

## 日本語リーダーの改行位置が読みにあたえる影響

小林 潤平 †† 関口 隆 †  
† 大日本印刷株式会社

新堀 英二 † 川嶋 稔夫 ‡  
‡ 公立ほこだて未来大学

## 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ことが知られ、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。英語やフランス語の読みにおいては、単語内のどの場所に停留するかが単語の認知時間に影響を及ぼすことが報告されており、認知時間が最も小さくなる停留場所は最適停留位置と呼ばれる [1, 2]。

わかち書きされない日本語文章は単語間に空白を含まない点で英語やフランス語とは大きく異なるが、日本語文章においても文の意味的なまとまりに対応した場所に停留する傾向が報告されている。神部は日本語漢字仮名混じり文において、同じ被験者が同じ文章を100回読んだ結果から文章上の注視点分布を得た結果、注視点がかかる箇所は決してランダムではなく、読み進めている文を構成する意味のまとまりに対応していることを報告している [3]。また、文章ではなく平仮名表記の日本語単語においては、英語やフランス語と同様の最適停留位置効果が報告されている [2]。

現在の日本語電子リーダーには改行を含むレイアウトが多く採用されているが、その改行位置は日本語組版の禁則処理をもとに固定値やディスプレイ幅によって決定され、改行によって意味的なまとまりをもった文字列が分断されている場合が多い。電子リーダーは改行位置を自由に変更可能な特長をもつため、改行位置が停留位置におよぼす影響を把握することは、電子リーダー上の日本語文章レイアウトを設計する上で極めて重要な情報となる。そこで本研究では、改行位置を変化させたときの停留位置の変化、すなわち1行の文字数を変化させたときのサッカード長の変化を測定することで、改行による意味的なまとまりの分断が読みにあたえる影響を調査することを目的とした。

## 2 実験

日本語電子リーダーはスクロール型を採用し、Apple社製タブレット型端末 iPad (第4世代) 上で動作させた。刺激文章は、星新一氏のショートショート作品のなかから1作品の文字数が2000字程度の30作品を用いた。文字は全ての実験条件で「ヒラギノ角ゴシック ProW3」フォントを使用し、文字サイズは4.4 mm、文字色は黒、背景色は白とした。また、全角文字を文字間隔0で配置し固定文字数毎に改行するベタ組みレイアウトを採用し、句読点および括弧のみを禁則処理の対象とした。

実験には16名の晴眼者が参加し、1行の文字数(全角5, 11, 20, 29, 40文字)と刺激文章を変更しなが

Effect of Line Breaking on Reading Japanese Text

Jumpei KOBAYASHI †† Takashi SEKIGUCHI †  
Eiji SHINBORI † Toshio KAWASHIMA ‡

† Dai Nippon Printing Co., Ltd.

‡ Future University Hakodate

ら行った。1作品1回のみでの閲覧に制限するとともに、同じ文章が別の被験者でも同一条件で読まれることがないように、読む文章と読む順番、実験条件は被験者間であらかじめ調整した。被験者は、白色蛍光灯が点灯された部屋にて着席し、机の上に固定されたiPadに対して被験者自身が最も読みやすいと感じる距離にて、被験者自身がスクロール操作しながら、黙読した。

視線移動は nac 社製視線検出装置 EMR-9 にて 1/60 s 間隔で計測した。得られた視点軌跡データは nac 社製解析ソフトウェア d-Factory にてノイズ除去を実施後、停留座標とサッカード長を算出した。停留点の算出条件は、スクロール移動する文字への追従運動をサッカードではなく停留として識別するために、停留開始判定を直前2回の視点移動速度(deg/s)合計の絶対値が30未満(サッカード運動の速度は100~500 deg/s[4]、停留と追従運動の速度しきい値は5~10 deg/s[5])、停留時間を33 ms以上(停留時間は100~400 msの範囲[6])、追従および停留の最大移動距離を1 deg、サッカード遷移直前の視点位置を停留座標として採用、とした。

## 3 結果

まず、被験者1名が改行位置の異なる同一文章を読み進めた場合の停留場所を調査した。図1に、改行位置の異なる2種類のレイアウトを、3回ずつランダムに計6回閲覧したときの停留場所を示す。図1の領域においては、各3回の閲覧でそれぞれほぼ同位置に停留した。図1より、改行有無の相違がある破線で囲った領域において、改行が存在しない場合は停留3回で読み進めている文字列を、途中で改行が存在する場合は停留4回で読み進めており、改行の存在によって停留場所が変化していることがわかる。

停留場所の変化はその間隔であるサッカード長の伸縮につながるため、次に、被験者の閲覧した文章毎に、一度も逆行が発生しなかった行のみを抽出し、サッカード長の変化を調査した。図2は、1行の文字数と平均サッカード長の関係を示したものである。平均サッカード長は、サッカード長さ分布へのガウス関数フィッティングより算出した。また、サッカード長は被験者によって異なるため、各被験者の40文字/行レイアウト閲覧時の平均サッカード長を1として正規化した後、被験者16名の平均値をプロットした。誤差範囲は90%信頼区間である。図2より、1行の文字数が少ないほど、平均サッカード長は小さくなっていくことがわかる。

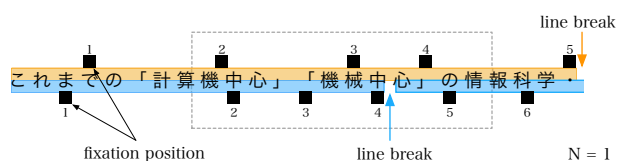


図1: 文中の改行有無による停留場所の相違

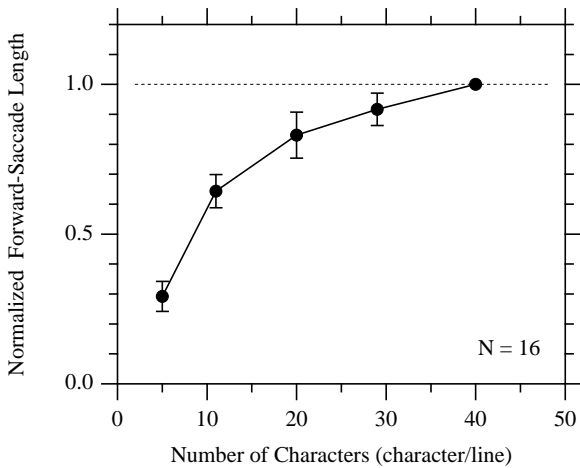


図2: 1行の文字数と平均サッカード長の関係

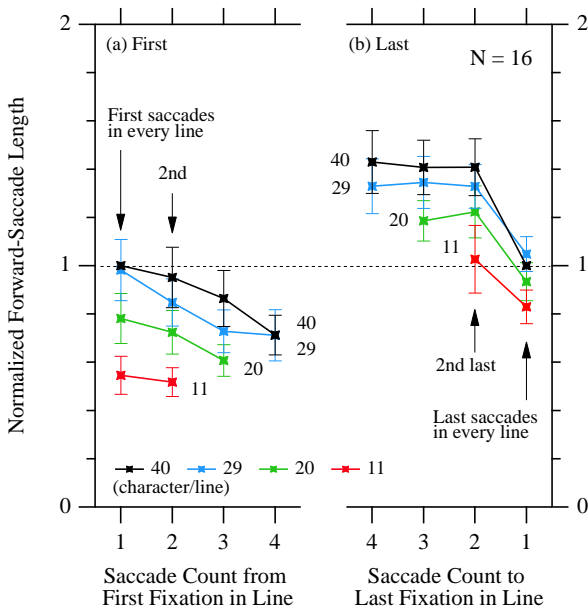


図3: 行頭および行末におけるサッカード長の変化

図3は、行内で回数を重ねる毎に変化するサッカード長を、図3-aでは行1回目のサッカードから順に、図3-bでは行最後のサッカードから順に、それぞれ並べたものである。各被験者の40文字/行レイアウトにおける各行1回目のサッカード長の中央値、および各行の最終サッカード長の中央値をそれぞれ1として正規化した後、被験者16名の平均値をプロットした。誤差範囲は90%信頼区間である。図3より、行末最後のサッカードはそれ以前のサッカードと比較すると、その長さが大きく減少していることがわかる。また、その傾向は、1行の文字数が異なるどのレイアウトにおいても発現していることがわかる。

以上の結果より、1行の文字数を増減させたときのサッカード長の伸縮は、行頭部分のような行末まで充分文字数がある停留場所では、次の停留先の選択候補を多く確保できるために、その中から意味のまとまりに対応した文章本来の最適な停留位置にサッカードできる可能性が高い一方、行末文字まで残り文字数が少

ない停留場所では、選択候補が少なく文章本来の最適な停留場所を選択できない可能性が高いことに起因していると推察される。例えば、行後半や行末付近において、行末までの残りの文字列を読む必要があるにも拘らず、次の文章本来の最適な停留場所が次行に存在している場合は、行内で短くサッカードすなわち本来の最適な停留場所とは異なる場所にサッカードし停留することになる。

改行が存在しない、または1行の文字数が多いレイアウトにおける停留場所が、文章の意味的なまとまりに対応した文章本来の最適停留場所とするならば、改行の存在によってサッカード長が短くなる本研究の結果より、改行によって最適停留場所へのサッカードが阻害されているとも言える。サッカード長の短縮は停留回数の増大を意味し、読み効率に負の影響を与える。

## 4 おわりに

本研究では、改行による意味的なまとまりの分断が読みにあたる影響を調査した。

意味的なまとまりを考慮せずに固定文字数毎に改行するベタ組みレイアウトにおいて、1行の文字数の減少に伴って平均サッカード長が縮小するとともに、1行のなかでも行末最後のサッカード長は特に短いことがわかった。1行の文字数が多いレイアウトにおける停留場所が文章の意味的なまとまりに対応した文章本来の最適停留場所とするならば、改行によって最適停留場所へのサッカードが阻害されていると言える。

サッカード長の短縮は読み効率に負の影響を与えるため、今後、サッカード長の短縮を抑制するインターフェースの開発を目指す。

## 謝辞

公立ほこだて未来大学 松原 仁 教授に機材の便宜をお図り頂くとともに、公立ほこだて未来大学学生の方々に被験者として多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

## 参考文献

- [1] J. Kevin O'Regan. Optimal Viewing Position in Words and the Strategy-Tactics Theory of Eye Movements in Reading. In Keith Rayner, editor, *Eye Movements and Visual Cognition*, Springer Series in Neuropsychology, chapter 4, pp. 333–354. Springer New York, 1992.
- [2] 梶井夏実, 荳阪直行. 日本語の読みにおける最適停留位置効果. *読み：脳と心の情報処理*, 第3章, pp. 42–56. 朝倉書店, 1998.
- [3] 神部尚武. 眼球運動と読みの過程 (IV): ひとつの注視でとらえる情報. *日本心理学会大会発表論文集*, 第2巻, p. 707, 1994.
- [4] 荳阪良二. 眼球運動研究史. *眼球運動の実験心理学*, 第1章, pp. 3–32. 名古屋大学出版会, 1993.
- [5] 山田光穂, 福田忠彦. 画像と眼球運動. *眼球運動の実験心理学*, 第9章, pp. 199–218. 名古屋大学出版会, 1993.
- [6] 神部尚武. 日本語の読みと眼球運動. *読み：脳と心の情報処理*, 第1章, pp. 1–16. 朝倉書店, 1998.