

高分解能・高頻度撮影が実現する 地球観測衛星とそのデータ利活用について



日本スペースイメージング(株)
李 雲慶



本日の内容

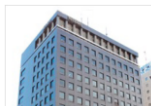
- 会社紹介
- DigitalGlobe社高分解能衛星群
- SkySat衛星のコンステレーション計画
- 光学衛星とレーダー衛星
- 利活用事例
 - ・災害分野
 - ・GIS利用
 - ・農林水産・環境分野
 - ・その他

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

1

会社概要

- 会社名 日本スペースイメージング(株) (略称: JSI)
- 設立 1998年5月11日
- 資本金 4.9億円
- 主要株主 株式会社日立製作所、三菱商事株式会社
- 本社所在地 東京都中央区八重洲2-8-1 日東紡ビル8F
- 主要業務 各種衛星画像の撮影・処理・販売
その他関連取引
- 取扱衛星・画像製品
 - 米国 DigitalGlobe社: IKONOS, GeoEye-1, QuickBird, WorldView-1, WV-2, WV-3
 - 米国 SkyBox社: SkySat (24機計画)
 - 独国 BlackBridge社: RapidEye(5機)
 - 伊国 e-GEOS社: COSMO-SkyMed(4機)



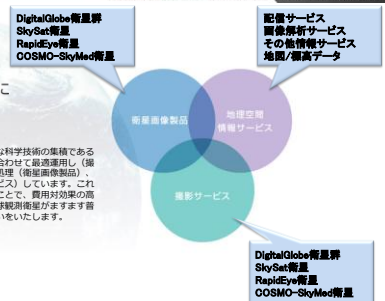
© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

2

主な事業内容

地球観測衛星を、
より身近な情報ソースに

日本スペースイメージングは、高度な科学技術の集積である地球観測衛星を、利用者のニーズに合わせて最適運用し（撮影サービス）、画像作成・付加価値処理（高度画像製品）、情報抽出・配属（地理空間情報サービス）しています。これらの製品・サービスを組み合わせることで、費用対効果の高い、より身近な情報ソースとして地球観測衛星がますます普及するよう、皆様のご利用のお手伝いをいたします。



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

3

地球観測衛星(光学、空間分解能の変化)

- 1972: LANDSAT MSS 80m
- 1982: LANDSAT TM 30m
- 1986: SPOT P: 10m
- 1995: IRS1C/D 6m
- 1999: IKONOS 0.82m
- 2008: GeoEye-1 0.41m
- 2014: WorldView-3 0.31m
- 2013: SkySat 0.85m(動画撮影)

- 冷戦構造崩壊
- 米国政府による規制緩和

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

4

解像度1m以下商用光学衛星一覧

衛星数: 19



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

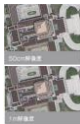
5

DigitalGlobe社 高分解能衛星群(特徴)



1. 世界最高峰の地上分解能

- WorldView-1、WorldView-2、GeoEye-1の衛星画像の地上分解能は50cmで、建物から車一台まで判別できる、航空写真に匹敵する解像度です。また2014年8月13日に打ち上げられたWorldView-3の地上分解能は31cmで、現在商用世界最高峰です。



2. 6機コンステレーションの撮影能力

- 6機の衛星をフル活用することにより、300万km²の高解像度画像を1日に撮影可能。1ヶ月の撮影で地球の陸域約60%をカバー。また地球上のあらゆる地点を毎日撮影可能。

3. 膨大なアーカイブ画像

- 2000年のIKONOS衛星、2002年のQuickBird衛星の運用開始以来、膨大な画像アーカイブ(約20億km²)を整備済。地球の全陸域を8回撮影した面積に匹敵。



4. マルチスペクトル画像

- 人の目には見えない近赤外、短波長赤外域まで搭載するマルチスペクトルセンサーを搭載、様々な解析に利用可能な画像を提供。WorldView-3は16バンドマルチスペクトルセンサーを持ち、より多様な解析に使用可能な画像を提供。

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

© DigitalGlobe

DigitalGlobe社 高分解能衛星群(衛星概要)



商用高分解能衛星	1 m class resolution	<1 m (2 ft) resolution	0.5 m class CMG agility	0.5 m class +4MS bands	0.5 m class +8MS bands	<0.5 m (1 ft) +28 MS bands "super-spectral"
Parameter	IKONOS	QuickBird	WorldView-1	GeoEye-1	WorldView-2	WorldView-3
General Mission						
Launch Year	1999	2001	2007	2008	2009	2014
Altitude	680 km	450 km	496 km	680 km Nominal + Range of Altitudes	450-830 km 770 km Nominal	450-830 km 620 km Nominal
Image Quality						
Resolution	0.7m	0.6m	0.5m	1.1m	1.1m	1.1m
Q	0.7	0.8	0.9	0.95	0.95	1.14
Spectral Bands	Pan+4MS	Pan+4MS	Pan	Pan+4MS	Pan+8MS	Pan+28MS
Nadir GSD (m) / NIRRS	0.82/4.2	0.51/4.7	0.5/5.0	0.41/2.3	0.46/2.1	0.31/2.7
Accuracy w/o GCPs (m CEP0)	<10	<23	<5	<4	<5	<5
Image Collection						
Pan Pixels/Nadir Swath	13.5K/11.3 km	47K/16.3 km	31.5K/17.6 km	17.5K/15.3 km	31.4K/16.8 km	42.5K/13.3 km
Line Rate (lines/sec)	6.5K/1.6K	6.9K/1.7K	24K	10K/5K Nominal 20K/2.5K Enhanced Available	20K/5K	20K/5K
Retargeting Agility	Reaction Wheels	Reaction Wheels	CMGs	Reaction Wheels	CMGs	CMGs
Data Download Rate	300 MB/sec	830 MB/sec	800 MB/sec	800 MB/sec	800 MB/sec	1200 MB/sec
Global Capacity (tghn/day)	150,000	200,000	1,500,000	310,000	1,200,000	680,000

WorldView-3衛星スペックシート



- 商用衛星で世界最高の地上分解能31cmを実現
- 商用世界初の16波長帯のマルチスペクトル画像センサーを搭載
- CAVIS (大気補正センサーを搭載)

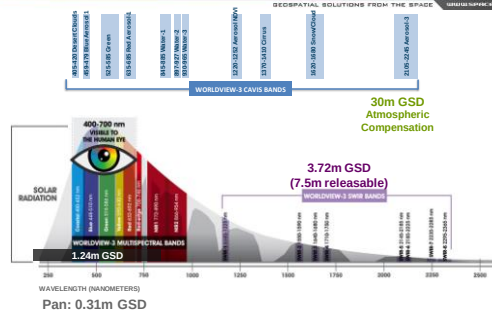


軌道	高度: 617 km / 太陽同期軌道(10:30 am)
パンクロマティック	0.31m(直下視)
マルチスペクトル	1.24m(直下視)
観測可能な波長帯	3.7m(直下視)
及び解像度(GSD)	(短波長赤外域)
	-CAVIS(22Atmospheric Correction) 30m(直下視)
	大気補正用補助データ
観測幅(直下視)	13.1 km
一日における観測面積	680,000 km ² /日
位置精度	5.0 m CEP0 (地形等の影響を除く)
北緯40°における回帰日数	1.0日未満(地形及びオフナディアの影響を除く)
設計寿命	7.25年
想定寿命	10~12年
衛星乾燥重量	2800 kg

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

© DigitalGlobe

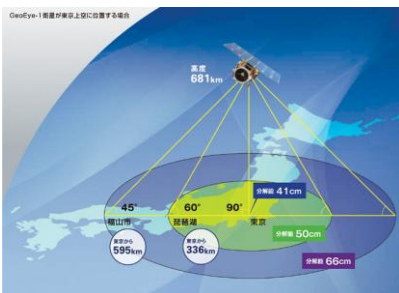
WorldView-3により観測可能な波長帯域



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

© DigitalGlobe

撮影角度と地上分解能(GeoEye-1の場合)



- 衛星の直下では41cmの分解能で撮影が可能
- 撮影角度60°で約50cmの分解能を保持
- 衛星を音振ること分解能が低くなるが撮影機会が増大

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

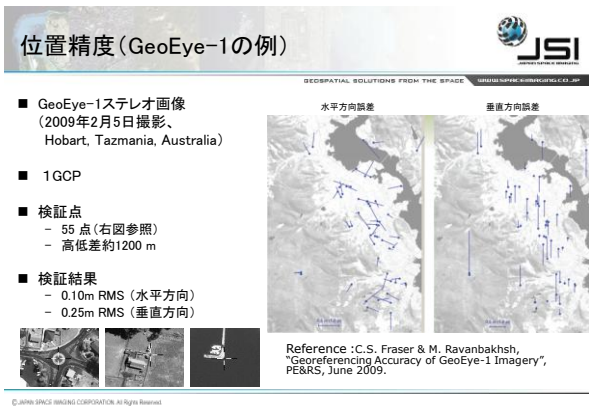
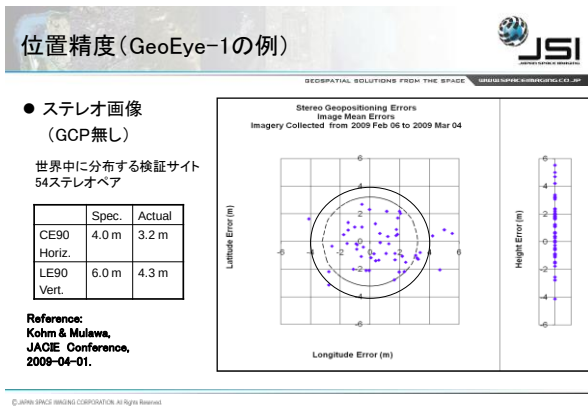
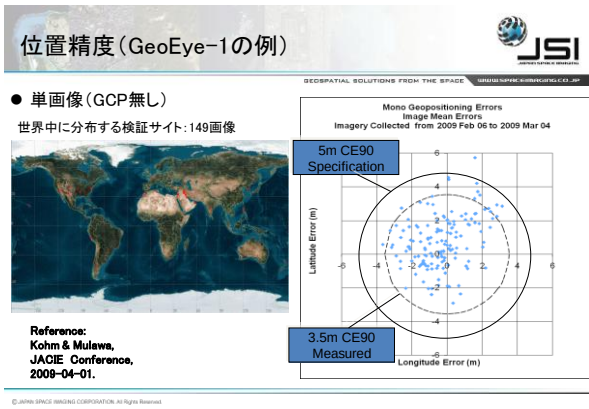
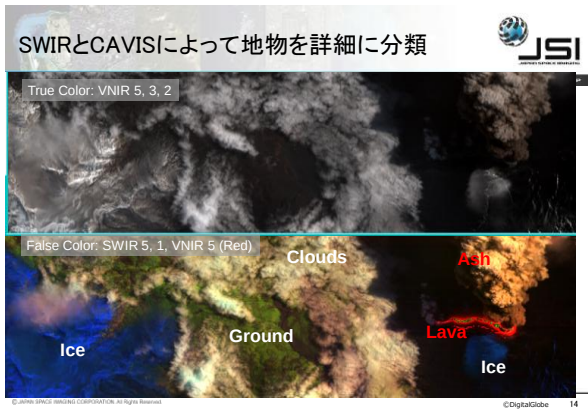
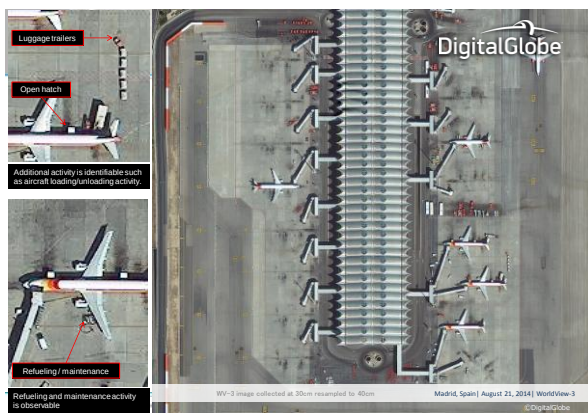
10

空間解像度比較



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

11



SkySat衛星の特徴

1. 同一地点を一日複数回撮影

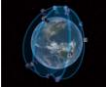
➢ 24機のコンステレーション配備による運用を予定しており、世界最高となる日中1.5-3時間毎の定点撮影が可能になります。

2. 100kg級小型衛星で分解能1m以下を実現

➢ 衛星重量100kg超の小型衛星ながら、パンクロマティックセンサー、4バンドマルチスペクトルセンサーを搭載し、分解能1m以下を実現。

3. 商用衛星世界初 動画撮影機能

➢ 商用地球観測衛星では世界初のフルモーションビデオ撮影機能を搭載。衛星直下で、1mクラスの地上分解能を実現しています。



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

Skybox 18

製品仕様

画像製品		動画製品		
バンド	バンド	450-900 nm	バンド	白黒 (バンド)
	青	450-515 nm	GSD	1.1m (直下)
	緑	515-595 nm	記録時間	30秒間
	赤	605-695 nm	フレームレート	毎秒30フレーム
	近赤外	740-900 nm	撮影範囲	2km×1.1km (直下)
バンド幅	85cm (直下)	ファイル形式	H.264 (MP4形式)	
ビット数	11ビット	付属ファイル	メタデータ	
撮影幅	8km (直下)		サムネイルビデオ	
ファイル形式	TIFF		サムネイル画像	
付属ファイル	メタデータ、RPCファイル、サムネイル画像、サムネイルXML	動画フレーム (ロービデオのみ)		
		RPCファイル (ロービデオのみ)		

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

19

製品例：フレーム画像

福岡空港



© Skybox Imaging, Inc. All Rights Reserved.

製品例：ロービデオ

ドバイ



© Skybox Imaging, Inc. All Rights Reserved.

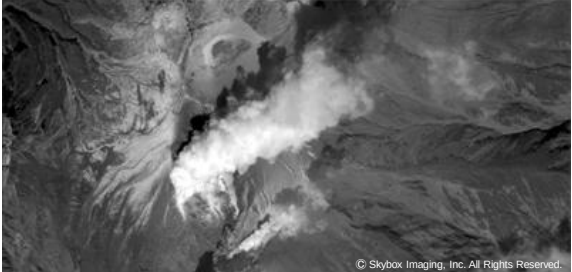
製品例：スタビライズビデオ

大鳴門橋



© Skybox Imaging, Inc. All Rights Reserved.

SkySat衛星が捉えた御嶽山噴火(動画)



© Skybox Imaging, Inc. All Rights Reserved.

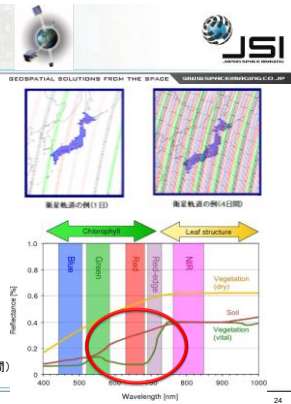
RapidEye衛星の概要

概要

衛星運用者	BlackBridge社(ドイツ)
衛星数	5機
衛星製造	SSL社(英国)
重さ	150kg(バス+ペイロード)
打上日	2008年8月29日
設計寿命	7年
衛星高度	630km
撮影時刻	毎日11:00頃(地方時)

特徴

- 高い撮影能力
 - ・ほぼ毎日撮影機会を有し、天候リスクを軽減
 - ・撮影最大能力は、1パス、77km × 1,500km
- 低価格
 - ・高解像度衛星と比べて低価格(面積当たり価格)
- 豊富な情報量
 - ・12bit(4,096階調)データを取得
 - ・レッドエッジバンド(赤バンドと近赤外バンドの間)各種モニタリング・解析に新たな可能性



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

24

衛星画像製品 RapidEye衛星：5m解像度 皇居周辺



COSMO-SkyMed衛星の概要

概要

運用機関	イタリア宇宙庁(ASI)、イタリア防衛省(I-MOD)
打上げ日	1号機 2007年6月8日、2号機 2007年12月9日(JST)
3号機	2008年10月25日、4号機 2010年11月6日
回帰日数	16日(同一号機において)
衛星高度	620km
撮影時刻	地方時 毎日 6時頃(上昇軌道)、18時頃(下降軌道)

特徴

- ・XバンドのSAR(合成開口レーダー)センサーを搭載
- ・昼夜・天候を問わない撮像が可能
- ・商用衛星では世界最高レベルの高解像度モード(最大400MHz帯域幅で1m解像度を実現)
- ・ルック方向切替(右/左)、複数機運用(4機)により広域かつ高頻度の撮像が可能
- ・解像度、観測幅の異なる多様な撮像モードを提供

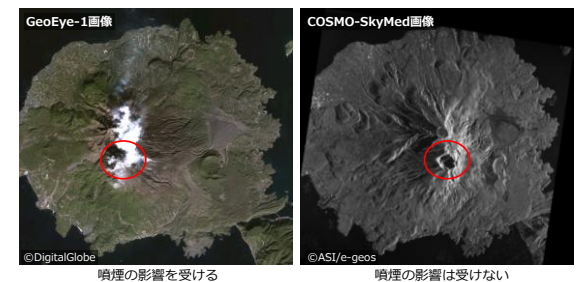


© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

25

レーダー衛星と光学衛星

■ 噴煙の影響(同日撮影)

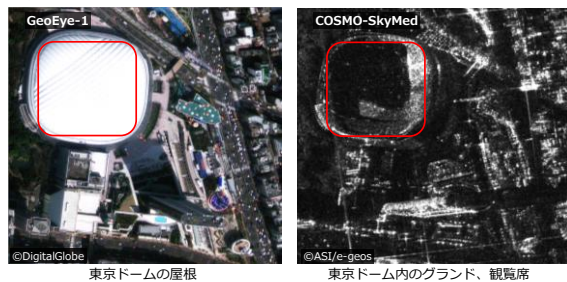


© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

27

レーダー衛星と光学衛星

■ 透過



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

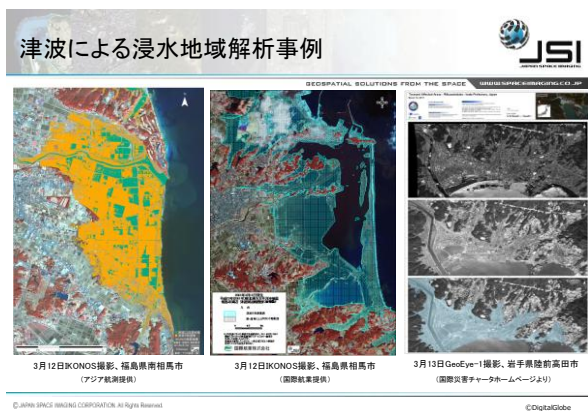
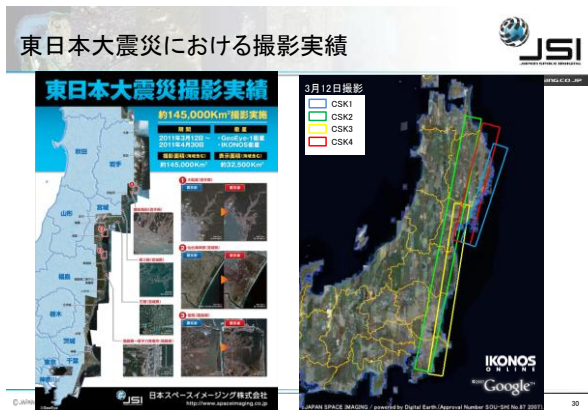
28

東日本大震災における画像の利用

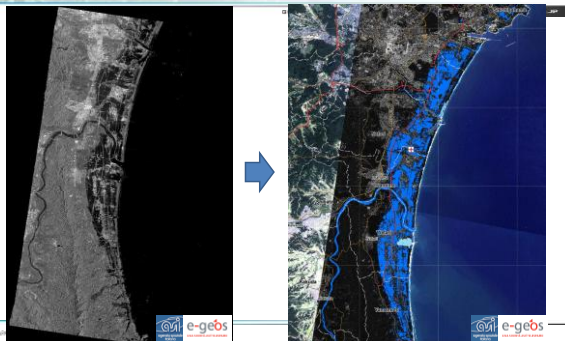
特徴:

- ・DigitalGlobe社高分解能衛星:
 - ピンポイント観測による現場対応に役に立つ情報の提供
 - 地震による建物の倒壊、橋の崩落、道路の寸断状況把握など
- ・RapidEye衛星:
 - 広域(観測幅77km)観測により、初動対応における被災状況の全体把握に利用
 - 山間部など広範囲にわたる土砂崩れ、津波による浸水域の状況把握、海上浮遊物判読など
- ・COSMO-SkyMed衛星:
 - STRIPMAPモード(観測幅40km、3m解像度)による浸水域状況把握、海上浮遊物の判読
 - SPOTLIGHT-2モード(観測幅10km、1m解像度)による微小な変動抽出など

© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.



OSK画像による津波浸水地域の抽出



震災地域を時系列的にモニタリング



新潟県中越地震における震災ダム(旧山古志村)



新潟県中越地震における震災ダム(旧山古志村)

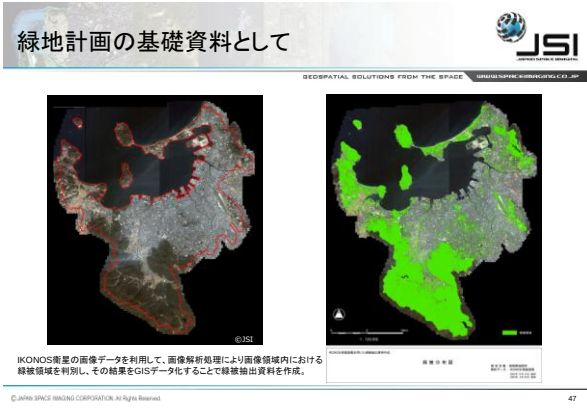
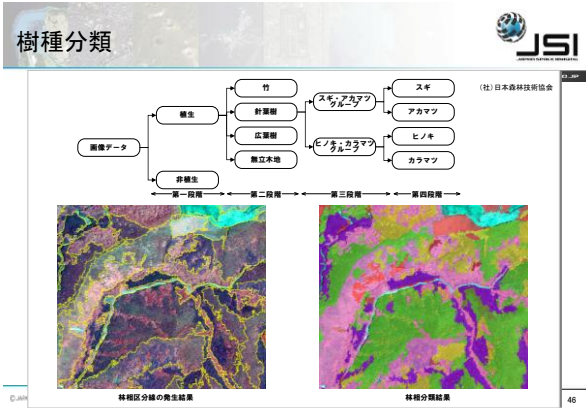
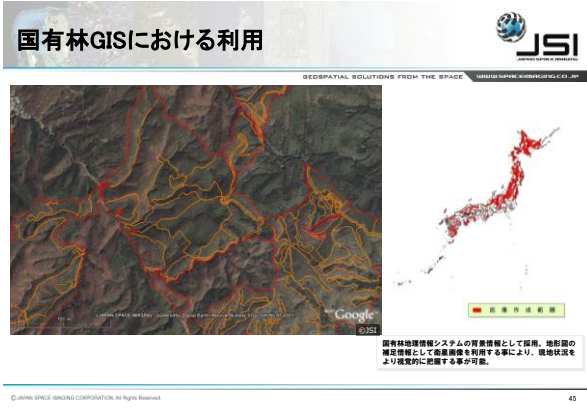
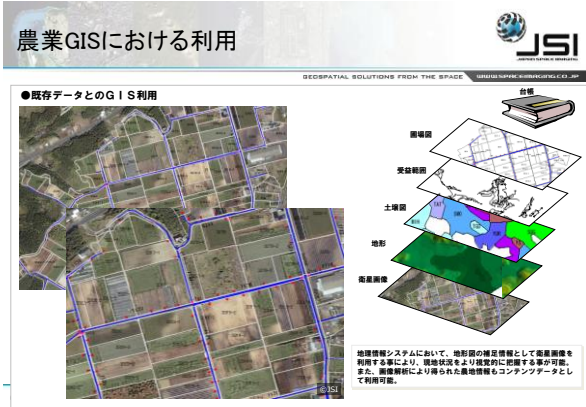
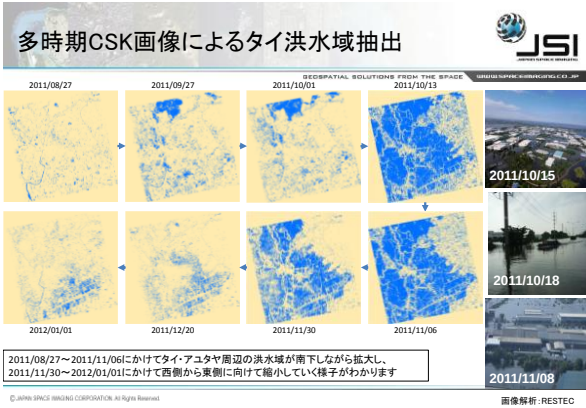


新潟県中越地震復旧・復興GISプロジェクト



ハイチ地震前後

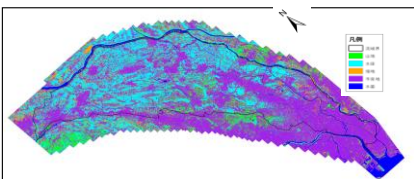





```

graph TD
    A[画像自動分類] --> B[分類結果の使用画像間の調整]
    B --> C[使用画像間の接合処理]
    C --> D[土地被覆分類作成]
    D --> E[土地被覆分類面積集計]
  
```

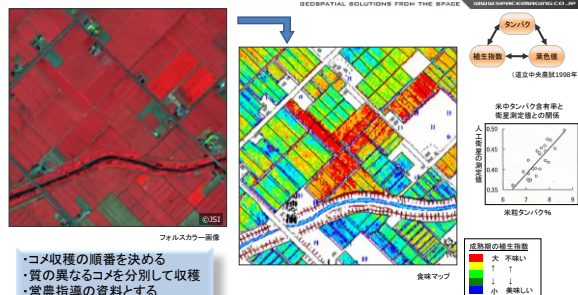
The flowchart illustrates the process of land cover classification. It begins with '画像自動分類' (Automatic Image Classification), followed by '分類結果の使用画像間の調整' (Adjustment of images used for classification results), then '使用画像間の接合処理' (Joining process of images used), then '土地被覆分類作成' (Creation of land cover classification), and finally '土地被覆分類面積集計' (Aggregation of land cover classification area).



資料提供：関東地方整備局 江戸川河川事務所殿

© 2004 SAMS IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

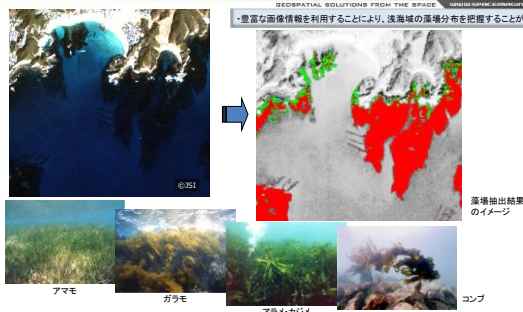
40



- ・コメ収穫の順番を決める
- ・質の異なるコメを分別して収穫
- ・営農指導の資料とする

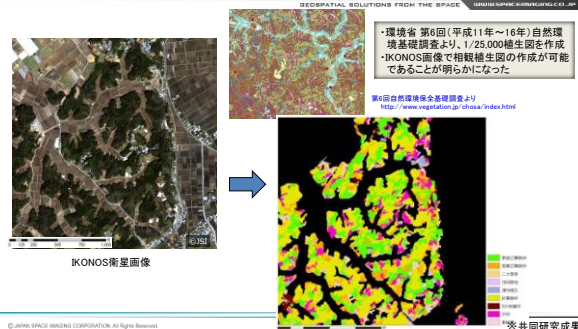
© 2004 SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

資料提供: 富士通電機株式会社(株)

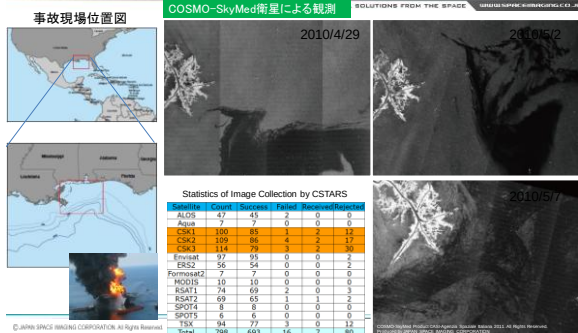


© 2004 SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

資料提供：水産総合研究センター 水産丁業研究所



※共同研究成果



© 2008 SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

CONRAD Signature Product Case Agency: Soxide, Atlanta, 2011. All Rights Reserved.



59

ゲームソフトでの利用例



54

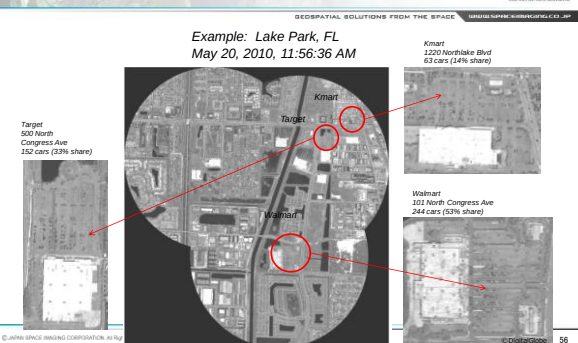
石油備蓄量の調査



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

©DigitalGlobe 55

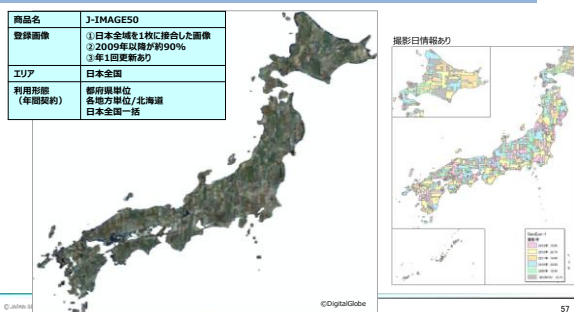
駐車場の定点/時観測 → シェア分析



56

衛星画像クラウドサービス (J-IMAGE50)

日本全域の50cm解像度画像データをクラウド利用できる年間サービス。毎年一定地域更新



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

©DigitalGlobe

57

クラウド(Cloud) + クラウド(Crowd)



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

©DigitalGlobe 58

衛星画像の普及と共に進化する



© JAPAN SPACE IMAGING CORPORATION. All Rights Reserved.

59