

波形記録式航空機LiDARデータの解析手法の開発

Development of Processing Algorithm on Full Waveform Airborne LiDAR

本田謙一・前田佳子・今井靖晃・武田浩志・赤松幸生 (国際航業)

1. 研究背景と目的

航空機LiDARの技術動向

「波形記録式LiDAR」の普及

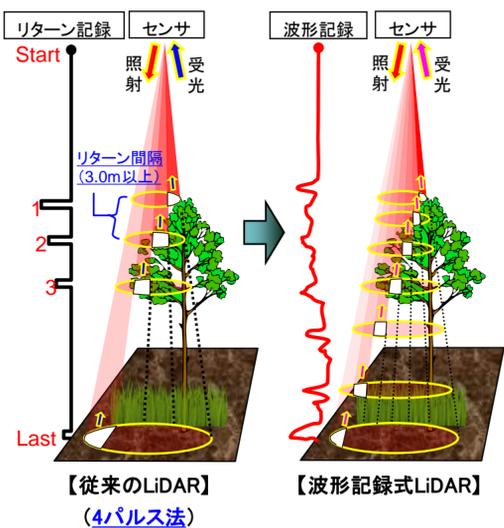
- 従来LiDAR: 反射強度の強いピークを離散的に記録
- 波形記録式LiDAR: 地物や地表面からの反射を連続的な波形で記録
- 従来見落とされていた地物や地表面からの微弱なリターンを取得することにより、地形計測の高品質化が期待

代表的な波形記録式LiDAR

- ALS60, ALS70-HP (Leica Geosystems) ⇒ 固定翼(セスナ)搭載
- Harrier56, Harrier68i, ALTMOrion M300 (Optech) ⇒ 回転翼(ヘリコプター)搭載
- LMS-Q560, LMS-Q680i (Riegl) ⇒ 回転翼(ヘリコプター)搭載

本研究の目的

航空機搭載の波形記録式航空機LiDARデータを用いて、地盤からの微弱なリターンパルスを抽出する手法を開発すること



2. 波形データ処理手法の開発

既往研究

EMアルゴリズムによるピーク抽出

観測波形をガウス関数の足し合わせと仮定し、EMアルゴリズムでピークを抽出

EMアルゴリズム

- 期待値最大化法
- 期待値(Expectation)ステップと最大化(Maximization)ステップを反復計算し、最適解を得る

課題

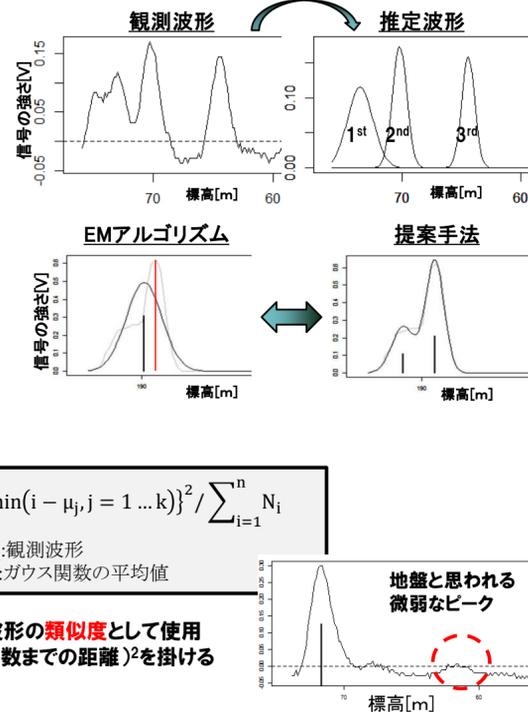
- 初期値によって結果が異なる
- 微弱なパルスを抽出すると、ノイズを過剰に拾う
- 観測波形が複雑な場合、ピークを精度よく抽出することができない(2つの波が重なっている場合等)

正規化モーメントの利用

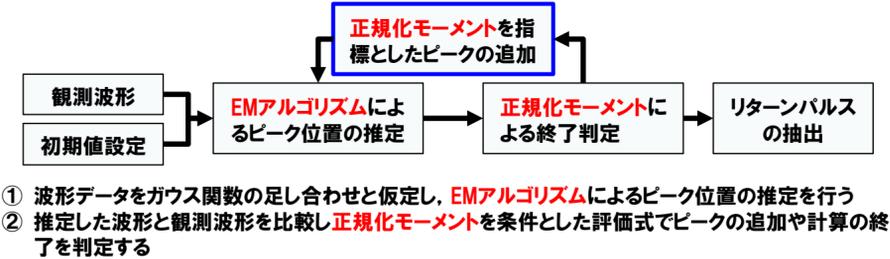
$$NM_i = (E_i - N_i) \left\{ \min(i - \mu_j, j = 1 \dots k) \right\}^2 / \sum_{i=1}^n N_i$$

E_i : 推定波形
 N_i : 観測波形
 k : ガウス関数の数
 μ_j : ガウス関数の平均値

- 観測波形とEMアルゴリズムによる推定波形の類似度として使用
- 観測波形と推定波形の差分に(ガウス関数までの距離)²を掛ける → 遠い差分を重視する



提案手法



4. 使用データ

【使用したデータの諸元】

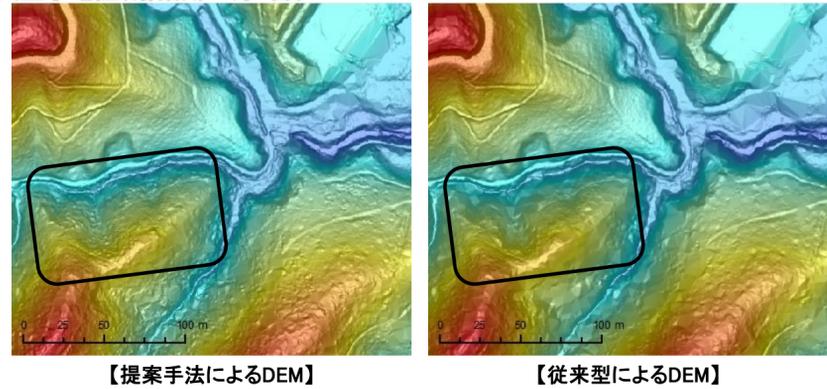
データセット名	八王子地区	丹那地区
撮影年月日	2012/4/2	2012/9/12
撮影場所	八王子市	三島市
撮影高度	4,000ft	5,600ft
FOV	25°	25°
スキャン幅	540.6m	473m
フットプリント径	0.37m	0.28m
照射密度	4.1点/m ²	7.0点/m ²

【ALS70-HPの諸元】

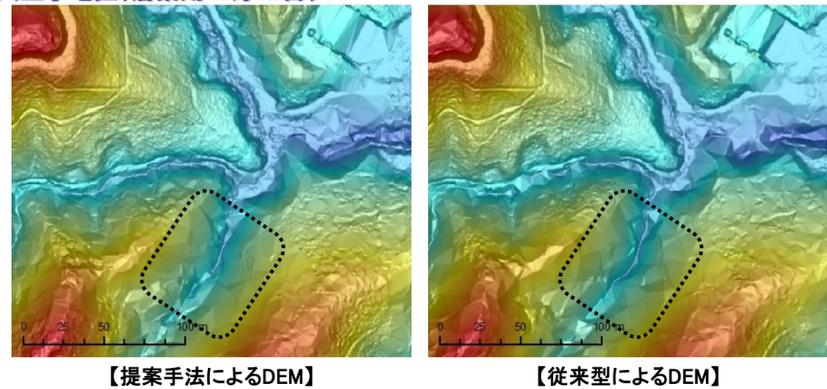
最大対地高度	~3500m(約11500ft)
最大視野角	75度
最大スキャンレート	200Hz
最大パルスレート	500kHz
スキャンパターン	Sine型 (Sineカーブ形状で取得) Triangle型 (ジグザク形状で取得) Raster型 (一定方向の平行線で取得)

5. 解析結果

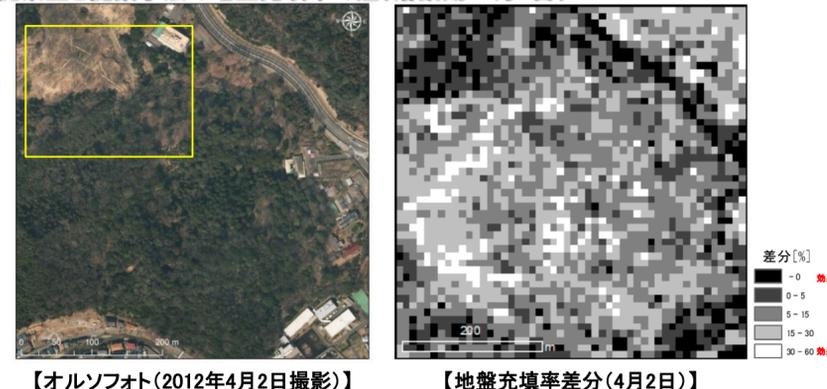
八王子地区(落葉期:4月2日)



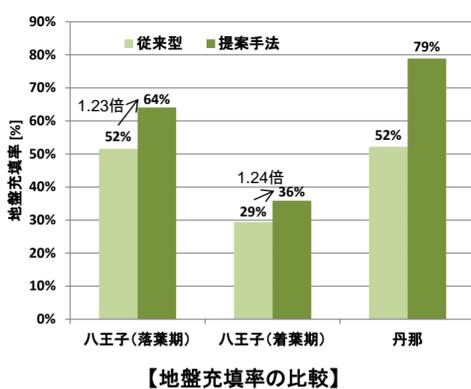
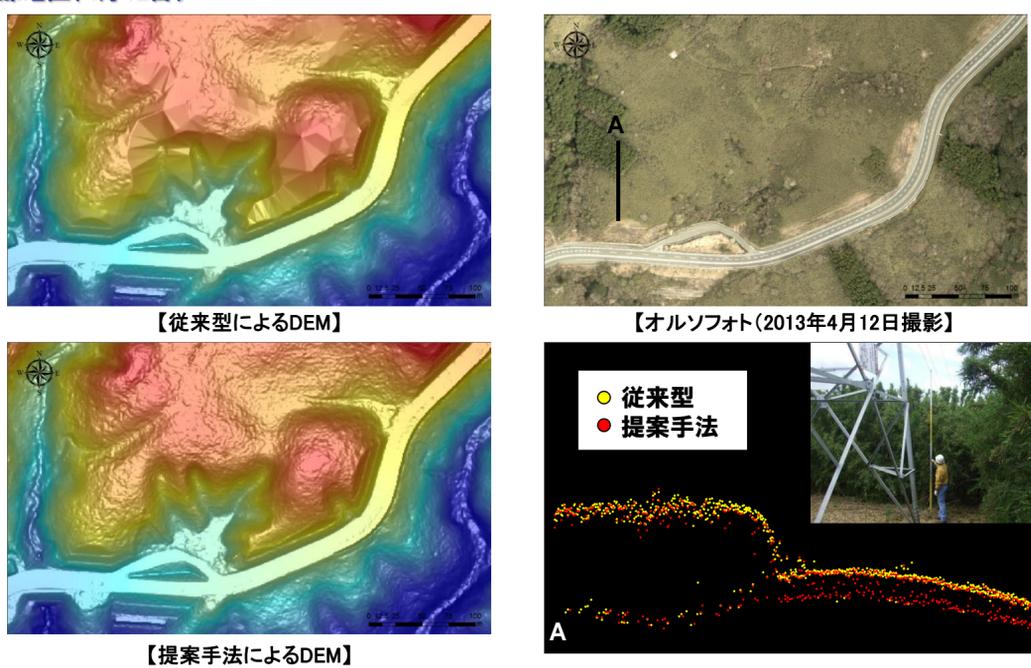
八王子地区(着葉期:9月12日)



従来型と提案手法の地盤充填率の差(落葉期:4月2日)



丹那地区(4月12日)



地盤充填率

グラウンドデータが1点でも存在する1mGridの割合

比較結果

- 提案手法により従来型よりも地盤充填率が向上
- 落葉期、着葉期ともに約1.2倍の地盤充填率の向上
- 丹那地区の3~4mのササに密に覆われた領域で大幅な向上

提案手法と従来型の地盤充填率の向上

- 植生被覆に依存すると効果の違いがみられる
- 裸地: もともと地盤充填率が高いため向上が少ない
- 常緑林: 地盤充填率が低く、増加はするものの効果は少ない
- 混交林: 地盤充填率の増加が大きい
- ササ地: 従来型の地盤充填率は低い、大幅に向上する

6. まとめ

- EMアルゴリズムと正規化モーメントを組み合わせた手法により、波形データからポイントを抽出する手法を開発
- 従来型よりも地盤充填率が向上していることを確認できた
- 波形記録式LiDARの効果は植生に依存大きくしていることがわかった