

38 レーザビームによる気温の測定

Measurement of The Air Temperature by using Laser Beams

横井 武長

Takehisa YOKOI

米子工業高等専門学校

Department of Electrical Engineering, Yonago Technical College

1. レーザビームによる気温測定の方法

レーザ光をほぼ水平に伝搬させた場合、ターゲット上におけるレーザスポットの垂直変位 Δd (m) を測ることによって気温の垂直勾配の差 $\Delta(dT/dz)$ を次の式で推定することができる (Friend et al 1970, Yokoi 1982)。

$$\Delta\left(\frac{dT}{dz}\right) = 0.94 \times 10^6 \cdot C \cdot \Delta d, \quad (1)$$

ここに $C = 8/l^2$, $l/2$ はレーザとターゲットの間の距離 (m) である。この式を利用すると適当に定められた基準時刻における温度勾配を測定しておけば、レーザビームの変位から、時々刻々のビーム高における垂直温度勾配を知ることができる。

気温の垂直分布として次の Log-Linear の関係を仮定する。

$$T = A + B \ln z + Cz \quad (2)$$

ここに T は温度, z は地表面からの高さ, A, B と C は定数である。従って温度勾配 dT/dz は

$$\frac{dT}{dz} = \frac{B}{z} + C \quad (3)$$

と表わされるから、レーザビームを二本用いた場合を考えると、それぞれのビームについて、(1)を利用して dT/dz を求め、 z として平均ビーム高を用いると (3)式に当るものが二つ得られ B と C を決めることができる。従って (2)式においてある高さ z における温度を測れば定数 A が決まるから、任意の高さにおける温度を推定することができる。この方法による温度の測定は、測定困難な地表近くの温度を測るのに有効である。温度の勾配は地表面に近いところでは変化が激しいが、高い位置では殆んど変化しない。従って、レーザが1台の場合は、高い位置のレーザビームは不変と近似して温度を推定することも可能である。

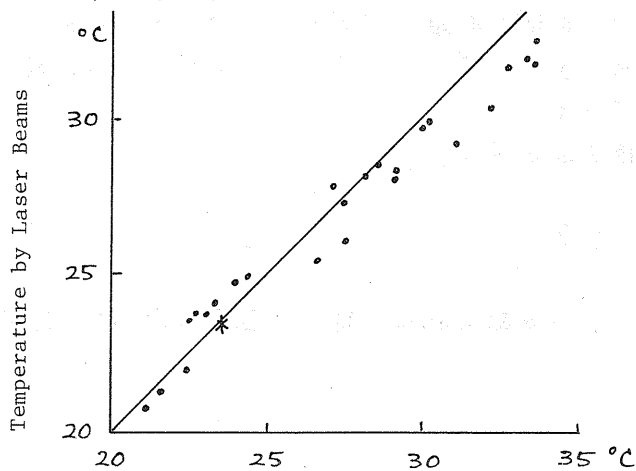
2. 実験の概要

実験は 第1回 : 1980年 9月 14日, 第2回 : 1981年 8月 9日~10日, 第3回 : 1981年 11月 22日 の3回行なった。レーザーはHe-Neガスレーザー, 出力5mWを用い, 150m x 40mのアスファルト道路の一部に25mの光路をほぼ水平に設けてビームを伝搬させた。光路の終端においてビームに垂直に平面板をおいてターゲットとし, ターゲット上のビームスポットの変動を観測した。それと同時に光路上において温度の垂直分布を測定した。この実験では温度は水平一様に分布していると仮定し, 温度測定は二通りの方法によっている。その一つは光路の midpoint付近で垂直に4点の温度を測定し, その測定値で温度の垂直分布を決めるもので, 他は水平方向に6点, 垂直方向に4点, 計24点の測定を測り, 水平6点の測定結果は平均してその高さの温度を代表させて, 垂直分布を決めるものである。前者の測定には白金抵抗温度計(横河 Type 2804)を用い, 後者は銅・コンスタンタン熱電対使用の小型多点温度データ集録システム(江藤電気 サーモテックII)を使用した。第1回と第3回の実験は前者により, 第2回は後者によった。更に第3回の場合は, 放射温度計(Beams PRT-5)により地表面温度を測定した。

3. 実験の結果

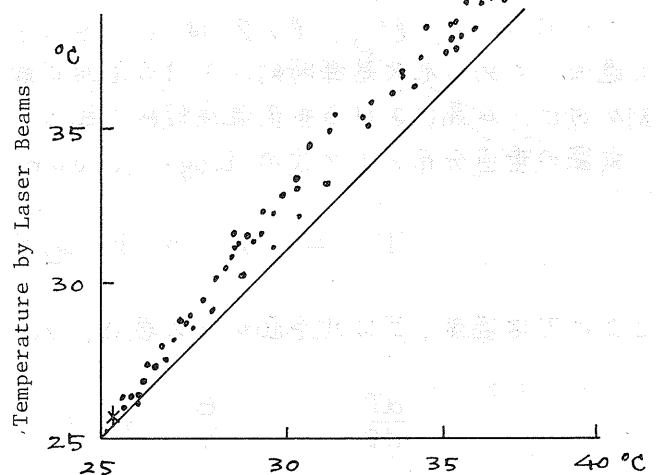
レーザービームによる温度測定

二つのレーザービームにより得られた地表近くの温度測定値を温度計により測った値と比較すると次のようになる。



Temperature by Resistance Thermometer

1980年 9月 14日



Temperature by Thermocouples

1981年 8月 9日 - 10日

*印は基準

以上のほか 地表面温度に相当する高度についても報告する。