

航空機搭載レーザ高度計による流氷観測 (I)

Observation of Sea Ice by Laser Altimeter(1)

石津美津雄、板部 敏和、水谷耕平、高部政雄

Mitsuo Ishizu, Toshikazu Itabe, Kohei Mizutani, Masao Takabe

郵政省通信総合研究所

Communications Research Laboratory

Abstract: A laser altimeter with a LD pumped Nd:YAG laser is developed in CRL. The objectives of the development are to obtain data of mountain topography and ice sheet, which will be essential for environmental research and for future studies of planetary science. The construction of the altimeter and results of the observation of sea ice at northern sea area in Japan are reported.

1. はじめに

レーザ高度計とレーダ高度計は、使用する電磁波の波長が4桁以上の違いがあることから、それぞれ異なる特性をもっている。レーザ高度計は、フットプリントが衛星高度からでも10~100m、航空機高度からでは数cmにしぼることが可能である。従って、ひとつひとつの送信パルスからは、異なる地点のデータが得られ、高密度の地形情報が得られる。精度は、装置そのものより出射ビームの方向精度に大きく依存する。一方、レーダ高度計は、フットプリントが衛星高度からでは100km以上になり、このため、同一地点が多数の測定データに含まれ、これらを平均化して精度を向上することができる。海面高度の測定では、1cmの精度が得られるとされている。しかし、地表の傾斜面では、最短地表点からのエコーを測定することになり、誤差が大きくなる。

従って、これらの高度計は陸上と海上とに適用範囲が分かれ、レーザ高度計は地形や氷床、海氷の高度を測定する装置として意義が高い。レーザ高度計の開発はこれらの観測を目的として、NASAをはじめとして早くから行われてきた。すでに昨年9月には火星探査機Mars Observerに積み込まれ、火星の詳細地形図を測定するため地球を出発している。また、地球環境の温暖化の観測法として、極域氷床を衛星観測するために搭載技術が研究されている。しかし、わが国ではこれまでレーザ高度計の研究は行われていないため、技術を把握し将来の衛星観測に貢献できるようにしておくことが必要である。

我々の目的は、航空機搭載レーザ高度計を開発して、基礎技術を確立することと、これを用いて山岳地域の地形や海氷の状態を観測することである。今回の発表ではレーザ高度計のレーザ測距部の試作と、これを小型飛行機に搭載して流氷観測を行った結果を報告する。

2. レーザ高度計装置

レーザ高度計は1パルスごとに十分な精度を要求されるため、誤差要因の見積りを行った。それには、受信光雑音、地表傾斜角、高度計の姿勢誤差があり、LD励起Nd:YAGの特性から決定した諸元を基に、航空機搭載での誤差を求めた。その結果、誤差は光雑音は $<2\text{mm}$ 、 0.1rad の地表傾斜角は $<5\text{mm}$ であった。しかし、精度10cmを得るには姿勢誤差を 2mrad に抑えることが必要で、これにより総合精度が決定されることになる。

試作したレーザ測距部の構成と写真をFig. 1-2に示す。パルス幅 $7\mu\text{S}$ 、出力 2mJ のレーザ光は口径6cmの送信望遠鏡から発射され、地表散乱光が口径20cmのカセグレン望遠鏡で集光される。これを干渉フィルタを通してMCP付光電子増倍管で受信パルス信号を得る。送信パルスとの遅延時間はConstant Fluctuation Counterによりそれぞれのピークを検出し、その時間差を測定した。

fig. 3(a)は、研究所から4300mの距離にある田無タワーの距離を測定したものである。距離の変動は10cm以下であり、目標精度10cm以内になっている。誤差の見積りより大きいのは、対象物が平面でないことと大気の揺らぎによるものと思われる。

この高度計を小型飛行機に搭載し、網走市付近の流氷と氷結したサロマ湖の上空で本年2月17～20日にわたり高度観測を行った。取得されたデータの一部をfig. 3(b)(c)に示す。それぞれ海上、陸地から岸を通過してサロマ湖へ抜けるコース上で得られたものである。高度は高度計からの距離で20mの範囲を下向きに、横軸は30秒間(600DATA)を表示した。一応の地形データが得られているが、飛行機の姿勢と高度変化のため長周期の高度変動が見られる。海上では流氷による細かい高度変化が観測できた。

3. まとめ

飛行機搭載レーザ高度計の測距部を試作し、流氷観測を行った。一応の高度観測が可能になったが、今後、飛行機の高度と姿勢変動をGPSとレーザジャイロで測定して絶対精度が得られるようにする予定である。

本研究は、科学技術庁「地球環境遠隔探査技術等の研究」及びNASDA「J-ERS-1地上検証実験」の援助を受けて行った。

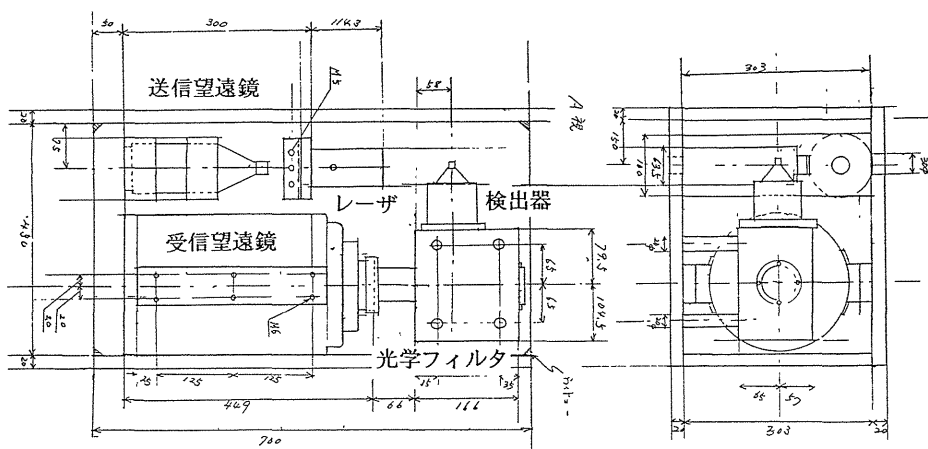


Fig.1 Design of the laser altimeter.

Fig.3 (a)Distance to Tnashi Tower.
(b)Data of sea, shore and Saroma Lake.
(c)Data of land and Saroma Lake.

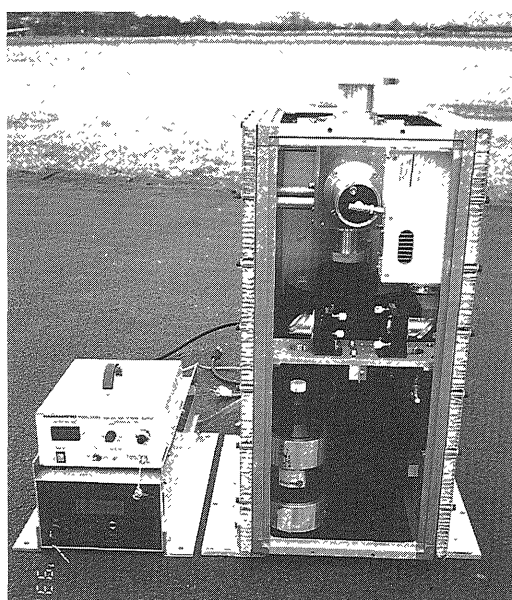


Fig.2 Photograph.

