

ISS 搭載型ライダーの地盤高推定精度の評価

日大生産工(院) ○野上 裕都
 日大生産工 朝香 智仁
 日大生産工(特任教授) 岩下 圭之
 日大生産工(特任教授) 杉村 俊郎
 日大生産工 野中 崇志

1. はじめに

衛星ライダーとして2018年12月より、国際宇宙ステーション (ISS) に GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) が搭載され、運用されている。GEDIはNASAが運営するミッションの一つで、バイオマス量を推定するため、波形記録式のライダー観測を行うことで、森林樹冠の高さ、樹冠の垂直構造、および標高等を観測している。よって、観測地点の樹木等だけでなく、地盤高も観測できるため、数値表層モデル (DEM) のプロダクト (L3 データ) も生成され、ダウンロードできるようになっている。しかしながら、GEDI の L3 データである全球を対象とした 1km メッシュ DEM は、L2 データをどのようなアルゴリズムによって空間内挿しているか、その内容は公開されていない。

著者らは、L3 データの元データとなる L2 データについて理解することで、L3 データの空間分解能を 1km メッシュよりも向上させることを最終的な目標に設定している。本研究では、GEDI の L2 データによって推定された地盤高と、現地調査によって観測した現況の地盤高について比較することで、L2 データの精度評価を目的とした。

2. 使用データ

GEDI は ISS の軌道に沿って 1 観測あたり直径 25m のフットプリント円¹で観測されており、データの詳細は観測位置情報(緯度経度情報)及び観測標高、反射強度波形のデータが格納されているため、現地調査が可能な地点についてまずは検討を行った。本研究では、対象地域として千葉県内で比較的距離が離れた 2 地点で検証することを目的に、日本大学生産工学

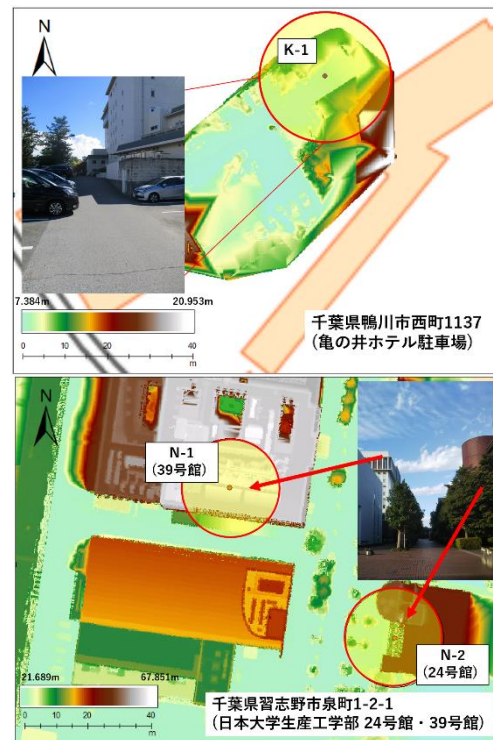


Fig.1 各観測点のDSMと現況図

部津田沼キャンパスと千葉県鴨川市西町付近を選定し、それぞれ2022年8月8日及び2023年8月25日に現地調査を行った。

3. 解析方法

研究対象地とした地点について、GEDIのショットナンバーを元に、L2データの最小標高値と最高標高値のデータを選択した。また、L2データの元データとなるL1データの波形データも補助的に使用することとした。GEDIのL2データでは地盤高をlowest mode、樹冠高をhighest returnとして記録しているため、フットプリント内の地盤高をlowest mode、フットプリント内で建物等の最も高い地点標高をhighest returnとして考えることとした。

Estimation Accuracy Assessment of Ground Height for
The ISS-Mounted Lidar

Yuto NOGAMI, Tomohito ASAKA, Keishi IWASHITA, Takashi NONAKA and
Toshiro SUGIMURA

津田沼キャンパスでは、2022年8月8日に UAVライダーで観測した三次元点群データを、ラスタ変換することで数値表層モデル (DSM) データを生成し、それをGEDIと比較する現地調査データとした。また、鴨川市西町付近では、仮想基準点方式のネットワーク型 RTK-GNSS測量と地上設置型レーザスキャナ (TLS) によって取得したデータを利用することとした。なお、津田沼キャンパス内で発見できたフットプリントは2点で、測点名をN-1、N-2とし、千葉県鴨川市西町付近で発見できたフットプリント1点は、測点名をK-1とした。

4. 結果と考察

測点N-1、N-2及びK-1について、GEDIのL2データから抽出したlowest mode及びhighest returnの数値と、現地調査データとの誤差についてまとめたものをTable1及びTable2に示す。

ただし、K-1の現場データを解析した結果、3次元点群データを観測した際に映り込んでしまった車や影などにより正確な座標を入れることができなかつたため、観測の中心点標高のみを使用した。

結果として、N-1及びN-2はlowest modeが2m以内の誤差で推定できており、highest returnについては、3m程度の誤差の範囲で推定できていた。これは、GEDIの観測目標が±3m以内の誤差であるため、概ね問題ないと思われるが、数mの誤差は含まれてしまうものであることが伺える。一方で、K-1については、誤差が40m以上と、非常に大きな誤差が生じていることがわかった。このK-1で発生した誤差の原因を調べるために、GEDIのL1データをグラフ化して分析することとした。Fig.2はL1の波形グラフで横軸を時間、縦軸を反射強度で表され、反射強度が高い部分の両端を観測幅として示している。プロファイルから誤差が比較的小さかったN-1及びN-2と比較して、K-1のグラフは波形が一定に乱れたものとなっていることがわかった。これは、GEDIの観測時に何らかの影響（例えば被雲など）で観測が正常に行われなかったことと思われる。反対に、建物を多く含んだ範囲のN-1に比べて建物が少ないN-2のグラフを比較するとファーストパルス(FP)とラストパルス(LP)の反射強度が逆になっていたことがわかった。建物の含有率が高いN-1のFPで高い反射強度を観測していることから建物が反射強度に影響していると考えられる。これはLidar(レーザー)の性質である白に近い色の反射強度が高いことから建物の平面部分が白くて広い場所が多く観測されたことが影

Table1 鴨川市(亀の井ホテル駐車場)における GEDIの観測誤差

観測地点	lowest mode
K-1	43.753m

Table2 習志野市(日本大学生産工学部)における GEDIの観測誤差

観測地点	lowest mode	highest Return
N-1	0.703m	-3.768m
N-2	1.858m	1.722m

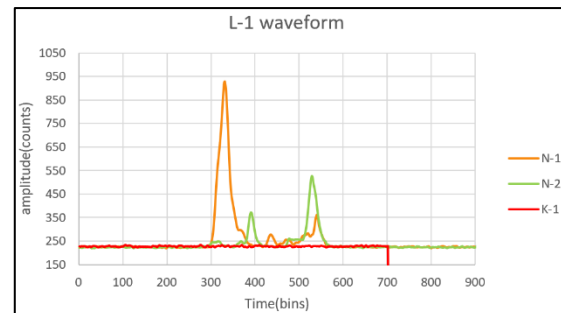


Fig.2 各地点のL1観測波形グラフ

響していることから本来はLPの平地部で反射強度が大きくなるN-2のようになるところ、地面よりも平らな建物の方が反射強度の値が高くなってしまったことが原因と思われる。

結果から、N-1及びN-2のようにフットプリント内に建物などがある場合、含有率によってL1データの波形の形状は異なるものの、地盤高は比較的精度よく推定できていることがわかった。一方で、K-1のように使用できないデータも含まれていることが分かったが、このようなデータはダウンロード前に判断することが現状ではできないため、この対応方法については今後を検討課題となった。

5. まとめ

本研究では、現地調査に基づき、L2データの地盤高推定精度の評価を行った。GEDIにはK-1のように、観測ができていない場合があるため、1kmメッシュDEMであるL3データは、L2データを全て集めているわけではないことがわかった。よって、今後はL3データの空間分解能を向上させるために、L2データのサンプル数を増やし、さらなる知見を増やす予定である。

参考文献

- Michelle Hofton, J Bryan Blair. , “Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) for GEDI Transmit and Receive Waveform Processing for L1 and L2 Products”, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD (2019) p.4~36