

相互直交偏光レーザー光の大気中伝搬特性：短距離実験

Scintillation of Cross-polarized Laser Beams :
A Short Distance Propagation Experiment

荒木 賢一 有賀 規 林 理三雄
K. Araki T. Aruga R. Hayashi
電波研究所
Radio Research Laboratories

1. はじめに

光領域周波数帯の研究開発の一環として電波研究所では、可視光または赤外光を用いた直交2偏光長距離伝搬実験(数km)を計画している。一般に、大気中を伝搬する直線偏光のレーザー光に生じる直交偏光成分は非常に小さい。このため偏りの向きが異なる複数のレーザー光を同時に用いる計測あるいは通信が可能である。ところが、伝搬特性に着目すると、偏光の向きによって大気の影響がどのように異なるのかは知られていない。そこで最近、これを調べするために可視光を用いた構内実験を行い、一部基礎データを取得することができたのでその概要について述べる。

2. 実験

実験は図1に示すシステムでHe-Neレーザー光を

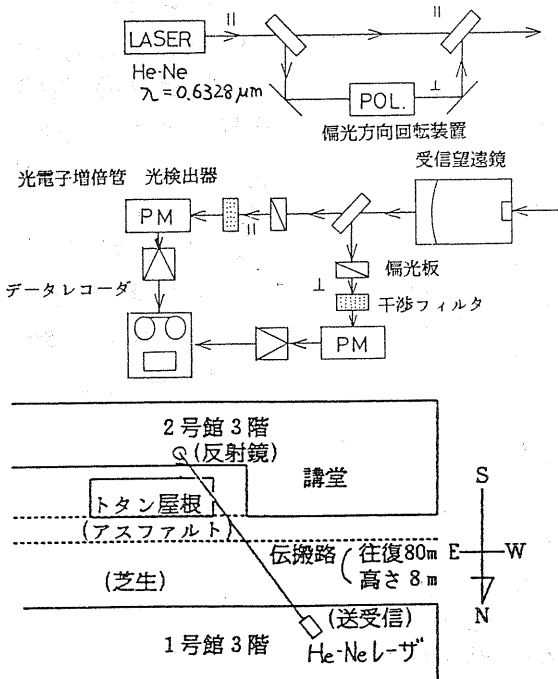


図1. 構内実験システム

用いて行われた。無変調の垂直・水平偏光を同時にかつ同一方向に伝送し、平面反射鏡による戻り光を受けている。光検出には光電子増倍管を用い、受信望遠鏡によって絞られたビームスポットが入射している。伝搬路は往復80mで、その下には芝生、アスファルト、トタン屋根がある。

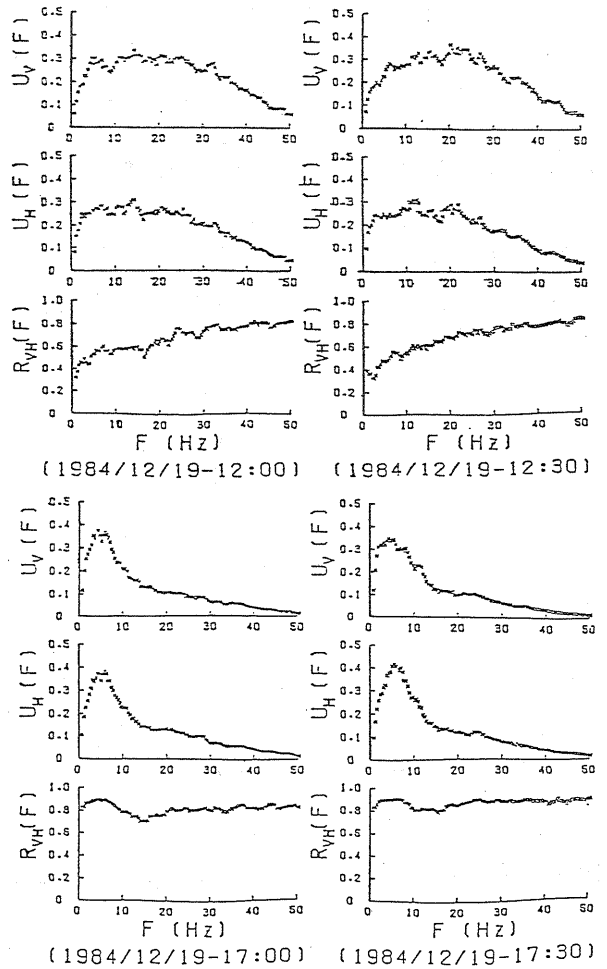


図2. 受光強度スペクトル分布の例

$$U(f) = \frac{\int W(f)}{\sigma^2}, R_{VH}(f) = \frac{|W_{VH}(f)|}{\sqrt{W_V(f)W_H(f)}}$$

$W(f)$... パワースペクトル密度, $W_{VH}(f)$... 相互スペクトル密度

る。送受光学系、システム雑音、データ解析法、等を検討するために数回の予備実験を行、た後表1に示す日の強度変動データを取得した。スポット入射の場合光電子増倍管の受光面感度むらによつて生じる雑音が問題になるが、45°偏光単一ビーム伝送実験の結果、データ解析にはほとんど影響しないことを確認している。

垂直・水平偏光の受光強度は30分毎に3分間データレコーダに記録している。その後、当所大型計算機システムでA/D変換を行い、強度変動に関する各種統計量を計算している。図2に規格化したパワースペクトル分布の例を示す。 $U_v(f)$ 、 $U_h(f)$ がピークとなる周波数はスペクトルの広がりを表すが、今回の短距離実験の場合、それは昼間で ~ 20 Hz、夕方で数Hzである。 $R_{vh}(f)$ は周波数成分毎の相関係数を表している。

実験の結果、垂直・水平偏光の伝搬特性の差異は強度変動の大きさに端的に現れることがわかった。図3(a)、(b)、(c)に垂直・水平偏光の強度変動の標準偏差および両者間の相関係数を示している。各図では、表1に示されているように天候条件が異なっている。図3(a)の場合、日照がほとんど無く、図3(b)では昼間に強い日照があった。図3(c)では午前から強い日照があり、

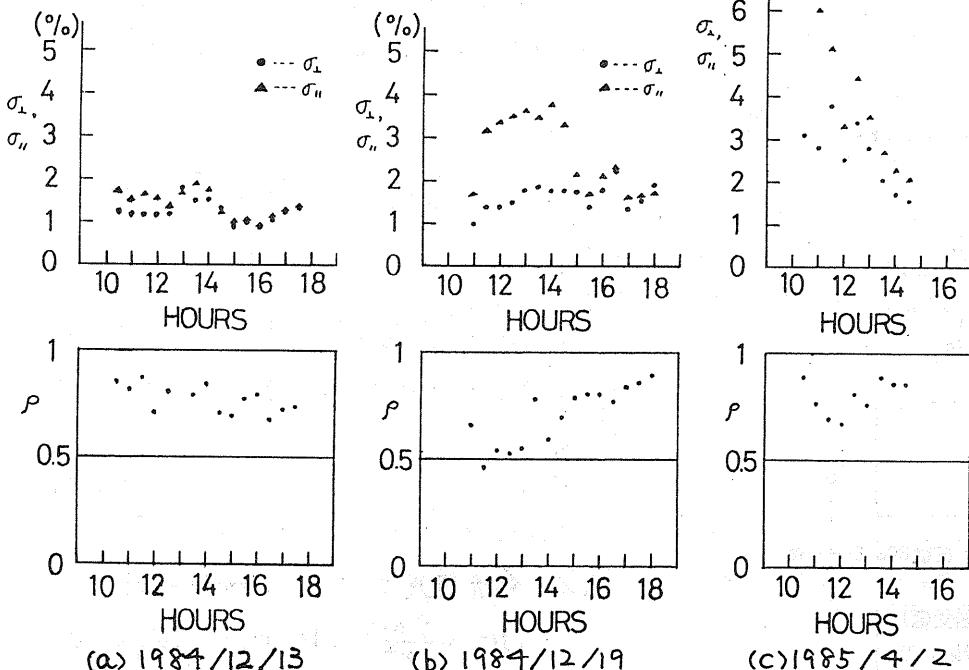


図3. 垂直・水平偏光の強度変動の標準偏差 σ_v 、 σ_h および両者間の相関係数 ρ

表1 伝搬実験記録

実験時間(30分毎)		記事
1984/12/13	10:30-17:30	曇時々晴, 無風
12/19	11:00-18:00	晴, 微風
1985/04/02	10:30-14:30	快晴後曇, 風

午後急に曇り出した。これらの図からわかることは、(1)曇または夕方、垂直・水平偏光の強度変動の大きさに顕著な差は存在しない。(2)日照があるとき、水平偏光の強度変動の大きさは垂直偏光のそれらに比べて2倍以上になる場合がある(3)そのとき両者間の相関係数は小さい場合が多い(4)垂直偏光の強度変動の時間変化は水平偏光に比べて小さいこと等である。伝搬路の下には芝生等があり日照によつて上昇気流あるいは水蒸気流が生じ、これが伝搬特性の差を引き起こすものと予想される。

3. おわりに

短距離伝搬の場合の両偏光伝搬特性の差異が一部実験的に明らかになった。これが図1に示した伝搬路状況以外でも一般に言えることであるか、さらに違う気象条件(霧、雨など)でも言えることであるか検討を重ねていく予定である。また、長距離伝搬で強度変動が大きい場合、上に述べたような特性の差が拡大されるかあるいは縮小されるのか明確な予想は立てないが興味ある問題である。