

# 点字の legibility と触野について

黒川 哲 宇

対象を触的に知覚する場合、知覚の難易はその対象の特性や触察の方法に影響を受ける。Rosenbloom (1929) は各種の幾何図形を手掌に押しつけることで刺激を静的に提示し触的知覚にもゲントルトの法則が当てはまることを見出した。Zigler と Barrette (1927) によれば線図形が面図形及び点図形よりも容易に知覚される。Austin と Sleight (1942) は文字、数字、幾何図形を用いて2種の触察条件下における知覚を比較している。かれらによると静的な刺激提示よりも触運動的方法の方が知覚が容易でありそれぞれの刺激対象の知覚に差がみられた。梅津 (1952) も同様の実験を行ない静的条件よりも触運動的条件下の方が正確な知覚が生じることを報告している。結城 (1953) は触面の増加 (指1本と指3本) と触運動との関係を調べている。かれは触運動下では指3本の方が知覚の正確さは増すが静的条件下では3本よりも指1本の方が正確な知覚が生じることを見出した。

このような触運動の優越性は Gibson (1962) によれば能動的触 (active touch) の結果であり指や手を能動的に動かすことによって知覚に必要な潜在的刺激特性を増大させ他を減少させる。したがってこのような運動は探索的であり眼球探索運動 (ocular scanning) に対して tactile scanning と呼ぶことができる。また触運動の結果知覚的表象を得るためには生体は自己受容感覚からの情報に頼らなければならない。これは従来まで言われて来た筋運動感覚ではなくて関節の感覚であろうと述べている。このような Gibson の考えをもとにして Davidson らは触運動の方法 (strategy) と知覚の正確さを比較している。(Davidson 1972, Davidson and Whitson 1974, Davidson, Abbott and Gershenfeld 1974, Davidson, 1974) 一方, Berla (1972) は metric 図形の complexity と図形の大きさとの効果を比較し大きさや complexity を増大させても弁別の正確さに変化はないが触察の時間が増大することを見出している。metric 図形を用いた触的知覚の実験は Warm (1970), Foulke (1967) も行なっている。

ところで、触的知覚に関する研究の多くは、筋運動感覚などの自己受容感覚をその知覚の基礎として考えている。したがって触る指などの知覚力には注目していない。ただ、身体の中のどの部分の触感覚が鋭敏であるかという観点での研究 (Seashore and Ling 1918, Axelrod 1959) はあるが触的知覚はいかにしてなされるかといった触的知覚の機序を説明するためのものではなかった。

Gibson (1962) も述べていように触的知覚に際してはまず指頭などが対象に触れその知覚によって運動の方向が決定されるのである。ただ比較的大きな対象に触れる場合には運動の方向や位置の感覚を知覚の手がかりにしていると考えられる。しかし点字のような指頭よりも小さい対象を触的に知覚する場合には運動感覚は直接的な意味を持たなくなるであろう。この時の運動はひとつの対象をさがし認知した後次に次の対象に移動するためのものであるし、眼における微細な眼球運動と同じく順応が生じてしまう感覚器に常に新しい刺激を提供するためのものであろう。この観点から静的刺激提示下では十分な触的知覚が生じないという現象は Pritchard (1961) の行なった網膜静止像の実験と同様なものであると思われる。

## 目 的

本研究では点字を触的に認知する際の指頭の知覚力を調べることにした。指頭の知覚力そのものを調べるために指や手の運動は伴わないように手指を固定し刺激材料を動かして提示した。刺激を静止して提示しなかったのは触覚の順応を防ぐためであった。点字を用いたのは点字は3×2のマトリックスから成っているために数量化ししやすいことと被験者の反応が得られやすいということであった。さらに指頭の知覚力と手指の運動を伴った場合の作業成績を比較するために佐藤 (1967) による触読力テストを実施した。

## 方 法

点字の legibility と触野について

実験に用いた装置は回転速度を任意に調節できる直径 22cm のドラムであった。刺激材料(点字)をこのドラム上に貼り刺激材料が一定の位置で提示されるためにガイドラインをもうけた。

刺激材料は点字であり  $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot$  の 10 種を用いた。即ち 2 点から成るもの 2 個, 3 点のもの 3 個, 4 点のもの 3 個, 5 点のものが 2 個であった。

実験に際して被験者にドラム上に手指を固定して置か

せ動的に提示される点字が何であるか判断させた。刺激の提示の仕方は被験者が可知し得ない速度から始め 2 度続けて正しい判断が生じた時のドラムの回転速度を記録した。刺激提示の順序はランダムとしひとつの点字について 5 回の試行を行なった。さらに被験者は右手の人さし指, 左手の人さし指, 両手の人さし指をそろえるというように 3 種の条件で試行した。この場合練習効果を防止するために 3 種の条件はランダムに行なうこととした。したがって 1 人の被験者は合計 150 回の試行をする

Table 1 Mean Braille Cognition Speed of Each Subject

		$\cdot$	G. Mean										
S. O.	R	M	20.1	14.0	15.4	17.6	17.1	12.4	15.6	12.4	10.6	12.4	14.8
		SD	7.0	3.1	3.1	2.7	4.7	2.0	6.8	2.4	2.7	3.8	5.0
	L	M	23.7	17.8	19.5	14.5	21.5	16.2	18.2	22.6	13.4	15.2	18.3
		SD	5.8	3.8	4.7	2.0	1.0	2.5	3.4	5.9	3.5	3.3	5.1
	B	M	19.6	13.6	21.3	16.4	24.4	20.2	24.3	18.3	18.8	14.9	19.2
		SD	2.2	1.7	5.8	6.2	2.7	1.1	4.1	2.6	3.7	3.3	5.0
U. E.	R	M	22.2	20.8	23.1	20.2	25.9	22.8	21.1	20.2	20.8	22.1	21.9
		SD	0.8	2.7	3.8	2.5	1.9	3.8	3.8	3.2	4.0	2.2	3.5
	L	M	21.6	21.0	17.6	14.9	25.6	17.9	18.7	23.4	17.2	15.7	19.4
		SD	2.3	2.9	8.5	6.3	2.6	4.3	5.1	6.1	4.2	3.0	5.4
	B	M	24.6	17.2	16.8	11.6	24.8	21.0	24.0	18.8	16.6	15.2	19.0
		SD	3.8	4.3	4.2	2.8	4.3	5.5	2.5	4.8	3.3	6.0	6.0
T. O.	R	M	15.0	9.9	10.7	10.1	12.0	17.8	12.5	11.9	10.5	11.0	12.1
		SD	3.4	3.3	3.7	2.5	2.6	2.5	1.7	2.0	0.8	1.8	3.5
	L	M	17.2	8.8	12.8	9.7	15.1	17.8	13.9	12.2	9.6	11.3	12.9
		SD	6.1	2.7	3.3	5.5	4.2	2.8	1.4	2.3	3.4	2.7	4.8
	B	M	20.2	17.2	18.8	14.0	21.1	25.5	16.6	18.3	14.3	14.5	18.0
		SD	4.0	3.0	3.8	2.6	2.4	6.0	2.1	3.5	1.4	2.2	4.8
M. A.	R	M	15.4	12.3	10.7	6.2	12.8	14.4	13.3	9.3	10.1	10.2	11.5
		SD	6.7	2.9	3.0	2.7	2.0	6.0	2.5	3.6	1.4	3.0	4.6
	L	M	10.2	10.5	10.9	8.3	8.3	14.3	13.1	6.3	8.3	7.8	9.8
		SD	2.8	2.0	6.3	3.2	3.9	3.7	5.2	1.9	2.5	1.9	4.3
	B	M	13.9	15.4	13.4	6.7	12.3	17.2	15.0	10.8	11.0	9.7	12.2
		SD	4.1	5.2	3.5	3.2	2.9	4.0	3.4	2.8	1.5	3.9	4.7
G. Mean		18.6	14.9	15.9	12.5	18.4	18.1	17.1	15.4	13.4	13.3	15.8	
SD		5.9	5.2	5.2	5.8	6.7	5.4	5.4	6.5	4.9	4.9		

Values (M) in the table are mean cognition speed (cm per second).

R is a condition with a forefinger of right hand, L is with left forefinger, B is with two forefingers of both hands.

ことになった。

被験者は4人の盲大学生であった。

結果

実験の結果を Table 1 に示す。表中の数値はそれぞれの被験者が正しい判断をした時のドラムの回転速度 (cm per second) であり5回試行した成績の平均値をそれぞれの場合の代表値として記してある。Rは右手の人さし指で、Lは左手の人さし指、Bは両手の人さし指をそろえて触ったという試行条件を表わしている。したがってこの平均値が高いほど知覚が容易であったことを意味する。

各被験者の各条件における成績を Grand Mean を用いて比較したものが Fig.1 である。図から UE を除いて3人の被験者が1本指の時よりも両手指をそろえた時の方が知覚力が優れていることがわかる。ただ SO と MA では両手指による知覚の優位性はさほど大きくないように思える。また被験者によって知覚力に差があるようである。そこで次に知覚力に対して被験者、点字、試行条件が与えた効果を3要因の分散分析によって確かめてみた (Table 2)。その結果、点字 (B)、試行条件 (H)、被験者 (S) ともに有意な効果を示した。したがって点字のちがいや試行条件によって知覚の速さが異っており被験者間においても知覚力に差がみられたことがわかる。特に被験者間の差が大きかった。試行条件と被験者の間の交互作用が有意であるのは Fig. 1 にみられるように UE が両手指より1本指の知覚力がよかったことと TO の両手指が1本指の場合より目立って優れた知覚力を持っていたためである。

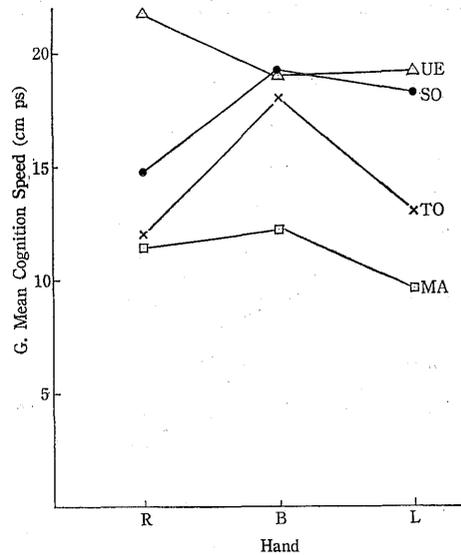


Fig. 1 Comparison of Sensitivities of Subjects and of Hand Conditions

上記の分散分析では被験者間で知覚力に差がみられたということはわかるがどの点字が知覚されやすくどれが知覚困難であるかといったことや、どの試行条件がもっとも有効な方法であるかといったことはわからない。H×Sの交互作用が有意であったことから試行条件による知覚力の差とタイプはそれぞれの被験者によってちがうようである。

そこで知覚速度に及ぼした点字と試行条件の効果を各被験者別に2要因の分散分析によって確かめてみた。(Table 3) 表から点字、試行条件いずれにも効果がみられたが試行条件(H)の効果の方が大きかった、特にTOにおいてその傾向が著しかった。UEの交互作用が有意であるのは点字と試行条件による知覚力の傾向が一致していないことを示しているがこのことについては後述する。

Fig. 1 からわかる通り UE 以外の3人の被験者は1本指より両手指による条件の方が知覚が容易である傾向を示している。しかし両手指による知覚の優位性を確かめるためには右手か左手指のうち知覚力の優れている方の成績と両手指のそれとを比較しなければならない。つまり SO については右手 (R) の G.Mean が 14.8、左手 (L) が 18.3、両手 (B) が 19.2 であるので左手と両手指による知覚速度を比較しなければならない。このような手続きによって3人の被験者 (SO, TO, MA) それぞ

Table 2 Analysis of Variance for Braille Cognition Speed

Source	SS	df	MS	F
Braille (B)	2544	9	282.7	11.0**
Hand (H)	551	2	275.5	10.7**
Subjects (S)	6207	3	2069.0	80.5**
B * H	465	18	25.8	
B * S	1263	27	46.8	1.8
H * S	1466	6	244.3	9.5**
B * H * S	339	54	6.3	
Error	12321	480	25.7	
Total	25156	599		

\*\*p<0.01

Table 3 Analysis of Variance for Cognition Speed of Each Subject

Source	SS	df	MS	F
Braille (B)	863	9	95.9	3.91**
Hand (H)	574	2	287.0	11.71**
B * H	646	18	35.9	1.47
Error	2939	120	24.5	
Total	5022	149		

Source	SS	df	MS	F
Braille (B)	879	9	97.7	6.11**
Hand (H)	284	2	142.0	8.88**
B * H	521	18	28.9	1.81*
Error	1921	120	16.0	
Total	3605	149		

TO

Source	SS	df	MS	F
Braille (B)	1169	9	129.9	11.10**
Hand (H)	949	2	474.5	40.56**
B * H	143	18	7.9	
Error	1404	120	11.7	
Total	3665	149		

MA

Source	SS	df	MS	F
Braille (B)	864	9	94.0	6.35**
Hand (H)	208	2	104.0	7.03**
B * H	199	18	11.1	
Error	1774	120	14.8	
Total	3045	149		

\* P<0.05

\*\* P<0.01

Table 4 Coefficients of Concordance for Cognition Speed

Ss	W	x <sup>2</sup>	df	p
SO	.588	15.88	2	<0.01
UE	.711	19.20	2	<0.01
TO	.871	23.52	2	<0.01
MA	.849	22.92	2	<0.01
Total	.549	59.29	2	<0.01

れについて両手指の知覚力の優位性を検定によって確かめた。その結果、SO では  $t=0.849$ ,  $df=18$  で有意差なし、MA についても  $t=0.689$ ,  $df=18$  で有意差はみられなかった。しかし TO については0.1% 水準で有意差がみられた。(  $t=4.938$ ,  $df=18$  )

さらに各点字間の legibility を比較するためにそれぞれの点字の難易性が試行条件とは関係なく各被験者内では一定であったかどうかをみてみた。Table 4 は被験者ごとに点字による legibility に順位をつけその順位が試行条件間で一致していたかどうかという一致係数 (coefficient of concordance) を求めたものである。これによると各被験者とも一致度はかなり高いことがわかる。特に Table 3 で交互作用の F 値が1 以下であった TO, MA は高い一致度を示した。それに対して SO と UE の一致度がやや低いのは Table 3 に示されているように

SO では他の被験者に比べて点字の効果(B)が低いことと交互作用も10%レベルでは有意であった点があげられ、UE については前述の交互作用の反映であると思われる。4 人の被験者をこみにした場合の一致係数が0.549 で比較的一致度が高いところからそれぞれの被験者、試行条件をこみにした場合の各点字の legibility を Fig. 2 に示す。図から  $\cdot\cdot$  の知覚速度がかなり低いことがみられる。また点の数が少ないと知覚され易いかどうかという傾向は  $\cdot\cdot\cdot$  を除けばみられそうであるが10 個程度の点字を用いた本実験ではよくわからなかった。ちなみに各点字における点の数と知覚速度との相関係数を求めたところ SO で-0.34, UE で-0.24, TO で-0.12, MA では-0.21であったから符号だけからみると点の数が少ないほど知覚速度が高そうではある。

次に本実験における知覚速度と実際の読みの速さについて比較してみることにする。実験終了後各被験者に触読力テストを試行させた。このテストは難易度を等しくしたものが3種ある。そこで本実験の結果と読みの成績とを比較するために実験時同様右手,左手,両手読みというように3種の条件で読ませた。もちろんこの場合は指を固定し刺激材料を動かすのではなく能動的に手を動かして触読したのである。Fig. 3 は実験結果と触読成績とを比較したものである。触読成績は通過した設問数をもって表わしてある。図から各被験者とも実験結果と触読力との間に極めて似たパターンを示したことがわかる。

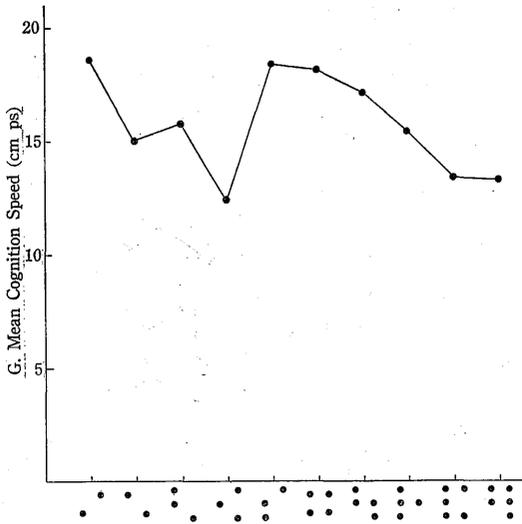


Fig. 2 Grand Mean Cognition Speed of Each Braille

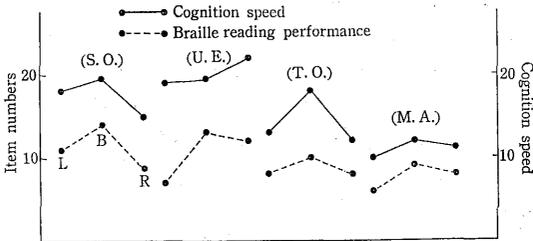


Fig. 3 Comparison of Cognition Speed with Braille Reading Performance

実験結果、即ち指頭の知覚力と実際の読みの成績との間の相関係数は0.97であった。

### 考 察

眼による視力の場合には片眼視より両眼視の視力がよいことが知られている。聴覚では Scott (1965) が圧縮音声言語を用いて片耳ずつ異なる刺激を提示した場合に両耳がひとつの知覚体制に向いしかも片耳の時よりも優れた知覚力を示すことを報告している。ところで手による触的知覚の場合にもこのような現象があてはまるのであろうか。本実験の結果から4人中1人の被験者について両手指による触的知覚の優位性が見い出された。本実験で指を固定し刺激を動かすという方法を用いたのは利手などによる手の運動の巧拙を除外し手指頭感受性そのものを調べようとしたためであった。また知覚に要したドラムの回転速度を知覚の測度としたのにもそれなりの

理由があった。もし触れている時間を知覚の測度とした場合には1本指よりも両手指の方が物理的な触面は増加し、同じ速度で動く対象に触れる時間は知覚の難易に関係なく長くなる。したがって触時間そのものは本実験での測度とはなり得なかった。そこで対象の動く速度を知覚の測度として採用することにしたのである。Berla (1972)の研究で図形の大きさが増大した時に触察時間が増大しているのは正にこの物理的要因によるものであろう。

次に手指頭の知覚力と実際の触読力との関係は極めて密接なものであった。本実験で用いた触読力テストは小学校高学年用のものでありそのテストを大学生に読ませることによって知能とか知識などの要因の介入を防ごうとしたのである。したがって点字の認知ややさしい読みを支配しているのは触わり方、手の動かし方ではなくて手指頭の触的感受性であるといえるかも知れない。ただし、Fig. 3にみられるようにUEの左手読みの成績は同左手指の知覚力ほど高くなく、TOとMAの両手読みについても同様の傾向がみられる。したがって触読の際の触り方、手の動かし方も無視できない要因の一つであろう。

点字の legibility については本実験で詳細に分析できなかった。これは実験で用いた点字が10種と少ないためであった。Garner (1966, 1970, 1973, 1974), Clement (1964)及びHandel (1966)らは dot pattern を用いて視知覚の pattern goodness の研究を行なっている。これらの結果と触的知覚の傾向が一致するかどうかということとは興味深いが次の研究課題としたい。

### 文 献

- Austin, J.R. and Sleight, B. B. 1952 Accuracy of Tactual Discrimination of Letters, Numelous and Geometric Forms. J. Exp. Psychol., 43, 239—247
- Axelrod, S. 1959 Effects of Early Blindness: Performance of Blind and Sighted Children on Tactile and Auditory Tasks. A.F.B.
- Berla, E. P. 1972 Effects of Physical Size and Complexity on Tactual Discrimination of Blind Children. Exceptional Children, 39, 2, 120—124
- Clement, D. E. 1964 Uncertainty and Latency of Verbal Naming Responses as Correlates of P-attern Goodness. J. Verbal Learning and Verbal

- Behavior, 3, 150—157
- Davidson, P. W. 1972 Haptic Judgments of Curvature by Blind and Sighted Humans. *J. Exp. Psychol.*, 93, 1, 43—55
- , Abott, S. and Gershenfeld, J. 1974 Influence of Exploration Time on Haptic and Visual Matching of Complex Shape. *Perception & Psychophysics*, 15, 3, 539—543
- , Whilson, T.T. 1974 Haptic Equivalence Matching of Curvature by Blind and Sighted Humans. *J. Exp. Psychol.*, 102, 4, 687—690
- , et al. 1974 Influences of Age and Tasks Memory - Demand on Matching Shapes within and across Vision and Touch. *Perceptual and Motor Skills*, 39, 187—192
- 1976 Some Function of Active Handling: Studies with Blinded Humans. *New Outlook for the Blind*, 60, 198—202
- Foulke, E. and Warm, J.S. 1967 Effects of Complexity and Redundancy on the Tactual Recognition on Metric Figures. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 177—187
- Garner, W. R. 1966 To Perceive is To Know. *American Psychologist*, 21, 11—19
- 1970 The Stimulus in Information Processing. *American Psychologist*, 25, 350—358
- 1973 Figural Goodness and Predictability of Figural Elements. *Perception & Psychophysics*, 13, 32—40
- , Checkosky, S.F. and Whillock, D. 1973 Effects of Pattern Goodness on Recognition Time in a Memory Search Task. *J. Exp. Psychol.*, 100, 2, 341—348
- and Sutliff, D. 1974 The Effect of Goodness on Encoding Time in Visual Pattern Discrimination. *Perception & Psychophysics*, 16, 3, 426—430
- Gibson, J.J. 1962 Observation on Active Touch. *Psychological Review*, 69, 477—491
- Handel, S. 1966 The Structure of Visual Pattern Associates and Pattern Goodness. *Perception & Psychophysics*, 1, 33—38
- Pritchard, P.M. 1961 Stabilized Images on The Retina. *Scientific American*, 176—182
- Rosenbloom, B.L. 1929 Configurational Perception of Tactual Stimuli. *Amer. J. Psychol.*, 41, 87—90
- Scott, R. J. 1965 Temporal Effect in Speech Analysis and Synthesis. unpublished doctor dissertation, University of Michigan
- Seashore, C.E. and Ling, T.L. 1918 The Comparative Sensitiveness of Blind and Seeing Person. *Psychological Monograph*, 25, 148—158
- 梅津八三 1952 触覚と盲生活, 盲心理, 第4章, 日本教育大学協会
- 結城錦一 1951 形と動き, 北海道大学文学部紀要
- Warm, J.S. and Clark, J.L. 1970 Effects of Differential Spatial Orientation on Tactual Pattern Recognition. *Perceptual and Motor Skills*, 31, 87—94
- Zigler, M.J. and Northup, K.M. 1927 The Tactual Perception of Form. *J. Exp. Psychol.*, 10, 184—192

## Résumé

### Legibility and Extended Tactual Field on Braille Recognition

Tetsuu Kurokawa

The aim of this experiment was to examine the existence of the extended tactual perceptual field of the blind. It has been known that visual acuity with binocular vision is superior to that with monocular vision. In auditory recognition, Scott (1965) found that both ears presented different stimuli to each ear enabling more accurate recognition than that of one ear only.

We observe that many blind persons read braille sentences tactually with the forefingers of both hands, and their performance is often more effective than with one hand only.

It is uncertain whether this effectiveness is due to the skill of hand movement, kinesthetic sensitivity or to the tactual sensitivity of fingers themselves. If two forefingers have better sensitivity to braille stimuli than that of one finger and reading performance of braille sentence is superior to that with one finger, it is suggested that in reading with both hands an extended tactual field of perception may be gained regardless of hand movement techniques or kinesthetic factors.

In this experiment, a braille letter on a drum 22cm in diameter was presented tactually with movement at a given speed, and the subject was asked to judge what braille letter was presented to the stabilized forefinger. Subjects performed under three conditions, one with right forefinger, next with left forefinger and the last condition was both forefingers together. 10 kinds of braille were presented individually.

The experimenter started the presentation from a speed making braille letter undetectable to the subject. He then decreased the speed gradually and recorded the speed of cognition after the subject made two correct judgments successively.

Results were as follows:

- 1) All main three effects, type of braille, number of forefingers used and subject ability were greater than the others. (Table 2)
- 2) Superiority was observed in one subjects using both forefingers. (Fig. 1)
- 3) The influence of complexity, size of braille letters on tactual legibility was significant (Table 2, Table 3), but the differences in braille performance were not related to the number of dots.
- 4) Braille reading performance with moving letters correlated directly with the normal reading performance with a moving finger. (Fig. 3) The coefficient of correlation of recognition speed under the three conditions of reading was 0.97.