No. 86.

第五章　実験一の目的

第四章に於て、「盲児も自然状態に於て、ある程度のユークリッド的な空間表象を、持つことが出来るに違いない」という予想を立てたが、この予想を確かめることがこの実験の目的である。

さて盲児の空間表象がユークリッド的であるか否かを確かめるには、如何なることを明らかにしなければならぬであろうか。これについて筆者は次のように考える。即ち、ユークリッド空間を構成するために必要な公理が盲児にとって自然に受け入れられるならば、彼等の空間表象はユークリッド的であると考えてよいのではないか。言い換えれば盲児が、点、直線、平面、と考えるものの間に、ユークリッド幾何が要求するいくつかの条件が成り立つことである。例えば、ユークリッド幾何学に於ては二点を通る直線は一つであり、一つより多くはあり得ないのであるが、盲児も彼等が点及び直線と考えるものの間に

この関係を認めることが出来るならば、彼等の点と直線との表象はユークリッド的であると考えるのである。

ではユークリッドの空間に要求される条件とはどのようなものであろうか。最も古典的なものは、ユークリッドが「幾何学原本」に於てとり上げた五個の公準と五個の公理である。これ等をあげれば次の通りである。

ユークリッドの幾何学原本に示された
★五個の公準及び五個の公理。

公準 1. 任意の点から任意の点に直線をひくことが出来る。

公準 2. 一つの有限直線は之を延長することが出来る。

公準 3. 任意の中心、任意の距離（半径）を以て円を画くことが出来る。

公準 4. 總ての直角は相等し。

公準 5. 二つの直線が一つの直線と交はり、同側にある二つの内角の和が二直角

★「幾何学基礎論」中村幸四郎著 P3

よりも小ならば、この二直線はそを限りなく延長するときは、その和が二直角よりも小なる二角の在る側に於て交はる。

公理1. 一つのものに等しきものはまた互に相等し。

公理2. 相等しきものに相等しきものを加ふれば、その和相等し。

公理3. 相等しきものより相等しきものを引けばその差相等し。

公理4. 互に重ね合せ得るものは互に相等し。

公理5. 全体は部分より大である。

しかしユークリッド空間に要求される条件としては、これらの公準や公理では不十分なことが、Helmholz, Pasch, Dedekind等によって明らかにされて来た。ユークリッド幾何学の殆んど完全な公理を与えたのはHilbertである★。従ってこれを実験上に用いることを考えてみよう。

★「幾何学基礎論」第一版 1899年

先ず Hilbert の公理系は次の通りである★.

公理群 I：結合の公理

I_1. 二点 A, B に対し、これ等の二点の各々と結合する少なくとも一つの直線が恒に存在する.

I_2. 二点 A, B に対し、これ等の二点の各々と結合する直線は一つより多くは存在しない.

I_3. 一直線上には恒に少くとも二点が存在する。一直線上にない少くとも三点が存在する。

I_4. 同一直線上にない任意の三点 A, B, C に対しその各点と結合する一平面 α が存在する. 任意の平面に対しこれと結合する一点が恒に存在する.

I_5. 同一直線上にない任意の三点 A, B, C に対し、三点 A, B, C の各と結合する平面は一つ以上は存在しない.

★「幾何学基礎論」(ヒルベルト) 中村幸四郎訳
P12. P15. P25. P55. P57.

I 6. 一直線 a の上に在る二点 A, B が平面 α 上に在れば、a のすべての点は平面 α の上に在る。

I 7. 二平面 α, β が一点 A を共有すれば、これ等の平面は更に少くとも一点 B を共有する。

I 8. 同一平面上には少くとも四点が存在する。

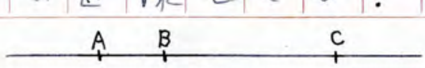
公理群 II：順序の公理

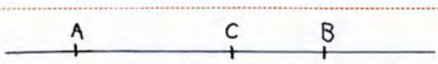
II 1. 点 B が点 A と点 C との間に在れば、A, B, C は一直線上の相異なる三点であって、且 B はまた C と A との間に在る★.

II 2. 二点 A と C とに対し直線 AC 上に恒に少くとも一点 B が存在して C が A と B との間に在る★★.

II 3. 一直線上に在る任意の三点のうちで、他の二点の間に在り得るものは一点より多くはない。

II 4. A, B, C を一直線上にない三点、a を平面 ABC 上に在って A, B, C の何れをも通らない直線とせよ。直線 a が線分 AB の点を通

★ 

★★ 

ればこれはまた線分AC若くは線分BCの点を通る★.

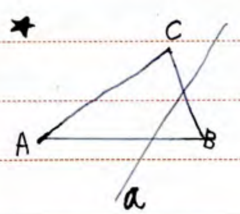
公理群Ⅲ：合同の公理

Ⅲ 1. A, Bを一直線a上の二点とし．更にA′を同じ直線又は他の直線a'上の点とするとき、直線a'のA′に関して与へられた側に恒に少くとも一点B′を見出し．線分ABが線分A′B′に合同又は相等しくなるやうにすることが出来る．記号で　$AB \equiv A'B'$

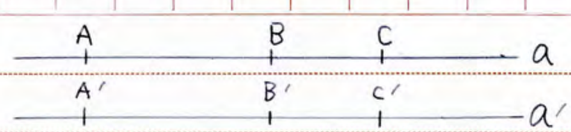
Ⅲ 2. 線分A′B′及び線分A″B″が同一の線分ABに合同ならば、線分A′B′はまた線分A″B″に合同である；換言すれば，二つの線分が第三の線分に合同ならば、これ等の線分は互に合同である．

Ⅲ 3. AB及びBCを直線a上の共通点のない二線分、更にA′B′及びB′C′を同じ直線又は他の直線a'上にあつて同様に共通点のない線分とせよ．然るときは　$AB \equiv A'B'$　且　$BC \equiv B'C'$　ならば，恒にまた　$AC \equiv A'C'$　である★★.

★



★★



Ⅲ 4. 平面α内に角$\angle(h, k)$が与へられ、平面α'内に一直線a'及びa'に関するα'の一つの側が指定されてゐるとする。h'を点O'から出る直線a'に属する半直線とせよ；然るときは角$\angle(h, k)$が角$\angle(h', k')$に合同或ひは相等となり、且同時に角$\angle(h', k')$の内点がすべてa'の与へられた側に在る如き半直線k'が平面α'の中に唯一つに限って存在する。記号で$\angle(h, k) \equiv \angle(h', k')$

任意の角はそれ自身に合同である。

即ち恒に　$\angle(h, k) \equiv \angle(h, k)$。

Ⅲ 5. 二つの三角形ABC及び$A'B'C'$に於て合同関係　$AB \equiv A'B'$，$AC \equiv A'C'$，$\angle BAC \equiv \angle B'A'C'$

が成立てば、また互に合同関係

$\triangle ABC \equiv \triangle A'B'C'$　が成立つ。

公理群Ⅳ：平行の公理

Ⅳ.（ユウクリッドの公理）aを任意の直線、Aをa外の一点とせよ：然らばaとAが定める平面に於て、Aを通りaに交はらない直線は高々一つ存在する。

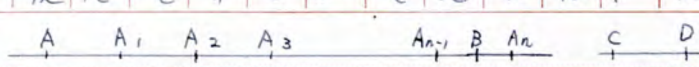
公理群Ⅴ：連続の公理

Ⅴ$_1$ （計測の公理或ひはアルキメデスの公理）

AB及びCDを任意の線分とすれば，直線AB上に有限個の点 $A_1, A_2, A_3 \cdots\cdots A_n$ が存在して，線分 $AA_1, A_1A_2, A_2A_3, \cdots\cdots A_{n-1}A_n$ が線分CDに合同にして且BがAとA_nとの間に在るやうにすることが出来る★．

Ⅴ$_2$ （一次元の完全性公理）一直線上にある点は，線状順序，合同公理の第一番，及びアルキメデスの公理（即ち公理Ⅰ1-2，Ⅱ，Ⅲ$_1$，Ⅴ）を保つ限りでは，最早これ以上拡大不可能なる点の集りをなす。即ちこの点の集りに更にa上に若干個の点を附加することに依りて得られる集りに対して上述の諸公理を全部成立せしむることは出来ない。

さてこれ等の命題が成立つかどうかを，盲児に一つ一つ向い，彼等がこれに対してどの様な反応をするかを見れば，先にのべた様な

★ 

意味で、彼等の空間表象がユークリッド的であるかどうかを判断することが出来るわけである。~~而し~~しかしこれらの命題をそのまゝ用いたのでは、その表現が余りに論理的な上に、多くの記号的な表現や数学独特の云い廻しなどがあるため、被験者に質問の意味が理解されないことは明らかである。また、ここに掲げた公理Ⅰの1からⅠの8、Ⅱの1からⅡの4、Ⅲの1からⅢの5、Ⅳ、Ⅴの1とⅤの2までの、20個の命題全部について、それらが成り立つかどうかを問う必要もないと思うので、これらの公理に含まれているか或いは之に代る命題を選んで、盲児の空間表象をテストすることにした。尚この際、空間についての盲児の想像力をも併せて確めるために、相似、面積、展開図、立体の切口等に関する問題を付け加えることにした。

先ず実験に用いた問題を示すことにする。

実験1.の問題

問1. 点、直線、平面の結びつきについての問題。(但し直線は「まっすぐな線」平面は「平らな板」と云いかえることにする)

1.1 「二つの『まっすぐな線』★が一度交わったら(出会ったら、ぶつかったら)この二つの線を、そのまま同じ向きに、どこまでものばして行った時、もう一度どこかで出あうことがありますか。もう決して出会うことはありませんか」

1.2 (a) 「三本のそれぞれ長さの違う棒が平らな机の上に立っている処(ところ)を考えて下さい」被験者の手をとって、三本の棒が一列にではなく三角形に並んでいる状態を、動作に訴えて理解させる。

「この三本の棒の先に『平らな板』をのせて、一度に三本の棒の先を全部板につけることが出来ますか。それとも出来ませんか。板は斜めになってもいいのです」

★『まっすぐな線』(という言葉)について問に入る前に、『まっすぐな線』はどんな所にありますか、ときく。

1.2(b)「今度は『四本の長さの違う棒』が立っています。この前の問題の様に『平らな板』をのせたら、棒の長さがどんな風でも、一度に四本の棒の先が板につきますか。それともつきませんか」（I-2(a)に答えられた者のみに問う）

1.3(a)「机の上の様に『平らな板』の上に『まっすぐな棒』をのせたら、板と棒の間にすき間が出来ますか、それとも出来ませんか」

問2．「パッシュの公理」についての問題

「三角形があって、この三角形の外からまっすぐな線が三角形の中へ入ってくる処を考えてごらんなさい。」被験者の手をとって机の上に図を書き、その有様を示す。「今入って来たこの線をどこ迄もまっすぐにのばしていったら、三角形の外へ出るでしょうか、それとも出ませんか。もし外へ出るとすれば、この三角形の『へり（辺）』のうち、この線が入って

No. 97

また外と同じへりから、また外へ出ることがあるでしょうか。それとも決してないと思いますか」

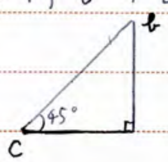
問3、「三角形の第一合同定理」についての問題。

二枚の45度の三角定規を示し、「三角定規が重なっていますね。上の三角定規のへりがもしここ*(b)で終っていて、下の三角定規のへりもここ(c)で終っているとすれば、ここ(b)とこゝ(c)の間のへりは上と下が重なると思いますか。それとも重なりませんか」被験者の手をとって、いちいち定規の各部分を示し、問の意味を理解させる。

問4、「長方形」についての問題(平行線の概念についての問題)

4.
1(a) 原字用紙を示し、その形の名をきく。「この紙の向い合った二つのへりの丁度まん中を結ぶ線で紙を二つに折ったら、残りの向いあった二つのへりや角(かど)が重なる

* 問3の図



と思いますか。それとも重なりませんか」被験者の手を取って折目にあたる位置を示し、又重なるかどうかをきく辺と頂点も十分理解させる。

4.1(b) 対角線を示し「この『向い合った二つの角(かど)』を結ぶ線で二つに折ったら、残りの二つの角(かど)は重なると思いますか。それとも重なりませんか」前問と同様に被験者の手をとり、折目と重なるかどうかを問う頂点について理解させる。

4.2(a) 「この紙が『ま四角(正方形)』だったらどうなりますか」前問と同様に対角線で折り返した時の状態を問う。

4.2(b) 「『ま四角』の向い合った二つの角で紙を折った時出来る三角形のへりの長さは皆同じですか。それとも違うと思いますか。違うとしたら、一番長いへり又は一番短いへりはどれですか」

問5. 「計測の公理」(アルキメデスの公理)
について の問題.

「『長さのちがう二本の棒』があると思って下さい。長い方はどんなに長くてもかまいませんし、短い方はどんなに短くても良いのです。短い棒を何本もつなぎ合せて行けば、いつかは長い棒よりもっと長くすることが出来ると思いますか、それとも長くはなりませんか」

問6. 相似の概念についての問題

6

1 「三つのへりがそれぞれ 3cm, 4cm, 5cm の三角形があります。この三角形の長さ 3cm のへりと 4cm のへりの長さを、6cm と 8cm にのばしたら、長さ 5cm のへりは何 cm にのびますか」

2(a) (6 1(a) に正しく答えられた者だけに問う)
「『地面にまっすぐに立てた棒』があります。この棒の長さは 2m です。この棒の影の長さが 1m の時、高さ 20m のまっすぐな木の影は何 m になりますか」

問7、面積の概念についての問題

二つの『45度の三角定規』を用いて、正方形と直角二等辺三角形とを、どちらも同じ定規で作られていることが分るように、作ってみせ*、「この正方形の『中の広さ』と三角形の『中の広さ』とはどちらが広いと思いますか。それとも同じですか」

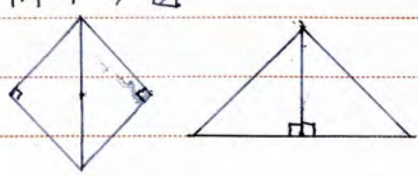
問8、「立方体の展開図」についての問題

図の様な立方体の展開図を示し**、特に折目(1～5)に注意させて、「この線の所で紙を折り返したらどんな物が出来ますか」紙の折り方について、特に各折り目の折返す角度が直角である事を被験者の動作に訴えて理解させる。別の紙等を用いて。

問9、「立体の切り口」についての問題

1(a)図の様に立方体の三頂点を示し(a'b'd' 次頁の欄外の図)「この『三つの角(かど)』をつなぐ線でこの箱を切ったら、切り口の形はどんな形になりますか」

* 問7の図



** 問8の図

9.
1(b)（前の問に正しく答えられた者だけに問う）「切り口の三角形のへりの長さは皆同じですか。それとも違いますか。違うとすれば一番長いへり、又は一番短いへりはどれですか」

9.
2(a)（円柱を示し）「これを横に切ったら切り口はどんな形になりますか」被験者の手をとって、切る場所を示す。

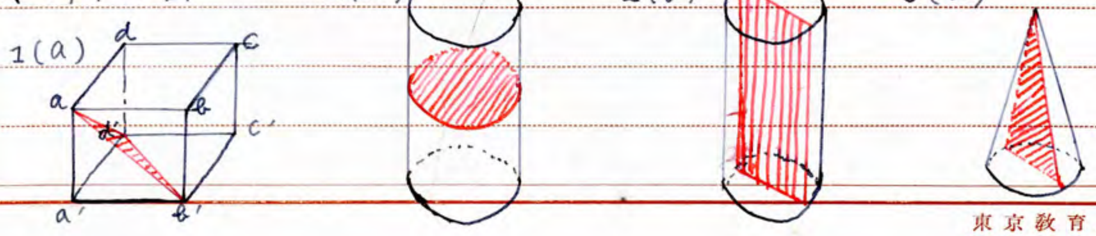
9.
2(b)「今度は縦に切ったら切り口はどんな形になりますか」前と同様に切る場所を示す。

9.
3(a) 円錐を示し、「この一番先のとがった所から、これ（円錐）をまっ二つに切ったら切り口はどんな形になりますか」

以上

これらの問題を前に記したHilbertの公理と比較すれば、その対応関係がおよそ明らかになると思うが、一応これを述べることにする。

★問9の図



先ず問1の1から3迄は、結合の公理に対応する。即ち1の1は「公理Iの2の対偶に対応する。1の2は公理Iの4とIの8に対応する。問1の4は公理Iの6に対応する。

問2は順序の公理IIの4に当る。直線上の点の順序については問うまでもないと考え、これを確かめることは省いた。

問3は合同公理からの結論である、三角形の第一合同定理に当たるが、これをもって公理に代えることにした。

問4は平行の公理に対応するものである。これは一見、平行の公理とは何の係りもない事柄のように思われるが、すでにHilbertによって明らかにされたように「三角形の内角の和は二直角に等しい」という命題は、平行の公理と同等なものであり★、またルジャンドルの第二定理によって明らかなように、「いずれか一つの三角形に於てその内角の和が二直角ならば、全ての三角形の内角の和は二直角に等しい★★」という命題は、平行の公理とは独立

★「幾何学基礎論」（ヒルベルト）中村幸四郎訳 p.90

★★ 同上 p.70〜81

に証明出来るのであるから、内角の和が二直角なる三角形の存在をもって平行の公理に代えることが出来る。従って、対辺が一対づつ相等しい等角四辺形(長方形)の存在をもって、平行の公理に代えることも出来る*。従ってここでは、盲児の長方形の表象をテストすることによって平行の公理のテストに代えることにした。長方形の表象をテストするためには、その対辺の中点を結ぶ直線による折り返しと、対角線による折り返しとの結果を予想させることで十分である。なんとなれば、全ての四辺形はこの二つの操作によって、長方形であるか否かを決定することが出来るからである。

问4の2の(b)は、盲児がしばしば、正方形を対角線によって二等分して得られる三角形を、正三角形であると考えることがあるといわれるので、この誤が直角二等辺三角形を正三角形とよぶものと誤解しているためなのか、あるいは、実際正方形の対角線の長さが辺の長

*何となれば、この四辺形を対角線によって二分して得られる三角形は互いに合同であり、しかも四辺形の内角の和は四直角である。故にこの三角形の内角の和は二直角となるからである。

さと等しいと考えるためなのかを明らかにするために、加えたものである。

問5は連続の公理に対応するが、ここでは公理Vの2に関しては問わないこととし、Vの1即ちアルキメデスの公理のみを、問うことにした。これはVの2が極めて数学的な内容のもので、盲児のみならず数学を専門とする者以外には、殆んど理解出来ないような性質のものだからである。

問6は、云うまでもなく三角形の相似に関係する問題であるが、なお、陰影の性質に関係のある問6の2をつけ加え、これがどの程度理解出来るかをたしかめることにした。

問7は面積の概念に関係する問題で、二つずつ互いに合同な三角形に分解出来る多角形の面積は相等しい、という命題の理解をたし確かめるものである。

問8は立体の展開図に関係する問題で、立体の展開図による表現の理解をたしかめる確ものである。

問9は立体の切り口に関係する問題であって、盲児の立体の表象を確かめるためのものである。とくに問9の1(b)は、簡単な推論によって明らかになる問題であり、立体に於ける計量的な関係をとらえる能力を、明らかにすることをねらったものである。

これらの問を如何なる被験者に問うべきかということが当然問題となるが、今回は一応先天性全盲児、又はこれに近い早期失明児(四才以前)に限ることにした。この様な制限を設けたのは、問題を単純化するためである。即ちこの研究は、盲児一般に対する空間の性質の指導方法を明らかにすることであるが、一口に盲児といっても、視覚によって物を見たことのある者と、そうでない者とでは、心理的に大きな違いがあると考えられているのが定説である。一般に後天盲は目明きに近い心理的な特性をもつと考えられ、従って空間表象も、以前に物を見た時の記憶によって強く規定され、いわば目明きが目をふさいで物の

形や配置を考えるのに近いと考えられている。これに対して先天盲の空間表象は、これ迄のところ全く研究されて居らず、果してユークリッド的な空間表象を持つかどうか疑わしいとさえされている。そしてこれが、盲児に対する空間の性質の指導の大きな妨げになっていると思われる。

以上の理由によって、被験者は全て先天性全盲又は四才以前に失明した全盲に限ることにした。

以下具体的に、実験の方法、その結果等について述べることにする。

第六章　実験の方法

実験一は次の様に行った。

1. 被験者

被験者としては、私立横浜訓盲学院小中学部の児童生徒~~二十三~~23名を、次の基準に従って選んだ。従って無作為に選ばれた者ではない。

(1) 先天性全盲、又は満四才以前に失明した全盲であること。

(2) 自分の名前を点字で書ける程度の知能を持っていること。

(3) 就学が四年以上遅れていないこと。

以上の様な規準に従って選ばれた被験者の年令は、7才9ヶ月から17才2ヶ月にわたっている。即ち、7才1名、9才~~3~~1名、10才~~5~~7名、11才2名、12才3名、13才~~3~~4名、15才~~3~~2名、16才~~1~~2名、17才1名。

性別は男12名、女11名である。

又、之（これ）等の被験者の学年は2年より9年にわたっている。即ち、2年1名、3年2名、4年5名、5年3名、6年4名、7年3名、

8年3名、9年2名、である。

被験者を選ぶに当たって、上に述べた三つの基準を設けた理由は、次の通りである。先ず(1)であるが、「目で物を見た事がない」子供の空間表象についての研究を行うのであるから、これは当然であろう。一般に満四才以前に失明した者は、物を見た時の記憶を持たないとされている。

(2)は被験者を選んだ横浜訓盲学院は、「学校法人」であると共に又児童福祉法に依る「養護施設」でもあり精神薄弱児と推定される児童が非常に多い。従って学院の全児童生徒より無作為に被験者を選び出すならば、実験の結果が著しく~~ゆが~~歪められる恐れがある為に設けたものである。

(3)も(2)と同様に、甚しく就学のおくれた児童生徒を被験者として選び出した場合には、正常な盲児の空間概念の発達を把えることが出来なくなる恐れがある為に、設けたものである。

　最後に、被験者を選び出すのに何故この様に特殊な性格を持つ横浜訓盲学院を選んだかについて述べよう。勿論、東京都内には、本学附属盲学校をはじめ、東京都立文京盲学校や東京都立八王子盲学校があり、又近県には千葉県立盲学校（千葉市）、埼玉県立盲学校（川越市）、神奈川県立盲学校（平塚市）、横浜市立盲学校（横浜市）等の盲学校がある。しかしこれらの盲学校は、全盲生のみでなく半盲或いは弱視といわれる或る程度視力のある生徒を、多数入学させて居り、これらの学校を選んで実験を行うことを意図しても、適当な被験者を選び出すのに不都合な点が多い。

　一方、横浜訓盲学院は、同学院の方針として、なるべく全盲児を多く入学させようとしているので、或る程度まとまった数の被験者を選び出すことが容易である。しかも同学院は、多分に「養護施設」としての性格が強く、知的な教科、殊に数学の様な教科の指導にはこれ迄殆ど関心を払っていなかった。特に「図

形に関する指導は殆んど完全に欠けていた★」ので、自然状態での盲児の空間表象の観察には、最も適していると思われたからである。以上二つの理由によって、この実験を横浜訓盲学院に於て行うことにした。

2.実験に用いた材料.

問3、問4、問8及び問9に用いた材料は次の通りである。

(1)、セルロイド製45度三角定規二枚

1、斜辺 10.8 cm　7.6 cm

2、斜辺 10.5 cm　7.4 cm

(2)、点字用紙(模造紙120斤のもの、B5)
1枚

(3)、立方体の展開図。点字用紙(B5)に書かれたもの。一稜の長さ5cm.

(4)、金属製立方体1.
$(10\ \mathrm{cm})^3$

(5)、金属製円柱1、直径11 cm、高さ10.6 cm.

(6)、金属製円錐1、直径11 cm、高さ10.6 cm.

★これは昭和~~23~~32年4月に赴任した数学担当の教師によって明らかにされた事である。即ち、この教師の述べる処によれば、小学部4年生程度で直角という様な言葉を知らない子供が何人もあり、ましてや三角形の辺とか頂点とか長方形の対角線などという言葉は全く知らない。然しこれらの児童の知能が劣っている訳ではないということである。

3. 実験の期日と場所

実験は昭和32年9月13日より15日にわたって行い、実験の場所としては、横浜訓盲学院の図書室を選んだ。

4. 実験の「やり口」

実験は前章に示した問題を用いて行った。先ず、被験者は一人ずつ検査室に入り着席する。実験者は問題に移る前に被験者の氏名と生年月日を問い、更にラポートを高めるために二・三の雑談をし、又実験に用いる材料等を見せ、それらの名前や大小などについて話し合う。その後、問題1より番号の順序に従って次々に質問を続け、それに対する被験者の答を記録する。被験者が答えない時には、2・3分間答を待ち、なお答えられない時にはその問題をとばす。答を待つ時間については特に定った時間を限った訳ではない。その問題をとばすかどうかの決定は、被験者がなお問題を解決しようとする意欲を持っているかどうかによって決める。従って問題を打ち切

るかどうかの判断は実験者の主観によって決められるが、少なくとも毎回2,3分は答を待つことにした。

第七章　実験Ⅰの結果

実験Ⅰの結果は凡そ次の通りである。

先ずこの結果の特徴は、各問に対する被験者の反応の中に、多数の非ユークリッド的な反応が見られる事である。即ち問Ⅰ-1の「一度出会った二つの直線をそのまま、真っ直ぐ伸ばしていったら、もう一度出会うことがあるか」に対して、「出会う事がある」とか、問Ⅰ-3の「まっすぐな棒を平らな板の上にのせたら、板と棒の間にすき間が出来るか」という問に対して、「すきまが出来る」と答えたりした者がある。しかし予想した通り、ユークリッド的な反応も認める事が出来る。例えば問Ⅰ-1に対して「絶対に出会う事はない」とか、問Ⅰ-3に対して「隙間が出来ない」とか、問7の同じ定規を用いて作られる二つの図形の面積に関する問に対して、「中のひろさは、どちらも同じ」と答えた~~もの~~者が見られる★。

★被験者の反応を「ユークリッド的」とか「非ユークリッド的」とか呼ぶ事は、必ずしも適切でないかもしれないが、便宜上この称によぶことにする。即ち、ヒルベルトの公理系から導かれないような主張をすべて「非ユークリッド的反応」とよぶことにした。

各被験者の反応の詳細については、本章の最後に一括してこれ之を示すこととし、ここでは各問に対する被験者の反応を、ユークリッド的なものと然らざるものとに分け、これ之と学年との関係を示すことにしよう。但し被験者の数が少ないので、学年は上級（6年以上）と下級（5年以下）とに二分する。以下上級はu，下級はlを以て示すことにする。ユークリッド的反応はE、然らざる者はNをもって表わす。 E反応 上級～名 下級～名、N反応 上.下 とした。 N反応とも上級下級の順とする。

1. 問1について。

問I−1について。（相異なる二直線は一つより多くの点を共有し得ないことについて）

この問に対してE反応を示した被験者は、23名中11名である。この学年別内訳はI−1表に示す通りである。

I−1

	E	N
u	8	4
l	3	8

E反応を示した被験者は次の通りである。

S_9, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}, S_{19}, S_{20}, S_{21}, S_{22}, S_{23} ★

★ S_1 S_9 S_{14} …等は、被験者を示す記号である。

問1-2について。（任意の3点を通る平面が常に存在することと、任意の4点を通る平面は存在しないこと、について）

先ず、その(a)に対してE反応を示したものは23名中10名。学年との関係は1-2(a)表に示す通りである。

1-2(a)

	E	N
u	6	6
l	4	7

E反応を示した被験者は、S_7 S_{11} S_{12} S_{13} S_{14} S_{15} S_{17} S_{19} S_{20} S_{21} である。

更に、この中で(b)に対してもE反応を示したものは10名中4名。学年との関係は1-2(b)表に示す通りである。

1-2(b)

	E	N
u	3	3
l	1	3

E反応を示した被験者は、S_{13} S_{15} S_{20} S_{21}.

問1-3について。（直線上の2点が一平面内にあれば、この直線上のすべての点はまたこの平面内にあることについて）

No. 116

これに対してE反応を示した被験者は23名中11名、学年との関係はI-3表で示す通りである。

I-3

	E	N
u	8	4
l	3	8

E反応を示した被験者は S_{10}、S_{11}、S_{12}、S_{14}、S_{16}、S_{17}、S_{18}、S_{19}、S_{21}、S_{22}、S_{23}

2、問2について。

（直線が三角形の内部に入れば必ず外に出る。この時入って来た辺を通って外に出ることはないということについて）

これに対してE反応を示した者は23名中11名。学年との関係は2表に示す通りである。

2

	E	N
u	7	5
l	4	7

E反応を示した被験者は、S_{7}、S_{9}、S_{11}、S_{12}、S_{13}、S_{15}、S_{16}、S_{18}、S_{19}、S_{21}、S_{22}、である。

なおこの問に対して、「外へ出ることは無い」と答えた者は一名もない。ただ答えられなかった者、あるいは「分りません」と答えた者が二名あり、S_{1}とS_{14}である。

3. 問3について

（三角形の二つの辺を完全に重ね合わせることが出来れば、第三辺も重なることについて）

これに対してE反応を示した者は23名中11名

学年との関係は3表に示す通りである。

3

	E	N
u	9	3
l	2	9

E反応を示した被験者は、S_7 S_8 S_{10} S_{12} S_{13} S_{16} S_{18} S_{19} S_{21} S_{22} S_{23}、である。

4. 問4について。

（長方形と正方形の表象について）

問4-1(a)(b)と-2(a)のすべてに対してE反応を示した者は、23名中16名。学年との関係は4-1表に示す通りである。

4-1

	E	N
u	10	2
l	6	5

E反応を示した被験者は、S_5 S_6 S_8 S_{10} S_{11} S_{12} S_{13} S_{14} S_{15} S_{16} S_{17} S_{18} S_{19} S_{21} S_{22} S_{23} である。

この内、更に問4-2(b)に対してもE反応を示

したものは16名中10名。学年との関係は4-2表の通りである。

4-2	E	N
u	5	5
l	5	1

E反応を示した被験者は、S_5, S_6, S_{10}, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{21}, S_{22}である。

5. 問5について

(アルキメデスの公理について)

これ
之に対してE反応を示した者は23名中22名。学年との関係は5表に示す通りである。

5.	E	N
u	12	0
l	10	1

只一人の例外はS_7であるが、この被験者は問4以下には答えようとせず、果して問題がとけなかったかどうか疑問である。多分に情緒的な因子が関係したものと思われる。

6. 問6について.

(相似三角形の辺の長さを求めることと高さの与えられた木の影の長さを求める

No. 119

ことについて）

問6-1.について.

~~之~~これに対して E反応を示したものは23名中8名. 学年との関係は6-1表の通りである。

6-1

	E	N
u	6	6
l	2	9

E反応を示したものは, S_5, S_6, S_{10}, S_{12}, S_{18}, S_{19}, S_{22}, S_{23} である。

更にこの中で6-2に対してもE反応を示した者は, 8名中5名。学年との関係は, 6-2表に示す通りである。

6-2

	E	N
u	5	1
l	0	2

E反応を示したものは, S_{10}, S_{12}, S_{18}, S_{22}, S_{23}, である。

7. 問7について.

（同じ図形を組み合わせて作ることの出来る二つの図形の面積は等しい、ことについて）

~~之~~これに対してE反応を示した者は, 23名中6

名。学年との関係は7表に示す通りである。

7.

	E	N
u	5	7
l	1	10

E反応を示した者は、S_{13}. S_{16}. S_{18}. S_{21}. S_{22}. S_{23}、である。

8. 問8について.

(立方体の展開図について)

これに対してE反応を示した者は23名中4名。学年との関係は8表に示す通りである。

8.

	E	N
u	3	9
l	1	10

E反応を示したものは、S_6. S_{18}, S_{22}. S_{23}. である。

9. 問9について.

(各種の立体の切り口について)

問9-1(a)に対してE反応を示したものは、23名中17名。学年との関係は9-1(a)表の通り。

9-1(a)

	E	N
u	9	3
l	8	3

E反応を示した者は、S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 S_8 S_{10} S_{12}. S_{13} S_{15} S_{16}. S_{17} S_{18} S_{19} S_{21} S_{22} S_{23} である。

No. 121

このうち9−1(b)に対してもE反応を示した者は17名中7名。学年との関係は9−1(b)表の通りである。

9−1(b)

	E	N
u	5	4
l	2	6

E反応を示した者は、S_{10}, S_{15}, S_{17}, S_{19}, S_{21}, S_{22}, S_{23}, である。

9−2(a)に対してE反応を示したものは、23名中19名。学年との関係は9−2(a)表の通りである。

9−2(a)

	E	N
u	9	3
l	10	1

E反応を示した者は、S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_8, S_{10}, S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}, S_{19}, S_{21}, S_{22}, S_{23}, である。

9−2(b)に対してE反応を示した者は、23名中12名、学年との関係は9−2(b)表に示す通りである。

9−2(b)

	E	N
u	5	7
l	7	4

E反応を示した者は、S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{16}, S_{21}, S_{22}, S_{23}, である。

9-3に対してE反応を示した者は23名中13名。学年との関係は9-3表に示す通りである。

9-3

	E	N
u	6	6
l	7	4

E反応を示した者はS_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{16}, S_{19}, S_{21}, S_{22}, S_{23}である。

また、9-1(a)、9-2(a)(b)、9-3のすべてにE反応を示したものは、23名中11名。学年との関係は9-4表に示す通りである。

9-4

	E	N
u	5	7
l	6	5

E反応を示した者はS_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_{12}, S_{13}, S_{16}, S_{21}, S_{22}, S_{23}である。

このうち、9-1(b)に対してもE反応を示した者は11名中3名。学年との関係は9-5表に示す通り である。

9-5

	E	N
u	3	2
l	0	6

E反応を示した者はS_{21}, S_{22}, S_{23}である。

No. 123

10、互いに矛盾する反応を示した者について

尚問1-1にE反応を示したにも~~かかわらず~~拘らず

問1-3、問2、問3、の少なくとも一つにN

反応をした者は、11名中7名。学年との関係

は10表に示す通りである。

10

	E	N
u	3	5
l	1	2

N反応を示したものは、S_9、S_{14}、S_{15}、S_{17}、S_{18}、S_{20}、S_{23}である。

以下に各被験者の結果を示す。

〈各被験者の結果〉

〔S_1〕S₁ O.Y. 7;9 2 F★

1-1 「― ― ― ― ―」

1-2(a) 「― ― ― ― ―」

1-2(b)

1-3 「すきまがある」

2から4 いずれも答えられない。「そんなこと先生教えてくれなかった」と

いう。

★ O.Y. などはイニシアル

次の数字は年令、例えば 7;9 は7才9ヶ月

次の数字は学年、例えば 2 は2年。

次のアルファベットは性別、男はM、女はF

No. 124

5 「つなげば長くなる」

6-1 「-----」

7. 「三角形の方が広い」

8 「-------」

9-1(a) 「-------」

9-2(a) 「まる」

〔S_2〕 A. S. 11;3 4 M

1-1 「出会う」

1-2(a) 「出来ない」

1-2(b)

1-3 「すきまが出来る」

2. 「同じへりから外へ出ることがある」

3. 「重ならない」

4-1(a) 「重ならない」

4-1(b) 「重ならない」

5. 「つなげば長くなる」

6-1 「-----」

7. 「三角形の方が広い」

8. 「-----」

9-1(a) 「三角」

東京教育大学

No. 125

9-1(b) 「底の方が長い」
9-2(a) 「まる」
9-2(b) 「長四角」
9-3 「三角」
[S_3] W.N. 10;10 4 F
1-1 「出会う」
1-2(a) 「出来ない」
1-2(b)
1-3 「細いすき間がある」
2. 「外へ出る。同じへりから出ることもある」
3 「重ならない」
4-1(a) 「重ならない」
4-1(b) 「重ならない」
5 「つなげば長くなる」
6-1 「-----」
7. 「三角の方が広い」
8. 「-----」
9-1(a) 「三角」
9-1(b) 「底の方が長い」

9-2(a) 「まる」

9-2(b) 「長四角」

9-3 「三角」

〔S4〕 S.F. 10;1 4 F

1-1 「出会う」

1-2(a) 「出来ない」

1-2(b)

1-3 「すきまがある」

2. 「外に出る」「(同じ辺から出ることがあるかについては)-----」

3. 「重ならない」

4-1(a) 「重ならない」

4-1(b) 「重ならない」

5 「長くなると思う」

6-1 「7cm」

7 「三角の方がひろい」

8 「-----」

9-1(a) 「三角」

9-1(b) 「-----」

9-2(a) 「まる」

No. 127

9-2(b) 「長四角」
9-3 「三角」
{S5} U.A. 10;4 4 F
1-1 「わからない」
1-2(a) 「わからない」
1-2(b)
1-3 「細いすきまがある」
2 「同じへりかさねることもある」
3 「重ならない」
4-1(a) 「重なる」
4-1(b) 「重ならない」
4-2(a) 「重なる」
4-2(b) 「折目が長い」
5 「長くなる」
6-1 「10 cm」
6-2 「----」
7 「三角の方が広い」
8 「----」
9-1(a) 「三角形」
9-1(b) 「----」

9-2(a) 「まる」

9-2(b) 「長四角」

9-3 「三角」

[S_6] K.K. 10;0 4 M

1-1 「出会わない？ 裏があるから出会うかな？ 出会う」

1-2(a) 「出来ない」

1-2(b) ・

1-3

2 「外へ出る。同じへりから出ることもある」

3 「重ならない」

4-1(a) 「重なる」

4-1(b) 「重ならない」

4-2(a) 「重なる」

4-2(b) 「斜の所が長い」

5 「つなげば長く出来る」

6-1 「10cm」

6-2 「19cm。1m短いんだから。」

7. 「三角形の方がひろい」

8.　「真四角。トンネルみたいだ。あ、椅子みたいな恰好になる。あ、さいころの形だ。さいころが出来る。」

9-2(a)　「三角形」

9-2(b)　「二等辺三角形で底辺が長い」

9-2(a)　「まる」

9-2(b)　「長四角」

9-3　「三角」

〔S7〕　O.K.　10;10　5　M

1-1　「ぶつかる」

1-2(a)　「のつかる」

1-2(b)　「四本ものっかる」

1-3　「すきまがある。少し小さいすきま」

2　「外へ出る。同じへりから出ない」

3.　「重なる」

以下解答なし。

〔S8〕　N.K.　13;9　6　F

1-1　「ぶつかる」

1-2(a)　「のつからない」

1-2(b)　「

No. 130

1-3	「すきまがある。案外大きい」
2	「外へ出る。同じ辺から出る」
3	「重なる」
4-1(a)	「重なる」
4-1(b)	「重ならない」
4-2(a)	「正方形なら重なる。三角形」
4-2(b)	「みんな同じ」
5	「長くなる」
6-1	「24 cm」
7.	「三角形が広い」
8.	「わからない」
9-1(a)	「三角形」
9-1(b)	「底が長い」
9-2(a)	「まる」
9-2(b)	「わからない」
9-3	「------」
(S_9)	O.H.　16;0　8　F
1-1	「ぶつからない」
1-2(a)	「のつからない」
1-2(b)	

No. 131

1-3	「わからない」
2	「外へ出る。同じへりから出ない」
3	「重ならない」
4-1(a)	「重ならない」
4-1(b)	「重ならない」
4-2(a)	「わからない」
4-2(b)	「わからない」
5.	「長くなる」
6-1	「14 cm」
7.	「三角が広い」
8.	「わからない」
9-1(a)	「わからない」
9-1(b)	「わからない」
9-2(a)	「わからない」
9-2(b)	「わからない」
9-3	「わからない」
〔S_{10}〕	F.E 15;8 8 F
1-1	「ぶつかる」
1-2(a)	「のっからない」
1-2(b)	

No. 132

1-3 「すきまがない」

2 「外へ出る。同じ辺からも出る」

3. 「重なる」

4-1(a) 「重なる」

4-1(b) 「重ならない」

4-2(a) 「正方形なら重なる。三角形が出来る」

4-2(b) 「折目が長くなる」

5. 「長くなる」

6-1 「10 cm（2倍になっているから）」

6-2 「10 m（高さの半分だから）」

7. 「三角が広い」

8 「分らない」

9-1(a) 「三角」

9-1(b) 「同じ（全部が正方形だから）」

9-2(a) 「まる」

9-2(b) 「まるの半分」

9-3 「わからない」

(5_{11}) H.Y. 11;11 5 M

1-1 「ぶつかる」

No. 133

1-2(a)	「うまくやればのっかる」
1-2(b)	「……」
1-3	「すきまない」
2	「外へ出る。同じへりから出る事はない」
3	「重ならない」
4-1(a)	「重なる」
4-1(b)	「重ならない」
4-2(a)	「正方形なら重なる。三角が出来る」
4-2(b)	「おなじ」
5	「長くなる」
6-1	「12 cm」
7	「三角形が大きい」
8	「わからない」
9-1(a)	「わからない」
9-1(b)	「……」
9-2(a)	「まる」
9-2(b)	「長四角」
9-3	「三角」

No. 134

{ S_{12} } S.E. 12;8 6 F

1-1 「ぶつかる」

1-2(a) 「のつかる」

1-2(b) 「4本ものつかる」

1-3 「すきまがない」

2. 「外へ出る。同じ辺からでない」

3. 「重なる」

4-1(a) 「重なる」

4-1(b) 「重ならない」

4-2(a) 「正方形は重なる」

4-2(b) 「同じ」

5. 「長くなる」

6-1 「10 cm。2倍になってるから」

6-2 「10 m。$\frac{1}{2}$倍だから」

7 「三角形が広い」

8 「わからない」

9-1(a) 「三角」

9-1(b) 「下が長い」

9-2(a) 「まる」

9-2(b) 「長方形」

No. 135

9-3 「三角」

〔F13〕 S.N. 13;6 7 F

1-1 「出会わないと思うけど？（口の中でつぶやく）」「ぶつかります」

1-2(a) 「出来る」

1-2(b) 「4本だったら出来ないかな」

1-3 「少しだけあく」

2 「外へ出る。同じへりから出ることはない」

3 「重なる」

4-1(a) 「重なる」

4-1(b) 「重ならない」

4-2(a) 「重なる」

4-2(b) 「折目が長い」

5. 「長くなる」

6-1 「－－－－」

7 「いくつかうえば同じだけれど？」「正方形の方が大きくみえる」「両方~~共~~とも同じ」

8. 「－－－－」

No. 136

9-1(a) 「三角形」

9-1(b) 「まん中の線(底辺)が長い」

9-2(a) 「まる」

9-2(b) 「長方形」

9-3 「三角形」

{S14} A.T 13;7 7 M

1-1 「ありません」

1-2(a) 「みてつなうつく」

1-2(b) 「よっつは合うない」

1-3 「(すきまが)出来ない」

2 「わかりません」

3 「わかんない」

4-1(a) 「重なる」

4-1(b) 「重ならない」

4-2(a) 「重なる」

4-2(b) 「折目が長い」

5 「長くなる」

6-1 「----」

7 「三角の方が広い」

8 「合うない」

9-1(a)　「分りません」

（前問より問題をとく意志が認められない。

非常にめんどうくさそう）

9-1(b)　「－－・－」

9-2(a)　「－－－－－」

9-2(b)　「－－－－」

9-3　「－－－－」

〔S15〕　F.H.　9;5　3　M

1-1　「ぶつからない。はなれてしまうから」

1-2(a)　「のっかる」

1-2(b)　「4本だとがたがたする」

1-3　「あまりが出来る。2cm位。もっとあるかな」

2　「外に出る。同じへりがでない」

3　「残りのへりは重ならない」

4-1(a)　「重なる」

4-1(b)　「重ならない」

4-2(a)　「正方形なら重なる。折った形は三角形が出来る。」

4-2(b)	「へりの長さはちがう。折った~~※~~所が長い」
5	「長くなる」
6-1	「14cm. 8+6だから」
7.	「三角が広い」
8.	「分らない」
9-1(a)	「三角」
9-1(b)	「へりの長さは同じ」
9-2(a)	「まる」
9-2(b)	「分らない」
9-3	「分らない」
[S_{16}]	A.R. 10;0 3 M
1-1	「ぶつからない」
1-2(a)	「のっからない」
1-2(b)	
1-3	「おきまない」
2	「外へ出る。同じへりから出ない」
3	「重なる。二つのへりが同じだから」
4-1(a)	「重なる」
4-1(b)	「重ならない」

No. 139

4-2(a)	「正方形なら重なる。三角形ができる」
4-2(b)	「折りまげたすじが長い」
5	「長くなる」
6-1	「わからない」
7	「同じ。同じものだから」
8	「分らない」
9-1(a)	「三角」
9-1(b)	「下の方が長い」
9-2(a)	「まる」
9-2(b)	「長四角」
9-3	「三角」
{S17}	S.T. 10;11 5 M
1-1	「ぶつからない」
1-2(a)	「三本のつかる」
1-2(b)	「四本でものつかる」
1-3	「すきまない」
2	「外へ出る．同じへりからは分らない」
3	「わからない」

No. 140

4-1(a)　「重なる」
4-1(b)　「重ならない」
4-2(a)　「へりの長さが同じだったら重なる。
　　　　三角形が出来る」
4-2(b)　「折りまげた筋が長い」
5　「長くなる」
6　「分らない」
7　「三角が広い」
8　「三角形」
9-1(a)　「三角」
9-1(b)　「同じ長さ。同じ形だから」
9-2(a)　「まる」
9-2(b)　「分らない」
9-3　「分らない」
〔S,18〕　M.Y.　12;4　6　F
1-1　「ぶつからない」
1-2(a)　「のつからない」
1-2(b)
1-3　「すきまない」
2　「外へ出る。同じへりからも出る」

3.　「重なる」
4-1(a)　「重なる」
4-1(b)　「重ならない」
4-2(a)　「正方形なら重なる。三角」
4-2(b)　「長さは同じ」
5　「長くなる」
6-1　「10cm。2倍にしたから」
6-2　「10m。半分だから」
7.　「同じ。むきをかえただけ」
8.　「箱。さいころ」
9-1(a)　「三角」
9-1(b)　「Fが長い」
9-2(a)　「まる」
9-2(b)　「-----」
9-3　「まっすぐ」
〔5 19〕　A.S.　12;7　6　F
1-1　「ぶつからない」
1-2(a)　「のっかる」
1-2(b)　「四本ものっかる」
1-3　「すきまない」

2.　「外へ出る。同じへりから出ない。」
3.　「重なる」
4-1(a)　「重なる」
4-1(b)　「重ならない」
4-2(a)　「正方形だと重なる。三角」
4-2(b)　「三角のへりの長さは同じ」
5.　「長くなる」
6-1　「10 cm」
6-2　「－－－－－」
7　「三角が広い」
8.　「長方形」
9-1(a)　「三角」
9-1(b)　「へりの長さは同じ」
9-2(a)　「まる」
9-2(b)　「半径」
9-3　「三角」
〔S20〕　E.K.　15;1　8　M
1-1　「ぶつからない」
1-2(a)　「のっかる」
1-2(b)　「4本だと1本のらない」

No. 143

1-3 「2cm すきまがある。」
2. 「外へ出る。同じ辺から出ることもある」
3 「重ならない」
4-1(a) 「重なる」
4-1(b) 「重ならない」
4-2(a) 「正方形は重なる。(三角になるのが分らない)」
5. 「長くなる」
6-1 「分らない」
7 「正方形が広い」
8. 以下分らない.

{S_{21}} I. Y. 13;3 7 M
1-1 「出会わない」
1-2(a) 「のる」
1-2(b) 「のらない」
1-3 「すかない」
2 「外へ出る事がある。同じ辺から出ることはない」
3. 「重ならない」「いいえ、重なりま

No. 144

す」

4-1(a)　「重なる」

4-1(b)　「重ならない」

4-2(a)　「重なる。三角形が出来る」

4-2(b)　「底辺が長い」

5.　「長くなる」

6-1　「7cm. 9.5cm」

7　「同じ。同じ定規だから」

8　「-----」

9-1(a)　「正三角形。みんな同じ正方形だから（各面が同じ正方形の意）」

9-1(b)

9-2(a)　「まる」

9-2(b)　「長方形」

9-3　「三角形」

[S22]　S.Y.　16;6　9　M

1-2　「どうしようかな？　ぶつからないだろう」

1-2(a)　「のらない」

1-2(b)

No. 145

1-3	「おきま、ない」
2	「外へ出る」
3	「重なる」
4-1(a)	「重なる」
4-1(b)	「重ならない」
4-2(a)	「正方形なら重なる。三角が出来る」
4-2(b)	「へりの長さ、同じ」
5	「長くなる」
6-1	「10 cm」
6-2	「10 m. ½だから」
7.	「等しい。同じものをどう並べても変らない」
8	「立方体。前から知っている」
9-1(a)	「三角」
9-1(b)	「へりの長さ同じ。正方形だから」
9-2(a)	「まる」
9-2(b)	「長方形」
9-3	「三角」
{S_{23}}	E. K. 17;2 9 M
~~2-1~~ 1-1	「絶対にぶつからない」

No. 146

1-2(a)	「のつかうない」
1-2(b)	
1-3	「すきま、ない」
2	「外へ出る。同じ辺から出る」
3	「重なる」
4-1(a)	「重なる」
4-1(b)	「重ならない」
4-2(a)	「重なる。三角形が出来る」
4-2(b)	「同じ」
5	「長くなる」
6-1	「10cm、倍になったから」
6-2	「10m、半分にした」
7	「三角形が大きいと始めは考えた結果、同じであると分った。同じものを使ったから面積は変化しない」
8.	「立方体。前に知っている」
9-1(a)	「三角形」
9-1(b)	「底辺が一番長いと感じたが、実際は同じ」
9-2(a)	「まる」

No. 147

9-2 (b)　「長方形」

9-3　「三角」

第八章　実験Ⅰからの結論

本章では、実験Ⅰの結果より如何なる事が知られるかを考えることにしよう。

先ず明らかになったことは、実験Ⅰに用いられた問題は、盲児にとって容易なものもあり、又、かなり~~むつ~~難かしいものもあったが、それにもかかわらず、どの問をとってみても全く不可能だというものは一題もなかったということである。この事は「先天盲も自然状態に於て、ある~~てい~~程度のユークリッド的な空間表象を持つことが出来る」という予想を裏付けるに足る結果である。例えば、問4-1、4-2、の長方形や正方形の性質に関する問題に対して、「長方形はその対辺の中点を結ぶ直線で折返せば、完全に重ね合わせる事が出来るが、対角線で折返したのでは重ね合わせる事が出来ない。然し、これが正方形の場合には、対角線で折った時も重ね合わせる事が出来る。又、正方形を対角線で折った時に出来る三角形の斜辺は、他の二辺よりも長い」と

答えている者が、23名中10名ある*。又、問9-2の立方体の切り口に関する問に対して、それが「正三角形になる」と答えている者が、23名中7名ある。しかもこれらの被験者は、「(各面が)同じ正方形だから」とその理由をのべている。

数はずっと少なくなるが、問6-1と6-2の相似の三角形の辺の長さを求める問題や、地面に直立した、高さの判っている棒の影の長さを知って、与えられた高さの木の影の長さを求める問題を解いた者が、5名、問8の立方体の展開図をみて、これから組み立て得る立方体の形を「さいころの様な箱」と答えた者が4名、内1名は小学部四年、別の1名は小学部六年の盲児である。更に問7の、同じ三角定規を用いて作られる二つの図形の内部の広さが互いに等しい事に気付いた被験者が6名ある。これらの被験者も又、その理由を「同じ形をどう並べ変えても広さは変らない」の様に、説明することが出来た。

*前章、問4について参照。

その他、問I-1の「一度交わった直線はもう一度交わる事があるか」という問に対して、「出会わない」とか「ぶつからない」と答えた者が23名中11名ある。問I-3の「まっすぐな棒を平らな板の上に置いたら、板と棒の間に隙間が出来るか」という問に対して、「出来ない」と答えている者が11名、問2のパッシュの公理に関係する問に対しても、「外に出る。同じへりから出る事はない」と答えた者が23名中11名。問3の「三角形の二つの辺が他の三角形の二つの辺に全く重なった時、残りの辺が重なるか」という問に対して、「重なる」と答えた者が11名あった。なお、問I-2の(a)(b)に対して、「棒が三本なら板をのせる事が出来るが、四本なら出来ない」と答えた者は、4名であった。

こゝに表われた数は、普通ならば決して満足すべき数ではない。しかし、空間の性質について一度も指導を受けた事のない先天性盲児の答である事を考慮すれば、この数はむしろ

盲児に対する空間の性質の指導が、十分可能な事を物語るものと考える事が出来よう。

　次に実験1の結果から知られることは、今のべて来た事柄に反して、先天性盲児の中には、非ユークリッド的な空間表象を持つ者がかなり多く見られる事である。例えば、「相交わる二直線がもう一度他の点に於て交わることがある」かの様に直線を考えたり、「まっすぐな棒を平らな板の上にのせた時、その間にかなりの隙間が出来る」かの様に、「まっすぐ」とか「平ら」という言葉を理解している盲児がある*。こうした反応が表われる原因は俄かに断定する事は出来ない。大部分の盲児は、この様に非ユークリッド的な反応を示した者でも、「まっすぐな線はどこにあるか」という問に対して、「机のへり」とか「敷居」とか「柱」とか答えているので、Siemsen が明らかにした様に、「触運動的な直線は客観的な直線に対応せず、『まっすぐな線』として与えられた客観的な直線に対し

* 前章、問1—1、1—3、2、3、参照。

て、盲児が曲率を感じる」ためかもしれない。~~尤も~~もっとも、あまりに自明な事を問うた為に、却って被験者を混乱させたのではないかという見方も、出来ない事はないが★、それにしても、問5の「長い棒と短い棒がある時、短い棒をつぎ足してゆけば長い棒より長くする事が出来るか」という問に対しては、「出来ない」と答えた者は一名もなく、22名は「出来る」とか「長くなる」と答えている事を見れば、問1-1や問1-3、問2、問3等は、問5程には自信をもって答えられない問題であった事はたしかである。しかも、この様に非ユークリッド的な空間表象も、学年が進むにつれて次第に減少する傾向にあると考える事が出来る。即ち、前章1-1表と1-3表は、危険率5～7%をもって、反応の型と学年との関係の独立性を棄却出来、又3表は危険率1%以下で、反応の型と学年との関係の独立性を棄却する事が出来る★★。これによって見れば、この様に非ユークリッド的な空間表象も、年令が

★ 前章 S6. K.K. の資料参照。

★★ 独立性の検定は組合わせによって行った。

進むにつれて次第にユークリッド的なものに変り得るものと思う。

勿論前章に掲げた表の中で、反応の型と学年との独立性を棄却出来ないものは多数あるが、これらは、問題が育児にとって易し過ぎるか、或いは難かし過ぎるかのいずれかであって、前者にあっては、ここに示した学年の二つの分類に関係しない為と思われ、後者にあっては、単なる学年の他にもっと他の因子、恐らくは知能が、より大きく問題解決に作用する為と考えるべきであろう。又、選ばれた標本が少数である事も、この結果に影響するものと思う。こゝで一応、危険率10%以下で反応の型と学年との関係の独立性を棄却出来るものを挙げれば、7表と10-2表である。なお6-2表は危険率$\frac{6}{56}$%で、反応の型と学年との関係の独立性を棄却出来る事を、つけ加えておく。

第三に明らかになった事は、被験者の中には互いに矛盾する反応を示す者がある事であ

る。例えば S_{23}、E. K. の様に、相交わる二直線は一つより多くの点を共有しない事を主張しておきながら、問2に対しては、三角形の内部に入って来た直線が、今入って来たへりと「同じへりから外にある事がある」というように答えている者が、11名中7名もある*。

この様に互いに矛盾した答をする事は、これらの被験者が十分論理的に物事を考える態度に欠けている為と思われるので、単に空間の性質の指導のみならず、盲児に対する数学教育の一つの問題点として考えねばならぬ事であろう。最後に、直接計量的な事柄に答えなくてもよい様な問題、例えば問4-1、4-2(a)9-1(a)、9-2、9-3、に対しては、思ったより良い成績を示している事を考えておこう。

これは恐らく、経験の範囲にある事柄である為か、或いは立体の切り口の場合ならばその切り口に当たる所を触運動的に観察し、指の運動が三角形や円や長方形のふちにそって動いた時と同様の感覚をもたらす事から、直ちにこう

* 前章 10-3 表参照

No. 135

した解答が得られるものと思われる。結局、盲児の空間表象は、距離の入らぬ位相空間の様なもので、距離空間としての性質が確立されていない、と云うことが出来よう。従って盲児の空間表象に対して距離を入れる事が、彼等に対する空間の性質の指導に於て、最も重要な課題となる。この際、盲児にとって、アルキメデスの公理がごく自然なものとして受け入れられている事が、極めて好都合な事であろう。

以上をまとめると次の様になる。

1. 盲児にとって決してたやすい事ではないにしても、ユークリッド的な空間表象を持つ事は、不可能ではない。自然状態でも、ある程度のユークリッド的な空間表象をもっている者もある。

2. 盲児の中には、非ユークリッド的な空間表象をもっている者を、かなり見出すことが出来る。これらは年令が進むに従って、或る程度ユークリッド的なものに変

り得る。従って、この変化を助ける様な指導が必要である。

3. 盲児の空間に関する知識には矛盾を含んでいる。従って、矛盾する知識の両立を許さない論理的な態度を伸ばすような、指導をしなければならない。

4. 盲児は、距離に関係しない位相的な問題は、比較的容易にこれを解く事が出来るので、彼等の空間表象に距離を入れることが、指導の大きな問題点である。

これらが、実験Ⅰから導かれる結論である。