

FIG WORKING WEEK 2012
May 6-10 2012
Hofme, Italy

PASCO
World's Leading Geospacial Group
PSD-T1-AT1-1207-021

リモートセンシングによる東日本大震災モニタリング

JFS講演会

2012年7月30日

株式会社パスコ
衛星事業部 吉川 和男

© PASCO CORPORATION 2012

World's Leading Geospacial Group

本日の発表内容

1. パスコの概要
2. 災害モニタリングのコンセプト
3. 東日本大震災における取組状況
 - ・全体像
 - ・初動対応: 発災72時間以内
 - ・応急対応: 72時間~1週間
 - ・復旧対応: ~1ヶ月
 - ・復旧対応: 1ヶ月以降
4. まとめ

© PASCO CORPORATION 2012 - 1 - PASCO

World's Leading Geospacial Group

1. パスコの概要

- ・ 創業年月: 1953年10月
- ・ 従業員数: 連結: 2,505人、単体: 1,560人 (2012年3月末現在)
- ・ 本社: 東京
- ・ 海外拠点: ベルギー、フィンランド、アメリカ、ブラジル、インドネシア、タイ、フィリピン、中国
- ・ TerraSAR-X: 2007年~
- ・ ALOS: 2011年~

■ PASCO develops satellite receiving stations in Chile and Hokkaido

■ Launching of the small Integrated Mobile Ground Station System by the end of 2012 for the advanced space system (ASARU project)

Aerial Photogrammetric

© PASCO CORPORATION 2012 - 2 - PASCO

World's Leading Geospacial Group

2. パスコが目指す災害モニタリング

- 広域エリアの情報を3D観測し、データ化
- 昼夜を問わず、国土を迅速に観測し、データ化
- 狭域エリアの情報を、高精度に観測し、データ化
- 様々なセンサから得られたデータを即座に統合、分析、可視化し、提供
- 被災地における即時 データ中継・処理機能

衛星の受信・処理
地上受信網の拡充

統合化された
社会システムを構築し、
3時間以内の情報提供を
目指す

日本の技術を
世界の防災対策へ

© PASCO CORPORATION 2012 - 3 - PASCO

World's Leading Geospacial Group

主要な国内外の災害モニタリング事例

2008	May	四川大地震
	Jun	岩手・宮城内陸地震
	Aug	岡崎豪雨
	Aug	コン川氾濫(ネパール)
2009	May	ブラジル北部洪水
	May	サイクロン・アイル(バングラデシュ)
2010	Jan	ハイチ地震
	Mar	エイヤフィヤトラ氷河火山噴火(アイスランド)
2011	Jan	新燃岳噴火
	Feb	クライストチャーチ地震(ニュージーランド)
	Mar	東日本大震災
	Sep	台風12号豪雨災害(紀伊半島)
	Oct	タイ洪水
2012	Mar	桜島噴火
	Jul	九州北部豪雨

© PASCO CORPORATION 2012 - 4 - PASCO

World's Leading Geospacial Group

3. 東日本震災における取組の全体像

震災後 1週間

震災後 2週間以降

震災後 3週間以降

震災後 4週間以降

震災後 5週間以降

震災後 6週間以降

震災後 7週間以降

震災後 8週間以降

震災後 9週間以降

震災後 10週間以降

震災後 11週間以降

震災後 12週間以降

震災後 13週間以降

震災後 14週間以降

震災後 15週間以降

震災後 16週間以降

震災後 17週間以降

震災後 18週間以降

震災後 19週間以降

震災後 20週間以降

震災後 21週間以降

震災後 22週間以降

震災後 23週間以降

震災後 24週間以降

震災後 25週間以降

震災後 26週間以降

震災後 27週間以降

震災後 28週間以降

震災後 29週間以降

震災後 30週間以降

震災後 31週間以降

震災後 32週間以降

震災後 33週間以降

震災後 34週間以降

震災後 35週間以降

震災後 36週間以降

震災後 37週間以降

震災後 38週間以降

震災後 39週間以降

震災後 40週間以降

震災後 41週間以降

震災後 42週間以降

震災後 43週間以降

震災後 44週間以降

震災後 45週間以降

震災後 46週間以降

震災後 47週間以降

震災後 48週間以降

震災後 49週間以降

震災後 50週間以降

震災後 51週間以降

震災後 52週間以降

震災後 53週間以降

震災後 54週間以降

震災後 55週間以降

震災後 56週間以降

震災後 57週間以降

震災後 58週間以降

震災後 59週間以降

震災後 60週間以降

震災後 61週間以降

震災後 62週間以降

震災後 63週間以降

震災後 64週間以降

震災後 65週間以降

震災後 66週間以降

震災後 67週間以降

震災後 68週間以降

震災後 69週間以降

震災後 70週間以降

震災後 71週間以降

震災後 72週間以降

震災後 73週間以降

震災後 74週間以降

震災後 75週間以降

震災後 76週間以降

震災後 77週間以降

震災後 78週間以降

震災後 79週間以降

震災後 80週間以降

震災後 81週間以降

震災後 82週間以降

震災後 83週間以降

震災後 84週間以降

震災後 85週間以降

震災後 86週間以降

震災後 87週間以降

震災後 88週間以降

震災後 89週間以降

震災後 90週間以降

震災後 91週間以降

震災後 92週間以降

震災後 93週間以降

震災後 94週間以降

震災後 95週間以降

震災後 96週間以降

震災後 97週間以降

震災後 98週間以降

震災後 99週間以降

震災後 100週間以降

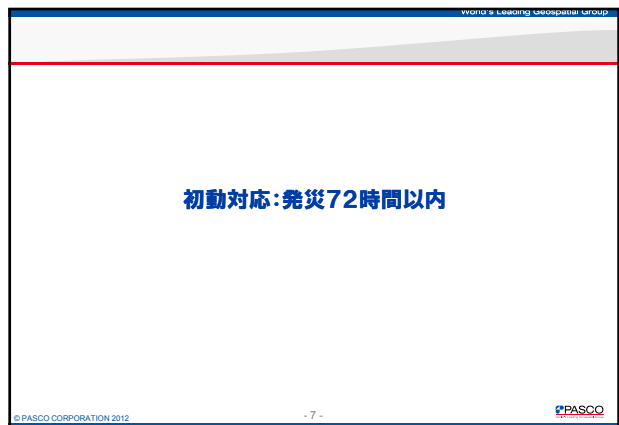
© PASCO CORPORATION 2012 - 5 - PASCO

東日本大震災で主に活用した衛星群

◎印=東日本大震災で主に活用された11衛星

観測種類	卫星名	外觀	打上げ年	運用機関	分辨率	観測頻度(約々)
SAR	TerraSAR-X		2007年08月	DLR/Alenia	1m(垂直)	10~100km(80%方向)
	TanDEM-X		2010年08月	DLR/Alenia	1m(垂直)	
光学/SAR	ALOS		2006年09月	JAXA	SAR(10m) V-GW(3.5m) W-VIS(10m)	SAR 40~70km帯 光学 35~70km
	MONOS		1999年08月	Space (ESA)	バンド0.82m) バンド1.5m)	11.3km
光学	GeoEye-1		2008年08月	Space (USA)	バンド0.41m) バンド1.66m)	15.2km
	WorldView-2		2009年03月	Digital Globe (USA)	バンド0.46m) バンド1.66m)	18.4km
	WorldView-1		2007年03月	Digital Globe (USA)	バンド0.5m)	17.4km
	QuickBird		2001年03月	Digital Globe (USA)	バンド0.61m) バンド2.44m)	16.5km
	SPOT-5		2005年08月	SPOT Image (France)	バンド0.5m) バンド1.5m) マルチスペクトル(10m)	60km
	NasirEye		2008年08月	Roscosmos (Russia)	バンド0.5m)	77km
	SPOT-6		2009年03月	SPOT Image (France)	バンド0.5m)	140km
	SPOT-7		2009年03月	SPOT Image (France)	バンド0.7m)	70km
	Cartosat-1		2005年08月	ISRO (India)	バンド0.5m)	27.5km
	Cartosat-2		2007年03月	ISRO (India)	バンド0.5m)	6.8km

© PASCO CORPORATION 2012 - 6 - PASCO



初動対応:発災72時間以内

発災	24時間	48時間	72時間
3月11日 14:46	3月12日(土)	3月13日(日) 初期観測	3月14日(月) 観測
<p>15:30 衛星計画の打ち合わせ</p> <p>20:00 衛星体制の調整</p> <p>24:00 衛星計画の完成</p>	<p>衛星画像の取得と画像の処理</p> <p>衛星画像の自動抽出と画像の処理</p> <p>衛星画像の自動抽出と画像の処理</p>	<p>衛星観測(北海道~神奈川)</p> <p>衛星観測(北海道~千葉)</p> <p>衛星観測(北海道~千葉)</p>	<p>衛星観測(北海道~千葉)</p> <p>衛星観測(北海道~千葉)</p> <p>衛星観測(北海道~千葉)</p>
<p>15:45 衛星体制の調整</p> <p>15:59 衛星体制の調整</p> <p>災害対策の開始</p>	<p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p>	<p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p>	<p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p> <p>航空機撮影</p>

© PASCO CORPORATION 2012 - 8 - PASCO

湛水範囲の自動抽出による速報図 48時間以内

災害前後のTerraSAR-X画像より、湛水域を自動抽出
観測の約6時間後に仙台平野の湛水域を推定

災害前後の画像から迅速に抽出した指定湛水域
(画像中濃赤色の区域)

事前に取得したSAR衛星画像

災害発生直後に取得した衛星画像(SAR)

3月11日 14:46 震災発生

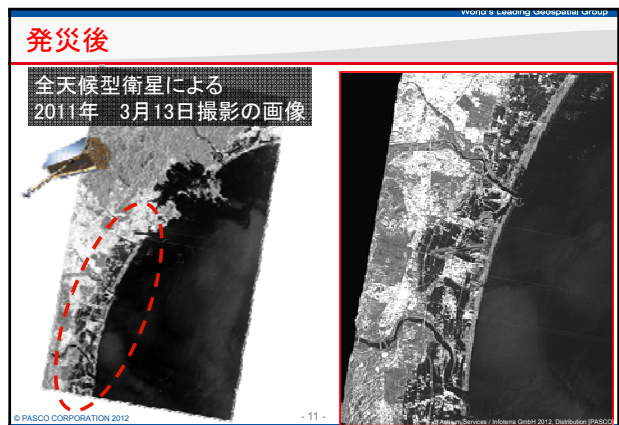
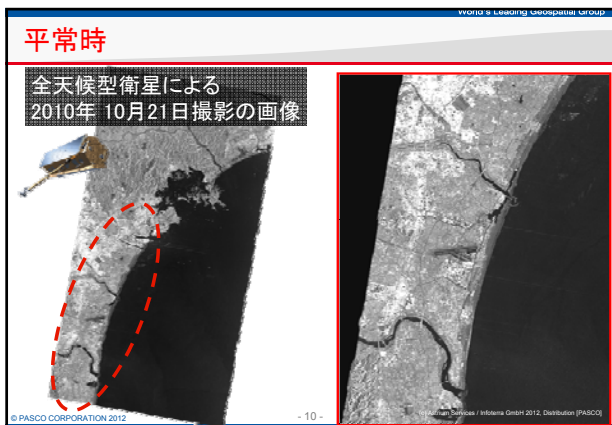
3月11日 15:00頃 観測計画

3月13日 6:00頃 観測実施

自動判読により湛水域を迅速に推定

東北地方太平洋沖地震発生直後に取得したTerraSAR-X画像を過去に取得していた画像と比較することで作成した
(使用衛星)
・TerraSAR-X
2010年10月21日取得画像
2011年3月13日取得画像

© PASCO CORPORATION 2012 - 9 - PASCO



被災エリア、海洋浮遊物、原子力発電所 72時間以内

© PASCO CORPORATION 2012 - 12 -

応急対応(72時間~1週間)

© PASCO CORPORATION 2012 - 13 -

各種衛星データによる浸水区域判読図の作製 総延長500km

■ 浸水区域判読に用いた衛星画像 (青森県~茨城県 3月12日~3月18日)

WorldView-1.2 (日ロジョイントスズメ)	> 61シーン 19,764km ²
ALOS [PRISM / AVNIR-2] (JAXA)	> 44シーン 215,600km ²
SPOT-5 (Spot Image)	> 9シーン 32,400km ²
RapidEye (Panaxx)	> 40シーン 237,160km ²
TerraSAR-X (バスコ)	> 10シーン 60,000km ²

衛星データ合計 194シーン (約500万km²)

最良時よりの、のべ50名の全業種専門技術者対応

■ 浸水区域判読

■ GISデータ化

■ 図面出力

■ 浸水面積算出

■ 制作条件

- ① 浸水区域判読 (継続的)
- ② 浸水区域抽出 (詳細)
- ③ 浸水区域データ管理
- ④ 浸水区域抽出結果のコンテナー (SHP, MEX)

※ 各衛星撮影範囲は女機部から提供

3月12日 13日 14日 15日 16日 17日 18日

© PASCO CORPORATION 2012 - 14 -

復旧対応(~1ヶ月) 継続モニタリング

© PASCO CORPORATION 2012 - 15 -

仙台平野の湛水モニタリング

TerraSAR-Xの撮影成果から、津波による推定湛水区域の自動抽出し、時系列変化を把握 (3月13日から4月4日まで10回の撮影を実施)

排水状況 (直裡町)

3月13日と24日、4月4日の比較

3月13日と15日の比較

3月13日と15日、16日の比較

3月13日と24日の比較

© PASCO CORPORATION 2012

仙台平野の撮影状況

撮影番号	撮影状況									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
撮影機材	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X	TerraSAR-X
撮影日	3月13日	3月16日	3月18日	3月18日	3月22日	3月24日	3月25日	3月29日	3月31日	4月4日
撮影時刻	8:43	17:20	17:20	8:51	8:17	8:43	17:20	8:51	17:20	8:43
軌道方向	Descending	Ascending	Ascending	Descending	Descending	Descending	Ascending	Descending	Ascending	Descending
撮影方向	Right	Right	Left	Right	Left	Right	Right	Right	Right	Right
入射角	37.2度	18.8度	22.8度	21.2度	26.1度	37.2度	18.8度	21.2度	26.2度	37.2度
撮影モード	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap	StripMap
雲量	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

震災後、延べ10万km²以上の撮影を実施(仙台平野以外を含む)

© PASCO CORPORATION 2012 - 17 -

復旧対応(1ヶ月以降)

© PASCO CORPORATION 2012 - 18 - PASCO

航空機による撮影と被災箇所判読・分析

- 回転翼(ヘリ撮)
 - ヘリの欠点** 位置や撮影場所が分かりにくい
 - 当社開発システム** どこから、どこを撮影したのかが情報として記録
撮影直後に状況を確認する

3月下旬から、岩手県、宮城県の津波浸水区域を中心に情報を収集し、公的機関に提供

ヘリ撮システム

© PASCO CORPORATION 2012

航空写真(ヘリ)による被災の状況(宮城県女川町)

© PASCO CORPORATION 2012

地上計測車両による情報収集

走行しながら詳細な情報を収集します

© PASCO CORPORATION 2012

地上計測車両による情報収集

震災前の計測車両の画像がアーカイブされており、比較が可能です

© PASCO CORPORATION 2012 - 22 - PASCO

レーザープロファイラーによる撮影

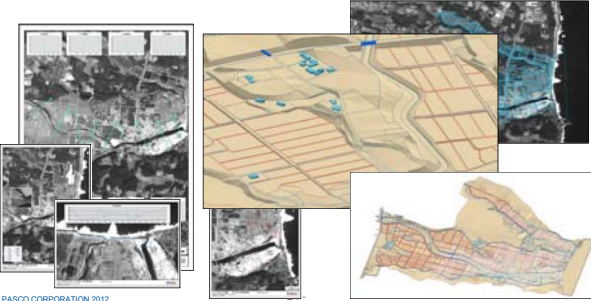
福島第一原発付近(60km~80km)レーザープロファイラーによる撮影
5mDEMの作成、地盤沈下などの変動量把握

標高段彩図

© PASCO CORPORATION 2012 - 23 -

図化：高分解能光学衛星(WorldView-2)

福島第一原発周辺(航空測量が困難な区域)について、衛星画像を用いた図化を試行



© PASCO CORPORATION 2012

メディアでの紹介実績

当社が判読した推定浸水範囲をはじめとした被害状況の情報は新聞やテレビをはじめ、各種メディアで取り上げられた。



3月29日朝日新聞
朝刊23面



3月30日読売新聞
朝刊1面

NHK おはよう日本
NHK ニュース9
ABC朝日放送
日本経済新聞
日経コンストラクション
GISNEXT
...ほか多数

© PASCO CORPORATION 2012

© PASCO CORPORATION 2012

実施結果と課題

十分な社会貢献を行えたか？

1. 地上観測における課題

・災害走行画像アーカイブを活用した災害前後の比較が有効

2. 航空機観測における課題

・災害協定で7社分担で効率的な撮影が実施。成果の利用は一般公開後まで控えた
 ・ガレキの判読等復興調査には20cm分解能で実用(40cmで不十分)
 ・ステレオ視が有効(堤防決壊や建物損壊は単写真では判読困難)
 ・災害前写真や地形図との比較が有効(河川GIS基盤図、地殻変動のズレが明瞭)
 ・ヘリによる高分解能斜め撮影のパノラマ画像のアーカイブ整備(港湾、沿岸地域)

3. 衛星観測における課題

・多くの衛星画像(光学、SAR)が、衛星ベンダーから提供された
 ・津波浸水区域図は、マニュアル作業となり自動化が課題
 ・TerraSAR-Xにて約1ヶ月間モニタリングを実施、自動化処理の更なる高度化が課題
 ※条件に恵まれ災害後の2日間にて光学衛星が広範囲を網羅(撮影能力、天候)

© PASCO CORPORATION 2012

- 26 -

© PASCO CORPORATION 2012

パスコは、宇宙、空、地上からの情報、分析、提供の技術開発を行い、国土・災害モニタリングを通じて、社会に貢献します。



ご清聴ありがとうございました。

© PASCO CORPORATION 2012

- 27 -

© PASCO CORPORATION 2012