

レーザ高度計による流氷と氷結湖面の表面粗度の観測

Observation on the Surface Roughness of Sea Ice and Frozen Lake
by a Laser Altimeter

石津美津雄、板部敏和、前野恭、水谷耕平

Mitsuo Ishizu, Toshikazu Itabe, Takashi Maeno, Kouhei Mizutani

郵政省 通信総合研究所

Communications Research Laboratory, MPT

Abstract: An airborne laser altimeter has been constructed to make an altimetric survey in snow regions. The final goal of this study is to measure the variations of the total polar ice amounts by the laser altimeter from space. These changes are strongly influenced by green-house effects and give us an important information about the heat budget of the earth. In this paper we present the results of the analysis of the test-flight data taken at the Okhoutuk Sea and Lake Saroma in 1993-1995.

1. 序

地球大気環境の変化による地球温暖化が心配されている。温室効果ガスや成層圏エアロゾルは、化学反応過程を通して相互に密接に関係し、これに気温、気圧、湿度など大気条件が絡んでくるので、CO₂やCH₄などの増加が直ちに温室効果に結びつくものでないことはよく知られている。温暖化予測モデルの改良は熱心に研究されているところであるが、地球全体の温暖化傾向を観測することも重要である。南極氷床は安定した気圧配置の中にあり、人為的影響が少ないところであるため、全氷量の変化の観測は温暖化の観測によく適している。これを季節変化を含めて観測できるのは衛星搭載レーザ高度計である。米国ではGLAS計画が進行中であり⁽¹⁾、打ち上げが決定されている。通信総研でも、1991年からレーザ高度計の開発を始め、1993年から流氷の到来した時期に、網走市周辺の海上とサロマ湖上空で試験飛行を行ない、結果を発表してきた⁽²⁾。本発表では、1993-1995年のデータを統計的に処理し、雪氷面の表面粗度を求めた結果を報告する。

2. レーザ高度計の装置

Fig. 1に装置の概略を示す。高度計本体は昨年の装置のままで、諸元をTable 1に示す。本年はこれに飛行機の姿勢計測用の光ファイバジャイロと位置測定用のディファレンシャルGPS(DGPS)を加えて、レーザパルスごとに地表の絶対高度を求めることを予定した。

しかし、東京-女満別間の輸送飛行中に行った装置試験でレーザが発振不能になり、また、女満別空港で夜間駐機中にDGPS用計算機が故障して動作不能になった。レーザは急遽取り寄せたNd:YAGレーザに交換し、出力160mJ(2nd)×20Hzのものを用いたが、DGPSは回復できず、地表絶対高度は求められなかった。装置を搭載した飛行機は昨年同様セスナ208型(キャラバン)定員10名を用い、航空撮影用の50cmの床の穴を通してレーザ光の送受信を行った。

3. 雪氷面の表面粗度の解析

解析は1993-1995年のデータを用い、これらの高度計データとGPSの位置を対応させるため、観測中にモニタした地表面のビデオ画像を使った。これらは誤差2秒以内で対応している。DGPSのデータが取得できず絶対高度が求められなかったため、表面粗度の解析は高度データをハイパスフィルタを通して、さらに、2秒ごとに標準偏差を求めた。この中から流氷のデータとサロマ湖のデータを、ビデオ画像を用いて選別し、表面粗度の地図を作成した。昨年までの解析では、2秒ごとの高度のヒストグラムの半値幅から流氷高度を求めていたが、ヒストグラム分布の形によって物理的意味が曖昧になるため解析法をこのように変更した。

流氷の表面粗度図の例をFig. 2に示す。1995年3月10日にサロマ湖のすぐ外側の海上を海岸線に平行に飛行して観測したデータである。この海面はすべて流氷でおおわれ、この図の中央部分は流氷が圧縮され、乱氷帯のようにになっている。中央部分の粗度は40cm(rms)であるのに対して、海岸に近い部分ではこの半分の大きさである。

Fig. 3はサロマ湖の氷結面の粗度図である。岸に近い湖面は氷に積雪しており、表面はなめらかで2cm(rms)の粗度しかない。しかし、中央部は氷のままの表面で、氷同士が衝突してできた突起や重な

り合いのため、表面は凹凸が多い。粗度図ではこの状態がはっきりと確認できる。

4. まとめ

粗度解析の結果からレーザ高度計の距離測定の精度は十分出ていると推測される。今後、DGPSデータの取得により、レーザパルスごとの地表高度を求め、詳細な高度図が作成できるようにしたい。また、レーザビームの走査により、2次元地図の作成を可能にする予定である。

References

- (1) R. S. Afsal and M. D. Selker, "Considerations for the Design and Implementation of the Geoscience Laser Altimeter System Laser Transmitter", 17th International Laser Radar Conference, p494(1994).
- (2) M. Ishizu, T. Aoki, K. Mizutani, M. Takabe and T. Itabe, "Laser Altimetry Measurements of Okhotsk Sea Ice from an Airplane", 17th International Laser Radar Conference, p71(1994).

transmitting laser	LD-pumped Nd:YAG, 3mJ(2nd), 6nS, 20pps.
transmitting telescope	10cm ϕ , Galilean, 100 μ rad.
receiving telescope	20cm ϕ , f6, Schmidt-Cassegrain, FOV=4mrad.
detector	MCP-PMT(Hamamatsu R3809U).
constant discriminator	Tennelec TC545.
time interval counter	Stanford Res. Sys. SR620
distance accuracy	5cm(rms) target at 4200m.

Table 1. Specifications of the Laser Altimeter

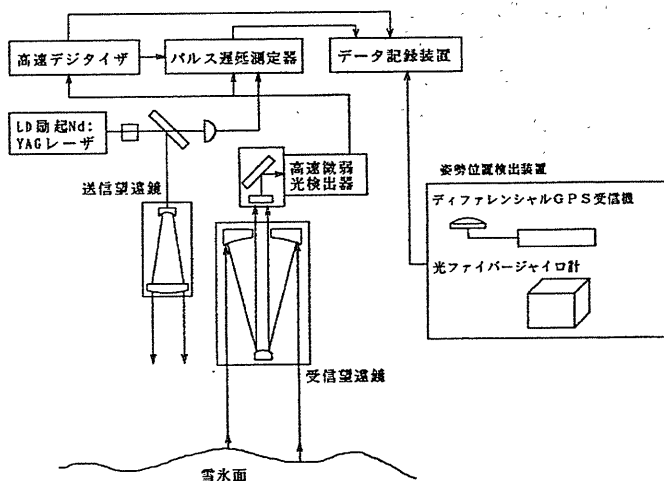


Fig.1 Block Diagram of the Laser Altimeter

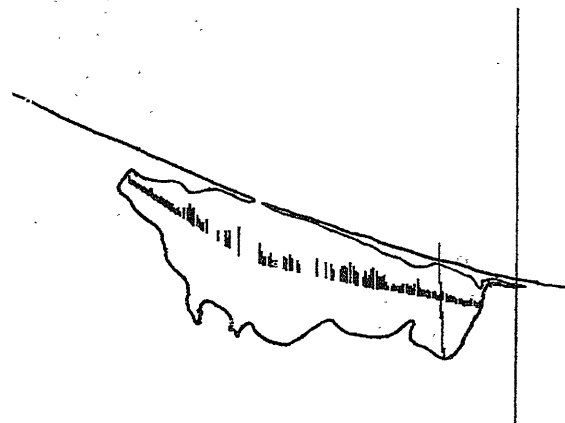


Fig.3 Surface Roughness of Saroma Lake

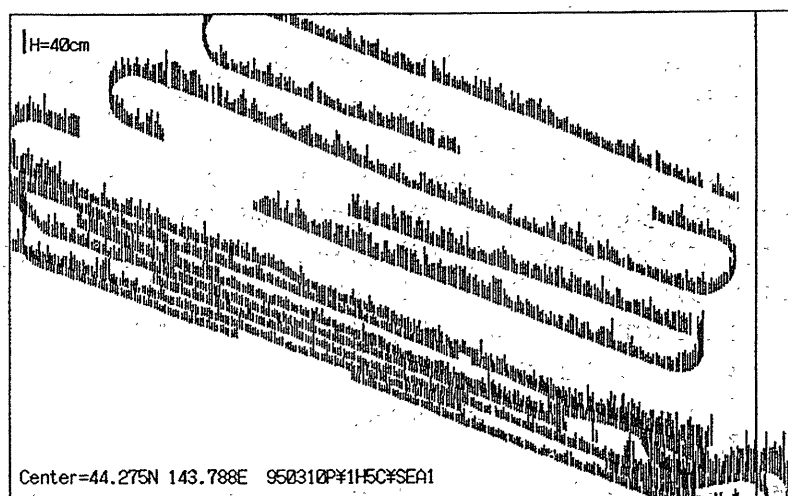


Fig.2 Surface Roughness of Sea ice