

スペースライダーの現状 Present Status of Space Lidar

内野 修
(Osamu Uchino)
気象研究所

Meteorological Research Institute

Synopsis The present technical status and the future plans of the lidar on the Space Shuttles and the Polar Platforms are reviewed.

1. はじめに

近年の人間活動による大気中の二酸化炭素やハロカーボン等の増加は成層圏オゾン層の破壊や温暖化等地球上の生命にとって極めて大きな問題を投げかけている。そこで各国のいろいろな機関がこれらの問題解決のために積極的な取り組みを始めている。その中で例えばNASA (National Aeronautics and Space Administration) 等では地球監視システム (Eos) を計画し¹、地球を固体圏、生物圏、水圏、大気圏、雪氷圏から成り立つ1つのシステムと考え、1990年代後半から種々のパッシブ、アクティブリモートセンシング技術を用いてスペースから総合的にこのシステムを観測解析することにより、我々の現在の理解をさらに明確なものにしてこれらの問題に対処しようとしている。

現在NASAで考えられているスペースライダー計画としてはGLRS (Geoscience Laser Ranging System) とLAWS (Laser Atmospheric Wind Sounder) がESA (European Space Agency) ではATLID (Atmospheric Lidar) が計画されている²。これらのスペースライダー計画を成功させるためにはまず飛行機搭載ライダーやスペースシャトルを利用した実験が必要であろう。

2. スペースシャトル搭載ライダー

NASAのスペースシャトルを利用したライダー実験として、LITE (Lidar In-space Technology Experiment) がある。この計画は1986年のチャレンジャー事故により当初の予定より4年遅れて1992年に実験が予定されている。LITEの目的は、高度300kmの軌道上のスペースシャトルから、フラッシュ励起のNd:YAGレーザーの3波長1064nm, 532nm, 355nmを利用して、エアロゾル、雲、気温等の測定を行う計画である。そのためのレーザーの開発が進められており、3波長同時発振でそれぞれ430、415、155mJ、1千万ショットの寿命のものが達成され、シャトル用のフライトシステムも考えられている³。スペースは真空なので、放電励起は不活性気体を1.2~1.8気圧封入した直径約60cm、長さ150cmの容器の中で行う。電力は2.2kW以下、

重さ230kg以下でシャトル用の仕様を満たしている。冷却はスペースラブの冷却システムに接続される。スペースシャトルによる実験はほぼ1週間程度なので、これで種々の基礎実験を行うことで次の衛星搭載ライダーの先導役となろう。

3. スペースライダー計画

3.1 GLRS

スペースからのレーザーを用いた測距は、アポロ15、16、17号(1971-'72)で月面の測距で行われている。そのときの距離分解能は1mであったが月の測地学や地球物理学の研究に大きな役割を果たしたと言われている。衛星からの測距の場合レーザーは全天候型ではあるが、フットプリントが大きく細かい構造を見るにはレーザーの方が優れているし、雲が存在するときには雲頂高度が測定できることになる。

現在NASAで考えられているGLRSの概念図をFig.1に示す。測定は2つのモードが考えられ、1つは地表に幾つも置いたリトロフレクター間の相対位置を高精度で測り地殻変動等を調べるRMモードで、もう1つは陸地、氷面、雲などの高さを測る通常の高度計としてのAMモードである。GLRSはプレートテクトニクス、地震予知、気候変動などの研究にとって重要である。

3.2 LAWS

現在高層風の観測はレーウインゾンデやレーザー、衛星からの雲の移動を追跡することで行われている。しかしながら熱帯や南半球では海が多いことなどで予報精度や気候研究の進展にとって風のデータが大いに不足しており、対流圏の風を測定できるLAWS計画に注目が集まっている。

Fig.2にLAWSの概念図を示す。ライダーパラメータとして、10J、1~10Hzの炭酸ガスレーザーを用いて1.5mの受信望遠鏡を約800kmの軌道上から56度の角度で10秒で1回程度のコニカルスキャンを行い、衛星から見て前方及び後方からの視線方向のドップラー速度を測定することで各交点の風向風速を求めることになる。水平及び垂直の距離分解能はそれぞれ100km、1kmで測定精度は1m/sを予定

している。これらの可能性の再確認のため、散乱体としてのエアロゾルの分布を調べるためのGLOBE (Global Backscatter Experiment) 計画も進められており、日本でも各地のライダーとの同時共同観測が今年の11月に予定されている。

3.3 ATLID

ESAではATLIDが計画されている。これは最初は比較的簡単なNd:YAGによるエアロゾルや雲の観測が考えられているが、レーザーをはじめとしてのライダー要素技術を進展させて、将来水蒸気、気温、圧力などの観測に向かおうとしている⁴。

4. おわりに

これまでに現在考えられているスペースライダー計画について幾つか述べてきた。LAWS、ATLIDなどいままでのパッシブセンサーでは得られなかった高い空間分解能と測定精度を持つもので、これからの地球観測システムの強力な観測手段として期待されている。

しかし、これらの計画を実現するためには幾つかの技術的問題を解決しなければならない。例えばレーザーの安定性、長寿命、高効率化、小型化などであり、水蒸気や気温、風向風速等のライダー測定では狭帯域のスペクトル幅と安定性が要求

されている。また大型で且つ軽量の受信望遠鏡、近赤外での高利得の検出器の開発や、ライダーの自動アライメント手法の開発も望ましい。ここで述べた以外の衛星または雲などからの散乱を利用した長距離吸収による大気微量成分の検出法やこれまでに考えられなかった全く新しい観測手法の開発も当然期待される。幸い日本のレーザー及びライダー研究は非常に活発なので、これらの問題を解決して新しい地球観測の道を切り開いていくであろう。

なおここで述べたものは最近レーザー研究に掲載されたものを基本にしたもので、これを導入部として、この後、板部、笹野、岩坂の3名の方々のコメントに引続きスペースライダーに関して参加者全員による質疑討論が行われることになっている。

て

参考文献

- 1) Eos. Science and Mission Requirements Working Group Report, NASA TM-86129(1984).
- 2) Eos. Background Information Package, A0, No.0SSA-1-88, Part Four(NASA, 1988).
- 3) J. H. Chang and R. Nelms: Proc. 14th ILRC San Candido, (1988) p.122.
- 4) ESA SP-1108.

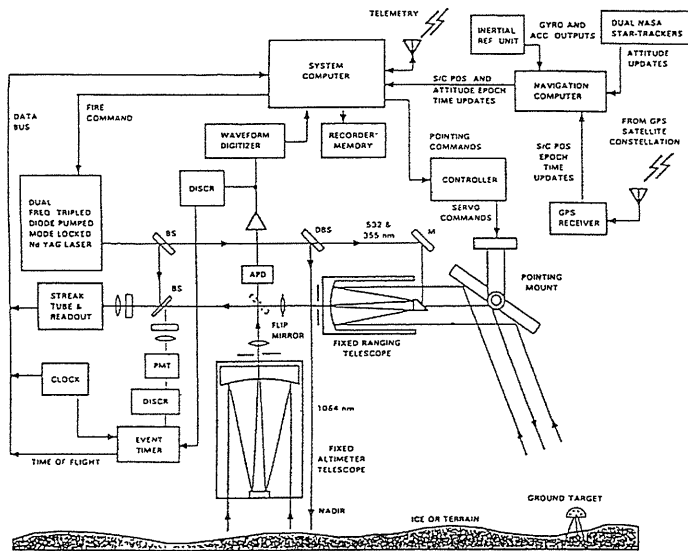


Fig.1 Block diagram of a GLRS instrument².



Fig.2 Block diagram of a LAWS instrument².