

航空レーザ計測についてのQ&A

2015.9.28

公益財団法人 日本測量調査技術協会
空中計測・マッピング部会 レーザWG

1

①

樹木や建物等の高さ補正は、現地調査を密にすることにより精度が向上するイメージがあるが、最近はどのような手法で調査しているのか。
レーザで直接とらえることができない部分の精度確保について、どのような取組をしているのか知りたい。

- ▶ 森林では、樹冠を通り抜けて地表面を計測したレーザ点群を抽出し、地形データを作成します。樹木の高さを補正しているわけではありません。また、建物では建物を計測したデータを除去した後に建物周囲の道路等のデータを内挿して地形データを作成しています。この作業をフィルタリングと呼びます。フィルタリングは、写真や等高線、微地形表現図などを用いて品質管理を行っております。
- ▶ 遮蔽部分の対応方法について、各種計測の工夫(点密度、計測重複度、波形記録方式、等)によりできるだけ大きな遮蔽(未計測領域)が生じないようにしますが、それでも完全に無くすことはできません。生じてしまった遮蔽部分は原則そのまま(現地測量等はいりません)ですが、その地形形状等が容易かつ確からしく想定できる場合には、補間点を挿入することもあります。また、GNSSやTS測量などを駆使して補間点を取得する場合があります。

▶ 2

②

最新の技術動向と利用、整備情報を知りたい

- ▶ 最新の技術動向はセミナー発表でも挙げられたとおり、波形記録方式、水中の地盤を計測できるALB(航空測深レーザ: Airborne Lidar Bathymetry)、UAVIによるレーザ計測などがあります。また、当協会発行の「先端測量技術」でも紹介します。
- ▶ 整備状況は当協会のポータルサイトや国土地理院の公共測量データベースをご覧ください
- ▶ 航空レーザデータポータルサイト
<http://www.sokugikyo.or.jp/laser/>
- ▶ 国土地理院の公共測量データベース
<http://www.gsi.go.jp/KOUKYOU/index.html>

▶ 3

③

山林部の地盤高取得において、地上測量を補完できるような絶対精度(～10cm以下)の確保は可能か?

- ▶ 地上測量のように、ピンポイントで絶対精度10cm以下を確保することは難しいです。ただし、面的な計測を行うため、山林部全体を一定の精度を保つことが出来ます。

▶ 4

④

最近のレーザ測量に付属する航空カメラで、どの程度の公共測量の図化（レベル1000 or 2500？）が可能か？レーザの標高データと一緒に図化もお願いしたいという問い合わせが結構あるので…

- ▶ 機材によって対応可能です。航空レーザ付属カメラが作業規程の準則に定めのない測量機器の場合、作業規程の準則の17条に基づく国土地理院への申請と承認が必要となります。

▶ 5

⑤

地上測量と航空レーザ調査成果をどのように利用できるのか知りたい

- ▶ 地上測量は詳細だが狭い範囲の地形データ、航空レーザ測量は広範囲の地形データとなっています。それらを融合し、それぞれ特性を生かすことにより、人の立ち入れない箇所（立ち入りが困難な急傾斜地）の調査、河川計画や維持管理、道路計画、治山など幅広い分野に利用することが可能となります。

▶ 6

⑥

UAVの優位性は何か知りたい。

- ▶ 航空機(固定翼/回転翼)より低コスト(狭い範囲の場合)です。機動性があるため災害箇所など立ち入りが困難な場所での対応、小型・軽量であるため扱いやすく・持ち運びが容易で機材の現場持ち込みによる迅速な対応が可能です。また、狭小範囲においてですが、従来の航空写真測量よりも精度の高いデータを取得することが可能です。加えて、天候障害が少なく計測機会の増加が見込まれます。
- ▶ 一方、従来利用されてきたラジコンヘリによる空撮と比較した場合、以下の特徴があります。
 - ①クアッドコプタータイプの機体は飛行時の安定性が高く操縦者への負担が軽い。
 - ②GNSSによる自動操作も可能である
 - ③機体の構造及びバッテリー駆動により、静粛性に優れる
 - ④高密度点群データの生成により利活用の高度化が図れる

▶ 7

⑦

固定翼航空機の計測点間隔は1m程度だが、実測（詳細測量）の代用として活用できるか。また、グラウンドデータとして残る点群密度はどの程度か？計測季節による差があれば、それも教えてほしい

- ▶ 高密度で計測したとしても、実測と同等以上の計測密度まで達しないため、詳細測量の代用は難しいです。
- ▶ グラウンドデータの採用率については、以前測技協で検討したことがあり、そのときには概ね30%程度でした。ただし、計測機器の高性能化が進んでおり、向上している可能性があります。
- ▶ また、計測時期については、障害となる植生が繁茂している夏期よりも比べ秋～冬季の方が植生下の地面を捉える点が多くなり、地表面標高精度も高くなります。。植生の活葉期ではほとんど点群が返ってこない場合もあります。

▶ 8

⑧

要求精度に対する発注者への説明方法は？（例：1m×1mに1点の照射でうんぬん等）

- ▶ 要求精度（計測密度と標高精度）は作業規程の準則に基づき評価しています。
- ▶ 計測密度の評価は、要求計測密度が1mの場合、対象地域を1m×1mのメッシュに分割し、レーザ計測データの有無をカウントします。対象面積に対するデータの存在しないメッシュ数を求め制限値内であることを確認します。
- ▶ 標高精度は調整用基準点（現地検証点）と比較検証しています。また計測密度やコース間調整結果と共に精度評価しています。

▶ 9

⑨

使用しているソフトウェアを知りたい

レーザ計測データ（テキスト形式）から点群への変換ソフト、DEM（メッシュ）作成ソフト

- ▶ 作業ソフトウェアで用いられているのはTerraScan（Terrasolid社製）です
- ▶ レーザデータの汎用的なデータ形式であるLAS形式であれば、ArcGIS等のGISソフトウェアでも読み込む事ができます。

▶ 10

⑩

波形記録データの解析コストのどの程度割高なのか？

- ▶ 波形記録はデータ取得時のファイルサイズが巨大になるため、データ処理(解析)に時間を要します。特に森林山地部では、樹木のデータも増えデータサイズが数倍と成るため、単純には解析コストは数割～数倍となります。

▶ 11

⑪

日本国内に存在する機材のうち、波形記録機能を有するものは何パーセントか？

- ▶ 日本では、32台の航空レーザ機材が存在し、そのうち波形記録可能な機材は25台で比率は78%となります(引用文献:佐藤浩 地すべり学会誌2015 7月号 Vol.52, No.4 p50～51)。

▶ 12

⑫

植生繁茂期の地形再現性が改善することだが、北海道特有のササ（ネマガリザサがびっしりと繁茂）の場合はどうか？

- ▶ クマザサでは波形記録を使用することにより、地形再現性が改善可能です(ネマガリザサと同様と想定します)。ただし、波形記録の時間分解能の関係から、植生高が1m未満の場合は地形再現性が低下する傾向にあります。地表面をすべて覆い波形記録レーザでも光が当たらない場所では計測はできません。

▶ 13

⑬

超小型UAVに搭載可能な製品のリリース可能性は？（RIEGL社製品でも大きすぎる）

- ▶ 2015年9月現在ではUAV搭載可能なレーザスキャナーはRiegl社の機材(VUX-1)のみです。Riegl社では、VUX-1を搭載する専用UAVをPRODRONE社と開発し、販売予定です。(リーグルジャパンに確認済み)

▶ 14

⑭

機体安定性の低いUAVを利用したレーザ計測では、どのようにして精度確保するのか？

- ▶ Riegl社の機材(VUX-1)とPRODRONE社の専用UAVでは、GNSS/IMUユニットを搭載しており、IMUは200Hzで取得します。これは一般の航空レーザ機材と同等のサンプリング間隔のため、UAV機体の動揺は補正可能です。また、UAVは高度が低いこともあり、角度誤差が位置精度への影響は軽微になります。(リーグルジャパンに確認済み)

▶ 15

⑮

国内の事例をもっと知りたい

- ▶ 測技協で販売している「航空レーザ測量による災害対策事例集」を参考にしてください。
- ▶ <http://www.sokugikyo.or.jp/publication/book/13.html>

▶ 16

⑩

ALB将来展望を知りたい。さらに多くの話題提供をしてほしい

- ▶ ALBは、海洋(水深20～30m程度まで)、河川(水深と水質次第)で利用可能と考えられています。特に、河川に求められる高度な維持管理では、効果を発揮するものと期待されています。

▶ 17

⑪

・グラウンドデータの密度は検査しないのか？フィルタリングではどのような検査を行うのか？

- ▶ グラウンドデータの密度が重要ではなく、地形表現が正しく表されているかに着目しています。・陰影段彩図、オルソフォト、等高線等により、地形表現に不合理がなくなるまで作業を行います。

▶ 18

⑱

・点群データを無償提供してほしい

- ▶ 点群データとしては、国土地理院にて「基盤地図情報(<http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>)」として、5mDEMが一般公開されております。なお、データのご利用方法次第では、利用申請が必要な場合がございますので、「地図の利用手続き(<http://www.gsi.go.jp/LAW/2930-index.html>)」をご確認ください。

▶ 19

⑲

レーザ計測点群にデジカメのRGBを付加できるのか？

- ▶ 専用のソフトウェア(TerraScanなど)とフォーマット(Las1.2以降)であれば対応可能です。ただし、公共測量の成果品仕様では、点群データに色情報を付与しないため、別途処理が必要になります。

▶ 20

⑳

検定機関は「グラウンドデータ密度」の評価基準についてどのように考えているか？

- ▶ グラウンドデータの密度については、評価基準はありません。あくまでも、地形表現の適否について検定を行っています。

▶ 21

㉑

検定における微地形表現図の導入予定は

- ▶ 今のところ予定はございません。理由としましては、微地形表現図は各社で作成手法が異なるため、検定に導入することは難しい状況です。

▶ 22

⑳

レーザーデバイスの小型化が難しい理由は？

- ▶ レーザ照射機器の小型化は進んでいますが、航空レーザーの運用にあたってはレーザー照射機器の他、GNSS/IMU機器、デジタルカメラ、操作モニター、データ格納用HDDなど、周辺機器が複合的に組み合わさっているため、トータルで大型のシステムになってしまう傾向にあります。

▶ 23

㉑

活断層について、どの程度の規模まで把握可能か？（国内の断層のうち何%程度か？）

- ▶ 都市部では地形改変によって、断層の判読が困難です。航空レーザーから作成した微地形表現図を用いることによって都市部の断層調査が国土地理院をはじめ様々な研究機関でなされています
- ▶ これまでの研究成果の報告では、地震直後に地表面に表出した断層の判読事例や都市部における地表面のわずかな段差等を判読し断層による変動地形を判読した成功例が有ります。

▶ 24

⑭

山林開発行為では、地上単点測量の代替として実施設計に使えるレベルの標高精度を達成できるか？

- ▶ 概略設計、予備設計には航空レーザは、対応可能と想定するが、詳細設計の段階では、要求精度や設計条件により実測を追加する。航空レーザと実測によるハイブリット工法の場合、状況、条件によっては、実測を軽減できるなどのメリットがある場合もある。

▶ 25

⑮

家屋など地面を計測できない（もしくはデータ密度が薄い箇所）のグリッドデータ作成方法は？

- ▶ 周囲のグラウンドデータからTIN法等により補間を行う。地形を正しく表現できない場合は、ブレイクラインにより補間を行い、グリッドデータを作成している。なお、データの欠損が多い箇所については、Kriging法により内挿補間することができるものとする。」

▶ 26

②6

低密度ポリゴンが制定された背景は？

- ▶ 航空レーザ計測では、樹木が繁茂しているような箇所では、地表を取得するデータが少なくなり、取得している点の間隔が10m以上になることが想定される。その場合は、地表を捉えている点のみで補間されることになり、実際の地形を表現することが出来ないため、信憑性に欠ける場所と言える。そのため、エンドユーザが、データを利用する際に信憑性に欠ける箇所を示しておくことによりデータの信頼性を高めることを目的として制定されている。

▶ 27

②7

機関毎に整備されているデータは統合されているか？

- ▶ 隣接地区との整合性検証を目的に「地区間検証」を必ず実施しているため、機関毎のデータの整合性はとれているが、一つのデータとして取り纏めは、原則行われていない。また同一地域を複数回計測した場合、経年変化(土砂移動など)を抽出する目的であるため、同じ場所を取得している箇所もあるため、統合自体は行われていません。

▶ 28

⑳

整備済データに対応する写真もあるのか？ 地物の判読が可能か？ 整備済データを用いて、たとえば1/1000の地形(地物)図の作成は可能か？

- ▶ 基本的には、データを整備する際には同時に写真も撮影しているため、同じエリアの写真は存在しますが、地区によっては写真が無い場合もありうる。
- ▶ 地物(道路、建物、河川など)の確認は、可能です。しかし、写真の解像度によるため、細かい地物を判読することは難しい。
- ▶ 搭載されたカメラ、撮影状況によりますが、地図情報レベル2500の地物判読は可能です。地図情報レベル1000となると従来の写真測量用のカメラを用いないと難しいです。
- ▶ レーザデータによる微地形表現図も併用すれば、より判読しやすくなると思われます。

▶ 29

㉑

写真図化は減っているのか？

- ▶ ・日本の高度成長期による、国、都道府県、地方自治体が必要とする多様な基本的地形図、道路、河川の台帳図、インフラ整備に係わる地形図は大半が整備され、現在は経年変化修正の需要であり、新規図化の需要は減少し、修正・更新ヘシフトしている傾向にあります。レーザ計測の発展が原因というわけではありません。
- ▶ 写真図化による地形図作成業務が完全に無くなることはないと考えられます。また、航空レーザによって写真図化の需要が減るということも無く、お互いの弱いところを補完し合う活用が進んでいます。

▶ 30