

空間光通信における再帰反射鏡を用いた 光回線の形成に関する検討

B-3

Studies on optical link establishment
by using retroreflector in free-space optical communications

織田 桂史 高山 佳久

Keiji Oda Yoshihisa Takayama

東海大学 情報通信学部通信ネットワーク工学科

Department of Communication Network Engineering

School of Information and Telecommunication Engineering Tokai

1. はじめに

近年,レーザー光の空間伝搬を用いた移動体との通信が盛んに検討され[1],光回線形成のために地上局が射出する高強度のビーコン光が,安全性の観点から留意事項に挙げられている[2].そこで本報告では,光回線の形成に地上局からの高強度ビーコン光を使用せず,移動体から地上局の位置を高精度に検出する手法を提案し,その成立性を検討する.

2. 再帰反射鏡による光回線の形成

図1は再帰反射鏡による光回線の形成の概要である.移動体が地上局側に設置した再帰反射鏡を広がり角 θ で照射しており,移動体-再帰反射鏡間の距離を L ,再帰反射鏡の直径を d ,反射光を受信する光アンテナを直径 D とする.反射された光を移動体側で捉え,その到来方向に基づき地上局の方向を特定し光回線の形成を行う.ここで射出する光は目への安全に考慮したものを使用する.

図2は $L=1\sim 1000\text{km}$ の場合において,再帰反射された光の移動体側での受光電力である.同図の値を算出するために, $D=10\text{cm}$,射出電力を 1W , $d=1\text{cm}$ と仮定した. $\theta = 10\ \mu\text{rad}$ $100\ \mu\text{rad}$ 1mrad がそれぞれ折れ線で示されている.光検出器が反射光を捉えるための閾値を $-146[\text{dBm}]$ と仮定し,同図の横線で表す.なお,この閾値は市販される CCD カメラでシャッタースピード 0.01 秒での最小受信感度を参考にした値である.

本提案手法が成立するには,再帰反射鏡から移動体側に戻ってきた光の電力が,光センサーで検出できる最小の電力よりも高い必要がある.従って,射出電力を 1W と仮定した図2の計算例では,光の広がり角 $\theta = 10\ \mu\text{rad}$ の場合,移動体と地上局との距離 L が 900km 以下であれば,光回線を形成できる.この距離では例えば,高度約 500km を周回する国際ステーションなどの低軌道衛星との光通信に適応できる. $\theta = 100\ \mu\text{rad}$ の場合は, $L < 150\text{km}$ で本手法は有効となる.この距離場合は,例えば航空機間や飛行船などの飛翔体間との光通信に適応できる. $\theta = 1\text{mrad}$ の場合では, L が数十 km 以下であればこの手法は有効となる.この場合は光の広がり角が大きいので,通信相手の位置誤差への許容範囲が広い.このため UAV やヘリなどの自身の位置がふらついてしまう対象との光通信に適応できる.

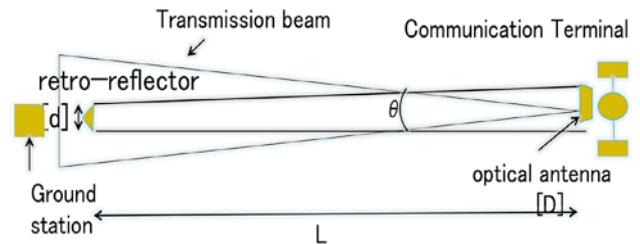


図1 再帰反射鏡による光回線の形成の概要

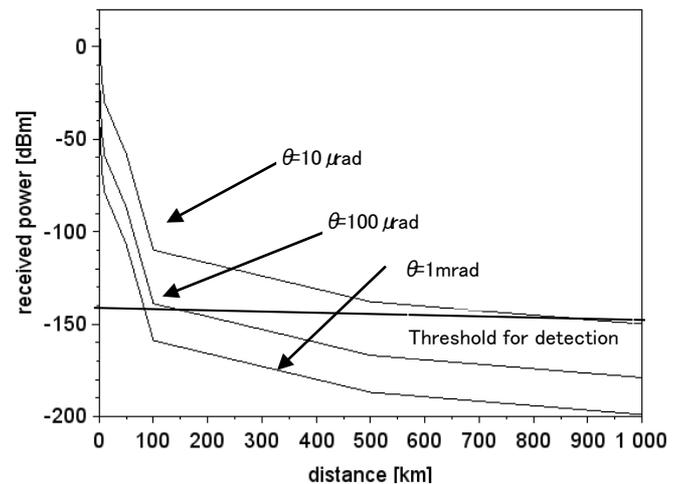


図2 移動体側での受光電力グラフ

4. まとめ

本報告では,地上局から高出力なビーコン光を射出せずに光回線を形成する手法を提案し,その成立性を検討した.計算例では,地上局側に直径 1cm 程度の有効な反射面を有する再帰反射鏡があれば,移動体からの光の照射により,地上局側は高強度なビーコン光を照射せずに光回線を形成できることを示した.

参考文献

- [1] G.Hyde and B Edelson,"Laser satellite communications: Current status and directions,"Space Policy,vol.13,pp.47-54,1997
[2] M.Toyoshima,"Trends in satellite communications and the role of optical free-space communications" J.Optical Networks,vol.4,pp.300-311,2005