

*Business solutions for optical system demands*

リモートセンシング分野における  
ハイパースペクトルカメラの最新  
事例について

# ケイエルブイ株式会社

(東京都 千代田区 神田小川町 1-1)

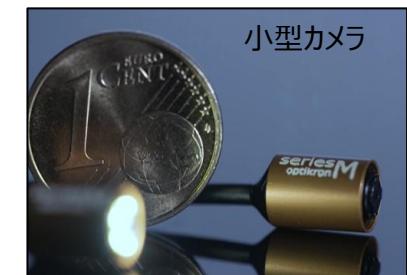
## 世界中の光学機器を取り扱う 光の専門商社

- 1979年 創立
- 2008年 ハイパースペクトルカメラ 取扱い開始



### メイン商材：

- ・スペクトルカメラ、分光器、小型カメラ
- ・波長可変光源（他、各種光源）
- ・ガスセンサーモジュール
- ・実験用光源など

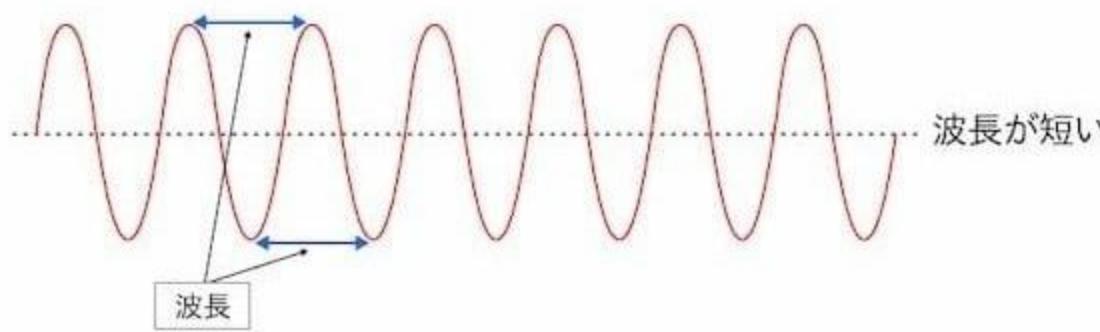
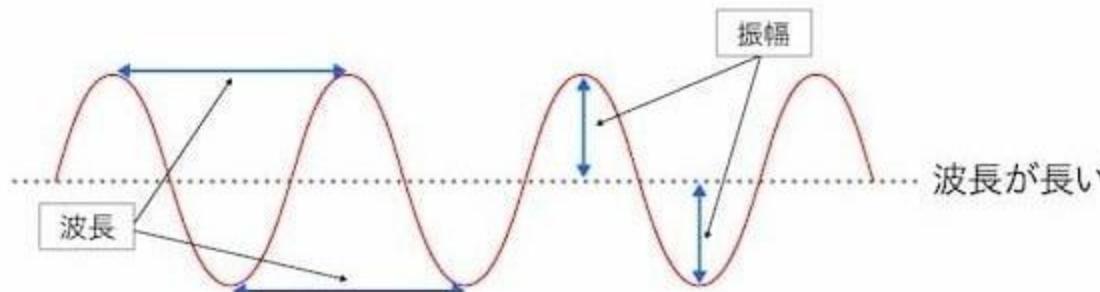


- ハイパースペクトルとは？
- 宇宙に進出するハイパースペクトル  
Hyspex社 Hyper Nor
- 空から撮影するハイパースペクトル
- KLVの製品ラインナップ

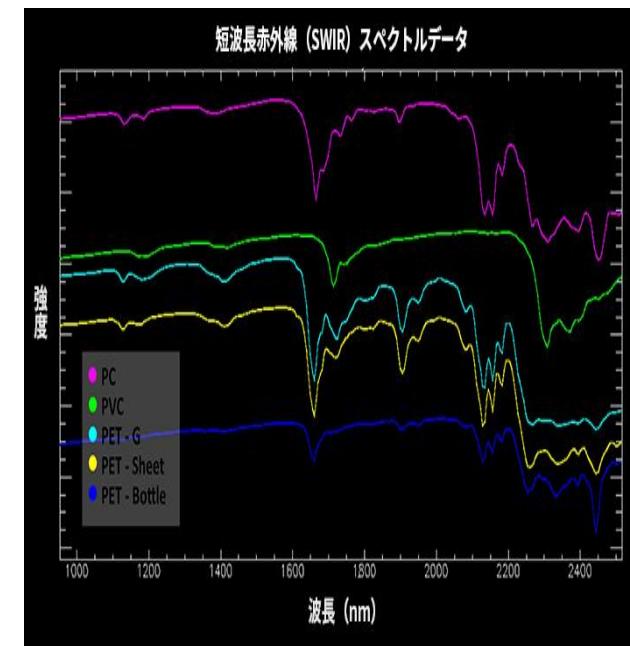
- ハイパースペクトルカメラとはなにか？

光の波長の変化を分析して  
**「目に見えない違い」を可視化する技術**

# 波長とは 分光とは



# 分光画像を使った分類



# どんなところに使われている？

異物検査・品質管理

農作物の生育状況観察

リサイクル材の分類

資源探査

樹種の分類

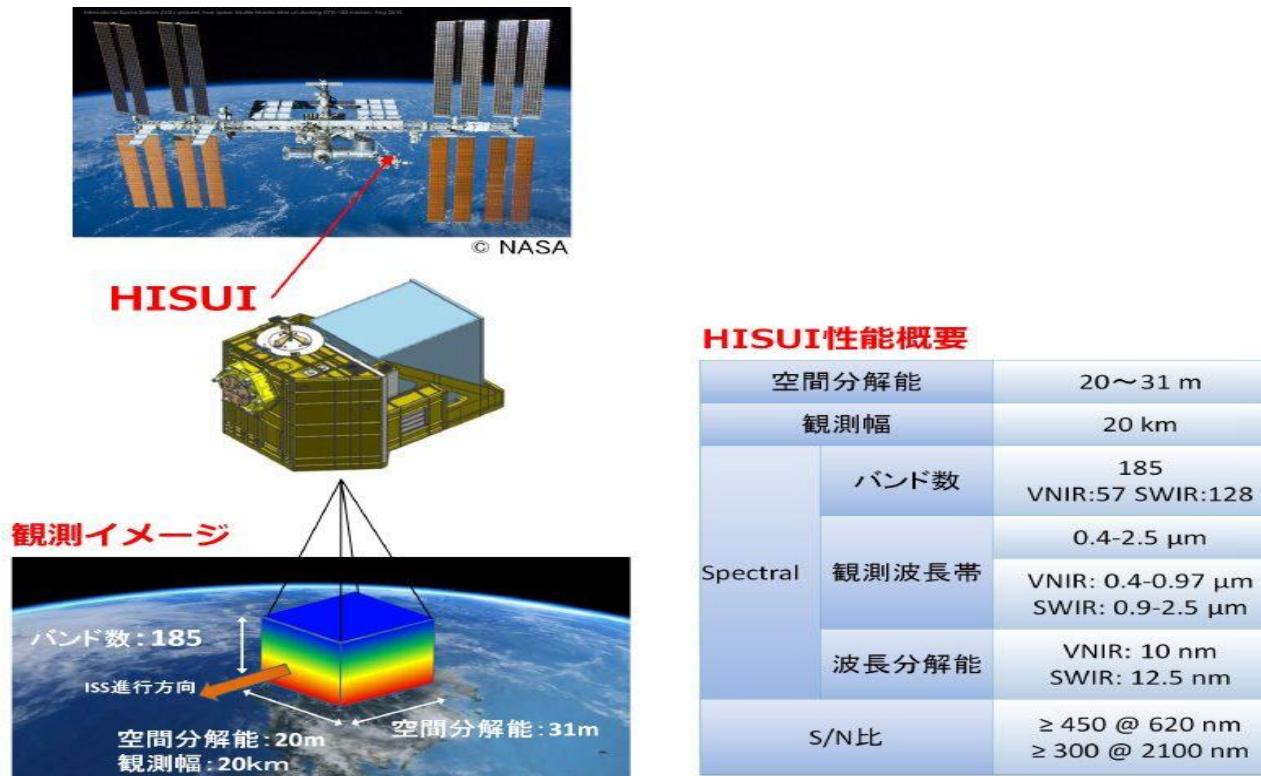
美術品のアーカイブ

etc...



- 宇宙に進出するハイパースペクトル

- 日本の宇宙実証用ハイパースペクトル  
「HISUI」 2019年12月にISS搭載
- 経済産業省が開発・運用



※画像は一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構様

- アメリカ Hyperion、PACE
- EU CHIME
- 中国 Gaofen
- ドイツ DESIS

等等…

- インド

Pixxel社 ハイパースペクトル搭載の商用衛星の打ち上げ 2029年までに5-10億ドル規模の収益を期待

- ポーランド

Kuva space社 2030年までに小型ハイパースペクトル衛星のネットワークを100基迄拡大予定

- 南アフリカ

Dragonfly Aerospace社 Cuvesat対応のハイパースペクトルカメラを販売

**民間の商用ハイパースペクトル衛星の動きが活発**

- 農場での作物の生育観察
- 採掘場で鉱物のモニタリング
- 沿岸のモニタリング、生物多様性の観察
- マングローブの分類
- 砂漠の土壤観察
- 山林での植物種の識別

民間企業が衛星軌道上からデータを撮影・販売

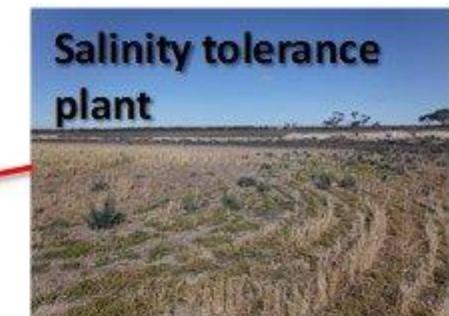
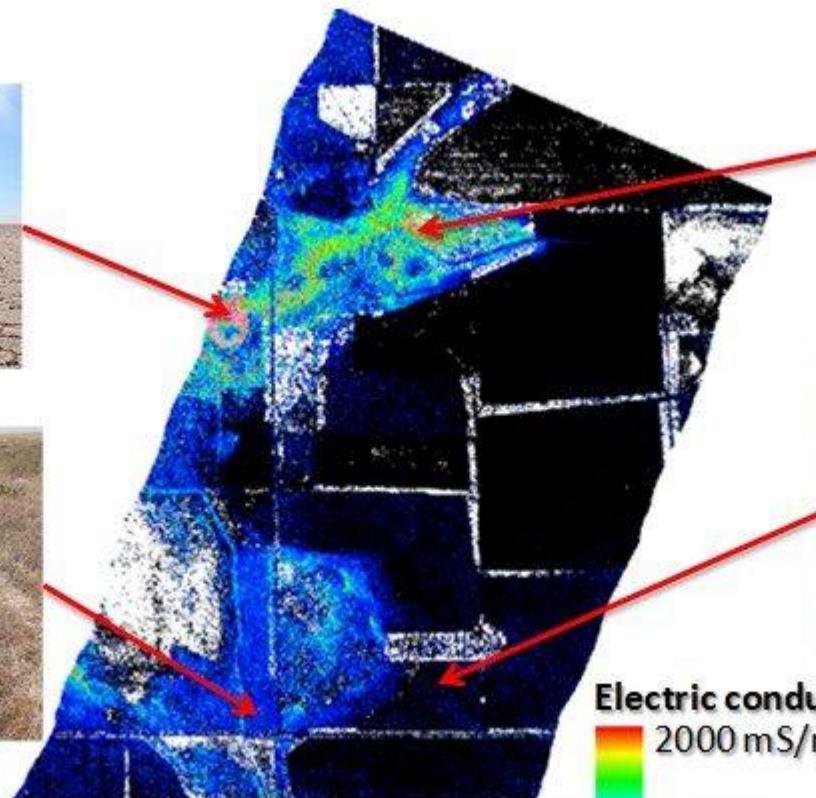


# Shizuoka, Japan

## Forest tree species classification

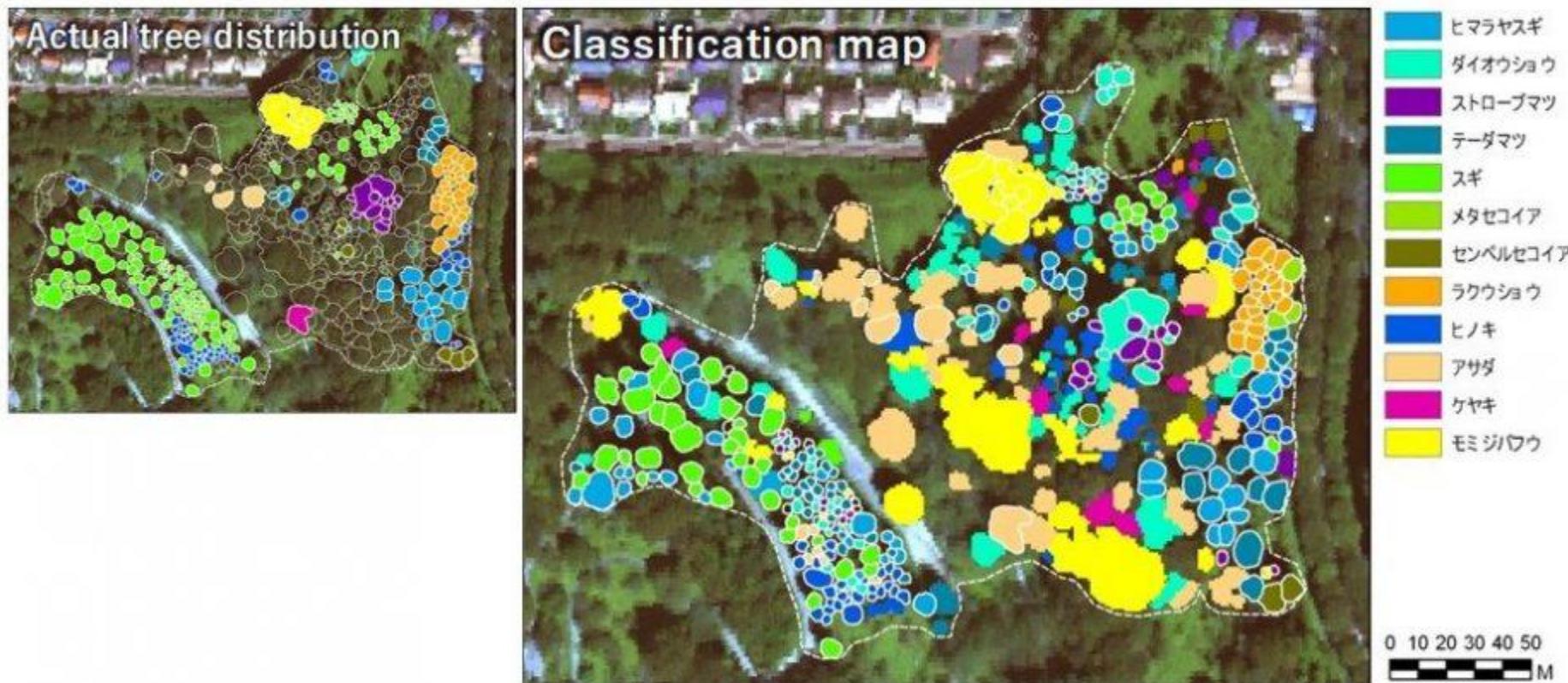
Pixxel社より抜粋

## ● 土壌の塩分濃度



HISUIのHPより抜粋

## ● 樹種の分類



HISUIのHPより抜粋

- Hyspex社 Hyper Nor

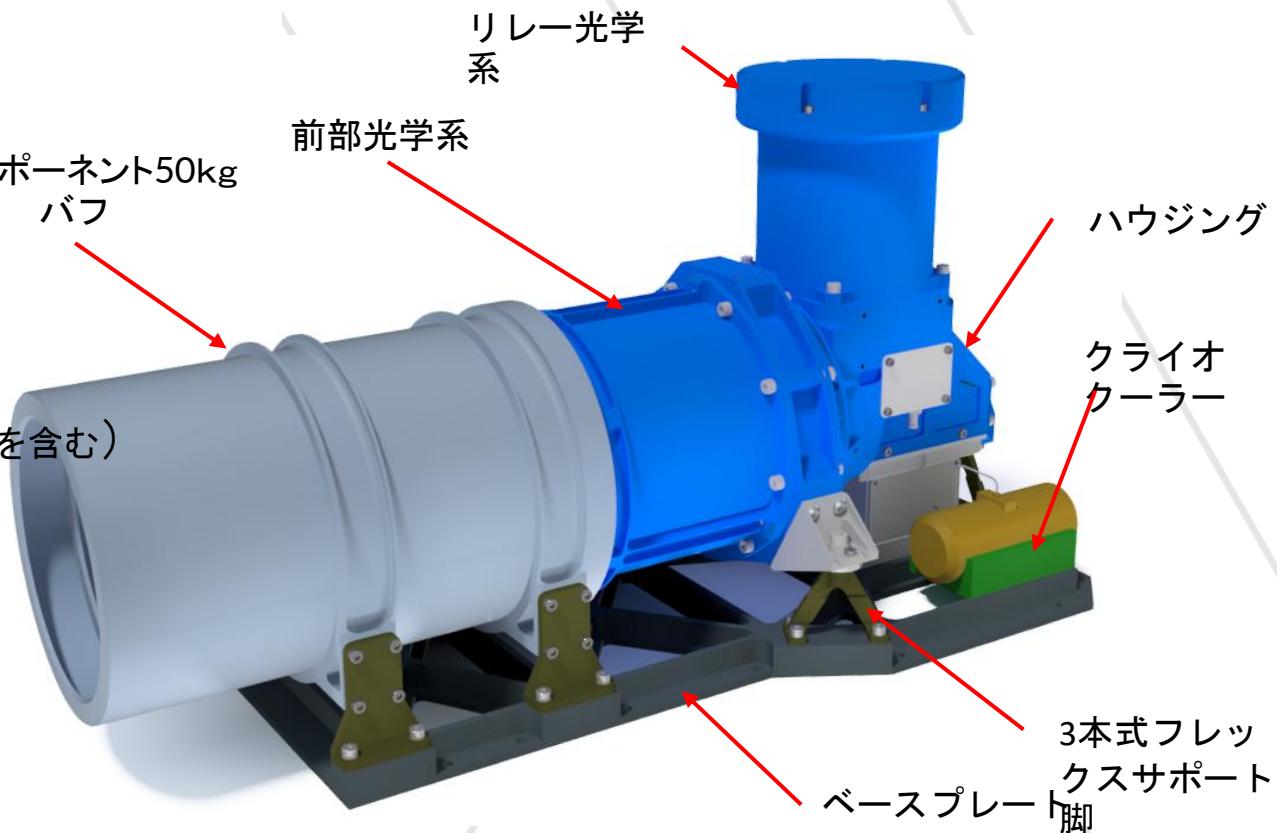
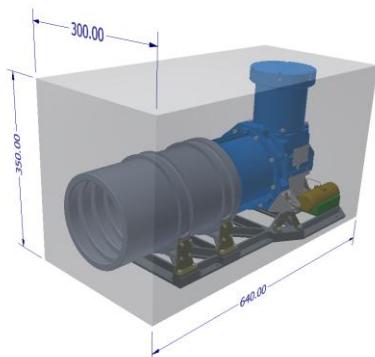
- 1985年にノルウェーに電気光学の分野における研究会社として設立
- 光計測領域におけるリーディングカンパニーとして、世界で活躍
- 資源探査、食品工場、農業、防衛用途等様々な分野にハイパースペクトルカメラを提供

# Hyper Nor

外形寸法:  $300 \times 640 \times 350 \text{ mm}^3$

総質量 FM: 11.5 kg 最終的なコンポーネント50kg

- 6 kg カメラ
- 2 kg バフア組立体
- 2.5 kg ベースプレート
- 1 kg 検出器（クライオクーラーを含む）



- ・高い空間解像度

SWIR波長帯域 (950 nmから2500 nm) で30mより高い解像度

- ・軽量

11.5kg(カメラ全体で50kg予定)

- ・高精度

高精度の光学設計による高い信号対雑音比

現在開発中で、数年以内に打ち上げを予定

テーマ	アプリケーション	説明
地質	ペグマタイトとカーボナタイトのダイク構造	レアアース、タンタル鉱、ベリル、リチウムに関連
土壤	土壤の種類	粘土鉱物と炭酸塩鉱物の違いを区別する
土	土壤水分	排水境界の決定/検出
土	表面侵食	土壤とNPV情報に基づいて
D&S	地雷地図作成	代理植生（硝酸塩の漏出による局所的な施肥）
地質	再尾鉱処理	鉱山残渣のリサイクル
インフラストラクチャー/-大気	メタン ( $CH_4$ ) および二酸化炭素 ( $CO_2$ ) の回収のための地図施設インフラストラクチャ/表面背景	温室効果ガス回収手順において、地表構造/-不均一性によって引き起こされるスペクトルおよび空間的エイリアシングの影響を低減

- 空から撮影するハイパースペクトル

## 衛星データと地上データの比較

衛星は分解能や天候・時間帯に制限

例) 地上解像度

衛星→30m

ドローン撮影→数cm

地上で取得したデータとの相関をとることで分析や予測が高度になる

# 日本国内でもハイパスペクトルカメラの需要が上昇

農業の無人化

植生の管理

赤潮のモニタリング

大気状態のモニタリング

有毒ガスのモニタリング(アンモニア等)

etc...

青色=水

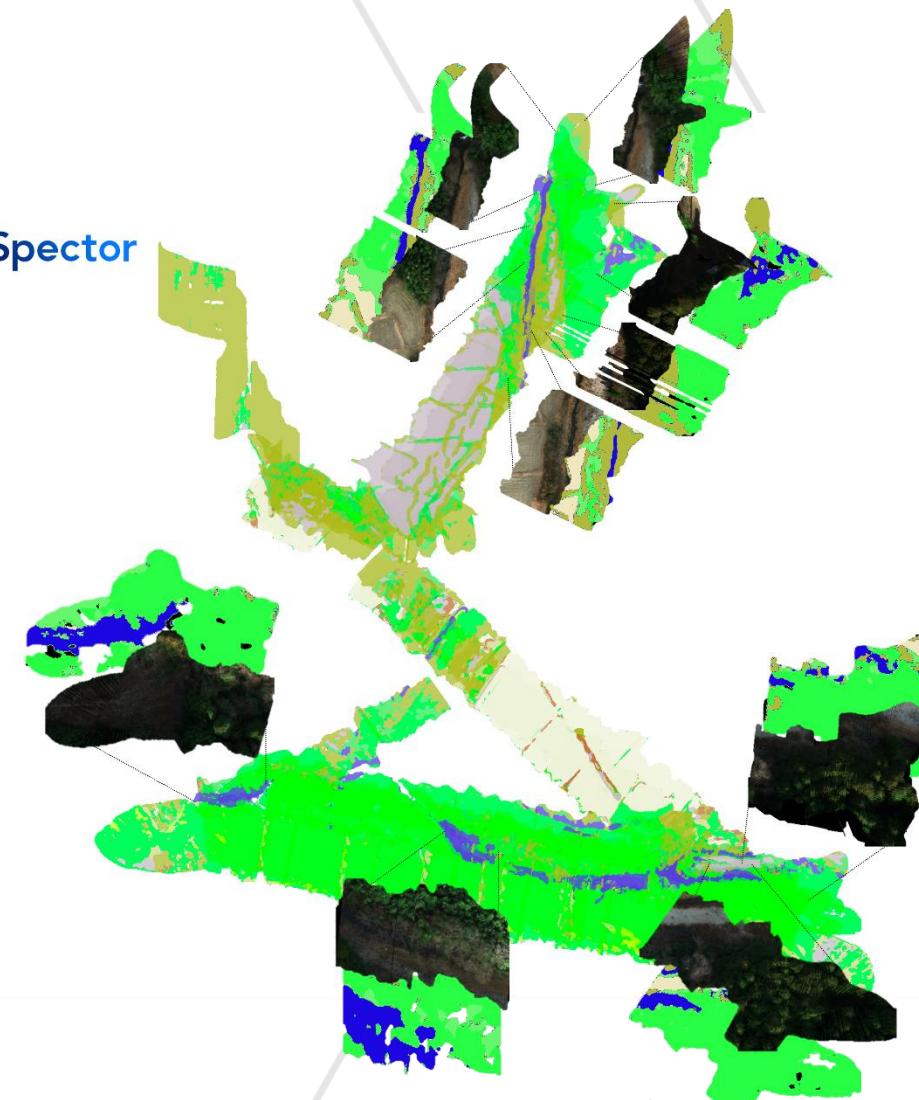
薄緑=桜の木

濃い黄土色=枯れ木

灰色=烟



In-Spector



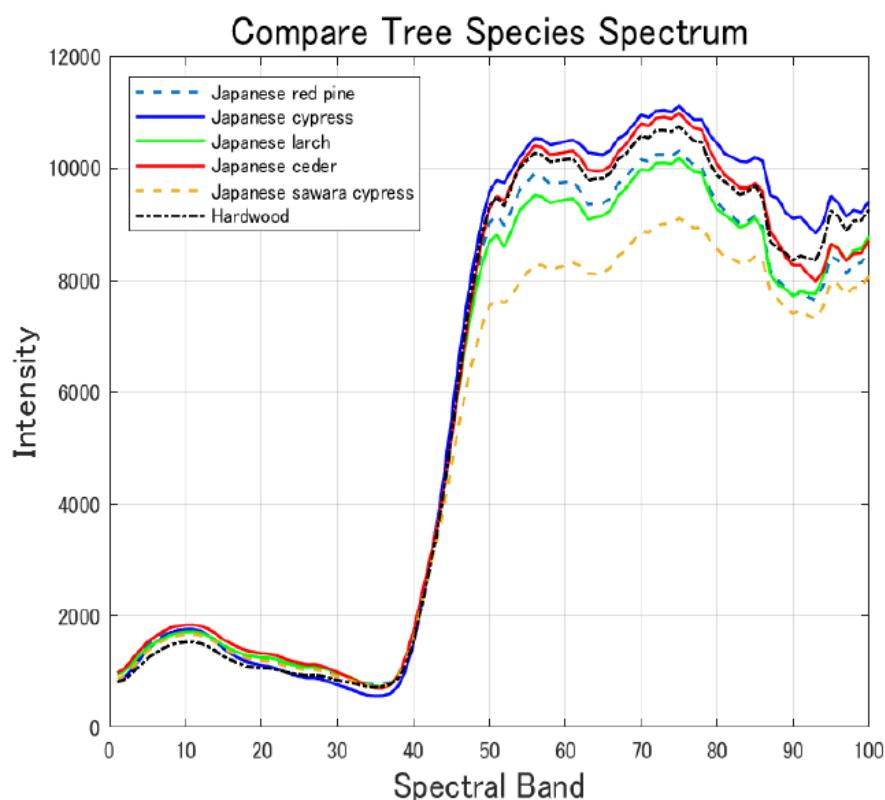
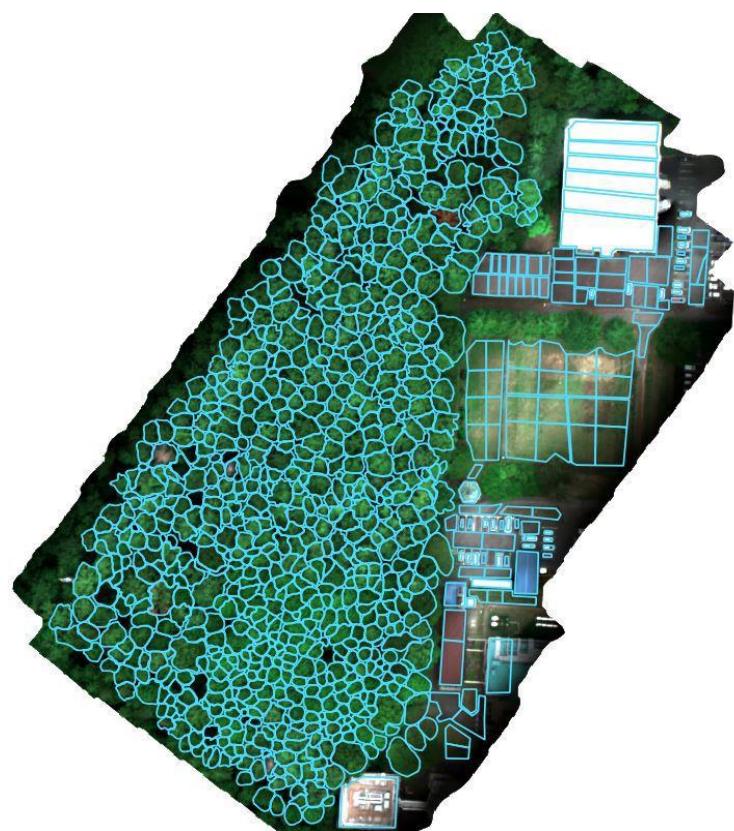
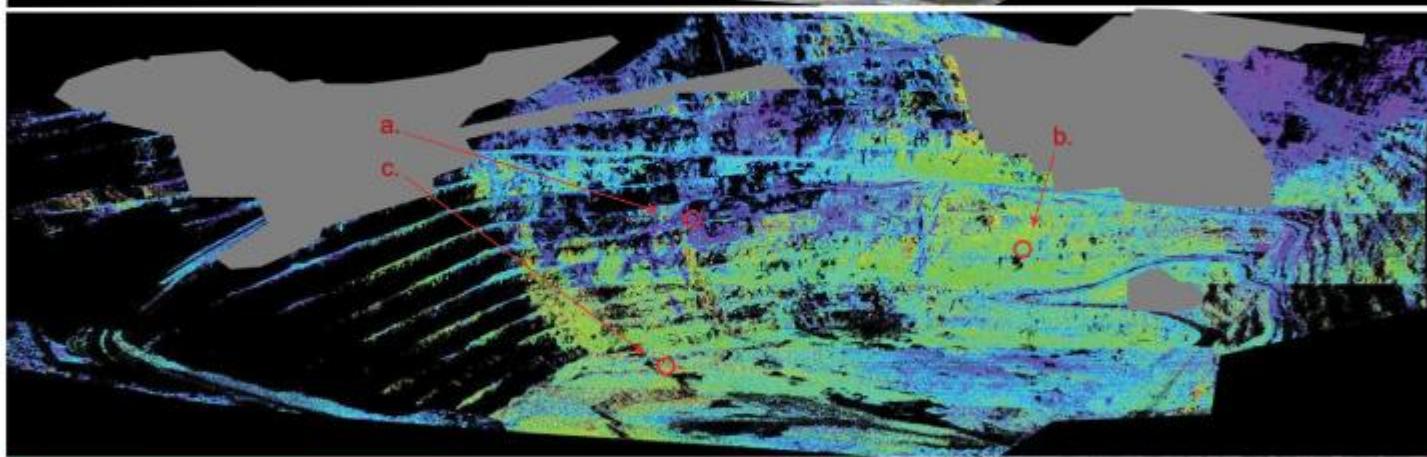


図 2. 樹種ごとのスペクトルバンドの強度



Approximately 1 km.

White Mica Wavelength Position (nm)



Leach Pad and Dump Piles



Pixels with no data or that did not map as white mica

≤2204

2212

2206

2214

2208

2216

2210

≥2218

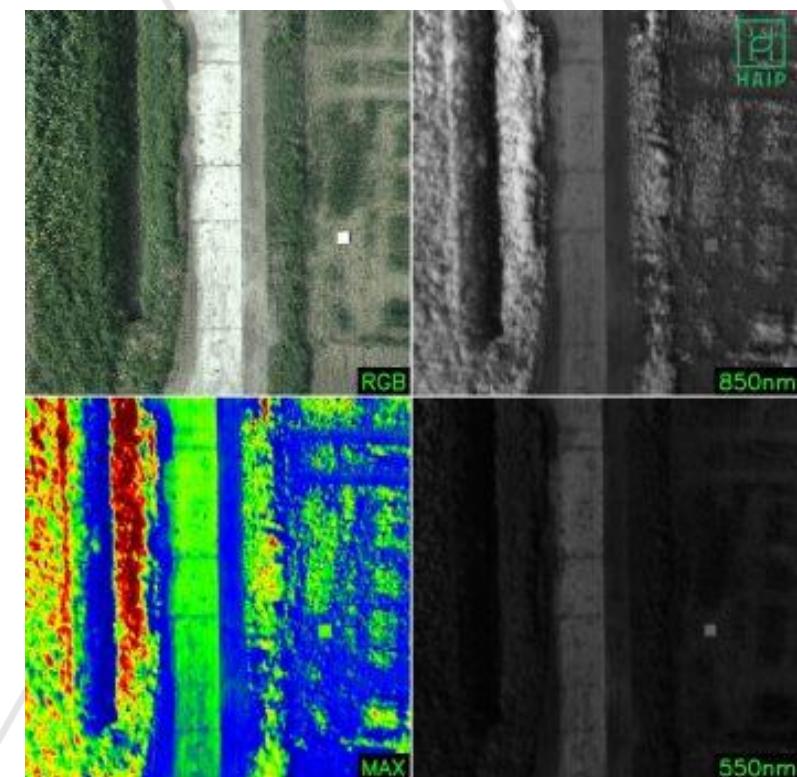
- KLVのラインナップ

ドローン搭載型ハイパースペクトルカメラ：取り扱い製品ラインアップ

※最新情報につきましては御問合せ下さいませ

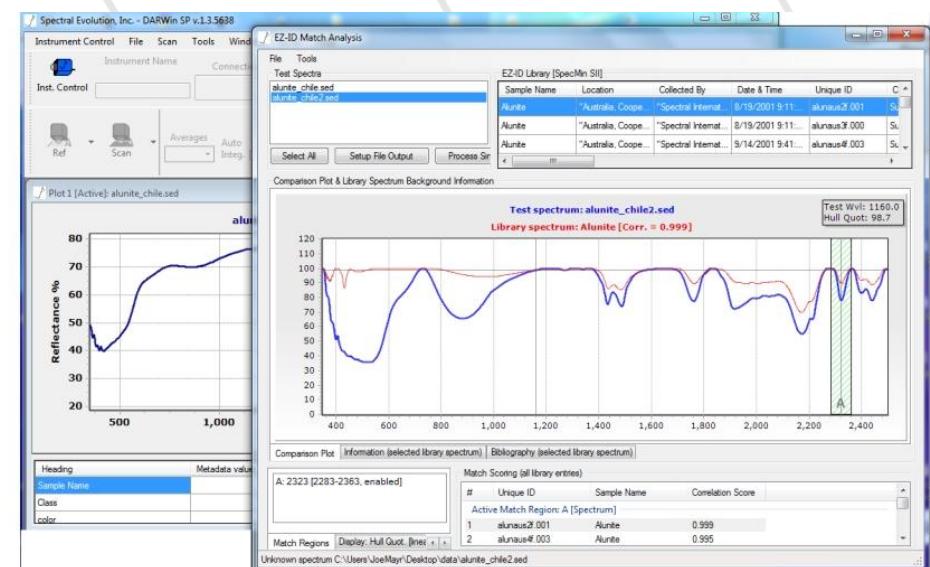
メーカー	シリーズ	品番	外観	波長範囲 [nm]	波長分解能[nm] FWHM	カメラ重量 [kg]	対応ドローン
RESONON	Pika エアボーンシステム	UV L / XC2 IR / IR+		330~800 400~1,000 900~1,700	2.8 3.3 / 1.9 8.8 / 5.6	2.2 0.6 / 2.4 3.0	DJI社製 Matrice 300シリーズ相当
		IR-L / IR-L+		925~1,700	5.9 / 3.8	1.0	DJI社製 Matrice 300シリーズ相当
Spectro-AG	Hyperslit	UV VNIR NIR		210~660 350~800 650~1,100	1.5-6.0	0.38	DJI社製 Matrice 300シリーズ相当
 HAIP	BLACK	Bird		500~1,000	5	< 0.6 (ジンバル含む)	DJI社製 Matrice 200シリーズ or Matrice300シリーズ相当
 d-cubed	Ultris	X20 Plus		350~1,000	10	0.63	ASK
 HySpex by neo	Hyspex	Mjolnir or Classic		400~2,500 ※モデルに依り異なる	2.0-5.1 ※モデルに依り異なる	<6.0 ※モデルに依り異なる	ASK ※専用ドローン提供可
 imec	SNAPSHOT	UAV		標準470~860 (VIS+RedNIR) カスタマイズ可	10-15	0.45 or 0.65	DJI社製 Matrice600シリーズ相当

ドローン用ハイパースペクトルカメラ、 HAIP社BlackBirdV2  
植物の状態や、種類などを分類



Spectral Evolution 350-2500nmの広帯域分光放射計

スポットの分析装置で現地計測



## ハイパースペクトルカメラをドローンに搭載して飛行させる 基礎編

### ～ドローン及び周辺機材～

ドローン及び周辺機材に関して参考紹介致します。

※弊社からドローン含めて一式ご提供/ご案内可能です。|



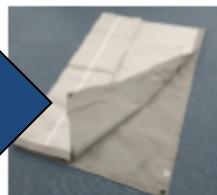
#### ■ ドローン

ハイパースペクトルカメラのモデルや重量にも依りますが、現状は最低限DJI社Matrice300RTKクラスのドローンがペイロード能力上必要となります。



#### ■ ジンバル

カメラとドローンを繋ぐ治具で、ドローンの動きに依るフレーベルをモーターで補正する事でカメラを一定位置に保つ役割をします。良質な画像を得るには不可欠であり、多くの場合、ハイパースペクトルカメラと一体型になっているか、メーカーからカメラ専用ジンバルが販売されています。



#### ■ 反射タープ

ドローン空撮時にタープが映るよう撮影する事で、タープの反射スペクトルを基準に撮影スペクトルの補正を行う事が出来ます。（天候に依る撮影結果の違いを補正する）メーカーからハイパースペクトルカメラと併せて販売提供しているケースが多いです。



#### ■ GPS/IMU

ハイパースペクトルカメラの位置把握、ドローン搭載撮影時の揺れ補正に用いられています。多くの場合、ハイパースペクトルカメラシステムの一部として組み込まれています。

# KLVのラインナップ

ラボシステム  
フィールドシステム  
ドローン用モデル  
Etc...

地上・航空問わず  
豊富な実績

海外10社以上のラ  
インナップで様々  
な案件に対応



ハイパースペクトルに興味のある方はぜひお問い合わせを！