

19 レーザービームの水平伝搬中におけるゆらぎについて

On the fluctuation of beam in horizontal propagation of laser light

横井 武長

Takehisa Yokoi

米子工業高等専門学校 電気工学科

Department of Electrical Engineering,
Yonago Technical College, Yonago

1969年8月～1970年8月の間、島根県安来市と鳥取県米子市との間の中海の海上において、レーザービームの水平伝搬実験を行なった。実験に用いたレーザーはヘリウム・ネオンレーザーで、出力10 mW、CW動作である。ビームの海面からの高さは約1.5 m、伝搬距離は2.26 kmである。ビームの横断面の直径は発信の際に12.2 cm、受光のときは平均値で25.7 cmであった。受光用の凹面鏡は口径60 cmで、ゆらぎが測光に影響する程度以上を大スケールのゆらぎ（以下において「ゆらぎ」という）として観測した。これは実際には受光した場所で10 cm以上の変位である。

1. 観測結果

(1) ゆらぎの出現度数と出現率

ゆらぎの出現度数、出現率ともに最大値は日没後1時30分～2時間の間に現われ、他の時間帯での出現は少なかった。（図1）

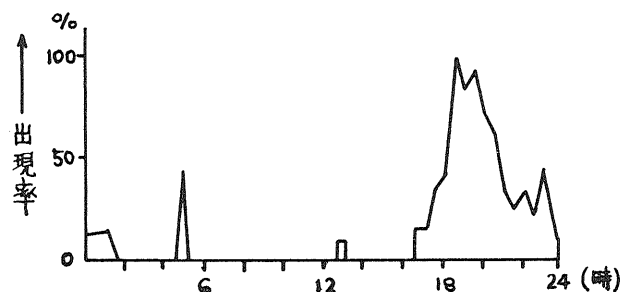


図1 ゆらぎの出現率

(2) ゆらぎ量 (変位量) と 温度勾配 との関係

レーザービームの高さ dZ (海拔) における気温を T_1 , 海水の表面温度を T_2 , また $dT = T_1 - T_2$ として dT/dZ と変位量 (D) との関係を調べた結果, 図2 のように dT/dZ の正の領域において

$$D = -12.8 \times \left(\frac{dT}{dZ} \right) + 56.7 \quad (1)$$

なる関係が得られた。

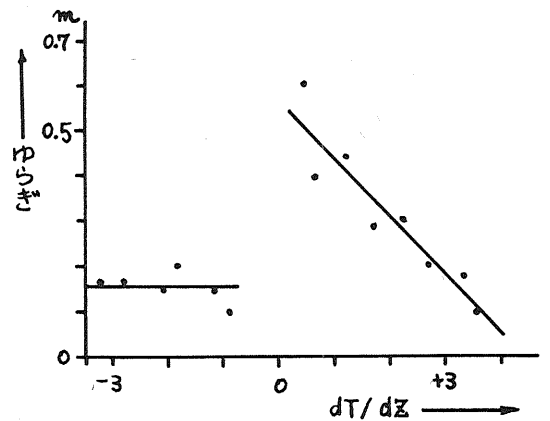


図2 ゆらぎと温度勾配との関係

風速およびリチャードソン数に対しては顕著な関係は得られなかった。

2. 考 察

大気屈折率を n , 大気圧 p (mb), 気温を T ($^{\circ}K$) として

$$n = 1 + \left[80 \times 10^{-6} p / T \right] \quad (2)$$

なる関係が与えられるものとして, 図3, 図4 のような, 温度境界面が一つ, および二つの場合のモデルによって変位量と温度差との関係を計算した結果は図5, 図6 のようになった。

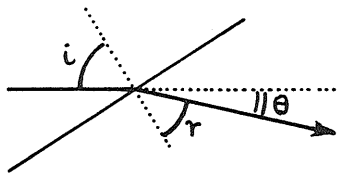


図3 一つの境界における屈折

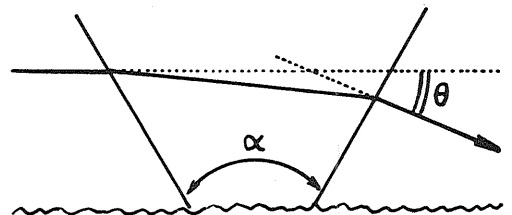


図4 二つの境界による屈折

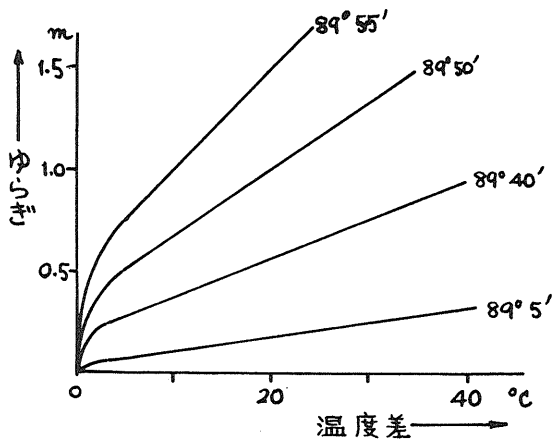


図5 一つの境界の場合の ゆらぎ量 vs 温度差

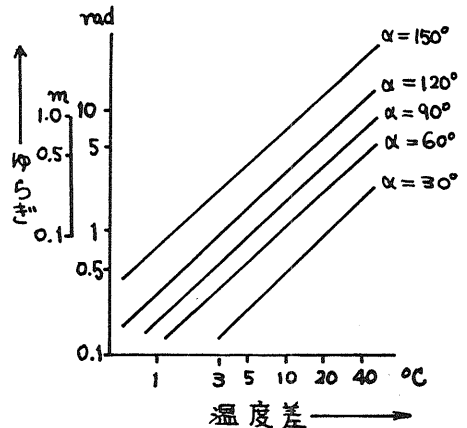


図6 二つの境界の場合のゆらぎ vs 温度差

図5において、角度を示す数字は入射角(i), また図6で α は二境界面の角を示す。計算結果は観測結果と逆であって、原因としては温度7.0フィートにおける不連続面の存在を考えている。

以上のゆらぎ現象は、1回のゆらぎについて変位量 10 cm ~ 100 cm で、時間にして 10分 ~ 20分 程度で回復する因子と、変位量 80 cm ~ 120 cm で、時間にして約2時間程度で漸増・減する因子とがある。これについても報告する予定である。