

## 聴覚障害者のスクロール文黙読時の視線計測

井上征矢

筑波技術大学 産業技術学部 総合デザイン学科

**要旨:** 聴覚障害者が電光文字表示器に表示された文章を読む際の特性を探るため、スクロール表示された文章を黙読する際の視線の動きを計測し、読解後に文章の内容を確認する実験を行った。その結果、遅延案内や乗換案内、固有の場の情報など、その都度正確な読解が必要な内容の案内では、現状よくみられる条件(表示速度、表示文字数)の表示であっても、視線が文字表示範囲の後半まで引きずられることが増え、読みに余裕がなくなる場合があることを示す結果が得られた。

**キーワード:** 聴覚障害、電光文字表示器、視線計測

### 1. 研究の目的

電光文字表示器は駅などの公共空間における聴覚障害者に対する情報保障機器として有効活用が期待される。これまでの研究で学生を対象として行った「鉄道駅を利用する際に困ったり、迷った経験」に関するアンケートでは、聴覚障害者は「ダイヤの乱れの情報が分からなかった」の選択が健聴者に比べて多く、また「駅において聴覚に障害があることで困ること」に関する質問においても、アナウンスが聞こえないこと、そのために事故や災害などの突発的事態における状況把握が難しいこと、などに関する記述が多かった[1]。これらの結果からも、聴覚障害者に対する、電光文字表示器による情報提示の重要性が確認できる。

しかし文字をスクロール表示する情報提示方法は、聴覚障害者にとって必ずしも分かりやすいとは限らない。先天的あるいは日本語習得前から聴覚に障害がある場合、日本語の文章を正しく速読することが困難になることがあるためである。聴覚障害者に対する情報保障としては、文字などの視覚情報を量的に充実させる取組みや、聴覚情報を視覚情報に置き換えることに関する取組みなどが進められているが、視覚によるコミュニケーションでは健聴者と違いがないと思われがちであるためか、聴覚障害者からみた視覚表示の分かりやすさに関する検討は不十分である。

以上の理由から本研究の目的は、聴覚障害者が必要な情報を効率的に受け取ることができるような電光文字表示器による情報提示方法を明らかにすることである。

### 2. 研究の経過

これまでの研究で、現在使用されている電光文字表示器

の「表示速度」の現状を把握するため、国内の交通施設(鉄道駅、鉄道車内)に設置された75種の機器の表示について動画撮影し、表示文字数(機器の表示面が同時に表示する最大文字数)と表示速度の関係を探ったところ、表示文字数が全角10文字未満の場合の平均表示速度が約3.5文字/秒、10~15文字未満で約3.4文字/秒、15文字以上でも約3.4文字/秒であり、表示文字数による差はみられなかった[2]。

また、聴覚障害者学生および健聴者学生が、右から左にスクロール表示される文章を音読する際の視線の動きを計測したところ、聴覚障害者は、視線を横方向に移動させながら読む傾向が健聴者よりも強く、特に名詞を羅列した文章(停車駅の案内)で差が大きかった[3]。

この結果は、聴覚障害者がスクロール表示された文章を音読する際に、健聴者以上に苦勞を伴う可能性を示しているが、その原因が、スクロール表示の速さに読む速さがついていけないためなのか、読み方への自信のなさによるのか(特に地名や駅名などの読み方は、聴覚情報として記憶されがちな可能性がある)、それとも発語することの労力によるのか(黙読時についても計測したが、両被験者群ともにわき見が増え、有効なデータが得られなかった)、またその際に文章の内容をどの程度理解できたのか、などについては把握できておらず課題が残されていた。

そこで本研究では、聴覚障害者学生がスクロール表示された文章を黙読する際の視線の動きと、その際の文章の理解度を把握する実験を新たに行ったので、本稿ではそれらの結果について報告する。



図1 実験画面

表1. 分析に使用した文章の内訳(計33種)

表示の形	文章の内容	表示速度	数	文章(表示)の例
通常の文章	一般的な案内	3.5文字/秒	3	お年寄りや体の不自由なおお客様、妊娠中や乳幼児をお連れのおお客様がいらっしゃいましたら、席をお譲り下さい。 この列車は各駅停車、池袋行きです。池袋へお急ぎの方は、あとの準備をご利用ください。 停車駅は、日比谷、霞ヶ関、国会議事堂前、赤坂、乃木坂、表参道、明治神宮前、代々木公園、代々木上原です。
		5文字/秒	4	
	その場・状況に固有の案内	3.5文字/秒	4	
		5文字/秒	4	
停車駅の案内	その場・状況に固有の案内	3.5文字/秒	4	■ダイヤ乱れ ■ 南北線 落雷 上下線の一部 遅れ
		5文字/秒	4	
必要最小限の文言のみ	その場・状況に固有の案内	3.5文字/秒	10	

表2. 質問の例

分類	一般的な案内
表示	電車進入時ホーム柵から身体、手、頭等を出すと大変危険です。またホーム柵には寄りかからないで下さい。お客様のご協力をお願い致します。
質問	表示された文章と内容が最も合うものを選択してください。 ①電車進入時にホーム柵から体を出す危険である ②電車進入時は、黄色い線の内側まで下がる ③電車進入時は、2列に並んで乗車を待つ
分類	その場・状況に固有の案内
表示	チェックインは出発1時間前よりゲート10番にて承ります。パスポートと搭乗券をご用意下さい。
質問	チェックインは、いつ、どこでできますか? ①1時から、ゲート10番 ②2時から、ゲート11番 ③出発1時間前から、ゲート10番 ④出発2時間前から、ゲート11番
分類	停車駅の案内
表示	停車駅 品川、新横浜、名古屋、京都、新大阪、新神戸、岡山、広島
質問	下の駅の中で、停まらない駅が1つあります。番号を○で囲んでください。 ①博多 ②京都 ③新横浜 ④岡山

### 3. 実験の方法

聴覚障害者がスクロール表示された文章を黙読する際の特性を把握するため、電光文字表示器を想定した実験装置(パソコンモニター)において文章をスクロール表示し(図1)、聴覚障害者学生が黙読する際の視線の動きを「Tobii T60 Eye Tracker」によって計測した。読解後に文章の内容を確認するタスクを加えることで、わき見を防ぎ、またその理解度についても把握した。

#### 3.1 表示文章

分析に使用した文章の内訳を表1に示す。文章は、交通施設や車内などにおいて表示されるものを想定した。表示方法には、「通常の文章」に加え、手話での表現方法に近く、また短い表示で済む、情報伝達上の実質的な文言のみを並べた「必要最小限の文言のみ」の表示も加えた。

「通常の文章」は、うち7種は交通施設構内や車内における危険やトラブルの防止、一般的なルールなどを伝える「一般的な案内」、8種は遅延案内や乗換案内、固有の場の情報などを伝える「その場・状況に固有の案内」、8種は駅名が並ぶ「停車駅の案内」であり計23種、「必要最小限の文言のみ」の10種の内容は、「その場・状況に固有の案内」であった。

実験では、「通常の文章」として24種、「必要最小限の文言のみ」として12種の計36種を使用した。分析から除外した。

「必要最小限の文言のみ」の表示は、「通常の文章」24種の表示後に行った。表示の形が突然変わることによる動揺の影響を無くすため、計13種を表示し、最初の1文を分析から除外した。

「必要最小限の文言のみ」の表示は、「通常の文章」24種の表示後に行った。表示の形が突然変わることによる動揺の影響を無くすため、計13種を表示し、最初の1文を分析から除外した。

表 3. 視線移動の方向および質問への正答率の平均

表示の形	文章の内容	表示速度	視線の移動方向(横方向)			後半 1/4 以降に 視線がある割合	質問へ の正答率
			文字移動方向	停留	反対方向		
通常の文章	一般的な案内	3.5 文字/秒	55.8%	4.4%	39.8%	3.6%	99.1%
		5 文字/秒	59.3%	3.8%	37.0%	2.1%	90.3%
	その場・状況に固有の案内	3.5 文字/秒	56.9%	4.2%	39.0%	5.1%	90.3%
		5 文字/秒	59.7%	4.0%	36.3%	5.5%	84.7%
	停車駅の案内	3.5 文字/秒	57.2%	4.1%	38.6%	4.1%	91.7%
		5 文字/秒	60.4%	3.9%	35.7%	2.5%	86.1%
必要最小限の 文言のみ	その場・状況に固有の案内	3.5 文字/秒	56.6%	3.8%	39.6%	5.6%	78.9%
全平均			57.8%	4.0%	38.2%	4.4%	86.6%

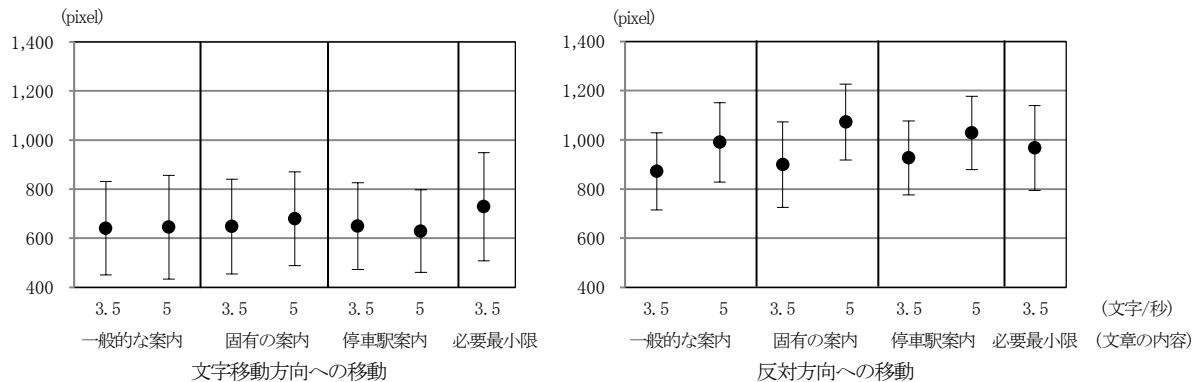


図 2 視線移動の大きさ (1/60 秒に動いた画面上の pixel 数を 1 秒あたりに換算)

同時に表示する文字数は 10 文字とした。現状調査において表示文字数にかかわらず平均的な表示速度が 3.5 文字/秒に近かったことから、「通常の文章」については、3.5 文字/秒と、これより速い 5 文字/秒の 2 種とし、「必要最小限の文言のみ」の場合は、3.5 文字/秒で統一した。

### 3. 2 実験手続き

文章は右から左にスクロール表示され、被験者は文章を黙読し、読解後に文章の内容を問う質問に回答した。文章が表示される直前に、文字表示画面の中心に「+」マークを表示し、ここを注目するように指示した。文章がスクロール表示された後の 15 秒間を質問回答時間とし、被験者は手元の用紙の質問に回答した。画面の観察距離は定めなかった。12 文章ごとに休憩をはさみ、3 回に分けて表示した。休憩時間の長さは特に定めなかった。実験開始前に 3 種の文章（「通常の文章」2 種、「必要最小限の文言のみ」1 種）を用いて練習を行った。

文章の内容の確認は、選択式質問とした。分析に用いた 33 種の文章のうち、「その場・状況に固有の案内」や「停車駅の案内」、「必要最小限の文言のみ」については 4 択であったが、「一般的な案内」については誤答の選択肢の作成が困難であったため 3 択であった。質問の例を表 2 に示す。表示される文章を読む前に質問文を読まないように、質問は 1 ページに 1 問ずつとし、スクロール表示が終わっ

た段階でページをめくり、質問文を読むように教示した。

### 3. 3 被験者

被験者は聴覚障害者学生 42 名 (両耳の聴力レベルが 60dB 以上の者) であった。しかし、視力の申告がなかった者および左右いずれかの視力が極端に低い者の計 6 名については、本稿では分析から除外した。分析の対象とした 36 名の視力 (矯正含む) は、両眼とも 0.6 以上であった。

## 4. 実験の結果

### 4. 1 分析の方法

視線の動きについては、視線位置を計測できた時間が、被験者や表示文章によって差があり、一時的な視線移動のみの影響が大きくなるように、文章の最初の文字が文字表示画面の中央に到達した時点から、最後の文字が表示されるまでの間に、視線位置を 50%以上計測できた文章のみを本稿では分析対象とした。またこのことにより、文章によって分析対象となった被験者数に大きな差がでないように、本稿では、「通常の文章」として表示した 24 種の全てで 50%以上計測できた被験者 17 名のみの結果を報告する。

文章の内容に関する正答率については、視線位置の計測率に関わらず、36 名全員を対象とした。

#### 4. 2 視線の動き

表3は、文章の最初の文字が文字表示画面の中央に到達した時点から、最後の文字が表示されるまでの間に計測された視線位置(1秒あたり60回)を元に横方向での移動に注目し、1/60秒に横方向に動いた方向について、各文章ごとに割合を算出し、文章の内容および表示速度別に平均値で表したものである(文章の内容および表示速度別の平均値を各被験者で算出し、さらに17名で平均したもの)。以下、「視線移動の大きさ」、「後半1/4以降に視線がある割合」ともに同じ手順。ここで「文字移動方向」とは、文字が流れる方向への視線移動、「停留」とは1/60秒あたりに視線が横方向では動かなかったこと、「反対方向」とは、文字が流れる方向の反対方向への視線移動を意味している。また図2は、その際の移動の大きさについて、1/60秒に動いた画面上のpixel数を1秒あたりの値に換算し、文章の内容および表示速度別に平均値で表したものである(誤差範囲は標準偏差)。上下方向での視線移動は無視し、また黒枠背景の枠外での視線移動は除外している。

表3および図2に示されるように、全般的に、文字移動方向への視線移動は、その割合は大きい(時間が長い)が、移動の大きさの値は小さく(緩やか)、逆に反対方向への移動は、その割合は小さいが、移動の大きさの値は大きい。つまり視線が文字移動方向に徐々に引きずられて大きく戻るといった動きが繰り返されたと考えられ、特に表示速度が速い「その場・状況に固有の案内」で顕著であった。

また表3の右から2列目は、計測された視線位置のうち、視線が文字表示範囲の後半1/4以降にあった割合について、文章の内容および表示速度別に平均値で表したものである。交通施設における現状調査で得た平均表示速度[2]に近い3.5文字/秒であっても、文字表示範囲の後半まで視線が引きずられることがあり、特に「その場・状況に固有の案内」や「必要最小限の文言のみ」で多くみられた。

#### 4. 3 文章の内容に関する正答率

表3の最右に、読解後に確認した文章の内容に関する正答率を、文章の内容および表示速度別に平均値で示す。

選択肢の数が同じではなく、また難易度にも差があるため、文章の内容による正答率を直接比較することはできないが、内容がある程度推測しやすい「一般的な案内」と異なり、その都度正確な読解が必要な「その場・状況に固有の案内」や「停車駅の案内」ではやはり正答率が低くなり、また、全般に表示速度が速い方が正答率が低くなった。

「必要最小限の文言のみ」の平均正答率は、78.9%と他と比べて低かったが、正答率が11.1%と極端に低かった1文を除くと86.4%であり、また、その内容が「その場・状

況に固有の案内」であったことを考え合わせると、「通常の文章」と数値に現れたほどの差はなかったといえる。

#### 5. まとめ

本研究では、聴覚障害者がスクロール表示された文章を黙読する際の視線の動きを計測し、読解後に文章の内容を確認する実験を行った。

その結果、遅延案内や乗換案内、固有の場の情報など、その都度正確な読解が必要な「その場・状況に固有の案内」では、発語を必要としない黙読であっても、文字表示範囲の後半1/4以降まで視線が引きずられることが増え、現状よくみられる条件(表示速度、表示文字数)の表示であっても読みに余裕がなくなる場合があることを示す結果が得られた。

また「必要最小限の文言のみ」の表示の有効性を探ったところ、視線が文字表示範囲の後半まで引きずられることが増え、内容に関する正答率も低くなった。しかし、その内容が「その場・状況に固有の案内」であったことや、極端に正答率が低い1文が平均値に影響していたことを考慮すると、大きな差とはいえない。文言の取捨選択方法や表示速度などを再検討することで、分かりやすさをより向上させることができれば、実用できる可能性がある。現状の表示では、速読が得意な人であっても文章の表示を待ちながら読まなければならないが、文言を絞った表示であれば、表示が短く済む。また、文字が少ない場合はスクロール表示ではなく、一定時間表示し続ける「静止表示」もしやすくなる。

今後は、同様の実験を健聴者を対象に行い、また、文章をスクロール表示する場合と、静止表示する場合の読みやすさの比較を行うなどして、聴覚障害者にとってより分かりやすい表示方法に関する検討を進める。

#### 参考文献

- [1] 井上征矢. 聴覚障害者からみた鉄道駅の案内サインに関するアンケート調査報告. 筑波技術大学テクノレポート. 2011; 19(2): p. 68-72.
- [2] 井上征矢. 鉄道駅における電光文字表示器の表示速度に関する現状調査. 筑波技術大学テクノレポート. 2011; 19(1): p. 54-58.
- [3] 井上征矢. 聴覚障害者に読みやすい電光文字表示器—スクロール文読解時の視線の動き—. 第6回日本感性工学会春季大会概要集, 2011

本研究は、科学研究費補助金挑戦的萌芽研究「電光文字表示器による聴覚障害者に対する情報保障方法の指針作成に関する検討」(24650048)の一部として行われた。また本研究は、筑波技術大学研究倫理委員会の承認済である。

## Eye Tracking of Hearing Impaired People While Silent Reading Scrolling Texts

INOUE Seiya

Department of Synthetic Design, Faculty of Industrial Technology, Tsukuba University of Technology

**Abstract:** To identify the characteristics of hearing impaired people when they read texts displayed on electronic information boards, we examined their eye tracking behavior while they silently read scrolling texts and investigated their understanding of the contents. With regard to guidance texts that required accurate reading each time, such as delay information and transfer guidance, even in the conditions used here (displaying the speed and the number of letters), there were cases with no reading allowance, in which the gaze point was dragged until the end of displayed area.

**Keywords:** Hearing impaired, Electronic information boards, Eye tracking