

レーザーコンパス

衛星間光通信と比較恒星学

小川 徹*

Toru OGAWA*

光通信の可能性はレーザーの開発以来絶えず話題に上っていたが、光ファイバの進歩を待って20数年を経てやっとケーブル伝送が実用の域に達した。一方、空間伝送では良質の光通信は未だ数km程度しか可能ではない。これは光の対流圏伝搬の不安定が最も大きい要因である。

しかし衛星間の光伝送を考えてみると、大気の数密度は例えば静止衛星高度で 10^2 個/cm³ 程度であるので、屈折率変化によるゆらぎは全く無視出来る。光ビームの方向制御の問題などを解決せねばならぬが、弱いパイロット電波の助けを借りれば不可能ではあるまい。また、情報量の多い光伝送を行うためには位相まで安定化したレーザーが必要で、衛星搭載の条件を考えると周波数を高度に安定化した半導体レーザーが最も適している。この点については、ドップラー拡がりを相殺したアルカリ金属蒸気のスペクトルを利用して 10^{-14} 程度の平均周波数安定度が既に得られており、装置も小型であるので衛星搭載の見通しが立ちつつある。

衛星間の光通信回線が確保されれば、衛星を2個以上カスケードに使った通信が簡単になる。マイクロ波帯の周波数割当がだんだん困難になって来つつあり、地上-衛星回線を用いずに直接衛星間を光で中継し得るからである。また各国の放送衛星間の直接通信路があれば、プログ

ラムの国際交換が著しく容易となる。例えばニュースの時間を考えると、まず全世界共通のニュースが流れ、次に地域放送例えば東アジアニュース、さらにローカルニュース（現在の全国ニュース）といった具合である。

現在通信衛星は一部例外を除き静止衛星であるが、この衛星は赤道上空の一定高度を占有するため、場所の選定が困難になりつつある。特に大西洋上は衛星が目白押しに並んでいて、1990年までには衛星間距離が40km程度となる場所もありそうである。近い将来、中進国や発展途上国も相当数の衛星数を必要とするので、太平洋や印度洋上空も早晚過密状態になるものと思われる。この問題解決策の一つとして、静止衛星は直接放送衛星など不特定多数の受信局を対象とする通信に限定し、その他の通信は赤道上を静止衛星より更に高い高度で周回し、光伝送でリンクされた複数の中継衛星による方法が考えられる。また同様に周期は24時間であるが、赤道面に対し傾斜した軌道をもつ準静止衛星群も考えられる。

このように衛星間で光波の位相比較が可能となれば、宇宙科学にも貢献することが出来よう。例えば太陽以外の恒星の表面構造の観測が可能となるだろう。現在では恒星の面構造は最大の光望遠鏡を使っても見る事が出来ず、光学干

* 京都大学超高層電波研究センター (〒611 宇治市五ヶ庄)

* Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University (Gokasho, Uji, Kyoto 611)

渉計を用いて直接直径が測定出来ているものは僅か10個程度である。しかし、もし数百kmまで離れた幾つかの衛星間に正確な光周波による位相リンクが確保出来れば、現在のマイクロ波によるVLBI（超長基線干渉計）の数千倍の分解能、即ち 10^{-6} 秒程度の角度分解能をもつ干渉望遠鏡が出来ることとなる。この望遠鏡により10光年の位置にある恒星を観測すると、恒星面を400 km毎に分割して観測出来て、初めて面として恒星の像を見ることとなる。これまでは太陽が面構造を観測出来る唯一の恒星であって、赤道面の自転周期が約27日で、太陽活動の周期が約11年であり、その位相に応じて地

球への影響が研究されて来た。しかし他の恒星の活動態様との比較が出来ないので、太陽そのものの理解にも限度があった。もし他の恒星も面として観測が出来、その表面の活動領域と比較が出来れば何が恒星一般の性質であり、何が太陽独自の性質であるかを見極めることが出来て、恒星の研究が進展するのはもとより、太陽の理解もまた一段と深まり、引いては地球環境との因果関係もさらに明らかになるものと思われる。レーザーを始め量子エレクトロニクスの技術がこの分野に貢献し得る可能性も益々高くなって来るであろう。