

## 講 演

第 21 卷 第 6 號 昭和 10 年 6 月

## 飛行機に依る地形測量に就て

(昭和 10 年 4 月 16 日土木學會第 66 回講演會に於て)

理 學 士 篠 邦 彦\*

## Land Survey from the Air

By Kunihiko Sino, B. S.

## 内 容 梗 概

本講演は飛行機から寫眞をとつて地形測量をする大體の方法特に垂直な寫眞の場合の取扱ひ方に就て迅速な方法と精密な機械測量にわけて説明したものである。

只今御紹介を戴きました篠であります。是から飛行機による地形測量について概要をお話いたします。飛行機による地形測量と申しましても飛行機上から直接測量をするのではなく飛行機上から土地の寫眞を撮つて之の寫眞を利用して地形測量を行ふ所謂空中寫眞測量に就てであります。

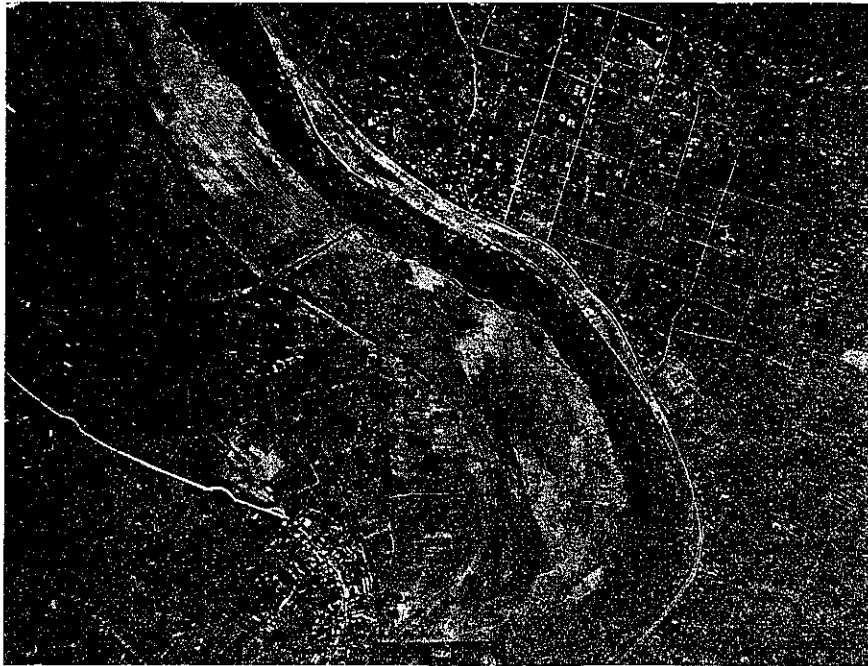
飛行機上から撮りました寫眞を利用する測量は、地上で寫眞を撮つて測量する方法、所謂地上寫眞測量と分でありまして、兩方とも寫眞機の中心投影の像を拵へる、是は寫眞機の性質であります、其の性質を利用して地圖を作る方法であります、飛行機から撮りました寫眞を利用して測量すると申しましても、其の測量に要求する精度とか、或は日時等の關係で色々の段階に分れて居ります。それは普通の測量でも、簡単な測量をやつたり或は精密な測量をやつたりすることがあるのと同じ譯であります。大體此の空中寫眞測量を迅速法と精密機械測量法の 2 つに分けることが出來ます、初めの迅速法といふのは、寫眞を撮つて測量する時の 1 つの特性である速いといふ點を強調いたして其の點を大に發揮させる。その代りに精度の點は幾分大目に見て測量をする、もう 1 つの精密機械測量法といふのは自動製圖機といふ大きな機械を使つて、實測圖を少しも違はない精度の良い測量を行ふものであります。従つて初めに申しました迅速法といふ測量法は小さい梯尺(スケール)の寫眞して居りますし、あとの精密機械測量法と申しますのは、少くも 1/25 000 程度以上の大きなスケールの圖を拵るのに適して居る譯であります。

飛行機による測量は寫眞を撮つて測量する方法でありますから一番初めに問題になるのは先づ寫眞機です。普通の寫眞機もさうでありますやうに、例へば此處に何かある、それを寫眞に撮るといふことはレンズを中心にした數學的な中心投影像を作るといふことであります。其の中心投影像を作るのも普通の寫眞機ではなかなか理論通りに行かない、それで嚴密に數學的な、正確な中心投影像が出来るやうに寫眞機を作らなければなりません。其の爲に測量用のカメラでは特殊のレンズを使つて嚴密な中心投影像が出来るやうにして居ります。尚ほ其の他にあとで寫眞から測量するのに都合の好いやうな様々な仕掛がしてある譯であります(第 1 圖参照)。

例へば此處に平らな土地があります。それを上から寫眞を撮ります(第 2 圖)、L にレンズがあり、ab に感光面があります。すると寫眞機の光軸が嚴密に垂直の場合には、此處に出來ます像は此の土地の中心投影像であり

\* 陸地測量師 參謀本部陸地測量部勤務

第 1 圖 多摩川附近 (撮影高度 2 500 m)



縮尺約 1/20 000

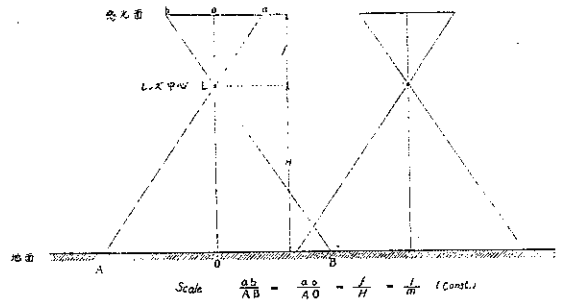
64 年  
1921 年 12 月 25 日  
多摩川 (宇都宮方面)  
撮影

ますから、丁度  $\frac{1}{m} = \frac{f}{H}$  のスケールになつた地  
圖が出来るとあります。此の圖でも分りますやう  
に、正しく垂直に寫眞を撮りますと、どの部分も土地  
の  $\frac{1}{m}$  に相當し 道路橋梁田畑山林等記號化されて  
らげ又色々な註記等こそありませんが寫眞そのま  
ま  $\frac{1}{m}$  の正しい地圖と見做してよいわけ  
であります。それで斯ういふ土地を同じ高さで一定の  
間をおいてどんどん撮影して行きますと、 $f$  は無

常距離、 $H$  は撮影した時の飛行機の高さで、皆同じになりますから丁度  $\frac{1}{m} = \frac{F}{H}$ 、斯ういふ切れ切れの地圖  
が出来るとあります。

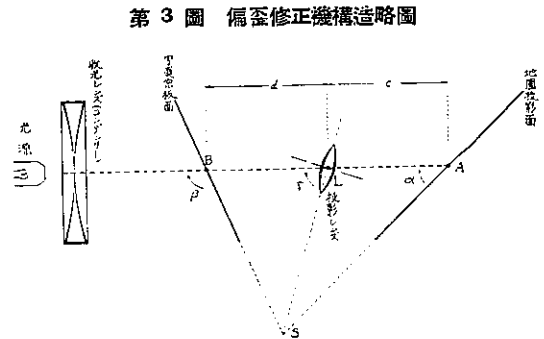
それで飛行機で飛んで行きながら一定の時間をおいて次々に此處で寫眞を撮り、又次に此處で撮りといふ風に  
順々に寫眞を撮つて参ります。そして飛行機の高度は何時も變らずに  $H$  であつたとしますと、此處のも、次のも  
皆  $\frac{1}{m}$  の梯尺の地圖になります。そこで是等の寫眞を繼ぎ合せますと大きな地域の地圖が出来るとあります。  
斯ういふ風な考で廣い地域を垂直に寫眞を撮つて行つてどんどん地圖を拵へて行くのであります。併し斯ういふ  
風なやり方ではコンターは畫けないのであります。全く平らなものと假定して居りますからコンターの必要は  
ない譯であります。で此の時には撮影された地面が平らであるといふ假定の外に、光軸が嚴密に垂直であること、  
それから各部分々々の高さ  $H$  が何時も同じであるといふ假定が含まれて居る譯であります。

第 2 圖 垂直寫眞と平坦地との關係



所が實際寫します場合には、さういふ風に厳密に垂直に、又一様な高度で撮るといふことは出来ませぬ、實際の場合には寫眞は幾分傾斜します。又各々の高度が違つて居ります、それで斯ういふ場合には偏歪修正機といふ器械を使つて、傾いて居り又高度の一樣でない寫眞を高度の一樣な、厳密に垂直な寫眞に引直すことが出来ます。それは大體斯ういふ構造の器械であります(第3圖)、是は一番原始的な一番簡単なものであります、此のやうな

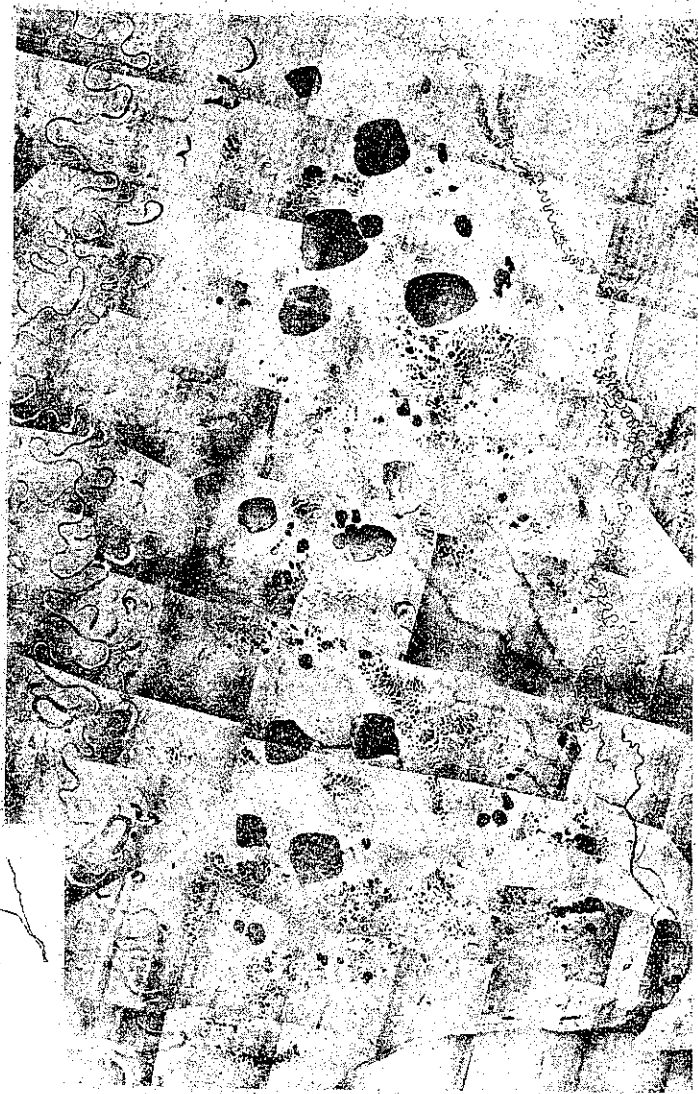
器械を使つて厳密に垂直な、そして高度の一樣な寫眞に引直す。すると其の一枚々々が正しい  $\frac{1}{m}$  のものになつて居る譯でありますから、それを繼ぎ合せて1枚の大きな地圖を作ることが出来ます。斯ういふ風な地圖の拵へ方をモザイク法(模細工法)、出来たものを模細工又は集成寫眞と申して居ります(第4圖参照樺太梶内川)、この偏歪修正機もレンズの中心投影像を作るといふことを基礎にして、傾いた寫眞から厳密に垂直な寫眞を拵へる譯であります。それには此處に



撮影しました原板を置いて後から光を送る、そして此處にレンズLに依つて中心投影像を拵へまして印畫紙の貼つてある地圖面に投影させます、其の時に  $c$  と  $d$  の関係と、それから  $\alpha, \beta, \gamma$  といふ角の関係が、撮影された時の寫眞の光軸の鉛直線からの傾き  $\nu$  で決つて参ります、是は簡単な式がありまして、何時でも或る一定の梯尺のものに、或る傾きを有つた寫眞を直す時には一義的(アインディティツヒ)に決まるやうな式がありまして、式から  $\alpha, \beta, \gamma, c, d$  を計算して出し、それを夫々の値に當嵌めますとAの面に正しい梯尺の地圖が出来ることになります。此の圖に示して居るのは一番原始的なもので、角  $\alpha, \beta, \gamma$  と間隔  $c, d$  を手探りや計算で決めるのでありますが、ツァキスやワールドあたりで拵へて居ります自動偏歪修正機では、 $c, d$  の関係はレンズの焦點距離に依つて決りますから、何れか一方例へば  $c$  を決めれば他の一方  $d$  は獨りで決つて来る譯で、 $c$  を決めれば  $d$  が自動的に動いて正しい位置に来るやうに自動装置がしてあり又  $\alpha, \beta, \gamma$  の中  $\alpha$  と  $\beta$  が洗れば  $\gamma$  が決つて来るといふやうに、2つを決めれば残りの1つは獨りで式から決つて参りますから、それが何時も式で求めた値になるやうに自動的に動く装置がしてあるのであります。さういふ風な新しい偏歪修正機を自動偏歪修正機と申しまして寫眞の傾き  $\nu$  が分れば  $\alpha, \beta, \gamma$  は決まり之で偏歪修正をして正しい寫眞に直すことが出来ますが、普通傾きが正確には分りませぬ、それで斯ういふ場合には地上で基準點の平面位置を求めまして、其の平面位置に来るやうに  $\alpha, \beta, \gamma$  を傾け、そして  $c, d$  の距離即ち梯尺を變へて、寫眞像が丁度其の點に一致するやうに今は計算でなしにトライアルに決めた譯であります、これは平面像をコングルーエントな平面像に直すのでありますから、4點が與へられれば此の投影條件は決つて来る譯であります、普通は4點チェックの爲に1點増して5點位の點を採りまして、其の點に合ふやうに偏歪修正機の臺を傾け距離を變へて偏歪修正を行います、この様に偏歪修正法で寫眞を正しい垂直の寫眞に直しまして、そして地圖を拵へることが出来るのであります、併し是は初めに申したやうに平坦な土地でなければなりません。

若し土地に高低があります場合には、前の場合とちがつてそれを厳密に垂直なる寫眞を撮り、又は偏歪修正をした寫眞を作りましても、正しい地圖とは違つて来る譯でありまして寫眞の像にずれが出来ます(第5圖)、斯ういふ所で寫眞を撮りますと、此の高さが  $H$  であり、焦點距離が  $f$  であるとし、そして此處にPといふ點があるとします、すると地圖上の位置は  $P_0$  である譯であります。寫眞を撮りました時に、此の寫眞上の點の位置

第 4 圖 幌内川流域並にツンドラ地帯



が丁度  $P_0$  に相當するやうな所  $p_0$  に來れば正しい地圖が出来る譯であります。中心投影に依つて  $op_0$  と  $OP_0$  の割合が  $\frac{1}{m}$  になりますから正しい地圖になる譯でありますが、實際は  $P$  の像は  $p_0$  には出來ないで  $p$  に出來ます、詰り正しい像の位置からずれる譯であります。此のずれの量は  $\varphi = \frac{\gamma h}{H}$ 、斯ういふ式になります、 $\gamma$  は中心からの距離  $h$  は平均の高さからの  $P$  點の比高であります。此の距離が遠ければ遠い程ずれがひどくなり、 $H$  が高ければ高い程此のずれは少くて済む譯であります。そして勿論此のずれは寫眞の中心から其の點の正しい地

圖上の位置の来るべき方向に引いた線上に起ります。何時も中心から引いた線の方に起るのであります。そして  $h$  がプラスの場合には何時も是は正しい地圖上の位置から外側に像が出来、 $h$  がマイナスの場合には正しい地圖上の位置から内側に像が出来る譯であります。従つて地面に凹凸がある場合にはモザイク法では正しい地圖を拵へることが出来ませぬ。大體 1/10000 の寫眞では一番端つこのことを考慮に入れて比高 18 m 乃至 20 m 以内位の所ならばずれが 0.2 mm 以内で済みますから先づ大體正しい地圖と看做して宜しうございますが、それ以上の比高がある場合には正しい地圖にはならない譯であります。

それでは斯ういふ場合にはどうして正しい地圖を拵へるかと申しますと茲に一つの手掛りになるのは斯ういふ風に何時もずれの方向が主點を中心とした放射線の方に起ることあります。

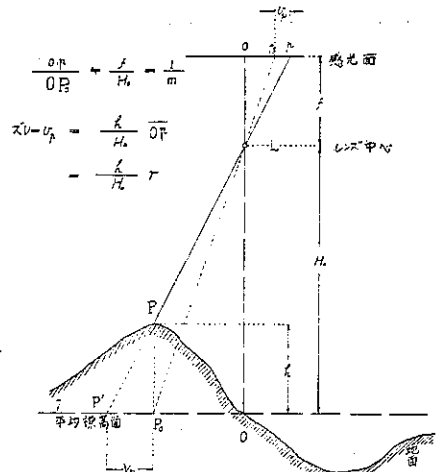
詰りそれはどういふことかと申しますと、寫眞上の中心(主點)  $o$  で測つた角は其の土地で、寫眞主點に相當する地點にトランシットを据ゑて水平角を測つたのと何時も同じやうに寫眞の上に現はれて来る。無論角を測る點が主點以外の時には實地の水平面とは違つたものになりますが、此の測る點が何時も中心の場合に限つて、寫眞上で測つた角は現地で測つた水平角に等しくなるのであります。それで之を利用しますと寫眞だけで三角測量が出来ます、是は今申したやうに、寫眞上で放射線になつて居る間の角を測るのでありますから、之を輻射三角測量と申して居ります。斯ういふやうな三角測量は、寫眞が 60 % 以上

重つて居る場合特に有効に行はれます(第 6 圖)。今 2 枚の寫眞が互ひに 50% 以上重さなつて居るとすると相互の寫眞主點が各他の寫眞の端にうつります兩寫眞に共通な點  $P$  を寫眞上で擇んで第 1 の寫眞で  $\angle PO_1O_2$ 、第 2 の寫眞で  $\angle PO_2O_1$  を測りますと若し  $O_1, O_2$  といふ長さが分つて居れば、三角形の底邊を挾んで  $P$  の位置が分つて来る、それでありましたから連続した 2 つの寫眞の主點間の長さも分つて居る場合には、寫眞上の點ほどの點でも斯ういふ風に前方交會 (Vorwärtseinschnitt) で位置が決まる譯であります。ですから 2 枚の寫眞があつて其の中心の位置を現地で探せば任意に三角測量が出来ます。各々の寫眞の主點を決めて行くといふことは逆も出来ませぬから、何か良い方法を見付けて主點を測らないで済むやうにしなければなりません、今初めの 2 主點  $O_1, O_2$  を測れば次の主點  $O_3$  の位置は次の様にして決定出来ます。

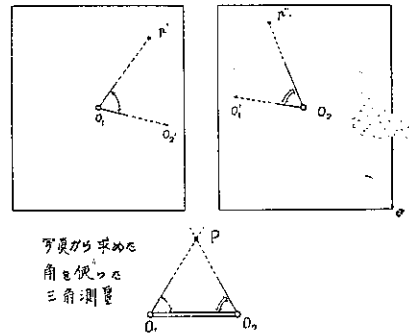
$P$  といふ補助點を求めて  $O_1O_2P$  の三角形を考へますと邊  $O_1O_2$  は與へられたものであり  $\angle O_1O_2P$  と  $\angle PO_1O_2$  は寫眞上で測定されますからこの三角形  $O_1O_2P$  は決まり従つて  $O_1O_2$  に對して  $P$  の位置が確定されます。次に  $\triangle PO_2O_3$  を考へますと  $PO_2$  はわかりましたから  $\angle PO_2O_3$ 、 $\angle O_2O_3P$  を寫眞上ではかると  $PO_2$  に對して  $O_2O_3$  が決まり、従つて  $O_3$  の位置が決定されます(第 7 圖)。

同様にして  $O_2O_3$  から次の補助點を用びると  $O_4$  の位置が分つて來ます。さういふ風に順々に初めの主點が分

第 5 圖 高さによる寫眞位置のずれ

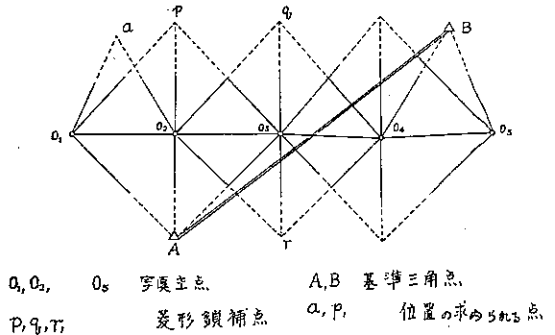


第 6 圖 寫眞による三角測量



れば次々の主点間の長さや方位が分る譯であります、従つて初めの主点の間の距離が分れば1列の寫眞上に寫つて居る點はどの點でも三角測量が出来る譯であります。このためには同一の補助點Pが連絡した3つの寫眞に寫つて居る事即ち寫眞の重なりが60%以上ある事が必要です、此の方法を輻射三角測量と申します。それで斯ういふ場合に片側丈に補助點をとつて順々に決めて行きますと誤りが多くなりますから、他の側にも同じやうなものを作つて上から決めたのと、下から決めたの時から主点間の距離と方位を決めます、そうしますと觀測條件が一つ餘りますから邊の方程式が1つ出来まして最小自乗法で確かな主点間の距離を求める事が出来ます。こういふ風な三角鎖を拵へて行つて、寫眞上に寫つて居る任意の點は主点を測點とする前方交會で決める、斯ういふやり方で三角測量が行はれる譯であります。初めの2つの主点 $O_1, O_2$

第7圖 菱形鎖による輻射三角測量



を決めて置かなければなりません、是も實際は現地について決めるのではなく、寫眞上に2點以上の三角點なり基準點なりが寫つて居りますと、後方交會(Rückwärtseinschnitt)でその位置を決めるのであります。その他寫眞の假のスケール(scale)とアジマス(azimuth)を假定して三角點間の假の距離と方位を求め、之を本當のマスとスケールに較べて逆に直して行くといふ遣り方もとる事があります。何れにしろ實地では少しも位置を測らずに寫眞上で三角測量を行ふといふやり方であり、斯ういふ方法で三角測量をしまして山とか川の曲り方を一々この三角測量で決めて行つて平面圖を拵へる。さうすると土地の高低には無關係な平面圖が出来る譯であります。嚴密に垂直でない偏歪修正をしない寫眞の生の盤のものを使ひましても近似的に、現地で測つた水平角と寫眞中心即ち主点で測つた寫眞上の角は等しくなりますから輻射三角測量を實行しますのに別に困難を感じませぬ。大體寫眞の傾きは普通垂直に撮りましても2度乃至3度の誤差があります。併し2度乃至3度の誤差では斯ういふ三角鎖を拵へて行く時に30秒乃至1分位の誤差でそれが測られますものとしますと、其の誤差の中に入りまして不都合を生じませぬ。斯う云ふ風にして寫眞から平面圖を拵へるのは土地に高低があつても割

行はれます。それから今度は高さをどういふ風にして求めるかと申しますと、其處に並べてありますやうな實體鏡の原理を使ひます、實體鏡で物を見ますと、寫眞上にあるものが丁度目の前にあるやうに浮いて見えます。山があり谷がありますと、それを實體鏡に掛けて見ますと、飛行機の上から山や谷を見たのと全く同じ感じになります。高い所と低い所に高さの分つた點がありますと、水平距離を目測すると同時に目測で寫眞距離を求めること即ち水平曲線をかき入れることが出来る譯であります、簡単な場合にはこういふ方法で標準の高さが分つて居れば距離を判定すると同様に高さを判定することが出来ます、併し斯ういふやり方は餘程熟練をしないと出来ませぬので、普通は視差(パララックス)を利用します(第8圖)、2枚の寫眞にうつつた同一點を取りまして出来た像を見ますと、基線の方向に投影したその點の中心からの距離を $x_1, x_2$ とします、此の差を考へて見ますと第8圖でわかる様に簡単な相似三角形の關係から $x_1 - x_2 = P = \frac{fB}{H}$ といふ式が成立ちます。それで寫眞上で $x_1, x_2$ を測定すれば $f, B$ が分つて居れば $H$ は出て来る譯であります。所が實際には $f$ は寫眞器の焦點距離で精密に分つて居りますが基線 $B$ は割合はつきりと分つて居りませぬ。之を微分しますと $dp = -\frac{fB}{H^2} dH$ 、 $B$ は $O_1, O_2$ の距離で

一対の寫眞では一定でありますから  $dB=0$ 、従つて上の式が成立ちます、寫眞の方向から測つた垂直距離が  $H$  でありますから、こつちから逆に測つて行くと  $h$  になります、即ち  $dp = +\frac{fB}{H^2}dh$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  に相當する視差  $p_1, p_2$  を測つてその差  $dp = p_1 - p_2$  を作ると之は丁度  $P_1, P_2$  の點の高さ  $h_1, h_2$  の差  $dh = (h_1 - h_2)$  に比例する、餘り高さの差が大きくない時には  $\frac{fB}{H^2}$  はコンスタントと看做して好いのであります。2 點丈高さが分つて居る點がありまして、その點  $P_1, P_2$  で視差を測りますと此の係數  $\frac{fB}{H^2}$  が決つて來ますから、第 3 點の  $P_3$  といふ高さを求めることが出來ます。上の式は視差の式を微分して出しましたが、實際には  $dP, dh$  が有限でありますから此の式は一寸コレクションの加つたものになります、兎に角視差の差を測つて高さを決めることが出来る譯であります。コレクションを入れた式を用ひますと測定視差に誤りがない時 500 m のディフェレンスの所で 20 m、300 m ですとずつと減つて 4 m、200 m の時は 1 m 位のディフェレンスで高さが決まる譯であります、一対の寫眞上で 2 點以上の高さが分れば其の他の點は斯ういふ式を使つて相當正確に高さを求めることが出來ます。視差  $p$  又は視差々  $dp$  は寫眞に直接物さしをあてゝ  $x_1, x_2$  を測つても出來ますが、普通は此の視差の差を測りますのに、實體鏡を利用します。

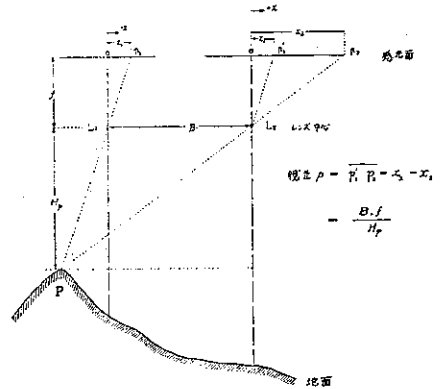
實體鏡で寫眞上にメスマークといふものを置きまして、之の視差即ち間隔を自由に變へられる様にし之が目盛りにつながつてその視差なり視差々なりがすぐわかる様になつて居ります。是の様な實體鏡で寫眞を實體に見ながらメスマークの視差を變へれば之が空間を上つたり下つたりしますから、それを上げ下げしまして、丁度所望の地點の上にぶつ突つた時の此のメスマークのパララックスの値を讀みとりますと之がその地上點の視差に相當する譯で、 $x_1, x_2$  を別々に測る代りに、直接視差を測ることが出來ます。斯ういふ風なやり方で色々の點の高さを求めたり水平曲線を描いたりすることが出來ます。水平曲線を描くには高さの一定な點即ち同一視差の點をさがせばよいわけで割合簡単に求められます。

斯ういふ風なやり方で作り出した地圖は昭和 9 年に拵へた樺太の 1/25 000 の林相圖とか、昭和 8 年 7 月にやりました滿洲の割合に 1/25 000 の地圖の領域の一部分であります。勿論早くやりますので幾分の誤差はあります。併し今でやつた簡単な測量に伴つたようなミステークを生ずるやうなことはありません。それから初めに申しましたチザイック法でやつたのは東京の一部、それから横濱・神戸の一部の 1/10 000 の圖で地圖の左層に空中寫眞測量をしてあるのがそれで、偏歪修正に依るモザイック法で平面位置を決めて作つたものであります、大體以上のが迅速法であります。

次に精密機械測量の方を申し上げます、それは精密自動製圖機といふ機械を使ふのであります、この精密自動製圖機はツアイスとかウイルドなどで拵へて居る器械が 2, 3 ありますが、何れも其の原理は簡單であります、唯それをどういふ風に具體的に表はすかといふことで幾分相違があります。斯ういふ風な原理であります。

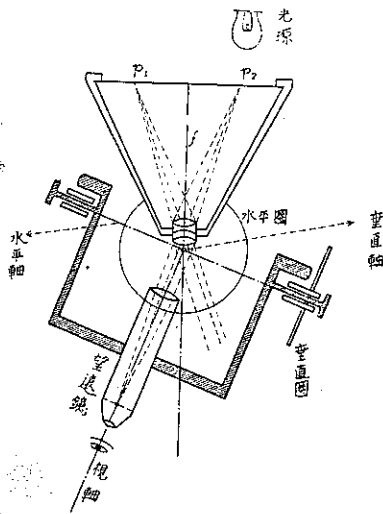
飛行機から地面の寫眞を撮る、焦點距離を  $f$  としますと、 $f$  は 18 cm から 25 cm 位のもので、對象の地面は 1 km 乃至 4 km の遠方にありますから、像を作る光線はレンズに平行光線となつて入つて來て丁度焦點距離の所で像を結んで原板を作ります。今撮影に用ひたその寫眞機に撮影したと同じやうにフィルムなり乾板なりを嵌込

第 8 圖 高さと視差の關係

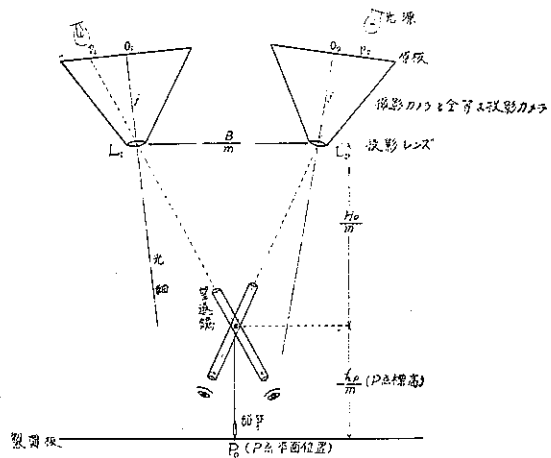


んでそして逆に光を送つたとします(第9圖), さうすると原板から出て来た光はレンズを通つて平行光線となつて対象點の方向に向ひます, 即ち逆行光線の方向は撮影する時に入つて来てその像を拵へた光線方向と完全に一致する譯であります。それでもありますから此處に若し無限遠に合せましたテレスコープ(望遠鏡)を持つて来て見ますと, 此の寫眞の像が丁度クロス・ワイヤの所に結びまして, 此の望遠鏡の視軸は丁度クロス・ワイヤ上に来た點の撮影された位置からカメラの向きに引いた方向線と一致する譯であります。このカメラの傾きを撮影した時と同じやうに置きますと, 此の望遠鏡の視軸は順次にクロス・ワイヤ上にある各々の點を拵へた方向線に完全に一致しますから, この望遠鏡の水平角垂直角を測りますと, 丁度カメラの位置即ち撮影瞬間に於ける飛行機の位置にトランシットを置いて望遠鏡のクロス・ワイヤ上に来る地點を測つた場合と丁度180度だけ違ふ所の正しい水平, 垂直角が求められる譯であります。さういふ装置が第9圖に示すものでありまして, 詰り寫眞上に寫つて居る點を見まして, クロス・ワイヤの上に像を結びませ, 是の水平, 垂直角を圖の Horizontal, Vertical Circle 上で測るのであります。さうすると撮影しました瞬間の寫眞器の位置傾きが分つて居れば, 其の點の位置を逆に角

第9圖 ポローコペ方向測定装置



第10圖 自動製圖機の構造原理



測つて求めることが出来る譯であります。斯ういふ方法をポローコペの方法と申して居りますが, それをうまく工夫して, そして今度は2つの寫眞で同じ地點が撮られて居るやうな寫眞を持つて來まして2つの撮影カメラに向等なカメラにはめ前と同様カメラを撮影の時と全く同一状態にし後から光を送つて之を2つの望遠鏡で覗きます。そうしますとこの望遠鏡の視軸は撮影瞬間の飛行機の位置にトランシットを置いて望遠鏡のクロス・ワイヤ上に来る點を測つた方向と完全に一致するわけですから2つの望遠鏡の視軸のぶつ突つた所が正しい點の位置だといふことになります(第10圖), 斯ういふ風なやり方で, 2つのカメラが撮影した時と同じ傾きになつて居れば, 2つの望遠鏡の視軸の交點を求めてさういふ點をプロットして行けば正しい地圖が出来る譯であります。製圖板に鉛筆を置きまして此の交點の位置を此處に一筆プロットさせる。さうすると製圖板上に平面圖が出来る譯, それから今度は圖板からの高さを測りますと其の地點の比高になる譯であります。さういふ理窟から大きな自動製圖機を拵へまして一對の寫眞を用ひて平面圖を作る。又コンターが書ける譯であります。これにはツァイスで拵へて居りますプラニグラフ, アエロカルトグラフとウイルドのスレオオートグラフなどいふ器機があり



ますが、皆結局は斯ういふ風に、撮影した時のやうにカメラを置いて光りを逆に送る、そして望遠鏡で覗いて、其の視軸の交點が其の點にあたるから、其の點を圖板の上にプロットし、それから圖板からの高さを測つて、同じ高さの點がプロット出来ればそれがコンターでありますから、さういふ原理で地圖を拵へます、此の自動製圖機による製圖はどうしてもスケールの大きなものに適當でありまして、そして精度は無論一々交會法で決めるのでありますから、實際現地で測量したのと少しも違はない位の精密なものが出来ます。空中から撮りました寫眞を利用する方法と同じやうな測量方法が、地上で寫眞を撮つて製圖をするにも用ひられる譯で、其の原理もあとで述べました自動精密測量のやり方と殆ど同じであります、寫眞を撮つて測量する方法はまだ割合新しい測量法で不完全な點もありますが、併し又大に急速に發達して居りますから色々の測量に應用されることが多いと思ひます。特に鐵道や治水工事などいふやうな土木測量或は林相調査、耕地整理などの農林方面の測量にも寫眞測量を應用する餘地が澤山あるやうに思はれますので、寫眞測量には長所も短所も無論ありますが、長所を適當にお認めになつて利用なさるやうにお願いいたして置きます。私の話は之で終ります。尚ほ申遅れましたが、測量部にはツアイスで拵へて居る自動製圖機ステレオプラニグラフ、アエロカルトグラフといふ二つのものがありますからおいでになれば寶物について説明申し上げます。

問 有光瑛茂喜君 飛行機の高度はどうして測りますか。

答 篠邦彦君 フィルムなり乾板なりに撮影した時にアネロイドの讀みが同時に分るやうになつて居りますが(第1圖)、割合に誤差が大きくて實用にはそれを其の儘使ふといふ譯に参りませぬ、それで色々な修正をやつて高度を求める場合もありますが、普通は地上で點を取りましてそれに合ふやうに高度を逆に決めて行くのであります。

平井副會長 別段御質問がございませんければ、私より一同に代りまして篠さんにお禮を申し上げたいと存じます。近來飛行機が發達するに伴つて、之を利用して飛行機の上から寫眞を撮つて地形測量をするといふ測量法が段々發達して参り殊に最近に於て非常に著しい發達を遂げまして、實際に使はれるといふ域にまで達したといふことでありまして、今日の此の地形測量法に付て詳しいお話を承りまして我々の裨益する所が非常に多うございました。此の方法は滿洲に於て廣く使はれて居るさうであります、又近頃は鐵道の測量などにも使はれて居るといふ點も益々利用が多くなつて來るといふ際に此のお話を承りましたことは誠に有益でありまして此の點に付て厚く講演者に對しましてお禮を申し上げます。(拍手)