

# 災害監視衛星に向けた 防災利用実証構想

平成20年9月16日

宇宙航空研究開発機構  
防災利用システム室

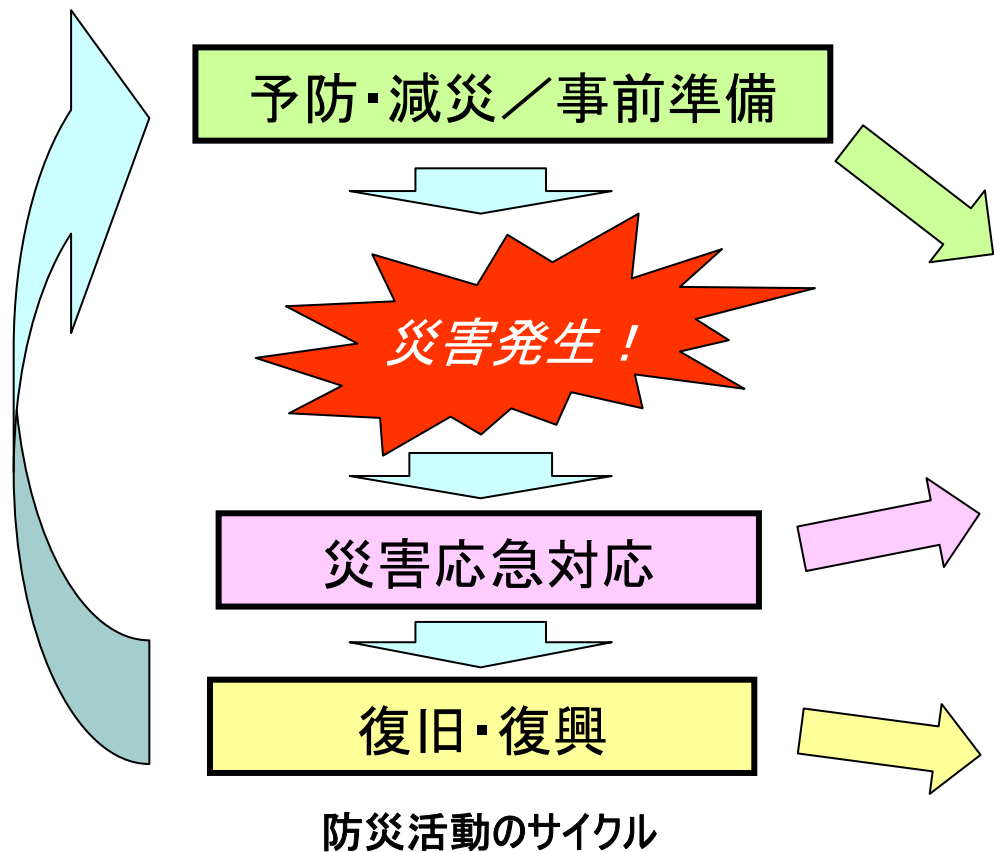
○中村 太一

滝口 太、石館 和奈、滝澤 親一

# はじめに ~ 災害監視における衛星の役割

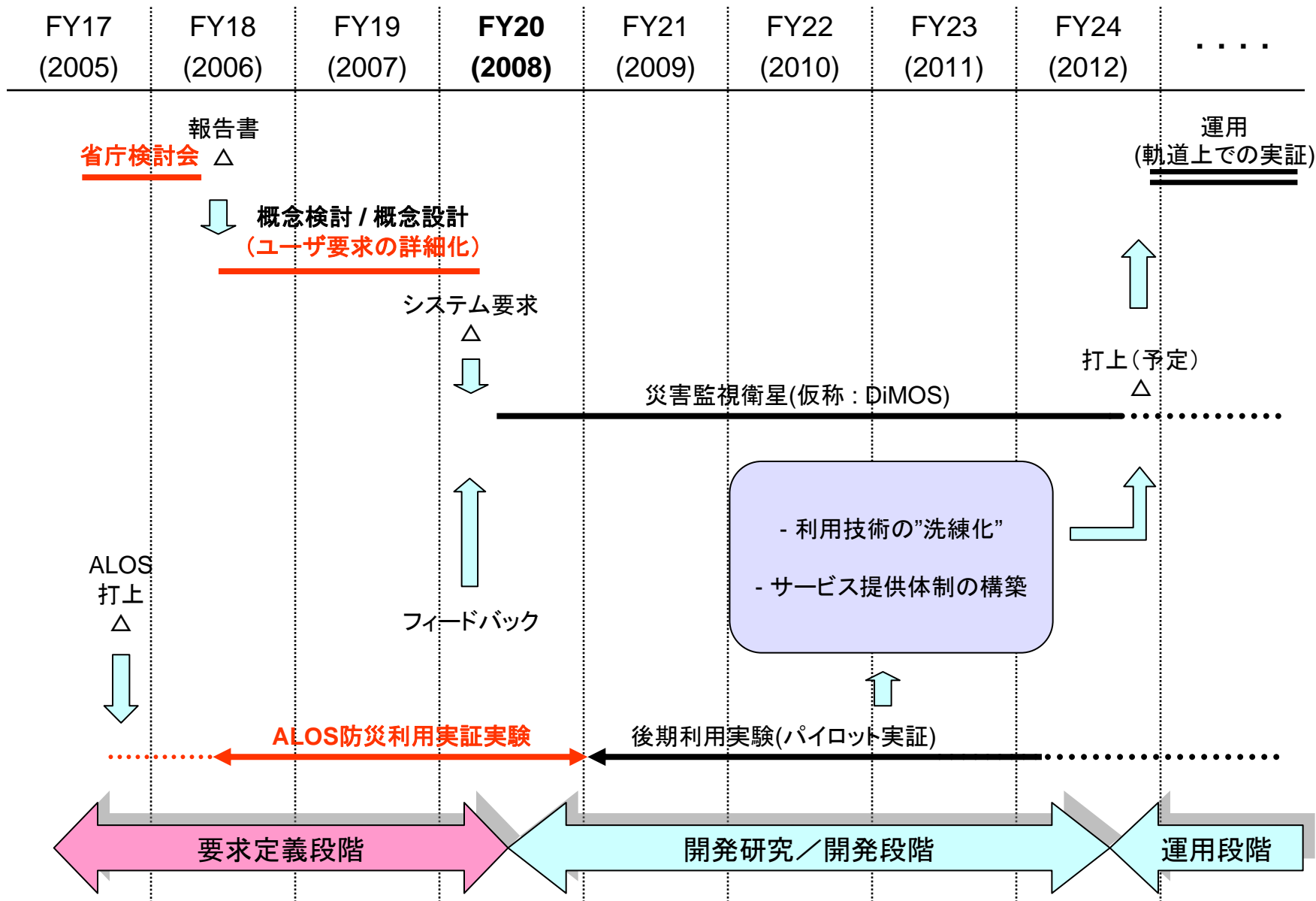
衛星の特長を活かした「広域観測」、「繰り返し観測」、「夜間・悪天候時の観測」により得られた情報を、防災活動に提供する。

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



衛星が提供できる情報	左記に基づく対応活動
火山・地すべり危険地域モニタ、地形図修正情報など 【広域、繰り返し】	防災計画の策定、ハザードマップの更新
家屋被害、道路・鉄道被害、火災・浸水などの状況 【夜間・悪天候、広域】	救助活動・避難ルート・救助隊集結・ヘリ発着場所確保、交通規制
復興進捗状況、火山変化、土地利用状況など 【広域、繰り返し】	二次災害の防止、復旧・復興対応の検討

# 1. これまでの活動



## 1.1 防災関係府省庁等のニーズ抽出

- 平成17～18年度、防災関連府省庁・機関、有識者等による「**防災のための地球観測衛星等の利用に関する検討会**」において、防災関連府省庁等のニーズを踏まえ、次期地球観測衛星に対する基本方針がまとめられた。以降、各防災関連府省庁・機関に対し、具体的な利用方法についてヒアリングを行い、災害監視衛星システムに対するミッション要求とした。

### ■ 防災関係府省庁等のニーズを踏まえた災害監視衛星システムの基本方針

(報告書「防災のための地球観測衛星システム等の構築及び運用の進め方について」平成18年9月)

- ① 出来るだけ高い**分解能(約1m)**
- ② 光学センサとレーダ
- ③ 広域観測 (**観測幅: 50km以上**)
- ④ 迅速な観測 (**概ね3時間以内**の観測を目指す)\*
- ⑤ 「だいち」運用期間との空白ができないよう考慮

\*: 防災関係者と衛星開発側との調整を行った結果として「概ね3時間以内の観測を目指す」とされた。

- また、防災関連府省庁・機関と共に、「**だいち**」**防災利用実証実験**を実施し、衛星地形図、火山等の分野において防災ユーザ業務への衛星データ活用が進展しつつあるが、「だいち」1機では迅速な災害観測要求に対して観測機会が限定されている。

## 1.2 防災利用実証実験

防災利用実証実験とは、「防災のための地球観測衛星等の利用に関する検討会」での議論を踏まえ、将来の災害時に備えて防災機関による衛星利用を「だいち」を用いて実証するためのものである。

	課題(テーマ)	主な成果	参加機関
1	衛星地形図の作成及び防災利用に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユーザ要求に基づき、発災後2時間以内に全国任意地域の衛星地形図を、紙及び電子データで配信するシステムを構築(AVNIR-2による日本全国5万分1衛星地形図約1500枚を2008年度より配信開始)</li> </ul>	内閣府、内閣官房、警察庁、消防庁、防衛省、国土地理院、防災科研
2	RASにおける「だいち」データ利用に関する実証実験 (RAS:Real damage Analysis System)		
3	火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象庁取纏めにて、全国108火山観測に衛星データを活用。観測装置の設置が難しい火山も含め成果が出されている</li> </ul>	火山噴火予知連絡会(気象庁、国土地理院、海上保安庁、防災科研、産総研、大学等)
4	地震・地盤変動災害の発生メカニズム解明等に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震調査研究推進本部内に「衛星データ解析検討小委員会」を設置し、大規模地震発生時等に地震WG(国土地理院纏め)の解析結果に基づき、発生メカニズム等の評価を実施</li> </ul>	地震調査研究推進本部、国土地理院、産総研、防災科研、東大地震研等
5	海上・沿岸の災害状況把握に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船舶の油流出事故、流木等の状況把握に貢献</li> </ul>	海上保安庁
6	土砂災害の予兆及び被害把握に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新潟県等を対象に現地調査と衛星の同期観測による土砂災害実験を実施中</li> </ul>	国総研
7	水害の被害把握等に関する実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SAR画像に基づく水害域検出およびGISとの組み合わせによる災害情報利用の実証</li> </ul>	岐阜県、見附市／三条市、四万十市

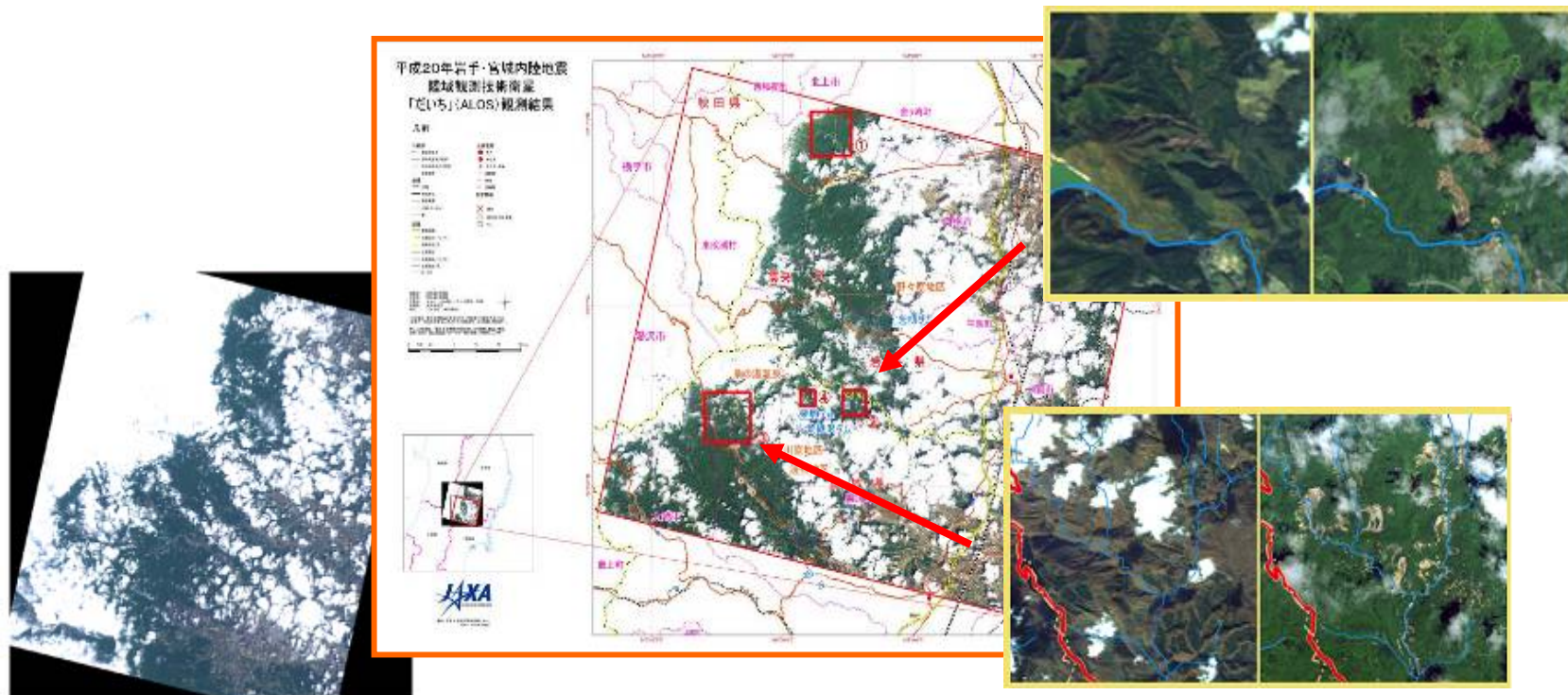


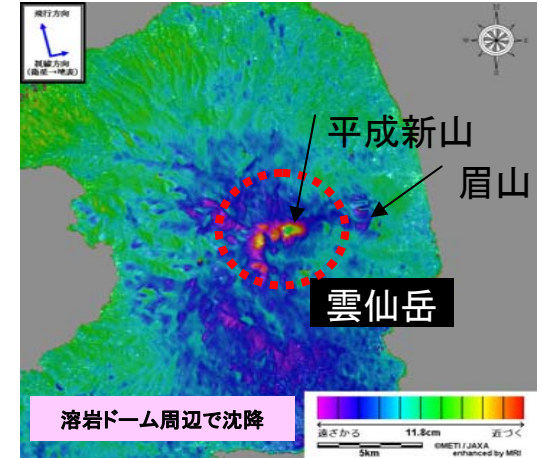
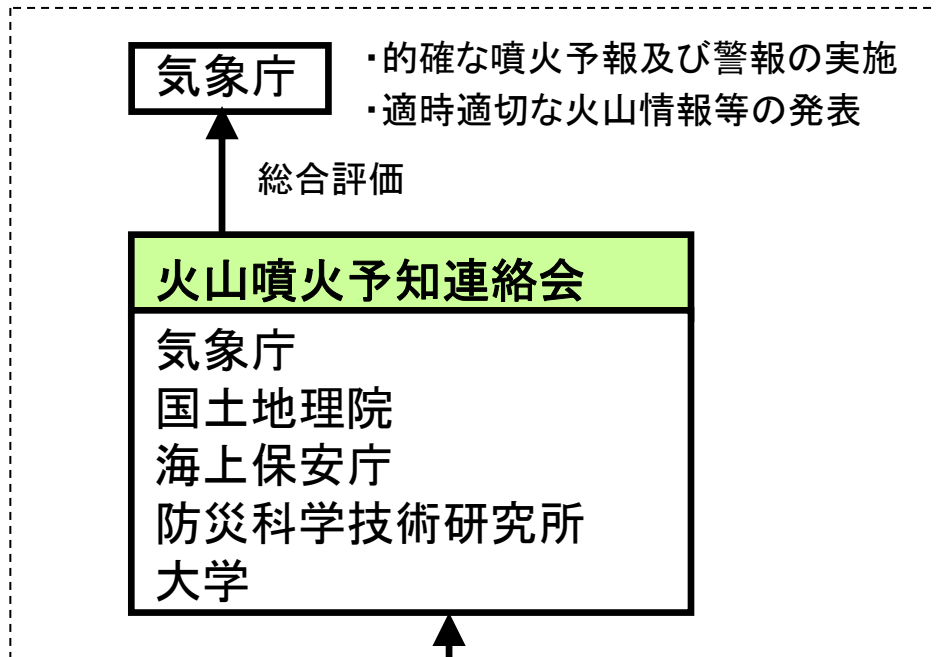
# 地形図WG(緊急観測対応)

## 平成20年6月 岩手・宮城内陸地震への対応

地震発生後、災害発生前の衛星地形図を2時間半で内閣府に配信。  
その後、内閣官房、防衛省、警察庁等へも配布し、各機関において現地の地勢  
情報把握、総合判断等に活用された。

地震発生翌日から、上記機関並びに自治体(岩手県、宮城県)等に発災後の現地  
を撮像したAVNIR-2画像やこれに基づく衛星地形図の提供を開始し、被災地  
の位置、規模の把握に使用された。





雲仙岳【気象研究所】  
(2006年8~10月)

火山噴火予知連絡会内に「衛星解析グループ」を設置し、PALSAR等による火山活動に伴う地殻変動観測解析を実施

### 本実験

報告

衛星解析グループ  
(気象庁)

ALOSデータ

成果

JAXA

わが国における火山監視体制と本実験の位置付け



# 地震 WG

国、地方公共団体等の防災対策



**地震調査推進研究本部**  
(本部長: 文部科学大臣)

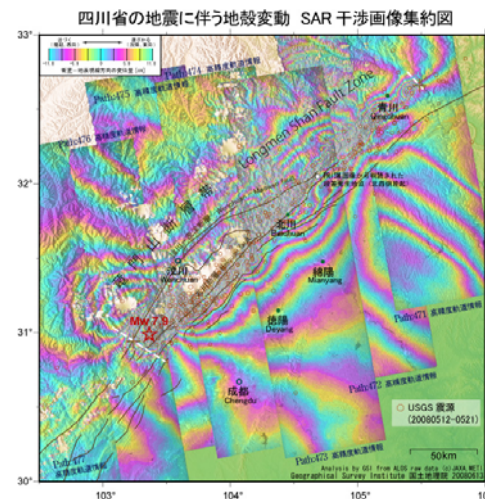
行政政策に直結すべき地震に関する  
調査研究の一元的責任組織

**地震調査委員会**

全国で発生した地震に関する調査  
結果の収集・整理・分析・評価

**衛星データ解析小委員会**

上記目的のための  
衛星データを用いた  
解析結果の評価



中国四川大地震【国土地理院】  
(2008年5月)

国土地理院取纏めの「地震WG」  
を設置し、地震・地盤変動に係る  
解析を実施し、推本・衛星データ  
解析小委員会へ報告

**本実験**

報告

**地震WG**  
(国土地理院)

ALOSデータ

成果

**JAXA**

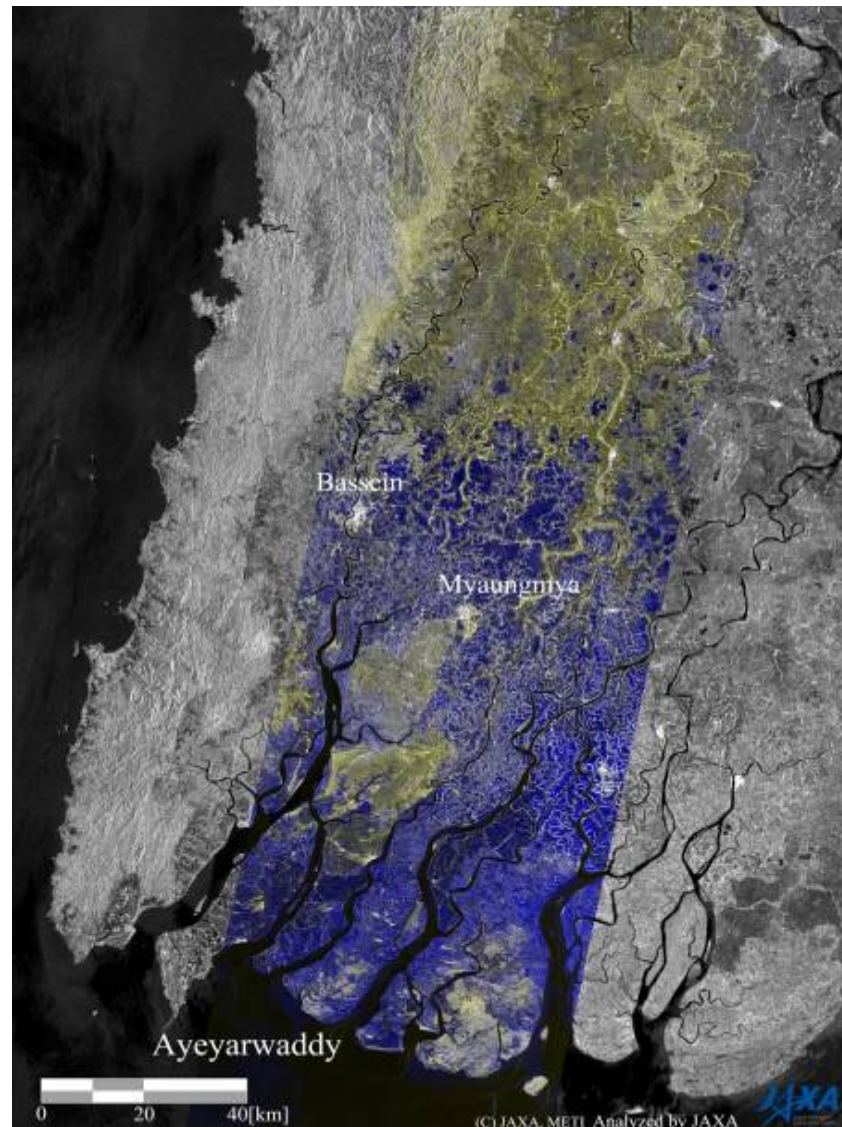
わが国における地震調査研究推進体制と本実験の位置付け

# 水害 WG

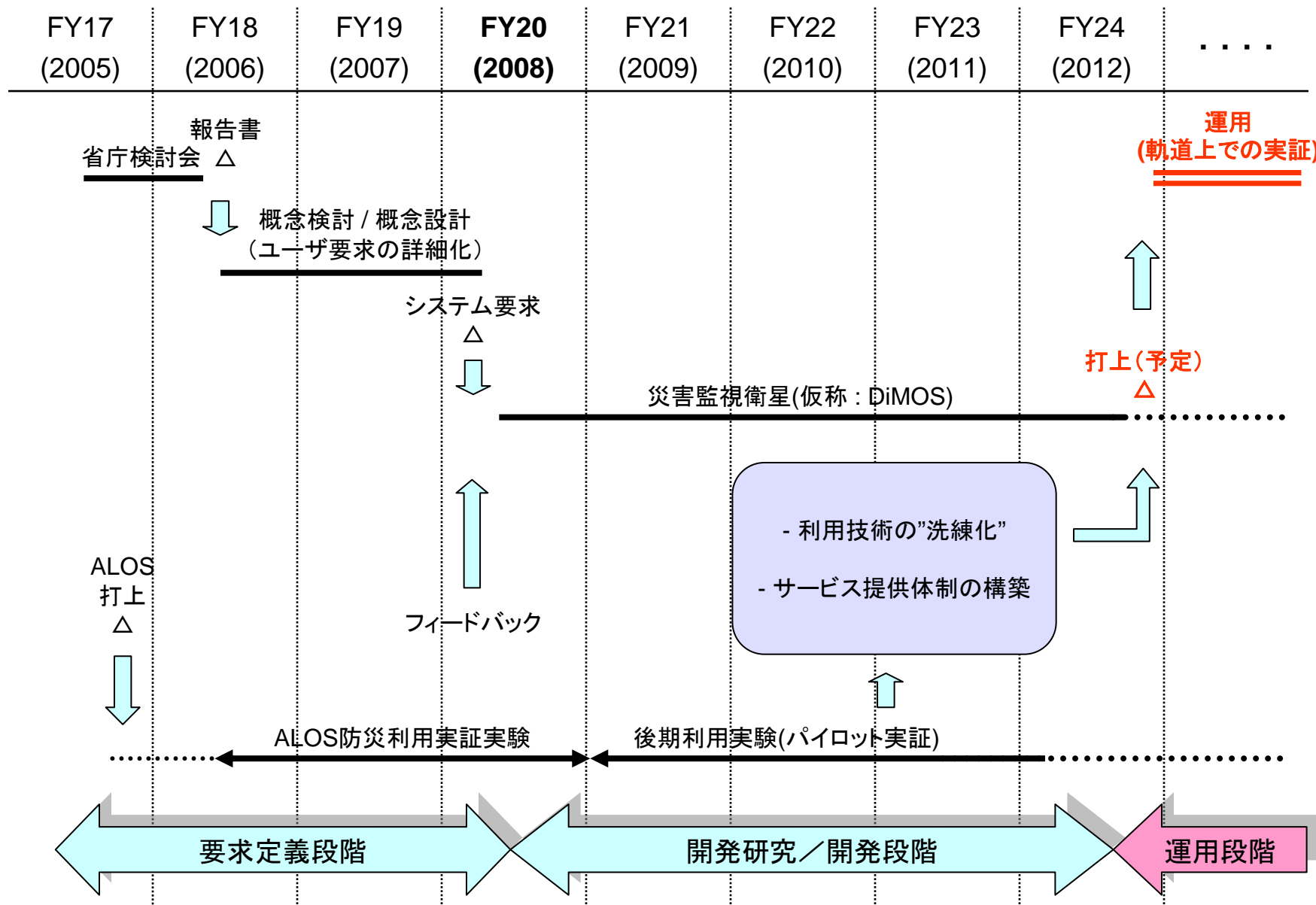
## ミャンマー・サイクロン

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

- ・右図は災害前の画像と災害後の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、要請元の国連及びミャンマー森林省、JICAに画像データを提供した。



# 2. 災害監視衛星の利用実証構想



# 2.1 災害時の衛星利用フロー ~ 地震災害(1/2)



初動対応

現地地勢情報

大規模被害情報

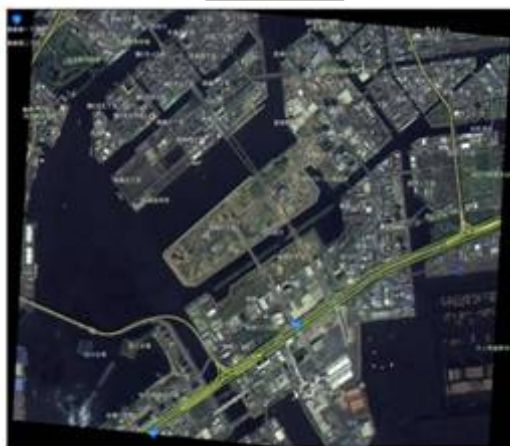
被害想定域情報

発災後  
1hr

+1hr

+2~  
数hr

緊急観測(3~6hr)



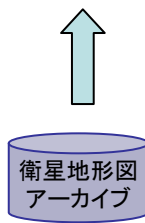
建物倒壊  
想定域

主要道路  
通行可能  
性情報

衛星地形図

高分解能SAR画像

差分表示(衛星地形図上)

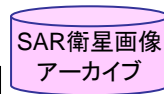


ALOS運用中に全国を  
整備・更新  
(最新平時画像)

光学衛星打上げ後、  
1年程度で全国整備

高分解能画像で  
大規模被害を即時判読  
(数百m規模)

海外SAR衛星の  
データも利用

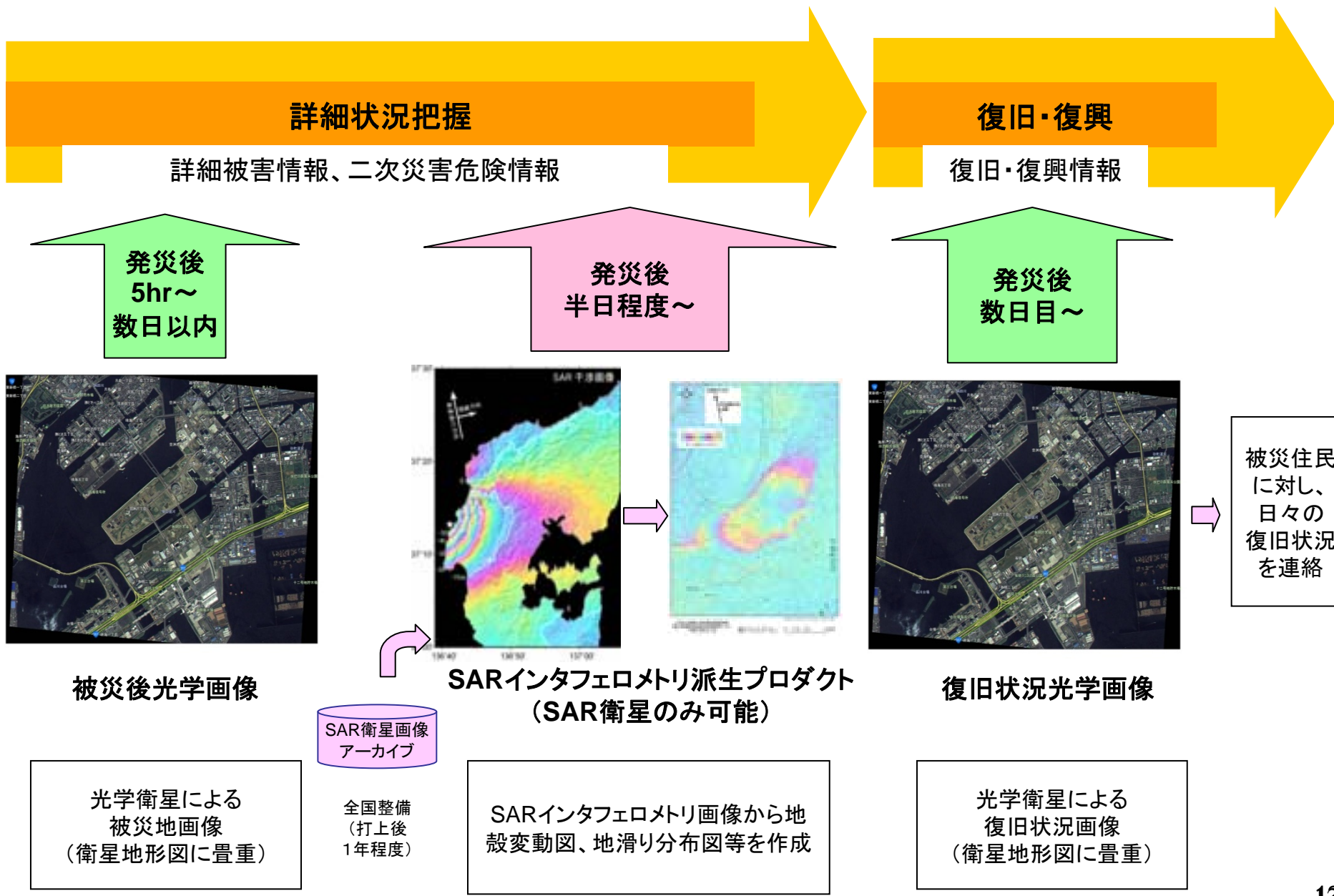


SAR衛星画像  
アーカイブ

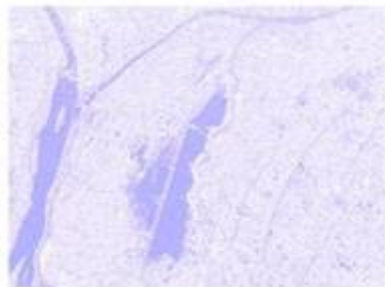
全国整備  
(打上・C/O後  
1ヶ月程度)

自動差分抽出により  
被害想定地域を判別  
(数十~百m規模)し、  
衛星地形図上に表示

# 2.1 災害時の衛星利用フロー ~ 地震災害(2/2)

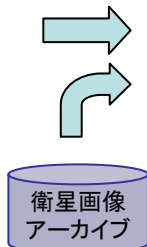


# 2.1 災害時の衛星利用フロー ~ 水害(破堤時)



SAR画像

SAR強度画像から  
大規模洪水有無を判断  
(数百m規模)



全国整備  
(打上・C/O後  
1ヶ月程度)



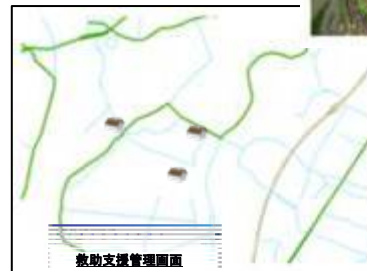
ALOS運用中に  
全国を整備・更新



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



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

避難・救援  
経路情報



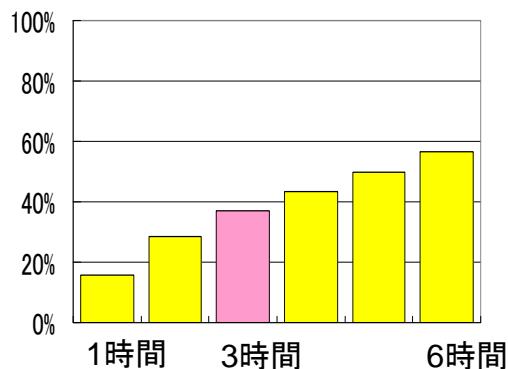
逃げ遅れ、孤立者  
の救援

GIS/ハザードマップへの重畳画像

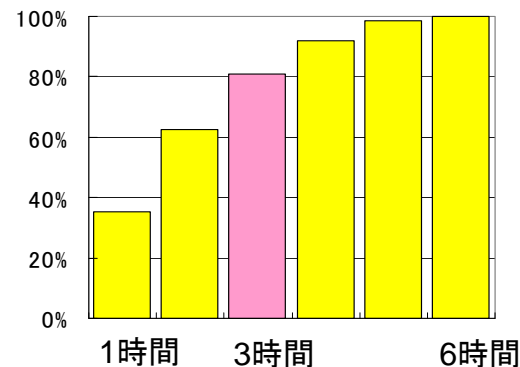
## 2.2 災害監視衛星システムの構想 ～ 迅速な観測

- 災害時、迅速な観測として概ね**3時間以内**の観測が要望されている。
- 災害監視衛星システムとしては**SAR、光学両衛星が必須**であり、各1機を用いることを想定すると、3時間以内となる観測待ち時間(最初の衛星が飛来するまでの時間)の割合が4割程度となる(左下グラフ(1))
- これに加えて、例えば**海外衛星3機**(SAR衛星2機、光学衛星1機)を補完的に用いることにより、**日中3時間以内、夜間6時間以内の観測待ち時間で約8割**の観測が可能となる(右下グラフ(2))。
- 海外宇宙機関(カナダCSA、ドイツDLR、タイGISTDA等)と災害時の観測に係る相互協力について調整を進めているが、ターンアラウンド時間\*は各衛星の運用システムに依存するため、本結果は最良のケースである。

\*: 観測待ち時間の他に、観測要求からコマンド送信迄に要する時間及び観測から提供迄の時間が必要。  
「だいち」ではそれぞれ数時間を要するのに対し、災害監視衛星ではそれぞれ1時間以内を目標としている。



(1) 災害監視衛星 2機  
(SAR衛星1機、光学衛星1機)



(2) 左記に加え、海外衛星3機を追加

日中における東京付近の観測待ち時間分布\*

## 2.2 災害監視衛星システムの構想 ～ 初号機について

災害監視衛星システムは、SAR衛星と光学衛星の組み合わせとなるが、初号機は以下の2点を満たす必要がある。

### (1) 日本で最も多発する風水害に迅速に対応できること

日本の災害は風水害が最も多い。悪天候下、昼夜の別なく発生する風水害にも迅速な対応が出来なければならない。

### (2) 大規模な災害に対して迅速に対応できること

大規模な災害の状況を迅速に俯瞰するため、**悪天候下、昼夜の別なく広域の観測**が出来なければならない。

上記(1)、(2)の両条件を満たすためには、全天候、昼夜によらず広域の観測が可能なSAR衛星が先ず必要である。従って、初号機をSAR衛星とし、機動的な観測手段を確保するとともに、**地震や火山活動に伴う地殻変動観測等にはLバンドが最適**であることから、我が国特有技術を用いたLバンド観測を継続的に行うことで内外の要求に応える。

なお、家屋や道路等の被害状況の詳細な把握には、画像の情報量が多く判読性が高い光学衛星が不可欠であるので、可能な限り早期の打上げを目指して研究を進める。光学衛星の打ち上げまでは、「だいち」搭載の光学センサにより整備中の日本全土の平時画像や海外衛星を活用することで対応する。

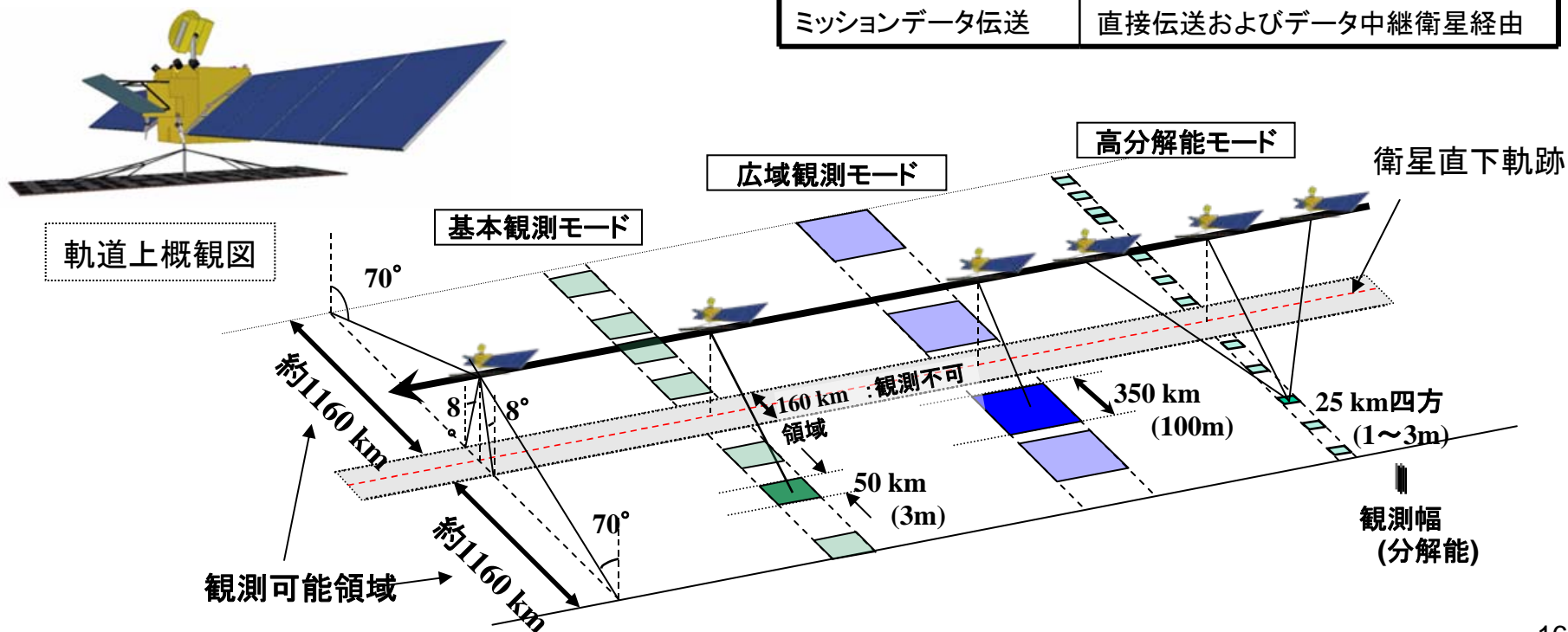


## 2.2 災害監視衛星システムの構想 ~ SAR衛星

「だいち」搭載PALSARの技術をベースとし

- ① 分解能の向上:PALSARの10mに対し、**1~3m**へ向上
- ② 柔軟な観測:PALSARは右側のみの観測に対し、**左右の観測**が可能
- ③ 海外のSAR衛星の軌道(6時の軌道)に対し、本SAR衛星は**12時の軌道**を採用

運用軌道	種類	太陽同基準回帰軌道
	高度	約630km
	LST	12:00(正午) 降交軌道
設計寿命		5年
打上	時期	2012年度
	ロケット	H-2A
衛星	質量	2トン級
	パドル	2翼パネル
ミッションデータ伝送		直接伝送およびデータ中継衛星経由



## 2.2 災害監視衛星システムの構想 ～ SAR画像例

### 東京ディズニーランド付近の建築物識別例

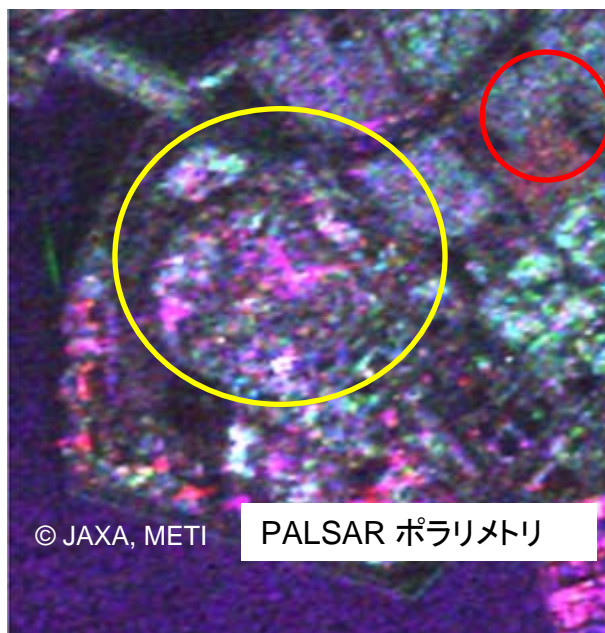
東京ディズニーランド付近の画像を

- ALOS PALSAR (左: 分解能10x23m)
- 航空機Pi-SAR (右: 分解能2.5x5m)

について比較したもの(双方とも、LバンドSAR)。

(3偏波(HH,HV,VV)をRGBで色付し、紫赤青は飛行方向に対し平行か垂直の建物を、飛行方向に対し緑は傾いた建物か森林を示す)

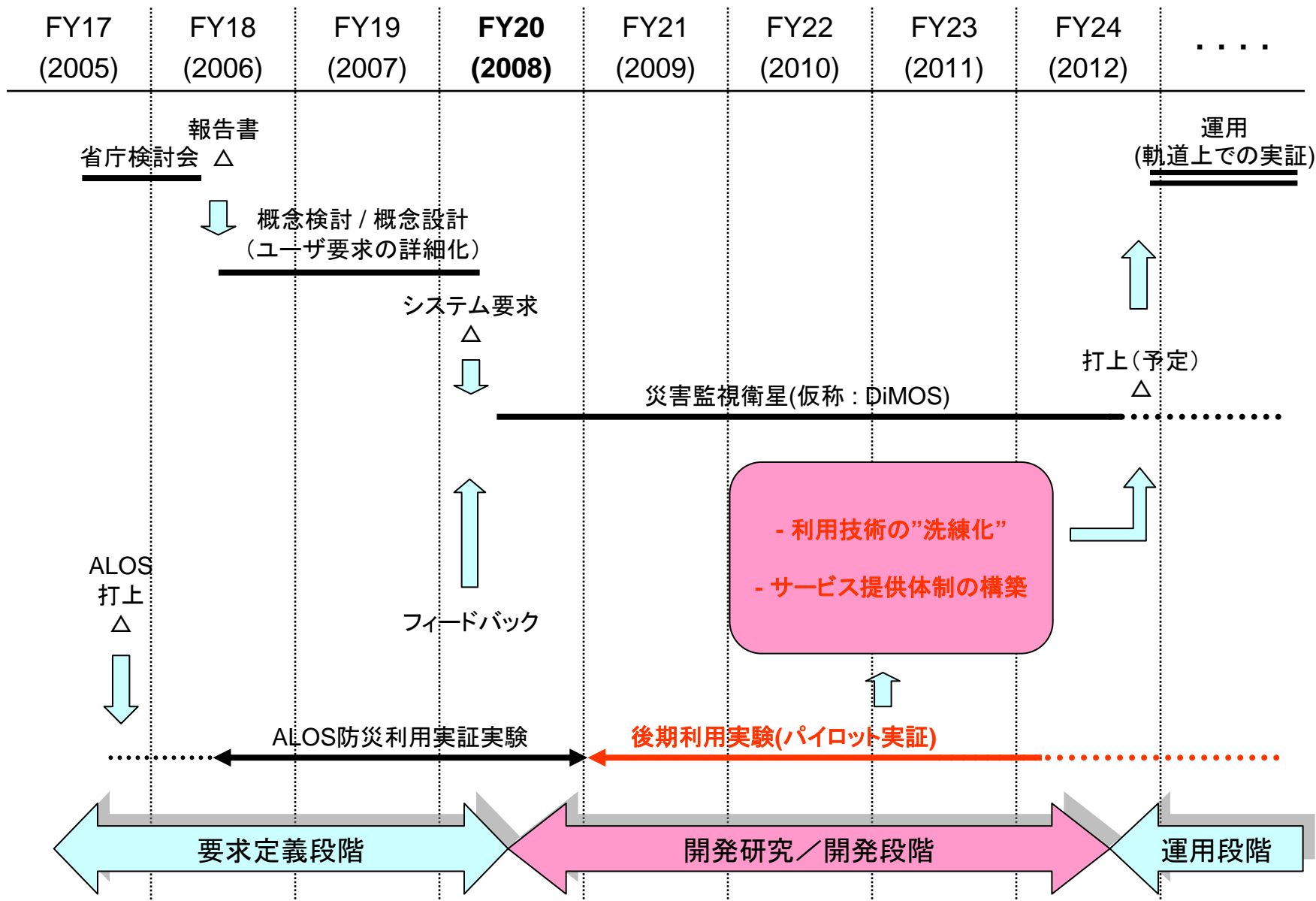
Pi-SAR画像では、ALOSでは識別不可能であった赤丸内のマンション群の形状や、東京ディズニーランド周辺(黄丸内)の主要建造物が識別可能であり、視認性が大幅に向上している。



1 km



# 3. SAR衛星利用に向けた課題



# 3. SAR衛星利用に向けた課題 ~ 実測による検証

## 集中豪雨による大垣洪水域の緊急観測例

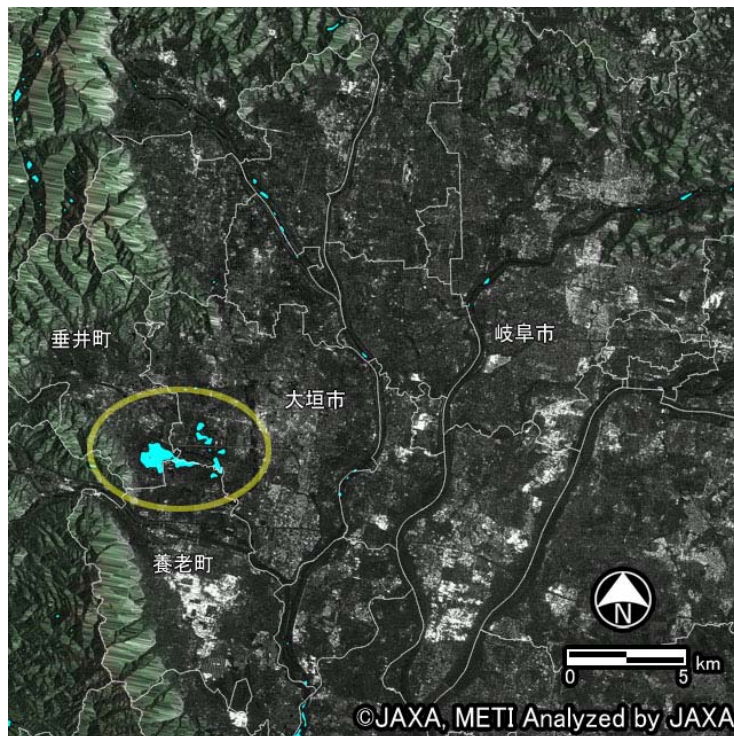
2008年9月2日、9月3日 **岐阜県集中豪雨**

→ 緊急観測画像を岐阜県防災用GISに提供

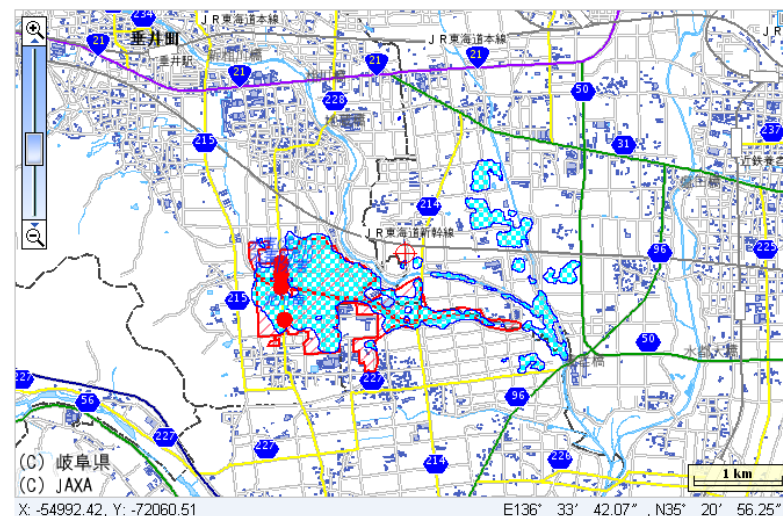


PALSAR画像(FBS 21.5)による浸水域推定マップ

- 水色: 浸水域(後方散乱係数が小さい領域)
- 背景画像: 災害後



## 現地調査の情報(赤枠)と比較



県域統合GIS(©岐阜県)

# 3. SAR衛星利用に向けた課題 ～ 適用範囲の見極め

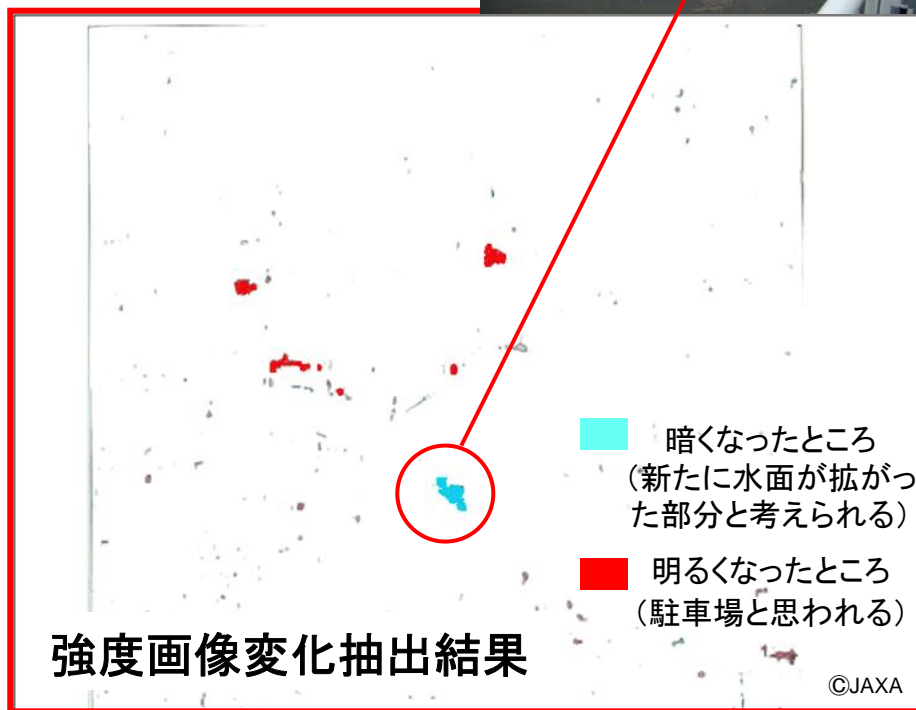
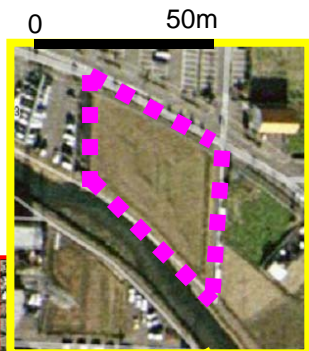
休耕田を対象とした航空機SARによる模擬水害実験例

経験の蓄積による

→ 解析手法の洗練化

→ 適用可能な**災害種別・規模・確度等**の見極め

が重要



強度画像変化抽出結果

光学画像(衛星地形図)

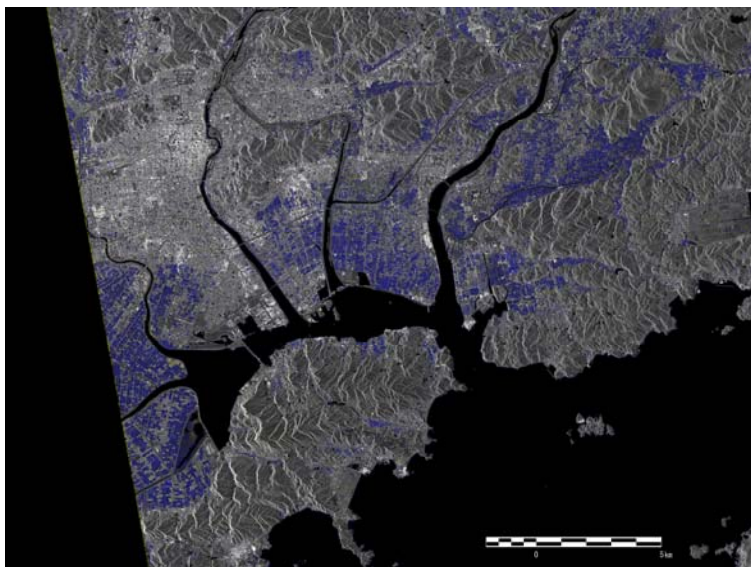
0 1km

# 3. SAR衛星利用に向けた課題 ～ 海外衛星の特性把握

田植え前後の模擬水害実験(岡山県)

併用する海外衛星の特性、適用可能範囲の見極めが重要

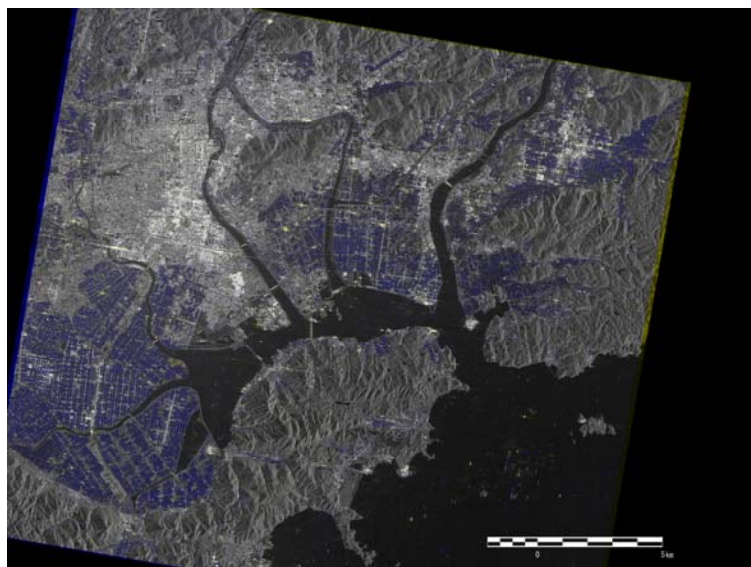
TSX 前後カラー合成画像(海をマスク)



© Infoterra GmbH, Distribution [PASCO]  
(Analysis by JAXA)

TerraSAR-X (X-band) HH 6/4  
TerraSAR-X (X-band) HH 6/26  
海マスク: AVNIR-2 2007年8/18

RS2 前後カラー合成画像



©2008ImageONE Co.,Ltd.  
RADARSAT-2 Data and Products © MacDONALD, DETTWILER  
AND ASSOCIATES LTD., 2008 -All Rights Reserved  
(Analysis by JAXA)

RADARSAT-2 (C-band) HH 6/3  
RADARSAT-2 (C-band) HH 6/27

## おわりに ～ 実務面での課題

1. 災害監視衛星利用の実現に向けては、  
実証 ⇔ 防災機関の利用計画への反映  
(ユーザコミットメント)  
両面からのアプローチ(イタレーション)が不可欠である
2. SAR衛星データの防災利用の拡大にあたっては、
  - SAR／災害専門家による協働体制の構築
  - データ解析・災害情報抽出作業の裾野の拡大  
(自治体／大学／民間の地域連携など)が重要である