

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03318

研究課題名（和文）河川・土砂災害リスクを考慮した広域道路ネットワークの道路整備計画手法の構築

研究課題名（英文）Development of a road maintenance planning method for wide area road network considering river and sediment disaster risk

研究代表者

有村 幹治（Arimura, Mikiharu）

室蘭工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：40548062

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：平成28年に東北・北海道を襲った台風10号は、河川氾濫に伴う橋の流失や大規模な土砂崩れを各地で発生させ、地域社会を支える主要幹線に壊滅的被害をもたらした。このような異常気象に対して、将来を見据えた広域道路ネットワークの構築が必要となるが、従来、河川流域計画及び地盤整備計画と道路整備計画は、防災・減災の視点から十分に連動していなかった。そこで本研究では、大規模な気象災害を対象に交通ビッグデータを用いて広域道路ネットワークの被災の影響を長期間・広域的に把握した上で、河川・土砂災害による潜在的な道路被災リスクを考慮した広域道路ネットワークのレジリエンス向上のための道路整備計画手法の構築を行う。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年多発する大規模異常気象に対して、将来に渡り強靱かつ回復力に富む広域道路ネットワークの構築が必要となる。しかしながら、従来、河川流域計画及び地盤整備計画と、道路整備計画は、防災・減災の視点から十分に連動しておらず、どの程度、復旧する道路の整備レベルを向上すべきか定量的に評価できない問題があった。本研究では、大規模な気象災害を対象に交通ビッグデータを用いて広域道路ネットワークの被災の影響を長期間・広域的に把握した上で、河川・土砂災害による潜在的な道路被災リスクを考慮した広域道路ネットワークのレジリエンス向上のための道路整備計画手法の構築を行った。

研究成果の概要（英文）：Typhoon No. 10, which struck Tohoku/Hokkaido in 2016, caused flooding of bridges and large-scale landslides due to flooding of rivers in various places, causing catastrophic damage to the main trunk roads that support local communities. For such unusual weather, it is necessary to build a wide-area road network with a view to the future. Conventionally, river basin plans and ground maintenance plans and road maintenance plans have not been linked sufficiently from the viewpoint of disaster prevention and mitigation. In this study, we used traffic big data for large-scale meteorological disasters to grasp the impact of damage to a wide area road network over a long period of time. In addition, a road improvement planning method was developed to improve the resilience of the wide area road network in consideration of the potential road damage risk due to river and sediment disasters.

研究分野：交通計画

キーワード：大規模気象災害 道路ネットワーク整備 交通ビッグデータ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国では台風や大雨による土砂崩れや洪水等、異常気象に伴う多くの災害が発生している。平成 28 年 9 月に東北・北海道を襲った台風 10 号は、河川氾濫に伴う橋の流失や土砂崩れを各地で発生させ、地域社会を支える主要道路幹線に壊滅的な被害をもたらした(図 - 1, 図 - 2)。



図-1 国道 274 号日高町千栄-清水町
(H28.8.31)



図-2 国道 274 号 日高町三国の沢覆道
(H28.9.8)

大型台風等の大規模な異常気象による災害は、東日本大震災沿岸部における津波災害とは異なり、河川氾濫や路盤の崩落等、局地的な被害が同時多発的に発生することが特徴となる。地方部の道路ネットワークは疎かつリンク長が長く、一度寸断すると迂回路が極めて大きくなるため、地域社会に極めて深刻なダメージを与える。道路交通ネットワークの強靭性や回復性といったレジリエンスに関する研究は、1995 年の阪神淡路大震災、2011 年の東日本大震災以降、主に地震及び津波災害に関して多くの研究が蓄積されており、2014 年には東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会 30 学会による共同声明も公開されている。しかし、その一方で、大規模な気象災害を対象とした道路ネットワークのレジリエンスに係る研究は、気象災害の増加に伴いそのニーズが高まっている反面、被災事例が稀で観測機会が限られることもあり、未だ少ない状況にある。河川の決壊や土砂災害による道路の寸断は度々発生するものの、これらの計画は十分に連動しておらず、河川・地盤災害発生リスクと道路整備を同時に考慮した道路整備計画手法の検討は十分になされていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模な気象災害に対して機能損失が少なく、回復も早い道路ネットワークを構築することを念頭に、災害時の交通行動変化を捉えるため、先ず各種ビッグデータを用いたエビデンスベースな分析を行う。そのうえで、河川氾濫・土砂崩れ等、大規模異常気象に起因する潜在的な道路の被災リスクを予め考慮しつつ、道路ネットワークの確率的連結信頼性評価を含めた道路整備計画手法を検討する。

3. 研究の方法

大規模気象災害としては、主として、平成 28 年 8 月末に北海道・東北を襲った台風 10 号を取り上げる。以下のサブテーマについて明らかにする。

- (1) 大規模な気象災害時の交通行動の把握: 広域的な道路寸断に伴う旅客や物流の変化、地域経済への影響に関してヒアリングを実施する。あわせて近年普及が進むモバイルデータ等を用いて、移動の中止、移動時間の変更、経路変更等について、被災直後から復旧過程までの各段階において詳細に把握し、アーカイブ化する。

- (2) 気象災害時の交通行動の推定：収集されたビッグデータを用いて、気象災害時における広域的ネットワーク上の交通行動推定モデルを構築する。移動の取りやめ、出発時間の変更、経路変更、目的地の変更等について、プローブデータや、スマートフォンより得られる経路データ等を統合的に用いて精度を高める。
- (3) 道路リンクの潜在的被災リスク評価：大規模気象災害時に決壊の可能性がある地区、また土砂崩れや洪水等により道路が被災する可能性のあるエリアを、被災エリアの降水状況や地質状況から推定する。河川氾濫発生再現モデル及び土砂災害発生現場の地質分析、及び橋やトンネル等、道路リンク上に設置されている道路構造物の配置から、道路リンクの潜在的な被災リスクを評価する。
- (4) 道路リンクの潜在的被災リスクを考慮した道路ネットワークの確率的信頼性評価：被災前の段階において、大規模な気象災害に対して強靱な道路ネットワークを構築することを目的に、上記(3)で構築した潜在的な道路のリスク評価結果を入力とした、道路ネットワークを対象とした確率的途絶継続時間推定モデル等を構築する。

4. 研究成果

- (1) 被災時の道路交通の実態解明するために、平成28年台風10号前後の交通ビッグデータを用いて市町村単位での入込人口の変化を把握した。国道274号日勝峠と北海道横断自動車道の通行止めに伴う移動経路の変更について、関係機関へのヒアリングと各種の交通ビッグデータから明らかにした。広域的な人の移動状況について、「モバイル空間統計」および「混雑統計」の2つの交通ビッグデータを用い、各地域、路線における人の滞在や交通量の変化について分析した(図-3～図-6)。



図-3 平成28年台風による道路寸断状況

		8/20	8/29	8/30	8/31	9/1	9/2	9/11	9/30	10/14
R39	石北峠			15:00	→	→	10:00			
R273	三国峠	17:00	→	→	→	→	→	→	14:00	
R38	狩勝峠			20:40	→	→	9:00			
R38	小林橋・清見橋			23:00	→	→	→	→	9:00	
	道東自動車道		21:55	→	→	8:00	→	→		
R274	日勝峠			11:15	→	→	→	→		
R236	野塚峠			12:00	→	→	19:00			
R336	えりも峠			22:00	→	9:00				

図-4 各路線の通行止め期間

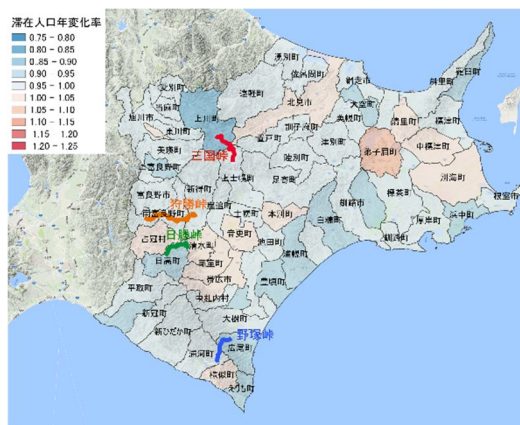


図-5 滞在人口増減率(8/23～8/29)

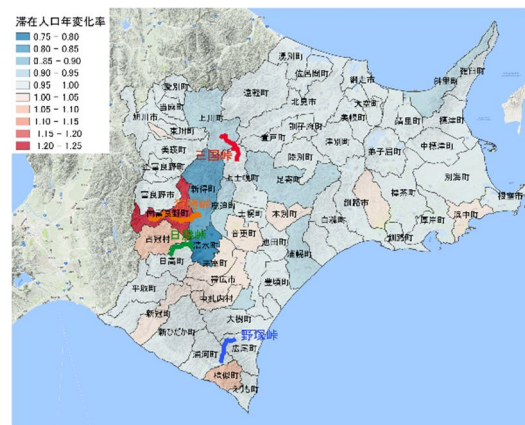


図-6 滞在人口増減率(8/30～9/5台風上陸)

<引用文献>金子辰也・神戸大輝・浅田拓海・有村幹治,交通ビッグデータを用いた平成28年台風10号道路ネットワーク被害に関する基礎的分析,土木計画学研究発表会・講演集, Vol.55,2017

また、冬期暴風雪時の通行規制(週末平常時 2015 年 1 月 18 日(日)~1 月 19 日(月), 週末暴風雪時 2015 年 2 月 1 日(日)~2 月 2 日(月), 中標津)が与える地域社会への減災効果と地域住民の減災行動の学習過程を明らかにした(図-7)。

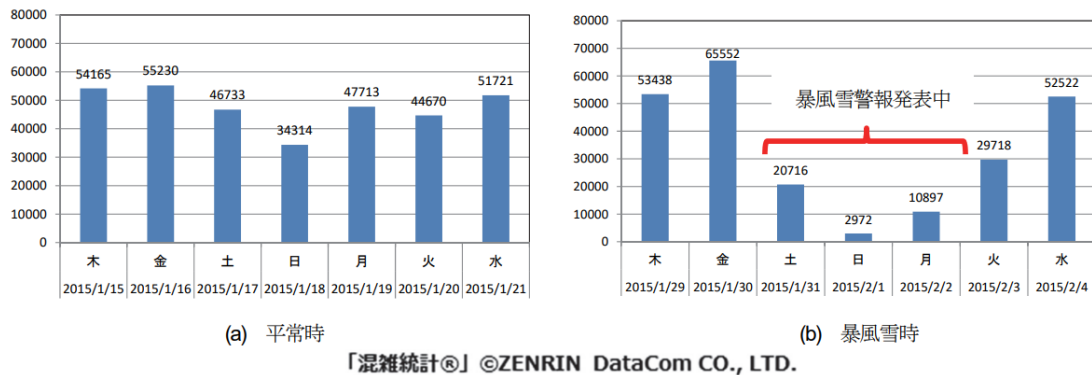


図-7 平常時と暴風雪時の中標津町中心地を囲む全断面における移動数

<引用文献>萩原 亨・川崎 雅和・有村 幹治・高橋 清, 暴風雪時の通行規制による減災効果と地域社会への影響に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I_55-I_63, 2018

- (2) 一般国道と高速自動車国道が並行する区間を対象に、道路被災確率と対象期間全体における確率的通行止め時間推定モデルの提案を行った。またリンク間相関を考慮した道路ネットワークにおける途絶継続時間推定モデルを構築した。
- (3) 降雨の時空間分布の違いによる河川水位および流量への影響を理解することを目的として、十勝川流域を対象に準二次元不定流モデルを用いた平成 28 年北海道豪雨時の再現計算、及び異なる降雨パターンを想定したシミュレーションを行い、本川と支川の洪水ピークのタイミングの時間差による河川水位および流量への影響を把握した。
- (4) 北海道に分布する風化残積土の物理・力学挙動とその工学的評価を行った。北海道樽前山を噴出源とする降下火砕堆積物の物理・力学特性を明らかにした。併せて、北海道内の火山灰質土の力学特性の比較から、風化が進行している土質材料の工学的評価手法の検討を行った。平成 28 年 8 月の北海道豪雨による土石流発生箇所および斜面崩壊箇所では、風化残積土(まさ土)と周氷河性斜面堆積物が確認され、それが土砂災害の素因となったことが判明した(写真-1, 図-8)。



写真-1 国道 274 号日勝峠 7 合目付近の崩壊の様子(北海道開発局帯広開発建設部提供 (H28.9.2 撮影))

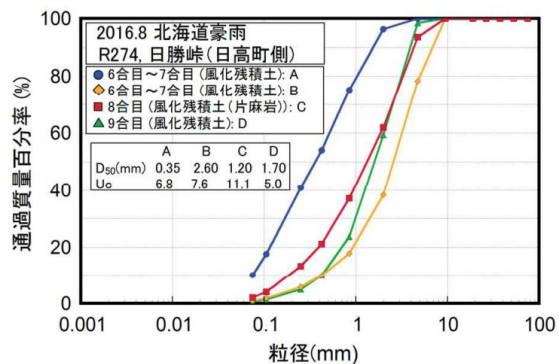


図-8 日勝峠日高町側 6~9 合目の土試料の粒径加積曲線

<引用論文>川村 志麻,三浦 清一,北海道に分布する風化残積土の物理・力学挙動とその工学的評価,地盤工学ジャーナル,Vol.13,No.2,pp.159-170,2017

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 HAGIWARA Toru, KAWASAKI Masakazu, ARIMURA Mikiharu, TAKAHASHI Kiyoshi	4. 巻 74
2. 論文標題 EFFECT OF INCREASING NUMBER OF ROAD CLOSE DUE TO WINTER SNOWSTORMS ON DISASTER MITIGATION AND LOCAL COMMUNITY	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_55 ~ I_63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.74.I_55	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Tani Ryuichi, Owada Takashi, Uchida Kenetsu	4. 巻 Online First Articles
2. 論文標題 Path Travel Time Estimating Method by Incomplete Traffic Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Intelligent Transportation Systems Research	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s13177-018-0168-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 KAWAMURA Shima, MIURA Seiichi	4. 巻 13
2. 論文標題 Mechanical behavior of decomposed granite soils in Hokkaido and its evaluation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Geotechnical Journal	6. 最初と最後の頁 159 ~ 170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3208/jgs.13.159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nguyen Thi Thao Van, S. Kawamura, S. Matsumura	4. 巻 No.307
2. 論文標題 Effects of cavities on the mechanical behavior of pile foundations in weak rock	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geotechnical Special Publication, ASCE	6. 最初と最後の頁 247-255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1061/9780784482094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人	4. 巻 74
2. 論文標題 十勝川を対象とした支川の流量の不確かさが本川のピーク水位・流量に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_1249-I_1254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 金子辰也・神戸大輝・浅田拓海・有村幹治	4. 巻 Vol.55
2. 論文標題 交通ビッグデータを用いた平成28年台風10号 道路ネットワーク被害に関する基礎的分析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木計画学研究発表会・講演集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 峪龍一・内田賢悦	4. 巻 Vol.55
2. 論文標題 一般国道と高速自動車国道が並行する区間における通行止め期間に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木計画学研究発表会・講演集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryuichi TANI, Kenetsu UCHIDA, Ichiro KIMURA	4. 巻 Vol.12
2. 論文標題 A Financial Resources Allocation Model Considering Stochastic Travel Time in a Road Network Exposed to a Flood Risk	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies	6. 最初と最後の頁 p. 94-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11175/easts.12.94	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 秋原亨・川崎雅和・有村幹治・高橋清	4. 巻 Vol.55
2. 論文標題 暴風雪時の通行規制による減災効果と地域社会への影響に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木計画学研究発表会・講演集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川村志麻・三浦清一	4. 巻 Vol.13 No.2
2. 論文標題 北海道に分布する風化残積土の物理・力学挙動とその工学的評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地盤工学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 吉本巨希・川村志麻	4. 巻 第58号
2. 論文標題 日勝峠に分布する風化花崗岩の物理・力学挙動	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地盤工学会北海道支部技術報告集	6. 最初と最後の頁 319-326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安藤麻衣・星野剛・山田朋人	4. 巻 第74号
2. 論文標題 2016年を対象とした十勝川流域における洪水流の特徴	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会北海道支部 平成29年度論文報告集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 竹原由・山田朋人	4. 巻 第74号
2. 論文標題 北海道の年最大降雨イベントを対象とした地形性豪雨の分類	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会北海道支部 平成29年度論文報告集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 中内智也, 峪龍一, 内田賢悦
2. 発表標題 自動車と歩行者の混在を考慮したライドシェア避難モデル
3. 学会等名 平成30年度年土木学会北海道支部次技術発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋洋介, 峪龍一, 内田賢悦
2. 発表標題 リンク間相関を考慮した道路ネットワークにおける途絶継続時間推定モデル
3. 学会等名 第58回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tani, R., Uchida, K.
2. 発表標題 Estimation of cognitive travel time in road networks exposed to risks of natural disasters
3. 学会等名 7th International Conference of Transport Network Reliability (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Owada, T., Tani, R. & Uchida, K.
2. 発表標題 Travel time estimation in a road network by using traffic probe data
3. 学会等名 The 16th ITS Asia-Pacific Forum FUKUOKA 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tani, R., Kato, T. & Uchida, K.
2. 発表標題 A method for representing variability of travel time based on stochastic link flow
3. 学会等名 THE 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE OF HONG KONG SOCIETY FOR TRANSPORTATION STUDIES
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 洪水時における支川の流量ハイドログラフの時間差が河道内の水理に与える影響
3. 学会等名 土木学会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 十勝川流域において洪水ピークの時間差が河川水位および流量に与える影響
3. 学会等名 水文・水資源学会2018年度研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 十勝川を対象とした支川の流量の不確かさが本川のピーク水位・流量に及ぼす影響
3. 学会等名 土木学会第63回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kawamura, S. and H. M. Dao
2. 発表標題 Effect of pre-deformation by cyclic loadings on seepage flow failure of volcanic embankments
3. 学会等名 5th International Conference on Civil Infrastructures Confronting Severe Weathers and Climate Changes: From Failure to Sustainability (GeoChina2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土田雄貴, 川村志麻, 畑勇志
2. 発表標題 繰返しせん断履歴を受ける火山灰盛土の耐波性能評価
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N.T.T.Van, 川村志麻
2. 発表標題 Effect of cavities on the behaviour of model pile under axial loading in weak rock
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nguyen, Thi Thao Van, 川村志麻, 宮永圭吾, 松村聡
2. 発表標題 An investigation into the effect of cavities on the behavior of model pile under axial loading in weak rock
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸田航平, 川村志麻
2. 発表標題 樽前山を噴出源とする降下火砕堆積物の力学特性とその評価
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 楠田侑平, 川村志麻
2. 発表標題 降雨後の地震動のような外力を受けた火山質土斜面の崩壊現象とその評価
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林雅徳, 川村志麻
2. 発表標題 十勝火砕流堆積物の力学特性と粒子破碎性が透水性能に及ぼす影響
3. 学会等名 平成30年度土木学会北海道支部年次研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuichi Tani, Kenetsu Uchida
2. 発表標題 Estimation of cognitive travel time in road networks exposed to risks of natural disasters
3. 学会等名 7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRANSPORT NETWORK RELIABILITY (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金子辰也・神戸大輝・浅田拓海・有村幹治
2. 発表標題 交通ビッグデータを用いた平成28年台風10号 道路ネットワーク被害に関する基礎的分析
3. 学会等名 第55回土木計画学研究発表会・講演集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 峪龍一・内田賢悦
2. 発表標題 一般国道と高速自動車国道が並行する区間における通行止め期間に関する研究
3. 学会等名 第55回土木計画学研究発表会・講演集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 萩原亨・川崎雅和・有村幹治・高橋清
2. 発表標題 暴風雪時の通行規制による減災効果と地域社会への影響に関する研究
3. 学会等名 第55回土木計画学研究発表会・講演集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤麻衣・星野剛・山田朋人
2. 発表標題 2016年を対象とした十勝川流域における洪水流の特徴
3. 学会等名 土木学会北海道支部 平成29年度年次技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹原由・山田朋人
2. 発表標題 北海道の年最大降雨イベントを対象とした地形性豪雨の分類
3. 学会等名 土木学会北海道支部 平成29年度年次技術研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Wissem Frikha, Shima Kawamura, Wen-Cheng Liao	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 120
3. 書名 New Developments in Soil Characterization and Soil Stability	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	萩原 亨 (hagiwara toru) (60172839)	北海道大学・工学研究院・教授 (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高橋 清 (takahasi kiyosi) (50236270)	北見工業大学・工学部・教授 (10106)	
研究分担者	内田 賢悦 (uchida kenetu) (90322833)	北海道大学・工学研究院・教授 (10101)	
研究分担者	浅田 拓海 (asada takumi) (50634680)	室蘭工業大学・大学院工学研究科・助教 (10103)	
研究分担者	川村 志麻 (kawamura shima) (90258707)	室蘭工業大学・大学院工学研究科・准教授 (10103)	
研究分担者	山田 朋人 (yamada tomohito) (10554959)	北海道大学・工学研究院・准教授 (10101)	