

航空レーザ計測における コース間調整向上の検討



吉永 剛¹・濱田 史生¹

1. はじめに

航空レーザ計測において、コース間調整はオリジナルデータ作成の過程においても大変重要な工程であり、微地形を正確に表現するためには、計測時のGPS/IMUの精度等を考慮し、コース間の調整を行わなければならない。一般的にこの問題は市街地の所定の建物や滑走路等の平坦な箇所で行なう。

本検討のサンプルは、キャリブレーションサイトのない山間地域である。対策としてコース延長のラップ部分にある集落でキャリブレーションを行い、コース間較差の確認方法として、山間部での非線形最適化手法によるコース間の調整確認を実施した。

2. サンプルの特徴

計測対象地域は北アルプスの山間地域であり、周囲には小さな集落しかない。図1に示

すコースを固定翼機を使用し、地上イニシャライズ、計測開始前・後に5分間の直線飛行およびS字飛行を実施し、計測密度1.0点/m²で計測した。精度管理基準は、「航空レーザによる数値標高モデル（DEM）作成マニュアル（案）」に準拠し、GPS解析結果はPDOPが3以下、衛星数が5個以上と規定値内であった。しかし、図2に示す立体図では、コース間のラップ部分に凹凸があり、較差が生じていた。

3. コース延長線における調整方法

3.1 調整項目

コース間に較差が生じる原因として、GPS/IMUのイニシャライズが不完全である可能性が考えられる。そこでIMUのRoll角・Pitch角・Heading角を調整する。また、レーザ計測機器のScale角も定期キャリブレーション

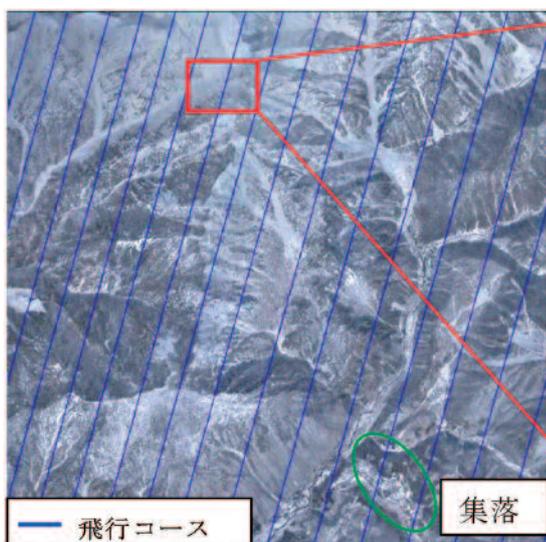


図1 計測範囲及び飛行コース

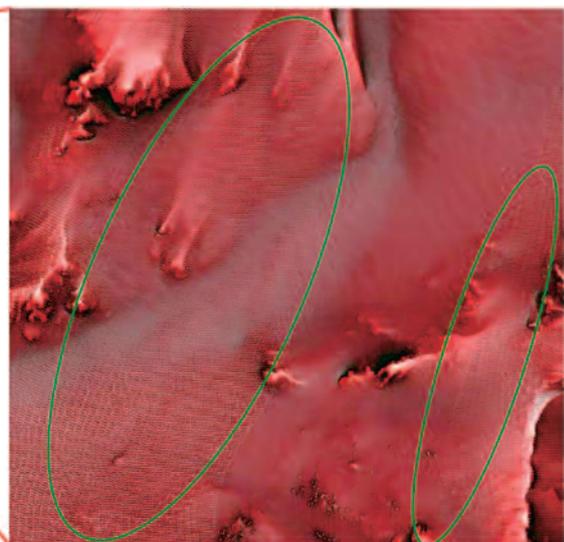


図2 調整前の赤色立体地図

¹ アジア航測株式会社

ンで調整済みではあるが、コース間較差の原因となるため、Roll角・Pitch角・Heading角・Scale角の4項目を調整の対象とした。

3.2 断面図作成箇所

角度の調整は、延長されたコース上のラップ部分で、レーザ計測点が図4に示すように傾斜がある建物上で行なう。図5に示す、飛行方向が対向する2コース間と同方向の2コース間に対して直交・平行にA~Dの4つの断面線を設定した。

3.3 調整方法

表1は、Roll角・Pitch角・Heading角・Scale角を変化させたときに、各コースのレーザ計測点（コースデータ）の相対関係が変化の有無を示したものである。○はコースデータの相対関係が変化する項目であり、×は変化しない項目である。一つの設定値を変化させると、表1に示すように各断面に影響する。例えば、Heading角を調整すると4つの断面ともコースデータの相対関係が変化する。断面Aは、Roll角・Heading角・Scale角の3つを調整すると、コースデータの相対関係が変化する。また、断面Dは、Heading角のみがコー

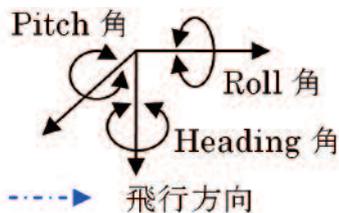


図3 IMU座標軸

データの相対関係を変化させる項目であることから、最初に断面DでHeading角の調整を行ない、Heading角の調整不足が原因で発生したコース間較差を解消させる。この調整により他の断面の補正もできる。次に、断面Cのコース間較差の原因はScale角だと限定できる。以上から表2の①~④の順に調整を行なった。一度調整しても各断面図にコース間較差が生じている場合もあったが、再度①~④を繰り返し、コース間の較差が最小となるように各項目の調整値を算出した。

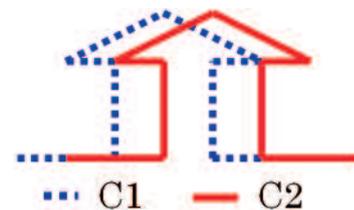
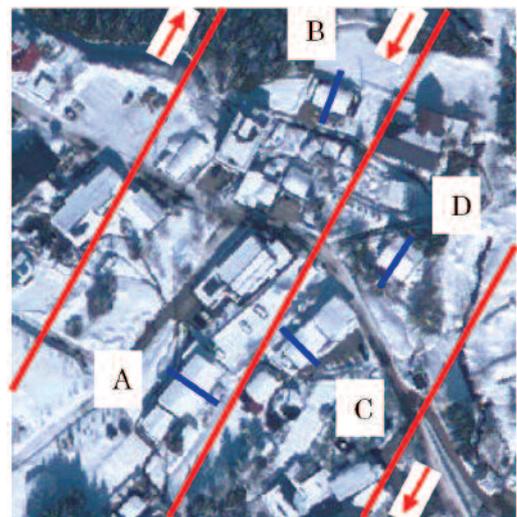


図4 断面図のイメージ



— コース — 断面図

図5 断面図作成例

表1 各断面に対する調整項目

断面		調整項目				
番号	飛行方向	断面方向	Roll角	Pitch角	Heading角	Scale角
A	対向	直交	○	×	○	○
B	対向	平行	×	○	○	×
C	同向	直交	×	×	○	○
D	同向	平行	×	×	○	×

表2 調整項目順

	断面番号	調整項目
①	D	Heading角
②	C	Scale角
③	B	Pitch角
④	A	Roll角

○：調整効果 大 ×：調整効果 小

4. 確認方法

4.1 非線形最適化手法によるコース間較差の確認

算出した調整値を用いて再作成したデータから、コース間の一部のDEMを作成し、非線形最適化手法により、DEMの差分が最小となる移動量を算出した。結果は表3に示すように平面方向の移動量、高低差の移動量ともに、0.25m以下となった。また、タイポイントによる検証でも、RMSEが0.10m以下となり、コース間の較差が解消した。

表3 非線形最適化の結果

	移動量 [m]
X	0.20
Y	0.25
Z	0.10

4.2 立体図による目視確認

断面だけではなく面的に較差が解消したことを確認するため、コース間較差が解消したデータから、微地形の表現に優れた特許技術である赤色立体地図を作成した（特許第3670274号）。図6に調整前の赤色立体地図、図7に調整後の赤色立体地図を示す。調整前

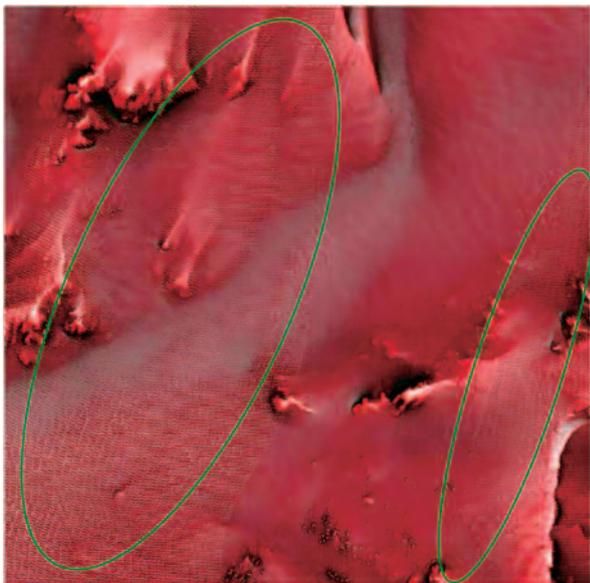


図6 調整前の赤色立体地図



図7 調整後の赤色立体地図

と調整後を比較すると、コース間較差が原因である凹凸が滑らかな地形となっていることから、適切な調整量であった事が確認できた。

5. おわりに

本検討では、飛行方向とコース間のラップ部分に建物があることが条件となるが、航空レーザ計測のキャリブレーション方法として有効であることを確認した。今後は、建物が全くない計測地域でのキャリブレーション方法を検討したい。

発表日：2008年6月18日

■参考文献

財団法人日本測量調査技術会発行 図解
航空レーザ計測 基礎から応用まで

■発表者

吉永 剛（よしなが たけし）
アジア航測株式会社