



第3回広島大学SDGsシンポジウム
Innovation, Collaboration, and Transformation
for Peace and Sustainability, Feb. 11, 2019
広島大学霞キャンパス 広仁会館・大会議室

防災・減災研究センター（HRRC）の取組

広島大学
防災・減災研究センター長
土田 孝

Hiroshima Univ. Resilience Research Center



設置の背景 (Background of Installation of HRRC)

相乗型豪雨災害

土石流、斜面・山腹崩壊などによる土砂災害と洪水および内水氾濫によるものが複合的に発生した。広範囲において同時多発的に発生した結果、被害は直接的な災害発生場所のみにとどまらず、交通や水道などのインフラを遮断することで被害は相乗的に拡大し、広域的で長期的なものとなった。



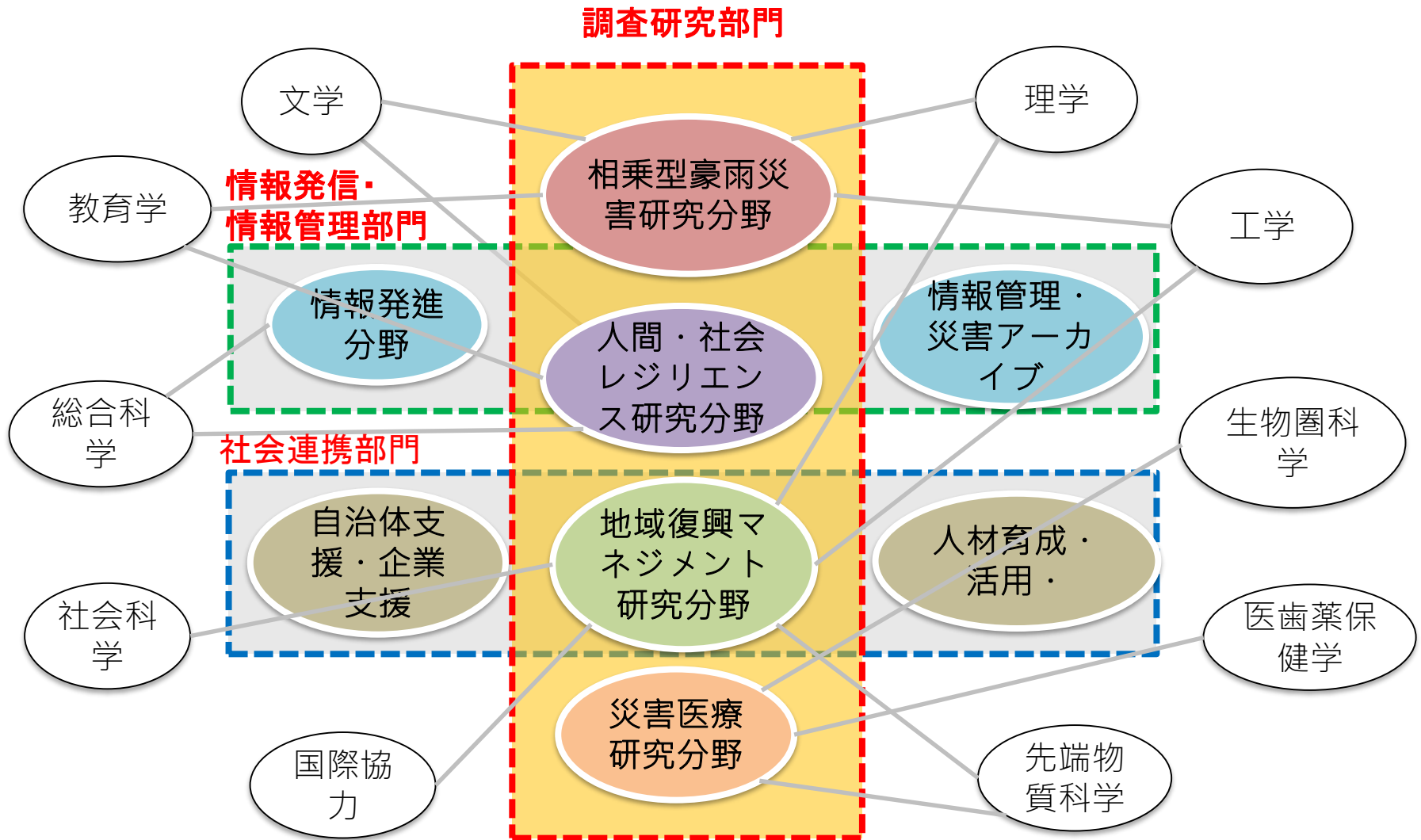
(中国地方
整備局)



(広島工業大学
森脇武夫教授
撮影)



組織 (Organization)



調査研究部門 Research and study

部門長：藤原 章正（国際協力研究科・教授）

相乗型豪雨災害研究分野

海堀 正博（総合科学研究科・教授）
長谷川 祐治（総合科学研究科・准教授）
河原 能久（工学研究科・教授）
土田 孝（工学研究科・教授）
内田 龍彦（工学研究科・准教授）
三浦 弘之（工学研究科・准教授）
森 拓郎（工学研究科・准教授）
橋本 涼太（工学研究科・助教）
北 真人（工学研究科・特任助教）
山本 春行（国際協力研究科・教授）
李 漢洙（国際協力研究科・准教授）

地域復興マネジメント研究分野

田中 貴宏（工学研究科・教授）
尾崎 則篤（工学研究科・准教授）
作野 裕司（工学研究科・准教授）
塚井 誠人（工学研究科・准教授）
布施 正暁（工学研究科・准教授）
藤原 章正（国際協力研究科・教授）
力石 真（国際協力研究科・准教授）

人間・社会レジリエンス研究分野

海堀 正博（総合科学研究科・教授）
坂田 桐子（総合科学研究科・教授）
有賀 敦紀（総合科学研究科・准教授）
小宮 あすか（総合科学研究科・准教授）
長谷川 祐治（総合科学研究科・准教授）
匹田 篤（総合科学研究科・准教授）
後藤 秀昭（文学研究科・准教授）
服巻 豊（教育学研究科・教授）
上手 由香（教育学研究科・准教授）
熊原 康博（教育学研究科・准教授）
吉富 健一（教育学研究科・准教授）

災害医療研究分野

板井 純治（病院・助教）
田妻 進（病院・副病院長）
大毛 宏喜（病院・副病院長）
北野 弘之（病院・診療講師）
災害リハビリテーション医学
三上 幸夫（病院・診療講師）
山下 英尚（医歯薬保健学研究科・准教授）
津賀 一弘（病院・主席副病院長）
二川 浩樹（医歯薬保健学研究科・教授）
田中 純子（医歯薬保健学研究科・教授）

情報管理・情報発信部門 Information

部門長：海堀 正博（総合科学研究科・教授）

長谷川 祐治（総合科学研究科・准教授）
上手 由香（教育学研究科・准教授）
吉富 健一（教育学研究科・准教授）
田中 純子（医歯薬保健学研究科・教授）
内田 龍彦（工学研究科・准教授）
塚井 誠人（工学研究科・准教授）
橋本 涼太（工学研究科・助教）
力石 真（国際協力研究科・准教授）
板井 純治（病院・助教）
李 漢洙（国際協力研究科・准教授）

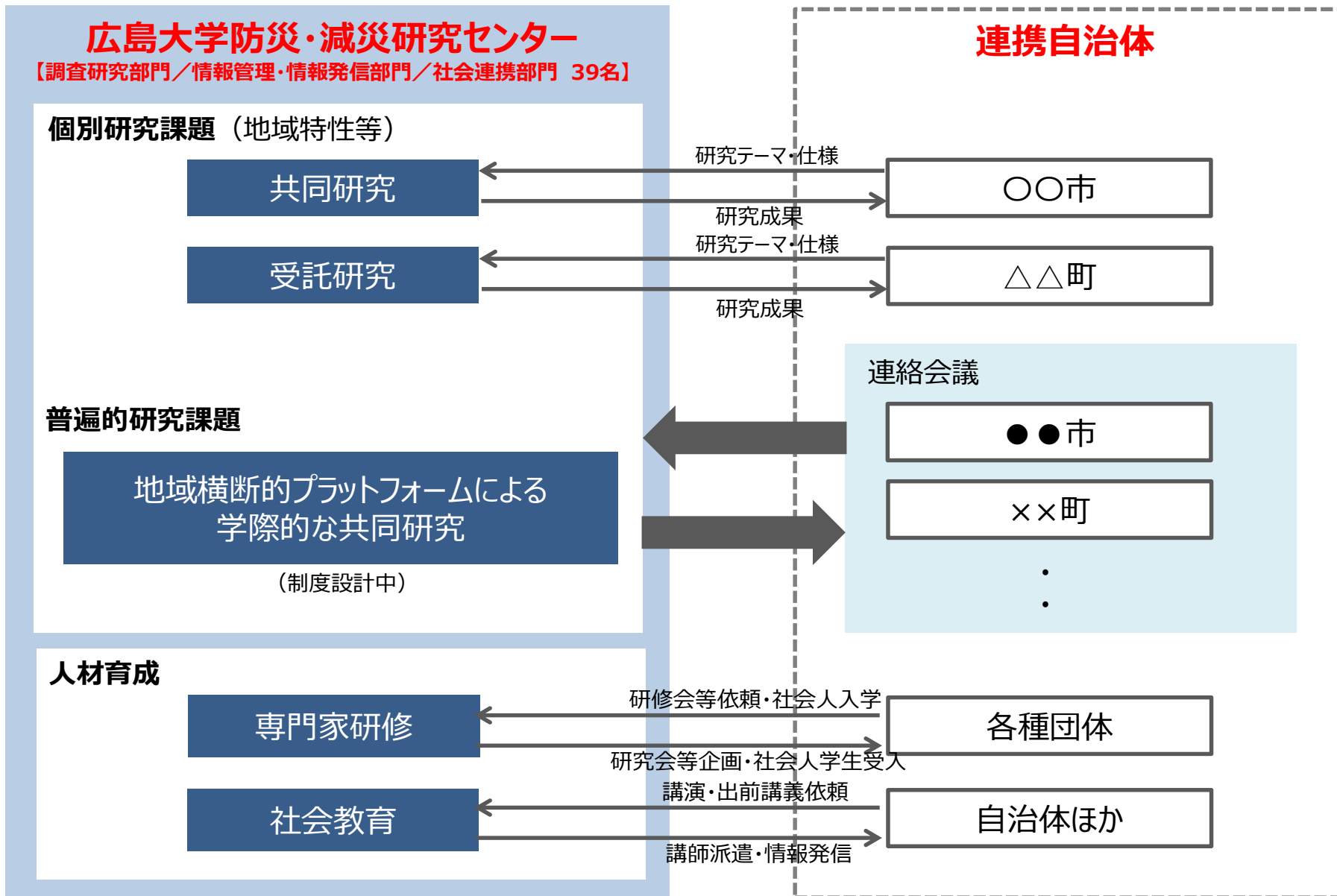
社会連携部門 Social Collaboration

部門長：榎原晃二（社会産学連携室・副理事（地域連携担当））

吉野 大介（国際協力研究科・教授）
奥原啓輔（産学・地域連携センター・共同研究部門准教授）



広島大学防災・減災研究センター 学外連携体制



相乗型豪雨災害のメカニズムの解明

土砂洪水氾濫における土砂の移動特性の解明と防止策

土石流により多量に河道に供給された土砂によって、河道の流下能力を低下させ、**土砂洪水氾濫**を生じさせた。

大きな粒径を含む土石流の多くは砂防施設により捕捉されることが期待されるが、今回の災害では、その後の流出してくる流れの作用によって土石流堆積土から多量の土砂が下流河道の土砂輸送能力を大きく超え大きな被害が発生した。



遊砂池などの土砂貯留施設に関する課題（H31-H32年度）

- ・ 砂防ダムからの土砂流出量推定に関する研究
- ・ 中小河川における通砂能力推定に関する研究
- ・ 混合粒径土砂の流れによる分級過程と体積変化量に関する研究

土砂洪水氾濫の複雑現象に関する応用課題（H33-H35年度）

- ・ 中小河川の通砂能力を向上させる工法についての検討
- ・ 流木の集積、河道の流れと土砂堆積の相互作用の解析法の開発
- ・ 遊砂池における浮遊土砂の三次元挙動と土砂堆積に関する研究
- ・ 多量の土砂が河道に流入した際の河道閉塞と土砂氾濫解析法の現地への適用性の検証

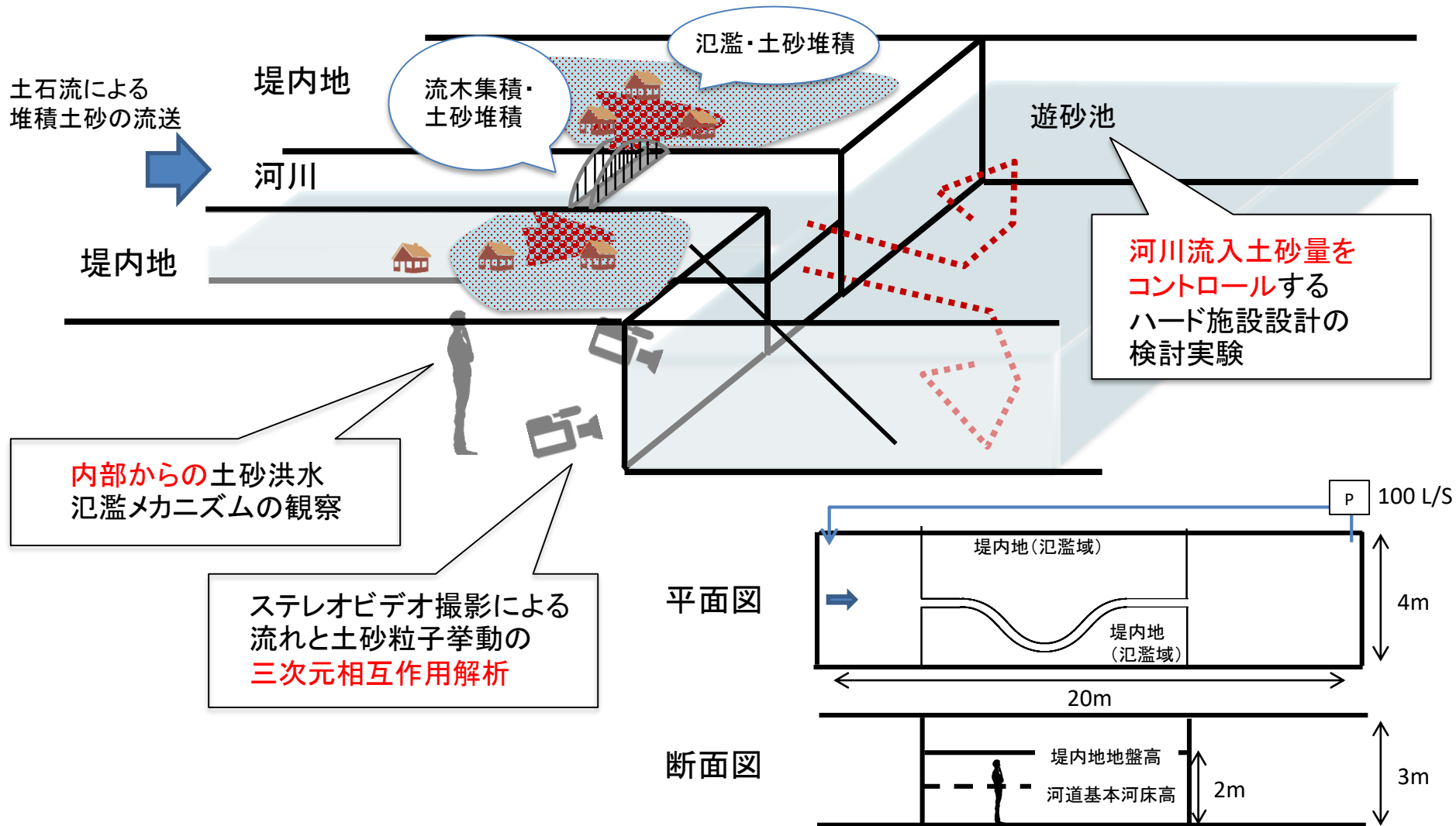


相乗型豪雨災害のメカニズムの解明

土砂洪水氾濫における土砂の移動特性の解明と防止策

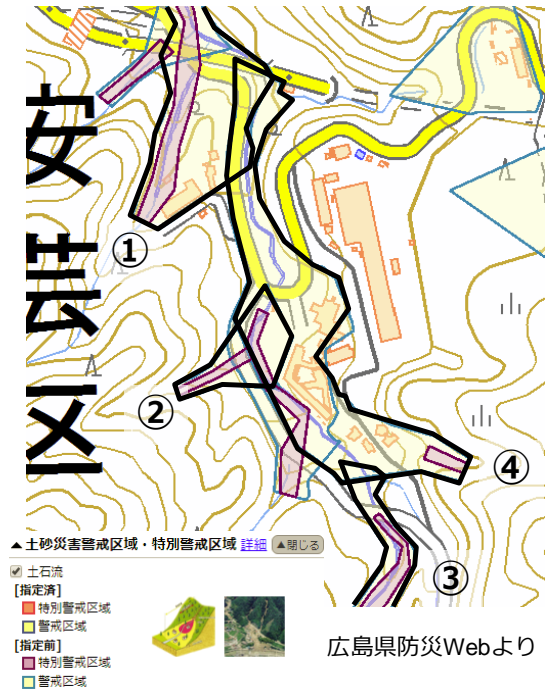
(流れと土砂の三次元相互作用を伴う土砂洪水氾濫の見える化等)

- 従来型の実験水路：直線形状，側壁透視型，小型水路
- 流れと土砂の三次元相互作用を伴う土砂洪水氾濫を見える化する水路による実験**



相乗型豪雨災害のメカニズムの解明

土石流に対する道路利用者・道路施設の安全確保に関する研究



県道34号線昭和入口付近の周囲において4本の土石流が発生し道路利用者3名が犠牲となった。被災箇所は土砂災害警戒区域であり、特別警戒区域に囲まれていた。



- ・ 道路に到達する恐れのある土石流危険箇所の抽出に関する研究
- ・ 道路に流出する土石流による被害シミュレーションと道路利用者の安全確保に関する研究

相乗型豪雨災害のメカニズムの解明

土石流に対する道路利用者・道路施設の安全確保に関する研究



国道2号線西条バイパス付近の溪流から流出した土石流と流木（東広島市）



大量の土砂が堆積した国道2号線溝迫交差点付近（東広島市）



山陽自動車道高屋IC付近の土石流災害（東広島市）

研究の内容

1. 道路に到達する恐れのある土石流危険箇所の抽出に関する研究

- ・ 西日本豪雨災害において土石流が道路に与えた被害の要因分析
- ・ 土砂災害警戒区域の指定のための基礎調査結果を活用にした土石流の危険がある道路の抽出方法の検討
- ・ 土石流災害の危険がある道路の抽出方法の開発

2. 道路に流出する土石流による被害シミュレーション手法の開発と道路利用者の安全確保に関する研究

- ・ 危険溪流から道路に流出した土石流による道路利用者・施設の被害シミュレーション手法の開発
- ・ 土石流危険溪流の早期検知システムを活用した道路利用者の安全確保に関する研究



- ・ 道路における土石流危険箇所の抽出方法の適用による危険個所の提示
- ・ ハード対策, 事前の通行規制, 早期検知システムによる安全確保など土石流に対する利用者の安全確保策を提案

災害に強い社会システムづくり

災害時における短期旅行時間予測手法の開発と交通需要-供給マネジメントに関する研究

平成30年7月豪雨においては、広い範囲で**道路・鉄道のネットワークが寸断**された。この結果、被災直後からの道路網全体の交通状況が不明な状況となり、交通流動を把握した上での最適な復旧手順の策定等が困難な状況であった。

さらに、**通過可能な路線へ交通が集中**し渋滞が継続して発生したが、確立された需要抑制対策がなかったため、対策を講じるまで時間を要した。

また、今回の災害時に試みた**需要抑制対策(BRT、相乗り、広域迂回等)**など、災害時に機能し平常時でも活かせる交通量需要抑制対策の検討が必要である。



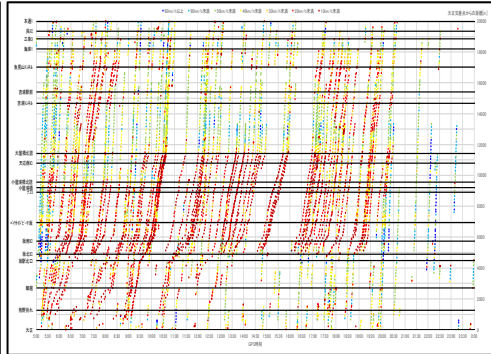
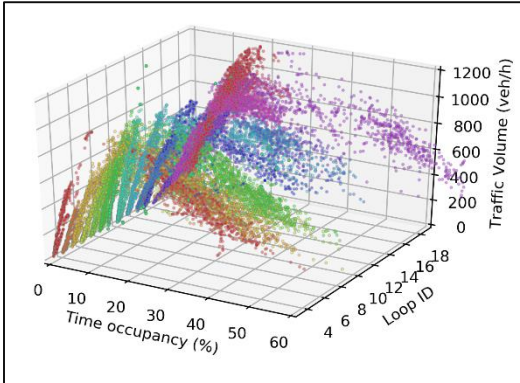
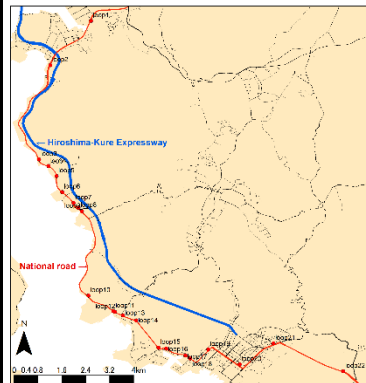
- ・ パッシブデータ（AIカメラによる交通量計測、ETC2.0データ等）を活用して、災害発生時の交通状況の把握と分析をリアルタイムで行い、交通旅行時間を予測手法を開発する。
- ・ リアルタイム交通データをベースとした災害時の交通需要-供給マネジメントシステムを構築する。

災害に強い社会システムづくり

災害時における短期旅行時間予測手法の開発と交通需要-供給マネジメントに関する研究

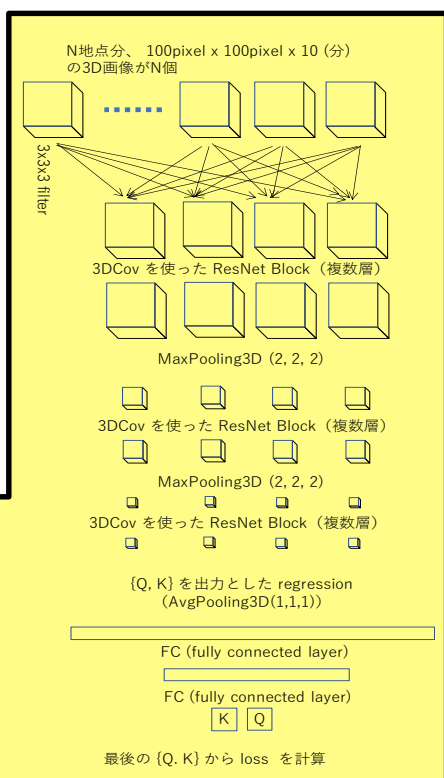
シーズ

- ✓ 災害時の交通需要-供給マネジメントの包括的な検討
関連検討会：広島・呉・東広島都市圏災害時交通マネジメント検討会
- ✓ パッシブデータに基づく交通旅行時間予測手法の開発
関連研究プロジェクト：国土交通省（道路政策の質向上に資する技術研究開発）「AI技術に基づく短期交通予測手法と総合的な交通需要マネジメントの研究開発」



R31+R185の観測地点 災害直後(2018年7月18日)のQKプロット

災害直後(2018年7月18日)のタイムスペース図



研究課題：パッシブデータ(ETC2.0及びトラカンデータ)を用いた災害時の旅行時間の予測, 及び, 予測に基づく交通制御システムの実装可能性について検討.

- ✓ **2019年度：**災害直後の交通需要変動に関するデータ解析, 及び, 交通制御/抑制手法に関する基礎的検討.
- ✓ **2020年度：**短期旅行時間予測手法の災害時交通需要-供給マネジメントへの適用可能性の検討 (交通制御効果の定量評価) .

動画認識の時系列CNN (3D resnet) を用いた短期予測

土石流発生時の早期検知システムの活用と重要インフラへの適用に関する研究

複数回の土石流発生による被害の拡大



- H26の見直し以降、溪流毎の流出土砂量の予測値は実績値と整合性向上
(予測: 6,030m³、実績: 7,100m³)
→ 被災した住宅団地や道路では複数の土石流の発生が確認される場合が多い。
- **1つ目の土石流の堆積により、2つ目はより遠くへ到達し、被害を拡大**

「1つ目」の土石流を確実に捉え 避難情報を発信する警戒システム

断線センサー、変位計、
カメラによる土砂移動検知



住民への直接配信

- ✓ 個別溪流ごとの警戒情報
- ✓ 住民参加と直接配信
- ✓ 「空振り」の軽減

道路管理者・道路通行者へ直接危険度の通知

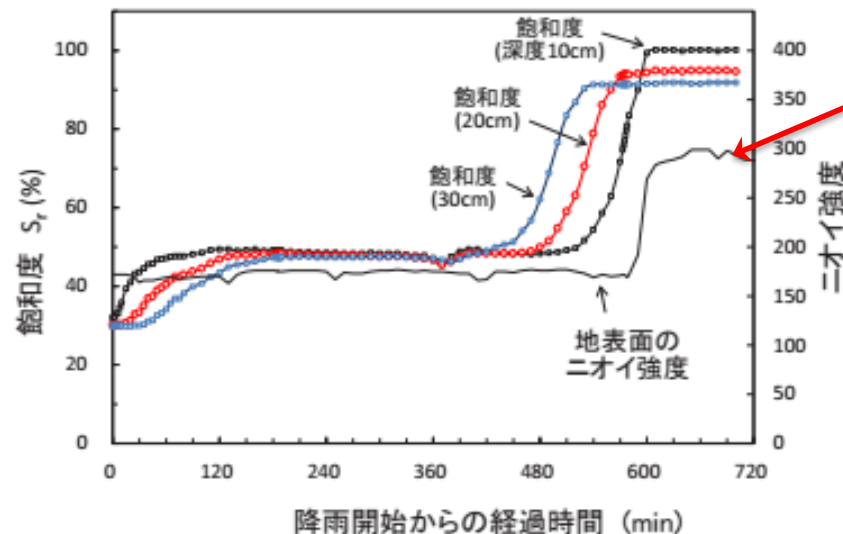
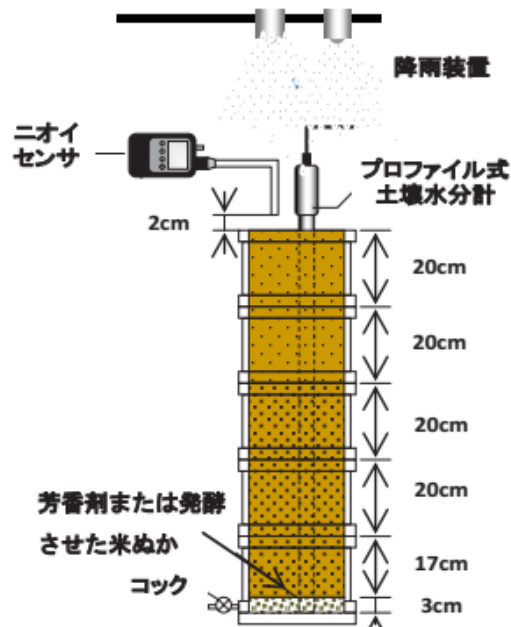
土石流の前兆現象としてのニオイの発生に関する研究

日本工営(株)技術研究所(筑波)との共同研究

地下水位上昇仮説

- ・地盤の間隙中には強いニオイが存在する。
- ・土砂災害が発生する直前には地盤内の地下水位が急上昇する。
- ・地下水位の上昇により、地盤の間隙中の空気がニオイとともに地表面から放出される。

土田孝, 由利厚樹, 加納誠二, 中藪恭介, 矢葺健太郎, 花岡尚, 川端昇一: 地盤内において強度と斜面崩壊時のにおい発生に関する一考察, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.2, pp.339-348, 2013.



降雨により
地下水位と
ともににおい
強度が上昇

図 20 降雨開始からの時間と地盤内の飽和度および地表面で測定したにおい強度 (発酵した米ぬか) の関係

土石流の前兆現象としてのニオイの発生に関する研究

日本工営(株)技術研究所(筑波)との共同研究

先行土石流仮説

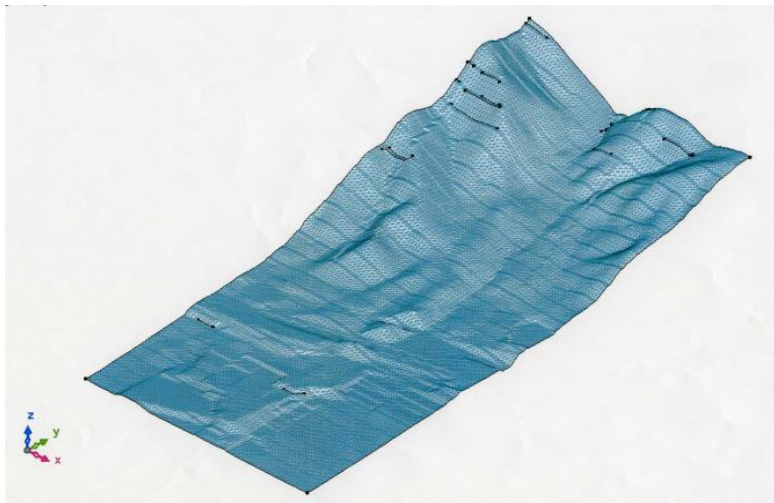
- ・大きな被害を生じる土石流は複数回発生している。
- ・先行する土石流が住宅地の近距離に到達しそのニオイが風により住宅地に達する。

西日本豪雨災害において災害前にニオイが発生した事例(東広島市八本松)について本仮説の可能性を検討した。

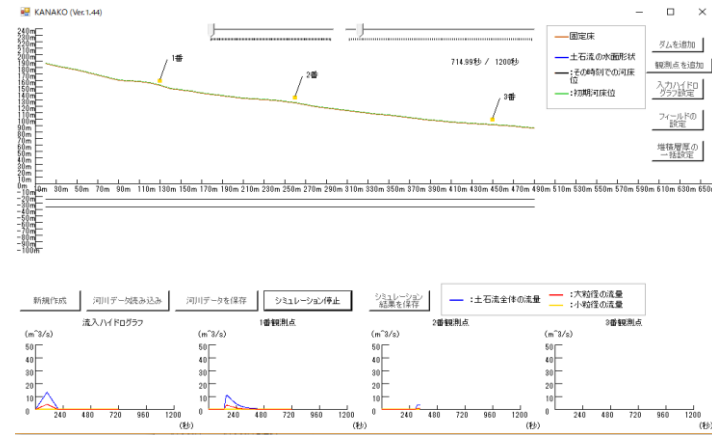


国道2号線バイパス建設現場の掘削箇所に土石流が流入。掘削が幸いし、近くの通行中の道路への被害はなかった。

建設中の技術者がニオイを感じて直ちに避難を呼びかけ
→ 避難が完了した直後に土石流が襲う



土石流発生箇所の地形モデル

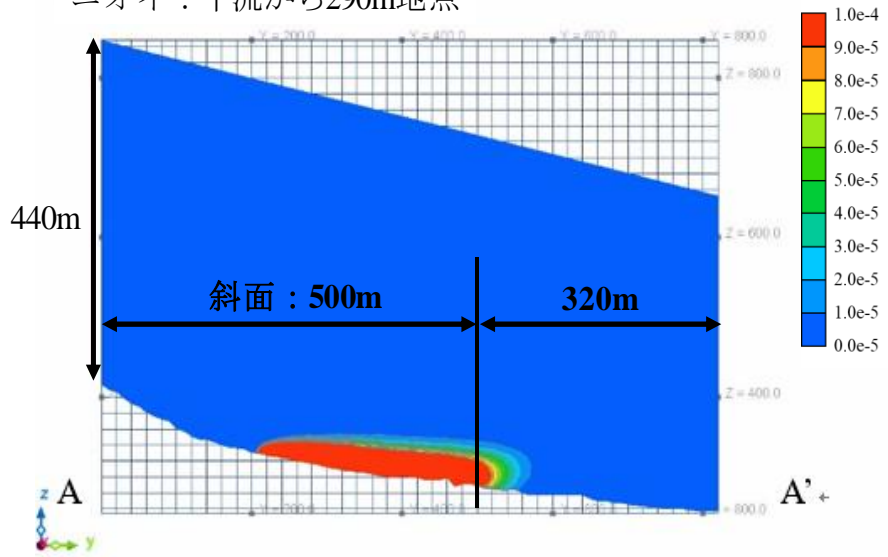


土石流シミュレーションで堆積しやすい箇所を特定



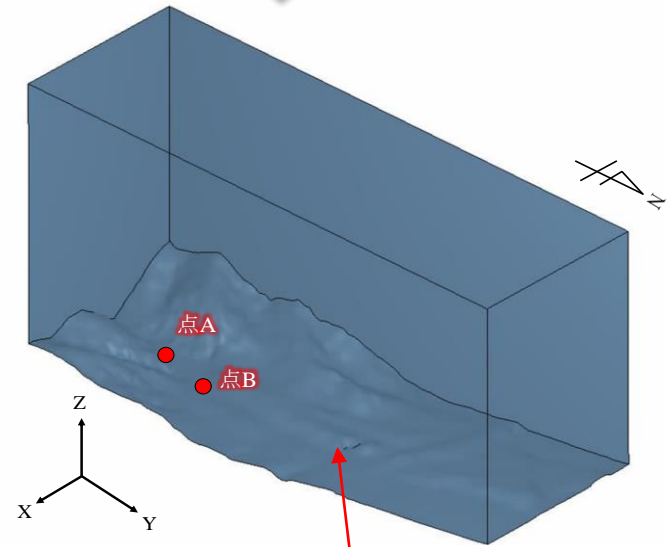
斜面：八本松
ニオイ：下流から290m地点

Time:210sec



ニオイ発生物質の濃度拡散シミュレーション

→ この条件では約3.5分後にニオイが290m下流に到達



溪流の出口
ニオイの証言者の位置

最後に

広島大学防災・減災研究センター(Hiroshima Univ. Resilience Research Center,HRRC)は、西日本豪雨災害をきっかけとして、昨年9月20日に発足しました。

発足以来、当面の課題であった西日本豪雨災害の調査研究を行ってきましたが、今後、相乗型豪雨災害に対する学術的研究、実効性のある防災減災対策をテーマとした世界レベルの研究拠点として活動するとともに、地域の防災減災に貢献したいと考えています。

防災減災の研究では民間企業、政府機関、地域の自治体との連携が不可欠であり、センターが産・官・学を中心となって、連携の具体的な効果をあげていくことを目指します。

皆様のご協力・ご支援をお願いします。