

千葉工業大学 学生員 柴田 勝央  
 千葉工業大学 正会員 小泉 俊雄

## 1. はじめに

著者らは素人が簡単に写真測量を行えるシステムの開発を行っている。その一つとして、既に35ミリ小型カメラとカイト気球及びデジタイザーを組み合わせたシステムを開発した。デジタイザーを用いて写真座標を読み取る際、2枚の写真の対応点を認識する必要がある。実体視により認識は可能であるが素人には抵抗感があるため用いたくない。そこで本研究では、3枚の写真を用いてそれぞれの写真上のすべての像点を入力しておき、核線を利用して対応点を自動的に認識する方法を検討した。今回は基礎的研究として、実験室において三次元座標が既知の基準点を配した平面に描かれた被写体に対して、三方向から写真面及び基線が被写体にほぼ平行になるように鉛直写真を撮影し、認識精度の解析を行った。

## 2. 解析理論

図1に示すように被写体Aに対して3方向から撮影し、単写真標定を行うことにより写真面1, 写真面2, 写真面3の投影中心の位置, フィルム面の位置を得る。ここで、被写体Aの写真面1の像点 $a^r$ の対応点を写真面2の上で探し出す。

始めに写真面に写った像点をすべて入力する。被写体Aの写真面1の像点 $a^r$ , 投影中心 $O^r$ ,  $O^l$ を含む面と写真面2との交線である核線1を描く。この核線の上ののっている像点の一つの場合、その像点が $a^r$ の対応点

である。しかし複数個の像点が核線1の上ののっている場合 $a^r$ の対応点を写真面2だけでは判断することができない。そこで、写真面3を用いる。核線1の上ののっているそれぞれの像点と $O^l$ ,  $O^o$ の関係から、写真面3の上に核線2を描く。また、 $a^r$ ,  $O^r$ ,  $O^o$ の関係から写真面3の上に核線3を描く。 $a^r$ の対応点は写真面3の上で核線2と核線3の両方にのっていることから、その交点に像点があるときの核線2を描いた写真面2の上の像点が $a^r$ の対応点であるといえる。

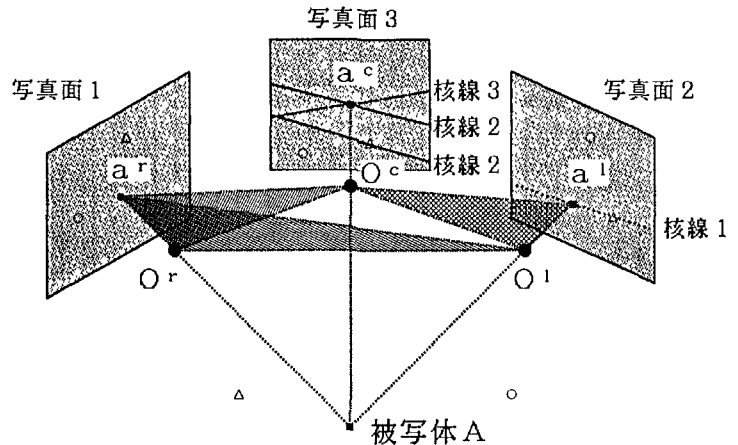


図1 写真面と核線との関係

## 3. 実験及び解析

今回は、基礎的研究として図2に示すように実験室において、標定点としてテープを鉛直に吊るした物を用い3方向から写真面及び基線が被写体にほぼ平行になるように鉛直写真を撮影した。使用カメラは35ミリ小型カメラ、ニコンF801AFを使用した。撮影距離は4m、基線長は写真1と写真2及び写真

2と写真3を1m，写真1と写真2を2mとした。基線高度比は写真1と写真2が1／2，写真1と写真3が1／4となった。内部標定，単写真標定は，一般カメラによる三次元座標計測プログラム「PGMAN」（社団法人日本写真測量学会）を用いた。

理論上では対応している像点は核線上にのっているはずであるが，実際の核線は投影中心の位置の決定及び写真座標の測定の際の誤差などにより多少ずれて描かれることが考えられる。そこで核線のずれの分だけ移動させてやれば，より正確な核線を描くことができると考えられる。移動については測点付近の対応のわかっている点を用いて対応点と描かれた核線との隔たりを求め，その平均値分だけ核線を平行移動させた。次に，核線に幅を持たせ像点はその幅以内に入ったとき測点は核線の上ののっているとした。幅の決定については核線を移動させた時と同様に，測点付近の対応のわかっている点をもとに次式より核線の幅を決めた。

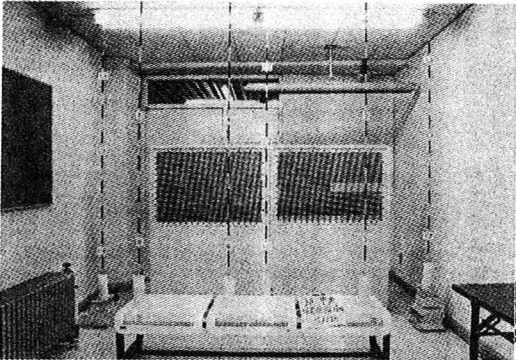


図2 実験

$$W=\pm (X+2 S)$$

ここで

X：対応点と描かれた核線との差の平均値    S：対応点と描かれた核線との差の標準偏差  
W：核線の幅

今回は，測点付近の対応のわかっている点として14個の点を用いた。核線の移動前，移動後の結果を表1に示す。表より，移動を行うことにより核線の幅が小さくなっていることがわかる。本研究ではこの幅にもとずき，計測しようとする点の間隔をフィルム面上の写真座標で $3.956\times10^{-4}\text{m}$ とし，解析を行った。

4．結果

実験の結果，ステレオマッチングを試みた10個の測点すべてについて正確に対応点の認識を行うことができた。このことにより核線を用いたステレオマッチングが精度良くできることがわかった。

5．参考文献

解析写真測量 改訂版，社団法人日本写真測量学会，平成元年6月20日  
柴田，小泉「核線を用いた三次元測定に関する基礎的研究」日本写真測量学会平成4年度秋季学術講演会発表論文集，平成4年10月23日

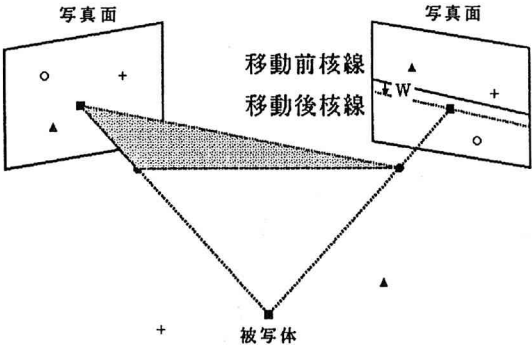


図3 核線の移動方法

表1 核線の幅（写真座標 m）

| 核線 | 移動前                  | 移動後                  |
|----|----------------------|----------------------|
| 1  | $4.594\times10^{-4}$ | $1.666\times10^{-4}$ |
| 2  | $4.630\times10^{-4}$ | $3.625\times10^{-4}$ |
| 3  | $2.945\times10^{-4}$ | $2.231\times10^{-4}$ |