

レーザービームと熱電温度計による大気中の水蒸気分布の観測

Observation of water vapor distribution in the atmosphere by the laser beam and thermoelectric thermometer

横井 武長

Takahisa YOKOI

米子工業高等専門学校

Department of Electrical Engineering, Yonago National College of Technology

1. 大気中におけるレーザービームの変動

前報(本シンポジウム E-1)に述べたように大気中におけるレーザービームの鉛直変動量 ΔZ は,

$$\Delta Z = -\frac{1}{\eta} \left[\frac{g}{R} + \left(1 + \frac{2Be}{Tp}\right) \frac{dT}{dZ} + \frac{B}{p} \cdot \frac{de}{dZ} \right] \quad (1)$$

ここに T は気温, p 気圧, e 水蒸気圧, g 重力加速度, R ガス定数, $\eta = (T^2/AP) \cdot (2/S^2) \times 10^6$, A と B は定数, S はレーザーとターゲット間の距離である。(1)式により, 温度勾配 dT/dZ と, ΔZ とを測定すれば, 水蒸気勾配 de/dZ を推定することができる。

2. 温度の鉛直勾配の測定

接地境界層の気温の鉛直分布は Panofsky (1962), Webb (1960) らの研究によれば

$$T = E + F \ln Z + GZ \quad (2)$$

と近似できる。ここに Z は地表からの高さ, E, F, G は分布係数である。鉛直分布を測る装置を図1に示す。図のように, レーザーとターゲットの間に等間隔に6本のポール: $P_1 \sim P_6$ をたて, 各ポールの位置で高さ 0.03 m, 0.07 m, 0.25 m, 0.895 m の4点にセンサーをおいて, 計24点で温度を同時に測る。測定は20~30秒ごとに10分間つづけて行ない, 高さごとに平均する。この平均値を用い最小自乗法によって E, F, G を決めることができる。温度の鉛直勾配は(2)を微分して

$$\frac{\partial T}{\partial Z} = \frac{F}{Z} + G \quad (3)$$

として得られる。

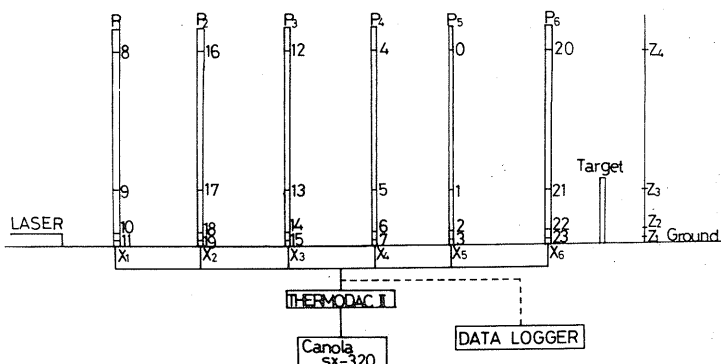


図1. 温度分布の測定

$P_1 \sim P_6$: ポール

0 ~ 23 : センサー番号

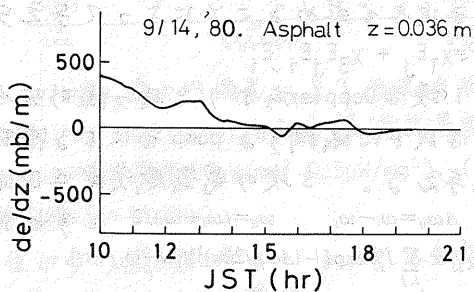
THRMODAC II : 多点データ集録装置

Canola : パーソナルコンピュータ

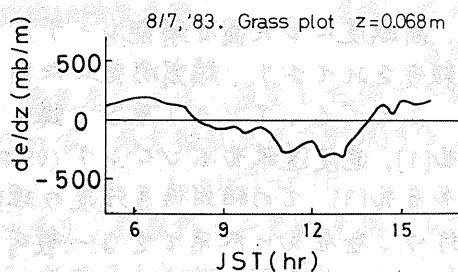
3. 水蒸気勾配の推定

まずビームが直進する場合のターゲット上のスポット高 (Z_T)₀ を最小の誤差で推定する。そのため温度勾配が最小の時刻におけるレーザビームスポットの観測値を用い、(1)式により ΔZ を求めその時のビーム高 Z_T より、 $(Z_T)_0 = Z_T - \Delta Z$ として得る。この場合 $de/dz = 0$ を仮定している。次にすべてのデータについて、 Z_T の $(Z_T)_0$ からの変位 ΔZ を求める。このようにして上記の $\partial T/\partial z$ と、 ΔZ とによって、(1)式を用いて de/dz を得る。得られた de/dz の時間変化を図2に示す。

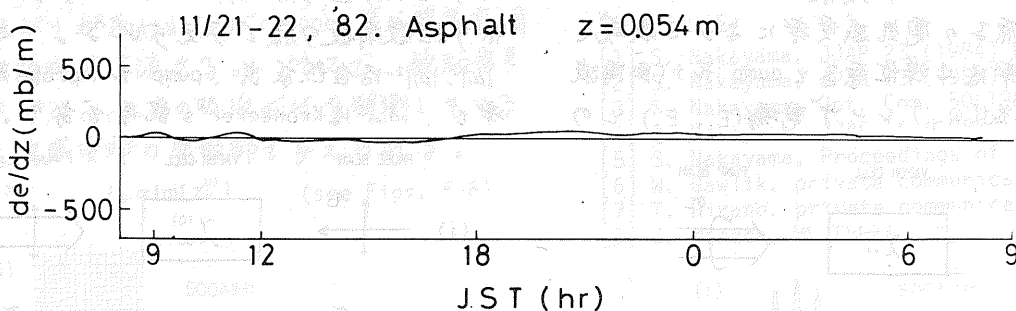
図2. de/dz の時間変化



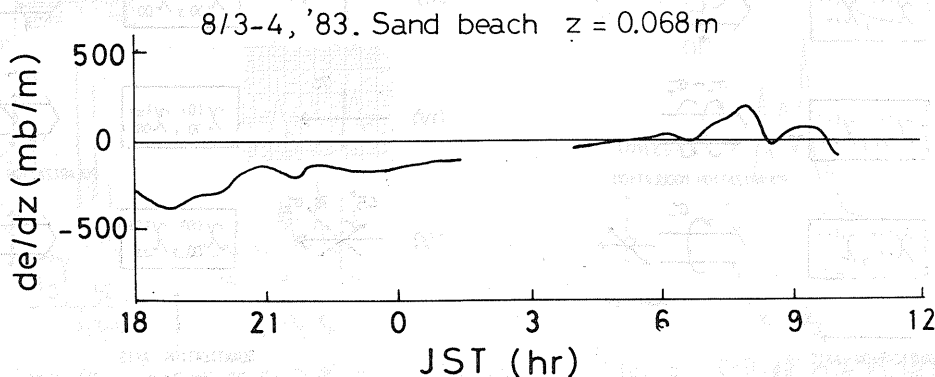
(a)



(b)



(c)



(d)