2.1.4 海外機関の協力

JAXA は、3月11日14時46分の地震発生を受け直ちに、センチネルアジア及び内閣府の代理として国際災害チャータへの緊急観測を要請した(同15時24分)。

2.1.4.1 国際災害チャータ等の対応

国際災害チャータへの緊急観測の要請に対し、参加する各国宇宙機関が保有する地球観 測衛星により 5000 シーン以上の観測データが日本に提供された。「だいち」を除き、国際 災害チャータ等において、被災地の観測がおこなわれた協力機関と衛星を表 2.1-5 に示す。 また、国際災害チャータによって観測されたフットプリント(観測域)を図 2.1-29 に示す。

センサ種別	衛星名	提供機関	所在国
SAR データ	TerraSAR-X	ドイツ航空宇宙センター	ドイツ
		(Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt : DLR)	
	RADARSAT-1, 2	カナダ宇宙庁(Canadian Space Agency : CSA)	カナダ
	ENVISAT	欧州宇宙機関(European Space Agency: ESA)	欧州
	COSMO-SkyMed	イタリア宇宙機関 (Agenzia Spaziale Italiana : ASI)	イタリア
光学センサ	IKONOS-2	米国地質調査所(U.S. Geological Survey: USGS)	米国
データ	GeoEye-1	USGS	米国
	QuickBird-2	USGS	米国
	WorldView-1, 2	USGS	米国
	SPOT-4, 5	仏国立宇宙研究センター	フランス
		(Centre National d'Etudes Spatiales : CNES)	
	Kompsat-2	韓国航空宇宙研究院	韓国
		(Korea Aerospace Research Institute : KARI)	
	RapidEye	DLR	ドイツ
	HJ	中国国家航天局	中国
		(China National Space Administration : CNSA)	
	LANDSAT-5, 7	USGS	米国
	EO-1	USGS	米国
	Cartosat	インド宇宙研究機関	インド
		(Indian Space Research Organization : ISRO)	
	Dubaisat	アラブ首長国連邦(ドバイ首長国)先端科学技術研究所	アラブ
		EIAST(Emirates Institution for Advanced Science and	首長国連邦
		Technology)	

表 2.1-5 国際災害チャータ等で観測を行った衛星(「だいち」を除く)



図 2.1-29 国際災害チャータによる観測の全体像

観測された被災地の画像は、JAXA、及び本大震災に対応する国際災害チャータの発動に おいてデータ処理・解析を担当したアジア工科大学(AIT)に加え、チャータの了解を受け た世界各国の機関でも被害状況等の把握に有効な 90 以上の処理・解析プロダクトが作成さ れ、国際災害チャータのホームページで公開された(図 2.1-30)。

			Testin I Costel I Pressie	
*** KB+R KB-V7 *** *** *** *** *** *** *** *	Congle mouth	8000 8000 9-3000 7012540 501240 8020 8020 8020 8020 8020 8020 8020 8		1999 2017 2018 2019 2019 2017 2019
- 9 950,000 - 90:782420 - 90:782420 - 95 - 95 - 95 - 95 - 95 - 95 - 95 - 95	1+-30110AB/AB355	Di Invidiation area - Sandi Invinci - Carlos etta - Sandi Invinci - Carlos etta - Normania - Sandi - Normani	e reach-tion version	
	Braskvater frahretten - Karnaich Sonrow (POT-S Argeneral: Part-disaster: 13/15/2011 Georgi: Spat Disage Mag perioded by 2003			

図 2.1-30 国際災害チャータホームページ上での被災地観測画像解析プロダクト公開 (http://www.disasterscharter.org/web/charter/home)

ここで、国際災害チャータのホームページで公開された、被災地観測画像解析プロダクトを作成した機関を表 2.1-6 に示し、いくつかの作成されたプロダクトを図 2.1-31~図 2.1-41 に示す。

所在国	プロダクト作成機関	データ使田衛星	プロダクト例
国連	United Nations Institute for Training and Research	RADARSAT-1	⊠ 2.1-31
	(UNITAR) / UNITAR's Operational Satellite Application	RADARSAT-2	
	Programme (UNOSAT)		
米国	Clark Labs, Clark University	GeoEye-1,	図 2.1-32
		WorldView	
	Earthquake Data Enhanced Cyber-Infrastructure for	WorldView,	図 2.1-33
	Disaster Evaluation and Response (E-DECIDER)	QuickBird-2	
	Rochester Institute of Technology (RIT)	GeoEye-1,	図 2.1-34
		WorldView	
	USGS	WorldView-1	図 2.1-35
	George Mason University	WorldView-2	図 2.1-36
	GISCorps, Auburn University	WorldView-1	図 2.1-37
	ImageCat inc.	GeoEye-1	図 2.1-38
	Pennsylvania State University	WorldView-2	図 2.1-39
ドイツ	DLR / Center for Satellite Based Crisis Information (ZKI)	RapidEye	図 2.1-40
		TerraSAR-X	
フランス	Regional Service of Image Treatment and Remote Sensing	WorldView-1, 2	図 2.1-41
	(SERTIT)	IKONOS-2	
		SPOT-5	
		Landsat-7	

表 2.1-6 国際災害チャータで被災地観測画像解析プロダクトを作成した海外機関



図 2.1-31 海外機関により作成された画像解析プロダクト例 (UNITAR/UNOSAT)

被災前後の SAR による観測画像による、仙台市から宮城県南部における津波後の湛水域抽出 使用画像:RADARSAT-1(被災後:2011年3月12日観測)、RADARSAT-2(被災前:2006年 3月26日観測)



図 2.1-32 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(Clark Labs, Clark Univ.)

高分解能光学センサによる、岩手県大槌町の被災前後の観測画像 使用画像:上図/GeoEye-1(被災前:2010年6月1日観測)、下図/WorldView(被災後:2011 年3月14日観測)



図 2.1-33 海外機関により作成された画像解析プロダクト例 (E-DECIDER)

高分解能光学センサによる、福島第一原子力発電所の被災前後の観測画像 使用画像:上図/WorldView-1(被災前:2009年3月26日観測)、下図/QuickBird-2(被災後: 2011年3月16日観測)



図 2.1-34 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(RIT)

高分解能光学センサによる、福島第一原子力発電所の爆発後の観測画像 使用画像: 左図/WorldView-2(2011年3月17日観測)、右図/GeoEye-1(2011年3月19日 観測)

> Tsunami Affected Areas - Minamisanriku, Japan Maximum tsumani inundation as mapped by debris fields and ground damage



図 2.1-35 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(USGS)

高分解能光学センサでの宮城県南三陸町の津波被害前後の観測画像による津波被害域抽出 使用画像:Worldview-1(被災前:2011年3月11日観測、被災後:2011年3月14日観測)



図 2.1-36 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(George Mason Univ.)

高分解能光学センサによる、宮城県多賀城市の津波被害前後の観測画像 使用画像:Worldview-2(上図/被災前:2010年8月4日観測、下図/被災後:2011年3月14 日観測)



図 2.1-37 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(GISCorps, Auburn Univ.) 高分解能光学センサによる、岩手県宮古市の津波被害前後の観測画像

使用画像:Worldview-1(上図/被災前:2011年3月11日観測、下図/被災後:2011年3月19日観測)



図 2.1-38 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(ImageCat) 高分解能光学センサでの岩手県陸前高田市の津波被害前後の観測による津波被害域抽出 使用画像:GeoEye-1(上図/被災前:2010年9月29日観測、中図/被災後:2011年3月13 日観測、下図/被災後画像における津波被害域)



図 2.1-39 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(Pennsylvania State Univ.) 高分解能光学センサでの宮城県七ヶ浜町の津波後の観測による湛水域抽出 使用画像:Worldview-2(被災後:2011年3月14日観測)



図 2.1-40 海外機関により作成された画像解析プロダクト例 (DLR/ZKI)

福島県南相馬市の SAR 観測画像から抽出された津波被害域と高分解能光学センサによる観測 画像の重ね合わせ

使用画像:SAR/TerraSAR-X(被災後:2011年3月12日観測)、光学/RapidEye(被災後:2011年3月12日観測)



図 2.1-41 海外機関により作成された画像解析プロダクト例(SERTIT)

光学センサによる宮城県石巻市〜福島県大熊町の被災前広域観測画像への津波被害域の重ね 合わせ画像と、津波被災後の高分解能光学センサによる拡大画像

使用画像: 広域観測画像/Landsat-7(被災前:2000年9月21日、2001年9月24日観測)、拡 大画像/SPOT-5(被災後:2011年3月12日観測)

2.1.4.2 センチネルアジアの対応

センチネルアジアへの緊急観測対応では、3月11日当日、地震後翌3月12日に「だいち」 の PRISM、及び AVNIR-2 による東北内陸部の観測が実施される予定であったこと、また、 広範囲での津波による深刻な被害が想定されたことから、「だいち」による観測エリアを補 完するために東北沿岸部の観測を要請した。

その結果、翌3月12日には台湾国家実験研究院・国家宇宙センター(NARL・NSPO)が FORMOSAT-2により、タイ地理情報宇宙開発機構(GISTDA)がTHEOSにより沿岸部の観 測を実施した。3月13日も引き続き FORMOSAT-2、及びTHEOSによる観測が実施され、3 月14日には FORMOSAT-2に加えてインド宇宙研究機関(ISRO)がCARTOSAT-2による仙 台の観測を実施した。

特に FORMOSAT-2 は、毎日同じ軌道へ衛星が周回する特別な軌道、及び衛星の姿勢(ピッチ軸)を南北に振りながら日本上空を通過する間に3回の観測を行える機能を生かし、3 月 12 日から 24 日まで連続して、被災地全域の観測協力が得られた。

日付	時間	主な動き
3月11日	14:46	地震発生
	15:24	緊急観測要請
3月12日	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
	10:07頃	THEOS 観測
	13:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(3月12日観測分)
3月13日	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
	09:47頃	THEOS 観測
	15:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(3月13日観測分)
3月14日	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
	10:30頃	CARTOSAT-2 観測
	15:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(3月14日観測分)
	17:09頃	THEOS データ提供(3月12日観測分)
	23:04頃	THEOS データ提供(3月13日観測分)
3月15日	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
	15:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(3月15日観測分)
3月16日	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
	15:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(3 月 16 日観測分)
		CARTOSAT-2 データ提供(3月14日観測分)
3月17日~	09:12頃	FORMOSAT-2 観測
3月24日	15:00頃	FORMOSAT-2 データ提供(当日観測分)

表 2.1-7 センチネルアジアによる緊急観測(「だいち」を除く)



※FORMOSAT-2 は 3 月 24 日まで 14 日と同エリアを観測 背景:LANDSAT, NASA

図 2.1-42 各衛星の観測エリア

(1) 被災地全域のデータを迅速に収集

センチネルアジアの FORMOSAT-2、THEOS、CARTOSAT-2 の協力により、「だいち」との観測と合わせて、地震翌日の3月12日には内陸部含めて被災地全域の画像を取得した。 また、3月12日には雲により状況が把握できなかったエリアも含めて、3月14日までには 概ね沿岸部全域の雲のない画像を取得した。

FORMOSAT-2 のデータは、その受信局の地理的条件から観測後すぐに台湾でデータを受信し、同日午後には観測データが提供された。特に、3月12日の画像は13:00頃に3月11日の地震前画像とともに提供され、さらに翌13日には災害前後画像の比較解析結果(図2.1-43、図2.1-44)も提供され、迅速な被害状況の把握に役立った。



図 2.1-43 FORMOSAT-2 画像(宮城県亘理町付近)



図 2.1-44 FORMOSAT-2 画像(宮城県岩沼市・亘理町付近)



図 2.1-45 FORMOSAT-2 画像(宮城県仙台市宮城野区付近)



図 2.1-46 THEOS 画像(宮城県東松島市付近)



図 2.1-47 CARTOSAT-2 画像(仙台塩釜港付近)

(2) 継続観測による被災地状況変化の把握

センチネルアジアでは地震発生直後だけではなく、FORMOAT-2の協力により2週間に渡って被災地全域を継続して観測した。

毎日同一の条件で観測されたデータを比較することで、浸水エリアの変化、火災の発生・ 鎮火の状況、積雪等の天候変化など、被災地の状況変化を継続的に把握することができた。



図 2.1-48 FORMOSAT-2 画像(仙台塩釜港付近)

(3) 国内機関への衛星データ提供

センチネルアジアでは、通常データ提供ノード、データ解析ノードと呼ばれる特別なメ ンバ機関にのみ衛星データを提供しているが、東日本大震災においては台湾国家実験研究 院・国家宇宙センター(NARL・NSPO)の協力により、国内機関への自由配布を行った。 その結果、6つの大学、及び1つの民間企業からの利用申請に基づき、FORMOSAT-2デ ータの提供を行い、各機関での災害支援活動に利用された。