

読書における眼球運動の撮影的研究

——その史的考察と批判——

大 伴 茂

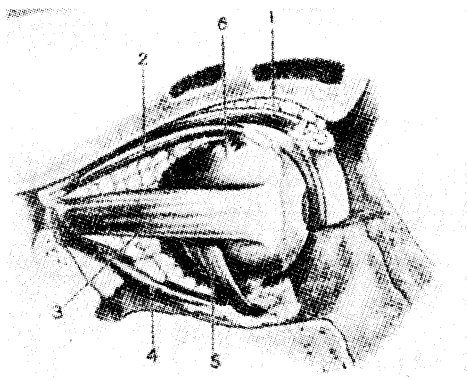
蔭 山 庄 司

I 読書における眼球運動実験の史的考察

読書における眼球運動の実験的研究については、先ず次のような二・三の点を注意しておく必要がある。

その一は「眼球運動」を手がかりとして研究して来たという点である。

それは続けて読む時には、必ず眼球運動がなければならないということを見出したからであろう。眼球は眼球に附着している幾つかの眼筋の単独或は協同の収縮と弛緩によってすべての方向に動かされる。第1図及び第2図は眼筋を図示したものであるが、即ち瞼は括約筋の活動によって自然的に或は反射的に閉されるが、開かれる時には上眼挙筋によってあげられる。上直筋・下直筋・内直筋・外直筋の4つは即ち4直筋であるが、上直筋は前外走し視線と25度の角度をなし、その収縮は眼球を上・内方に回転させ、下直筋は眼窩下壁に接し視線との角度は25度、眼球を下・内方に回転させる。外直筋は外壁に接し眼球を外方に、また内直筋は内壁に接し眼球を内方に回転させる。上斜筋は眼窩の上・内壁の境にあり、眼球を下・外方に、また下斜筋は下壁の前部に起り下直筋の下側より眼球の後半部に停止し、眼球を上・外方に回転させる。下直筋の収縮と上斜筋の補償的活動は、直接的下方的運動のために必要とされる。上直筋と下斜筋との整合的収縮は、眼球の直接的上方運動のために必要とされる。また、眼筋が眼のすべての運動のために活動するというだけでなく、解剖学的に位置している反対筋もまたこの運動を正確にするためにチェック要素として活動する。

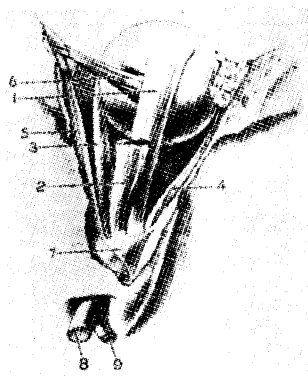


第 1 図

側面より見た外眼筋

- 1 上眼挙筋
- 2 上直筋
- 3 外直筋
- 4 下直筋
- 5 下斜筋
- 6 上斜筋

(W.S.Duke-Elderより)



第 2 図

眼球の上部より見た外眼筋

- 1 上直筋
- 2 上眼挙筋
- 3 内直筋
- 4 外直筋
- 5 上斜筋
- 6 上斜筋の反射腱
- 7 チン環帯
- 8 視神経
- 9 眼動脈

(W.S.Duke-Elderより)

かくて眼筋の活動とこれに伴随する疲労との関連、特に日本文を読む場合の縦読と横読における眼筋疲労の問題は、単に生理学的・心理学的な問題といわれるだけでなく、実に重要な国家問題といわねべきであろう。

その二は、本論文において取扱おうとする眼球運動の実験的研究は、眼球運動そのものだけに關する一般的な意味の生理学的・心理学的な実験的研究でなくて、読書における、眼球運動の実験的研究であるという点である。すでに早く Landolt¹⁾ は1891年に眼球運動に關する実験的研究を試みたが、これは読書における、眼球運動を主題するものでなく、眼球運動は眼球停留の系列だとする假説をテストするものであった。1913年のMarx²⁾の研究

- 1) Landolt, A., "Nouvelles Recherches sur la Physiologie des Mouvements des Yeux," Arch. d'Optalmo., 1891, 11, 385—395.
- 2) Marx, E., "Untersuchungen über Fixation unter verschiedenen Bedingungen," Zeitschr. f. Sinnesphysiol., 1913, 47, 76—96.

も、眼球停留中の運動量についての実験であり、1925年の Cobb 及び Moss¹⁾の研究したものであって、必ずしも「読書における」眼球運動の研究ではなかった。また眼球が横或縦の何れかに動くというだけではなく、凝視する場合に真直に見たり、或は転じたりすることや、或はゆがみの現象があらわれるということが発見されて来たが、すでに 1912 年に Wichodzew,²⁾ 1905 年に Barnes³⁾ はこのゆがみの程度を測定する方法を工夫していた。

しかし私が主題としているのは「読書における」眼球運動であって、この方面が如何に種々のテクニックを準備して研究されて来たかは逐次明かにされてゆくことであろう。

その三は、眼球運動という用語には、ただ運動するというだけでなく、停留することも包含されており、読書するという場合には、もちろん眼球を動かさねばならないが、しかし眼球を停留させることによって、はじめて本当に読むことが出来るのだということを見のがしてならないということである。

だから眼球の動き具合を研究することもむろん大切であるが、殊に日本文のように、縦読したり横読したりする場合、或は漢字、仮名、ローマ字などを読むような場合の、眼球運動の具合を研究することも大切であるが、しかし読む場合には、この眼球を停留させている間に読むのだという立場からいえば、この停留の場所、停留の時間、停留と停留との続き具合などが、また同時に重要な研究題目としなければならないであろう。

そこで以下読書における眼球運動の実験的研究を史的に考察するのであるが、第一には如何に諸種のテクニックが適用されて来たか、第二にはその諸種のテクニックにつねに如何により高い合理性が求められて来たか、第三に

1) Cobb, P. W., and F. K. Moss, "Eye fatigue and its relation to light and work," J. Franklin Inst., 1925, 200, 239—247.

2) Wichodzew, A., "Zur Kenntnis des Einflusses der Kopfneigung zur Schulter auf die Augenbewegungen," Zeitschr. f. Sinnesphysiol., 1912, 46, 394—431.

3) Barnes., "Eye-movements," Amer. J. Psychol., 1905, 16, 199—207.

はかくてその実験結果に如何により高い信頼性が期待されて来たかを検討することにした。

1 残像による実験的研究

眼球運動に関する実験的研究は、すでに 120 年以前に行われている。この場合の方法は眼の残像現象を利用するもので、1846年、Volkman¹⁾ によって行われ、これより20年後、Lamansky²⁾ によって追試された。或一定の期間において光線が眼にはいるような仕組みになっているのである。即ち回転盤に穿孔を仕掛け、ちょうど一定期間にその穿孔を通して光線が放射されるようになっているのである。かくて被験者は残像の数を数えさせられる。1898年、Guilley³⁾ はエピスコティスターを使用して Lamansky の方法を修正した。即ちこの方法ではタキストスコープを利用し、露出の期間と数とを、ただシャッター・アレンジメントでやるのではなくて、盤を利用して規則的にするのである。この場合には、4つの堅穴がつくられ、盤は真黒いスクリーンの後方で時計仕掛けで回転するようになっており、このスクリーンの中央には円、楕円、四角、三角の4つの形の穴がつくられている。残像の形はこれらの穴の形によって出来て来る。この方法によると同じ形の残像を数えるよりも確かであることは事実である。1902年、Brückner⁴⁾ はまたこのエピスコティスターとスクリーンの代りに、いわゆる Ruhmkorff アパレタスを利用した。このアパレタスは2つの電極から定期的に統制された光のスパークが

- 1) Volkman, A. W., Wager's Handwörterbuch der Physiologie., 1846, 3, 265—351.
- 2) Lamansky, S., "Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit der Blickbewegung, respective Augenbewegung," Pflüger's Arch., 1869, 2, 418—422.
- 3) Guillery, G., "Ueber die Schnelligkeit de Augenbewegungen," Pflüger's Arch., 1898, 73, 87—116.
- 4) Brückner, A., "Ueber die Anfangsgeschwindigkeit der Augenbewegungen." Pflüger's Arch., 1902, 90, 73—93.

送られる。このスパークが黒いカード紙に 1.5mm 平方の穴を通して送られて来る。ところがこのカード紙に停留点として淡い色彩のマークが用いられている。その後、1907年、Dodge¹⁾ は研究の一部にこの残像法を多少変更したものを用いた。被験者は先ず縁を尖らせた発光体を見せられ、残像の出来るまで凝視させられる。ついでテキストを与えられるのであるが、ずっと読んでゆく間に、その残像の停留するのを注意するのである。これは1916年 Barnes によって追試された。

しかるにこの方法は、可なり多くの批判を受けなければならなかつた。その主なるものは、(1)記憶に依存する。(2)残像はつねに紛乱する。(3)残像によって得られる資料は限定されるというのであった。したがって広く用いられるには到らなかつた。実験は、眼球運動そのものに直接ぶつかってゆこうとして来るのは当然である。

2 直接観察による実験的研究

眼球運動そのものに直接的に当ってゆこうとする実験も、眼球運動を実験者が別に特別のアパレタスを用いなくて観察しようとする場合と、何らか特別のアパレタスを用いて観察しようとする場合とが区別される。

1928年、Newhall²⁾ が行った実験は前者に属する直接観察による実験である。L型のラックの低い方のさおに読まれるテキストが掛けられ、高い方の柱にはU型のきり込みがあり、そこへ被験者が鼻の下・唇の上部をあてて頭を安定的に支えるようになっている。観察管と光源が備えつけられており、この管の先には20ディオプターの凸レンズが取付けられているが、この管を前後にスライドすることによって焦点を合わせるようになっている。また同

- 1) Dodge, R., "An experimental study of visual fixation." Psychol. Monogr., 1907, 8, 1—85.
- 2) Newhall, S. M., "Instrument for observing ocular movements," Amer. J. Psychol., 1928, 40, 628—629.

1928年, Miles¹⁾ の試みた穴から覗く方法は、直接的に被験者の真正面から、 $\frac{1}{4}$ インチ の前後の小さい穴から、被験者が読む場合の眼球運動をのぞき見るようになっている。

この方法は(1)被験者の眼の真近かから観察する。(2)真向から被験者の眼球運動を観察するので、鏡を通して直覚に見るよりも大きく見える。(3)被験者の視線の方向は、明白に正確に判定することが出来るというような長所がある。しかし直接観察法は、今日もなお広く用いられていないことはないが、所詮はこの実験からは正確な客観的記録をもつことが出来ないのが難点である。

そこで諸種のアパレタスを用いて眼球運動を実験的に研究した諸家のテクニックを見ることにしよう。

3 鏡に映すことによる実験的研究

眼球運動を一旦鏡に映し、それを観察することによって目的を達しようとする方法である。先ず1879年にJaval²⁾ によって行われた実験がある。この実験では被験者の前や右に、何か表面の反射するものをおいて、被験者の後方からこれに被験者の眼球運動を映し、これを被験者の後方から観察しようとするものである。1891年には Landolt³⁾ が映鏡法を適用して大量研究を遂行した。その後1898年には、同じ方法が Erdmann 及び Dodge⁴⁾ によって

- 1) Miles, W. R., "The peep-hole method for observing eye movements in reading," J. Gen. Psychol., 1928, 1, 373—374.
- 2) Javal, L. E., "Essai sur la Physiologie de la Lecture." J'Annales d'Oculistique, 1879, 82, 242—253.
- 3) Landolt, S., "Nouvel'es recrorches sur la physiologie des mouvements des yeux." Archives d'Ophtalmologie, 1891, 2, 385—395.
- 4) Erdmann, B. und Dodge, R., Psychologische Untersuchungen über das Lesen, auf experimenteller Grundlage. Halle, 1898.

適用され、1911年にはHendricks¹⁾によって繰返され、1916年、Freeman²⁾は実験に必要な特殊な鏡を用いて実験を試みた。

この実験法の長所とするところは、案外簡単にその目的を達することが出来るというところにあるといえる。共同研究者の一人(大伴)も、一種の眼鏡を用い(眼鏡にはレンズを用いず、上半分は空、下半分には鏡をとりつけ)被験者にはその空(いいかえれば窓である)から読ませ、その時に生ずる眼球運動が、下半分の鏡に映るのを被験者の後方から観察した。Freeman法を追試したのである。この実験では、眼球運動における眼球の停留の数は殆んど正確に数えることが出来、ストップ・ワッチを利用すれば各行における停留の回数とともに、各停留の時間は見出し得ないが総時間は知ることが出来る。

しかし何といっても客観的な記録をとり得ないことは、この方法の短所である。

4 眼球運動に伴う音を聴きとることによる実験的研究

ここにまた変った実験法をあげることが出来る。それは1892年 Lamare 及び Javal³⁾ によって行われた実験である。この実験では眼球運動を「見る」ということの代りに「聴く」という方法を工夫したのである。即ち眼瞼にデリケートな拡音機を取付けて眼球の動く時に生ずる筋の収縮に伴うかすかな音を聴こうとしたのであった。後(1928年) Lamare⁴⁾ は電流をつかい、これと瞼との関連によって、マイクロフォンを通じて音が生じるように仕掛けて

1) Hendricks, E. L.—A Study in Reading. 1911, 30.

2) Freeman, F. N.—Experimental Education, Boston, 1916.

3) Lamare, A., Des mouvements des yeux dans la lecture. Bull. M'em. Soc. France d'Ophthal., 1892, 10, 354—364.

4) Vernon, M. D., "The movements of the eyes in reading. "Brit. J. Ophthal., 1928, 12, 130—139.

あることから眼球運動を研究した。

しかしこの方法はやはり記録をとるようになっていないのが欠点である。

5 記録をとることによる実験的研究

以上述べて来た諸種の実験的研究において、共通して短所とされて来たのは、客観的な正確な記録をとることが出来なかったという点であった。実験的研究において正確な記録をとることが出来る、そしてこの記録を合理的に分析することから、その結果を科学的に説明することが出来るということは、基本的必要条件であらねばならない。

いうまでもなく眼球運動の実験的研究に従事した学徒のうちにも、すでに早くから記録をとることに努力した学徒はあることはあった。1891年 Ahrens¹⁾ が象牙の盃を角膜にくっつけて実験したのはその例である。いったいこの方法は、小さいこの盃が角膜にくっつけられていて、それにデリケートな糸が結びつけられている。この糸が小さい滑車の上を通ってポインターに接続されているから、眼球が動くと、ポインターがしたがって動く。ポインターが働くとそれがドラムに記録されるという具合になっているのである。1898年 Delebarre²⁾ は、この象牙の盃をくっつけることは実用性に乏しいというので、石膏盃をくっつけるのがよいと示唆した。1899年 Orchansky³⁾ はアルミの盃を用いた。この盃の中央には虹彩のために丸い窓がつけられ、この窓の横に小さい鏡がつけてあり、この鏡の光線がプロジェクション・スクリーン

-
- 1) Ahrens, A., Untersuchungen über die Bewegung der Augen beim Schreiben, Rostock. 1891.
 - 2) Delebarre, E. B., "A method of recording eye-movements." Amer. J. Psychol., 1898, 9, 572—574. 特にp.573にその技法を説明せり。
 - 3) Orchansky, J., "Eine Methode die Augenbewegungen direct zu untersuchen (Ophthalmographie)" Centralbl. f. Physiol., 1899, 12, 785—790.

に反射するようになっている。Huey は1898年に、¹⁾ 石膏盃とカイモグラフを利用し、この記録法追試の予備実験結果を発表し、1900年²⁾ これを完成した。Buys³⁾ は1910年にやはり 盃とカイモグラフを利用したが、Marx 及び Trendelenburg⁴⁾ は、この翌1911年に Orchansky を追試した。1912年、Schackwitz⁵⁾ は眼の壁にデリケートなタムバーをとりつけ、この方法によって眼球運動をカイモグラフに記録した。Ohm は1914年、⁶⁾ 縦の“眼と瞼の運動”を記録するために、てことカイモグラフ・ドラムを用い、1916年⁷⁾ に横の運動を記録するための実験を行った。1917年には Witmer⁸⁾ の実験が行われ、それから数年を経て、1923年に Grünberg⁹⁾ が少しくその方法を修正した。1926年には Galley¹⁰⁾は、さきの Schackwitz の方法に修正を加え

-
- 1) Huey, E. B., “Preliminary experiments in the physiology and psychology of reading.” Amer. J. Psychol., 1898, 9, 575—586.
 - 2) Huey, E. B., “On the psychology and physiology of reading. I”. Amer. J. Psychol., 1900, 11, 283—302.
 - 3) Buys, E., “Über die Nystagmographie beim Menschen.” Internat. Zentrabl. f. Ohrenhk., 1910—11, 9, 57—65.
 - 4) Marx, E., and W. Trendelenburg., “Über die Genauigkeit der Einstellung des Auges beim Fixieren.” Zeitschr. f. Sinnesphysiol., 1911, 45, 87—102
 - 5) Schackwitz, A., “Apparat zur Aufzeichnung der Augenbewegungen beim zusammenhängenden Lesen (Nystagmonograph)”, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., 1912, 63, 442—453.
 - 6) Ohm, J., “Zur graphischen Registrierung des Augenzitterns der Bergleute und der Lidbewegungen.” Zeitschr. f. Augenheilk. 1914, 32, 4—8.
 - 7) Ohm, J., “Eine Registriervorrichtung für wagerechte Augen und Lidbewegungen.” Zeitschr. f. Augenheilk., 1916—17, 36, 198—202.
 - 8) Witmer, J., “Über Nystagmographie.” Graefe’s Arch. f. Ophthal., 1917, 93, 226—236.
 - 9) Grünberg, G. I., “Über eine neue einfache Methods der Nystagmographie.” Zeitschr. f. Hals—, Nasen—, u, Obrenheilk., 1923—24, 7, 382—389.
 - 10) Galley, L., “Ein neuer Nystagmograph (Mikrokinetograph).” Zeitschr. f. Psychol., 1926, 101, 182—189.

て追試した。この翌1927年には Cords¹⁾ が眼球運動を記録するてこの方法を批判した。1929年には Arrigo²⁾ が実験し、1934年には Rodin 及び Newell³⁾ が、半ば機械的、半ば撮影的の技法によって実験を試みた。

II 眼球運動の撮影による実験的研究

以上多くの学徒が従事したことによっても分るように、実験結果を記録にすることが出来るということは、実験的研究としては一応成功を収めたことになる。しかしこの記録がどこまで科学的にとることが出来たかどうか、これが厳密に検討されなければならない。科学研究の本質はその方法の如何にあるものだとするのが、私どもの根本的態度であり 見解であるからである。かくの如き見地からいふば、如上の方法における記録の科学性は、必ずしも満足すべきものであるとはいえないであらう。

読書における眼球運動においては、眼球の回転が如何に行われるかということも明かにしなければならないが、それよりも重要なのは、眼球の停留が如何になされるかを知ることである。これをも少し具体的にいえば、一定の分量を読むために何回眼球を停留させるか、その停留と停留との距離はどうなっているか、その停留は何れの場所においてなされるか、その停留は規則正しくなされているか、不規則になされているならばどのような具合に不規則になされているか、また停留の時間はどれほどになっているかなどが確実に見出されることが望ましい。なぜならばこれらの現象が確実にそして精確に見出されることによって、被験者の読みの具合がより合理的に分析するこ

- 1) Cords, R., "Über Hebelnystagmographie." Graefe's Arch. f. Ophthalm., 1927, 118, 771—784.
- 2) Arrigo, A., "Grafica dei Movimenti dell' Occhio durante la Lettura." An. Oftal. e. Clin. Ocul., 1929, 57, 1—4.
- 3) Rodin, F. H., and R. R. Newell., "Movements of eyes under cover." Aach. Ophthalm., 1934, 12, 525—535.

とが出来からである。

かくて眼球運動の撮影的研究が行われて来た。しかしその撮影はもちろん最初から充分な条件を備えたものとはいえなかった。

撮影的研究において、最初研究者として Dodge¹⁾ をあげるのが至当であろう。氏は1899年 5 × 7 インチ落下板を利用して撮影したのであった（これを1901年 Psychol. Rev. で発表した）。1905年（つづいて1907年）、Judd²⁾ もまた撮影による実験結果を発表した。Dodge の方法は眼の角膜からカメラのレンズに反射して来る 光線を用いたが、Judd はキネトスコープ・カメラと眼におけるスポットを用いた。

この方法による実験的研究は、その後、熱心なしかし特殊の研究者たちによって続けられて来たが、これをここに詳述することを避け、その代表的なものだけを簡単に見ることにしよう。

1 シカゴ大学における実験的研究

前述の Dodge の方法は、1906年 Dearborn³⁾ によって継承された。氏は Dodge の 7 インチ板をやめて 3 フィートのフィルムを用いた。この前後三・四の学徒により、アパレタスには種々の修正が加えられた。Dearborn ははじめウイコンシン大学に、修正撮影機を装置したが、後これをシカゴ大学に移した。シカゴ大学においては、はじめは Dearborn の指導の下に、後には Judd の指導の下に、そして Judd を中心として、このアパレタスを使用す

- 1) Dodge, R., and T. S. Cline, "The angle velocity of eye movements," Psychol. Rev., 1901, 8, 145—157.
- 2) Judd, C. H., McAllister, C. N., and Steel, W. N., "Introduction to a series of studies of eye-movements by means of kinetoscope photogtaphs." Psychol. Rev., Mon. Supp., 1906, 7, 1—16.
- 3) Dearborn, W. E., "The psychology of reading," Arch. Phil. Psychol. Sci. Methods, 1906, no. 4.

る幾多の貴重な研究が報告されたことは壮観であった。

先ず Schmidt¹⁾ の研究であるが、氏は1917年 Dearborn アパレタスを修正し、Freemanの示唆により落下板の代りにフィルムを使用して実験した。ついで同年 Gray²⁾ は根本的な修正をアパレタスに施し、Dearborn の指導の下に、児童を被験者として実験することに成功し、なお音読に関する研究を初めて試みた。1918年 Judd³⁾ はこの実験室から「読書の研究・その本質と発達」を発表し、1920年には Buswell⁴⁾ は読書における“Eye-voice span”というユニックな研究を報告した。同年 Terry⁵⁾ は数字を読む場合の眼球運動の研究を公にした。1922年には Buswell⁶⁾ の「読書の基本的習慣」が、翌1923年には Judd 及び Buswell⁷⁾ による「黙読の研究」が完成した。1924年、大伴は⁸⁾ 諸種の日本語を読む場合の眼球運動を撮影的に実験し、縦読、横読、かな文、漢字かな文、口語文、文語文などの比較研究を試みた。この時使用したシカゴ大学 EYE-MOVEMENT CAMERA は次の如きものであった。

(1) 先ず眼球表面における光線は反射する。これがフィルムの上に焦点を結ぶ。反射光線の方向にその変化を記録することが可能である。かつこれ

- 1) Schmidt, W. A., An experimental Study in the Psychology of Reading. Supp. Ed. Mon., no. 2, 1917.
- 2) Gray, C. T., Types of Reading Ability as Exhibited Through Tests and Laboratory experiments. Supp. Ed. Mon., no. 5, 1917.
- 3) Judd, C. H., Reading : Its Nature and Development. Supp. Ed. Mon., no. 10, 1918.
- 4) Buswell, G. T., An Experimental Study of the Eye-Voice Span in Reading. Supp. Ed. Mon., no. 17, 1920.
- 5) Terry, P. W., How Numerals are Read. Supp. Ed. Mon., no. 18, 1920.
- 6) Buswell, G. T., Fundamental Reading Habits : A Study of Their Development. Supp. Ed. Mon., no. 21, 1922.
- 7) Judd, C. H., and Buswell, G. T., Silent Reading : Study of Various Types. Supp. Ed. Mon., no. 23, 1923.
- 8) Otomo, S., An Exporimental Study of the Eye Movements made by Various Persons in the Reading of Japanese Texts of Different Forms. 1924.

らの変化は眼球運動の索引として取扱うことが出来る。

(2) 光源は20アンペーアのアーク燈である。この光をタンクの中を通して冷却する。紫色のレンズで光線のまばゆさを除く。この光線を音叉で1/25秒に刻む。この光線が小孔を通して、暗くしてある隣室にはいる。

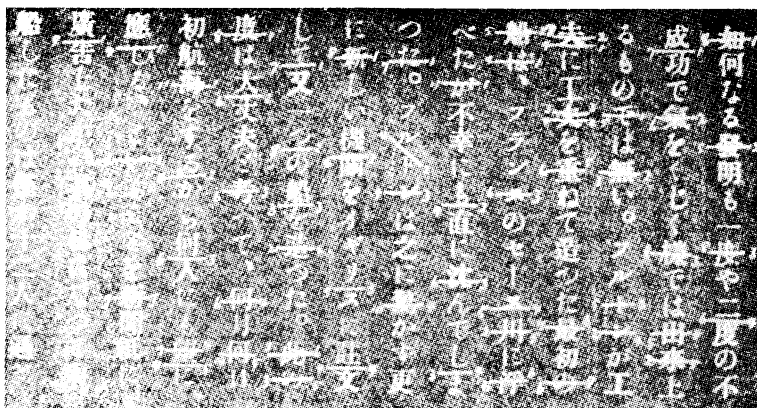
(3) この部屋には大きいアイムーヴメント・カメラが装備してある。ここへはいつて来た光線はこのカメラに装置してある銀の鏡にあたる。それが反射して眼にあたる。一定場所に用意してある照明によってテキストの文字だけが読めるようにしてある。これを読むと眼球が滑走したり停留したりする。この時、銀の鏡から眼にあたっている光線のために、読みはじめると同時に流れ出したフィルムに焦点を結んでゆく。線でうつるはずだが、光線が1/25秒に刻んであるから、すべての線は点線でうつる。点一つが1/25秒である。これで停留時間が見出される。

(4) あとでプロジェクト・メシンによって、このフィルムとテキストとを照合して、眼球停留の場所や時間、それから読直しなどを分析する。

(5) 実験中、頭の動きを除くために特別の装備が施されている。

実験結果は、何れの研究者においても、だいたいにおいて、(1)眼球停留数、(2)その各停留の場所、(3)その各停留の時間、(4)停留場所と停留場所の間隔、(5)この間隔の状態、(6)読直しの数及びその場所などを問題として分析・究明する。しかるに外国文の読書における眼球運動の研究は、前掲の諸文献に詳述されているので、日本の読みにおける結果の記録二、三を参考のために示すことにする。¹⁾ (第3・4・6・7図参照)

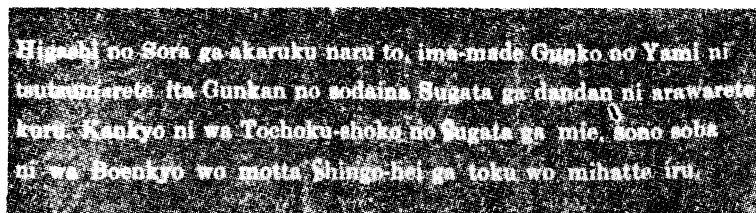
1) 日本文を読む場合の実験結果の一部は、註(46)及び大伴茂一教育科学原論に発表した。東洋図書株式会社、1933年5月。



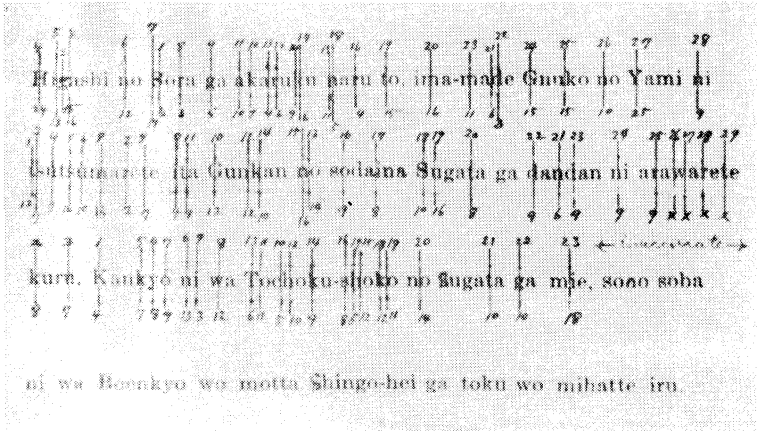
第3図 上手な読み手 活字に短い横線を施したのは、眼球停留の場所、この横線の右の数字は停留の順位、左の数字は時間、例えば6とあれば6/25秒。



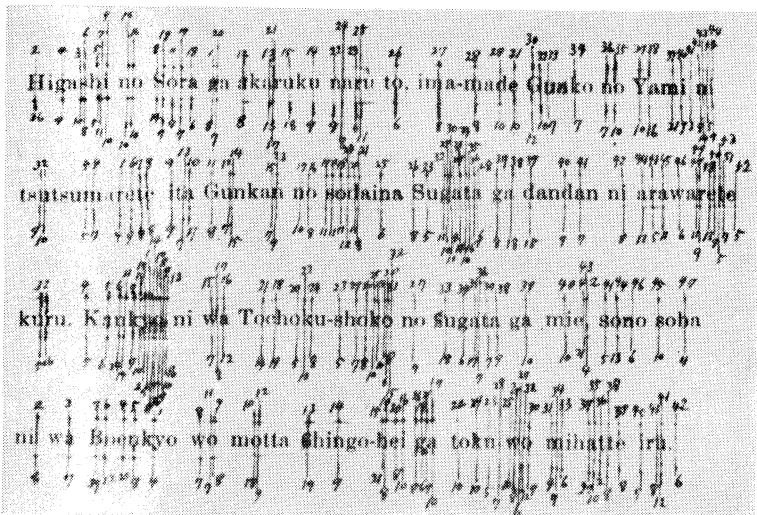
第4図 下手な読み手 上手な上掲の読み手1は第1行を4停留で読んでいるが、下手なこの読み手は7停留で読んでいる。



第5図 ローマ字によるテキスト、この記録は6図と7図



第 6 図 比較的上手なローマの読み手 第 7 図の下手な読み手の記録と比べよ。



第 7 図 下手なローマ字文の読み手 如何に多く眼球が停留し、従つて多くの時間をかけているかを見よ。

2 ミネソタ大学における実験的研究 —TINKER EYE-MOVEMENT CAMERA—

1931年 Tinker¹⁾ は新たな眼球運動カメラをミネソタ大学に装備した。アメリカにおける代表的な装備の一つである。Tinker はこのアイムーヴメント・カメラを適用し、1927年以来1946年にいたり、読書における眼球運動に関する研究論文35種類を發表している。Judd 歿後、シカゴ大学におけるこの方面の研究はミネソタ 大学に移った感じがする。Tinker だけでなく、このカメラを適用して、多くの学徒は貴重な研究を出して来た。

3 ハーバード大学における実験的研究 —HARVARD OPTOKINETOGRAPH—

Carmichael²⁾ は Dearborn の指導の下に、1922年 Dearborn の早期のカメラを診断用に修正した。このカメラを Harvard Optokinetograph といっている。1947年両者により “Reading and Visual Fatigue” という大著が報告された。読書における疲労の問題に挑戦して来たことは注目に値する。

-
- 1) Tinker, M. A., “Apparatus for recording eye-movements.” Amer. J. Psychol., 1931, 43, 115—118. Tinker は 1927 年より1946年にわたり読書における眼球運動に関する論文35種類を發表している。
 - 2) Carmichael, L., and Dearborn, W. F., Reading and Visual Fatigue. 1947.

4 アイオワ大学における実験的研究 —IOWA EYE-MOVEMENT CAMERA—

1931年に Jasper 及び Walker¹⁾, 翌1932年に Murray²⁾ が Iowa Eye-movement Camera を使用し、縦と横の運動を同時にフィルムにとることに成功した。縦と横の両者の運動を撮影して研究をすすめた学徒には、1931年に Weaver³⁾ が見出され、1937年に Brandt⁴⁾ がある。1934年及び1940年の Clark⁵⁾ の研究もこのうちに入れることが出来るであろう。

5 テイラー OPHTHALMOGRAPH⁶⁾

1937年 Taylor⁷⁾ はシカゴ大学 出版部から、このアパレタスを使用し“Controlled Reading”を出版した。このアパレタスはポータブルになっているので、従来のように、いつも実験室にすえおかねばならぬということは

- 1) Jasper, H. H., and R. Y. Walker, “The Iowa eye-movement camera.” Science, 1931, 74, 291—294.
- 2) Murray, E., “Dysintegration of breathing and eye-movements in stutters during silent reading and reasoning.” Psychol. Monogr., 1932, 43, 218—275.
- 3) Weaver, H. E., “Photographing eye movements during music reading.” Psychol. Bull., 1931, 28, 211—212.
- 4) Brandt, H. F., “A bidimensional eye-movement camera.” Amer. J. Psychol., 1937, 49, 666—669.
- 5) Clark, B., “A camera for simultaneous record of horizontal and vertical movements of both eyes.” Amer. J. Psychol., 1934, 46, 325—326. Clark, B., and N. Warren, “A photographic study of reading during a sixty-five-hour vigil.” J. Educ. Psychol., 1940, 31, 383—390.
- 6) American Optical Company, Scientific Instruments Division, Rhythm reading—the Ophthalm-o-graph, American Optical Co., 1937.
- 7) Taylor, E. A., Controlled Reading. Chicago: Univ. Chicago Press, 1937.

ない。したがって何れの場所にも携帯することの出来る便宜があるわけである。

Ⅲ 日本文を読む場合の眼球運動に関する実験的研究と

甲南女子大 EYE-MOVEMENT CAMERA の装備（試作）

以上主として英文を読む場合の眼球運動撮影的研究の大要を史的考察して来たのであるが、日本文を読む場合の眼球運動の撮影的研究は、これらの研究とは少しくその意図と意義とを異にする。そこでは本文を読む場合の特異性を指摘し、かかる読書における実験的研究のための、新たな甲南女子大アイムーヴメント・カメラの概要を述べることにしたいと思う。

1 日本文を読む場合の特異性

さきにも少しく触れておいたところであるが、日本文を読む場合には、少なくとも次のような諸種の場合があり得るはずである。そして事実殆んど無意識的にまた無条件的に何百年來の伝統として受けいられているのであるが、まさに驚異的事実といえるであろう。

- 1 縦に読む
- 2 横に読む
- 3 口語文を読む
- 4 文語文を読む

これらの各々の場合に、

- 5 漢字・平がな文を読む
- 6 漢字・片かな文を読む
- 7 平がなばかりの文を読む

8 片かなばかりの文を読む

9 特にローマ字を用いる場合にはローマ字文を読む

この上に、漢字については「読み」を覚えなければならないし、「読みかえ」がある。例えば海をウミと読み覚え、更にカイとも読み覚えなければならないが、また海女ならばアマと覚え、同じ海を使用されていても海苔とあらばノリと読まなければならない。このように読み覚えなければ読めないわけである。

更にまた新しい仮名ずかいの読みが、漢字の制限使用とともに、或程度に緩和はされて来たが、しかし必ずしも根本的に解決されたとはいえない。

2 甲南女子大 EYE-MOVEMENT CAMERA の装備（試作）

そこでこれらの諸種の形式の日本語の「読み具合」を入念に分析することにより、出来るなら何れかの望ましい一形式を見出してゆくことは、単に心理学的・教育学的の問題というだけでなく、実に根本的な一国家的問題といわなければならないであろう。さきに例示したように、共同研究者の一人はシカゴ大学における Judd 実験室において、実験を試みたのであるが、完成を見るに到らなかったため、未完成の実験結果を発表することの軽率から、却って不測の誤りを招くことのあるかとの杞憂から、実験結果の極めて一部分を例示したに過ぎないのであった。しかるにここに「甲南女子大 EYE-MOVEMENT CAMERA」を新しく甲南女子大心理学実験室に試作する運びになったので、新しくはじめられる予定の「日本語読みにおける眼球運動撮影的研究」のためにこの撮影機を少しく説明することにしよう。



第8図 甲南女子大 EYE-MOVEMENT CAMERA(試作)

A, 本 CAMERA の構成 (撮影部と映写部とから成る)

1 撮影部は, (1)顔面固定器, (2)刺戟カード固定板(顔面固定期前方約40cmに位置して, 2面を有し, 片面は被験者の目の位置を決定するに用い, 他の面は検電カード用として使用する), (3)撮影レンズ(左右何れの眼球も測定し得る), (4)記録器(同期電動機で駆動され, フィルム送りは毎秒20mm及び40mm, 手動駒の3段変速とし, フィルムの切断装置を備える), (5)記録用フィルム(フィルムは35%判, 長さ約30.5mの撮影用フィルム), (6)ファインダー(ピントガラスの中心部に丸印と線枠があって眼球の位置を影像させる)。

2 本器の(1)電源は AC100V 60% とし, 消費電力は約 100W とす, (2)モーター(同期電動機出力 5W), (3)レンズ(焦点距離62%) (4)記録用フィルム(日中装填用 スーパーパンクロフィルム, ASA 100以上) (5)眼球照射ランプ(AC 25V 3W), 光度は断低中高の4段切換え, (6)視角約26度, (7)フィルム送り速度 ($20 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$, $40 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$, 手動駒送りの三段変速とす)。

3 映写部は, (1)映写レンズ(特殊広角レンズ, F25, 75%採用), (2)映写電球(100V, 100W)。

B 本 CAMERA の使用法

1 機械箱にフィルムをつめ, 本体と電源箱を附属のコードで接続し, 電

源コードを AC 100V にさしこむ。

2 フィルム及びセクターの速度：切換スイッチを所望の目盛りに合せ、横読みか・縦読みテストかによって機械箱のむきを定める。

3 モーター動作スイッチを MANUAL にし、電源スイッチを入れ、カード立の片面に被験者の目の位置決定用カード（カバーカード）他の面に検査用カードをさしこみ、被験者を位置につかせる。

4 被験者にカードの中央を凝視させ、目に照射ランプをあてる。

5 望遠鏡を目に接近させ、筒の延長線を目の中心に合わせてファインダーのピントグラスをはぐり、その中をのぞき返射鏡に写っている目の返射光をレンズの中心にもってくる。

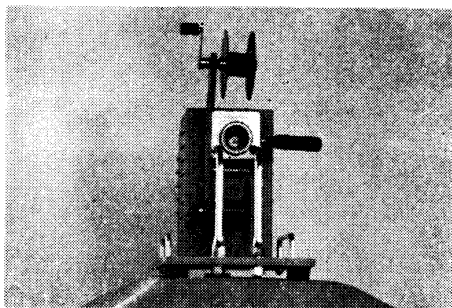
6 次にピントグラスを倒し、レンズを目から遠ざけてゆくと約8cmのところで焦点が合い、ファインダー上に光度が現われる。これをファインダー中央の0にもってきて、更に被験者にカードの左右上下の点を見させ、その時ファインダーの枠からもとびださぬように調整する。

7 以上の調整が終えたら、照射ランプの明るさを目盛1にし、フィルムを一駒送ってシャッターを開き、被験者にカバーカードの上下左右の点を見させ、その時の目の位置を焼きつけ、シャッターを閉じてフィルムを一駒送る。

8 次にモーター動作スイッチを AUTO にし、照射ランプを適当な明るさに切換え、シャッターを開き、カバーカードをテストカードに切換えて検査にかかる（検査が終りフィルムを切断する場合は、必ずフィルムを空送りする）。

C プロジェクト

眼球運動の記録は、プロジェクト・メシンにかけて原材料（即ち読ませたカード）に照合する。眼球が原材料の何れの場所に停留したか、またその時間が何秒であったか、一行について何回停留したか、読み直しが出来たか、それはどこに生じたかなどが観察される。



第9図 プロジェクト・マシン(試作)

プロジェクトにはプロジェクト・マシンを使用する。取扱方法は、(1)電源を AC 100v にさしこみ、フィルムをスプールに取付ける。(2)縦読みか横読みかによってフィルムの流れ方向を定める。(3)スクリーンに原材料(読ませたカード)をはり、プロジェクターに電源を入れ、先ず目の位置を投影して原材料に目の動き(振巾)を合す。(4)かくて眼球運動の出発点を(読み始め)を第1行に合わせ、フィルムを順次送って、その行における目の動きを観察し、第1行が終れば第2行にうつる。(5)セクター速度を $1/25$ 秒sec として撮影するので、光線は点から点までが $1/25$ 秒となっている。

(1965年12月12日)