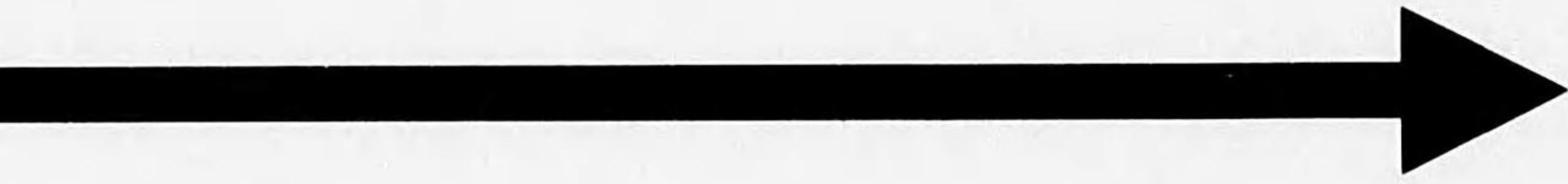


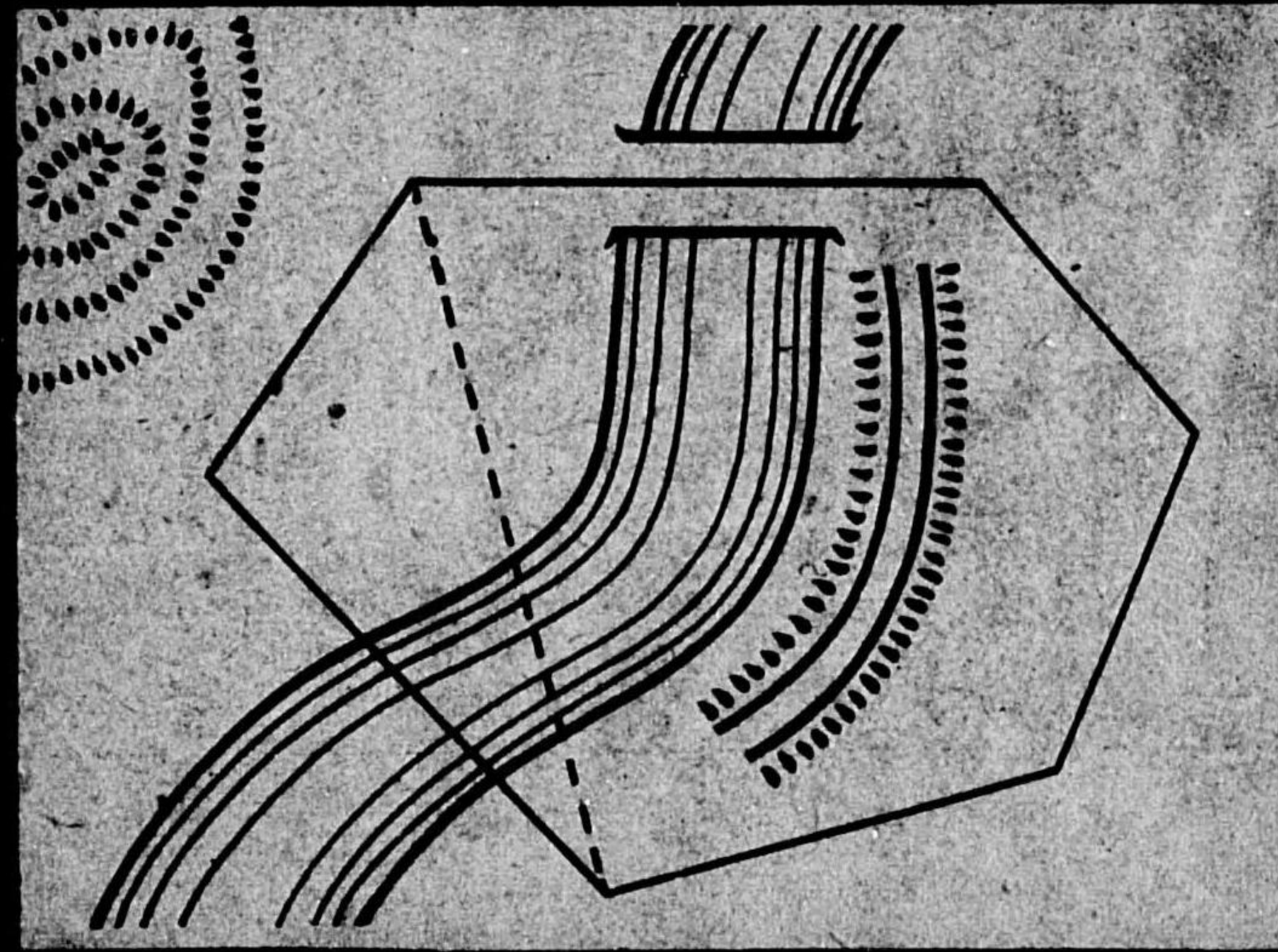
始



新制数学

手軽に解かる

測定の知識



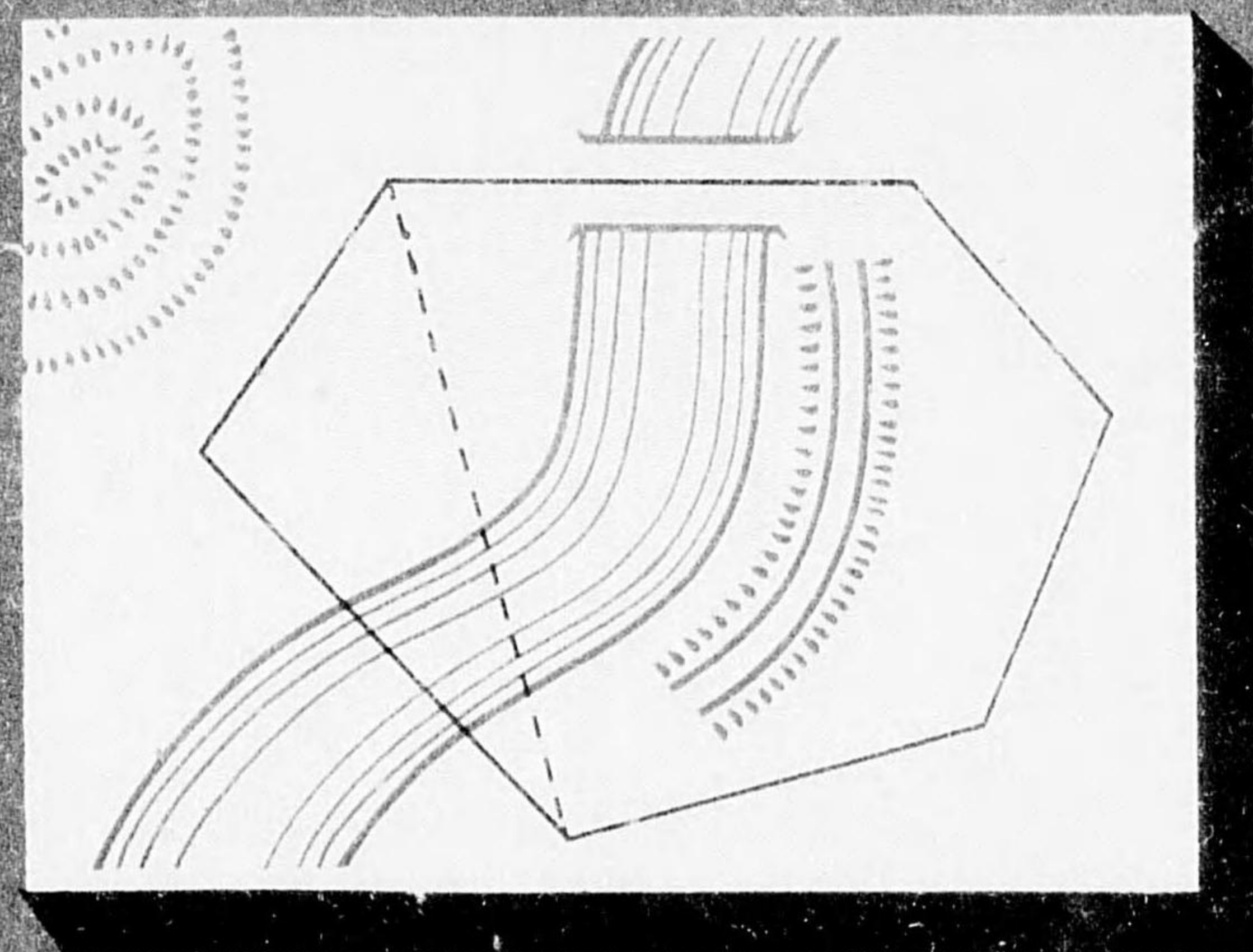
新制数学

手軽に解かる

測定の知識

東京工業専門学校教授
理学博士

森本清吾著



影文館

512

14055

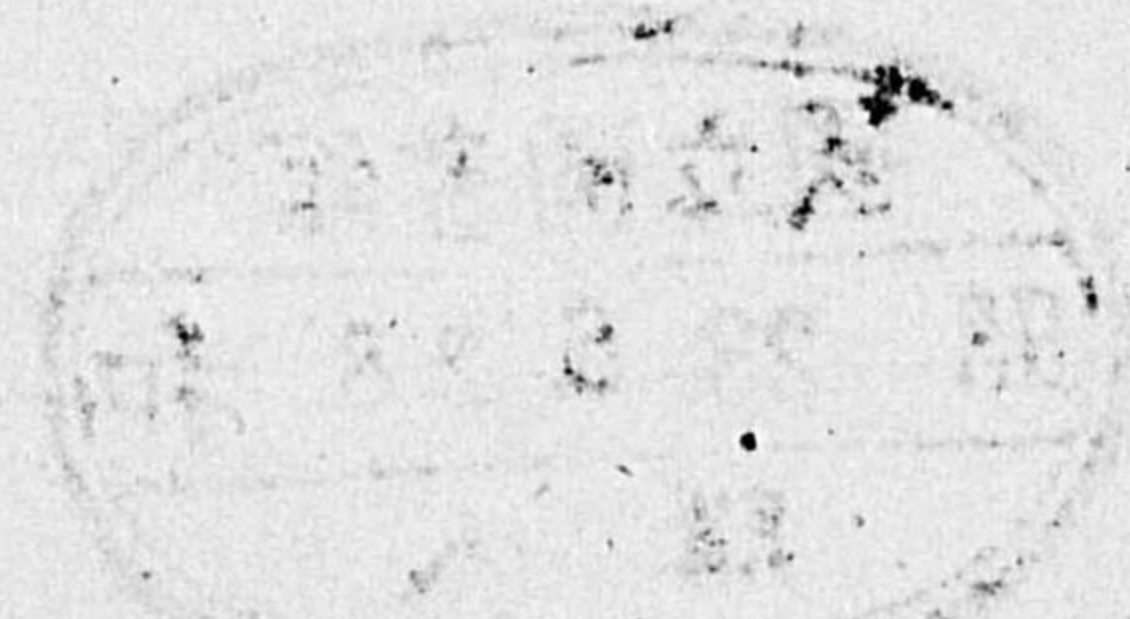
手軽に解かる

測 量 の 知 識



理 學 博 士

森 本 清 吾 著.



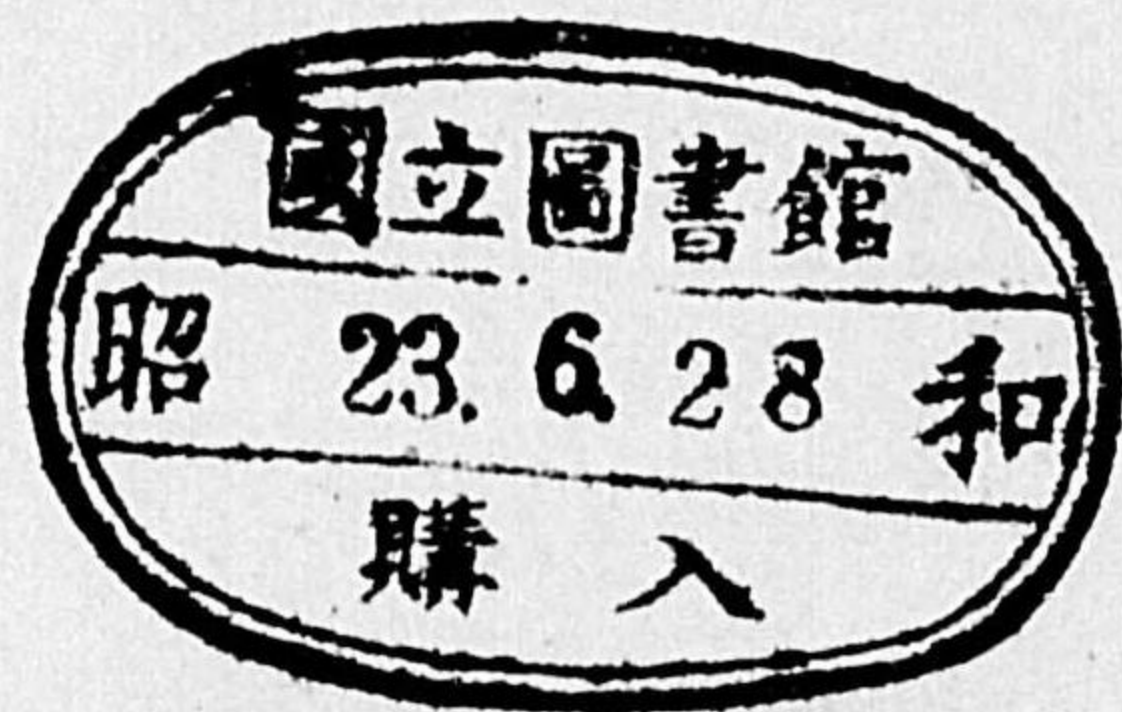
彰 文 館 刊

序

本書は簡易な測量法の知識をなるべく学び易く、まとめて記述せんとしたものである。

本書はもとより小冊子であり測量の専門的知識を説くには足りない。従つて専門の測量技術者の参考に供せんとするものではない。むしろ筆者は現在の測量技術者以外に、極めて廣範圍の者が測量に關する簡易なる技術を習得し、之によつて無限に起る測量の必要に應ずると共に更に進んで、之により事業の計畫の基礎を科學的ならしむる一助たらしめんと事を望むのである。本書はかやうな目的の爲に多少とも役立ちたいと願ふものである。

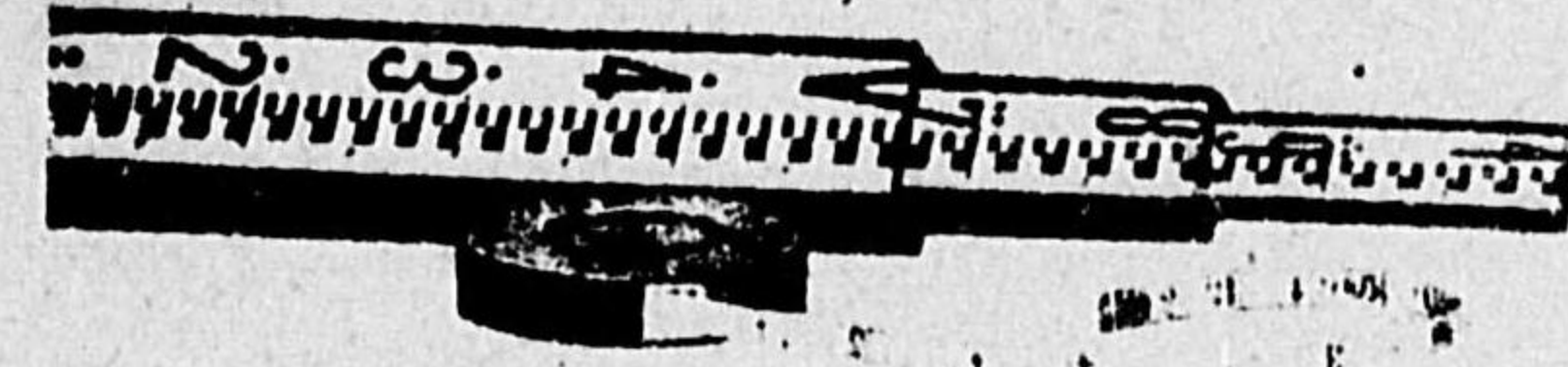
一面に於て云へば測量は數學の應用の極めてよい一例である。之により數學を學ぶ者はその現實性を深くし、又之が應用に對する關心乃至は常識を深める事が出来る。他面一般青年學徒に於ても之により數學的頭腦を練磨する一助となり、ひいては科學的思索力の練成ともなり得る。この意味に於ても本書は多少の期待を持つて居るのである。



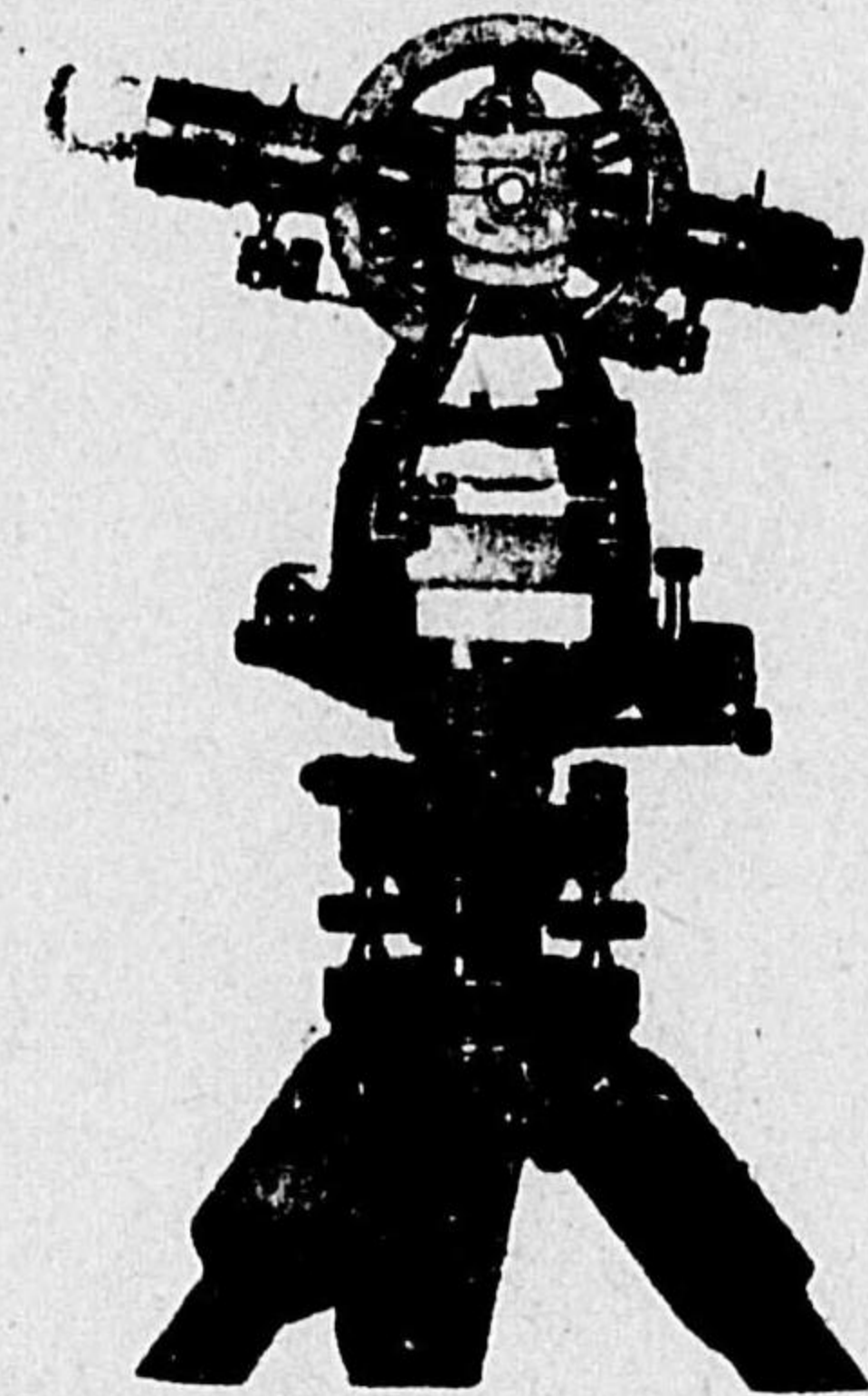
之が爲に本書は簡明なる内にもその基礎事項たる數學知識との關係を重視し測量の科學的基礎を明にせんとした。之は一面に於ては實務者に科學的態度を深くせられたいと願ふ筆者の希望の現れでもある。數學的豫備知識としては極めて初歩しか期待せず、三角法對數等についても説明を加へたのは甚だ蛇足の感がないではないが、之は本書をなるべく廣い範圍の讀者に適合せしめようとする努力の結果であるとして諒解せられたい。

終りに本書が出来ることについて陰の人として多大の援助を與へられた池田源一郎君に感謝の意を表す。

著者識す

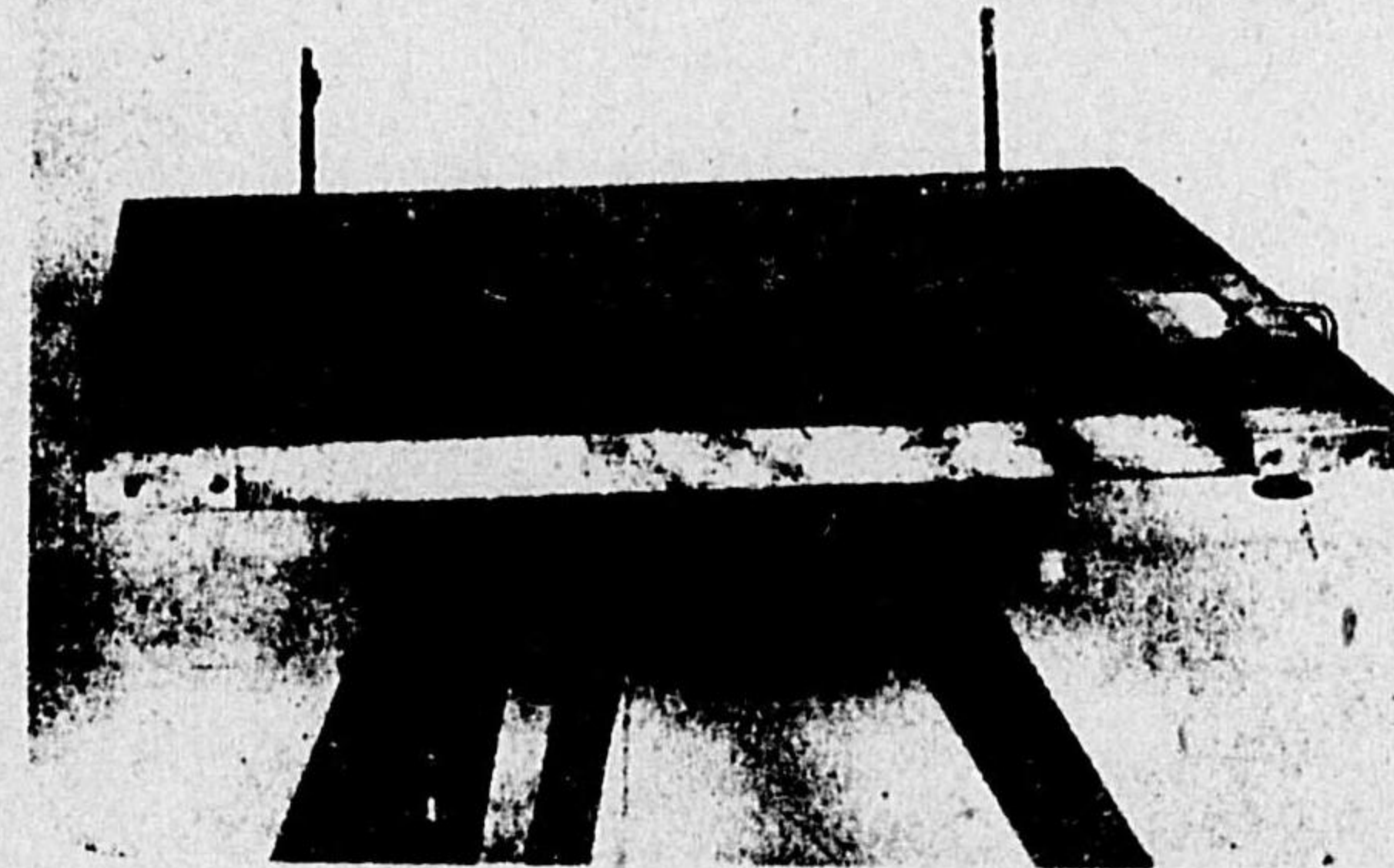


上、箱尺ト卷尺



右、
經
緯
儀

下、平 板 測 器



目次

第一章 緒論

- 1. 測量..... 1
- 2. 相似形..... 2
- 3. 座標..... 7

第二章 直線測量

- 4. 直線測量.....10
- 5. 測距.....10
- 6. 角の測り方.....14
- 7. 實際の測量例.....17
- 8. 高さの測定.....20
- 9. 面積.....23

第三章 平板測量

- 10. 用具.....28
- 11. 測量法.....31
- 12. 實際の例.....34
- 13. 高低測量.....38
- 14. 求積法.....41

第四章 経緯儀測量法

- 15. 経緯儀.....45

16. 測角, 測距.....	48
17. 計算法.....	51
18. 計算法(つづき).....	57
19. 表の引き方.....	60
20. 製 圖.....	65
21. 方位の定め方.....	65

第五章 高低測量

22. 水準測量.....	68
23. スタジア測量.....	73

第六章 補 遺

24. 三 角 法.....	77
25. 對數計算法.....	80
26. 對數計算法(つづき).....	85
27. 雜 例.....	87
28. 羅針盤測量.....	90
29. 器具の檢定.....	92
計算問題の答.....	97

附 録

第一表 正弦ノ表
第二表 對數表
第三表 逆對數表
第四表 正弦ノ對數表

手輕に解かる
測量の知識
 第一章 緒 論

1. 測 量

測量とは地物の大きさ、形状等を測定する作業であつて、企業、取引等の基礎となる重要な仕事である。行政、軍事、産業等、何れもその基礎的資料を測量に仰がぬものはないので、國家社會の活動が活潑になる程、大小無数の測量が必要となつて來るのである。

測量の高等なるものは地域も大きく、複雑で、結果も精密なる事を要求されるから、精巧なる機械と熟練した技術と多大の勞力とを必要とする。例へば地域が餘り大きくなると、地球の曲度を考へに入れなければならないから、測線はすべて圓弧となり、球面三角法を用ひねばならないし、又地形が餘りに複雑で高低がはげしく且つ到達し得ない地點が多いときは、斯様な地點の關係的位置を定めるには複

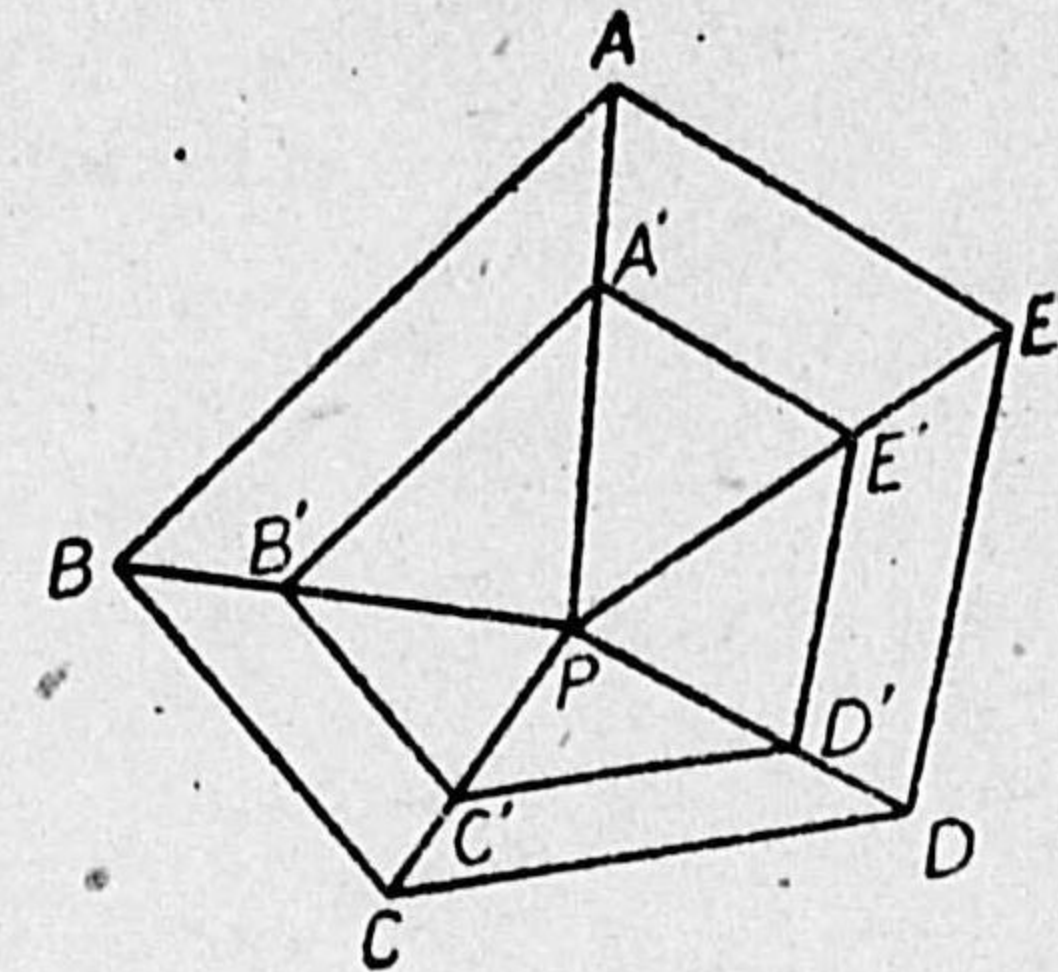
雑な立體的解析法を必要とする。併し簡単な測量は繩一本で一人で或る程度の地形さへ定める事ができるので、かやうな簡易な測量は日常手軽に行ふことが極めて有効なるのみならず、高等なる測量に於ても細部の決定にはかやうな簡易な測量の助けを必要とする。本書では測量のなるべく簡易なものから順次に之を説明したいと思つて居る。

測量が簡易である爲には地域が餘り廣くない事、なるべく水平で凹凸のない事、あまり精密な事を必要としない等の條件が必要である。而してかやうな測量に於ては、なるべく簡単な器具と僅かの人數と簡単な學理とで遂行できる事が望ましい。この中實際問題として最も關係が深いのは器具の種類であるから、本書では之を標準として測量の簡易さを定める事とする。

2. 相似形

測量の原理は大ざつぱに言へば縮圖である。即ち原形と形が同じで、大きさが何分の一かになつた圖形を畫き出す事である。かやうに原形と等形な圖形を相似形といひ、之が原形と同じ方向に向いて居るとき（即ち縮圖の北と原形の北が一致して居るとき）、相似の位置にありといふ。

相似形を畫くには種々の方法がある。今 ABCDE を原形とし、P を任意の一點とするとき、AP BP, ……上に A', B', ……を $\frac{A'P}{AP} = \frac{B'P}{BP} = \dots = \text{縮小率}$ となるやうにとれば、A'B'C'D'E' は原形



(第 1 圖)

と相似形である。このときこの兩形は相似の位置にあるので、P をその相似の中心といふ。

又 A' だけ $\frac{A'P}{AP} = \text{縮小率}$ として求め、以後は A'B' // AB 等から B', C' 等を順次に求めて行つてもよい。このときは最後に E' まで來たとき E'A' // EA となれば作圖の誤差が無かつたのである。

點 P を用ひなくとも、A' を任意にとり、A'B' を $\frac{A'B'}{AB} = \text{縮小率}$ となるやうにとり、 $\angle A', \angle B'$ を $\angle A, \angle B$ に等しくとり B'C', A'E' もそれぞれ BC, AE から縮小率によつて求め、かやうにして順次に作圖して行つてもよい。このときは A'B' を AB に平行にとらない限り相似の位置にはない。

其の他パンタグラフを用ひて機械的に相似形を畫く事も

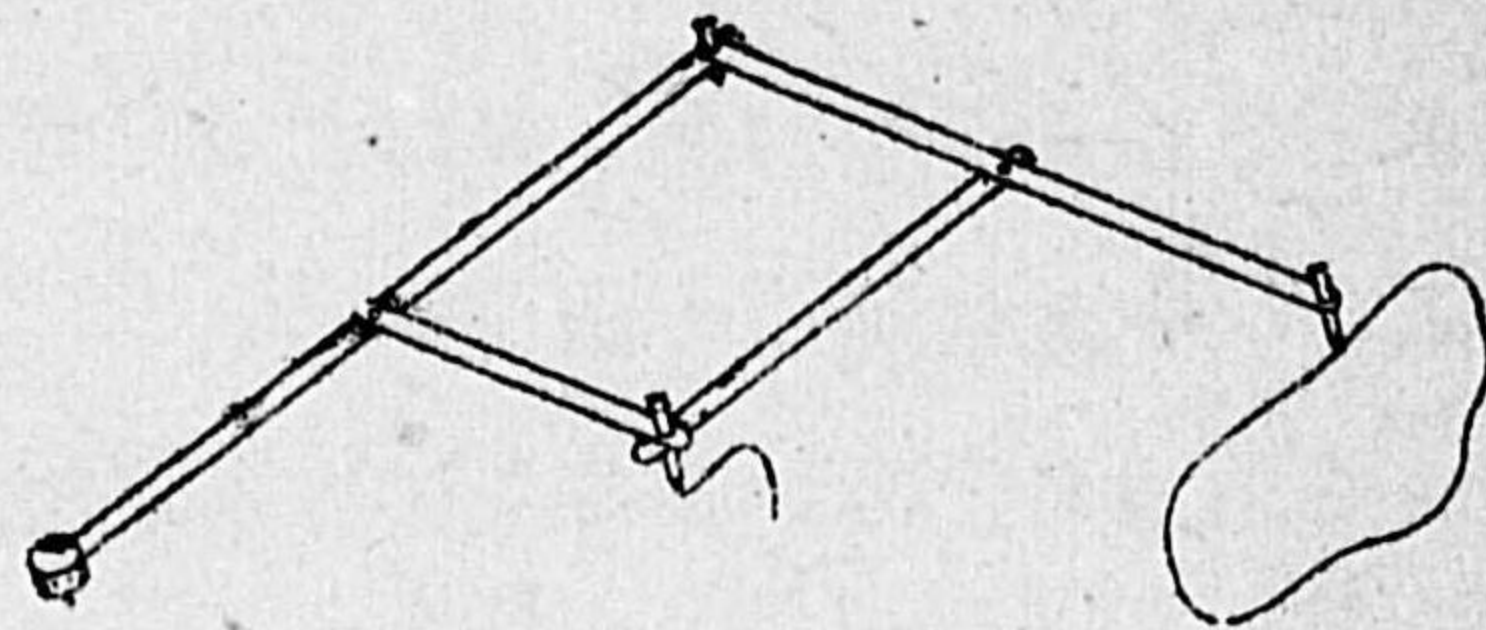
できる。又 $\frac{A'B'}{AB}$ が縮小率となるやうに AB から A'B' を求めるには比例コンパスを用ひる事もできる。

相似形では對應する角 (例へば $\angle A$ と $\angle A'$, $\angle B$ と $\angle B'$, $\angle ABP$ と $\angle A'B'P'$ 等)

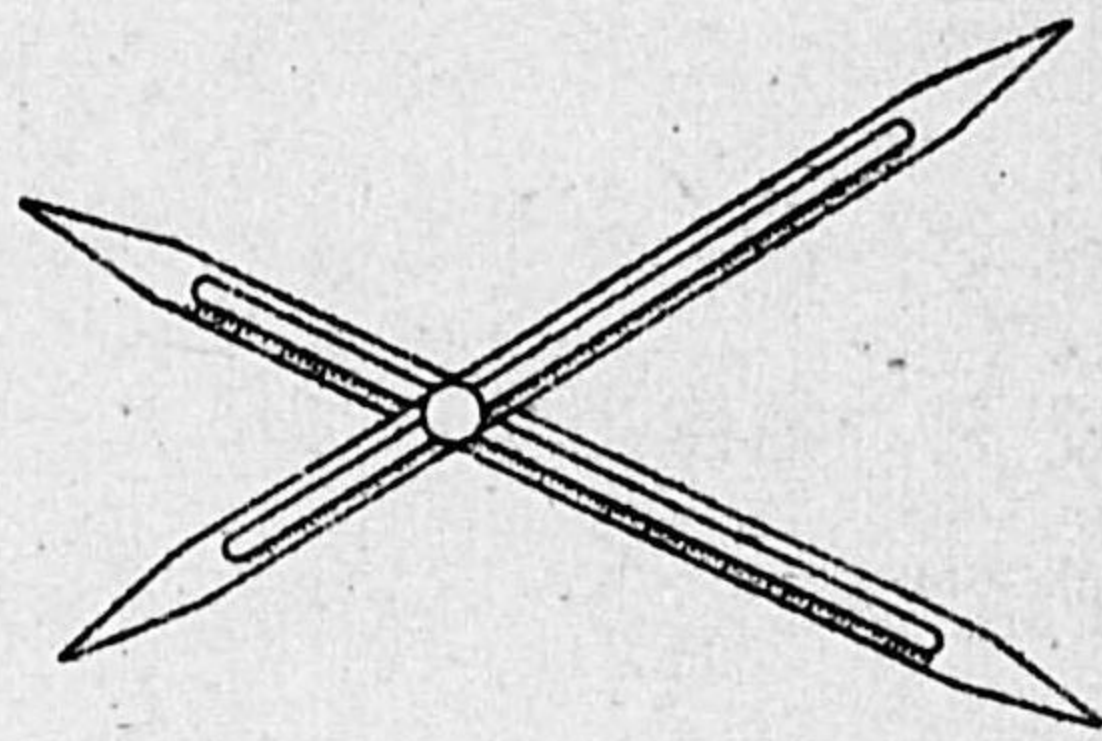
は皆相等しく、對應する線分 (例へば A'B' と AB, A'C' と AC 等) の比は皆一定 (縮小率に等しい) である。相似の位置におけば對應する線分は皆平行となる。

例題 1. ABCDEF と A'B'C'E'F' とは相似形である。點 P に對應する點 P' を求めよ。又 g に對應する直線 g' を求めよ。

解 P' を求めるには $\angle BAP$ に等しく $\angle B'A'P'$ を、 $\angle ABP$ に等しく $\angle A'B'P'$ を作り、A'P', B'P' の交點として P' をとればよい。實際作圖するには、例へば A'B' を



(第 2 圖 パンタグラフ)

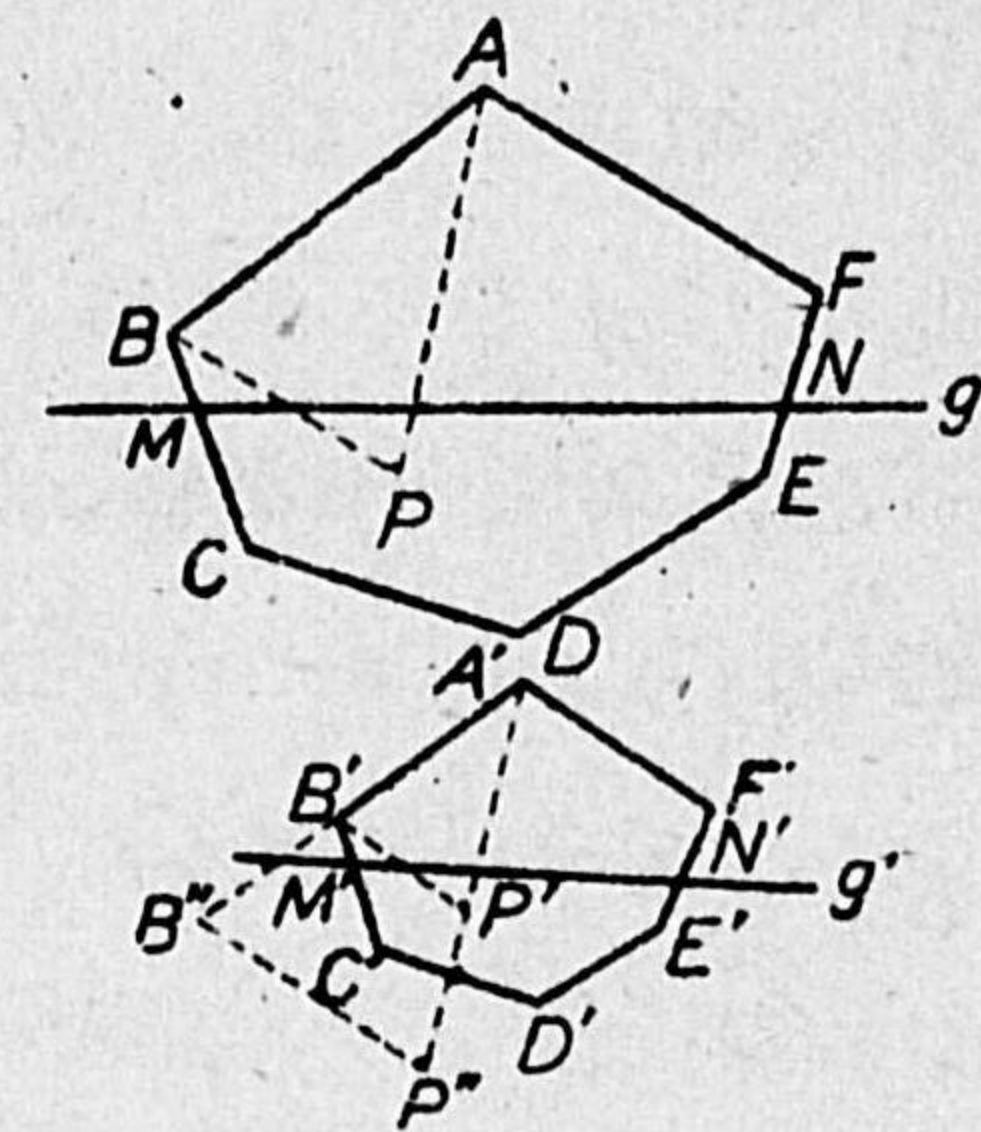


(第 3 圖 比例コンパス)

延長し、その上に B' を A'B'' = AB なるやうにとり、A', B'' を中心とし AP, BP を半徑とする圓の交點を P'' とする (交點は二つ出来るが P'' の A'B' に對する位置は P が AB に對すると同じ側にとる)。さうすると $\triangle A'B''P''$ は $\triangle ABP$ と合同 (形も大きさも同じ事) である。それで B' から B''P'' に平行線を引き A'P'' との交點を P' とすれば $\triangle A'B'P'$ は $\triangle A'B''P''$ 即ち $\triangle ABP$ と相似で、從つて P' は求むる P の對應點である。この方法に従へば分度器を要せず、定規とコンパスだけで P' が作れる。

分度器を持つて居れば前に述べたやうに角を等しく取つて作れるのであるが、又一方の圖形が動かせるならば A'B' が AB と平行になるやうに置きかへて、A'P', B'P' を AP, BP に平行に引く事により、P' が求められる。

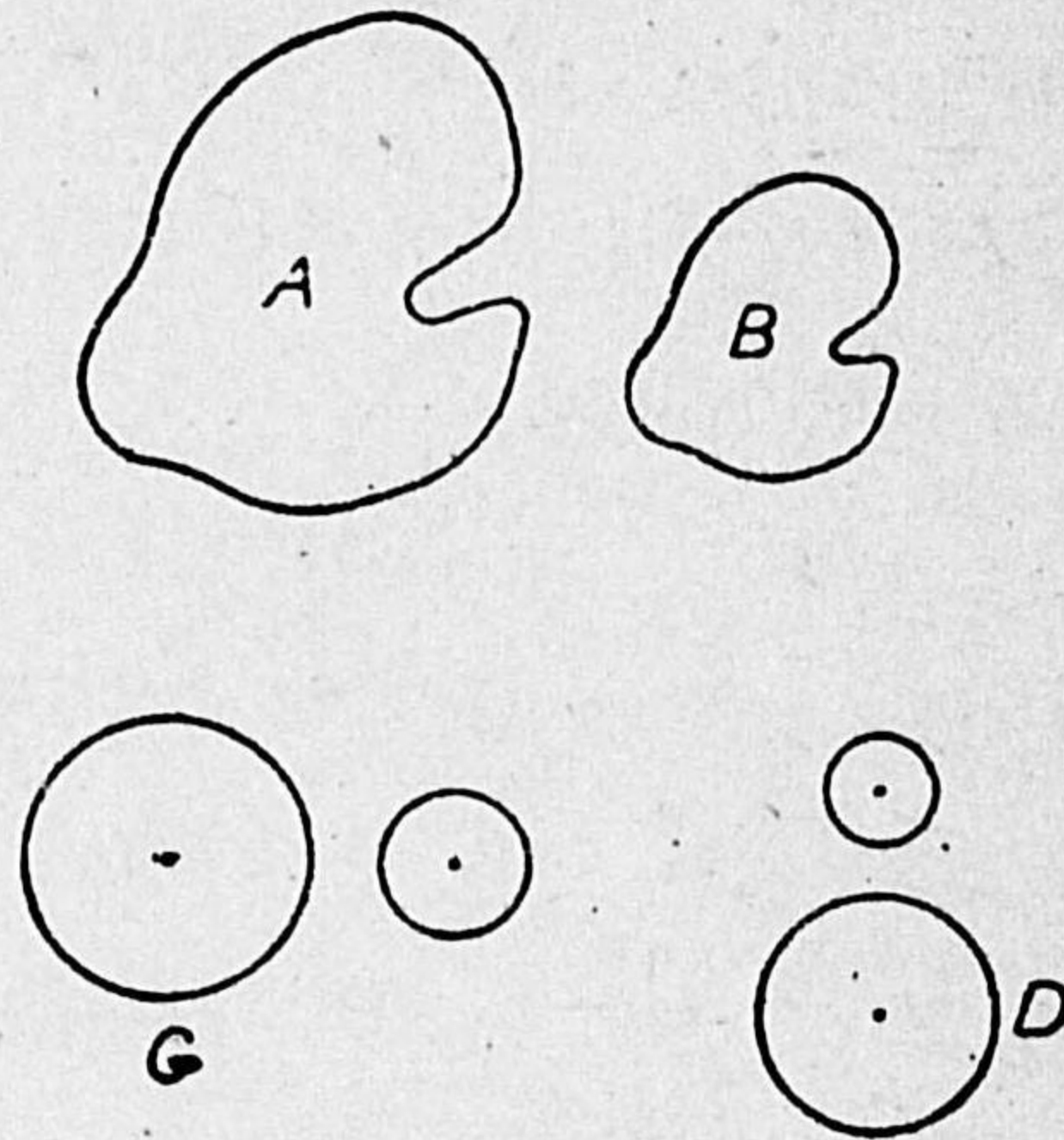
g' を作るにはその B'C', E'F' との交點 M', N' を求めて之を結べばよい。縮小率が簡単な數である場合には B'M', E'N' を BM, EN から計算して M', N' を求めても



(第 4 圖)

よい。又は $\angle BAN$ を測り、之と等しく $\angle B'A'N'$ をとつて N' を求めてもよい。何れにしても M', N' を求める法は前述の P' を求める方法と同じで、之によつて M', N' を求めれば $M'N'$ が求むる直線 g となるのである。

相似形は曲線についても之をいふ事ができる。例へば第5圖の A と B , C と D は相似形である。かやうな圖形は多角形の邊の数が段々多くなつて遂にかやうな形になつたと思へばその關係を知る事ができる。



(第5圖)

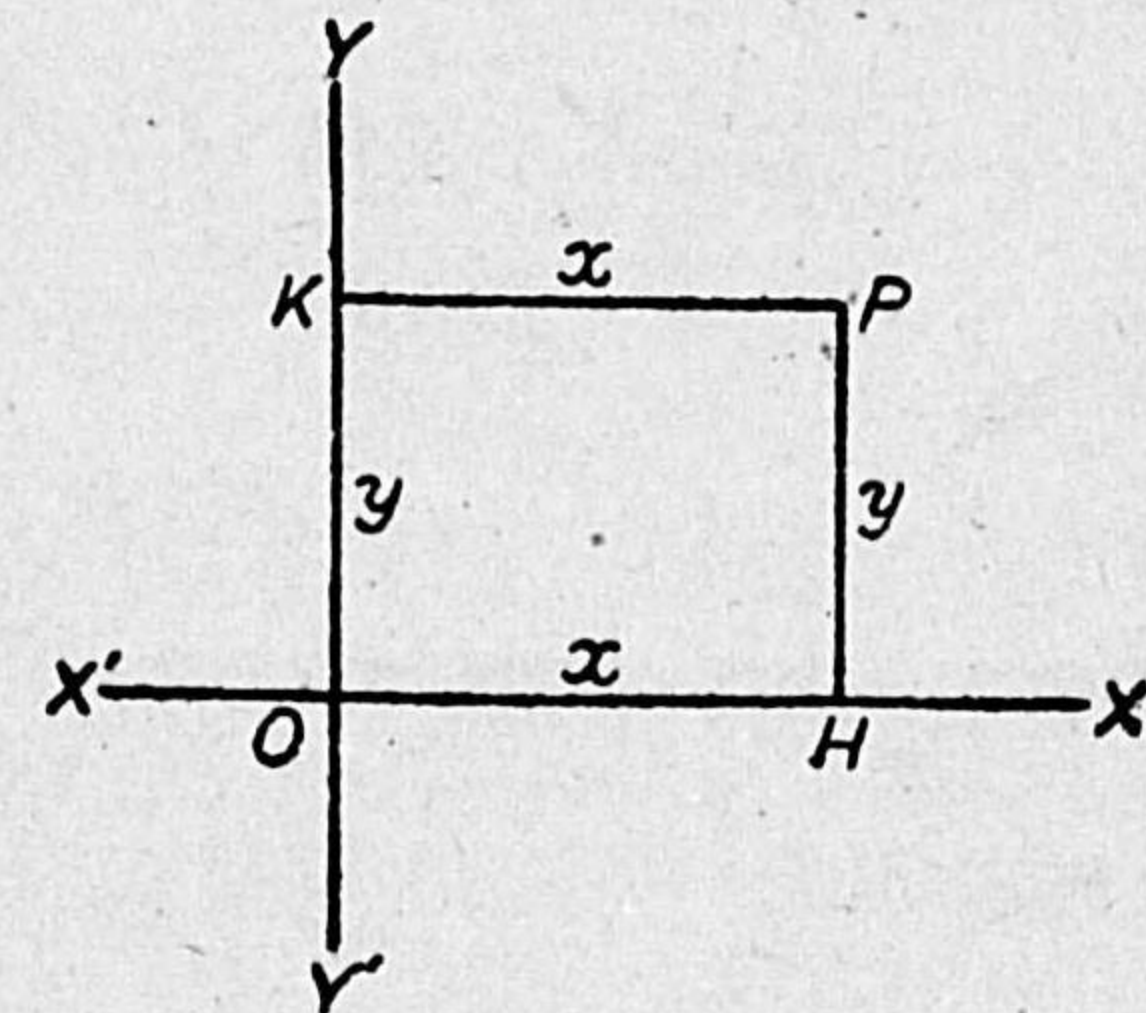
相似形の面積の比は縮小率の平方の比に等しい。例へば1000分の1の地圖上の或地形の面積は原形の1000000分の1である。なぜならばこの地圖の上で邊の長さが1cmなる正方形があつたとすると、原形はその1000倍、即ち1000cmなる邊をもつ正方形で、その面積は1000000平方cmとなるからである。例へば第5圖 B は A の $\frac{2}{3}$ の縮圖であるから、 B の面積は A の面積の $\frac{4}{9}$ に等しいので

ある。

3. 座標

測量に於て點の位置を表示するには座標を用ひる。座標とは二つの數を用ひて點の位置を表示せんとするもので、次の二種が多く用ひられる。

(i) 直角座標 先づ一つの基點 O (例へば最初の測點) と、之から發する基線 $X'OX$ (例へば東西線) をとり、 $Y'OY$ を之に垂直な直線とする。一點 P の位置を示すには OX に下した垂線 PH と、 OY に下した垂線 $PK (=OH)$ とを用ひる。前者を縦座標といひ y で表し、後者を横座標といひ x で表す。

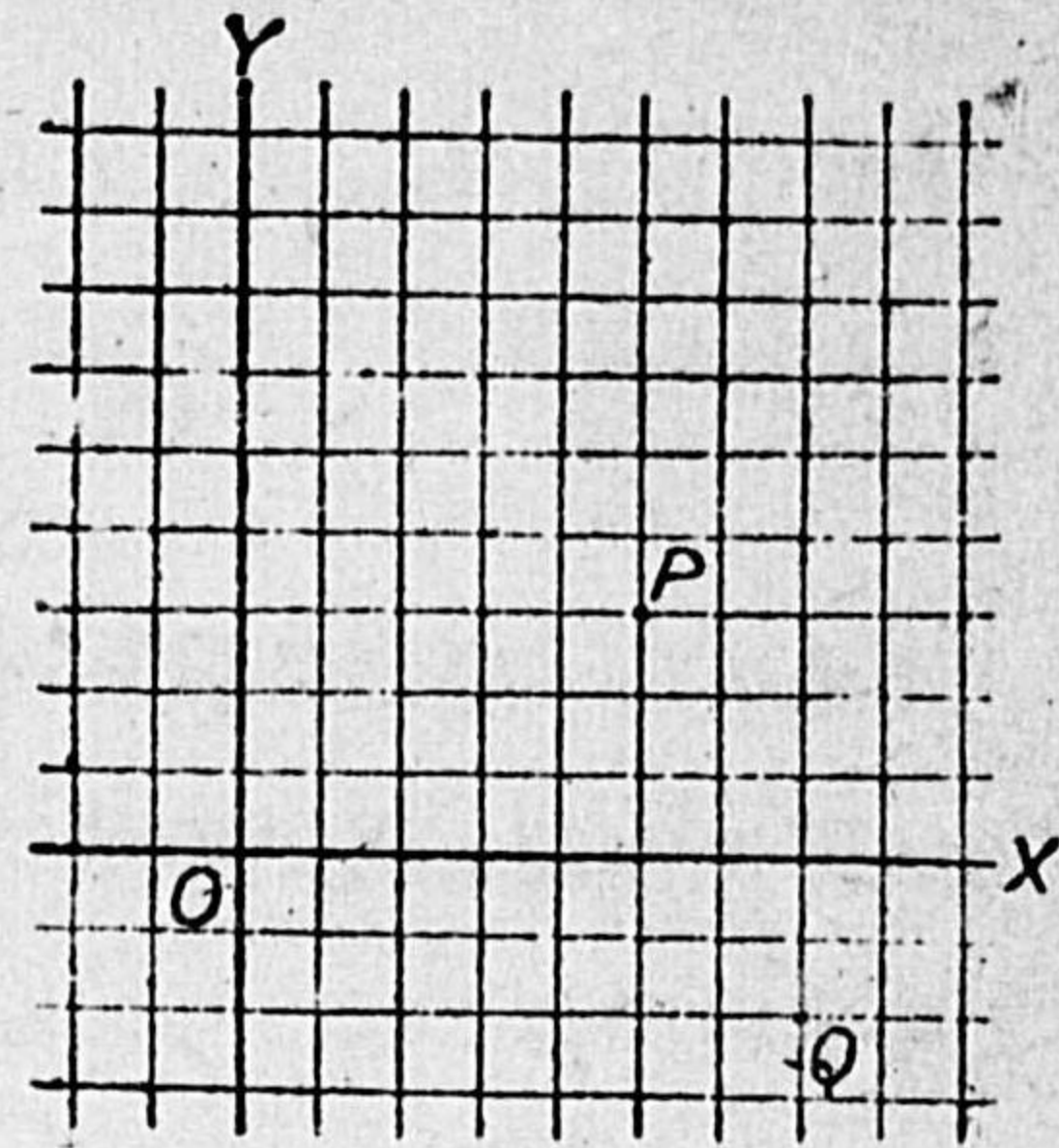


(第6圖)

つまり點 P の位置を O から東へ何米、北へ何米といふ風にいひ表す方法である。普通 x と y とを並べ

て括弧に入れ (x, y) としておく。例へば第7圖 P は $(5, 3)$, Q は $(7, -2)$ である。 OX, OY は座標軸 (X 軸及び Y 軸) O は原點と呼ばれる。

○は測量上なるべく重要な
 点を選ぶがよい。OX は方位
 を必要とするときは東西線
 を用ふべきであるが、さうで
 ないときは任意に選んでよく、
 測量上都合よい線(境界線等)
 に選んでもよい。

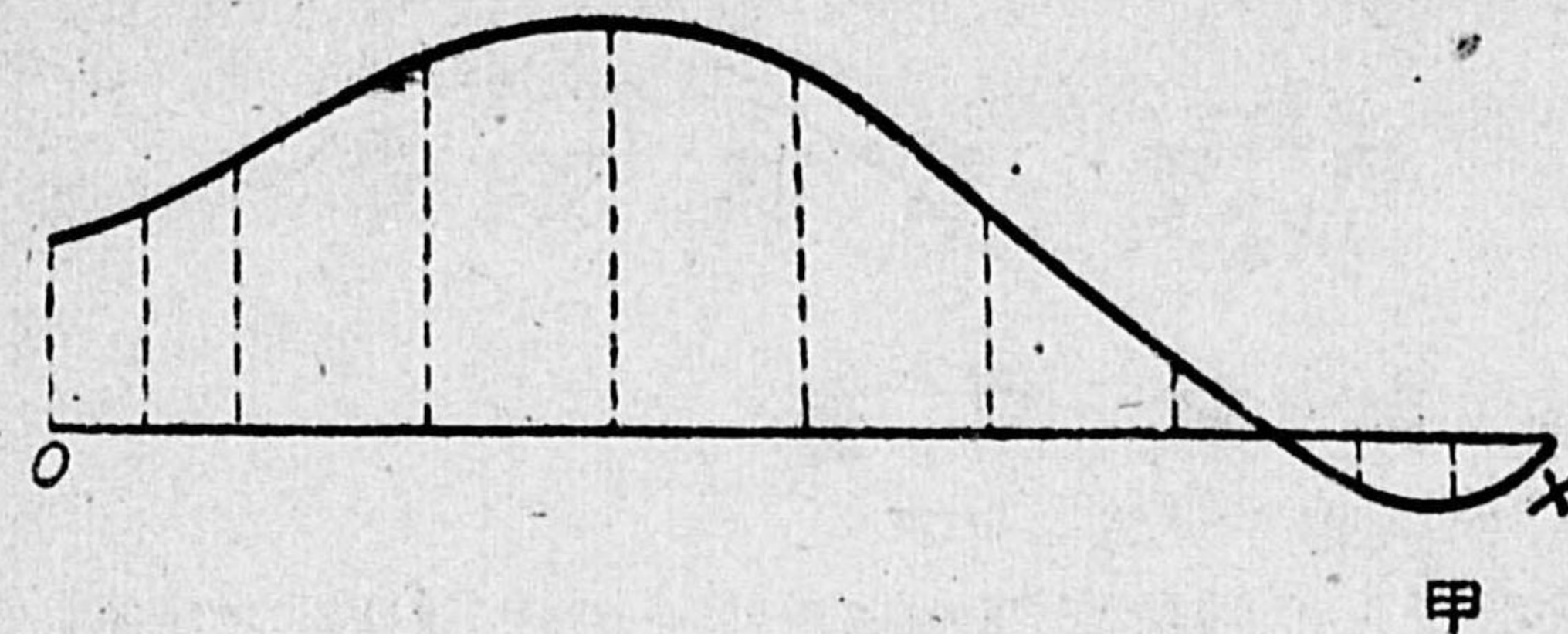


(第 7 圖)

この座標を用ひるときは方
 眼紙を利用すれば特に便利である。尙高低差のあるときも
 この座標に高低差を表す数 z をつけて、 (x, y, z) を空間
 的の座標と考へる事ができる。

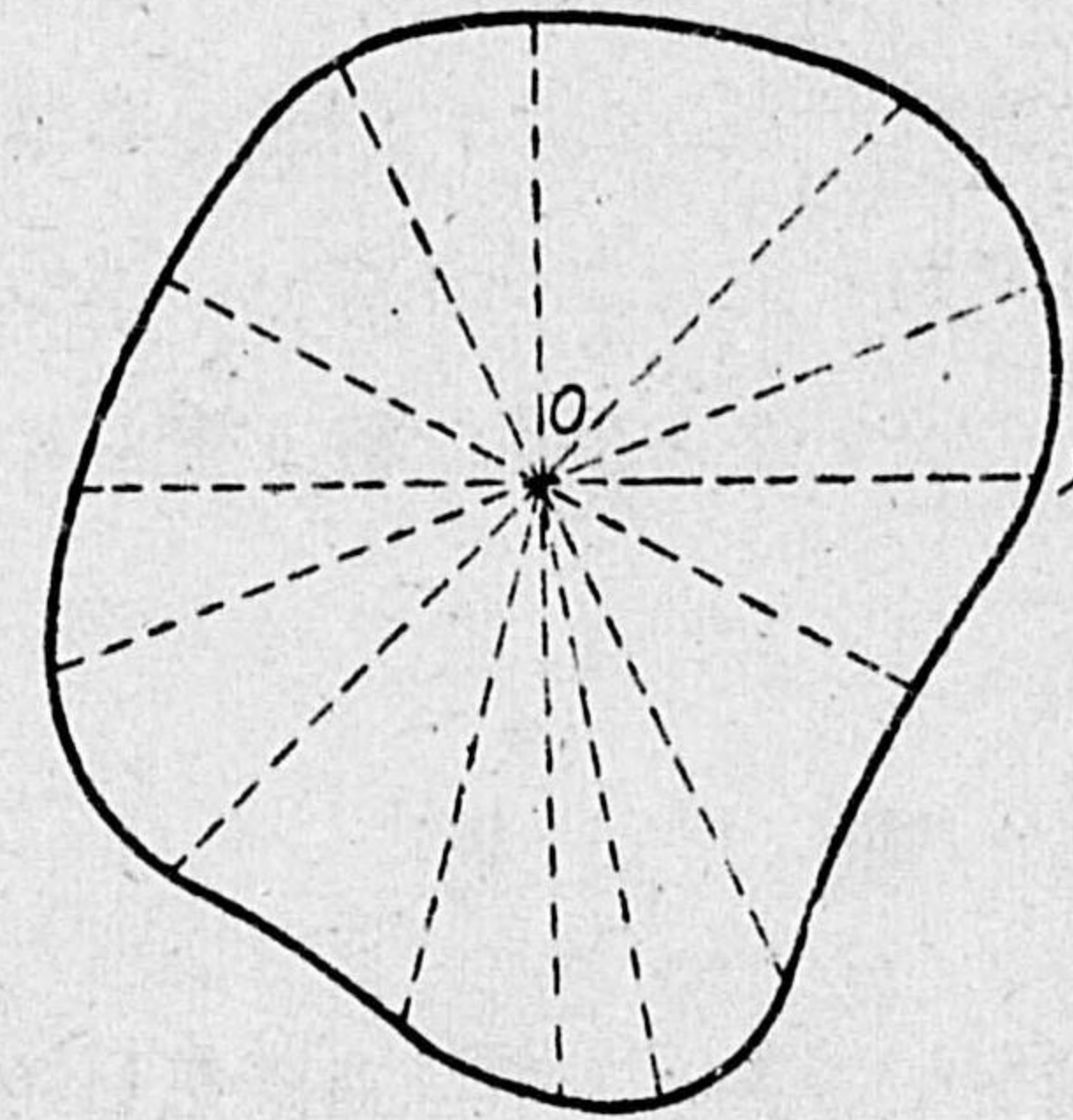
(ii) 極座標 基点 O から P に向ふ線分の方位と長さ
 によつて P 点を表す方法である。OX が正東に向つて
 居るとき、 $\angle XOP$ を方位角といひ θ で表し、OP の長さを
 動径といひ r で表す。この (r, θ) が P の座標である。
 θ は便宜上 OX から時計の針と反対の向きに廻つた回轉
 角 (360° 迄) で表す事とし、西 5° 北といふやうな表し方
 は餘り用ひない。但し OX は正東以外にとつてもよい。

例題 2. 第 8 圖甲は川で第 9 圖乙は畑である。この形を
 表示する方法を考へよ (縮圖 $\frac{1}{1000}$)。



(第 8 圖)

解 甲の方は、こ
 の川に略々平行に基
 線を取つて直角座標
 で表すがよい。例へ
 ば圖の點線のやうに
 とれば次表を得る
 (單位米)。



(第 9 圖)

乙の方はその略々中央に基点をとつて極座標で表すがよ
 い。圖の點線によれば

θ	0°	20°	45°	90°	110°	150°	180°	200°	225°	255°	270°	275°	290°	330°
r	23	26	25	22	23	21	22	25	26	27	29	30	28	20

第二章 直線測量

4 直線測量

直線測量とは距離を測る事を主として測量する方法で、繩一本あれば誰にもできる測量法である。角を測るには何等かの器具が要るので、測量の器具を簡単にしようと思へば勢ひ測距を主とする外ない。この方法は障碍物（川、山、家等）の少い略々平坦な餘り廣くない土地でないといひ難い。

5. 測 距

距離を測るといふ事は全測量を通じて非常に大切な事である。その簡単なものを器具に従つて擧げる。

(i) 歩 測 いよいよ道具のないときは歩測といふ最後の手段がある。これを行ふには平素歩幅を一定にする練習をしておかなければならない。歩幅が一定になるやう習慣を作つておけば、長い距離歩いても大小平均してあまり大きい誤差は起らない。甚だ不精密な方法ではあるが、時によつては用ひて便利である。

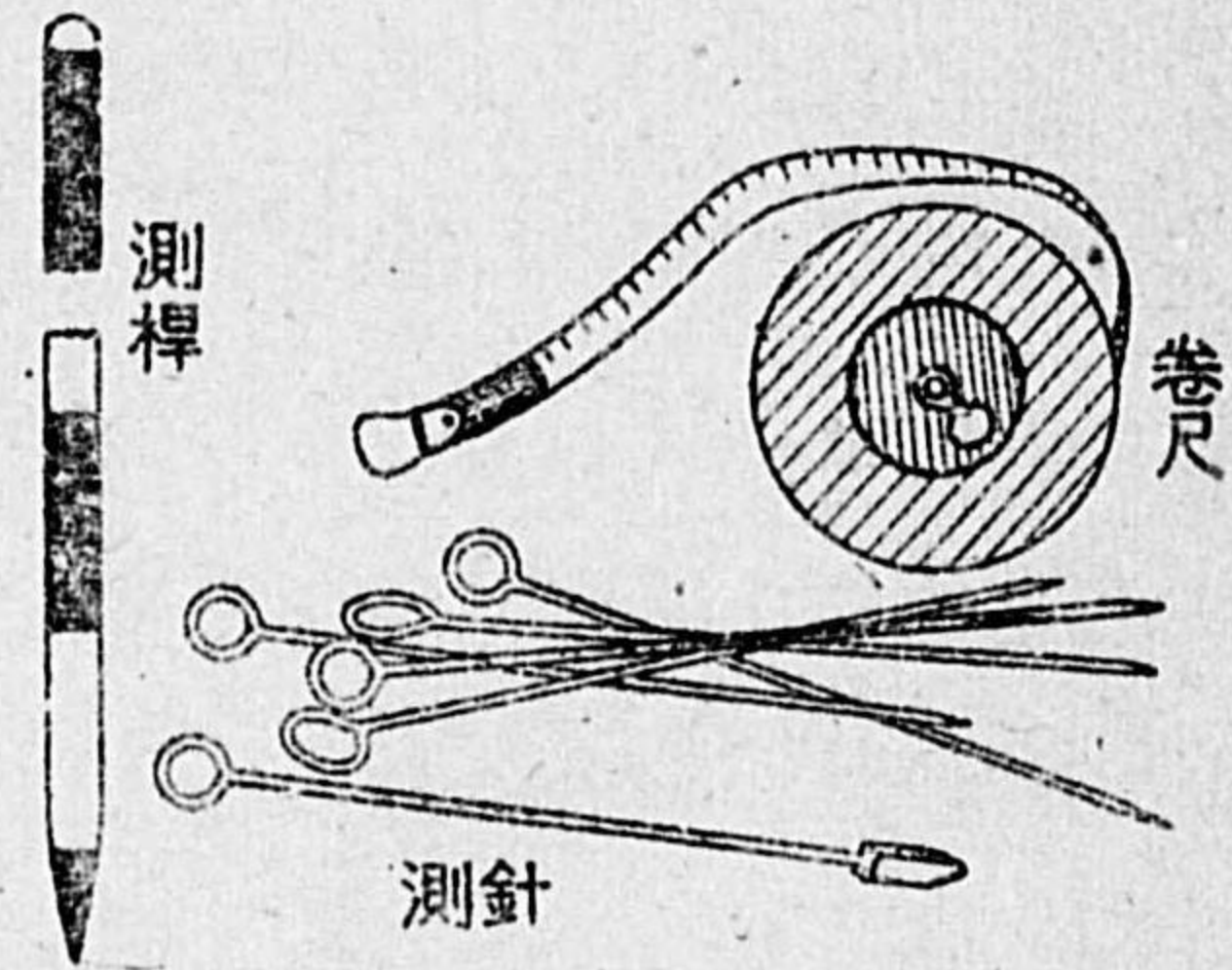
(ii) 測 繩 歩測に次ぐ簡単なものは繩に印をつけて測距具とする事である。併しこれは強く引張ると延びるから餘り正確は期し難い。そこで繩を張る事は直線を作る爲とし、その繩に沿ふて竹竿に印をつけたやうな尺度で測るのも一方法である。網糸をより合せて強い糸を作り、之に澁をぬつたものに目盛をした測繩は比較的正確であるし、且つ軽くて長い區間を空中に張る事が出来て便利であるから、一般の測距の外特殊の地形にも特に利用せられる。

(iii) 卷 尺 手輕で割合正確なので最も廣く用ひられる。之を用ひるときは適當に引張り増延せぬやう、且つたるみのないやう（石や草に懸つて曲らぬやう）注意すると共に、濡らさぬやう、餘り濕氣の多い所に用ひないやうに注意しなければならない。緊張と濕氣とは此の尺度に誤差を生ずるものである。

この尺度は 20 m 乃至 50 m であるから、之より長い距離を測るには幾度も繼替を行はなければならない。この繼替點は必ず測線上になければならないので、この點を定める事が一つの仕事である。之が爲には測線の兩端に測桿を立て之を見透してその中間に測桿を立てるのである。測桿はポールと呼ばれ 1 尺づゝ赤白に染め分けたものが用ひら

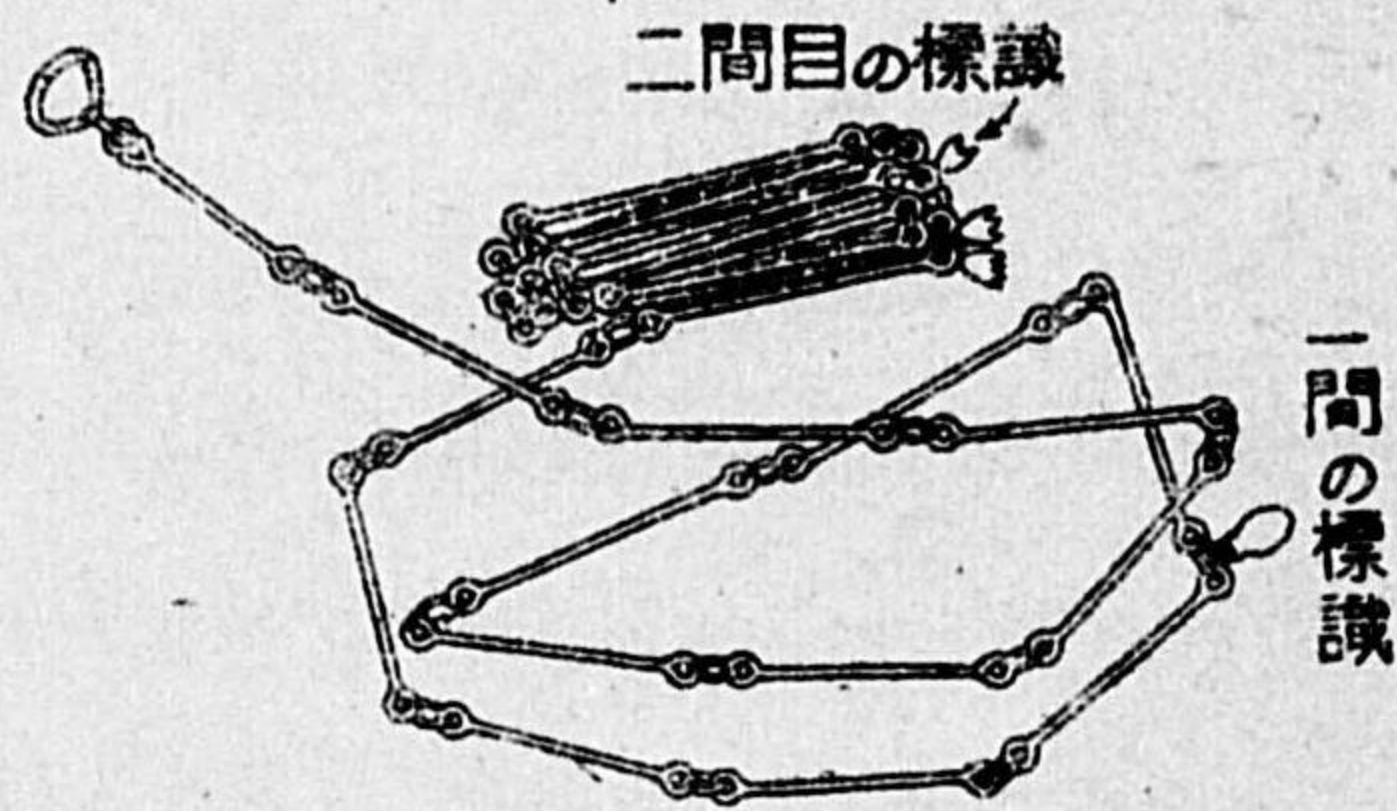
れる。之が爲には三人を要するわけであるが、都合すれば二人でもできない事はない。測桿は必ず地面に垂直に立て、之が近くにある場合は、見透しに際し、その左側を見透すか右側を見透すかとい

ふやうな細かい事までさめて、正確に行ふ必要がある。繼替點を示すには測針といふ金屬製の針の一端に輪をつけたものを用ひる。繼替點が多くあるときは測針の本數で卷尺を何回用ひたかを知る事もできるのである。



(第10圖) 測桿、測針、卷尺

(iv) **測鎖** これは金屬製の尺度で長さは普通10間である。一本の鎖は1尺又は6寸で1間毎に標識がつき、兩端には把手がついて居る。この把手の凹所に測針をあてると、こゝが初測點となる



(第11圖) 測鎖

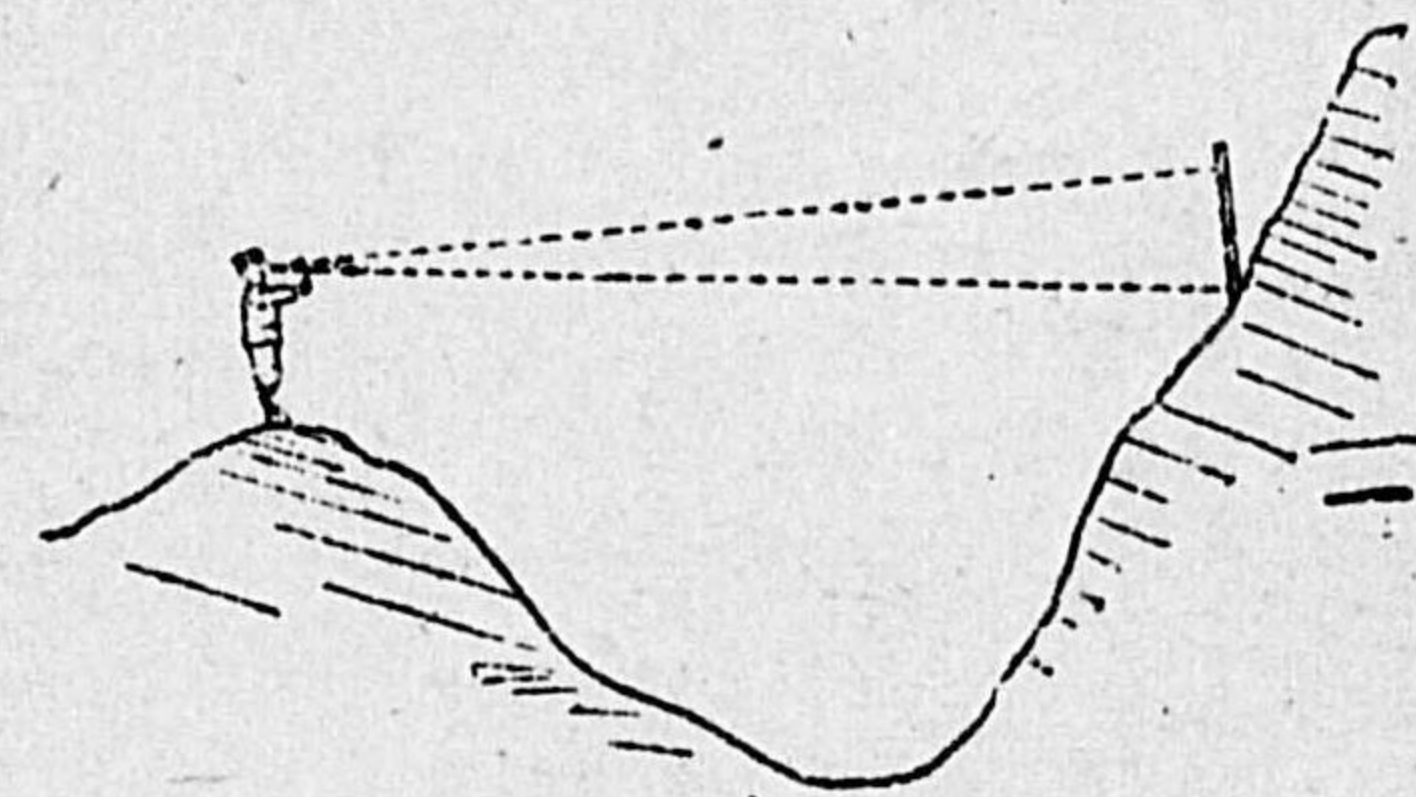
やうに出来て居る。

測鎖は緊張による伸びは無いが、温度による變化が多少ある。その他鎖の輪がひつかかつて居たりして思はぬ誤差を起す事がある。輪環の變形やら摩滅によつて長さを變へる事があるが、之は少々であれば把手についた螺旋で之を加減する事もできる。

測鎖で測距を行ふ場合にも勿論 (iii) に述べた繼替點を作る注意が必要である。

(v) **その他の簡易測距法** 以上は直接尺度によつて測距する法であるが、此の他直接測距が困難なとき、又はさうでなくともごく簡単に早急に大體の距離が求めたいとき種々の間接測距法が考へられる。先づ**目測**は相當の熟練を経たものであれば時と所によつては用ひて便利である。双眼鏡を利用した**測距儀**は最も便利であるが、精巧なる器械を必要とする。**音響**

(特に山彦など)を利用する方法もある。先方の點が達し得る點であれば、測桿の見掛けの大きさによ



(第12圖)

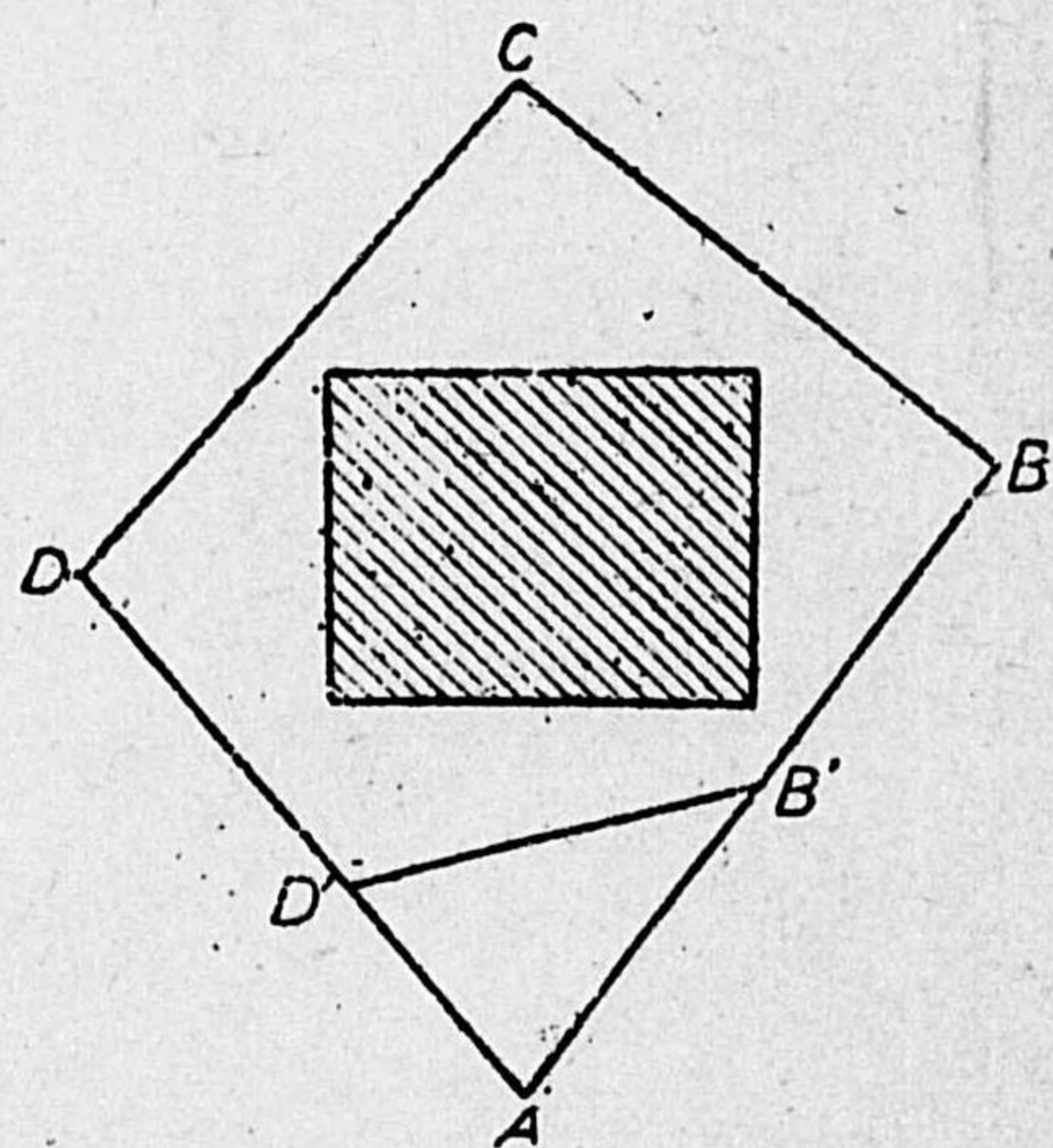
つてそこ迄の距離を概測する事もできる。即ち自分の手の長さを豫め測つておき、物指を手に持つて之を伸ばし、測桿の見掛けの長さを測る。10尺の測桿が3分5厘に見えたとして、手の長さを1尺9寸とすれば、その点までの距離は

$$0.035:10=1.9:x$$

から $x=543$ (尺) 即ち 90 間餘りである事がわかるのである。

6. 角の測り方

この測量法でも 勿論角の大きさは定めなければならない。これが爲には三角形の三邊の長さを測つてその三角形を定め、その角を定めるといふ方法をとる。例へば今右圖のやうに家を含んだ四角形の土地の形を定めよう。AB, BC, CD, DA の長さを測るべき事は勿論である。



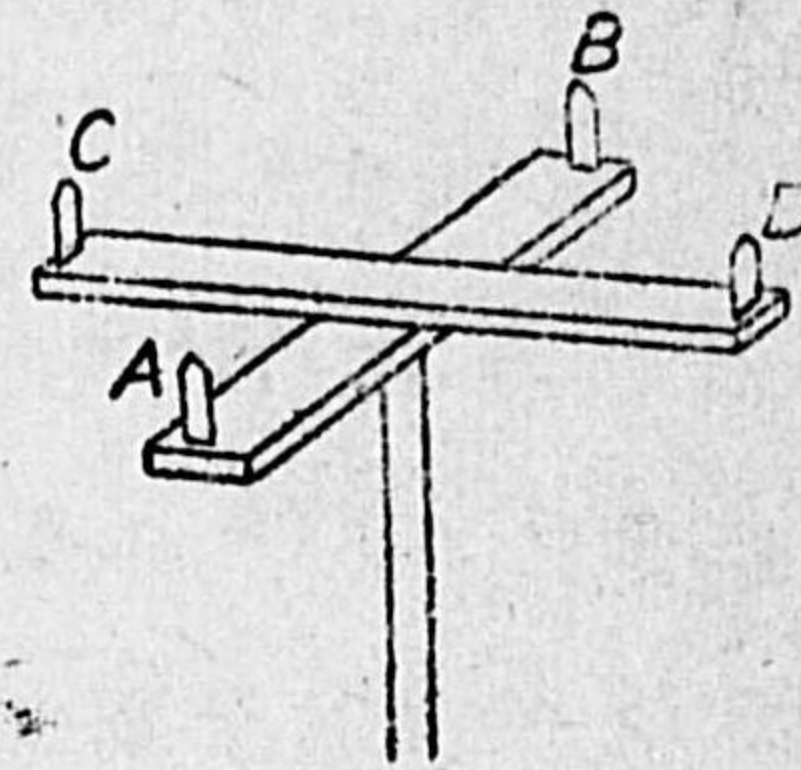
(第 13 圖)

が、これだけではこの四邊形の形はきまらない。BD 又は AC の長さが測れればよいがそれには家が邪魔になる。そこで A に於ける角を定める爲に AB, AD 上に B', D' を適當に (B'D' の長さが測れるやうに) とり、AB', AD', B'D' の長さを測つて $\angle A$ を定めるのである。

例へば今 $AB=30$ m, $AD=26$ m のとき AB' を 3 m, AD' を 2 m にとり $B'D'$ を測つたところが 3.2 m であつたとする。之を $\frac{1}{500}$ の縮圖に作るとすると、先づ AB を 6 cm にとり、その上に B' を $AB'=0.6$ cm にとり; A, B' を中心; 0.4 cm, 0.64 cm を半径とする圓の一交點を D' とする。AD' の延長上に D を $AD=5.2$ cm にとればよい。但し $AB'D'$ は必ずしも全圖と同じ縮尺をとらなくともよいのであるから、この場合のやうに餘り小さくなり過ぎるやうだつたらこゝだけ、例へば $\frac{1}{100}$ の縮圖にして $AB'=3$ cm, $AD'=2$ cm, $B'D'=3.2$ cm として作つてもよい。尙 C を定めるには $\angle B$ を測るには及ばないので、BC, DC を測り、C を B, D を中心とする二圓の交點として作圖すればよい。例へば上の場合 $BC=23$ m, $CD=25$ m であつたとし、この四角形の $\frac{1}{500}$ の縮圖を作つて見よ。(AC=38 m となればよい。但しこの四角形は凸四角形なりと考へた。

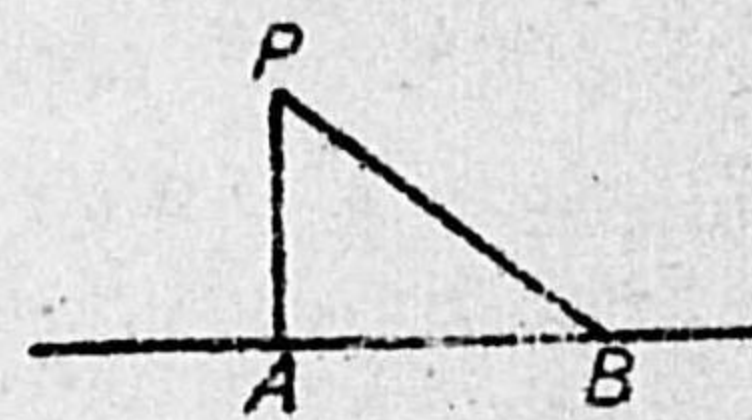
凹四角形とすれば AC=7m となる。)

 角の大きさを測る外に直角を作る事が出来れば大變便利である。之が爲には直角規といふものを作つておいて用ひるのが最も簡單である。又



(第14圖) ABの見透線とCDの見透線と垂直となつて居る

初等幾何學で用ひるやうな作圖を地面の上で行ふ事もできる。例へば直線 AB 上の點 A で之に垂線を立てようとするとき、ABを4m にとつておき、A に3mの繩を、B に5m



(第15圖)

の繩を結び之を引張つて端點を P で一致せしめれば AP が垂線である。之の正否は A から B と反對の方向に 4m に B' をとり PB'=5m であるか否かを確かめればよい。

少し進歩した器具に直角鏡と云ふのががある。之は第16圖の AOB のやうに 45° に交る板の双方に鏡を張り、且つ窓をつけたものである。P の方から來た光が AO に Q で會し、反射して BO と R で會し、再び反射して RS の方向に向つたとする。PQ と RS の交點を M とすると

$$\angle MQR = 2R - \angle RQO - \angle MQA = 2R - 2\angle RQO$$

$$\angle MRQ = 2R - 2\angle QRO$$

$$\angle RMQ = 2R - \angle MQR - \angle MRQ$$

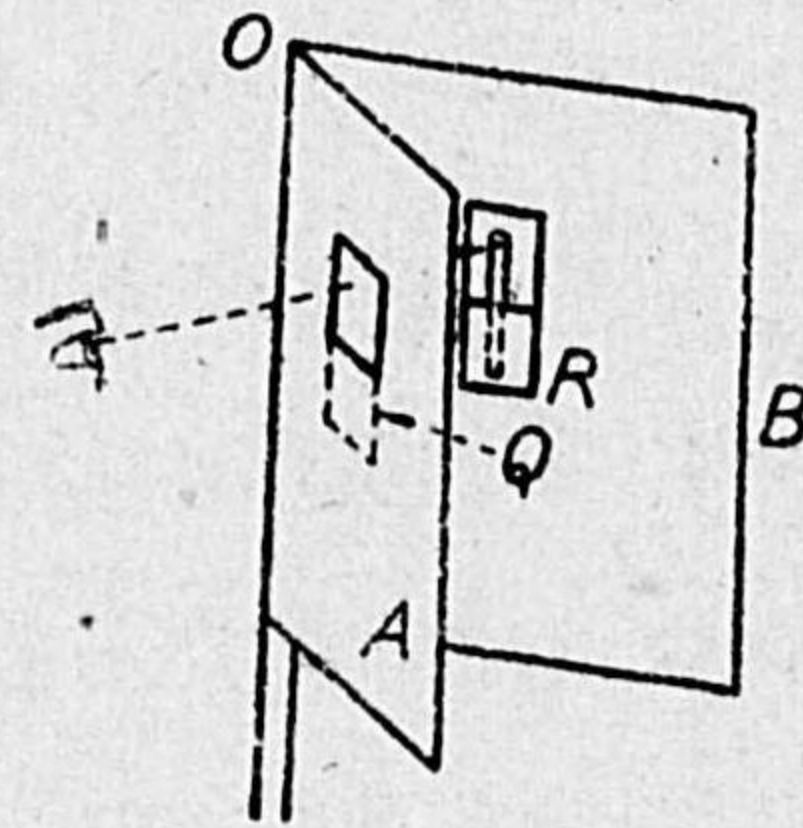
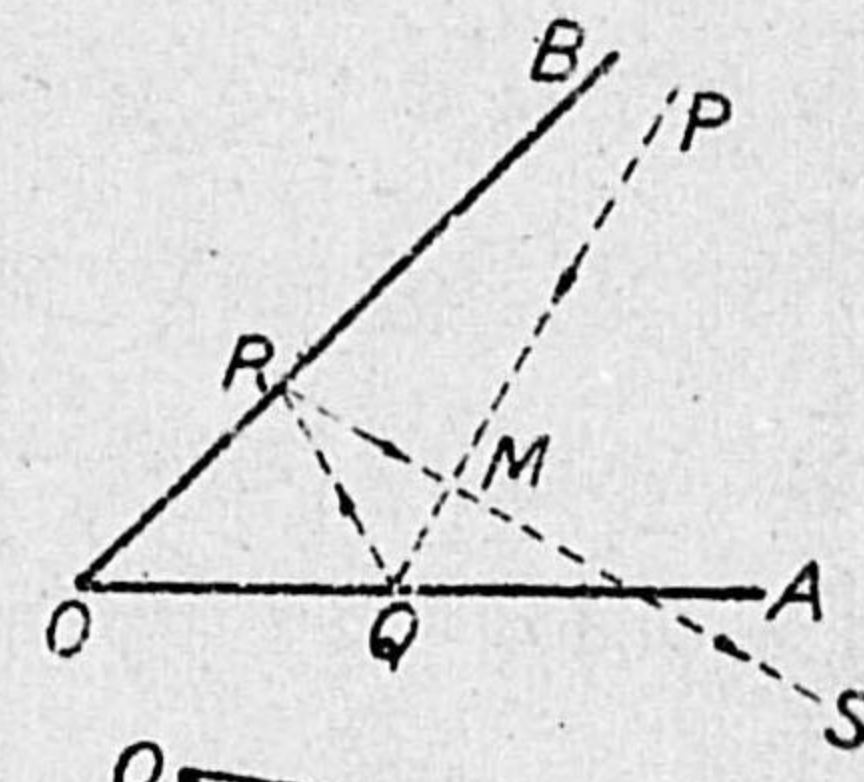
$$= 2R - (2R - 2\angle RQO) - (2R - 2\angle QRO)$$

$$= 2\angle RQO + 2\angle QRO - 2R$$

$$= 2(2R - 45^\circ) - 2R$$

$$= 90^\circ$$

で PQ と RS は垂直になつて居る。そこで P の方向に測桿を立て置き、その像を S の方向から OA にある窓を通して眺めたとき、之が OB にある窓の先方に見える測桿 S と一致したならば P と S とは測點から互に垂直の方向にあるわけである。



(第16圖)

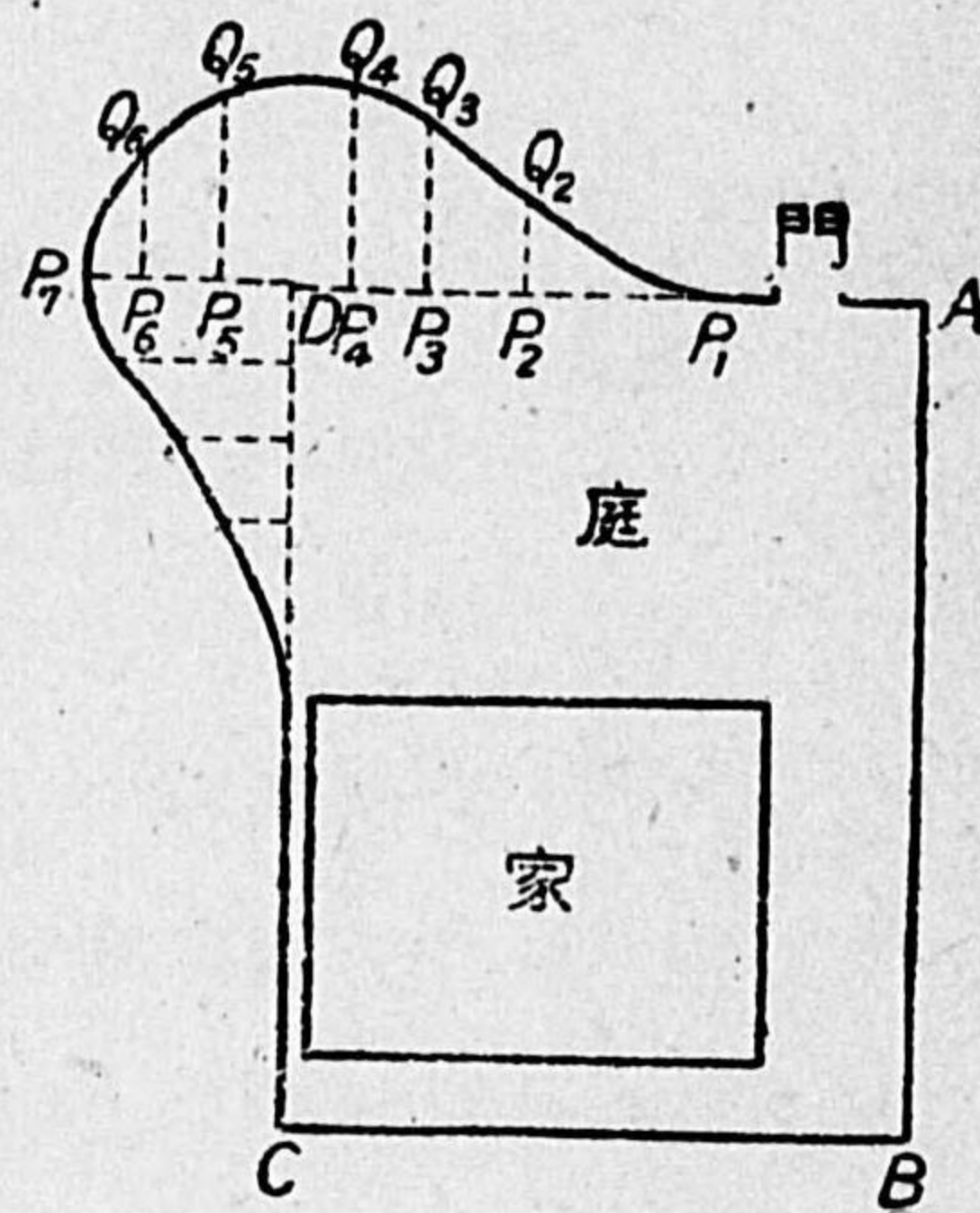
7. 實際の測量例

直線測量は上のやうな方法を用ひて行はれるのであるが、その方法は又實際の地形に當つて種々工夫されなければならぬ。次に二三の例を擧げておかう。

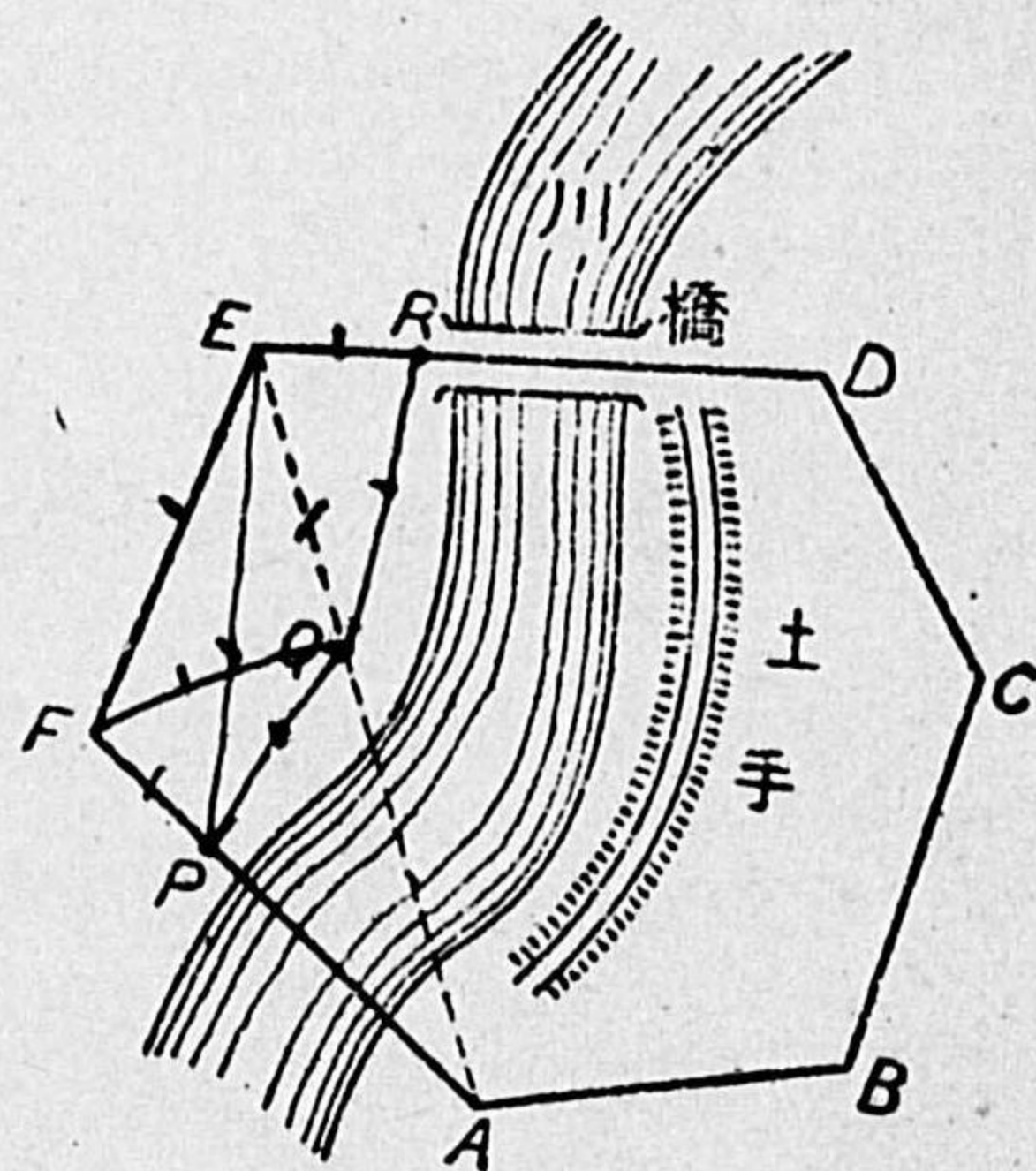
例1. 第17圖のやうな地形。

このときは家がもとになり、地所も大體矩形である。之に信頼して先づ矩形 ABCD を定める。残りの曲線の部分は AD 又は CD をもとにし、その上の點の座標を幾つかとり、之を圖上に表して之を適當に曲線で（雲形定規でも用ひて）結べばよい。例へば AD 上に P_1, P_2, \dots, P_7 をとり、D からの距離を測り、更に垂線 P_1Q_1, P_2Q_2 等の長さ（このとき垂線は餘り正確に立てずとも目分量で作つても餘り大きな差は起らないであらう）を測り、之を紙面上に順次にとるがよい。

例 2. ABCDEF の AF が川で測れない。B, C からは土手があつて、川は見えな



(第 17 圖)



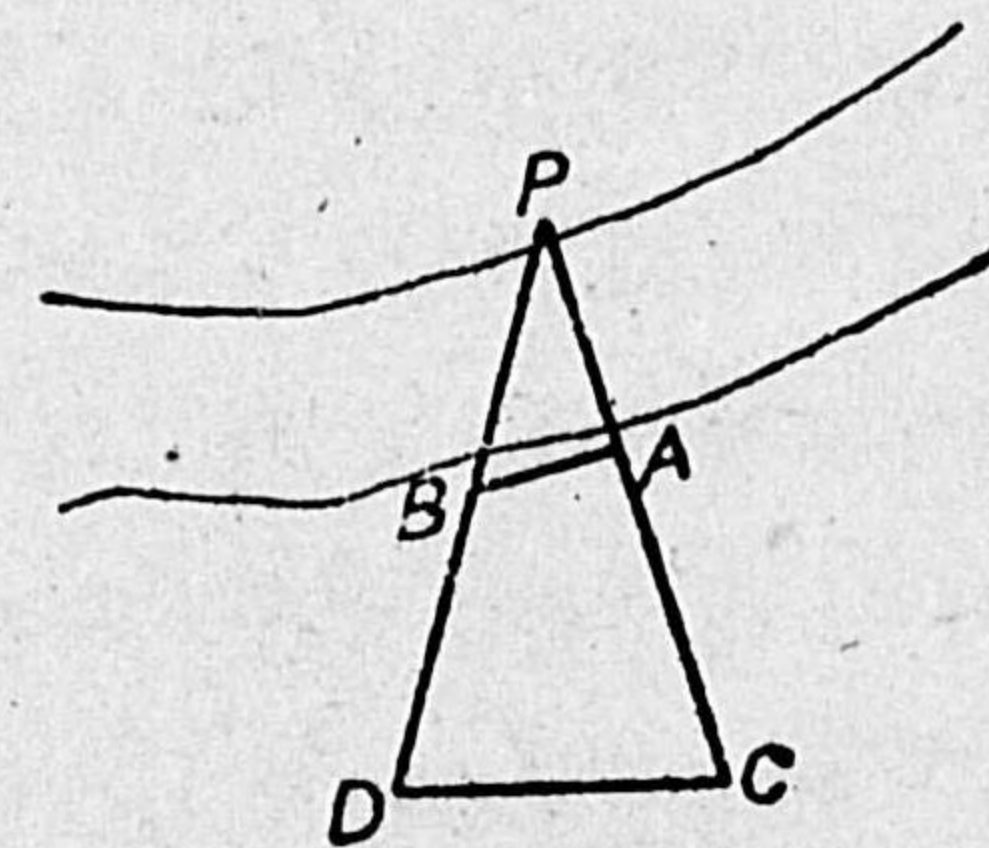
(第 18 圖)

い。

かやうな地形で A から順次に邊の長さや角を測つて進んだのでは誤差が大きくなる憂がある。それ故、むしろ見透しのよく利く E, F から測り始めるがよい。川の左岸に FA, EA, ED の見透し線上に P, Q, R をとる事は可能であらう (A に測桿を立て置いて、助手に測桿を見透線上に立てさせれば測桿 2 本、測手 2 人で P, Q が定められる)。このとき EF, FP, PQ, EQ, FQ, QR, ER が測ればこの五點の位置は全く決定する。FQ の代りに EP 又は FR を用ひてもよい。この五點が比較的正確にきまれば、ED を測つて D がきまるし、A は FP と EQ の交點できまる。あと B, C は A と D から前述の方法で求め、BC を測つてその正確度を知るがよい。

例 3. 川幅の測り方。

川の向ふ岸に渡れる時と渡れない時で困難の度が異なる。こゝでは對岸に行かれないものとしよう。對岸に一つ目印をきめる。この目印はなるべく小さく、川岸に近い所にあ



(第 19 圖)

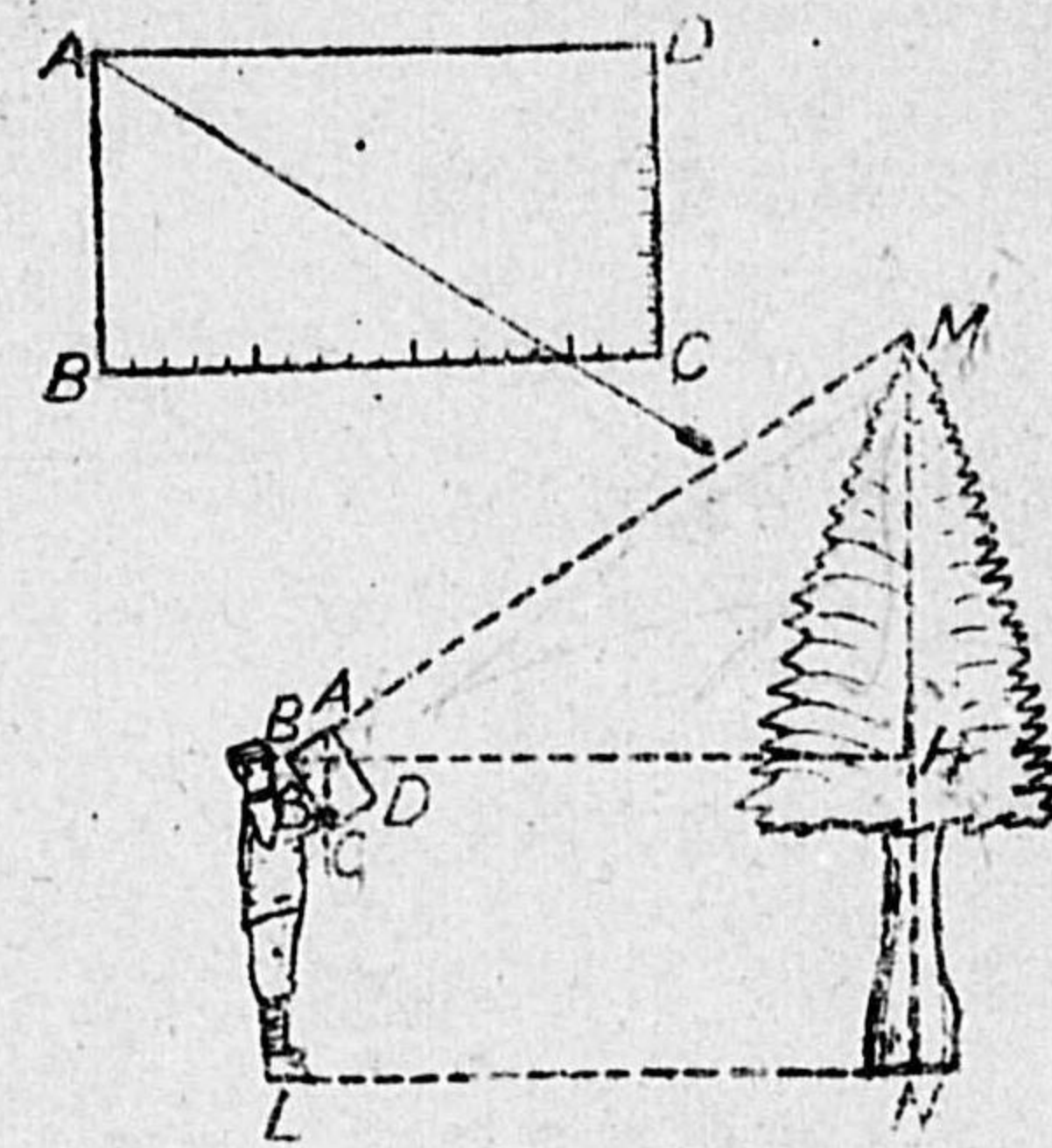
り、而も特徴あるものを選びねばならない。一本立ちの木のやうなものがあれば最も望ましい。此の目印を P とする。こちら側に川岸に近く點 A, B をとり、こゝに測桿又は他の目印をおき、後退して A と P を一直線に見透せる點 C, B と P とを一直線上に見透す點 D を求める。この四點 A, B, C, D の距離の中五つを測る事ができれば AP は作圖で求められるのである。

かやうに直線測量はその方法が簡単なだけに地形に應じ種々工夫を要し、又正確を期する爲に同じ量の測定を種々の方面から行ひ、適當に修正する事を心掛けなければならないのである。

8. 高さの測定

高低を精密に測量する事は直線測量ではむづかしい。水平線を作るには水準器と見透器とを要し、勢ひや、精巧なる器具を要する事となる。併し水平距離に比し大なる高低差を有するとき之が概略の値を求める事、例へば立木の高さ、小山の高さなどを測る事は水準器の代りに垂鉛（おもり）を利用する事によつて簡単に之を行ふ事ができる。之が爲には測高器といふ簡単な器具を用ひるのであるが、之

は我々が手製で容易に作る事ができる。例へば矩形の板 ABCD の BC に目盛をし（この目盛は AB を單位とするがよい）、A に糸を結び、その一端に垂鉛をつけておく。



(第 20 圖)

今例へば立木を MN とし、點 L から之を觀測する。測高器の B を目におき、BA を M に向ける。このとき A に結んだ糸が垂鉛により鉛直になり、BC 上の點 P を通つたとする。この糸が板につかず離れずといふ状態で靜止した所を見極めて之を指で押へ P 點の位置を確める。B から MN に下した垂線を BH とすると、 $\triangle BMH$ と $\triangle PAB$ とは相似であるから

$$MH : BH = AB : BP$$

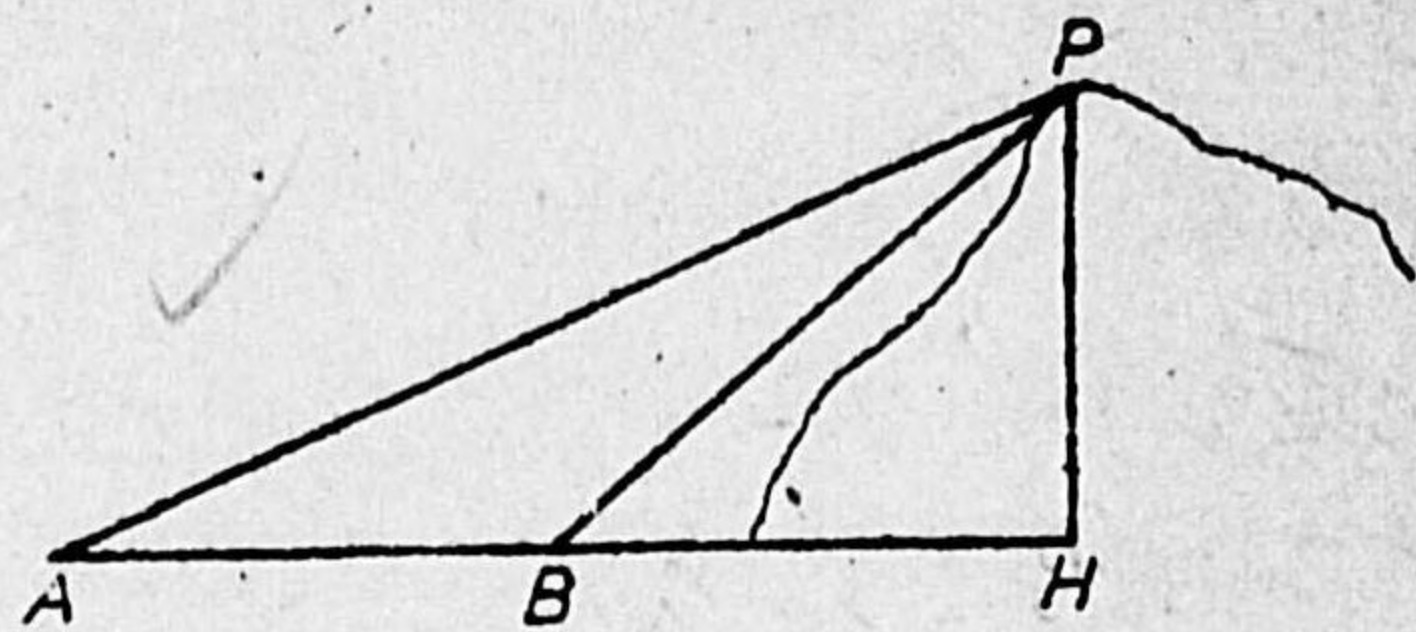
BH, 即ち LN を測つておけば $HN = BL$ は自己の目の高さであるから

$$(\text{木の高さ}) = BH \times \frac{AB}{BP} + (\text{目の高さ})$$

となる (BC の目盛を $\frac{AB}{BP}$ によつて記しておく事もでき

る)。

山の高さなどを測るときは N が近づき難い点である。かやうなときは、例へ



(第 21 圖)

ば次のやうな方法をとるがよい。山頂を P とし、平地に A, B 二点を P と一直線になるやうにとる。A, B は同一高度である事が望ましい。さうして上の方法で AP, BP の傾斜を測り、又 AB の距離を測ることが出来れば P の高さは次のやうにして計算できる。

P の高さを PH とし、上の方法で測つて

$$\frac{PH}{AH} = 0.132, \quad \frac{PH}{BH} = 0.204, \quad AB = 123 \text{ m}$$

であつたとしよう。

$$AH : BH = \frac{PH}{BH} : \frac{PH}{AH} = 204 : 132$$

$$AH : AH - BH = 204 : 204 - 132 = 204 : 72$$

$$AH : 123 = 204 : 72$$

$$AH = \frac{123 \times 204}{72} = 348.5 \text{ (m)}$$

$$BH = 225.5 \text{ m}, \quad PH = AH \times 0.132 = 46 \text{ (m)} \text{ 強}$$

又 $PH = BH \times 0.204 = 46 \text{ (m)}$ 強として驗算ができる。

其の他種々の方法があらうが、要するに上の測高器を活

用する事ができれば、餘り精密でなくともよい高低は工夫一つで測量できるのである。

9. 面積

測量の目的は面積を求めるにある場合が多い。

面積を求めるには、上のやうに測量し製圖したその圖面について求めるがよいのであるが、又その爲に測量法の選定を適當にして特に面積を求め易くする事もできる。

製圖上から面積を求めるに種々の方法がある。最も精密なのは座標を利用する方法であるが、之は後章のもう少し精密な測量の場合に説明する。最も便利なのはアムスレル氏の面積計算器であるが、之も後章にゆづり、こゝでは直線測量にふさはしい單純な方法だけを述べる。

方眼法 地形を方眼紙に畫き、之に含まれる方眼の數を數へて面積を求めるのである。この場合方眼の中半分入つて居るやうなものは適當に取捨して平均するやうに心掛ける。これを適當に行へば随分正確に求められるものである。

重量法 紙質の均等な畫用紙に地形を畫き、先づその全紙の重量を衡り、次にその地形圖だけ切抜いて重量を衡り、

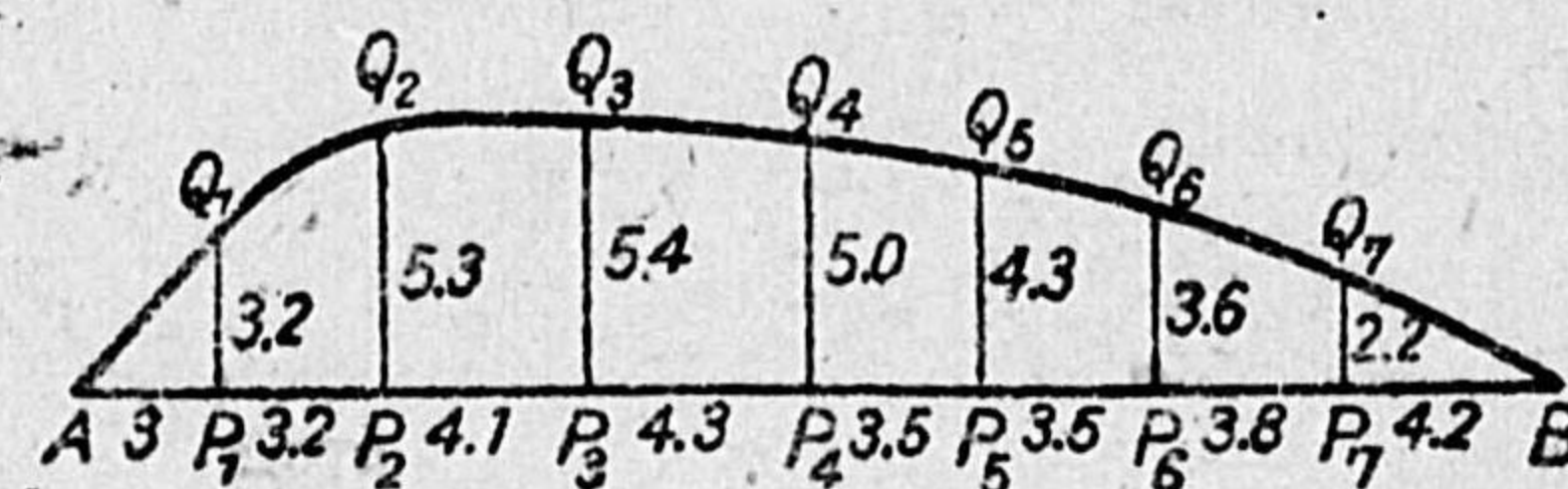
比例法でその面積を求める。

三角法 地形を三角形に分け、之を別々に求めて加へるのである。三角形の面積を求めるには底邊と高さを用ひるのが計算も簡単であるし、正確も期し易い。そこで測量に際し三角形の邊の外に高さをも求めておくがよい。この高さが巻尺の全長以内であれば之を測るには次の方法をとるがよい。即ち $\triangle ABC$ の A からの高さを測るには、A に巻尺の一端を置き、BC 上の點 P に巻尺を伸してその距離を求める。P を段々に動かしてこの距離の最小となる點を求めればよいのである。この點は正確にきまらなくとも距離の最小値は比較的正確に求められるわけであるから、之によつて三角形の面積を求め得るのである。

この方法は廣い地域にわたつて巻尺を引廻す事が出来なければならぬといふ不便がある。製圖上でこの方法を使へばよいが、直接に計算する程正確でない。それ故土地の賣買等には主として上の直接求積法が用ひられて居る。

梯形法 地形が屈曲が多く三角法を用ひては大變面倒になる場合、その一部に對してこの方法を適用すると都合がよい。例へば本章例の第 17 圖に於て、ABCD 以外の部分の面積の如きは此の方法により求めると都合よい。例とし

て第 22 圖の面積を求めてみる。(單位米、平方米)



(第 22 圖)

$$\triangle AP_1Q_1 = 3 \times 3.2 \div 2 = 4.8$$

$$\text{梯形 } P_1P_2Q_2Q_1 = 3.2 \times (3.2 + 5.3) \div 2 = 13.6$$

$$P_2P_3Q_3Q_2 = 4.1 \times (5.3 + 5.4) \div 2 = 21.935$$

$$P_3P_4Q_4Q_3 = 4.3 \times (5.4 + 5.0) \div 2 = 22.36$$

$$P_4P_5Q_5Q_4 = 3.5 \times (5.0 + 4.3) \div 2 = 16.275$$

$$P_5P_6Q_6Q_5 = 3.5 \times (4.3 + 3.6) \div 2 = 13.825$$

$$P_6P_7Q_7Q_6 = 3.8 \times (3.6 + 2.2) \div 2 = 11.02$$

$$\triangle P_7BQ_7 = 4.2 \times 2.2 \div 2 = 4.62$$

$$\text{計} = 103.635$$

この場合 P_1, P_2 等を等距離にとると計算が簡単であるが、弧 AB が折線と見られるときは Q_1, Q_2 等はその折れ目にとるべきである。

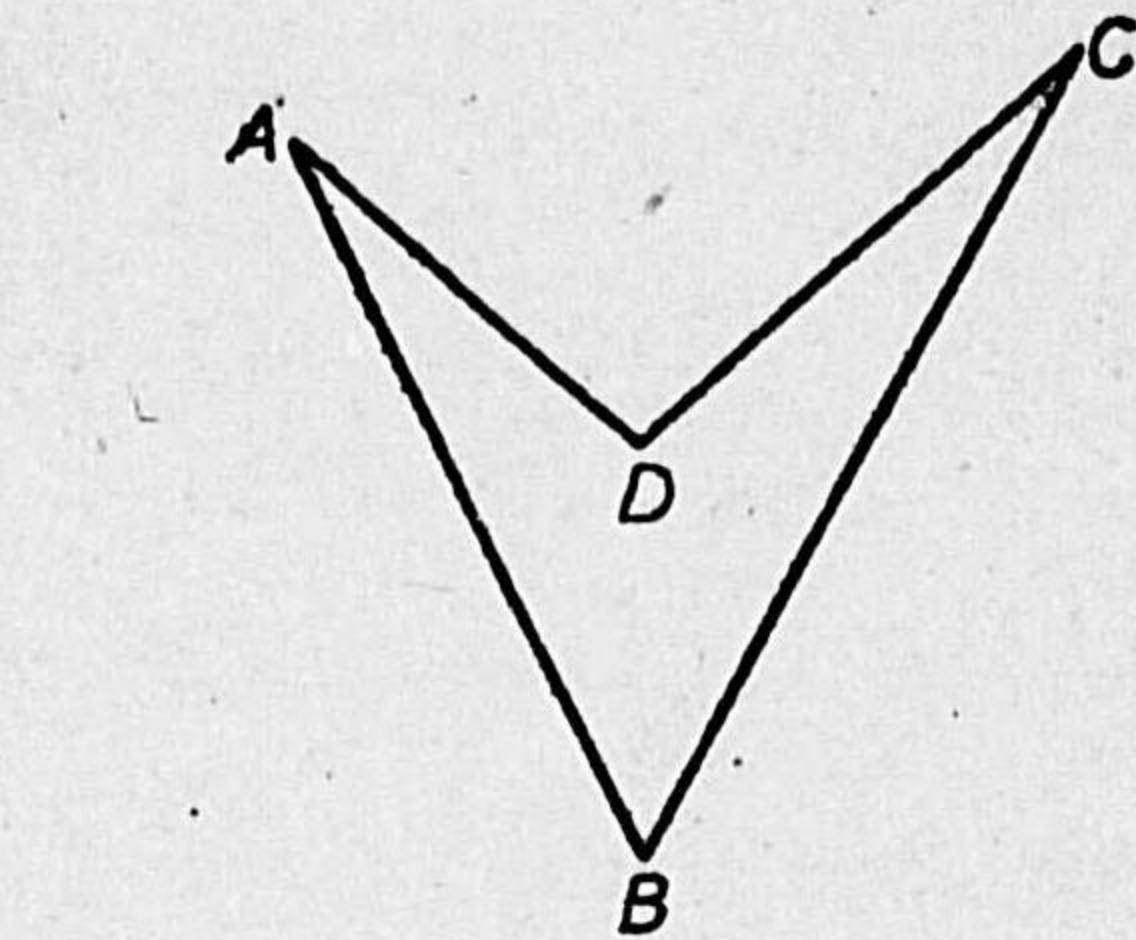
問題 1. 第 23 圖(次頁)に於て $AB=46\text{ m}, BC=52\text{ m}, CD=30\text{ m}, AD=25\text{ m}, BD=24\text{ m}$ であつた。AC の距離を作圖によつて求めよ。又この ABCD の面積を求めよ。

測量の知識

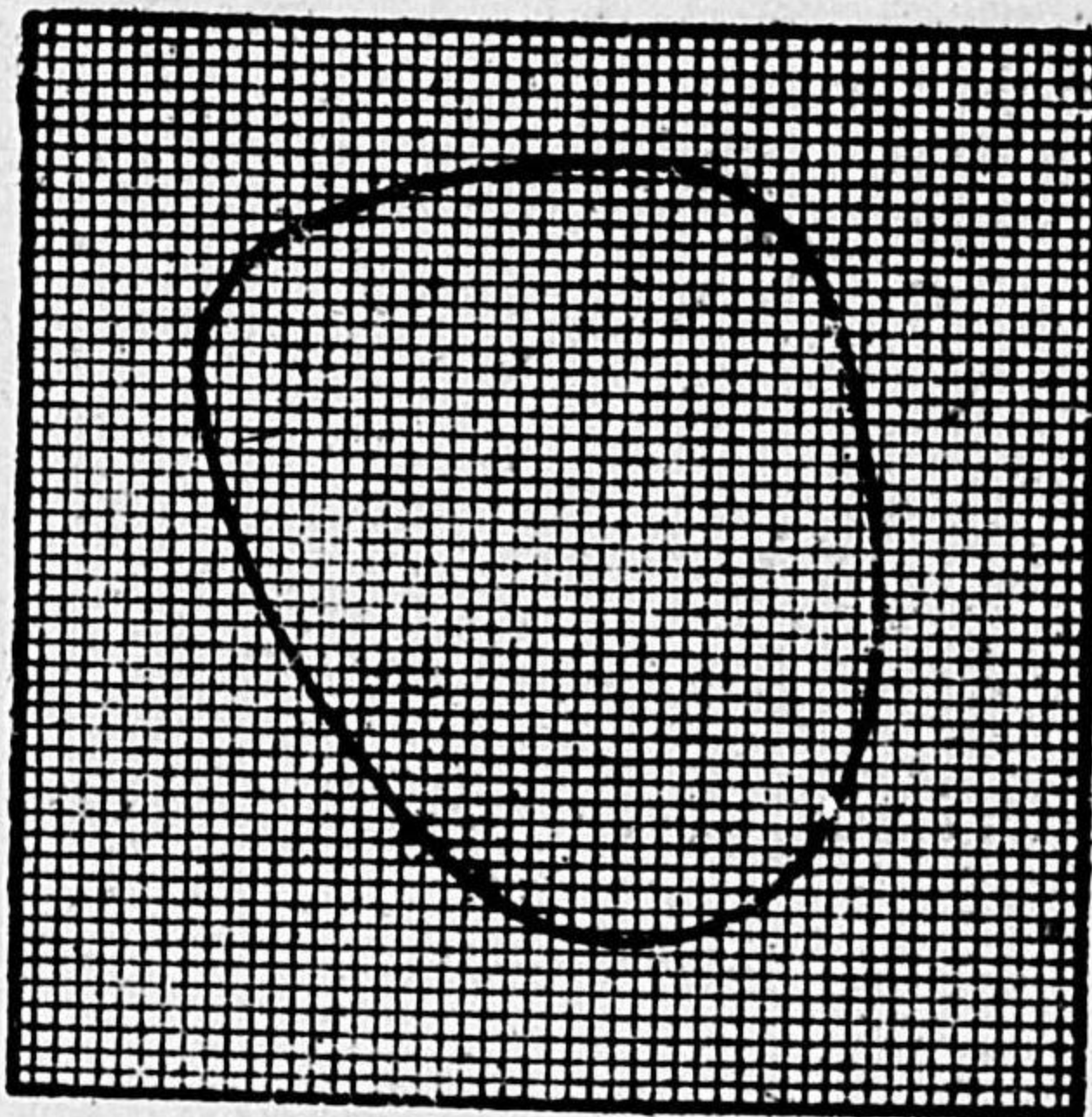
2. 第24圖の曲線内の面積を方眼法で求めよ。

3. 第25圖(次頁)のやうな地形の測量法を考へよ。

4. 山の高さをPHとするとき、その正東の點Aに於て測つたとき $\frac{PH}{AH} = 0.042$ で、Aの正南300mの點Bに於て測つたと



(第23圖)



(第24圖)

き $\frac{PH}{BH} = 0.036$ であつた。PH及びAHの大きさ如何。

(AH:BH=36:42からAH:AB=AH: $\sqrt{BH^2-AH^2}$ =36: $\sqrt{42^2-36^2}$ を用ひる)。

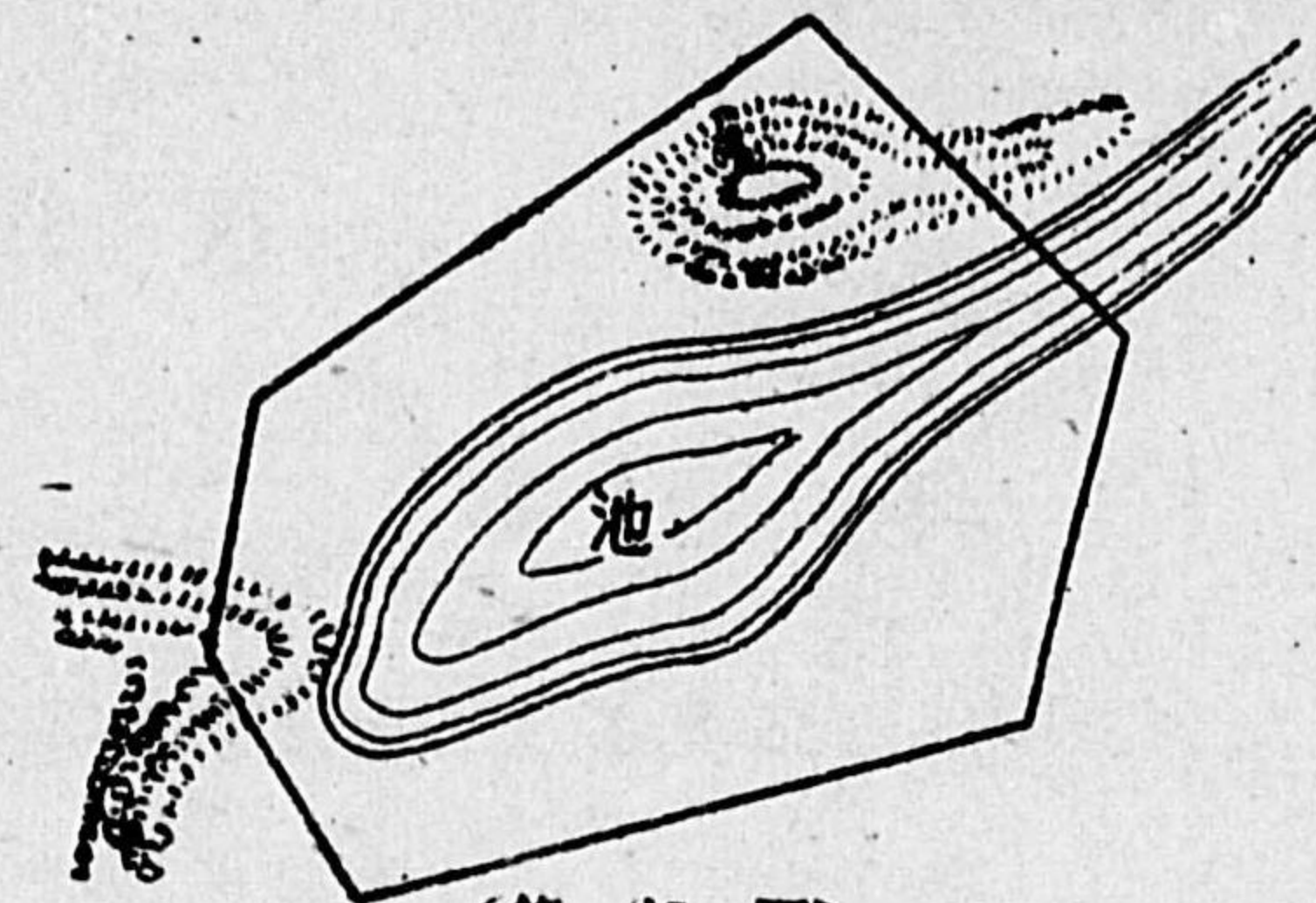
5. PからQまでの斜距離53m, QRの水平距離22m, $\frac{PH}{RH} = 0.26$ なることを知りPHを求めよ。但しH, Q, Rはこの順

第二章 直線測量

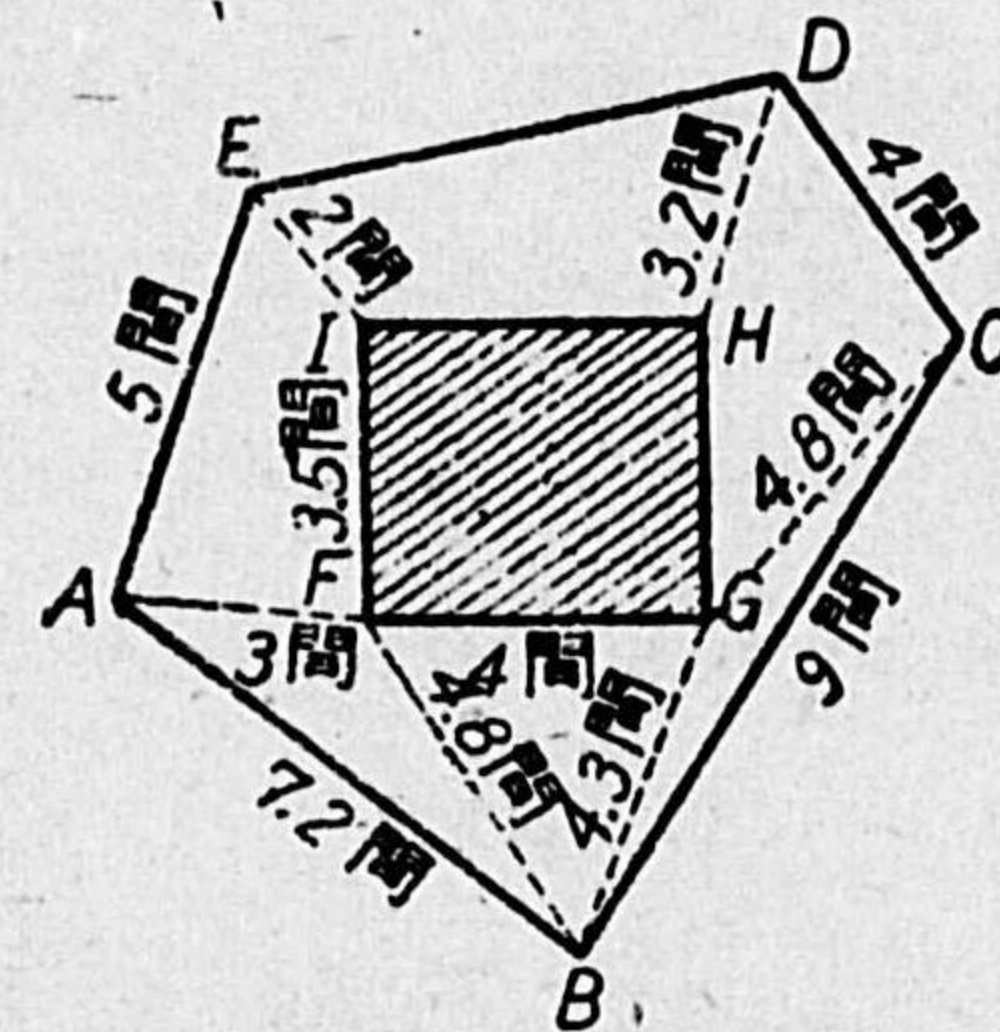
に一直線上にある(作圖によるがよい)。

6. 第26圖(中央の黒い部分は矩形)の地形をこれだけの測距できめられるか。これを作圖して

ABCDEの面積を求めよ。



(第25圖)



(第26圖)

第三章 平板測量

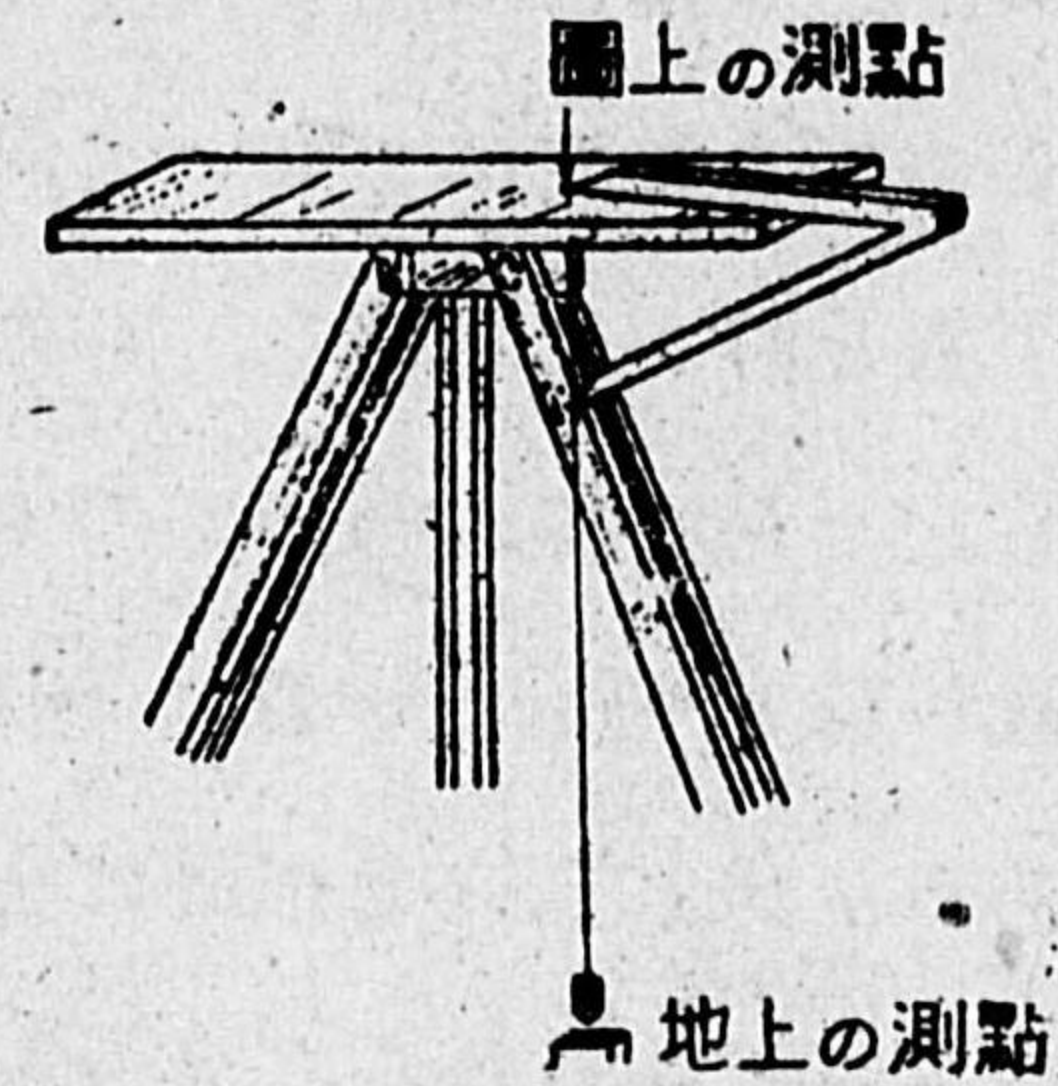
10. 用具

平板測量とは**平板**（又は**測板**）と呼ばれる板の上に紙面をおき、その上に測るべき地形の縮圖を直接書込みながら測量する方法で圖解的測量とも言われる。用具一式を要するが、さして高價なものでなく、且つ簡便であるし、測量の結果が手軽に圖示されるので、凹凸のはげしくない、餘り廣くない土地の測量には好適である。人数は二、三人でもできる。

この測量に要する用具の主要なものは**平板**と**照準儀**である。前者は之を水平に据ゑてその上に測圖を書き込む最も主要な用具であり、後者は平板の上に置いて見透線を作り、測線の方向を平板上に畫かしめる役をするのである。其の他直線測量に用ひた測距用具、測桿、測針及び平板を据ゑる爲の**三脚**、**垂鉛**等が必要である。

平板を据ゑるには(1)位置、(2)水平、(3)方向の三つの條件が満足されなければならない。之が爲に平板にはそれぞれの装置がついて居る。位置を定めるには大體目分

量でその位置に据ゑておいて、更に**求心器**といふ器具の先に垂鉛を下げ、之により地上の測點と平板上の圖上の測點と完全に一致せしめる。此の場合平板が水平に平行移動できる範圍はごく小さいから、目分量が餘り違つて居ると三脚ごと動かさなければならぬ。



(第 27 圖)

併しこの爲に前後左右、相當距離水平に動き得るやうに工夫せられた平板もある。但しこの位置の誤差は測量に於ける影響が方向及び水平に比して少いから、かやうな装置は強ひて必要のないものと思はれる。

第二に水平に据ゑる爲には、**照準儀**にある**水準器**を用ひるのであるが、之を修正する場合三脚の一つづゝを少しづゝ動かすのである。併しこれは三脚を固く据ゑるといふ事と矛盾するのみならず、三脚の移動により完全な水平を作り出す事は可成り困難な作業である。之を救ふ爲には三脚と平板との接續點に水平用の螺子を有する事が望ましい。併しこれは可成り高級の器具でないといつて居ない。

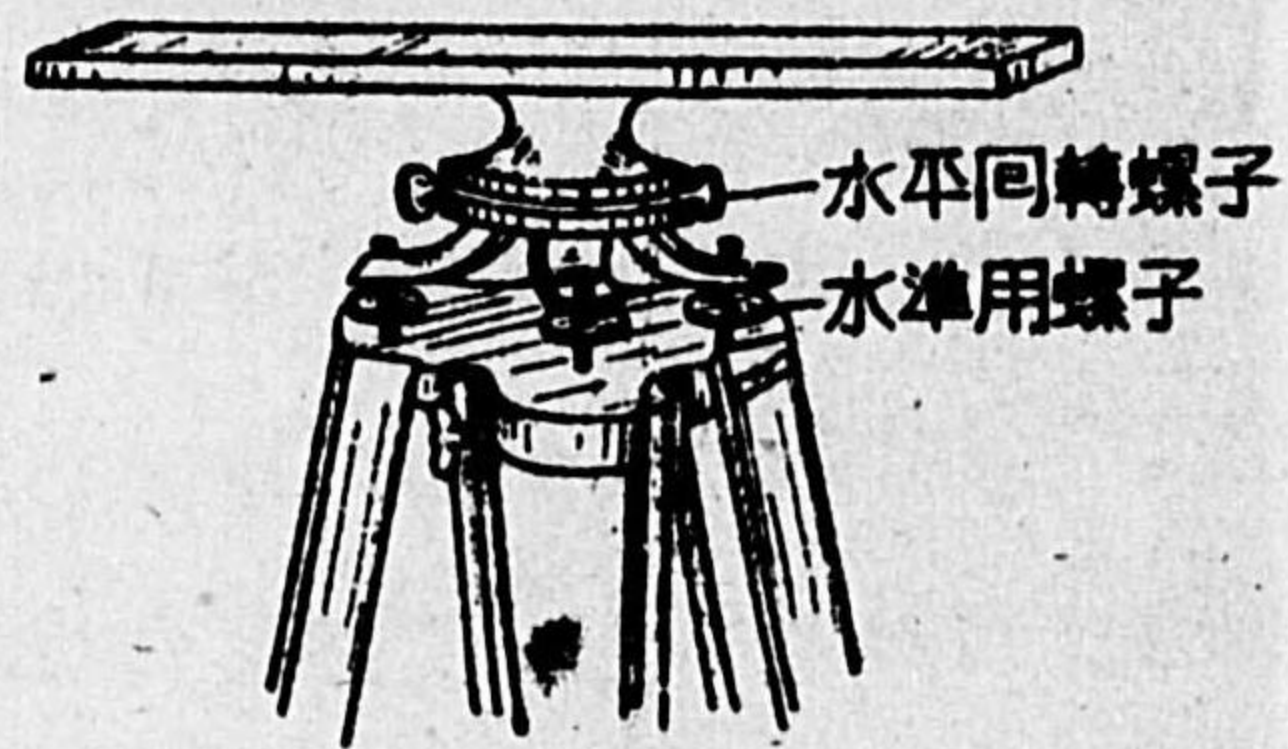
第三の方向を定める事はこの測量で最も重要な操作であ

る。その爲には先づ大體の方向をきめて三脚を据ゑ、位置と水平とを定めておいてから三脚との接續點を中心として平板を靜かに回轉し、その上に置かれた照準儀をのぞき乍ら之を見透線に合せるのである。この回轉により平板の位置が餘り變らない爲に始めに据ゑる時の目分量が大切である。併し方向を正確に合せる事は位置を合せる事より更に大切であるから、充分正確に見透線を合せなければならぬ。この爲に平板回轉用の微動螺旋がついて居れば最も好都合である。

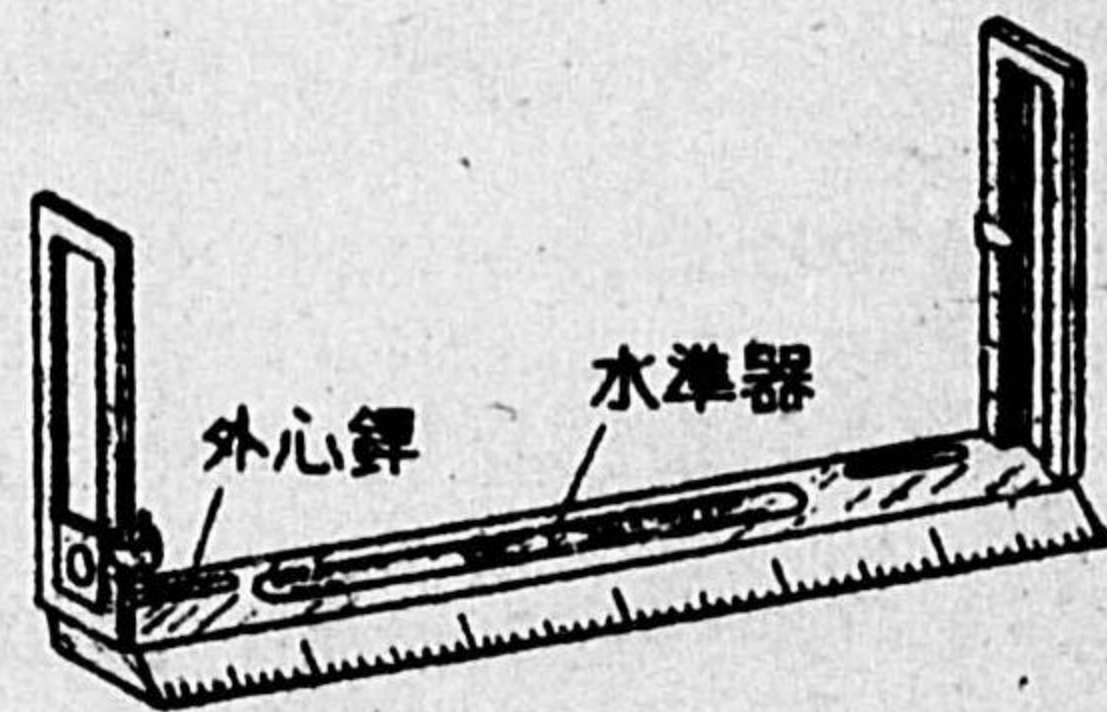
かやうに平板は之を据ゑるに種々の用具が必要なのであるが、その爲に種々の特殊な装置

を持つた平板が作られて居る。又三脚の頭に水平及び回轉運動をなし得る**平板自在器**なるものを取付け、之に平板を装置するやうに作られたものもある。

照準儀は右圖の如く、一本の定規とその両端に之に垂直に取付けられた**直平板**



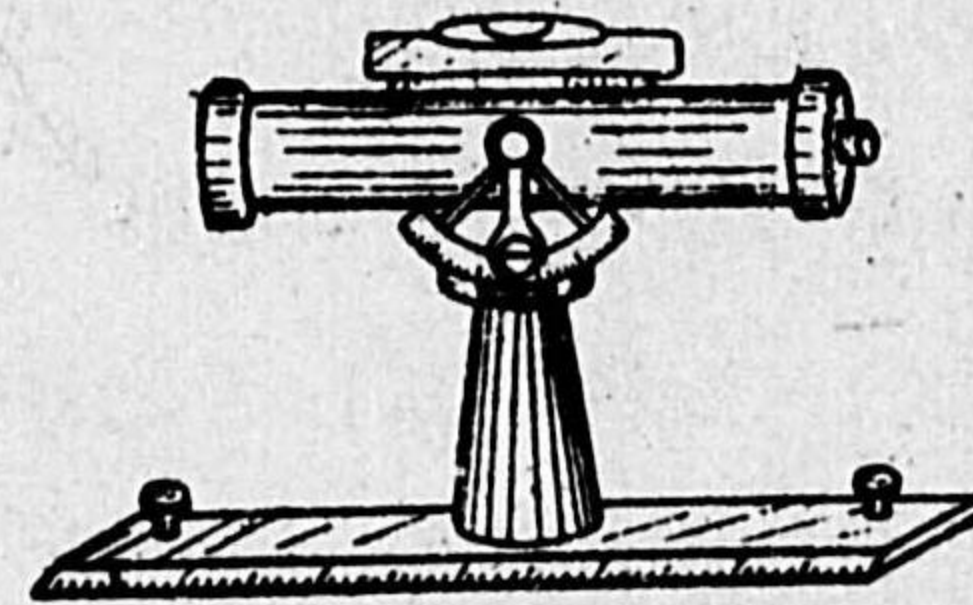
(第 28 圖)



(第 29 圖)

(使はないときは定規上に倒しておく)から成る。定規の長さは多く 21 cm 又は 27 cm で、その上側には水準器が附いて居り、^{グライセンカン} 両端には**外心錐**といふ小さな錐がはめ込んであり、之を起す事によつて多少斜にもなし得るやうになつて居る。直平板の前方のものは中空で、その中央に縦の線條が入つて居り、後方のものは覗き穴をもつた枠が上下に動けるやうにはめ込んである。この覗き穴と縦線とで見透線を作るのであるが、覗き穴が上下でき、又各直平板共目盛を持つて居るのは、主として高低測量に使用する爲である。

照準儀には又望遠鏡の小さなものを装置したものもあり、やゝ精密な測量に利用される。



(第 30 圖)

11. 測 量 法

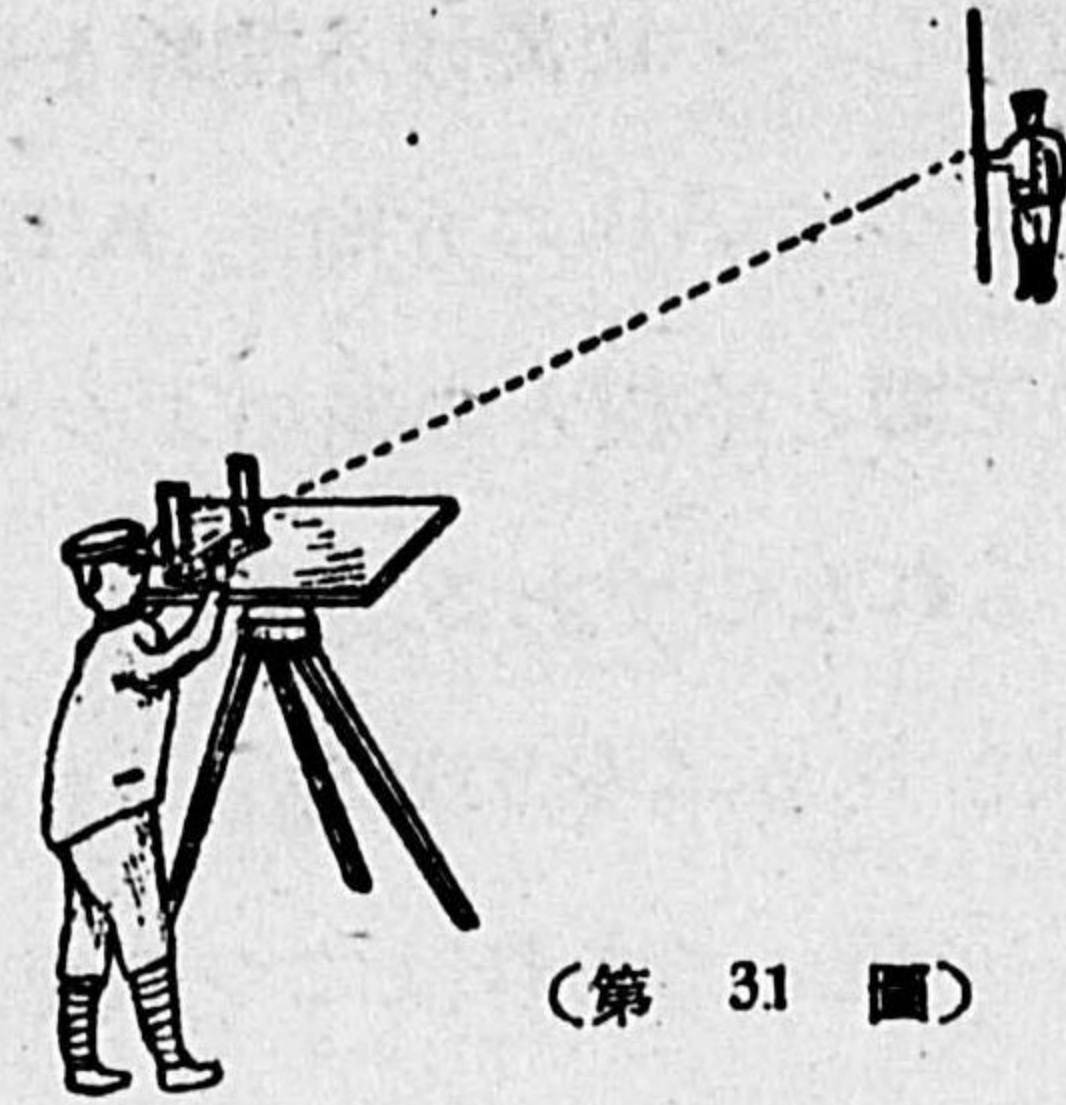
平板に貼る紙は畫用紙では固すぎるから普通の方眼紙が適當である。紙は平板に密着させなければならないが、糊は用ひ得ないから水又は卵白を用ひて貼る。表を密着させたら餘りを(充分餘る大きさの紙を用ひる)裏に廻はし、そこでピンを用ひて固くとめる。

平板を据ゑる方法は前節で大體説明した。この場合、平板の方位を南北に合せる必要があるときはその一隅に羅針を具へ、之を利用するがよい。平板にはその爲に一隅に穴があけてある。併し羅針のみに頼つて方向を定める事は危険であるから、第二回の据付からは必ず見透線を合せて方向を定むべきである。水平をとるには照準儀の水準器を用ひ、先づ三脚の一つに向ふ方向の水平をこの脚を動かして定め、次に他の脚の方向をとり、順次に三脚を一本づゝ動かして三方の水平をとるがよい。但しこの場合、第二の方向の水平をとると第一の方向の水平が破れるから、順次に二三回繰り返して之を行ふがよい。第二の方向を第一の方向に垂直にとれば二回で水平が定められるわけであるが、脚が三本である關係上操作が面倒である。

さて第一の點 A に於ける据付は方向も位置も大體だけ合せばよく、地上の測點は平板を据ゑたあとから求心器で平板上の測點と合せて定めてもよい。地上の測點には杭を打つて明示しておく。

次にこの點 A から見透し得る測點を二三選び、こゝに測桿を立てさせる。A に對應する平板上の點を A' とし、こゝに針を立て、この針に照準儀の定規の邊をあて第二の

點 B に向ける。覗き穴から覗いて B の測桿が完全に前方の直平板の縦線と一致したとき定規の邊にそよて線を引く。



AB の距離が測れるなら A'

(第 31 圖)

からその縮尺をこの直線上にとり、之を B に對應する點 B' とするのである。A から見透し得る點はなるべく多く見透し、距離の測れないものは見透線だけなりと引いておく。

A に於ける作業が終つたら平板を B に持つて来る。さうして B' が B の眞上に來るやうに、AB と A'B' とが一致するやうに、水平になるやうに据ゑるのである。その爲には先づ目分量で大體この條件が満足されるやうにおいてしまふ事が最も必要で、それが爲には熟練を必要とするわけである。一旦据ゑたら先づ地上の測點 B と對應點 B' を求心器で合せて見る、縮小率の大きい(縮小度の小さい)縮圖ではこれを合せなければならぬが、さうでなければ大體合つて居さへすればよい。次に水平を定め、三脚をなるべく動かないやうに固く押へる。最後に照準儀を A'B' 線に合せ、平板と三脚との間のネジをゆるめ、平板ごと之

を回轉し、A に於ける測桿と照準儀の縦線と一致せしめる事によつて AB の方向と A'B' の方向を一致せしめる。そこで三脚と平板との間のネジを締めれば平板は完全に据ゑ付けられたのである。

次に B から他の測點 C を覗き見透線を作る。A から C が覗いてあれば二つの見透線の交點として C は決定する。全地域が完全に見透せる場合にはこれだけでも全測點の位置を平板上に圖示する事ができるのである。尙他の點 D, E 等に平板を据ゑ、上と同様にして未だ見透し得なかつた點を見透して之を定め、既に決定した點を見透してその正確度を知り、順次に測量を進めて行くのである。

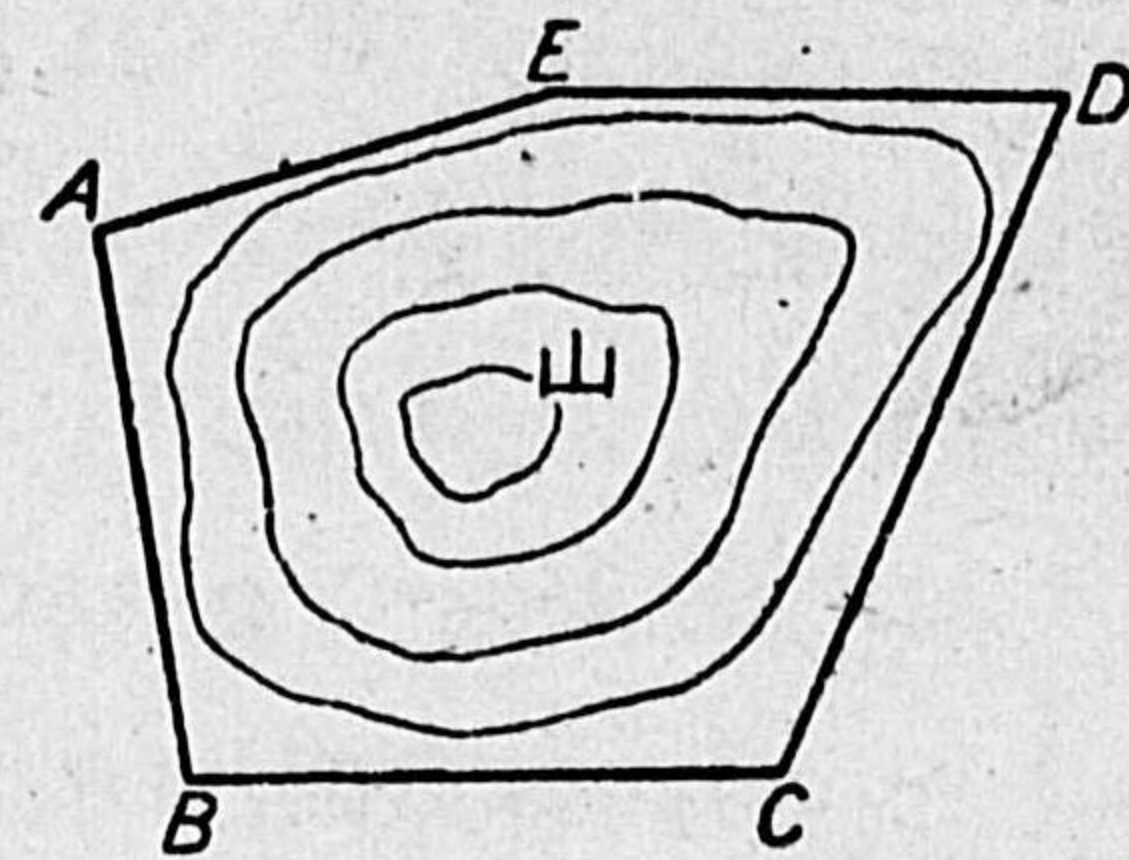
12. 實 際 の 例

平板測量も素朴な手續により地形をそのまま取扱つて行く點に於ては直線測量と同様であるから、之を行ふに當つては種々の工夫をなす餘地が多い。こゝに二三の例を擧げておく。

例1 第32圖のやうな山の周圍の形を求める場合。

解 山の周に順次に見透し得る點から成る多角形 ABCDE を作る。これを順次に測るのであるが、隣接二點

間しか見透し得ないから見透線の交點として測點を定める方法(交會法)は全く用ひ得ない。それ故各點に順次に平板を据ゑ、次々の測點を見透し、距離を測つて



(第 32 圖)

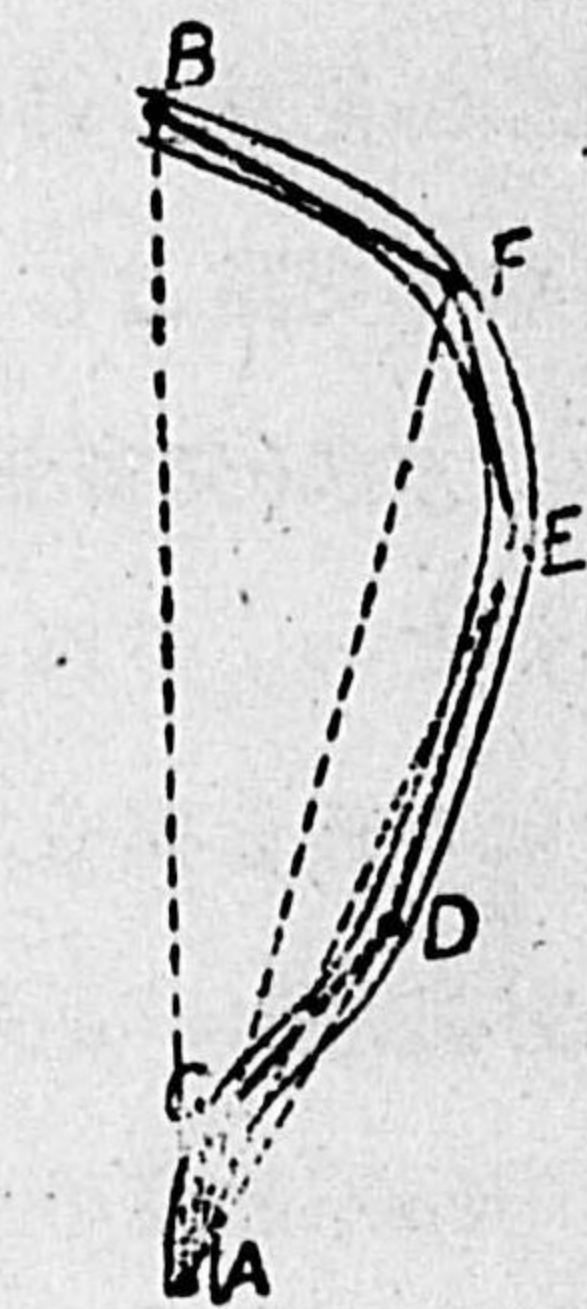
この測點を定めつゝ進むといふ方法をとらなければならない。之を前進法と言ひ、最も原始的な方法である。始點と終點は一致すべきであるが、もし之が一致しなかつたときはその程度により再測するか又は適當に修正するがよい。

交會法と前進法は平板測量の最も異つた兩方法で、前者は最も手数が少く、後者が最も煩瑣である。併し地形によつてこれを併用しなければならないので、之をなるべく適當に組合せて手数を少くする事は當事者の工夫によるのである。尙一點に平板を据ゑて多くの點を見透し且つそこまでの距離を測り、各點の位置を一度に定めてしまふ射出法もある。

例2. 道路 AB が A から見透せる。A に平板を据ゑて之を測量する方法。

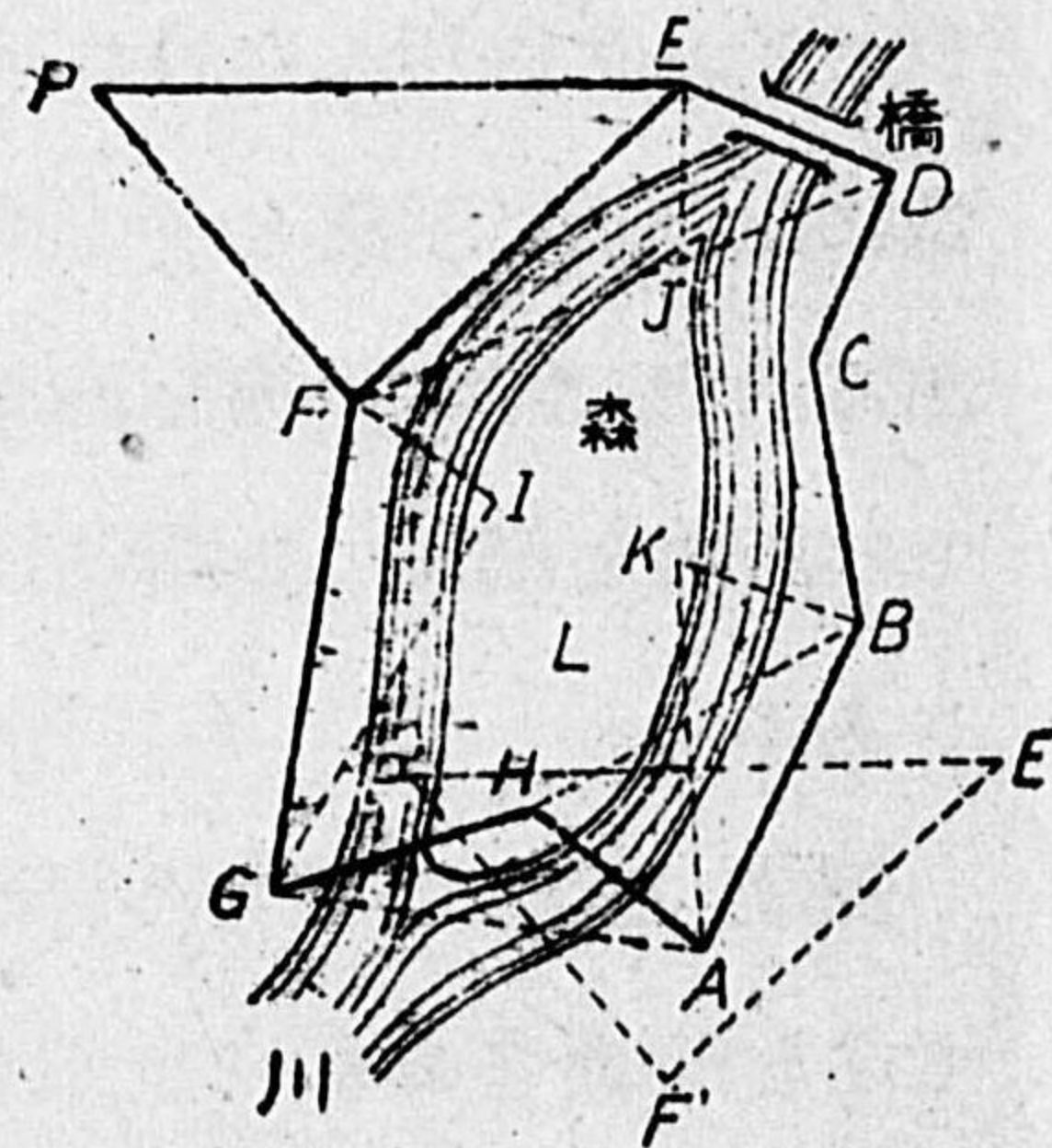
解 道路上では測距が容易であるから、こゝに C, D, E,

F 等の測點をとり AC, CD, DE, EF, FB の距離を測る。次に A からこれらの點を見透す見透線を作り、C を定め、AD の方向と C を中心とし CD の長さを半径とする圓との交點として D を定め、AE の方向と D を中心とし DE の長さを半径とする圓との交點として E を定め、順次に之をきめて行けばよい。但し上圖のやうに大體 A から遠ざかつて行く道ならよいが、もつと屈曲の多い道のときは圓と直線との二交點の何れをとるかといふ事を注意しなければならない場合もある。



(第 33 圖)

例 3. 第 34 圖のやうな地形。
解 先づ A, B, D に平板を据ゑ、又 AB, BC, CD の距離を測る。D は A と B からの見透線によつて定まるが、 $\angle BDA$ が小さいとこの決定は不正確になり易いから BC,

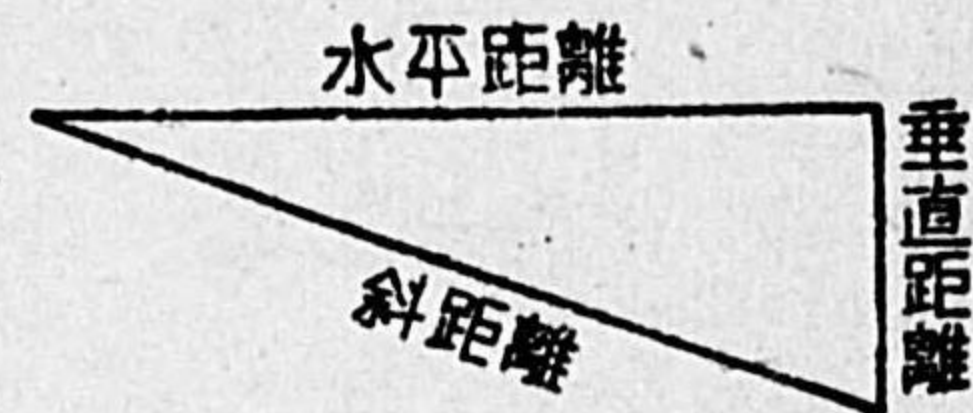


(第 34 圖)

DC の距離を測距と合せる事によりその正確を圖るがよい。D から E, F, G と進む。G は豫め A から見透しておいたが、さうでなくとも平板を G に据ゑた上、A の點 A' に針を立て、之に照準儀をあて、G から A を見透す事により逆に G の位置をきめる事ができる。この方法を逆交法といふ。島については之に平板を持ち込まずとも H, I, J, K 等を A, B 等から見透し、交會法で定める事ができる。L のやうな點は H, I からの距離さへ測れば二圓の交點として求められる(コンパス展開法)。細かい地形は前章の例 1 に用ひたやうな方法で基準となる直線からの距離を細かく測つて定めるがよい。又 P といふやうな離れた點を觀測しなければならないとき、之が平板の外に出て困る事がある。このときは EP, FP の直線だけ引いておいて本製圖に際しその交點を P としてもよいし、又 E, F を板上の他の位置に(平行移動法により)適當に移し、こゝから別に圖を畫いて進んでもよい。この圖(第 34 圖點線)と全圖とが重なり合ふ事があつても、混同しないやうに注意してきささへすれば差支へないのである。

13. 高低測量

高低ある土地を表すにはその水平圖と各地點の高低差とを以てする。距離を示すにも斜距離を用ひる事は少く、水平距離と垂直距離とを用ひるのである。



(第 35 圖)

斜距離を測る場合にはその傾斜角が一定であるかどうかを調べてから測らなければならない。斜距離を測つて之を水平距離に代へる場合の誤差は次の如くである。

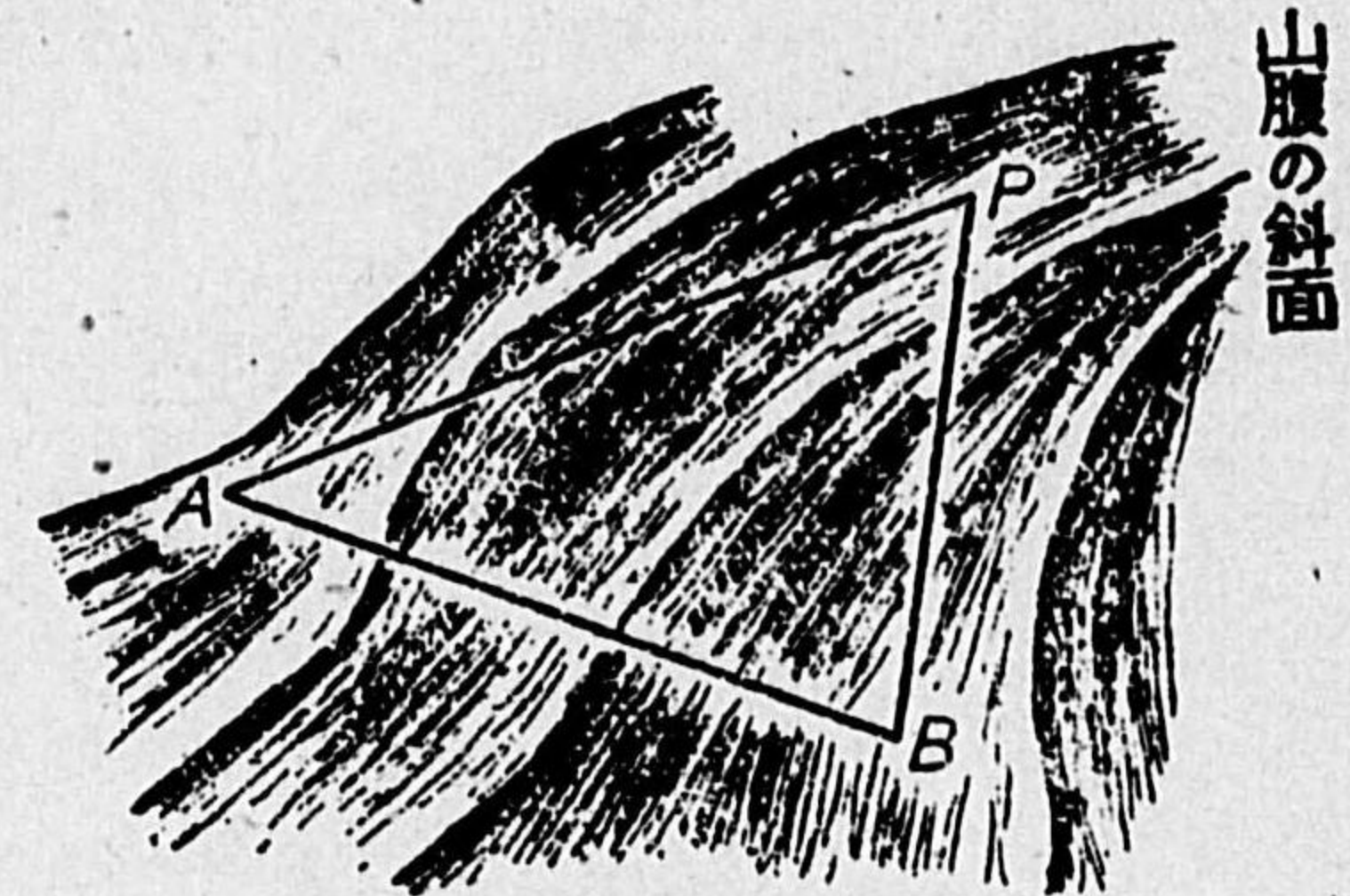
傾斜角	1°	$\left(\frac{17}{1000}\right)$	$\frac{1}{100}$	2°	5°	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$
誤差	0.02%	0.01%	0.06%	0.4%	0.1%	0.2%	

こんな程度であるから $\frac{1}{20}$ 位の勾配では餘り傾斜を気にしないで測距しても大した誤差は起らないのである。

これ以上の傾斜を有する土地に於ては斜距離を測るにはその傾斜が一定でなければならないし、水平距離を測るには非常な手数を要する。この困難を避ける爲に照準儀を利用する事を考へよう。それが爲には先づ第一になるべく水平に近い一直線を設定する事が望ましい。多少凹凸はあつ

ても、その傾斜がどこも $\frac{1}{20}$ をこえず、實際に水平距離を測れる程度の所がよい。その上にその兩端が同じ位の高さの所ならば更に便利である。この二點を A, B とし、その距離をなるべく

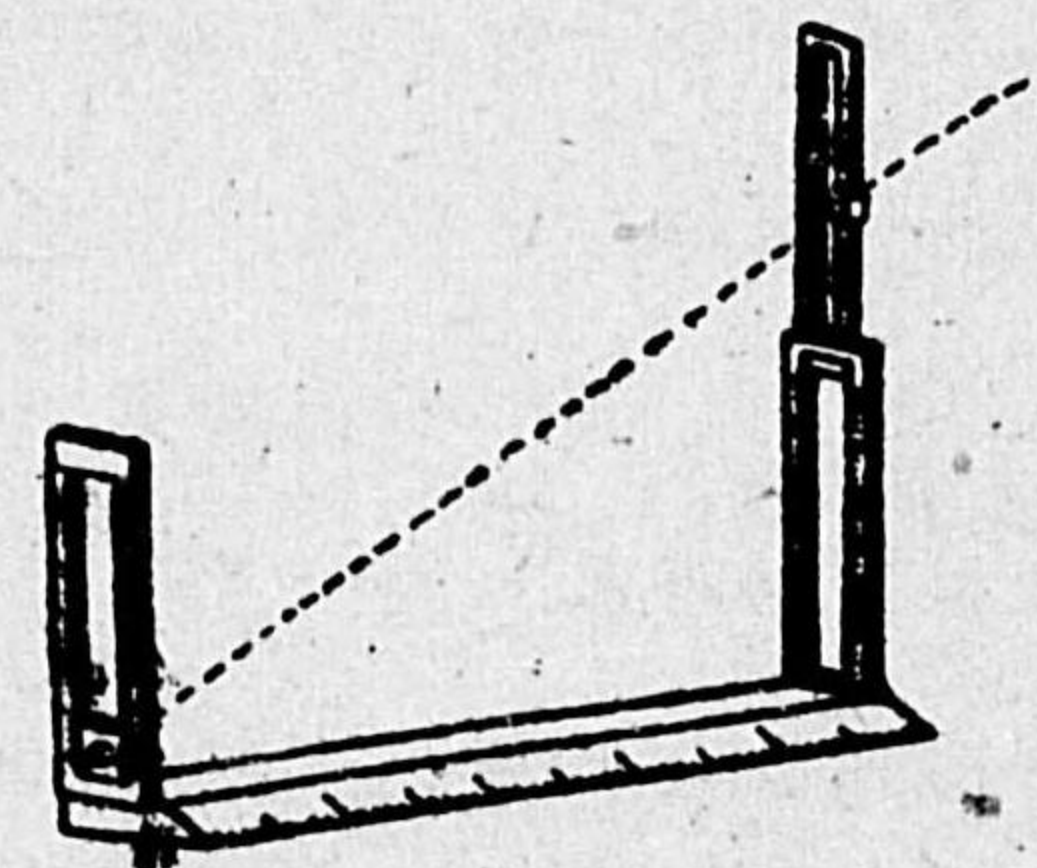
正確に測る。次に他の一點 P を交會法で定めるのであるが、此の際點 P の高低は水平圖には関係ないから、



(第 36 圖)

單に A から P を見透して見透し線を作り、B からも P を見透し、その交點を P とすればよい。このとき A, B に据ゑた平板の水平は特に嚴格にきめる必要がある。

次に照準儀の直平板について居る目盛を利用して AP, BP の勾配を測る。その爲に覗き穴をそのまゝにし P 點を見透した點の前板の目盛を讀めばよいのであるが、前板に移動指示装置がなかつたりして不便のとき



(第 37 圖)

は覗き穴の方を上下させ、Pの見透線が前板の指示し易い
 點に来るやうにして前板と後板の目盛の差を読むがよい。
 特に P の方が低い場合にはこの方法によらざるを得ない。
 P の高さを PH とすると、この方法で $\frac{PH}{AH}$ と $\frac{PH}{BH}$ が
 測られる。こゝに AH, BH は AP, BP の水平距離で、前
 に求めた水平圖から算出せられるのである。之によつて双
 方から PH を算出し、之が餘り違はなければ P の高さが
 之によつて求められる。但し A, B の高さが違ふときは、
 双方の PH にそれだけの差を生ずる事は勿論である。AP
 の水平距離が測れるとき、その垂直距離を求めるにも (A,
 B の高低差を求めるにも)、同様の方法を用ひてよい。次
 の點 Q については P を A 又は B に代へて用ひてもよ
 い。

點 P を眺めるとき、その基準をどこに置くべきかとい
 ふ事は大切である。平板の高さを一定にしておけば P 點
 の基準も地上それだけの高さの所を測桿に印をつけて用ひ
 ればよい。平板の据付高さは觀測の便宜上大體きまつて居
 るから、この方法によつて精密を要する場合には平板の實
 際の高さとの差を修正すればよい。

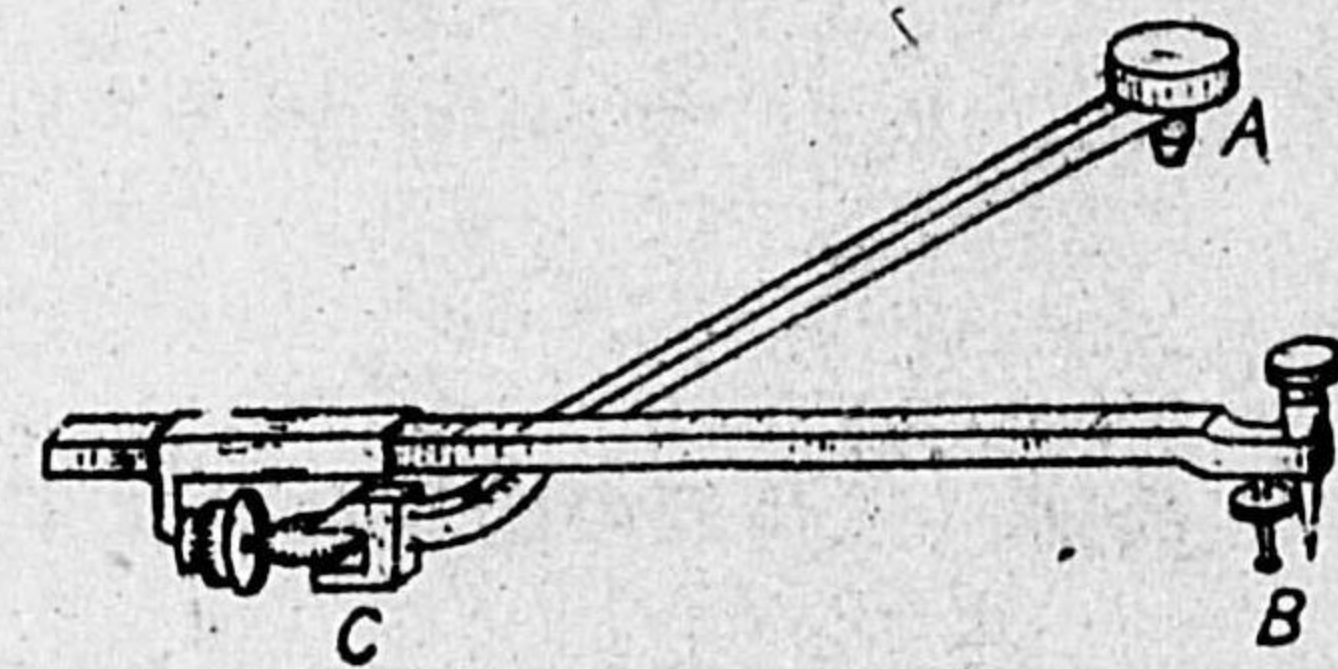
平板で高低測量をする場合最大の難點は、平板の水平を

精密に定める事が困難な事であらう。それで餘り精密を要
 する場合、例へば田に水を張る爲にその水平度を見るとい
 ふやうな場合にはこの測量では不充分である。狭い地域、
 高低差のはげしくない所では「水を盛る」といつて樽に水
 を入れ、之をゴム管で他所に導いて、その先にガラス管を
 つけ、水の上つた程度で高低差を知る方法が用ひられて居
 るが、最も有效な方法である。

14. 求 積 法

求積法については前章に述べたから、こゝではそれ以外
 の平板測量に適はしい程度の求積法を述べる。

アムスレル氏面積計算器 これは第38圖のやうな形を
 した器械である。Aの
 所は重垂で固定してあ
 り、Bの所は針がつい
 て居る。Cの折れ目に
 車がついて居り、その



(第 38 圖)

同轉數が讀めるやうになつて居る。Bの針で圖形の周を一
 周させると C の車が同轉し、その同轉數で面積が求めら
 れる。Aが圖形外にあるときは同轉目盛に常數を掛ければ

よいし、Aが図形内にある時は之に更に常数を加へる事になつて居る。CBの腕は伸縮でき、それに應じて變更すべき常数がこの腕に記入してある器もある。

區分求積法 梯形法の少し進歩した方法である。第39

圖のやうな圖形の面積

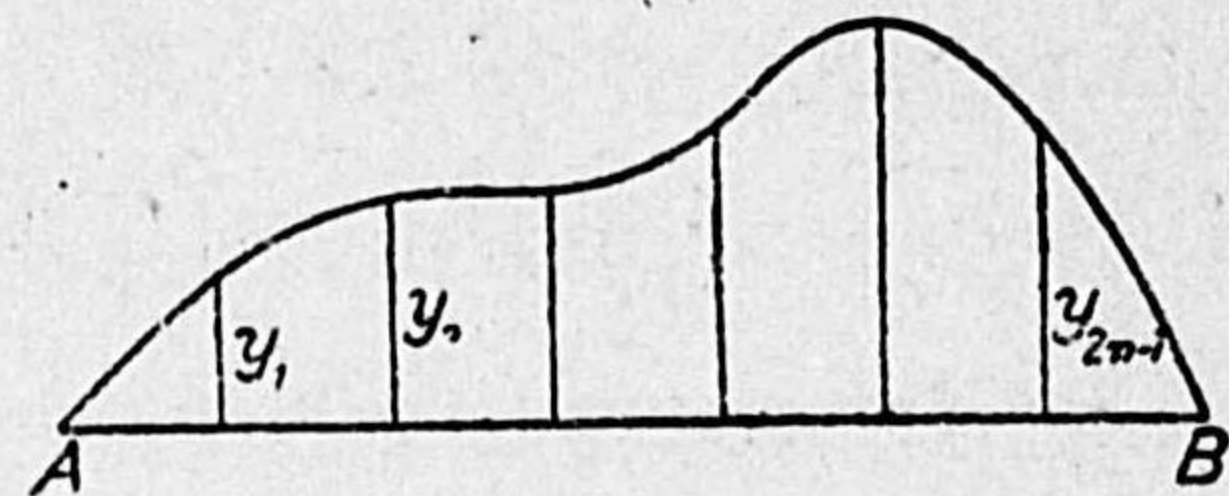
を求める時に用ひるの

で(即ち求むる面積か

ら多角形をぬき去り、

残りの曲線形の部分にこの法を適用する), ABを $2n$ 等

分し、その分點から曲線までの距離を



(第39圖)

$$y_1, y_2, \dots, y_{2n-1}$$

とする。面積は

$$\{2(y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1}) + (y_2 + y_4 + \dots + y_{2n-2})\} \times \frac{AB}{3n}$$

である。

三角法 三角形の面積を計算するに三邊の長さを用ひる

事もできる。三邊を a, b, c とし

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

とすれば、面積は

$$S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

である。例へば三邊が

$$3.24 \text{ m}, 5.32 \text{ m}, 4.18 \text{ m}$$

$$\text{の場合 } s = \frac{3.24 + 5.32 + 4.18}{2} = 6.37$$

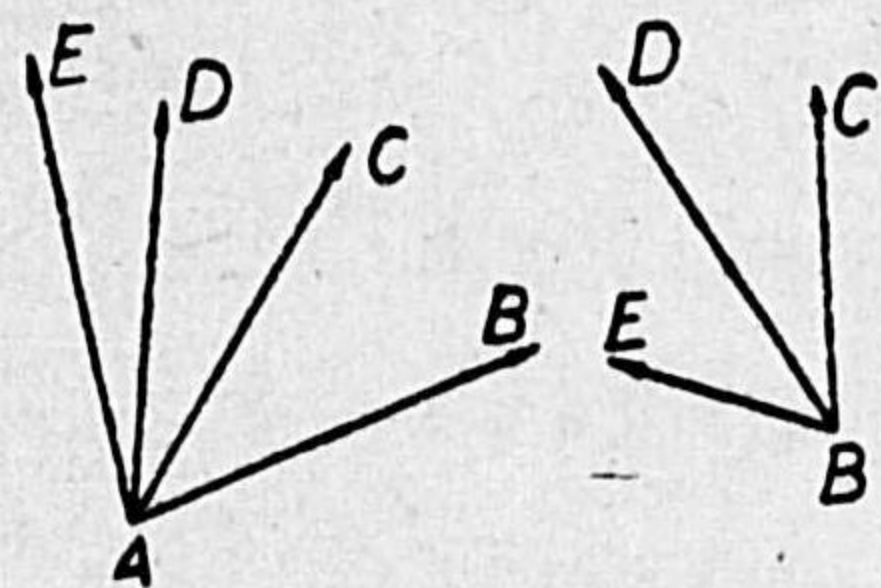
$$S = \sqrt{6.37 \times 3.13 \times 1.05 \times 2.19} = 6.77$$

問題 1. A, B からの見透線が第40圖の如くであつたとし、

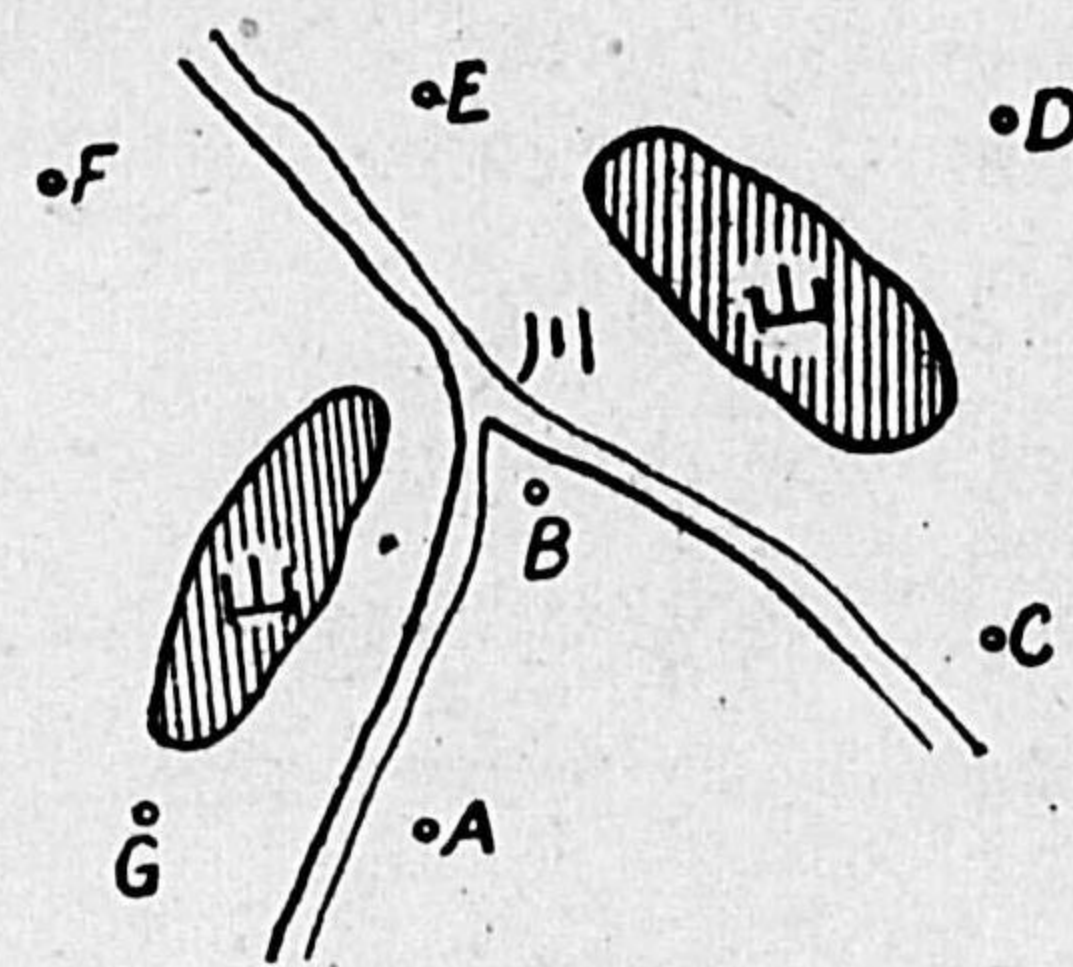
ABの距離を圖上で3cmとしてC, D, Eを作圖せよ。

2. 第41圖のA, B等の點を測量する方法を考へよ。

但し山は見透し不能、川は測距不能とする。



(第40圖)



(第41圖)

3. 第42圖の見透線で

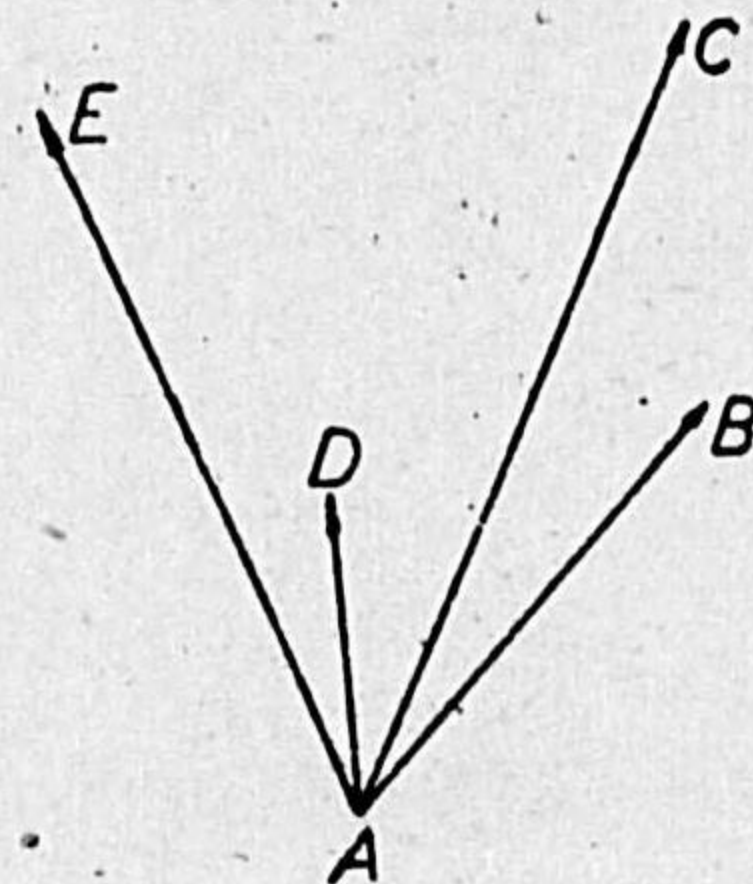
$$AB = 8 \text{ m},$$

$$BC = 4.3 \text{ m},$$

$$CD = 8.4 \text{ m},$$

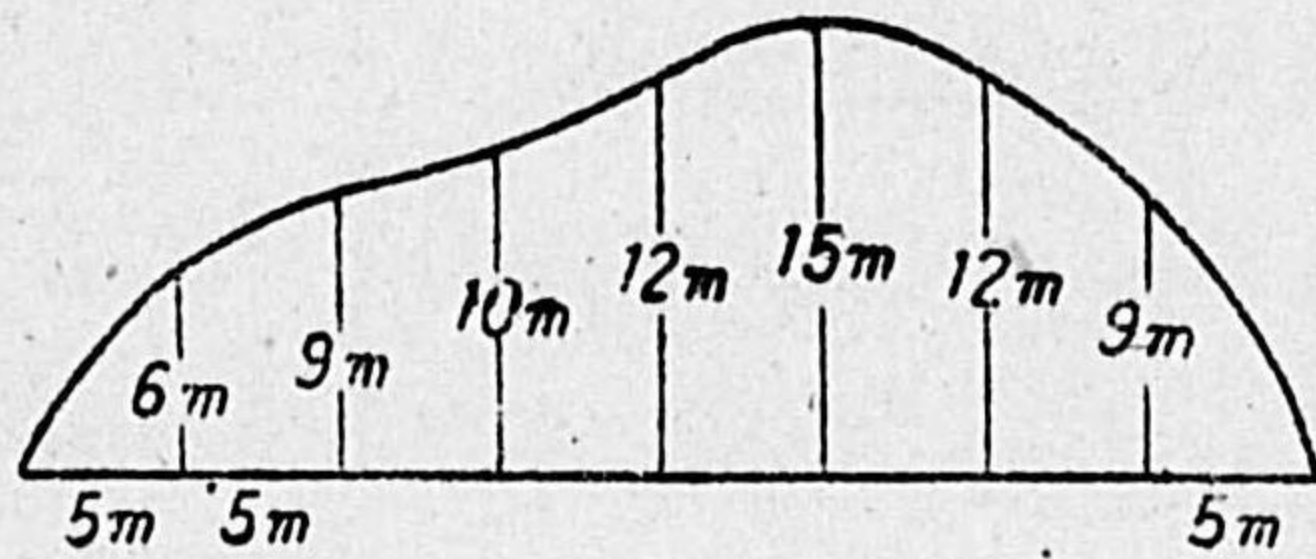
$$DE = 10.6 \text{ m}$$

なるとき AE の距離如何。

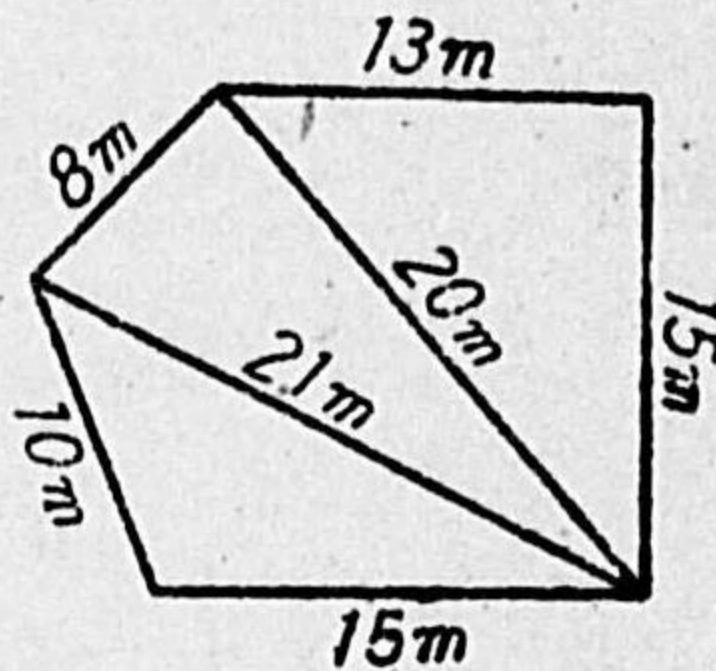


(第42圖)

4. 平板が水平でないとき求心器は正しく働くか。
5. 第43圖及び第44圖の平面形の面積を求めよ。



(第43圖)



(第44圖)

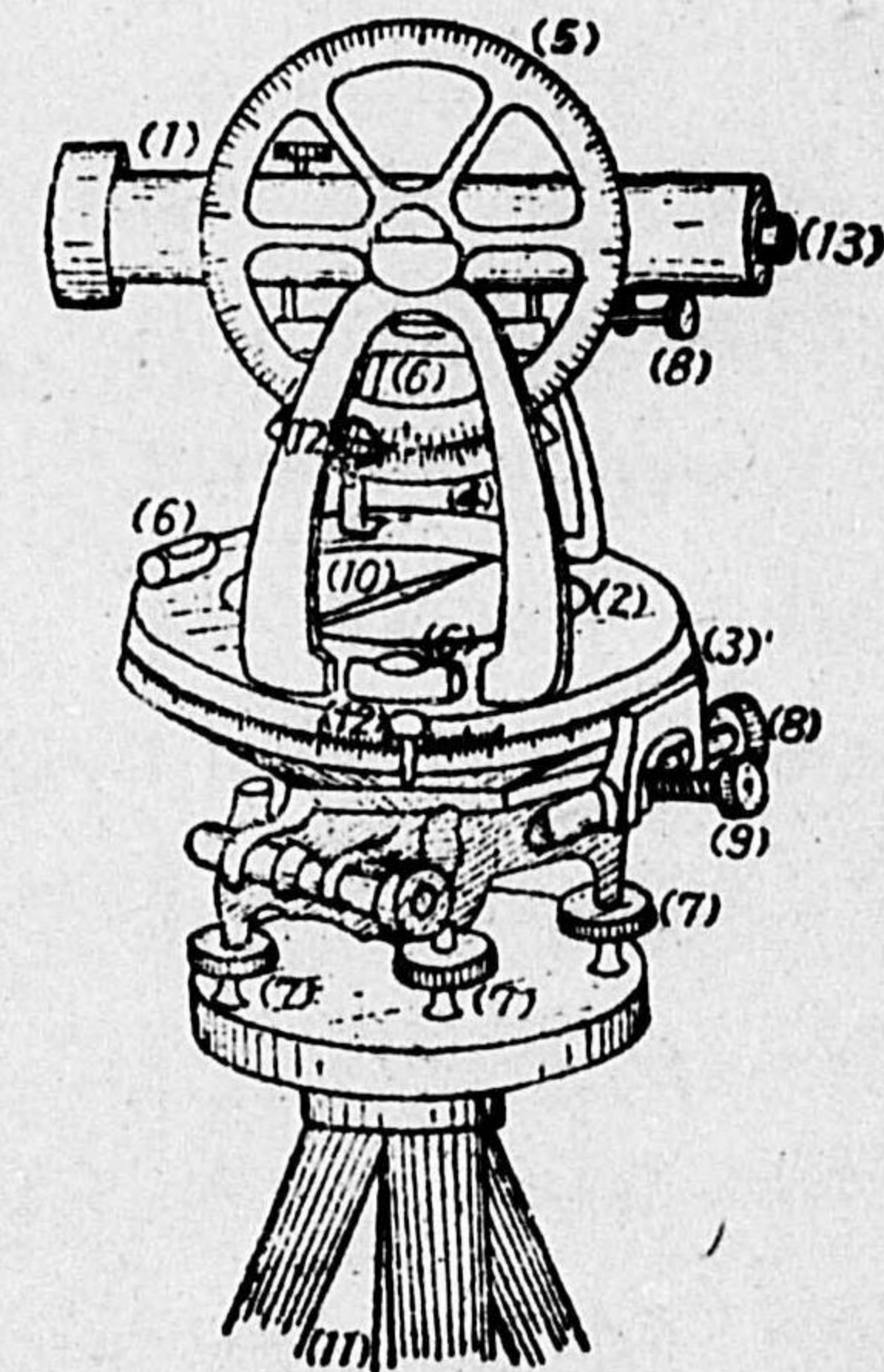
6. 第24圖の面積を本章の方法で求めよ。
7. 照準儀で先方の點の測桿の地上 25m の所を覗いたとき勾配が $\frac{0.8}{10}$ であつた。見透線の斜距離 28.4m, 器械高 1.2m とするとき高低差如何。
8. 或家(矩形)の屋根の三つの角 A・B・C を一點から觀測するに、その高度は 0.14, 0.32, 0.23 で、方向は東東南、東南及び東南南から少し南寄であつた。この家を作圖せよ。

第四章 經緯儀測量法

15. 經緯儀

經緯儀(トランシット)は一名轉鏡儀とも呼ばれ、望遠鏡を具へて測量をする器械である。この測量法は精密であるが、器械が高價であるのと三角法の知識を要するので、やゝ高級の測量法である。

經緯儀は望遠鏡により正確な見透線を作り、その方向の間の角を正確に讀む事を以て主なる性能とする。その形は第45圖の如くである。(1)は望遠鏡、(2)、(3)は二つの水平回轉盤で、(4)、(5)は高低角を測る垂直回轉盤である。水準器は3個あり、(6)である。その中二つは器の水平を定める爲に、一つは望遠鏡の水平を見る爲に備へられて居る。

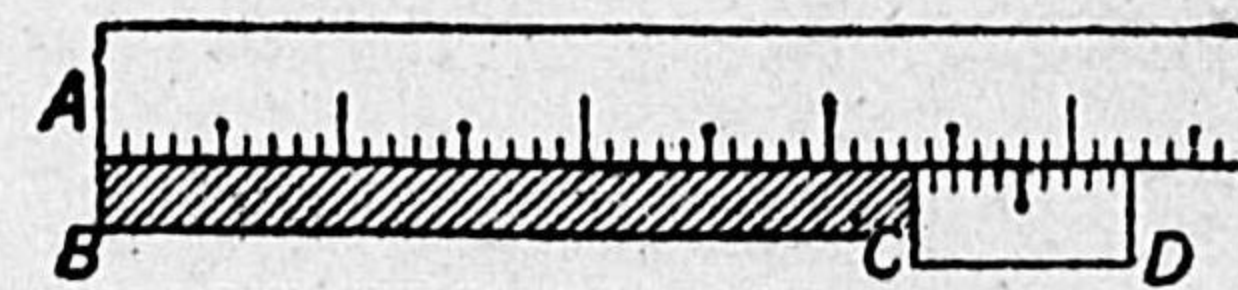


(第45圖)

(7)は4個あり、水平を定める微動螺子、(8)は望遠鏡を上
下又は水平に回轉せしめる微動螺子で、(9)は器の一部を
固定する締め金である。(10)は羅針盤、(11)は垂鉛用の
糸、(12)は讀角用のレンズである。

次に圓盤に於ける目盛を説明しよう。(3)及び(5)には
全周 360° に亙つて目盛がしてあつて、之に對し(2)、(4)
が回轉し、その回轉角が讀めるやうになつて居る。(2)、(4)
には基點だけ示してあげばよいわけであるが、讀みを精密
にする爲にこの方に遊尺が附されてある。次にこの遊尺の
見方を説明する。

簡單の爲に普通の物指について説明しよう。1 mm を最
小目盛とする物指 A で、
B なる物の長さを測らう
とする。その左端を合せ



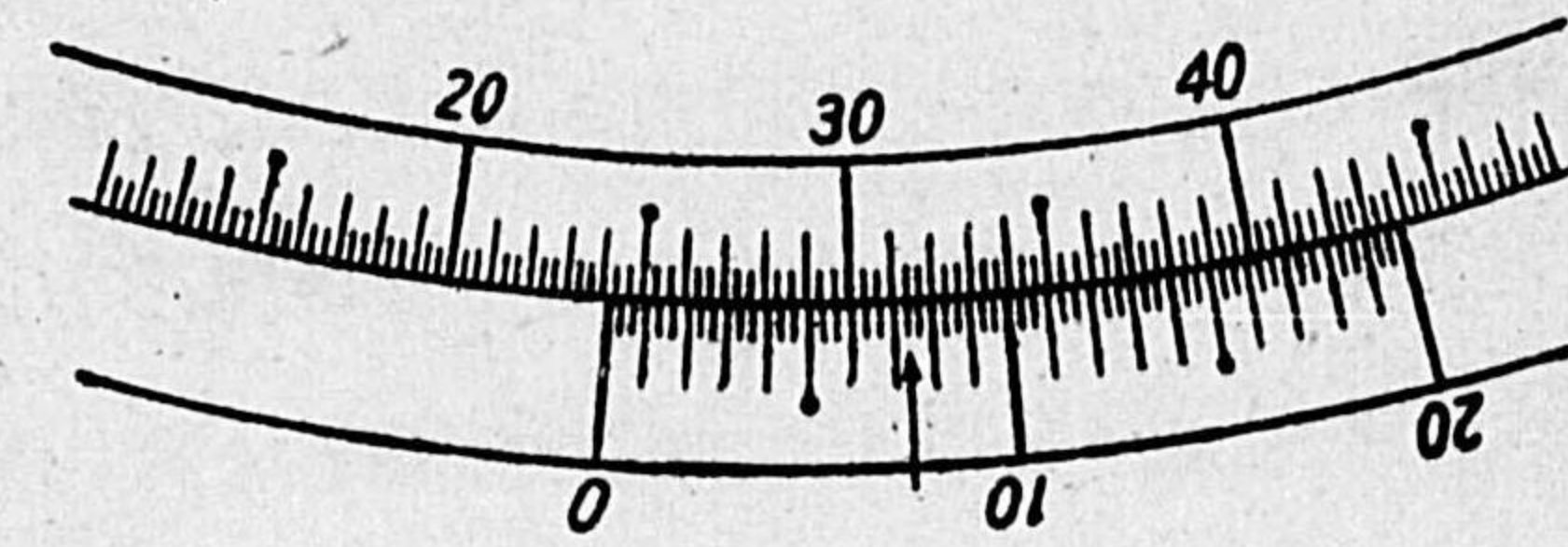
(第 46 圖)

ておいて B の右端 C に於ける A の目盛を讀むわけであ
る。右圖に於て C は 3.3 cm と 3.4 cm との間にある。こ
の端下の長さを讀む爲に C に遊尺といふ短い物指 D の
一端をあてるのである。この D は 9 mm を 10 等分した
物指であるから、最小目盛が A のより 0.1 mm 小さい。
それ故一目進む毎に A の目盛は D の目盛に 0.1 mm づ

ゝ追付いて行く。それ故圖の如く、C から三番目の D の
目盛が A の目盛と一致して居るならば、C に於ける D
の目盛は A の目盛より 0.3 mm 右にあつたわけである、
即ち B の長さは 3.33 cm である。

かやうに遊尺は、その左端における本尺の目盛を讀む爲
に、その目盛の中、本尺と一致するものゝ番號を見ればよ
い事になつて居り、これがもし 99 mm を 100 等分した遊
尺を用ひるならば $\frac{1}{100}$ mm まで讀めるわけである。

そこでもとに戻つて回轉盤の角目盛を説明しよう。これ
は大體第 47 圖の如く、本目盛が 20' 毎、即ち 1° を 3 等
分してあり、



(第 47 圖)

之につく遊尺
は 19°40', 即
ち本目盛の 59

劃を 60 等分したものがついて居る。それ故に 20' の $\frac{1}{60}$
即ち 20" まで讀めるのである。例へば第 47 圖に於ては基
點は 24°7'20" を示して居る。唯この測角の場合、本目盛
が 0° を中心として左右に左廻りと右廻りに 180° までづ
ゝ目盛つてあるのがあつたから、その場合には逆廻りの方の
目盛を讀むときは特に注意を要する。

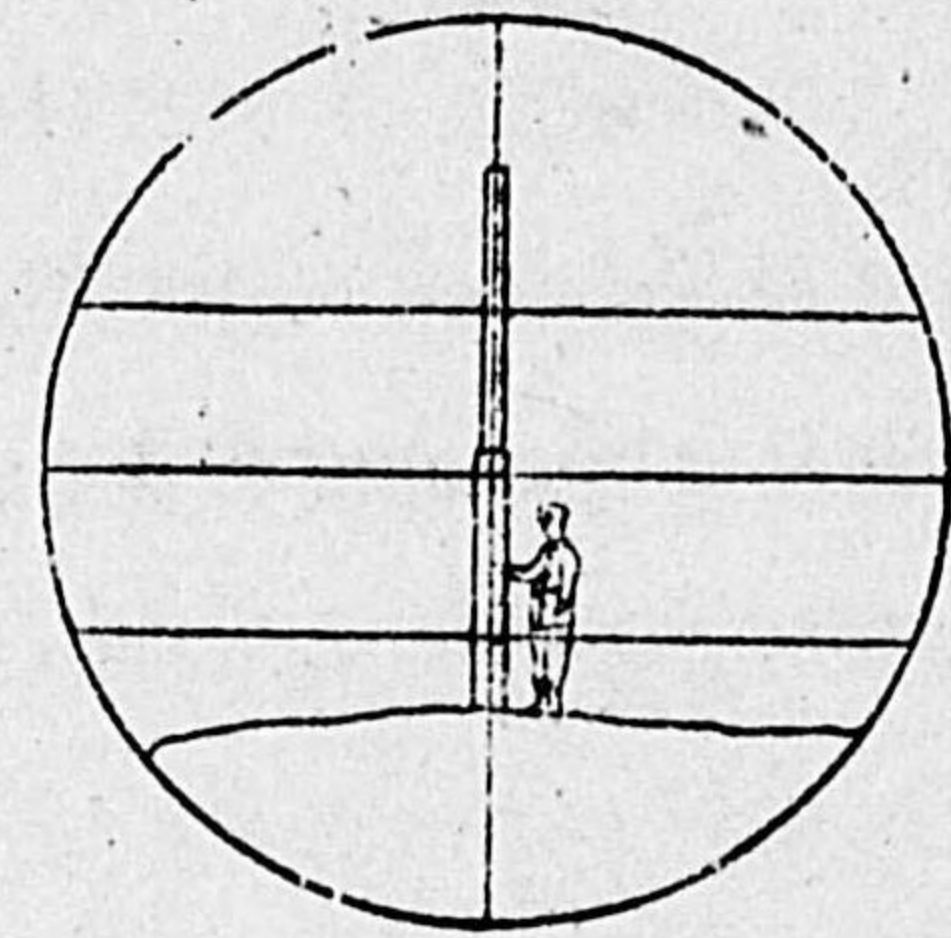
16. 測角, 測距

先づ経緯儀を一つの測點 A に据ゑる。それには垂鉛を測點に正しく一致させ、望遠鏡が大體水平になるやうに三脚を置く。垂鉛は器の中央に下つて居るのであるから、之を測點と一致させる事はさまで困難でないであらう。水平は大體でよいから、平地では三脚を普通に開いておけば自然水平になる。次に水平を正確に定めるのであるが、それには水平用微動螺子を用ひる。この螺子は四つあるから、その相對する二つを反對向きに廻してその方向を水平にし、次に他の相對する二つを反對向きに廻す。このときこの二つの方向と二個の水準器の方向とが一致するやうにしておくがよい。一定水平をとつたら水準器を反對向きにして、之が正しいかどうかしらべるがよい。

かくして器を据ゑ終つたらば、圓盤 (3) を器に固着させ、(2) の遊尺の基點を (3) の 0 點に合せる。このときも大體合せておいて締め金をしめ、レンズでのぞき乍ら微動螺子を用ひて正確に合せなければならない。器の一部を動かし正しくある所に合せる場合は常にこの方法を用ひるのである。次に (2) と (3) とは固着したまゝで (3) の締

め金を解き、(3) と望遠鏡とが伴つて回轉するやうにし、之をこの測點の前の測點 B に向ける。この二つの測點が大體同じ高さならば B に立てられた測桿は望遠鏡の中央

に張られて居る十字線の交點の所に映るであらう。之を特にその垂直線と正確に合せる。次に締め金により、(3) を臺に固着させ、(2) を (3) から自由にし、望遠鏡と (2) だけを回轉し



(第 48 圖)

て之を次の測點 C に向け、前と同様にして之を B に合せるのである。このとき (2) の遊尺の讀み角は $\angle BAC$ を示して居る事となる。

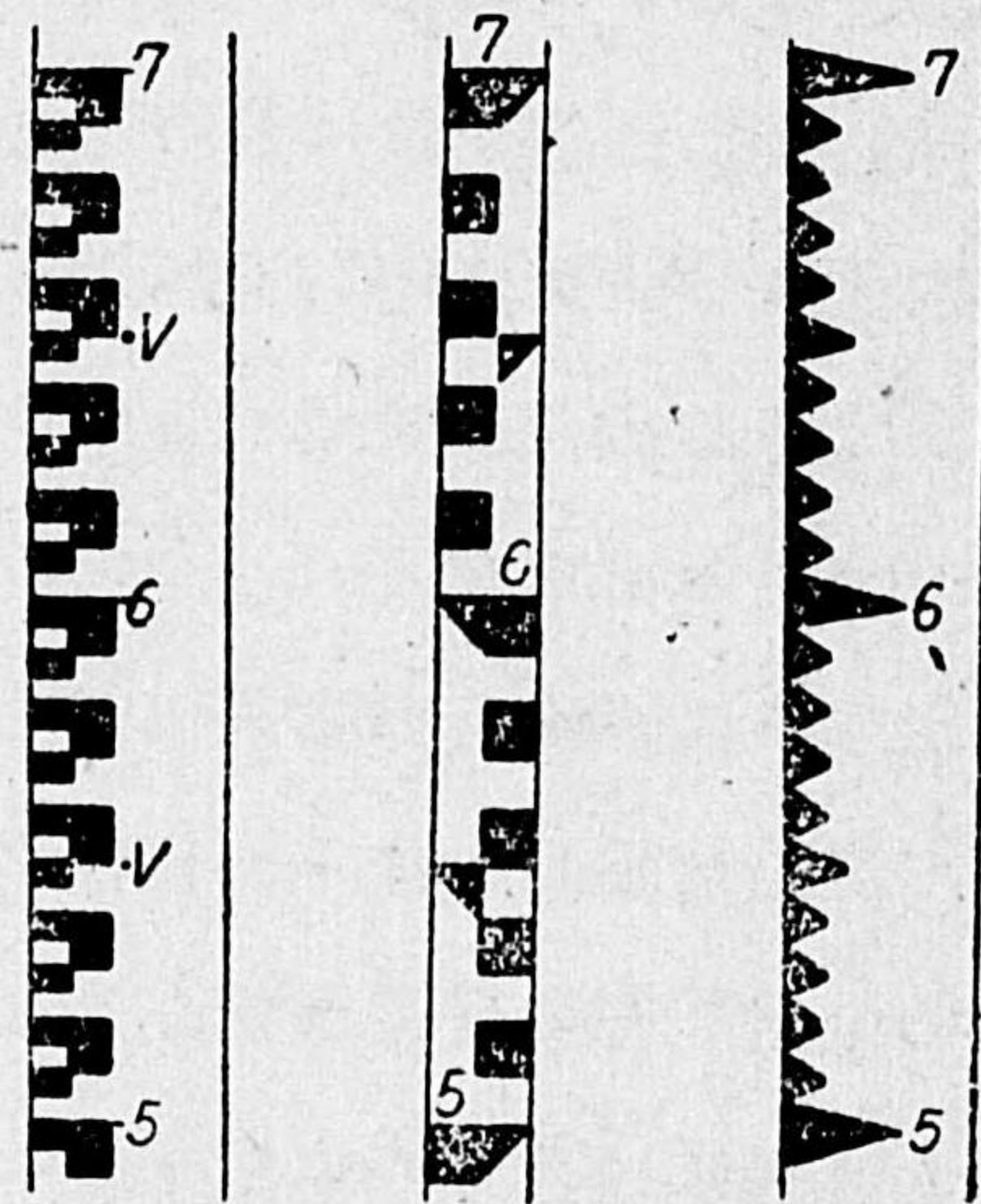
かやうに経緯儀の測角に對する性能は非常に精確であるが、測距に對してはそれ程特別の性能がない。それ故この器の性能を充分發揮させようとするには、測鏡又は巻尺により、正確に測る外ない (なるべく測距の回數を少くし、測角を以て之に代へる方法はあるが、それは後章に譲る)。併し之が面倒であるか又は困難である場合、多少不精確な事を許せば次のやうな簡便法を用ひる事ができる。

望遠鏡には普通十字線の水平線の上下等距離に二本の平

行線が具へてある。之をスタジア線といふ。B に立てた測桿に於て、スタジア線の上下線の間にはさまれて見える部分の長さが測れば、之から AB の長さが計算できるであらう。之が爲に B に於ける測桿の代りに細かく目盛のしてある箱尺といふものを用ひる。

箱尺は長く伸ばし得るやうに三段組位となり、次々と下側の尺度の中に入るやうになつて居るので、その形からこ

の名が出たのである。箱尺にある目盛は右圖のやうに特殊の模様になつて居るから、よく慣れておかなければならない。箱尺の読みは望遠鏡を覗く者が直接上下の目盛を読み、その差をとる場合と、箱尺に浮標をつけ、之を上下してスタジア線と一



(第 49 圖)

致せしめ (望遠鏡手と箱尺手との合圖による), 箱尺手が之を読む場合とある。箱尺は正しく垂直にする事が特に必要であるから前後、左右二方向の水準器を具へて居るのが普

通である。

箱尺のスタジア線間に挟まれた長さが l になるとき、實距離 s は

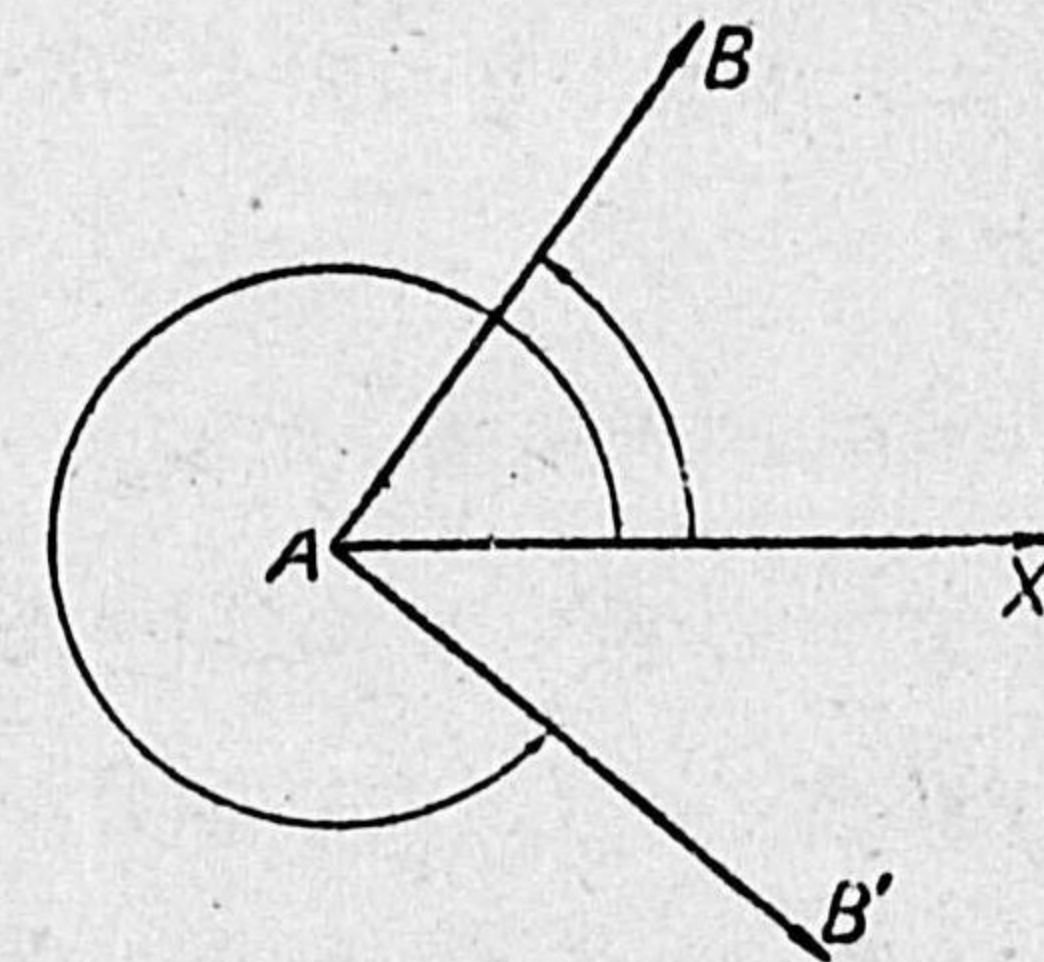
$$s = Al + B$$

なる式で求められる。A, B は望遠鏡についた常數である。B=0, A=100 となつて居ると最も都合がよい。この測距法は極めて簡便であるが、 l を A 倍するので誤差が A 倍となる缺點がある。例へば箱尺の読みが 0.2 cm まで正しかつたとしても、100 倍すれば 0.2 m の誤差が生ずるわけである。スタジア測量のみによつては普通経緯儀測量で要求される $\frac{1}{3000}$ の精度を確保する事は困難であらう。

17. 計 算 法

かくして測距、測角が終ればこの測量の野外作業は終り、之を基礎とした計算に移る。

方位角 測點 A から測點 B に向ふ方位角、即ち測線 AB の方位角とは、A から正東に向ふ線 AX と AB とのなす角である。但しこの角は



(第 50 圖)

AX を左廻り（時計の針と反対向きに廻す事）に廻して AB に至る迄の角で、 0° から 360° までにとる（第一章第3節参照）。即ち正東から南へ 45° 傾いた方位は -45° と表さず、 315° と表すのである。

最初の點で正東をきめるには羅針盤による。但し非常に正確を要する時は、太陽の観測による特殊の方法を用ひる事もできるし（第21節参照）、方位があまり問題とならない場合はいゝ加減に定めておいてもよい。AB の方位角を α 、

BC の方位角を β とし、
角 ABC を ω とすると

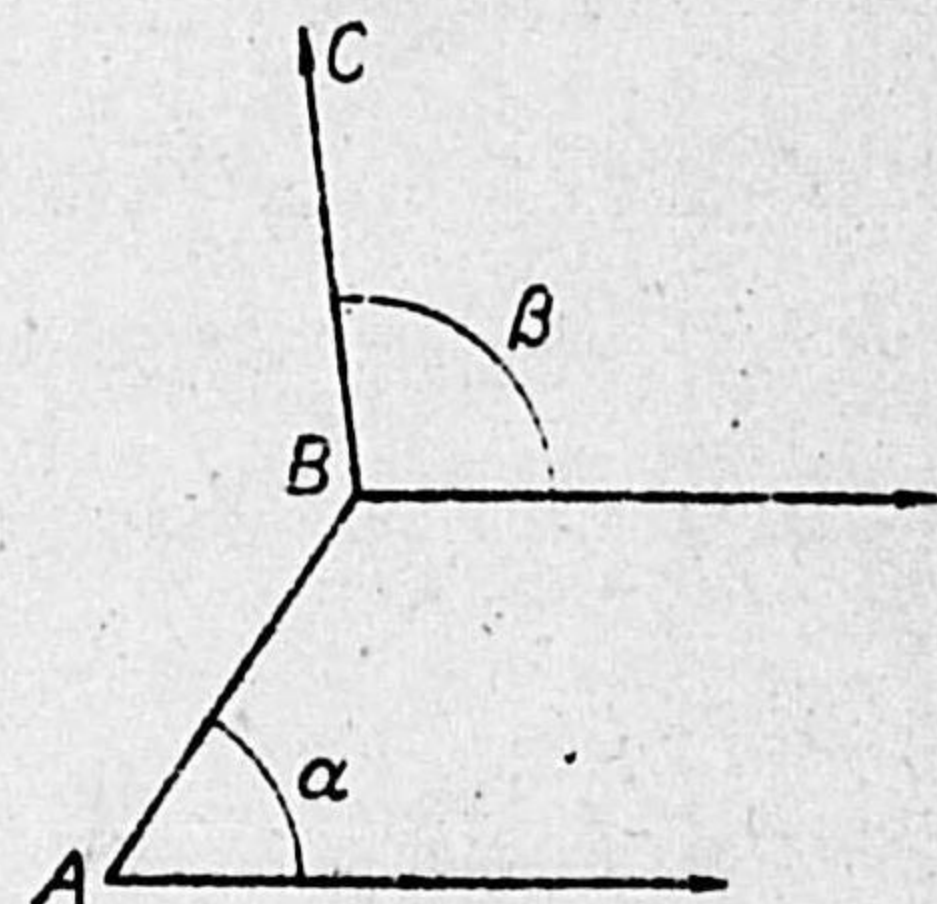
$$\beta = \alpha + 180^\circ - \omega$$

である。但しこの値が 360° より大きくなつたら 360° を減じ、 0° より小さくなつたら 360° を加へておくのである。例へば

$$\begin{aligned} \text{AB の方位角} &= 212^\circ, & \angle A &= 55^\circ, & \angle B &= 54^\circ, \\ \angle C &= 100^\circ, & \angle D &= 284^\circ, & \angle E &= 47^\circ \end{aligned}$$

とすれば

$$\text{BC の方位角} = 212^\circ + 180^\circ - 54^\circ = 338^\circ$$



（第 51 圖）

$$\text{CD の方位角} = 338^\circ + 180^\circ - 100^\circ - 360^\circ = 58^\circ$$

$$\text{DE の方位角} = 58^\circ + 180^\circ - 284^\circ + 360^\circ = 314^\circ$$

$$\text{EA の方位角} = 314^\circ + 180^\circ - 47^\circ - 360^\circ = 87^\circ$$

$$\text{AB の方位角} = 87^\circ + 180^\circ - 55^\circ = 212^\circ$$

上の内角の和は 540° で、内角の法則に合つて居るから、AB の方位が始めの値と一致したのである。一般に測點が n 個あれば内角の和は

$$90^\circ \times (2n - 4)$$

となるべきで、實測値とこの値との差が數分 ($2' \times \sqrt{n}$ 位) を超えないときは、 90° に近い角にその誤差を適宜配分して修正する（これより大きいときは再測を要する）。修正ずみの値に對して上の計算を行へば一周してもとの値にもどるべき筈である。

改算方位角 改算方位角とは測線と東西線とのなす鋭角をいふ。方位角が

- | | |
|----------------------------------|------|
| 90° より小なるとき | 第一象限 |
| 90° と 180° の間なるとき | 第二象限 |
| 180° と 270° の間なるとき | 第三象限 |
| 270° と 360° の間なるとき | 第四象限 |

の角をいふ。之を I, II, III, IV で表すと、方位角 θ と改算

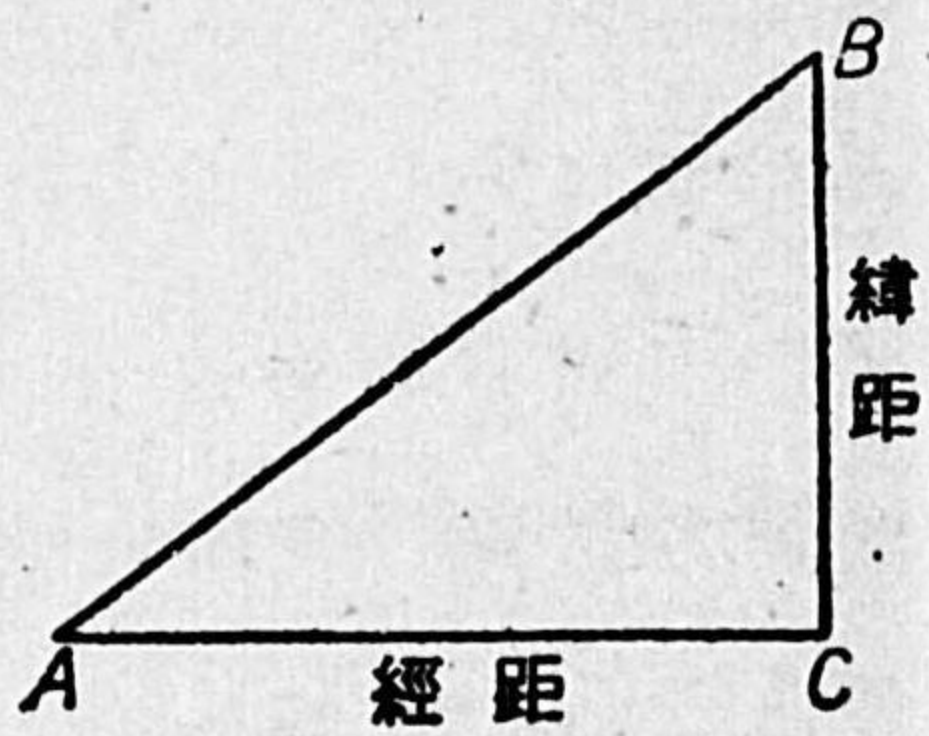
測量の知識

方位角 φ との関係は、

- I では $\varphi = \theta$
- II では $\varphi = 180^\circ - \theta$
- III では $\varphi = \theta - 180^\circ$
- IV では $\varphi = 360^\circ - \theta$

である。例へば方位角が 212° なるときこの方向は第三象限で、改算方位角は $212^\circ - 180^\circ = 32^\circ$ である。即ち西から南へ 32° 傾いた方向である。

経距, 緯距, 測線 AB に沿ふて A から B に行く代りに, A から東西線に沿ふて C まで行き, C から南北線に沿ふて B まで行くとき AC, CB を測線 AB の経距, 緯距といふ。経距は東へ向ふ時+, 西へ向ふとき-, 緯距は北へ向ふ時+, 南へ向ふ時-とする。即ち測線の方位の象限と経距, 緯距



(第 52 圖)

の符號との關係は

象 限	I	II	III	IV
経 距	+	-	-	+
緯 距	+	+	-	-

第四章 経緯儀測量法

となつて居る。

次に経距, 緯距の絶対値を求める。前圖で

$$\frac{AC}{AB} \quad \text{と} \quad \frac{CB}{AB}$$

とは AB の改算方位角によつて定まる數である。例へば改算方位角が

$$10^\circ \text{ ならば } \frac{AC}{AB} = 0.9848, \quad \frac{CB}{AB} = 0.1736$$

$$30^\circ \text{ ならば } \frac{AC}{AB} = 0.866, \quad \frac{CB}{AB} = 0.5$$

$$90^\circ \text{ ならば } \frac{AC}{AB} = 0, \quad \frac{CB}{AB} = 1$$

等である。この値は改算方位角を φ とするとき

$$\frac{AC}{AB} = \cos \varphi, \quad \frac{CB}{AB} = \sin \varphi$$

と書かれ, それぞれ角 φ の餘弦, 正弦と呼ばれる。 φ の値から $\cos \varphi, \sin \varphi$ を求めるのは表を用ひるので, 例へば本書の末尾にもその表がついて居る。餘弦を求めるには餘角の正弦を求めればよいので, 正弦, 餘弦は別の表とせず, 唯角の見出しを二様につけて, 之が檢出に便して居る。この表の用ひ方については後に詳しく説明する。

この表により改算方位角の正弦餘弦を求める事が出来れ

ば、之に AB の長さを掛け、前述の符號をつけて、測線 AB の經距、緯距が求められる。例へば AB の方位角が 128° で、その長さが 67 m だつたとすると、象限は II, 改算角は 52° であるから

$$\sin \varphi = 0.788, \quad \cos \varphi = 0.6157 \quad (38^\circ \text{の所を見る})$$

$$67 \times 0.6157 = 41.25$$

$$67 \times 0.788 = 52.80$$

故に經距は -41.25 m, 緯距は 52.80 m である。(この掛算には對數表を用ひる方が便利である。第 26 節参照。)

總經距, 總緯距 基點 A を原點にとり、東西線を X 軸とし、南北線を Y 軸とすると、各點の座標を總經距、總緯距といふ。

第 52 圖で A が原點、AC が X 軸ならば AC, CB は B 點の座標である。故に B 點の座標は經距、緯距である。次の測點を D とすれば、D 點の座標は B 點の座標に更に BD の經距、緯距を加へたものである。即ち總經距、總緯距は基點からその點までの經距、緯距の和である。

總經距、總緯距が求められれば地形は座標に表されたわけであるから、測量の目的は一先づ達せられたのである。

18. 計 算 法 (つゞき)

實例 四角形 ABCD, AB の方位角 $249^\circ 20'$,

$$\angle A = 146^\circ 12', \quad \angle B = 83^\circ 15', \quad \angle C = 70^\circ 48',$$

$$\angle D = 59^\circ 43'$$

$$AB = 27.32 \text{ m}, \quad BC = 34.84 \text{ m}, \quad CD = 48.30 \text{ m},$$

$$DA = 24.27 \text{ m}$$

の計算をなす事。

こゝまでは野帳といふ帳面に記入してある。野帳にはその近傍の地形の概略、角の大きさの概略等も記入しておくがよい。その形式は種々あるが、どれでもよい。

先づ内角の和を求めると $359^\circ 58'$ となり、 $2'$ 足りないから、 $\angle B$ と $\angle C$ とを $1'$ づゝ増しておく。之を次のやうに計算帳に記入して計算して行く。

測點	角	方位角	象限	改算角	餘弦	正弦	測距
A	$146^\circ 12'$						
B	$83^\circ 16'$	$249^\circ 20'$	II	$69^\circ 20'$	0.3529	0.9356	27.32
C	$70^\circ 49'$	$346^\circ 04'$	IV	$13^\circ 56'$	0.9706	0.2408	34.84
D	$59^\circ 43'$	$95^\circ 15'$	II	$84^\circ 45'$	0.0915	0.9958	48.30
A	$146^\circ 12'$	$215^\circ 32'$	III	$35^\circ 32'$	0.8138	0.5811	24.27

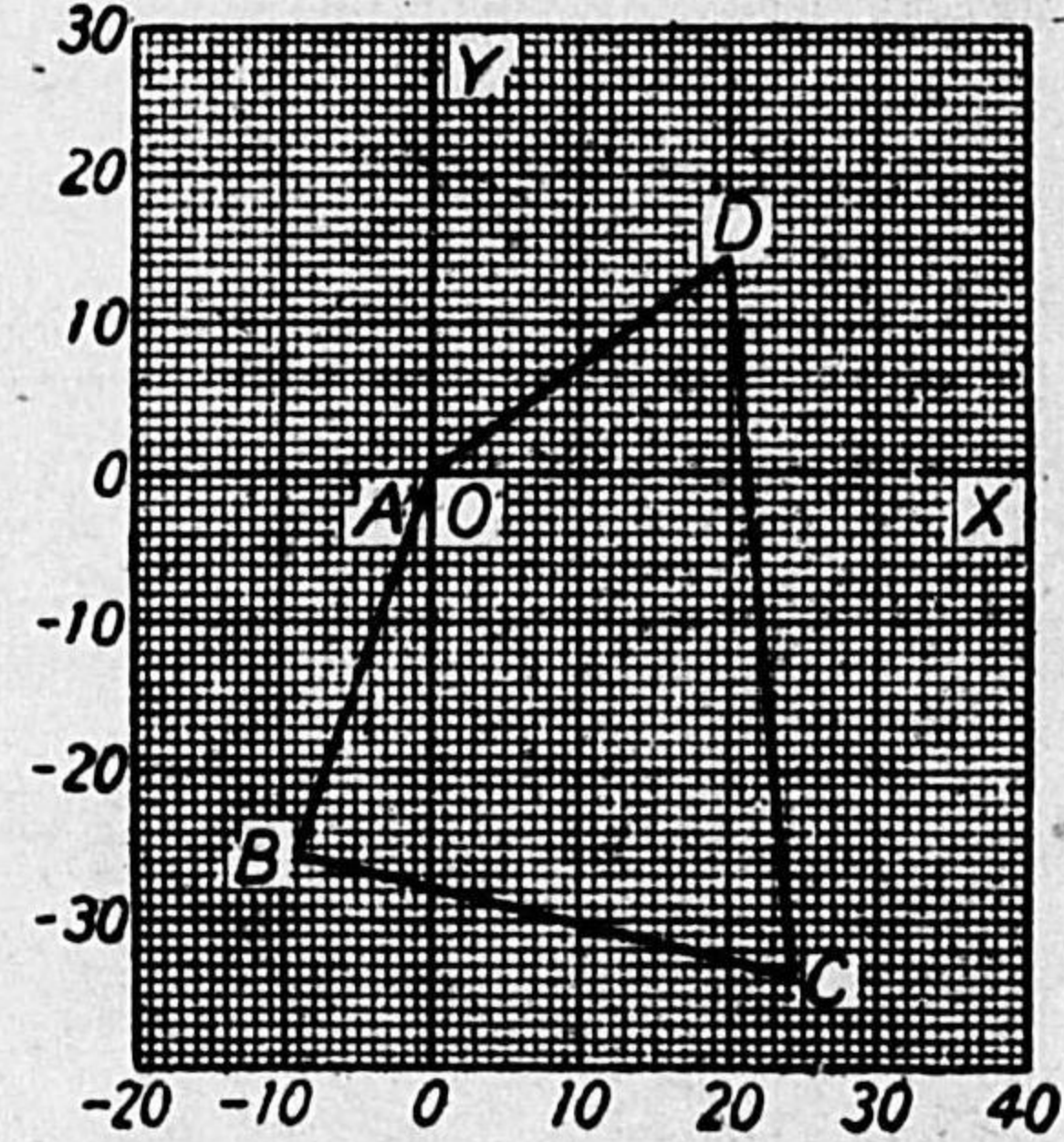
測量の知識

測點	經距	緯距	修正經距	修正緯距	總經距	總緯距
B	-9.64	-25.56	-9.64	-25.57	-9.64	-25.57
C	33.82	-8.39	33.81	-8.39	24.17	-33.96
D	-4.42	48.10	-4.42	48.08	19.75	14.12
A	-19.75	-14.11	-19.75	-14.12	0	0
計	0.01	0.04	0	0		

計算は普通五桁の表を用ひて行はれるから、之よりも一桁多く計算されるが、こゝでは簡單の爲四桁で計算した。經距、緯距の和は基點の總經距、總緯距に等しいから 0 とならなければならない。その誤差は始點と終點との開きが全周の $\frac{1}{3000}$ までは免除される。こゝではこの開き（即ち誤差の平方の和の平方根）は

$$\sqrt{0.01^2 + 0.04^2} = 0.041$$

で全周の $\frac{1}{3000}$ より小さいから適當に修正した。修正するには經緯距の大きさに比例して誤差を配分するのであるが、誤差が小さいときは大きい經緯距に適當に分けてあげばよい。かく

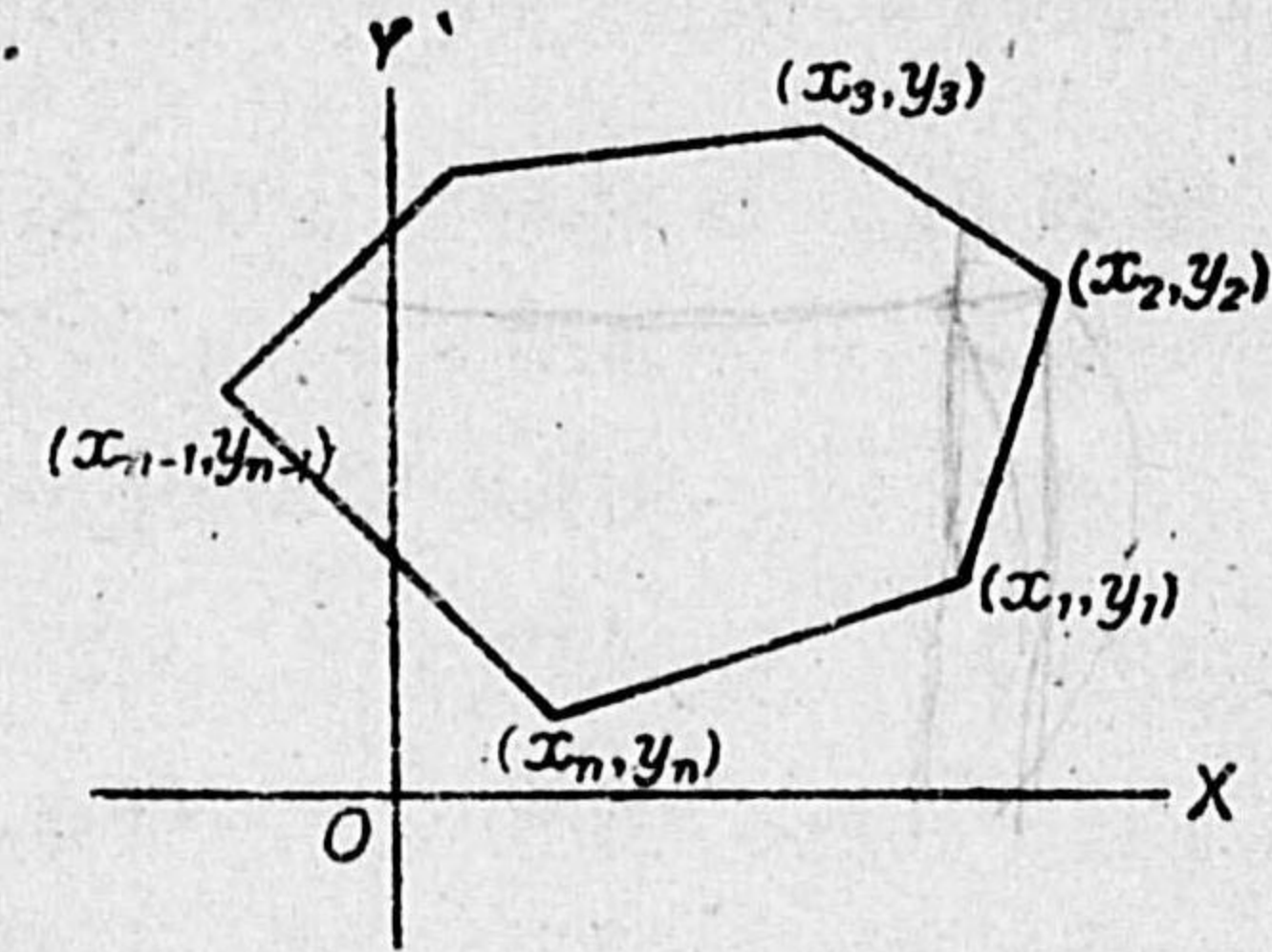


(第 53 圖)

第四章 經緯儀測量法

して得たものが修正經緯距で 總經距、總緯距は之の和として求められる。その上で方眼紙にこの座標の點をと第 53 圖を得る。

面積 總經距、總緯距、即ち多角形の頂點の座標が與へられたとき、その面積を求める事が出来る。即ち多角形を左廻りに廻つた順序で、その頂點の座標を順次に



(第 54 圖)

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_{n-1}, y_{n-1}), (x_n, y_n)$$

とすると、面積は

$$S = \frac{1}{2} \{ (x_1 - x_2)y_1 + (x_1 - x_3)y_2 + (x_2 - x_4)y_3 + \dots + (x_{n-2} - x_n)y_{n-1} + (x_{n-1} - x_1)y_n \}$$

となる。即ち一つの測點の緯距に、その前の點の經距から次の點の經距を引いたものを掛けて加へればよい。例へば上の例では

$$x_1 = 0, y_1 = 0; \quad x_2 = -9.64, y_2 = -25.57;$$

$$x_3 = 24.17, y_3 = -33.96; \quad x_4 = 19.75, y_4 = 14.12$$

であるから

$$S = \frac{1}{2} \{ (x_4 - x_2)y_1 + (x_1 - x_3)y_2 + (x_2 - x_4)y_3 + (x_3 - x_1)y_4 \}$$

$$= 978.7$$

之を前の表につけて次のやうに書くがよい。

總經距	總緯距	總經距差	積	
-9.64	-25.57			
24.17	-33.96	-29.39	998.1	
19.75	14.12	24.17	341.3	
0	0	29.39	0.0	S=978.7
-9.64	-25.57	-24.17	618.0	
			1957.4	

$$又 \quad S = \frac{1}{2} \{ (y_2 - y_n)x_1 + (y_3 - y_1)x_2 + \dots$$

$$\dots + (y_n - y_{n-2})x_{n-1} + (y_1 - y_{n-1})x_n \}$$

を用ひて驗算するもよい。

19. 表の引き方

前節の計算を行ふ爲には、改算方位角 θ からその正弦及び餘弦を求めなければならない。これは三角法の始めに於て學ぶ事であるが、こゝに略述しておく。

先づ本書巻末の第一表について説明する。この表は角の $10'$ ちきの値についてその正弦及び餘弦を小数第4位まで

°	0	10	20	30	40	50	60	
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145	0.0175	89
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88
2	0349	0378	0407	0436	0465	0494	0523	87
3	0523	0552	0581	0610	0640	0669	0698	86
4	0698	0727	0756	0785	0814	0843	0872	85
5	0.0872	0.0901	0.0929	0.0958	0.0987	0.1016	0.1045	84
6	1045	1074	1103	1132	1161	1190	1219	83
7	1219	1248	1276	1305	1334	1363	1392	82
8	1392	1421	1449	1478	1507	1536	1564	81
9	1564	1593	1622	1650	1679	1708	1736	80
	60	50	40	30	20	10	0	°

記載したもので（正弦、餘弦はすべて小数だから 0. は省略してある）、その値は先づ之を横に（之を列と呼ぶ）並べ、 1° 變る毎にその列を變へて行くやうになつて居る。故に第1列は $0^\circ, 0^\circ 10', \dots, 0^\circ 40', 0^\circ 50'$ の正弦である。但し $0^\circ 60'$ 、即ち 1° の正弦も便宜上この列の最後に記入してあるから、第2列の最初の數と重複して居る。之を示す爲に左の欄外にはその列の度數が記されており、上の欄外にはその下に書かるべき正弦の角の分數が記されてある（この縦の並びを行と呼ぶ）。第4列、第3行に記入された數 0.0581 は $3^\circ 20'$ の正弦である。

次に餘弦を求めるには餘角の正弦を求めればよいのであるが、その爲に右の欄外と下の欄外に餘角が記入してある。即ち $86^{\circ}40'$ の餘弦を求めるには右の欄外に 86° と書いてある列の、下の欄外に $40'$ と書いてある行の数 0.0581 を見ればよいのである。例へば

$$\sin 19^{\circ} = 0.3256, \quad \sin 19^{\circ}50' = 0.3393, \quad \sin 75^{\circ}20' = 0.9674,$$

$$\cos 23^{\circ}10' = 0.9194, \quad \cos 44^{\circ}40' = 0.7112$$

である。

次に表に書いてない角の正弦、餘弦を求める方法を考へよう。例へば $3^{\circ}23'$ の正弦を求めよう。

$$\sin 3^{\circ}20' = 0.0581$$

$$\sin 3^{\circ}30' = 0.0610$$

この差 0.0029

この 0.0029 の差は角が $10'$ 増した爲の正弦の増しである。角の増加に対する正弦の増加の割合は、このやうな小範囲では大體一定であるとしてよからう。即ち角の $3'$ の増しに対する正弦の増しは大體

$$0.0029 \times 0.3 = 0.0009$$

であると思われる。それ故

$$\sin 3^{\circ}23' = 0.0581 + 0.0009 = 0.0590$$

であるとしてよい。この原理を比例部分の法則といひ、表

に與へられた二つの数の間の値を求める時に常に用ひられる。

又例へば $\cos 54^{\circ}47'25''$ を求めるに

$$\cos 54^{\circ}40' = 0.5783$$

$$\cos 54^{\circ}50' = 0.5760$$

この差 0.0023

$$0.0023 \times \frac{7 \frac{25}{60}}{10} = 0.0017$$

$$\cos 54^{\circ}47'25'' = 0.5783 - 0.0017 = 0.5766$$

(\cos は角の増加に對して逆に減ずるから比例部分を引く事になる。)

この比例部分の計算が表を引くとき一番面倒であるから、之を計算する爲に種々の便宜が計られて居る。先づ二つの相隣る値の差を求めなければならないが、之が表に記入してあるものがあり、そのときは d なる記號

29	29
1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	17
7	20
8	23
9	26

で示されて居る。之を表差といふ。次に表差に $0.1, 0.3, \dots$ を掛けた數を欄外に記入してあるのがあり、その形式は大抵右記の如くである(これは表差 29 に $0.1, 0.2, \dots$ を掛けたものが、 $3, 6, \dots$ である事を示して居る)。それ故 $3^{\circ}23'$ を求めるとき加へた 0.0009 はこの表の 3 番目の 9 からわか

るのである。

更にこの数値 3, 6, ... を本表の相当列の欄外に記入してある表もある。本書巻末の表はこの形式を用ひて居る。それ故 $\sin 3^\circ 23'$ を求めるには $\sin 3^\circ 20'$ を求め、その列をずつと右の欄外に行き上に 3' と書いてある所の数 9 を加へればよいのである。

此の外函数 (sin, cos 等の總稱) の値を縦書にしたものもある。このときは正弦, 餘弦を並べて書き、その他に他の函数まで並べて書いてあるのが普通である。又 5 桁や 7 桁の表や 1' おきに書いた表等があるから注意して用ひられ

角	sin	cos	tan	co
0°0'	0.0000	1.0000	0.0000	—
10'	0029	1.0000	0029	343.
20'	0058	1.0000	0058	171
30'	0087	1.0000	0087	114.
40'	0116	0.9999	0116	85.
50'	0145	0.9999	0145	68.
1°0'	0.0175	0.9998	0.0175	57.
10'	0204	9998	0204	49.
20'	0233	9997	0233	42.
30'	0262	9997	0262	38.
40'	0291	9996	0291	34.

たい。

尙この計算には對數表を用ひると便利であるが、之は次章で説明する

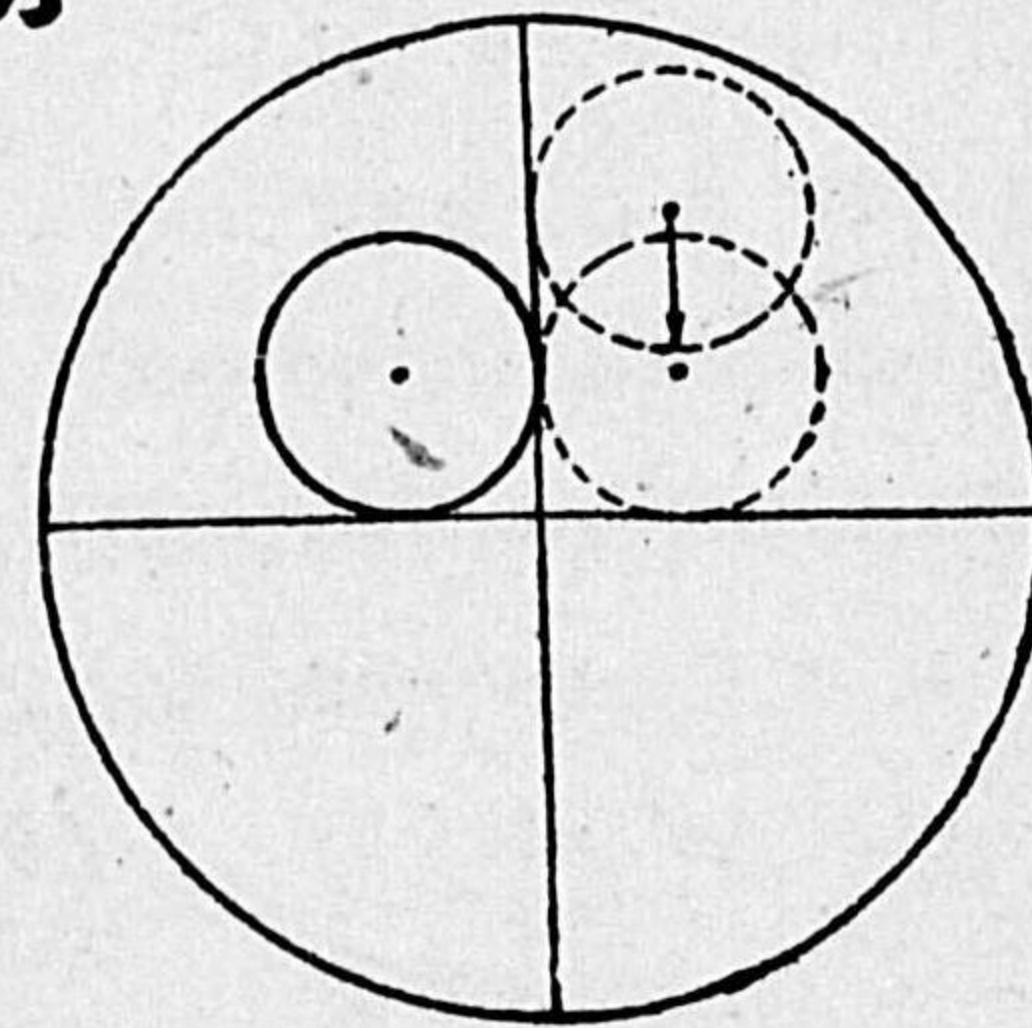
20. 製 圖

計算が終つたら之を圖示しなければならない。先づ方眼紙の目を頼るか又は T 形定規によつて精確に座標をとる方法を定め、之により總經距, 總緯距を取つて測點の相互の位置を定める。次に他の細かい材料により細部を記入し (細部の測量には平板測量を併用する事もある), 之に種々の記號を入れて地圖を作るのであるが、之は特別の技術を要する故にこゝに詳記する事は避ける。

21. 方位の定め方

特に方位を正確に定める必要があるときは次の方法による。

経緯儀に色ガラスをつけ太陽をのぞき得るやうにし、午前 10 時頃太陽の高度と方位



(第 55 圖)

とを観測する。この場合太陽は望遠鏡の十字線に左上から切するやうにとる。次に午後2時少し前、経緯儀の高度を前と同じにとり、太陽を望遠鏡の十字線の縦線の右側に於て之に切せしめる。太陽の運行に伴ひ縦線を切せしめつゝ之を追へば太陽は次第に下降し横線に切するに至るであらう。このとき望遠鏡を止め、その方位を求め、午前の方位との二等分線を作れば之が正南を指すのである。

問題 1. 兩圖の遊尺の基

點の目盛を讀め。

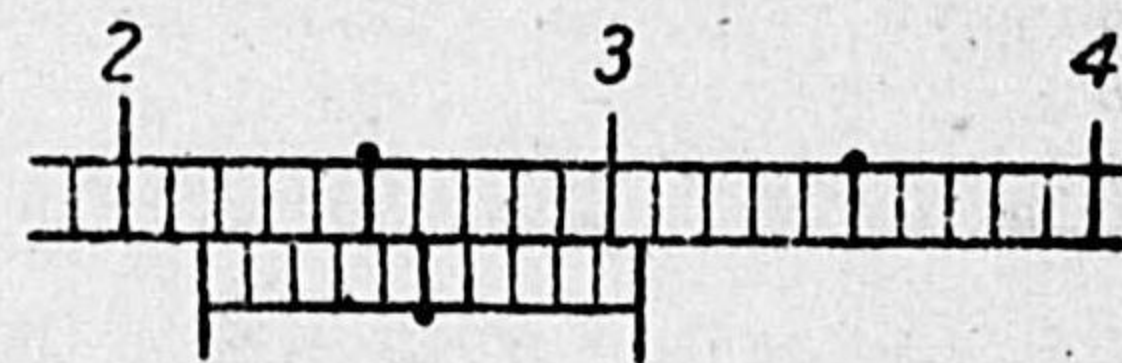
2. $A=97.8$, $B=0.15$ (m)

の望遠鏡で箱尺の讀みが上線 3.14 m, 中央 2.57 m, 下線 1.99 m ならば距離如何。

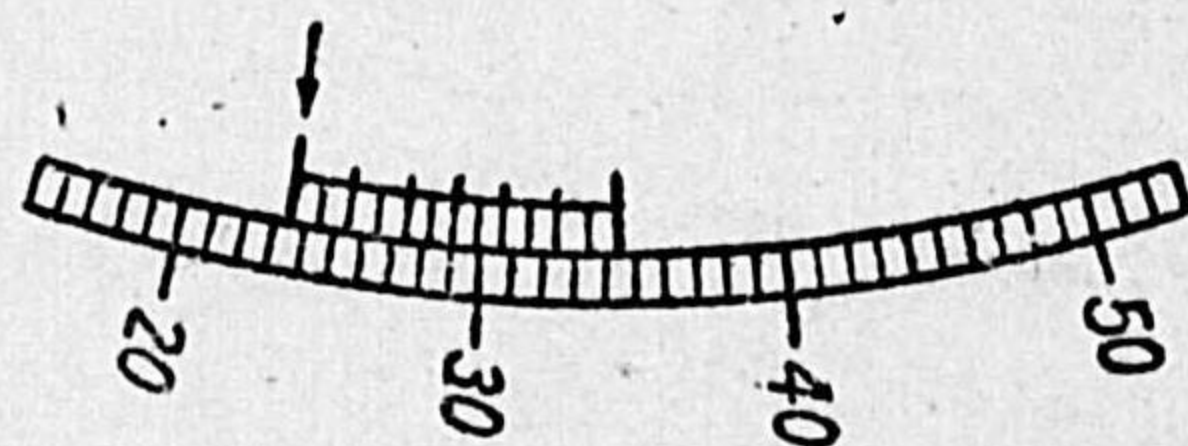
3. \vec{AB} の方位が東から北へ $13^\circ 20'$ で $\angle ABC = 114^\circ 50'$ なるとき BC の方位如何。但し角は内部が左側にあるやうに測られて居る。

4. 次表より多角形を定めよ。但し AB の方位を東とする。

(1) $\angle A = 108^\circ 58'$ $\angle B = 138^\circ 40'$ $\angle C = 88^\circ 32'$,
 $\angle D = 105^\circ 45'$ $\angle E = 98^\circ 9'$ $AB = 22.34$,
 $BC = 27.35$ $CD = 41.20$ $DE = 27.96$ $EA = 33.36$



(第 56 圖)



(第 57 圖)

(2) $\angle A = 199^\circ 9'$ $\angle B = 114^\circ 27'$ $\angle C = 77^\circ 33'$,
 $\angle D = 58^\circ 35'$ $\angle E = 82^\circ 2'$ $\angle F = 64^\circ 25'$,
 $\angle G = 303^\circ 51'$ $AB = 15.32$ $BC = 8.47$,
 $CD = 44.31$ $DE = 36.25$ $EF = 17.09$,
 $FG = 11.81$ $GA = 6.44$

5. 同上之を作圖し、且つその面積を求めよ。

6. 同上 (1) で BD の距離如何。

7. 同上 (1) で B から D に次のやうな線を入れよ。

$\angle ABF = 58^\circ 22'$ $\angle BFG = 236^\circ 28'$ $\angle FGD = 142^\circ 9'$,
 $BF = 23.45$ $FG = 17.74$ $GD = 14.37$

第五章 高低測量

22. 水準測量

先づ大體平坦な土地の高低を精密にしらべる方法を述べよう。これには經緯儀を用ひるもよいが、その爲に特に作られてある望遠鏡を用ひるのが普通である。此の望遠鏡は**水準儀**と呼ばれ、上下に回轉する性能がない代りに、經緯儀より長く且つ感度の強い水準器がついて居る。

今水準儀を點 A に据ゑ、その高さを測り、4.26 尺を得たとし、點 B に箱尺を置き、望遠鏡の水平線による箱尺の讀みを例へば 8.38 尺とすれば、B 點は A 點より 4.12 尺低い事がわかるのである。此の場合、觀測に際する水準の正確なる事が最も大切であるから、望遠鏡の水準器が正中して居るか否かを常に見得るやうに反射鏡を具へたものがある。又箱尺を鉛直に立てる事も大切であるから、之につけた水準器にも常に注意を怠らぬ事を要する。

實際測量に際して、例へば次の如くする。測點を A, B, C, D, E, F, G, H とする。先づ B に器を据ゑ、A, C, D, E 等を見得る限り觀測する。このときの箱尺の讀みを

測點	測 距	後 視	中 視	前 視	器 高	標 高
A	0					126.32 A
B	20.00	1.643 <i>c</i>		1.253 <i>a</i>	1.04 <i>b</i>	126.533 B
C	40.00					125.930 C
D	60.00		2.13 <i>d</i>			125.443 D
E	80.00		1.42 <i>e</i>			126.153 E
F	100.00	1.142 <i>g</i>		2.316 <i>a'</i>	1.13 <i>f</i>	127.116 F
G	120.00					127.104 G
H	140.00		1.84 <i>h</i>			126.406 H
I	160.00	2.094 <i>a'</i>		1.324 <i>g'</i>		
計		4.879		4.893		

$a=1.253\text{ m}$, $c=1.643\text{ m}$, $d=2.13\text{ m}$, $e=1.42\text{ m}$ であつたとする。A と C を特に詳しく觀測し、之を**前視**及び**後視**と呼び、他は之を**中視**と呼ぶ。器高を $b=1.04\text{ m}$ とし、A の海拔高を $A=126.32\text{ m}$ とする。之は必ずしも正しい値をとらずとも、0 とか 100 m とか假定してあいてもよい。

$$B = A + a - b = 126.533$$

$$C = A + a - c = 125.930$$

$$D = A + a - d = C + c - d = 125.443$$

$$E = A + a - e = C + c - e = 126.153$$

が B, C, D, E の標高である。

次に F に器を据ゑ C, G, H を観測する。C は B から後視をとつた點で、F はこの點を見得る測點なる事を要する。このときの観測値を $d=2.316$ m, $g=1.142$ m, $h=1.84$ m とし、器高を $f=1.13$ m とする。前と同様に計算して F, G, H を求める。

$$F = C + d - f = 127.116$$

$$G = C + d - g = F + f - g = 127.104$$

$$H = C + d - h = F + f - h = 126.406$$

これで各點の標高が求められたわけであるが、此の場合には観測の精度を試す方法がないから、もう一度之を逆に測るか、器を据ゑる位置を變へて測り、二つの結果を比較し、差が大きければ再測し、小さければ二値の平均をとるがよい。

測線が閉ぢて居る場合、例へば上の場合で、もう一つの點 I から G と A とを同時に観測し得る場合は、その前視 g' , 後視 a' , 器高 i を求める。例へば

$$g' = 1.324 \text{ m}, \quad a' = 2.094 \text{ m}, \quad i = 1.08 \text{ m}$$

であつたとする。このとき

$$A = G + g' - a'$$

であるべきであるから

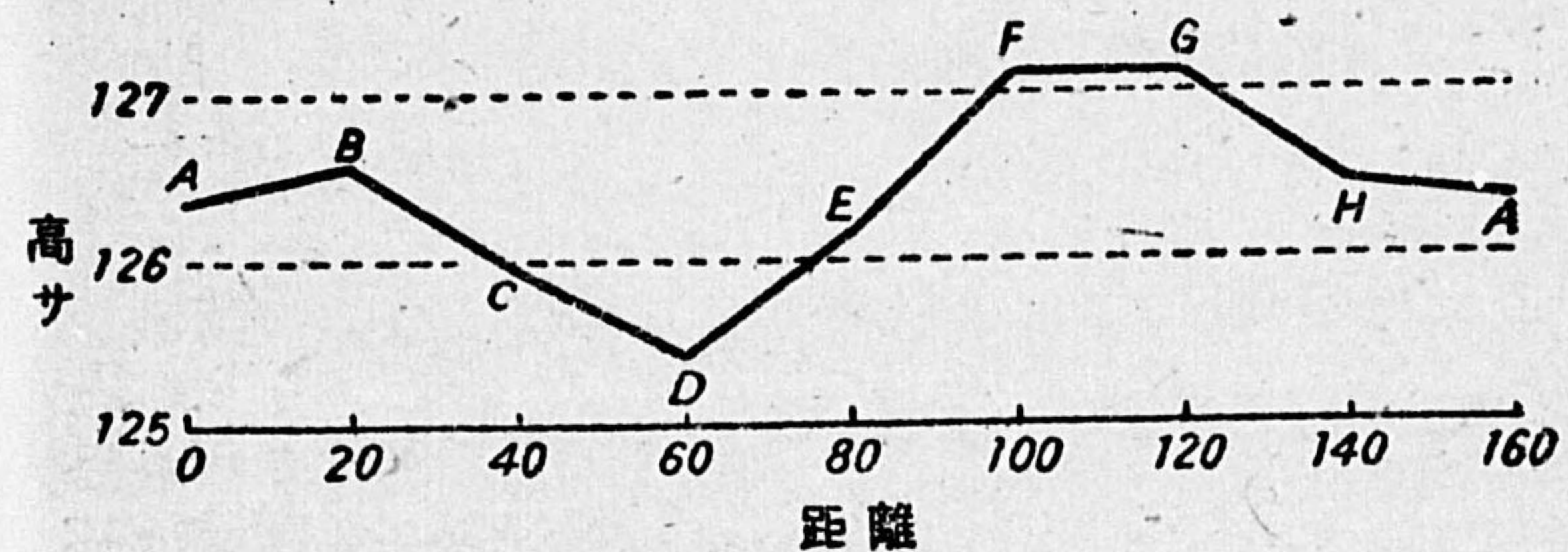
$$C = G + g' - a' + a - a, \quad G = G + g' - a' + a - a + d' - g$$

故に $a + d' + g' = a' + a + g$

即ち前視の和と後視の和とは等しくなければならない。こゝでは

$$\text{前視の和} = 4.893, \quad \text{後視の和} = 4.879$$

この差は 0.014 で小さいから、適當に修正しておく。こゝでは之を 6 分し、前視からは引き、後視には加へるべきであるが、こゝでは距離の長い F の前視、I の前視に多くの誤差を配分しておくがよい。かくして得た値で畫いた高低圖が第 58 圖である。



(第 58 圖)

B, F, I 等、器を据ゑる點は測點とせず、この點の標高を望まない場合がある。このときは器高 b, f, i は不要となり、野帳の記法も上表の B, F, I の欄を廢し、之をその

測點	測距	後視	中視	前視	標高
A	0	2.096		1.321	126.320
C	20.00	1.645		1.251	125.926
D	40.00		2.13		125.441
E	60.00		1.42		126.151
G	80.00	1.144		2.313	127.095
H	100.00		1.84		126.399
計		4.885		4.885	

まゝ、C, G, A の欄に記入すればよい。前の如くで測距のみ異ると假定し、前述の修正を行つたものを示せば上表の如くである。此の場合、

$$(A \text{ の標高}) + (C \text{ の前視}) - (C \text{ の後視}) = (C \text{ の標高})$$

$$(C \text{ の標高}) + (C \text{ の後視}) - (D \text{ の中視}) = (D \text{ の標高})$$

である。

主道線の測定が上の如く終つたならば、枝線の測定は之を基本として簡単にできる。それは主線の中視をとつたと同じ方法で行へばよいし、又簡略でよければ巻尺を緊張して水平をとり、之から地表までの距離を測桿等で測つてきめてもよい。要するに A, C, G (又は B, F, I) なる基點の觀測が重要なので、之さへしつかりしておけば、之を基として他の點の標高は容易に求められるのである。

この方法よりも更に精密な水平を要求される場合は**連通器**を用ひるがよい。之は容器に水を入れ、ゴム管でこの水を他所に導き、その先端にガラス管をつけ、この中に現れた水面の高さを基準にして土地の高低を測る器具



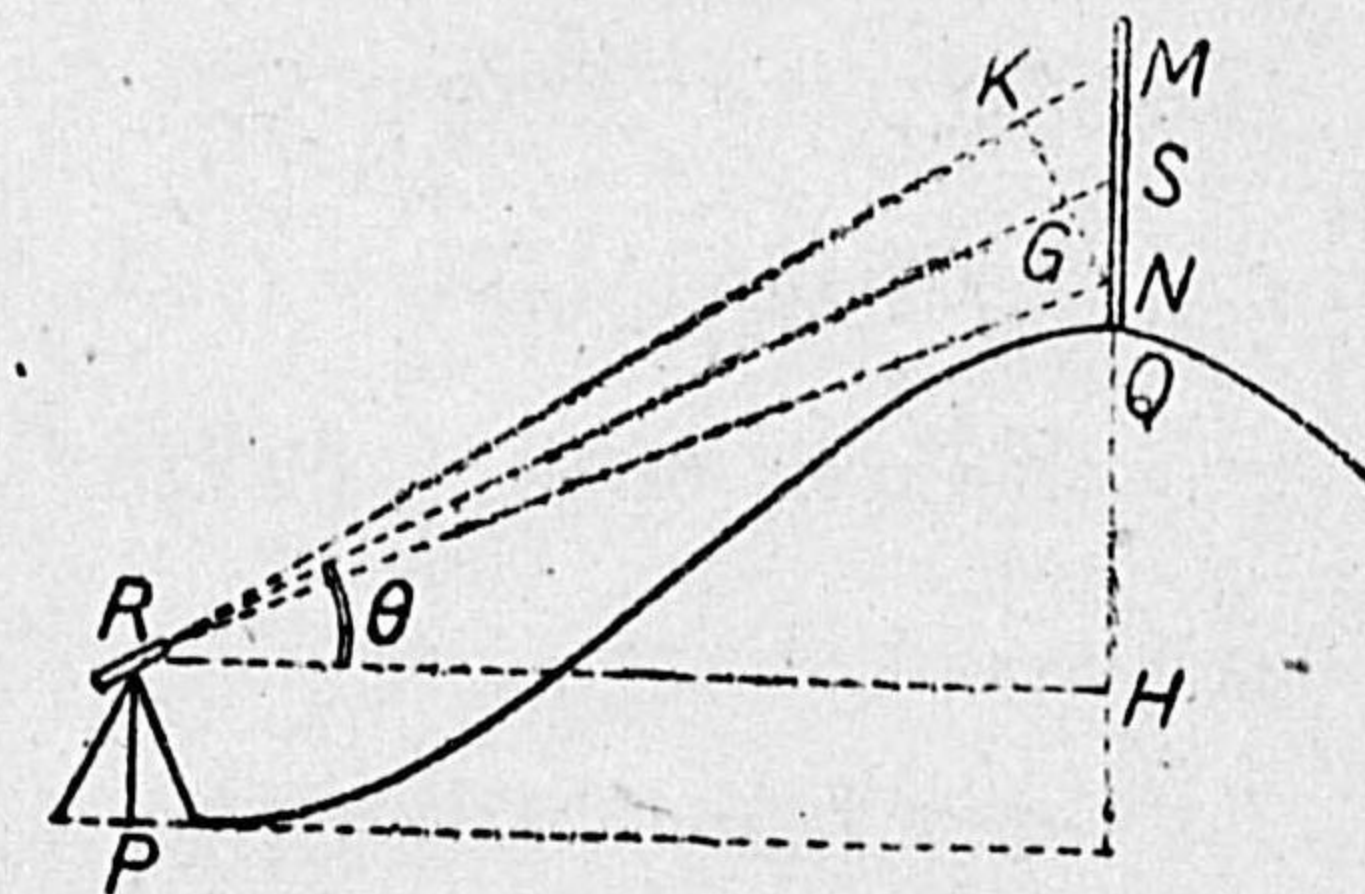
(第 59 圖)

である。建築等はこの方法によつて水平を定めるのが普通である。

23. スタジア測量

高低が一層はげしくなると前記の方法では箱尺の長さが足りず、實行困難となる。この場合は**經緯儀**を用ひ、高低角の測定を利用して高低測量を行ふのが便利である。

今測點 P に**經緯儀**を据ゑ、測點 Q に箱尺を立て之を覗く。



(第 60 圖)

箱尺に於て望遠鏡の水平線及び上下のスタジア線にあたる所を S 及び M, N とし、仰角 (垂直廻轉盤の讀み) SRH

を θ とする。望遠鏡の中心を R, R を過ぎる水平線に Q から下した垂線を QH, N から RS に下した垂線と RM, RS との交点を K, G とすると

$$\angle KNS = \theta$$

である。望遠鏡の常数を A, B とするとスタジア線の性質から

$$RG = A \cdot KN + B$$

スタジア線の読み、即ち $MN = l$ とすれば、 $\triangle MNK$ は大體直角三角形と見てもよいから

$$KN = MN \cos \theta = l \cos \theta$$

から $RS = RG = A l \cos \theta + B$

故に $RH = RS \cos \theta = A l \cos^2 \theta + B \cos \theta$

($\cos^2 \theta$ は $(\cos \theta)^2$ のこと)。

これで水平距離が求められた。垂直距離は

$$\text{器高 } RP = a, \quad \text{水平線の目盛 } SQ = b$$

とすれば

$$\text{垂直距離} = SH + a - b$$

$$= RS \sin \theta + a - b$$

$$= A l \cos \theta \sin \theta + B \sin \theta + a - b$$

この方法は専らスタジア線の読みを利用するので不精確な

る事は免れないが、極めて簡便なる事を利とする。尙高低のはげしい土地の経緯儀測量はこの方法で水平距離を求めるとは前節と全く同じにしてできるのである。

例 器高 1.34 m, 仰角 $13^\circ 26'$, 水平線, 上下スタジア線の読み 1.02 m, 1.25 m, 0.79 m, $A=98$, $B=0.08$ (m) として水平距離及び高低差を求めよ。

$$\begin{aligned} \text{解. 水平距離} &= 98(1.25 - 0.79)(\cos 13^\circ 26')^2 \\ &\quad + 0.08 \times \cos 13^\circ 26' \end{aligned}$$

$$\cos 13^\circ 26' = 0.9726, \quad \cos^2 13^\circ 26' = 0.9460$$

$$98 \times 0.46 \times 0.9460 + 0.08 \times 0.9726 = 42.72$$

$$\text{又 } \sin 13^\circ 26' = 0.2323, \quad \sin 13^\circ 26' \times \cos 13^\circ 26' = 0.2259$$

$$\text{高低差} = 10.52$$

である。

この計算は面倒であるから $\cos^2 \theta$ 等の値を記したスタジア表と云ふものが出来て居る。併し次章で述べる對數計算法を用ひ得れば充分であるし又タイガー計算器の如きものを用ひるのも結構である。

問題 1. 次表の標高を定めよ。又之を I の標高が 65.61 となるやうに修正し、その高低圖を畫け。

測點	測距	後視	中視	前視	器高	標高
A	0					63.43
B	30.00	1.382		0.025	1.12	
C	60.00					
D	100.00		3.26			
E	120.00	1.003		2.152	1.08	
F	150.00					
G	180.00		0.24			
H	200.00		0.95			
I	230.00	3.162			1.21	

2. $A=98.02$, $B=0.07$ とし次の場合の水平距離及び高低差を求めよ。

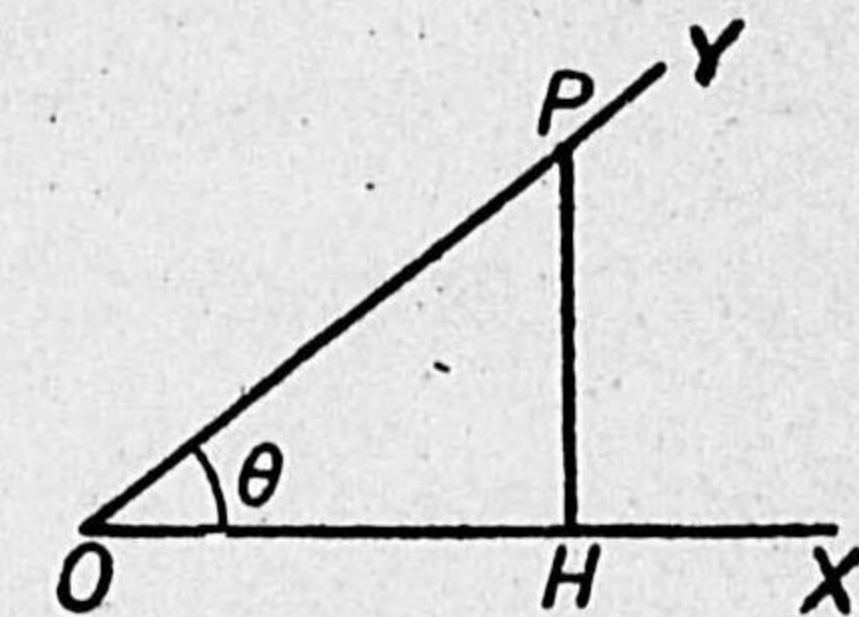
(1) $l=3.02$, $\theta=18^\circ 25'$ (2) $l=1.384$, $\theta=35^\circ 34'$

第六章 補遺

24. 三角法

三角函数の性質や、その應用を論ずる學科を三角法といふ。こゝではその中測量に必要な事項を略記する。

三角函数とは前に述べた正弦や餘弦などの事で、次のやうに定められる。



(第 63 圖)

$\angle XOY = \theta$ の邊 OY 上に一點 P をとり、 OX に垂線 PH を下す。

$$\sin \theta = \frac{PH}{OP}, \quad \cos \theta = \frac{OH}{OP}$$

をそれぞれ角 θ の正弦及び餘弦と呼ぶ。

又
$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{PH}{OH}$$

$$\cot \theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{1}{\tan \theta} = \frac{OH}{PH}$$

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta}, \quad \operatorname{cosec} \theta = \frac{1}{\sin \theta}$$

等をも用ひることがある (之を正切, 餘切, 正割, 餘割

といふ)。これ等を總稱して三角函数といふ。その値は豫め計算せられ表に作られて居る。本書には正弦及び餘弦の表が附いて居るから、之を利用して他の函数の値も求める事ができる。

上の定義から

$$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta, \quad \cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$$

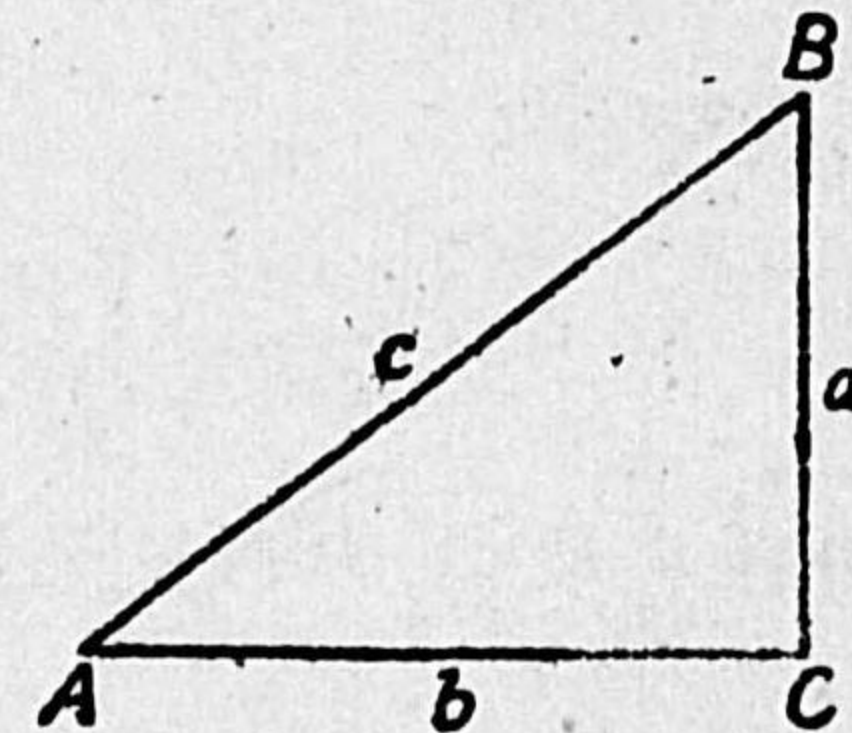
なる事を知る事ができる (既に述べた)。尙鈍角の正弦、餘弦は

$$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta, \quad \cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$$

として之を定める。例へば $\sin 150^\circ$ は $\sin 30^\circ$ に等しく、 $\cos 150^\circ$ は $\cos 30^\circ$ に - をつけ

たものである。

次に三角形の性質を三角函数を用ひて表さう。先づ直角三角形 ABC ($\angle C$ が直角) について考へる。 $AB=c$, $BC=a$, $CA=b$ とすると



(第 62 圖)

$$\sin A = \frac{BC}{AB} = \frac{a}{c}$$

即ち

$$c \sin A = a$$

同様に

$$c \cos A = b, \quad c \sin B = b$$

又 $b \tan A = a, \quad a \tan B = b$ 等である。尙ピタゴラスの定理として

$$a^2 + b^2 = c^2$$

なる事が知られて居る。之により

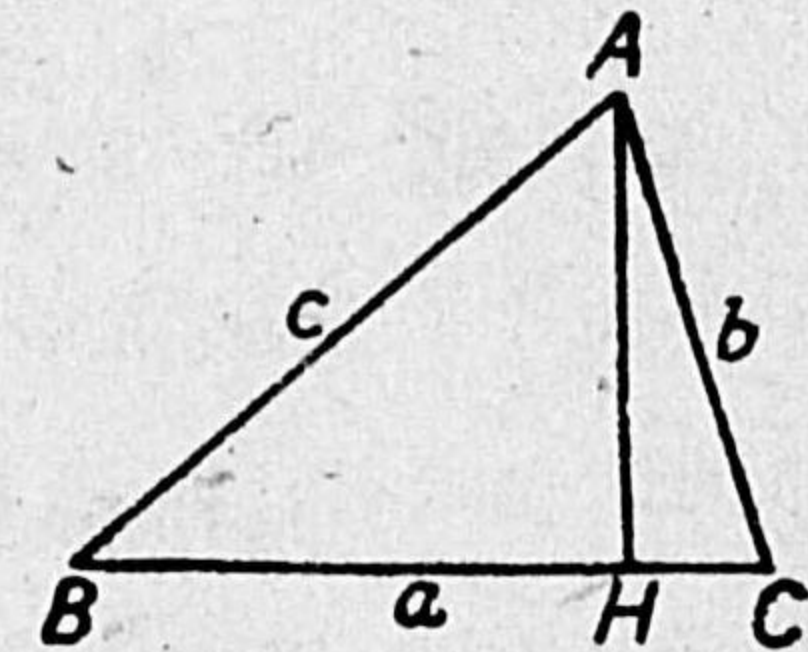
$$c^2 \sin^2 A + c^2 \cos^2 A = c^2$$

即ち

$$\sin^2 A + \cos^2 A = 1$$

なる公式を得る。

次に一般形の三角形を ABC とし、邊の長さは前の通り a, b, c とする。A から BC に垂線 AH を下せば



(第 63 圖)

$$\frac{AH}{AB} = \sin B, \quad \frac{AH}{AC} = \sin C$$

$$\frac{AC}{AB} = \frac{b}{c} = \frac{\sin B}{\sin C}$$

$$\frac{\sin C}{c} = \frac{\sin B}{b} \quad \text{同様に} = \frac{\sin A}{a}$$

之を正弦比例式といふ。

$$\text{又} \quad AC^2 = AH^2 + HC^2 = (c \sin B)^2 + (a - c \cos B)^2$$

即ち

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

同様に

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

これらを餘弦公式といふ。三角形に関する計算は大抵これ
 である。

例 1. $\triangle ABC$ の $a=BC=365$ m, $\angle B=46^\circ 28'$, $\angle C=32^\circ 26'$ なるとき AC の長さ如何。

解 AC=b であるから, $\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b}$ を用ひる。

$$A = 180^\circ - B - C = 180^\circ - 46^\circ 28' - 32^\circ 26' = 101^\circ 06'$$

$$\sin A = \sin 78^\circ 54' = 0.9813$$

$$\sin B = \sin 46^\circ 28' = 0.7250$$

$$\therefore b = \frac{a \sin B}{\sin A} = \frac{365 \times 0.7250}{0.9813} = 269.7$$

答 269.7 m

例 2. $a=4$, $b=5$, $c=6$ なるとき $\angle A$ の大きさ如何。

解 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ から

$$16 = 25 + 36 - 2 \times 5 \times 6 \times \cos A$$

$$\cos A = \frac{3}{4}$$

$$A = 41^\circ 25'$$

25. 對數計算法

三角函数を用ひる計算に於ては桁数の多い掛算や割算が

生じ、手数を多く要する。かやうな場合、この計算を簡単
 に行ふには對數を利用するがよい。

算盤は加算器としては理想的であるが、桁数の多い乗法
 に対してはさまで有力でない。計算尺は乗法に対しては有
 力であるが、三數字しか正確の結果を期待し得ず、測量に
 は不足である。タイガー計算器はよいが、一般には普及し
 て居ない。それでかやうな計算を多く取扱ふ場合には對數
 を用ひるのが普通である。

對數とは一數 x が與へられたとき、之に應じて定まる數
 で (かやうな數を一般に x の函数といふ。 $\sin x$, $\cos x$ 等
 皆 x の函数である。) $\log x$ と書かれる。その定義は

$$y = \log x \text{ なりとは } 10^y = x \text{ のこと}$$

である。例へば $10^2 = 100$ であるから $\log 100 = 2$ である。
 $10^1 = 10$, $10^0 = 10^1 + 10^1 = 1$ とし、又 y が負數、分數のとき
 の 10^y の意義も適當に定める ($10^{-2} = \frac{1}{10^2}$, $10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10}$,
 $10^{\frac{2}{3}} = \sqrt[3]{10^2}$ 等)。

$$\log 10 = 1, \log 1 = 0$$

であるから 1 と 10 との間の數の對數は正の小數である。
 之を表に作つたものが對數表で、本書卷末第二表は之であ
 る。その引き方は第一表と同様で、例へば

$$\log 1.24 = 0.0934$$

である。

次に對數の最も重要な性質として、積の對數が對數の和になる事を證明しよう。即ち

$$\log(A \times B) = \log A + \log B$$

である。例へば

$$\log 10 \times 100 = \log 10 + \log 100$$

即ち

$$\log 1000 = 1 + 2 = 3$$

である。

之を證明するに

$$\log A = x, \quad \log B = y$$

とおけば

$$10^x = A, \quad 10^y = B$$

$$A \times B = 10^x \times 10^y = 10^{x+y}$$

故に定義により

$$\log(A \times B) = x + y = \log A + \log B$$

である。

この公式を逆にして

$$\log(A \div B) = \log A - \log B$$

又

$$\log A^m = m \times \log A$$

$$\log \sqrt{A} = \frac{1}{2} \log A$$

等が得られる。

この定理により 10 より大きい、又は 1 より小さい數の對數を求める事ができる。例へば

$$\log 124 = \log(1.24 \times 100) = \log 1.24 + \log 100$$

$$= 0.0934 + 2$$

$$= 2.0934$$

かやうに數字の並び方をそのままにし、位取を一つ上げるとその數の對數は 1 増す。それ故對數の整數部分はもとの數（之を眞數といふ）の桁數を示すもので、對數の指標と呼ばれる。n 桁の數の對數の指標は n-1 である。例へば 35.46 の對數を求めるには 3.546 の對數 0.5497 を求め、之に指標 1 をつけて 1.5497 とすればよい。

對數を知つてもとの數、即ち眞數を求めるには、對數表を逆に使用するのを普通とするが、之が爲に特に作られた逆對數表を用ひれば更に便である（本書卷末第三表は之である）。逆對數表は對數の逆を與へるもので、之によつて $\sin x$ や $\log x$ を求めたときのやうに函數を求めればそれがもとの數となるのである。例へば $\log x = 1.324$ なるとき x を求めようとするに、整數部分 1 はしばらく之を預りと

し、逆対数表の左欄外に 32 とある列の上の欄外に 4 とある所の数 2109 をとり、次に指標が 1 だから 2 桁の数とし、21.09 とすればよい。

又例へば

$$\log x = -2.676$$

ならば

$$= -3 + 0.324$$

(之を普通 3.324 と書く) であるから、2.109 を 3 位下げて
0.002109

とすればよい。

次の数値について實習せられたい。

$$\log 3.152 = 0.4986, \quad \log 856 = 2.9325,$$

$$\log 0.01684 = -1.7736 \quad \text{又は} \quad = 2.2264,$$

$$\log 0.00838 = 3.9232$$

又 $\log x = 0.1563$ ならば $x = 1.433$

$$\log x = 2.3829 \quad \text{ならば} \quad x = 241.5$$

$$\log x = -2.0082 \quad \text{ならば} \quad x = 0.009858$$

等。

26. 対数計算法 (つづき)

対数を計算に用ひる利は専ら前節の定理に基づく。之により乗法は対数の加法に歸せしめられるからである。

例 3. 34.52×25.13 を求む。

解 この数を x とすると

$$\log x = \log 34.52 + \log 25.13$$

である。然るに

$$\log 34.52 = 1.5381$$

$$\log 25.13 = 1.4002$$

$$\therefore \log x = 2.9383$$

$$x = 867.6$$

(4 桁の対数表を用ひたときは答は 4 数字—前後の 0 を除いて—しか求められない。)

例 4. $x = \frac{3.1416 \times 1.4142}{0.02463}$ を求む。

解 $\log 3.1416 = 0.4971, \log 1.4142 = 0.1505$

$$\log 0.02463 = 0.3914 - 2$$

$$\therefore \log x = 0.4971 + 0.1505 - (0.3914 - 2)$$

$$= 2.2562$$

$$x = 180.4$$

例 5. $A=97.6$, $B=0.07$ (m) なる望遠鏡で $l=1.32$ m, $\theta=20^\circ 16'$ なるとき水平距離を求む。

解 求むる距離を x とすれば

$$x = 97.6 \times 1.32 \times \cos^2 20^\circ 16' + 0.07 \times \cos 20^\circ 16'$$

第二項は第一項の $\frac{1}{1000}$ 位であるからそんなに詳しく計算しないでもよい。 $\cos 20^\circ 16' = 0.9381$ であるから第二項は 0.066 としておく。第一項を計算する爲に之を y とおくと

$$\begin{aligned} \log y &= \log 97.6 + \log 1.32 + 2 \log 0.9381 \\ &= 1.9894 + 0.1206 + 2 \times (0.9722 - 1) \\ &= 2.0544 \\ y &= 113.3 \end{aligned}$$

前に求めておいた第二項は唯小數第一位に切上げられるに過ぎない。答は 113.4 m である。

この場合 $\cos 20^\circ 16'$ の對數を求めるに \cos の表と \log の表とを重ねて用ひる代りに直接 $\log(\cos 20^\circ 16')$ を與へる表もある。本書卷末第四表は之で、この表で $20^\circ 16'$ の所 (\sin とすれば $69^\circ 44'$ の所) を見れば、直接上の値 0.9722 が求められるのである。

例 6. 前章第 18 節の實例を對數で計算すること。

解

測點	角	方位角	象限	改算角	測距	同對數	餘弦對數	正弦對數
A	$146^\circ 12'$							
B	$83^\circ 16'$	$249^\circ 20'$	■	$69^\circ 20'$	27.32	1.4365	$\bar{1}.5477$	$\bar{1}.9711$
C	$70^\circ 49'$	$346^\circ 04'$	IV	$13^\circ 56'$	34.84	1.5421	$\bar{1}.9870$	$\bar{1}.3816$
D	$59^\circ 43'$	$95^\circ 15'$	■	$84^\circ 45'$	48.30	1.6839	$\bar{2}.9614$	$\bar{1}.9982$
A	$146^\circ 12'$	$215^\circ 32'$	■	$35^\circ 32'$	24.27	$\bar{1}.3850$	$\bar{1}.9105$	$\bar{1}.7644$

測點	經距對數	緯距對數	經距	緯距
A				
B	0.9842	1.4076	- 9.64	-25.57
C	1.5291	0.9237	33.82	- 8.39
D	0.6453	1.6821	- 4.42	48.09
A	1.2955	1.1494	-19.74	-14.10

經距對數は測距對數と餘弦對數の和である。 $\bar{1}.5477$ $0.5477 - 1$ と同じであるからそのつもりで取扱へばよい。これらの對數には 10 を加へてある表もある。

27. 雜 例

三角函數を利用し望遠鏡による觀測で測量する例を擧げる。

例 7. 點 A から B までの距離が 324.5 m, $\angle CAB =$

75°28', ∠CBA=92°56' なるとき, AC の距離如何。

解 本章例 1 と同種の問題である。

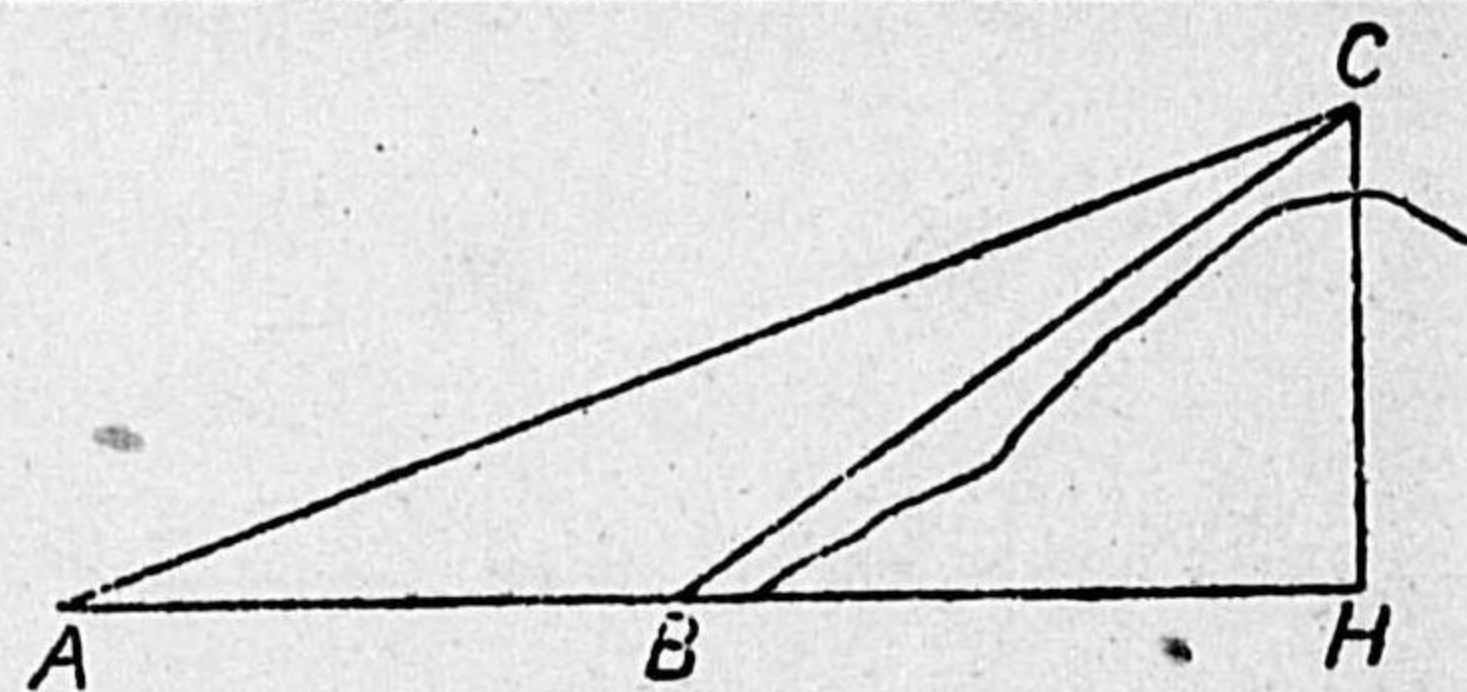
$$\begin{aligned} \angle C &= 180^\circ - 92^\circ 56' - 75^\circ 28' = 11^\circ 36' \\ AC &= \frac{AB \sin B}{\sin C} \\ \log AC &= \log AB + \log \sin B - \log \sin C \\ &= 3.2072 \end{aligned}$$

$$AC = 1612$$

望遠鏡による測角は相當正確を期し得るから, AB を充分正確に測つておいて (海岸の如き平坦な土地にコンクリートで線條を作つてその上を測つたりする), 之を基線とし, 他點への距離をこの方法で定める事ができる。大規模の測量に於ては重要な基點の關係をこの方法で定めるので, 之を三角測量法といふ。

例 8. A, B は平地にあり, C は山頂で, この三點は同じ垂直面上にある。AB の距離が 125 m, A から C の仰角

が 9°18', B からの仰角が 12°26' なるとき C の高さ如何。



解 △ABC に

第 64 圖

於て ∠A=9°18', ∠B=167°34' で AB=125 m であるから, 前例と同種の問題である。

$$AC = \frac{AB \sin B}{\sin C} = \frac{125 \times \sin 12^\circ 26'}{\sin 3^\circ 8'}$$

$$\begin{aligned} C \text{ の高さ} &= AC \times \sin 9^\circ 18' \\ &= \frac{125 \times \sin 12^\circ 26' \times \sin 9^\circ 18'}{\sin 3^\circ 8'} = 79.56(\text{m}) \end{aligned}$$

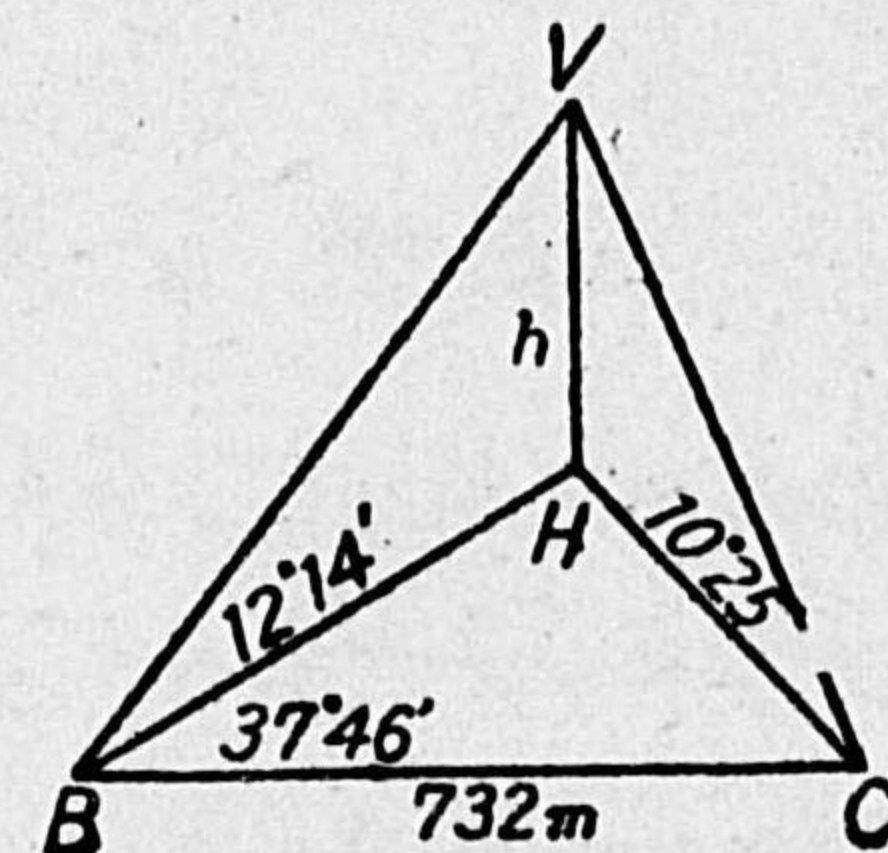
例 9. B, C 二點から山頂 V を觀測し, 仰角 12°14', 10°25' を得た。BC は水平で, その距離が 732 m, ∠CBV の水平角が 37°46' なるとき, 山の高さ如何。

解 山の高さを h=VH とする。

$$\frac{h}{BH} = \tan 12^\circ 14'$$

$$\frac{h}{CH} = \tan 10^\circ 25'$$

$$\frac{BH}{CH} = \frac{\tan 10^\circ 25'}{\tan 12^\circ 14'}$$



第 65 圖

一 方正弦比例式から

$$= \frac{\sin HCB}{\sin HBC}$$

$$\sin HCB = \sin 37^\circ 46' \times \frac{\tan 10^\circ 25'}{\tan 12^\circ 14'}$$

$$\log \sin HCB = \log \sin 37^\circ 46' + \log \sin 10^\circ 25'$$

$$\begin{aligned}
 & -\log \cos 10^\circ 25' - \log \sin 12^\circ 14' \\
 & \qquad \qquad \qquad + \log \cos 12^\circ 14' \\
 & = \bar{1}.7871 + \bar{1}.2572 - 1.9928 - \bar{1}.3261 + \bar{1}.9900 \\
 & = \bar{1}.7154
 \end{aligned}$$

$$\angle HCB = 31^\circ 17'$$

$$\therefore \angle BHC = 180^\circ - 31^\circ 17' - 37^\circ 46' = 110^\circ 57'$$

$$BH = \frac{BC \times \sin HCB}{\sin BHC} = \frac{732 \times \sin 31^\circ 17'}{\sin 69^\circ 3'}$$

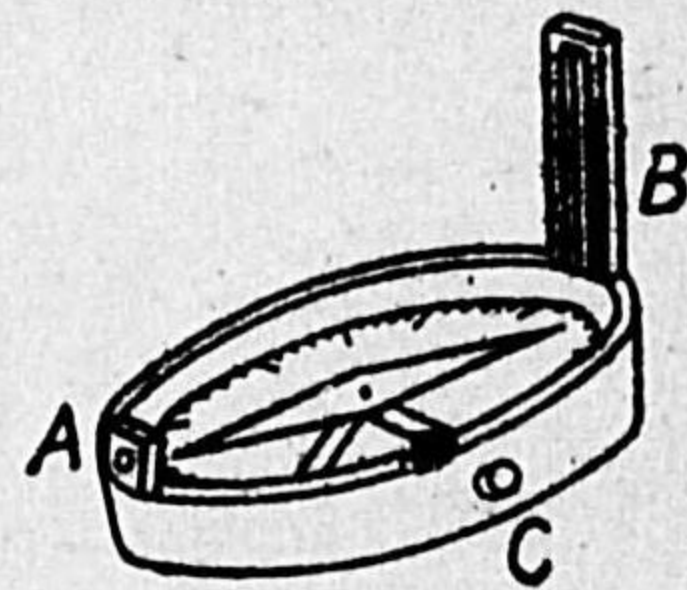
$$h = BH \times \tan 12^\circ 14' = 88.24 \text{ (m)}$$

(すべて対数計算による)。

28. 羅針盤測量

羅針盤に見透線をつけた用具のみで経緯儀測量に似た方法で測量をする事ができる。

右圖のやうに覗き穴 A と縦線 B を有する羅針盤がある。之により A から覗き、B の線を前方の測點の測桿と合せる事により AB を見透線と一致させる。このとき盤を水平にしてしばらく静止せしめ、C のボタンを押して羅針を固定する。之を下して羅針の指度を讀めば AB の方位が知られるのである。測距は巻尺等

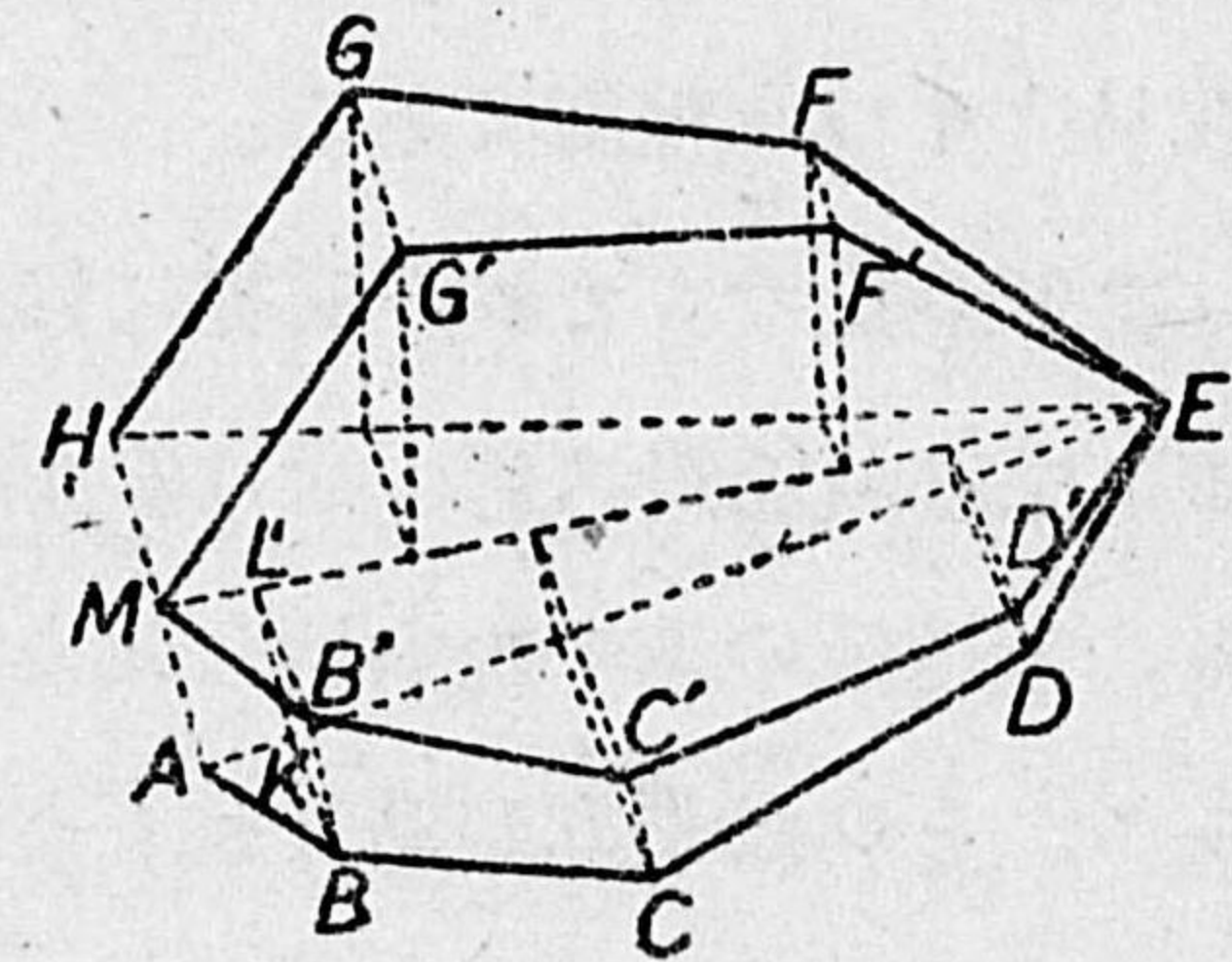


第 66 圖

によるが、餘り正確は期し難いのであるから歩測法によつてもよい。

かくして得た材料は経緯儀測量に於ける方位角及び距離と同様に取扱ひ、總経距、總緯距を求める事ができる。併しこれはさまで精密を期し難い。この測量にかやうな手数をかけるのは無駄であらう。それよりも製圖紙に分度器でこの方位をとり、距離を縮尺でとつて、次々と製圖して行く位でよい。この場合、

測線が閉ぢなかつたときは、次のやうな修正法を行ふ(この方法は他の測量にも利用できることは勿論である)。



第 67 圖

A から始めて BCD... と測つて行き、最後に A に歸つたとする。この道線を測定材料に従つて作圖して行つた所、A に来るべき所が之と異り H に来たとする。即ち H は A と一致すべき點である。之を修正するには、先づ AH の中點 M をとり、道線の略々中央の點 E と M を結ぶ。B から AE に垂線 BK を立て、K から AM に平行に KL を作り、BKLB' が平

行四邊形となるやうに・B'をとる。之と同様に C', D',..... G' をとり, MB'C'...E...G'M を以て ABC...H の修正圖とする。

この羅針盤測器はポケットに入る程輕便であるし、目標を正しくきめて進めば、測桿も用ひないですむから只一人で測量ができるわけで、最も簡便なる測量法である。但し毎度述べたやうに餘り正確は期し難い。直線測量の測角が容易になつた程度である。

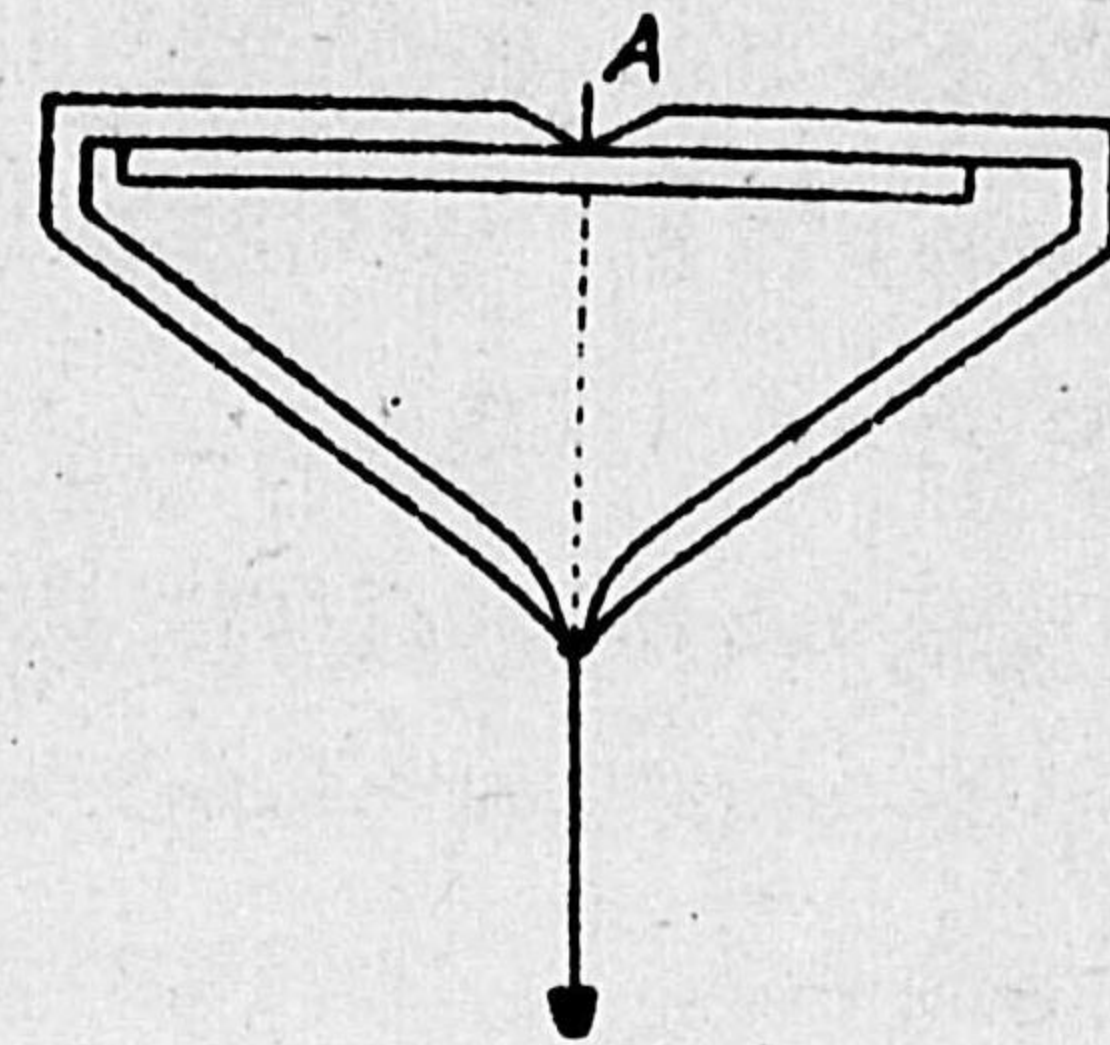
高低測量でもこれと同様に輕便な**水準器**といふのがあつた。之は望遠鏡に備へ付けた水準器の水泡が、反射鏡により、望遠鏡の水平線の所に見えるやうになつて居る器具である。それ故先方の點を覗くと同時に、水泡が水平線によつて二等分されるのを見る事によつて望遠鏡の水準を保つことができるのである。

29. 器具の檢定

測量の用具が狂つて居ると結果が正しくないから、使用の都度、之を檢定して用ひるがよい。少々不正は之を調整する装置もついて居る。檢定法は主として反轉法で各器具に於てそれぞれの工夫をすればよい。次に二三例を挙げ

る。

求心器 平板上の一A 點に求心器の端點をおいたとき、垂鉛の糸が之と同一鉛直線上になければならない。之を檢するには、A 點を動かさず、求心器をその周りに廻してみるがよい。



第 68 圖

之によつて垂鉛が動かなければ器が正しいので、狂つて居れば垂鉛は圓形に動く筈である。この場合、金具を少し動かして調整すればよい。

照準儀 照準儀の調整は水準器と見透線とである。先づ平板を大體水平と思はれる位に据ゑる。次に照準儀をこの上で一回轉し、水準器の氣泡が丁度正中する所を見付ける。この方向に定規にそひ直線を引いておき、照準儀を反對向きにしてこの線に合せて氣泡が正中するや否やを見る。之が正中せねば水準器が正しくないのであるから、外心錐を起し、氣泡が前の位置との中央に来る迄調整する。次にこの状態に於てもう一度上と同じ事を行へば反轉しても氣泡は正中する筈である。併し一度で正しくならなかつたなら

ば、二度三度之を繰返して調整を完了する。

次にこの水準器で平板を正しく水平に据えつけ、一本の見透線を作る。この見透線はこの測點をこえて反対側に伸ばし得るやうに豫め作つておき、平板上の見透線に反対向きに照準儀を合せて反対の點を眺める。之で見透線と定規とが完全に平行であるか否かゝわかる。次に少し離れた所に垂鉛を垂らし、之を眺めて縦線が垂直なりや否やを検すればよい。定規の尺度は餘り狂つて居る事はないであらう。

經緯儀 經緯儀の水準器の調整法は照準儀の場合と同様である。次に垂直回轉盤の 0° を合せて一點を覗き水平點を定め、水平廻轉盤の目盛を讀み且つ望遠鏡の水準器を正中するやうに調節する。次に望遠鏡を上下に 180° 回轉し、垂直回轉盤の 0° を反対向きに合せ、再び同一點を覗く。このとき水平線が完全にもとの水平點に一致すべきであり、又水平回轉盤の目盛も一致(180° 回轉して)すべきである。

かやうに器械の調節は大體同じ原理によるものである。

問題 1. $\sin 10^\circ$ 及び $\sin 20^\circ$ の値を求む。角を分度器で作り測定によつて求めよ。之により $\sin 10^\circ$ の2倍と $\sin 20^\circ$ とは等しいか又はどちらが大きい比較せよ。

2. 次の計算を對數で行へ。

$$(1) 3.58264 \times 4.19345 \times 8.18152$$

$$(2) \sqrt{15} \times 3.1416 \div 0.2543$$

$$(3) \cos 45^\circ 23' \times \frac{\sin 40^\circ 56'}{\sin 24^\circ 30'}$$

$$(4) (1.033)^{10}$$

3. 前々章經緯儀測量の問題を對數計算で解け。

4. 山頂に測桿を立て、之を正東の一點から測り仰角 $8^\circ 15'$ を、正西の一點から測り仰角 $5^\circ 26'$ を得た。兩地の距離を 6500 m とするとき山の高さ如何。

5. 山頂に測桿を立て正東の一點から測り仰角 $8^\circ 15'$ を、正南の一點から測り仰角 $5^\circ 26'$ を得た。兩地の距離を 4200 m とするとき山の高さ如何。

6. $AB=1200$ m, $\angle BAC=86^\circ 28'$, $\angle ABC=91^\circ 16'$ なるとき AC の長さ如何。

7. 前問で AB の延長上の一點 D で測つたとき、 $\angle BDC=76^\circ 43'$ となつたとしたら BD の距離如何。

8. 湖水面から 16 m 高い丘に經緯儀を据ゑ、湖水の向ふ側の山頂にある測桿の仰角を測つたら $12^\circ 21'$ であつた。更に之が湖面にうつた影の俯角を測つたところ $12^\circ 54'$ であつた。前面の山の湖水面からの高さ如何。

9. 山の周に四點 A, B, C, D がある。AB, BC, CD, DA の方位角がそれぞれ $13^\circ 26'$, $125^\circ 34'$, $225^\circ 16'$, $315^\circ 34'$ で、 $AB=1.65$ 杆, $BC=2.84$ 杆 なるとき、A から C に向ふ直線の方位如何。

10. 15° の勾配の坂道を真直に登る代りに之と 60° の角をなす

方向に登ればその勾配如何。

11. AB, BC, CD, DE, EA の方位角が 15° , 84° , 162° , 252° , 328° でその歩測が 303, 367, 478, 445, 313 なる事を知りこの多角形を作図せよ。

12. 回轉盤の目盛が正確であるとき遊尺の目盛が不正確でいかどうかといふ事はどうして調べたらよいか。

計算問題の答

第二章 (第 25 頁—第 27 頁)

1. 32.5m, 382.1m² 2. 8.72cm² 4. PH=20.97m, AH=499.23m

5. 18.8m 6. 59.9坪

第三章 (第 43 頁—第 44 頁)

3. 13.8m (B, C, D, E は作圖上では各 2 個以上出来るが何れを採るかは實狀に則して定めるので、こゝでは何れも AB, AC, AD, AE の大なる方をとつた。) 5. 376.67m², 246.45m² 7. 0.96m

第四章 (第 66 頁—第 67 頁)

1. 112.62m 3. $78^\circ 30'$ (東より北へ) 4. (1) A (0,0), B (22.34,0), C (42.95, 18.13), D (14.26, 49.08), E (-11.18, 32.48)

(2) A (0,0), B (15.32, 0), C (18.74, 7.53), D (-24.60, 16.73), E (-12.55, -17.46), F (3.35, -9.22), G (-6.08, -2.21)

5. (イ) 1430.6657 (ロ) 570.6876 6. 4939 7. F (10.08, 19.97), G (17.50, 35.07)

第五章 (第 75 頁—第 76 頁)

2. (1) 水平距離=266.49415, 高低差=57.15317

(2) 水平距離=89.81959, 高低差=64.22559

第六章 (第 94 頁—第 96 頁)

1. $2\sin 10^\circ = 0.3472$, $\sin 20^\circ = 0.3420$ 2. (1) 122.91 (2) 47.839

(3) 10.0452 (4) 1.3835 4. 276.2m 5. 337.6m 6. 50494.1m

7. 3197.4m 8. 14888.7m 9. $110^\circ 13'$ 10. $5^\circ 15'$

(第一表) 正弦ノ表 (-)

°	0	10	20	30	40	50	60		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145	0.0175	89	3	6	9	12	15	18	21	24	27
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88	3	6	9	12	15	18	21	24	27
2	0349	0378	0407	0436	0465	0494	0523	87	3	6	9	12	15	18	21	24	27
3	0523	0552	0581	0610	0640	0669	0698	86	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	0698	0727	0756	0785	0814	0843	0872	85	3	6	9	12	15	18	21	24	27
5	0.0872	0.0901	0.0929	0.0958	0.0987	0.1016	0.1045	84	3	6	9	12	14	17	20	23	26
6	1045	1074	1103	1132	1161	1190	1219	83	3	6	9	12	14	17	20	23	26
7	1219	1248	1276	1305	1334	1363	1392	82	3	6	9	12	14	17	20	23	26
8	1392	1421	1449	1478	1507	1536	1564	81	3	6	9	11	14	17	20	23	26
9	1564	1593	1622	1650	1679	1708	1736	80	3	6	9	11	14	17	20	23	26
10	0.1736	0.1765	0.1794	0.1822	0.1851	0.1880	0.1908	79	3	6	9	11	14	17	20	23	26
11	1908	1937	1965	1994	2022	2051	2079	78	3	6	9	11	14	17	20	23	26
12	2079	2108	2136	2164	2193	2221	2250	77	3	6	9	11	14	17	20	23	26
13	2250	2278	2306	2334	2363	2391	2419	76	3	6	8	11	14	17	20	23	26
14	2419	2447	2476	2504	2532	2560	2588	75	3	6	8	11	14	17	20	23	26
15	0.2588	0.2616	0.2644	0.2672	0.2700	0.2728	0.2756	74	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2756	2784	2812	2840	2868	2896	2924	73	3	6	8	11	14	17	20	22	25
17	2924	2952	2979	3007	3035	3062	3090	72	3	6	8	11	14	17	19	22	25
18	3090	3118	3145	3173	3201	3228	3256	71	3	6	8	11	14	17	19	22	25
19	3256	3283	3311	3338	3365	3393	3420	70	3	5	8	11	14	17	19	22	25
20	0.3420	0.3448	0.3475	0.3502	0.3529	0.3557	0.3584	69	3	5	8	11	14	16	19	22	25
21	3584	3611	3638	3665	3692	3719	3746	68	3	5	8	11	14	16	19	22	24
22	3746	3773	3800	3827	3854	3881	3907	67	3	5	8	11	13	16	19	21	24
23	3907	3934	3961	3987	4014	4041	4067	66	3	5	8	11	13	16	19	21	24
24	4067	4094	4120	4147	4173	4200	4226	65	3	5	8	11	13	16	19	21	24
25	0.4226	0.4253	0.4279	0.4305	0.4331	0.4358	0.4384	64	3	5	8	11	13	16	19	21	24
26	4384	4410	4436	4462	4488	4514	4540	63	3	5	8	10	13	16	18	21	23
27	4540	4566	4592	4617	4643	4669	4695	62	3	5	8	10	13	15	18	21	23
28	4695	4720	4746	4772	4797	4823	4848	61	3	5	8	10	13	15	18	20	23
29	4848	4874	4899	4924	4950	4975	5000	60	3	5	8	10	13	15	18	20	23
30	0.5000	0.5025	0.5050	0.5075	0.5100	0.5125	0.5150	59	3	5	8	10	13	15	18	20	23
31	5150	5175	5200	5225	5250	5275	5299	58	2	5	7	10	12	15	17	20	22
32	5299	5324	5348	5373	5398	5422	5446	57	2	5	7	10	12	15	17	20	22
33	5446	5471	5495	5519	5544	5568	5592	56	2	5	7	10	12	15	17	20	22
34	5592	5616	5640	5664	5688	5712	5736	55	2	4	7	10	12	14	17	19	22
35	0.5736	0.5760	0.5783	0.5807	0.5831	0.5854	0.5878	54	2	4	7	9	12	14	17	19	21
36	5878	5901	5925	5948	5972	5995	6018	53	2	4	7	9	12	14	16	19	21
37	6018	6041	6065	6088	6111	6134	6157	52	2	4	7	9	12	14	16	18	21
38	6157	6180	6202	6225	6248	6271	6293	51	2	4	7	9	11	14	16	19	21
39	6293	6316	6338	6361	6383	6406	6428	50	2	4	7	9	11	14	16	18	20
40	0.6428	0.6450	0.6472	0.6494	0.6517	0.6539	0.6561	49	2	4	7	9	11	13	16	18	20
41	6561	6583	6604	6626	6648	6670	6691	48	2	4	7	9	11	13	15	17	20
42	6691	6713	6734	6756	6777	6799	6820	47	2	4	6	9	11	13	15	17	19
43	6820	6841	6862	6884	6905	6926	6947	46	2	4	6	8	11	13	15	17	19
44	6947	6967	6988	7009	7030	7050	7071	45	2	4	6	8	10	12	14	17	19
	60	50	40	30	20	10	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9

餘弦ノ表

正弦ノ表 (二)

°	0	10	20	30	40	50	60		1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	0.7071	0.7092	0.7112	0.7133	0.7153	0.7173	0.7193	44	2	4	6	8	10	12	14	16	18
46	7193	7214	7234	7254	7274	7294	7314	43	2	4	6	8	10	12	14	16	18
47	7314	7333	7353	7373	7392	7412	7431	42	2	4	6	8	10	12	14	16	18
48	7431	7451	7470	7490	7509	7528	7547	41	2	4	6	8	10	12	14	15	17
49	7547	7566	7585	7604	7623	7642	7660	40	2	4	6	8	9	11	13	15	17
50	0.7660	0.7679	0.7699	0.7716	0.7735	0.7753	0.7771	39	2	4	6	7	9	11	13	15	17
51	7771	7790	7809	7826	7844	7862	7880	38	2	4	5	7	9	11	13	15	16
52	7880	7898	7916	7934	7951	7969	7986	37	2	4	5	7	9	11	12	14	16
53	7986	8004	8021	8039	8056	8073	8090	36	2	3	5	7	9	10	12	14	16
54	8090	8107	8124	8141	8158	8175	8192	35	2	3	5	7	9	10	12	14	15
55	0.8192	0.8208	0.8226	0.8241	0.8258	0.8274	0.8290	34	2	3	5	7	8	10	11	13	15
56	8290	8307	8323	8339	8355	8371	8387	33	2	3	5	7	8	10	11	13	15
57	8387	8403	8418	8434	8450	8465	8480	32	2	3	5	6	8	10	11	12	14
58	8480	8496	8511	8526	8542	8557	8572	31	2	3	5	6	8	9	11	12	14
59	8572	8587	8601	8616	8631	8646	8660	30	1	3	4	6	7	9	10	12	13
60	0.8660	0.8675	0.8689	0.8704	0.8718	0.8732	0.8746	29	1	3	4	6	7	9	10	11	13
61	8746	8760	8774	8788	8802	8816	8829	28	1	3	4	6	7	8	10	11	12
62	8829	8843	8857	8870	8884	8897	8910	27	1	3	4	5	7	8	9	11	12
63	8910	8923	8936	8949	8962	8975	8988	26	1	3	4	5	7	8	9	10	12
64	8988	9001	9013	9026	9038	9051	9063	25	1	3	4	5	6	8	9	10	11
65	0.9063	0.9075	0.9088	0.9100	0.9112	0.9124	0.9135	24	1	2	4	5	6	7	8	10	11
66	9135	9147	9159	9171	9182	9194	9205	23	1	2	4	5	6	7	8	9	11
67	9205	9216	9228	9239	9250	9261	9272	22	1	2	3	4	6	7	8	9	10
68	9272	9283	9293	9304	9315	9325	9336	21	1	2	3	4	5	6	7	9	10
69	9336	9346	9356	9367	9377	9387	9397	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	0.9397	0.9407	0.9417	0.9426	0.9436	0.9446	0.9455	19	1	2	3	4	5	6	7	8	9
71	9455	9465	9474	9483	9492	9502	9511	18	1	2	3	4	5	6	7	7	8
72	9511	9520	9528	9537	9546	9555	9563	17	1	2	3	3	4	5	6	7	8
73	9563	9572	9580	9588	9596	9605	9613	16	1	2	2	3	4	5	6	7	8
74	9613	9621	9628	9636	9644	9652	9659	15	1	2	2	3	4	5	5	6	7
75	0.9659	0.9667	0.9674	0.9681	0.9689	0.9696	0.9703	14	1	1	2	3	4	4	5	6	7
76	9703	9710	9717	9724	9730	9737	9744	13	1	1	2	3	3	4	5	5	6
77	9744	9750	9757	9763	9769	9775	9781	12	1	1	2	3	3	4	4	5	6
78	9781	9787	9793	9799	9805	9811	9816	11	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	9816	9822	9827	9833	9838	9843	9848	10	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	0.9848	0.9853	0.9858	0.9863	0.9868	0.9872	0.9877	9	0	1	1	2	2	3	3	4	4
81	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	8	0	1	1	2	2	3	3	3	4
82	9903	9907	9911	9914	9918												

(第二表) 對數表(一)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	123	456	789
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4 8 12	17 21 25	29 33 37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4 8 11	15 19 23	26 30 34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3 7 10	14 17 21	24 28 31
13	1139	1173	1208	1239	1271	1303	1333	1367	1399	1430	3 8 10	13 16 19	23 26 29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3 8 9	12 15 18	21 24 27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1969	1987	2014	3 8 8	11 14 17	20 22 25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3 5 8	11 13 16	18 21 24
17	2304	2330	2356	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2 5 7	10 12 15	17 20 22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2 5 7	9 12 14	16 19 21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2 4 7	9 11 13	16 18 20
20	3010	3032	3054	3076	3098	3119	3139	3160	3181	3201	2 4 6	8 11 13	15 17 19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2 4 6	8 10 12	14 16 18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2 4 6	8 10 12	14 15 17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2 4 6	7 9 11	13 15 17
24	3822	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2 4 5	7 9 11	12 14 16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2 3 5	7 9 10	12 14 15
26	4150	4168	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2 3 5	7 8 10	11 13 15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2 3 5	6 8 9	11 13 14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2 3 5	6 8 9	11 12 14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1 3 4	6 7 9	10 12 13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1 3 4	6 7 9	10 11 13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1 3 4	6 7 8	10 11 12
32	5051	5065	5079	5092	5106	5119	5132	5145	5159	5172	1 3 4	5 7 8	9 11 12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1 3 4	5 6 8	9 10 11
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1 3 4	5 6 8	9 10 11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1 2 4	5 6 7	9 10 11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1 2 4	5 6 7	8 10 11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1 2 3	5 6 7	8 9 10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1 2 3	5 6 7	8 9 10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1 2 3	4 5 7	8 9 10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1 2 3	4 5 6	8 9 10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1 2 3	4 5 6	7 8 9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1 2 3	4 5 6	7 8 9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1 2 3	4 5 6	7 8 9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1 2 3	4 5 6	7 8 9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1 2 3	4 5 6	7 8 9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1 2 3	4 5 6	7 7 8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1 2 3	4 5 5	6 7 8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1 2 3	4 4 5	6 7 8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1 2 3	4 4 5	6 7 8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1 2 3	3 4 5	6 7 8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1 2 3	3 4 5	6 7 8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1 2 2	3 4 5	6 7 7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1 2 2	3 4 5	6 6 7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1 2 2	3 4 5	6 6 7

對數表(二)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	123	456	789
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1 2 2	3 4 5	6 6 7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1 2 2	3 4 5	6 6 7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1 2 2	3 4 5	6 6 7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1 1 2	3 4 4	5 6 7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7746	7752	7760	7767	7774	1 1 2	3 4 4	5 6 7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1 1 2	3 4 4	5 6 6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1 1 2	3 4 4	5 6 6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1 1 2	3 3 4	5 6 6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1 1 2	3 3 4	5 6 6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1 1 2	3 3 4	5 5 6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1 1 2	3 3 4	5 5 6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1 1 2	3 3 4	5 5 6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1 1 2	3 3 4	5 5 6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1 1 2	3 3 4	4 5 6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1 1 2	2 3 4	4 5 6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1 1 2	2 3 4	4 5 6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1 1 2	2 3 4	4 5 5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1 1 2	2 3 4	4 5 5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1 1 2	2 3 4	4 5 5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1 1 2	2 3 4	4 5 5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1 1 2	2 3 3	4 5 5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1 1 2	2 3 3	4 5 5
77	8869	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1 1 2	2 3 3	4 4 5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1 1 2	2 3 3	4 4 5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1 1 2	2 3 3	4 4 5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1 1 2	2 3 3	4 4 5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1 1 2	2 3 3	4 4 5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1 1 2	2 3 3	4 4 5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1 1 2	2 3 3	4 4 5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1 1 2	2 3 3	4 4 5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1 1 2	2 3 3	4 4 5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1 1 2	2 3 3	4 4 5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0 1 1	2 2 3	3 4 4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0 1 1	2 2 3	3 4 4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0 1 1	2 2 3	3 4 4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0 1 1	2 2 3	3 4 4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0 1 1	2 2 3	3 4 4
92	9639	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0 1 1	2 2 3	3 4 4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0 1 1	2 2 3	3 4 4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0 1 1	2 2 3	3 4 4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0 1 1	2 2 3	3 4 4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0 1 1	2 2 3	3 4 4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0 1 1	2 2 3	3 4 4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0 1 1	2 2 3	3 4 4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0 1 1	2	

(第三表) 逆對數表 (一)

	比例部分									比例部分									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	2	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.06	1149	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	1	2	2	2	3	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	2	2	2	3	4	5
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	2	2	2	3	4	5

逆對數表 (二)

	比例部分									比例部分									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3250	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3564	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4136	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	6	7	8	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	5	6	7	8	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	4	5	6	7	8	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5688	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76</																			

(第四表) 正弦ノ對數表 (一)

°	0	10	20	30	40	50	60		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0		7.4637	7.7648	7.9408	8.0658	8.1627	8.2419	89										
1	8.2419	3088	3668	4179	4637	5050	5428	88										
2	5428	5776	6097	6397	6677	6940	7188	87										
3	7188	7423	7645	7857	8059	8251	8436	86										
4	8436	8613	8783	8946	9104	9256	9403	85										
5	8.9403	8.9545	8.9682	8.9816	8.9945	9.0070	9.0192	84										
6	0192	0311	0426	0539	0648	0755	0859	83										
7	0859	0961	1060	1157	1252	1345	1436	82										
8	1436	1525	1612	1697	1781	1863	1943	81										
9	1943	2022	2100	2176	2251	2324	2397	80										
10	9.2397	9.2468	9.2538	9.2606	9.2674	9.2740	9.2806	79										
11	2806	2870	2934	2997	3058	3119	3179	78										
12	3179	3238	3296	3353	3410	3466	3521	77										
13	3521	3575	3629	3682	3734	3786	3837	76										
14	3837	3887	3937	3986	4035	4088	4130	75										
15	9.4130	9.4177	9.4223	9.4269	9.4314	9.4359	9.4403	74										
16	4403	4447	4491	4533	4576	4618	4659	73										
17	4659	4700	4741	4781	4821	4861	4900	72										
18	4900	4939	4977	5015	5052	5090	5126	71										
19	5126	5163	5199	5235	5270	5306	5341	70										
20	9.5341	9.5375	9.5409	9.5443	9.5477	9.5510	9.5543	69	33	3	7	10	13	17	20	24	27	30
21	5543	5576	5609	5641	5673	5704	5736	68	32	3	6	10	13	16	19	22	26	29
22	5736	5767	5798	5828	5859	5889	5919	67	30	3	6	9	12	15	18	21	24	27
23	5919	5948	5978	6007	6036	6065	6093	66	29	3	6	9	11	14	17	20	23	26
24	6093	6121	6149	6177	6205	6232	6259	65	28	3	6	8	11	14	17	19	22	25
25	9.6259	9.6286	9.6313	9.6340	9.6366	9.6392	9.6418	64	27	3	5	8	11	13	16	19	21	24
26	6418	6444	6470	6495	6521	6546	6570	63	25	3	5	8	10	13	15	18	20	23
27	6570	6595	6620	6644	6668	6692	6716	62	24	2	5	7	10	12	15	17	19	22
28	6716	6740	6763	6787	6810	6833	6856	61	23	2	5	7	9	12	14	16	18	21
29	6856	6878	6901	6923	6946	6968	6990	60	22	2	4	7	9	11	13	16	18	20
30	9.6990	9.7012	9.7033	9.7055	9.7076	9.7097	9.7118	59	21	2	4	6	9	11	13	15	17	19
31	7118	7139	7160	7181	7201	7222	7242	58	21	2	4	6	8	10	12	14	16	18
32	7242	7262	7282	7303	7322	7342	7361	57	20	2	4	6	8	10	12	14	16	18
33	7361	7380	7400	7419	7438	7457	7476	56	19	2	4	6	8	10	11	13	15	17
34	7476	7494	7513	7531	7550	7568	7586	55	18	2	4	6	7	9	11	13	15	17
35	9.7586	9.7604	9.7622	9.7640	9.7657	9.7675	9.7692	54	18	2	4	5	7	9	11	12	14	16
36	7692	7710	7727	7744	7761	7778	7795	53	17	2	3	5	7	9	10	12	14	15
37	7795	7811	7828	7844	7861	7877	7893	52	16	2	3	5	7	8	10	11	13	15
38	7893	7910	7926	7941	7957	7973	7989	51	16	2	3	5	6	8	10	11	13	14
39	7989	8004	8020	8035	8050	8066	8081	50	15	2	3	5	6	8	9	11	12	14
40	9.8081	9.8096	9.8111	9.8125	9.8140	9.8155	9.8169	49	15	1	3	4	6	7	9	10	12	13
41	8169	8184	8198	8213	8227	8241	8255	48	14	1	3	4	6	7	9	10	11	13
42	8255	8269	8283	8297	8311	8324	8338	47	14	1	3	4	6	7	8	10	11	12
43	8338	8351	8365	8378	8391	8405	8418	46	13	1	3	4	6	7	8	9	11	12
44	9.8418	9.8431	9.8444	9.8457	9.8469	9.8482	9.8495	45	13	1	3	4	5	6	8	9	10	12
	60	50	40	30	20	10	0			1	2	3	4	5	6	7	8	9

餘弦ノ對數表

正弦ノ對數表 (二)

°	0	10	20	30	40	50	60		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
45	9.8495	9.8507	9.8520	9.8532	9.8545	9.8557	9.8569	44	12	1	2	4	5	6	7	9	10	11
46	8569	8592	8604	8606	8618	8629	8641	43	12	1	2	4	5	6	7	8	10	11
47	8641	8653	8665	8676	8688	8699	8711	42	12	1	2	3	5	6	7	8	9	11
48	8711	8722	8733	8745	8756	8767	8778	41	11	1	2	3	4	6	7	8	9	10
49	8778	8789	8800	8810	8821	8832	8843	40	11	1	2	3	4	5	7	8	9	10
50	9.8843	9.8853	9.8864	9.8874	9.8884	9.8895	9.8905	39	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	8905	8915	8925	8935	8945	8955	8965	38	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
52	8965	8975	8985	8995	9004	9014	9023	37	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
53	9023	9033	9042	9052	9061	9070	9080	36	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
54	9080	9089	9098	9107	9116	9125	9134	35	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	9.9134	9.9142	9.9151	9.9160	9.9169	9.9177	9.9186	34	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
56	9186	9194	9203	9211	9219	9228	9236	33	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
57	9236	9244	9252	9260	9268	9276	9284	32	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
58	9284	9292	9300	9308	9315	9323	9331	31	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
59	9331	9339	9346	9353	9361	9368	9375	30	8	1	1	2	3	4	4	6	6	7
60	9.9375	9.9383	9.9390	9.9397	9.9404	9.9411	9.9418	29	7	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	9418	9425	9432	9439	9446	9453	9459	28	7	1	1	2	3	3	4	5	5	6
62	9459	9466	9473	9479	9486	9492	9499	27	7	1	1	2	3	3	4	5	5	6
63	9499	9505	9512	9518	9524	9530	9537	26	6	1	1	2	3	3	4	4	5	6
64	9537	9543	9549	9555	9561	9567	9573	25	6	1	1	2	2	3	4	4	5	5
65	9.9573	9.9579	9.9584	9.9590	9.9596	9.9602	9.9607	24	6	1	1	2	2	3	3	4	4	5
66	9607	9613	9618	9624	9629	9635	9640	23	6	1	1	2	2	3	3	4	4	5
67	9640	9646	9651	9656	9661	9667	9672	22	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5
68	9672	9677	9682	9687	9692	9697	9702	21	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5
69	9702	9706	9711	9716	9721	9725	9730	20	5	1	1	1	2	2	3	3	4	4
70	9.9730	9.9734	9.9739	9.9743	9.9748	9.9752	9.9757	19	5	0	1	1	2	2	3	3	4	4
71	9757	9761	9765	9770	9774	9778	9782	18	4	0	1	1	2	2	3	3	4	4
72	9782	9786	9790	9794	9798	9802	9806	17	4	0	1	1	2	2	3	3	4	4
73	9806	9810	9814	9817	9821	9825	9828	16	4	0	1	1	1	2	2	3	3	4
74	9828	9832	9836	9839	9843	9846	9849	15	4	0	1	1	1	2	2	3	3	4
75	9.9849	9.9853	9.9856	9.9859	9.9863	9.9866	9.9869	14	3	0	1	1	1	2	2	3	3	4
76	9869	9872	9875	9878	9881	9884	9887	13	3	0	1	1	1	1	2	2	3	3
77	9887	9890	9893	9896	9899	9901	9904	12	3	0	1	1	1	1	2	2	3	3
78	9904	9907	9909	9912	9914	9917	9919	11	3	0	1	1	1	1	2	2	3	3
79	9919	9922	9924	9927	9929	9931	9934	10	3	0	1	1	1	1	2	2	3	3
80	9.9934	9.9936	9.9938	9.9940	9.9942	9.9944	9.9946	9	2	0	0	1	1	1	1	2	2	3
81	9946	9948	9950	9952	9954	9956	9958	8	2	0	0	1	1	1	1	2	2	3
82	9958	9959	9961	9963	9964	9966	9968	7	2	0	0	1	1	1	1	2	2	3
83	9968	9969	9971	9972	9973	9975	9											

17823

測 量 の 知 識

昭和二十三年五月一日修正印刷

昭和二十三年五月五日修正發行

定 價 金 4 0 圓

著 作 者	モリ 森	モト 本	セイ 清	ゴ 吾
發 行 者	東京都千代田區神田神保町二ノ一九			
	金 井 基 祐			
印 刷 者	東京都千代田區神田神保町三ノ二九			
	明 和 印 刷 株 式 會 社			
	長 苗 三 郎			
發 行 所	東京都千代田區神田神保町二ノ一九			
	彰 文 館			

東京都千代田區神田淡路町二ノ九
配 給 元 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

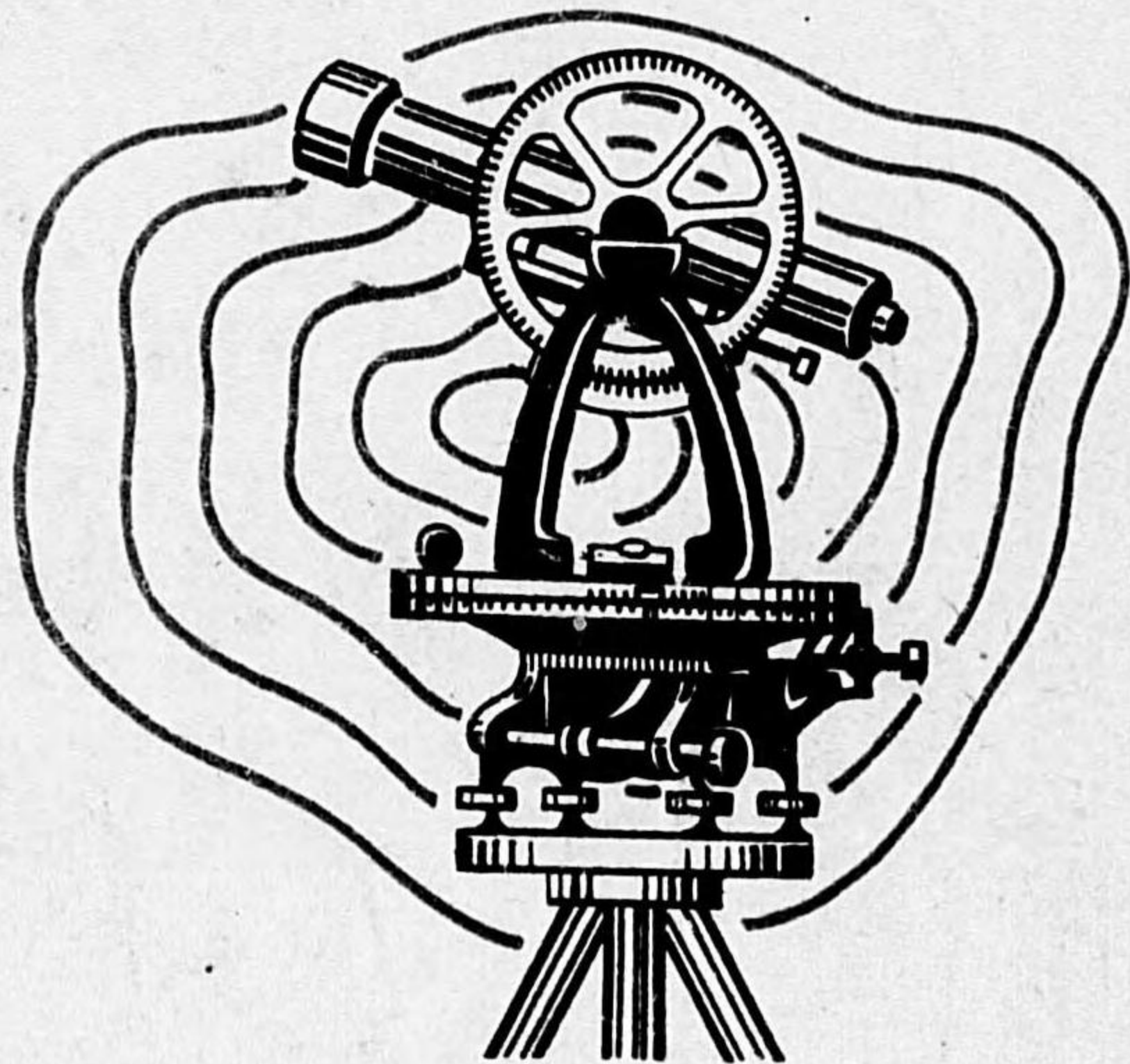
512-Mo55ウ



1200500744928

2

55



終