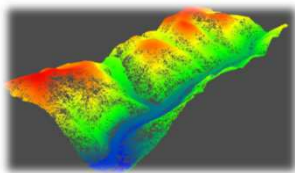




法面崩落リスクの把握における点群データの活用



復建調査設計株式会社
原田 隆弘

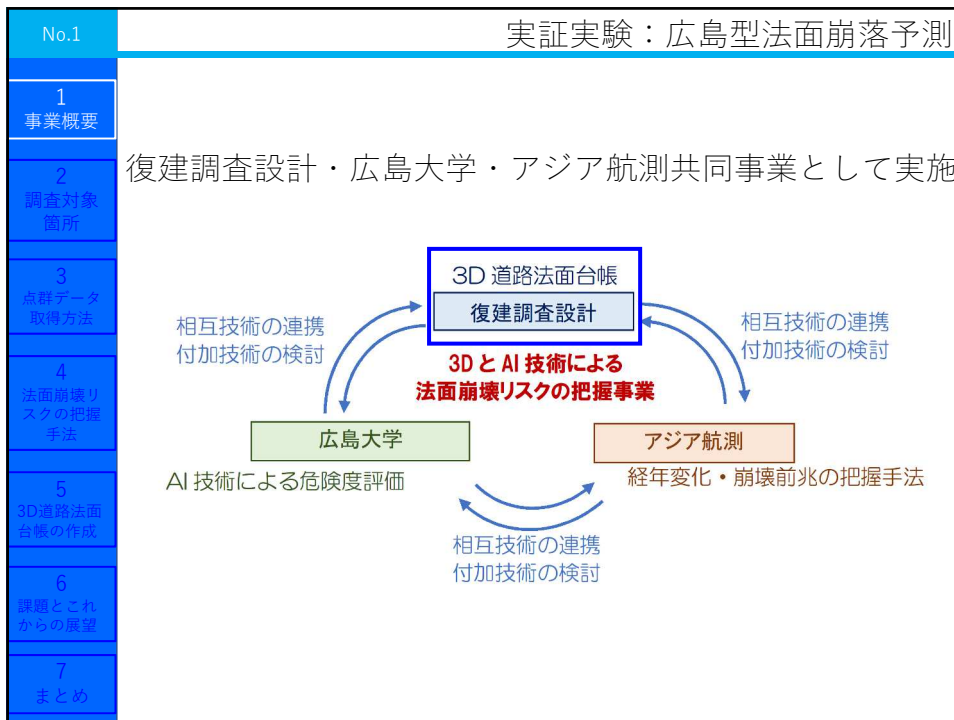


目次





1. 事業概要
2. 調査対象箇所
3. 点群データ取得方法
4. 法面崩壊リスクの把握手法
5. 3D道路法面台帳の作成
6. 課題とこれからの展望
7. まとめ





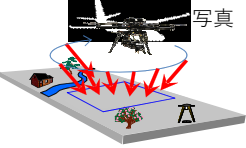
※若手発表会時のスライドから一部削除・差し換えを行っています。


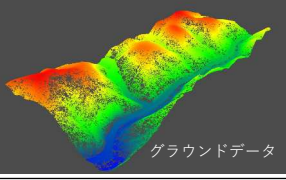


※使用した動画は静止画に差し換えています。


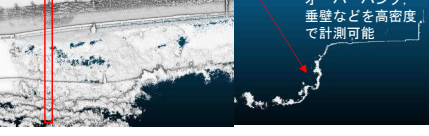




No.2	調査対象箇所の選定								
1 事業概要	<p>安定度調査箇所 ■ IV：緊急措置段階 ■ III：早期措置段階 ■ II：経過観察段階 ■ I：健全 ■ 法面評価対象外 ■ 抽出法面</p> <p>対象法面の条件： 手法の適用性について多様な可能性を検討できる</p> <p>監視体制強化法面の有無や植生の繁茂状況を考慮 → 県道29号</p> <p>区間長：約550m</p>								
2 調査対象箇所									
3 点群データ取得方法									
4 法面崩壊リスクの把握手法									
5 3D道路法面台帳の作成									
6 課題とこれからの展望									
7 まとめ	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>①露岩部とポケット式落石防護網</td> <td>②崖錐斜面内の落石源</td> <td>③モルタル吹付の損傷</td> <td>④覆式落石防護網</td> </tr> </table>					①露岩部とポケット式落石防護網	②崖錐斜面内の落石源	③モルタル吹付の損傷	④覆式落石防護網
①露岩部とポケット式落石防護網	②崖錐斜面内の落石源	③モルタル吹付の損傷	④覆式落石防護網						

No.3	従来の道路防災点検カルテにおける課題	
1 事業概要	防災カルテ 別紙写真台帳 施設管理番号: G029A030	
2 調査対象箇所	 <p>⑤ ③の拡大</p> <p>足下が浸食されており、やや不安定な状況にある</p>	 <p>⑥ 吹付工上部の露岩の状況</p> <p>亀裂は認められるが、落石などは発生していない</p>
3 点群データ取得方法	 <p>⑦ 吹付工の剥離</p> <p>古い吹付工の剥離が認められる。</p>	 <p>⑧ 吹付内の異物</p> <p>吹付工内に異物が挟まっている(ビニールシート)</p>
4 法面崩壊リスクの把握手法		
5 3D道路法面台帳の作成		
6 課題とこれからの展望	<p>剥離・浸食の規模、進行状況が不明慮 位置の特定が困難（時間経過するとさらに難しい） →点群データによる定量的な比較、閲覧システムの構築</p>	
7 まとめ		

No.4	点群データ取得方法	
1 事業概要	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="459 1339 635 1406"> <p>車載レーザ計測 (MMS)</p> </div> <div data-bbox="762 1339 906 1406"> <p>地上レーザ</p> </div> <div data-bbox="1066 1339 1209 1406"> <p>手持ちカメラ (SfM)</p> </div> </div>	
2 調査対象箇所	  	
3 点群データ取得方法	<p>それぞれメリット・デメリットがあるため、対象・用途による使い分けを行う</p>	
4 法面崩壊リスクの把握手法		
5 3D道路法面台帳の作成	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="459 1720 635 1787"> <p>無人航空機 (写真、レーザ)</p> </div> <div data-bbox="659 1742 770 1776"> <p>UAVレーザ</p> </div> <div data-bbox="1082 1742 1257 1776"> <p>写真 (SfM/MVS)</p> </div> </div>	
6 課題とこれからの展望	 	
7 まとめ		

No.5		各点群データ取得におけるメリット・デメリット		
		計測手法	メリット	デメリット
1 事業概要	2 調査対象箇所 3 点群データ取得方法 4 法面崩壊リスクの把握手法 5 3D道路法面台帳の作成 6 課題とこれからの展望 7 まとめ	UAVレーザ計測  500点/m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的広域な調査範囲を短時間で計測することが可能であり、面的な地形状況の把握ができる。 ・植生下の地盤面のデータ取得が可能である。 ・精度検証用基準点は、少ない点数で解析処理が可能である。  グラウンドデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・植生の繁茂状況でフィルタリング処理に伴い点群が低密度になる場合がある。グラウンドデータ作成時に転石を除去してしまう可能性がある。 ・斜面の勾配や形状（オーバーハング）で計測ができない可能性がある。 ・航空法の条件で飛行に制限が発生する場合がある。
2 調査対象箇所		UAV写真撮影  100点/m ² (高度に依存)	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的広域な調査範囲を短時間で計測することが可能であり、面的な地形状況が把握できる。 ・モルタル吹付や伐採がされた裸地において、高密度な点群取得が可能である。また、視覚的な状況把握が容易で、わかりやすい。 ・斜面に対して斜め方向からの撮影画像からのデータ取得が可能である。  オルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木等の植生がある場合は、地盤面のデータ計測ができず、樹木上のみの三次元点群取得となる。 ・精度を向上させるため、基準点の数が多く必要になる。 ・航空法の条件で飛行の制限が発生する場合がある。
3 点群データ取得方法				
4 法面崩壊リスクの把握手法				
5 3D道路法面台帳の作成				
6 課題とこれからの展望				
7 まとめ				

No.6		各点群データ取得におけるメリット・デメリット		
		計測手法	メリット	デメリット
1 事業概要	2 調査対象箇所 3 点群データ取得方法 4 法面崩壊リスクの把握手法 5 3D道路法面台帳の作成 6 課題とこれからの展望 7 まとめ	SLAMレーザ計測  8,000点/m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・上空からの計測では取得できない範囲のデータが取得可能である。 ・計測対象に近距離から局所的に計測することが可能なため、三次元点群を高密度に取得でき、詳細な転石などの形状を計測することが可能である。  オーバーハング、垂壁などを高密度で計測可能	<ul style="list-style-type: none"> ・公共座標での位置の取得ができないため、座標変換処理が必要である。 ・特徴点が少ない対象物の場合にマッチング精度に劣化が発生する可能性がある。 ・急斜面など計測しながらの移動が困難な現場では、データの空白が生じる場合がある。
2 調査対象箇所		デジタルカメラ計測  10万点/m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・高密度なデータ取得が可能で、詳細な点群データが作成できる。 ・簡易で安価に撮影が可能である。 ・局所的な計測で経年変化による変状が把握しやすい。また、視覚的に確認することができる。 ・変動量の差分解析に有効である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位置の特定に基準点が必要である。 ・広範囲を面的に把握することは困難である。 ・急斜面などの現場では、必要な写真が撮影できない場合がある。
3 点群データ取得方法				
4 法面崩壊リスクの把握手法				
5 3D道路法面台帳の作成				
6 課題とこれからの展望				
7 まとめ				

No.7		点群データ取得方法 メリット・デメリット	
1 事業概要	SLAM <i>(Simultaneous Localization and Mapping)</i> 自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術		
2 調査対象箇所		←使用機材 (Stencil2,KAARTA社)	
3 点群データ取得方法			
4 法面崩壊リスクの把握手法			
5 3D道路法面台帳の作成			
6 課題とこれからの展望			
7 まとめ	UAVの飛行が困難な箇所でも手軽に点群データを取得可能。(高密度)		

No.8		点群データ取得方法 メリット・デメリット	
1 事業概要	実際の作業状況		
2 調査対象箇所			
3 点群データ取得方法	無人航空機によるレーザ測量、写真撮影	デジタルカメラ写真撮影によるsfmデータ取得	SLAM (位置特定と地図作成を同時に行う) 技術を用いたレーザ測量
4 法面崩壊リスクの把握手法			
5 3D道路法面台帳の作成			
6 課題とこれからの展望			
7 まとめ	SLAM技術を用いたレーザ計測により、上空からの計測角度ではデータ取得が困難な、植生下部の斜面・法面形状や落石源、急傾斜地等の微地形を確認できた。SLAM技術は、UAV測量の補完に有効と考えられる。各データ取得のいいところ取りをする。		



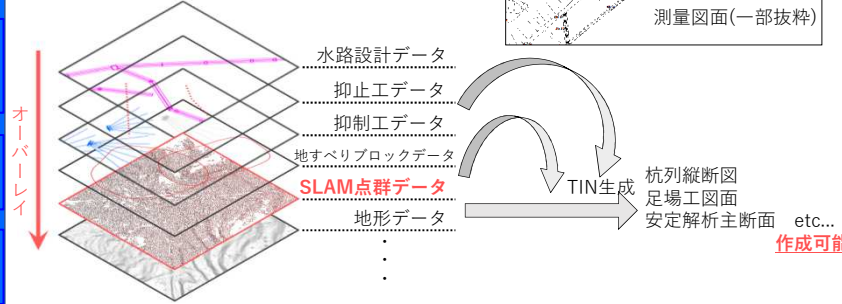
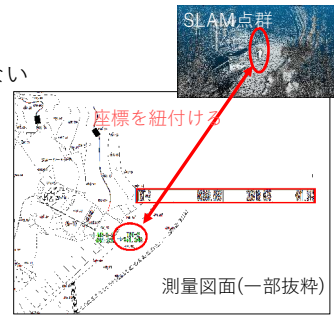
斜面や対策工等の現地状況が把握できる

- 1 事業概要
- 2 調査対象箇所
- 3 点群データ取得方法
- 4 法面崩壊リスクの把握手法
- 5 3D道路法面台帳の作成
- 6 課題とこれからの展望
- 7 まとめ

SLAMで取得した点群は、**公共座標**を持たない



基準点をもとに点群を公共座標へ変換
地すべりブロック、ボーリング位置、抑止工、
抑制工等の各種データと重ね合わせが可能



公共座標を持たせることによりSLAM点群の利用の幅が広がる

No.11

活用例：布田開谷地すべり

1 事業概要

2 調査対象箇所

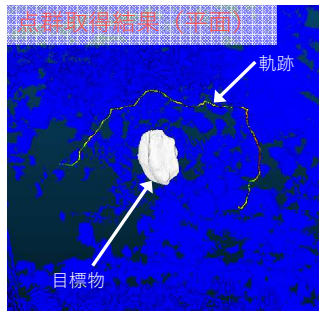
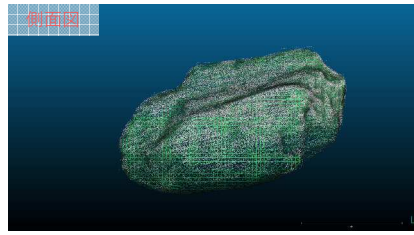
3 点群データ取得方法

4 法面前壊リスクの把握手法

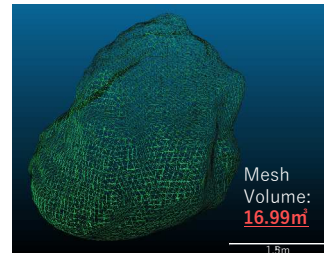
5 3D道路法面台帳の作成

6 課題とこれからの展望

7 まとめ



メッシュ化



従来の岩石計測よりも、より精度良く形状、体積等の情報の取得が可能

2時期の写真データを撮影することで差分解析→変位量を抽出

No.12

3D道路法面台帳の作成

1 事業概要

2 調査対象箇所

3 点群データ取得方法

4 法面前壊リスクの把握手法

5 3D道路法面台帳の作成

6 課題とこれからの展望

7 まとめ

GISを活用し管理する3D道路法面台帳を作成
→FGEXプラグインを用いたリンクを作成

その快適を、その手に。

オープンソースGISを活用したFGEXプラグイン [Ver:1.0]

ボタン1つで簡単に、画期的に、機能性を向上させます！

- 簡易的な操作
- 簡易的な管理
- 簡易的な検索
- 簡易的な印刷

情報の一元管理による業務の効率化

オープンソースのGISソフトであるQGIS®を活用。FGEXプラグイン®を利用することで、簡単に情報の閲覧や更新等が可能になります。

復建調査設計株式会社 TEL.082-506-1834 FAX.082-506-1895 <https://www.fuiken.co.jp/>

オープンソースGISを活用したFGEXプラグイン [Ver:1.0]

簡単に、画期的に、機能性を向上させる、「FGEXプラグイン」をぜひ活用ください！

● QGIS起動時画面

● FGEXプラグイン起動時画面

● システムの起動

● データ管理

● 検索・印刷

● 印刷・印刷

● 表示画面の印刷印刷

復建調査設計株式会社

ニーズに合わせて、有償にてカスタマイズも承ります。

TEL.082-506-1834 FAX.082-506-1895 <https://www.fuiken.co.jp/>

No.13 3D道路法面台帳の作成 (ベースマップ)

1 事業概要 GISを活用し管理する3D道路法面台帳を作成
FGEXプラグインを用いたリンクを作成

2 調査対象箇所

- ・ベースマップ切り替え
- ・図の重ね合わせ可能

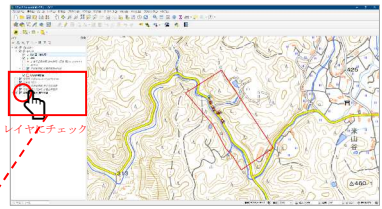
3 点群データ取得方法

4 法面崩壊リスクの把握手法

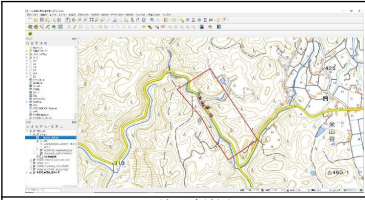
5 3D道路法面台帳の作成

6 課題とこれからの展望

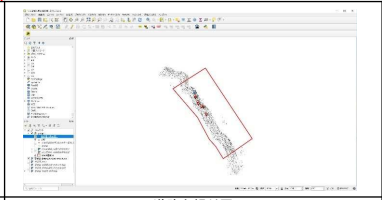
7 まとめ



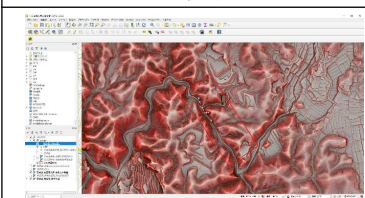
レイヤチェック



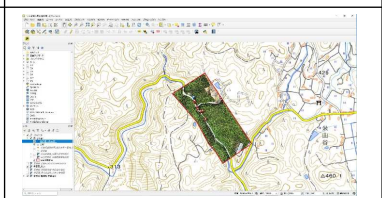
地理院地図



道路台帳付図



赤色立体地図



UAVオルソ画像

No.14 3D道路法面台帳の作成 (点群ビューア)

1 事業概要 UAV,SLAM,SfMで得た点群データ → FGEXプラグインを用いたリンクを作成

2 調査対象箇所

- ・各着目点のデータ閲覧
- ・DBとしても活用可能

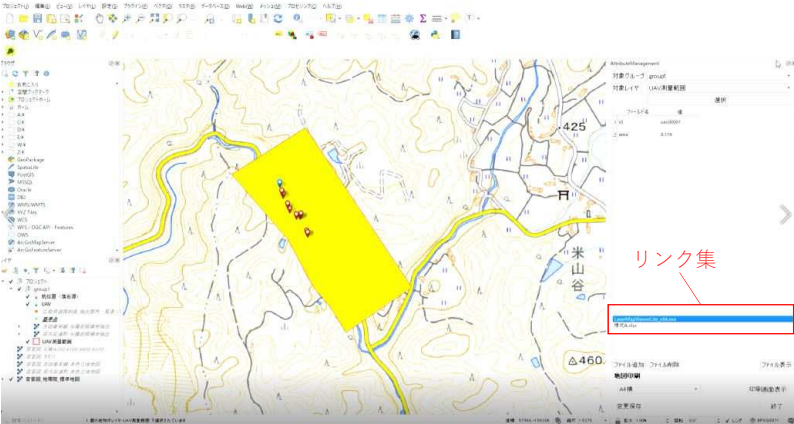
3 点群データ取得方法

4 法面崩壊リスクの把握手法

5 3D道路法面台帳の作成

6 課題とこれからの展望

7 まとめ



リンク集

3 D道路法面台帳の作成 (点群ビューア)

No.15

1 事業概要

2 調査対象箇所

3 点群データ取得方法

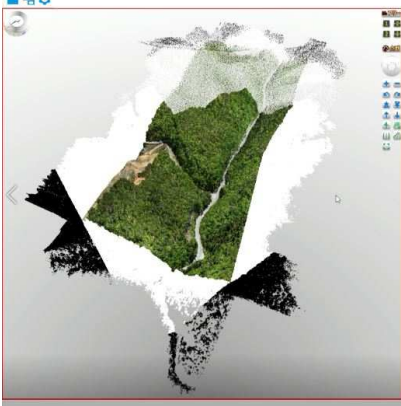
4 法面崩壊リスクの把握手法

5 3D道路法面台帳の作成

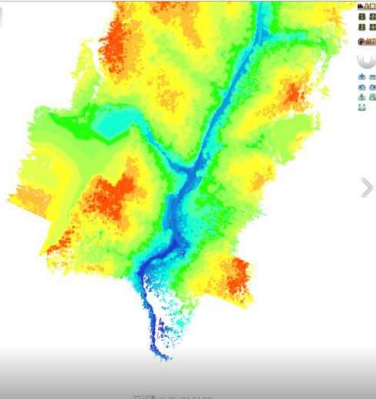
6 課題とこれからの展望

7 まとめ

簡易ビューアによる点群データの表示 (UAVレーザ)



自由視点 RGB



上面固定 標高

3 D道路法面台帳の作成 (法面概要)

No.16

1 事業概要

2 調査対象箇所

3 点群データ取得方法

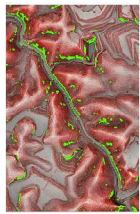
4 法面崩壊リスクの把握手法

5 3D道路法面台帳の作成

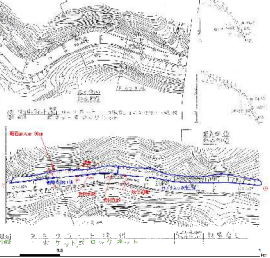
6 課題とこれからの展望


7 まとめ

対象路線の法面概要 (Excelデータ)

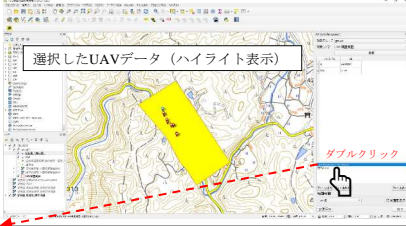
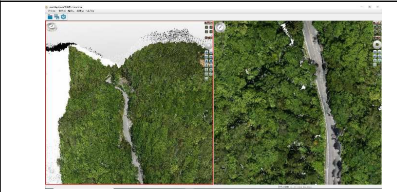
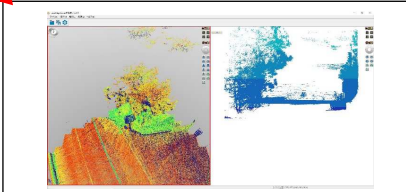
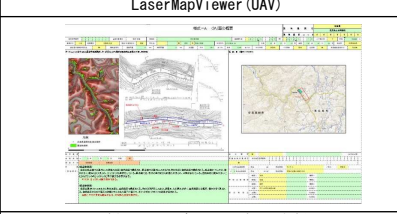
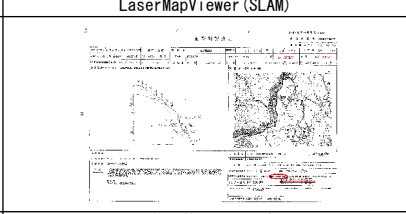


凡例





様式-A のり面の概要														
路線	区間	起点	終点	延長	道路種別	法面種別	法面高	法面幅	法面傾斜	法面形状	法面状態	法面劣化	法面補修	法面管理
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

No.17		3 D 道路法面台帳の作成	
1 事業概要	<p>調査範囲全体のデータとして、LaserMapView (UAV) (SLAM)、様式A、既往の箇所別記録表と関連付けた。</p>		
2 調査対象箇所			
3 点群データ取得方法			
4 法面崩壊リスクの把握手法			
5 3D道路法面台帳の作成		 <p>様式A 対象法面の概要資料</p>	 <p>既往の箇所別記録表</p>
6 課題とこれからの展望			
7 まとめ			

No.18		3 D 道路法面台帳の作成	
1 事業概要	<p>各着目点のデータとして、3DPDF、道路台帳付図 (PDFデータ)、様式B、様式Cを関連付けている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・着目点ごとのデータが閲覧可能。 ・位置が分かりやすい <p>各データのDBとしても機能</p>		
2 調査対象箇所			
3 点群データ取得方法			
4 法面崩壊リスクの把握手法			
5 3D道路法面台帳の作成		 <p>様式B 差分解析結果</p>	 <p>様式C 着目点の概要資料</p>
6 課題とこれからの展望			
7 まとめ			

No.19	まとめ
1 事業概要	<ul style="list-style-type: none"> 法面崩落予測として様々な手法を用いた点群データの取得を行った。
2 調査対象箇所	<ul style="list-style-type: none"> 従来の道路法面点検では対象斜面の危険要因の評価や変動は主観的なものとして記録されていたため、点検実施者によって差異が生じる等の課題がある。
3 点群データ取得方法	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲→UAVによるデータ取得
4 法面崩壊リスクの把握手法	<ul style="list-style-type: none"> 狭い範囲→地上レーザ・写真によるデータ取得 のように対象によって使い分けることが効果的である。
5 3D道路法面台帳の作成	<ul style="list-style-type: none"> 2時期の点群データを用いることで定量的な比較・評価が可能。 AIを用いた危険度評価手法も検討中
6 課題とこれからの展望	<ul style="list-style-type: none"> 3D道路法面台帳によって着眼点の位置特定も容易になる。
7 まとめ	

ご清聴ありがとうございました
