

狭窄視野における読み速度の行長依存性

小林 潤平 ††

† 大日本印刷株式会社

川嶋 稔夫 ‡

‡ 公立はこだて未来大学

1 はじめに

読書中の眼球運動は、停留とサッカードの繰り返しである。停留中には中心視で文字認識すると同時に、周辺視で次の停留場所の選定を行うため、読みにおいて周辺視の機能はきわめて重要とされる。

ロービジョンのひとつに、求心性視野狭窄とよばれる症例がある [1]。求心性視野狭窄では、中心視野が残存するものの周辺視野の多くが失われるため、読みにおける周辺への円滑な視点移動が困難となり、読書効率は著しく低下することが報告されている [2]。

電子リーダーは文章レイアウトにかかわる各設定を柔軟に変更できる特長をもつ。したがって、もし残存する視野範囲に応じて文章レイアウトを最適化できれば、求心性視野狭窄の読者にも読みやすい電子リーダーを実現できる可能性がある。そこで本研究では、まず視野範囲と文章レイアウトおよび読み速度の関係について検証し、それらの傾向を見出すこととした。

2 実験

実験協力者 求心性視野狭窄者 2 名および晴眼者 21 名。

視野狭窄マスク 表 1 に実験参加者の視野条件と閲覧距離を示す。視野狭窄の場合、その有効視野の範囲や形状は様々であり、統制した実験が難しい。そのため、視野制限マスクを装着した晴眼者による模擬実験もあわせて、検証を進めることとした。視野制限マスクは、図 1 に示す高田巳之助商店製「視野障害模擬実験用シミュレーションレンズ」を利用した。視野狭窄レンズを被験者の利き目側に装着して視野を狭窄し、反対側の視野は遮蔽した。視野狭窄レンズは、3 ~ 15 deg のいずれかを用了。なお、実際の求心性視野狭窄では、視野の中心と注視点は一致するが、視野制限マスクによる擬似視野狭窄では、制限視野の中心と注視点は必ずしも一致しないことに注意されたい。

刺激 呈示文章は星新一氏の 2000 字程度のショートショート作品とした。電子リーダーは横書きの縦スクロール型とし、Apple 社製 iPad (サイズ対角 9.7 inch, 解像度 264 ppi) 上に表示した。文字サイズは 4.4 mm, 行間は 1.6 mm とした。文字色は黒、背景色は白とした (P1 条件のみ白黒反転)。

手続き 実験協力者は自身で縦スクロール操作をしながら呈示文章を黙読した。視野狭窄レンズ (3, 5, 7.5, 15), 行長 (一行 5, 8, 11, 15, 20, 29 文字), および文章を変更しながら、読み速度と眼球運動および視野映像を記録した。

分析 読書中の目の動きは、nac 社製の視線検出装置 EMR-9 を用いて 1/60 s 間隔で計測した。首振角度は視野映像のブレから算出した。

3 結果と考察

図 2 に、求心性視野狭窄者 (P1, P2), 視野狭窄マスク装着晴眼者 (M3, M5, M7.5, M15), 晴眼者の読み速度を示す。縦軸は読み速度, 横軸は行長, 誤差範

表 1: 視野条件と閲覧距離.

Participant symbol	Visual span approx. (deg)	Viewing distance approx. (cm)
P1	10	58
P2	10	27
M3 (N=12)	(lens) 6	30 ~ 40
M5 (N=8)	(lens) 10	30 ~ 40
M7.5 (N=12)	(lens) 15	30 ~ 40
M15 (N=9)	(lens) 30	30 ~ 40
Control (N=17)	> 50	30 ~ 40



図 1: 高田巳之助商店製「視野障害模擬実験用シミュレーションレンズ」と狭窄レンズによる制限視野の例。

囲は標準誤差である。丸く網掛けしたプロットは、頭部を左右に振りながら (以降、首振動作を呼ぶ) 読み進めたことを示す。

まず、図 2-(a) より、晴眼者はどの行長においても首振動作なく読んでいることがわかった。また、読む速度や行長依存性の傾向は、文献 [3] と同等であった。

次に、図 2-(b) より、求心性視野狭窄者 P1 および視野狭窄マスク M15 装着晴眼者も、首振動作なく読んでいることがわかった。また、読み速度も晴眼者と同等であることがわかった。M15 については、どの行長でも一行の文字すべてが制限視野内に収まるため、晴眼者同様に読み進めていた。P1 については、残存視野の視力が高いため、残存視野でより多くの文字を捉えられるように、画面から目を離して読み進めていた。P1 の目から画面までの距離は 58 cm であり、晴眼者や視野狭窄マスク装着者の平均よりも、かなり遠かった。

次に、図 2-(c) より、視野狭窄マスク M3 装着晴眼者では一行 11 文字以上で、M5 または M7.5 装着者では一行 20 文字以上で、首振動作を伴って読んでいることがわかった。読み速度に関しては、首振動作なく読める行長では晴眼者と同等であるが、首振動作が必要な行長では晴眼者よりも低下していることがわかった。

次に、図 2-(d) より、求心性視野狭窄者 P2 は、一行 11 文字以上で首振動作を伴って読んでいることがわかった。読み速度に関しては、相対化した晴眼者の速度変化と比較すると、首振動作が必要な行長では、速度が低下する傾向にあった。P2 の閲覧距離は 27 cm であり、画面にかなり近い位置で読み進めていた。

以上の結果から、求心性の狭窄視野における読み速度の変化は、首振動作の有無にも関係していることがわかった。首振動作を伴わない行長範囲では、晴眼状態と同等の読み速度である一方で、首振動作を伴う行長範囲では、読み速度の低下をまねく傾向にあることがわかった。

首振動作を伴う読みで速度低下が発生する原因のひとつとして、首振動作に起因する目の動きの追従運動

Concentric constriction of the visual field affects reading speed
Jumpei Kobayashi †† Toshio Kawashima ‡

† Dai Nippon Printing Co., Ltd. ‡ Future University Hakodate

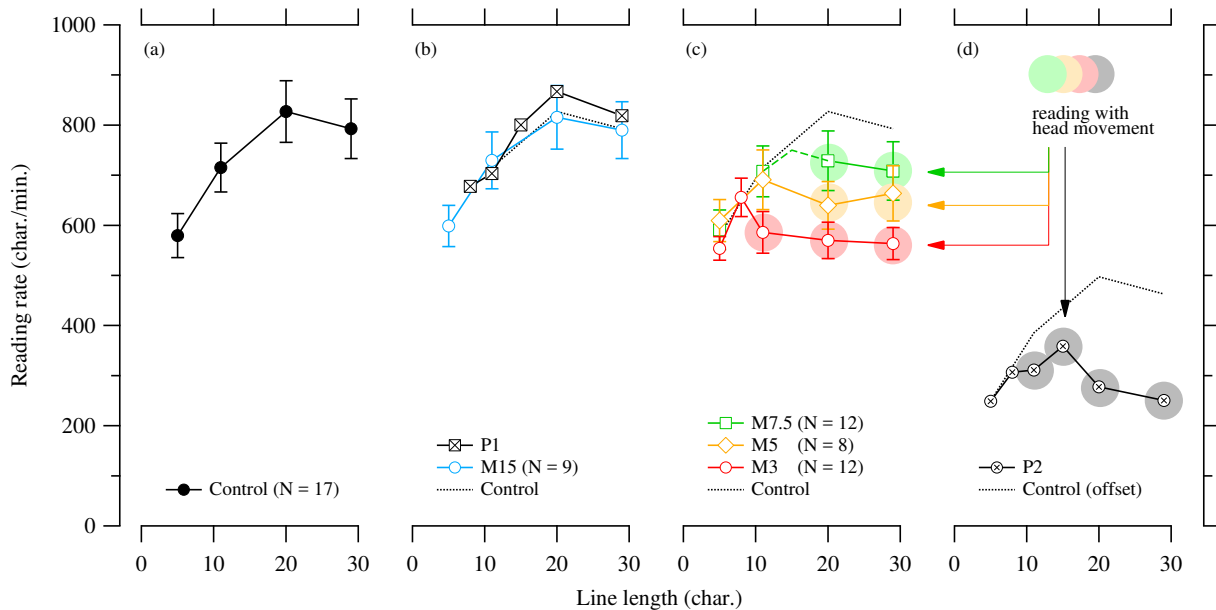


図 2: 求心性視野狭窄者 (P1, P2), 視野狭窄マスク装着晴眼者 (M3, M5, M7.5, M15), 晴眼者 (Control) の読み速度。

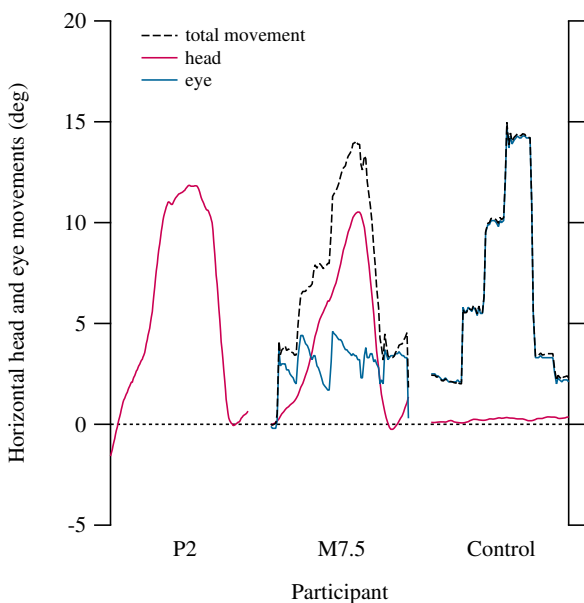


図 3: 求心性視野狭窄者 (P2), 視野狭窄マスク M7.5 装着晴眼者 (M7.5), 晴眼者 (Control) が一行 29 文字の文を読むときの首振角度と視線角度の変化 (一行分)。

化が考えられる。読み速度に関する先行研究において、横スクロール表示では目の動きが追従運動化しており、読み速度は通常の固定表示よりも低下する結果が報告されている (例えば [4])。そこで、首振動作に伴う追従運動化を確認すべく、首振運動と視線移動をあわせて分析した。

図 3 に、求心性視野狭窄者 (P2), 視野狭窄マスク M7.5 装着晴眼者 (M7.5), 晴眼者 (Control) が一行 29 文字の文を読んだときの、一行分の首振角度と視線角度の変化を示す。

まず、P2 の首振動作は、左右方向の滑らかな動きであることが確認された。そして M7.5 も同等の動きであった。すなわち、制限視野での読みにおいて発生する首振動作は、読み方向の滑らかな動きであることがわかった。

次に、M7.5 の目の動きは、横スクロール表示の文を読む場合と同等であり [4]、追従運動であることが確認された。P2 は眼球運動を測定できていないが、首振動作は M7.5 と同等のため、P2 の目の動きも追従運動化していることが推察される。またこのとき、M7.5 の首振角と視線角を合成すると、晴眼者の停留とサッカドの繰り返し動きに概ね一致した。首振動作時には、首の振り目の動きの協調によって視線を文字に停留させながら、読み進めていることがわかった。

以上の結果から、首振動作による読み速度の低下は、目の動きの追従運動化による可能性が推察された。

4 おわりに

求心性の狭視野における読み速度の変化は、首振動作の有無にも関係していることがわかった。首振動作を伴わない行長範囲では、晴眼状態と同等の読み速度である一方で、首振動作を伴う行長範囲では、読み速度の低下をまねく傾向にあった。首振動作による読み速度の低下は、首振動作に伴う目の動きの追従運動化による可能性が推察された。狭視野に応じた文章レイアウトの最適化においては、晴眼者同様の行長伸長に伴う読み速度の向上とともに、首振動作に伴う読み速度の低下を考慮した行長設計が重要であることがわかった。

実験にあたって、函館視力障害センターおよび利用者の方々、公立はこだて未来大学学生の方々にも多大なご協力をいただくとともに、公立はこだて未来大学 松原 仁 教授に機材の便宜をお借りいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 小田. ロービジョンの視機能とモノの見え. 光学, Vol. 37, No. 9, pp. 511-517, 2008.
- [2] 五十嵐, 香川, 柿澤, 小林, 御領, 佐島, 佐藤, 瀬尾, 高橋, 谷村, 千田, 徳田, 中野, 竹村, 伊達木, 松為, 高見, 桐原. 弱視者の読みと事務的職業. 障害者職業総合センター, 1993.
- [3] 小林, 関口, 新堀, 川嶋. 日本語リーダーにおける読み速度と眼球運動の行長依存性に基づく最適行長の検討. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J99-D, No. 1, pp. 23-34, 2016.
- [4] M. Buettner, C. C. Krischer, and R. Meissen. Characterization of gliding text as a reading stimulus. *Bulletin of the Psychonomic Society*, Vol. 23, No. 6, pp. 479-482, 1985.