

H 2

航空機搭載用レーザ・レーダの試作試験 The trial manufacture of airborne laser radar system

菊地 昭 中島 正勝
Akira Kikuchi Masakatsu Nakajima

宇宙開発事業団
National Space Development Agency of Japan

We started the trial manufacture of airborne laser radar system. This trial manufacture aim at the development of the technology for spaceborne laser radar. In 1992 we made the laser transmitter with the output energy of 100mJ/pulse and heat discharge technique spaceborne. In this year we plan the trial manufacture of receiver optics and in next year detector and electronics. After that we schedule an experiment carried on the airplane.

1.はじめに

これまでに世界中でいくつもの地球観測衛星が打上げられ様々な観測を行なっている。しかし最近オゾン層の破壊や温暖化、酸性雨などにより、衛星からの観測としてクローズアップされてきている環境観測についてはこれまでのセンサでは十分ではなく、特に大気をグローバルかつ高鉛直分解能で観測するセンサが求められている。

レーザレーダは多数の気体成分を測定することはできないが高い鉛直分解能をもち、地上用としてはすでに観測に用いられ、また航空機用のライダも試作され観測実験が実施されている。

しかし衛星搭載用は各国でいくつかのプランがあるものの、打上げが具体化しているものはNASAのLITE計画('94.5 スペースシャトル)のみである。

したがって衛星搭載用レーザ・レーダの開発に向け、1991年に実施した設計検討をもとに、衛星搭載に必要な技術の開発を目的として航空機搭載用のミー散乱ライダの試作試験を開始した。

2. 航空機搭載用レーザ・レーダ試作試験における開発課題

衛星搭載においてクリティカルとなる点について、航空機で実験・確認することがこの試作試験の目的である。このため衛星搭載において必要ならば航空機搭載用としては不要でも開発要素として取り入れる。本試作試験において取り入れる開発課題は、①長寿命、高信頼性、高効率な固体レーザ、②レーザ部の排熱技術、③大型・軽量ミラー、④検出部である。

- ①レーザはLD励起の固体レーザとすることにより、長寿命、高信頼性を目指す。
- ②循環式の液冷あるいは熱伝導による排熱方法を開発する。
- ③集光系の主鏡は衛星搭載モデルに適用可能な材料、構造を用いて試作試験を行う。
- ④検出器はSi-APDを用いてphoton countingが行えるような検出器の開発を行う。ただし、アナログ検出も行えるようにする。

3. 航空機搭載用レーザ・レーダの仕様

2項に示した開発課題の研究のために、試作試験の目標仕様を設定した。したがって目標仕様は航空機からの観測としては、設計検討において設定した観測性能から見れば過大な仕様値になっているところもあるが、これは衛星搭載につなげることを考慮してのものである。この試作試験により得られたデータをもとに再度スペースライダの設計検討、機能・性能確認モデルの試作試験等を行い、本仕様を適宜変更し衛星搭載仕様を設定したいと考えている。表1に設定した目標仕様を示す。また、表2に設計検討により得た航空機搭載用レーザレーダに必要な仕様を示す。

- ①波長はレーザ媒質にNd:YAGあるいはNd:YLFを用いることを考えて設定したものである。
- ②出力は航空機からの観測では要求仕様を満たすためにはもっと低いレベルでよいが、排熱方法の評価・確認や、衛星搭載のためには構成をよりシンプルなものにする必要があるため、アンプによる増幅無しで100mJ、

Table.1 Specification of airborne lidar

	performance
wavelength	1 wavelength within 1000 to 1100 nm and SHG
pulse energy	over 100 mJ/pulse
PRF	20 to 50 Hz(5Hz step)
spatial resolution	1 km (horizontal) 0.1 km (vertical)
measurement accuracy	precision of volume backscattering coefficient 10 %
target	aerosol, cloud
parameters provided height and time	3 km / night time
observation range	0 to 10 km(nadir observation)
altimeter	ground height precision 30 cm cloud height precision 10 m
telescope aperture	0.5 m

Table.2 Specification of airborne lidar
(by design syudy)

laser	LDpumped Nd:YAG laser or Nd:YLF laser
wavelength	1064 nm or 1053 nm
pulse energy	20-30 mJ/pulse
PRF	20 pps
beam divergence	1.5 mrad
telescope aperture	0.2~0.3 m
telescope FOV	2 mrad
filter bandwidth	2 nm
spatial resolution	1 km (horizontal) 100 m (vertical)

50Hzの出力が可能ないようにした。また、効率(wall-plug)は水冷の場合と同じかそれ以上となるように目標を設定した。

- ③望遠鏡の口径についても、より小さい口径で十分であるが、衛星に搭載する場合は70cm~1mの径が必要であり(高度400kmから800kmで)、このための材料や構造の開発を目的として設定した。

4. レーザ送信系の試作試験

平成4年度はレーザ送信系の試作試験を実施した。

表1に示した仕様に基づき、Nd:YAGおよびNd:YLFをレーザ媒質とするレーザ発振器、送信光学系について試作試験を行いデータを取得した。

なお各レーザ送信系の詳細については、担当したメーカーから発表されるため、ここでは省略する。

5. 試作試験計画

平成4年度におけるレーザ送信系の試作試験に引き続き、5年度は受信系のうち、集光光学系について試作試験を行う。ここでは、主鏡材料としてベリリウムおよび発泡石英を用いて製作し、重量や面精度、振動特性、対環境特性などについて比較試験を行う予定である。

さらに、平成6年度には検出器およびその周辺部、信号処理・記録部と行ったコンポーネントに加え、これらのコンポーネントを用いて全体システムを構築し、地上での機能・性能確認試験および航空機に搭載しての観測試験を行う予定である。これらの中で自動化や環境試験(振動、音響、熱真空等)の実施について検討を行っていく予定である。ただし環境試験については、航空機搭載環境に対する試験は実験前に必要であるが、打ち上げおよび宇宙環境については航空機実験後に行う予定である。

また、ミーライダの実験の後はこのシステムのうち、利用可能な部分をもとに航空機搭載用DIALの開発を実施したいと考えている。このため、ミーライダの試作試験においてはDIALへ持っていくことも考慮して設計している。