

F 9

宇宙レーザー通信の現状と問題点

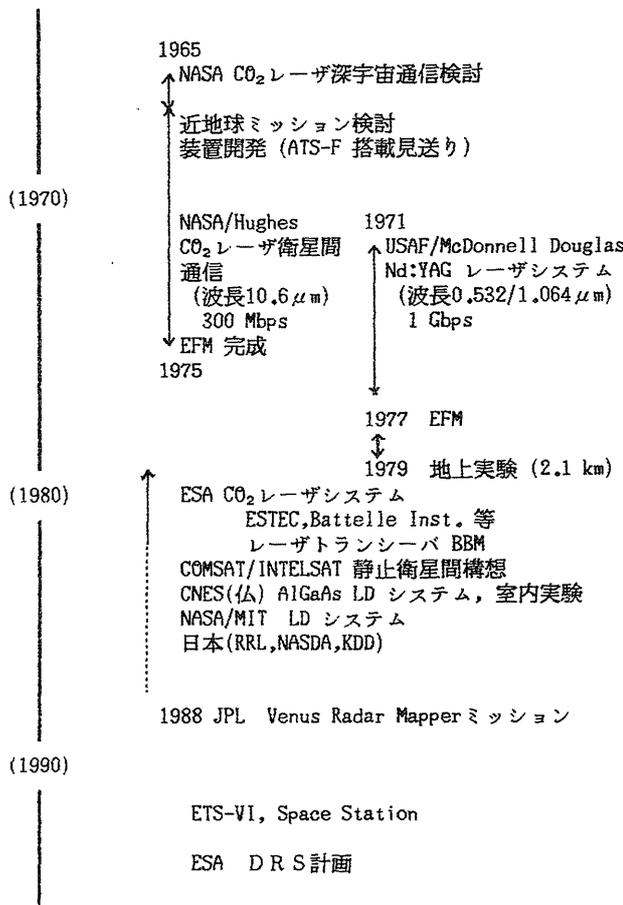
Prospects of Space Laser Communications and Future Subjects

荒木 賢一 林 理三雄 五十嵐 隆
 K. Araki R. Hayashi T. Igarashi
 郵政省 電波研究所
 Radio Research Laboratory

1.はじめに 大気中での光伝搬は大気分子や霧, 雲, 雨, エアロゾル等の吸収散乱によつて伝搬条件が左右され, 信頼性の高い遠距離通信回線としての利用は難しい。しかし, 宇宙空間ではこれらの吸収散乱を無視してよくまた伝送媒質の分散が無いため, 軽量・小型・高利得光アンテナの特徴を生かした理想的な通信回線の設定が期待される。地球観測・計測などの宇宙ミッションで処理すべき情報量は年々増加し, 1980年代後半には数百Mbps から1Gbpsの伝送速度が必要とされている。既存のRFシステムでは大電力化, アンテナ大型化が実用的な限界に近づいているので, 小型軽量のシステムで大容量通信を可能とするレーザー光通信が有望で各国が勢力的に研究開発を進めている。図1に考えられている適用分野を示す。

2.研究開発の動向 表1に示すように, レーザ光を搬送波として最初に宇宙通信を研究したのは米国のNASAで1965年に始まった。¹⁾ ここではCO₂レーザー(波長10.6μm)とヘテロダイン検波方式を組合せて深宇宙との通信が考えられ, 数年後衛星間通信への利用が提案された。1975年にシステムが完成しているが宇宙での実験は行われていない。

表1. 宇宙レーザー通信の動向

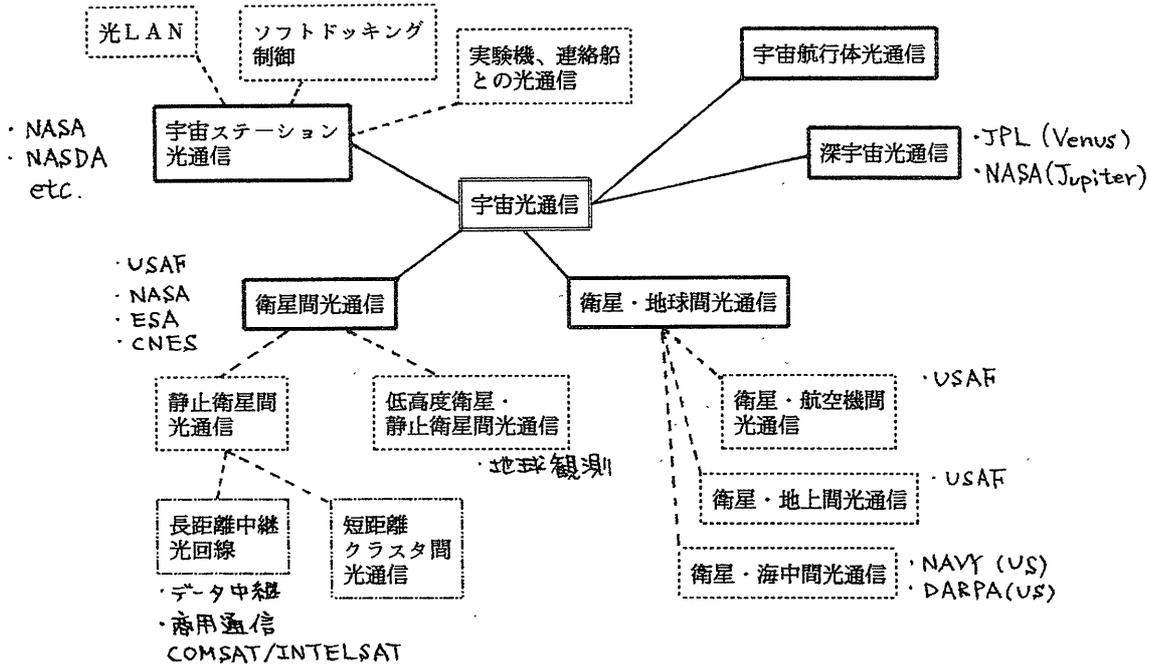


これと並行して米国空軍USAFはNd:YAG固体レーザー(波長0.53, 1.06μm)を用いたシステムの開発を進めた。²⁾ レーザはランプ励起と太陽光励起, 半導体レーザー励起などの組合せが考えられている。1979年に2.1kmの距離で捕捉追尾および通信(1Gbps)の地上実験を行って成功している。

他方, 欧州ではESAが1979年に宇宙空間レーザー通信の研究に着手した。³⁾ 静止衛星間, 周回衛星-静止衛星間通信を目的にドイツを中心としてCO₂レーザーを搬送波とするNASA方式のシステムを開発している。フランスとオーストリアでは, 半導体レーザー(波長0.8μm~1.3μm)を使ったシステムを提案しているが室内実験の段階である。^{4), 5)}

商業衛星関係ではINTELSATとCOMSATで比較的近距离にある静止衛星間(距離1~100km)の通信と40,000km程度の遠距離静止衛星間の通信とを考えている。前者はAlGaAsレーザーとAPDを用いた直接検波方式, 後者はUSAFと同じNd:YAGレーザーの遷移波を搬送波に用いる

図1. 宇宙レーザー通信の適用分野



方式、さらに AlGaAs レーザの位相同期アレーで高出力レーザー光を得る方式を検討している。^{6), 7)}

深宇宙通信の例として、米国 JPL が、出力 500 mW の Nd:YAG レーザを用い金星周囲軌道から地球まで探査データを 4 Mbps の伝送速度で送る計画をもっている。⁸⁾

日本では NASDA 等幾つかの機関で宇宙ステーションにおける光通信、半導体レーザーを用いた静止衛星間通信などの検討が行われている。光ファイバ通信技術やレーザー技術の応用で今後急速に研究が進展すると思われる。

3. 問題点等 半導体レーザーの高出力化が進んでおり、宇宙通信用の光源として期待が大きくなってきている。半導体レーザーは 1 GHz 以上の直接変調が可能で大きな特長があるが、まだ十分な出力と寿命と信頼性が得られていない。現在の商用ベースでの出力は 30~40 mW (0.8 μm 帯) である。高出力化の一方法として位相同期アレー型にすることが考えられているが、安定性やサイドローブ抑圧などの問題がある。また、宇宙ミッションで要求される寿命は 5 年から 10 年であり、これに耐え得る素子を選択する技術の開発が必要になってくる。

現在は強度変調-直接検波方式の半導体レーザーシステムが考えられているが、受信感度を上げるためのコヒーレント検波方式は長波長帯の光ファイバ海底通信に関連して開発が進められており宇宙利用へも期待される。

逆反射器の反射率を変調することによって光通信が可能である。宇宙通信に利用するには、広い受光面の逆反射器、反射率の広帯域変調、高変調度の問題があり、さらに大出力のレーザーが必要になってくる。逆反射器側ではレーザーが必要でないのでシステムの信頼性は向上する。⁹⁾

レーザー通信システムの宇宙での実験は未だ行われておらず、各国とも 1990 年代前半における実現をめざして研究開発を進めている。

参考文献 1) McElroy, J.H. et al.: Proc. IEEE, 65, pp. 221-251 (1977). 2) Ross, M. et al.: Proc. IEEE, 66, pp. 319-344 (1978). 3) Bonek, E. and Lutz, H.: ESA Journal, 5, pp. 83-98 (1981). 4) Bourtemy, J.C. et al.: CLEO (1983), 5) Popescu, A. et al.: Proc. ESA Workshop on Space Laser Applications and Tech. pp. 85-89 (1984) 6) Kreutel, R.W. et al.: COMSAT TECHNICAL REVIEW, 10, pp. 321-367 (1980). 7) Sinha, A.K.: ibid, pp. 369-395 (1980). 8) James, R.L.: Proc. 1984 Military Communications Conference pp. 263-265 (1984).