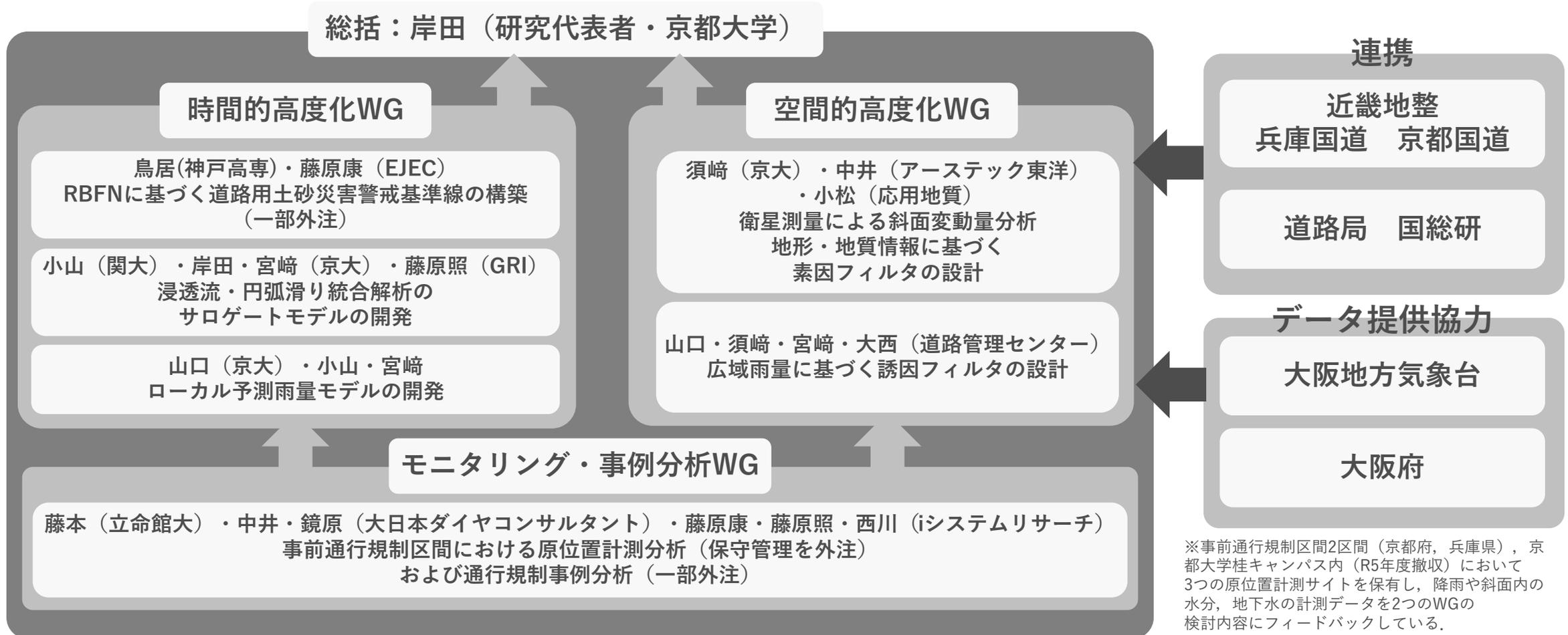


# 局地的大雨に対応した事前通行規制基準の『時間的』・『空間的』高度化

斜面災害を回避する事前通行規制基準は有効な基準である一方で、雨量の累積値で判断する現行の連続雨量法は近年激甚化・広域化する豪雨に対応できていない。「見逃し」・「空振り」を低減し、土砂災害のメカニズムと合理性のある判断基準の構築を目的に、局地的大雨を誘因とする多様な斜面災害に対応した「時間的」・「空間的」な事前通行規制基準へと高度化する。



# 中間評価への指摘事項の対応と研究の成果（1. 修正した開発目標と目的の明確化）

指摘事項 1. 開発目標と研究目的「事前通行規制基準をどのように高度化するのか」との対応関係の明確化について、山田ら（2005）が指摘する事前通行規制制度の課題（1～3）と、本研究プロジェクトが提起する高度化のための課題（4）を整理し、研究開発内容がどの課題に対応しているかの関係を示す。赤字にPJが指摘する現行の方法の課題，青字がPJの技術提案をそれぞれ示す

1. 局地的大雨などの豪雨による土砂災害を正確に捕捉可能か
  - 連続雨量法はこれらの発生メカニズムと一致するか？
  - 地下水や降雨浸透を考慮可能な土壌雨量指数基準の提案

2. 道路利用者に対して明確な説明が可能な規制基準か

- 連続雨量法の基準値は明確な説明が可能か？
- 災害捕捉率（1）・規制判断の正確性【主に空振りの回避】（2）を満たす基準決定方法の確立

⇒ 道路用土砂災害警戒基準線の構築

3. 通行止めおよび解除の実行可能性を有するか

- 予測雨量に基づいた規制判断は効果的か？
- 予測雨量による通行規制判断の検証・高度化
- ローカライズされた高精度の予測雨量モデルの構築

⇒ ローカル予測雨量モデルの構築

4. 規制区間内の道路を一律の基準で監視すべきか

- 対策工の効果を雨量基準に反映するために豪雨を待つか？
- 対策工の効果を考慮した斜面安定度計算により得られた安全率を根拠とする
- リアルタイムの雨に対する機械学習による安全率の予測

⇒ 浸透流・円弧滑り統合解析のサロゲート化

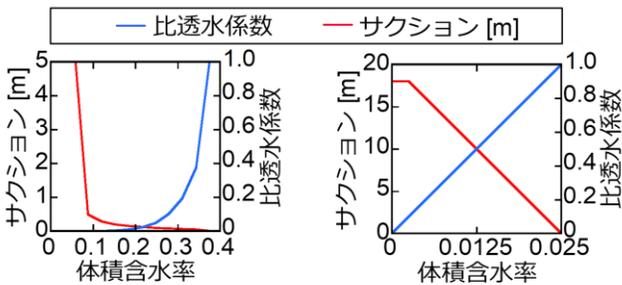
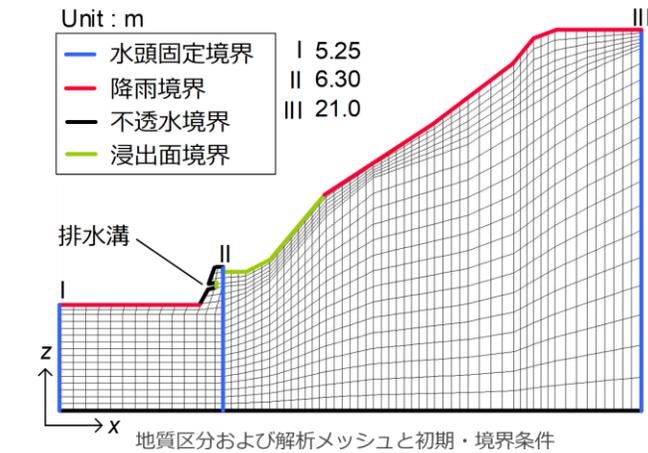
- 崩壊履歴の有無にかかわらず、潜在的に危険な斜面を事前に抽出できないか
- 防災カルテ，LPデータ測量，干渉SARによる地盤変動量解析，広域雨量分析を統合することによる潜在的危険斜面の抽出

⇒ 潜在的危険斜面の抽出

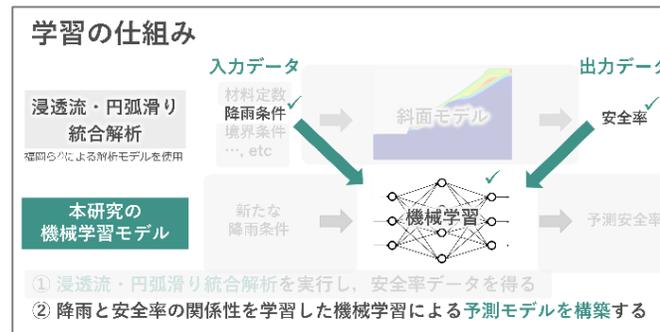
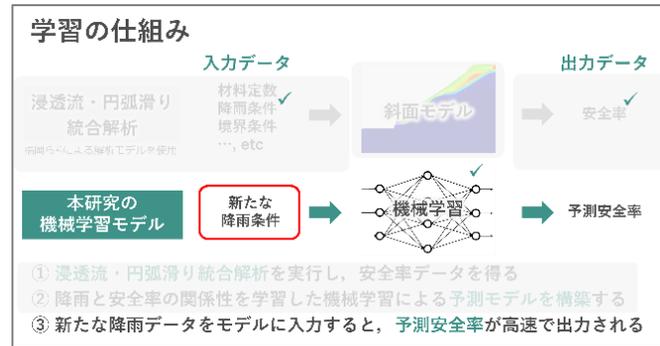
# 中間評価への指摘事項の対応と研究の成果 (2. サロゲート化による安全率時系列予測)

指摘事項 2. 浸透流・円弧滑り統合解析から得られる安全率の妥当性および機械学習の条件の詳細説明について。

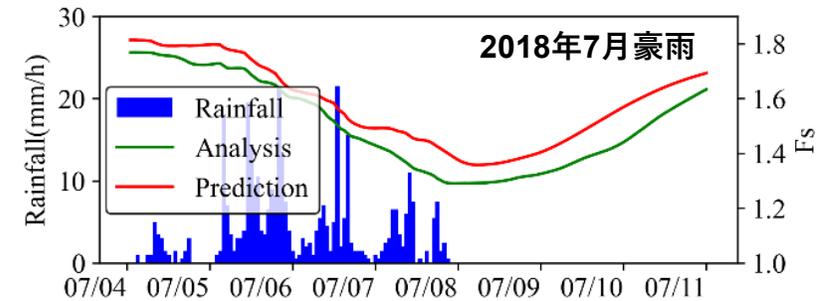
飽和不飽和浸透流解析・円弧滑り統合解析から得られる安全率の妥当性は原位置計測との比較（福岡ら，2022）により飽和度の上昇速度は原位置計測と同程度で，飽和度の低下速度は速いことを確認している。解析上の安全率に対してAIが予測した安全率は，複数パターンの実効雨量の組み合わせと5年分の降雨による安全率の計算データの学習に基づき予測しており，3カ月分の降雨から数日以内の豪雨データに対して成立した安全率のデータを報告している。



解析モデル（福岡ら，2022）



学習の概要

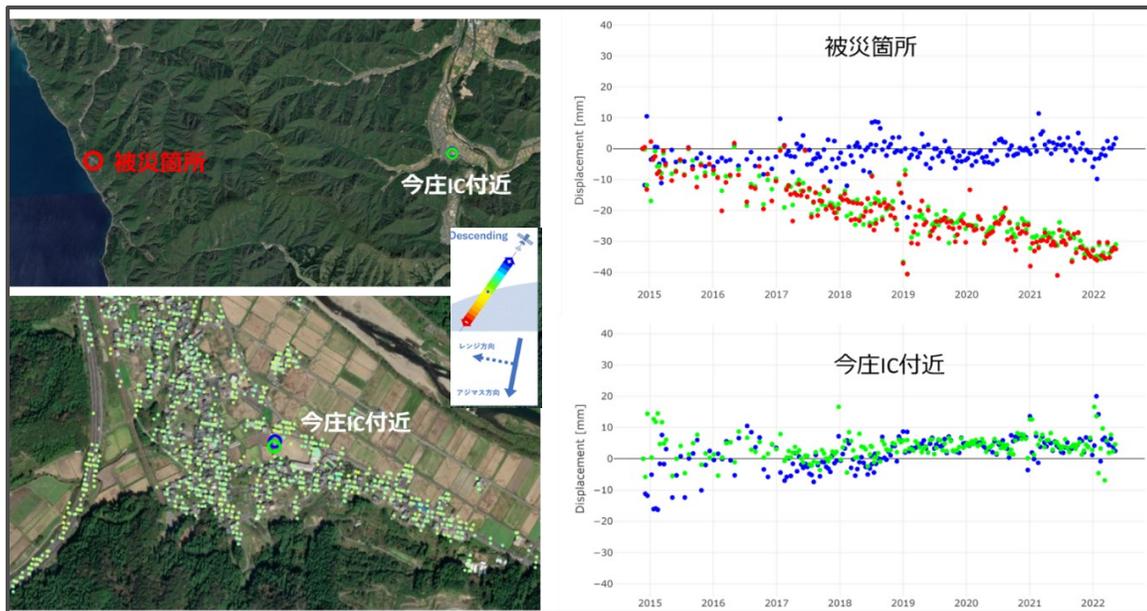


	Analysis		Prediction			
	value	value	Original	New	改善率	
Peak_Fs	1.291	1.356	0.066	1.358	0.067	-0.019
Peak_t	2018/7/7 23:00	2018/7/8 4:00	5	2018/7/8 6:00	7	-0.400
Issuance (Fs=1.5)_t	2018/7/6 14:00	2018/7/7 3:00	13	2018/7/6 20:00	6	0.539
Cancel (Fs=1.5)_t	2018/7/10 7:00	2018/7/9 4:00	27	2018/7/9 15:00	16	0.407
MAE_week	-	-	0.111	-	0.075	0.332
MAE_Fs<1.5	-	-	0.130	-	0.089	0.312

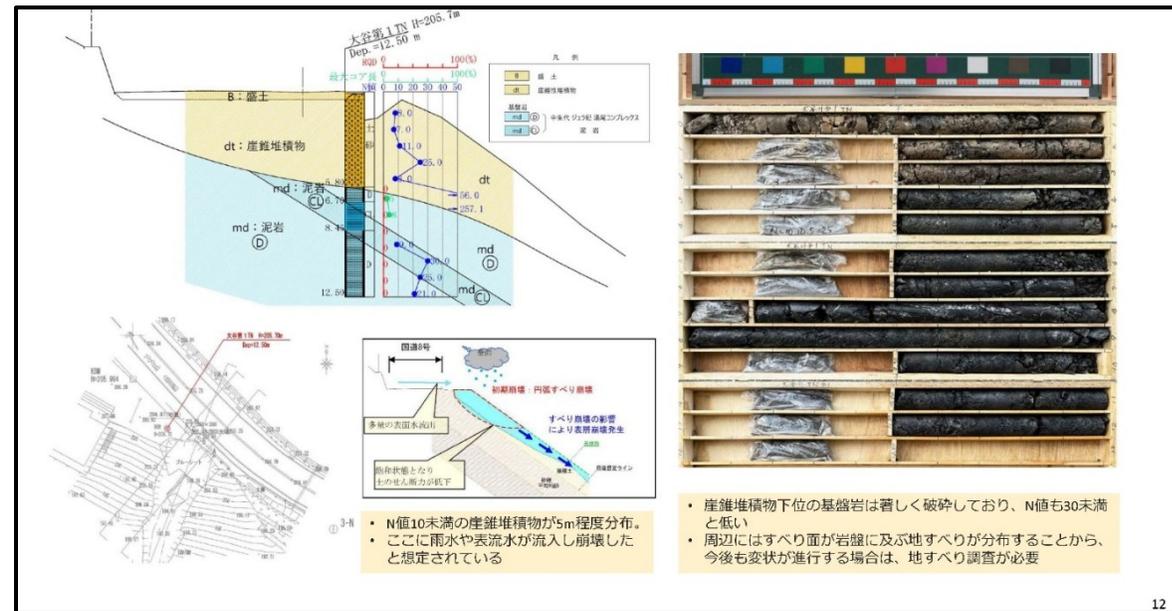
学習結果と評価指標

# 中間評価への指摘事項の対応と研究の成果・見通し (3., 4. 抽出ロジックと他のバンド帯利用)

指摘事項 3., 4. 潜在的危険斜面の抽出をどのようなロジックで成立させるか、また、Lバンド帯だけでなく他のバンド帯の利用の検討  
 素因から想定されるハザードに基づき、原因となる誘因、結果として生じうる変動量を力学的根拠に基づいて読み解き、潜在的危険斜面を  
 抽出する。さらに、本助言により、Cバンド帯のSENTINEL-1を利用した結果、潜在的危険斜面の抽出に成功した。



干渉SAR時系列解析結果 (被災箇所と内陸部の比較)



ボーリング調査結果と推定された崩壊メカニズム

## 研究全体の見通し

研究全体として、計画通りの目標を達成できた。潜在的危険斜面の抽出については、当初計画で期待した通りの成果を生み出すことができ、他区間における適用が急がれる。最終年度である次年度は、全国の事前通行規制区間における水平展開を実現できるよう、提案手法を一般化した形で取りまとめるとともに、ケーススタディの拡充を進める。