

アイカメラを使って観察した日本語学習者の読みの特徴 — レベルの違いから見てくるもの —

柳澤絵美・大木理恵・鈴木美加

(2009. 10. 31 受)

【キーワード】 アイカメラ、読解、ベタ読み、キーワード読み、部分再読

1. 研究の背景

日本語学習者は、レベルによって、同じ長さの文章でも読解にかかる時間が異なる。読む時間の差だけがレベルの違いを生む理由ではないが、読んでいる間、学習者がどのように文章を読み進めているかを観察することは難しい。そこで、視線の動きを測定・記録できるアイカメラを用いた実験が行われるようになった。

これまでに行われた読みの特徴を調べた先行研究では、学習者が文章全体を1回読んだ場合のデータを使用している(鴻巣他 1999、鈴木 1998 など)。しかし、実際に文章を読む場合には、1回読んだだけで終わることばかりではない。学習者の読解を解明する上で2読目、3読目のデータの分析及び活用も必要であろう。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本語の文章を読む際の視線の動きを、読み初めから読み終わりまで全てデータとして蓄積し分析することによって、学習者のレベルによって異なる読み方の違いを明らかにし、読解教育のための示唆を得ることである。

3. 先行研究

文章を読む際の眼球運動は、なめらかに文字を追うものではなく、ある場所に留まる「注視 (fixation)」と次の場所へすばやく移動する「サッカド (saccade)」を繰り返しつつ、進んで行くことが分かっている(斎田 1996、神部 1998、福田 1995)。

また、重松 (1996) では、非母語話者は母語話者より読解の所要時間が長いこと、上級学習者と日本語母語話者の読解では、文章の内容に関連して読みに精粗性(精密な部分と粗い部分)が見られるのに対して、初級学習者では変化に乏しい「ベタ読み」が観察されるとしている。

鴻巣他 (1999) では、日本語学習者のレベルが上がるほど読解の所要時間は短くなるが、その要因は注視の回数が減ることによるもので、レベルによる注視時間の差は見られないと報告されている。

4. アイカメラを用いた眼球運動の測定と記録

本研究で使用したアイカメラは、眼球に光を照射し、そこから反射される光によって視線の動きを捉える装置である。アイカメラには、ヘッドセット型やゴーグル型など頭部に直接装着するものもあるが、本研究では、図1-③に示した机の上に置くタイプの竹井機器工業 (株) 製「カバー型トラッキング検出器」を用いた。



図1：アイカメラの種類

画像提供：竹井機器工業 (株) <http://www.takei-si.co.jp/company/index.html>

検出器からは被験者の眼球に向けて微弱な近赤外線が照射される。瞳には黒目と瞳孔があり、そこに光の反射によってできるプルキンエ像が重なっている (図2)。眼球運動の測定では、瞳孔の中心点からプルキンエ像の中心点の距離を計測する。その距離は視線が動く際に変化するため、中心点間の距離の変化から視線の動きを計算するのである (図3)。

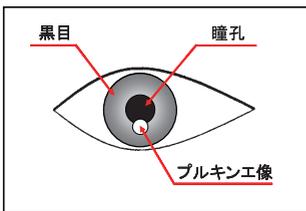


図2：黒目、瞳孔、プルキンエ像

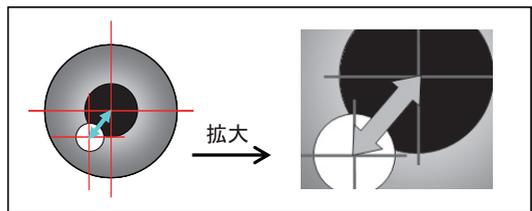


図3：瞳孔とプルキンエ像の中心点と距離

図4は、実験中の様子である。実験協力者は頭を固定するためのアゴ台に顔を載せ、眼球から約75cm離れたモニタに映し出される文章を黙読する。検出器からは近赤外線が照射され、視線の動きを測定して、リアルタイムでデータ集計用のコン

コンピュータに記録する。

5. 実験方法

本研究の実験協力者は、東京外国語大学留学生日本語教育センター（以下本センター）の1年コース（文部科学省国費学部進学留学生コース）及び全学日本語プログラムで日本語を学ぶ初級後半（以下初級）5名、中級9名、上級11名の日本語学習者である。学習者のレベルは本センターの「JLC日本語スタンダード」に基づいている。また、本研究ではレベルによる読み方の違いに注目しているため、学習者を母語によって区別していない。実験協力者のレベルと出身地域を表1に示す。

本実験のために使用した文章は2種類あり、1つは中級前半レベル¹⁾（文章1：214文字）、もう1つは中級後半レベル（文章2：177文字）である。両方の文章ともに、漢字、ひらがな、カタカナが混ざっている（図5及び図6）。

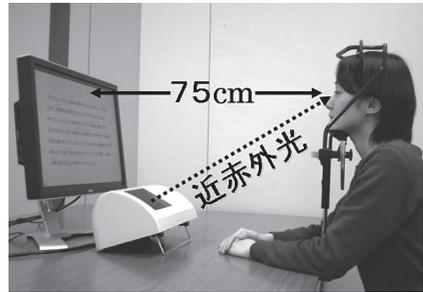


図4：検出器と被験者の位置関係

表1：実験協力者

レベル(人数)	国・地域(人数)
初級(5名)	ネパール(2)
	ウズベキスタン(1)
	ブルガリア(1)
	ベトナム(1)
中級(9名)	イタリア(1)
	エジプト(1)
	カナダ(1)
	スウェーデン(1)
	中国(1)
	チェコ(1)
	ブルガリア(1)
ベトナム(1)	
上級(11名)	リトアニア(1)
	中国(5)
	ロシア(2)
	韓国(1)
	シニア(1)
	ドイツ(1)
ベトナム(1)	

アメリカで始まったノーテレビデーが日本にもやって来た。ノーテレビデーというのは、家族との時間をたっぷり持つためにテレビを消して過ごす日を作ろうというものだ。ある小学校で、4週間のノーテレビデーに挑戦した。これに参加した家族の報告によると、子どもは1週目からテレビを見なくてもほとんど平気で、自分たちで遊びを作ったり外で遊んだりしたという。むしろ、親の方がテレビに子供たちの相手をしてもらえず、ストレスがたまったという報告があった。

図5：文章1

ポリフェノールは、植物の葉や花などに含まれている成分であり、太陽の光をあびることでできるものである。ポリフェノールは人の体の中に入っても有益な働きをすることが知られており、高血圧や心臓病などを予防する効果もあると言われていた。ポリフェノールには多くの種類があるが、例えば、お茶に含まれるポリフェノールでは、胃がんの高い効果をあげることが明らかになっている。

図6：文章2

¹⁾ 『読解をはじめのあなたへ』（凡人社）の4課をもとにしている。

実験は以下のような手順で行われた。まず、実験協力者は頭が固定された状態で、文章1を黙読する。時間制限は設けず、自分のペースで自由に文章を読む。文章を読んでいる間、眼球移動データ及びモニタ画面の映像が記録される。読み終わったら、口頭で実験者にその旨を伝え、アゴ台から顔をはずし、内容質問に答える。その際、質問と回答はMDに録音される。これを、文章2でも同様の手順で行い、最後に実験協力者に感想を聞いて終了する。

実際には、文章1を読む前に、実験に慣れるための練習用文章を同じ手順で読んだ。

眼球運動の測定には竹井機器工業(株)製TALK EYE IIを用い、データの分析にはそれに加え、眼球運動統計プログラムIIを用いた。

6. 実験の結果

6.1. 軌跡データから見た各レベルの読み方の特徴

図7～9は、レベル別学習者の視線移動を可視化したデータである。図上の丸い点は注視していることを表し、細い線は移動していることを表している。注視している時間の長さによって66ms～98ms(1ms^{ミリセカンド}=1/1000秒)は青、99ms～131msは赤、132ms～249msはピンク、250ms～499msは緑と色別で示す²⁾。

学習者は画面に表示された文章を自分のペースで自由に読んでいるため、1回通して読むだけで終わる者もいれば、2読目、3読目と何度も読み直す学習者もいた。図7～9の「1読目」は学習者が最初に文章を読んだ時の視線の動きを表したものであり、「2読目」は1読目終了後、2回目に文章を読んだ時の視線の動きを表したものである。

図7-①、図7-②は、初級学習者の読み方の例である。1読目、2読目ともに多くの注視点が文章全体にわたって観察され、132ms～249msの注視を表すピンクの点が多く見られた。最初から最後までまんべんなく読み進めるゆっくりとした「ベタ読み」であることが分かる。図8-①、図8-②は、中級学習者の読み方の例である。初級学習者と比べて注視の数が少なくなり、点と点の間も広がって、少し滑らかな読みになっていることがわかる。2読目では、「ベタ読み」ではなく、後述する「キーワード読み」が観察された。図9-①、図9-②は、上級学習者の読み方を表したものである。上級学習者では、更に注視点の数が減り、表示された点のほとん

²⁾ 解析プログラムの性質及び制限の下、学習者の読みの特徴を明示できるよう、6段階の設定を行った。

どが 66ms～98ms の短い注視を表す青色であったことから、より滑らかに速く読み進めていることがわかる。2 読目では、後述する「部分再読」が観察された。また、上級学習者には、文章を繰り返し読まず、1 読目だけで終了する例も他のレベルに比べて多く見られた。

中級以降の学習者に観察された特徴的な読み方として、「ベタ読み」をした後に、文章中のいくつかの語だけをもう一度確認するように注視する読み方(図 10)と、文章中の一部分をもう一度確認するように読む読み方(図 11)が観察された。本研究では、前者を「キーワード読み」、後者を「部分再読」と呼ぶことにする。「キーワード読み」で注目された語は、複数の学習者に共通するものが多かったことから、これらの語は文章の内容理解のためのキーワードであったことがうかがえる。例えば、文章 1 では、「一週目」、「遊び」、「むしろ」、文章 2 では、「ポリフェノール」、「心臓病」、「高血圧」などであった。「部分再読」では、学習者によって、文章の最初の部分を再読する場合も、後半部分を再読する場合もあり、その位置に共通点は見られなかった。

アメリカで始まったノーテレビデーが日本にもやって来た。ノーテレビデーというのは、家族との時間をたっぷり持つためにテレビを消して過ごす日を作ろうというものだ。ある小学校で、4週間のノーテレビデーに挑戦した。これに参加した家族の報告によると、子どもは1週目からテレビを見なくてもほとんど平気で、自分たちで遊びを作ったり外で遊んだりしたという。むしろ、親の方がテレビに子供たちの相手をしてもらえず、ストレスがたまったという報告があった。

① 1 読目

アメリカで始まったノーテレビデーが日本にもやって来た。ノーテレビデーというのは、家族との時間をたっぷり持つためにテレビを消して過ごす日を作ろうというものだ。ある小学校で、4週間のノーテレビデーに挑戦した。これに参加した家族の報告によると、子どもは1週目からテレビを見なくてもほとんど平気で、自分たちで遊びを作ったり外で遊んだりしたという。むしろ、親の方がテレビに子供たちの相手をしてもらえず、ストレスがたまったという報告があった。

② 2 読目

図 7: 初級学習者の読みの軌跡

ポリフェノールは、植物の葉や花などに含まれている成分であり、太陽の光をあびることによってできるものである。ポリフェノールは人の体の中に入っても有益な働きをすることが知られており、高血圧や心臓病などを予防する効果もあると言われている。ポリフェノールには多くの種類があるが、例えば、お茶に含まれるポリフェノールでは、胃がんの高い効果をあげることが明らかになっている。

① 1 読目

ポリフェノールは、植物の葉や花などに含まれている成分であり、太陽の光をあびることによってできるものである。ポリフェノールは人の体の中に入っても有益な働きをすることが知られており、高血圧や心臓病などを予防する効果もあると言われている。ポリフェノールには多くの種類があるが、例えば、お茶に含まれるポリフェノールでは、胃がんの高い効果をあげることが明らかになっている。

② 2 読目

図 8: 中級学習者の読みの軌跡

ポリフェノールは、植物の葉や花などに含まれている成分であり、太陽の光をあびることによってできるものである。ポリフェノールは人の体の中に入っても有益な働きをすることが知られており、高血圧や心臓病などを予防する効果もあると言われている。ポリフェノールには多くの種類があるが、例えば、お茶に含まれるポリフェノールでは、胃がんの高い効果をあげることが明らかになっている。

① 1 読目

ポリフェノールは、植物の葉や花などに含まれている成分であり、太陽の光をあびることによってできるものである。ポリフェノールは人の体の中に入っても有益な働きをすることが知られており、高血圧や心臓病などを予防する効果もあると言われている。ポリフェノールには多くの種類があるが、例えば、お茶に含まれるポリフェノールでは、胃がんの高い効果をあげることが明らかになっている。

② 2 読目

図 9: 上級学習者の読みの軌跡

アメリカで始まったノーテレビデーが日本にもやって来た。ノーテレビデーというのは、家族との時間をたっぷり持つためにテレビを消して過ごす日を作ろうというものだ。ある小学校で、4週間のノーテレビデーに挑戦した。これに参加した家族の報告によると、子どもは1週目からテレビを見なくてもほとんど平気で、自分たちで遊びを作ったり外で遊んだりしたという。むしろ、親の方がテレビに子供たちの相手をしてもらえず、ストレスがたまったという報告があった。

図 10: キーワード読み

アメリカで始まったノーテレビデーが日本にもやって来た。ノーテレビデーというのは、家族との時間をたっぷり持つためにテレビを消して過ごす日を作ろうというものだ。ある小学校で、4週間のノーテレビデーに挑戦した。これに参加した家族の報告によると、子どもは1週目からテレビを見なくてもほとんど平気で、自分たちで遊びを作ったり外で遊んだりしたという。むしろ、親の方がテレビに子供たちの相手をしてもらえず、ストレスがたまったという報告があった。

図 11: 部分再読

6.2. 数値データによる分析

6.2.1. 読解所要時間

表2は、文章1と文章2のレベル別読解所要時間の平均値である。文章1、文章2ともにレベルが上がるにつれて、読解にかかる時間が短くなっていくことがわかる。これは先行研究(鴻巣他 1999)の結果とも一致している。

文章2については、上級学習者2名の眼球運動の記録に一部欠けるデータがあったため、上級9名で平均を出している。

表2：レベル別読解所要時間(秒)

	文章1	文章2
初級	247	251
中級	95	97
上級	56	47

6.2.2. 「ベタ読み」の回数

図12、図13は、レベル別の「ベタ読み」回数の割合を示したものである。文章1、文章2ともに、初級学習者は「ベタ読み」をする回数が多く、3回あるいはそれ以上読んだ者が全体の40%を占めている。中級では、3回「ベタ読み」をする者は少なくなり、1回だけの者が67%を占めている。上級の結果を見ると、「ベタ読み」を3回した者は一人もおらず、文章2においては、9割近い学生が1回のみであった。

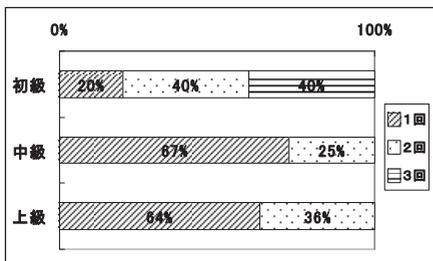


図12: 「ベタ読み」回数(文章1)

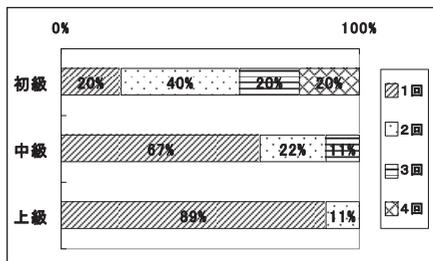


図13: 「ベタ読み」回数(文章2)

6.2.3. 「ベタ読み」「キーワード読み」「部分再読」の割合

図14、図15は、2読目以降の「ベタ読み」、「キーワード読み」、「部分再読」のレベル別割合である。2読目以降のデータを示したのは、1読目では、どのレベルの学習者も「ベタ読み」をしているからである。

「ベタ読み」の回数は、レベルが上がるにつれて少なくなる。一方、レベルが上がると「キーワード読み」や「部分再読」といった文章中のある語やある部分に注目する読み方を多く取り入れている。

初級でも「キーワード読み」や「部分再読」をしている者が見られるが、初級学習者は、この読み方に至るまでに2～3回の「ベタ読み」をしていることが多いため、中級および上級の学習者が行っている「ベタ読み」1回+「キーワード読み」または「部分再読」という読み方とは少し異なっているといえる。

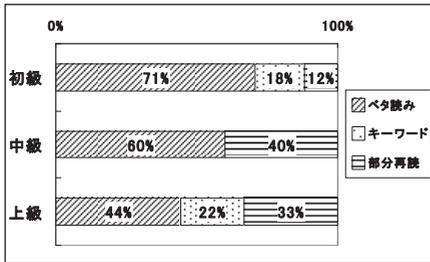


図 14: 「ベタ読み」「キーワード」「部分再読」の割合 (文章 1)

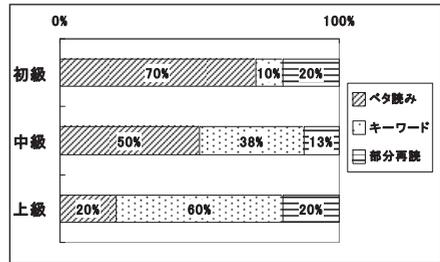


図 15: 「ベタ読み」「キーワード」「部分再読」の割合 (文章 2)

6.3. 相関係数による分析

各学習者のデータをもとに、「日本語レベル」、「読解所要時間」、「内容理解得点」、「ベタ読み回数」の4項目について、相関係数の算出を行い、何らかの関連が見られるかを分析することにした。内容理解得点とは、読解後の内容質問の正答率である。

分析の基本データとして、レベル別の読解所要時間と内容理解得点、ベタ読み回数の平均値と標準偏差 (SD) を表 3～表 5 に示す。データに一部欠ける部分があるため、実験協力者数 (N) は分析内容によって異なる。

表 3: レベル別読解所要時間 (秒)

	文章 1			文章 2		
	N	平均値	SD	N	平均値	SD
初級	5	247	121.8	5	251	86.5
中級	9	95	38.0	9	97	61.3
上級	11	56	22.3	9	41	10.4

表 4: レベル別ベタ読み回数

	文章 1			文章 2		
	N	平均値	SD	N	平均値	SD
初級	5	2.2	0.8	5	2.4	1.1
中級	9	1.3	0.5	9	1.4	0.7
上級	11	1.4	0.5	9	1.1	0.3

表 5: レベル別内容理解得点 (正答率)

	文章 1			文章 2		
	N	平均値	SD	N	平均値	SD
初級	5	66	5.5	5	53	20.6
中級	8	69	21.0	9	82	18.3
上級	10	65	18.4	11	81	10.9

表3～表5を見ると、全体として初級と中級では読み方に大きな違いが認められる。このことは、読解所要時間(文章1・2)、内容理解得点(文章2)、ベタ読み回数(文章1・2)の結果に表れている。

表6と表7に項目間の相関係数を示す。表中の*マークは2項目の間に有意な差が認められたことを示す。なお、読解時間×得点についてはピアソンの相関係数を、それ以外の項目間の相関についてはスピアマンの順位相関(rank correlation)係数を算出し、有意差の有無を調べた³⁾。

表6：読みの4項目間の相関(文章1)

	日本語レベル	読解所要時間	内容理解得点
ベタ読み回数	- 0.261	0.621**	0.054
内容理解得点	0.085	- 0.192	
読解所要時間	- 0.760**		

表7：読みの4項目間の相関(文章2)

	日本語レベル	読解所要時間	内容理解得点
ベタ読み回数	- 0.546**	0.695**	-0.009
内容理解得点	0.405*	- 0.286	
読解所要時間	- 0.906**		

文章1の読みでは、レベルと読解所要時間、読解所要時間とベタ読み回数の間の相関が有意であった(レベル×読解所要時間：F(1,23)=32.11, p<.01、読解所要時間×ベタ読み回数：F(1,23)=14.30, p<.01)。この結果から、①レベルと読解所要時間は負の相関があり、レベルが上がると、読解所要時間が短くなる、②読解所要時間とベタ読み回数は正の相関があり、読解所要時間が長い者はベタ読みを複数回していることが多い、ということがわかった。

文章2では、日本語レベルはどの項目とも相関が有意であり、さらに読解所要時間とベタ読み回数の間の相関も有意であるという結果が得られた(レベル×ベタ読み回数：F(1,23)=9.03, p<.01、レベル×内容理解得点：F(1,21)=4.56, p<.05、レベル×読解所要時間：F(1,23)=102.63, p<.01、読解所要時間×ベタ読み回数：F(1,21)=19.32, p<.01)。この結果から、①レベルが上がると、読解所要時間が短くなる、②レベルが上がれば、内容理解得点上がる、③レベルが上がると、ベタ読みが少

³⁾ スピアマンの順位相関係数を算出する際には、JavaScript STAR<URL: <http://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/>>(2008年12月28日取得)を使用した。

なくなる、④読解所要時間が長い者はベタ読みを複数回していることが多い、ということがわかった。

7. まとめと考察

日本語学習者のレベルによって異なる文章の読み方の違いを明らかにするために、アイカメラを使用して学習者の視線の軌跡の記録をとりデータを分析した。その結果、以下の点があげられる。

- ①学習者のレベルが上がるほど、読解所要時間が短くなった。これは先行研究を追認する結果となった。しかし、先行研究では読解所要時間の短縮は、注視時間の回数が減ることのみによるものと結論づけられていたが、本実験では、注視時間そのものもレベルがあがるにつれて短くなっていることが明らかになった。これは、上級者になるにつれて、スキミング能力が高くなっていることが考えられる。
- ②文章を読む際に基本となる「ベタ読み」の回数が、レベルが上がるにつれて少なくなった。これはレベルが上がるにつれて文章を理解するのにかかる時間が短くなっていき、繰り返し読む必要がなくなったためだと考えられる。一方、一つ一つの語を確認するように読んでいく初級学習者は、語の意味や話の流れを把握して文章を理解するために、何度も「ベタ読み」をする必要があったと考えられる。

「ベタ読み」の回数について、図12の文章1の結果を見ると、中級学習者より上級学習者の方が「ベタ読み」1回の割合が少なくなっているが、有意差は見られなかった。表2を見ると、読解にかかった時間は上級の方が短く、表5、表6に示したように、有意差も見られる。つまり、中級学習者は1回の「ベタ読み」により時間をかけて読んでいるのに対して、上級学習者は速い速度で内容の大枠をおさえて読んだのではないかと考えられる。これは、日本語レベルによって読解に要求されるスキルが異なるからであり、レベルが上がるほど一語一語をじっくり読むのではなく、ある程度の速度で全体を通して読み、内容を把握する力が求められるからではないだろうか。

- ③初級学習者では、内容理解のために使う技能が「ベタ読み」に終始することが多いのに比べて、中級以上になると、「キーワード読み」や「部分再読」などの別の技能を使うことがわかった。これは、初級学習者は、文章を読む際、「少し

前にもどる」とか「特定のことばにさかのぼって読み返す」ということができない段階にあることを示していると考えられる。それに対して、中級以降になると、今まで読んだ文章の中の特定のことばを目印にして、そこまで戻ることができるようになること、また読み進めている最中に、ある語や部分について後で再確認する必要があると判断する力がついたことを意味するのではないかとと思われる。

- ④ 相関分析の結果から、文章1、文章2ともに、レベルが上がれば読解所要時間が減り、読解所要時間が長い者はベタ読み回数も多いことがわかった。一方、文章2では、レベルと内容理解得点に正の相関が見られたのに対して、文章1では相関が見られなかった。これは文章の種類によるものではないかと考えられる。文章1はストーリー性のある物語文で、文章2は聞き慣れない物質についての説明文である。これは、初級学習者にとってストーリー性のある文章の内容は理解しやすいが、説明文を理解するにはまだ至っていないのではないかと、ということが考えられる。

本実験では、読解所要時間や読み方において、特に初級と中級で違いが見られた。読解力における中級から上級への変化より、初級から中級への変化が大きいという傾向は鴻巣他(1999)でも報告されている。初級後半から中級の読み方への移行をスムーズに行うことができれば、学習者の読解力をより早く向上させることができるのではないだろうか。本実験において、初級と中級の読み方に見られた大きな違いは、中級以上の学習者に「キーワード読み」と「部分再読」が多く見られたことである。このことから、初級後半から「キーワード読み」や「部分再読」を意識して、文章中の重要語句や重要部分を探す練習を取り入れていくと効果的ではないかと考えられる。

今回は、アイカメラを使用し、2読み以降も含めた学習者の読解からレベルによる読み方の特徴と傾向を探ったが、実験協力者の数が限られており、個人差も見られたことから、今後は、実験協力者を増やし、各レベルの読解の傾向をより詳しく観察していきたい。また、今回の実験の結果をもとに、学習者への読解指導を行って、その効果を検証していくことも望まれる。

付記

本研究を遂行するにあたり、文部科学省科学研究費補助金（平成 16～18 年度基盤研究 C 課題番号 16520317）及び学内科学研究費補助金プロジェクト支援研究費（平成 20 年度）の助成を得た。

謝辞

アイカメラ使用の際、専門的見地から操作に関する情報を中村悦夫氏、田中雅之氏（ともに竹井機器工業株式会社）にご提供頂いた。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

- 神部尚武 (1998) 「読みの視覚情報処理の基礎」, 苧坂直行編『読み－脳と心の情報処理』朝倉書店, pp.1-16
- 鴻巣努、重松淳、鈴木美加、福田忠彦 (1999) 「第二言語としての日本語読解における視覚情報処理に関する人間工学的研究」『人間工学』vol.35 No.3, pp.135-144
- 斎田真也 (1996) 「読みと眼球運動」苧坂良二他編『眼球運動の実験心理学』名古屋大学出版会
- 重松淳 (1996) 「研究ノート：日本語文の『読み』の研究」『SFC Journal of Language and Communication』5, pp.148-156
- 鈴木美加 (1998) 「初級後半の学習者は文章をどう読むのか－アイカメラによる文章読解中の眼球運動の記録－」東京外国語大学留学生日本語教育センター論集 24, pp.65-84.
- 竹井機器工業株式会社 (2002) 『T.K.K.2920c Free View - HMS (ハードウェア) 取扱説明書』
- 竹井機器工業株式会社 (2004) 『T.K.K.29240b Talk Eye II デスクトップ処理理 (処理プログラム) 操作説明書』
- 竹井機器工業株式会社 (2005) 『TAKEI 総合カタログ』
(最新版は右記の URL に掲載：<http://www.takei-si.co.jp/company/index.html>)
- 東京外国語大学留学生日本語教育センター (2009) 『JLC 日本語スタンダード 2009 年度版』
- 日本語教育研究所編 (2004) 『読解をはじめるあなたへ』凡人社
- 福田忠彦 (1995) 『生体情報システム論』産業図書