

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月29日現在

機関番号：17401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21653078

研究課題名（和文） 老視での読字を規定する要因：日本語と英語の読み

研究課題名（英文） Factors affecting reading performance of presbyopia:
Reading Japanese and English

研究代表者

積山 薫 (SEKIYAMA KAORU)

熊本大学・文学部・教授

研究者番号：70216539

研究成果の概要（和文）：中年の老視者の読字困難度を規定する要因を明らかにするために、高速逐次提示での単語読み上げ課題と、視覚探索での非単語発見課題を用いて読字速度（提示時間閾、反応時間）を測定した。文字サイズ、文字と背景の輝度コントラスト、観察距離、母語・非母語、画数などの変数を操作した結果、これらいずれの要因も老視者の読字速度に影響し、若年群と比べて老視群ではこれらの要因間の交互作用が極めて大きく、特に小さくて低コントラストの文字を近距離で読むのは非常に遅くなることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：To elucidate factors affecting reading performance of presbyopic middle-aged persons, we measured reading speed (presentation duration threshold and response time) in a reading-aloud task in rapid serial visual presentation and a non-word detection task in visual search. We manipulated letter size, luminance contrast, viewing distance, native-nonnative words, and number of strokes. The results showed that each of these factors affects reading performance in presbyopia, and that presbyopic participants show larger interactions among these factors than younger ones: Their reading speed is markedly slowed down when reading small letters in low luminance contrast at a near distance.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	0	1,800,000
2010年度	600,000	0	600,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	180,000	3,180,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：読字速度・文字認知・視覚探索・高速逐次提示法・文字サイズ・コントラスト・老視・非母語

1. 研究開始当初の背景

(1) 老視とその特徴

40歳代後半から自覚されるといわれる老眼は、眼科的には「老視」といわれ、加齢と

ともに水晶体の弾性が失われ目の調節機能が低下することである。老視では、近くのものに目の焦点を合わせることが困難で、手元の細かい物を見る場合に問題が顕在化する

ことは経験的によく知られている。その代表例が読字である。

(2) 老視での読字に関する研究状況

老視は中年になれば誰にでも起こり、極めて一般的な現象であるが、老視での読字に関して心理学的に精密な方法を用いた系統的研究は意外に少ない。たとえば、老視での読字が近距離において顕在化するという経験的事実も、定量的にこれを裏付けるデータは見当たらなかった。本研究では、アメリカの Legge らのグループ (Chung et al., 1998; Legge, 2004) が主として健常視者や弱視者を対象におこなっている高速逐次提示法を用いた読字研究の手法に着目し、日本語と英語の読みについて老視の心理物理学的な特性を明らかにすることをめざした。

(3) 老視での読字に影響を及ぼす要因

一般に、読字速度に影響を与える要因として、文字サイズおよび文字と背景の輝度コントラストの影響が大きいことが知られている。すなわち、文字サイズが小さいとき、コントラストが低いときに読字速度が低下する。これらの要因の影響は線形ではなく、一定以上に文字サイズが小さくなる、またはコントラストが低くなって初めて影響が出るという (たとえば Legge, 2004)。このような「臨界文字サイズ」「臨界コントラスト」は健常視者において調べられているが、老視においてはまだ十分に系統的な形では調べられていない。

(4) 取り組むべき問題

以上の老視での読字に関する研究の現状から、本研究では、老視での読字の心理物理学的特性を明らかにするとともに、日本語と英語の読みの違いにも取り組んだ。ここでは、老視という感覚的に不利な条件での読字困難は、母語においてよりも非母語で顕在化しやすいという仮説を検証し、かなと漢字が混在する日本語の読みの特性も検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、老視での読字困難がどのような条件下でどの程度生じるのかを定量的に調べることであった。そのため、以下のような具体的な目的を設定した。

(1) 提示条件の影響の心理物理的測定

日本語の単語について、提示条件の影響が老視者と健常視者でどのように異なるかを定量的に明らかにすることを目的とした。より具体的には、文字サイズ、背景と文字の輝度コントラスト、観察距離、スクロール文字の移動速度などの提示条件を実験的に操作し、これらの変数に対する心理物理学的特性が両群でどのように異なるかを明らかにす

ることを目的とした。そのさい、高速逐次提示法で読字に関して報告されている臨界文字サイズや臨界コントラストに着目することとした。

(2) 母語優位仮説の検討

母語優位仮説を検討することを目的として、提示する単語が日本語か英語 (母語と非母語) かで読字速度に違いがあるかどうかを、検討した。そのさい、言語 (母語、非母語) と提示条件の交互作用をみることにした。

(3) 日本語の文字種の検討

日本語の単語の読みにおいて、単語を表記する文字種がかなのみ、漢字かなまじりの2つの場合について、読字速度に違いがあるかどうかを調べることを目的とした。ここでも、文字種 (かな、漢字かなまじり)・画数と提示条件の交互作用をみることにした。

3. 研究の方法

日本語および英語のなじみのある単語を CRT ディスプレイに提示し、被験者に与える課題として、高速逐次提示法と、視覚探索課題の2種類の課題を用いた。

(1) 高速逐次提示法 (rapid serial visual presentation: RSVP 法)

RSVP 法は、人間の視覚情報処理の限界を測るのに有効とされる実験の手法であり、ディスプレイの同じ位置に継時的に提示される複数項目の視覚刺激に関して (図1参照)、判断課題などを課す。ここでは、継時提示される3つの単語の読み上げ課題を用いた。

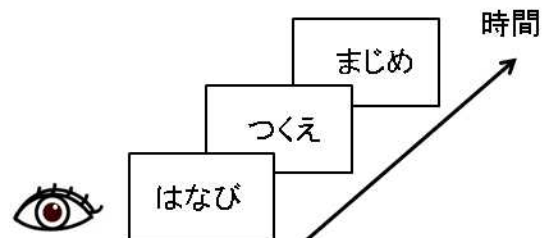


図1 RSVPによる単語提示 (読み上げ課題)

RSVP 法では、項目あたりの提示時間を変化させ、正答率が基準以上になる最小の提示時間を求める。ここでは、階段法を用い、連続する9単語のうち (3単語×3試行)、8単語以上正しく答えられたら提示時間を短くし、正答率がこの基準を下回ったら提示時間を長くする手続きを繰り返し、提示時間の反転が10回になった時点でテストを打ち切った。読字閾は、最初の2回の反転を除いた8回の反転に関する平均提示時間で定義した。

(2) 視覚探索

視覚探索課題は、複数の刺激項目のなかにターゲットが存在するかどうかをボタン押

しなどで報告させる課題である。ここでは、日本語と英語の読みを比較する際に、視覚探索課題を用いた。同時に提示される8つの単語のなかに、非単語が存在するかどうかの判断を求め、ボタン押しで報告してもらった。4語×2行で提示し(図2)、左上から右へ、1行目が終わったら2行目の左端から右へ読むよう教示し、刺激提示からボタン押しまでの反応時間を測定し、ターゲットの提示位置の関数として反応時間を集計した。

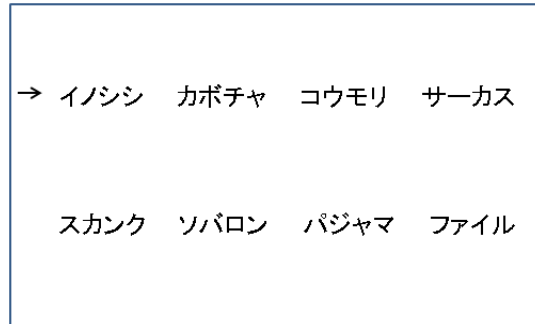


図2 視覚探索(非単語発見課題)

4. 研究成果

(1) かな単語の読みについての探索的実験

日本語3~4文字のひらがな単語をRSVP法で提示時間を変化させて提示し、読字速度を老視と健常視で比較した。

実験1~3では、観察距離一定(172cm)で、健常視者2名(21~22歳)と老視者2名(48~51歳)の遂行成績を比較した。実験1では、背景と文字のコントラストを一定(100%)とし、文字サイズを操作して臨界文字サイズを測定した。実験2では、3種類の文字サイズにおいてコントラストを多段階に変化させ、臨界コントラストを測定した。実験3では、3単語が水平にスクロールしながら現れる状況で、文字サイズを操作した。以上3つの実験で、健常視者と老視者の差を明瞭にとらえることはできず、観察距離(172cm)が大きすぎたと考えられた。

実験4では、実サイズ一定のもと観察距離を変化させて(35cmと86cm)文字サイズ1°と0.4°の条件を設定し、コントラストを操作して健常視群7名(20~29歳)と老視群7名(45~54歳)の遂行成績を比較した。その結果、読字速度が急激に低下する臨界コントラストは、どちらの文字サイズでも老視群の方が健常視群より大きく、老視者はコントラストの影響を受けやすかった。

(2) 観察距離の影響

ひらがな単語を刺激として、単語の読み上げを求めるRSVP法で、健常視者と老視者の読字速度を比較する実験を、実験1では観察距離2条件(近い距離:35cm、遠い条件:70cm)、2種類の文字サイズ(1°と0.4°)、2種類の輝度コントラスト(100%と10%)

でおこなった。その結果、老視者では、文字サイズが小さく輝度コントラストが低い場合に観察距離が近いと顕著に読字速度が低下することが明らかとなった。

また、実験2で観察距離35cmで0.4°の文字のコントラストを変化させると健常視者と老視者の違いが明瞭にとらえられ、臨界コントラストは老視者でずっと大きかった(図3)。

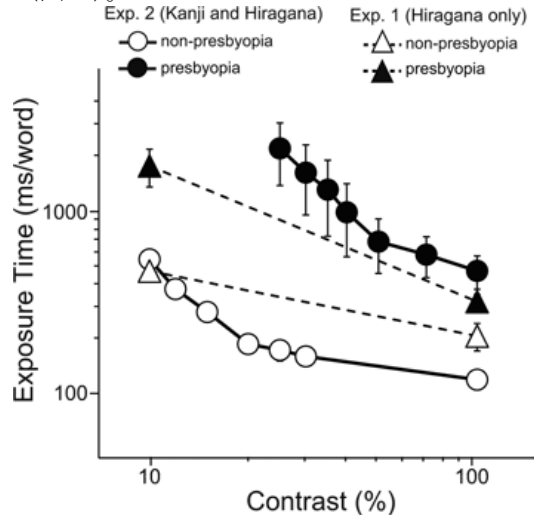


図3 観察距離35cm、文字サイズ0.4°での読字閾の比較(黒が老視者、白が健常視者)

(3) 健常視者のスクロール文字の読み

横スクロール文字の読みにおける最適表示サイズについて検討するため、日本語平仮名单語を文字サイズを変えながら横スクロール提示し、RSVP法による実験を行った。その結果、1つ1つの文字サイズの大小よりも単語全体の幅が読字速度に大きく影響することがわかり、最適な単語幅は3.6°付近であることがわかった。また、文字サイズも読字速度に対して少なからず影響し、最適文字サイズの範囲は0.5°~1.0°であることがわかった。

(4) 日本語と英語の読み

母語優位仮説を検討するため、視覚探索課題の反応時間を測ることにより、日本語と英語の非単語検出速度を老視者と健常視者で比較した。画面上に提示した8個の単語を左から右へ探索し、ターゲットである非単語が存在するかないかの判断を被験者に求めた。2種類の文字サイズ、2種類の輝度コントラスト、観察距離35cmで実験を実施した。実験1では、日本語では老視者と健常視者の反応時間に差はなかったが、英語の場合には「被験者群×文字サイズ×コントラスト」交互作用が有意であり、老視者では文字サイズが小さくコントラストが低い場合に反応時間が顕著に増大した。この結果は、母語優位仮説を支持するが、英語の非単語が検出に容

易すぎる問題が残された。

実験2では、英語の非単語を音読可能なものとし、言語間での文字サイズの統制も厳密にした。その結果、健常視者はどちらの言語でも文字サイズとコントラストの影響をまったく受けないのに対して、老視者は文字サイズとコントラストが厳しい条件で読字速度が低下し、その低下は非母語である英語においてより大きかった(図4)。この結果も母語優位仮説を支持するが、英語での誤答率の高さが問題として残された。

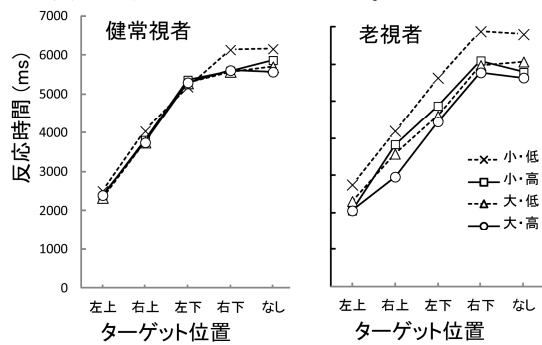


図4 視覚探索による英語の読みの反応時間(文字サイズ大小、コントラスト高低の影響:横軸はターゲット位置またはターゲットなし条件)

実験3では、実験2と同様の単語を用いて、若年健常視群に対して、文字をぼかして老視をシミュレーションした提示条件で読字速度を測定した。その結果、文字のぼかしによって、若年群でも非母語における読字速度が母語よりも低下することが分かった。

(5) 画数および老視の程度の影響

老視によって小さい文字が読みにくくなることは経験的にも実証的にも知られているが、漢字を使用する日本語においては、画数(解像度)の影響も考えられる。しかし、画数増大による単語認知速度の低下を報告している研究はみあたらない。ここでは、RSVP法によって継時的に提示される3つの単語を読み上げる課題を用い、観察距離38cmで、文字サイズ0.474度の3文字単語を、2種類のコントラスト(25%, 100%)で提示して実験をおこなった。単語には、ひらがな、漢字混じり語(画数少)、漢字混じり語(画数多)の3種類があった。

その結果、老視者・非老視者ともに漢字混じり語(画数多)では他の文字種条件よりも読字閾提示時間が長く、解像度の影響があると思われた。コントラストの影響は老視者において顕著で、画数が多いとコントラストの影響が増幅された。また、測定した眼の調節力をもとに老視者を2群に分けると、調節力の低下がそれほど顕著でない場合は健常視者と似た読字の成績を示すことが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

- ① Seya, Y., Mori, S., Spatial attention and reaction times during smooth pursuit eye movement, Attention, Perception, & Psychophysics, 査読有、74巻、2012、493-509、10.3758/s13414-011-0247-y
- ② Sadakata, M., Sekiyama, K., Enhanced perception of various linguistic features by musicians: A cross-linguistic study, Acta Psychologica, 査読有、138巻、2011、1-10、10.1016/j.actpsy.2011.03.00
- ③ 積山薫、視覚と聴覚による音声知覚: 言語/文化による差とその発達、認知科学、査読無、18巻、2011、387-401
- ④ Tao, K., Nakazaki, T., Sekiyama, K., Hirose, N., & Mori, S., Study on impairment of reading letters at near distance, Proceedings of the 6th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics, 査読無、2010、CD-ROM, 5頁
- ⑤ Nakazaki, T., Tao, K., Sekiyama, K., Hirose, N., & Mori, S., Optimal letter size for reading horizontally scrolling Japanese words, Proceedings of the 6th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics, 査読無、2010、CD-ROM, 5頁

[学会発表](計7件)

- ① Kawagoe, T., Sekiyama, K., Aizawa, Y., N-back task performance in older adults of various levels of cognitive and motor functions, 10th Tsukuba International Conference on Memory, 2012.3.6、学習院大学(東京)
- ② 積山薫、多感覚コミュニケーションの発達の变化と可塑性、第28回日本脳電磁図トポグラフィ研究会(招待講演)、2011.9.30、阿蘇ファームランド(熊本)
- ③ 積山薫、認知過程の可塑性と発達の变化の諸相、日本心理学会第75回大会シンポジウム「心の先端研究の現在と未来」(招待講演)、2011.9.17、日本大学文理学部(東京)
- ④ 本田達矢、廣瀬信之、森周司、色とフォントの組み合わせによる日本語文字の印象の変化、電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会、2011.5.24、沖縄産業支援センター(沖縄)
- ⑤ 中崎拓幸、田尾幸資、森周司、積山薫、

- スクロール文字の認知における文字サイズの効果、日本視覚学会 2009 年夏季大会、2009. 7. 22、京都工芸繊維大学（京都市）
- ⑥ 田尾幸資、中崎拓幸、森周司、積山薫、日本語の文字認知における文字サイズとコントラストの影響、日本視覚学会 2009 年夏季大会、2009. 7. 22、京都工芸繊維大学（京都市）
- ⑦ 積山薫、丸山舞、森周司、老視での読字に及ぼすコントラストの影響の探索、日本認知心理学会第 7 回大会、2009. 7. 19、立教大学（新座市）

[図書] (計 2 件)

- ① 本田達矢、森周司、技術情報協会、色、フォントが文字の印象に与える影響とその組み合わせ方、技術情報協会（編）、新製品開発における高級感・上質感・本物感の付与技術、2012、掲載決定
- ② 積山薫、ナカニシヤ出版、音声知覚における多感覚情報の統合、川崎恵里子（編）、認知心理学の新展開：言語と記憶、2012、pp3-22

[その他]

ホームページ等

http://www.let.kumamoto-u.ac.jp/ihs/hum/psychology/sekiyama/houga_home.htm

6. 研究組織

(1) 研究代表者

積山 薫 (SEKIYAMA KAORU)
熊本大学・文学部・教授
研究者番号：70216539

(2) 研究分担者

森 周司 (MORI SHUJI)
九州大学・システム情報科学研究所・教授
研究者番号：10239600