平成30年6月6日
第47回国土地理院報告会

被害状況を一刻も早く把握し、分かり易く提供するための取組

防災企画調整官
永山　透

発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

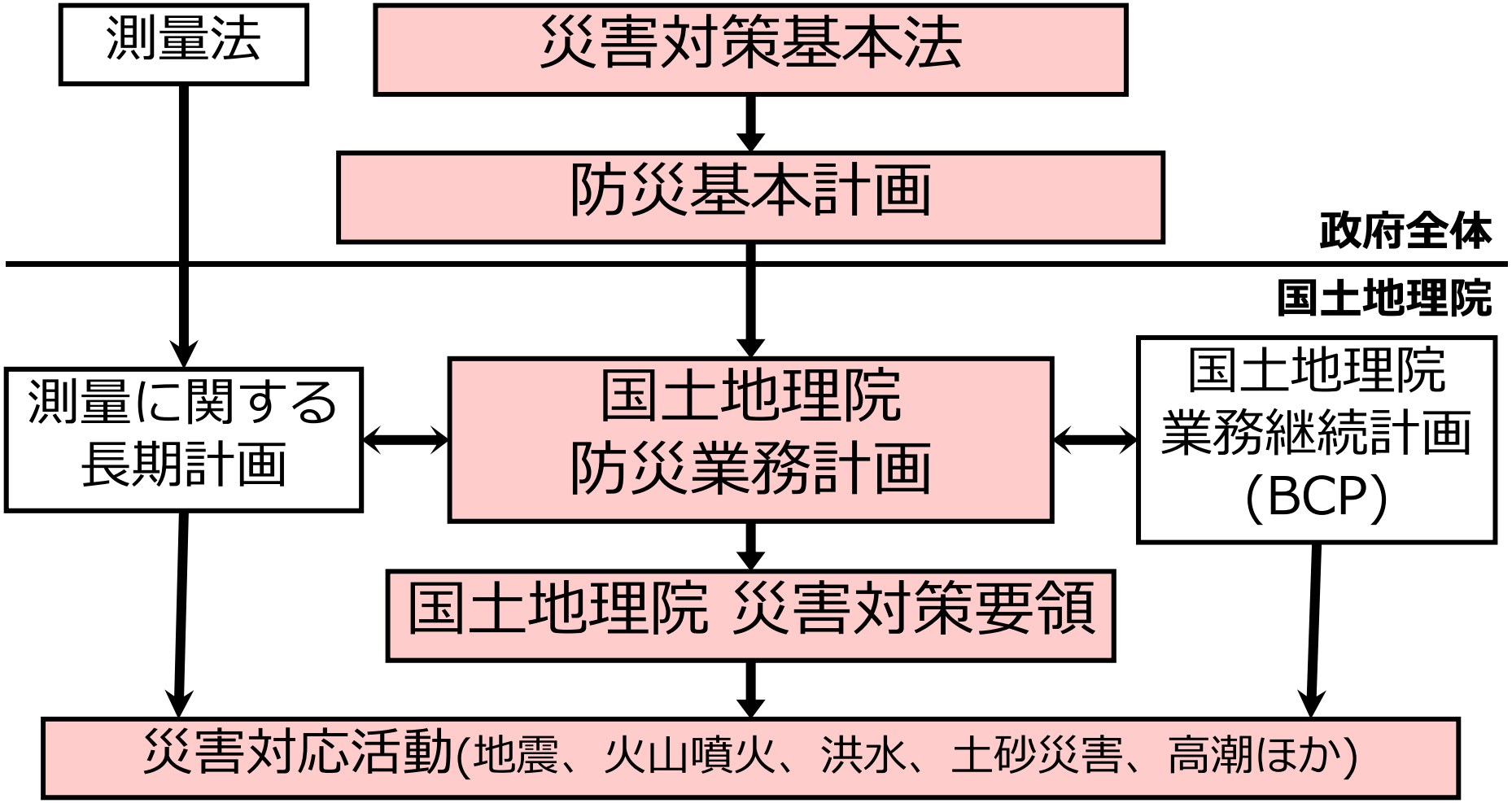
国土地理院の主な業務

防災・災害対応は業務「３本柱」の一つ

- **「測る」**～日本の位置を定める～
- **「描く」**～国土の地図を作る～
- **「守る」**～頻発する災害への対応～

災害対応の枠組み

国土地理院は災対法上の「指定行政機関」として活動



災害対応活動のメニュー

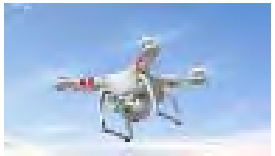
「守る」＝「測る」＋「描く」＋「伝える」

「測る」地殻変動の把握

- 電子基準点観測
- 合成開口レーダー(SAR)解析
- 基準点成果の改定

「描く」被災状況の把握

- 無人航空機(UAV)撮影
- 航空写真撮影
- 写真判読など



「伝える」提供による情報の統合利用と共有化

- 地理院地図
- 現地災害対策本部
- 地震調査研究推進本部
- 国土交通省DiMAPS(統合災害情報システム)

発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

被害状況の迅速な把握と提供・意義

平時・災害時の良好なマネジメントが下支え

- 被害の全体像把握
- 人/機材動員の判断
- 二次災害への備え
- 復興計画の準備

関係機関における災害対応に有効

↑

被災状況の迅速な把握と提供

↑

- 迅速な初動体制確立
- 適時適切な意思決定
- 技術力向上
- 分かりやすい情報提供
- 訓練によるスキル向上
- 協力と連携

発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

平成29年7月九州北部豪雨・概要

- 平成29年7月5日から6日にかけて、九州北部で線状降水帯ができて、同じ場所で豪雨が継続
- 福岡県朝倉市や東峰村、大分県日田市等で土砂崩れや河川氾濫が発生
- 死者数42人、行方不明者2人　（消防庁:平成30年1月16日時点）

出典：内閣府ウェブサイト

置かれた状況

「点」→「線」→「面」の順で状況把握

第一優先事項
被災状況の把握(画像撮影と判読)と提供。

○

×

通例ならば
有人航空機で現地撮影、画像を加工し、迅速(1-2日程度)に情報提供

しかし
現地は雲が何日も低くかかり、有人航空機は飛行不可、災害対応に必要な情報が得られず

このため
利用可能な手段で段階的に被害状況を把握・提供

第１段階:UAV(無人航空機)による「点」の状況把握

国土地理院ランドバード(GSI-LB)

- 国土地理院内の横断的組織(平成28年3月発足)
- UAV(無人航空機)活用のため活動を展開

平常時

無人航空機に関する
技術力の確保と向上

・i-Constructionへの対応
・公共測量への助言
・操縦訓練

訓練風景

災害時

無人航空機の緊急撮影
と情報提供

鬼怒川破堤箇所

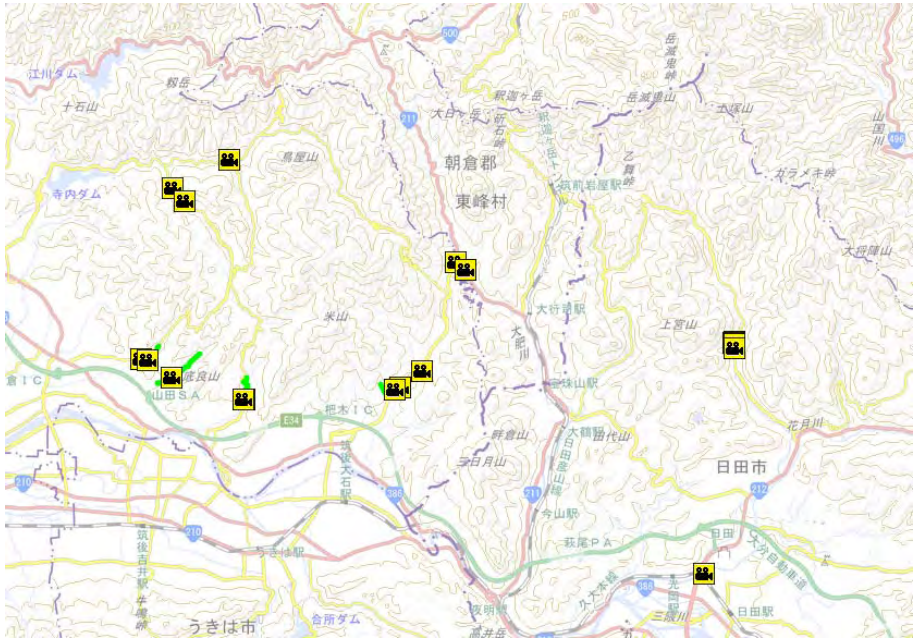
平成27年9月関東・東北豪雨での対応

第１段階:UAV(無人航空機)による状況把握

特定箇所の被災状況を示す「点」の情報を提供

- 国土地理院ランドバードは被災翌日(7/6)に出動、7/7-8にかけて動画撮影
- 撮影動画を転送・編集して公開。撮影から公開までのリードタイムは４～11時間

福岡県朝倉市
赤谷川周辺被災箇所(7/7撮影)



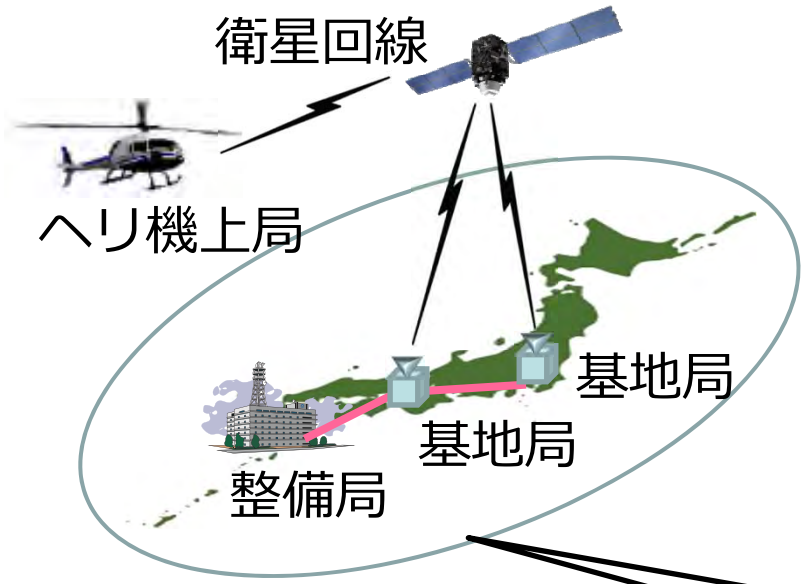
UAVによる撮影場所

第２段階：ヘリコプターによる「線」の状況把握

九州地方整備局防災ヘリ「はるかぜ」

出典：九州地方整備局ウェブサイト

ヘリサットについて



- ヘリコプターから衛星通信を使い映像を送るシステム
- 国土交通省の8地方整備局が防災ヘリに導入

ヘリ映像から地図化するプロセス

①ヘリサットで連続的に映像を撮影

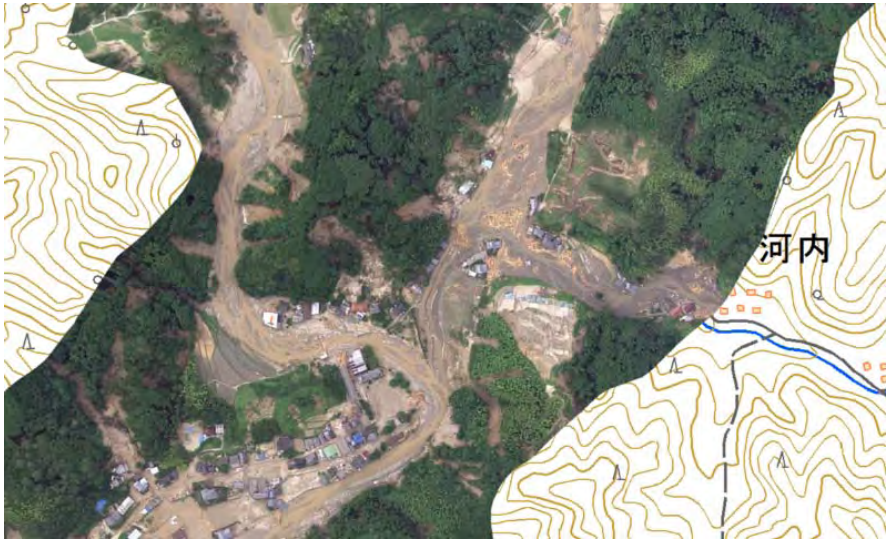
②ヘリサット映像から1秒ごとに静止画を抽出

③静止画から、ヘリの位置情報、DEMを用いて正射画像(オルソ画像)を作成

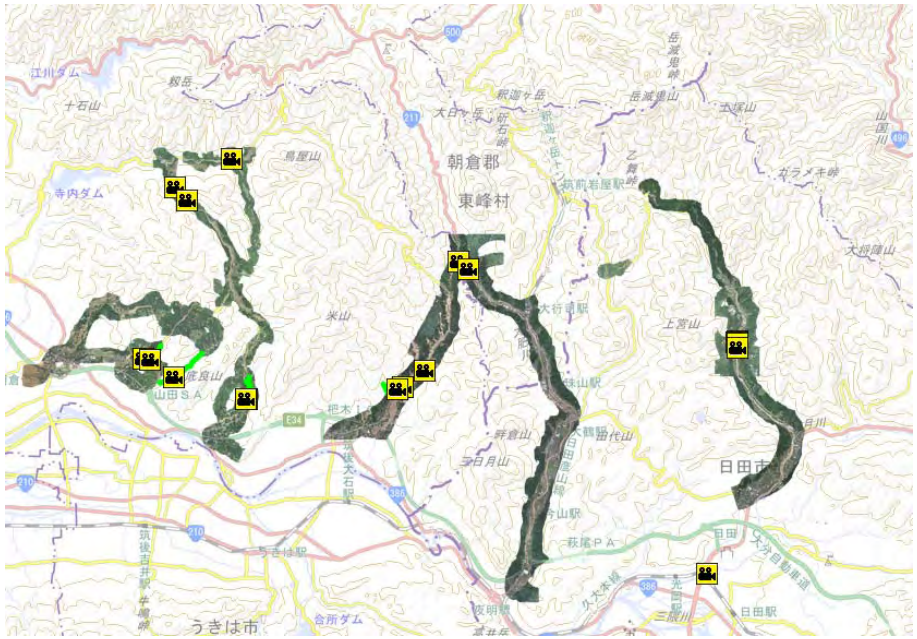
第２段階：ヘリサット画像を用いた状況把握

谷筋の被害状況がわかる「線」の情報を提供

- 九州地方整備局ヘリ(はるかぜ号)、四国地方整備局ヘリ(愛らんど号)が撮影(7/7-10)した画像を使用
- コンピュータ処理(SfM/MVS)により正射画像と３Ｄモデルを作成し、公開(7/7-12)
- ヘリサットによる正射画像の作成・公開は初



福岡県朝倉市
赤谷川周辺被災箇所(7/7撮影)



ヘリサット画像に基づく写真範囲

第３段階：測量用航空機による「面」の状況把握

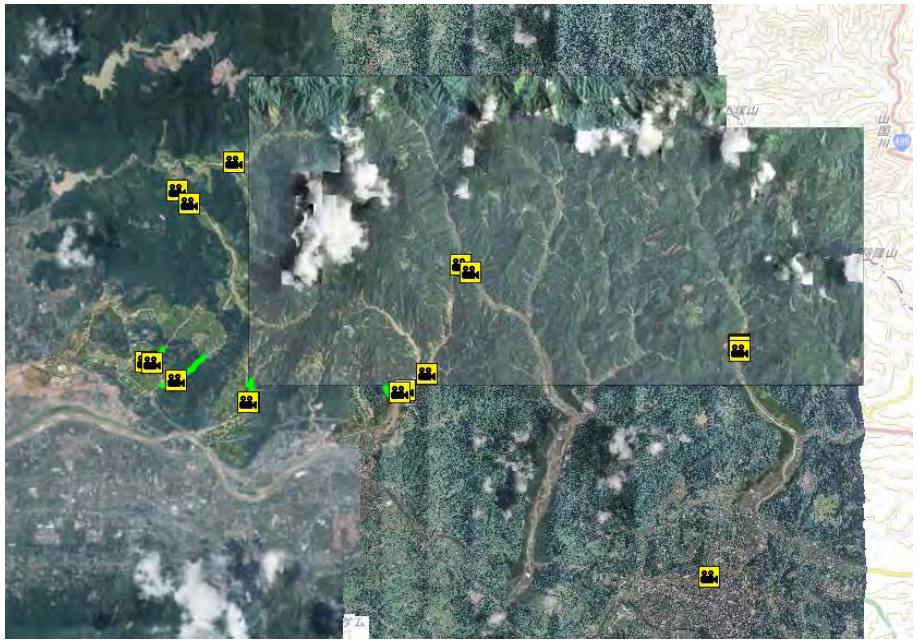
写真は、国土地理院測量用航空機「くにかぜIII」

第３段階：測量用航空機による状況把握

被害状況の全貌が把握できる「面」の情報を提供

- 航空機が待機し雲が少ない日に撮影(7/13,30,31)
- 撮影翌日に垂直写真、翌々日に正射画像を公開

福岡県朝倉市
獺ノ口(7/13撮影)

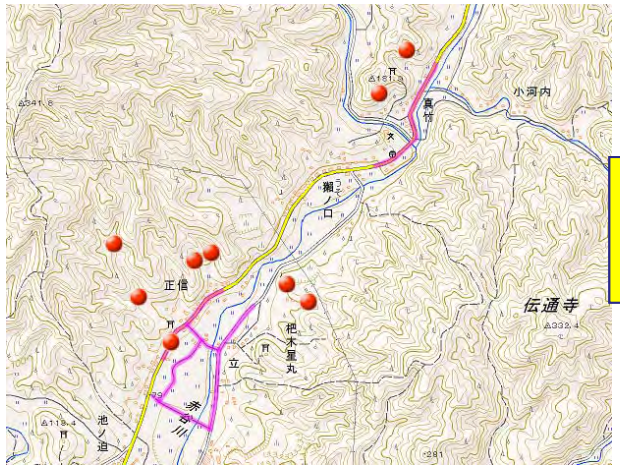


航空写真に基づく正射地図(一部)

各段階に合わせた被害状況の判読

「点」→「線」→「面」の順で判読、公開

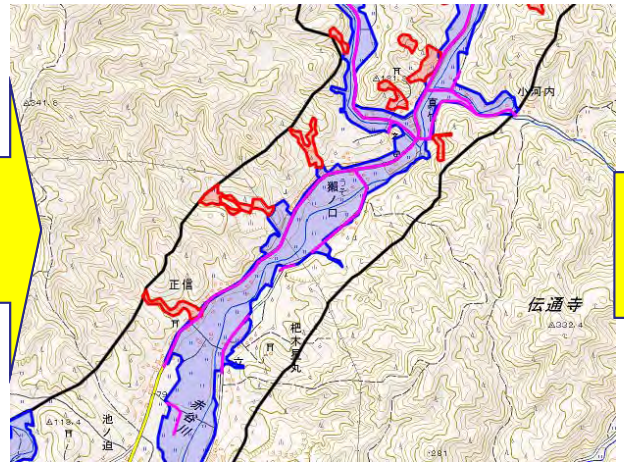
UAV



土砂崩壊地(赤点)
道路損壊*(桃線)
を判読

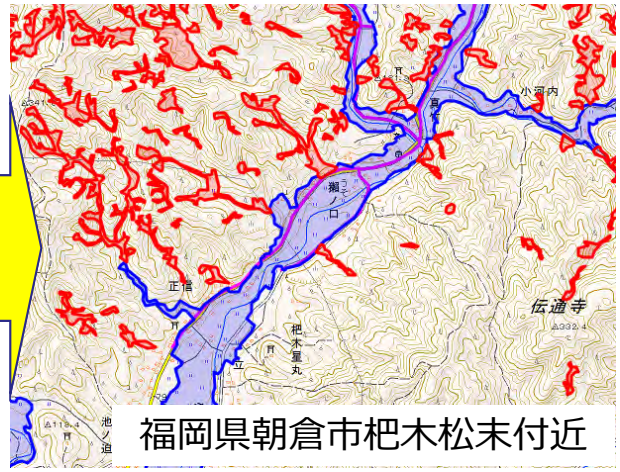
判読作業風景

ヘリコプター



土砂崩壊地(赤)
洪水流到達範囲(青)
道路損壊*(桃線)
鉄道損壊*(紫線)
を判読
黒線は判読範囲

測量用航空機



福岡県朝倉市杷木松末付近

土砂崩壊地(赤)
洪水流到達範囲(青)
道路損壊*(桃線)
鉄道損壊*(紫線)
を判読
ほぼ全域を判読

*施設上に土砂が堆積している場合も含む

流木堆積箇所の判読

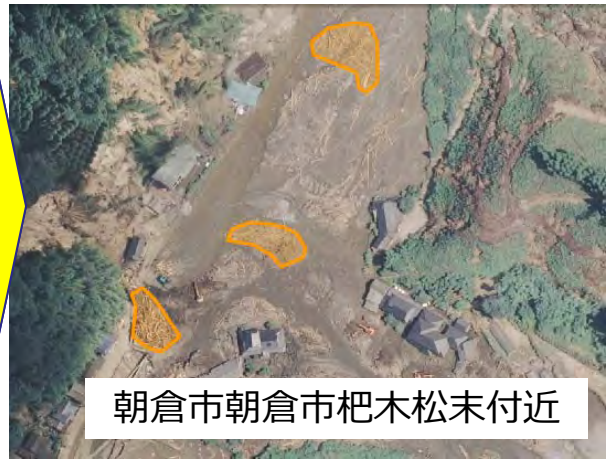
除去など応急対策のため流木堆積箇所と分布を判読

- 九州北部豪雨では被災地で流木が大量発生

ヘリコプター

流木堆積箇所(黄点)を判読(20m四方以上を目安に判読)

測量用航空機



流木堆積箇所(橙)を判読

流木堆積の一例

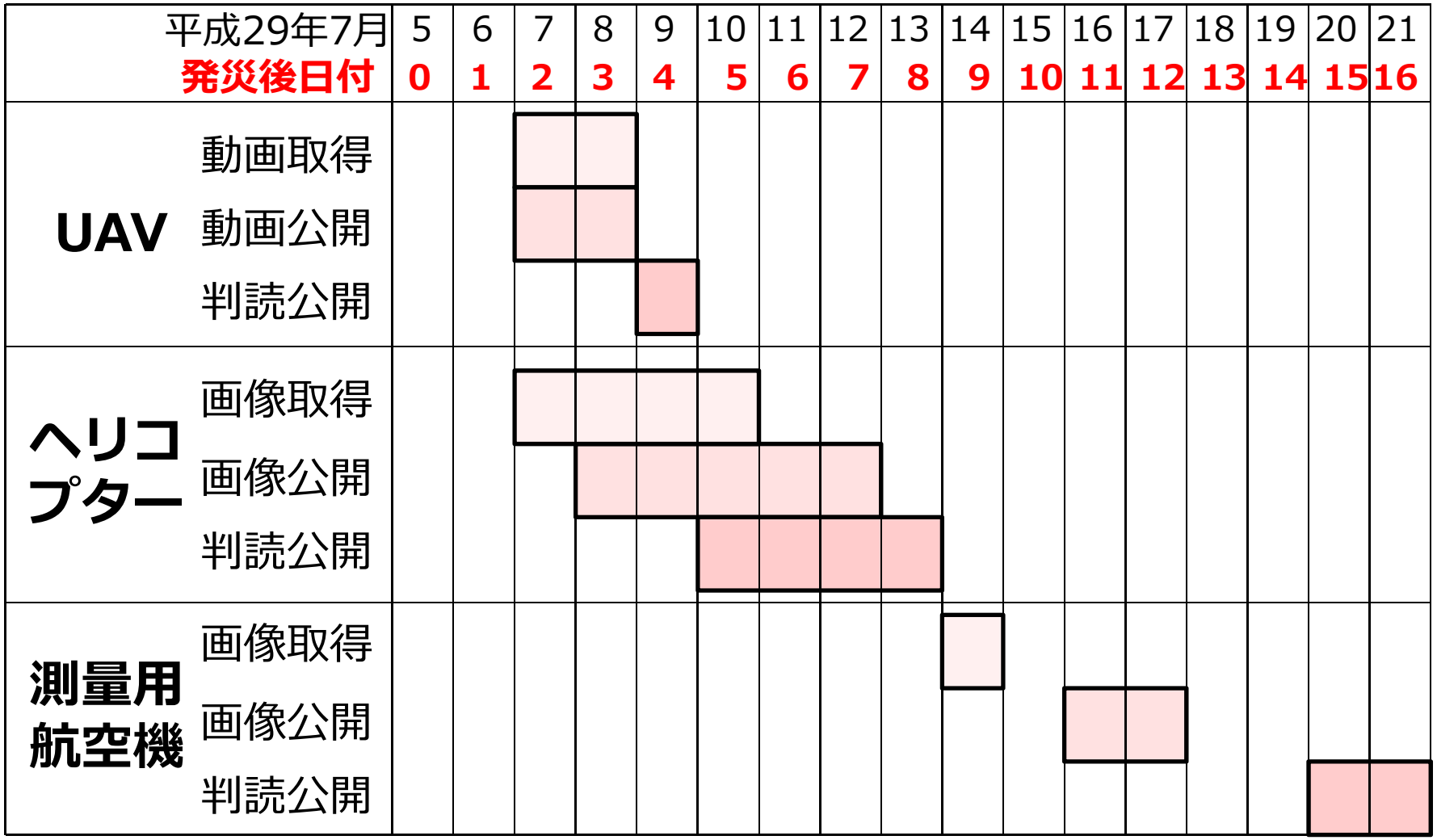
朝倉市杷木池田付近

上流(右方)から来た流木が橋(左端)に衝突し、積みあがっている。

(国土地理院撮影)

被災情報の提供の経過

その時点で最良の手段を用いて被災状況を把握、提供



※最速のプロセスを記載、測量用航空機は初期撮影の経過のみ記載
※九州北部豪雨での実例を記載。全ての災害でこのとおり実現する訳ではない

被災状況のわかりやすい把握

被災状況が直感的につかめる表現で情報提供

３Dモデル

UAV・ヘリ画像をコンピュータによる処理(SfM/MVS手法)で作成

斜め写真

航空機から斜め下をカメラ撮影。
被災状況を鳥瞰的に記録

前後比較

被災前後の空中写真をウェブ地図表示、
境目のバーをスライドして、前後比較できる

場所はいずれも日田市小野付近

発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

火山の状況把握の制約条件と解決策

火山の状況把握の制約条件

- 噴煙・噴気で様子が見えない (雲・悪天候・夜間等の条件も重なる)
- 立ち入り(現地・上空)できない(再噴火や火砕流などの危険)

→光学写真(地上、有人航空機、衛星)による状況把握は困難

合成開口レーダ(SAR*,サー)が有効になる

- 航空機や人工衛星に載せ、発射電波で地表を観測するセンサ
- 地表が雲、噴煙で覆われても、夜間時でも観測できる

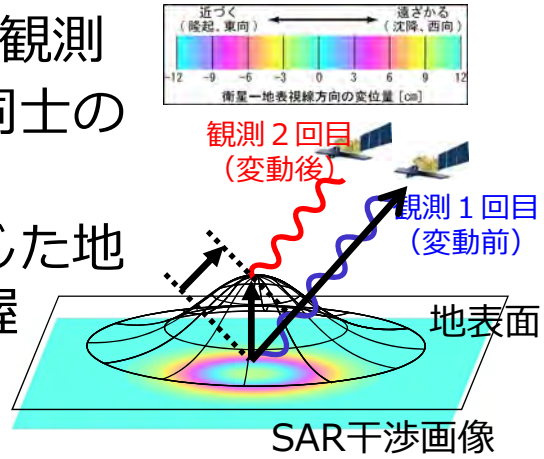
電波の反射強度を使う方法

反射強度	画面の色
強	白
弱	黒

地表から反射する電波の強弱変化
→地表の形状・状態の変化を示唆

干渉SAR技術

- 同じ場所を2回観測
- 得られた画像同士の差分を解析
- この期間に生じた地表の変動を把握



*SAR: Synthetic Aperture Radar

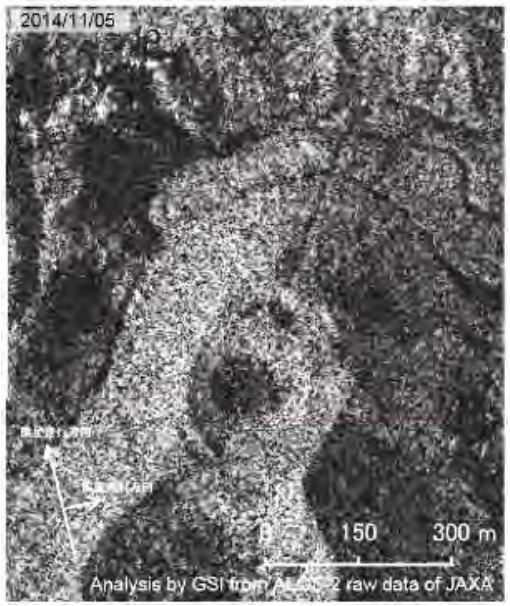
草津白根山(本白根山)

災害概要

- 平成30年1月23日10時2分頃に噴火
- 死者1名、重傷3名、軽傷8名（消防庁:平成30年1月29日時点）

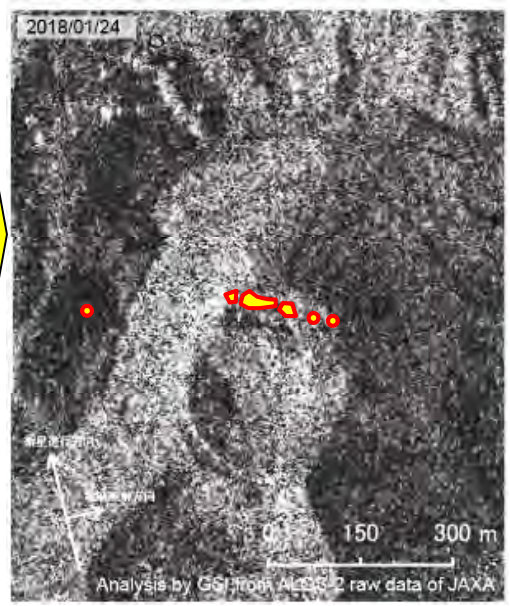
衛星SARの強度画像に基づく火口位置推定

- 1月24日観測(宇宙航空研究開発機構/だいち2号)、1月26日公開



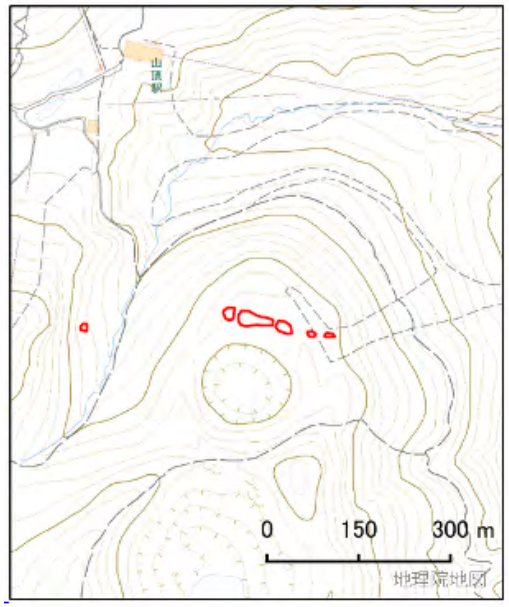
平成26年11月5日観測

変化
比較



平成30年1月24日観測

火口
位置
推定

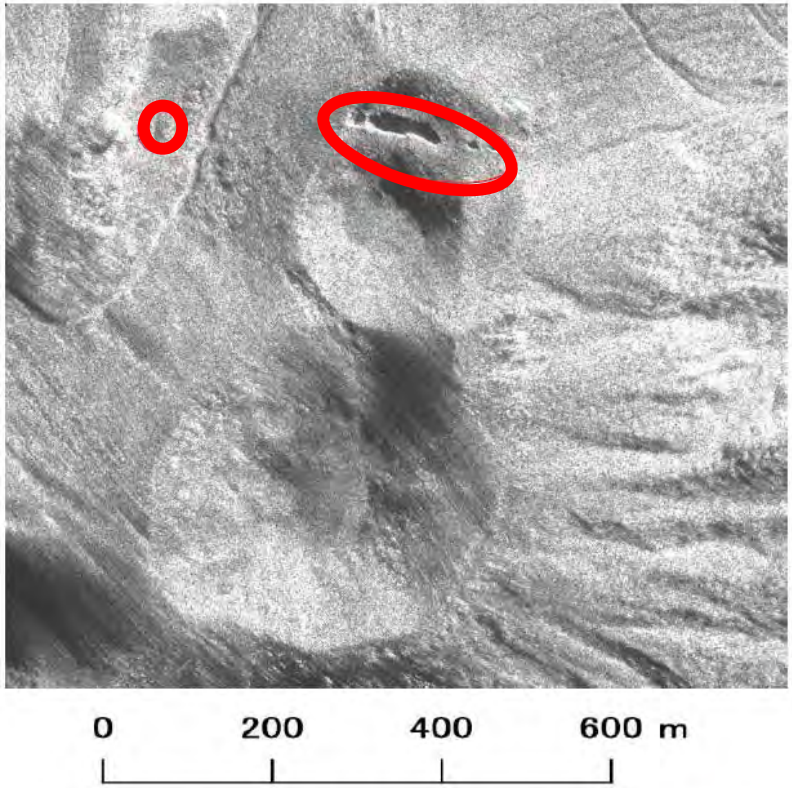


現地が危なくて近づけなくとも宇宙から状況把握

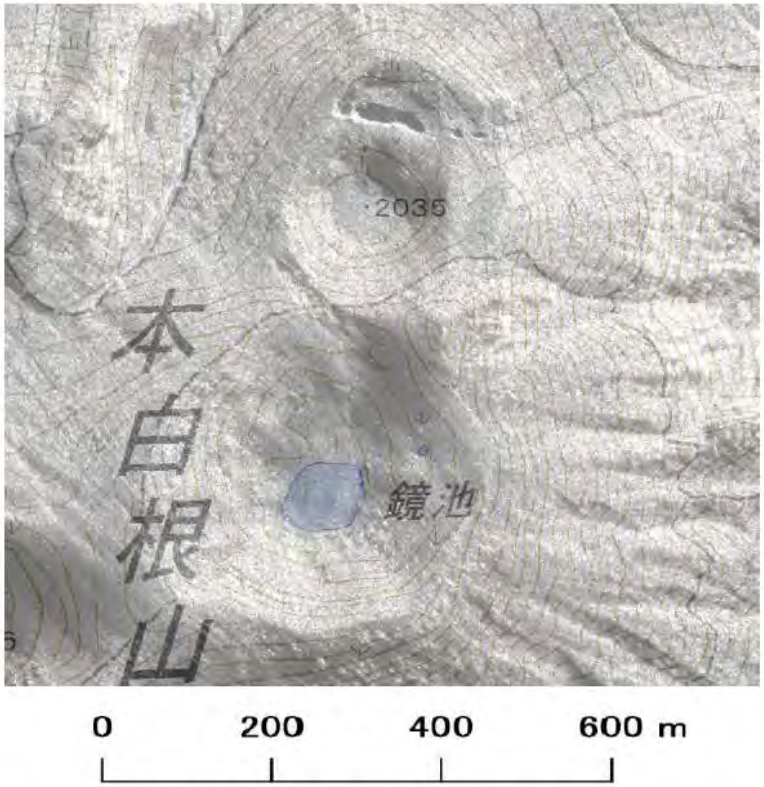
航空機SARによる火口位置推定

従来の地形にない、新たな凹地を明瞭に確認

- 1月27日観測(国土地理院くにかぜIII)、同日公開
- 地上から反射する電波の強弱を画像で取得し、判読



北東側からのSAR観測画像（速報）

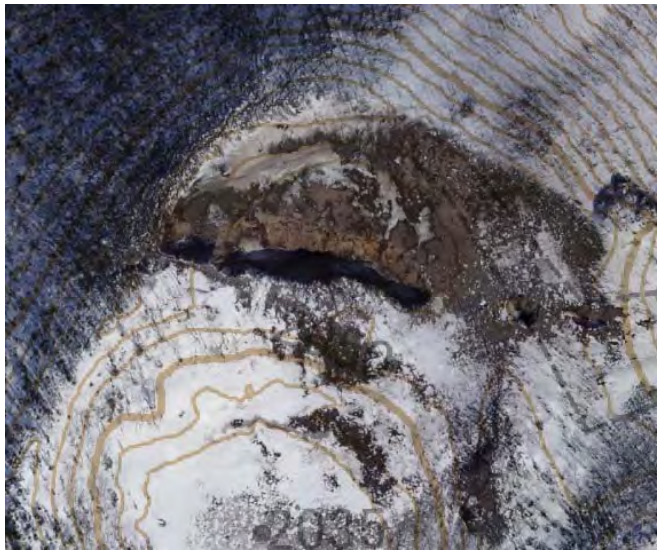


左の図に簡易に地図情報を重ねたもの

固定翼UAVによる空中写真撮影

噴火で生じた火口列の状況を詳細に表現

- 2月16,27日撮影、3月6日公開



ウェブ地図(地理院地図)で表示

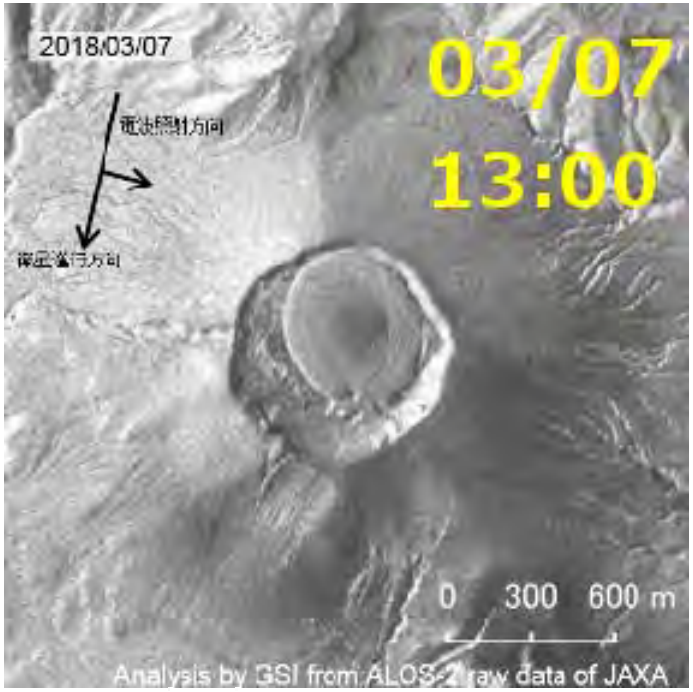
3D動画で提供

霧島山新燃岳

活動概要

- 以前も度々噴火(平成23年2月,平成29年10月)
- 平成30年3月に大きな噴火、溶岩が火口を満たし一部流出

衛星SARの強度画像に基づく溶岩モニタリング



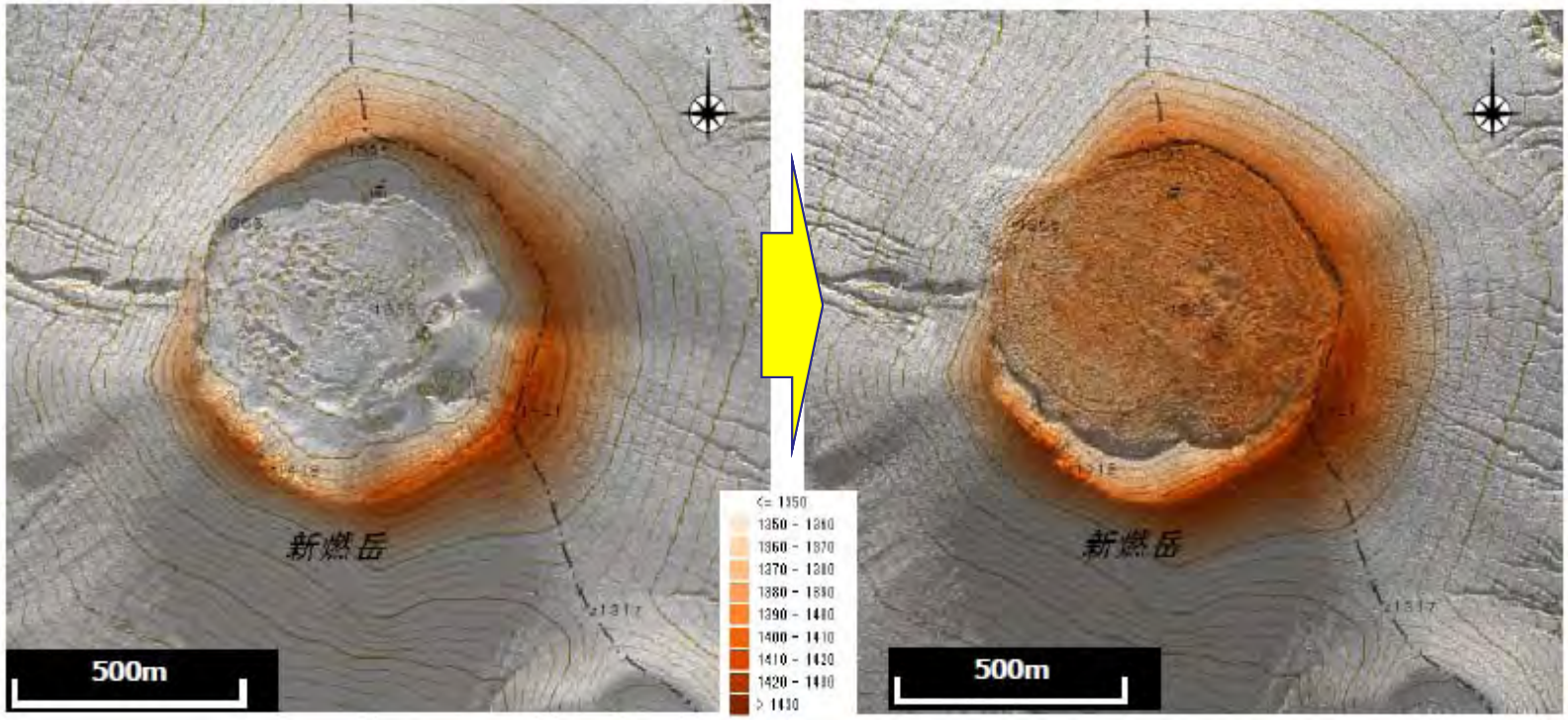
「だいち2号」の画像を時系列で分析
10/31:(3月の噴火前の状況)
3/6:火口内に溶岩が出現し、拡大
3/9:火口外、北西縁に溶岩流出
3/12:火口内の溶岩範囲変わらず
(直径約700メートル)

噴煙で見えづらい溶岩の動きを連続してとらえる

航空機SARによる体積変化の推定

東京ドーム約13個分*の体積変化を確認

- 3月27日観測(くにかぜIII)、2時期の地形モデルを作成
- 差をとり1,600万m³(±100万m³程度)の体積変化を推定



平成29年10月12日観測　　平成30年3月27日観測

*東京ドームの容積は124万m³ (東京ドームウェブサイトから)

発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

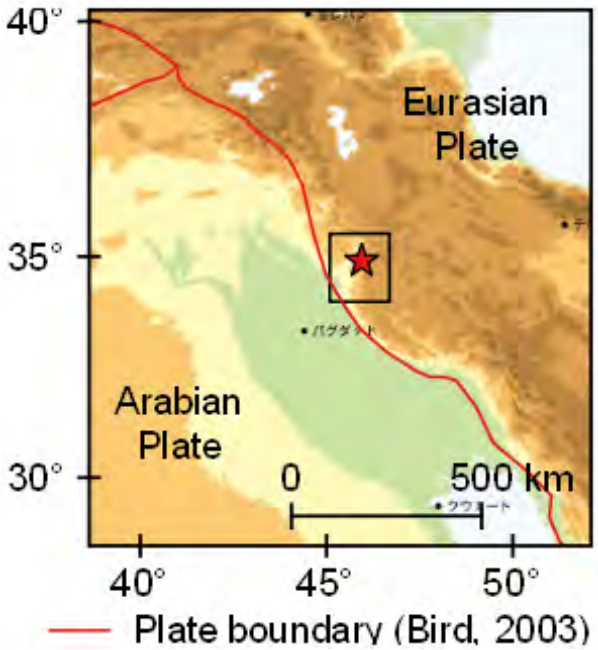
4.まとめ

イラン・イラク国境付近の地震

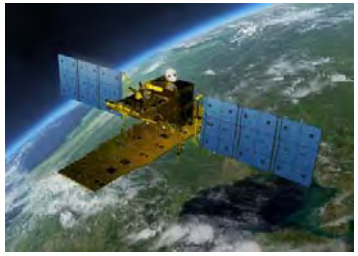
災害概要

- 2017年11月12日、規模Mw7.3
- 死者100人超

衛星SARデータを用いた干渉SAR解析を実施

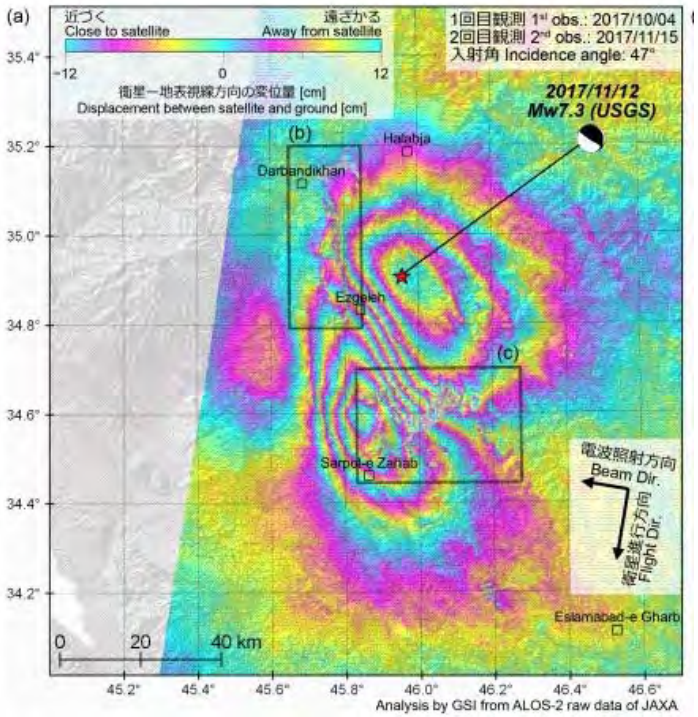


位置図(★震央、□解析範囲)



だいち2号による観測

観測データの解析

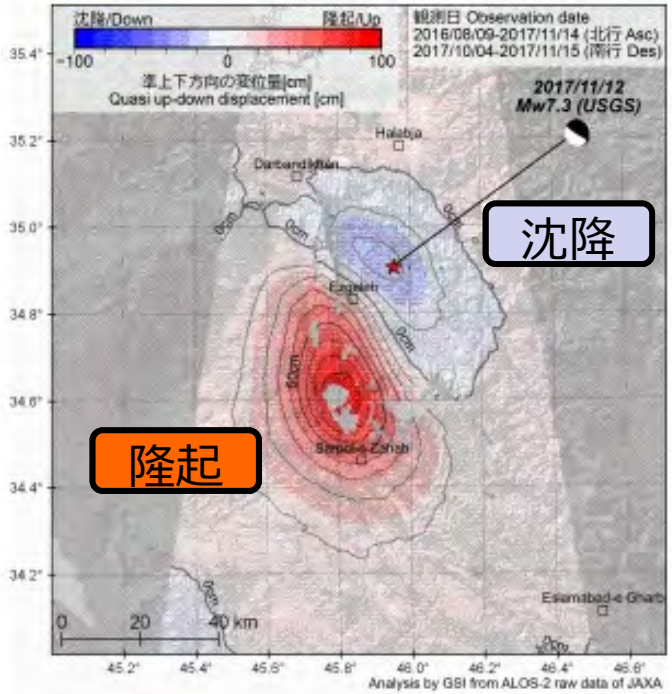


干渉SAR画像

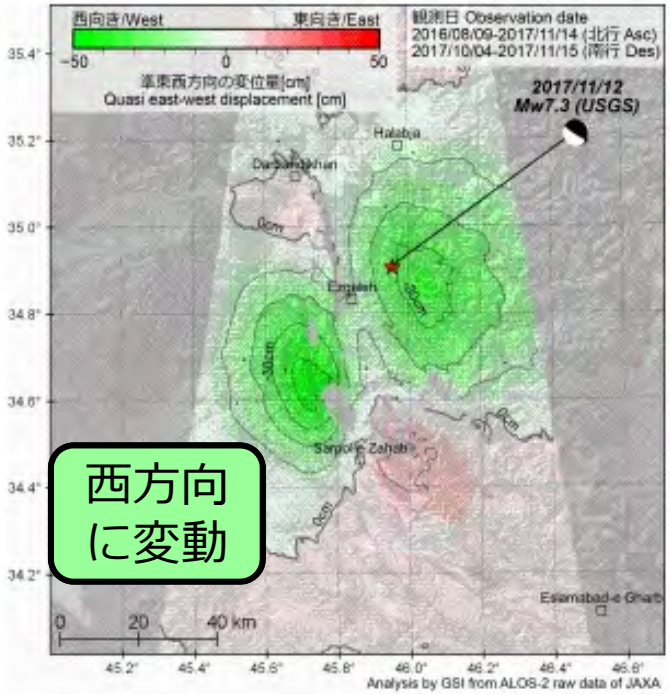
地殻の方向別の変動量を推定

「有効な情報であった」(イランNCC)と謝意が表された

- 複数の干渉SAR解析結果を活用した解析を実施
- イランの地理空間情報当局(NCC: National Cartographic Centre)に情報提供



準上下成分

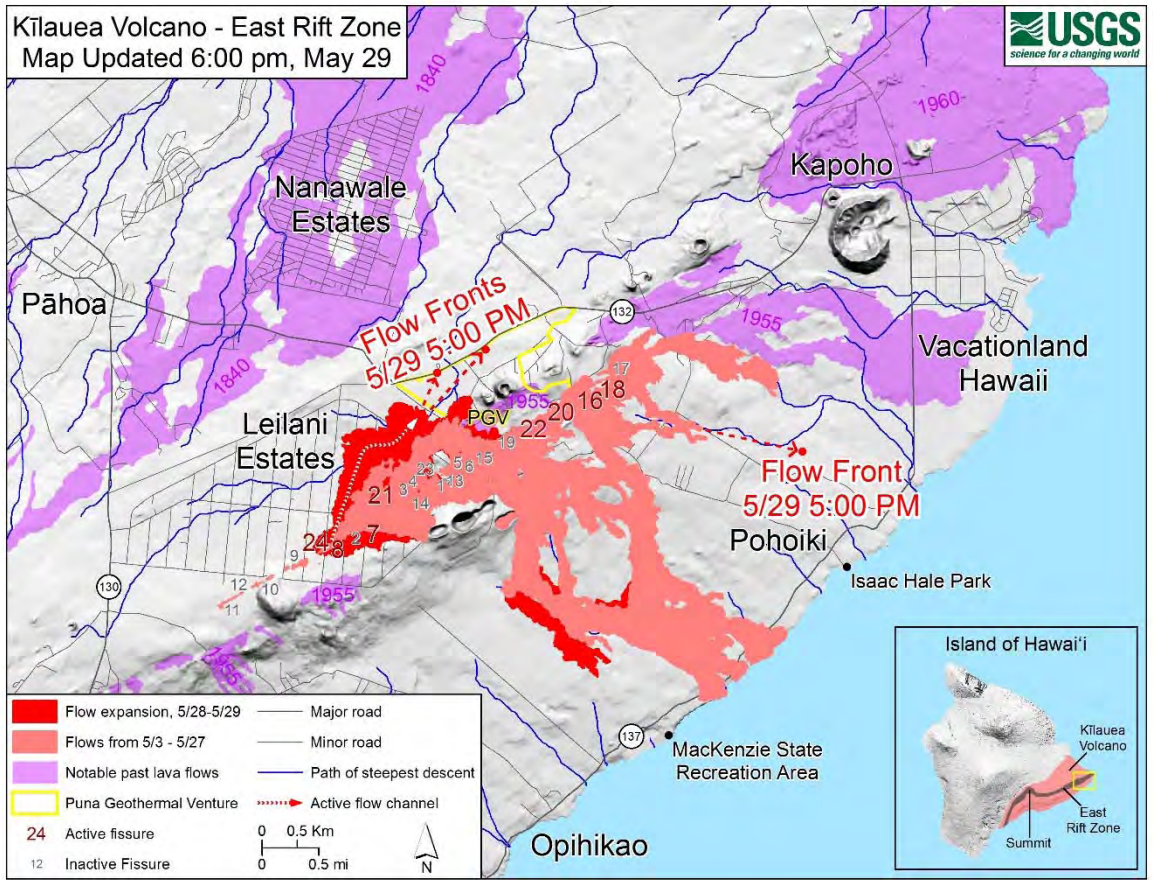


準東西成分

ハワイ・キラウエア火山の噴火

災害概要

- ハワイ島東南部キラウエア火山のイーストリフトゾーン
- 2018年5月3日から噴火が本格化、5月20日、海に到達
- 約40軒の建物被害、有毒な二酸化硫黄ガス発生(CNNニュース)

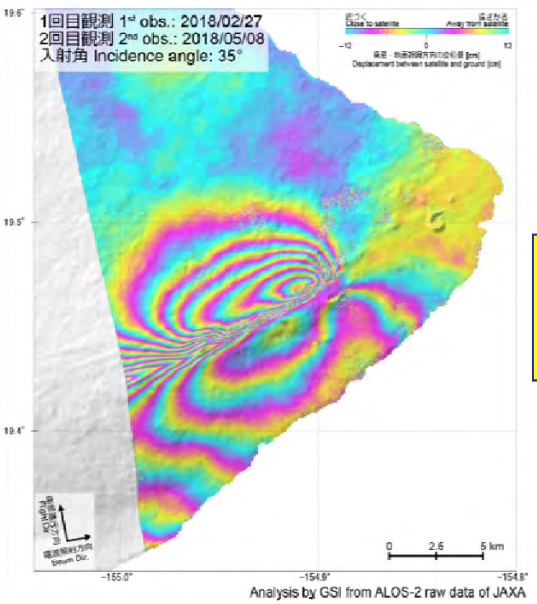


写真・地図：米国地質調査所(USGS)

衛星SAR干渉解析による地表の変動推定

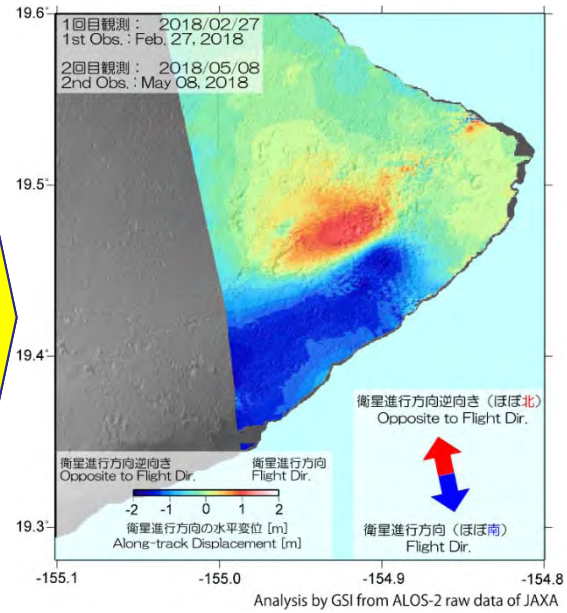
噴火に伴う地殻変動をSARで明らかに

干渉SAR画像



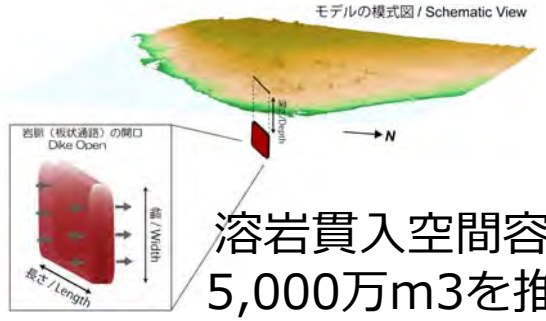
イーストリフトゾーンの
両側近傍で変位が大きい
(5/8,12観測)

MAI法による変動推定



地下に溶岩が貫入し
イーストリフトゾーンを
軸に土地が南北に断裂

溶岩貫入モデル



溶岩貫入空間容量
5,000万m3を推定

現地での断裂の様子

写真：米国地質調査所(USGS)

発表内容

1.はじめに

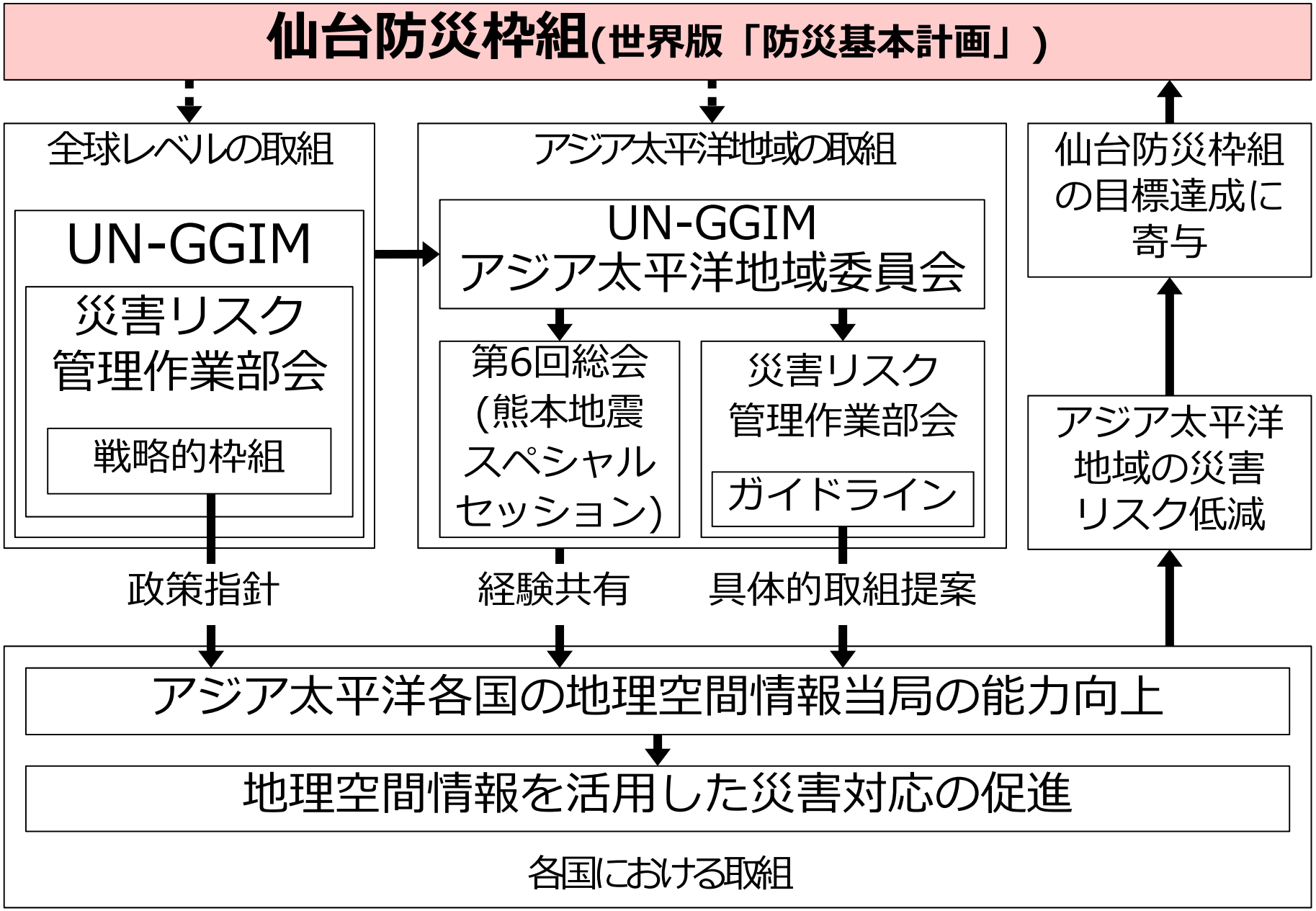
2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

地理空間情報の災害時活用の国際的動向



仙台防災枠組2015-2030

地理空間情報に関係する記述が大幅に充実

- 第3回国連防災世界会議(仙台･2015年3月)で採択
- 国際社会が防災で取り組むべき事項を記す
- 世界版「防災基本計画」

地理空間情報関係の記述

横浜戦略(1994年)
0ケ所

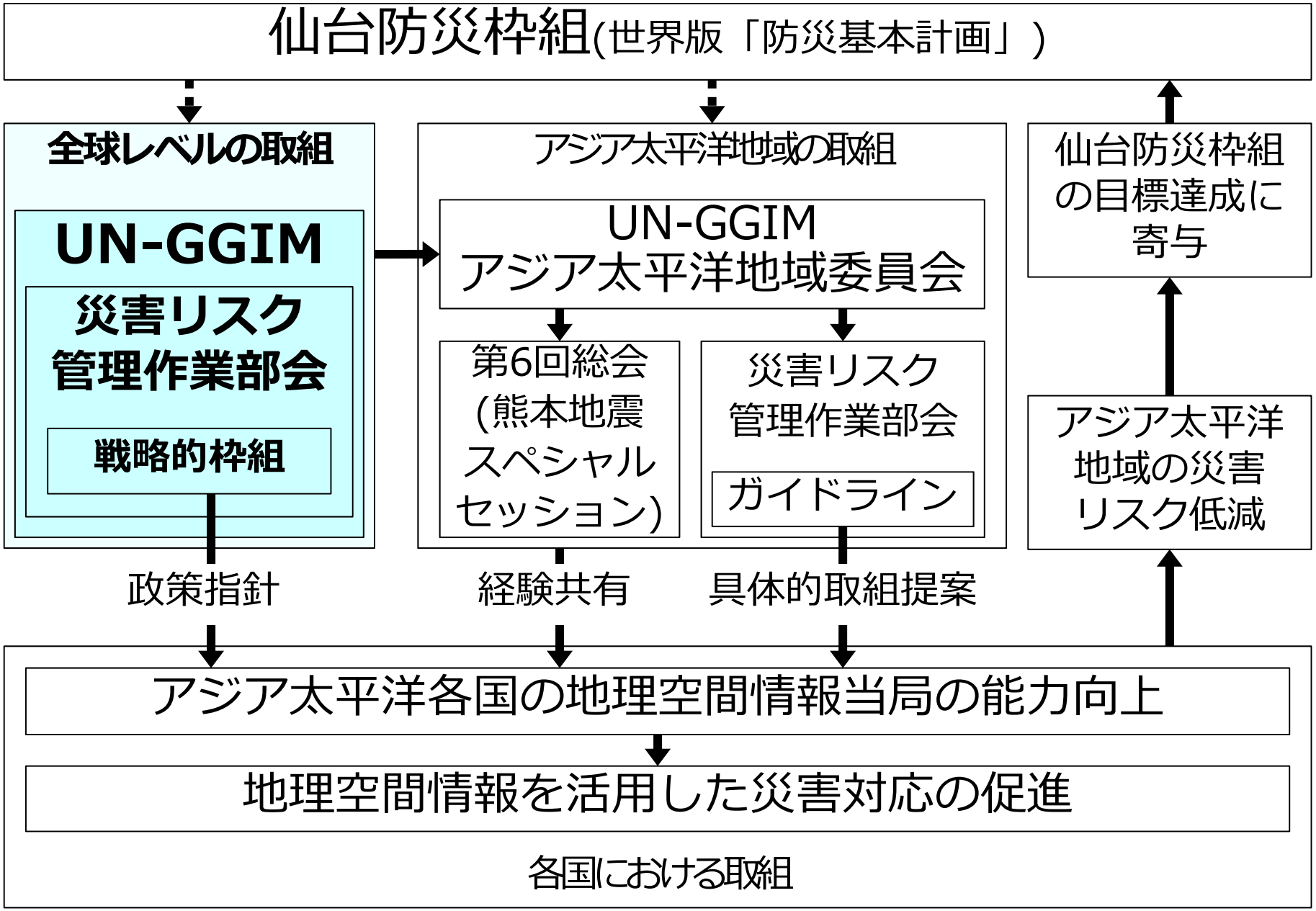
兵庫行動枠組(2005年)
1ケ所 (パラ17(i)a)

仙台防災枠組(2015年)
4ケ所 (パラ24(c),24(f),25(c),25(g))

UN World Conference on
Disaster Risk Reduction
2015 Sendai Japan

出典：外務省ウェブサイト

地理空間情報の災害時活用の国際的動向



UN-GGIMについて

地理空間情報政策を世界レベルで議論する場

- 地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会*
- 地球規模の政策課題の解決に必要な、地理空間情報の整備と利用について話し合う会議
- 各国の地理空間情報当局(NGIAs),国際機関など参加
- 2011年開始、年1回開催

*United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management

災害リスク管理に関する作業部会

「戦略的枠組」で政策指針を各国に提示

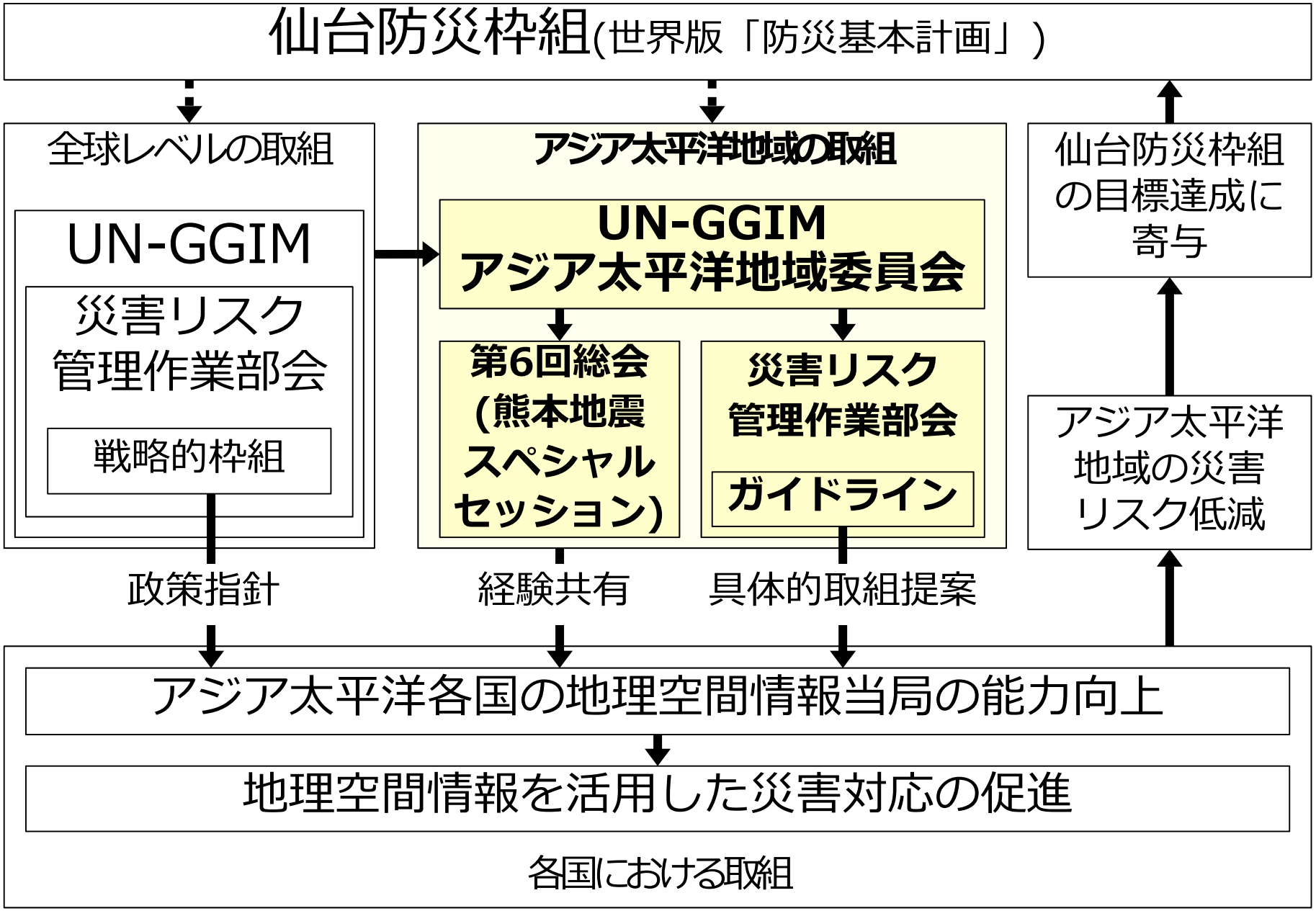
- UN-GGIMの一つの作業部会(2015年設置)
- 「戦略的枠組」*を編集(2017年,UN-GGIMで採択)

戦略的枠組について

- 地理空間情報の災害時活用の政策指針
- 目標
  - **良好な地理空間情報とサービス**が、
  - タイミングよく調整された方法で、
  - 活用、アクセスできることで
  - 意思決定と取組を支援する

*防災のための地理空間情報とサービスに関する戦略的枠組
Strategic Framework on Geospatial Information and Services for Disasters

地理空間情報の災害時活用の国際的動向

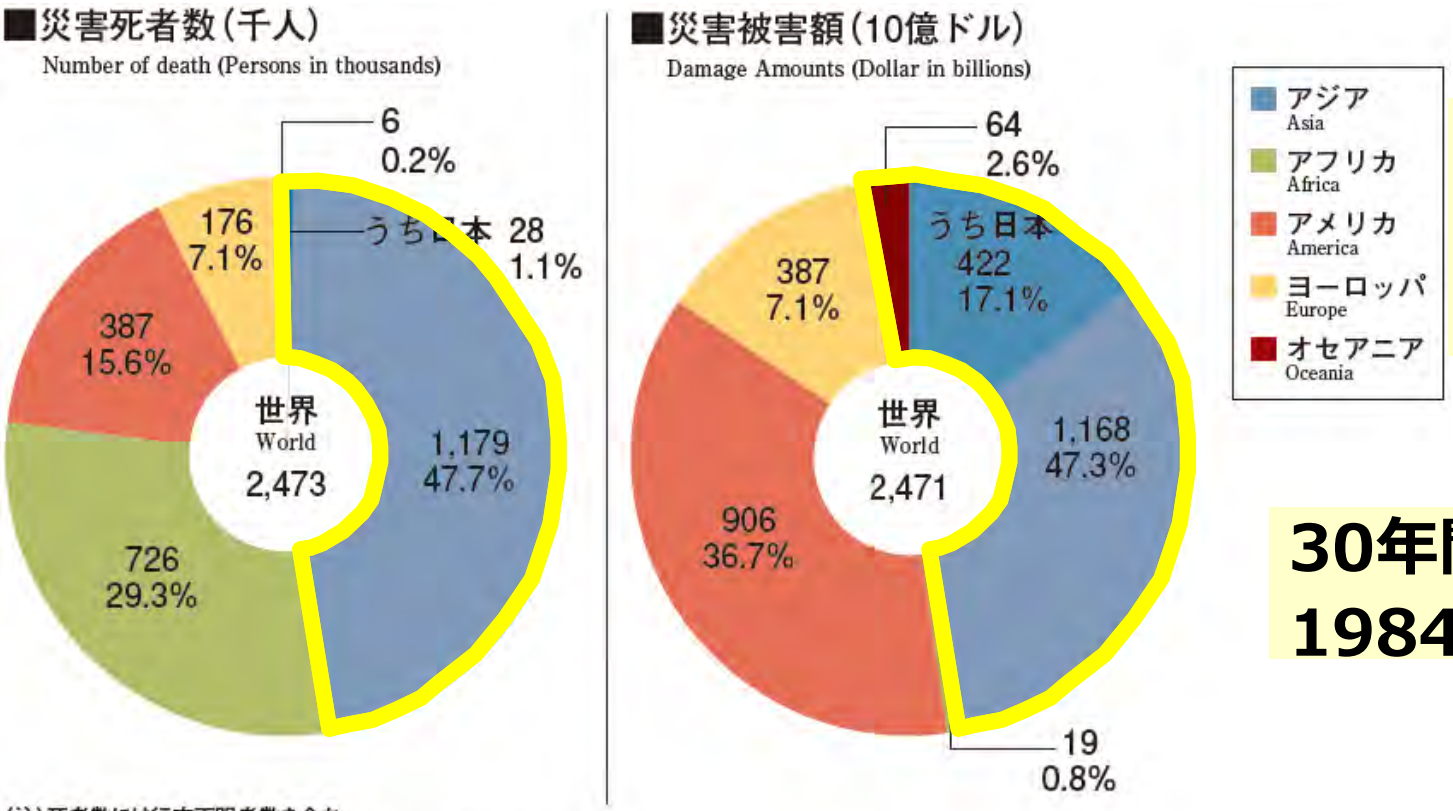


アジア太平洋地域の被害の割合

被害の約半分がアジア太平洋地域に集中

死者:1,185千人
割合47.9%

被害額:1兆2320億ドル
割合49.9%



割合は
アジア＋
オセアニア

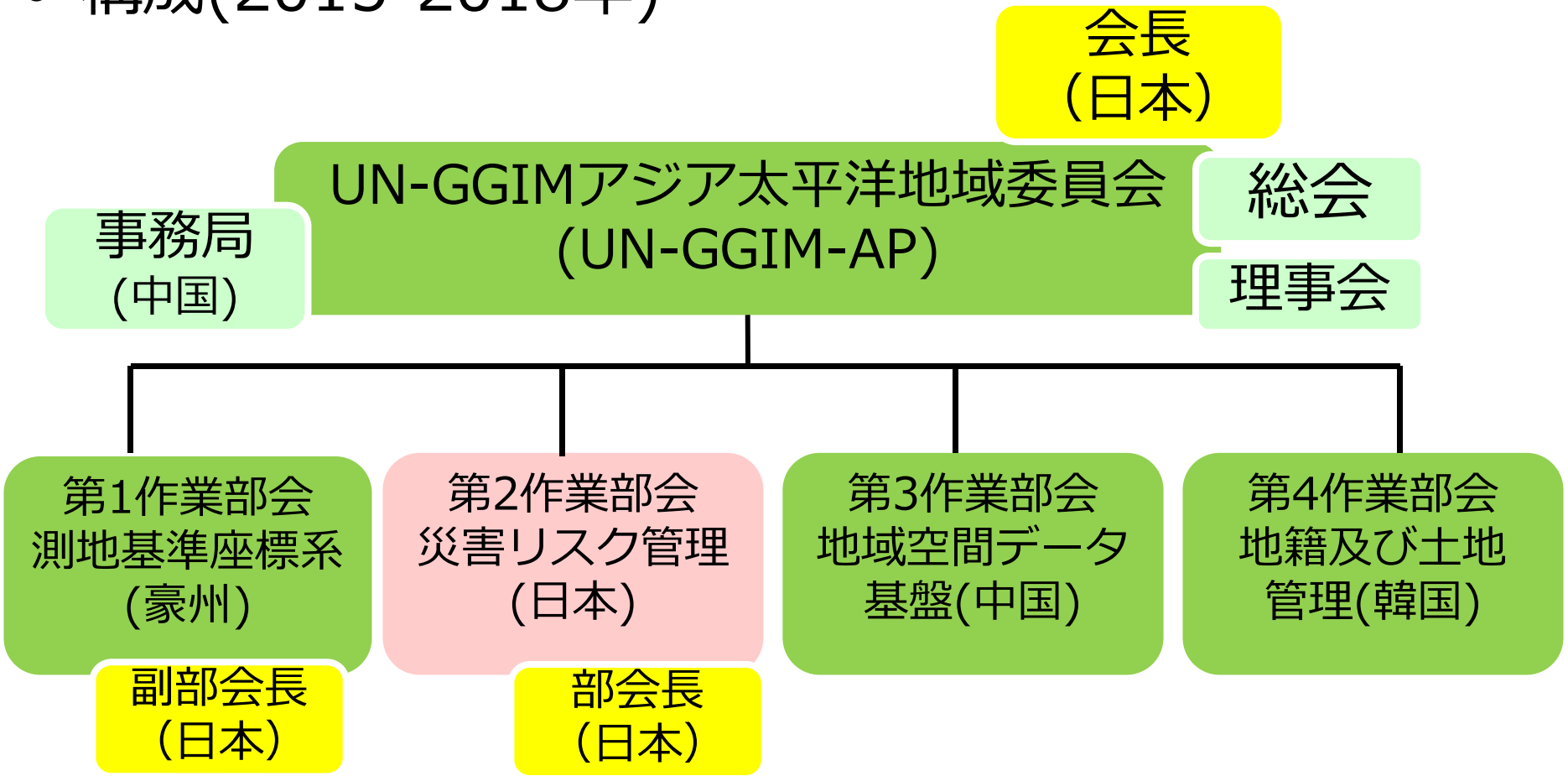
30年間合計
1984-2013年

(注)死者数には行方不明者数を含む
Each number of death includes the number of missing persons

出典：防災白書 Source: White Paper on Disaster Management

UN-GGIMアジア太平洋地域委員会

- UN-GGIM傘下の地域委員会として2012年設置
- アジア太平洋地域での地理空間情報の整備と活用などを話し合う会議
- 構成(2015-2018年)



UN-GGIM-AP第6回総会

スペシャルセッションを初めて実施

- 開催地：熊本県熊本市
- 月日：2017年10月17～19日
- アジア太平洋地域の加盟国を中心に約80名出席
- 地理空間情報の災害時活用をじっくり話し合う「スペシャルセッション」を実施

スペシャルセッション・概要

- 事例: 2016年熊本地震における国土地理院の対応
- 構成: 5つのパートで10月17日～18日に実施
  - パート毎に、1)国土地理院のプレゼンと問いかけ、2)問いかけに基づく参加者によるディスカッションを実施
  - 総会前に「ケーススストーリー」も配布、予習の機会を提供
- 進行: 村上国土地理院長 (UN-GGIM-AP会長)

パート	パート1 45分	パート2 45分	パート3 60分	パート4 60分	パート5 45分
テーマ	**背景**	**2016年熊本地震の発生**	**緊急災害対応活動**	**復旧・復興のための活動**	**全般マネジメント**
時系列	地震前	2016年4月 14日-16日	2016年4月 16日-30日	2016年5月1日 -2017年10月17日	全期間
話題	*日本の地理 *法的枠組み *政府内の国土地理院の役割	*地理 *前震 *初動対応 *本震	*本震後の対応 *関係者のニーズへの対応 *変化するニーズへの対応	*復旧･復興のための地理空間情報	*災害対応のマネジメント *結論

スペシャルセッション・成果

熊本地震の経験をアジア太平洋地域に共有

- **主な議論**
  - 災害対策における法制度、政策の枠組
  - 災害前(平時)、初動対応、復旧・復興期にすべき取組
  - 災害対応マネジメント
- **総会決議**
  - 災害対応での地理空間情報活用に関し深い議論の場を提供したことを評価し、今後における同様の取組を推奨する

UN-GGIM-AP災害リスク管理作業部会(WG2)

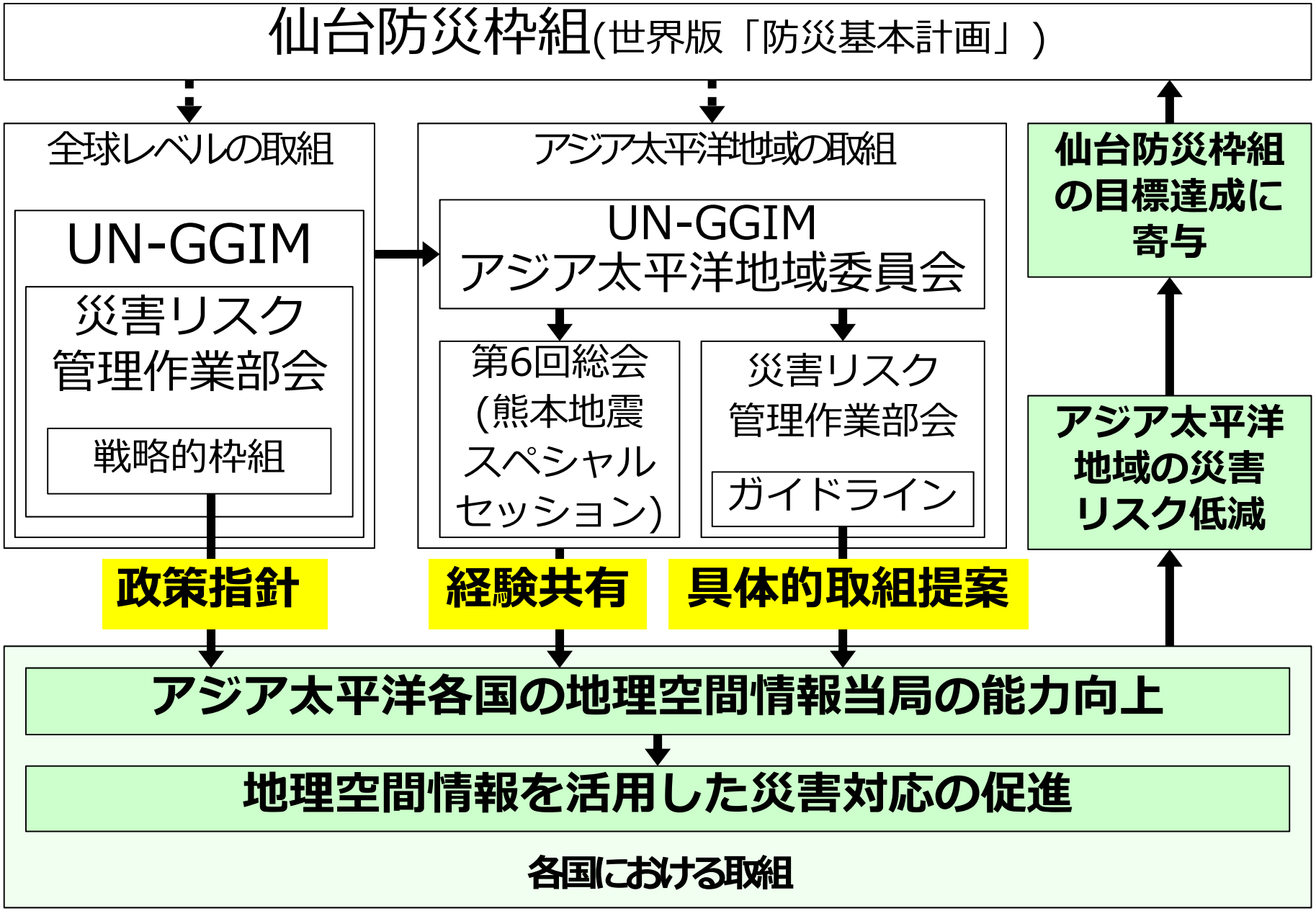
アジア太平洋地域NGIAの災害対応取組を勇気づけ

- **メンバー**
  - 部会長(日本)ほか中国、フィリピン等計7カ国
- **目的**
  - アジア太平洋地域の地理空間情報当局(NGIA)が地理空間情報を用いた災害対応能力を向上し、仙台防災枠組の実施に寄与する。
- **主な活動内容(2015-2018年)**
  - NGIAの防災分野での役割に関するアンケート(終了)
  - NGIAの災害対応での優良事例収集(終了)
  - **地理空間情報を用いた災害リスク管理のガイドライン**

(現在作成中)

- 地理空間情報を使った災害対応の具体的な取組メニューを整理・提案。
- 「戦略的枠組」を補完

地理空間情報の災害時活用の国際的動向



発表内容

1.はじめに

2.被害状況の迅速な把握と提供

- 九州北部豪雨
- 火山災害
- 海外事例

3.地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向

4.まとめ

まとめ

- **被害状況の迅速な把握と提供**
  - 継続的改善
    - 訓練、技術開発、普及啓発、協力・調整
  - 連携の重要性
    - 災害対応は各分野・各地域のあらゆる人・組織が対処
    - 様々な関係者との連携を普段から作って備える
- **地理空間情報の災害時活用に関する国際的動向**
  - 日本の経験・ノウハウの共有、学びあい
    - 災害大国として「仙台防災枠組」の実施に寄与
  - 国内の取組あってこその国際的活動
    - 国内の取組と国際の取組は地続き
    - 国土地理院は国内外をつなぐ一つのハブとして取り組む