

No. 229.

(Published April, 1942.)

---

**The Effects of Acceleration on the Ability of  
Albino Rats in Maze Learning.**

By

Enjiro AWAJI, *Bungakuhakusi*,

and

Kiyoshi NASU.

---

**Abstract.**

The Aims of this Study:

In order to research the effects of acceleration upon the living organism, especially upon its mental functions through maze learning, a series of experiment were carried in the following way.

The Method and Procedure:

We divided 40 albino rats, (20 male and 20 female, all their life in 2 to 6 months) into four groups *A, B, C, D*. Group *A* was the control one, which had no acceleration. On the other hand, group *B* was accelerated in the line of positive gravitation ( $+g$ ), group *C* in  $+g$  replaced by  $-g$  later; group *D* in  $-g$ . The properties of our centrifuge were conformed to the following manner,  $r = 80$  cm.,  $r.p.m. = 120$  p.m, mass of acceleration =  $13g$ . As for the durations of acceleration, groups *B* and *D* were individually exposed for 60 seconds, group *C* for 30 seconds in  $+g$ , and in  $-g$  separately. The experiment was carried on from early September

to late October, 1941. We had the animals accelerate in the afternoon, and had them learn the maze in the next morning.

The experiment series was divided into three ones.

In the first series, we had the animals learn the prepared maze (see fig. 1 in Japanese col.) for 18 days, and rest for a week following last day, and then do the second series from the 26th day for 10 days. We used the same maze in the second series as was used in the first, and after determining the loss of learning during a week's rest, had them continue to learn a maze which is based upon the first and the second series, but a little different from them. We call it the third series (see fig. 2).

Results:

The 1st series:

We could confirmed the progress in the learning during the first and the second days in all groups except group *D* which experienced only the ( - ) acceleration. Group *D* took more time to reach the goal and made more errors comparing with the other groups. There is little difference in results between group *C*, *D* and the control group.

The 2nd series:

As for retention effects, group *C* resulted the worse and group *D*, the worst.

The 3rd series:

In the similar maze learning, group *D* resulted very badly and we found little difference between others.

# 生體の精神能力に及ぼす加速度の影響\*

## I. 白鼠の迷路學習能力に及ぼす加速度の影響

所 員 淡 路 圓 治 郎  
囑 託 那 須 聖

### 目 次

1. 序.....	481
2. 加速度の性質.....	483
A 進行方向の加速度	
B 法線方向の加速度	
C 角加速度	
D コリオリの加速度	
3. 迷路學習の意義と迷路學習に及ぼす加速度の影響の特殊性..	485
4. 迷路學習に及ぼす加速度の影響の實驗的結果.....	487
A 實驗條件	
B 迷路學習 第一系列	
C     "    第二系列(把持)	
D     "    第三系列(他の迷路學習)	
E 加速度の影響として現れる身體的症狀	
5. 結 語.....	494

### 1. 序

現代の航空界は高々度飛行及び高速度飛行なる二方向に向つて著しい進歩を遂げつつある。高々度飛行の一主眼點は空氣抵抗の少い高空を飛行することによつて高速度を得るにある。故に將來の航空機の進歩との關聯に於て生體に及ぼす加速度の影響を見んとする場合に、主として問題の俎上に上るものは高速度の問題である。然しここで見逃してならないことは、機上にあつて人間が加速度を受ける場合には、速度と同時に他の様々の異常なる要素の作用を受け、これ等によつても著しい生理的、心理的影響を受けてゐると云ふ事實である。即ち航空機上と云ふ異常な環境中には、氣壓の變化、これに伴ふ酸素分壓の減少、振動(これは加速度の特殊な

\* 本研究は日本學術振興會研究費補助による一聯の研究の一部である。

型であると見ることも出来るが、加速度の生體に及ぼす影響と言ふ見地からは分けて考へる方が便利である)音響、溫度並びに濕度の變化、異常な視界といふ外的なものと同時に、飛行しつゝあることを意識してゐる特殊な心理状態が、これを意識するとせざるとに拘らず、心理的背景をなして居るわけである。現代の航空機にあつては、これ等の要因は大抵必ず伴ふものであつて、純粹に加速度のみを受けることは絶無であると云つてもよい。然し科學的研究にあつては、これ等綜合的の要因を個々に分離し、その各々が生體に及ぼす影響を研究するのがその第一歩である。かかる方法は只單に學術的價値を有するのみならず、實際問題として航空機に或る特殊な防護的施設を設けんとする場合にも必要な言ふまでもない。然しかくの如く、航空機が生體に及ぼす影響を生んだ様々の因子を個々別々に研究しただけでは、應用科學としての航空醫學或は航空心理學はその役割を十分に果すことは出来ない。何となれば、例へば酸素缺乏及び加速度が同時に生體に及ぼす生理的並びに心理的影響は高空と云ふ外的條件の生體に及ぼす影響及び加速度の生體に及ぼす影響を加算せるが如きものではなくして、それ以上の問題を含むからである。高度 3000 米より 5000 米へ上昇すれば氣壓及び酸素分壓は夫々 526 *m.m. Hg* 及び 110.5 *m.m. Hg* より 405 *m.m. Hg* 及び 85 *m.m. Hg* に減少し、このため人間の血壓は上昇し脈搏數も増すのである。又一定の加速度を作用しても血壓、脈搏共に同じ影響が表れるのである。然し高度 5000 米に於て加速度を人體に作用しても血壓及び脈搏は加算的に増加するのではなく、却つて 3000 米に於て同一加速度を受けた場合よりも減少するのである。これは血壓及び脈搏に就て見た結果であるけれども、生體の加速度による致死的限界に就て見ても大體同じことが言ひ得られるのである。即ち 5000 米に於ける加速度の致命的影響は 3000 米に於けるそれよりも小となるのである。即ち航空の生體に及ぼす影響の要因をなす高空と云ふ外的條件加速度とを同時に作用せしめると、これを個々に作用せしめた場合の影響よりも却つて減少して來る。換言すれば、この要因加算の影響は、個々の要因の及ぼす影響の加算を意味するものではない。故に航空醫學及び航空心理學は個々の要因の生體に及ぼす影響を研究する要あると共に、これ等要因が複合的に生體に及ぼす影響をも研究せざれば、應用科學としての資格を十分に有するとは云ひ難い。然し前述の如く科學的研究の段階としては、先づ個々の要因が夫々生體に及ぼす影響を研究し、次でそれ等要因の複合的作用の影響に就て研究することが事の順序でもあり、望ましき方法であるとも云はねばなるまい。

現代までになされた生體に及ぼす加速度の生理的並びに心理的影響に就ての研究を見るに、生理的影響の方面では諸感覺器官への影響、(主として視覺、平衡感覺に及ぼす影響)、循環系統である血壓及び脈搏に表れる影響乃至は變化、呼吸系統に屬

する呼吸數及び速度に表する影響、變化、加速度を屢々經驗することによつて生ずる耐久力の増加、或は「慣れ」の現象、加速度の致死的影響、尙この他に循環系統に深い關係を有するものであるが、内出血主として大脳皮質及び灰白質への出血の組織學的研究等があり、心理的影響の方面には「目眩」「頭痛」「意識状態に表れる影響」「平衡感覺」に及ぼす影響等があるが、何れも生理的影響に基く心理的變化であり、それも主として大脳に生起する物理的乃至化學的變化に基くものであると思はれる。然しこれ等心理的影響と謂ども何れも下級な精神的作用に屬するものであり、高等精神作用乃至は高等精神機能、能力に表れる影響に就ては、今日に到るまで餘り研究されて居ない。筆者の知る限りでは高木貫一氏の同じく「鼠の迷路學習過程に表れた加速度の影響」なる研究があるが、その結果は未だ發表されてゐない。高等精神作用に及ぼす加速度の影響の研究には高等精神作用の本質上種々の困難が伴ふものである。何となれば高等精神作用は高度に分化せる諸因子より成る統合的作用であり、従つてその或る一因子に生じた變化、或は一因子が被つた影響は直ちに全體に響き、全體の變化、影響となつて表れるものであり、又一度生じた變化、影響は次の瞬間に生ずる變化、影響を誘發する刺戟となるものである。かく考へ來れば、高等精神機能乃至作用は一時と謂も定常状態にはないわけである。故に高等精神作用に及ぼす加速度の影響の研究には、他にこれに参加して居る要因は如何なるものであり、これ等が如何なる影響を及ぼして居るかを見極めると共に、能ふ限りこれ等を排除せんとするのが望ましいのである。一言を以てこれを被へば即ち條件の統制である。

航空機の速度が益々進むに伴つて、その離着陸及び方向變換に際して加はる加速度が益々大となるは免れない。然も速度が大となれば加速度はその自乗に比例して大となるのであるから、加速度の生體に及ぼす影響、殊にこれまで餘り研究の進んで居ない高等精神作用に及ぼす影響は急務であるやうに思はれるのである。

## 2. 加速度の性質

一般に加速度とは速さの變化、運動の變化、或は兩者の併存がある場合に生ずるものであると解されて居る。然し航空醫學に於ける加速度の考へ方は、その研究する側面の相違及びこれに伴ふ便宜により、必ずしも上記の考へ方とは一致しないのである。即ち地上に直立せる人間にあつては、その靜止状態にあるにも拘らず  $+1G$  の加速度が作用して居り、横臥の姿勢にある場合には  $0G$  即ち加速度の作用なく、又逆立ちの状態にある場合には  $-1G$  の加速度が作用してゐると考へるのである。即ち物理的な考へ方からすれば、靜止の状態或は等速運動にあるものは、その姿勢の如何を問はず、加速度の作用を受けて居ないわけであるが、航空醫學或は心理學

では同じ静止或は等速状態にあつても、その姿勢の相違により、既に  $2G$  の加速度の開きがあるのである。これは後にも述べる如く、航空醫學或は航空心理學にあつては主として加速度の生體に及ぼす影響を、その循環系統に生ずる變化、或はそれに基づいて他の系統、組織、器官に生ずる變化、影響に見るためである。然らば飛行中には如何なる種類の加速度が如何なる程度に搭乗者である人體に作用するものであらうか。

A) 進行加速度 これは速さのみの變化に際して生ずる加速度であるが故に、機が直線的に離着陸をなせば必ずこれに伴ふものである。機が正常に離着陸をなせば速さの變化は徐々であり、従つてこの時に生ずる加速度は小にして人體には大きな影響を及ぼさない。この加速度は次の式で與へられる。

$$A_p = \frac{v^2 - v'^2}{2S}$$

ここに  $S$  は進行距離、 $v$  及び  $v'$  は夫々  $S$  を進行するときの初め及び最終の速さである。従つて搭乗者には身體の軸に直角の方向、即ち胸部→背部或は背部→胸部に作用するものである。然しカタパルト發射に於ける如く進行方向に急激に速さの變化があつた場合には、これに伴つて生ずる加速度も異常に大きなものとなり、これが人體に及ぼす影響にも無視し難いものがある。例へば不慣れた人は短時間ながら失神状態を來したり、或は打撲等による傷害を受けることもある。一般にカタパルト發射に際して生ずる加速度は  $2G$  乃至  $4G$  であつて、この作用時間は一秒を越えないのが通常である。

B) 法線方向加速度 次に考察すべきは進行方向の變化に伴ふ所謂法線方向加速度である。これは機が方向變換を行ふ場合には必ず伴ふものであつて、その大きさは次の式により計算することが出来る。

$$A_n = \sqrt{(r\omega)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{r}{\gamma}\right)^2}$$

$$\text{或は } A_n = \frac{(2r \times \pi \times r.p.s.)^2}{\gamma}$$

ここに  $r$  は回轉の半徑、 $\omega$  は角速度  $r.p.s.$  は毎秒の回轉數を示す。然しより厳密に考へれば、この場合にも地球の引力による加速度を考慮に入れねばならない。方向回轉が引力の方向に對して直角面上に於て行はれたと考へれば、

$$A_n = \sqrt{g^2 + \left\{ \frac{(2r \times \pi \times r.p.s.)^2}{\gamma} \right\}^2}$$

となる。即ち速さの自乗に比例し、半徑の大きさに逆比例すると云ひ得よう。これ

は機に對してはその上下軸の方向に作用するものであり、従つて搭乗者に對しては頭→足、逆回轉の場合には足→頭の方向に作用するものである。實際の飛行にあつては、進行加速度に比し、絶對値の大なる加速度が生ずることが多い。急降下からの引起しに際しては  $9g$  にも及ぶことが少ないのみならず、絶對値の等しい進行加速度に比して、作用軸の關係上、生體に及ぼす影響は遙かに大きい。失神を來したり、内臓、殊に腹部の内臓に著しい影響を來し、多量の血液を吐き出し、又視野が全然見えなく所謂暗黒化することも少くない。又目眩の生ずるのも主としてこの種の加速度の影響によるのである。これ等影響の生理的機構に就ては次の節に述べよう。

C) 角加速度 以上二つの加速度が併存する場合には、これを角加速度と云ふ。これが生體に及ぼす影響は、嚴密な表現の仕方ではないが、大體以上二つの要素の加速度の影響が同時的に加はつたものと見てよからう。その大きさは變換の角度を  $\theta$ 、これに要する時間を  $t$  とすれば

$$A_n = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

で與へられる。

D) コリオリの加速度 以上の他に機が方向變換をなして居る間に、搭乗者が方向變換の軸以外の方向に運動をした場合に生ずるコリオリの加速度がある。今回轉の角速度を  $\omega$  とし、相對運動の速度を  $v_{rel}$  とすれば、コリオリの加速度は

$$A_{cor} = 2\omega v_{rel}$$

で與へられる。然し機上に於て  $v_{rel}$  が大なる價をとることは殆どないので、従つてコリオリの加速度が、他の加速度に比してとる價を大きくはならない。

### 3. 迷路學習の意義と迷路學習に及ぼす加速度の影響の特殊性

元來、迷路學習能力とは、自己と對立して外界に客觀的に存在する迷路なる一定の過程を學習によつて觀念的に自己の中に構成する一種の智的能力である。人間以外の動物、例へば鼠の迷路學習に於て鼠が觀念的なものを自己の中に構成するか否かに就ては未だ問題であると思ふ。然し少くとも人間に於ける觀念的なものを鼠が有しないとすれば、人間に於ける觀念的なものに對應する一種の精神的機能があり、この作用に依て鼠は迷路を學習するものであると言ひ得よう。然しこれが鼠に於ける高等精神作用なる點に關しては異議はあるまい。今ここに觀念的に、或はこれに相應するものを以て迷路を自己の中に構成する方法に就ては述べない。唯、迷路學習が高等精神作用なる智的能力に俟つて初めて可能であり、従つてこれが大腦の機

能によるものであることを指摘しておくにとどめ、次の節に於て實驗結果との關係に於て迷路學習過程を論じ度いと思ふ。

然らば加速度は如何なる意味に於て迷路學習に影響を及ぼすものであらうか。迷路學習が大腦の機能に俟つて初めて完成されるものであるとすれば、大腦の機能に永續的影響を及ぼす加速度が第一義的に問題となる。次ぎに迷路學習に直接、時には間接に重要な役割を有する身體の諸部分、諸器官に永續的影響を及ぼす加速度が第二義的に論ぜられねばならない。

進行方向への加速度は搭乗者へは身體の前→後、即ち胸→背、或は背→胸への加速度であつて、これは前節に述べた如く搭乗者に大きな障害を及ぼすことも少く、大腦へも一時的な影響以外には大なる影響を及ぼすことはない。然し進行方向への加速度が異常に大となり、この爲に打撲等により、頭蓋内に内傷を生ずることも考へられるが、かかる大きな加速度は、大腦のみならず、全身に致命的傷害を及ぼすものであるから、ここには特に論ずる必要はないと思はれる。

次ぎに大腦の機能に障害を及ぼす加速度として考へられるものは法線方向の加速度である。これにより搭乗者は頭→足、或は足→頭の方向に加速度を受けるのであるが、體内の液體、主として血液及び脊髄液は、情性の關係上、身體上部より下部へ、或は下部より上部へ推しやられることになる。この間血管に收縮が起り、これに對抗せんとする生理的傾向が見られるが、體液が何れに一方へ推しやられることには變りない。體液が身體下部へ推しやられた場合に生ずる生理的、心理的影響としては、血液の循環が不調となり、血液が大腦へ上らなくなるために、大腦組織に酵素並びに栄養分が補給せられず、従つて大腦はその機能を十分に發揮することが出来なくなる。かくして所謂腦貧血的症狀を提するに到るのである。その上脊髄液が下部へ推しやられるため、一定に保たるべき頭蓋内壓に異常を來すことが考へられる。然しこれ等は何れも加速度作用中乃至は加速度作用直後に生ずる現象であつて、永續的影響ではなく、又、これ等が永續的影響を誘發することも一寸考へ難い。但し頭足←への加速度が長時間に互つて作用すれば、大腦には長時間に互る機能障害を來し、これが永續的障害を起す原因にならないとも限らない。或はこの方向に大きな加速度を受けることにより脊髄中、乃至は他の神經經路が切斷せられ、従つて神經的傳導機能に永久的障害を來すことも考へられるのである。然しこれまでの實驗結果には、この様な障害は未だ見られて居ない。これとは反對に足→頭の方向に加速度を受けた場合には、血液並びに脊髄液は身體上部に推しやられ、その結果頭蓋内壓は高まり、大腦中の毛細管は、推しやられる血液に抗し得ず、その結果破れて大腦組織中に出血を來すのである。頭動脈はよく七、八氣壓の血壓にも耐え得るので、この血管が破れて出血を來すことは先づ無いと云つて差支へない。血液が



大脳組織中へ出血することにより、この部分の脳細胞は機能を果し得なくなると共に出血の凝固などにより、他の部分の脳細胞へも影響を及ぼし、その結果、大脳機能の障害は擴大するのみならず、永続的なものともなるのである。従つて大脳のその部分に對應する身體的並びに精神的機能に顯著な障害を來すのみならず、その部分が偶々、致命的なものであれば、死をも招くに到るのである。故にこの種の加速度は迷路學習に最悪なる影響を及ぼすものであると考へられる。この外、脊髄液が上部へ押しやられるため、神経的連絡が絶たれ、大脳の命令は傳達せられず、その部分の身體的部分は意志的に統制されることが出来なくなる。即ち迷路學習に第二義的永久的影響を及ぼすこととなる。

法線方向の加速度が以上の如き影響を及ぼすものであるとすれば、法線方向の加速度を要素として含む角加速度並びにコリオリの加速度も又迷路學習に影響を及ぼすものであると考へられる。かくの如く加速度の迷路學習に及ぼす影響は主として身體的なもの、換言すれば生理的變化、或は影響を通して高等精神作用である迷路學習に影響を及ぼすものである。この論述に於ては、この中間者たる生理的影響に關してはこれ以上立入つて述べる準備がないので、この程度でとどめる。これは迷路學習に及ぼす加速度の影響を論ずる場合には當然許さるべき飛躍であらう。然し生理的影響に關する詳細なる研究はこの場合にも望ましいことは言を俟つまでもない。

加速度の迷路學習に及ぼす影響を論ずる場合に若し迷路學習を一定の加速度作用直後に行はしむれば、加速度の及ぼす影響の他の側面をも考慮に入れねばならない。これも生理的影響を通して迷路學習に表れる影響である點に於ては變りはないが、加速度作用による一時的な影響である點が異なる。即ち一時的身體的疲勞、眼眩、内分泌腺の異常分泌、これに基く身體的不調、及び就中、迷路目的に對する慾求の程度の相違等である。然しかくの如き加速度による一時的生理的異常は多くのものに顯著に影響を及ぼすものであつて、特に大脳の機能、即ち高等精神作用に特有の、乃至はこれに非常に重要なものであるとは考へられない。故に加速度の及ぼす一時的生理的影響は、それ自體を直接研究するか、或はそれが直接著しい影響を及ぼす一般的精神作用に表れる變化を通して見るのが妥當であつて、加速度の高等精神作用に及ぼす影響を見る場合には、かかるものはなるべく排除することが好ましい。かかる見地よりすれば、迷路學習は加速度作用直後に行はるべきではなくして、一定時間を距てて、その一時的影響消失後に行ふ方が望ましいやうに思れる。

#### 4. 加速度の迷路學習に及ぼす影響に關する實驗

A) 實驗條件 生後大體二ヶ月以上六ヶ月未滿の Albino rats を雄 20 匹、雌

20匹とり、雄、雌を夫々 A. B. C. D. の四つのグループに等分し、A グループを control グループとしてこれには加速度を作用せしめず、B グループには正の加速度即ち頭→尾の加速度を、C グループには正の加速度次で負の加速度を、D グループには負の加速度を作用せしめる。作用する加速度は半径 80 糎、回轉數毎分 120 回を有する遠心器に鼠をボール紙製のチューブに納めて取りつけたのであるから、その大きさは 13G となる。ここに 13G なる加速度の鼠に及ぼす致死的影響に就て一

グループ	加速度	作用時間
A グループ		
B "	+ 13G	60秒
C "	{ + 13G	30秒
	{ - 13G	30秒
D "	- 13G	60秒

言しておかう、Albino rat に就て行つた實驗はまだないが、二十日鼠に就て行つた實驗結果を見ると -13G の加速度を 1 分間作用せしめると 20 乃至 30% の死亡率を有し、約 3 分作用せしめると、それは 100% の致死力を發揮

し、30 乃至 35 秒程度であると死を招くことはない程度の大きな影響を及ぼす加速度である。

この實驗は九月初旬より十月下旬に亙る四十五日間に行つたのであるが、所定の加速度は毎日缺かさず午後二時から三時半の間にかけて、迷路學習は午前中に毎日三回づつ行ひ、その終了後、略々正午頃一日一回の食餌を與へたのである。實驗は第一、第二、第三系列に分かれ、第一系列に於ては豫め用意せる迷路を學習させた。これを十八日間續け、十九日目より一週間迷路學習を休ませた後二十六日目から十日間、第二系列を行つたのである。第二系列に於ては第一系列に用ひたのと同じ迷路を用ひ、一週間休息せる間に、如何程學習に損失を來して居るか、即ち如何程把持があるかを各グループに就て見た後、引續き第一、第二系列に用ひた迷路に似て居るが、異なる迷路を十日間學習させ、これを第三系列としたのである。第一、第二系列に用ひた迷路は迷路圖 I に示せるものであり、第三系列に用ひたものは迷路圖 II に示せるものである。何れも S を出發點とし、G には鼠の好む食餌をおき、これを目的地點と定めた。迷路はその内側を黒く染りつぶした高さ 35cm に及ぶ板屏で圍つてあるので鼠はこれを登つて外に出ることは出来ない。迷路學習能力は出發より目的地點に達するに要した時間及び犯した誤りに依つて測定したのである。誤りは即ち袋路へ行つたり、正しい途を後戻りしたのを夫々一點として減點法により測定したものである。尙この他に學習の質を多少參考にしたのである。ここに附言すべきは加速度は實驗第一日、即ち迷路學習を初めて開始した日の前日より作用し初め、第一系列と第二系列との中間の七日間の迷路休息中と謂も加速度は所定の通り作用を續けたのである。

B) 第一系列學習能力 第一系列の結果は夫々 ♂ 第一表及び ♀ 第一表に示し

である通りである。尙表中の黒數字はその實驗日に行つた三回の學習に要した時間の平均であり、その下の數字の分子は誤つた點數、分母は三回の學習中一點でも誤つた回數を示すものである。表の左端の數字 1. 2. 3. 4. 5. は便宜上鼠に附した番號である。各グループの中一匹乃至二匹缺けてゐるのは極端な個體差を示した爲に途中で除外したもの、或は實驗中に死亡したものを除いたためである。但し♂第一表 Dグループ中の 4 及び 5 は途中で死亡したものであるが、この二匹がグループ全體に及ぼす成績の餘りにも大なるため記録中に含めたのである。

一般に鼠等の迷路學習過程を見るに第一回目には用心しながら本能的探索運動をなし、第二或は第三回目、時にはもつと後になつて初めて鼠の行動に一定の傾向が表れて来る。即ち一定の目的を浮べて、これを求めて行動するのである。これを內的指向性と呼んでおかう。この段階に達すると鼠は迷路中の S に入れられるや否や直ちに目的物を求めて行動し、當てのない本能的探索的行動は消失する。従つて目的に達する時間も概して短くなり、犯す誤りも少くなる。然し一定の指向性乃至傾向が形成せられない限り、鼠は初めての時のやうな本能的探索的行動を續け、従つて餌に達する時間も概して短縮されず、犯す誤りの數も減少しないか、或は却つて迷路中を行動することを拒否してその行動が益々鈍り、目的物に達する時間は却つて長くなるわけである。この迷路學習の第一段階である內的指向性の確立を實際の實驗結果に就て見れば、♂第一圖 T 及び Er. 即ち第一表の時間及び誤點、誤回數をグループ制にしてグラフに示したものに見られる如く、負の加速度を経験せる Dグループのみにあつては初めの二日間、即ち初め六回にはこのやうな傾向は見られない。他のグループは何れも第二日は第一日より著しく進歩して居り、誤回數に就ても同様のことが言へるのである。♀第一圖 T 及び Er. を見れば、Dグループは他のグループに比して時間は一般に長時間を要しては居るが、內的指向性の形成と云ふ點から見れば、餘り遜色はないと言つてよいと思ふ。尙♀群の成績が♂群のそれに比して一般に著しく優秀であるのは、♀群は多數の中から選り抜いた所謂 selected group であるに反し♂群は然うでないからである。従つてこれに依つて一般に♀は♂よりも迷路學習に於て優れて居ると斷ずることは出来ない。

內的指向性が確立すれば、學習過程は一般に一區切り一區切りの活動から成る謂ば多數の小部分的活動の總和から成るやうになり、迷路はこれに應ずる多數の部分から成る混雜せる全體として鼠に理解せられる。即ち直線路は早く走り、曲り角へ來ると一寸躊躇し、更に次の曲り角へ來て又躊躇しながら進むと云ふ風になる。これは迷路學習に於て、內的指向性確立後に表はれる第二段階の過程であるが、これは測定記録の上では、躊躇と云ふ消極的反應の數及び性質、即ち目的地に達するまでの時間及び、この場合に必ず行ふ判斷の數、従つて誤りの數などに依つて優劣を

判断される。

凡ての袋路に對してなして居た消極的反應のあるものは脱落し、從つて空間的に接近せる幾つかの小部分が結合して大部分を形成し、このより少數な大部分が全體を形成するやうになる。この大部分間の區切りをなすものは、尙存續して居て脱落しない消極的反應をなす、岐路或は曲り角等である。これを迷路學習の第三段階と呼んでをかう。第二段階より第三段階に進むと、兩段階の本質的相違に基いて、迷路學習に要する時間は益々短縮せられ、誤りを犯す個所も定まり、その數を減少して來る。

かかる大單位的全體をなす第三段階に入ると間もなく最終段階に入るのである。即ち第三段階に於て或る岐路或は曲り角に對してなして居た消極的反應も脱落し、鼠は脇目も振らずに、目的地にまで滑らかに通り抜けるやうになる。ここに於て迷路學習は完成されたことになり、時間も最短に切りつめられ、誤りも無くなるのである。ここに於て迷路通過に要する時間が生理的限界點にまで達するとは限らない。これは主として鼠の目的物に對する慾求の程度に依つて決せられるものであらう。

かくの如く見れば、時間或は誤りを以て描いた學習曲線は滑らかであり、然も時間的に速かに小になり、誤りに關しても速かに小となるもの程良く、これに反して曲線に凸凹あり、全體として時間も長く、誤りも多いもの程良くないと云ふ結論になる。第一段階たる内的指向性の確立は曲線上に劃然と現れるものであるが、小單位的全體形成は、又これより大單位的形成へ、次で最後に完成への過程は飛躍的に進むものでない關係上、これをグラフの上のみで読み取ることは難しい。然し理想的に言へば、全體としての學習曲線の性質によりその優劣を判断することが出来る。但し前節にも述べた如く高等精神作用には様々の多くの要因が意外な影響を及ぼすものであり、その上これ等の要因の排除が屢々困難である關係上、本實驗に於ける學習曲線の性質、即ちその起伏或は陷落等を直ちに加速度の影響なりと斷することは早計であるやうに思はれる。今若し、或るグループの描く曲線の性質が極端に他のグループのそれに比して異つて居る場合に、然も他の條件が略々同様である場合には、尙實際に於ける曲線の性質と謂も、迷路學習能力優劣の標準として差支へあるまい。

以上の觀點より 8 第一圖を見れば、壓倒的に長時間を有して居るのは Dグループにして誤りの點數、回数に於ても Dグループが最悪である。曲線の一要素たる起伏數に於ても Dグループが最も多くなつて居るが、然し他のグループの曲線の性質に比し、その相違は加速度の影響に基くものなりと斷する程のものではない。故にここでは曲線の起伏は無視出来ない。尙 9 第一圖 T 及び Er に於ても Dグループは著しく悪く、他の三者には餘り相違のない點よりして、正の加速度及び、正、負

の加速度を僅か30秒作用した後では、迷路學習に及ぼす影響は殆どないが、 $-13G$ を1分間作用せしめることにより、それが直接、間接に高等精神機能に及ぼす影響を認定することが出来よう。

C) 第二系列 把持 一般に把持損失状態を質的に見れば、大體に於て第一系列に於ける學習經過發展段階の逆になると云つてよからう。かかる推論並びに表現は嚴密性を著しく缺いて居るが、ここでは大體このやうに述べておいてもよからう。即ち先づ完成が損はれて大單位的全體の段階になり、更に把持に損失が來れば小單位的全體或は困難的全體の段階に落ち、或は終には内的指向性すら失はれて了ふことになるのである。

本實驗に於ける如くグループ制に把持状態を比較研究する場合の前提條件は、各グループ共に學習を同程度に完成して居るか、或は各グループ共同程度に進歩してゐるか何れかでなければならぬ。然るに♂群を見れば第一系列の終りに於てこの條件が充されて居ないのである。即ち A. B. C. の三グループは既に十日前より略々學習を完成して居るに反し、Dグループのみは未だ第二或は第三段階にとどまり居るかの如くである。故に Dグループを除き、A. B. C. 三グループより成績良好順に 12 匹の鼠を選び、これを成績が平均すること、及びなるべく入れ換へを少くすることと云ふ二つの系列により第二表に示す如く編成替へを行つた上、實驗日十九日目より所定のグループ加速度をかけ、二十五日目から把持研究實驗に入り、同一迷路を用ひて十日間これを行つた結果、♂ 第二圖  $T$  及び  $Er.$  を得たのである。尙 ♀ 群に於ては、この必要を認めなかつたので第一系列の分類のまま、第二系列に移つたのである。

♂ 群の第二系列を見るに Dグループが著しく悪く、Cグループがこれに次いでゐる。これは第一系列を考慮に入れて見れば、この結果を生じた原因を所定の加速度の影響と見るよりも、十九日目に到つて急に作用する加速度の種類を變へたことに依るものと見るのがより妥當であらう。即ち編成替へにより Aグループ及び Bグループに屬する成員は第一系列に於ても夫々 A 及び Bグループの成員であつたが、グループの一員は前には Aグループに屬して居たものであり、Dグループの三者の中二者は Bグループ即ち正の加速度のグループに他の一名は Cグループ即ち正、負の加速度のグループに屬して居たものであるからである。然しかくの如く、加速度の性質を變へて作用させることが生體の精神機能に如何なる影響を及ぼすかに就ては、これを目的とする別の實驗を行つて見る必要があり、これだけの與件だけではこの問題に關しては何ら斷定出来ぬ。尙第二系列に關して♀群を見るに、♀ 第二圖  $T$  及び  $Er.$  に示されて居る如く各グループの把持には優劣はない。何れも時間的には第一系列の十三日目、誤りから見れば八日目乃至十二日目程度であり、學習

の第三段階即ち大單位的全體の段階にあるものと見てよからう。尙 Cグループのみ多少優れて居ると見られるかも知れぬが、これは Cグループが第一系列にあつて學習せる程度が他のグループに比して僅かに進んで居たことに基くものであらう。

D) 第三系列一類似の迷路學習 第三系列はそれに就て既に學習の完成せる或は完成に近き段階にある迷路と類似せる迷路を更に學習せしめることにより、種々の加速度の受ける鼠が如何にして舊學習と區別しつつ、新學習を行ふかを比較研究するのがその目的である。この場合に、全然異なる迷路を以て第三系列の實驗を行ふとせば、鼠は全く新奇な環境に入るため、既に形成せられたる內的指向性を利用し得ず、本能的探索運動の段階から學習過程を初めることになる。依てこれは第一系列の實驗目的と略々一致することになり、第三系列としての特殊性を有し得ないこととなる。即ち第三系列の迷路は既に確立されて居る內的指向性が機能する程前の迷路と類似せるものであると同時に、それを區別しつつ學習する如き迷路でなければならない。この意味に於てここには迷路圖 II に示す如く I を裏返したものを用ひたのである。II に於ては出發點 S の外的環境は全然同じであり、又これを構成する各部分も同じであるが、その結合様態が異なるのである。従つて S と結び付けられてゐる內的指向性は前同様に働き、迷路學習に於ける第一段階は既に確立されてゐるわけである。各構成部分も同じである點から、一種の要心を以てする本能的探索的運動も現れず、初めから內的指向性の導くままに行動するわけである。然し部分の結合は第一系列とは異なるものにして、ここに第一系列の學習即ち第一系列の謂ば觀念的結合と區別しつつ新しい結合を形成するわけである。即ち直ちに第二段階である複雑な小單位的全體の形成に入るのである。小單位的全體の形成に於て第一系列に於ける小單位的全體と區別せられつつある間に、自然大單位的全體とも區別せられて居るのであるから、第三系列の第三段階にあつては第一系列の第三段階と混雜することなく、従つてこれと困難な區別をすることなく大單位的全體は形成せられ、次で最終段階たる完成に入るのである。これを大局的に見れば、高等精神作用の機能により如何にして舊き環境との區別に於て新しい環境に速かに適應し得るかと云ふことになる。新しい環境への適應が舊き環境への區別に於てなされる點に於て、第三系列は第一系列よりも一層複雑である。然し既に第一系列により一般に迷路學習なるものに対する適應方法を學習し終へてゐる點に於ては第三系列は第一系列よりも有利であると言ひ得よう。第三系列に於ても迷路學習に表れた智能の優劣は學習に要する時間の長短、誤りの多少、その性質及び學習曲線の性質を通して伺ふことが出来よう。

かかる觀點より十日間に亙つて行つた第三系列の學習結果を  $\delta$  第三圖 T 及び  $E_r$  に見れば、 $\delta$  群に於ては負の加速度を受けた Dグループは壓倒的に悪く、A.B.C.

には殆ど優劣はない。第二系列に於ける D. C. の劣性の原因がこの場合にも多少影響して居るのかも知れぬが、C 群が第二系列よりも相對的に著しく秀れて居る點から見て、この影響は既に餘り大きくないと断定出來よう。然し♀群にあつても♀第三圖 T に見られる如く ♂ 群と略々同様なことが表れて居るのであるから、加速度の影響は把持にはないが、第三系列の如きより複雑な精神作用に於てはよく表れて居ると結論することが出來よう。

E) その他の顯著な加速度の影響、身體的症狀に就て 前にも述べた如く  $-13G$  なる加速度は致死の限界内加速度であるので、これが微妙な構造を有する高等精神作用は勿論、身體的諸部分にも影響を及ぼすであらうことは多言を要しない。これは精神作用に及ぼす加速度の影響を目的とする本實驗的研究には勿論直接問題となるものではないが、これに間接に影響をもつものとして参考のために、その顯著な例を二、三擧げて見よう。

♂ 群に於ける正、負加速度を受けた C グループの四番は實驗開始後四日乃至五日にして顔面左半の神経が全然麻痺せるものの如く、又左眼は壞れ、左側の鬚は利かず、従つて觸覺機能を果さず、その上右側の耳が頭部中央に来るやうに顔、頭部を幾分左に回轉させたが、これは恐らく左側三半器管の著しい障碍、或は破壊によるものであらう。この爲、迷路中を左へ折れることに甚だ困難を感じ、その爲成績も不良となり、後十日目に到つて死亡した。即ちこれは大脳の、顔面左半に對應する部分に出血を來したことに基く大脳機能障碍がその原因をなして居るのであらう。

次に ♂ 群中の負の加速度を受けた D グループの五番は五日目頃より後半身利かず、身體は前肢によつて引きづられるやうにして迷路中を歩み、後半身の筋は一切隨意ならざるため、大小便も謂ば、流し放しの状態となつた。これは加速度により脊髄中の神経連絡に障碍を來したためであらう。

尙 ♀ 群にあつては、同じく D グループの一番が、四、五日目頃より謂ば慢性航空病の如き症狀を提して來た。毛並みには光澤が無くなり、行動は鈍く、謂ば人間の痴呆者を聯想せしめる如き状態となつたのみならず、七日目頃からは食塊を嚥下し得ず、その爲瘦せ衰へたが、他方食欲は減退せず、迷路中を老衰者が失神状態で歩む如く、ふらふら歩き、食餌を得て口に入れても、もがもがするのみで嚥下し得ざる爲、吐き出す結果となり、十二三日目に到つて死亡す。これ等に就て見れば顯著なる身體的障碍を來せる鼠は何れも負の加速度を経験せるものであることには特に注目すべきであると思ふ。

尙序に、實驗終了と同時に加速度を止め、♂ 群よりは A グループ一匹、B. C. D. グループ夫々二匹づつを選んで、夫々一匹に對して、生後半年乃至八ヶ月位の加速度を経験せざる雌を二匹づつ配し、♀ 群よりは A グループより二匹、他のグループ

より夫々四匹を選んで、夫々一匹に對して加速度を受けない一年前後の雄を一匹づつ配し、一週間の後分け、その後の経過を見たのであるが、前群に於てはAグループに配した雌が二匹共夫々五匹及び六匹づつ出産し、これを無事に育て上げたが、Dグループに配した雌の中一匹は三匹を出産したが二十時間を出ずして、これを自ら食べて了つた。尙他の雌には何れも出産したるものなし、後群にあつてのAグループの雌の中一匹が二匹子供を作つたのみで、他に産したものはなし。生殖機能に關するこの報告は、本實驗に於てはこのような結果を得たと云ふにとどまり、これによつて加速度を受けたものには生殖力がなくなるとか、生殖機能が減退すると判定するには材料が不充分であるやうに思はれる。

## 5. 結 語

以上に見た如く大きな負の加速度を受けた鼠の學習能力は他のものに比して著しく悪いのであるが、これが果して初めの豫想の如く、大脳出血による大脳機能の障礙に基くものであるか、或は負の加速度に對する恐怖が原因して多くのものに對する積極的行動をさまたげて居るためであるかは、今後の組織學的研究並びに大脳生理學の發達に俟たなければ正確な判定は下せない。然し外部に表れた身體的症狀及びその原因の推定からしても、かかる豫想が全然根據のないものではないと言へよう。既に獨逸に於ける研究及び我が國になされた組織學的研究によつても、大脳への多數の出血の認められる事實が擧げられて居る。又顯微鏡的研究にまつまでもなく、 $^{137}\text{Cs}$ を作用せる鼠を解剖すると、その首部及び大脳中には巨視的出血が認められる。

鼠の迷路學習に及ぼす加速度のかかる影響から見て、人間にもかくの如き負の加速度の影響があらうことは、負の低加速度の人間に及ぼす生理的、並びに心理的影響から容易に推察し得る所である。

然し、かかる推察は如何なる意味に於て正當であらうか。發生系統的に生物を見るに、原始動物より、高等な動物に到るに従つて有機體たる生物體は、その構造機能の側面より見て益々分化の度を進め、従つて又その他面に於て統合の性質と程度を進めて居ることは既に一般に認められて居る所である。然し分化及び、その裏面たる統合が進み、一層複雑となつて居ることは、刺戟反應機制面より見て如何なることを意味するものであらうか。山椒魚俗稱の半ざきや、みみず等を見るに、これ等は有機體としての全體が二つに分離される程極端に大きな刺戟を受けても尙生命には異常を來さないのみか、却つて分離せることが夫々生命を續けて行くのである。即ちかかる分化の度の低い、従つて統合度の低い生物にあつては、高等な生物にとつて超致命的な刺戟を受けても尙、有機體としての一全體には有機的影響を與へな



いかに見える。即ちかかる刺戟に對する反應は、刺戟を受けた側面に限られ、全體には影響を及ぼさない。これをやや進化度の進んだ蛇や蛙に就て見るに、山椒魚の耐え得る如き謂ば超致命的刺戟には耐え得ず、即ち有機體としての一全體は、有機體として存續し得なくなる。然し稍々度の低い刺戟、然も蛇、蛙等より高等な動物に取つては明かに致命的な刺戟、例へば  $-30G$  の加速度を 30 分作用した結果を見るに、これに對して冬眠状態にあるが如き状態を取つて反應し、尙生命を維持するのである。即ち呼吸を全然停止させるが、作用後 10 分程にして徐々に呼吸を取りもどす。これがより高等なる哺乳類に到れば、かかる刺戟は全體に生命的影響を及ぼす。尙刺戟の種類を變へて考察を進めて見ても同様のことを言ひ得るのである。かく見て來れば、分化、統合化の進む程、刺戟に對して、局所的に反應することは少くなり、即ち分化せる各部分——統合の各要素——は相互間に影響を及ぼす連絡をとりつつ全體として反應することとなる。指先に受けた一刺戟に對して人間全體は、全身を以てこれから逃げ去り、或は全體が痛の反應を示す。身體の局所は全體的局所であり、謂ば局所的全體にとどまつて居ることが出來なくなる。かくの如く、刺戟反應機制面に見た、有機體の進化、即ち分化、統合化の意義が全體的のものであり、然も益々微妙なものであるとすれば、各下等動物に就て行つた同種類の刺戟に對する反應様態は、上の意味に於て、高等な人間に直接意義と價値を有するものと云ひ得よう。

最後につけ加へて置き度いことは、ここに行つた鼠の迷路學習——高等精神作用——に及ぼす加速度の影響に關する實驗は様々の缺點を有することである。それは即ち、(1) 決定的結果を出すには、様々の個性を示す鼠を用ひたにしてはその個體數が少ないこと。(2) 刺戟乃至條件の統制が満足すべき程十分に出來なかつたこと。即ち (a) 加速度の鼠の食餌慾求に及ぼす影響が未解決であり、(b) 各グループを夫々五匹共一緒に一つの箱に飼育したため、各々が等量の食餌を毎日食したのではなく、中でも強力な、要領のよいものが多くを食ひ、要領の悪い弱者は少量しか食し得ざるのみならず、時として强者より、壓迫、恐怖を受けてゐたこと。(c) 又濕度、溫度、音響等外的條件を十分満足出来る程調整し得ざりしこと。尙この他に考察を豫め要することとして重要なりしことは、(1) 第一系列に用ひたる迷路と、第三系列に用ひたる迷路との相違の有する意味に關する検討。(2) 高等精神作用に及ぼす加速度の影響を研究するに際し用ふる方法としての迷路學習の意義と價値とに關するより慎重なる考察等多數あるが、然し本實驗に表れた結果は尙大體の影響の傾向を示すものとしての價値は失はないものと思はれる。

第一表 所要時間(秒)

被験個體	1 <sup>H</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	
A	I Error 點數/回數	149 5/3	164 10/3	84 5/1	34 1/1	28 2/2	16	9	15 3/2	5	8	5	5	6	5	4	4	4	550 26/12	
	2	192 10/3	40 1/1	156 10/2	47 1/1	40 3/2	19	9	10 1/1	7	8	6	5	6	6	10 1/1	5	4	4	574 27/11
	3	141 6/3	50 3/1	39 4/2	36 2/2	53 8/2	26 2/1	17	11	9	8	13	13 1/1	20 2/1	16 3/2	12	8	5 1/1	9	486 30/16
	4	102 8/3	97 6/2	96 8/2	44 5/3	21 3/3	12 1/1	12 1/1	30 2/1	11	10	6	16 1/1	20 1/1	6	5	5	6 1/1	9	510 38/20
	Av.	146 7/3	88 5/2	94 7/2	40 2/2	36 4/2	18 1/1	12	16 2/1	8	8	7	10 1/1	13 1/1	8 1/1	8	5	5 1/1	6	528 30/15
	Av.																			
B	1	225 8/3	375 5/3	387 9/3	139 8/2	163 6/2	60	73 4/2	19	17 1/1	21	11	24 1/1	15	10	8	13 1/1	14	5	1579 43/18
	2	329 4/3	72 2/2	91 1/1	17	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	570 7/6
	3	260 9/3	191 2/1	125 7/2	91 7/3	118 4/2	25	30 2/1	12	15	9	13	20 1/1	8	7	5	5	8 1/1	7	949 33/14
	4	371 9/3	333 4/2	92	84	13	27 1/1	10	10	7	9	8	8	7	5	5	8	5	4	1006 14/6
	5	170 13/2	77 3/2	23 1/2	16	14 1/1	12 1/1	11 2/2	15 2/2	9 1/1	7	6 1/1	4	6	7 1/1	13 1/1	5	5	6	406 30/16
	Av.	271 9/3	210 3/2	144 4/2	69 3/1	63 2/1	26	26 2/1	12	11	10	8	15	8	7	7	7	7	5	906 25/12
C	1	447 5/2	70	110 2/1	45 2/1	5	224 4/1	239 4/2	135 3/2	6	14	8	6	7	4	5	6	5	4	1340 20/9
	2	255 10/3	89 5/3	40 3/2	20 3/2	20 3/2	30 1/1	18	13	14	7 1/1	8	8	7	6	9	6	5	5	560 26/14
	3	342 9/3	391 1/1	12	21	6	6	5	5	13 3/2	4	3	6	4	4	5	4	4	4	839 13/6
	Av.	348 8/3	183 2/1	54 2/1	29 2/1	10 1/1	87 2/1	87 1/1	48 1/1	11 1/1	8	6	7	6	5	6	5	5	4	909 20/10
	Av.																			
D	1	438 22/3	436 7/3	259 4/3	71 1/1	34 1/1	22 5/3	73 7/3	105 4/2	114 5/3	70 3/2	44 4/1	63 10/3	64 5/3	43 3/3	40 4/3	26 1/1	19 1/1	31 3/2	1952 91/41
	2	274 12/1	475 7/3	230 8/3	309 5/3	300 1/1	47 2/2	266 1/1	169 1/1	53	31 1/1	31 2/2	46 4/3	32 2/1	44 2/2	21	19 2/1	103 3/2	66 4/2	2516 57/31
	3	248 7/3	373 9/3	355 8/3	480 3/3	140 1/1	163 2/1	73	98	91 3/2	86	59	90	73	31	28	35	122	125 7/3	2670 40/19
	4	113 6/2	133 6/3	87 5/3	81 1/1	87 3/2	87	53	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21/11
	5	266 12/3	297 17/3	27 5/2	24	28	22	23	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34/8
	Av.	268 12/3	343 9/3	192 6/3	193 2/2	118 1/1	68 2/1	98 2/1	81 1/1	61 2/1	47 1/1	34 1/1	49 3/1	32 1/1	29 1/1	22 1/1	20 1/0	61 1/1	56 3/1	1782 47/22

δ 第二表 所要時間(秒)

被験個體	舊	1 <sup>H</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	
A	1 Error 點數/回数	A <sub>1</sub>	16 4/2	11 2/2	4 2/1	4	5	3	4	6 1/1	7	5 1/1	65 10/7
	2	A <sub>2</sub>	12 3/2	23 10/2	4 1/1	6 2/2	7 3/1	4	5	7 2/1	5 1/1	6 1/1	79 23/11
	3	A <sub>3</sub>	46 9/3	50 13/3	21 8/3	14 1/1	6	9 1/1	7 3/1	6 1/1	8 2/1	5	172 38/14
	Av. Av.		25 5/2	28 8/2	10 4/2	8 1/1	6 1/0	5	5 1/0	6 1/1	7 1/1	5 1/1	105 24/10
B	1	B <sub>2</sub>	31 10/3	14 8/3	4 1/1	4	4	4	3	3	4	4	75 19/7
	2	B <sub>3</sub>	18 4/2	15 4/3	9 6/2	6	12 6/2	5	3	3	11	5	87 20/9
	3	B <sub>5</sub>	10 2/1	27 6/2	23 13/3	6 2/1	7	5 1/1	6	6 2/1	6	6	102 26/9
	Av. Av.		20 5/2	18 6/3	12 7/2	5 1/0	8 2/1	5	4	4 1/0	7	5	88 22/8
D	1	C <sub>2</sub>	16 3/2	78 13/3	21 6/3	7 1/1	6 1/1	5	6	5	5	5	154 24/10
	2	A <sub>4</sub>	151 4/2	111 6/3	9 1/1	26 5/2	7	9	6	6	4	6	335 16/8
	3	C <sub>3</sub>	10	32 6/2	15 6/2	4	5	3	4	4	5	5	87 12/4
	Av. Av.		59 2/1	74 8/3	15 4/2	12 2/1	6	6	5	5	5	5	192 17/7
D	1	B <sub>1</sub>	42	209 4/2	11 2/1	13 1/1	13 1/1	5	5	6	12 2/1	6	322 10/6
	2	C <sub>1</sub>	120 5/1	69 6/2	28 6/3	76 10/3	60 7/2	10 1/1	23 5/1	25 6/2	24 1/1	16 3/2	451 50/18
	3	B <sub>4</sub>	191 4/2	50 3/3	123 1/1	115 4/2	32 1/1	101 10/3	14 1/1	21	12 2/1	14	673 26/14
	Av. Av.		118 3/1	108 4/2	54 3/2	68 5/2	35 3/1	39 4/1	14 2/1	17 2/1	16 2/1	12 1/1	481 28/13

δ 第三表 所要時間(秒)

被 驗 個 體	I <sup>H</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	
A	I Error點數/回数	20 7/2	8 1/1	10 2/1	6	5	5	4	5 1/1	4	4	71 11/7
	2	11 5/3	6 1/1	4	5	6 1/1	5 1/1	4	3	3	3	50 8/6
	3	27 15/3	16 6/3	9 2/2	8 3/1	5	7 1/1	4 1/1	4	5 3/1	4	89 31/12
	Av. Av.	19 9/3	10 3/2	8 1/1	6 1/0	5	6 1/1	4	4	4 1/0	4	70 17/8
B	I	12 9/2	5 1/1	7 2/1	4	7 2/1	5 1/1	4 1/1	4	4	4	56 16/7
	2	20 7/3	8	6	19 3/1	5	6	3	4	4	4	79 10/4
	3	31 10/3	9 2/2	9 4/2	8 1/1	5 1/1	5 1/1	4	4 1/1	4 1/1	5 1/1	84 22/13
	Av. Av.	21 7/3	7 1/1	7 2/1	10 1/1	6 1/1	5 1/1	4	4	4	4	72 16/8
C	I	15 5/2	8 3/2	10 3/1	6	4	4	5 1/1	5 1/1	4	5	66 13/7
	2	39 8/3	5	4	6	14 3/1	6 1/1	4	4	3	3	88 12/5
	3	19 3/1	9	4	4	5	4	4	3	3	4	59 3/1
	Av. Av.	24 5/2	7 1/1	6 1/0	5	8 1/0	5	4	4	3	4	70 9/4
D	I	104 14/3	18	12	7	6	17 2/1	7 2/1	5	9	5	190 18/5
	2	48 5/2	61 6/3	11 2/2	41 4/2	51 7/2	26 3/2	25 6/2	16 1/1	8 1/1	6 1/1	293 46/18
	3	26 6/2	14 5/2	7 1/1	8	7 2/2	11 1/1	5	5	5	5	93 15/8
	Av. Av.	59 8/2	31 4/2	10 1/1	18 1/1	21 3/1	18 2/1	12 3/1	9	7	5	190 22/9

♀ 第一表 所要時間(秒)

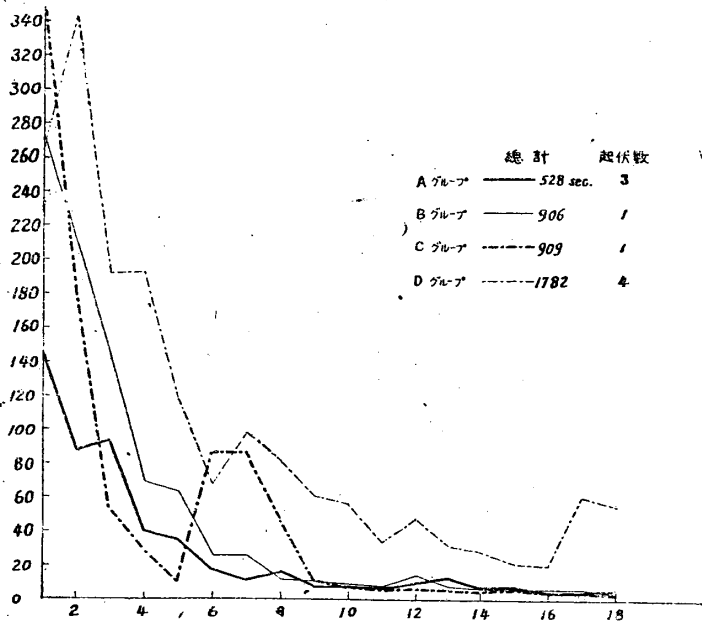
被験個體	1 <sup>日</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total		
A	I Error 點數/回数	7 <sup>6</sup> / <sub>3</sub>	4 <sup>6</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>2</sup> / <sub>7</sub>	3 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	11	2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>4</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>5</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	7	1 <sup>10</sup> / <sub>1</sub>	6	6	5	390 40/18	
	2	4 <sup>9</sup> / <sub>7</sub>	3 <sup>9</sup> / <sub>6</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>1</sub>	9	2 <sup>0</sup> / <sub>7</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	6	6	5	5	6	6	5	5	3	260 35/16	
	Av. Av.	6 <sup>3</sup> / <sub>7</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>6</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>4</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>5</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>10</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>6</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>1</sub>	9	7	8	6	6	4	329 38/17	
B	1	5 <sup>5</sup> / <sub>11</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>4</sub>	8	1 <sup>3</sup> / <sub>5</sub>	2 <sup>4</sup> / <sub>2</sub>	6	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	6	1 <sup>10</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	7	6	1 <sup>10</sup> / <sub>1</sub>	6	7	5	5	237 34/17	
	2	5 <sup>6</sup> / <sub>4</sub>	5 <sup>8</sup> / <sub>7</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>8</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>8</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>0</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>1</sub>	9	1 <sup>7</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>10</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>2</sub>	8	475 33/19	
	3	7 <sup>5</sup> / <sub>11</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>6</sub>	4 <sup>7</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>5</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	3 <sup>4</sup> / <sub>9</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>2</sub>	6	6	5	5	6	4	6	5	5	372 49/19	
	4	1 <sup>54</sup> / <sub>10</sub>	6 <sup>9</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>9</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	8	1 <sup>10</sup> / <sub>2</sub>	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Av. Av.	8 <sup>5</sup> / <sub>9</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>5</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>0</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>6</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	9	1 <sup>3</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	9	8	9	8	7	6	380 38/18	
C	1	3 <sup>7</sup> / <sub>7</sub>	1 <sup>0</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>1</sub>	6	8	8	8	4	5	4	8	6	5	6	5	4	5	4	146 17/10	
	2	4 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	3 <sup>0</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>0</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>1</sub>	8	6	5	5	5	8	5	6	5	6	1 <sup>10</sup> / <sub>1</sub>	7	5	205 21/14	
	3	1 <sup>52</sup> / <sub>12</sub>	2 <sup>8</sup> / <sub>3</sub>	5 <sup>0</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>8</sup> / <sub>1</sub>	7	6	1 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	1 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	8	4	5	7	4	4	4	4	369 22/11	
	Av. Av.	7 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>8</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>1</sub>	7	5	7	6	8	5	5	6	5	6	5	4	240 20/11	
D	1	8 <sup>4</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>9</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>4</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>6</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>18</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2	1 <sup>09</sup> / <sub>18</sub>	1 <sup>78</sup> / <sub>9</sub>	1 <sup>98</sup> / <sub>9</sub>	6 <sup>6</sup> / <sub>7</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>1</sub>	4 <sup>6</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>4</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>2</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>5</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>2</sub>	8	7	8	7	6	4	807 61/21	
	3	3 <sup>2</sup> / <sub>11</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>6</sup> / <sub>3</sub>	8	1 <sup>10</sup> / <sub>1</sub>	7	7	9	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>4</sub>	6	7	1 <sup>0</sup> / <sub>2</sub>	6	5	6	5	4	239 31/14	
	4	1 <sup>34</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>9</sup> / <sub>6</sub>	5 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	3 <sup>8</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	3 <sup>0</sup> / <sub>5</sub>	1 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>10</sup> / <sub>2</sub>	8	1 <sup>11</sup> / <sub>1</sub>	8	1 <sup>6</sup> / <sub>4</sub>	5	7	7	465 54/21	
	5	2 <sup>52</sup> / <sub>18</sub>	6 <sup>8</sup> / <sub>5</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	3 <sup>8</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>4</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>5</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>0</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>21</sup> / <sub>1</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>6</sub>	5 <sup>2</sup> / <sub>9</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>1</sub>	8	2 <sup>6</sup> / <sub>4</sub>	7	6	808 68/32	
	Av. Av.	1 <sup>23</sup> / <sub>15</sub>	7 <sup>7</sup> / <sub>6</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>9</sup> / <sub>3</sub>	2 <sup>6</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	2 <sup>4</sup> / <sub>1</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>0</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>2</sup> / <sub>5</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>1</sub>	7	1 <sup>4</sup> / <sub>2</sub>	6	5	538 55/22	

♀ 第二表 所要時間(秒)

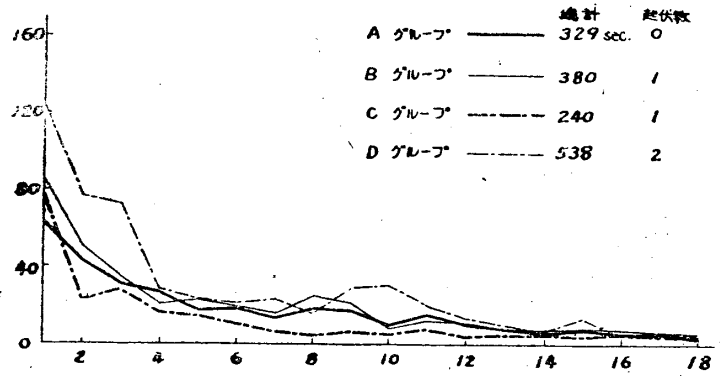
被 驗 個 體	I <sup>H</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
I Error 點數/回數	14 4/2	8 2/2	7 2/1	14 4/2	7 2/2	5 1/1	5	11 6/3	8 4/1	4	83 25/14
A <sup>2</sup>	5 1/1	4 1/1	3	3	4	4	4	4 1/1	3	3	37 3/8
Av. Av.	10 3/2	6 2/2	5 1/1	9 2/1	6 1/1	5 1/1	5	8 4/2	6 2/1	4	64 14/8
I	6 1/1	4	4	7 1/1	6 2/2	5	5	6	4	4	51 4/4
B <sup>2</sup>	22 6/3	7 2/2	14 4/2	22 5/2	41 11/3	13 4/2	20 4/2	27 5/3	11 2/1	8 2/2	185 45/22
4	6 1/1	7 2/2	6 2/2	7 2/2	6 2/1	4	5	4	3	4	52 9/8
Av. Av.	11 3/2	6 1/1	8 2/1	12 3/2	14 5/2	7 1/1	10 1/1	12 2/1	6 1/0	5 1/1	91 19/11
I	5	5	7 3/1	6 1/1	8 1/1	5	5	6 1/1	4	5	96 6/4
C <sup>2</sup>	6	5	7 2/1	4	5	4	5	4	4	4	48 2/1
3	5	4	4	6	4	4	5	5	4	5	46
Av. Av.	6	5	6 2/1	5	6	4	5	5	4	5	50 2/1
2	7 3/1	5	4	4	5 1/1	5	7 1/1	6 4/2	4	3	50 9/5
D <sup>3</sup>	5 1/1	4	7 1/1	4	4	6 2/1	4	4	3	3	45 4/3
4	11 4/2	6	5	5	7 2/2	6	5	7	6 2/1	6	64 8/5
5	8 2/1	15 14/2	5	6 2/2	7 3/1	15 6/2	6	15 4/2	5 2/1	4	86 33/11
Av. Av.	8 3/1	8 4/1	5	5 1/1	6 2/1	11 2/1	6	8 2/1	6 1/1	5	68 16/6

♀ 第三表 所要時間(秒)

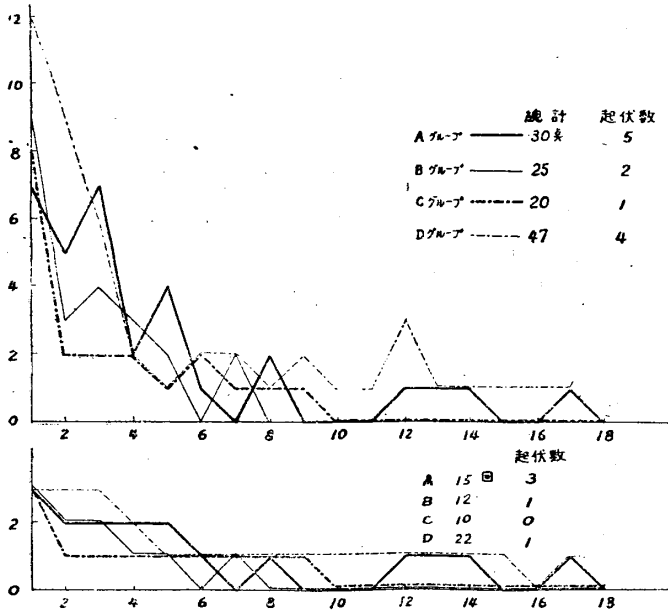
被験個體	I <sup>H</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	
A	I Error點數/回数	15 10/3	6 3/2	8 2/1	9 2/2	9 2/1	5	5 1/1	5	5 1/1	6 1/1	73 22/12
	2	10 6/3	4 1/1	6 3/3	3	4	4	4	3	3	3	44 10/7
	Av. Av.	13 8/3	5 2/2	7 3/2	6 1/1	7 1/1	5	5 1/1	4	4 1/1	5 1/1	61 16/10
B	1	9 5/1	10 6/2	8 4/2	7 4/1	5	1 5/3	6 1/1	6 2/2	4	5 1/1	71 28/13
	2	18 11/3	26 6/2	11 3/3	9 2/2	6	7 1/1	5 1/1	20 5/3	9 1/1	7 2/1	118 32/17
	3	9 8/3	13 13/3	12 9/2	14 6/1	5 2/1	5 1/1	4 1/1	4	5 1/1	4	75 41/13
	Av. Av.	12 8/2	16 8/2	10 5/2	10 4/1	5 1/0	8 2/2	5 1/1	10 2/2	6 1/1	5 1/1	77 32/14
C	1	18 9/3	19 10/3	8 1/1	6 3/2	7 1/1	5 1/1	—	—	—	—	—
	2	17 5/2	7 3/2	6	5 1/1	4 1/1	5 1/1	5	4	6	7	66 11/7
	3	10 6/3	7 4/3	4	5 1/1	4	7 5/3	4	3	3	7 2/2	54 18/12
	Av. Av.	15 7/3	11 6/3	6	5 2/1	5 1/1	6 2/2	5	4	5	7 1/1	69 15/10
D	2	16 12/3	15 9/3	16 8/3	7 3/1	10 9/2	7 2/1	4	9 1/1	4 1/1	8 1/1	96 46/16
	3	11 5/3	5	5	6 1/1	4	8 2/1	5	18 3/1	5	11 8/3	78 19/9
	4	16 3/2	11 4/2	48 6/2	6 1/1	6 1/1	9 1/1	5 2/1	7 1/1	6 1/1	13 1/1	127 21/13
	5	57 19/3	11 7/2	17 7/3	8 6/2	7 2/1	8 1/1	6 2/1	51 12/2	12 2/1	17 4/1	194 62/17
	Av. Av.	25 10/3	11 5/2	22 5/2	7 3/1	7 3/1	8 2/1	5 1/1	21 4/1	7 1/1	12 4/2	125 39/14



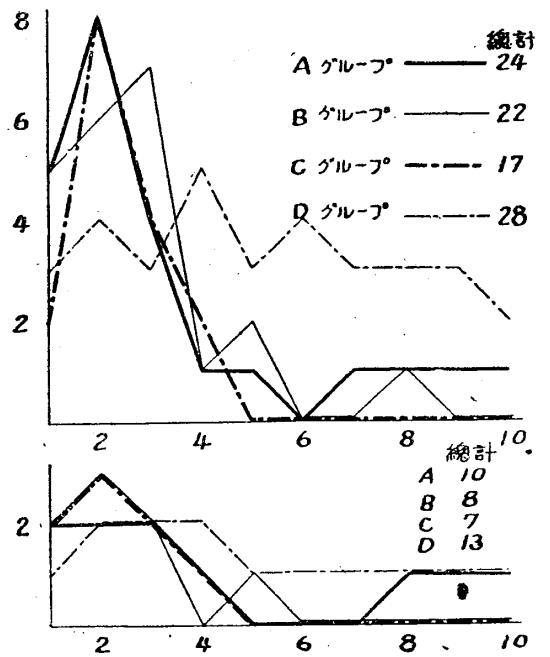
第 1 図 T



第 1 図 T



第 1 図 T



第 2 図 E.



