

資料 3

第12回大規模水害対策に
関する専門調査会

衛星を用いた水害観測の 取り組みについて

平成20年11月12日

宇宙航空研究開発機構ジャクサ(JAXA)

執行役 本間 正修

目次

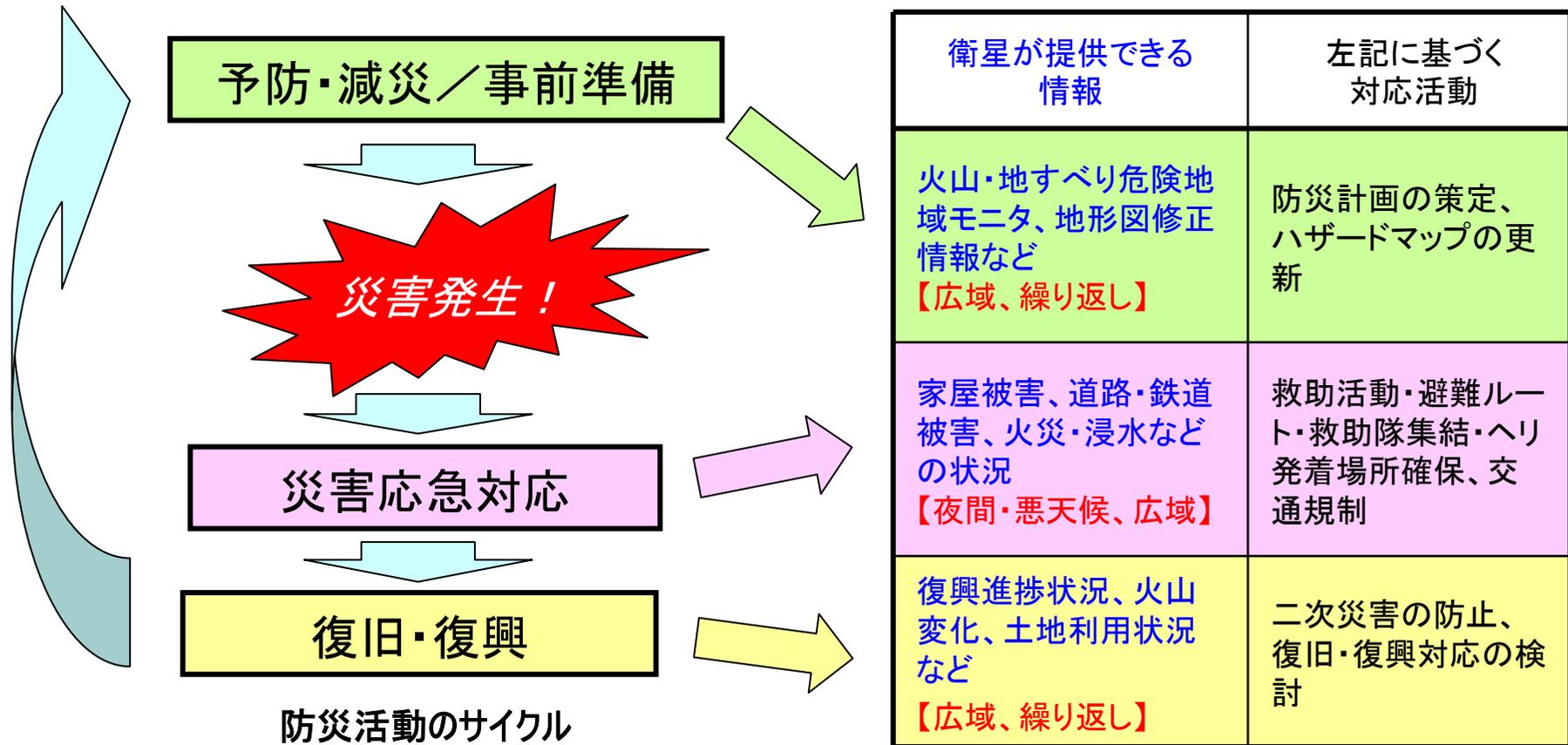
1. 災害監視における衛星の役割
2. 衛星を用いた災害監視におけるこれまでの取り組み
3. 水害時の衛星利用構想と実証活動
4. 防災における衛星情報の利用に向けて

1. 災害監視における衛星の役割

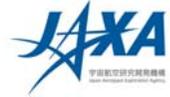


衛星観測の特長を活かした「夜間・悪天候時の観測」、「広域の観測」、「繰り返しの観測」により得られた情報を、防災活動に提供する。

航空機やヘリコプタ等による情報収集を補い、防災活動に貢献

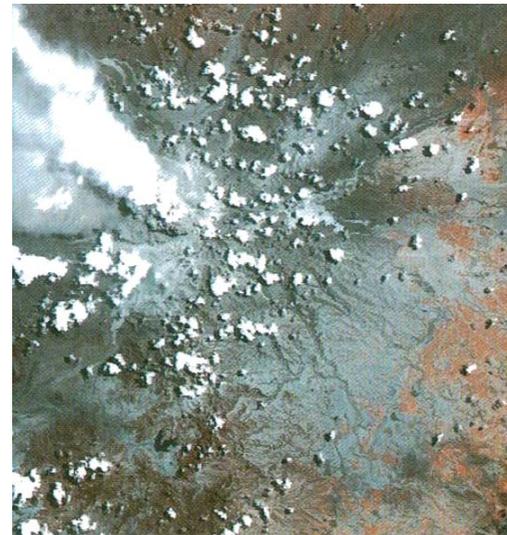
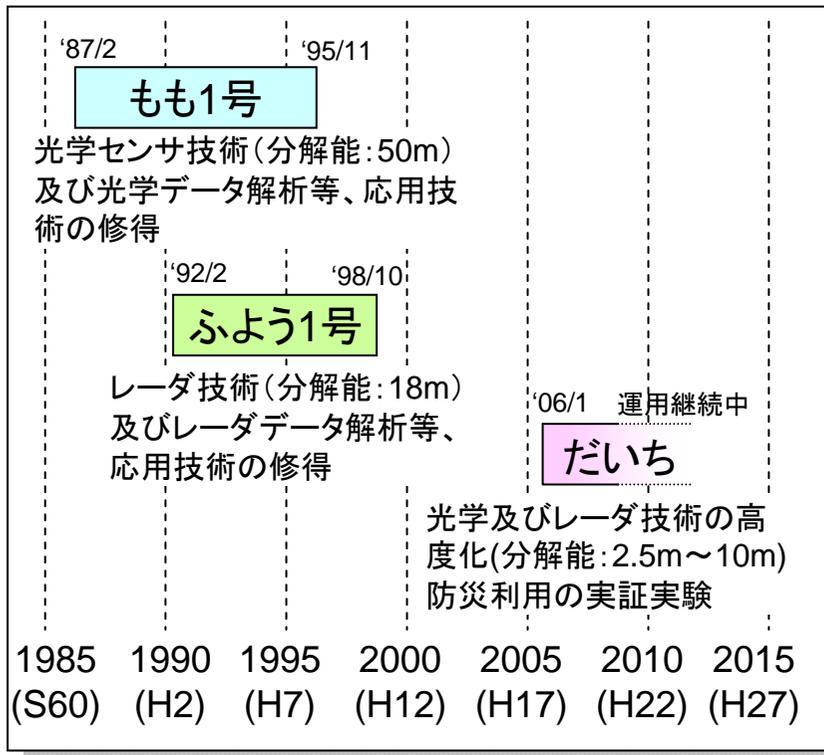


2. 衛星を用いた災害監視におけるこれまでの取り組み



地球観測衛星による災害観測経験の蓄積

- ・「もも1号」(昭和62年[1987]2月打上げ)及び「ふよう1号」(平成4年[1992]2月打上げ)において、災害事象を含む地球観測技術を修得
- ・「だいち」(平成18年[2006]1月打上げ)において、災害監視を利用目的の一つとして防災関係機関との間で防災利用実証実験を実施中



ピナツボ火山噴火
(もも1号、平成3年[1991])



阪神大震災 地殻変動
(ふよう1号、平成7年[1995])

「だいち」を用いた防災利用実証 ～ 緊急観測とデータ提供実績

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	合計
緊急観測件数	国内 0 海外 1	国内 10 海外 28	国内 6 海外 42	国内 8 海外 21	国内 24 海外 92
データ提供件数					
国際災害チャーター	1	13	28	14	56
センチネルアジア	0	14	17	8	39

(国内)

災害種類	件数	主な災害例	主なデータ提供先
気象 (洪水等)	8件	・佐呂間町竜巻(H18.11) ・岐阜台風(H20.8)	警察庁、自治体、 国土地理院
地震	5件	・能登半島地震(H19.3) ・中越沖地震(H19.7) ・岩手・宮城内陸地震(H20.6)	警察庁、国土地理院、 林野庁、防衛省等
火山	5件	・口永良部島(H18.10) ・桜島噴火(H19.2)	気象庁、国土地理院、 海上保安庁
海難事故	5件	・福岡沖流木(H18.7) ・宮城沖オイル流出(H19.4)	海上保安庁、自治体
山火事	1件	・釜石市山火事(H20.4)	JAXA

(海外)

(18年2月～20年9月24日)

国名	回数	災害種類
インドネシア	16	洪水(7)、地震・津波(5)、火山(3)、その他(1)
ベトナム	6	洪水(5)、油流出(1)
米国	6	洪水(4)、火事(1)、竜巻(1)
タイ	5	洪水(5)
フィリピン	4	洪水(1)、土砂崩れ(2)、油流出(1)
バングラデシュ	3	洪水(3)
ネパール	3	洪水(2)、吹雪(1)
アルゼンチン	3	洪水(2)、火事(1)
チリ	3	洪水(1)、油流出(1)、火山(1)
中国	3	洪水(1)、地震(2)
パキスタン	2	洪水(2)
ポリビア	2	洪水(2)
メキシコ	2	洪水(2)
イギリス	2	洪水(1)、油流出(1)
カナダ	2	洪水(1)、流氷(1)
その他	30	洪水(17)、油流出(5)、地震・津波(6)、火山(2)
合計	92	洪水(56)、地震・津波(13)、油流出(9)、火山(6)、火事(2)、土砂崩れ(2)、流氷(1)、竜巻(1)、吹雪(1)、その他(1)

3. 水害時の衛星利用構想と実証活動

衛星搭載レーダーによる広域的な洪水域抽出 → GISへの畳重

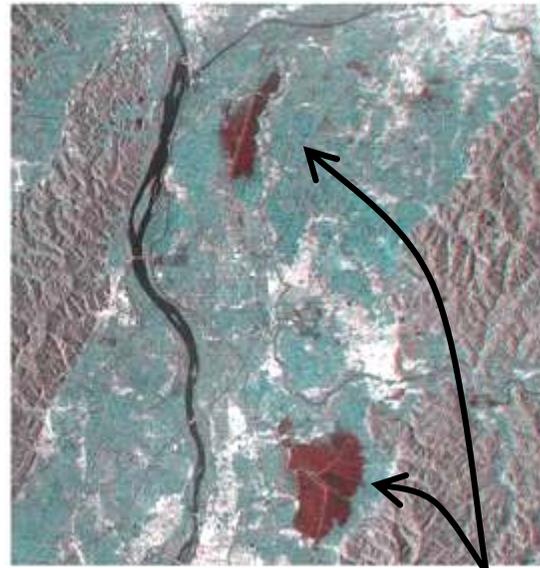
災害前画像

H16/4/11

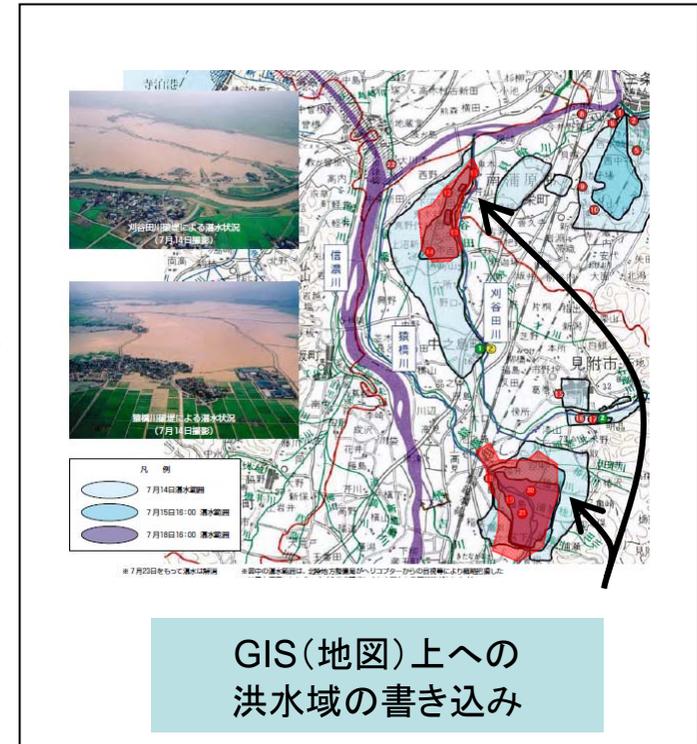


災害後画像

H16/7/16



衛星画像から
洪水域(赤茶部)を抽出



GIS(地図)上への
洪水域の書き込み

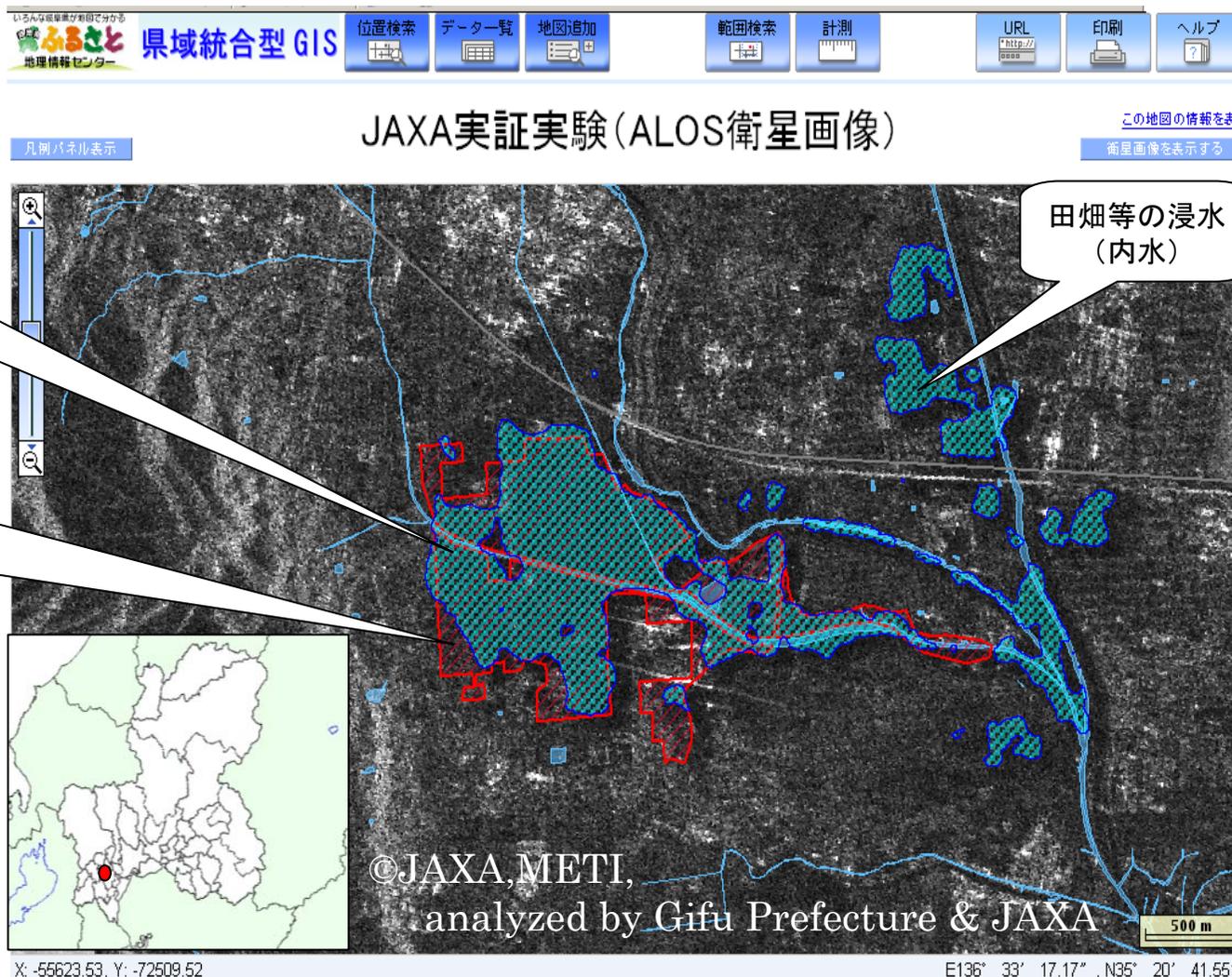
- 衛星搭載レーダーは、**夜間・悪天候時**でも水害状況を**広域***に把握できる強力なツール(*: 観測幅: 50km程度)
- 被災箇所の広域把握により、ヘリコプタや地上救援部隊等の**リソースの効率的投入**が可能に
- 浸水域情報をWEB GISと畳重することで防災関係者や住民レベルでの**情報共有**も可能に

RADARSAT Data (c) Canadian Space Agency /Agence spatiale canadienne 2004.
All rights reserved - Processed and distributed by MDA Geospatial Services.

「だいち」を用いた水害観測の事例 ～ 岐阜県【西濃豪雨】



- ・岐阜県との協定に基づき、平成20年9月2～3日の西濃地区の洪水を観測
- ・衛星観測と現地調査(数時間差)をつき合せ、非常によい一致性を見た
- ・衛星観測からWEB GIS掲載までの全系に亘る情報提供プロセスも検証



「だいち」を用いた水害観測の事例 ～ 和歌山県集中豪雨【熊野川】

平成20年9月の台風13号による集中豪雨時に和歌山県の要請に基づき、「だいち」搭載レーダーにより夜間観測を実施
(前後の単純比較)

一般にレーダー画像の目視判読は難しいとされているが、川幅変化等の情報を読み取ることができ、[少人数で対応している自治体防災部門にとって極めて有効](#)との見解が和歌山県河川課から示された



川幅変化箇所



*:9月20日15:44に和歌山県に提出

「だいち」を用いた水害観測の事例 ～ ミャンマー・サイクロン【ナルギス】

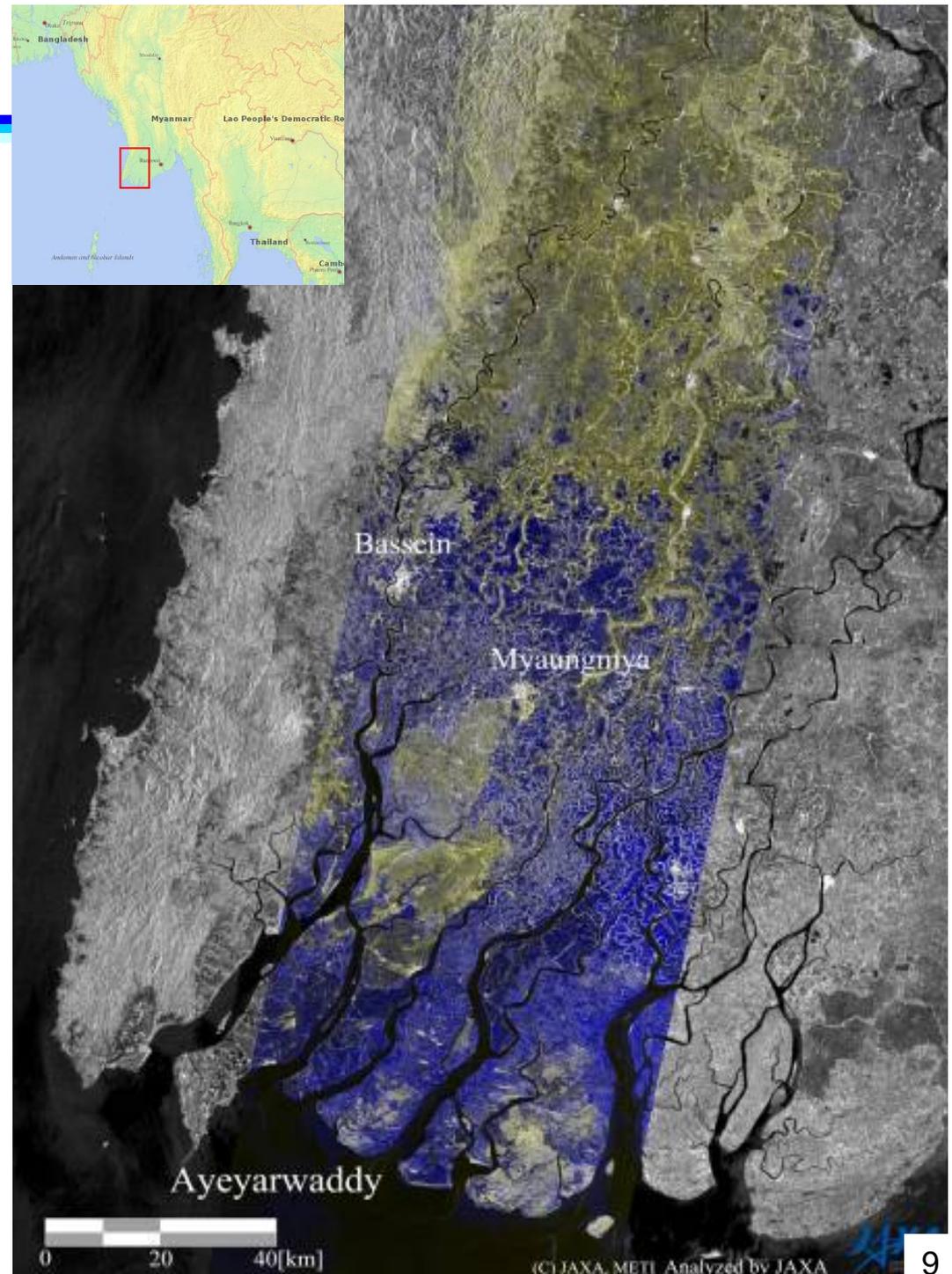
JAXAは、平成20年5月2日夜から3日にかけてミャンマーを襲った大型サイクロン「ナルギス」による洪水の被害状況を観測

国際災害チャータの要請に基づき5月6日(12:58 JST)に「だいち」搭載レーダーによる観測を実施し、5月7日(15:42 JST)にデータを送付

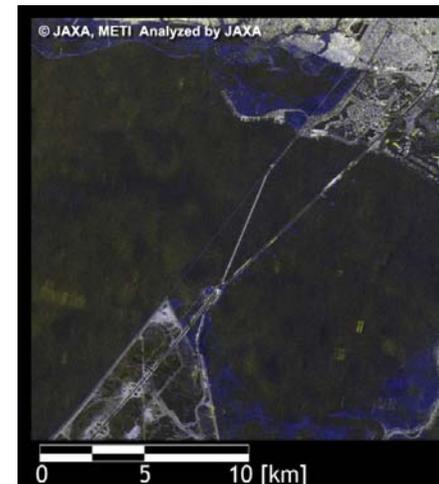
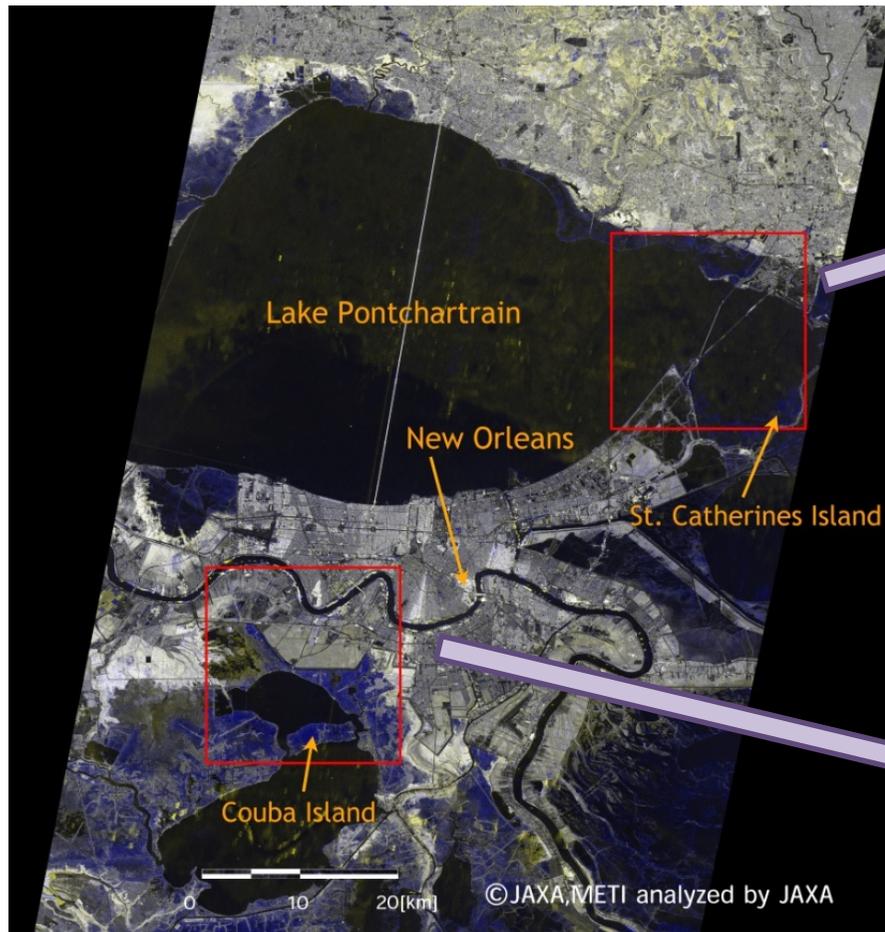
・右図は災害前のレーダー画像(平成20年4月28日)と災害後のレーダー画像を色付けして重ね合わせ、災害前後の違いを色として表したもの。

青く浮き出ている地域が浸水した領域を表している。黄色の領域は降水により土の中の水分が増加したことを示す

・現地の救援活動に資するために、要請にあった国連及びミャンマー森林省、JICAに画像データを提供した



「だいち」を用いた水害観測の事例
～ 米国・ハリケーン【グスタフ】



災害前画像（平成20年4月6日）とハリケーン通過後画像（平成20年9月4日01:20JST）から災害前後の変化を色で表示。青く浮き出ている地域が浸水域。New Orleans南西のCouba Island周辺域と東のSt. Catherines Island周辺域での浸水の様子分かる。解析結果は国際災害チャータへ提供された(9月4日9:18JST)

浸水情報の提供時間の評価 ～ 西濃豪雨での「だいち」実績と将来シナリオ

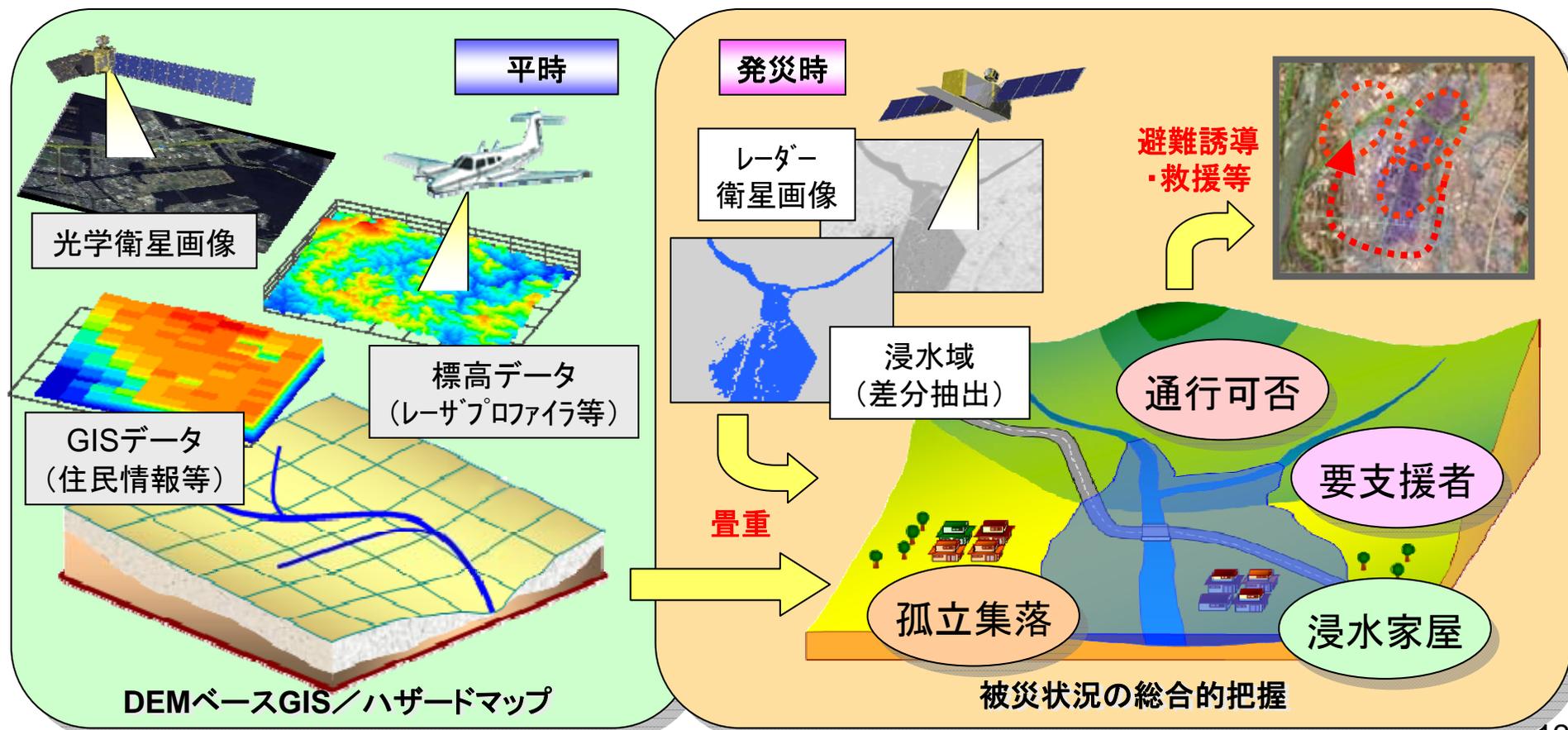


*: 観測要求から観測までの時間は、衛星の軌道位置や衛星機数に依存する
 →「だいち」後継地球観測衛星においては、軌道設計の工夫や海外衛星の補完的利用等により、概ね6時間程度の観測頻度(レーダーの場合)を想定している

** : 今回の岐阜県での実証においては、データ再作成や複数解析方式の試行等を行ったために時間を要している
 → 今後、様式確定や自動化等により1～2時間程度に短縮可能と考えている

3次元GISとの融合による衛星情報利用の発展イメージ

- DEM(レーザプロファイラ等)ベースのGISと、衛星レーダーによる広域浸水域情報を組み合わせることで、例えば以下の用途の実現可能性を有する
- 浸水域と同時に浸水深を推定することで、孤立集落・逃げ遅れ者を特定
→ 避難誘導や救援活動の支援情報
- 要排水量、流出土砂量等を推定 → 復旧・復興機材準備にも寄与



4. 防災における衛星情報の利用に向けて



防災における衛星情報の利用に向け、JAXAとしては以下の課題に取り組む必要があると考えている

① 防災活動における衛星データ利用の定着

- 衛星による災害監視が国の基盤として定着するよう、利用機関と連携した更なる利用実証の推進を行う

② 災害情報の支援体制の構築

- 自治体等の利用者や防災有識者からの以下の要請に応えて行く
 - 利用し易い形に変換した衛星データの提供
 - 利用に当たっての支援体制の充実(地域防災情報との融合等)

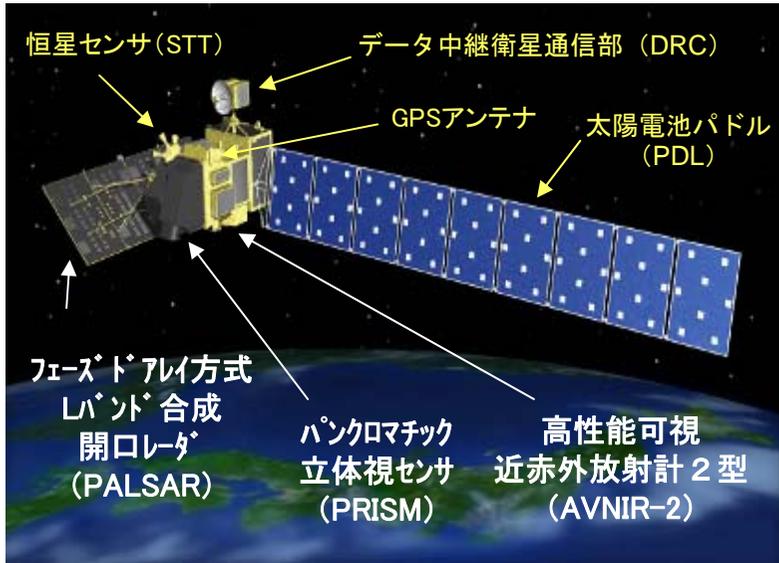
③ 「だいち」後継地球観測衛星の早期具体化

- 災害観測の利用実証を含む、「だいち」利用の継続・発展要求に応えるための衛星システムを、早期に実現できるよう計画の具体化を促進する
- 衛星利用シナリオ実現に向け、観測頻度の向上、分解能の向上、衛星画像を用いた災害情報の「見える化」を推進する

衛星画像や抽出情報を防災情報システムに組み込むことで大きな発展性を有すると考えており、今後とも防災ユーザからの一層のご指導・ご支援を賜りたい

< 参考資料 >

陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)の概要

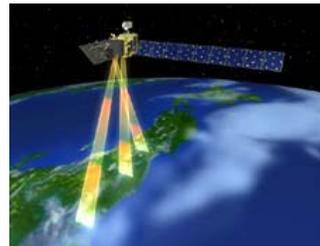


「だいち」の目的: これまでの陸域観測技術を高度化し、地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等へ貢献

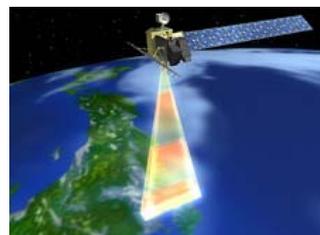
質量	: 約4,000kg
発生電力	: 約7kW
設計寿命	: 3年以上、5年目標
軌道	: 太陽同期準回帰軌道
高度	: 691.65km
軌道傾斜角	: 98.16°
周期	: 98.7分
回帰日数	: 46日(サブサイクル2日)
降交点通過地方時	: 午前10時30分±15分



- ・ 観測可能域: 70~350km
- ・ 分解能10m
- ・ 全球どこでも、5日以内に観測可能(全天候観測)



- ・ 観測可能域: 70km
- ・ 2.5m解像度の高分解能
- ・ 3方向からの画像から標高モデルを作成



- ・ 観測可能域: 70 km
- ・ 分解能10m
- ・ 全球どこでも3日以内に観測可能

光学センサの観測精度	
水平方向精度(直下視)	10m(GCPなし) 3m(GCPあり)
高さ方向精度	5m *

* 国土地理院が定める1/25,000地形図修正に必要な精度(2008年3月に達成)

レーダセンサ(PALSAR)の観測精度	
幾何精度	9.3m(RSS: GCPなし)
ラジオメトリック精度	0.6 dB(1 sigma)
地殻変動検出精度	約2cm

「だいち」後継地球観測衛星の構想



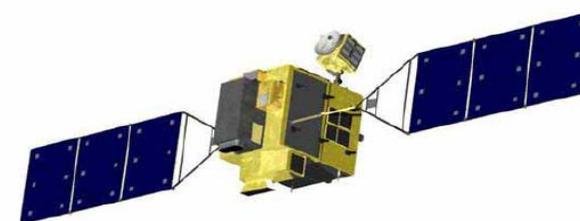
衛星利用シナリオの実現に向けた「だいち」の課題

- ✓ 観測頻度の向上
- ✓ 分解能の向上
- ✓ 抽出情報の「見える化」

だいちの機能・性能をさらに発展させる次期システムの研究開発に着手。レーダー衛星および光学衛星それぞれ1機(計2機)からなるコアシステムのうち、レーダー衛星は平成24年度中の打上げを目標とすることについて、文部科学省宇宙開発委員会にて審議了承された

• 衛星システム

- 高分解能・広観測幅の両立可能な2トン級の中型衛星
(レーダー衛星1機+光学衛星1機)
- レーダー衛星
 - ・分解能: 3 m (SpotLightモードは、1m × 3m)
 - ・観測幅: 50 km (SpotLightモードは、25km程度)
 - ・周波数帯: Lバンド
- 光学衛星
 - ・分解能: 0.8 m (パンクロ)、3.2 m (マルチ)
 - ・観測幅: 50 km



- 但し、コアシステムだけでは防災ユーザ要求である3時間以内の観測が実現できないことから、海外の衛星と連携することによる複数機体制を検討中

大規模風水害発災時の衛星利用シナリオ



警報



災害対策本部

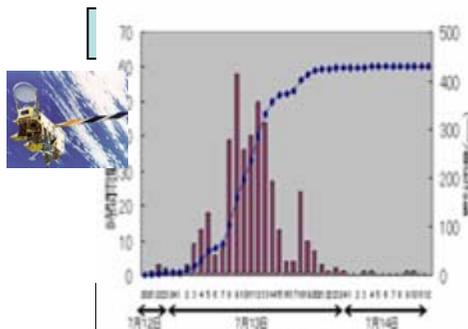
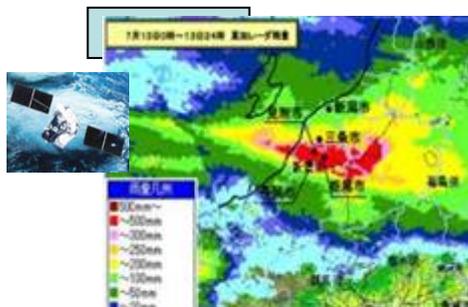
① 警戒段階からの事前調整

警戒対応

河川状況モニタ支援

+2hr

緊急観測(3~6hr)



気象・河川情報との連携



レーダー画像

画像のみでは状況変化を識別困難



衛星画像アーカイブ

全国整備
(打上・C/O後
1ヶ月程度)



差分画像(衛星地形図上)

自動差分抽出による
水位変化の判別例



衛星地形図
アーカイブ

ALOS運用中に
全国を整備・更新

気象情報、河川情報に基づく、緊急観測要求を発出

レーダー衛星による河川状況モニタの支援 17

②大規模洪水域の緊急観測

- レーダー衛星で広域を高頻度に網羅（海外衛星も活用）
- 差分抽出による浸水推定域図の即時作成
- GIS/ハザードマップとの組合せによる避難・救援活動への活用

堤防決壊

国・県レベル

洪水域情報

+1hr

緊急観測(3~6hr)

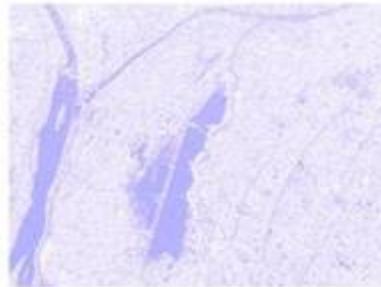


災害対策本部

市町村レベル

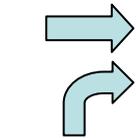
避難経路・救援情報

+2hr



レーダー画像

レーダー強度画像から
大規模洪水有無を判断
(数百m規模)



衛星画像
アーカイブ

全国整備
(打上・C/O後
1ヶ月程度)



衛星地形図
アーカイブ

ALOS運用中に
全国を整備・更新



浸水域図(差分画像)

自動差分抽出により
洪水想定地域を判別
(数十~百m規模)



GIS/ハザードマップ



救助支援管理画面

孤立者位置	人数	救助隊	経路	状況
A地区○番地	3	△△	ボート	水
B地区○番地	2	○○	ボート	水
C地区○番地	5	●●	ヘリ	済
D地区○番地	4	▲▲	ボート	済

避難・救援
経路情報



A地区○番地に
3名の孤立者が
います



逃げ遅れ、孤立者
の救援

GIS/ハザードマップへの重畳画像

③応急対応～復旧・復興までの繰り返し観測

➤土砂災害危険箇所、復旧状況等を継続監視



自然災害の「犠牲者ゼロ」を目指すための総合プラン (平成20年4月内閣府)より



Ⅱ 「犠牲者ゼロ」を目指す施策の推進

2 命を「助ける」ために為すべきこと(あらゆる災害に共通して)

①最先端の技術が命を救う

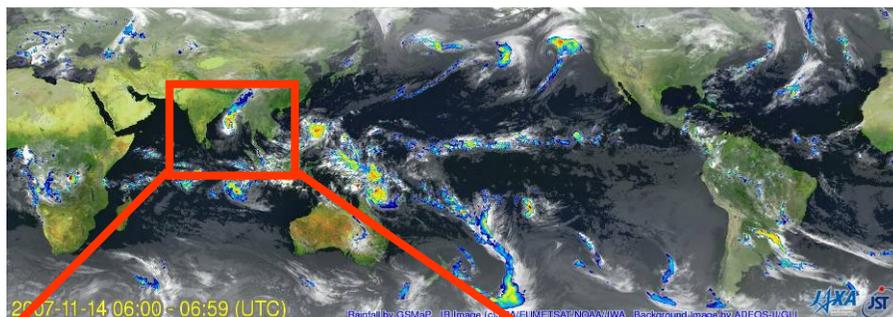
○陸域観測技術衛星(ALOS)の運用

災害状況の把握を目的の1つとして平成18年1月に打ち上げられた陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)について、関係防災機関と連携して、ハザードマップの作成や発災時の緊急観測などの防災利用実証実験を行い、防災に役立つデータの提供や迅速な災害状況把握等における衛星技術の有効性を実証する。平成21年度までに利用実証実験の成果を得るとともに、衛星寿命(平成23年目標)まで継続的な運用を図る。

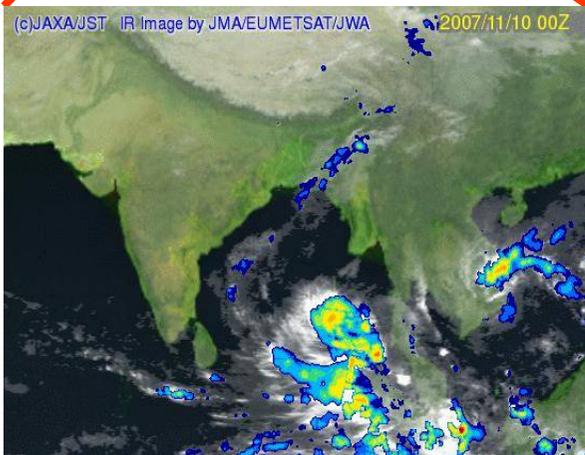
(参考)降雨レーダやマイクロ波放射計による台風等の観測



・TRMMと複数の衛星データを利用した、「世界の雨分布速報」を公開。観測から約4時間後の準リアルタイムで、1時間毎に0.1度格子で作成した全球の降雨分布を配信。(平成19年11月公開&プレスリリース)



平成19年11月14日

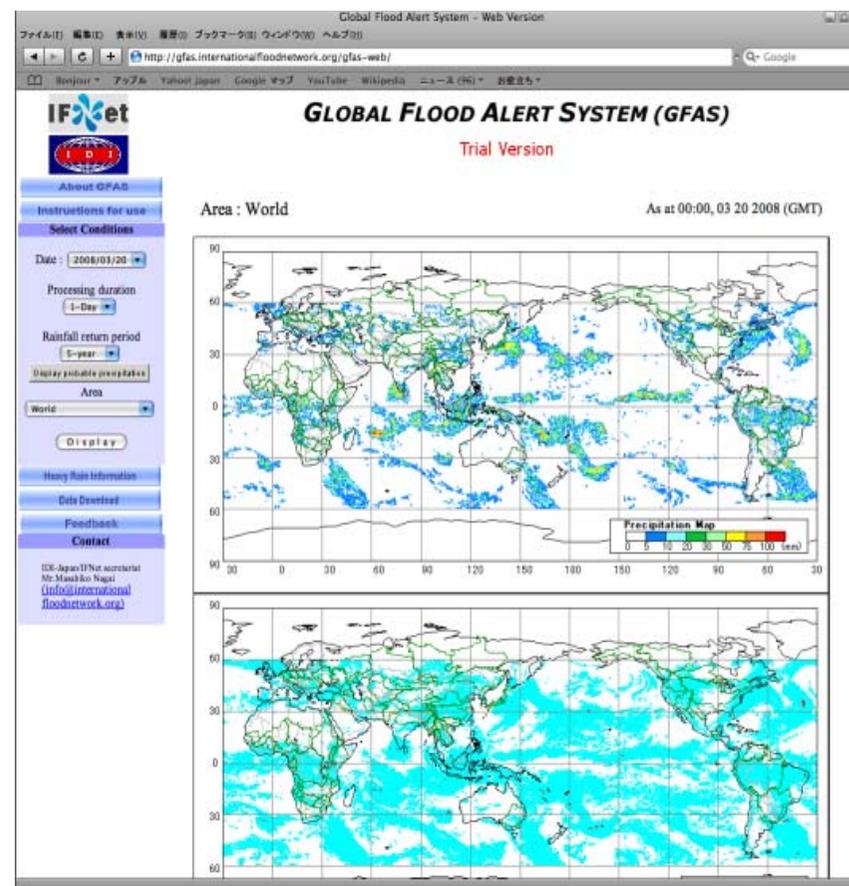


熱帯降雨観測衛星
TRMM(運用中)



Bangladeshを襲ったサイクロン「SIDR(シドル)」
平成19年11月10日～16日にかけての、3時間毎のサイクロンに伴う雨域の動き。降雨量分布を雲画像に重ねて表示している。

・土木研究所との共同研究、国際洪水ネットワーク(IFNet)の洪水予報システム(GFAS)での利用により、洪水予報精度の向上に貢献
・アジア水循環イニシアティブを通じてアジア域の17の主要河川において統合水資源管理に活用を開始



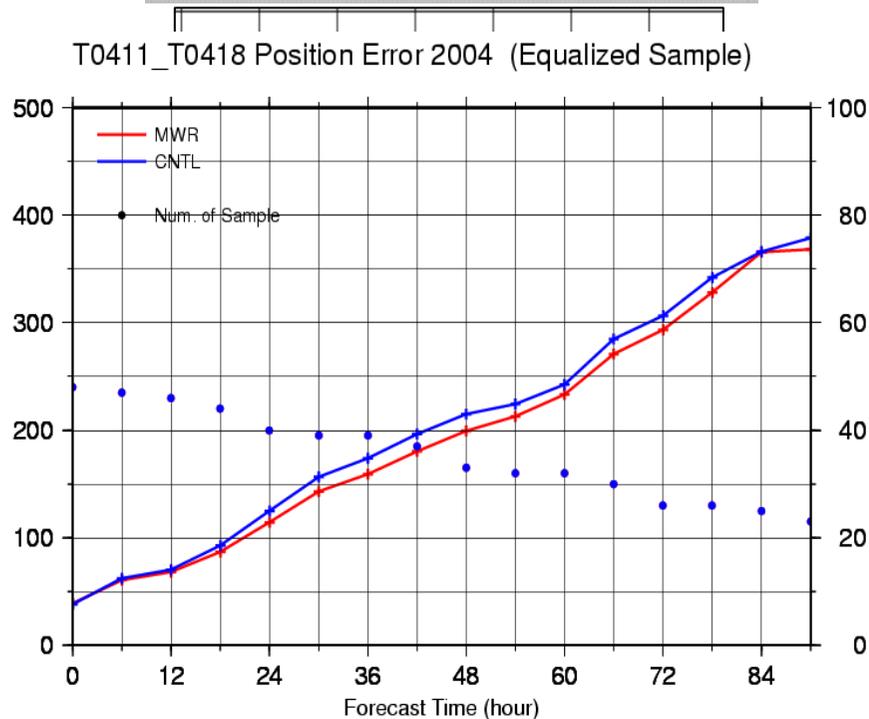
<http://gfas.internationalfloodnetwork.org/gfas-web/>



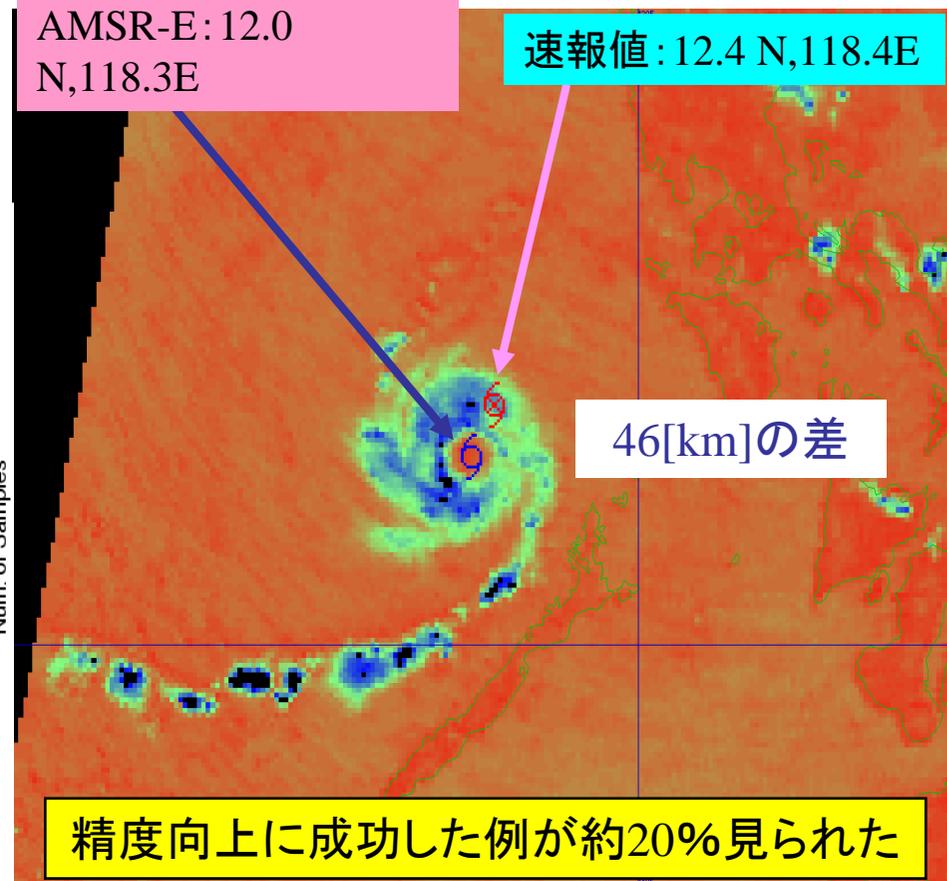
● 気象庁全球数値予報モデルでAMSR-E輝度温度データの利用開始

- ・ 平成18年5月より現業利用開始(DMSP/SSMI, TRMM/TMI, Aqua/AMSR-E)。
- ・ 晴天・海上の輝度温度に含まれる水蒸気情報をデータ同化を通してモデルに取り込む。
- ・ 下層の水蒸気場の解析精度が向上し、台風の進路予報や降水予報の精度が向上。

台風進路予報誤差
赤線:MWRあり、青線:MWRなし



<解析結果・図は気象庁数値予報課提供>



台風25号 平成16年11月20日03時 スキャンタイムはほぼ同時

<解析結果・図は気象庁提供>