

読みを速くする日本語文章レイアウトシステムの研究開発

Development of Japanese Text Layout System for Improving Reading Speed

小 林 潤 平

要 約 文章を快適に読むためにはスムーズな目の動きが欠かせない。読書中の目の動きを調べると、無意識のうちに発生してしまう頻繁な停留や逆行が、読み速度や読み心地の低下につながるがわかってきた。そこで本研究では、日本語文を読むときの視知覚メカニズムにもとづき、自然と目の動きがスムーズになるような様々な表示方式を考案し、視線移動を分析しながら効果を検証してきた。その結果、読み心地や内容の理解を低下させることなく、自然と1分あたり約1,000文字の速さで読める表示方式を見出した。また、見出した表示方式をシステム化し、Webニュースや展示解説ラベルなどへの適用実験を通じて、効率よく読むニーズや受容性を確認した。

Abstract This paper describes the development of Japanese text layout to improve eye movement efficiency without increasing cognitive load or decreasing comprehension. The proposed layout aligns Japanese Kanji and Kana characters based on the smallest Japanese linguistic unit (*bunsetsu*). The mean reading rate with the proposed layout is approximately 1,000 characters per minute. Readers can read at a speed 1.6-times faster than using a conventional Japanese layout. As a result of several experiments, user acceptance of the proposed layout is also confirmed.

1. は じ め に

日本語文の場合、スムーズに目を動かして読んだ時の理想的な速さは、1分あたり1,000文字を超える。しかし、平均値として報告されている読み速度は、1分あたり500～700文字であり^[1,2]、理想的な速さと、平均的な速さには、大きなひらきがある。

現代では、多くの情報が文字を介して伝達されるため、自然と理想的な速さで読める表示システムを開発できれば、幅広い応用が期待できる。先行調査では、小説や新聞、実用書や仕事の書類などを、普段の2～3倍の速さで読みたいといったニーズも報告されている^[3]。

そこで本研究では、日本語文を読むときの視知覚メカニズムにもとづき、自然と目の動きがスムーズになるような様々な表示方式を考案し、視線移動を分析しながら効果を検証してきた^[1,4-10]。また、効果が確認された表示方式を集約してシステム化し、実サービスへの適用実験を通じて、効率よく読むニーズや受容性を確認してきた。本稿では、それら一連の取り組みについて報告する。

2. 基礎研究

2.1 読みの視知覚メカニズム

人間の視野は、中心部分でもっとも解像力に優れ、周辺部では低下するという特徴をもつ^[11-13]。そして、解像力の高い視野中心部はとても狭く、視野中心から約2.5度離れると、解

像力は半分に低下してしまう。細かな文字を識別できるのは視野中心部に限られるため^[14]，視野中心部に収まらない長さの文を読むためには，次々と視点を移動していく必要がある。

文を読むときの眼球運動を図1に示す。視野中心部で文字を認識している注視状態は，停留と呼ばれる。また，次の停留点への視点移動は，サッカードと呼ばれる。停留と順行サッカードを繰り返して行の先頭から末尾まで移動し，改行運動によって行の末尾から次行の先頭へ移動する。改行時に次行の先頭へ1回のサッカードで到達できなかったり，行内で逆行が発生したりすることもある。

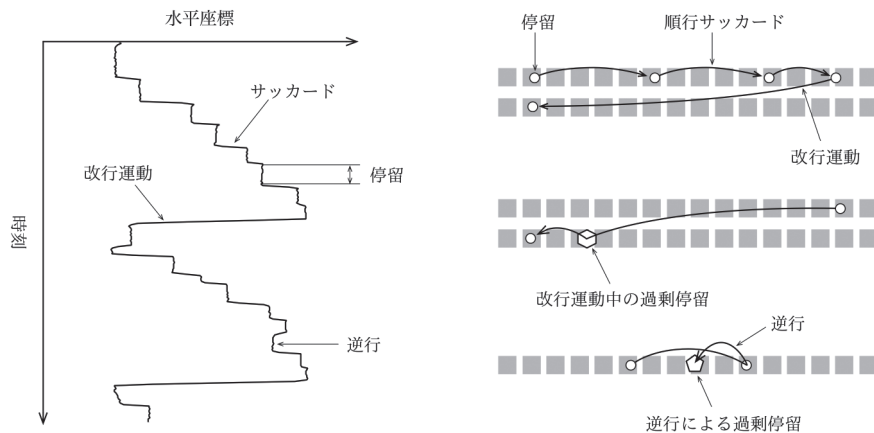


図1 読みの眼球運動の模式図

停留中には，視野中心部で文字を識別すると同時に，視野周辺部で次の停留先の選定を行う^[15, 16]。日本語文において停留先を決める手掛かりは，解像力の低い視野周辺部においても視覚的に目立つ漢字とされている^[17-19]。一方で，熟練した日本語の読者は，文節単位で停留しながら読む傾向が報告されている^[20-22]。ここで重要な点は，日本語文では，「視線を誘引する漢字の出現場所」と「文節のまとまり」が一致しないことである。古くより，単語をスペースで区切りながら表記する英語文のように，日本語文の文節間にスペースを挿入した場合の効果が検証されてきたが，漢字と仮名字が混合した日本語文においては，読み速度の向上につながらないことが報告されてきた^[19, 23-25]。

日本語文における停留の平均時間は約0.25秒，サッカードの平均距離は約5文字である^[2, 21, 22]。したがって，停留とサッカードをスムーズに繰り返すことができれば，計算上は1分あたり1,200文字の速さで読むことができる。もし，何らかの方法で文節単位の視線移動を促すことができれば，自然と計算上の速さに近づくはずである。そのような機能を備えた文章レイアウトシステムの実現を目指し，研究開発に着手した^{*1}。

2.2 設計指針

電子ディスプレイは，画面上の表示を柔軟に変更可能な特徴をもつ。そのため，電子ディスプレイを用いると，画面上に表示する文字を変更していくことで，視点を停留させたまま文を読み進めることも可能となる。その代表的例がRapid Serial Visual Presentation (RSVP)と呼ばれる表示方式である^[26]。RSVPは，同じ場所に，ひとつの短文や単語を次々と切り替えな

がら表示していく表示方式であり、視線を大きく動かすことなく読み進められるその特徴から、読みの苦手な読者、視野欠損をもつロービジョン読者、または画面の小さなデバイスでの読書に有益な表示方式とされる^[27-31]。一方で、RSVPを用いた読書の最中は、次々と切り替わる短文や単語を読み続けるために、まばたきですら読みの妨げとなるなど、読者には極めて高い集中力が求められる。これらの特徴のために、RSVPを用いた読書では、速く読めるが、心地よく感じた読者はほとんどいなかったとの結果が報告されている^[32]。

研究初期は、RSVPのような動的な表示方式や、文字の並びを大胆に変更する方式など、現代の一般的な日本語書記法から大きく離れた表示方法も検討し、検証を重ねた。しかし残念なことに、そのような表示方式では、読み速度の向上につなげることができなかった。読み能力は生得的なものでなく、幼少期の訓練の賜物とされる^[33, 34]。本研究の実験協力者は、現代の一般的な日本語レイアウトをもとに読み能力を発達させており、その培った能力を無理なく流用できるような表示方式でないと、即時の改善にはつながらない可能性が予想された。その結果、試行錯誤する表示方式は、現在の標準的な日本語書記法に近付くとともに、微細なものとなっていった。

読み速度の向上をうながす電子リーダーの設計指針は「文章内容の理解度を維持」および「読み心地を維持」しつつ「読み速度を増加」させることとし、定量的な改善パラメータは図1の眼球運動をふまえて「停留数を削減」「停留時間を短縮」「サッカード距離を伸長」「逆行による過剰停留を削減」「1文節あたりの停留数を1回以下」とした。詳細については、文献^[8]の付録を参照されたい。

設計指針にもとづき、眼球運動を詳細に分析しながら、文字の並べ方や動き、文字色や背景色、文字サイズやフォントなど、様々なパラメータをひとつずつ変更できる実験装置を組み、評価検証を重ねた。評価用の文章は、1話の文字数が2,000字程度の星新一氏のショートショート作品を用いた。実験協力者あたり1話1回のみの閲覧に制限するとともに、読む文章や読む順番を含む実験条件の組み合わせが実験協力者間で重複しないように、あらかじめ調整した。理解度の維持を確認するために、文章を読み終えた直後に、内容に関して質問した。質問の難易度は、熟読したり暗記しなくとも、飛ばし読みをせずに読めば答えられるように設計した。読後の質問に答えられなかった場合の計測データは棄却し、文章を変更して再計測した。文章を読む実験協力者の目の動きは、nac社製の視線検出装置EMR-9を用いて1/60秒間隔で計測し、停留の場所やサッカードの長さ、過剰停留の変化などを、細かく分析した。なお、停留やサッカードの抽出は、読書中の目の動きの特徴をふまえた独自アルゴリズムによって高い精度を保持しているが、視線映像を目視し数取器で記録しながらの確認作業もまた欠かせなかった。

ここで、読み速度は「停留数」と「一停留あたりの平均持続時間（平均停留時間）」の乗算によって決定される。すなわち、読み速度を向上させるためには、停留数を削減するか、停留時間を短縮するか、または両方の三択となる。現在までに見出した読み速度の向上を促す表示方式は、停留時間の短縮ではなく、停留数の削減によって実現していることがわかっている。平均停留時間については、現在までに検証した方式において、日本語標準レイアウトの場合と比較して有意な差が認められないか、おおむね同一水準にあった。停留時間を削減する表示方式については、今後の検討項目のひとつである。

2.3 読書アシストレイアウト

試行錯誤を重ねるなかで、日本語の意味的なまとまりの最小要素「文節」に着目し、停留場所が文節単位となるように文字の並べ方を調整すると、本来不要であった停留が削減され、そのことが読み速度の向上につながるがわかってきた。

図2に、読書アシストレイアウトを構成する代表的な表示方式を示す。

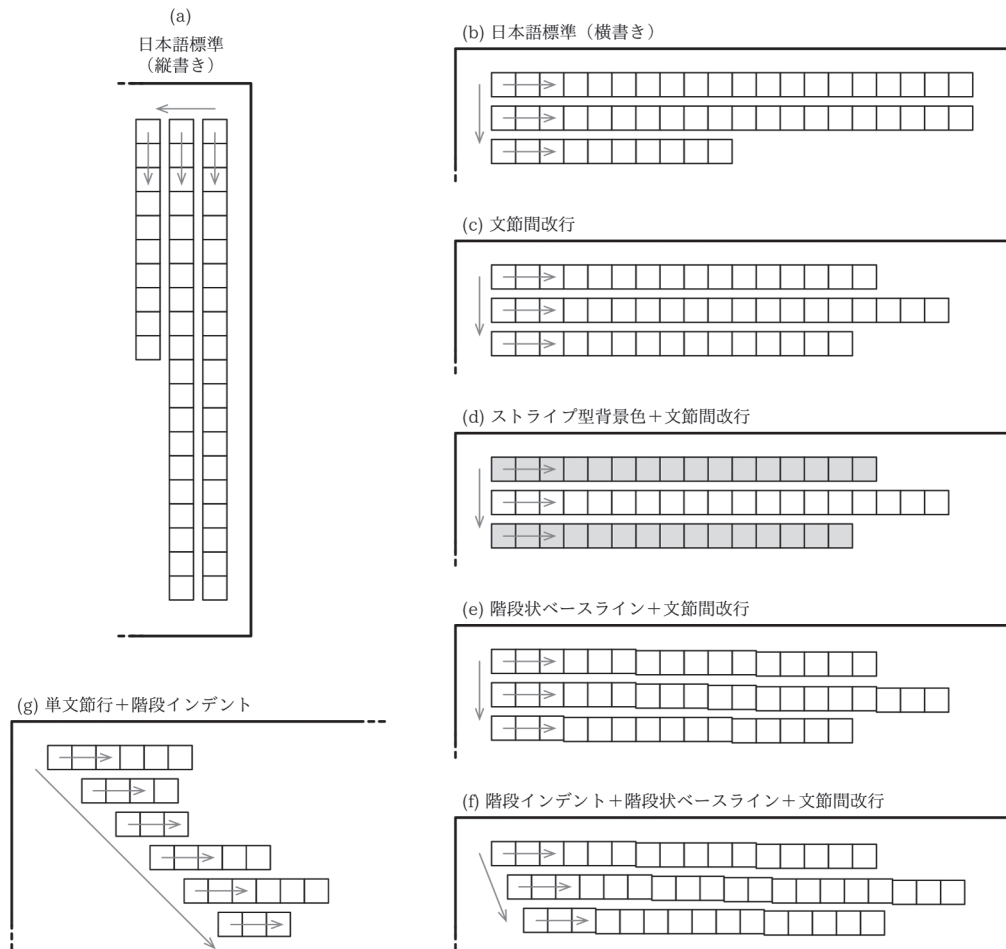


図2 読書アシストレイアウトを構成する代表的な表示方式

(a)縦書きの日本語標準レイアウトと(b)日本語標準横書きレイアウトに対して、(c)文章の改行場所を文節の間に調節した文節間改行方式、(d)隔行単位で背景色を付与するストライプ型背景色、(e)文字のベースラインを文節単位で階段状に下げていく階段状ベースライン方式、(f)階段状に字下げする表示方式、(g)一行を一文節で構成し階段状に字下げしてレイアウトする表示方式である。効果を最大化するために、条件に応じてこれら表示方式を重ね合わせる。以下に、基礎的知見や効果の概要を述べる。詳細については文献^[1, 4-10]を参照されたい。

- 長行ほど、読みは速くなる^[4] — 一行の文字数は多いほど、速く読める結果となった。ただし、一行20文字から40文字の範囲では、概ね同等の読み速度を示すことがわかった。

また、読者がもっとも読みやすいと感じた行長は、一行 25 文字前後であった。これらの結果から、読みに最適な行長は一行 20 ～ 30 文字程度、と結論付けた^[4]。

- **横書きの方が、速く読める**^[1] — 縦書きと横書きの読みについては、慣れの影響が大きいことが指摘されている^[35, 36]。古くより、縦書きと横書きどちらにも慣れている場合には、読み速度や理解度は同等との結果が報告されてきた。半世紀前には、縦書きの文章が多かった。1960 年に報告された永野らの実験では、縦書きの方が横書きよりも速く読まれており、その結果について「現状（1960 年当時）における読書環境では、縦書きのものが横書きよりもはるかに多いことから、慣れの度合いが反映されたもの」と推察されている^[36]。一方、現代は横書きの文章も多い。大学生を実験協力者とする本研究では、横書きの方が縦書きよりも平均 10% 程度速く読まれていた^[1]。
- **文節間で行を折り返すと速く読める**^[5, 8] — 行の折り返し位置を文節間に設定すると、速く読めることがわかった^[5]。眼球運動分析より、文節を分断しないように行の折り返し位置を調整すると、視点移動の効率化につながることがわかった^[8]。これによって全体の停留数が減り、読み速度の向上をもたらしたことがわかった。
- **長行で速く読める「文節単位の階段状ベースライン」**^[6, 7] — 文節間での行の折り返しと、文節単位の階段状ベースラインを組み合わせた図 2-(e) の表示方式では、縦書きの原本よりも約 1.5 倍の速さで読むことができた。この方式では、順行サッカーの伸長と逆行の減少が確認され^[7]、一文節あたりの停留数も 1 回に近付くことがわかった^[6]。
- **短行でも速く読める「単文節行および階段インデント」**^[8] — 各行を単文節化かつ階段状にインデントした図 2-(g) のレイアウトを、指先のスクロール操作で速やかに行送りしながら読むと、読み速度の低下が否めなかった短行でも、長行と同程度の速度で読めることがわかった。文字レイアウトとスクロール操作による目の動きの代替によって、一行あたり 5 文字程度の行長でも、一行あたり 29 文字の行長と同等の速度で読めることがわかった。
- **もっとも速く読めるレイアウトでは、約 1.6 倍速（約 1,000 文字/分）を実現**^[10] — 現在もっとも速く読めるのは、図 2-(d) と図 2-(f) の組み合わせに基づく表示方式である。標準的な縦書きレイアウトである図 2-(a) の場合と比較すると、理解度や読み心地を維持したまま、平均約 1.6 倍速く読めることがわかった^[10]。このときの読み速度は、約 1,000 文字/分であった。

興味深いことに、読書アシストレイアウトを用いると、たしかに読む速度は向上しているのであるが、そのことを正確に自覚できた実験協力者は、ほとんどいなかった。実験協力者の感想としては、「読書アシストレイアウトの方が読みやすい」や「読書アシストレイアウトではスラスラ読めた気がする」に類する回答が多かった。

3. システム開発

研究成果を実用化すべく、まずは先述の各表示方式を体験できる文章レイアウトシステムを開発した^{*2}。様々な文章を手軽に変換して体験できるように、「利用者が読みたいテキストを入力すると、読書アシストレイアウトに自動変換して表示する」という仕組みを構築した。

3.1 システム概要

図3に開発したWebシステムを示す。



図3 読書アシストレイアウトシステムで読みたいテキストを変換する様子

利用者はまず、読みたいテキストをテキストエリアに入力し、画面内の「アシスト化」ボタンを押下する。すると、入力されたテキストはサーバに送信される。テキストを受信したサーバは、そのテキストを形態素解析して、文節ごとにわけ、そして、各文節をHTMLタグでマークアップし、ブラウザに返信する。ブラウザは、受信したHTMLに対して、そのときの画面幅や各種設定にもとづいてパラメータ調整し、JavaScriptにて動的にCSSをあててレイアウトする。JavaScriptによる動的変更のため、ブラウザの画面幅が変更されると、その行長でもっとも読みやすいレイアウトになるように、自動的にCSSパラメータが調整される。ただし、図3に示す設定パネルを用いて、手動でのパラメータ調整も可能な仕組みとした。

3.2 サービス適用実験

読書アシストレイアウトによって、2倍早く読むことができれば、2倍の量の文章を読むことができる。または、2倍早く読むことができれば、半分の時間で読み終えることができる。このような効果をふまえたサービスを展開すべく、様々な用途を検討するとともに、まずは「Webニュース」「美術作品の解説パネル」「デジタルサイネージ」に読書アシストレイアウト

を適用し、その受容性や課題を見出すこととした^{*3}。

3.2.1 ニュース文

DNPでは、社内ポータルサイトに毎日さまざまなニュース記事が届き、社員はそれらニュース記事をWebブラウザにて読んでいる。読書アシストレイアウトの適用によってニュース文を読む速さが向上すると、社員はより短時間でニュースを読み終えるほか、同じ時間でより多くのニュースを読むことが可能となる。実証実験では、ニュース文に対して読書アシストレイアウトを適用し、その受容性を評価した。

実証実験で構築した仕組みは、「利用者は、普段どおりのレイアウトでもニュース文を読めるが、ニュース上部に表示される変換ボタンを押下すると、別ウィンドウがひらき、読書アシストレイアウトでニュース文を読むことができる」というものである(図4)。

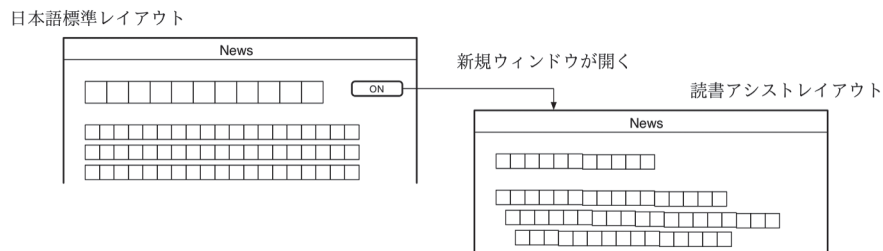


図4 ニュース文を読書アシスト表示する仕組み

既存のニュース表示システムへの影響を最小限とするために、既存ニュース表示システム側の改変は、変換ボタンを表示したい位置に「HTMLコードの挿入」、変換したいニュース文を特定するための「ニュース文を囲うHTMLコードの追加」、および、ボタンを押下した場合にニュース文を読書アシストサーバに送信するための「JavaScriptコードの挿入」のみとした。

以上の仕組みを用いて、一ヶ月間の実証実験を実施した。実証実験は全社員を対象とし、ポータルサイトでニュース文に対する実証実験について告知するとともに、全社員のニュース閲覧ページに「変換ボタン」を表示した。ただし、本実験の参加は任意であり、変換ボタンを押下しない限りは、いつも通りにニュース閲覧が可能であった。体験にあわせてアンケートを実施し、306人より回答を得た。その結果を図5に示す。

図5-(a)がアンケート回答者の年齢分布である。以下、回答者の年齢をふまえながら、読書アシストレイアウトの受容性を検証していく。

まず、ニュース文を読書アシストレイアウトで読んだ場合、回答者の70%が読みやすく感じたことがわかった。図5-(b)に年齢ごとの回答割合を示す。縦軸が回答者の年齢、横軸が読みやすさの各評価の割合である。図5-(b)より、世代間で大きなばらつきは認められなかった。したがって、読書アシストレイアウトは、どの世代に対しても一定の効果があると言える。

次に、読書アシストレイアウトの見た目に対して、回答者の54%が違和感を覚えたことがわかった。図5-(c)に年齢ごとの回答割合を示す。縦軸が回答者の年齢、横軸が各評価の割合である。図5-(c)より、読書アシストレイアウトの見た目に対して、高齢層よりも若年層の方が違和感を覚える傾向にあることがわかった。違和感を覚えた原因としては、「一行が長すぎて読みにくい」「文章が斜めに傾いているのが気になる」との回答が多かった。今回の実験で

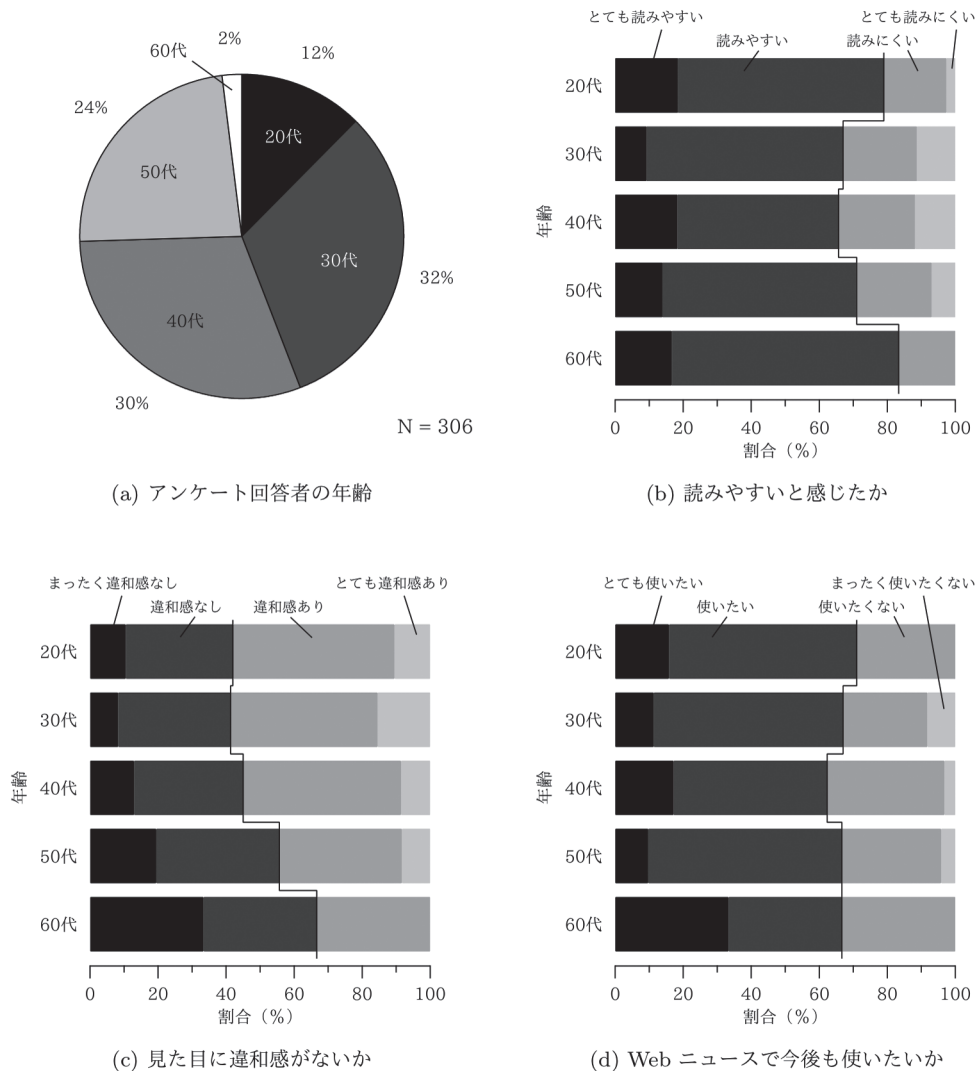


図5 ニュース文を読書アシスト表示した場合の主観評価 (N = 306)

は、ブラウザのウィンドウ幅は任意であり、かつ、行長はブラウザのウィンドウ幅に追従するように設計していた。また、今回の実験では、手動での設定変更機能を隠していたため、行長を短くするためには閲覧者がウィンドウ幅を狭める操作が必要であったが、その方法については告知していなかった。したがって、ブラウザのウィンドウ幅をひろくとした閲覧者は、一行がかなり長くレイアウトされた状態で読むことになった。一行が長く表示されると、階段状ベースライン方式による視覚的な右肩下がり傾向が目立つ傾向にある。また、日本語の通常レイアウトにおいても、一行の文字数が30文字を超えると、読み心地は低下する傾向にある^[4]。今後、幅広いディスプレイでの閲覧も想定し、あらかじめ行長の閾値を考慮するとともに、文字列周辺の余白を含めてデザインしていく必要がある。

最後に、ニュース文を読書アシストレイアウトで読むことの受容性に関して、回答者の66%が「今後も読書アシストレイアウトでWebニュースを読みたい」と感じたことがわかった。図5-(d)に年齢ごとの回答割合を示す。縦軸が回答者の年齢、横軸が各評価の割合である。

図 5-(d) より、世代間で大きなばらつきは認められなかった。また、詳細分析より「今後も使いたい」を選択した回答者は、「読みやすいと感じた」を選択した回答者と、ほぼ一致していることがわかった。ただし、一部の回答者は「読みやすいと感じた」を選択する一方で「今後も使いたいと思わない」を選択しており、その場合「見た目に違和感を覚える」を選択していることがわかった。したがって、商品化にあっては、見た目の違和感をふまえた全体的な表示および体験のデザインもまた重要であることがわかった。

そのほか、ニュース文に適用する上で必要と思う機能について、様々な要望が寄せられた。例えば「見出しやタイトルの明確化」や「読書アシストレイアウトのカスタマイズ機能」、「プリント出力への対応」など、ニュースの内容理解を深める機能や、読者の好みに対応する機能、そして幅広い用途に対応するための機能についての要望が多かった。

3.2.2 美術作品紹介文

美術館や博物館では、作品や展示品とともに解説ラベルが設置され、来館者は解説文を読んで作品や展示品に対する理解を深めている。読書アシストレイアウトの適用によって解説文を読む速さが向上すると、来場者は解説文を読むことに使っていた時間を作品や展示品の鑑賞に使えるほか、同じ時間で読める文章量が増えることから展示者は必要な文章を不足なく解説ラベルに記すことも可能となる。実証実験では、解説ラベルに対して読書アシストレイアウトを適用し、その受容性を評価した。

実証実験は、東京都現代美術館の「MOT サテライト 2017 秋」事業における展示支援システムのひとつとして参画し、展示解説文を読書アシストレイアウトで表示するタブレットコンピュータを会場に設置し、来場者に自由に利用いただくかたちで実施した。会場の様子を図 6-(a) に示す。また、利用した来場者のうち、27 人にアンケートを実施し回答をいただいた。その結果を図 6 に示す。

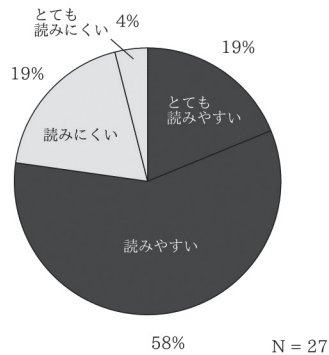
展示解説文を読書アシストレイアウトで読んだ場合、回答者の 77% が読みやすく感じたことがわかった (図 6-(b))。また、展示解説文を読書アシストレイアウトで読むことの受容性に関しては、タブレットコンピュータによる展示解説を許容すると回答した 24 名のうち、84% が「読書アシストレイアウトは展示解説に適している」と感じたことがわかった (図 6-(c))。

次に、読書アシストレイアウトの見た目に対して、回答者の 56% が違和感を覚えたことがわかった。ただし、各回答の割合は「とても自然に読むことができた (15%)」、「違和感なく読むことができた (29%)」、「違和感はあったが、読むことができた (52%)」、「非常に違和感があった (4%)」であり、違和感を覚えた回答者の 52% についても、読むこと自体には支障なかったことが判明した。なお、ニュース文では、「階段状ベースライン」が違和感を覚える原因のひとつになったが、展示解説文では、行長をタブレットコンピュータの画面幅に合わせて最適化したためか、アンケートで言及されることはなかった。

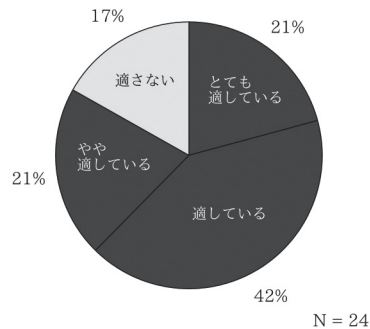
アンケートでは、違和感の原因について明確な回答を得られていないが、「ストライプ背景が気になる」「ストライプ背景の色が気になる」との回答が、複数あった。今回の実験では、文字色を白 (#ffffff)、背景色を黒 (#000000)、ストライプ背景色を濃紺 (#000066) に設定した。前述のニュース文の実験においては、ストライプ背景色について違和感を覚えたとの言及はなかった。ただし、そのときの配色は、文字色を黒 (#000000)、背景色を白 (#ffffff)、



(a) 美術作品紹介文への適用例



(b) 読みやすいと感じたか



(c) 展示解説に適しているか

図6 展示解説文を読書アシストレイアウトで表示した場合の主観評価

ストライプ背景色を極薄黄（#fffff5）に設定していた。背景色とストライプ背景色の組み合わせについては、検討の余地が残る。

ここで興味深いのは、ストライプ背景色に違和感を覚えたとの回答に対して、ほぼ同数の「ストライプ背景は読みやすくなってよい」といった肯定的な回答も得ていたことである。また、「行間や文字サイズは適切だが、慣れていないので自分のリズムが崩れて読みにくい」との回答もあった。したがって、より多くの来館者に心地よく読んでいただくためには、個人の好みや慣れに対応するカスタマイズ機能が必要になると考えられる。

3.2.3 壁面情報ディスプレイ文

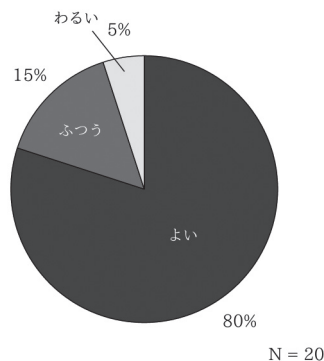
様々な場所に設置されるデジタルサイネージでは、利用者の操作または自動処理によって、ディスプレイに表示する情報の変更が可能である。もし表示する情報に文章を含む場合、読書アシストレイアウトの適用によって読む速さが向上すると、利用者はより短い時間で情報を受容し次の行動に移ることが可能となるほか、同じ時間で読める文章量が増えることから利用者はより多くの情報を入手することも可能となる。実証実験では、壁面ディスプレイに表示される文章に対して読書アシストレイアウトを適用し、その受容性を評価した。

実証実験は、壁面ディスプレイを用いて情報を俯瞰的に解説する「DNP ヒストリーウォール」システムの文章部分に対して読書アシストレイアウトを適用するかたちで実施した。ヒストリーウォールのディスプレイはタッチパネル操作が可能であり、利用者が興味を持った部分

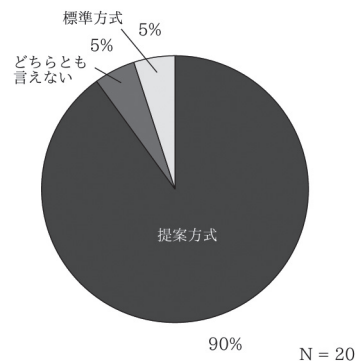
に触れると、その詳細情報が表示される仕組みになっている。本実験では、図 7-(a)に示すように、既存のヒストリーウォールシステムに対し、詳細情報が二つのレイアウトで表示されるように改変し、一方を既存の日本語標準レイアウト、もう一方を読書アシストレイアウトとした。機能説明のパネルを壁面ディスプレイ横に設置し、来館者に自由に利用いただいた。また、利用した社員 20 人に対して、受容性に関するヒヤリングを実施した。その結果を図 7 に示す。



(a) 壁面ディスプレイ文への適用例



(b) 読み心地はどうか、自然か



(c) どちらの方式が読みやすいか

図 7 壁面情報ディスプレイ文を読書アシストレイアウトで表示した場合の主観評価

壁面情報ディスプレイ文を読書アシストレイアウトで読んだ場合、回答者の 80% が自然な読み心地を感じたことがわかった (図 7-(b))。また、壁面情報ディスプレイ文を読書アシストレイアウトと既存の日本語標準レイアウトで読んだ場合、回答者の 90% が読書アシストレイアウトの方が読みやすいと回答した (図 7-(c))。

読んだ感想としては、「体感的に読みやすく感じる」「頭に入りやすいと感じた」「リズムよく集中して読んでいる感覚になった」「日本語標準レイアウトよりも読む気になる」「どこまで読んだかを見失いにくい」「最初は違和感があったが、斜めに傾いているのは慣れると読みやすい」「行末の改行位置や行間の微妙な空気が読みやすい」と、好意的な評価であった。

3.3 まとめ

ニュース文、美術作品紹介文、壁面情報ディスプレイ文に対して読書アシストレイアウトを適用すると、利用者の 70～80% が読みやすいと感じることがわかった。読みやすさの感覚は「読む気になる」「体感的に読みやすい」「リズムよく集中して読んでいる感覚」「頭に入りやす

い」「どこまで読んだかを見失いにくい」のような言葉で表現された。一方で、読書アシストレイアウトの見た目には、違和感を覚えやすいことがわかった。商品化にあっては、見た目の違和感をふまえた全体的な表示および体験をデザインしていく必要がある。また、利用者の好みや読み方によって、各表示方式に対する感じ方も異なることがわかった。商品化にあっては、読者の好みや慣れに対応する表示カスタマイズ機能や、見出しやタイトルの明確化および図表等を含む文章への対応など、基本機能も備えていく必要がある。

4. お わ り に

本稿では、読み心地や内容の理解を低下させることなく、自然と1分あたり約1,000文字の速さで読める「読書アシスト」表示方式について、その原理や研究開発およびサービス検証の結果について述べた。読書アシスト表示方式は、日本語の意味的なまとまりの最小要素「文節」に着目し、停留場所が文節単位となるように改行の位置や文字の並べ方を調整することで、読み心地や内容の理解を低下させることなく読み速度の向上を促す。Webニュースや展示解説ラベルなどへの適用実験を通じて、改善点とともに効率よく読むニーズや受容性も確認できた。現在、本技術の商品化を進めている^{*4}。もし興味をもたれた方は、ぜひご連絡いただければ幸いである。

また、読み速度の向上に続いて「よく理解できる」表示方式の研究も進めている^[37]。文字の歴史はわずか数千年、脳にはもともと読字回路がなく、読字に特殊化した遺伝子も存在しない。すなわち、読字は生得的な能力でなく、幼少期に訓練を重ね、脳がもともと備えている個別の回路を再編成してはじめて獲得できる能力であるという^[33, 34]。このような人間にとって難しい「読み」を、表示方式を含むインタフェース技術で少しでも改善できるよう、今後も研究を重ねていく所存である。

最後に、基礎研究における実験の遂行にあたって、公立はこだて未来大学 松原 仁 教授に機材の便宜をお図りいただくとともに、公立はこだて未来大学学生の方々に多大なご協力をいただいた。Webニュースおよびデジタルサイネージへのサービス適用実験の遂行にあたっては、大日本印刷株式会社関係各位に多大なご協力をいただいた。美術作品の解説パネルへのサービス適用実験の遂行にあたっては、東京都現代美術館 MOT サテライト関係各位に多大なご協力をいただいた。また、本研究開発にあたって所属部署各位に多大なご指導ご支援をいただいた。ここに感謝の意を表する。

-
- * 1 基礎研究は、公立はこだて未来大学 川嶋教授、大日本印刷株式会社 新堀氏・関口氏とともに推進した。
 - * 2 システム開発は、大日本印刷株式会社 井上氏・木下氏・今野氏・花邑氏とともに推進した。
 - * 3 サービス適用実験は、大日本印刷株式会社 大野氏・尾嶋氏・寺田氏・平山氏・脇澤氏とともに推進した。
 - * 4 商品化は、大日本印刷株式会社 安藤氏・菅原氏・寺田氏とともに推進している。

- 参考文献** [1] 小林潤平, 川嶋稔夫, “日本語文章の読み速度の個人差をもたらす眼球運動”, 映像情報メディア学会誌, vol.72, no.10, pp.J154-J159, 2018.
- [2] 斎田真也, “読みと眼球運動”, 眼球運動の実験心理学, pp.167-198, 名古屋大学出版会, 1993.
- [3] 森田愛子, “速読は有益か—速読に対するニーズの調査—”, 読書科学, vol.56,

- no.3, pp.113-123, 2015.
- [4] 小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, “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. D, vol.J99-D, no.1, pp.23-34, 2016.
 - [5] 小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, “文節間改行レイアウトを有する日本語リーダーの読み効率評価”, 人工知能学会論文誌, vol.30, no.2, pp.479-484, 2015.
 - [6] J. Kobayashi, T. Sekiguchi, E. Shinbori, and T. Kawashima, “Stepped-line text layout with phrased segmentation for readability improvement of Japanese electronic text”, IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2015), pp.553-558, 2015.
 - [7] 小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, “文節単位の階段状ベースラインを有する日本語リーダーの可読性”, 電子情報通信学会論文誌. D, vol.J99-D, no.1, pp.13-22, 2016.
 - [8] 小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, “文節単位を考慮した文字配置の工夫がもたらす日本語電子リーダーの可読性向上”, 人工知能学会論文誌, vol.32, no.2, pp.A-AI30 1-24, 2017.
 - [9] 小林潤平, 新堀英二, 川嶋稔夫, “文字配置と背景着色の工夫がもたらす日本語電子リーダーの読み速度向上”, 映像情報メディア学会誌, vol.71, no.10, pp.J241-J246, 2017.
 - [10] J. Kobayashi, E. Shinbori, and T. Kawashima, “Stepped and tiered line text layout for improving reading rate in Japanese electronic text readers”, SID Symposium Digest of Technical Papers (SID 2019), pp.410-413, 2019.
 - [11] T. Wertheim, “Über die indirekte Sehschärfe”, Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, vol.7, pp.172-187, 1894.
 - [12] L.A. Jones and G.C. Higgins, “Photographic granularity and graininess. III. Some characteristics of the visual system of importance in the evaluation of graininess and granularity”, Journal of the Optical Society of America, vol.37, no.4, pp.217-263, 1947.
 - [13] 荻阪直行, 周辺視機能の精神物理学的研究, 風間書房, 1983.
 - [14] 福田忠彦, “図形知覚における中心視と周辺視の機能差”, テレビジョン学会誌, vol.32, no.6, pp.492-498, 1978.
 - [15] E.C. Poulton, “Peripheral vision, refractoriness and eye movements in fast oral reading”, British Journal of Psychology, vol.53, no.4, pp.409-419, 1962.
 - [16] J. Hochberg, “Components of literacy: Speculations and exploratory research”, Basic Studies on Reading, eds. by H. Levin and J.P. Williams, chapter 10, pp.125-138, Basic Books, 1970.
 - [17] N. Osaka, “Effect of peripheral visual field size upon eye movements during Japanese text processing”, Eye Movements from Physiology to Cognition, eds. by J.K. O'Regan and A. Lévy-Schoen, pp.421-429, Elsevier, 1985.
 - [18] N. Osaka, “Eye fixation and saccade during kana and kanji text reading: comparison of English and Japanese text processing”, Bulletin of the Psychonomic Society, vol.27, no.6, pp.548-550, 1989.
 - [19] M. Sainio, J. Hyönä, K. Bingushi, and R. Bertram, “The role of interword spacing in reading Japanese: an eye movement study”, Vision Research, vol.47, no.20, pp.2575-84, 2007.
 - [20] 中條和光, 「読み」の認知モデル: 日本語文章の読みに関する実験的研究, 協同出版, 1999.
 - [21] 神部尚武, “読みの眼球運動と読みの過程”, 国立国語研究所報告, vol.85, pp.29-66, 1986.
 - [22] 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, pp.1-16, 朝倉書店, 1998.
 - [23] 御領謙, “付録”, 読むということ, pp.155-174, 東京大学出版会, 1987.
 - [24] 松田真幸, “日本語文の読みに及ぼす文節間空白の影響”, 基礎心理学研究, vol.19, no.2, pp.83-92, 2001.
 - [25] 藤木大介, “日本語文の読みにおける分節単位の検討”, 広島大学心理学研究, vol.2, pp.21-27, 2002.
 - [26] K.I. Forster, “Visual perception of rapidly presented word sequences of varying complexity”, Perception and Psychophysics, vol.8, no.4, pp.215-221, 1970.
 - [27] H.-C. Chen, “Effects of reading span and textual coherence on rapid-sequential reading”, Memory and Cognition, vol.14, no.3, pp.202-208, 1986.

- [28] N.L. Williamson, P. Muter, and R.S. Kruk, "Computerized presentation of text for the visually handicapped", *Advances in Psychology*, vol.34, pp.115-125, 1986.
- [29] G.S. Rubin and K. Turano, "Low vision reading with sequential word presentation", *Vision Research*, vol.34, no.13, pp.1723-1733, 1994.
- [30] M.S. Castelhana and P. Muter, "Optimizing the reading of electronic text using rapid serial visual presentation", *Behaviour and Information Technology*, vol.20, no.4, pp.237-247, 2001.
- [31] G.E. Legge, *Psychophysics of reading in normal and low vision*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007.
- [32] G.S. Rubin and K. Turano, "Reading without saccadic eye movements", *Vision Research*, vol.32, no.5, pp.895-902, 1992.
- [33] M. Wolf, プルーストとイカー読書は脳をどのように変えるのか?, インターシフト, 2008. 小松淳子 (翻訳).
- [34] M. Wolf, "読み, ディスレクシア, 日本語を読む脳", *LD 研究*, vol.18, no.2, pp.197-200, 2009. 大石敬子 (翻訳).
- [35] 田中廣吉, 言語及讀方の基本的研究, 目黒書店, 1916.
- [36] 永野賢, 林四郎, 渡辺友左, "新聞の文章のわかりやすさに関する調査研究", *国立国語研究所年報*, vol.11, pp.76-130, 1960.
- [37] J. Kobayashi and T. Kawashima, "Paragraph-based faded text facilitates reading comprehension", *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2019)*, pp.162:1-162:12, ACM, 2019.

執筆者紹介 小林 潤 平 (Jumpei Kobayashi)

2006 年大日本印刷株式会社入社. ヒューマン情報処理やメディアデザインの研究に従事.
博士 (システム情報科学).