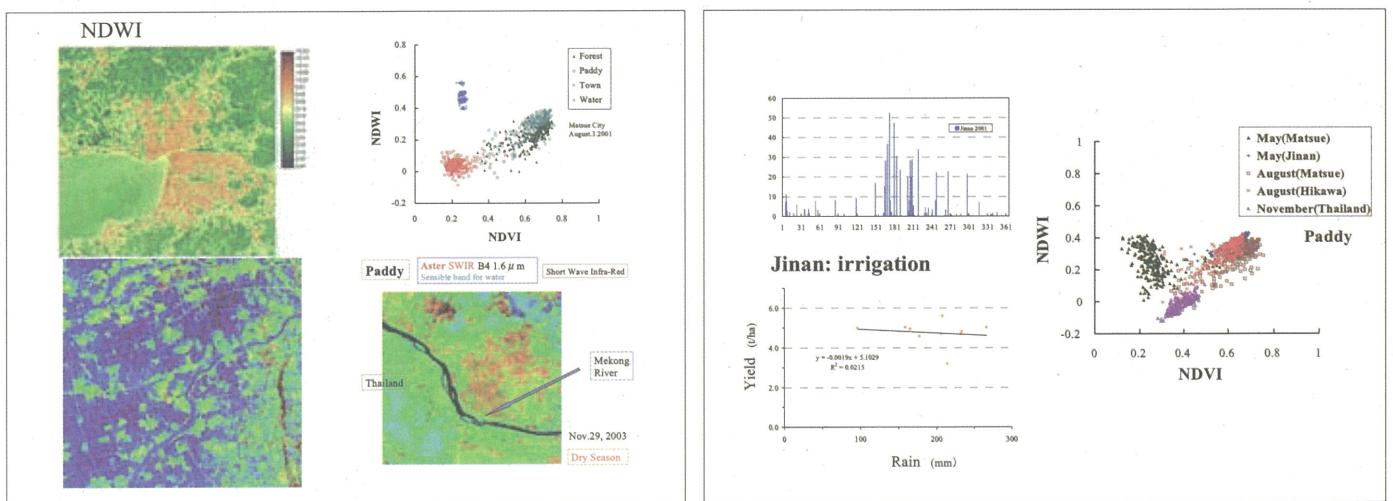
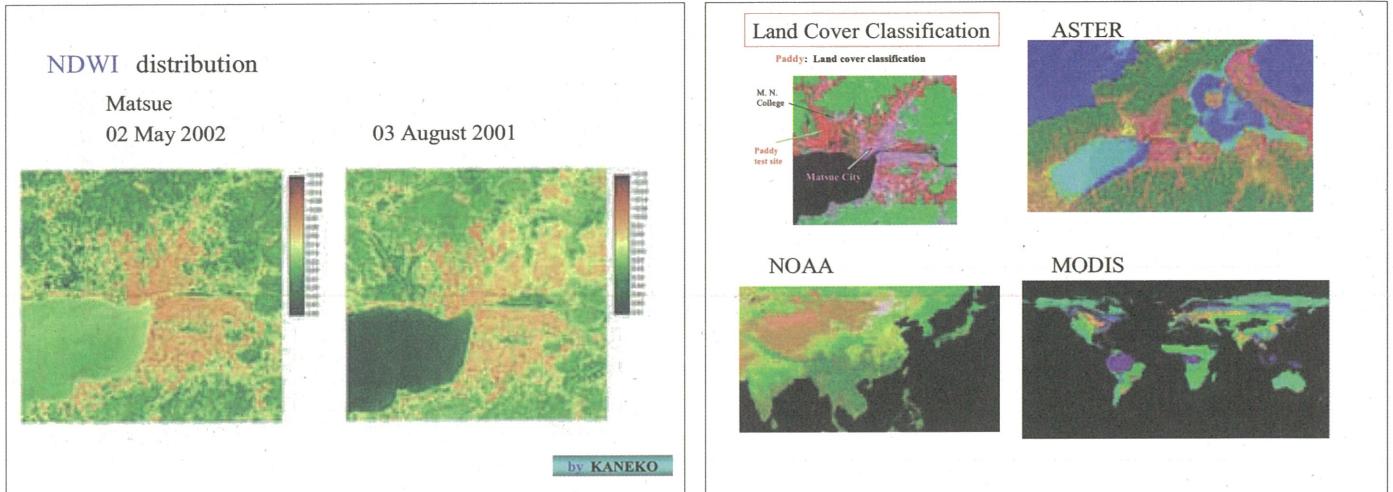
反射スペク  
トル測定



水稻の分光反射率



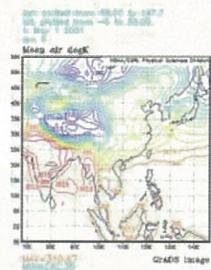
Leaf Head Stem



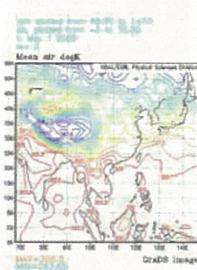
### Surface Air Temperature Re-Analysis Data from National Climate Date Center

$T_a$

Bad harvest: May 2001

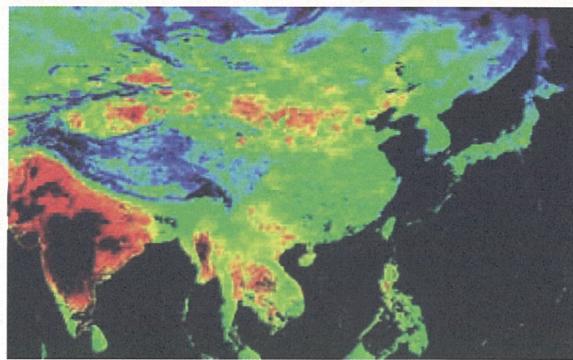


Good harvest: May 2005



### MODIS Surface Temperature $T_s$

2003.05.01-10



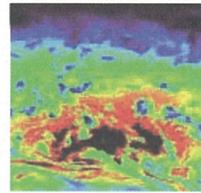
Distribution of Observation Sites  
for World Weather



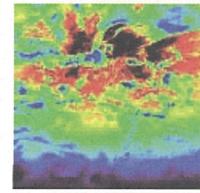
### Solar Radiation

Geostationary Meteorological Satellite Himawari

January 2000



August 2000



by KANEKO

### 結論： 耕物生産指標CPIの拡張に向けた 水分指標と旱魃指標の検討

中国を中心としたアジアの耕物生産量のモニタリングを目的として、不穏・光合成型の耕物生産指標を開発してきた。

1. 耕物生産指標のモーデリングの中で、気孔開度を表わすために植生の水分指標NDWIから水ストレスを定義しようとしてきた。

しかし、水分指標NDWIは植生量を要因として含むことから、気象データによる旱魃指標BMDIによって、中国の華北平原の济南を中心には、降雨データから旱魃の厳しさを定量的に表わした。

他の要因として、水ストレスは灌漑によって緩和されるので、蒸発散をメカニズムとして含む指標が必要であると考えられる。

そのために、地表気温の平面分布として気象予測再解析データと、衛星による地表面温度からの熱収支的アプローチが有効としてモーデリングを進めている。水分指標NDWIと旱魃指標BMDIと合わせ三種の指標により相互に検証する予定である。

# Two-Direction Retrieval for Satellite Observation in VNIR



## Two-Direction Retrieval for Satellite Observation in VNIR

February 28, 2007

1. Background
2. GLI Data
3. Retrieval Scheme
4. Result
5. Conclusion

Prof. Tasuku Tanaka  
Dr. Sisir Kumar Dash  
Yasuhiro Yoshinaga

Yamaguchi University  
Graduate School of Science and Engineering

FoE T.T.



## 1. Background and theoretical basis

1. We retrieve several physical quantities by satellite observing data.
2. We have 1 observing data, for 1 pixel, in 1 band, in general.
3. If spectral relationship among bands is well known, we can retrieve more than 1 physical quantity from 1 observing data. But this is not the case for aerosol optical thickness in atmosphere.
4. The primary goal in VNIR satellite observation is to retrieve both surface reflectance ( $r$ ) and aerosol optical thickness( $\tau$ ).
5. The retrieving scheme for “ $r$  and  $\tau$ ” is successful for ocean but not for land.
6. Universal scheme for “ $r$  and  $\tau$ ” both on ocean and on land is required.

February 28, 2007

FoE T.T.



## Retrieval of “ $r$ and $\tau$ ”

February 28, 2007

### 1. Spectral Extrapolation Method (Current Method)

Linear equation and extrapolation

- “ $r$ ” is assumed 0 and “ $\tau$ ” is retrieved in NIR.
- “ $\tau$ ” in V band is extrapolated from NIR.
- “ $r$ ” is retrieved.

### 2. Two Directional Method

Quadratic equation

### 3. Merit of Two Directional Method

No Spectral extrapolation of “ $\tau$ ” needed

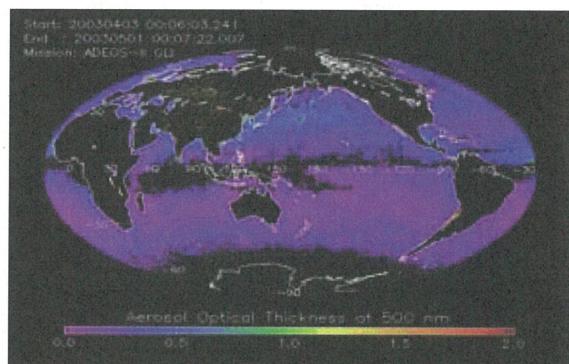
Universal retrieval algorithm for Ocean and Land

FoE T.T.



## Universal Retrieve

February 28, 2007



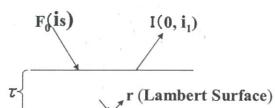
FoE T.T.



## Radiative transfer Process

February 28, 2007

### Plane Parallel Atmospheric Model



### Observing Equation

$$\rho(\tau, r : \vec{i}_1, \vec{i}_s) = \frac{S(\tau, \vec{i}_1, \vec{i}_s)}{4\mu_1\mu_s} + \frac{r}{1 - r\bar{s}} \left[ \frac{t(\mu_s)}{\mu_s} + \exp(-\frac{\tau}{\mu_s}) \right] \left[ \frac{t(\mu_1)}{\mu_1} + \exp(-\frac{\tau}{\mu_1}) \right]$$

$\mu_n$ : cosine of the zenith angle of the direction  $\vec{i}_n$

$$\rho(\tau, i_1, i_s) = \frac{\pi I(0, i_1)}{\mu_s F_0}, \quad I(0, i_1) = \frac{S(\tau, i_1, i_s)}{4\pi\mu_1} F_0$$

$$t(\mu_1) = \int \frac{T(\tau, i_1, i_4)}{4\pi} d\Omega_4, \quad s(\mu_1) = \int \frac{S(\tau, i_1, i_4)}{4\pi} d\Omega_4, \quad \bar{s} = \frac{1}{\pi} \int s(\mu_1) d\mu_1$$

FoE T.T.



## Retrieval of Radiative Transfer

February 28, 2007

### 1st order approximation

$$\rho(0, i_1) = P(i_1, i_s)\tau + r$$

### 2nd order approximation

$$\rho(0, i_1) = P(i_1, i_s)\tau + r + s_{20}(i_1, i_s)\tau^2 + s_{21}(i_1, i_s)(\log \tau)\tau^2 - \left( \frac{(1 - a(i_s))}{\mu_s} + \frac{(1 - b(i_1))}{\mu_1} \right) r\tau$$

-No easy analytic form of the 2<sup>nd</sup> approximation for function “S”

-We employ “6 S” code for calculating function “S”

-Try and error approach by “6 S” is employed to retrieve it is noted “ $\tau$ ” and other terms include both Rayleigh and Mie scattering

FoE T.T.

## 2. GLI Data

February 28, 2007

Date of Launch	14, December 2002
Spectral range	0.375 - 12.5 μm
No. of Spectral Bands	36
Instantaneous Field of View (IFOV)	10nm(VNIR/1km)
Scanning angle	45° (Ground Surface 1600km)
S/N, NEAT	800, 0.1K(1.25mrad IFOV bands)
Quantization	12 bits
MTF	0.35
Polarization sensitivity	Under 2%
Tilting angle	-20°, 0°, +20°
Coarse Data Transmission	4 Bands (DTL:Directed Transmission for Local user) (443nm, 565nm, 667nm, 11.95mm)
Builder	NASDA, Japan

## GLI Wave length

February 28, 2007

Band Number	Central wavelength (nm)	Rayleigh Optical Thickness
1	380	0.44861
2	400	0.36092
3	412	0.31927
4	443	0.23887
5	460	0.20378
6	490	0.15699
7	520	0.12312
8	545	0.10165
9	565	0.08778
10	625	0.05823
11	666	0.04527
12	678	0.04199
13	680	0.04137
14	710	0.03474
15	710	0.03474
16	749	0.02784
17	763	0.02587
18	865	0.01565
19	865	0.01565

Table 4 Rayleigh optical thickness showing for GLI bands (1-19)

FoE T.T.

FoE T.T.

## GLI, Oct. 3, '03, Arabian Sea

February 28, 2007

R(678nm):G(545nm):B(460nm)



FoE T.T.

## Chlorophyll Concentration by GLI

February 28, 2007

-Chlorophyll Concentration (Nadir Viewing)



-Chlorophyll Concentration (+20°)

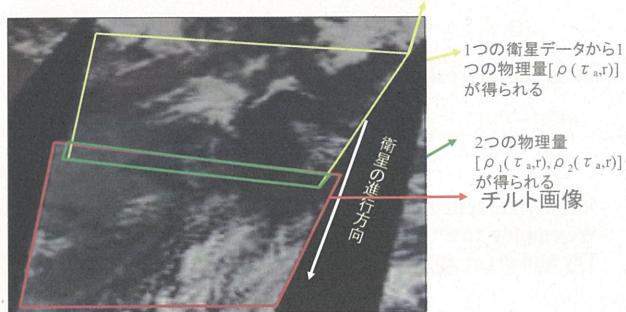


FoE T.T.

## 2方向観測データ

February 28, 2007

直下画像



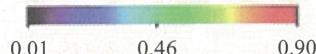
FoE T.T.

## ρ 画像

直下画像



チルト画像

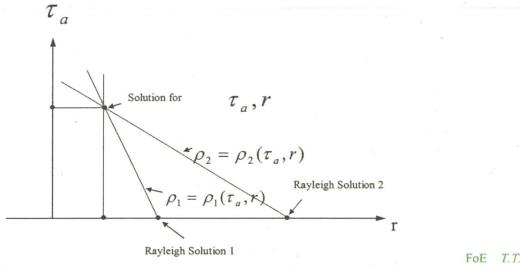


T.T.

### 3. Retrieval Scheme

February 28, 2007

- Select the corresponding pairs of the identical pixel from the two different looking directions data
- Obtain the normalized reflectance “ $\rho$ ” from observed data
- Assuming “ $\tau$ ”, evaluate the surface reflectance,  $r_1, r_2$ , by “6S”
- Crossing Point of “ $\rho$ ” of 2 direction is the solution for “ $r$  and  $\tau$ ”

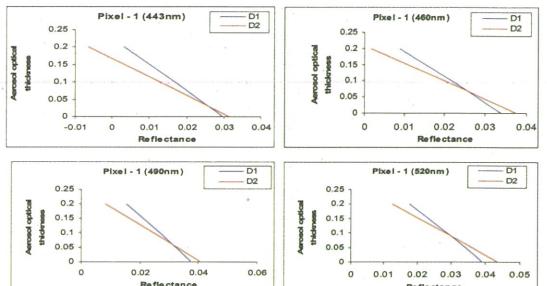


FoE T.T.

### 4. Result

February 28, 2007

#### Ocean



FoE T.T.

### Generalized Reflectance for Ocean

February 28, 2007

Wavelength (nm)	Viewing	Pixel-1	Pixel-81
443	D1	0.139649	0.136116
	D2	0.152415	0.152036
460	D1	0.126284	0.124553
	D2	0.139919	0.138368
490	D1	0.108381	0.107156
	D2	0.119284	0.120555
520	D1	0.092834	0.088368
	D2	0.103061	0.099988
545	D1	0.081668	0.077175
	D2	0.091107	0.088823
565	D1	0.071033	0.064170
	D2	0.078318	0.073721

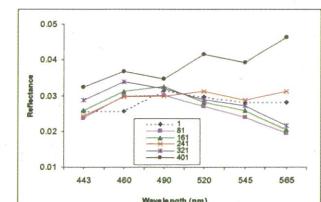
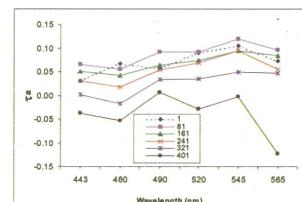
Table 5 GLI Generalised Reflectance ( $\rho$ ) for six bands in D1 and D2

FoE T.T.

### Retrieved r and $\tau$

February 28, 2007

Pixel No	Wavelength	1	81	161	241	321	401
443		0.0257	0.0310	0.0238	0.0653	0.0259	0.0508
460		0.0257	0.0670	0.0269	0.0557	0.0312	0.0428
490		0.0314	0.0579	0.0301	0.0914	0.0325	0.0638
520		0.0297	0.0900	0.0271	0.0927	0.0283	0.0749
545		0.0283	0.1055	0.0240	0.1198	0.0258	0.0951
565		0.0281	0.0736	0.0198	0.0969	0.0205	0.0850



FoE T.T.

### Chlorophyll Concentration

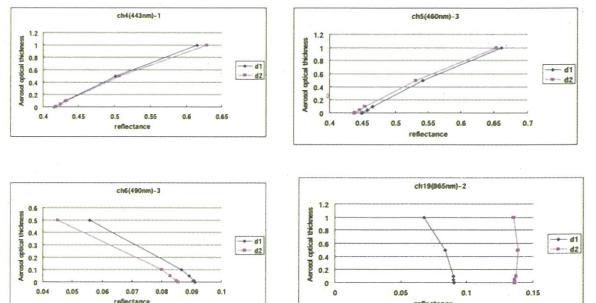
February 28, 2007

Pixel No	Chl-a (D1)	Chl-a (D2)	Estimated Chlorophyll
1	2.43	2.98	3.19
81	0.41	1.11	0.95
161	0.37	0.58	0.58
241	2.93	3.92	3.86
321	0.36	0.59	0.57
401	3.41	3.74	NA

FoE T.T.

### Land

February 28, 2007



陸域における  $\tau_a$  と  $r$  の関係

FoE T.T.

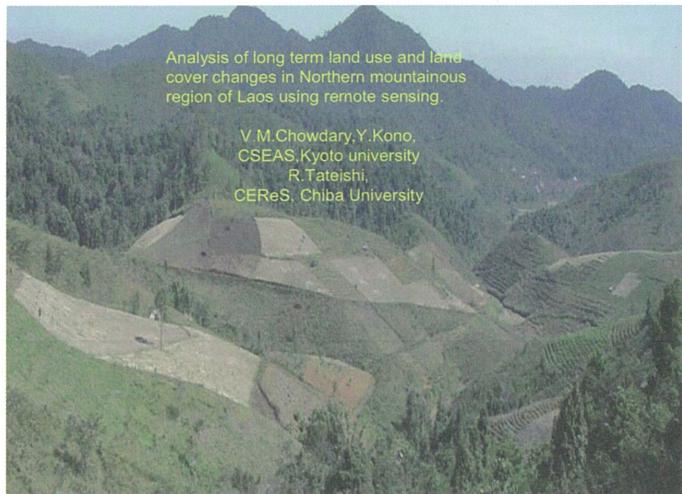
## 5. Conclusion

February 28, 2007

1. We can retrieve both optical thickness and surface reflectance from two direction data on the ocean.
2. We can not retrieve optical thickness and surface reflectance from two direction data on the land.
3. For land retrieval, we may need to take into consideration the difference between surface reflectance on the spot and those around the spot.
4. We have to solve cubic equations, if we take into consideration the circumference effect of surface reflectance.
5. The problem is different signs of slope of iso-generalized-reflectance around "0", between on ocean and on land.

FoE T.T.

## Analysis of long term land use and land cover changes in Northern mountainous region of Laos using remote sensing



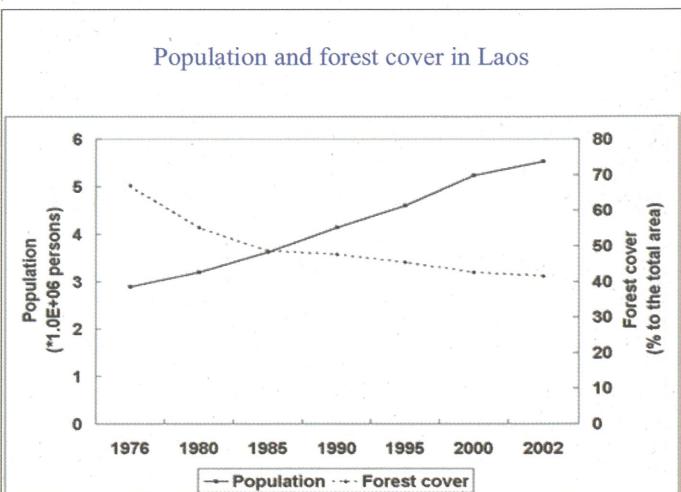
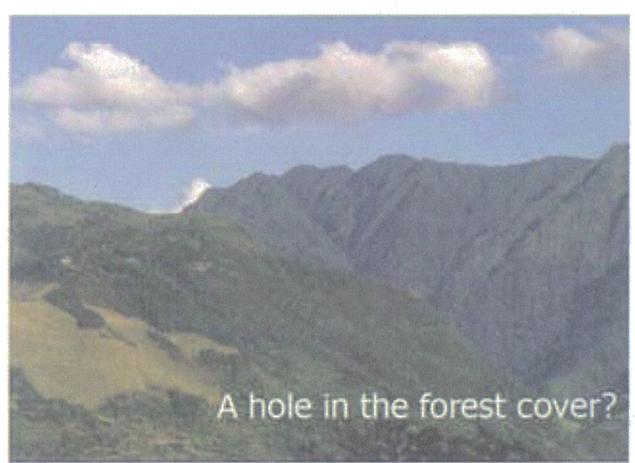
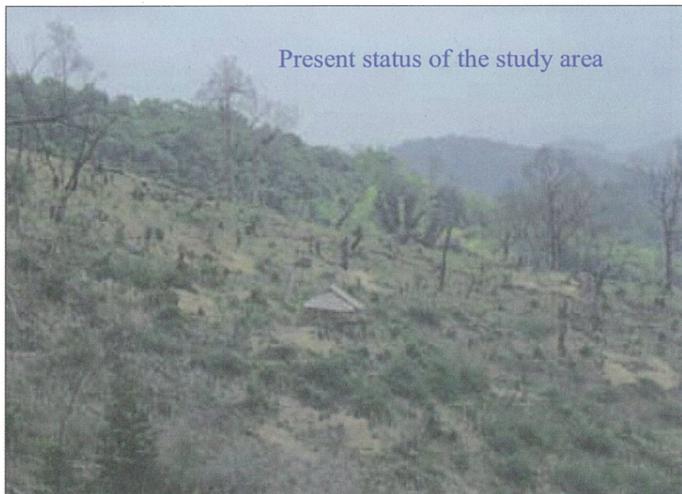
### Back ground

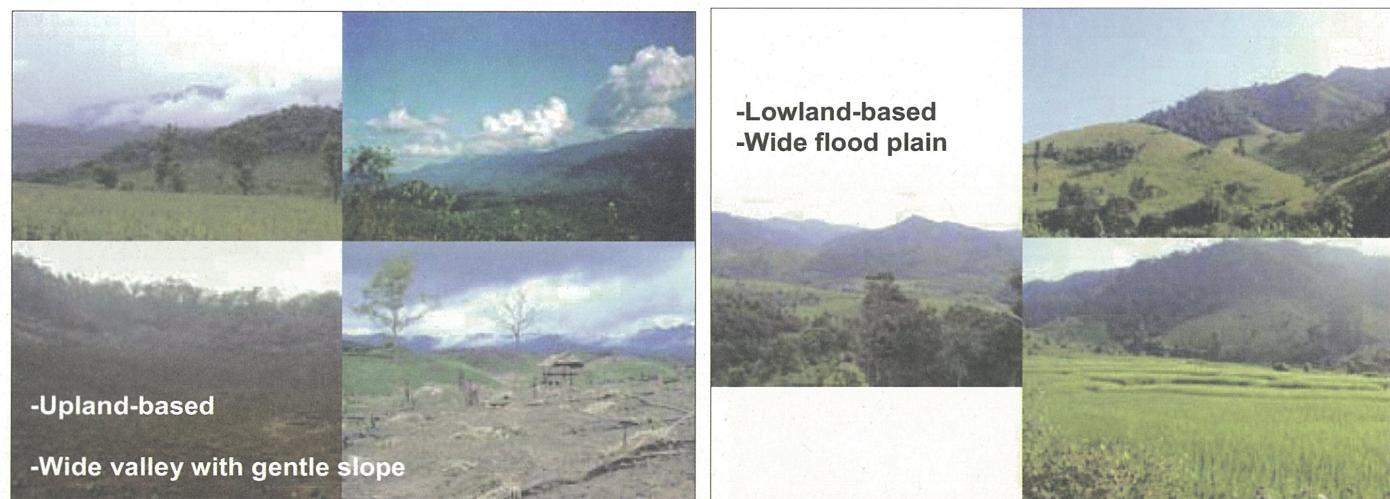
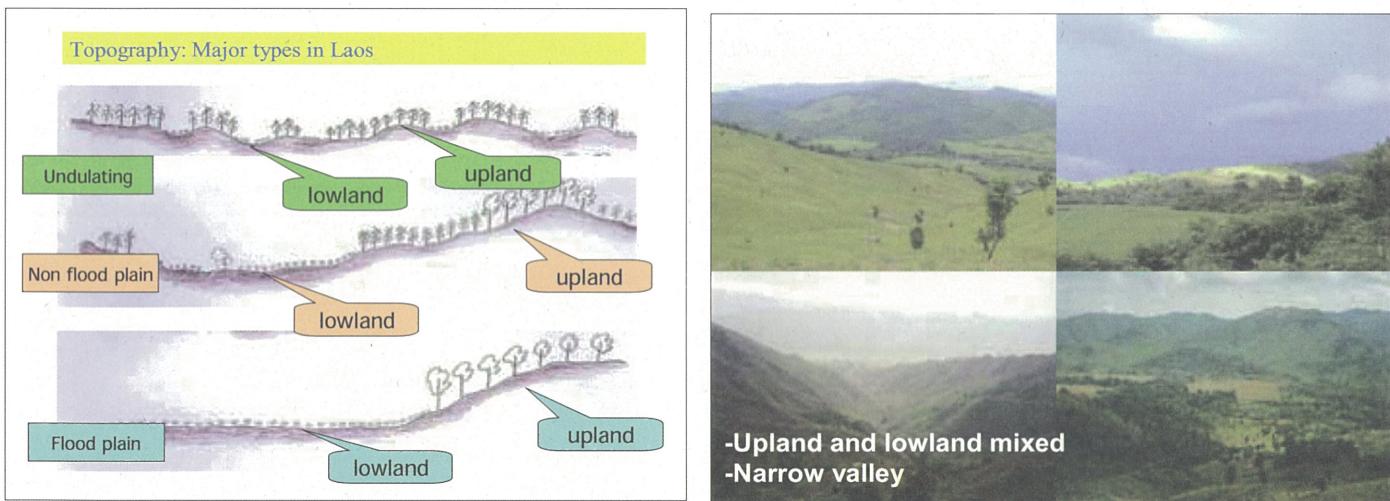
• Land Use and Land Cover change (LULC) is a key driver of global change

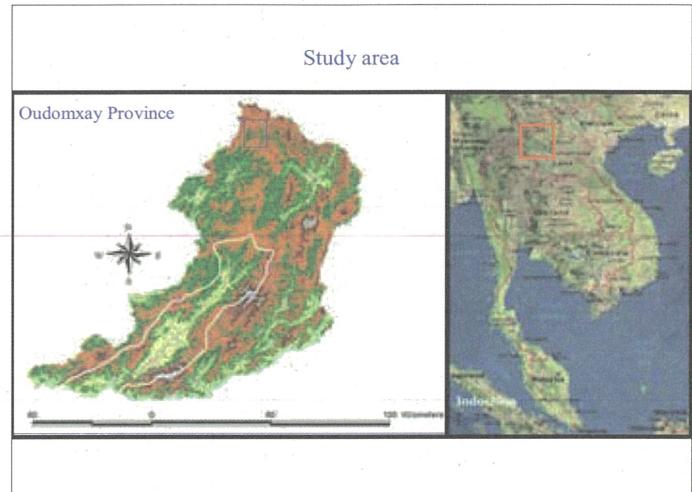
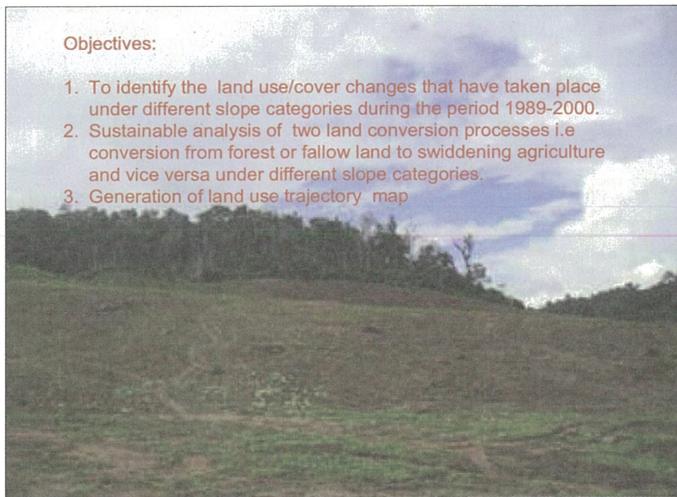
• To understand how LULC affects and interacts with global earth systems, information is needed on what changes occur, where and when they occur, the rates at which they occur, and the social and physical forces that drive those changes.

• Particularly, Land locked Lao PDR, located in mainland Southeast Asia, which was covered with 17 million hectares of forest land in 1970 was decreased to about 11.2 million in 1990 due to swiddening cultivation (also known as slash and burn or shifting cultivation).

• Thus, to ensure sustainable management of natural resources, it is necessary to monitor and characterize temporal and spatial changes in land-use/land-cover change.







**Study area**

- The topography of the study area is typical lowland – upland complex and ranges between 500 to 1600 m above msl.
- More than 75% of households in this region have been traditionally engaged in subsistence farming, combining low land rice cultivation in the plains with shifting cultivation of upland rice on sloping lands.
- The average annual rainfall of the study area is about 1300 mm.
- The temperatures are highest in April ( $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$ ) and lowest in December-January ( $7\text{-}11^{\circ}\text{C}$ ).
- The annual average temperature is  $22.8^{\circ}\text{C}$ , and
- The relative air humidity ranges from 65 to 95%.

**Methodology**

**Step 1**

- False color composite images were constructed out of Landsat band 2 and band 4 and Normalized Difference Vegetation Index constructed from these bands consistently provides the most spectral variability and classification meaning.

**Step 2**

- An unsupervised classification approach was adopted for delineation of vegetated and non-vegetated areas. It identifies non-vegetation category during the non-monsoon season which includes low land and upland agriculture and other land uses (settlement), which we are concerned with.

**Step 3**

- Each of the resultant classified image was also overlaid with DEM, in order to find out the spatial distribution of the non vegetation (agricultural area) under different slope categories.

**Step 4**

- Further, overall classification accuracy and kappa coefficient was estimated in the present study using Quickbird data having spatial resolution of 2.4 m for the year 2004 as reference data.

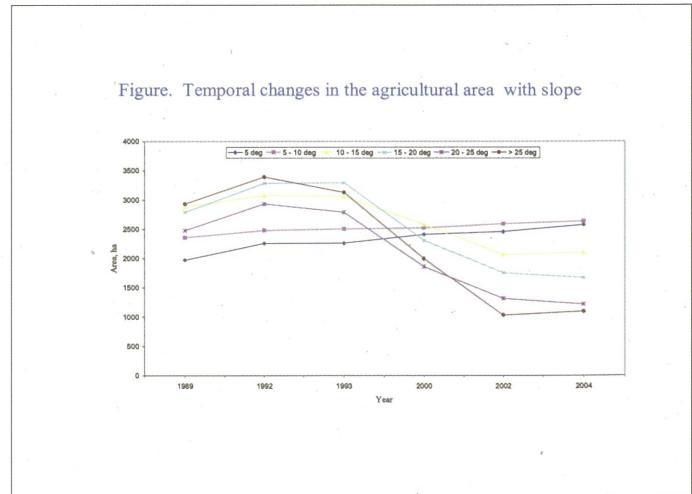
**Step 5**

- Subsequently, extracted binary images of the two successive datasets (1989-1992, 1992-1995, 1995-2000, 2000-2002, and 2002-2004) were overlaid using the arithmetic operator ‘+’ under ERDAS Imagine environment in order to study the land conversion process between two successive datasets.

**Step 6**

- The resultant image was reclassified into one of the three categories namely i.e. conversion from swidden to fallow, fallow/forest to swidden and no change class and integrated with DEM image.

## RESULTS



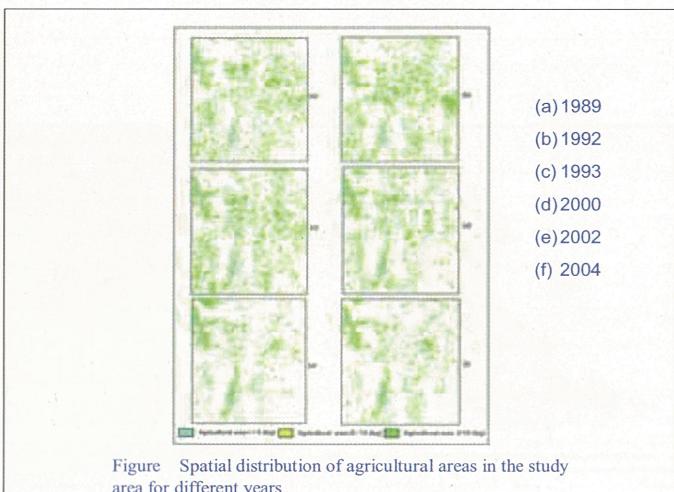


Figure Spatial distribution of agricultural areas in the study area for different years

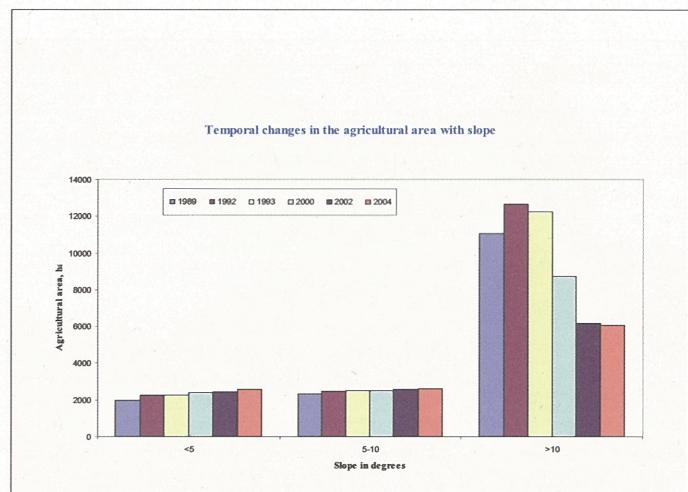


Figure Spatial distribution of agricultural areas in the study area for different years

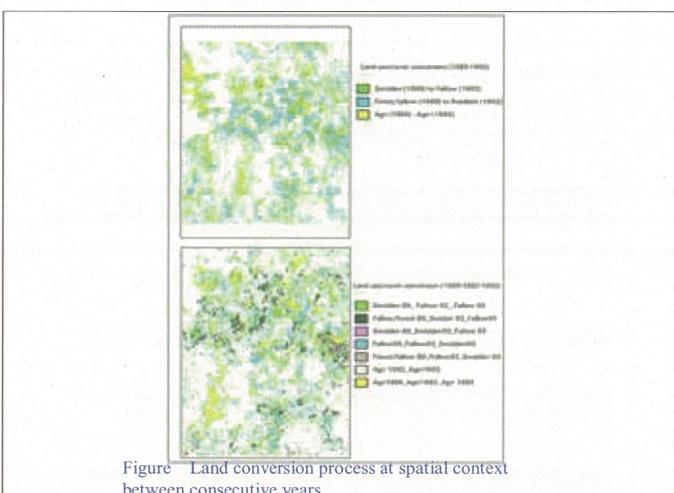


Figure Land conversion process at spatial context between consecutive years

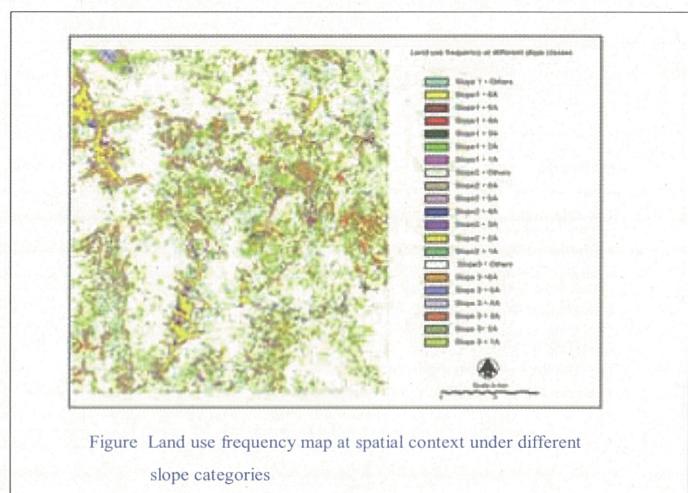


Figure Land use frequency map at spatial context under different slope categories

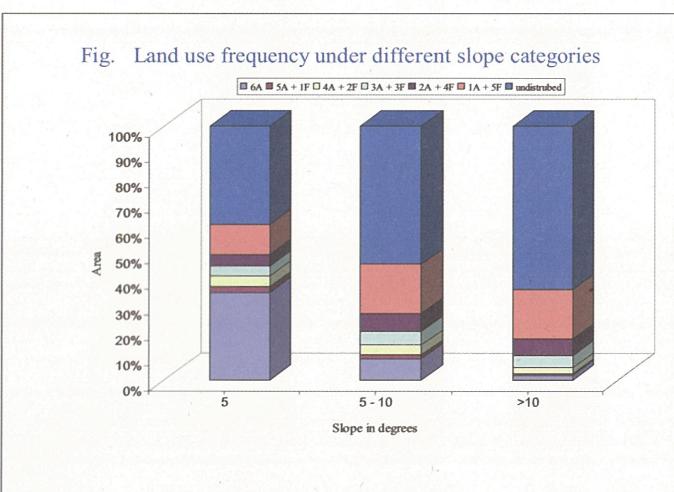
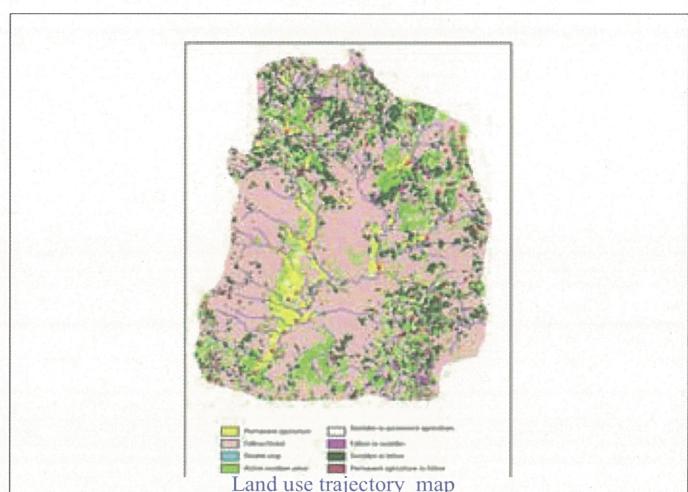
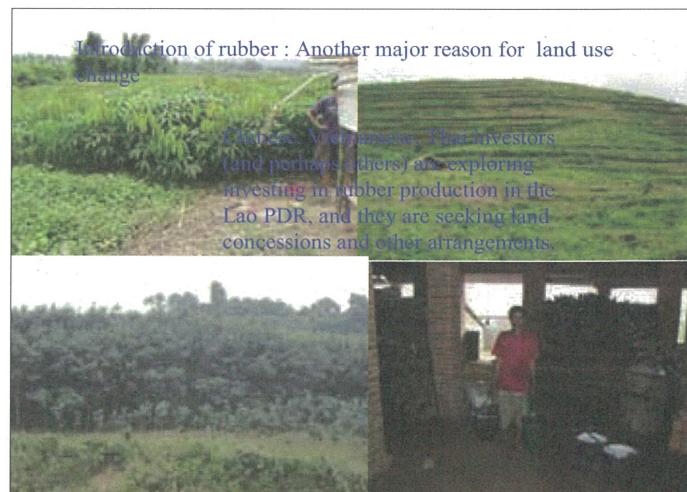
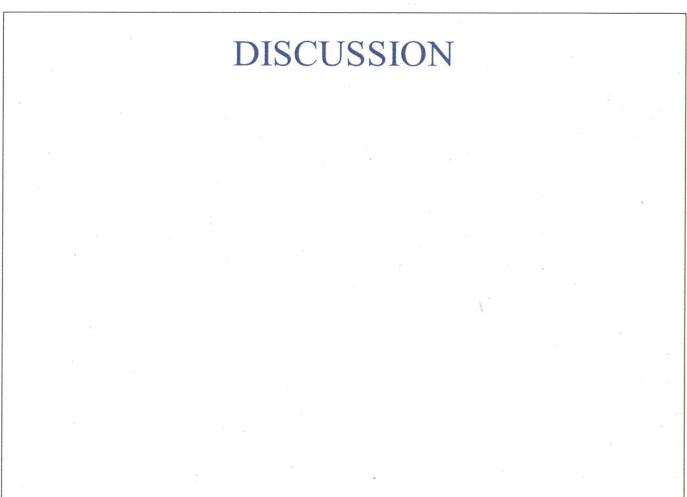
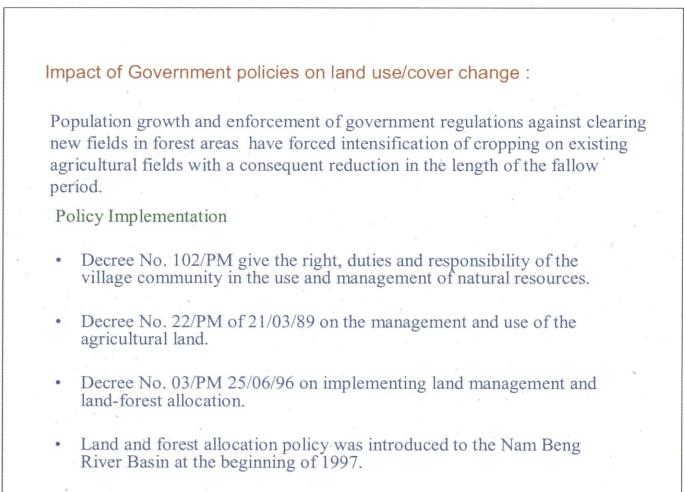
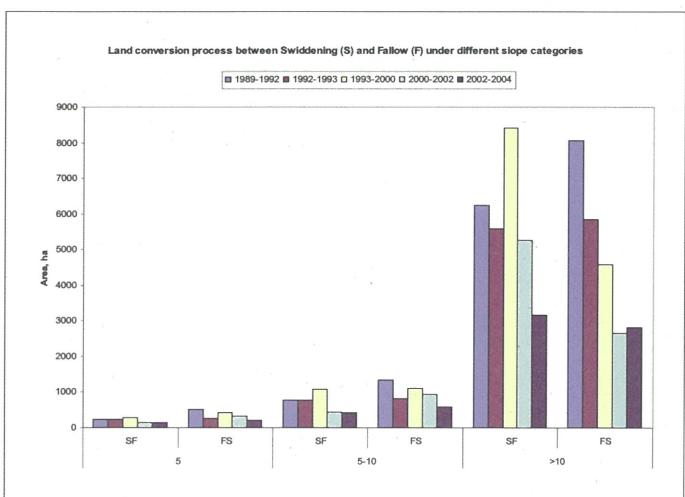
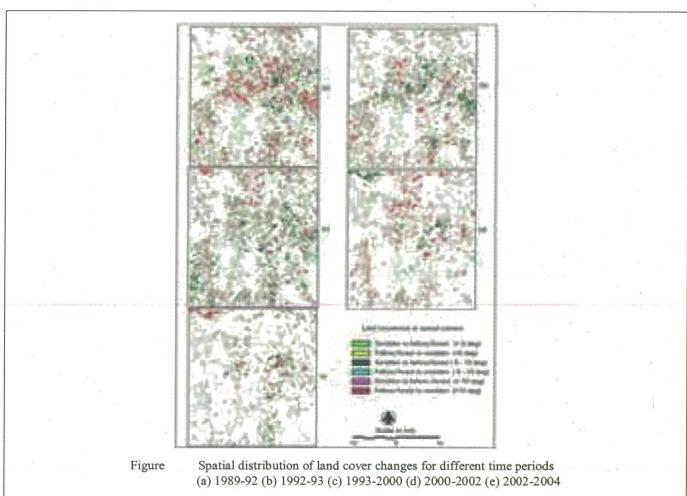
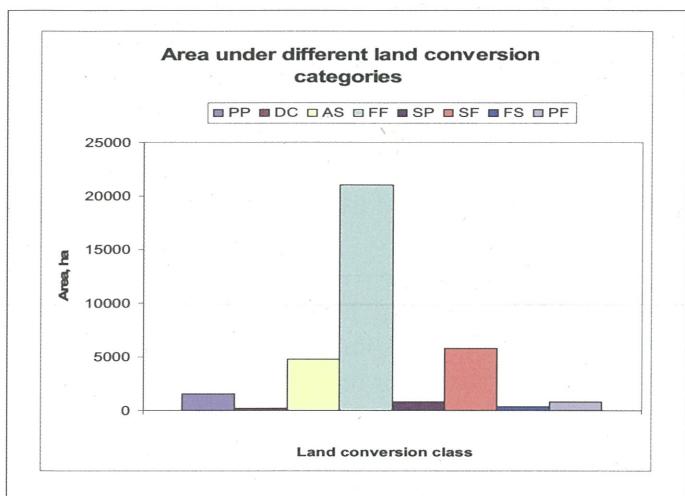


Fig. Land use frequency under different slope categories



## Land use trajectory map





### Other factors affecting land-use change:

Advanced cropping systems such as hybrid maize cultivation are also responsible for the reduction in the swiddening areas in the uplands after 1996

The ‘land pioneering’ habit of the people which led to establishment of new settlements also one of the major reason for land use change.

### Perspectives by some researchers:

Swidden cultivation, rather than being the bane of tropical conservation may be  
 –ecologically appropriate,  
 –culturally suitable, and  
 –best means available for preserving biodiversity in many upland areas of Southeast Asia.

### Conclusions:

Land cover change detection based on remote sensing data allows the identification of major processes of change. Having an accurate picture of the scale and pace of changes in swidden farming systems on a regional basis is important, not only to better explain why the changes are taking place, but also to be able to predict possible consequences of the change from swiddening systems to other agricultural systems

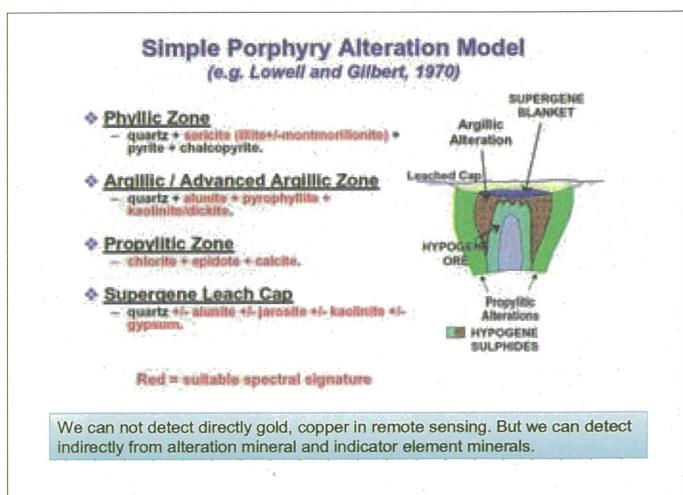
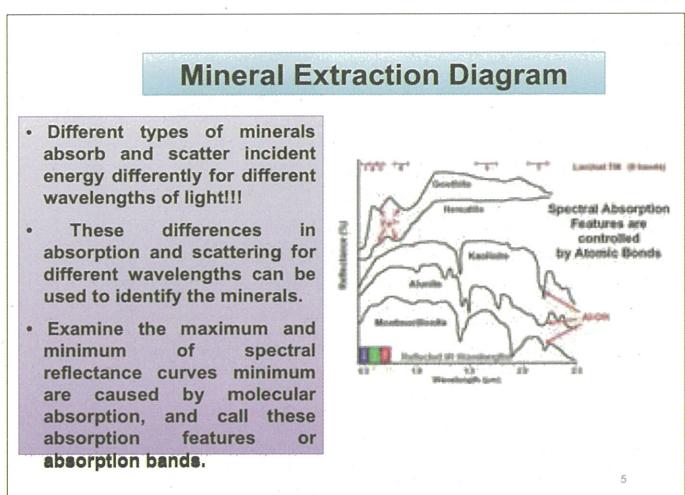
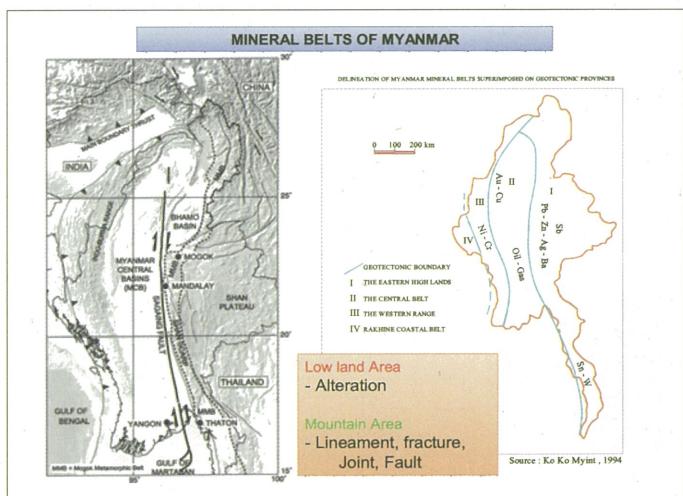
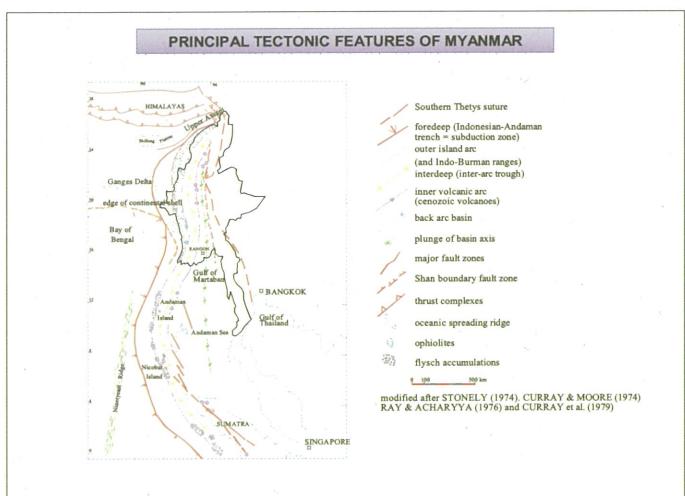
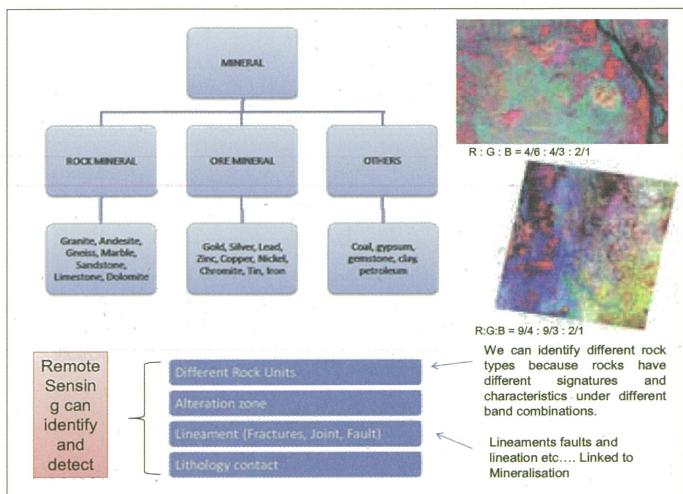
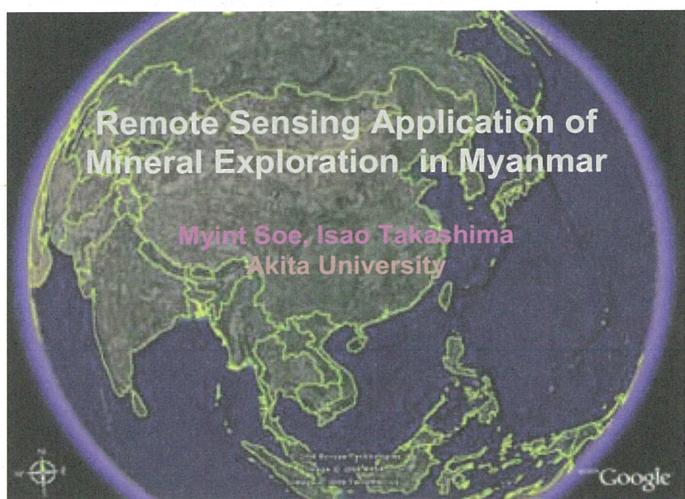
### Further work

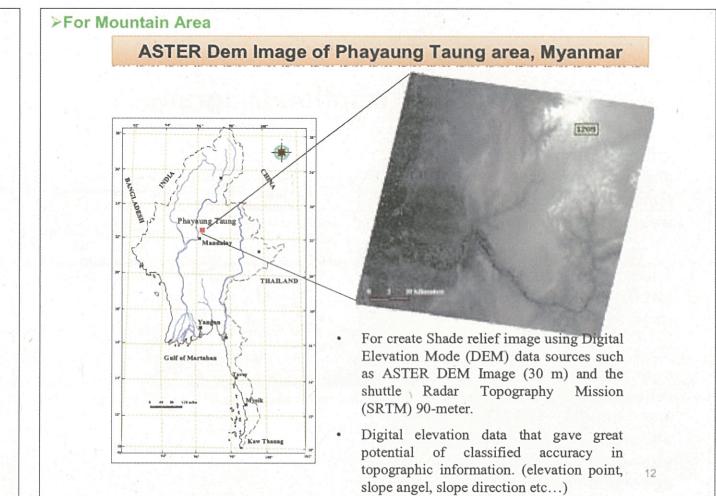
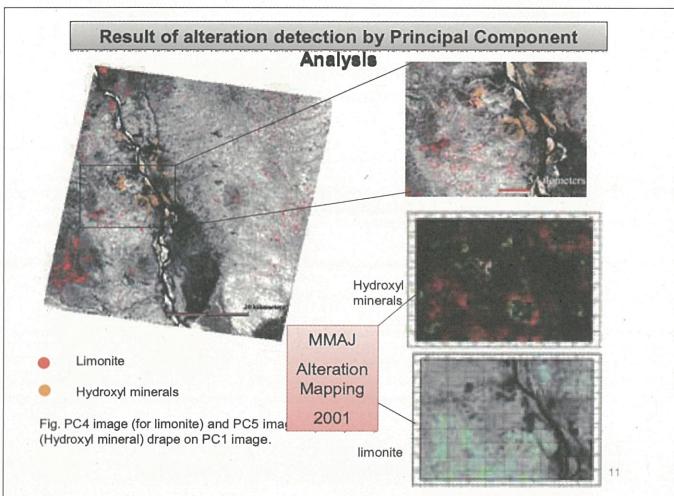
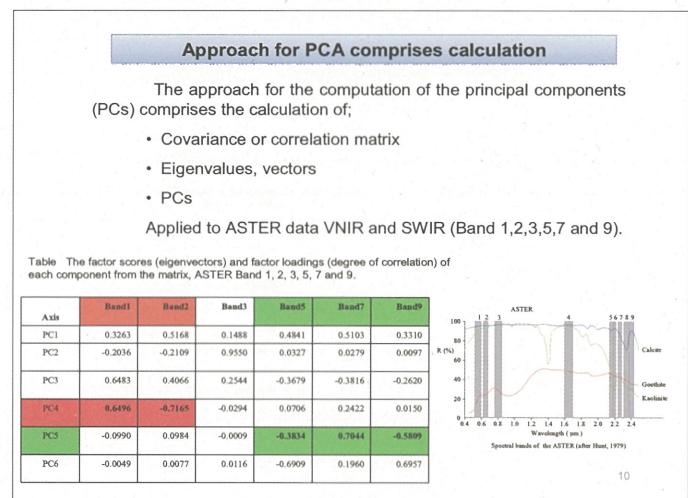
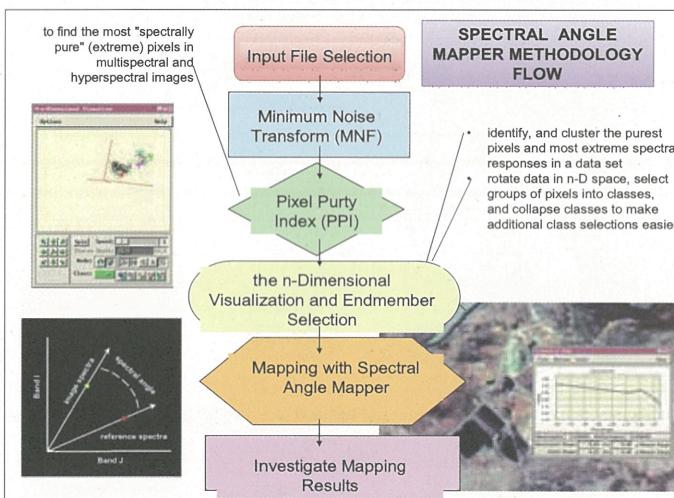
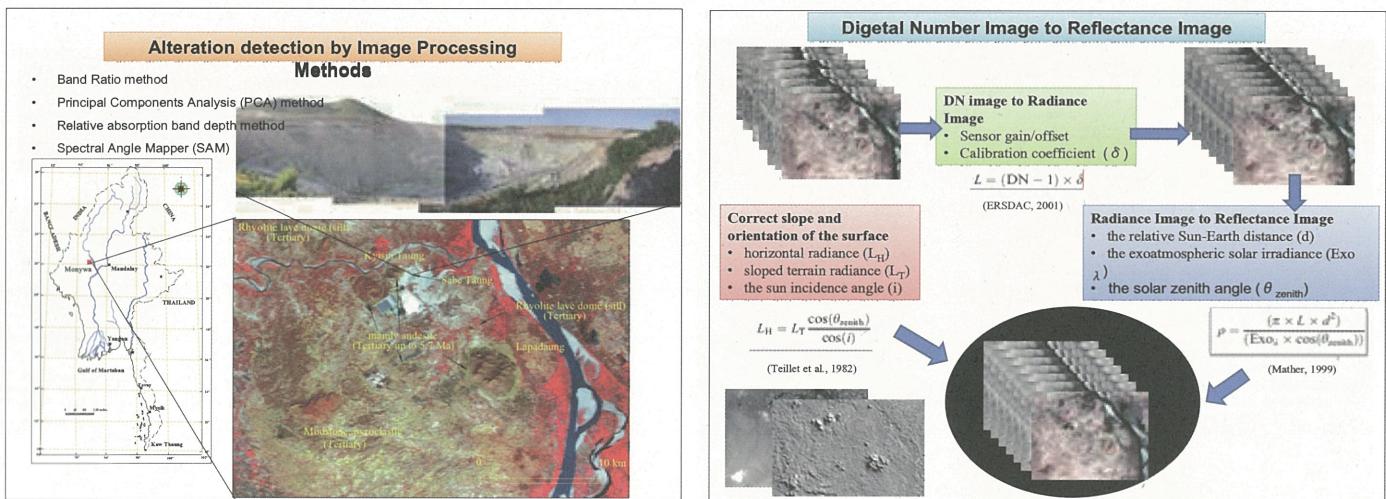
Though in the present study, analysis was carried out to smaller case study area, but similar analysis can be taken up at regional level in order to frame national development strategies for the management of land and forest resources as these resources are essential for both economic and environmental purposes in the mountainous region

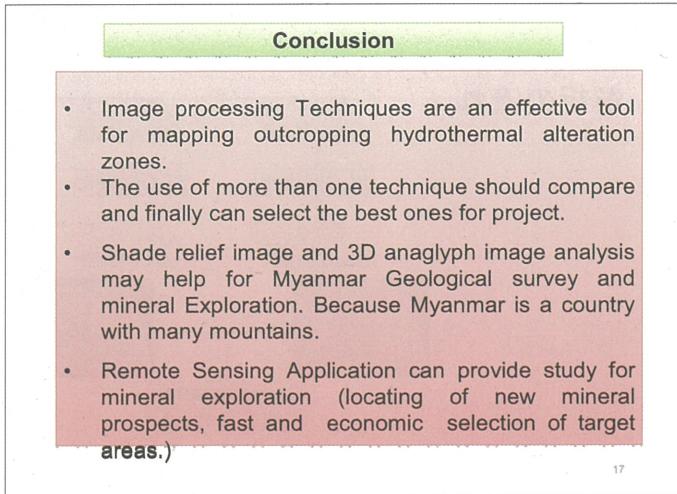
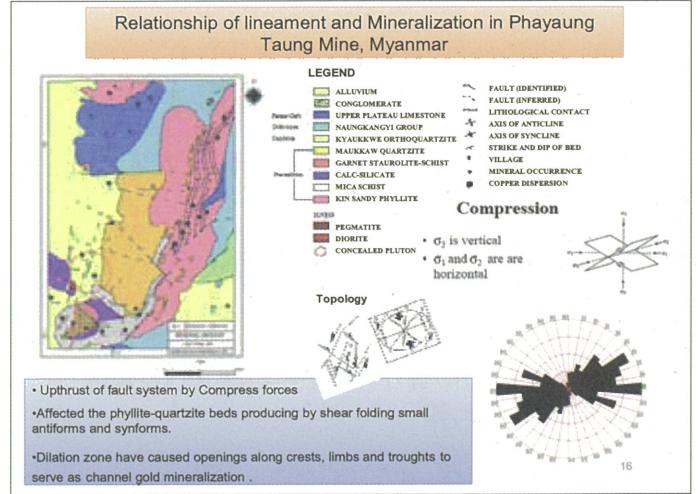
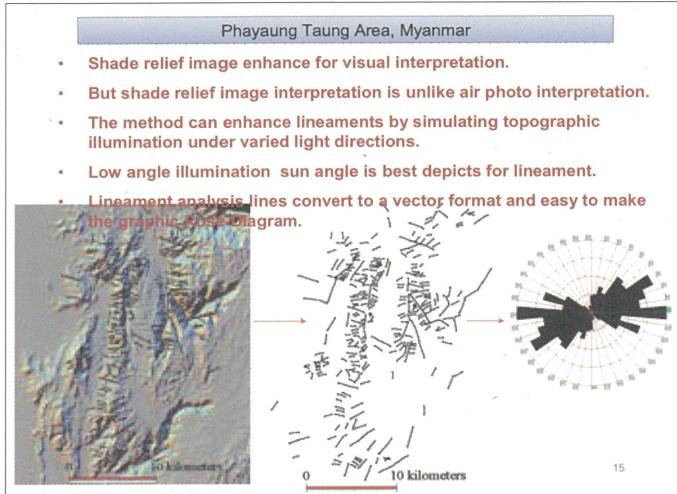
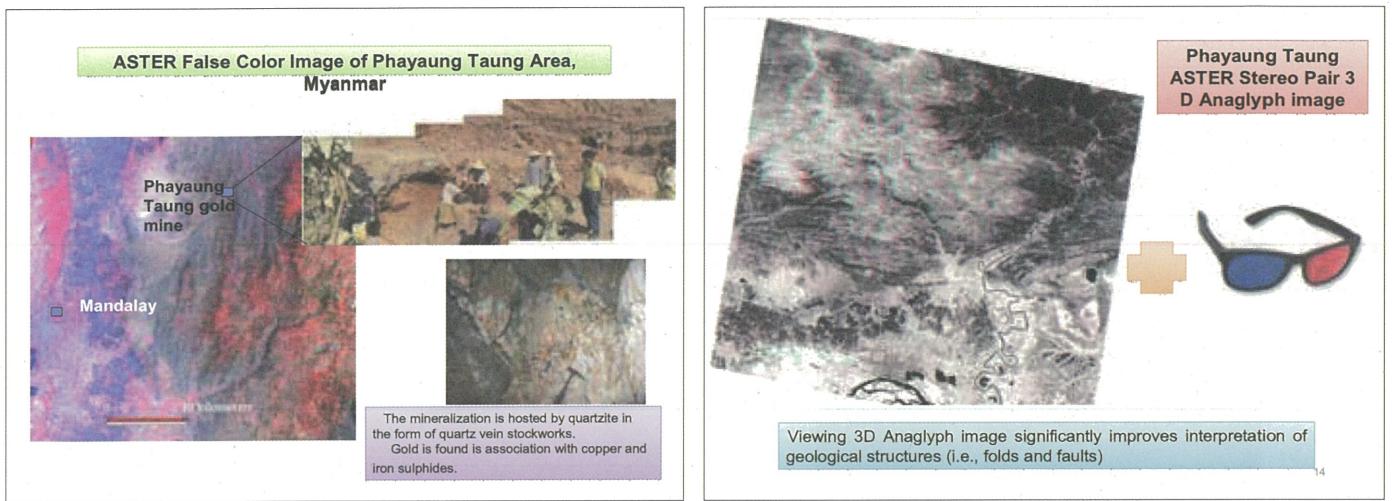
**Thank You!**

Road to our efforts still ahead

## Remote sensing application of mineral exploration in Myanmar







**THANK YOU**

# 干渉SARを用いた房総半島の地殻変動の検出

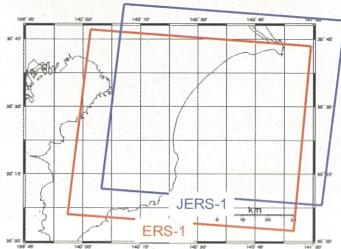


澤口貴士 伊勢崎修弘  
千葉大学大学院自然科学研究科 2007/2/28

## 概要

本研究では、合成開口レーダ（SAR: Synthetic Aperture Radar）による人工衛星データ解析技術である干渉SARを用いて、千葉県房総半島の地殻変動の検出を行なった。

対象とする地域は  
千葉県房総半島の  
右図のエリアとする。



## 研究の背景と目的

干渉SARに関する技術については多くの研究・報告がなされている。しかし、

- 精度
  - 解析処理
  - 変位の判読
- } 信頼性に問題がある



異なる解析ソフト・異なる衛星データを用いた解析結果の違いを比較

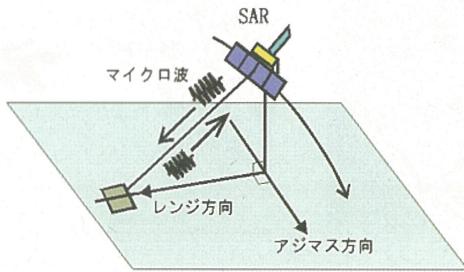


干渉SARによる地殻変動検出の有効性を検証する。

## SAR

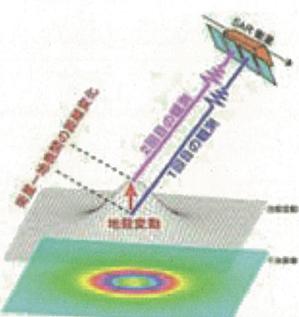
SAR (Synthetic Aperture Radar: 合成開口レーダ)

- 地表を観測するためのリモートセンシングセンサーの一種
- 航空機や人工衛星に搭載して用いられる。



## 干渉SARとは

SARで同じ地域をほぼ同じ位置から、ある期間において2回観測する。

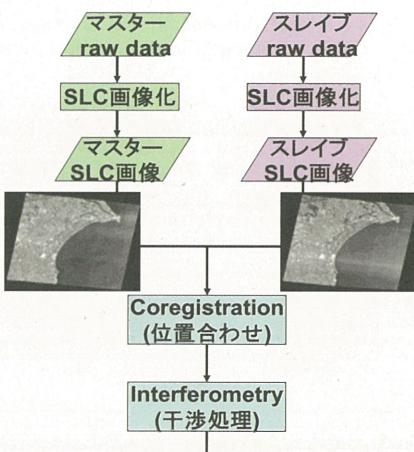


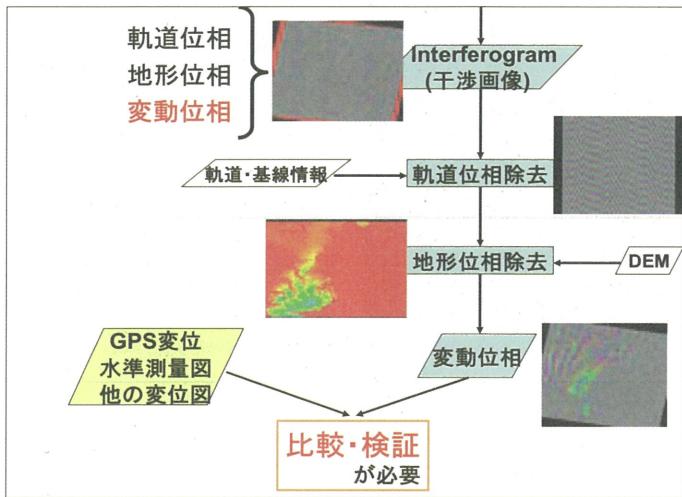
もし1回目と2回目の観測のあいだで地表が変動していれば、レーダーと地表との距離が変化し、受信波の位相もレーダーと地表との距離変化に応じて変化する。

つまり、2回の観測データで位相が異なっていたら、その位相の差が変動量に対応することになる。

(国土地理院HPより)

## 解析の流れ





## 解析手法

- SAR解析ソフトには、EarthView-InSAR(Atlantis)とGAMMA-SARソフトウェア(GAMMA REMOTE SENSING)を用いる。
  - 生成した干渉画像の位相差から変位量を読み取る。
- ↓
- 解析ソフトウェアの違いによる結果の比較
  - 異なる衛星データによる結果の比較
  - 水準測量データとの比較

## 使用データ

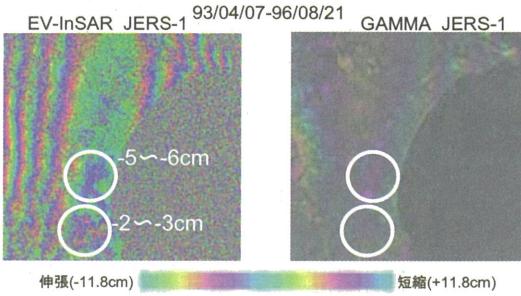
JERS-1 6シーン9ペア  
ERS-1 2シーン1ペア を使用。

ペア	衛星	Master	Slave	基線長 (m)	干渉結果	
		Date	Data		EV-InSAR	GAMMA
1	JERS-1	1993/2/22	1996/5/25	1168	△	○
2		1993/2/22	1996/8/21	594	△	○
3		1993/2/22	1996/11/17	389	△	○
4		1993/4/7	1996/5/25	2581	×	△
5		1993/4/7	1996/8/21	858	○	○
6		1993/4/7	1996/11/17	1758	○	○
7		1993/9/30	1996/5/25	1021	○	○
8		1993/9/30	1996/8/21	753	○	○
9		1993/9/30	1996/11/17	209	○	○
10		1992/11/27	1996/3/5	592	○	○

←too long baseline

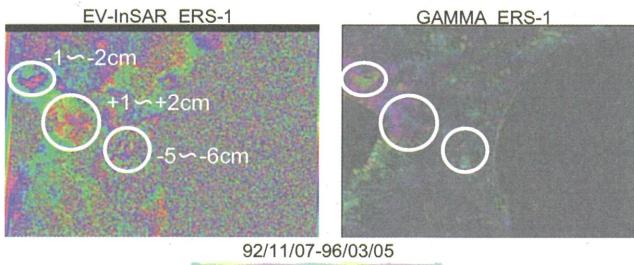
## 結果と考察

### 解析ソフトウェアの違いによる比較(JERS-1)



シーン中央付近の同一の場所でほぼ同じパターンがみられた。変動縞は視線方向から遠ざかる方向に遷移しており、これらは視線方向で衛星から遠ざかっていることを表す。

### 解析ソフトウェアの違いによる比較(ERS-1)



ERS-1 データにおいて、EV-InSARとGAMMAの変動域・変位量は、ほぼ同様の結果となった。

両者で整合性のある結果となつたことから、実際の変動を示している可能性が高いと考えられる。

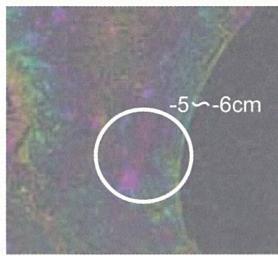
## ソフトウェアの相違点

- EV-InSAR**  
coregistration後のRMS(二乗平均誤差)の最大値を指定。  
→ある程度誤差が大きいとエラーになるため、手動の coregistrationに依存する。
- GAMMA**  
処理範囲の全ての対応点のS/N比を計算し、用いる対応点のS/N比のしきい値を設定してcoregistrationを行なう。  
→設定したしきい値よりS/N比が低い対応点は用いられず、信頼できる対応点だけを利用する。

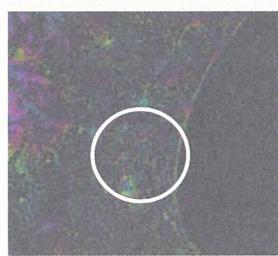
位置合わせの方法の違いが、ソフトウェアによる解析結果の違いを生むと考えられる。

### 衛星の違いによる比較

取得時期の近いJERS-1データとERS-1データの解析結果を比較した。(GAMMA)



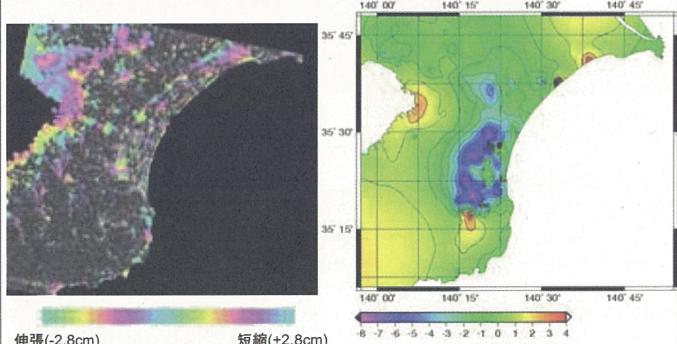
GAMMA JERS-1



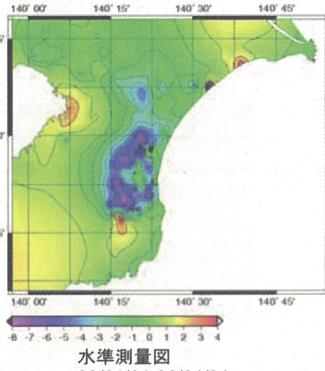
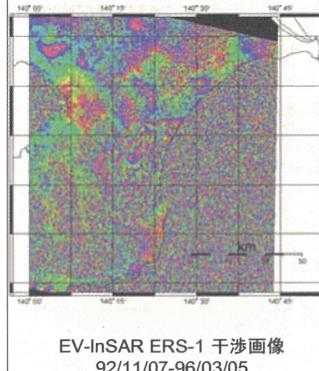
GAMMA ERS-1

変動が大きいと思われる地域においてはほぼ同様に、視線方向に5~6cm遠ざかる変位を示した。

### 水準測量との比較



### 水準測量との比較



ERS-1干渉画像と水準測量図において、変動域と変位量がほぼ一致。

### まとめ

①処理ソフトの違いによる差を検証するために、同一のSARデータに対して異なるソフトウェアを用いて処理を行なった。

JERS-1においては狭い範囲でのみ共通の変動が得られ、ERS-1においてはほぼ同様の結果が得られた。

②衛星の違いによる差を検証するために、JERS-1、ERS-1双方の解析結果を比較した。

変動量の多い地域においては両者はほぼ同様の変位量を示した。

③1992年/1996年 ERS-1 SARデータより地殻変動と変位量を検出し、水準測量と比較した。

水準測量の変位量と、干渉SARにより得られた沈下域・沈下量には整合性が見られた。

干渉SARにより、地殻変動を検出するとともにその変位量を把握した。

また、信頼性のあるデータを用いれば、異なる解析ソフトでも同様の結果を得ることができた。

変動の検出が可能であるかどうかについては、使用するデータの軌道情報の正確さや基線長に依存する部分が大きい。

その点を克服できれば、GPS観測・水準測量データを補間する技術として大いに期待できるだろう。

# アムール川流域における三江平原の土地被覆変化

## Land cover change in Sanjiang plain in Amur river basin

増田佳孝\*, 春山成子\*, 近藤昭彦\*\*

Yoshitaka MASUDA\*, Shigeko HARUYAMA\*, Akihiko Kondoh\*\*

(\*東京大学大学院新領域創成科学研究科, \*\*千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

(The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Science, \*\* Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

### 1. はじめに

国際河川であるアムール川は、延長距離4,350km, 流域面積 2,051,500 km<sup>2</sup>の巨大河川である。アムール川流域では1980年代以降、中国の経済発展と伴う都市開発や国家事業としての大規模な農業開墾がなされてきた。特に人間活動によるアムール川流域の土地被覆変化は、黒龍江省の三江平原及び松嫩平原で顕著であり、統計資料の解析から当該地域では湿地の農地転換が大きいことが示されている。近年、湿地や森林の改変が海洋生態系に影響を与えるという仮説が提唱されており、また生物多様性の観点からも三江平原の湿地開発については高空間分解能の衛星データを用いたさらに詳細なマッピングが必要である。そこで本研究では、高空間分解の衛星データであるLandsat/MSS,TMを用いて1980年代と2000年代の三江平原の土地被覆変化を明らかにすることを目的とする。

### 2. データ及び研究手法

三江平原の土地被覆の経年変化解析には、1989年6月12日と2000年7月4日に撮影されたLandsat5/TMデータ(Path 114、Row 027)を用いた。TM (Thematic Mapper) とは Landsat5に搭載されたセンサのことであり、可視域から熱赤外域に7バンドを持ち、空間分解能は30m (Band6のみ120m) である。

2時期の画像に対してバンド6以外の全バンドを用いて教師無し分類を行った。なお、2005年及び2006年の9月にGPSとデジタルカメラを用いたグランドトルースを行っており、分類結果の解釈に用いた。

### 3. 結果と考察

下図の左上にある河川がアムール川であり、途中で中国の松花江と合流している。1989年と2000年では、三江平原東部の湿地が大きく減少し耕地面積が増加していることが分かった。本解析では耕地や湿地植生を細かく分類していないため、今後さらに分類項目を詳細に分けて各土地被覆の面積推移を解析する予定である。

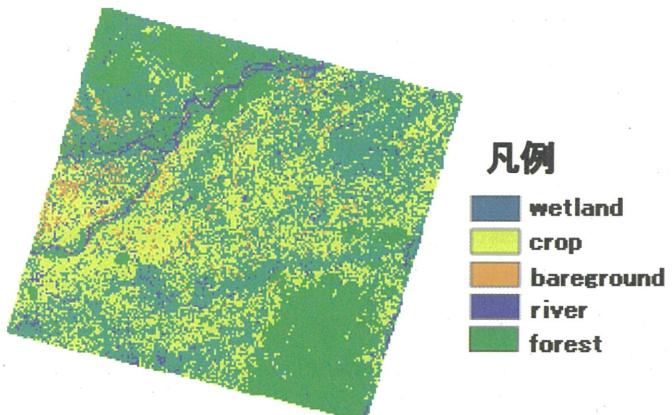


図1. 2000年7月4日 Landsat/TMの教師無し分類画像

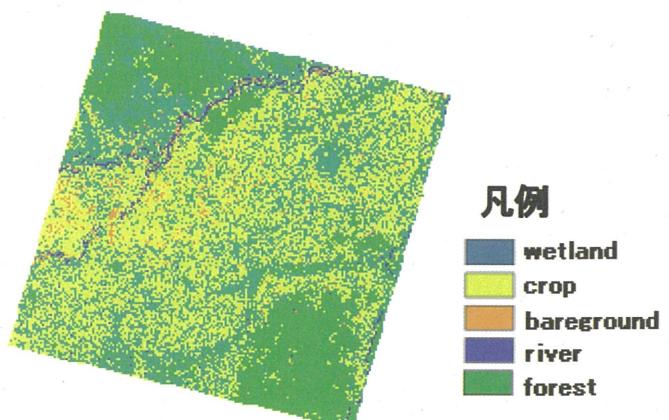


図2. 1989年6月12日 Landsat/TMの教師無し分類画像

## **Urban Monitoring using Former Japanese Army Maps (Gaihozu) and Remote Sensing : The 100 Years of Urban Change of Jakarta City**

J. Tetuko S. S.<sup>1</sup>, and Y. Murayama<sup>2</sup> and I. Indreswari S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 1-33, Yayoi, Inage, Chiba 263-8522 Japan, Tel +81(0)43 290 3840 Fax +81(0)43 290 3857, Email jtetukoss@faculty.chiba-u.jp

<sup>2</sup> Department of Geo-Environmental Science, Faculty of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578 Japan  
Tel / Fax +81(0)22 795 7761

<sup>3</sup> Department of Architecture, School of Graduate Study, Institute of Technology Bandung, Jalan Ganesha 10,  
Bandung 40132 Indonesia, Tel +62(0)22 250 1214 Fax +62(0)22-250 8059 Email innes@bdg.centrin.net.id

### **I. Introduction : a brief history of Jakarta city**

From prehistoric time to Muslim and Hindu-Javanese kingdoms, the Jakarta area (now the capital of Republic of Indonesia) was a small village called Sunda Kalapa in twelfth century<sup>1)</sup> which appears to have been a harbour for a Hindu-Javanese kingdom called Padjajaran, the capital of which was near the present mountain resort of Bogor, south of Jakarta. A port on the Ciliwung river (see Figure 1) emerged as an important part of Indonesian trade. The importance of Sunda Kalapa was similarly affected as the port of Malacca on the west coast of Malaya that was conquered by the Portuguese in 1511. The Sunda Kalapa was renamed to Jayakarta (Victorious and Prosperous) by the sultanate of Banten

Then this area was started to develop by building of Dutch East India Company (VOC) fort on west bank of the River Ciliwung in 1619<sup>2)</sup>. Then this area was familiar by calling 'Batavia' and about ten thousands people were living in this small city. Traders from India, China, England, Holland and other islands of the archipelago are recorded continuing to visit the port for spices trading.

Total population of Jakarta (inside the wall or fort Batavia) in 1673 was recorded 27,068 people. By the end of the eighteenth century, the VOC was bankrupt that affected the total population would be 35,000 peoples in 1730. This economic situation was worse; hence the population of city had dropped to 12,131, with 160,986 living in the environs, a large area extending south to the mountains (Bogor area or former Buitenzorg city). In 1815, although the power of VOC declined, the population increased slowly to be 47,000. The city was sprawling by the installing of modern public transport, therefore the population increased to be 70,000 in 1850, and 116,000 in 1900. The city was strung out over 10 to 12 km from north to south. By the 1930, the population of the city of Batavia had grown to 435,000 where the immigration caused it to expand. Most of the road network had been asphalted and public services (electricity and telephone) were established in 1940. In 1942, Japanese occupied the archipelago and divided it into regions, and changing the capital's name to Jakarta that was treated as the capital of one such region, Java. 1942 to 1949 periods is the struggle period of Indonesian for Independence of Indonesia from Dutch, and Jakarta assumed as the capital of an independent Indonesian nation-state in December 1949. Van des Plas reported the population was 844,000 in September 1945. After the independent and Jakarta was decided as the capital of Republic of Indonesia, the urbanization made increasing the population that recorded 1,050,000 in 1948, almost double the figure for 1930. President Soekarno's visions had little relevance to the dominant fact of Jakartan life in the period, official figures show the the population was increasing drastically 1,782,000,

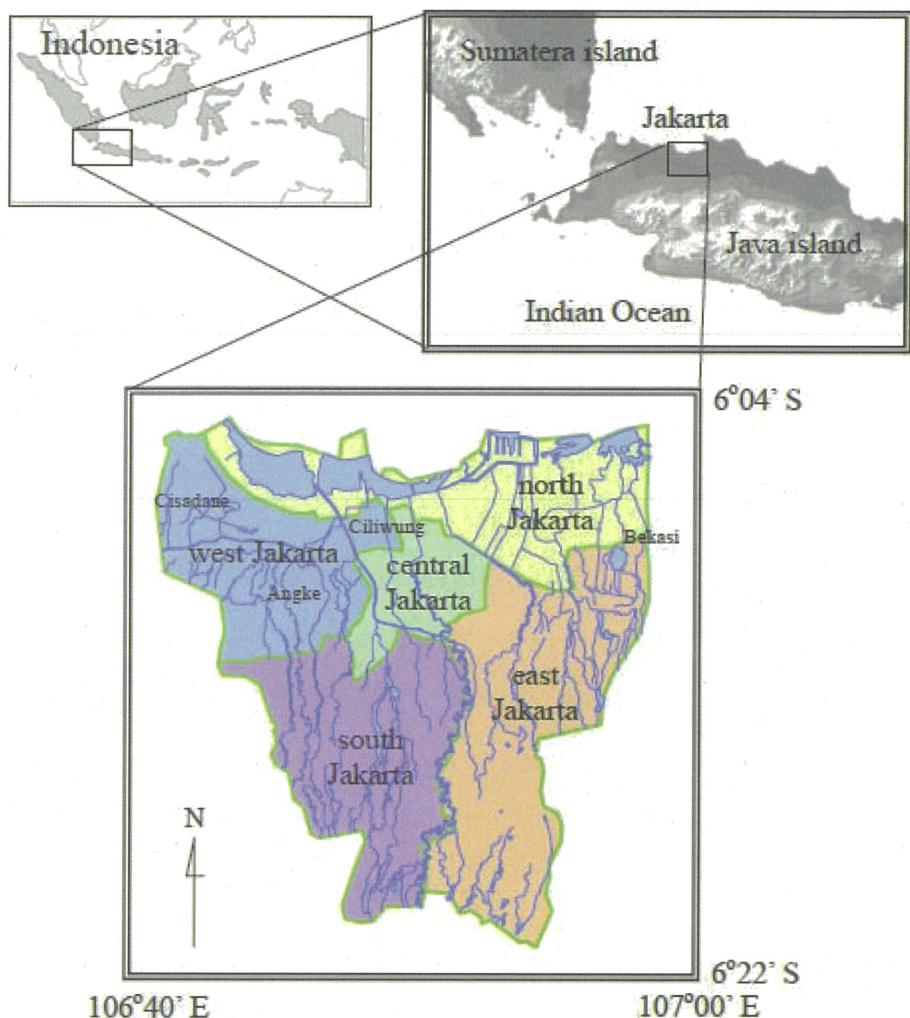


Figure 1. Study site : Jakarta city, Indonesia and its environment

2,973,000 and 3,813,000 in 1952, 1961 and 1965, respectively. Base on the census report of Indonesian Govermental Statistics<sup>3)</sup>, the population in 1971, 1980, 1990, 1995, 2000 and 2004 are 4,579,303; 6,503,449; 8,259,266; 9,112,652; 8,389,443; and 9,792,000, respectively. The population in 2000 decreased comparing to 1995, it is assumed the impact of Asian economic crisis in 1997. The population in 2004 was increasing again by the economy recovery for the economic crisis. The population trend of Jakarta city from 1815 to 2004 can be seen in Table 1.

The Statistics shows that the urban area coverage of Jakarta 93,7% in 1980, and 100% after 1990s (see Table 2), where total area is 661 km<sup>2</sup>. The data shows the lack of information of urban area coverage before 1980. Therefore, in this research, old maps and satellite images were employed to obtain the urban area coverage before 1980. The detail analysis will be explained next.

## II. Study site

Figure 1 shows the study site, Jakarta city (capital of Republic of Indonesia) that located in 106°40'E - 107°00'E, 6°04'S - 6°22'S and covering about 661 km<sup>2</sup>. The area around the mouth of the Ciliwung river in west Java, the site of present-day Jakarta, has known human settlement from prehistoric times. Built up from the silt

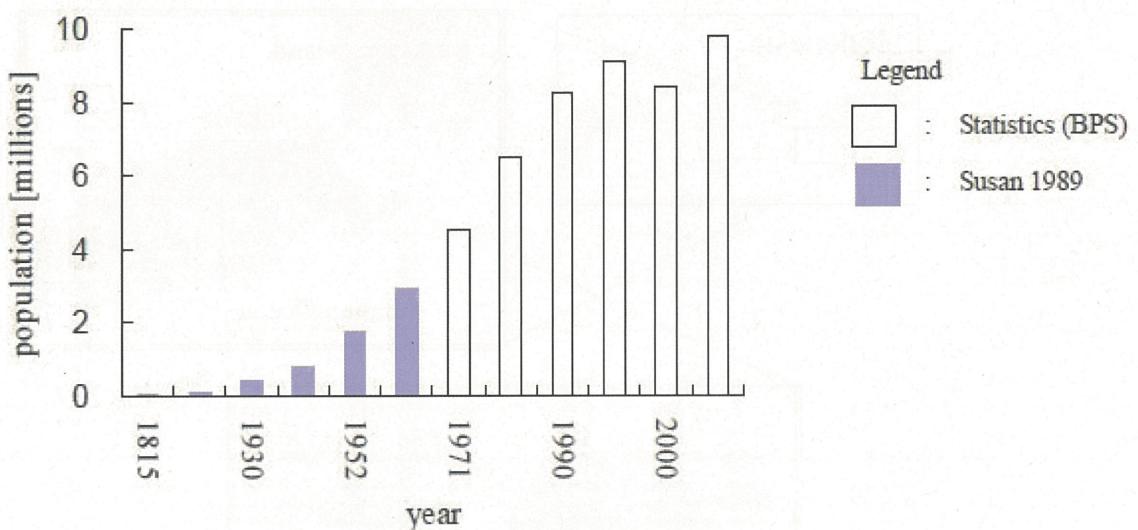


Table 1 Population of Jakarta city

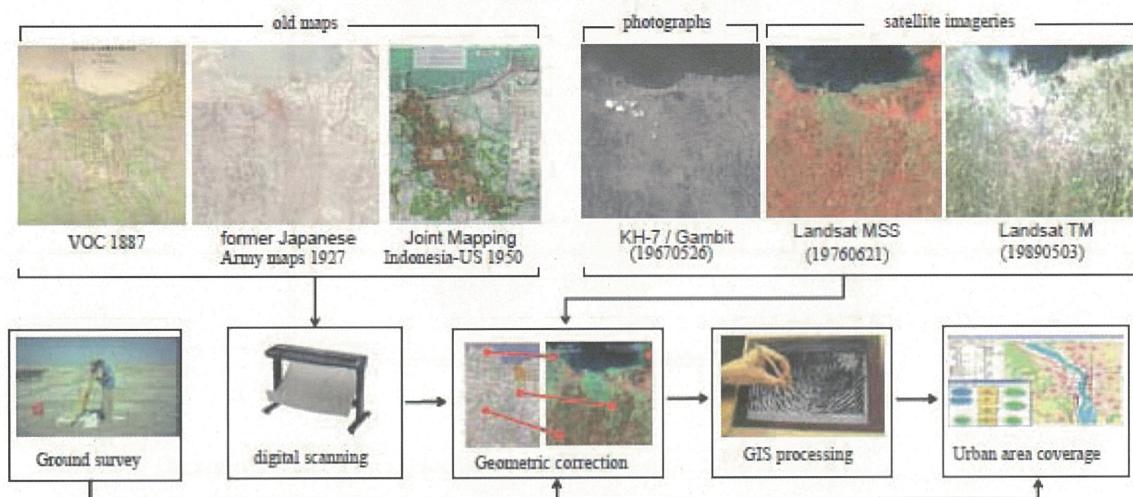


Figure 2 Flowchart of analysis

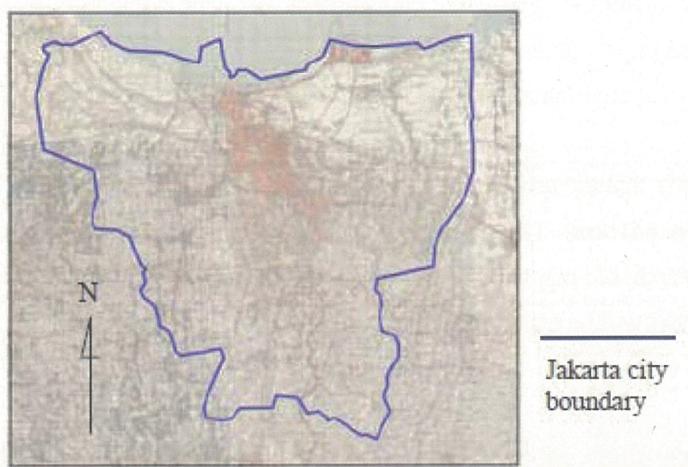


Figure 3 Mosaic maps of the former Japanese Army

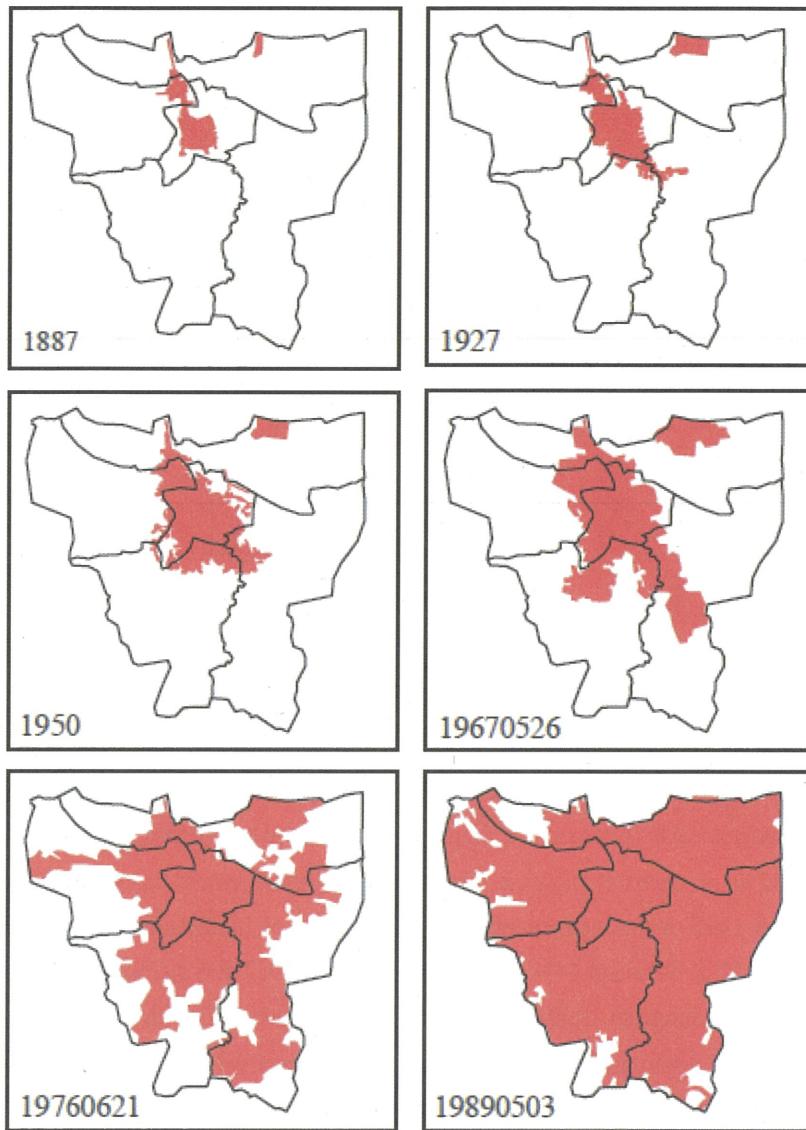


Figure 4. Urban area change of Jakarta city in time series

washed down from the volcanic mountain range to the south, an alluvial plain spreads out in a fan shape traversed by several rivers: Cisadane, Angke, Ciliwung, Bekasi and Citarum.

### III. Analisis

The urban area change of Jakarta city is investigated by using old maps and satellite images. The employed old maps are VOC (1887), former Japanese Army map (1927), and Joint Mapping Indonesia - US 1950 maps. Especially, the former Japanese Army map is composed or mosaicked by 11 maps<sup>4)</sup> as shown in Figure 3. Jakarta city boundary in this Figure shows the present boundary of Jakarta. Then the satellite images are KH-7 / Gambit (26 may 1967), Landsat MSS (21 June 1976) and Landsat TM (3 May 1989).

As shown in Figure 2, firstly the old maps are scanned. Secondly, the maps were geometric corrected before digitizing process (visually) to obtain the urban area class. The satellite images are also geometric corrected, then supervised classification process was employed to acquire the urban area class. The topographic maps<sup>5)</sup> with

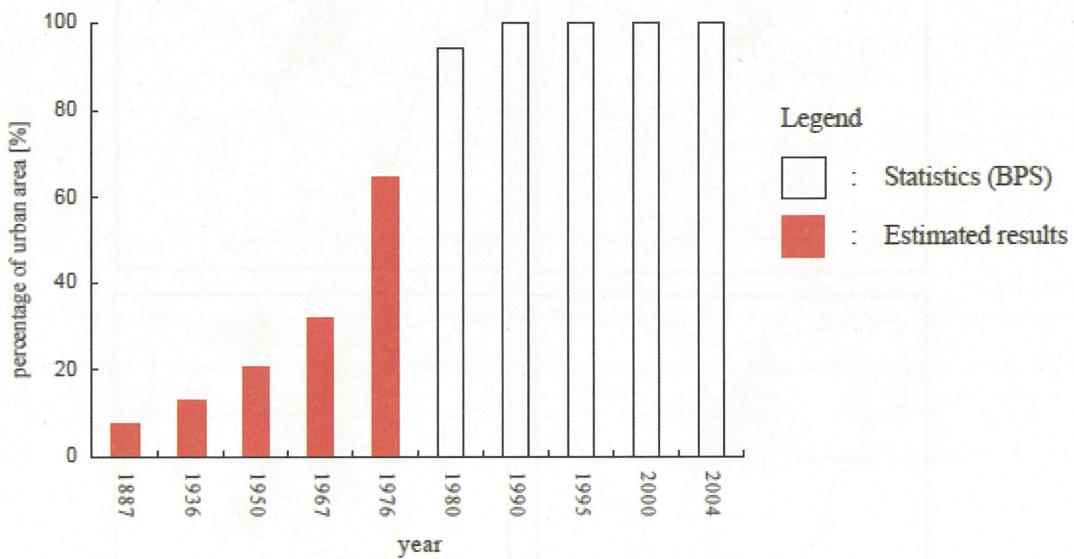


Table 2 Urban area of Jakarta in time series

1:25,000 scale were used in the geometric correction. Then the urban area class only was delineated to obtain the urban area distribution more clearly. Base on the digitizing or delineation process, the coverage of urban city of Jakarta in each date could be acquired as shown in Figure 4. This Figure shows (visually) that the urban area was increasing drastically after 1945 or the independent year of Republic of Indonesia. Figure 4 shows that the urban area coverage is 8%, 13%, 21%, 32% and 64% in 1887, 1927, 1950, 1967 and 1976 respectively. Base on Landsat TM data (3 May 1989), the coverage in 1990s is almost 90% or matches well with the statistics data. Table 1 and Table 2, or the population and urban area change of Jakarta city respectively show the strong relationship. These tables mean the increased population caused the sprawling of urban area.

#### IV. Conclusions

Like many big cities in developing countries, Jakarta city has almost 250 years history and suffers from major urbanization problems. The population has sharply risen after 1960s, and base on the old maps and satellite images extracting the urban area, this area covers whole of city (661 km<sup>2</sup>) in 40 years after the independent and the declaring of Jakarta as the capital of Republic of Indonesia. The result shows that the old maps (1887 - 1950) include former Japanese Army maps (Gaihozu), and satellite images (1967 - 1989) combination can be employed to monitor the city sprawling and its problems.

In the near future, the authors will employ these data and Geographical Information System (GIS) to retrieve the city spatial information and its change. The information of urban area, vegetation, digital elevation model (DEM), annotation, transportation network and hydrologic network will be retrieved from the former Japanese Army map to obtain the topographic information of 1900s. The high resolution of satellite images also will be employed to monitor the area around Jakarta city or known as buffer zone of Jakarta (Bekasi, Bogor, Tangerang, and Banten) called Jakarta Megapolitan area.

## Acknowledgement

Thank to the Museum of Natural History, Tohoku University to the Gaihozu; Pandhito Panji Foundation - Remote Sensing Research Center for old maps; and University of Maryland for Landsat datas. This work was carried out by the joint research program of CEReS, Chiba university.

## References

1. Simon Winchester, Krakatoa - the day the world exploded: August 27, 1883, Sterling Lord Literistic, 2003.
2. Susan Abeysekere, Jakarta : A History, Revised edition. Oxford University Press, 1989.
3. BPS, Indonesian Statistics Report, 2005.
4. Gaihozu, Blad 36/XXXVIIA (oud No.17A) Maoek, 36/XXXVIIC (oud No.17C) Tangerang, 36/XXXVIIIA (oud No.18A) Paroeng Pandjang, 36/XXXVIIIB (oud No.17B) Batavia, 36/XXXVIIID (oud No.17D) Kebajoran, 36/XXXVIIIB (oud No.18B) Paroeng, 37/XXXVIIA (oud No.23A) Tandjoeng Priok, 37/XXXVIIC (oud No.23C) Meester Cornelis, 37/XXXVIIIA (oud No.24A) Depok, 37/XXXVIIIB (oud No.23B) Moeara Bekasi, 37/XXXVIIID (oud No.23D) Bekasi, 24B Tjibaroesa : the Museum of Natural History, Tohoku University, 1927.
5. Bakosurtanal, Jakarta 1209-441, Tangerang 1209-432, Cakung 1209-442, Pasar Minggu 1209-423, Pondok Gede 1209-424, Teluk Naga 1209-434, Ancol 1209-443, Tanjung Priok 1209-444, 2001.

# 外邦図によるアジア空間情報の抽出

# 外邦図デジタルアーカイブ

ヨサファット・テトオコ・スリ・スマンティヨ(千葉大・CEReS), 村山良之(東北大・理・地理)

## 1. 外邦図とは 田村(2000)、長岡(1983)などによる

旧陸軍参謀本部・陸地測量部が作成・複製した  
日本領土以外の地域の地図

- ほとんどが一般図
- 縮尺 2.5万分の1~50万分の1が多い
- 作成時期 日清戦争開戦前の1890年~
- 北: アラスカ、東: 米国本土の一部、南: オーストラリア、  
西: バキスタン・アフガニスタンの一部、  
マダガスカル、ヨーロッパの一部

### ・作成方法

- 日本の測量隊が公然と測量・図化(軍事占領した地域など)  
密令による測量技術者や情報将校による盗測?(係争地など)
- 他国の測量機関が作成した一般図を複製
- 大半は「秘」「軍事秘密」「軍事機密」等、厳重に管理
- 敗戦時、処分または連合国軍に接収される運命  
様々な経緯で、東北大、京都大、お茶の水女子大、東大、  
広島大、駒沢大等が保管
- 19世紀末から20世紀前半の地表景観の忠実な記録

## 2. 外邦図デジタルアーカイブ

### ○概要

資金: 2005年度(~) 科研費公開促進費  
主体: 外邦図研究会デジタルアーカイブ作成委員会 代表: 今泉俊文  
対象外邦図:  
2005年度 東北大 約5,200図幅  
2007年度~ 東北大 約4,000図幅、京都大、お茶大 他~

公開方法: 東北大附属図書館のサーバによるインターネット公開  
<http://cbs.library.tohoku.ac.jp/gaihozu/>

### ○検索・表示システム



できるだけ軽くするため、また、ブラウザ依存性を低くするため、webGISではなく、静的インデックスマップと動的情報検索の組合せを採用

### ○データ

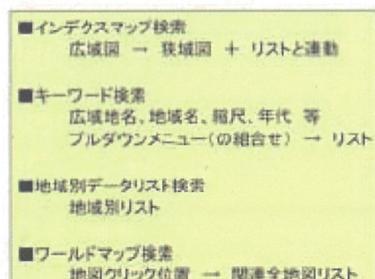
#### (1) 書誌情報・メタデータ

地域名、図幅名、縮尺、経緯度、測量機関、  
測量時期、製版時期、印刷時期など  
東北大附属図書館目録(2003)による

#### (2) 地図画像

用途	形式	解像度
保存用	rawTIFF	360dpi
閲覧詳細	JPEG	360dpi
ネット公開	JPEG	2000pixels +
サムネイル	JPEG	480pixels *

\*: 横または縦の長い方



### ○外邦図検索の例 インデックスマップ検索



- ①エリア選択
- ②縮尺系統選択→観測地図表示
- ③小地域選択→子地図表示
- ④図幅選択

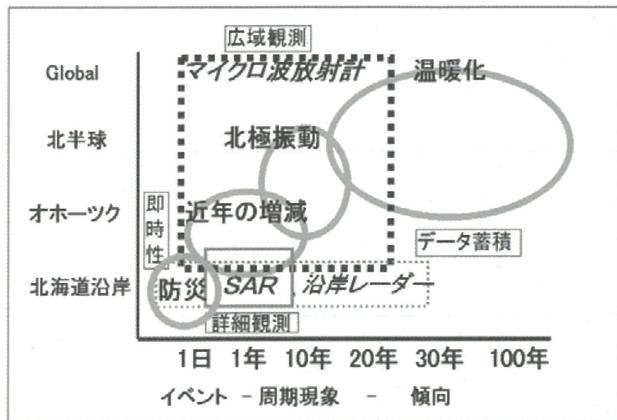
外邦図デジタルアーカイブのシステム構築に直接関わった人々:  
照内弘道(東北大附属図書館)・村山良之(同・理・地理)、  
山本健太(同・院)・宮澤仁(お茶の水女子大学・文教育・地理)

# 衛星海氷観測による急速な海水変動の検出

榎本浩之(北見工業大学) 西尾文彦(千葉大学) 谷川朋範(北見工大:学振研究員)

## ■はじめに

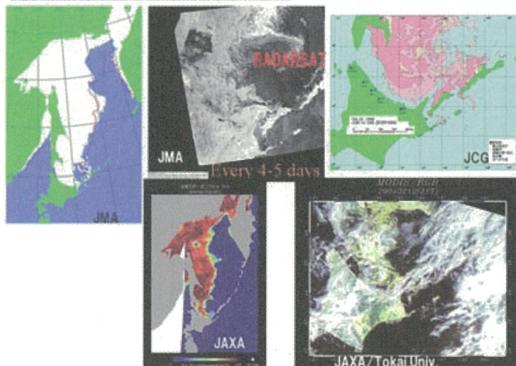
オホーツク海の海氷は、沿岸の海上交通・建設設備などにとっては障害となっています。オホーツク海北部では海底油田開発が進められており、これからサハリン周辺での船舶往来が活発化していくことが考えられています。海水の海周辺での安全な船舶の航行がこれまで以上に望まれています。



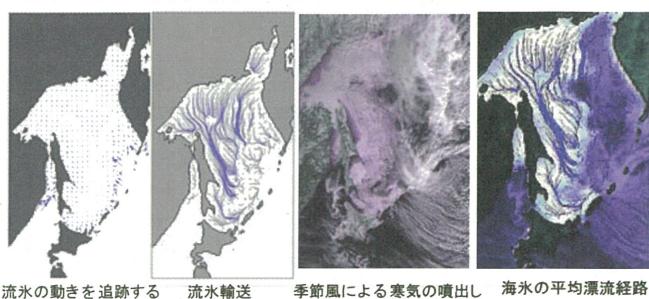
海氷情報は、気候変動の影響を見ることや、沿岸の防災にとって重要である。急激な変化の検出を、半日以内に行えるのは、AMSR-Eのクイックルックなどである。1日以内ならNOAA AVHRR,AMSR-Eの処理データなども使用できる。

以下に公開されている画像について並べてみた。MODISのデータは毎日取得されており、大変利用しやすい。気象庁ではRADARSATのSARデータを購入している。SARデータの観測間隔が短くなると詳細な監視が可能になる。海上保安庁も2006年12月よりALOS PALSARのデータ利用と公開をしている。

Operational sea ice informations



衛星から流氷の移動を追跡する



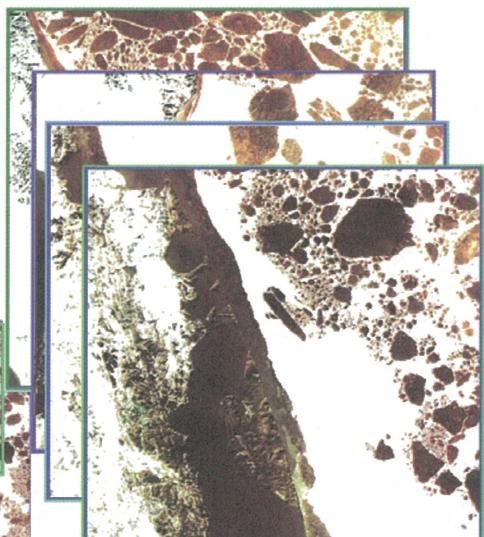
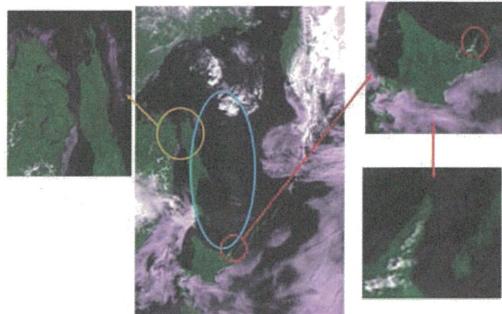
流氷の広がり

水縁の位置、密接度厚さ、サハリン沿岸のポリニアなどの変化の観測。

急な定着氷の分離など、沿岸の観測。

海上安全支援

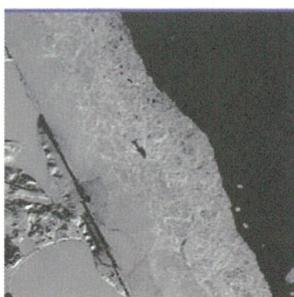
- ・サハリン海底油田開発
- ・パイプライン設置
- ・タンカー往来



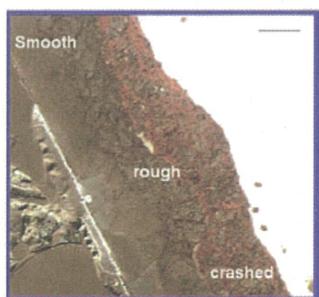
Enhanced image of AVNIR

## ■定着氷の流出

サハリン沿岸ではしばしば海岸線に定着氷やスタムハとよばれる、氷丘が形成される。その後沿岸のポリニアへの定着氷の流出がおきている。流出前には形成された海氷のリッジ、その沖のクラッシュしたり水没したりしている破碎域が近赤外の強調により衛星画像から分離できる。



AVNIR Visible

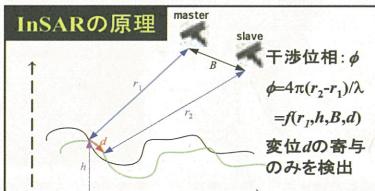


Enhanced by Nlr

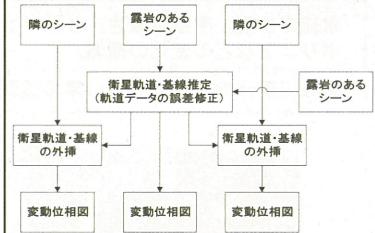
## 干渉合成開口レーダー(InSAR)による南極の氷河・氷床マッピング

### －干渉処理解析者・利用DEMの差異－

河田 哲郎(岐阜大),木村 宏(岐阜大),西尾文彦(千葉大)



#### 南極InSAR処理のフローチャート



#### 衛星InSAR南極モニタリング

##### [期待]

- InSARでは変動計測が可能
- 連続した観測データがあれば、変動の時間変化を計測可能 (JERS-1 SARの場合44日間隔)

##### [問題点]

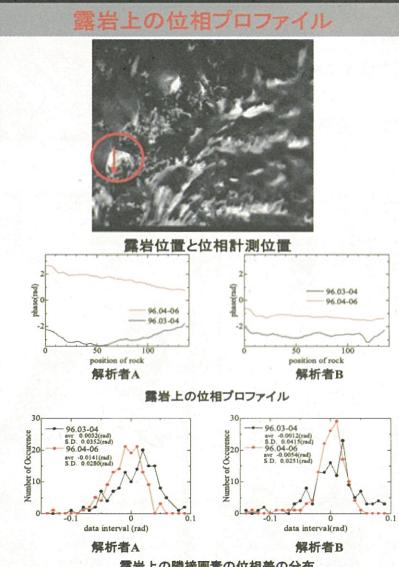
- JERS-1 SARでは軌道情報精度が不十分
- 基線推定時における解析者の判断基準の違い



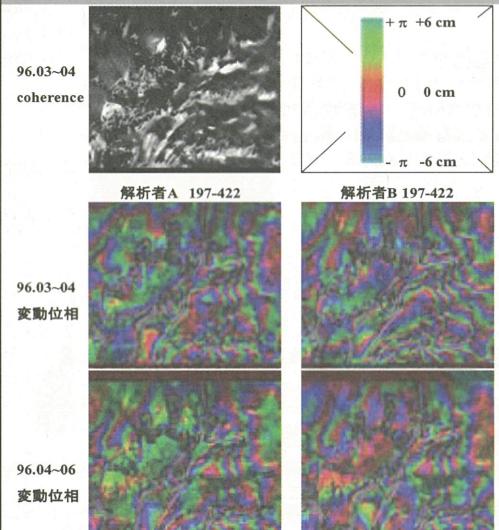
#### 目的

- [2007年度の目的]
- 解析者による変動位相の差を消去
  - 200mDEMを用いた、より高精度な変動計測
  - 外挿の評価
  - 定量的解析

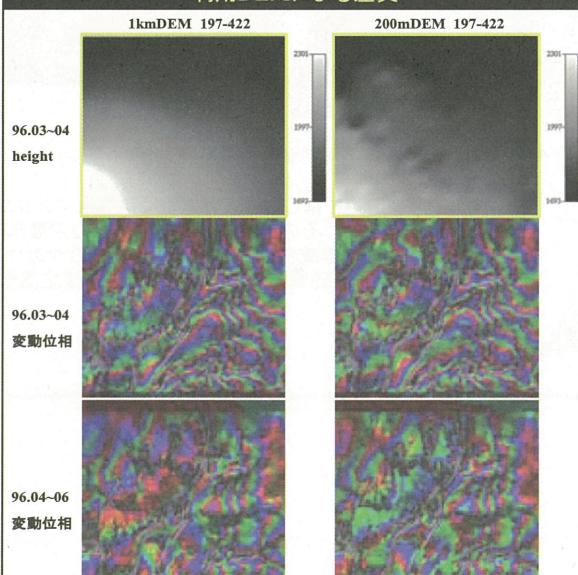
#### 解析者による差異



#### JERS-1 SAR 観測データ



#### 利用DEMによる差異



#### まとめ

- 3月～4月, 4月～6月の変動位相図を比較
- 解析者による変動位相の様子 (96.03~04) 全体的に違う結果 (96.04~06) ほぼ同様の結果  
→ 基線の長短の影響?
- 露岩上の位相変化のヒストグラム → 解析者Bは軌道位相の除去精度が若干良い?
- 1kmDEM, 200mDEMで変動位相への影響は少ない

#### 今後の予定

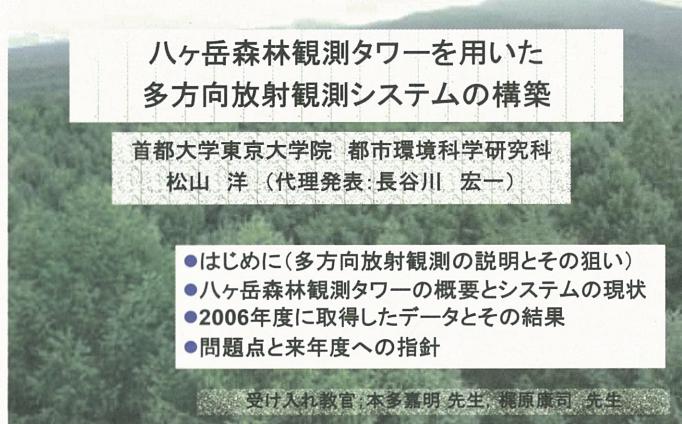
- 解析者による変動位相の差を消去
- 他時期,隣接地域の解析
- 外挿の評価
- 定量的解析

プロジェクト－2

及び関連一般研究

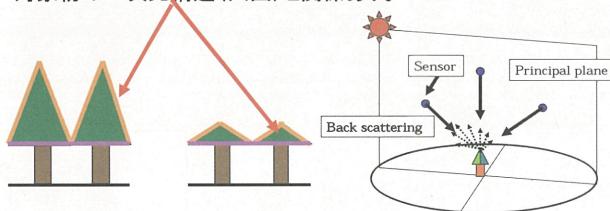
# 八ヶ岳森林観測タワーを用いた多方向放射観測システムの構築

千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
平成18年度共同利用研究発表会 2007/02/28



## はじめに(多方向放射観測とは?)

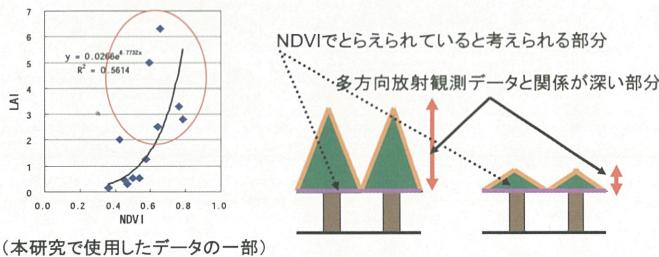
- 太陽方位角・太陽天頂角・観測方位角・観測天頂角の条件によって分光反射特性が変化する様子(Bidirectional Reflectance Distribution Function)の特徴を捉えるもの。
- 一つの物体を多方向から放射観測することにより、地表面における光の不均一な散乱を測定したもの。
- 対象物の三次元構造(凹凸)と関係あり。



## 発表者の発想

(多方向放射観測データを用いて葉の量(LAI)を推定する)

- 多方向放射観測データで、NDVI(植生の面的な広がりを捉えるのに良く使われてきた)では捉えられない、植生の鉛直方向への葉の広がりを捉え、LAIを正確に推定する。
- NDVIと葉の鉛直方向への広がりを表すファクターを掛けることで LAIの関係の非線形性を是正できると考えた。



## 発表者の発想

(植生の凹凸を捉えるための多方向放射観測の利用方法)

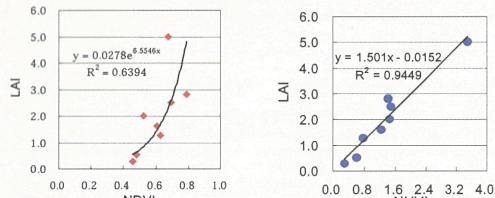
- 日向葉からの強い反射と日陰葉からの弱い反射の差に注目。
- 従来のnadir観測では捉えられない凹凸が明確になる。  
→ 鉛直方向への葉の広がりが大きい。

## 発表者の野望

(LAI評価のための新植生指標の開発)

HotspotとDarkspotにおける反射率の差を表す指標HDS(Red)  
 $\times$  NDVI=新指標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の線形性を検証した。



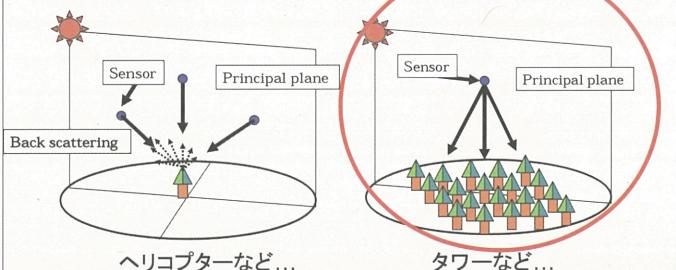
- Geophysical Research Letters に投稿準備中  
 データを増やし各季節でNHVIとLAIの関係を実証的に示す必要がある。

## しかし、多方向放射観測を行うには...

観測中における太陽の変化を防ぐため、短時間で角度を変え測定する必要がある。

視野角内に植生を代表する面積(樹高の2乗)を捉える高さから観測する必要がある。

→非常に大規模な施設が必要である。



## そこで...ハケ岳観測の概要

### 観測目的



タワー高25m  
平均樹高 20m

カラマツ林における各季節のLAIと、多方向放射観測データ(中でもHotspot; 日向葉からの強い反射、Darkspot; 日陰葉からの弱い反射)との関係を明らかにする。

### 観測内容(毎月約1回...2006年7月～)

- ① ハケ岳森林観測タワー上部からの多方向放射観測→初年度はこのシステム構築を行った。  
(研究費は調査旅費の一部に充当させていただきました)
- ② リタートラップ法(落葉採取)によるカラマツ林のLAI調査

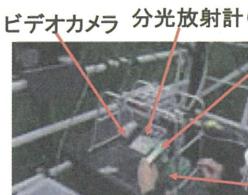
## 観測システムと観測の様子

### タワー上からの観測を行うために...



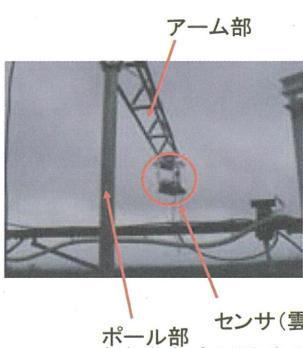
LAI 2.8~3.0  
平均樹高20m

- ・タワーからポール+アームを伸ばし、樹冠上約10mから放射計を用いて分光反射特性を観測する(視野角45°)。



- ビデオカメラ 分光放射計(MS-720) デジタル傾斜計
- RS232Cコード
- ・リモートコントロール(ラジコン用のプロポ)でセンサ部の観測角度を変えながら放射計で自動計測を行う。

### 多方向放射観測(写真:ポール・アーム部)



デジタル傾斜計のデータをリアルタイムでアウトプットするためのコード(RS232C)

本多先生・梶原先生のご助力によりシステムを構築した。

### 多方向放射観測(写真:観測時タワー上)

雲台のリモートコントロール



太陽天頂角の簡易計測



観測角度のモニタリング



白板の反射計測



### 放射計の捉える視点(画像)

画角「横:38.18°、縦:29.1°」

0° → 24° → 36° → 48° → 60°

太陽天頂角=23.5°

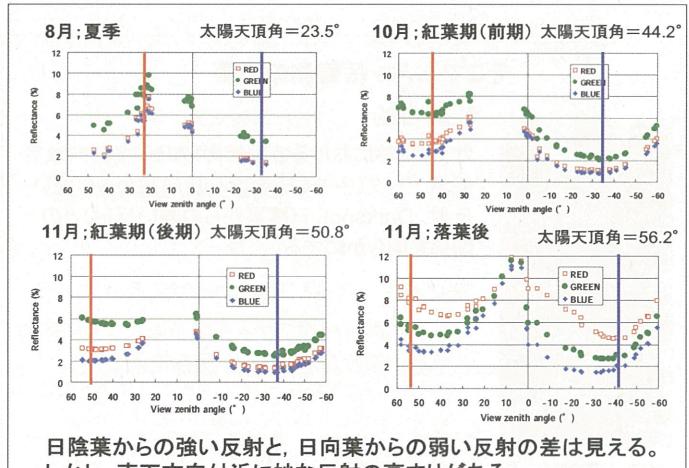
Hotspot方向



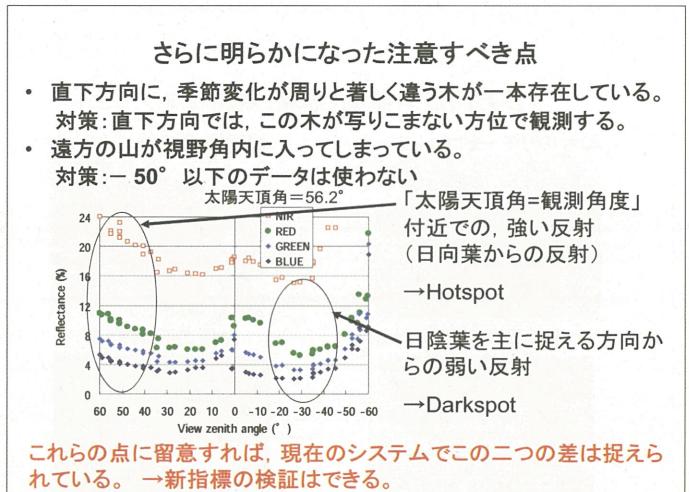
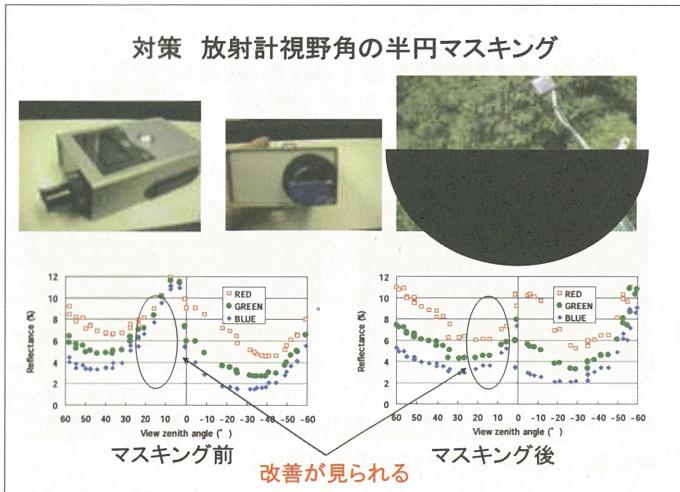
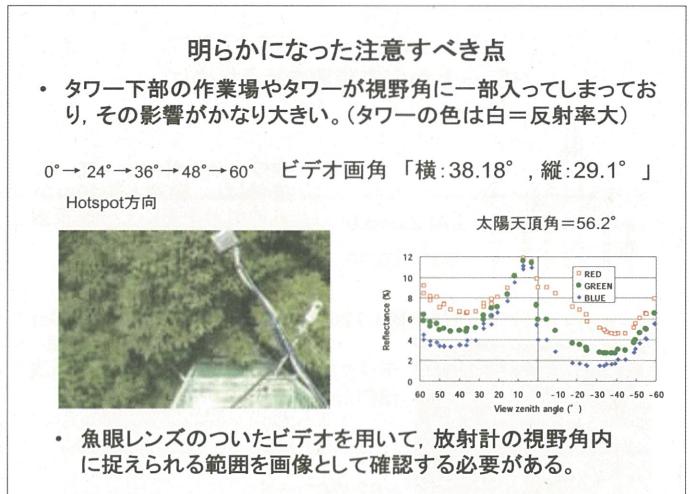
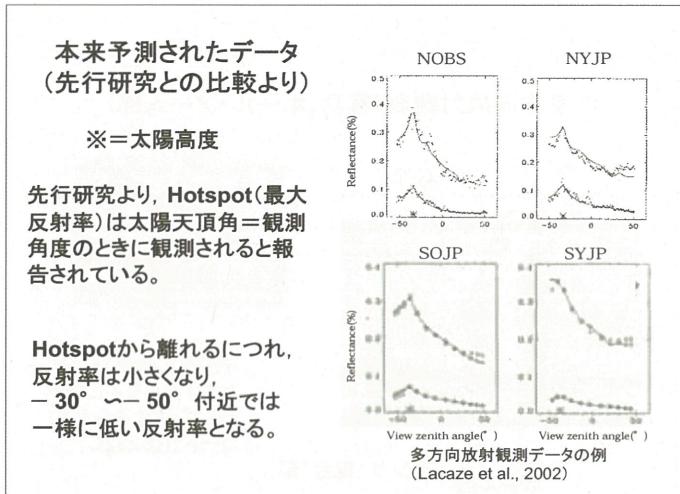
Darkspot方向



画像からも日向葉と日陰葉の違いは捉えられていると考えられる。  
本年度、4回観測(8月～11月の落葉期)



日陰葉からの強い反射と、日向葉からの弱い反射の差は見える。しかし、直下方向付近に妙な反射の高まりがある。

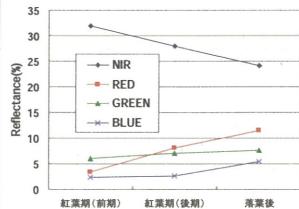


### データのまとめ方(来年度以降)

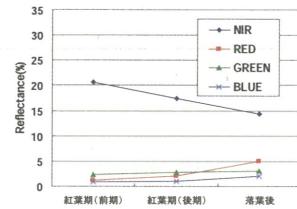
各季節における、Hotspot, Darkspotの反射率

→各季節における新植生指標とLAIとの関係の検証

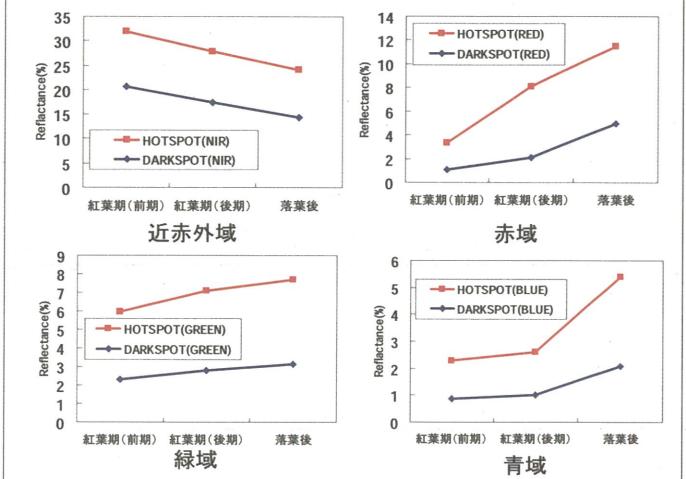
**Hotspot**と**Darkspot**の反射率の差を表す指標 (HDS(Red)) × NDVI  
= 新指標 **Normalized Hotspot signature Vegetation Index**



Hotspot(日向葉からの強い反射)



Darkspot(日陰葉からの弱い反射)



# NOAA/AVHRR GACを用いた全球時系列データセットの作成

## NOAA/AVHRR GACを用いた 全球時系列データセットの作成

松岡真如\*・早坂忠裕\*\*・本多嘉明\*\*\*・梶原康司\*\*\*

\* 高知大学農学部森林科学科  
\*\* 総合地球環境学研究所  
\*\*\* 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## 背景と目的

地球観測衛星の高機能化・多様化(90年代後半から)  
全球観測むけの光学センサだけを見ても...  
ADEOS/OCTS, SPOT/VEGETATION, ADEOS-II/GLI,  
Terra/MODIS, Aqua/MODIS

NOAA/AVHRRの時系列データの重要性  
20年以上の全球データを蓄積、最近は無料で公開している。  
新しいセンサとつなげることで地球システムの理解を深める。

目的: AVHRRのGACデータから解像度4 kmの全球データを作成するシステムを開発する。

昨年からの変更点:  
・プログラムの改良、バグフィックス  
・データの処理  
・コンボジットを作成しない

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## データセット作成の概要

データの構成

項目	範囲	備考
ch.1 反射率	0~1	大気上層での反射率
ch.2 反射率		
ch.3 輝度温度	50 ~ 500	
ch.4 輝度温度	(K)	
ch.5 輝度温度	0 ~ 180	
センサ天頂角	(度)	
太陽天頂角	0 ~ 360	
センサ方位角	(度)	
太陽方位角		

期間: 1981~2000年 (NOAA 7, 9, 11, 14号)  
解像度: 2分(赤道上で約3710m ≈ 4km)

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## 放射量補正 (ch.1 & 2)

反射率の計算 (ch.1 & 2)  
\* NOAAの号数に合わせて分光放射輝度を算出  
\* その後、大気上端での反射率を算出

NOAA-7, 9, 11の場合  
 $L = G_c(DN - O_e)$   
ただし  $G_c = A_c \exp(B_c t)$

NOAA14の場合  
 $L = A \frac{F_c}{100 \pi W_c}$   
ただし  $A = S_c DN + I_c$

$\rho = \frac{\pi L W_c d^2}{F_c \cos \theta_{slx}}$

NOAA-7, 9, 11号のゲインの変化

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## 放射量補正 (ch.3 - 5)

輝度温度の計算 (ch. 3, 4, 5)  
\* 内部校正源をもじいて分光輝度温度を算出  
\* NOAAの号数にあわせて非線形補正

$T = \frac{A_c V_c}{\ln \left( 1 + \frac{B_c V_c^3}{L} \right)}$

線形の場合  
 $L^{lin} = G_c DN + I_c$   
 $G_c = (\bar{L}^{lin} - \bar{L}^{ref}) / (\bar{DN}^{ref} - \bar{DN}^{lin})$   
ただし  $I_c = L^{lin} - G_c DN_c$

非線形の場合  
 $L^{nonlin} = A_c L^{lin} + B_c (L^{lin})^2 + D_c$

輝度温度データ  
R: ch. 3  
G: ch. 4  
B: ch. 5

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## 幾何補正

特徴  
・軌道情報としてTwo Line Element (TLE)を使用  
・チップ画像を用いたGCPの自動取得  
・1ヶ月を3時期に分けて約10日を単位として処理を行なう  
・TLEと時刻を準ニュートン法で最適化  
・8割のGCPで最適化、2割で精度評価

視線ベクトル  
衛星  
ECI  
ECR  
Geo  
TLE  
時刻  
非線形最適化  
GCP自動取得

TLEの例

```

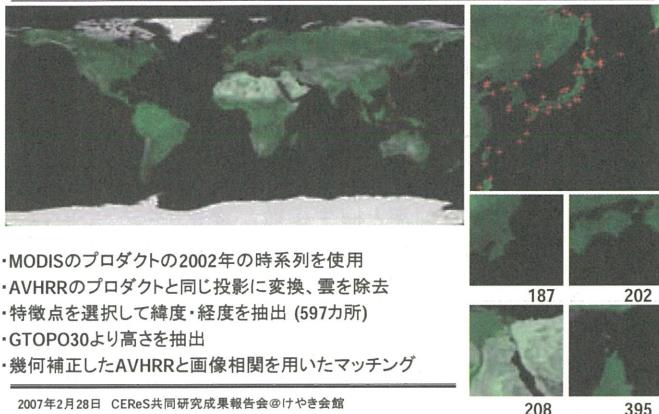
1 23455U 94089A 00188.7225766 00000249 00000- 0 1812-3 0 3901
2 23455U 94089A 00188.7225766 00000249 00000- 0 1812-3 0 3901
1 23455U 94089A 00188.7225766 00000249 00000- 0 1812-3 0 4335
2 23455U 991442 177.8448 0010098 11.8216 348.3199 14.1236255285907
1 23455U 94089A 00198.92859454 00000775 00000- 0 4458-3 0 4335
2 23455U 991442 177.8448 0010098 11.8216 348.3199 14.1236255285907
1 23455U 94089A 00198.92859454 00000775 00000- 0 4458-3 0 4335
2 23455U 991442 177.8448 0010098 11.8216 348.3199 14.1236255285907

```

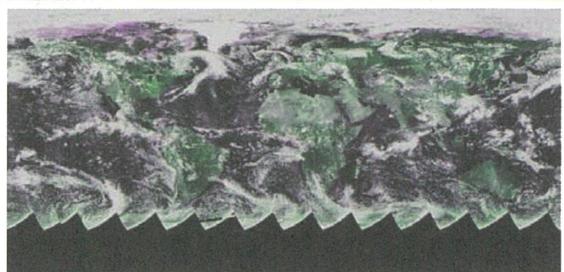
幾何補正の流れ

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館

## 地上基準点(GCP)データ



## 結果



期間: 1982年  
方法: パソコン4台を用いて処理

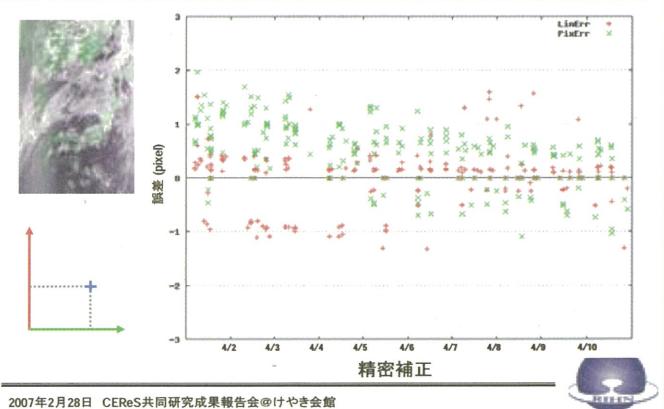
2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館



## 幾何精度の評価 (誤差ベクトル)



## 幾何精度の評価 (時間に伴う変化)



## まとめと今後の課題

### まとめ

- > AVHRR GACデータから4 km解像度の全球データを作成するシステムを改良した。
- > 1982年のデータを処理した。
- > 幾何精度の評価を行った。

### 今後の課題

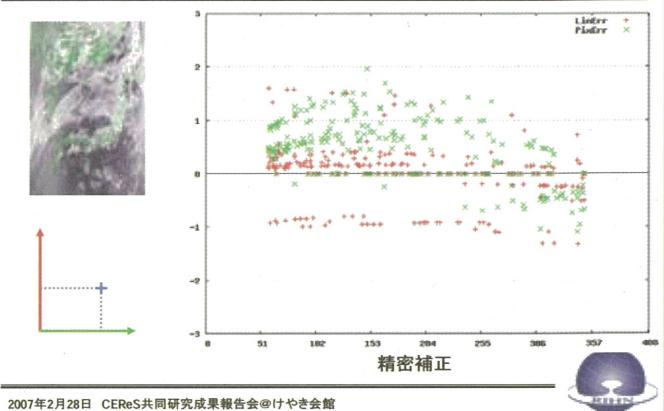
- > より長期間のデータを処理する。
- > 幾何補正の精度を向上させる。

千葉大学環境リモートセンシング研究センターのご支援に感謝いたします。

2007年2月28日 CEReS共同研究成果報告会@けやき会館



## 幾何精度の評価 (ピクセルに対する誤差)



## 二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化

CeRES環境リモートセンシングシンポジウム

2007年2月28日

### 二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化

千葉工業大学  
松島 大

### 二方向反射率を用いる理由と研究目的

- NOAA-AVHRR, MODISなど毎日データ取得可能な衛星センターがたくさん存在
- しかし、実際には1週間～10日程度のコンポジットデータを使う場合が多い(これはもったいない)
- 上記の衛星は測定天頂角が大きく、二方向反射特性によって、反射率と植生指数が変化
- モンゴルのような草原は特に降雨後の短い期間に植生の変化が大きい

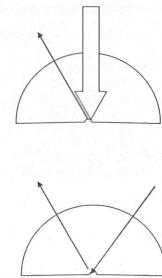
二方向反射特性を利用して、植生指数の日々変化を再現

### 内容

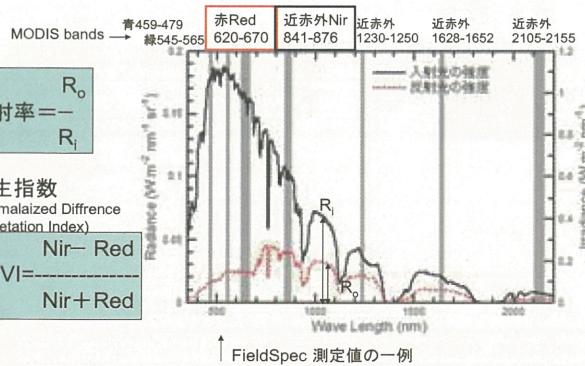
- 研究の背景と目的
- モンゴル草原・森林における二方向反射率の地上観測
- 観測地の反射率モデルへの当てはめ、パラメータチューニング
- モデルによる衛星(MODIS)NDVI値補正、及び誤差の検討

### 二方向反射率の定義

- 半球一方向反射率**  
入射: 半球で積分された放射フラックス  
反射: ある方向への放射輝度
- 二方向反射率**  
入射も反射も半球内の任意の方向



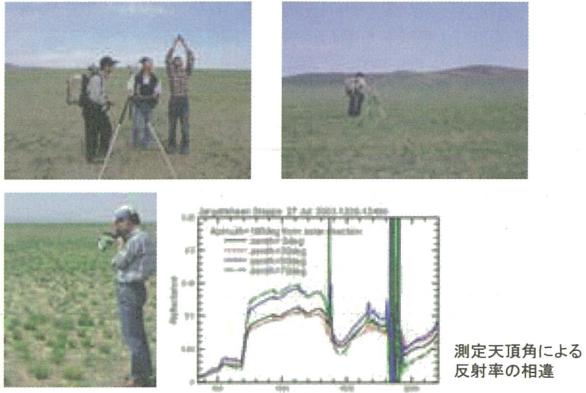
### 反射率と植生指数の定義



### 地上分光観測概要と解析対象

- 機器: 分光放射計 FieldSpec Pro (350-2500nm, 分解能10nm)
  - 観測期間 2003/6-10月, 2005/8月
  - 観測場所 図の5地点付近の草地
    - 裸地 Ulaanbaatar
    - 測定角 天頂角: 0, 30, 50, 70度, 半球方位角: 太陽方位を基準に8方位
    - 測定視野角 8度
    - 解析対象 74例 (裸地11、草地63)
- Upper Kherlen River Basin
-

### 観測風景と反射率の測定値

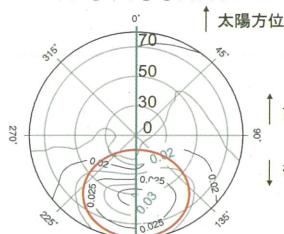


### 半球-方向性反射率の角度分布

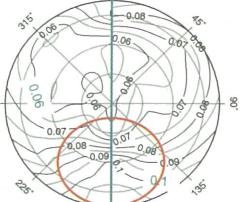
- 後方散乱が大きい
- 直達光を含む面に対する対称性

(25 Aug 2003, 1112-1140MST, steppe, BGN)

青 470-490nm



近赤外 840-870nm



中心は天頂角0度、円周は内側から天頂角30, 50, 70度、方位角0度が太陽方位

### 二方向反射率モデルの適用

- Rahman et al. (1993)

Privette et al. (1997)によると、10数個の同様のモデルで出来がよいモデルの一つ

$$\rho(\theta_s, \theta_v, \phi) = \rho_0 \frac{\cos \theta_s^{k-1} \cos \theta_v^{k-1}}{(\cos \theta_s + \cos \theta_v)^{1-k}} F(g)[1 + R(G)]$$

$$F(g) = \frac{1 - \Theta^2}{[1 + \Theta^2 - 2\Theta \cos(\pi - g)]^{1/2}}, R(G) = \frac{1 - \rho_0}{1 + [\tan^2 \theta_s + \tan^2 \theta_v - 2 \tan \theta_s \tan \theta_v \cos \phi]^{1/2}}$$

$\theta_s, \theta_v, \phi$  はそれぞれ入射天頂角、反射天頂角、入・反射光路間の方位角

未知パラメータ:  $\rho_0, k, \Theta \rightarrow$  最適化アルゴリズム(シンプレックス法)により推定

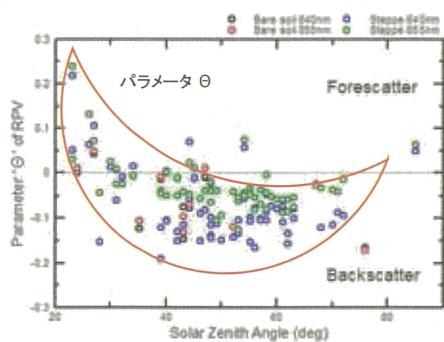
- Dymond et al. (2001) → はるかに出来が悪かった
- Roujean et al. (1992)

### 半球-方向性反射率の日変化

測定天頂角の大きい部分で顕著(26,27Jul 2003, steppe, JGH)

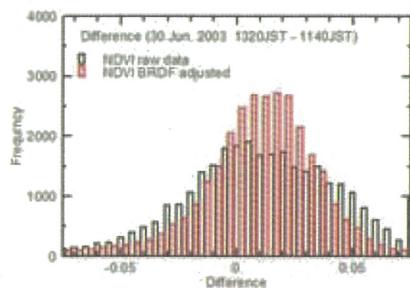


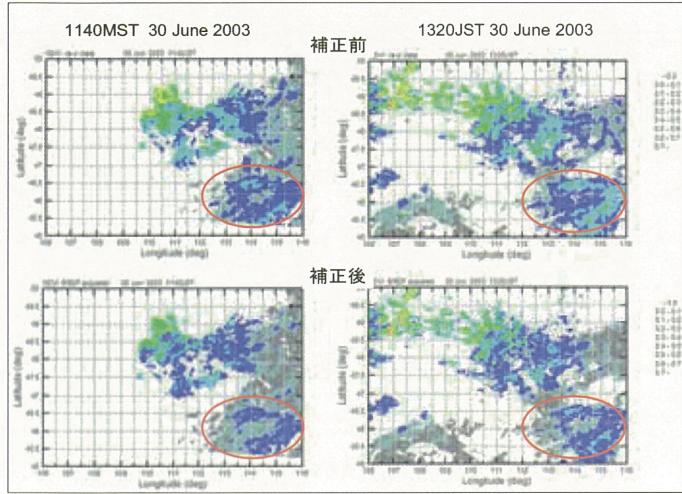
### パラメータの太陽天頂角依存



### 植生指数の補正

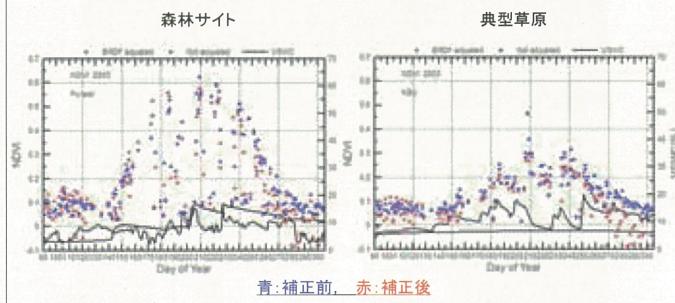
時刻	測定天頂角
1140MST 30 June 2003	50-63°
1320MST 30 June 2003	30-63°



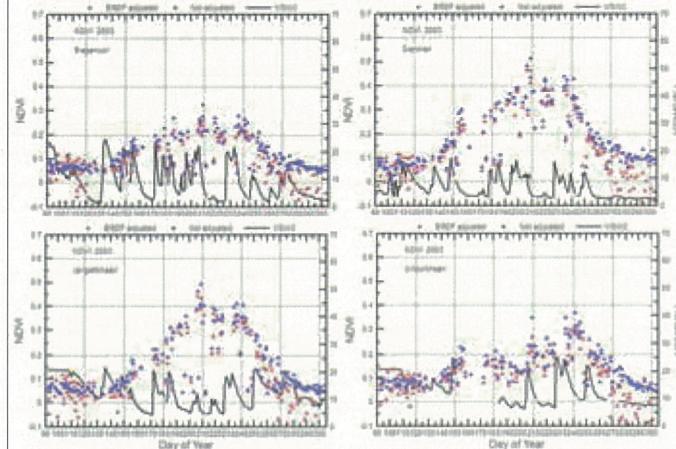


## NDVIの日々変化

- 二方向反射率補正により変化がより明瞭に。
- 草原では表層土壤水分との相関がよく見える。



### NDVIの日々変化(いずれも草原)



## まとめと今後の課題

- 地上観測値のモデルへの当てはめ。衛星NDVIの補正。
  - Rahman et al.(1993)のモデルが最もよく当てはまる。
  - 太陽天頂角に依存するパラメータがある。
  - RMSEを2割ほど削減。
- 今後の課題
  - 成長期以外(冬季)の誤差が大きい。  
→裸地と枯葉では二方向反射特性が異なっている?
  - 典型草原以外(ゴビなど)での二方向反射特性の相違
  - 詳細な日々変化の利用(気象・土壤水分との比較等)

## 各パラメタリゼーションの特徴

モデル名	多重散乱	hot spot	対称性	収束性
Dymond(WAK)	○	○	あり	×
Rahman(RPV)	×	○	あり	○
Roujean(RJL)	×	×	なし	○

多重散乱:地表面と大気の間の多重散乱

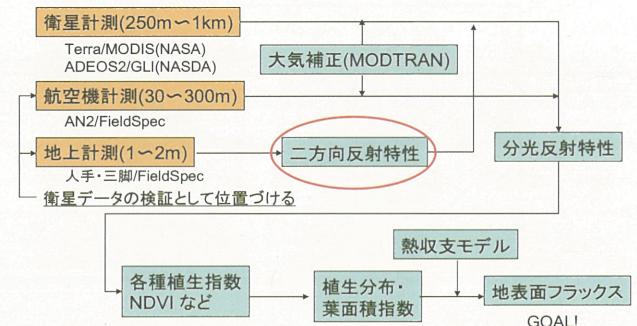
hotspot:直達光の前・後方で特に反射が強い角度

対称性:直達光の光路が含まれる面に対する対称性

収束性:simplex法(逐次近似法の一種)によるパラメータ推定の収束の速さ

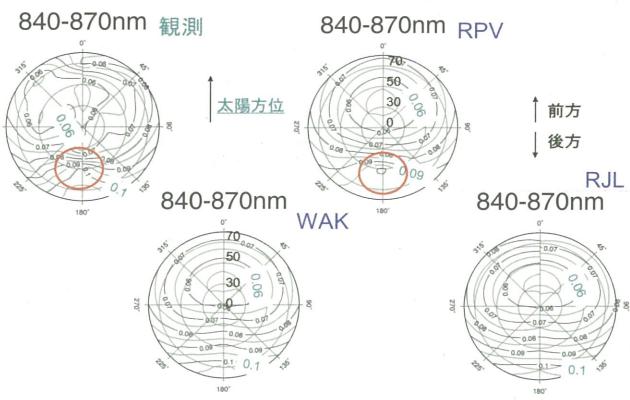
## 二方向反射率を用いる理由

### 3階層によるリモートセンシング



## 観測とパラメタリゼーションとの比較

後方散乱がよく表されている。RPVが最も一致がよい。

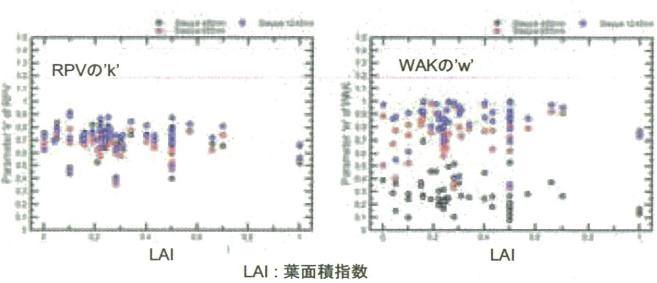


## パラメータの規則性

左図(RPVの'k')のようにある程度まとまっていると、右図(WAKの'w')に比べて他の例にも適用しやすい。

RPVの'k'：植生の構造による光路長の天頂角依存性の度合いを決める

WAKの'w'：反射率の2倍



## 植生指数(NDVI)の日変化?!



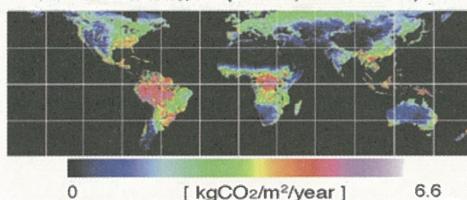
# 植生純一次生産量推定精度向上のための基礎研究

-- 二方向性反射率による影響 --

村松・陳・古海・曾山・醍醐・落合・本多・梶原・近田・小野

## 背景

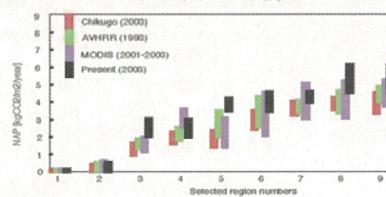
植生純一次生産量推定(2003, ADEOS-II/GLI data)



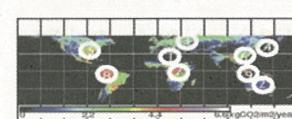
全地球積算値

This study:	$66.5 \pm 17.3$ (PgC/year)
IPCC TAR	59.9, 62.6 (PgC/year)
MODIS	56.04 (PgC/year)

## 他研究との比較



## 比較エリア



## 推定精度の見積りおよびその向上

推定アルゴリズム: 26%の推定誤差 (水田などの農地に対する改良必要)

二方向性反射率

気温: 再解析データ→より現場に近いデータ

PAR: PAR/Solar x 再解析データの全日射量

## NPP 推定手法

$$NPP = GPP - Rp$$

satellite data  $R_p = (7.825 + 1.145T(^{\circ}\text{C})) GPP/100$  [Chang, 1968]

$$GPP = \int (P(\text{PAR}(t), \text{VI}(t)) dt \sim \int \frac{\text{VI}(t)}{\text{VI}_{\text{std}}} \times P_{\text{std}}(\text{PAR}(t)) dt$$

[Furum et al., 2005]

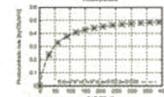
VI(t): MVIPD at time t

P(Gross photosynthesis): gross photosynthesis [ $\text{mgCO}_2 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]

VI<sub>std</sub>: MVIPD<sub>std</sub> = 0.77

$$\text{MVIPD} = \frac{uC_v + uC_w + 0.2 \times uC_s + uC_d}{uC_v + uC_w + uC_s + uC_d}$$

$$P_{\text{std}}(\text{PAR}(t)) = \frac{0.52 \times 0.028 \times \text{PAR}(t)}{1 + 0.028 \times \text{PAR}(t)}$$



$$GPP_{\text{annual}} = \sum_{\text{month } h=1}^{12} GPP_{\text{month}}$$

$$GPP_{\text{month}} = \sum_{\text{day}} [\frac{\text{VI}_{\text{day}}}{\text{VI}_{\text{std}}} P_{\text{std}}(\text{PAR}_h) \Delta t \times h]$$

$$\text{PAR}_h = \frac{0.48 \times S}{h \times \Delta t}$$

h (hours): day-length - 2 hours

Δ t: 3600 sec

S: Solar exposure of a day ( $\text{J}/\text{m}^2/\text{day}$ )

Estimation error of NPP: 26 %

## Ross-Li BRDF Model とパラメータの決定

[J.-L.Roujean et al., 1992,

W.Wanner et al., 1995]

$$R(\theta, \eta, \phi, \lambda) = f_{\text{iso}}(\lambda) + f_{\text{vol}}(\lambda)K_{\text{vol}}(\theta, \eta, \phi) + f_{\text{geo}}(\lambda)K_{\text{geo}}(\theta, \eta, \phi)$$

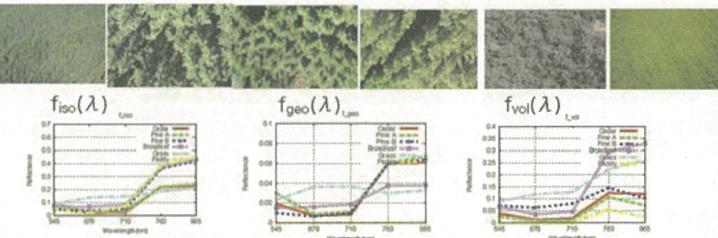
θ: 太陽天頂角, η: 観測天頂角, φ: 相対方位角, λ: 波長

Volume scattering: 植物の葉による放射伝達型の散乱

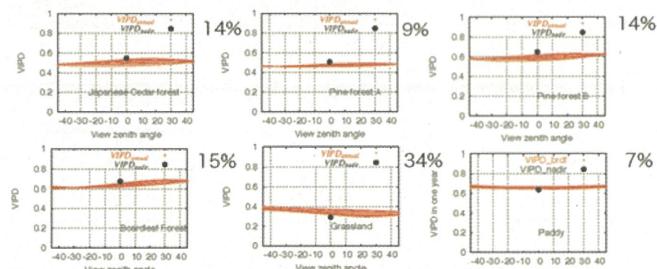
Geometric-optical surface scattering: 森林のギャップ、影など

## ヘリコプタによるBRFの観測

スギ・ヒノキ マツ A マツB 広葉樹 草地 水田



## GLIの観測条件における植生指標の角度依存性



プロジェクト－3

及び関連一般研究

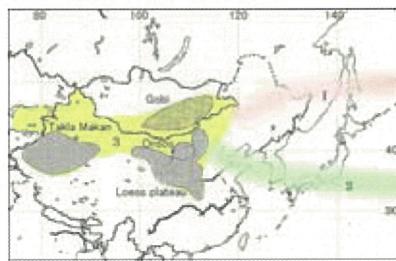
## 東アジアにおける2006年黄砂の映像定点観測と衛星画像解析

### 東アジアにおける2006年黄砂の 映像定点観測と衛星画像解析



木下紀正 / 鹿児島大学 産学官連携推進機構  
飯野直子・西町明仁 /鹿児島大学 工学部  
永松哲郎・菊川浩行 /鹿児島大学 水産学部

### 黄砂の主要な移流ルートは？



地上と衛星からの黄砂共同観測

中国長春の東北師範大 2003.3~

モンゴル気象水文研究所 2004. 3~

黄砂解析鹿児島グループ・鹿大噴煙研究グループ

### Ulaanbaatar



Two cameras at the third floor



Video:

Sony DCR-TRV900 with miniDV cassette 120 min. in LP mode. 10 min. interval and 0.5 sec. recording during 10-27 March, and 25 April - 4 June

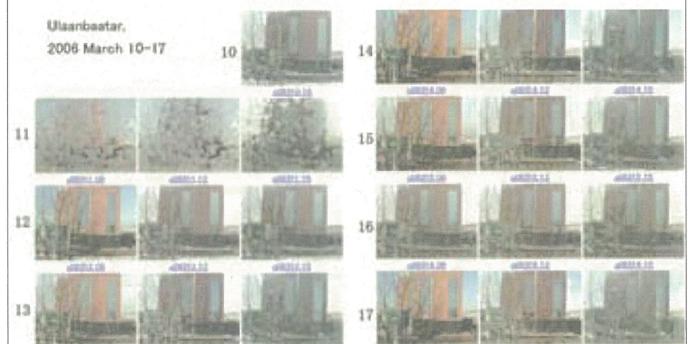


Institute of Meteorology and Hydrology

Photo:

Ricoh digital camera Caplio G4wide with 512 MB SD memory, 1 hr. interval  
(Unsuccessful in the spring of 2006)

### Video Album at 9, 12, 15 MST



Dust storms in Mongolia on 16-17 March

### Changchun 長春



Digital camera. Video camera and digital watch

Observation station in a building of Environmental Science Department, College of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University



Northeast Normal University

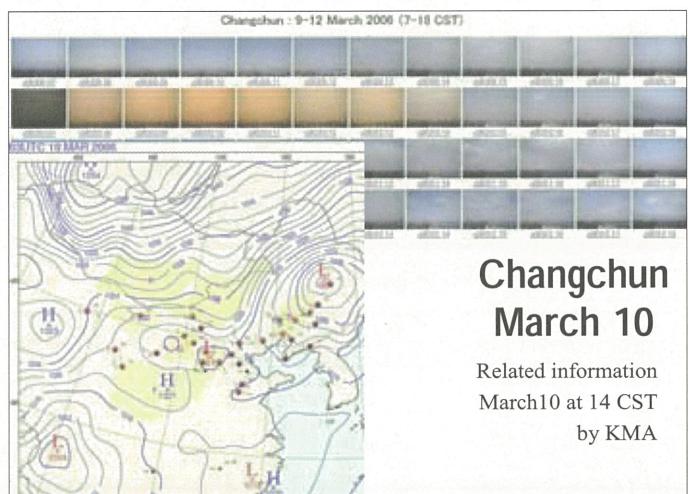
Photo:

Casio digital camera QV-R4 with 512 MB SD memory,

1 hr. interval during Feb. 27 - June 20

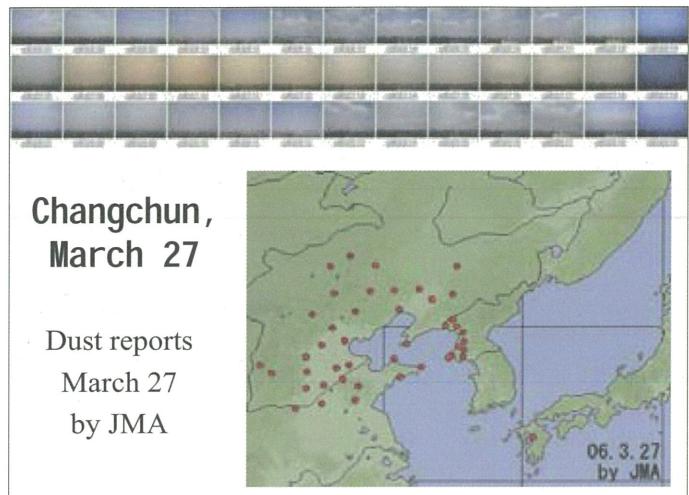
Video:

SONY DCR-TRV40E, 10 min. interval and 0.5 sec. recording



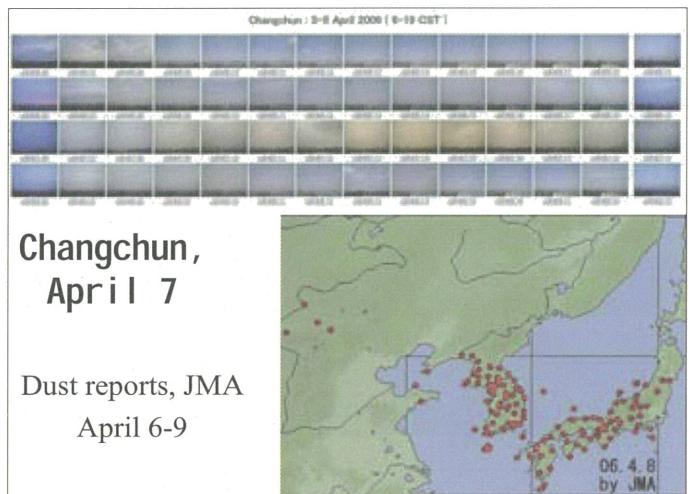
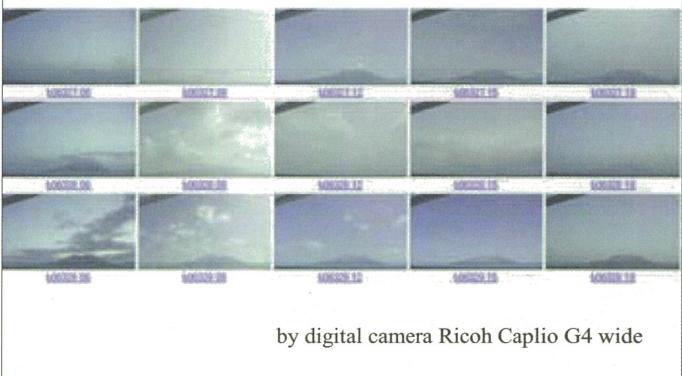
### Changchun March 10

Related information  
March10 at 14 CST  
by KMA



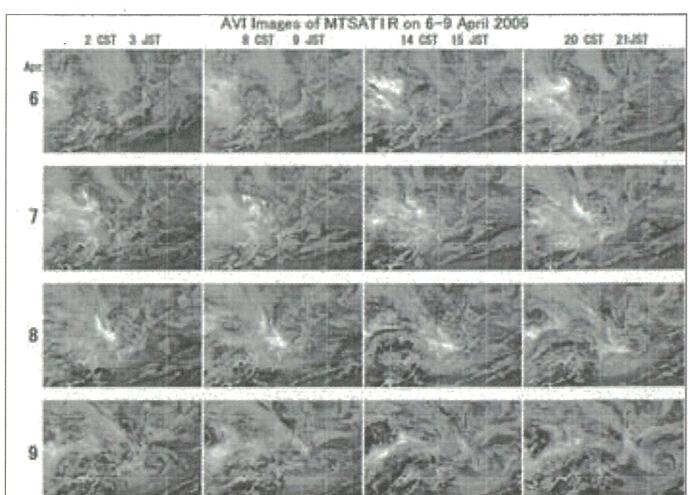
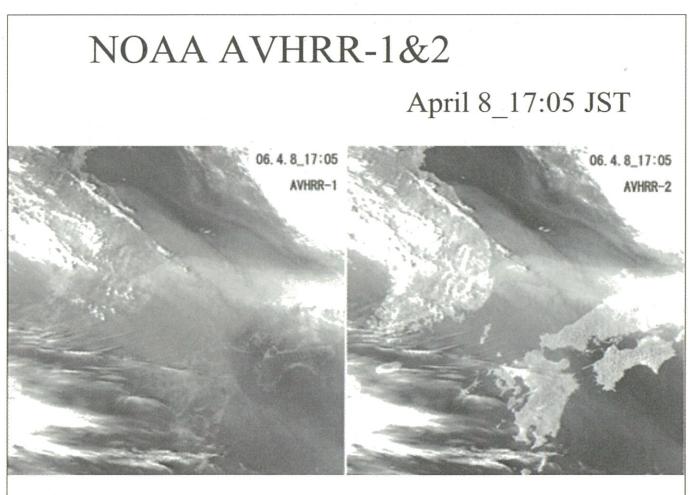
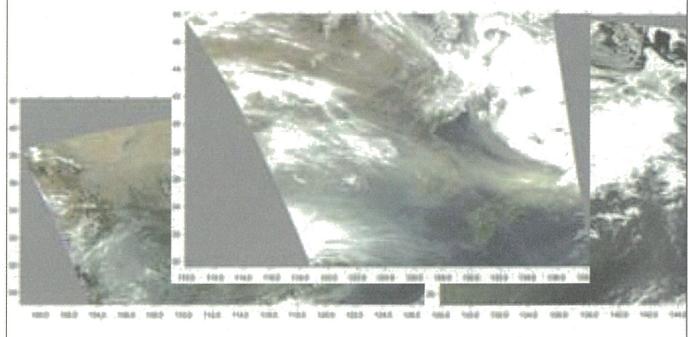
## Eastern Sky in Kagoshima

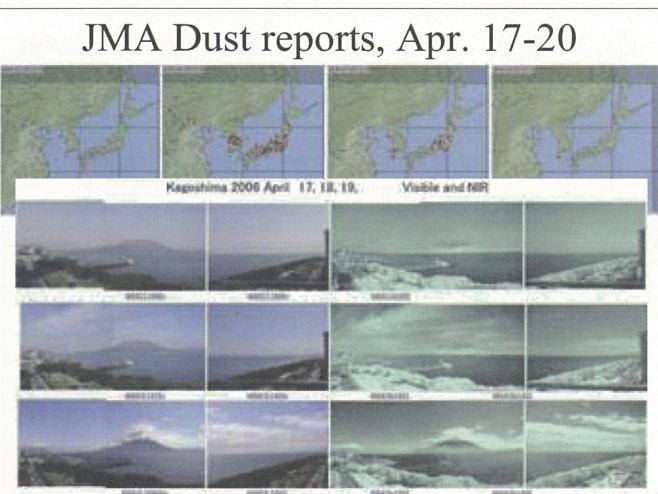
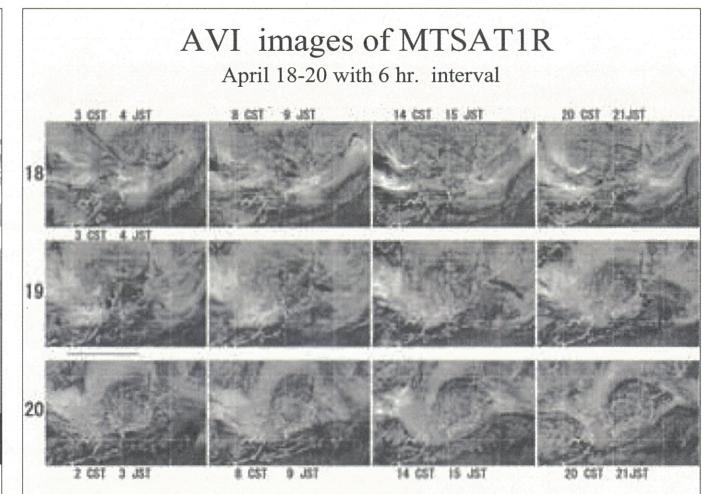
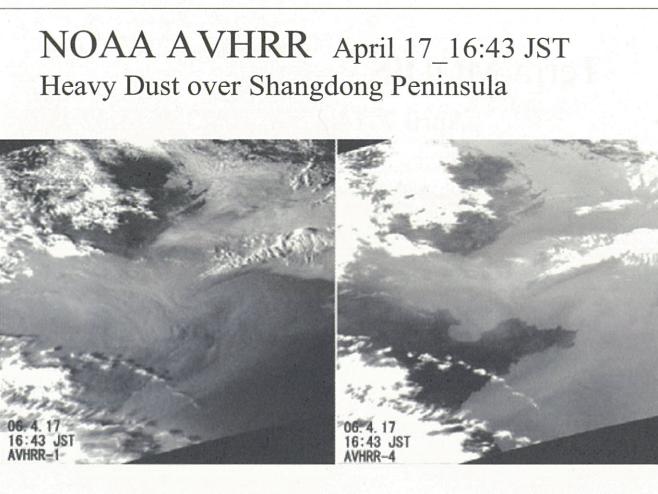
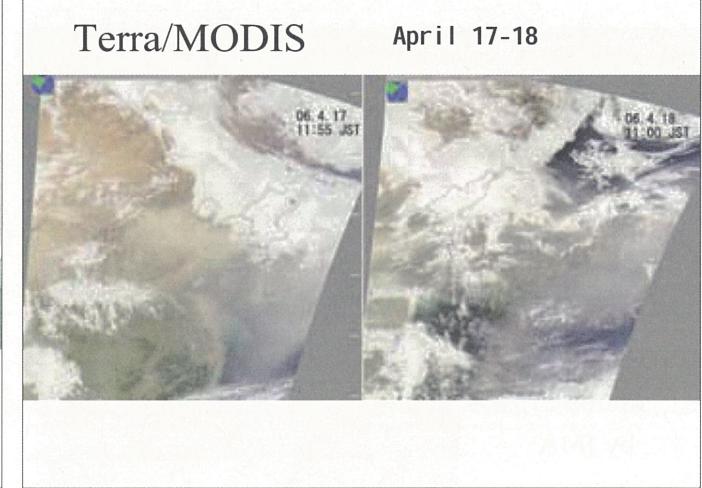
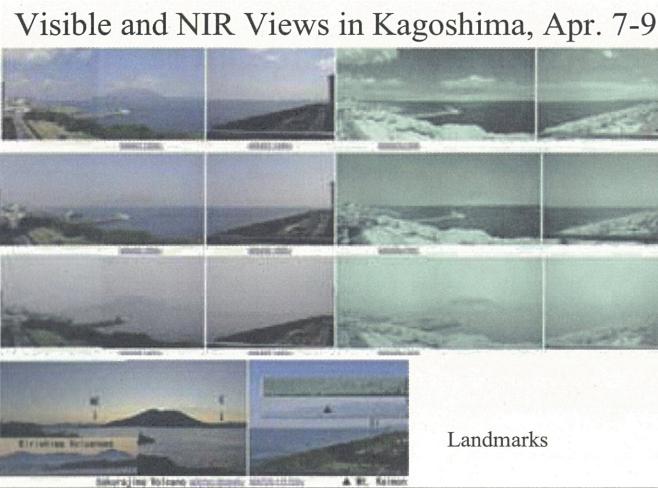
3 hr. interval during 27-29 March 2006



## Terra/MODIS

April 7\_14:37, 8\_10:23 & 14:32 JST





**Summary on dust events in Mar.-Apr. 2006**

- 3.10 Heavy dust in Changchun -> 3.11-13 Korea, Not much to Japan
- 3.27 Dust in Changchun -> 3.28 S. Korea & Kyushu, Kagoshima
- 4.7 Dust in Changchun -> 4.8-9 Korea & Japan, Kagoshima
- 4.17 Heavy dust over Shandong -> 4.18-19 Korea & Japan  
(Changchun: cloudy or rainy, Kagoshima : rather clear)
- 4.23 Dusty in Changchun -> 4.23-25 Korea, 24-25 Japan, Kagoshima  
(4.28-29 Not so dusty in Changchun) 4.30 Korea, W-Japan
- Correlation between dusty sky in Ulaanbaatar and dust storms in Mongolia

## 参考URL・文献

黄砂の衛星画像と地上観測 SiNG-Kagoshima-K 英語版  
<http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/adust/kosa-e/kosa-e.htm>

Asian Dust in 2006  
<http://ese.mech.kagoshima-u.ac.jp/adust/ad2006/ad06top.htm>

西町明仁・飯野直子・福原稔・片野田洋・木下紀正・後藤あづみ,  
2006年春の黄砂輸送の静止気象衛星による解析,  
日本リモートセンシング学会第41回学術講演会論文集, pp.103-104, 2006

木下紀正, 中国長春とモンゴルにおける黄砂の地上映像観測と衛  
星画像解析, モンゴル植生変遷域ワークショップ, 筑波大学, 2007.1.26-27

## Acknowledgements

We are much indebted to our collaborators  
Prof. Wang Ning and Mr. Zhang Gang, Northeast  
Normal University, Changchun, China and  
Dr. Jugdar Dulam and Mrs. Tsatsaral Batmunkh  
Institute of Meteorology and Hydrology, Ulaanbaatar,  
Mongolia.

We are grateful to AD-Net members for information  
and communication.

貴重な衛星データ・画像を提供して頂いた諸機  
関の関係各位に厚く感謝申し上げます。

# 衛星画像を用いた広域的エアロゾル光学特性の導出

## 衛星画像を用いた 広域的エアロゾル光学特性の導出 — オホーツク地域を対象として —

### Retrieval of aerosol optical properties for wide area from satellite imagery — as target for Okhotsk area —

朝隈 康司\* 山崎 輝彬\*\*  
Koji ASAKUMA, Teruaki YAMASAKI

\* 東京農業大学 生物産業学部 アクアバイオ学科  
Department of Aquatic bio-science, Faculty of bio-industry,  
University of Agriculture.

\*\* 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

## 1. 研究目的

- これまでの研究
  - Landsat/TM画像、ASTER Library および放射伝達コード6Sを用いて、千葉周辺の陸域を対象としたエアロゾル光学的厚さの空間分布図(AOT-map)を作成してきた<sup>1)</sup>。また、これに加え、同時にエアロゾルモデル(粒径モード)を求めるアルゴリズムを開発してきた<sup>2)</sup>。
- 目的
  - 上記手法を、他センサおよび他地域に適用し、検証する。
  - 対象センサ: TERRA/MODIS
  - 対象地域: 北海道オホーツク沿岸域(東京農業大学生物産業学部)

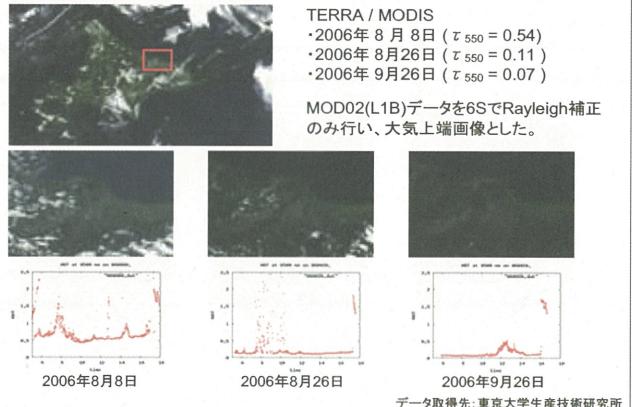
1) 戸館・美濃村 他, 2003

2) 朝隈・美濃村, 2005

## 2. 研究の流れ

- 良く晴れた日のMODIS画像を分類し、地表面反射率マップを作成(参照アルベド)。
  - 参照する目標物反射率はASTER Spectral Libraryを利用。
  - パターンマッチング方法の検討。
- 大気上端のアルベドを6Sを用いて大気補正し、参照アルベドと等しくなるAOTを求む。
  - このとき、エアロゾルの粒径を変更させ、多数のエアロゾルモデルを作成。
  - 粒径ごと各画素ごとにAOTを求める。
  - 6S中の正規化された消散係数の波長依存性(勾配)と、MODISから得られたAOTの勾配を比較し、これらが等しくなる、粒子半径とそのときのAOTを求める。

## 3. 利用衛星データ



## 4.1. 目標物反射率の選定

- これまで、30クラス<sup>1)</sup>、100クラス<sup>2)</sup>、800 クラス<sup>3)</sup>(隕石等を除くASTER libraryのほぼ全部)を比較してきたが、あまりクラスが多すぎると誤分類に繋がりやすい傾向がある。
- MODISは、500 m分解能では7チャンネルを有するが、経験的にチャンネル5と7にノイズが乗る場合が多い。



1) 戸館・美濃村 他, 2003  
2) 美濃村・戸館 他, 2004  
3) 山崎・朝隈, 2006

## 4.2. 目標物のパターンマッチング法

- 通常の最小二乗法で分類<sup>1)</sup>

$$\varepsilon_j^1 (= \{1, \dots, 35\}) = \sum_{i=1}^5 (\rho_i^{\text{ASTER}} - \rho_i^{\text{TOA}})^2$$

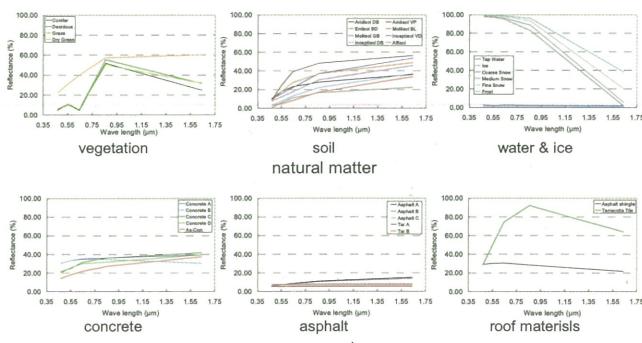
find  $j : \varepsilon_j^1 \rightarrow \min$

- 規格化された反射率<sup>2)</sup>を用いて最小二乗法で分類

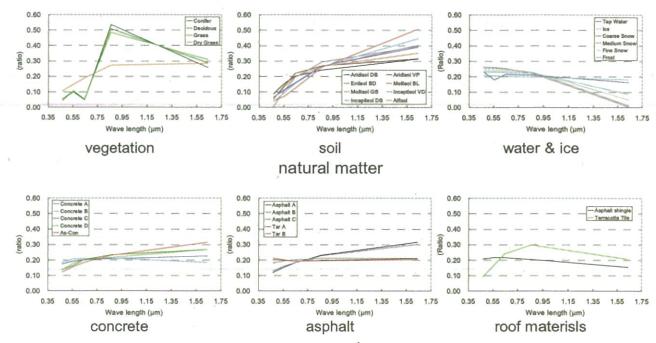
$$\varepsilon_j^2 = \sum_{i=1}^5 \left( \frac{\rho_i^{\text{ASTER}}}{\sum \rho_i^{\text{ASTER}}} - \frac{\rho_i^{\text{TOA}}}{\sum \rho_i^{\text{TOA}}} \right)^2$$

1) 戸館・美濃村 他, 2003  
2) 小野・藤原 他, 1999

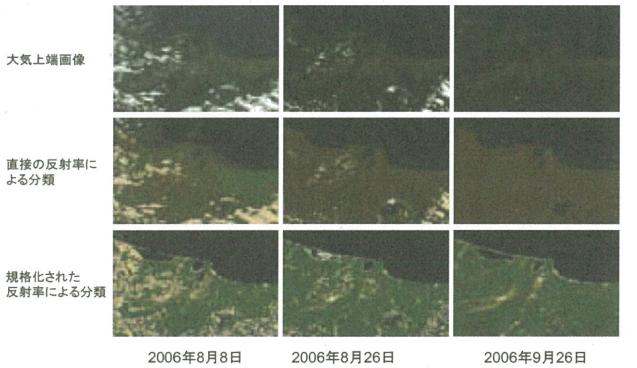
#### 4.3. 目標物反射特性 (ASTER library)



#### 4.4. 目標物反射特性 (規格化による)



#### 4.5. 地表面アルベドの推定結果



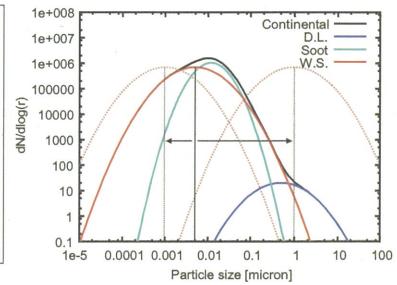
データ取得先: 東京大学生産技術研究所

#### 5.1. エアロゾルモデルの作成

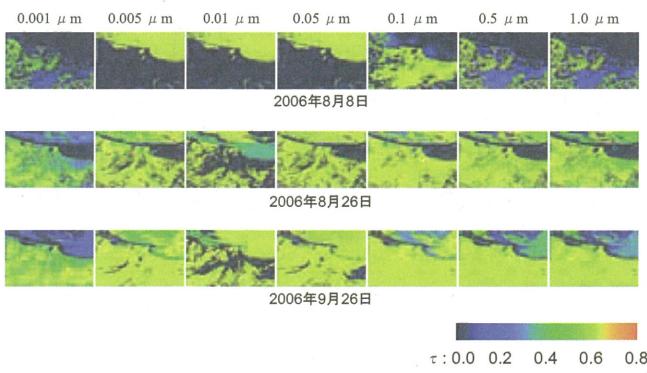
- WMO-WCP112の Continental モデルをベース
- Water soluble の粒径を 0.001~1.0 μm まで変化させる

Continental model

	Size distribution	$r_M$	$\sigma$
Dust like	0.5000	2.99	
Water soluble	0.0050	2.99	
Soot	0.0118	2.00	
refractive index at 550 nm			
Dust like	1.530	8e-3	
Water soluble	1.530	6e-3	
Soot	1.750	0.44	



#### 5.2. モデル別(粒径別)AOT-Map

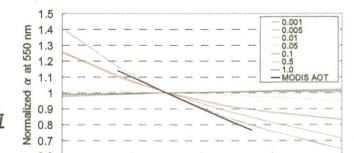


#### 6.1. 粒径およびAOTの決定

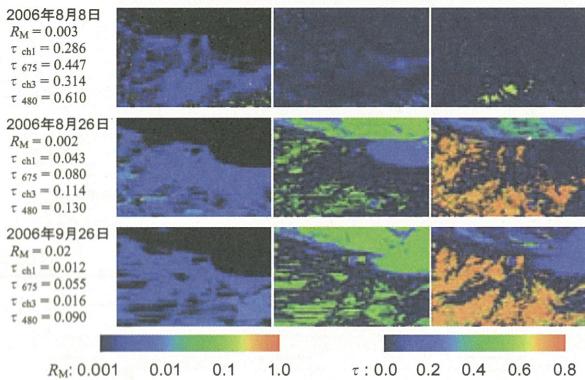
- 6S中では、550 nmの値で規格化された消散係数 ( $K_\lambda / K_{550}$ ) を用いて大気補正が行われる。
- そこで、衛星から観測された2バンドのAOTを 550nm で規格化し、勾配を求め、6S中の消散係数の勾配と一致する粒径を見つける。

$$\varepsilon_{RM}^V = \left( \frac{K_{480} - \tau_{ch3}}{K_{550} - \tau_{550}} \right)^2 + \left( \frac{K_{675} - \tau_{ch1}}{K_{550} - \tau_{550}} \right)^2$$

find  $R_M : \varepsilon_{RM}^V \rightarrow \min$



## 6.2. 粒径およびAOTの推定結果



## 7. 考察

1. 参照アルベドを求める際、2つのパターンマッチング法を比較した結果、規格化された反射率を用いたもののほうが現実に近い結果となった。
2. MODIS画像を大気補正エアロゾルの粒径を変化させて上記参照アルベドと一致するAOTの勾配と、6S中のモデルで決まる消散係数の勾配が一致する粒径を決めた結果、以下の結論を得た。
  - ① 農地に設置されたスカイラジオメーターで観測されたAOTの値と比較した結果、オーダー的には一致する傾向があった。
  - ② 海岸線を境界に粒径が著しく異なる。海では小さく(<0.005)、陸では大きい(>0.006)傾向があった。
  - ③ 特に陸域で、現実にそぐわない大きなAOTが算出された。これは、参照したアルベドと大気上端から観測されたアルベドの開きが大きいことが原因と思われる。
  - ④ 上記の問題が、陸域の植生上空で多く見られた。このため、植生クラスにより現実に近い反射率を用いる必要がある。
  - ⑤ このことは、ミクセル問題にも起因している可能性が高い。

## 8. 今後の課題

1. この方法は参照アルベドの精度に依存するので、
  - ① ASTER libraryに加え、USGS spilib05aを用いる(植生:4 → 94 + 16 pixel)。
  - ② 大分類、小分類に分け、多段階でパターンマッチングする。
  - ③ 実測値の導入。
  - ④ BRDFの考慮。
  - ⑤ 入手可能な土地被覆地図等の利用。
2. AOT導出に関して、
  - ① 今回は、W.S.のみ粒径を変化させたが、3種全ての組み合わせを考慮する。
  - ② 現在、毎回計算を実施し総当たりで検索しているが、各粒子モデルごとのLUT化を検討する。

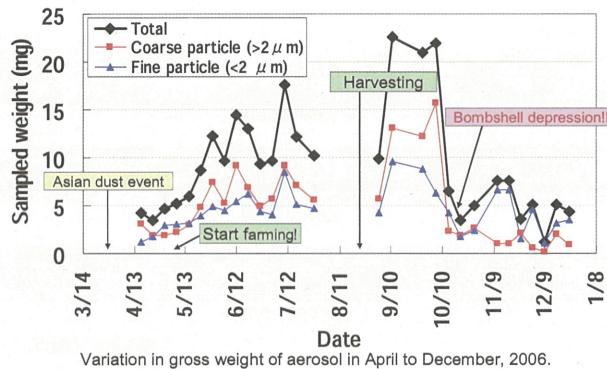
## 補足. 背景

- 大気エアロゾルは時間的・空間的に変動が激しく、衛生リモートセンシング、特にマルチスペクトルによる観測においては、その光学的厚さ(AOT)のみならずエアロゾルの波長依存性(エアロゾルモデル)が重要である。
- 放射伝達計算において、エアロゾルモデルを特定の地域を代表したモデル(都市型、大陸型、海洋型、森林火災型)を利用する場合が多い。
- 実際には、複数のモデルが混在していたり、上記のモデルに当てはまらない場合も多い。
- また、各画素ごとにモデルが異なる場合もある。

## 参考.1. オホーツク沿岸域のエアロゾルの特徴

- 年間を通じて降水量は少なめで、日照時間は国内で最も長い地域である。
- 黄砂の通過地点であるが、気候に左右される。
- 工場などが無いため、都市型エアロゾルは少ないと考えられる。
- 沿岸域ではあるが、冬季は、流水により海に蓋をされたような状態になるため、海塩粒子の飛散が抑制されている可能性がある。
- 国内最大規模の穀倉地帯であり、大型機械耕作であるため、耕作期には土壤粒子が飛散する可能性がある。

## 参考.2



### 参考.3-1

Asian dust event

Apr.

Snow thawing

May

Start farming!

Jun.

Variation in aerosol size distribution in April to June, 2006.

### 参考.3-2

Rainy weather

Jul.

Harvesting

Aug.

Sep.

Variation in aerosol size distribution in July to September, 2006.

### 参考.3-3

Bombshell depression!!

Oct.

Heavy snow!

Dec.

Variation in aerosol size distribution in October to December, 2006.

### 参考.4-1

Apr.

Asian dust event

Snow thawing

May

Start farming!

Jun.

550nm

550nm

Variation in aerosol optical thickness at 550nm in April to June, 2006.

### 参考.4-2

Rainy weather

Jul.

Harvesting

Aug.

Variation in aerosol optical thickness at 550nm in July to September, 2006.

### 参考.4-3

Bombshell depression!!

Oct.

Nov.

Heavy snow!

Dec.

Variation in aerosol optical thickness at 550nm in October to December, 2006.

### 参考.5-1

Apr.

Asian dust event

Snow thawing

May

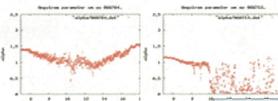
Start farming!

Jun.

Variation in angstrom parameter in April to June, 2006.

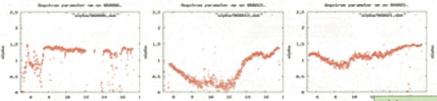
### 参考.5-2

Jul.



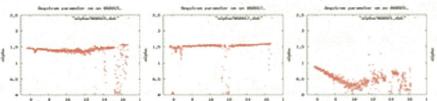
Rainy weather

Aug.



Harvesting

Sep.



Variation in angstrom parameter July to September, 2006.

### 参考.5-3

Oct.

Bombshell depression!!

wash out fine particle in upper troposphere?

Nov.

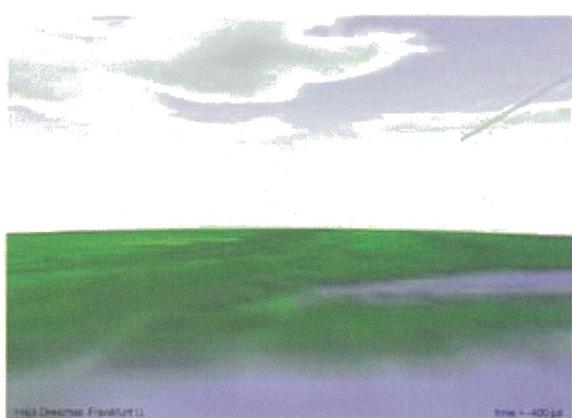
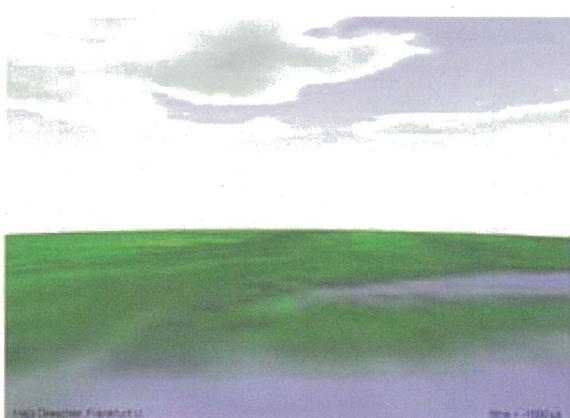
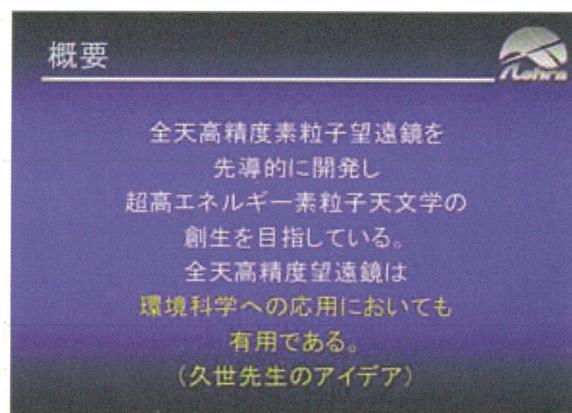
autumn Asian dust?

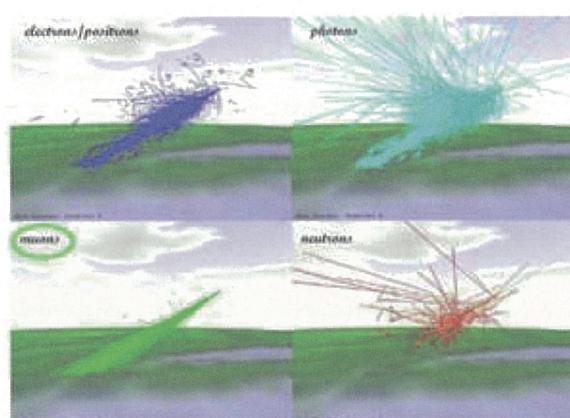
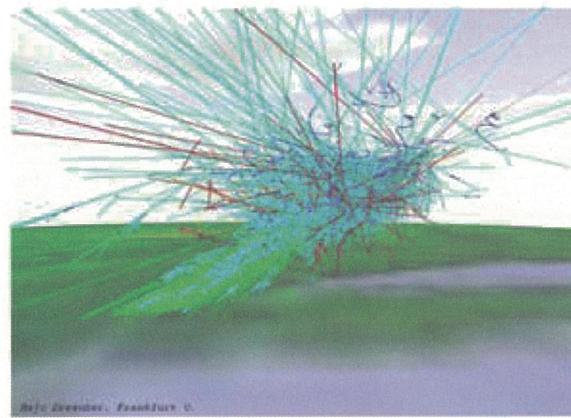
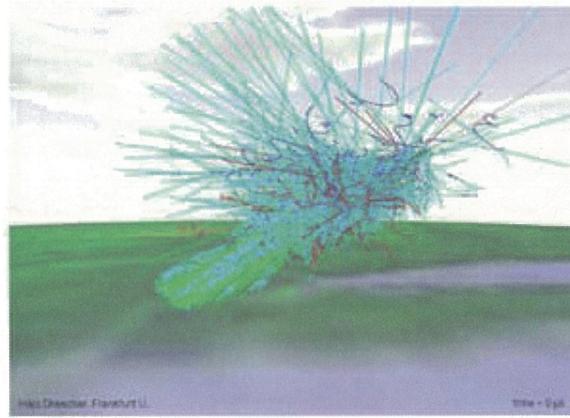
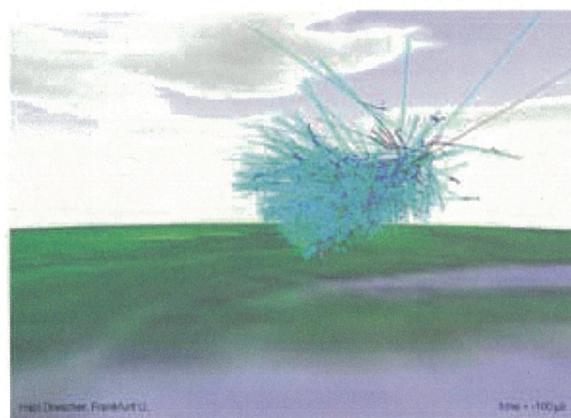
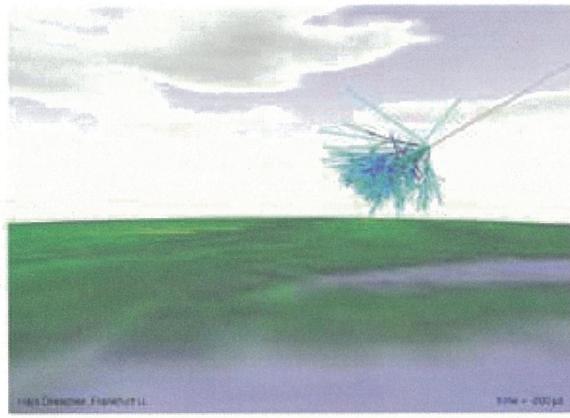
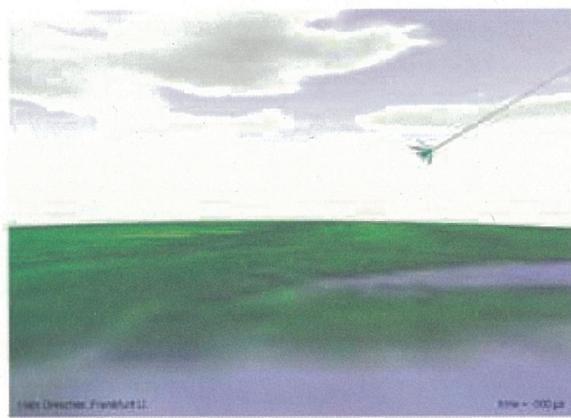
Dec.

Heavy snow!

Variation in angstrom parameter in October to December, 2006.

## 広角高精度望遠鏡を利用した大気透過率計算手法の開発





**宇宙線(素粒子)の検出**

これまでの空気シャワー検出

Ashraメインステーション概念

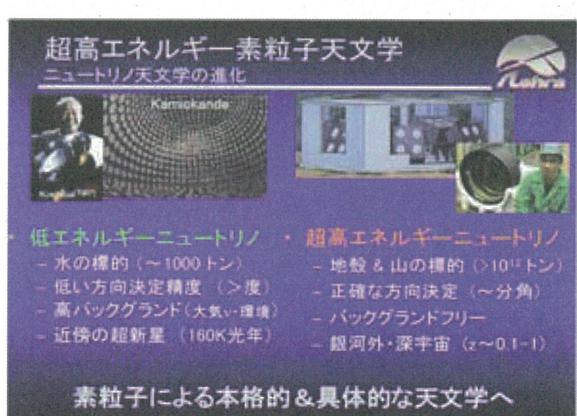
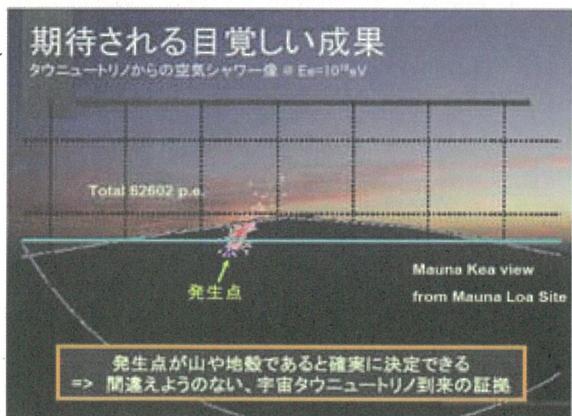
2次粒子の採取 vs チェレンコフ光や螢光の撮像

**先導的開発から創生的観測へ  
驚異的な画素コスト実現 ⇒ 高精度&広視野の両立**

Fly's Eye (1981-1993)      HiRes (1994-2006)      Ashra (2007-)

4度/画素 × 全天      1度/画素 × 32度      1.2分/画素 × 全天  
PMT      PMT      光電倍増管+CMOS

おとめ座飛来群 4度×4度      おとめ座飛来群 4度×4度



**先導的開発から創生的観測へ**  
マウナロアサイト建設の現状

**光学系** 6台の設置調整が完了  
- 分角の解像度  
- 夜光BG測定を完了  
→ GRB可視光  
観測間近

**トリガー** 実際の観測でテスト中  
- 大気チレンコフ像が得られている  
→ 光学系への  
設置準備

**先導的開発から創生的観測へ**  
技術の上でも天文と素粒子の融合

**広視野**  
**高精度**  
**高感度**  
**多機能**

- 集光器、天文学でも動作 分角×42度
- 「眼鏡をかけた」分割球面鏡+II
- 光と電子で像を分配&リレー
- 反射光学系と電子レンズの混合
- 2系列トリガー & 2系列撮像

**先導的開発から創生的観測へ**  
撮像管と半導体技術の融合

**20インチ光電子撮像管**  
・真空レンズとして

**CMOS精細センサー**  
・画像記録として

Ashra検出器の鍵  
達成精度: 3.4ラインペア/mm<1分角  
誘電多層膜UV透過フィルター

入力面に貼ったロゴの出力像  
トリガーモード  
トリガーエンド  
トリガーアドレス

指定領域だけ露光&読み出し  
夜光ノイズの低減⇒感度向上  
1.2分角/画素、 $2048 \times 2048$ 画素  
トリガー制御・部分露光読み出し

**先導的開発から創生的観測へ**  
設置調整後の光学性能

組み立て+装着  
・格納庫  
・望遠鏡架台  
・補正レンズ

組み立て+装着  
・部分鏡  
・焦点面支持調整機構  
すべてを最適化

1.3分角  
土星  
(Incident 15deg)

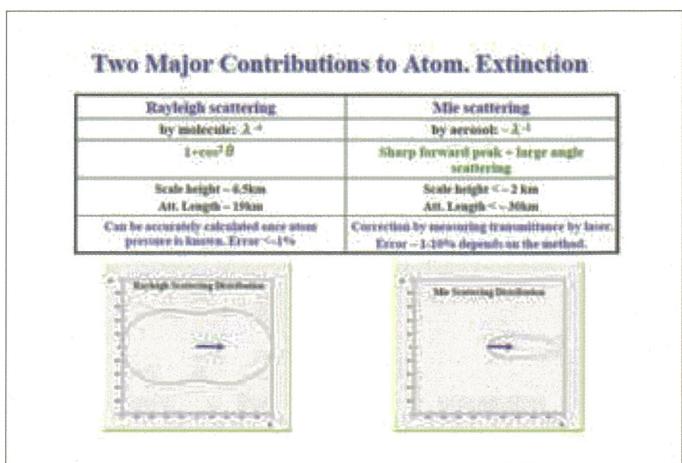
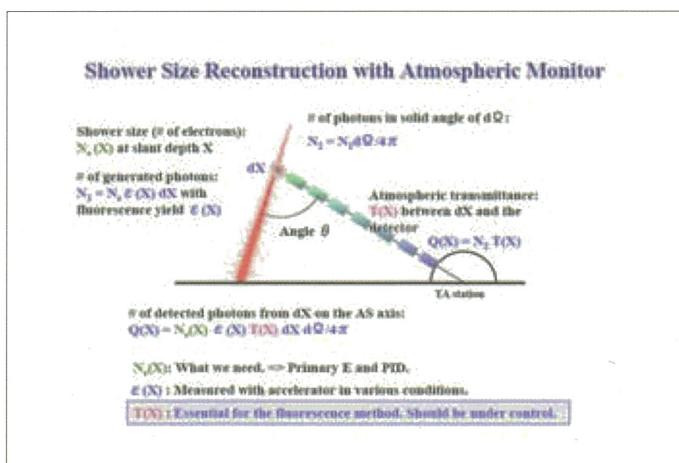
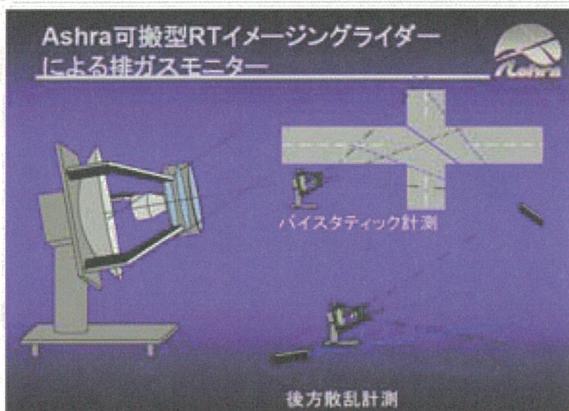
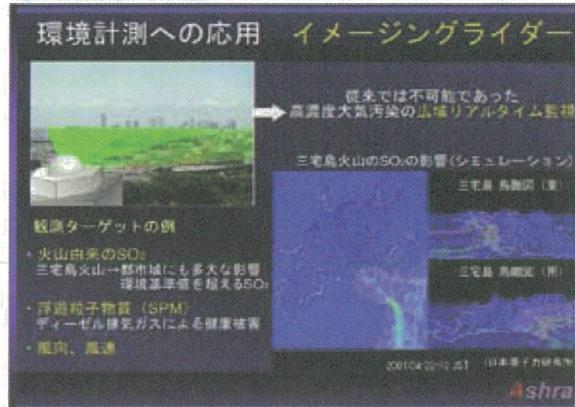
- 焦点面CCD画像
- 統合精度:  
1.3分角
- 要求を十分満足

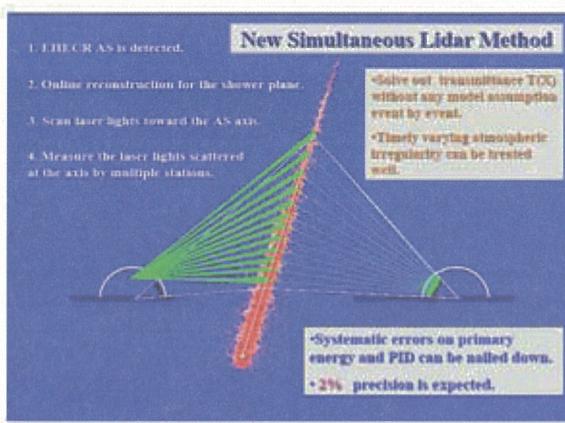
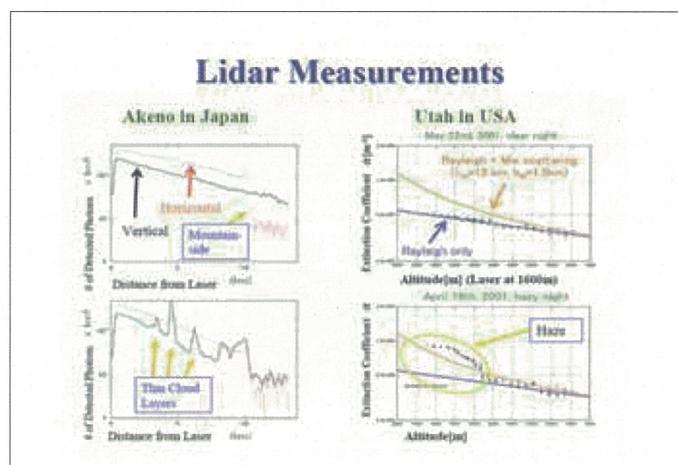
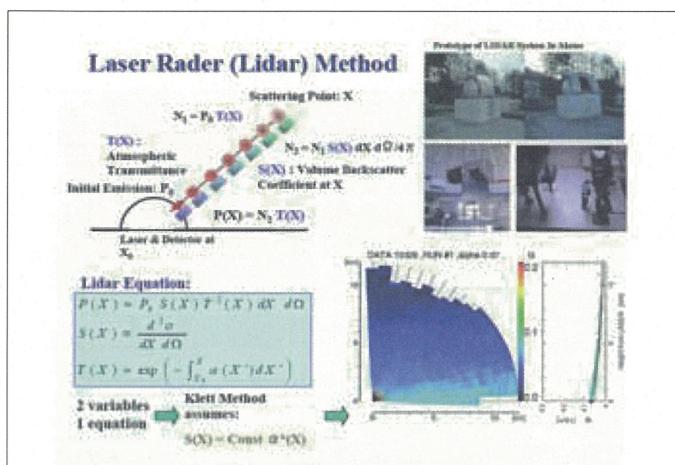
**先導的開発から創生的観測へ**  
試作機観測@ハレアカラ

広視野・高精度のコンセプトを実証できた

**先導的開発から創生的観測へ**  
GRB衛星と試験クロス観測撮像結果

GRBの瞬間に含む、初めての光学探索  
GRBやSNなどの光学閃光探しに十分使える





# 赤外リモートセンシングデータを用いた大気水蒸気量の推定

## 赤外リモートセンシングデータを用いた大気水蒸気量の推定

久慈 誠 (奈良女子大学)

菊地 信行 (JAXA EORC)

内山 明博 (気象研)

(一般研究: 担当: 高村先生)

2007年2月28日

## 研究の背景

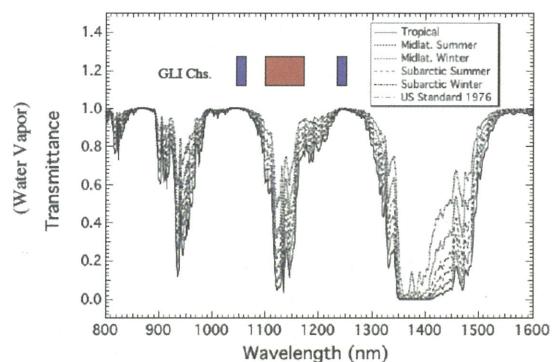
### 水蒸気

- 地球最大の温室効果気体;
- 地表面放射収支やエアロゾル-雲相互作用の鍵となる特性量;
- 可降水量 (鉛直積算水蒸気量)
  - 晴天大気ににおける重要な大気プロダクト;
  - 大気補正 (特に陸域・沿岸域);
- ADEOS-II / GLI観測データの利用
  - 近赤外推定アルゴリズム (Kuji and Uchiyama 2002);
  - 約 1 km 解像度;
  - 雲・海陸分布等のフラッグの活用;
  - 地表面プロダクト(植生・海色・雪氷)の大気補正;

## 本研究の目的

- 2004年11月よりJAXA EORCでは、みどり2号 (ADEOS-II) 搭載Global Imager (GLI)の観測データから導出された可降水量の提供を開始した。
- 本研究では、推定手法の見直しと、GLI可降水量プロダクトをラジオゾンデあるいは地上設置型マイクロ波放射計観測で得られる可降水量と比較し検証を行なった。

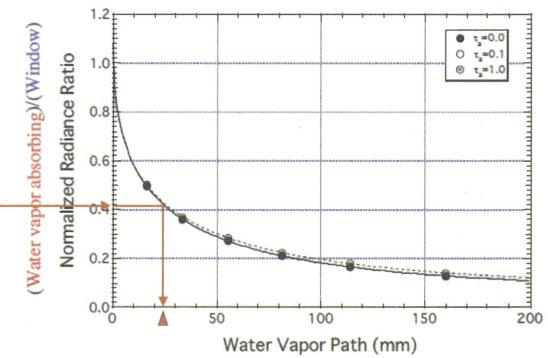
## Physical background



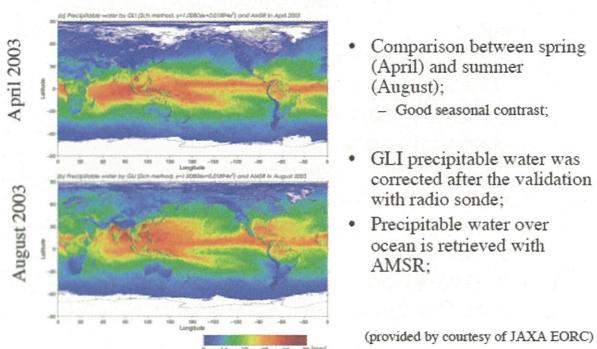
## 可降水量プロダクトのアルゴリズム

- 使用する波長
  - 水蒸気吸収領域 1135nm
  - 窓領域 1050nm, 1240nm
- 水蒸気吸収領域と窓領域の放射量比から可降水量を推定する
  - 2チャンネル法(窓領域を1チャンネル使用)
    - $R_{1135}/R_{1240}$
  - 3チャンネル法(水蒸気吸収領域を挟む窓領域2チャンネルを使用)
    - $2 \times R_{1135}/(R_{1050} + R_{1240})$
- 仮定
  - 地表面反射率は波長によらず一定
- 以上の仮定のもと可降水量を変えて放射計算を行ない、放射量Rと可降水量Pの関係を次の式で表した。
  - $P = C_3 \log((R_{1135}/R_{1240}) - C_1)/C_2$

## Calibration (Bright Surface; Lambertian; 50%)



Precipitable water with GLI (over Land; 2ch);  
Seasonal contrast



### GLI可降水量プロダクトの特徴

#### ・長所

- 陸上の可降水量を推定する。
  - ・マイクロ波センサ(AMSR等)は海上が主。
- 1km分解能で推定できる。
  - ・マイクロ波センサ(AMSR等)は20-30km程度。

#### ・短所

- 地表面反射率の低い海上では推定精度が悪化。
- 雲がある時、及び夜間は推定できない。

#### ・ADEOS-II / GLI - AMSR 複合利用

- 相補的な関係を活かした複合プロダクトの可能性

### マッチアップデータ (GLI)

- ゾンデ打ち上げ地点を中心とする11×11画素を使用
- 雲域判別
  - 11×11画素の反射率の平均が25%以上
  - 11×11画素の反射率の標準偏差が0.03以上
- 観測条件 (scan geometry)
  - 太陽天頂角60度以下
  - 衛星天頂角30度以下
- 作成サイト
  - 福江、奄美、父島、Sri Samrong, Hefei;

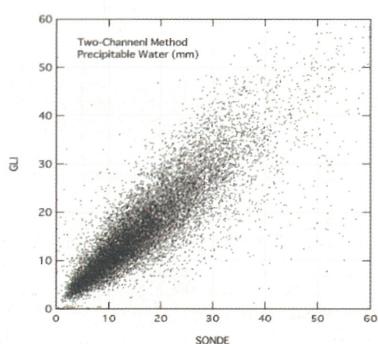
長崎県 福江島 (105×105)



### マッチアップデータ (Sonde)

- 全世界約750カ所のゾンデデータ(DCDF)を使用
- 2003年4月2日から2003年10月24日まで
- ADEOS-II通過時刻の前後6時間以内のデータ
- 相対湿度80%を越えた場合、その層には雲が存在するとし、解析から除外。

### GLIとゾンデとの比較

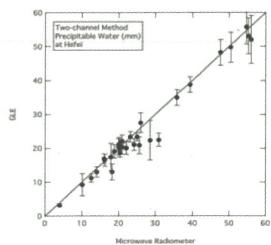


- GLI-ゾンデ
  - 相対誤差 約30%

### マッチアップデータ (MWR)

- 地上設置型マイクロ波放射計(MWR)観測データを使用(Hefei)
- 2003年4月2日から2003年10月24日まで
- ADEOS-II通過時刻と10分以内の同期データ
- 可降水量と雲水量を同時推定する手法による解析結果 (Takamura et al.)

## GLIとマイクロ波放射計の比較



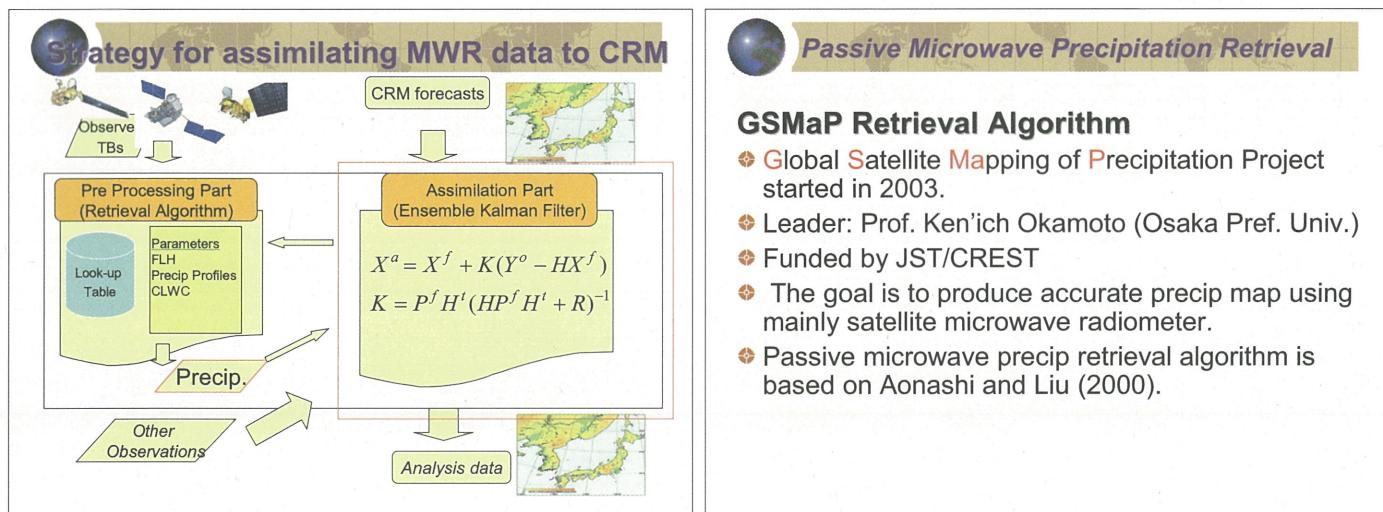
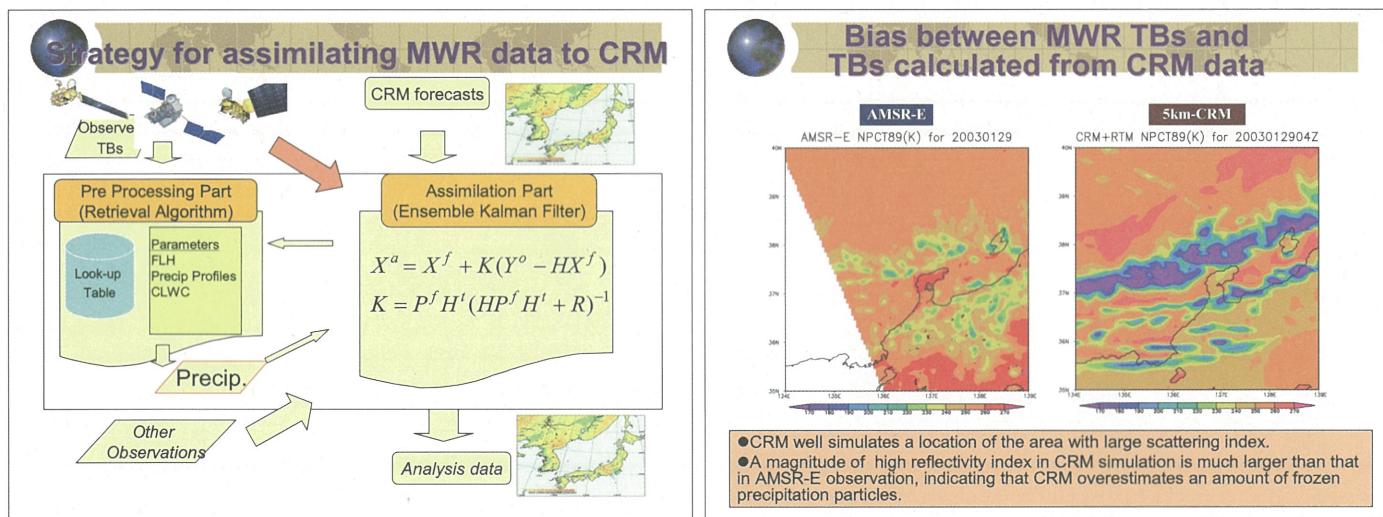
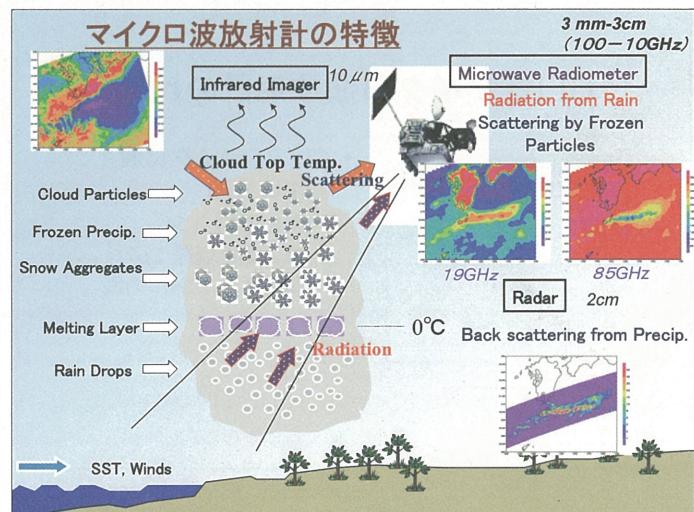
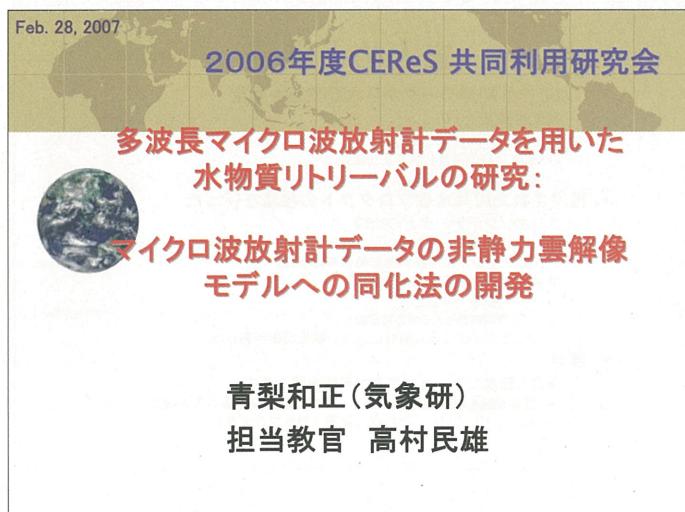
- GLI vs. マイクロ波
  - 平均 27.61
  - 差の平均 -1.54
  - 差の標準偏差 2.67
  - 誤差  $2.67/27.61 = 9.6\%$

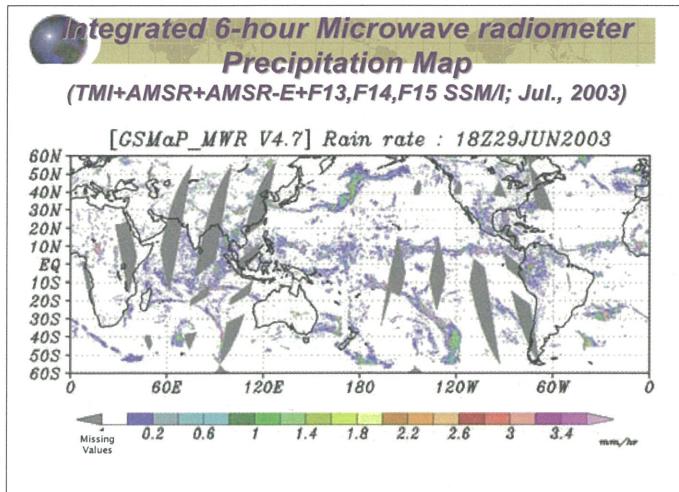
## まとめと展望

- GLI近赤外観測データから水蒸気量を推定
  - 高反射面(陸上)で
  - 推定手法の再検討を行った。
    - 放射計算の波長分解能を詳細化。
    - GLIの推定精度の向上。
- 推定された可降水量プロダクトの検証を行った。
  - ラジオゾンデデータとの比較
    - 30%の誤差で一致した。
    - GLIとゾンデには良い線形関係があった。
  - マイクロ波放射計との比較
    - 10%の誤差で一致した。
      - 同期観測による検証精度向上。
      - GLIとマイクロ波放射計には良い線形関係があった。
- 展望
  - 非常に簡単なアルゴリズムで可降水量を推定
    - 更に検証を積み重ねることで、推定精度・適用限界等を確定
    - ADEOS-II / GLI - AMSR 複合利用水蒸気プロダクト

# 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 :

## マイクロ波放射計データの非静力雲解像モデルへの同化法の開発





## Outline

- Introduction
  - EnKF Scheme
  - Forecast Error Correlation between Precipitation and CRM variables
  - Preliminary results of Assim. Experiment
  - Summary

$$K = P^f H^t (H P^f H^t + R)^{-1}$$

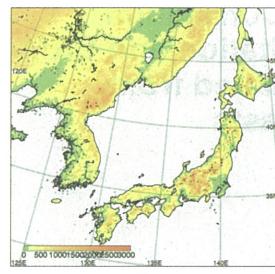
## **Data Assimilation Method**

## EnKF scheme

## Cloud-Resolving Model used

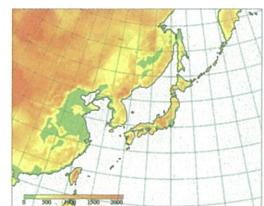
JMANHM (Saito et al., 2001)

- Resolution: 5 km
  - Grids: 400 x 400 x 38
  - Time interval: 15 s



Initial and boundary data  
**RSM** (JMA's operational regional

- Basic equations : Hydrostatic primitive model)
  - Precipitation scheme:
    - Moist convective adjustment
    - + Arakawa-Schubert
    - + Large scale condensation
  - Resolution: 20 km
  - Grids: 257 x 217 x 36

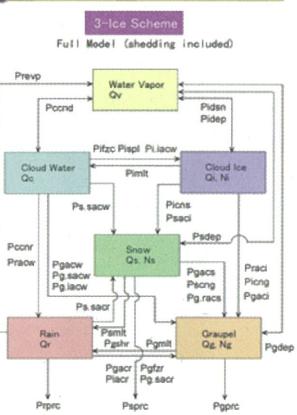


Cloud Microphysical Scheme

- Explicit cloud microphysics scheme based on bulk method  
(Lin et al., 1983; Murakami, 1990; Ikawa and Saito, 1991)

- The water substances are categorized into 6 water species (*water vapor, cloud water, rain, cloud ice, snow and graupel*)

- Explicitly predicting the mixing ratios and the number concentrations



Ensemble Kalman Filter (EnKF)

- Kalman Filter:  $X^a = X^f + K(Y^o - HX^f)$   
where  $K = P^f H^t (HP^f H^t + R)^{-1}$

- EnKF: use ensemble to estimate forecast error covariance  $P^f H^t \ H P^f H$  :

$$P^f H^t = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (X_n^f - \bar{X}_n^f) * (H(X_n^f) - H(\bar{X}_n^f))$$

$$HP^f H^t = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (H(X_n^f) - H(\bar{X}_n^f)) * (H(X_n^f) - H(\bar{X}_n^f))$$



### Ensemble Square root Filter (EnSRF) Snyder & Zhang(2003)

- Compute analyses for ensemble average  $\bar{X}^a$  and each member  $X_n^a = \bar{X}^a + \delta X_n^a$

$$\bar{X}^a = \bar{X}^f + WK(Y^o - H(\bar{X}^f))$$

$$\delta X_n^a = \delta X_n^f - WK\beta H \delta X_n^f,$$

$$\beta = (1 + \sqrt{R/(HP^f H^t + R)})^{-1}$$

- where W is the localization weight



### Ensemble Forecast (Mitchell et al, 2002)

- 100 members started with perturbed initial data:

$$X_i(t_0) = X_c(t_0) + \delta X_i$$

- Geostrophically-balanced perturbation  $\delta X_i$

- 3D perturbation in stream function  $\psi$

XY : 2D random fields with correlation

$$\text{correlation } \rho(r) = (1 + (r/R)) * \exp(-(r/R))$$

R=1000,300,100,30,10 km (20 members)

Z :  $\sin(m\pi z^*/H)$  m=1,3,5 (34, 33, 33 members)

- $\psi$  to perturbation in ( $\theta$ , u, v, Ps), assuming geostrophic and hydrostatic balance.

- Total energy of perturbation  
SD of PT ~ 1 K

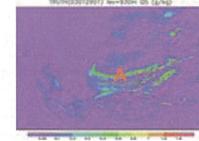
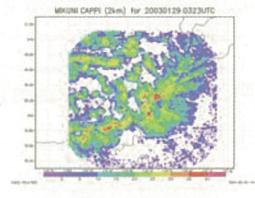
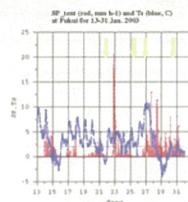


### Data Assimilation Method

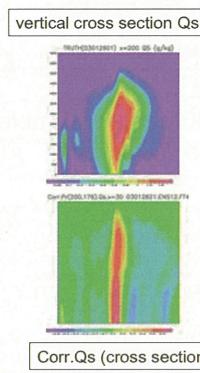
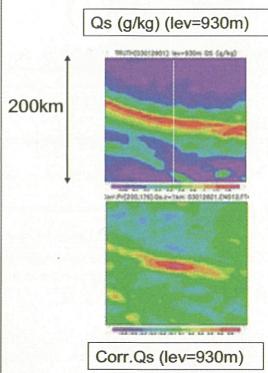
#### Forecast Error Correlation between Precipitation and CRM variables calculated from ensemble forecasts



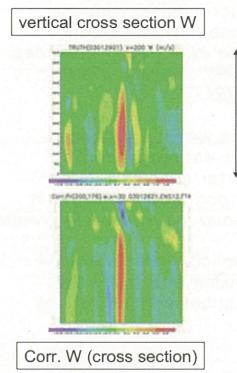
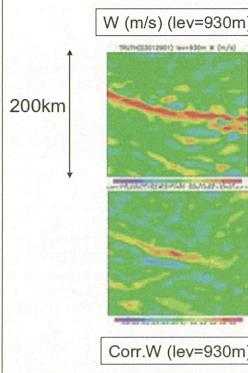
### Upper Cold Low case (Jan. 28-29, 2003)

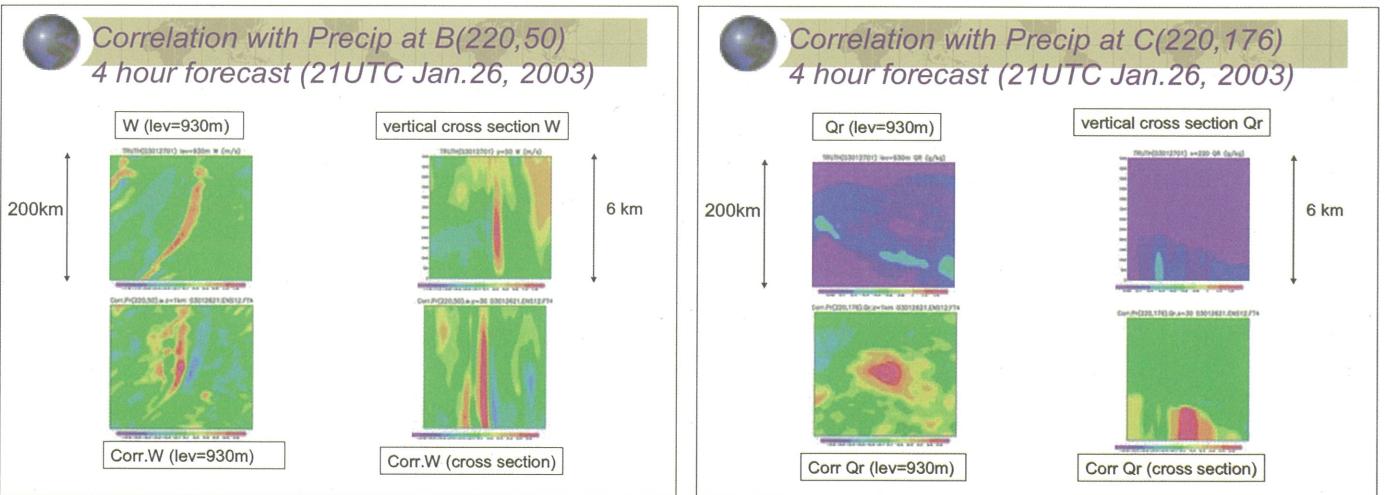
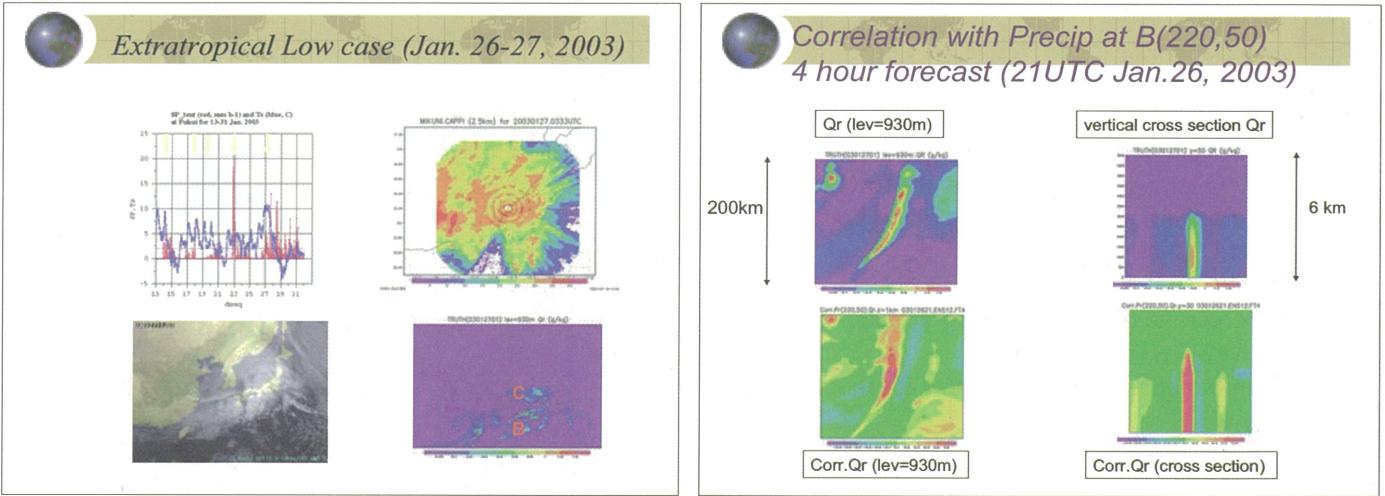
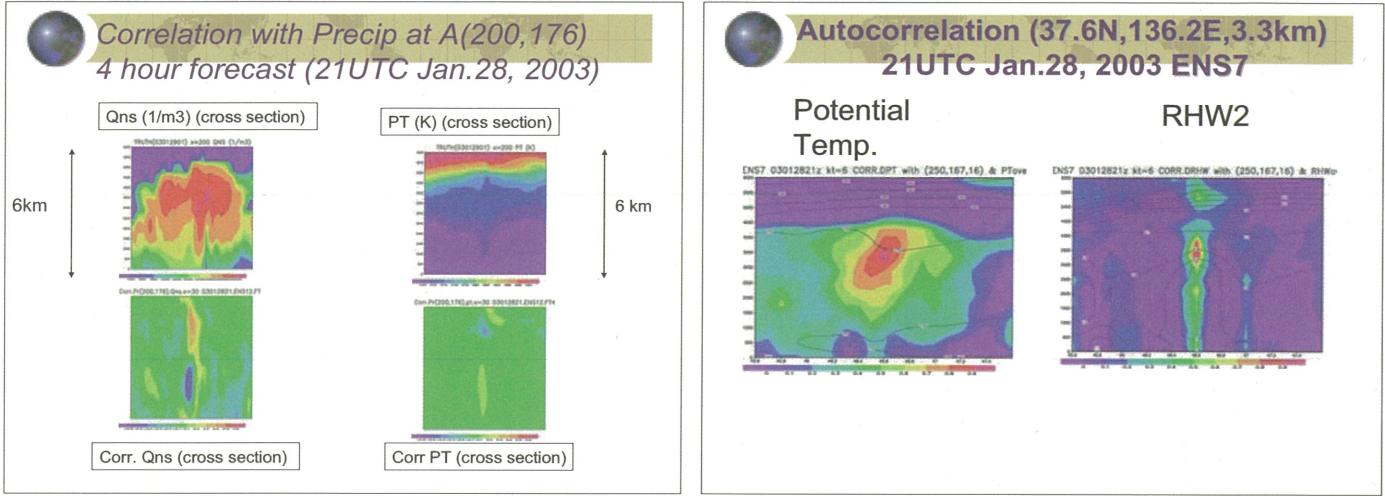


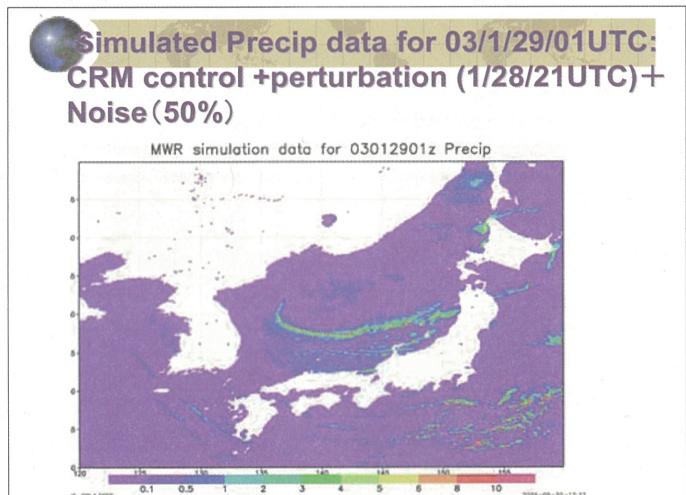
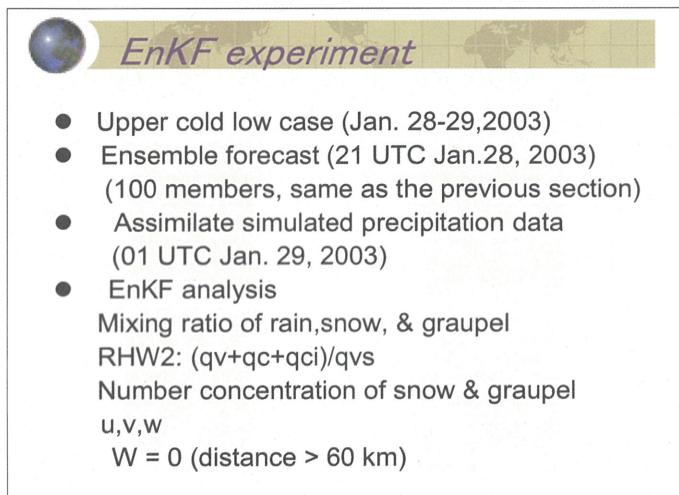
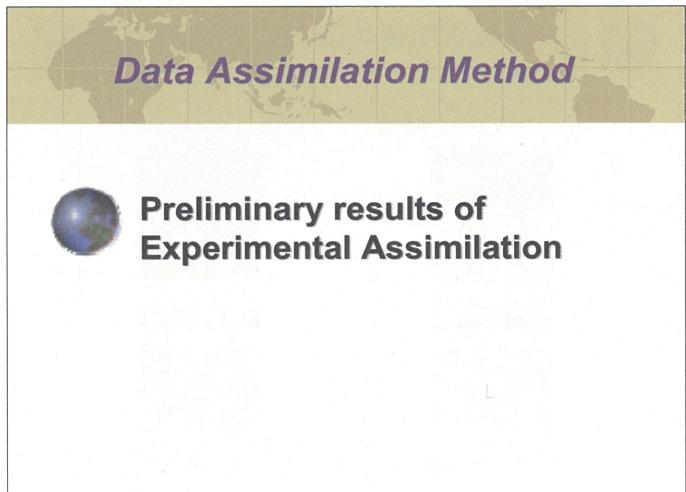
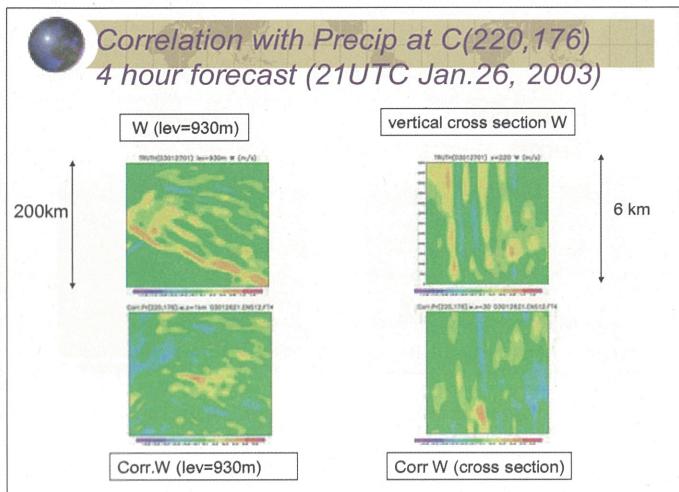
### Correlation with Precip at A(200,176) 4 hour forecast (21UTC Jan.28, 2003)

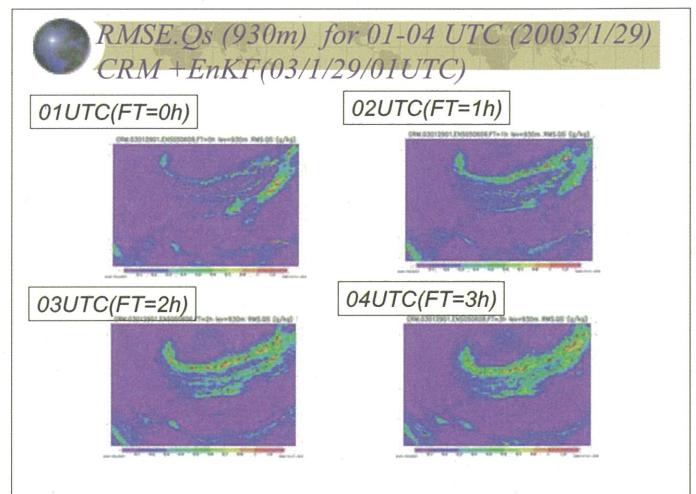
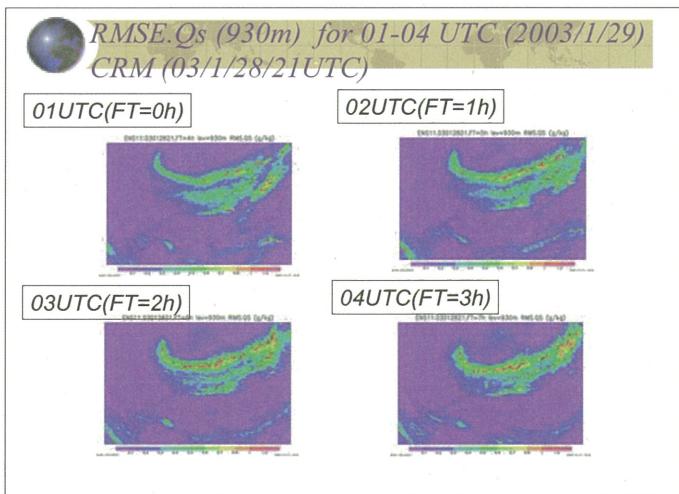
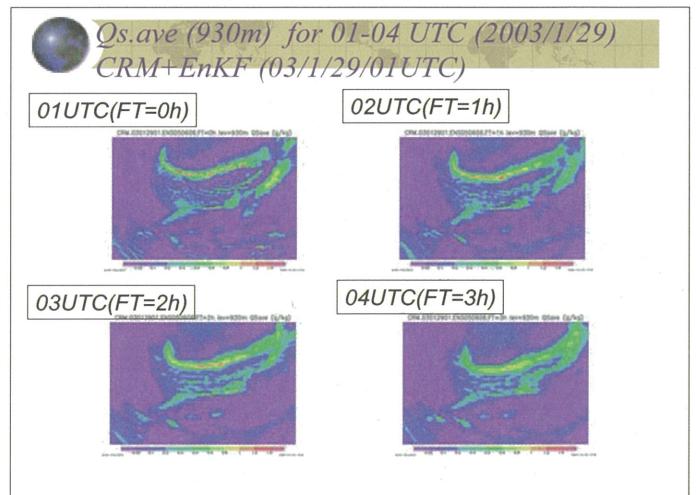
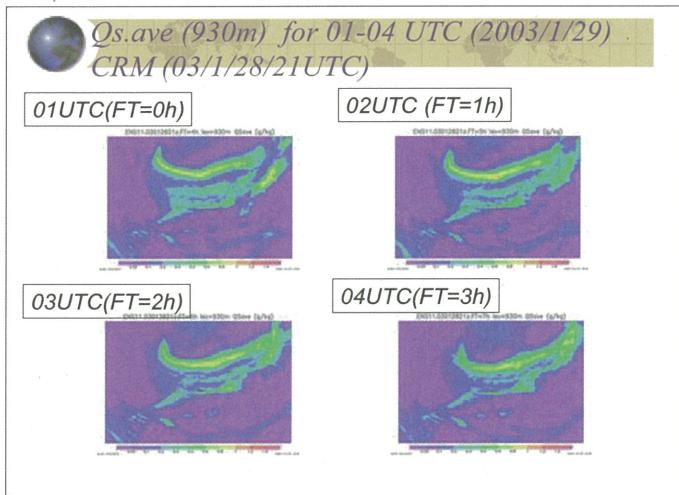
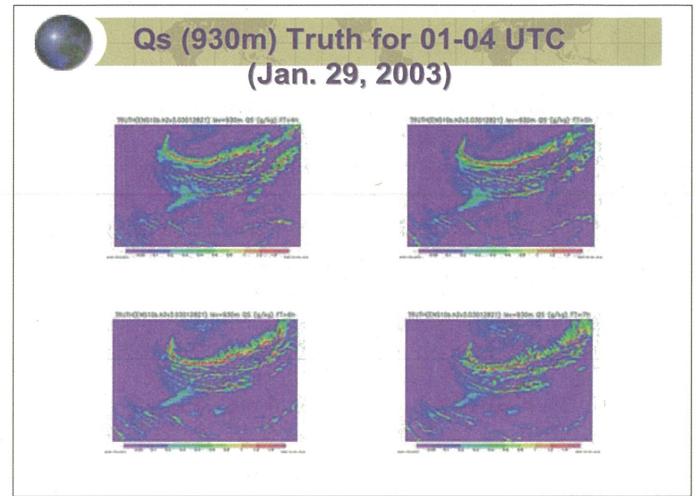
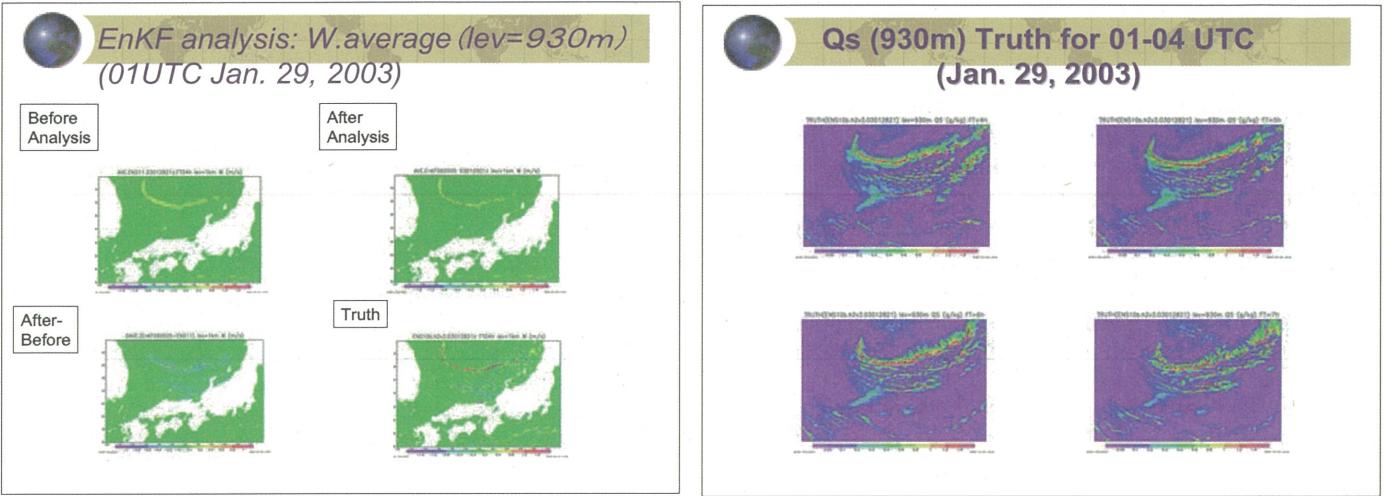


### Correlation with Precip at A(200,176) 4 hour forecast (21UTC Jan.28, 2003)









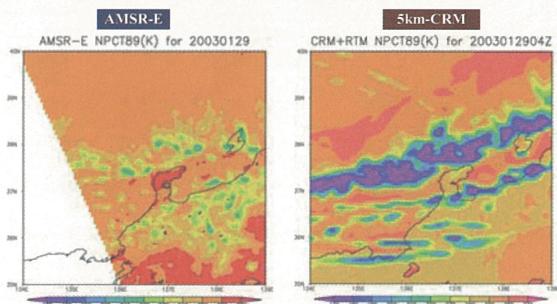


## Summary

- We have developed Ensemble Square Root Filter (SRF) scheme.
- Precipitation rate had large forecast error correlations with vertical wind speed, as well as the mixing ratio of cloud physical variables.
- Large flow-dependent variations in forecast error correlations were found.
- Results from preliminary experiments using simulated precipitation data show that the EnKF is successful in retrieving the cloud-physical variables and vertical wind speed.



## Bias between MWR TBs and TBs calculated from CRM data



- CRM well simulates a location of the area with large scattering index.
- A magnitude of high reflectivity index in CRM simulation is much larger than that in AMSR-E observation, indicating that CRM overestimates an amount of frozen precipitation particles.



Thank you for your attention.

## ヤマセ雲の衛星リモートセンシングおよび数値モデル化のための検証観測:2006観測データ

[CEReS共同利用研究発表会(07.02.28)]

### ヤマセ雲の衛星リモートセンシングおよび数値モデル化のための検証観測:2006観測データ

浅野 正二

東北大 大学院理学研究科  
大気海洋変動観測研究センター

(CEReS担当教員: 高村 民雄 教授)

**謝辞:** 本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(A) #17204039)の支援のもとに実施されている。船舶観測は、東北大大学院理学研究科と仙台管区気象台との間の「やませ共同観測」に関する協力申合せに基づき、函館海洋気象台・高風丸のご協力のもとに行われた。航空機観測は、気象研究所・内山グループが担当し、DASのMU2機を用いて実施された。雲レーダおよびマイクロ波放射計による観測には、千葉大学の鷹野教授および千葉大学・高村教授と気象研究所・青梨博士のご協力を得た。数値モデル実験の結果は、東北大・大気力学グループより提供された。関係された皆様のご支援・ご助力に感謝します。

### ヤマセ雲の研究計画(2)

◎ 野外観測

- ・船舶観測: 「ヤマセ共同観測」、函館海台・高風丸  
海洋PBLの時間変化: GPSゾンデ(強化観測)  
雲底高度、潜熱・顯熱フラックス
- ・航空機観測: (担当: 気象研究所)  
船・航空機・衛星(同期)  
雲微物理特性、エアロゾル  
風測定
- ・地上観測: (担当: 東北大)  
観測サイト: 仙台  
雲レーダー(千葉大)

◎ 衛星データ解析/リモートセンシング

- ・海洋大気境界層の構造・変質(→ 弘前大・児玉)  
NOAA/AVHRR (ch.3A → 1.65 μm) 検証
- ・ヤマセ雲の時空間変動(分布、雲物理特性、放射強制力)
- ・ヤマセ雲と非ヤマセ下層雲の特性・航跡雲
- ・高分解能・高精度化・時間(ひまわり6)・空間(MODIS)
- ・不均質雲のリモセン(3-D放射伝達)

### ヤマセ雲の研究計画(3)

◎ 数値モデル化: (東北大・大気力学グループ)

- ・ヤマセ事例のシミュレーション・検証(メソ・モデル)
- ・雲物理過程のモデル化、放射スキーム改良
- ・ヤマセ雲の生成・変質・消滅の機構(雲画像モデル)
- ・パラメタリゼーションの改良(パラメータ最適化)
- ・種々の下層雲・移流霧の再現・検証
- ・ヤマセの予報実験

↓

◎ 目的:

- ① ヤマセ雲の形成・変質機構の理解
- ② ヤマセ雲の微物理・放射特性(エアロゾル、霧雨、航跡雲、3D-RTE)
- ③ 下層雲リモートセンシングの検証(衛星、雲レーダー、MWR)
- ④ ヤマセ雲の数値モデルの検証・改良
- ⑤ ヤマセ予報の改善(メソモデルのパラメタリゼーション)
- ⑥ 海洋性境界層雲の理解とモデルの高度化

**Koufumaru(高風丸)**

◆ Celiometer →  $H_{cloud-base}$

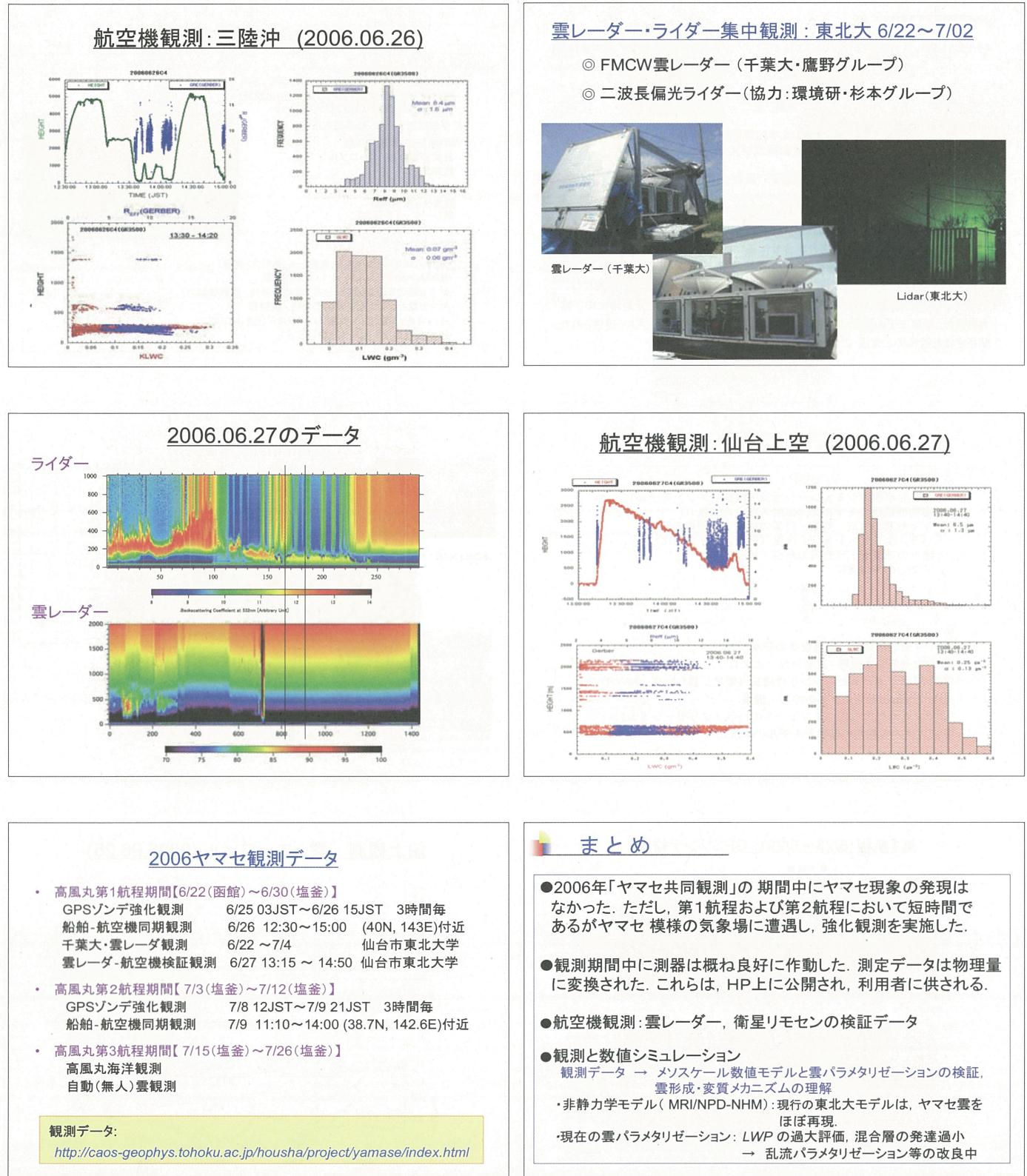
◆ Microwave Radiometer → LWP

◆ Infrared Thermometers →  $T_{cloud-base}$ , SST

◆ Pyranometers  
→ Solar Irradiances (0.3 – 2.9 μm; 0.71 – 2.9 μm)  
◆ Pyrgeometer → Longwave Irradiance  
◆ Optical Particle Counter  
→ Aerosol Size Distribution  
◆ GPS-sonde System  
→ Profiles of T, RH, and Wind

**第1航程(6/23~6/29): GPSゾンデ観測**

**船上観測: 雲とエアロゾル (2006.06.25)**



# ミリ波雲レーダ FALCON-I の性能と多海域観測

## ミリ波雲レーダ FALCON-I の性能と多海域観測

鷹野敏明、高村民雄、中西裕治、河村洋平、山口潤、  
阿部英二、二葉健一、横手慎一（千葉大）  
大野裕一、熊谷博（NICT）、中島映至（東大）、  
岡本創（東北大）、藤吉康志（北大）、杉本伸夫（環境研）

我々が開発した、周波数 95GHz (波長 3.2 mm) のFM-CW (周波数掃引連続波) 型レーダは、高い感度と空間および時間分解能を実現している。観測船「みらい」での多海域での雲観測結果の紹介と、高分解能を達成できる FM-CW型レーダの特性などについて、述べる。



### 背景

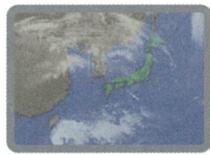
雲は太陽からのエネルギー、あるいは地表から放射されるエネルギーを反射吸収し、地球の気候を決定する上で主要な役割を果たしている

雲の高度分布、内部構造といった基本特性は重要な情報

#### ミリ波FM-CW雲レーダの開発

##### 特徴

- 95GHzの電波を使用  
マイクロ波(5GHz)の気象レーダでは観測できない雲粒子(直径10μm程度)の観測ができる  
(粒子の後方散乱断面積は波長の4乗に半比例)
- FM-CW方式  
パルス方式に比べ低出力での雲観測が行える



雲の高度、厚さといった情報は得られない。また、雲が2層になって存在する場合、下層の雲は見ることはできない。

### なぜミリ波なのか？

雲からの反射強度を十分にとる為に  
ミリ波帯域 (30GHz ~ 300GHz) の電波を使用

→ レイリー散乱により後方散乱の増加

$$k_s = \frac{2\pi^6}{3} n \left( \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right)^2 d^5 \cdot f^4$$

(散乱係数は波長の4乗の逆数に比例)

千葉大ミリ波FMCW雲レーダでは大気減衰が少なくレーダ電波に許可されている95GHzの電波を使用している。

### 物理量の算出

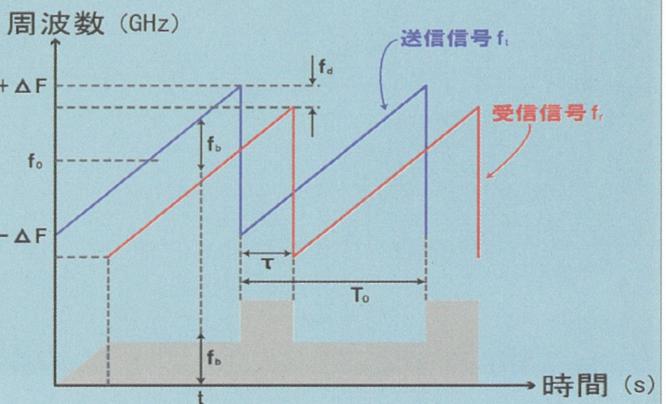
#### レーダ反射因子 (Z因子) の算出

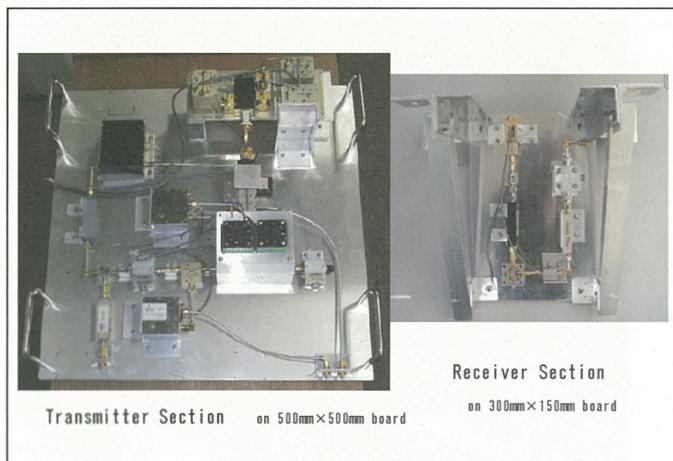
$$Z = \int_0^\infty N(D) D^6 dD$$

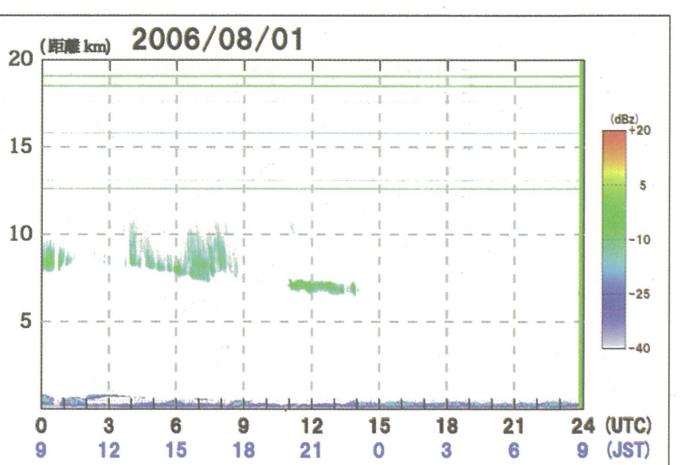
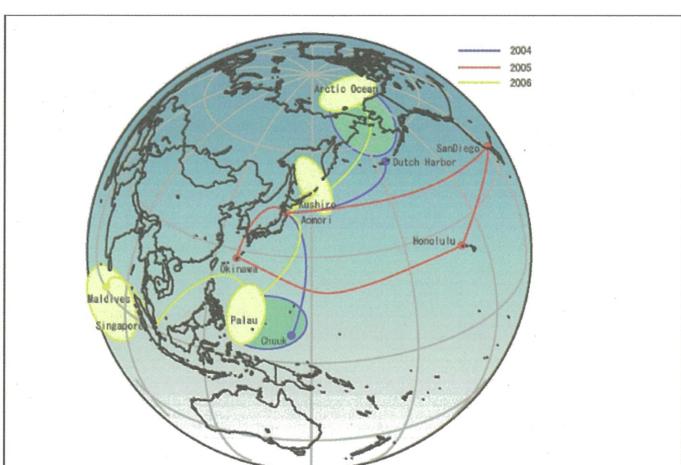
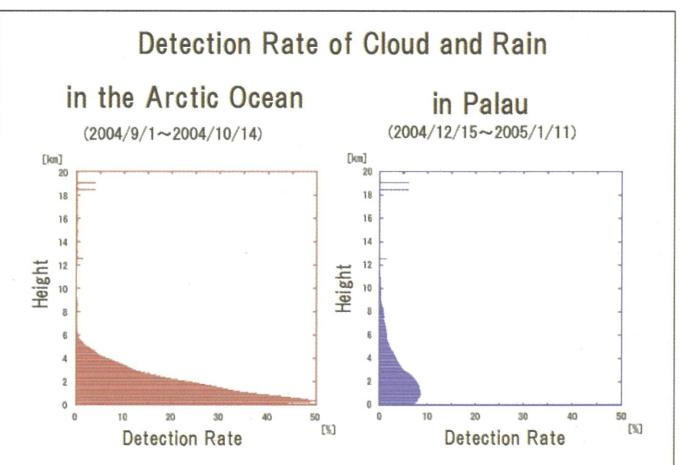
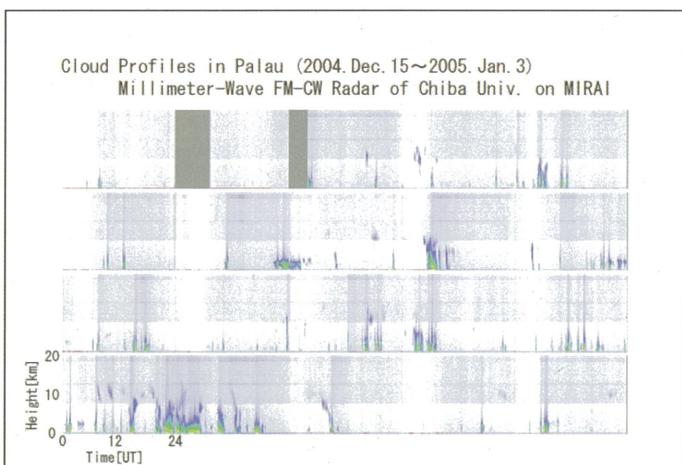
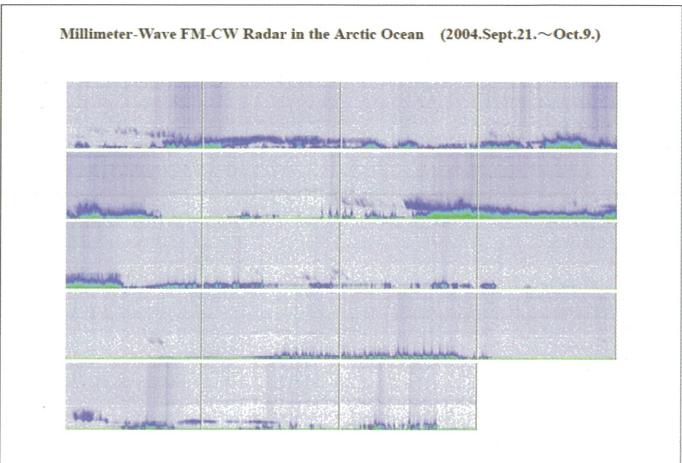
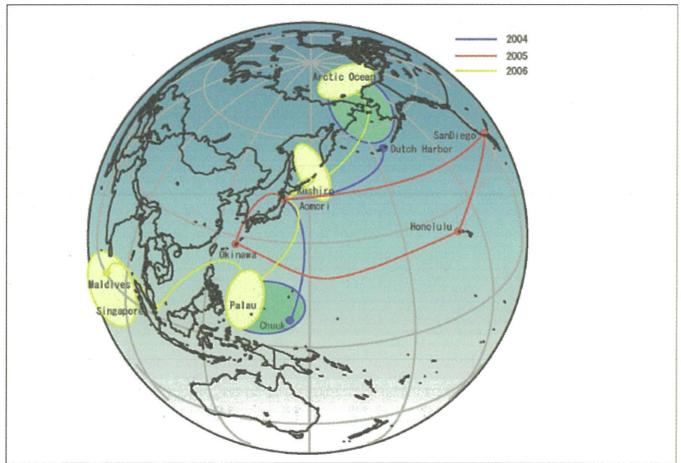
N: 単位体積における  
散乱体の個数 (個 / m<sup>3</sup>)  
D: 散乱体の直径 (mm<sup>3</sup>)

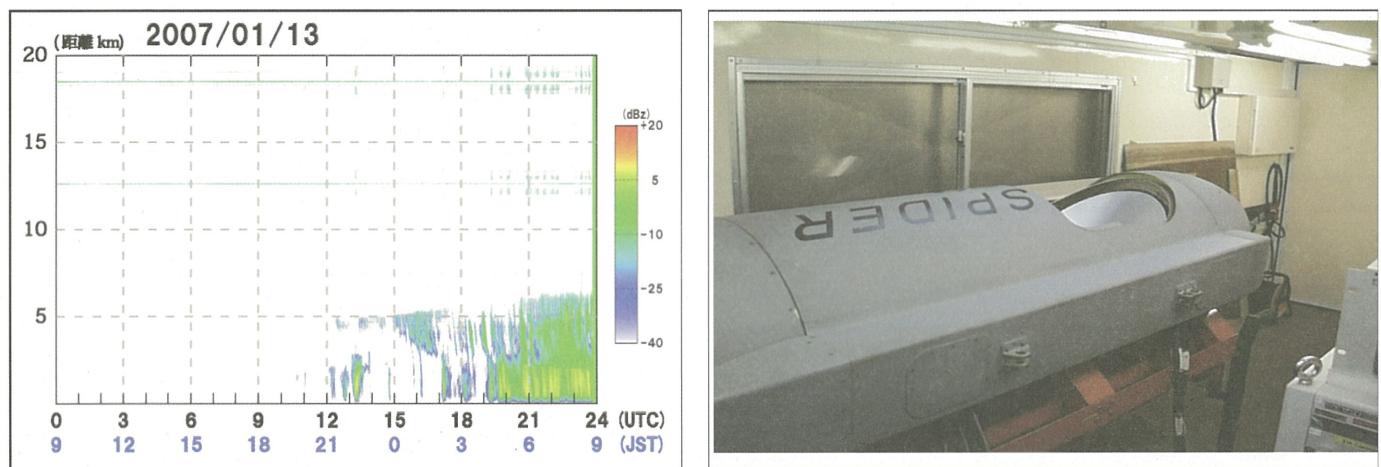
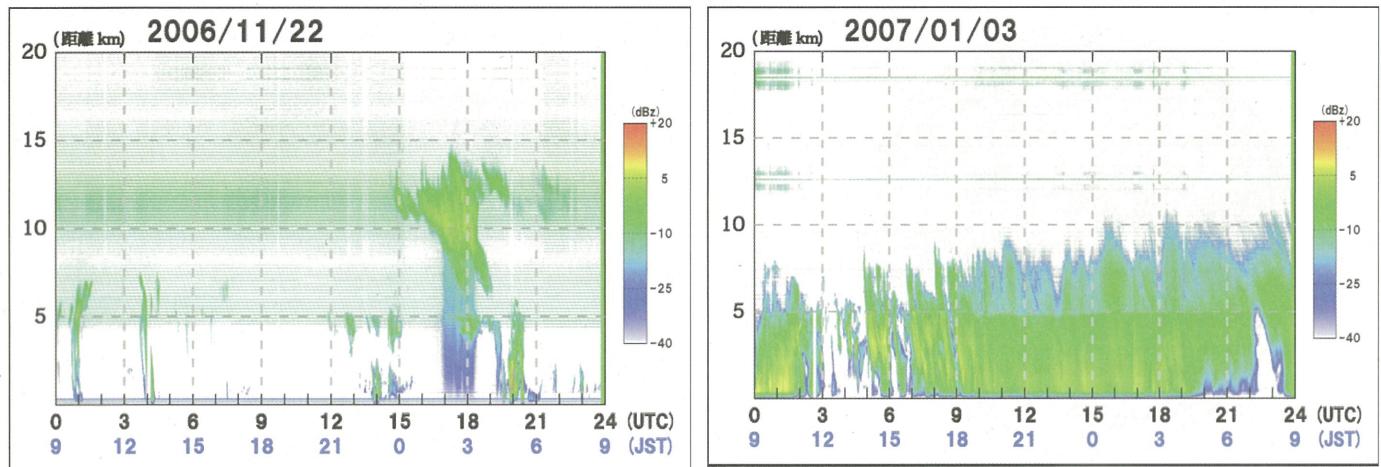
レーダビーム内の雲粒・雨滴の  
量と大きさを反映させた物理量

### FM変調波形

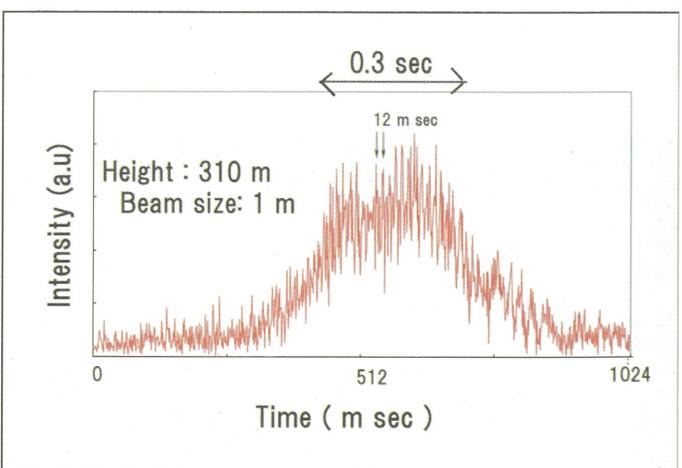
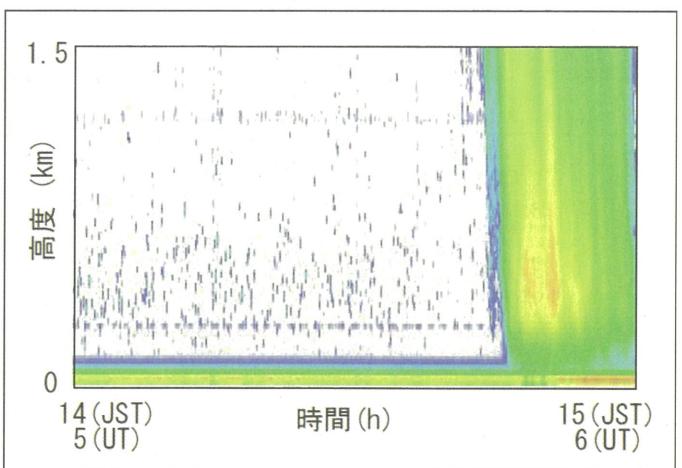
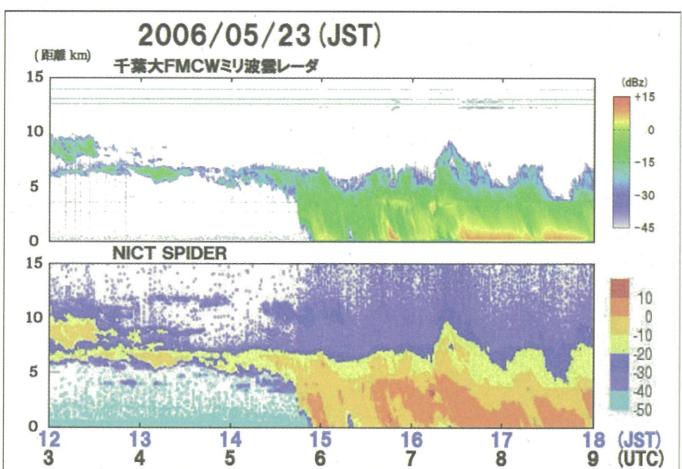
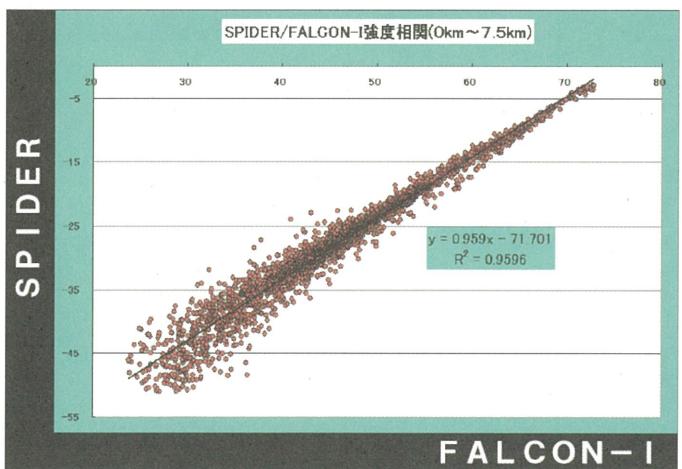
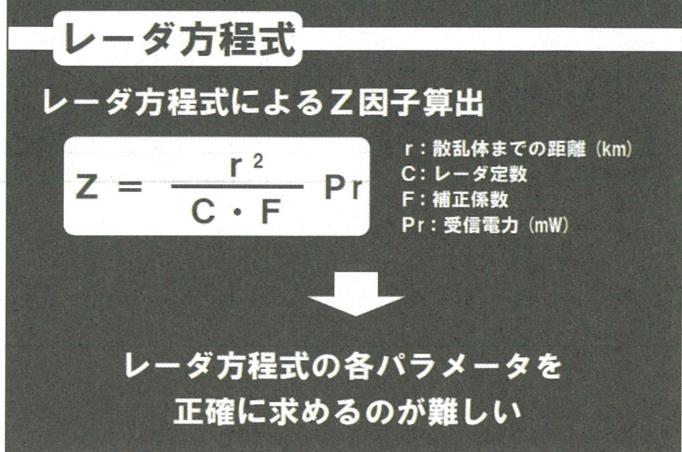
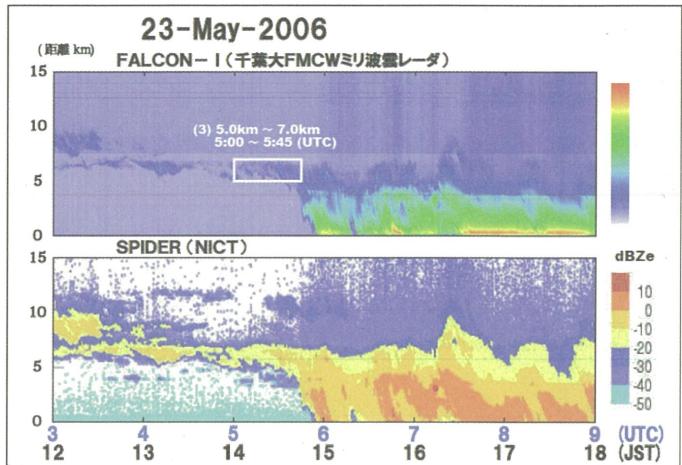


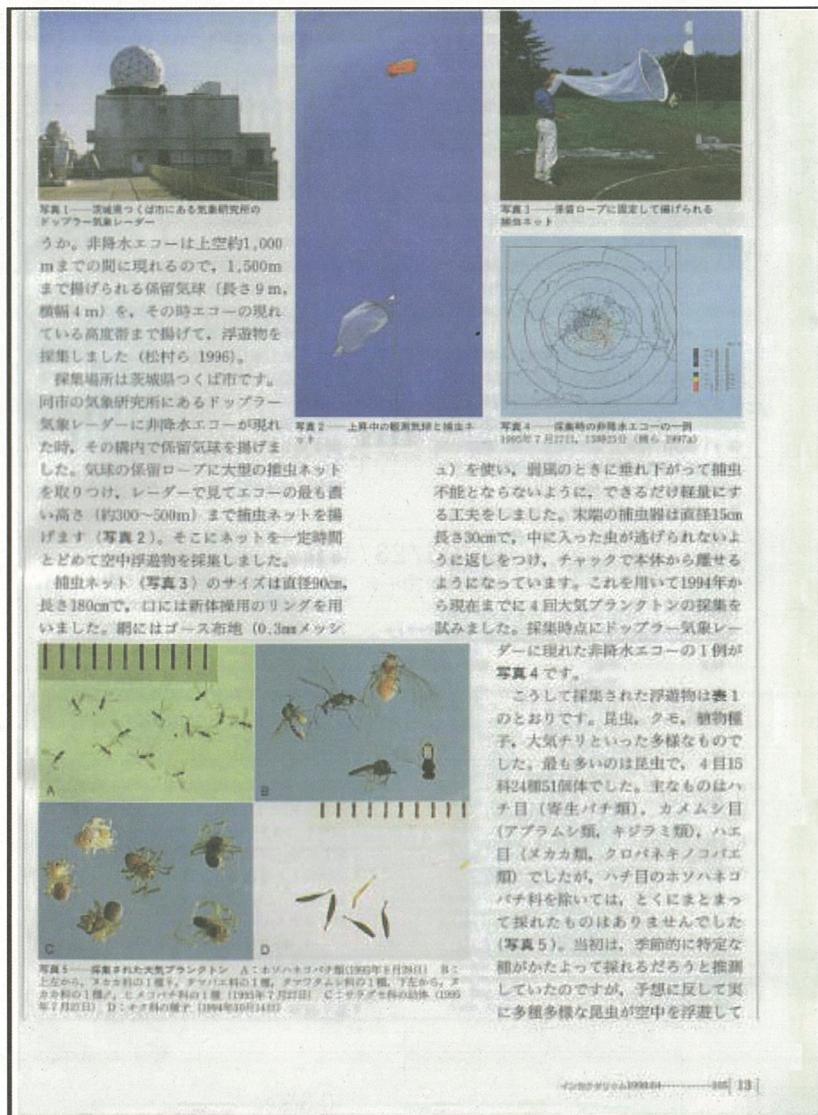






FALCON-I and SPIDER	
FALCON-I	SPIDER
Purpose	Ground based obs.
Obs. direction	at Zenith
Type of radar	FM-CW
Antenna	1 m × 2 antennas
Frequency	94.78 GHz
Output Power	0.5 W
Duty Rate	Continuous
Spatial Resolution	15 m × 0.2°
Temporal Resolution	0.125~1 msec
Sensitivity (at 5km)	-32 dBZ
	-35 dBZ





うか。非降水エコーは上空約1,000mまでの間に現れるので、1,500mまで揚げられる係留気球（長さ9m、横幅4m）を、その時エコーの現れている高度帯まで揚げて、浮遊物を探集しました（松村ら 1996）。

採集場所は茨城県つくば市です。同市の気象研究所にあるドップラー気象レーダーに非降水エコーが現れた時、その構内に係留気球を揚げま

した。気球の係留ロープに大型の捕虫ネットを取りつけ、レーダーで見てエコーの最も濃い高さ（約300~500m）まで捕虫ネットを揚げます（写真2）。そこにネットを一定時間とどめて空中浮遊物を探集しました。

捕虫ネット（写真3）のサイズは直径90cm、長さ180cmで、口には新体揮用のリングを用いました。網にはゴース布地（0.3mmメッシュ

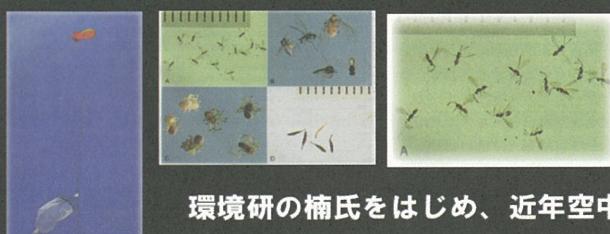
）を使い、羽翼のときに逆下がって捕虫不能とならないように、できるだけ軽量にする工夫をしました。末端の捕虫器は直径5cm長さ30cmで、中に入った虫が逃げられないよう逆さに返しをつけ、チャックで本体から離せるようになっています。これを用いて1994年から現在までに4回大気プランクトンの採集を試みました。採集時にドップラー気象レーダーに現れた非降水エコーの一例が写真4です。

こうして採集された浮遊物は表1のとおりです。昆虫、クモ、植物種子、大気チリといった多様なものでした。最も多いのは昆虫で、4目15科24属51個体でした。主なものはハチ目（寄生バチ類）、カメムシ目（アブラムシ類、キジラミ類）、ハエ目（メカカ類、クロバネキノコバエ類）でしたが、ハチ目のホソハニゴバチ科を除いては、多くにまとまって採れたものはありませんでした（写真5）。当初は、季節的に特定な種がたよって採れるだろうと推測していたのですが、予想に反して実に多種多様な昆虫が空中を浮遊して

写真5—採集された大気プランクトン A:ホソハコバチ類 1993年7月29日 B:ヒメムカ科の1種、ヒメムカ科の1種、タツタムシ科の1種、下左から、ミカクシ科の1種、ヒメコバタ科の1種、ヒメコバタ科の1種 C:サザビセ科の幼虫 1993年7月27日 D:ナガ科の成虫 1993年10月14日

イシガタガリヤム1092104 13

## 空中プランクトンの可能性



当レーダーでのより詳細なデータ取得への可能性

### 「虫？」 Objectsについての考察

#### A. どう見えているか

1. daily data で、高度 2km 以下で、点状に見える
2. 洋上では（ほとんど）見えない
3. 1msec data で、ガウスタイプの増減が（必ず）見える
4. 3-5 周波数チャンネルにわたってガウシアン見えている

#### B. パラメータの算出など

##### 基礎的数値

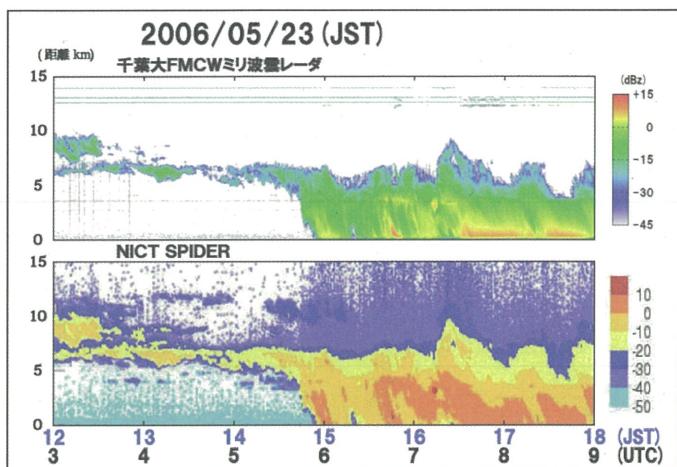
1. アンテナ FWHM=0.2 [deg] =  $3.5 \times 10^{-3}$  [rad]  $\rightarrow 3.5$  [m]  $\cdot$  (height[km]/1[km])
2. 1周波数チャンネル= 37.5 km / 4096 channels = 9.2 [m/channel]
3. 周波数分解能(→距離分解能) = 1/0.8[msec] = 1.25 [kHz]  $\rightarrow 18$ m?

#### B-1. Horizontal Velocity

ガウシアンのFWHM = 300 channels = 300 msec  
高度 =  $(30 \pm 4)$ th channel  $\times 9.2$  [m/channel] = 300[m] とする  
水平速度 =  $1.05$  m / 300 msec = 3.3 [m/sec]

#### B-1. Doppler (Vertical) Velocity

ガウシアンの細かいリブルの周期 = 12 msec / 1 周期  $\rightarrow 30$  deg / 1 msec  
この1周期が位相回転の $2\pi$ に相当すると考えると、 $= \lambda/2 = 3.3\text{mm}/2 = 1.65\text{mm}$   
よって 視線速度 (Doppler Vel.) =  $1.65\text{ mm} / 12\text{ msec} = 0.14$  [m/sec]



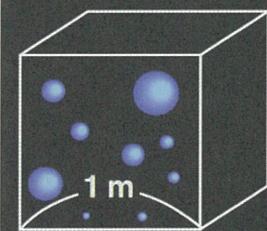
### レーダ反射因子算出

気象用レーダで得られる最も大切な物理量の一つ

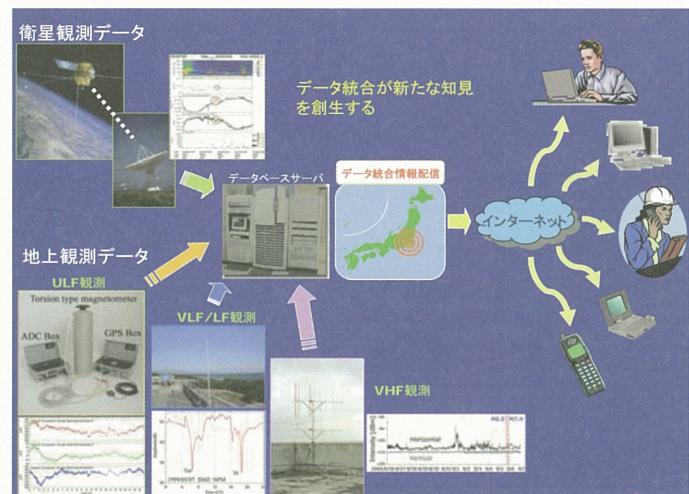
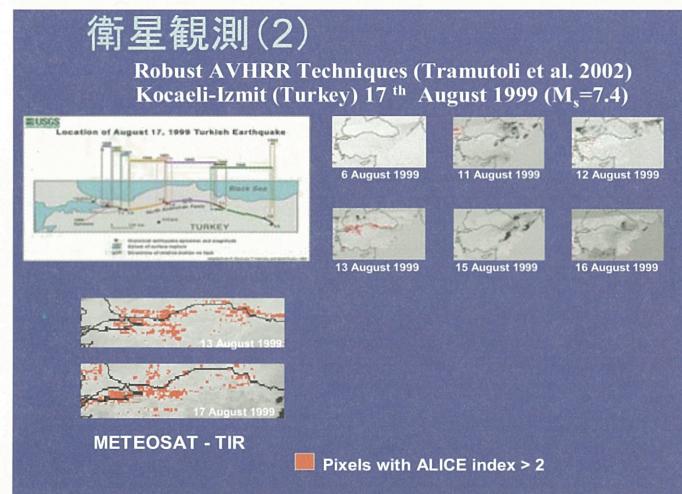
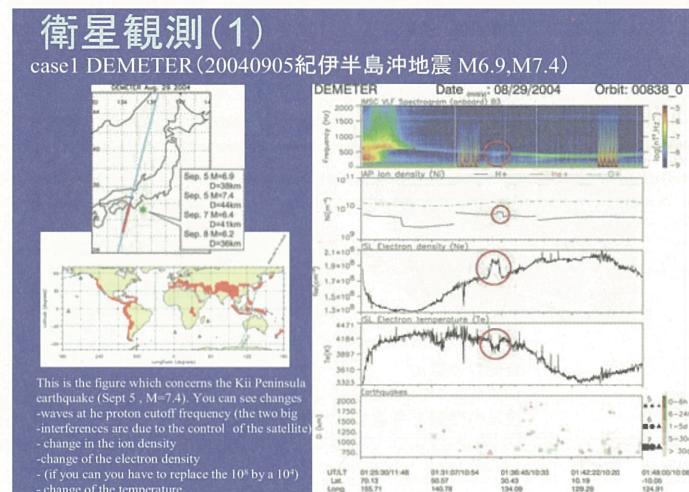
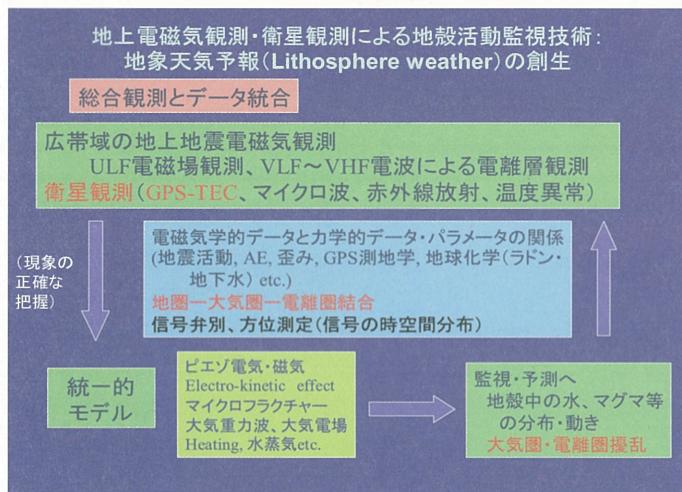
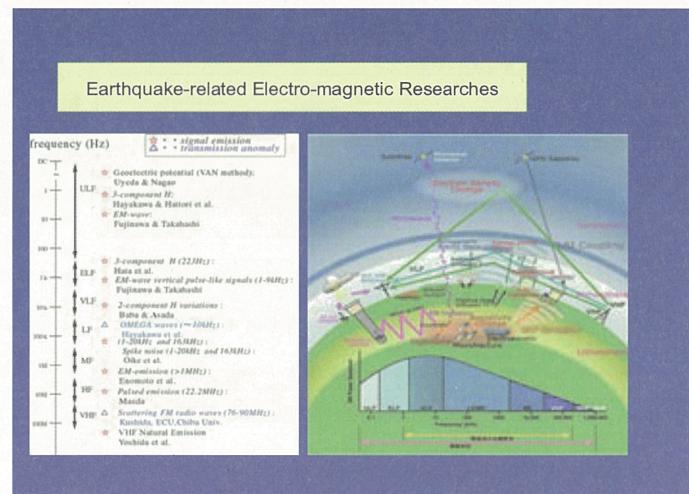
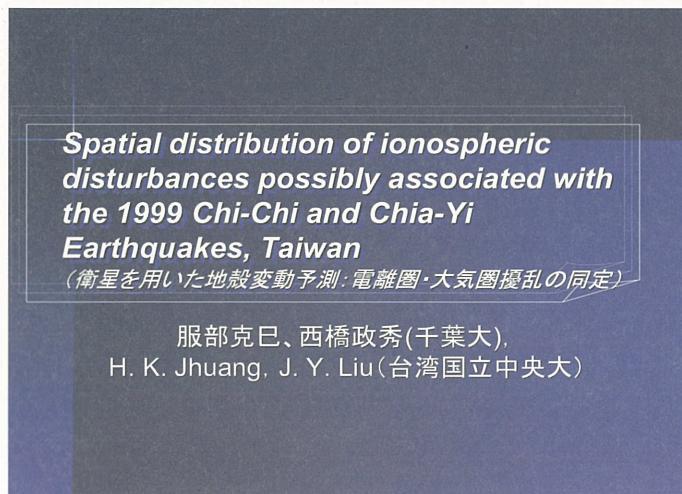
#### レーダ反射因子Z

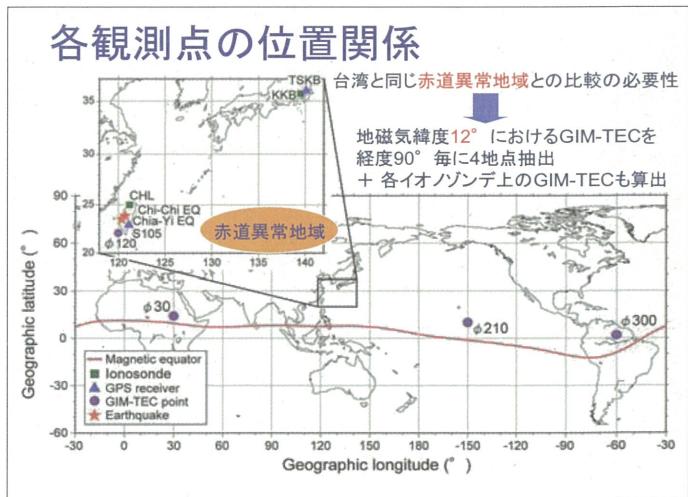
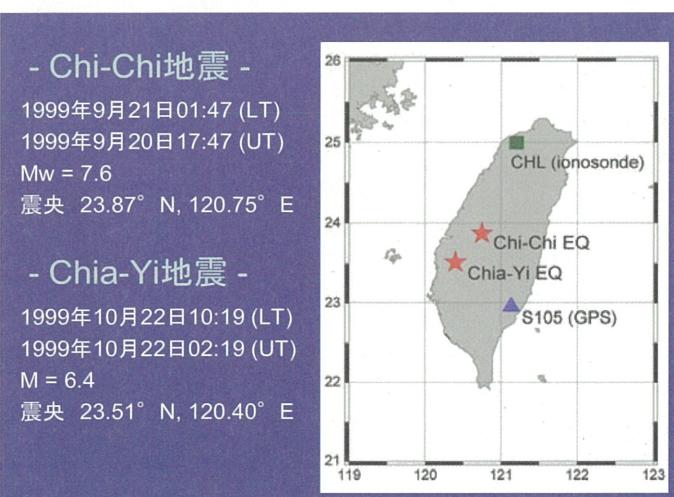
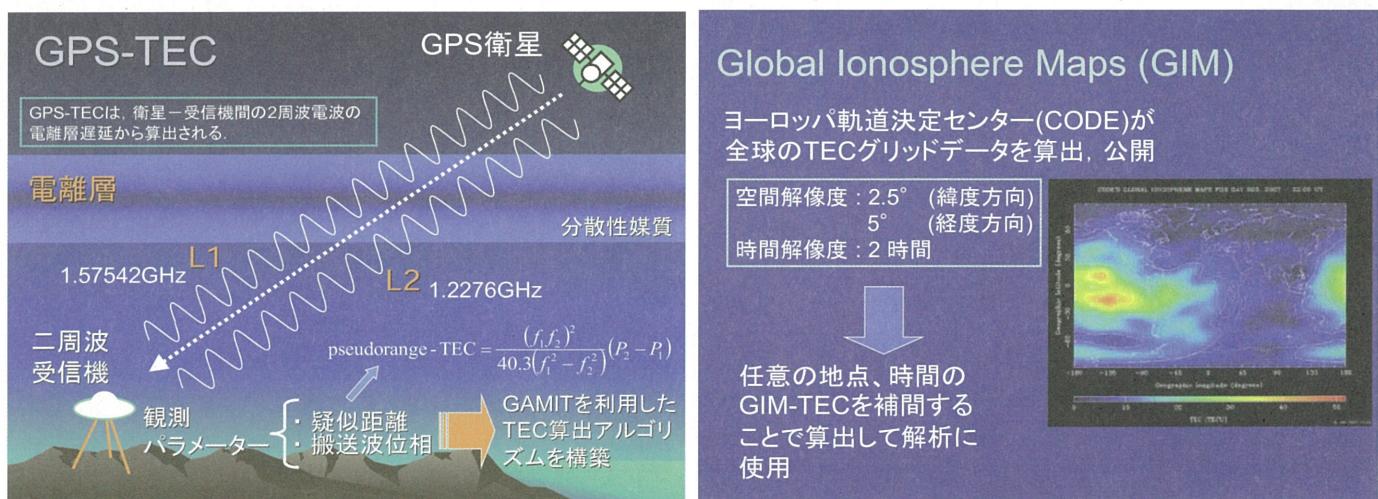
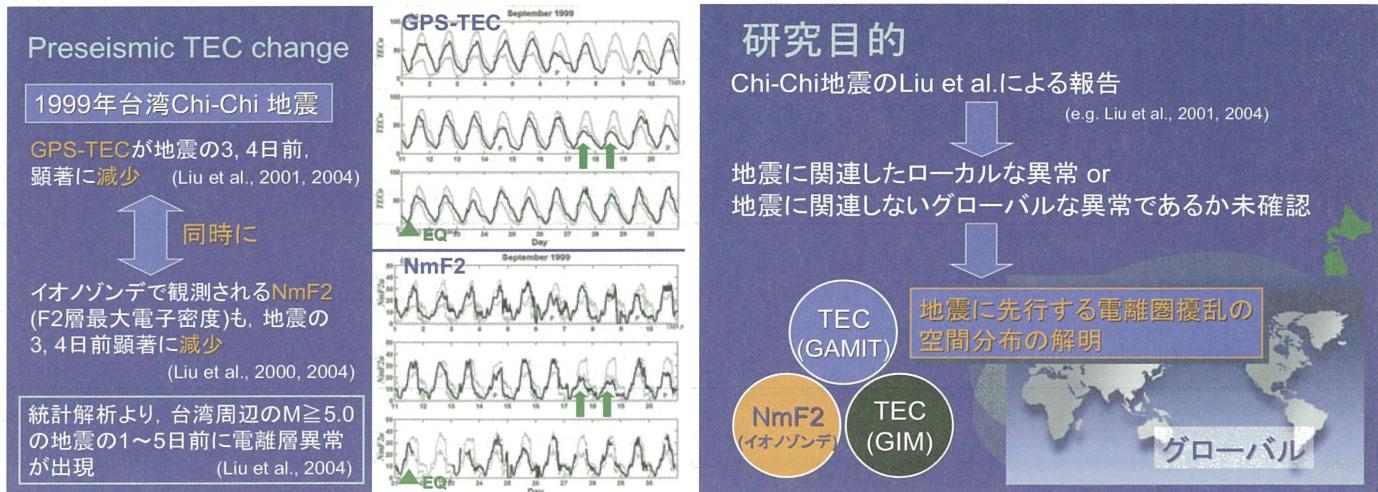
$$Z = \sum D^6 (\text{mm}^6/\text{m}^3)$$

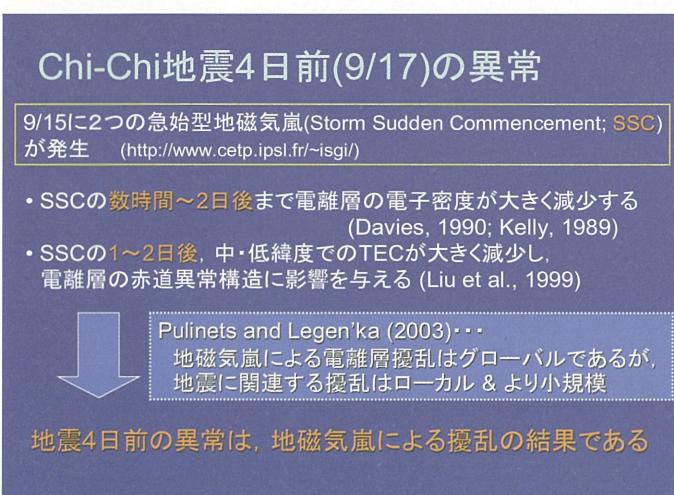
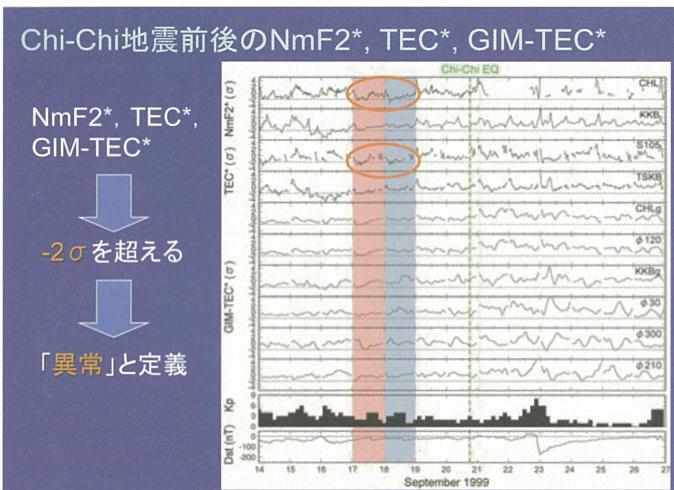
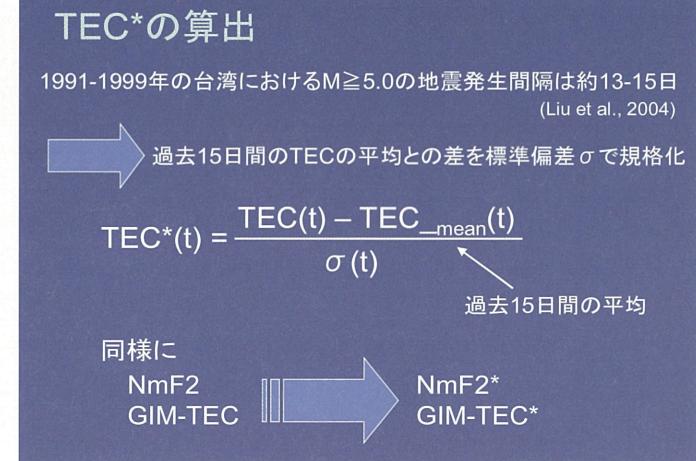
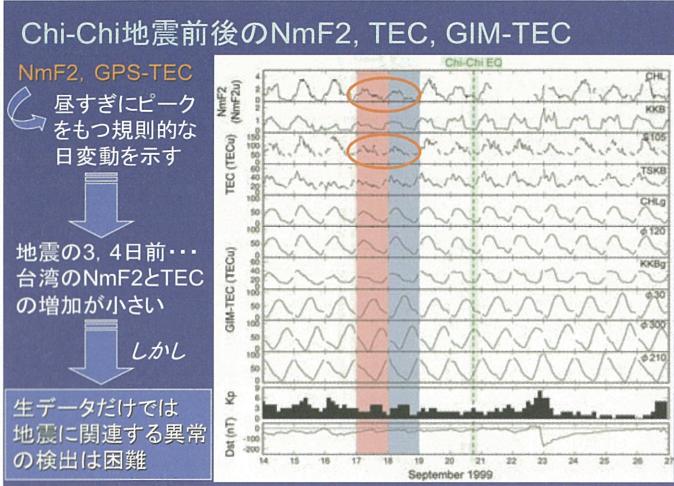
D : 雨滴・雲粒の直径 (mm)



## 衛星を用いた地殻変動予測:電離圏・大気圏擾乱の同定







## Chi-Chi地震3日前(9/18)の異常

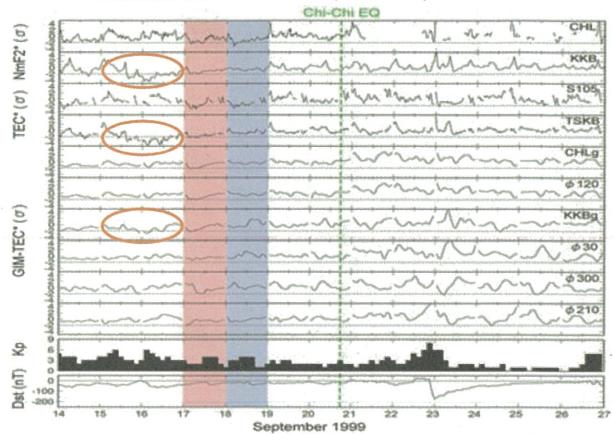
### GIMの算出に使用されているGPS観測点

1999年…台湾のGPS観測点は使用されていなかった  
(CODEによるGIM算出のためのGPS観測点リストを参照)

台湾付近のGIMデータは、フィリピン、武漢(中国)、韓国、つくば等の  
台湾から遠距離にあるGPS観測点のデータを球面調和関数で補間されて  
求められたもの

- もし台湾ローカルな電離層擾乱であれば  
GIMには反映されないと考えられる
- 日本、全球的には擾乱は確認されていない
- 台湾で観測された異常は台湾ローカルな擾乱

## Chi-Chi地震前後のNmF2\*, TEC\*, GIM-TEC\*



## Chi-Chi地震前後のNmF2\*, TEC\*, GIM-TEC\*

しきい値  $-2\sigma$  を超えている場合 : ○

超えていない場合 : ×

		台湾	日本	他地域
9/15	NmF2*	×	○	
&	TEC*	×	○	
9/16	GIM-TEC*	×	○	×

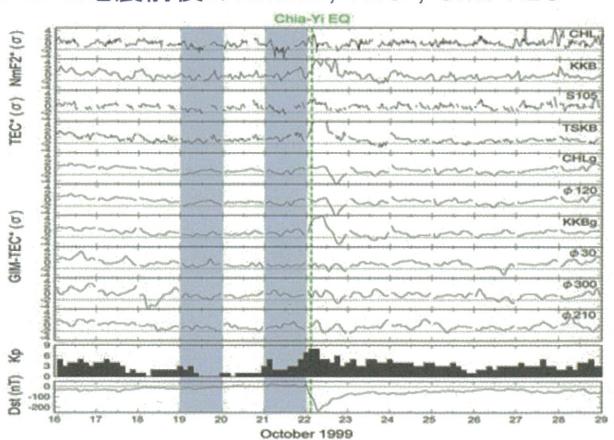
・3つの連続した地磁気嵐が発生 (Dst index参照) (Shiokawa et al., 2002)

①9/12 09:00 UT～、②9/13 20:00 UT～、③9/14 22:00 UT～9/15 22:00 UT

・日本周辺で大規模伝搬性電離圏擾乱(LSTID)が観測された  
(Shiokawa et al., 2002)  
9/15 14:00～15:00 UT

- Chi-Chi地震5, 6日前の日本における異常は  
地磁気嵐の影響である

## Chia-Yi地震前後のNmF2\*, TEC\*, GIM-TEC\*



## Chia-Yi地震前後のNmF2\*, TEC\*, GIM-TEC\*

しきい値  $-2\sigma$  を超えている場合 : ○

超えていない場合 : ×

		台湾	日本	他地域
10/19 & 10/21 (地震3 & 1日前)	NmF2*	○	×	
	TEC*	○	×	
	GIM-TEC*	×	×	×

- Chi-Chi地震の3日前と同様
- 地磁気は平穏

- Chia-Yi地震1, 3日前の台湾における異常は  
台湾ローカルな現象

### 台湾と日本における TEC\*とNmF2\*の相関

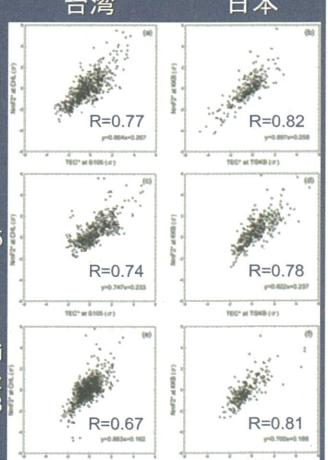
台湾、日本  
どちらとも  
良好な相関

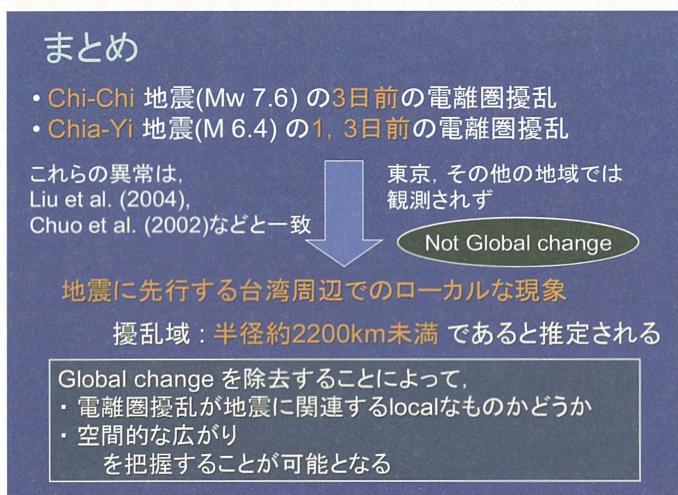
同じ地域における  
TEC\*とNmF2\*の  
変動は同様

Chi-Chi  
地震前後  
9/14～9/26

9/27～10/15

Chia-Yi  
地震前後  
10/16～10/28





# 西部赤道太平洋域における現場海面高度による衛星及びモデル海面高度の検証

## 西部赤道太平洋域における現場海面高度による衛星及びモデル海面高度の検証

香西克俊(神戸大学海事科学部)  
Ibnu Sofian(神戸大学自然科学研究科)

第9回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、2007年2月28日  
(担当:高村、久世)

### 目次

1. はじめに
2. データ及び方法
3. 検証結果
4. まとめ

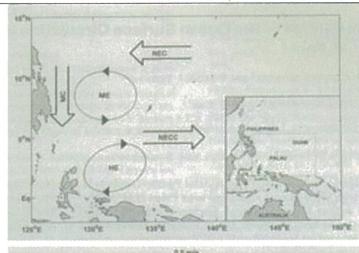
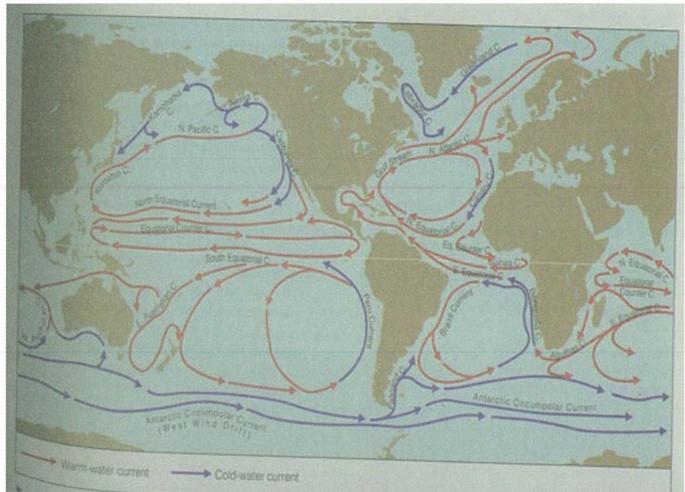


Fig.2a Schematic of the major ocean circulation features in the western equatorial Pacific Ocean.

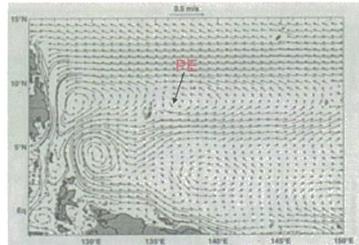


Fig.2b Naval Research Laboratory Layered Ocean Model (NLOM) annual upper layer currents averaged over the period 1993-2000.

(Heron et al., 2006)

### 1. はじめに

- 背景: 西部赤道太平洋域は世界中で最も海面水温が高い海域(Warm Pool)と言われ、この海域の暖水の移動はエルニーニョ現象として地球規模の気候変動に大きな影響を与える。暖水の移動と密接に関わる海面高度変動及び表層流(地衡流)変動には未知の部分が多い。

目的: みらい研究航海期間中(2005年7月4~22日)得られた現場海面高度により衛星海面高度及びモデル海面高度を検証を通じて、西部赤道太平洋域海面高度変動のメカニズム解明に資する。

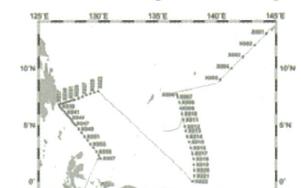
## Study Area



Cruise track of MR05-03 Leg1



CTD stations during MR05-03 Leg1



XCTD stations during MR05-03 Leg1

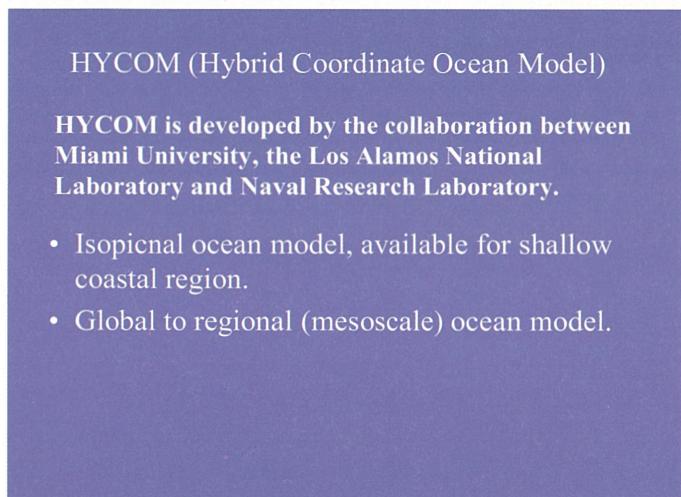
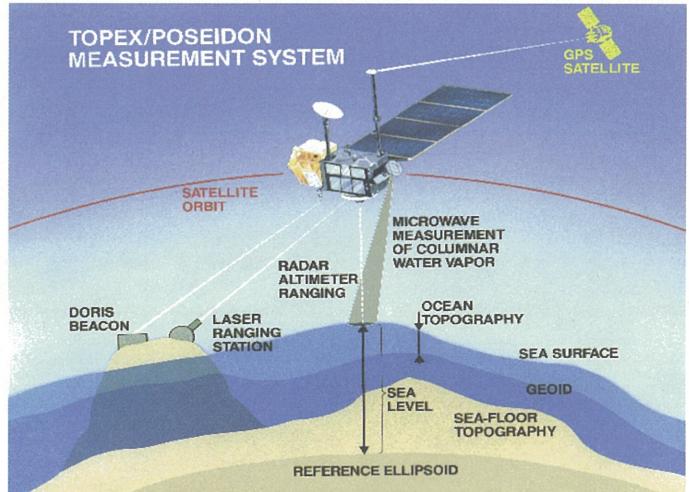
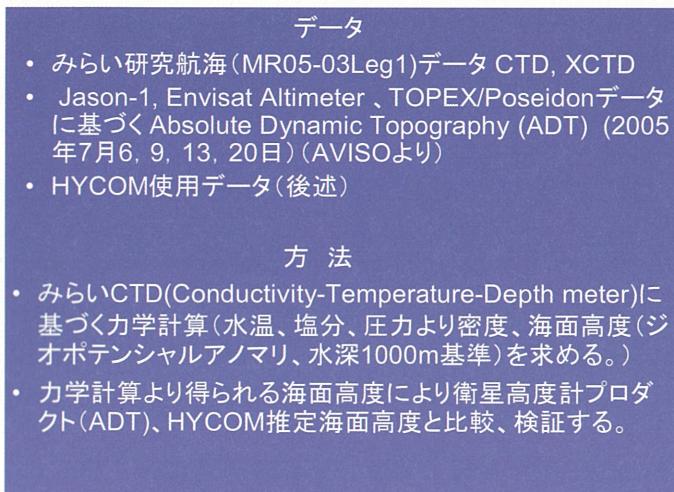
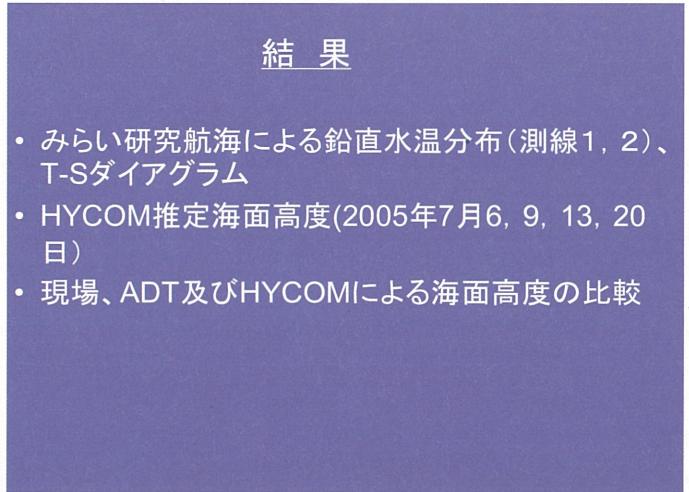
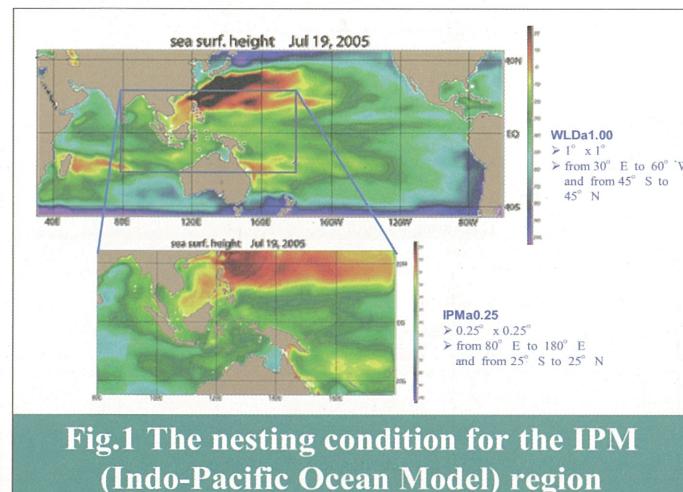
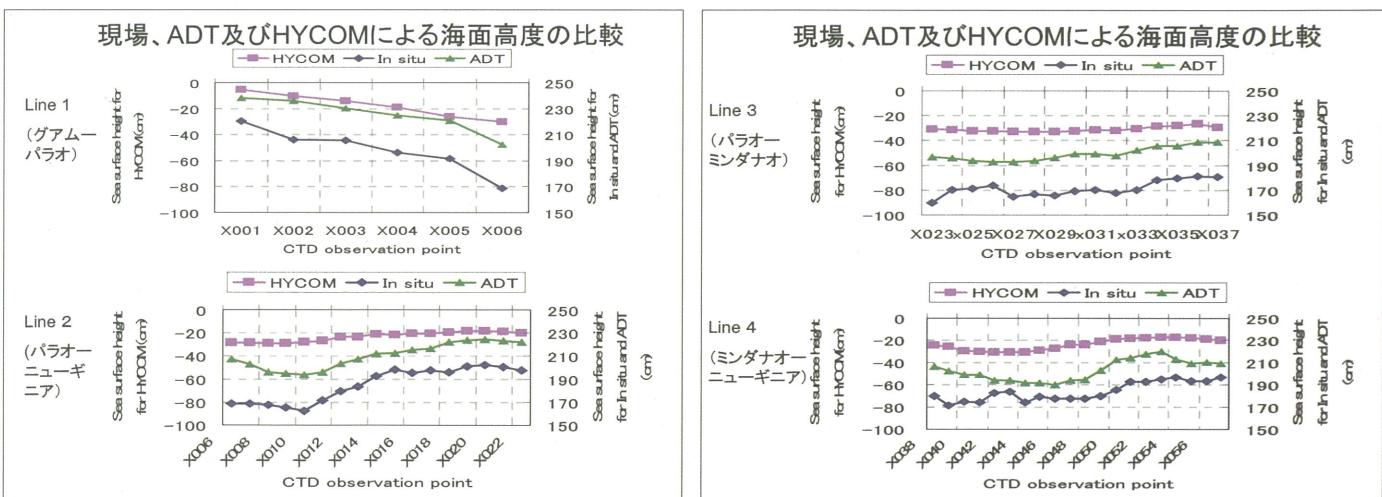
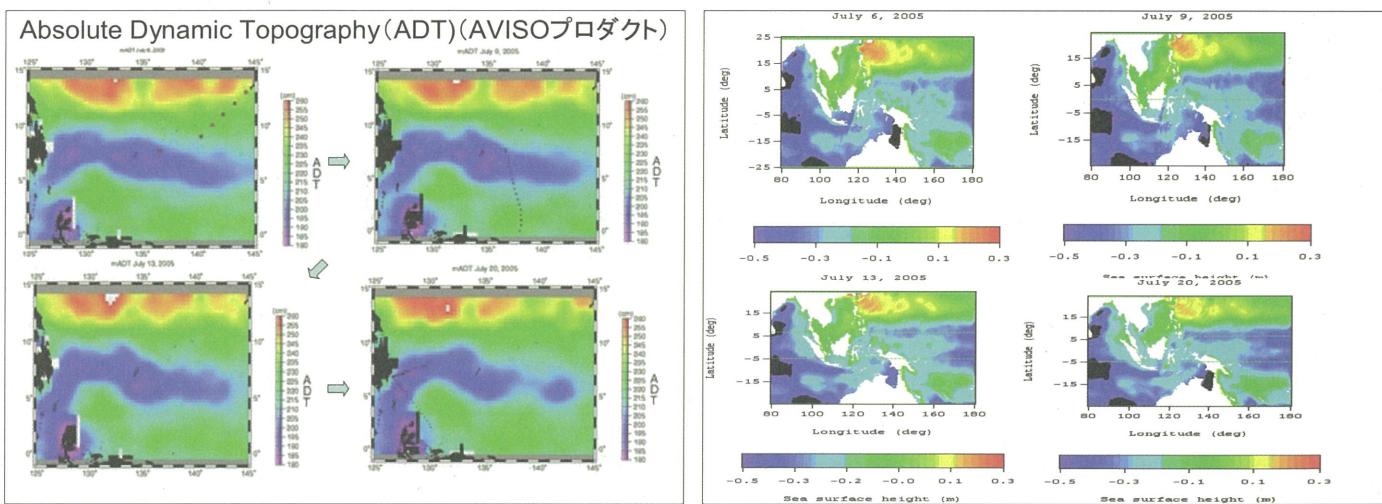
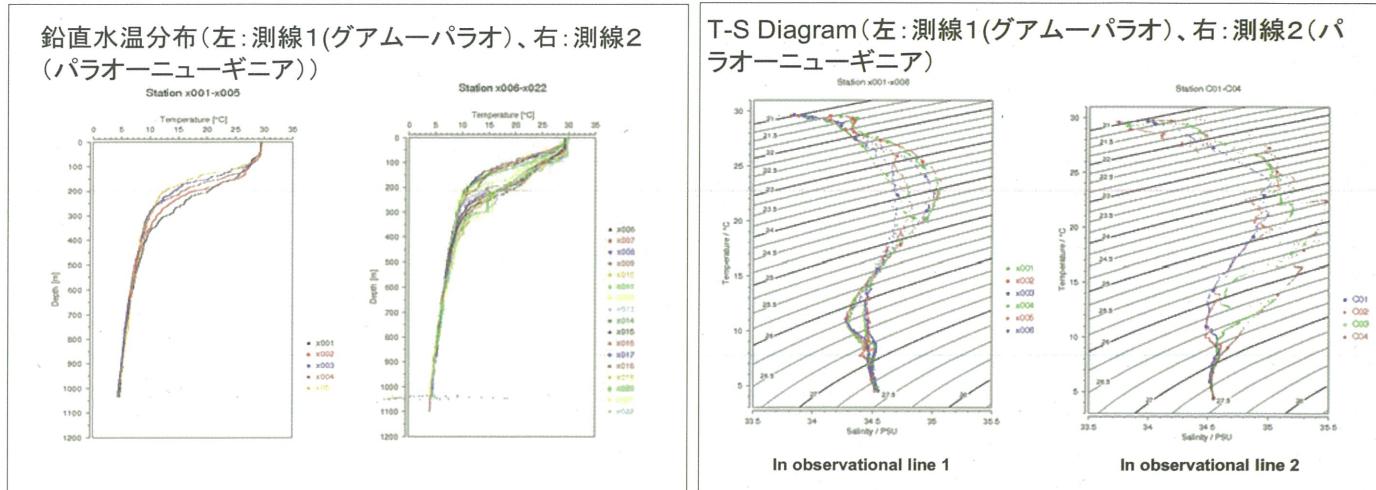


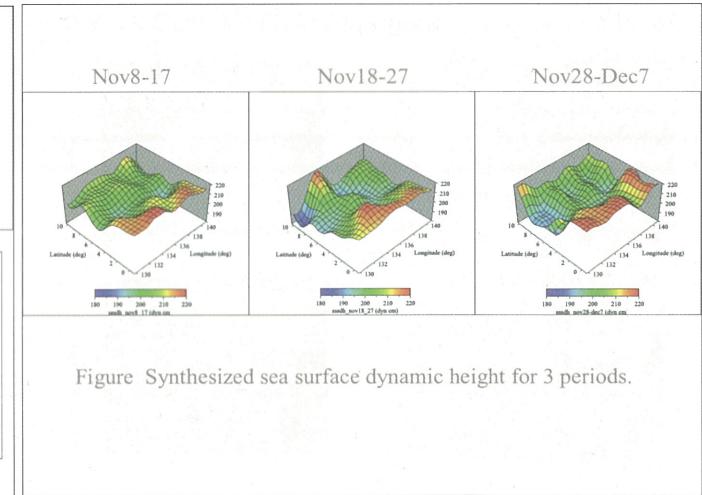
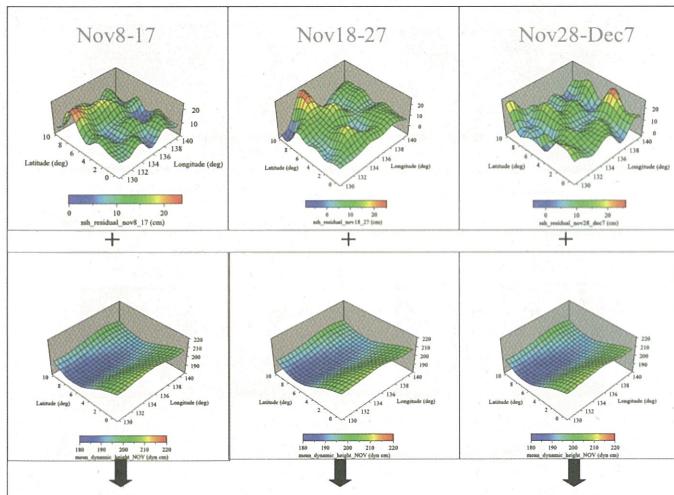
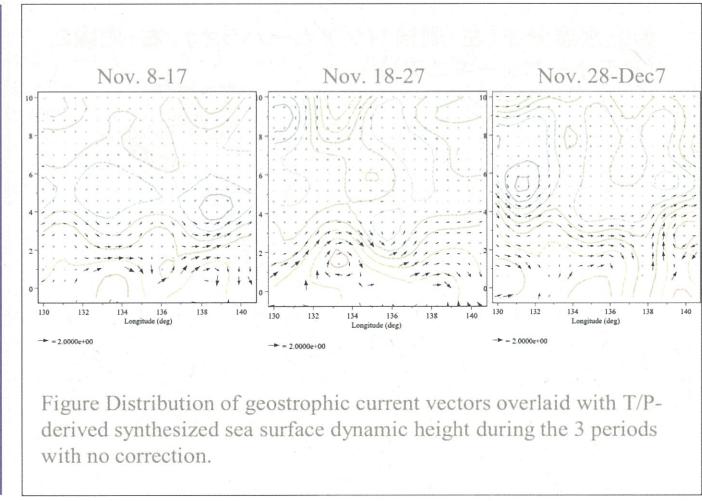
Table 1. Model Configuration			
No	Parameter	Description	Comments
1	Geographical area	80° E to 180° E and from 25° S to 25° N	
2	Operational time	1 to 31 July, 2005	Daily
3	Spatial resolutions	0.25° x 0.25°	
4	Layer	22 layers	
5	Time step baroclinic	400 seconds	
6	Time step barotropic	20 seconds	
7	Initial conditions	WOA 1998	
8	Forcing fields	NCEP reanalysis II	Daily
9	Topography	ETOPO 2	
10	SST forcing	Modis/Terra SST	Daily





## まとめ

- ・みらい研究航海より得られた現場海面高度をもとに、衛星高度計プロダクトADT及びHYCOM推定海面高度を検証した。
- ・衛星高度計プロダクトADTは現場海面高度分布と勾配がよく一致しているが、HYCOMによる推定海面高度は平滑化されており、対象海域の海面高度分布の特徴を必ずしも表していない。



## 長光路差分吸収分光法による大気エアロゾルと水蒸気の計測

富山商船高等専門学校 電子制御工学科 由井四海

### 背景

地球規模での大気環境汚染の変動を知る上で大気の多面的な測定が重要であり、国や自治体などでの定点測定だけでは、その地域を代表する測定値として扱うことは難しい。

### 目的

長光路差分吸収分光法による複数気体・粒子成分の測定と導出アルゴリズムの開発  
・二酸化窒素　・水蒸気　・エアロゾル

### 観測方法

・観測地より、望遠鏡を利用して遠方の航空障害灯のフラッシュランプのスペクトルを測定する。発光時のスペクトルと、非発光時のスペクトルの差分がフラッシュランプのスペクトルとなる（観測スペクトル）。  
・航空障害灯付近において同様の手法で測定されたスペクトルは、大気の影響を受けておらず、参照スペクトルとして利用する。

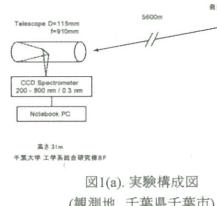


図1(a). 実験構成図  
(観測地 千葉県千葉市)

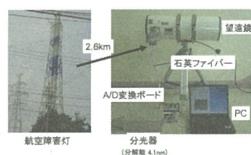


図1(b). 実験構成図  
(観測地 富山県射水市)

### 気体濃度算出

分光器で測定される観測スペクトル（図2）、参照スペクトルはそれぞれ次の(1)式および(2)式で表される。

$$I(\lambda) = k_1 I_0 T_{\text{air}} T_{\text{aerosol}} T_{\text{NO}_2} T_{\text{H}_2\text{O}} \quad (1)$$

$$I_{\text{ref}}(\lambda) = k_2 I_0 \quad (2)$$

ここで、 $k_1$ 、 $k_2$ は集光条件の違いや装置係数を含む係数、 $I_0$ は光源スペクトル、 $T_n$ は各成分の透過率である。

係数  $k$  と  $T_{\text{aerosol}}$  の波長依存性が、気体分子吸収の波長依存性に比べて低いことを考慮し、(3)式のように変形することができる。

$$-\ln(I/I_{\text{ref}}) - \tau_{\text{air}} = a\lambda + b + \Delta\tau_{\text{NO}_2} + \Delta\tau_{\text{H}_2\text{O}} \quad (3)$$

この式より算出される差分光学の厚さと、差分吸収断面積を比較することで気体成分の濃度が算出される（図3,4）。

本研究では、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ それぞれ 400-450nm、700-750nm の範囲で、濃度の算出を行った。

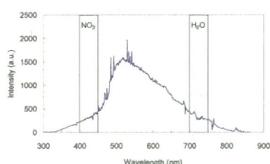


図2. 観測スペクトル

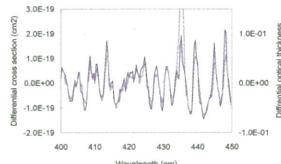


図3. スペクトルマッチング ( $\text{NO}_2$ )

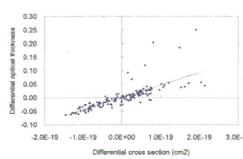


図4(a).  $\text{NO}_2$ 濃度算出

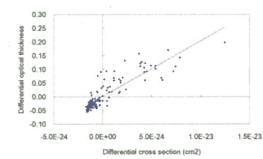


図4(b).  $\text{H}_2\text{O}$ 濃度算出

### エアロゾル濃度算出

気体濃度算出過程により算出された濃度の値を利用することで、(3)式は次式のように変形される。

$$-\ln(I/I_{\text{ref}}) - \tau_{\text{air}} - \tau_{\text{NO}_2} - \tau_{\text{H}_2\text{O}} = -\ln k' + B\lambda^{-A} \quad (4)$$

ここで、 $B$  は波長  $1 \mu\text{m}$  におけるエアロゾルの混濁係数、 $A$  はオングストロームパラメータである。

(4)式の右辺について Levenberg-Marquardt 法を利用し、混濁係数とオングストロームパラメータを算出した。

また、 $k'$  の値は、測定日の全データの中で光強度が最大のもの (1/24 15:05) を清浄大気時のものとみなし、これを視程 50km (光学的厚さ 0.43) として他の時刻の計算を行った。

本研究では、2種類の気体について濃度算出を行ったため、それぞれに対応する波長範囲を利用してエアロゾルパラメータを算出した。さらに、両方の波長範囲を含む 400-750nm での計算も行った。

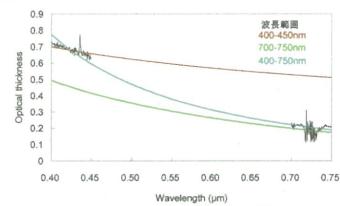


図5. オングストロームパラメータの算出  
(範囲別、2002/01/24 15:05)

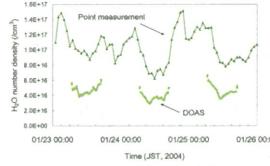


図6(a).  $\text{H}_2\text{O}$ 濃度 時間変化  
(観測地 千葉)

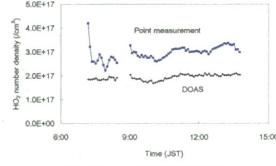


図6(b).  $\text{H}_2\text{O}$ 濃度 時間変化  
(観測地 富山 2007/01/29)

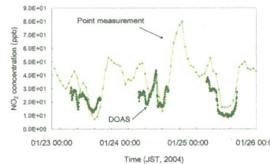


図7.  $\text{NO}_2$ 濃度 時間変化

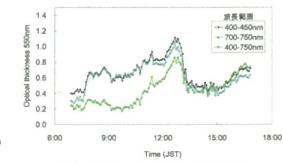


図8. 解析波長範囲別 混濁係数  
(2002/01/24)



図9. サンフォトメータによる測定結果  
(2002/01/24)

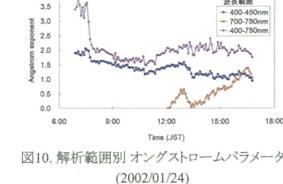


図10. 解析範囲別 オングストロームパラメータ  
(2002/01/24)

### 測定結果・まとめ

#### ・気体成分の測定

二酸化窒素の濃度（図7）は、地上測定値と比較して傾向と値の両方でよい一致が見られたが、水蒸気濃度（図6）は傾向については相関があるものの、値は地上測定値の約半分になっている。観測地や分光器の分解能が異なる場合（図6(a)と(b)）でも同様な結果が見られる。

#### ・エアロゾルの測定

解析波長範囲を広くすることで、短波長域と長波長域を同時に満たす解が得られるが（図9）、それぞれの波長域での相関が悪くなる。また、サンフォトメータでの測定（図9）と比較して、12:30頃の傾向が同様に現れている。

# 可搬型自動ライダーによる浮遊粒子状物質の光学的性質の研究 — Wavelet変換によるPALデータの雑音低減 —

## 可搬型自動ライダーによる浮遊粒子状物質の光学的性質の研究 — Wavelet 変換によるPALデータの雑音低減 —

内藤季和<sup>1)</sup>, Gerry Bagtasa<sup>2)</sup>, 椎名達雄<sup>3)</sup>,  
竹内延夫<sup>2)</sup>, 久世宏明<sup>2)</sup>

1)千葉県環境研究センター  
2)千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
3)千葉大学工学部

### References

- N. Lagrosas et al., Atmospheric Environment, 38, 3885-3892 (2004)  
N. Lagrosas et al., Aerosol Science, 36, 439-454 (2005)  
G. Bagtasa et al., Optical Review, 14, 39-47 (2007)  
G. Bagtasa et al., Atmospheric Environment, 41, 1616-1626 (2007)

2007年2月28日環境リモートセンシング研究センター共同利用発表会

## PAL (Portable Automated Lidar)

可搬型自動計測ライダー(PAL)は、CEReSが開発した連続運転のライダーである。本研究では、PALシステムで得られたデータの雲底高度(CBH)の導出について報告する。その際、ウェーブレットによる雑音低減が有効であることを明らかにする。

PAL 装置は市原市の千葉県環境研究センター(35.52°N, 140.07°E)と千葉大学 CEReS(35.62°N, 140.12°E)に設置されている。波長 532 nm で動作するコンパクトなミー散乱ライダーシステムで、それぞれの動作仕様を Table 1 に示す。市原のシステムは高度角 38 度の方向を観測する共軸構造を取っており、CEReS のシステムは鉛直上方を観測している。両システムとも自動アライメントシステムを備えており、特に一回ずつレーザーの送光方向を自動的に調整している。



上:市原PAL、下:CEReS PAL



Fig. 1: 市原とCEReSのPALの設置場所の相対的位置関係

Table 1: 市原とCEReSのPALの仕様

	市原	千葉大.
観測方向	共軸 38° 斜方	共軸 90°(鉛直上方)
レーザ	LD-励起 Q-スイッチ Nd:YAG	
波長	532 nm	
繰返し	1.4 kHz	2.5 kHz
レーザエネルギー	15 μJ/パルス	
ビーム拡がり	50 μrad	
受光系		
口径	20 cm	
形式	Cassegrainian	
視野角	0.2 mrad	
距離分解能	24 m	15 m
時間分解能	20 s	45 s

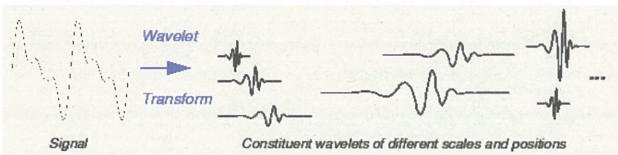
## ウェーブレット解析

正弦・余弦項の和から構成されるフーリエ変換では、一定周期で繰り返す信号が無限の長さにわたって継続することが仮定される。しかし、多くの場合、これは現実的な仮定とは言えない。



$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

ウェーブレット解析では、任意に拡大・縮小できる「窓」(ウェーブレット)を利用して、それぞれの「窓」を時間的にシフトしながら、各位置のスペクトルが計算される。



ウェーブレット変換はデータを異なる周波数成分に切り取り、そのスケールに合った分解能の成分を抽出する機能がある。

ウェーブレット関数のスケールパラメータを  $s$ 、シフトパラメータを  $\tau$  とすると、マザーウェーブレット  $\psi$  は

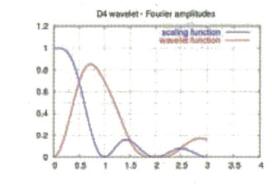
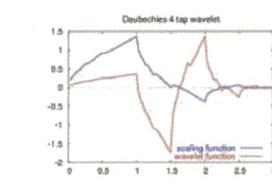
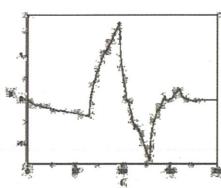
$$\psi_{s,\tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$$

と書かれ、ウェーブレット変換は次式で与えられる。

$$\gamma(s, t) = \int f(t) \psi_{s,t}(t) dt$$

ここで、 $f(t)$  は信号関数であり、ウェーブレットの基底関数  $\psi_{s,t}(t)$  によって分解される。

ウェーブレット Daubechies 4 のプロット  
(本研究で使用したウェーブレット)



amplitudes of the frequency spectrum

「雑音低減」は「対象データ = 信号 + 雑音」から単純に 信号を取り出すことである

#### ライダー信号の雑音低減の原理

実際のライダー信号は低周波成分が主要成分で、高周波成分はその大部分が雑音成分と仮定できる。

#### 閾値を決める手順

1. 雑音を含んだデータをウェーブレット変換する。
2. 雑音の分散値に依存した閾値を決定する。
3. 閾値以下の係数をすべてゼロと置く。
4. 閾値より大きい係数から閾値を差し引く。
5. 逆変換によって雑音を低減した信号を得る。

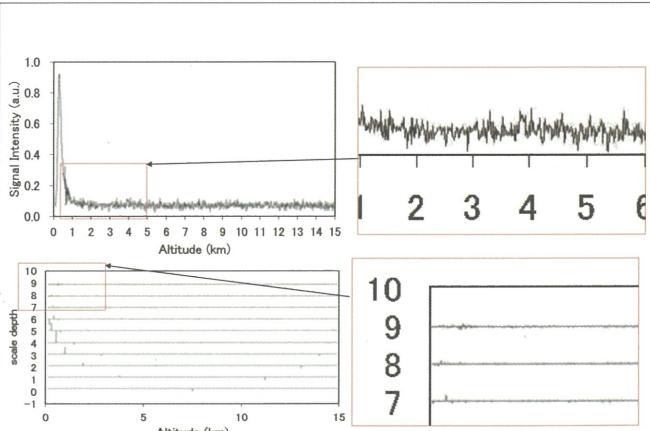


Fig 2: 雜音低減前のPALの生データとその時間スケールのグラフ

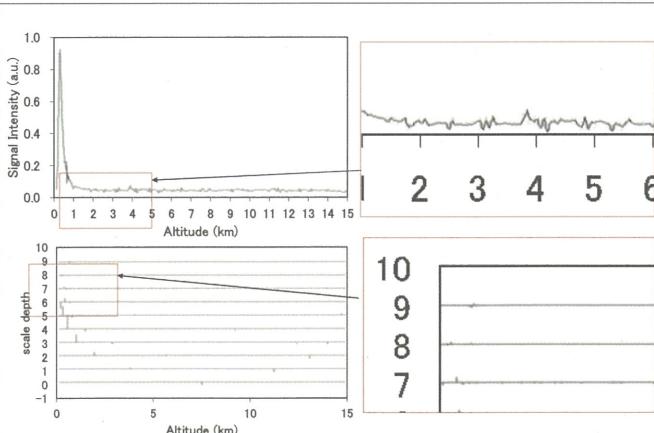


Fig 3: 雜音低減後の PAL データとその時間スケールのグラフ

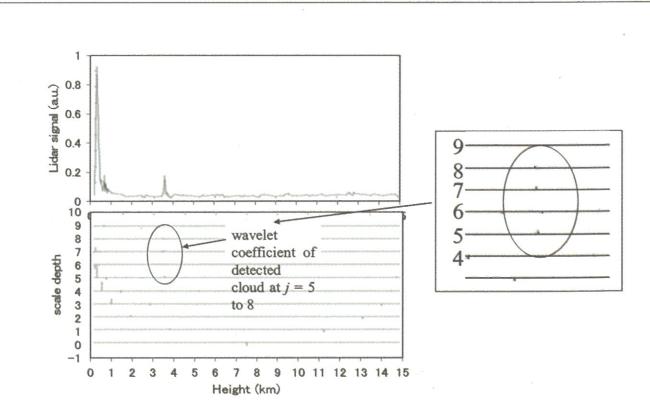
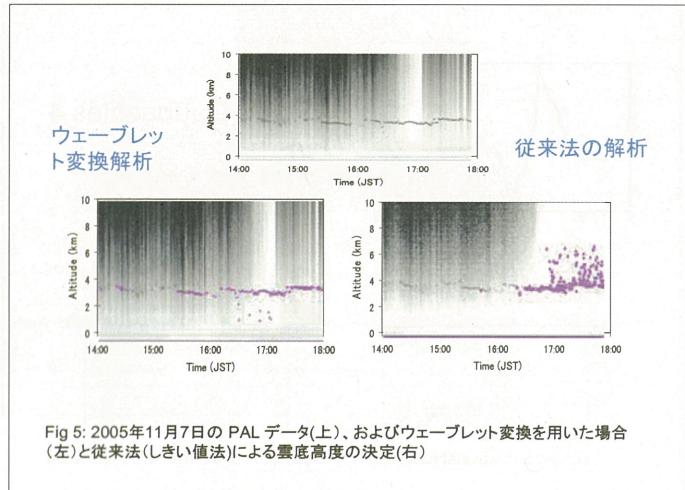


Fig 4: 雜音低減後の PAL データとその時間スケールのグラフ

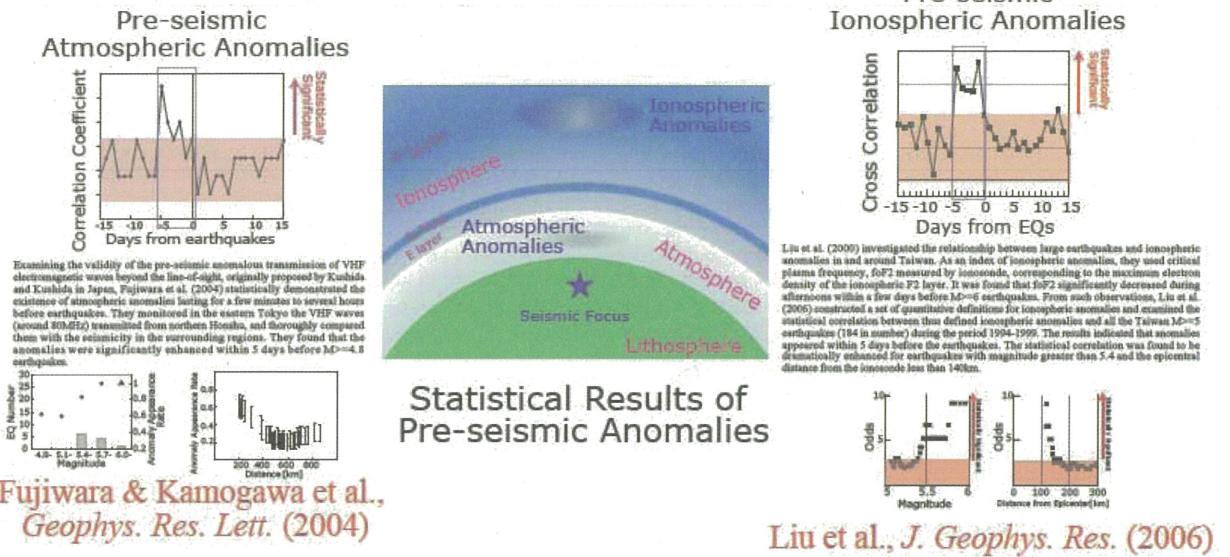


# Pre-seismic Lithospheric -Atmospheric - Ionospheric (LAI) Coupling

Masashi Kamogawa

Department of Physics, Tokyo Gakugei University, Tokyo, Japan

**ABSTRACT:** Pre-seismic anomalous states in the atmosphere and ionosphere as well as those in the telluric currents and ultra-low frequency electromagnetic waves have been reported since the 1970s. These pre-seismic phenomena have not yet been universally accepted, partly because the low occurrence frequency of large earthquakes has hindered establishing their statistical significance. Recent achievements in this respect, however, seem to be highly encouraging for promoting further studies on the pre-seismic lithosphere-atmosphere-ionosphere (LAI) coupling.



Fujiwara & Kamogawa et al.,  
*Geophys. Res. Lett.* (2004)

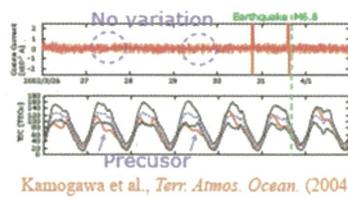
Liu et al., *J. Geophys. Res.* (2006)

## Proposed mechanism of pre-seismic lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling □

If the pre-seismic atmospheric - ionospheric anomalies are real, some phenomena causing them should be detectable on the ground. If such causal phenomena are identified, the concept of lithosphere - atmosphere - ionosphere coupling (LAI coupling) will be greatly strengthened. Possible mechanisms for energy-transport channels from the lithosphere to the atmosphere-ionosphere are as follows:

### EM (or Electric Field) Channel

First, the atmospheric electric field generated on/near the ground surface during the pre-seismic period may cause the ionospheric anomalies. Such an atmospheric electric field may be caused by ions generated from radon emissions. Actually, a number of reports have been published for pre-seismic radon emissions. Alternatively, it has also been proposed that positively charged holes, associated with microfracturing before earthquakes, diffuse from the focal zone to the ground surface. There are laboratory experiments supporting this possibility also (Freund, 2000). However, such pre-seismic electric fields on the ground followed by pre-seismic ionospheric anomalies have not yet been observed. On the other hand, it has been proposed that atmospheric gravity waves propagate up to and disturbs the ionosphere before earthquakes.

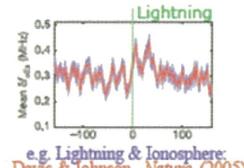


Kamogawa et al., *Terr. Atmos. Ocean.* (2004)

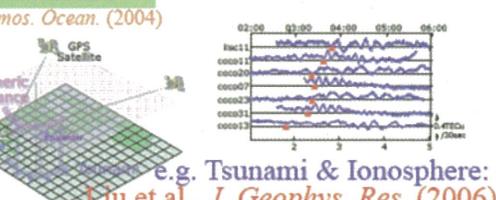
### Acoustic - Gravity Wave Channel

On the other hand, it has been proposed that atmospheric gravity waves propagate up to and disturbs the ionosphere before earthquakes. The proposed sources of the gravity waves are long-period ground oscillations or thermal anomalies. This proposed linkage is inferred from the observations of co-seismic ground vibrations and tsunami exciting atmospheric gravity waves which propagate into ionosphere. However, there is no report of pre-seismic long-period ground oscillations being detected, even by sensitive superconducting gravimeters. Although some reports claim the existence of pre-seismic rises of temperature, infrared radiation, and surface latent heat flux, it is difficult to explain how such anomalies disturb the ionosphere through the atmosphere.

After Kamogawa et al., *Terr. Atmos. Ocean.* (2004)



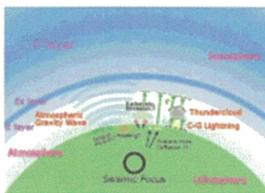
e.g. Lightning & Ionosphere:  
Davis & Johnson, *Nature*, (2005)



e.g. Tsunami & Ionosphere:  
Liu et al., *J. Geophys. Res.* (2006)

### Atmospheric - Ionospheric anomalies as triggered effects

It is well known that, besides tectonic stress accumulation, various events influence seismicity. Examples are far-away large earthquakes, tides, filling of dams and even the injection of electric current into the ground. Current injections in Russia by a magneto-hydrodynamic power generator actually activated seismicity (Avagimov et al., 2004). It has also been proposed that some external phenomena, such as geomagnetic storms and cloud-to-ground lightning may affect seismicity. Since these events also disturb the atmosphere - ionosphere, it might be possible that some of the reported pre-seismic atmospheric - ionospheric anomalies are simply coincidental with earthquakes rather than physically or causally linked. As discussed in this article, the cause and effect relationships may still be unestablished but pre-seismic atmospheric-ionospheric anomalies do exist and searching for the lithospheric connection remains an important research endeavor.



Authors who witnessed and described the 1631 eruption believed that there had been no Vesuvius activity prior to that year 'in the memory of man'. It may be asked if the terms 'memory of man' was used rhetorically to indicate a very long and indefinite length of time, centuries long, or if it had a literal meaning, with no eruptions occurring in the memory of those alive. The question is relevant because the concept of the length of time is relative in various cultural contexts. The measure of time became a precise concept, in the common meaning of the term, only from the half of the nineteenth century and only for urbanized and industrialized areas.

So, in 1631, the statement that Vesuvius had 'not been active in the memory of man' may be difficult to comprehend today, in particular if it is discovered, as in this case, that there was Vesuvius activity 60 years before 1631. Perhaps then the witnesses wanted to refer to two different concepts: (1) There had not been an eruption of comparable strength to that of 1631 since the last eruption in 1139, so for a multi-century long period; or, (2) the expression 'the memory of man' means a period just a few decades long, in which no Vesuvius activity has been detected.

But could the philosophers, scholars, and intellectuals of Naples and the surrounding Vesuvius area (authors of treatises and reports) have witnessed the volcanic activity described by Ligorio, which had occurred 60 years earlier? The average life span in those days was much shorter than today, and the authors of the treatises on the 1631 eruption were at the height of their intellectual development.

But it is unknown whether other episodes of activity, such as the one described in Ligorio's treatise, had occurred at Vesuvius had much chance of being described as an important fact by any intellectual who was living in Naples, since the episodes did not cause any damage to property or people. Ligorio's manuscript, written and preserved in places far from Naples, may have had no bearing on historical memory of such events.

In any case, Vesuvius's 'extraordinarily' long sleep, on which the Neapolitan authors who described the 1631 eruption agreed, had shown some signs of coming to an end at least some 60 years before the eruption actually started. These new data indicate the need for a re-evaluation of potential geological events that took place during the sixteenth century in the area of Vesuvius, including a reassessment of correlations with volcanic earthquakes, hitherto wholly neglected in the historical volcanological research.

#### Acknowledgments

This research was performed within the framework of the agreement between the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia and the Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, 2005–2006, project V3\_8/01, RU 1.

#### References

- Allano G.B. (1924), *Le eruzioni del Vesuvio tra il 79 e il 1631*, Pubblicazione dell'osservatorio Pio X in Valle di Pompei, pp. 63.
- Guidoboni E. (Ed.) (2006), *Pirro Ligorio, Libro di diversi terremoti (1571)*, codice 28, Ja II 15, Archivio di Stato di Torino, Edizione Nazionale delle Opere di Pirro Ligorio, Roma, De Luca, pp. 261.
- Guidoboni E. (1997) An early project for an anti-seismic house in Italy: *Pirro Ligorio's manuscript treatise c. 1570-74*, in "European Earthquake Engineering", n. 4, pp. 1-18.
- Mynors, R. A. B. (Ed.) (1963), *C. Plini Caecili Secundi: Epistularum Libri Decem*, pp. 6.16, 6.20, Oxford Univ. Press, New York.
- Nazzaro, A. (1998), Some considerations on the state of Vesuvius in the Middle Ages and the precursors of the 1631 eruption, *Ann. Geofis.*, 41, 555–565.
- Principe, C., J.C. Tanguy, S. Arrighi, A. Paiotti, M. Le Goff, and U. Zoppi (2004), Chronology of the Vesuvius activity from A.D. 79 to 1631 based on archaeomagnetism of lavas and historical sources, *Bull. Volcanol.*, 66, 703–724.
- Roland, G., P. Petrosino, and J. Geehan (1998), The interplinian activity at Somma-Vesuvius in the last 3500 years, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 82, 19–52.
- Rosi, M., C. Principe, and R. Vecchi (1993), The 1631 eruption of Vesuvius reconstructed from the review of chronicles and study of deposits, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 58, 151–182.
- Walker, G.P.L. (1973), Explosive volcanic eruptions: A new classification scheme, *Geol. Rundsch.*, 62, 431–46.

#### Author information

Emanuela Guidoboni, SGA-Storia Geofisica Ambiente, Bologna, Italy; E-mail: guidoboni@sga-storagioge.it; and Enzo Boschi, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy.

## Preseismic Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling

PAGES 417,424

Preseismic anomalous states in the atmosphere and ionosphere as well as those in the near-Earth (telluric) currents and ultralow-frequency electromagnetic variations have been, since the 1970s, reported as occurring prior to earthquakes. These preseismic phenomena have not yet been universally accepted, partly because the low occurrence frequency of large earthquakes has hindered establishing their statistical significance. Recent achievements in this respect, however, seem to be highly encouraging for promoting further studies on preseismic lithosphere-atmosphere-ionosphere (LAI) coupling.

#### LAI Coupling: Research History

*Liu et al.* [2000] investigated the relationship between large earthquakes and ionospheric anomalies in and around Taiwan. As an index

of ionospheric anomalies, they used critical plasma frequency,  $f_{\text{c}}F_2$ , measured by ionospheric sounding instruments (ionosondes), corresponding to the maximum electron density of the ionospheric  $F$  layer (160–400 kilometers in altitude), a region characterized by ion compositions and plasma dynamics. The  $F$  layer, dividing into  $F_1$  and  $F_2$ , contains most of the electrons in the ionosphere. Liu and colleagues found that  $f_{\text{c}}F_2$  significantly decreased locally during afternoons within a few days before  $M \geq 6$  earthquakes occurred.

For example, Figure 1a shows that  $f_{\text{c}}F_2$  measured above northern Taiwan decreased three and four days before the  $M 7.6$  Taiwan Chi-Chi earthquake of 21 September 1999. Electron density depression above Taiwan also was observed by the global positioning system's (GPS) total electron content (TEC) measurements, as shown in Figure 1b [*Liu et al.*, 2001].

From such observations, *Liu et al.* [2006] constructed a set of quantitative definitions for ionospheric anomalies and examined

the statistical correlation between thus defined ionospheric anomalies and all of the Taiwan  $M \geq 5$  earthquakes (184 in number) during the period 1994–1999. The results indicated that anomalies appeared within the five days prior to the earthquakes. The statistical correlation was found to be dramatically enhanced for earthquakes with magnitude greater than 5.4 and with epicentral distance from the ionosonde instrument less than 140 kilometers.

Earlier, *Gufeld et al.* [1992] explicitly pointed out the existence of preseismic anomalies in the lower ionosphere, by using the transmission of very low frequency (VLF) electromagnetic waves (10–20 kilohertz), emitted from a radio beacon transmitter, which propagate through the waveguide formed by the conductive Earth-surface and ionospheric  $D$  layer (around 50–90 kilometers in altitude). The received intensity and phase of VLF waves are associated with the variation of Earth-ionosphere waveguide between the transmitter and receiver. Therefore, this observation is often used to monitor the plasma variation of the  $D$  layer. They observed anomalies in the intensity and phase of the received waves prior to major earthquakes in Russia when the epicenter was located between the transmitter and receiver.

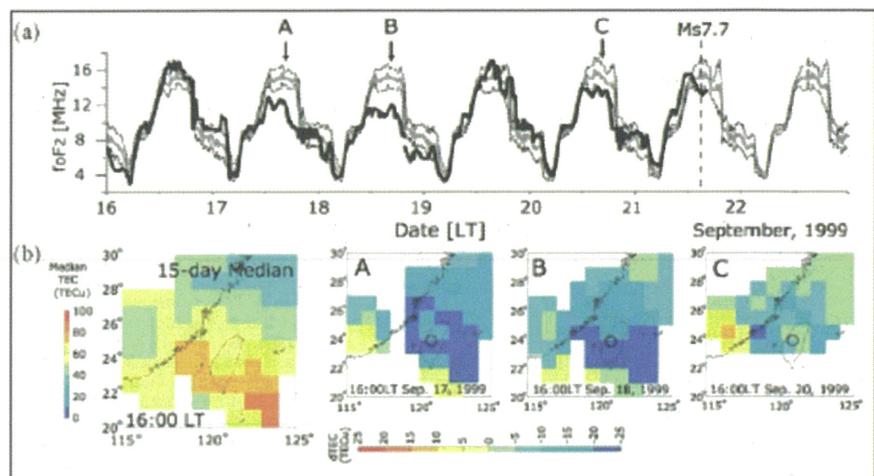
By M. KAMOGAWA

These studies have been further developed mainly in Russia, Japan, and Italy, and the studies have extended the used frequency from extremely low frequency (ELF; a few hertz to 3 kilohertz) to low frequency (LF; 30–300 kilohertz) bands. For example, variations of the terminator times of VLF waves—the times of sunrise and sunset observed through the wave propagations—between a transmitter installed in Tsushima (west of Japan) and a receiver installed in Choshi (east of Japan) were found before  $M > 6$  earthquakes [Molchanov and Hayakawa, 1998]. More recently, Shvets *et al.* [2004] also analyzed the VLF transmission anomalies between Tsushima and Choshi. They compared the anomalies with 10  $M \geq 5$  earthquakes that occurred in 1997 in the area within 350 kilometers around the receiver and an elliptical zone surrounding the transmitter and receiver. They showed that the earthquakes were highly correlated with VLF anomalies occurring a few days prior.

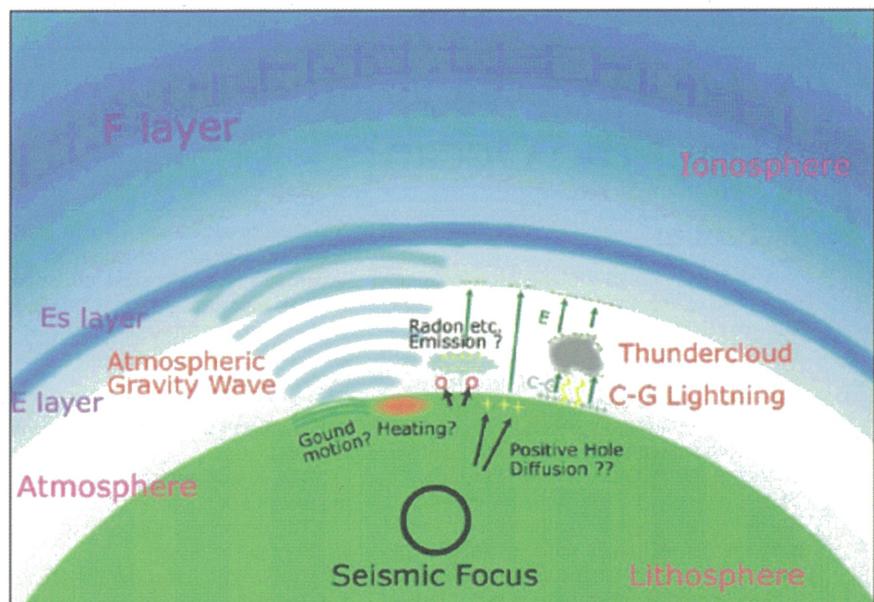
Molchanov and Hayakawa [1998] also observed that the terminator time varied within 5–11 day periods before  $M > 6$  earthquakes, and they suggested that vertical atmospheric gravity waves—a few minutes–ten hours oscillations by the buoyancy and gravity forces—during the earthquake process caused this variation. Moreover, examining the validity of the preseismic anomalous transmission of very high frequency (VHF) electromagnetic waves beyond the line of sight, originally proposed by Kushida and Kushida [2002] in Japan, Fujiwara *et al.* [2004] statistically demonstrated the existence of atmospheric anomalies lasting for a few minutes to several hours before earthquakes. Fujiwara and colleagues monitored the VHF waves (FM radio; around 80 megahertz) in eastern Tokyo that were transmitted from an over-the-horizon radio station in northern Honshu, and thoroughly compared the waves with the seismicity in the surrounding regions. They found that the transmission anomalies were significantly enhanced within five days prior to  $M \geq 4.8$  earthquakes.

#### Proposed Mechanisms

If the preseismic atmospheric-ionospheric anomalies are real, some phenomena causing them should be detectable on the ground. If such causal phenomena are identified, the concept of lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling could be greatly strengthened. Possible mechanisms for energy-transport channels from the lithosphere to the atmosphere-ionosphere are summarized in Figure 2. One possibility is that the atmospheric electric field generated on or near the ground surface during the preseismic period may cause the ionospheric anomalies. Such an atmospheric electric field may be caused by ions generated from radon emissions. It has also been proposed that positively charged holes, associated with microfracturing prior to earthquakes, diffuse from the focal zone to the ground surface.



**Fig. 1.** Ionospheric anomalies associated with the 1999  $M = 7.6$  Taiwan Chi-Chi earthquake. (a) The  $f_{oF2}$  value observed by ionosonde in Taiwan. Solid, gray, and dotted lines are observation data, previous 15-day running median, and its interquartile range, respectively [Liu *et al.*, 2000]. Three and four days before the main shock,  $f_{oF2}$  corresponding to electron density of the  $F_2$  layer, significantly decreased during daytime (A and B). (b) GPS total electron content (TEC) observation during the same period [Liu *et al.*, 2001]. Left map shows the 15-day median of two-dimensional TEC at 1600 LT. A, B, and C are the difference from the 15-day median for four, three, and one days, respectively, before the main shock. Circles represent the epicenter.



**Fig. 2.** Diagram of preseismic lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling models and proposed mechanisms.

There are laboratory experiments that support this possibility [Freund, 2000]. However, such preseismic electric fields on the ground followed by preseismic ionospheric anomalies have not yet been observed.

Alternatively, it has been proposed that atmospheric gravity waves propagate up to and disturb the ionosphere before earthquakes. The proposed sources of the gravity waves are long-period ground oscillations or thermal anomalies. This proposed linkage is inferred from the observations of coseismic ground vibrations and tsunami-exciting atmospheric gravity waves which propagate into the ionosphere. However, there is no

report of preseismic long-period ground oscillations being detected, even by sensitive superconducting gravimeters. Although some reports claim the existence of preseismic rises of temperature, infrared radiation, and surface latent heat flux, it is difficult to explain how such anomalies disturb the ionosphere through the atmosphere.

#### Atmospheric-Ionospheric Anomalies as Triggered Effects

It is well known that besides tectonic stress accumulation, various events influence seismicity. Examples are far-away large earthquakes,

tides, the filling of dams, and even the injection of electric current into the ground. Current injections in Russia by a magnetohydrodynamic power generator actually have activated seismicity [Avagimov *et al.*, 2004]. It has also been proposed that some external phenomena, such as geomagnetic storms and cloud-to-ground lightning, may affect seismicity [e.g. Sobolev and Zakrzhevskaya, 2003]. Since these events also disturb the atmosphere-ionosphere, it might be possible that some of the reported preseismic atmospheric-ionospheric anomalies simply were observed as a trigger of the earthquakes.

As discussed in this article, the cause and effect relationships may still be unestablished, but atmospheric-ionospheric anomalies before the earthquakes do exist and their further investigation, involving the lithospheric connection, remains an important research endeavor. Determining these connections possibly will aid with understanding and predicting seismic activity.

#### Acknowledgments

The author thanks S. Uyeda (Tokai University, Japan), H. Fujiwara (Waseda University, Japan), J.Y. Liu, Y.I. Chen (National Central University,

Taiwan), K.-I. Oyama (Tokyo Metropolitan University), and T. Hilde (Texas A&M University) for useful discussions and comments.

#### References

- Avagimov, A., I. Bogomolov, T. Cheidze, A. Ponomarev, G. Sobolev, N. Tarasov, and V. Zeigarnik (2004). Induced seismicity by trigger stimulation from laboratory and field tests, paper presented at the First International Workshop on Active Monitoring in the Solid Earth Geophysics, Tono Geosci. Cent., Mizunami, Japan, 30 June to 3 July.
- Freund, F. (2000). Time-resolved study of charge generation and propagation in igneous rocks. *J. Geophys. Res.*, **105**, 11,001–11,019.
- Fujiwara, H., M. Kamogawa, M. Ikeda, J.Y. Liu, H. Sakata, Y.I. Chen, H. Ofuruton, S. Muramatsu, Y.J. Chuo, and Y.H. Ohtsuki (2004). Atmospheric anomalies observed during earthquake occurrences. *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L17110, doi:10.1029/2004GL019865.
- Gufeld, I. I., A. A. Rozhnoi, S. N. Tyumensev, S.V. Sherstuk, and V.S. Yampolsky (1992). Radiowave disturbances in period to Rudner and Rachinsk earthquakes. *Phys. Solid Earth*, **28**, 267–270.
- Kushida, Y., and R. Kushida (2002). Possibility of earthquake forecast by radio observations in the VHF band. *J. Atmos. Electricity*, **22**, 239–255.
- Liu, J.Y., Y.I. Chen, S.A. Pulinetz, Y.B. Tsai, and Y.J. Chuo (2000). Seismo-ionospheric signatures prior to  $M \geq 6.0$  Taiwan earthquakes. *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 3113–3116.
- Liu, J.Y., Y.I. Chen, Y.J. Chuo, and H.F. Tsai (2001). Variations of ionospheric total electron content during the Chi-Chi earthquake. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 1383–1386.
- Liu, J.Y., Y.I. Chen, Y.J. Chuo, and C.S. Chen (2006). A statistical investigation of preearthquake ionospheric anomaly. *J. Geophys. Res.*, **111**, A05304, doi:10.1029/2005JA011333.
- Molchanov, O.A., and M. Hayakawa (1998). Subionospheric VLF signal perturbations possibly related to earthquakes. *J. Geophys. Res.*, **103**, 17,480–17,504.
- Shvetz, A.V., M. Hayakawa, O.A. Molchanov, and Y. Ando (2004). A study of ionospheric response to regional seismic activity by VLF radio sounding. *Phys. Chem. Earth*, **29**, 627–637.
- Sobolev, G., and N. Zakrzhevskaya (2003). Magnetic storm influence on seismicity in different regions. *Geophysical Research Abstracts*, **5**, 00135.

Liu, J.Y., Y.I. Chen, Y.J. Chuo, and H.F. Tsai (2001). Variations of ionospheric total electron content during the Chi-Chi earthquake. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 1383–1386.

Liu, J.Y., Y.I. Chen, Y.J. Chuo, and C.S. Chen (2006). A statistical investigation of preearthquake ionospheric anomaly. *J. Geophys. Res.*, **111**, A05304, doi:10.1029/2005JA011333.

Molchanov, O.A., and M. Hayakawa (1998). Subionospheric VLF signal perturbations possibly related to earthquakes. *J. Geophys. Res.*, **103**, 17,480–17,504.

Shvetz, A.V., M. Hayakawa, O.A. Molchanov, and Y. Ando (2004). A study of ionospheric response to regional seismic activity by VLF radio sounding. *Phys. Chem. Earth*, **29**, 627–637.

Sobolev, G., and N. Zakrzhevskaya (2003). Magnetic storm influence on seismicity in different regions. *Geophysical Research Abstracts*, **5**, 00135.

#### Author information

Masashi Kamogawa, Department of Physics, Tokyo Gakugei University, Tokyo, Japan;  
E-mail: kamogawa@u-gakugei.ac.jp

## What Do College Students Know About the Ocean?

PAGES 418,421

A recent survey of students entering a college-level course in introductory oceanography reveals that they feel a strong connection with, and curiosity about, the ocean. To guide this inherent curiosity into understanding and stewardship, educators need to know the ‘hooks,’ the topics and concepts that catch students’ interests. According to a survey of 119 students at North Carolina State University-Raleigh, some useful hooks are students’ personal, emotional connection with the ocean, human impacts (especially pollution), exotic biology, and cool technology.

Survey results further indicate that students already are gaining ocean knowledge from a wide variety of sources, and that the topics of interest to them can be organized using the Essential Principles of Ocean Literacy [Centers for Ocean Sciences Education Excellence (COSEE), 2005]. The students’ general awareness of ocean science is a good basis upon which to build.

Given the declining quality of the marine environment, ocean educators have the responsibility to teach not only the science of the ocean, but also the interdependence between humans and the ocean. This interdependence is at the heart of ocean literacy, as recently defined by a national consensus of marine scientists and educators [COSEE,

2005]. An ocean-literate person understands ocean science, can communicate about the ocean, and is able to make informed decisions about ocean policy [COSEE, 2005].

The scientific understanding that every citizen should have is defined in the seven Essential Principles:

1. The Earth has one big ocean with many features.
2. The ocean and life in the ocean shape the features of Earth.
3. The ocean is a major influence on weather and climate.
4. The ocean makes the Earth habitable.
5. The ocean supports a great diversity of life and ecosystems.
6. The ocean and humans are inextricably interconnected.
7. The ocean is largely unexplored.

Most Americans attain voting age around the same time they complete their formal education in science—at the end of high school or after a few introductory college science courses. A college-level introductory oceanography class is the last chance to promote ocean literacy through formal education, and also provides an opportunity to measure the level of ocean literacy among high school graduates. As these students are self-selected, preclass survey results may indicate an upper bound for ocean literacy in the general population. Postclass surveys

should indicate how well college educators are doing their job.

Prior studies of undergraduate classrooms have measured student beliefs and preconceptions about physics [DeLaughter *et al.*, 1998; Adams *et al.*, 2006], as well as their understanding of solid Earth geosciences [Libarkin and Anderson, 2005]. High school ocean science classes have been shown to have a significant effect on general scientific literacy [Lambert, 2005]. Public concern about the ocean has been shown to exceed public understanding of the ocean [American Association for the Advancement of Science, 2004; Belden *et al.*, 1999; Steel *et al.*, 2005], but no prior study has measured ocean literacy in the context of formal education.

A preliminary ocean literacy survey was developed based on the Essential Principles and consisted of open-format questions that allowed students to express their understandings or misunderstandings freely. Students filled out the survey on the first day of an introductory oceanography course at the North Carolina State University at Raleigh (in January 2006), and results from four of the most general questions are discussed here. Only the topics of interest to students are discussed here; their level of understanding will be addressed in a future paper.

#### Student Interest in Oceanography

The demographics of this class were roughly consistent with the university population as a whole. Students were nearly equally divided between the freshman, sophomore, junior, and senior classes, and half were majoring in science, mathematics, or engineering. One third of the students were in the College of

By C. CUDABACK

# 都市域における赤外射出の非等方性について

## Measurements of directional radiometric temperature

菅原広史(防衛大地球海洋), 高村民雄(千葉大CEReS)

### 1) Background

Remote sensing measurements are sensitive to the viewing geometry of the sensor. Upward surface radiation from an urban canopy is directionally variable due to local variations in areas of sunshine and shade. Estimation of longwave hemispherical emission, which is generally approximated as  $\varepsilon\sigma T^4$ , where  $\varepsilon$  is the surface emissivity and  $\sigma$  is the Stefan-Boltzmann constant, is influenced by anisotropy in measured radiometric temperature. The radiometric anisotropy-related errors involved in evaluating longwave radiation flux over an urban canopy have not previously been discussed in terms of

observational data as such measurements are difficult to obtain over an urban area. The basic characteristics of the flux error, including dependence on canopy structure and diurnal and seasonal variations, are still largely unknown. The current study addresses these problems using remote sensing data from an urban canopy, and discusses the process of estimating urban longwave radiation flux from radiometric temperature measurement.

### 2) Airborne measurement

Helicopter-mounted sensors (Table 1) measured radiometric temperature and longwave radiation flux over urban canopies in the cities of Sapporo and Tokyo, Japan. Two types of measurements were taken: a two-angles measurement using a downward-view pyrgeometer and a nadir-view narrow-FOV infrared thermometer, and a multi-angles measurement using three narrow-FOV infrared thermometers using both nadir and off-nadir views.

Airborne observations were made over Sapporo ( $43^\circ 3'N$ ,  $141^\circ 20'E$ ) and Tokyo ( $35^\circ 40'N$ ,  $139^\circ 40'E$ ). The flight course in Sapporo was over flat terrain; the two areas chosen for analysis were a highly urbanized area (HU) and a light industrial area (LI) that also included residential buildings. In Tokyo, measurements were made over the highly urbanized area of central Tokyo and a second urbanized area (UR) in northern Tokyo.

Flight altitude was 610 m above ground level (AGL) in Sapporo and in UR, Tokyo. For this altitude, the FOV of the onboard pyrgeometer, is a circular area at the ground surface with a diameter of 2040 m. In HU, Tokyo, the flight altitude was 760 m AGL and the pyrgeometer FOV was 2480 m.

Radiometric temperature measurements were atmospherically corrected using LOWTRAN7 (Kneizys et al., 1988), based on the observed profile of air temperature and water vapor. The upward longwave radiation flux measured using the on-board pyrgeometer was also corrected by LOWTRAN7 to the corresponding value at the Earth surface. For this correction, a horizontally homogeneous atmosphere is assumed over the observation area.

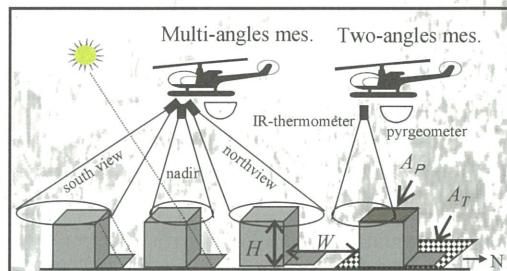


Figure 1. Airborne sensor arrangements and the urban canopy structure.

Table 1 Specifications of the onboard sensors.

Type	Sensor	Wavelength [ $\mu\text{m}$ ]	Total FOV (Instantaneous FOV)	Response time	Accuracy
nadir	thermal imager, NEC-Sanei	8-13	$25^\circ \times 30^\circ$ ( $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ )*	0.05 sec	$0.5^\circ\text{C}$
off-nadir	thermometer, MINOLTA	8-13	$1^\circ$	0.5 sec	$0.5^\circ\text{C}$
flux	pyrgeometer, Eppley	4-50	$2\pi$	2 sec	**

Table 2 Date, solar time, and local solar elevation angle in the airborne observations.

Date	Solar time	Sun elevation angle (degrees)	Two-angle mes.	Multi-angle mes.
<b>Sapporo</b>				
Oct. 23, 1997	16:21 - 16:40	1	O	X
Oct. 24, 1997	05:52 - 06:52	5 *	O	O
Oct. 24, 1997	12:09 - 12:25	34	O	O
Aug. 5, 1996	09:18 - 09:45	58	O	X
Aug. 5, 1996	13:05 - 13:09	57	O	X
Aug. 5, 1996	16:07 - 16:10	28	O	X
Aug. 5, 1994	05:52 - 05:56	20	O	X
Aug. 5, 1994	13:17 - 13:22	52	O	X
Aug. 5, 1994	18:46 - 18:52	< 0	O	X
<b>Tokyo</b>				
Aug. 7, 1998	13:14 - 13:18	55	O	X
Aug. 7, 1998	15:27 - 15:31	31	O	X
Aug. 1, 1996	13:25 - 13:32	23	O	X
Mar. 12, 1996	7:36 - 7:43	23	O	X
Mar. 12, 1996	13:10 - 13:15	48	O	X
Mar. 12, 1996	16:38 - 16:45	8	O	X
Mar. 13, 1996	7:25 - 7:29	23	O	X
Mar. 13, 1996	12:56 - 12:58	41	O	X

Figure 2 Aerial photo of Sapporo; (A) highly urbanized area and (B) light industrial area. Solid line indicates the flight leg.

### 3) Observation results (Two angles)

$F_{\text{nadir}}$  estimated from the nadir-oriented infrared thermometer is compared with  $F_{\text{global}}$  measured using the pyrgeometer. The atmospheric correction procedure corrected both fluxes to values at the ground surface.  $F_{\text{nadir}}$  and  $F_{\text{global}}$  were averaged for distances of about 2 km along the flight course line, as the instantaneous FOV is different for the two sensors. Figure 3 shows  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  in the HU and LI areas of Sapporo and the HU area of Tokyo. The error bars were determined from the value of  $|1 - F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}|$  over a thermally homogeneous sea surface where  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  must be unity, and indicate a systematic error that may relate to sensor calibration and/or atmospheric correction. The difference between  $F_{\text{global}}$  and  $F_{\text{nadir}}$  is up to 8% of  $F_{\text{global}}$ , or 61 Wm<sup>-2</sup>.

Figure 3 (a) shows that  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  in Sapporo HU and Tokyo HU decreases once the sun elevation increases beyond about 40°. Building shadows cover the floor surface completely when the sun elevation is 40° at  $H/W = 0.85$  canyon (HU in Tokyo), and 41° at  $H/W = 0.88$  canyon (HU in Sapporo). As the sun elevation angle increases over 40°, the amount of sunny area on the floor also increases, however, wall temperature decreases with lower solar incident angle, and  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  therefore decreases.

Figure 3 (b) shows a clear relationship between  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  and the solar radiation difference. The abscissa is the difference in the net solar radiation between the walls ( $S_{\text{wall}}$ ) and the canyon floor ( $S_{\text{floor}}$ ), where  $S$  is averaged over both sunny and shady parts on each surface. In approximate terms, the net solar radiation on the surfaces should have a positive correlation with surface temperature; the abscissa is therefore a measure of the difference in surface temperature between the walls and canyon floor. Thus  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  has a positive correlation with temperature variance  $T_{\text{wall}} - T_{\text{floor}}$  inside the canopy.

The abscissa of Fig. 3(c) represents the difference between the nadir radiometric temperature and air temperature inside the canopy. This difference is a measure of the temperature variance inside the urban canopy layer, as air temperature is similar to the shaded surface temperature rather than the sunny surface temperature, and the nadir radiometric temperature is the average surface temperature of the sunlit roofs and canopy floor.  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  decreases as the nadir-oriented temperature increases in excess of air temperature inside the canopy.

### 4) Observation result (Multi-angle)

Table 4 shows the results of off-nadir measurements. To calculate  $F_{\text{off}} (= \sigma T_{\text{off}})$ , the averaging period was adjusted separately for each sensor to match the measured areas, and atmosphere correction was performed using the path lengths to each infrared thermometer.  $F_{\text{global}}/F_{\text{off}}$  is slightly less than unity for the north-view sensor during morning measurements. This is because the FOV of the north-view sensor in the morning contains the sunlit southern wall, which is warmer than walls of other orientations.

Table 4 also shows the directional variation in radiometric temperature  $T_{\text{off}} - T_{\text{nadir}}$ , illustrating variation in radiometric temperature within the urban canopy, and the dependence of  $T_{\text{off}} - T_{\text{nadir}}$  on land-cover type. For example, the daytime  $T_{\text{off}} - T_{\text{nadir}}$  for area LI (light industrial area) is significant for the south view in terms of the standard deviation, but not for the north view. For the HU (highly urbanized area), the north view is significant but not the south wall view. These patterns probably reflect the fact that the daytime canyon floor is sunlit in LI but shaded in HU.

### 5) Conclusions

The upward longwave radiation flux over an urban canopy, which is generally evaluated from the measured radiometric temperature  $T_r$ , is influenced by this anisotropy in radiometric temperature. The error in the evaluated flux  $\sigma T_r$  resulting from this anisotropy is quantitatively understood using airborne observations and the theory outlined in this study. The on-board nadir narrow-FOV thermometer and pyrgeometer data revealed that the flux error due to the anisotropy in radiometric temperature is as much as 8% of flux magnitude.

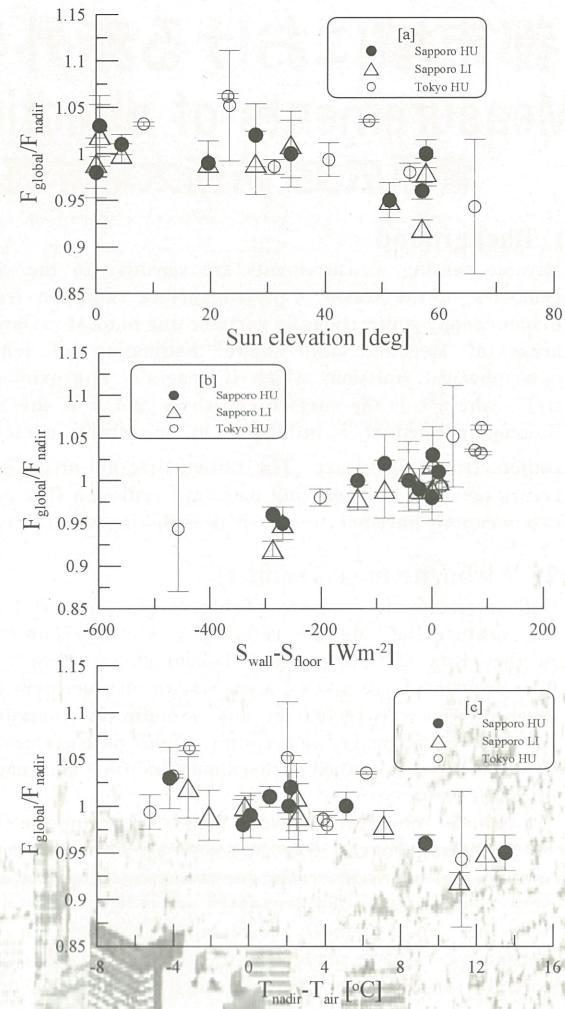


Figure 3 Measured flux ratio  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$  in three areas. a) Flux ratio dependency on the sun elevation. b) Dependency on the net solar radiation difference between roofs and walls. c) The abscissa is the difference between the nadir-measured radiometric temperature and air temperature inside the canopy.

Table 4  $F_{\text{global}}/F_{\text{off}}$ ,  $F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$ , and the radiometric temperature difference between off-nadir and nadir sensors  $T_{\text{off}} - T_{\text{nadir}}$ . Observation results in Sapporo Oct. 24, 1997. Standard deviations along the flight course are in parentheses.

	Morning (05:52 - 06:52)		Daytime (12:09 - 12:25)		
	North view	South view	North view	South view	
$F_{\text{global}}/F_{\text{off}}$	Highly urbanized	0.98	1.00	0.99	1.02
	Light industrial	0.98	1.00	1.00	1.03
$F_{\text{global}}/F_{\text{nadir}}$	Highly urbanized		1.01		1.00
	Light industrial		1.00		1.01
Flux ratio error		0.01		0.03	
$T_{\text{off}} - T_{\text{nadir}}$	Highly urbanized	0.7 (1.1)	-0.8 (2.8)	1.1 (0.4)	-1.4 (1.5)
	Light industrial	-0.1 (1.3)	-0.2 (0.5)	0.1 (0.6)	-1.8 (0.6)

### Acknowledgements

The heliborne team of Japanese Ground Self Defense Force supported the airborne observations.

プロジェクト－4

及び関連一般研究

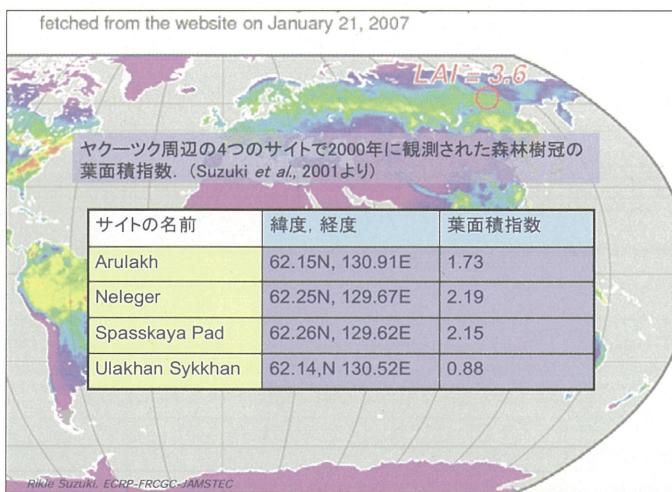
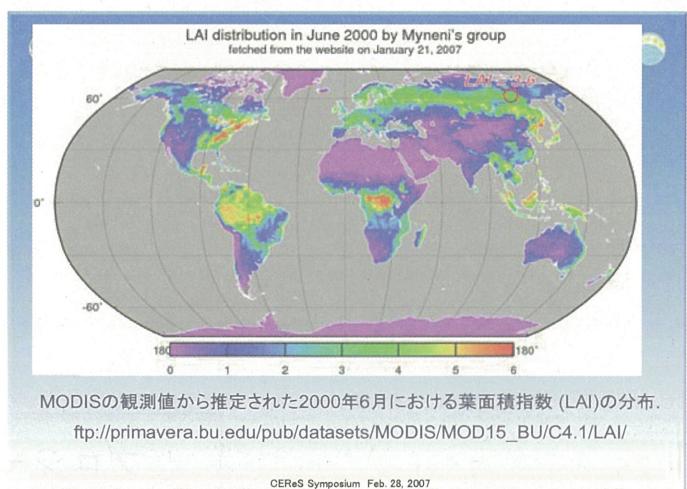
## シベリア亜寒帯林における樹冠と林床の植生指数

JAMSTEC FRCGC  
Frontier Research Center for Global Change

### シベリア亜寒帯林における樹冠と林床の植生指数

鈴木 力英 (Rikie Suzuki)  
海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター  
Frontier Research Center for Global Change (FRCGC),  
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

CEReS Symposium Feb. 28, 2007

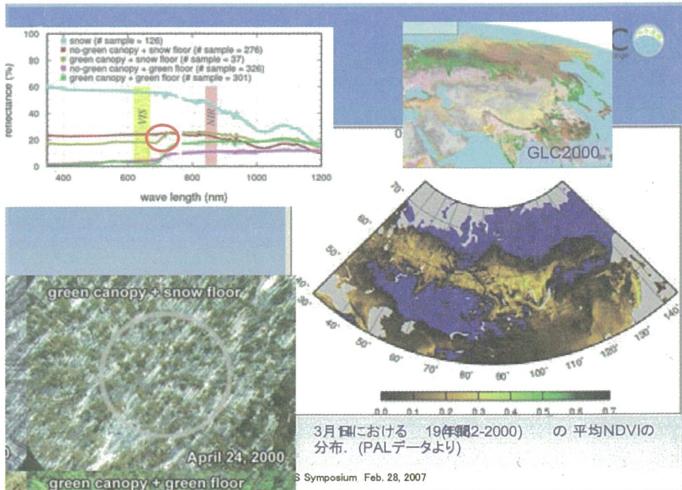
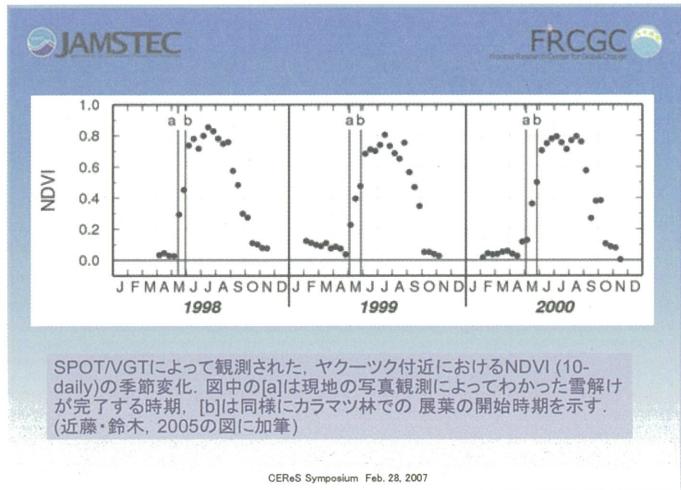
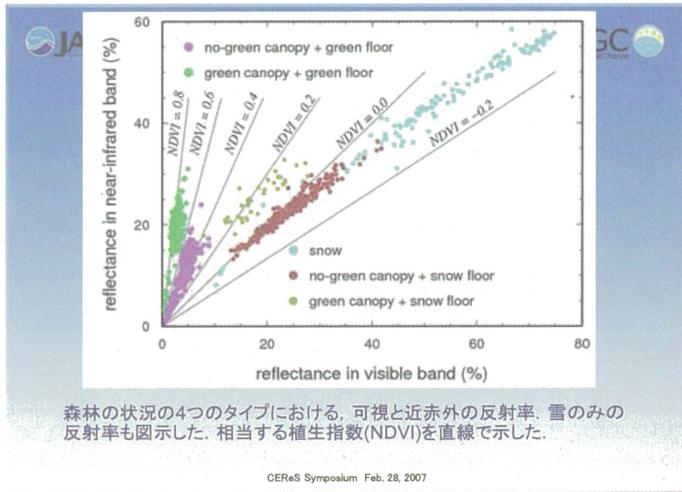
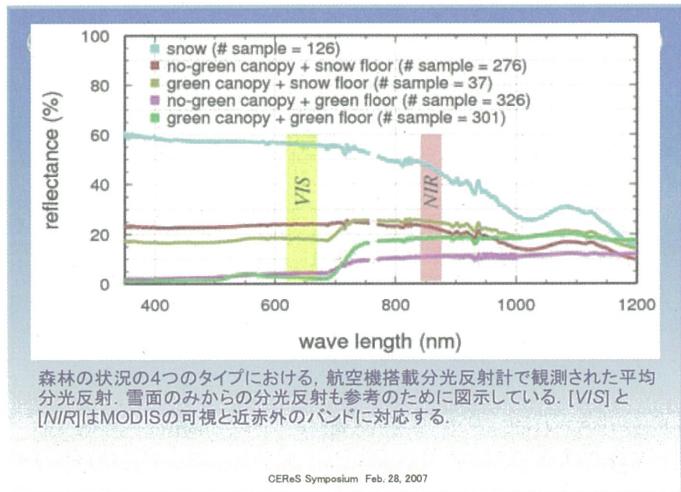
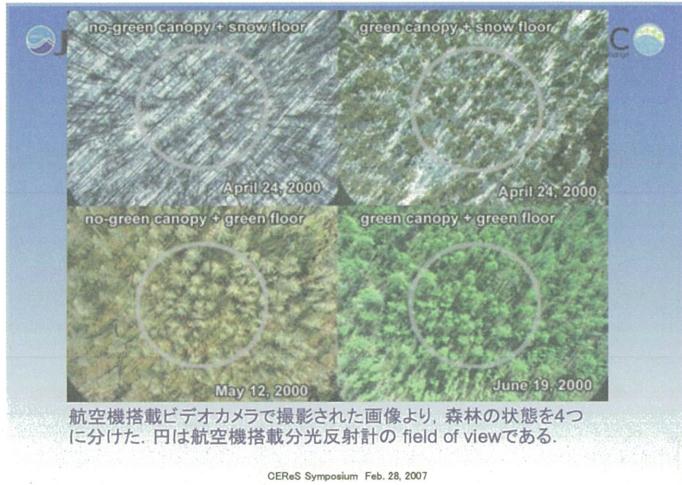
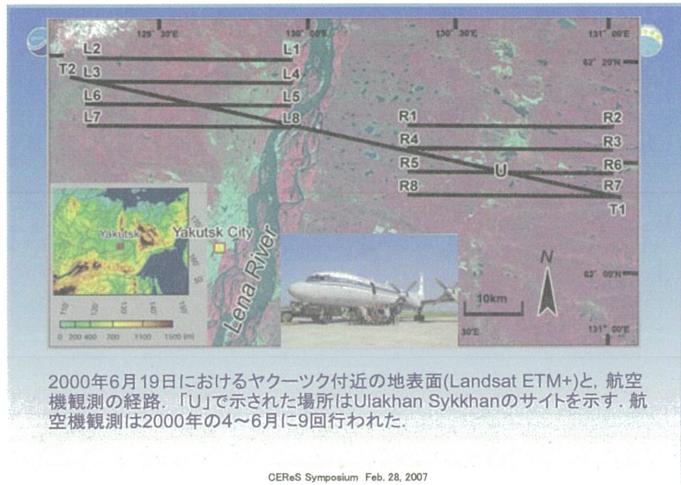


JAMSTEC FRCGC  
Frontier Research Center for Global Change

### シベリアの亜寒帯林における衛星による葉面積指数推定についての課題

- ◆ 衛星で推定された葉面積指数は樹冠のものなのか？もしくは過大見積りではないか？
- ◆ そもそも、疎な亜寒帯林で衛星で推定された葉面積指数は樹冠と林床の両者の合計なのか？
- ◆ 以上のような不確定性を持っている葉面積指数を数値モデルはどうのように取り入れたらいいのか？

CEReS Symposium Feb. 28, 2007



## ■まとめ■

- ◆ 衛星で観測された疎な亜寒帯林の緑度(greenness)は樹冠と林床の緑度が混合している。
- ◆ 航空機搭載ビデオカメラと分光放射計のデータを元に森林の状況を4つのタイプ分類して分析したところ、樹冠と林床の緑度は可視-近赤外間の反射率において同程度のギャップを生じることが分かった。
- ◆ 樹冠が緑であっても林床に雪がある場合は、雪の反射の影響で植生指数は小さく計算される。
- ◆ 今後、樹冠と林床の影響をそれぞれ考慮した研究が発展することが望まれる。

CEReS Symposium Feb. 28, 2007

# 農業研究の可視化とデザインに関する研究



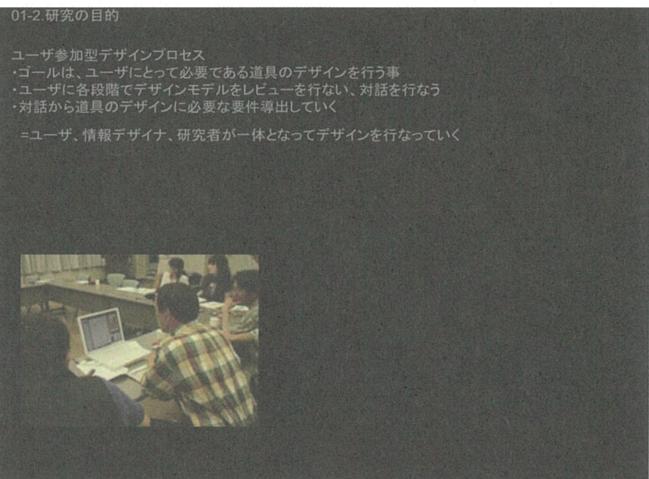
## 01-1. 研究の目的

### 01-1. 研究の目的

衛星リモートセンシング画像の可視化と道具化  
(リモートセンシング技術を、人々の日常生活の中で活用できる形にデザインを施す)

### ■情報デザインの観点からアプローチ

- 活動を基盤としたデザイン
- 人々の活動に注視する
- 人々が、どのような対話をしない、経験を得ているのか体験する
- 体験をもとに新たな活動の形や仕組みを構想する



## 01-2. 研究の目的

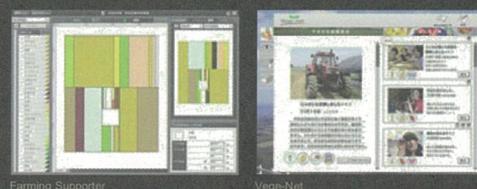
### 02. 研究の概要

#### Farming Supporter

・作付け計画支援ツール  
期間: 2004/04-2005/03  
使用するリモートセンシング技術: 寒素含有量/衛星写真/推定デンブン価(馬鈴薯)/推定収量(馬鈴薯)など  
目的: 生産者が、輪作活動において作付け計画を行なうための道具

#### Vege-Card Vege-Net

生産者と消費者つなぐネットワークシステム  
期間: 2005/04-2007/03  
使用するリモートセンシング技術: 寒素含有量/衛星写真/推定デンブン価(馬鈴薯)/推定収量(馬鈴薯)など  
目的: 生産者と消費者をつなぐ環境をつくる

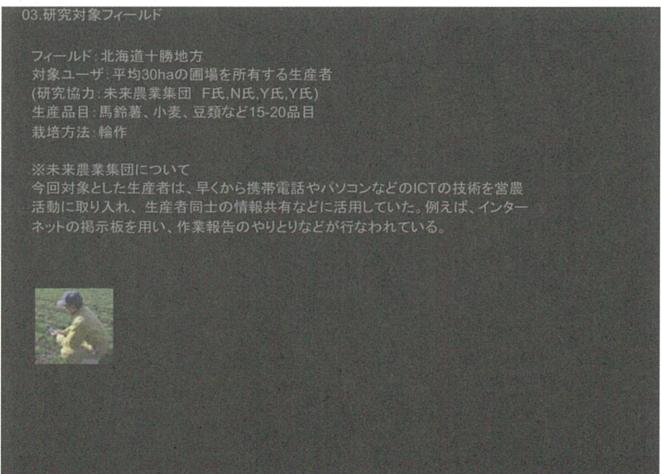
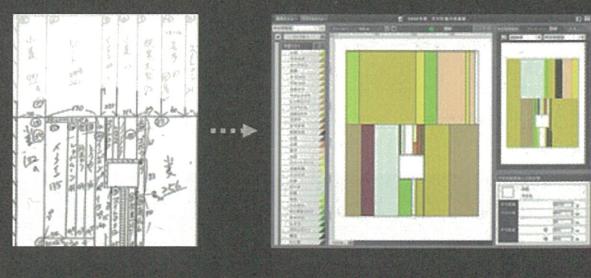


## 03. 研究対象フィールド

### 04-1. 研究内容・Farming Supporter

#### Farming Supporter 作付け計画支援ツール

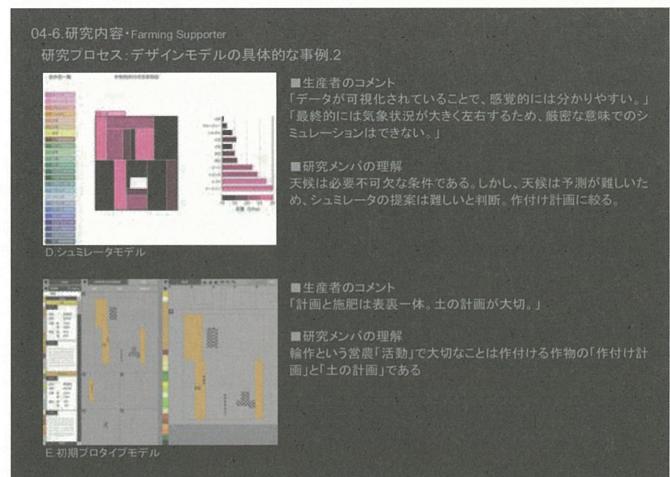
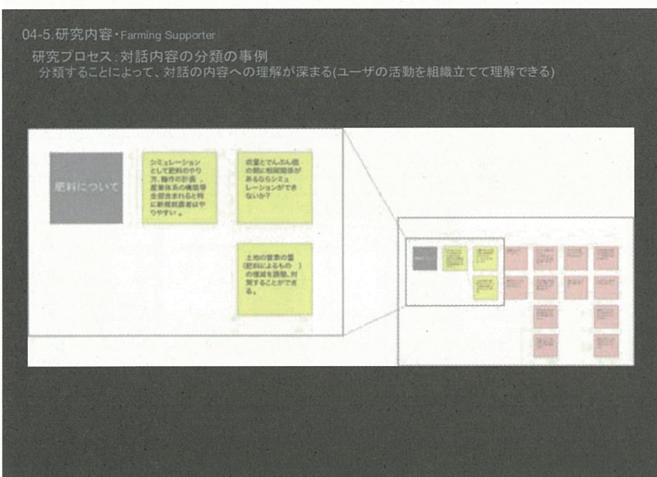
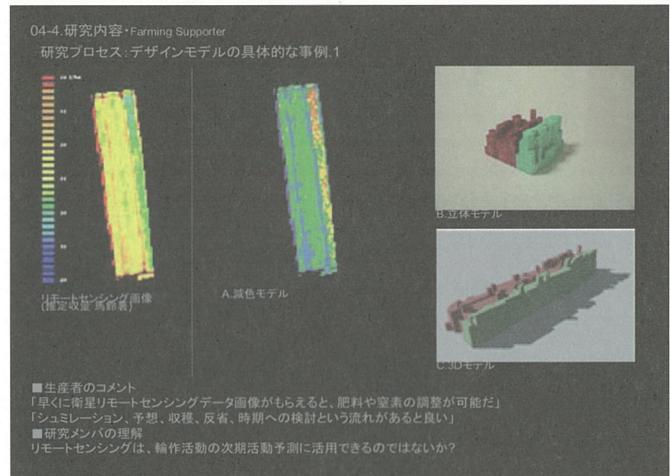
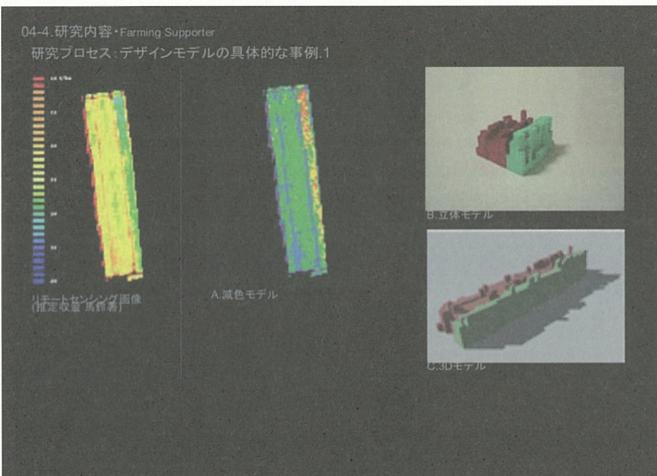
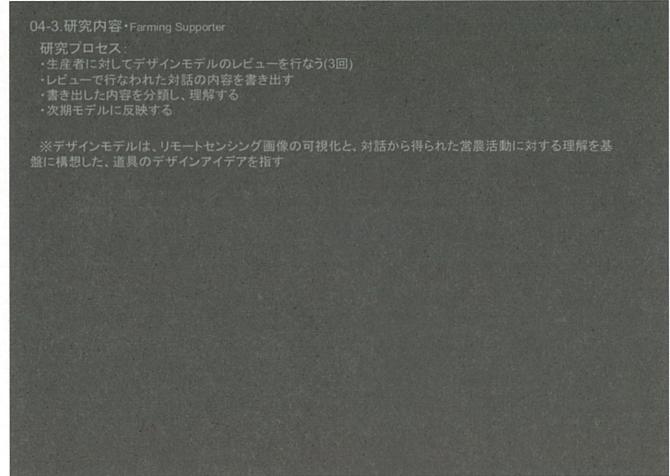
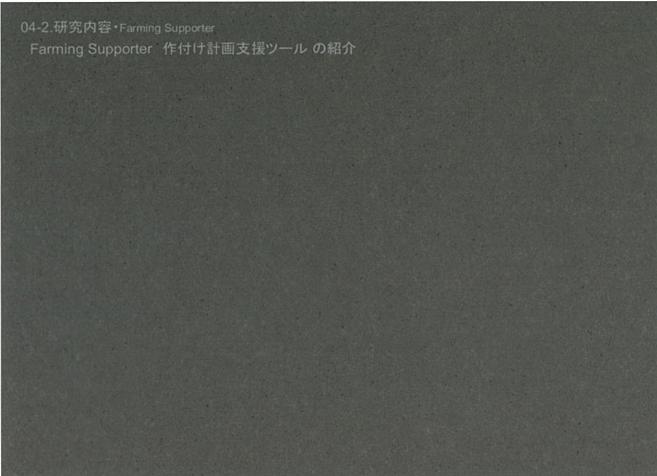
コンセプト:  
耕作活動では毎年ごとに次年度、作付ける作物の圃場の位置や量の計画を行なう。  
現在、生産者は、膨大な量の過去の生産日誌や、作付け図面、公的機関からの情報を参照しながら、図面の作成を行なっている。  
本研究では、ユーザ参加型のデザインプロセスを用ながら、過去の情報や、リモートセンシングから得られる情報の可視化、閲覧可能にするとともに、考案した結果をすぐに反映させられる直感的の機能を目指した。



フィールド: 北海道十勝地方  
対象ユーザー: 平均30haの圃場を所有する生産者  
(研究協力: 未来農業集団 F氏, N氏, Y氏)  
生産品目: 馬鈴薯、小麦、豆類など15-20品目  
栽培方法: 輪作

※未来農業集団について  
今回対象とした生産者は、早くから携帯電話やパソコンなどのICTの技術を営農活動に取り入れ、生産者同士の情報共有などに活用していた。例えば、インターネットの掲示板を用い、作業報告のやりとりなどが行なわれている。







# 3次元GISを用いたデジタルシティの作成と災害状況の可視化

2007年2月28日 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

## 3次元GISを用いたデジタルシティの作成と災害状況の可視化

千葉大学工学部  
都市環境システム学科  
加藤圭太  
山崎研究室

### 研究の背景

- デジタルシティとは、コンピューター上に現実の都市を写像したもので、様々な分野での利用が期待されている。
- 現状の都市モデルは建物の形、外観が簡素であるものが多い。
- リモートセンシング技術を利用した、よりリアルな都市モデルの作成が注目を集めている。



都市計画案



カーナビゲーション

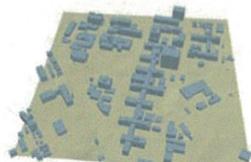


災害シミュレーション

1

### 研究の目的

- レーザー測量により作られた建物形状データや、航空写真などをもとに、より現実に近い外観の都市モデルを構築する
- 防災分野への応用として、都市モデルを利用し災害時の被害モデルを作成する



MAP CUBE (2002) 千葉大学  
西千葉キャンパスの建物・地形データ  
バスコ提供



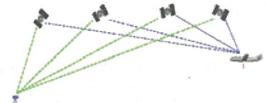
2002年8月8日航空写真  
解像度25cm

2

### 使用するデータ

#### •MAP CUBE

レーザー測量データをもとに作られた高精度な建物・地盤形状データ。



#### 含まれているデータ

座標 建物のポリゴン形状  
建物高さ 標高



道路・外観データは入っていない



航空写真、数値地図2500、側面写真等を利用

<http://www.mapcube.jp/product/feature.html>

3

### 使用するツール

#### •VTP(Virtual Terrain Project)

オープンソースソフトウェアの名称。GISで用いるさまざまなデータをもとに、仮想空間に3Dの都市モデルを作り上げることができる。



フロリダ沿岸



杭州都市計画

<http://vterrain.org>

4

### VTPの特徴

独自の画像を3次元都市モデルに取り入れることができる

#### 実際の景観を撮影



#### 画像編集ソフトで加工

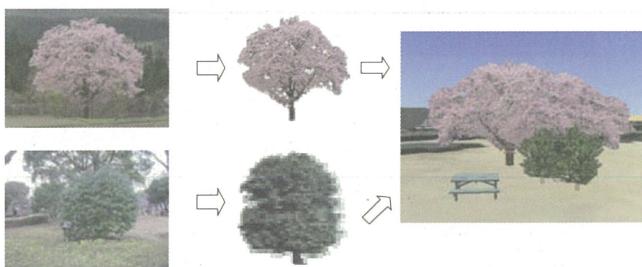


#### VTPに入力



## VTPの特徴

独自の植物の画像や、3ds, lwoなどのファイル形式の3Dモデルも取り入れることができる



6

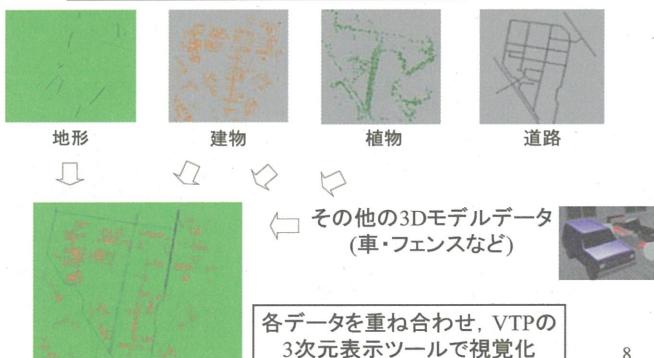
## 3次元モデル作成の手順



7

## 3次元モデル作成の手順

各データを独自のファイル形式に変換し、大きさや外観などのデータを入力する



8

## 作成した千葉大学 次元モデル(南方向からの様子)



9

## 従来のモデルとの比較



ゼンリン地図3D表示



本研究で作成したモデル

GoogleEarth3D表示

10

## 千葉大学 西千葉キャンパス



11

### 各建物モデルの様子



けやき会館



生協ブックセンター前

12

### 各建物モデルの様子



自然科学系総合研究棟



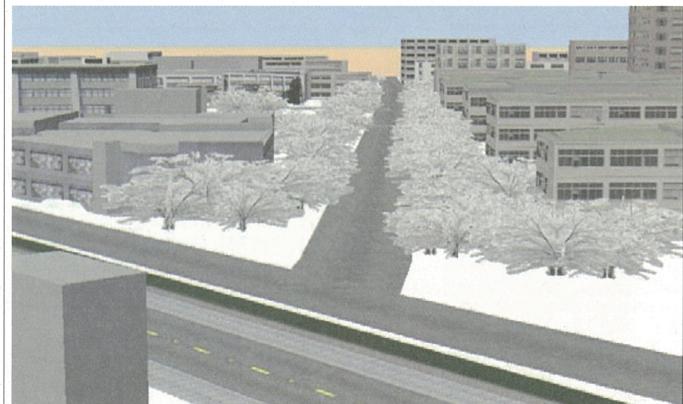
キャンパス前(正門前)の道路

13

### 植物で表す季節の変化



### 植物で表す季節の変化(秋)



### 植物で表す季節の変化(冬)

### 植物で表す季節の変化(春)



### 3次元都市モデルの都市防災への応用

●リアルな視覚化を通じて、大規模な災害の状況を継承することや、被害想定を行うことは、今後の大規模災害の対策や、防災意識の向上に非常に重要である。

●大規模な地震が起きたと仮定して、作成した3次元モデルを利用して被害を受けた建物モデルを作成した。



15

### 作成した被害モデル



壁柱窓の損傷



第一層の崩壊

### 作成した被害モデル



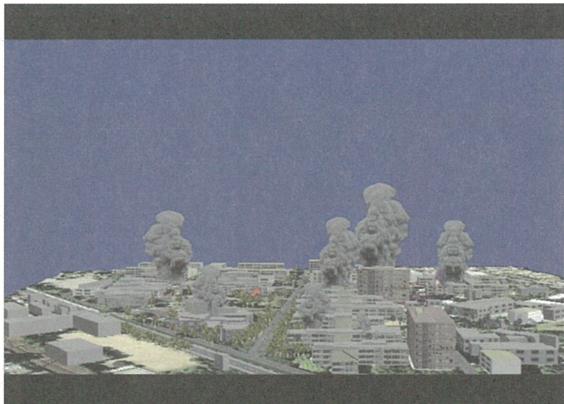
建物の傾斜



道路のひび割れ

17

### 地震直後の様子



### まとめと今後の展望

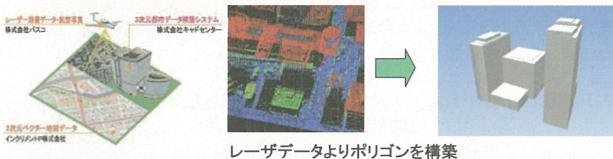
- 本研究では、MAPCUBEや航空写真などをもとに、GISソフトを用いて、現実に近い外観を有する3次元都市モデルを構築した。またそれを用いて災害後の建物モデルを作成した。
- 現実の建物のテクスチャを取り入れることによって、よりリアリティのある景観を再現することができた。
- 今後はテクスチャのマッピングの効率化を計るなどして、実際の景観計画や防災教育に役立つようにしたい。



19

## MAPCUBE

<http://www.mapcube.jp/product/feature.html>



MAPCUBEに含まれているデータ  
座標 建物形状ポリゴン  
建物高さ 標高  
構造、外観データは入っていない

```
<?xml version='1.0'?>
<Structure> xmlns="http://www.openplans.net/gml" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" schemaLocation="http://www.openplans.net/buildings.xsd">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
      <gml:coordinates>24193 507200000,-41653 869800000 24714 607200000,-41134 069800000</gml:coordinates>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>

  <SRSGEO>["Japan_Zone_9", "GCS_Tokyo", "DATUM_Tokyo", "SPHEROID_Bessel_1841", "6377397, 55, 299, 1528128]>.
  PRIMEM["Greenwich", 0, 0], UNIT["Degree", 0.016666666666666665], PROJECTION["Transverse_Mercator"], PARAMETER["False_Easting", 0.0], PARAMETER["False_Northing", 0.0], PARAMETER["Central_Meridian", 139.83333333333333], PARAMETER["Scale_Factor", 0.9999], PARAMETER["Latitude_of_Origin", 36.0], UNIT["Meter", 1.0]</SRSGEO>
  <Building>
    <Level FloorHeight="3.32857" StoryCount="7">
      <Footprint>
        <gml:MultiPolygon>
          <gml:polygonMember>
            <gml:Polygon>
              <gml:outerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates>-41533 6698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:outerBoundaryIs>
              <gml:innerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates>-41533 6698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:innerBoundaryIs>
            </gml:Polygon>
          </gml:polygonMember>
        </gml:MultiPolygon>
      </Footprint>
      <Edge Material="Plain" Color="ffe0b2">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
      <Edge Material="Plain" Color="ffe0b2">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
    </Level>
  </Building>
```

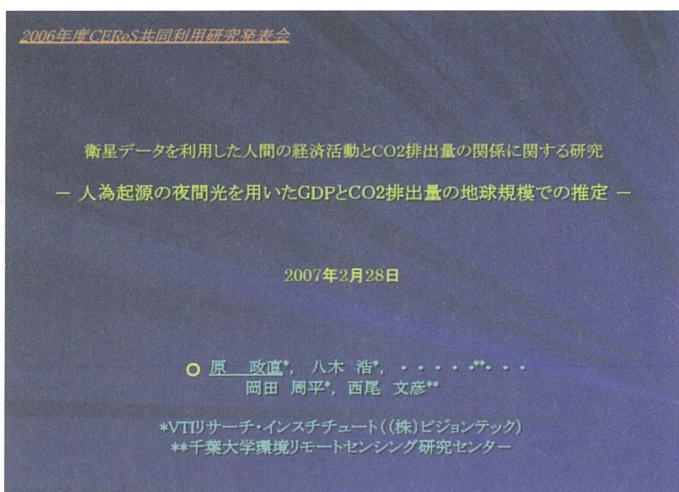
```
<Level FloorHeight="0.00000" StoryCount="1">
  <Footprint>
    <gml:MultiPolygon>
      <gml:polygonMember>
        <gml:Polygon>
          <gml:outerBoundaryIs>
            <gml:LinearRing>
              <gml:coordinates>24203 6072,-41525 8698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698</gml:coordinates>
              </gml:LinearRing>
            </gml:outerBoundaryIs>
            <gml:innerBoundaryIs>
              <gml:LinearRing>
                <gml:coordinates>24203 6072,-41525 8698 24208 4072,-41533 6698 24203 6072,-41525 8698</gml:coordinates>
              </gml:LinearRing>
            </gml:innerBoundaryIs>
          </gml:Polygon>
        </gml:polygonMember>
      </gml:MultiPolygon>
    </Footprint>
    <Edge Material="Plain" Color="bd8779" Slope="0">
      <EdgeElement Type="Wall"/>
    </Edge>
    <Edge Material="Plain" Color="bd8779" Slope="0">
      <EdgeElement Type="Wall"/>
    </Edge>
  </Level>
</Building>
```

```
<Building>
  <Level FloorHeight="4.88000" StoryCount="6">
    <Footprint>
      <gml:MultiPolygon>
        <gml:polygonMember>
          <gml:Polygon>
            <gml:outerBoundaryIs>
              <gml:LinearRing>
                <gml:coordinates>24499 6802,-41587 8489</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:outerBoundaryIs>
              <gml:innerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates>24501 6879,-41584 0787</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:innerBoundaryIs>
            </gml:Polygon>
          </gml:polygonMember>
        </gml:MultiPolygon>
      </Footprint>
      <Edge Material="Siding" Color="ffff00" Facade="exposure-east-side">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
      <Edge Material="Siding" Color="ffff00" Facade="exposure-east-side">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
    </Level>
    <Level FloorHeight="8.00000" StoryCount="1">
      <Footprint>
        <gml:MultiPolygon>
          <gml:polygonMember>
            <gml:Polygon>
              <gml:outerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates>24499 6802,-41587 8488</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:outerBoundaryIs>
              <gml:innerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates>24501 6879,-41584 0787</gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:innerBoundaryIs>
            </gml:Polygon>
          </gml:polygonMember>
        </gml:MultiPolygon>
      </Footprint>
      <Edge Material="Siding" Color="ddaa00" Slope="15">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
      <Edge Material="Siding" Color="ddaa00" Slope="15">
        <EdgeElement Type="Wall"/>
      </Edge>
    </Level>
  </Building>
```

ありがとうございました

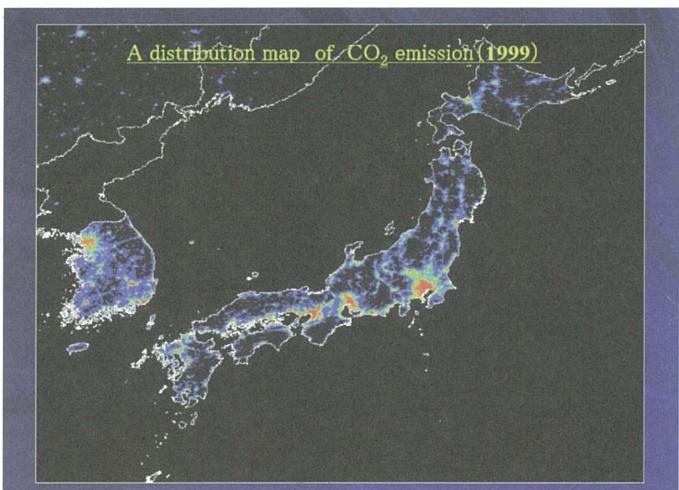
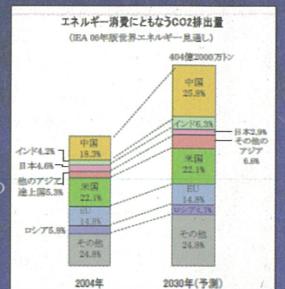


# 衛星データを利用した人間の経済活動とCO<sub>2</sub>排出量の関係に関する研究



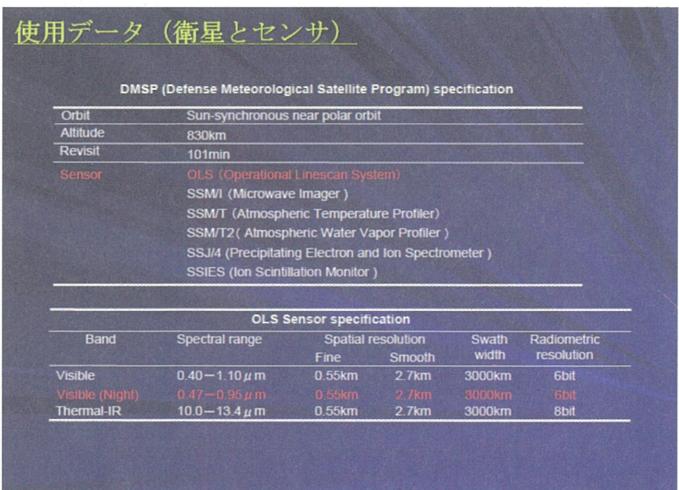
## 背景

- ・温室効果ガスの70~80 %を占めるといわれているCO<sub>2</sub>の排出量が、経済成長の著しい中国をはじめとする途上国において急増している。
- ・京都議定書のもとでは、その批准国以外の国にその削減の義務はないが、地球温暖化に歯止めをかけるには、途上国での行動も監視していくことが重要である。
- ・このCO<sub>2</sub>の増大はエネルギー消費、特に、化石燃料の燃焼によって発生させる電力のような転換エネルギーの消費の増大がその大きな原因となっている。
- ・そこで、米国の軍事気象衛星DMSPの夜間観測データから抽出した人工光をパラメータとして、電力消費によるCO<sub>2</sub>の排出量を推定する手法の開発を行ってきた。



## 目的

DMSP/OLSの夜間画像から抽出した人工光とCO<sub>2</sub>の排出源である電力消費量との関係、経済活動の指標となるGDPおよび生産活動の指標となる人口との関係を世界規模で調べ、人間活動のパラメータである人工光のモニタリングにより、電力消費起源CO<sub>2</sub>の排出量推定の可能性を評価することを目的とした。



## 使用データ(DMSP/OLS-VIS)

Annual Composites Version 2  
1992–2003  
National Geophysical Data Center (USA)

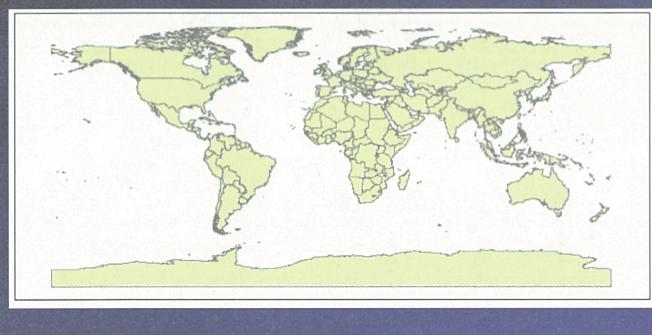
- Center half of swath – based on sample number in scanlines.
- No moonlight – model estimates lunar illuminance of each pixel.
- No sunlight – based on solar elevation angle at nadir.
- No glare – based on solar elevation angle at nadir.
- No marginal data – based on solar elevation angle at nadir.
- No “low-gain” data – visual inspection and marking.
- No aurora – visual inspection and marking (north only)
- No clouds – thermal band cloud detection algorithm.
- -65 to 65 latitude
- Produced as 30 arc second grids

### 使用データ(DMSP/OLS-VIS)

1999年 DMSP/OLS 夜間最大値画像  
 X-Line : 43201, 180° W~180° E  
 Y-Line : 15601, 65° N~65° S  
 Map Projection : GEODETIC  
 Datum : WGS84  
 Pixel Size : 0.008333(degree) × 0.008333(degree)

## 処理1 国境ポリゴンデータ

- 1)国境を修正
  - 2)欠落している島などのポリゴンの補足
  - 3)投影法を変更 WGS84に変換



## 使用データ（社会統計データと地図データ）

- ・京都議定書批准状況資料(2006年1月18日現在)  
United Nations Framework Convention on Climate Change  
<http://unfccc.int/2860.php>  
Home > Essential Background > Kyoto Protocol > Status of Ratification
  - ・社会統計資料(1999年分)  
国内総生産(GDP) ..... 国際連合世界統計年鑑2001(国際連合統計局)  
人口、面積、人口密度 ..... 国際連合世界統計年鑑1999(国際連合統計局)  
種類別発電量 ..... 2002 Energy Statistics Yearbook (United Nations)  
電力の生産、輸出、輸入、消費 ..... 2002 Energy Statistics Yearbook (United Nations)
  - ・国境ボリゴンデータ  
CIP (Centro Internacional De LA PAPA) .... <http://www.cipotato.org/>  
DIVA-GIS ..... <http://www.diva-gis.org/>  
More free GIS data ..... <http://data.geocomm.com/helndesk/format.htm>

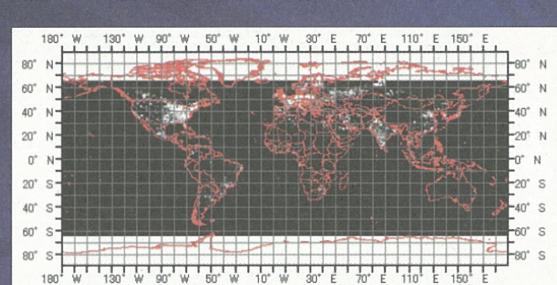
京都議定書批准状況資料

### 京都議定書批准国157カ国リスト

## 処理2 DMSP/OLSデータ

- ・DMSP画像はGeodetic投影法で作成されているため、高緯度ほど面積が過大に表現される。そこで、赤道上の画素面積を1として、各緯度の面積を0~1の相対値で表す補正を行った。

・各国別の光力の積算を行った。



### 処理3 国境ポリゴンデータの属性テーブル作成

NAME	:国名	REGION	:地域
SIGNATURE	:京都議定書署名日	PHASE	:京都議定書批准状況
DATE	:京都議定書批准日		
GDP	:GDP(100万US\$)	EL_CONSUMP	:電力消費量(100kW/h)
AREA	:面積(km <sup>2</sup> )	HYDRO	:水力発電量(100kW/h)
POPULATION	:人口(千人)	GEOTHERM	:地熱発電量(100kW/h)
EL_PRODUCT	:発電量(100kW/h)	EL_EXPORT	:電力輸出量(100kW/h)
THERMAL	:火力発電量(100kW/h)		
NUCLEAR	:原子力発電量(100kW/h)		
EL_IMPORT	:電力輸入量(100kW/h)		
DMSP_SUM	:光力(DMSP-DN値積算)	DMSP_PIXEL	:DMSPピクセル数
DMSP_POP	:DMSPから推定した人口(千人)		
DMSP_PRO	:DMSPから推定した発電量(100kW/h)		
DMSP_CON	:DMSPから推定した電力消費量(100kW/h)		

### 処理4 光力(DMSP/OLSのDN値)と統計データの回帰分析

#### 1) 世界230ヵ国

- ・光力と電力消費量
- ・光力と発電電力量
- ・光力と人口
- ・光力とGDP

#### 2) 京都議定書批准157ヵ国

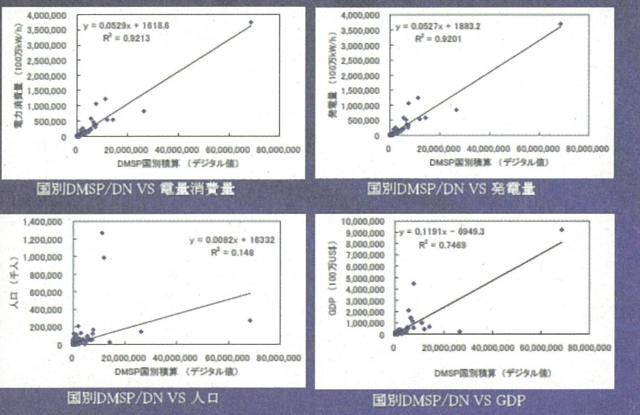
- ・光力と電力消費量
- ・光力と発電電力量
- ・光力と人口
- ・光力とGDP

#### 3) 世界230ヵ国のMAP作成

- ・光力と電力消費量
- ・光力と発電電力量
- ・光力と人口

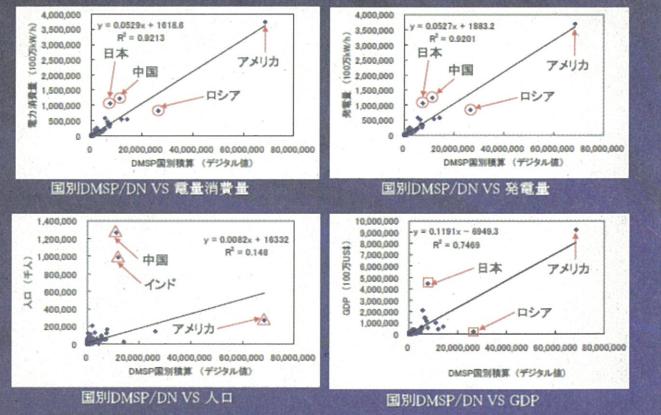
### 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(世界230ヵ国)



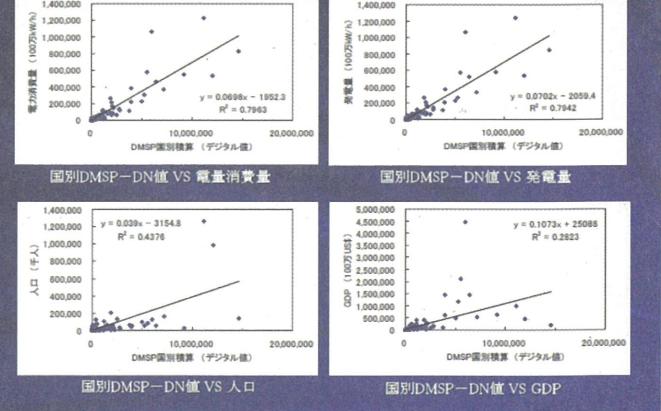
### 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(世界230ヵ国)



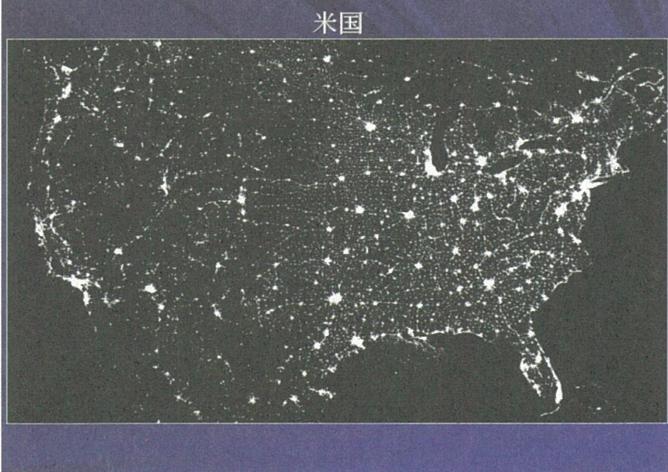
### 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157ヵ国)



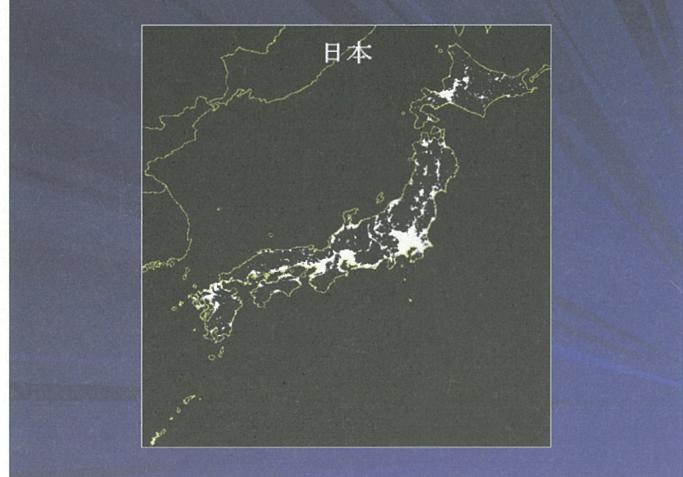
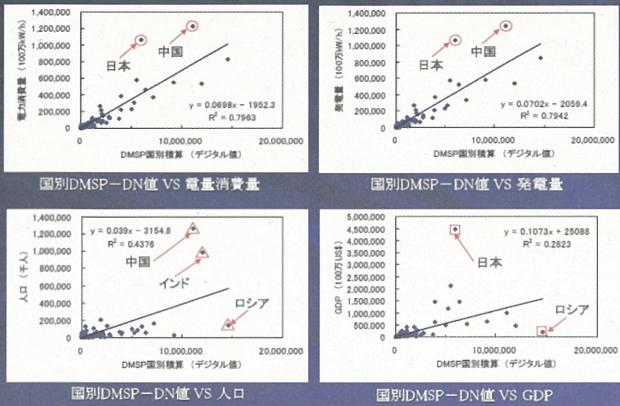
### 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157ヵ国)



## 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157カ国)



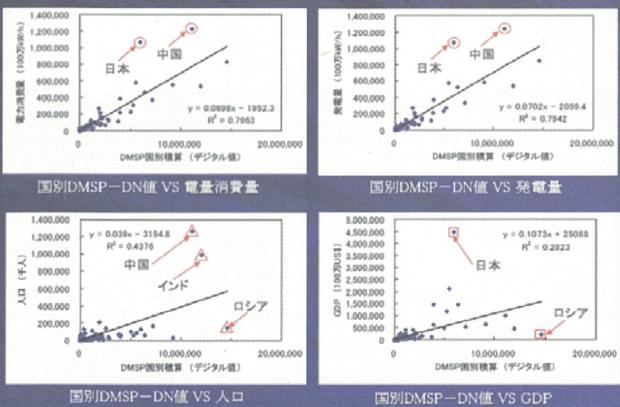
中国



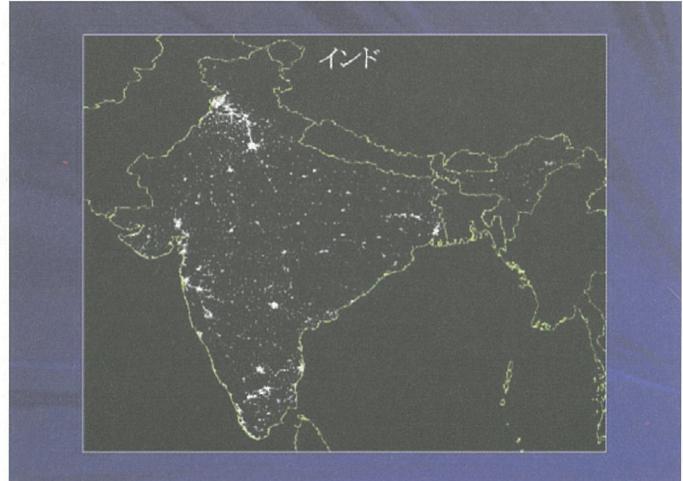
1999年

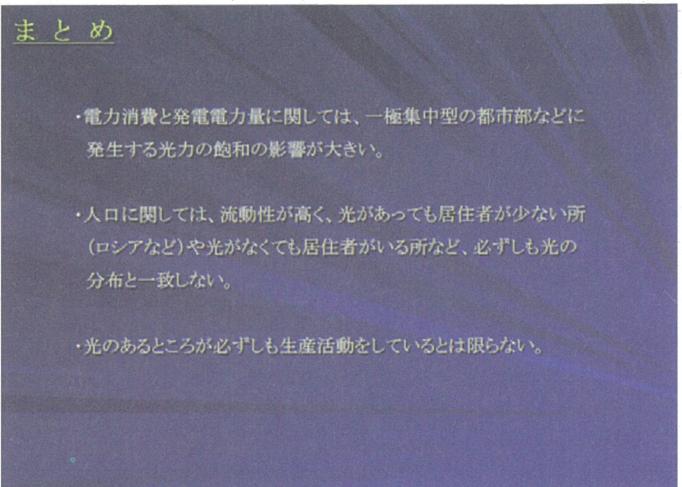
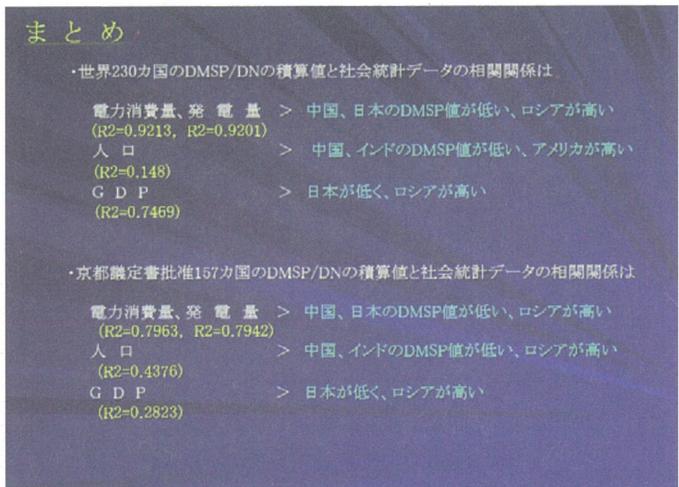
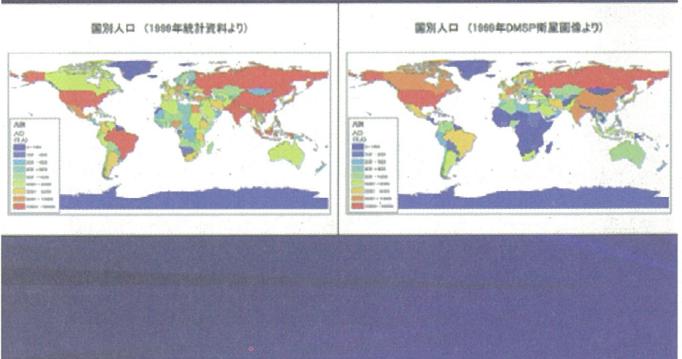
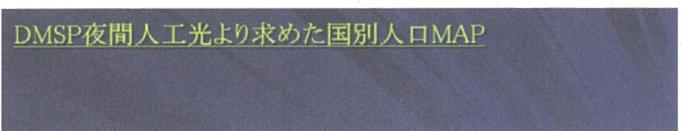
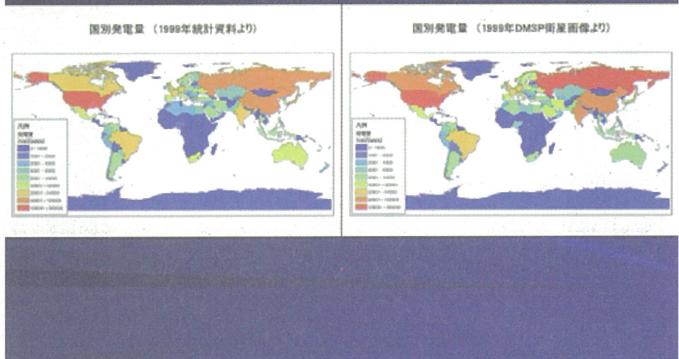
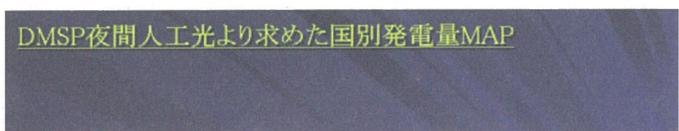
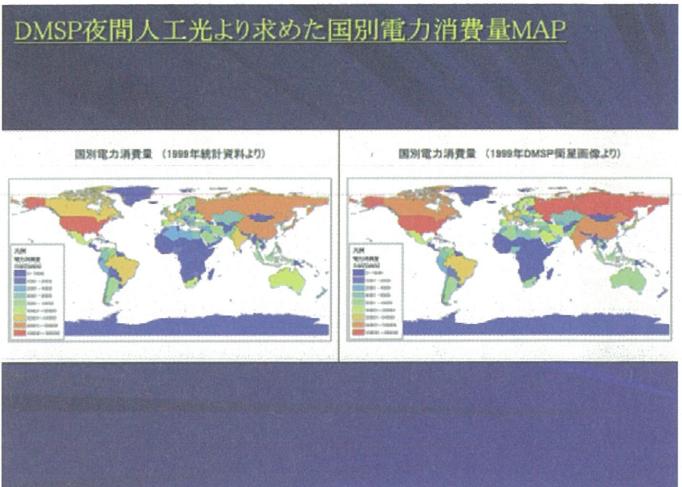
## 結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157カ国)



インド





## 今後の予定

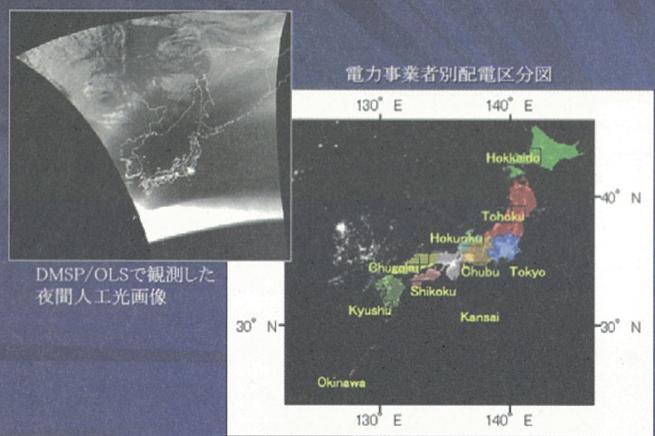
- ・光力の飽和を解決する。
- ・エネルギー消費の推移をDMSPの時系列データを利用して推定する。

2006年度CEReS共同利用研究発表会

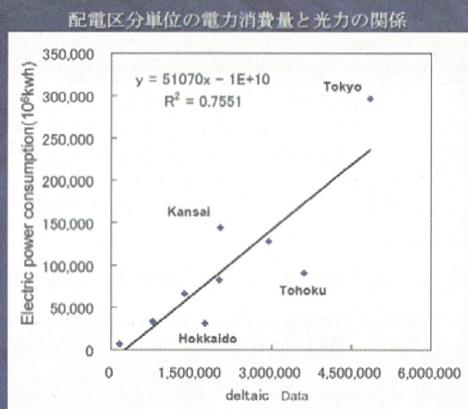
Thank You

Presented by M. Hara, VTI

## 定常光の光力と電力消費量の関係



## 定常光の光力と電力消費量の関係



## 定常光の光力と電力消費に起因するCO<sub>2</sub>の排出量の関係

- ・電力事業者単位にCO<sub>2</sub>排出量を算定。

算定式は地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン(環境省,2003)による。

$$G_p = C_e \cdot \beta$$

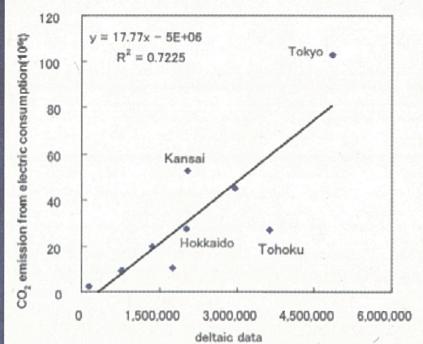
Where:

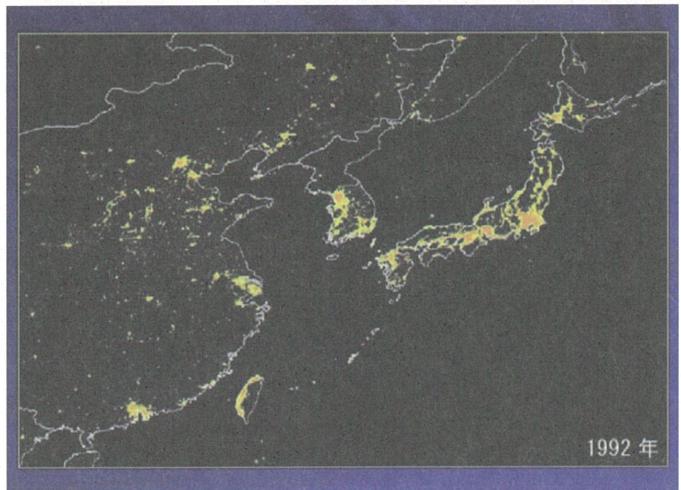
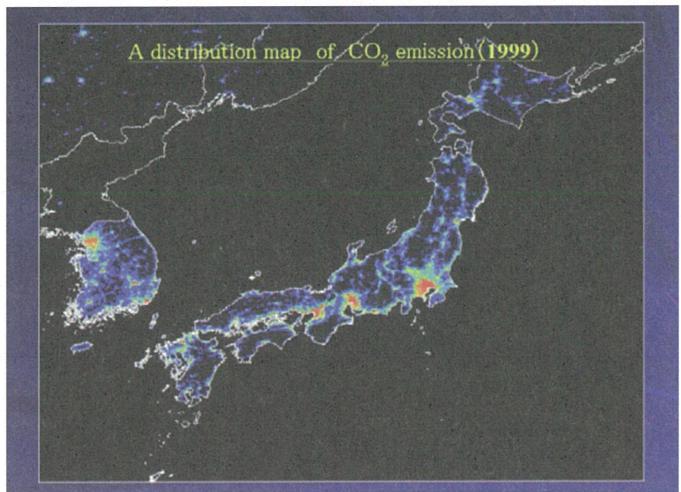
$G_p$ : CO<sub>2</sub> emission volume (kg)  
 $C_e$ : Electric power consumption  
 $\beta$ : CO<sub>2</sub> emission coefficient (0.375 at Japan)

- ・電力事業者単位のCO<sub>2</sub>排出量と光力との相関関係を求める。

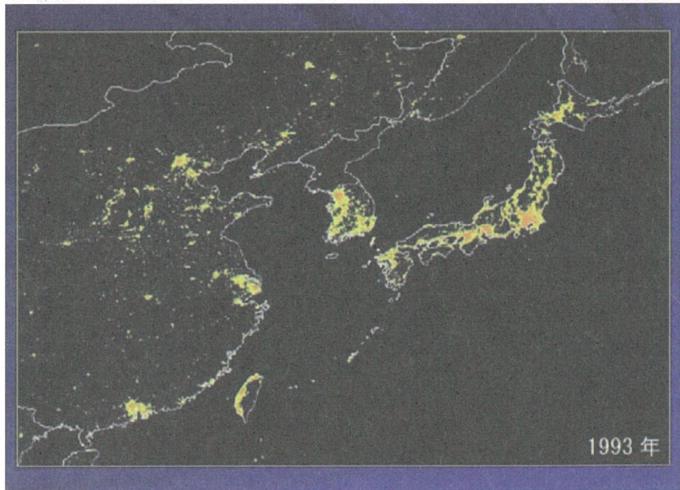
## 定常光の光力と電力消費起源CO<sub>2</sub>排出量の関係

電力事業者別CO<sub>2</sub>排出量と光力の関係

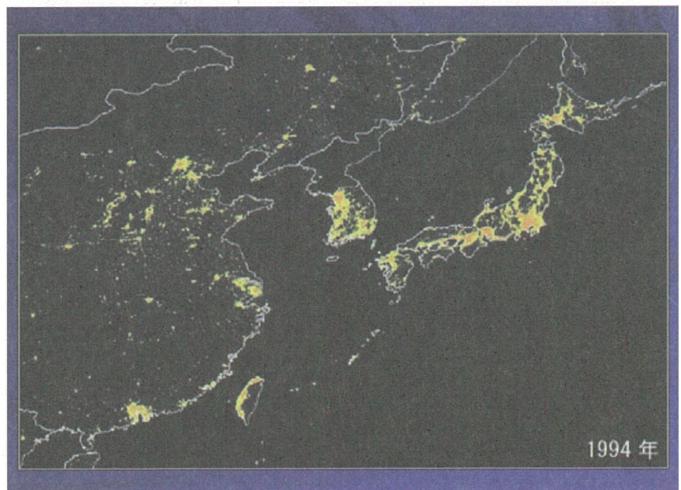




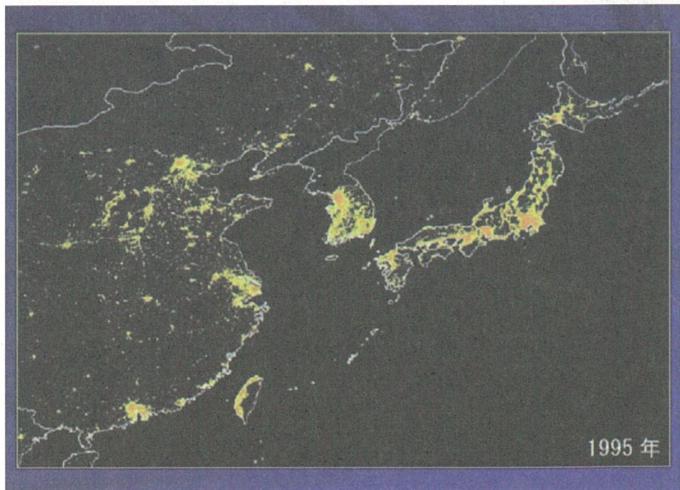
1992年



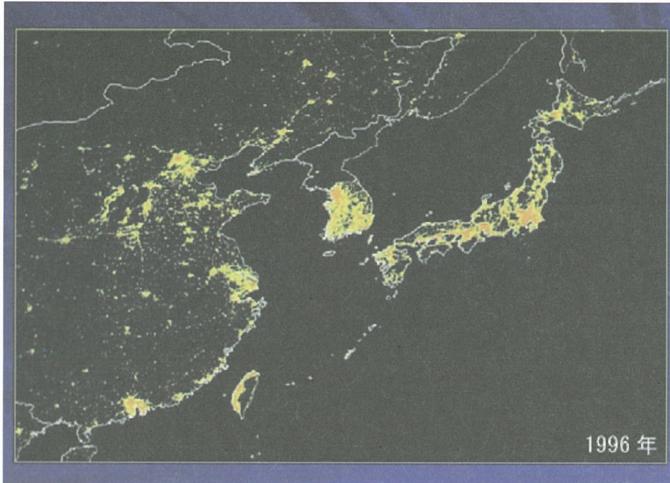
1993年



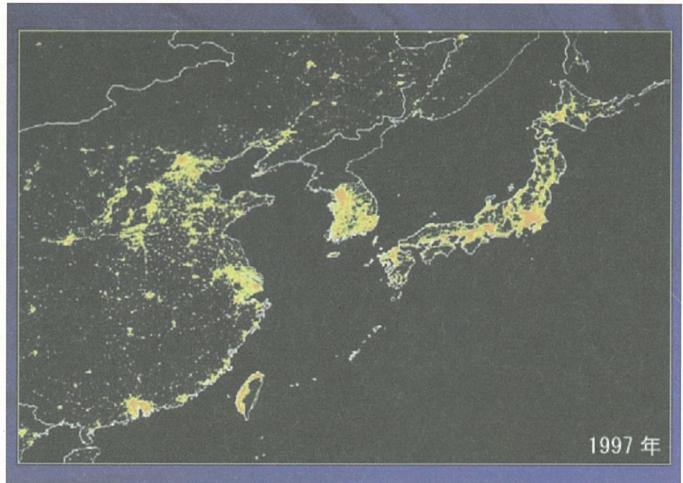
1994年



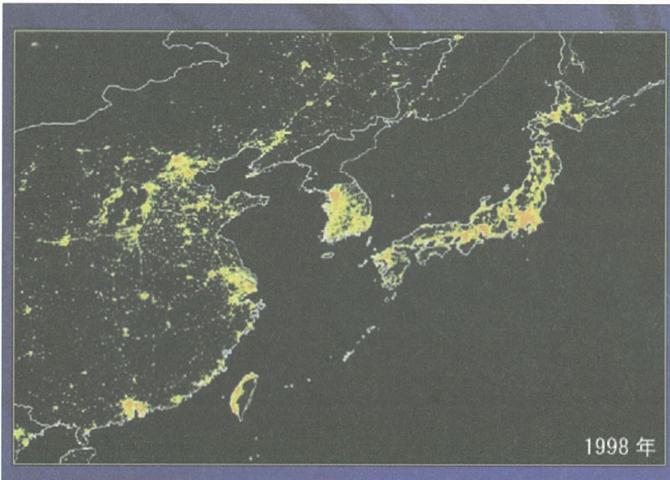
1995年



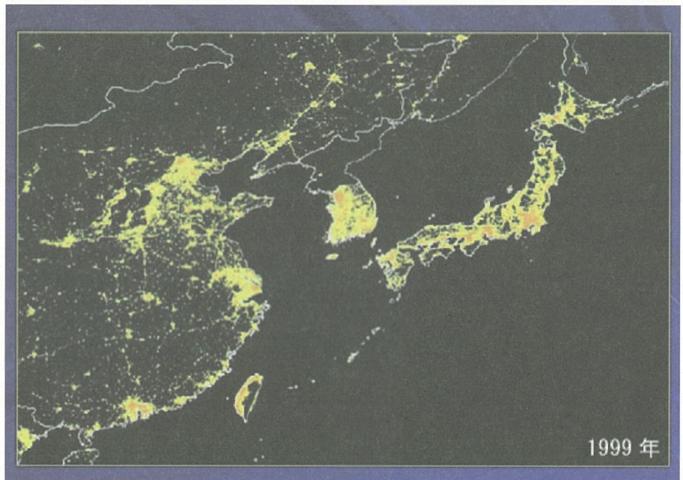
1996 年



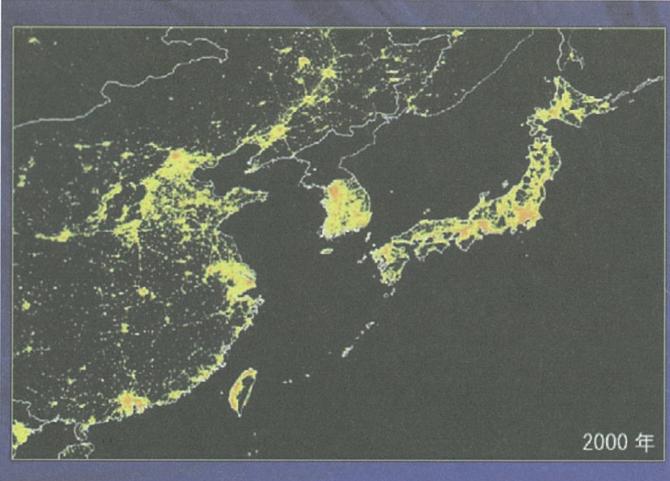
1997 年



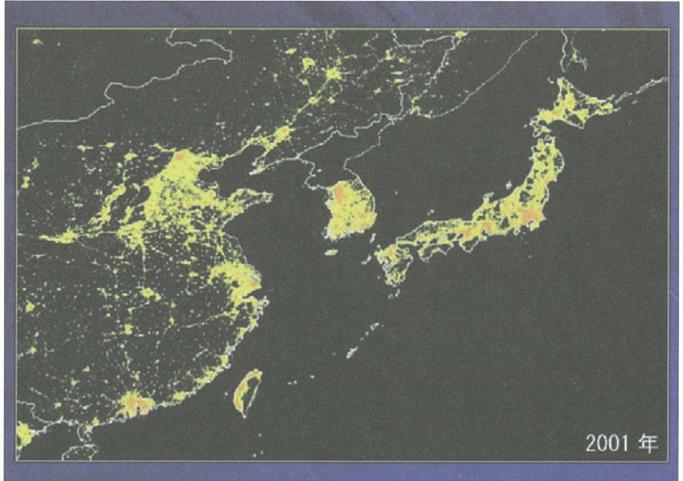
1998 年



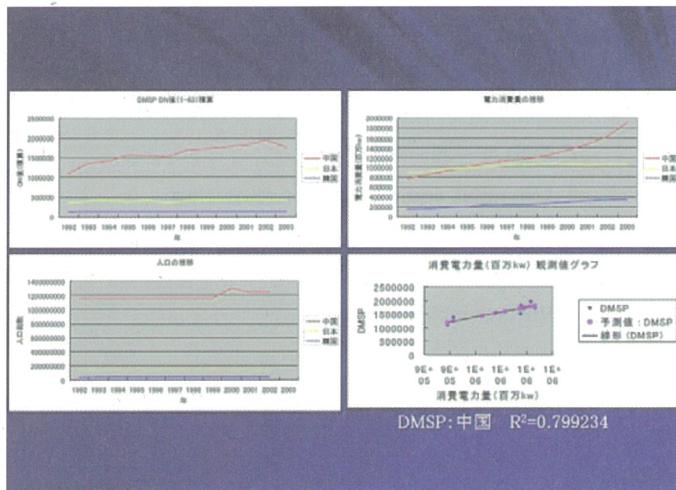
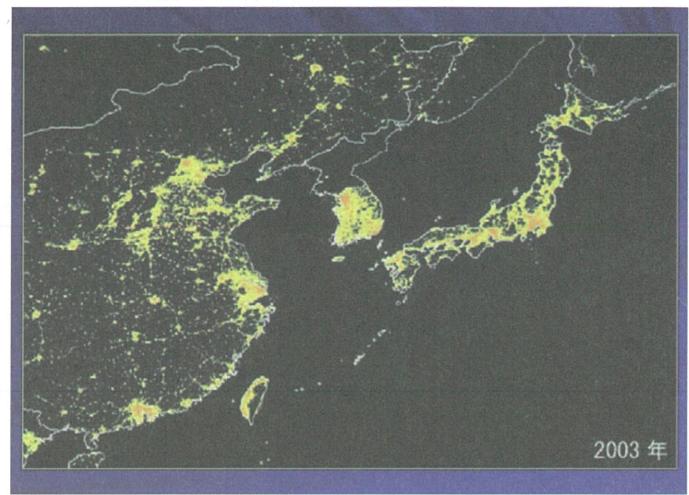
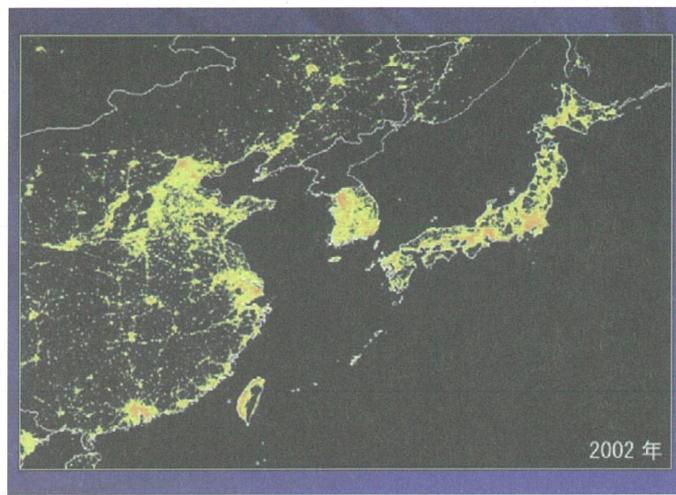
1999 年



2000 年



2001 年



# 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

## 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

(ALOS/PALSARによる海水観測の可能性)

若林 裕之（日本大学）  
松岡 建志（情報通信研究機構）  
中村 和樹（国立極地研究所）  
CEReS担当：西尾 文彦（千葉大学）  
Feb. 28, 2007  
CEReS 共同利用研究発表会

## Outline

### ■ ALOS/PALSAR data characteristics

### ■ Summary of previous study

■ ERS-1/2 and JERS-1 data

■ Airborne SAR data

### ■ Possible use of PALSAR data in sea ice research

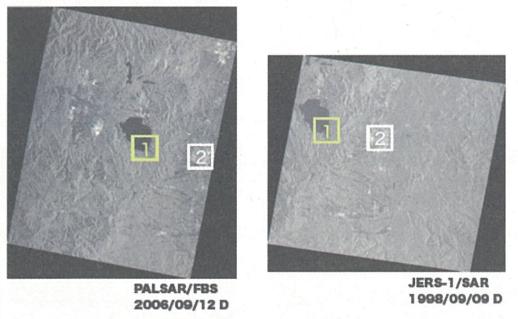
## PALSAR specification

	PALSAR	JERS-1/SAR
Center frequency	1.27GHz	1.275GHz
Transmission peak power	2.0kW	1.2kW
Chirp bandwidth	28MHz/14 MHz	16MHz
Antenna size (AzxEl)	8.0m x 3.1m	11.0m x 2.2m
Polarization	HH/HV/VH/VV	HH
Incidence angle	8~60 deg.	34~40 deg.
Observation width	70km	75km
Spatial resolution	10m	18m
Bit length	8bits (I and Q)	3bits(I and Q)
Noise equivalent sigma0	-25dB	-20.5dB

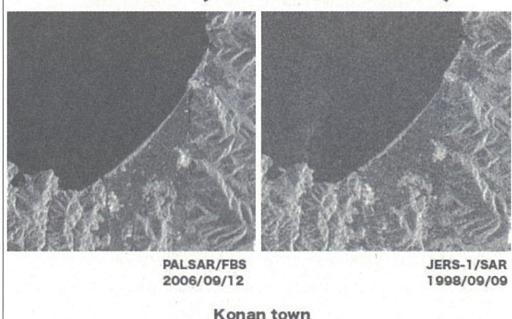
## PALSAR distinct feature

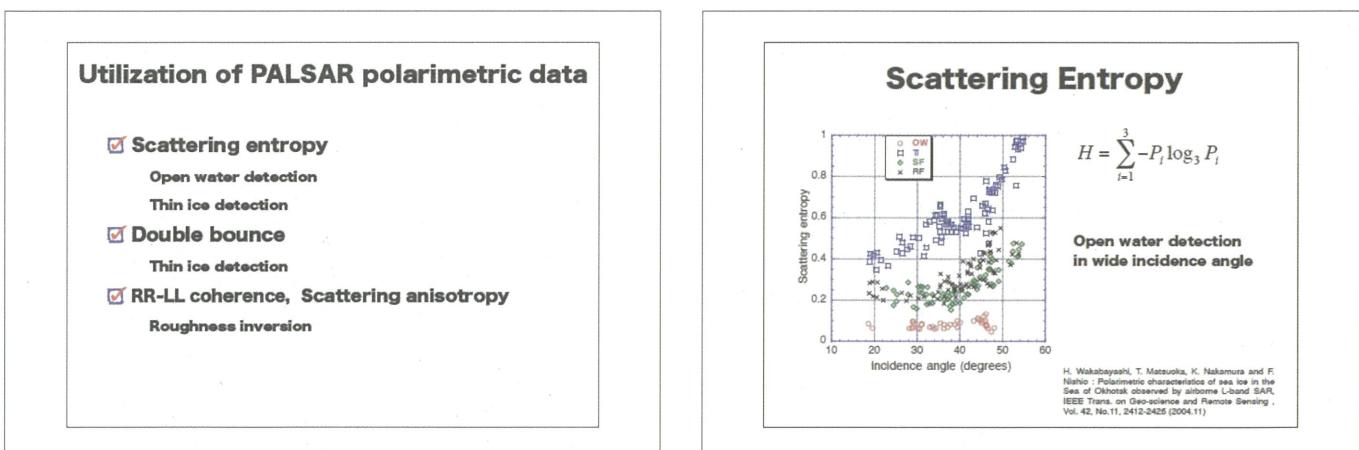
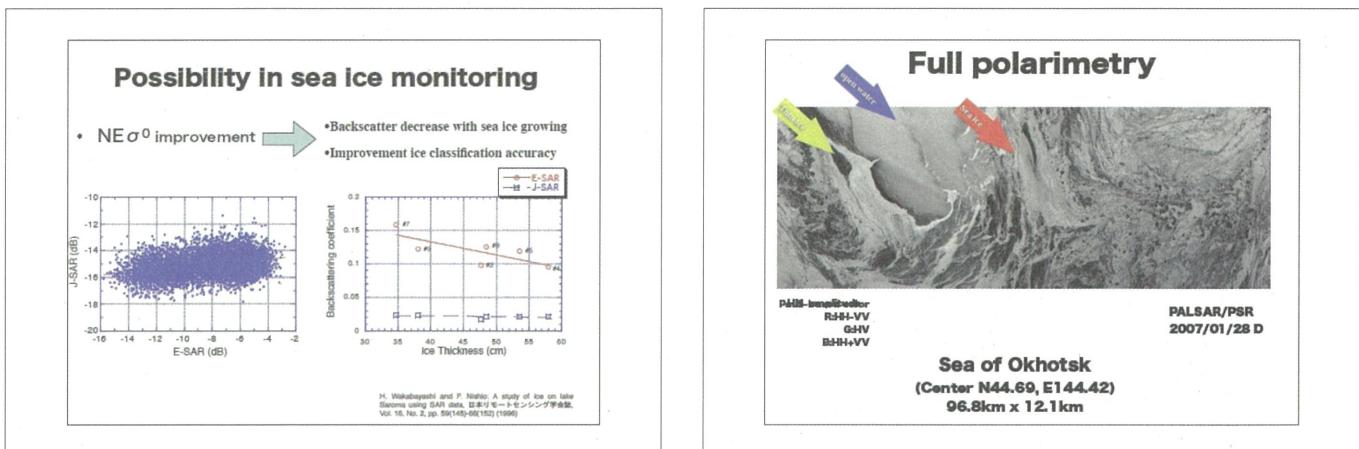
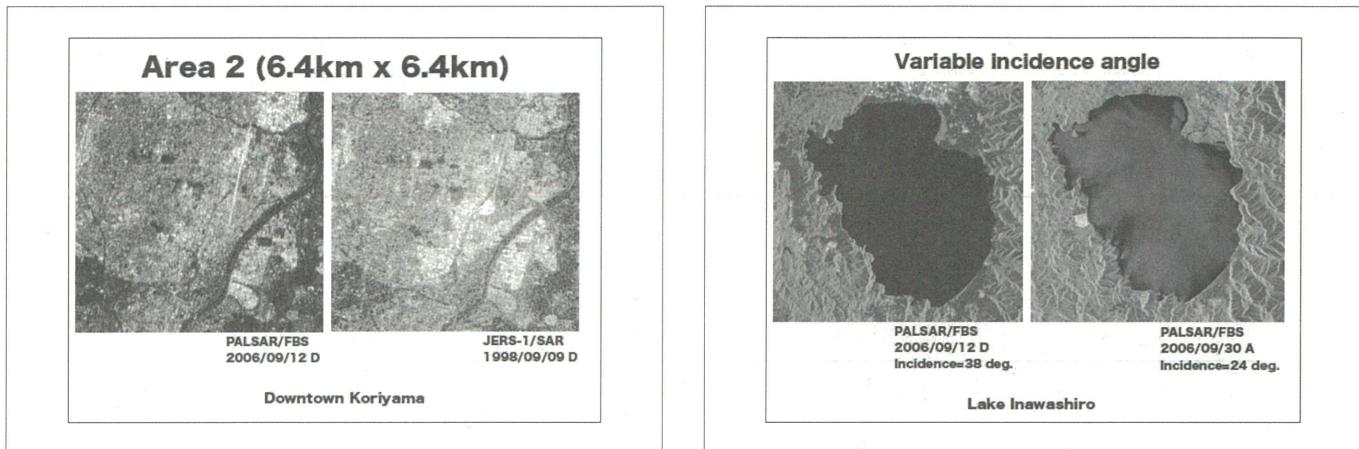
- High spatial resolution
- Low noise equivalent backscattering coefficient
- Large dynamic range
- Various incidence angle
- Polarimetry

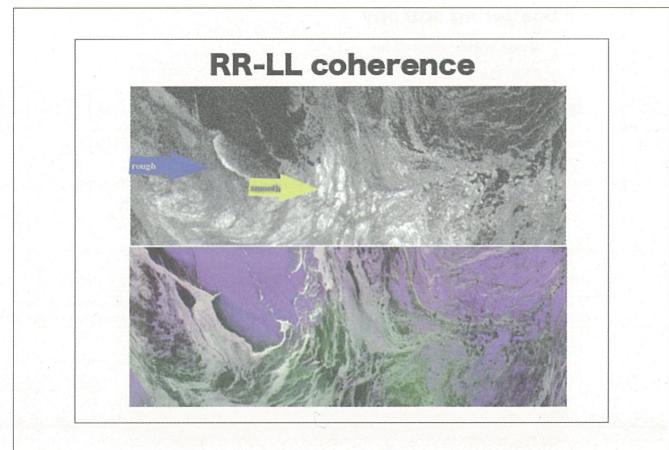
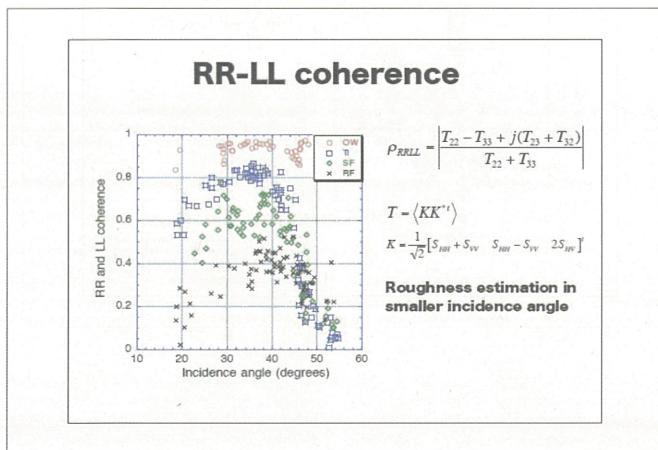
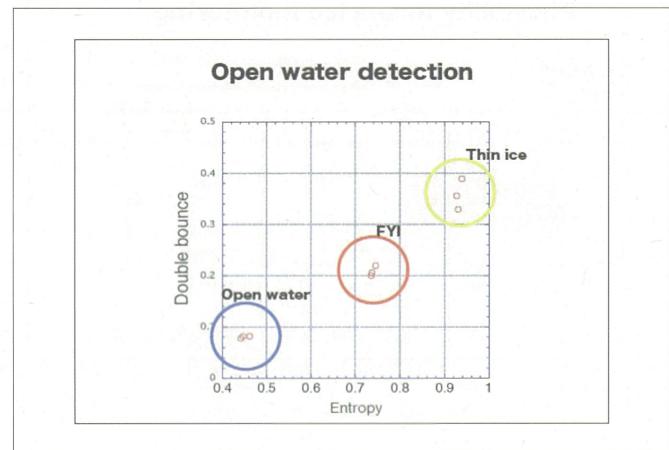
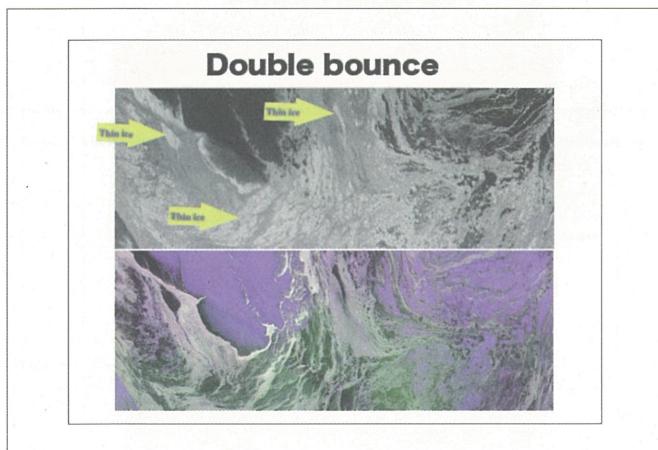
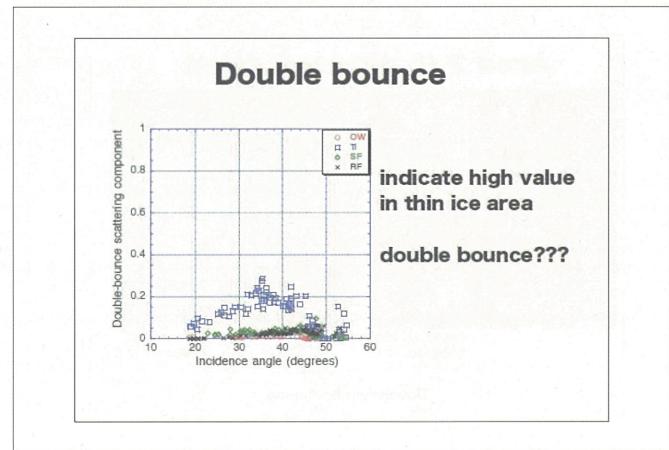
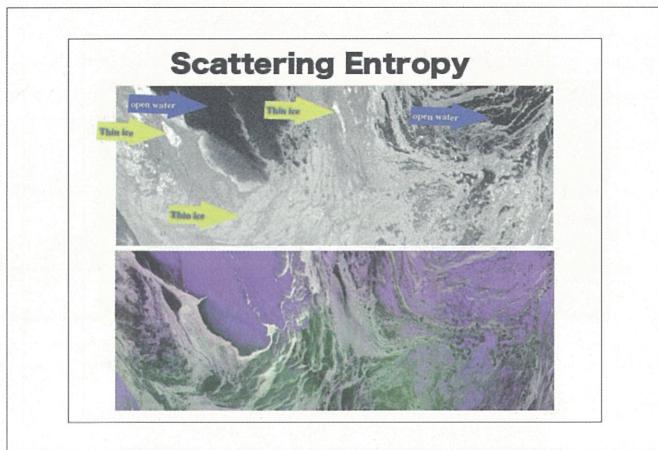
Comparison between PALSAR and JERS-1/SAR



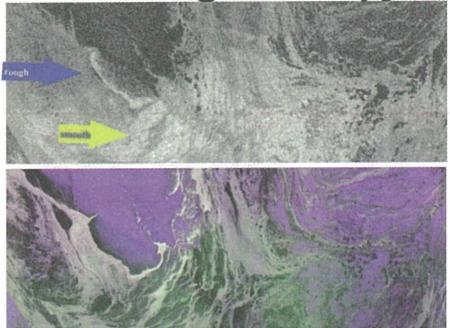
Area 1 (6.4km x 6.4km)







### Scattering Anisotropy



### Sea ice thickness retrieval by PALSAR (Summary)

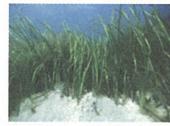
- Open water detection by entropy
- Thin ice detection by double bounce
- Surface roughness estimation for general FYI
  - RR and LL coherence or
  - Scattering anisotropy
- Ice surface dielectric constant estimation
  - Ice thickness related parameter

# 千葉県沿岸における藻場のデータベース化

石井光廣(千葉県水産総合研究センター)・渡辺健太郎・仲岡雅裕(千葉大学大学院自然科学研究科)・近藤昭彦(千葉大学CEReS)

## はじめに

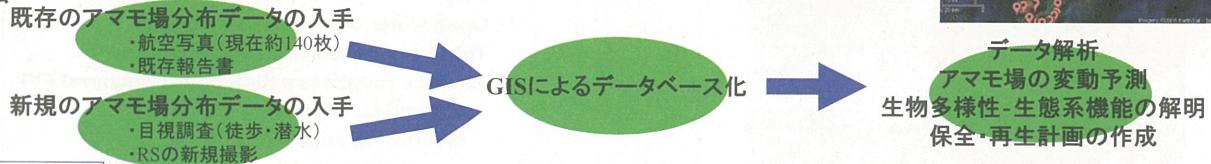
- ・アマモ場:魚介類の産卵場・保育場、水質浄化など沿岸生態系で高い機能
- ・東京湾などの内湾域では、開発や水質汚染による分布面積の減少が問題
- ・保全・再生には、アマモ場分布を時空間的に把握することが重要



## 目的

- ・千葉県における既存、および新規のアマモ場分布のデータをGISにより統合し、データベース化
- ・アマモ場面積の推定方法の比較・検討

## 方法



## 結果とまとめ

- ・千葉県下でアマモ場数81ヶ所確認
- ・2006年富津岬から洲崎間において29ヶ所で生育確認
- ・2003年と比較して、局所個体群が8ヶ所で絶滅、6ヶ所で出現
- ・変動傾向がアマモ場間で異なり、周辺環境の影響が予測される。

	長所	短所
徒歩による目視	・安価・確実 ・小さいアマモ場の確認可	・深い場所、沖合いで確認不可
船舶・潜水による目視	・深い場所、沖合いで可能 ・サンプル採取可能	・広範囲不可 ・作業量大 ・高価
既存報告書	・過去にさかのぼれる ・深い場所のデータ有	・データの基準が統一されていない ・信頼性
航空写真	・過去にさかのぼれる ・客観的	・解像度 ・深い場所不可 ・撮影時の天候、波に左右される

⇒ 相補的な取り組みが必要

## 今後期待される成果

- ・県内のアマモ場造成適地の選定・造成計画の検討
- ・長期環境変動のモニタリングツール
- ・沿岸開発計画に対する影響評価資料としての利用
- ・沿岸生態系生産性の評価、水産資源管理計画への利用
- ・沿岸水質管理の基礎資料環境問題の提起・環境教育

## 展望

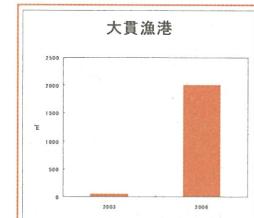
- ・アマモ場周辺の環境のデータ等の統合と解析
- ・アマモ場以外への適用(干潟、ガラモ場、漁礁など)
- ・他県への適用(全国レベルでの沿岸ネットワーク作り)



勝山港

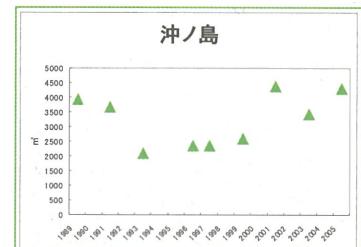
## 目視調査(徒歩・船舶・潜水)によるアマモ場面積の推定

- ・2006年6月、7月
- ・富津岬南側～館山市洲崎
- ・庄司ら(2003)と比較



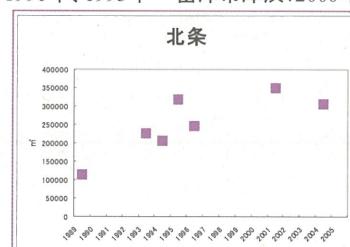
## 航空写真からのアマモ場面積の推定

- ・1989年～2005年
- ・館山市波佐間
- ・館山市沖ノ島
- ・富津市丑山、島戸倉
- ・富津市富津港



## 既存報告書からのアマモ場面積の推定

- ・館山市北条海岸:1989年～2004年
- ・木更津市金田:1990年、1995年
- ・富津市津浜:2000年



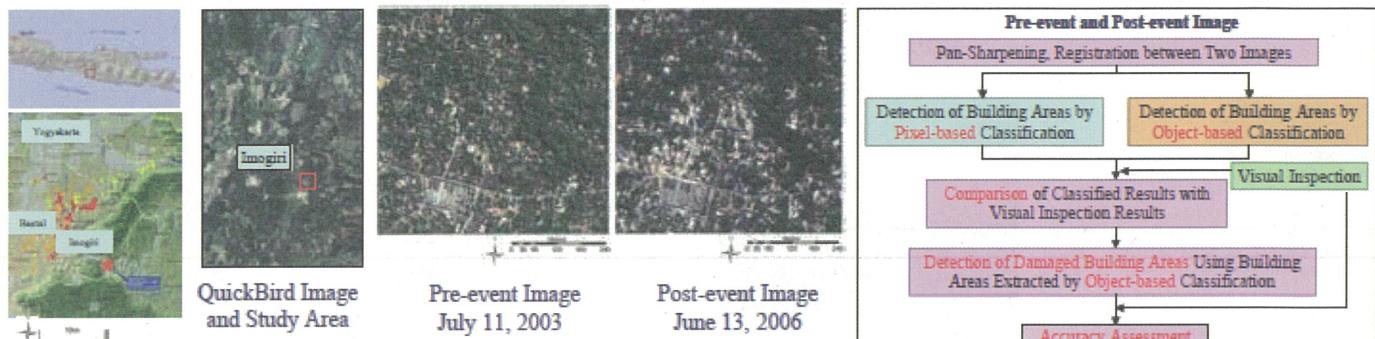
## 謝辞

本研究を進めるにあたり、以下の方々にお世話をになりました。ここに厚く御礼申し上げます。

熊谷直喜さん、山北剛久さん他千葉大学自然科学研究科群集生態学教室の皆様、千葉県水産総合研究センターの皆様、金田漁業協同組合、富津漁業協同組合、天羽漁業協同組合、館山船形漁業協同組合。本研究は文部省科学研究費補助金(No.18201043)、千葉県、環境省(自然環境保全基礎調査)支援によって行われています。

# Extraction of Damaged Buildings Using High Resolution Satellite Images in the 2006 Central Java Earthquake

Kazuki Matsumoto, Tuong Thuy Vu, and Fumio Yamazaki



QuickBird Image and Study Area



Pre-event Image  
July 11, 2003

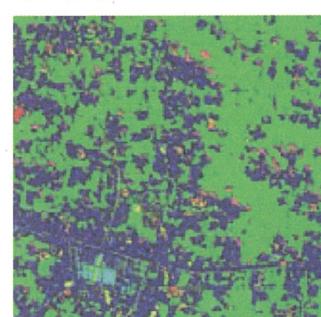


Post-event Image  
June 13, 2006

Epicenter in the 2006 Central Java Earthquake (UNOSAT)

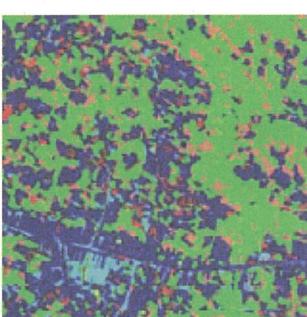
Moment Magnitude 6.3 May 27, 2006 at 5:54 am local time

~5,800 people killed ~140,000 houses collapsed ~190,000 houses damaged (USGS, UNOSAT, The Ministry of Foreign Affairs )



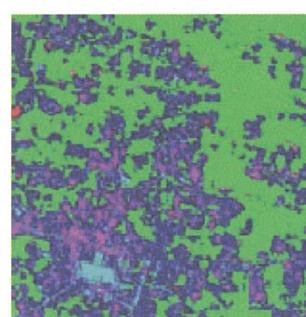
(a) Pixel-based Classification Result

Legend:  
Building (roof\_black) Building (roof\_gray) Road  
Building (roof\_red) Building (roof\_white) Soil  
Vegetation Shadow Unclassified



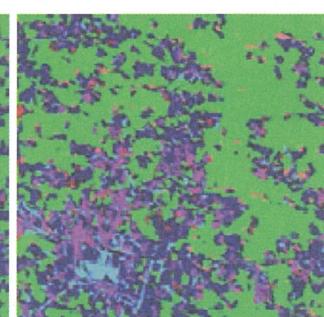
(b) Object-based Classification Result

Legend:  
Building (roof\_black) Building (roof\_gray) Road  
Building (roof\_red) Building (roof\_white) Soil  
Vegetation Shadow Unclassified



(a) Pixel-based Classification Result

Legend:  
Building (roof\_black) Building (roof\_gray) Road  
Building (roof\_red) Building (roof\_white) Soil  
Debris Vegetation Shadow Unclassified



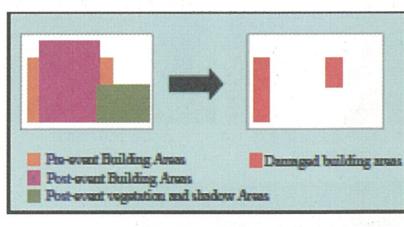
(b) Object-based Classification Result

Legend:  
Building (roof\_black) Building (roof\_gray) Road  
Building (roof\_red) Building (roof\_white) Soil  
Debris Vegetation Shadow Unclassified

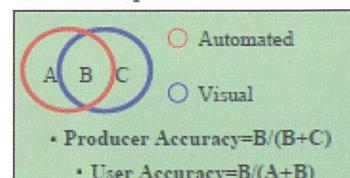
Pre-event Image

Post-event Image

	Quickbird Image	Pixel-based	Object-based	Visual Inspection
Pre-event Image				
Post-event Image				

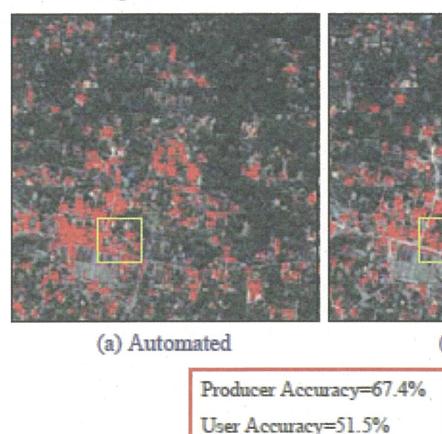


Concept of Subtraction



Comparison of Classified Results with Visual Inspection Results in a Small Area

Concept of Producer Accuracy and User Accuracy



(a) Automated

(b) Visual

Producer Accuracy=67.4%

User Accuracy=51.5%

■ Damaged Building Areas

Detection of Damaged Building Area Results



(a) Automated

(b) Visual

# 都市内大規模河川の復元による大気環境改善効果の実証 —能動的多軸DOAS観測法による大気NO<sub>2</sub>とエアロゾルの計測—

1-ノ瀬 俊明, 2原田 一平, 2白木 洋平, 1片岡 久美, 3李 龍太  
2片岡 大祐, 2宮崎 正志, 4由井 四海, 2近藤 昭彦, 2久世宏明

1独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究領域

2千葉大学環境リモートセンシング研究センター, 3ソウル特別市

4国立富山商船高専

## はじめに

ソウル市の中心部を東西に流れる清渓川は、1950年代にコンクリートで覆われてから約半世紀の間、交通量の多い幹線道路として機能していた。しかし、経年劣化による安全性の問題が指摘され、これを機会に大規模な親水空間への転換が試みられた。着工から約2年、2005年10月に復元された清渓川が市民に開放された。

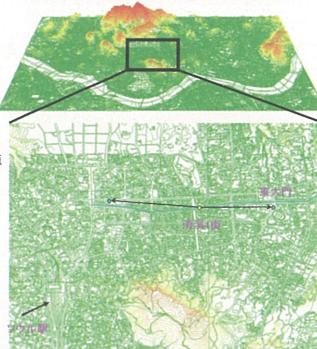
本研究は、これまで高架道路であった韓国ソウル市内の旧河川(清渓川: チヨンゲチヨン)を復元して水と緑の親水空間を創出するという、世界に例を見ない大規模な都市環境改善事業の実施過程で、対象地域の気象・大気環境をモニタリングし、ヒートアイランドや大気汚染に代表される都市気候の緩和効果を定量的に実証することを目的としている。現地で得られた観測データの気候学的解析から気候緩和効果を定量的に導き出そうとするもので、いわば現実の大都市を対象とした巨大実験であり、都市気候学的観点からも十分に意義がある。

## 研究対象地域

ソウル市は25の行政区で構成され、その面積は約605km<sup>2</sup>である。規模的には東京23区が約621km<sup>2</sup>である東京区部に近い。人口はソウル市が約990万人(2000年)であり、東京区部(約810万人)よりも多い。ソウルと東京区部は規模が同程度であるのみならず、本社機能の集積度の高さや高密度の人口を支える交通体系を持つなど、類似性が高い。よって、ソウル市清渓川復元工事周辺地域の大気汚染濃度観測及び気象観測を行い、都市内河川緑地による都市温暖化の緩和効果が実証されることになれば、新改築のビルに緑化を義務づけている東京都をはじめ、各自治体による河川緑地の創出・保全の推進に貢献できる。



復元された清渓川でくつろぐソウル市民  
(2005年10月1日)



ソウル市清渓川復元区域

2003年7月1日に清渓川復元工事が始まり、2ヶ月で高架道路を撤去し、2年3ヶ月といいうハイスピードでの施工は韓国ならではのものである。



復元前の清渓高架道路  
(2003年6月)



清渓高架道路撤去  
(2003年8月)



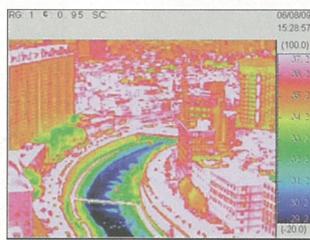
復元された清渓川  
(2006年8月)

## サーモカメラによる熱赤外画像

清渓川はきれいな水が流れる天然河川として復元し、水辺に生態公園を造成することで、市民に憩いの場を提供することが目的だったが、暑熱を緩和する効果が期待されている。サーモカメラにより撮影した熱赤外画像によると、夏季の日中における清渓川と建物・道路の温度差は約7°Cである。



サーモカメラにより撮影した可視画像  
(2006年8月9日15時半)



サーモカメラにより撮影した熱赤外画像  
(2006年8月9日15時半)

## 大気汚染物質(NO<sub>2</sub>)濃度

ソウル市政府が復元河道近傍(清渓4街)で2001年より常時観測している大気汚染物質濃度(PMやNO<sub>2</sub>など)には、河川復元による顕著な影響は確認できなかった。工事期間中新たに生じた慢性的な渋滞(ただし路線数や交通量は大幅に減少した)や、工事により表土が露出した期間が継続したことなども影響したためと思われる。

従来の大気汚染濃度物質の観測は、地方自治体が離散的な観測点を設置して行っているが、それら点での測定のため、必ずしもその周辺地域の濃度を代表すると限らない。



復元区域周辺の大気汚染物質(NO<sub>2</sub>)濃度月平均値

## 光学的なエアロゾル観測法

- DOAS法 (Differential Optical Absorption Spectroscopy : 差分吸収分光法)



望遠鏡と分光器により、遠くにある航空障害灯などのスペクトルを観測し、NO<sub>x</sub>などの特有の吸収波長をもつ大気微量成分の平均濃度を算出する。

- 直線上の観測のみ
- 光源の設置ができる場所が必要

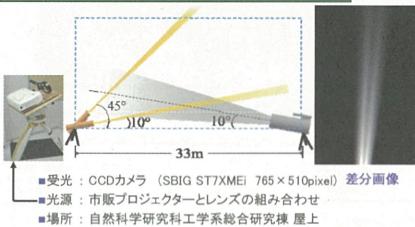
- AMAX-DOAS法 (Active Multi-Axis DOAS: 能動的多軸DOAS法)



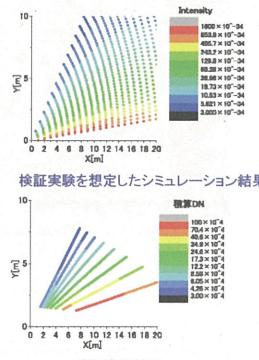
サーチライト型光源を利用して、散乱光のスペクトルを取得する。DOAS法と同様にスペクトルからNO<sub>x</sub>濃度などを測定できるほか、散乱強度からエアロゾルの情報を得ることができる。

- 光ビームを振ることで多次元観測が可能
- 光源の配置が自由

## AMAX-DOAS法 —CCDカメラによる受光強度測定—



- 受光 : CCDカメラ (SBIG ST7XEi 765×510pixel) 差分画像
- 光源 : 市販プロジェクターとレンズの組み合わせ
- 場所 : 自然科学研究科工学系総合研究棟 屋上



検証実験結果

相関係数 R = 0.9946

実験結果とシミュレーション結果の相関性はよい相関が得られた

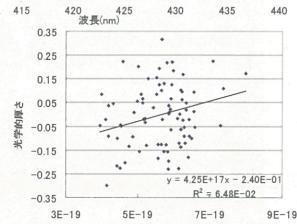
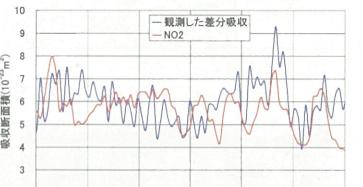
## プロジェクター光源によるDOAS法観測実験



- 受光 : 望遠鏡 (D-R100M・AL 口径100mm)  
分光器 (OceanOptics USB2000)

- 光源 : 市販プロジェクターとレンズの組み合わせ

- 場所 : 自然科学研究科工学系総合研究棟 屋上  
1号棟 9階



## 簡易光源によるDOAS実験のまとめ

- 市販のプロジェクターを用いた簡易な光源で、NO<sub>2</sub>観測に用いる波長域に十分な強度がある
- 距離300mではスペクトルマッチングに十分なNO<sub>2</sub>の吸収が見られない
- 観測スペクトルとNO<sub>2</sub>断面積の間に、いくつかの吸収ピークの一一致が確認できる

## 謝辞

本研究は、2003年度～2004年度は主として日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究A(一般)「建物・街区・都市・地域の各指標にまたがる熱環境評価とアジアの巨大都市への適用」(代表: 木暮木暮祐)により、2005年度以降は同基盤研究B(海外)「都市内大規模河川(ソウル市清渓川)の復元による暑熱現象改善効果の実証」(代表: 一ノ瀬俊明)により行われた。川俊介博士をはじめ、千葉大学環境リモートセンシング研究センターの久世研究室の皆様にはDOAS解析手法、実験機材に関するご助言を頂きました。ここに記して御礼申上げます。

# Processing and forecasting of the information on fishing ground from satellites: comparison between satellite images and in-situ fishery data around Bali

Takahiro Osawa, Susumu Kanno, I Wayan Nuarusa and I Ketut Suwadika  
Center for Remote Sensing and Ocean Science (CReSOS) , Udayana University

## Background

Estimation of the efficiency of satellite images for fishery around Bali.

Few case of comparison between satellite images and fishery data caused by lack of fishery data.

There are no guarantee that the front of SST or chlorophyll always forms efficient fishing ground.

SST is not so useful for forecasting of fishing ground in low latitude region (horizontal gradient of SST is weak).

Tuna is migrating mid-layer zone of the ocean (not surface layer).

## Objectives

### Part I - Comparison between satellite images and fishery data

Satellite image data source in Bali adjacent sea

Fishery data source in Bali adjacent sea

What is the kind of features in satellite image referred to fishing ground?

What is the most efficient categories of image for fishery utilization?

### Part II - How can we estimate the potentiality of fishing ground?

Problems in the traditional methods for estimation of fishing ground

Need for the estimation under same condition over the objective area

Treatment of fishery data for correct evaluation

Modification and validation of the analytical method

### Part I - Comparison between satellite images and fishery data

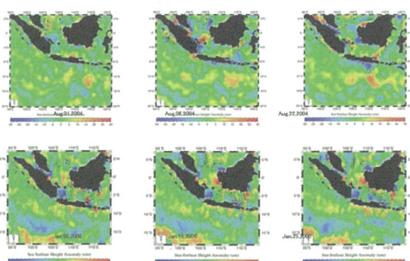
Satellite image data source in Bali adjacent sea

Satellite	Sensor	Target	Collection Period	Supplier
ADEOS-II GLI	AVHRR	Chlorophyll-a	Feb 2001~	JAXA
		SST	Feb 2003~	JAXA
		Chlorophyll-a	Nov 2001~	JPL/NASA
Sea Star Terra MODIS	SeaWiFS	Chlorophyll-a	Apr 2002~	JAXA
	MODIS	SST	Apr 2002~	JAXA
TOPEX	POSEIDON	Sea Surface Height	Mar 2004	JCG, CCAR

\*SST and chlorophyll-a are well-known as useful information for forecasting of fishing ground of skipjack, mackerel and horse mackerel.

\*Sea surface height is especially effective to estimate feeding migration of tuna sp.

TOPEX/POSEIDON sea surface height images of Bali adjacent area

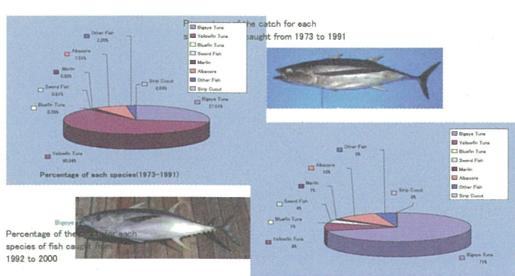


### Fishery data source

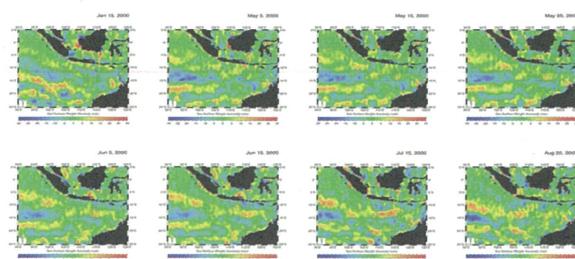
Data Source "PT. PERIKANAN SAMODRA BESAR"

Benoa branch of the fishery company in Jakarta

- Total amount of the catch
  - CPUE(Catch per unit effort)
  - Average weight of one fish
  - Species of fish
  - Total operation day
  - Date of fishing operation targeting Tuna sp.
  - Location of fishing ground(1 degree grid)
  - Hook rate(how many Tunas hooked in 100 fishing hooks of HAENAWA)
- Most of the data are compiled from 1973 to 2000.
- Now arranging to receive temporary data from fishing boat directly.



Comparison between satellite images and fishery data(good haul season)



Need for the estimation under same condition over the objective area

### Causes and measures of inaccuracy in handling fishery data

1. Difference of operational ability of each fishing boat  
(Even if in same location, total catch depends on the ability)

→ Use of CPUE or HOOK RATE

2. Bias of distribution in the operational locations  
(Can not evaluate the potentiality over whole range of test area)

→ Line up of the data in large coverage

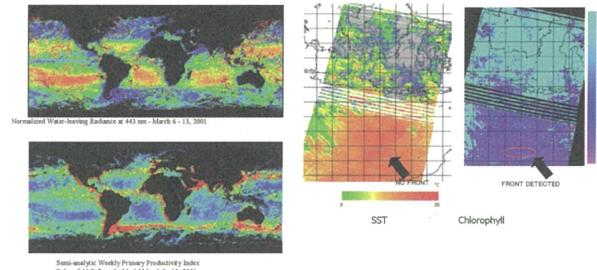
3. Representation of the temporary fishery data in large time and spatial scales  
(Patch of fishing ground is not effective for the estimation)

→ Averaging in ten days and 1 degree grid

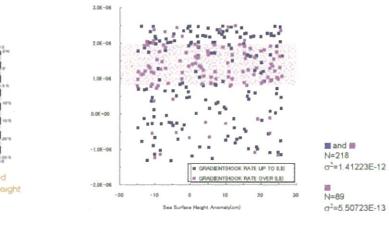
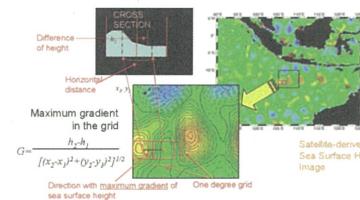
4. Effects of worthless species of fish on the amount of catch  
(Can not estimate catch only by total weight)

→ Must use the data from fishery company

Possibility of detecting the chlorophyll front around Baliby ocean color sensor



### Modification and validation of the analytical method



Not only detecting front, but also quantitative analysis

## Conclusions

### Part I - Comparison between satellite images and fishery data

Many kind of satellite data are available in Bali adjacent area

Interference of cloud coverage is not so significant

Chlorophyll image is effective tool in low latitude region

There are a few synchronism between the fishery and satellite data in Bali

It is difficult to collect fishery data, because the data is secret

### Part II - How can we estimate the potentiality of fishing ground?

Average over time and spatial scale in fishery data is important

Must consider the ability of catch for individual fishing boat

Quantitative analysis of sea surface height is effective to forecasting the fishing ground of tuna sp.

Range of horizontal gradient in sea surface height anomaly from 1.0E-6 to 2.0E-6 is corresponded to the area with hook rate over 0.8

研究会及びその他

## モンゴル高原でのAMSR-E土壤水分の地上検証実験 (研究会)

**モンゴル高原でのAMSR-E土壤水分の地上検証実験**

開発一郎(広大総合科学研究所)、秋山量平(広大総合科学部)、小池俊雄(東大工学系研科)、太田 哲(東大工学系研科)、玉川勝徳(東大データ統融合機構)、山中 効(筑大陸域環境研究センター)

- 背景・目的
- 地上土壤水分観測
- AMSR-Eの土壤水分観測
- 地上土壤水分と衛星土壤水分との比較
- おわりに

CEReS 28 Feb., 2007

研究会(P2004-1)  
水文過程のリモートセンシング  
とその応用に関する研究

目的  
水文学研究のために、RSの最新の技術およびそれに伴う解析技術について理解・総括した成果と有用性について総合的かつ集中的に議論する。

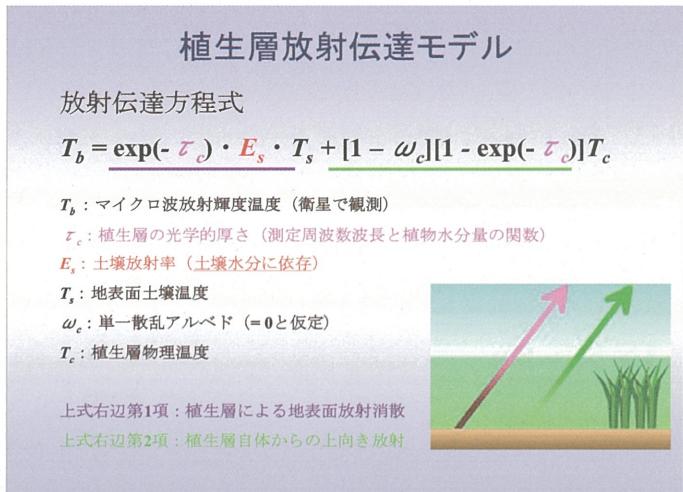
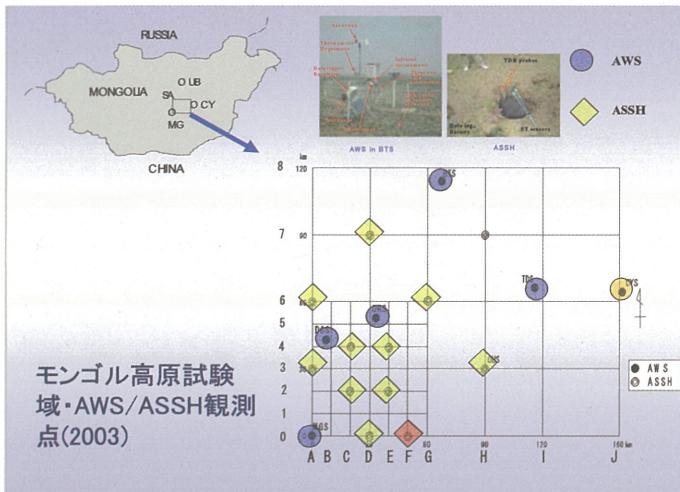
Fifth Workshop on Remote Sensing of Hydrological Processes & Applications  
第五回水文過程のリモートセンシングとその応用に関するワークショップ  
会期: 平成16年1月23日㈭ December 7, 2006  
会場: 関西文化学術都市クリエイティブセンター  
主催: 地球資源・環境・リモートセンシング研究会  
共催: 大阪府環境局・データセイフティ研究センター  
共文部科学省・二国会議・工学系委員会  
近畿大学環境科学研究所  
大阪大学環境科学研究所  
大阪府立大学環境科学研究所  
大阪府立大学環境科学研究所

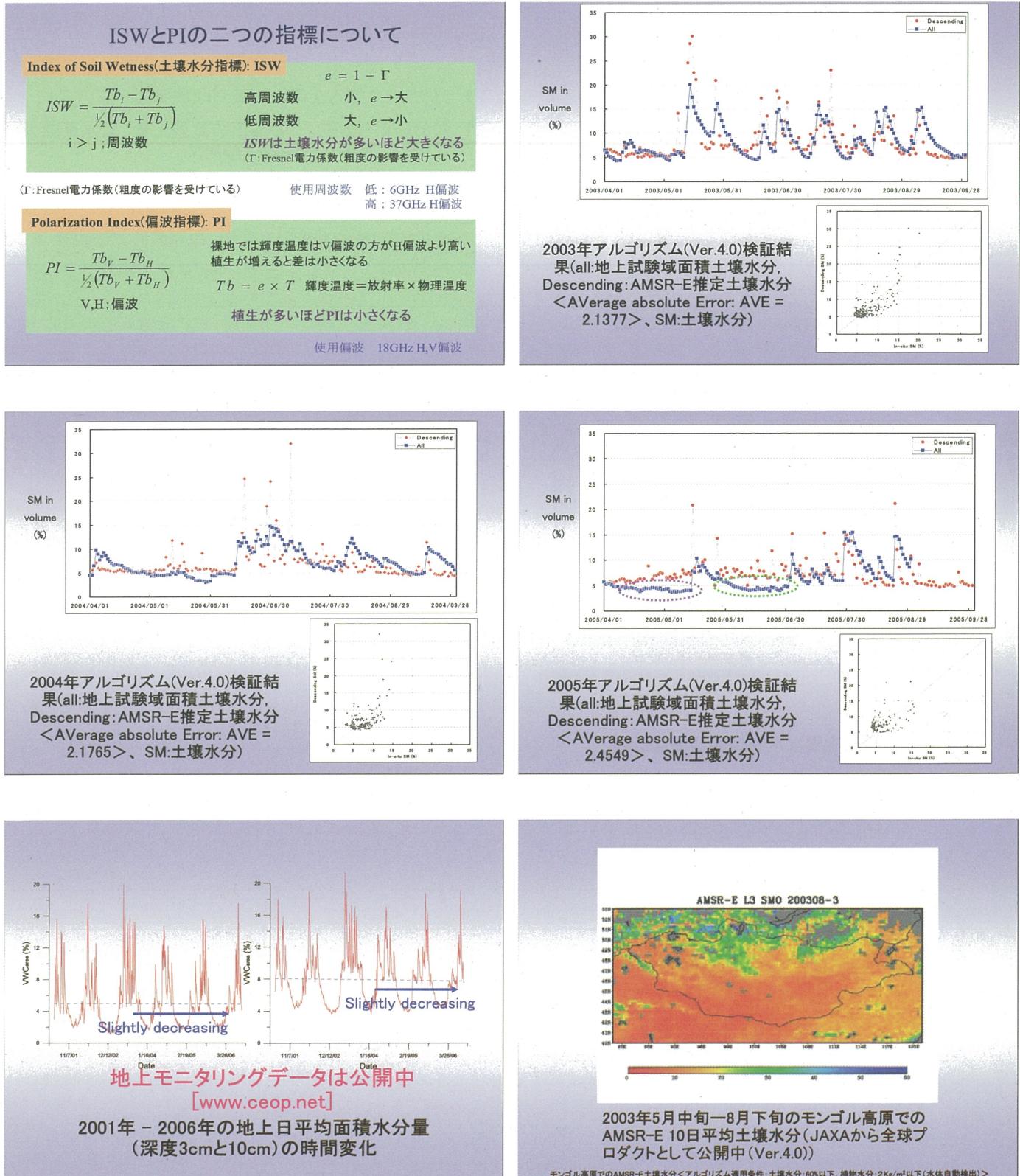
千葉県における低地の土地条件と災害要因に関する研究  
白木洋平・近藤昭彦・中井正一  
GIS・リモートセンシングを用いた都市構造が都市気温分布に与える影響評価  
白木洋平・近藤昭彦・ノン・瀬戸明  
地上設置型高波長分解能分光放射計による植生モニタリング  
種口萬志  
積雪を対象とした衛星アルゴリズムの発展  
筒井浩行  
AMSR-Eと地上ステーションによるモンゴル高原土壤水分観測  
西東京市観測ファイルによる地上型マイクロ波放射計計測・精度検証  
筒井浩行・小池俊雄・太田 哲・玉川勝徳・山中 効  
高性能マイクロ波放射計AMSR-EとAMSRを用いた土壤水分分布の比較検証  
玉川勝徳・小池俊雄・開発一郎・Goutha DAVIA 今岡啓治  
特殊センサー・マイクロ波画像装置(SSM/1)によるモンゴルにおける土壤水分の長期変動傾向  
太田 哲・小池俊雄・Hui LIU・David N. KURIA・筒井浩行  
Tobias GRAF・開発一郎・Goutha DAVIA・松浦直人  
Evaluation of VI-Ts Method for Estimating Land Surface Moisture Index and Air Temperature Using ASTER and MODIS data in North China Plain  
Zhi-Gang SUN・Qin-Xu WANG・Takehiko FUKUSHIMA・Bunkei MATSUSHITA・Zhu OUYANG・Masataka WATANABE  
陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)搭載PRISM、AVNIR-2の初期校正結果とデータ利用について  
田殿武雄  
リモートセンシングデータを用いた樹冠疊加度の推定  
児島利治・秋山 侃・篠田成郎・守内友香  
最新型Cバンド偏波レーダーを用いた降雨量推定精度の検証  
中北英一・竹畑栄伸・中川勝広  
衛星観測雨量データを用いたブルサット川流域への分布式水循環モデル適用  
猪股典広・深見和彦  
衛星による降水観測を利用した洪水監視システムの開発に向けた  
瀬戸心太・Kim HYUNGJUN・芳村 実・沖 大幹  
衛星観測情報を利用した消雪時期・融雪係数・積雪水量分布の推定  
朝岡良浩・小南裕志・竹内吉彦  
地球環境変動観測ミッション(GCOM)による長期連続観測  
今岡啓治・柴田 彰・知美佐子・村上 浩・堀 雅裕・笠原希仁・岡村吉彦

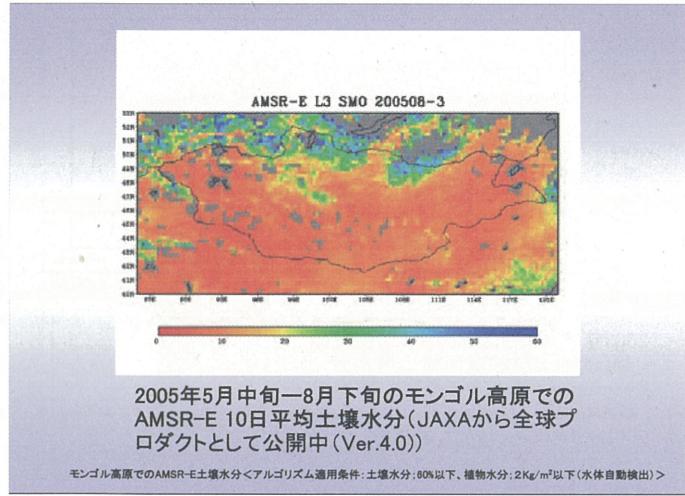
**背景**  
□ 地球観測衛星ADEOSII・AQUAの地上検証実験/水循環観測  
AMSR in OM Orbit ADEOS-II Launch : December 14, 2002  
AMSR-E in PM Orbit EOS Aqua Launch : May 4, 2002

□ 乾燥-半乾燥地域/モンゴル高原の水循環研究

**目的**  
△ AMSR/AMSR-Eの土壤水分測定アルゴリズムの検証  
△ 乾燥-半乾燥地域における長期にわたる土壤水分・植生に重点を置いた衛星・地上統合水循環観測

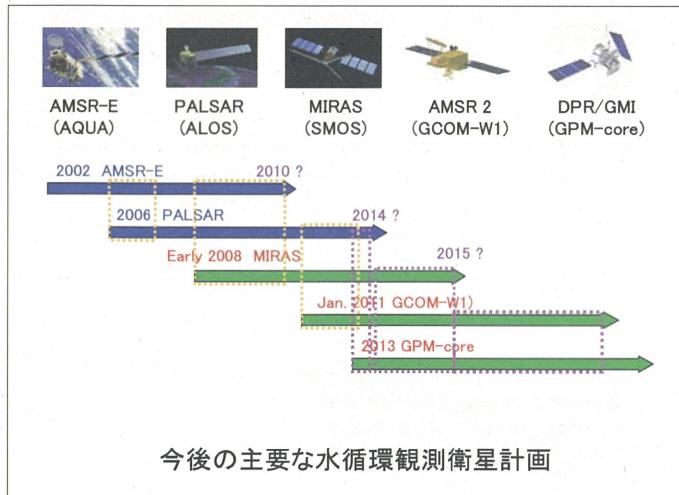






### おわりに

- AMSR-Eによる土壌水分観測は有用性が高い
- 2003年からのモンゴル高原の気温上昇、降水量減少に伴って土壌水分は減少傾向!?
- AMSR-E土壌水分(JAXA 全球土壌水分プロダクト公開中)
- 長期の衛星地上統合水循環/地表面観測の継続
- 複数衛星と地上による統合シナジー観測



# 地球気候系の診断に関するバーチャルラボラトリの形成 概要と研究計画

平成18年3月 v2.3

## 地球気候系の診断に関するバーチャルラボラトリの形成 概要と研究計画

### 地球気候環境研究の連携に関する大学附置研究センター協議会

東京大学気候システム研究センター  
名古屋大学地球水循環研究センター  
千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
東北大学大学院理学研究科大気海洋変動観測研究センター

### 地球気候環境研究の連携に関する大学附置研究センター協議会

東京大学気候システム研究センター(議長部局)  
名古屋大学地球水循環研究センター(副議長部局)  
千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
東北大学大学院理学研究科大気海洋変動観測研究センター

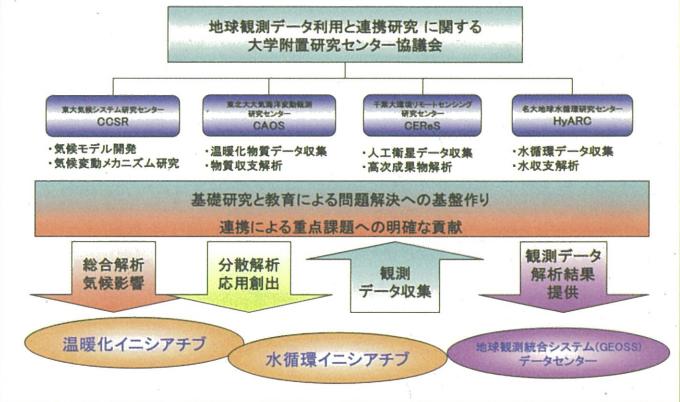
#### 目的

- ・ 地球気候環境研究に関する全国共同利用研究センター等が連携し、効果的に研究・教育を推進するための枠組みを提供する。
- ・ それによって地球観測統合システム(GEOSS)、地球温暖化イニシアチブ、水循環イニシアチブ等に貢献する。
- ・ 各センターの特色と資産を活かして、観測とそれを利用した研究を分担し、全体として、温暖化現象などの重要課題に取り組む。
- ・ 学生や若手研究者の教育・育成のために、それぞれのセンターがセミナー、講義を開き、交流を図る。
- ・ 本協議会は、具体的な活動内容の検討と分担や連携の定義を行い、活動と運営を行うために設置する。

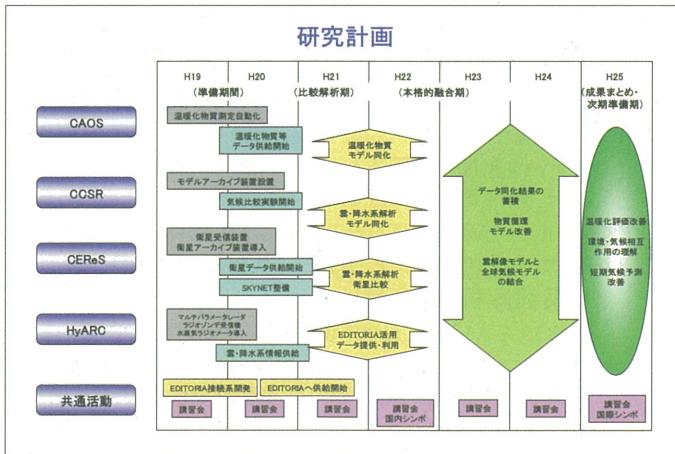
### 特別教育研究経費 研究推進(大学間連携) 地球気候系の診断に関するバーチャルラボラトリの形成

- ・ 温暖化など大きなストレス下にある地球気候系
  - △ 喬しい温暖化や人為起源環境影響:特にアジア域
  - △ 変化の兆候と思われる異常気象や環境変化が被害を起こし始めた:緊急性
- ・ 地球気候系の診断
  - △ 大学附置研究センターと協力してバーチャルラボラトリを形成
  - △ 各センターの特色と研究資産を活かした研究・教育の分担・連携
- ・ 貢献
  - △ シナジー効果によって、温暖化現象の解明などの重要課題へ貢献
  - △ 基礎研究と学生の現場教育の推進
- ・ 計画
  - △ データ提供:温暖化物質、エアロゾルと雲の微物理量、積雲指標、雲と降水系の構造
  - △ 領域モデルと全球モデルによって解析するシステムの確立
  - △ 温暖化や水循環のモデリングの精度の向上

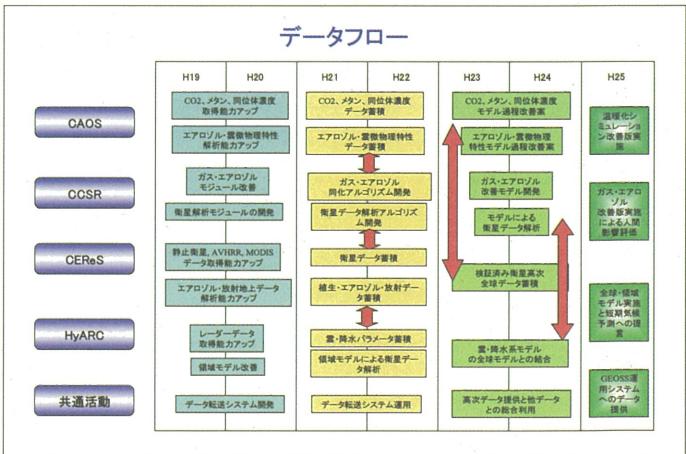
### 研究分担とシナジー効果の創出

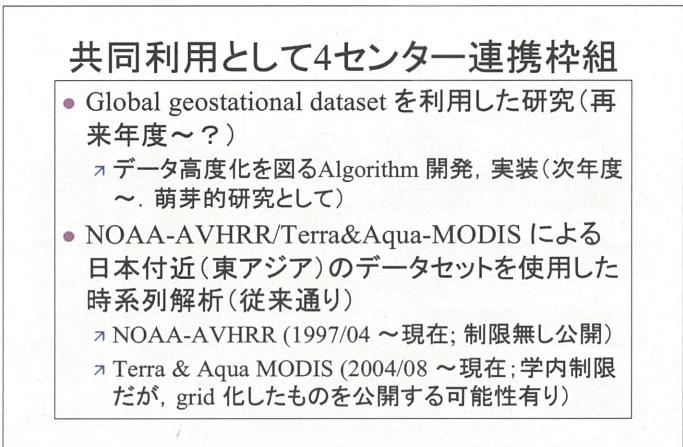
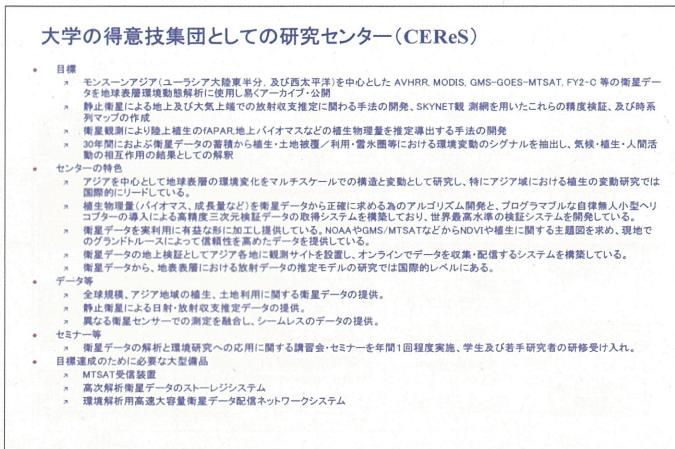
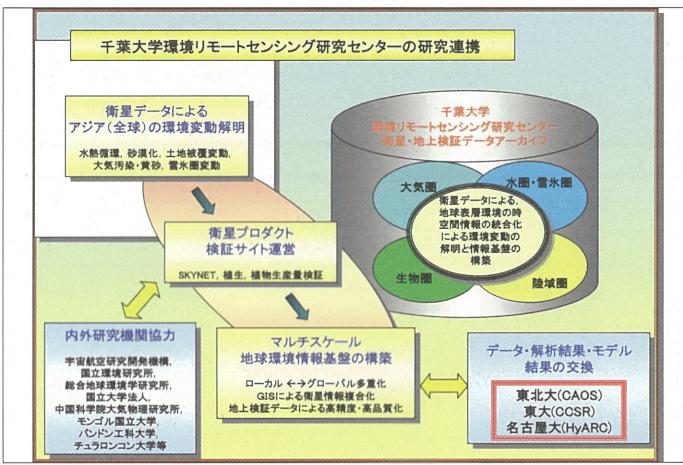
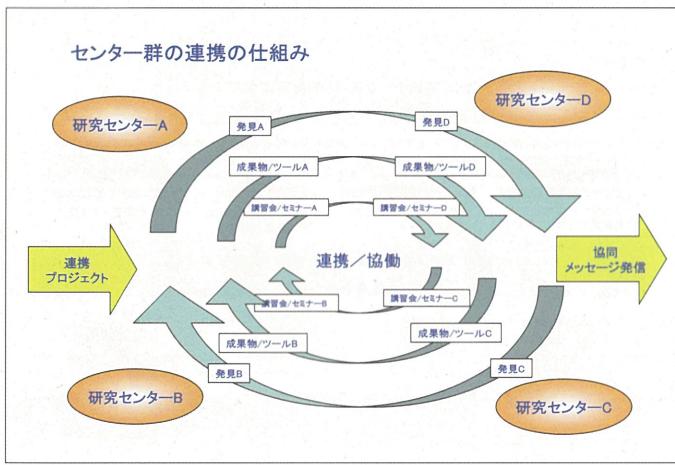
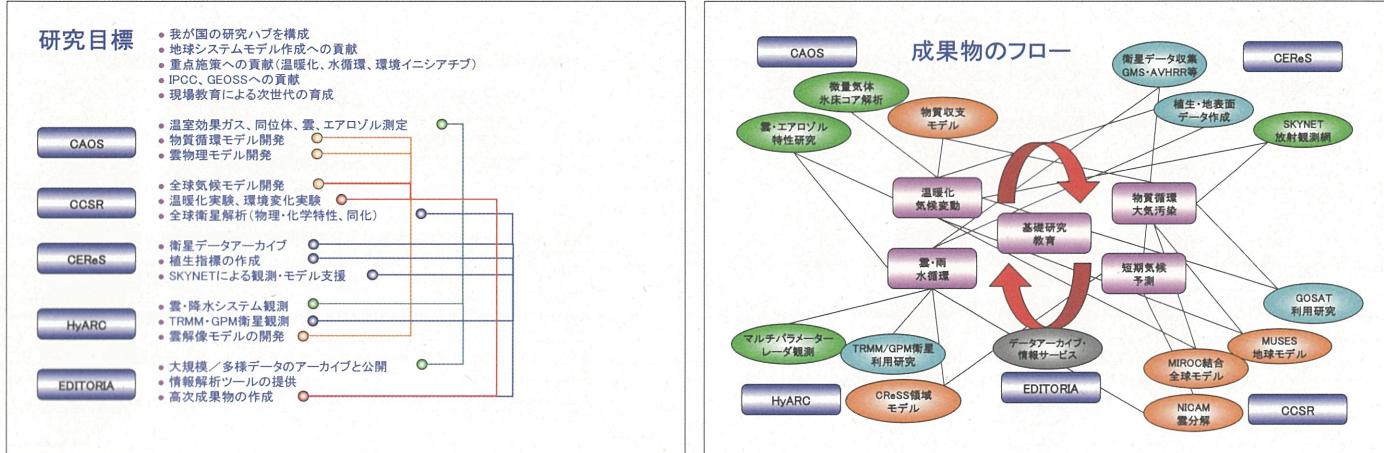


### 研究計画



### データフロー





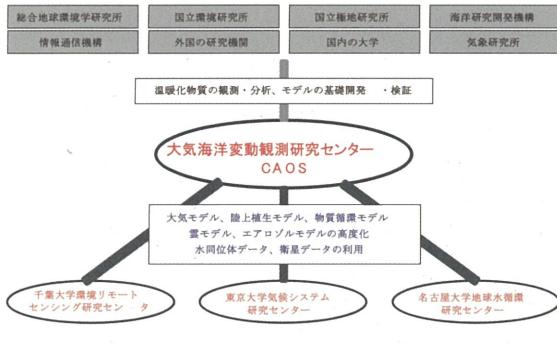
## 4センター連携枠での共同研究(つづき)

- GCM, RCM, CRMへのinput & validation  
データ生成  
(例: 高精度土地被覆 map,  $\tau$  &  $\rho$  map 生成)
- 地域特性の数値化, 時空間卓越スケール抽出  
(例: 砂漠化 detect scale 抽出, パラメータとして explicit に model [GCM等の大気モデルだけでなく, 炭素モデルも考える])
- 衛星研究がどれだけ他の分野に意義付けられるかを試す枠としての共同利用研究

## 大学の得意技集団としての研究センター(CAOS)

- 目標
  - × 地上基地、船舶、航空機、大気球等を用いた温暖化物質、関連物質の濃度と同位体比の広域にわたる空間分布・変動の解明
  - × 微波モデルによる地表層における温暖化物質の家動と循環の理解と収支評価
  - × 境域深層水底コアの分析による過去 100万年前にわたる大気組成変動の復元
  - × 雲レーダーやヒューリック等のクライセンサーを活用して船舶・航空機・衛星を用いたエアロゾルや雲の観測
  - × エアロゾルと雲の微物理特性の3次元分布の解明とそれを利用したGCMからCRMまでの様々なスケールの数値モデルにおける雲形成の検証
- センターの特色
  - × 温暖化物質の変動と循環を統合的に解析する事を可能にしている世界で数少ない研究機関であり、その成果は国際的に高く評価されている。温暖化物質の濃度のみならず同位体比の高精度度分析技術、それを基にした地理情報のおよぶ観測ネットワーク、水底コアを用いた大気組成の復元技術等をしている。また温暖化物質の全球管理モデルの開発を行っている。
  - × 衛星モードルの検証方法や、雲・エアロゾルの微物理量の広域高精度観測の実施とそれによるAGCMモデルにおける雲とエアロゾルの挙動の検証を行っている。
- データ等
  - × 温暖化物質の濃度と同位体比の全球規模にわたる系統的なデータ
  - × 長期にわたる過去の温暖化物質の濃度と同位体比のデータ
  - × 高精度度分析技術データ
  - × エアロゾルの微物理量の広域データ
  - × 雲・エアロゾルの高度化データ
- セミナー等
  - × 気候変動に関わる物質の特性と循環に関するセミナーを年間2回程度実施、学生・若手研究者の受け入れ
- 目標達成のため必要な大型備品
  - × 物質循環解析システム
  - × 放射計測システム

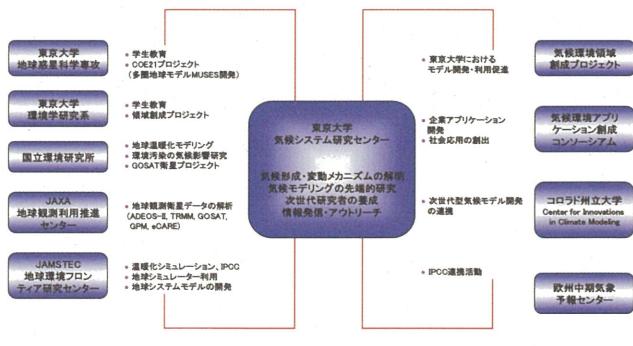
## 大気海洋変動観測研究センターの研究連



## 大学の得意技集団としての研究センター(CCSR)

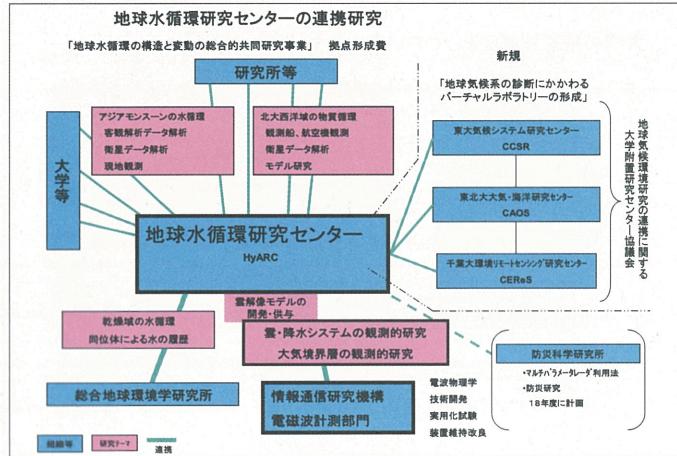
- 目標
  - × 新しいタイプのデータの取り込みによる気候モデルの力学過程と同時に物理・化学過程の大規模な改善を目指す。それによって、IPCC-AR4でも縮まらないと思われる気候感度の不確定性(3倍程度)を大幅に縮小する。
  - × 観測データからモデルまでを利用した総合的な気候・環境系の解析システムを確立することにより、様々なアプリケーションを作りだすと共に、次世代を育てる。
- センターの特色
  - × 地球シミュレーターを用いたIPCC第4次報告書のための温暖化シミュレーションにおいて指導的な役割を果たした。
  - × 高度な気候モデル群を開発してきた。それによって、次世代の主要なモデリング研究者を育ててきた。
- データ等
  - × 汎用大気海洋結合大循環モデル(MIROC)、大陸変化も組み込んだ古气候モデル(MUSES)、ガス化船輸送モデル(CHASER)、エアロゾル放射モデル(SPRINTARS)、全球非静力モデル(NICAM)の利用提供、コンサルト
- セミナー等
  - × 気候モデリングに関する講習会を夏休みに開く、学生・若手研究者の受け入れ
- 目標達成のため必要な大型備品
  - × 気候センターにとっては、東大のスーパーコンピュータや、さらに地球シミュレーターを恒常的に使うことのできる予算が必要である。これはCCSR共同研究を通して、全国の研究者にとっても大きな波及効果がある。
  - × 地球シミュレーターの稼働について、シミュレーションデータのアーカイブもテラバイトオーダーのストレージが必要である。

## 気候システム研究センターの研究・教育活動に関する連携図



## 大学の得意技集団としての研究センター(HyArc)

- 目標
  - × 地球水循環を主体とした研究方法により地球表層の水循環の構造と変動メカニズムの解明を行い、新たな地球水循環学の開拓を目指す。
  - × 地上リモートセンサーによる観測データ及び衛星データ等の解析の結果と数値モデルを用いた局域水循環及び広域水循環のプロセスの解明
  - × 地球表層の水循環に対する観測および数値実験を通じた地球気候系の診断にかかる研究の推進
  - × GCMからRMCMまでの様々なスケールの数値モデルにおける雲・降水系の形成の検証
  - × 数値モデルの開発、モデルを用いる新しい観測方法の開拓も含めた新しい観測手法・測器の開拓
- センターの特色
  - × 地球水循環に関する観測研究を実施している世界で数少ない研究機関であり、その成果は国際的に高く評価されている。
  - × 地球表層の水循環のマルチスケールの構造と変動に對する観測的研究において特に躍進なアジア域における研究を国際的にリードしている。
  - × 地球表層の水循環に対する衛星観測において国際リーダーとしている。
  - × 全球の降雨分布・降雨特性について衛星観測において国際リーダーとしている。
  - × モンスーン・アジア域における気候変動の解析における国際的研究をリードしてきた。
- データ等
  - × 全球観測にわたる水循環開発衛星データの提供。
  - × 蒸発散量モデルによるGCMのグリッド平均の統計値の提供。
  - × GCMのパラメタリゼーション改良及びGCMの評価に供する雲・降水系の詳細観測データの提供。
  - × セミナー等
- 気候変動に關わる水収支の特性と水循環に関する現地観測参加を含む講習会・セミナーを年間1回程度実施、学生及び若手研究者の研修受け入れ。
- 目標達成のため必要な大型備品
  - × 水循環観測マルチプラットフォーム
  - × ラジオゾンデ受信機 二式
  - × 水蒸気ラジオメータ



推薦

- 次の団体から温暖化現象研究教育事業について推薦を得ている(H17年6月):
    - ↗ 日本国際気候変動会議委員会
    - ↗ 日本気象学会
    - ↗ IPCC国内連絡会幹事会

マイルストーン

- 第1回センター協議会：1月31日
    - ↗ 教員がセンター群を拠点として研究活動を発信するメカニズムが無かつた
  - 文科省学術機関課折衝：1月12日、2月1日、3月22日
  - GEOSSの実施
    - ↗ エビアンサミットにおける日本のイニシアチブ
  - 東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構 小池俊雄(工学系研究科)
    - ↗ 工学部系による支援システム
  - 国立大学法人の各年度終了時における評価(国立大学法人評価委員会。  
H18.1.31)

## 第9回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

### 平成18年度共同利用研究発表(口頭)

センター長挨拶

	共同利用研究者(所属)		発表タイトル	担当教員
9:30-9:45	建石隆太郎(千葉大)、金子純一、永山透、岡谷隆基、山田美隆、沼田佳典(国土交通省国土地理院)	P1	地球地図プロジェクトにおける土地被覆データの作成と公開	建石
9:45-10:00	金子大二郎(松江工業高等専門学校)	P1	穀物生産指標CPIの拡張に向けた水分指標と旱魃指標の検討	建石・高村・石山
10:00-10:15	鈴木力英(海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター)	P4	シベリア亜寒帯林における樹冠と林床の植生指数	近藤
10:15-10:30	田中 佐(山口大学工学部)	P1	2方向データによる海洋クロロフィル導出プログラムの試作	建石
10:30-10:45	Dr. Vemuri M. Chowdary (CSEAS, Kyoto University, Kyoto) Vemuri Muthayya Chowdary (京都大学東南アジア研究所・日本学術振興会外国人特別研究員)	P1	Analysis of long term land use/cover changes in northern mountainous region of Laos using remote sensing	建石
10:45-11:00	休憩			
11:00-11:15	Myin Soe, 高島 眞(秋田大学工学資源学部素材資源システム研究施設)	G	Remoto sensing application of mineral exploration in Myanmar	建石
11:15-11:30	松山洋(首都大学東京 都市環境学部地理環境コース)、長谷川宏一	P2	ハケ岳森林観測タワーを用いた多方向放射観測システムの構築	本多・梶原
11:30-11:45	早坂忠裕(総合地球環境学研究所)	P2	NOAA/AVHRR GACを用いた全球時系列データセットの作成	本多・梶原
11:45-12:00	松島 大(千葉工業大学)	G	二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化	樋口
12:00-12:15	木下紀正・飯野直子・西町明仁・永松哲郎・菊川浩行(鹿児島大学)	P3	東アジアにおける2006年黄砂の映像定点観測と衛星画像解析	久世
12:15-12:30	朝隈康司(東京農業大学 生物産業学部)	P3	衛星画像を用いた広域的エアロゾル光学特性の導出	久世
12:30-13:30	昼食			
13:30-13:45	樋口篤志(千葉大CEReS)		4大学連携によるVirtual Laboratory構想とCEReSの役割	---
13:45-14:00	佐々木真人(東京大学宇宙線研究所)	P3	広角高精度望遠鏡を利用した大気透過率計測手法の開発	久世
14:00-14:15	久慈 誠(奈良女子大学理学部)	G	赤外リモートセンシングデータを用いた大気水蒸気量の推定	高村
14:15-14:30	青梨和正(気象庁気象研究所予報研究部第2研究室)	P3	マイクロ波放射計データの雲解像度モデルへの同化について	高村
14:30-14:45	浅野正二(東北大学大学院理学研究科大気海洋変動観測研究センター)	P3	ヤマセ雲の衛星リモートセンシングおよび数値モデル化のための検証観測: 2006観測より	高村
14:45-15:00	鷹野敏明(千葉大学大学院自然科学研究科)	P3	ミリ波雲レーダ FALCON-I の性能と多海域雲観測	高村
15:00-15:15	服部克巳(千葉大学理学部)	P3	Spatial distribution of ionospheric disturbances possibly associated with the 1999 Chi-Chi and Chia-Yi Earthquakes, Taiwan	高村
15:15-15:45	休憩			
15:45-16:00	香西克俊(神戸大学海事科学部)	G	西部赤道太平洋域における現場海面高度による衛星及びモデル海面高度の検証	高村・久世
16:00-16:15	繁田智行(多摩美術大学), 須永剛司(多摩美術大学美術学部・情報デザイン学科)	P4	農業研究の可視化とデザインに関する研究	本郷
16:15-16:30	開發一郎、秋山量平(広島大学総合科学部)、 小池俊雄、太田 哲、玉川勝徳(東大)、山中勤(筑波大)	研究会	モンゴル高原でのAMSR-E土壤水分の地上検証実験	近藤・樋口
16:30-16:45	山崎文雄、加藤圭太(千葉大工学部、 都市環境システム学科)	P4	3次元GISを利用したデジタルシティの作成と災害状況の可視化	近藤
16:45-17:00	原 政直((株)ビジョンテック)	P4	衛星データを利用した人間の経済活動とCO <sub>2</sub> 排出量の関係に関する研究一人為起源の夜間光を用いたGDPとCO <sub>2</sub> 排出量の地球規模での推定	西尾
17:00-17:15	若林裕之(日本大学工学部情報工学科)	G	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	西尾

## 第9回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

平成18年度共同利用研究発表(ポスター)			
伊勢崎修弘(千葉大学理学部)	P1	干渉SARを用いた房総半島の地殻変動の検出	西尾
村松加奈子 (奈良女子大学共生科学研究センター)	P2	植生純一次生産量推定精度向上のための基礎研究	本多
由井四海(国立富山商船高等専門学校)	P3	長光路差分吸収分光法による大気エアロゾルと水蒸気の計測	久世
内藤季和、Gerry Bagtasa、椎名達雄、竹内延夫(千葉県環境研究センター)、久世宏明	P3	可搬型自動ライダーによる浮遊粒子状物質の光学的性質の研究 -Wavelet解析によるノイズ低減	久世
鴨川 仁(東京学芸大学教育学部)	P3	Pre-seismic Lithosphere ? Atmosphere ? Ionosphere Coupling	高村
仲岡雅裕(千葉大学大学院自然科学研究科)	P4	RS・GISによる海藻場動態の広域分布動態の解析	近藤
松本和貴、山崎文雄 (千葉大学自然科学研究科、都市環境システム)	P4	Extraction of Damaged Buildings Using High Resolution Satellite Images in the 2006 Central Java	近藤
目黒清美(千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所・漁場環境研究室)	P4	千葉県沿岸における藻場のデータベース化	近藤
春山成子 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)	G	三江平原土地被覆モニタリング	近藤
ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ、村山 良之(東北大学理学研究科地理学教室)	G	外邦図によるアジア空間情報の抽出	J.T.スリ スマントヨ
菅原宏史(防衛大学校 地球海洋学科)	G	都市域における赤外射出の非等方性について	高村
駒木厚志、御園隆、長 幸平(東海大学・ 第二工学部情報システム学科)	G	衛星観測を目的とした薄氷域の海水観測実験	西尾
榎本浩之(北見工業大学土木開発工学科)	G	衛星海水観測による急速な海水変動の検出	西尾
河田 哲郎(岐阜大学工学研究科電気電子工学専攻), 木村 宏(岐阜大学工学部電気電子工学科)	G	干渉合成開口レーダ(InSAR)による南極の氷河・氷床マッピング-干渉処理解析者・利用DEMの差異-	西尾
一之瀬俊明 (国立環境研究所地球環境研究センター)	G	都市内大規模河川の復元による大気環境改善効果の実証-航空障害灯を用いた長光路光学差分吸収(DOAS)法による大気汚染濃度観測-	近藤・久世
大澤高浩(ウダヤナ大学海洋科学リモートセンシングセンター)	G	衛星データを利用したインドネシア周辺海域における水産資源モデルの構築	西尾

(\*) ポスター用パネルサイズは90cm(横)×120cm(縦)です。

(\*\*) パネルを、会場後方に準備致します。適宜添付願います。

特別に案内の時間を設けませんので、休憩時間等を利用して御討論をお願い致します。

第9回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム

資料集

2007年5月発行

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 千葉市稻毛区弥生町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