

千葉工業大学	学生員	金澤 泰
千葉工業大学	正会員	小泉 俊雄
千葉工業大学	学生員	柴田 勝央

1. はじめに

本研究は、風の流れを調べるために、トレーサーとして放流した空気と同じ比重の球形の風船を写真撮影し、これを単写真を用いて解析し気流の流跡線の三次元測定を試みようとするものである。

通常、写真測量により被写体の三次元座標を求めるためには、2枚の写真が必要とする。1枚の写真のみでは、共線条件の他に別の条件が与えられなければ被写体の三次元座標は求められない。しかし、直径の長さが既知である球形物体は、直径の値をもとにして、その物体を撮影した1枚の写真だけで、被写体の三次元座標を求めることができる。そこで、今回は基礎的研究として、室内において三次元座標と直径が既知のピンポン玉を配置し、写真撮影を行い測定精度の解析を行った。

2. 解析理論

図1に示すように、球の半径を b としたとき球の中心 R の三次元座標 X_R, Y_R, Z_R は次の通り求めることができる。

1) 単写真標定により投影中心 O の座標

(X_o, Y_o, Z_o) を求める。

2) P, Q の写真座標である像点 $p(x_p, y_p, z_p)$ と $q(x_q, y_q, z_q)$ を測定する。3) 直線 Op, Oq のなす角 $\angle pOq = \theta$ を求める。4) $\angle pOq$ の二等分線と写真面との交点 $r(x_r, y_r, z_r)$ を求める。

$$x_r = (mx_q + nx_p) / (m + n)$$

$$y_r = (my_q + ny_p) / (m + n)$$

$$z_r = (mz_q + nz_p) / (m + n)$$

ここで m, n の関係を次式に示す。

$$n/m = q_r / p_r = Op / Oq$$

5) 直線 Or の式より、その直線と基準面との交点 $G(X_g, Y_g, Z_g)$ を求める。

$$X_g = \{ -Z_o (x_r - X_o) / (z_r - Z_o) \} + X_o \quad Y_g = \{ -Z_o (y_r - Y_o) / (z_r - Z_o) \} + Y_o \\ Z_g = 0$$

6) 基準面と直線 GO とのなす角 γ を求める。 $\gamma = \tan^{-1} [Z_o / \{ (X_g^2 - X_o^2) + (Y_g^2 - Y_o^2) \}^{1/2}]$ 7) 投影中心 O から球の中心 R までの鉛直距離 Z を求める。 $Z = b \sin \gamma / \sin (\theta / 2)$ 8) 基準面からの球の中心 R までの鉛直距離 Z_R を求める。 $Z_R = Z_o - Z$ 9) 直線 GO の式より球の中心 R の X, Y 座標 X_R, Y_R を求める。

$$X_R = \{ (Z_R - Z_o) (x_r - X_o) / (z_r - Z_o) \} + X_o$$

$$Y_R = \{ (Z_R - Z_o) (y_r - Y_o) / (z_r - Z_o) \} + Y_o$$

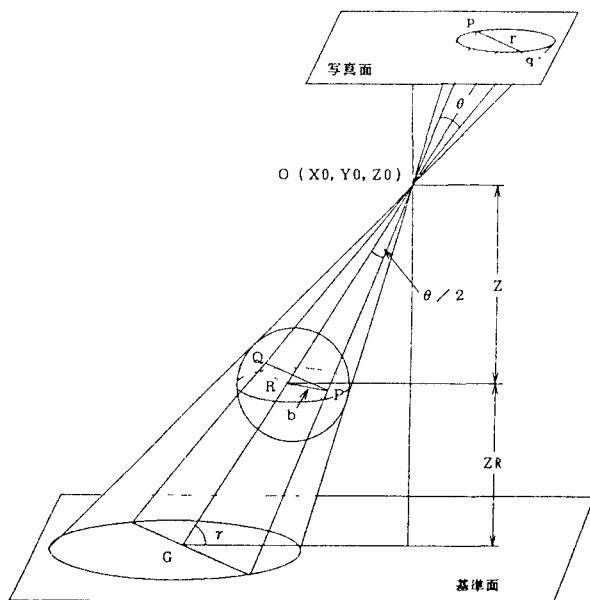


図1 解析理論

3. 実験概要

実験状況を図2に示す。

測定物(被写体) : ピンポン玉(直径3.78cm) 9個を配置

標定点 : スチールテープ, プラスチック板を使用し合計29点設置

使用カメラ : 35ミリ小型カメラ (NIKON F801AF)

焦点距離28mm広角レンズ装着(TOKINA社製)

撮影 : 被写体までの撮影距離を約4mにとり撮影

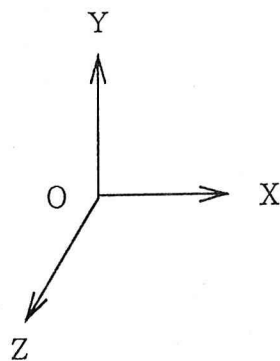
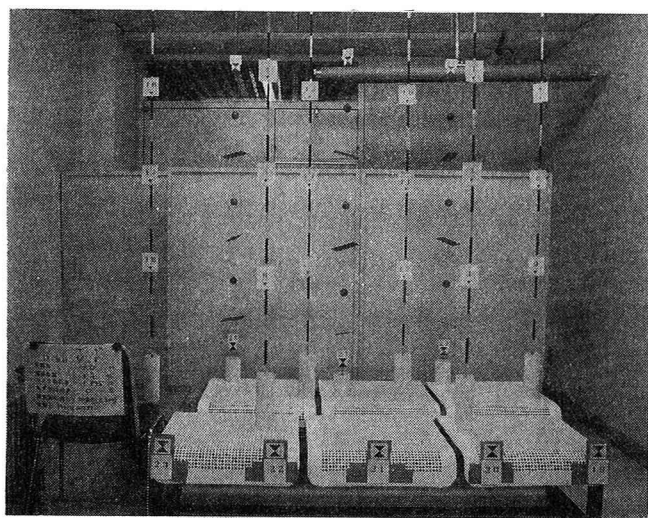
写真座標の測定 : デジタイザーによる測定

武藤工業株式会社製 SUMMAGRID 分解能; 0.025mm

内部標定, 単写真標定プログラム: 社団法人日本写真測量学会

一般カメラによる三次元座標計測プログラム『PGMAN』

解析パソコン : NEC PC-9801VX



座標系

図2 実験状況

4. 結果及び考察

被写体までの距離3.4mで被写体に対してほぼ鉛直に撮影したときの実験によると, 平面座標であるXY方向について下記に示す式により測定誤差を計算すると $D_{xy} = 12.4\text{ cm}$ Z方向に関しては $D_z = 42.5\text{ cm}$ であった。

測定誤差Dの算出式

$$D = \{ \sum (\text{測定値} - \text{既知の値})^2 / (n - 1) \}^{1/2}$$

このことから本研究の目的である気流の流跡線の測定には, 撮影条件を考慮することにより本手法が使用可能と考えられる。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本写真測量学会: 「解析写真測量」 改訂版 平成元年6月20日