

以上にレンズの半径方向ひずみと差違し、共線条件式として次式を使、 t_c 。

$$x = -C \frac{a_{11}(x-x_0) + a_{12}(y-y_0) + a_{13}(z-z_0)}{a_{31}(x-x_0) + a_{32}(y-y_0) + a_{33}(z-z_0)} + x_0 - kx^2(x-x_0) + l(y-y_0)$$

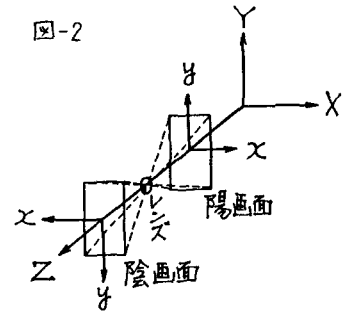
$$y = -C \frac{a_{21}(x-x_0) + a_{22}(y-y_0) + a_{23}(z-z_0)}{a_{31}(x-x_0) + a_{32}(y-y_0) + a_{33}(z-z_0)} + y_0 - ky^2(y-y_0) + \mu(y-y_0)$$

C : 画面歪り k : レンズのひずみ係数

x_0, y_0 : 主点位置ずれ $r^2 = (x-x_0)^2 + (y-y_0)^2$

$a_{11} \sim a_{33}$: 回転行列 x_0, y_0, z_0 : 投影中心(カメラ位置)

図-2



この式を使用し、図-3に示すように、多数の基準点と配置したテストフィールドと利用し、単写真による内部標定要素の決定を行、 t_c 。撮影は図-4に示す3ヶ所である。この標定においてカメラ位置は測定値が正しいと仮定し、未知量として、 C, x_0, y_0, k, l, μ 以外にカメラの傾き ω, φ, κ とした。求まった標定要素は撮影ごとにばらつきが大きくなるため、 t_c 。そこで、仮に次の値を用いて以下の実験を行、 t_c 。

$$C = 45.12 \text{ mm} \quad k = -0.3376 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

$$l = 0.8360 \times 10^{-3} \quad \mu = 0.1331 \times 10^{-1}$$

4. 相互標定によるモデル作成の誤差

撮影A-B, A-Cに3ヶ所作られる実体モデルを用い、表-3の数の相互標定点を採用した。相互標定の結果得られた標定要素、その標準誤差 σ 、及び座標観測の σ を表-4に示す。表-4に示すように相互標定は5つの角を標定要素に選んだものごおり、相互標定点として選んだ点数によ、 t_c 標定要素の値に与える大きい変動を生じた。なお、標定要素の標準誤差もそれほど小さくないから、かなりのモデル変形の発生することもある。ただし、座標観測の標準誤差 σ は $5 \mu\text{m}$ 程度とす、 t_c 。

表-3

	相互標定点数
①	6
②	9
③	12
④	21

表-4

	κ_1 (rad)	φ_1 (rad)	κ_2 (rad)	φ_2 (rad)	ω_2 (rad)	観測の σ (mm)
①	0.0153 ± 0.0020	0.1758 ± 0.0007	-0.0001 ± 0.0020	-0.0486 ± 0.0008	0.0027 ± 0.0	0.0018
②	0.0057 ± 0.0030	0.1790 ± 0.0015	-0.0098 ± 0.0031	-0.0452 ± 0.0021	0.0026 ± 0.0001	0.0060
③	0.0033 ± 0.0025	0.1787 ± 0.0012	-0.0125 ± 0.0026	-0.0447 ± 0.0017	0.0025 ± 0.0001	0.0058
④	0.0076 ± 0.0027	0.1792 ± 0.0013	-0.0081 ± 0.0027	-0.0443 ± 0.0020	0.0023 ± 0.0001	0.0071

今、 x, y 座標ともにこの程度の大きさの誤差であり、 t_c 、直角撮影であると考えると、 Z 座標の測定精度 $\sigma_z/2$ は、おおよそ表-5に示す値とす。たとえば、 $B=3.3\text{m}$ 、 $Z=10\text{m}$ のときは $\sigma_z/2=4.7\text{mm}$ ということになる。

表-5

Z/B	1.5	3.0	5.0	10.0
$\sigma_z/2 (\times 10^{-4})$	2.4	4.7	7.9	15.7