

### 3次元点群データの利活用調査 Utilization Survey of Three-dimensional Point cloud Data

基本図情報部 佐々木励起・石塚麻奈<sup>1</sup>・下野隆洋・岸本紀子・小野里正明・菅野秀秋・高橋英尚<sup>2</sup>

National Mapping Department SASAKI Reiki, ISHITSUKA Mana,  
SHIMONO Takahiro, KISHIMOTO Noriko, ONOZATO Masaaki,  
SUGANO Hideaki and TAKAHASHI Hidehisa

#### 要 旨

3次元点群データは用途に応じた3次元地図の作成が可能な価値の高いデータであり、多様な分野で活用可能である。地方公共団体においては、その価値に着目し、業務の最終成果として整備・提供を図る動きが出てきている。国土地理院では、3次元点群データの流通促進に資するため、将来の3次元点群データの整備・提供を見据え、適切な提供形態やその効果等について各種検討を進めており、この一環として3次元点群データ利活用調査を行った。

まず、国土地理院が整備した3次元点群データを公募形式で試験提供し、提供先となる団体の利用実証を通して利活用事例を得るとともに、提供効果、仕様に関する意見等を収集した。また、3次元点群データの利活用状況についてその全体像を捉えるため、社会で使用されている3次元点群データの利活用事例を各種公開資料により調査した。資料だけでは調査しきれない情報については、必要に応じて聞き取りを行った。さらに、3次元点群データの利用実績のある団体に対して、3次元点群データの利活用事例や仕様等のヒアリングを実施した。3次元点群データの要求仕様やデータ利用時の課題、データ提供・公開に係るニーズについても確認した。これらの調査等により把握した3次元点群データの利活用事例、提供効果及び仕様に関する意見等の整理・分析を行った。

調査の結果、地表面の様子が判読しやすい色付きかつ間引き無しの高密度点群データと、地形解析に利用しやすい1mメッシュDSM(Digital Surface Model, 数値表層モデル)・DTM(Digital Terrain Model, 数値地形モデル)に対するニーズが多かった。提供に関する技術的課題としては、3次元点群データの容量の大きさに起因するデータの保管や提供手段としての通信の困難さが挙げられ、ファイルへの適切なメタデータの付与・小容量となるような分割や、クラウド等を利用したインターネット通信による提供方法の整備への要望があった。3次元点群データの普及の観点では、データの閲覧・処理が可能なオープンソースソフトウェアやブラウザ上で稼働するWebアプリ等の必要性が指摘された。

#### 1. はじめに

近年、3次元地図は、自動車の自動運転、ドローンの運航管理、i-Construction、防災分野など、多様な分野において活用が期待され、取組が進められている。3次元地図の一つである3次元点群データは、地形や構造物等の形状が位置情報・高さ情報を含めて測位点の集合で表現されたデータであり、それを基にベクトルデータやTIN(Triangulated Irregular Network, 不規則三角形網)の作成が可能であることから、用途に応じた3次元地図の作成が可能な価値の高いデータである。また地方公共団体においては、多様な分野で活用可能な3次元点群データの価値に着目し、業務の最終成果として整備・提供を図る動きが出てきている(測量行政懇談会, 2020)。

令和2年10月30日、国土地理院長の私的諮問機関である測量行政懇談会において、3次元点群データの流通促進に関する提言がとりまとめられた。これを受け、現在国土地理院では、将来の3次元点群データの整備・提供を見据え、適切な提供形態やその効果等について各種検討を進めている。

これらの状況を踏まえ、令和3年度に、3次元点群データの利活用調査を行った。なお、本調査では、オリジナルデータとグラウンドデータを含む3次元点群データに加え、その加工データであるメッシュデータについても同時に調査した。

#### 2. 3次元点群データ利活用調査

##### 2.1 3次元点群データの試行提供

###### 2.1.1 目的

3次元点群データの利活用事例、提供効果、仕様に関する意見等を把握するため、航空レーザ測量により得られた3次元点群データの試行提供を実施した。提供先は公募した。

###### 2.1.2 公募の概要

公募の期間は令和3年7月1日から令和3年12月15日まで、3次元点群データを用いた実証を行う期間は令和4年1月31日までとした。公募の対象者は国内の行政機関、研究機関、民間企業とした。

表-1 試行提供対象とした3次元点群データと付属資料の仕様

提供対象	ファイル形式	密度・分解能	座標系	備考	
令和2年度計測 東北沿岸域 3次元点群データ	オリジナル データ	LAS形式 Ver1.2/Format3	1点/0.5m立方	平面直角	—
	グラウンド データ	LAS形式 Ver1.2/Format3	1点/0.5m立方	平面直角	オリジナルデータをフィルタ リングして作成
	DEM	DTM(lem/csv形式) CSV(txt形式)	1mメッシュ	平面直角	グラウンドデータから作成
	簡易オルソ 画像	TIFF形式	地上分解能 20cm	平面直角	航空レーザ計測と同時に撮影
	水部 ポリゴン	シェープ ファイル	—	平面直角	簡易オルソ画像から判読
3次元点群データ 編集・表示 ソフトウェア	実行 ファイル	EXE形式	—	—	—

※データはDM2500レベル図郭単位の提供を行った。

※希望者には平成23年（東日本大震災直後）に計測した3次元点群データも提供した。

公募の受付は、インターネット上に開設した公募サイトを通して行った。

### 2.1.3 試行提供

表-1に提供対象とした3次元点群データと付属資料の仕様を、図-1にデータの整備範囲を示す。応募者にはそれぞれのデータ利活用案とデータ提供希望範囲に基づき、3次元点群データと付属資料を提供し、実証の実施と、実証の成果を記した実証報告書の提出を求めた。

### 2.1.4 実証

データの試行提供は10者に対し行い、それぞれ実証が行われた。それぞれの実証テーマと成果を表-2に示す。実証においてはAR・VR・MR\*や3Dモデル作成、データ分析、シミュレーション等幅広い技術が用いられた。実証テーマの分野は防災が最も多く6件となった。提供した3次元点群データは主に地形や建物形状の概略データとして用いられ、DSM・DTMへの加工や3Dモデルの作成等を経て各種解析が実施された。

## 2.2 ヒアリング等調査

### 2.2.1 目的

現時点での3次元点群データの利活用状況及び利活用に適した3次元点群データの整備仕様を把握することを目的として、各種公開資料の調査と、3次元点群データの利活用実績のある団体を対象としたヒアリング調査を実施した。

### 2.2.2 各種公開資料の調査

日本国内の事例に注目してインターネットによる調査を行った。可能な限り多様な分野での利活用事

例の情報収集に努め、航空機搭載型レーザ以外のデータ取得方法（UAV搭載型、車載型、バックパック型、地上設置型）も含めて利活用事例を調査した。インターネットの検索には、「3次元点群データ（あるいは、レーザ）」＋「分野」の組合せを検索キーとし、ヒットしたサイト上の関連用語から更に検索を続ける作業を繰り返し、目的の情報を入手した。類似事例や分野のバランス等を考慮し22件を調査対象として選定した。表-3に調査対象とした公開資料の内訳を示す。

また、国内での利活用が少ない分野（鉱業、雪氷）については、海外の利活用事例も抽出した。



図-1 令和2年度計測東北沿岸域データの整備範囲（赤で示す）

\* Mixed Reality の略称。現実の環境と、コンピュータによって人工的に作り出された仮想環境を組み合わせ、複合的な空間知覚を生み出す技術の総称。「複合現実」ともいう。

表-2 公募への参加者と実証テーマ

団体名	実証テーマ	分野	実証におけるデータの利用形態				VR活用
			利用データ <small>斜字: 参加団体にて 収集したデータ</small>	オリジナルデータ そのもの	DSM DTM	3D モデル	
南国アールスタジオ株式会社	3次元点群データ活用による震災遺産デジタルアーカイブと遠隔コミュニケーションの可能性	教育・防災	オリジナルデータ 簡易オルソ画像	✓			✓
會沢高圧コンクリート株式会社	GPS による位置情報からの周辺オクルージョンデータ構築システム	防災	オリジナルデータ			✓	✓
仙台市役所	3次元点群データを用いた浸水対策計画立案	防災	グラウンドデータ		✓		
株式会社 sustaincraft	カーボンサイクルの把握に向けた森林パラメータの推定	森林測定	オリジナルデータ 10mDTM 衛星 LiDAR		✓		
福井コンピュータ株式会社	VR を利用した災害対応における遠隔臨場支援	災害復旧	オリジナルデータ 簡易オルソ画像	✓			✓
大阪工業大学	復興事業に伴う地形改変量の推計	防災・環境	DEM データ		✓		
第一工科大学	2時期の3次元点群データの比較による被災地の復興状況の把握	防災	オリジナルデータ 簡易オルソ画像			✓	
国際航業株式会社	様々なユースケースに利用可能な3D都市モデルの構築	防災・景観・日照シミュレーション	オリジナルデータ DEM データ 基盤地図情報		✓	✓	
一般財団法人日本地図センター	3次元点群データからフットプリントを作成した3次元地図	図化	オリジナルデータ 基盤地図情報		✓	✓	
株式会社すみれ測量設計事務所	太陽光発電におけるソーラーパネル設備建設の立地検討	土地利活用	オリジナルデータ 基盤地図情報			✓	

表-3 調査の対象とした公開資料内訳

分野	件数	データの利用形態(件数)			VR活用(件数)	3次元点群データそのものの計測手法(件数)				
		3次元点群データ そのもの	DSM DTM	3D モデル		航空機搭載	UAV 搭載	車載	バックパック	地上設置
インフラ	10	5	5	6		2	3	4		5
森林	2		2			1			1	1
防災	2	1	2			1	2	1		2
文化財	3	1		2	2		1			3
鉱業	2			2		1	1		1	2
雪氷	1		1			1				
海洋	1		1			1				
複合	1	1	1	1		1	1			1

## 2.2.3 地方公共団体・企業等へのヒアリング調査

2.2.2の調査等で把握した3次元点群データの利活用の実態から、現在も実際に3次元点群データを処理していると考えられる地方公共団体・企業等を候補者としてリストアップした。その中から、特定の

分野に偏りが生じないようにヒアリング調査の対象者を選定した。表-4にヒアリング対象団体を示す。

調査は分野や計測手法を限定せず、現時点での利活用状況を幅広く収集した。

表-4 ヒアリング対象団体

分野	研究・業務	所属	事例におけるデータの利用形態			VR 活用	3次元点群データそのものの計測手法			
			3次元点群データ そのもの	DSM DTM	3D モデル		航空機 搭載	UAV 搭載	車載	地上 設置
防災	崩壊地の調査・研究	長野県林業総合センター 育林部		✓			✓			
治水	治水安全度評価	国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室			✓		✓			
都市道路	ジオインフォマティクス全般	芝浦工業大学	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
森林	森林調査	(一社)日本森林技術協会		✓			✓	✓		✓
土工	航空測量	朝日航洋株式会社	✓		✓			✓	✓	
電力	配電設備に関わる保安伐採	中部電力 技術開発本部 先端技術応用研究所	✓		✓		✓	✓	✓	
文化財	航空測量	国際文化財株式会社		✓	✓		✓	✓		✓
道路	総合建設コンサルタント	株式会社ウエスコ	✓	✓			✓	✓	✓	
防災観光	産業振興	東急電鉄(株)	✓		✓				✓	

## 2.3 分析・取りまとめ

### 2.3.1 利用方法

3次元点群データの利活用分野と利用方法を表-5に示す。インフラ（道路・橋梁，下水，電力等）の点検・維持管理や災害対策等の安全・安心への取組のほか，VR技術を活用した観光支援，自動走行などの生活・仕事の利便性向上のための技術開発等，多様な分野で利用されていた。なお，今回の公募の提供対象とした3次元点群データそのものと同様の計測手法によるデータである，航空レーザ点群については，広域を一度に把握できる一方で取得できる点密度が1-30点/m<sup>2</sup>と比較的粗くなる特性から，地形の概略の把握，DSM・DEMへの変換利用，より詳細な別データの位置合わせの基準等に利用される事例が多く見られた。

### 2.3.2 データ形式と取得条件等

各分野別に3次元点群データの計測方法等を表-6に示す。防災分野の斜面防災調査では，現地での実測と3次元点群データを組み合わせた調査が行われていた。電力分野では，山岳地における関連設備の設計や形状把握を詳細に行うため，点密度を高め設定し計測している。森林分野では，航空レーザ計測に係る積算ハンドブックが刊行されており，その中で点密度4点/m<sup>2</sup>が推奨されている。また，地形が判読し易い形式であるCS立体図（戸田，2014）やSHC図（戸田，2020）が開発され全国の地方公共団体での活用が進んでおり，作成された同図がオープンデータ化されているケースもある。土木分野では，建機の操縦アシストにおけるリアルタイム物体検出

表-5 3次元点群データの利活用分野と利用方法

利活用分野		利用方法
インフラ	道路・橋梁	・道路・橋梁・空港道路の点検・維持管理
	下水	・下水管路の維持管理（可視化）
	ダム	・ダム施設の維持管理（モデル化）
	河川	・河川調査・維持管理
	電力	・鉄塔の劣化診断 ・送電線に近接する樹木の保安伐採 ・ソーラーパネル設備の立地検討
	鉄道	・鉄道施設・設備の点検・維持管理
防災	・土砂災害対策（土砂動態把握、リスク評価） ・震災遺産アーカイブ ・河川氾濫・浸水対策 ・災害状況把握	
森林	・森林資源量調査	
文化財	・有形文化財の保存 ・城壁の修復（被災前後の変化調査）	
観光	・観光地・施設のバーチャルツアー（VR）	
建築・土木	・改修工事における現状把握 ・新築工事における掘削度量計算 ・日照・景観シミュレーション	
鉱業	・鉱山の安全管理（鉱山内部の形状把握）	
モビリティ	・コミュニティバス等車両の自動運行	
雪氷・海洋	・雪量計測による水流出量の推定 ・海底地形計測・海図作成	

にLiDARを活用し安全管理向上の研究が取り組まれており，物体認識を高速に行うための独自フォーマットを用いた研究開発も進められている。

表-6 3次元点群データの計測方法等

分野	利用目的	計測対象	計測方法	条件（密度等）	備考
道路・橋梁	構造物の寸法計測・経過観察, 路面性状調査	道路・道路構造物	車載	—	—
	点検用 UAV リアルタイム制御	道路構造物・橋梁	UAV	—	・独自形式に変換して使用
河川	小規模河川の氾濫推定図作成	河川・周辺地形	航空機	1点以上/m <sup>2</sup>	・河道はグラウンドデータ又は5mDEMを使用 ・TINに変換して断面図を作成
電力	送電線に近接する樹木の保安伐採	送電線	車載	—	—
	山岳地設備の設計, 形状把握	鉄塔・送電線	UAV	200点/m <sup>2</sup>	—
防災	斜面防災調査, 崩壊地の現況把握	地形	航空機 UAV	4~8点/m <sup>2</sup>	・5mDEM 又は 10mDEM を作成し土量計算
森林	森林資源量解析	樹木・地形	航空機	4点/m <sup>2</sup>	・DSM, DTM の Geotiff (0.5mメッシュ) を作成 ・CS 立体図, SHC 図を作成
文化財	有形文化財の調査・保存	有形文化財	UAV 地上	対象により設定 例:石垣 1/20 スケール	・TIN, 3D モデル (3DS, PLY, OBJ) に変換して使用
観光	バーチャル観光ガイドコンテンツ作成	観光地・施設	UAV 地上	—	—
建築・土木	土工出来形計測, 土量計測	地形・構造物	車載	—	—
	建機の操縦アシスト (物体検出)	施工空間内の構造物・人間	車載	空間分解能 1~5cm	・独自形式に変換して使用
モビリティ	自動運転	道路・道路構造物	車載	—	—

### 2.3.3.3 3次元点群データの普及に関する課題等

2.1, 2.2 の実証と調査・ヒアリングを基に, 3次元点群データの普及に関する技術的課題, データのニーズ等について分析と取りまとめを実施した。得られた結果を表-7に示す。また, 取りまとめ結果については有識者として東京大学大学院工学系研究科布施孝志教授, 日本大学理工学部交通システム工学科 佐田達典教授の2名にヒアリング調査を実施した。

今回の試行提供ではオリジナルデータ・グラウンドデータの点群密度を一律1点/0.5m立方としたが, 公募参加者・ヒアリング対象者からは地表面の様子が判読しやすい色付きかつ間引き無しの高密度生データと, 地形解析に利用しやすい1mメッシュDSM・DTMに対するニーズが多く回答された。提供に関する技術的課題としては3次元点群データ (特にオリジナルデータ, グラウンドデータ) そのものの容量

の大きさに起因するデータの保管や提供手段としての通信の困難さが挙げられており, 本提供に際してはファイルへの適切なメタデータの付与・小容量となるような分割や, クラウド等を利用したインターネット通信による提供方法の整備への要望があった。技術開発に関する課題としては, 計算処理に高性能・高価格なソフトウェアやパソコンが必要な現状が地方公共団体や企業での利活用を阻害しているとして, 3次元点群データの閲覧・処理が可能なオープンソースソフトウェアやブラウザ上で稼働するWebアプリ等の必要性が指摘された。また, データ整備に関しては全国分を定期的に計測し提供すること, 多様なデータとの集約・連携に関しては計測手段や仕様の異なる3次元点群データを複合的に処理するためのガイドラインの必要性について要望があった。

表-7 3次元点群データの普及に関する技術的課題とデータのニーズ

分類	検討事項	技術的課題	ニーズ
データ収集・整備	提供するデータの種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・間引かれたデータでは詳細な3次元構造が失われ、分析に必要な建物・水路・樹木等の地物の判読性が下がる</li> <li>・地形解析では間引かれた軽量データ、かつ一般的なTIFF形式が適切</li> <li>・オルソ画像を用いた色付け処理ができるソフトウェアが一般的に少ない</li> </ul>	地表3次元構造物の分析: <ul style="list-style-type: none"> <li>・間引きを行わない高密度な生データ(LAS形式、絶対座標)</li> <li>・オルソ画像とセットになった色付き点群データ、または色付け処理ソフトウェアの提供</li> </ul> 地形解析: <ul style="list-style-type: none"> <li>・DSM・DTMの1mメッシュTIFF画像</li> <li>・オリジナルデータ、グラウンドデータ、水部等のクラス分け</li> </ul>
	メタデータの整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公募で提供された3次元点群データは取得時期、範囲、仕様等が分かりづらく処理に手間取った</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メタデータ、データ計測に係る詳細情報</li> </ul>
	定期的なデータ計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一時期データのみでは時系列的解析ができない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ更新頻度の明示</li> <li>・最新の計測データが貸与可能になるまでの期間短縮</li> </ul>
	広域(山間部含む)のデータ収集・整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ未整備範囲が大きいと広域のデータ分析やシミュレーションが不可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市域全体を網羅するデータが必要</li> <li>・インフラ設備周辺の山間部のデータ計測</li> </ul>
提供方法	整備範囲、精度等の計測条件によりデータが検索し易い仕組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公募では整備範囲を図郭単位で示していたが、目的の地域から図郭を逆引きできるサイトが現状無い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元点群データの整備範囲が確認できる検索サイトのような仕組みが必要</li> <li>・計測範囲図、オルソ画像を背景に選択できるなどデータが検索し易い環境</li> </ul>
	簡便なデータ提供方法(データ提供申請事務の簡便化、オープンデータカタログサイト整備、等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ容量が大きい</li> <li>・HDDでのやり取りが煩雑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オープンデータ化、もしくはデータ提供に係る申請手続きの簡便化</li> <li>・クラウド等を利用したHDD以外での提供</li> </ul>
仕様・ルール	レーザ計測に係る技術開発の状況を踏まえた作業規程の改訂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい技術に対応した精度検証手法の検討</li> <li>・将来的に点密度が飛躍的に向上した場合等には見直しが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測性能の向上を踏まえた航空レーザ計測に係る作業規程の改訂</li> </ul>
	多様な計測技術を用いて取得するデータを複合的に使用するためのマニュアル整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ処理の方法が標準化されていないため利活用しづらい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測方法が異なる複数のデータを組み合わせるための指針・規範の制定</li> </ul>
技術開発	誰もが扱い易い・アクセスし易い3次元点群データ閲覧・編集環境の整備(オープンソースによる提供含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ処理に技術力と時間が必要</li> <li>・処理ソフトウェアが高価かつ高性能端末が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方公共団体に利活用できる環境の整備</li> <li>・低性能端末で使用できるWebベースの3次元点群データ閲覧・編集ソフトウェア</li> <li>・オープンソースの3次元点群データ処理ライブラリ</li> <li>・オープン化におけるセキュリティ管理方法の開発</li> </ul>
多様なデータとの集約・連携	各分野で計測するデータを取りまとめ公開する仕組み(定期的なデータの集約、データプラットフォーム間の連携、等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メタデータを確実に整備し、データの詳細情報を容易に把握できるようにすることが必要</li> <li>・複数のデータの組み合わせを可能にする位置整合手法の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・航空レーザ点群のデータにある建物は屋根のみのためVRのデータとして利用するには臨場感に欠け、他のデータも併用したい</li> <li>・公共空間で取得したデータとして自動運転で取得するデータの収集・蓄積</li> </ul>

一方で、有識者へのヒアリングでは、多様なニーズに合わせて細やかに整備したデータを国土地理院がオープンに提供することに対する民業圧迫の懸念も聞かれ、データ普及とのトレードオフの観点から検討の必要があるとされた。また、時代の変化と技術の発達や社会ニーズに合わせ、提供データの種類や点密度、提供目的等を適宜見直すことが重要との意見があった。

### 3. まとめ

今回の3次元点群データ利活用調査により、幅広い分野・技術を利用した3次元点群データの利活用事例と国土地理院のデータ提供に対する意見を収集することができた。国土地理院では引き続き、3次元点群データの適切な提供形態や利活用のための環境整備について各種検討を進めていく。

(公開日：令和4年12月28日)

### 参考文献

- 測量行政懇談会(2020), 3次元地図検討部会報告書, <https://www.gsi.go.jp/common/000243402.pdf> (accessed 31 Oct. 2022).
- 戸田堅一郎(2014), 曲率と傾斜による立体図法(CS立体図)を用いた地形判読, 森林立地, 56巻2号, 75-79.
- 戸田堅一郎(2020), 山地災害リスクを低減する技術の開発, 令和元年度長野県林業総合センター業務報告, 58-59.