

GIS・リモートセンシング技術を 農業・環境分野へ活用する

酪農学園大学農業環境情報サービスセンターのご紹介

2017年6月20日

酪農学園大学環境共生学類 教授
農業環境情報サービスセンター センター長
金子正美 kaneko@rakuno.ac.jp

農業環境情報サービスセンター 2011年4月設立

経緯

- 2007年4月：リモートセンシングセンター構想（谷山学長）
- － 2010年2月：農業環境情報サービス推進室設置
- － 2010年8月 GISルーム更新（予算：4,700万円）
- － 2011年4月 農業環境情報サービスセンター開設
- － 2014年11月 北海道と連携協定
- － 2015年3月 GIS機器の一部を更新（予算：1,000万円）
- － 2016年9月 GISサーバー更新（予算：7,300万円）



体制

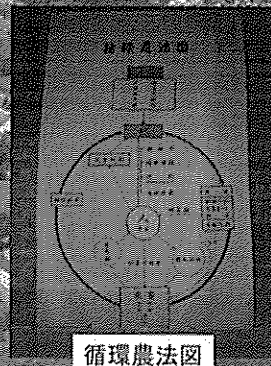
教員・研究員10名、スタッフ7名

事業費

年間7000万円程度

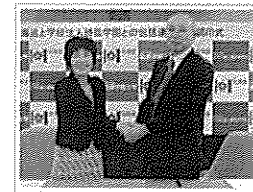
酪農学園大学の概要

- 1933年 北海道酪農義塾設立
- 1960年 酪農学園大学開学
 - － 建学の理念「健土健民」
 - － 「循環農法図」
- 地域へ人材を輩出(農業高校・農業普及員・農協・農業共済組合等)
卒業生 24,000人、在学生3,500人

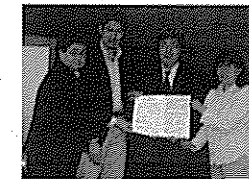


循環農法図

北海道、(財)北海道農業公社、国際航業株式会社、ESRIジャパン、コンサベーションインターナショナル、EnVision環境保全事務所と連携協定



2014年北海道



2010年ESRIジャパン
コンサベーションインターナショナル
EnVision環境保全事務所



2010年北海道農業公社

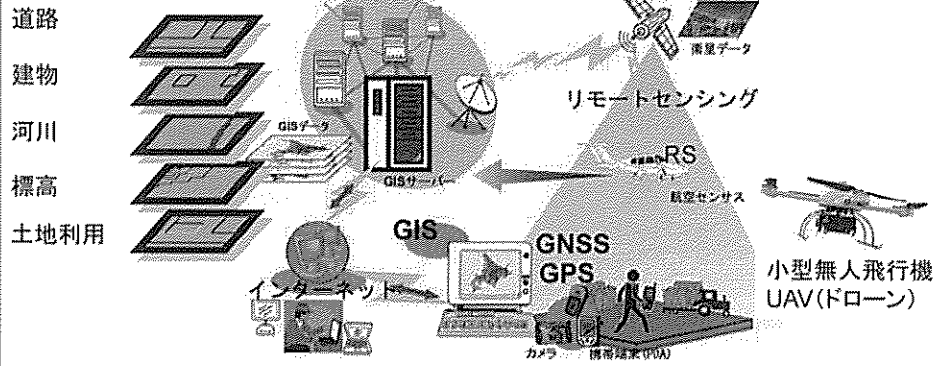


2009年国際航業株式会社

GIS、ICT人材育成

GISによる農業振興

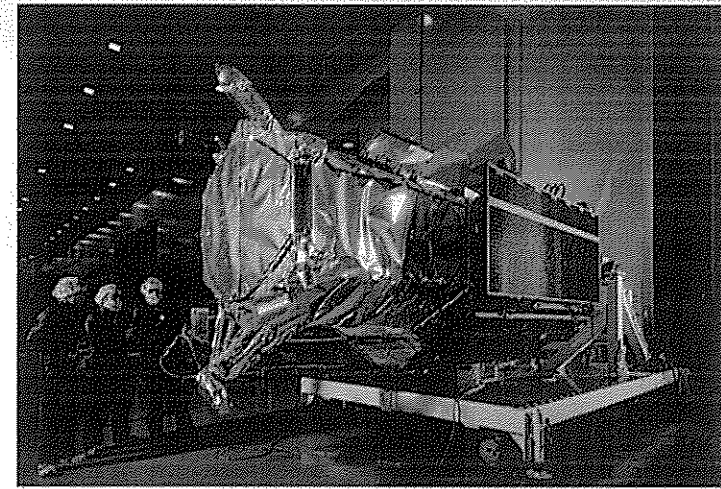
農業環境情報サービスセンター



ハードウェア
 Windows PC 165台
 ArcGISサーバ、Imageサーバ
 Fileサーバ
 大型プリンタ、大型スキャナ

ソフトウェア
 ・ArcGIS 無制限
 ・ENVI 60ライセンス
 ・Erdas Imagine 15ライセンス
 ・eCognition 5ライセンス
 ・PhotoScan、Pix4D
 ・QGIS、GRASS、MultiSpec

DigitalGlobe社の衛星 (WorldView-4)



UN International Conference on Disaster Risk Identification, Assessment and Monitoring, 2014

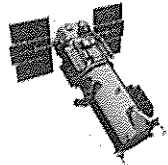
リモートセンシング衛星の現状

大型衛星



LANDSAT-8 [NASA]

- 空間分解能: 15m, 30m
- 撮影頻度: 1回/16日
- 観測幅: 180km
- 重量: 2,780kg



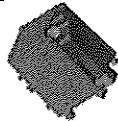
WorldView-3 [DigitalGlobe社]

- 空間分解能: 0.31m, 1.24m, 3.7m
- 撮影頻度: 1回/2日
- 観測幅: 13.1km
- 高さ: 5.7m (パドル展開時 7.1m)
- 重量: 2,800kg

小型衛星

RapidEye [PlanetLabs社]

- 空間分解能: 5m
- 撮影頻度: 1回/日 (5機)
- 観測幅: 77km
- 大きさ: 60cm×60cm×80cm
- 重量: 150kg



DMC-3 [DMCH社]

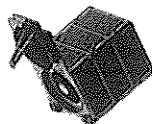
- 空間分解能: 1m, 4m
- 撮影頻度: 1回/日 (3機)
- 観測幅: 23km
- 大きさ: 60cm×60cm×80cm
- 重量: 350kg



超小型衛星

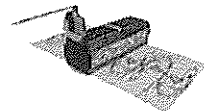
SkySat [SkyBox社]

- 空間分解能: 0.85m
- 撮影頻度: 5回/日 (24機: 2018年~)
- 観測幅: 8km
- 大きさ: 60cm×60cm×80cm
- 重量: 83kg

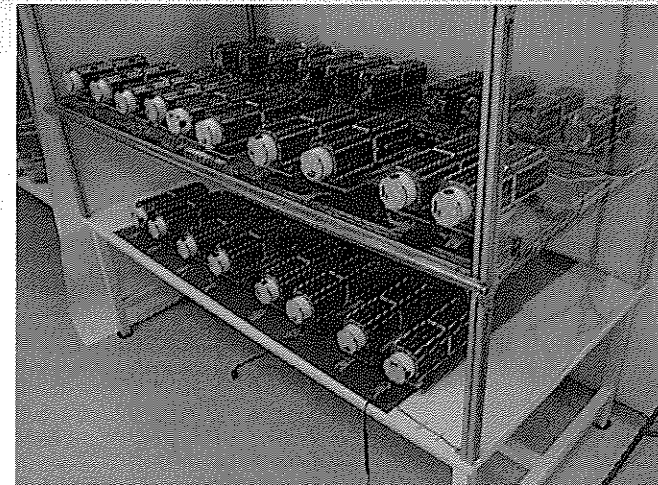


DOVE [PlanetLab社]

- 空間分解能: 3m~5m
- 撮影頻度: 1回/日 (130機: 2015年~)
- 観測幅: 5km
- 大きさ: 10cm×10cm×30cm
- 重量: 4kg

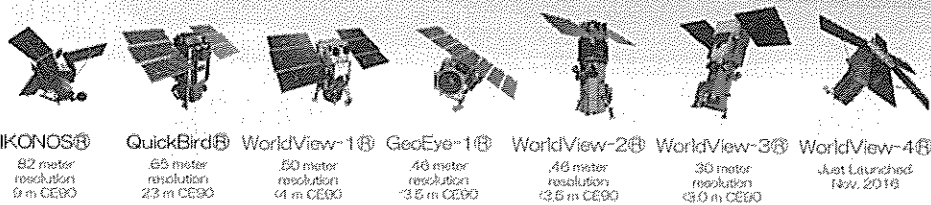


注目される超小型衛星 PlanetLabs社の衛星



UN International Conference on Disaster Risk Identification, Assessment and Monitoring, 2014

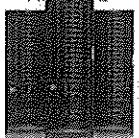
Digital Globe社の衛星



IKONOS® 82 meter resolution 9 m CE90
QuickBird® 65 meter resolution 23 m CE90
WorldView-1® 50 meter resolution 04 m CE90
GeoEye-1® 46 meter resolution 3.5 m CE90
WorldView-2® 46 meter resolution 3.5 m CE90
WorldView-3® 30 meter resolution 3.0 m CE90
WorldView-4® Just Launched Nov. 2016

CURRENTLY IMAGING IN ORBIT

AVAILABLE VIA DIGITALGLOBE ARCHIVE



2016

UN International Conference on Disaster Risk Identification, Assessment and Monitoring 2014

酪農学園大学とDigital Globe Foundationが協定を締結



Memorandum of Understanding between Rakuno Gakuen University and the DigitalGlobe Foundation

This Memorandum Of Understanding ("MOU") is entered into as of June 29, 2016 ("Effective Date"), by and between the DigitalGlobe Foundation, a 501(c)(3) non-profit, established under the laws of USA and registered within the Commonwealth of Virginia, with its principal place of business at 1300 12th Avenue, Westminster, Colorado, 80234 USA ("DigitalGlobe Foundation"), and Rakuno Gakuen University, an educational institution with its principal place of business at 003-8501, 582, Bunkyo-1-machinaka, Ebetsu, Hokkaido, Japan ("Partner").

RECITALS

- DigitalGlobe Foundation is committed to supporting the development of the next generation of geospatial leaders that share in our purpose of Seeing a Better World™.
- Partner serves the citizens of Japan, and the world through discovery that expands the limits of knowledge, learning through dissemination and preservation of knowledge, and engagement through exchange of knowledge, and
- DigitalGlobe Foundation and Partner desire to work together to find innovative ways to address global challenges through the use of geospatial technologies

Digital Globe社が保有する世界中の全ての人工衛星画像データの無償利用が可能に (2016年7月開始)

現在、世界で10数機関
ミネソタ大学、
UCサンディエゴなど
東アジアでは初

2016年7月14日(木)北海道新聞 37面

米企業の衛星画像 酪農大へ無償提供
環境、農業に「宇宙の目」
 地理情報システム使い分析

酪農学園大学(酪大)と米企業デジタルグローブ(DigitalGlobe)が、衛星画像の無償提供に関する協定を締結した。酪大は、環境調査や農業生産の効率化などに活用する。D社は、衛星画像の提供を通じて、D社の衛星画像の提供を受ける。

D社は、衛星画像の提供を受ける。酪大は、環境調査や農業生産の効率化などに活用する。D社は、衛星画像の提供を通じて、D社の衛星画像の提供を受ける。

北海道新聞社許諾D1607-1701-00011761

商業地球観測衛星

Worldview3



衛星観測写真 (Image credit: DigitalGlobe/2.2.1)

高解像度 (パン31cm マルチ1.24m)

広範囲 (65.5km x 112km 5ストリップ広域観測範囲 / 13.1km x 360km ロングストリップ etc.)

高頻度 (最大4.5日に1回)

多バンド (パン1+可視・近赤外8

+中間赤外8バンド)

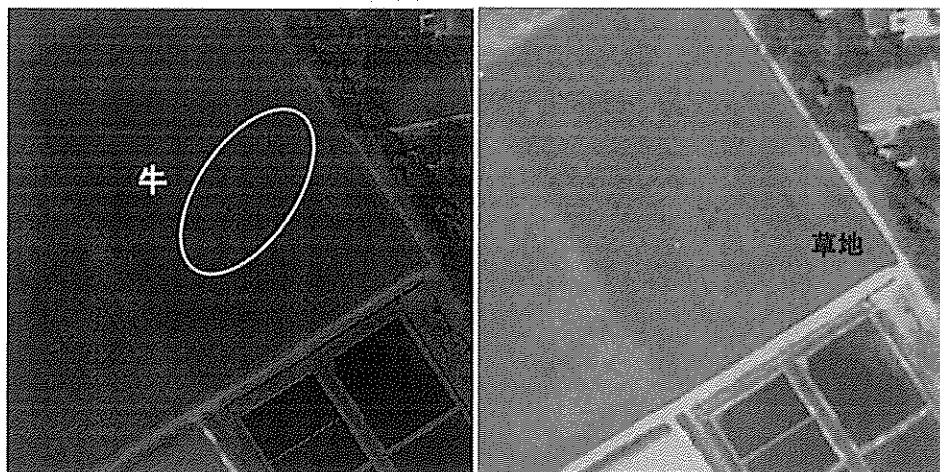
フルドメイン(WorldView-3)観測	
打ち上げ	2014年6月12日
軌道高度	617km
パンクロマティックの画素	450-600nm
パンクロマティックの分解能	0.31m (地上画)
マルチスペクトルの画素	450-510nm 510-560nm 560-625nm 620-690nm レイトレクション 705-745nm 近赤外1 770-895nm 近赤外2 890-1040nm
マルチスペクトルの分解能	1.24m (地上画) 1.35m (オフアディアック画)
観測幅	17.1km (地上画)
観測スワッチ	13.1km x 13.1km (Spot Point Target) 13.1km x 360km (Long Strip) 63.5km x 112km (Large Area Collect) 28.2km x 112km (Stare Area Collect)
パン1(観測帯幅)の観測幅	13km (地上画) x 14km (オフアディアック画)

http://www.sgd.co.jp/sug/contents/satellite/satellite_worldview3.html

高解像度 広範囲 高頻度 多バンド worldview

高解像度、マルチバンド

北海道大学農場



パンシャープン ナチュラルカラー
地上解像度 30cm

フォールスカラー
地上解像度120cm

Worldview3 2016年5月21日撮影

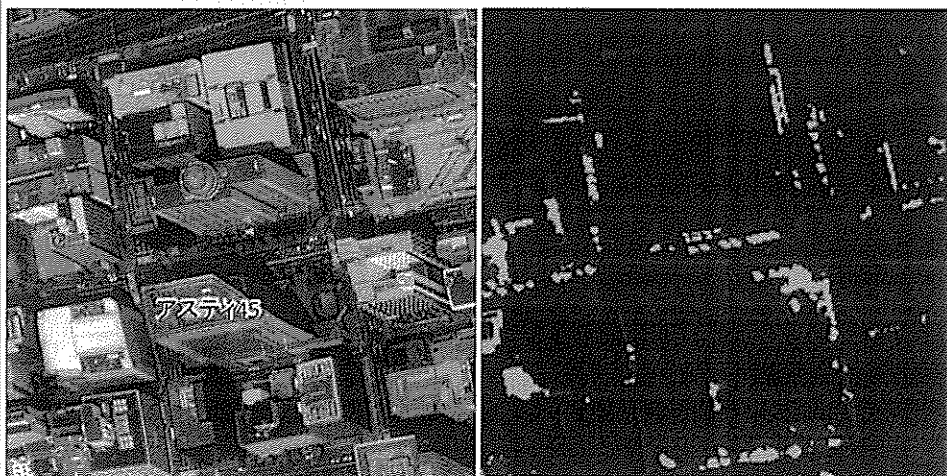
街路樹マップの作製



0 50 100 m

高解像度 広範囲 高頻度 多バンド worldview

衛星から見た街路樹



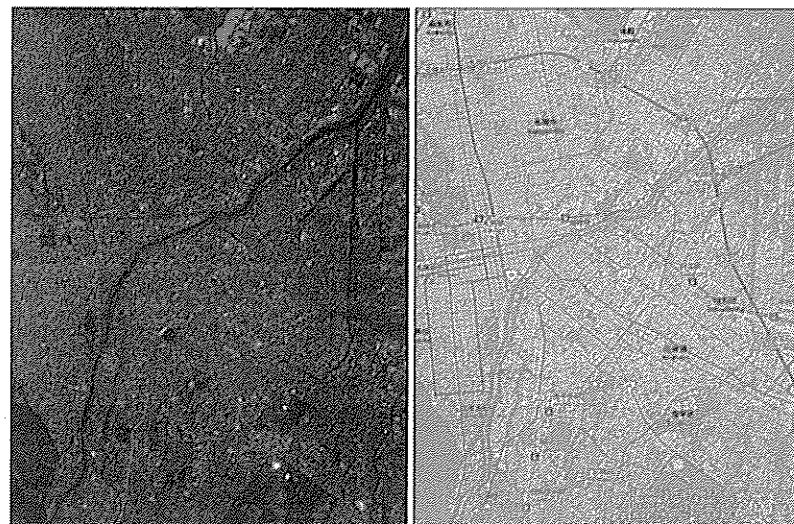
パンシャープン ナチュラルカラー
地上解像度 30cm

NDVI(正規化植生指数)
地上解像度120cm

2016年5月21日撮影

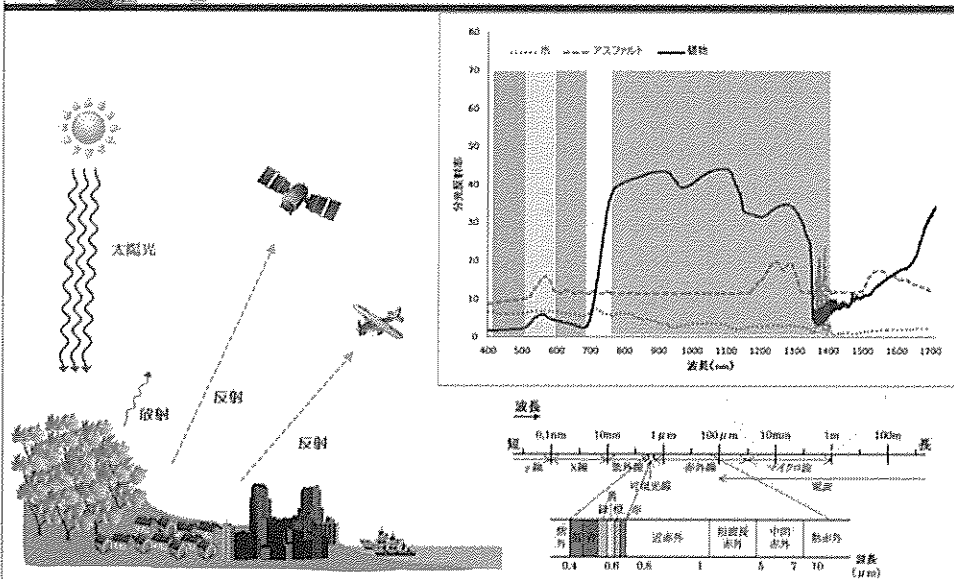
高解像度 広範囲 高頻度 多バンド worldview

広域かつ単木レベルの緑地マップ

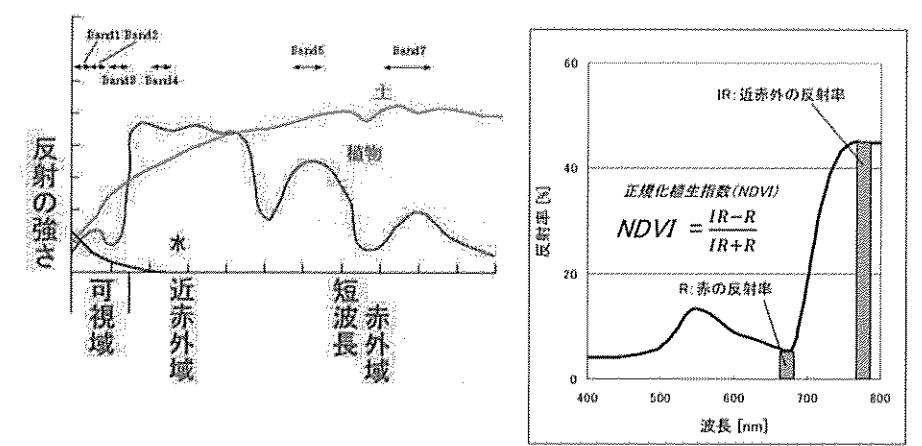


0 1 2 3 4 5 km

リモートセンシングの原理 (光学)



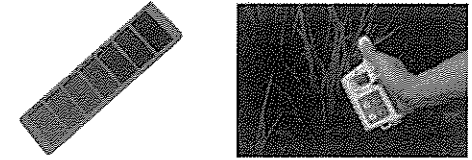
NDVI(正規化植生指数)の計測



生産量とたんぱく含有量を計測する

・人間の目に見える(青色から赤色)に加えて、近赤外(植物の健康状態に関係)や熱赤外(表面温度)などが計測でき、地図にできる

慣行の葉色診断



カラースケール
※富士平工業ホームページより引用

SPAD計
※コニカミノルタホームページより引用

葉を挟み、葉色を測定
赤・近赤外の波長を使用して測定

赤・近赤外は空(宇宙)から観測できる

赤・近赤外を使用したNDVIという指標で植物を評価

穂ばらみ期の葉色診断

対象品種	穂ばらみ期葉色濃度(上段域) (%)	高に対応する葉色値 (SPAD5002*)	高に対応する葉色値 (カラースケール**)
青ちからまひり7	2.9~3.3	35~40	4~5

注1) 測定部位: 上段域下葉。*: ミノルタ葉色計。**: フジファイルム本館葉色表

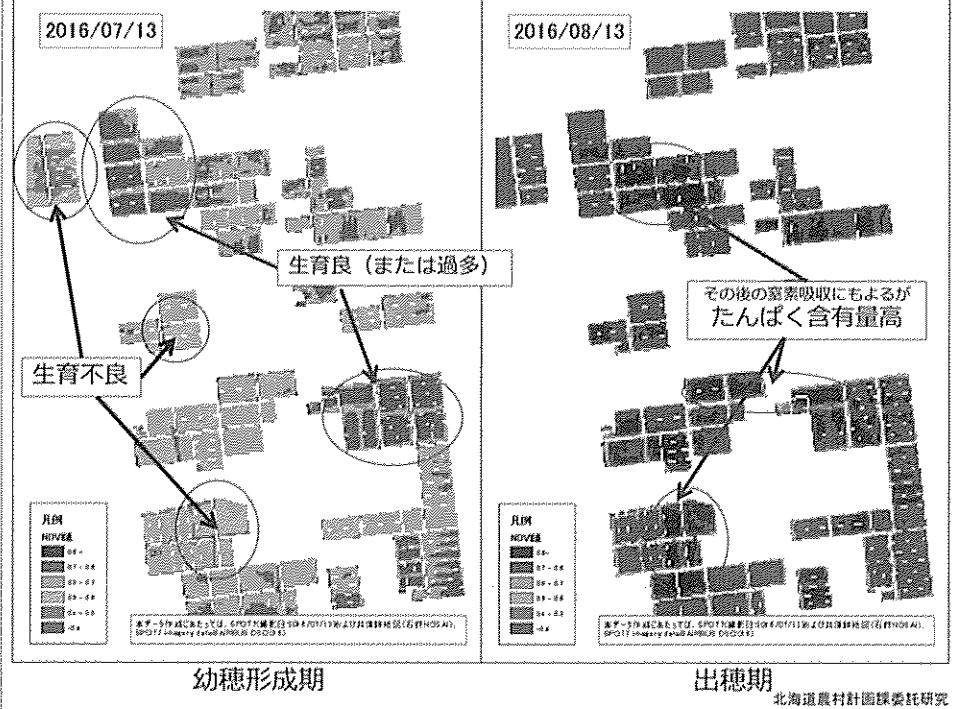
止葉期の葉色診断

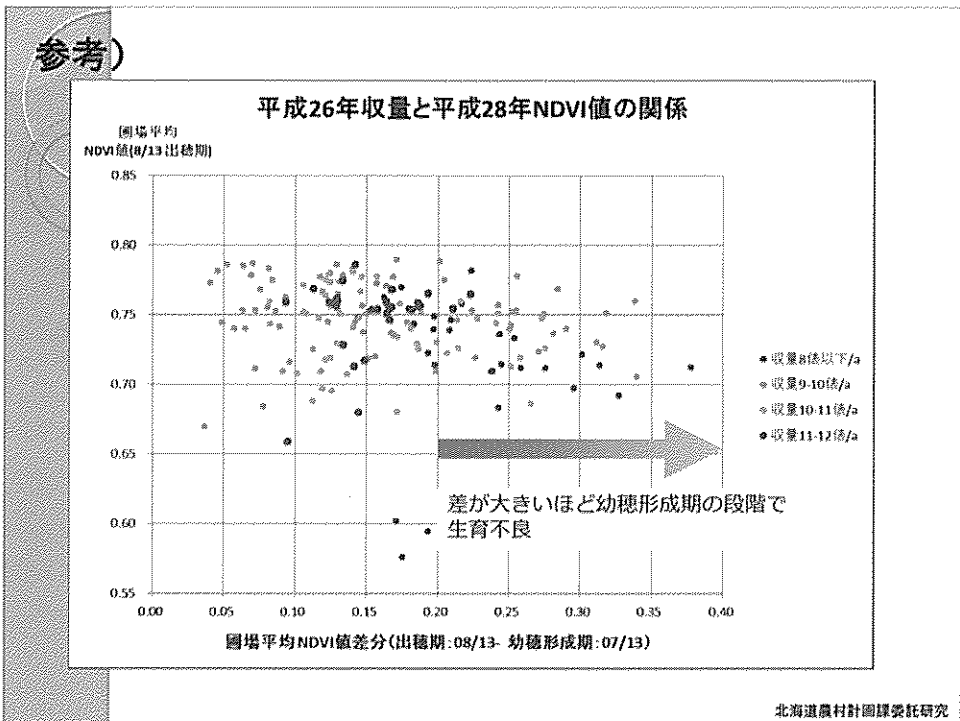
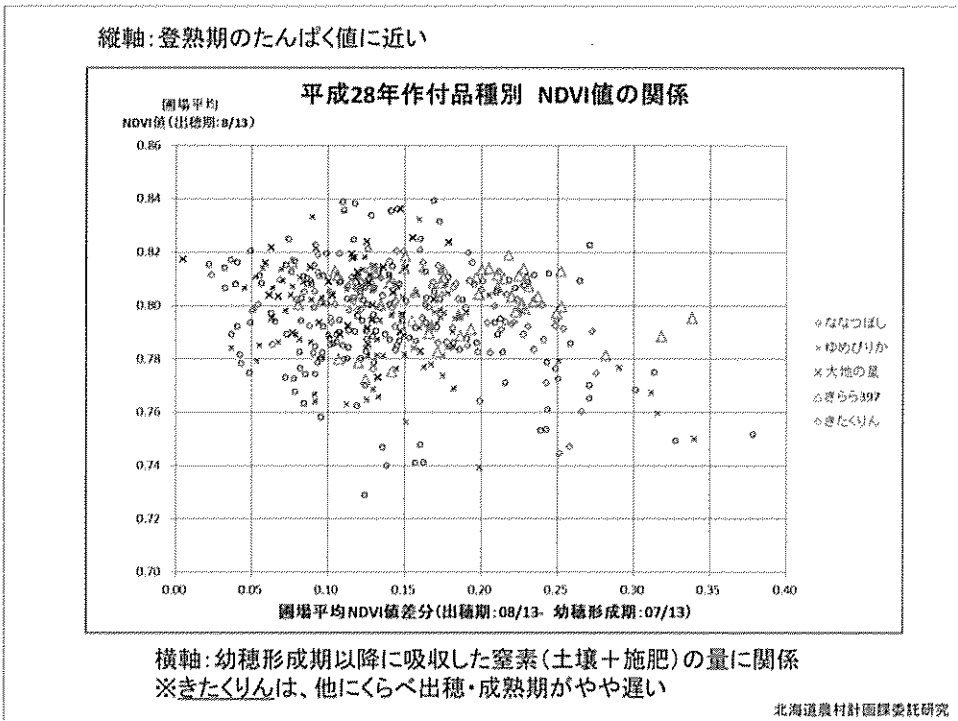
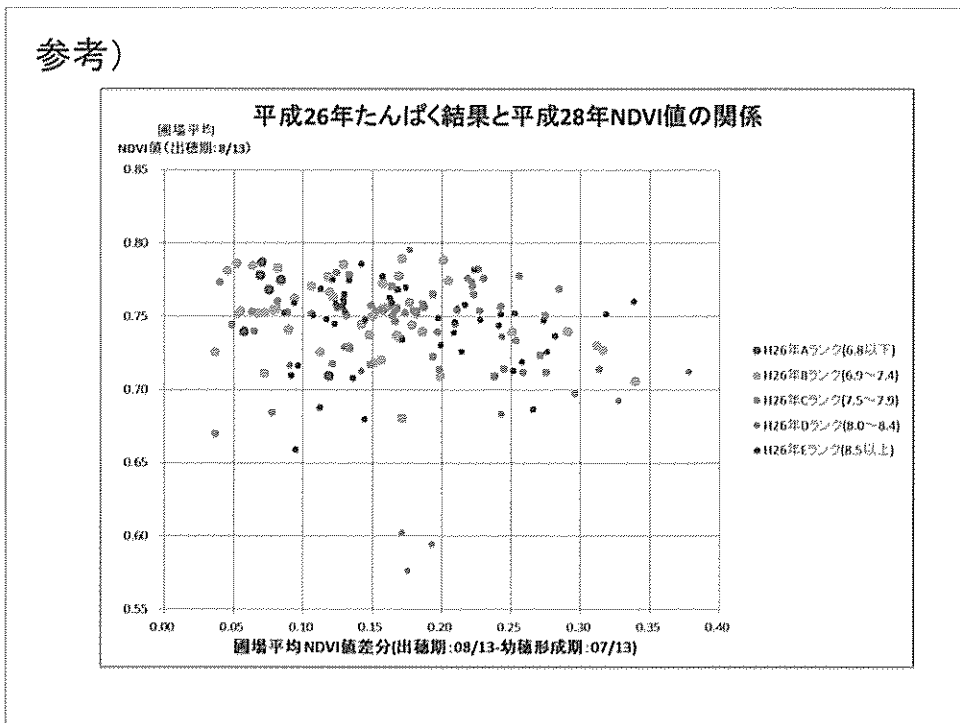
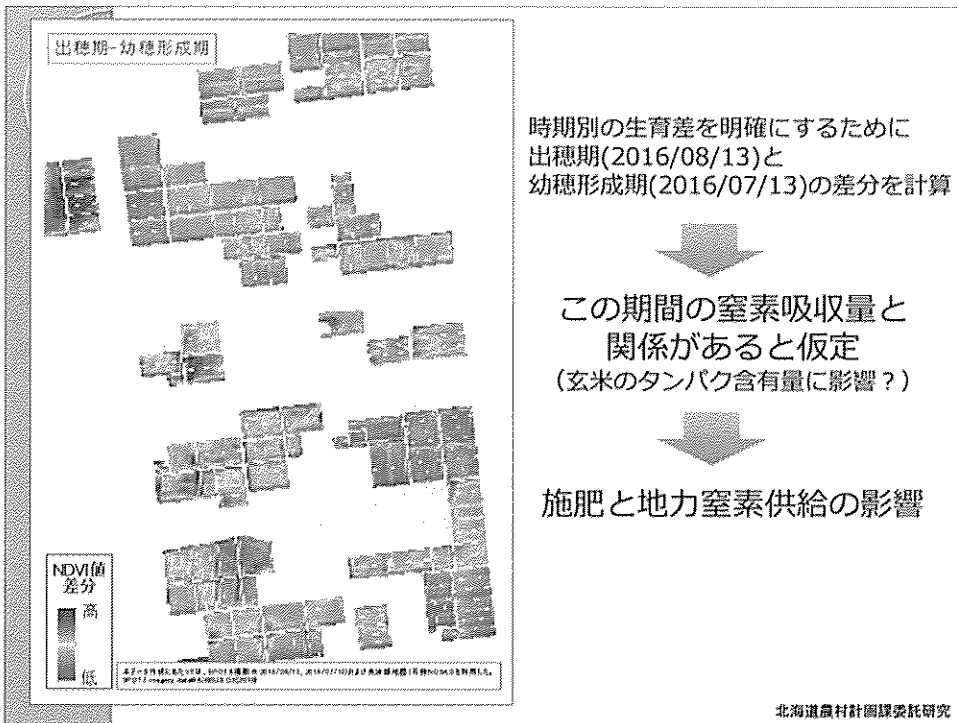
対象品種	自家タンパク質含有率 (%)	高に対応する葉色値 (SPAD5002*)	高に対応する葉色値 (カラースケール**)
青ちからまひり7	2.9	35	4
ほしのゆめ	2~3	20~35	3~5
ななつのはし	3.5	35	5

注1) 測定部位: 止葉。*: ミノルタ葉色計。**: フジファイルム本館葉色表

※北海道施肥ガイド2015より

窒素濃度や蛋白含有率を推定





分析結果の妥当性について

圃場見学会の実施

- 参加者：JA職員，道出先機関職員，道研究所職員，生産者など
- 実施日：
 - 標茶町：2015/6/27 (6/2-3)，11/12 (10/19) 括弧内は観測日
 - 浜中町：2016/11/16 (5/28)

※ 秋季の現地調査・春季の妥当性確認と合わせて実施

組合員への提示・アンケート

- 次年度の営農計画策定時に資料として使用
- 圃場の状態について確認・意見聴取



分析結果について

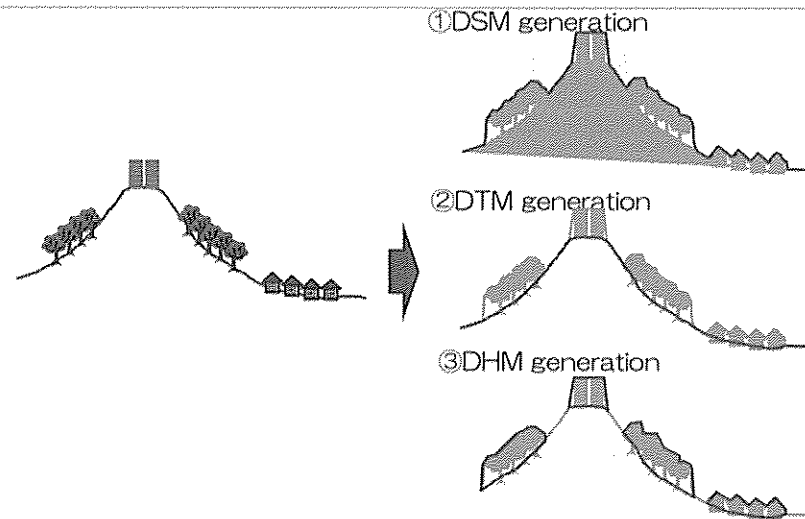
- ・ 圃場の状況とよく合致している
- ・ 見れていない圃場の状況が分かって良い
- ・ 更新対象圃場の選定が客観的にできる
- ・ 肥培管理に利用できる
- ・ 圃場の状態を効率的に把握・確認できる

要望

- ・ 牧草・雑草の混在状況がより細かく把握できると良い (使用画像の解像度の向上)
- ・ 安価で継続的に情報を提供して欲しい

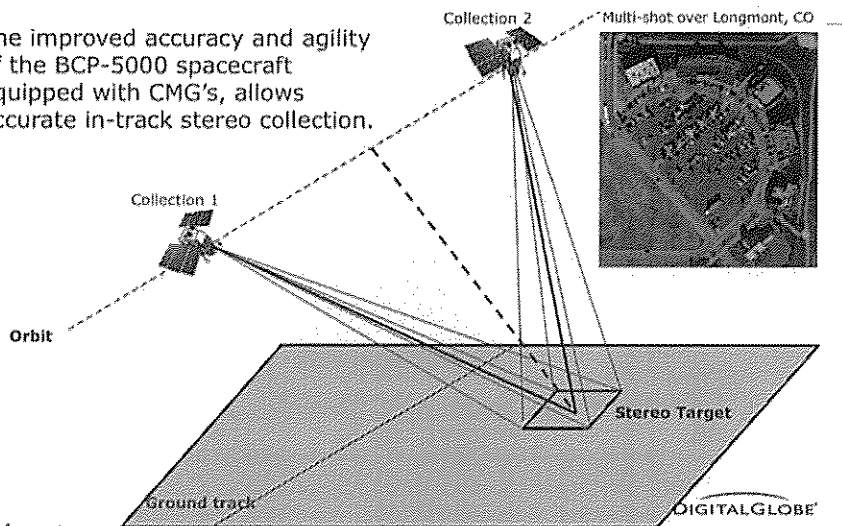
略農業を支援する情報を提供することが可能

衛星のステレオ画像より生成可能な3D情報

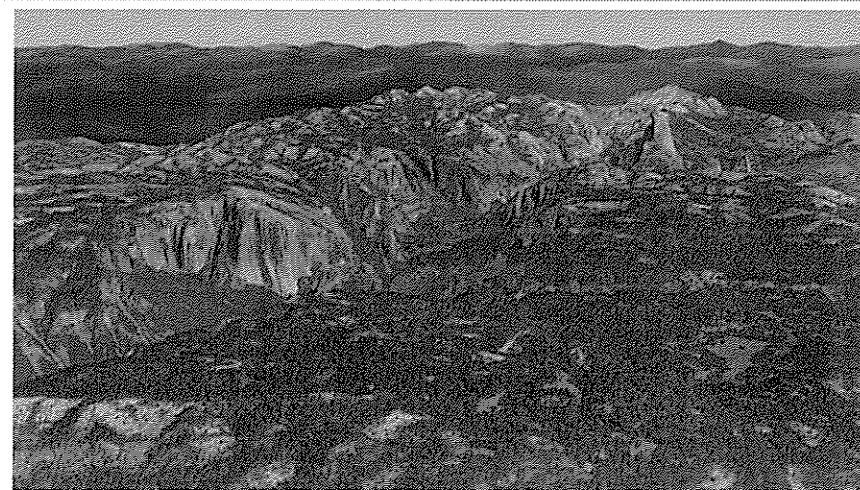


ステレオ観測の概念

The improved accuracy and agility of the BCP-5000 spacecraft equipped with CMG's, allows accurate in-track stereo collection.

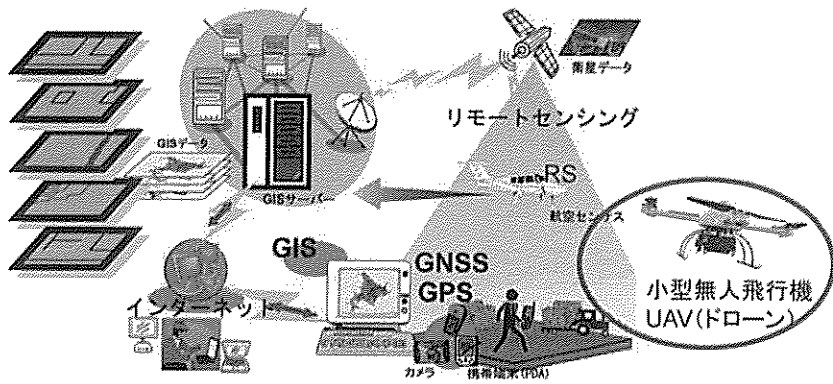


ステレオ画像からの3D情報の抽出 -Vricon 3D-



農業環境情報サービスセンター

道路
建物
河川
標高
土地利用



ハードウェア
Windows PC 165台
ArcGISサーバ、Imageサーバ
Fileサーバ
大型プリンタ、大型スキャナ

ソフトウェア
・ArcGIS 無制限
・ENVI 60ライセンス
・Erdas Imagine 15ライセンス
・eCognition 5ライセンス
・PhotoScan、Pix4D
・QGIS、GRASS、MultiSpec

2015年11月24日(火)日本農業新聞13面(ワイド1)

酪農学園大・小川准教授

作物生育 確実に把握

ドローンや無人機で撮影 GISで画像解析

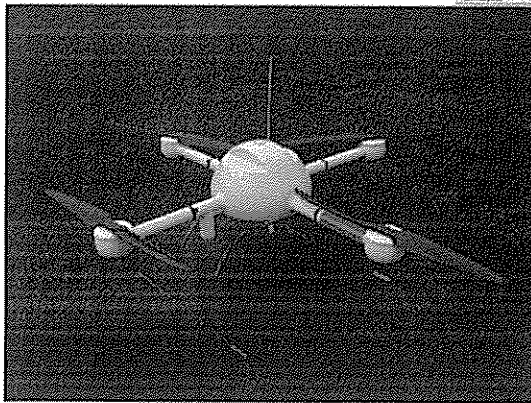


「石川県酪農学園大学農畜生産学部の山根大准教授の研究室で、酪農学園大の学生がドローンで撮影した農地の画像をGISで解析している。ドローンで撮影した画像をGISで解析することで、作物の生育状況を把握し、適切な管理を行うことが可能になる。小川准教授は、ドローンや無人機を用いた農業の応用について、具体的な事例を紹介している。」

「授業地を更新すれば、従来の撮影方法ではできなかった、農地の使用状況や、農地の管理状況などを把握することが可能になる。小川准教授は、ドローンや無人機を用いた農業の応用について、具体的な事例を紹介している。」

日本で最初にドローン(UAV)を導入

日本農業新聞 2008年(平成20年)11月4日(火曜日)



無人ヘリで生育調査

酪農学園大と国内初のドローン飛行
「酪農学園大学と国内初のドローン飛行」のニュース記事の一部。記事は、酪農学園大学の山根大准教授が、無人飛行機（ドローン）を用いて農地の生育調査を行うことに成功したことを報じている。記事には、ドローンの利点や、今後の応用について詳しく説明されている。

北海道建設新報 第17930号 (日付)

道ドローン協会発足へ

当別に常設練習場
技術向上や資格取得支援
運営は岩田地崎建設など

「道ドローン協会」が発足する。道内各地でドローンを用いた農業や建設現場での活用が進んでいる。協会の運営は岩田地崎建設などによる。記事には、協会の目的や、今後の活動について詳しく説明されている。

2017年(平成29年) 1月26日 木曜日

北海道建設新報

CIM&情報化施工

株式会社岩崎

札幌市中央区南一条西五丁目1番1号

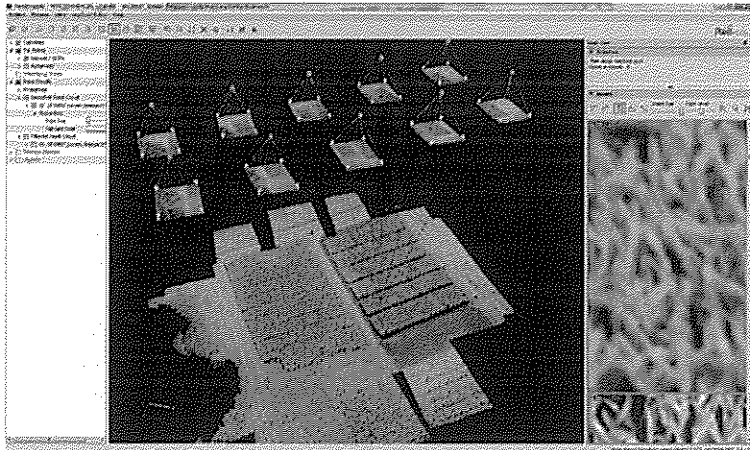
TEL:011-832-1111

FAX:011-832-1112

www.rockawake.co.jp

ドローン (UAV) を使用した圃場地図の作成方法

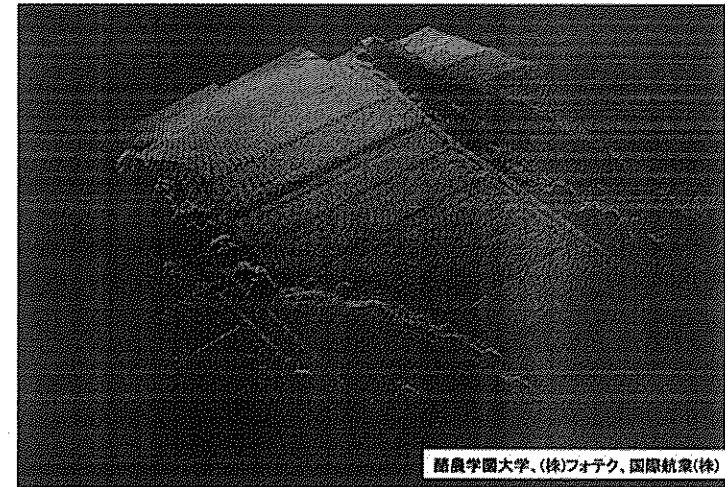
1. 飛行計画を事前に作成 (ソフトが作成) して、位置情報をもとに自動飛行
2. 一定時間間隔に (または指定場所で) 数十から数百枚の写真を撮影



3. 画像処理ソフトで合成処理を行い、圃場地図を作成

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



酪農学園大学、(株)フォテック、国際航業(株)

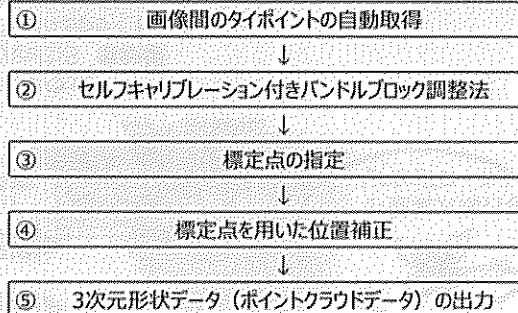
SfMによる3次元形状データの作成と植物高の算出

SfM処理アプリケーション

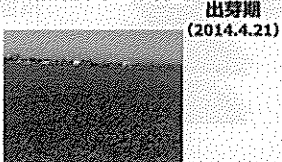
- Pix4Dmapper Ver.1.2.69

(Pix4D社：スイス)

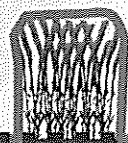
- ②：内部・外部標定要素の値が収束するまで繰り返し、推定値を確定
- ③④：標定点は設置した6点中5点を使用



植物高の算出



出芽期
(2014.4.21)



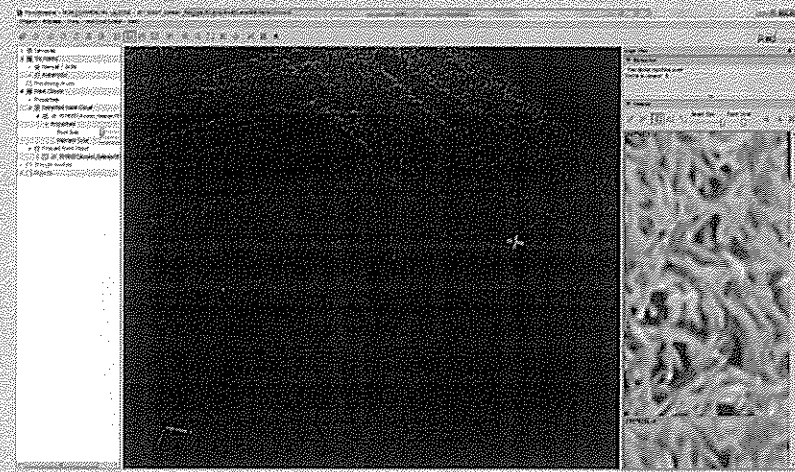
収穫期
(2014.6.19)



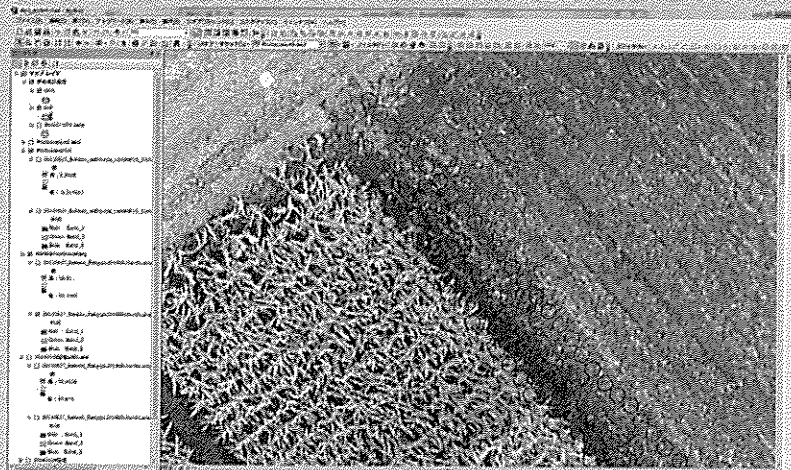
登熟期
(2014.7.7)

フィルタリング処理を行ない地盤面として使用

マッチングによる高さ計測

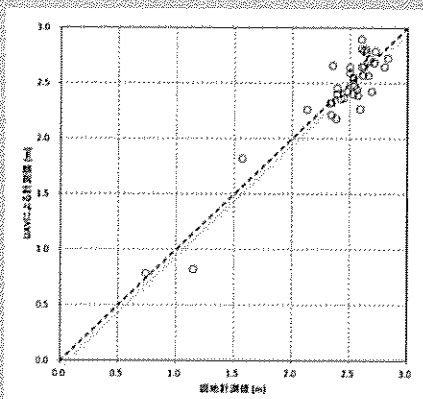


作物の高さ計測



デントコーンの株の位置をマーキング→UAVデータから推定実測値と比較

デントコーン高さ推定結果



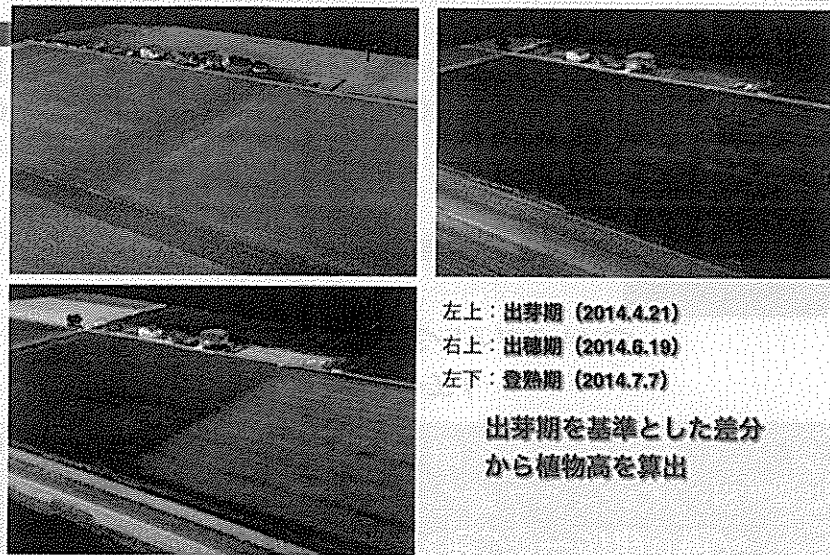
- ・ 36 cmのバイアスを雄穂頂点と葉面の差と解釈。

- ・ UAV測定値に36cmを加えて、現地計測値と比較。



- ・ RMSE: 15 cm

小麦の生育モニタリング 【SfMによる3次元形状データ作成】



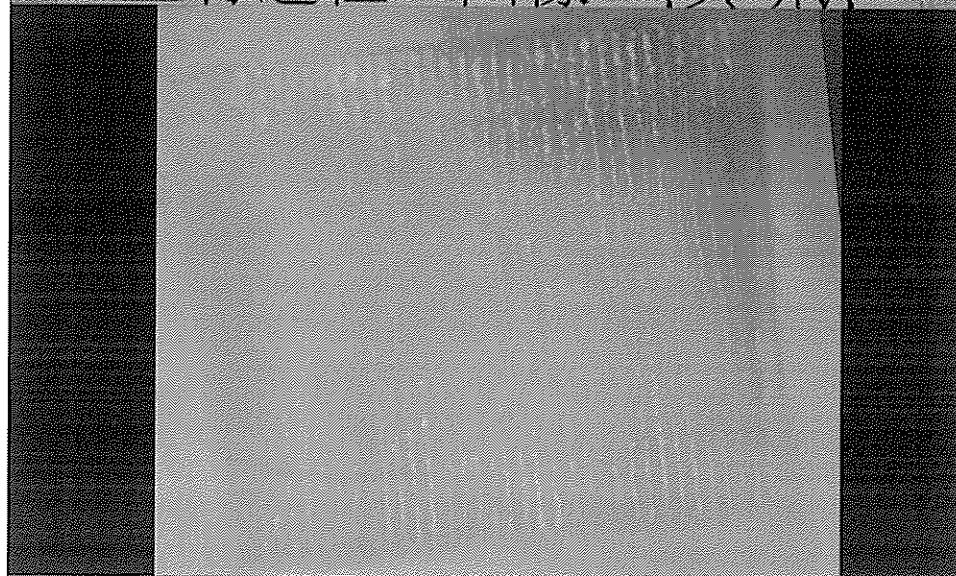
左上：出芽期 (2014.4.21)

右上：出穂期 (2014.6.19)

左下：登熟期 (2014.7.7)

出芽期を基準とした差分から植物高を算出

生育過程の画像・DSM



雑草拡大 6/19, 7/7, 7/24

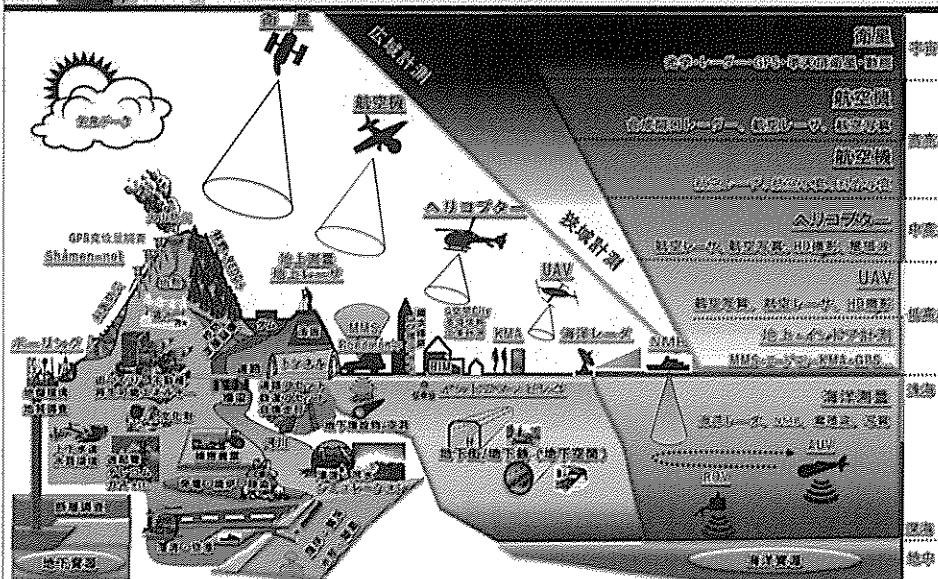
①

- 成長と共に雑草が拡大
- 初期は 5 m程度
- 初期発見・対処に活用
- 観測頻度が重要

②

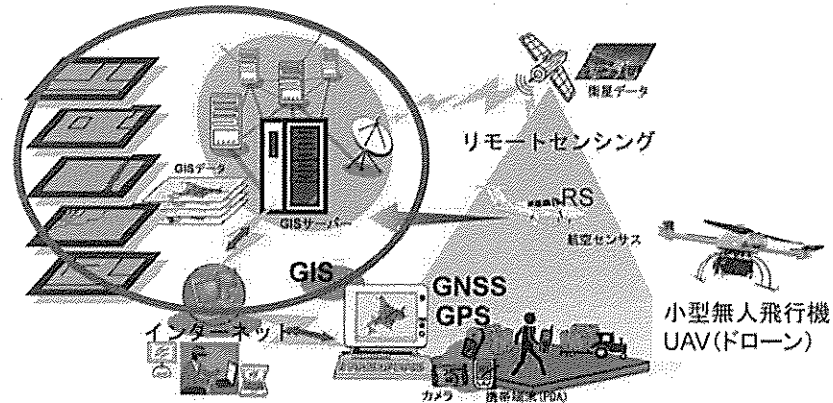
③

マルチプラットフォームセンシング



農業環境情報サービスセンター

道路
建物
河川
標高
土地利用

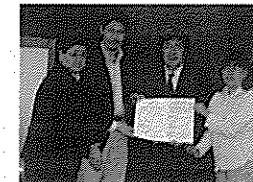


ハードウェア
Windows PC 165台
ArcGISサーバ、Imageサーバ
Fileサーバ
大型プリンタ、大型スキャナ

ソフトウェア
・ArcGIS 無制限
・ENVI 60ライセンス
・Erdas Imagine 15ライセンス
・eCognition 5ライセンス
・PhotoScan、Pix4D
・QGIS、GRASS、MultiSpec

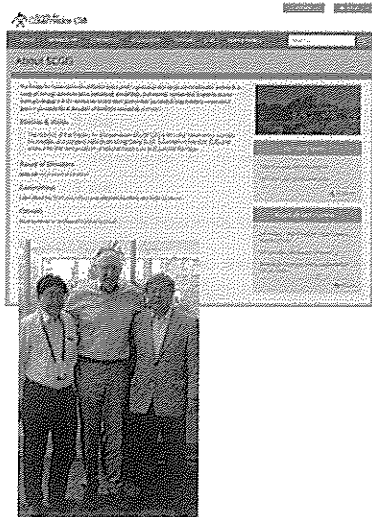
農業環境情報サービスセンターの取り組み コンサベーションGISコンソーシアムジャパンCGIS Japan の活動を通じた生物多様性の保全

- コンサベーションGISコンソーシアム
- コンサベーション国際ナショナルジャパン
 - ESRIジャパン株式会社
 - NPO法人EnVision環境保全事務所
 - 酪農学園大学



の4者を発起人とし、日本と地球の生物多様性を保全することを目的に、データベースの開発、GISとインターネットによる情報提供、環境保全政策の提言などを旨とする活動です。

ESRI社、SCGIS (Society for Conservation GIS) と連携した環境保全GIS支援



SCGISは、ESRI社がサポートする環境保全NPO

研修、MLによるGIS技術サポート

酪農学園大学は、SCGISの日本ブランチ

ESRI社と協働したArcGIS研修、データ配信の取り組み

<p>湖沼 国土数値情報の湖沼（面）データから作成した、全国及び都道府県別の湖沼ポリゴンデータです。都道府県別データは、全国版データを編集して作成していますが、湖沼が複数の都府県にまたがる場合は、いずれの都府県にも湖沼を重複して含めています。</p>	<p>流域界 国土数値情報の流域界・非集水域（面）データから作成した、全国及び都道府県別の流域界ポリゴンデータです。都道府県別データは、全国版データを編集して作成していますが、流域界が複数の都府県にまたがる場合は、いずれの都府県にも重複させて含めています。</p>
<p>植生 環境省生物多様性センターで調査整備された「第2～5回植生調査取組むけ植生データ」を利用して作成した都道府県別（北海道は旧支所別）の植生ポリゴンデータです。第6回調査以降に変更になった凡例体系と比較できるよう第6回調査以降の凡例フィールドを追加しました。</p>	<p>3次メッシュ(世界測地系、日本測地系2000) 標準地域メッシュ第3次メッシュの範囲のポリゴンデータから、都道府県と重なる部分を抽出した、都道府県別の第3次メッシュデータです。属性として第1次メッシュ、第2次メッシュの情報を含んでいます。過去の調査結果は日本測地系で整備されているため、日本測地</p>
<p>3次メッシュ(日本測地系、旧測地系) 標準地域メッシュ第3次メッシュの範囲のポリゴンデータから、都道府県と重なる部分を抽出した、都道府県別の第3次メッシュデータです。属性として第1次メッシュ、第2次メッシュの情報を含んでいます。過去の調査結果は日本測地系で整備されているため、日本測地</p>	<p>標高 標高地形情報数値標高モデル10mメッシュ（空間データ基盤）を利用して作成した都道府県別の標高データです。10m間隔で標高を保持する画像データとなっています。都道府県境界から外側に約4kmの範囲までのデータを含みます。平均角度標高モデルで作成しています。</p>
<p>傾斜 標高データより作成した都道府県別の傾斜データです。10m間隔で傾斜を保持する画像データとなっています。傾斜の単位は角度で、0～90度の範囲となっています。</p>	<p>地上傾度 標高データより作成した都道府県別の地上傾度データです。10m間隔で地上傾度を保持する画像データとなっています。地上傾度の単位は角度で、0～90度の範囲となっています。地上傾度は地図表現手法の一つで、傾斜が高い数値で強調表現されるという特徴があります。</p>

CGISJの主な活動内容

- ホームページによる環境情報の提供

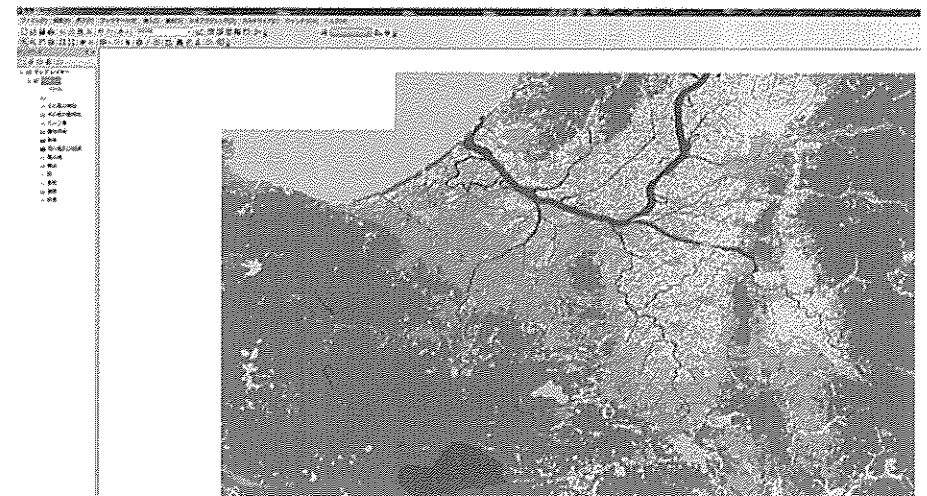
<http://cgisj.jp/>

- GIS講習会、事例紹介等の実施
- 米国コンサベーションGISへの研修派遣窓口
- コンサベーションGISプラットフォームの構築



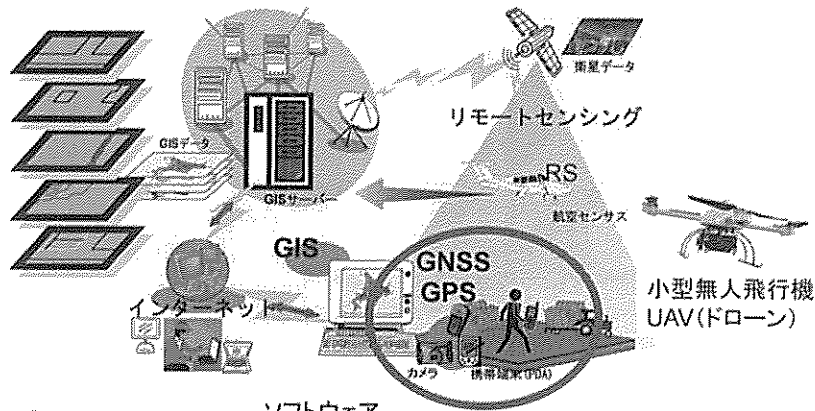
2017/6/19

国土数値情報を活用したEcoMeshの作成 約3800万点の土地利用、植生データ (国土数値情報、環境省自然環境保全基礎調査)



農業環境情報サービスセンター

道路
建物
河川
標高
土地利用



ハードウェア
Windows PC 165台
ArcGISサーバ、Imageサーバ
Fileサーバ
大型プリンタ、大型スキャナ

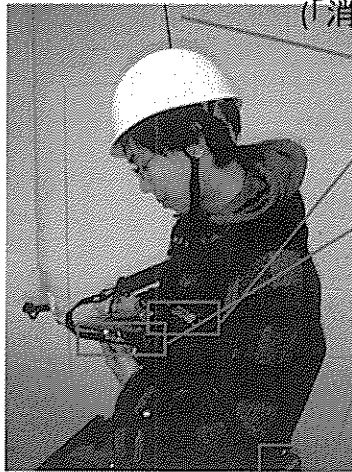
ソフトウェア
・ArcGIS 無制限
・ENVI 60ライセンス
・Erdas Imagine 15ライセンス
・eCognition 5ライセンス
・PhotoScan、Pix4D
・QGIS、GRASS、MultiSpec

市民参加の環境モニタリング



消防分野における位置情報共有システムの開発

(「消防防災科学技術研究推進制度」にて開発)

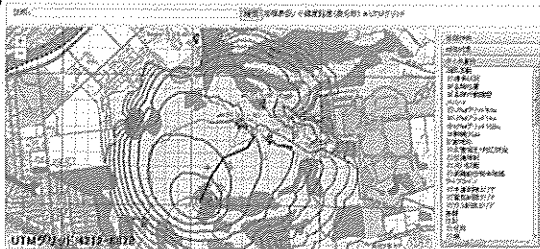


アンテナ

デジタル無線機

活動隊員用端末
(GPS搭載、SIMフリー)

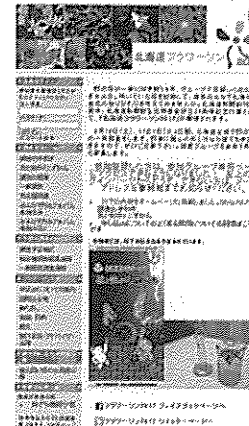
バッテリー



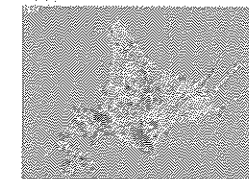
■ 無線機・端末が極力活動の邪魔にならない

市民科学の例：フラワーソン

北海道フラワーソン＝フラワー+ウォッチングマラソン
5年に一度の花の開花調査



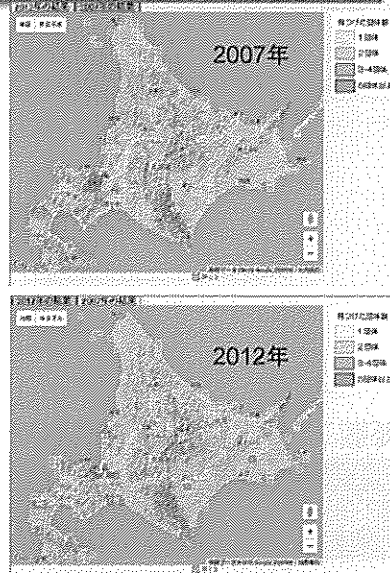
	第1回1997年	第2回2002年	第3回2007年	第4回2012年
実施日	6/14-15	6/15-16	6/16-17	6/16-17
調査地区数	646	521	537	509
参加グループ数	473	372	461	451
参加者数	約2,400	約1,600	約2,600	約3,100



北海道野生生物基金
<http://www.aurora-net.or.jp/nature/yasei/cyousa/index.html>
 分析・実行委員 さっぼろ自然調査館・渡辺修

フラワーソナーデータの集計と地図化

順位	前年順位	前々年順位	種名	外来種	開花植物地区数	前年から増減
1	2	2	セイヨウタンポポ	※	414	6%
2	1	1	シロツメクサ	※	404	▲6%
3	3	3	ムラサキツメクサ	※	343	▲7%
4	4	4	ヒメスイバ	※	332	1%
5	7	5	コンロンソウ		329	13%
6	5	15	マイヅルイロ		303	▲4%
7	13	10	クサノオウ		272	4%
8	22	18	ハルザキヤマガラシ	※	266	13%
9	9	8	オオヤマフスマ		264	1%
10	8	13	ヘラオオハコ	※	259	▲1%
11	16	17	オオアマドコロ		253	3%
12	10	12	フランスギク	※	243	▲3%
13	12	7	オオハナウド		239	▲3%
14	14	6	フタナ	※	237	▲1%
15	17	20	クルマハソウ		236	▲1%
16	18	26	シャク		226	2%
17	20	27	マムシグサ		218	1%
18	26	23	ナスナ		205	5%
19	34	40	ツボスミレ		202	11%
20	11	11	コウリンタンポポ	※	201	▲10%



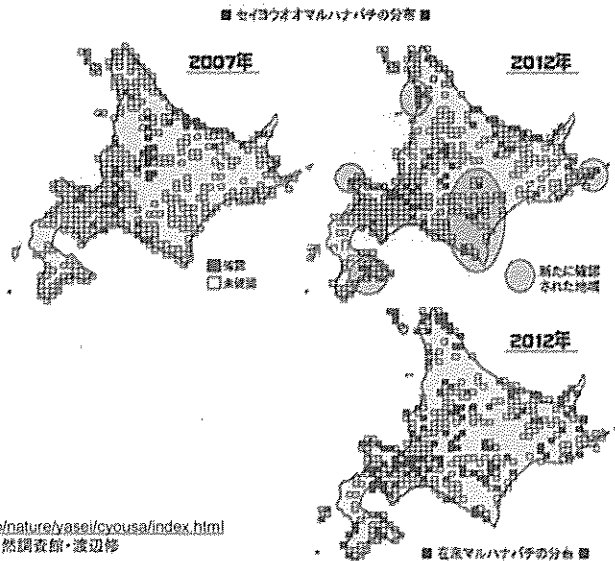
北海道野生生物基金
<http://www.aurora-net.or.jp/nature/yasei/cyousei/index.html>
 分析: 実行委員 さっぼろ自然調査部・渡辺修

携帯端末でのモニタリング



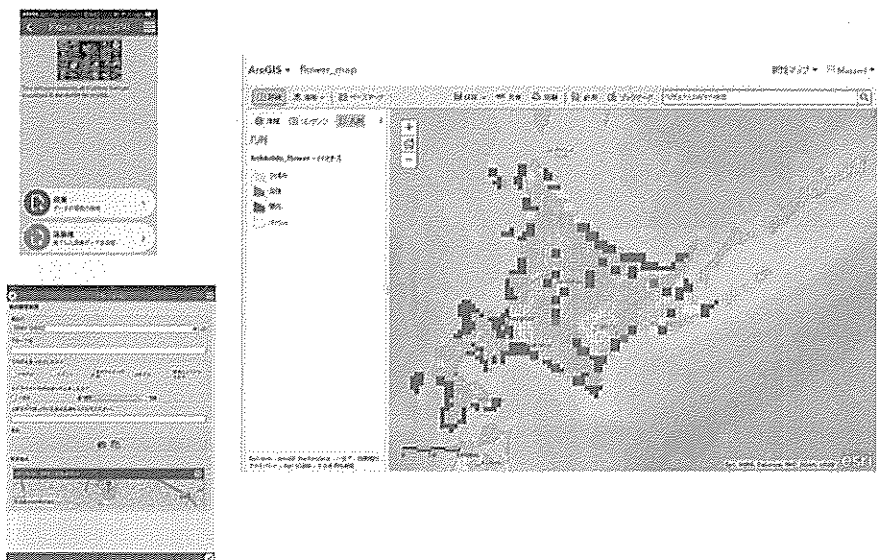
位置情報(GPS)、
 標高、写真
 (気温、植生なども)

外来種 セイヨウオオマルハナバチの分布

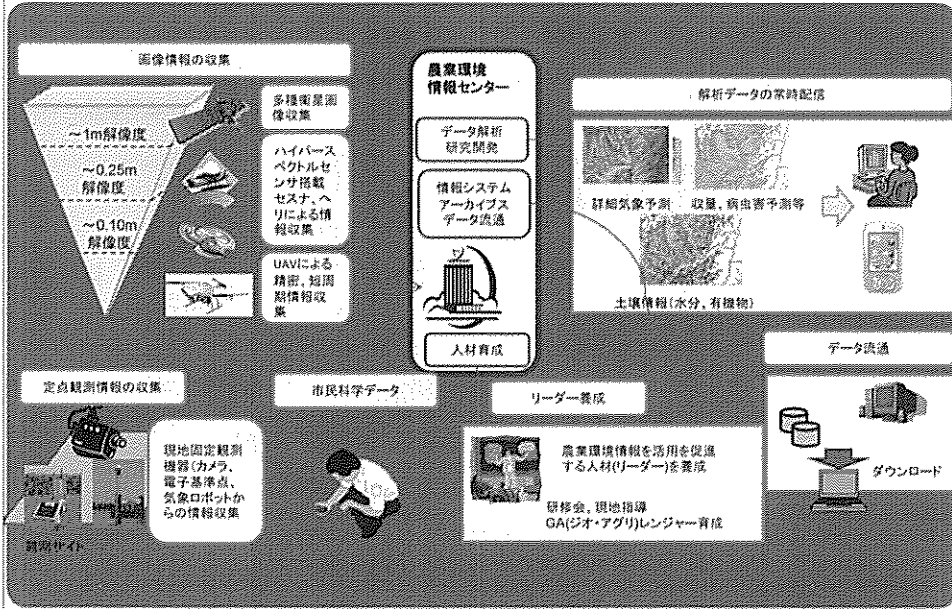


北海道野生生物基金
<http://www.aurora-net.or.jp/nature/yasei/cyousei/index.html>
 分析: 実行委員 さっぼろ自然調査部・渡辺修

Survey123 (ESRI) によるデータ収集と公開



自己増殖する情報システムの構築



食料基地・北海道を救うGeoAgriレンジャー養成



食糧戦隊GALレンジャー

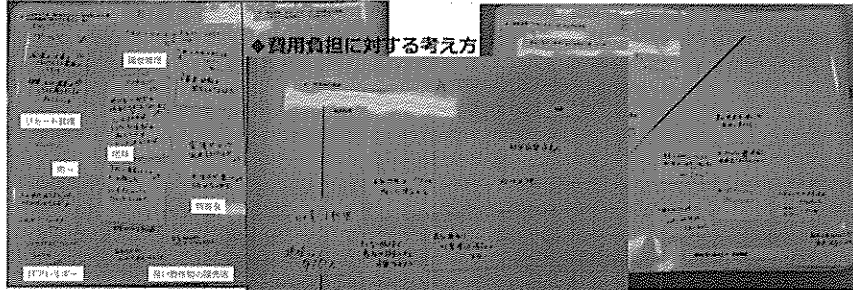
意欲的な農業者の皆さまとワークショップ

～2015/1/20実施 酪農大にて

◆日頃のお悩みと衛星データの活用可能性

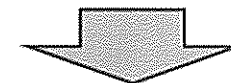
◆衛星データを活用した分析技術の評価

◆費用負担に対する考え方



空間情報の活用→GISの未来

- 安価なPC,モバイルデバイスへの移行
- マルチプラットフォームセンシング技術、GNSS技術との融合
- オープンソース、オープンデータ、クラウドシステムの活用
- マンパワーの活用(人材の育成)



市民科学の時代へ

つなぐ(つながなくてはならない)時代へ

- 組織をつなぐ
- 人をつなぐ
- ハードをつなぐ
- ソフトをつなぐ
- 技術をつなぐ
- 地域と地球をつなぐ

ご清聴ありがとうございました

終

金子正美
kaneko@rakuno.ac.jp

