

車載写真レーザ測量システム（MMS）および航空レーザ計測による  
定期点検測量および路面性状調査

アジア航測株式会社 事業推進本部  
センシング技術統括部 計測技術部  
山崎 廣二

1. はじめに

近年新たな計測技術として発展を続ける車載写真レーザ測量システム（以降MMS）は、レーザスキャナ測距精度、計測密度も数年前より向上しており、路面性状調査車両の性能を有する機材も数多く存在している。また航空レーザ測量は、MMSと比較すると上空 1,300m程度より照射することでレーザ密度は薄いものの、空港周辺の地形状況を把握するには十分な三次元計測結果を得ることができる。この技術報告では、MMSおよび航空レーザ測量成果を用いた空港施設計測、および大容量の三次元計測データの成果と今後の空港における維持管理に特化した自社製ソフトウェアを紹介する。

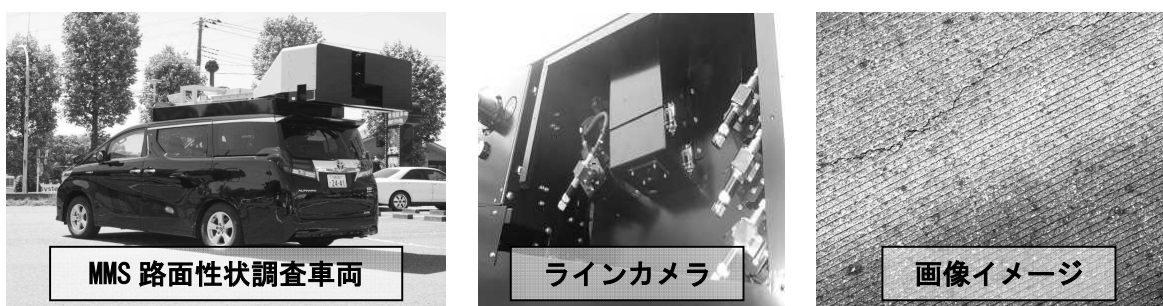
2. 車載写真レーザ測量システム（MMS：モバイルマッピングシステム）

MMSはレーザスキャナ、デジタルカメラ、GNSS/IMU等のセンサーを組み合わせ、走行経路周辺の空間情報等を取得するシステムである。取得できるデータは主に三次元点群データ、デジタルカメラ画像・全周囲画像である。三次元点群データは直角平面座標のX,Y,Z情報に加え、デジタル画像からの色情報やレーザスキャナの反射率なども取得しており、走行経路周辺の現地状況をコンピュータ上で再現することができる。



また近年ではMMS車両にラインカメラ（最大 0.25mm までのひび割れが判読可能である高精細画像を取得できるセンサー）と3点変位計を追加搭載したMMS路面性状調査車両も存在しMMSの活躍の幅はさらに広がっている。

ここではMMS路面性状調査車両によって得られた点群密度 2,000 点/m<sup>2</sup>以上の点群データから①定期縦横断測量を実施した事例と②路面性状調査の結果を紹介する。



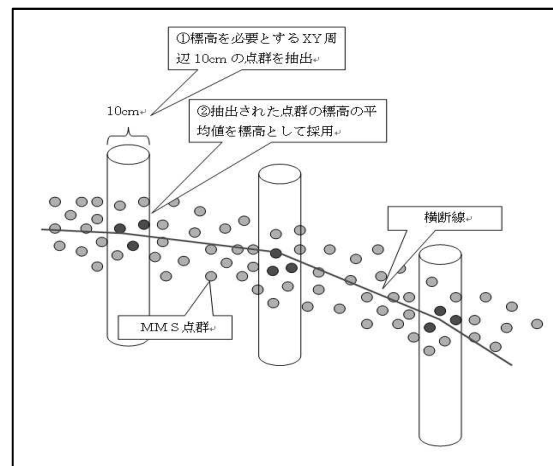
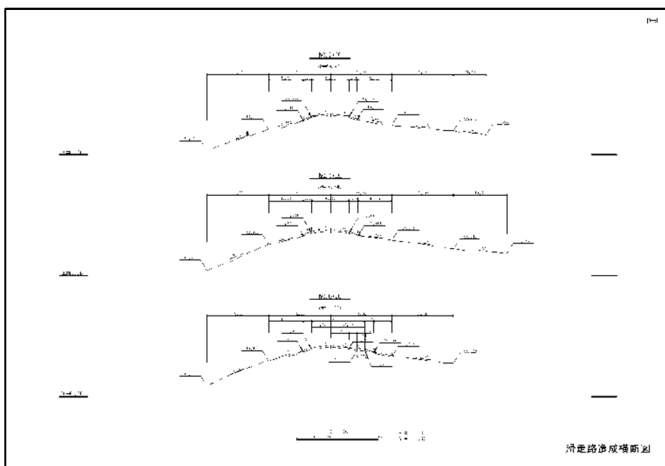
MMS点群データ精度は、基本的にGNSS/IMU精度に依存する。空港敷地内は上空が開けており、GNSS/IMUデータ取得状況は良好であり、補正なしでも十分な精度を得られることは想定できるが、縦横断測量に耐えうる精度を確実に確保するために、点群の調整用基準点配置を行った。調整用基準点は点群データ上で明瞭に判読できる白線の角などで選点した。滑走路は滑走路中心および滑走路端の両端と真ん中9点を配置し、精度検証用として調整用基準点間に検証点を設置した。

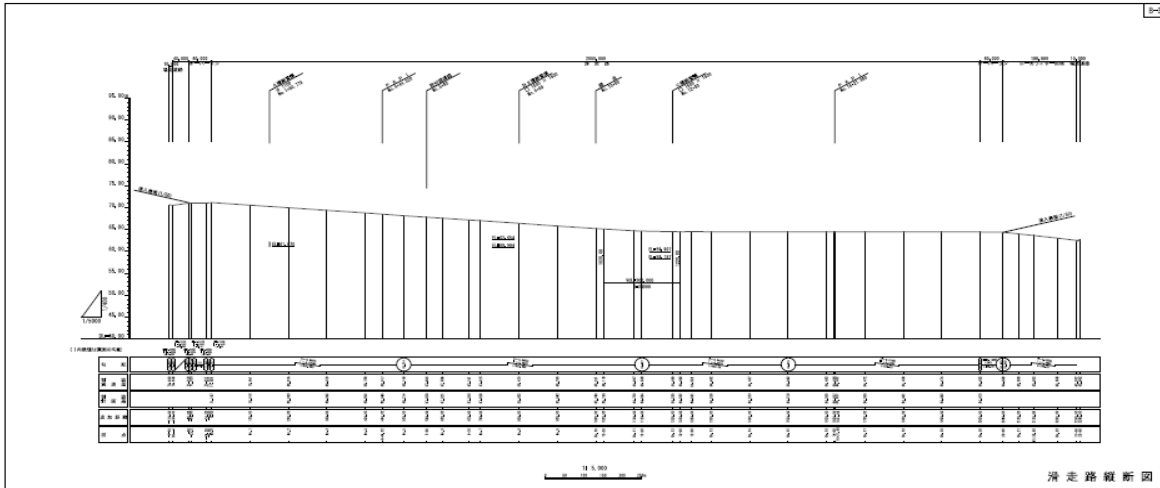


精度検証結果、標準偏差で水平3cm、標高2.5cm以内を確保している。縦断測量精度は、4級水準測量精度である。滑走路延長3,000mであることを想定すると、3.4cmが許容較差である。また横断測量は滑走路中心から滑走路端22.5mを想定した場合、水平方向4.5cm、垂直方向4.3cmであることから、十分な精度を得られた。

① 定期縦横断測量

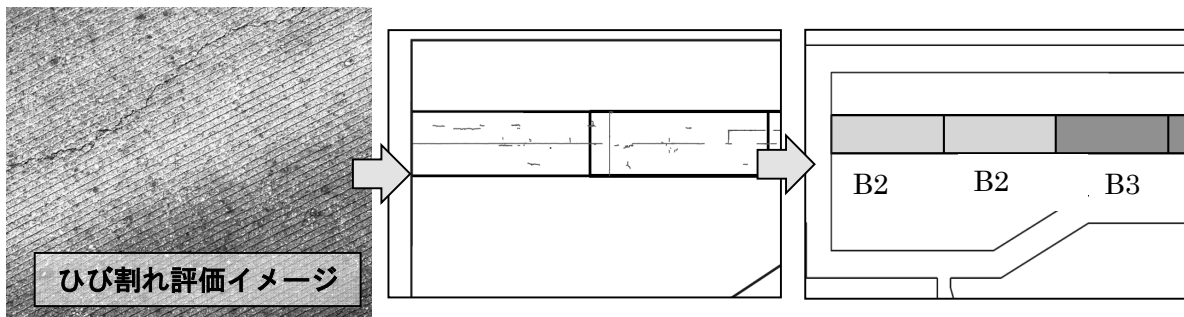
定期縦横断測量は、滑走路、誘導路、駐機場について一定の間隔および特定の個所において中心線測量、縦断測量、横断測量を実施する。規定勾配・過去成果との比較によって舗装補修の必要性を判断できる測量成果である。従来手法は直接測量手法で1測線単位で測量する手法であるが、今回は面的に整備したMMSによる点群データより縦横断図を作成した。



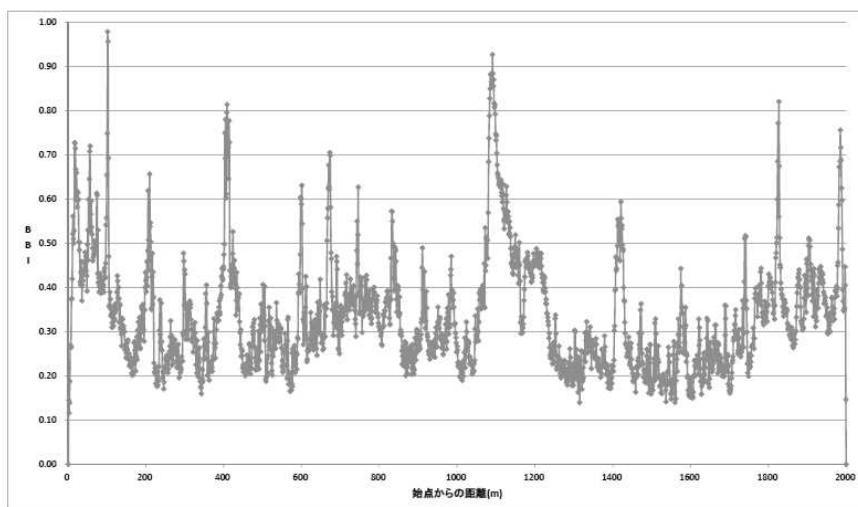


## ② 路面性状調査

路面性状調査は、空港舗装補修要領に準じて実施する舗装調査の一つである。路面性状調査車両を用いた調査手順も記載されていることから、MMS 路面性状調査車両でも同様の手法で調査を実施した。MMSによるひび割れ調査では、中間成果としてひび割れ形状を記録することが可能である。したがって中間成果を蓄積することで過去調査結果との比較が可能になり、正確なメンテナンスサイクルの算出が可能となるデータとなりうる。



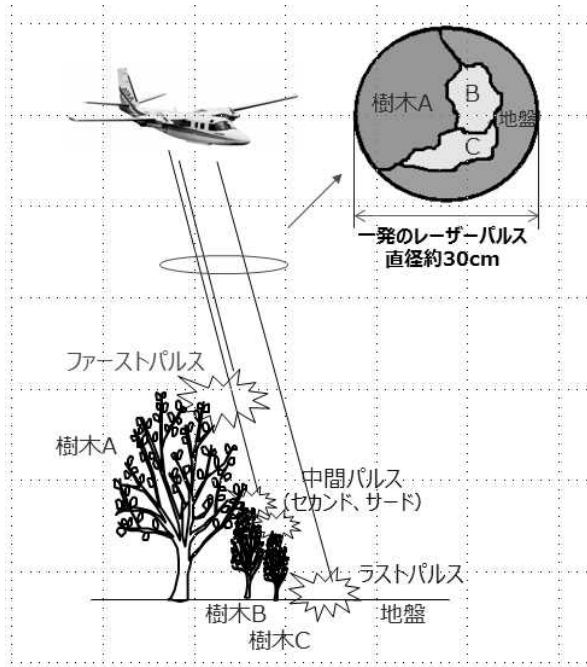
また点群データよりわだち掘れに加え、BBIを算出することも可能である。



BBI 評価イメージ

### 3. 航空レーザ

航空レーザ測量は、航空機にレーザスキャナ、GNSS/IMU を搭載し、上空より三次元点群データを取得するシステムである。MMSと比較すると点群密度は薄く(4点/m<sup>2</sup>) なるが、広範囲(100km<sup>2</sup>/日) を短時間で計測することが可能である。またレーザのフットプリントがMMSと比較すると大きいため、樹木の下にまでレーザが到着し、樹高と地盤データを同時に取得できることが特徴である。



航空レーザ点群イメージ

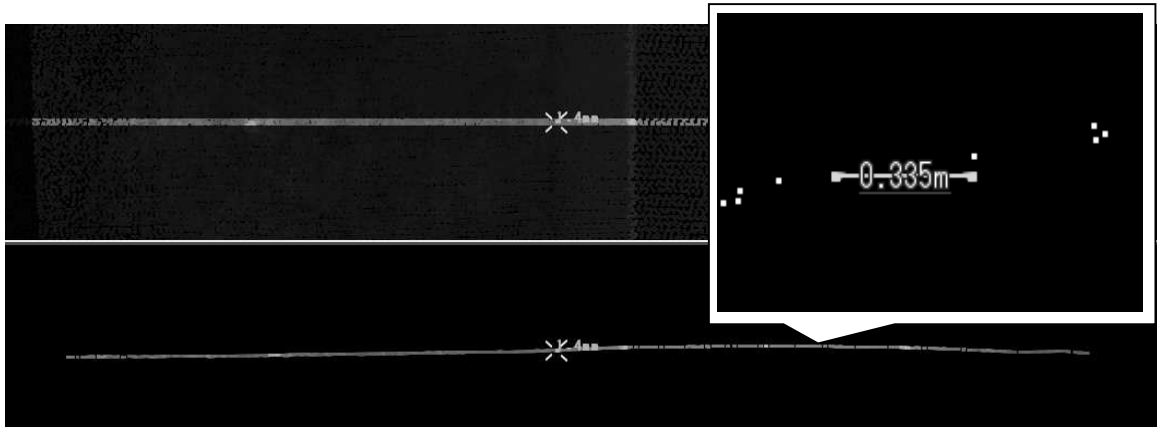
#### ① 制限表面近接物件調査

空港に設定されている制限表面は広大なエリアであるが、航空レーザで計測すると短期間での計測が可能である。計測で得られた点群データと制限表面高を比較することで面的に近接物件を把握できる。また任意の点で横断的に確認することで今後近接する可能性のある樹木など今後のメンテナンスサイクルも把握可能である。



#### ② 着陸帯における勾配状況の概要把握

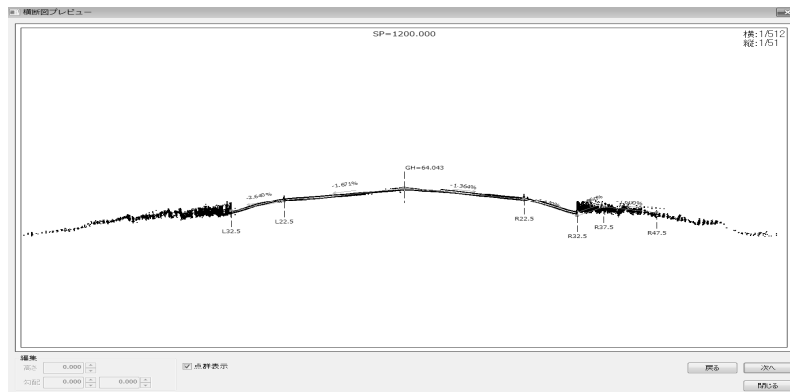
MMSのレーザスキャナは車両より100m程度の測距性能を有しているが、車両より遠くなるほど点群密度と計測精度は低下する。このため敷地が大きい着陸帯についてはMMSの点群ですべてを網羅することは難しいが、これを航空レーザの点群データで補間し、概略勾配が把握できる。



航空レーザ断面イメージと点群密度

#### 4. LaserMapViewer

今回計測した点群データは、非常に高密度で広範囲にわたるため、データ量も膨大な量になる。一般的なCADソフト等で表示するには時間がかかり、点群データの利活用の課題になっている。そこで高密度で大容量な点群データでも軽快に動作するビューソフトウェア”LaserMapViewer”（以降LMV）for airportを自社開発した。LMVはLOD手法（Level Of Detail手法）を活用し、三次元空間を確認するために必要な点群を高速で読み込む機能を搭載している。今回はLMVに空港施設管理用の機能（縦横断作成機能）を搭載した。空港座標と測点情報を登録することで自動的に縦横断を作成する機能である。



今後も開発を進め、制限表面の解析結果を色分で表示できる機能などを開発する予定である。LMVは自社開発であるため、カスタマイズが容易であり空港維持管理により特化したソフトウェアの構築を目指す。

#### 4. その他

従来、点（2次元データ）に比較し面的な3次元データは情報が多く、様々な利活用の可能性を秘めている。今回の3次元点群データ技術紹介は、利活用の一部である。今回の報告を通じて空港施設3次元点群データの活用イメージを膨らませていただき、皆様と更なる利活用シーンの意見交換にて、今後の空港施設維持管理のさらなる効率化に寄与いたします。

（資料提供：北海道根室中標津空港）

以上

