

13th October 2017

第14回新都市社会技術セミナー 於：國民會館



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、異常気象（豪雨）時の土砂災害から道路利用者の安全を確保するため、**異常気象時通行規制区間**を設定

通行規制区間では、斜面对策工事が重点的に施工されてきている（**ハード対策**）と共に、災害が発生する前に「通行止め」による通行規制を実施し、道路利用者の被災を回避（**ソフト対策**）

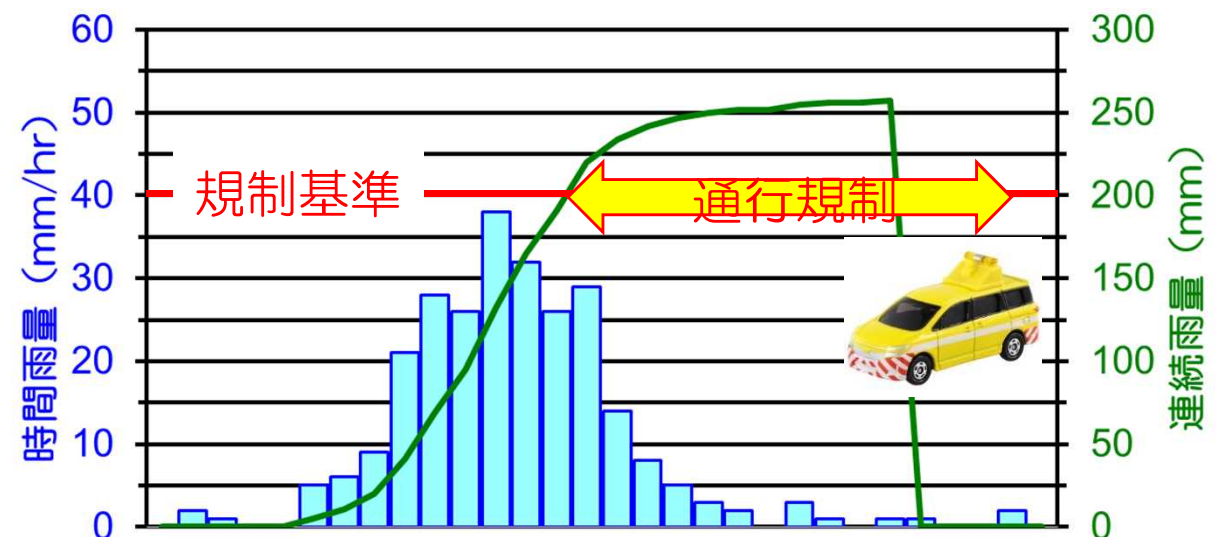
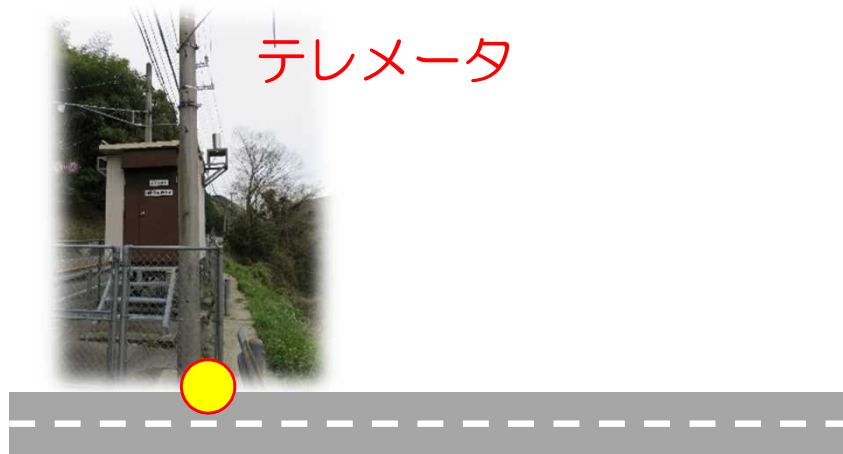


研究背景



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

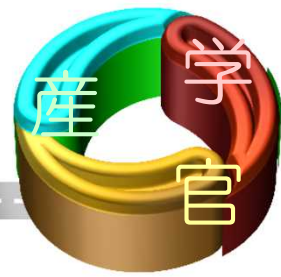
○ゲリラ豪雨による規制基準未満の雨量での被災（見逃し）

⇒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

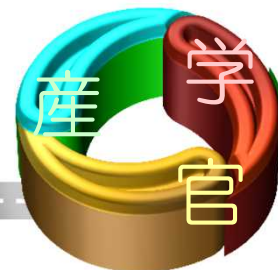


道路ネットワークの信頼性を向上させるため・・・

- 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

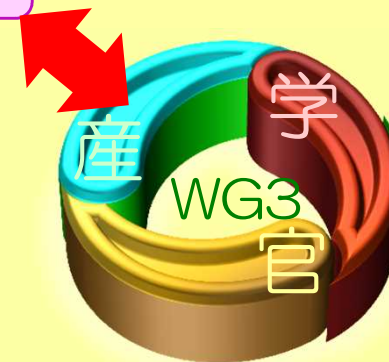
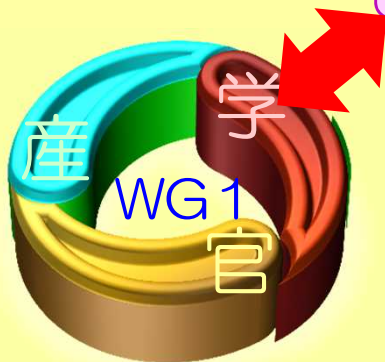


本研究プロジェクトでは、地盤工学、斜面防災、砂防工学、気象、現地計測、数値解析の知見に基づいた、「時間的」・「空間的」解除基準の設定方法を提案

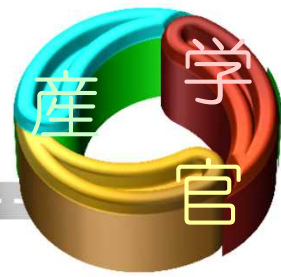
3つのWGにより、2つの解除基準を検討

事前道路通行規制区間の解除のあり方に関する研究

全体会議



研究体制



研究統括

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so）

研究体制



WG1：降雨特性評価研究WG

WGリーダー

谷口博：神戸市立工業高等専門学校

WG幹事

鳥居宣之：神戸市立工業高等専門学校

WGメンバー

小泉圭吾：大阪大学大学院

櫻谷慶治：大阪大学大学院

友村光秀：(株) 気象工学研究所

大曾根啓介：応用地質 (株)

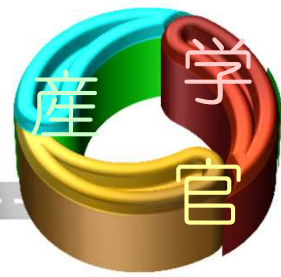
木場綾乃：応用地質 (株) 平成29年度より

小島慎也：明星電気 (株)

井上宜律：明星電気 (株)

国道事務所の担当職員

研究体制



WG2：「時間的」解除基準検討WG

WGリーダー

小田和広：大阪大学大学院

WGサブリーダー

小山倫史：関西大学

WGメンバー

小泉圭吾：大阪大学大学院

藤本将光：立命館大学

藤田行茂：地球観測（株）

西川啓一：iシステムリサーチ(株)

中井卓巳：(株)アーステック東洋

安藤貴志：計測技研（株）

国道事務所の担当職員

研究体制



WG3：「空間的」解除基準検討WG

WGリーダー

鳥居宣之：神戸市立工業高等専門学校

WG幹事

鏡原聖史：（株）ダイヤコンサルタント

WGメンバー

原口勝則：国際航業（株）

笠原拓造：国際航業（株）

村田叔充：国際航業（株） 平成29年度より

小田高幸：復建調査設計（株）

小松慎二：応用地質（株）

安藤 伸：応用地質（株） 平成29年度より

国道事務所の担当職員

研究計画



平成28年度

1年目

WG2・WG3

WG1

通行規制・解除基準の設定方法の
現状把握と課題抽出

通行規制区間の
降雨特性の把握

雨量観測体制
の評価

平成29年度

2年目

「時間的」解除
基準の検討

「空間的」解除
基準の検討

通行規制区間の
降雨特性の把握

雨量観測体制の評価
短時間予測雨量情報
の高度化手法の検討

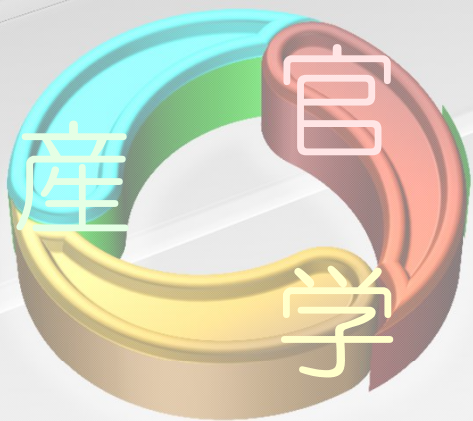
平成30年度

3年目

「時間的」解除
基準の提案

「空間的」解除
基準の提案

短時間予測雨量情報
の高度化手法の提案



①通行規制・解除基準の設定方法の 現状把握と課題抽出

研究方法

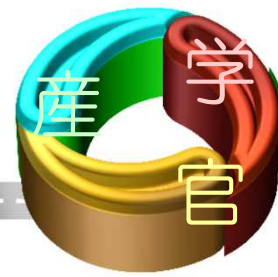


国道のみならず他の機関（府県道，市町道，高速道路，鉄道）を対象とした文献調査ならびにヒアリング調査を実施し，各機関における通行規制区間の設定背景と考え方，通行規制の実施状況，解除基準の設定方法，区間解除の現状などについて整理

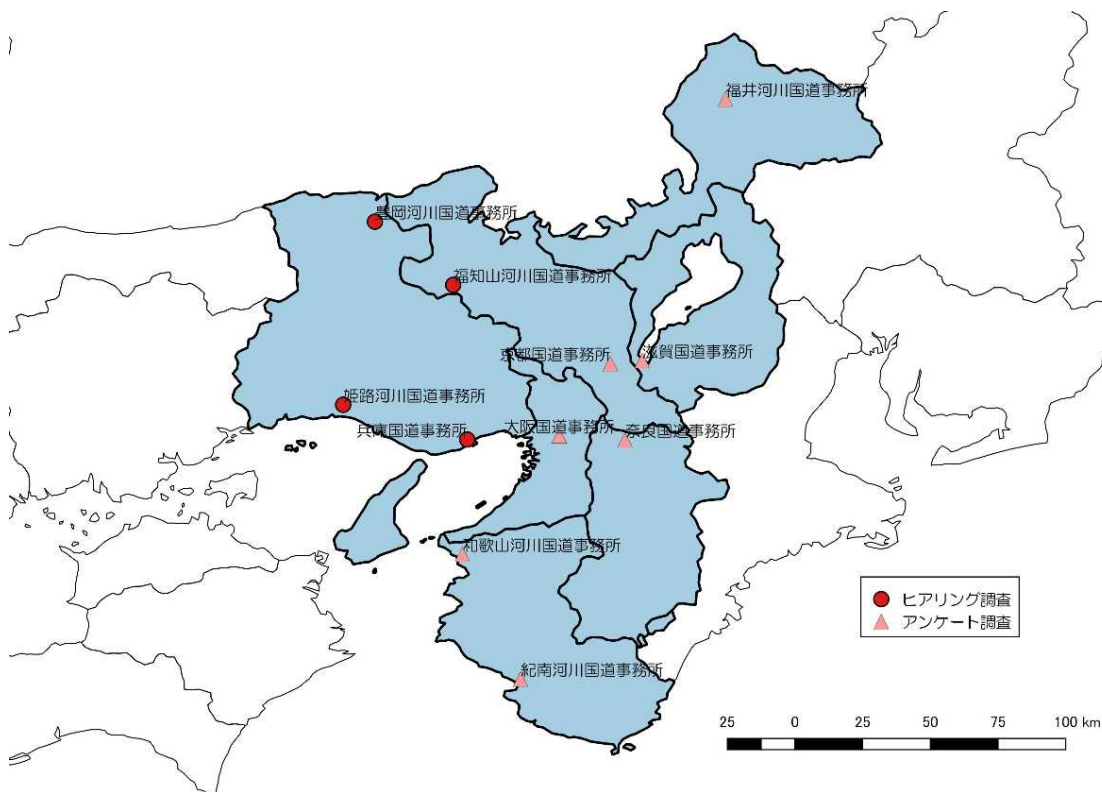
加えて，砂防や内閣府の豪雨に対する規制・避難の基準設定，解除の運用方法について整理

⇒国道の通行規制区間における通行規制・解除基準の設定方法の現状の把握と課題の抽出

研究方法



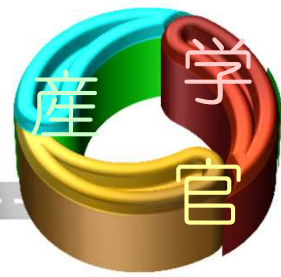
ヒアリング調査 近畿地方整備局管内の ・11国道事務所



33箇所の通行規制区間

路線名	規制区間		国道事務所	規制基準雨量	観測所名
	規制開始地点	規制終了地点			
28号	兵庫県津名郡津名町塩尾	兵庫県洲本市安乎町平安浦	兵庫	160mm	塩尾
28号	兵庫県洲本市中川原町厚浜	兵庫県洲本市炬口	兵庫	160mm	炬口
176号	兵庫県西宮市塩瀬町名塩	兵庫県西宮市塩瀬町生瀬	兵庫	190mm	名塩
2号	兵庫県赤穂郡上郡町梨ヶ原	兵庫県赤穂郡上郡町梨ヶ原（船坂峠）	姫路	250mm	落地
29号	兵庫県宍粟郡波賀町原	兵庫県宍粟郡波賀町戸倉	姫路	160mm	引原
29号	兵庫県宍粟郡波賀町戸倉	兵庫県宍粟郡波賀町戸倉峠	姫路	200mm	戸倉
9号	京都府天田郡夜久野町額田	京都府天田郡夜久野町日置	福知山	200mm	日置
27号	京都府船井郡和知町升谷	京都府船井郡和知町中山	福知山	150mm	升谷
27号	京都府船井郡丹波町下山	京都府船井郡丹波町下山	福知山	150mm	升谷
9号	兵庫県養父郡関宮町関宮	兵庫県美方郡岡町福岡	豊岡	200mm	福岡
8号	福井県武生市春日野	福井県南条郡河野村大谷	福井	200mm	大良
8号	福井県南条郡河野村大谷	福井県敦賀市赤崎	福井	200mm	杉津
8号	福井県敦賀市正田	福井県敦賀市新道	福井	180mm	新道
27号	福井県三方郡三方町倉見	福井県速読郡上中町下タ中	福井	260mm	倉見
27号	福井県小浜市伏原	福井県小浜市飯盛	福井	220mm	伏原
161号	福井県敦賀市正田	福井県敦賀市山中	福井	210mm	山中
1号	滋賀県大津市音羽台	滋賀県大津市道分町	滋賀	200mm	蓬坂山
161号	滋賀県高島郡マキノ町野口	滋賀県高島郡マキノ町野口	滋賀	210mm	国境
1号	京都府京都市山科区北花山	京都府京都市東山区清閑寺	京都	230mm	東山
9号	京都府京都市西京区大枝番掛町	京都府亀岡市篠町王子	京都	230mm	老ノ坂
9号	京都府船井郡岡町上木崎	京都府船井郡丹波町新水戸	京都	230mm	観音峠
25号	大阪府柏原市国分東条町（亀ノ瀬）	大阪府柏原市国分東条町（亀ノ瀬）	大阪	200mm	亀ノ瀬
26号	大阪府泉南郡岬町深日	大阪府泉南郡岬町孝子	大阪	250mm	孝子
165号	大阪府柏原市田辺	大阪府柏原市旭ヶ丘	大阪	200mm	穴虫
25号名阪	三重県上野市大字治田	奈良県天理市石上	奈良	160mm	針
26号	大阪府泉南郡岬町孝子	和歌山県真志中	和歌山	250mm	梅原
42号	和歌山県日高郡日高町池田	和歌山県日高郡由良町里	和歌山	240mm	日高
42号	和歌山県日高郡由良町畑	和歌山県有田郡広川町河瀬	和歌山	240mm	河瀬
42号	和歌山県東牟婁郡古座町田原	和歌山県東牟婁郡古座町津荷	紀南	250mm	古座
42号	和歌山県西牟婁郡串本町有田	和歌山県西牟婁郡串本町田並	紀南	250mm	有田
42号	和歌山県西牟婁郡さみ町見老津	和歌山県西牟婁郡さみ町周参見	紀南	250mm	見老津
42号	和歌山県西牟婁郡日置川町志原	和歌山県西牟婁郡白浜町富田字高瀬	紀南	250mm	富田
42号	和歌山県日高郡南部町山内	和歌山県日高郡南部町東岩代	紀南	300mm	南部

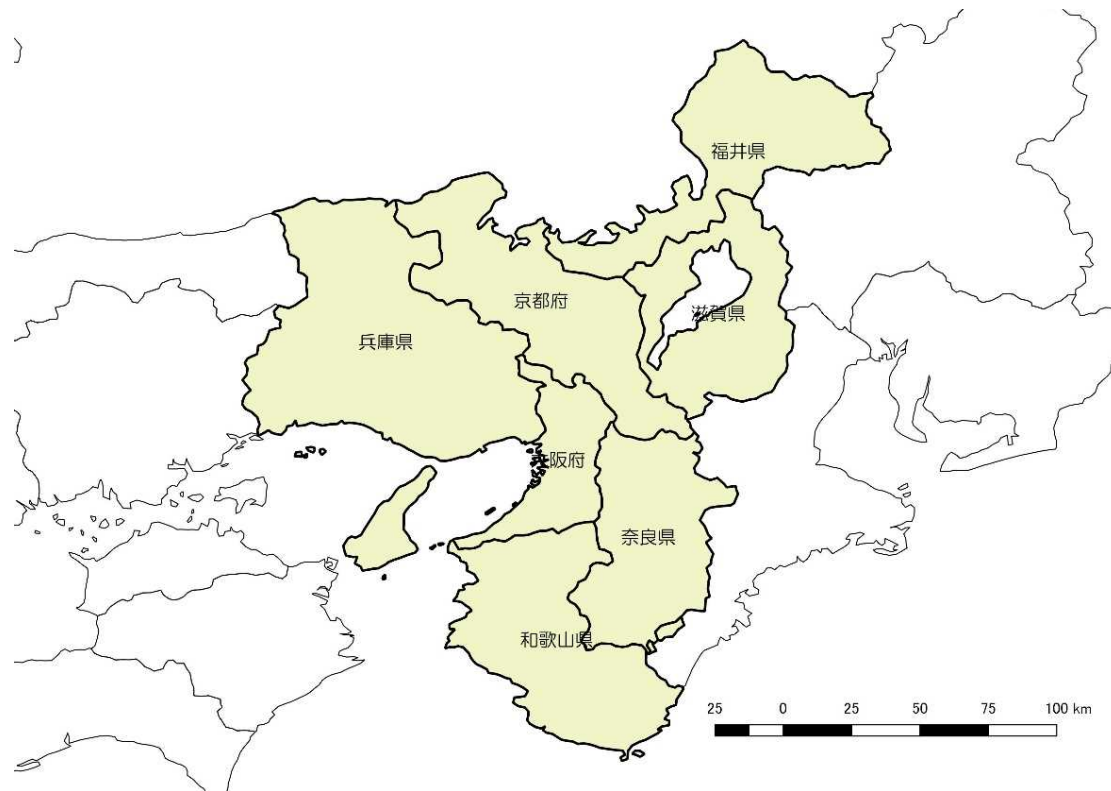
研究方法



ヒアリング調査

近畿地方整備局管内の

- ・ 8つの自治体
(7府県庁, 1市庁)



各自治体における通行規制区間数

自治体名	府県内の事前道路通行規制区間数	
	府県管理道路（内、国道数）	国道事務所管理道路
福井県	107（32）	6
滋賀県	33（7）	2
京都府	59（16）	6
大阪府	45（6）	3
兵庫県	207（25）	7
奈良県	61（28）	1
和歌山県	76（35）	8

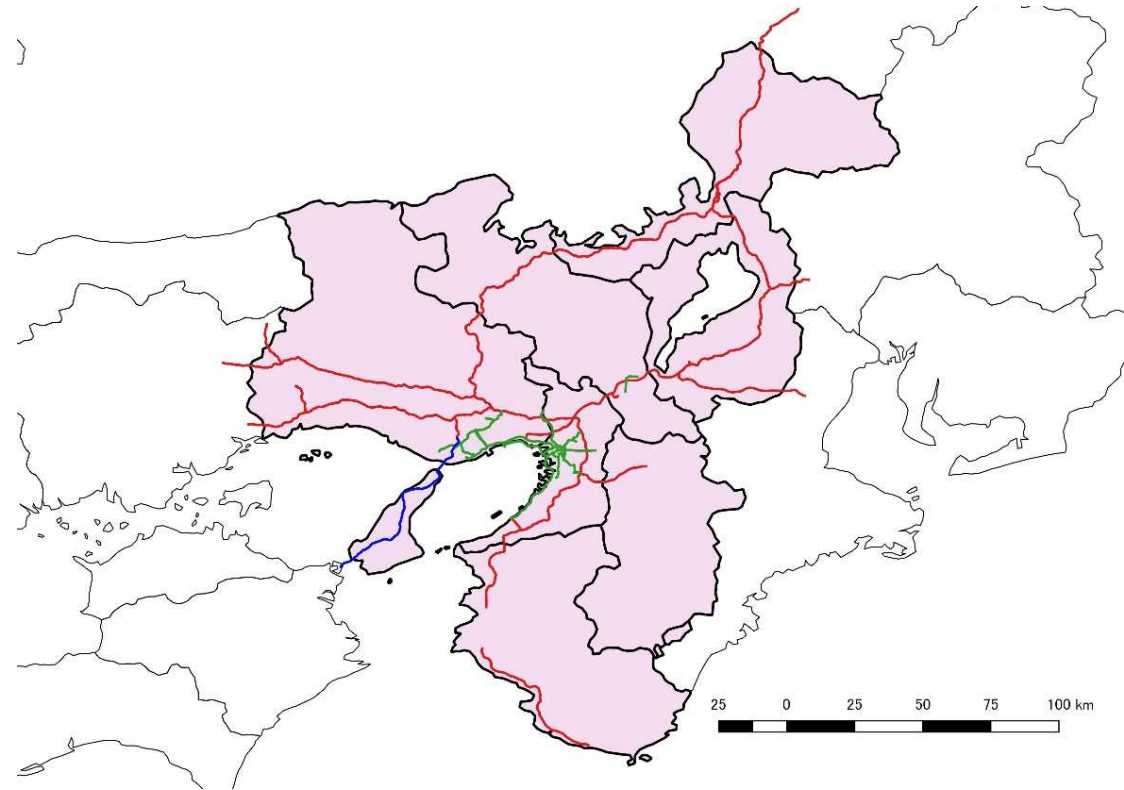
研究方法



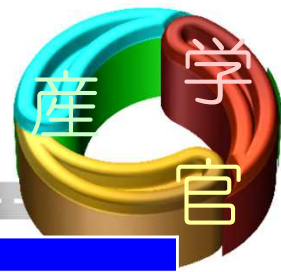
ヒアリング調査

近畿地方整備局管内の

- 3つの高速道路事業者
- 1つの鉄道事業者



研究方法



設問番号	調査項目
設問1	事前道路通行規制区間の設定の背景と考え方
1-1	規制区間の設定はどのようにされていますか？
1-2	規制区間の規制雨量はどのように設定されていますか？
1-3	規制区間内の想定災害はどんな形態ですか？ また対策はどのような対策でどの程度進んでいますか？
設問2	事前道路通行規制区間における災害履歴
2-1	規制区間内で災害履歴はありましたか？ その時の雨量はどのくらいでしたか？ 区間外での崩壊の実績はありましたか？
設問3	通行規制の実施状況
3-1	近年の通行規制の実施状況を教えてください。
設問4	雨量の観測体制
4-1	通行規制にかかわる雨量の観測体制について教えてください
4-2	観測点の設置場所はどのように決めましたか？
4-3	雨量の計測間隔はどの程度ですか？観測されたデータは、どのように処理されていますか？
4-4	他機関雨量などの情報や予測値は使用していますか？ モニタリング計測結果の活用などの可能性は
設問5	通行規制実施体制
5-1	通行規制の準備は、どのような基準でおこなっておりますか？
設問6	解除基準（時間的）の設定
6-1	解除の基準値の設定はどのようにされていますか？
6-2	雨量観測値以外に参考にしているものはありますか？
設問7	通行規制解除（時間的）実施体制（待機、準備、規制解除）
7-1	通行規制解除の準備は、どのような基準でおこなっておりますか？
設問8	規制区間解除（空間的）に向けた取組（解除（緩和））
8-1	規制区間の解除を行った事例はありますか？ その際にどのような基準で解除しましたか？ 解除した事例で、解除後の点検などはどうされていますか？
8-2	規制区間の緩和（基準雨量の緩和）された事例はありますか？ その際にどのような基準で緩和をおこないましたか？ 解除した事例で、解除後の点検などはどうされていますか？
設問9	その他（自由意見）



<現状と課題>

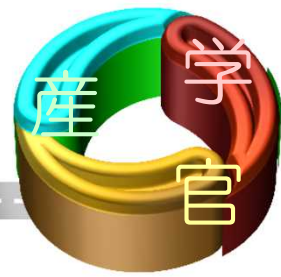
- 飛騨川バス転落事故をうけて、昭和44年頃から、各国道事務所において豪雨時に斜面、法面の崩壊危険度が高いと判断される区間に対して、異常気象時の通行規制が実施

ただし、通行規制区間の位置の設定や規制雨量の基準値の設定背景の**明確な根拠資料等が残っていない**のが実状（各自治体でも同様であった）



<現状と課題>

- これまでの通行規制の実績において、規制を実施してもそのほとんどが無被災（空振り）であることを考慮すると、災害を引き起こす雨量を過小評価している規制区間が多い
- 昭和44年当時に設定した規制雨量の基準値から、ほとんど変更されていない通行規制区間（あるいはその経緯が不明な通行規制区間）については、基準値の見直しもしくは妥当性の検討を行う必要

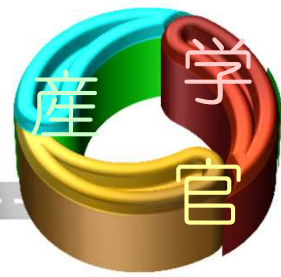


<現状と課題>

- ・通行規制が実施された場合のほとんどが「空振り」

一部の自治体では、規制解除後の災害事例も

したがって、通行止め時間の適正化を図るためには、現行の観測雨量での解除基準（これに加えて安全パトロールによる安全確認が必要だが）のみでは限界があり、**降雨中および降雨後の斜面・のり面内の水分環境を把握した上で解除を行う必要**



<現状と課題>

- ・現状では、道路管理区域内よりも区域外を発生源とする災害（**もらい災害**）の方が多い

「空間的」解除のための三要件の1つである「要対策箇所対策工事が完了」の条件を満たしたとしても、もう1つの条件である「学識経験者等により対策工事の効果・安全性についての見解・判断を得ること」を満たすためには、**道路管理区域外からの災害の危険性についても評価**する必要



②通行規制区間の降雨特性の把握と 雨量観測体制の評価

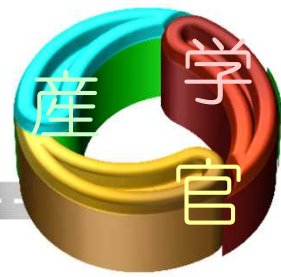
研究方法



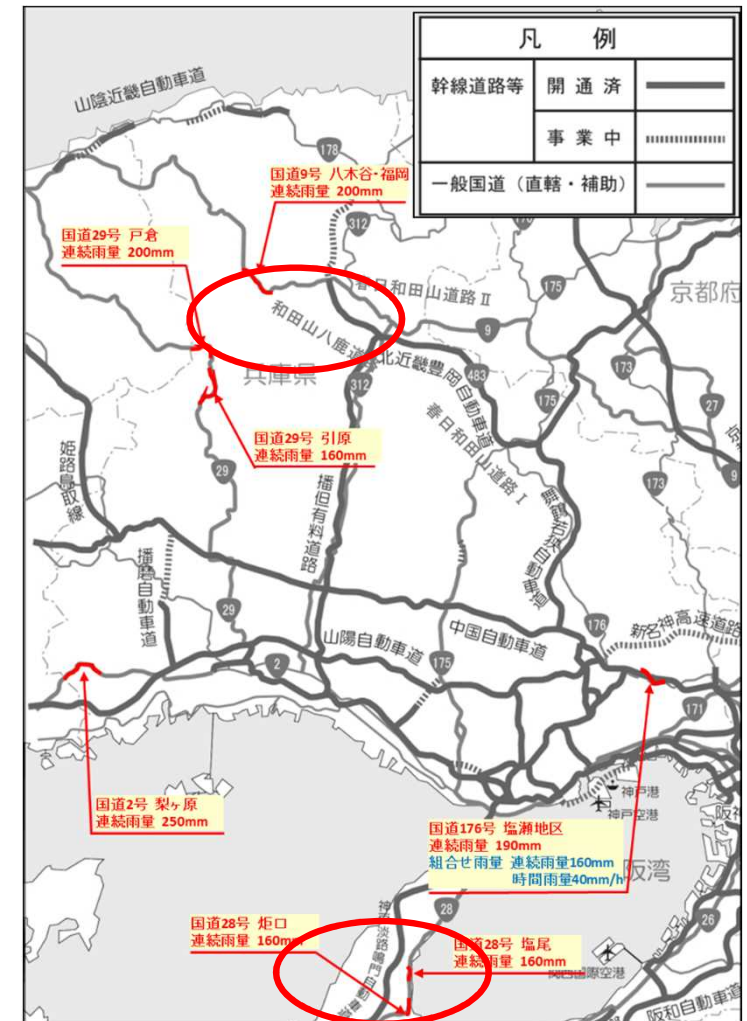
現在の国道における異常気象時の通行規制は、通行規制区間付近に設置された雨量観測計（テレメータ）での観測値に基づいて規制あるいは解除

通行規制区間における「時間的」かつ「空間的」解除の議論をするためには、通行規制区間ならびにその周辺における「時間的」かつ「空間的」な降雨特性を把握することが不可欠

研究方法



⇒国道28号と国道9号におけるテレメータデータならびに通行規制区間近傍の気象庁アメダスデータならびに通行規制実績データを用いて，通行規制区間の規制実績とその際の降雨状況の検討，降雨継続時間と総降水量の関係，降雨波形の特徴などの通行規制区間の降雨特性を明らかにする



近畿地方整備局管轄の
兵庫県内通行規制区間

研究成果



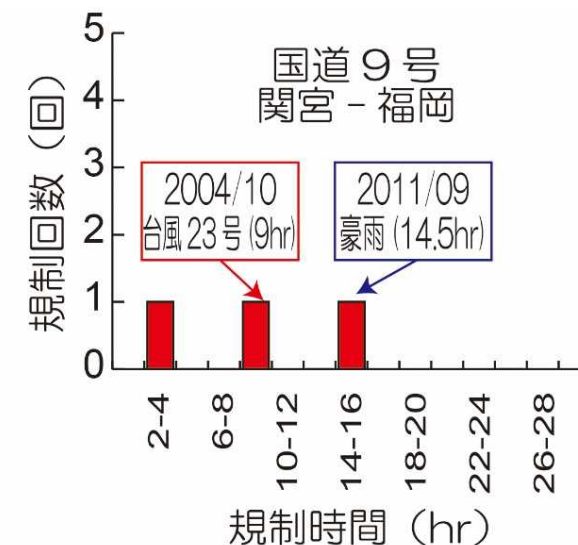
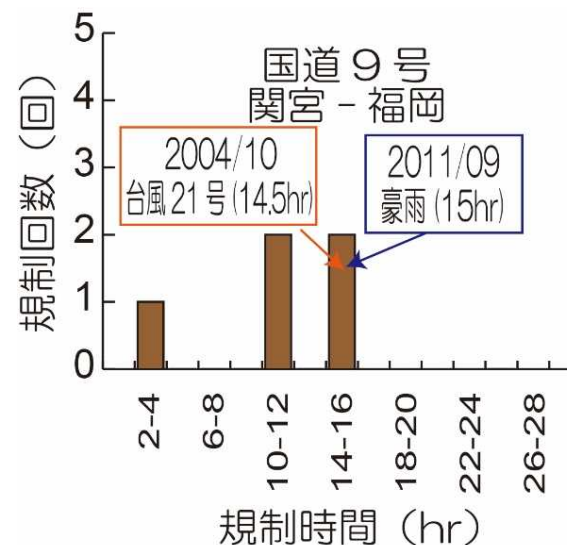
＜規制実績とその際の降雨状況＞

規制回数：

日本海側＜瀬戸内海側

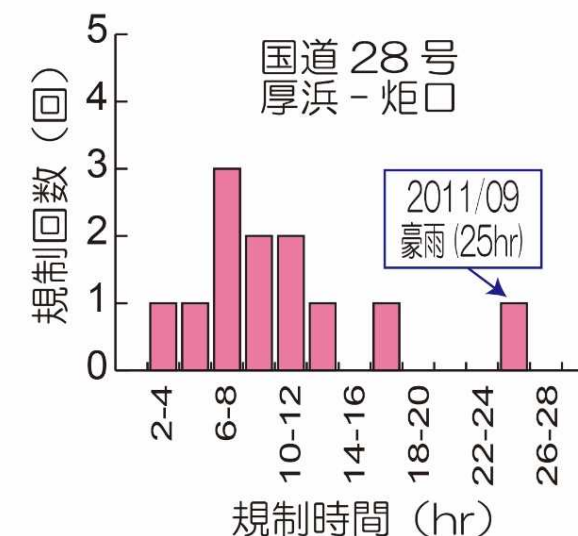
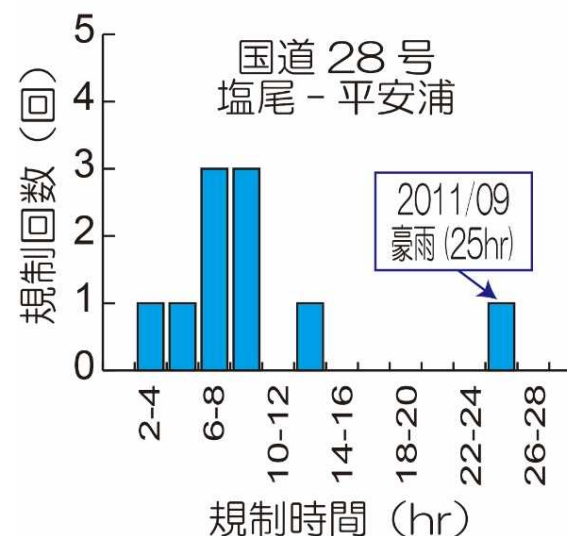
台風による規制事例：

「地域限定型の通行規制」



豪雨による規制事例：

「広範囲の通行規制」

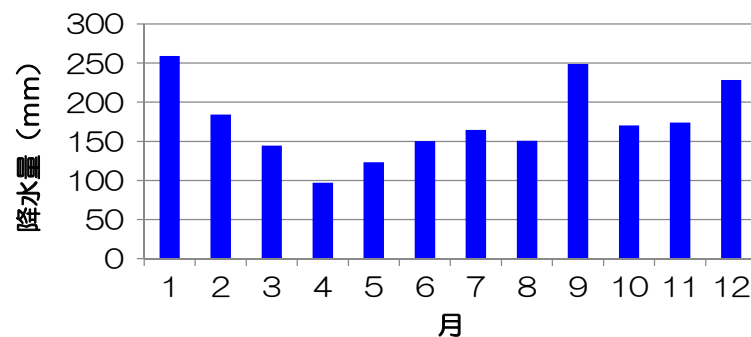


研究成果

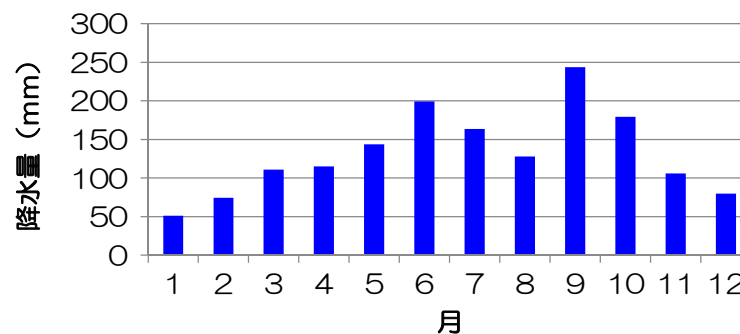


＜瀬戸内海側と日本海側の規制区間近傍の月平均降水量の平年値＞

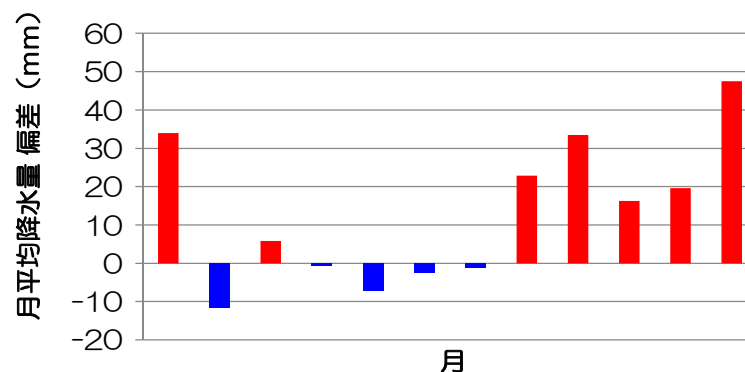
(a) 豊岡 月平均降水量 (1997/1~2016/12)



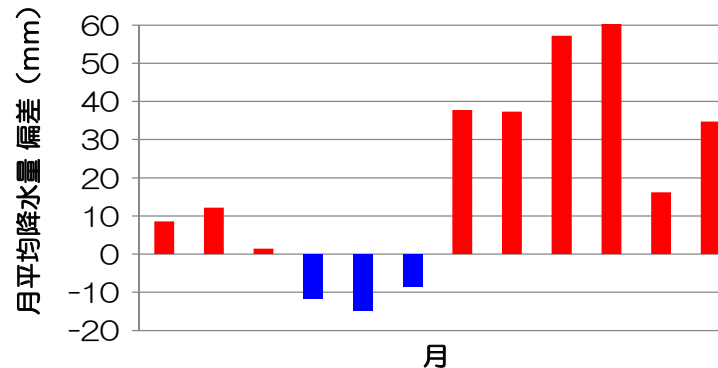
(b) 洲本 月平均降水量 (1997/1~2016/12)



(c) 豊岡 月平均降水量 前20年と後20年の差



(d) 洲本 月平均降水量 前20年と後20年の差

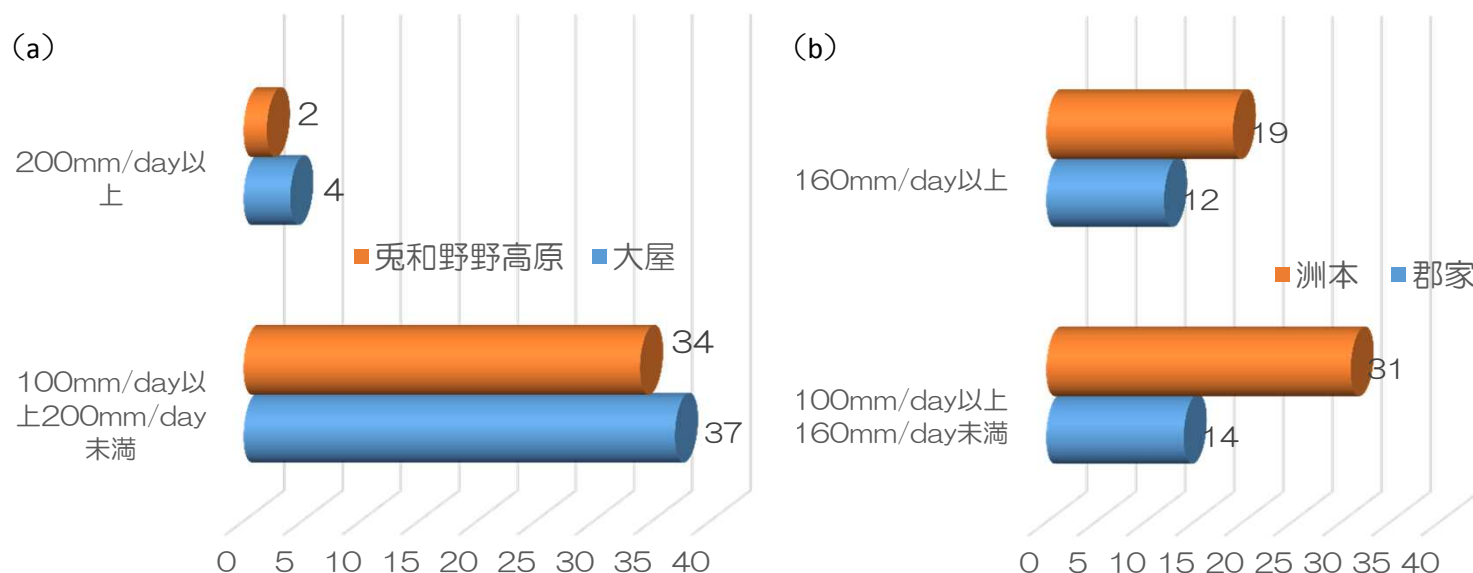


日本海側（豊岡）に比して、瀬戸内側（洲本）の方が梅雨前線や秋雨前線の近年の長期化や活発化が示唆される

研究成果



＜規制区間近傍のアメダス観測地点の規制雨量に達する日降水量の統計値＞



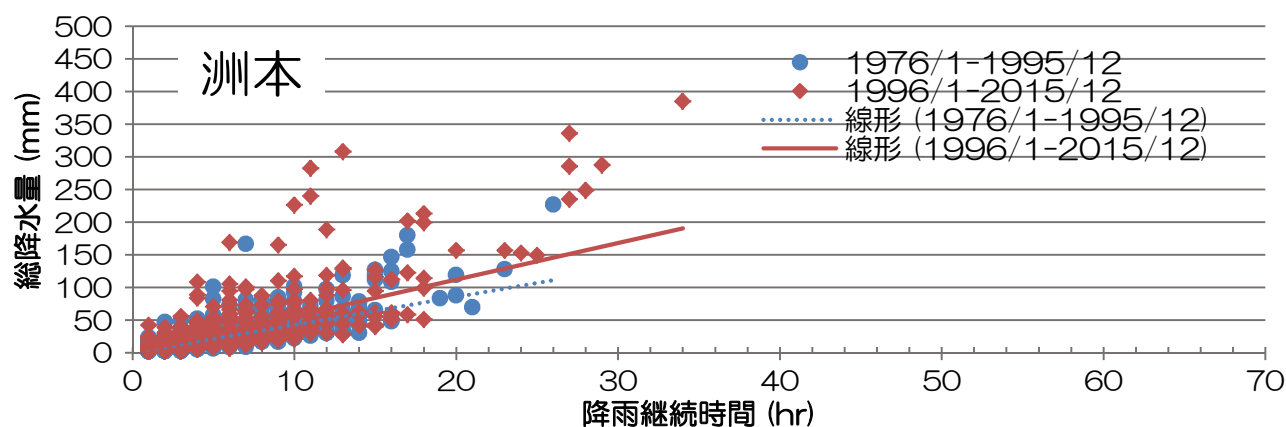
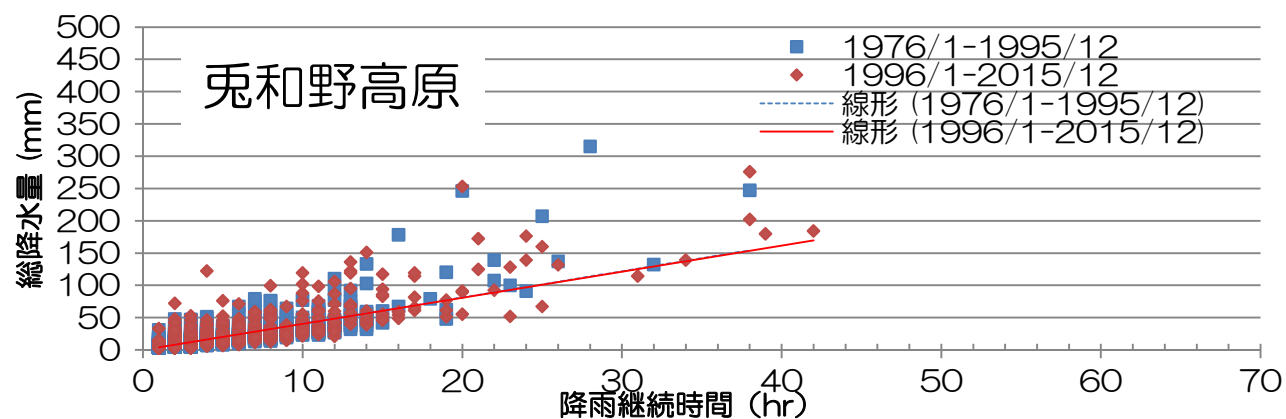
日本海側（兎和野高原と大屋）の日降水量の統計量の差に比べて、瀬戸内側（洲本と郡家）の日降水量の統計量の差は大きいことから、隣接する2地点であっても、雨の降り方には地域差があることを示唆

研究成果

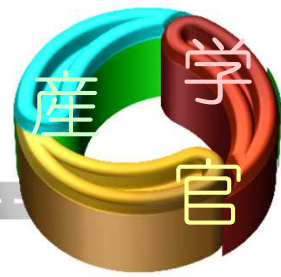


＜規制区間近傍のアメダス観測地点の降雨事例毎の降雨継続時間と総降水量の関係＞

日本海側では、「**少雨・長時間**」型の降水が多いのに対し、瀬戸内海側では「**多雨・短時間**」型の降水が多く、その傾向は**近年増加傾向**

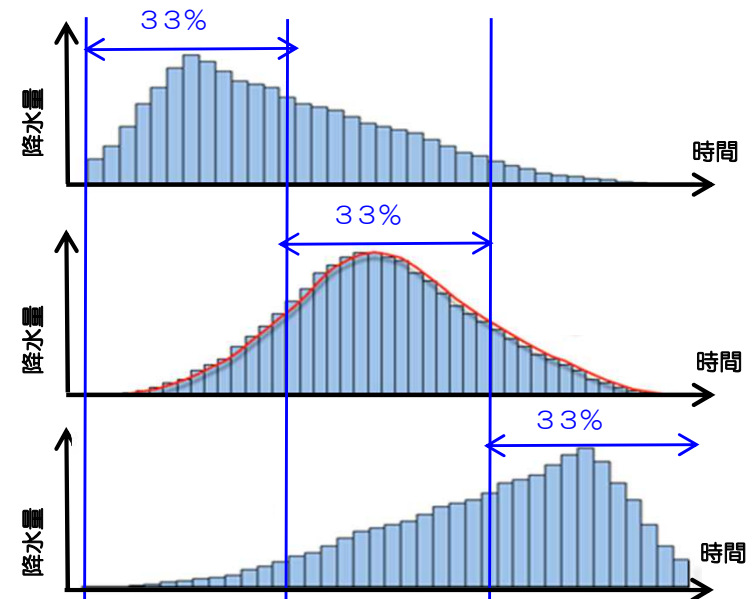


研究成果



＜規制区間近傍の降雨事例毎の降雨波形＞

いずれの地域も降雨波形としては、「**中央集中型**」が最も多く、次に「**後方集中型**」



降雨形態		前方集中型	中央集中型	後方集中型
事例数 (割合)	宇和野高原	325 (26.1%)	554 (44.6%)	364 (29.3%)
	大屋	218 (23.0%)	451 (47.6%)	279 (29.4%)
	西宮	64 (24.7%)	112 (43.2%)	83 (32.0%)
	洲本	249 (24.4%)	460 (45.1%)	312 (30.6%)
	郡家	161 (22.8%)	338 (47.9%)	207 (29.3%)

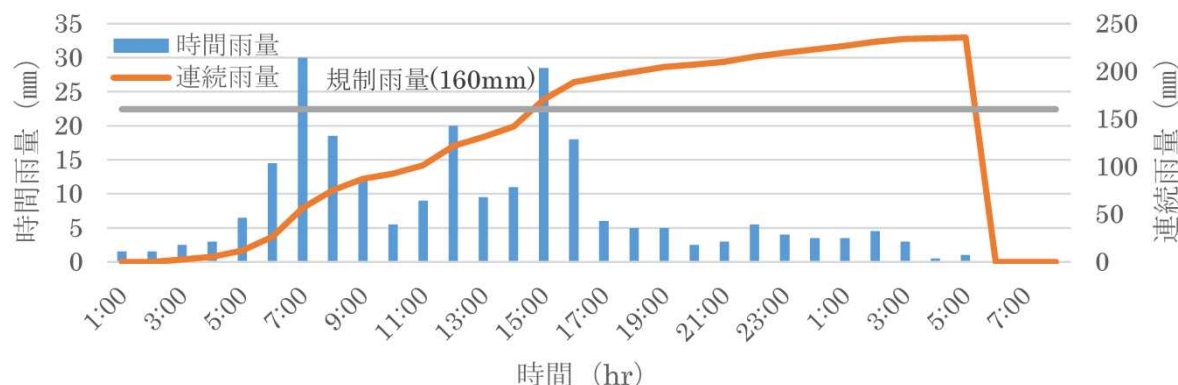
研究成果



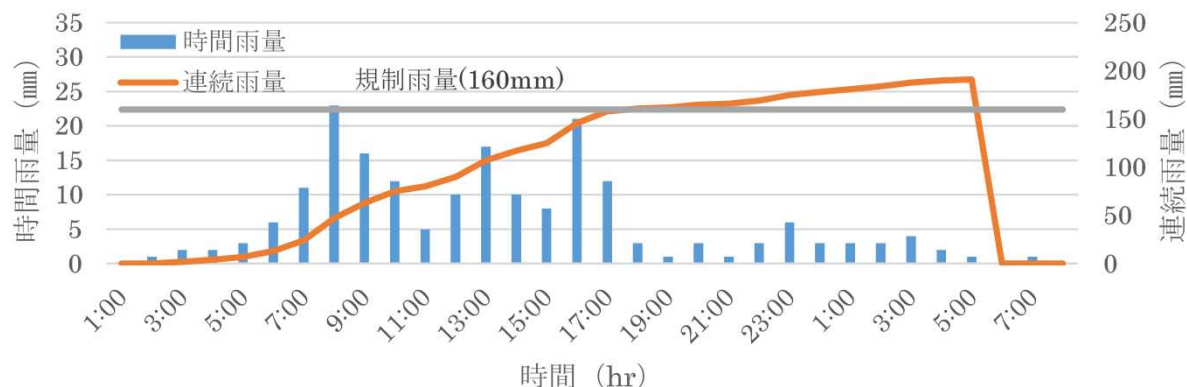
＜規制区間テレメータデータと近傍のアメダスデータの比較＞

降雨事例によって
は**大きな時間差や総
降水量の違い**がある
場合がある

⇒テレメータの設置
位置によっては、規
制区間全体の降雨の
状況を把握できない
場合があることを示
唆



洲本（アメダス）で2011年5月29日1時から観測した降雨



炬口（テレメータ）で2011年5月29日1時から観測した降雨

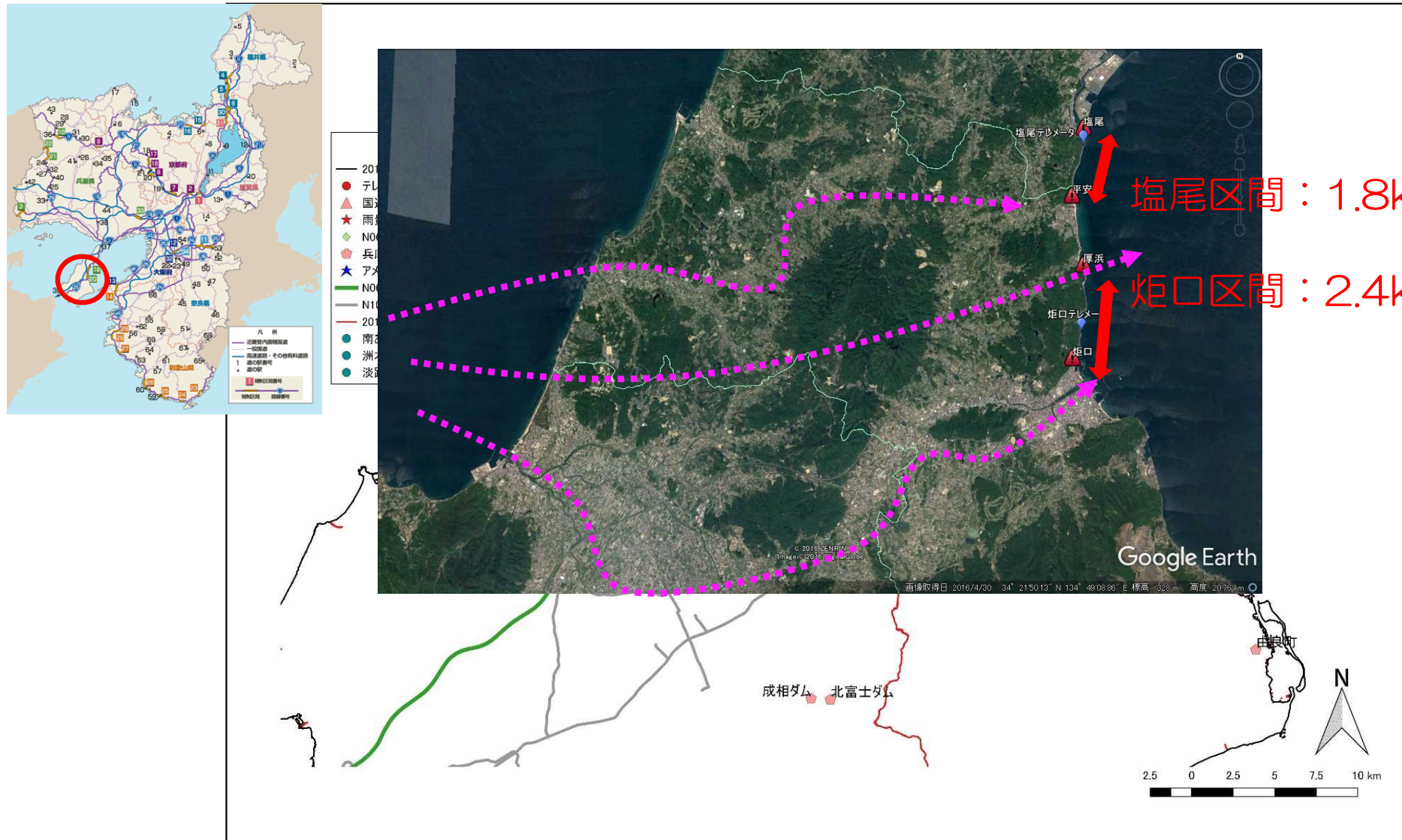
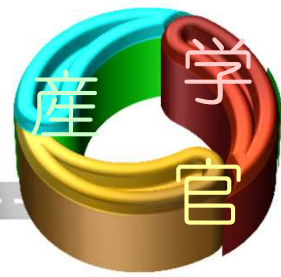
研究方法



現在の雨量観測体制では局地的な集中豪雨の場合，降雨を十分に捉えきれない可能性が懸念

⇒過去に通行規制が実施された時のテレメータデータと近傍のアメダスデータとの比較を行うことで，通行規制区間に設置されている**テレメータの配置の空間的妥当性の検討**を行う

研究成果

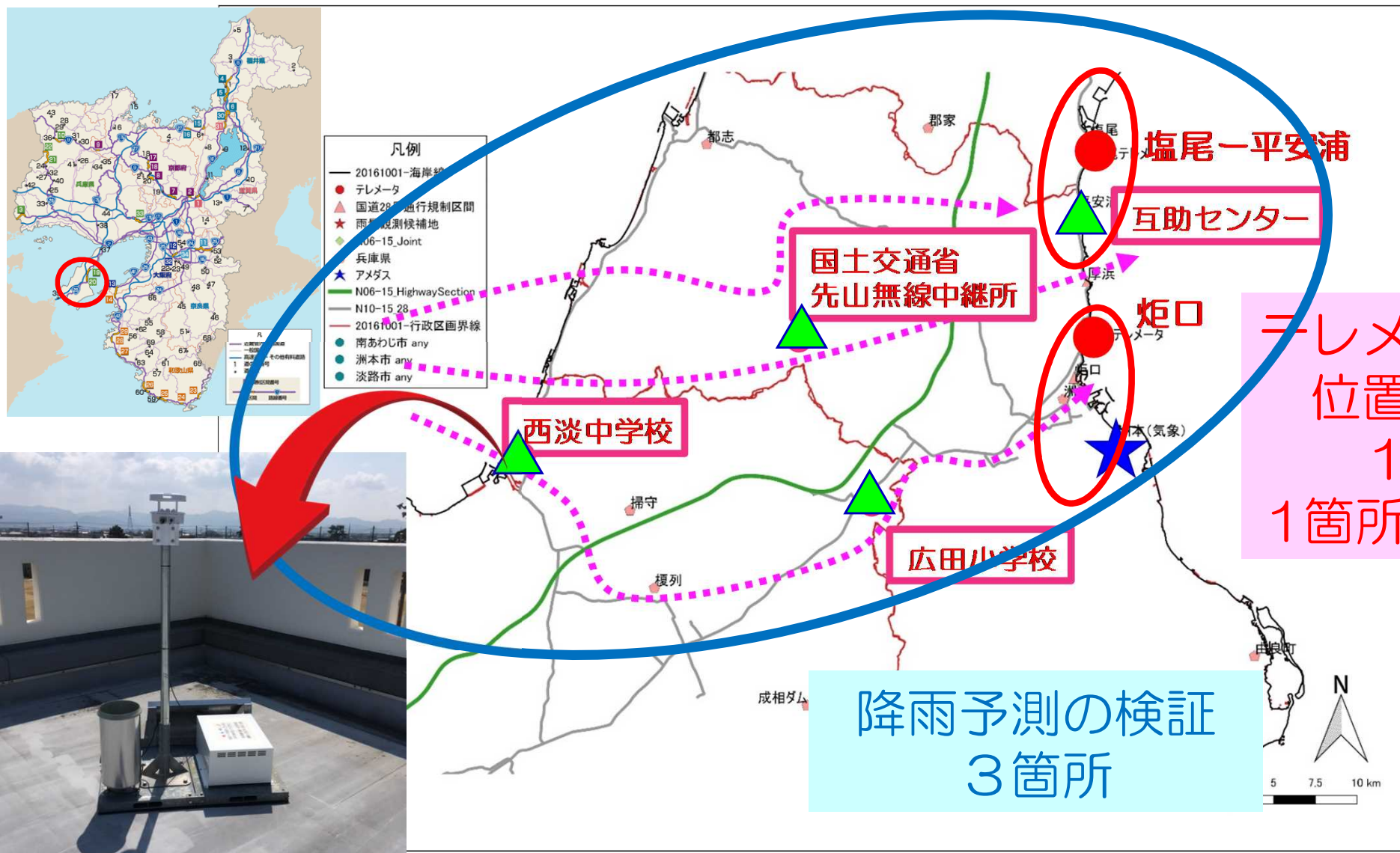


塩尾区間：1.8km, 160mm

炬口区間：2.4km, 160mm

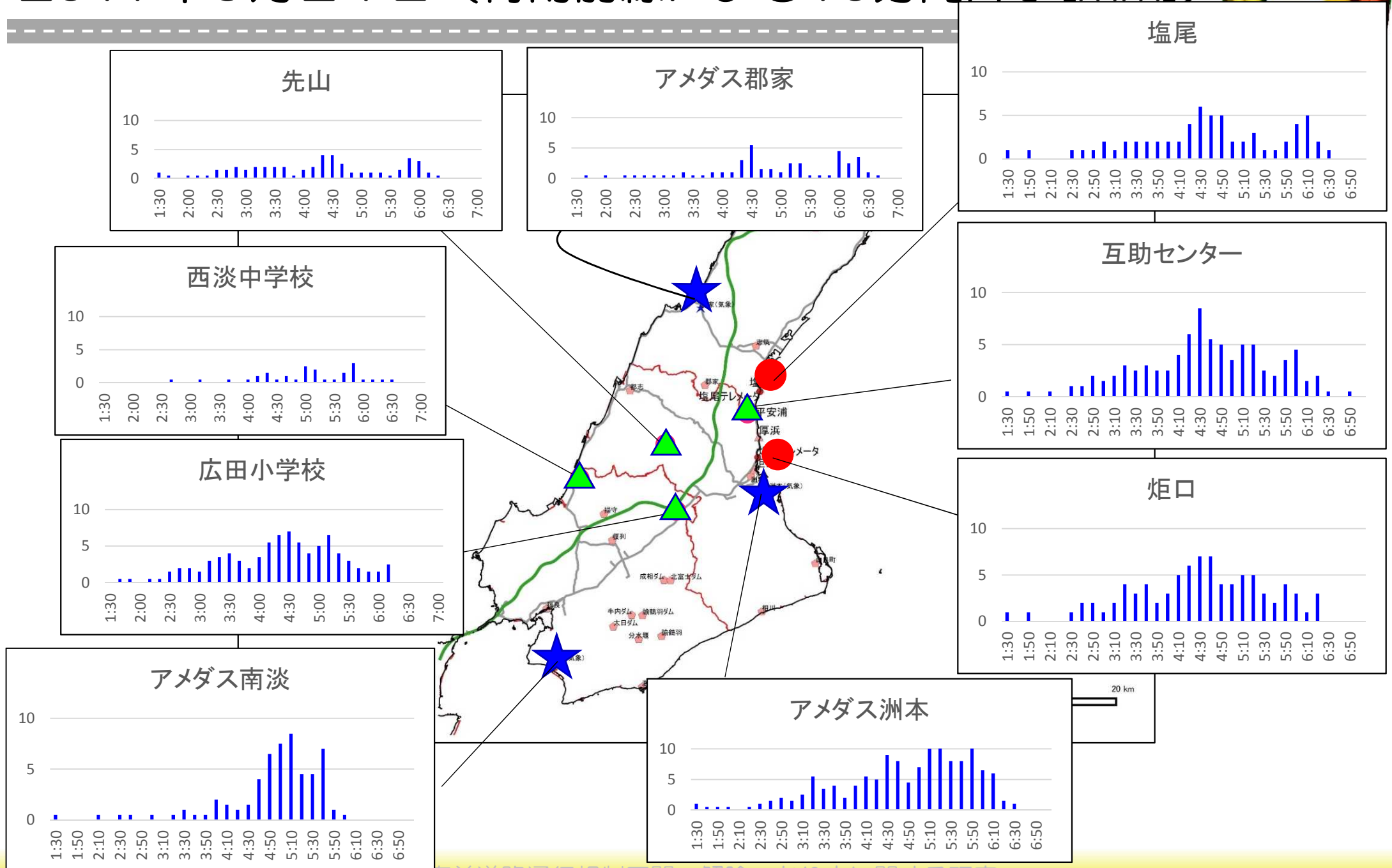
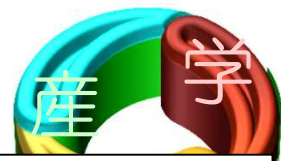
国道28号の通行規制区間（兵庫国道事務所管内）

研究成果

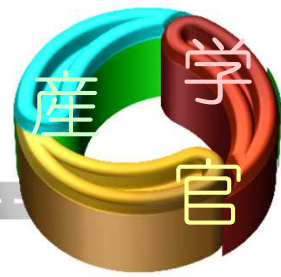


雨量観測地点候補

2017年6月21日（梅雨前線による10分間降水[mm]



今後の課題

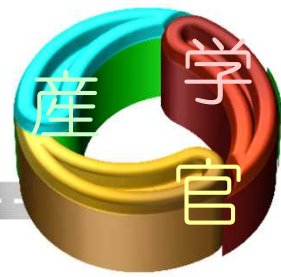


「時間的」解除基準の検討

通行止め時間の適正化を図るためには、現状の降雨量のみを指標とした解除基準ではなく、**降雨中および降雨後の斜面・のり面の水分環境を考慮した解除基準**の設定が必要

- 土中の水分環境を把握するためには、**現地計測や計測結果に基づく数値シミュレーション**が必要不可欠
- 降雨の観測・予測データならびに土中の水分量計測データと数値シミュレーション技術を連携させることで**土中の水分情報と安定度評価を組み合わせた通行止めの解除基準**を提案

今後の課題



「時間的」解除基準の検討

- データ同化手法に基づくハイブリッド型リアルタイム斜面解析手法による解除基準
- 現地計測結果を活用したスネークカーブによる土砂災害の危険度評価方法による解除基準
- 現地計測結果と実効雨量による土砂災害の危険度評価方法による解除基準

今後の課題



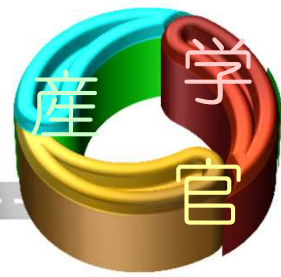
「空間的」解除基準の検討

「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

- ・通行規制区間の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落石，表層崩壊，土砂流出などの斜面災害に対して，その災害発生危険箇所と被災規模等を定量的に評価（平成29年度）するとともに，それらに対する対策工の定量的評価結果（平成30年度）に基づく解除基準を提案

⇒国道28号の炬口規制区間を対象としてハザードマップを作成

今後の課題



「空間的」解除のための基準の検討

<落石>

LP（レーザープロファイラ）やドローンLPなどの空間情報技術の活用による危険箇所の抽出



<表層崩壊>

表層崩壊発生危険度評価モデルによる危険個所の抽出（規制区間の降雨特性を考慮したシミュレーション降雨を使用）

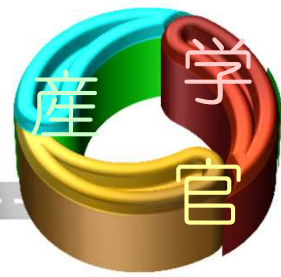


<土砂流出>

溪流にインターバルカメラを設置し，雨量と溪流水の関係を調査
⇒ 降雨流出解析結果に基づく危険溪流の抽出



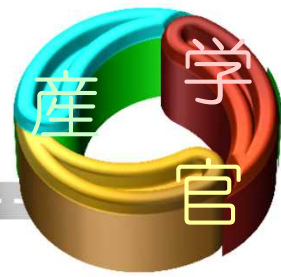
今後の課題



通行規制区間の降雨特性の把握と雨量観測体制の評価

- 通行規制区間における近年の降雨特性の検討
 - ⇒WG3の危険度評価に必要なシミュレーション降雨波形の作成のための基礎資料
- 実地観測データを活用して、雨量観測体制の現状評価と課題抽出
 - ⇒通行規制の判断に必要なテレメータの設置位置の検証
- 連続雨量とは異なる規制・解除雨量指標の検討
 - ⇒土壌雨量指数（土砂災害警戒情報）と連続雨量に基づく通行規制・解除の比較

今後の課題



短時間予測雨量情報の高度化

高解像度降水ナウキャストやCバンドおよびXバンドの気象レーダの観測結果に基づく降水短時間予報に加えて、テレメーターや周辺の観測雨量データなどの事前通行規制区間近傍の降雨特性を考慮することで、短時間予測雨量情報の高度化手法を検討

⇒WG2の「時間的」解除基準の高度化のための降雨情報

