

1. 緒言

二媒質写真の解析的標定法には、単写真の標定理論を使用して個々の写真の外部標定要素および屈折面を規定する要素と計算する方法と、実体写真の標定理論に従い1対の二媒質写真の標定を相互標定と対地標定とに分けて実施する方法とがある。これらの方法のうち、前者の方法および後者の場合で相互標定におけるモデル座標系を任意に選び、そのモデル座標系に対して相互標定要素を決定し、対地標定は二媒質写真の場合と全く同じように行なう方法については既に報告してきたが、ここで1対の二媒質写真の相互標定段階に K. Rinner の考え方を適用した場合について考察してみよう。

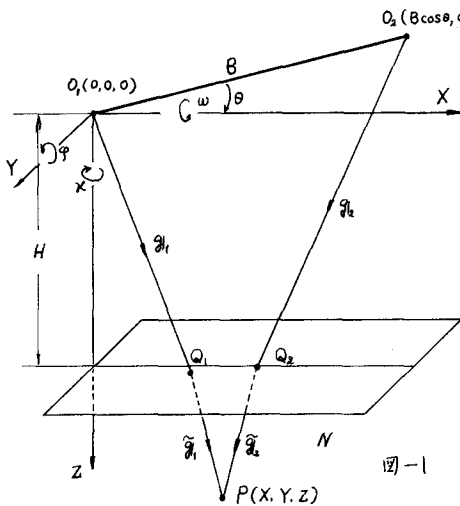


図-1

K. Rinner のモデルでは屈折面が平面であり、相互標定のモデル座標系 (X, Y, Z) は左側写真の投影中心 O_1 を原点とし、 X 軸は左側写真の投影中心 O_2 の方向に屈折面に平行に選ぶ。また、 Y 軸は X 軸と直交して屈折面に平行に、 Z 軸は X, Y 両軸に直交して (屈折面に垂直に) 下向きにとる。モデル座標系と屈折面との関係をこのように固定してしまうと、モデル座標系を任意に選んだ場合の8個の相互標定要素のうち屈折面を規定する要素 (この場合平面の方程式の3個の係数) を1対の写真の外部標定要素で置き換える必要が生ずる。Rinner はこの置換法として2-1で述べられる方法を用いたが、それ以外の置換法も考えられるので、2. でこれらについて詳しく述べる。相互標定要素の計算には対応する2本の屈折光線の交点条件が使用

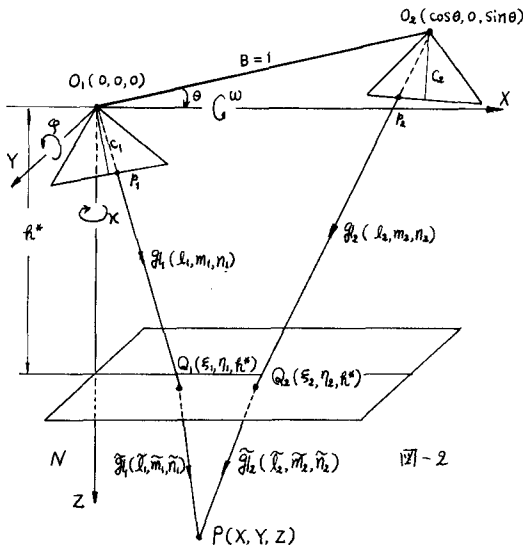
される (図-1 参照)。

一方、K. Rinner のモデルを使用した場合の対地標定は、その相互標定段階で既に1対の写真の12個の外部標定要素のうち8個の要素が決定されたわけであるから、残りの4個を対地標定要素としておめればよいわけで、非常に簡単になる。

2. K. Rinner のモデルを使用した場合の1対の二媒質写真の相互標定

2-1 独立モデル法による方法 (K. Rinner の方法)

モデル座標系 (X, Y, Z) は1. で説明したように選び、相互標定要素としては X, Y, Z 軸のまわりの左右カメラの回転要素 $(\varphi_1, \omega_1, \kappa_1, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2)$ 、基線高度比 R^* 、および左右カメラの高度差を表わす θ を採用する。つまり、モデル座標系で屈折面を規定する要素を1対の写真の外部標定要素で置換する方法として、この場合屈折面の傾斜のかわりに ω_1 (または ω_2)、 θ を、屈折面からモデル座標系の原点までの距離のかわりに基線高度比 R^* (基線長 E と仮定) が使用されている (図-2 参照)。1対の二媒質写真のこれら8個の相互標定要素 $(\varphi_1, \omega_1, \kappa_1, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2, \theta, R^*)$ を求めるためには、対応する2本の屈折光線 $g_1(x_1, m_1, n_1)$ および $g_2(x_2, m_2, n_2)$ の交点条件を用いるが、この交点条件はつきぎのようにして見出せる。まず、左右の写真座標および相互標定要素を用いて対応する2本の入射光線 $g_1(x_1, m_1, n_1)$ および $g_2(x_2, m_2, n_2)$ の方程式とて、これらを使、て左右光線 g_1, g_2 の入射点 Q_1 (



ξ_1, η_1, S_1 および $Q_2(\xi_2, \eta_2, S_2)$ を計算する。つぎに、屈折の一般法則を使用して対応する二本の入射光線の方
向余弦 (l_1, m_1, n_1) および (l_2, m_2, n_2) より対応する二
本の屈折光線の方
向余弦 $(\tilde{l}_1, \tilde{m}_1, \tilde{n}_1)$ および $(\tilde{l}_2, \tilde{m}_2, \tilde{n}_2)$
を求める。これらがわかれば、対応する二本の屈折
光線 $\tilde{g}_1$ および $\tilde{g}_2$ の方程式は

$$\tilde{g}_1: \frac{X - \xi_1}{\tilde{l}_1} = \frac{Y - \eta_1}{\tilde{m}_1} = \frac{Z - R^*}{\tilde{n}_1}$$

$$\tilde{g}_2: \frac{X - \xi_2}{\tilde{l}_2} = \frac{Y - \eta_2}{\tilde{m}_2} = \frac{Z - R^*}{\tilde{n}_2}$$

のように表わすことができ、これらの交点条件は、

$$\begin{vmatrix} \xi_1 - \xi_2 & \tilde{l}_1 & \tilde{l}_2 \\ \eta_1 - \eta_2 & \tilde{m}_1 & \tilde{m}_2 \\ 0 & \tilde{n}_1 & \tilde{n}_2 \end{vmatrix} = 0$$

となる。

2-2 接続標定法による方法

モデル座標系 (X, Y, Z) は1.で説明したように選び、
相互標定要素としては1枚の二枚写真の相互標定
で接続標定法を使用する場合に用いられる右側写真
の5個の外標定要素 $(q_2, w_2, x_2, by_2, bz_2)$ および
右側写真のX軸方向への移動量 bx_2 、左側写真の回
転要素 q_1, w_1 と採用する。つまり、この場合は屈
折面(平面)とモデル座標系で規定する3個の要素
を (q_1, w_1, bx_2) で置き換えているが、2-1の独
立モデル法を使用する場合と比較してみよう。基礎
高度比 R^* と右側写真のX軸方向への移動量 bx_2 は原
理的に同じものである。他の7個の要素を $(q_1,$
 $w_1, x_1, q_2, w_2, x_2, \theta)$ (独立モデル法の場合)、 $(q_1,$

$w_1, q_2, w_2, x_2, by_2, bz_2)$ のように順序を換えて書いてみると容易にわかるように、両者の相違は x_1 と by_2 と θ が bz_2
と入れ換、ているだけであり、 x_1 と by_2 、 θ と bz_2 は原理的に同じものであるから、両者は原理的に同じ方法である。
ただし、この接続標定法による方法と基礎法にて考えると、一連の二枚写真をつぎつぎに接続してゆく場合、た
とえば第 n 写真に第 $(n+1)$ 写真と接続して第 n モデルをつくる場合、第 $(n+1)$ 写真の外標定要素 $(q_{n+1}, w_{n+1}, x_{n+1},$
 $bx_{n+1}, by_{n+1}, bz_{n+1})$ の6個の要素のみで接続可能となり、非常に便利である。なお、8個の外標定要素は2-1の
独立モデル法による場合と同様に対応する二本の屈折光線 $\tilde{g}_1(\tilde{l}_1, \tilde{m}_1, \tilde{n}_1)$ および $\tilde{g}_2(\tilde{l}_2, \tilde{m}_2, \tilde{n}_2)$ (図-3参照) の交
点条件より求められる。

3. 結 言

以上 K. Rinner のモデルを適用した場合の1枚の二枚写真の2種類の相互標定法を紹介したが、これらの方法
の最大の欠点はモデル座標系と任意に選んだ場合と比較して一般性が欠如していることである。なお、この場
合の大地標定法の特長、数学モデルを使って検討した K. Rinner のモデルの特性、さらにモデル座標系と任意に選
んだ場合との詳しい比較等は講演時にゆずる。