

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K06521

研究課題名(和文)複数計測機器による3次元点群データを用いた河川情報プラットフォームの研究

研究課題名(英文) River Information Platform Using Three-dimensional Point Cloud Data of Measurement Instruments

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) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、河川維持管理業務の課題を解決して高度化することを目的に、3次元点群データを用いた河川維持管理システムを提案する。そのために、河川構造物の状態を視覚的に把握することを目標に、地上型レーザスキャナによる計測と無人航空機に搭載したカメラによる空中写真測量を行い、河川空間の3次元データを構築した。そして、3次元点群データと紐つけて点検結果を任意箇所登録、参照できるプラットフォームシステムを構築し、行政の実務者による評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来、複数の計測機器による3次元点群データを融合して、維持管理に運用するための研究は十分には行われていなかった。本研究では、UAV写真測量と地上型レーザスキャナにより、精緻な3次元データの構築技術およびGISを用いた表示技術を確立し、3次元点群データの活用方を確立できた。研究成果は、情報化施工、維持管理、災害対応に応用でき、DXやi-Constructionに寄与する。

本研究では、河川維持管理の実務担当者による有効性評価を行った点、および、地方公共団体や中小規模の民間企業でも3次元点群データと応用システムを利用できる現実的かつ具体的な成果を出し、他地域へも展開できる点に意義がある。

研究成果の概要(英文)：River administration facilities such as levees and river walls play a major role in preventing flooding due to heavy rain. The forms of such facilities must be constantly monitored for alteration due to rain and running water, and limited human resources and budgets make it necessary to efficiently maintain river administration facilities. During maintenance, inspection results are commonly recorded on paper documents. Continuous inspection and repair using information systems are an on-going challenge. This study proposes a maintenance management system for river facilities that uses three-dimensional data to solve these problems and make operation and maintenance more efficient. The system uses three-dimensional data to visualize river facility deformation and its process, and it has functions that visualize information about river management at any point in the three-dimensional data. The three-dimensional data is generated by photogrammetry using a camera on an UAV.

研究分野：土木情報学

キーワード：河川維持管理 3次元点群データ 無人航空機 情報システム プラットフォーム

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

災害時には構造物の迅速かつ適切な機能回復が求められ、被災状況を正確に把握し、その情報を統合的に活用するために、既存資産である図面や管理情報などを機動的かつ効果的に活用できる環境を構築する必要がある。国土交通省は、ICTを用いて建設生産システムの全体最適を目指す i-Construction を推進している。その実現には、生成される情報を最新の状態で蓄積し、時間概念を考慮した 4 次元情報をプロダクトモデルとして確立し、その活用基盤を構築することが必要である。ライフサイクルにおいて 4 次元のプロダクトモデルを構築し、情報システムに適用する研究は少ない。

社会基盤施設における 3 次元データの活用は、コストや管理対象が増加する点で課題がある。これまで、航空レーザプロファイラ (LP)、Mobile Mapping System (MMS)、地上型レーザスキャナによって点群データを計測し、3 次元データを生成する研究が多く行われてきた。災害時には、UAV 搭載カメラによって現況を把握する事例も多い。しかし、UAV 搭載カメラによる写真測量を行い、写真で現況を把握するのみであり、それを後工程で利用するまでには至っていない。3 次元点群データは各種計測機器によって取得されるが、施工段階での利用が多く、長期に渡る維持管理段階における応用システムへの展開は実現されていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、河川施設を 3 次元点群データに基づく 3 次元モデルによって維持管理し、災害時の対応を迅速に行うことを目的に、情報プラットフォームを構築し、実環境に適用する。情報プラットフォームでは、3 次元形状と属性情報を統合して、3 次元 GIS と現場業務で 3 次元位置認識を支援する点検システムを開発する。そして、平常時と災害時に情報プラットフォームを円滑に運用するための方法を考察する。本研究によって、河川維持管理に適した 3 次元モデルを構築し、維持管理の大量データを 3 次元で管理することが可能になる。

## 3. 研究の方法

### (1) UAV による 3 次元データの構築手法の確立

河川施設を対象に UAV による写真画像データと地上型レーザスキャナの計測を実施し、写真画像データから生成する 3 次元点群データと地上型レーザスキャナによる 3 次元点群データから植生などのノイズを除去する技術を開発する。河川空間の 3 次元位置座標を正確に特定するために、実空間での標定点の配置、UAV の計測ルートや速度、点群データの重複率などと位置特定結果との相関を検証することにより、本研究に適した 3 次元点群データの処理技術を創出し、3 次元モデルの構築手法を確立する。

### (2) 3 次元データを用いた河川情報プラットフォームの開発

システムは、3 次元情報に共通する機能と河川維持管理に特化した機能で構成する。情報プラットフォームの設計と開発においては、災害時運用を想定して、発災期・復旧期に平常期のシステムを継続して利用する設計とする。平常時から管理図に道路諸元、点検、損傷履歴を加えた一元管理を行い、既存情報資産と 3 次元情報の流通環境を実現する。スマートフォンやタブレット端末などのスマートデバイスで必要な情報を登録し参照できる Web ベースの仕様とし、事務所内の PC と現場のスマートデバイスを円滑に活用する。

### (3) 実現場への情報プラットフォームの適用と運用方法の考察

土木事務所において情報プラットフォームを運用し、システムを改善・拡張する。機能拡張として、災害時の運用を想定し、3 次元点群データによる差分を抽出し表示する技術を開発する。異なる二時期の 3 次元点群データをメッシュ単位で比較解析し、土砂堆積の増減の可視化と、土量の定量的な把握を可能とする。

## 4. 研究成果

### (1) 3 次元データの構築

河川空間の 3 次元データを構築するために、樫井川 (図 1) と金熊寺川 (図 2) を対象に、地上型レーザスキャナによる計測と UAV 空中写真測量を行い、点群データを生成した。河川上空から計測したため、橋梁側面や下部工の 3 次元データを構築できない部分があった。一方、地上型レーザスキャナにより計測した複数の点群データを重ね合わせ、計測結果が重

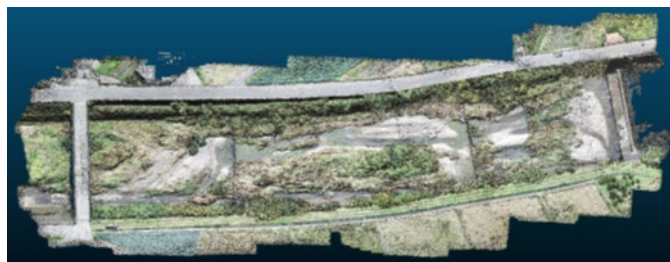


図 1 UAV 空中写真測量による樫井川の 3 次元データ

複する部分のデータは手動で間引き処理を施して、河川空間の3次元データを構築した。そこでは、結合する点群データのうち特徴点となる高欄の始終点、標識や信号などを3点以上指定する。重ね合わせる点群データについて、結合する特徴点を指定した後、結合処理によって一つの点群データが生成される。

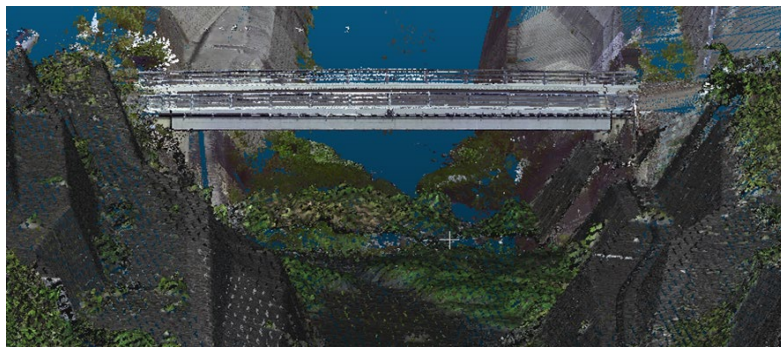


図2 地上型レーザスキャナと UAV 空中写真測量の組み合わせによる金熊寺川の3次元データ

(2) 3次元データを用いた河川情報プラットフォームの開発

①システム設計方針

本システムは、河川維持管理のうち、主に平常期に利用する。災害後に3次元データを構築しシステムに登録する場合や災害前後の3次元データを比較する場合は、発災期にも利用する。システムの構成要素を図3に示す。本システムは共通のシステムインタフェースとデータモデルを用いるため、河川情報の属性と機能の追加を可能とする。3次元河川形状は、3次元点群データから構成される空間情報である。河川情報データベースでは、河川構造物のライフサイクルで生じる情報をデータモデルに準拠して蓄積する。システム共有機能はデータ検索、登録、更新、管理に用いる。アプリケーションシステムは点検結果の登録、参照機能を有する。

②システム構成 システムの利用者は、河川の管理担当者と点検者とする。システム構成を図4に示す。点検者は河川巡視点検の結果をシステムに登録し、参照することができる。さらに、点検者が UAV 計測を行い、構築した3次元点群データに SfM ソフトウェアを用いて測地座標を付与し、UAV 計測を行った日時を記し、河川管理者がシステムに登録する。

③システムで扱う河川維持管理に関する情報

維持管理業務において点検する構造物と詳細な項目を明確にするために、大阪府河川点検要領を参照して、システムで取り扱う情報を整理した。整理結果を図5に示す。これはシステム構成要素のデータモデルに該当する。点検要領に点検対象として記載されている河道、護岸、堤防、樋門・樋管、床止めを点検対象とした。それぞれの構造物に対し次の項目を記入する。維持管理業務においては、時間ごとの状態変化や災害時の状態把握が重要となるので、時間属性として、点検日時を記入する。そして、点検位置、異常・変状の内容、遠景・近景写真、変状のスケールを登録し、異常・変状が確認された箇所の詳細な情報を参照できるようにする。さらに、河川維持管理には河川独自の特性を把握する必要があるため、河川特性（河床勾配、堤防形態、護岸形状）を設ける。

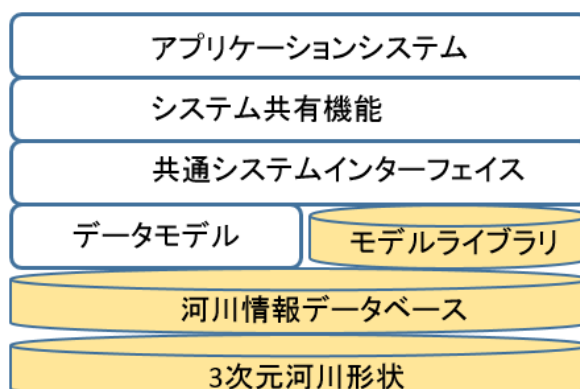


図3 システムの構成要素

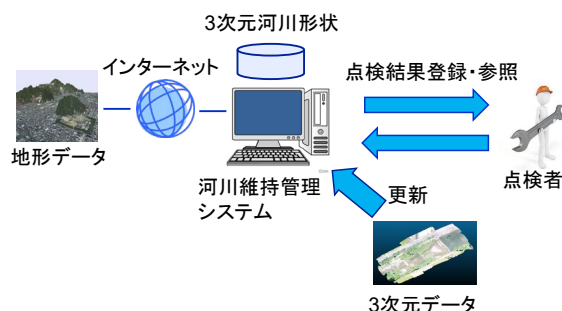


図4 河川維持管理システムの構成

<b>河道</b> -点検日時 -点検位置 -異常・変状の内容 -遠景・近景写真 -変状のスケール	<b>護岸</b> -点検日時 -点検位置 -異常・変状の内容 -遠景・近景写真 -変状のスケール	<b>堤防</b> -点検日時 -点検位置 -異常・変状の内容 -遠景・近景写真 -変状のスケール
<b>河川</b>		
<b>樋門・樋管</b> -点検日時 -点検位置 -異常・変状の内容 -遠景・近景写真 -変状のスケール	<b>床止め</b> -点検日時 -点検位置 -異常・変状の内容 -遠景・近景写真 -変状のスケール	<b>河川特性</b> -河床勾配 -堤防形態 -護岸形状

図5 河川維持管理のデータモデル

#### ④システムの機能

3次元データ表示機能は、インターネットを通じて取得した地形データ上に3次元データを表示する機能である。実装段階では平常期の一時点での3次元データのみを蓄積しているが、複数の3次元データをUAV計測日時の時間属性を合わせて3次元河川形状として蓄積し、必要なデータを表示する。発災期などに3次元データの変状を確認したい場合は、二時期の3次元データの差分を表示する。点検結果登録機能は、3次元データの任意の位置で点検結果を登録する。3次元データの任意の箇所をクリックすると、点検結果を登録できる(図6)。登録する内容はデータモデルで定義した内容である。この機能により、3次元データと紐付けて点検結果を蓄積する。点検結果参照機能は、点検結果を入力すると当該箇所にマーカを表示する(図7)。そのマーカをクリックすると、当該箇所に登録された点検結果が表示される。



図6 点検結果登録画面



図7 マーカの表示

### (3) 実現場への情報プラットフォームの適用と運用方法の考察

#### ①河川情報プラットフォームの評価

河川の3次元データをシステムに読み込み、設計した機能の動作確認を行い、本システムの操作性を検証した。検証に用いたデータは1.01GB、29,380,895点の榎井川の3次元データである。システムは実際のデータ量を扱い、設計どおり機能することが確認できた。大阪府の従来のシステムは動作が遅く操作性に問題があったが、本システムは大容量データを用いても快適に動作し、マウス操作で視点を自由に変え直感的な操作が可能となっており、情報システムに精通しない担当者でも利用できるシステムとした。

本研究の計測対象地では、河道部へ人が立ち入ることが困難な場所があった。このような地域であっても、UAV飛行経路および飛行高度は一定としており、精度や詳細度を変えずにデータを構築した。ただし、護岸の計測ではカメラの向きを変えて低速で計測し、上空からの3次元データと統合して利用する工夫が必要である。

本システムの課題として、UAV搭載カメラでは河床部のデータの構築は困難であることが挙げられる。本研究では、対象河川の水深が浅く、かつ、水量が少なかったために河床部を撮影でき、3次元データとして構築できた。ただし、水深が深い場合や災害時には河床部の3次元データを構築できない課題が残る。

#### ②運用方法の考察

河川情報プラットフォームを情報システムの定義に基づいて考察する(図8)。システムは、3次元データの計測による「情報の収集」、ノイズ除去の「処理」、複数の計測機器データの組み合わせによる「伝達」、業務での「利用」というプロセスが実施され、3次元空間の任意の箇所に補修すべき座標や備考、写真などを3次元データと関連付けて管理できる。

情報の収集：地上レーザスキャナによる点群データとカメラ搭載UAVによる空中写真を取得する。

情報の処理：地上型レーザスキャナによる点群データには、河川空間内の不要な移動体や周辺の樹木、植生などのノイズが含まれるため、これらを除く。また、地上レーザスキャナの計測範囲は、機器を設置可能な箇所からの可視範囲であり、不可視箇所のデータを取得できないため、機器を移動して複数回計測する。特徴点を基準にこれらの計測データを重ね合わせる処理もある。一方、UAV空中写真測量では、SfMソフトウェアにより点群データを生成する処理を施す。また、可視化のために、点群データに色を付与する。

情報の伝達：地上型レーザスキャナと

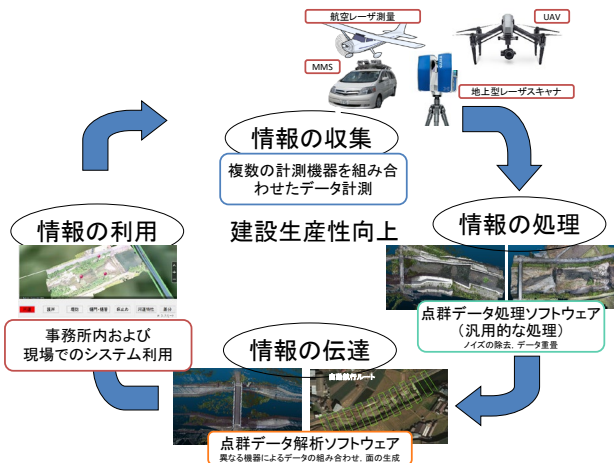


図8 3次元データを用いた道路維持管理システム

UAV は計測時間、範囲、測距精度と点密度などの特性が異なるため、これらを組み合わせて利用することにより、広域かつ高精度な 3 次元データを構築できる。また、利用目的に応じて、点群データから構造部材を抽出することや面を生成することがある。さらに、時間軸により、異なる二時期のデータを重ね合わせ分析することも可能である。

情報の利用：本研究では、処理した点群データをそのまま利用する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 窪田諭, 何啓源	4. 巻 31
2. 論文標題 複数の計測機器を用いた道路維持管理のための3次元データの構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 知能と情報	6. 最初と最後の頁 867 ~ 875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3156/jsoft.31.6_867	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、塚田 義典、田中 成典、梅原 喜政、中原 匡哉、飯田 拓馬	4. 巻 75
2. 論文標題 構造物の三次元データ計測に用いる可搬型レーザスキャナの調査と設計	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集 F 3 (土木情報学)	6. 最初と最後の頁 II_105 ~ II_113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejcei.75.2_II_105	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, Ho Chiyuan, Nishi Kotaro	4. 巻 36
2. 論文標題 Construction and Usage of Three-dimensional Data for Road Structures Using Terrestrial Laser Scanning and UAV with Photogrammetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction	6. 最初と最後の頁 136-143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22260/ISARC2019/0019	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 Satoshi, Nishi Kotaro, Ho Chiyuan	4. 巻 19
2. 論文標題 Construction and Usage of Three-dimensional Data for Road Maintenance Using Various Measurement Instruments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Conference on Construction Application of Virtual Reality	6. 最初と最後の頁 56-61
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 Kubota Satoshi, Horishita Kokichiro, Ho Chiyuan, Nishi Kotaro	4. 巻 19
2. 論文標題 Creation and Quality Evaluation of Three-dimensional Road Space Data Using Camera Footage	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Conference on Construction Application of Virtual Reality	6. 最初と最後の頁 255-260
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 窪田 諭, 廣田嘉一, 星加匡敦, 南 賢樹, 鈴木 泉, 渡辺大介, 丸山 明	4. 巻 74
2. 論文標題 2次元地図と3次元プリンタモデルを用いた道路維持管理システムの提案	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集F5 (土木技術者実践)	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) 10.2208/jscejppce.74.1	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, 松村 一保, 北川 育夫, 一氏 昭吉	4. 巻 74
2. 論文標題 オープンソース地理情報システムを用いた地域防災マップ作成支援システムの開発と実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集F6 (安全問題)	6. 最初と最後の頁 I_19~I_29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejsp.74.1_19	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, 今井 龍一, 中村 健二, 櫻井 淳, 田中 成典	4. 巻 74
2. 論文標題 複数計測機器の点群データを基とする3次元地形データの表示と作成に関する研究	5. 発行年 2018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 II_99~II_109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejcei.74.II_99	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, S.	4. 巻 7
2. 論文標題 Evaluation of Location Information Using GNSS Sensor of Smart Watch for Human Behavior Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Conference Proceedings of International Congress on Natural Sciences and Engineering	6. 最初と最後の頁 32-33
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 Ho, C. Y. and Kubota, S.	4. 巻 17
2. 論文標題 Construction and Usage of Three-dimensional Data Based on Terrestrial Laser Scanning and Photogrammetry for Road Maintenance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 17th International Conference on Computing in Civil and Building Information	6. 最初と最後の頁 316-322
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 Kubota, S., Kawai, Y., and Kadotani, R.	4. 巻 17
2. 論文標題 Measurement Method and Accuracy Evaluation of Point Clouds Using UAV Photogrammetry for River Management	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 17th International Conference on Computing in Civil and Building Information	6. 最初と最後の頁 967-974
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 Kubota, S.	4. 巻 35
2. 論文標題 Data Model Centered Road Maintenance Support System Using Mobile Device	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 35th CIB W78 2018 Conference: IT in Design, Construction, and Management	6. 最初と最後の頁 781-788
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 Kubota, S., Nakamura, K., Imai, R., Sakurai, J., and Tanaka, S.	4. 巻 18
2. 論文標題 Three-dimensional Landform Model Based on Point Cloud Data Using Terrestrial Laser Scanner and Unmanned Aerial Vehicle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 18th International Conference on Construction Application of Virtual Reality (CONVR2018)	6. 最初と最後の頁 532-539
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 Ho, C. Y. and Kubota, S.	4. 巻 18
2. 論文標題 Construction of Point Cloud Data for Road Maintenance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 18th International Conference on Construction Application of Virtual Reality (CONVR2018)	6. 最初と最後の頁 275-283
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 Kubota, S., Kawai, Y., and Kadotani, R.	4. 巻 XLII-2-W6
2. 論文標題 Accuracy Validation of Point Clouds of UAV Photogrammetry and its Application for River Management	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	6. 最初と最後の頁 195-199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W6-195-2017	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., Hirota, K., Hoshika, M., and Minami, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Road Maintenance Support System Using Two-dimensional Map and Three-dimensional Printed Model	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 3rd International Conference on Civil and Building Engineering Informatics	6. 最初と最後の頁 258-266
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 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 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, 畑亮輔, 西臯太郎, 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 1_161 ~ 1_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_1_161	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 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 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 5件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 窪田 諭, 塚田義典, 田中成典, 梅原喜政, 中原匡哉, 飯田拓馬
2. 発表標題 構造物の三次元データ計測に用いる可搬型レーザスキャナの調査研究
3. 学会等名 土木情報学シンポジウム講演集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西臯太郎, 何 啓源, 窪田 諭
2. 発表標題 地上型レーザスキャナとUAVを用いた道路構造物の3次元計測の実践
3. 学会等名 地理情報システム学会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畑 亮輔, 西臯太郎, 窪田 諭
2. 発表標題 レーザスキャナやUAVなどによる3次元データを用いた道路維持管理システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森本健太, 西臯太郎, 窪田 諭
2. 発表標題 車載映像を活用した地方道路の維持管理システムに関する研究
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 窪田 諭, 松村一保, 北川育夫, 一氏昭吉
2. 発表標題 産官学連携による災害情報共有のための地理空間情報プラットフォームの研究
3. 学会等名 第62回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭, 何 啓源, 牧野友軌
2. 発表標題 UAVとレーザスキャナを用いた河川維持管理のための3次元データの構築
3. 学会等名 第34回ファジィシステムシンポジウム講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 何 啓源, 窪田 諭
2. 発表標題 点群データを用いた道路構造物の3次元維持管理に関する研究
3. 学会等名 第34回ファジィシステムシンポジウム講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭, 何 啓源, 黄瀬勇太
2. 発表標題 ビデオカメラ映像を基にする道路空間の3次元データの生成
3. 学会等名 第34回ファジィシステムシンポジウム講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 何 啓源, 窪田 諭
2. 発表標題 道路維持管理のための地上レーザスキャナとカメラ搭載UAVによる3次元データの構築
3. 学会等名 土木情報学シンポジウム講演集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭, 今井龍一, 中村健二, 櫻井 淳, 田中成典
2. 発表標題 点群データを基にする3次元地形データの表示に関する研究
3. 学会等名 土木情報学シンポジウム講演集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀下弘吉郎, 窪田 諭
2. 発表標題 カメラ映像を基にする3次元道路空間データの生成と品質評価
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 何 啓源, 窪田 諭
2. 発表標題 複数計測機器の特性を考慮した道路構造物の3次元データの構築と活用検討
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西臯太郎, 何 啓源, 窪田 諭
2. 発表標題 複数計測機器による3次元データを用いた道路維持管理システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 窪田 諭
2. 発表標題 センシング技術による道路・河川の3次元データの構築と利活用
3. 学会等名 「i-Constructionの現状と展望VI」講習会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭
2. 発表標題 CIM・BIMの応用・展開
3. 学会等名 一般社団法人日本鋼構造協会関西地区連絡会研究小委員会CIM・BIM応用研究ワーキンググループ第8回会議（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭
2. 発表標題 3次元センシング情報の取得・処理・活用～道路・河川を対象に～
3. 学会等名 一般社団法人日本写真測量学会関西支部第97回空間情報話題交換会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田 諭
2. 発表標題 道路・河川を対象とする3次元計測と情報システム
3. 学会等名 スペーシャリストの会関西支部第14回スペースサロン（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中成典, 辻光宏, 伊藤俊秀, 窪田 諭, 今井龍一, 中村健二
2. 発表標題 レーザスキャナとUAV等の計測機器を用いた社会基盤施設の3次元データの計測と活用に関する研究
3. 学会等名 情報処理学会研究報告
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 何啓源, 窪田諭, 岡本柱輔
2. 発表標題 地上型レーザスキャナによる3次元点群データを用いた道路維持管理システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 窪田諭
2. 発表標題 河川の災害対応に資する3次元可視化とデータベースの構築に関する研究
3. 学会等名 益財団法人河川財団研究発表会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 窪田 諭, 石井 慶之介, 丸山 明
2. 発表標題 RFIDとQRコードを用いた小規模橋梁の情報提示システム
3. 学会等名 第45回土木情報学シンポジウム
4. 発表年 2020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
---------	---------