



新都市社会技術融合創造研究会研究プロジェクト

事前道路通行規制区間の解除の あり方に関する研究

プロジェクトリーダー

神戸市立工業高等専門学校 鳥居宣之

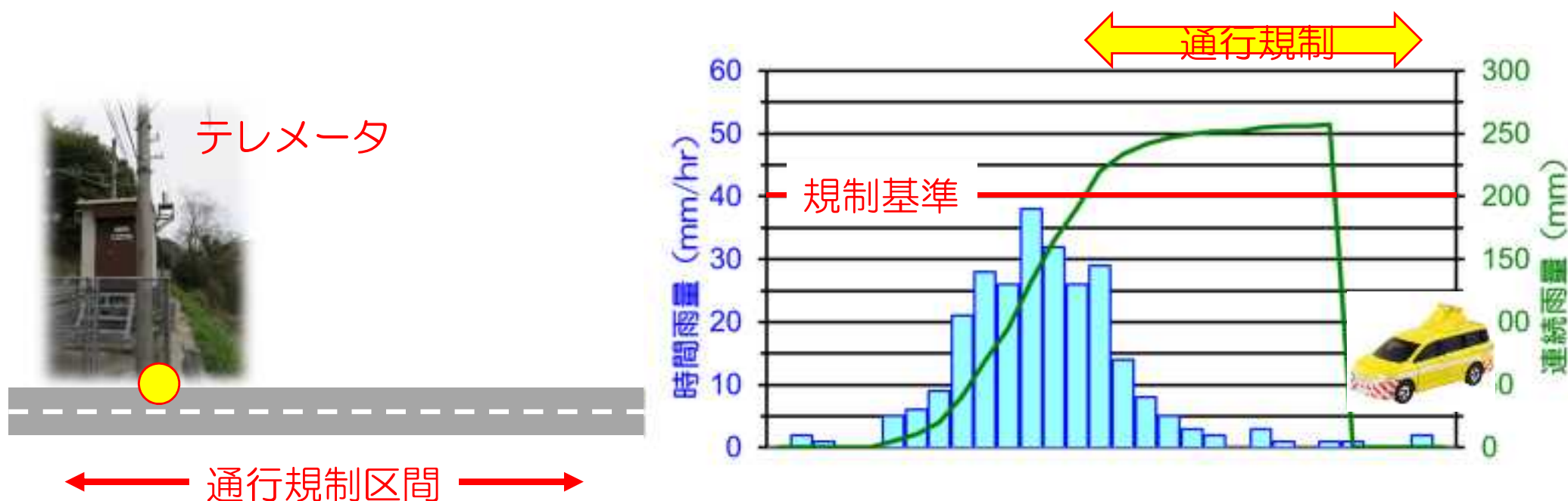


研究背景



国道では，通行規制区間近傍のテレメータ（雨量計）での観測連続雨量が規制基準雨量を超えた際に，通行規制を開始

降雨量 2 mm/h 以下が3時間継続（連続雨量のリセット）し，道路パトロールにより安全が確認された時に通行規制を解除



研究背景



近年の地球温暖化による影響などで雨の降り方が局地化・集中化・激甚化

○ゲリラ豪雨による規制基準未満の雨量での被災（見逃し）

⇒従来の連続雨量に時間雨量を併用する方法を平成27年度から一部の規制区間で試験運用

○通行規制が発令されても無被災（空振り）の回数の増加あるいは規制時間の長期化

⇒地域住民や道路利用者からは、規制時間の短縮もしくは、規制区間そのものの解除が切望されている

研究背景



道路ネットワークの信頼性を向上させるため・・・

- ①適切な通行規制の解除基準を設けることで通行止め時間の適正化を図ること（「**時間的**」解除）
- ②通行規制区間内で発生が想定される土砂災害に対して，その災害発生危険箇所と被災規模等を定量的に評価し，その評価結果に基づいて，斜面对策工などの適切な対策を行うことにより安全性を確保した上で通行規制区間を解除（もしくは短縮）すること（「**空間的**」解除）

が重要であり，**解除のための新たな科学的な裏付け**が求められている

研究目的



本研究プロジェクトでは、地盤工学，斜面防災，砂防工学，気象，現地計測，数値解析の知見に基づいた，「時間的」・「空間的」解除基準のあり方の検討ならびにその設定方法を提案

3つのWGにより，2つの解除基準のあり方とその設定方法を検討

事前道路通行規制区間の解除のあり方に関する研究



研究体制



プロジェクトリーダー：鳥居宣之（神戸市立工業高等専門学校）

顧問：沖村孝（一般財団法人 建設工学研究所）

WG1：降雨特性評価研究WG

リーダー：谷口博（神戸市立工業高等専門学校）

WG2：「時間的」解除基準検討WG

リーダー：小田和広（大阪産業大学），サブリーダー：小山倫史（関西大学），
藤本将光（立命館大学），小泉圭吾（大阪大学）

WG3：「空間的」解除基準検討WG

リーダー：鳥居宣之（神戸市立工業高等専門学校）

産：(株)ダイヤコンサルタント，国際航業(株)，(株)気象工学研究所，アーステック東洋(株)，復建調査設計(株)，応用地質(株)，エイト日本技術開発（株），明星電気(株)，計測技研(株)，地球観測(株)，iシステムリサーチ(株)

官：国土交通省近畿地方整備局，近畿技術事務所，兵庫国道事務所，福知山河川国道事務所

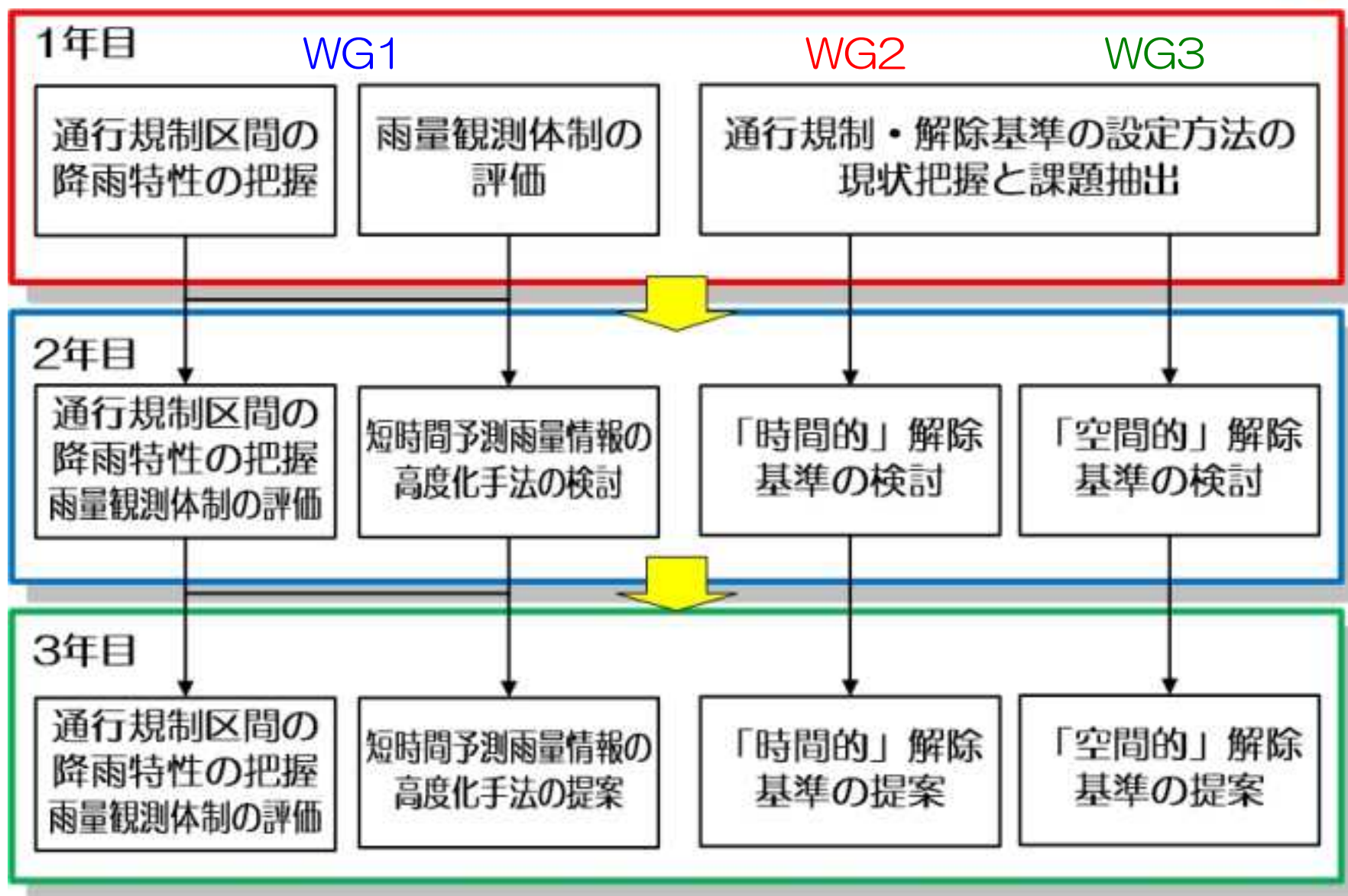
研究計画

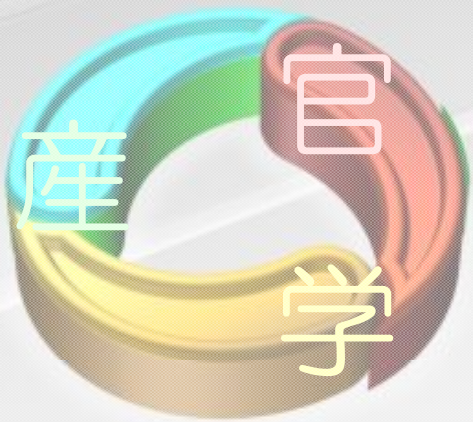


平成28年度

平成29年度

平成30年度





① 「時間的」 解除基準の提案

研究手法



一般的な豪雨時の斜面崩壊の発生メカニズムについて考えてみると、①降雨によって雨水が斜面内の土中に浸透，②基盤となる不透水層で地下水の発生・上昇，③斜面方向へ浸透流の発生，④土塊の自重増加やせん断強度の低下，というプロセスで斜面崩壊が発生すると考えられている

すなわち，斜面崩壊の発生には土中の水分量が大きく影響しており，土中の水分量を考慮することが重要

⇒通行規制の「時間的」解除には，降雨中および降雨後の斜面・のり面の水分環境を把握した上で行われることが重要

研究手法



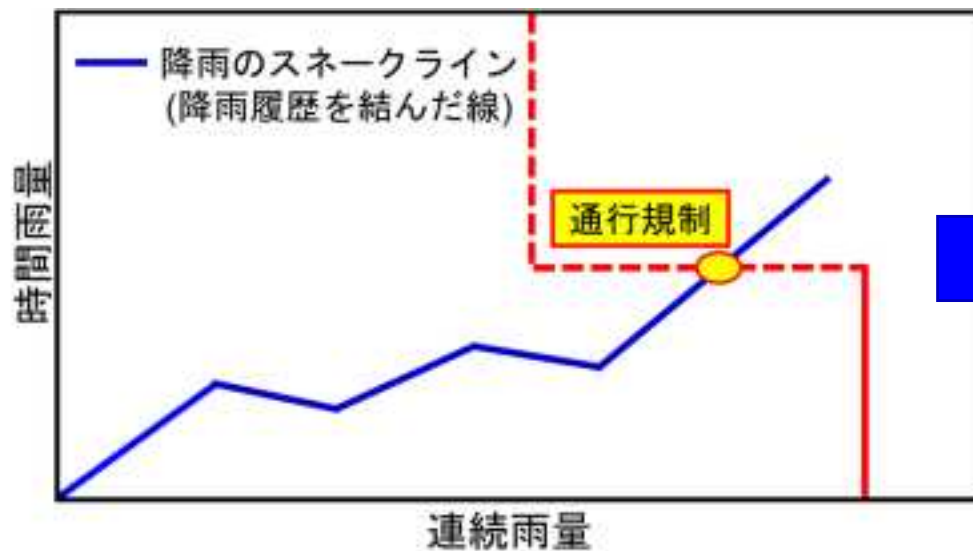
- ⇒ 現行の「連続雨量」は降雨指標であるため、斜面崩壊の発生メカニズムにおいて重要である土中の水分量を十分には考慮できない
- ⇒ 観測された雨量データから土中の水分量を評価できる指標である「**土壌雨量指数**」（土砂災害警戒情報の雨量指標）と「**実効雨量**」（JR東日本の運転規制時の雨量指標）に着目し、これらを用いた通行規制・解除基準の設定方法を提案

研究方法（NEXCO方式：土壤雨量指数）

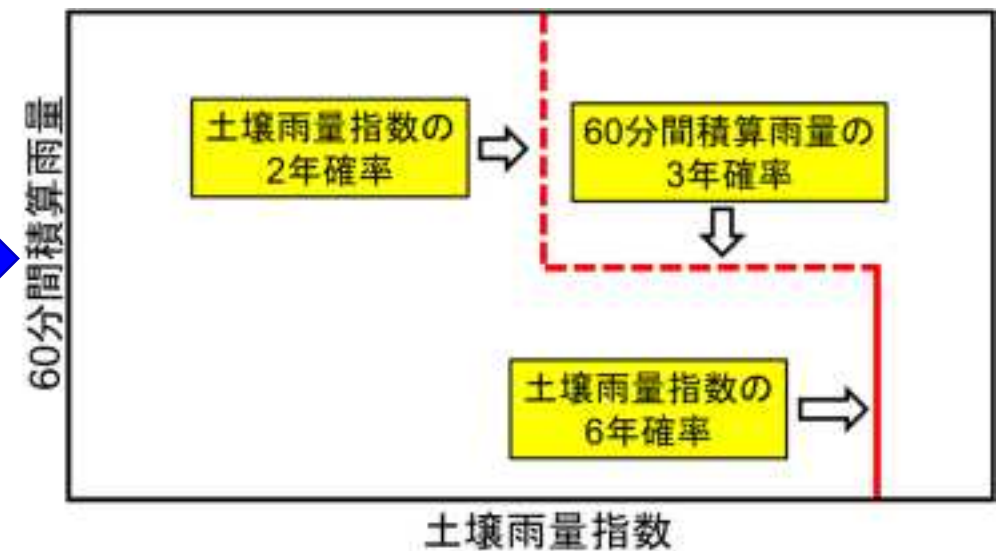
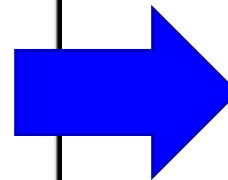


時間雨量と連続雨量の組み合わせ雨量法（NEXCO）

土壤雨量指数の2年，6年確率，60分間積算雨量の3年確率の
組み合わせ雨量を用いてCLを設定する手法を提案

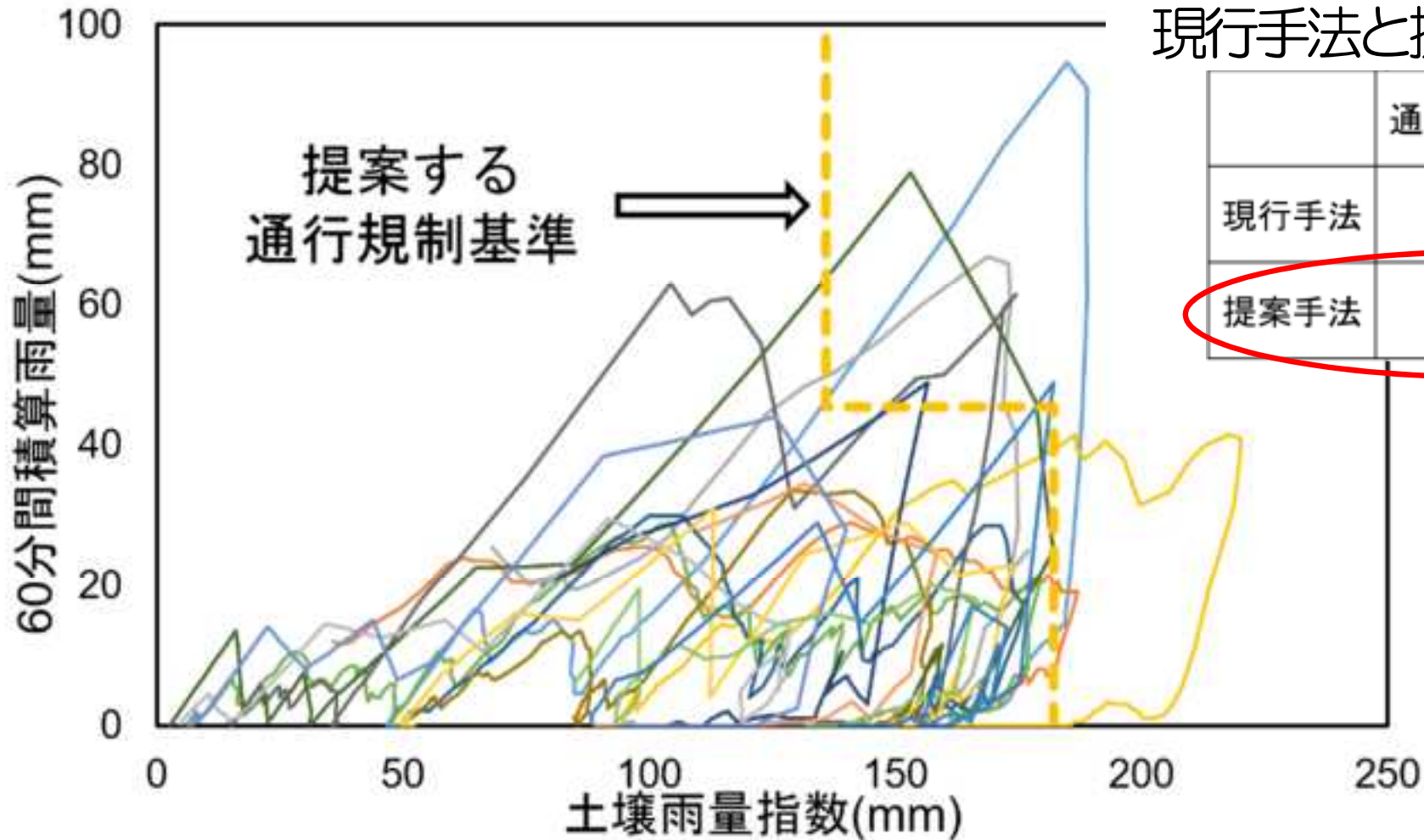


NEXCO方式



提案手法

研究成果（NEXCO方式：土壤雨量指数）



現行手法と提案手法の検討結果

	通行規制回数	総規制時間
現行手法	17回	10280分
提案手法	9回	940分

提案する通行規制基準の活用方法

研究方法（砂防方式：土壌雨量指数）



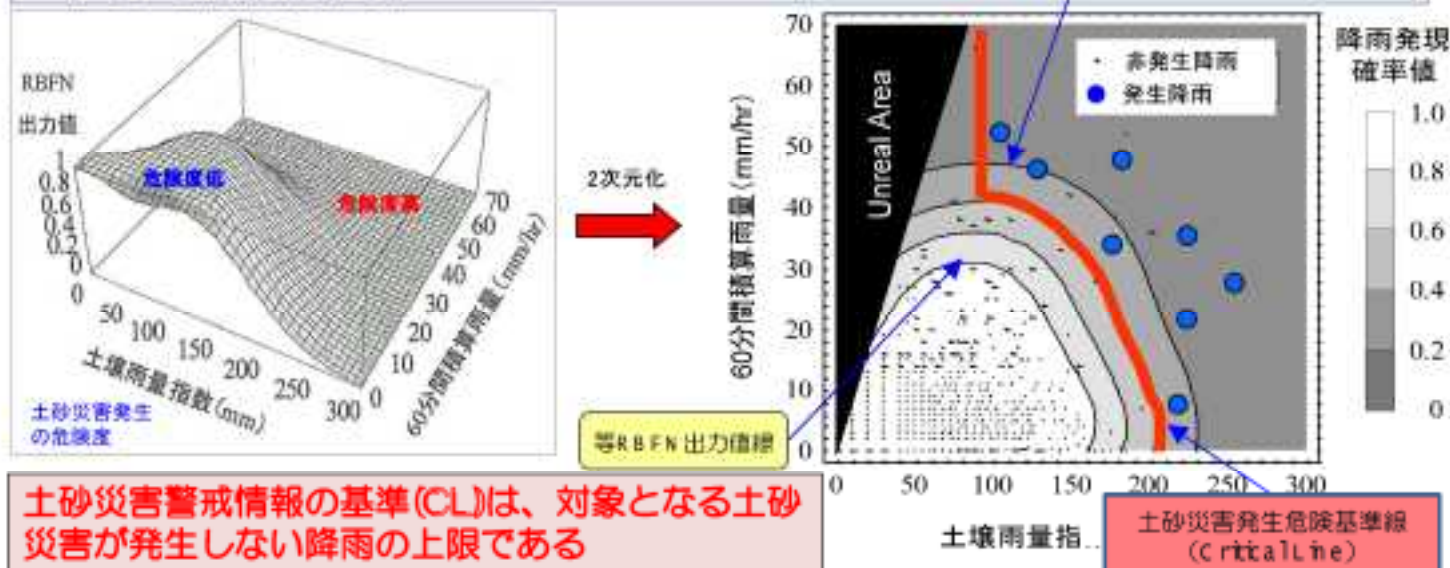
炬口テレメータデータを用いてRBFNより道路CLを設定



RBFNを用いた応答局面およびCL案の設定

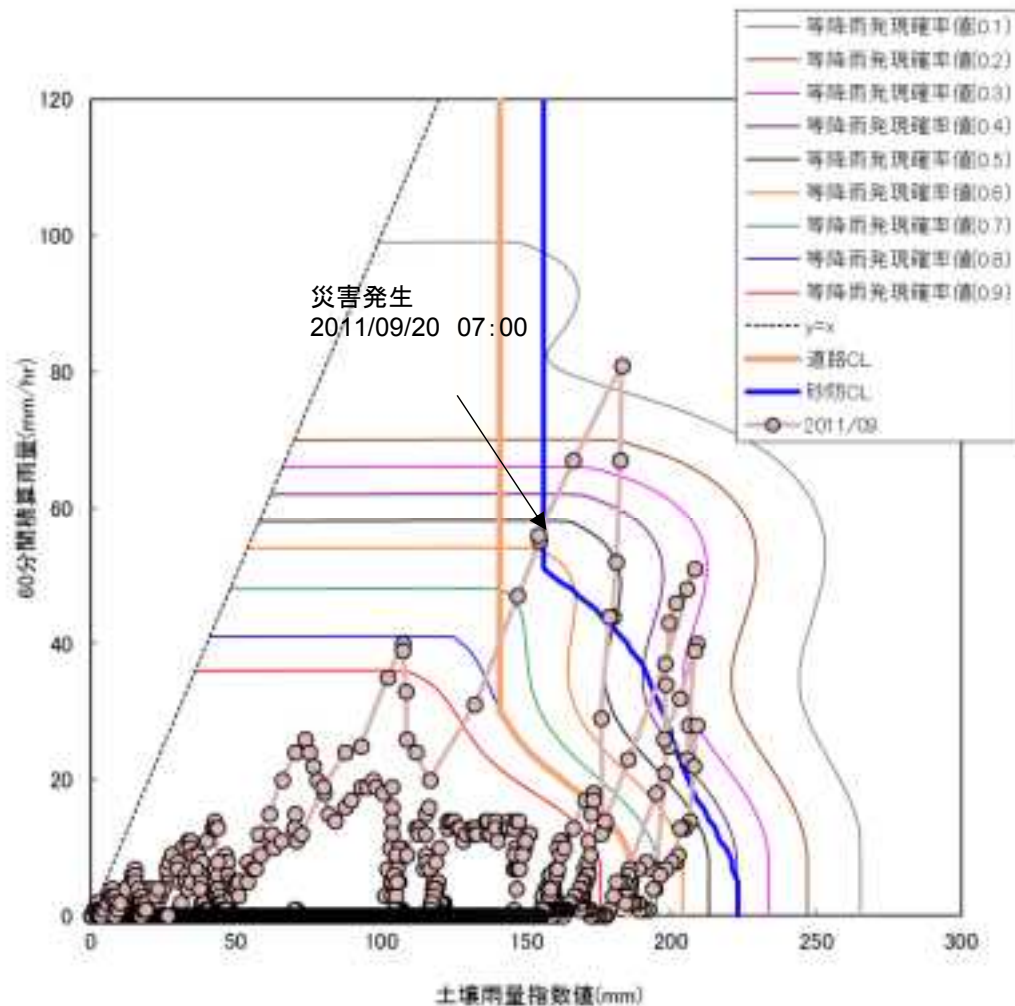
- (1) 5km格子ごとに、X軸に土壌雨量指数、Y軸に60分間積算雨量をとり、災害非発生降雨をプロットする。
- (2) 応答曲面は平面上の降雨量がどの程度の確率で発現するかを表すもので、応答曲面のZ軸をRBFN出力値と呼ぶ。応答曲面上でRBFN出力値が同値となる点を結んだ線を等RBFN出力値線とし、これを表す座標の集合を等RBFN出力値データと定義する。
- (3) 当該平面上において、非発生降雨データが密にプロットされる領域では、RBFN出力値が高く、また非発生降雨データが疎の領域では、RBFN出力値が低くなる。
- (4) RBFN出力値0.1～0.9について、災害捕捉率、発表頻度等を検討した上で、最も妥当とされるCL案を選定する。

災害履歴のない格子ではRBFN出力値0.1を基準とする



*RBFN (Radial Basis Function Network: 放射状基底関数ネットワーク)とは、脳や神経回路網をモデルとした隠層構造で入力層、中間層、出力層の3層からなり、中間層の出力にRBFN(放射状基底関数)を用いている。このRBFNは、非線形判別に優れた手法とされる。

研究方法（砂防方式：土壤雨量指数）



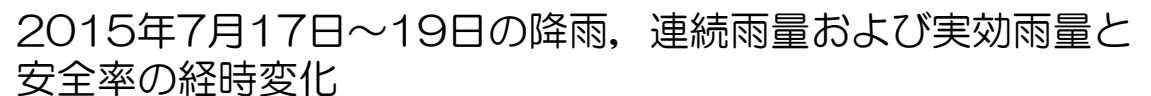
土壤雨量指数—60分積算雨量

道路CLは砂防CLより若干低いラインとなっている

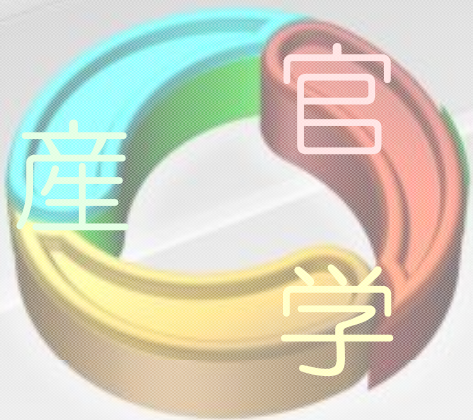
2011年9月20日7時に災害が発生しているが、**設定した道路CLはこの災害を捕捉している**

降雨日	テレメータ 炬口総雨量 (mm)	災害の有無	連続雨量による規制時間 (分)	CLライン 超過時間 (分)	備考
2004/10/20	277	発生	320	200	
2011/09/20	395	発生	1850	110 100 130	CLライン超過3回
2013/09/15	258	無災害	820	0	
2015/07/17	200	無災害	1070	0	
2015/12/11	172	無災害	310	0	
合計			4370	510	

概ね90%の規制時間の縮減が可能



- ①解析上の安全率が1を下回る時間（赤色で示した時間）を概ね捉えることができる
- ②安全率が最小となる時間帯を概ね捉えることができる
- ③通行規制の発令期間は現行基準よりもほとんどの場合において短縮できる



②「空間的」解除基準の提案

研究手法



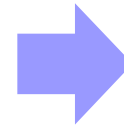
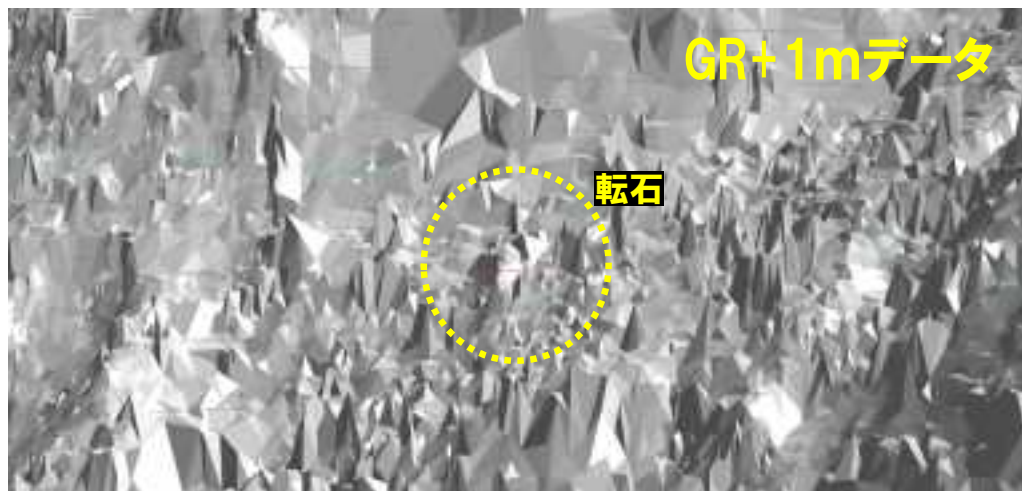
「空間的」解除を図る上で、国土交通省通達の三要件（対策完了・安全確認・降雨経験）に加えて、**管理区域外からのもらい災害に対する安全性の評価も必要**

⇒事前通行規制区間内で発生が想定される土砂災害（「落石」，「表層崩壊」，「土砂流出」，道路沿いだけでなく，道路に影響を及ぼす可能性のある範囲も含めた）に対して，**その災害発生危険箇所と被災規模等を定量的に評価する手法を提案するとともに，それらに対する対策工の定量的評価結果に基づく解除基準を提案**

研究成果（土砂災害の発生危険度評価手法）



＜落石＞ 航空レーザ測量等により計測された点群データを用いて
落石の発生源を抽出する手法



【現地検証結果】

安定度4の転石 ($0.6 \times 0.25 \times 0.2\text{m}$)

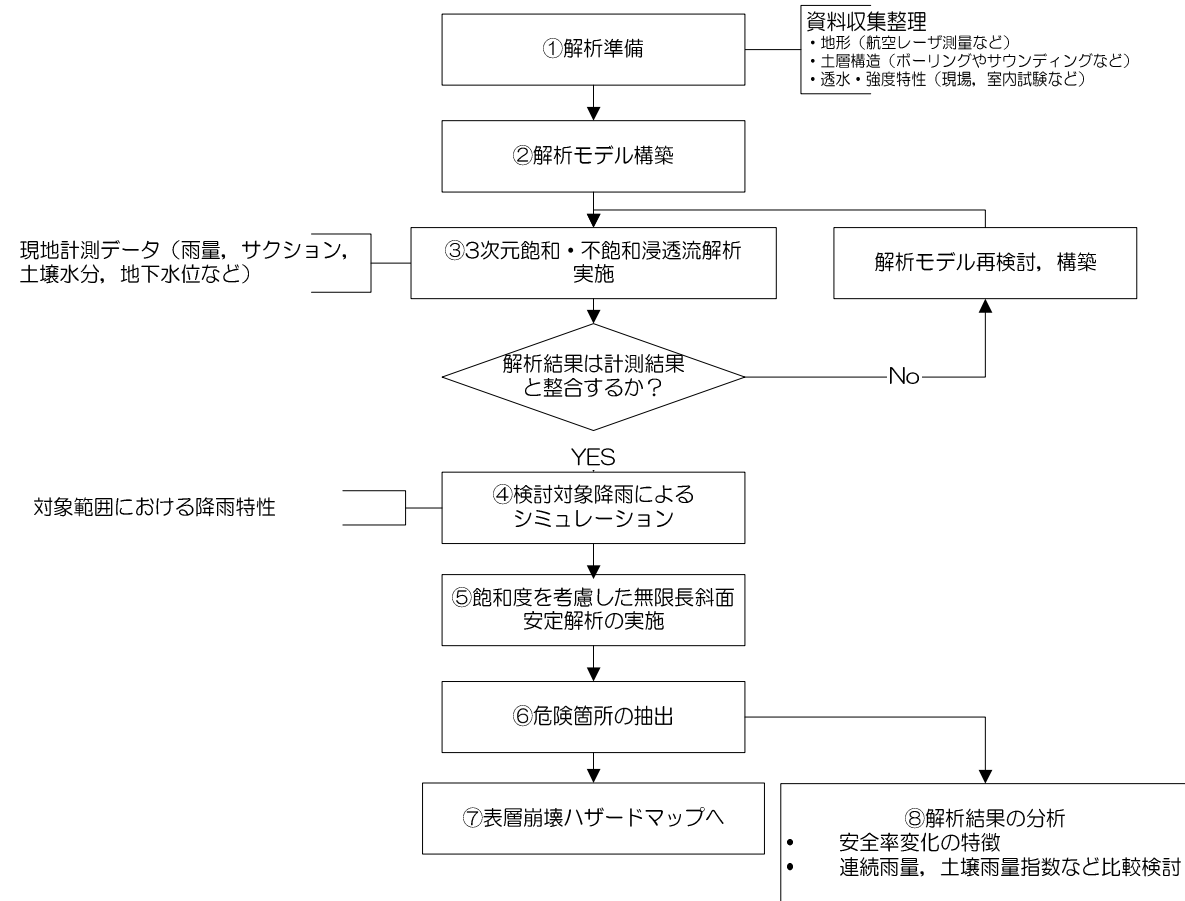
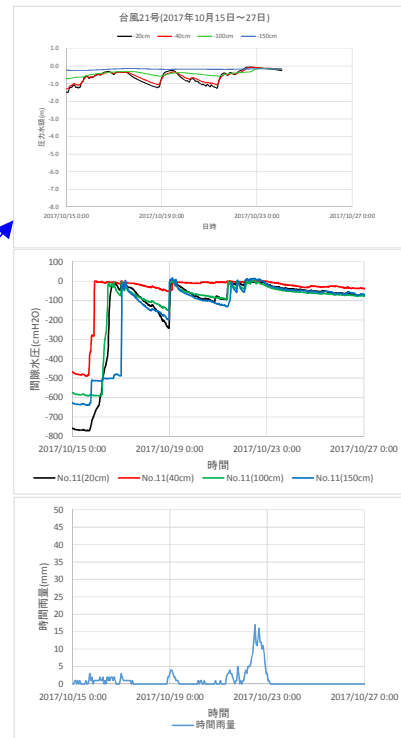
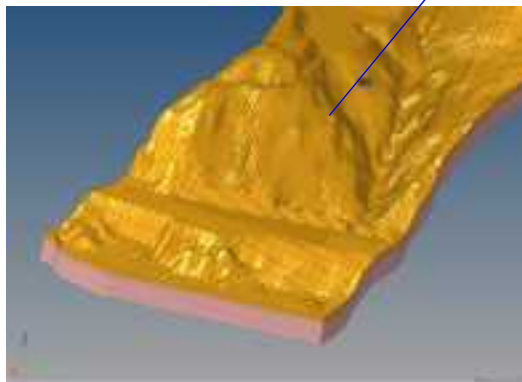


道路管理区域外も含めた広域
な範囲を対象とした作業効率の
向上に寄与

研究成果（土砂災害の発生危険度評価手法）

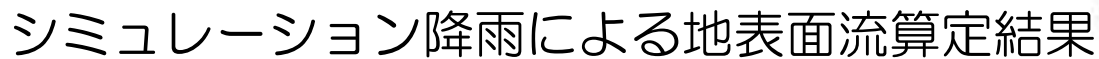


＜表層崩壊＞ 浸透流解析と斜面安定解析を組み合わせることによって広域を対象とした表層崩壊の発生危険度を評価する手法



表層崩壊発生危険度評価フロー

出解析モデル

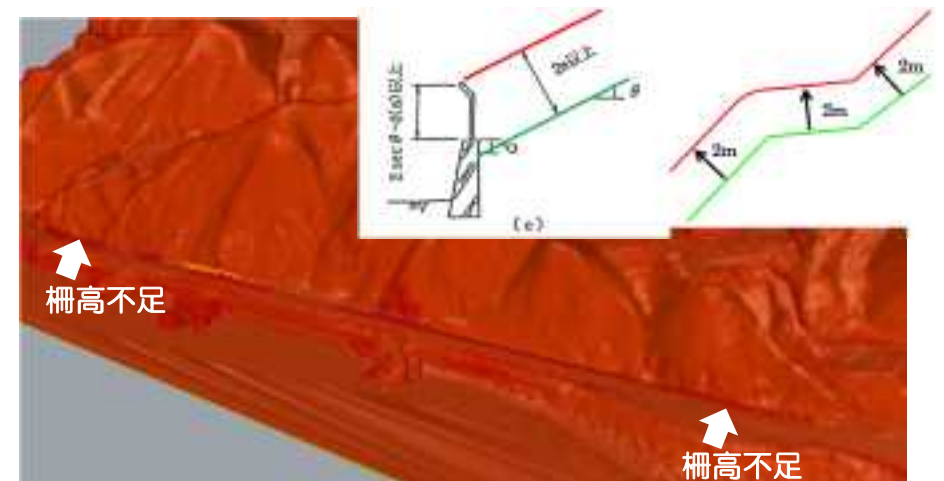
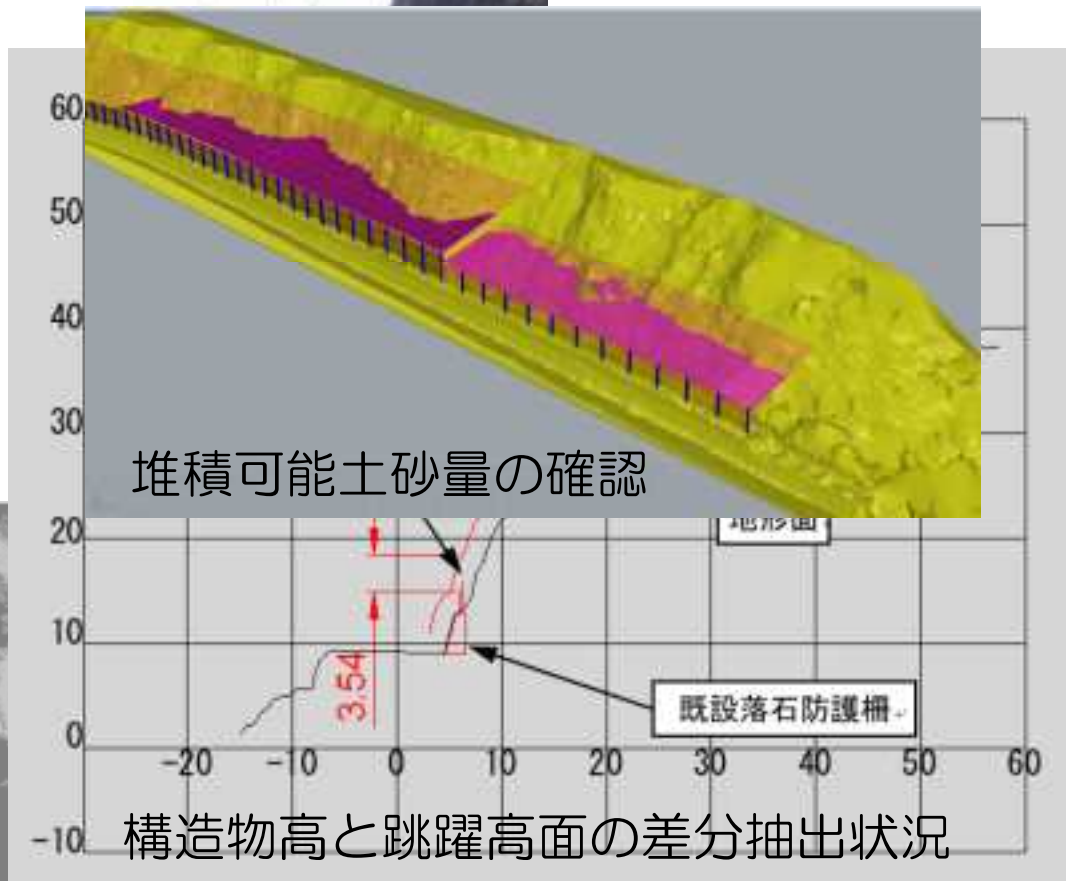


2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

研究成果（対策工効果の評価手法）



LP計測による詳細な地形計測データを活用することで規制区間沿いの現状の対策工の効果を効率よく評価する手法



跳躍面高モデルと構造物モデルの重ね合わせ



③通行規制区間の降雨特性の把握 ならびに雨量の観測体制の評価

研究方法



「時間的」かつ「空間的」解除の議論をするためには、通行規制区間における「時間的」かつ「空間的」な降雨特性を把握するとともに、現状の雨量観測体制の評価を行い、現状の雨量観測体制の評価を行

対象地

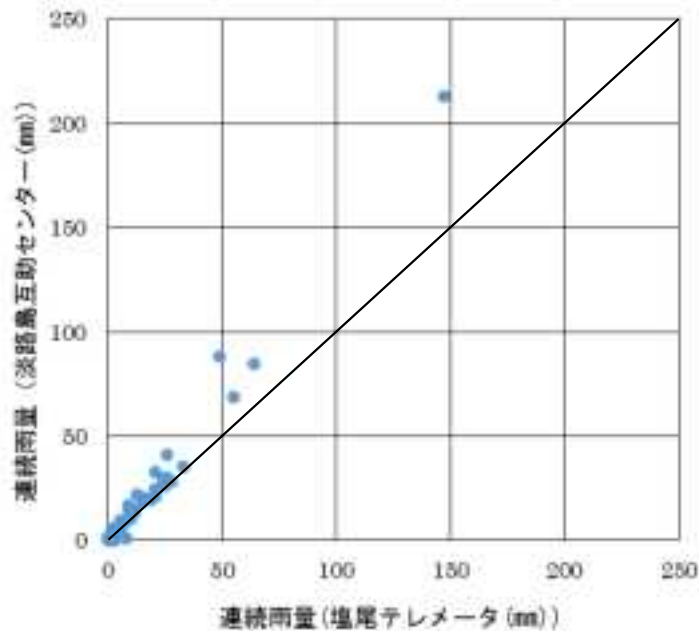
「塩」

「炬」

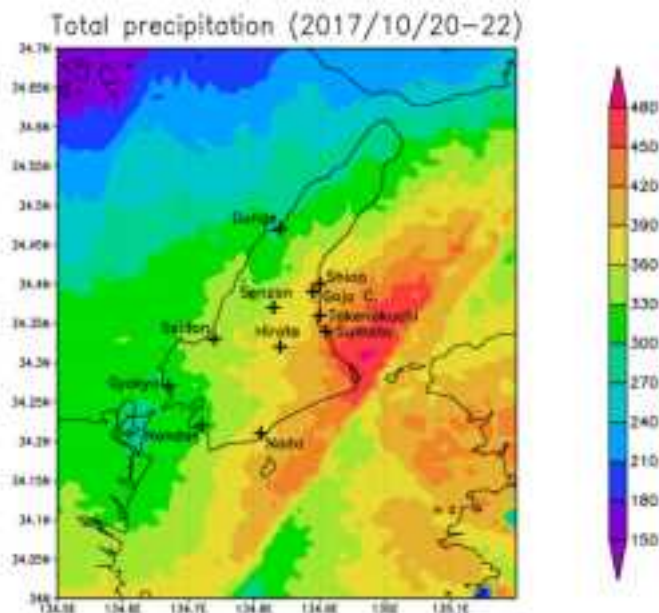
雨量計を設置



研究成果

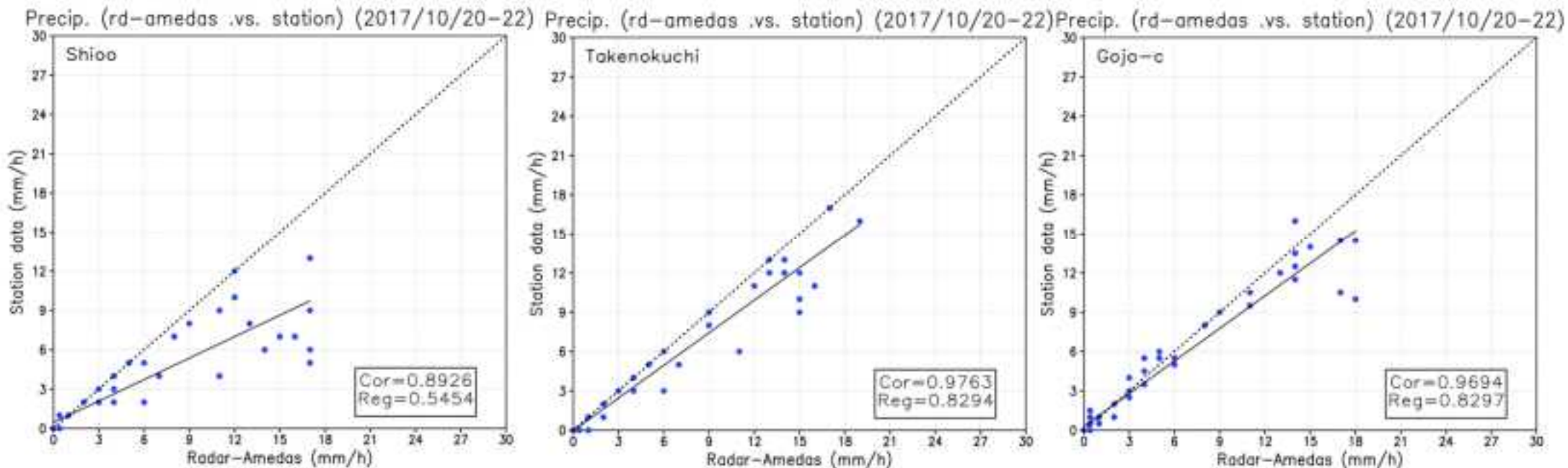


塩尾テレメータと淡路島互助センターの連続雨量の比較から、雨量が多いほど淡路島互助センターの方が塩尾テレメータより大きな値を示す傾向がある



レーダーアメダス解析雨量との比較からも規制区間付近における積算雨量の南北方向の違いは大きく、北に行くほど積算雨量は少ない傾向にある・・・降雨量が多いほど傾向大

研究成果



- 解析雨量とテレ雨量の時系列の相関は高い (0.89~0.97)
- 塩尾：テレ時間雨量は解析雨量の0.5倍程度
- 炬口，互助センター：テレ時間雨量は解析雨量の0.8倍程度

時系列の相関は高いので，雨量値の補正をすれば，解析雨量を用いて，規制区間内の他の地点の雨量の推定をすることが可能



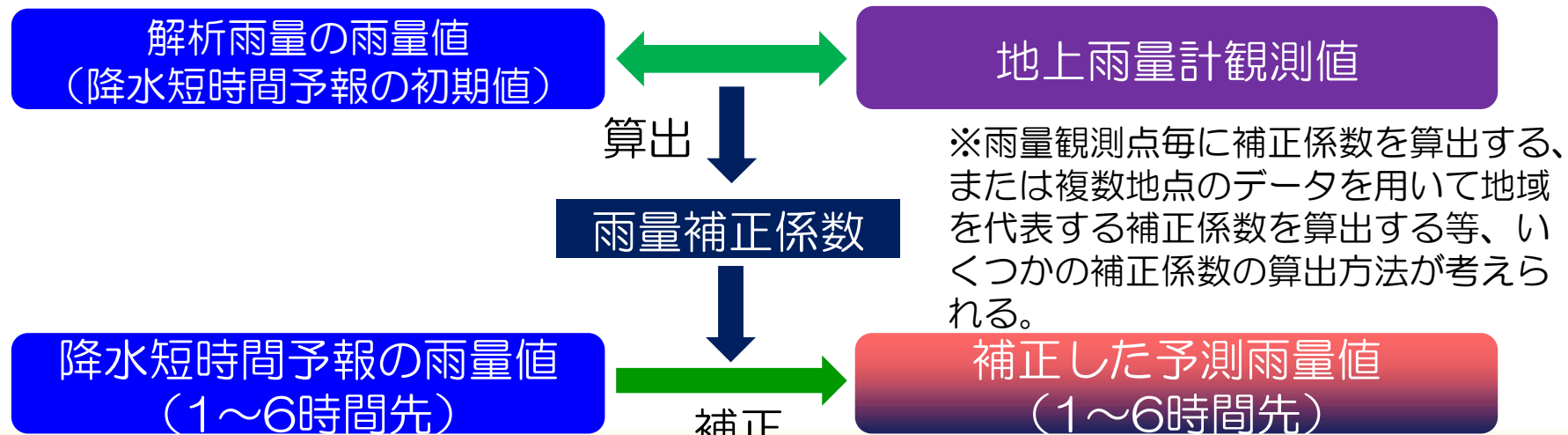
④短時間予測雨量情報の 高度化手法の提案

研究方法と成果



通行規制中の路線であっても、降雨が終了する時刻を予測することができれば、降雨量 2mm/h 以下が3時間継続する時刻を予測することができ、道路パトロールの開始時刻を早めることや規制が終了する時刻をあらかじめ見積もることも可能

⇒通行規制区間周辺の降雨の状況から、**規制区間内の降雨量の予測情報の高度化**する手法を検討し、単一の予測手法に頼らない、アンサンブル予測の適用することで精度向上する。



まとめ



これまでの研究成果をもとに、国道28号線の炬口ならびに塩尾規制区間を対象として、本プロジェクトの最終目標である「時間的」解除基準の設定方法の提案、「空間的」解除基準の設定方法の提案、通行規制区間の降雨特性の把握ならびに雨量の観測体制の評価、ならびに、短時間予測雨量情報の高度化手法の提案を行うことができた

○「時間的」解除基準は、現行の基準である「連続雨量」に代わる「時間的」解除基準として期待される

○管理区域外からのもらい災害も含めた土砂災害に対する安全性の評価は、通行規制区間の「空間的」解除を検討する上での判断材料になる

本研究で提案した2つの解除基準は、道路ネットワークの信頼性の向上に貢献



ご清聴ありがとうございました

