

第 11 回技術シンポジウム

九州の災害と社会インフラの防災

令和元年 10 月 30 日(水) 13:30-17:00

天神 MM ビル 9F イムズホール（福岡市中央区天神 1-7-11）

主 催：九州大学

共 催：西日本高速道路株式会社

後 援 国土交通省九州地方整備局 福岡市 （公社）土木学会西部支部 （公社）地盤工学会九州支部
 （一社）九州橋梁・構造工学会 （一社）建設コンサルタント協会九州支部
 （一社）日本建設業連合会 九州支部 （一社）九州地域づくり協会

九州の災害と社会インフラの防災

目 次

《特 別 講 演》

『九州の地震と火山噴火』	1
清水 洋 (九州大学大学院 理学研究院附属地震火山観測研究センター センター長)	

《講 演》

『災害時の交通マネジメントについて』	19
今田 一典 (国土交通省九州地方整備局 道路部 道路情報管理官)	
『衛星画像の防災利用 ―九州域災害の事例紹介を交えー』	29
桐谷 浩太郎 (国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 衛星利用運用センター 主幹研究開発員)	
『NEXCO西日本における降雨災害とその対応』	41
宗方 鉄生 (西日本高速道路株式会社 九州支社 保全サービス事業部 技術防災担当部長)	



特 別 講 演

『九州の地震と火山噴火』

清水 洋

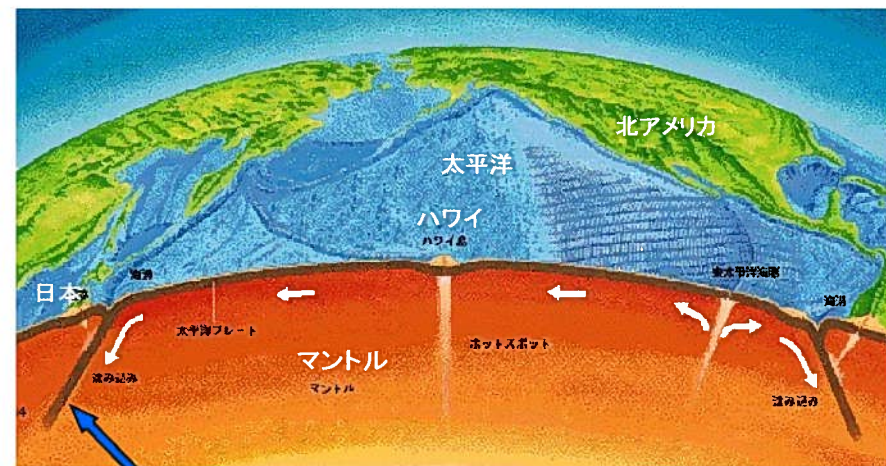
(九州大学大学院 理学研究院附属地震火山観測研究センター センター長)

九州の地震と火山噴火

清水 洋

九州大学・地震火山観測研究センター

地震発生の原動力 ー プレート・テクトニクス ー



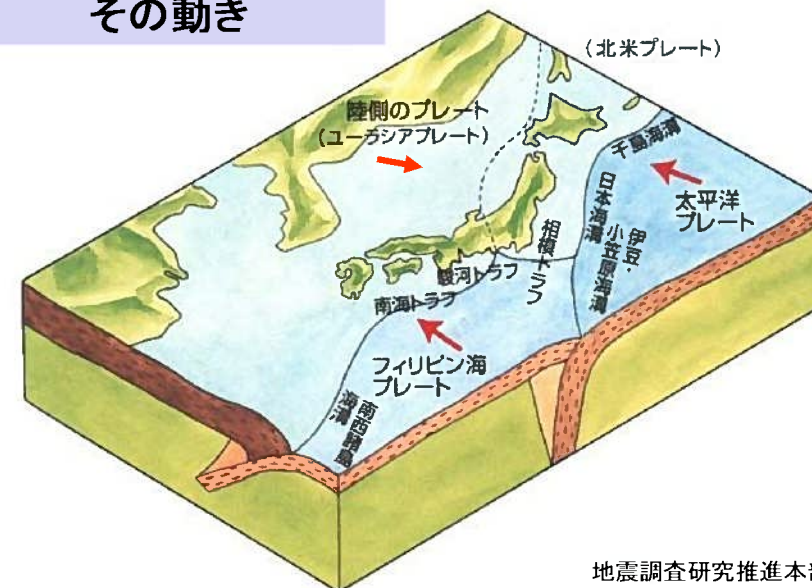
プレート（＝地殻＋マントルのごく一部）

プレート境界地震 (海溝型地震)

プレート境界地震にはどんな地震があるか？

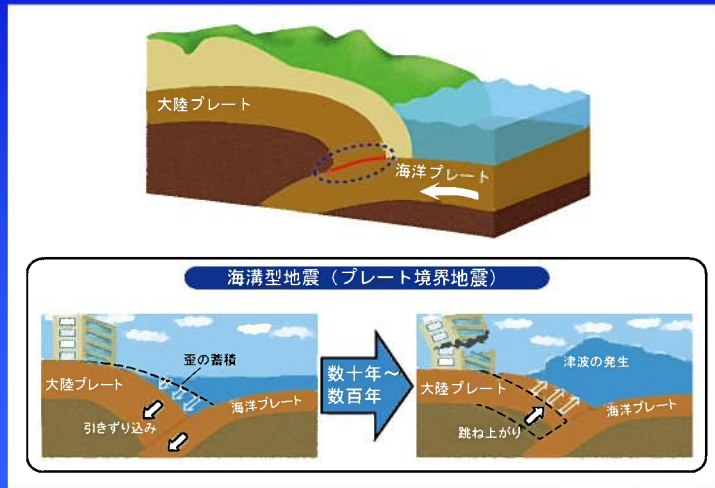
東北地方太平洋沖地震、
東海・東南海・南海地震(南海トラフの巨大地震)、
日向灘地震、など

日本周辺のプレートと その動き



地震調査研究推進本部

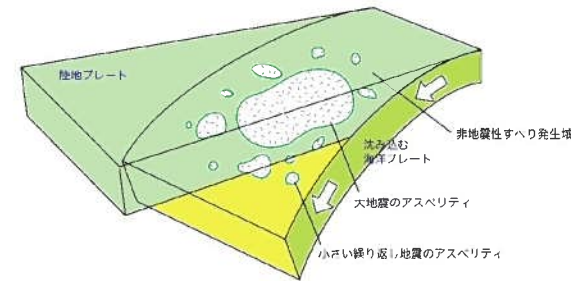
プレート境界(海溝型)地震の発生のしくみ



地震調査推進本部公表の 資料を編集

プレート境界地震とアスペリティ・モデル

プレート境界地震の発生機構



•プレート境界では、通常は「アスペリティ」で固着し、その他の部分では、定常的に滑っている。

•定常滑りによって、アスペリティに応力が集中し、

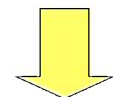
•地震時には、アスペリティが破壊することによって、地震が発生する。

沈み込む海洋プレートと陸側プレートの境界面の模式図

アスペリティモデルの検証と地震発生の長期評価への貢献

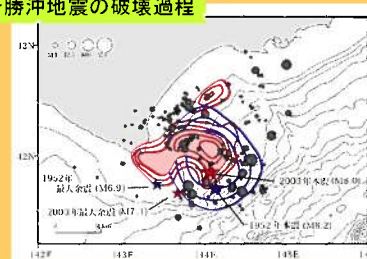
プレート境界地震

- 地震発生の場所は、アスペリティのあるところ
- 地震の大きさは、アスペリティの大きさ



地震発生の位置と規模の予測

十勝沖地震の破壊過程



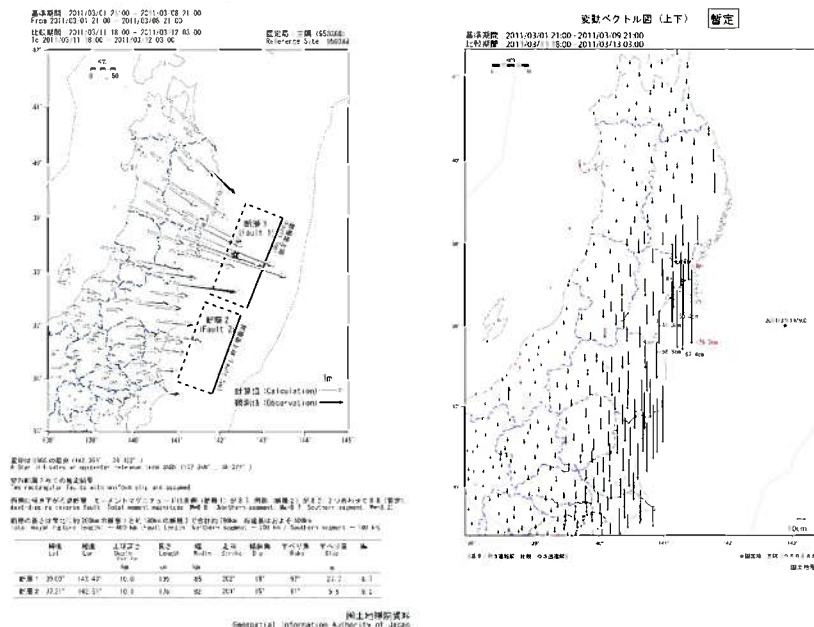
•2003年と1952年の十勝沖地震の滑り量分布の比較

•1952年十勝沖地震(M8.2: 青のコンター)と2003年十勝沖地震(M8.0: 赤のコンター)の滑り量分布

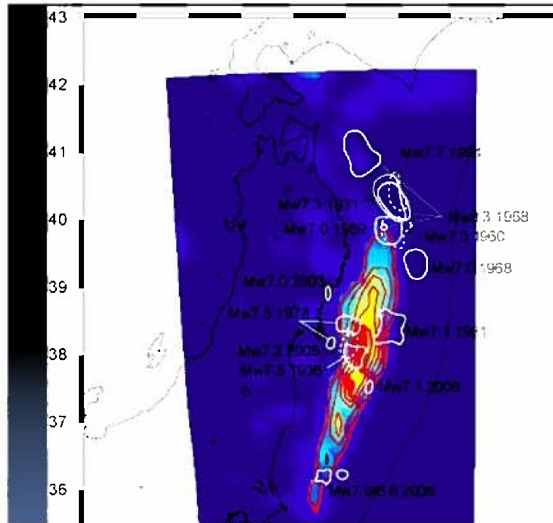
•同じ場所が滑った地震であり、地震の長期評価で想定された地震であった。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震の震源断層モデル (暫定)
The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: Fault Model (Preliminary)

1. 水平変動 1. Horizontal Displacement



東北地方太平洋沖地震が我々に突きつけた課題(新しい地震像の必要性)



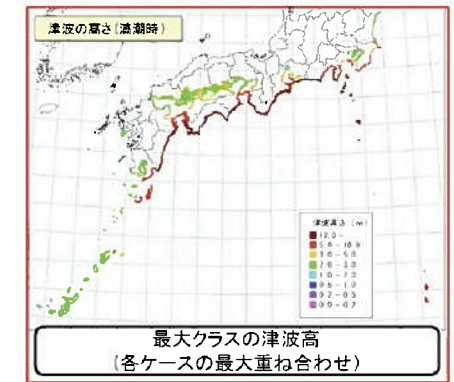
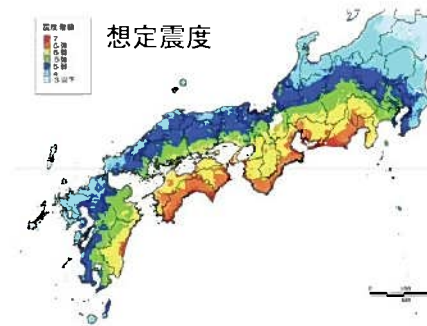
これまでに知られていたアスペリティを複数個含み、かつすべりきっていると思われたアスペリティもそれを超えてすべった。

**M7クラスの面積；10倍
すべり量；数十倍**



国による南海トラフ巨大地震の想定の見直し

図1. 南海トラフの最大クラスの地震の新モデル(南海トラフ沿いの巨大地震モデル検討会, 2011). 水色の線は、南海トラフのトラフ軸。黄色い線は、中央防災会議(2003)による東海・東南海・南海地震の断層モデルの境界。灰色の太線は、最大クラスの地震の強震動計算のための新モデルの境界。桃色の線は、最大クラスの地震の津波震源域の仮定。



日向灘地震のアスペリティ

・日向灘における非地震性すべりレート(山下・他, 2010)



内陸地震(直下型地震) → 活断層で発生する地震

内陸地震にはどんな地震があるか？

1995年兵庫県南部地震、
2005年福岡県西方沖地震、
2016年熊本地震、など

平成28年熊本地震災害

「熊本素材写真アーカイブス」による

- ・建物倒壊
- ・ライフライン断



益城町



- ・文化財被害
- ・観光客の被災

熊本城

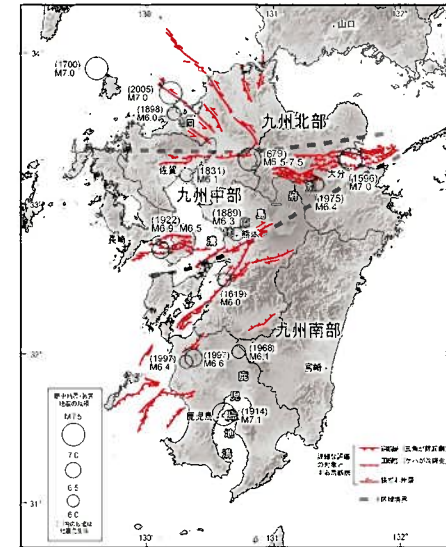


熊本市
健軍商店街

これらの他に、
火災の発生が災害を
大きくすることもある
(阪神淡路大震災な
ど)

- ・経済活動
への影響

九州の活断層



活断層と過去の主な被害地震

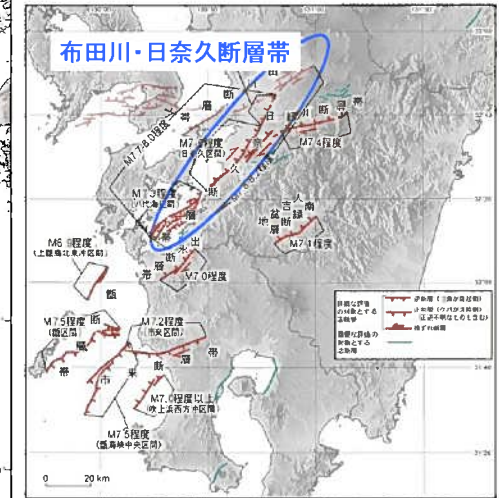


図17 九州南部の活断層の特性と想定される地震の規模

地震調査研究推進本部による

平成28年熊本地震災害

中山間地における災害

「熊本素材写真アーカイブス」による

- ・集落の孤立
(道路の遮断)



大切畑溜池付近



阿蘇山
草千里付近

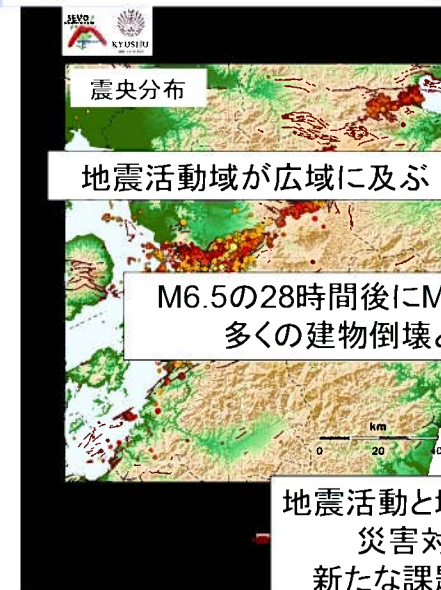
- ・土砂災害
(地すべり、土石流など)



- ・農作物の被害

阿蘇市

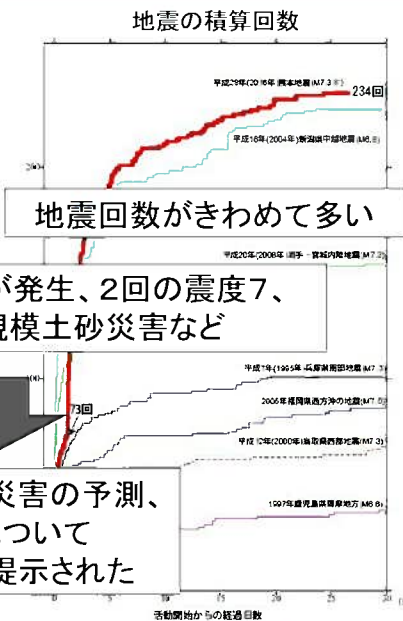
2016年熊本地震



M6.5の28時間後にM7.3が発生、2回の震度7、
多くの建物倒壊と大規模土砂災害など

地震活動と地震災害の予測、
災害対策について
新たな課題が提示された

九大地震火山センターによる



地震回数がきわめて多い

気象庁による

地表地震断層の出現(布田川断層帯)

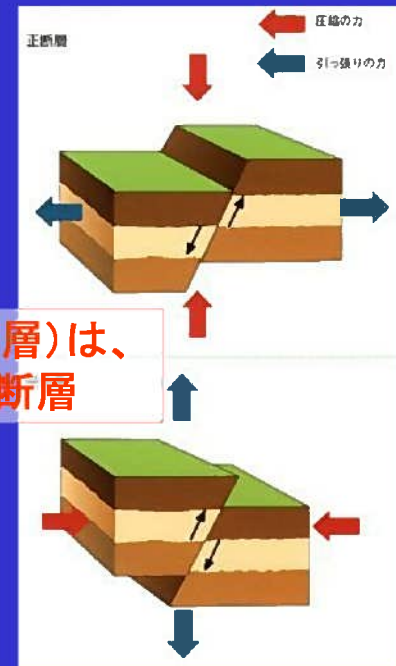


断層のタイプ (その2)

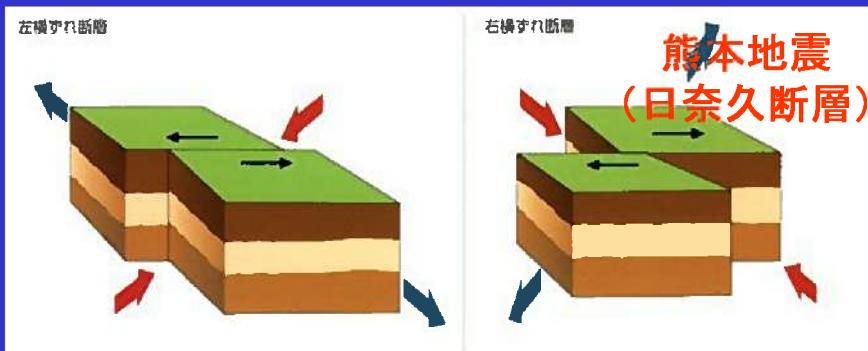
九州や火山
地域などで多
くみられる 正断層

熊本地震(布田川断層)は、
横ずれ断層+正断層

本州・北海道
に多く見られ
る 逆断層



断層のタイプ(その1)

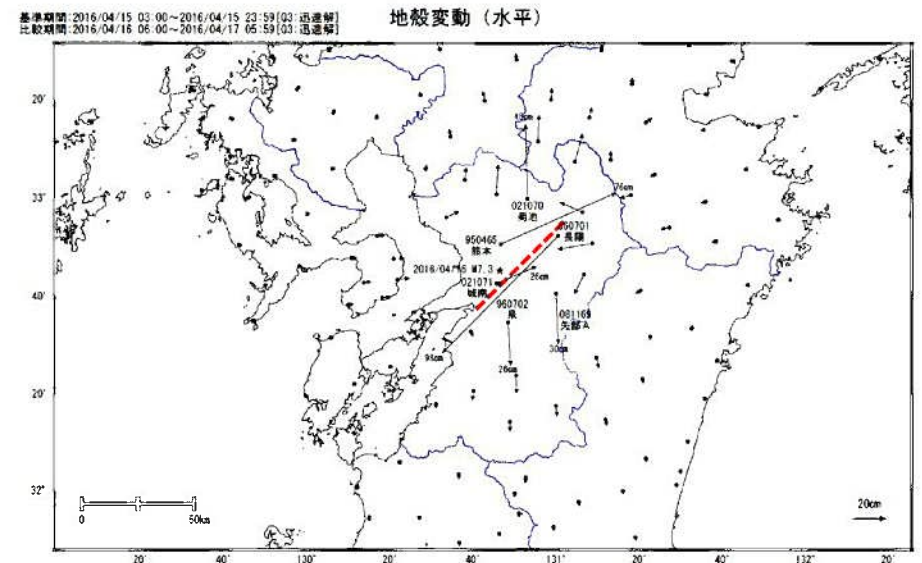


横ずれ断層

日本中で多くみられる型である。

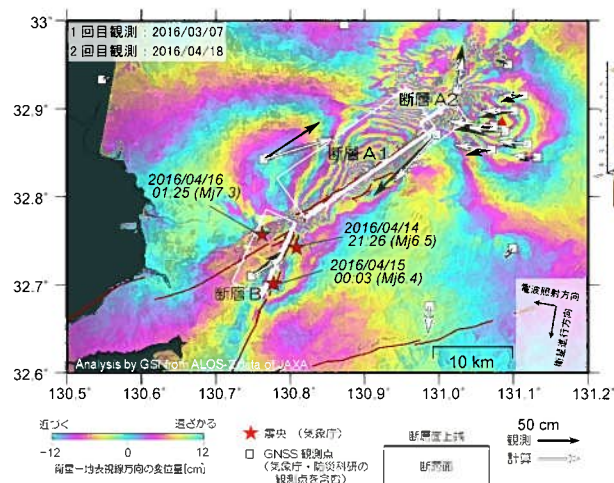
平成28年(2016年)熊本地震(4月16日 M7.3)前後の観測データ

この地震に伴い大きな地殻変動が観測された。



☆ 固定点: 三隅(950388)

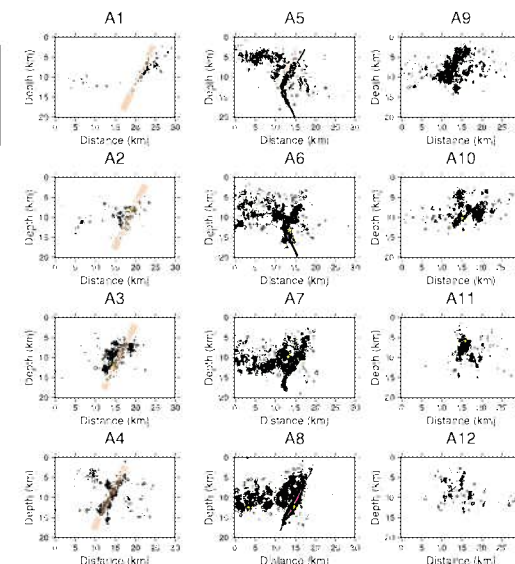
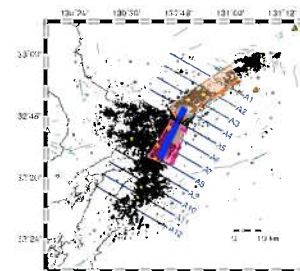
国土地理院による



- 布田川断層帯(A1,A2)
 - A1: 布田川断層帯とほぼ一致 北西傾斜
 - A2: 布田川断層帯の東部延長 南東傾斜
- 日奈久断層帯(B)
 - 前震よりもやや低角
- いずれも右横ずれ (A1は正断層成分も)

Fault	Lon. (°)	Lat. (°)	Depth (km)	Length (km)	Width (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip (m)	Mw
A1	130.996	32.878	0.6	20.0	12.5	235	60	209	4.1	6.96
A2	130.975	32.883	0.2	5.1	6.6	56	62	178	3.8	6.36
B	130.807	32.770	0.8	10.2	13.0	205	72	176	2.7	6.65

高精度震源分布から推定される断層構造

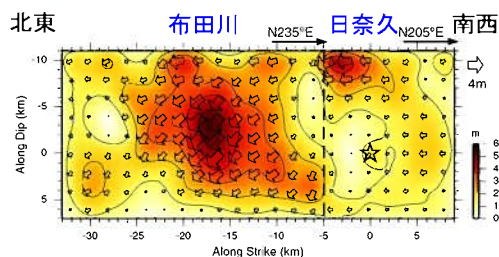


(Shimizu et al., in preparation)

強震動: 4月16日1時25分の地震の震源破壊過程

破壊は日奈久断層帯北部の深部で始まり、布田川断層へ伝播し、北東方向へほぼユニラテラルに広がった。浅い部分でのすべり量は1~3m。布田川断層では正断層成分を含む。

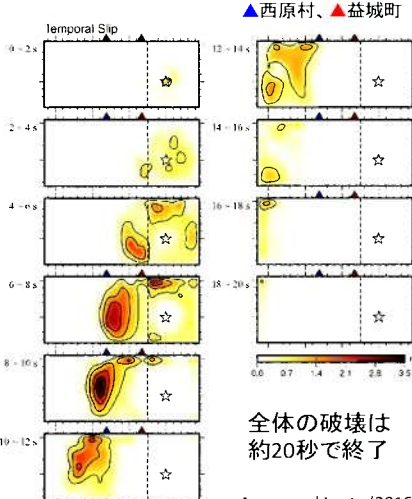
最終すべり分布



日奈久部分: 走向205度、傾斜72度
布田川部分: 走向235度、傾斜65度
タイムウィンドウ数 9個 (計5秒間)

地震モーメント 4.50×10^{19} Nm (Mw7.0)
平均すべり量 1.9 m
最大すべり量 5.1 m
第1タイムウィンドウ破壊伝播速度: 2.4 km/s

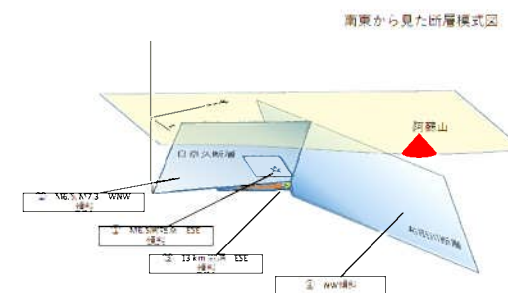
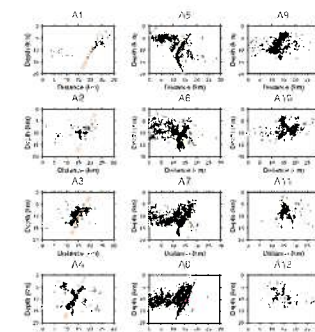
すべりの時空間発展



Asano and Iwata (2016)

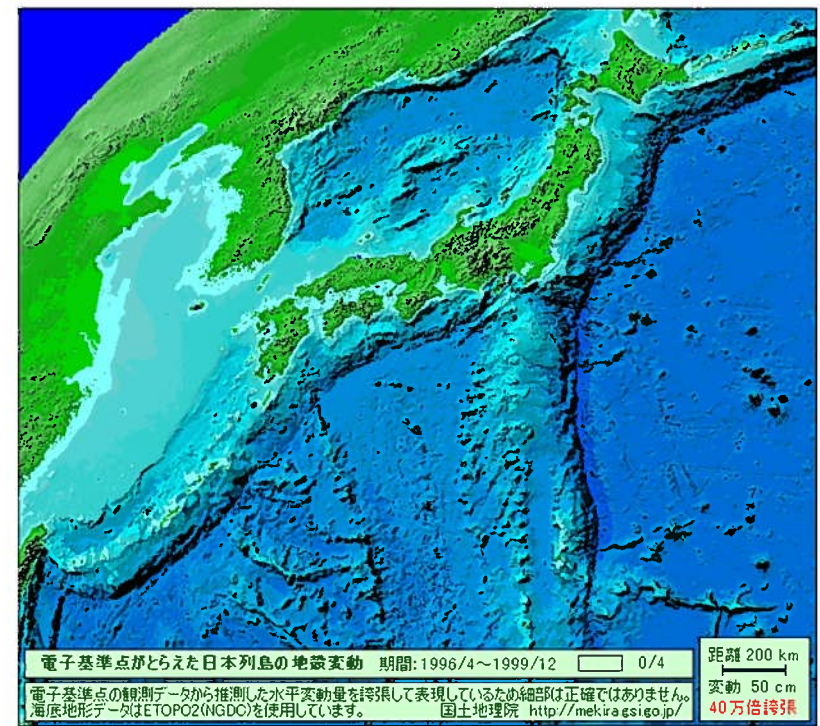
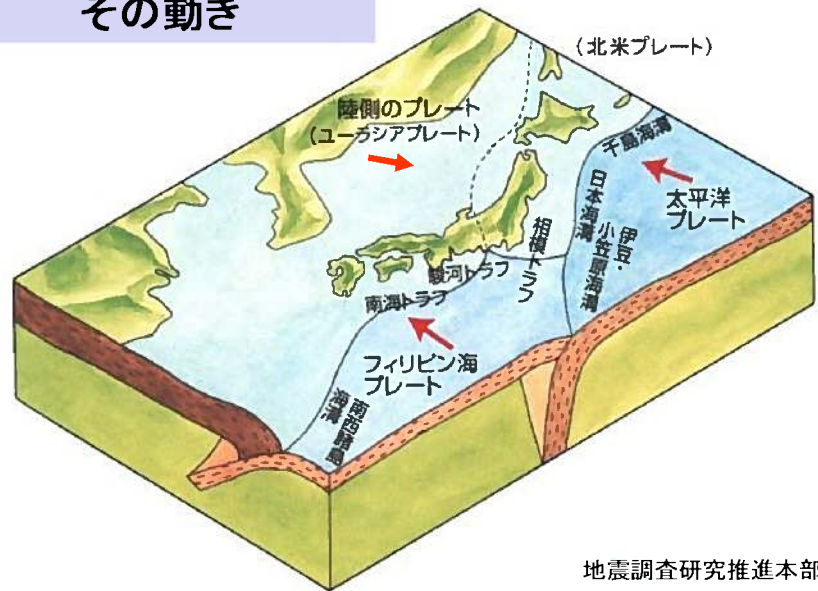
熊本地震の断層構造と破壊過程

- 最大前震 (M6.5)は東南東傾斜の断層から破壊が始まり、西傾斜の断層へ広がった。
- 本震 (M7.3)は深部の東南東傾斜横ずれ断層から開始し、布田川断層走向と日奈久断層走向の二つの面で大きなすべりを起こした。
- 本震時に大きくすべった領域では、余震活動は不活発である。
- 複数の断層面は複雑に分布している。

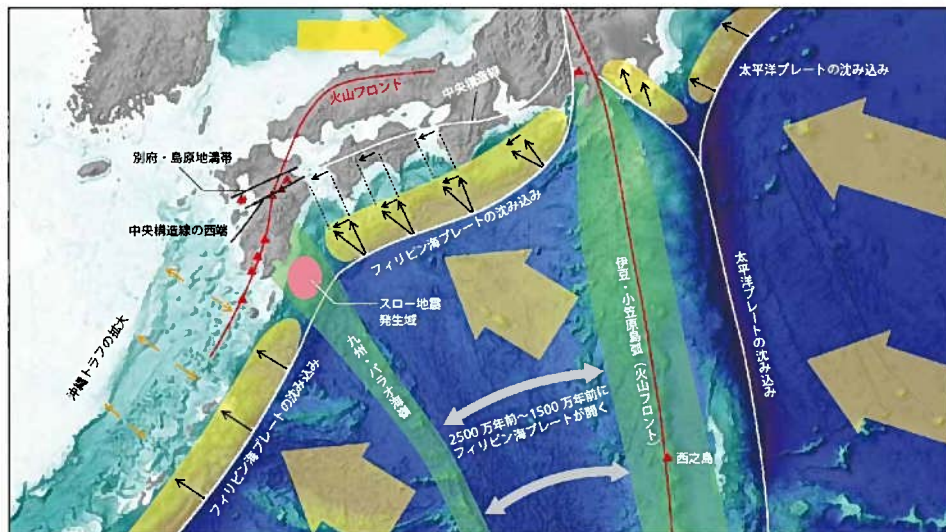


(Shimizu et al., in preparation)

日本周辺のプレートとその動き

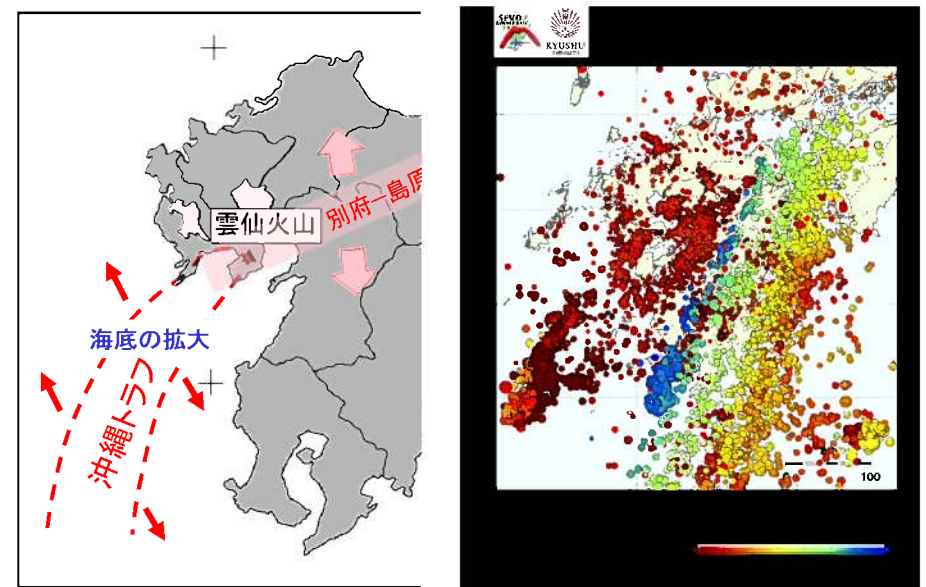


西南日本の地殻に働く力



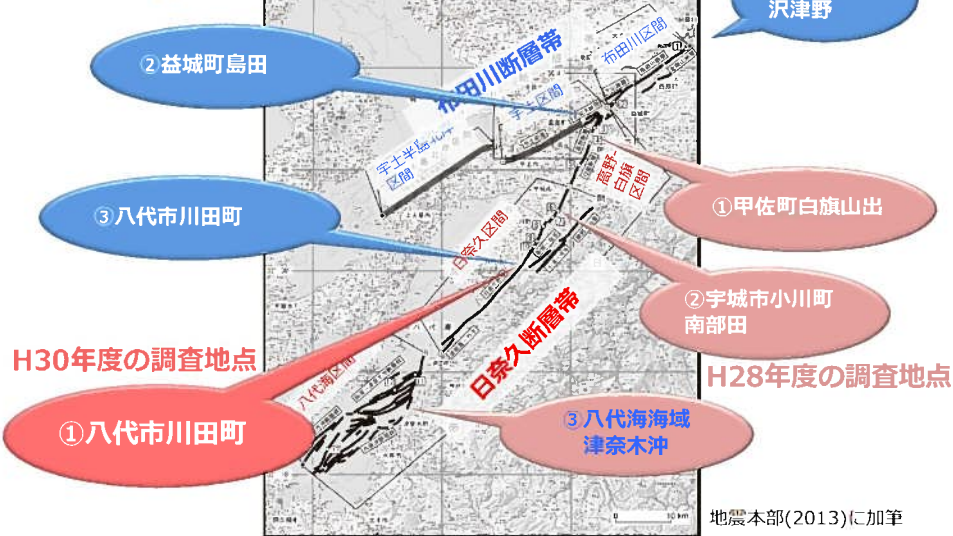
日経サイエンス2016年7月号より

九州における内陸地震発生の原動力

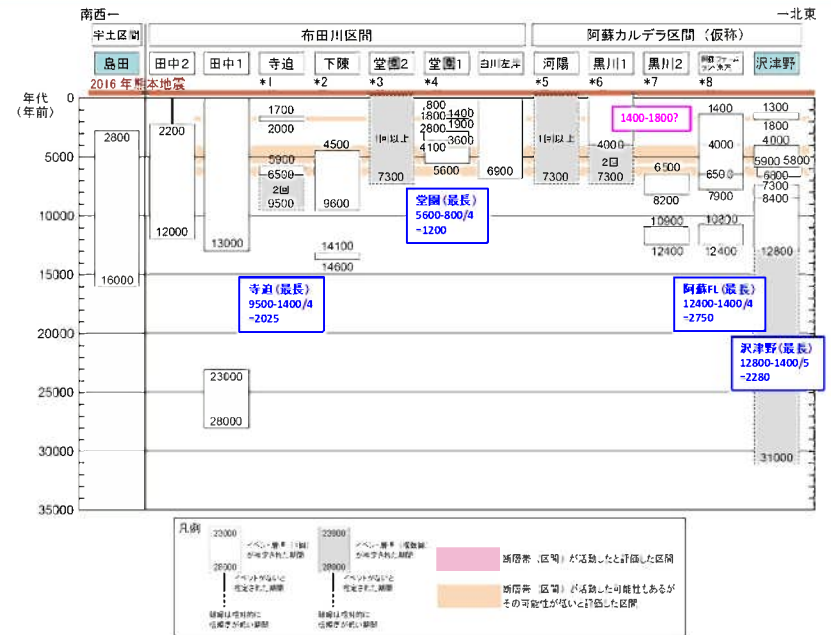


古地震調査地点

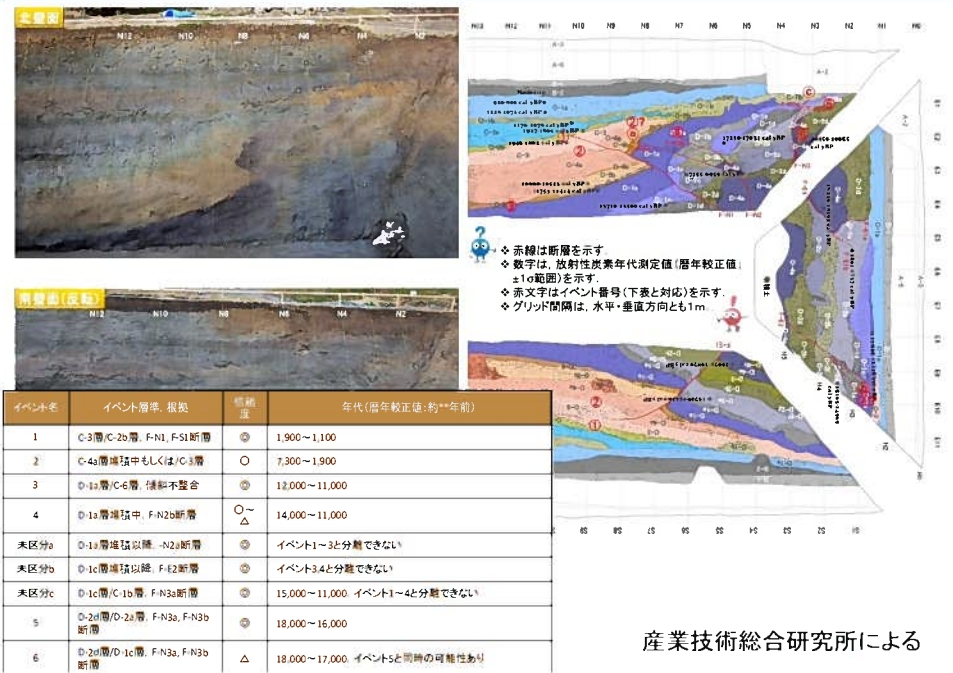
H29年度の調査地点



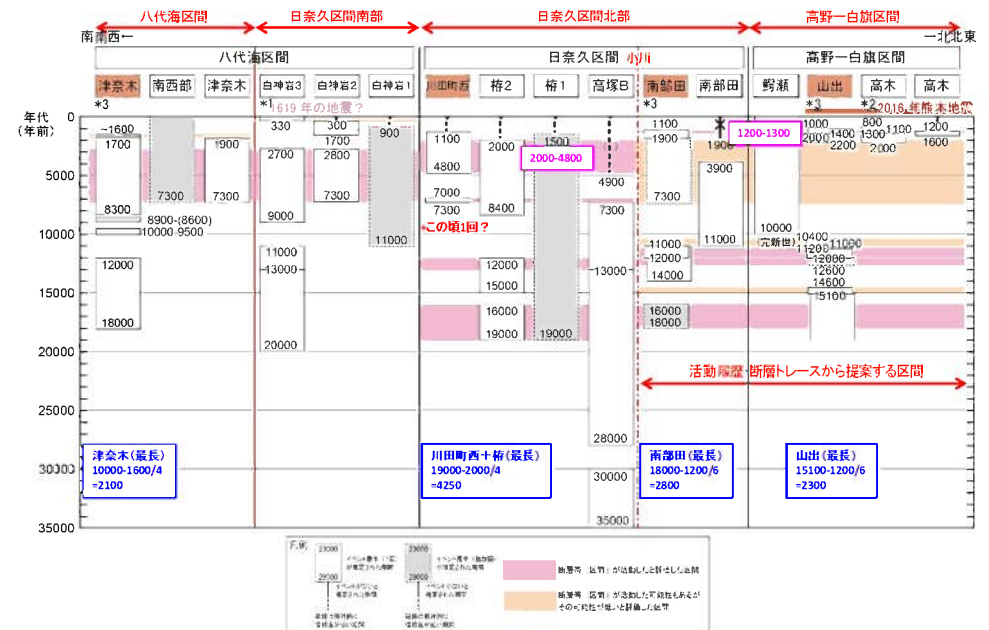
布田川断層帯の時空間ダイアグラム



日奈久断層帯 (日奈久区間) 南部田トレンチ調査結果



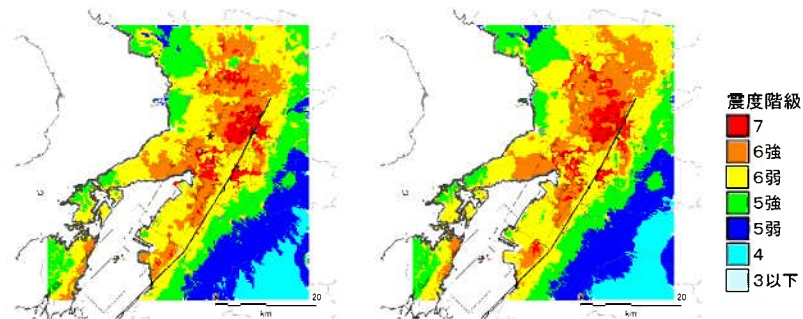
日奈久断層帯の時空間ダイアグラム



産業技術総合研究所による

日奈久断層帯の全区間が動いた場合の強震動予測 (震度分布)

日奈久区間南部の傾斜角を西傾斜50度とした場合のシミュレーション結果



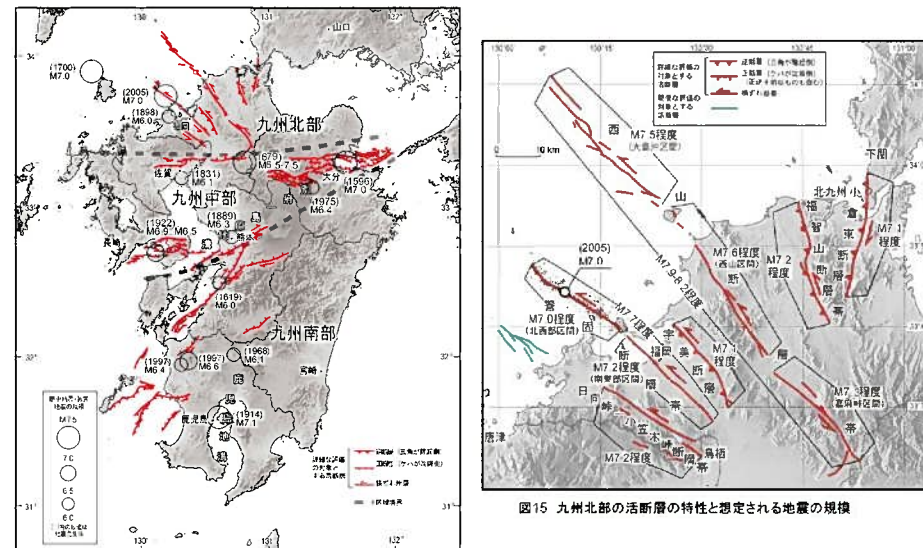
北から南へ破壊した場合

南から北へ破壊した場合

- ・震源断層面上、堆積層上で震度6強以上の高震度領域が広がる。
- ・南破壊は、北破壊より熊本平野北東側に高震度領域が広がる。
(破壊伝播様式の影響)

京都大学防災研究所による

九州の活断層の分布



活断層と過去の主な被害地震

図15 九州北部の活断層の特性と想定される地震の規模

地震調査研究推進本部による

福岡県西方沖地震の震央分布

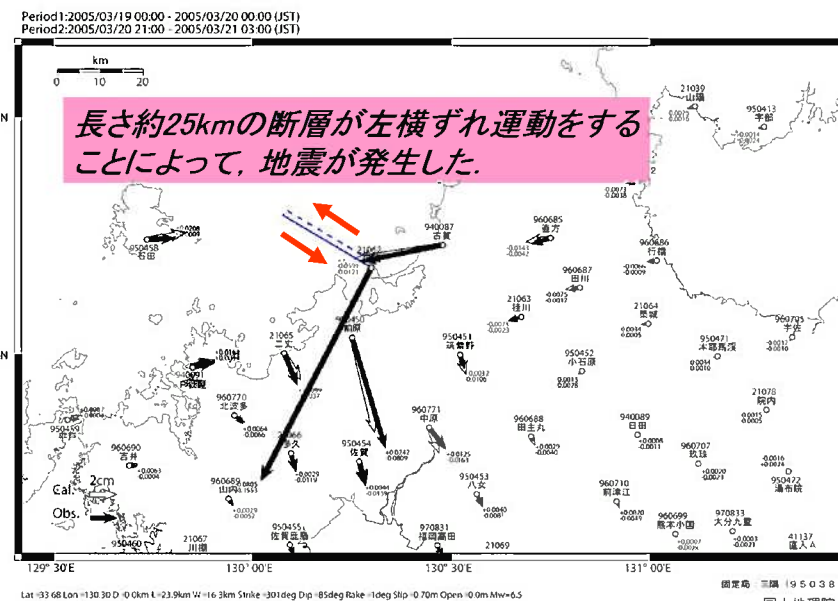


福岡市中央区、同東区、前原市、佐賀県みやき町で震度6弱

死者1名、負傷者727名、住家全壊17棟、住家半壊161棟、建物火災1件など(総務省消防庁3月22日16時00分現在まとめ)

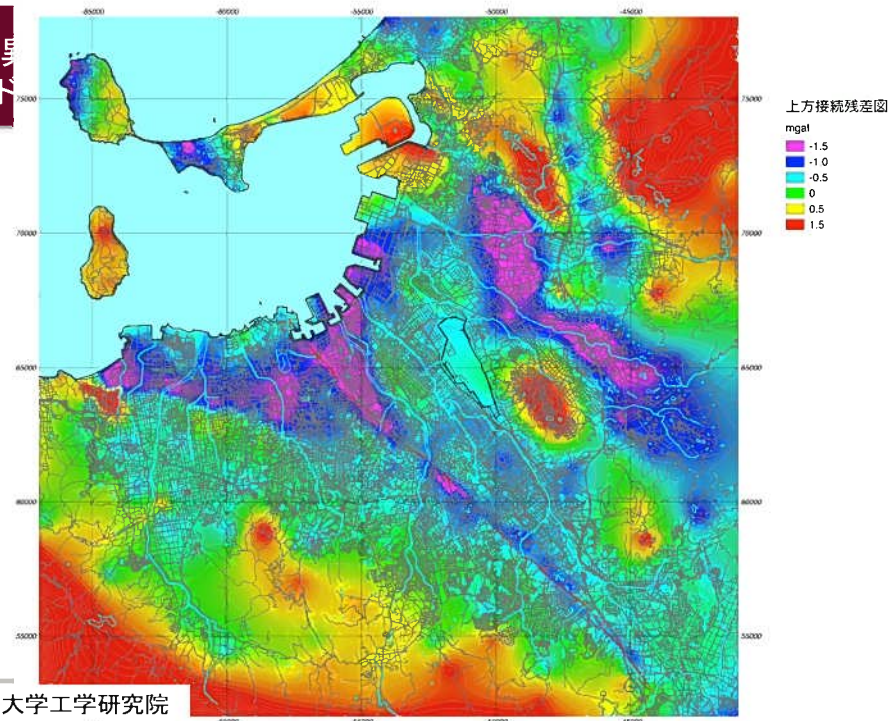
特に福岡市西区玄界島で建物倒壊等の被害が多かった。また福岡市中心部でもビルの窓ガラスが落下するなどの被害が多発した。

福岡県西方沖を震源とする地震の地殻変動モデル(第2報)



Lat: 33.68 Lon: 130.30 Dip: 16.3km Strike: 301deg Dip: 85deg Rake: 1deg Slip: 0.70m Open: 0.0m Mw=6.5

国土地理院



主要活断層の長期評価(算定基準日 平成28年1月1日)

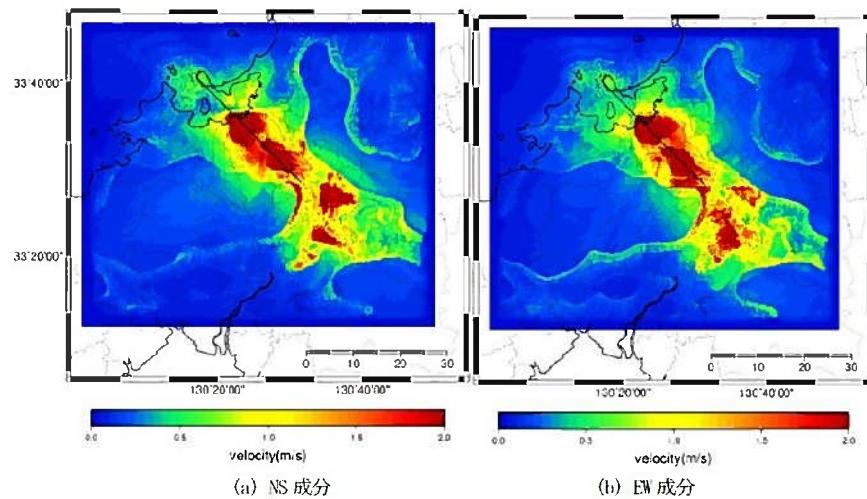
地震調査研究推進本部による

九州・沖縄地方

都道府県	断層帯名 (起震断層/活動区間)	上みかた	長期評価で 予想した 地震規模 (マグニチュード)	我が国の主な 活断層における 相対的評価 ランク	地震発生確率 (注1)			地震後 経過年 (注2)	平均活動間隔 最新活動時期
					30年以内	50年以内	100年以内		
福岡県	西山断層帯 (大島沖区間) ^(注3)		7.5程度	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	西山断層帯 (西山区間) ^(注3)	にしやまだん そげない	7.6程度	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	西山断層帯 (基麻峠区間) ^(注3)		7.3程度	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	水鏡断層帯 ^(注3)	みのうだんそ うだい	7.2程度	Zランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	警固断層帯 (北西部) ^(注3)	いざかぎふ まろ	7.0程度	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	警固断層帯 (南東部) ^(注3)		7.2程度	S*ランク	0.3%~0.9%	0.1%~0.9%	0.9%~20%	0.6~1.1	約3,100年~5,500年 約1,300年前~3,100年前
長崎県	雲仙断層群 (北部) ^(注3)		7.3程度以上	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	雲仙断層群 (南東部) ^(注3)	うんぜんだんそ うぐん	7.1程度	Xランク	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)	不明 ^(注4)
	雲仙断層群 (南西部/北部) ^(注3)		7.3程度	S*ランク	13.50%~1%	13.50%~7%	13.50%~10%	0.2~1.0	約2,500年~1,700年 約2,400年前~11世紀以前
	雲仙断層群 (南西部/南部) ^(注3)		7.1程度	Aランク	0.9%~1%	0.8%~2%	2%~5%	-	約1,500年前以後~16世紀以前

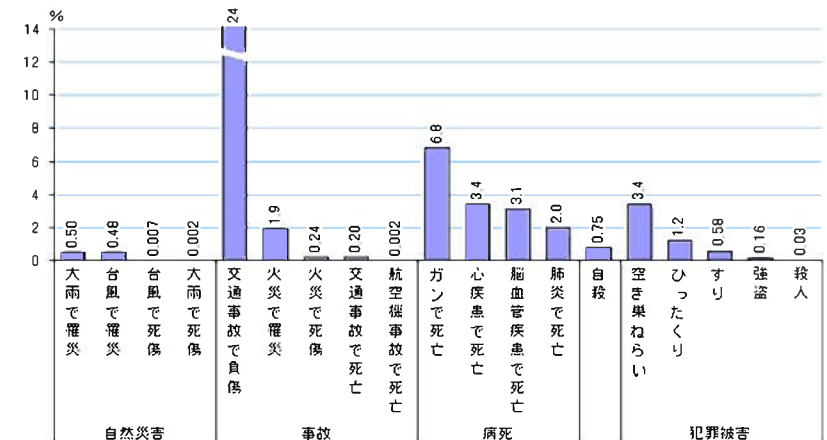
参考: 布田川断層帯(布田川区間) 0~0.9%
兵庫県県南部地震(1995年発生時点) ~8%

震源断層モデルによる地震動のシミュレーション



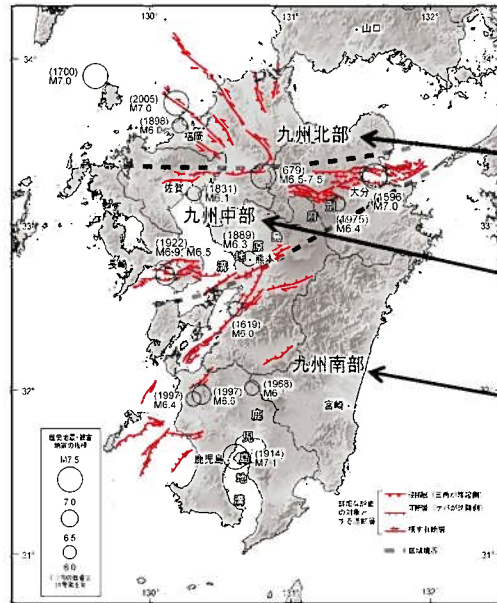
CASE 03を用いた場合の工学的基盤表面での三次元有限差分法の最大速度

(参考) 日本における自然災害・事故等の30年発生確率



(資料) 地震調査研究推進本部「全国を概観した地震動予測地図」報告書2006年版(平成18年9月25日公表)

九州の地域毎の地震発生確率



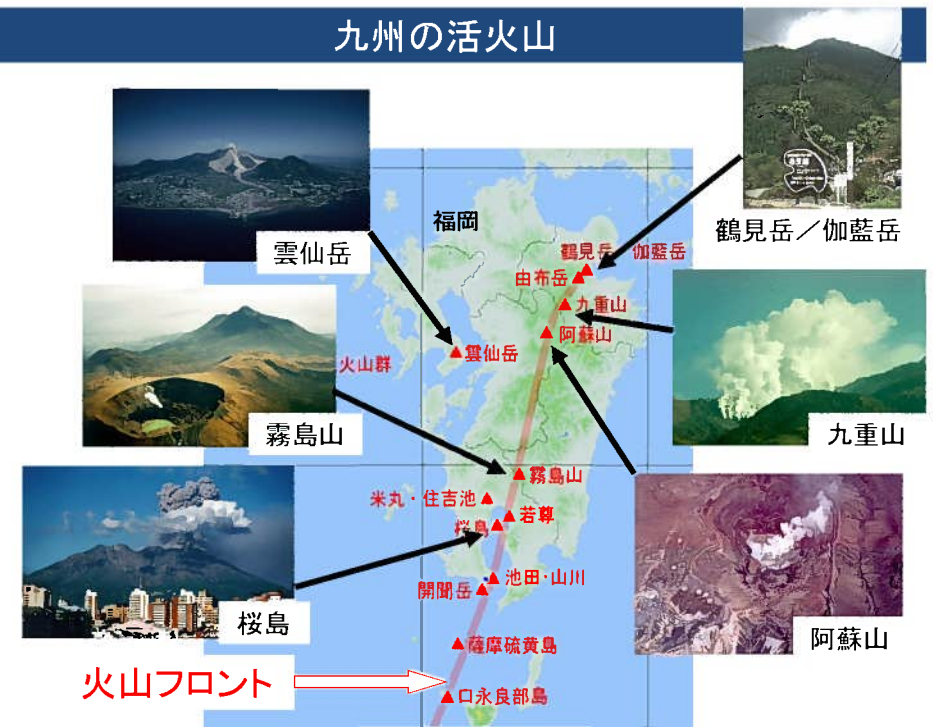
各地域で今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率

北部	9-13%
中部	18-27%
南部	7-18%
九州全域	30-42%

活断層と過去の主な被害地震

地震調査研究推進本部による

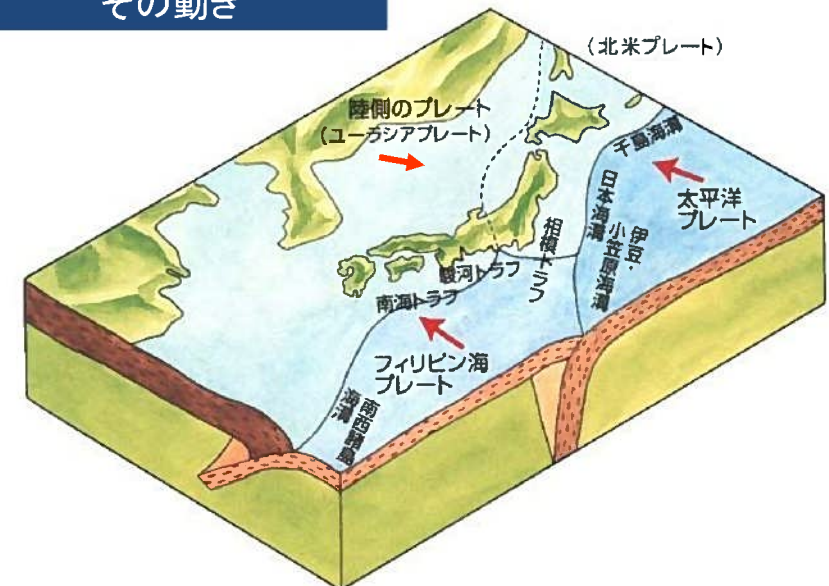
九州の活火山



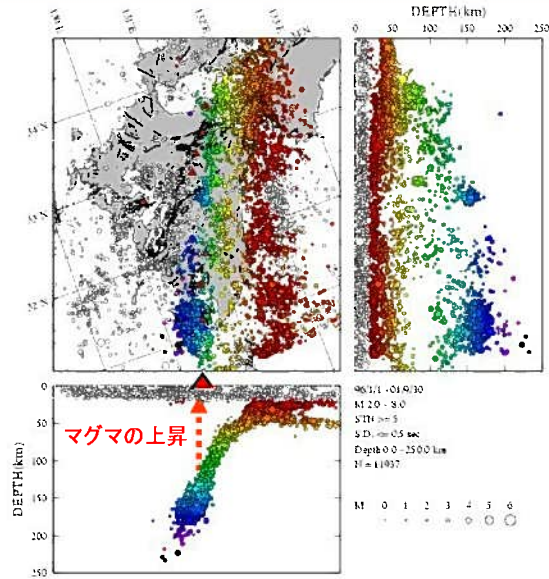
まとめ(地震)

- 九州で発生する地震には、プレート境界(海溝型)地震と内陸(直下型)地震があり、広域複合災害をもたらす。
- プレート境界地震としては、南海トラフの巨大地震(マグニチュード8~9)や日向灘の地震(マグニチュード7クラス)が想定される。
- 内陸地震としては、最大でマグニチュード7~8クラスが想定される。
- 強震動シミュレーションによると、最大震度は6強~7が想定される。特に平野では地震動の増幅度が大きく、被害を増大させると予想される。
- 日奈久断層帯や警固断層帯の活動度は、わが国の主要活断層の中でも高い部類に入る。また、九州内のどこでもマグニチュード6~7の地震が発生する可能性がある。
- 震源が海域の場合、津波に対しても注意が必要である。

日本周辺のプレートとその動き



九州の火山フロントと震源分布

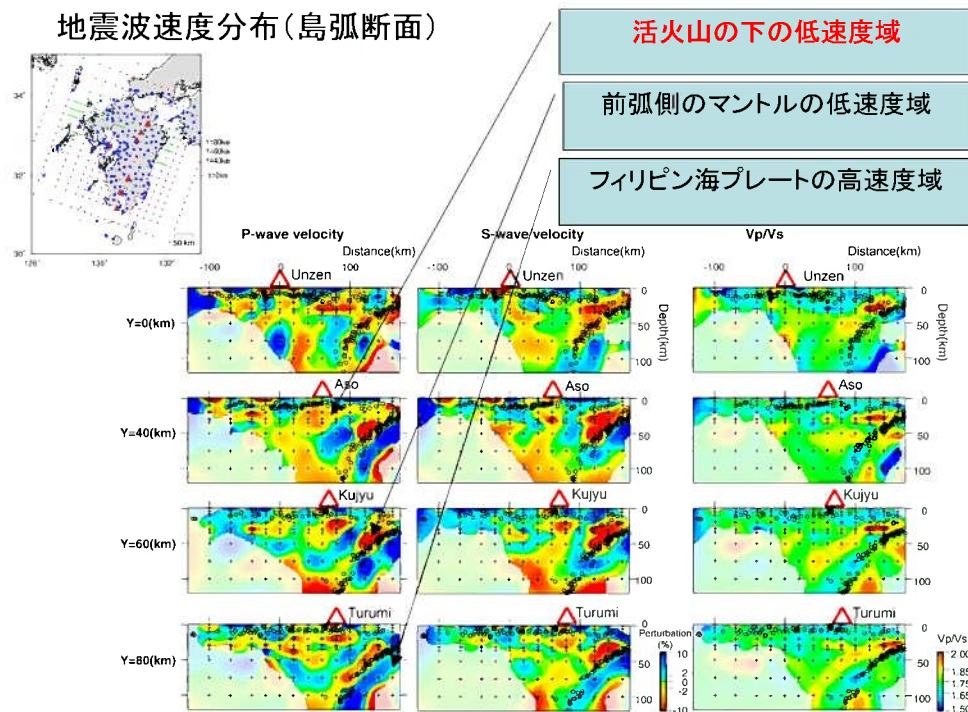


九州大学地震火山観測研究センターによる

火山のタイプと噴火様式



地震波速度分布(島弧断面)



噴火様式(その2)

マグマと水

マグマが水と接触すると激しい爆発を起こします。
1983年の三宅島の噴火では、同じマグマでも山腹では溶岩噴泉を行い、海岸部では海水とマグマが接触して激しい爆発をおこしました。



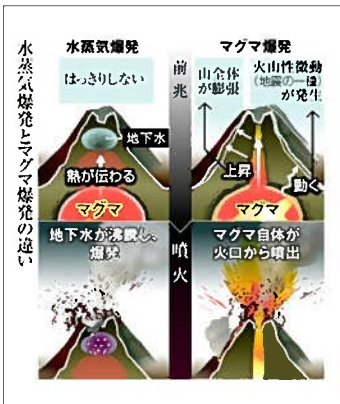
マグマ水蒸気爆発
例: 西之島新島, 三宅島, 有珠山



水蒸気爆発
例: 草津白根山, 御岳山

噴火様式の模式図

東宮ほか(2009)による



朝日新聞による



阿蘇山の噴火 — マグマ噴火とマグマ水蒸気噴火 —



2011年1月27日17時35分
の噴火



霧島山

気象庁による

雲仙火山の火砕流



流走距離は数km
→ 火山学的には小規模な火砕流

1991年6月3日

1991年6月8日

朝日新聞提供

読売新聞提供

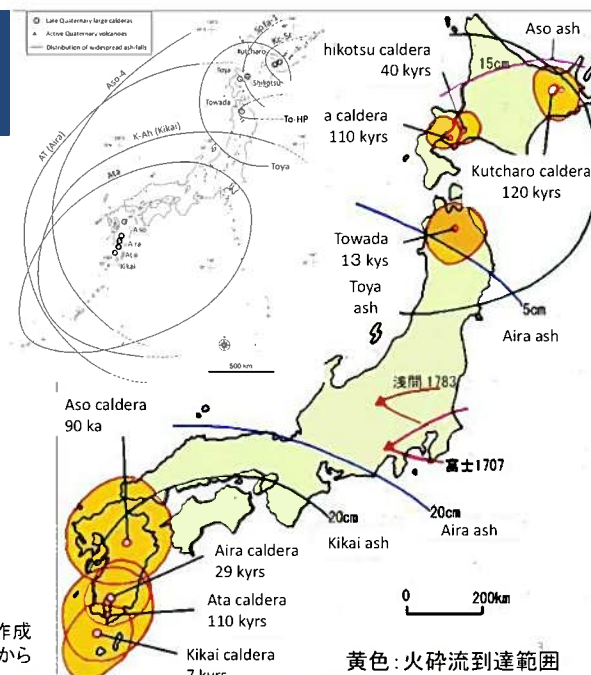
日本のカルデラ噴火

(巨大噴火)

約9万年前の阿蘇カルデラ噴火の火山灰は北海道根室市でも10cm以上の厚さで堆積。
そのカルデラ噴火に伴う火砕流は最大150km流走している。

広域的に影響を与える降下火山灰への対応と、大規模火砕流の発生評価が残る。

2013.3.28 日本第四紀地図より作成
防災科学研究所HPから



黄色：火砕流到達範囲

中田節也作成の図に加筆

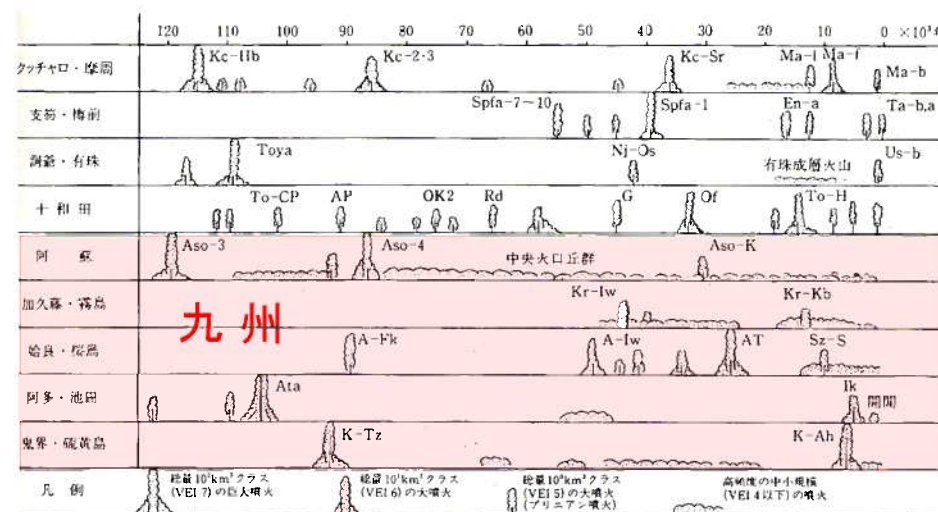
主な火山災害の種類

- 溶岩流
- 火砕流(熱雲)・・・溶岩塊, 火山灰, 高温ガスが高速で斜面を流下
- 岩なだれ(山体崩壊)・・・爆発等で山が崩れる
- 泥流(土石流)
- 噴石(火山弾)
- 降灰
- 火山ガス・・・二酸化硫黄, 硫化水素など
- 地震／地殻変動
- 津波

地震(広域複合災害)に比べて
火山災害はローカルか？

火山災害の特徴: 災害の多様性、災害の長期化

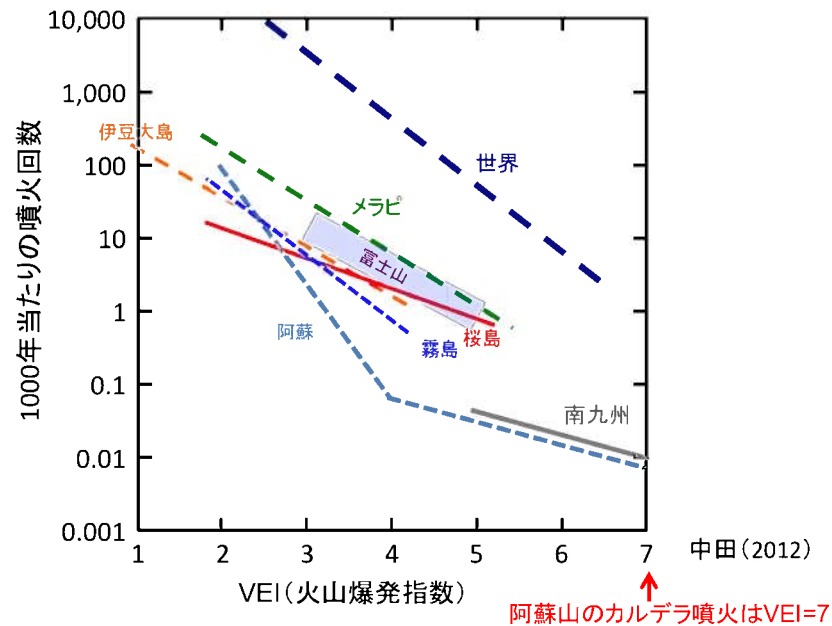
最近12.5万年間に日本列島で発生した巨大噴火



図には噴出量 10-100 km³ の噴火が示されている (町田・新井, 2003).

伊藤順一による

噴火規模と発生頻度



ご清聴ありがとうございました。

まとめ(火山噴火)

- ・ 九州には、多くの活火山があり、それらの火山活動はわが国の中でも特に活発である。
- ・ 阿蘇山や霧島山、桜島などの火山フロントに沿う火山の他に、鶴見岳や由布岳、九重山、雲仙岳などの別府－島原地溝帯の火山や、福江火山群のような背弧の単成火山群があり、噴出するマグマにも多様性がある。
- ・ 一つの火山でも噴火毎に異なったタイプの噴火をすることが多く、噴火様式の予測は難しい。
- ・ これらのため、火山災害は多様性に富む。また、平成の雲仙噴火のように、災害が長期間におよぶことが多い。
- ・ きわめて低頻度ではあるが、カルデラを形成するような超巨大噴火も発生する。九州には多くのカルデラがあり、わが国の中ではカルデラ噴火のリスクが相対的に高い地域である。

講 演

『災害時の交通マネジメントについて』

今田 一典

(国土交通省九州地方整備局 道路部 道路情報管理官)

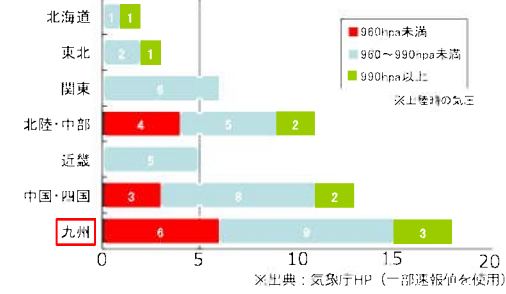
災害時の 交通マネジメントについて



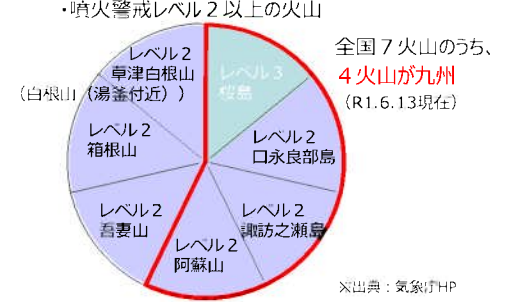
2019年10月30日
国土交通省 九州地方整備局
道路情報管理官 今田 一典

九州の多様な災害リスク <台風・豪雨・火山噴火>

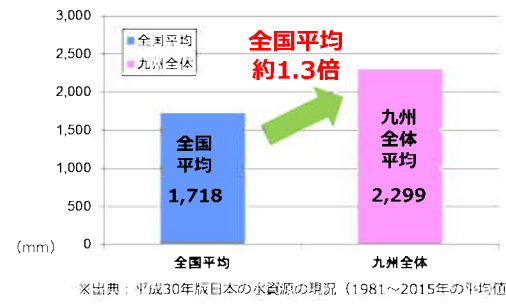
■ 地域別台風上陸回数 (H13～H30)



■ 活発な火山活動



■ 降水量 (年平均降水量)



※参考 レベル2 (火口周辺規制) レベル3 (入山規制)

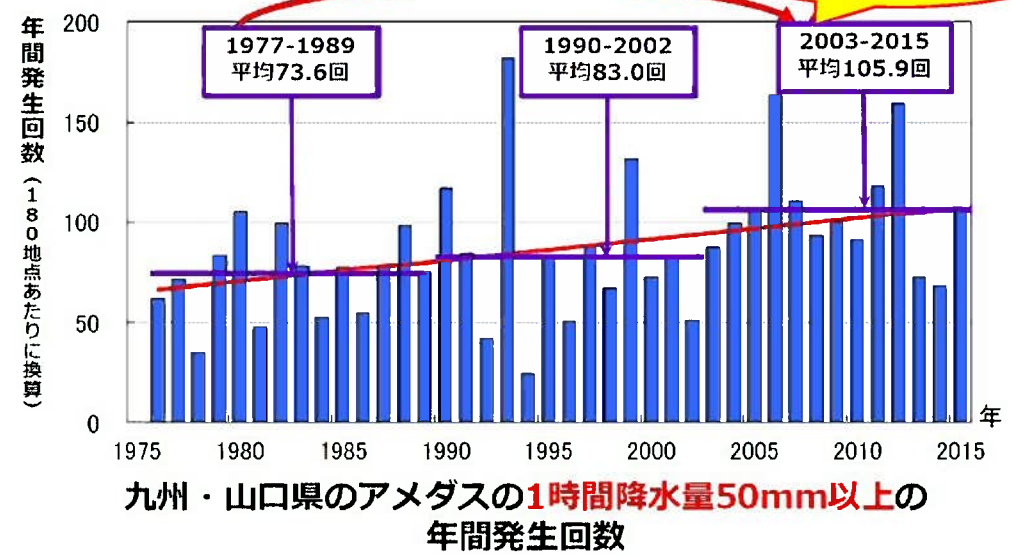


九州の自然災害特性

九州の多様な災害リスク ～短時間の大雨～

近年、非常に激しい雨が増加傾向

約1.4倍に増加



我が国における短時間豪雨の増加傾向は、地球温暖化が関連している可能性が指摘されているが、観測期間が短いことから、地球温暖化との関連性をより確実に評価するためには今後のさらなるデータの蓄積が必要。

九州地方の特殊な地形・土壌

- 九州は東西を分断するように「九州山地」がそびえ立ち、降雨特性も九州北西部は梅雨性、東部は台風性の特性を持つ。

九州北西部(梅雨性)

河川名 既往最大洪水発生年 要因

遠賀川・・・昭和10年6月洪水
山国川・・・平成24年7月洪水
筑後川・・・昭和28年6月洪水
矢部川・・・平成24年7月洪水
菊池川・・・平成2年7月洪水
白川・・・昭和28年6月洪水
緑川・・・昭和18年9月洪水
球磨川・・・昭和40年7月洪水
川内川・・・平成18年7月洪水
嘉瀬川・・・昭和24年8月洪水
六角川・・・平成2年7月洪水
松浦川・・・昭和28年6月洪水
本明川・・・昭和32年7月洪水

梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨
梅雨



九州東部(台風性)

河川名 既往最大洪水発生年 要因

大分川・・・平成5年9月洪水
大野川・・・平成5年9月洪水
番匠川・・・平成29年9月洪水
五ヶ瀬川・・・平成17年9月洪水
小丸川・・・平成17年9月洪水
大淀川・・・平成17年9月洪水
肝属川・・・平成17年9月洪水

台風
台風
台風
台風
台風
台風
台風

九州地方の特殊な地形・土壌

- 九州地方は、有明海沿岸の軟弱地盤や北西部の地滑り地帯、南部にはシラスの特殊土壌が広く分布し、また火山や活断層が点在している。



福岡県東上田郡野砂町HPより
福岡県西方沖地震の被害



長崎県北西部の地すべり



桜島の噴火



雲仙岳の噴火



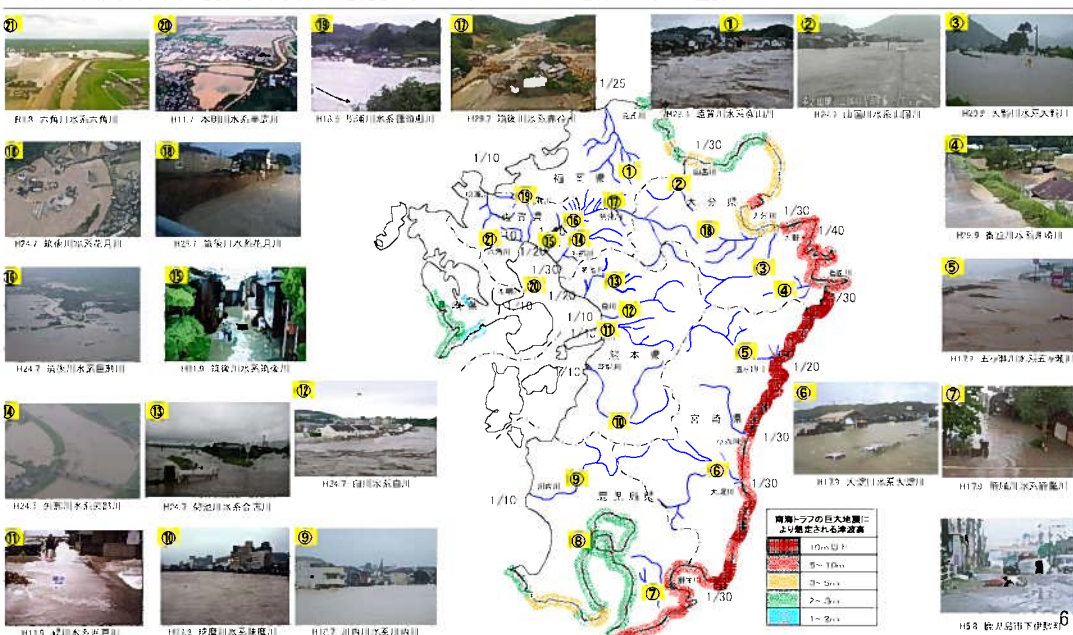
宮崎群島の地すべり



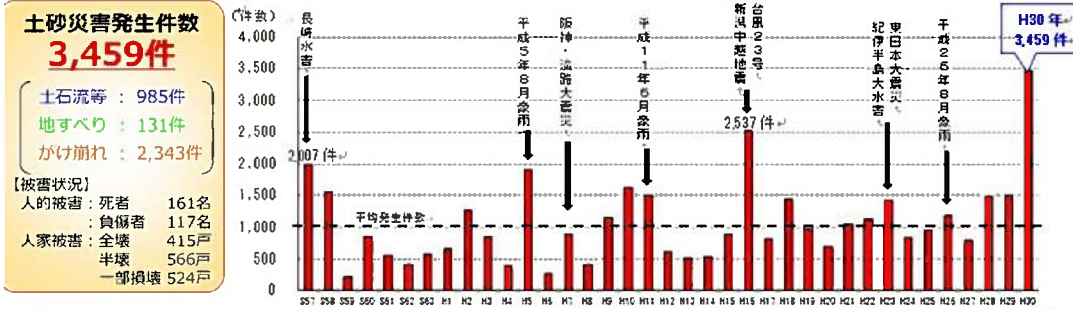
水分を含むと強度が落ちるシラス台地

九州における近年の出水被害 ～九州全域で被害が発生～

- 九州では、近年においても気候変動等の影響により、局所的・集中的に豪雨が発生し、九州各地で甚大な被害が発生
- 短期的に災害関係予算を充当し、災害対応を行っているが、近年発生洪水を安全に流下させるまでの治水安全確保には至っていない。
- 併せて、南海トラフ巨大地震における被害が想定されることから、ハード・ソフトを含めた対応が重要



平成30年1月～平成30年12月 全国の土砂災害発生状況



2016年熊本地震 <地震発生・震度7が2回>

1) 地震の概要(前震・本震:発生日時、震源地、震度分布等)

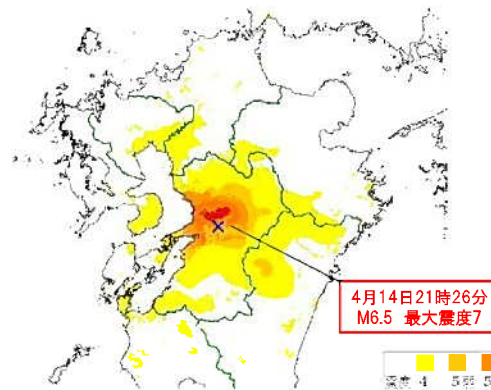
出典: 気象庁発表資料

○ 前震

発生日時: 2016年4月14日(木) 21時26分
震源地: 熊本県熊本地方(北緯32° 44、東経130° 48)
震源の深さ: 11km
地震の規模: マグニチュード6.5

<各地の震度>

震度7 益城町
震度6弱 玉名市、西原村、宇城市、熊本市

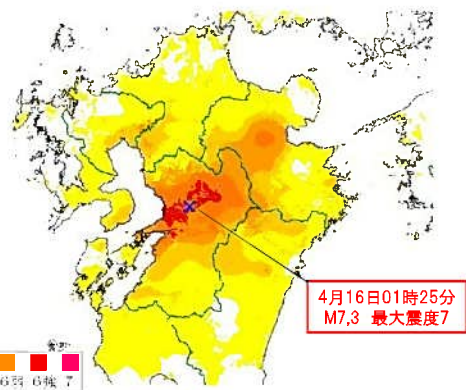


○ 本震

発生日時: 2016年4月16日(土) 01時25分
震源地: 熊本県熊本地方(北緯32° 45、東経130° 45)
震源の深さ: 12km
地震の規模: マグニチュード7.3

<各地の震度>

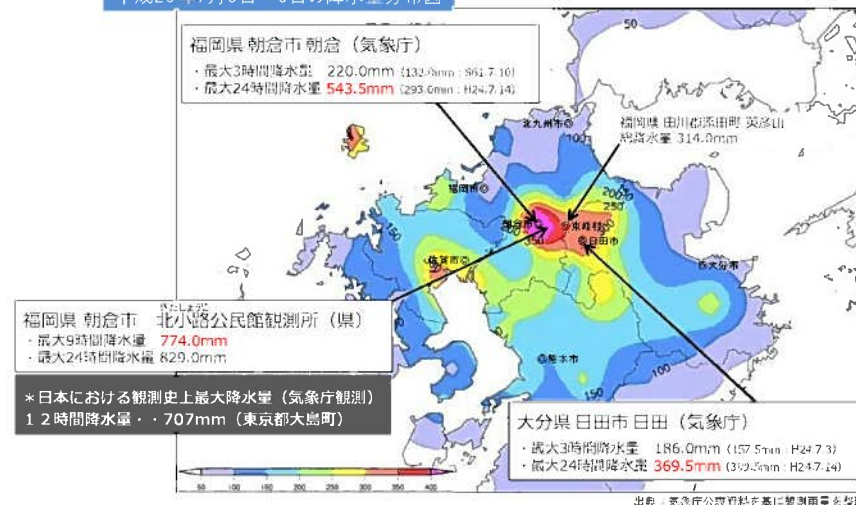
震度7 西原村、益城町
震度6強 南阿蘇村、安曇市、宇土市、大津町、嘉島町
宇城市、合志市、熊本市



2017年7月九州北部豪雨の降雨状況

- H29.7.5 福岡県・大分県に大雨特別警報(九州地方初)
- 気象庁雨量観測所(朝倉市543.5mm、日田市369.5mm)で、各観測所最高記録を更新
- 福岡県雨量観測所(朝倉市北小路)で、日本における観測史上最大12時間降水量(707mm)を9時間で超過(774mm)

平成29年7月5日~6日の降水量分布図



2016年熊本地震 <被災状況>

多くの建物が倒壊



大規模崩落



道路の寸断



堤防に亀裂



2017年7月九州北部豪雨 <被災状況①>

大量の流木



JR橋梁の流出



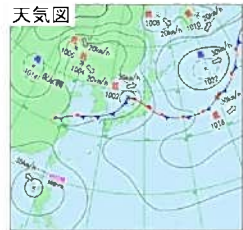
道路崩壊



河道閉塞

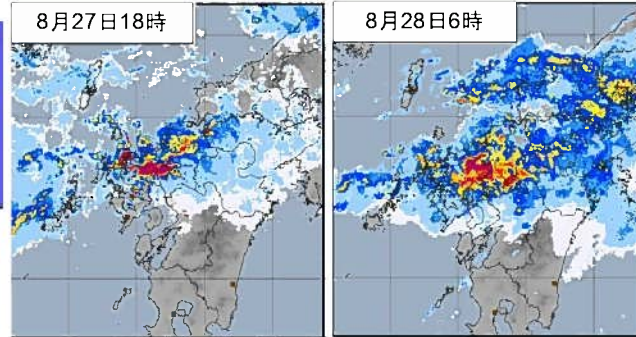


○8月27日（火）から、前線の活発な活動により九州の広範囲に強い雨域がかかり、**長崎県、佐賀県、福岡県を中心**
に大雨となりました。



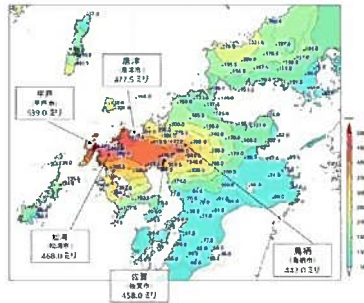
8月26日6時頃、気象庁HPより

気象レーダー



災害気象資料
—令和元年8月26日から28日にかけての佐賀県・福岡県・長崎県の大雨について—
—令和元年8月29日福岡管区気象台より—

総降水量の分布図(8/26～8/28)



12

○令和元年度 主な災害に伴う通行止め

R1.10.01時点

NEXCO: 22路線 29区間 延べ約998km

国 : 29路線 37区間 延べ約344km

地方道等※: 212箇所(※補助国道、主要地方道、一般県道含む)

※)NEXCO及び直轄管理区間のみ図示



主な災害等

- ①6月29日 梅雨前線に伴う豪雨(九州南部を中心に広い範囲で法面崩壊等)
- ②7月19日 台風5号に伴う豪雨(長崎県五島列島を中心に法面崩壊等)
- ③8月 5日 台風8号に伴う豪雨(九州東部を中心に法面崩壊等)
- ④8月27日 秋雨前線に伴う豪雨(佐賀鉄工所より約5万4千リットルの油流出)
- ⑤9月22日 台風17号に伴う豪雨(長崎県中心に一時約14万8千戸が停電)



①【鹿児島県】九州自動車道 被災状況



④【佐賀県】六角川の油流出状況



⑤【長崎県】国道207 倒木による電線切断

九州地方整備局管内の直轄管理河川の状況

○広範囲にわたる大雨の結果、九州内20の一級水系のうち、
5水系で氾濫危険水位を超過。

1. 河川出水状況(直轄河川)

- レベル5(氾濫の発生)** <3河川>
 - ・六角川(生津川)、松浦川(松浦川)、筑後川(巨瀬川)
- レベル4(氾濫危険水位超過)** <6河川>
 - ・六角川(六角川)、山国川(山国川)、筑後川(城原川)、矢部川(矢部川)、松浦川(徳須恵川、敵木川)

※現在水位は水防団待機水位以下まで下降

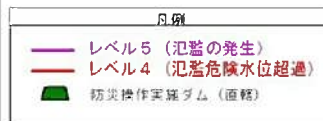
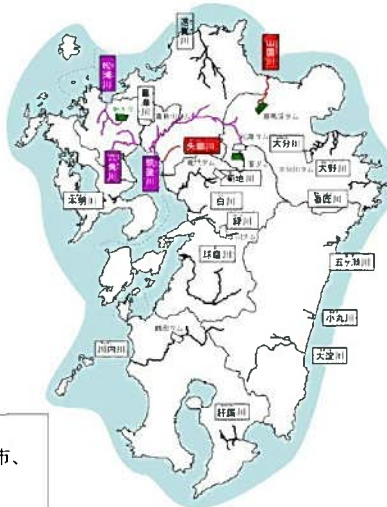
2. 直轄ダム洪水調節状況(直轄河川)

- 直轄3ダムで洪水調節を実施
敵木ダム(松浦川水系)、下釜ダム(筑後川水系)、耶馬溪ダム(山国川水系)

3. 避難指示等の状況(直轄河川沿川)

- 福岡県8市、2町で避難指示及び避難勧告
朝倉市、久留米市、八女市、うきは市、柳川市、小郡市、みやま市、筑後市、大刀洗町、上毛町
- 佐賀県7市、3町で避難指示及び避難勧告
佐賀市、多久市、武雄市、唐津市、伊万里市、小城市、神埼市、江北町、みやき町、白石町
- 大分県1市で避難指示及び避難勧告
中津市
- 熊本県1町で避難指示及び避難勧告
和水町

(避難指示及び避難勧告が発令された市町村を8月30日9時00分時点で集計)



※本資料の作成は情報提供が主目的であるため、
今後の調査で変わる可能性があります。

13

災害時の交通マネジメント

近年の主な災害で得られた教訓と課題(東日本大震災)

平成30年11月19日(月)
第1回 道路の耐災害性強化に向けた有識者会議資料抜粋

- 日本海岸のネットワークが太平洋側の代替ルートとして機能を発揮。(関越自動車道、日本海沿岸東北自動車道等)
- ミッシングリンク等により高速道路が本来果たすべきネットワークとしての機能に課題。

○ 震災直後の大型車交通量の変化



○ 三陸沿岸都市の連絡状況



近年の主な災害で得られた教訓と課題(大阪北部地震)

平成30年11月19日(月)
第1回 道路の耐災害性強化に向けた有識者会議資料抜粋

- 高速道路は、通行車の安全確保のため、通行止めにて点検を実施。朝のラッシュ時と重なり、一般道で広範囲に渋滞が発生。
- 鉄道が運休し、送迎のための車が都心部へ流入したことにより、交通量が増加。



- 通行止め路線
・阪神高速: 全線(延長約260km)
・ネクスコ西日本: 11路線12区間(延長約260km)
※通行止め中も要請に応じ緊急車両の通行を確保
(DMAT(災害派遣医療チーム)車両1台、自衛隊車両4台)
- 通行止め時間(阪神高速)
・5時間02分(池田線以外)
・5時間22分(池田線)



近年の主な災害で得られた教訓と課題(熊本地震)

平成30年11月19日(月)
第1回 道路の耐災害性強化に向けた有識者会議資料抜粋

- 熊本県では、緊急輸送道路が約2千km指定されているが、50箇所で開催が発生。
- 阿蘇地域では、東西軸の緊急輸送道路である国道57号と県道熊本高森線が同時に通行止めとなり、熊本地域からの救援・物資輸送が困難となった。
- 応急復旧に必要な資機材の融通がうまくいかず、応急復旧に時間を要した。

緊急輸送道路の通行止め箇所



九州幹線道路ネットワーク



道路の耐災害性強化に向けた提言

令和元年6月24日(月)
第4回 道路の耐災害性強化に向けた有識者会議資料抜粋

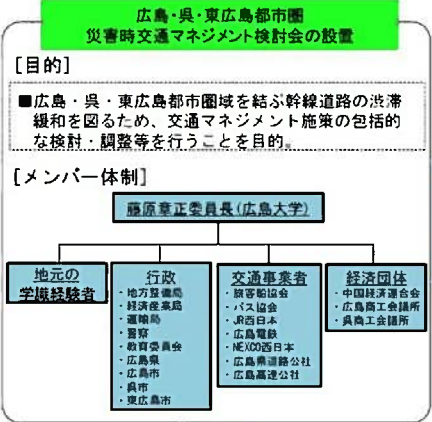
近年の主な災害で得られた教訓	耐災害性強化の本格実施に向けて
(1) 地震災害 熊本地震 (H28.4) 大阪北部地震 (H30.6) 北海道胆振東部地震 (H30.9) (2) 風水害 豪雨災害 (H30.7) 台風21号 (H30.9) 豪雪 (H30.1、H30.2)	(1) 震災後の統一的な交通マネジメント実施体制の確立化 ○ 平時から交通マネジメントに係る統一的な組織を構築し、災害時には平時に行政が有する以上の特定の権限を与え、関係者の協力を義務付ける制度が必要 ・ 学識経験者、道路管理者、警察、公共交通事業者に加え、学校関係者や経済界の代表、市民の代表も参画 ・ 学識経験者を1つとすることを基として、オープンに議論 ・ 平時の交通マネジメントのルールにない災害時のルールを明確にすることで、災害時の対応が迅速になる (2) 非常時における柔軟な車線利用のメカニズムと共有 ○ 非常時における耐災害性を高めるための技術的メニューを、徹底的に活用するために関係者間で共有する仕組みづくりが必要 例) 道路の柔軟的な活用による通行空間の確保 ・ LEDを利用した道路標示の活用などにより、フレキシブルに車線幅員(車線数)を設定 ・ 可動式中央分離帯の活用を急がずバリエーションの活用 (3) 災害に配慮した道路構造等の整備 ○ 災害時には道路に一定の負担が生じることが前提として、道路の構造に十分な余裕をわたせるため、経済性を優先した整備水準から、災害に配慮した整備水準へ見直しが必要 例) 2車線の道路の道路幅員を従来の車線幅員より広げ、 ・ 緊急車両の緊急車両のための緊急入退出路を設置 ・ 回復力・復元力のある構造として車線4車線化 等 (4) 路外リスクマネジメントの実施 ○ 道路ネットワークの耐災害性を評価する手法を確立し、道路区域外のリスクを含めたリスクマネジメントを実施する必要がある ・ 幹線道路だけでなく地方道も含めた道路ネットワーク全体の仕組みを整理した上で路線別の評価を実施 ・ 道路区域外に起因する斜面災害に加え、隣接する河川の氾濫や倒壊などがもたらすリスクについて、土木工事の幅広い関係者と連携して検討 (5) 迅速な復旧に向けたレーン強化 ○ 国と地方自治体が平時から連携して、復旧計画の策定方針やタイムラインを議論するなど、事前準備の強化が必要 ・ 幹線道路から末端の地方道まで連携した復旧計画を策定 ・ 地域の中に復旧に必要な工事用車両等をいかに配備するかが課題を、地域と連携して実施 ・ 道路関係情報を公表するタイミングと公表内容について、自衛隊や消防、警察等と事前に調整 ・ 被災後の復旧において、被災前の状態に戻すか、時間をかけても被災前より耐震にするか、復旧水準に関して検討 (6) 徒歩避難が困難な場合の避難手段の検討 ○ 地震・津波発生時の避難行動について、徒歩での避難が原則となっているが、津波到達時間、指定緊急避難場所までの距離等を踏まえて、自動車により避難させる必要がある場合など一定の条件を満たす地域においては、自動車を利用した避難を前提として避難計画を策定した方が有効な場合もある ・ 対象の範囲に応じて、自動車や安全かつ確実に避難できる方法をあらかじめ検討する必要
課題 ○ 道路および周辺施設の損壊等による応急復旧作業等への支障 ○ 路肩の掘削による緊急活動等への支障 ○ 通行規制・交通集中による渋滞発生と対策の遅れ ○ 特殊車両の通行許可審査の遅れ ○ エネルギー障害による状況把握の遅れと通行止めの長期化	教訓 ○ 多車線区間におけるジグザグ閉鎖により早期復旧が可能 ○ 制震補強や無電柱化、路肩立体化の推進が重要 ○ 交通マネジメントによる渋滞対策が不可欠 ○ 被災地に向かう特殊車両の通行許可審査に対する優先処理が必要 ○ 停電時に道の駅の非常用発電機が機能

「発災後の統括的マネジメント実施体制」の制度化

令和元年6月24日(月)
第4回 道路の防災性強化に
向けた有識者会議資料抜粋

常時から交通マネジメントに係る統一的な組織を構築し、災害時には常時に行政が有する以上の特定の権限を与え、関係者の協力を義務付ける制度が必要

- 学識経験者、道路管理者、警察、公共交通事業者に加え、学校関係者や経済界の代表、市民の代表も参画
- 学識経験者をトップとすることを基本として、オープンに議論
- 常時の交通マネジメントのルールにとられない迅速で柔軟な施策を展開



各地域において、交通マネジメントに係る統一的な組織を常時から事前に構築



〇〇県交通渋滞対策協議会

災害時の道路交通に関する関係機関との打合せ(非公開)

【メンバー】
国土交通省九州地方整備局、同〇〇国道事務所、〇〇県、西日本高速道路株式会社

【議論事項】
・現在の状況、今後の進め方 等

〇月〇日(〇)～〇日(〇)
道路利用者(トラック協会、バス協会)等へのヒアリング

災害時の道路交通に関する関係機関との打合せ(非公開)

【メンバー】
国土交通省九州地方整備局、同〇〇国道事務所、〇〇県、鹿児島県警察本部

【議論事項】
・現在の状況、渋滞原因等の情報共有

「〇〇県交通渋滞対策協議会」(公開)

【メンバー】
国土交通省九州地方整備局、同〇〇国道事務所、〇〇県、〇〇市、〇〇県警察本部、西日本高速道路(株)〇〇高速道路事務所(オブザーバー) 〇〇県トラック協会、〇〇県バス協会、〇〇県タクシー協会

【議論事項】
・管内の渋滞状況及び取り組みについて、梅雨期の災害時道路交通状況の報告 等

災害時の交通マネジメント体制

近年、豪雨、豪雪による高速道路の通行規制が多発しており、特に通行規制が長期となる場合においては、社会的影響が著しく大きいこととなることが想定される。このため、高速道路の通行規制が長期となる場合は、関係する国、県、NEXCO 及び道路公社で迅速な情報共有を行うと共に、必要な対応の措置を講ずる事が必要。

- ①「災害時の道路交通に関する関係機関との調整会議」(非公開)
大規模災害により高速道路の長期間規制が予想される場合、事前に各道路管理者で迂回情報や規制解除の見通しなどの情報を共有し、道路利用者に対して迂回路情報、規制解除の見込みを公表。
- ②「災害時交通渋滞対策協議会」の開催(公開)
深刻な渋滞により、復旧・支援活動に支障が起きる恐れがある場合、各道路管理者に加え、県警、道路利用者団体等と渋滞緩和や交通量抑制のためのソフト・ハード対策等の検討を行う。なお、協議会の開催に先立ち、必要に応じて道路利用者団体へのヒアリング等を実施。
- ③「災害時交通マネジメント検討会」の開催(公開)
災害が長期化し、交通渋滞の発生により地域の経済・産業活動、日常生活輸送等に多大な影響を及ぼしている場合、幹線道路の渋滞緩和を図り、円滑な物資や旅客輸送を確保するため、関連する道路や公共交通機関等の復旧状況を踏まえつつ、これまでのソフト・ハード対策の随時・適切な見直しや交通需要の抑制対策等の交通マネジメントを関係者が協力して取り組む。

鹿児島国道事務所の事例(九州道・国道10号の梅雨期の通行止めに伴う対応)

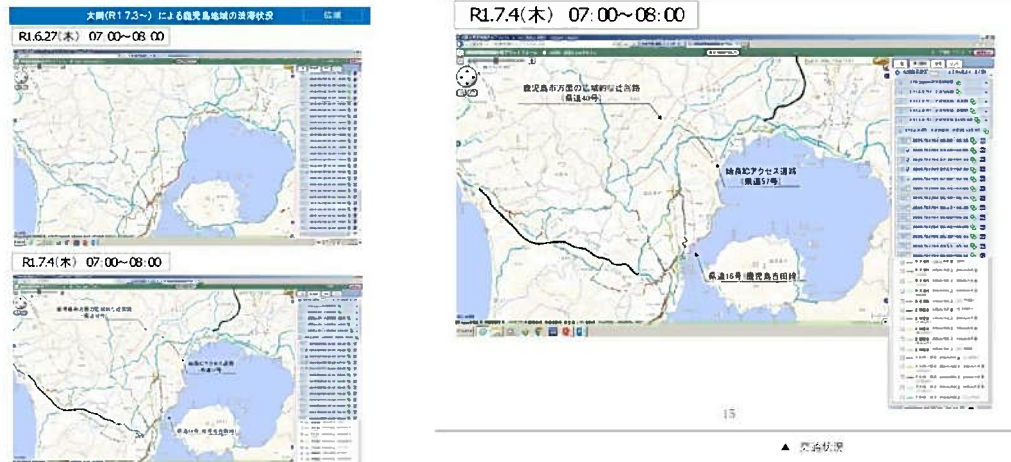
本年6月末からの梅雨前線による大雨に伴い、九州道、国道10号の通行止めが発生したため、各道路管理者、警察等で「関係機関との調整会議」を開催し、主に以下の検討・調整を実施

<経緯>

- 6/28 5時:土砂災害警戒情報 発令(警戒レベル4相当)
- 第1回 調整会議の実施:令和元年7月2日10時～
《メンバー》 整備局、鹿児島県、鹿児島市、NEXCO
・被災及び交通状況を踏まえ、今後の進め方について協議
《主な意見》
・災害時渋滞対策協議会の立ち上げは良い取り組み(鹿児島市)
- 7/3 12時:国道10号(電ヶ水地区) 通行止め
- 7/3 12時:九州自動車道(加治木IC～鹿児島IC) 代替路(無料)措置
- 7/3 16時:大雨特別警報発令の恐れ(福岡管区気象台)
- 第2回 調整会議の実施:令和元年7月4日16時30分～
《メンバー》 整備局、運輸局、鹿児島県、鹿児島市、県警
・被災及び交通状況を踏まえ、渋滞原因等について情報共有
《主な意見》
・代替路(無料)措置は、大変に良い取り組みだと感じたが、道路利用者に対して、同取り組みを事前に周知することが大変有効である。
(県・県警)
- 道路利用者へのヒアリング:令和元年7月2日、4日
・国道10号の通行止めについて、2時間前に事前周知を行ったことは運行管理面において十分指示が可能であり、非常に良かった(トラック協会)。
・被災状況の写真が非常に有効である。視覚的に通行解除までの時間が必要であることを認識できる(トラック協会)。
・九州道が50km/h規制であったため、路線バスの迂回路として利用できた(バス協会)
- 記者発表(国・県・NEXCO):令和元年7月3日より随時
・九州自動車道の通行止めに伴い、鹿児島市方面等への迂回路案内を情報提供

①ETC2.0による交通状況の共有

- ETC2.0プロブ情報を用いて大雨時における交通状況を関係者間で共有
- 渋滞要因を分析し、対策等の検討に活用



②広域迂回路の調整・記者発表

- 通行規制による渋滞抑制のため、道路利用者へ広域迂回路の周知を行う記者発表を実施(国・県・NEXCO 連名)



③道路利用者へのヒアリング

- 迂回路案内や高速道路の無料措置の対応状況を説明するとともに、通行規制の周知方法や渋滞による影響を把握する為、道路利用者へのヒアリングを実施

＜ヒアリング対象＞

- 鹿児島県トラック協会
- 鹿児島県バス協会

④迂回路看板の設置箇所の調整

- 交通状況や道路利用者へのヒアリングの結果に基づき、広域迂回路を設定し、関係機関と迂回路看板の設置箇所の調整を実施



他事務所の事例

■九州自動車道(久留米IC～広川IC間)通行止めに伴う渋滞対策について
○日時 令和元年7月21日(日) 19:00～20:00
○出席者 NEXCO西日本 九州支社 保安サービス統括課長、企画調整課長／福岡県 県土整備部 道路維持課長、九州地方整備局 道路情報管理課、道路計画第一課長、道路計画第二課長、道路管理課長
○対策内容
・久留米～広川の通行止めに伴って広域的な迂回路を案内する。
・通行止め予告と迂回路情報を同時に発表。
・記者発表は国・県、NEXCOの連名。
・9時の状況について月曜午前二三谷教授と現地を確認する。

■長崎自動車道(武雄北方IC～嬉野IC下り間)通行止めに伴う渋滞対策について
○日時 令和元年7月22日(月) 17:30～18:30
○出席者 NEXCO西日本 総括課長／佐賀県 県土整備部 道路課 維持担当係長／佐賀県 県警本部 交通規制課 管制補佐、規制第一係長、佐賀県道事務所 事務所長、技術(管理)副所長、技術(改築)副所長、管理第一課長、計画課長
○対策内容
・記者発表資料はNEXCO西日本、佐賀県、国土交通省佐賀国道事務所3者で行う。
・同時並行で現場迂回路案内を設置する。
・長崎本面への車両を多岐ICで降ろし、長崎本面(嬉野IC)と佐世保方面への案内をする。
・率内坂は佐賀国道で本日中に設置する。
○法面変位
・0.1mm以下の変位は6時間超は通行開放
・現在変位は落ち着きを待てる傾向に有り17時～18時間間の変位は0.1mm
・含わせて水位も観測中

■東九州自動車道(中津IC～北川IC間)、大分自動車道(日田IC～日出JCT)、日出BP通行止めに伴う渋滞対策について
○日時 令和元年8月6日(火) 8:30～9:30
○出席者 NEXCO西日本 大分県道路事務所 事務所長／大分県 土木建築部 道路保全課長、大分河川国道事務所 事務所長、技術副所長
○対策内容
・通行止解除の目処 台風の進路予想から遅くとも18時までに解除を予定
・空港へのアクセス 大分空港発着便は、午前中の全便運休(9時現在)、午後の便は、天候の回復次第、空港へのリムジンバスも9時現在運休
・一般渋滞 9時現在渋滞無し(CCTVカメラ確認)
・情報板表示 県内高速道路通行止めを情報をNEXCO、直轄、大分県内のほぼ全ての情報板で提供する。

講 演

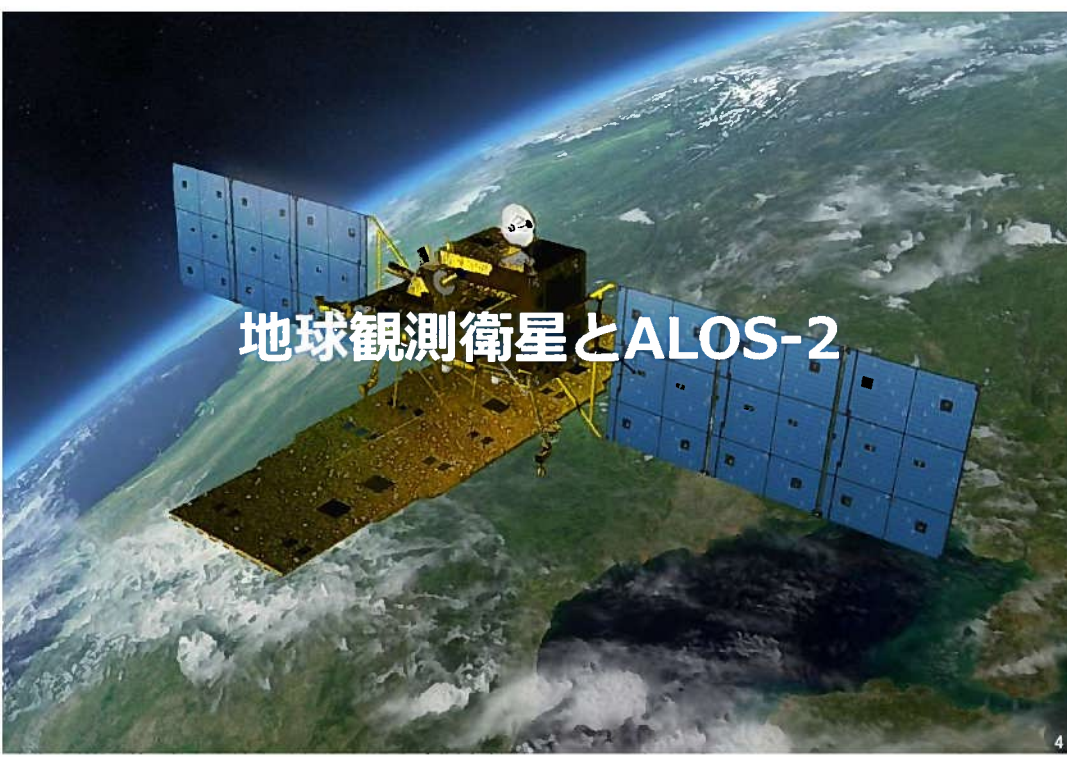
『衛星画像の防災利用 -九州域災害の事例紹介を交え-』

桐谷 浩太郎

(国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
衛星利用運用センター 主幹研究開発員)

桐谷 浩太郎

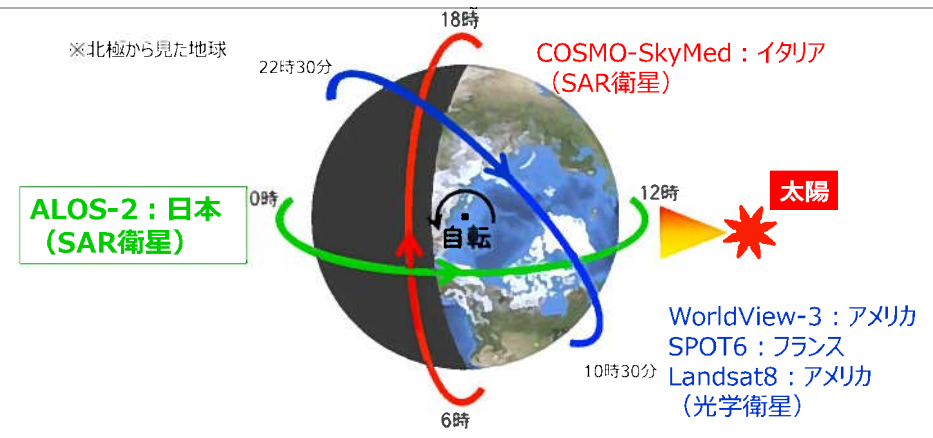
南懷瑾先生所指出來(云雲與吳市周旋)



地球観測衛星とALOS-2

衛星の観測時刻

- 地球上のどの地域も午前、午後に1度ずつ観測
- ALOS-2の場合、観測する地域の上空を、(その地域の現地時間の) 昼12時頃と夜0時頃に上空を飛ぶように設計
- ALOS-2の場合、昼12時頃には北から南へ通過(降交軌道)、夜0時頃には南から北へ通過(昇交軌道)



人工衛星の軌道

■ 静止軌道

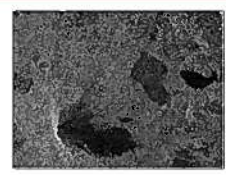
- ✓ 地球の自転と同期して移動する軌道
- ✓ 地上から、いつでも同じ位置に見える
- ✓ 高度約36,000km
- ✓ 通信・放送、気象衛星など



- ・イリジウム (通信衛星, 米)
- ・BSAT-3 (放送衛星, 日)
- ・ひまわり (気象衛星, 日)

■ 地球周回軌道 (極軌道)

- ✓ 地球の周りを周回する軌道
- ✓ 地上のあらゆる場所を通る
- ✓ 地表からの距離が短い (高度数百km)
- ✓ 地球観測衛星など

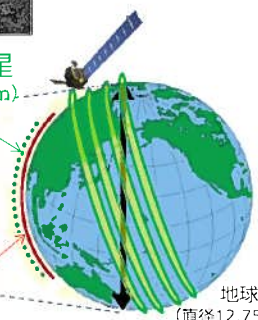


- ・ALOS-2 (日)
- ・WorldView-3 (米)
- ・SPOT6 (仏)
- ・Landsat8 (米)
- ・COSMO-SkyMed (伊)

地球観測衛星
(高度500~900km)

静止衛星
(高度36,000km)

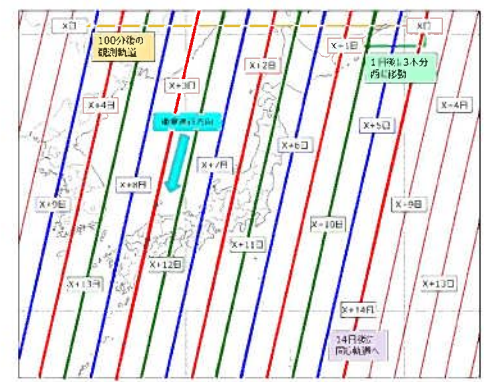
国際宇宙ステーション
(高度400km)



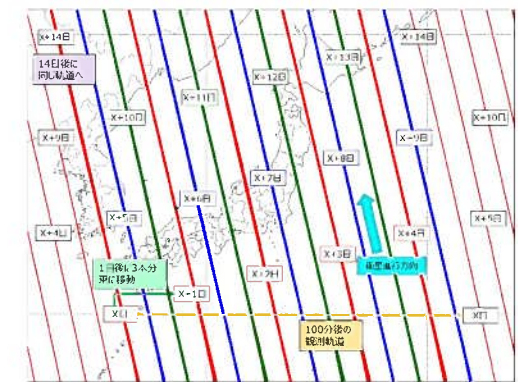
地球
(南経12,756km)

ALOS-2の軌道

- 日本全域をくまなく観測するために、毎日の通過軌跡を少しずつずらして観測
- ALOS-2は、14日後に同じ場所に帰ってくるように設計



昼観測: 北→南(降交軌道)



夜観測: 南→北(昇交軌道)

地球観測衛星には、**光学センサ**を利用するものや**レーダセンサ（SAR）**を利用するものがある。

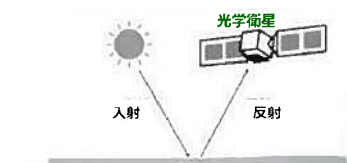
光学センサ

自然の放射光や反射光を観測

⇒夜間観測不可

⇒雲に遮られる

⇒一般の写真と同様な解釈が可能



光学センサによる観測例（富士山周辺）

レーダセンサ（SAR）

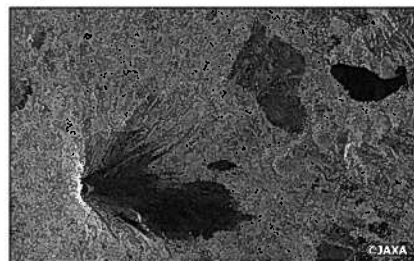
自ら電波（マイクロ波）を出し、その反射波（後方散乱）を観測

マイクロ波の特性上、雲（小さな水滴）を透過する

⇒昼夜関係なく観測可能

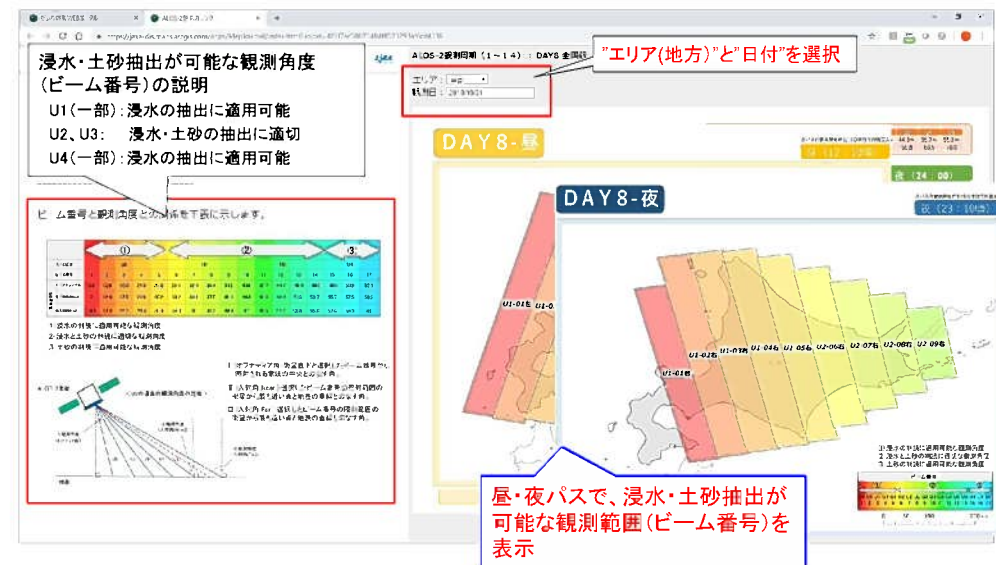
⇒天候に関わらず観測可能

⇒画像解釈には専門知識が必要



レーダセンサによる観測例（富士山周辺）

いつ浸水・土砂抽出が可能な観測機会（緊急観測）があるかを示すALOS-2観測カレンダーを
だいち防災WEBポータル上に公開



合成開口レーダ（SAR : Synthetic Aperture Radar）

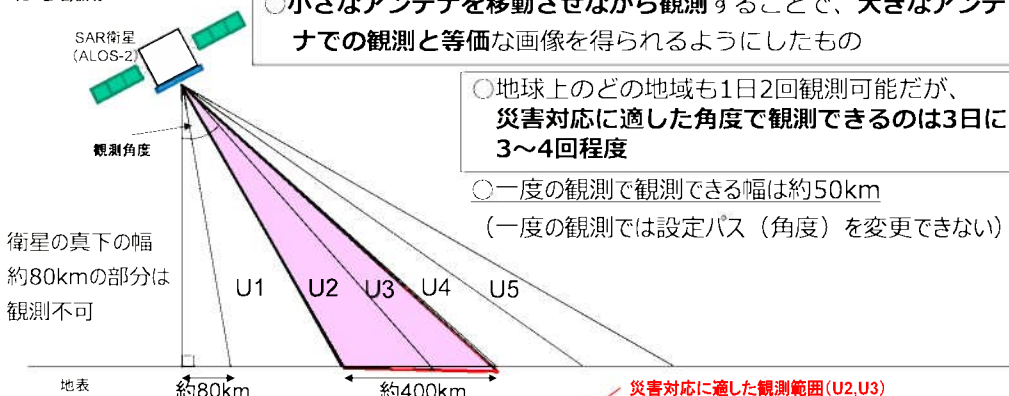
SAR衛星は横斜め下方向右or左から観測

○人工衛星等から**マイクロ波**を**横斜め下方**に照射し、その反射波の**後方散乱強度**と**位相**を受信する能動型（アクティブ）センサ※

○小さなアンテナを移動させながら観測することで、大きなアンテナでの観測と等価な画像を得られるようにしたもの

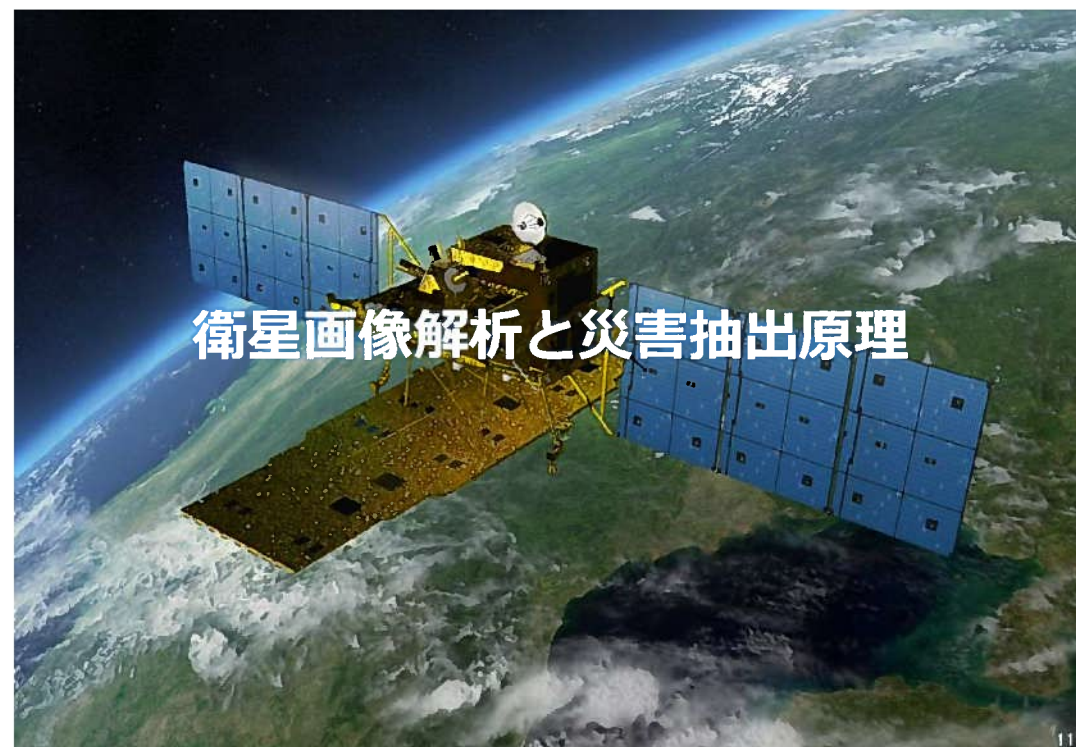
○地球上のどの地域も1日2回観測可能だが、災害対応に適した角度で観測できるのは3日に3~4回程度

○一度の観測で観測できる幅は約50km（一度の観測では設定パス（角度）を変更できない）



ビーム区分	U1					U2					U3					U4					U5				
ビーム番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
観測角度 (°)	9.6	13.9	18.0	21.9	25.6	29.1	32.4	35.4	38.2	40.6	42.7	44.7	46.4	48.0	49.5	50.9	52.1	53.3	54.3	55.3	56.2	57.0	57.7	58.4	

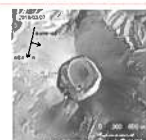
※多波観測は主に17.8°~34.9°の範囲で実施



SAR衛星観測

一時期単偏波観測

電波の反射強度の違いにより
おおよその地形・地表被覆を把握
※狭範囲の詳細を観測する“スポットライトモード”や
広範囲の概要を観測する“広域観測モード”などがある



反射波の強度を解析

二時期カラー合成

同じ観測条件の二時期のSAR画像を合成することで地表被覆の変化を把握



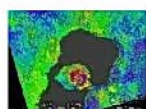
一時期多偏波カラー合成

複数の偏波の反射強度の違いにより土地被覆の状態を把握



二時期干渉解析

同じ観測条件の二時期の反射波の位相差から地表の高さの変動量を把握
※継続的な観測により微小な地形変動を検知



反射波の位相を解析

光学センサ観測

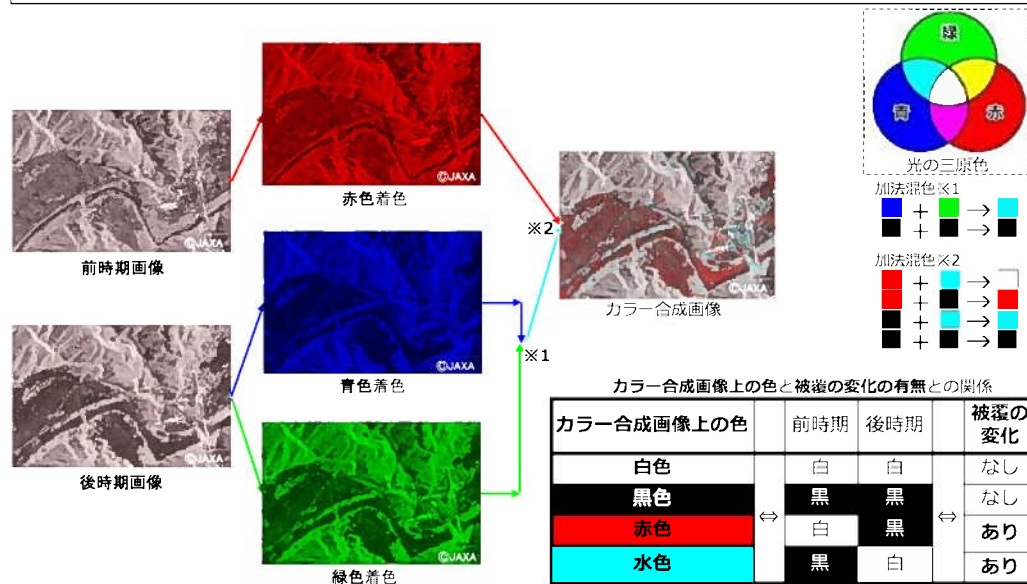
太陽光の反射（主に可視光）を観測
色の違いから地表の被覆の状況を把握



光学衛星観測

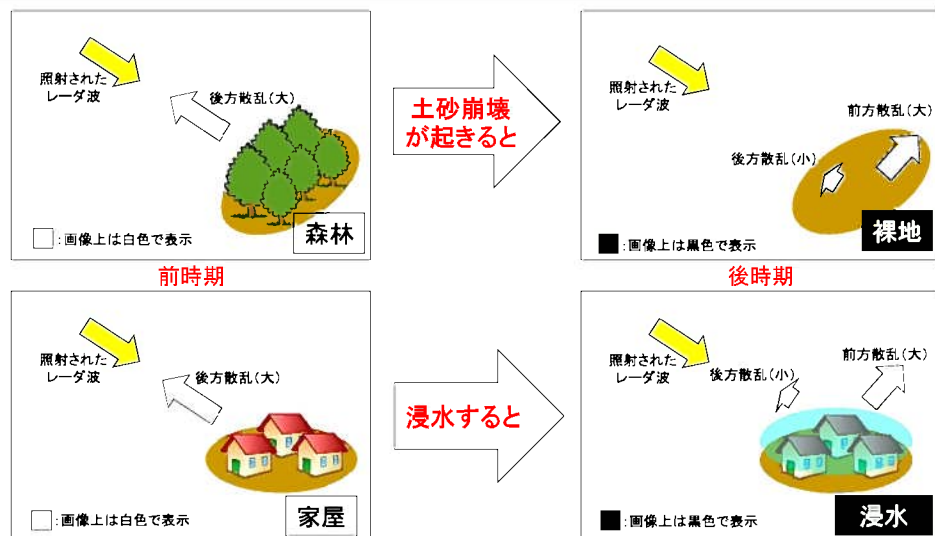
12

○色の变化を分かりやすくするために、前時期画像（アーカイブ）の白色部分を赤色に、後時期画像の白色部分を青色・緑色に着色し合成する。※黒色は黒色のまま



14

○二時期の単偏波観測の後方散乱強度を比較することで、地表被覆の変化を推定することができる。



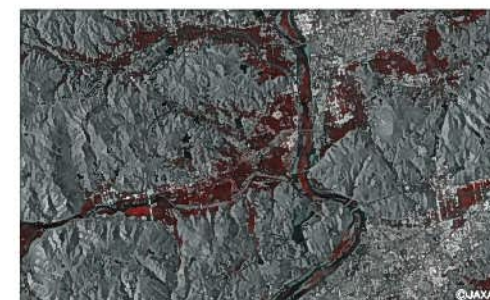
13

二時期で画像の色が変化（カラー合成画像では赤色または水色で表示）している箇所では、以下のようなことが推定されます。

- ✓ 森林・農地・水田の変化（植樹・生長・伐採・田植え）
- ✓ 土地利用の変化（建造物の建築、駐車場）
- ✓ 土砂移動（森林が裸地に変化、天然ダム発生、地形そのものが変化）
- ✓ 浸水（堤外地や堤内地の浸水、建造物の水没）

※注意※

- ・ 二時期カラー合成画像に使用される2つの画像は、その観測条件が同じでなければならない。



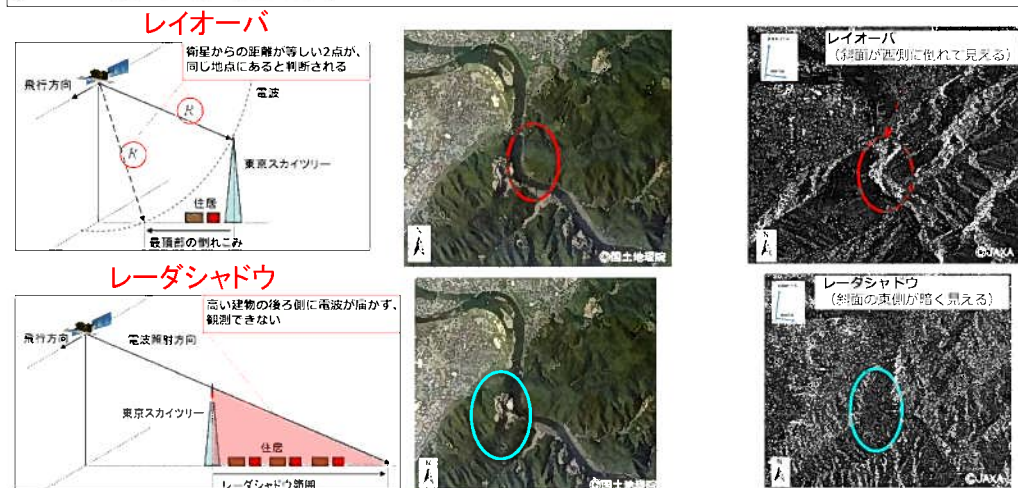
留意事項 (SAR画像の歪み)

SAR画像は、その観測手法の特性上、以下のような幾何的な歪みが発生する。

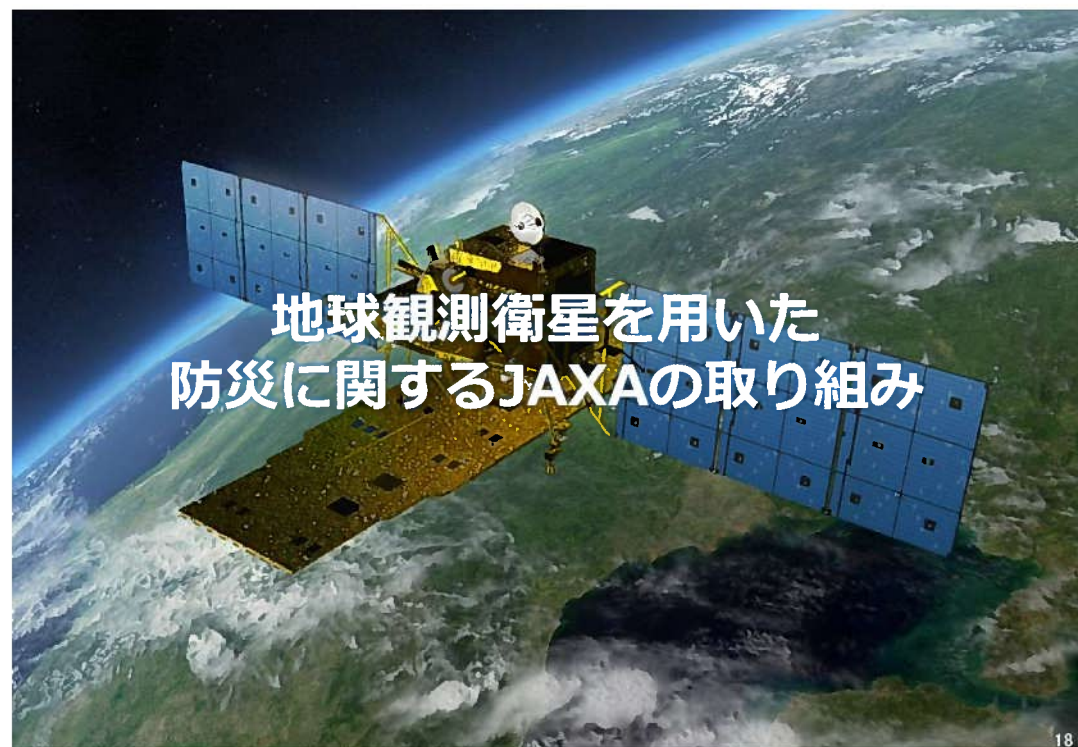
○**レイオーバ**：高い建物や山が、衛星から近い距離にあると判断され、倒れて見える現象。

○**レーダシャドウ**：高い建物や山に遮られ、その後ろ側に電波が届かず、情報が得ることのできない現象。

※いずれも、地形が急峻な箇所が発生しやすい。



16



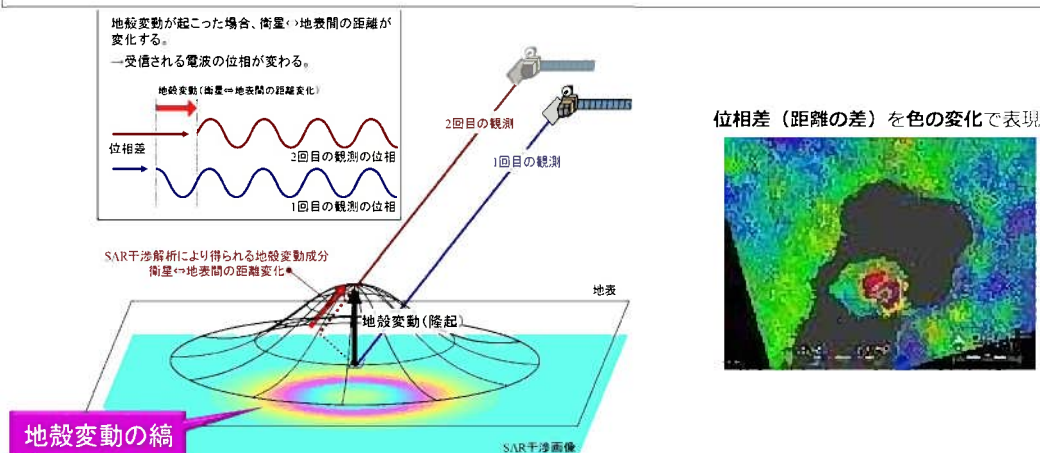
18

二時期干渉解析

○**干渉解析**とは、地殻変動や地すべりが起こった場合、衛星-地表間の距離が変化し、受信される電波の位相が変化することを利用する手法。

○二時期の反射波を干渉させ、位相差を色の变化で表現することで、地表の変位を数cm単位で解析。

⇒地すべり現象や火山噴火の前兆現象の把握に活用される。

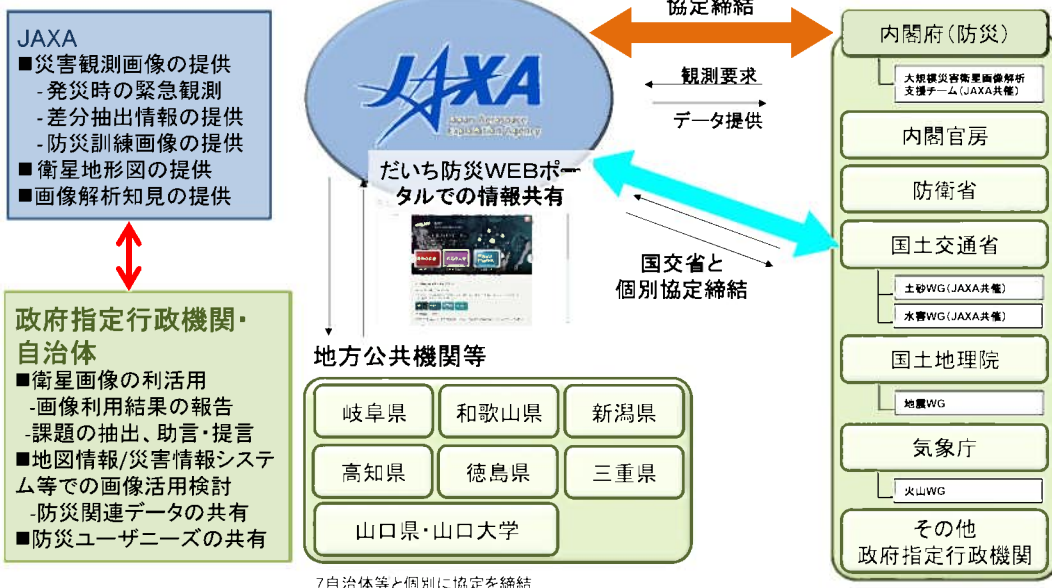


34

17

政府・自治体の防災関連機関との連携体制

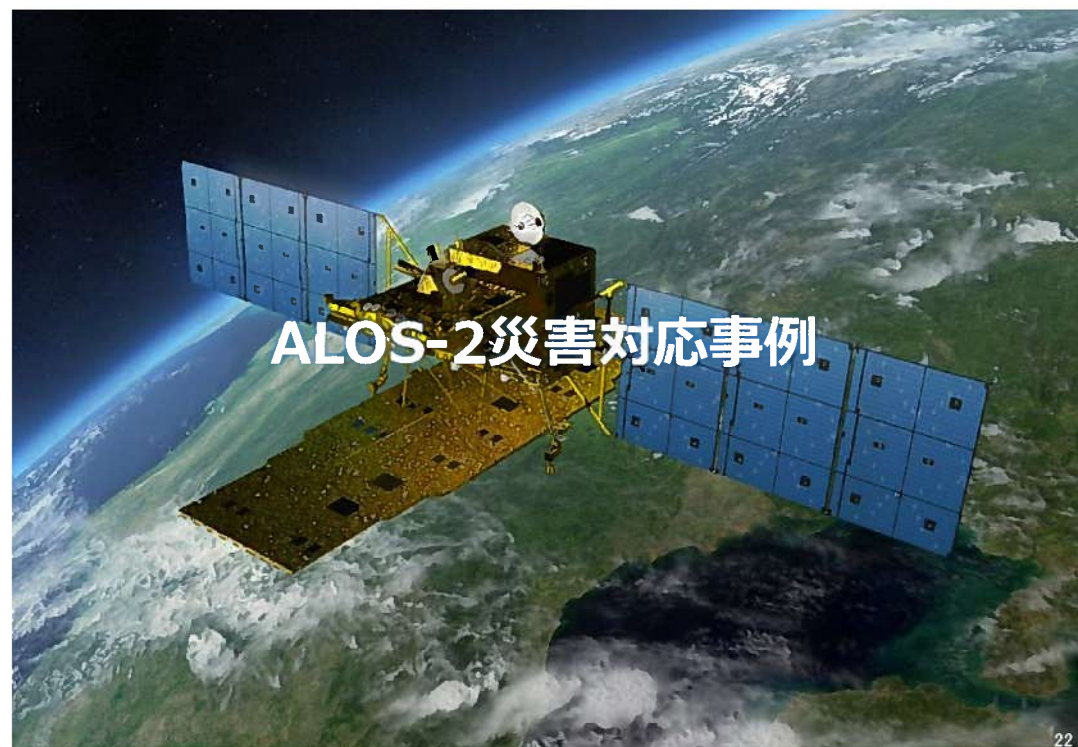
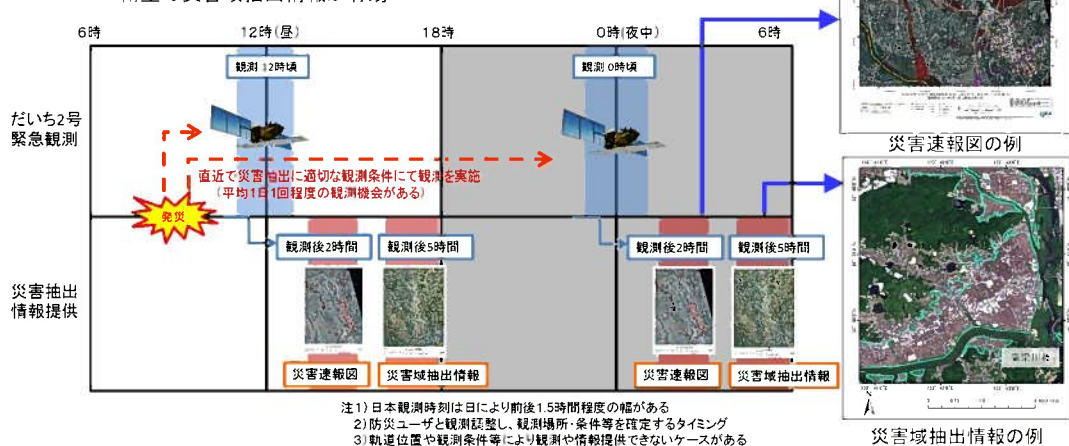
政府・自治体等との防災関連機関との連携体制



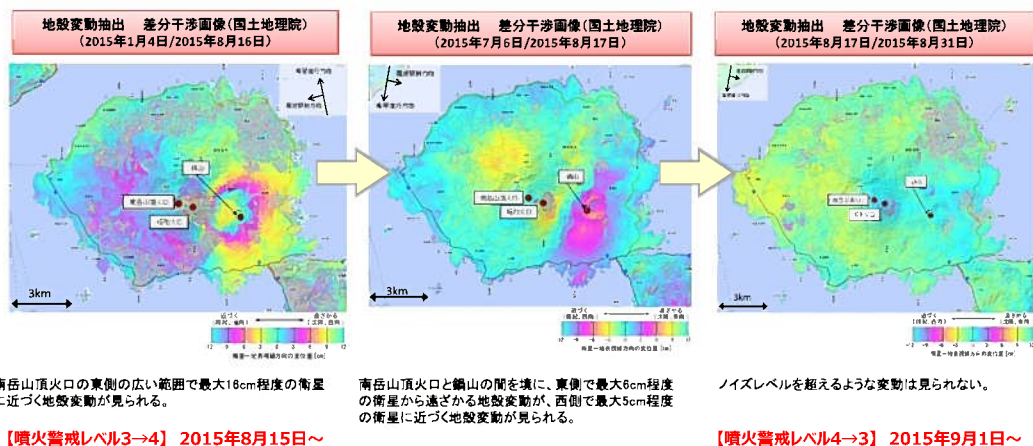
7自治体等と個別に協定を締結

19

- 「だいち2号」は、12時頃と0時頃に日本上空を通過*1
 - 緊急観測要求は、最短でコメントアップリンクの1時間前まで受付*2
 - 緊急観測後数時間で情報提供*3
- (約2時間後に災害速報図、必要に応じ約5時間後に災害域抽出情報)
一夜間・悪天候時、広域災害時など、航空機等での調査が困難な場合に、衛星の災害域抽出情報が有効



桜島では、8月15日に島内を震源とする地震が多発、また傾斜計では山体膨張を示す急激な地殻変動が観測、火山WGからの要請により緊急観測を実施。解析結果は国土地理院等により「火山噴火予知連絡会拡大幹事会」で報告され、地殻変動の変動源の推定に活用された。9月1日の噴火警戒レベルの緩和では、ALOS-2解析結果が判断材料として活用された。



2015年5月29日10時頃、大規模な噴火が発生し、内閣府、火山WG、九州地方整備局の要請により同日の12時頃に緊急観測を実施した。解析結果はだいち防災WEBに掲載した他、火山WGメンバーの気象研、防災科学技術研究所および国土地理院により「火山噴火予知連絡大幹事会」で報告され、火口の変化や降灰、火砕流の状況把握に活用された。

データ提供タイムライン:

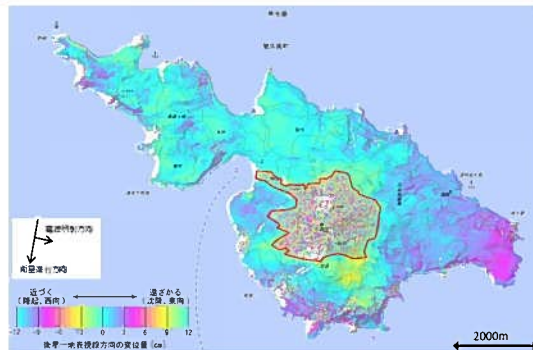
5/29 9:59噴火 ⇒ 10:20 緊急観測要請 ⇒ 12:53 緊急観測実施 ⇒ 13:55火山WGへデータ提供

災害速報図(解説付き)RGBカラー合成画像 (JAXA だいち防災WEB)
(2014年11月14日/2015年5月29日)



⇒噴火前後の変化箇所が着色される災害速報図RGBカラー合成画像から火口の変化や降灰や火砕流の影響範囲が推測できる

地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)
(2014年11月14日/2015年5月29日)



⇒干渉性が低下する赤の範囲において降灰や火砕流等による影響が推測される。左図のカラー合成画像より影響範囲が明瞭である。

【熊本地震対応(発災直後)での現状】

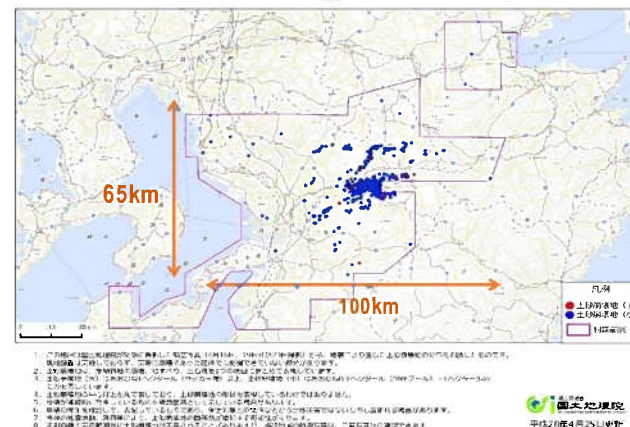
熊本地震での土砂災害域は広域(東西100km)に分布し、国交省は被害状況の全体把握に時間を要した。

・地盤防災ヘリや地理院航空写真での調査範囲は限定的

・地理院航空写真での全域の調査に、16.19.20日と発災後5日間の航空機撮影を要した。

・TEC-FORCE等による危険箇所(1155か所)の現地調査に、27日までの10日間を要した。

平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)土砂崩壊地分布図



取扱い注意: 図はFY28第一回土砂WG 国交省砂防計画課資料から引用

整備局ヘリ調査
(4/16:南阿蘇村の一部のみ)



地理院航空機撮影(4/16)



ALOS-2観測範囲

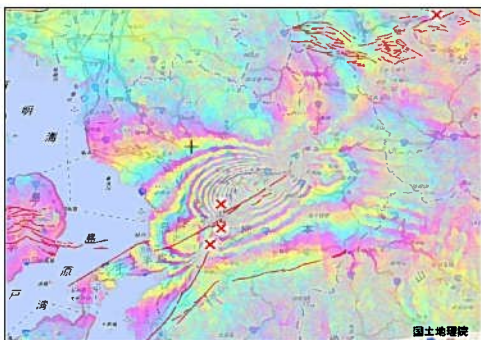


地震WGからの要請により緊急観測を実施し、取得したデータを提供。SAR干渉解析結果から地殻変動が認められ、国土地理院HPへの公開及び地震調査委員会(臨時会)(平成28年4月17日)に報告された。

内閣府から国際災害チャータを発動。ALOS-2、商用光学衛星、国際災害チャータ等での観測データから、南阿蘇村周辺の土砂崩壊箇所や益城町の建物倒壊を抽出した結果等を関連防災機関に提供した。

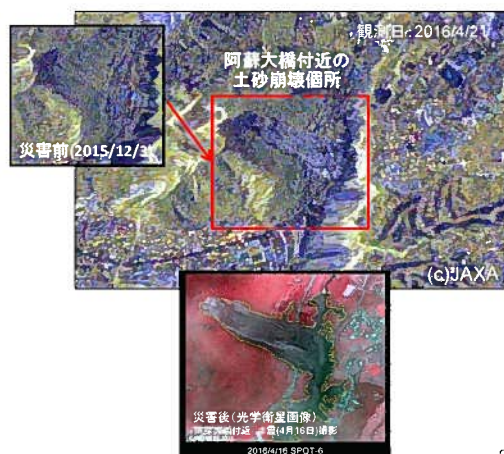
地殻変動の検出(出典:国土地理院HP)

- ・布田川断層帯の北側では最大1m以上の沈降と東向きの変動、南側では最大30cm以上の隆起と50cm以上の西向きの変動が見られます。
- ・日奈久断層帯では、布田川断層帯の変動よりは小さいものの北西側で東向き、南東側で西向きの変動が見られます。



観測日: 2016/4/18, 2015/2/10

土砂崩壊域の抽出



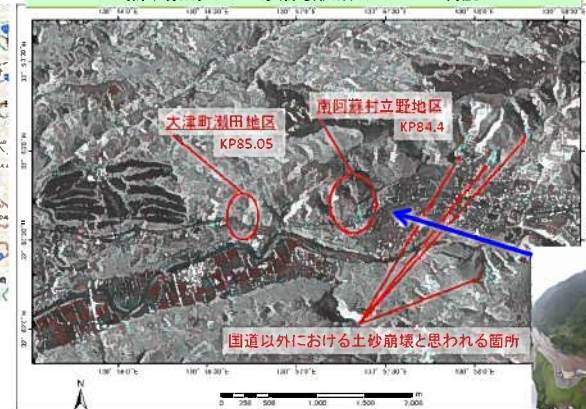
九州地方整備局の要請により、熊本地震において南阿蘇村で特に被害の大きかった地区を中心に、土砂流失範囲や亀裂の状況把握や新たな土砂崩壊箇所が発生していないかの状況把握を目的に、梅雨期以降、定期的(降雨前後)なALOS-2観測を実施(台風シーズン終了まで継続予定)。

6月20日からの梅雨前線に伴う大雨の直後にALOS-2緊急観測を実施(6/21)し、国道57号沿い及び南阿蘇村立野地区等で新たに発生した土砂崩壊箇所を抽出した解析結果を提供した。九州地方整備局では、防災ヘリ等による現地調査において調査対象域を計画する際に有効な情報として活用された。

ALOS-2観測範囲



熊本豪雨での土砂崩壊箇所のALOS-2判読



KP84.4とKP85.05は、6/21夕刻の防災ヘリ調査で撮影された土砂災害箇所。ALOS-2観測では、KP84.4と近隣の他の箇所でも土砂災害を抽出。6/23夕刻に防災ヘリの再調査が行われた。

注:九州地方整備局記者発表からの引用
http://www.qsr.mlit.go.jp/kisyahappy/h28/data_file/1466508944.pdf

ALOS-2緊急観測事例(平成29年九州北部豪雨)

- 平成29年7月5日 18時頃の福岡県大雨特別警報をトリガに、国交省からALOS-2による緊急観測要請。直近の観測パスは6日夜バス、7日昼バスであったが、福岡県朝倉市・東峰村、大分県日田市等での被害が拡大し、悪天候でヘリ等による調査が困難とのことから、6日夜バス以降、5回の緊急観測を実施し、画像プロダクトを提供。
- マニュアル判読による土砂移動推定箇所を情報提供し、九州地方整備局では、災害初期段階において防災ヘリが飛べない中、概略的な地すべり推定箇所の迅速な把握に有効と評価された。

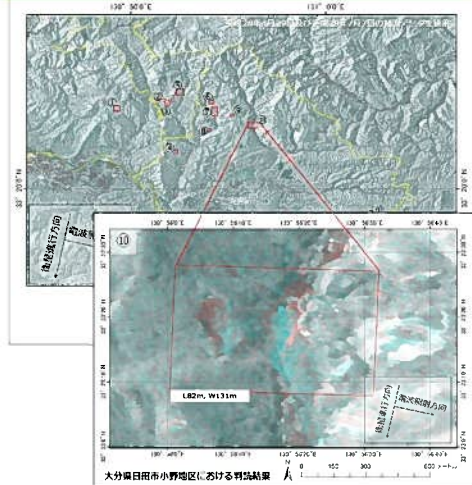


平成29年7月7日12時52分観測



参考:九州地整提供

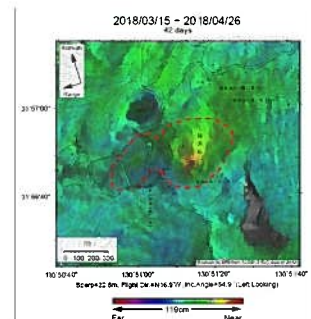
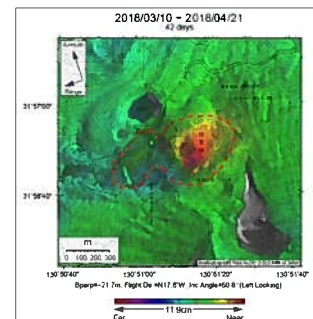
ALOS-2画像から土砂移動が推定される領域を判読



28

ALOS-2緊急観測事例(平成30年4月霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺))

- 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺)にて、平成30年4月19日15時39分頃に噴火が発生し、更に活動が活発になる可能性があることから、同日15時55分に噴火警戒レベルが3に引き上げられたことをトリガーとして、火山WGからの要請により19日の夜バス以降、計7回(19日夜、20日昼、21日昼・夜、22日夜、26日夜、30日昼)の緊急観測を実施。
- これらのデータは気象研究所、国土地理院にて解析され、地殻変動の状況把握に利用されるとともに、平成30年5月1日14時00分に発表された火山活動解説資料に掲載され、噴火警戒レベル引き下げ(3→2)判断の材料の1つとして利用された。



霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) だいち2号干渉SARによる変動
(右: 2018年3月10日～4月21日、左: 2018年3月15日～4月26日)

だいち2号のSAR データを使用した解析では、硫黄山付近及びその西側にみられていた隆起は、鈍化しています(赤破線)。

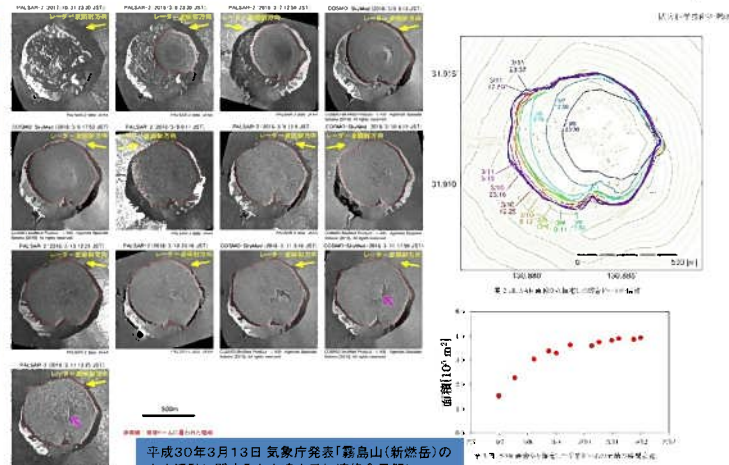
平成30年5月1日14時00分 気象庁、福岡管区気象台、地域火山監視・警戒センター及び鹿児島地方気象台発表「火山活動解説資料」より抜粋

30

ALOS-2緊急観測事例(平成30年3月霧島山(新燃岳))

- 霧島山(新燃岳)にて、平成30年3月1日11頃に小規模な噴火が確認され、6日14時27分以降、爆発的噴火が断続的に発生するなど、活動活発化を受け、火山WGからの要請にて、火口状況の確認を目的に6日夜バス以降、緊急観測を実施。
- ALOS-2による観測に加え、イタリア宇宙庁(ASI)との協定のもと、COSMO-SkyMedによる緊急観測を実施し、日々の観測データを火山WGに提供。またフランス商業衛星SPOT1による緊急観測(3月6日)を実施し、国交省へ情報提供した。
- 防災科学技術研究所、気象研究所、国土地理院にてデータ解析され、時系列的な火口内溶岩ドームの拡大・流出等の状況把握に利用された。解析結果は随時、火山噴火予知連メンバーである内閣府防災担当や国土交通省等へ共有された。

日付	時間	衛星
3月6日	23時30分	ALOS-2
3月7日	12時59分	ALOS-2
3月8日	5時13分	COSMO-SkyMed
	17時53分	COSMO-SkyMed
3月9日	0時11分	ALOS-2
	12時04分	ALOS-2
3月10日	6時12分	COSMO-SkyMed
	12時25分	ALOS-2
	23時16分	ALOS-2
3月11日	5時18分	COSMO-SkyMed
	17時59分	COSMO-SkyMed
3月12日	0時12分	ALOS-2

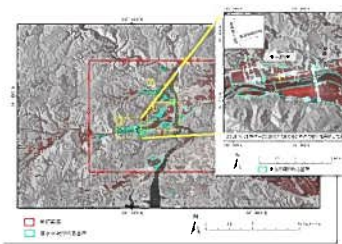


平成30年3月13日 気象庁発表「霧島山(新燃岳)の火山活動に関する火山噴火予知連絡会見解について(参考資料)」

29

ALOS-2緊急観測事例(平成30年7月豪雨:国交省)

- 平成30年6月29日に発生した台風7号が7月5日以降、西日本から東日本の地域に大量の雨をもたらすことが予測されたことから、国土交通省、徳島県、高知県からの要請にて、崩壊発生箇所把握及び、浸水域把握を目的として5日の夜バス以降、計9回の緊急観測を実施。
- 7月8日の0時に観測されたデータから浸水域を判読し、7月8日の早朝に国土交通省へ提供。岡山県倉敷市高梁川及び小田川流域における浸水域被害の概要把握に利用された。
- 中国地方整備局では提供されたデータを用いて、防災ヘリコプターによる被災状況調査計画を立案し、9日以降のヘリコプター調査実施に活用された。判読結果より土砂移動の可能性が指摘されていた箇所においては、集中的な土石流が確認され、衛星SAR画像を用いた被災状況把握の有効性が示された。また、TEC-FORCE高度技術指導班(土砂災害専門家)による調査では、自治体等からの情報とともにルート作成に活用され、迅速かつ的確な調査計画の立案や調査が行われた(平成30年7月豪雨～中国地方整備局 災害対応の記録～より抜粋)。



岡山県倉敷市高梁川及び小田川流域の浸水域推定結果
(2018年4月15日0時及び2018年7月8日0時の観測データを使用)



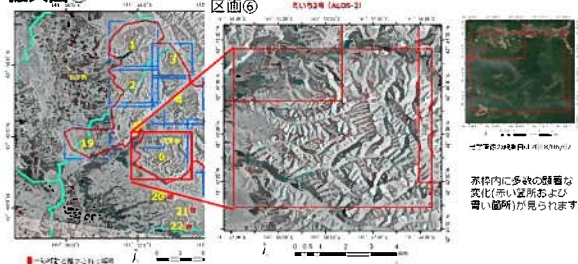
崩壊発生箇所抽出図(広島県安芸市周辺)

37

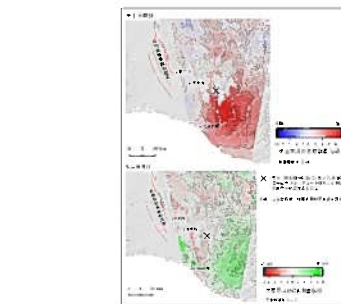
ALOS-2緊急観測事例(北海道胆振東部地震)

- ・平成30年9月6日 03時07分に北海道胆振地方中東部を震源としたマグニチュード(M)6.7の地震が発生したことをトリガーとし、国土交通省砂防計画課等からの要請のもと、初動期の土砂災害の概況把握等を目的に緊急観測を実施。6日の昼バス以降、計3回(6日夜バス、8日夜バス)の緊急観測を実施。判読結果は、北海道開発局及び北海道に共有された。
- ・緊急観測データは国土技術政策総合研究所へも提供され、**厚真町での大規模崩壊や集中的な崩壊の把握が迅速に行われ、北海道開発局、北海道、関係自治体への警戒避難の助言が行われた。**
- ・緊急観測データは地震WGへも提供され、国土地理院による解析結果(2.5次元解析)が、9月11日に地震調査研究推進本部地震調査委員会から発表された「平成30年北海道胆振東部地震の評価」に掲載された。

拡大図①

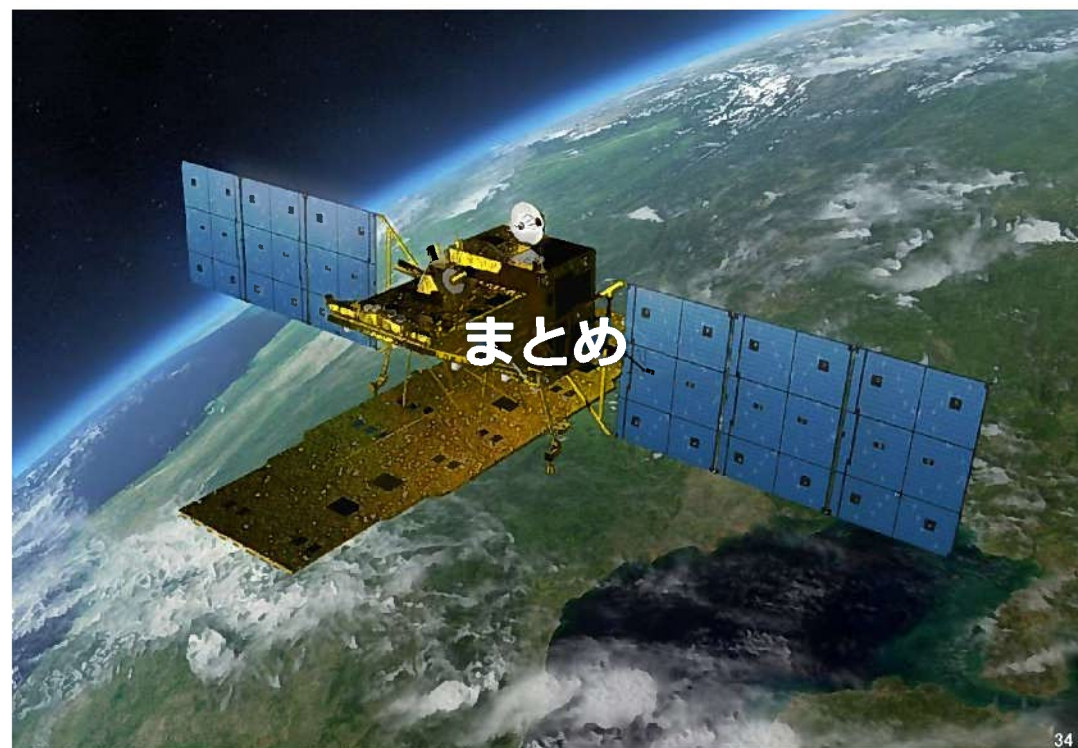


大規模土砂移動のおそれのある箇所の判読結果
(平成30年9月6日11時40分及び平成30年9月23日11時40分の観測データを使用)



平成30北海道胆振東部地震「いちいち2号」による地震変動分布図(2.5次元解析)(暫定)
平成30年9月11日発表の調査結果と、国土交通省砂防計画課による緊急観測データ(砂防計画課)との比較

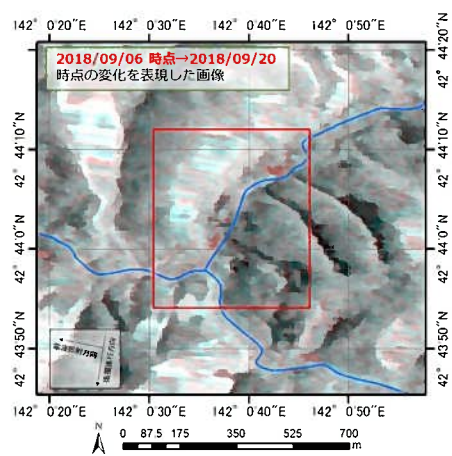
32



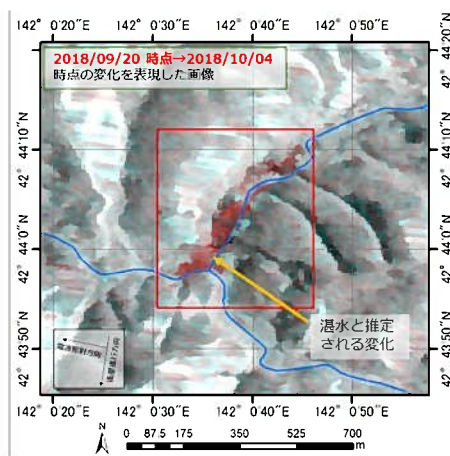
34

ALOS-2緊急観測事例(北海道胆振東部地震(継続モニタリング))

- ・国土交通省砂防計画課からの要請のもと、余震や降雨による新たな土砂崩壊及び河道閉塞による湛水の有無を把握することを目的に、ALOS-2による継続的な観測を実施(積雪前の12月初旬まで観測を実施)。



平成30年9月6日(発災日)及び平成30年9月20日(発災から2週間後)のデータを比較したところ、大きな変化は確認されていない。



平成30年9月20日(発災から2週間後)及び平成30年10月4日(発災から4週間後)のデータを比較したところ、河道閉塞による湛水と推定される変化を抽出。

38

33

まとめ

- ・JAXAは、衛星データの防災利用を実証実験として、各防災ユーザ(政府指定行政機関、自治体等)と進めている。
- ・衛星データは、水・土砂災害の初期の広域状況把握に利用され、防災ヘリの飛行計画等の実災害対応に貢献している。また火山噴火・地震の災害対策にも活用されている。
- ・国土交通省の防災業務計画(各災害に共通する対策編)に、災害発生直後の情報の収集として人工衛星の活用が追記された(平成30年9月修正)

国土交通省 人工衛星

検索

- ・今後は、実証実験の次段階として衛星防災利用の社会実装化を防災ユーザと共に進めていく。

35



＜付録＞だいち(ALOS)シリーズ

- ALOSシリーズが取得する広域・高分解能データは、公共の安全の確保、国土保全・管理、食糧・資源・エネルギーの確保、地球規模の環境問題(低炭素社会の実現)の解決等、様々な分野で汎用的に活用可能。高い社会利益価値を有する、共通の観測基盤。
- 観測データの商業的価値を生かして官民連携を推進するとともに、社会インフラとして継続性を確保。

平成18年1月 平成23年5月 平成26年5月 令和2年度

注：打上げ時期は宇宙基本計画工程表(平成30年12月11日 宇宙開発戦略本部決定)による



講 演

『NEXCO西日本における降雨災害とその対応』

宗方 鉄生

(西日本高速道路株式会社 九州支社 保全サービス事業部 技術防災担当部長)

NEXCO西日本における降雨災害とその対応

令和元年10月30日

西日本高速道路株式会社 九州支社
保全サービス事業部 技術防災担当部長

宗方 鉄生

- 【目次】 1. 豪雨による被災及び復旧
① 西日本豪雨(2018年7月3日～7月8日)
② 令和元年九州支社管内の降雨災害
2. 災害を踏まえた現状の課題と対応

みち、ひと…未来へ。

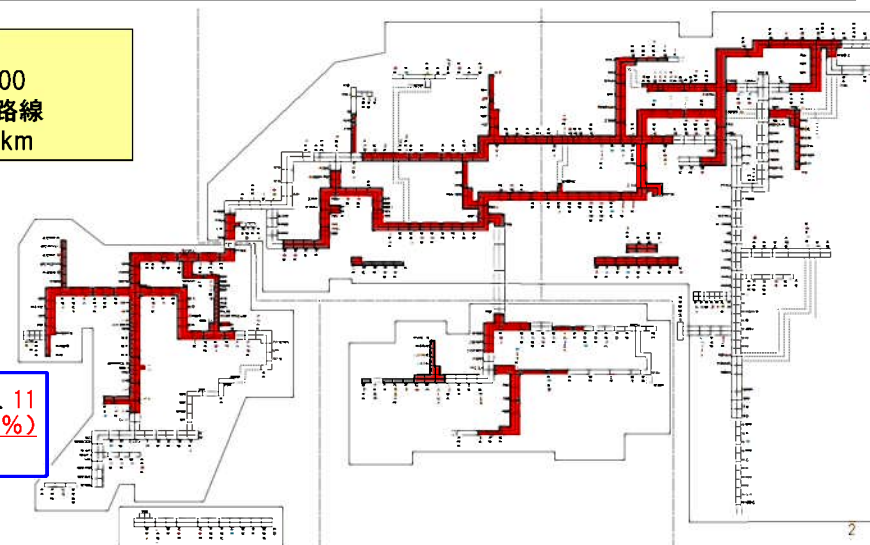


2. 通行止め状況(NEXCO西日本管内)

- かつて経験のない広い範囲で降雨による通行止め基準を超過
- NEXCO西日本管内の山陽道・中国道・高知道・九州道など37道路、2,299km(約65%)が通行止めとなった

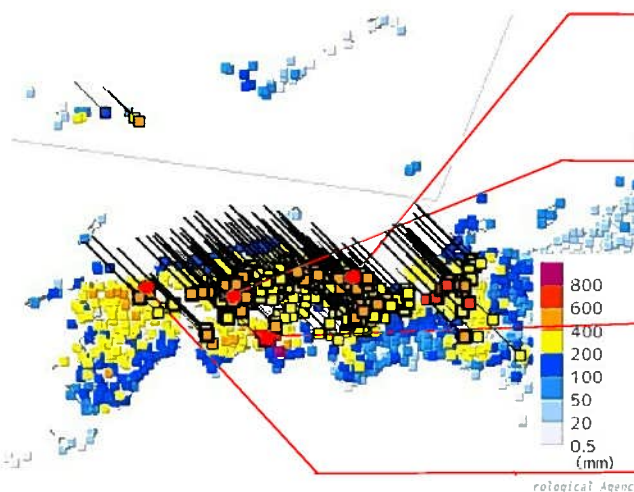
【最大延長】
7月7日 5:00
道路数:28路線
延長:2,201km

九州支社管内では、11
道路、709km(約65%)
が通行止めとなった



1. 概要

西日本から東海地方の広い範囲で、72時間
降水量で観測史上1位を記録



■高速道路における降雨状況 (7/3～8)

【関西地区】	
最大総雨量 新名神高速道路 佐保川橋 (箕面とどろみIC～茨木千歳寺IC)	494mm
時間最大雨量 阪和道 和歌山IC (7/6 0:10～1:10)	66mm/h
【中国地区】	
最大総雨量 山陽道 徳山東IC	578mm
時間最大雨量 山陽道 玖珂IC(山口県界部) (7/7 1:40～2:40)	79mm/h
【四国地区】	
最大総雨量 高知道 笹ヶ峰南 (新富IC～大豊IC)	1,336mm
時間最大雨量 高知道 笹ヶ峰南 (7/6 21:10～22:10)	89mm/h
【九州地区】	
最大総雨量 東九州道 みやこ豊津IC	551mm
時間最大雨量 長崎道 姫野IC (7/6 15:15～16:15)	89mm/h

3. 被災状況

被災箇所 約300箇所

復旧に時間を要する箇所

49箇所

関西 10箇所
中国 20箇所
四国 5箇所
九州 14箇所

重大な被災
10箇所

関西 0箇所
中国 7箇所
四国 1箇所
九州 2箇所

4. 重篤被災概要

①E31 広島呉道路



②E2 山陽道 志和トンネル



③E2A 中国道 北房IC～新見IC



凡例

- 区域外
- 本線(盛土)
- 本線(切土)
- 重篤被災箇所

④E3 九州道 門司IC～小倉東IC



⑤E10 東九州道 椎田南IC～豊前IC



⑥E32 高知道 立川橋



4

4-2 志和トンネル

[志和IC～広島東IC]



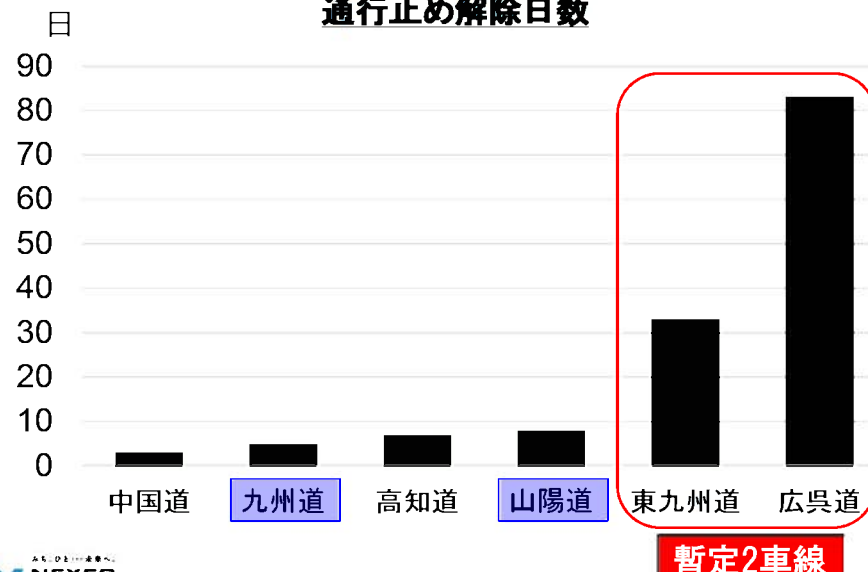
・侵食量:16,050m³
・堆積量:5,243m³
・流失量:10,807m³



6

4-1 重篤被災箇所における通行止めから解除までの日数

通行止め解除日数



暫定2車線

5

4-3 山陽道が住宅地を土石流から被害軽減した事例

山陽道 西条IC～志和IC KP262.75



●盛土ポケット内で捕捉
・侵食量:79,859m³(※主渓流以外からの崩壊, 崩壊幅大)
・堆積量:33,918m³
・流失量:45,940m³
※側道ポケット(サグ)部で捕捉, C-Boxを流下

43

5. 移動交通の確保

- 今回の豪雨災害では、被災した高速道路を救援作業や物資輸送にいち早く活用するため、**暫定2車線区間を除く箇所**は、方法は問わず通行可能とする**緊急復旧**や長期通行止めを解消するため**応急復旧**を実施

異常気象
・大雨
・豪雪 他

被災

緊急復旧

堆積した土砂や流木を排除して、**車両が通行可能な最低限の車線幅を確保する方法**で、被災地へ向かう緊急通行車両や緊急物資輸送車両の通行を確保

応急復旧

■中国道や高知道では、4車線での復旧に相当の時間を要することから、**2車線を対面通行として開放する方法で早期に通行止めを解除**
■九州道では、4車線での復旧に相当の時間を要するため、**下り線を2車線解放、上り線を北九州都市高速へ迂回させるダブルネットワークで早期通行止めを解除**

本復旧

■東九州道等は、**暫定2車線区間**でありお客様の安全性、片側交互交通規制の長期化を考慮し、通行止めを継続し本復旧による通行止めを解除

6-1 E2 山陽道 時系列 ～全区間通行止め解除～

通行止め解除[発災後8日目]

時系列

7/6	9:00	西条IC～尾道IC間 通行止め開始
7/6	15:09	広島IC～西条IC間 通行止め開始
7/9	8:00	緊急車両の通行措置実施 (一部対面通行)
7/10	5:00	河内IC～本郷IC間 通行止め解除
7/10	10:00	緊急物資等輸送車両の通行 措置実施 (一部対面通行)
7/13	0:00	一部対面通行解除 (上下線分離通行)
7/14	6:00	広島IC～河内IC間 通行止め解除

①広島東～志和間



③西条～高屋間

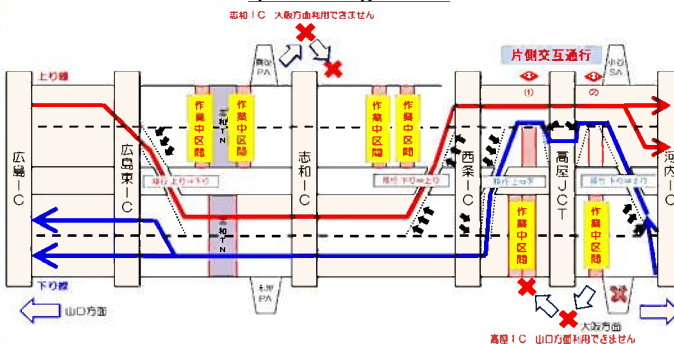


6. E2 山陽道 時系列 ～緊急物資等輸送車両の通行措置～

時系列

7/6	9:00	西条IC～尾道IC間 通行止め開始
7/6	15:09	広島IC～西条IC間 通行止め開始
7/9	8:00	緊急車両の通行措置実施 (一部対面通行)
7/10	5:00	河内IC～本郷IC間 通行止め解除
7/10	10:00	緊急物資等輸送車両の通行 措置実施 (一部対面通行)
7/13	0:00	一部対面通行解除 (上下線分離通行)
7/14	6:00	広島IC～河内IC間 通行止め解除

緊急交通路運用図



対面通行による緊急物資等輸送状況



7. E3 九州道 新門司IC～小倉東IC

- 九州道において重篤災害、北九州都市高速に災害が発生し、本州から九州への東西幹線路が寸断

7/6(金)7:30通行止め状況



7-1 交通運用

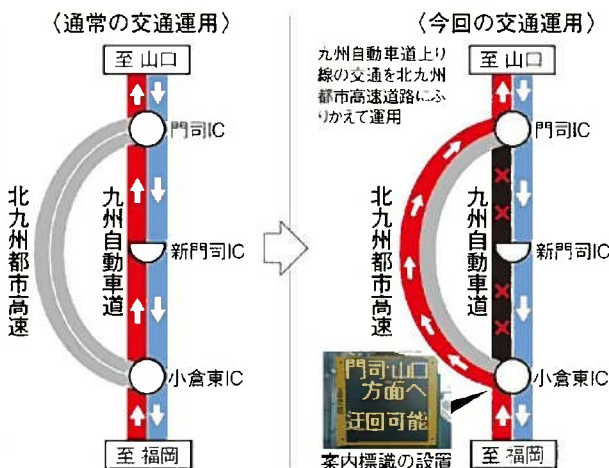
九州道において、早期に復旧できる下り線を2車線にて開放し、上り線は北九州都市高速へ迂回させ東西幹線路を回復させる取組みを実施

7/6 7時30分通行止め状況



関係機関連携により東西幹線ルートを確保！

7/11 11:30時点



12

8. お客さまへの情報提供

通常の実行組み

出控え広報

不要不急の外出を控えていただくよう、ホームページで呼び掛け

通行止め区間公表

異常気象時に適宜リリース

NEXCO西日本_初の取組み

通行止め予測の公表

気象予測に基づく「通行止め予測」をホームページで発表

トラック会社等への周知

今後通行止めの可能性がある区間や、現在の通行止め区間等について、FAXで個別にお知らせ

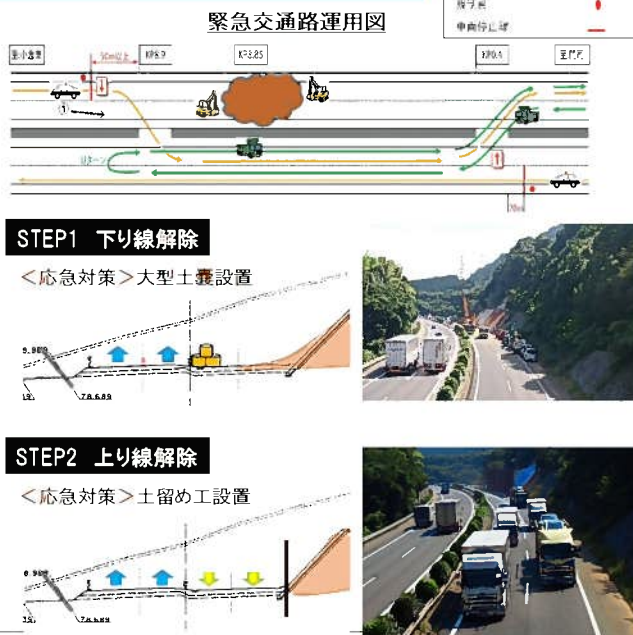


14

7-2 時系列 ～通行止め解除に向けた取組み～

時系列	
7/6 7:21	門司IC～八幡IC間通行止め開始
7/6 11:20	道路巡回点検中に土砂崩落を確認(4車線塞ぐ)
7/9 0:00	緊急車両の通行措置実施
7/10 17:00	北九州都市高速(上下線)通行止め解除
7/11 11:30	門司IC～小倉東IC間(下り線)通行止め解除(上り線に大型土のう設置後)
7/17 15:00	門司IC～小倉東IC間(上り線)通行止め解除(路肩に仮設防護工設置後)

移動交通路の作業状況



STEP1 下り線解除

＜応急対策＞大型土のう設置

STEP2 上り線解除

＜応急対策＞土留め工設置

13

9. 九州南部梅雨期の被災概要(令和元年6月末)

発生時間:7月4日(木) 2時頃
被災状況:区域外斜面の崩落

③E3 九州道 加治木IC～清辺鹿兒島空港IC



発生時間:6月30日(日) 9時頃
被災状況:切土のり面の崩落

①E3 九州道 御船IC～松橋IC



発生時間:7月3日(水) 18時頃
被災状況:切土のり面の崩落

②E3 九州道 加治木IC～清辺鹿兒島空港IC



15

9-1 九州北部梅雨期の被災概要(令和元年7月末)

発生時間:7月21日(日) 8時頃
被災状況:切土のり面・自然斜面の崩落

④E3 九州道 久留米IC～広川IC



NEXCO
西日本

凡例
区域外
本線(切土)



発生時間:7月22日(月) 12時頃
被災状況:切土のり面の崩落

⑥E3 九州道 南関IC～菊水IC



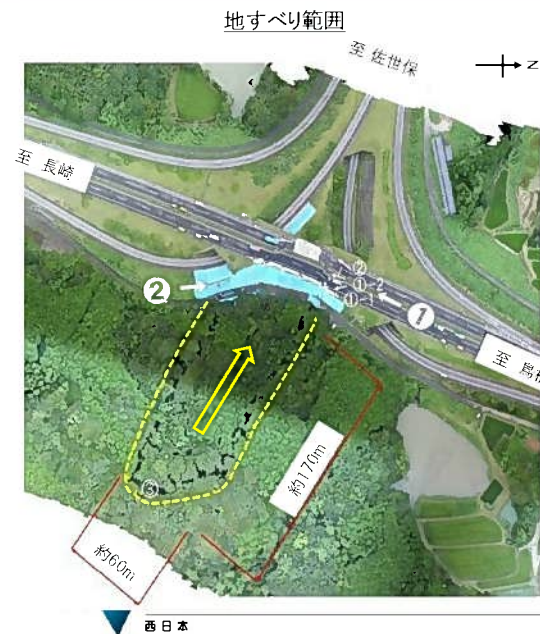
発生時間:7月21日(日) 12時頃
被災状況:自然斜面の変状

⑤E34 長崎道 武雄JCT



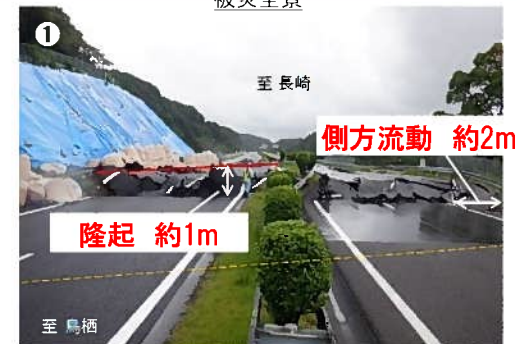
16

10-1 E34 長崎道 武雄JCT



西日本

被災全景



建設時の切土のり面状況



18

10. 秋雨前線による被災概要(令和元年8月末)

発生時間:8月28日(水) 6時頃
被災状況:自然斜面の地すべり、本線の隆起

⑨E34 長崎道 武雄JCT



凡例
区域外
本線(切土)



発生時間:8月27日(火) 5時頃
被災状況:切土のり面小崩落

⑦E34 長崎道 佐賀大和IC～多久IC



発生時間:8月27日(火) 4時頃
被災状況:切土のり面小崩落

⑧E34 長崎道 佐賀大和IC～多久IC



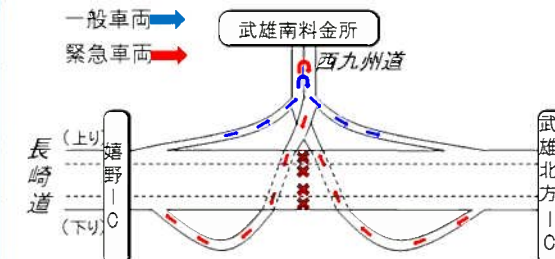
17

10-2 時系列 ～移動交通路の確保(上り線)、緊急交通路確保～

時系列

8/27	17:00	武雄北方IC～嬉野IC間 伸縮計基準値超過のため通行止め
8/28	21:30	・武雄北方IC～嬉野IC 上り線 武雄TBを活用し通行止め解除 ・緊急交通路確保
9/3	12:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第1回)
9/10	7:00	片側車線を対面交通規制にて通行止め解除
9/30	15:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第2回)

上り線及び緊急交通路運用図



19

NEXCO
西日本

武雄北方IC付近冠水

武雄北方IC取付冠水

10-3 時系列 ～技術検討委員会(第1回)～

時系列

8/27	17:00	武雄北方IC～嬉野IC間 伸縮計基準値超過のため通行止め
8/28	21:30	・武雄北方IC～嬉野IC 上り線 武雄TBを活用し通行止め解除 ・緊急交通路確保
9/3	12:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第1回)
9/10	7:00	片側車線を対面交通規制にて通行止め解除
9/30	15:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第2回)

検討会状況



長崎自動車道 武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会 委員名簿

大嶺 聖	長崎大学大学院 工学研究科 教授
末次 大輔	宮崎大学 工学教育研究部 教授
杉本 宏之	国立研究開発法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム 上席研究員
前佛 和秀	国土交通省 九州地方整備局 道路部長
○ 三谷 泰浩	九州大学大学院 工学研究院 教授

(○ 委員長)

(50 音順、敬称略)



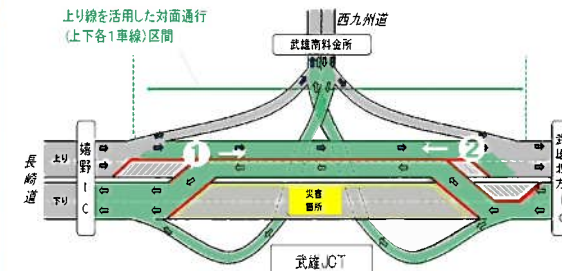
20

10-5 時系列 ～移動交通路の確保(上り線:対面交通規制)～

時系列

8/27	17:00	武雄北方IC～嬉野IC間 伸縮計基準値超過のため通行止め
8/28	21:30	・武雄北方IC～嬉野IC 上り線 武雄TBを活用し通行止め解除 ・緊急交通路確保
9/3	12:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第1回)
9/10	7:00	片側車線を対面交通規制にて通行止め解除
9/30	15:00	武雄JCTのり面災害に関する技術検討委員会(第2回)

交通運用図



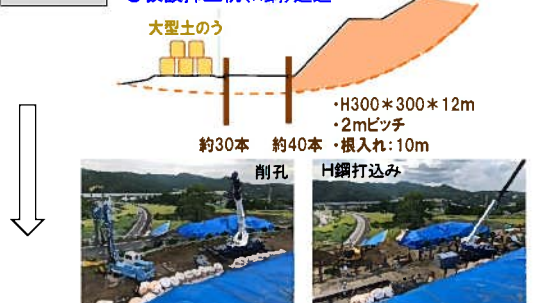
22

10-4 時系列 ～応急復旧施工ステップ～

ステップ1 ●地すべり進行防止のため大型土のうによる載荷



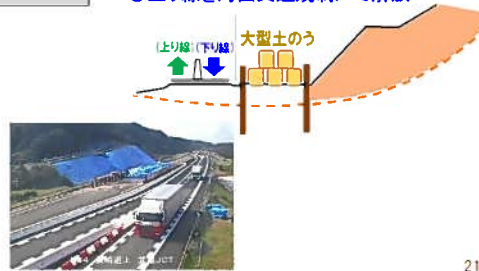
ステップ2 ●仮設抑止杭(H鋼)建込



ステップ3 ●本復旧まで時間を要するため大型土のうによる載荷



ステップ4 ●上り線を対面交通規制にて解放



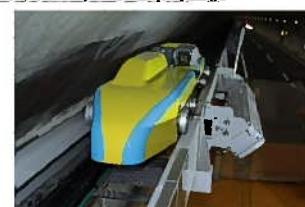
21

11. 課題に対する対応

■迅速な被災情報の収集

カメラの追加設置による常時監視、ドローンの活用などによる早期情報収集を進める

定点カメラ、走行ロボットカメラによる常時監視



ドローンによる早期情報収集



■暫定2車線区間の防災対策

■区域外からの土砂崩落対策

- ・4車線化工事を進めていく
- ・区域境への防護工設置など土石流・落石防止対策を進めていく

防護工による区域外対策



22



九州大学

