

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04652

研究課題名（和文）車両センシングデータを活用した道路舗装の維持管理技術の開発

研究課題名（英文）Maintenance of road pavement using sensing data of vehicle

研究代表者

窪田 諭（KUBOTA, Satoshi）

関西大学・環境都市工学部・教授

研究者番号：60527430

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：道路維持管理においては、道路損傷箇所を効率的かつ早期に発見することが求められる。本研究では、道路舗装面の状況を効率的に収集し、損傷箇所を発見することを目的として、道路を日常的に利用する宅配便事業者の集配車両に加速度、GNSSおよびカメラのセンサ機器を取り付け、それらから収集するデータを組み合わせて、上下加速度で閾値を超える揺れを確認し、その時刻のGNSSと動画データを基に損傷を地理空間分析により発見する技術を研究開発した。そして、道路損傷箇所と内容を3次元地理空間データで可視化するシステムにより、維持管理情報の管理基盤を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

道路の損傷箇所を抽出するためには、コストが高く、技術面でも地方公共団体の日常業務で利用するうえで課題がある。本研究では、安価な加速度センサ、GNSSとカメラによる低価格の機器の組み合わせ技術を開発し、地方公共団体が業務に導入可能な技術を提案した。これにより、既存のMMSや国土交通省の技術より安価かつ地方公共団体が利用可能な道路損傷発見技術を構築した。また、複数計測機器によって計測する3次元データを融合して、維持管理に運用する研究は十分には行われていなかった点について、本研究では、無人小型航空機と地上レーザスキャナにより精緻な3次元データの構築およびGISを用いた表示技術を確立した。

研究成果の概要（英文）：Road maintenance and management requires efficient and early detection of road damage. In this study, for the purpose of efficiently collecting information on road pavement conditions and detecting damage, acceleration, GNSS, and camera sensor devices were installed on the collection and delivery vehicles of parcel delivery companies that use roads on a daily basis. The data collected from these devices are combined to identify shaking that exceeds a threshold value in terms of vertical acceleration and to detect damage through geospatial analysis based on GNSS and video data at that time. The system visualizes road damage locations and their contents using 3D geospatial data, and has established a management infrastructure for maintenance management information.

研究分野：土木情報学

キーワード：道路維持管理 舗装維持管理 集配車両 センサ 位置情報 地理空間情報

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

もっとも重要な社会インフラである道路においては、市街地から中山間地域までを対象とし、国道、主要地方道の幹線道路から生活道路まで多様な種別があり、管理上の課題も多種多様である。地方公共団体の道路維持管理においては、職員が日常から道路パトロールを実施し、ポットホールやクラック等の損傷を発見し、補修することが多い。しかし、職員による道路パトロールでは、技術職員不足や交通量増大による劣化の急速な進展により、維持管理需要に対応できないため、道路損傷箇所を効率的かつ早期に発見することが要求される。一方、カープローブデータの車両挙動から損傷を発見する研究や住民投稿写真から損傷レベルを判定する研究があるが、日常的な活用や住民投稿の地域の偏り、住民が投稿を継続することの運用面で課題がある。また、i-Construction 政策が推進される中、3次元データと点検・補修情報を関連付けて運用することにより、3次元空間の任意箇所での損傷や補修の状況を管理することが課題である。

### 2. 研究の目的

本研究では、道路舗装面の状況を効率的に収集し、損傷箇所を抽出することを目的として、道路を日常的に利用する宅配便事業者の集配車両に加速度、GNSS (Global Navigation Satellite System) およびカメラのセンサ機器を取り付け、それらから収集するデータを組み合わせる同期技術を開発し、地理空間分析により道路損傷箇所を抽出する技術を研究開発する。これにより、道路パトロールによる損傷発見の代替として一次スクリーニングを実施する技術を開発する。さらに、道路損傷箇所と内容を3次元地理空間データで可視化するシステムにより、維持管理情報の管理基盤を構築する。本研究では、道路舗装面の状況を効率的に収集し、損傷箇所を抽出するとともに、これらの情報をデジタルツインとなる3次元空間に可視化する環境を構築する。そのために解決・確立すべき目的として、車両搭載センサに適する機器を選定する、センサ技術を用いた道路維持管理基準を設定する、経過観察により先手管理や予防保全を行う、暗黙知が形式知化され、アラートを発信する基準がある、低コストのICT活用により地方公共団体職員の負担が軽減される、ことに取り組む。

### 3. 研究の方法

本研究では、宅配便事業者の集配車両に加速度センサ、GNSS センサおよびカメラを搭載し、その収集データを処理・解析して道路損傷の抽出を支援するとともに、道路損傷を空間的に表示するために、3次元地理空間データによる情報管理情報の管理基盤を開発する(図1)。センサ機器を単に組み合わせても道路損傷を的確かつ高精度に把握できないため、次の技術開発を行った。

#### (1) 車両搭載センサによるデータ計測実験

車両搭載センサの要求精度を定量的に明らかにし、選定した機器を集配車両に搭載するための組み合わせ技術を開発する。そして、集配車両によるデータ計測実験を行い、加速度データ、位置データおよび映像データを取得するとともに、データを容易に回収するためのノウハウを実験的に得る。

#### (2) センサデータによる道路損傷抽出技術の開発

GNSS の位置データを地理空間分析し、管理道路に対する車両の走行網羅率を算出する。また、加速度データの特異値を見付け出すソフトウェアを開発し、そこからポットホールを抽出し、その位置をGNSSデータから特定するとともに、映像データから現地状況を確認することにより、道路状況を可視化する。このとき、道路損傷箇所において、加速度データ、GNSS センサによる位置データおよびカメラによる映像データという異なる機器間の時刻同期を行う技術が必要である。

#### (3) 道路維持管理基準の設定

センシングデータから抽出した不具合のレベルを判定し、道路管理者にアラートを知らせるためには、維持管理基準が必要である。センシングデータから設定可能と考えられる項目を列挙し、その基準値を検討する。また、映像データを基に、画像の深層学習による損傷箇所の自動抽

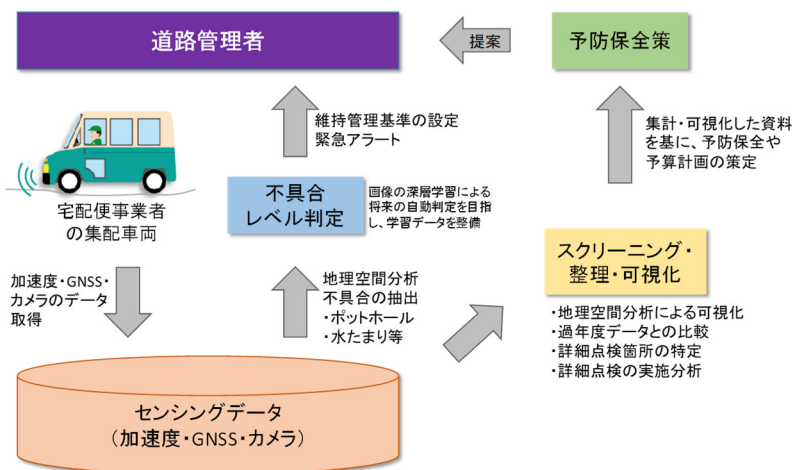


図1 車両センシングデータを用いた道路維持管理の概要

出を目指し、その研究開発を試行する。

そして、(4) 3次元データによる情報管理基盤を開発する。道路損傷抽出技術により抽出する事象、位置及び画像を管理し、道路管理者が効率的かつ高品質で確認するために、道路維持管理情報の管理基盤となる情報システムを開発する。システムは、地上レーザスキャナや UAV (Unmanned Aerial Vehicle) 等の計測による3次元データを基盤とし、3次元データに共通する機能と道路維持管理に特化する機能により構成する。最後に、実現場にて(5) 開発技術を評価し、目標達成度を分析する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 車両搭載センサによるデータ計測実験

車両に搭載するセンサ機器としてカメラ、GNSS および加速度センサを対象として、カメラとGNSS センサとして市販のドライブレコーダを使用することを検討し、そのデータを確認するための基礎実験を行った。その後、ドライブレコーダによって計測したGNSS データは1,896、および、動画データは4,281であった。また、研究代表者らの車に設置したスマートフォンのアプリケーションから加速度データを3日間分計測した。さらに、宅配便事業者の集配車両2台の専用機器(カメラとGNSS) によるデータを取得した。

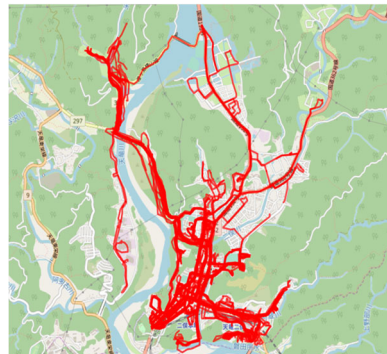


図2 車両走行データ

##### (2) センサデータによる道路損傷抽出技術の開発

###### ① 走行網羅率の分析

車両の走行網羅率を路線数と路線長によって分析した。路線数はリンクを少しでも走行するとカウントし、路線長は走行延長をカウントした。分析の結果、路線数と路線長のともに1週間分のデータで80%以上の網羅率があるため、各地域で1週間分のデータがあれば道路損傷箇所を抽出するための基となるデータを収集できると考える。

###### ② 道路損傷抽出技術の研究

計測データから道路損傷箇所を抽出し、その位置情報と時刻を抽出するために、次の3つの方法を考えた。すなわち、方法(A)GNSS データにより集配車両の特異な動きを確認し、その時刻の動画データにより現場の道路状態を確認する。方法(B)動画データより道路損傷箇所を抽出し、その時刻のGNSS データにより位置を特定する。方法(C)加速度データにより閾値を超える大きな揺れを確認し、その時刻からGNSS データにより位置を特定するとともに、動画データにより現場の道路状態を確認する。その結果、方法(B)については、動画データからポットホール、クラックや白線の濃淡などの道路損傷箇所を抽出することは可能ではある一方で、時間を要するという課題が挙げられた。方法(C)については、加速度データから道路損傷箇所として、ポットホールなどの道路の凹凸状態を検出できることがわかった。道路損傷箇所を抽出できると考えられる方法(C)加速度データを用いたシステムを試作した。システムでは、加速度データのZ軸方向の値のみを抜き出し、閾値を超えた時刻を抽出する。その時刻から現場の写真と位置情報を抽出し、道路管理者が閲覧する。

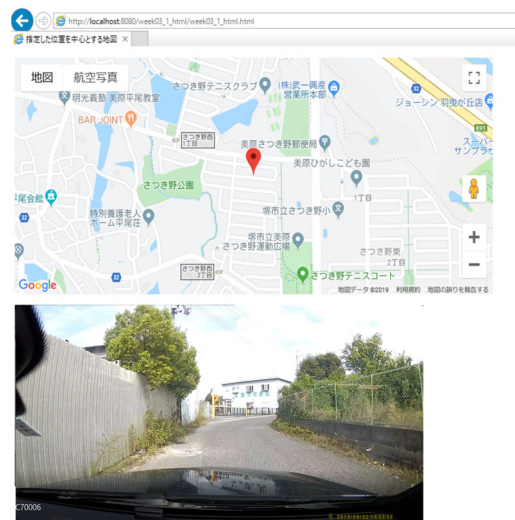
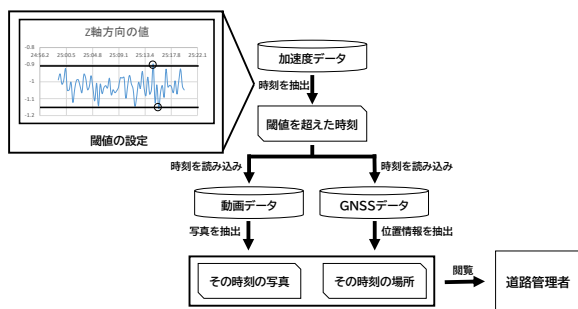


図3 道路損傷位置の可視化プロトタイプシステム

##### (3) 道路維持管理基準の設定

センシングデータから抽出する道路の不具合レベルを判定し、道路管理者にアラートを知ら

せるために、道路維持管理基準を検討した。センシングデータから設定可能な項目として、ポットホール、沈下、水溜まり、クラックが挙げられる。また、図4に示すように映像データを解析することにより、側溝のつまり、路肩の舗装剥離、路肩土砂堆積、道路標識の傾き、ガードレールの破損、カーブミラーの傾きを抽出できる可能性がある。



図4 車両動画データからの損傷抽出

#### (4) 3次元データによる情報管理基盤の開発

道路維持管理情報の管理基盤となる情報システムとして、市販のビデオカメラを車の前方に取り付けて路面と周辺の道路構造物を撮影し、その位置情報付きの映像を三次元可視化ソフトにて表示するシステムを開発した(図5)。道路管理者は、システムを利用し、苦情発生箇所や状況確認、損傷箇所の登録や注視すべき点の指摘などを行うとともに、知識の引き継ぎを図る。

管理基盤としては、3次元データ基盤が必要である。そこで、3次元データを用いた舗装の維持管理の環境を構築するために、地上型レーザスキャナを用いて舗装面を計測して、3次元データを構築し、その精度を評価した。その結果、3次元データの結合箇所における点間距離の平均誤差は約3.7~4.7mmであり、勾配は実空間と同程度の値であった。次に、道路構造物の変更が3次元点群データに反映されるまでに時間を要し、維持管理業務で最新のデータを利用できない課題に対して、更新対象地物を地上型レーザスキャナとカメラで計測したデータを用いて、既存の3次元点群データを部分的に更新してデータの新鮮度を高める手法を考案し、実道路にて検証した。その場面として、一部の道路区間で新設や拡幅の変化がある場面(図6)では、MMS(Mobile Mapping System)によって計測・構築された点群データが既に存在する地域において、道路の新設に対応して、地上型レーザスキャナによる計測データを用いて3次元点群データを更新する。実験では、静岡県のMMSオープンデータを地上型レーザスキャナによる点群データで更新した(図7)。ここでは、点群データを3点の特徴点で重畳した。結合したデータのRMSE(Root Mean Squared Error:二乗平均平方根誤差)は約13.9mmであった。MMSデータの精度は約10cmであることを考慮すると、妥当と考えられる。



図5 道路映像を用いた維持管理システム

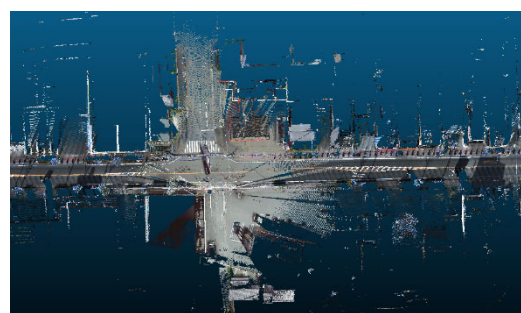


図7 3次元点群データの更新

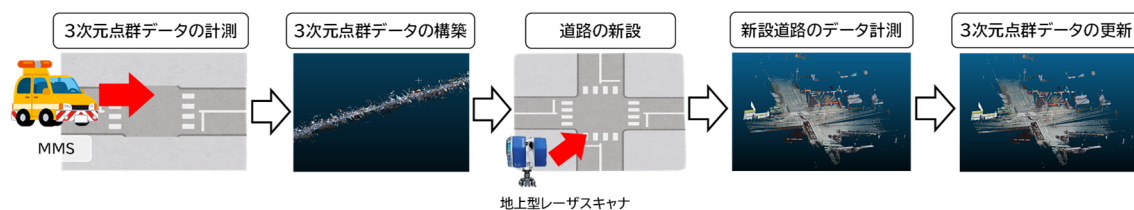


図6 道路の3次元データ基盤の更新

#### (5) 開発技術の評価

道路損傷抽出技術と3次元データによる情報管理基盤とを評価した。まず、映像データからの損傷抽出においては、機械学習の利用を考えた。ここでは、道路損傷を検出した画像データと位置情報を時刻同期することと、機械学習による道路損傷検出の精度が課題となる。機械学習を施行した結果、教師データを用いた一致率が約70%に留まっており、学習データの整備と学習を実施する必要がある。次に、加速度データからの損傷抽出については、加速度データを元に道路の凹凸状態を確認し、損傷箇所の写真、位置情報を特定することは可能であった。ただし、走行する車両の速度によって加速度センサ値が変化するため、閾値の範囲内でも損傷箇所が存在することがあった。そこで、車両の速度と加速度センサ値の関係を詳細に調査する必要がある。本研究では、収集した加速度データから自動的に損傷箇所の位置情報を抽出するシステムを試作した。道路管理者が閲覧するための位置情報と現場写真を同一画面上に表示するツールに関して、損傷箇所の位置情報を地図上で表示し、現場の写真を同一画面上で表示することができた。一方、自動的に現場の画像を抽出できていないことが課題として残った。損傷箇所画像データの自動抽出については、時刻と映像データを同期させ、時刻からその時刻の画像データを抽出する必要がある。

さらに、道路維持管理担当者との意見交換を行った。集配車両によって収集したデータと分析結果について、道路構造物の維持管理での活用や安全運転支援への活用の可能性について、浜松市土木部道路保全課にインタビューを行った。道路管理者からは次の意見のように、集配車両により網羅的に収集する位置情報と映像データを維持管理に活用する期待がある一方で、大量のデータを取り扱い、確認する運用面での課題が挙げられた。

- ・山間道路が多く、画像による分析結果は有効である。ただし、データの確認方法や取扱方法の検討が必要である。
- ・予防保全や危険度の判定ができれば、事後対応よりコストを削減できる可能性がある。
- ・客観的な数値データの取得により、保全計画立案を行いやすくなる。
- ・自治会からの要望や住民からの通報により補修を行うことがほとんどである。画像解析や機械学習によって、事象の予兆が分かるようになると良い。
- ・リアルタイム性があれば、積雪や大雨の情報により交通規制の判断に使用したい。
- ・大量のデータを提供されても市役所で利用することは難しいので、アラートのみが発生すると良い。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 関 和彦、窪田 諭	4. 巻 3
2. 論文標題 CIMモデルを用いた3D損傷図作成支援システムの開発と評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AI・データサイエンス論文集	6. 最初と最後の頁 925～934
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11532/jsceiii.3.J2_925	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 窪田 諭、井上 明日香、関 和彦、安室 喜弘	4. 巻 2
2. 論文標題 既設橋梁の点群データに基づく3次元パラメトリックモデルの構築	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 インフラメンテナンス実践研究論文集	6. 最初と最後の頁 224～232
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11532/jsceim.2.1_224	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 村上篤志、安室喜弘、窪田諭	4. 巻 79
2. 論文標題 3次元点群による道路損傷データ共有システムの提案	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.22-22043	査読の有無 有
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 村上篤志、窪田諭、安室喜弘	4. 巻 47
2. 論文標題 3次元点群に可視化した道路損傷データを用いた維持管理システム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木情報学シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 281～284
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 村上篤志、窪田諭、安室喜弘	4. 巻 31
2. 論文標題 3次元点群による損傷データを用いるWeb型道路維持管理システムの提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
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 窪田 諭, 並川 佳愛, 安室 喜弘	4. 巻 77
2. 論文標題 地上型レーザスキャナとカメラを用いた道路構造物の3次元点群データの更新手法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集E1 (舗装工学)	6. 最初と最後の頁 I_93 ~ I_101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejpe.77.2_1_93	査読の有無 有
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 窪田 諭、森本 健太、安室 喜弘	4. 巻 1
2. 論文標題 車載カメラによる映像を用いた道路維持管理システムの開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 インフラメンテナンス実践研究論文集	6. 最初と最後の頁 80 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceim.1.1_80	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 窪田 諭、牧野 翔平、榎原 晃太	4. 巻 1
2. 論文標題 日常点検結果を活用する道路点検支援システムの開発と評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 インフラメンテナンス実践研究論文集	6. 最初と最後の頁 488 ~ 493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceim.1.1_488	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 Kubota, S. and Morimoto, K.	4. 巻 447
2. 論文標題 Maintenance management system using road images and 3D data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 1-8
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 Seki Kazuhiko, Yamaguchi Aika, Kubota Satoshi	4. 巻 38
2. 論文標題 Bridge Inspection Field Support And Inspection Method By Heat Map Using 3D Point Cloud Data In Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Peoceedings of the 38th International Symposium on Automation and Robotics in Construction	6. 最初と最後の頁 161-168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22260/ISARC2021/0024	査読の有無 有
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 窪田 諭, 木下 広翼, 丸山 明, 岡村 正, 中川 均	4. 巻 76
2. 論文標題 集配車両のセンシングデータを用いた舗装維持管理の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集E1 (舗装工学)	6. 最初と最後の頁 I_133 ~ I_141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejpe.76.2_I_133	査読の有無 有
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 窪田 諭, 畑 亮輔, 西 皐太郎, 何 啓源, 安室 喜弘	4. 巻 76
2. 論文標題 地上型レーザスキャナを用いた舗装の3次元データの構築とその維持管理への活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集E1 (舗装工学)	6. 最初と最後の頁 I_161 ~ I_168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejpe.76.2_I_161	査読の有無 有
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 Kubota Satoshi, Hata Ryosuke, Nishi Kotaro, Ho Chiyuan, Yasumuro Yoshihiro	4. 巻 37
2. 論文標題 Road Maintenance Management System Using 3D Data by Terrestrial Laser Scanner and UAV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC2020)	6. 最初と最後の頁 1337-1343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22260/ISARC2020/0184	査読の有無 有
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 窪田 諭, 石井 慶之介, 丸山 明, 安室 喜弘	4. 巻 77
2. 論文標題 RFIDとQRコードを用いた小規模橋梁の情報提示システムの開発と実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集F3 (土木情報学)	6. 最初と最後の頁 11_9 ~ 11_15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejcei.77.2_11_9	査読の有無 有
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16件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 村上篤志、安室喜弘、窪田諭
2. 発表標題 点群データを用いた4次元道路管理システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川良輔、安室喜弘、窪田諭
2. 発表標題 地下共同溝における3次元データの構築方法と情報システムの提案
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鶴田駿、窪田諭、安室喜弘
2. 発表標題 設計図書のない既存建築物の点群データから構築したBIMモデルを用いた維持管理
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 窪田諭
2. 発表標題 道路のスマートな維持管理を目指す3次元データの活用
3. 学会等名 精密工学会 大規模環境の3次元計測と認識・モデル化技術専門委員会第46回定例研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 窪田諭
2. 発表標題 3次元社会空間情報の計測とデジタルツインへの活用展開
3. 学会等名 山口大学グローバル環境・防災研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口愛加，関 和彦，窪田 諭
2. 発表標題 橋梁の3次元点群データを用いたヒートマップによる損傷の可視化
3. 学会等名 土木情報学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口愛加, 関 和彦, 窪田 諭, 安室喜弘
2. 発表標題 橋梁の点群データを用いたカラーマップによる損傷の可視化
3. 学会等名 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中友悠, 山口愛加, 窪田 諭
2. 発表標題 土木施工現場のデジタルツインを志向した現場情報の定義と利活用について
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口愛加, 窪田 諭, 安室喜弘
2. 発表標題 建設事業のライフサイクルを考慮した3次元データに基づく施工情報システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田風渚, 山口愛加, 窪田 諭
2. 発表標題 土木施工現場の3次元可視化による進捗管理の実験
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤木陽起, 窪田 諭
2. 発表標題 道路舗装の維持管理のための配送車両の動画データと加速度データの分析
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上篤志, 窪田 諭, 安室喜弘
2. 発表標題 3次元点群データに可視化した道路損傷を用いる維持管理システムの提案
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西臯太郎, 木下広翼, 窪田 諭
2. 発表標題 集配車両のセンシングデータと3次元データを用いた道路維持管理に関する研究
3. 学会等名 情報処理学会情報システムと社会環境研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上明日香, 関 和彦, 窪田 諭
2. 発表標題 橋梁の点群データとパラメトリックモデルを用いた3次元モデルの構築
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口愛加, 関 和彦, 窪田 諭
2. 発表標題 3次元点群データを用いた橋梁の損傷のヒートマップ表示
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 並川佳愛, 西臯太郎, 窪田 諭
2. 発表標題 道路維持管理の基盤となる3次元点群データの更新手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------