【新都市社会技術融合創造研究会】

道路事業における3次元データの利活用に関する研究

大阪経済大学 情報社会学部 教授 中村 健二



CIM・i-Construction等の推進による恩恵と着眼点

コンピュータリーダブルなデータ

2次元CADデータ、3次元CADデータ TS出来形管理データ、基盤地図情報・・・

点群データ

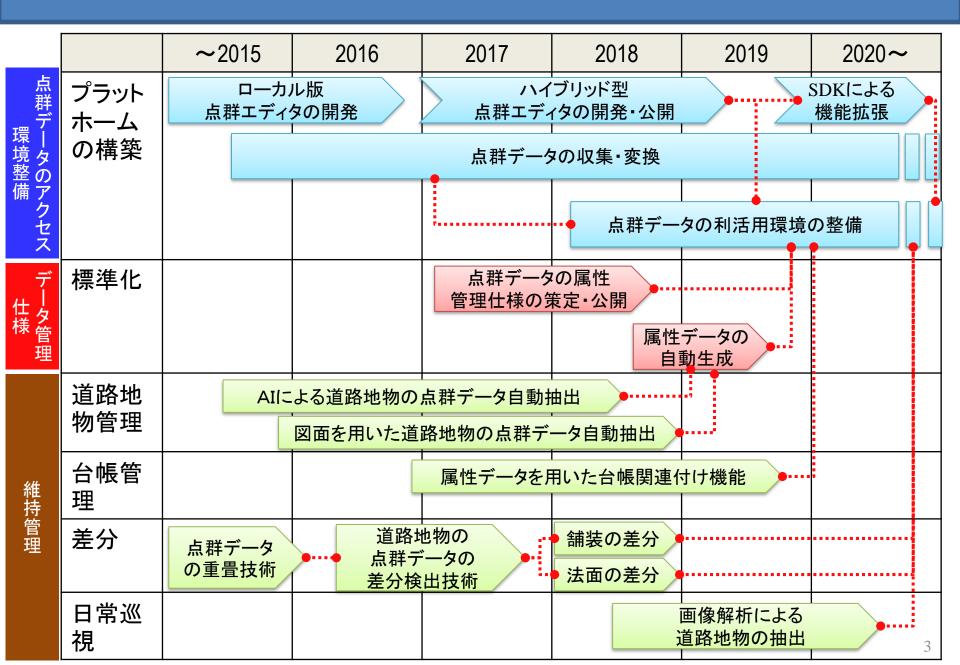
航空レーザ測量、レーザスキャナ MMS、UAV

データの着実な蓄積・流通!利活用への期待! しかし、複数時期の点群データの処理は大変

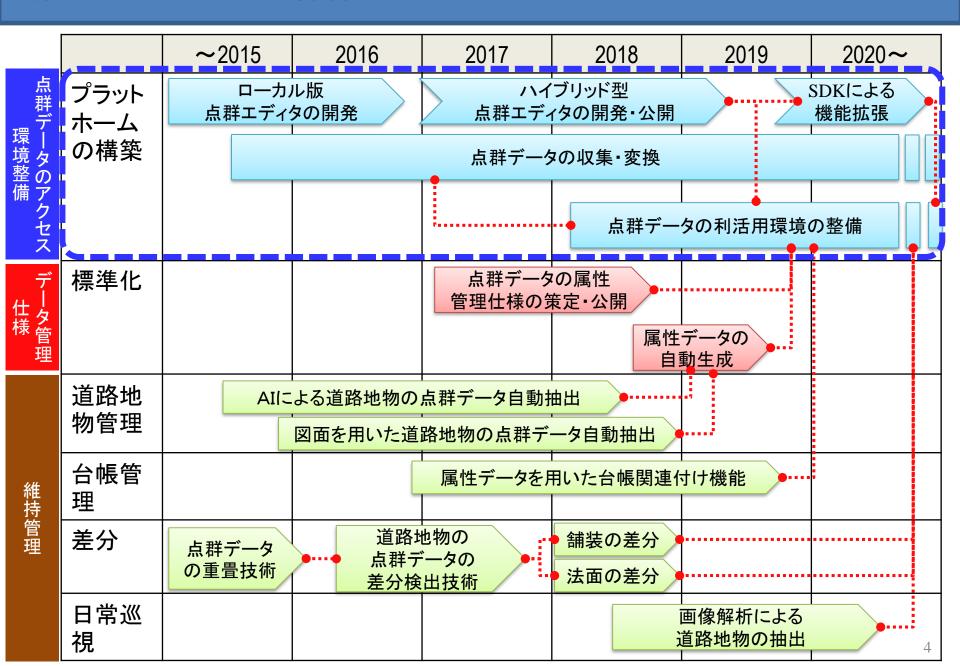
- 用途に即して膨大な量のデータを賢く使える仕掛けづくりの必要性
 - ライフサイクルデータ管理
 - 維持管理の効率化支援
- コンピュータリーダブルなデータと、点群データとを関連付けると、 構造物の部材や地物単位で点群データを扱えるのでは?に着眼!

道路事業における3次元データの利活用に関する 研究プロジェクトを推進

研究プロジェクトの全体像



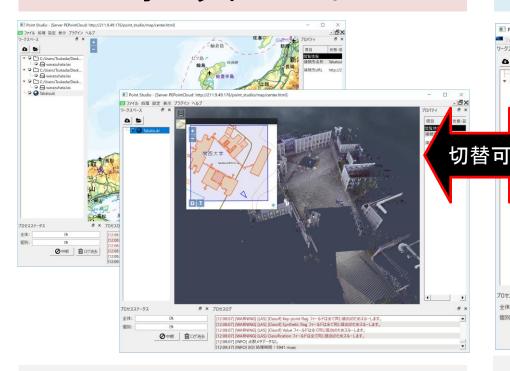
研究プロジェクトの全体像



<mark>点群データのアクセス環境整備</mark> ハイブリッド型点群エディタの全体像

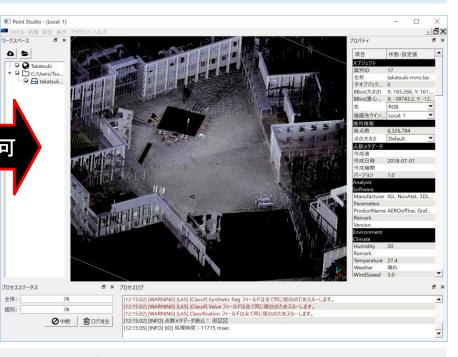
ハイブリッド型点群エディタ

オンラインモード



- ローカルに点群データがなくても閲覧できる
- 表示中エリアが地図と連動して確認できる
- 点群データ全体を閲覧できる(点は間引かれている)
- 任意区間を指定し、該当の点群データでエディットモードに移行できる

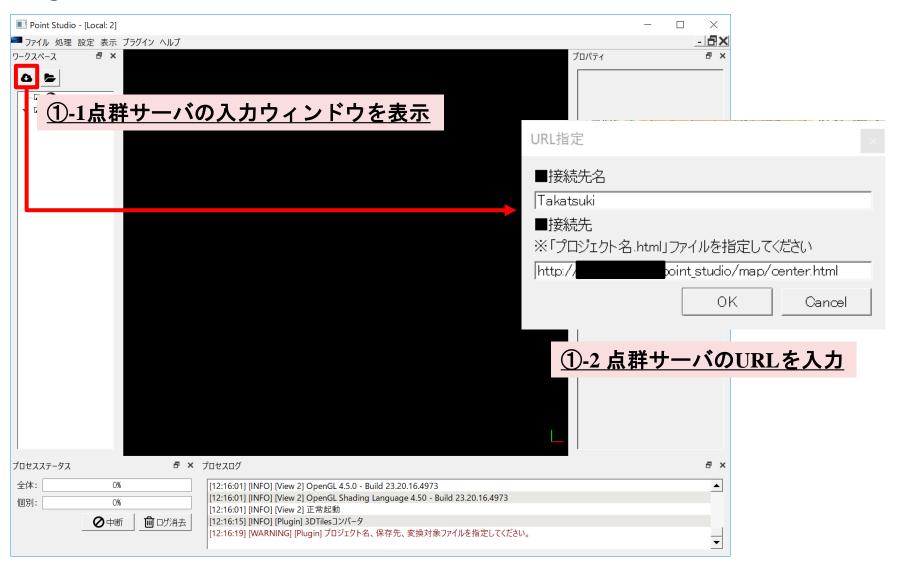
ローカルモード



- <u>点群データを詳細に確認できる</u>(点は間引かれていない生データ)
- プラグインにより機能を拡張できる
- 編集した点群データをビューモードに反映できる(再変換処理が必要)
- ビューモードと連携せず、従来通り点群データファイルを読み込むこともできる

点群データのアクセス環境整備 オンラインモードとローカルモードの利用イメージ(1/4)

①オンライン上に公開されている点群データへアクセス



点群データのアクセス環境整備 オンラインモードとローカルモードの利用イメージ(2/4)

②オンライン上の点群データを確認しつつ必要なエリアの点群データを表示



点群データのアクセス環境整備 オンラインモードとローカルモードの利用イメージ(3/4)

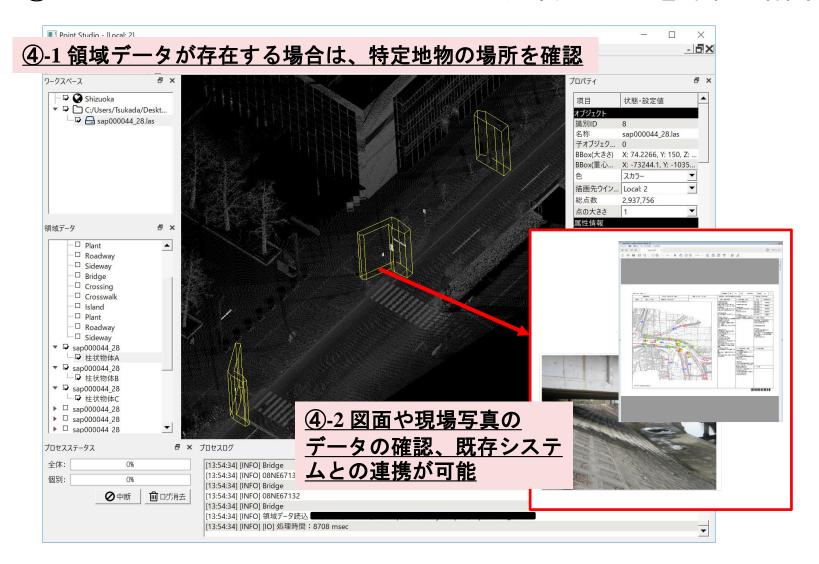
③ダウンロード対象のエリアを選択

③-1 点群データとそのエリアを地図と連動して表示

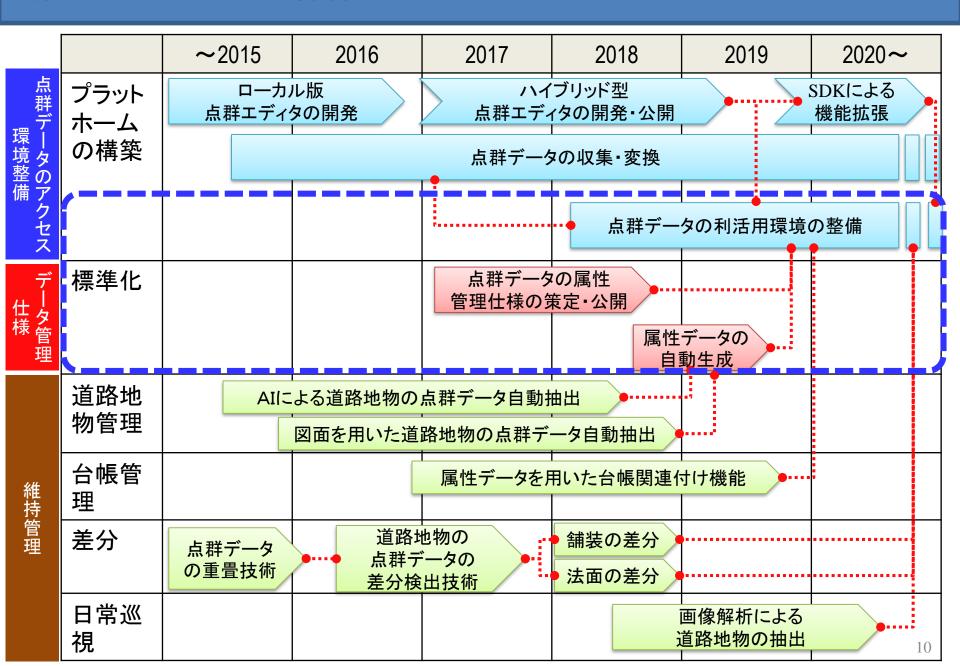


点群データのアクセス環境整備 オンラインモードとローカルモードの利用イメージ(4/4)

④ローカルモードでダウンロードした点群データを確認・編集



研究プロジェクトの全体像

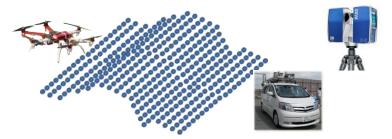


点群データのデータ管理仕様の策定と標準化 道路分野における点群データの属性管理仕様

- JACIC社会基盤情報標準化委員会の公募採択(2017年度)
 - 委員会名: 道路分野における点群データの属性管理仕様の検討小委員会

幾何情報(点群データ)

- 【座標系】 平面直角座標系
- 【計測年月日】2016年12月1日
- 【計測機器】Street Mapper
- 【総点数】140,192,000
- 【座標値の最大・最小】199.4.32.356,10.355 / 187.3, 29.0, 8.34
- 【反射強度の最大・最小】255/0



 $P_n(X, Y, Z, Intensity, time,,,)$

属性情報(領域+位相)

- 【座標系】 平面直角座標系
- [ID] 0001
- ・【名称】道路中心線, 車道, 信号機など
- 【領域】底面形状(スケッチ)と押し出し(操作履歴)で地物を囲む領域を定義



- ・【参照情報】
 - ✓ 図面データ(設計図・完成図)
 - ✓ 画像データ(現場写真など)
- 【位相】
 - ✓ 属性0002と接続.
 - ※車道の面の中で、電柱と接している箇所と電柱の底面を共有

検討範囲

<u>点群データと別に地物の位置を示す領域データファイル</u>を作成し、 その領域データを用いて道路地物の位置を管理する仕様を提案

道路分野における点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討小委員会:点群データの属性管理仕様の検討・

http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/standards/standards.html#zokuseikanri

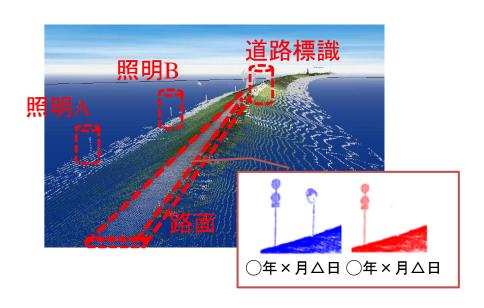
点群データのデータ管理仕様の策定と標準化 道路分野における点群データの属性管理仕様の用途と利点

用途

- 地物の高速な空間検索と差分チェックが可能
- 属性情報を手がかりに大規模点群データから対象地物のみを一括で取得

• 利点

- 点群データを加工しないため、データサイズが肥大化しない
- 属性情報を別ファイルで定義するため、データ交換が容易であり、再利用が可能
- 属性情報の精度は、入力データの特性に影響をうけない



点群データのデータ管理仕様の策定と標準化

道路分野における点群データの属性管理仕様の利用場面の想定

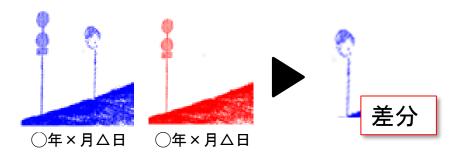
MMSより取得した点群データから目的地物の構成点のみを一括抽出





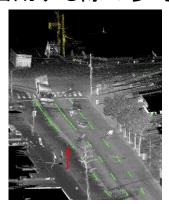
路面性状検査における前処理として道路面の点群データのみを取得

• 差分や変状検出の際の道路地物の点群 データ抽出処理に活用



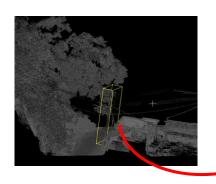
標識や照明等の道路ストック総点検の効率化

• ダイナミックマップ等の地図生成に点群 データを活用する際の参考資料



道路標示や標識、信号の位置と情報を取得

点群データとともに撮影された動画 データのインデックスに活用





【領域データ】

- ·走行時間: ○時〇分△秒
- •位置:経度***、緯度+++

点群データのデータ管理仕様の策定と標準化 道路分野における点群データの属性管理仕様の公開

• 研究成果の公開 一国総研ー

検索キーワードを入力

Site Search

HOME

研究分野

研究者

研究成果

出前講座

リンク

国総研TOP

社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室



INFORMATION PLATFORM DIVISION

ガイドライン・要領・基準

>-----

道路管理

- ■道路空間データの整備・活用
- 道路分野における点群データの属性管理仕様の検討小委員会※:点群データの属性管理仕様【道路編】(案)-第1.0版-(平成30年9月)

現場で蓄積されつつある3次元の現況計測データに着目し、点群データを活用した維持管理のための3次元データの流通基盤の基礎となる道路分野の属性管理仕様を策定し、その仕様を活用する運用モデルを設計、開発しました。

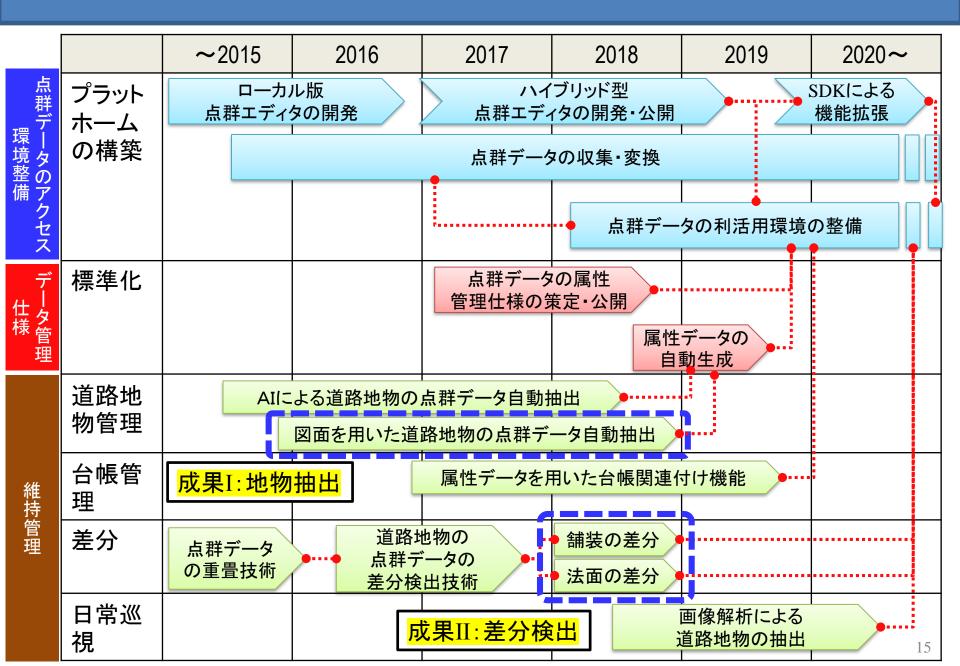
<u>ダウンロード (PDF:7.0MB)</u> 【平成30年9月NEW!!】

点群データの属性管理仕様【道路編】に加えて、以下のブラウザやマニュアル等を特設サイト(準備中)にて公開予定です。

- ・土木建設分野の点群ブラウザ「Point Cloud Viewer」
- 操作マニュアル
- ・サンプルデータ

※JACICの社会基盤情報標準化委員会「道路分野における点群データの属性管理仕様の検討小委員会」に検討メンバーとして参画。 (小委員会概要はこちら:<u>http://www.jacic.or.jp/hyojun/2017shouiinnkai-02.html</u>)

研究プロジェクトの全体像



新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果 研究プロジェクトの3か年の計画

- 本研究では、施工中に生成される3次元情報を道路工事完成図書に関連付けて保持し、その後の維持管理にて活用するための技術開発を目的
 - 下流工程にあたる完成図書の作成や検査、さらに維持管理に展開すると、発現効果が一層大きくなることを期待



新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果

体制図

官

近畿地方整備局

- ·河合良治·久野啓嗣
- ·武本昌仁·藤井未知
- •山根祐樹•児玉孝司
- ·松岡和行·南口由行 ·福本匡城
- ・ 実験フィールドと蓄積データの提供
- ・ヒアリング

産

iシステムリサーチ株式会社 西川啓一 大林道路株式会社 辻森和美 大林道路株式会社 有賀公則 大林道路株式会社 石川義人 株式会社関西総合情報研究所 梅原喜政

- ・ 施工現場・定期的なデータ計測
- ・ヒアリング

学

【研究代表者】

•大阪経済大学 教授 中村健二

【共同研究者】

•関西大学 教授 田中成典

•関西大学 教授 窪田諭

•法政大学 准教授 今井龍一

•大阪工業大学 特任講師 山本雄平

•摂南大学 講師 塚田義典

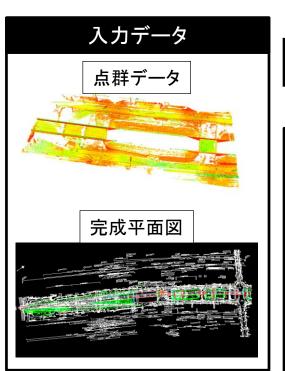
新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果1:地物抽出)

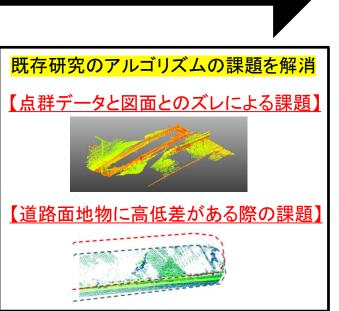
図面を用いた道路地物の点群データ自動抽出技術

- 研究目的
 - 点群データを道路施設毎に分割することで、膨大に蓄積された点群データ の運用・管理効率を向上
- 実施内容

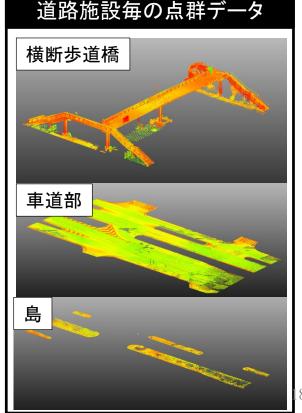
- 道路工事完成図書を用いることで、点群データを道路施設毎に分割する

技術を開発





地物抽出



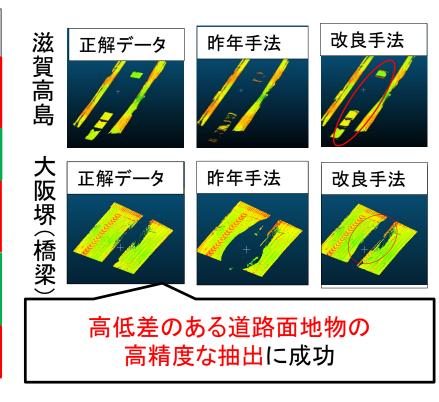
新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果I:地物抽出) 図面を用いた道路地物の点群データ自動抽出技術の精度評価

• 実験内容

- <u>既存研究のアルゴリズムでの抽出結果</u>及び、<u>改良アルゴリズムでの抽出結果</u>を正解データと比較しF値を算出
- 正解データは、手動で道路施設毎に分割した点群データを採用

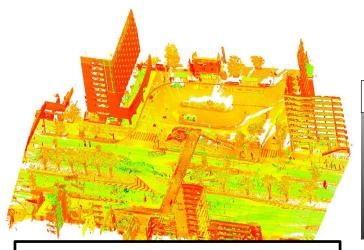
• 実験結果

場所	地物	昨年度	改良	差分
		F値(A)	F値(B)	(B-A)
京都城陽	車道部	0.87	0.88	0.00
	歩道部	0.95	0.95	0.00
	車道交差部	0.94	0.94	0.00
滋賀高島	車道部	0.85	0.92	0.06
	道路交差部	0.87	0.87	0.00
大阪堺(軌道敷)	歩道部	0.79	0.80	0.00
	車道交差部	0.91	0.91	0.00
	軌道敷	0.72	0.72	0.00
大阪堺(橋梁)	車道部	0.79	0.88	0.09
	歩道部	0.82	0.82	0.00
	道路交差部	0.98	0.99	0.00
大阪堺(歩道橋)	車道部	0.94	0.94	0.00
	歩道部	0.81	0.79	-0.02

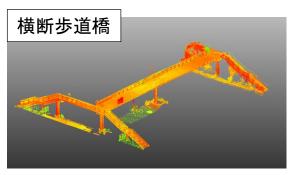


新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果1:地物抽出)

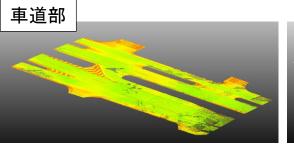
図面を用いた道路地物の点群データ自動抽出技術の実行例

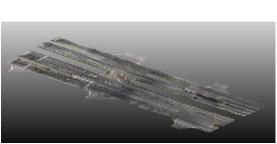


2017年計測(地上設置型LS)



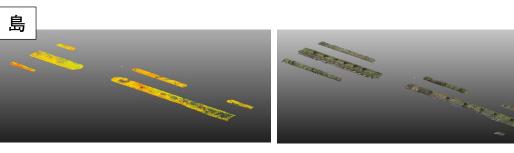








2012年計測(MMS)



<mark>新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果Ⅱ:差分検出)</mark> 道路地物の点群データ解析による差分検出技術の研究概要

• 研究の概要

- 点群データを用いた道路地物の変状検出手法を開発
- IIにて整理した点検項目と変状検出手法の対応関係を整理

• 研究成果の概要

- 2時期の点群データの重畳による差分では、部分的な変状が検出できない 課題を解消するために、<u>基準となるデータ</u>に基づいた変状検出手法を開発

<u>点群データに含まれる誤差要因</u>

計測機器の性能 (LS計測精度)



2時期のレジストレーション時の誤差 (計測条件の違いによる誤差 :計測機器、計測時期、対象地物等)

平成29年度の試作結果より、「2時期の点群データを重畳して差分を検出する手法では、<u>道路施設の変状</u>を検出することが困難」であることが判明

新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果II:差分検出) 道路地物の点群データ解析による差分検出技術の開発方針

「2時期の点群データを重畳して差分を検出する手法では、道路施設の変状を 課題: 検出することが困難」

対策:

それぞれの点群データより変状 or 形状の解析結果(=解析情報)を作成し、 解析情報間を重畳して差分を検出することで、絶対的な位置の誤差を考慮 しない変状検出手法を考案



基準となるデータ	評価粒度	詳細
1. 点群密度	グリッド	グリッド毎に内包する点群データから点群密度を算出
2. 点群領域の外形の体積	全体	一定標高毎の外形線の面積から高さをかけることで外形の体積を算出
3. 外形形状	全体	特定の方向(XY, XZ, YZ方向)に点群データを投影し、外形形状を算出
4. 平坦性	グリッド	グリッド毎に点群データから近似平面を算出し、ばらつきを評価
5. 反射強度	グリッド	グリッド毎に内包する点群データの反射強度の平均値を算出
6. 標高値(最高最低値)	グリッド	グリッド毎に内包する点群データの高さ(最大-最小)を算出
7. グリッド(大)の法線ベクトル	グリッド	大きなグリッド毎に近似平面を生成し、面の向きを算出
8. グリッド(小)の法線ベクトル	グリッド	小さなグリッド毎に近似平面を生成し、面の向きを算出
9. ブレイクライン	グリッド	グリッド毎に法線ベクトルを算出し、周囲のグリッドとの最大差分値を算出

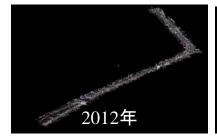
<mark>新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果Ⅱ:差分検出)</mark> 道路地物の点群データ解析による差分検出技術の適用実験

- 試行内容
 - 試行1:法面を対象とした変状検出技術の試行
 - 試行2:路面を対象とした変状検出技術の試行
- 実験データの概要

試行1:法面を対象とした変状検出技術の試行 静岡県オープンデータのMMS点群データ(2013年と 2017年) 【2013年法面1】 【2017年法面1】 【2013年法面2】 【2017年法面2】

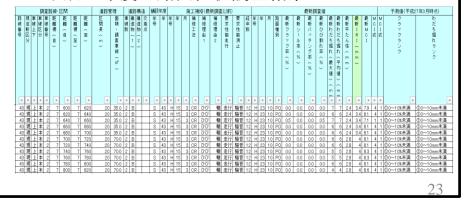
試行2:路面を対象とした変状検出技術の試行

大阪府の国道にて計測されたMMS点群データ (2012年と2018年)

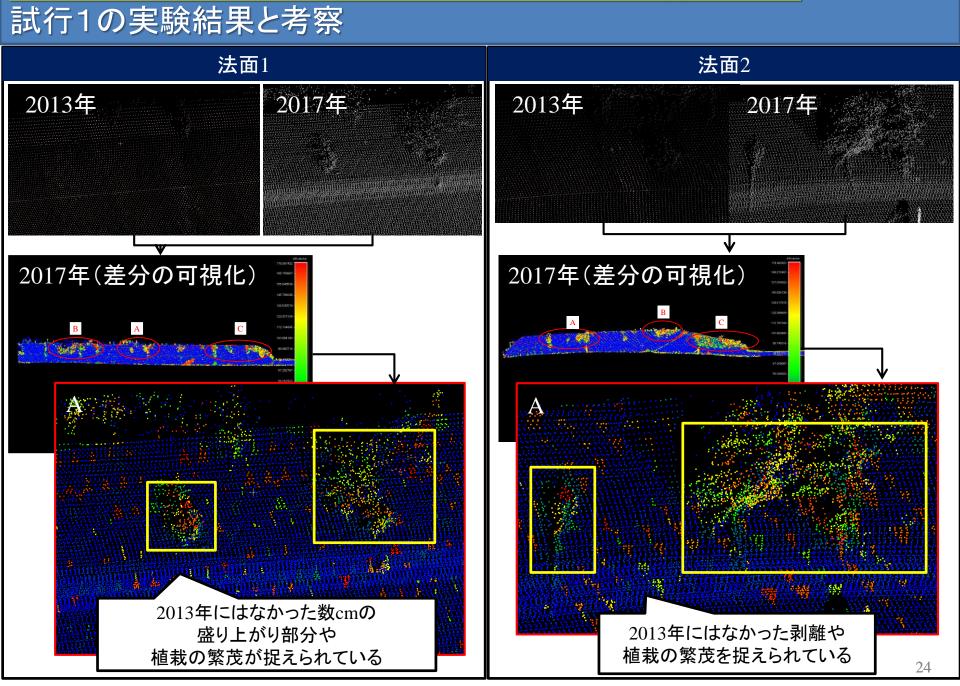




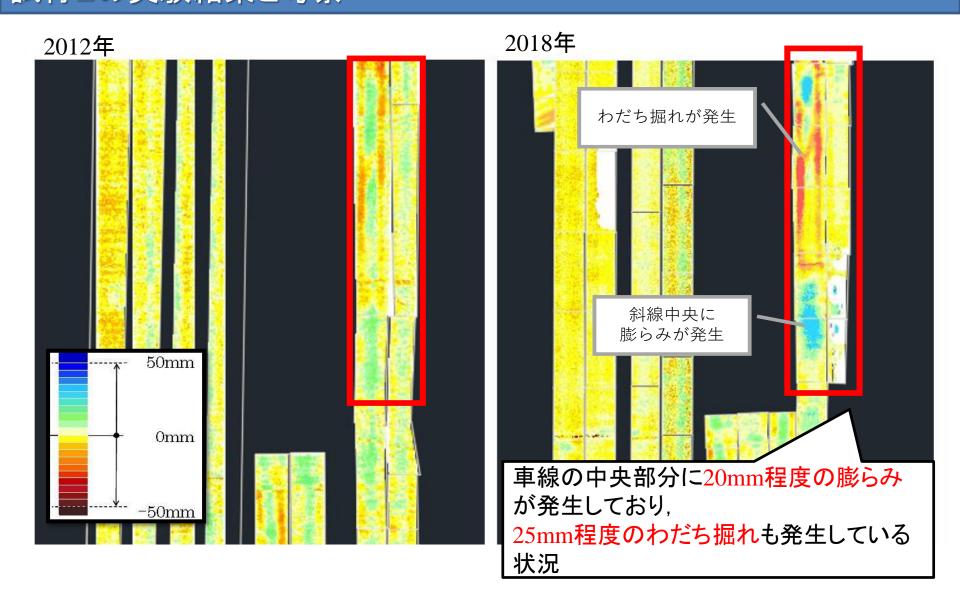
平成25年度の路面性状調査結果



新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果II:差分検出)



新都市社会技術融合創造研究会の研究プロジェクトの成果(成果II:差分検出) 試行2の実験結果と考察



※平成25年度の路面性状調査結果: ひび割れ率0%, わだち掘れ(平均)5mm

3か年を通した研究成果

アウトリーチ

- 寄稿

• 中村健二, 今井龍一, 窪田諭, 山本雄平, 塚田義典, 姜文渊, 田中成典: 道路分野における3次元情報の利活用の取り組み, JACIC情報, 日本建設情報総合センター, Vol.120, 2019.

- 学会発表

- (発表予定)中村健二, 塚田義典, 今井龍一, 田中成典, 梅原喜政, 樋渡達也: 道路管理者のための 点群ブラウザの開発, 日本道路会議, 日本道路協会, 2019.
- (発表予定)中村健二,塚田義典,田中成典,梅原喜政,中畑光貴:完成平面図に基づいた点群データからの地物抽出技術の高精度化に関する検討,土木情報学シンポジウム講演集,土木学会,2019.
- 梅原喜政,塚田義典,中村健二,田中成典他:機械学習による点群データからの道路地物の識別に関する基礎的研究,ファジィシステムシンポジウム講演論文集,日本知能情報ファジィ学会, Vol.35, 2019.
- 塚田義典,中村健二,田中成典,梅原喜政他:深層学習による点群データからの道路地物の識別に関する基礎的研究,ファジィシステムシンポジウム講演論文集,日本知能情報ファジィ学会, Vol.35, 2019.
- 中村健二, 塚田義典, 梅原喜政, 田中成典, 西川啓一, 中畑光貴: グリッド分割による道路地物点群データの時系列差分の評価手法に関する研究, ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 日本知能情報ファジィ学会, Vol.34, pp. 633-634, 2018.
- 中村健二, 寺口敏生, 梅原喜政, 田中成典: 道路工事完成図書の地物と計測された点群データとの 関連付け技術に関する可能性の検討, 土木情報学シンポジウム講演集, 土木学会, Vol.42, pp. 37-38, 2017.

- 査読付き論文

- (<mark>査読投稿中</mark>)中村健二,塚田義典,田中成典,梅原喜政,中畑光貴:完成平面図を用いた道路面地 物の点群データ抽出に関する研究,知能と情報,日本知能情報ファジィ学会,2019.
- 中村健二, 寺口敏生, 梅原喜政, 田中成典:完成平面図に基づいた点群データの地物抽出技術に関する研究, 土木学会論文集F3, 土木学会, Vol.73, No.2, pp.I_424-I_432, 2018.

ご清聴ありがとうございました

- ・点群ブラウザ等は、皆様の要望を反映して洗練を重ねて参ります。
- ・実際に利用して要望を出す、あるいは機能要件の議論に参加 など、活動に参画・協力いただける方を大募集中です!



平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(科学技術振興部門) 3次元情報の利活用のための社会基盤技術の振興

共同受賞者(写真右から) 関西大学 田中成典 教授 大阪経済大学 中村健二 教授 関西大学 窪田 諭 准教授 東京都市大学 今井龍一 准教授

中村健二

k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

気軽にご連絡ください!

