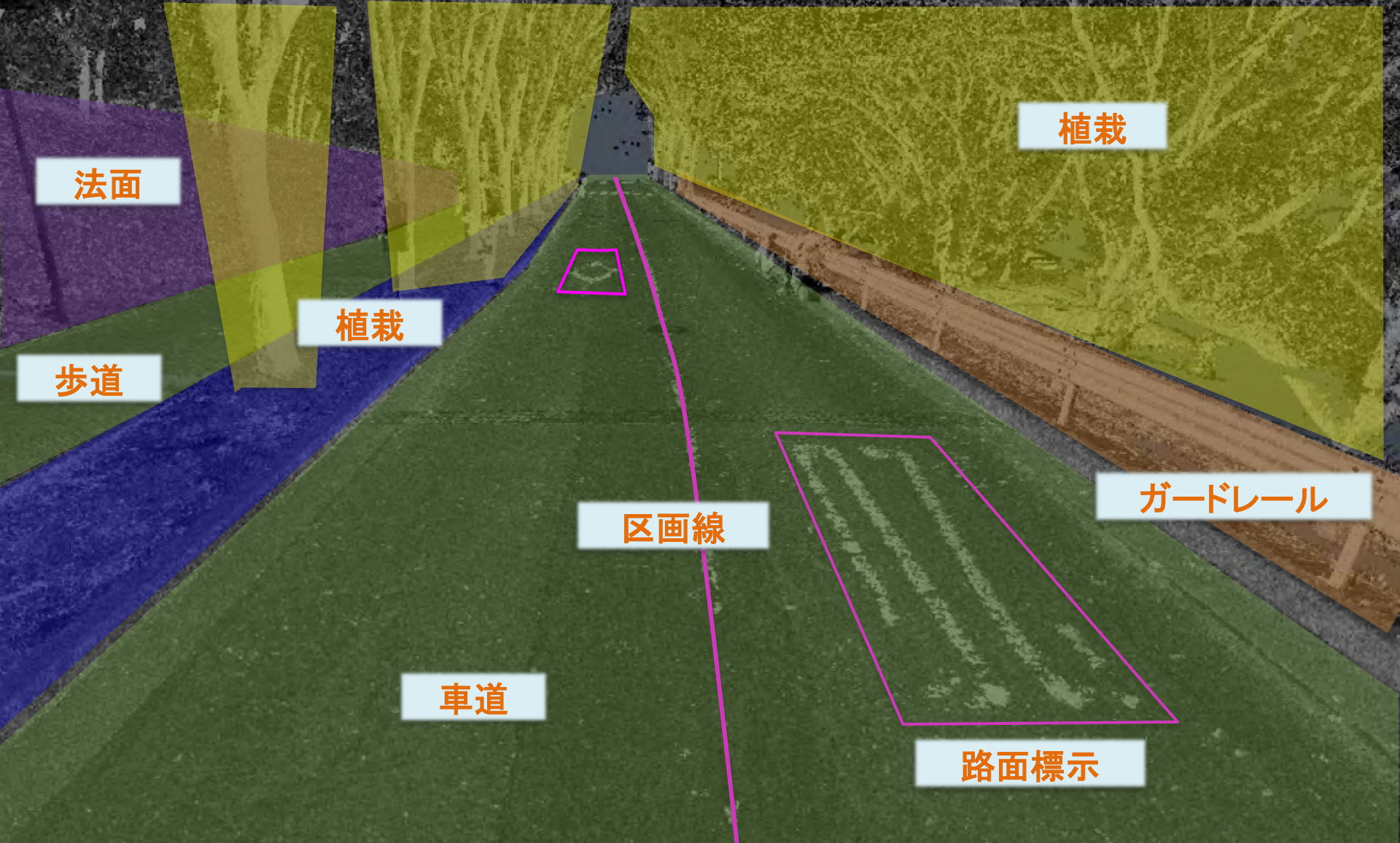


インフラ・防災・教育分野における 点群データの活用事例

法政大学 デザイン工学部
今井龍一



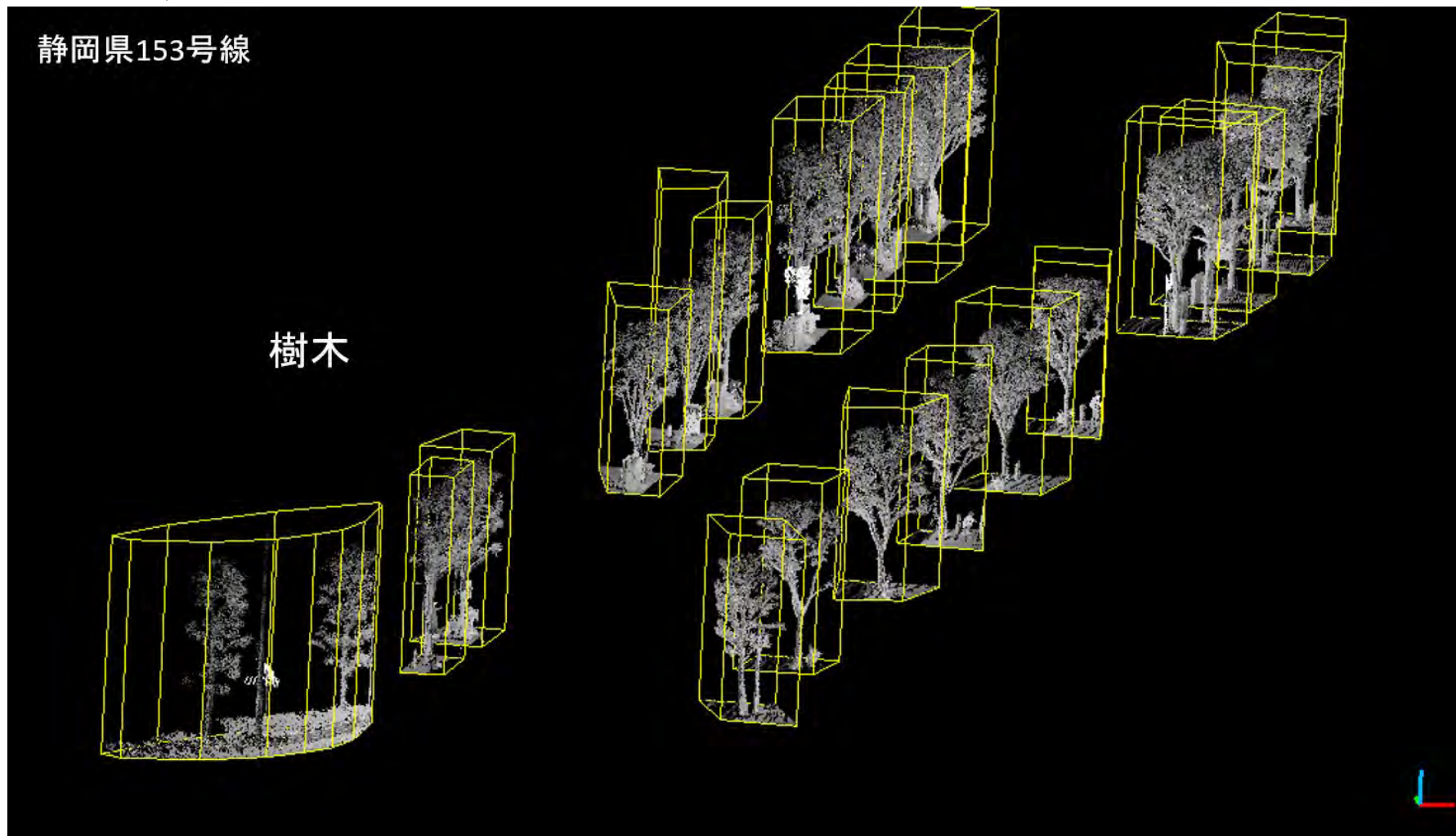
論点



点群データは
点の集合体

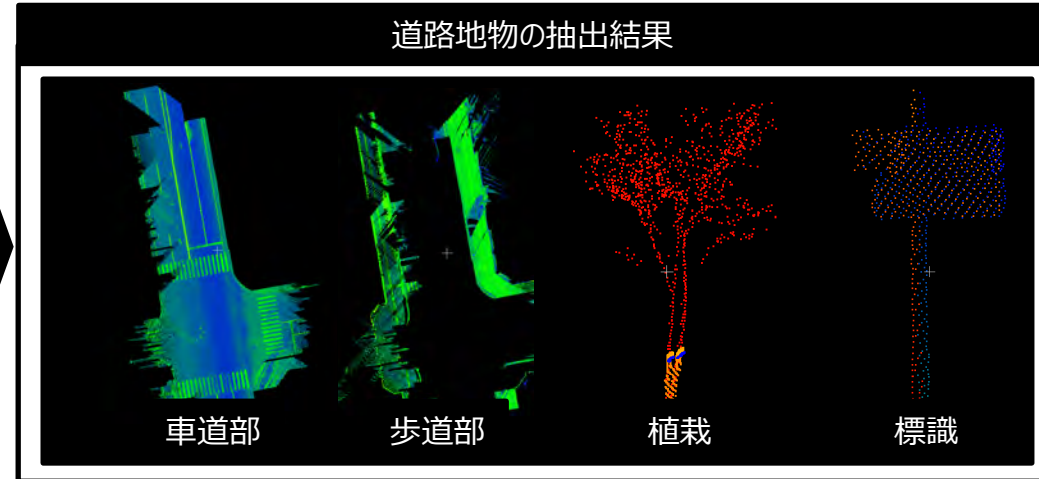
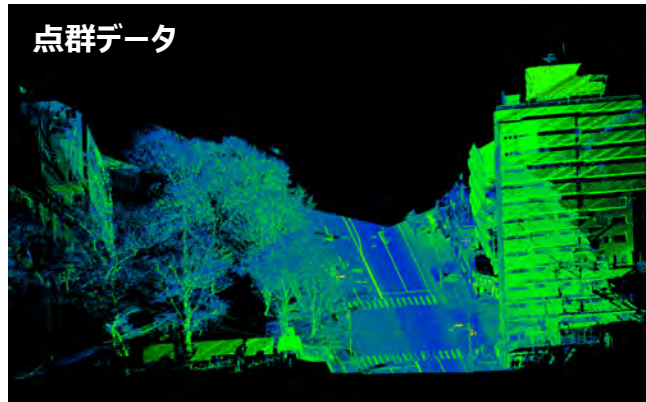
コンピュータに地物を認識させたい！
構造化（プロダクトモデル化）が
有効策！

地図・図面データを下敷きにすることで、人手よりも正確に、
様々な機器（MMSやUAV等）で計測された3次元点群データを地物毎に分割

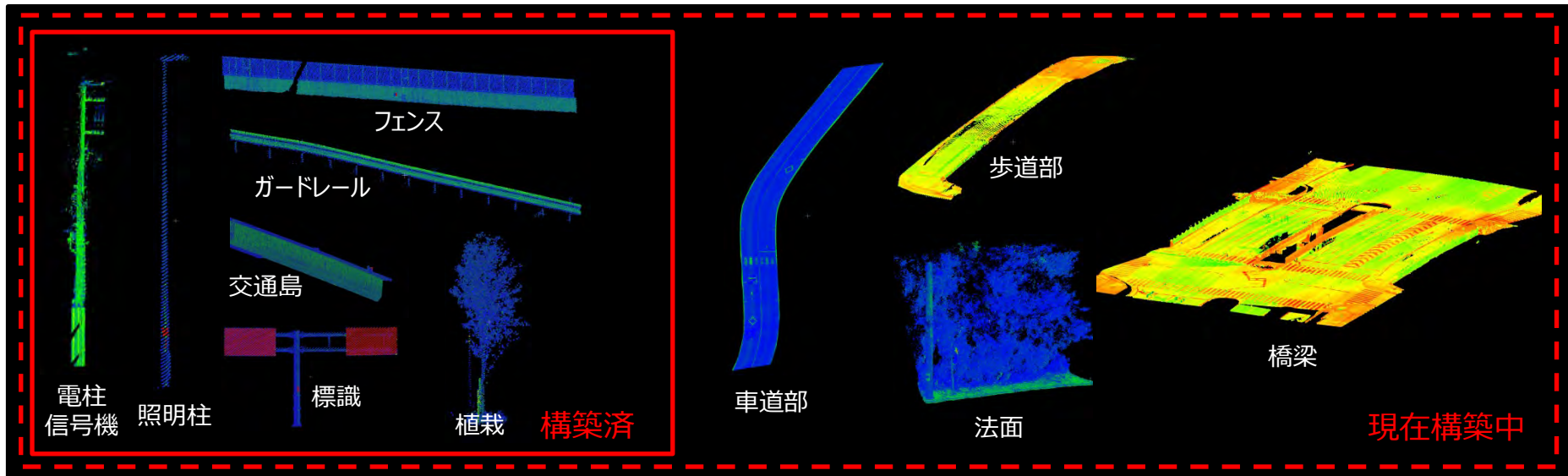


【主な業績】中村健二，今井龍一，塚田義典，梅原喜政，田中成典：点群データを用いたプロダクトモデルの実装に関する研究-Semantic Point Cloud Data-, AI・データサイエンス論文集，土木学会，Vol.3，No.J2，pp.870-878，2022.

- 道路地物抽出の実行例



- 人工知能を構築するための教師データ



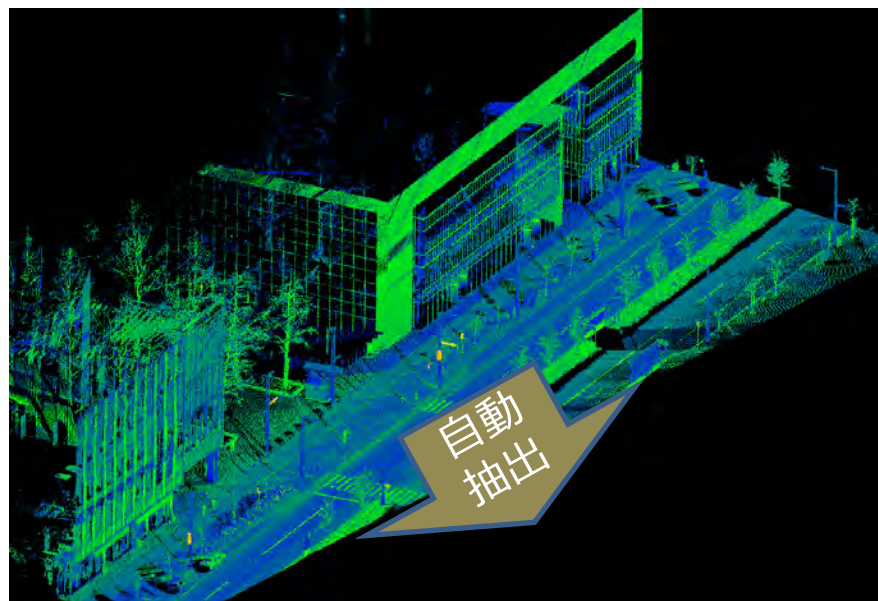
【主な業績】梅原喜政, 塚田義典, 中村健二, 田中成典, 中畑光貴: 深層学習を用いた点群データからの道路地物の識別に関する研究, 電子情報通信学会論文誌, 電子情報通信学会, Vol.J104-D, No.10, pp.723-739, 2021.

AIによる地物抽出

国土交通省「建設技術研究開発助成制度」のご支援に感謝！

【主な業績】Nakamura, K., Imai, R., Tsukada, Y., Umehara, Y. and Tanaka, S. : 3D Point Studio : Utilization Platform for Point Cloud Data, Journal of Digital Life, SANKEI DIGITAL INC., 2023 Vol.3, Article ID : 2023.3.2, pp.1-8, 2023.1.

特定地物を高速に検索、点検調書・図面・現場写真との関連付け



連携

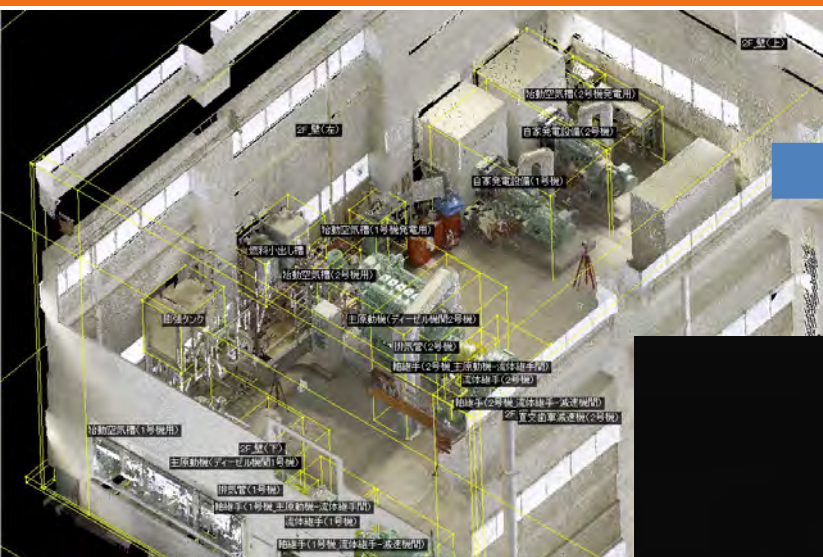


点検調書や図面等



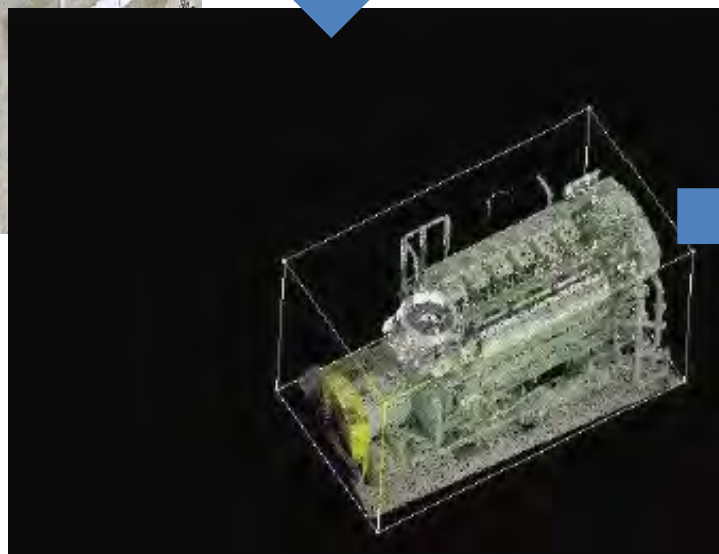
現場写真

目的地物を素早く空間検索し、
他システムや既存資産との連携を促進

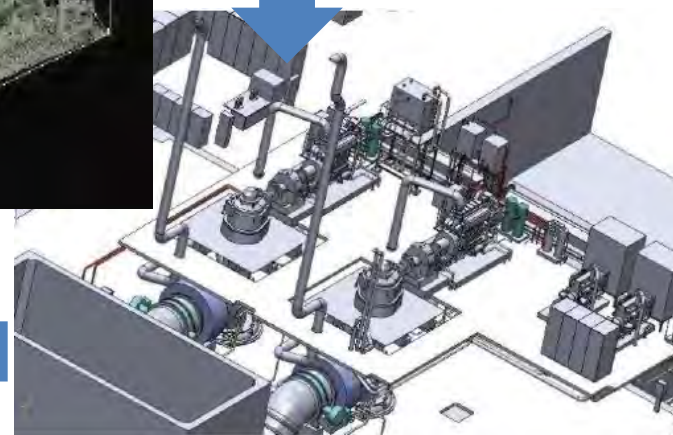


読込

元データを加工せず、
必要な時に、必要な点群のみ抽出



CADソフト等で
3次元モデル化



関連付け

【出典】国総研レポート：機械設備の点群データの属性情報付与及び3次元モデル化手法の構築，
<<http://www.gis.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/2021report/ar2021hp040.pdf>>， 2021



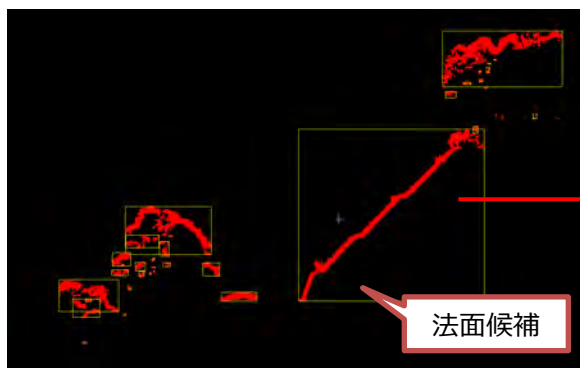
① 道路線形周辺の点群データのみ抽出



② 評価に不要な道路面を除去



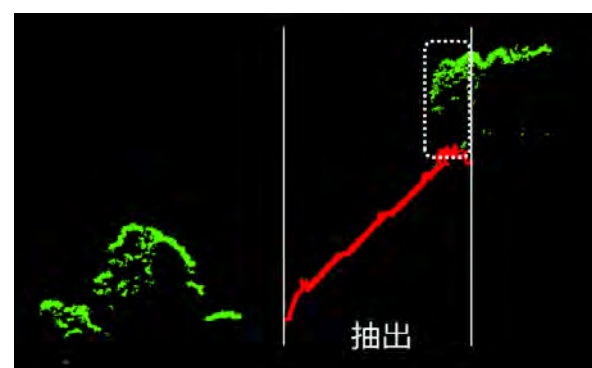
③ 横断状に点群データを抽出



④ 密集度で点群同士をグルーピング
+ 傾斜量から法面の候補を推定



⑤ 推定した法面の候補から連続して
形状が類似する箇所全体を
法面の点群として抽出



⑥ 法面の上部にある点群データを
植生の点群として認識
前頁の法面評価評価指標
抽出技術の入力データ

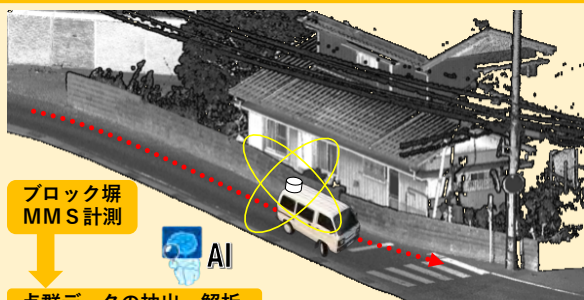
【出典】静岡県、日本インシーク、日本工営、大阪経済大学、関西大学、摂南大学、法政大学：
「スマートガーデンカントリー“ふじのくに”モデル事業」のデータ利活用に関する共同研究

ブロック塀の点検

8

点検評価技術の開発

防災減災への実践



点群データの抽出・解析



判定結果の可視化



ブロック塀の管理台帳									
位置図	MMS画像	項目別判定	総合判定	経年判定	経過判定	要検判定	要修判定	要撤判定	要保判定
MMSを用いたセンシングデータの活用									



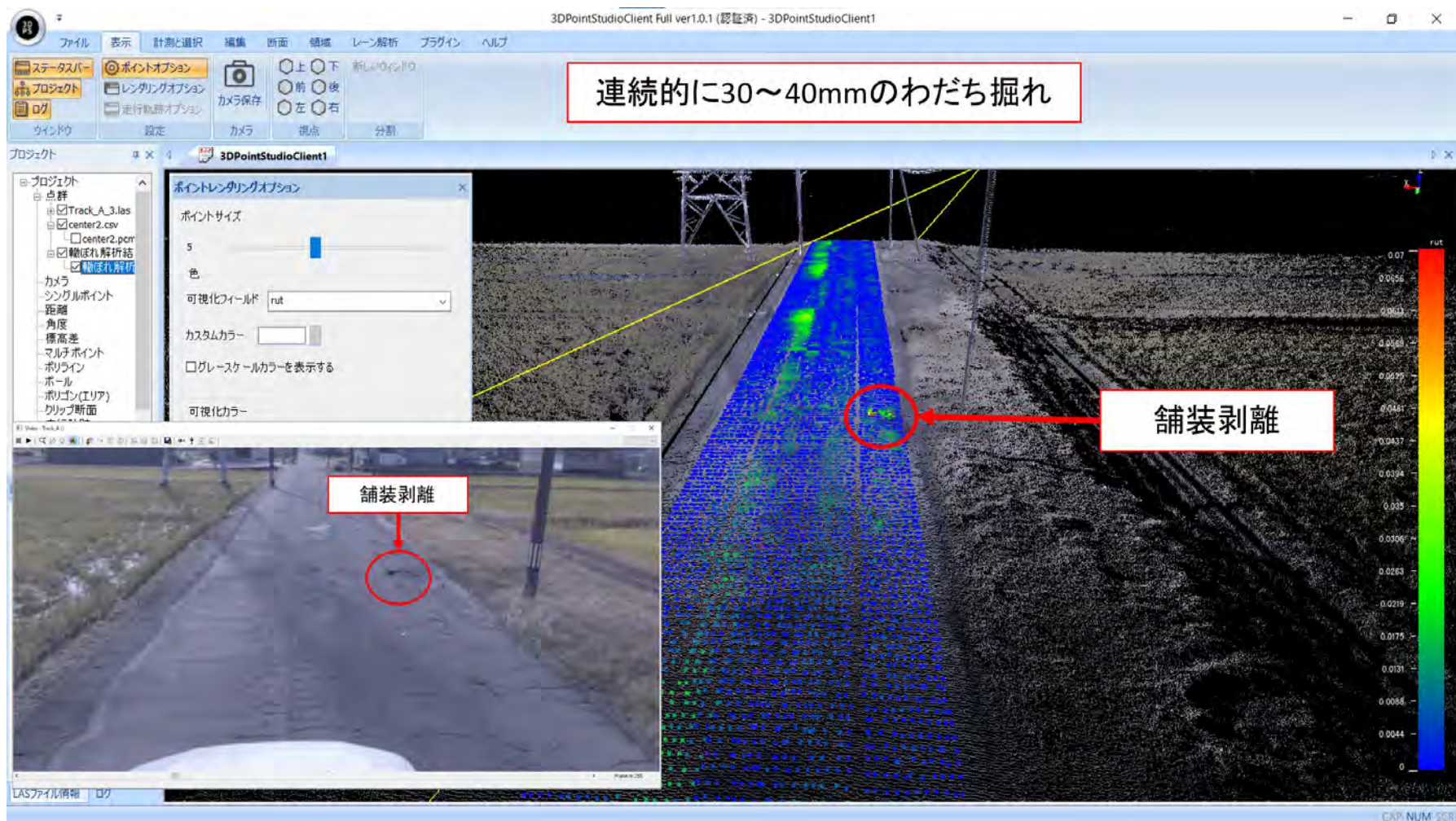
総合判定		D
(個別の判定の中で最も悪い判定を総合判定とする)		
判定	評価	望まれる対応
A	経年観察	5年後に再点検
B	劣化	1年後に再点検
C	強度不足	撤去を検討
D	倒壊	速やかに撤去



【出典】土木学会 インフラメンテナンス・チャレンジ賞 受賞（2022年2月）
『センシングデータを用いたブロック塀の点検評価技術の開発と防災減災への実践』

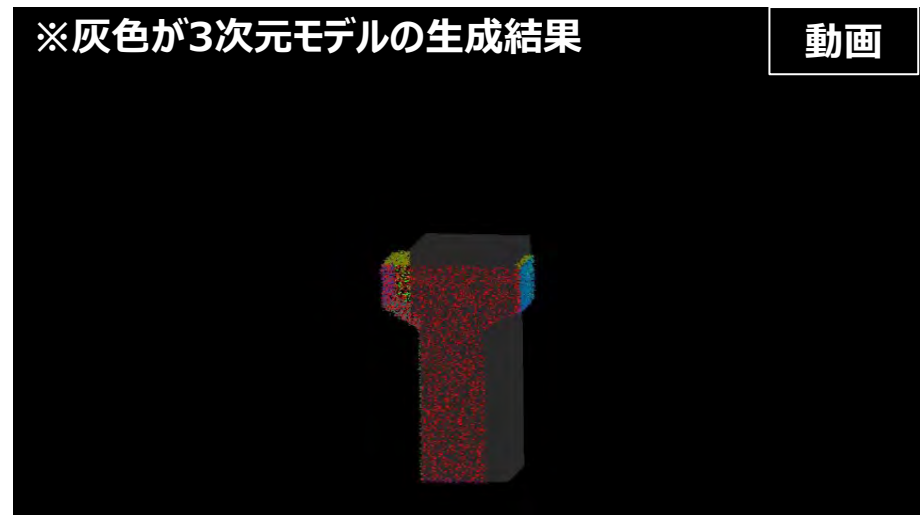
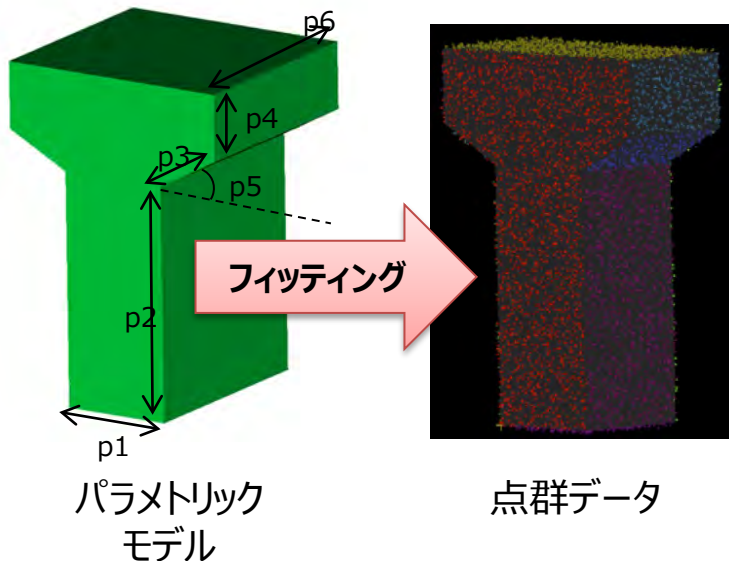
わだち掘れ点検

9



【出典】法政大学・パシフィックコンサルタンツ：空間情報技術を活用した「インフラDX」の実現に向けた共同研究

- 地物の概形をパラメトリックに定義したモデルに点群データをフィッティングさせることで3次元モデルを生成
- 未計測箇所や計測不可能箇所を含む点群データでも適用可能



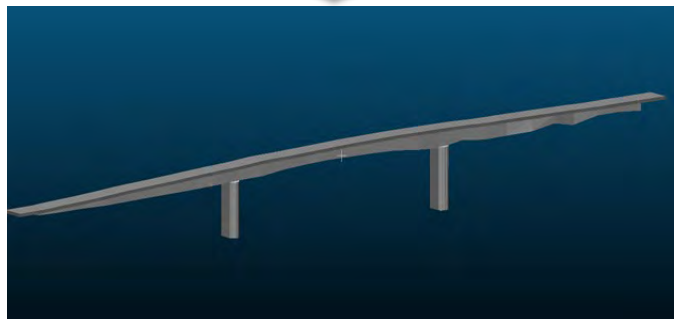
最適解探索仮定で生成される3次元モデル

【出典】関西大学社会空間情報科学研究センター

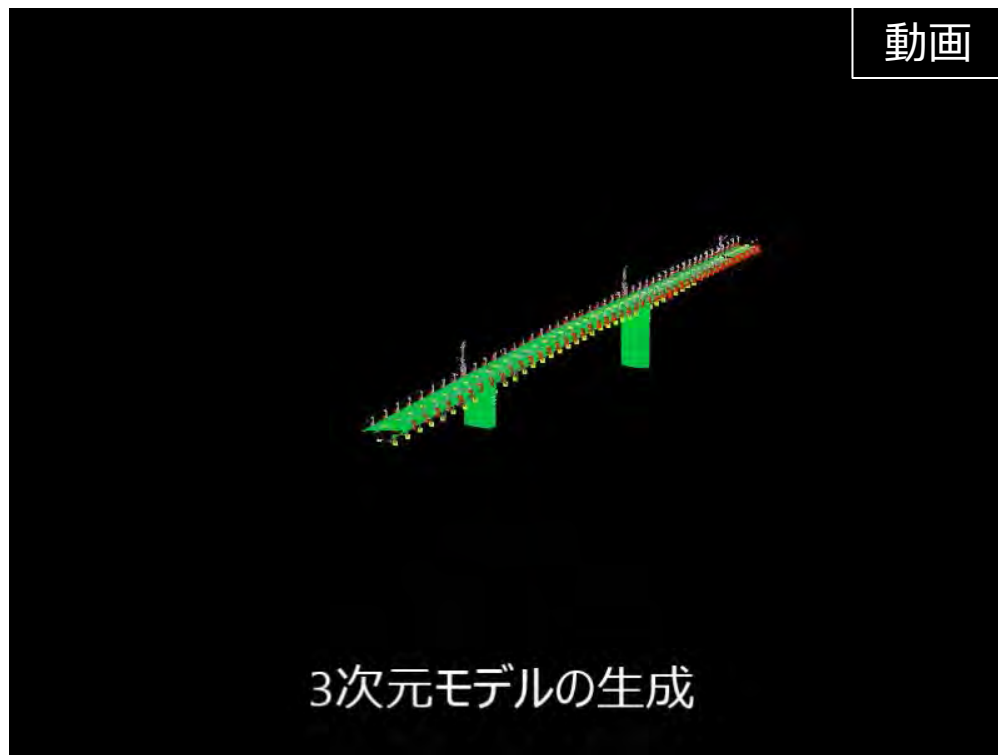
- Semantic Point Cloud Dataを用いて、橋梁の上下部工の3次元モデルを生成
- 3次元モデルは補修・補強設計に活用



点群データ



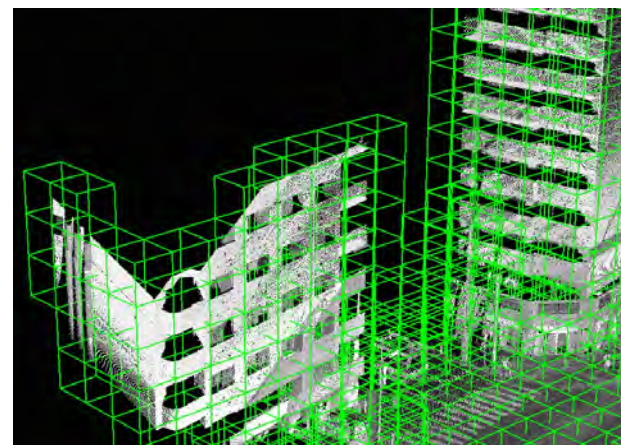
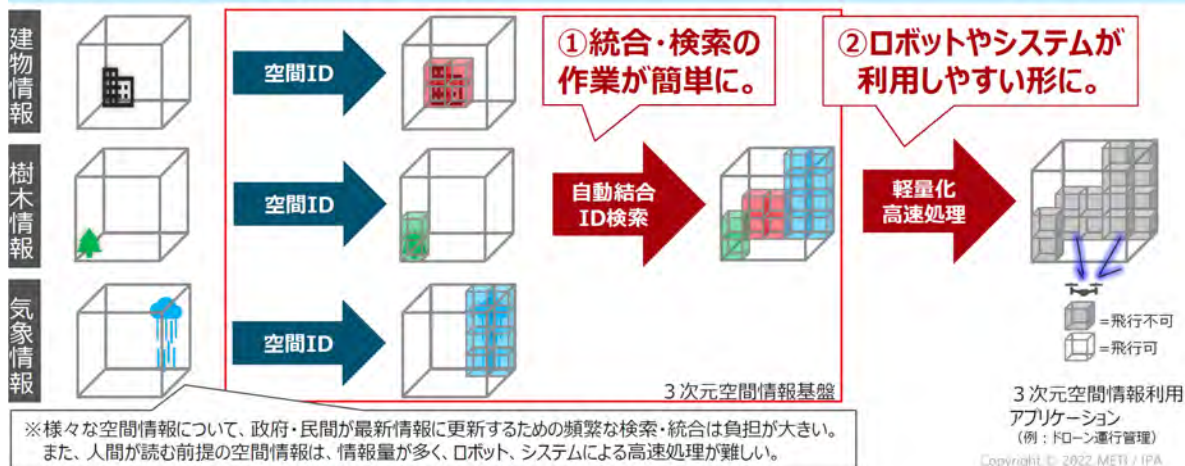
3次元モデル



【出典】関西大学社会空間情報科学研究センター

- 世界中のすべての空間に一意的なID（空間ID）を付加して時空間（構造物）を管理する考え方
- 空間IDは、内包関係を持ったボクセルであるため、様々な粒度の属性データと現実空間とをスケーラブルに融合可能
- 空間ボクセルをベースとすることで、差分処理や衝突判定等の高速化が可能

デジタル完結・自動化・全体最適化を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、自律移動ロボット・システムが異なる種類の空間情報を簡易に統合・検索したり、軽量に高速処理できる仕組みとして、異なる基準に基づいた空間情報であっても一意に位置を特定できる3次元空間ID（点ではなく荒い区切りの箱状のグリッドで定義）を検索キー（インデックス）として導入し、鮮度の高い様々な空間情報（時間情報含む）を高速に自動的に結合できたり、簡単に検索できるような技術開発・標準化を行う必要がある。



【出典】経済産業省／デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）：3次元空間情報基盤アーキテクチャ設計報告書，2022年7月

■ 平常時：ドローンの自律航行

地物等の3次元的な位置を参照可能な環境が必要

■ 平常時：社会インフラの点検業務

従来の点検帳票では点検箇所の3次元位置の把握が困難

■ 災害時：被災による変状把握

変状空間解析には多くの時間が必要

■ 平常時：データの蓄積・共有・再利用

任意地点のデータの有無の即時把握が困難

i 空間をボクセルで表現

ii 建造物の空間ボクセルを自動構築

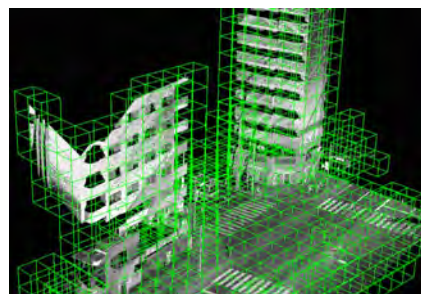
i 点検情報等の多様なデータを空間IDに基づいて3次元位置を管理

iii 空間を0,1で表現し、高速にビット演算

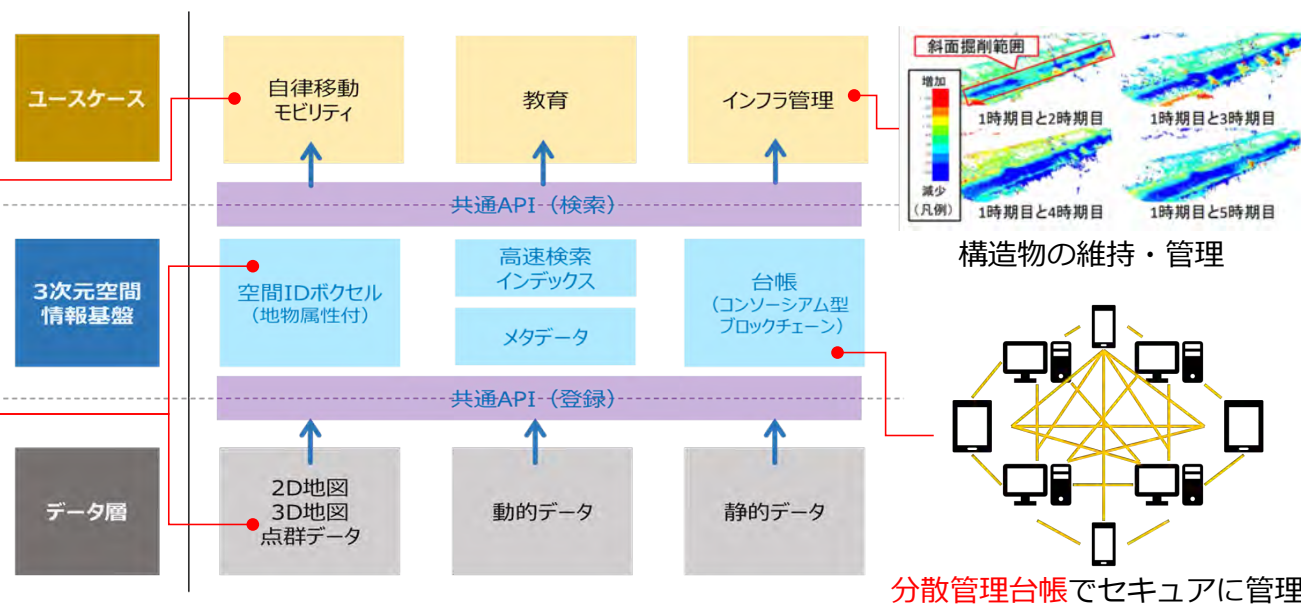
iv ブロックチェーンにて空間情報を保持



ドローンの自律制御



空間IDで点群データを管理



G7群馬高崎デジタル・技術大臣会合の出展動画を日本語化等編集

新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業

産業DXのためのデジタルインフラ整備事業

3次元空間情報基盤に関する研究開発

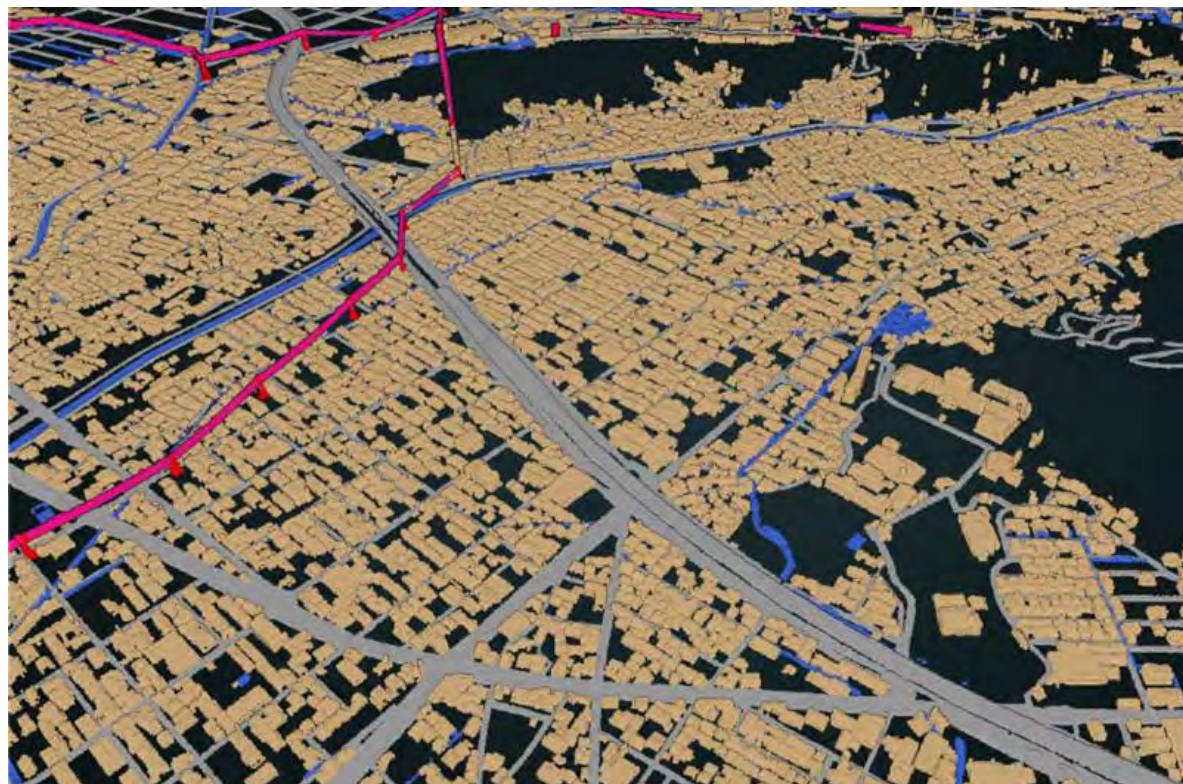
情報容量が可変するセマンティックデータ連携空間 I Dからなる

3次元空間情報基盤構築と基盤を通じた二拠点での

ドローン自律移動の安全・効率的な運行の実現

フル版は下記URLにて閲覧できます！

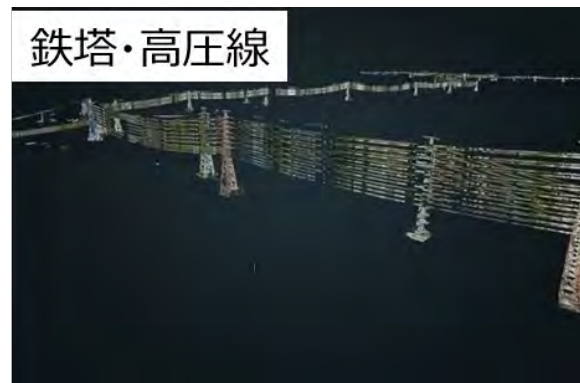
<https://www.youtube.com/watch?v=qJBE3Wgkm5g>



水部



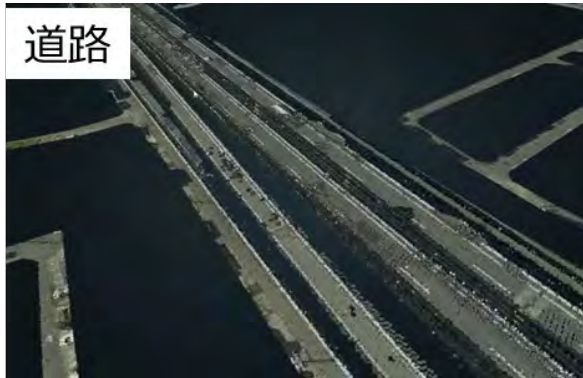
鉄塔・高圧線



鉄道



道路



建物



状況写真

あの場所の写真だ！

部材の位置が明確

再利用・蓄積できる！
短時間で確認できる！

橋梁の帳票管理

イメージ製作協力：社会環境設計室 金城正紀氏

CEATEC デモンストレーションの様子

17

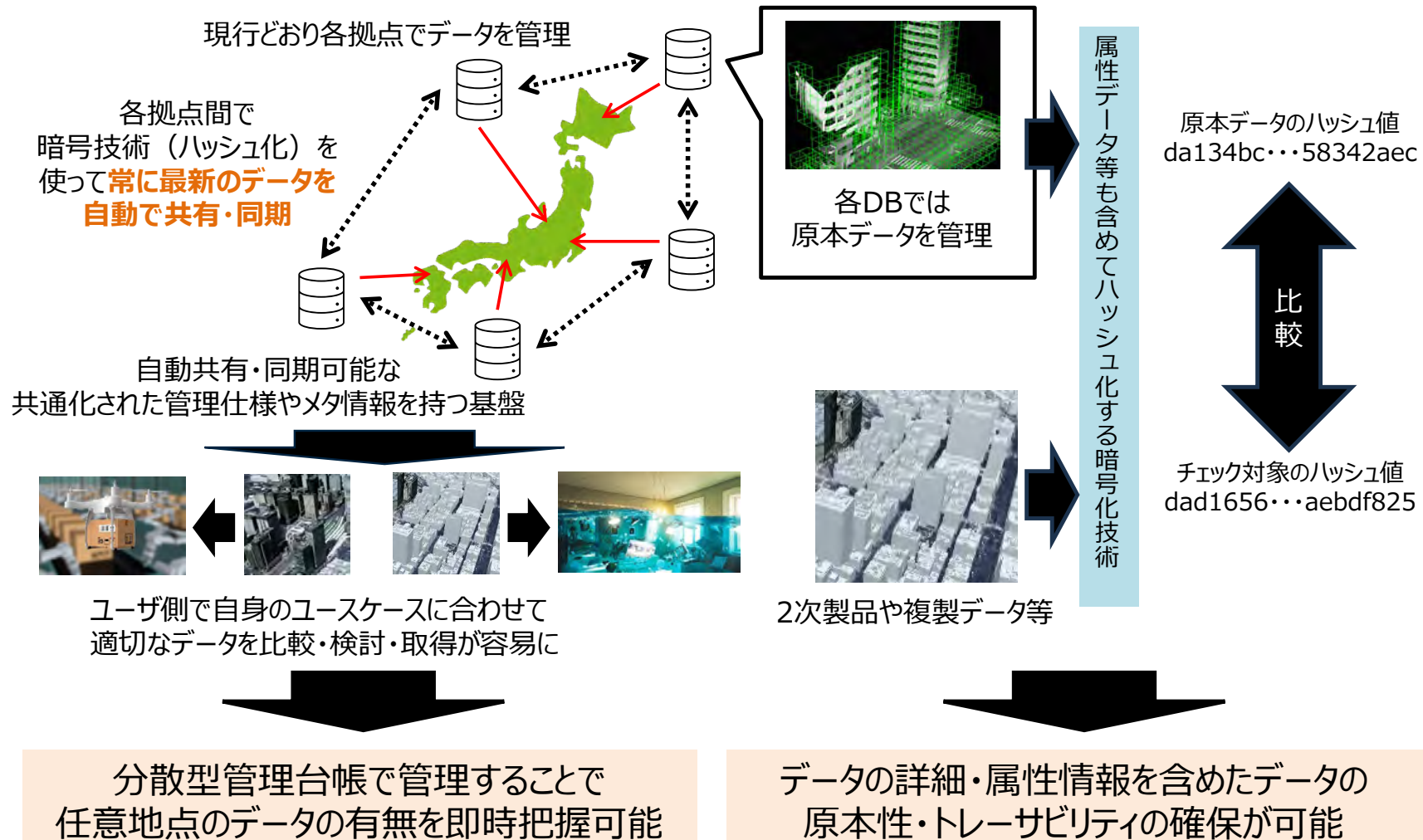
CEATEC 2023 展示ブース（2023年10月17-20日）



点群データの原本性・追跡可能性の確保

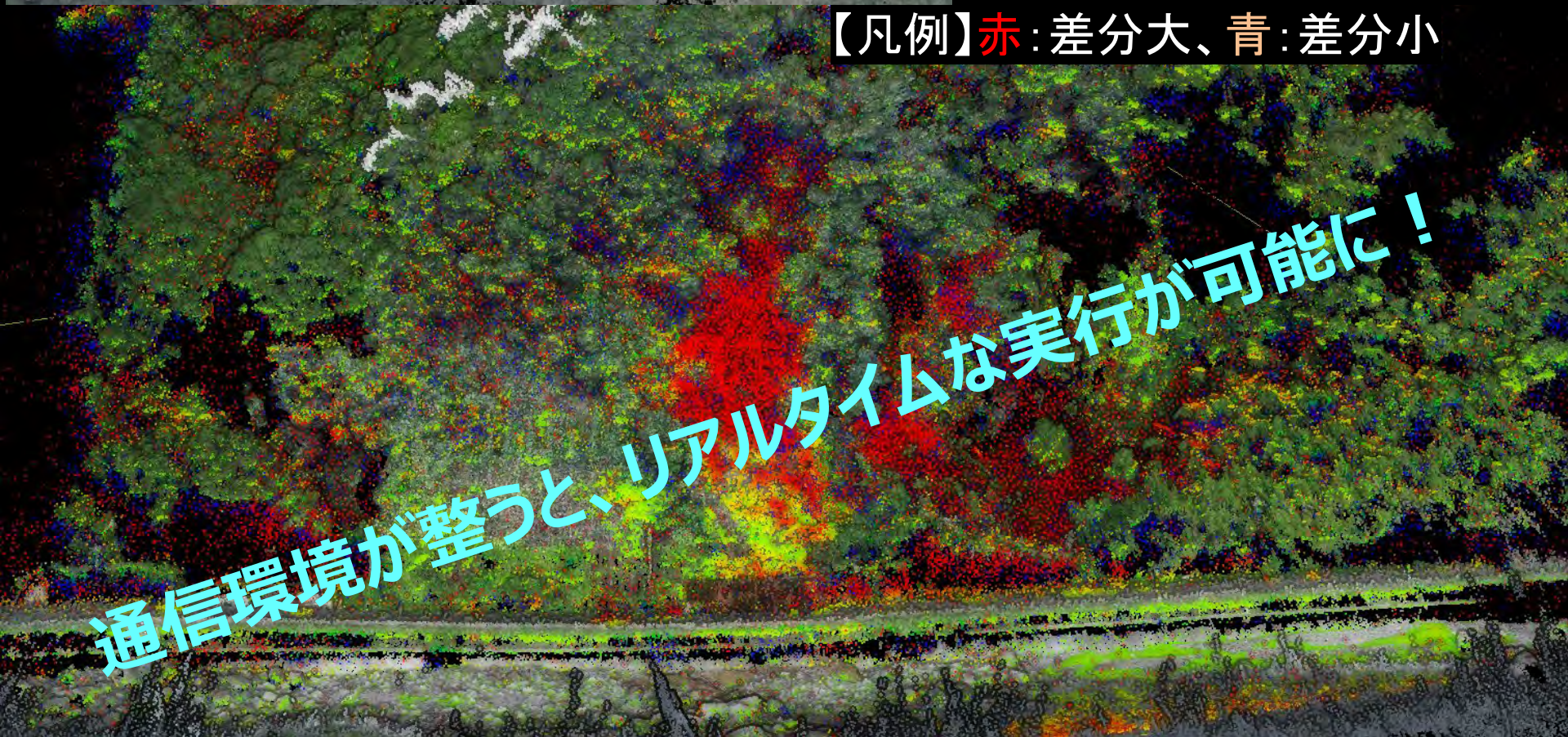
18

ブロックチェーンを導入して各拠点の多様なデータを共通管理するイメージ

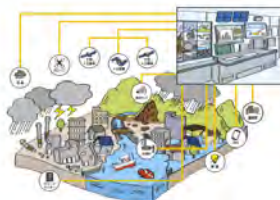


災害前

【凡例】赤：差分大、青：差分小



A 災害情報の広域かつ瞬時把握・共有



広域災害に対する SAR 及び光学衛星を活用した広域被災状況把握の研究開発は着実に進められている。それらを統合的に活用し、国土の被害状況を面的かつ詳細に把握する技術は確立されていない。

サブ課題Aの詳細 >

D 流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減の実現



ダム、河川堤防等のインフラは計画的な整備が進められてきたが、今後も発生が想定される中、インフラの新設には莫大な費用と時間を要するため、政府では災害対策として流域治水への転換が進められている。

サブ課題Dの詳細 >

B リスク情報による防災行動の促進



ハザードマップ等のリスク情報の認知度は確実に向上しているが、個人や企業等の体的な備え等の行動変容には必ずしもつながっていない。災害を認識できリスク情報の提供による防災行動の促進が必要である。

サブ課題Bの詳細 >

E 防災デジタルツインの構築



巨大地震リスク、風水害の頻発化・激甚化、人口減少に伴う地域防災機能の低下といった脅威・課題に対して対応の最適化を図るためには発生間隔等の要因からシナリオが膨大であり、十分な対策が困難である。

サブ課題Eの詳細 >

C 災害実動機関における組織横断の情報共有・活用



大規模災害においては ISUT (Information Support Team: 災害時情報集約支援チーム) が現地災害情報の収集・集約の支援活動を行っているが、即応対応に向けた体制、仕組みの構築が必要である。

サブ課題Cの詳細 >

SIP第三期が始動 社会実装が至上命題！

代表機関：防災科学技術研究所

上空・地上の多様なセンシングデータの収集・集約を行い、被害状況の常時推定・可視化・共有を行う技術開発を行い、行政・民間サービスや研究開発が可能な社会実装基盤を構築する。

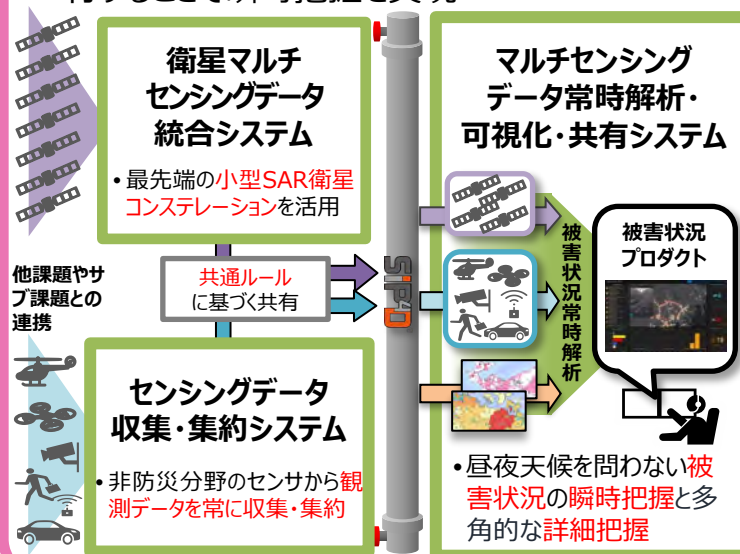
現状

- IoT技術の進展によって、多様なセンサが世の中に普及しているが、それらを統合的に活用する技術は未確立
- センサデータの有効活用によって、より迅速かつ的確な初動対応、要救助者や犠牲者の発生抑止に繋げる必要がある



研究開発

- 上空・地上のセンサ群を迅速に収集・集約し、被害状況を常時推定
- 知りたい時、知るべき時に被害状況を可視化・共有することで瞬時把握を実現



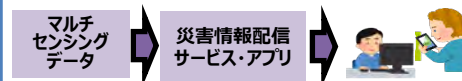
目指す姿

- 多様なセンサを活用し、鮮度の高い情報を活用した迅速・的確な災害対応を実現

サービス化

サービスプラットフォーム

災害情報配信サービス・アプリによる
行政・民間へのサービス化



研究開発の促進

評価・検証プラットフォーム

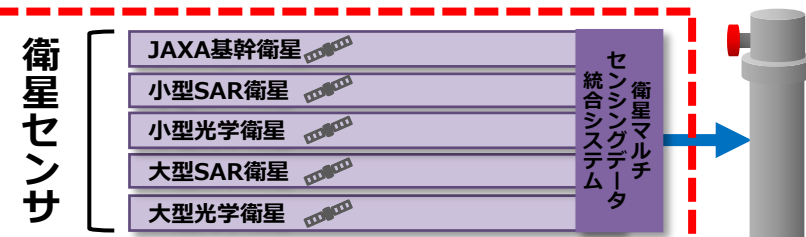
産官学民が連携したセンサ活用の
バーチャル実験環境を構築



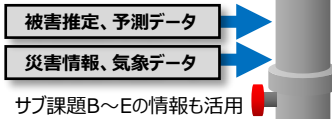
Webサイトもご覧ください！

<https://risk.bosai.go.jp/hp/SIP-A>

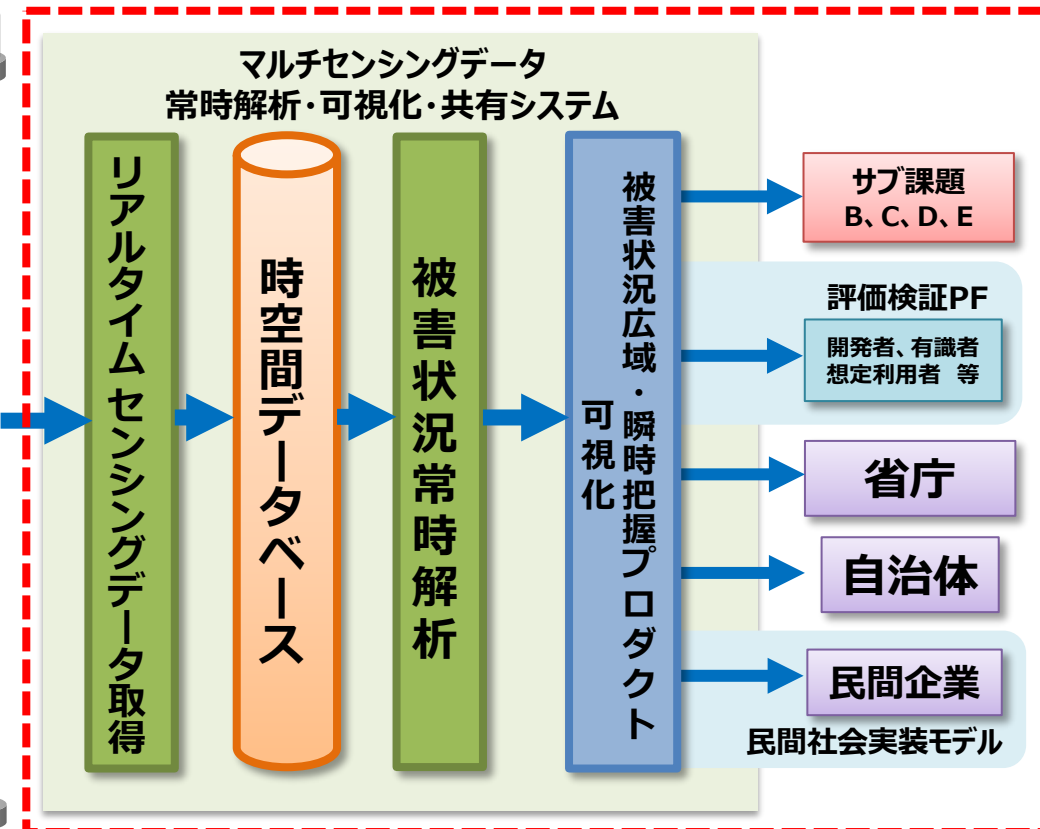
1.衛星マルチセンシングデータ統合技術の研究開発(A-1)



2.地上マルチセンシングデータ収集・集約技術の研究開発(A-2)



3.災害時被害状況常時把握技術の研究開発(A-3)



都市経営を担える「デジタル×都市」のデータサイエンティストの育成

現状認識

統合イノベーション戦略2020やSociety5.0の中でも掲げられている少子高齢化社会に即したスマートシティの実現には、都市経営を担える「デジタル×都市」のデータサイエンティストの育成が重要課題！

【産業界等のニーズ】

- ✓ レーザ測量成果の点群データの利用が建設・インフラDXの核となっており、点群データを扱える人材の輩出を強く要望
- ✓ 民間提供の人流データや自動車の走行・挙動履歴等の交通ビッグデータ、民間地図やネットワークデータを用いた都市DXを担う都市調査・分析ができる人材の輩出を強く要望

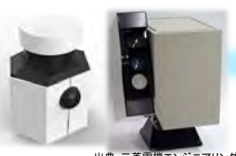
【大学の教学環境の実情】

- ✓ レーザ測量の技法や点群データ処理、実社会で扱われている交通ビッグデータ（人流データ等）、民間地図やネットワークデータを扱える教学環境がない
- ✓ 産業界等のニーズに応える人材育成が困難な状況にある

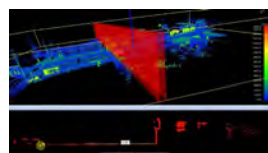
目論見

デジタルツイン環境を構築し、レーザ機器や交通ビッグデータを導入して「都市デジタルツイン環境におけるデータサイエンティスト育成プログラム：Urban Data Transformation」を構築

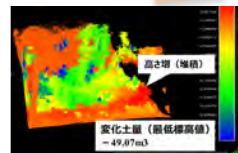
① 国土基盤の整備・管理



レーザ測量



道路空間配分解析



土砂災害解析
点群データを用いた空間解析例

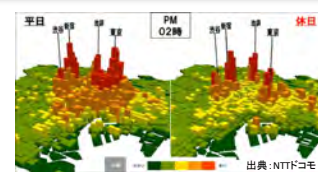
実社会



デジタルツイン



② 都市調査・解析



交通ビッグデータを用いた
都市調査・解析

市ヶ谷キャンパス全体図



ボアソードタワー26F断面図

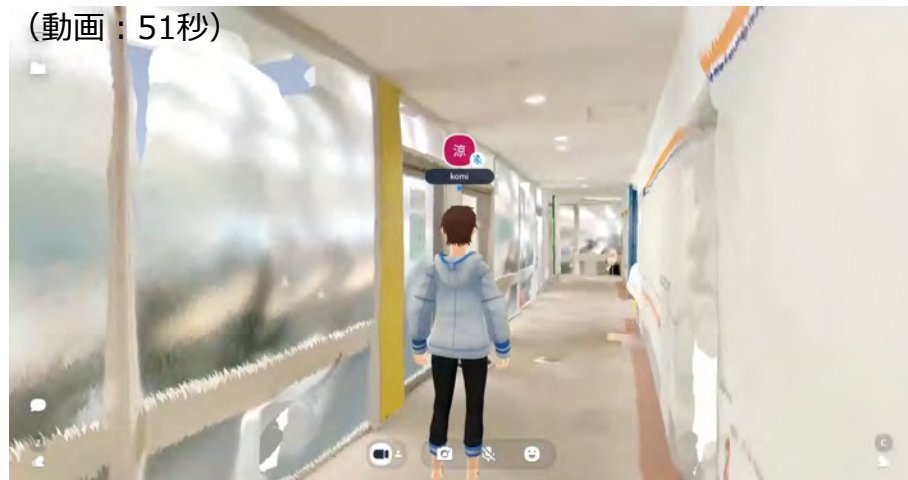


(動画：60秒)



薩埵ホール

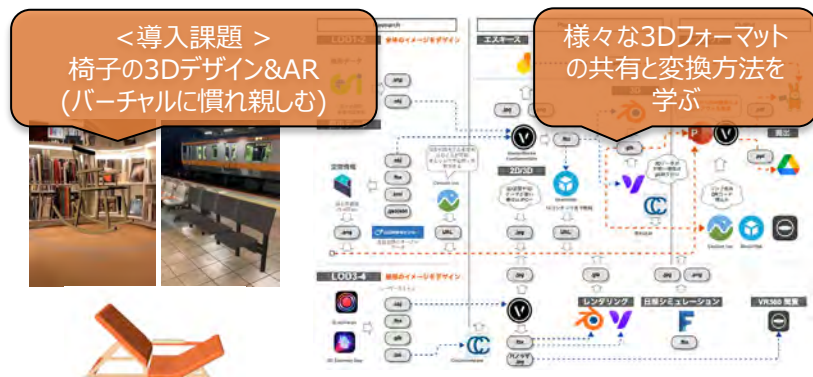
(動画：51秒)



※静岡産業技術専門学校とも連携して卒業制作で点群データを活用！

1) 授業の概要

- ・2D図面製図と3Dモデル制作を学ぶ授業
- ・PLATAUの3Dデータと点群データを活用
- ・最終課題は「外濠キャンパス計画」(範囲は自由)で、外濠周辺の景観とスケール感、日照等を確認しながら遂行



2) 提出課題のレイアウトイメージ(BIM機能活用)

3Dモデルの変更でレイアウト内の
2Dパースが自動的に修正される
BIM機能



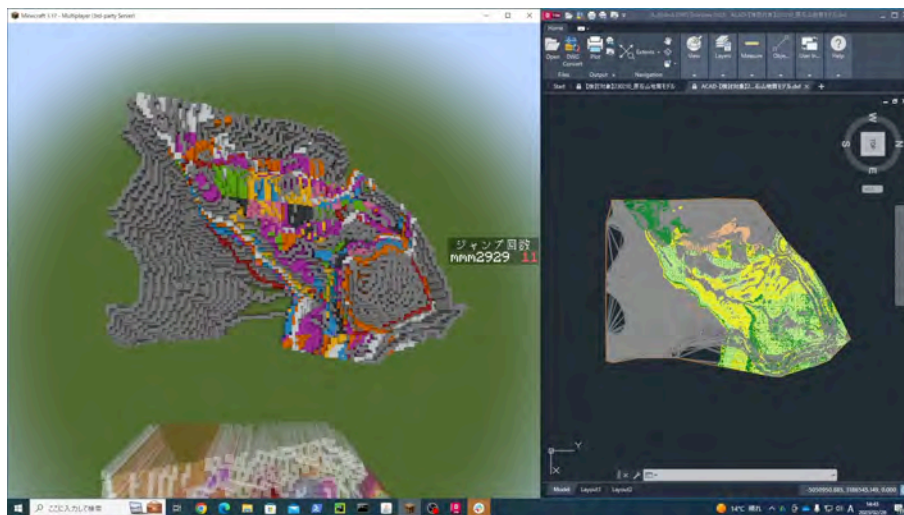
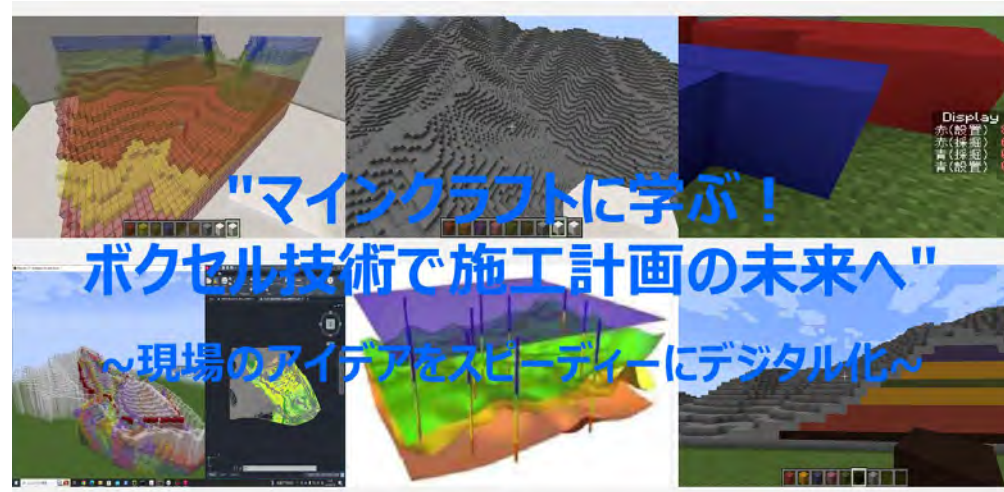
3) 点群データ取り込み/最終課題のスケール確認



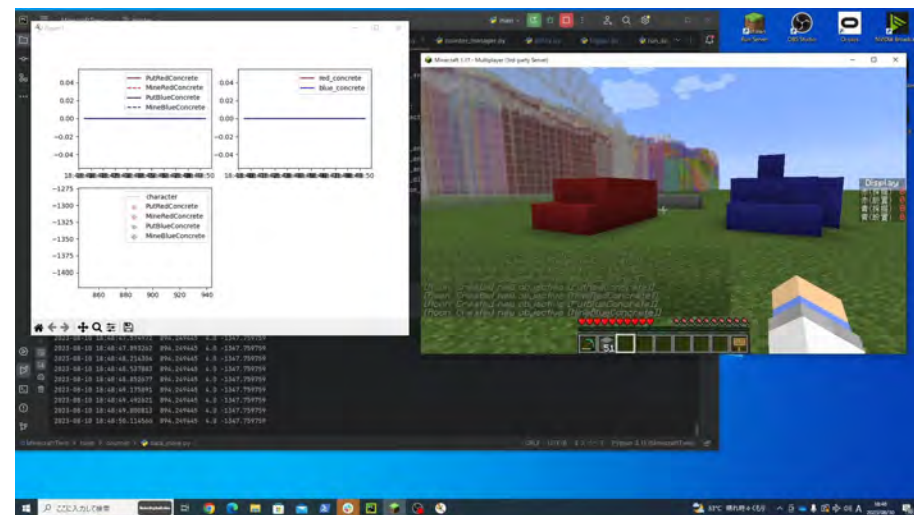
4) <最終課題>受講生の提出作品



- 人材育成
- 人材不足の解決
- ゲームを通じて、施工管理やCADソフトのイロハを習得



(動画：2分7秒)



(動画：1分32秒)

気軽にご連絡ください！

今井 龍一 imai@hosei.ac.jp

終