

二〇〇〇米ならば $3 \times 23 = 12$ 發（勿論之は演習の結果で、戦争の結果ではない）で足りるといつてゐる人もある位で實に隔世の感がある。之は全く射撃を指揮する観測具や計算機類が発達したためである。

地上戦闘に於ても、敵を發見して、之を狙ふには多くの眼鏡類が必要である。少しでも廣い視野を求めて、敵を發見し、距離を正確に測定しなければならぬのである。

近代戦では前述の如く、セメント築構物を以て、堅固な陣地を構へてゐるから、砲兵の援護射撃なしには歩兵も之を占領することが出来ない。そこで、歩兵は、或は塹壕により、或は地物を利用して、二〇〇—三〇〇米まで敵に近づき、味方の砲火によつて敵陣地が破壊されるのを待つて、突貫をする。その間砲兵は三〇〇〇米位の距離から、射撃するのであるから、距離の測定を誤ると、味方の歩兵に砲弾を浴びせることになる。即ち測距儀又は測遠機即ちレンジファインダの優秀なものが必要な所以である。又大砲や照準具もそれだけ正確でなければならぬことは勿論である。

多くの器具の内で最も精密正確を要するものは何といつても、光學兵器である。

三、兵器の精度

兵器の精度については、各國祕密にしてゐるから、窺知することは困難であるが、多くの著述によつて大體を述べることにする。

(一) 光學兵器

光學兵器即ち眼鏡類は、軍隊の眼であるから、最も進歩した而して最も正確なものでなければならぬ。なぜかといへば、光學機械は、肉眼で見えないものを見る様に、所謂倍率をもつてゐる。例へば六倍、八倍、二〇倍、三〇倍といつた様に、大きく、明るく見える様にしてゐるから、若し機械誤差があれば、それが、倍率に比例して大きく利いて来るからである。

之を前に述べた測距儀でいへば、眼鏡に入る光の向きで距離の遠近を定めるのであるが、日露戦争時代のものは何分程度の誤差であつたが、今では恐らく何「秒」程度即ち数十倍ほど精密になつてゐるものと想像される。

光學機械で最も厄介なことは、光學系を形作るレンズやプリズムが相對位置を變へると、役にたたなくなることである。然るに兵器は所謂「武人の蠻用」に適するものでなければならぬから、頑強でなければならず、一方重量に極端な制限を受け、兩立し難き二つの条件のあることである。

火砲には照準眼鏡と稱へて、狙ふための眼鏡が必要である。ところが、砲の威力を増大するために、初速を大きくしたから、ショックが強くて、眼鏡は破損し易くなつた。ねぢは弛み、レンズは位置を變へ、從來のもので間に合はなくなつて來た。

光學機械類の機械部分の公差については、公表されたものはないが、上述の如き實情であるから、將來はI・S・A（萬國工業品規格）の一級位にしないと要求を満足しないのではないかと思はれる。I・S・Aの一級は

J・E・S (日本工業品規格) の約六分の一位の公差であるから、その製作の困難なことは想像に難くないと思ふ。

加之、光學兵器では、將來は、ウイルド社が測量機械に於てやつてゐる様に、ねちを廢して、壓入嵌合を利用する様にする必要が生ずるかも知れない。

(二) 計算機類

前に述べた高射砲の射撃指揮を掌どる計算機は、多くは齒車によつて加減乗除をするので、多いのは數百個の齒車をもつてゐる。個々の齒車の誤差を集めると、到底計算の目的を達し得ない筈であるが、よくしたもので齒車系には、時計の場合と同様に自然補正といふ現象があつて、辛うじて役に立つてゐる。

高射には、飛行機の直距離、速さ、飛行方向と高さとを觀測して、その答へから、砲を向ける方向を計算するのであるから、計算式には、三角函數を含む多項式を、分母と分子にもつことになり機構が複雑するのである。

加之最近では、此の計算値を直ちに砲側に送つて、自動的に、正しい方向と仰角とを砲に與へる様になつたものすらある。つまり指示の遠隔傳達又は遠隔操縦を行ふのである。

(三) 砲 彈

砲彈には多くの種類があるが、最も精密を要するものは、海軍用と高射用である。

砲彈はその寸法のみでなく、彈量即ち重きに制限を受ける。海軍の彈丸は敵艦の装甲板を貫徹する必要から、

彈頭を硬くしてあり、従つて彈底に信管をつける。然るに海軍砲は瓦斯壓が高いから、底螺の出來が悪いと危険である。これ等の彈丸に對する公差は公表されてゐないが、陸戰に用ふるものには世界戰當時に公表されてゐる。それによると、最も密な公表は、定心部であつて、之をJ・E・Sの公差單位に當換めると、第一表に示す

第一表 砲彈及砲の公差

彈 種	定 心 部 (吋)	直 徑 (吋)	公 差 (吋)	T (吋)	$\frac{0.005T}{D}$	$\frac{T}{0.005T/D}$
イギリス 18 吋 激 爆	$\begin{matrix} H \\ L \end{matrix}$ 3.29 3.28	85.569 83.315	0.01	0.254	0.021855	11.62
ロシヤ 激 爆	2.96-0.008	75.187	0.005	0.127	0.0210	6.04
セルビヤ 激 爆	2.939±0.002	74.653	0.002	0.0016	0.02105	4.82
フランス 120 ミリ 激 爆		119.6 +0.0 -0.15		0.15	0.02463	6.09
イギリス 4.5 吋榴彈砲 用 激 爆	$\begin{matrix} H \\ L \end{matrix}$ 4.48 4.46	113.796 113.288	0.02	0.508	0.02423	20.9
イギリス 9.2 吋榴彈砲 用 激 爆	$\begin{matrix} H \\ L \end{matrix}$ 9.165 9.145	232.80 232.29	0.02	0.508	0.3076	16.5

イギリス一八吋速射砲の藥室内徑中最も密なる公差は、狹排部にして、 3.4 ± 0.005 である。之をJ・E・Sの公差單位に直すと、五・七七となる。

通り、四單位—二〇單位であるから、J・E・Sの三級乃至四級以上に互つてゐる。即ち砲弾は決して精密なものではない。之は大量生産の必要から、自然斯様に定めたものであつて、より精密に作つて悪い筈は勿論ない。そこで、砲弾の消費量を述べて参考にしたいと思ふ。

日露戦争の奉天戦では日本軍は三五萬發の砲弾を使ったが、世界戦ではベルダン會戦でドイツ軍は二〇〇〇萬發、ソナム戦でフランス軍は三四〇〇萬發、實に奉天戦の六〇倍又は一〇〇倍を使つてゐる。

(四) 砲身

砲身に於て、最も大切なのは、尾栓、藥室、旋條部であるが、その内藥室について、發表されたものを見るとイギリスの一八听砲(口径八三耗)の藥室部に於ては、五・七七單位(JES)を許してゐるから、之も三—四級に相當する。

之を見ると大砲も大した精密なものではないことになるが、之を單に公表だけで論ずることは、少し不都合であると思ふ。なぜならば砲身は重く、且つ長いものであり、しかも内部の仕上であるから、バイトの當り具合も見る事が出来ないで工作し、しかも藥室は口径の數倍の長さを持つて居り、且つ傾斜と段をもつ孔であるから、精密に仕上げることは非常に困難である。しかも尖軸(センタ)が使へないから單に公差だけで論ずるのは苛酷である。つまり工作の難易は唯公差だけで云々すべきものでない。

四、戦時に大量を要する精密機械

(一) ゲージ類

彈藥類がJESの三級であつても、之を作るに必要なゲージは高級品である。なぜならば、一般にゲージの製作公差は製品公差の一〇%を見當として作られるからである。而して、このゲージ類は兵器製作上には實に大量を要する。今實例を以て、そのことを少しく述べてみる。

小銃は國によつて多少違ふが、部品は六〇—一二五個で、七〇〇の機械作業を要する。而して少くも一七五〇個の工作ゲージを必要とする。のみならずこの種の製品には、同数の検査ゲージを要し、検査ゲージ毎に参考ゲージ又は親ゲージを要するから、一組のゲージは五二五〇個になる。

次は砲弾の例を述べると、イギリスの一八听砲弾の製造には、工作及検査用として約五〇個のゲージが必要である。その外に親ゲージが必要なことは勿論である。従つて今假りにゲージの壽命を三〇、〇〇〇回とすると、三〇〇萬發の砲弾を作るには少くとも五〇〇〇個のゲージを要する。又壽命を五〇〇〇回とすると、三〇、〇〇〇個を要する。藥莢を作るには約二〇種のゲージと、一五個の治具、取付具を要する。曳火信管を作るには、八〇個の工作ゲージと同数の検査ゲージを要する。

依つて藥莢と信管では一組約二〇〇個より成れる工作及検査ゲージを要する。

假りに之等が、前と同様に三〇、〇〇〇回測定の壽命を有するものとすれば、三〇〇萬の彈藥を作るには二萬個のゲージを要する。即ち彈藥、藥莢、信管を含めた三〇〇萬個の彈藥を作るに必要なゲージは内輪に見積つても二五、〇〇〇個を要する。之に親ゲージを加へると約三萬個即ち必要な彈藥數の一％に相當するゲージを要するのである。

小銃は世界戦争中、イギリスは三・九五四、〇〇〇挺作つたといふから、ゲージの壽命を三〇、〇〇〇回と假定すれば一三二組を要したことになり、總數は $5250 \times 132 = 692,000$ 個で、實に製作した小銃の約一七・七％である。工具類の必要數量は恐らくその十數倍であらう。

(二) 工具と治具、取付具

彈藥製造に使用する工具の類には特殊のものが相當に多い。所謂總型バイトや面取バイトの類が多量に用ひられる。又治具取付具の考案は生産能率を上げる上に極めて必要である。

(三) 工作機械

工作機械類が、戦時に於て夥しく必要であることは、以上述べた彈藥關係だけでも大體想像がつくと思ふ。

彈藥製造のために特殊な工作機械を計畫することは勿論必要であるから、世界戦役中も相當に新しい機械が考案されたし又、該戦の教訓によつて、その後砲彈旋造機械の設計に力を傾注してゐる會社は自分の知る範圍だけでも、外國には數會社あつて、その國の政府や外國に輸出してゐる。それ等の特殊機械を使ふと生産力が大きい

から、特定の彈丸を削るには有利であるが、汎用性がないから之を民間に備へることは出來難い。従つて一般の旋盤、タレット旋盤、ボール盤の類を有利に用ひなければならない。

砲彈にも大小があり、仕事の難易もあるから、どれ位の工作機械を要するかは、一概にはいへないが、世界戦當時には、最も多量を要する七五耗の砲彈を平均の大さと考へて、一臺の工作機械が一日に六發半分の彈藥を作つたと推定しても大體に於てよからうといふ人もある。

彈藥が何程消費されるかは、使用する砲數と戦況とによつて違ふことであるから、將來戦の推定は出來ないが、假りに奉天戦程度とすると一日に三三、〇〇〇發であつたから、斯様な戦争が連続するとすれば、少なくとも五〇〇〇臺の工作機械がないと、間に合はない。

一〇〇〇臺の工作機械をもつ工場は今のところ、日本だけでなしに、世界的についても大工場といつて差支へないから、大工場が五つないと奉天戦程度の戦争は續けられないことになる。

然るに奉天戦では、僅かに砲一〇〇〇門に過ぎない。世界戦では聯合國側は總數四二、〇〇〇門用いたのであるから、將來戦では少なくとも一萬門の砲に對する彈藥補給を考慮する必要がある。さうすれば、前述の彈藥製造機械は五〇、〇〇〇臺となる。

事實ドイツが大戦末期に砲彈藥製造に使つたと推定される機械臺數は六七、七〇〇臺である。

尤も世界戦當時の砲彈製作の切削速度は毎分六〇呎であつたが、今では毎分五〇米を出せる双具と工作機械と

があるから、機械数は多少少くとも間に合ふ筈である。

以上は専ら砲彈薬についてであるが、大砲はどうであるか。之については、所要工作機械数は不明であるが、イギリスが大戦中に新造又は改造した大砲の全数は次の如く實に三五、六九〇門に達してゐる。

新造砲	二五、〇三一
修理、改造砲	九、二六三
アメリカからの輸入	一、三九六
合計	三五、六九〇

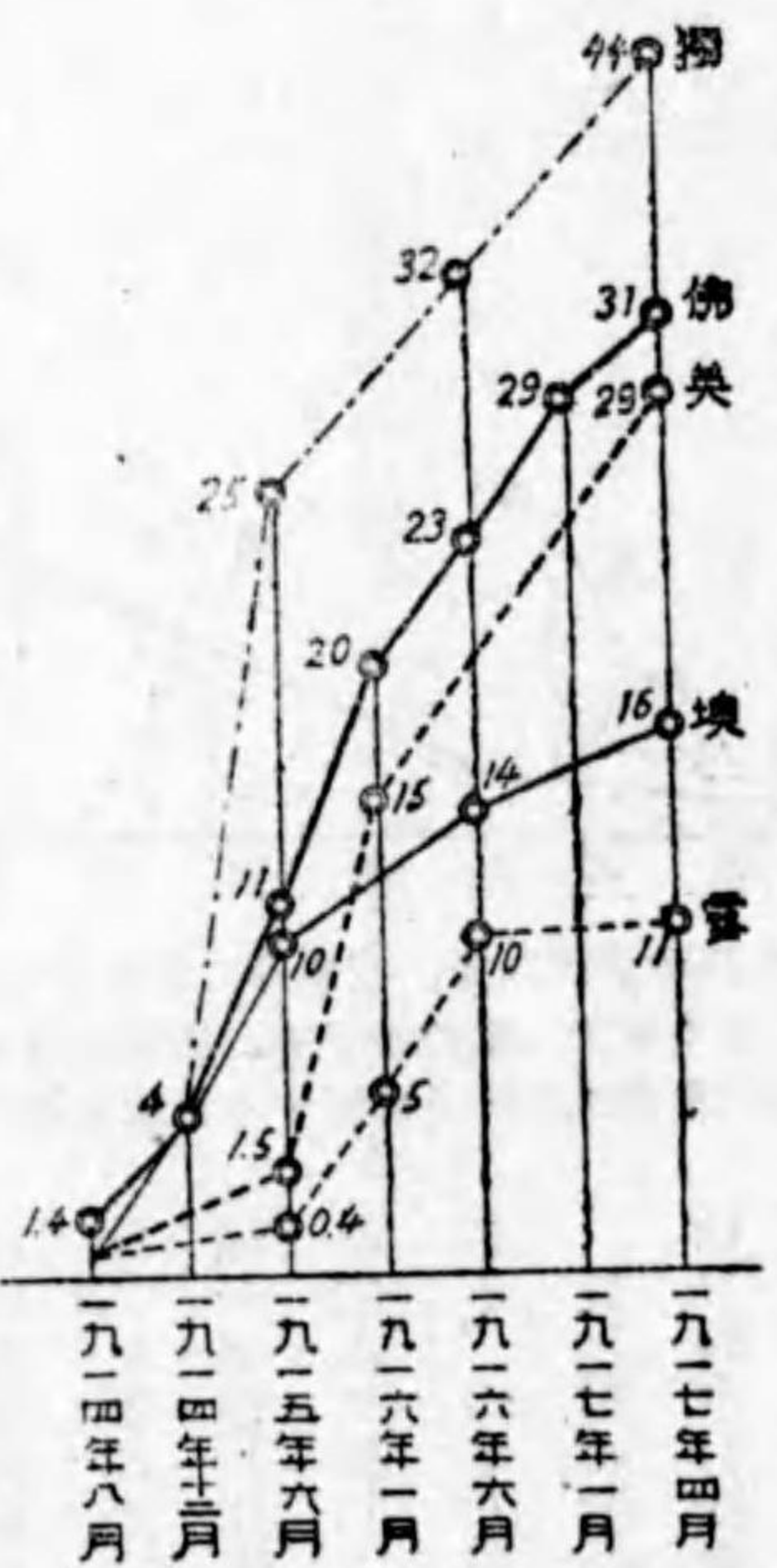
飛行機の製作に何程の工作機械を要するかは全く不明であるが、世界戦當時に於て、飛行機一臺に對して二〇〇〇人日の工數を要したといはれる。今の飛行機ではその倍の工數を要するかも知れぬ。

戦車については、構造の變化もあり、到底何程の工數又は工作機械を要するかは知ることが出来ない。しかし大體一、五〇〇人日位だらうと想像されてゐる。

五、兵器彈薬の供給

戦争が長期に亘れば、兵器及彈薬供給の問題は國家の全生産能力を傾注しなければ間に合はなくなる。所謂國力戦となる譯である。勿論何れの國家でも、明日の戦鬪に備へるために、幾許かの兵器はもつてゐるに相違な

い。假りに之を平時保有量といつて置く。此の平時保有量は、工業力の弱い國ほど多量にもつてゐなければならぬ。假りに之を平時保有量といつて置く。此の平時保有量は、工業力の弱い國ほど多量にもつてゐなければならぬ。假りに之を平時保有量といつて置く。此の平時保有量は、工業力の弱い國ほど多量にもつてゐなければならぬ。

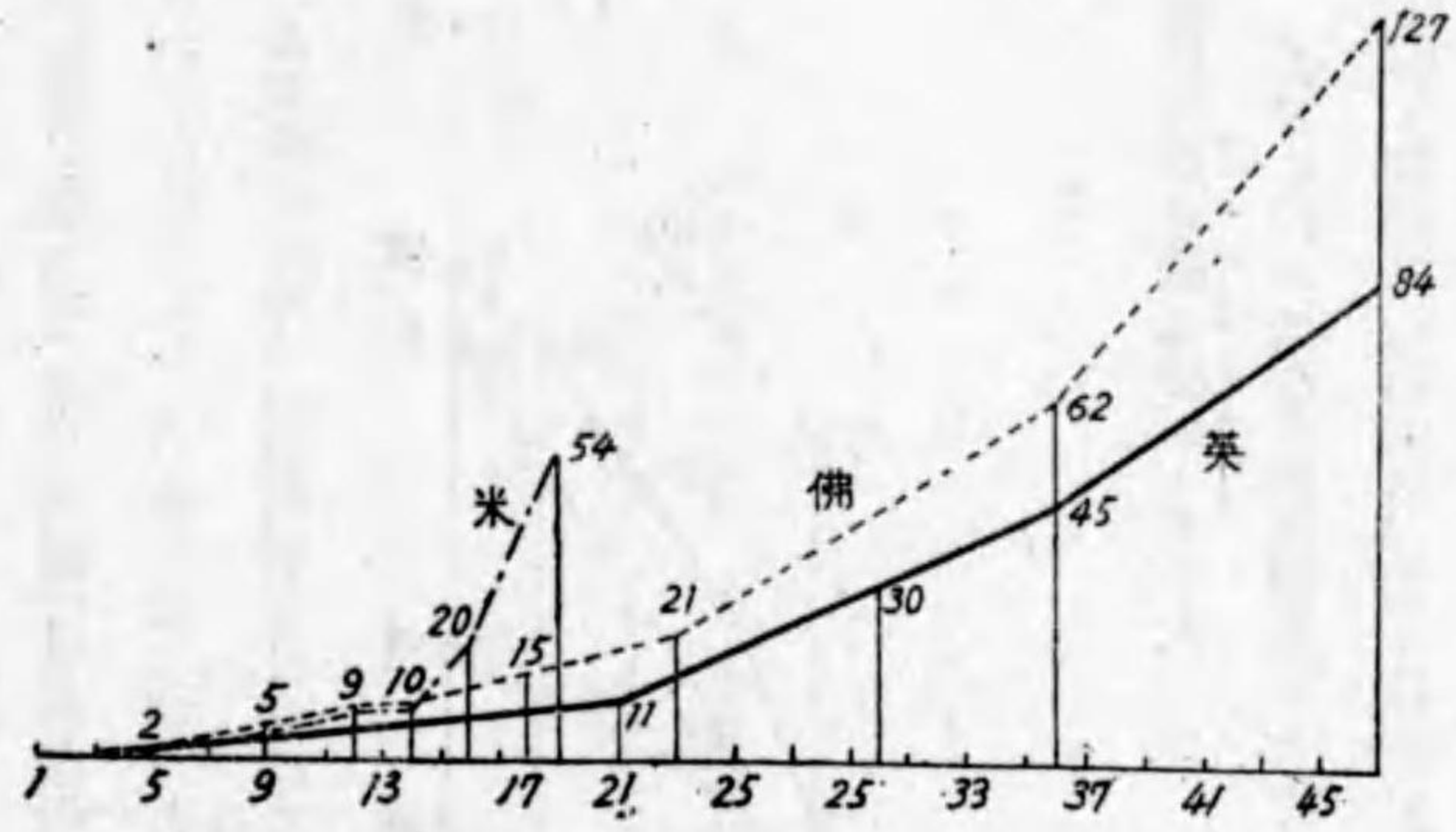


第一圖 世界に於ける列國彈薬供給の増加 (吉田大將著「軍事的常識」による)

古來戦争に於て彈薬消費量は何時でも豫想以上に増加して來た。世界戦争では初期のマルヌ戦では大砲一門一日當りの消費量は日露戦争の二倍であり、爾後四―五倍となり、時として一〇倍以上にもなつたことは前述の通りである。此のために悲痛なる叫びが戦地から送られ、イギリスではロイドジョージが軍需大臣となつて奮闘

是れ努ため様な場面もあつた。

兵器は待つてゐる間に出來るといふものではない。新工場を作つて兵器を作るとすれば何日位たつと出來るかといふ問題については、世界戦争の實例によると、日産二〇〇の機關銃と、二〇〇〇の小銃とを本年の一月に注文すると、製品が開始するのが翌年の六月で、滿二年の後に全能力になつたといふ。それには約一〇〇〇臺の工



第二圖 世界戦参加以後、英米佛に於ける飛行機生産能力の増加（横線は月次、縦線は日製数）
 （吉田大將著 軍需工業動員に関する常識的説明による）

作機械を必要とする。

斯様な具合であるから工業能力の弱い國は兵器彈藥の補給に苦しむのであるが、事實世界戦争で、開戦後列國がどんな具合に彈藥の生産増加をして居たのかは第一圖に示されてゐる。これは日製彈數を萬單位で示したものである。即ち獨は開戦三年後に日製四四萬に達し、佛は三一萬、英は二九萬であるが獨は滿一年後には既に二五萬に増加してゐる。ドイツが英佛その他を向ふに廻して、一步も退くことなく戦闘を繼續し得た理由が判る。つまり用意の佳い國ほど生産能力の増加が急速である。

更に飛行機の製造能力増加は第二圖に示してある。縦の數字は日製飛行機數で横線は月次である。前に述べた様に飛行機一臺を作るには、一〇〇〇人日を要するから、戦争末期に於て、フランスでは、飛行機製作に従事した人員は一二七、〇〇〇人であつたことが判る。

（昭和一三年三月三〇日大阪工業獎勵館に於て）

機械工業に於ける技術の向上

機械工業に於ける技術の向上

一、測定技術の進歩とその應用

測定技術はこの十數年來大に進歩して來た。長さ、質量、時間の三單位中特に進歩したものは長さの測定である。

長さの測定法は多くは被測定物の兩端に接觸してその端面の距りを測つてゐるのであるが、被測定物とゲージとの間に壓力所謂測定壓を生ずる。然るに被測定物が丸みをもち、特に針金の様な小さいもの場合には、壓力によつて押潰されて本當の測定値を與へないことになるから、測定壓を與へない方法はないかといふ問題に到達する。

測定壓なしに測るのには、二種の方法がある第一は光が波動であることを利用し、その干涉現象を用ふる方法である。此の方法は長さの比較にも用ひられ、又絶対長測定にも用ゐられる。而して絶対長は今の處、測定室内では二〇種位までの長さならば一萬分の一耗までは正確に測れるから、ゲージの檢定などに應用が出來、ヨハン

ソロプロックは此の方法で検定する場合が多い。尤も之には測定上多少熟練を要するから、その代案として鏡の傾斜を利用する一種の光挺即ちオプチカルレバー式のウルトラ・オプチメータが用ゐられる場合が多い。それにはどうしても標準になるプロックが必要で、それとの差を求めないのであるが、實用的には十分な精度が得られるから、之を利用してゐる處が多い。併し之は物體と接觸する必要があるから、やかましくいへば、絶對長の測定にはならない筈であるが、経験の結果プロックの検定には之で充分とされてゐる。

被測定物と接觸しないで測定する第二の方法はニューマチックゲージの利用である。之はフランスの發明で、ソレックスゲージともいふ。その要領は全く嶄新であり精度が佳いのと使し易いこと、指示の安定なことなどのために益々利用範圍の擴大する傾向がある。

ノツズルから噴出する空氣の導管中のポケット内の壓力が、被測定物とノツズルとの間隔によつて定まることを利用したのである。ノツズルのところを少し工夫すると、圓筒でも平面でも何でも測れるから便利である。従つて工作機械の自動管制に利用される、例へばグラインダで研磨する場合に、一定寸法になれば機械が自動的に運轉を停止するといつた具合である。此のゲージの美點は磨滅の殆どないことである。此のゲージは品物の表面の仕上げ状況によつて多少指示が異なるが、併し實用上からいへば、同一程度に仕上げをした製品を検定するから、比較機としてならば充分使へる。フランスでは非常に多く用ゐて居る。

精度は、使用空氣壓力とポケットの大きさなどによるが十萬倍程度までの擴大が得られるから工業上の精度とし

ては充分である。一ミクロン（ミクロンは一〇〇〇分の一耗）程度を測定する手段は、近時の工作上には度々必要となつて來たから、その程度まで測定する測器は近時大分増加して來た。そのうちには被測定物に接觸はするが、併し安定の佳い使用し易いものが多い。その中には空氣コンデンサの電氣容量の變化を使ふものや、インダクタンスブリッジを利用するもの等電氣的のものもある、後者の方が安定が佳い。

又光挺を用ふるものも多く行はれてゐる。今の處一ミクロンの小數まで正確に測定しなければならないのはボールベヤリングのボールである。廻轉速度が速くなつた爲めに、ボールは各が眞圓であり、且つ總てが同一寸法のものを使ふ必要がある。

その外、ねちの測定法は最も困難とされてゐたが、投影法が發達した爲めに、大體に於て實用上必要な精度を與へるだけの測定は比較的容易である。

最近某工場に於て經驗された實例であるが、投影機を利用して双具をやかましく検査し出してから、部品精度が急に向上して組立が非常に樂になつた。それより以前は組立に所謂熟練職工が必要であつたが、今では殆んど手直しなしに組立てられるために、熟練職工を要しないことになつて來たといふ實例がある。以前は直ちに組立てられるものは二〇%位であつたが、今では逆に八〇%は直ぐ組立てられる様になつたのである。五〇〇〇圓ばかりの投影機は恐らく一年以内又は半年間に償却することになるものと思はれる。

機械工場では第一に双具の研磨、第二には測定機の適切なる利用が第一必要であると思はれる。

私は一昨々年、昭和十年に歐米を旅行して工場や研究所等を約百ヶ所ほど見たが、目が肥へた勢が、終り頃には測定室を覗くと、直ちに、その工場の製品精度が大體判る様になつた様な気がした。

測定について、最近では表面の仕上精度を精査することになつて各種の測定法の案出があり、之によつて工作を指導することになつたのは一大進歩である。

表面をやかましくいふ必要は、その機械部が機能を同じうするためと、もう一つは壽命を延ばすためであることは云ふまでもない。

二、研究室と工場の連絡

工場に於ける研究室の整備と研究の促進を、やかましくいつてゐることは、どこの國でも同一であるが、特にアメリカでは喧しくいつてゐる。それは銀行屋が非常にやかましく、研究してゐない工場には資金の融通をしないといふ位になつてゐることは面白い傾向である。我國でも數年前からその必要が認められて、測定機類は相當輸入されてゐるが、從來多くは測定者をもたない爲めに、裝飾に置いてあつた傾きがあつた、併し今度の事變以來は夫等の測定機類が盛んに利用されてゐることは、大進歩である。此の二、三年來我國に於ける精密測定機の需要は著しく増加してゐるために、一つの商會で一ヶ月五〇萬圓も輸入したところもある位であるから、相當に多數の測定機が我國にある筈である。

研究室の役目はその規模によつて自ら差異がある。G・Eやベルの様にならば研究者が純學術的な方面をやつても、それを立派に工業化するところまでやつて行ける。例へばG・Eのランギュミアであつたか、油膜の研究を根本的にやつてゐるが、之を以て潤滑の問題を必ず解決するもいつてゐるといふ具合である。併し中規模以下の工場では、工場で日常起きて來る事柄の中に相當困る問題があるから、その中の主要なものに接觸して、その解決を急ぐ必要がある。即ち、研究者は先づ製作部（又は工作部）と十分の連絡をとることにしないと巧く行かない、又研究が興味中心となつて所謂アカデミックになり、所期の目的と副はない傾向となり易い。

三、設計と工作

機械工業に於ける設計と工作とは、之を軍事上に譬へれば作戦と現地戦闘部隊と全く同一の關係にある。即ち設計者は命令者であり、工作者は命ずるがままに動かねばならない。即ち受動的である。然るに動もすれば、設計者と現場とがピツタリ意志の疏通しないことがある。之は工業に従事するものの特に戒心すべき重大事と考へられる。その由つて來るところは、命令者の位置に立つべき設計者が工作に疎いことから來ることが多い。設計者が若し、部品工作について不審のある場合にはよく、現場係と工作法を討議して設計を進むべきである。獨斷専行は工事の進行上多くの摩擦を生じ、納期を遅らせる重大なる原因となるからである。特に精密機械類に於ては利用し得べき工作機械類の精度を充分知つてゐないと、とんだ失敗に終ることになるからである。

工業は一つの有機體であり、チームワークであることを忘れてはならない。

これに就て私はよき一つの例を知つてゐる。或精密機械工場で或人が設計をしてそれを工場に廻した處が、完成するまでに約百ヶ所ほど變更して漸く完成した。然るにその後別の人が同一程度の他のものを設計したが殆んど變更なしに出来上つた事實がある。これは後の設計者は若い人であるにも拘らず工場に出入して不審を正し、又は意見をきいて進めたからである。

四、試作と工作機械

我國の機械工業界には試作といふことは比較的少ない様である。勿論絶対にないといふのではないが。

幾何かの數量を製作する場合に於て、新たな設計に對しては、必ず試作することが必要である。試作によつて設計の變更箇所の發見も出来、又それに適當なる工作機械の選擇することも出来る。若し、相當數量の場合には、汎用機械によらずして、新にそれに對して適當なる工作機械所謂専門機械を設計すべきである。専門機械は他に流用することは、出来ないが、汎用機械に比べると、それを作るのに安價であり、容易で且つ迅速であるから、その工事を終つてからスクラップしても結局は經濟である。殊に現時の様には、工作機械不足の場合に於て然りである。即ち試作によつて

一、設計上の不十分な點の發見が出来る。

二、工作機械の選定資料が得られる。

三、大體のタイムタッピーで出来るから請負單價を合理的に定めることが出来る。

化學工業では從來中間實驗が行はれてゐる。之が丁度機械工業に於ける試作に相當する。化學工業は利益率が機械工業に比べて低いから、得率を充分検討してかゝらぬと飛んだ失敗に終ることが多いが、機械工業では全然失敗に終ることが比較的少ないといふことも手傳つて、兎角試作を抜きにして大膽に着手し、數十、數百の半製品又は完成品に大改造を加へ大損害を蒙らなければならないことがある。

特に試作の場合に、他の製品の流れてゐる生産工場を利用することは最も悪い。その理由は上述の利益が得られないのみならず、現に作りつゝある品物の納期を遅らせるからである。従つて試作工場は別箇に設くべきである。

五、試作工場の管理

上述の理由によつて試作工場は生産工場と別個に作るべきであるが筆者の比較的よく知つてゐる工場には極力奨めて試作工場を作らせてゐるが、さてそれを作つてみると誰が管理したら佳いかといふ問題に就てむづかしい點がある。

工場の經營組織には幾つかの方法があらうが、總務部、營業部、工作部、研究部、設計部等とするのも一法で

あらう。

此等の外に今問題の試作部を置いたとすれば、此の部は他の部に比べると餘り小さい様な感があり、又一つの部を形成すると、横の連絡がつき難いことが出来易い。

研究部の仕事は、新發明品の考案、工作に關する改良等が主な内容となるから、勢ひ工作室の必要があるのと、従事者の素質からいつても、試作はそれ等の人に委ねた方が佳い場合が多い。従つて試作課は研究部内に置いて、そこで試作を終つたものを工場に廻すことにする。

斯くすると、研究部と設計部とが緊密な連繫をとれば足ることになり、工場に廻される圖面に對しては設計部と研究部との共同責任となつて、良くはないかと思ふ。

若し試作部を單獨な一部とすると、設計部工作部と三者の連絡を必要とすることになつて、どうも旨く行き難い様である。何れに置くとしても、試作について一つの他の難點は従業工員の給與の問題である。工作部に於ては、多くの會社では請負制度であるから、好景氣になると収入が増して來るが、試作工場では、それが出来難いそこで好景氣時代には兎角工員が變り易く、常備賃金を高くして置くと、不景氣なときに、工作部の多くの工員がねたむことになつて、面倒が多いから、その點一寸面倒である。

六、工具の整理

工場内で工員が銘々に双具を研ぐほど不經濟なことではない。熟練工とは双具を研ぎ得ることを以て、その目安とするといふのであるが、之はどうかと思はれる。より正確に而して迅速に研げる機械を以てするのが當然であるにも拘らず、動もすれば數百人の工員をもつ工場ですら、今尙工員各自に之を委ねてゐるのは、經營上からいつても、技術からいつても間違つてゐると思ふ。

双先きの缺けることを恐れて、切削速度を機械の許す範圍より遙かに低くして使つてゐる工員が相當に多い。之は全く双物を研ぐことを面倒がる一つの證據であるから、双具の整理補給は統制すべきである。

七、結

研究室や試作室が技術向上について重大な關係をもつことは、以上で大體述べた譯であるが、併し一部の人のだけで、一工場の技術は向上するものではない。前に述べた様に、チームワークであるから、上は支配人を始めとし技師から工員に到る全員の協力が最も必要である。

日本の工員はタイムスタツディーを著しく嫌がる傾向がある。之は日本人の溫情的な心持ちから來てゐるので一美點であるとも考へられるが、併し教育の不充分から來た點が大いにある。

筆者は先般外國を見學したときに、或る工作機械を作る工場で、技師長が案内しながら、ポケットからストップウォッチをとり出して、部品製作の工作時間の測定をしてゐるのを見たことがある。而して若し切削速度が遅

ければ工員に注意してゐた。非常に有爲な技術者であると感じたのであるが、此の工場の工作部にある各機械の豫定使用時間は極めて精細なもので、研磨盤は現在の注文で年來の三月何日まで一杯だ、旋盤はどうだと、一々明瞭に記入されてあるのを見て驚いたのである。

工夫や研究は、現場で経験した事実を基礎として出發することが必要なことは前に述べた通りであるから、現場に於ける工事係が鋭い観察者であることが、技術向上の上に大なる役割を務めるものと思はれる。従来日本の工場では工事は熟練工に一任した傾向があつた。非常時に當つて熟練工養成の聲が喧しいが、双具を研がせることを全く止め、仕事を分業にすると、二ヶ月位の訓練で充分に役立つ様になることは最近我國の某工場で経験したことである。即ち、技術者特に技師級の人が、今少しく努力して工事を充分に指導するやうになれば、熟練工は全く不要にならないまでも、餘程少なくて間に合ふことになる。

一方前述の試作室や研究室の活動が旺盛になれば、結局所謂熟練工は不要となる時代が來ると思はれる。従來の如く不完全な圖面で工場に命令が下つたのでは伍長組長の如き人の力がないと、意思が充分に傳はらない缺點があるから止むを得ない點もあつたので、設計課の活動が重要な所以である。

要之、今や我國の工業界は「ラッシュアワー」である。此のラッシュアワーにあつて経験されたところを忘れないで、巧く利用すべきである。

特に筆者の専門の立場から云ふならば、此の好景氣時代に、測定機その他の基本設備を充實して、それを遺憾

なく各方面から充分に利用することを考慮することが最も必要であると思ふのである。(昭和十三年四月一日於大阪)

機械及電氣第三卷第六號)

防禦戰に勝味なし

防禦戦に勝味なし

一、緒

我國の工業が近年著しく進歩した事は、何人も認めるところであるが、獨り工作機械は甚だしく遅れてゐる。そのことは今次の事變によつて頓に認知されて來たことであるが、事實は昔からのことで、唯、爲替管理によつて、思ふままに外國から買へなくなつたから、特に目立つて來たまでのことである。事變によつて軍需工業上多くの工作機械が必要となつたことも勿論であるが、平時に於ても相當多額の輸入をしてゐたことは事實で、高級機械は全部外國製品といつても差支ない。何故に工作機械が我國に於て斯く立遅れたかを少しく考へてみたいと思ふ。今日斯様なことを述べても後の祭で、徒に死兒の齡を數へる愚痴にも聞えるが、併し後車の戒ともなるから、その原因を窮めるのも強ち無用でもあるまい。原因は凡そ四つあると思ふ。

第一は教育、第二は事業、第三は償却、第四は工人である。

二、教 育

百般の仕事の盛衰が人の力によることは今更いふまでもないことで、又人を得るには教育の力に俟たねばならないことも判り切つたことである。但し茲に教育といふのは、單に學校教育だけをいふのではない。事業主が青年技術者を採用してから、それを教育して大成させることも含むのである。

さて、從來の工業教育（茲では主に機械系統だけを考へる）に於て最も缺けてゐたことは、製作といふことについて、學生に興味を興へなかつたことである。興味を興へないのみか、結果に於ては、工場に於て實地工作に携はることを卑しいことのように考へる技術者さへ多數出來たことである。工作は工人の仕事であり、技師級の人の關知しないことになつてゐた感が甚だ多い。従つて、組長、伍長等の所謂フォアマンの必要を痛感されてゐたのである。技師は圖面をフォアマンに渡せば、それからは彼等の裁量指圖によつて工人が勝手に作るといふのが、従業我國一般のやり方である。従つて、技師は工作機械や工作法は知らないでも足りたのである。又一方、從來の技術者は測定法について極めて疎かつた。そのために工人に對しては、工作に關する限り何等の權威も持たなかつたのである。併しそれでは所要精度のものを工業的に作り上げることの進歩に寄與しないのである。矢張り頭のある人が、工作に對して充分の興味と注意を傾注して、方法の改善、機械の進歩を企圖しなければならぬのである。

以上の如くであるから、工作機械の設計製造に一生を捧げようといふ人は全く特志家であつたのである。事實、近時工作機械界が急に色めきだつて來ても、経験のある技師は甚だ少なく、到底満足なる設計は望み難いのが、その實情であり、又當然の歸結ともいへると思ふ。學校教育が理論に走り机上産物の温床であつたことは、決して不可であるとは云はないが、理論通りに物の出來ない原因と、更に進んでは、それを出來させる手段について、特別な注意を向けることは、最も必要なことであり、工作機械の進歩はそれから出發するのである。

三、事 業

眼を我國工作機械界に轉ずると、戦はずして勝利を得ようとした感がある。強ひて戦つたといへば終始一貫、守勢をとつた防禦戦であつた。狭い國內市場を相手として立案された事業自體が、既に防禦作戦の結果である。敵地に糧を求むるといふ戦術はあるが、我國の工作機械界は、「敵に戦術を教はる戦術」でやつて來たのである。これでは敵に勝てる筈がない、徹頭徹尾受身であつたことは遺憾である。併しながら過去の経験は工人の教育養成には資するところが甚だ多い。唯將校の養成を忘れてゐた感のあるのは遺憾千萬である。優良なる兵員をもつても、大切なる作戦に参畫する將校をもたねば戦に勝味はない。新しい機械の考案設計は事業の作戦であり。又唯一の兵器でもある。その参謀將校たる技師の養成は一日も忽にすることの出來ない點である。

人さへもてば、難局は何としても切抜けられる筈である。敢て工作機械界のことのみをいふのではないが、我

國一般の工業界を見ると、不思議なことに、不況となると、一番に整理されるのは、技術者である。従て人的餘力が蓄へられてゐない感がある。好況時代には日常の仕事即ち目前の仕事に追はれてゐるために、技術者は勉強思索の余裕がない。不況となれば直ちに職を失ふ。それでは會社は技術者の教育に少しも力を致さないことになる。私の知人——その人は某有力會社の支配人——は嘗て「大學教育を受けたほどの人は自分の食つて行く位のこと、して呉れるに相違ないと思ふから、幾人でも採用する、是非推薦して呉れ」といつたことがある。これがホントに人の力によつて、事業を大成しようとする人の氣持ではなからうか、この非常時に當つて事業の擴張を割合に故障なく、又あぶなげなく遂行してゐるのは、人材の養成を忘れてゐなかつた會社である。

四、償 却

我國の税法では機械の償却期限を二十—三十年と定めてゐるが、これが工作機械の進歩に少なからず影響してゐるものと思はれる。償却期限の長いことは新陳代謝を遅らせるからである。なるほど、或種の工作機械には二十年は愚か四十年使つても尙ほ使へるものもある。併し使へるといふ語の定義を明かにしないと、この話は判らない。工作機械は工業的に使ふので、多額の工賃をかけて品物を作り上げるのでは、使へるとはいへない。採算がとれなくなれば、その機械は使へないのである。この意味からすれば、將來は機械の償却は十年以下とすべきものであらう。機械工業にはこれまでのところ、新しい機械が出来たために、舊式のものもが全く不要となつた例

は少ないが、化學工業ではその例は極めて多い。

舊式の装置では到底競争に勝てないで、全く敗北の憂目に陥つた例が多々ある。従つて化學工業では先づ五年位を償却期間とすべしとの意見さへあるくらいである。機械工業でも舊式機械では競争には勝てないのであるから迅速に償却して、新式と取換へるやうにしなければならぬ。從來の如く長年月同一機械を使つたのでは自然國內需要が少ないから、工作機械工業は發展し難いのである。我國で機械の新陳代謝の遅い一つの原因は工賃の安値なこと一つであるが、しかし切削速度や工人の勤惰を考慮すると、我國の工賃は決して安いことにはなつてゐないことを特に注意する必要がある。

何れにしても一面に國內需要を多くし、少なくとも、全生産の四割は輸出し得るやうにしなければならぬと思ふ。

五、工 人

我國工人の器用なことは既に定評あるところである。工人に限らず工業技術に携はる人が器用であることは非常に有利なことである。併し機械で仕事をせず腕で仕事することを非常な誇りとしてゐる傾向があるが、それは機械をホントに使つて生産を上げ、均齊な品物を作る上には有害なことである。斯様な氣持が、新式機械の欲求を阻害してゐる點も少なくない。これも技師の努力、特に教育によつて匡正しなければならぬ。

六、結

國內需要だけを目標としたのでは、工作機械工業の隆盛は到底望み難い。従來の防禦戰術を捨てて世界市場で覇を争はねばならぬ。それには何といつても先づ人材の養成、中にも幹部級技術者の養成が先決問題である。これについては教育者も事業家も共に大に考慮すべきである。資金は何時でも集まるが、人材は容易に得られない。ドイツの工作機械會社中最も活氣あり、オリヂナリチーの豊富なるものは、多くは世界大戰中の創立で、二十年の歳月を経てゐるやうである。二十年の苦心が今日あの隆盛を來たしたことを思ふと、腰を据ゑ、腹をきめてかからねば、決して發達するものでないと思ふ。(昭和十三年九月二十九日於大阪)

潜水艦の攻防兵器

潜水艦の攻防兵器

一、緒

(A) 潜水艦の概要

私は潜水艦の専門家でもなく、又特に多くの興味をもつて居るものでもないが、唯話の順序として、知つて居ることを少しばかり述べて、本論に入ることにしたいと思ふ。

潜水艦は前世界戦争以來大にその威力を認められ、その構造及び武装に於て大に進歩しつゝある如くである。而して、その排水量は小さいもので、二〇〇噸位から大きいもので、水中三、六〇〇噸、水面二、四〇〇噸に達するものがある。

何れにしても潜水するにはバラストタンクに水を入れ、重くなつて沈むのである。而して、そのタンクに水を入れる時間は迅速に潜水するために短きを要し、最近では一―二分間で終るから、全く水中に没するまでに僅かに三―四分間で足るのである。

水面を走るときは、普通ディーゼルエンジンを用ひ、水中では二次電池の電力で走るのである。

而して水面航走速度の最高記録は、ブラッセー海軍年鑑 (Brassey's Naval Annual) 一九三八年版によれば、二一ノット四分の三、水中一〇ノットである。

潜水艦の原動機について、最近ドイツでは、ディーゼルと電動機との代りに、酸水素エンジンを採用したといつて、列國注視の的となつてゐる。之は水素と酸素とが別々の容器に入れてあつて、それを適量づつ取出し化合させて、動力を得る手段であるが、全體として重量を軽減し、能率が好く、大量の動力を貯へることが出来、従つて行動半徑を増すことが出来、作動簡單で、訓練を多く要しない等の利益があるといふ。電池はもたないのであるから、水面に出る必要がなく、長い間水中に潜むことが出来るといふ。又酸素と水素の化合したものは水であるから、潜水中泡を水面に出すこともない。

樁事の際には水素を使つてバラストタンクの水を排出し、酸素は呼吸用に利用するのだといふ。

潜水艦は種類の如何を問はず、主要兵器として魚雷を必ずもつてゐる。又砲、及機關銃を持つものが多い。

潜水艦の類別は國によつて異つてゐるが、前記ブラッセーの著述によれば、

ドイツの潜水艦は一九三七年の公報によれば、

二五〇噸 二四隻 (U₁……U₂₄) 乗員二五人、機關砲一門、發射管三門
 七二噸 二隻 乗員四〇人、四・二吋砲一門、發射管六門

五〇〇噸 一〇 (U₂₇……U₃₆) 乗員三五人、三・七センチ砲一門 發射管六門

此等に前記の酸水素エンジンを使つてゐるといふ。次表は一九三八年に於ける列國の潜水艦保有隻數であるといふ。

日 五八 英 五四 米 八五 佛 七八 伊 八一 獨 三六 露 二四

近き將來に於てロシアは一〇〇隻に増し、内五〇隻を東洋に置くといひ、又伊は一九四一年には一七〇隻にするといふ。

(B) 潜水艦の世界戦役に於ける活躍

前の世界大戦中ドイツの潜水艦はイギリス近海及大西洋、地中海、大平洋等に於て軍艦は勿論商船及輸送船を狙つた。

而して始めて商船を打沈めたのは、一九一五年四月三日で、此の一日中に六隻を沈め、一九一五年五月七日には無警告で、當時最大の客船ルシタニヤを沈め、一、一九八人を殺した等實に暴狀を極めた。而して英國商船の損失總噸數は七八三萬噸、その中八五%即ち六六九萬噸は潜水艦の被害であつた。最も被害の多いときは一ヶ月 (一九一七年四月) に英國だけで、五二萬噸、聯合國及中立國を加へると八五萬噸に達した。

一方新造船は全體で一ヶ月二三萬五千噸で一時甚しく危殆に瀕したことがあつた。此の時ドイツは潜水艦で勝利を占めるだらうとさへ噂された。

前世界戦役に於けるドイツの潜水艦による總損害は一、二七五萬噸の多きに達した。而して此の戦争に於けるドイツの潜水艦の總損失は八八隻であつた。しかもドイツの潜水艦建造能力は驚くべきもので、一九一七年二月十日には一一一隻建造中であり、四月十日には一二七隻を建造してゐたといふ。

(C) 水中爆發

魚形水雷や機械水雷は大量の爆薬をもつて、それが水面下で爆發するのであるが、そのことを水中爆發といふのである。同量の爆薬が空中で爆發するよりも、水は密度が空氣よりも高く壓縮性がないから、周囲のものに與へる損害は空中よりも遙に大きい。

而して爆發の現象は固體である爆薬が一萬分の一秒といふ程度の、極めて短い時間内に、幾千倍といふ大量のガスに變るのであるから周囲の水には驚くべき衝擊力を與へるのである。その衝擊力は水中の音波の速さ即ち毎秒一五〇〇米の速さで傳はるのである。ところが出來たガスは周囲の水壓と同一になるまで膨脹するのであるから、水を押しのけることになる。つまり爆發中心から周囲、半徑方向に、水が流れることになり、その流れる水も力を周囲のものに與へる譯であるが、その力は極めて弱く、周囲の物體が壊れるのは、第一の瞬間に起る衝擊力によるのである。而して衝擊力の強さは水雷の外側では五萬氣壓にも達するのである。

であるから、軍艦や商船の外皮は水中爆發の結果衝擊で破られるが、若しその外皮の内側に餘分の空積を設けて置けば、爆發ガスは自由に膨脹することが出来るから、破損の程度を小さくすることが出来る理である。この

ことは世界大戦中に發達した艦船のバルジと稱へる構造の原理である。

バルジは世界大戦中多くの軍艦並に商船に對して施されたのであつた。之が發達すると、魚雷一發では艦船は沈まないだらうとさへいはれ、勢ひ魚雷の直径は之がために大きくなつたのである。

二、潜水艦の武装

(A) 潜望鏡

潜水艦は潜水したまま、敵情を偵察する必要がある。そのための眼鏡が、潜望鏡即ちペリスコープである。潜望鏡の長さは次第に増加して、今では三〇乃至三五呎になつて、船體は水面下二五―三〇呎で觀測することが出来る。

潜望鏡は司令塔の前後一本づつ都合二本あるのが普通で、稀に三本あるものがある。視野は水平一五度で船内から廻して、全周が見える。

最近では航空機をも觀測しなければならぬから、頂上の三稜即ちプリズムを廻して殆んど垂直をも見ることが出来るまでになつてゐる。

(B) 測距機

潜水艦には普通、測距儀即ちレンジファインダはないが、稀には、水防にした基線二乃至三米位のものをもつ

ものもある。

(C) 水中聴音機

水中聴音機はもと對潜水艦兵器として發達したものである。つまり潜水艦の來襲を豫知するために艦船に裝備すべきものである。

種々あるが、米國製は捕音器が、電話の送話器と同様に、カーボン型で、之を三個用ひ吾人の方向判定能力によつて、方向を測定するのである。之は昔から、潜水艦用及局地防備用として用ひられてゐる。

又同じく米國製のもので、十二個を水上艦艇の船底に取付け、最大感度、最小感度、によつて方向を判定するものもある。此の種のものには別に潜水艦用もある。

ドイツ製で十六個の捕音器を用ひ、最大感度によつて方向を測定する潜水艦用聴音機もある。

次にフランスのランジュバンの考案になれる水晶の壓電現象を利用して、長音波を發生せしめ、船體よりの音波の反響によつて、その方向と反射音を受信するまでの時間とから、その距離と方向とを測定するものも近年用ひられて居る。

(D) 砲

潜水艦にも砲をもつてゐる。主として自衛用で、高射兼用のものである。昔は潜航中、デッキの下に仕舞込んだものだが、今ではデッキ外に置いたまま潜航するものが多い。

(E) 魚雷

潜水艦の主要武器は、なんといつても、魚雷である。魚雷は水面下指定の深度を保ちながら、指定の方向に、眞直に、若しくは曲路を描いて、敵に向つて走る武器で、今から約五十年前に發明され、次第に發達したので、當初はその直徑一四吋、長さ一二呎位な小さいものであつたが、今では、左表の如く、直徑は二一吋乃至二五吋にも達し、全長は直徑の約十四倍である。而してそのもつて居る爆薬も四〇〇斤に達してゐるから、多くの艦船は一發喫すると、大抵、沈没するのである。

直徑	二一吋	二四吋	二五吋
炸藥	三〇〇斤	三一七斤	四〇〇斤

魚雷はその發明當時は、壓縮空氣を膨脹させて動力を發生するエンジンで推進したものであつたが、今では空氣で燃料油を燃やし、その火焰の中に、水を吹込んで蒸氣を作り、その蒸氣と燃燒成生物とを一緒にして、エンジン又はタービンに送つて、動力を發生して、プロペラを廻してゐるのである。従つて動力も昔に比べると隔世の感を與へるほど、増大してゐるし、速度も四〇ノット四五ノットといった風に高まつて居り、走る距離も亦世界戦役當時に比べると、數倍に達し、實に驚くべき進歩を遂げてゐるのである。

(F) 機雷

機雷は、もともと潜水艦に對抗する武器であつたが、世界戦役以來、潜水艦の武器ともなつたのである。世界

大戦中、イギリスの某要港で出入の商船が原因不明の爆沈をしたことがあつた。スパイの行爲だといつて随分調査したが不明に終つた。その後半月ばかりで同様な事件があつて、是亦原因は不明に終つた。そこで、或は潜水艦の仕業ではないかとの疑から本格的に調査をした。それは、港の入口に網を張つて、潜水艦を捕獲する計畫である、それとは知らずドイツの潜水艦がやつて來ると、網にかゝつて進退の自由を失つてしまつた。

そこでイギリスではその潜水艦を引上げてみると、腹部に機雷をもつてゐることが判つた。つまり前の不祥事は潜水艦が來て、潜かに、敷設した機雷にかゝつたのであることが判つたのである。

當時、潜水艦が機雷布設に利用されるとは誰も考へてゐなかつた。世界戦争で新に現はれた武器は十指を屈するも尙足りないが、その中で世人の意表に出た點から、此の機雷布設潜水艦は秀逸であるといつてよからうと思ふ。

爾來列國之に倣つて特殊の潜水艦を設計して機雷をその兵器とするに到つたのである。

潜水艦に用ふる機雷には、多少特異な點もあるがここでは略する。

三、對潜水艦武器

(A) 機雷

ドイツが外海と交通するには、英佛海峡を通るか、スコットランドとノールウェイの間を通り北海に出るより

外に道がない。

英佛海峡は幅が狭いから、封鎖は比較的樂であつたが、北海封鎖は實に前古未曾有の大仕掛のものであつた。

東はベルゲンから、西はスコットランドに到る海面二三〇海里に達するもので、此の間を東西に亘り多數の機雷群で封鎖したのである。

詳言すると、ノールウェイに近い方に四列、その他に三列、敷設の方法も各列が深さを變へてある。即ち第一列は水面を走る船のために有効とし、第二列は水面下九〇—一六〇呎、第三列は一六〇—二四〇呎とした、二四〇呎は潜水艦の最大深度である。

此の北海封鎖は奥行一五—三五哩 潜水艦が、水面を航走しても一—二時間は危険區域を脱し得ない、潜航すればその二倍位は、かかつたといふ。

當時捕虜となつたドイツ潜水艦乗込員の話によると、機雷を以てする防禦が、最も精神的に苦痛を與へた。その他の方法、例へば網を以てする方法の如きは、目標になる浮子の様なものがあつて存在を知ることが出来るからまだ良いが、機雷には全く標識がないから困るといふ。

此の北海封鎖に使つた機雷数は二〇五、〇〇〇個である。使つた網即ち繫維索の長さは少なくとも六千萬米で地球の赤道を一廻り半するだけである。その索は鋼線を、より合せたケーブルである。

機雷の種類

潜水艦の攻防兵器

大別すると二種ある。その一は繋維式、他は無繋維式、而して前者には管制式と非管制式とある。

(一) 管制式は他から爆發を支配するもので、實視するか又は、接觸を電氣で知らせて来る如くし、それから判断によつて又は自動的に爆發するもの。

(二) 非管制式

- a. 角式 艦船が角に觸れると爆發する。
- b. アンテナ式 機雷の上に一定のアンテナをもち、その何れかに敵が接觸すると爆發する。
- c. 二重機雷 一個が爆發するか又は敵に掃海されると、他のものが下から上つて来る。
- d. 潮流機雷 普通の水雷罐は球形であるが、その形をかへて、海流の速いところに使ふ。
- e. 潜水艦機雷
- f. 連繫機雷 二個の機雷を索で連結し、艦船がその索に觸れて引張ると爆發する。
- g. 網機雷 防潜網につけるもの。
- h. 時限機雷 布設後暫く海底に止まり一定時間後に浮上るもの。

無繋維式

- (一) 自動式 浮流水雷
- (二) 他動式 曳航爆雷 爆雷を曳航し、潜水艦に衝突させて、爆破の目的を達するもの。

機雷の多くは動きもせず、海中深く潜んで唯敵の來るのを待つてゐるばかりで、一見極めて消極的な武器であるが、その實戰の成績は甚だ良好で、實に武勳赫々たるものがある。次表は、日露戰役と歐洲大戰とに於ける機雷數とその與へた損害とである。

機雷の戰功

歐洲大戰	日露戰役		戰役	場所	敷設雷數	被害	
	旅順方面	浦鹽方面				沈	傷
北海、地中海、バルチク海	青島方面	日本	ロシヤ	日本	六〇〇	五	六
		ロシヤ	日本	二、九四三	若干	〇	二
		ドイツ	聯合國	二〇五、〇〇〇	三〇三	〇	〇
						八八	〇

右の表では全損害に對する功績の比率は判らないが、次表は此の間の消息を最も明瞭に示してゐる。

歐洲大戰に於ける聯合國側の喪失艦艇數及び原因

潜水艦の攻防兵器

原因	日		英		米		佛		伊		露		計	百分比
	魚雷	砲	魚雷	砲	魚雷	砲	魚雷	砲	魚雷	砲	魚雷	砲		
機雷	三	五六	一	一六	五	七	八八	三二						
魚雷	一	七二	三	三五	一一	一〇	一三三	四八						
砲	〇	三九	〇	一一	二	三	五五	二〇						

此の表によれば、損害の四割八分は魚雷により、三割二分は機雷、合計八割残りの僅かに二割が大砲によるものであることを考へると、如何に水中爆發武器が有効であるかが判るのである。

(B) 防潜網

鰐を堅網でとる様に網を張つて置いて潜水艦がかかると、水面に煙を吐く仕掛があつて、煙を吐きながら網に曳かれて行くから、それを見つければ、哨艦が爆雷攻撃をするのである。之を捕獲網といふ。又丈夫な網を使つて潜水艦の通過し得ない様にしたものもある。之を防潜網といふ。

(C) 爆雷

大戦中イギリスのゼリコー提督の提案によつて工夫されたもので、之によつてドイツ潜水艦の撃沈されたものは、四二隻に及ぶといふ。炸薬量は凡そ一〇〇呎で、艦船から投下するか又は爆雷投射砲で打出すのである。爆雷砲の射距離は五〇米が普通で、二〇〇〇米位まで飛ぶ遠距離砲もある。

爆雷は水中に沈入して指定深度になれば、水圧により發火装置が働いて爆發する。

爆雷をもつ艦船は、高速輕快なモータ・ボートの如き小艇から、沿岸防禦の哨戒艇又は驅逐艦等である。

爆雷は必ずしも潜水艦に直撃しないでも、危害半徑内で爆發すれば佳い、又艇體は破損しないでも、原動力たる二次電池を破壊されると水中での運動の自由を失ふのである。

(D) 迷彩

軍艦を色塗りにして敵に見えない様にする案は古いことで、軍艦色と稱える灰色にぬることは、つまりそれから出たのである。

世界戦争では潜水艦の危害を少なくするために、迷彩法を工夫して之を施すことにしたのである。

迷彩法の目的は潜水艦から見て、船の進路が判り難い様にするために、艦の外形を歪んだ形に見せる様にするのである。

迷彩法は始め商船に多く用いた。それは、商船は速度が小さく危害を蒙り易いからである。

迷彩法の初期には澤山の色で塗り分けたのであつたが、經驗の結果、大戦末期には、白青黒の三色に限つた。

斯く少なくなったのは、ドイツの潜水艦は潜望鏡に濾光板をかけて、色を中和して影法師の様にして見ることに成功した。ところが此の三色にしたものには濾光板がきかなくなつたからだといふ。

迷彩法の採用當時は灰色よりもよく見えるといふので、英海軍方面では反對したが、針路の見分けがつかない

點で有利であるといふので遂に迷彩派が勝つたのであつた。

其の後迷彩法は非常な勢ひで行はれ四〇〇〇の商船と四〇〇〇の軍艦で、總經費は二、五〇〇萬圓だといふ。

(E) 發煙兵器

商船が潜水艦にみつかつたら、姿をくらますに限る。發煙兵器はそのためには屈強なものである。つまり煙に隠れるのである。發煙剤には色々あるが、白い煙の方が有効なので四鹽化チタンを使ふことが多い。

(F) ジクザグ針路

潜水艦が商船を狙ふ場合には、必ず魚雷を使ふのであるから、商船が眞直な針路でなしに、左右に千鳥足で進むと距離の測定も出來ず又狙ひが定らないからといふので、此の方法が世界戦役當時は盛んに行はれた。船長が一々舵をとつたのでは大變だから、自動的に操舵する如くなつて居た。それも定まつた千鳥足であれば、潜水艦の方で観測してゐると、何分毎に右左に向直るかが判るから、有利なときに、魚雷を發射すれば命中することになる。そこで色々な千鳥型を作つて、時々取換へることにしたのである。その型が百二十種もあつたとは世界大戦終末後歐洲から歸るとき筆者の乗船した船長の話であつた。(昭和十四年二月二十三日東京高等商船學校にて)

技 術 漫 談

技術漫談

時局下兵器工業會の成立は特に慶賀の至りである。本會の目的は官民相互の意思疏通を圖り技術的相互援助によつて兵器工業の發達振興に寄與するにあるといふ。從來官民の間動もすれば、意思の疏通を缺いた點がないでもなかつたやに聞いてゐるが、本會の設立はそれだけでも誠に喜ばしきことである。一口に兵器といつても實に多様であつて、それぞれの部會を作られ専門的に細部の技術につき討議檢索以て技術奉公の實を擧げられんとすることは實に近時の快事であると申したのである。古來我國民は外患のあるときは直に和協一致國難に當るの美德をもつてゐる、今や未曾有の事變に際會し、更にこれより重大なる事件の續出も測り知るべからざる時に當つて、本會の會員諸氏が各自減私奉公の精神を以て此の難局に對處されんとするのは誠に敬服の至りである。

抑も兵器工業は工業としては誠に成立し難いものである。その理由は平時の所要量は極めて少なく、一度戦争となると平時の幾十乃至幾百倍の増産を要するからである。殊に第一期世界戦役後、世はワシントン條約、國際聯盟等のため、空想的平和の時代となり、兵器や國防は無用の長物視された後を享け二〇年の後再び是が非でも武器を整へねばならぬことゝなつた。現實は如何ともし難い、我等は何は措いても戦には勝たねばならぬ。事變の

ために犠牲となられた幾多の英靈に對しても八紘一字の大精神は確立せねば相濟まぬ。

工業と云へば經濟と兩立すべき性質のものである。しかし非常時局下の兵器工業は、その根本概念において平時とは大に異なるべきものであると思はれる。戦争は國を賭してのことであるからであり、國防は國民全體の負擔であるからである。それは兎もあれ、兵器工業會會員諸君の御健闘を祈る次第である。

一、技術とは何ぞや

技術の術の字について親友朝倉文夫君は「體驗によつてのみ修得し得るものを術といふ仁術、劍術、柔術、藝術皆しかりである」といつてゐる。誠に適切なる説明である、技術も亦それと同列であると思ふ、しからは學術は如何、これも同様であると答ふるに躊躇しない。即ち術は學たると藝たるとを問はず、自ら體驗して始めてその奥義に達するものである。決して机上の空論的のものではない。特に技術は一面に理論に導かれつつ體驗しなければならぬところに妙味と奥行とがあると思ふ。理論を外づれての體驗は「術」に達し得ない憾みがあるから上達の見込がない。

世の中には「理外の理」といふものがある。併しあれは吾人の知識が不充分なことを告白するもので、全知全能には理外の理はない筈で、その理外の理を究明するのが科學者、工學者の仕事である、それを説明し得たときに技術の理論的方向が進んだのである。

二、兵器工學と科學及び技術

多くの工學の内では兵器は最も科學に近接するものであることは今更いふまでもない。發見發明で兵器に利用されてゐないものはない。人間の作り得るものゝ内で光と電氣とは最も速度の速いものであるが、次は砲彈である。若しまたそれ以外に速いものがあれば必ず兵器に利用するであらう。英語に「試みられざる手段なし」といふ語があるが、兵器においては誠にその通りである。兵器の歴史を繙くと、その時代々の科學や技術の一般事情を窺知することが出来る。無線電信が出来るとすぐ無線操縦が試みられ、勿論通信聯絡用にも試用されてゐるといつた具合で、實に科學と兵器とは瞬間の遅れを持つてゐないといへる。のみならず今では兵器または國防が科學を曳きすすつてゐる傾向にあるのである。

三、兵器技術

技術の中でも兵器技術には他と異つた點がある。その第一は兵器は他の機械と異なり特に構造簡單にして使用便なるを必要とすること。第二は堅牢にしていはゆる武人の蠻用に適すること。従つてその材料は特に吟味さるべきこと。第三は科學の直接の應用たる關係と第一、第二と兩立し難い複雑精巧となるべき運命を有すること。第四は多量を要し互換性を絶對必要とすることなどである。

以上の諸點が兵器技術をいはゆる精密工業と密接不離の關係に置く所以である。余は十數年來精密工業の必要を論じ、またその普遍化のために及ばず乍ら微力を致したつもりであるが、世人動もすれば瓢箪から駒が出た如く考へ、識者しかも相當な學者ですら造兵學と精密工學と何の關係があるかといふほどの無知なものがある。そんな人は兵器や國防を彼れこれいふ資格のない人であるから、だまつてゐてもらひたいと思ふ。

四、人間は思想的にはもう發達しないか

前世界戰役においては十指を屈するもなほ足りない程新兵器が出現して世人を驚かした。今次の歐洲戰では新聞、雜誌の報ずるものをそのまま認めると現に十種に及ぶかも知れないが、しかしこれをよく吟味すると新しいと思はれるものは殆んどないといつて差支へない。長距離砲は世人を驚歎させた最大のものであつたらうが、その原理に至つては極めて平凡である。機械化兵器の主體たる戰車はどうか。これも同様で別に珍しくもない毒ガスはどうか、これもまた同様である。

かく考へて來ると人間は新たに物を考へ出す能力は既に盡きてゐるのではないか。だがしかし吾人は技術的に大に進歩して來たのであることは否定し得ないことである。砲身を長くして初速を増すことは從來考へ來つたことであるが、百口徑以上もある砲身は昔では作り得なかつたのであるが、技術の進歩はこれを成遂げ得るに至らしめたのである。

兵器ばかりでない科學においても同じことがいへると思ふ。科學は隨分進歩したといへるが内容的に見れば技術的の進歩だと思はれる。週期率が發見せられてなほ幾何かの不明元素がある筈だとわかつてから、幾多の學者が終生の努力を傾注して今ではもうほとんどすべてがわかつた如きもその例で、これもやはり技術的の進歩と見ることが出来る。こゝに思想的といひ技術的といふのは、大局を見るか局部的に見るか、即ち觀點の相違に歸着する場合もある。何れにしても局部的の改良が積り積つて、古來の思想的存在を實在化して築き上げてゆくところに吾人の技術特に兵器の改良があるのである。

五、兵器の五官

兵器には迅速に移動する性質が必要である。軍艦や戰車は兵器の脚である、脚の速いものが勝利を獲得することとは史上明かなことであるから、近世兵器には健脚にすることに大なる努力が拂はれて來た感がある。しかし戰爭は部隊的活動に俟たねばならぬから、大局を見るための眼と耳と觸感の強化が最も必要である。家康は双眼鏡一つで關ヶ原の戰ひに勝つたといひ、日露戰役の日本海戰には我軍のもつてゐた測距儀が優秀であつたから敵よりも命中彈が多かつたとも傳へられてゐる。吾人の知識の大部分が眼から入るのと同様に、兵器には眼が甚だ必要である。近世兵器において眼を強化したものは何といつても、飛行機である、遠距離戰の可能なのは一に飛行機からの觀測に俟つものが多い。觀測値は地上と聯絡、報告する必要があるから通信、即ち口と耳とをもたねば

ならぬ、通信には、その傳達速度の速い電波や光が用ひられることは當然であるが、光は直接見えるところ、少なくとも發信地をさへぎるものがあつてはならぬから使用は自から制限される。音波は速度が遅いのと超音波にしないと方向性がないから、秘密通信の出來難い缺點がある。

兵器の觸感も多くは偵察によつて行はれるから聯絡や通信法と直接關係する。

臭覺は兵器にはない、吾人の五官のうち臭覺だけには補助具がない。近視、遠視は眼鏡でその能力の不足を補ひ、聽覺はマイクروفオンで補へるが、臭覺だけは補ふ装置がない。しかも將來の戦ひには臭覺は非常に必要となつた。ガス戦の場合がそれである。餘談ではあるが醫學の進歩によつて色盲も訓練によつて矯正出來るといふから、人間の臭覺も今よりも發達させることが出來るのではなからうか、さうすれば犬の如く自分の一度通つた道なら必ず原地に歸還することが出來て偵察聯絡等の場合に大いに便利であると思ふ。

六、工人教育の徹底

從來我國の工業には工人教育といふものはなかつたやうな感がある程看過されてゐた。強て求めるならば昔ながらの徒弟即ち弟子教育であつた。勿論それでも差支へない如く見えるが、實の所それでは到底將來の工業に適する工人は得られない。事變以來青年學校の奨励強化によつてこの問題は漸次解決しつゝあるかの感をもつのは喜しいことであるが、それなら何故工人教育をもつと充實しなければならぬかといふことを、現在當事者は工

人の補給難であるために、自分のところで教育しなければならなくなつたと考へてゐるかも知れないが、決してそうではならぬ。それ位に考へて來たことが我國の發展性を鈍化したと思はれる。

ジーマンスを見なければ世界の大工場を見たといふなといふ位の大工場の始祖が、先づ考へ出したのは工人の教育養成であつた。先づ七人の工人から始めて今では數萬の工人をもつてゐるのであるが、現在でも工人は勿論の事、大學出の技術者でも入社すると必ず教育してゐる。昔の如く特殊な組長または伍長について技術を學んだのでは、ばらばらになつて、同一の知識をもたないことになる。なほ適切にいへば同一部品を作るにも區區な方法を選びやすいことになつて、それ等の人々が同一工場で働くと自然に種を異にし、従つて同一精度をもつたものが望まれないことになる。缺陷を伴ふから、どうしても工作法は同一工場では一貫して同一でなければならぬ。さもないと製品の信頼性が乏しく互換性も與へにくいことになる。缺陷を生ずるのである。特に從來の弟子教育は、多くは見學によつて修得させた傾きがあるが、技術は體驗によつてだけ修得されるといふ大切な點に觸れてゐないのである。この意味から、青年學校教育においては是非實習工場を設置充實する必要がある。學課の教育も勿論必要であるが、それには必ず演習を充分にすることが必要である。この點歐米では實に徹底した教育を施してゐる。そのことを少し述べてみると、ドイツでは三年間の教育を普通とし、大工場では學科を教へるための學校も工場内にもつてゐるが、工人三、四百人位の工場では學校をもたずに、實習室だけをもち學科は夜學校で補ふところもある。しかるに大工場では實に立派な學校と實習室をもつてゐる。實習室の教育は教官の努力に俟つ

べきものが甚だ多い。この點は我國の工業學校でも青年學校でも大に改良すべきものがあると思ふ。

第一は我國のそれ等では指導者即ち教師の数が少ないことである。しかしして設備不十分のために實習室は出来るだけ連続的に使用するやうにしてゐるが、教師の数が少ないから、教師は疲勞困憊して充分手が届かないのが實情で、生徒は多くの場合自己勝手なことをしてゐる。あれではほとんど役に立たないのではないかと憂ふるのである。しかもそれ等の人が將來の指導者となるのであるから心細い限りである。事實日本の從來の教育組織では中學程度の工業學校卒業者が本當に現場における指導者とならねばならないのであるが、右の如き實情を見るとモット力を入れねばならない感が深い。しからば外國ではどうしてゐるかといへば、實習室には生徒三人乃至六人に對して一人の指導員が居つて充分に指導する、本當に手をとつて教へるといふほどにしてゐる。例へば旋盤を教へるには、先づ工作物の取付を、教へながらやらせ、それを終ればバイトを教へながら取付けさせ、いよくそれで可か否かを見届けてサア削れといふ風に至れり盡くせりの指導をする。従つて三人に一人少なくとも六人に一人の指導者が必要なのである。日本の生徒ならばあれだけやればモット上手になれると思ふ、それ程教育に力を入れて、工場はそれで採算がとれるかといふ問題があるが、それは成立つやうになつてゐる、といふのは日本の教育と違つて實際役にたつものを作らせるのであるから収入があるし、また生産に興味をもつて、失業しない様に氣をつけるし、その方が成績が良いといふ。資源の乏しい我國では特に考慮すべきであると思ふ。

七、指導者の養成

三年または四年のうち二年の間は實習室で、右のやうな教育を受け、あとの一年または二年間は生産工場の方に行つて現場の流れ作業につき、最後に卒業作品をつまとめて卒業することになつてゐるところもある。最も長く教育するのはゼネボアズ社の五年間の教育である。同社での話によると、それだけやつても素質によつては、つひにもならないのがあるとのことである。如何に精密工業がむづかしいか、また有名な外國の工場がどれだけ工人の教育に力を入れてゐるか、その製品が他の追隨を許さない所以もまた自ら明かである。ローマは一日になるものではない。なほ附言したいことはこの種の教育において最も重大なのは教師たるべき人の問題である。教育に教師の重大なことはいふまでもないことであるが、實習、實驗を教へる場合は特にしかりである。従つて工人教育には指導者を先づ養成することが第一に着手せねばならぬことであるが、それについて前述の歐米會社でも非常に意を用ひてゐる。指導者たるべきものは、附屬の養成所卒業生中人格技術において最優秀者を選抜してこれに當らせてゐる。従つて俸給も相當に高い、ここに問題になるのは、それ等の人が工場で働くのと収入において著しく差を生ずると、途中で止める人が多くなることであるが、しかしそれは前述の如く實習室では事實上生産をしてゐるのであるから、その方から充分に拂へるので少しもこまることはないといふ。

八、技術者の再教育

学校を出たては最新の知識の所有者であつた筈の技術者も、二年三年たち、五年六年を経ると、もう時代遅れなのだ。学校卒業當時工場に行くと、本を読むにも時間がないのが苦痛で、一、二年すると再びまた学校に歸へつて勉強したい氣持になつて来るものと見えて、そういつて来る人は決して少なくない。それ位新知識に飢えてゐる人も三年五年たつと、もうあきらまれてしまつて、遂にその日暮しになるのが常である。特別心掛のよい人ならば別であるが、とても一般の人にこの日新月异の變遷極りない今日の技術を、現場に居ながら修得することは出来るものではない。どうしても幾年かの後には技術の理論の方面だけでも練り返す必要がある。頭を入れかへる必要がある、それをやらねば到底最新の技術を工場に引入れることは出来ないと思ふ、しからばそれは学校卒業後幾年たつた頃がよいかといふことであるが、自分の考へるところでは、卒業後まづ五年乃至十年位たつた時だと思ふ。そうすると工場において多くの問題にも觸れ必要な箇所を知つてゐるから、その時の刺戟は大いに利益があると思ふのである。

日本の工人は技術者のいふことをきかぬといふ話をよく聞くが、あれは技術者の養成方法にも缺けたところがあり、工人に輕蔑されてゐるからのことで、大きな聲ではいへないことである。従つていはゆる泣寝入りとなるのであるが、その點は技術者自ら反省を要する點であると同時に、工場にありては支配人の考へすべき重大な點

であると思ふ。これについては学校教育もまた大なる改善の餘地があるが、最も大きな缺陷は工業教育機關において實習の設備の不充分なことに由來することも少なくないと思ふ。そのことは後に譲り、今は各工場において技術者を如何に再教育すべきか、また新任者を如何にすべきかを述べれば足るのである。

前にも述べたやうに、ジーマンスでは、大學出身者でも入社すれば必ず暫時の間は適切なる教育をしてゐる。しかるに我國ではほとんどそんなことは省みないで、たゞ使ふ一方である。それでは到底満足な結果が得られやう筈がないと思ふ。たゞ学校卒業者は見様見真似で會社の仕事に慣れるだけのことである、しかもたゞ多忙なためにその日暮しをしなければならぬのであるから、再教育は當然必要である。つまり技術者が新に新技術を工場に引入れようとしても工人に反對されて出來ないことは、全く技術者に本當の技術の體得がないことによる場合が多いから、この點は大いに注意すべきことであると思ふ。一三十年前外國から技師を招聘した某工場で、その技師が歸る時、日本の職工は實に良いが技術者は駄目だといつたといふ話がある。今ではさほど彼等に彼是いはれるほどではないと思ふけれども、再教育を施して新技術の輸入を充分仕易くする必要があると思ふ。再教育といつても技術者を學校に送ることが出來なければ是非一ヶ年に二三十時間位でも最新技術に接する如く、あるひは講師に講義をして貰ふ様にでもしたいものである。これを絶えず續けて行けば、それだけでも或る程度は補へることと思ふ。工場の經費からすれば何でもないことで、その講義には内容によつては工人も列席させるがよい。何といつても人の整備は技術向上の第一義であるといはねばならぬ。

九、設計技術者の養成

今日までは設計技術者と生産技術者はそれぞれ別箇のものであつた、即ち互に専門的のものと考えられた。學校を出ると、設計に入るか現場に出るかといふやうに東西の兩道の如く考へてゐたが、あれでは將來は駄目だと思ふ。

工作を知らない設計者は不具者である。到底將來の工業に適する設計はなし得ないのである。大量を要する兵器においては特にしかりである。一本のピン、それが如何に工作上障害を興へることか、またある場合には一體に作つたがために何程工程を困難ならしめることか、そんな例は數限りなくある、昔の兵器の中にはそんなのが多數にある。どうにかかうにか機能がよく行けばそれで充分だといふ考へが設計者にあつて、多量生産上有害な例は甚だ多いのである。従つて設計者の養成には先づ現場を數年やつて各種製造方式を會得してから後に設計に廻すべきである。さもないと唯我獨尊主義といふか、獨善主義といふか、到底現代製造方式に適しない設計が出来ることになる。

十、注文者への注文

注文主はその使用状態を設計者に充分納得させることが大切である。さもないと決して満足する結果は得られ

ないのである。このことは決して兵器ばかりについてではない。設計上特に必要なのは、所要精度と數量と使用條件とである。之等は設計を決定する主要なる點であるが、やゝもすればその何れかを缺きたゞ精度だけを示すが如き場合がないでもない。そうすると、設計者は室内で使ふやうなものを想像して設計し、意外にも野外荒天に使はれるといふやうなことがあつて、似てもつかぬものが出來上ることさへある。

なほこれについて一言することは精度と測定範圍である。精度を高めれば測定範圍は減り、測定範圍を廣めれば精度は下る、互に反比例性をもつてゐるものであることを注文者はよく心得べきである。技術は決して躍進するものではない。先づ一步一步と前進するのが順序であり、そんな注文條件は役に立たない屑地金を多量に作るに等しい。そこは注文者の頭腦の問題といへる、また技術體得の程度ともいへると思ふ、このことは敢へて兵器だけではない。(兵器工業昭和十六年一月二十日—二月一日—二月二十日)

精密測定の現状

精密測定の現状

一、緒言

(一) 精密測定

古來物理學その他の自然科学に於て、各種量の實際値を知るために、多くの手段方法が講ぜられてゐる。然るに、各種の條件に左右されて、本當の値は容易に求め得ないから、多くの場合唯尤もらしい値を捜してゐるに過ぎない。

又或場合には、實際値を直接求めるよりも、比較値即ち差額を求める方が便利であるために、比較測定法に依る事がある。此の場合には相異量だけを求めるのであるから、微量測定が即ち精密測定となるのである。何れにしても本當の値を求めんとするのが、精密測定の目的ではあるが、實は最も確らしい値を求めるに過ぎない。精密測定は、基礎單位は勿論、その他の誘導單位にも及ぶべきであり事實各方面で進歩しつつあるが、ここでは私の専門と直接交渉する方面の長さの測定を主とし、その他二三の事柄を述べるに止める。

(二) 精密工作の必要

近年各種機械類の運轉速度が、大きくなつた爲に、壽命が著しく短くなつて來た。之が對策として材料の改善を行ふことは勿論で、近年材料學が進歩したのも、その影響である。然るに同一材料ならば、精密に出來たものが壽命が長い。例へば軸と軸受の場合を考へると、両者が正しく出來てゐれば、壽命が長い。といふのは、機械部品を測定する場合に、その寸法は表面の性質に依るので、正確に測定する前提として、表面は凸凹のない様に仕上げる必要がある。即ち精密なる部品の製作には、表面が恰も鏡の如き滑らかをもつてゐるといふことが含まれてゐる。従つて精密に作られた軸と軸受とは、耐磨耗性が大きく、寸法に變化がないから、壽命が長いのである。又或種の機械、例へば物理機械の類では、精密に出來てゐないと、その機能が完全に行はれない。之が精密工作を要する第二の理由である。第三は大量生産法又は互換生産法の發達である。之は特に前世界戦争中彈藥その他兵器の需要が夥しく多量であつた爲に發達した方法である。互換生産法といふのは、機械部分の寸法誤差を一定範囲内に收め、その範囲に出來たものは、任意の一つが、他の部分の任意の一つと組立てることが出来るやうにしようとする工作法である。この方法では、必ずしも最高級の精度は望み難いが、併しそれに使ふ寸法測定用具即ちゲージの類は、相當の正確さを要するのである。此のために精密測定は、近代工業に於て著しく必要となつたのである。大量生産法の根幹をなすものは、精度の維持である。若しこの維持が出來ないならば、大なる障害を來たすことがある。その實例は、世界大戰末期に於て、ライン地方で作つた彈丸の部品が、ゲージの磨滅に氣

附かずに作つてあつた爲に、組立てが不能となつて、急に彈藥補給が出來なくなつた。その爲作戦上大なる支障を來たしたことが、休戦を速めた一つの原因だといはれてゐることも如何に精度維持が必要であるかが判る。

(三) 表面測定の必要

多くの機械製品の表面は、凸凹起伏した山と谷との連続である。斯様なものの大きさを定めるときに、何處を測れば正しい寸法が得られるかといふ疑問があるのと、前述の如く凸凹の表面をもつ部品は磨耗が速く壽命が短い等の缺點があるから、近年表面の凸凹に關する研究が盛となり。表面工學といふ學問の一派が出來たのである。

二、長さの測定

(一) 長さの單位

長さの國際的單位はメートルである。之は白金の合金で作つた棒の上に刻んだ線間の距離が、攝氏零度の時に有する長さである。近年此の一メートルを光の波長で表す方法が實施されて來た例へばカドミウムの赤色光線は一メートルの中に

$$1m = 1,552,734.52\lambda_r(\text{cad})$$

$$1\lambda_r(\text{cad}) = 0.64384696\mu$$

となり、波長を以て長さの單位とする事が出来る。波長は空氣の溫度、濕度、氣壓及び炭酸ガスの含有量などに

よつて多少變化するが、その影響も判つてゐるから、必要があれば補正が出来る。

(二) 工場用長さの基準

實用的長さの基準は、目盛りされた物差即ち線度器よりも、物體の端面間の距離を用ふる度器即ち端度器の方が便利である。併し物指は一本あれば、その全長の小數に相等する長さは、目盛を細かくして置けば、何程の長さでも測るのに使へるが、端度器では、兩端面間の距離だけを與へるから、無數の度器がないと任意の長さを測るには使へない筈である。

此の問題を解決したのは、ヨハンソン（スウェーデン）であつて、近世測定學上最も大きな波紋を投じたものといへる。

ヨハンソンブロック ヨハンソンは約二十年前に $9\text{mm} \times 28\text{mm}$ の鋼片の兩端面を正しき平面に仕上げ、完全に平行にすることに成功した。而して兩端面間の距離即ち長さは、凡そその百萬分の一程度以上誤差のないところまで作り上げたのである。

例へば 20mm のものでは $\pm 2 \times 10^{-6}$ より以上狂つてゐないといふのである。斯様に作り上げたブロックは表面が幾何學的に正しい程度になつてゐるから、之を二個とつて互に接着すると、恐らく大きな力で吸着く。その力は三十氣壓にも相當する。その吸着力は分子引力に依るものだといはれてゐる。斯様にして二個のブロックを吸着させると、その二個の端面の距離は、その合成片の各々の寸法の和に等しいことが判つたから、長さの

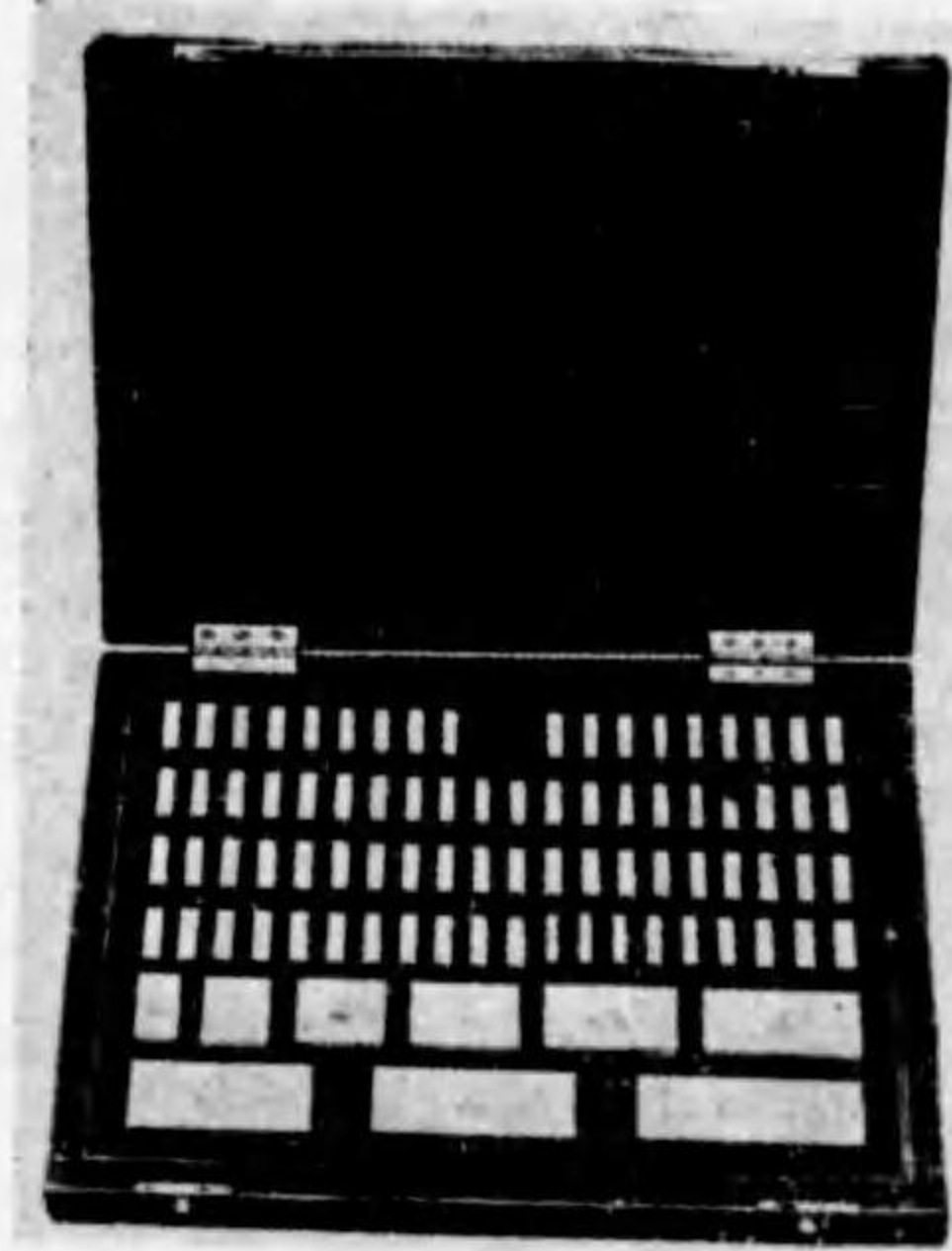
異つたブロックを組にして置けば互に吸着させて、各異の寸法を作り上げることが出来る。例へば、 1.0 — 1 耗から始めて 0.0 — 1 耗隔きのもの四九個、 0.5 — 5 耗から 0.5 — 5 耗隔きのもの四九個、 2.5 、 5.0 、 7.5 、 10.0 、 1.0 — 0.5 五耗各一個、合計 10 — 3 個を一組にしたものでは、 300 — 0 耗までの長さならば、 0.0 — 1 耗間隔の任意の長さを作ることが出来るのである。又別に 1.0 — 0.1 、 1.0 — 0.2 、 0.0 — 1 耗つまり 1 — 1 ミクロン隔きに出来たセットもある。従つてこのセットと前の 10 — 3 個のセットとを組合せると、 1 — 1 ミクロン隔きが任意に得られるのである。

ヨハンソン ブロックの彌した工業上の影響

ヨハンソンブロックは工學上に偉大なる効果を與へた。その

主要な點は、

- (一) 大量生産を容易ならしめた。
大量生産法は互換式製作を行ふより外に方法はない。互換製作法とは製品に一定の寸法誤差を與へて、その範圍内に出来た品物はどれを取つても他の部品の任意の一つと組立てることが出来るといふのである。従つて部品は一つは九州、一つは北海道で作つても之を集めさへすれば組立てが出来るのである。それには標準寸法が互に一定でなければならぬ、その寸法の標準としては、ブロックゲージが最も便利である。
- (二) 直接工作に利用されて製作を容易ならしめたこと、及び各種工作用ゲージの檢定を容易ならしめた。
- (三) 測定術を向上せしめた。



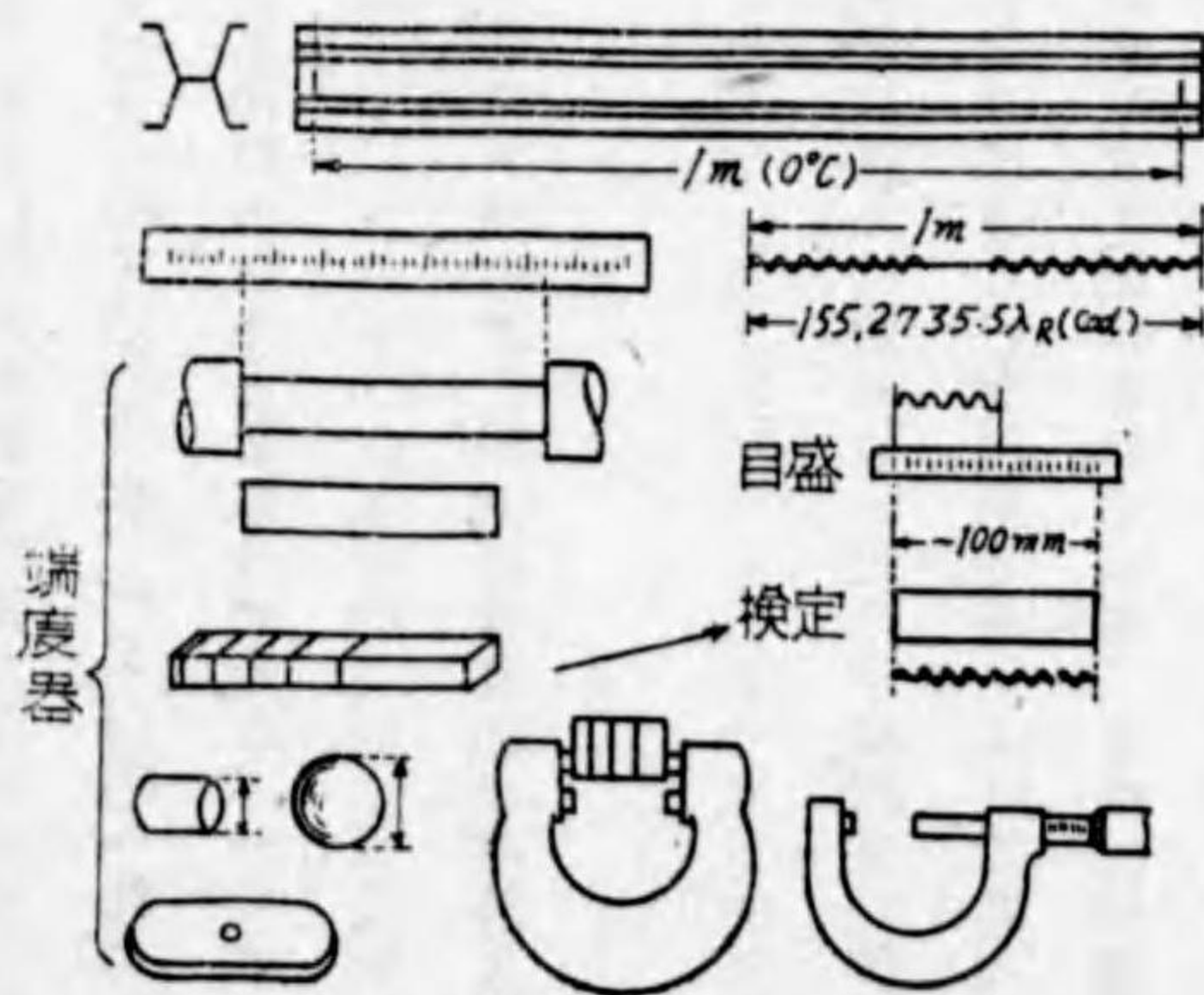
第一圖



第二圖

ツァイス社のブロックゲージ

ブロックの精度検査は最も重大であるから、それに適當する多くの測定法が考案されてゐる。

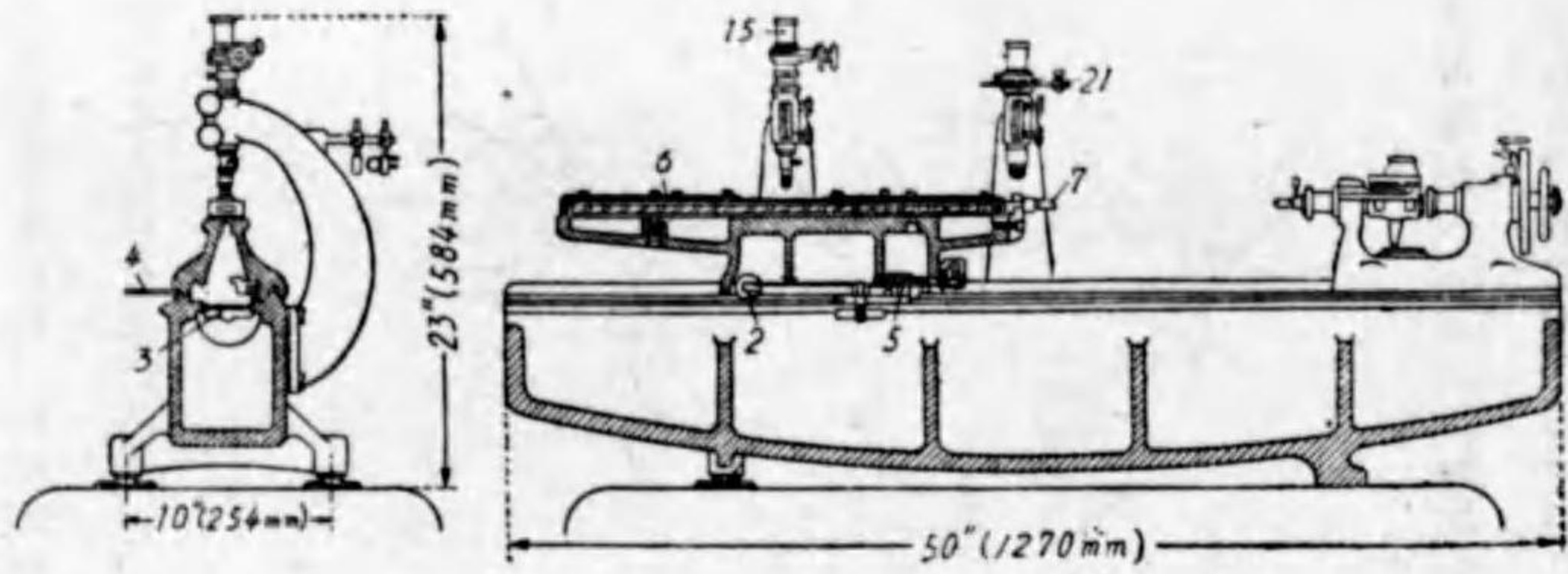


第三圖

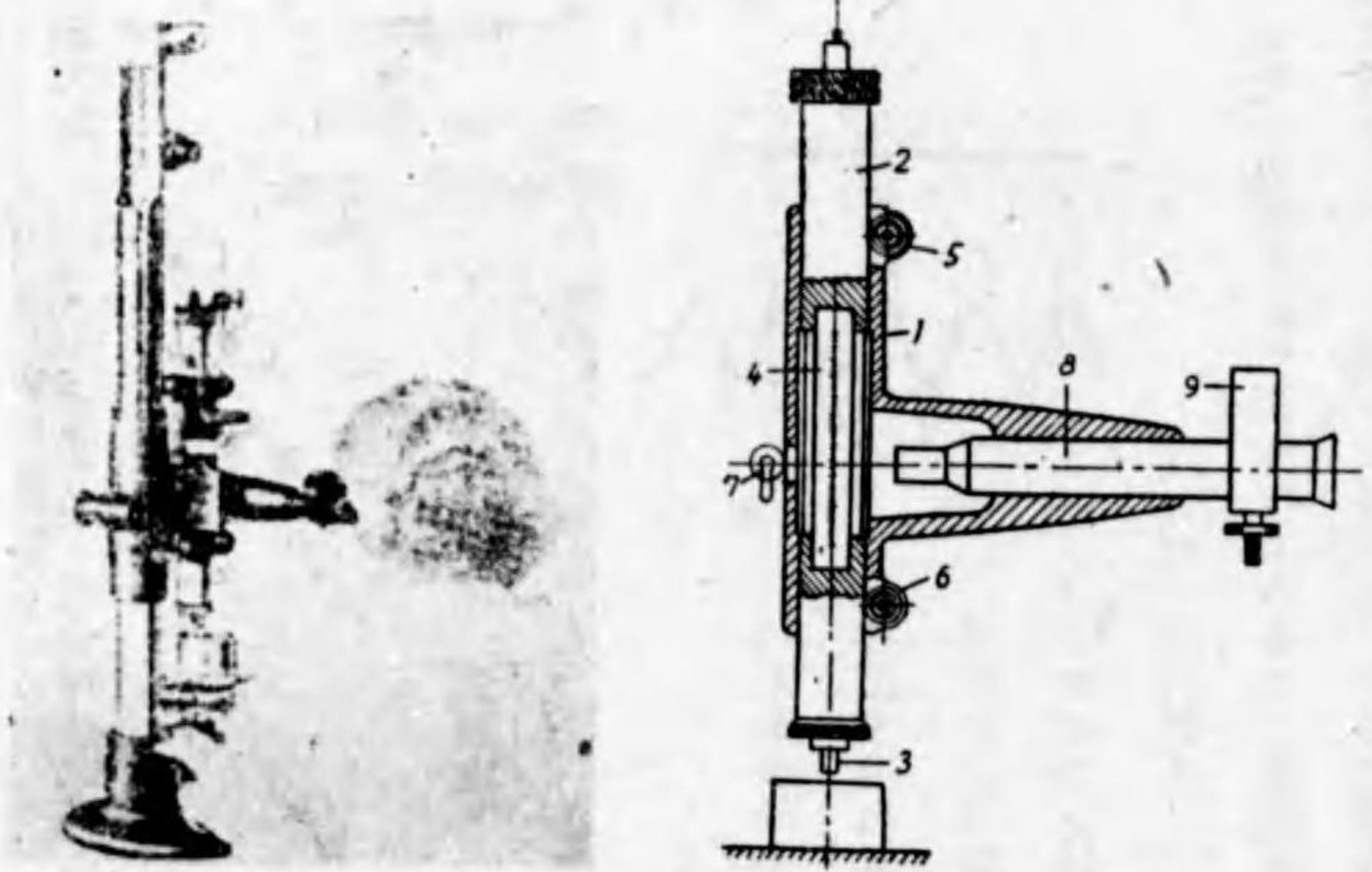
測らうとする品物の形状大小によつて、測定方法は自

(三) 長さの測定法

然限定されるが、之を大別すると接觸法と無接觸法とに分けることが出来る。接觸法とは、例へば直徑を測るのに、マイクロメータを用ふる場合の如く、マイクロメータの測定面を直徑上反對側からあてて、兩測定面の距離を以て求める寸法とするが如きである。此の場合問題となるのは兩測定面を押付けるときの力即ち測定壓が影響することである。特にこのことは、前述の表面仕上の粗なるもの、又は軟い物質の測定の場合に重



第四圖



第五圖

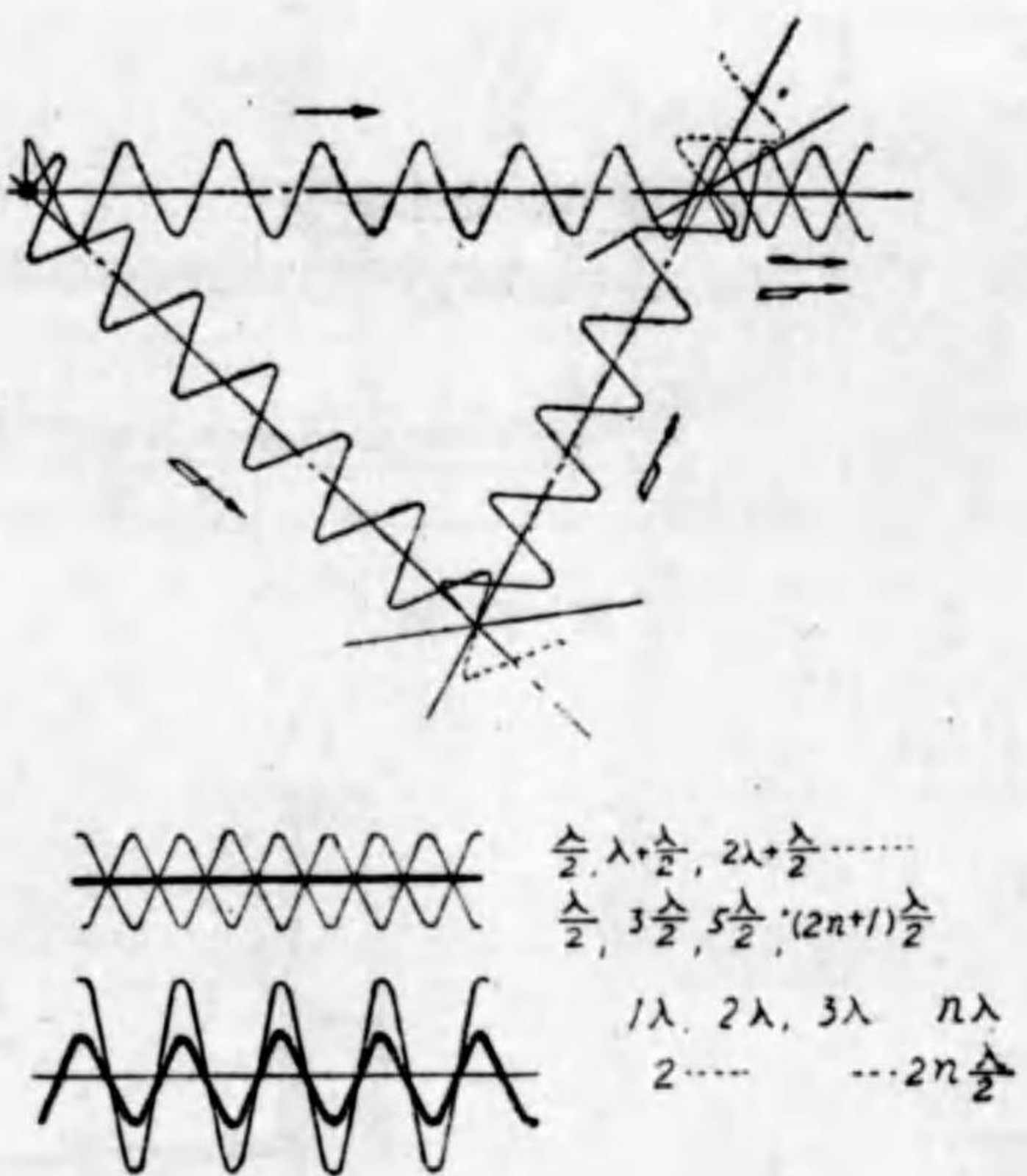
大なる影響がある。萬國規格統一聯盟では、最終の寸法決定は無接觸法によることに決めてゐる。無接觸法は現在のところ光を用ひる法と、空氣の壓力を用ふる法とがある。光を用ひる法の一は昔からする顯微鏡を用ふるの外に干渉法がある。以下従來行はれた方法及び近世の方法を少し述べる。

(a) 物差を標準とするもの

測長機 二メートルまでのものが作られてゐる。而して〇・一ミクロンまで正しく測れる。

(b) 光波干渉による長さの測定

光が進行方向と直角に振動する電磁波であるために干渉の現象を生ずる。此の干渉を利用して長さを測定することは、一八九二年にアメリカのマイケルソン教授によつて行はれ、その後フランスのパプリイ、ペロなどが行つたことに端を發し、



第六圖

その後長い間單に物理學者によつてのみ利用されてゐたのであるが、最近では工業上にも利用される様になつたのである。第七圖に於てOCは直接反射して、レンズLで集められるが、OAは空氣層に入り下の面から反射して

レンズLに入る、依つてOAは、AB+BCだけ長S路を通る、光學的には、光は疎から密な媒體に入るときに二分の一即ち半波長だけ位相が變化するから、光路差g

$$g = AB + BC + \lambda/2$$

$$AB = BC = d$$

$$d = 2d + \lambda/2$$

となる。兩波が干渉して暗黒となるには、第六圖に示す如く、

$$(2n+1)\lambda/2 \text{ 倍だけ位相が食違つたときである。即ち}$$

$$g = 2d + \lambda/2 = (2n+1)\lambda/2 \quad \therefore d = n\lambda/2$$

即ち n 番目の暗黒線を作るところの空氣層の厚さは $n\lambda/2$ であることが

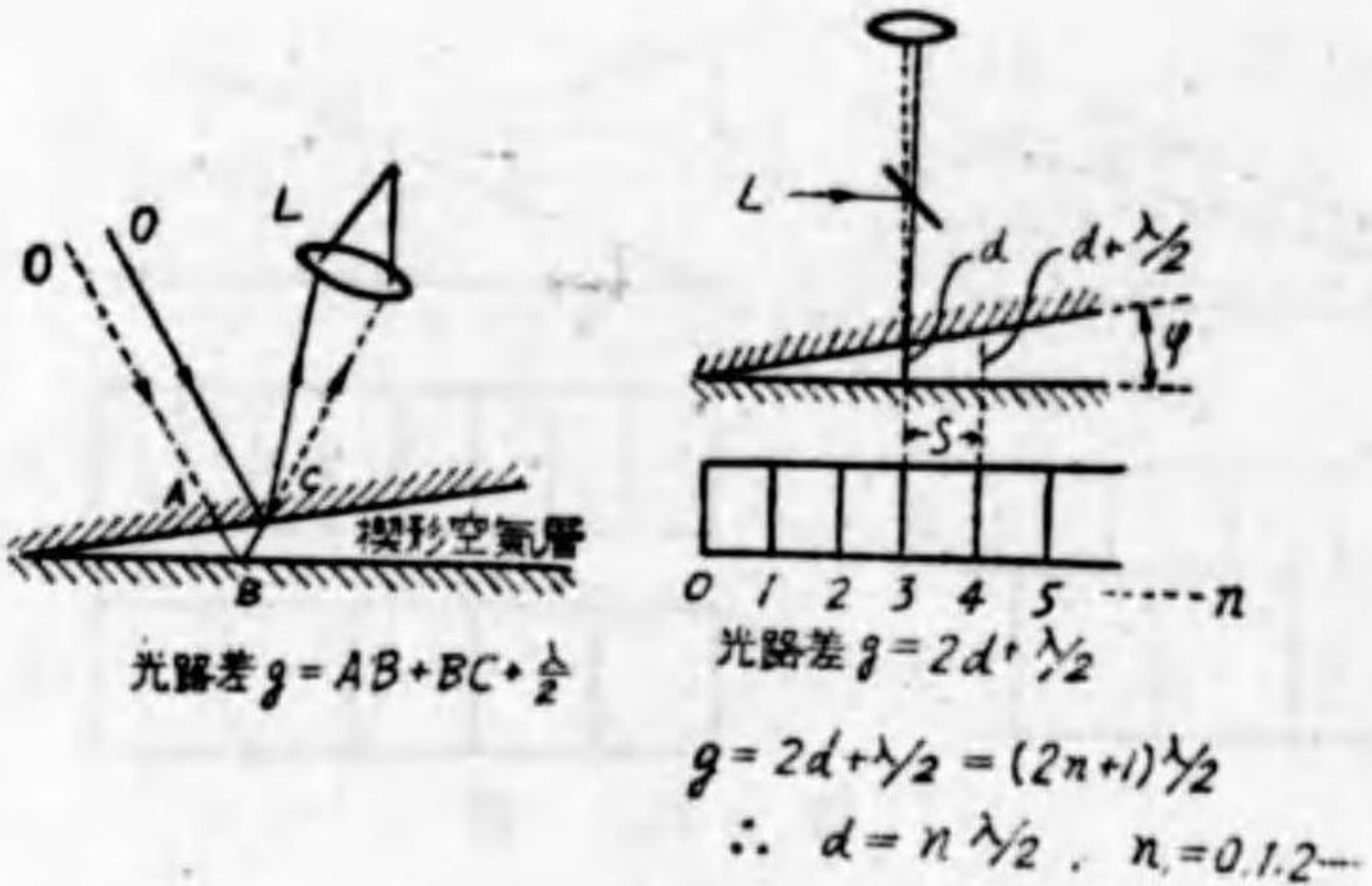
判る。つまり相隣る暗黒線を作るところの空氣層の厚みの差は、 $\lambda/2$ である。

暗黒線間の距離を S とすれば、

$$\sin\phi = \frac{\lambda}{2S}$$

$$\lambda = 0.5\mu (\sim \text{リウウミ線}) \text{ を使ひ、 } S = 1\text{mm} \text{ とすれば}$$

$$\sin\phi = 1/2 \times 0.5 \times 10^{-3}/1 \quad \phi = 50'$$

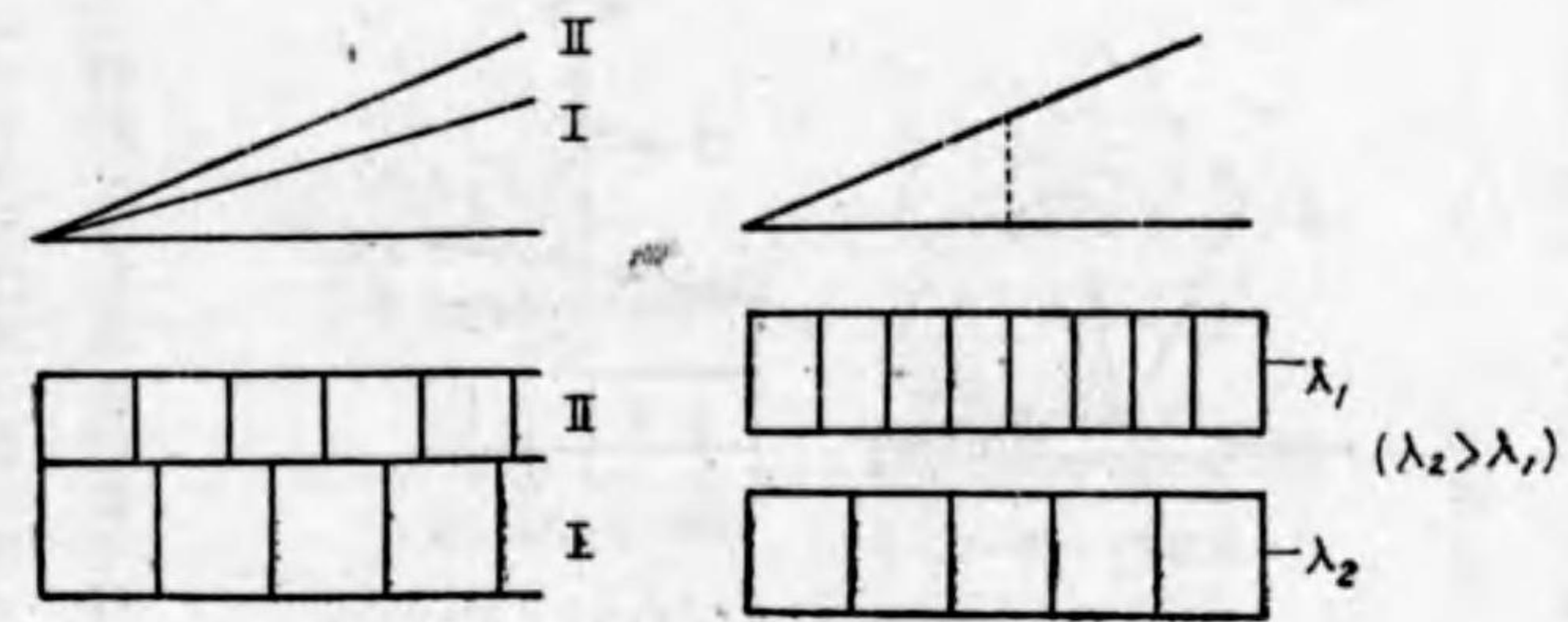


第七圖

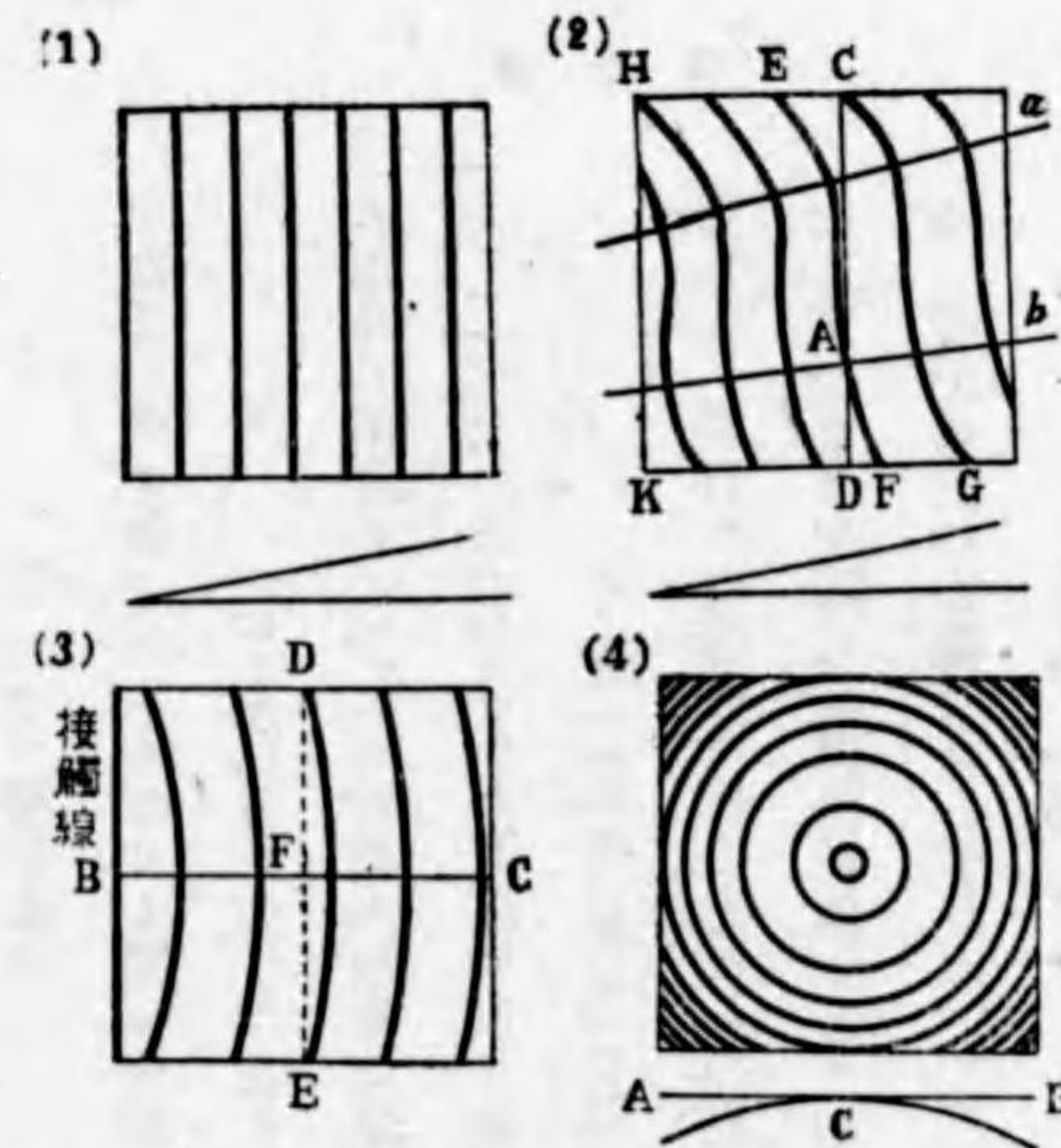
といふ小さい角である。空氣楔の値が變れば縞はどうかといへば

精密測定の現状

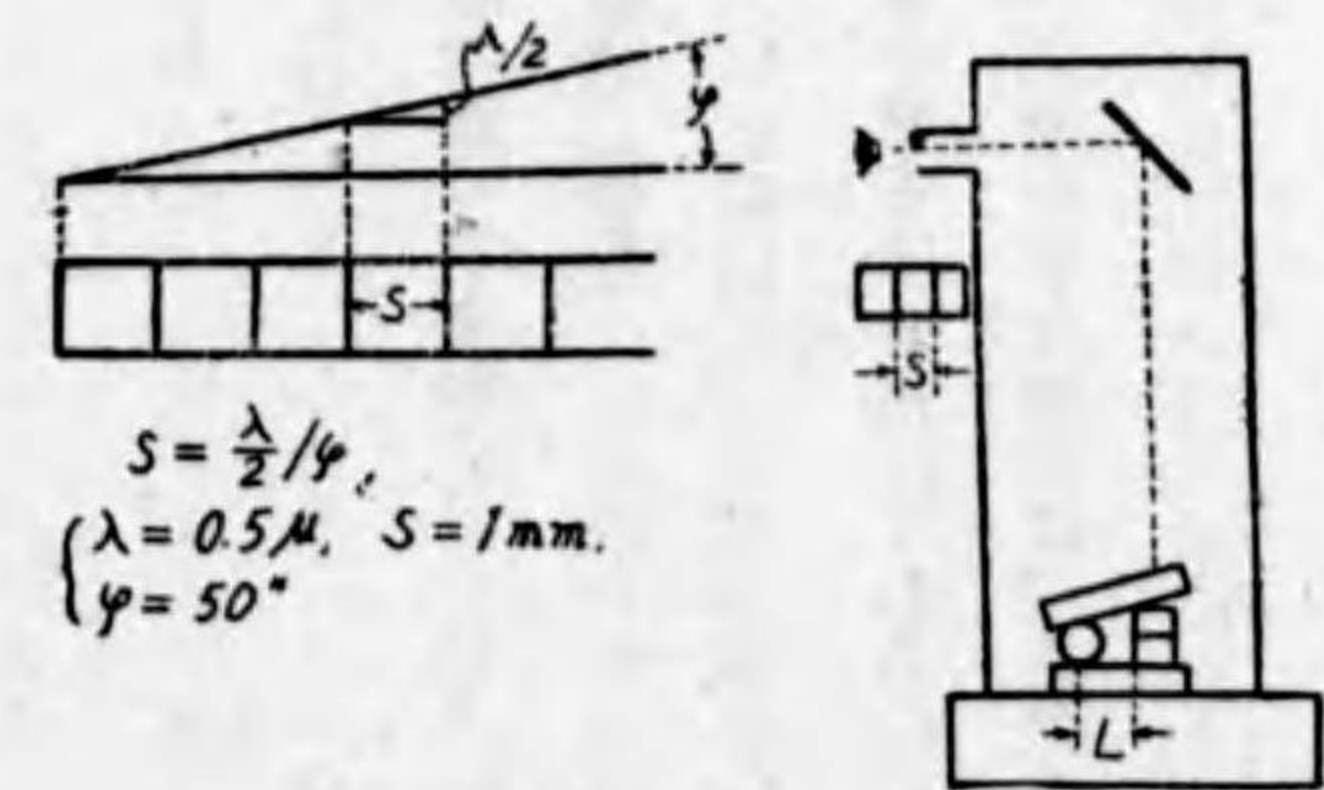
$$\sin \phi = \lambda / 2S$$



第八圖



第九圖



第十圖

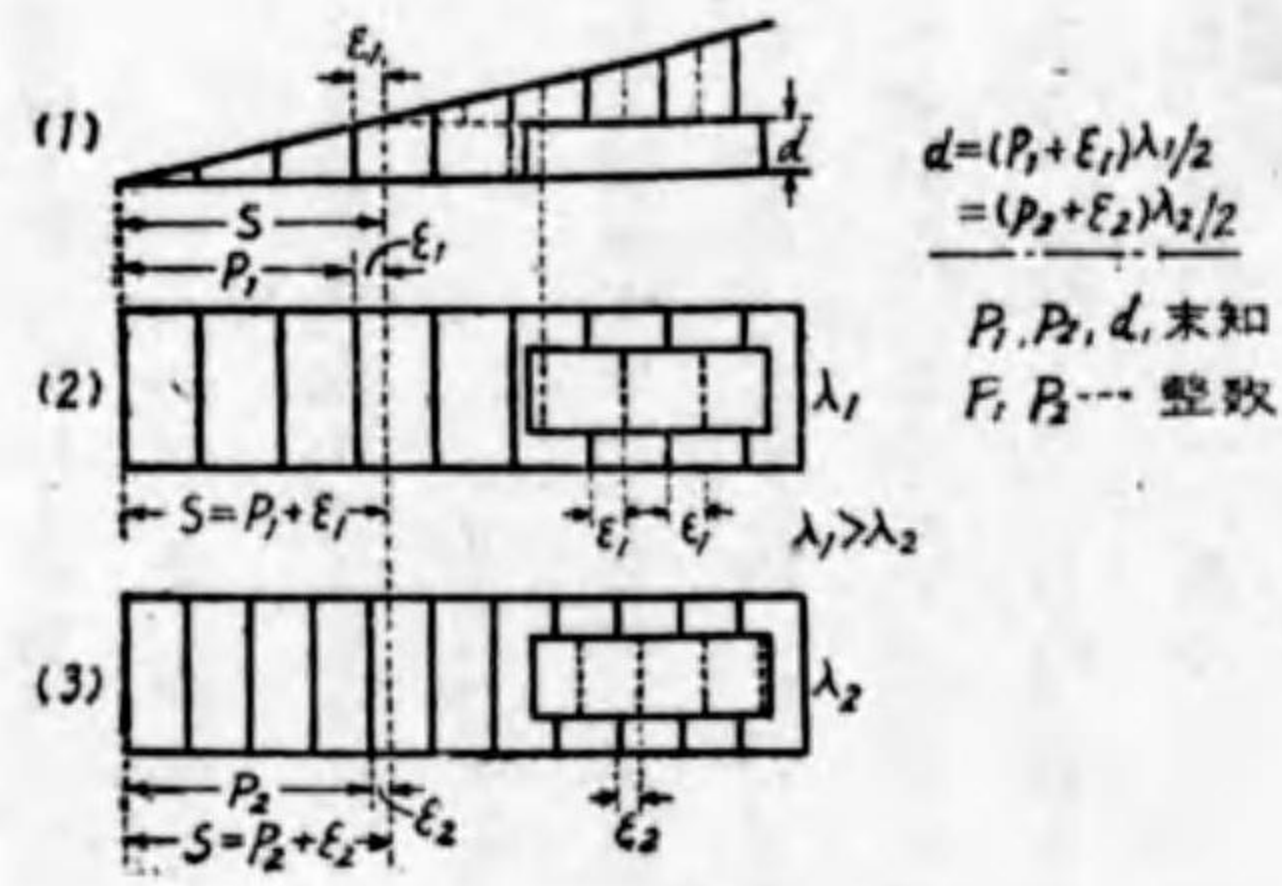
長の異つた光を用ふると、波長の長いものが粗い縞を作る。

から判る様にφが大きくなればSは反比例して小さくなる。即ち同一の楔に波

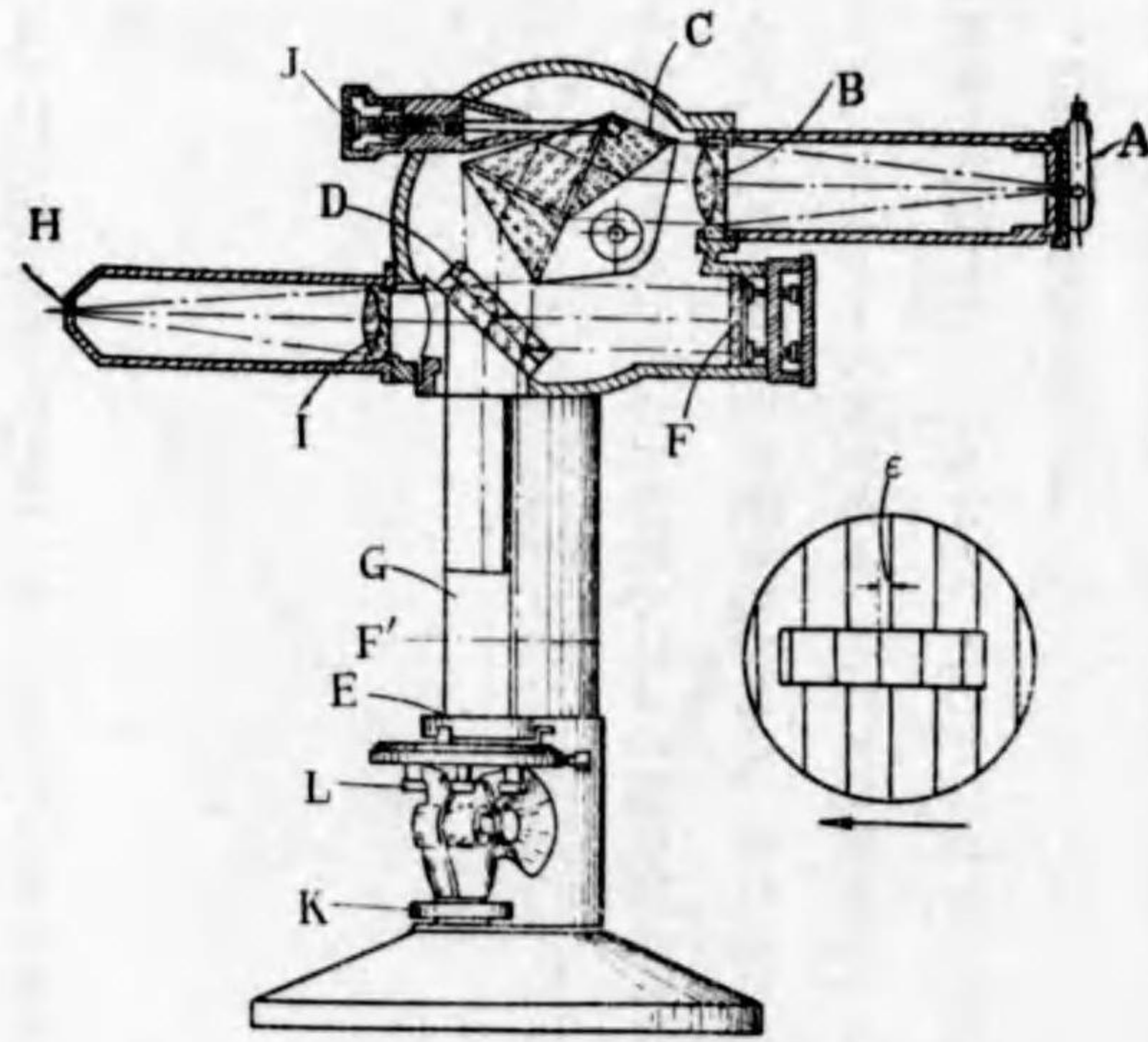
應用

平面の検査

干渉縞は被測定物の表面の等高點をつないだ線即ち等高線である。依つてこの線から面の良否を判断することが出来る。第九圖の(1)は完全な平面、(2)は向ふ下り、手前上りの面、(3)は大きな半径をもつ圓錐面、(4)は球面である。而して



第十一圖



第十二圖

(4)が従来廣く知られた、ニュートン・リングである。

精密測定の現状

干渉を用ふる長さの絶対測定

空気楔の中に第十一圖(1)に示す如く、高さdなる平行平面をもつ試験片を入れたとすると、楔の下の面にも試験片の上にも縞が出来る。求める高さdは、圖に書入れたSの中に含まれる縞の数から判る。その縞数の整数の部分をもP'で表はし小數部をε₁で表はすと、

$$d = (P_1 + \epsilon_1) \lambda_1$$

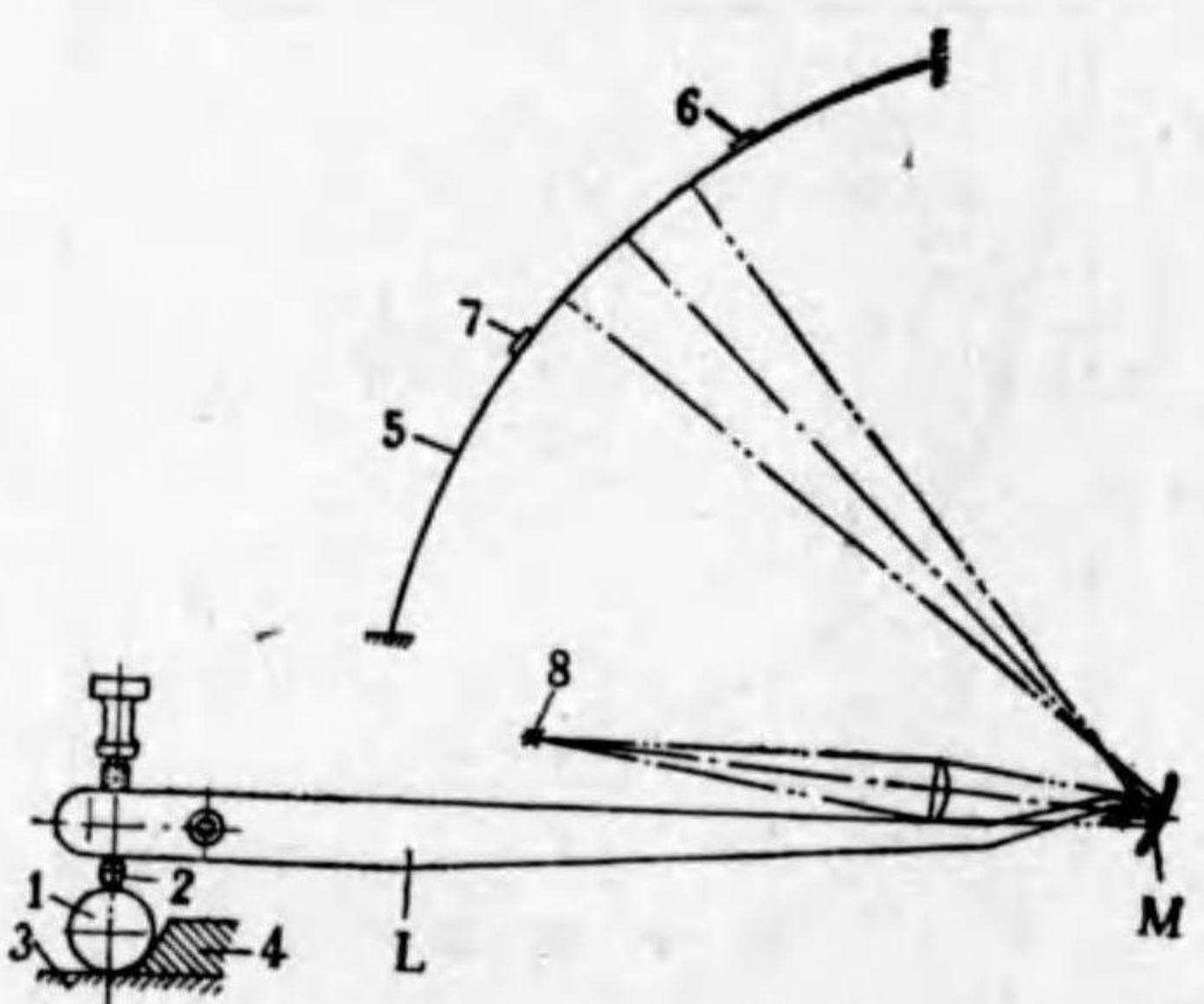
又波長λ₂なる光を使ふと、

$$d = (P_2 + \epsilon_2) \lambda_2$$

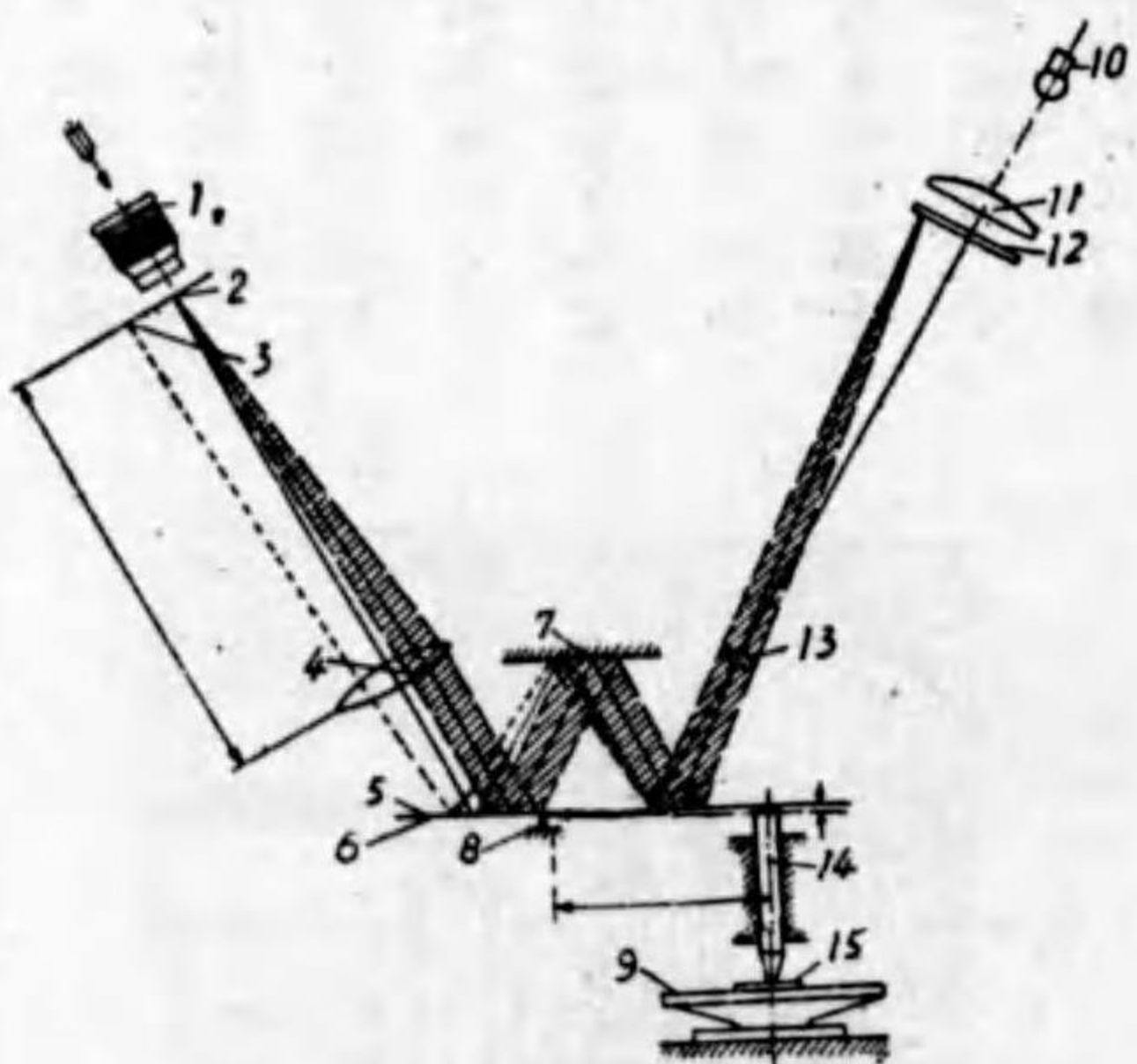
なる關係が成立する筈であるが、此等二式のε₁、ε₂は測定出来るが、整数部P₁、P₂は直接數へる譯にいかないから、結局二式中にP₁、P₂、dなる三未知數がある。従つて普通ではdの値は定まらないのであるが、唯P₁、P₂などが整数であるといふ性質を利用すると、定めることが出来るのである。それには僅かな計算をすれば足るのである。實際上用ひられてゐる干渉計には、ケスタース式がある。それには整数部の計算を容易にするために特殊な計算尺が添へてあるから、面倒な數値計算はしなくてもよい。この干渉計を用ふると、一〇〇耗までの長さを良い條件では、正負〇・〇一ミクロン程度の精度で測れる。

(c) 光學的方法

他の光學的方法の内に、鏡の傾をかへてそれから反射する光を用ふる、所謂光挺法がある。第十三圖はその一例



第十三圖



第十四圖

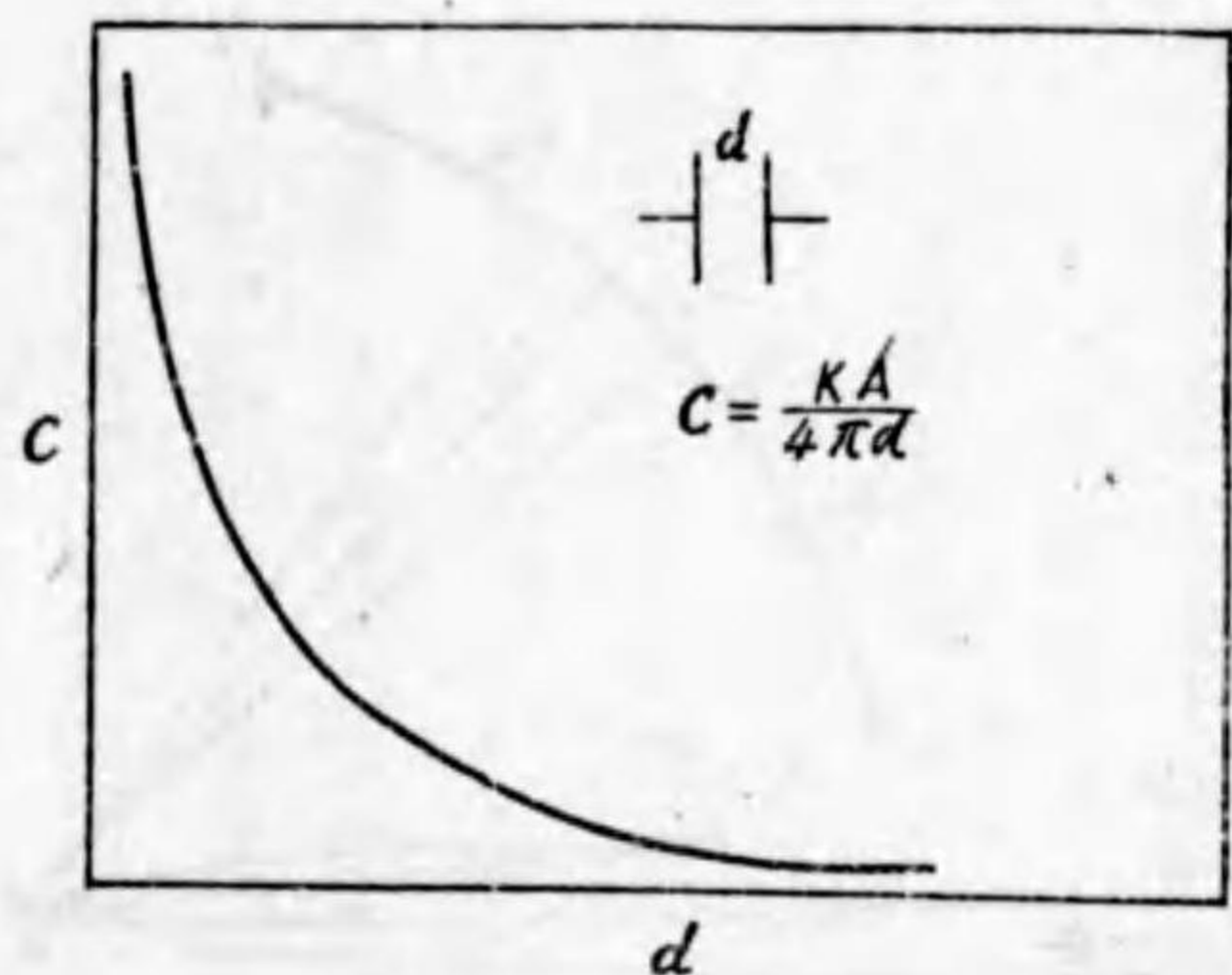
圖之では〇・〇二ミクロンまで測れる。而して測定範圍八三ミクロンである。

(d) 電氣的方法

精密測定の現状

界を與へること
が出来。擴大
率は大體一〇〇
〇倍であるから
千分の一耗即一
ミクロンまでは
正しく測れる。
矢張鏡を使ふも
のに、ウルトラ
オブチメーター
がある。第十四

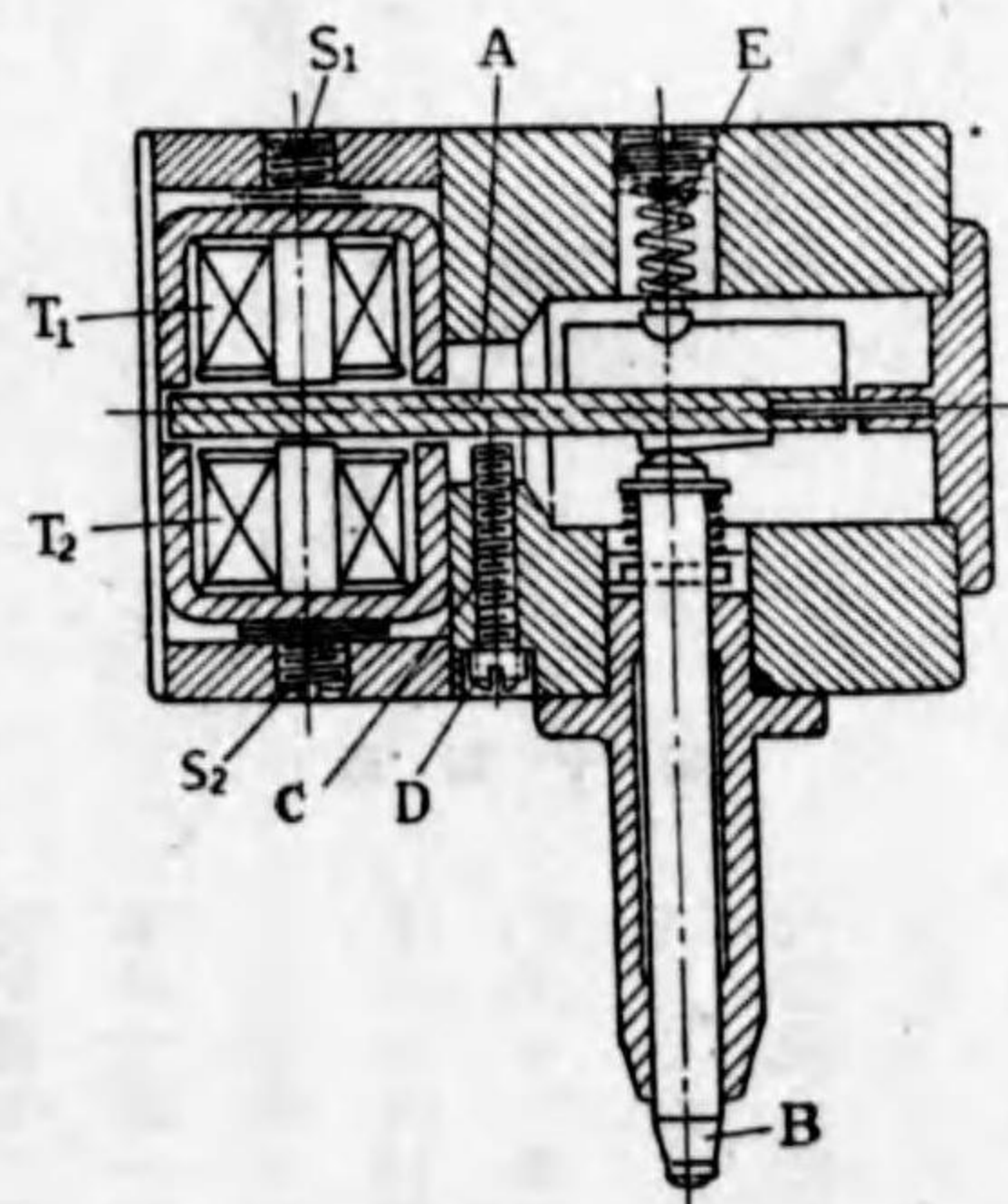
電氣的に長さを測る方法には幾個があるが、歴史的に古いのは、空気蓄電器を用ふる方法である。第十五圖は面積 A なる板を、距離 d だけ近づけたとき電気容量 c の變化を示す。即ち d の小さい程電



第十五圖

ある。此の方法は

周囲の状況によつて影響を受け易い缺點があるので、今では省みられない。現在広く用ひられるものは第十六圖に示せる。インピーダンスの變



第十六圖

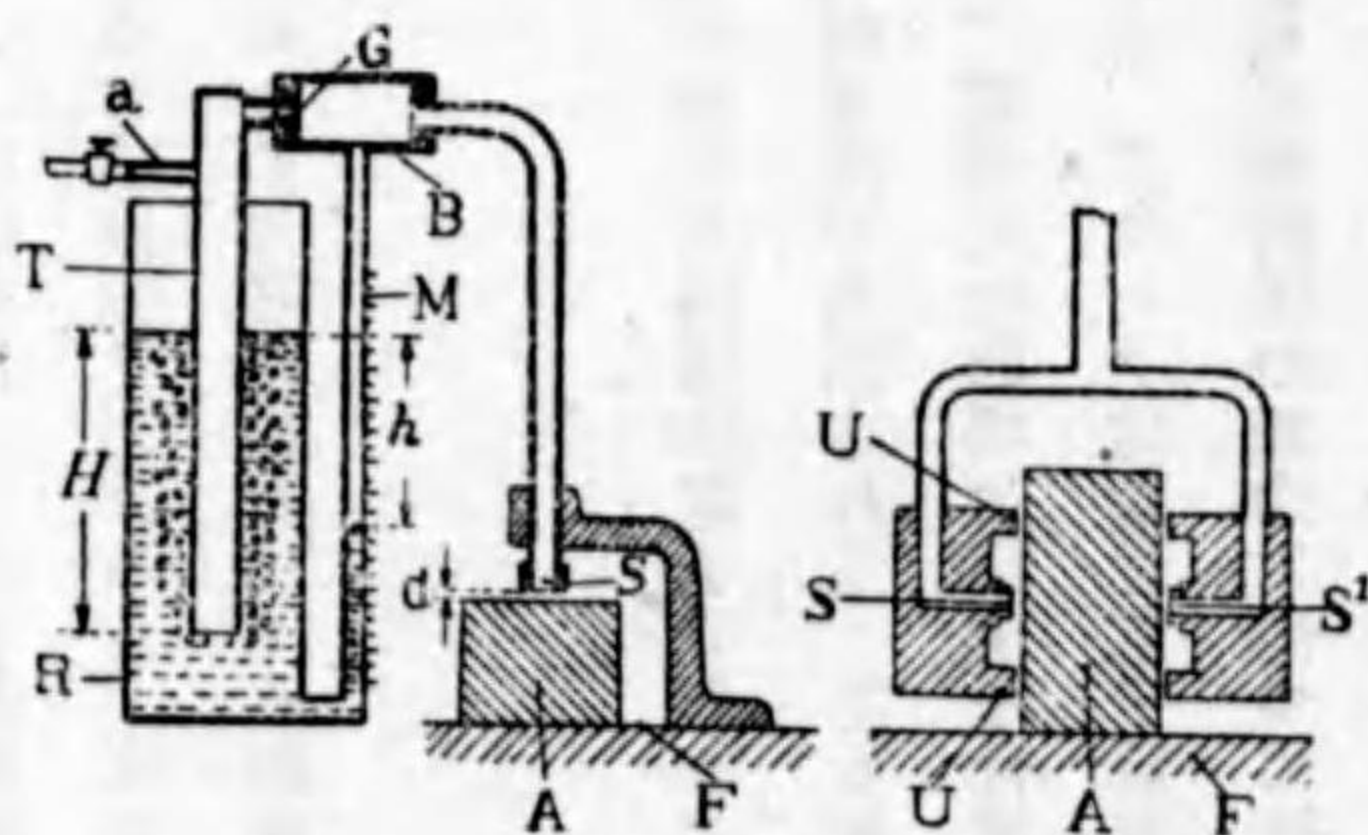
化で長さを測定する方法である。圖に於て A はアマチュアで、交流コイル T_2 の間に置かれ、測針 B によつて動かされる。 A が例へば上方に動けば T_1 のインピーダンスは増し、 T_2 は減る。それ故兩者の差は變化の二倍に相當し、感度をそれだけ増すのである。第十七圖の右圖はその外視圖である。

(e) 空氣マイクロメータ

一九三二年の Comptes Rendes に、Mensson が發表したのが始めて、従來の方法とは全く異つた原理に基づき比較測長機として



第十七圖



第十八圖

は、實に便利なもので、擴大率は一・一萬倍に達し、五百分の一ミクロン即ち 0.001 ミクロンの變化を測定出来る。空氣の出口 S の隙 d が小さくなると、室 B 中の壓力が高くなることを利用したものである。

三、電子顯微鏡

精密測定の現状

(A) 緒言

アッペの理論によれば、顕微鏡の分解能は使用する波長の四分の三の逆数に比例するといふ。而して波長λが三二〇〇Åの紫外線を使つても、光線顕微鏡では大體二〇〇〇倍位より大きな倍率は得られないから、従来の光線顕微鏡はより以上に進歩する餘地がなくなつた。然るに陰極線を用ふると、その波長が著しく小さいから、十萬倍又は百萬倍の倍率さへ得られる見込みがある。このために陰極線を用ふる顕微鏡所謂電子顕微鏡が近時大いに學界の人氣を集めたのである。

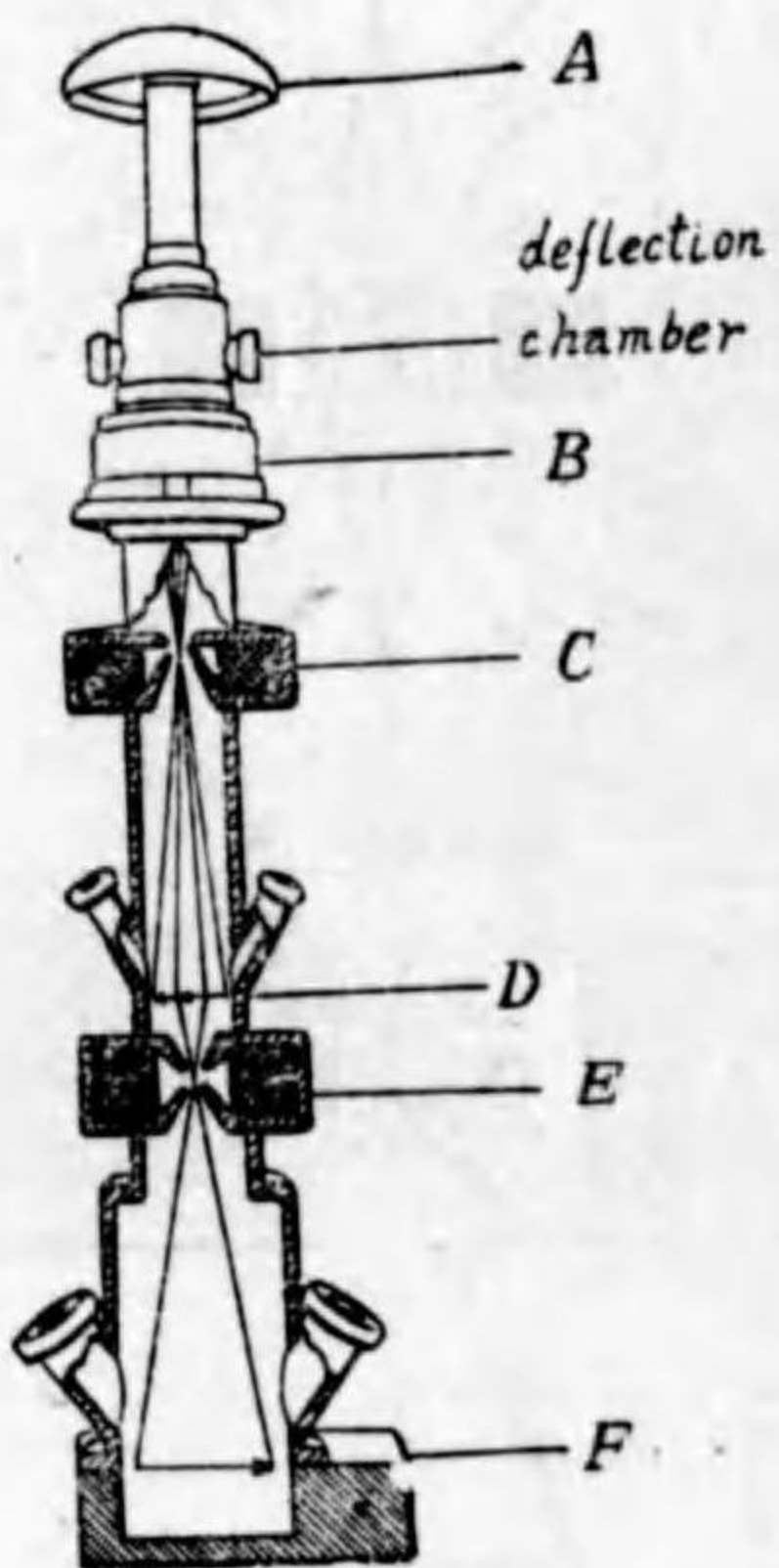
(B) 陰極線の本質

陰極線は微粒子で $10^{-32}g$ の質量を有し、負の電氣を有する所謂陰電子である。之は真空放電管の陰極に高電壓を與へると放出される。特に陰極を熱すると比較的 low 電壓で放出される、之を熱陰極線といひ熱せざるものを冷陰極線といふ。何れにしても電氣をもつてゐるから、電場又は磁場に感ずる性質があり又螢光板を刺戟して光を發し、又寫眞板を光の如く刺戟する。陰極線の波長は、プランク定數を電子質量とその速さの相乗積で割つた値に等しい。速度は與へた電壓の平方根に比例し、質量は相對性の理論に従つて速度と共に變ずるから、結局陰極線の波長は場合場合によつて異なるが、最上條件を作れば、これを顕微鏡に用ひて前述の如く十萬倍乃至百萬倍の倍率をもつものが得られるといふのである。

(C) 電子顕微鏡の要部

電子顕微鏡では、光線の代りに陰極線を用ひ、硝子レンズの代りに電場又は磁場を用ひるのである。従つて電子顕微鏡の要部は電子發生装置と、電場又は磁場より成れる收斂装置と、それによつて結ぶ像を見るための螢光板又は寫眞板とを要する。而して此等は總て眞空内に封入されてゐなければならぬ。

Borris S Huska 電子顕微鏡



第十九圖

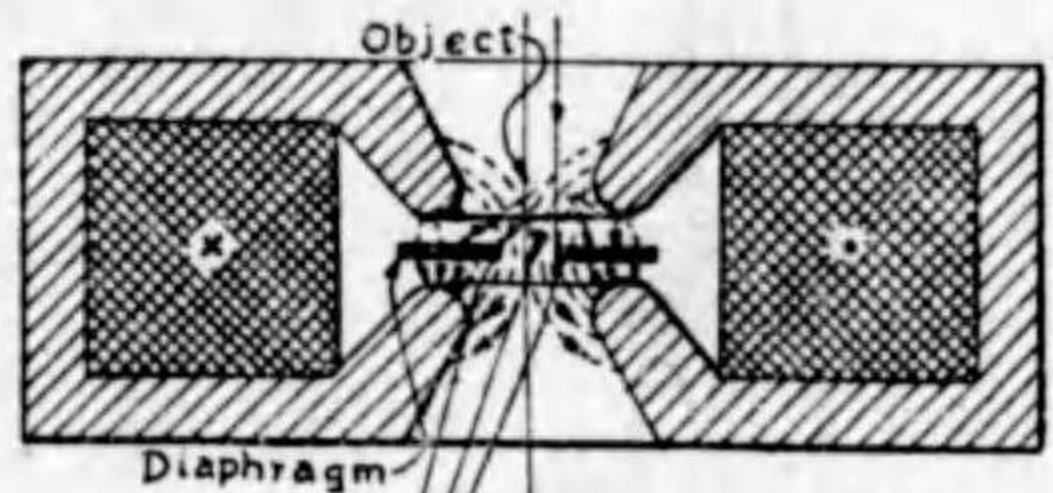
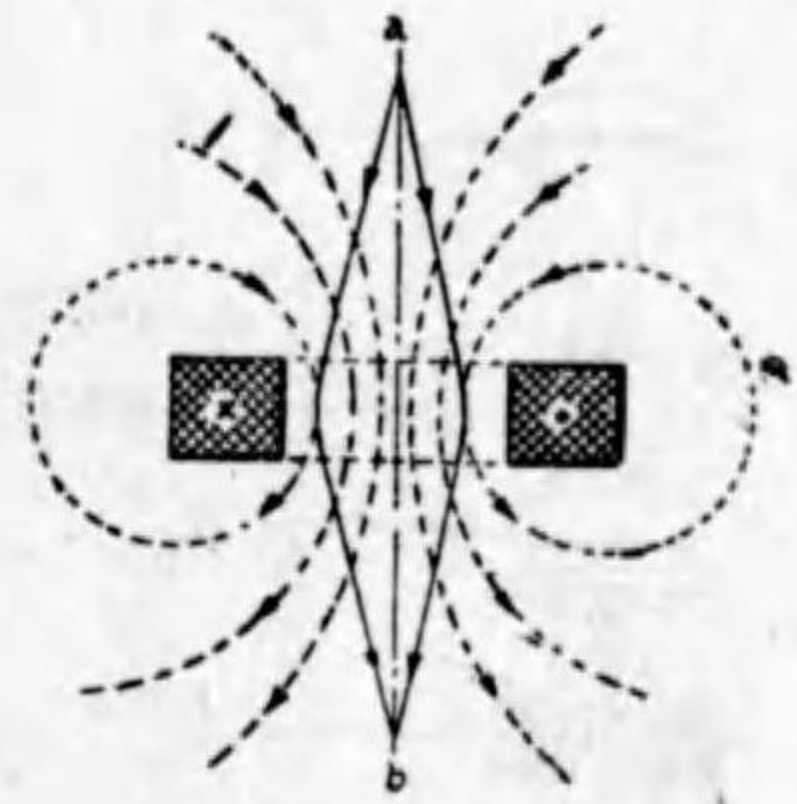
最近發表された、Borris S Huska の考案した Siemens-Halske 電子顕微鏡の主要を述ぶる。これは磁場を用ひて線を收斂するものである。A は陰極線發生管で、こゝで出來た陰極線が B なるコンデンサーコイルで集められ、C なる對物コイルによつて、C 中に置かれた試料 O の虚像 D を結びその像は E なるプロジクションコイル(接

眼鏡に相當す)によつて擴大されて、F に實像を結ぶ、よつて F に螢光板又は乾板を置くと擴大した像を見、又は撮影することが出来る。陰極は陰極線で十萬ボルトの電壓を用ひてゐる。而して三萬倍の擴大が得られる。

Engineering, vol 146(1938), pp. 474~5.

(D) 像を結ぶ理由

陰極線は電荷を有する微粒子であるから、電場又は磁場に入れば偏向する性質がある。第二十圖の如く電磁コイルの中を陰極線が通ると、點線で示した磁力線に働かれて方向を變へる、つまりaから出た線は磁力のためにbに集る。即ちコイルは丁度光線顯微鏡の凸レンズと同様な役目をする。コイルの中央からbまでの距離がレン



第二十圖
第二十一圖
上
下

ズの場合の焦點距離に相當するのである。然るにレンズの場合と等しく一度集つた線は再び開く、その開きは焦點距離が小さい程大きいから、擴大を大きくするには焦點距離を小さくする必要がある。そのために第二十一圖に示す如くして、磁力線の曲率半径を小さくして、その目的を達する如くしてある。

(E) 像に濃淡を生ずる理由

電子が試料の物質に觸れると分散する。その内或る電子は磁束によつて變向されて像を作る。然るに斯様な分散は、物質の濃縮度によるので、例へば試料の厚みが局部的に厚いとその部では電子の分散が大きく、従つて第二十一圖に於ける隔膜を通つて像を結ぶ電子数が、薄い部分を通るものよりも多い。従つて寫真に現れる暗黒部は物體の厚い部分、又は密度の大きい部分に相

等するのである。

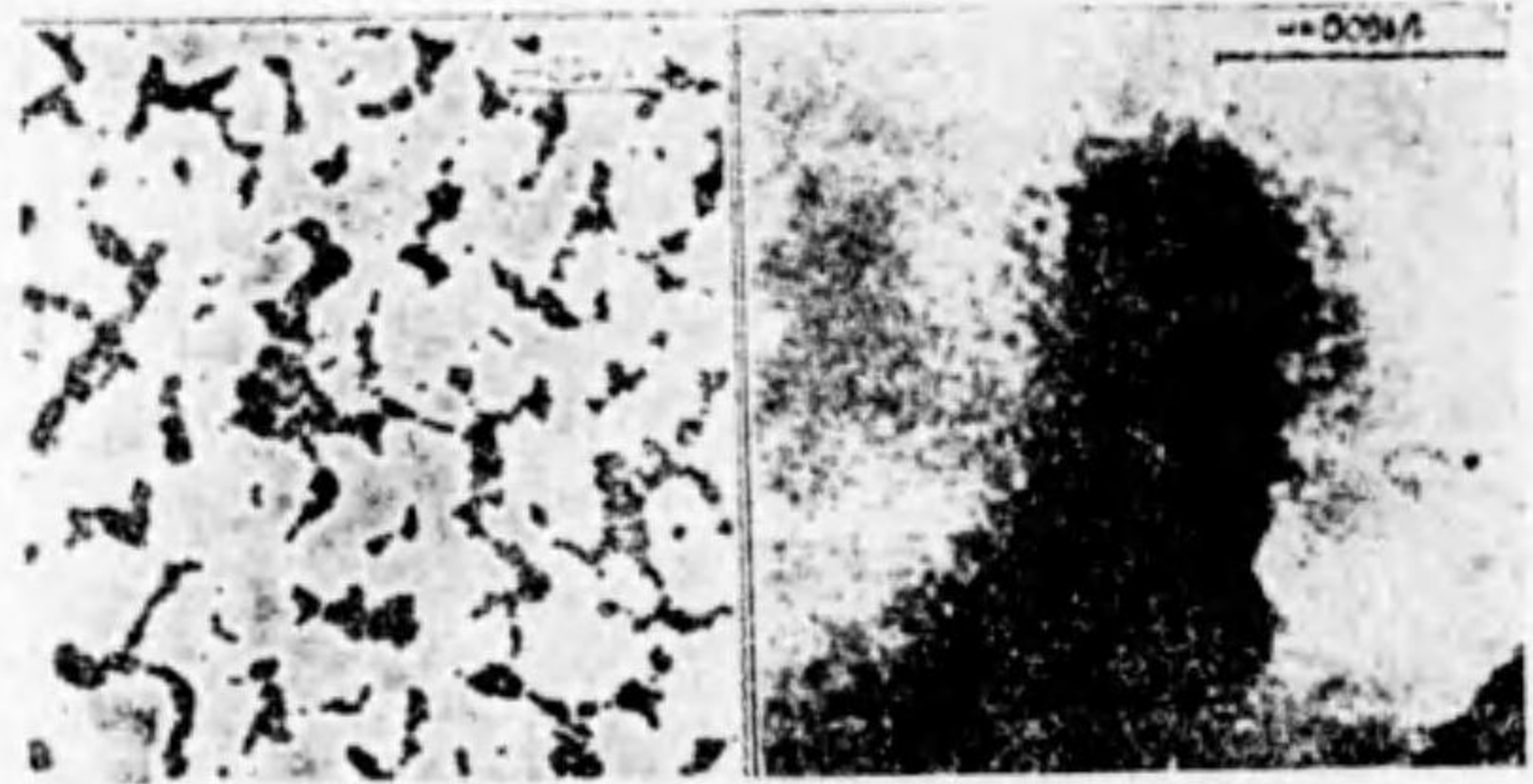
焦點の調整

螢光板上に焦點を合せるには、コイルの電流を加減すればよい。磁力が強くなれば陰極線を強く變向させるからである。

微生物の取扱

陰極線の通路に試料を置くから、熱を發生する、それを避けて、微生物を試験するにはコロチオン膜で被覆して用ふる。

第二十二圖は、膿の擴大寫真で、左は千倍、右は二萬四百倍で撮つたものである



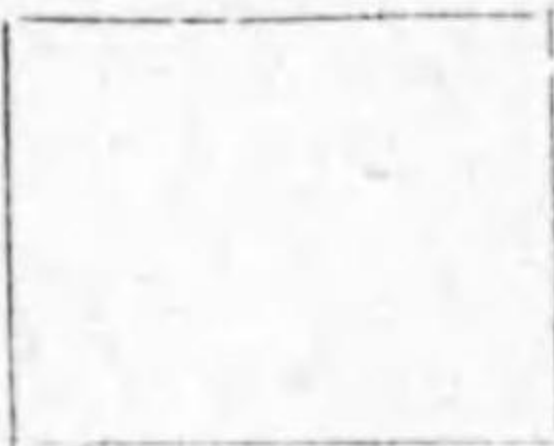
第二十二圖

戦争と精密工業

昭和十七年五月廿五日印刷
昭和十七年六月一日發行

定價 參圓八拾錢
(三〇〇〇部)

認 承 協 文 出
號 80248 あ



著 者

青木 村金造
東京市小石川區春日町一丁目一番地

發行者

井村 浩
東京市板橋區練馬南町一丁目三五三二

印刷者

小林 浩齊
東京市板橋區練馬南町一丁目三五三二

印刷所

株式會社 日本印刷局
東京市牛込區新小川町二丁目八番地

製本所

古藪 製本所
東京市小石川區春日町一丁目一番地

發行所 株式會社 科學主義工業社
東京市小石川區春日町一丁目一番地
電話 東京 二五〇六番
小石川 三一七一(九)番

配給元

東京市神田區淡路町二丁目九番地

日本出版配給株式會社

929
113

終