

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26289167

研究課題名(和文) MMS計測点群を直接利用した超写実VR環境の生成と感性情報に基づく走行路面評価

研究課題名(英文) Creation of hyperrealistic VR environment based on MMS measurement point cloud data and evaluation of traveling road surface by the Kansei information

研究代表者

川村 彰 (KAWAMURA, AKIRA)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：30149893

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、道路利用者の視点による走行路面評価方法を提案するとともに、高水準の舗装マネジメントシステムの構築を目指している。最初に、実路のレーザー計測点群データ収集と気象データに基づく超写実的走行シナリオを作成し、ドライビングシミュレータ(DS)を利用した被験者試験により、感性に基づく路面の主観評価と生理的応答測定を実施した。その結果、生理的信号測定の被験者評価への有用性を確認した。続いて、様々な走行環境を考慮した生理応答解析をDS実験により実施した。その結果、路面特性に対応した感性表現の特定が可能となり、走行路面の維持管理や道路利用者へのサービス性能評価に対応した路面評価モデルを開発した。

研究成果の概要(英文)：This study aims at development of an evaluation method of road surface from the viewpoint of road users and the establishment of a high-level PMS.

Firstly, we designed the traveling scenario of driving simulator (DS) collecting point cloud data at real roads acquired by Mobile Mapping System (MMS) device and meteorological data so as to show drivers sequence of images of road and its surroundings super-realistically. Then we carried out the experiment using the DS to evaluate road surface based on subjective rating and physiological response of the drivers. The result suggests that heart-rate variability correlates well with the subject rating. Furthermore, we conducted physiological response analysis by the DS in consideration of driving situations. The analysis result enables identification of Kansei expression corresponding to road surface characteristics and it represents a way of modeling road surface evaluation for the road maintenance and serviceability in terms of road users.

研究分野：交通工学、道路工学

キーワード：路面評価 生理信号 ヒューマンファクタ 感性評価

1. 研究開始当初の背景

モービルマッピングシステム(以下 MMS)の普及に伴い、道路空間をレーザ計測して得られた点群を道路インフラ整備に活用することが期待されている。取り分け車両走行路面は、道路利用者満足度(CS)に最も影響を及ぼすが、社会資本の老朽化のため、適切な維持管理が急務とされる。

また、バーチャルリアリティ(VR)技術の向上に伴い、安全性・効率性・経済性の面で優れたドライビングシミュレータ(DS)の活用が、国内外における道路交通の各分野で実施されている。

さらに、人の心理・行動・生理に関する計測技術、すなわち生体計測技術は、安全性と快適性評価を客観的に定量化できる技術として注目されている。今日の道路空間に対する利用者ニーズは、少子高齢化や環境問題など社会的課題の変化に伴い、道路や自動車中心から人間中心に向かっており、技術中心から人間中心へのパラダイムシフトは、いまや世界的流れといえる。

2. 研究の目的

上記背景及びこれまでの研究成果をもとに、本研究は実存路面のMMS計測点群データから超写実的仮想現実(VR)環境を生成するとともに、それをDS走行実験に適用し、まだ解明されていないドライバの感性情報と生理的応答との関係を示すことで、ヒューマンファクタに基づく新たな路面評価手法を確立するための基盤研究を行う。研究期間内には以下のことを明らかにする。

- (1) 実道路空間に関するMMS計測点群を収集するとともに、走行路の3D点群データ抽出し、これまで困難であった実存する路面の面的凹凸特性ならびに損傷状況を明らかにする。
- (2) MMS計測点群から抽出された走行路の点群データをDS走行路に適用する簡易手法を見つけ出す。また、DS走行シナリオは実験精度に大きく影響するため、超写実的VR環境を生成するとともに、雨天や降雪など各種気象データを収集し、DS走行環境に反映する。
- (3) 実存路面と気象環境を忠実に反映したDS走行実験を行い、走行路面の安全・安心及び快適性など感性に基づく路面の主観評価により、ドライバの走行路面評価メカニズム解明の基礎データを収集する。
- (4) 感性に基づく路面の主観評価は、質問に関する適切な言語表現の設定、回答の個人差及び連続測定が困難な点で限界があると報告されている。これらの短所を補い、客観的評価を目的として、心拍数などの路面評価に有効な生理応答指標を検討する。
- (5) DS走行実験を用いて、各種走行路面の安全・安心及び快適性に関する被験者の感

性情報と生理指標との相関を多変量解析及び周波数解析などにより明確化し、感性指標を用いた新たな走行路面評価モデルを開発する。

- (6) 実路において実車走行試験を行い、先に開発された感性指標に基づく路面評価を実施し、ドライバの実感との比較検証により評価モデルの有効性を確認する。

3. 研究の方法

本研究計画では、MMSによる実路面の点群データや気象条件をもとに、超写実的環境におけるDS走行実験を実施し、ドライバの感性に繋がる生理応答指標の抽出により、ヒューマンファクタに基づく路面評価モデルを提案する。研究計画の進め方として、以下のプロセスを踏む。

- (1) MMSデータから効率的に走行路面データを抽出し、DS走行実験に活用する手法を見出す。
- (2) 走行路面データに気象条件を考慮し、DS走行実験に供する超写実的实验環境を作成する。
- (3) DS走行実験により、路面の安全安心及び快適性に関する感性評価と生理応答指標との関連を調べ、生理指標により導出された感性指標に基づく路面評価モデルを構築する。
- (4) 実路の実車走行により、ドライバの主観的路面評価を実施し、生理応答指標から予測された感性評価との比較分析を行い、路面評価モデルの実用性を検証する。

4. 研究成果

本研究は、安全安心かつ快適な道路交通の実現に際し、道路利用者の視点による走行路面評価方法を提案するとともに、社会インフラの更新時代を踏まえた、高水準の舗装マネジメントシステムの構築を目指している。研究内容は、道路の超写実空間を用いたドライビングシミュレータ(以下、DS)走行実験により、ドライバの生理的応答と感性の相互作用を明らかにし、ヒューマンファクタに基づく路面評価モデルを開発する。具体的研究内容は3項目あり、1)レーザ計測点群と気象データによる忠実な走行路面空間の形成とDS走行実験への応用、2)生理指標が感性に及ぼすメカニズムの解明と走行路面の客観的評価方法への適用、及び3)感性指標に基づく走行路面評価モデルの構築である。

研究期間の前半では、実走行路のレーザ計測点群データ収集と気象データに基づく走行シナリオを作成し、DS被験者試験により感性に基づく路面の主観評価と生理的応答測定を実施した。また、路面評価方法に不可欠となる生理的信号測定の有用性を確認し、生理指標と感性に及ぼす影響調査を行った。

研究期間の後半では、前半での成果を基に、生理指標に基づく感性評価手法及び感性に対応した路面評価モデルの構築と検証を行った。

具体的には、これまで実施した主観的データの解析及び生理的指標の測定の追加試験を実施するとともに、走行環境を考慮した生理応答解析をDS実験により行い、路面特性に対応した感性表現を特定した。また、特定結果に基づき、走行路面の維持管理や道路利用者へのサービス性能評価を目的とした路面評価モデルの構築を行った。モデルの妥当性検証のため、各種路面の走行試験を行い、路面評価モデルの実用性を確認した。また、上記研究の成果を取りまとめ、学術雑誌へ論文投稿するとともに、国内外の学会で成果発表を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 32 件)

- 1) Maruyama Tsubasa, Kanai Satoshi, Date Hiroaki: Tripping risk evaluation system based on human behavior simulation in laser-scanned 3D as-is Environments, *Automation in Construction*, pp. 193-208, 2018 (査読有り)
- 2) 富山和也, 川村 彰, 三上修一: 道東における舗装路面の管理実態と モバイルプロフィロメータ(MPM)の地域実装, 土木学会北海道支部論文報告集, 74号, E-30, 2018 (査読無し)
- 3) Kazuya Tomiyama, and Akira Kawamura: Physiological Information for Pavement Ride Quality Verification, *Journal of Testing and Evaluation*, Vol. 46, No.1, pp.227-235, 2018 (査読有り)
- 4) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi, Massimiliano Gastaldi, Claudio Mulatti: 路面のラフネスに対する車両乗員の生理心理反応と許容限界評価, 土木学会論文集E1 (舗装工学), 73巻, 3号, I_89-I_96, 2017 (査読有り)
- 5) 江口利幸, 川村 彰, 富山和也, 高橋茂樹, 遠藤慶三: 横断プロファイルの3次元点群データ化による路面の変状評価に関する基礎的研究, 土木学会論文集E1 (舗装工学), 73巻, 3号, I_71-I_78, 2017 (査読有り)
- 6) Kazuya Tomiyama, Hiroyasu Nakamura, Hiroyuki Mashito, Masakazu Jomoto, Kazuhiro Watanabe: Accuracy of Road Surface Profilometers in TRUE Project: Experiment to Compare Test Methods for Surface Roughness Under Actual Road Environment, *TRB*, Vol.96, No.17-03150, 2017 (査読有り)
- 7) Toru Hagiwara, Hiroya Sato, Kazuya Tomiyama, Masumi Sueoka, Shin Sasaki, Issei Takagi, Masao, Kunimura: Fundamental Assessment of Installation Configuration and Visual Range for a Guide-Light Delineation System, *TRB*, Vol.96, No.17-02989, 2017 (査読有り)
- 8) Trinh Thi Lan, Kunnawee Kanitpong, Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Takashi Nakatsuji: Effectiveness of Retroreflective Tape at Rear End of Heavy Trucks to Increase Visibility and Reduce Rear-End Collisions, *TRB*, Vol.96, No.17-03792, 2017 (査読有り)
- 9) 富山和也, 川村 彰, 亀山修一: 水準測量および Dipstick による基準路面プロファイルの測定方法, 土木学会北海道支部論文報告集, 73号, E-33, 2017 (査読無し)
- 10) 富山和也, 川村 彰, 江口利幸, 寺田 剛, 渡邊一弘: 平坦性に関する施工管理を想定した低速プロファイルの測定精度検証例, 舗装, 52巻, 5号, pp.27-32, 2017 (査読無し)
- 11) 萩原 亨, 佐藤嘉哉, 川村 彰, 富山和也, 佐々木 伸, 曾根 翔太, 高木一誠, 国村昌生: 帯状ガイドライトの設置条件がドライバのワークロードと線形誘導性に与える影響について, 交通工学論文集, 3巻, 4号, B_11-B_18, 2017 (査読有り)
- 12) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Masayuki Eguchi, Masaru Terada, and Kazuhiro Watanabe: Test Method for Accuracy Verification of Low-speed Profilometers in Construction Control of Pavement Surface, *Proceedings of the International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Constructed Infrastructure Facilities*, Vol.1, 2017 (査読有り)
- 13) Kazuya Tomiyama, Hiroyasu Nakamura, Hiroyuki Mashito, Kazushi Moriishi, Masakazu Jomoto, and Kazuhiro Watanabe: Harmonization of Devices for Measuring Surface Roughness in True Project, *Proceedings of the International Conference on Road and Airfield Pavement Technology*, Vol.10, 2017 (査読有り)
- 14) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Riccardo Rossi, Massimiliano Gastaldi, and Claudio Mulatti: Road Roughness Evaluation Considering Mental Fatigue Accumulation on Heart Rate Signals, *Proceedings of the International Conference on Road and Airfield Pavement Technology*, Vol.10, 2017 (査読有り)
- 15) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi, Massimiliano Gastaldi, Claudio Mulatti: ヒトの心理および生理情報に

- 着目した客観的な路面のラフネス評価, 土木情報学シンポジウム講演集, 42巻, pp.81-84, 2017 (査読無し)
- 16) 岡部俊幸, 大嶋智彦, 川村 彰, 富山和也: タイヤ/路面騒音を活用した路面の局在損傷の評価方法に関する研究, 土木学会論文集E1(舗装工学), 73巻, 3号, I_107-I_114, 2017 (査読有り)
- 17) 富山和也, 川村 彰, Nueraihemaitijiang ABULIZI: 簡易路面測定装置を用いた生活道路における平坦性実態の把握, 土木学会北海道支部論文報告集, 72号, E-22, 2016 (査読無し)
- 18) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura: Application of Lifting Wavelet Transform for Pavement Surface Monitoring by Use of a Mobile Profilometer, International Journal of Pavement Research and Technology, Vol. 9, No.5, pp.345-353, 2016 (査読有り)
- 19) Nueraihemaitijiang Abulizi, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama, Shun Fujita: Measuring and Evaluating Road Roughness Conditions with a Compact Road Profiler and ArcGIS: Journal of Traffic and Transportation Engineering, Vol.3, No.5, pp.398-411, 2016 (査読有り)
- 20) 中村博康, 富山和也, 渡邊一弘, 城本政一, 増戸洋幸, 亀山修一: IRI共通試験における基準プロファイルの測定方法および路面プロファイルの有効性について, 舗装, 51巻, 6号, pp.3-8, 2016 (査読無し)
- 21) 江口利幸, 富山和也: 建設工事の出来形基準におけるIRIの適用性, 舗装, 51巻, 6号, pp.9-16, 2016 (査読無し)
- 22) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi, Massimiliano Gastaldi, Claudio Mulatti, 生体情報に基づく精神的負荷の時間依存性を考慮した路面平坦性評価, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.41, pp.113-115, 2016 (査読無し)
- 23) Kazuya Tomiyama, Nueraihemaitijiang Abulizi, Akira Kawamura: Characterization of Surface Roughness on Municipal Pavements, Proceedings of the Eighth International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements, Vol.8, pp.900-909, 2016 (査読有り)
- 24) 富山和也, 川村 彰等: 生体脈波計測による路面性状由来の運転時疲労評価, 土木学会北海道支部論文報告集, 71号, E-28, 2015 (査読無し)
- 25) 藤田 旬, 富山和也, 川村 彰: 乗り心地評価に基づく路面の補修必要度の可視化, 土木学会北海道支部論文報告集, 71号, E-29, 2015 (査読無し)
- 26) Toru Hagiwara, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama, Masumi Sueoka, Mitsuhide Kataoka, and Issei Takagi: Effect of a Guide-light Delineation System on Driver Mental Workload and Driving Performance, Proceedings of TRB, Vol.94, No.15-2719, 2015 (査読有り)
- 27) 富山和也, 川村 彰, 江口利幸, 寺田 剛, 渡邊一弘: 平坦性評価に要する低速プロファイルの測定精度とその検証に関する視点と方法, 土木学会論文集E1(舗装工学), 72巻, 3号, I_27-I_35, 2015 (査読有り)
- 28) 江口利幸, 田中裕士, 川村 彰, 富山和也: 国際ラフネス指数を用いた局部変状評価手法, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), 71巻, 3号, I_17-I_23, 2015 (査読有り)
- 29) 富山和也, 川村 彰, 大廣智則: モバイルプロフィロメータを利用した高速道路における絶対プロファイルの推定, 土木学会論文集E1(舗装工学), 70巻, 3号, I_41-I_48, 2014 (査読有り)
- 30) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Tomonori OHIRO: Automatic Detection of Surface Distress due to Frost Heaving on Expressways by Use of an Accelerometer-based Profilometer, Journal of JSCE, Vol. 2, No.1, pp.323-330, 2014 (査読有り)
- 31) 富山和也, 川村 彰, 岩本惇志: 非拘束脈波計測に基づく生体疲労に着目した路面平坦性評価, 土木情報学シンポジウム講演集, 39号, pp.189-192, 2014
- 32) 中村博康, 富山和也, 城本政一, 増戸洋幸, 渡邊一弘: IRI共通試験 (TRUEプロジェクト) 実施報告, アスファルト, 57巻, 230号, pp.36-39, 2014 (査読無し)
- [学会発表](計 42件)
- 1) Masayuki Eguchi, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama: A simplified method for the prediction and detection of pumping in porous asphalt pavements using a conventional surface profiler, The 8th Symposium on Pavement Surface Characteristics: SURF, 2018.5
- 2) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Riccardo Rossi et al.: Contribution of physiopsychological measurements to improving ride experience of road users related to surfaces unevenness, The 8th Symposium on Pavement Surface Characteristics: SURF, 2018.5
- 3) Toshiyuki Okabe, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama: Crack identification by use of tire/road noise, The 8th Symposium on Pavement Surface Characteristics: SURF, 2018.5

- 4) 富山和也, 川村 彰等: 道東における舗装路面の管理実態と モバイルプロファイロメータ(MPM)の地域実装, 土木学会北海道支部, 2018.1
- 5) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi等: 路面のラフネスに対する車両乗員の生理心理反応と許容限界評価, 土木学会舗装工学委員会, 2017.12
- 6) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi等: 生理心理計測に基づく走行路面の安全性および快適性評価の可能性, 土木学会, 2017.9
- 7) 佐々木優太, 萩原 亨, 富山和也等: 路面平坦性に着目した自転車走行環境の評価に関する研究, 土木学会, 2017.9
- 8) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi等: ヒトの心理および生理情報に着目した客観的な路面のラフネス評価, 土木学会土木情報学委員会, 2017.9
- 9) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, Riccardo Rossi, et al.: Road Roughness Evaluation Considering Mental Fatigue Accumulation on Heart Rate Signals, International Conference on Road and Airfield Pavement Technology, ICPT, 2017.8
- 10) Kazuya Tomiyama, Hiroyasu Nakamura, et al.: Harmonization of Devices for Measuring Surface Roughness in True Project, International Conference on Road and Airfield Pavement Technology, ICPT, 2017.8
- 11) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, et al.: Test Method for Accuracy Verification of Low-speed Profilers in Construction Control of Pavement Surface, International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Constructed Infrastructure Facilities, iSMARTi, 2017.7
- 12) 富山和也, 川村彰, 亀山修一: 水準測量および Dipstick による基準路面プロファイルの測定方法, 土木学会北海道支部, 2017.2
- 13) Kazuya Tomiyama, Hiroyasu Nakamura, et al.: Accuracy of Road Surface Profilers in TRUE Project: Experiment to Compare Test Methods for Surface Roughness Under Actual Road Environment, TRB, 2017.1
- 14) Trinh Thi Lan, Kunnawee Kanitpong, Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, et al.: Effectiveness of Retroreflective Tape at Rear End of Heavy Trucks to Increase Visibility and Reduce Rear-End Collisions, TRB, 2017.1
- 15) Toru Hagiwara, Kazuya Tomiyama, et al.: Fundamental Assessment of Installation Configuration and Visual Range for a Guide-Light Delineation System, TRB, 2017.1
- 16) 富山和也, 川村彰等, 平坦性評価に要する低速プロファイラの測定精度とその検証に関する視点と方法, 土木学会舗装工学委員会, 2016.12
- 17) Akira Kawamura: Outcome-based Road Profiling - New Trends in Japan -, The 6th International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2016.11
- 18) 富山和也, 川村 彰: 路面由来の精神疲労評価における心拍変動指標の有効性と時間依存性の検証, 土木学会, 2016.9
- 19) Nureaihemaitijiang Abulizi, Kazuya TOMIYAMA, Akira KAWAMURA: Comparison Study of Road Roughness Conditions between Different Two Cities, 土木学会, 2016.9
- 20) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi等: 生体情報に基づく精神的負荷の時間依存性を考慮した路面平坦性評価, 土木学会土木情報学委員会, 2016.9
- 21) Kazuya Tomiyama, Nureaihemaitijiang Abulizi, Akira Kawamura: Characterization of Surface Roughness on Municipal Pavements, MAIREPAV, 2016.7
- 22) 富山和也, 川村 彰等: 簡易路面測定装置を用いた生活道路における平坦性実態の把握, 土木学会北海道支部, 2016.1
- 23) 富山和也, 中村博康等: 共通試験結果に基づく路面プロファイラの有効性とその検証方法, 土木学会舗装工学委員会, 2015.12
- 24) 富山和也, 川村 彰, Riccardo Rossi等: 心拍変動解析に基づく 精神疲労を考慮した路面平坦性評価, 土木学会舗装工学委員会, 2015.12
- 25) 江口利幸, 川村 彰, 富山和也等: 国際ラフネス指数を用いた局部変状評価手法, 土木学会舗装工学委員会, 2015.12
- 26) 川村 彰, 富山和也: 車両挙動解析による路面プロファイルのリアルタイム計測, 自動車技術会, 2015.10
- 27) Nureaihemaitijian Abulizi, Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura: Evaluation of Road Roughness by Use of Two Efficient Road Profilers, JSCE, 2015.9
- 28) 中村博康, 富山和也, 亀山修一等: IRI 共通試験における基準プロファイルの測定方法について, 土木学会, 2015.9
- 29) 富山和也, 川村 彰等: 脈波計測に基づく路面評価を対象とした生体疲労関連指標の検討, 土木学会, 2015.9
- 30) Kazuya Tomiyama, and Akira Kawamura: Physiological Information for Pavement Ride Quality Verification, The 9th International Conference on

- Road and Airfield Pavement Technology, ICPT, 2015.8
- 31) Nueraihemaitijiang Abulizi, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama, et al.: Measurement and Evaluation of Road Roughness Conditions by Using a Compact Road Profiler and ArcGIS, The 9th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology, ICPT, 2015.8
- 32) Kazuya Tomiyama, and Akira Kawamura: Application of Lifting Wavelet Transform for Pavement Surface Monitoring by use of a Mobile Profilometer, The 9th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology, ICPT, 2015.8
- 33) 佐々木 伸, 萩原 亨, 川村 彰, 富山和也等: 帯状ガイドライト装置の開発～地吹雪地帯での安全・快適な道路空間を目指して～, 土木学会東北支部, 2015.3
- 34) Toru Hagiwara, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama, et al.: Effect of a Guide-light Delineation System on Driver Mental Workload and Driving Performance, TRB, 2015.1
- 35) 藤田 旬, 富山和也, 川村 彰: 乗り心地評価に基づく路面の補修必要度の可視化, 土木学会北海道支部, 2015.1
- 36) Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura, et al.: Estimation of a longitudinal true profile for expressway pavements by a mobile profiling system, Proceedings of the International Conference on Asphalt Pavements, ISAP, 2014.9
- 37) Keizo Kamiya, Akira Kawamura, Kazuya Tomiyama, et al.: A study on profile improvement in pavement repair, Proceedings of the International Conference on Asphalt Pavements, ISAP, 2014.9
- 38) 藤田 旬, 富山和也, 川村 彰: GIS および MPM を利用したファジィ理論に基づく路面評価手法の提案, 土木学会, 2014.9
- 39) 富山和也, 川村 彰: カスタムウェーブレットフィルタによる路面プロファイルの平滑化について, 土木学会, 2014.9
- 40) 岩本惇志, 富山和也, 川村 彰: 運転者の心理負荷に基づく路面の平坦性評価に関する基礎的研究, 土木学会, 2014.9
- 41) Nueraihemaitijian Abulizi, Kazuya Tomiyama, Akira Kawamura: Using a Compact Mobile Profiler and ArcGIS to Measure and Compare Seasonal Road Conditions, 土木学会, 2014.9
- 42) 富山和也, 川村 彰, 岩本惇志: 非拘束脈波計測に基づく生体疲労に着目した路面平坦性評価, 土木学会土木情報学委員会, 2014.9
- [図書](計 0件)
[産業財産権]
出願状況(計 0件)
取得状況(計 0件)
[その他]
ホームページ等 なし
6. 研究組織
- (1)研究代表者 川村 彰 (KAWAMURA, Akira)
北見工業大学・工学部・教授(10106)
研究者番号: 30149893
- (2)研究分担者 亀田 貴雄 (KAMEDA, Takao)
北見工業大学・工学部・教授(10106)
研究者番号: 00233974
- 研究分担者 鈴木 聡一郎 (SUZUKI, Soichiro)
北見工業大学・工学部・教授(10106)
研究者番号: 30250541
- 研究分担者 亀山 修一 (KAMEYAMA, Shuichi)
北海道科学大学・工学部・教授(30108)
研究者番号: 30295894
- 研究分担者 萩原 亨 (HAGIWARA, Toru)
北海道大学・工学研究院・教授(10101)
研究者番号: 60172839
- 研究分担者 金井 理 (KANAI, Satoshi)
北海道大学・情報科学研究科・教授(10101)
研究者番号: 90194878
- 研究分担者 山崎 元也 (YAMASAKI, Motoya)
東京農業大学・地域環境科学部・教授(32658)
研究者番号: 70459709
- 研究分担者 富山 和也 (TOMIYAMA, Kazuya)
北見工業大学・工学部・助教(10106)
研究者番号: 70589580
- (3)連携研究者 Riccardo Rossi
Associate Professor, Department of Civil and Architectural Engineering, University of Padova,
- (4)研究協力者 Kunnawee Kanitpong
Associate Professor, School of Engineering and Technology, Asian Institute of Technology