

聴覚障害者のウェブ利用特性に基づく ウェブユーザービリティ向上に関する研究

生田目美紀*¹ 北島宗雄*²

Improving Web Usability for Hard-of-Hearing Persons
by Considering Their Interaction Characteristics

Miki Namatame*¹ and Muneo Kitajima*²

Abstract

An important device for attaining Web usability is the Web accessibility guidelines. However, as is often the case, the descriptions of the guidelines are not specific enough for Web developers to create concrete Web pages that conform to the descriptions. This paper considers Web usability for hard-of-hearing persons. For those persons, the guidelines do not say much but “Content must be perceivable.” This paper argues that the description must be augmented by supplying success cases and this paper provides the one. This paper starts by describing our previous experiments^{[1],[2]} showing that the hard-of-hearing participants interacted with experimental Web pages very differently from the hearing participants by various measures, such as 1) the number of errors and the time necessary to select the correct link, 2) scan patterns, 3) the types of selected links, and 4) the amount of time necessary to select a link, possibly due to the difficulty of the informational organization of the original Web page as perceived by the hard-of-hearing participants. Considering the Web interaction characteristics of the hard-of-hearing participants, we redesigned the page in three ways: 1) adding vertical lines that should function as visual support enabling hard-of-hearing users to grasp the informational structure easily, 2) replacing difficult-to-understand labels with comprehensible representations, and 3) adding links to images for facilitating image-based access to the pages that they represent. Observed performance measures for the redesigned page revealed that the abovementioned differences disappeared, indicating that the redesign was successful. We believe that this case study exemplifies the successful redesigning of Web pages to make them more accessible to hard-of-hearing users.

Keywords : Web usability, Web page design, hard-of-hearing persons, eye-tracking

1. はじめに

聴覚障害者に関連したウェブガイドラインの記述には、音声情報の保障が謳われている。聴覚障害者にとって音声情報へのアクセスは大幅に制限されるので当然のことである。また、現在、コンピュータを利用した聴覚障害者支援に関する研究の動向を見ると、それらは、音声情報を保障することに集中している。これらの研究においては、手話およびテキストをリアルタイムで生成することに主眼が置かれており、聴覚情報にアクセスする代替手段の実現が研究の目標になっている^{[5],[6]}。この聴覚情報の保障という考え方は、ウェブにおける情報提示においても踏襲され、その考え方のもとに W3C WAI^[7] や Section 508^[8] によりウェブ・アクセシビリティ・ガイドラインが定められている。

しかしながら、聴覚情報の保障だけで十分であろうか。日常的に聴覚障害学生と接している第一著者は、聴覚障害学生がウェブを操作する際の特徴的なパターンに気づき、音声情報の保障だけでは十分なユーザービリティが得られない可能性があることに気づいていた(2002年ごろ)。その特徴とは、ページ情報の探索時間が健聴者に比べて極端に短い、あるいは長い、アニメーション情報が動くをクリックしてしまう傾向があるというようなものであった。いずれも、ウェブページに表示される視覚的な情報の処理方法が健聴者と異なっている可能性を示唆していた。その後、原因を探るために、視線追跡なども行いながら検討を進めた結果、それらが、聴覚障害者の認知的特徴や視覚情報処理の特異性に起因していることが明らかとなった^[1]。

ウェブを利用する場合には、ウェブページに表示される情報を理解し、リンクをクリックする、入力フィールドに適切なテキストを入力するなどのタスクを行う必要がある。このようなとき、視覚的な探索行動が必ず含まれる。しかしながら、通常考慮されるウェブの

*1: 筑波技術大学 産業技術学部 総合デザイン学科

*2: 産業技術総合研究所

*1: Department of Synthetic Design, Tsukuba University of Technology

*2: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

ユーザビリティ評価指標では、視覚的な探索行動の特異性に起因する使いにくさを評価できない可能性がある。すなわち、一般的に、ウェブのユーザビリティ評価は、わかりやすい、使いやすいなどの主観的評価、および、操作や行動などを計測、観察して得られる客観的なパフォーマンス評価に基づいてなされ、良い主観的評価と高いパフォーマンス（例えば、タスク達成時間が短く、つまづき行動がない）が得られれば良いデザインと判定される。しかしながら、聴覚障害者のタスク遂行パフォーマンスが健聴者のものと同程度になったとき、特異的な視覚探索行動に起因して生じているかもしれない聴覚障害者にとってのユーザビリティ問題が隠されてしまう可能性がある。

本論文では、聴覚障害者がウェブでタスクをどのように遂行し、それが、健聴者のものとどのように異なっているのかを示す。そして、その知見に基づいてユーザビリティの問題を解決する方法を提示する。また、その方法の適用事例として、実験で使用し実際にユーザビリティに問題のあったウェブページに対してその方法に従った再デザインを行うことによってユーザビリティ問題が解決されたことを示す。この事例は、具体性に欠ける聴覚障害者のためのウェブ・アクセシビリティ・ガイドラインの行間を埋める成功事例として位置づけることができる。

2. 聴覚障害者のウェブ利用特性

本節では、我々の先行研究^{[1],[2]}により明らかとなっている聴覚障害者と健聴者のウェブ利用特性の違いを説明する。特に、客観的なユーザビリティ指標であるタスク遂行時間、ならびにエラー回数において差が認められないような場合でも、視覚的な情報探索行動において大きな違いがあることを示す。また、その違いにより、ユーザビリティ問題が起きていることを示し、その知見に基づいて、ユーザビリティ問題を解決する方法を提示する¹。

2.1 実験

タスク：ウェブ上で種々のタスクが行われるが、いずれのタスクにおいても、リンクを選択したり、入力フィールドに適切に入力を行ったりすることにより、タスクを進展させることができる。本実験では、リンクの選択に着目し、眼球運動を計測して、聴覚障害者と健聴者の間の差異を検討した。

被験者には、自動車メーカーのホームページを改変したページが呈示され、「Z4という自動車の色をあなたの好みで選んで下さい」というタスクが与えられた。被験者は、ページ内のリンクを選択し、次のページを

表示させ、さらにリンクを選択していく。タスクは、Z4という自動車について記述したページにたどり着き、色を選択すれば完了となる。

実験用サイト：実験に使用したウェブページは、実際のサイト^[9]に修正を加えたものであった。図3(左)は、実験で使用したウェブコンテンツのトップページを示している。4つのコンテンツが縦方向に4カラムで構成されているが、各カラムの境界が明らかでない。正しいリンク選択を行うためには、記載内容を適切に把握し、レイアウトを正確に理解することが必要である。情報アーキテクチャ的な考えに基づいた効率の良い情報検索の方法は、まずカラムの表題を水平方向に確認し、左から2番目のカラムのコンテンツを垂直方向に確認していくことである。

タスクを達成するためには、トップページにおいて以下の4つのリンクのいずれかを選択し、車に関するコンテンツのページ、もしくは、Z4を紹介するページに進む必要がある：

- 1) [Products] .. 左から2列目のカラムのタイトル
- 2) [インデックス] .. 左から2列目のカラムの1番目のテキストリンク
- 3) [オートモービル] .. 左から2列目のカラムの3番目のテキストリンク
- 4) [Z4] .. 車種リスト中のラベル

上記の4リンク以外が選択された場合には、誤選択を行ったことを知らせるエラーページが表示される。被験者は、ブラウザの「戻る」ボタンを押して、再度、トップページからリンクの選択を行う。

本論文ではトップページについて分析を行ったため、以後はトップページリンク選択をタスクと呼ぶことにする。タスク遂行時間は上記4リンクのどれか1つを選択するのに要した時間のことをさす。

被験者：実験には、8人の聴覚障害者、10人の健聴者が参加した。いずれも大学生（年齢は19歳から22歳）であり、日常的にインターネットを利用していた。被験者には、インターネット経験年数、一日あたりの利用時間、一週間あたりの利用日数を回答してもらっているが、ほぼ同程度であった（インターネット経験歴：平均6年、利用レベル：平均3時間/日、利用日数：4.5日/週）。

装置：実験用ウェブページは、PCプロジェクターにより、被験者の視野角が水平33度、垂直27.5度になるように被験者の150cm前方のスクリーン上に約90cm×75cmの大きさで投影された。また、被験者が課題を遂行する際の眼球運動の計測を、ヘッド・マウント型の眼球運動追跡システム(EMR-HM8 NAC Inc.)により行った。操作過程は、眼球運動計測装置およびビデオレコーダーにより記録された。

1: 本節の内容は、我々の先行研究^{[1],[2]}の記述に統計的分析、ならびに、新たな考察を加えた内容となっている。

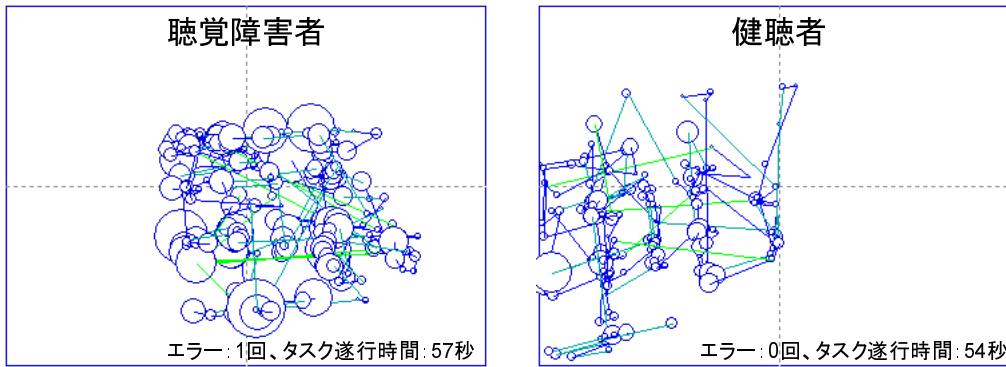


図1 視線停留パターンの違い：聴覚障害者（左）健聴者（右）
Fig. 1 Differences in scan patterns (left, hard-of-hearing; right, hearing).

手続き：実験は通信環境に影響されないようにオフラインで行った。また、実験開始に先立って全てのページ情報がキャッシュに読み込まれた状態を作った。被験者はタスクについての説明を受けた後、自分自身のペースでマウスのみを使ってタスクを遂行した。

表1 健聴者のタスクパフォーマンス
Table 1 Task performance of the hearing participants.

被験者	タスク遂行時間	エラー数	選択したラベル
d	0:00:54	0	Z4
e	0:01:19	2	Products
f	0:01:10	1	インデックス
k	0:02:31	6	オートモービル
l	0:00:45	1	Z4
m	0:01:17	1	Z4
o	0:00:20	0	Z4
p	0:01:45	4	Z4
r	0:01:52	7	オートモービル
平均	0:01:19	2.4	

表2 聴覚障害者のタスクパフォーマンス
Table 2 Task performance of the hard-of-hearing participants.

被験者	タスク遂行時間	エラー数	選択したラベル
a	0:02:40	16	Z4
b	0:01:58	9	Z4
c	0:03:01	3	Z4
g	0:03:07	1	Z4
h	0:03:20	6	Z4
i	0:01:53	1	Z4
n	0:00:57	1	Z4
平均	0:02:22	5.3	

2.2 実験結果

トップページリンク選択タスクについて、以下の項目について分析を行った：

1. タスクパフォーマンス（タスク遂行時間，エラーの回数，選択したラベル）
2. 視線停留パターンと情報探索特性
3. 選択されたリンクラベルの意味特性
4. タスク遂行時間とエラー回数の関係

タスクパフォーマンス：健聴者および聴覚障害者のタスクパフォーマンスを、それぞれ、表1、表2に示す²。健聴者がタスク遂行に要した平均所要時間は1分19秒、平均エラー回数は2.4回であった。一方、聴覚障害者がタスク遂行に要した平均所要時間は2分22秒、平均エラー回数は5.3回であった。聴覚障害者は健聴者に比べて、タスク遂行により多くの時間を要す傾向が有意であった ($F(1, 14) = 8.06, p < .05$)。また、エラー回数の差は統計的には有意ではないが、より多くのエラーを犯す傾向があった ($F(1, 14) = 1.83, p = 0.198$)。また、選択したラベルについては、健聴者が正解リンク ([Z4][Products][インデックス][オートモービル]) のいずれかを選択していたのに対し、聴覚障害者は全員が [Z4] を選択した。

視線停留パターンと情報探索特性：図1は、ほぼ同程度の時間でラベル [Z4] を選択してタスクを完了した聴覚障害者（左図、タスク達成時間は57秒）および健聴者被験者（右図、タスク達成時間は54秒）の視線停留パターンを示している。理想的な情報探索経路は、コンテンツの表題（カラムのタイトル）を順に見た後に、カラムの範囲で縦方向にトピックリストを連続して見ることであったが、これは、縦方向の視線の軌跡として現れる。このような戦略的行動は、右図において縦方向のスキャンパスとして観察されるものであり、健聴者で多く観察された。それに対して、左図にはそのようなパターンが見られない。このことは、聴覚障害者がページレイアウトに表現された情報構造を利用していないことを示唆している。この例は、タスク達成時間が同等であっても、タスク遂行時に行われる情報探索過程が異なっている場合があることを示している。以下に述べる分析では、さらに差異の詳細を検討していく。

2: この分析は、タスク遂行に4分以上を要した被験者、聴覚障害者1名、健聴者1名を除いて実施した

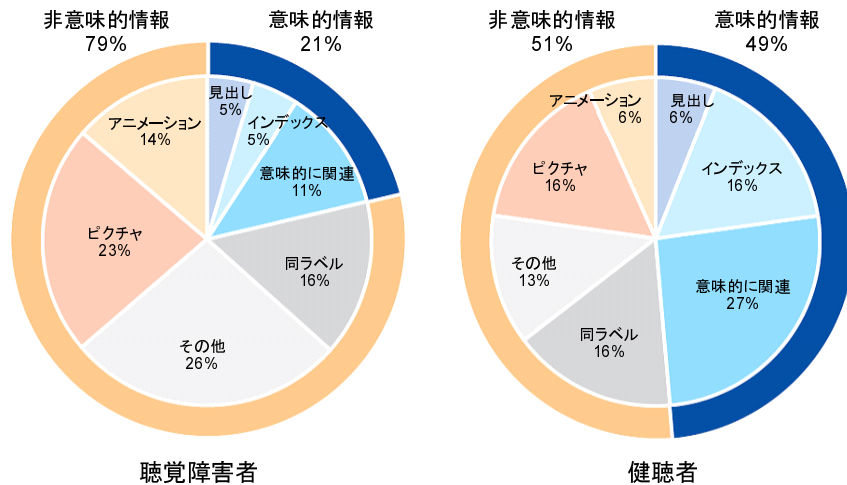


図2 選択されたリンクラベルの意味特性
Fig.2 The types of selected links.

選択されたリンクラベルの意味特性：聴覚障害者が選択した正解リンクはいずれもラベル [Z4] であったのに対し、健聴者は幅広い選択をしていた。この選択特徴を、正解リンクだけでなく、正解リンクの選択にいたるまでに選択したその他のリンクラベルも含めて分析し、聴覚障害者と健聴者の間に差があるかどうかを検討する。そこで、トップページに存在する選択可能なリンクラベルを、「Z4 という自動車の色をあなたの好みで選んで下さい」というタスクと意味的に関連しているもの（意味的信息）と、そうでないもの（非意味的信息）に分類し、選択したリンクラベルに差があるかどうかを検討した。表3に、タスクに関連した意味的信息を担ったリンクラベル、そうではない非意味的信息の例を示す。

例えば「Products」や「オートモービル（4輪）」などのラベルは、課題文に含まれる [自動車] と意味的に関連するので意味的信息を担ったリンクラベルである。それに対して「モーターサイクル（2輪）」や「工

具の画像」などは、課題文と意味的な関連性がないので、非意味的信息を担ったリンクラベルである。ラベル [Z4] は課題文に含まれているが、タスク遂行においては、Z4 が何を意味するのかということを考える必要がないため、非意味的信息を担ったリンクラベルに分類してある。

図2に分析結果を示す。左図は聴覚障害者の場合、右図は健聴者の場合を示している。聴覚障害者が、非意味的信息を意味的信息に比べて多く選択していた（選択頻度としては、35:9）のに対し、健聴者は、同程度（選択頻度としては、16:15）であった。健聴者のほうが意味的信息をより多く活用していたといえる ($p < .05$, フィッシャーの正確確率検定)。この結果から、聴覚障害者がウェブページからリンクを選択するときは、テキストラベルや画像情報を感覚的（論理的に対する意味として）に選択していると考えられる。リンクラベルをそれに関連した知識も利用して選択を行うのではないことから、テキスト情報を理解するレベルが浅いと解釈することができる。

タスク遂行時間とエラー回数との関係：図5は、タスク遂行時間をエラーの回数との関数としてプロットした図である。健聴者は印、聴覚障害者は印で表示されている。健聴者については、タスク達成時間とエラー回数間に高い相関性 ($R = 0.88$) が認められた。リンクを選択するために一定量の情報探索時間が必要とされるということが示唆される ($F(1, 7) = 23.61, p < .01$)。それに対し、聴覚障害者については、相関性 ($R = 0.21$) が見られず、リンク選択に健聴者が示したような系統だった方法を用いていないことが示唆された ($F(1, 5) = 0.23, ns$)。

表3 リンクラベルの意味特性
Table 3 Characteristics of link labels.

意味的信息	
分類	例
各欄の見出し	Virtual Center, Products, Services, Fascination
インデックス	各欄のインデックス
意味的に関連	オートモービル(4輪), 内外装オプション選択
非意味的信息	
分類	例
アニメーション	車のイメージ写真のGIFアニメ
ピクチャ	工具を持った手の画像, 等
その他	モーターサイクル(2輪)ディーラー検索, 等

聴覚障害者のウェブ利用特性に基づくウェブユーザービリティ向上に関する研究



図3 実験に用いたホームページ：デザイン変更前（左）変更後（右）
Fig. 3 Original design and redesign.

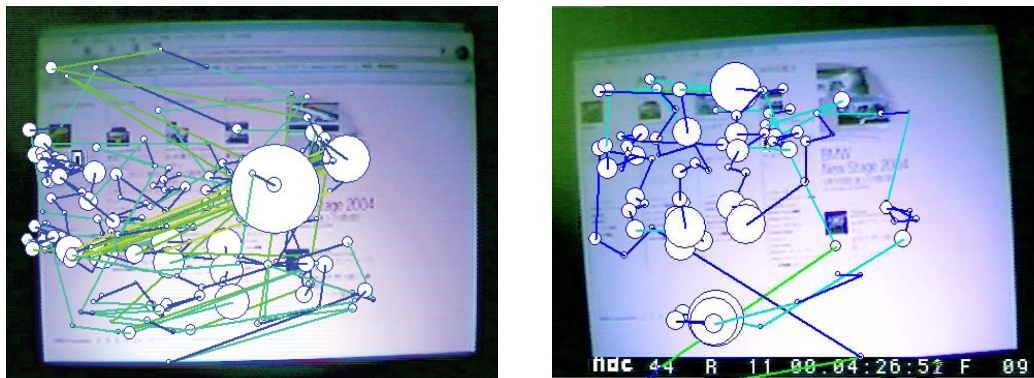


図4 視線停留パターン：デザイン変更前（左）変更後（右）
Fig. 4 Scan path of one hard-of-hearing participant (before and after redesign).

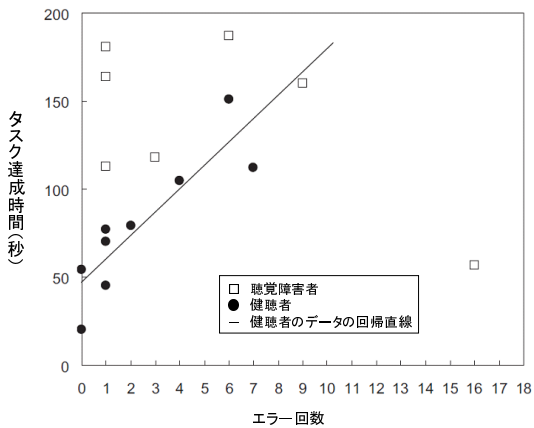


図5 タスク遂行時間とエラー回数の関係
Fig. 5 Time to accomplish task plotted as a function of the number of errors.

2.3 まとめ

以上の検討により、聴覚障害者と健聴者のウェブ上での視覚探索が含まれるタスクを想定したユーザービリティを考えると、たとえば、タスク遂行時間やエラー数において同程度の成績を示している場合でも、タスク達成にいたる過程で使用される視覚探索において大きな違いがある可能性が示唆された。差異は、ウェブ

上でのタスクを遂行する際に、意味的な処理が必要となる局面で生じているようである。この差異は、ユーザービリティ指標（タスク遂行時間やエラー回数）においては顕在化しないが、アクセシビリティの観点からは問題となる。つまり、ウェブページの意味的な情報構造に適切にアクセスすることが阻害されているからである。以下の章では、意味的な情報構造に適切にアクセスすることを視覚的なデザインにより可能にして情報保障を行うことについて考える。

3. ウェブユーザービリティのデザインの解決事例

実験で用いたウェブページの問題点は、このページが意味的な処理を必要とするデザインであったために、ページレイアウトに表現された情報構造を聴覚障害者が利用できないことであった。そこで、文字を読み取って意味的な処理を行うような情報探索方法ではなく、視覚的な情報探索に対応できるようにデザイン変更を行った。これは、聴覚障害者の情報保障のためのウェブ・アクセシビリティ・ガイドラインの「原則1：内容は知覚可能であること」を遵守することによる解決ではなく、「原則3：内容やコントロールは理解しやすいこと」を遵守することによるアプローチということ

表4 タスク遂行時間とエラー回数の比較
Table 4 Average time to accomplish task and average number of errors (standard errors in parentheses) after redesign

	聴覚障害者	健聴者
タスク遂行時間平均 (秒)	41.3 (12.0)	47.4 (13.1)
エラー回数	0.8 (0.4)	1.2 (0.4)

になる。以下で述べる事例は、このガイドラインの適用例として位置づけられる³。

3.1 デザインの変更

図3に、デザイン変更の内容を示す。左図は変更前のページ、右図は変更後のページである。具体的に変更した箇所は以下の3点であった。

1. 縦方向の情報構造を明確に表現するためにカラム間に境界線を引いた
2. カラムの表題を英語から日本語に変更した
3. 各カラム上部の画像を各コンテンツのインデックスページへリンクさせた

3.2 デザイン変更の効果

デザイン変更の効果を確認するために、同一のタスクを用いて視線計測実験を行った。被験者とページデザインが異なることを除いて、実験の内容は全く同じであった。被験者の選定に際しては、前回の実験に参加していないこと、ならびに、実験材料のオリジナルとなっているホームページを利用したことがないことを条件とした。

被験者：聴覚障害者8人と健聴者6人が実験に参加した。被験者の年齢・インターネット経験は先の実験とほぼ同様であった。

デザイン変更後のタスクパフォーマンス：聴覚障害者と健聴者のタスク遂行成績を表4に示す⁴。健聴者がタスク遂行に要した平均所要時間は47.4秒、平均エラー回数は1.2回であった。一方、聴覚障害者がタスク遂行に要した平均所要時間は41.3秒、平均エラー回数は0.8回であった。平均所要時間、平均エラー回数ともに聴覚障害者と健聴者間で有意な差はなかった(それぞれ、 $F(1,9) = 0.117, ns$, $F(1,9) = 0.432, ns$)。

デザイン変更後の選択リンクの変化：表5は、被験者が選択したリンクの一覧である。聴覚障害者は、デザイン変更前のページでは、ダイレクトなリンク[Z4]のみを選択していたが、デザイン変更後のページでは、それ以外のリンクも選択するようになった。デザイン変更前後でリンク選択において差が認められた($p < .01$, フィッシャーの正確確率検定)。しかし、健聴者については、差が認められなかった($p = 1.00, ns$, フィッ

表5 デザイン変更前後の選択したリンクの比較

Table 5 The distribution of selected links, after redesign.

選択ラベル	聴覚障害者		健聴者	
	変更前	変更後	変更前	変更後
Products/製品情報	0	1	1	1
インデックス	0	4	1	1
オートモービル	0	0	2	1
Z4	7	1	5	2

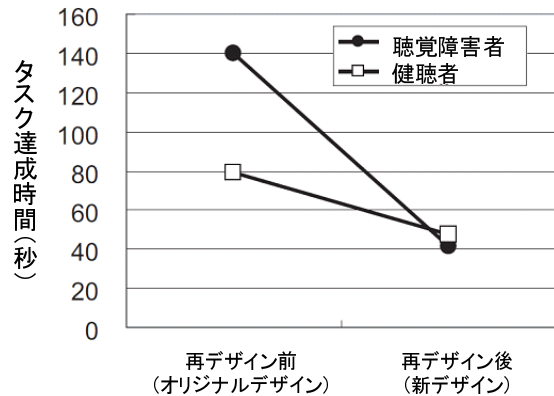


図6 デザイン変更によるタスク達成時間の変化

Fig. 6 Time necessary to accomplish the task on the original page and on the redesigned page.

シャーの正確確率検定)。この結果は、聴覚障害者のリンク選択の行動にデザインの変更が重要な影響を及ぼしたことを示唆している。

視線停留パターンと情報探索特性の変化：図4は、聴覚障害者のデザイン変更前後の視線停留パターンの違いを示している。デザイン変更前(左図)は視線の軌跡に一貫性が見られなかったが、変更後(右図)はカラムに沿って情報探索を行っているような垂直方向のパターンが現れた。

デザイン変更による要因分析：図6は、タスク達成時間を、デザイン変更の前後の変化として示している。聴力レベル(健聴, 聴覚障害者)とデザイン変更(前, 後)の2要因分散分析を行った結果、デザイン変更の主効果($F(1, 23) = 19.13, p < .01$)と交互作用($F(1, 23) = 5.02, p < .05$)が認められた。聴力レベルの主効果は有意傾向であった($F(1, 23) = 3.36, p < .10$)。デザイン変更の単純主効果を調べたところ、効果は聴覚障害者群において認められた($F(1, 23) = 21.88, p < .01$)が、健聴者群では認められなかった($F(1, 23) = 2.28, ns$)。また、聴力レベルの単純主効果を調べたところ、デザイン変更前の健聴者と聴覚障害者の差は有意であった($F(1, 23) = 8.30, p < .01$)が、デザイン変更後は差がなくなった($F(1, 23) = 0.08, ns$)。全体として、タスク達成時間は、デザイン変更前は健聴者群と聴覚障

3: 本節の内容は、我々の先行研究^{[3],[4]}の記述に統計的分析、ならびに、新たな考察を加えた内容となっている。

4: この分析は、タスク遂行に4分以上を要した被験者、聴覚障害者2名、健聴者1名を除いて実施した。

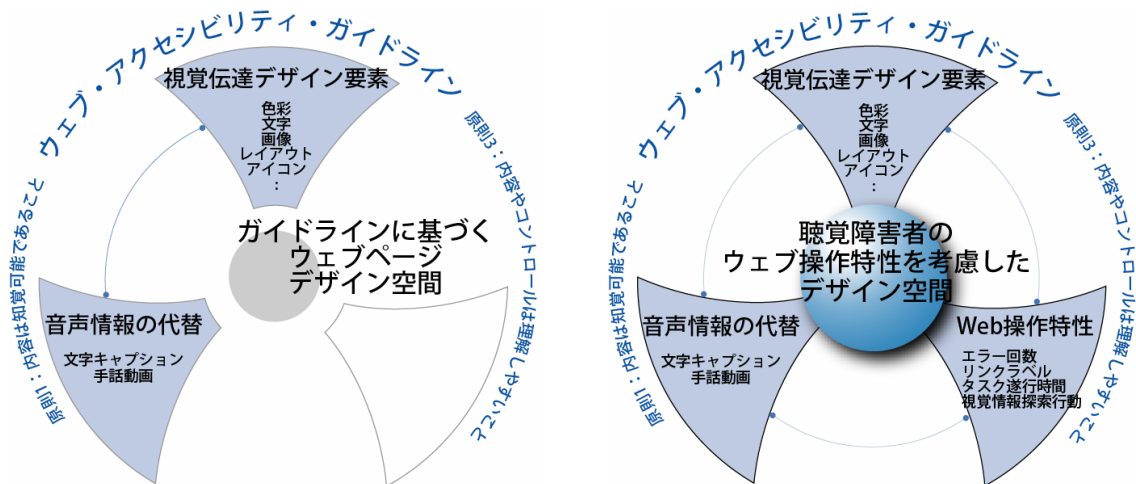


図7 ガイドラインに基づくウェブページデザイン空間(左)と、聴覚障害者のウェブ操作特性を考慮したデザイン空間(右)。

Fig.7 The design space based on the guidelines, left, and the design space augmented by hard-of-hearings' interaction characteristics, right.

害者群の間で差が見られたが、デザイン変更後は差が解消されたといえる。

3.3 まとめ

デザイン変更は微細なものであったが、聴覚障害者・健聴者共に、タスク遂行時間は短縮され、エラー回数も減少した。タスクパフォーマンスの向上は特に聴覚障害者にとって顕著であり、デザイン変更前に見られた健聴者とのパフォーマンスの差がデザイン変更後は見られなくなった。選択するリンクの種類にもバリエーションが生まれ、意味的なラベルも活用するようになった。また、タスクパフォーマンスの向上をもたらした要因はデザイン変更であったということも検証できた。以上の結果は、デザインの変更によって聴覚障害者がページの情報の構成を適切にとらえて効率的にタスク遂行ができるようになったことを示唆している。

我々は、デザイン変更前のタスクパフォーマンスの差を、聴覚障害者のユーザビリティの問題としてとらえ、意味情報処理から隠れた情報構造を把握することが困難であるという発見をし、情報構造を視覚的に明らかにするアプローチをとった。視覚的な情報探索に対応できるようにデザイン変更を行ったことにより、被験者は効率的にタスクを遂行することができるようになった。その結果は、デザイン変更前の健聴者のパフォーマンスと遜色がない。このようなデザイン変更は、聴覚障害者が不得意とする意味的な情報処理を除去しながら同時に情報構造を適切にとらえることを支援しており、聴覚情報の保障とは異なったアプローチからのユーザビリティの向上を果たしている。

4. おわりに

本論文では、聴覚障害者のウェブ・ユーザビリティについて、従来の評価指標(例えばタスク遂行時間やエラーの回数)に加え、視線計測などにより視覚情報の探索行動を追跡し、より詳細に操作特性・認知特性を探る方法をとった。その結果、パフォーマンスが同じであっても見方が同じというわけではないことがわかると共に、ウェブ・ユーザビリティを考える際に有効な一つの方法論を提供できた。

4.1 認知特性を理解することの重要性

聴覚障害者、健聴者を被験者とした実験を行うことにより、聴覚障害者の認知的特徴や視覚情報処理の特異性、その特徴や特異性に起因していると思われる問題点、ならびに具体的な解決方法を見つけ、実際にユーザビリティ向上につながる成功事例をつくることができた。高いユーザビリティを実現するためには、「見せて伝える情報」(視覚的に情報を伝達すること)の提供と、「見る情報」(ユーザが実際に視覚的に獲得する情報)を提供することは根本的に異なることを念頭におき、人間の認知的特性や情報処理特性を理解する努力が必要である。

聴覚障害者に対する情報保障の方法として、音声情報を視覚情報へ変換することは必要かつ重要なことである。しかし、聴覚障害者に対する情報保障は、単に聴覚情報を視覚情報に置き換えるということにとどまらず、置き換えられる視覚情報を聴覚障害者の視覚情報処理特性にあわせたものに交換するというように、視覚情報に対しても情報保障が必要とされているのである。

一連の実験から導き出された聴覚障害者の視覚情報探索行動の特異性や視覚情報処理特性に対する知見は、聴覚障害者のウェブ・ユーザビリティの向上のみでなく、聴覚障害者に対する教育上の配慮や、教材開発、コミュニケーションの充実へと発展的につながるだろう。さらに、知覚しやすく認知しやすい「見せて伝える情報」をデザインすることは、同様の特性を持った多くの人々に対しても、ユーザビリティの向上を実現できるにちがいない。

4.2 適切なデザイン空間によるデザイン解の探索，成功事例の蓄積，ガイドラインの補完

再デザインに採用したデザイン解は、ウェブ・アクセシビリティ・ガイドラインと、詳細なユーザ行動の観察・分析に基づいて考案されたものであった。それは、意味的な情報構造の理解を促進させる視覚的な工夫から構成されていた。図6は、デザイン解の空間を模式的に示している。情報保障というと、とかく、技術的なデザイン解を探索しがちである。聴覚障害者を対象とした場合には、たとえば、聴覚情報を自動的に手話に変換するというような手段が想定される。しかしながら、本論文が示したように、ウェブ操作特性の正しい理解に基づくことにより、別のデザイン解の空間が定義され、より、簡便なデザイン解を探索・生成できる可能性が生まれる。デザイン解が成功すれば、それは、ガイドラインの行間を埋める成功事例となり、ガイドラインがより適切に活用される環境づくりに大きく貢献する。

成功事例を積み重ねることは、聴覚障害者にとってのウェブ・ユーザビリティの改善に極めて重要である。また、他のユーザ層にとっても同様である。本論文で述べた事例をベースに、適切なデザイン空間を定義し、成功事例を蓄積し、ガイドラインの行間を埋めることによってウェブ・ユーザビリティを向上させるという手法を構築することを目指して、研究を進展させていきたい。

謝辞

筑波技術大学西岡知之先生には実験の実施に、日本学術振興会特別研究員（現、信州大学教育学部）島田英昭博士にはデータ解析にご協力いただきました。記して感謝いたします。

なお本研究は日本学術振興会研究補助金基盤（C）（課題番号 18500168）の補助を受けて行われた。

参考文献

[1] M. Namatame, M. Kitajima, T. Nishioka, and F. Fukamauchi: A preparatory study for designing web-based educational materials for the hearing-impaired, Proceedings of the 9th International

Conference on Computers Helping People with Special Needs, ICCHP2004, pp.1144–1151 (2004)

[2] M. Namatame and M. Kitajima: Differences in web-interaction styles of hard-of-hearing and hearing persons, Proceedings of the HCI International (2005)

[3] M. Namatame, T. Nishioka, and M. Kitajima: Designing a Web Page Considering the Interaction Characteristics of the Hard-of-Hearing, Proceedings of the 10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, ICCHP2006, pp.136–143 (2006)

[4] M. Namatame and M. Kitajima: Improving web usability for the hard-of-hearing, Proceedings of Eye Tracking Research & Applications Symposium, pp.39 (2006)

[5] R. Aouf and S. Hansen: Integration of signage information into the web environment, Proceedings of the 9th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, ICCHP2004, pp.1071–1078 (2004)

[6] C.R. Barman and J.D. Stockton: An Evaluation of the SOAR-HIGH Project: A Web-Based Science Program for Deaf Students, American Annals of Deaf, pp.5–10 (2002)

[7] Web Content Accessibility Guidelines 2.0, W3C working draft 23 November 2005, <http://www.w3.org/tr/2005/wd-wcag20-20051123> (2005)

[8] the US Government Section 508

[9] BMW Japan (2004)

（2007年5月1日受付，8月14日再受付）

著者紹介

生田目 美紀（正会員）



1991年筑波大学芸術研究科修士課程修了。1999年筑波技術短期大学講師。現在、筑波技術大学教授。感性的GUIの研究・情報デザインの研究・聴覚障害者用教材の開発に従事。博士（感性科学）。産業技術総合研究所招聘客員研究員。日本デザイン学会理事。ヒューマンインタフェース学会、日本感性工学会、ACMほか会員。CD-ROM教材「ゆびもじ練習あいうえお」（小学館）開発。

北島 宗雄



1978年3月東京工業大学理学部物理学科卒業。1980年3月同大学院修士課程修了。同年4月通商産業省工業技術院製品科学研究所入所。現在、独立行政法人産業技術総合研究所人間福祉医学研究部門ユビキタスインタラクシオングループ研究グループ長。ヒューマンコンピュータインタラクシオンにおける認知モデリングの研究に従事。日本人間工学会、日本知能情報ファジィ学会、Cognitive Science Society、ACMほか会員。著書は、「インタラクティブシステムデザイン（ピアソン、翻訳）」など。工学博士。