

## レーザーコンパス

## 21世紀に向うレーザーの宇宙への応用

有 賀 規\*

Tadashi ARUGA\*

来るべき21世紀に向かって人類の宇宙への進展は目を見張るばかりであり、太陽系全体にその活動領域を広げようとしている。宇宙への人類の大きな発展を実現していく上で、情報機能の中枢を担う宇宙通信は増々重要となってくるが、中でも宇宙光通信（レーザー通信）は、大容量データ伝送が可能で、小型軽量、干渉が無視できる等の他の手段では実現し得ない特徴を持ち、将来の宇宙通信の主役になることは確実である。このため、21世紀からの完全な実用化を目標に、米国(NASA)、欧州(ESA) 各国ともに、しのぎを削って研究開発を進めている。こうした世界の趨勢に遅れないように、我が国に於いても著者の属する郵政省電波研究所を中心に研究が進められている。

宇宙光計測の分野に於いても、従来のラジオメータ等に代表されるPassive（受動的）な方式に代って、レーザーを利用するActive（能動的）なりモートセンシング方式を衛星で採用する計画がNASAで進められており、大きな飛躍の時が到来しようとしている。

衛星間光通信等の宇宙光通信の構想は以前から検討されてきており、米国のNASAや空軍ではCO<sub>2</sub>レーザーやYAGレーザーを用いた宇宙をめざしたシステムを開発して、1970年に地上実験や航空機を利用した実験を行ったが、宇宙実験までには至らなかった。一時下火になっていた衛星間光通信の問題も最近の半導体レーザーの急速な発展によって再びクローズアップ

され出した。これは同レーザーによって、従来ネックとなっていたレーザーの信頼性・寿命問題も解決でき、重量も大幅に軽減できるようになってきたからである。～100mWの半導体レーザー、20～30cmの光学アンテナ（望遠鏡）で、400M～1Gbpsの衛星間（例えば静止衛星と低高度周回衛星間）の高速データ通信が可能である。

衛星間の光通信では、レーザーや光検出素子については耐宇宙環境用に開発する必要があるが、技術そのものは、地上のファイバー通信と共通している。地上の光通信と比較して最も特徴的なことは、超高精度のポインティング技術が必要であることである。相手衛星を望遠鏡視野内に捕捉した後、一般に、粗追尾（コースポインティング）を行った後の最終的な精追尾（ファインポインティング）の精度は～1μradが要求される。これは、レーザー光のビーム拡がり角を～10μradに想定しているからである。角度～1μradのポインティング精度は驚くような値であるが、ジンバルで粗追尾をしながら小型内部鏡を駆動する（相手衛星からのレーザービーコンを方向検出の参照光として用いる）ことによって可能である。

さらに特徴的なことは、～10μrad程度のレーザービーム幅になると光行差の補正が必要になってくることである。光速に対して衛星の速度が無視できず、相手衛星の見える方向にレーザービームを発射したのではレーザー光が当た

\* 郵政省電波研究所電波応用部光計測研究室長（〒184 東京都小金井市貫井北町4-2-1）

\* Radio Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications(4-2-1, Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184)

らず、ある角度 (point ahead angle と呼ばれる) だけ先を見込んでレーザービームを出す必要がある。このように宇宙空間の2点間 (1点 が地球上の場合も含む) で光通信を行う場合には、地上の場合と異なり、光行差補正を伴った高精度のポインティング技術が要求される。

米国NASAでは1990年前後に ACTS (Advanced Communications Technology Satellite) 衛星を静止軌道に打上げ、同衛星を利用して、地上及びシャトルとの間で光通信の実験を行う計画である。欧州のESAでも1990年代の初めを目標に衛星実験をねらっている。我が国でも1992年に技術試験衛星-VI型 (ETS-VI) を打ち上げ、種々の宇宙通信実験を行う計画が具体的に進んでいる。この中の一つのミッションが光通信基礎実験装置 (波長  $0.83\mu\text{m}$  の半導体レーザーを装備) であり、静止軌道のETS-VIと地上局間で衛星間光通信のための基礎実験を行う。

宇宙光通信は当面地球周辺がターゲットであるが、将来は深宇宙 (例えば惑星-地球間) 通信にも使用されることが予想される。こうした大きな空間・時間を対象とする光通信は、従来の通信とは異なったものになるであろう。光速が有限であることが大きなポイントになるし、光子一つ一つも重要視されるであろう。天文学的な要素が加わり、新しい分野として発展してゆくものと思われる。

宇宙での光計測、特に宇宙からのリモートセ

ンシングへのレーザーの応用に目を向けて見ると、米国NASAのEOS (Earth Observing System) 計画が注目される。これは1990年代の中頃から極軌道衛星を含む宇宙基地に種々の装置を搭載して、全地球規模で地球環境の観測を行おうとする計画である。その中のミッションLAWS (Laser Atmospheric Wind Sounder) ではコヒーレントCO<sub>2</sub>ライダーで風の測定、GLRS (Geodynamics Laser Ranging System) ではYAGレーザーを用いた逆レーザー測距 (宇宙から測距を行う)、LASA (Lidar Atmospheric Sounder and Altimeter) では、色素レーザー、アレキサンドライトレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー等を用いたライダーによる地球大気の観測と、Nd:YAGレーザーによるトポグラフィ観測が、各々計画されている。地上や航空機でのライダー技術を宇宙に応用しようとするものである。

古代、のろしを利用して始まった光通信は、今や宇宙の光通信の時代へと発展しようとしている。今から約20年前、筆者が大学院でレーザー・レーダの研究をしていた頃は、レーザーは故障も多く、果して将来真に実用になるかと心配したこともあった。21世紀に向って宇宙での通信や計測にもレーザーが応用されてゆくことを考える時、宇宙光学関連の研究に多少なりとも貢献してこれたことに対する感慨を覚え、今後のレーザー関連技術の発展を期待して止まない。