

第十五章 寫真測量

124 概 説

寫真測量とは寫真を撮り其寫真から距離と高低を求むる測量である。然して地上で寫真を撮るものと空中で寫真を撮るものがある。何れにしても外業は唯だ單に撮影丈であるから極めて單時間に相當な面積を測量することが出来る。大體の理論は平板測量と同じ様である。只寫真測量は作業の大部分が内業である。平板は天候の悪い時は全く作業が出来ぬが、寫真は用意をして置いて雲の晴れ間を狙へば相當な作業が出来る、然し寫真測量は如何なる場合でも出来ると云ふことにはいかぬ。餘り平坦な場所や又は密森の様な所は不適當である。二枚又は數枚の寫真から必要な點即ち同一點を見分けることが出来ない。相當高低ある山嶺地方又は危険にして近よれない場所には役立つものである。

125 寫真測量の原理

地上寫真測量の器械は第318圖第319圖に示すやうなものである。トランシット又はセオドライトに寫真のカメラが裝置してある丈である。只カメラの乾板の位置に十字線が張つてあるか或ひは突起が裝置してある、撮影した寫真は第320圖、第321圖の様なものである。十字線の交りが中央になる。

今第322圖に於て $e'f'c'd'$ を乾板の位置とす。

第324圖は P 點で撮つた寫真で第325圖は Q 點で撮つた寫真とす。(第323圖)

O = 光心

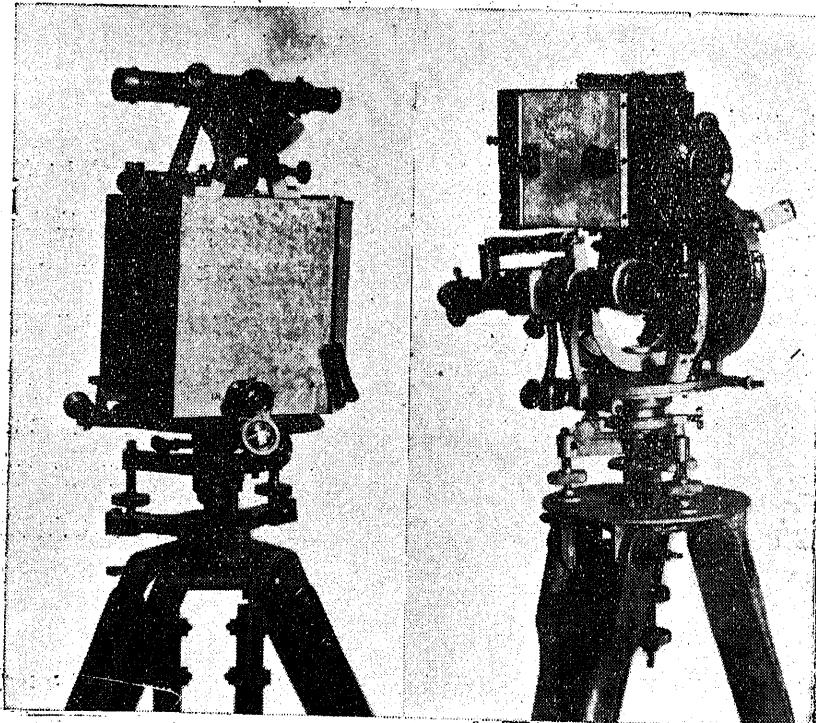
k' = 十字線の交り

A = 物體

a' = A の像

$a' a'_1$ は水平線に垂直である。

第 318 圖



第 319 圖



第 320 圖

$$\triangle O k' a'_1 \propto \triangle O K A$$

$$\triangle O k' a'_1 \propto \triangle O K A_1$$

$$\triangle O a' a'_1 \propto \triangle O A' A_1$$

故に negative $cdef$ 或ひは negative から撮つた寫真を $O k'$ の位置に置く時は a' に相當する像は a に來たり OA を結ぶ線上にあり。

そこで

P = 寫真器械の位置

p = P 点の圖上點

$p k$ = 中心線の方向

321 第



$pk = Ok =$ 焦點距離 $= f$ にとる。

線 ckd は pk に垂直にとる。

然らば ckd は寫真

def の水平投影である。

次に A 點を求むる

には寫真上に於ける a

點の水平距離即ち ka_1

を圖上に移す。

然らば pa_1 は PA

の方向を示す。次に同

じく A 點を含む寫真

で第二點 Q より撮つた

寫真から前と同様にし

て qa'_1 を引く時は其交點

は即ち A 點となる。そこで

$\angle A_1 OK = \theta$

γ = 寫真の水平線からの上下

距離

f = 焦點距離

$$\angle A_1 OA_1 = \tan^{-1} \frac{\gamma}{oa_1}$$

$$= \tan^{-1} \frac{\gamma}{f \sec \theta}$$

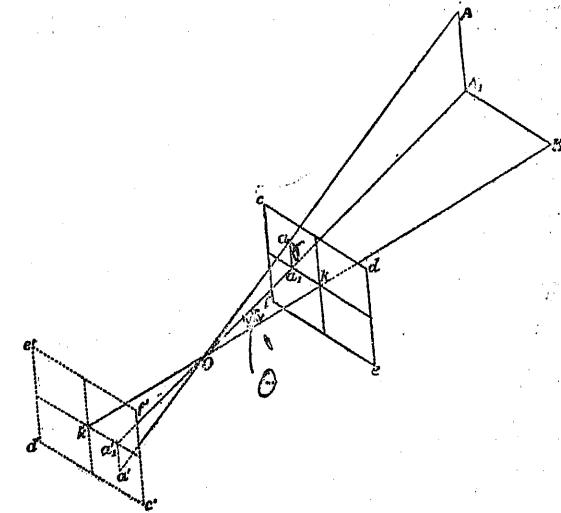
$$= \tan^{-1} \frac{\gamma}{f} \cos \theta \dots\dots\dots(1)$$

P と A の高低差

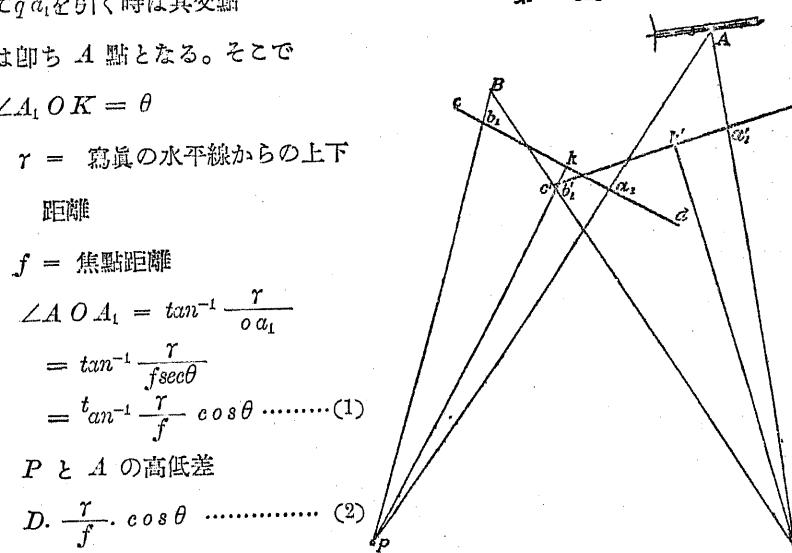
$$D \cdot \frac{\gamma}{f} \cos \theta \dots\dots\dots(2)$$

D は PA の距離。圖面上より

第 322 圖



第 323 圖



スケールにて測る事を得。

θ は水平距離 $k a_1$ を寫眞上で求めれば計算することが出来る。

$$\text{即ち } \theta = \tan^{-1} \frac{k a_1}{f}$$

第 320 圖

第 324 圖

第 321 圖は

東の大講堂である、

其高さを計算した結果

はトランシ

ツトで測つ

た結果と約

1.92 米程の

差が出来た

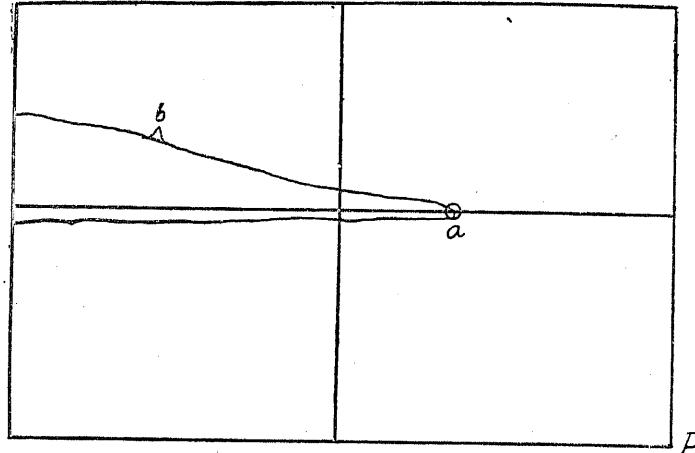
がこれは左

程結果がよ

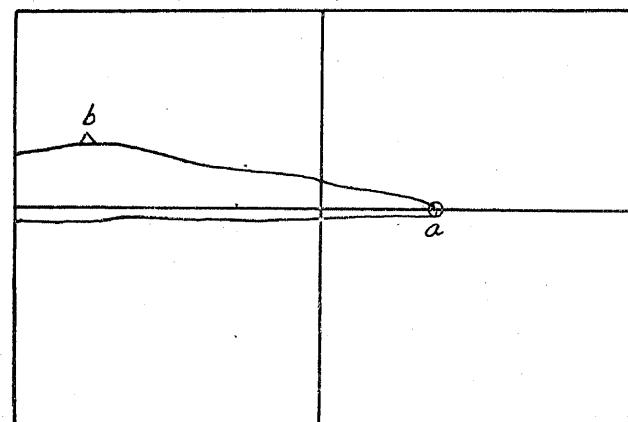
くなかつた

もつと精度

よく出る筈

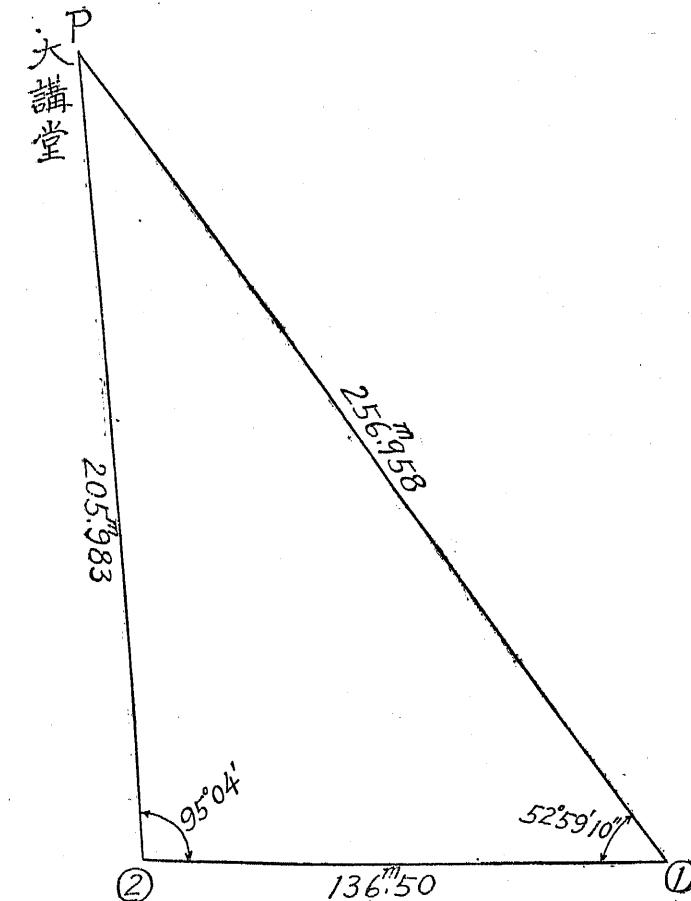


第 325 圖



Q

第 326 圖



大講堂の高さ (第320圖)

$$\text{Station } ① \quad \theta = \tan^{-1} \frac{K a'}{f} = \frac{1.1}{150} = 0.00733 = 0^{\circ}25'$$

$$H = D \times \frac{r}{f} \cos \theta = 256.958 \times \frac{17.6}{150} \times 0.9999736$$

$$H = 30.149$$

$$D = 256.956$$

$$\begin{array}{r} 80.149 \\ + 1.433 \\ \hline 81.582 \\ - 0.26 \\ \hline 81.322m. \end{array}$$

$$r = 17.6m.m.$$

$$f = 150m.m.$$

(第320圖)

$$\text{Station } ② \quad \theta = \tan^{-1} \frac{Ka}{f} = \frac{2}{150} = 0.0133 = 0^{\circ}46'$$

$$H = D \times \frac{r}{f} \cos \theta = 205.983 \times \frac{22.3}{150} \times 0.9999105$$

$$H = 30.62 \quad D = 205.983$$

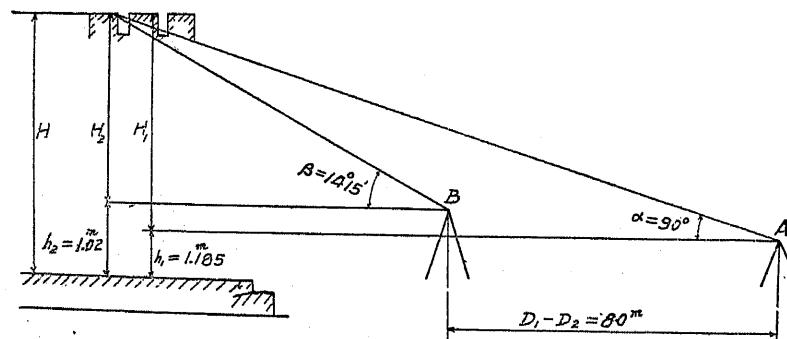
$$\begin{array}{r} 80.62 \\ + 1.438 \\ \hline 82.058 \\ - 0.38 \\ \hline 81.672m. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} r = 22.3m.m. \\ f = 150m.m. \end{array}$$

$$\frac{81.678 + 31.322}{2} = 31.5m.$$

Trigonometric leveling でやつた結果は次の様である。

第 327 圖

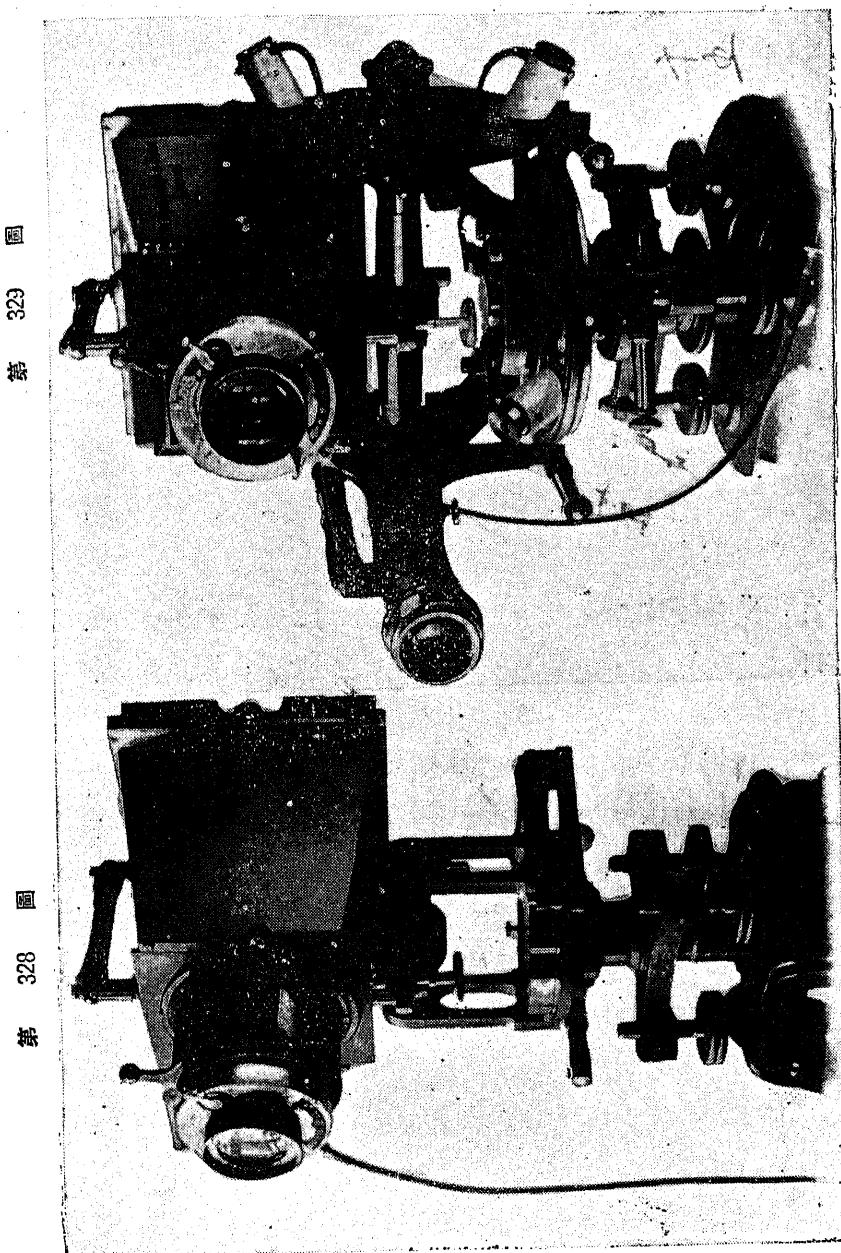


$$h_1 - h_2 = 0.165$$

$$H_2 = \frac{80 + 0.165 \cos 90^{\circ}}{\cos 90^{\circ} - \cos 14^{\circ}45'} = 32.4$$

$$H = 32.4 + 1.02 = 33.42 \quad \text{高低差} = 33.42 - 31.5 = 1.92$$

第328圖 第329圖共に寫真測量器械である。



第330圖は著者が大震災當日普通の寫眞器械で撮影したものから、當時の雲を被服廠と假定して高さを計算して見たものであるが、器械を傾けた角 θ は何度何分は不明であるが、左端にある人の頭が偶然撮つてゐるから大體の目當がつく。

大正十二年九月一日 p. m. 三時……………三時十分撮影

場所東京市外王子町宇宮の前

$$f = 130\text{mm}, h = 24\text{mm} \quad \text{被服廠迄の距離} = 8\frac{\text{m}}{\text{ft}} = D \text{ 地圖上から}$$

$$H = D \frac{h}{f} = 8.4 \times \frac{24}{130} = 1.55 \frac{\text{km}}{\text{ft}}$$

$$\theta = \text{Vertical angle. Total Height} = H + D \tan \theta$$

$$\theta = 15^\circ \text{ のとき} \quad \text{Total Height} = 1.55 + 2.25 = 3.8 \frac{\text{km}}{\text{ft}}$$

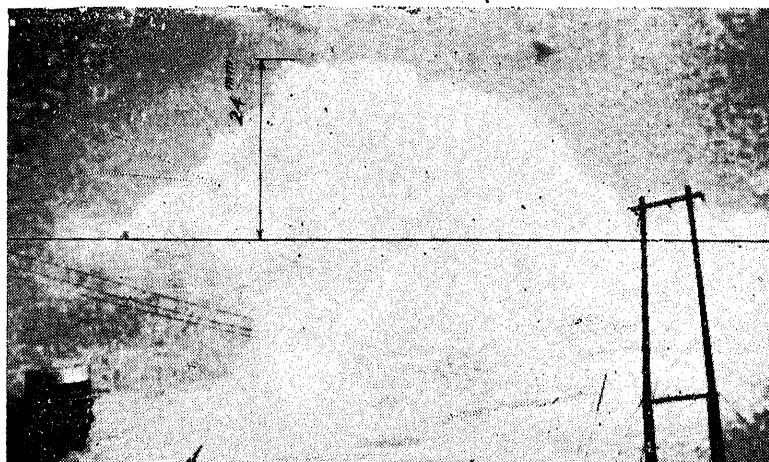
$$\theta = 16^\circ \text{ のとき} \quad " " = 1.55 + 2.41 = 3.96 \frac{\text{km}}{\text{ft}}$$

$$\theta = 17^\circ \text{ のとき} \quad " " = 1.55 + 2.12 = 4.12 \frac{\text{km}}{\text{ft}}$$

about 4km.

斯様に普通の寫眞器でも、焦點距離を求むれば高さ又は距離の大體を知ることが出来る。

第 330 圖



焦點距離を求むる法方 (Determination of the focal length.)

ポールを AB 2 點に立てゝ寫眞を撮れば、次に示す如き關係から焦點距離を求めることが出来る。

$$f = \text{focal length}$$

$$\angle AOB = \angle a'ok' + \angle b'ok'$$

$$\angle a'ok' = \tan^{-1} \frac{a'k'}{f}$$

$$\angle b'ok' = \tan^{-1} \frac{b'k'}{f}$$

$$\therefore \angle AOB = \tan^{-1} \frac{a'k'}{f} + \tan^{-1} \frac{b'k'}{f}$$

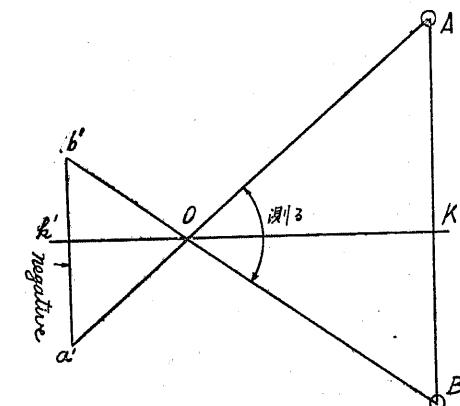
$$\tan AOB$$

$$= \frac{\tan a'ok' + \tan b'ok'}{1 - \tan a'ok' \tan b'ok'}$$

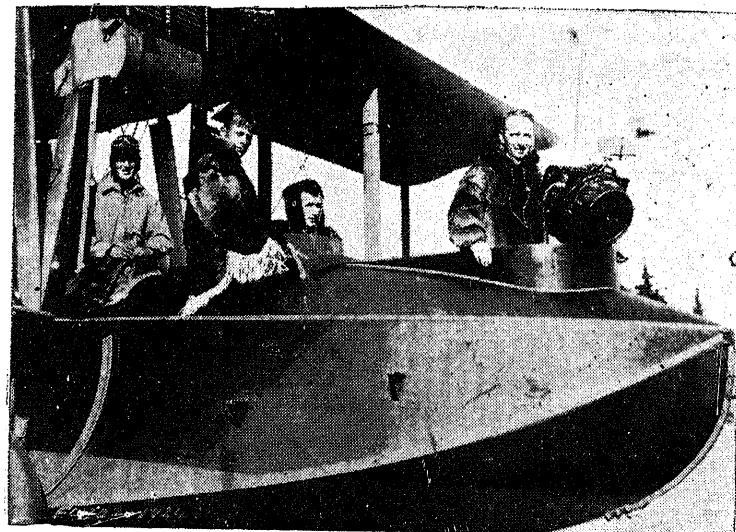
$$= \frac{\frac{a'k'}{f} + \frac{b'k'}{f}}{1 - \frac{a'k'}{f} \frac{b'k'}{f}}$$

若し $OA = OB \quad AB$ と KO を測定せば

$$f = \frac{a'b'}{AB} \cdot KO$$



第 331 圖



(カナダ地形測量に使用せる飛行機にして前部右方にあるは空中寫眞機である。)

126 空中寫眞測量

概 説 世界大戦争當時空中寫眞の活動と其發揮したる偉力は實に素晴らしいものであつた、爾來戰爭は立體的となり、列強は競ふて空中寫眞の研究に絶大なる努力を拂ひ其進歩發達は實に目覺しいものである。

斯くも軍事上に重要性を有する空中寫眞は又平和の測量にも盛んに利用される様になつた、蓋し當然のことである。

山岳の絶頂を征服したる時に感ずる一種莊嚴なる靈感は登山家の體験するところであるが、飄然と地上高く天空に舞ひ上つて下界を眺むる壯觀と美觀は、蓋し宇宙開闢以來鳥類のみが獨占したる特權にして人は唯だ想像を逞しうするのみで、久しく憧れの的であつたが、航空機の出現は忽ちにして此問題を解決して呉

れた。

然れ共其範圍は極めて一小部分に限られ單に飛行家のみの獨占するところであつたが、近來空中より撮影する寫眞技術の急速なる發達により俄然一大民衆的となるに至つた。

世界戰争後カナダ、アメリカ合衆國、或ひは歐洲各國等に於て空中寫眞測量が盛んに行はれる様になつた。アメリカやカナダの如きは餘りに國が茫大なる爲めに縮尺二十萬分一程度の地形圖さへも全國的のものは未だに完成せぬ現状にあるが爲め、近來盛んに空中寫眞測量の利用に全力を注ぎ今日では非常に大規模の空中寫眞測量機關を組織して居る。而して發電水力計畫等の如き場合に絶大なる効果を發揮して居るのである。例へば人跡未踏の深山に有望なる地點を發見し一大發電所を建設して之れを數百哩距たれる大都市へ送電する長き線路の新設選定をなさんとするに當り何等據るべき測量圖無きが如き場合に從來は數十ヶ月の長年月を要して測量をしたのであるが之れを空中寫眞に依れば僅々數日間の短時日の間に解決することが出来るのである。

空中寫眞測量の方法 空中寫眞撮影の方法には二種ある、即ち直上より撮るものと、斜めに撮るものである。前者は細部測量即ち縮尺の大なる圖面を求むる場合にして、後者は廣大なる地域に亘り測量する際に採る方法である、又撮影の高さにも二通りある即ち低空撮影と高空撮影である。

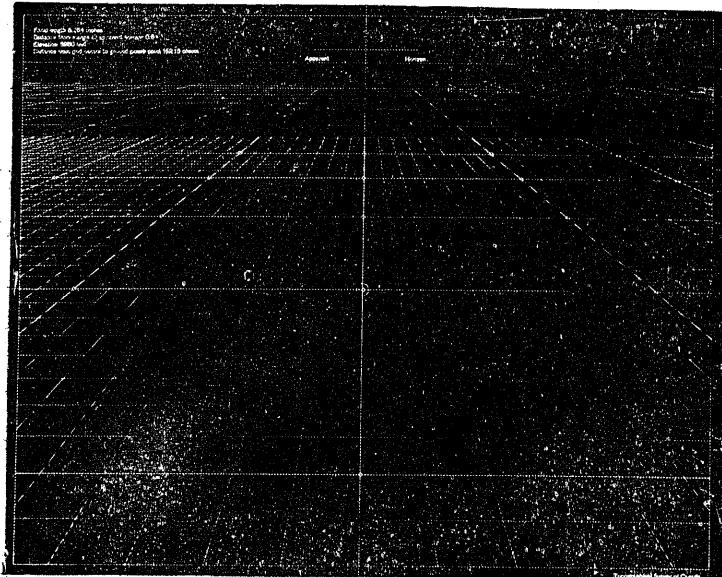
都市の測量或ひは水力發電所候補地の測量或ひは河川改修に役立たしむる詳細部を求むる場合は低空撮影による其高度は最大 1,500 米を限度とす其他の場合即ち縮尺小なる一般圖等を作る場合には大概高空撮影を行ふ、高度は 3,000 米或ひはより以上の高度を探ることもある。

其の理論は極めて簡単である。

$$O = \text{レンズ}$$

$$F = \text{レンズの焦點距離}$$

第 332 圖



(格子(Grid) 斜めに撮影せる寫眞(Oblique Photograph)より平面圖を作るには圖の如く配景法(Perspective)により縦横線を書いてある格子(Grid)を使用す。)

第 333 圖

H = 航空機の高度(高度計で測定す)

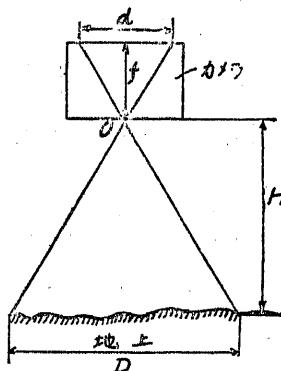
d = 寫眞の上で測る

D = 地上の長さ

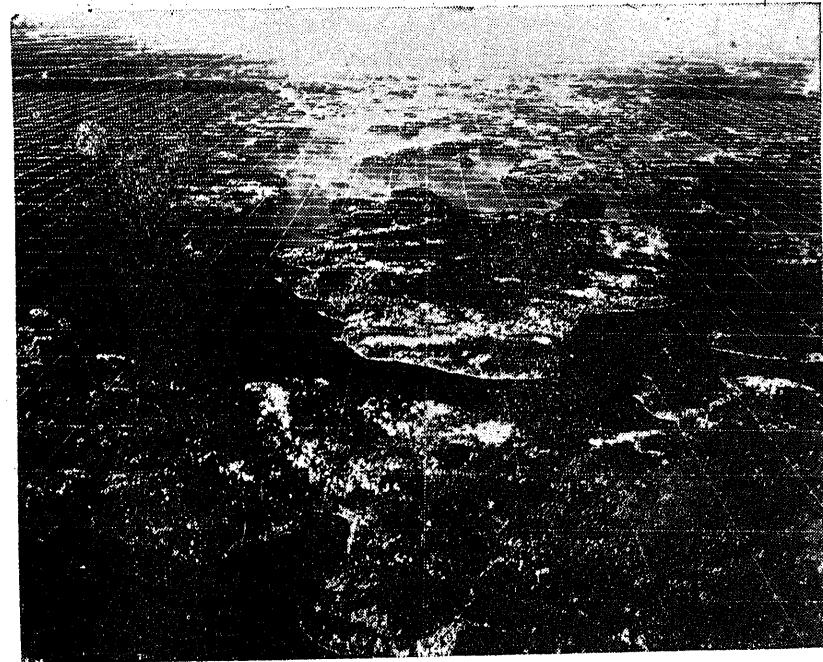
$$\frac{D}{H} = \frac{d}{f}$$

$$\therefore D = \frac{d}{f} H$$

空中寫眞測量の將來 次に我國に於ける空中寫眞測量の現在及將來に付て半見を述ぶれば、約百年前に伊能忠敬が完成せる「大日本沿海實測全圖」なるものがある、其工度の卓越せる點に於ては當時世界に冠たりしもので世界的に誇るに足るべき一大事業である其功績の偉大なるは今更ら譲々する必要もないが、恐らく是れが有力なる基礎と



第 334 圖



(オンタリオ州ドナルド湖水の Oblique Photograph である。)

なり、又一つには國が狹少なるが爲めならん全國的の二十萬分の一乃至五萬分一の立派な圖面を已に明治時代に於て陸地測量部が完成してしまつた。されば現今に於ては米大陸の如き大規模の空中寫眞測量の必要は更に無いのである。然し乍ら我國に於ても次の如き問題に對しては將來大に利用の餘地があるものと考へることが出来る。

1. 河川測量
2. 海岸測量及港灣測量
3. 都市計畫に關する測量
4. 人跡未踏の山岳測量

我國の地形は中央に高き山脈が連續して幅狭きが故に隨所に急流が在る、然も雨量多くして年々襲來する颶風により生ずる大洪水の性質たるや甚だしく急激である、且つ昔より「今日の潮は明日の淵となる」の警噲へに違はず時に千變萬化する特質があるれば年々被る水害の甚大なるは歐米諸國の雨量少なき緩流地域に於ては到底想像を許さざるものがある。斯くも變化極まりなき急流大河川を氣永に數年間も掛つて測量した調査資料のみに依つて洪水防禦工事を施しても充分なる効果を望むことは困難である。然るに毎年一回宛空中寫眞測量を行へば、年々變化する状態が一目瞭然たるが故に必ずや改修の質が擧げらるものと考へられる。

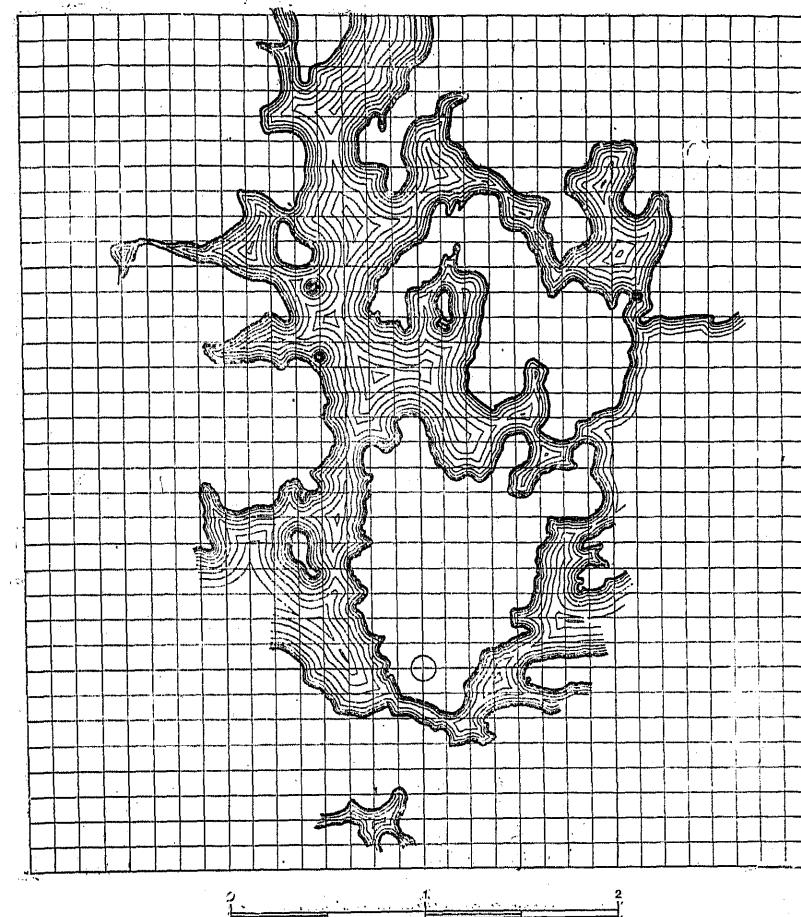
港灣修築に於ても亦大に利用する價値があると思はれる。

最近陸地測量部に於ては空中寫眞に依る地形圖修整作業の研究を實施した、先づ昭和二年豊橋市近郊に於て實施し相當の効果を收め次に昭和四年東京近郊一萬分一地形圖西部十面の修整作業を試み絶大なる好果を挙げた。

近時帝都の郊外は交通機關の異常なる大發達に伴ひ著しき大發展を遂げた、殊に關東大震災後は俄然面目を一新したるが爲め大正十年に修整測圖せる地形圖は最早や全然用をなさざる程度に大變化を來たした。然るに昭和二年の空中寫眞測量により極めて短時日の間に殆んど舊觀を留めざる程度の大修整に成功したるは、如何に空中寫眞が現今の如きスピード時代に役立つかを遺憾なく證明したと云ふも過言ではあるまい、以下陸地測量部に於て結論として發表せることろの概略を述ぶれば、曰はく

空中寫眞に依る地形圖の修整は山地に於て地形變化を修整する事は現時に於て尙研究時代にあるも土地起伏大ならざる平地地方にありて實用に供して有利である。殊に展望不良にして且つ交通頻繁の爲め地形測量に最も困難なる都市及其附近又は踏査不能なる湖池を有する湿地等の修整には最も適當なる方法である、近時都市及其郊外の發展著しく之を普通測量に依り修整せば譬へ其發展に追隨して

第 335 圖



(第 334 圖 より作れる平面圖である。)

修整測量をなしても相當の日子を経るにあらざれば完成することが出来ない、然も人員及經費の關係上全國に亘りて都市發展に伴ひ隨時之を修整することが出来ないものがある、空中寫眞を併用して都市附近修整に利用する事が出來れば其時日を短縮し都市發展と地圖修整とを益々接近せしむることが出来る要するに時代の進運に伴ひ地圖の使命を一層完備することが出来る。

次に都市近郊一萬分一地形圖として精度を確保する爲めには空中寫眞の梯尺は五千分一乃至八千分一程度を適當とし撮影の時期は大體に於て晚秋より早春までの冬枯時に地面の稍や乾燥せる正午前後を適當とす。

空中寫眞に依る地形圖の修整作業は一に寫眞判讀の結果にしてこれが判讀の能否は寫眞の梯尺と印畫の良否に係ること勿論にして撮影の季節時刻地面の乾濕光線の方向投影面の状況等に依り著しく異なるものである故に判讀上一定の標準を以て之れを律することは出來ぬが一例を示せば次表の様である。

空中寫眞地上物判讀の實例

讀解容易なりしもの

道路の方向形狀

鐵道及停車場

河 川

稍や幅廣き溝渠

家屋の位置形狀

橋梁の存否

構園の存否

樹林の存否及其種別

廣き墓地

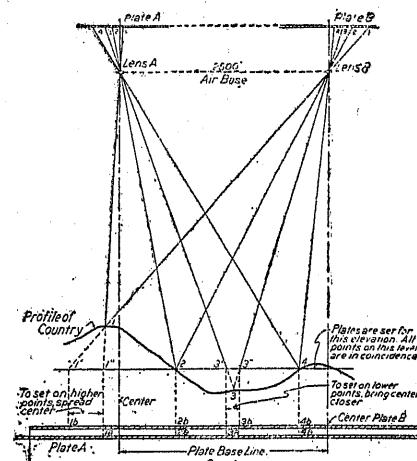
判讀し得ざりしもの

家屋の種別

電線

小物體(著大なる煙突鳥居を除く)指示記號を要する物體

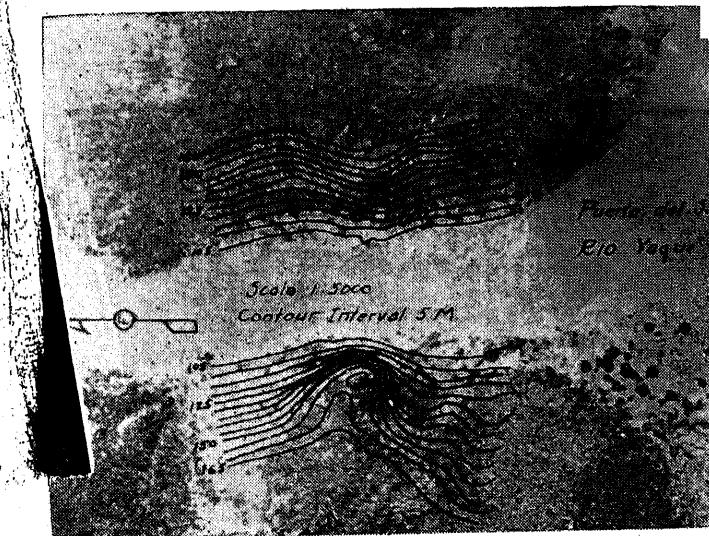
第 335 圖(2)



(直上より撮影せる空中寫眞より地形圖を作るには實體寫眞測量法を應用す。第 335 圖(2)は二點間の水平距離 2500 歩の場合なり。)

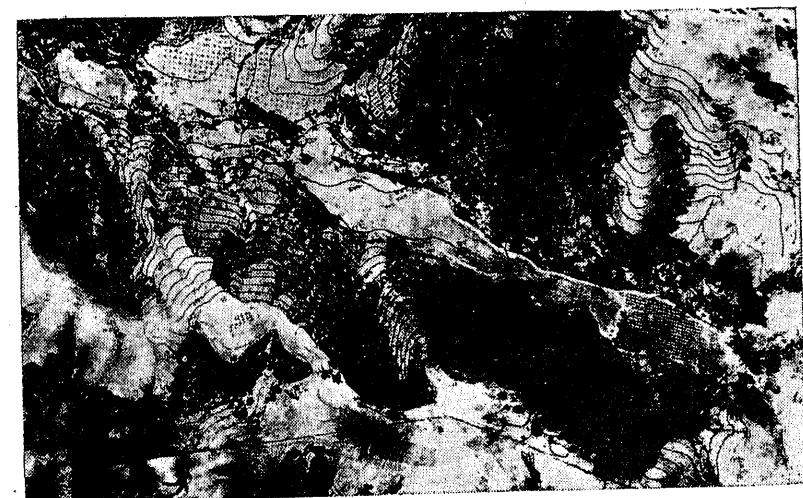
126. 空 中 寫 真 測 量

第 336 圖



(第 335 圖(2)の如き實體寫眞測量の方法により作成せる地形圖なり。)

第 337 圖



(直上より撮影せる寫眞を平板に貼附けて之れを持つて現地に到り其の寫眞上に同高線を入れたるもの。)

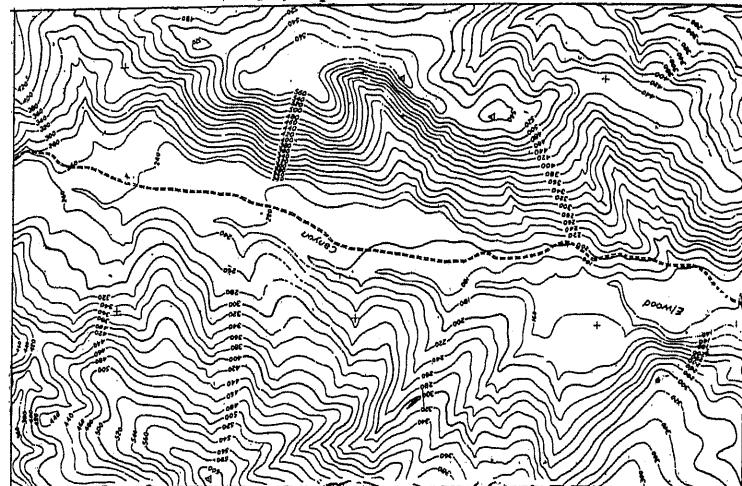
暗影部の被覆

水田と乾田の區別地貌

地上地下水濠の連絡

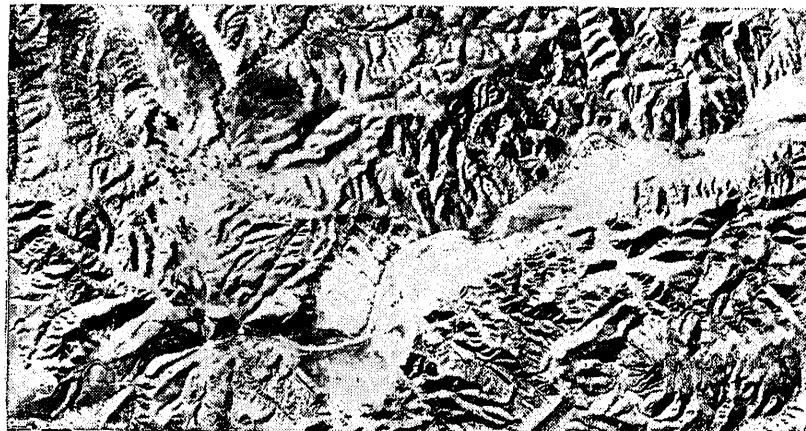
樹木に掩はれたる地物

第 338 圖



(第 337 圖の如き野外作業の結果より完成せる地形図。)

第 339 圖



(凸凹甚だしき山地に於て地形測量を行ふ場合は此圖の如き寫眞を利用したる爲めに外業の作業日數を半減した例である。)

判讀を誤りたるもの

線状凹地を道路に

構圍を道路に

鶴舎温室を普通家屋に

荒地を畠又は庭地に

芝地を畠地に

判讀を誤り易きもの

道路の等級

橋梁の種別

構圍の種別

土堤を道路に

建築材料の堆積を家に

平坦なる畠地を池に

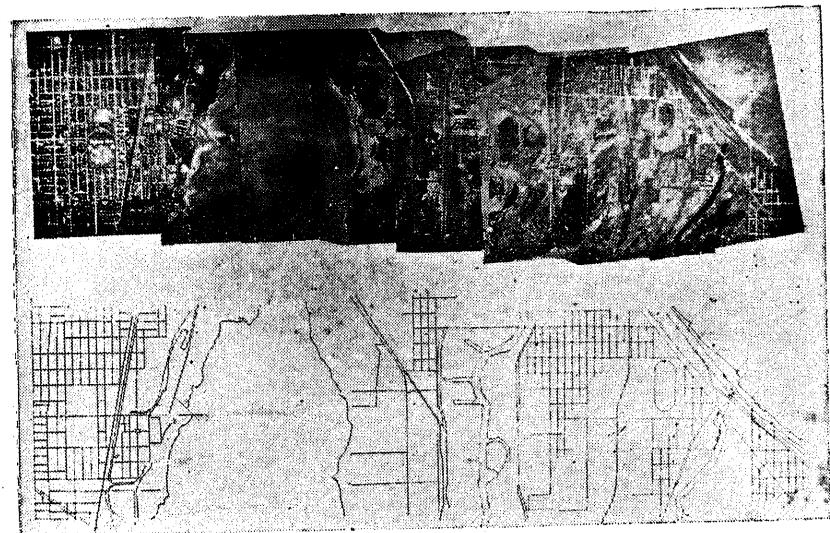
苗木畠を畠地に

新らしき穿開斜面を堤工被覆に

諸被覆の種別

小並木を牆に

第 340 圖



市街地測量

(上圖は直上寫眞を集成せるもの、下圖はこれより Pantograph にて畫けるもの。)

440

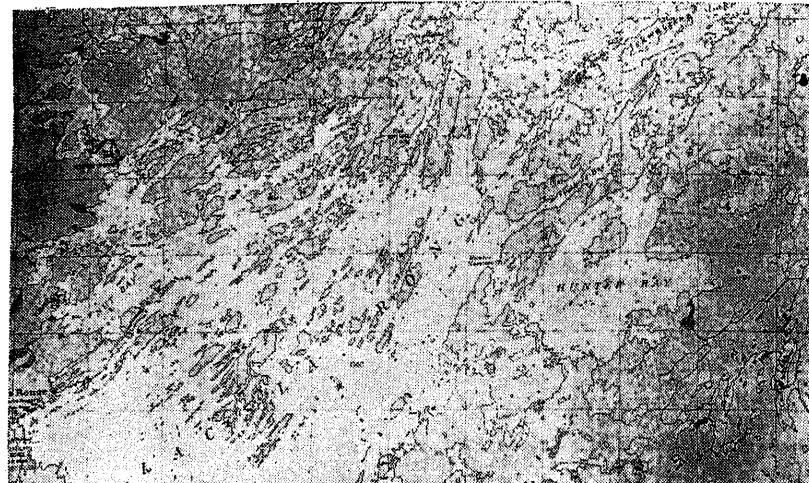
第十五章 寫真測量

小面積の池を庭又は畠に

稻及藁の乾燥中を構圍に

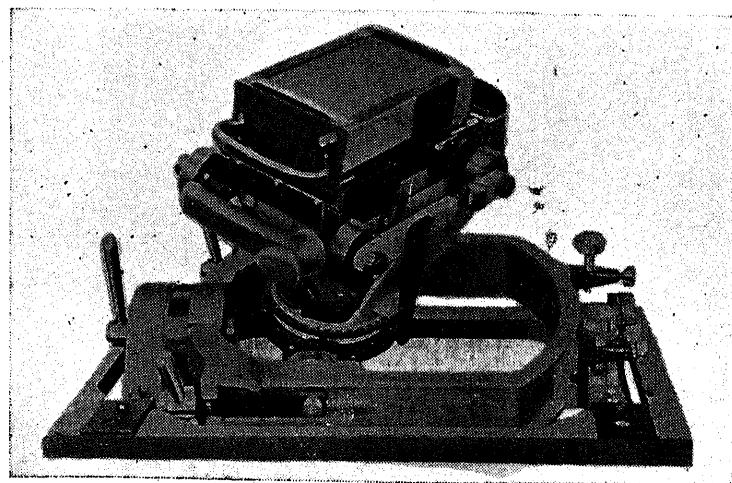
雜草に掩はれたる道路の幅

第 341 圖



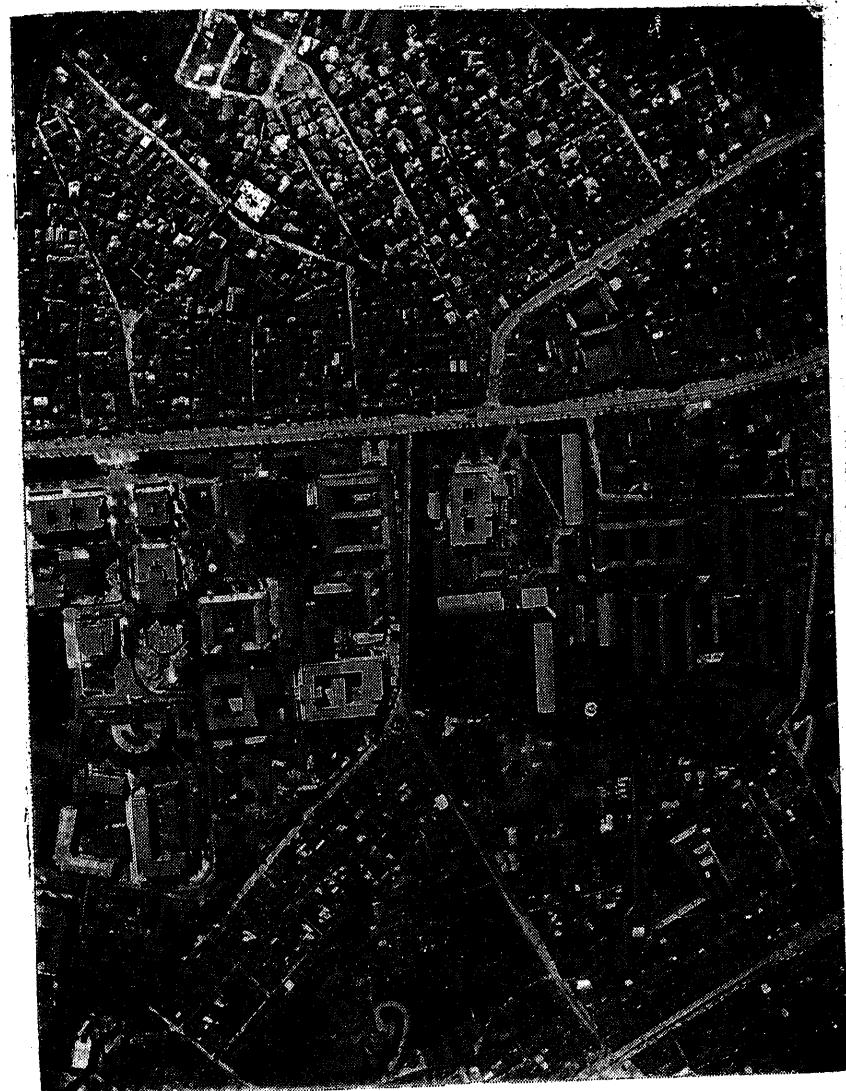
(空中寫真測量に依り完成せるカナダ湖沼地方圖の一部。)

第 342 圖



(Air-Camera)

第 343 圖



(東京帝國大學附近)

第 344 圖



(東京帝國大學附近)