

[原著]

黙読と音読での読解中の視線の解析

奥村 チカ子 富永 隼斗 中野 瑛実

Analysis of eye-movement during reading silently and orally

Chikako OKUMURA, Hayato TOMINAGA, Emi NAKANO

熊本保健科学大学保健科学部リハビリテーション学科生活機能療法学専攻

Kumamoto Health Science University, Dept. of Rehabilitation

文章を理解する際、活字媒体から得られる情報を認知し、処理していく過程がある。その読解活動の形態は音読と黙読がある。本研究では、人が文章を目にしたときどのように文字の情報を捉え、認知し処理に至るのかを視線軌跡に着目して検討した。対象は21～22歳の日本語を母語とする大学生6名で、課題文（複雑文・単純文）を音読と黙読で読んでもらい、読字中の視線を視線追跡装置で記録した。解析項目は課題文の正答率、視線の軌跡、注視時間、注視回数および待機時間で、課題文提示時間と視線が文中に入った後に分け、音読・黙読・複雑文・単純文で比較検討した。視線の軌跡に音読と黙読で違いが見られ、注視回数は黙読の複雑文で多く、正答率、待機時間は差がなかった。これらのことから、音読と黙読で、文章読解の処理過程が異なり、音読では、聴覚からのフィードバックが意味理解を補償していると示唆された。

キーワード：視線、眼球運動、黙読、音読、文章理解

I. 緒 言

「文字を読む」という行為はごく日常的な行為である。書類、書籍、新聞以外にも、案内板や標識等々、日常生活をおくる上で不可欠な行為である。「読む」という行為に含有される「文章を理解する」ためには、高次の遂行過程を経なければならない。文章を理解する過程には、ボトム・アップ処理とトップ・ダウン処理があり、両者が相互に作用しながら読解を進める相互作用型モデル¹⁾が代表的な読解モデルと考えられている。鈴木²⁾は文章理解に影響を与える要因として、読み手の要因と文章の要因を挙げている。読み手の言語的知識、言語的知識の運用力は主としてボトム・アップ処理を遂行する機能を持ち、読み手の内容的知識と読解の内容把握のための技能はトップ・ダウン処理を行う機能を持つと述べている。また、文章の内容、文章の形式、文

章に付加された手がかりを文章側の要因としている。「読む」という活動の実行方法には主に、声に出して読む音読と、声に出さずに読む黙読の2種類が存在し、読み方の違いが文や文章の理解度にどのような影響を及ぼすかについてはさまざまな知見が報告されている。高橋ら³⁾は、大学生を対象として文章読解中の眼球運動を測定し、音読と黙読で文章理解度に差はないが、黙読の方が時間効率が良く、理解を補償する方略の使用が可能であるため、成人の日常的な読解活動に使用されると述べている。文を読むときに人がどのように理解しているかを客観的に測定するために、眼球運動測定装置を用いた研究が多いが、そのほとんどは文章提示にモニタを使用し、顎を固定して測定している。我々は、可能な限り自然な「読む」活動を再現するために、頭部を固定しないで、読解中の眼球運動を測定し、音読と黙読の読解プロセスの差異を検討した。

Ⅱ. 方 法

1) 対象：対象は日本語を母語とする大学生6名(21歳～22歳)である。裸眼で十分な視認性が確保できていることを確認した。

2) 使用機器：眼球運動の測定に Talk Eye II (T.K.K.2945 竹井機器)を用いた。眼球運動のデータは、右眼単眼でサンプリング周波数60Hzで、視線の移動速度、注視時間、瞬目の有無、瞳孔径、角度をPCに取り込んだ。同時に、ゴーグルに付属するCCDカメラで外界画像を動画で記録した。眼球運動再生プログラム Ver.1.2.0.0 (TKK 2013竹井機器)を用いて動画を再生し解析した。

3) 文章課題：課題文と正誤判断文をセットで使用した。課題文として、複雑文と単純文の2種類を作成した。課題文の理解度を検証するために、課題文一文ずつに対する正誤判断文も作成した。

複雑文は“○○が△△を□□した◇◇に××した”という構造のもので、読んでいる途中で主語と述語の関係についての再解釈を求められるガーデンパス文とした。単純文は、主語と述語の再解釈の必要がない文として作成した。高橋³⁾の方法に準じて、登場人物数、文字数を決定し、我々が日常よく用いていることを併せて横書きとした。登場人物を、単純文では1～2名としたのに対し、複雑文では2～3名とし、文字数は、複雑文で 20.9 ± 1.1 文字、単純文は 21.7 ± 1.1 文字であった。複雑文、単純文ともに10文ずつ作成した。被験者は課題文を読んだ後、正誤判断文に回答した。課題文と正誤判断文ともに、A3用紙に28pointで表示し、課題文と被験者の距離は50cmとした。(表1)

4) 手続き：被験者に TalkEye II のゴーグルを装着させて視線キャリブレーションを行った。キャ

リブレーション終了後にゴーグルを装着したままで、文章理解課題を遂行した。課題文の提示時間は5秒とし、規定時間内の読み返しや読み戻りについては自由とした。正誤判断文の提示時間は回答があるまでとし、規定はしなかった。正誤判断文が課題文と内容的に矛盾しているかどうかを、手持ちの○×の札で回答させた。顎は固定せず、読字する際の頭部の動きは制限しなかったが、体幹の前傾や回旋などの動きはゴーグルが不安定になる恐れがあり、口頭で注意し動きを制止した。

5) 解析：文章理解度の指標として正当率を、視線の動きの指標として、注視回数、注視時間を解析の対象とした。また、再生動画から、視線の移動方向について検討した。注視の定義については定まったものはない。Raynerら⁴⁾は読解中の眼球運動の特徴を調べ、1文の読解中の注視時間は100ms以下から500msを越えるものまで広範囲であると述べているが諸家によって異なる。高橋³⁾は注視を200ms以上の視線の停留と定義し、音読と黙読を比較した結果、文の複雑性の効果のみが検出されたと報告した。Kwok⁵⁾らは、音韻性失読症患者1名を対象とした研究で、165msec以上の視線の停留を注視点と定義している。また、小島ら⁶⁾は、失読症患者4例の長文読解中の眼球運動の研究で、30msec以上を注視としている。高橋ら³⁾、Kwokら⁵⁾はサンプリングレート30Hzであるのに対し、我々は60Hzで測定したことから、より細かく検索することできたため、最小停留時間の16.7msecを注視として、短時間の視線の停留についても検索することにした。また、視線が課題文中に入るまでの時間を待機時間とし、課題文提示時間中(提示中)と視線が課題文中に入った後(文中)に分けて検討した。読み方(黙読・音読)と課題文の複雑性(複雑・単純)について比較検討した。

注視回数、注視時間、正答率の比較には、

表1. 例文：提示した文章は課題文と正誤判断文から成る。課題文はガーデンパス文(複雑文)と非ガーデンパス文(単純文)の2種類とした。

	課題文	正誤判断文
複雑文	優子は公園で孫にお茶を買った老婆に話しかけた。	優子は老婆に話しかけた。(正)
	由美は荷物を運んでいる店員を待っている兄に会った。	由美は荷物を運んでいる。(誤)
単純文	拓郎は勇気を出して髪の毛の長い女の子に手紙を渡した。	女の子は手紙を渡した。(誤)
	玲子は母に教わりながら一生懸命ケーキを作った。	玲子はケーキを作った。(正)

Microsoft Excelでpaired t-検定を用いた。有意水準は5%とした。

6) 倫理的配慮：本研究は熊本保健科学大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。また、被験者には研究内容について書面にて説明し、同意を得た。

Ⅲ. 結 果

1) 正答率：正答率は、黙読が $94.9 \pm 6.9\%$ 、音読が $95.0 \pm 10.2\%$ で2群に有意な差を認めなかった。複雑文と単純文の正答率にも、有意差を認められなかった。(図1)

2) 視線軌跡：黙読は、個人差が大きく、視線の

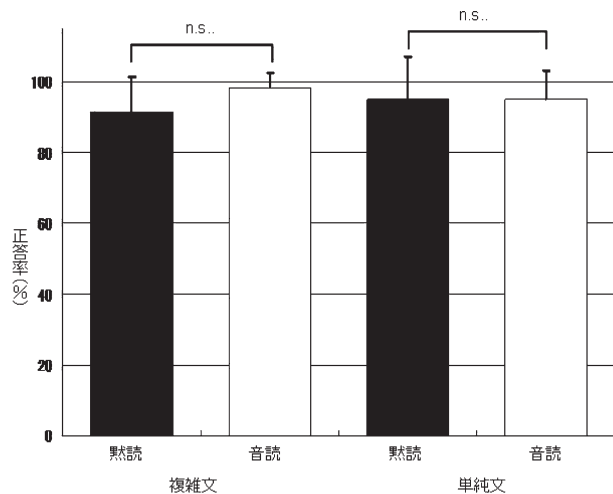


図1. 正答率：複雑文では黙読と音読に差はなかった。同様に単純文においても差はなかった。

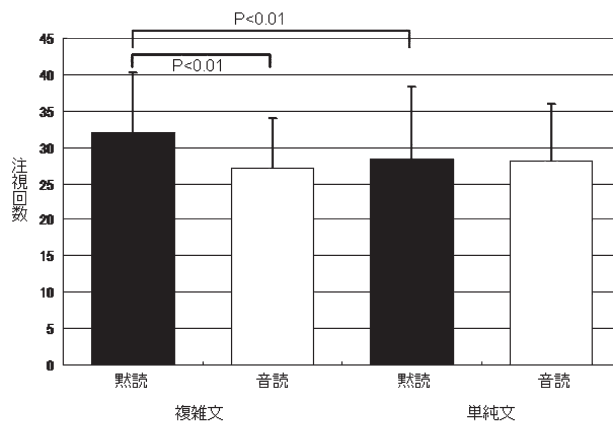


図2. 提示中の注視回数：複雑文では、黙読の注視回数が音読より多かったが、単純文では差はなかった。

移動方向には読み返しも多かった。一方、音読では視線は文頭から文末に向かって移動し、読み返しは少なかった。

3) 注視回数：提示中の単純文で音読は 28.1 ± 7.8 回、黙読は 28.4 ± 10.0 回で差はなかったが、複雑文では、音読は 27.2 ± 6.7 回、黙読は 32.0 ± 8.3 回で黙読の方が有意に多かった ($P < 0.01$)。また、音読では複雑文と単純文に有意な差はみられなかったが、黙読は複雑文の方が有意に多かった ($P < 0.01$)。(図2)

文中の注視回数は、音読に比し、黙読の方が有意に多かった ($P < 0.01$)。単純文と複雑文を比較すると、音読では、単純文は 16 ± 6.9 回、複雑文 20.4 ± 7.3 回と、複雑文の方が有意に多く ($P < 0.01$)、黙読においても、単純文は 17.6 ± 7.5 回、複雑文は 25.5 ± 8.2 回で、複雑文の方が有意に多かった ($P < 0.01$)。音読と黙読を比較すると、単純文では差は見られなかったが、複雑文で、黙読の方が音読より注視回数は有意に多かった ($P < 0.01$) (図3)。

4) 注視回数と注視時間の関係：提示中は、黙読・音読・複雑文・単純文に関わらず、注視時間16.7msecの注視が最も多かった。また、黙読、音

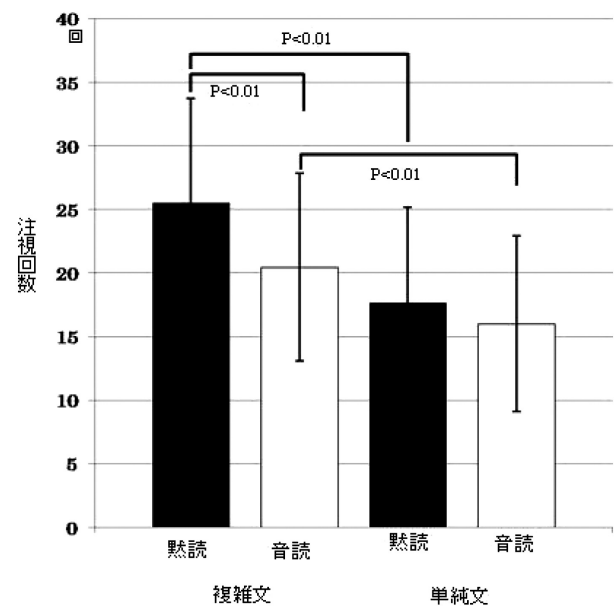


図3. 文中の注視回数：黙読、音読のどちらも複雑文が単純文より注視回数が多かった。複雑文では、黙読は音読より注視回数が多いが、単純文では両者に差はなかった。

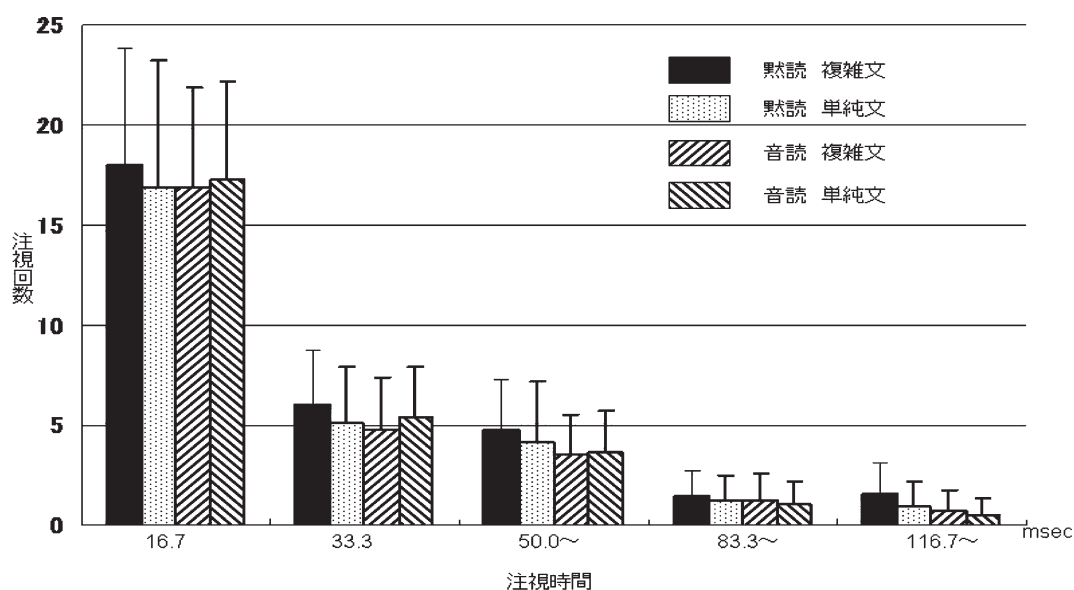


図4. 注視回数と注視時間：注視時間が短いほど、注視回数が多い事が分かった。

読みずれにおいても、最短注視時間の16.7msecの回数が最も多く、116.7msec以上の長い注視の回数は最も少なかった。(図4)

5) 待機時間：黙読 1.9 ± 0.9 secと音読 2.0 ± 1.0 sec、複雑文と単純文で有意な差はなかった。最長時間は音読で4.33秒、最短時間は黙読で0.28秒だった。

IV. 考 察

文章を読む方法として、黙読と音読があり、読み方の違いが文や文章の理解度にどのような影響を及ぼすかについて多くの知見が報告されている。Hale⁷⁾は、小学生と中学生を対象に黙読と音読を比較し、音読の方が理解度が高く、学年には関係がみられなかったと報告している。一方、成人の文章理解では、黙読が有利であることが知られている。これに対し高橋³⁾は、タッピングをしながら意味理解を求める実験で、黙読は二重課題がない場合よりも成績が低下するのに対し、音読では成績が維持されることを見出し、音読が個々の単語に強制的に注意を配分させる読み方であることを原因としているが、同様の実験を行った國田⁸⁾は、成人の文章理解における黙読優位という一般的な結果が再現されたと報告しており、理解テストや二重課題の難度が結果に影響すると述べている。

今回、音読と黙読の間で正答率に差はみられず、

ガーデンパス文と非ガーデンパス文ともに正答率は高く、両者の間に差はみられなかった。小林⁹⁾は、文節ごとに提示する方法でガーデンパス文と非ガーデンパス文を比較し、ガーデンパス文の方が脱曖昧化処理に要する時間が長いと述べている。また、1文節の提示時間を300msと500msで比較し、提示時間が長いと、誤反応率が高くなることから、作動記憶の関与について言及し、読み手の作動記憶容量が意味理解処理時間に影響していると考察している。一方、我々は、音読で課題文を最後まで読みきれることを考え、提示時間を設定し、文章全体を一括提示したことにより、小林が指摘する読み手の作動記憶容量の影響は小さかったと推測される。

読解中の眼球運動はサッケードと視線の停留に特徴付けられる。一般に100msec以上の視線の停留を注視とするが、研究者によって定義は異なる。高橋³⁾は、視線の停留時間200msec以上を注視と定義し、平均20~22文字程度の文章を呈示し音読と黙読を比較した結果、文中での注視回数については、読み方による差が生じなかったと報告している。Kwok⁵⁾らは、音韻性失読症患者1名を対象とした研究で、単語を呈示刺激として、165msec以上の視線の停留を注視点と定義している。小島⁶⁾は、失読症患者4例の長文読解中の眼球運動について報告している中で、30msec以上を注視としている。Rayner⁴⁾によれば、読解中の視線の停留時間は、200~300msecの頻度が最も高い。今回の実験では、

200msec以上の視線の停留は極めて少なかった。また、サンプリングレートが前述の高橋ら³⁾、Kwokら⁵⁾は30Hzであるのに対し、我々は60Hzで測定したことから、より細かく検索することできたため、最小停留時間の16.7msecを注視として検討した。高橋³⁾によれば、成人が黙読をする際には、理解が難しい個所では注視時間を増大させて理解を補償したり、逆に理解が容易な個所では注視時間を極端に短くして、読み飛ばしたりと、眼球を自由に動かして読解活動を行っている。今回のように、読解時間が限定されている場合の黙読では、注視時間の増大より読み戻りや読み飛ばしの戦略が優位となることが推測される。

高橋³⁾は、音読時には文字を継続して発声するという活動の特性から、眼球運動の自由度は黙読時よりも低下することが考えられ、読み飛ばしや読み戻りが生じにくくなると述べている。我々の実験においても、音読では文中に注視点が出現した後、視線は文章を辿っていき、黙読に比し読み戻りは少なかった。また、高橋¹⁰⁾は、二重課題を課した実験で、音読が個々の単語に強制的に注意を配分する読み方であると述べている。今回、被験者全員が音読で課題文提示後、遅滞なく発話を開始していたにも関わらず、黙読と同様に 2.0 ± 1.0 secの待機時間を生じた。これは、Kwokら⁵⁾による、健常者は音読時には視覚情報処理システムの周辺視を有効に利用し単語をchunkとして捉える傾向にある。すなわち、成人では音読は、発声のために個々の単語に注意を配分しつつ、文章の意味理解のために周辺視を有効に利用するという2種の認知処理過程を並列して実行しているという説を支持する。

黙読は、意味理解に要する処理資源は視覚に限定されるが、眼球を自由に動かすことにより、視線の停留回数や注視回数の増大、読み戻りによって理解を補償している。一方、音読は発話と意味理解の2種の認知処理を並行しなければならない。眼球運動の自由度が制限されるなか、発話による自分自身の音声による聴覚フィードバックが意味理解を補償していると示唆される。今回の実験のように、読解時間を制限されると、黙読では、注視回数の増大と読み戻りにより、文章を読む回数の増大を図るが、音読は周辺視野と聴覚フィードバックにより読解時間の延長を補償することにより、意味理解の成績維持を図っていると示唆される。

高橋ら³⁾、Kwokら⁵⁾、神長ら¹¹⁾の実験では頭部を固定し、モニターに提示刺激を呈示している。固定の理由は述べられていないが、頭部の動きによるカメラの不安定性や視線の空間内座標の計測が容易になるためだと考えられる。我々は、生活の中で文章を読む場面を再現しようと、眼球運動の測定にあたって、頭部の動きを制限しなかった。測定中、大きな頭部の動きは観察されなかったが、文章を呈示するまで、呈示ボード外に視線を動かすことが少なからず観察され、文中に視線が移動するまでの待機時間に影響していることが考えられる。また、日常取り扱う文章の多くは、複数行に渡ること、日本語の特徴である縦書き文との関連が課題として残された。我々が日常用いている読み方には、黙読、音読の他にも、朗読、微音読、唇読、群読、速読など多様な方法がある。読み方による意味理解プロセスの特徴や差異を解明できれば、教育現場のみならず、臨床現場においても応用が期待できる。音読に強制的な注意配分を伴うことは注意障害に対する新しい訓練法の開発に応用できるかもしれない。さらに、発達障害の小児における読解障害の改善プログラムの開発における利用も期待できる。

V. 結 語

黙読と音読を比較し、意味理解プロセスのストラテジーについて検討した。両者ともに、短時間の注視が多く、注視回数は黙読が多いことが分かった。今回の結果から、黙読は自由な眼球運動によって、音読は聴覚フィードバックによって意味理解を補償していることが示唆された。今後は、縦書き文書や長文を用いて、読解プロセスの検討を深めたいと考える。

謝 辞

本研究にご協力いただいた熊本保健科学大学修士課程 浜田拳沖氏に深謝いたします。

文 献

- 1) Rumelhart D.E., McClelland J.L.: Interactive processing through spreading activation. Interactive processes in reading, by Lesgold

- A.M., Perfetti C.A., Lawrence Erlbaum associates, PUB, pp37-60, 1981.
- 2) 鈴木美加：文章過程のモデルに基づく外国語の読解指導に関する一考察，日本語学校論集，17巻：67-84,1990.
 - 3) 高橋麻衣子，清河幸子：黙読と音読での読解活動における眼球運動の比較，2011年度日本認知科学会第28回大会：424-427,2011.
 - 4) Rayner K.:Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological Bulletin 124：372-410, 1998.
 - 5) Kwok,Misa Grace, 石崎俊，福田忠彦：音読困難者の眼球運動特性に基づく新しい読字モデル，KEIO SFC JOURNAL 2：108-109, 2003.
 - 6) 小島好雅，進藤美津子，加我君孝：失語症患者における読字の眼球運動の解析－黙読と音読との比較－，音声言語医学，34：181-188, 1993.
 - 7) Hale A.D., Skinner C.H., Williams J., etal.:Comparing comprehension following silent and aloud reading across elementary and secondary students: Implication for curriculum-based measurement, The behavior Analyst Today, 8：9-23, 2007.
 - 8) 國田祥子，山田恭子，森田愛子他：音読と黙読が文章理解に及ぼす効果の比較－読み方の指導方法改善に向けて－，広島大学心理学研究，第8号：21-32, 2008.
 - 9) 小林由紀：ガーデンパス文の理解成績と作動記憶容量との関係，川村学園女子大学研究紀要，第16巻：63-77, 2005.
 - 10) 高橋麻衣子：人はなぜ音読をするのか，教育心理学研究，61：97, 2013.
 - 11) 神長信幸，Feng G., 馬場れい子，他：児童の文章理解能力の発達：眼球運動測定による検討，日本教育心理学総会発表論文集，51：70, 2009.

(平成26年1月31日受理)

Analysis of eye-movement during reading silently and orally

Chikako OKUMURA, Hayato TOMINAGA, Emi NAKANO

The purpose of this study is to explain the difference in the reading process between the reading silently and orally. Subjects were six Japanese students. They were asked to answer the true or false comprehension questions following reading the sentences in 5sec. We measured eye-movement in reading the sentences with reading silently and orally. Results showed comprehension was not different between reading silently and aloud. In reading silently, readers had more fixation points than in reading orally, while in reading orally, readers read back less frequently than in reading orally. We supposed that the reading strategies were different between the reading silently and orally. In reading orally, readers have the dual tasks that are comprehension and the vocal output. These indicate that in reading aloud, auditory feedback helps comprehensions in reading, though they less frequently read backs and fixation points.