

# 街路樹管理への点群データの利用可能性の検証

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地域景観チーム ○榎本 碧  
増澤 諭香  
福島 宏文

街路樹の強剪定は道路景観の質の低下だけでなく、樹木の健全な生育の妨げや維持管理負担に繋がる。本研究は、街路樹の適切で効率的な剪定管理に向けた点群データの利用可能性を検証した。据置型レーザースキャナにより剪定適否の評価に必要な樹形等のデータを取得できた。実用性の点では、ポータブル型でも樹形等のデータ取得が可能であり、計測時間やデータ保存量の点から据置型よりも利点があることを明らかにした。

キーワード：街路樹、管理、LiDAR、3D

## 1. はじめに

街路樹の強剪定は道路景観の質の低下だけでなく、樹木の健全な生育の妨げなど道路緑化の機能低下や維持管理負担に繋がる。強剪定が行われる要因には、予算の削減による剪定間隔の長期化、道路附属物や占用物等との干渉、樹種と植栽環境のミスマッチ、造園に関する人材や技術力の不足、落葉対策などがある<sup>2)</sup>。特に地方部では樹木医や街路樹剪定士、造園施工技術者等の不足により、樹木の専門家による細やかな管理が困難な中で、強剪定を防止し、適切に効率的な街路樹管理を行っていくためにも、植栽基盤や環境ごとの街路樹の生育に関する定量的なデータの収集が有効と考えられる。

街路樹データの収集には、目視、カメラ等の画像に加えてLiDAR(点群)の利用可能性が考えられる。LiDARは自動運転技術開発の進展により、比較的、安価に入手しやすくなっているが、街路樹管理への活用に向けては精度や汎用性の検討が必要である。

本研究では街路樹管理で収集が必要なデータの精度や日常的な管理業務での利用を想定し、LiDARによる計測や、計測後のデータ処理に関する汎用性等を検討し、点群データの街路樹管理への利用可能性について考察した。

## 2. 調査方法

### (1) 調査対象地

本研究では札幌市内の街路樹を対象に計測を行った。図-1に示す。対象地は、JR苗穂駅に近接する札幌市の管理する東12丁目通であり、延長240m程度の短い路線である。このうち、北側の120mを対象地とした。対象地の道路構成は、片側2車線の道路幅約25m(歩道含む)、歩道幅は約6mである。沿道は、オフィスビル、駐車場、コンビニ、会社事務所、戸建住宅等が隣接する。計測対象と

した街路樹は、シナノキ9本、オオバボダイジュ2本、ハリエンジュ(ニセアカシア)1本の合計12本である。航空写真から調査した樹齢は約40~50年であるが、正確な樹齢は不明である。

### (2) 計測機器

計測は、表-1に示す4機種により点群データの取得を行い、計測結果の比較を行った。また、2種類の樹木解析の可能な点群処理ソフトウェアについて計測後のデータの処理について比較した。なお、機器の価格については、月単位での変動が大きいため比較していないが、取得する点群密度が高く、測定距離が長いほど高価である。

### (3) 計測概要

計測はそれぞれ路線の両側を徒歩で機材を移動し、計



図-1 調査対象地

測した。また、位置の補正を行うため、路線両端にある水準点を2点計測した。さらに計測にかかった時間を記録し、比較した。計測の様子を写真-1に示す。

計測は落葉前の2022年9月、落葉後の2022年11月の2回実施し、また据置型は計測密度の設定を高、中の2種類、バックパック型は歩き方を直進と樹木裏まで回り込む2種類、ポータブル型は計測密度を高、中の2種類に加えて、歩く速さを緩速2種類により計測を行った。

計測後は、点群の合成、ノイズ除去を行い、それぞれの処理にかかった時間も記録し、比較した。なお、これらの処理に関しては、それぞれの調査機器のメーカーから提供されるソフトウェアを使用した。

その後、樹木解析ソフトウェアを用いて、位置、樹高、胸高直径、樹冠を抽出し、計測精度を分析した。

### 3. 調査結果

#### (1) 点群データの調査結果

各使用機器ごとの計測結果の比較を図-2に示す。ファイルサイズは点群の数が増加するほど大きくなる。また、計測、データ作成、分析等の作業時間の合計は、ポータブル型>据え置き型>バックパック型の順に短かった。特にポータブル型は歩きながら計測できる点で日常点検での活用が見込まれる。なお、タブレット型の調査結果は後述する。

#### (2) 位置

計測した点群データを樹木分析ソフトにより分析し、位置情報を取得した。分析結果を図-3に示す。なお、本研究では、各機器による位置データの差異をクラスター

分析し、類似性が高かった3つの計測条件（据置型計測（落葉前/中密度）、バックパック型計測（落葉後/通常歩行）、バックパック型計測（落葉後/回り込み歩行））の平均値を代表値として差分を算出した。

据置型、バックパック型は、大部分が代表値から大きなずれはなく、大半が5cm以内の範囲内に入っており、樹木管理の実用上、十分な精度が確保されていると考えられる。

ポータブル型は、据置型、バックパック型よりも位置座標の差が大きかった。特に点群数の少ない低密度パターンにおける位置座標のずれが大きかった。これは、ポータブル型の、特に計測密度を低くした際の全体的な点群データの歪みやブレに加え、直線的な歩行パターンとした事により周回した樹幹を取得できず、楕円近似の際の中心点のずれが大きくなったことが要因と推察される。ただし、ずれが小さい計測パターンでは、代表値との差は平均で7cm程度となっており、樹木管理の実用上、十分な精度であると考えられる。

タブレット型による計測は、計測距離が5m程度と短く、樹冠部の点群データの取得はいずれのソフトによってもできなかった。広範囲では計測データの歪みが大きく、周回すると元の場所に戻らないケースが見られた。複数回に分けた取得が望ましいと考えられる。

アプリによっては、樹木毎に回り込むように歩行すると歪みが大きくなるが、直線的に歩行することで、歪みを極力抑えることができた。データの転送には、それぞれのアプリの出力形式に応じる必要がある。本研究で使用したいずれのアプリも位置情報は付与されないため、正確な位置情報を付与するにはターゲット等を用いた位置合わせが必要となる。本調査ではタブレット型の計測データの位置合わせには、汎用ソフトのTREND-POINTを

表-1 使用したLiDAR機器

種類	計測速度	測定範囲	スキャン範囲	重量	選定理由
据え置き型	200万点/秒	~130m	水平：360° 垂直：300°	5.35kg	VIS機能（ターゲットなし自動合成処理）による高速処理
バックパック型	60万/秒	~100m	水平：360° 垂直：360°	9.3kg	SLAM技術（自己位置推定）により移動しながら計測可能
ポータブル型	42万/秒	~25m	水平：360° 垂直：270°	0.78kg	SLAM技術により移動しながら計測可能。小型で持ち運びなど計測時の運用が容易。
タブレット型 (アプリ4種)	非公表/秒	~5m	非公表	0.47kg	容易に入手が可能。



写真-1 計測の様子

用いた。アプリによって近接での計測では、**図-4**に示すように、非常に鮮明な3Dモデルが作成可能であり、根元の腐朽状況の記録には、適していると考えられる。

### (3) 樹高

樹高の分析結果を**図-5**に示す。据置型、バックパック型については、バックパック型（落葉後／通常歩行）を除き、大部分が代表値から平均で10cm以下の差となっており、十分な精度が確保されており、樹高計等による目視よりも精度は高いと考えられる。バックパック型（落葉後／通常歩行）は、平均20cm程度とやや差が大きかったが、樹木管理の実用上、問題ない程度の差分であった。

ポータブル型は、平均で10cm程度、最大で60cm程度の差が生じていた。計測密度や歩行スピードによる差分分布の差は見られなかった。差分は全体的にマイナスの値が多く、樹高が低く出る傾向があった。これは、ポータブル型の測定範囲（メーカー公称値）が25mと短く、樹頂部の点群データが不足している可能性が考えられる。

なお、超音波レーザー式測高計Vertex Laser（VL-402）による実測（目視）は他項目より差分が大きく、平均で60cm、最大で1m程度の差分が生じた。また、実測（測高器）は最大で50cm程度の差分が生じ、実測（目視）よりも差分が小さく、ポータブル型と同程度の差分であった。

### (4) 胸高直径

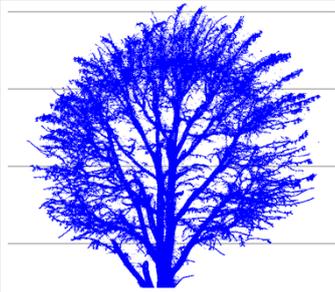
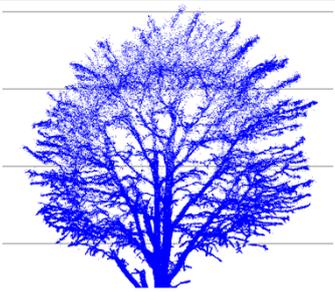
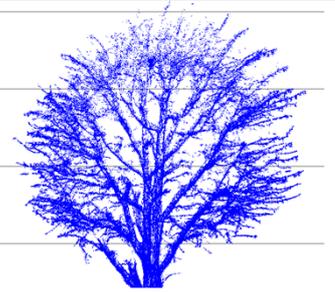
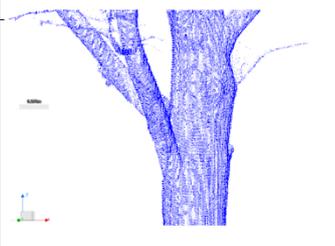
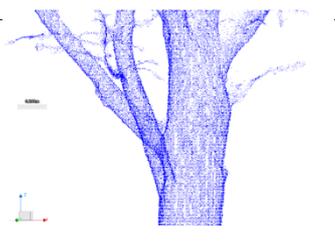
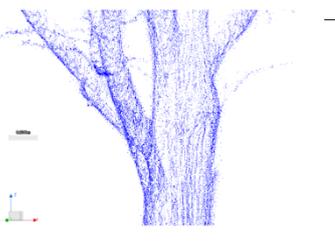
**図-6**に胸高直径の分析結果を示す。

据置型、バックパック型については、全体的に差分が小さく、大半のデータが±1cmの範囲内に収まっており、最大でも2cm程度の差分に収まっていた。バックパック型は、据置型と比較すると、計測項目によるばらつきがやや大きかった。ポータブル型は、中密度を除くと、据置型、バックパック型に準じて差分が小さく、大半のデータが±2cmの範囲内に収まっており、最大でも3cm程度の差分に収まっていた。

ポータブル型（中密度）は、他の計測項目と比較すると差分のばらつきが大きかった。ハンディ型（中密度）は、点群データ全体に二重になるブレが生じており、計測の仕方によっては、計測精度が低下する可能性が示唆される。



**図-4** タブレット型による計測結果の一例

落葉後／11月計測		据え置き型（計測密度中）	バックパック型（回り込み歩行）	携帯（ハンディ）型（計測密度高）
点群数	区間	2億8,500万点（5.06GB）	7,810万点（1.38GB）	4200万点（0.75GB）
(サイズ)	代表木	285万点（51.8MB）	95万点（17.3MB）	68万点（12.4MB）
作業時間	データ作成	現地約90分＋室内約90分（30分）	現地約30分＋室内305分（20分）	現地約25分＋室内70分（20分）
	分析	約125分	約100分	約80分
	作業合計	305分	435分	計175分
	精度	樹高<10cm 胸高直径<1cm	樹高<20cm 胸高直径<1.5cm	樹高<60cm 胸高直径<2cm
代表木樹冠				
枝先				

**図-2** 調査結果（落葉後／11月計測）

タブレット型は、樹木に回り込まず直線的に歩行した11月計測値の差分分布が広がっており、最大で7cm程度の差分が生じていた。それを除くと、概ね最大で5cm程度の差分の範囲内に収まっていた。センサーの範囲内の幹直径を計測する場合は、タブレット型でも実用に足りると考えられる。

なお、実測（直径巻き尺）は、差分のばらつきが小さく、概ね代表値から2cm程度大きな値を示していた。最大で3cm程度の差分であり、点群データの分析による代表値と大きく異なる値は無かった。

### (5) 樹冠（枝張り）

図-7に樹冠の分析結果を示す。

据置型、バックパック型については差分は小さく、概ね±10cm以下となっており、差分のばらつきも小さかった。差分のばらつきは、据置型のほうが小さかった。据置型は差分がマイナス側に、バックパック型は差分がプラス側に発生する傾向が見られた。

ポータブル型は、据置型、バックパック型と比較すると差分がやや大きかったが、概ね±20cmの範囲に収まっている。ポータブル型の差分は、マイナス側になる傾向があり、点群データを見ると、全体の点群が少ないため枝先はまばらな点群から形成されていることが多く、枝先の末端まで反映されていない可能性が考えられる。

## 4. まとめ

本研究は、街路樹の適切で効率的な管理に向けた点群データの利用可能性を検証した。

機材ごとの計測精度は、据置型、バックパック型が高く、剪定適否等の評価に必要な樹形等のデータを取得できた。しかし一方で、計測時間や処理時間が長く、運用コストが高い。日常的な点検業務などを想定した実用性の点では、ポータブル型でも位置、樹高、樹冠等のデータ取得が可能であり、計測時間やデータ保存量の点から据置型よりも利点があることを明らかにした。

本研究では路線の一部を対象としたが、広範な範囲のデータを収集し分析するという点ではMMSや航空レーザーによる計測データについても検証が必要である。

### 参考文献

- 1) 榎本碧、増澤諭香、松田泰明：剪定強度の違いによる街路樹の生育への影響、第65回（2021年度）北海道開発技術研究発表会、2022.2

- 2) 榎本碧、増澤諭香、松田泰明：道路占用物による街路樹管理の課題と改善策、第66回（2022年度）北海道開発技術研究発表会、2023.2
- 3) 榎本碧、増澤諭香、松田泰明：強剪定による街路樹の維持管理上の課題とその対策、寒地土木研究所月報、第828号、2022.3

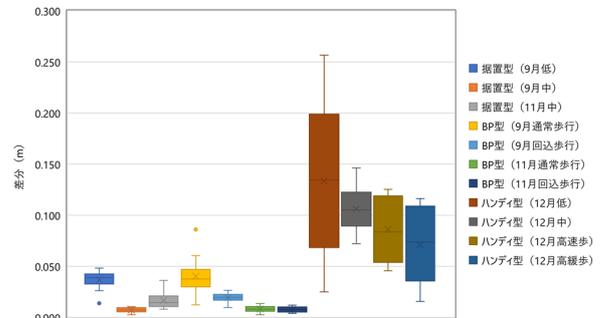


図-3 位置の分析結果（タブレット型をのぞく）

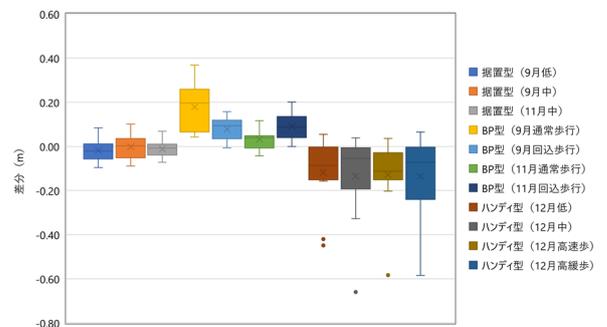


図-5 樹高の分析結果（タブレット型をのぞく）

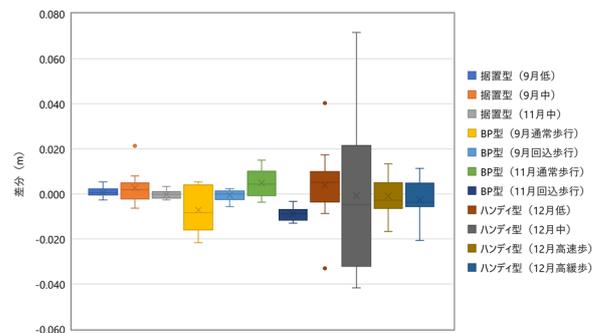


図-6 胸高直径の分析結果（タブレット型をのぞく）

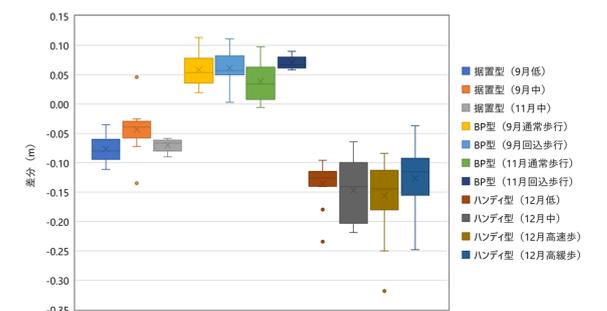


図-7 樹冠の分析結果（タブレット型をのぞく）