資料及論文

和漢洋文字の最低認識照度の研究^{*}

醫學博士 川 畑 愛 義

(京都市立衛生試験所)

緒 言

言語は共同生活の一つの方法であり、文字は又その表現の一つの形式である。表現の型態は簡單にして精確、適切にして普遍妥當性に富むを以て尊しとなす。今日世界各國に於て實際行はれてゐる文字は果して如上の基本的要求を充分に満足せしむるものであらうか。而して各種異なる文字は如何なる點に於て長所を持ち或は缺點を包含するであらうか。云ふ迄もなく文字は其民族の歴史と風習と不可分の有機的相關に立つけれども、予は之等の問題を切り離して純粹なる照明學の立場に於て吟味せむと欲して、和漢洋の種々なる文字に就て比較研究を行ひ、特に現在の我國の文字に就て改良の餘地なきかを考察した。

第1章 實驗方法

第1項 照明裝置

電源には當所の100 Voltの交流を用ひ、その電壓を一定に保たしめる爲に萬能抵抗器 (Universal rheostat) を附屬せしめた。而して照明裝置は照度檢定器を予の實際に適合せしめる様に改良したものである。即ち之は電壓を一定にして置いて光の照度は three light によつて加減出来る他、遮光板及絞りを兼備せしめて自由に 0.2Lux より1,500Lux 迄を加減出来る様になつてゐる。實驗の都合によつて予の考案した照明箱をも使用した。之は半間接照明で光が充分擴散されてゐるのみならず、0.0001 Lux~90,000 Lux の間を自由に加減出来る様になつてゐるものである。

而して紙面の反射率測定には予の考案せる Ulbrichts Kugel に光電管を裝備せる反射計と Lichtelektrischer Reflexionsmesser nach Dr. B. Lange (F. M. Laütenschläger, München) とを適宜に使用した。

第2項 實驗材料

實驗材料には本としては尋常小學校國語讀本 (反射率 Reflexions factor, $R_f=78\%$) 石川生理學教科書 ($R_f=90\%$), 内科治療集成 ($R_f=88\%$), 關西醫事 ($R_f=81\%$), 家事と衛生 ($R_f=87\%$), 新聞としては大阪朝日 ($R_f=66\%$), 洋書では G. Klemperer, Klinische Diagnostik ($R_f=84\%$), R. Höber, Lehrbuch der Physiologie des Menschen ($R_f=88\%$), H. von

^{*} The Least Degree of Illumination required in Japanese, Chinese and other European Letter Reading, By A. Kawahata.

Helmholz, Physiologischen Optik (Rf=85%), News Paper としては The Japan Advertiser (Rf=72%) を使用した。尚ほ比較の條件を同一にする爲に和漢洋の文字を同じ試験紙(内外印刷株式會社製)(反射率85%)に印刷したものに就て嚴正なる比較試験を行った。

實驗人員は17歳以上 35歳迄の健康なる男子7人を使用した。而して之等實驗者の視力は何れも 100Lux に於て萬國視力表を1.2以上認め得る正常視力所有者にして眼疾等ない事は勿論である。之等の人員を各自午前中約2時間の間に適宜に交代休養せしめ疲勞を避けしめつゝ實驗を施行した。而して實驗は暗室に於てなし被實驗者は20分~90分間の Adaptation を行つた後に施行した。

第2章 實驗成績

次に吾人が文字を読む爲には明かにその對象たる文字を認識しなければならぬ。而も肉眼を極度に(20~30cm)近接して之を漸く認め得るものではなく、之を正しき姿勢に於て、即ち適當なる距離に於て正確に認識する必要がある。

而して吾人が椅子に腰かけて机上の本を読む時、當然 40~50cm の視距離を要求するものである。されば予は視距離を 50cm に一定し、個々の文字を自由に露出して讀ましめる爲に「切り抜き」を使つた。而して被實驗者は低照度に調應せる眼に於て低照度より任意に照度を自ら上昇せしめつゝ丁度その文字を讀み、明かに他の文字と識別し得る最低照度を指摘せしめるのである。予は之を假に「最低認識照度」と名づけ各國の文字に就て其比較を求めたのである。

第1節 洋 字

最低認識照度は其文字の大きさ(Point, Point 活字は 1 inch を 72で割つたものを單位とし、

第1表 洋文字の大きさとポイント數

GREEK	
ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΑΜ	θικλμξοπρστυφχψωδφθ
ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΑΜΝΞΟ	αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψωδφθ
ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΑΜΝΞΟΠΡΣΤ	αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψωδφθ
ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΑΜΝΞΟΠΡ	αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψωδφθ
GERMAN TITLE	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ROMAN & ITALIC	
Ruby (5 1/2 point)	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
Brevier or 8 point	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	1234567890
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	1234567890
Bourgeois or 9 point	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	1234567890
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
Small Pica (10 1/2 point)	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	1234567890
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
Pica or P	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
14 point	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
16 point	
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

第2表 和漢文字の大きさとポイント数

八 號 活 字 (四ポイント相當)	七 號 活 字	新七 號 活 字	六 號 活 字 (八ポイント相當)	五 號 活 字	四 號 活 字	參 號 活 字 (十六ポイント相當)
----------------------	---------	----------	----------------------	---------	---------	-----------------------

これは三號で六號二倍角(即ち六號の二倍角)が丁度三號一本の大きさになります。

此の活字は四號活字と言ひ壹號活字の四分の一で又新七號の二倍角(七號の二倍角)たる

此れを五號活字と言ひ専ら書籍雜誌等に用ひ七號の二倍角(七號の二倍角)で一本になり尙貳號の四分の一です。

此の活字は六號と言ひ參號四分の一で又八號の二倍角(八號の二倍角)たる六號は書籍雜誌等で小文字を多く用ふる時に必要な活字です。

このくわつじはシンシチガウでシガウのふりかなにもふるので、かなもじばかりのくわつじ(新七號)であります。おほきさばシガウのしふんのいちです。

此活字は七號と言ひ五號の四分の一で假名文字は五號の振假名に用ひ俗にルビ(新七號)と言ふ。いろはにはへこちりぬるをわかたれつねならむうキノオクヤマケフコエテアサキユメシエヒモセヌ

このくわつじはハチガウツジ(新七號)といひハチガウのしふんのいちであつたハチガウのふりかなにもふ(いろはにはへこちりぬるをわかたれつねならむうキノオクヤマケフコエテアサキユメシエヒモセヌ)

1 point とは文字を含む正方形の一辺の長さ 0.01387 inch の大きさに當る) の對數に反比例して減少する。而して Roman Type は Italic Type より著しく読み易く、從つて同じ Point に於ては Roman Type の最低照度は Italic Type のそれよりも小である。而して Roman に於ても Italic に於ても頭文字は小文字より読み易い。

今少しく第3表に就て實驗成績を仔細に點檢すれば

i) Roman 小文字;

その最低照度は 16Point に於て 0.27 ± 0.024 Lux, 14Point に於て 1.04 ± 0.21 Lux, 13Point (Pica) に於て 0.73 ± 0.198 Lux, 10.5Point (Small Pica) に於て 1.49 ± 0.26 Lux, 9Point (Bourgeois) に於ては 2.47 Lux, 8Point (Brevier) に於ては 3.48 ± 0.44 Lux, 5.5Point (Ruby) に於ては 9.9 ± 1.60 Lux である。

ii) Roman (大文字);—

10.5Point (Small Pica) は 0.81 ± 0.11 Lux, 8Point (Brevier) は 1.16 ± 0.123 Lux, 5.5Point (Ruby) は 4.05 ± 0.63 Lux, の讀字最低照度を要す。

iii) Italic (Small);—

16Point は 0.36 ± 0.054 Lux, 14Point は 0.87 ± 0.11 Lux, 13Point (Pica) は 1.24 ± 0.16 Lux, 10.5Point (Small Pica) は 2.3 ± 0.335 Lux, 9Point (Bourgeois) は 3.99 ± 0.26 Lux, 8Point (Brevier) は 6.9 ± 0.98 Lux, 5.5Point (Ruby) は 24.6 ± 7.6 の最低照度を要す。

iv) Italic (Capital);—

10.5Point (Small Pica) は 0.99 ± 0.11 Lux, 8Point (Brevier) は 1.46 ± 0.576 Lux, 5.5Point (Ruby) は 6.78 ± 1.059 Lux の最低照度を要す。

第3表 外國文字の最低認識照度

名	稱	16		14		Pica		Small Pica			Bourgeois		Brevier			Ruby						
		Point				13		10½			9		8			5½						
		字體	氏名	r	i	r	i	r	i	r	i	r	i	r	i	r	i	r	i			
A	二・力〇 視	1	0.15	0.23	0.2	0.25	0.25	0.47	0.29	0.36	0.42	0.49	0.48	0.53	0.65	0.91	0.53	0.87	0.78	1.2	0.83	2.0
		2	0.17	0.19	0.21	0.28	0.29	0.41	0.31	0.30	0.53	0.52	0.62	0.62	0.64	0.60	0.52	0.80	0.78	1.4	0.82	2.4
		3	0.19	0.18	0.19	0.26	0.27	0.40	0.25	0.42	0.45	0.44	0.51	0.54	0.67	0.61	0.59	0.94	0.90	1.3	0.80	2.1
		m	0.17	0.20	0.20	0.26	0.27	0.43	0.28	0.36	0.47	0.48	0.54	0.56	0.65	0.71	0.55	0.87	0.82	1.3	0.82	2.2
S	二・力〇 視	1	0.20	0.26	3.1	0.45	0.45	0.50	0.44	0.58	0.47	0.76	0.93	1.6	0.8	1.8	0.76	3.3	1.7	4.3	2.1	14
		2	0.18	0.34	2.9	0.36	0.45	0.53	0.44	0.62	0.48	0.93	0.93	1.6	0.9	1.7	0.79	3.0	1.9	4.2	2.5	15
		3	0.24	0.28	2.6	0.46	0.50	0.58	0.49	0.58	0.50	1.4	1.4	1.8	0.9	1.8	0.80	3.8	1.5	4.5	2.3	15
		m	0.21	0.29	2.9	0.42	0.47	0.54	0.46	0.59	0.48	1.03	1.02	1.7	0.87	1.8	0.78	3.4	1.7	4.3	2.3	15
K	一・力五 視	1	0.42	0.54	0.62	1.7	1.6	2.4	1.5	3.8	1.6	3.1	4.6	7.3	1.4	5.6	1.7	9.7	7.4	24	10	78
		2	0.48	0.62	0.70	1.4	1.4	2.0	1.6	3.5	1.8	4.1	5.4	7.0	1.4	5.7	1.7	10.0	7.9	20	15	74
		3	0.50	0.65	0.54	1.2	1.3	2.5	1.8	3.6	1.9	4.8	5.4	7.8	3.0	6.0	3.4	12.0	8.0	21	13	69
		m	0.47	0.60	0.62	1.4	1.4	2.3	1.6	3.6	1.8	4.0	5.1	7.4	1.9	5.8	2.9	10.2	7.8	22	13	74
K	一・力五 視	1	0.24	0.35	0.42	1.2	0.98	1.8	0.82	1.3	1.0	3.0	3.1	6.2	1.2	5.6	1.6	12	5.7	13	10	73
		2	0.21	0.36	0.41	1.4	0.67	1.8	0.91	1.4	1.0	4.2	3.2	6.4	1.2	5.9	1.5	13	9.0	13	12	75
		3	0.23	0.37	0.48	1.6	0.69	1.5	0.93	1.5	1.5	3.8	3.3	6.2	1.3	5.4	1.8	14	5.9	11	10	74
		m	0.23	0.36	0.44	1.4	0.78	1.7	0.89	1.4	1.2	3.7	3.2	6.3	1.2	5.6	1.6	13	6.9	12	11	74
總平均			0.27 ±0.024	0.36 ±0.054	1.04 ±0.21	0.87 ±0.11	0.73 ±0.198	1.24 ±0.16	0.81 ±0.11	1.49 ±0.26	0.99 ±0.11	2.47 ±0.369	3.99 ±0.26	1.16 ±0.123	3.48 ±0.44	1.46 ±0.576	6.87 ±0.98	4.05 ±0.63	9.9 ±1.60	6.78 ±1.059	24.6 ±7.6	

Point は活字の大きさを表はす。字體の r は roman type (ローマ字) i は italic type (イタリック字) にして、ri は小文字、RI は頭文字(大文字)を表はす。表中の數字は萬國 Lux 單位。視力は萬國視力表の照度 100Lux の時の被實驗者の視力。m は各員における平均値。總平均は全員の平均値。

v) 歐洲各國文字の比較検討

歐洲諸國の文字のうち予はローマ字、(英字米字又は佛字)ドイツ字、ギリシヤ字、イタリック體の同じ Point (10.5Point) に就て比較吟味した。(第4表)

第4表 各種外國文字の最低認識照度

國 語	ド イ ツ		ギ リ シ ヤ		ロ ー マ		イ タ リ ッ ク	
Point	10½		10½		10½		10½	
Name	Small Pica		Small Pica		Small Pica		Small Pica	
字 種	大	小	大	小	大	小	大	小
A	0.52	0.45	0.35	0.40	0.31	0.38	0.25	0.47
	0.23	0.20	0.70	0.62	0.22	0.53	0.34	0.58
		0.48		0.31		0.60		0.69
B	0.73	0.52	0.35	1.8	0.36	0.55	0.71	1.4
	0.61	0.32	0.42	1.2	0.31	0.43	0.42	0.84
		0.70		0.4		0.61		0.90
C	1.2	2.0	0.65	2.9	0.90	1.7	0.55	2.7
	1.4	1.6	0.88	3.9	0.35	1.2	0.40	1.5
	0.9	1.1	0.88	2.6	0.80	1.9	0.90	2.8
D	2.7	3.8	0.80	3.0	0.65	1.8	0.68	2.4
	2.9	4.0	0.82	4.8	1.0	2.0	0.72	3.0
	1.0	2.7	1.0	2.9	0.42	0.42	0.50	2.1
平 均 値	1.25	1.38	0.687	2.07	0.53	1.01	0.547	1.63
	± 0.18	± 0.15	± 0.092	± 0.21	± 0.10	± 0.15	0.10	± 0.17

A. 小 文 字 ; —

10½ Point (Small Pica) について吟味するに最低認識照度は平均して英字が最小にして $1.0 \pm 0.15\text{Lux}$, ドイツ字 $1.38 \pm 0.15\text{Lux}$, イタリックは $1.63 \pm 0.17\text{Lux}$, 而してギリシヤ字は最大にして $2.07 \pm 0.21\text{Lux}$ を要する。ドイツ字は概してローマ字より読み易いけれども f と f との區別は甚だ難澁にして ä と ü , i と l , t と k , c と e , m と w 等の區別も可成り困惑せしめられる。

ローマ字は同じ Point 數に就てはドイツ字よりも少し縁が細いのが通例で格別讀みにくいと思ふ字はないけれどもやはり i と l , c と e , m と w , u と v , 等は比較的容易に混同され易い。Italic の場合も紛れ易い字は Roman と同様である。

ギリシヤ字の大きさは同じ Point 數に於ても大小不同の差が可なり顯著で β , λ , τ , χ , 等は大きく他の何れの國字より読み易い。けれども小さい型の ν , υ (Nu und upsilonn), ϕ , φ (Phiu u. Psi) τ , ι (Tau u. Iota) 等の鑑別は極めて困難である。

B. 頭 文 字

第5表 和漢字の最低認識照度

號	數	四	新七	五	七 (ルビ)	六	八	六、五	八	六 (色)
Point	13	6.5	10.5	5	8	4	6	4	8 (色)	
氏名	字體	漢字	ふりか な	漢字	ふりか な	漢字	ふりか な	漢字	ふりか な	漢字
S (視二・力〇)	1	0.18	0.25	0.29	0.47	0.45	0.47	0.41	3.7	4.1
	2	0.20	0.38	0.34	0.56	0.51	0.54	1.3	3.2	4.5
	3	0.17	0.34	0.27	0.54	0.47	0.37	1.8	3.6	4.5
	m	0.18	0.32	0.30	0.52	0.48	0.46	1.5	3.5	4.3
A (視二・力〇)	1	0.16	0.36	0.28	0.47	0.42	0.49	4.1	3.8	5.2
	2	0.18	0.38	0.34	0.49	0.51	0.58	3.0	3.9	5.4
	3	0.20	0.36	0.23	0.67	0.45	0.68	3.8	3.5	5.6
	m	0.18	0.37	0.28	0.54	0.46	0.57	3.6	3.7	5.4
K (視一・力五)	1	0.25	0.45	0.39	1.6	1.4	2.4	13	18	19
	2	0.30	0.58	0.45	1.9	1.0	2.0	15	22	21
	3	0.27	0.64	0.42	1.2	0.9	2.8	12	15	18
	m	0.27	0.56	0.42	1.6	1.1	2.4	13	18	19
K (視一・力五)	1	0.36	0.57	0.54	2.6	1.8	3.0	20	26	24
	2	0.34	0.70	0.38	2.0	1.7	3.8	19	25	25
	3	0.37	0.58	1.7	2.0	1.8	4.0	22	26	24
	m	0.36	0.62	0.87	2.2	1.8	3.6	20	26	24
總平均	0.25 ± 0.047	0.47 ± 0.067	0.47 ± 0.09	1.21 ± 0.16	0.96 ± 0.13	1.76 ± 0.21	9.8 ± 0.16	14.2 ± 0.51	12.8 ± 0.58	39.1 ± 1.1
備考	Point は活字の大きいさを表はす。表中の數字は萬國視力表の照度 100Lux の時の實驗者の視力。 mは各人員の平均値。 總平均は全員の平均値									

Pointは活字の大きいさを表はす。表中の數字は萬國ルックス單位。視力は萬國視力表の照度 100Luxの時の實驗者の視力。

mは各人員の平均値。總平均は全員の平均値

最低認識照度は頭文字に於てはドイツ文字が斷然高い。10½Point (Small Pica) に於ては、 $1.25 \pm 0.18 \text{Lux}$ を要してゐる。之はその獨特の花模様の複雑性に基く事は云ふ迄もなく、矢張り G と S , Z と N , B と H とは著しく混同され易い。

ギリシャ花文字の大きさは略一定であるけれども E と Ξ , T と F , H と Π 等は混同され易い例である。その最低認識照度は $0.687 \pm 0.092 \text{Lux}$, ローマ字, イタリックとも全體として他より読み易いと云ふ譯ではないが、比較的紛れ易い字が少い。 E と F , O と Q 等の時に交互に誤認された例である。

第2節 和 字

以上の歐洲諸國に於て行はれる各國字と我國本來の國字とも云ふべき平假名及び片假名の最低認識照度は次の如くである。

第5表に依つてまづ平假名に就き最低認識照度を求むるに 13Point (四號) は $0.25 \pm 0.047 \text{Lux}$, 10.5Point (五號) は $0.47 \pm 0.09 \text{Lux}$, 8Point (六號) は $0.96 \pm 0.13 \text{Lux}$, 6Point (六, 五號) は $4.2 \pm 0.25 \text{Lux}$, 4Point (八號) は $12.8 \pm 0.58 \text{Lux}$ である。

即ち平假名は世界の代表國字に比して照明學上最も勝れてゐる事を知るものである。

片假名も殆んど同様の成績であるが僅かに平假名に比して劣つてゐる。即ち同じ Point 数の片假名を読むには平假名より少し大なる照度を要求することがある。片假名はソ, シ, ツ, シ竝にユ, コ, ニ, エ等の區別がむづかしい。

第3節 漢 字

漢字は他の國字とは異りその種類は千差萬別である。その最も簡單なるものは假名より僅かに複雑なるに過ぎないけれども、最も複雑なるものに至つては今更乍ら驚嘆に値するものがある。今茲にその選定は比較的困難であるけれども、中等度に複雑せるものと思考せられるもの例へば垂, 肩, 恐, 桑, 眞, 氣, 涅等に就て最低認識照度を求むれば次の如くである。13Point (四號) は $0.47 \pm 0.067 \text{Lux}$, 10.5Point (五號) は $1.21 \pm 0.16 \text{Lux}$, 8Point (六號) は $1.76 \pm 0.21 \text{Lux}$, 6Point (六, 五號) $4.2 \pm 0.25 \text{Lux}$ である。

然るに漢字は大部分振假名が附いてゐる。即ち大方の場合に於て日本人は漢字と共に又その振假名をも讀んでゐるのである。今その振假名を読むとすれば問題は更に複雑になつて来る。13Point (四號) の漢字には 6.5 Point (新七號) の振假名を附してゐるがその最低認識照度は $3.8 \pm 0.31 \text{Lux}$ である。今之を同 Point (13Point) の平假名に比して約 15 倍の驚くべき照度を要するのである。又 10.5Point (五號) には 5 Point (七號ルビー) を振假名する。之は最低認識照度は $5.1 \pm 1.13 \text{Lux}$ にして平假名のみの場合 (10Point) の 0.47Lux に比較して 11 倍の照度を要求してゐる。更に又 8Point (六號) の振假名 4Point (八號) は $9.8 \pm 0.16 \text{Lux}$ の最低照度を要し、約 10 倍の照度を必要とする。

第4節 色 彩 印 刷

洋書にはその類例を見る事が少いけれども我國の書籍、雜誌等には色彩のものがかなり多く、殊に婦人、子供の雜誌には殆んど毎號之等印刷の挿入を見出す。而も其中にはその基調 (Ba-

ck) と文字の色との間の對比 (Kontrast) が僅少で讀字乃至その識別に困難を感じる場合が極めて多い。今一婦人雜誌に就て實驗するに綠色の Back (Rf=24%) に黒の活字を讀むに要する最低照度は六號の平假名では $13 \pm 0.56 \text{Lux}$ にして白紙に黒字の場合の約13倍の照度を要してゐる。同じく漢字に於ては $39 \pm 1.1 \text{Lux}$ を要し白紙に黒字の場合の22倍の照度を要求してゐる。

第5節 新 聞 字

第1項 日 本 新 聞

日本の新聞紙の字は又著しく不鮮明である。予が小學6年生に就てなした實驗によると16Point の平假名の最低認識照度は 0.7Lux , 9Point に於て 6Lux , 中等度の漢字は16Point に於て 2Lux , 9Point に於て 10Lux である。又普通新聞の大部分を占めてゐる8Point (六號) (各新聞は各社獨特の Point を用ふ) は $8 \pm 0.56 \text{Lux}$ に於てその平假名を全部精確に認識される。

簡單なる漢字例へば明, 的, 任, 右, 赤, 同等は $12 \sim 15 \text{Lux}$, 少々複雑したるもの, 糖, 菱, 髓, 驚, 警, 學, 脅, 壞等は $60 \pm 2.0 \text{Lux}$ にて漸く認められる。最も複雑なるもの, 例へば囊, 寶, 鑿, 癡, 鑰, 纏等は實に $1,500 \text{Lux}$ の高照度に於ても尙且つよく之を精確に認知し得なかつたのである。勿論斯の如きむづかしい字はその讀方を知らないから, 之を認めた儘に書寫せしめたものである。之によれば熟知せる字は繁雜なるものと雖も比較的容易に認識する事が出来るが, さうでないものは少々簡單なるものと雖も却々正しく認知する事が出来ない。

之に依つて考ふるに吾々は漢字のその微細部分迄精確に認知して之を讀んでゐるのではなく, 大體その形象を直觀して通讀して行つてゐる事が解る。故に漢字の書物を讀む場合はそれ丈け不正確なる理となるのであるから, 漢字の文字としての價值は著しく減殺されねばならないのである。

第2項 英・字 新 聞

英字新聞には The Japan Advertiser につき最低認識照度を實驗した所によると14Point の小文字は $0.28 \pm 0.03 \text{Lux}$, 10 $\frac{1}{2}$ Point (Small Pica) は $2.1 \pm 0.032 \text{Lux}$, 9Point (Bourgeois) は $12 \pm 0.76 \text{Lux}$, 8Point (Brevier) は $25 \pm 0.27 \text{Lux}$ で如何に漢字より最低認識照度が小なるかゞ伺はれよう。即ち英字新聞も Point 數の小なるものは印刷が著しく不鮮明となるけれども文字そのものが極めて簡單なる故にその最低認識照度を比較的低位に保つ事が出来る。

第3章 實驗成績の考察

2點に分離して明視し得る最小距離は生理學竝に眼科學の領域に於て視力の問題としてかなり古くから研究されてゐる。

吾々の眼に認め得る最小の對照の大いさは其 Grund (背景) との Kontrast, 明るさ (Helligkeit) 等によつて異なる。

Aübert は最小視角 $35''$ 迄のものを認め得た事を述べてゐるから, その網膜上に於ける映像 (Zerstreuungskreise) の大いさは實に約 2.5μ に相應してゐる。因みに映像の大いさ AB は (その物體の) 視角 α の Tangent に眼球の第2結點より網膜の Fovea Centralis 迄の距り

ab (ca 15mm) との乗積を以て表はされるから約 0.25μ である。即ち $AB=ab \tan \alpha$ 。

此最小點を Aübert は生理點 (Physiologischer Punkt) と云ひ、Smith は銳感點 (Empfindlicher Punkt) と名附けてゐる。

之は Fovea Centralis に於ける 1 個の Zäpfen の直径の大いさに一致するものである。然し乍ら理論的には之以上尙小さな點が可視である。何となれば斯の如き光學的單位は例へば Fovea Centralis の Zapfen Zellen はその全體を照らすとも、若し光が充分なれば一部分照射すれば好適刺激となり得るからである。然し乍ら實際上は光を増大する時は眼の屈折装置の不完全性に基く Zerstreuungskreise の大いさは却つて増大する。

第 1 圖 最低認識照度曲線

推察される如く、Aübert が最初に述べた如く視力は對象の Deutlichkeit と關係し、そして Deutlichkeit はそれ自身の持つ視角、Helligkeit, Grund に對する Kontrast の 3 つによつて支配される。

二原基説 (Duplizitätstheorie)²⁻⁹⁾ に従へば明るい時に於ける視力を規定する單位は Zapfen Zellen (圓錐體細胞) であるが、その Aussenglieder (外肢) か又は内肢 (Innenglieder) かは確定されてゐない。

若し Zapfeninnenglieder (mit oder ohne Aussenglieder) が直接erregbar であるならば

故に Aübert の $6\mu^2$ の Physiologischer Punkt が實際上光學像の網膜上に認め得べき最小單位となつて來るのである。然し乍ら特別に條件の良い場合には更に微小なる視角の點をも認め得る事が出来るであらう。例へば Humboldt は彼の友人の Borpland が Vulkans Pichincha に上陸する時、27km の距りに於て彼を黒い玄武岩の前に白い動く點として認めたと云つてゐる。Humboldt は此可視視角を $12'' \sim 7''$ と推算してゐるのである。

單眼視に於て 2 點として認められる最小の限界も同様に Fovea Centralis の Zapfen Zellen の排列、大いさ及數と結びつけて考へるのを妥當とする。之に依つても

2つの點は Zerstreuungskreise の距りは好適條件に於て少くとも1つの刺激されないか又は少しく異つて刺激される圓錐體細胞が2つの同様に刺激される Zapfen Zellen の間に存在しなければならぬ。即ちその距り $ca\ 3\mu$ 以上でなければならぬ。網膜に於ける例へば 4μ の大いさは視角に換算すると $56''$ 即ち $ca\ 1'$ である。

若しも圓錐體外肢 (Zapfenaussenglieder) が直接か或は間接に刺激され Innenglieder が刺激されない場合は多くの説明の可能性が考へられる。然し乍ら若し Zapfenaussenglieder も Innenglieder に平行に並んでゐるとすればやはり $1'$ 以下のものは見えぬ事となるのであるが圓錐體外肢は Fovea Centralis の所では接觸する位に輻輳的 (konvergierend) に集つてゐる事が分つてゐる。之によれば視角10秒がそれより少し大いなるもの迄認め得る事に對する説明がつく譯である。

又光による最初の變化は圓錐體外肢に於て起るのではなくして色素層 (Pigmentschicht) と云ふ一派がある。之は有名なる Hensen の Tauchen の現象によつて根據されてゐるのであるが簡單の爲茲には省略する。

最大視力、最小分離2點間の大きさに就てはその他 Hook, (視角 $30''$) 加藤 (視角 $60''$)

第6表 認識最小視角

對 象	視 角	觀 察 者
1) 平 行 線	$50''$	Herschmann
2) 白圓盤 (黒地上の)	$15''$	Struve
3) 平行黒線	$52''-1' 15''$	Bergmann
4) 黒い四角 (白地に)	$55''$	Aübert
5) 恒 星	$1'$	Hooke
6) 格 子	$1' 4''$	Helmholtz
7) 黒點 (白地に)	$1' 4''$	Hueck
8) 黒い四角 (白い地)	$1' 8''$	Aübert
9) 平 行 線	$1' 13''$	E. H. Weber
10) 同 上	$1' 34''$	Tob. Mayer
11) 木星衛星	$2'$ 以上	A. Humboldt
12) ゴ 盤	$2' 4''$	Tob. Mayer
13) クモの巢	$2' 28''$	Volkman
14) 天琴星座の二重星 ε	$3' 27''$	A. Humboldt u. Galle

M. Luckiesh (40秒 0.7分) E. Abderhalden ($0.002\sim 0.0037$ mm 即ち30~60秒) 等が記述されてゐるが、以上の實驗竝に研究を綜合して考ふれば極端なる場合に於て視力約6のものはその視角 $10''$ 内外の點を認める事も可能であるが吾々が二原基説を信奉すれば理論的にも實驗的にも普通の視力を有するもので、普通に黒と白との對象に於て2點として識別し得る最小の視角は

先づ $60''$ 即ち約1度を以つて最も妥當とする。即ち之は Fovea Centralis における Zapfen Zellen の平均の大きさ (直徑 4.38μ) に相應するものである。

即ち $60''$ の視角を含むものゝ眼の前方約50cmに於ける大きさは 0.145 mm に相應してゐる。

然るに 8 Point (六號) の複雑なる漢字の2點或は2線間の距りは最小丁度 0.15 mm である。之を思ふに明瞭に印刷された、而して照度が充分満足されるときでも複雑なる漢字は吾々の眼で判別し得るか否かの境に存するものである。如何に以つて漢字を正確に認知する事の困難なるやを思ふべきである。

されば照度が少しく不足する時、或は印刷が不明瞭なる時、而して視力僅かに劣る者等が漢字を完全に讀む事の不可能なる事は容易に首肯される所となる。

總 括

各國に用ひられてゐる種々なる文字の種々なる大いさに就て約 50cm の距離に於て精確に讀み、他の文字と明かに識別し得る最小照度——最低認識照度——を比較検討した。その實驗成績の結果を次の如く要約する。

1. 各國の文字はその種類、象形によつて最低認識照度に大いなる相違を示す。

ローマ字 (Roman), イタリアック (Italic) ドイツ字 (German), ギリシャ字 (Greek), 漢字等の代表的各國の文字のうち我國に於て作られた假名は最も優秀にして、その最低認識照度は實に各國字中最小價を與へた。而して最も劣つたものは漢字にしてその複雑なるものは他の國の文字とは比較にならない程の大いなる最低照度を要求した。之全く他の國字が均しく音標文字なのに對して、獨り漢字が煩雜なる象形文字なるによるのである。今紙質良好なる反射率 84 % の白紙に黒インクを以て鮮明に印刷されたる外國文字の 10.5 Point (五號活字又 Small Pica) につき比較すれば次の如くである。

a) 小 文 字

最低認識照度は小文字に於てはローマ字が最小で 1 Lux, 次にドイツ字が 1.4 Lux, 次にイタリアックが 1.6 Lux, 而して最高はギリシャ字の 2 Lux である。

i) ドイツ字は概してローマ字より讀み易いけれども f と f との區別が甚だ困難で、 ä と ü , t と f , c と e 等の區別にもかなり困惑せしめられる。

ii) ローマ字は同じ Point 數に於てはドイツ字よりも少しく線が細いのが通例で、格別讀み難いと言ふ字はないが、やはり i と l , e と c , u と v 等比較的混同され易い。それはイタリアックの場合も同様である。

iii) ギリシャ字の大いさは不等で大型の β , λ , γ , χ 等は他の何れの國字よりも讀み易いけれども、小型の ρ と τ , ϕ と ψ , τ と ι 等の鑑別は甚だ困難である。

b) 頭文字 (大文字)

i) 最低認識照度は頭文字に於てはドイツ文字が斷然高く 1.2 Lux である。之はその獨得の花模様の複雑性に基くもので G と G , Q と R , B と R とは著しく混同され易い。

ii) ギリシャ花文字の大いさは略一定であるけれども E と E , T と T 等は少々混同の憂あり、その最低認識照度はドイツ字に次いで高く 0.7 Lux である。

iii) ローマ字, イタリアックは他より特に讀み易いと言ふ譯では無いが、比較的紛れ易い字が少く最低認識照度は最小で夫々 0.53 Lux, 0.55 Lux で止まつてゐる。

2. 1) の場合と同様の試験紙に於て求めた日本字 (ひらかな) 及び漢字の最低照度は次の様である。

i) 10.5Point (五號) に於てはひらかなは 0.47Lux, 中等程度の漢字は 1.2Lux, 少々複雑せるものは 11Lux, ふりかなは 5Point (七號, ルビーに相當す) にして 5.1Lux, を要求する。片假名は平假名と殆んど相等しく僅かに高い最低照度を要求することあり, ソ, シ, ツ, ン並にコ, ユ, ニ, エ等の判別に苦しむ場合がある。

要するに六ツかしい漢字は日本字の約15倍 (約10~20倍) の照度を要求し, その振假名も著しく高い照度を要求するものである。

ii) 今日最も多く使用される 8 Point (六號活字) のひらかなは ca 1Lux, 中等程度に複雑せる漢字 (その字畫10内外のもの) は 1.8Lux, 可なり複雑せるもの (20字畫) は 14Lux, 而してその振假名は 4 Point (八號) にして ca 10 Lux の最低照度を要す。

故に日本の印刷物は平假名許りなる時は約 1 Lux に於て難澁を伴ひつゝも誤りなく讀む事が出來, 漢字を交へる時は15倍の 15Lux に於て先づ一通り讀み下す事が出来るのである。

3. 活字の大きさが増せば最低認識照度の減少する事は云ふ迄もないが, その間には次の如き關係式の成立する事を立證する事が出來た。

$$\log y = ax + b,$$

茲に y は最低認識照度, x は文字の大きさを Point 數に於て表はしたもので, a 及び b は各個人及文字の種類によりて異なる定數である。予がローマ字の小文字 (small roman) について求め得たる係數は (第1圖)

$$a = -0.148 \quad b = 1.78 \text{ であつた。即ち } \log y = -0.148x + 1.78$$

之によつて畫れた曲線値と實測値との間には約10%迄の誤差を生ずるのみ。

今假に此曲線の延長も亦眞理を示すものならば極めて微少なる文字の最低認識照度は 60 Lux にして極めて低き照度に於ける文字は 18Point の大きさ迄讀む事の出来る理となる。

4. 種々異なる視力の實驗者に就て比較するに視力良好なる者程最低認識照度は小なり。而して大いなる Point の文字に於ける各個人間の最低照度の相違 (ひらき) は比較的少いけれども, 小なる Point の文字の最低照度の相違は次第に大となる。

換言すれば大きい文字を讀む時は視力の低き者も高き者もその要求する照度に大差はないが, 小さい文字を讀む時には視力悪しき者は然うで無い者より甚だしく高い照度を要求する。

5. 最低認識照度は活字の Point 及び用紙の反射率, 字體の相違の外著しく活字の鮮明度如何によつて制約される。一般に書籍の印刷は比較的良好であるが, 雜誌及び新聞は著しく鮮明度を缺く。殊に新聞紙は最優秀のものと雖も著しく不鮮明なるを免れない。

例へば我國最大新聞の一つ (反射率66%) について實驗するにその最低照度は紙面の大部分を占めてゐる 8Point (六號) に於てはひらかなは 8 Lux, 簡單なる漢字は 12—15Lux, 少々複雑なるもの例へば糖, 髓, 警, 靴, 壤等は 60Lux である。而して最も複雑なるもの例へば囊, 寶, 癢, 鑿, 鎗, 纏等は實に 1,500Lux の高照度に於ても尙且つよく之を精確に認知し得なかつたのである。而して被實驗者の熟知せる字は繁雜なるものと雖も比較的容易に認知し得るけれ

ども、然うでないものは少々簡單なるものでも却々正しく認知する事が出来なかつた。

之によつて考ふるに吾々は漢字のその微細部迄精確に認知して之を読んでゐるのではなく、大體その形象を直観して通讀して行つてゐる事が分る。故に漢字で書物を読む場合にはそれ丈は不精確となる事を免れ得ぬから、漢字の文字としての價值は著しく減殺されるものと云はねばならぬ。

6. 我國の通俗書籍、殊に婦人雑誌、子供繪本等に流行する色彩印刷、就中用紙の色との對比の少い文字の読み難い事は云ふ迄もない。之を例せば一婦人雑誌の緑色の Back (反射率24%) に黒を以つて印刷せる 8Point (六號) のひらかなを読む最低認識照度は13Luxにして白紙に印刷せる場合の實に13倍の高い照度を要求した。又同様の漢字に於ては39Luxの最低照度を要求したのである。

結 論

最低認識照度を示標として純粹なる照明學の見地より吟味すれば吾人は我國のひらかなが他の如何なる國字に比しても優れ、而して漢字が恐らくは世界最劣等の象型文字である事を知つた。ひらかなは同じ大いさのローマ字より著しく少い照度で読み得るに反し、漢字は實にその數倍から數十倍の高照度を必要とする。新聞紙中最も鮮明と思はれる某新聞紙(反射率66%)に用ひられてゐる8Point (六號) の漢字は 60Lux の最低認識照度を要しその最も複雑なるものは實に 1,500Lux に於ても尙且十分に認識し得ぬものがあつた。

今日新聞紙は小學5年生以上の國定教科書に於て教授する漢字には全部振假名を附してゐる。即ち一般の大衆は生活知識の糧とも云ふべき新聞を読むに於てすら振假名の力なくしては漢字を完全に読み得ないのである。換言すれば我が日本民族は漢字の如き世界最劣等の文字を輸入して漢字と同時にその微少なる振假名をも読み下して行かねばならないのである。斯の如き二重勞作は長年月の風習の惰性のもとに眞劍なる反省なしに強制されて來たものであるけれども「日本人の如く國語の學習に多くのエネルギーを徒費する國民は世界中に支那人を除いては存在し得ぬであらう」とは外人間の合評である。實際、既に高等教育を受けた者でも少しく漢字多き専門書、例へば徳川、明治初期の醫學書、或は佛教教典等を読む時、如何に空しき難澁を覺える事か、或國學者は切言してゐる。「今日の大學學生にしても小學國語讀本を誤りなく書き得る者は恐らく一人もないであらう」と。予も先頃小学校國定教科書を通讀した際、斯の如き極言が恐るべき眞實なる事を今更痛感したのである。

表現の形式は簡單明瞭なるをこそ尊しとなす。吾人は徒らに煩雜を極めたる漢字は之を制限し艾除する一方、可及の範圍に於て國語の方法を論理的に實用的に體系を建てつゝ簡易化し、以て此徒らなる國語難を救はうとする事は敢て空中に樓閣を築かんする理想への努力でない事を信するものである。

文 獻

1) Nagel ;

Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 3, S. 341, 1905.

2) Posch ;

Archiv für Augenheilkunde, Bd. 5, S. 14, 1879.

3) Cohn ;

Archiv für Ophthalmologie, Bd. 17, S. 305, 1871.

Uhthof u. Koenig ;

Archiv für Ophthalmologie, Bd. 32, S. 171, 1886.

4) Hensen ;

Virchows Archiv, Bd. 34, S. 401, 1865. und Bd. 39, S. 475. 1894.

5) Guilleroy ;

Arch. f. Augenheilkunde, Bd. 28, S. 263. 1894.

6) Cohon ;

Graefes Archiv für Ophthalmologie, Bd. 17(2), S. 305, 1871. Central blatt f. Augenheilk., Juli, 1879.

7) Kries ;

Centralblatt f. Physiologie, Bd. 8, S. 694. 1864.

8) Koester ;

Centralblatt für Physiologie, Bd. 10, 1396, u. Archiv. f. Ophthalmologie.

9) Bloom u. Garten ;

Pflügers Archiv, Bd. 72. S. 372, 1898.