

最近の道路災害の特徴と 災害覚知技術の開発

平成30年度 国総研講演会

2018年12月4日



国土技術政策総合研究所
道路構造物研究部長 木村嘉富

平成30年の災害（国交省HP 災害情報より）

発生	種類	災 害	
1/22	雪害	大雪等	
1/23	火山	草津白根山の噴火	注意
2/1	雪害	降雪等	
3/1	地震	西表島付近を震源とする地震	警戒
4/9	地震	島根県西部を震源とする地震	警戒
4/11	その他	大分県中津市の土砂災害	警戒
4/14	地震	根室半島南東沖を震源とする地震	警戒
4/19	火山	霧島山（えびの高原周辺）の噴火	注意
5/12	地震	長野県北部を震源とする地震	警戒
5/18	風水害	5月18日からの大雨	警戒
5/25	地震	長野県北部を震源とする地震	警戒
6/17	地震	群馬県南部を震源とする地震	警戒
6/18	地震	大阪府北部を震源とする地震	非常

発生	種類	災 害	
7/3	風水害	平成30年7月豪雨（台風7号、前線）	非常
7/7	地震	千葉県東方沖を震源とする地震	警戒
7/30	風水害	台風12号	非常
8/5	風水害	8月5日からの大雨	非常
8/8	風水害	台風13号	非常
8/15	火山	口之永良部島の火山活動	警戒
8/22	風水害	台風19号及び20号	非常
9/4	風水害	台風21号	非常
9/6	地震	平成30年北海道胆振東部地震	非常
10/1	風水害	台風24号	非常
10/9	風水害	台風25号	非常

非常 警戒 注意 国総研の体制

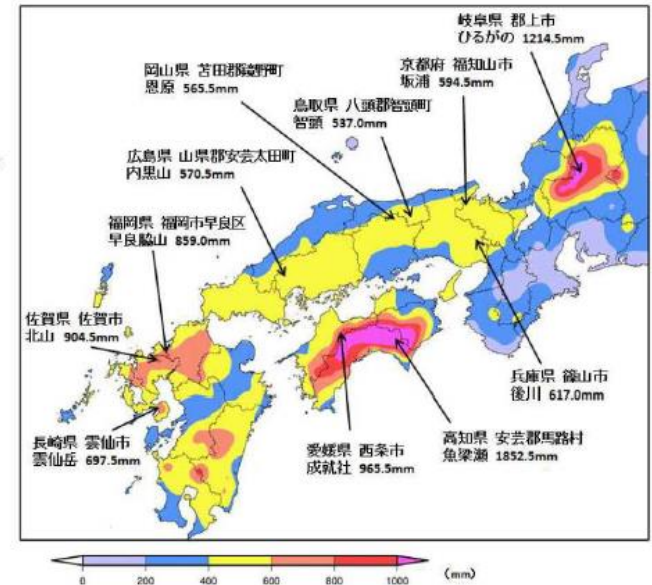
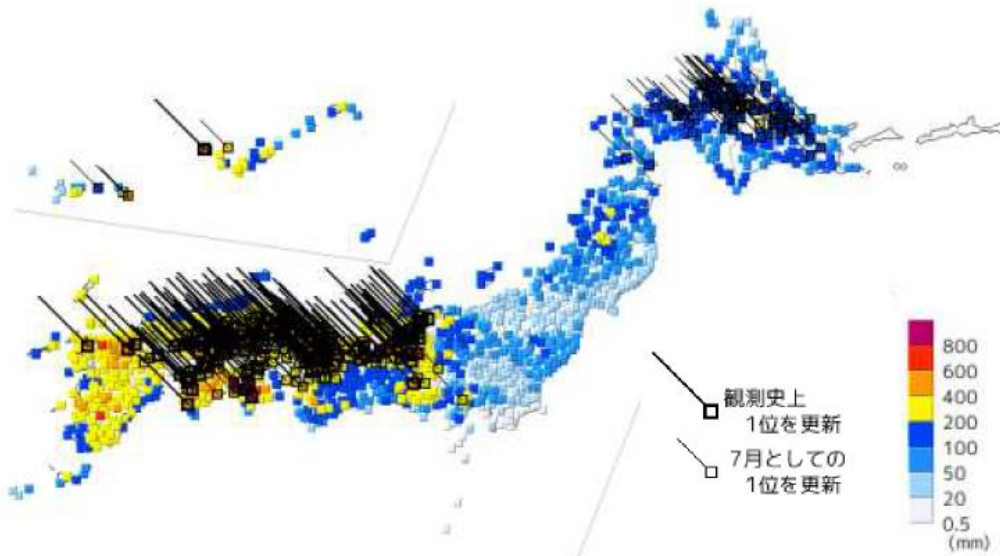
土木技術資料での調査速報

平成30年7月豪雨

- 西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨
- 九州北部、四国、中国、近畿、東海地方の多くで24、48、72時間降水量の値が観測史上第1位を更新
- 土砂災害発生件数が1,290件
※最近10年(H20~H29)の平均土砂災害発生件数1,106件/年を超える

72時間降水量の期間最大値
(6月28日0時~7月8日24時)

期間降水量分布(累計値)
(6月28日0時~7月8日24時)



出典：気象庁 (平成30年7月豪雨(前線及び台風第7号による大雨等))

高速道路における主な被災状況



直轄国道における主な被災状況

■大雨の影響により、西日本を中心に1府10県の広い範囲で直轄国道が被災



① 国道201号 福岡県飯塚市
【盛土法面の崩壊】



② 国道31号 広島県安芸郡坂町
【区域外からの流木・土砂等の流入】



③ 国道2号 広島県広島市
【車道部の洗掘】



⑦ 国道41号 岐阜県下呂市
【区域外からの流木・土砂等の流入】

【凡例】

●:被災箇所(直轄)



<開通履歴(直轄国道)>

※()内は路線毎の通行止め時間

岐阜県内の国道41号全通	7月10日(火)	7:00 (2日 17時間)
広島県内の国道31号全通	7月11日(水)	23:00 (5日 1時間)
愛媛県内の国道56号全通	7月16日(月)	15:00 (9日 8時間)
山口県内の国道2号全通	7月17日(火)	17:00 (11日 5時間)
広島県内の国道2号全通	7月21日(土)	18:00 (14日 22時間)



④ 国道56号 愛媛県宇和島市
【切土法面の崩壊】



⑤ 国道180号 岡山県総社市
【車道部の洗掘】



⑥ 国道27号 京都府舞鶴市
【切土法面の崩壊】

一般道における主な被災状況

■平成30年7月豪雨により、全国32の道府県で1,100を超える箇所が被災し、各地で橋梁流出、法面崩落、土砂流出等が発生。

橋梁流出



えひめ おおず
愛媛県大洲市 市道大成橋線(大成橋)

法面崩落



ひろしま くれ
広島県呉市 国道375号

土砂流出



おかやま くらしき すえまきがわ
岡山県倉敷市 末政川付近市道

橋梁洗掘



えんがるちよう えんがるばろう
北海道遠軽町 道道遠軽芭露線(いわね大橋)

法面崩落



おかやま たまの
岡山県玉野市 国道430号

路面冠水



えひめ おおず おおず ほない
愛媛県大洲市 県道大洲保内線

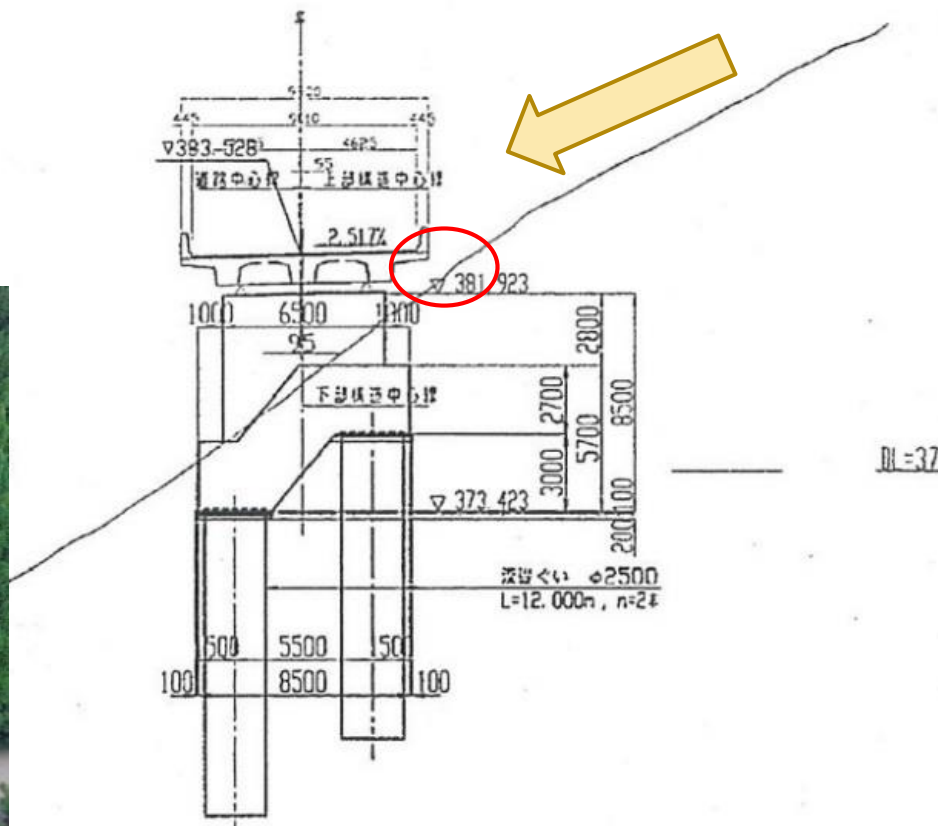
高知自動車道 立川橋



土砂崩落規模: 幅約80m × 長さ約230m × 深さ約2.5m
流出土砂量 約35,000m³ (ドローン調査映像からの推計値)

高知自動車道 立川橋

橋 長	63. 5m
幅 員	9. 01m
上部形式	PRC3径間連続版桁橋
下部形式	壁式橋台、壁式橋脚
基 礎	組杭深礎基礎
適用基準	道路橋示方書(平成14年3月)



谷側

山側

A2

P2

P1



立川橋 P 2 橋脚の状況



橋座部(天端)の谷側が欠損。他は躯体の損傷確認されず。山側面の検査路も健全。傾斜も確認されず。

立川トンネル



立川トンネル

[坑口付近]

- ▶ 土砂崩落時には、土砂が数mトンネル内に流入（調査時は撤去済み）
- ▶ 坑門に特段の変状なし

トンネル坑口付近内面（山側）

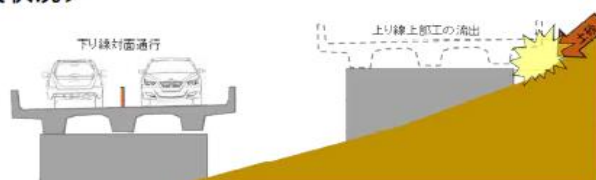


4車線の高速道路による効果

通行止め区間：高知道（川之江東JCT～大豊IC）

○上り線の橋梁が流出する大規模被災だったが、4車線であったため下り線を活用し、交通機能を確保

<被災状況>

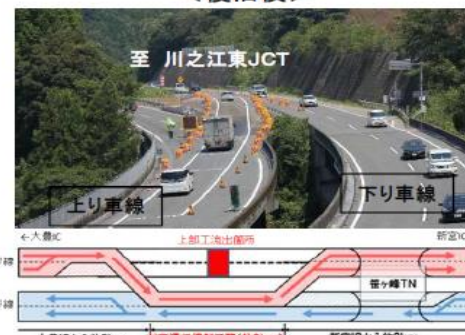


<四車線化の経緯>

H 4.1 暫定二車線で開通

H20.7 4車線化

<復旧後>



4車線であったため早期復旧が可能

<高知自動車道通行止め時の迂回ルート>



<高知ICから高松西ICの所要時間>



所要時間：NEXCO西日本算出

<高松道・徳島道の交通量推移>



高知道の通行止め解除に伴い、ネットワーク全体の利用率が回復（一般道から、高松道・徳島道に転換）

高速道路のダブルネットワークによる効果

通行止め区間：山陽道（河内IC～広島IC）

○東西の大動脈である山陽道が通行止めとなったが、被災後は補完する2ルート（中国道及び山陰道）により広域交通の機能を確保（中国道は一部対面通行により通行を確保）

<区域外からの土砂等流入による被災状況>



山陽道（志和～広島東）

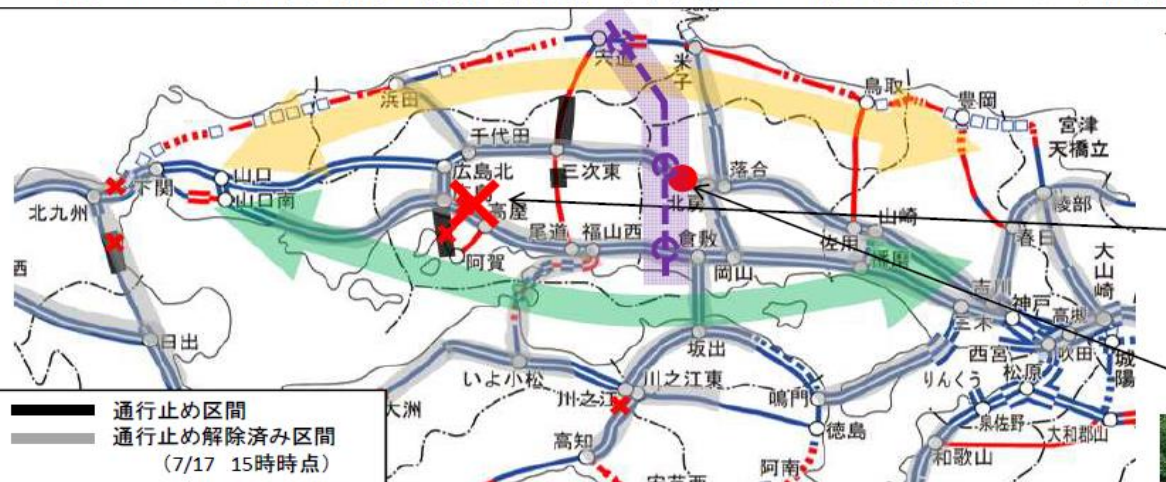
<中国道の対策状況>



中国道（北房～新見）

中国道は平常時の約5倍（大型車は約10倍）の交通量となり、リダンダンシーを発揮。

※ 中国道（北房～新見）は4車線のためネットワーク機能を早期確保

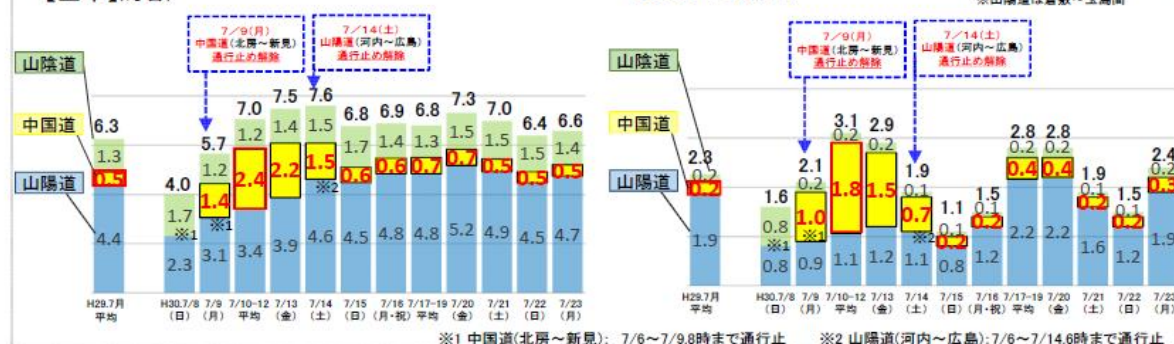


<山陽道・中国道・山陰道の交通量推移>

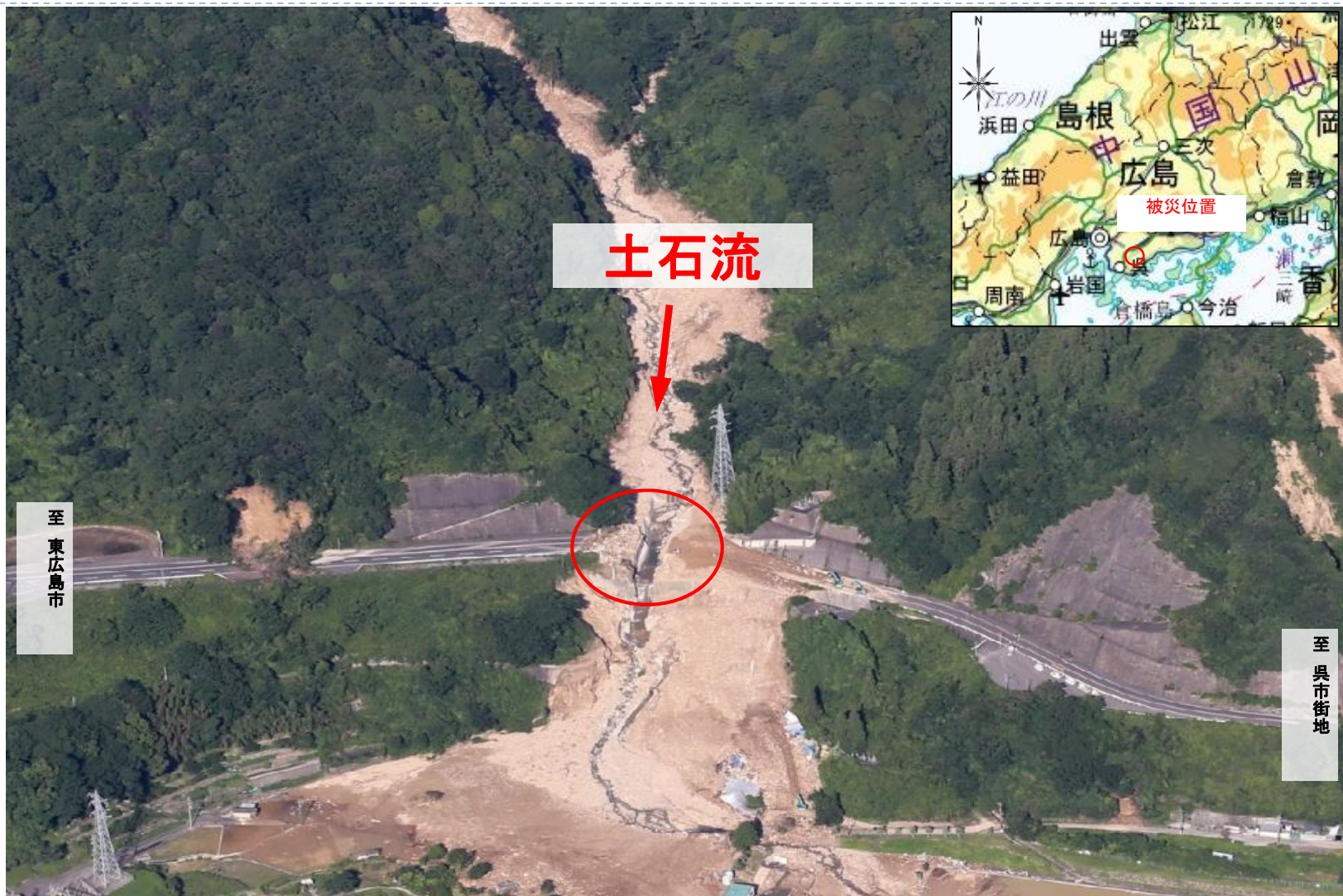
【全車】(万台)

【大型車】(万台)

※山陰道は松江玉造～宍道間
※中国道は北房～新見
※山陽道は倉敷～三島間



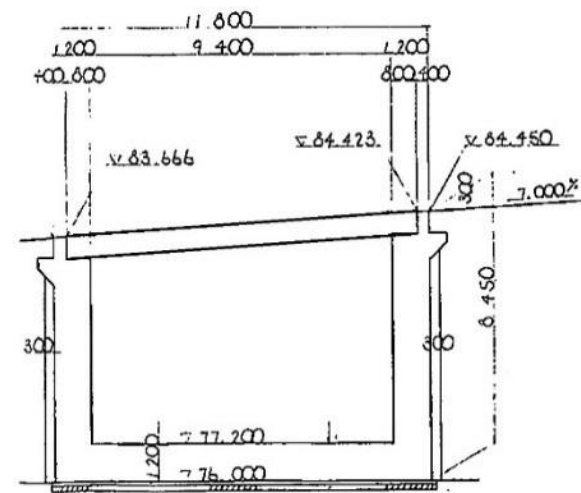
国道375号上段原橋



国道375号上段原橋



橋長	11.02 m
幅員	11.75m
上部形式	プレテンション方式 単純中空床版橋
下部形式	U型橋台
基礎	直接基礎



国道375号上段原橋



道路橋示方書の規定

共通編 1. 4 橋の重要度

(1) 橋の設計において実現すべき橋の性能は、物流等の社会・経済活動上の位置付けや、防災計画上の位置付け等の道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性を考慮して決定する。

共通編 1. 7. 1 架橋位置と形式の選定

橋の計画にあたっては、路線線形や地形、地質、気象、交差物件等の外部的な諸条件、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の确实性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性を考慮し、加えて地域の防災計画や関連する道路網の計画とも整合するように、架橋位置及び橋の形式の選定を行わなければならない。

道路橋示方書の規定

下部構造編 2. 4 地盤の調査 2.4.1 一般

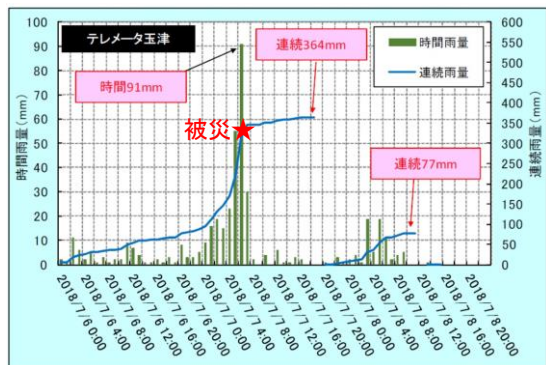
(5) 少なくとも1)から4)に該当することが考えられる場合は、地盤変動等に対する検討に必要な情報が十分に得られるように、特に留意して調査を行わなければならない。

- 1) 軟弱地盤 2) 液状化が生じる地盤
- 3) 斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流の発生が考えられる地形、地質
- 4) 活断層

耐震設計編 1. 4 架橋位置と形式の選定において耐震設計上考慮する事項

橋の耐震設計にあたっては、想定される地震によって生じる津波、斜面崩壊等及び断層変位に対して、これらの影響を受けないような架橋位置又は橋の形式の選定を行うことを標準とする。なお、やむを得ずこれらの影響を受ける架橋位置又は橋の形式となる場合には、少なくとも致命的な被害が生じにくくなるような構造とする等、地域の防災計画等とも整合するために必要な対策を講じなければならない。

国道56号愛媛県宇和島市吉田地先



吉田町立間



吉田町白浦



吉田町白浦

- ・四万十帯の砂岩・泥岩を覆っている表層土砂が大雨による地下水上昇により表層崩落およびすべり崩落が発生。
- ・大雨による表流水の流入が集中し、盛土のり面が浸食され路面が陥没。

尾道松江線（松江自動車道・尾道自動車道）



地すべり頭部に発生した
滑落崖

地すべりによりグラウンドアンカーの破断、引込みが発生



道路土工構造物の被害の特徴（直轄国道）

《土砂流入》



国道41号(岐阜県下呂市)



国道31号(広島県坂町)

《盛土崩壊》



国道56号(愛媛県宇和島市)

《地すべり》



松江自動車道(高野IC)

《斜面・のり面崩壊》



国道232号(北海道小平町)



国道2号(山口県岩国市)

《河川洗掘》

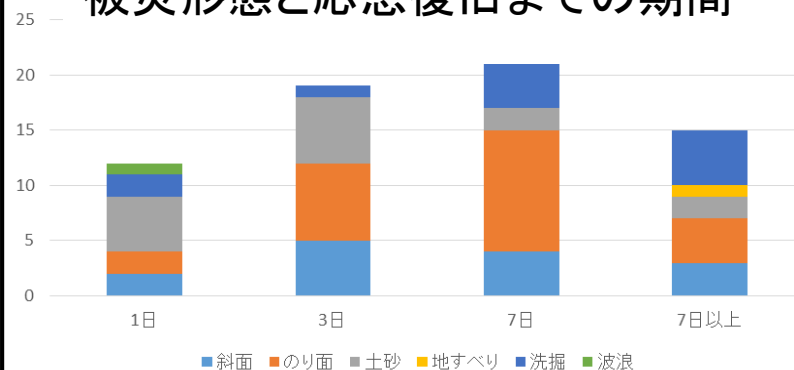


国道2号(広島県竹原市)



国道2号(広島県広島市)

被災形態と応急復旧までの期間



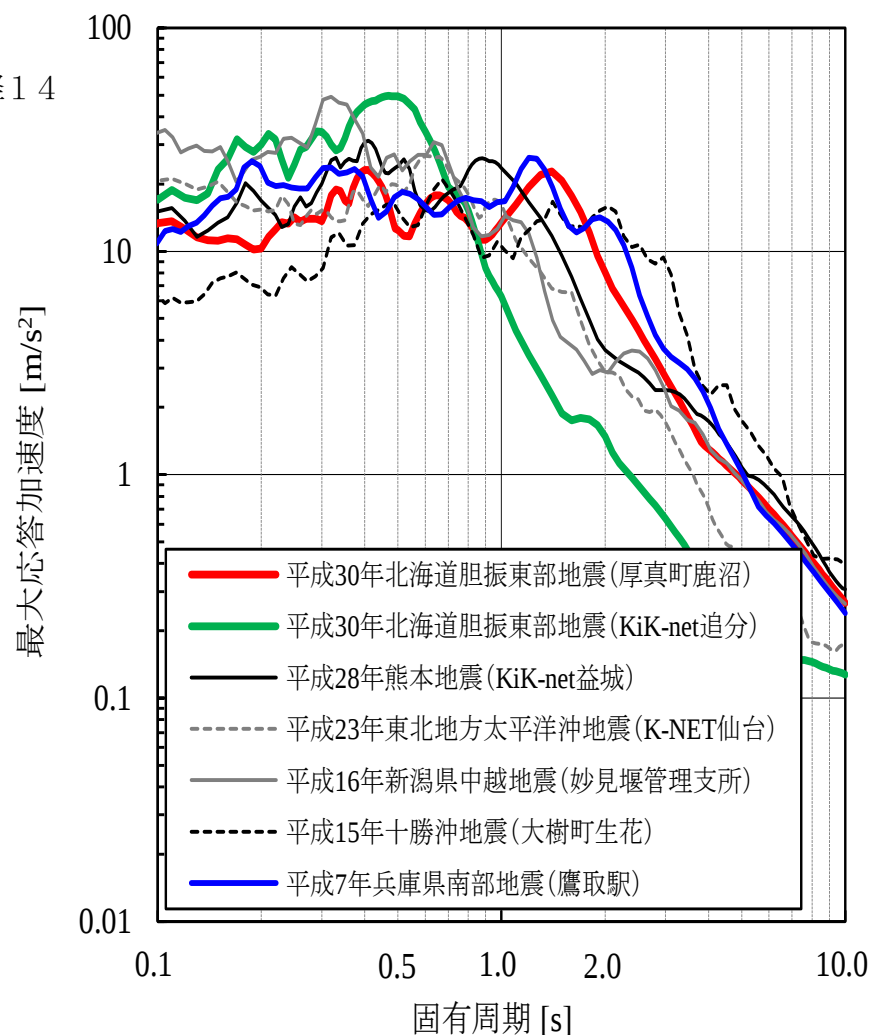
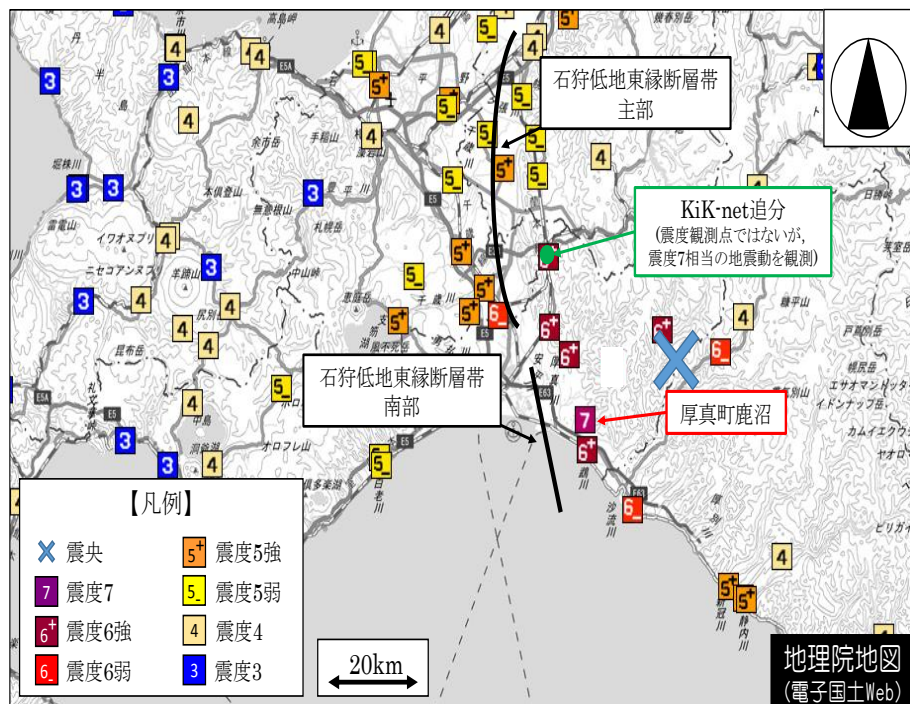
- ・土砂流入は施設の被害も少なく比較的復旧が早い
- ・のり面、地すべりは施設の被害に応じて復旧に期間を要する傾向
- ・河川洗掘は施設の流出により復旧に期間を要する

災害状況から見られるポイント

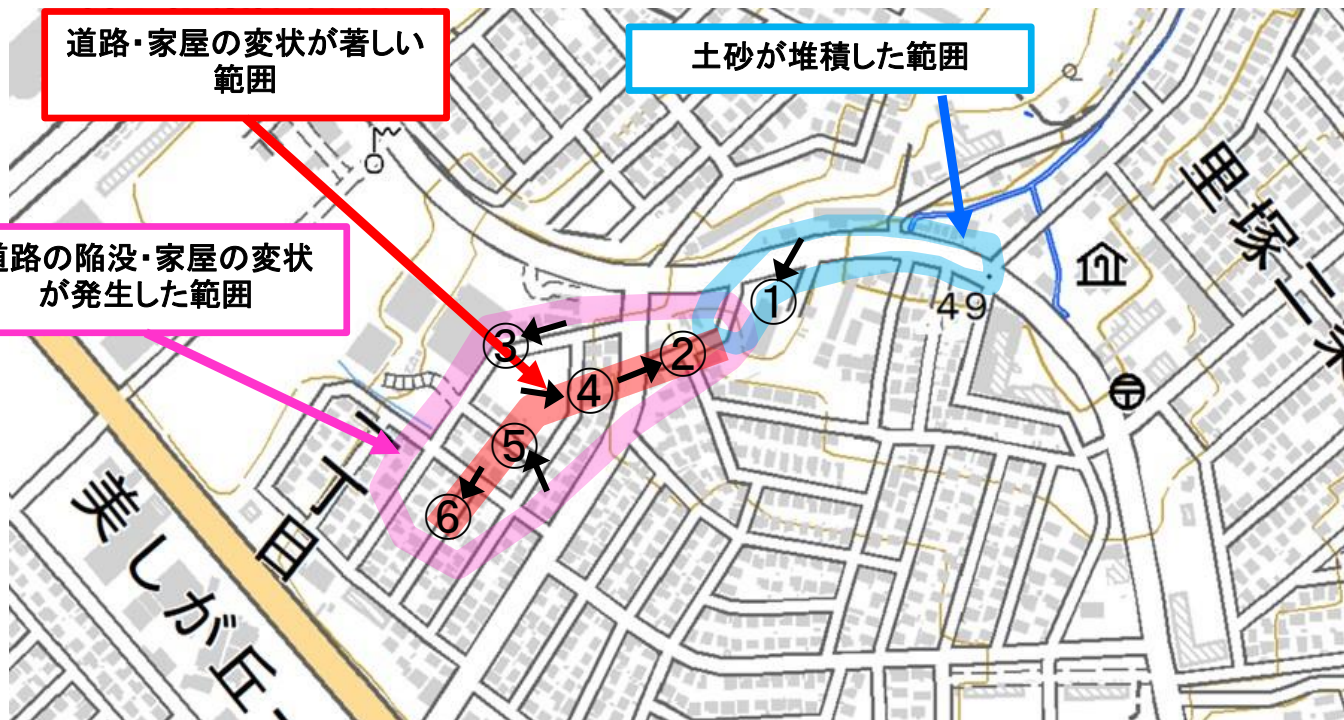
ポイント	道路土工構造物技術基準・同解説 (平成29年3月)
○水に関連して問題がある箇所が被災 ・集水地形 ・表流水の集中 ・水による土質の変質 ・旧地形における地下水の上昇	・土工構造物の設計においては、土中の水の排除が重要。 ・排水施設の重要度は増大していると考えられることから、各項において排水施設の設計に関する項目を特に定めている。
○施工中に崩落するなど問題があった箇所が被災 ・設計の見直しは行われたか？ ・管理への引継ぎは行われたか？	・設計の段階における予測の不確実性が高い。 ・調査～施工及び供用中の点検等を通じて、段階的に不確実性を低減していくことが基本。

平成30年北海道胆振東部地震

発生日時 平成30年9月6日 3時7分
震源地 胆振地方中東部（北緯42・7度、東経142・0度）
震源の深さ 37km(暫定値)
地震の規模 マグニチュード6.7(暫定値)



札幌市清田地区里塚地区



札幌市清田地区里塚地区

〈旧河道の盛土部の液状化〉



札幌市清田区里塚災害地周辺の航空写真(国土地理院地図(電子国土web)より作成)

- 道路の陥没・宅地の変状が発生した範囲は谷部を火山灰質の砂質土で埋めた造成地
- 谷部を埋めた地形のため、地下水位が高い状態
- 地震動により地下水以下の土の層が液状化し、標高の低い箇所から液状化した土砂が噴出
- 噴出した土砂により標高の低い範囲に土砂が堆積する一方で、地表の高い範囲では液状化した土砂の流出により沈下・陥没が発生

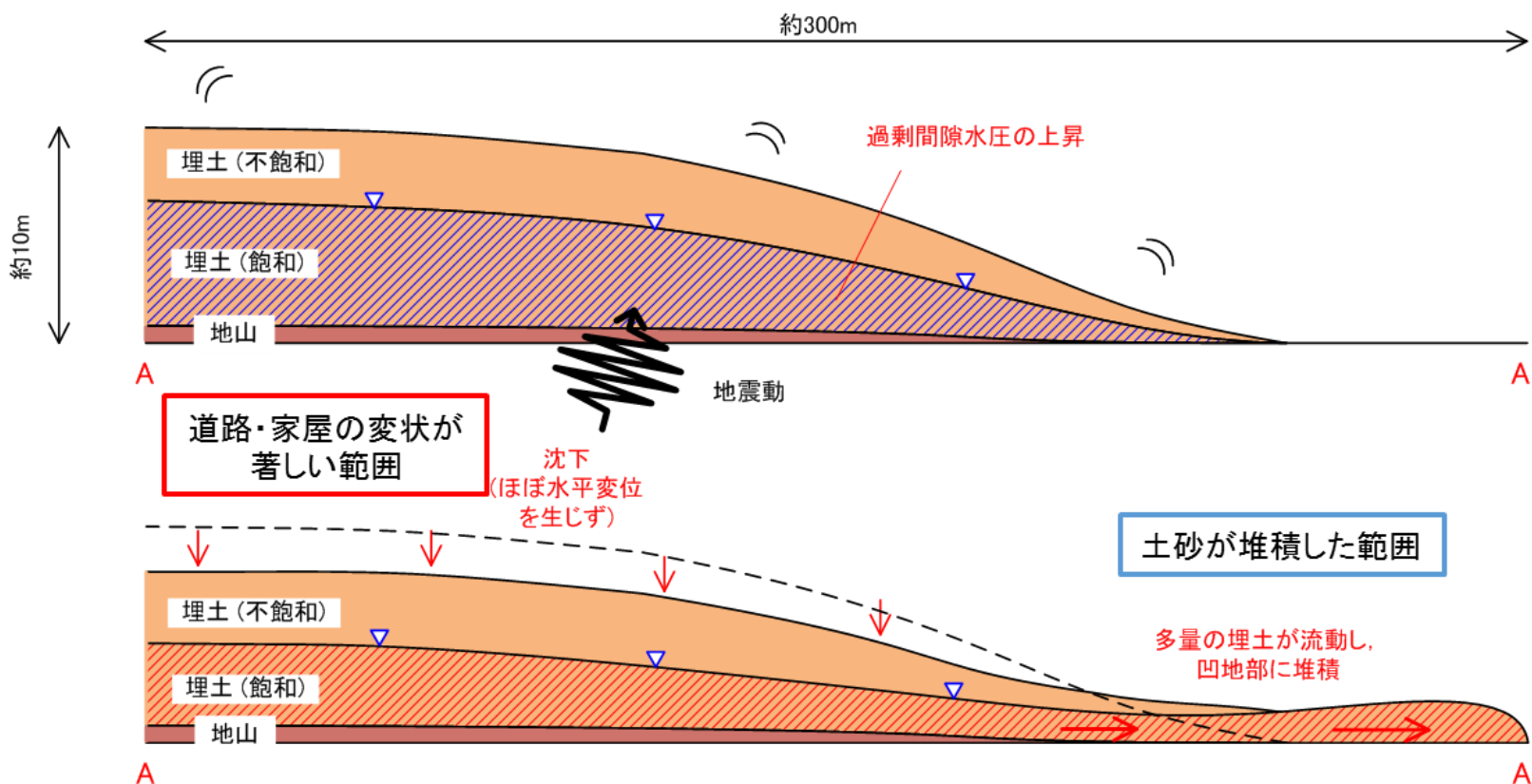


土砂の流出により沈下した道路



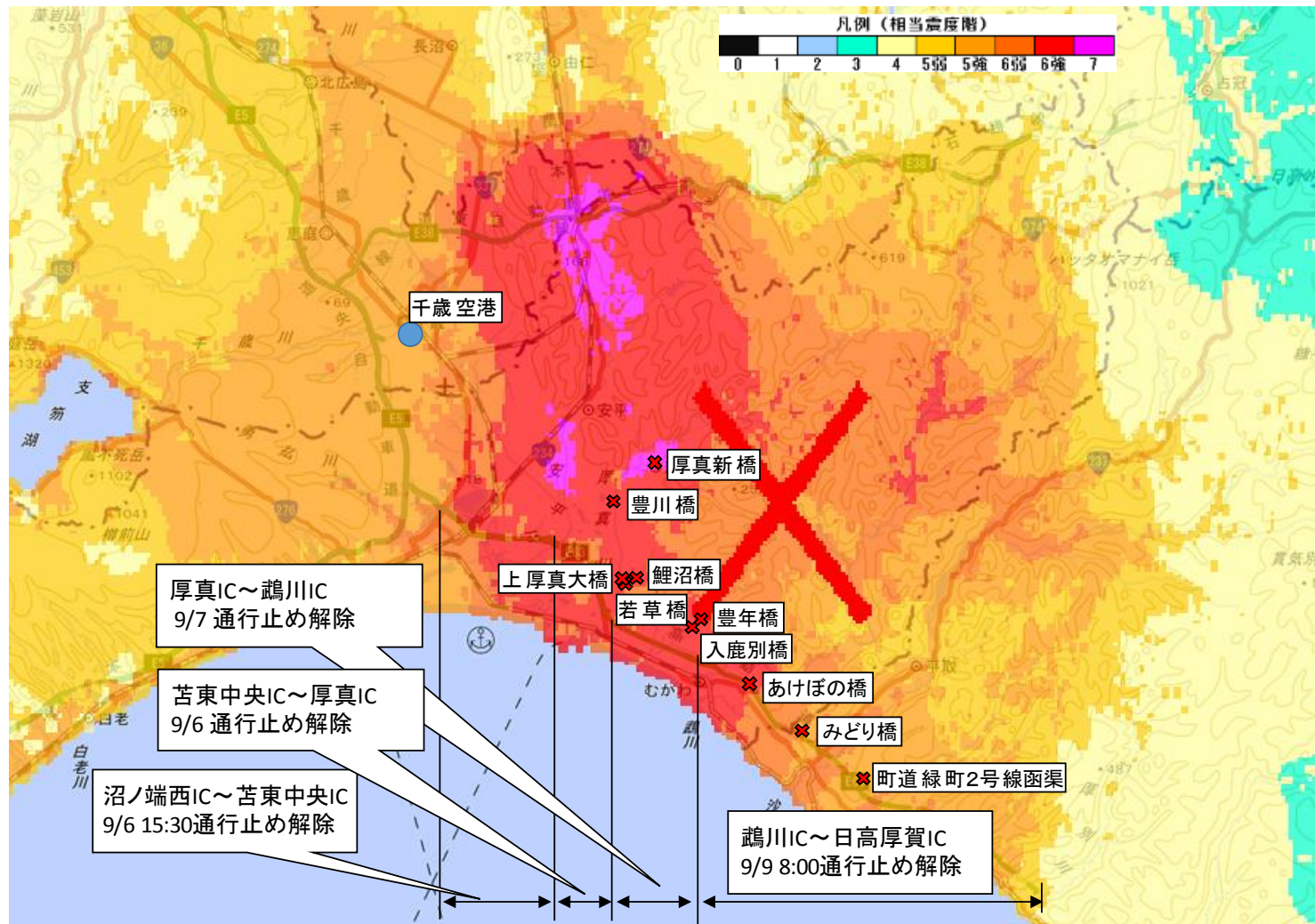
土砂の噴出により 崩壊した道路

札幌市清田地区里塚地区



想定される変形メカニズム

道路橋の被災



道路橋の被災：厚真新橋



斜角を有する橋梁の回転移動



橋台背面盛土の沈下

道路橋の被災：支承部の損傷



鋼製支承の損傷：上厚真大橋



ゴム支承の残留変位、固定装置のボルト破断：あけぼの橋

重要インフラの緊急点検

重要インフラの緊急点検の結果及び対応方策（概要）

1. 重要インフラの緊急点検の実施概要

○平成 30 年 7 月豪雨、平成 30 年台風第 21 号、平成 30 年北海道胆振東部地震等最近の災害に鑑み、重要インフラの機能確保について、132 項目の緊急点検を実施し、点検結果と対応方策をとりまとめた。

I. 防災のための重要インフラ等の機能維持	II. 国民経済・生活を支える重要インフラ等の機能維持
➤ 大規模な浸水、土砂災害、火山噴火等 ➤ 大規模な地震・津波等 ➤ 災害対応に必要な基盤施設等 ➤ 救助・救急、医療活動等 ➤ 避難行動に必要な情報等	➤ 電力等エネルギー供給インフラ ➤ 食料供給、ライフライン、サプライチェーン等 ➤ 陸海空の交通インフラ ➤ 情報通信インフラ・情報サービス

平成30年11月27日重要インフラの緊急点検に関する
関係閣僚会議 第2回会合資料 より

概要: 平成30年7月豪雨を踏まえ、広域交通を担う幹線道路等において、法面・盛土の緊急点検を行い、土砂災害等の危険性が高く、鉄道近接や広域迂回など社会的影響が大きい箇所が存在が判明したため、土砂災害等に対応した道路法面・盛土対策、土砂災害等を回避する改良や道路拡幅などの対応方策を実施する。また、災害復旧に関する特車許可事務の迅速な処理のための特車審査のシステム構築や電子データ化を行うとともに、災害時の情報収集の強化及び提供情報の質の向上に資するための対応方策を実施する。

府省庁名: 国土交通省

全国の高速道路及び直轄国道(約34,000km)を始めとした幹線道路等



点検を実施

土砂災害等による危険性が高い箇所

・土砂災害等の危険性がある箇所で、鉄道近接や広域迂回など社会的影響が大きい箇所の存在が判明



【対応方策】

道路法面・盛土対策(法面法枠工、落石防護柵工 等)
改良(バイパス)、道路拡幅 等



法面法枠工



落石発生箇所

危険箇所を回避する
バイパス

耐震対策の状況に関する緊急点検

道路

概要 要：平成30年大阪北部地震、北海道胆振東部地震において、橋梁に損傷はなかったものの、一部、橋梁前後の盛土部で路面変状が発生した。これらを踏まえ、広域交通を担う幹線道路等において、橋梁の耐震対策の実施状況（橋前後区間含む）について点検を行い、耐震対策未実施の施設の存在が判明したため、耐震対策の対応方策を実施する。道の駅については北海道胆振東部地震時に避難所として活用された実績を踏まえ耐震対策の実施状況について点検を行い、耐震対策未実施の施設の存在が判明したため、耐震対策の対応方策を実施する。また、災害時の情報収集の強化及び提供情報の質の向上に資するための対応方策を実施する。

府省庁名：国土交通省

全国の高速道路及び直轄国道（約34,000km）を始めとした幹線道路等

点検を実施

耐震対策が未実施の橋梁

- ・緊急輸送道路上にあり、今後30年間に震度6以上の揺れに見舞われる確率が26%以上の地域にあり、事業実施環境が整った橋梁で耐震対策未実施の施設の存在が判明



【対応方策】
耐震対策

地震時に倒壊リスクのある道の駅（道路情報施設、トイレ）

- ・自治体の地域防災計画に位置づけがある道の駅で、耐震対策未実施の施設の存在が判明



【対応方策】
耐震対策



災害覚知技術の開発



災害覚知技術の開発：背景

大規模災害発生時の 情報不足

- ✓ 東日本大震災：被害が広範囲
- ✓ 熊本地震：夜間に発生
- ✓ 北海道胆振東部地震：夜間に発生・大規模停電

→ 各種技術を用いた情報収集の重要性



技術開発側への ニーズの提示

様々な要素技術の開発が進められている。

内閣府の技術開発プロジェクト例

- ✓ 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)
- ✓ 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)

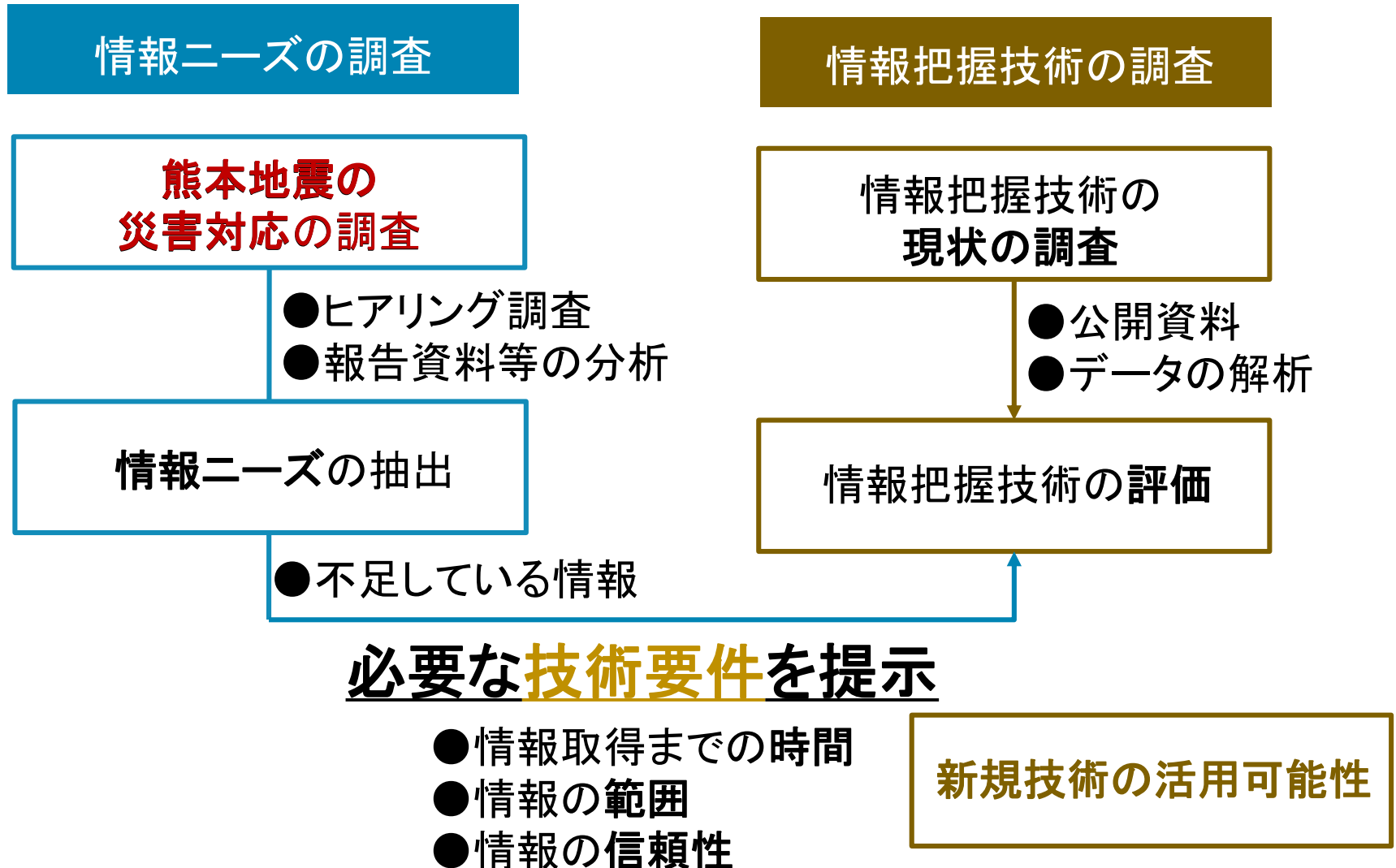


← 技術開発に対し、ニーズを適切に示しているか？

例) 情報の取得時間、精度、使用条件

災害対応で必要とされる技術要件を提示

研究方法：熊本地震の災害対応の調査に基づき、技術要件を提示



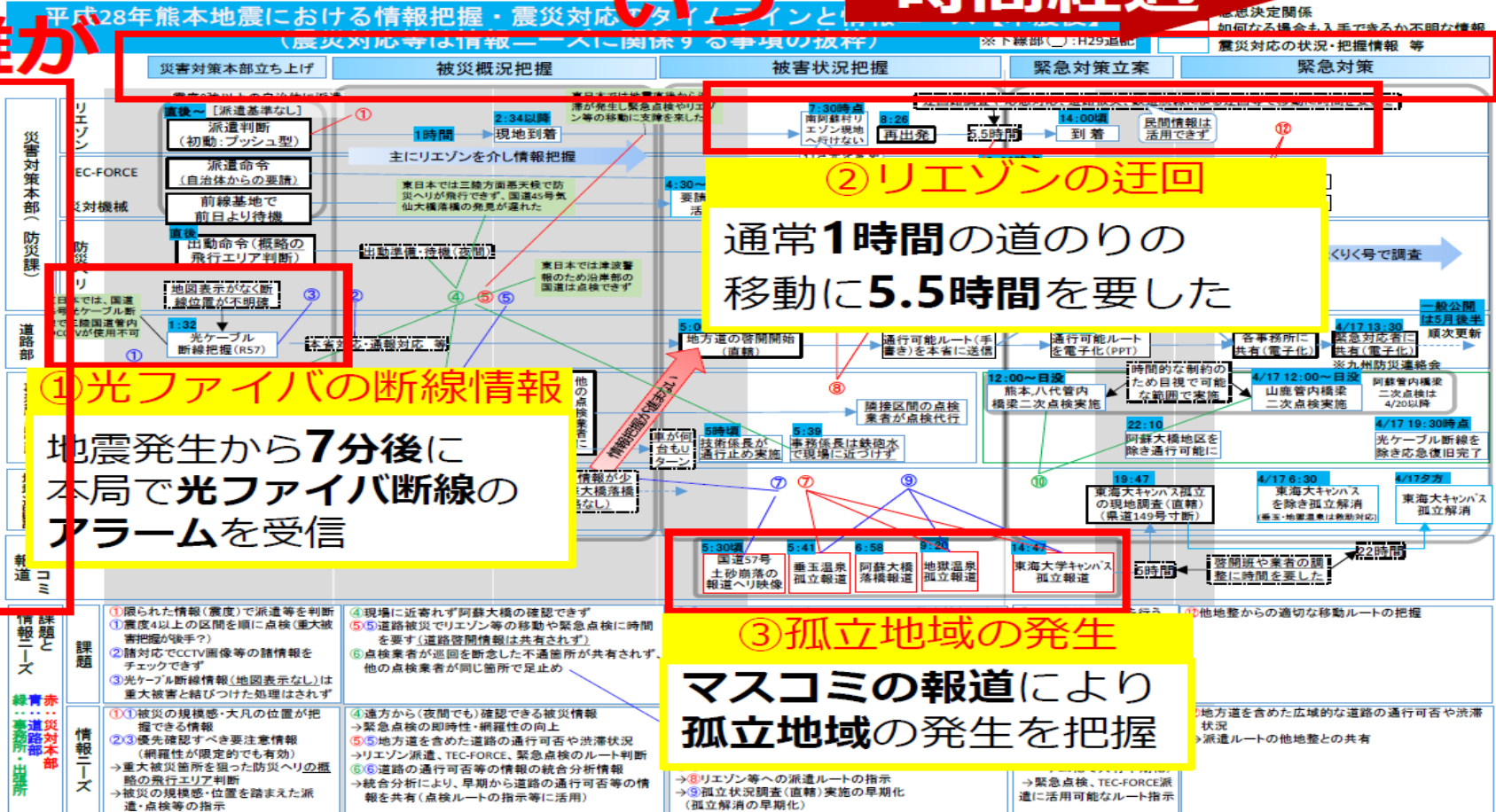
情報ニーズの調査：熊本地震の対応

■ 時間軸上に整理

誰が

いつ

時間経過



技術評価の指標

■ 災害対応の意思決定に必要な情報を評価するため

3つの観点(即時性・網羅性・確度)を整理

- 「**即時性**」:必要な時間内に取得できるかを評価
- 「**網羅性**」:全体の包括的な情報や、
局所的な詳細情報などを分けて評価
- 「**信頼性**」:取得した情報が意思決定に用いることができるものであるかを評価

技術要件の整理

ダーウィンの海で生き残るために

●技術評価の例



即時性

網羅性

信頼性

A

C

A

常時監視

光ファイバ断線情報



S

A

D

即時に大凡の被災位置を把握

衛星SAR



C

S

D

夜間・悪天候時の観測が可能

UAV (現在)



A

C

S

精度の高い調査が可能

技術開発目標を提示

UAV (将来)



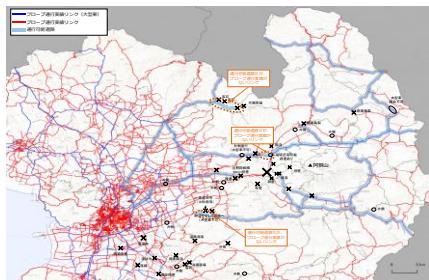
S

B

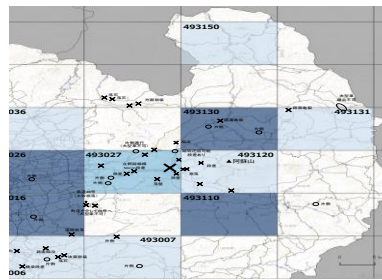
S

新技術の活用可能性の検討

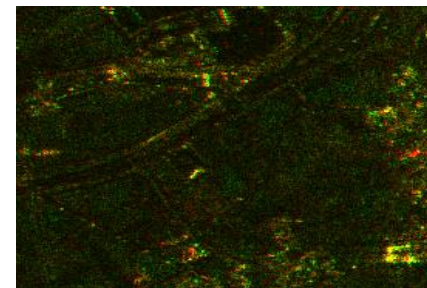
情報空白領域での情報取得が期待される技術



ETC2.0、民間プローブ



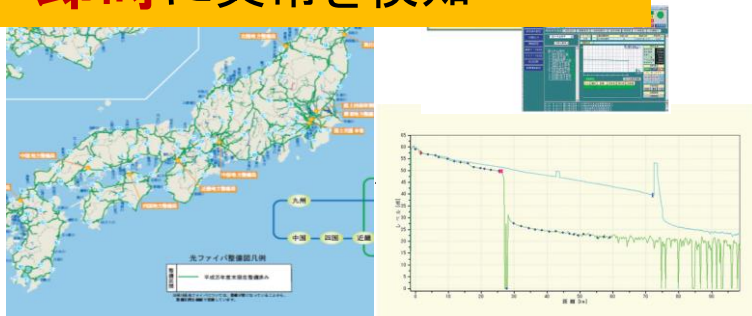
SNS分析情報システム



SAR画像

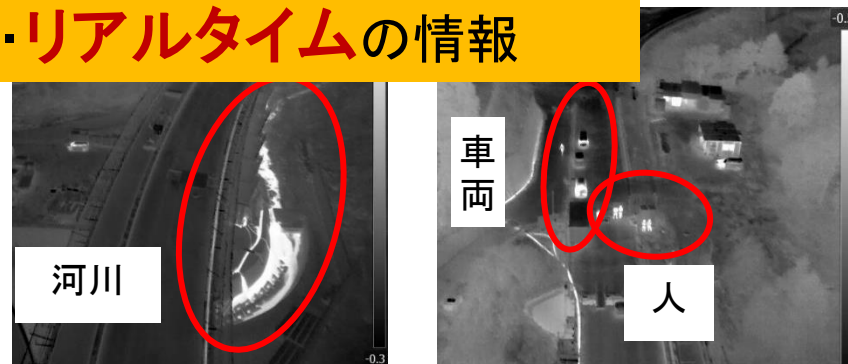
- ・累計延長**38,000km**
- ・**即時**に異常を検知

- ・**夜間**の被災把握が可能
- ・**リアルタイム**の情報



光ファイバ断線情報

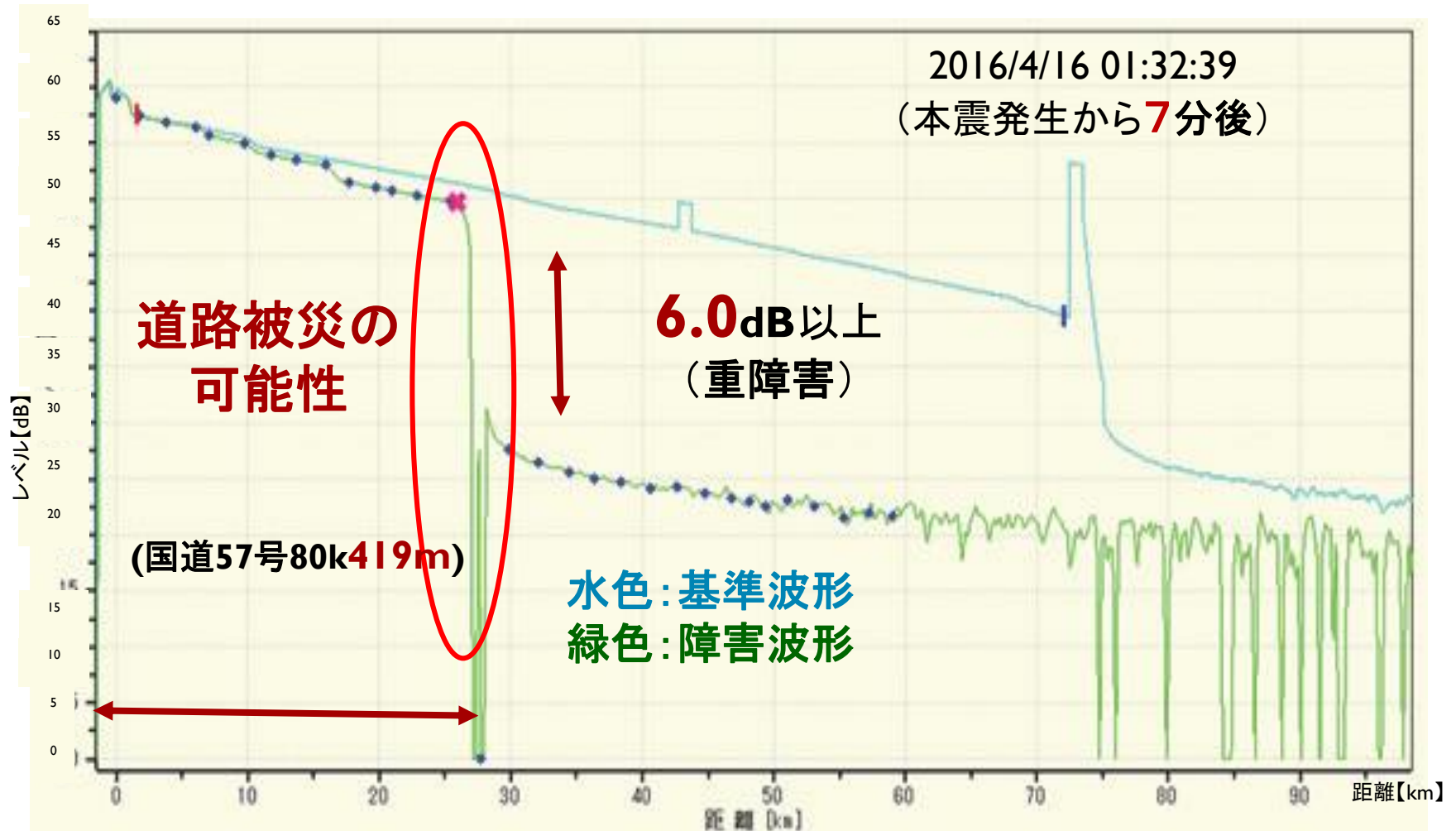
➡ 被災位置の把握



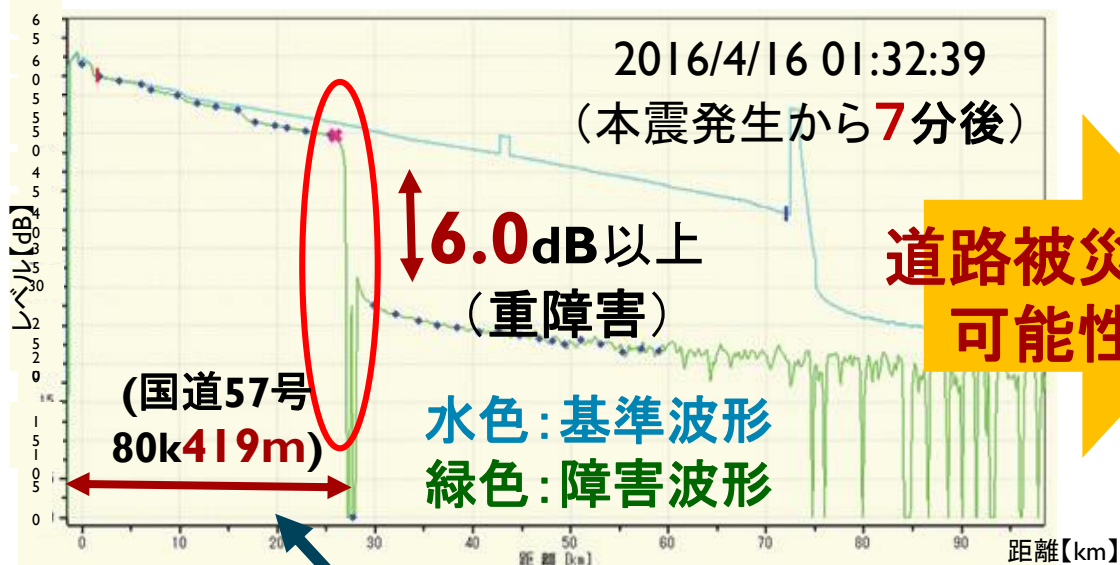
赤外線カメラ搭載UAV

➡ 被災状況の把握

光ファイバ断線情報



光ファイバ断線情報



道路被災の
可能性



光ファイバ断線箇所
(国道57号立野地区)

261mの誤差



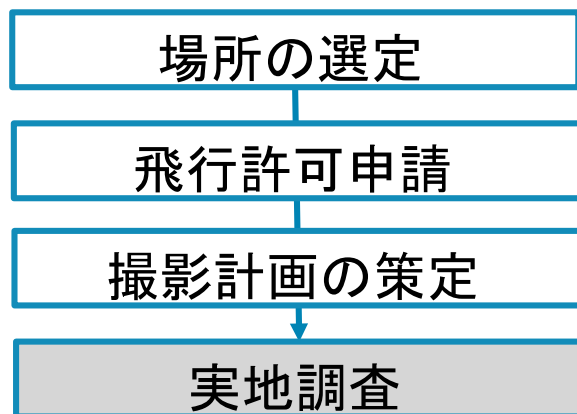
- ・本震発生から7分後に、
6.0dB以上の障害波形を記録
- ・実際の道路被災との誤差は261m

発災直後の被災箇所の把握に有用

赤外線カメラ搭載UAV

■把握可能なインフラ被災の種類、撮影条件を調査

■実施フロー



■使用機器



■カメラ

- ・重量: 270g
- ・解像度: 640(H) × 512(V)



■本体

- ・機種: INSPIRE1 (DJI社)
- ・重量: 3.5kg
- ・全長: 581mm
- ・連続飛行時間: 10~25分
- ・操作可能範囲: 2000m

◎場所: 熊本県 阿蘇地区 大切畑大橋周辺

◎日時: 平成30年2月20日 午前7時

◎撮影高度: 30~40m、50~60m、70~100m

◎撮影確度: 斜め45度~90度



H29.8.2 大切畑大橋

赤外線カメラ搭載UAV撮影画像



光学画像
(高度60m、斜め45度)



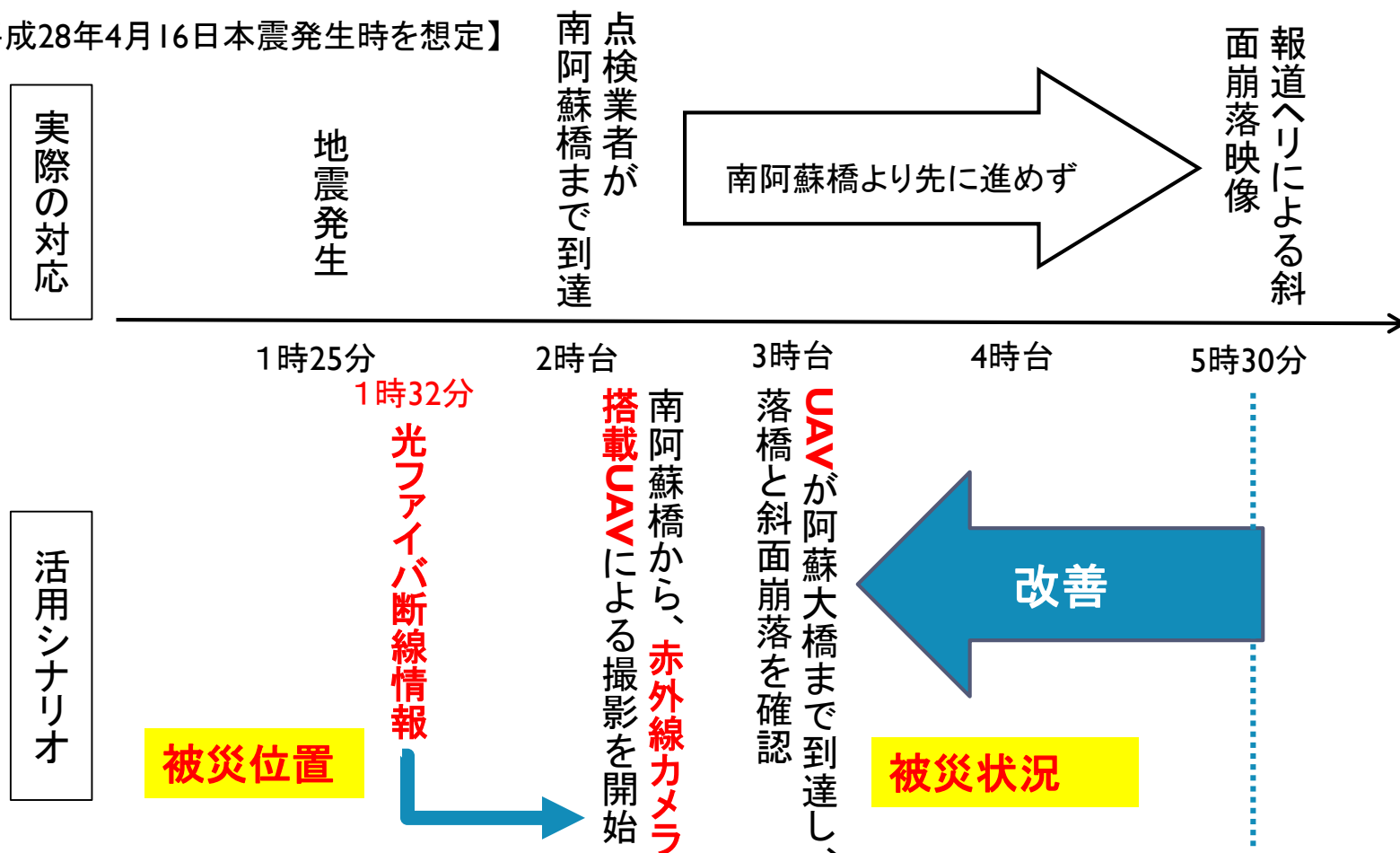
赤外線画像
(高度60m、斜め45度)

- ・夜間を想定した条件下で、インフラ被災の把握が可能
- ・段差(5cm~)、路面ヒビ割れ、橋桁横ずれ等を確認
- ・道路被災の把握には高度40~60mからの斜め撮影が有用

技術の活用シナリオ

阿蘇大橋落橋および斜面崩落がより早期に把握可能

【平成28年4月16日本震発生時を想定】





ご意見をお聞かせ下さい。

木村嘉富

kimura-y92tb@mlit.go.jp