

三次元空間の認知

経営工学科 窪 木 安 久

Recognition of Three-Dimensional space

Yasuhisa KUBOKI

はじめに

知能及び職業適性の構成因子に空間的知覚因子の存在は識者の等しく承認するところであり、能力測定用心理テストに於てあまねく課題として集録していることは衆知の事実である。

空間知覚の課題がいか様なプロセスをもって解明されるか、解明が単なる〈目のつけどころがちがう〉の言葉通り視覚刺激情報としての図形把握にあたり文字通り視覚的認知の鋭さをさすよりも、むしろ〈勘どころをとらえた処理〉〈推理思考の適正〉という判断力の鋭さ、優秀さを意味すると解するのが一般的であろうが、判断のベースとしての刺激情報の認知把握の方法にもかかわることも無視出来ない事実であり、この点より知的能力差が情報把握に如何なる影響をもたらしているかを視覚情報の入手の段階で発生する眼球運動の軌跡を通じその格差発生形態の解明をはかろうとする。

目的

知的能力差が三次元空間知覚判断における眼球運動に及ぼす影響を眼球運動軌跡を通じて把握し能力差基点の類型化の糸口をつかむ。

方法

刺激情報が視覚中枢から眼球運動中枢に伝わり対象物の像を中心窩に結ぶように眼球運動の命令が発せられるとするこの眼球運動の特性を検出し記録する装置としてのアイカメラを用いて知的能力に差を持つ二群を対象として General Aptitude Test Battery の Intelligence と Spacial Aptitude の下位検査である空間判断力検査（立体図判断検査）を作業制限法により測定し目的解明にあたる。

被験者集団については1978年4～5月にわたり教科実習としてクライテリオンテストの部として知能、性格、職業適性、興味テスト等6種のテストを実施しており

のうちに文化無縁検査の範ちゆうに入る知能検査としての Cattell Culture Free Intelligence Test でIQの測定評価、General Aptitude Test Battery で職業適性能力が測定評定済みであり、IQとG性能 (Intelligence) との相関値が0.67 (5%水準有意)であったことよりIQ又はG性能いずれを基準としても知的能力上群と下群との区分が可能であった。

然し本実験に際して被験者本人には前述6種のテスト結果の全てが知らされていないので白紙の状態での臨んだという前提に立った。

実験

実験期間

1978年10月上旬～11月下旬 毎水曜日午後

実験場所

注視点測定室

実験装置

ナックアイマークレコーダ及び時間表示付のVTRを使いデータの記録をなした。(図1参照)

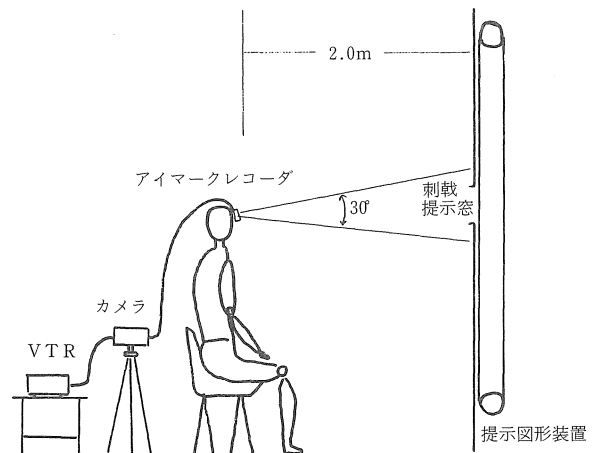


図1

視覚刺戟図を白紙（200mm×800mm）に表示し、室内照度を1000Xに保持した。

1 刺戟図に対する回答が出る間、課題の提示がなされる。提示と回答の間が課題解決時間として計測する。提示用刺戟図は、ペーパーテスト用問題が7倍に拡大されたもので図2に見るように一枚の展開された図を折り曲げたり、丸めたりすることによってできる立体を右の4つの図形の中から判別して口答で回答することが求められる。（図2参照）被験者は刺戟提示スクリーン前方2Mの位置におかれた椅子に着席し、アイマークレコーダ装着前に提示用と同一サイズの練習問題を一問試行し、テスト実施要領を理解した上でアイマークレコーダを装着しテストを開始した。

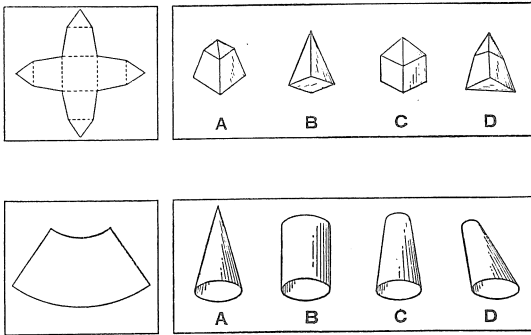


図 2

被 験 者

産業心理学実験実習を履修する49名の学生のうち裸眼視力 0.7以上で眼鏡を使用しない者とし、その中よりさらに先きに実施したテストで IQ 119 以上 G性能130以上の者6名を知的要因上群とし、IQ 111以下でG性能 119以下の6名を知的要因下群とした。

12名の被験者の IQ 段階区分別人員、知的能力（G性能）、空間知覚能力（S性能）段階区分別人員は表1の通りである。

抽出された12名について IQ と G性能の相関値は0.98（5%水準有意な相関）であり、IQ と S性能との相関値は0.57である。

表 1

IQ				知的能力 (G性能)				空間知覚能力 (S性能)			
段階	120	110	100	段階	132	116	100	段階	132	116	100
1	121	111	101	1	133	117	101	1	133	117	101
人員	2	7	2	1	5	2	4	1	4	2	3

データ整理基準

刺戟展開図に対する立体形への思考探索、対照合に伴う眼球運動の遊飛距離、跳躍回数、注視密度、注視頻度、課題解決に到る総時間、解答の適正度等が考察の対象となるがVTRの記録性から一部の制約はまぬがれ得なかった。

イ) 課題解決に要した総所要時間計測はビデオタイマー及びデジタルタイマーにより問題毎に提示から回答までの時間を10間分を累積して計上した。

ロ) 遊飛距離、眼球運動の軌跡長はセンサにより X軸 Y軸上にプロットし距離を計測し累積計を課題解決に要した遊飛軌跡長（以下軌跡長と略記）とした。

ハ) 跳躍回数、遊飛起点-1で算出した。

ニ) 注視頻度、遊飛起点数で計測した。

ホ) 注視密度、下記で算出した。

$$\frac{\text{正解該当図注視回数}}{\frac{\text{総注視回数}}{\text{要回答総時間}}} = \text{注視密度}$$

ヘ) 回答の正誤判定は解答 key によって採点をした。

結果と考察

1. 被験者の能力差

IQを基準として上下群間における能力差の有意性について検定したところ CR = 3.728で有意水準 2%以下で有意。G性能を基準として上下群間における能力差の有意性を検定したところ CR = 5.171で有意水準 2%以下で有意。S性能を基準として上下群間の能力差の有意性を検定したところ CR = 9.397で有意水準 2%以下でいづれも上下群間で平均差の有意性を認めうる。

正誤回答、要解答時間、眼球運動軌跡長分布は表2、図3に示す通りである。

表 2

(イ) 正誤答					(ロ) 要解答時間 (秒)				
正	10	9	8	7	時間区分	30	40	50	60
答	10	10	10	10	29	39	49	59	
人員	4	2	3	3	人員	1	4	2	4

(ロ) 眼球運動総軌跡長 (単位:mm) (ニ) 時間あたり距離 (L/T, mm)

軌跡長	32000	37000	42000	47000	52000	距離	701	851	1001	1151	1301
31999	36999	41999	46999	51999		700	850	1000	1150	1300	
人員	1	2	4	2	2	人員	1	2	5	2	1

2. 眼球運動軌跡長について

課題解決のために刺戟情報の認知・把握と思考判断の結果として回答がなされる間に経過時間と眼球運動が介在し、その様態が記録として眼球運動起点と運動軌跡が把握出来る。軌跡と知的要因との関係を見ると眼球運動総軌跡長とIQとの相関値 $r=0.330$, 知的能力 (G性能) との相関値 $r=0.206$ であり, G性能と0.839と言う高い相関値を持つS性能 (空間判断力) との相関値 $r=0.315$ であり, これらのことからIQ, G性能, S性能によって測定された知的要因と三次元空間知覚能力検出のための立体図形判断検査における眼球運動軌跡長の間について見るかぎり無相関の関係である, 但し r の有意性については5%以下で有意ではない。

被験者の眼球運動軌跡長の平均値 $\pm 1/2$ SD を限界として軌跡長の短い群を上位群, 長い群を下位群として上下群間における軌跡長の平均差の有意性を見ると上群の $\bar{X}=34240$ $SD=2406$ で $t_0=5.12 > 4.304$ で5%の水準で両者間の軌跡長の平均差が見られるがこの場合に於て上下群間の知的能力 (G性能) 差の検定に於て $t_0=0.900 < 4.304$ IQ で $t_0=1.543 < 4.304$ でありいずれも被験者の上下群間に有意差を見ることが出来ずこのことよりも総軌跡長に関するかぎり知的要因の介在の度合いが少ないものと考えられる。さらにIQ値を基準としてIQ=119以上を上群としてその他を下群として上下群間における眼球運動軌跡長の平均差の有意性にかかわる人員構成比を見ると $df=1$ $X^2=0.342$ で知的要因を主体として上下群間で差を認められない。

知的能力 (G性能) を基準として見るに130以上を上群とし他を下群として人員構成比で見ると $df=1$ $X^2=0.010$ であり軌跡長平均差の有意性に知的能力の介在度は少ないものと考えられる。

軌跡長平均 $\pm 1/2$ SD における該当被験者群の知的要因を見ると上群とした軌跡長の短い群のIQ $\bar{X}=120$ $SD=2.0$ であり, 下群とした軌跡長の長い群の $\bar{X}=110$ $SD=9$ であり見かけは上群が知的能力に秀れている様に見えるが $t_0=1.543$ で5%水準で有意とは言えない。

同様にG性能について上群の $\bar{X}=146$ $SD=14.4$ 下群の $\bar{X}=128$ $SD=25.6$ で軌跡長の短いグループが知的能力が秀れている様に感ずるが $t_0=0.90$ で5%水準では有意性を認められぬ。これらのことからして眼球運動軌跡長は次に述べる解答所要時間との関連及び正誤答の正誤性にかかわって決論づけられる性質のものと考えられる。

3. 課題解決時間について

刺戟情報としての展開図を認知し形態を把握して思考判断をめぐらして立体形に構成して判断回答がなされる

その課題解決に要する時間分布については表2(4)に示した通りであり10問の解答所要時間の $\bar{X}=45.9$ 秒 $SD=11.36$ である。回答所要時間と知的能力G性能との相関値 $r=0.325$ で両者間に低い相関関係が認められるが r の有意性の検定で5%では有意でない。前述したG性能と軌跡長との相関値 $r=0.206$ であった関係上後述の時間あたり距離 (軌跡長) との相関値 $r=0.198$ で相関の関連を認め得ない, r の有意性は5%では有意でない。

テスト方法が作業制限法に従ったので解答所要時間の平均 $\pm 1/2$ SD 以上の該当者を下群 (所要時間を多く要した者) とし, 平均 $-1/2$ SD 以上の該当者を上群 (所要時間が短い者) とし上下群間における平均時間の有意性を見たところ $t_0=8.13 > t=2.776$ で5%の有意水準で上群の所要時間の短かいことが主張出来る, この所要時間の短かさに知的要因の介在の度合を見るにG性能について $CR=1.59$ で有意差を認め得ない。

IQを基準にとると上下群間の課題解決に要する平均時間差は $CR=2.77$ であり5%の有意水準で認め得る。

IQと課題解決時間との相関値 $r=0.477$ でかなり高い相関がある, IQと時間あたり距離 (軌跡長) との間の相関値 $r=0.318$ で低い相関関係を認めうる, 相関係数の有意性は5%水準で有意な相関があると言える。

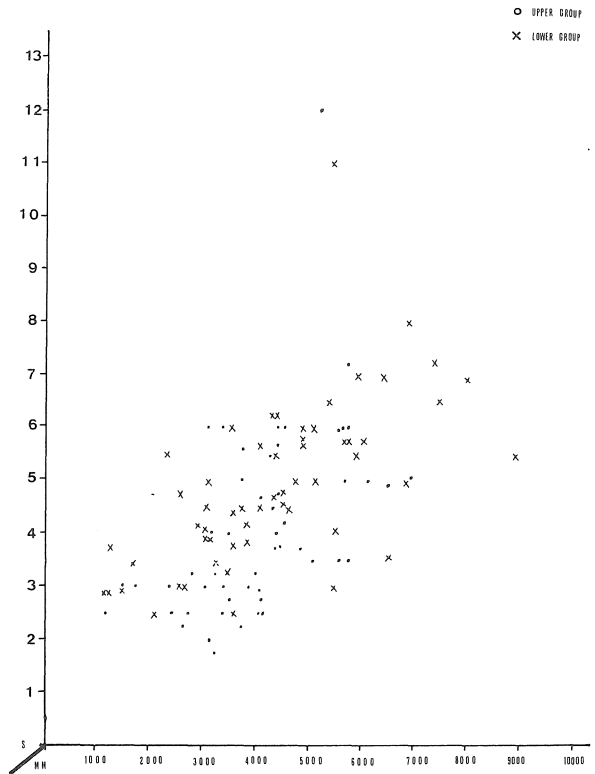


図3 上下群別問題別時間軌跡長図

IQの高い者はIQ値の低い者に比し課題解決に要する所要時間が短いことが5%の有意水準で言える、即ちIQ上群のIQ値 $\bar{X}=123.2$ SD=4.71 IQ下群のIQ値 $\bar{X}=106.0$ SD=12.9である、課題解決に当たり上群の課題解決時間 $\bar{X}=34.6$ SD=4.222 下群の課題解決時間 $\bar{X}=57.3$ SD=3.653 $t_0=8.13 > t=2.776$ で5%水準で上下群間の平均差の有意性を認めうる。必然的に次に述べる時間あたり距離に於ても上群の $\bar{X}=786$ SD=64 下群の $\bar{X}=1201$ SD=103 で上下群間の平均値の差に $t_0=5.12$ で5%水準で有意性を認めうる。

4. 時間あたり距離軌跡長について

時間あたり距離軌跡長は課題解決に要した時間を分母とし分子を課題解決に要した軌跡長とすることによって算出され、その意味するところは回答に取りくんだプロセスの一端を示す、即ち時間をかけ刺戟図形と展開図形を一对比較的な対比により回答を導き出したか、あるいは刺戟図形を認知し展開図形と対比するまでもなく平面展開図形に立体空間判断を加えて思考し、結果として直観的判断の型で立体図形の構成のもとで回答を案出していることである。このことが時間あたり軌跡の長短として現われている。被験者全体の時間あたり距離（軌跡長）の $\bar{X}=940.7$ mm SD=179.6であって平均値 $+1/2$ SD以上の者を上群とし、平均値 $-1/2$ SD以下の者を下群とし時間あたり距離、それに介在する知的要因の平均差の有意性を見ると時間あたり軌跡長は5%水準で平均差に有意性が見られるが知的要因のG性能では見かけの平均差はあるが $t_0=1.228 < t=3.904$, IQ値では $t_0=1.515 < t=3.317$ でいずれも5%水準では有意とは言えない。G性能と時間あたり軌跡長との相関値 $r=0.198$ で相関関係が見られない。

IQと時間あたり軌跡長との相関値 $r=0.318$ で低い相関関係であるが、相関係数の有意性5%水準で有意な相関があるといえる。

5. 跳躍回数

跳躍回数は遊飛起点-1によって算出され、平面の展開図で示された刺戟図形を立体図形へ転換判断するためのプロセスを示す手がかりで刺戟図形と解答用立体図形の対比のための眼球の横運動、及び回答該当図形自体の内部における上下の眼球縦運動あるいは斜行運動における軌跡長の基点と解するのが妥当であろう。

課題解決のための跳躍回数に知的要因の介在の割合を見るとIQと跳躍回数の相関値 $r=-0.51$ で負の相関関係でかなり高い相関関係にあるが r の有意性で $t=1.875$ で有意な相関とは言えない。

IQを基準としIQ値119以上の該当者を上群とし、その他を下群として跳躍回数の平均差の有意性を見ると上群の $\bar{X}=68.5$ SD=14.35 下群の $\bar{X}=73.5$ SD=12.6で上群は下群に比し一見したところ跳躍回数が少ないが平均差の有意性検定に於て5%水準では両者間の平均差の有意性を認め得ない。このことは跳躍回数に知的要因の介在の割合が少ないことと理解して良い。即ち視覚的認知判断のため試誤錯誤的な比較判断を少なくして思考的判断が回答生起のプロセスの中にあると言える。

跳躍回数は単なる情報把握の手段として中枢指令からの反応活動の現れであり判断機能に直接的介在が少ないものと言わねばならない。

6. 正誤答発生要因

解決課題としての提示刺戟図形10問に対し完全回答（正解）は被験者の33%にあたる4名にすぎず誤答発生要因は眼球運動の軌跡及び回答所要時間よりみて提示図形の視覚的対比による判断よりも〈軌跡長の長さより推定〉直観的思考の短絡判断〈注視、跳躍回数、時間あたり軌跡長の短かさより推定〉の割合の高いことが主因と考えられる。

完全回答者を上群とし不完全回答者を下群として上下群間の軌跡長についてみると上群の $\bar{X}=44725$ SD=8222, 下群の $\bar{X}=38805$ SD=4622, $t_0=1.121 < 3.10$ で上下群間の平均差に有意性は見られず、一方時間あたり距離について上群の $\bar{X}=1201$ SD=103 下群 $\bar{X}=786$ SD=64, $t_0=5.12$ で上下群間の平均差に5%水準で有意差を認めうる。

エラー発生要因は知的要因により左右されないと言うことは断定出来ないが、《知的能力（G性能）上群の $\bar{X}=140$ SD=25.98 下群 $\bar{X}=112$ SD=23.68 $t_0=0.189 < t=2.97$, IQを基準にとり検討するとIQ上群 $\bar{X}=124$ SD=5.68 下群 $\bar{X}=107$ SD=18.22 $t_0=0.116 < 2.95$ いずれも5%水準で上下群間の平均差の有意性を認め得ない》、時間あたり距離が短いなどの実証からして直観的に刺戟情報の把握をなし理論的思考を求めらるまでもなく判断を下し思考的推理判断に缺けることに誤答発生要因の特色を見出し得よう。

7. 単純・複雑形態の展開図刺戟における眼球運動と注視密度

刺戟用展開図が単純であれば当然の結果として立体形も単純であり複雑な展開図であれば立体形も複雑な形態をなすことは言をまたないところである。一般的に時間制限法によって構成されている知能や適性等の標準テストは原則的にテスト課題構成の試行実験の統計データを

基準として問題の配列順位を難易度順とすることを立前としている。空間視判断検査もこの原則に従った、本実験に於て難易度順の立前から問2、問3は難易度順2と3に位置する単純展開図であり問9は順位9に位置する複雑展開図であって、この3種の展開図における注視密度を考察し、注視密度に介在する知的要因の介在度を見るとIQ値を基準として問2について上下群間の平均値の有意性を見ると $CR = 1.509$, 問3について $CR = 0.863$ 問9について $CR = 1.450$ であって、いずれも5%水準で有意な差を認め得ない。

例示的に能力差のある二人の対比に於て注視密度を見ると単純展開図(図4参照)に見る如くIQ値111でG性能155の者は解答は正解であり、眼球運動の軌跡長は全被験者の平均値に近く、解答所要時間は平均より1SD早く、時間あたり距離は1463で平均よりやや短い。跳躍点は10であり課題解決の注視点角度を角度に主体をおく思考判断の傾向を示す。

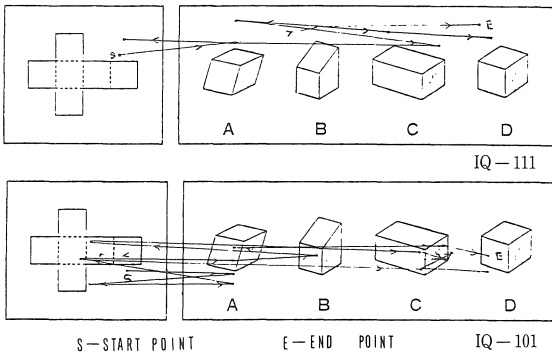


図4

一方IQ101でG性能111の者は解答は正解であるが眼球運動の軌跡長は平均より+3SD長く、解答所要時間も平均より+3SD多く要している。時間あたり距離は1141でIQの高い者より短い。跳躍点は17でIQ111の前者の0.6倍多い。注視密度においてIQの高い前者は0.120, 低い後者は0.036前者は後者の3.3倍の密度であり両者間に密度の差が明らかに存在する。

図5は図4より統計上は2%むづかしい問題であるが一見したところ図4より三次元空間視が少なく易しく見える単純展開図であるが、この課題に対する知的要因の介在度を見るとIQ値120でG性能155の者の回答は正解であり眼球運動の軌跡長は3578, 被験者全体の平均より1/2短かく、解答所要時間は2.8秒で平均より2SD早い、時間あたり距離は1277, 跳躍点は9である。(図5参照)

一方IQ値113でG性能115の者の回答は正解であって軌跡長4490で平均より1/2SD長い、解答所要時間は6

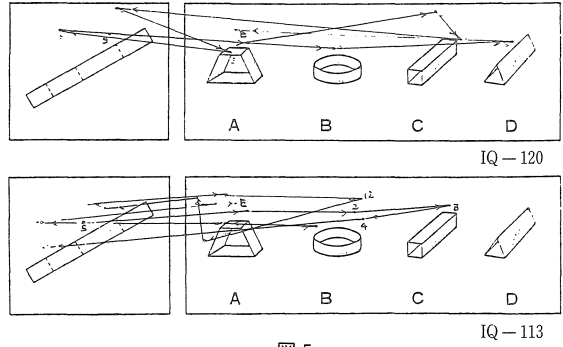


図5

秒で平均より1SD多く要しているが時間あたり距離は748で前者よりみじかい。跳躍点16で前者の約2倍近くである。注視密度に於て前者は0.142後者は0.088でIQ値の高い者は低い者の1.6倍の密度であり両者間の密度間の差を認めうる。

複雑課題図形としての図6に於てIQ値120の者の回答は正解であり軌跡長に於て被験者全員の平均4798より1/2SD少ない、回答所要時間の平均4.85秒より2SD少ない1.7秒であり極めて早い回答をなしている。時間あたり距離は1904, 跳躍点は8である。(図6参照)

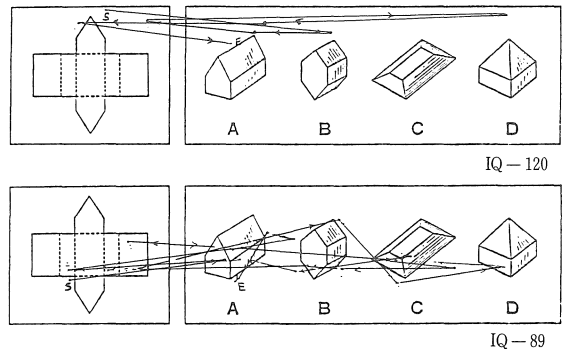


図6

一方IQ値89の被験者は回答は誤答、軌跡長は平均より+2SDと長く、解答所要時間は平均より1SD多く要しているが時間あたり距離は1199でIQ値120の前者の1/3程度である、跳躍点は19, 前者の約2倍であって刺戟展開図と解答用立体図形との間に一対比較的な往復運動があり又試行錯誤の様態が見られる。展開図から三次元空間の構成一立体形態への変転にあたり形態把握にこだわりすぎ解決のkey pointとなる角度への視点配置よりも平面形態にとらわれすぎて結果として跳躍点、軌跡長、解答所要時間にIQ値の高い者より多くのものをついやしている。

然も眼球運動の軌跡の終点は正解の立体図に位置しながらも口答回答は誤答をなしている。注視密度において

全被験者の平均値 0.114 $SD=0.088$ であるに対し IQ 値の高い前者は 0.367 後者は 0.028 で13倍もの密度差が両者間に存在する。

事例解説のため引用した知的能力差のある二人の対比を以って一般的傾向と論ずることは出来ないが単純図形、複雑図形を通じて IQ 値の高い者に見られる共通点は、回答はいつでも正解で眼球運動の軌跡長は平均なみ又は $\frac{1}{2}$ SD 程度短かく、回答所要時間は平均より 1 SD ~ 2 SD 早く、跳躍回数も IQ 値の低い者の $\frac{1}{2}$ である。IQ 値の低い者は眼球運動軌跡長はいつれの図形に於ても平均より $\frac{1}{2}$ SD ~ 3 SD 長く、時間も 1 SD 以上多く要し、跳躍回数は約 2 倍、但し時間あたり距離は前者に比しいづれも短いことに特色を示す。注視密度に於ても知的能力の低い者は前者より注視密度が低いこともその特徴の一つである。

8. 眼球運動の横運動と縦運動

展開刺戟図と解答用立体図は横一列に配列されているから当然眼球運動は一対比較、選択比較をとわず横運動が主体であることは言をまたないが解答用立体図が単純立体でない場合には立体図自体の解答の key point となる部分については該当図内部に於て眼球の縦運動が見られる。横運動としての水平、斜行運動、上下運動としての縦運動に知的要因の介入度を事例的に見ると図7は IQ 120 G 性能155の者と IQ 113 G 性能115の者における眼球運動の軌跡を示すものである。

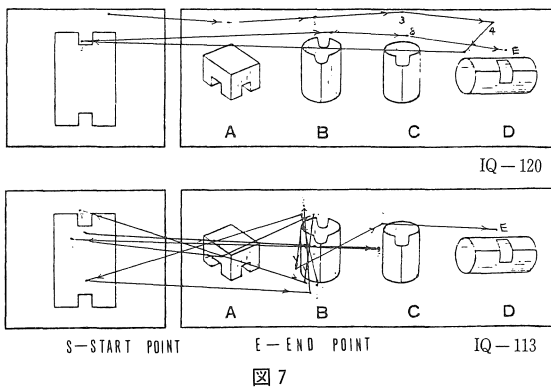


図 7

両者とも回答は正解で軌跡長（縦，斜，横の全て）では前者は3742，後者は4216，被験者全員の平均が4006であるので ± 1 SD の長短差が見られ，所要時間に於て前者は 3.1秒，後者は 5.5秒，全被験者の平均が 4.2秒であるから ± 1 SD の差を示す。注視密度に於て平均 0.104 $SD=0.048$ 前者は 0.161 ，後者は 0.034 で 4 倍の密度差を認めうる。時間あたり距離は前者1207，後者 766，跳躍回数前者 9，後者16である。眼球運動における縦運動

は知的要因の高い者にはあまり見られないが，低い者に一対比較の横運動に加えて解答課題図の key point となる部分について集中的に見られ直観的判断よりも選択・思考判断のプロセスとして縦運動の介入を認めうる。

考 察

三次元空間知覚判断における眼球運動の軌跡を通じて軌跡形成に介入する知的要因を IQ を基準として見て，軌跡長と IQ との相関値 $r=0.330$ ， $t=0.575$ ，軌跡長を生じさせ回答をなすに要した時間と IQ との相関値 $r=0.477$ ， $t=1.630$ ，時間あたり距離（軌跡長）と IQ との相関値 $r=0.318$ ， $t=2.741$ （5%で有意な相関関係）跳躍回数と IQ との相関 $r=-0.51$ ， $t=1.375$ で一方 G 性能を基準としてみると軌跡長と G 性能との相関係数 $r=0.206$ ， $t=0.269$ ，回答所要時間と G 性能との相関係数 $r=0.325$ ， $t=1.708$ 時間あたり距離との相関係数 $r=0.198$ ， $t=0.668$ である。

知覚判断における軌跡長については軌跡長平均値 ± 1 SD の人員構成を見ると $+\frac{1}{2}$ SD 以上の者 IQ の平均値 120 $SD=2.0$ $-\frac{1}{2}$ SD 以下の者の IQ の平均値 110 $SD=9$ であり見かけの平均値は軌跡長の短い群の IQ は高く見えるが $CR=1.87$ で両者間に有意な差は見られない。

回答所要時間の長い群（ $+\frac{1}{2}$ SD 以上）の IQ の $\bar{X}=106$ ， $SD=12.9$ ，短い群（ $-\frac{1}{2}$ SD 以上）の IQ の $\bar{X}=123.2$ $SD=4.71$ $CR=2.777$ であり両者間に IQ 値の格差の介入を 5%水準で主張出来る。

時間あたり距離（軌跡長）に介入する知的要因を見るに $\bar{X} \pm 1$ SD における構成員の IQ 差を見ると $+\frac{1}{2}$ SD 以上の群の IQ $\bar{X}=124$ $SD=5.68$ ， $-\frac{1}{2}$ SD 以下の群の IQ $\bar{X}=107$ ， $SD=18.22$ ， $t_0=1.515$ で 5%水準では両者間に有意差を認め得ない。

跳躍点に介入する IQ 値の上下群間の平均値差の $CR=3.59$ で 2%水準以下で IQ 値の高い群の跳躍点の少ないことが主張できる。

結 語

三次元空間視判断において課題の展開図より立体形を判断する過程における眼球運動によってもたらされた軌跡長及びその生成過程に介入する跳躍点，時間，時間あたり距離，注視密度を考察したが被験者群の小数列であったことより結論づけとしての断定は下し得ないとしても IQ 値を基準として見るかぎりに於て課題解決時間，時間あたり距離，注視密度，跳躍点を通じて知的上群は下群に比し，跳躍数少なく，回答時間早く，時間あたり距離短かく，注視密度高く短時間に刺戟情報の完全把握を

なし適正な立体形への転換に思考的判断が正答をもたらしているものとみなし得よう。検定段階で有意水準を得られなかった主因は被験者が少ない上にバラツキ（S Dが大である）の大きいことが主体で被験者の増加により真の解明が統計的裏付を得てなされることを期待している。

参 考 文 献

- 高橋鷹志・山榊勝弥：アイカメラによる空間の識別実験
人間工学 3号 昭和46年 8月
- 宇阪良二：講座心理学 4 知覚
眼球運動と形態知覚
東京大学出版会 1970
- 宇阪 良二：心理学研究法 第三卷実験Ⅱ
眼球運動測定法
東京大学出版会 1972
- 柿崎 祐一：知覚判断 培 風 館 1974
- 大山 正：心理学研究法 第二卷実験Ⅰ
視知覚実験法
東京大学出版会 1973
- R. H. Day：HUMAN PERCEPTION 1969
- DAVID NORTON/LAWRENCE STARK：
EYE MOVEMENTS AND VISUAL
PERCEPTION 1971