

最新技術等を活用した新たなデータ整備手法と ネットワークデータ整備システム（3D）の検討

令和6年2月
政策統括官付

再掲

<背景・目的>

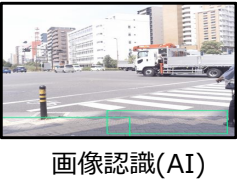
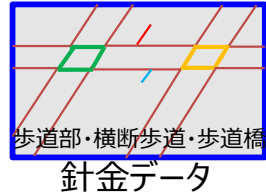
歩行空間ネットワークデータの整備・更新は、現地の調査や、GIS等の専用ソフトウェアを使用し専門知識のある作業者がデータを作成する必要があり、広域でデータ整備を行う場合は多くの期間と費用が必要。本検討では、歩行空間ネットワークデータ整備・更新の自動化・効率化、整備の拡大に向けて、歩行空間ネットワークデータに活用可能なデータ、自動化技術について調査・検討を行う。

データ整備・更新手法の方針



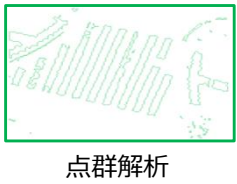
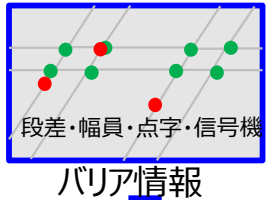
①：針金データの生成

利用可能なデータを検討し、点群解析やAIを用いた針金データの自動生成手法について検討



②：バリア情報等の抽出

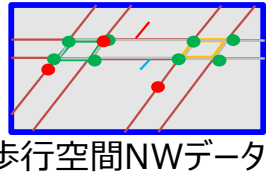
利用可能なデータを検討し、点群解析やAIを用いたバリア情報等の自動抽出手法について検討



統合

③：歩行空間ネットワークデータの作成

自動抽出・生成された針金データ、バリア情報等を統合し、歩行空間ネットワークデータを作成する手法を検討

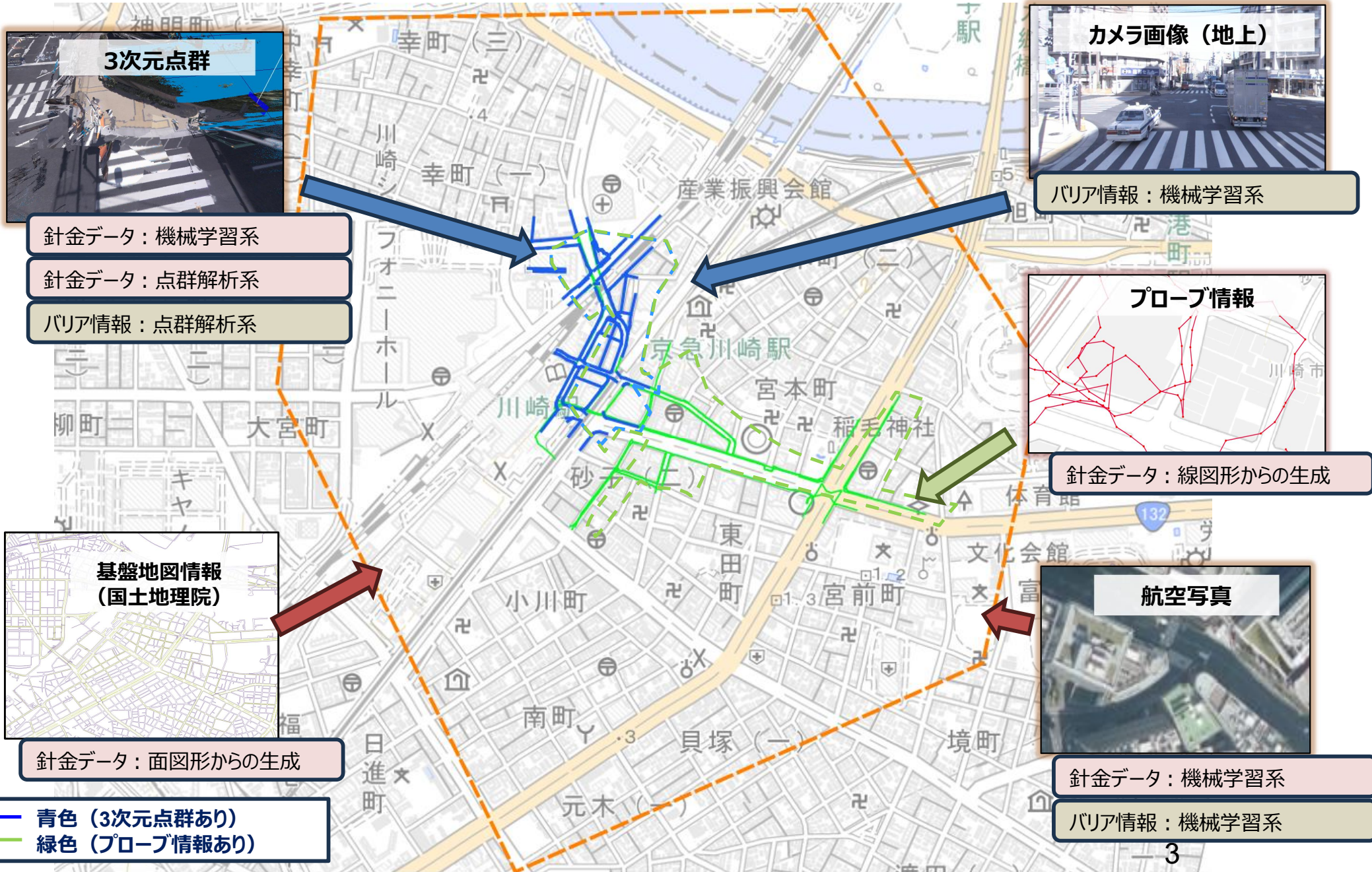


(凡例)

- 針金データ
- バリア情報等

利用データ及び利用データに対応した手法の検討

自動化・効率化、整備の拡大に向けて、下図で示す組合せの利用データ及び利用データに対応した手法を検討した



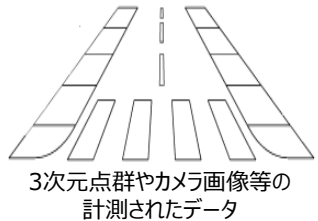


針金データの生成

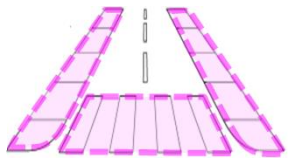
今回検討した手法の一覧

利用データ	手法	概要
MMS等3次元点群データ	機械学習系	【点群領域分割】 機械学習を用いて、 点群データから歩道や車道の特徴を識別し 、歩道領域として抽出。
航空写真		【画像領域分割】 機械学習を用いて、 画像から歩道や車道等を識別し 、歩道領域の抽出。 【画像物体検出】 機械学習を用いて、 画像から横断歩道を識別し 、歩道有無の抽出。
MMS等3次元点群データ MMS等計測データ軌跡	点群解析系	【点群（形状）解析系】 点群の形から、車道との境界（段差）や、 構造物で囲まれた範囲を歩道領域 として抽出。 【点群（色）解析系】 点群の 色を使用して 、 横断歩道の形や領域 から、歩道領域を抽出。 【点群（形状・色）解析系】 点群の色と形状を使用して、 区画線の色と道路側端部の形 から、歩道領域を抽出。
地図情報データ（基盤地図情報等） 歩道の範囲を求める技術で抽出された領域		面図形からの生成
プローブデータ	線図形からの生成	人や車両が移動した位置情報を集めた プローブ情報 から、 針金データを生成・更新 。（技術検討課題）

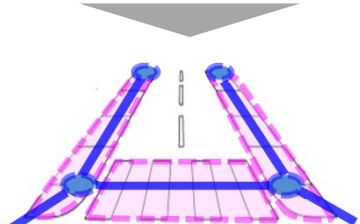
歩道の範囲を求める



3次元点群やカメラ画像等の計測されたデータ



計測されたデータの色や形等を基に歩道の範囲を抽出



歩行空間の繋がりを模式的に表した針金データ（リンクとノード）を生成

歩道の中心を線と点で実線化

機械学習系等の評価時に利用した指標

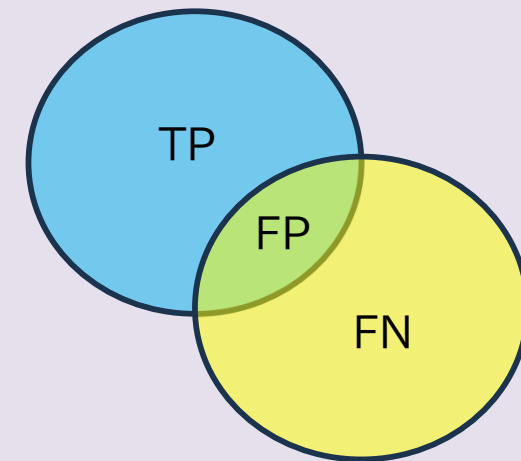


以降の評価結果で使用する正解率、適合率、再現率、調和率(F値)は、以下に従う。

項目	実際に正しい	実際は誤り
正しいと検出	<ul style="list-style-type: none"> TP(True Positive) 真陽性(正検出数) 	<ul style="list-style-type: none"> FP(False Positive) 偽陽性(過剰検出数)
誤りと検出	<ul style="list-style-type: none"> FN(False Negative) 偽陰性(未検出数) 	<ul style="list-style-type: none"> TN(True Negative) 真陰性(カウント対象外)

項目	説明
正解率	<ul style="list-style-type: none"> 全ての中で、正しかった割合 $(TP+TN) / (TP+TN+FP+FN)$
適合率	<ul style="list-style-type: none"> 正しいと検出した中で、実際に正しかった割合 $TP / (TP+FP)$
再現率	<ul style="list-style-type: none"> 実際に正しい中で、正しかった割合 $TP / (TP+FN)$
調和率(F値)	<ul style="list-style-type: none"> 適合率と再現率の調和平均 $2 \times \text{適合率} \times \text{再現率} / (\text{適合率} + \text{再現率})$

現実世界の認識対象の地物または箇所



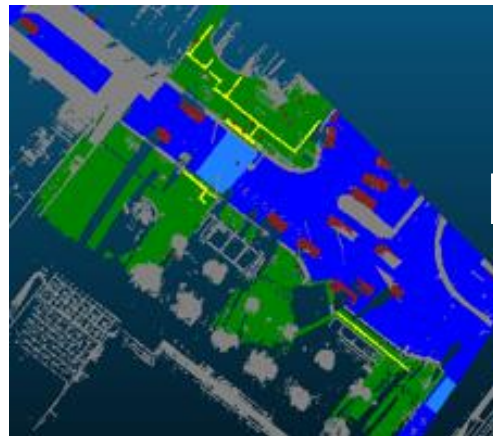
※TNは、実用上は不要のため、除外する

歩道の範囲を求める：機械学習系

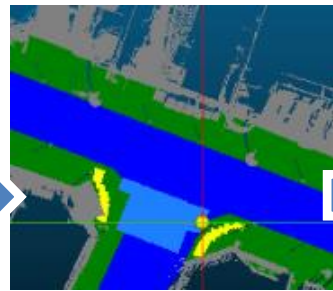


点群領域分割（機械学習を用いた歩道抽出）

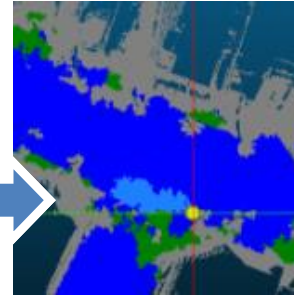
3次元点群データから機械学習技術により歩道や車道等の種別に分類する事で歩道領域を抽出する手法を検討した



教師データを整備



正解を手動で作成



機械学習の結果

【凡例】

- 車道
- 歩道
- 横断歩道
- 点字ブロック
- 歩行者や車等の動く地物
- その他

色で特徴が識別できる横断歩道や車道はある程度識別可能だが、歩道については色・形状の類似性が低く識別結果の精度が不十分

抽出率纏め（車載MMS）

	車道	歩道	横断歩道	点字ブロック	人・車	その他	不明	Total
正解率	55.6%	32.1%	30.6%	0.0%	12.1%	90.5%	0.0%	68.3%
適合率	67.0%	52.1%	87.5%	0.0%	90.4%	92.7%	0.0%	81.0%

画像領域分割（機械学習を用いた歩道抽出）

航空写真画像から、機械学習技術により歩道や車道等の種別に分類する事で歩道領域を抽出する技術を検討した



Vexcel社航空写真



教師データ生成



横断歩道を適切に認識した結果



	横断歩道
正解率	67%
適合率	99%

横断歩道の認識結果

【画像領域分割】

色の特徴で、類似性の低い歩道の場合、認識率は低い。点群からの機械学習と同様に、精度向上が課題



白線が不鮮明で検出漏れ



工場の屋根を誤検出

【画像物体検出】

横断歩道の抽出率は最も高い。針金形状は取得できない為、中心位置より手動でアシスト機能で利用する

歩道の範囲を求める： 点群解析系



点群(形状)解析系 (点群形状からの歩道部抽出)

3次元点群データから植栽、縁石、壁面を除外して道路面形状を抽出。車道と歩道境界の段差や構造物で歩道領域を抽出する手法を検討した

台車搭載MMS

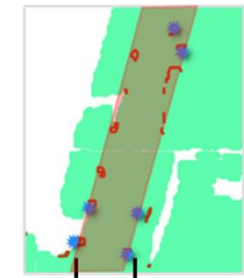


台車搭載MMS



障害物によるデータ欠損

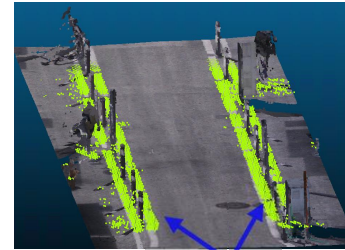
バックパック型スキャナ



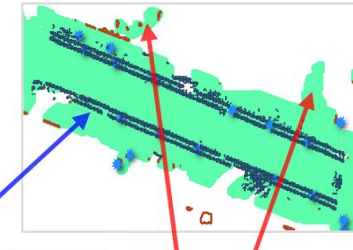
高さのバラつきにより、段差判定不可

点群(形状・色)解析系 (点群色と形状からの歩道部抽出)

3次元点群データの色情報(反射強度)と道路面形状をもとに路側帯の歩道領域を抽出する手法を検討した



反射強度より区画線を抽出

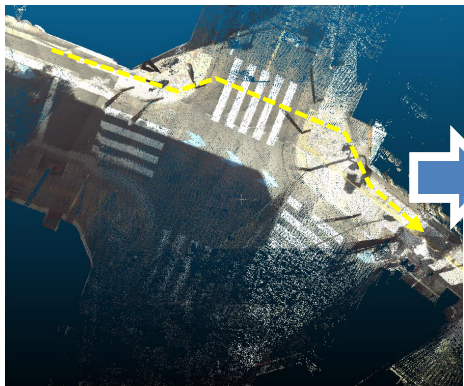


歩道領域と民間施設の敷地境界へのはみだし

「障害物で歩道の一部に欠損が生じる」、「歩道と民間敷地との境界が識別できない」、「高さのバラつきにより、歩車分離の段差(境界)が抽出できない」等の理由により、3次元点群から歩道領域を生成することは困難である

点群(色)解析系 (点群色からの横断歩道抽出)

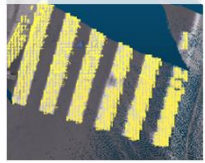
3次元点群データから、色情報により横断歩道の白線幅が(45cm±α)、かつ連続しているというルールにより横断歩道の歩道領域を抽出する手法を検討した



車載MMS



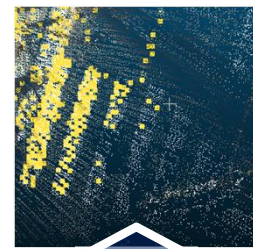
台車搭載MMS



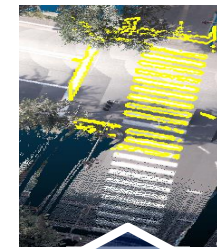
ハンディ型LiDAR



バックパック型スキャナ



ペイントのかすれによる抽出漏れ



センサーの照射距離制限により、横断歩道全体が抽出できないことがある

照射距離の制限

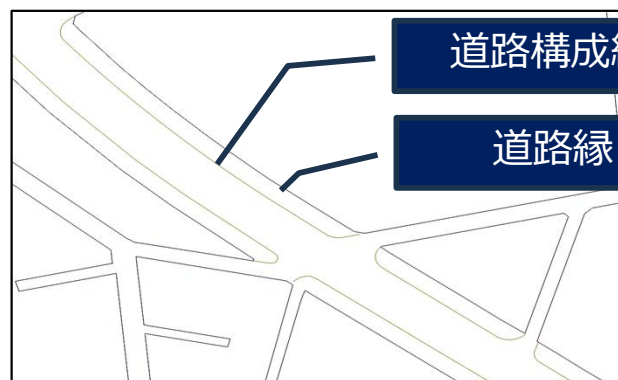
	照射距離
車載MMS	10m
台車MMS	9m
バックパック	4m

白線が明瞭かつ照射距離制限内で、横断歩道の抽出が可能

歩道の中心を線と点で実線化：面図形からの生成

面図形からの生成(地図情報データ等からの針金データ生成)

基盤地図情報(国土地理院)の道路構成線と道路縁の間を歩道領域とし、領域内の中央付近に針金データを生成する手法を検討した



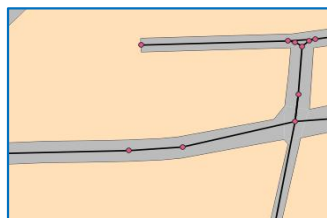
入力データ(基盤地図情報)の例



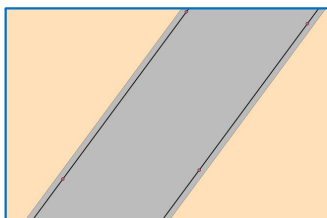
生成した針金データの例

基盤地図情報は日本全国で整備されており、**広域で利用可能で、針金データの生成率も最も高い。**データの座標精度は1/2500(1~2mのズレ)。横断歩道に関する情報は整備されていない。2次元の整備であることから立体交差点部が取得不可であること、ロータリーや公園等の広い歩道は取得できない。その為、対象箇所は手動編集が必要となる

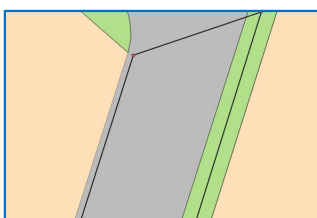
基盤地図情報からの針金データ生成例：作成ルール



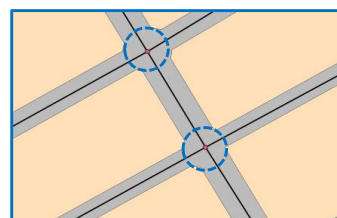
幅員5.5m未満は道路中心に針金生成



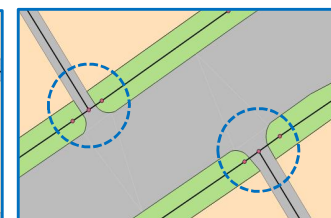
幅員5.5m以上は両側端部に針金生成



片側に歩道がある場合対面側端部にも生成



交差点部を十字接続



歩道との接続はT字接続

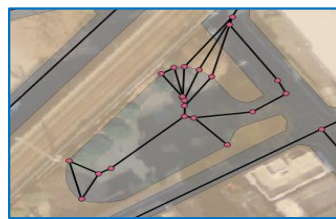


歩道橋との接続

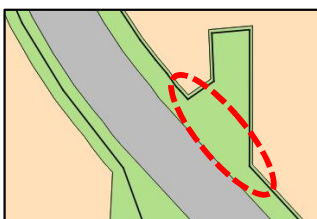
自動取得が困難なケース



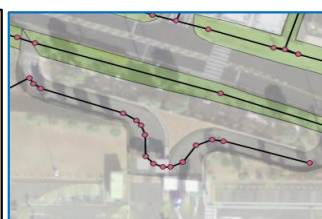
複雑な形状の交差点接続箇所が判断できない



公園・広場等の面中心が明確でない



住宅地への進入路で遠回りの経路となる



駐車場やロータリー等



幅員5.5m以上の道路で横断歩道が抽出されない



歩道領域として不適切な箇所

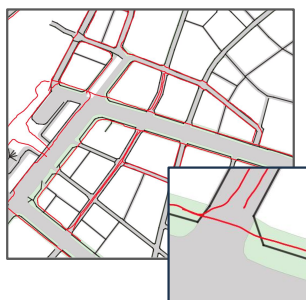
歩道の中心を線と点で実線化：線図形からの生成



線図形からの生成 プローブ情報(各種センサーで取得した走行軌跡)を利用した生成

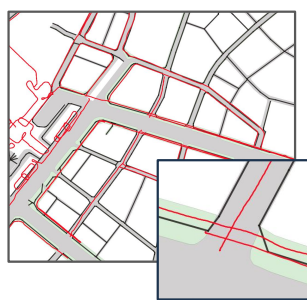
対象エリアにおいて、機材毎で走行軌跡(プローブ)情報の位置精度、取得間隔を調査し、自動生成への利活用について検討した

台車搭載MMS



取得間隔：0.12m

バックパック型スキャナ



取得間隔：0.12m

ロボット走行軌跡



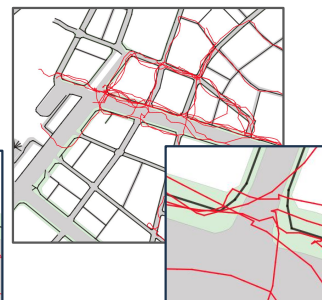
取得間隔：0.09m

スマートフォン



取得間隔：10.0m

スマートウォッチ

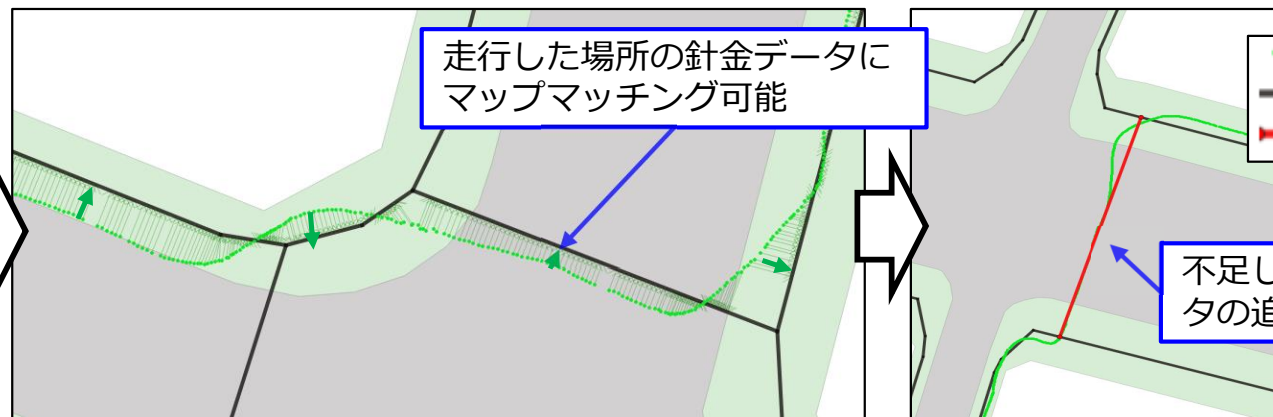


取得間隔：1.0~8.0m

台車搭載MMS、バックパック、ロボット走行軌跡は位置精度は高く(1m未満)、既存地図と重ね合わせても大きなズレは無い。スマートフォンやスマートウォッチの軌跡は、位置精度が低く(10m程度)既存地図からのズレが大きい



ロボット走行軌跡



作成済みの針金データへの走行軌跡の紐付け結果

通れた実績を基に針金の新規追加

【自動配送ロボット等の走行軌跡データの利用】カーナビ等で利用されるマップマッチ技術を利用する事で、針金データが整備済みの箇所では、どの歩道を走行したかを紐付けし、通れた実績を把握する事が可能である。また、**通れた実績を基に不足している針金データの更新にも利用できることを確認**した。なお、走行軌跡は各社ロボット事業者による独自型式での出力形態となる。ローカル座標(緯度経度が無い)の場合、座標変換が必要(専門知識を要する)。**収集されたデータを利用する上で形式の統一が必要となる**。将来的に、スマートフォンなどの位置精度が向上した際には、利用する事で効率化の実現が可能






利用データと利用データに対応した手法の検討結果



凡例 (◎ : 80%以上抽出、○ : 50~80%抽出可、△ : 50%以下 人による抽出)


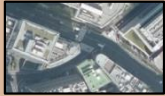

歩道の範囲を求める

歩道の中心を線と点で実線化

利用データ	手法	概要	有効性
MMS等3次元点群データ 	機械学習系	【点群領域分割】 機械学習を用いて、点群データから歩道や車道の特徴を識別し、歩道領域として抽出。	△
現時点で有効と考える作成手法		【画像領域分割】 機械学習を用いて、画像から歩道や車道等を識別し、歩道領域の抽出。	△
航空写真 		【画像物体検出】 機械学習を用いて、画像から横断歩道を識別し、有無の抽出。	○ ※手動作業含む
MMS等3次元点群データ MMS等計測データ軌跡 	点群解析系	【点群（形状）解析系】 点群の形から、車道との境界（段差）や、構造物で囲まれた範囲を歩道領域として抽出。	△
		【点群（色）解析系】 点群の色を使用して、横断歩道の形や領域から、歩道領域を抽出。	○
		【点群（形状・色）解析系】 点群の色と形状を使用して、区画線の色と道路側端部の形から、歩道領域を抽出。	△
地図情報データ（基盤地図情報等） 歩道の範囲を求める技術で抽出された領域 	面図形からの生成	地図情報データ等から歩道・歩道橋等を構成する図形種別により歩道領域を抽出し、針金データを生成。	◎
プローブデータ 	線図形からの生成	人や車両が移動した位置情報を集めたプローブ情報から、針金データを生成・更新。（技術検討課題）	△

バリア情報等の抽出

今回検討した手法の一覧

利用データ	手法	概要
MMS等3次元点群データ 	点群解析系 (バリア情報)	【 段差 】 歩道領域内における3次元点群の高さが変化する箇所を 段差 として抽出。
		【 路面状況、蓋無し溝・水路 】 路面表面に起伏が有る箇所を 路面状況 、くぼみを 蓋無し溝・水路 として抽出。
		【 幅員 】 別工程で生成された針金データを基準に、指定する間隔（検討では1m間隔で実施）で 幅員 を抽出。
		【 勾配 】 針金データを基準に、指定する間隔（検討では1m間隔で実施）で 横断勾配・縦断勾配 を抽出。
	点群解析系 (バリアフリー情報等)	【 屋根抽出 】 道路面と上部の二重に3次元点群が連続して存在する箇所を 屋根 として抽出。
		【 視覚障害者誘導用ブロック抽出 】 3次元点群の色情報を解析し、色の情報が一定の範囲にある点群を 視覚障害者誘導用ブロック部 として抽出。
航空写真 MMS等カメラ画像  	機械学習系	【 画像認識系 】 画像認識技術（AI）を用いて 歩行者用信号機、バス停、手すり、扉、エスカレータ、エレベータ、階段等 を抽出。

バリア情報抽出:点群解析系

点群解析系(バリア情報):段差2cm以上



段差2cm以上 (歩道と車道の段差部)



車載MMS



台車搭載MMS

2cm以上の段差を抽出

段差2cm以上の抽出例

■ 平面部 (道路及び歩道面)

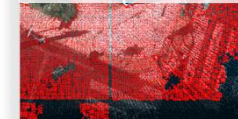
■ 検出結果 (隣接する点群の高さの差が2cm以上の箇所)

点群のバラつきを2cm以上の段差と誤判定

ハンディ型LiDAR



バックパック型LiDAR



スマートフォンLiDAR



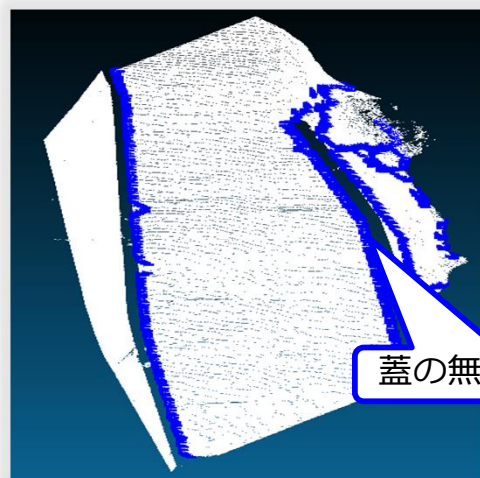
車載や台車搭載MMSは点群高さのバラつきが小さく、適切に2cmの高さの差を抽出。バックパック、ハンディ、スマートフォンは点群高さのバラつきが大きく、2cm高さの差として誤って抽出される。**自動生成は車載・台車搭載MMSの点群に対してのみ有効**

点群解析系(バリア情報):蓋なし溝・水路



道路に対し深さ20~50cmを対象に抽出

蓋無し溝・水路



蓋の無い溝を抽出

蓋無し溝・水路の抽出例

蓋なし溝・水路は、3次元点群から抽出した道路(と歩道)の境界付近に着目し、道路より一定以上低い位置(数十cmオーダー)にまとまった点群が存在する場合に、溝や水路と判断する。

レーザーが溝底に届かず点群欠損になる場合は高低差を判別できないため、抽出は困難。そのため点群が照射できる低い溝に限り抽出を実施する。このような状況から**誤判定と未検出の可能性が残るため、目視確認は必要**である

バリア情報抽出: 点群解析系



点群解析系(バリア情報): 幅員

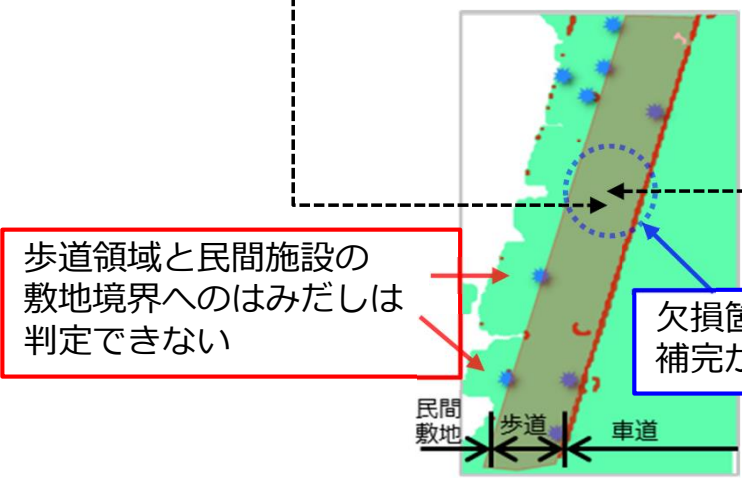
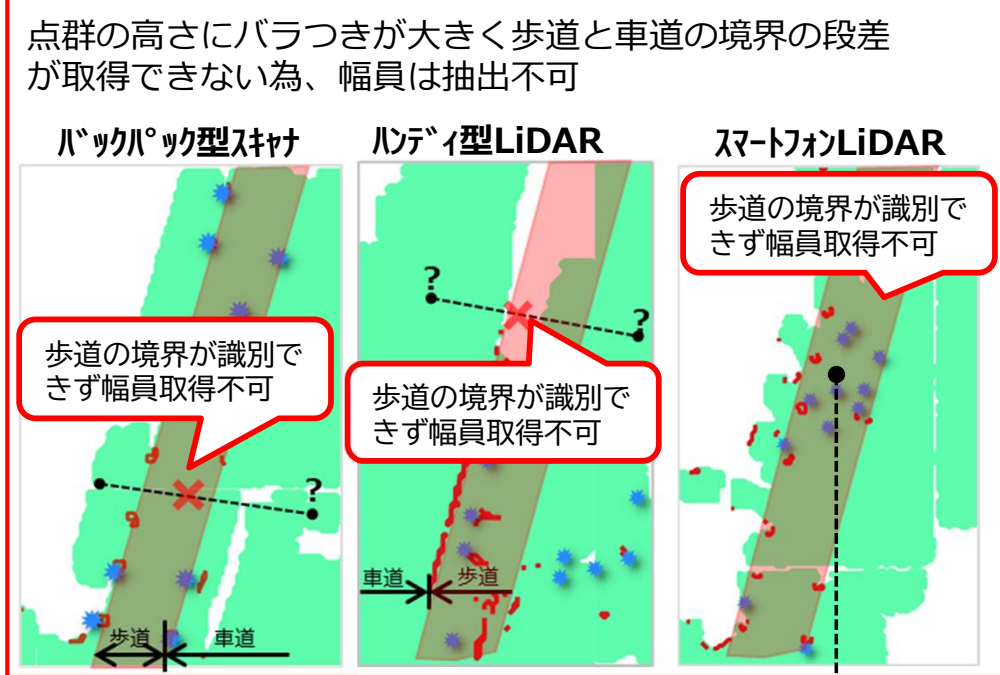
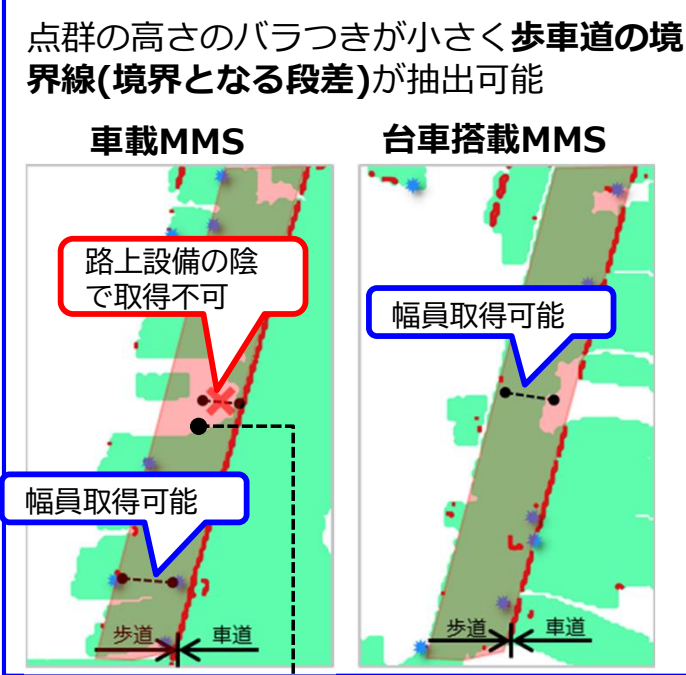
- 点群から道路面 (■)、障害物(★) を抽出
- 歩道と車道の段差や構造物より境界線(■)を抽出
- 幅員は歩車道の境界線や壁面、障害物などから算出

凡例 ■ 道路面(車道+歩道) ★ 障害物 ■ 段差 □ 歩道領域

車載MMS



バックパック型スキャナ

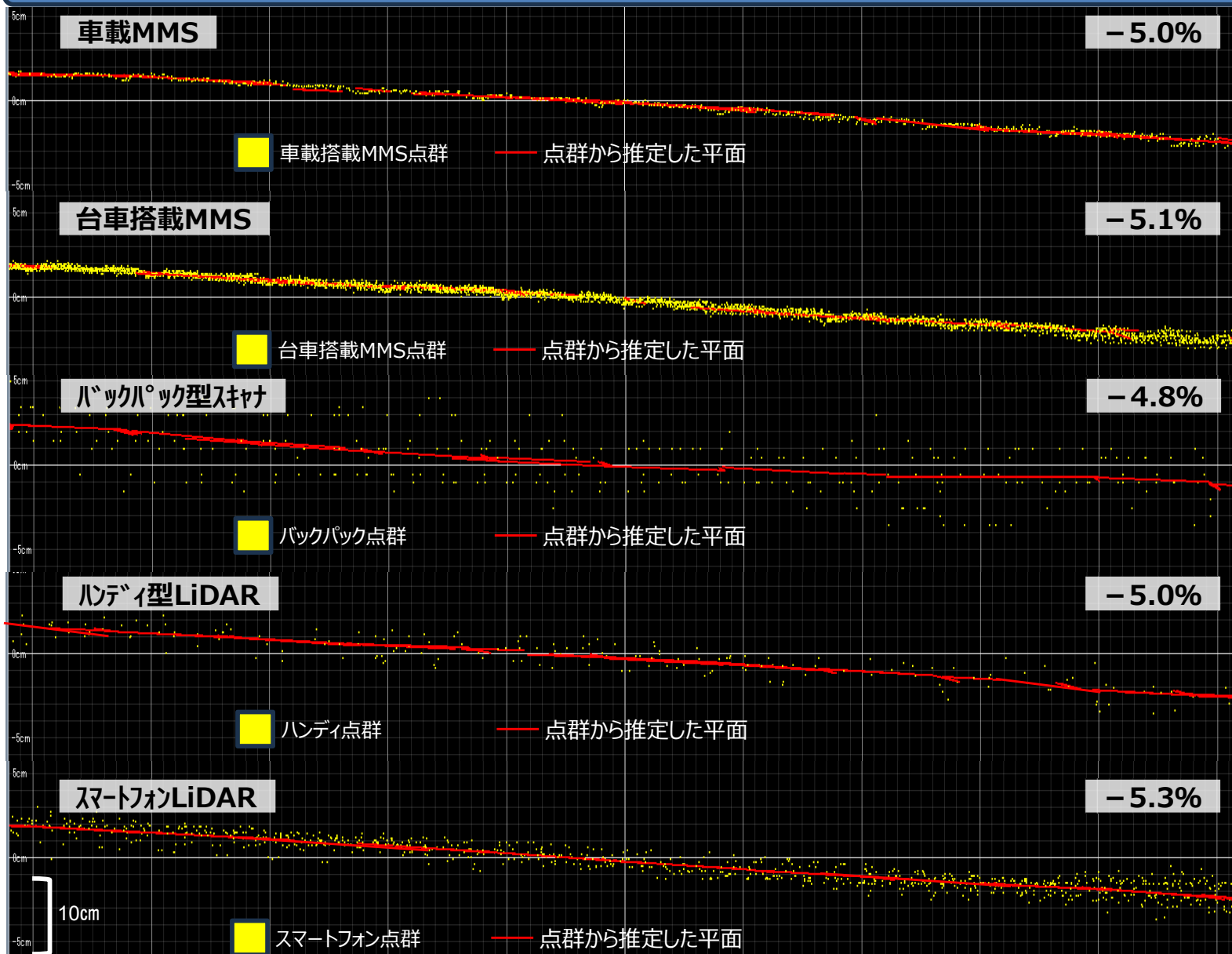


バックパック、ハンディ、スマートフォンでは、単体の点群での抽出は困難。車載・台車搭載MMSの歩車道境界データと組み合わせる等、**複数の計測データの組み合わせで幅員の取得率を向上**

バリア情報抽出:点群解析系



点群解析系(バリア情報):縦断勾配



■ 車載MMS
 高い精度で勾配値が算出できる。
 台車搭載MMSと比較し、計測位置から歩道迄の距離が遠く、点の密度が薄い傾向有

■ 台車搭載MMS
 高い精度で勾配値が算出できる

■ バックパック型スキャナ
 TLSの点群から取得した勾配に近い値を取得。
 局所的に1cm程度の浮き沈みがあり、計測箇所により1%程度の誤差が含まれる

■ ハンディ型LiDAR
 TLSの点群から取得した勾配に近い値を取得。
 局所的に1cm程度の浮き沈みがあり、計測箇所により1%程度の誤差が含まれる

■ スマートフォンLiDAR
 TLSの点群から取得した勾配に近い。局所的に1cm程度の浮き沈みがあり、計測箇所により1%程度の誤差が含まれる

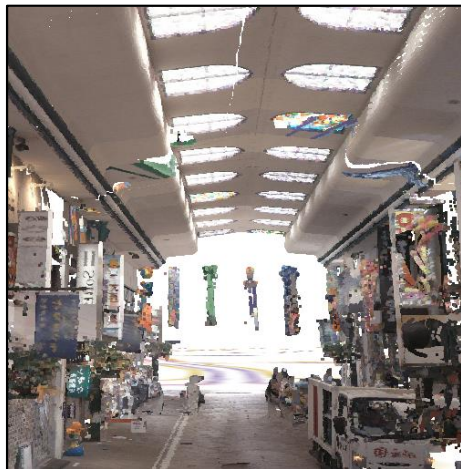
・当該箇所ではTLS点群を用いて算出した勾配値は-5.0% (正解値)
 ・点群から最小二乗法を用いて平面を推定し、その平面から勾配を求める

評価したすべてのセンサーで縦断勾配の算出、利用が可能。バックパック・ハンディ・スマートフォンでは1%程度の誤差が含まれる

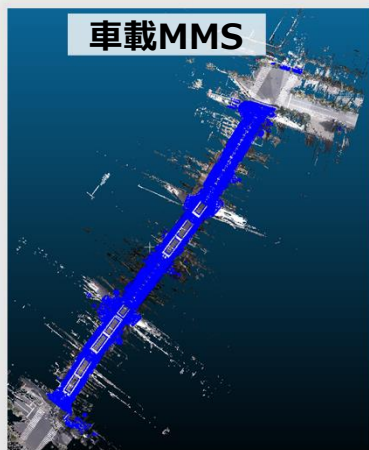
バリアフリー情報抽出：点群解析系



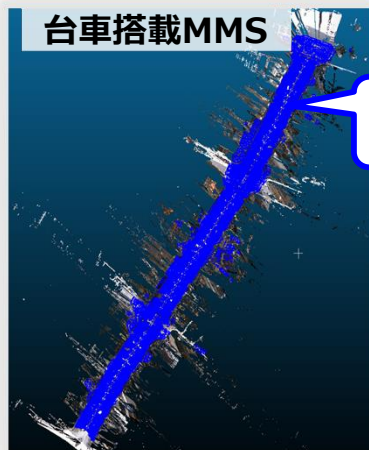
点群解析系(バリアフリー情報等):屋根



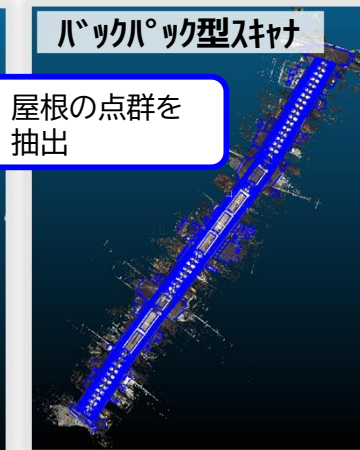
屋根がある歩道 (例：アーケード)



車載MMS



台車搭載MMS



バックパック型スキャナ

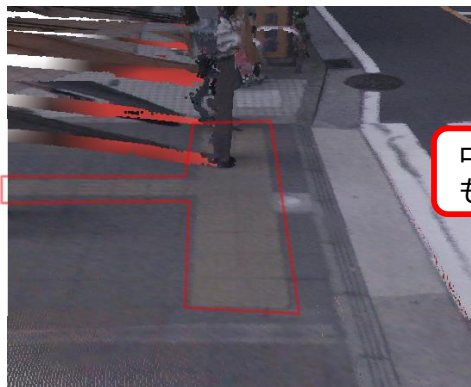
各センサーでの屋根の抽出例

屋根の点群を抽出

走行位置上空にLiDARが照射されており、1000点/m²の点群密度がある点群データで抽出可能。**歩道面と上空の屋根部の双方に点群が存在する場合に判定可能**

* 計測軌跡の無いハンディ、iPhoneは抽出対象外

点群解析系(バリアフリー情報等):視覚障害者用誘導ブロック



視覚障害者用誘導ブロック



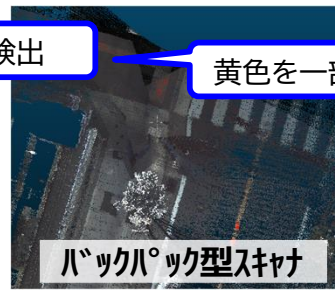
中央線(橙色)も誤検出

車載MMS



黄色を一部検出

台車搭載MMS



黄色を一部検出

バックパック型スキャナ



ハンディ型LiDAR



黄色を一部検出

スマートフォンLiDAR

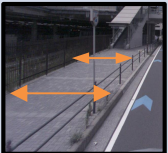
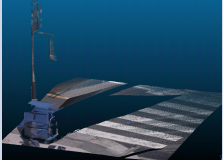

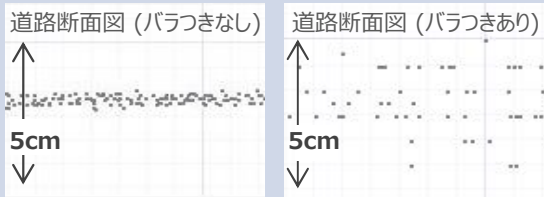




各センサーでの視覚障害者用誘導ブロックの抽出例

取得センサーによらず、明るさにより黄色と判定できた場合に抽出、利用が可能である。車線中央線(橙色)や、歩道面の黄色に近い色の誤抽出が多い。また日照条件によって抽出精度の低下があり**安定的な取得には課題有**

バリア情報を抽出するための3次元点群の要件(案)




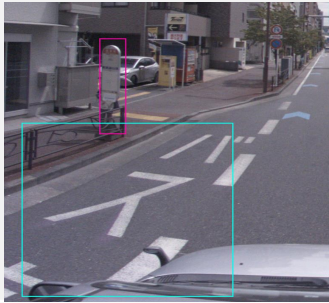



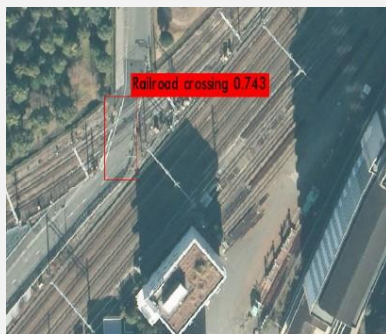
点群を取得する際の計測の要件と、点群からバリア情報を抽出する際の点群要件の2つに分けて整理。

バリア種別	計測要件	点群要件
幅員 	<ul style="list-style-type: none"> 点群データに欠損が無いこと  <p>道路上の地物や車両によるデータ欠損</p>	<ul style="list-style-type: none"> 半径5cmの範囲内に2cm以上の高さのバラつきがないこと 点群密度 1,000点/m³以上を有すること 歩行者や自転車等の障害物がないこと
縦断勾配 横断勾配 	<ul style="list-style-type: none"> 点群の高さにバラつきがないこと  <p>道路断面図 (バラつきなし) 道路断面図 (バラつきあり)</p> <p>↑ 5cm ↓ 5cm</p>	<ul style="list-style-type: none"> 半径1mの範囲内に5cm以上の高さのバラつきがないこと 点群密度 1,000点/m³以上を有すること
段差 	<ul style="list-style-type: none"> 車道と歩道を分離するための構造的な特徴(*1)が抽出できること 	<ul style="list-style-type: none"> 半径5cmの範囲内に2cm以上の高さのバラつきがないこと 点群密度 1,000点/m³以上を有すること
視覚障害者誘導用ブロック 	<ul style="list-style-type: none"> 色や反射強度により、視覚障害者誘導用ブロックが識別できること 	<ul style="list-style-type: none"> 色合い 橙色～黄色の範囲 明るさ 道路と比べて明るい状態 ※ 色調は日陰、日向の影響を受ける
屋根 	<ul style="list-style-type: none"> 路面と屋根が同じ計測データに存在していること 	<ul style="list-style-type: none"> 路面から2m以上上部に点群があり、路面と屋根部分が同時に計測できている
横断歩道 	<ul style="list-style-type: none"> レーザーに対する光の反射の強さを示した反射強度により、横断歩道を構成する白線が識別できること 	<ul style="list-style-type: none"> 道路面（舗装）と横断歩道ペイントの反射強度が、2倍以上あること ※ 反射強度は日陰、日向の影響を受けない

高さ（Z値）については、標高に統一されていることを前提とする（楕円体高の場合は別途変換が必要となる）

*1 構造的な特徴 … 車道部と歩道部を分離するための段差、ブロック、ガードレール、植栽等

機械学習系：地上カメラ画像からのバリア情報等の抽出

MMS車載（歩行者用信号機）	MMS車載（バス停）	バックパック、台車（階段）
		
正解数：294件 正解率：76%、適合率：97%	正解数：58件 正解率：38%、適合率：39%	正解数：51件 正解率：60%、適合率：66%
バックパック、台車（エスカレータ）	バックパック、台車（エレベータ）	航空写真（踏切）
		
正解数：31件 正解率：44%、適合率：45%	正解数：16件 正解率：64%、適合率：78%	正解数：21(5)件※ 正解率：56%、適合率：71%

3次元点群データより自動抽出することが出来ないバリア、バリアフリー、道路地物を対象として、MMS車載のカメラ画像及び航空写真等から画像認識（AI）を用いて物体検出。
その場所（位置座標）と画像をセットで、データ整備者に示すことで、効率的なデータ整備をアシストする。




信号等で、形、色が決まっているものは認識率が高い。階段、エスカレータ等の色、形状の類似性が低い場合は認識率が低くなる。
画像上での**特徴の類似性が低い地物程、AIによる認識精度が低くなる傾向**がある。

※周辺4画素分の合計値カッコ内が処理範囲の件数

利用データと利用データに対応した手法の検討結果



凡例（◎：80%以上抽出、○：50～80%抽出可、△：50%以下 人による抽出）

利用データ	手法	概要	有効性
<p>現時点で有効と考える 作成手法</p> <p>MMS等3次元点群データ</p> 	点群解析系 (バリア情報)	<p>【段差】 歩道領域内における3次元点群の高さが変化する箇所を段差として抽出。</p>	△ ※1
		<p>【路面状況、蓋無し溝・水路】 路面表面に起伏が有る箇所を路面状況、くぼみを蓋無し溝・水路として抽出。</p>	△ ※1
		<p>【幅員】 別工程で生成された針金データを基準に、指定する間隔（検討では1m間隔で実施）で幅員を抽出。</p>	△ ※1
		<p>【勾配】 針金データを基準に、指定する間隔（検討では1m間隔で実施）で横断勾配・縦断勾配を抽出。</p>	◎
	点群解析系 (バリアフリー 情報等)	<p>【屋根抽出】 道路面と上部の二重に3次元点群が連続して存在する箇所を屋根として抽出。</p>	△ LiDAR照射範囲に 制約有り
		<p>【視覚障害者誘導用ブロック抽出】 3次元点群の色情報を解析し、色の情報が一定の範囲にある点群を視覚障害者誘導用ブロック部として抽出。</p>	△ 日照条件に制約有り
<p>航空写真 MMS等カメラ画像</p>  	機械学習系	<p>【画像認識系】 画像認識技術（AI）を用いて歩行者用信号機、バス停、手すり、扉、エスカレータ、エレベータ、階段等を抽出。</p>	○ 手動作業含む

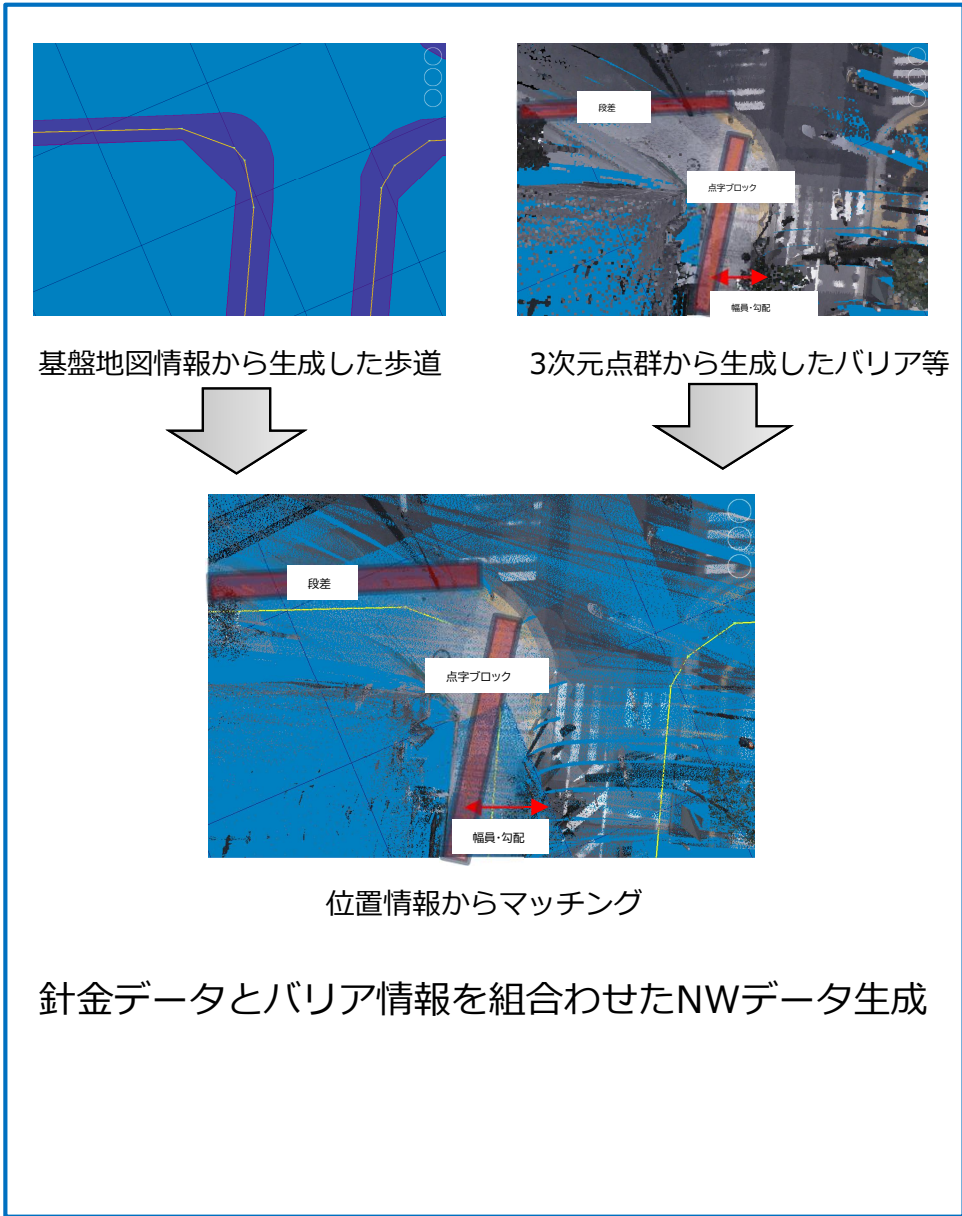
※1 利用する3次元点群データの高さ方向にバラつきが無く、オクルージョンなどによる点群欠損が無い場合に自動抽出可能

歩行空間NWデータの整備

NWデータの作成

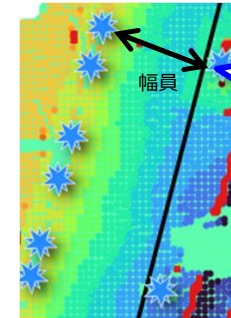


針金データとバリア情報等を、位置座標を用いたマッチングにより統合し、歩行空間NWデータを作成する



凡例 ■ 道路面(車道+歩道) ★ 障害物 ■ 段差 — 針金データ

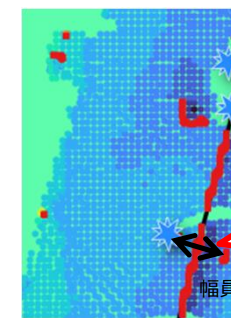
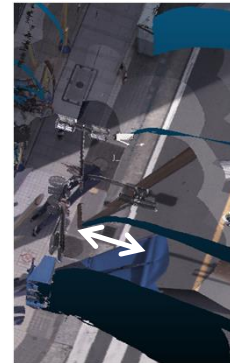
針金データに対するバリア情報付与



- 針金データと点群の位置にズレが無い場合、正しく統合
- ・リンク両端高さ ○
 - ・幅員 ○
 - ・横断・縦断勾配 ○
 - ・2cm段差 なし
 - ・点字ブロック なし
 - ・屋根 なし

点群標高-高い (2.98m) → → 点群標高-低い (2.70m)

課題：基盤地図・点群の組み合わせなどで位置精度違いによるズレ
基盤地図情報では、位置精度は1/2500 (1~2mの位置のズレを許容) で整備されており、点群と合わない場合がある



- 針金データと点群の位置がズレているため、誤って統合
- ・リンク両端高さ ×
 - ・幅員 ×
 - ・横断・縦断勾配 ×
 - ・2cm段差 あり(誤)
 - ・点字ブロック なし
 - ・屋根 なし

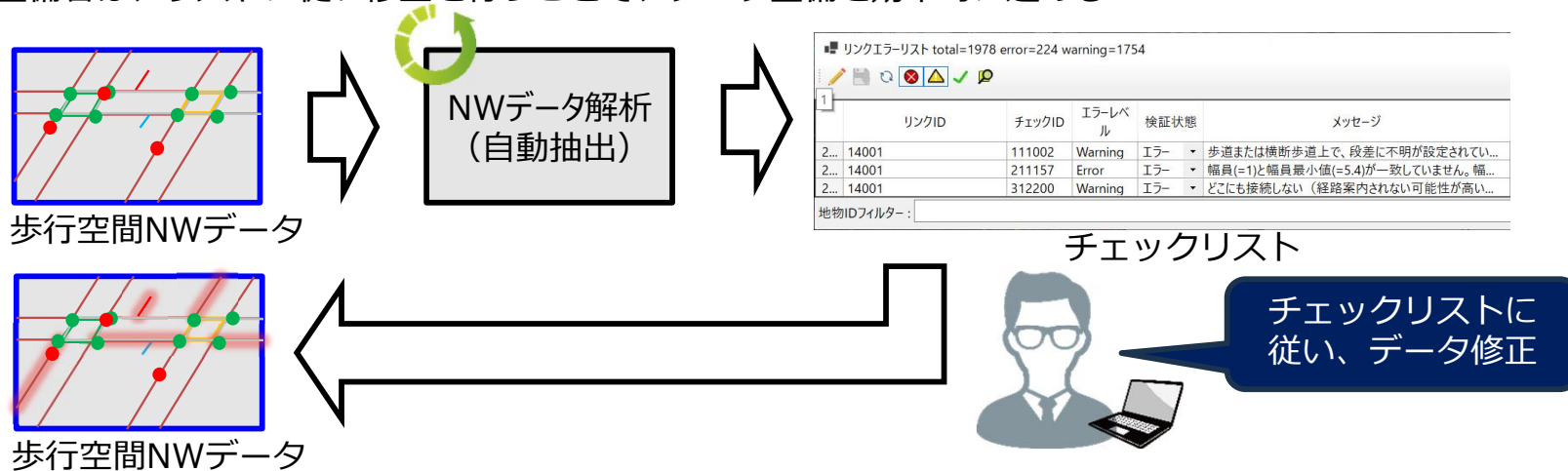
点群標高-高い (3.17m) → → 点群標高-低い (2.81m)

利用した入力データの位置精度の違いで、針金データとバリア情報等の位置がズレている場合は、誤って統合される場合がある。
自動で統合出来ないケースは、補助機能を利用する事で修正作業を効率化する

自動抽出が出来なかった箇所での修正作業を効率化する為、支援機能を検討した

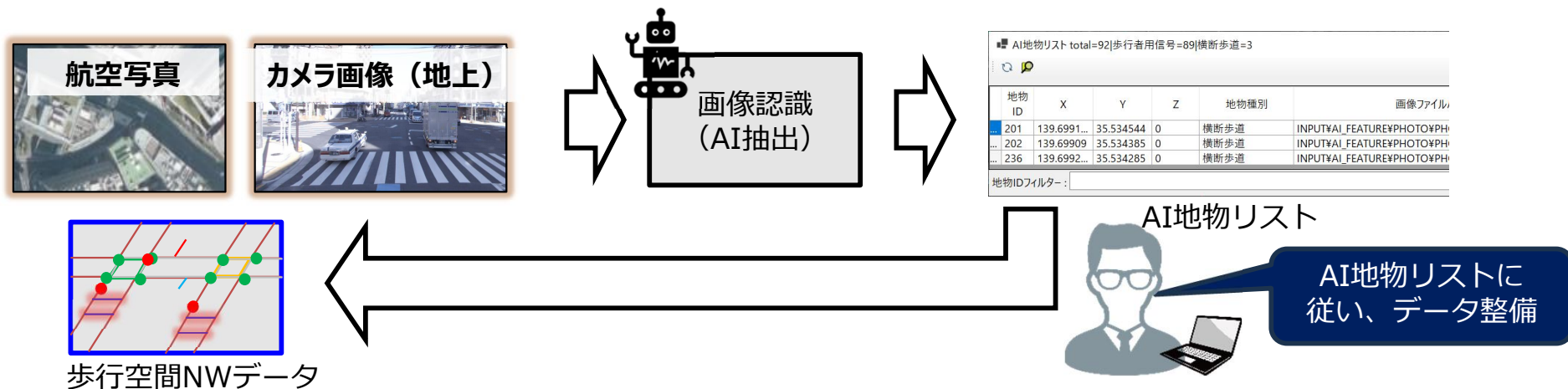
補助機能

生成された歩行空間NWデータを自動で解析し、エラーや要確認箇所をチェックリストとして出力
データ整備者は、リストに従い修正を行うことで、データ整備を効率的に進める



アシスト機能

航空写真等のカメラ画像から、横断歩道などの道路施設を画像認識 (AI) し、位置座標と画像のセットでリスト出力
データ整備者は、リストに従いNWデータを追加することで、データ整備を効率的に進める



参考： 補助機能(チェックリスト)目的地に到達できるNWデータのチェック例

ナビアプリ開発・ロボット走行実証の利用者が、経路計画や走行時に出発地点から目的地に到達できるように、経路整備不備と疑わしい箇所をリストで示すことで、効率的なNWデータ整備を目指す



有効な利用データ及び生成データのまとめ



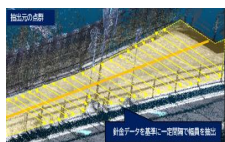
今回提案する手法で利用する入力データと作成対象となる歩行空間ネットワークデータを整理



3次元点群

自動生成 (段差、勾配、幅員、横断歩道屋根、高さ情報等)

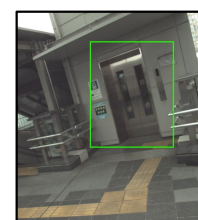
— 青色リンク



カメラ画像 (地上)

アシスト機能 (歩行者用信号、バス停、エレベータ、エスカレータ、踏切等)

— 青色リンク



基盤地図情報
(国土地理院)

自動生成 (歩道の針金データ)

— 黒色リンク



航空写真

アシスト機能 (横断歩道の針金データ)

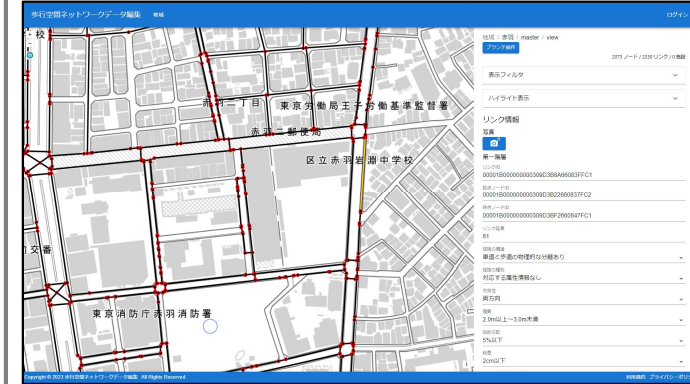
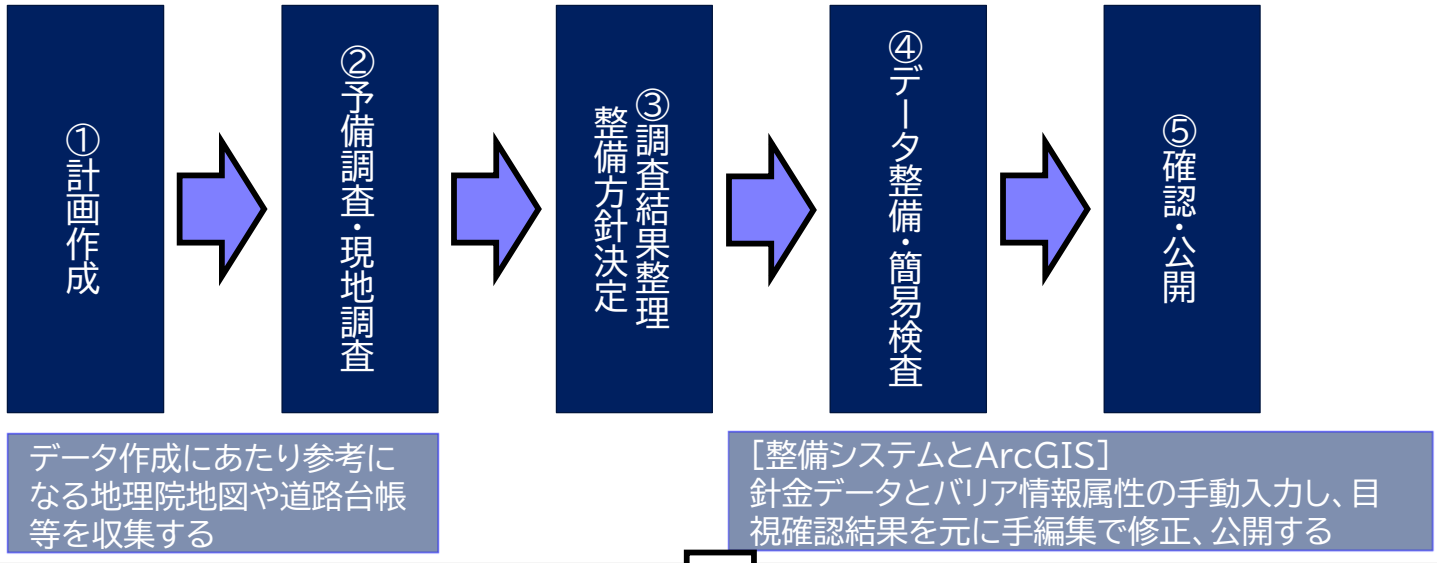
— 赤色リンク

データ整備の普及に向けた効率化

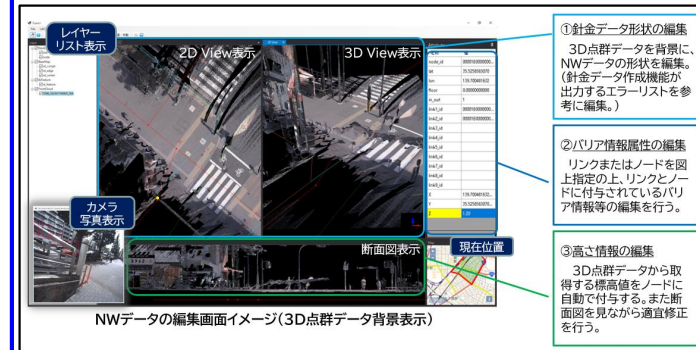
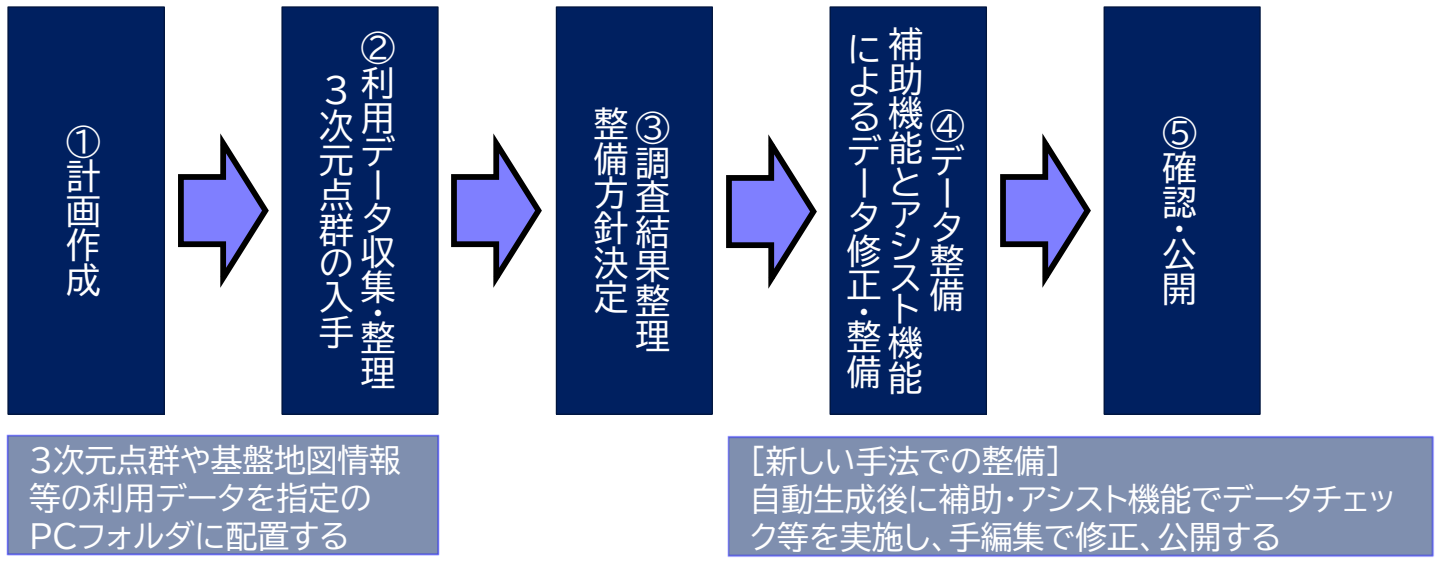
データ整備効率化の見込み

従来の作業フローと、新しい手法を利用する際の作業フローの変化点を整理

従来のフロー



新しい手法を利用した際のフロー



NWデータ整備システム(3D)に対するヒアリング

自治体職員による効率的なデータ整備を実現するために、川崎市、神戸市、府中市に対してNWデータ整備システム(3D)プロトタイプの可能性・操作性に関するヒアリングを実施。ヒアリング結果を踏まえ機能改良を実施。

ヒアリングの実施

【日程】

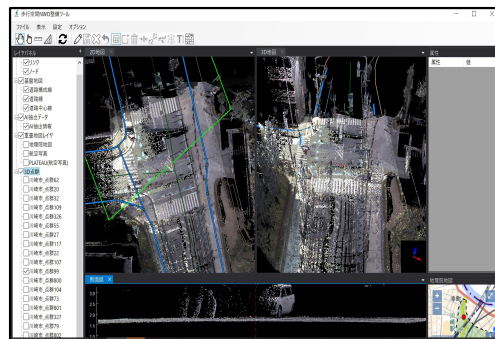
2023年12月～2024年1月

【ヒアリング概要】

- ・プロトタイプシステムを用いて、針金データの追加、勾配属性の修正を実施頂き、機能性・操作性に関する要望、確認を実施
- ・川崎市：12/4、神戸市：12/26、府中市：1/17



ヒアリング風景



NWデータ整備システム(3D)プロトタイプ

NWデータ整備システム(3D)へのニーズ

機能性

- 3D地図等を使う関係で専門用語や難しい言葉が多く分かりにくい為、メッセージ表示等を修正
- 地図の縮尺が分かるように、各画面に縮尺表示を追加

操作性

- 直感的に操作できるように、アイコンのデザインやサイズの見直し
- 現在の操作モード(地図の拡大縮小や移動、NWデータの属性情報の編集)が分かるように、マウスカーソルの表示を切り替え
- 3Dの画面はマウス操作が複雑で反応が遅い為、描画速度の改善、操作感の改善

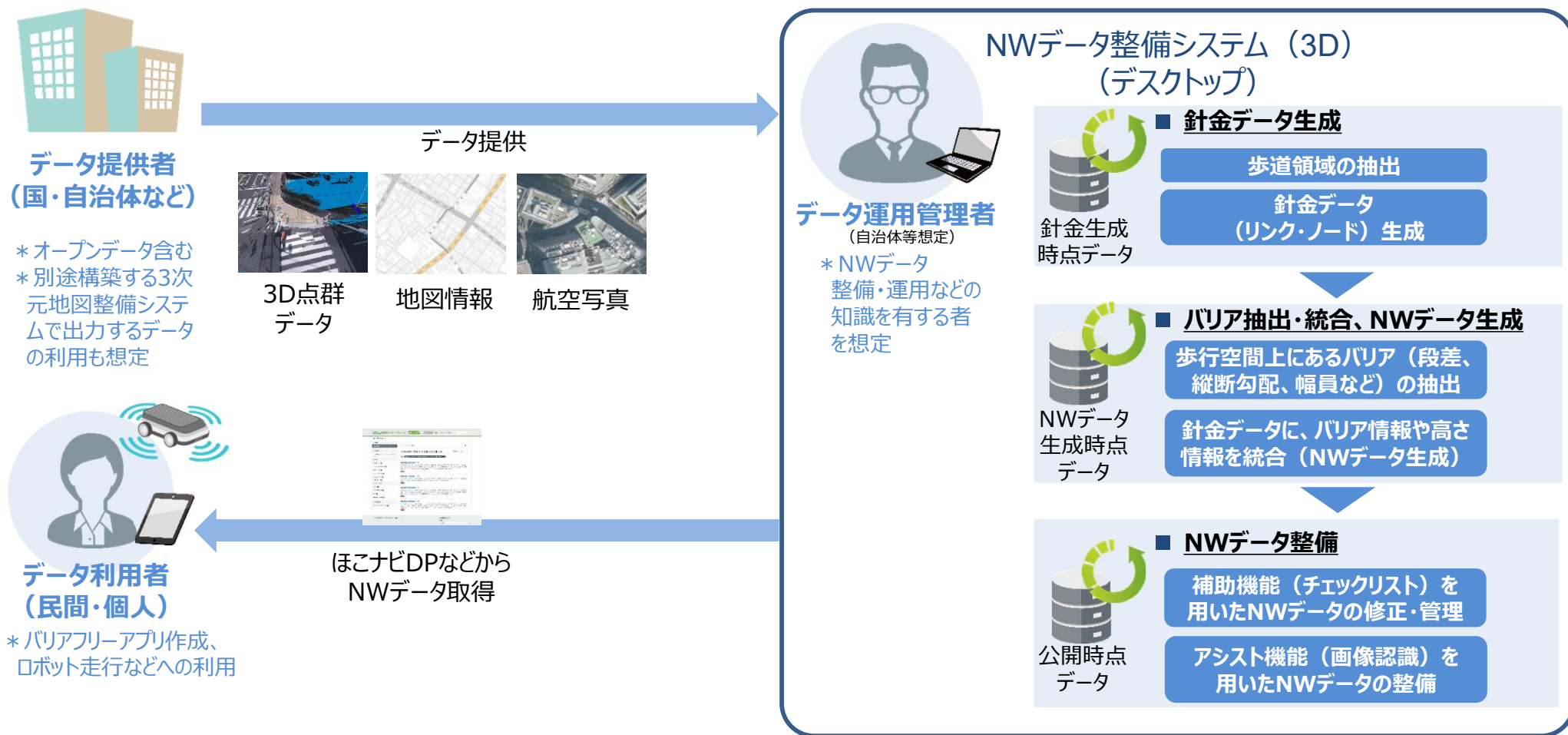


NWデータ整備システム(3D)への反映を検討

NWデータ整備システム(3D) について

NWデータ整備の自動化・効率化を目指し、地図情報や高精度な3次元点群データ、撮影写真の解析処理等により、針金データやバリア情報を抽出する手法を検討の上、NWデータを整備するプロトタイプシステムを構築。

NWデータ整備システム (3D) 全体イメージ



歩行空間ナビゲーションデータプラットフォーム(ほこナビDP)



歩行空間ネットワーク(NW)データ整備システム(3D)

説明: **NWデータ自動生成機能** → 補助機能 → アシスト機能

システムの運用

NWデータ整備システム（3D）では、データ運用管理者によるデータ取得からNWデータの整備、データ利用者向けのデータの出力までの一連の作業を支援する。

