

北海道における超小型衛星の 研究開発

2013年9月30日

北海道工業大学
北海道衛星株式会社
佐 鳥 新

超小型衛星とは

日本(H21 宇宙基本計画での定義)

- ~100kg : 超小型衛星

Surry university (英)での定義

- 10 – 100kg : Micro satellite
- 1 – 10kg : Nano satellite
- 0.1 – 1kg : Pico satellite



2006年打ち上げ: 超小型衛星 HIT-SAT (2.7kg)

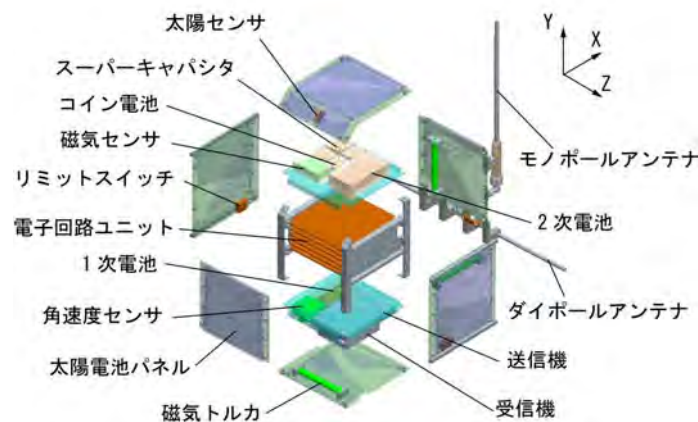
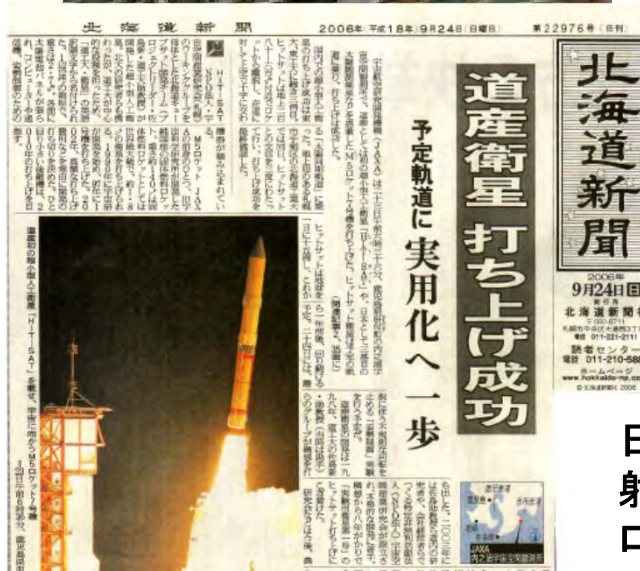
- 開発機関が短く(3年程度), 低開発コスト, 最先端の技術を導入しやすい
- 大型衛星打ち上げ時の相乗り搭載による打ち上げが可能
(打ち上げ機会が多い)

例) 2009年GOSAT(JAXA)の相乗り副衛星としてH-IIAにより, 7機の超小型衛星が軌道の上に打ち上げられた
2013年打ち上げ予定のGPM (JAXA)の相乗り副衛星として7機の超小型衛星が打ち上げられる予定



同時期に多数の衛星を軌道の上に配置することが可能

超小型衛星『HIT-SAT』



日時: 平成18年9月23日6時36分打ち上げ
射場: 鹿児島県内之浦宇宙空間観測所
ロケット: M-Vロケット@JAXA

衛星の重量 : 2.7kg
衛星の寸法 : 12cm × 12cm × 12cm
ミッション : 姿勢制御、通信等

北海道衛星とは

(2003年～)

「北海道衛星」と命名した意味

北海道で人工衛星の開発・設計・製造を行う

目的・使命

北海道から新しい宇宙産業を興す

- ①小型衛星を従来方式の**開発品から工業製品へのイノベーション**を図る。
- ②**スピノフ技術**の他産業への応用・拡大により宇宙開発の裾野を広げ、経済的繁栄も同時に目指す。

北海道衛星とは

『大樹』： 農業を中心とするリモセン。ハイパースペクトルセンサを搭載。

北海道衛星プロジェクトのアプローチ

- 道民と夢と希望を共有する

啓蒙活動

- 学生にプロ意識を教育する
- プロジェクトを通し、学生達に自己の向上の喜びを伝える

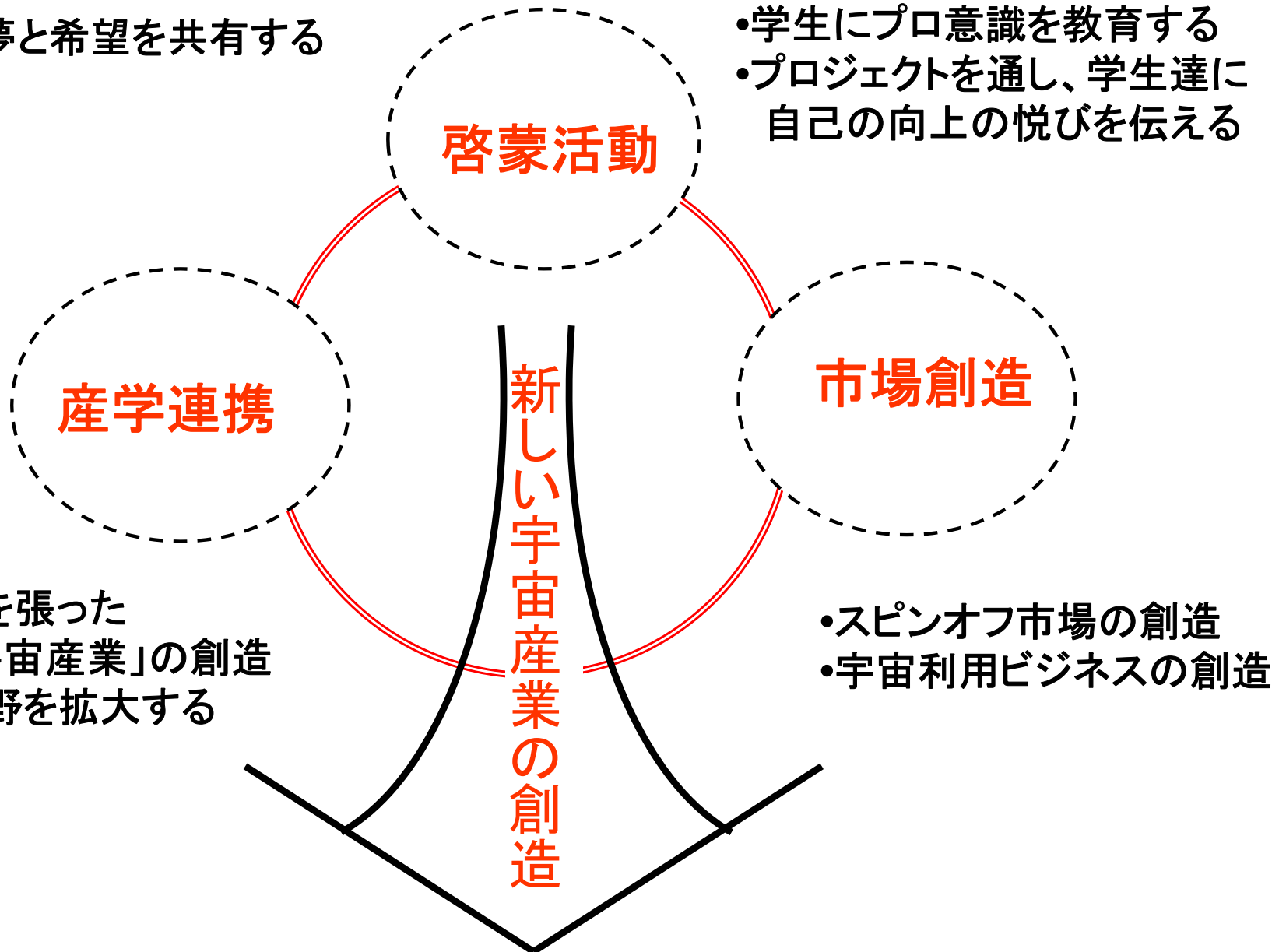
産学連携

- 地元を根を張った「新しい宇宙産業」の創造
- 技術の裾野を拡大する

市場創造

- スピンオフ市場の創造
- 宇宙利用ビジネスの創造

新しい宇宙産業の創造

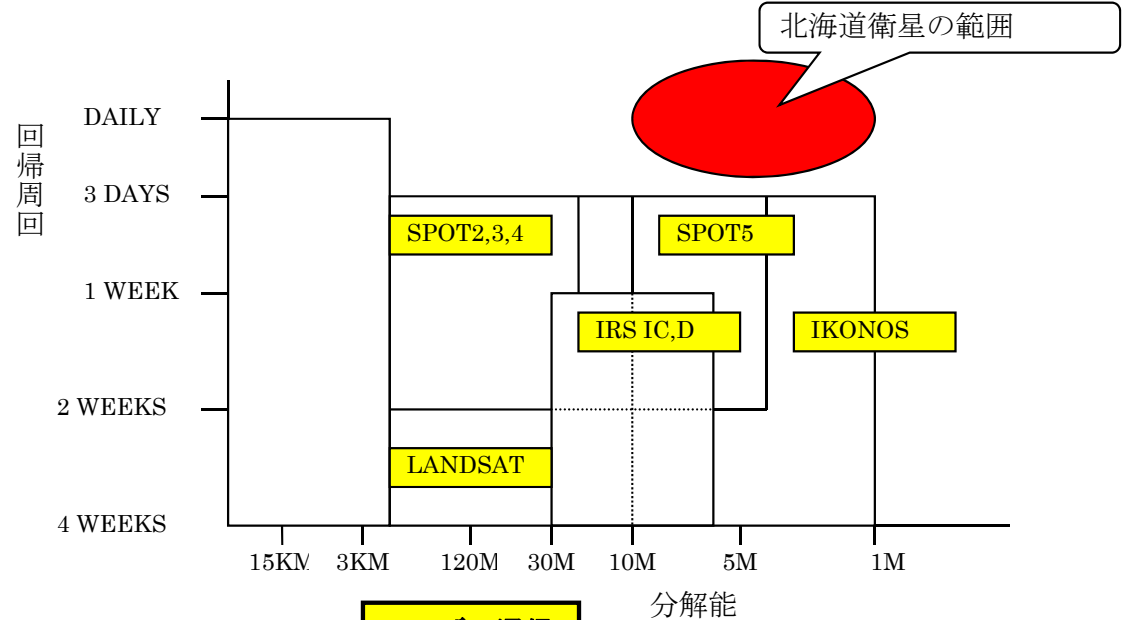


宇宙ビジネスの実証計画

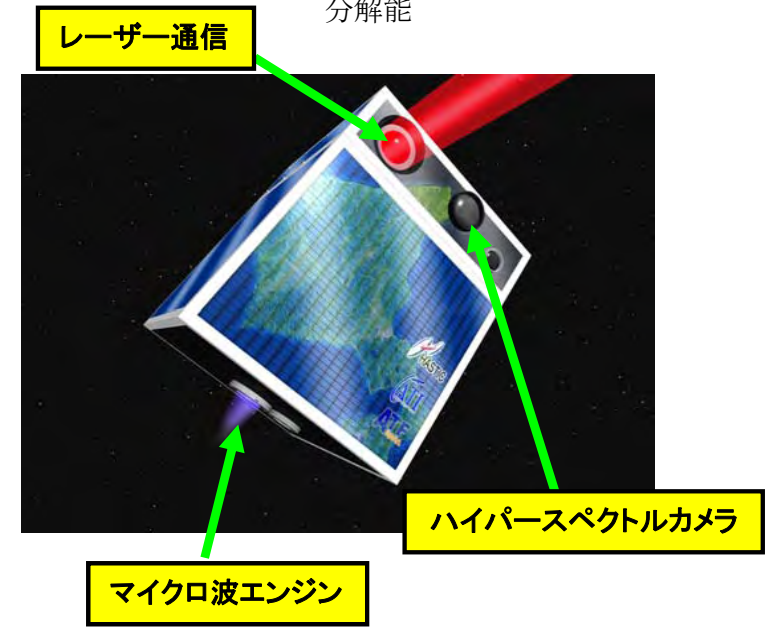
……北海道衛星 1号「大樹」の概要……

『大樹』の優位性

- ①北海道を中心にユーザーが存在する。
- ②農業現場のユーザーのニーズを直接反映した衛星システムである。
- ③日本に限定した軌道を選択することにより、他の衛星システムよりも日本上空での画像取得頻度を格段に高めることができる。
- ④超小型衛星を利用することにより、初期投資を小さく抑えることができる。



衛星の重量	: 35kg (ドライ重量)
	50kg (ミッション重量を含む)
最大消費電力	: 50 W
寿命	: 3年
開発期間	: 1年
軌道	: 太陽同期軌道、高度567km
回帰周期	: 1日
通信可能時間	: 7分/回、2回/日
姿勢安定度	: ±3° 3軸制御方式
ミッション機器	: ハイパースペクトルカメラ
地上局	: 札幌及び世界各地3箇所程度を計画



農業リモートセンシングのニーズ調査の結果

農業分野での衛星リモートセンシングで、現在実用化されている「米のタンパクマップ」や「小麦の刈り取り順マップ」以外で、以下のニーズが高いことが判っている。

(1) 畑作農家からのニーズ

－施肥、防除（害虫、病害、雑草）に関する時期や場所など、勘に頼っている部分が多く、新規就農者にとって敷居が高い。

－担い手不足から、刈り取りなどで他業種との協業化が進んでおり、誰もが解かりやすい**畑作物の生育情報**が必要になっている。

(2) 酪農家からのニーズ

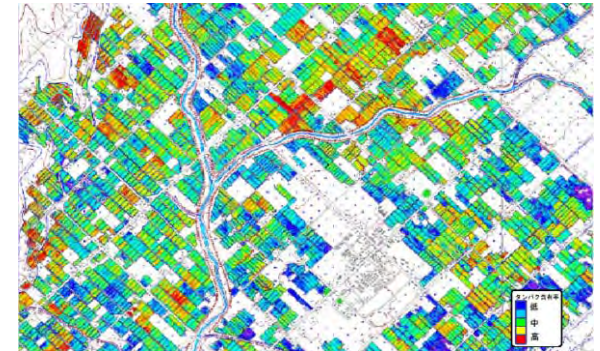
－草地にはイネ科、マメ科など複数種の牧草が生えている。良い飼料にするためには、生えている**牧草の品種判別情報**が必要である。

－良質な牛乳、肉を生産するためにも飼料となる牧草の管理は重要である。

(3) 農業普及・管理団体からのニーズ

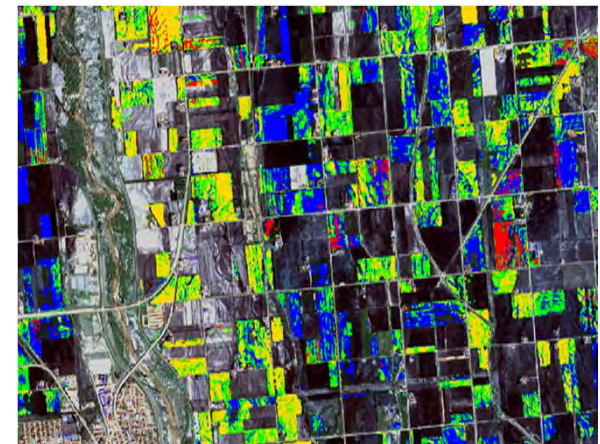
－農業委員会、農協、共済組合などは、農家の経営安定策のために、作付けられている農作物の品目や作付面積などの現地調査をそれぞれ行っている。

－農家の経営安定政策が変更になり（品目横断的経営安定対策：H19～）、管理対象面積が拡大し、簡易に**農作物の作付情報**が知りたいというニーズが高まっている。



タンパクマップ

提供：株式会社富士通北海道システムズ

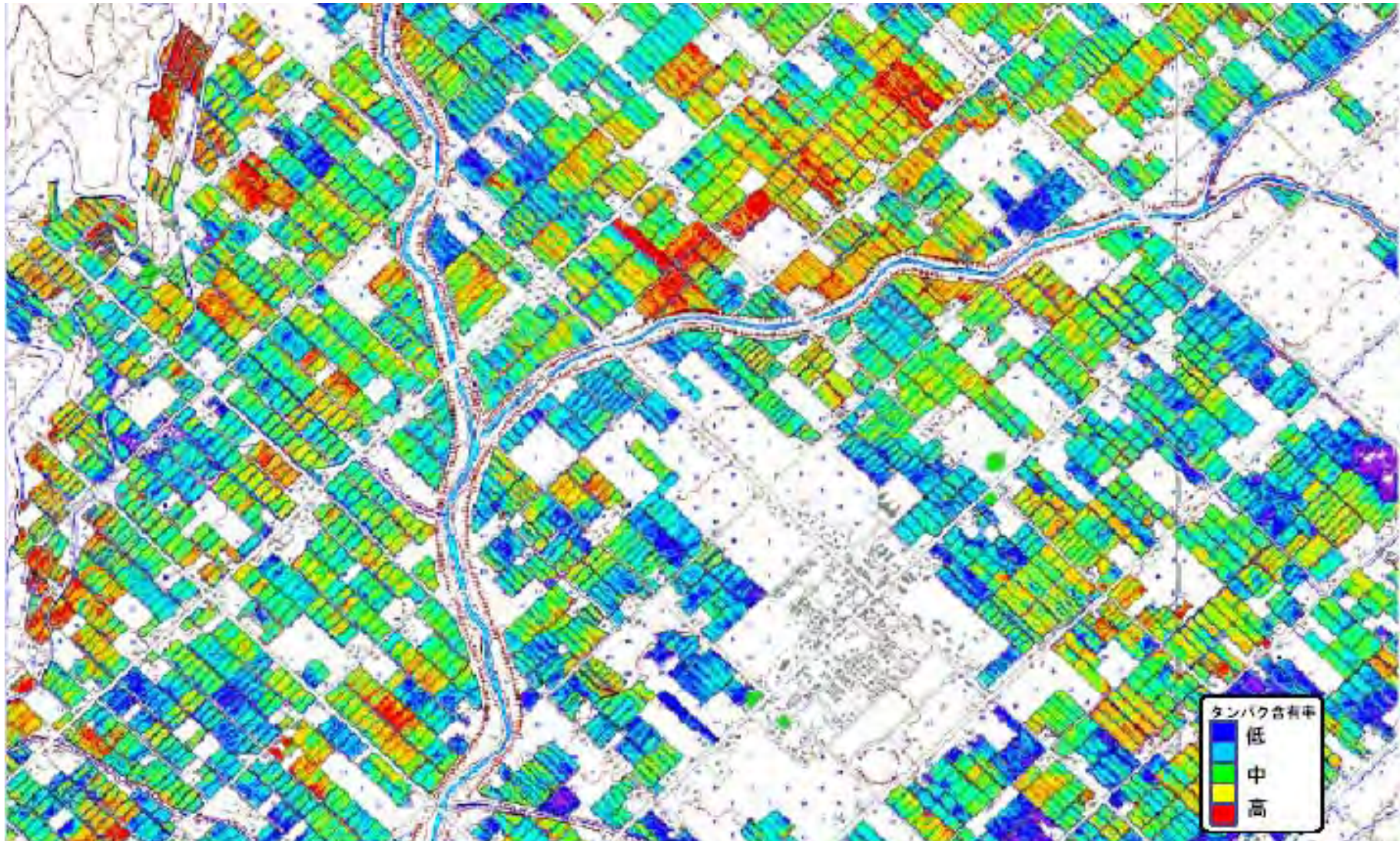


小麦の生育状況図

提供：北海道農業試験場

ハイパースペクトル・リモートセンシングへのニーズ

コメのタンパクマップ(広域)への応用



富士通北海道システムズの資料より

経済波及効果のケース・スタディ

— 北海道衛星1号機『大樹』による農業衛星ビジネスの場合 —

出典: 片桐実穂他: 北海道衛星の経済波及効果—農業分野に関する試算— : 平成15年度北海道工業大学研究紀要

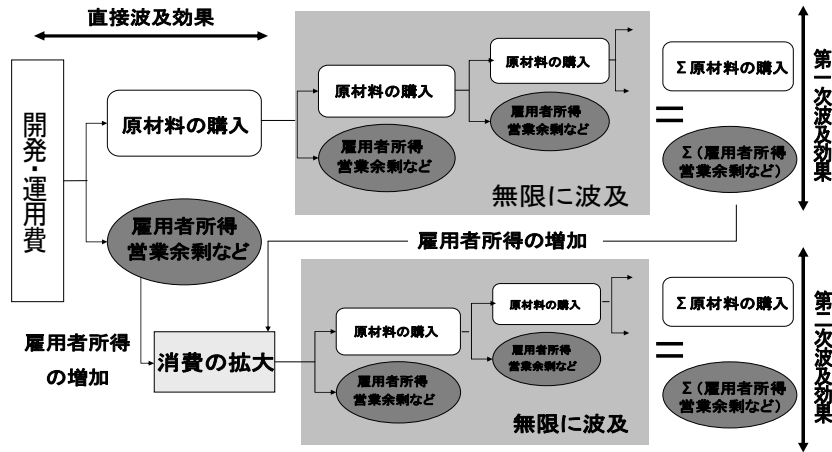


図1 直接効果の内訳に関するイメージ

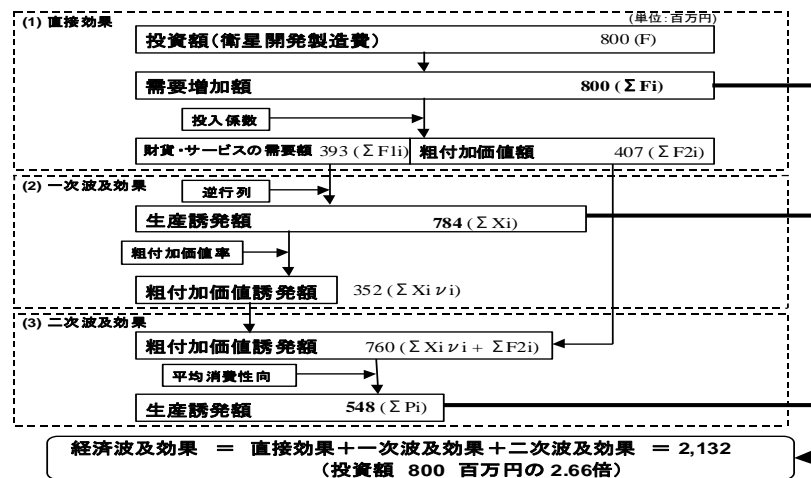


図2 直接効果を算出するフローチャート

府 県	水 陸 稲 計 作 付 面 積 (ha)	増 収 額 (百万円)	シェア		
			10%	20%	50%
全 国	1688000	14,449	1,445	2,890	7,225
北 海 道	120200	1,029	103	206	514
内 訳	札幌	98700	845	169	422
	函館	16900	145	29	72
	帯広	2580	22	4	11
	北見	1980	17	3	8
東 北	435200	3,725	373	745	1,863
関 東	270311	2,314	231	463	1,157
甲 信 越	213600	1,828	183	366	914
近 畿	266510	2,281	228	456	1,141
中 国	181500	1,554	155	311	777
九 州	200770	1,719	172	344	859

図3 平成14年度の各地方の水陸稲の作付面積と最大増収額、および、シェア10%、20%、50%の場合についての増収額

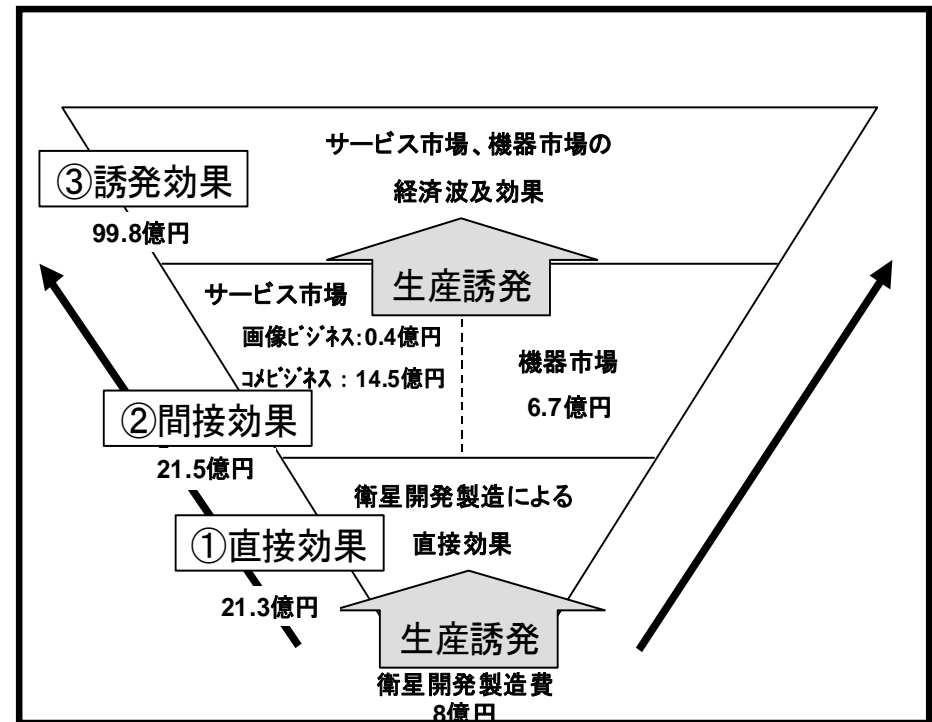


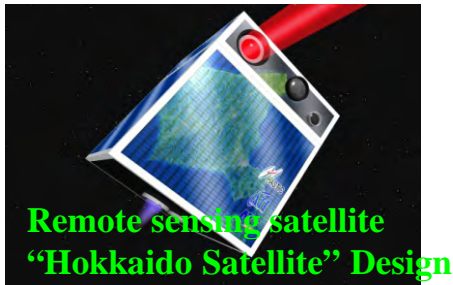
図4 北海道衛星の経済波及効果

ハイパースペクトルカメラ - 開発の歴史 -

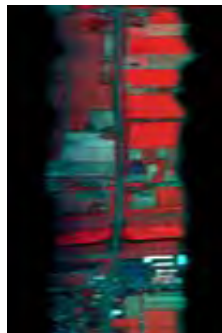
北海道衛星プロジェクト

宇宙産業の創造を目的として、衛星開発事業とそのスピノフによる新産業を構築する。

2003 ~ 2004



Hyperspectral camera
(HSC1.5)
Airborne model

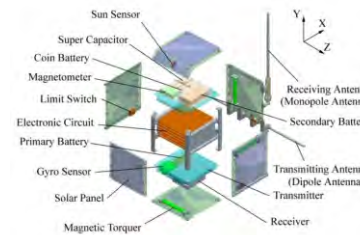


2005 ~ 2006



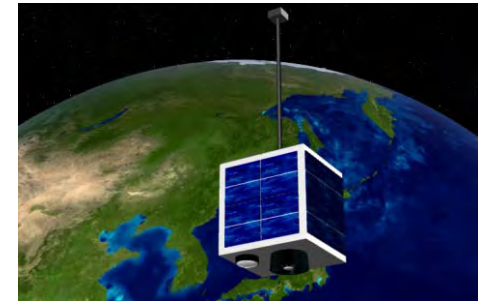
Pico-satellite
"HIT-SAT"
Weight: 2.7kg
Mission: Spin
stabilization
attitude control

2006.9.23打ち上げ@MV#7

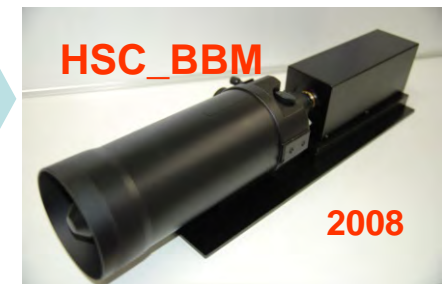


Hyperspectral camera (HSC1700)
Spin-off product model

2007 ~ 2011



Earth observation micro-satellite
"TAIKI" Breadboard model

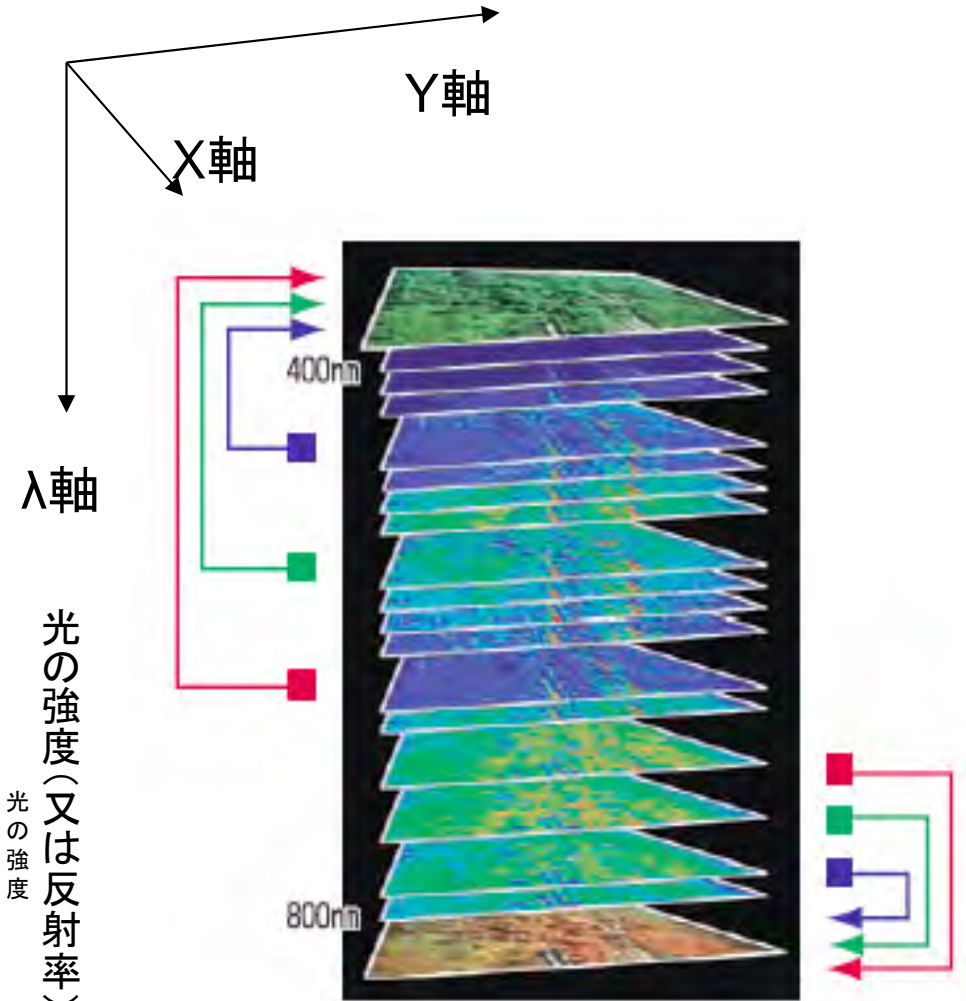
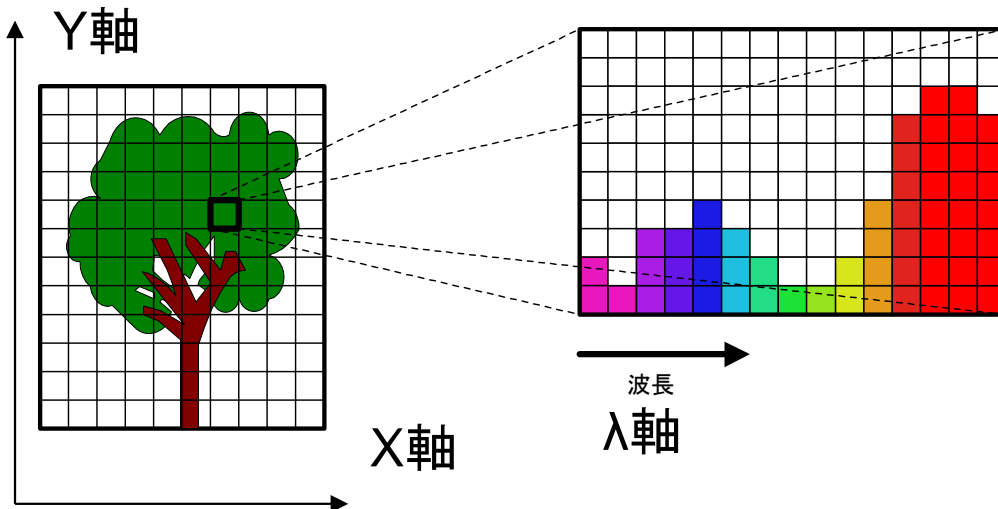


ハイパースペクトルとは何か

ハイパースペクトルデータ(HSD)

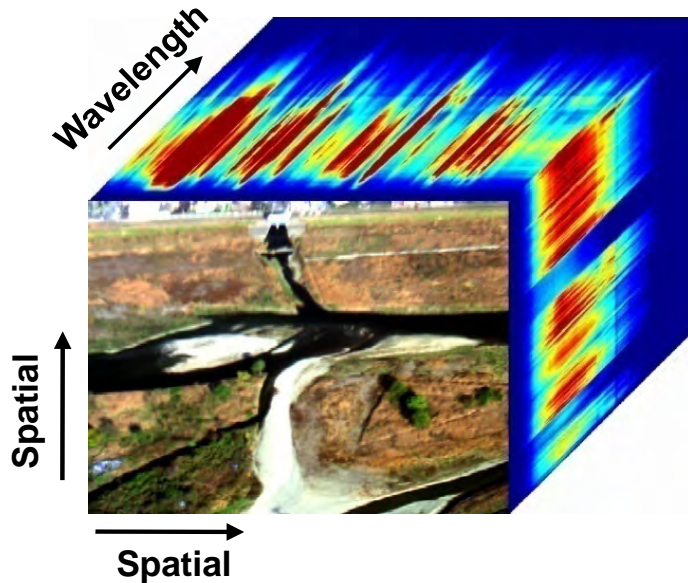
HSDの定義

HSDとは (x,y,λ) の座標上で光の強度又は反射率を成分とするスペクトルデータ・セットである。



ハイパースペクトルとは

ハイパースペクトルデータの構造



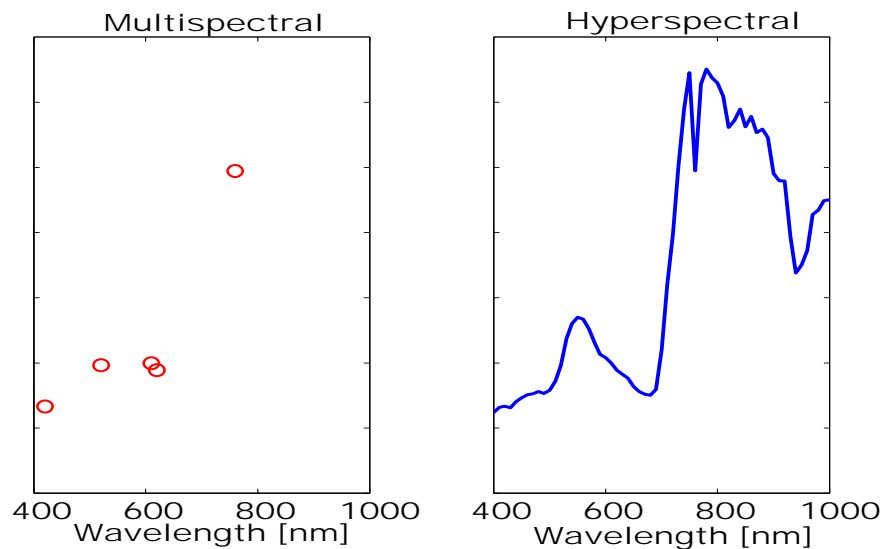
マルチスペクトルセンサ

- 地表情報と離散的な分光情報(4~8band) の取得
- 高い空間分解能を持つ

ハイパースペクトルセンサ(カメラ)

- 連続的な分光情報と地表情報の取得
 - 観測対象の物性値の取得が可能
 - 物質の識別(分類)

“Hyper” vs. “Multi”

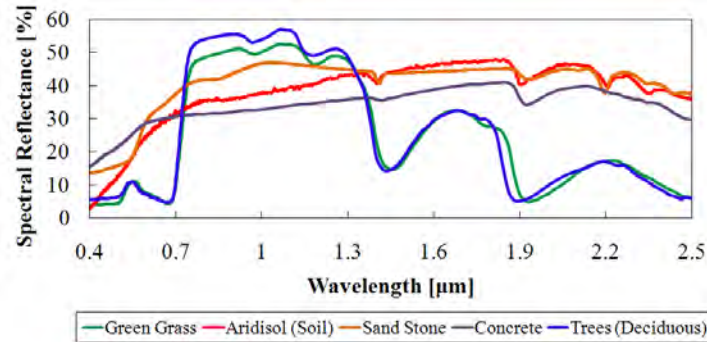


植物, 農作物などの種別分類
植生分布のモニタリング
水質汚染状況の観測
不法投棄現場の発見
鉱物の分類(資源探査)

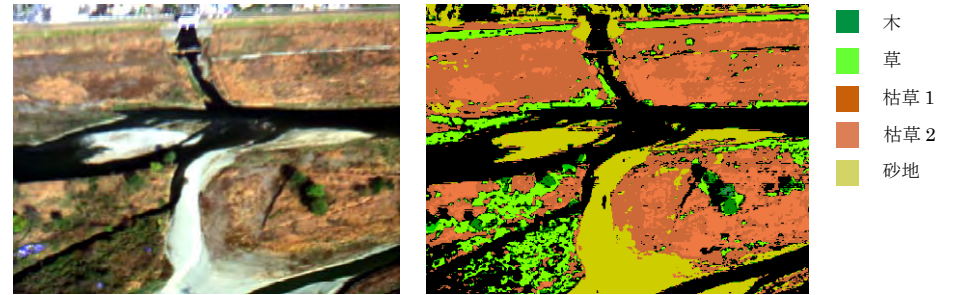
etc ...

ハイパースペクトルデータから得られる情報例

物質による反射スペクトルの違い

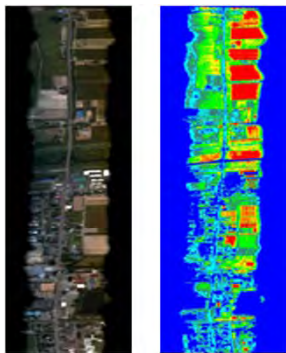


土地被覆分類

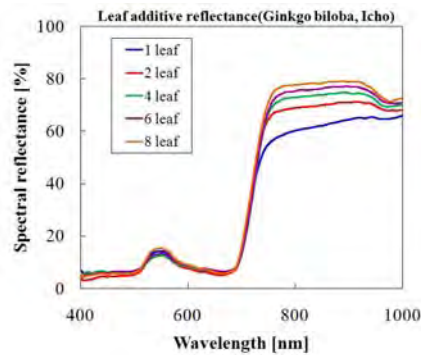


航空撮影ハイパースペクトルデータを用いた土地被覆分類例

植生生育状況の推定, 品種分類



水田地帯の植生解析例
(左: True Color, 右: NDVI)



植物の反射スペクトル例
(葉の加算反射による近赤外反射率の増大)

正規化植生指数, NDVI: Normalized Differential Vegetation Indexes

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

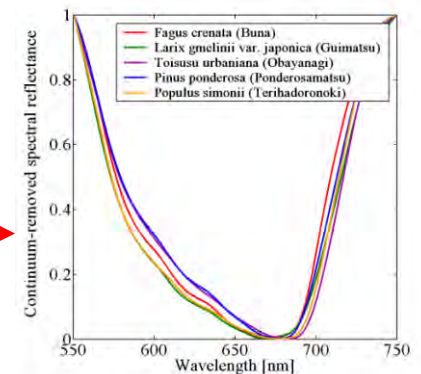
○植生の生育量は, 近赤外反射率と相関がある。植物の葉に含まれるChlorophyllは赤の波長帯を強く吸収し, 葉の細胞構造は近赤外の波長帯を強く反射する。

生化学成分の吸収波長(可視近赤外域)

Wavelength [nm]	Biochemical component
430	Chlorophyll a
445	Carotene
460	Chlorophyll b
531	Xanthophyll
550	Phycocerythrin
620	Phycocyanin
640	Chlorophyll b
667	Nitrogen
670	Chlorophyll a
970	Water
1200	Water

近赤外反射の違いを除去し, Chlorophyll吸収域を強調する

連続体除去スペクトル (Chlorophyll吸収域の強調)



HSC開発コンセプト

HSC (HyperSpectral Camera)

- 農業／森林リモートセンシングへの**実用レベルでの応用**が可能なセンサ
- **超小型衛星**に搭載可能な小型(10kg以下)のセンサ
- **短納期・即応性**の高いセンサ
- **エンドユーザーのニーズ(アプリケーション)**に合わせた**観測**が可能なセンサ
- 様々な衛星(小型/超小型)への搭載が可能なセンサ

観測ニーズ例一覧

利用分野	目的	概要
農業	農作物の作付面積推定	有用な農作物の品種を作り出すための生物資源の調査や管理
	草地管理	牧草の管理, イネ科／マメ科の識別と収量管理
	農作物の収量予測	農作物生産高の事前予測と事後の生産高把握
	農業管理情報	各地域の農業へ(より良い作物を作るための)指導を行うための農作物の品質情報
林業	森林資源管理	森林分布の実態調査
	樹種管理	森林における樹種分布の調査
	樹木の健全性推定	植生指数の変動などを観測することにより, 樹木の状態を推定
環境	不法廃棄物の発見	反射スペクトルに基づく不法廃棄物の発見
	植生分類	公園, ビルの屋上等における樹種の分類