

爆弾投下に於ける時機の判断

(第一報)

所員 淡路圓治郎

第一章 序

飛行機上からの爆弾投下作業に於て、最も重要なことは時機判断の正確を得ることである。如何に爆弾の効力が強大でも、如何に投下装置が精緻でも、また如何に機體の操縦が巧妙でも、肝心の投下時機の判断を誤つて、或は早きに過ぎたり、或は遅きに失したり、或はまた不規則に流れて、的確を期待し得られぬやうでは、到底その威力を發揮することは覺束ない。また假りに多数回数の投下を試みるにしても、時機判断の確度が貧弱では、無駄のみ多くして効果が少く、その的中度は極めて低小で、十分に目的を達することは出来ない。されば、爆弾投下作業の成績は、大半は時機判断の正否如何に依懸するといふも過言ではない。

尤も近頃では、装置の機械的改善によつて、投下作業は頗る單純化せられ、人的錯誤の起り得べき可能性は相當に減少し、的中度が可成り増大するに至つたが、しかもなほ時機判断の過程は、程度の差こそあれ依然として存在して、その作業の重要部分を成し、この部分の成功と不成功とが、全作業の死命を制して、効果を左右する點に於ては、何等の變化もないのである。

抑も、爆弾投下に於ける時機の判断は純然たる精神過程で、心的法則に従ふものなることは云ふ迄も無い。今後投下装置が技術的に如何に進歩しても、苟くもその操作が人力に委ねられる限りは、的中度は人的因子の影響を受け、判断の錯誤に禍されることを免れない。

時機の判断は種々の條件の複合的規定の下に成立つもので、心的過程としては、随伴動作の外観の簡単なやうに、しかく單純なものではない。押釦一つを押すに過ぎなくとも、之を適當なる時機に押すためには、相當に複雑な心的過程を必要とする。しかもこの心的過程が、投下作業の場合では、種々の條件によつて規定せられるので、判断の錯誤を來たし的中度を狂はせ易いのである。

時機の判断を規定する條件には種々のものがある。機體の動搖、投下装置の不具合、または操作者の心身の不快、その他の偶然の事情によつても、判断は錯誤を生じ的中度に悪影響を及ぼす。しかし是等の事情は孰れも必須的のものではなくて、常に存在するとは限らないばかりでなく、人為的にある度迄は回避することが出来、また已むを得ぬ場合でも、悪影響の程度が少いから、左迄案じるにも及ばない。

然るに、次の必然的な諸事情に到つては、常に何等かの規定を與へ、その影響する所も大であり、しかもこれを防止することが容易ではない。この種の必然的規定条件には、物的の諸事情と人的の諸事情とがあるが、時機の判断に對しては併に重要な意義を有してゐて、遽に甲乙は附せられない。

かゝる物的事情の中で比較的に有力なものとしては、機體の高度、飛行速度、展望の良否等を擧げるここが出来る。茲に機體の高度といふのは、目標たるべき地物から操作者までの高度であつて、この大小は時機判断の難易を規定し、的中度に可成りの變化を生ぜしめる。次の飛行速度は、云ふ迄もなく、飛行機の進行速度で、目標との距離の變化して行く割合を意味し、この遲速の如何は時機の判断に多大の誤差を招致する。最後の展望の良否は乃ち視界の明瞭度であつて、之は主として地物の明るさ、目標の識別困難度、並びに操作者と目標との間の蔽遮物の有無又は程度等によつて定まるものであるが、これも亦た時機の判断に至大の影響を及ぼして、的中度を左右する。たゞへば、暗い場所、夜間、見分け難い目標、雲霧若くは煙塵、目を惑はす爲の掩護物等はその一例であつて、孰れも時機の判断を誤らしめる方向に働く。

かくの如き物的諸事情と相並んで、同様に重要な人的諸事情があり、是等も亦た必然的に時機の判断を規定して、的中度を支配する。

人的事情中で比較的に有力な条件としては、操作者の習熟度、その性能の個人差、並びに判断時の心的態度等が考へられる。この中で、操作者の習熟度は、彼が投下作業にどの程度の経験を重ね、時機の判断にどの程度の熟練を得てゐるかといふことであり、熟練者が未熟者に比して判断が的確であり、的中度が大であることは云ふ迄も無い。次に性能の個人差は、投下に際して考ふべき諸多の因子を考慮に入れ、適當に総合判断を下して善處する場合に、個人の性能素質の適否如何によつて、生れつきの的確に判断して敏活に處作し得るものも、動もすれば判断を誤り處作に拙いものとの別がある。即ち性能上の適材と不適材とがあつて、この個人差は練習をしても容易には消失しない。ある種の仕事では、寧ろ練習を重ねるにつれて、一層擴大する傾きさへ認められるものがある。かゝる性能の適否如何が時機判断を條件づけて、的中成績を左右するここを云ふのである。最後の心的態度は、投下時に於ける操作者の緊張状態を指し、注意の集中が適度で反應動作が滑らかに行はれるか、或は注意が散漫であつて反應が時機を失するか、或は緊張が過ぎて時機を早まつたり反應が硬くなつたりするかによつて、投下作業の成績に著しい優劣を生じるものである。

是等の物的並びに人的の諸条件中、孰れが最も重要で、孰れが比較的に微力であるかに關しては、今遽には斷定を下されない。理想から云へば、操作者の選定は一倍慎重に行つて性能上の適材を擢拔することに努め、これに豫め合理的訓練を施して十分に技術に熟達させ、

平素から沈着周到の習慣を涵養して事に臨んで我を喪ひ輕卒に流れるが如きこまなきやうに備へるに共に、投下作業に際しては、高度並びに速度の如きは、合目的に調整して、好都合の状況を作り出し、また展望の如く如何にもすべからざるものは、適當なる對策を講究し、かくて全般に的中効果の増進を圖るこまが望ましいが、然らば是等の諸事情をそれぞれ如何に在らしめるこまが最も能率的であるかといふ具體策に關しては、未だ十分に信頼の出来る規準は無い。

爆弾投下作業の合理化は刻下の緊急事であるが、これが爲には諸方面からの多角的研究が必要で、殊に上述諸多の條件の一端に關して詳細に分析的研究を行ふこまを怠るべきではない。

余の研究も亦たかゝる意圖にもこづくものであつて、投下作業の合理化に些かなりこまも貢獻せんが爲に試みられた。尤も茲に報告するものは、單にその研究の端緒のみであつて、これから何等かの結論を抽出し得べきものこまも信じないが、今後繼續して行はれる組織的研究に相俟つて、些少乍らでも寄與し得るに到らしめたい。

第二章 模 擬 實 験

§I 方法の説明

1. 計 畫

爆弾投下作業に關する心理學的研究の第一歩として、余は先づ前述の物的並びに心的の諸條件が時期判断の確度に及ぼす影響を確め、その間に存在する法則的關係を明にする必要を認め、茲に一種の模擬實驗を試行した。

この實驗に於て、余は特に高度、速度、及び地物の照明度等こま的中率こまの關係を精査し、また兼ねて各人の練習による習熟過程、並びに性能の個人差こま適性こまの關係を確めて、時機判断の問題の闡明に資すべく努めた。

尤もこの場合、特に飛行機上に於て投下作業を行はせて實驗し、實地に就て調査するこまは、研究の性質上多大の經費を要し、また被験者にその人を得難く、望むべくして實行しにくいばかりではなく、更に目的に應じて任意に條件を變化させて實驗するこまが容易ではないので、已むを得ず模擬實驗に訴へ、しかもなるべく機上の實地作業に於けるこま同様の心的状態を再現せしめ得るやうに工夫した。

即ちこの實驗に於ては、投下時機の判断に際して働く重要な心的機能を各箇分離して、夫々に就き分析的に研究を行ふこまを避け、寧ろ夫等をなるべく複合的に在るが儘の姿に於て再現させ、しかも問題たる前記の諸條件こま時機判断の確度、從つてまた的中度こまの關係を明にするこまに力を盡くした。

加之ず、この模擬實驗に於ては、現行最新の即ち機械的には比較的發達し、従つて心的には可成りに單純化せられた投下装置に就てではなく、故らに舊式の最も幼稚な、従つて心的には可成り複雑な機能を必要とする投下装置を利用し、なるべく原始的な状態に於て實驗が試みられた。蓋し、余は前記の諸條件が時機判斷といふ心的活動に及ぼす影響を知るためには、かゝる原始的装置による方が遙に合目的であるを信じたからである。即ち、余は投下装置の最初に立戻り、なるべく複合的な状態に就て時機判斷及び反應の心的機制を探り、之に基いて、如何にすればその錯誤を減じ効率を高め得るかを考へ、心理學方面から見て今後到達し得べき合理化の可能限界を確め、これを實現すべき手續並びに順序を定め、然る後に之を現状に歸及して、その特に改良を要する點若くは改良の望ましい點を明にし、装置及び訓練法の改善に資する方が、一層確實有效であるを考へた。

従つて、この模擬實驗の結果は、その儘では實際に當嵌め難い點があり、況んや之から直接に實效ある改良意見を導き出すには、なほ考慮を要する所が多大ではあらうが、一方に於て、各機能につき今後一層精細に分析的實驗を重ねて、この研究の足らざる點を補正すると同時に、他方ではその結論を實際の投下作業に適用して、現在の装置の下に於て批判を加へるここによつて、些少乍らも投下作業の合理化に貢献するここが出来ないものでもなからう。

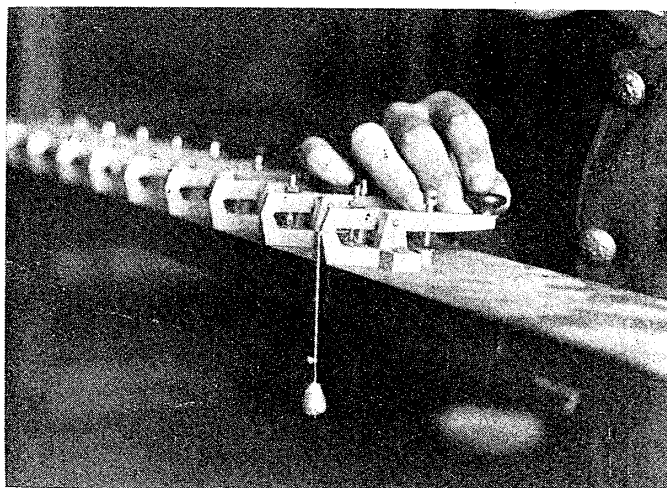
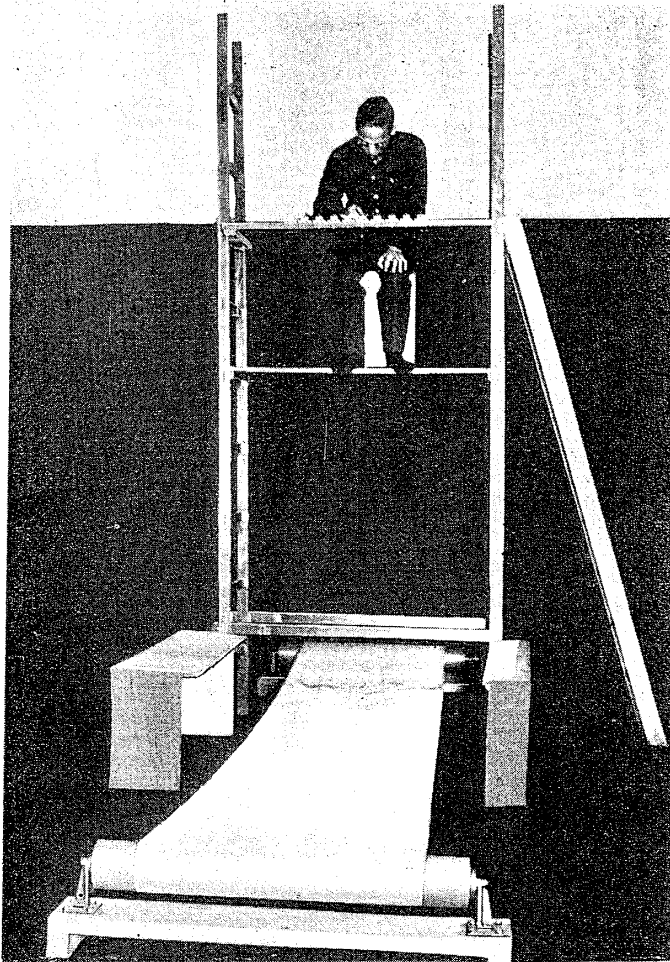
この模擬實驗の結果は、次に報告する投下作業過程の分析實驗、並びに現行投下装置に於ける中間試験等と照應して、相依り相濟して漸く完全に近づくものである。

2. 實驗装置

高さ 300 センチメートル、幅 110 センチメートル、奥行 45 センチメートルの梯形木櫓を設け、之に被験者の椅子の乗るべき横板を掛ける。この横板を適當に高低するここによつて、被験者の位置を任意に上下するここが出来る。櫓の下には爆彈受けの麻布調帶（長さ 800 センチメートル、幅 70 センチメートル）が置かれ、この調帶は兩端部のローラーの廻轉につれて、被験者の下を前面より後方へ移動する。ローラーは $\frac{1}{2}$ 馬力のモーター（100 ヴォルト）によつて廻轉し、段車の連結の仕方によつて、適宜その速力を變ずるここが出来、従つて麻布調帶の移動速度が調整せられる。

梯形木櫓の前面には十箇の叩鍵の並列した押鍵盤が取付けられ、任意の高さに固定せられる。これらの叩鍵の先端には夫々 10 グラムの重さの鉛彈がつけられるが、この鉛彈には孰れも 5 センチメートルの長さの糸がついてゐて、その上端を叩鍵の楔部に噛ませて吊り下げられる。即ち、被験者が叩鍵を押せば、忽ちこの鉛彈は楔部から放れて、眞下の調帶上に落下し、鉛彈底部の針によつて、標識紙上に小孔を穿つ仕組である。

麻布調帶上には、適當なる箇所に標的たるべき細い黒横線を描いた標識紙が配置せられ、その黒横線は調帶の移動につれて被験者の方向に一定の速度で進行し、直下を一瞬通過する。



實驗装置

實際の投下作業では標的たる地物は多くの場合動かないで、操作者の搭乗せる飛行機が移動するのであるが、この模擬実験に於ては、装置の便宜上、被験者の位置は不動で、標的の方を移動させることにした。然し被験者と標的との相対的關係は孰れに於ても甚しい相違はない筈である。

被験者は檣の横板上の椅子に正しく倚り、顔を押鍵の上方に位し、右手を押鍵上に軽く當て、隻眼にて接近し來る標的黑線を狙ひ、心氣を静め十分に緊張して、鉛弾が黒線に命中するやうに、適當なる時機を見圖つて押鍵を叩き、標識紙上に鉛弾を落下させる。被験者の時機判斷の確度は、この標識紙上の弾孔が標的黑線と一致するか、若くはどの程度に距つてゐるかによつて、大體は測定せられる。またこの際、弾孔が標的黑線よりも先立つ場合には、概して時機の判斷が尙早で輕卒であつたことが察せられるし、また逆に標的黑線よりも遅れる場合には、一般に時機の判斷が遅延し機敏を缺いてゐたことが推せられる。余は弾孔と標的黑線との距離をミリメートルを單位として測量して、その數値並びに脱逸方向によつて判斷の錯誤並びに性質を判定することにした。

なほ標的の照明度と中度との關係をも確めるために、上の模擬実験は暗室中では行はれ、梯形木檣の脚下、押鍵盤の眞下の左右に、一對の照明装置が設けられ、廻轉する麻布調帶の兩側から移動し來る標的を照し得るやうに工夫せられた。この照明装置には夫々四個宛の 60 ワットの瓦斯入電球がとりつけられ（調帶から電球までの高さ 25 センチメートル、各電球の間隔 20 センチメートル、しかも被験者の眼を眩惑せぬやう黒塗の屋根（高さ 45 センチメートル、幅 100 センチメートル）にて被はれて、單に調帶上だけを照明したが、その光力は之に接續せられた抵抗器の調節によつて任意に明るくも暗くも變化せしめられる。被験者は暗室に入つてもすぐに實驗作業に従事しないで、暫時眼を暗闇に馴らし、十分に順應し得た後に、所定の作業に着手する。これが爲に要する時間は大約 5 分間である。

3. 被 験 者

被験者は心理學實驗に經驗ある壯年男子 10 名、孰れも健康で、亂視斜視その他特別の視力障礙がなく、また眩暈癖 (Schwindel) 若くは眼球震盪症 (Nystagmus) ありとも思はれぬものばかりであつた。

§ II. 第 一 實 驗

時機判斷に於ける熟練過程

1. 實 驗 條 件

上記の實驗設備の下に、多數回数の投下を重ねる場合に、全く未経験の被験者は、練習につれて、如何に時機判斷に熟達して行くであらうか。その熟練過程には如何なる個人差が認められるであらうか。また的中度は練習によつてどの程度に高められるであらうか。これ

らの問題を解明するために、昭和四年春、10名の被験者に対して、第一實驗が試みられた。

この實驗に於ては、押鍵盤の位置は麻布調帶上 1.5メートルの高さに、調帶の廻轉速度は一分間 10メートル（一廻轉 48秒）に、また標的部の照明度は 580 lux（米燭）（60ワット電球八個に 100ヴォルトの電流を通じ左右より照す）に一定した。

被験者は櫓の横板上の椅子に倚り正規の位置に就き、調帶が廻轉して標的が直下に近づく毎に、之を狙つて押鍵盤を叩き鉛弾を一箇落下させ、かくの如くにして 100回連続して投下を試みる。この際、被験者の疲勞を避けるため、10回毎に小休憩を挿入するので、全 100回の作業を終るには、約二時間を要する。被験者の時機判断の成績は、その投下錯誤即ち鉛弾による小孔と標的黒線との距離（ミリメートル）並びに方向によつて測られる。

2. 百回連続投下に於ける投下錯誤

10名の被験者の 100回連続投下作業に於ける投下錯誤を表示するに、第一表の如くである。（表中の數字は標的をそれた距離（ミリメートル）を現し、數字の正負は脱逸の方向（正は遅延反應、負は尙早反應）を示す）。

第一表 百回連続投下に於ける投下錯誤

被験者 投下 回数	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	相對平均値		絶對平均値	
											Mean	M.V.	Mean	M.V.
1	70	120	90	48	55	26	93	92	51	44	68.9	24.1	68.9	24.1
2	-18	97	67	7	-1	-40	32	63	44	-8	24.3	36.3	37.7	24.5
3	-38	28	-35	44	47	13	4	10	105	54	23.2	32.4	37.8	19.8
4	-3	47	29	19	77	-5	-1	-15	41	-54	13.5	29.1	29.1	20.5
5	45	42	-72	-12	-35	-46	-36	6	62	70	2.4	42.6	42.6	16.4
6	-6	35	27	7	-43	87	66	28	-5	78	27.4	31.4	38.2	24.2
7	-14	-3	-18	-31	-3	39	0	16	-52	4	-6.2	18.0	18.0	13.6
8	-12	46	-14	9	25	-9	9	-10	65	-21	8.8	22.0	22.0	13.9
9	-1	48	-34	19	0	-7	12	-8	26	-20	3.5	18.2	17.5	11.9
10	39	-20	25	42	16	27	-34	-13	1	15	9.8	21.0	23.2	9.2
一期 平均	6.2	44.0	6.5	15.2	13.8	8.5	14.5	16.9	33.8	16.2	17.56	27.51	33.50	17.81
11	0	27	-4	36	-63	27	24	51	-24	-37	3.7	29.0	29.3	18.8
12	-7	5	-66	-3	-6	-16	4	-6	-43	74	-6.4	21.2	23.0	22.8
13	-28	9	-37	29	-15	60	-9	27	47	125	20.8	36.8	38.6	23.2
14	-30	27	24	18	15	-64	81	10	-9	57	12.9	28.9	33.5	20.3
15	30	-36	0	36	29	18	-12	-13	-35	-7	1.0	21.8	21.6	11.6
16	-24	-60	-54	32	-26	32	-9	-11	-3	-18	-14.1	22.3	26.9	13.8
17	17	-20	-19	2	25	-6	15	-25	-33	-20	-6.4	17.0	18.2	6.6
18	-30	63	63	-8	-6	19	-7	53	-25	-11	11.1	30.7	28.5	19.0
19	-17	36	28	-20	10	25	31	-23	-33	-35	0.2	25.8	25.8	6.8
20	6	-11	7	14	0	-10	43	26	6	-17	6.4	12.8	14.0	8.8
二期 平均	-8.3	4.0	-5.8	13.6	-3.7	8.5	16.1	8.9	-15.2	11.1	2.92	24.63	25.94	15.17

第一 表 (續)

被験者 接 下 回 次	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	相對平均值		絕對平均值	
											Mean	M.V.	Mean	M.V.
21	-13	34	-60	-1	-68	28	0	-41	-4	36	-8.9	29.2	28.5	19.3
22	-21	63	78	-31	8	-2	-32	40	-3	-8	9.2	30.6	28.6	20.2
23	-14	20	-65	40	-13	-10	62	11	-4	3	3.0	24.2	24.2	18.8
24	-34	-3	-3	-5	-4	17	2	7	-28	-8	-5.9	10.4	11.1	9.2
25	10	20	-21	0	-38	-35	3	21	11	-17	-4.6	18.1	17.6	8.4
26	0	-64	-24	39	-32	-18	14	14	2	27	-4.2	22.8	23.4	13.7
27	-20	-28	-35	64	32	14	15	12	9	-18	4.5	23.8	24.7	12.0
28	-33	25	-39	-26	4	11	33	12	1	29	1.7	20.7	21.3	11.4
29	-22	-37	10	48	10	5	-21	3	-41	-5	-5.0	20.2	20.2	13.6
30	8	20	6	-15	27	-5	0	27	-7	13	4.8	12.8	12.8	7.6
三期 平均	-13.9	5.0	-15.3	11.3	-7.4	0.5	7.6	10.6	-6.4	2.6	-0.54	21.28	21.24	13.42
31	-22	26	-44	5	-47	33	26	-56	14	10	-5.5	29.4	28.3	13.3
32	-13	-4	-55	-18	10	22	-22	-2	-17	-22	-12.1	14.8	18.5	9.4
33	23	53	18	-6	19	-10	18	36	24	-20	15.5	16.5	22.7	9.0
34	11	19	-1	13	-12	10	-18	38	19	-54	2.5	19.0	19.5	10.6
35	-2	35	-3	-42	-12	23	38	-25	-14	-21	-2.3	20.6	21.5	11.1
36	20	15	-1	25	-32	37	-26	-15	2	-42	-1.7	21.6	21.5	10.9
37	-48	30	-26	7	0	-68	49	17	-29	-8	-7.6	28.2	28.2	16.6
38	-15	69	7	-15	3	8	-35	-12	17	-6	2.1	18.7	18.7	13.3
39	-21	25	23	16	2	24	11	-1	-35	9	5.3	15.2	16.7	8.9
40	41	-52	-17	23	4	-11	24	8	-20	-24	-3.4	23.4	23.4	11.4
四期 平均	-2.6	20.6	-9.9	0.8	-6.5	6.8	6.5	-1.2	-3.9	-17.8	-0.72	20.74	21.90	11.45
41	-6	-49	-36	42	6	-30	-20	46	4	33	-1.0	27.2	27.2	14.5
42	-19	-9	-60	16	-27	-23	-22	-16	3	-51	-21.8	16.8	25.6	14.2
43	12	-11	21	-33	32	-11	7	3	-39	-15	-3.4	18.4	18.4	9.2
44	-30	78	-55	52	43	-7	-27	-16	-10	18	4.6	34.5	33.6	18.7
45	33	7	-15	-43	0	11	3	22	-12	-40	-3.4	19.2	18.6	12.7
46	3	-18	15	5	-47	12	18	-14	31	7	1.2	16.5	17.0	9.2
47	-6	25	-41	-27	30	-29	-25	-26	-12	-22	-13.3	18.0	24.3	6.5
48	-1	4	-5	22	2	-15	25	-10	-15	18	2.5	11.8	11.7	7.3
49	9	19	78	46	-23	-9	2	19	-28	21	13.4	23.2	25.4	15.1
50	62	-12	5	-32	23	4	-16	21	-18	-16	2.1	20.9	20.9	10.7
五期 平均	5.7	3.4	-9.3	4.8	3.9	-9.7	-5.5	2.9	-9.6	-5.7	-1.91	20.65	22.27	11.81

第一表 (續)

被験者 投下回次	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	相對平均値		絶對平均値	
											Mean	M.V.	Mean	M.V.
51	-17	-12	-57	-3	-26	-27	-17	-11	11	16	-15.3	15.5	20.7	11.5
52	-16	24	-44	-18	11	3	19	-7	-16	17	-2.7	17.5	17.5	7.0
53	-12	52	-7	15	31	23	-2	-27	-23	18	6.8	21.0	21.0	10.2
54	13	9	26	19	4	-44	-10	10	-35	13	0.5	18.1	18.3	9.3
55	-23	22	15	32	-4	13	21	14	9	0	9.9	11.5	15.3	7.3
56	0	-15	-72	23	-39	15	3	-12	10	25	-6.2	22.6	21.4	14.0
57	-15	-5	27	8	-14	-22	-25	-28	-8	-20	-10.2	12.5	17.2	7.0
58	-39	-29	-11	25	97	12	16	-13	24	-17	9.1	26.4	28.3	16.0
59	43	-51	24	2	17	-1	43	-6	-14	36	9.3	23.3	23.7	15.0
60	-39	-15	11	-1	-15	11	18	10	-4	26	0.2	15.0	15.0	6.6
六期平均	-10.5	-2.0	-9.8	10.2	6.2	-1.7	6.6	-4.4	-4.6	11.4	0.14	18.34	19.84	10.39
61	16	-36	-59	15	-16	-4	23	14	-9	7	-4.9	20.0	19.9	11.6
62	-18	31	-16	-17	-20	-3	-13	-20	-6	17	-6.5	13.0	16.1	5.2
63	19	-5	-47	-30	31	-45	-2	19	-30	25	-6.5	25.2	25.3	11.3
64	7	24	45	-15	4	4	2	23	-4	6	9.6	12.6	13.4	10.6
65	2	-33	35	-11	49	-26	16	-24	3	-4	0.7	20.3	20.3	12.1
66	-13	5	-58	10	-10	-25	-1	8	4	9	-7.1	15.5	14.3	10.8
67	17	-22	12	18	7	-28	-17	6	-23	-25	-5.5	17.4	17.5	5.7
68	3	-34	40	-16	-20	49	-20	-6	32	30	5.8	25.5	25.0	12.0
69	-19	6	60	-7	21	-6	18	-28	23	7	7.5	18.4	19.5	10.8
70	-21	-4	23	5	-6	-26	-9	-21	-28	6	-8.1	12.9	14.9	8.9
七期平均	-0.7	-6.8	3.5	-4.8	4.0	-11.0	-0.3	-2.9	-3.8	7.8	-1.50	18.08	18.62	9.90
71	47	14	-21	6	2	21	27	-9	-4	-5	7.8	15.5	15.6	10.7
72	15	-25	-23	-7	9	3	-4	-14	16	-22	-5.2	13.0	13.8	6.4
73	29	-3	-15	-11	-12	-30	-13	-13	0	17	-5.1	12.6	14.3	6.7
74	-9	2	18	5	16	-17	8	-8	4	-1	1.8	8.4	8.8	4.8
75	-23	-12	-3	-21	15	-4	16	30	11	32	4.1	16.7	16.7	7.8
76	2	-5	-8	4	-65	9	-2	-27	8	35	-4.9	17.0	16.5	15.5
77	21	4	-33	3	-28	-21	14	0	6	13	-2.1	15.1	14.3	9.1
78	15	38	-70	15	51	7	-15	0	-12	-7	2.2	23.0	23.0	18.0
79	9	-19	21	0	33	12	-4	-3	5	9	6.3	10.5	11.5	7.8
80	18	-13	39	26	-14	0	6	-2	-19	27	6.8	16.5	16.4	9.4
八期平均	12.4	-1.9	-9.5	2.0	0.7	-2.0	3.3	-4.6	1.5	9.8	1.17	14.83	15.09	9.62

第一表 (續)

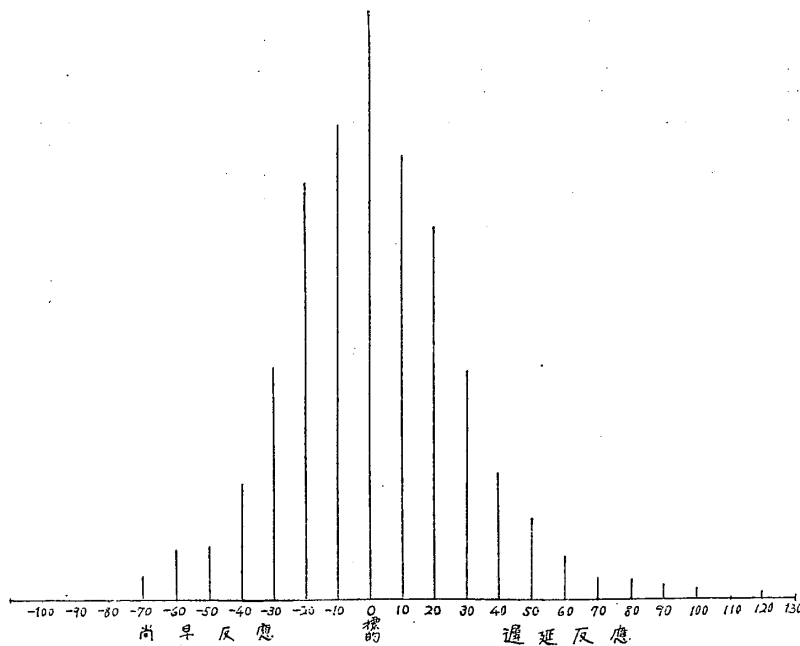
被験者 投下回数	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	相對平均値		絕對平均値	
											Mean	M.V.	Mean	M.V.
81	-23	9	-50	-11	-25	26	3	24	32	-19	-3.4	22.2	22.2	9.3
82	3	14	-25	-6	4	-29	-6	-7	-14	-6	-7.2	9.2	11.4	8.1
83	-26	-25	-22	0	4	1	16	16	42	16	2.2	16.6	16.8	9.5
84	35	20	-2	9	14	-10	-35	-24	-17	17	0.7	18.3	18.3	8.1
85	-17	-28	2	-22	-1	12	34	-4	-20	36	-0.8	17.4	17.6	10.4
86	1	5	-38	5	-33	28	-14	31	-10	25	0	19.0	19.0	12.0
87	12	7	21	0	-4	13	7	-20	15	-14	3.7	10.5	11.3	5.4
88	-18	-1	50	-15	-2	23	4	-9	-49	44	2.7	22.0	21.5	16.0
89	0	12	5	-6	-2	-3	-17	-36	-25	4	-6.8	11.5	11.0	8.2
90	0	-24	-43	8	-26	-16	-6	-4	-15	4	-12.2	12.6	14.6	10.2
九期 平均	-3.3	-1.1	-10.2	-3.8	-7.1	4.5	-1.4	-3.3	-6.1	10.7	-2.11	15.93	16.37	9.74
91	36	28	-28	-8	-18	4	5	-7	25	5	4.2	15.6	16.4	10.3
92	-32	-22	15	7	-11	-44	12	-24	-30	11	-11.8	18.6	20.8	9.6
93	-10	43	62	24	0	3	-1	0	-7	47	16.1	22.3	19.7	19.4
94	5	20	-7	14	-21	-24	7	0	-17	44	2.1	15.9	15.2	9.3
95	-3	-60	-42	-37	-45	-18	30	11	-30	0	-19.4	23.4	27.6	14.6
96	17	12	11	-6	-24	-15	-28	15	4	20	0.6	15.0	15.2	5.6
97	8	0	12	-16	-6	-64	21	-22	-23	4	-8.6	18.1	17.6	11.9
98	-16	29	-20	2	31	-24	-2	-20	18	-15	-1.7	17.3	17.7	7.1
99	-12	-14	0	-14	16	3	28	-34	-6	32	-0.1	15.9	15.9	9.2
100	-47	-1	-28	41	13	-5	4	13	-3	22	0.9	17.7	17.7	13.4
十期 平均	-5.4	3.5	-2.5	0.7	-6.5	-18.4	7.6	-6.8	-6.9	17.0	-1.77	17.98	18.45	11.04
百回 平均	-2.04	6.87	6.23	5.00	-0.26	-1.40	5.50	1.61	-2.12	6.31	十名百 回平均	十名百 回平均	十名百 回平均	十名百 回平均
平均 錯差	18.55	25.46	26.20	17.96	20.95	19.92	17.97	18.47	19.56	22.30	1.32	19.99	21.32	12.03

(1) 着弾點の分布

第一表によれば、10名の被験者の100回投下の成績は一見極めて亂雑で、多くは標的を外れ、或は遅延に流れ或は尙早に走り、着弾點の分布は頗る廣汎である。

今第一表の數字に基き、全員合計1000回の投下成績を着弾點の分布圖にて示すこ、第一圖の如くである。

第一圖は、第一表を見易からしめるため、1000回の投下の的中錯誤量を便宜四捨五入し、0即ち的中の場合を中心として左右に10ミリメートル宛の段階範圍を劃し、各着弾錯誤を分類整頓して、分布圖に作成したものである。



第一圖 着弾點の分布 (1000回投下)

第一圖に従へば、1000 回の投下弾は、略々蓋然法則に従つて、標的を中心としてその後、釣鐘狀の正規分布を成して分散し、その分布曲線の最頻點 (Mode) は大體標的の附近 (−5 乃至 5 の範圍) に在るものの如くである。

試みに全員につき、遅延尚早兩種の反應の出現頻度を統計するに、遅延反應 48.9%，尚早反應 48.3%，完全的中 2.8% であつて、兩種の反應の出現の割合は全く平等である。

然し乍ら、夫々の錯誤の量を仔細に比較するに、遅延反應の方が錯誤の程度が些か大であつて、前掲分布圖に見られるやうに、1000 回の着弾點の分布は負よりは正の方向に幾分伸びて、稍々左右不齊の分布状態を呈してゐる。

更に第一圖によれば、0 即ち的中の場合が相當に多く、分布の最頻點は標的部に存するものの如くであるが、之は作圖の際の段階分類に於て、−5 乃至 5 の範圍のものを 0 の箇所に集めた爲であつて、實際完全的中した場合は、1000 回中僅に 28 回に過ぎず、絶對的中率は極めて貧弱であつたのである。(第八表参照)。

これらの關係は 10 名の被験者の各個人に就ても同様であり、被験者によつて最頻點が幾分右に偏るものも左に傾くものとの差があるけれども、中央に一の山を成してその兩側に釣鐘狀に分布圖を畫く點に於ては一樣である。

(2) 的中錯誤量の減少

投下成績の個人差に關しては後節に譲り、以下練習に伴ふ一般趨向を眺めることにする。

先の第一表の右方欄「相對平均値」は、10 名の被験者の各回の投下錯誤を標的からの脱

逸の方向を参酌して、平均したもので、10名の投下した着弾點の平均位置を示し、また最右欄「絶対平均値」は10名の被験者の投下錯誤を、脱逸の方向を考慮しないで、平均したもので、單に標的から外れた絶対距離の平均量であり、投下作業の確實度を示す指標となる。

今、第一表につき練習による的中度の増加を窺ふに、被験者によつて多少の個人差はあるが、投下錯誤は大體回を追ふにつれて減少し、明に練習効果を感じきものが認められる。殊に最初の十回の練習には効果頗る顯著なるものがあり、之を10名の平均絶対錯誤量に就て見れば、第一回 68.9 m.m の不成績であつたものが、著々標的に接近し來り、十四五回頃には既に相當に錯誤量を減じ、その後は極めて僅かの上達を示すのみに止まつてゐるやうである。

如上の關係を一層明にするために、余は各被験者の投下成績を十回宛十期に區切り、各期の絶対錯誤量の平均値を求めて、練習による投下成績の向上を確めたが、その結果は第二表の如くである。

第二表 十期の平均投下成績比較 (絶対錯誤量)

被験者 練習期	被験者										Mean	M.V.
	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	XI	X		
第一期	24.6	48.6	41.1	23.8	30.2	29.9	28.7	26.1	45.2	36.8	33.50	7.54
第二期	18.9	29.4	30.2	19.8	19.5	27.7	23.5	24.5	25.8	40.1	25.94	4.72
第三期	17.5	31.4	34.1	26.9	23.6	14.5	18.2	18.8	11.0	16.4	21.24	6.20
第四期	21.6	33.8	19.5	17.0	14.1	24.6	26.7	21.0	19.1	21.6	21.90	3.88
第五期	18.1	23.2	33.1	31.8	23.3	15.1	16.5	19.3	17.2	25.1	22.27	5.03
第六期	21.7	23.4	30.4	14.6	25.8	17.1	17.4	13.8	15.4	18.8	19.84	4.38
第七期	13.5	20.0	39.5	14.4	18.4	21.6	12.1	16.9	16.2	13.6	18.62	5.04
第八期	18.8	13.5	25.1	9.8	24.5	12.4	10.9	10.6	8.5	16.8	15.09	4.96
第九期	13.5	14.5	25.8	8.2	11.5	16.1	14.2	17.5	23.9	18.5	16.37	4.04
第十期	18.6	22.9	22.5	16.9	18.5	20.4	13.8	14.6	16.3	20.0	18.45	2.44
全期平均	18.68	26.07	30.13	18.32	20.94	19.94	18.20	18.31	19.86	22.77	21.32	4.82

第二表の10名の被験者の平均成績によれば、練習の効果は80回頃迄は持續し、その後は被験者が倦怠によつて弛緩し、若くは作業の終りを急いであせり氣味となるために、成績は反つて幾分不良化し、練習効果が打消されてゐるやうである。即ち全十期中投下錯誤の最小なのは第八期で、之を第一期に比すれば、的中誤差は約二分の一に減じてゐる。しかも、練習の効果は全作業の初期に顯著であつて、漸次低減の傾向を示してゐる。詳しく云へば、練習をつむにつれて、投下錯誤量は減少し、的中度は増加して來るが、その進歩の割合は追々減弱して、第八期には進歩の頂點に達し、最後の二期には反つて幾分不良化する。この最高能率期たる第八期に於てすらも、投下錯誤量はなほ相當に大であつて、容易に百發百中の的確性に

は到達し得ない。

(3) 投下成績の均等化

この練習効果は獨り各人の絶対錯誤量の減少に於て見出されるばかりではなく、更に各人の投下成績の相互の接近に於ても窺はれる。即ち各人の投下成績には頗るムラが多く、遅延反應も尙早反應もが亂雜に交錯し、しかも各人の投下錯誤は時と場合によつて甚だしき隔絶を示し、個人差が可成り大であるが、練習につれて一定個人の投下成績は漸次幾分かは常恒化し、従つて各人各回の投下錯誤に著しい個人差が認められなくなつて來るやうである。試みに第一表右欄の平均錯誤量 (M.V.) を、相對平均值並びに絶対平均値の兩者に關するものにつき、回を追ふて眺むれば、孰れに於ても、最初は平均錯誤量が大きで各人の成績が可成り不一致であることが察せられるが、投下を重ねるにつれて漸次相互に接近して、甚だしい不同を示さないやうになつて行くことが窺はれる。この個人差の減少、即ち各人の成績の均等化の現象は、反面に各人の投下成績の向上、的中度の増大を暗示するもので、殊に各人の投下が幾分確實となり常恒化するために、各人の成績が接近するのであることも考へられる。然らば練習は單に投下錯誤を小ならしめるのみならず、投下のムラを減少して、各人の成績を接近せしめること云ふべきである。

是等の關係を一層明にするために、各被験者の投下成績の不一致度を、上述の兩種の平均錯誤値に求めて、練習による成績の均等化の傾向を眺めること、第三表の如くである。

第三表 練習に伴ふ各人の成績の均等化

練習期 M.V.	第一期	第二期	第三期	第四期	第五期	第六期	第七期	第八期	第九期	第十期	全期平均
	相對平均値に對する平均錯誤	27.51	24.63	21.28	20.74	20.65	18.34	18.08	14.83	15.93	17.98
絶対平均値に對する平均錯誤	17.81	15.17	13.42	11.45	11.81	10.39	9.90	9.62	9.74	11.04	12.03

第三表によれば、絶対平均値に對するもの、相對平均値に對するものでは、平均錯誤値に多少の相違はあるが、しかもこれらが期を追ふて漸次減少して、個人的差異が縮小しつつあることが知られる。即ち最初は各人の成績は可成り不同であつたものが、練習をつむにつれて均等化し、第八期には相當に接近し、その後は反つて些か不同調を示してゐる。

(3) 投下成績の常恒化

第一表に明瞭であるやうに、全作業期を通じて各被験者の投下成績は頗る不規則であつて、偶々適當に緊張してゐる時は好成绩を示すが、少しでも油斷をしたり沈着を失ふと、忽ち不成績を曝露するために、その投下成績には可成りの動搖がある。第八期に於てすらも、各被験者は屢々甚だしい失策の跡を示してゐる。かかる現象は全くこの實驗に於ける投下作

業が相當に複雑なる精神作用を要求し、頗る複合的性質のものであるために、最初ある程度までは熟達し得ても、その後の進歩が容易ではないここに基くものである。この投下作業に於ける熟達過程は、かの圍碁將棋等に於けるそれと本質に於ては頗るよく近似してゐるやうに思はれる。即ち孰れも複合活動であつて、一應はある度の上達をしても、その上一段の進歩は困難であり、一旦上達してコツを呑込み得た後に於てすらも、油斷、慢心、焦燥、弛緩等に因つて屢々不覺の失敗を招致するこゝがあり、常に注意を沈着を忘るべからざるものである。

然し乍ら、各人の成績を仔細に眺めると、練習に伴つて成績は漸次常恒化し、所謂手がきまつて來て、幾分か確實なるやうに思はれる。今各人各期の投下錯誤(絶對平均値)に對する各 10 回の平均錯差を求め、表示すると、第四表の如くである。第四表の數字は最初は大で、作業が不確實であることを示してゐるが、練習につれてその數値を減じ、投下成績が常恒化して行くことを暗示してゐる。

第四表 投下作業の動搖性 (絶對平均錯差)

被験者 練習期	I	II	III	IIII	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均
第一期	17.6	23.9	21.1	13.9	20.7	18.4	25.5	20.9	21.9	21.8	20.60
第二期	9.5	12.7	19.8	10.8	13.0	14.7	17.0	11.9	12.4	27.1	14.91
第三期	8.6	14.4	21.3	17.5	15.8	8.0	15.0	10.7	9.4	9.0	12.99
第四期	9.5	16.7	13.9	8.0	11.1	12.8	8.3	14.2	6.2	11.1	11.21
第五期	14.3	16.4	20.9	11.4	12.5	7.2	7.6	7.5	9.4	11.7	11.91
第六期	11.4	12.4	18.3	8.8	17.9	9.5	7.8	5.5	7.2	6.3	10.56
第七期	5.8	12.0	14.4	4.9	9.8	13.8	6.8	6.7	7.5	8.5	9.04
第八期	8.9	8.4	13.4	6.7	15.8	7.8	6.1	8.3	4.8	9.8	9.06
第九期	10.3	7.8	15.5	4.8	10.4	8.3	9.0	9.5	9.4	10.0	8.58
第十期	11.8	13.6	14.0	11.0	9.4	14.8	8.7	8.2	9.0	12.8	10.21
全期平均	10.77	13.83	17.26	9.78	13.64	11.53	11.18	10.34	9.72	12.81	11.90

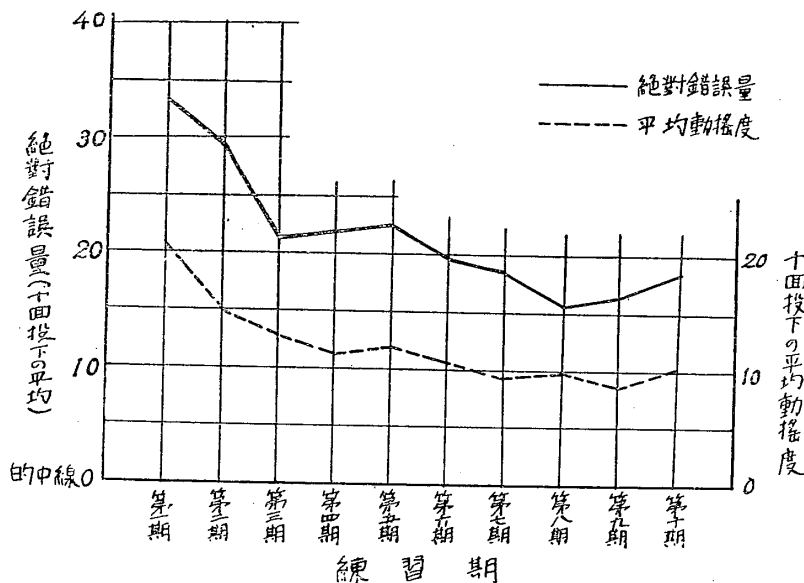
第四表に従へば、各被験者の投下作業には動搖が多く、極めて不規則であつて、平均錯差は 10 名を通じ十期平均 11.90 ミリメートルに達してゐる。この平均錯差値は、作業の不規則性を示す指標であつて、その大小は着弾の確實であるか、亂雑であるかを反映する。

今練習による着弾の不規則性の減退を観るに、第一期には 10 名平均 20 ミリメートル内外の動搖を示してゐたものが、回を重ねるにつれて減小し、第九期には僅に 8.5 ミリメートルに半減し、投下が規則的となつて確實性を増し來つたこゝが知られる。

練習はひゞり着弾點を標的に近寄らしめて、的中度を増すばかりではなく、着弾點の動搖を低減し、作業を常恒化して、投下の信頼性を増大する効果があることを云ふべきである。

然もなほ 100 回の練習では、十分に確實なることは云ひ難く、未だ平均 10 ミリメートル内外の動搖を存して、百發百中を保證し得ない。この程度の熟練には 20 回前後の練習でも十分に到達し得られるものゝ如く、更に之を突破して、その動搖を減じ確實なる爲には、一倍の努力と修練とが必要のやうである。

今如上の所論を見易からしめるために、10 名の被験者の平均絶対錯誤量(第二表)並びに平均錯差値(第四表)に基き、練習による投下能率線を作成して練習効果を圖示すると、第三圖の如くである。



第二圖 練習による投下成績の改善 (十名の平均)

(3) 着弾傾向の變化

先に余は練習の効果が各被験者の投下成績を相互に接近せしめる方向に働き均等化の現象を示すところを見出し、その理由を各人の投下が練習によつて的確となり着弾範囲が縮小することに歸したが、今この推定の當否を實證して見やう。

既に見られるやうに、同一の被験者でも、ある時は時機を失して反應が遅延し、ある時は早計に逸つて反應が早きに過ぎ、甚だ稀に的中するのみで、遅延反應と尙早反應とが入り亂れ、しかも多くの場合、遅延の次には緊張が過ぎて尙早に、尙早の次には猶豫が過ぎて遅延に、補償的に兩種の反應が夫々交錯して、容易に中庸を保ち難いことは、第一表の成績によつても明瞭である。即ち各人の着弾點の分布範囲は可成り廣汎で四散し勝ちである。被験者の内省によるも、この實驗作業では時機の調整が意の如くに行はれず、判断が時と場合によつて動搖し、反應が常恒を保ち難いことを嘆じてゐる。

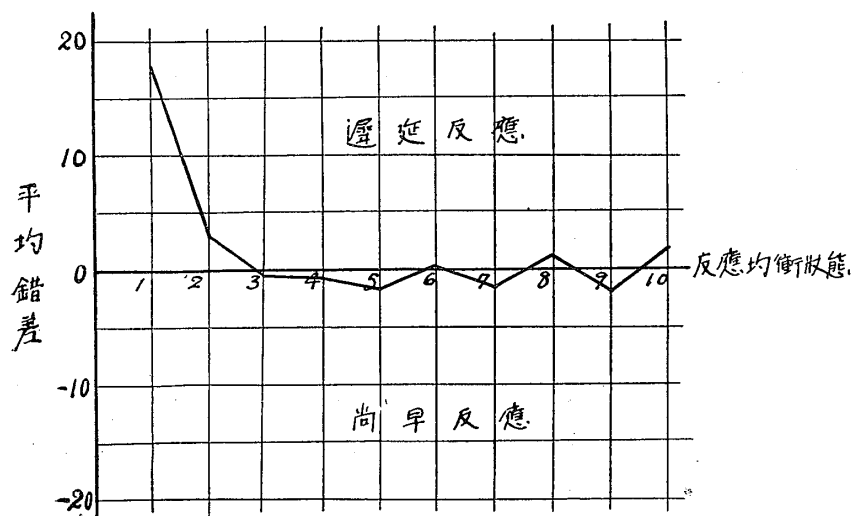
然し第一表によれば、各被験者の投下は最初は亂雑で四散してゐるが、練習をつむにつ

れて、獨り着弾點が標的に近づくだけでなく、動搖が減じて分布範圍が縮小し、一點に集中する傾向を示して來るやうに思はれる。かくて練習に伴ふ着弾點の移動並びに分布範圍の變化を確かめるために、第一表の數字に基き、反應の正負の方向を參酌し、先づ練習各期の相對平均錯誤量を求めて、着弾點の移動傾向を探つて見るに、第五表の如くである。(第五表の數字は各人各期の着弾點の平均位置を示すもので、正の數字は遲延反應、負の數字は尙早反應を現すことは、既述の通りである)。

第五表 十期の平均投下成績比較 (相對平均錯誤量)

被驗者 練習期	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	M an	M.V.
第一期	6.2	44.0	6.5	15.2	13.8	8.5	14.5	16.9	33.8	16.2	17.56	8.53
第二期	-8.3	4.0	-5.8	13.6	-3.7	8.5	16.1	8.9	-15.2	11.1	2.92	9.52
第三期	-13.9	5.0	-15.3	11.3	-7.4	0.5	7.6	10.6	-5.4	2.6	-0.54	8.06
第四期	-2.6	20.6	-9.9	0.8	-6.5	6.8	6.5	-1.2	-3.9	-17.8	-0.72	7.51
第五期	5.7	3.4	-9.3	4.8	3.9	-9.7	-5.5	2.9	-9.6	-5.7	-1.91	6.05
第六期	-10.5	-2.0	-9.8	10.2	6.2	-1.7	6.6	-4.4	-4.6	11.4	0.14	6.76
第七期	-0.7	-5.8	3.5	-4.8	4.0	-11.0	-0.3	-2.9	-3.8	7.8	-1.50	4.06
第八期	12.4	-1.9	-9.5	2.0	0.7	-2.0	3.3	-4.6	1.5	9.8	1.17	4.63
第九期	-3.3	-1.1	-10.2	-3.8	-7.1	4.5	-1.4	-3.3	-5.1	10.7	-2.11	4.22
第十期	-5.4	3.5	-2.5	0.7	-6.5	-18.4	7.6	-5.8	-6.9	17.0	-1.77	7.17
全期平均	-2.04	6.87	6.23	5.00	-0.26	-1.40	5.50	1.61	-2.12	6.31	1.32	6.65

第五表の數字は、單に被驗者の反應が各練習期に於て遲延に傾くが、尙早に傾くか、その着弾傾向を示すもので、その値が0に近ければ兩種の反應が同率であり、正負の孰れかに大であれば一方の反應のみに偏るこゝ意味する。この表によれば、第一期には全被驗者は明瞭



第三圖 練習に伴ふ遲延尙早兩反應の均衡化 (着弾傾向)

に著しい遅延反應の傾向(平均 17.56 ミリメートル)を示し、各自不馴れのために、投下の時機を失つゝあつたことが明である。然し乍らその後は遅延反應と尙早反應とが亂雜に交錯し、着弾點は標的の前後に略々同率に分散して、特に孰れか一方に傾くらしきと思はれず、しかも時機の調整が意の儘でないことが窺はれる。この關係を明にするために圖示するに、第三圖の如くである。

(4) 着弾點の動搖範圍の縮小

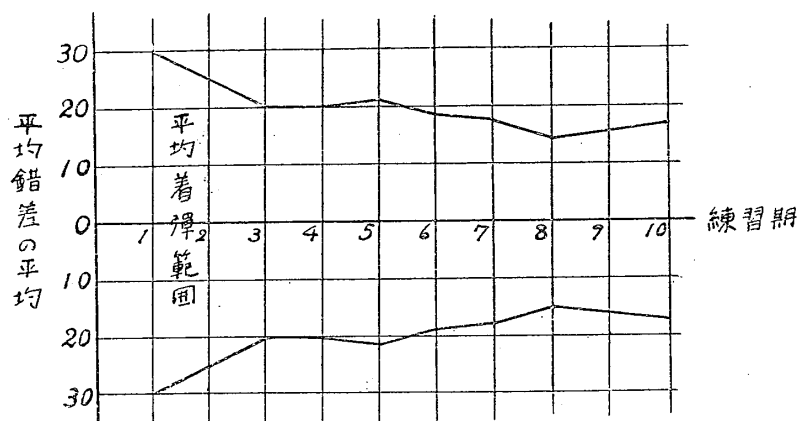
次に、10名の被験者につき各練習期の着弾の動搖狀態を確めるために、正負の方向を考慮に入れて算定した各人各期の成績の相對平均錯差値を、纏めて表示するに、第六表の如くである。

第六表 練習各期の着弾點の動搖度 (相對平均値に對する平均錯差)

被験者 練習期	I	II	III	IIII	V	VI	VII	VIII	IX	X	Mean	M.V.
第一期	27.08	27.60	41.10	19.20	30.20	29.90	26.60	26.46	33.04	36.24	29.74	4.35
第二期	17.50	28.60	30.56	16.68	19.50	26.00	22.92	24.50	20.36	42.33	24.89	5.58
第三期	12.12	30.40	30.44	29.16	24.28	14.50	18.72	12.56	11.36	16.92	20.04	6.81
第四期	21.20	22.88	20.48	20.62	15.40	21.88	25.40	20.80	20.10	15.24	20.40	2.09
第五期	18.64	23.20	32.10	30.84	22.90	11.90	16.50	19.30	13.36	25.10	21.38	5.44
第六期	17.50	23.00	30.96	12.60	26.24	17.58	16.80	12.92	14.60	14.24	18.64	4.85
第七期	13.64	19.56	38.80	13.44	18.40	19.00	12.04	16.90	15.44	9.96	17.71	4.97
第八期	14.12	13.12	22.90	9.40	33.00	12.80	10.90	9.60	8.20	15.00	14.90	5.23
第九期	14.16	14.74	25.40	8.20	12.54	15.90	14.20	16.18	21.46	16.90	15.96	3.21
第十期	18.00	22.90	22.50	16.90	17.30	16.48	12.12	14.60	14.50	16.00	17.13	2.43
十期平均	17.39	22.60	29.52	17.70	21.97	18.59	17.62	17.38	17.24	20.79	20.08	4.49
百回投下に對する平均動搖度	18.55	25.46	26.20	17.96	20.95	19.92	17.97	18.47	19.56	22.30		

第六表によれば、各被験者の投下着弾點の平均動搖度は可成り大で、殊に最初は標的の前後に頗る廣く分散してゐるが、しかもこの動搖度は練習につれて漸次減退し、分布範圍は第八期頃が最も小さく、着弾が標的に逐次接近して比較的一點に集中しやうとする傾向を示してゐる。

第六表の數字に基き、如上の關係を一般的に圖示するに、第四圖の如くである。圖中上下の二線で區切られた地帯は投下鉛彈の平均分布範圍を示し、それが大であれば着弾の動搖が多く、小であれば着弾が集中的であることを現はす。着弾點の分布範圍が練習につれて狭まり行くことは、第三圖の分布地帯が左方より右方へ漸次縮小し、殊に第八期に於て最小である事實によつて明瞭である。



第四圖 練習に伴ふ着弾範囲の縮小 (十名平均)

(5) 結 語

如上の結果を綜合するに、練習の効果は作業の最初暫くは顯著であつて、獨りの中誤差を減小せしめるのみならず、着弾の動搖を低減せしめて投下の確實性を増大し、更に各人の成績を均等化して一様ならしめる方向に働くものゝやうである。10名の被験者を平均すれば、投下作業の最も好成績なのは、練習第八期(71回—80回)であつて、それ以後は反つて幾分成績が低下する。

然し乍ら各個人に就て見れば、投下の成績は常に著しく動搖し、相當に熟達したる後雖も、注意の集中が適當でなく、偶然弛緩したりまたは緊張が過ぎたりするこゝ、忽ち時機を誤つて甚だしい不成績を示すものであつて、投下の都度精神態度を新にして細心敏活に反應するこゝが肝要のやうである。

3. 投下練習に現れたる個人差

(1) 100回投下の全成績に於ける個人差

先づ10名の被験者の各個に就き、投下作業の巧拙を觀るに、100回の投下の全成績は人毎に區々であつて、優劣の差が顯著である。

今比較の便宜上、各人の投下成績を前掲諸表中より摘録して表示するこゝ、第七表の如くである。

第七表 投下作業成績の個人差 (100回の平均)

被験者	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	Mean
的中錯誤量 (絶対平均値)	18.68	26.07	30.13	18.32	20.94	19.94	18.20	18.31	19.86	22.77	21.32
着弾傾向 (相對平均値)	-2.04	6.87	6.23	5.00	-0.26	-1.40	5.50	1.61	-2.12	6.31	1.32
着弾動搖範圍 (100回の平均)	18.55	25.46	26.20	17.96	20.95	19.92	17.97	18.47	19.56	22.30	20.73

(イ) 的中錯誤 10名の被験者の100回投下に於ける的中錯誤量(絶対平均値)は人毎に一様ではなく、誤差の最大なるものは30.13ミリメートルに達し、最小なるものは18.20ミリメートルに止まり、その間に二倍に近い相違がある。全被験者中、最も不成績で常に標的を甚だしく外したものは被験者IIIであり、被験者IIも亦た好成績とは云ひ難い。然し被験者I, III, VII, VIII, 等は孰れも錯誤が比較的少なく、しかも成績が互に匹敵してゐる。

(ロ) 着弾動搖範圍 上の關係は、着弾動搖範圍の廣狹に於ても、認められる所で、動搖範圍が最も廣く着弾が比較的に不正確であつたのは、依然被験者IIIであり、被験者IIも亦た可成り不確實である。これらに次ぐものは、被験者X及びVである。10名中最も動搖が少く着弾の比較的に的確であつたのは、被験者III及びVIIで、I及びVIIIもまた大體これに追隨してゐる。

(ハ) 着弾傾向 次に各人の投下の着弾點が標的の前後何れに傾くか、換言すれば、遅延反應と尙早反應との交錯の回数並びに比率を表示するに、第八表の如くである。

第八表 遅延尙早兩種反應の回数比較

被験者 練習期	I		II		III		III		V		VI		VII		VIII		IX		X		合計							
	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	-					
第一期	3	7	8	2	5	5	8	2	5	1	4	5	5	6	1	3	6	4	8	2	6	4	60	2	38			
第二期	3	1	6	6	4	4	1	5	7	3	4	1	5	6	4	6	4	5	5	2	8	3	7	46	3	51		
第三期	2	1	7	6	4	3	7	4	1	5	5	5	6	4	6	2	2	9	1	4	6	4	6	49	4	47		
第四期	4	6	8	2	3	7	6	4	5	1	4	7	3	6	4	4	6	5	5	2	8	5	2	8	50	1	49	
第五期	5	5	5	5	4	6	6	4	6	1	3	3	7	5	5	5	5	3	7	5	5	7	5	5	47	1	52	
第六期	2	1	7	4	6	5	5	7	3	5	5	6	4	6	4	4	6	4	6	7	1	2	50	2	48			
第七期	6	4	4	6	6	4	4	6	5	5	2	8	4	6	5	5	4	6	8	2	48	5	2	48		52		
第八期	8	2	4	6	3	7	6	1	3	6	4	5	1	4	5	5	1	2	7	6	1	3	6	4	50	5	45	
第九期	4	2	4	6	4	4	6	3	2	5	3	7	6	4	5	5	3	7	3	7	7	3	7	7	44	4	52	
第十期	4	6	5	1	4	4	1	5	5	5	3	1	6	3	7	7	3	3	2	5	3	7	8	1	1	45	6	49
遅延反應	41%		56		41		56		47		49		56		45		42		56		48.9%							
完全的中	5%		1		2		4		5		1		3		4		1		2		2.8%							
尙早反應	54%		43		57		40		48		50		41		51		57		42		48.3%							

備考 表中 0は完全的中, + は遅延反應, -は尙早反應を示す。

第八表の數字に基き、先づ100回投下の平均傾向に就て見るに、10名の被験者の投下には遅延尙早の兩種の反應が入り亂れ、その出現頻度は略々均等であつて、孰れか一方のみに偏する傾向があるとも覺えない。尤も被験者II, III, VII, Xの如く、遅延反應の率が大で、幾分時機を失し易いやうに思はれるものもあれば、被験者I, III, IXの如く、尙早反應の割合が些か多く、早計に走り勝ちのやうに思はれるものもあり、更にまた被験者V, VIの如く

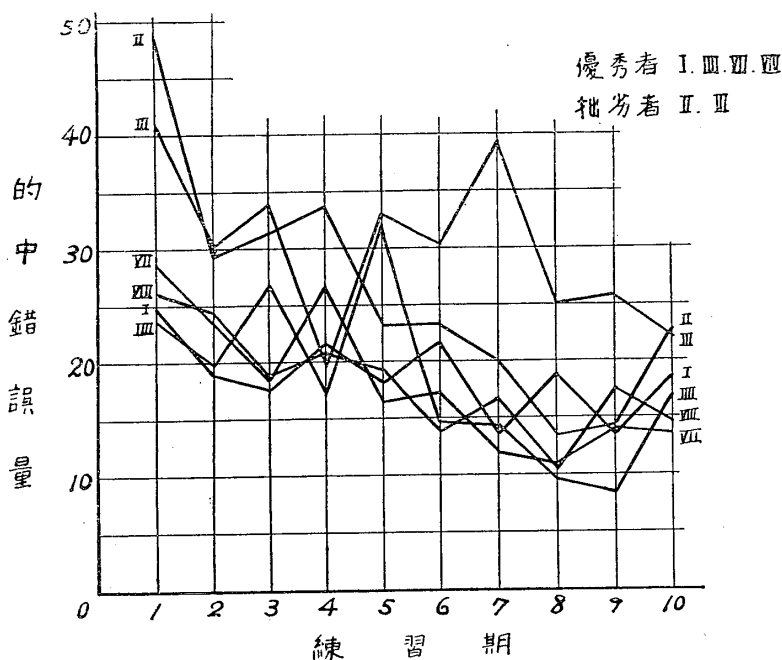
兩種の反應傾向が均衡を保ち、全く偶然に彼此出現するやうに思はれるものもあつて、多少の個人差らしきものは存してゐるが、しかも大勢より云へば、兩種の反應の出現は全く平等であつて、偶然の法則に従つてゐる。

之を要するに、投下技術の最も拙劣なものは、被験者 III であり、II も亦た成績甚だ香しからざるものがある。之に對して、III 及び VII は成績が頗る良く、I 及び VIII は之に次いでゐるこ云ふことが出来る。

(2) 練習各期の成績に於ける個人差

次に 100 回の投下練習を通じて、各被験者の熟達過程には如何なる個人差が認められるであらうか。殊に技術優秀者と拙劣者との間には、如何なる相違があるであらうか。

(1) 的中錯誤量の減少より見たる熟達の個人差 先づ試みに、投下成績優秀者 I. III. VII. VIII. 拙劣者 II. III. の六名を選び、先の第二表の數字に基いて、各人各期の的中錯誤量（絶対平均値）を、便宜練習曲線に作圖して、相互に對照するこ、第五圖の如くである。（第二表参照）



第五圖 練習效果の個人差 (絶対的中錯誤量の減少)

先づ技術優秀者四名に就き見るに、その練習效果線は、期を追ふにつれ下降して、錯誤の減少を告げ、第八期乃至九期頃を谷として、第十期には反つて幾分上昇の傾向を示してゐる。尤も被験者 I の如く、比較的的高低が少く、進歩は著しくはないが確實なもの、被験者 III. VII. の如く、比較的に動搖して、進歩は顯著でも不規則なものがある

が、一般にその凹凸は激しくはない。優秀者は第一期即ち練習の當初から既に相當に好成績で、その後も著々進歩して、途中で甚しい不成績を示すことはないやうである。これによつて見れば、優秀者は寸時も注意を緩めず、常に同一の緊張を以て作業してゐるここが知られる。!

技術拙劣者は第一期に於て可成りの不成績を示すだけでなく、その後も概して優秀者に劣り、その練習曲線も高下が激しく、進歩の後でも些かでも油断をするに忽ち甚だしい不成績に陥る。拙劣者の作業には一般に油断が多く確實性が少いやうに思はれる。尤も拙劣者中でも、被験者 II の如く、最初は投下のコツの解らぬ爲に可成り不成績ではあるが、その後は自得して著しい進歩の跡を示し、第八期頃には優に優秀者と匹敵する熟練度に到達し得たものがあり、之を拙劣者中に數へることは些か不穩當の感じさへするものもあつたが、また被験者 III の如く、最初から可成り不成績であるだけでなく、その後の進歩も思はしくなく、常に甚だしい成績の動搖を示して、注意が散漫であり、伎倆に信頼し難いものもあつた。被験者 III の如きは恐らく、今後如何程練習を重ねても、到底的確に作業し得られぬ拙劣者で、元來この種の作業に對しては、性能不適合者ではないかと思はれる。

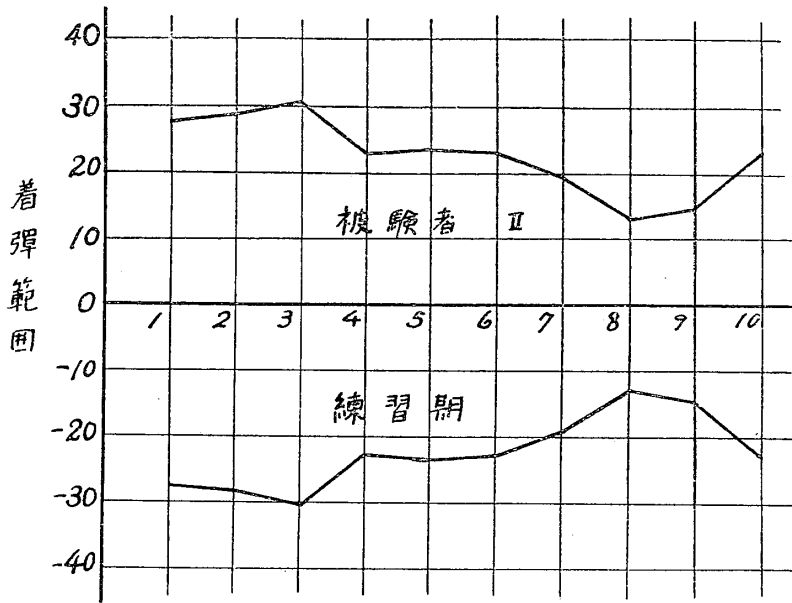
(ロ) 着弾範圍の縮小より見たる熟達の個人差 練習に伴つて着弾範圍が縮小し、投下が正確になつて行くことは、既述の通りであるが、この種の練習效果に於ても、相當に著しい個人差がある。

前掲第六表の數字によるも、一般に練習につれて着弾範圍は縮小するが、しかもその縮小状態は人毎に等しくはなく、最初は着弾が不規則であつても、練習につれて可成り動搖範圍が縮小するものもあれば、また練習をしても變化が少く、向上の跡の顯著でないものもある。

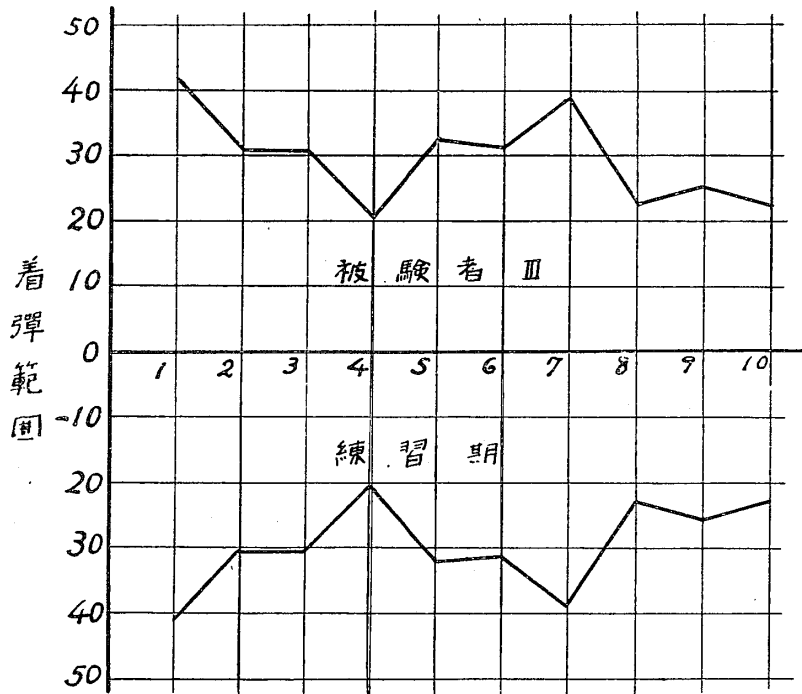
今試みに、優秀者 VII. VIII 及び拙劣者 II. III の四名を選び、練習に伴ふ着弾範圍の縮小状態を圖示するに、第六圖の如くである。

第六圖によれば、技術拙劣者 II 及び III は一般に着弾範圍が廣く作業が不規則であるだけでなく、練習に伴ふ進歩も著しくはない。尤も被験者 II では、比較的進歩の跡が認められ、優秀者にこそ些か及ばないが、相當に他の人々に匹敵する程度に改善が行はれてゐるが、被験者 III は進歩が頗る遅々であり、半途にして退歩の形勢をさへ示してゐる。

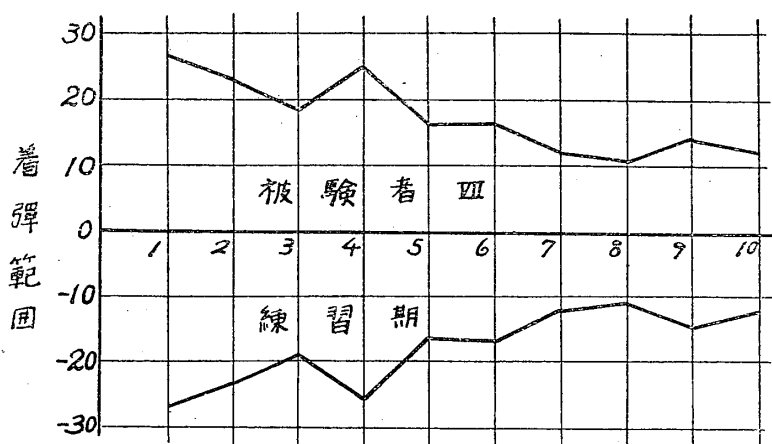
此等に比すれば、優秀者 VII. VIII の成績には頗る見るべきものがあり、最初は II 等と大差はないが、その後は練習につれて着々着弾範圍が縮小して、歴然たる進歩があり、しかも之を維持して行く傾向が頗る強い。その練習曲線の高低も拙劣者ほど甚だし



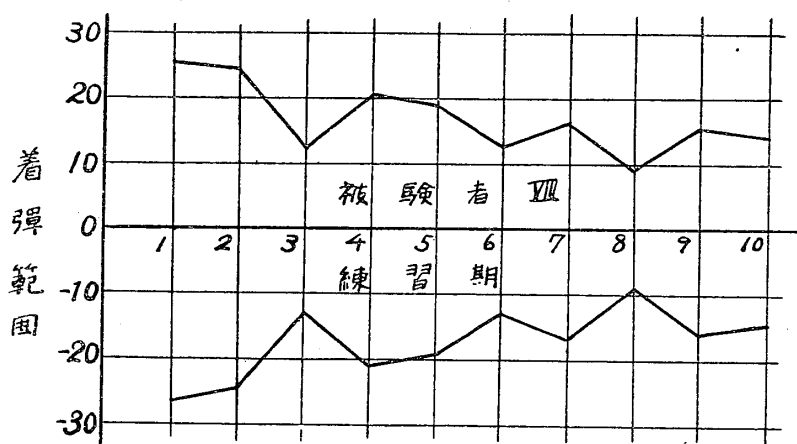
第六圖 (甲) 被驗者 II



(乙) 被驗者 III



(丙) 被験者 VII



(丁) 被験者 VIII

くはなく、一般に進歩が着實のやうに思はれる。

此等の結果を綜合すれば、優秀者と拙劣者との相違點は、營に的中性の大小に存するばかりではなく、練習による熟達の多少にも認められること云はねばならぬ。即ち拙劣者は元來練習効果が貧弱でしかも不規則であり、甚だしき場合には練習をしても殆んど進歩の跡を示さぬものすらあつて、何人でも訓練さへすれば必ず上達することは限らないことがわかる。

(3) 適性検査の實施と訓練法の改善に就ての示唆

如上の諸事實から觀取せられるやうに、技術優秀者と拙劣者との間には、種々の點に於て著しい成績の差異がある。模擬實驗に於てすら然りであるから、實際の爆弾投下作業に於ては、操作者の伎倆の如何によつて、投下成績に一層甚だしい相違を生じることは、容易に察知し得られる所である。事實操作者にその人を得るを得ないことは、投下作業の死命を制し

て、効果並びに経費の諸點に於て、莫大の利害を來たすことは茲に縷説するを要しない。

投下時機の判斷は可成り難しい仕事で、熟達はなかなか容易ではない。操作者の投下技能を規定する條件としては、技術經驗ももより大切で、十分なる訓練を必要とするところは云ふ迄も無いが、性能適合者を選んで訓練するにしないで、折角の訓練も十分の効果を擧げることは出来ない。先の實驗結果によるも、技術優秀者と拙劣者の相違は必ずしも訓練若くは經驗の差のみによつて生ずるものではなく、同様に練習を重ねしめても、人毎に成績に著しい不同があるのであるから、この種の作業に對する性能の適否がかかる個人差を生ぜしめたのであると解するの外はない。性能不適合者は、ひきり訓練に骨が折れて上達が遅々たるばかりではなく、上達の程度も貧弱で優秀者たり得る見込が薄い。等しく訓練をするにしても、性能適合者を選んで、練習を重ねしめるに若くはない。

これが爲には、先づ投下操作者の選抜に當つて、適當なる適性検査を行ひ、作業の要求に適合する性能の人々を選んで、訓練養成するやうにありたいものである。飛行機の操縦が巧みでも、投下に於ける時機判斷が正確で反應が適確であるとは限らない。操縦者の適性検査が必要であるやうに、投下操作者の適性検査も缺くべからざるものである。

この際用ひらるべき適性検査の具體案に關しては、なほ一層慎重なる研究が必要で、茲に確言することは出来ないけれども、少くとも、注意集中検査、決斷検査、反應動作検査等を適當に結合して、その種目中に組入れ、しかも單に短時間の試課によつて性能の優劣を判じないで、寧ろ相當に長時間これらを繼續して、夫々に於ける熟練過程を窺ひ、技能進歩の可能限界を診斷するやうにしたいものである。

更にかくの如き方法によつて選抜せられたる志願者を訓練して、優秀操作者に養成するに當つても、單に従來の如く盲滅法に操作技術の實習にのみ專念せしめないで、宜しく適當なる練習装置を設け、なるべく實狀を放れない條件の下に、専ら時機の判斷の習熟に努めしめ、投下時と同様の精神状態に於て、例へば注意の集中、判斷の的確、反應の敏速等を要求する作業を營まして、此等の能力の伸長を圖り、適度の緊張と沈着との習慣を養ふなご、一般に投下作業に必要な心的態度を自得せしめて、實地に當つて放心狼狽に陥らぬやう、平素から精神を修鍊せしめ置くことが肝要である。かかる豫備訓練を経ずして、直ちに實地の練習に就かしめることは、勞のみ多くして效少く、極めて迂愚な拙策であると思ふ。

§ III. 第二 實驗

投下高度と的中度の關係

1. 實驗條件

投下高度が増減するに、時機の判断従つてまた的中度に如何なる變化が生じるであらうか。爆弾投下の誤差は物理的には高度の大なる程著しい筈であるが、時機の判断に於ては、高度の相違に應じて適當に落下時間の變化を考慮し、適宜加減をして反應する譯であるから、的中度の變化は必ずしも單純に物理的誤差の法則に従ふばかりはきめられない。然らば實際に於て高度の變化と時機判断の難易との間には如何なる關係があるであらうか。この關係は投下作業の的中度に於て如何に反映するであらうか。

この問題を解決するために、余は次の第二實驗を試みた。この實驗に於ては、投下高度の算術級數的變化に應じて、的中度が如何なる關係を保つて變化するかを確かめ、之によつて高度の時機判断に及ぼす影響を明にすることが企てられた。

第二實驗は先の第一實驗と全く同一の模擬實驗装置を用ひ、たゞ鉛弾投下の高度を種々に變化せしめて、之に伴ふ的中度の變化を觀た點に於て、相違するのみであつた。即ち標的を有する調帯の廻轉速度は一分間 10 メートル、標的部の照明度は 580 lux に一定し、たゞ鉛弾をつくべき押鍵盤の高さ並びに被験者の乗るべき横板の高さを適當に高下して、投下高度を變化した。

被験者は實驗暗室に入り、十分に暗闇に馴れた後に、正規の位置に就き、種々の高度から 40 回宛投下を試みる。その投下の仕方は第一實驗に於けるに全く同一である。

投下高度即ち押鍵盤から標的までの高さは ¹⁾0.5 メートル、²⁾1 メートル、³⁾1.5 メートル、⁴⁾2 メートル、⁵⁾2.5 メートルの五種に定められたが、被験者は、低いものから高いものへ、また逆に高いものか低いものへ等、各十回四系列、合計 40 回宛五種 200 回の投下を行はせられ、投下順序から來る成績の不公平を避けしめられた。なほ高度の變更ある毎に、被験者は四五回の投下練習をなすことを許され、幾分新状態に慣れた後に、實驗作業に取り掛らしめられた。

この實驗は昭和四年夏に行はれたが、被験者は第一實驗に参加してこの作業を練習した人々 7 名で、既に相當に習熟してゐるものばかりであつた。

2. 實驗結果

(1) 平均錯誤量

7 名の被験者が種々の高度から投下した鉛弾の平均的中錯誤量(ミリメートル)は、次の

第九表に示された如くである。(表中の数字は各被験者の40回の投下の的中錯誤量の絶対平均値を示すもので、投下の的中度を現す指標となる)。

〔第九表〕 投下高度と的中錯誤量 (絶対平均値) (各40回投下の平均)

被験者 投下高度	I	II	III	III	V	VI	VII	平均	M. V.
0.5 米	10.56	11.82	7.90	10.20	11.02	9.42	10.95	10.26	0.94
1.0 米	15.45	13.45	10.80	14.17	11.20	12.47	14.32	13.12	1.40
1.5 米	11.40	13.70	15.05	13.32	20.40	16.02	18.35	15.46	2.39
2.0 米	14.52	19.90	19.02	17.00	21.27	22.65	24.65	19.86	2.72
2.5 米	20.07	26.47	26.47	21.80	27.02	21.55	38.00	25.91	4.09

先づこの實驗成績の信頼度を檢證するために、各被験者が先の練習實驗の結果として既にこの種の作業に相當に熟達し、この實驗時には常恒状態に到達し得てゐたがどうかを確かめる。即ち先の練習實驗に於ける被験者の最良能率期(第八期)の平均成績は、的中錯誤量で15.09、平均錯差9.06であつたが、この實驗に於て同一條件の場合(1.5米のもの)の被験者の平均成績は的中錯誤量15.46、平均錯差9.73であつて、餘り大した差違はない。之によつて見れば、被験者は既に可成り熟達の域に達して居り、この實驗中にそれ以上の進歩を示すが如き形跡は殆んど認められなかつた。されば、各被験者はこの高度からの實驗の場合にも、略々常恒の熟練程度を以て臨むことが出来たと思はれる。

次に第九表の数字に基き、五種の高度で7名の被験者の平均的中錯誤量との関係を見るに、投下高度が増すにつれて、的中錯誤量は漸増し、0.5米と2.5米との間には約二倍半の錯誤量の増大がある。高度が増せば増すほど、的中度は減するものであるらしい。

然し乍ら仔細に觀るに、投下高度の増大との中錯誤量の増大とは決して嚴密に同比例ではなく、高度の算術級數的變化につれて、的中錯誤量は寧ろ對數曲線狀をなして變化してゐるやうである。(第七圖参照)

尤も箇々の被験者に就て云へば、高度との中錯誤量との関係は必ずしも一律ではなく、幾分の齟齬若くは矛盾があるが、之は偶然の事情に基くものであるらしい。寧ろ大勢から觀れば、高度との中度は逆比例をするに似るのが正當であらう。

(2) 着弾不規則性

次に五種の高度に於ける全40回の投下成績の平均動搖度を、各回投下の平均錯差値に求めて、作業の不規則性を確かめて見るに、第十表の如くである。

第十表に従へば、爆彈投下作業は高度の増大につれて、單に的中錯誤量の増加を來たし

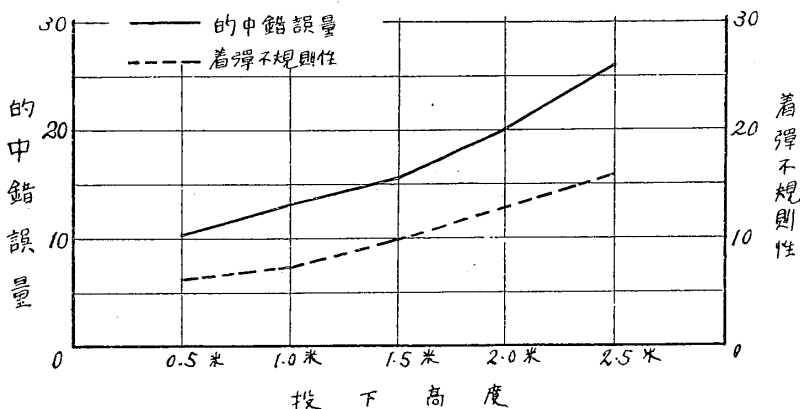
〔第十表〕 投下高度と着弾不規則性 (平均錯差値の平均)

被験者 投下高度	I	II	III	III	V	VI	VII	平均	M. V.
0.5 米	6.37	6.65	5.11	6.09	6.08	6.03	7.79	6.30	0.54
1.0 米	6.30	8.01	6.06	9.06	7.93	7.27	7.42	7.43	0.77
1.5 米	6.61	9.95	9.10	8.76	11.78	10.02	11.93	9.73	1.38
2.0 米	9.80	13.94	13.27	8.55	13.23	15.86	14.88	12.79	2.06
2.5 米	13.14	15.97	16.99	14.79	16.78	11.95	23.45	16.15	2.50

て量的に能率を低下するのみならず、更に質的にも不良となり着弾の不規則性を増大するものやうである。7名の被験者の投下成績の平均錯差値を平均して見ると、投下高度の大きなるにつれて、平均錯差値は著々増加して行き、即ち作業にムラが多くなり質が悪化するところが察せられる。

然も着弾不規則性の増大は投下高度のそれとは必ずしも厳密に一致せず、高度の算術級数的變化につれて、幾分對數曲線狀に變化して行くものやうである。

今これらの結果を明にし、投下高度と的中度の關係を見易からしめる爲に、第九表並びに第十表の數字を曲線に圖示すると、第七圖の如くである



第七圖 投下高度と的中度

(3) 物理的落下錯誤

茲に疑問すべきは、投下高度の増大につれて的中度が減るのは、主として物理的原因に基くのではないかといふことである。物体の落下錯誤は高度の増大につれて物理的に増大するものであるから、上の的中錯差量及び不規則性にもこの種の錯誤が相當に力強く働いてゐるのではないかとも考へられる。

この疑問を解決するために、余は廻轉調帯を停止し、標的黑線を押鍵盤の鉛弾の眞下に置き、五種の高度の夫々から各 100 回宛鉛弾を落下せしめて、鉛弾の揺れ及び歪みから自然に生じる物理的錯誤量を測つて見た。その結果は、次の第十一表の如くである。

〔第十一表〕 高度と物理的落下錯誤

投下高度	物理的錯誤量	100 回落下の平均
0.5 米		1.60 <i>m.m.</i>
1.0 ,,		1.52
1.5 ,,		1.52
2.0 ,,		1.69
2.5 ,,		1.61

この結果によれば、孰れの高度に於ても僅小の物理的落下錯誤があるやうであるが、高度の大小と物理的錯誤の多寡の間には別に明なる關係は認められない。物理的錯誤は理論上は高度に比例して増減すべき筈ではあるが、この模擬實驗に於けるが如き微小の高度差では、到底物理的錯誤の規則

正しい増減は窺はれず、寧ろ偶然の事情によつて被ひ隠されるのではないかと思はれる。しかも落下回数をもつと多くして、偶然の事情よりの影響を排除することも、高度の大小に伴ふ物理的錯誤量の變化は極めて輕微であらうと推せられる。

従つて、上の第九第十兩表に於て見出された關係は、決して物理的錯誤に基くものではなくて、その大半は他の原因即ち精神的事情に基くものであると斷言することが出来る。物理的錯誤が働いてゐるにしても、輕微であつて、之を無視しても差支へがない位である。

然し試みに五種の高度のそれぞれに於ける物理的錯誤量を單位として、先の第九表の投下錯誤量を除し、倍率を求めて見るに、次表の如くである。

〔第十二表〕 高度と錯誤倍率

投下高度	物理的錯誤	的中錯誤	倍率
0.5 米	1.60 <i>m.m.</i>	10.26 <i>m.m.</i>	6.41 倍
1.0 ,,	1.52	13.12	8.63
1.5 ,,	1.52	15.46	10.17
2.0 ,,	1.69	19.86	11.75
2.5 ,,	1.61	25.91	16.09

第十二表によるも、的中錯誤量は物理的錯誤量よりは遙に大きく、しかも高度の増減に伴ふ錯誤量變化の關係は、大體先の第七圖の曲線で示されたものゝ、異なる所は無いやうである。

(4) 着弾傾向

次に着弾點の標的からの脱逸の方向を考慮に入れ、的中錯誤量の相對平均値を求めて、着弾傾向を確め、之によつて遅延並びに尙早の兩反應の出現頻度の割合を窺ふに、第十三表の如くである。

〔第十三表〕 投下高度と着弾傾向 (的中錯誤量の相對平均値)

被験者 投下高度	I	II	III	III	V	VI	VII	平均	M. V.
0.5 米	-0.38	-0.66	-0.36	-0.01	-0.02	0.02	0.19	-0.17	0.25
1.0 米	-0.60	-0.14	-0.10	-0.07	-0.31	-0.40	0.03	-0.23	0.18
1.5 米	-0.29	-0.19	-0.86	0.06	-0.45	-0.40	-0.70	-0.40	0.22
2.0 米	-0.26	-0.61	-0.50	-0.21	-0.39	-1.40	-0.24	-0.51	0.29
2.5 米	0.32	-0.62	0.27	-0.02	-0.02	-0.82	-1.06	-0.27	0.47

第十三表によれば、7名の被験者の孰れに於ても、遅延並びに尙早の兩反應の出現頻度は略々均衡を保ち、偶然の法則に従つて、彼此交々現はれるもののやうである。一般には相對平均錯誤値が負數となつてゐる場合の方が多く、尙早反應の傾向が些か優勢ではないかとも思はれるが、その數値は僅小で云ふに足りない。

7名の平均値に就て觀るも、微小の負數であつて、兩種の反應が亂雑な順序で、しかも偶然の法則に従つて、比較的に平等に、現はれ出で、特に孰れに偏してゐることも斷定ができない状態にある。五種の高度の孰れの場合でも、この着弾傾向には變りがない。

如上の結果から云へば、投下高度の相違は遅延尙早兩反應の出現頻度に何等の變化をも呼起さず、着弾點は偶然の法則に従つて、標的の先後にほぼ平等に分散するといふべきである。

(5) 着弾點の動搖範圍

更に投下高度と着弾點の動搖範圍との間に何等かの關係があるかを檢するため、各被験者の各投下高度に於ける相對的中錯誤量の平均錯差を求め、更にこれを全員に就き平均するに、第十四表の如くである。この表の數字は、大なるもの程、着弾點の分布が廣く、狙ひの定まらぬことを意味する。

第十四表に従へば、7名の被験者中には幾分の除外事例はあるが、大體投下高度の増すにつれて着弾點の動搖範圍が廣くなり、作業が不確實になつて行くやうである。全員に就て云へば、投下高度が0.5米のものが2.5米となり、五倍に高まるに、着弾點の動搖範圍は10ミリメートルから26ミリメートルへ、約二倍半だけ増してゐる。投下高度の増大が作業の質を不良化するところは、この表に於ても窺はれる。

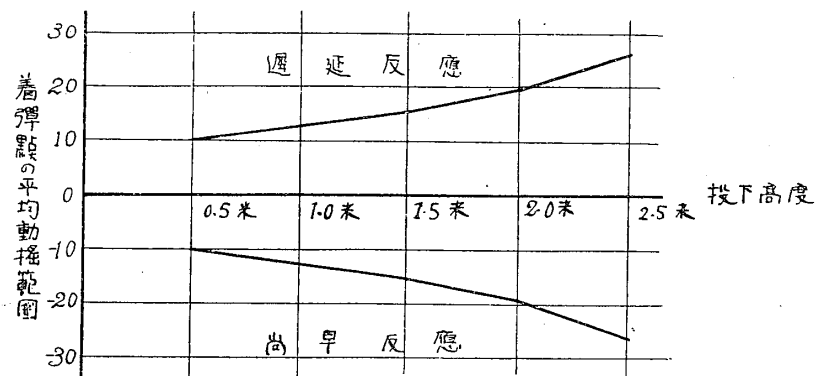
然し乍ら、高度の増大に伴ふ作業の質の不良化は必ずしも正比例はしない。高度の算術

〔第十四表〕 投下高度と着弾點の動搖範圍 (相對錯誤量の平均錯差)

被験者 投下高度	I	II	III	III	V	VI	VII	平均	M. V.
0.5 米	10.47	11.59	7.82	10.19	11.02	9.42	10.95	10.20	0.91
1.0 米	15.21	13.41	10.78	14.15	11.20	12.41	14.32	13.06	1.37
1.5 米	11.35	13.65	14.74	13.31	20.31	16.64	18.07	15.43	2.48
2.0 米	14.51	19.71	18.95	16.51	21.23	22.16	24.62	19.67	2.58
2.5 米	20.67	26.44	26.44	21.79	27.02	21.22	37.84	26.06	4.00

級数的變化に對して動搖範圍は幾分幾何級数的な變化をなすものゝやうに思はれる。今この推定を見易からしめるために、上表を圖示するに、第八圖の如くである。

第八圖の喇叭形の二線はそれぞれの高度に於ける着弾點の平均動搖範圍を示すが、高度の増大するにつれて直線的に擴大せず、幾分朝顔狀を成して進行してゐる。この傾向から察すれば、今少し高度を増大するに、動搖範圍は俄然著しく擴大し、極度の不確實性を曝露するに到るのではないかと思はれる。



第八圖 投下高度と着弾點の動搖度

(6) 個人差

第九, 十, 十四の諸表につき、諸種の高度に於ける各被験者の投下成績の一致關係を、夫々の表の右端平均錯差欄 (M.V.) に就いて、比較考察するに、高度の大なる場合ほど平均錯差値が大で、各人の成績に個人差が多く、高度を減ずるにつれて平均錯差値が小さく、個人差が縮小するこゝが認められる。投下高度の増大は、唯に個人の投下成績を不良化するだけでなく、各人相互の個人差を擴大して、不一致ならしめる方向に働くものゝやうである。第十五表はこの關係を示してゐる。

〔第十五表〕 投下高度と各人成績の一致度

投下高度 \ M. V.	錯 誤 量 の 平 均 錯 差	着弾不規則性の 平 均 錯 差	着弾點動搖範圍 の 平 均 錯 差
0.5 米	0.94	0.54	0.91
1.0 "	1.40	0.77	1.37
1.5 "	2.39	1.38	2.48
2.0 "	2.72	2.06	2.58
2.5 "	4.09	2.50	4.00

更に全實驗を通じて各個人の投下成績を比較すると、第十六表の如くである。この表によれば、被験者の成績には多少の優劣があるが、その個人差は先の第一實驗に於けるが如くに甚だしくはない。之は各被験者が第一實驗の結果既に相當に作業に習熟し、伎倆が互に接近した爲め、先の第一實驗に於て甚だしい不成績を示した性能不適合者が除外されてゐる爲めに由る。

〔第十六表〕 投下成績の個人差 (各種投下高度の平均)

被 験 者 \ 投下成績	I	II	III	IIII	V	VI	VII
平 均 錯 誤 量	14.40	17.06	15.84	15.29	18.18	16.42	21.25
平均着弾不規則性	8.44	10.90	10.10	9.45	11.16	10.22	13.09
着弾點の平均動搖範圍	14.44	16.96	15.74	15.19	18.15	16.37	21.16

然し乍ら、被験者中成績の優秀なるものは、獨り平均錯誤量が少いばかりでなく、着弾の不規則性も少く、また平均動搖範圍も狭く、一般に的中度が大であり、成不良績者は悉ての點に於て劣つてゐるここが見出される。

この實驗に於ても、被験者は常に精神を緊張し、しかも沈着と機敏とを保持して操作することが必要であつて、些小の弛緩輕微の油斷から不覺の失敗を招くことがある點は、優秀者たるも拙劣者たるを問はず、一般であつた。

(7) 結 語

以上六項の所論を綜合すると、次の如くに云ひ得られる。

「投下高度の増大は投下作業の不成績を招き、一方に於て的中錯誤を大ならしめると共に他方に於て作業の規則性を喪はせ動搖を來さしめる。然し乍ら、作業成績の低下は必ず、

しも高度の増大に一致せず、對數曲線狀に不良化して、しかも一定高度を越ゆれば、俄然悪化するのではないかと思はれる。

「爆彈投下の理想から云へば、着彈の的確を圖るためには、投下高度はなるべく低小なることが望ましい。然し爆彈投下は對敵行動であつて、多くの場合高射砲の攻撃の危険に曝されて居り、また低空飛行にあり勝ちな墜落事故の虞も多い譯であるから、投下高度はなるべく大なる方が安全である。従つて實際問題としては、効果を損せず、しかも安全を保つために、高度は高きに過ぎず低きに失せず、恰當なる程度に止められなくてはならぬ。かゝる恰當高度を定めることは、今後の實際的研究に俟つて他なく、到底この種の模擬實驗の能くする所ではないが、先の二圖に於て示されてゐるやうに、作業曲線が對數曲線狀を成して變化し、一層大なる高度に於ては恐らく急激に効果を喪失するに到るのではないかとさへ思はれる形勢を呈してゐる所に鑑みれば、かゝる恰當極度を發見すことは、さまで難事ではないやうに思はれる。

「次に投下高度の増大が何故に投下成績の不良化を來たすかに關して、一言想像を逞しくして見やう。この現象が物理的落下錯誤の相異にのみ歸せるべきでないことは、既に明にした所で、恐くは精神的原因に由るものであらうと思はれるが、余には次の如き説明が比較的に實らしく感ぜられる。即ち、高度の大なる場合は、落下時間が長く従つて時機の見積りに誤差を生じ易く、しかもこの見積りの誤差が成績に比較的著しく影響して、かゝる事態を生じたのではないかと思はれる。尤もかゝる判斷誤差の増大以外に、目測角の縮小に伴ふ速度判斷の困難、高所の不安に伴ふ注意の動搖、或は標的識別の困難化等の諸事情も考へられるが、殊に重要なものは、時機判斷の誤差であらうと推せられる。この想像の當否の檢定は、次の實驗に譲ることにする。

「最後に被験者によつて、投下成績に幾分の個人差があり、しかも成績不良者は單に的中錯誤量に於てのみならず、不規則性に於ても、また着彈點の動搖度に於ても、常に低劣であることは頗る興味の深いことであつて、この點に關して投下操作者の選定に特に十分なる證衡の必要が痛感せられる。また既に投下作業に従事せる人々も、自己の投下錯誤の固有傾向を認識し、適當に戒心して投下を試みるやうに努めるならば、一層その成績を高めることが出来るであらう。

§ IV. 第三實驗

飛行速度と的中度の關係

1. 實驗條件

爆弾の投下に際して、飛行機の進行速度が着弾効果を規定する甚だ重要な條件であることに關しては、何人もよく知悉する所で、速度の大なるほどの中度の減すべきことは略々豫測し得られる所であるが、飛行速度と的中度の間に如何なる關係が存するかは未だ十分に明かではない。蓋し速度の増加に伴ふ的中度の減小は、ひきり物理的事實に基きばかりではなく、大に精神的事情にも由るものであつて、速度の如何によつて時機の判断従つてまた投下成績に大差を生じることは、恐らく想像以上であらう。

余はこの第三實驗に於て、飛行速度の幾何級數的變化に應じて的中度に如何なる變化が生じるかを確かめさせた。即ち單に飛行速度の的中度に及ぼす影響を見るのみに止まらず、兩者の關係を數量的に確定して、投下操作に適當なる恰當速度の有無を判別せんとした。

第三實驗も亦た先の二實驗と等しく模擬實驗装置を用ひ、たゞ標的をもつ廻轉調帶の速度を種々に變化せしめて、之に伴ふ的中度の變化を觀た點に於て、些か異なる所があつた。

即ち被験者の操作すべき投下高度は2メートル、標的部の照明度は580 luxに一定し、調帶の廻轉速度だけを、次の五種に變化せしめて、その影響を見た。

被験者は實驗暗室に入り、十分に眼馴れた後に正規の位置につき、所定の高度から所定の速度で廻轉する調帶上の標的を狙つて、各100回宛五種合計500回の鉛弾投下を試みる。

飛行速度換言すれば調帶の廻轉速度は、¹⁾一分間40メートル、²⁾同じく20メートル、³⁾同じく10メートル、⁴⁾同じく5メートル、⁵⁾同じく2.5メートルの五種に定められたが、被験者は速い場合から遅い場合へ、若くは遅い場合から速い場合へ等、種々の順序で連続100回宛五種500回の投下を試みしめられ、實驗順序から來る成績の不公平を避けしめられた。なほ速度に変更ある毎に數回の練習を許されることは云ふ迄も無い。

この實驗は昭和四年冬より同五年春に亘つて行はれたが、被験者は第一實驗の被験者9名並びに新に補充したるもの1名計10名で、いづれも既に練習済みのものばかりであつて、先の性能不適合者は排除せられてゐた。

2. 實驗結果

(1) 平均錯誤量

10名の被験者が五種の速度に應じて投下した鉛弾の平均的中錯誤量(ミリメートル)は、次の第十七表に示されたるが如くである。(表中の數字は各被験者の100回投下に於ける的中

錯誤量の絶対平均値を示すもので、投下の的中度を現す指標である點は從前の通りである)。

第十七表の示す所によれば、飛行速度と的中錯誤量との間には可成り明瞭なる關係があり、速度の増すにつれて錯誤量は多くなり、的中度は減退してゐる。この速度と的中度の逆比例的關係は、殆んど例外なく、各被験者の成績に認められる所であつて、的中錯誤量は速度の大なる場合に必ず大である。

然も、的中度の減退即ち錯誤量の増加は、可成り速度の増大と一致して居り、速度の幾

〔第十七表〕 飛行速度と的中錯誤量 (絶対平均値) (各 100 回投下の平均)

被験者 速度	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均	M.V.
40 米	54.74	43.23	45.60	43.41	50.75	54.93	56.26	61.39	46.15	45.21	50.16	5.44
20 米	22.17	21.78	20.71	23.68	24.15	38.44	25.91	24.48	29.54	32.32	26.31	4.26
10 米	18.04	18.54	12.77	18.37	17.36	25.06	20.29	20.60	25.52	20.01	19.61	2.64
5 米	14.41	13.96	10.12	11.16	14.16	15.40	13.08	15.14	18.98	17.02	14.34	1.84
2.5 米	15.85	11.87	9.90	12.16	10.26	13.54	11.54	8.25	18.60	13.75	12.58	2.29

何級數的變化に對して、的中度も亦た之に近い關係を保つて變化してゐるらしく思はれる。詳しく言へば、速度 2.5 メートルのものが 5 メートルに倍加するに、錯誤量は約 2 ミリメートル (1.76) だけ増すが、速度が更に倍加して 10 メートルとなるに、錯誤量は約 4 ミリメートル (5.27) だけ増し、また速度が 20 メートルになるに、錯誤量は約 8 ミリメートル (6.70) の増加を來たし、比較的規則正しい關係で變化してゐるが、たゞ最大速度 40 メートルの場合だけは、錯誤量の増大はやゝ大きく、約 24 ミリメートルに達し、速度の倍加に對して、錯誤量の増大は三倍に及んでゐる。即ち一分間 20 メートルの速度を倍加することによつて、的中度の減退は俄然急激となる。

(2) 着弾不規則性

次に各被験者の 100 回投下の的中錯誤量の平均錯差値を求めて、着弾の不規則性を定め、飛行速度と不規則性との間に如何なる關係があるかを察するに、第十八表の如くである。

この場合も亦た的中錯誤量に於けると同様の關係が見出され、飛行速度の増すにつれて、着弾の不規則性がが増して、作業は漸次不確實となり、殊に 40 メートルに達するに、急に不規則性が激増してゐることが窺はれる。

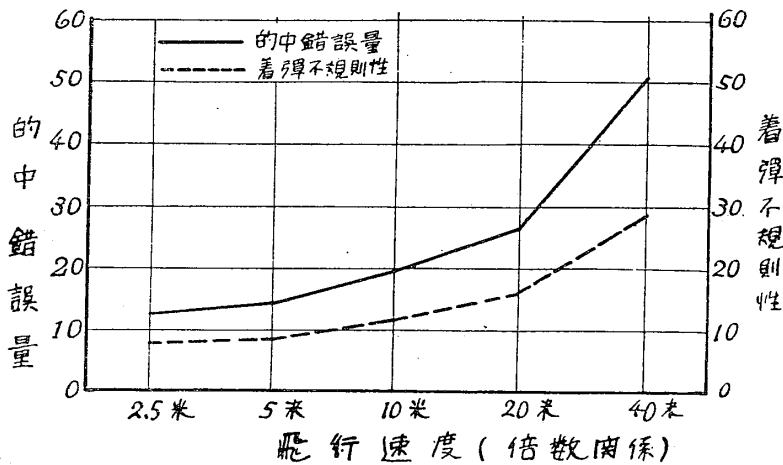
一般に着弾の不規則性は的中錯誤量と併行し、速度の増加はひさりの中錯誤を大ならしめて的中度の減退を來たすのみならず、作業を不規則ならしめて確實性を稀薄にすることが察せられる。

〔第十八表〕 飛行速度と着弾不規則性 (平均錯差値の平均)

被験者 速度	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均	M.V.
40 米	31.90	27.58	23.64	25.41	28.28	29.05	33.30	32.88	28.34	24.50	28.48	2.63
20 米	14.78	13.24	12.32	14.94	15.49	22.82	15.26	14.96	16.11	19.61	15.95	2.13
10 米	10.72	10.24	6.91	11.26	11.65	15.43	12.17	11.78	13.90	12.05	11.61	1.46
5 米	8.79	8.55	5.16	6.12	8.47	9.39	8.55	8.68	10.52	10.06	8.42	1.12
2.5 米	10.86	7.63	6.25	7.15	5.95	8.03	7.24	5.71	12.62	7.76	7.92	1.55

今如上の関係を明にするために、第十七、十八兩表の數字に基き、飛行速度的中錯誤量並びに着弾不規則性の関係を圖示するに、第九圖の如くである。

第九圖からは、ば次の如くに云ひ得られる。40メートルの速度を20メートルに半減することによつて、吾々は的中度を倍加することが出来るが、なほそれ以上にこれと同程度だけの中度を増加する爲には、20メートルの速度を半減してもまた四半減しても追いつかない。これが爲には、速度を八分の一に減じて、2.5メートルに低下せねばならぬ。



第九圖 飛行速度と的中度

この関係を逆に云へば、2.5メートルの速度を八倍しても、20メートルの速度を二倍すること同程度の損失をしか蒙らない。即ち20メートル迄は速度を増大しても比較的害悪は少いが、それ以上に増大すること急に的中度が減退するわけである。尤もこの數字はそのまゝ實地に適用することは出来ぬが、これに類した関係が實地にも存在するのではないかと思はれる。

(3) 着弾傾向

次に被験者の投下成績の相對平均値を求め、遅延反應と尙早反應との出現の頻度を比較

〔第十九表〕 飛行速度と着弾傾向 (相対平均値)

被験者 速度	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均	M.V.
40 米	-22.72	-11.97	-19.38	-8.33	-28.13	-39.04	-1.40	-19.63	-9.81	8.33	-15.20	10.57
20 米	-9.53	-1.86	-9.51	-4.98	-9.29	-27.16	-0.51	-2.26	-15.76	-0.94	-8.18	6.07
10 米	-3.72	-4.42	-3.83	9.05	-3.34	-13.30	1.25	-0.52	-10.24	-3.43	-3.25	3.90
5 米	-5.25	1.38	-2.64	-4.56	-3.44	-6.42	1.91	-0.36	-8.80	5.10	-2.30	3.45
2.5 米	1.61	-3.83	-0.64	-4.32	0.20	0.34	2.58	-0.59	-0.90	3.55	-0.21	1.85

するに第十九表の如くである。

この表によるに、幾分の除外例はあるが、速度の大なる場合には、尙早反應の傾向が強く、速度の減するにつれて、漸次遅延反應との均衡状態に還るものゝやうである。

物理的には着弾は蓋然の法規に従つて分散し、速度の大小如何に拘らず、尙早遅延兩種反應の出現頻度は平等で、平均着弾位置は常に 0 に近き點に在るべきであるが、この尙早反應の傾向の方が強い事態は寧ろ精神的原因に基くものであるらしい。即ち速度が大なる場合には、被験者は沈着を失ひ輕率に流れ、尙早反應に傾くものであつて、之がかゝる事態を惹起したのであらう。されば飛行速度の變化は投下操作の精神的態度に變化を生じて、的中率を左右するに云ふべきである。

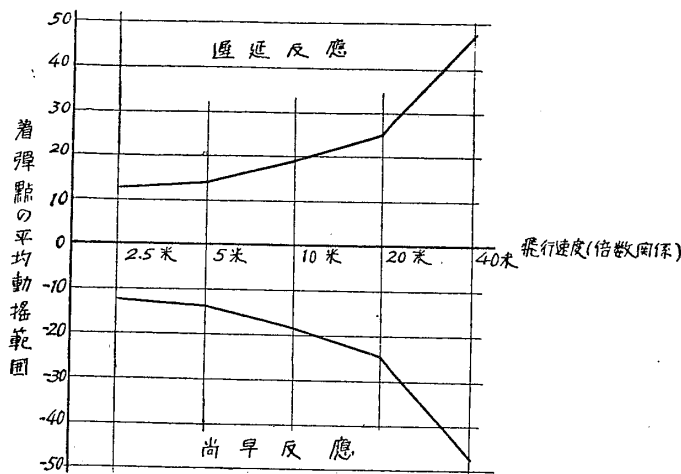
(4) 着弾點の動搖範圍

更に飛行速度と着弾點の動搖範圍との關係を検するために、相對的中錯誤量の平均錯差値を求めて、對照するに、第二十表の如くである。

〔第二十表〕 飛行速度と着弾點の動搖範圍 (相對錯誤量の平均錯差)

被験者 速度	I	II	III	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均	M.V.
40 米	50.07	40.34	43.24	42.87	44.37	43.13	56.09	57.01	51.29	44.86	47.32	5.03
20 米	20.57	21.68	19.30	22.72	22.40	31.26	25.90	24.15	27.97	32.22	24.81	3.61
10 米	17.91	18.21	12.58	16.33	17.12	22.42	20.24	20.60	24.21	19.45	18.90	2.47
5 米	13.98	13.92	9.90	10.69	14.02	14.06	13.06	15.16	17.06	16.27	13.81	1.55
2.5 米	15.85	11.49	9.86	11.87	10.28	13.56	11.10	8.25	18.47	13.78	12.45	2.37

第二十表に従へば、被験者によつて幾分の相違はあるが、大體に於て、着弾點の動搖範圍は飛行速度の大なる場合に廣く、速度の減小につれて着弾が確實なることが知られる。し



第十圖 飛行速度と着弾點の動揺度

かも、速度増加に伴ふ動揺範圍の擴大は、先の速度的中錯誤量の關係に、近似の關係を示し、40メートルの速度の場合には動揺範圍は頗る廣く、20メートルまでの場合に比して、着弾が急激に不確實となり、投下が著しく不利に陥ることが見出される。この關係は第十圖を見るに一目瞭然である。

(5) 各作業期の能率経過

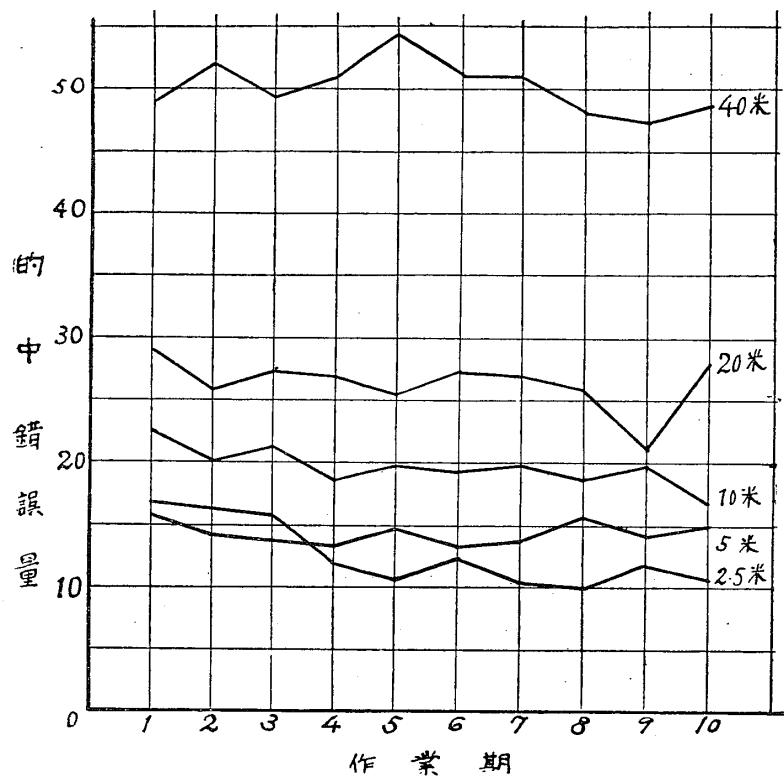
飛行速度の中度の逆關係は、單に100回投下の全成績に於て認められるだけでなく、10回宛の各作業期の成績に於ても窺はれる所で、決して偶然の一致ではないやうである。

試みに、10名の被験者につき、各種速度實驗に於ける各10回宛の投下の絶対平均錯誤量を求めて、十作業期を通じての能率経過を表示すると、第二十一表及び第十一圖の如くである。

〔第二十一表〕 飛行速度と各作業期の投下成績 (絶対平均錯誤量) (10名の平均)

速度 \ 作業期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	M.V.
40 米	48.98	52.07	49.34	50.92	54.46	50.88	51.10	48.03	47.21	48.73	50.16	1.61
20 米	29.08	25.77	27.30	26.83	25.48	27.16	26.91	25.89	21.21	27.58	26.31	1.38
10 米	22.51	20.11	21.26	18.73	19.79	19.23	19.76	18.63	19.72	16.82	19.61	1.05
5 米	15.71	14.11	13.94	13.36	14.84	13.37	13.62	15.50	14.04	14.94	14.34	0.72
2.5 米	16.85	16.20	15.60	11.91	10.53	12.30	10.25	9.91	11.76	10.51	12.58	2.18

これらの圖表によれば、飛行速度の大なる場合は、作業期の始終を問はず常に的中錯誤量が大き成績が不良であるが、速度の小なる場合は、之に反して、全期を通じて必ず良好で



第十一圖 飛行速度と全作業期の成績経過(十名平均)

あり、しかも速度の増減に伴ふ的中度の大小は、孰れの作業期に於ても、略々一定の關係を保ち續けてゐる。然らば、速度と的中度の關係は決して偶然の一致ではなくして、相當に深重なるものであることが察せられる。

尤も 2.5 メートルの速度の實驗の當初には、些か矛盾があり、5メートルの速度の場合よりも反つて幾分不成績であるが、之は餘りに速度が鈍いために、被験者が順應し難く、成績の不良を來たしたのであつて、第四期以後その速度に馴れるに及んでは、果然的中度を増して、能率が高上し、全期を通じて見れば、依然として速度の小なる 2.5メートルの場合の方が成績は良好になつてゐる。

なほ第十一圖を見ても明であるやうに、一分間 2.5メートルの速度から、順次速度を倍加して、20メートルに到つても、的中錯誤量はさまで著しくはならず、能率の損失は多くはないが、20メートルの速度を今一回倍加して、40メートルに増すと、俄然的中錯誤量が増加して、能率が甚しく悪くなつてゐる。

(6) 個人差

第十七、十八、二十の諸表につき、諸種の速度に於ける各被験者の投下成績の一致關係を、夫々の表の右端平均錯差欄 (M.V.) に就て比較すると、第二十二表の如くである。

〔第二十二表〕 飛行速度と各人成績の一致度

飛行速度	M. V.	錯 誤 量 の 平 均 錯 差	着 弾 不 規 則 性 の 平 均 錯 差	着 弾 點 動 搖 範 圍 の 平 均 錯 差
40 米		5.44	2.63	5.03
20 米		4.26	2.13	3.61
10 米		2.64	1.46	2.47
5 米		1.84	1.12	1.55
2.5 米		2.29	1.55	2.37

この表によれば、速度の大なる場合ほど、平均錯差値は大で、各人の成績には個人差が多く、不一致であり、速度を減ずるにつれて、個人差が縮小して、成績が一致して来るやうである。

飛行速度の増大は、單に個人の投下成績を不良化するだけではなく、各人相互の個人差を大ならしめ、不一致を招致する。換言すれば、投下伎倆の優劣の差は飛行速度の小なる場合よりは、大なる場合に顯著に現れるこいふことが出来る。

次に、五種の実験に於ける各100回、合計500回の投下成績を、被験者毎に整理して、成績の優劣を比較すると、第二十三表の如くである。

〔第二十三表〕 投下作業成績の個人差

被験者	I	II	III	IIII	V	VI	VII	VII	IX	X
平均的中錯誤量	25.04	21.87	19.82	21.83	23.33	29.47	25.41	25.97	27.75	25.66
着弾不規則性	15.41	13.44	10.85	12.97	13.96	16.94	15.30	14.80	16.29	14.79
着弾點の平均動搖範圍	23.67	21.12	18.97	20.89	21.63	24.88	25.27	25.03	27.80	25.31

この表に於ても、亦た先の高度実験に於けると等しく、投下成績の優劣は、的中錯誤量、着弾不規則性、着弾點の平均動搖範圍等の孰れに於ても、可成り規則正しく反映し、技術優秀者は一般に的中錯誤量が少いばかりでなく、不規則性も動搖範圍も皆に僅小で、悉ての點に於て成績が佳良であるが、技術拙劣者は三點を通じて常に成績が不良である。之によつて觀れば投下の伎倆は的中錯誤量のみならず、着弾の不規則性並びに動搖範圍の孰れに於ても現れるもので、作業の遂行上、技術優秀者の選抜、養成等が重要であることは争へない。

なほ第二十二表に於ける成績の個人差は、先の第一練習実験に於けるが如くに甚だしくはない。之は実験條件些か異つてゐるのこ、各被験者が既に第一、第二兩實驗の結果相當に

この種の作業に習熟し、その伎倆が可成り接近するに到つてゐるなごの爲であらう。

尤も箇々の場合の投下成績には、ごの被験者でも今尚ほ可成りの動揺があり、飛行速度の如何に拘らず、偶然の放心や瞬間の焦燥のために甚だしい不成績に陥るごは屢々であり、この點に於て、細心の注意ご十分の沈着ごを忽せにすべからざるごは、先の諸實驗に於けるご何等異なる所はなかつた。

(7) 結 語

以上の六項から次の如くに云ひ得られる。

「飛行速度の大小は投下成績に可成りの影響を與へ、單に的中錯誤量の多寡に關係を及ぼすばかりではなく、作業の規則性や確實性をも左右する。しかも一定度以上に速度が増せば、成績は俄然急激に低下するやうである。

「着弾の奏效確實を期するためには、飛行速度はなるべく遅いごが望ましいが、機體の安定並びに攻撃の回避のためには、速度はあまり小ならしめるわけには行かない。効果を損せずしかも安全を保つためには、速度は速きに過ぎず遅きに失せず、恰當なる程度に止められるごが望ましいが、かゝる恰當速度の存在は理論的には考へられるが、之を決定するごは今後の研究に任ねるの他はない。この模擬實驗の結果からは、かゝる恰當速度の存するご及びその發見が不可能ではないごだけは推定が出来る。

「次に飛行速度の増大が何故に投下成績の不良を來たすかに關しては、先の高度實驗の場合ご同一のごが繰返される。茲に簡単に枚擧して見るご、速度に伴ふ時機判斷の誤差の増大が恐らく最大の原因であり、進行速度の判斷並びに標的地物の認識等の困難度の増加等も相當に働いてゐるごを思ふ。

「被験者の投下成績は、ひごりの中錯誤量の多寡のみならず、着弾不規則性の大小及び着弾點動揺範圍の廣狹等にも規則正しく現はれ、操作者の選定の當否が悉ての點に影響を及ぼすごは、看過すべからざる點である。

(終り)