

# GIS DAY in 北海道 2010

## 日時, 会場

### (公開シンポジウム)

2010年9月22日(水) 9:30~14:45(開場 9:00)

酪農学園大学中央館1階学生ホール(江別市文京台緑町582番地)

### (講習会)

2010年9月22日(水) 15:00~18:00

酪農学園大学第一校舎(江別市文京台緑町582番地)

### (パネルおよび機器展示)

2010年9月22日(水) 12:00~15:30

酪農学園大学中央館2階ロビーほか(江別市文京台緑町582番地)

### (交流会)

2010年9月22日(水) 19:00~21:00

「春花秋灯」札幌市中央区北3条西3丁目 大同生命ビル1階 (011-251-6031)

会費制(4,000円/人)(予定)

## 主 催

酪農学園大学

## 後 援

(社)地理情報システム学会、(社)日本写真測量学会、(社)日本地理学会、(社)日本リモートセンシング学会、北海道地理学会

(財)北海道農業開発公社、(財)北海道農業近代化技術研究センター、北海道土地改良事業団体連合会、北海道高度情報化農業研究会、北海道GIS・GPS研究会、NPO法人Digital北海道研究会

## 協 賛

アジア航測(株)札幌営業所、(株)イメージワン、(株)インフォシーズ、ESRIジャパン(株)、NPO法人EnVision環境保全事務所、国際航業(株)、(株)GIS北海道、(株)GISupply、(株)タイド、日本スペースイメージング(株)、(株)ネクシス光洋、(株)パスコ札幌支店、富士通エフ・アイ・ピー(株)、(株)フォテク、北海道CMC(株)、北海道地図(株)、(財)北海道農業近代化技術研究センター、ユニオンデータシステム(株)、(財)リモート・センシング技術センター

## 媒体協賛

GIS NEXT

## ＜プログラム＞

### 1. シンポジウム（於・酪農学園大学中央館 1 階学生ホール）

午前の部（司会：金子正美（酪農学園大学環境システム学部））

9：30 開会挨拶

谷山弘行（酪農学園大学・同短期大学部 学長）

9：35 基調講演

「最新宇宙技術で未来を拓く ～衛星画像ソリューションのご紹介～」

神山洋一（日本スペースイメージング株式会社 社長）

10：35 協賛企業プレゼンテーション（最大7分\*8社）

11：35 新 GIS ルームの紹介（金子正美）

12：15～13：30 昼休み（パネルおよび機器展示コアタイム）

午後の部（司会：山下亜紀郎（酪農学園大学環境システム学部））

13：30 「GIS・GPS・バイトカウンター首輪を活用したブラジルの牧場調査」

仁平尊明（北海道大学大学院文学研究科 准教授）

13：55 「リモートセンシングによる荒廃草地の雑草種推定と、

それに対する酪農関係者からの意見」

義平大樹（酪農学園大学酪農学部 教授）

14：20 「飛行ロボットを用いた牧草地調査の試み」

森 大（酪農学園大学環境システム学部 特任教授／

国際航業株式会社 技術企画室長）

14：45 マップギャラリー表彰式

（14：50 終了）

### 2. パネルおよび機器展示（於・酪農学園大学中央館 2 階ロビーほか）

12：00 - 15：30（コアタイムは12：15 - 13：30）

協賛企業によるブース展、および一般（学生など）によるマップギャラリー

### 3. 講習会

#### A. デスクトップ GIS 体験コース（初心者向け、定員：25 名）

15：00 - 18：00（於・酪農学園大学第一校舎 3 階 PC5 教室）

「ESRI ジャパン（株）による ArcGIS を用いたコース」

#### B. リモートセンシング体験コース（初心者向け、定員：15 名）

15：00 - 18：00（於・酪農学園大学第一校舎 3 階 GIS ルーム）

「ESRI ジャパン（株）による ENVI EX を用いたコース」

#### C. GPS フィールド実習コース（初心者向け、定員：10 名）

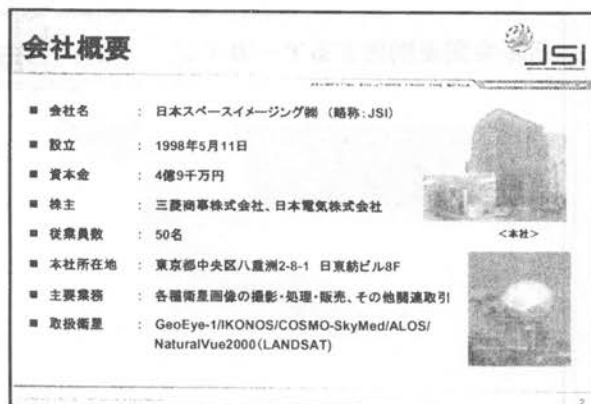
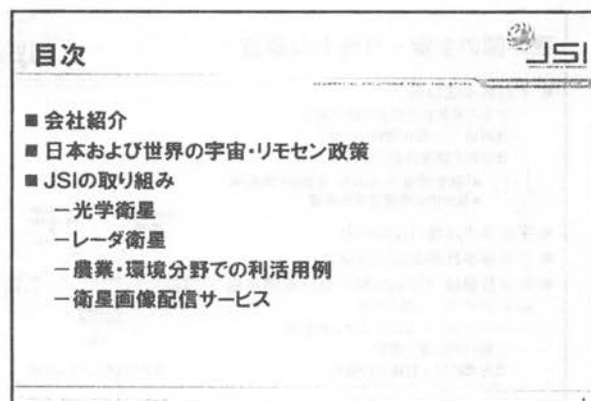
15：00 - 18：00（於・酪農学園大学第一校舎 2 階製図作業室）

「（株）GISupply による GPS を用いたフィールドワークを含むコース」

#### D. フリーGIS ソフトと商用版の体験コース（初心者向け、定員：10 名）

15：00 - 18：00（於・酪農学園大学第一校舎 3 階 PC4 教室）

「北海道 CMC（株）によるフリーGIS ソフトと MapInfoPro を用いたコース」



## 我が国の宇宙・リモセン政策

### ■ 宇宙基本法以前

- 宇宙の平和利用国会決議(1969)
- 政府統一(一般化理論)(1985)
- 日米衛星調達合意(1990)



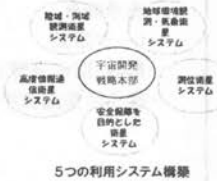
- 「研究開発」中心から、宇宙の「実利用」
- 我が国の宇宙産業の育成

### ■ 宇宙基本法施行(2008/8)

### ■ 宇宙基本計画制定(2009/6)

### ■ 新成長戦略「宇宙分野における重点施策について」(2010/5)

- マーケット・コミュニティの創出
- 宇宙利用の海外展開
- 最先端科学・技術力の強化



## 海外リモセン衛星の役割分担

|       | 公共・商業衛星（非軍事）                                        | 安全保障衛星（軍事）                          |                                                |
|-------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 官が保有  | LANDSAT<br>ERS/ENVISAT<br>欧米：低解像度衛星<br>データ10m 中域    | KOMPSAT<br>FORMOSAT<br>IRS<br>新興国衛星 | HELIOS<br>SAR-Lupe<br>TecSAR<br>TacSAT<br>Ofeq |
| 官民が連携 | SPOT<br>RADARSAT<br>TerraSAR-X<br>加・欧州：中高解像度衛星      | データは<br>各国/市場向け<br>Cosmo-SkyMed     |                                                |
| 民が保有  | IKONOS, GeoEye<br>QuickBird, WorldView<br>米欧：高解像度衛星 |                                     |                                                |



リモセン法制定が促される  
・衛星運用ポリシー  
・データアーカイブポリシー  
・データ配布ポリシー

## IKONOS衛星の概要

### 【特徴】

- 米国の軍事偵察衛星の技術を基に開発された世界初の商業用高分解能衛星
- 11年間の運用実績
- 日本全国ほぼ100%の画像を整備



|          |                                                   |
|----------|---------------------------------------------------|
| 打上日      | 1999年7月24日                                        |
| 運用会社     | 米欧: GeoEye社                                       |
| 衛星       | Lockheed Martin社製(1kg)                            |
| センサー     | 1772画素<br>パンクロマ/マルチバンド                            |
| 軌道       | 中軌道: 300km<br>太陽同期軌道<br>高度傾斜角                     |
| 分解能      | 画素: パンクロマ 0.82m<br>マルチバンド 1.0m<br>4バンドマルチバンド 4.2m |
| 撮影幅      | 画素幅: 11.3km                                       |
| 再訪頻度     | 3日に1回<br>(10%以内)                                  |
| ポイント撮影   | 4シーン/秒 (2000画素)                                   |
| タスティング方式 | 直達                                                |
| 設計寿命     | 7年                                                |

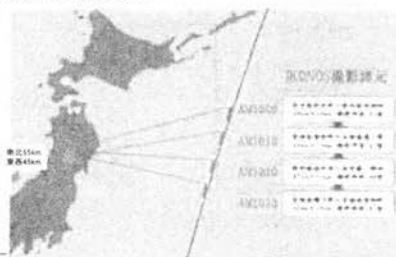
## 日本全国を網羅するアーカイブ

日本全国ほぼ100%の画像(日本国土の10%以内の画像データ)を保有しており、このデータは高分解能衛星画像として他を超越しています。



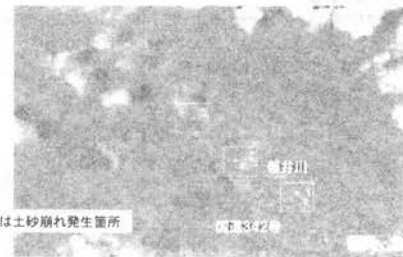
## 緊急時の対応 岩手・宮城内陸地震の撮影 2008年6月15日(日)

- 地震発生翌日に、当日の軌道位置と天候を考慮した緊急撮影を実施しました。



## 緊急時の対応 岩手・宮城内陸地震の撮影 2008年6月15日(日)

- 衛星の広域撮影能力は被害状況の全容把握に威力を発揮します。



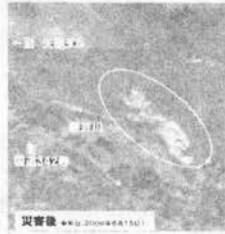
## 緊急時の対応 岩手・宮城内陸地震の撮影 2008年6月15日(日)



- IKONOSアーカイブにより、全国どこでも即座に過去の画像を参照出来ます。
- 緊急時には、撮影当日の午後に比較画像をご提供することが出来ます。



災害前 ●撮影日: 2008年5月15日



災害後 ●撮影日: 2008年6月15日

12

## GeoEye-1衛星の概要



### 【特徴】

- 商用高分解能衛星で最高の41cm分解能 (提供画像は50cm分解能)
- 高い位置精度の画像を提供



|         |                                        |
|---------|----------------------------------------|
| 打上日     | 2006年9月8日                              |
| 運用会社    | 米連 GeoEye社                             |
| 衛星      | General Dynamics社 約150kg               |
| センサー    | IT社 衛星搭載<br>パナソニック/マルチバンド              |
| 軌道      | 高度10 300km<br>高度10 300km<br>高度10 300km |
| 分解能     | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |
| 撮影時間    | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |
| 再訪頻度    | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |
| ポイント撮影  | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |
| データ送信方式 | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |
| 設計寿命    | 画素 10000<br>画素 10000<br>画素 10000       |

13



GeoEye-1 50cm分解能画像  
新千歳空港 (2009年8月6日撮影)

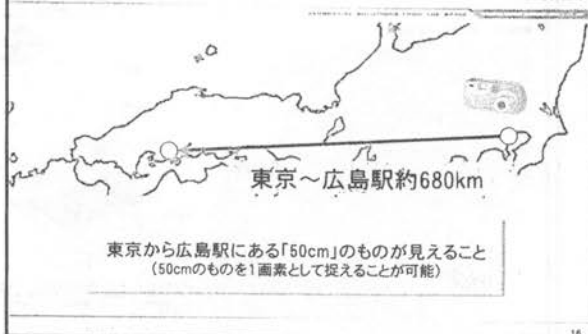
14



GeoEye-1 50cm分解能画像  
JR札幌駅 (2009年5月29日撮影)

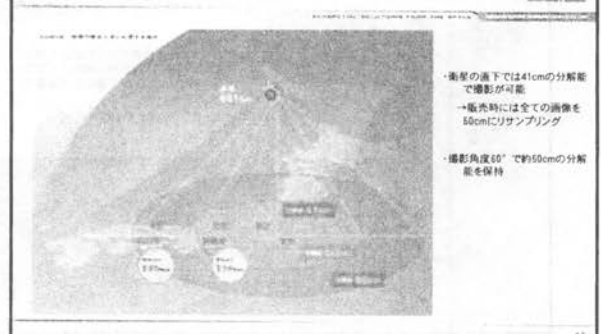
15

## 50cm分解能の意味

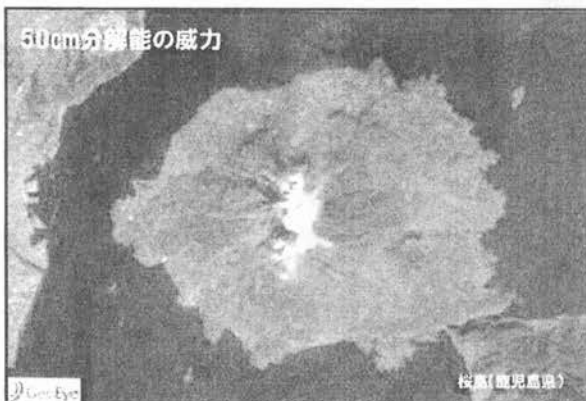


16

## 撮影角度と地上分解能



17



### 高い位置精度の衛星画像

●オルソ化(正射投影)により地図に重なる  
正確な位置精度を持つ

- オルソ・エキスパート画像は縮尺1/2,500地図  
相当の位置精度
- GIS背景図としての利用(道路、施設管理、  
森林、農業など)
- 地図作成・更新作業での利用

JSI

### 高い位置精度(道路管理)

都市化による道路周辺状況の変化を捉える為、地形図の情報の補足資料として衛星画像を利用し、より広範囲な道路管理が可能となる

JSI

### 高い位置精度(農業GIS)

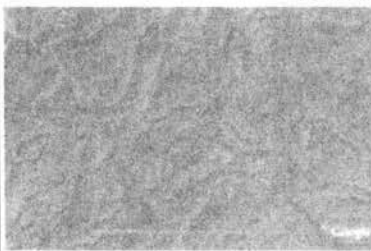
●既存データとのGIS利用

地形図  
土地利用  
土壌図  
地籍  
気象図

衛星画像システムにおいて、地形図の補足情報として衛星画像を利用する等により、環境状況をより実質的に把握する事が可能。また、衛星画像により得られた多量なデータもコンピュータとして処理可能。

JSI

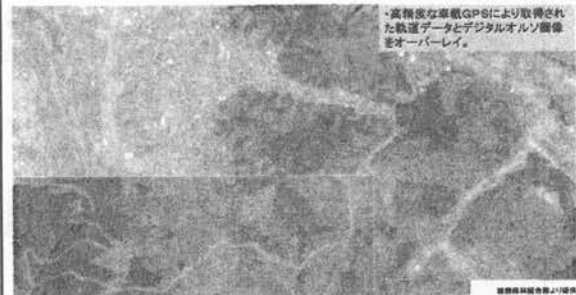
## 高い位置精度（国有林GIS）



国有林GISシステムの開発環境として、高精度の位置情報として衛星測位を利用する事により、高精度な位置情報を実現することが可能。

24

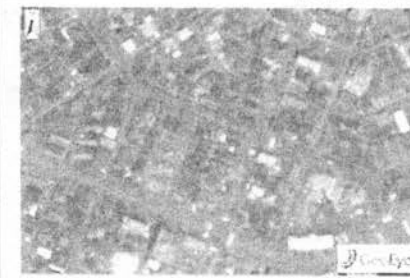
## 高い位置精度（車載GPS検証）



道路情報システム（GIS）

25

## 高い位置精度（都市計画図）



- 衛星技術コンサル様による野鳥サンプル（国土院発行基礎地図情報との重ね合わせ例）
- 道路線をはっきりと捉えている様子が見える
- 大規模地図分野への活用が期待される

26

## GeoEye-1/IKONOS製品ラインナップ



| 製品名        | 衛星         | 解像度   | スキャン幅 | スキャン幅 | スキャン幅 | スキャン幅 | スキャン幅 | スキャン幅 | スキャン幅 |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GeoEye-1   | GeoEye-1   | 0.41m | 17km  | 17km  | 17km  | 17km  | 17km  | 17km  | 17km  |
| IKONOS     | IKONOS     | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-2   | IKONOS-2   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-3   | IKONOS-3   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-4   | IKONOS-4   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-5   | IKONOS-5   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-6   | IKONOS-6   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-7   | IKONOS-7   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-8   | IKONOS-8   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-9   | IKONOS-9   | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-10  | IKONOS-10  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-11  | IKONOS-11  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-12  | IKONOS-12  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-13  | IKONOS-13  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-14  | IKONOS-14  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-15  | IKONOS-15  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-16  | IKONOS-16  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-17  | IKONOS-17  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-18  | IKONOS-18  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-19  | IKONOS-19  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-20  | IKONOS-20  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-21  | IKONOS-21  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-22  | IKONOS-22  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-23  | IKONOS-23  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-24  | IKONOS-24  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-25  | IKONOS-25  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-26  | IKONOS-26  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-27  | IKONOS-27  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-28  | IKONOS-28  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-29  | IKONOS-29  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-30  | IKONOS-30  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-31  | IKONOS-31  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-32  | IKONOS-32  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-33  | IKONOS-33  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-34  | IKONOS-34  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-35  | IKONOS-35  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-36  | IKONOS-36  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-37  | IKONOS-37  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-38  | IKONOS-38  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-39  | IKONOS-39  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-40  | IKONOS-40  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-41  | IKONOS-41  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-42  | IKONOS-42  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-43  | IKONOS-43  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-44  | IKONOS-44  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-45  | IKONOS-45  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-46  | IKONOS-46  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-47  | IKONOS-47  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-48  | IKONOS-48  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-49  | IKONOS-49  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-50  | IKONOS-50  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-51  | IKONOS-51  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-52  | IKONOS-52  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-53  | IKONOS-53  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-54  | IKONOS-54  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-55  | IKONOS-55  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-56  | IKONOS-56  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-57  | IKONOS-57  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-58  | IKONOS-58  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-59  | IKONOS-59  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-60  | IKONOS-60  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-61  | IKONOS-61  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-62  | IKONOS-62  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-63  | IKONOS-63  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-64  | IKONOS-64  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-65  | IKONOS-65  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-66  | IKONOS-66  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-67  | IKONOS-67  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-68  | IKONOS-68  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-69  | IKONOS-69  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-70  | IKONOS-70  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-71  | IKONOS-71  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-72  | IKONOS-72  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-73  | IKONOS-73  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-74  | IKONOS-74  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-75  | IKONOS-75  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-76  | IKONOS-76  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-77  | IKONOS-77  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-78  | IKONOS-78  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-79  | IKONOS-79  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-80  | IKONOS-80  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-81  | IKONOS-81  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-82  | IKONOS-82  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-83  | IKONOS-83  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-84  | IKONOS-84  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-85  | IKONOS-85  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-86  | IKONOS-86  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-87  | IKONOS-87  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-88  | IKONOS-88  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-89  | IKONOS-89  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-90  | IKONOS-90  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-91  | IKONOS-91  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-92  | IKONOS-92  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-93  | IKONOS-93  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-94  | IKONOS-94  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-95  | IKONOS-95  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-96  | IKONOS-96  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-97  | IKONOS-97  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-98  | IKONOS-98  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-99  | IKONOS-99  | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |
| IKONOS-100 | IKONOS-100 | 1m    | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  | 11km  |

27

## 昼夜・天候を問わないレーダ衛星



太陽光に依存しない



いずれの条件下でも撮像は可能

雲を透過して



28

## COSMO-SkyMed衛星の概要



【特徴】

- ・商用衛星では世界最高<sup>※1</sup>の1m分解能
- ・昼夜・天候を問わない撮像が可能<sup>※2</sup>
- ・4頻帯による高精度撮像が可能<sup>※2</sup>
- ・分解能、観測幅の異なる多様な撮像モードを提供

※1 SPOTLIGHTモードで観測 2010年12月現在 ※2 2010年12月に4頻帯モードを予定 現在は2頻帯運用中



【衛星仕様】

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 運用機関  | イタリア宇宙庁 (ASI)、イタリア防衛省        |
| 打上げ日  | 1号機 2007年6月7日、2号機 2007年12月9日 |
| 3号機   | 2008年10月24日                  |
| 4号機   | 2010年10月に打上げ予定               |
| 回帰日数  | 16日                          |
| 軌道傾斜角 | 97.86°                       |
| 衛星軌道  | 大略同期準極軌道 (ドーンダスク)            |
| 衛星高度  | 620km                        |
| 観測時刻  | 毎日6時頃及び18時頃 (地方時)            |

29

### COSMO-SkyMed衛星の特徴①

商用SAR衛星として世界最高の1m分解能



撮影日時: 2009/3/3 5:59(JST)

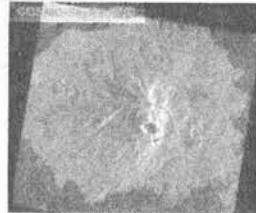


撮影日時: 2009/3/19 10:47(JST)

- 一部の建物や自動車などの微小な人工地物が白く輝いて見えている
- 東京ドームの屋根を透過して観客席など内部の様子が見えている

### COSMO-SkyMed衛星の特徴②

昼夜・天候を問わない撮影が可能



撮影日時: 2009年2月6日 18:21(JST)



撮影日時: 2009年2月6日 10:55(JST)

- 2009年2月6日の同日観測結果
- 光学衛星と異なり夜間にも撮影が可能
- 光学衛星で視認出来ない地域(雲や噴煙で覆われている地表)も撮影可能

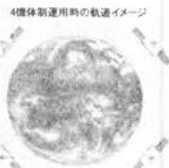
### COSMO-SkyMed衛星の特徴③

4機運用による高頻度撮影が可能

- 2010年10月に4機運用を開始予定

- 4機運用時には、

- 12時間以内に地球上の任意の点の撮影が可能
- 日本国土は1日で約8回の撮影が可能
- 同一地点は1日約4回(別々2回)撮影が可能



4機体新運用時の軌道イメージ

### 高頻度撮影事例

中国四川大地震発生後の緊急撮影

CGS (Chinese Geological Survey) の要請により、緊急の "Regional mapping project" として実施  
4機運用「左右取得可能」のメリットを生かし、32万km<sup>2</sup>を2週間(2008/5/28-6/15)で撮影完了

2008年6月15日

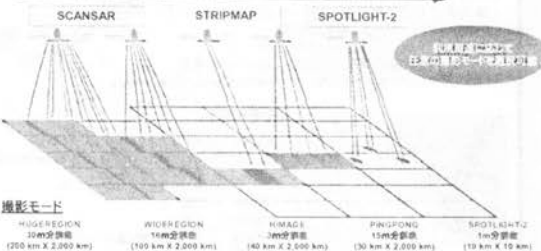
#### 【撮影諸元】

|       |                                                |
|-------|------------------------------------------------|
| 衛星    | COSMO-SkyMed 1号機(44%)<br>COSMO-SkyMed 2号機(56%) |
| 撮影モード | STRIPMAP・HIMAGE                                |
| 撮影方向  | 右: 60%<br>左: 40%                               |
| 全シーン数 | 247                                            |
| 撮影面積  | 320,000km <sup>2</sup>                         |
| カバー率  | > 98%                                          |

### COSMO-SkyMed衛星の特徴④

分解能、観測幅の異なる多様な撮影モードを提供

5つの撮影モードを提供



撮影モード

|                                                |                                               |                                         |                                            |                                           |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| HIGHEREGION<br>- 10m分解能<br>(200 km X 2,000 km) | WIDEREGION<br>- 10m分解能<br>(100 km X 2,000 km) | HIMAGE<br>- 3m分解能<br>(40 km X 2,000 km) | PINGPONG<br>- 10m分解能<br>(30 km X 2,000 km) | SPOTLIGHT-2<br>- 1m分解能<br>(10 km X 10 km) |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|

※各撮影モードの分解能はシングルビームモード使用時の値  
※PINGPONGのみ、HH、HV、VH、VVの4種類の偏波の中から1種類の偏波で撮影。他撮影モードでは1種類の偏波のみ

### 撮像モードと撮像範囲

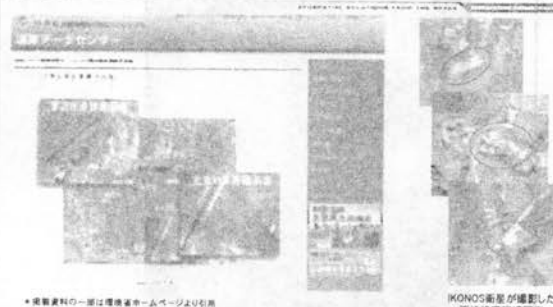
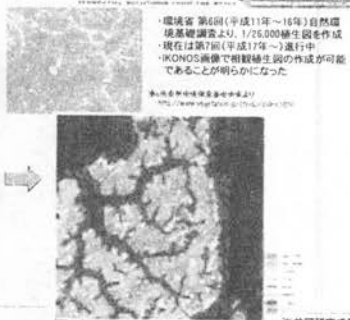
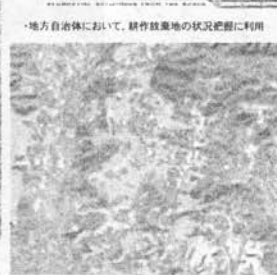
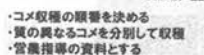
目的に応じて随時撮像モードの変更が可能(標準シーンサイズ)



※各撮影モードの分解能はシングルビームモード

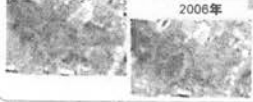
[illegible]

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|



## 湿地環境の評価

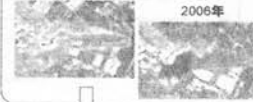
IKONOS画像: 2000年



2006年



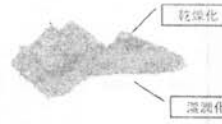
植生指数画像: 2000年



2006年

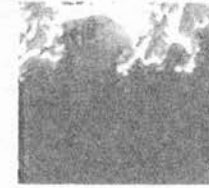


- 植生指数の変化により、乾燥化・湿潤化領域を面的に把握
- 湿原再生、湿地管理での活用・広域、立ち入り困難な湿地



※共同研究成果

## 藻場分布域の把握



・衛星画像情報を利用することにより、狭海域の藻場分布を把握することが可能



藻場抽出結果のイメージ

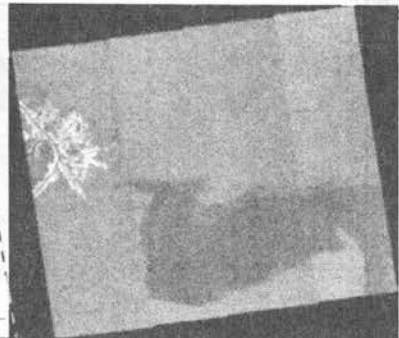


資料提供: 水産総合研究センター 水産工学研究所

## 撮影事例

メキシコ湾 原油流出

Camera: Sony CCD 3  
Sensor: Wide  
Resolution: 512 x 512  
Color: 24-bit  
Satellite: GPS  
Position: 20.00 N, 100.00 W  
Acquisition time:  
April 28, 2010 1:00:00 UTC



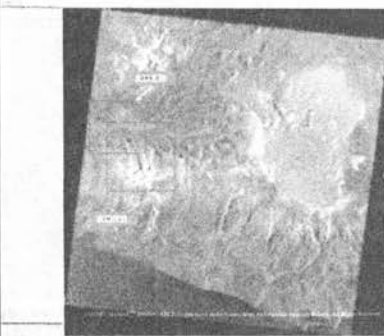
## 撮影事例

メキシコ湾 原油流出



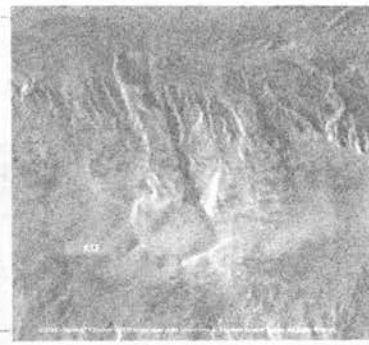
Camera: Sony CCD 3  
Sensor: Wide  
Resolution: 512 x 512  
Color: 24-bit  
Satellite: GPS  
Position: 20.00 N, 100.00 W  
Acquisition time:  
April 28, 2010 00:00:00 UTC

## アイスランド火山噴火 モニタリング

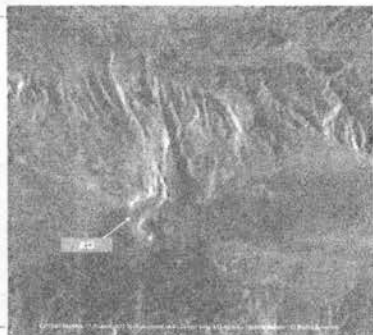


Camera: Sony CCD 3  
Sensor: Wide  
Resolution: 512 x 512  
Color: 24-bit  
Satellite: GPS  
Position: 64.00 N, 20.00 W  
Acquisition time:  
April 03, 2010  
April 03, 2010

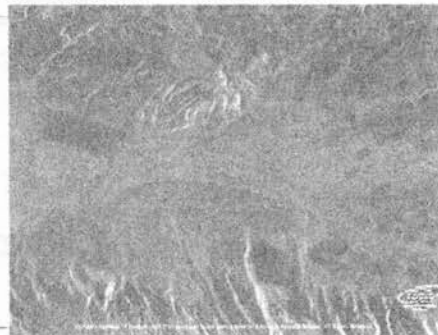
## 噴火前 火口付近 (2010年4月3日)



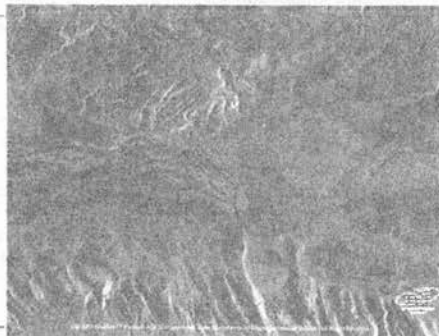
噴火後 火口付近 (2010年4月19日)



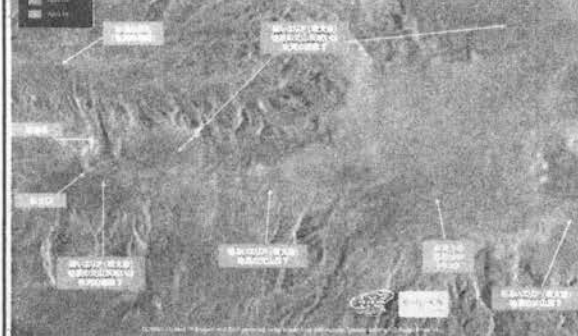
噴火前 火口北側 (2010年4月3日)



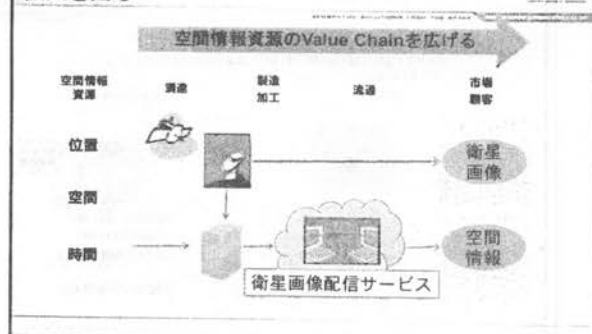
噴火後 火口北側 (2010年4月19日)



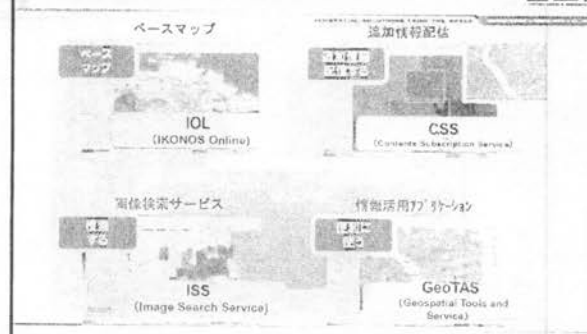
2時期カラーコンポジット画像



衛星画像の活用の為のツールを提供して利用の拡大を図る



衛星画像配信サービスの構成



### 「検索する」ISS (Image Search Service)

検索  
V2

ArcGIS Serverを中核として、当社が10年前にわたり蓄積した画像をデータベース化。従来は専用アプリケーションとして提供していた該当ツールの機能をほとんど失なうことなく、Web化に成功。

利用者

近況画像配信サーバ

GeoEye-1  
IKONOS  
衛星画像  
データベース

Internet

Web Browser

ArcGIS Server  
Google Maps Premier

54

### 「検索する」ISS (Image Search Service)

検索  
V2

- 直観的にエリアを指定して画像を検索
- 一覧のチェックボックスをクリックして画像を表示
- ブラウザ画像の拡大表示も可能

55

### ISS⇒Google Earth

検索  
V2

- 検索結果をそのままKML化
- ISSのサーバAPIと連動。シームレスに利用可能

56

### 「追加情報配信する」 CSS (Contents Subscription Service)

追加  
V2

ArcGIS ServerをOGCのWMS/KML配信サーバとして利用する。  
クライアントGIS内で記述された画像をマッシュアップして活用する。

利用者

近況画像配信サーバ

GeoEye-1  
IKONOS  
衛星画像  
データベース

Internet

ArcGIS Desktop  
Google Earth  
Client GIS

ArcGIS Server  
(OGC Server)

57

### 「追加情報配信する」 CSS (Contents Subscription Service)

追加  
V2

- OGC\*WMS/KML形式での画像の配信

58

### 「便利に使う」 GeoTAS (Geospatial Tool and Service)

検索  
V2

ArcGIS Server上で構築したISSと、OGCのWMS/KML配信サーバ機能を  
組み合わせてクライアントGISアプリケーションでさらに活用する。  
気象気象だけでなく他の地図やGISデータ、気象・交通・他の情報を加えることで  
さらに利用の幅を広げる。

利用者

近況画像配信サーバ

GeoEye-1  
IKONOS  
衛星画像  
データベース

Internet

Client GIS  
Application

ArcGIS Server  
(ISS Server)  
(OGC Server)

(Other GIS Data)

59

「便利に使う」  
GeoTAS：情報の集約と伝達

GISアプリケーション上で、衛星画像の利用だけでなく、他のGISデータや  
情報リソースを縦横に活用。さらに地図に応じた情報の伝達を行う

位置情報

災害情報

ニュース関連

検索等/関連図

メール一斉送信

1. 国土交通省  
FROM: 中島たけふ  
2. 国土交通省の状況  
国土院、国土院等にも多く、資料  
室、関係各局は中島のところ。

## GIS・GPS・バイトカウンター首輪を活用した ブラジルの牧場調査

北海道大学・文学研究科  
仁平尊明

### <発表の内容>

1. 目的・方法
2. パンタナールの位置
3. 事例農場の土地利用と農場経営
4. 放牧牛の移動と採食の観測
5. 牧養力の算定と将来に向けた提言

1

### 目的

ブラジルにおける牧場の特色を総合的な観点から考察し、その経営が持続的発展するための課題を提示する。

#### ■総合的な観点とは：

牧場と周囲の自然環境（気候、地形、水質）、土地利用、牧場の歴史、牧場の経営（牛の品種、飼育方法、複合経営）など、牧場経営に関わる諸要素に注目

#### ■データの入手方法：

GPSを用いた土地利用調査、住民への聞き取り調査、GPS・バイトカウンター首輪を使用した放牧牛の移動経路・採食量調査など

2

### 方法

#### <フィールドワーク（2001年～）>

- ・土地利用調査：2001年～2002年
- ・聞き取り調査：随時（毎年）
- ・放牧牛の移動経路・採食量調査  
（バイトカウンター・GPSによる）：  
2005年3月（雨季）  
2005年8月（乾季）

#### <研究室での作業>

- ・GISを使用して、地図上に表示
- ・地図の作図  
（移動経路・採食量の重ね合わせ）
- ・計測

3



パンタナールの位置

パンタナールの空中写真

（2005年3月撮影）



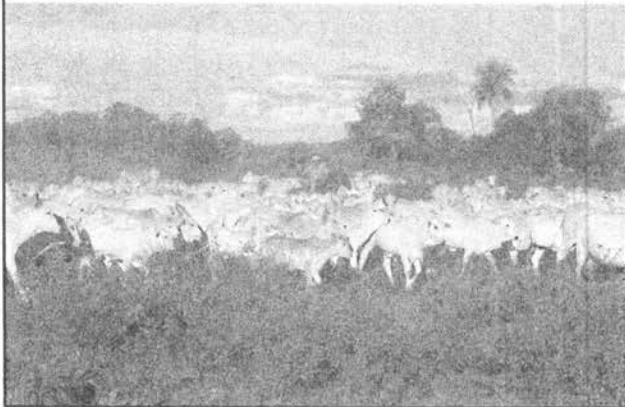
雨季のパンタナール

（2005年3月撮影）



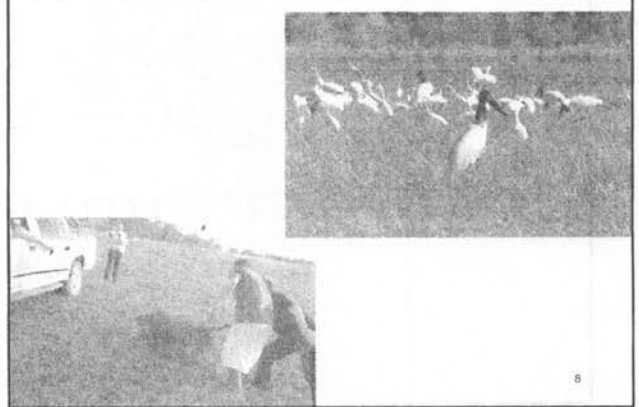
伝統的な牧畜

(2005年3月撮影)



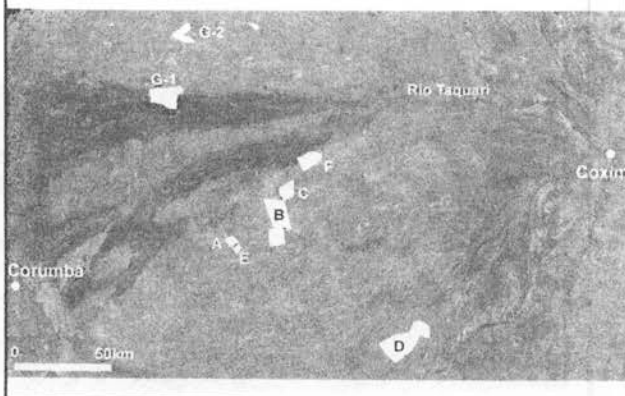
近年におけるエコツーリズムの発展

(2004年8月撮影)



8

パンタナールの衛星写真と調査農場



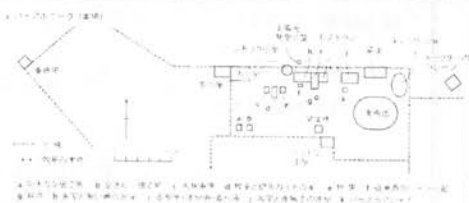
パイアボニータ牧場の土地利用

(地学雑誌114巻1号)



10

牧場の母屋

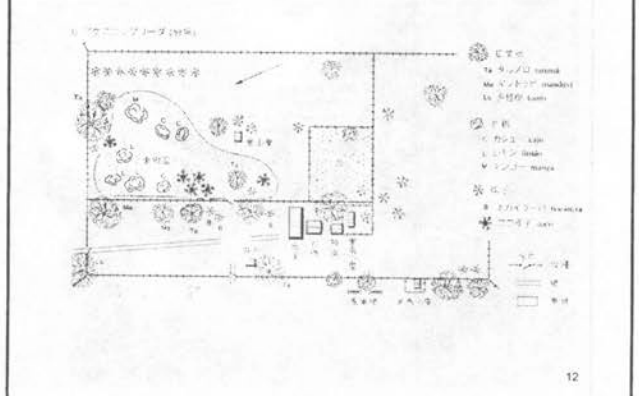


(2005年3月撮影)

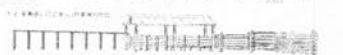
11

牧場の分場

(地理空間2巻2号)

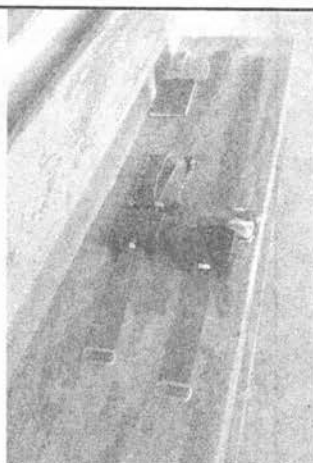


12

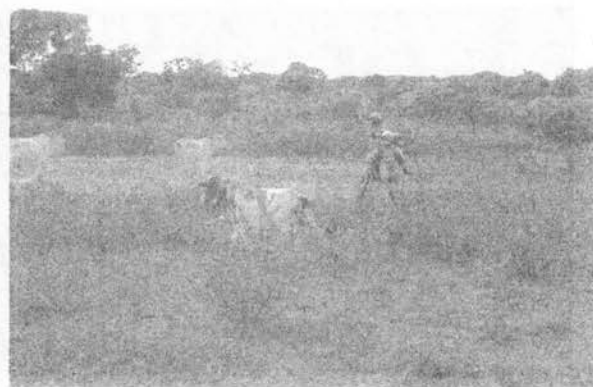
[illegible]

牛の頭数の観察  
(季節・牧区別)

(2005年8月摄影)



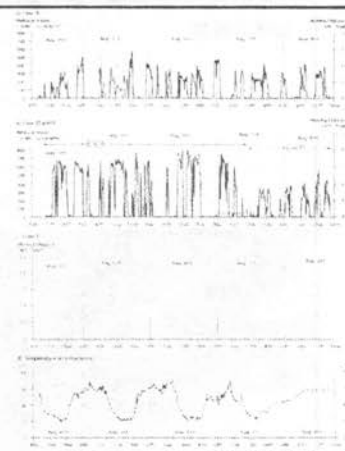
(2005年8月撮影)



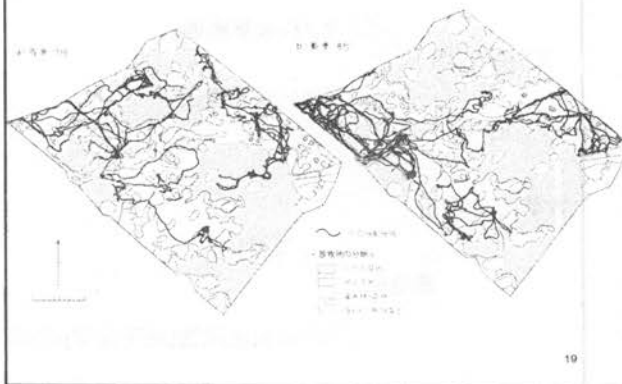
(2005年8月摄影)



(人文地理59卷1号)  
(人文地理学研究32号)

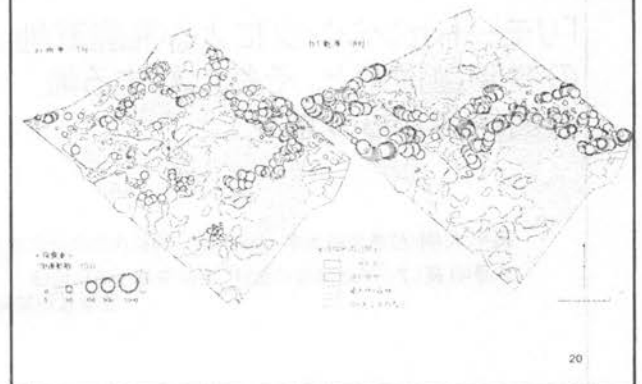


### 牛の移動経路を地図に重ねる



19

### 牛の採食量を地図に重ねる



20

### 土地利用と採食量の重ね合わせ → 牧養力の算定

| Land classification     | Herbage intake (Times, %)* |                         |                         |       |        |       | Total   |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|-------|---------|
|                         | Cow A<br>(Aug. 4th-8th)    | Cow D<br>(Aug. 4th-6th) | Cow E<br>(Aug. 7th-8th) |       |        |       |         |
| Lake                    | 224                        | 0.4                     | 796                     | 0.9   | 13     | 0.1   | 1,032   |
| Saline lake             | 0                          | 0.0                     | 0                       | 0.0   | 0      | 0.0   | 0       |
| Temporary grassland     | 20,800                     | 37.1                    | 78,654                  | 84.5  | 10,477 | 47.6  | 109,931 |
| Year-round grassland    | 21,414                     | 38.2                    | 12,916                  | 13.9  | 3,515  | 16.0  | 21,443  |
| Shrub                   | 0                          | 0.0                     | 0                       | 0.0   | 0      | 0.0   | 0       |
| Forest                  | 10,471                     | 18.7                    | 659                     | 0.7   | 7,913  | 36.0  | 19,043  |
| Artificial landuse      | 2,910                      | 5.2                     | 0                       | 0.0   | 0      | 0.0   | 2,910   |
| Farm facilities         | 0                          | 0.0                     | 0                       | 0.0   | 0      | 0.0   | 0       |
| Cacho (Feeder of salt)  | 278                        | 0.5                     | 29                      | 0.0   | 88     | 0.4   | 395     |
| Total                   | 56,095                     | 100.0                   | 93,053                  | 100.0 | 22,005 | 100.0 | 154,752 |
| Total observation hours | 96                         |                         | 61                      |       | 28     |       |         |
| Herbage intake per day  | 14,024                     |                         | 36,611                  |       | 18,861 |       |         |

\* Herbage intake is represented by the number of jaw movement of cow.  
Source: authors' field survey

21

### 今後の牧畜経営へ向けた提言

#### 牧畜経営の理想的な繁殖・出荷カレンダー

| 月・季節 | 1  | 2 | 3       | 4  | 5 | 6     | 7  | 8         | 9 | 10    | 11 | 12 |
|------|----|---|---------|----|---|-------|----|-----------|---|-------|----|----|
| 作業   | 雨季 |   |         | 乾季 |   |       |    |           |   | 雨季    |    |    |
| 草地管理 |    |   | 火入れ     |    |   |       |    |           |   | 火入れ   |    |    |
|      |    |   | 巻き枯らし   |    |   |       |    |           |   | 巻き枯らし |    |    |
| 繁殖管理 |    |   | 繁殖・交配   |    |   | 繁殖・交配 |    |           |   |       |    |    |
|      |    |   | 妊娠検査・分娩 |    |   |       | 分娩 |           |   |       |    |    |
|      |    |   | 断乳      |    |   |       |    | 出産        |   |       |    |    |
|      |    |   |         |    |   |       |    | ウシ集め・予防接種 |   |       |    |    |
| 出荷   |    |   |         |    |   |       |    |           |   |       |    |    |

22

### まとめ

#### <ブラジルの放牧地>

- ・牛の移動経路は、雨季には森林で多く、乾季には一時的草地で多くなる。
- ・採食量は、雨季には一時的草地と通年草地で多く、乾季には一時的草地で多くなる。
- ・乾季には過放牧の傾向がある。
- ・繁殖サイクル、牧草地の管理の面でより適切なが必要。

#### <フィールドワークの方法>

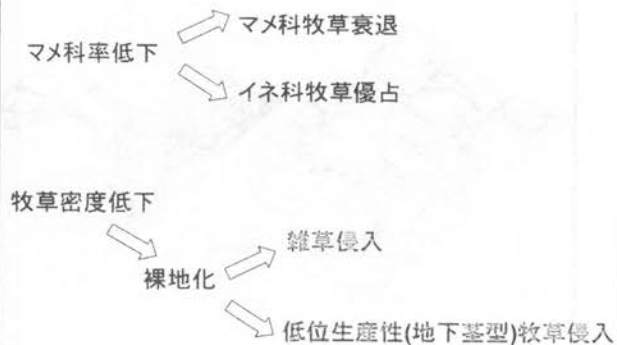
- ・地図の入手が難しい海外では、GPSによるデータ収集が有効。
- ・バイトカウンター首輪は、海外調査の有効なツールとなる。
- ・聞き取り調査によるデータの裏付けも必要。

23

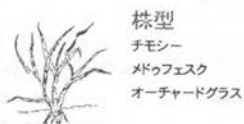
# 「リモートセンシングによる荒廃草地の雑草種推定と、それに対する酪農関係者からの意見」

義平大樹(酪農学園大学 酪農学部 飼料作物学研究室)  
中澤明寛(アジア航測株式会社 空間情報技術統括部 空間技術開発室)

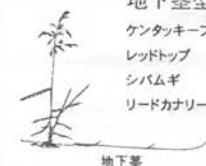
## 採草地の低収化過程→荒廃(衰退)化



## イネ科牧草の種類



株型  
チモシー  
メドゥフェスク  
オーチャードグラス



地下茎型  
ケンタッキーブルーグラス  
レッドトップ  
シバムギ  
リードカナリーグラス

地下茎

## 荒廃化



## 草種構成の経年変化-例1

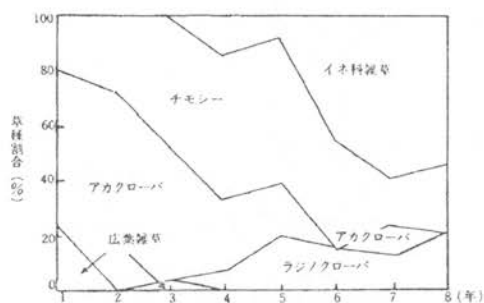


図1 チモシー+アカクロバ混播草地における草種構成の変化(根創農試)

## 草種構成の経年変化-例2

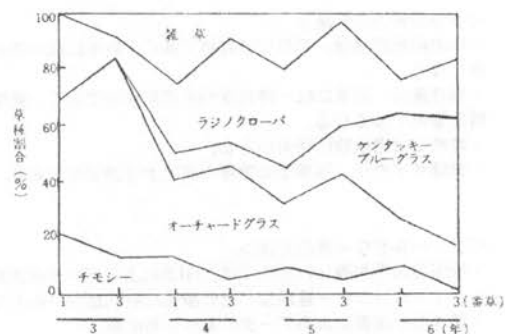


図2 チモシー+オーチャードグラス+ラジノクロバ混播草地における草種構成の変化(北農研センター)

### 草種構成の経年変化-例3

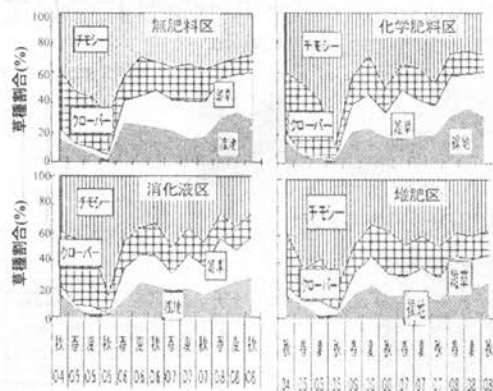


図3 チモシー+シロクロバ混播草地における草種構成の変化(大学内-長期連用圃場)

### 衰退の要因となる草地管理

- ①低刈り
- ②刈取回数 少数回刈  
多数回刈
- ③刈取時期 早刈  
晩刈
- ④施肥 少肥  
多肥

元野幌草地の場合は？

経年劣化に伴う雑草や地下茎型の牧草の侵入状況(草種構成)と収量の変化を捉えることが重要

↓  
収量、草種構成の解析手法を確立する  
→草種構成と各草種のステージから圃場ごとのTDN収量を推定

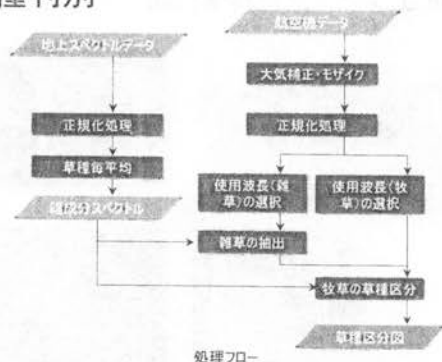
↓  
草量、草質の両面から圃場の生産性を評価し、現場で活用する方策を示す

草地におけるリモセン利用のメリットと  
難点(畑作圃場と比較して)

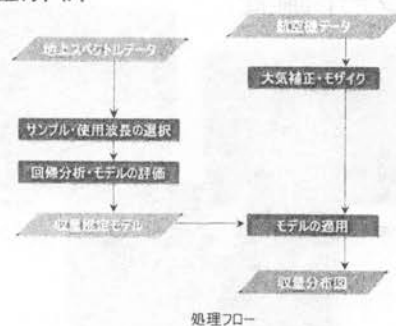
メリット: 畑作物に比べて、牧草地は不均一性が高い。  
↓  
抽出による点的調査では全体を把握しにくい。

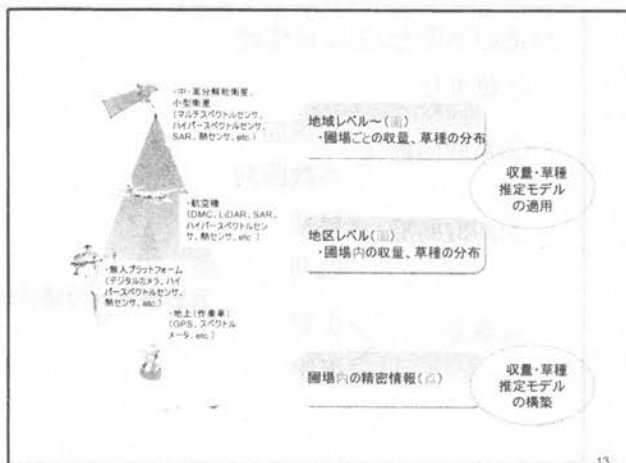
↓  
難点: リモセンによる面的調査が有効  
1) 牧草は畜産農家にとって中間産物、  
⇒直接、経済的メリットを計算しにくい。  
2) 収穫時期が複数回あり、圃場間差異、年次間差異が大きく、撮影時期の選定が難しい。

### 草種判別



### 収量解析



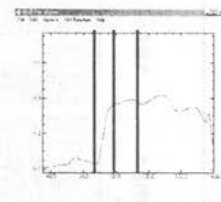


13

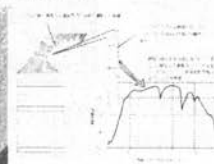
## ハイパースペクトルセンサについて

マルチスペクトルセンサ(従来の航空写真、衛星画像  
等)

$$I > 3 \text{バンド}(R, G, B) + \alpha$$



### ロハイパースペクトルセンサ

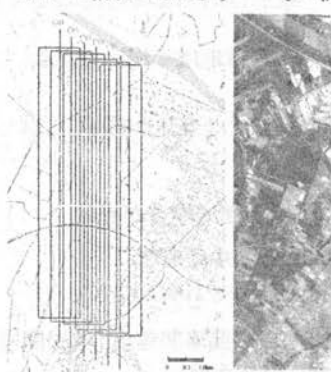


主な航空機搭載型ハイパースペクトルセンサ

| センサ    | 観測波長帯      | バンド数  |
|--------|------------|-------|
| CASI-3 | 400~1050nm | 最大288 |
| AISA   | 400~2400nm | 最大516 |
| AVIRIS | 400~2500nm | 最大224 |

14

## 航空機によるデータ取得



| 計測機    | 計測機                   |
|--------|-----------------------|
| 使用センサ  | CASI-3                |
| 観測日時   | 2009年8月18日・2009年8月19日 |
| 観測時刻   | 10:34~11:53           |
| コース数   | 6コース                  |
| 対地高度   | 約2000m                |
| 地上分解能  | 約1.0m                 |
| 観測波長帯  | 400~1050nm            |
| 波長分解能  | 約20nm                 |
| チャンネル数 | 34チャンネル               |



15

## 対象地域



### ■元野幌農場の概要

- ー収量のばらつきが目立つ。
- ー主力草種はオーチャードグラス(OG)。
- ー地下茎型の低品質牧草・雑草の侵入が顕著(リードカナリーグラス(RCG)、シバムギ(QG))。
- ーギシギシなどの広葉雑草が混在。

### ■周辺の圃場への展開



航空機画像から見る生育ムラ

圃場の様子  
(リードカナリーグラスの侵入)

16

## コドラート調査



生育ステージ  
(草種・密度・高さ)



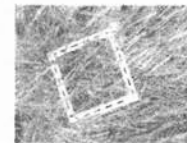
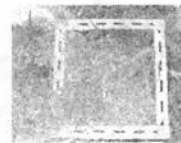
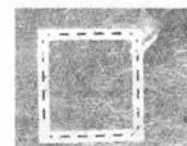
地上部牧草のサンプリング



土壌採取

17

## 地上スペクトル計測

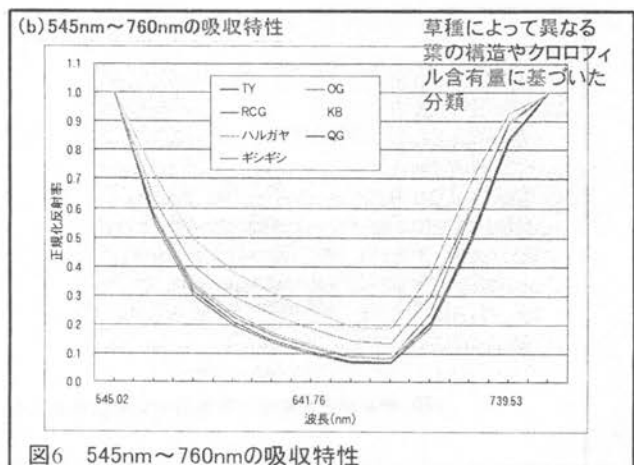


18

[illegible][illegible]

| 樹生タイプ           |                                  |                                       | 観占種                                                    |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 区分1             | 区分2                              | 区分3                                   |                                                        |
| 様型<br>観占型       | A: オール<br>チードグ<br>ラス+チモ<br>シ一様占型 | A-1: オールチード<br>グラス一様占                 | OG(オールチード<br>グラス), TY(チ<br>モシ一)                        |
|                 |                                  | A-2: クンタキキ<br>ブルグラス混生                 |                                                        |
|                 |                                  | A-3: リードカナ<br>リーグラス+シムバ<br>ギ混生        |                                                        |
|                 |                                  | A-4: ハルガヤ混<br>生                       |                                                        |
|                 |                                  | A-5: 雑草混生                             |                                                        |
| 地下<br>茎型<br>観占型 | C: クンタキキ<br>ブルグラス一様<br>占型        | C-1: リードカナ<br>ナリーグラス<br>+シムバギ<br>半一様占 | KB(クンタキキ<br>ブルグラス)<br>RCG(リードカナ<br>ナリーグラス)<br>GG(シムバギ) |
|                 |                                  | D-1: リードカナナ<br>リーグラス一様<br>占           |                                                        |
|                 |                                  | D-2: シムバギ半一様<br>占                     |                                                        |
|                 |                                  | E: ハルガヤ一様<br>占型                       |                                                        |
|                 |                                  | F: 広葉草本一様<br>占型                       |                                                        |
| その他             | G: 雑草混生型                         | G-1: エゾノギンシ<br>ン+ワリアシガ<br>タ           | 特になし                                                   |
|                 |                                  |                                       |                                                        |

Figure 4 is a line graph showing the normalized fluorescence intensity (正帰化励起率) versus wavelength (波長 (nm)) for six different fluorescent materials. The x-axis ranges from 466.69 nm to 952.77 nm. The y-axis ranges from 0.0 to 2.0. The materials are TY, RCG, ハルガヤ, ギンギシ, OG, KB, QG, and ウマノアシガタ. The graph is divided into three regions: (a) from 466.69 nm to 660.88 nm, (b) from 660.88 nm to 759.94 nm, and (c) from 759.94 nm to 952.77 nm. In region (a), the intensity is low, with a small peak around 564.71 nm. In region (b), the intensity rises sharply, peaking around 759.94 nm. In region (c), the intensity remains high, with a slight dip around 952.77 nm.



(c) 900nm~1035nm吸収特性  
—RCG・QGの区分  
含水率の違いに着目  
(RCG:草量多→含水率高)  
(QG:草量少→含水率低)

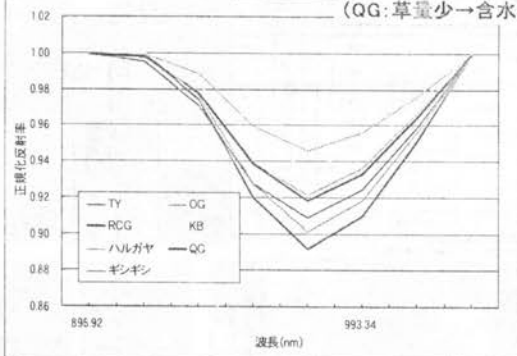


図7 900nm~1035nmの吸収特性

## 精度評価



- 区分ごと=80%、種類ごと=70%の分類精度。
- OG(オーチャードグラス)、KB(ケンタッキーブルーグラス)の精度が向上。
- TY(チモシー)、ギンギシはプロット内の被占有度が小さい。
- QG(シバムギ)は類似度が高いRCG(リードカナリーグラス)との誤分類が見られる。

| 大区分  | プロット数 | 正解率 | 中区分   | プロット数 | 正解率 | 細区分(草種) | プロット数 | 正解率 |
|------|-------|-----|-------|-------|-----|---------|-------|-----|
| 雑草   | 26    | 7   | 雑草1   | 6     | 0%  | TY      | 0     | 0%  |
|      |       |     | 雑草2   | 25    | 5   | OG      | 25    | 5   |
| 地下茎型 | 43    | 7   | 地下茎型1 | 31    | 8   | RCG     | 22    | 6   |
|      |       |     | 地下茎型2 | 11    | 0   | QG      | 5     | 6   |
| 広葉草本 | 7     | 2   | 広葉草本  | 7     | 2   | KB      | 5     | 1   |
| 計    | 71    | 18  | 計     | 69    | 18  | ハルガヤ    | 3     | 2   |
|      |       |     |       |       |     | ギンギシ    | 0     | 0   |
|      |       |     |       |       |     | クマナシガラ  | 2     | 0   |
|      |       |     |       |       |     | 計       | 62    | 25  |

## デジタル航空カメラによる確認

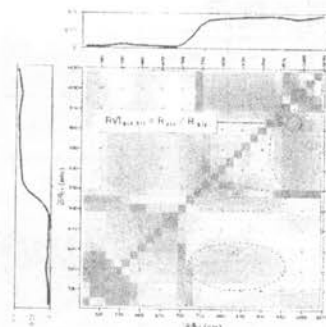
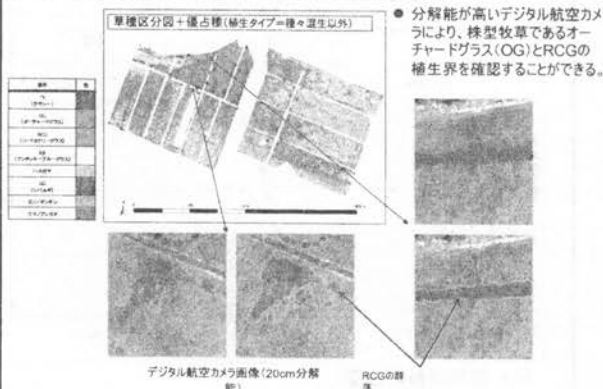


図8 乾物収量の $R^2$ コンターマップ

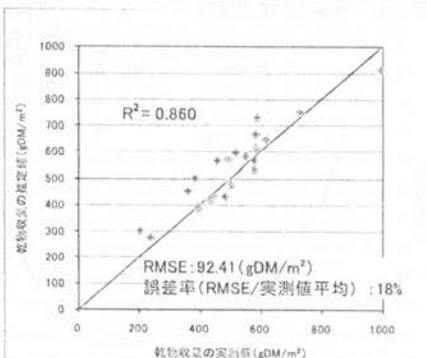
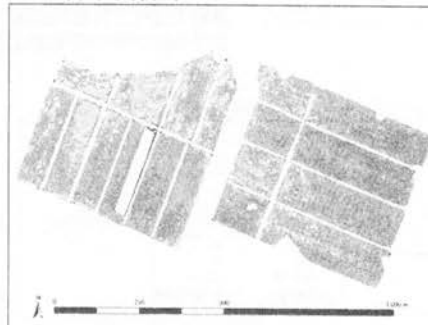


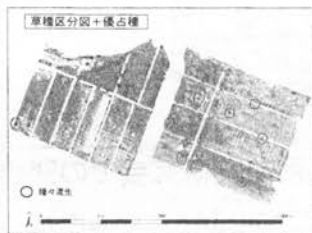
図9. 推定値と実測値の散布図(RVI単回帰モデル)

## 収量解析結果



- 3m四方(航空機画像で3×3画素)の平均値とコドラットごとの実測値(サブプロット4箇所の収量計)を比較。

## 精度評価



- 全体的に見ると、ウマノアシガタの分布、RCG(リードカナリーグラス)、QG(シバムギ)の侵入状況をよく捉えられている。
- QG(オーチャードグラス)が優占する地点の区分結果は良好。

定量的評価方法  
・最大面積項目による評価(3m四方)。  
・位置精度を考慮し、地点ごとに中心位置を調整。

| 大区分  | プロット数 |    | 正解率   | 中区分   | プロット数 |    | 正解率   | 細区分(草種) | プロット数 |    | 正解率   |
|------|-------|----|-------|-------|-------|----|-------|---------|-------|----|-------|
|      | 正     | 誤  |       |       | 正     | 誤  |       |         | 正     | 誤  |       |
| 雑草   | 35    | 14 | 71%   | 雑草1   | 0     | 0  | 0%    | TY      | 0     | 2  | 0%    |
|      |       |    |       | 雑草2   | 34    | 12 | 74%   | QG      | 34    | 12 | 74%   |
| 地下茎型 | 48    | 8  | 89%   | 地下茎型1 | 31    | 6  | 79%   | RCG     | 22    | 8  | 79%   |
|      |       |    |       | 地下茎型2 | 14    | 1  | 92%   | QG      | 5     | 6  | 45%   |
| 広葉草本 | 2     | 3  | 40%   | 広葉草本  | 2     | 3  | 40%   | KB      | 7     | 2  | 28%   |
|      |       |    |       |       |       |    |       | ハルガヤ    | 4     | 2  | 57%   |
|      |       |    |       |       |       |    |       | エノギシ    | 0     | 2  | 0%    |
|      |       |    |       |       |       |    |       | ウマノアシガタ | 2     | 1  | 57%   |
| 計    | 83    | 25 | 76.9% | 計     | 81    | 27 | 75.0% | 計       | 74    | 34 | 68.5% |

31

## a) 草種構成(1m分解能)



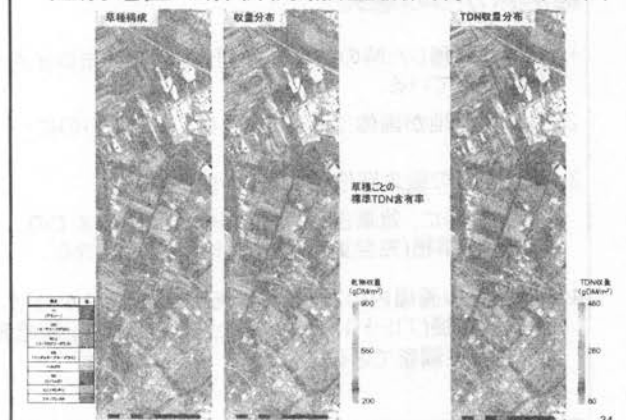
## b) 乾物収量(1m分解能)



表1 草種のTDN含有量

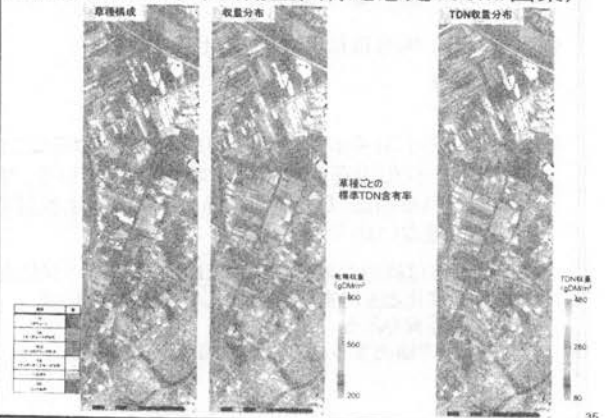
| 草種               | TDN含有率 | 出典        | 出典に示されている草種名、生育ステージ |
|------------------|--------|-----------|---------------------|
| TY(チモシー)         | 73.4%  | 標準飼料成分表   | チモシー(1番草・出穂前)       |
| QG(オーチャードグラス)    | 57.4%  | 標準飼料成分表   | オーチャードグラス(1番草・開花期)  |
| RCG(リードカナリーグラス)  | 57.6%  | 標準飼料成分表   | リードカナリーグラス(再生草・出穂前) |
| KB(ケンタッキーブルーグラス) | 55.2%  | 八木他(2007) | ケンタッキーブルーグラス(6月)    |
| ハルガヤ             | 55.2%  | KBと同じ値とする |                     |
| QG(シバムギ)         | 58.0%  | 八木他(2007) | シバムギ(1番草・穂入り)       |
| エノギシ             | 48.9%  | 標準飼料成分表   | 野草(混野)              |
| ウマノアシガタ          | 48.9%  | 標準飼料成分表   | 野草(混野)              |

## 江別地区の解析例(航空機画像:1m/画素)



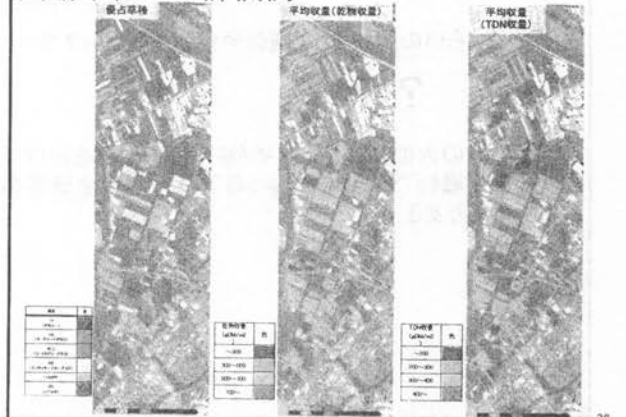
34

## 江別地区の解析例(衛星画像を想定:30m/画素)



35

## 圃場単位での評価例



36

表2 まとめ(適用条件)

|                    |                                                                                                               |                                                                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 適用条件①<br>(対象草地)    | オーチャードグラス主体草地<br>(主に道央)<br>地下茎型牧草(主にリードカナ<br>リーグラスおよびシバムギ)およ<br>び広葉雑草(主にウマノアシガ<br>タ、航空機レベルの場合)の侵<br>入状況の把握が可能 | チモシー主体草地(主に道東)への<br>適用にはさらなる検討を要する(シ<br>バムギとチモシーはスペクトルの類似<br>性が高い)。                               |
| 適用条件②<br>(データ取得時期) | 1番草刈取直前(6月中旬)                                                                                                 | 種ごとに異なる生育ステージが重要<br>な分類キーとなる。生育が早いオー<br>チャードグラスが開花期、生育が遅<br>いリードカナリーグラス・シバムギが出<br>穂期・出穂前の状態であること。 |

37



## 酪農家からの意見

1. 自分が収穫した時の雑草混入割合、収量分布のイメージとよくあっている。
2. 自分の草地在画像に入っていれば、興味深いのに……。
3. 草地更新の優先順位をつけるのに便利。  
1番草時に、雑草侵入程度が分かれば、秋までの  
牧草の播種(完全更新)、追播(簡易更新)できる。
4. マメ科率の圃場内のバラツキがあらかじめ、分かれば  
肥料散布機(ブロードキャスター)のスピードを変えて、施肥量を  
アバウトに調整できる。

## 酪農関係者への質問

- Q1. 評価単位はどの範囲を基準とすべきか？  
圃場単位は妥当か？ 圃場内の精密情報は重要か？
- A1. 基本的に農作業は圃場単位なので、圃場単位は必須。  
コストによるが、圃場内の精密情報があれば、部分的に管理  
の重点を変えられるので、ある程度の細かさであった方がよい。
- Q2. 季節的にいつの情報が最も良いか？  
圃場内の情報何年置きに必要か？
- A2. 基本的に1番草のデータが重要。コストによるが、可能で  
あれば、毎年一定の時期にあった方がよい。  
2番草収穫後の秋は、草の変化が少ないので、草種構成を  
見分けるのに適しているのでは？

## 酪農関係者への質問

Q3. どのくらいの値段なら、画像や情報を買うか？

???

十勝の大型2農協は、「マメ科率は集中日を設けて  
人海戦術で調べて方が手取り早い。圃場全筆調べた  
実績がある。」

## 酪農関係者からの質問

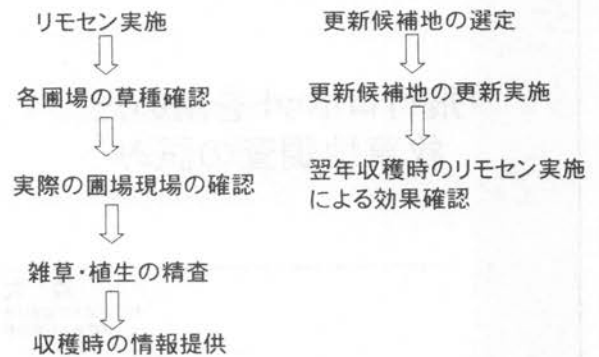
- Q1. 撮影後、何日後にデータを返せるのか？
- A1. 1週間後。
- Q2. 現在、マイコトキシン(カビ毒)の発生で、トウモロコシ  
サイレージの潜在的な汚染が問題となっている。サイ  
ロに入れる前に、原因となる赤カビ病の発生状況を  
予測できないか？
- A2. 罹病個体は雄穂が黒くなるようだが、生育ステージによる  
雄穂の変化と区別することは難しく、雄穂の色には  
品種間差異もある。  
リモセンで抽出するための基本的な調査が必要

42

#### 酪農関係者(種苗会社)からの意見(提言)

1. バンガーサイロ内のグラスサイレージの発酵品質の低下が問題になっている場合があり、どの圃場から収穫された牧草が原因になっているか分からない場合がある。  
そのような場合、リモセンによる草種構成、草質の把握は有効。
2. 草地更新をした場合、草地改良の効果の把握をリモセンで確認できれば良い。
3. TMRセンターや大きな農場などで、リモセン情報を農家経営に活用していただき、モデルケースをつくるのが普及の第1歩。問題点がより明確化する。

#### モデルケース農場での展開手順(案)



#### 今後の課題と展開-1

1. 荒廃草地ばかりではなく、キャンパス内大学附属農場も含めて比較的良好な草地(低収化の進行が少ない)草地におけるデータの蓄積が必要。
2. 特に、草種構成、草質の推定については、外部の先進機関の協力を得て、関係を保ちながら進めていく。
3. 外部資金を獲得し、大学附属農場も含めて大きな農場(TMRセンター、メガファーム)、農業指導機関でのモデルケースをつくる。  
(リモセンの草地利用の応用学的な側面で展開する。)

#### 今後の課題と展開-2

4. 開発中のハイパースペクトル画像の衛星の利用を前提に準備を進める。
5. 画像を購入してから情報化する過程を一元的に引き受ける専門機関が必要。ネットで配信。

# 飛行ロボットを用いた 牧草地調査の試み

森 大  
酪農学園大学連携講座  
国際航業株式会社

## はじめに

### 研究の位置づけ

- 2009年9月より環境システム学部「国際航業(株)連携講座・空間情報応用学講座」を開設
- 農業・環境等の実務分野における空間情報の利活用技術の共同研究・開発
- 目的: 人工衛星や航空写真を利用したりリモートセンシングにより、農業と環境の問題解決と効率化を図る
- 人工衛星や小型無線ヘリコプタ、地上に至る多様なセンサによる情報・農業・環境分野のデータ分析と応用ノウハウ → 農業・環境分野の情報・サービスの確立



2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagyo Co., Ltd.

## 草地情報・更新をGISで支援

空中写真(オルソ)・人工衛星画像データ  
を活用した農地管理を支援

- ・放牧地の入牧計画や生産計画を適切に作成し、業務を軽減化
- ・牧草生産力の把握

### 活用可能な情報・ノウハウ例

**牧区管理**  
・人工衛星データ、航空写真から解析したNDVI値から牧草の健全度を算出し、牧区内の健全度や健全度を把握する事ができ、草地更新や草地整備への利用ができる。またNDVI値から、草地の健全度を算出する事でこの健全データをGISデータとして、コントラクター事業への利用が可能となることで、コスト削減が実現できる。

NDVI: 植生指数(緑色の濃淡で表わす指標)  
NDVI: 植生指数の濃淡で表わす指標

出典: 中経(2010.6) 北海道農業 国土交通省

### 大規模草地を空中写真・衛星画像で管理

草地管理の効率化  
および、農場内の収量パ  
ターンを把握することができ  
草地整備事業を行うときに  
効率的な事業を行うことが  
可能となります。

**活用として**  
地域の広大な草地をリモートセンシング技術で把握し、排水  
改修を行う。農場を適宜に効率的な土地改良事業ができ、  
事業の計画変更にも利用ができ、さらにコントラクター事業へGIS  
データを利用することで、コントラクター事業の運行計画が容易で  
ある。



2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagyo Co., Ltd.

## 牧草地観測へのUAVの応用

### ニーズ

- 地上と航空・宇宙観測の間をつなぐ観測プラットフォームが必要

### 理由

- ① 一番草・二番草出穂、伸張、収穫のタイミングに合わせた参照データの必要性
- ② 週一回程度の高頻度の観測の必要性
- ③ 圃場単位での生育ムラなど、詳細な面的調査の必要性
- ④ 現場で運用できる簡便性

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagyo Co., Ltd.

## UAVとは

- UAV: Unmanned Aerial Vehicle  
Remotely Operated Aircraft  
Remotely Piloted Vehicle の総称  
人を搭載せず、自律航法か遠隔操航法で飛行  
(Cox (2004) NASA Report)

無人、人的な制御を要しない飛行制御装置からの  
電氣的な入力での運用される飛行体

(アメリカ航空宇宙学会AIAA)

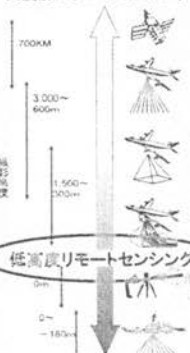
野原(2006) 日本機械学会論文(C編)72巻721号 pp.13-21

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagyo Co., Ltd.

## 小型UAV (飛行ロボット)

### 高度別リモートセンシング



| 分類          | 最大離陸重量 | 飛行時間  | 最大高度 |
|-------------|--------|-------|------|
| 超小型 (Micro) | 5kg未満  | 1時間   | 250m |
| 小型 (Mini)   | 30kg未満 | 2時間未満 | 300m |

**小型・超小型UAVシステムの分類**  
(Bento, M. 2008) The European Association of Unmanned Vehicle Systems (EUROUVS)より抜粋  
※ 機体重量100kg以上の無人飛行(航法装置を含む)の製造については航空法が適用される。

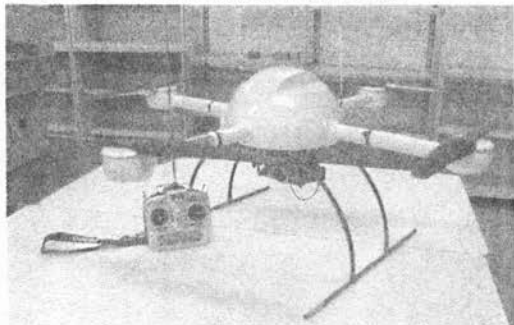
タイミングよく、容易な取り扱いで、無風の負担を少なく  
→ 日常的な空中調査へ

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagyo Co., Ltd.

## 本プロジェクトで使用する飛行ロボット

- マイクロドローンズ社製md4-1000型機

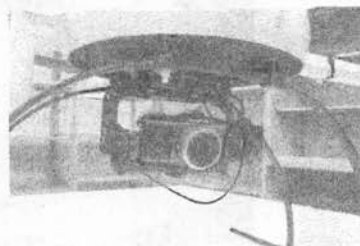


2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

7

## 搭載センサ

- これまでの観測ではmd4-1000にデジタルカメラを搭載
- 現在、マルチスペクトルカメラやハイパースペクトルセンサ搭載を試行中



12Mノンミラー一眼レフの搭載

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

8

## 基本的な空間情報取得機能の試行

- UAVによる基本的な農地の空間情報取得機能(数値地形モデルやオルソ画像の作成)を確認するための試験撮影を実施
- 約300m×200mの水田を対象として高度150mのコース撮影を計画(下図の赤いライン)
- 専用ソフト上でプログラムし、機体にアップロード



飛行計画

2010.9.22 GIS Day in 北海道



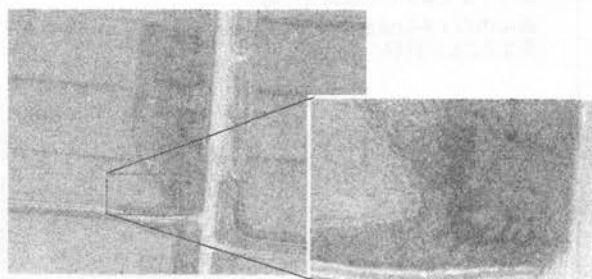
飛行結果

Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

9

## 撮影結果

- 対地高度150mから12Mピクセルモードで45枚を撮影
- 45枚の画像はオーバーラップ、サイドラップ率双方とも60%で撮影



2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

10

## 数値地形モデルの作成例

- 撮影したステレオペアからステレオマッチング技術を用いて数値地形モデルを作成



旭農学園大学、(株)フォーク、国際航業(株)

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

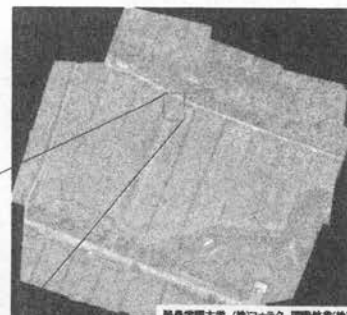
11

## オルソモザイク画像の作成例

- 作成した数値地形モデルを用いてGISデータと整合するオルソ画像を作成
- さらに隣接するオルソ画像をモザイクし、撮影対象全域のオルソモザイク画像を作成



現地写真



旭農学園大学、(株)フォーク、国際航業(株)

オルソ・モザイク画像

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright © Kokusai Kagaku Co., Ltd.

12

## 基礎的空間情報取得機能の確認

- 飛行ロボットを用いた空中写真撮影結果から農地の三次元形状と地図座標と整合したオルソ画像の作成を試行
- 農地の基礎情報取得可能性を確認



数値地形モデルとオルソ画像の統合による鳥瞰図

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 13

## 草種判別・構成割合推定の試行

- 草地整備・更新への応用として、まず、草種判別・構成割合の推定を試行(2010年5月～)



酪農学園大学内の試験対象地

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 14

## 画像判読による草種判別の可能性

- 複数の草種が混在するNo.35の圃場をmd4-1000で複数回、写真撮影(一番草伸張前の5月21日～)
- 高度を変えながら判読性を確認
- 圃場内のイネ科優勢の部分と雑草等が侵入している部分等を判別することが目標

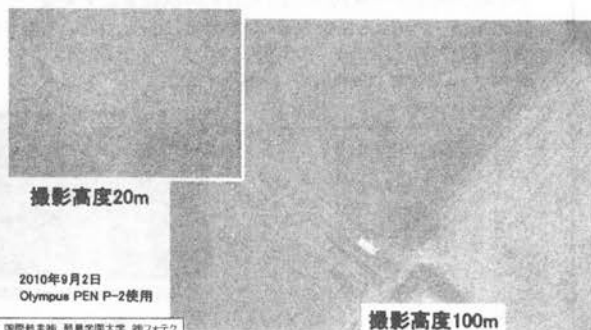


No.35 現地写真

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 15

## 高度別の撮影結果

- 高度を変えた撮影結果から草種の詳細判読が可能な高度を検討



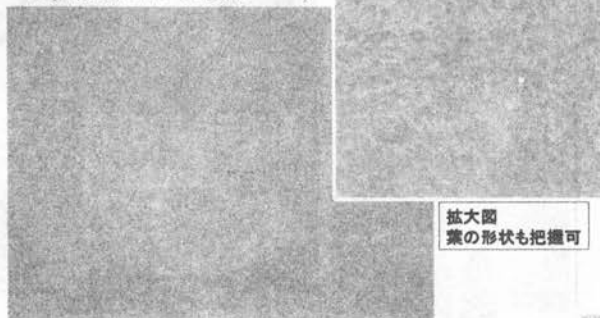
2010年9月2日  
Olympus PEN P-2使用

国際航空航, 酪農学園大学, 神フオテク

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 16

## 草種の判読性の検討

- 20m上空からの撮影
- Olympus PEN E-P2使用



拡大図  
葉の形状も把握可

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 17

## 今後の観測・研究計画案

- 草地整備・更新への情報提供については、低高度観測データの利用可能性を以下の項目について検討

| 目的                           | 検討手法                        |
|------------------------------|-----------------------------|
| ①草種判別・構成割合推定<br>(マメ科率推定)     | 観測画像のGISデータ化→判読と<br>現地状況の把握 |
| ②草地の収量推定                     | 観測画像のGISデータ化→植生指数<br>の検討    |
| ③草地内の収量変動(ムラ)<br>把握・雑草進捗度の評価 | 観測画像のGISデータ化→判読             |
| ④草地・飼料作物の湿潤性<br>の把握          | 観測画像のGISデータ化→植生指数<br>の検討    |
| ⑤越冬状態の評価                     | 観測画像のGISデータ化→判読             |

2010.9.22 GIS Day in 北海道 Copyright ©Kokusai Kagaku Co., Ltd. 18

## マルチプラットフォーム・リモートセンシングによる農業 情報提供の実現



Copyright ©Kakuhiko Koyama Co., Ltd.

- ・ 酪農学園大学と国際航業(株)の連携講座・空間情報応用学講座では農業・環境等の実務分野における空間情報の利活用技術の共同研究・開発中
- ・ 人工衛星や小型無線ヘリコプタ、地上に至る多種のセンサによる情報＋農業・環境分野のデータ分析と応用ノウハウにより農業・環境分野の情報・サービスの実用化を目指している
- ・ 研究の一環として牧草地の整備・更新に資する情報の収集に向けて研究を進めている
- ・ 今後、草種の判別から収量推定など複数の情報収集法の確立を目指して研究を進めたい

2010.9.22 GIS Day in 北海道

Copyright ©Kakuhai Kogyo Co., Ltd. 20