Vol.2020-AAC-12 No.23
2020/3/15

視覚障害者に対する読み上げ音声の変化による デザイン意図の伝達支援

佐山大輔[†1]　岩田一[†2]　白銀純子[†3]　深澤良彰[†1]

概要：Web ページではテキストの太字化や下線の付与などの視覚的表現を用いて強調箇所を伝達することが多い．視覚障害者はスクリーンリーダを含む様々なサポートツールを用いることで Web ページの内容を把握する．しかし，現状のスクリーンリーダでは，テキストに付与された強調表現の情報がユーザに全く伝達されない場合や，強調方法をテキスト情報としてユーザに伝達する場合が存在する．これによって，Web ページ作成者の伝達したい内容がユーザに対して正常に伝達されない可能性が生じる．本研究ではこの問題に対し，Web ページのテキスト情報を読み上げる際に読み上げるテキストに付与されている強調表現の情報をもとに効果音の付与および読み上げ方法を変化させる手法を提案する．評価として，実際に視覚障害者に対する認識実験を行った．また，視覚的表現に対する音声の強調が適切であるかを晴眼者を対象にして実験を行った．

1. はじめに

Web ページにおいて, HTML タグや CSS を用いることによって文章のみでなくフォントや字句への装飾により，文中の特定の箇所を強調するようなデザインが多く存在する．このように，Web ページの作成者が文章のみでなくフォントや色などの字句の装飾などの非テキスト要素によって伝えようとしている内容のことをデザイン意図と呼ぶこととする．これらのデザイン意図は，ユーザが Web ページの主張する内容を直感的に判断し，アピールポイントの見当をつける手助けとなる[1].

一方，全く目が見えない全盲から若干は視力の残る弱視までを含めた視覚障害者は日本では 31 万人以上存在している[2]．これらの視覚障害者はスクリーンリーダなどの補助ツールを用いて Web ページを利用している．これらのツールはページ内にあるテキストで表現された内容を合成音声を用いることでユーザに伝えるものである[3][4][5]．このスクリーンリーダでは，リンクやボタンなどのアクションを起こすオブジェクトに関してはその情報を文章として読み上げることも可能となっている．しかし，画像や，文章に用いられている字句のフォントや色などの装飾の情報に関しては読み上げられない場合や強調情報を音声化してユーザに伝達する場合が多々存在する．つまり，スクリーンリーダは Web ページ内のテキストで表されている情報に対しては読み上げを行い，そうでない情報に関しては無視するか，本来の文章の意味とは関係ない情報を入れてしまうという傾向がある. そのため, フォントや色などの Web ページの見た目で情報を伝達しようとする工夫は視覚障害者にとっては認知しづらいものとなっている. このように, Web ページの作成者の意図が視覚障害者には十分に正しく伝えることができていないのが現状である．

以前の研究[6]では，太字化や斜体化などのテキストの装飾情報を基に，読み上げ音声の音程の上昇，音量の増大，速度の低下，無音時間の挿入を用いた読み上げ方法を用いる手法を提案した．実験の結果，音程の上昇や無音時間の挿入を用いた強調箇所の伝達は音量の増大や速度の低下を用いた場合に比べて効果が少ないことがわかった．

そこで本稿では，読み上げ音声の見直しを行い，また、本手法を適用するデザイン意図の拡張をし，新たに評価を行った．これにより，テキストの強調箇所をユーザに伝達することが可能となり，また，非テキスト情報の内容をテキスト情報として読み上げないため，Web ページの内容理解を阻害する可能性が少ないと期待される．

2. 関連研究

多くの Web ページは 2 次元構造のレイアウトで設計されているのに対し，スクリーンリーダではテキスト情報などの 1 次元の情報しか伝達することが出来ない．これは，Web ページのレイアウトが複雑で情報が多かった場合，情報の記憶や作成者の意図を汲み取ることが困難になり，Web ページを利用する際の障害に繋がる．Ahmad らは，上記の障害を解決するためにオーディオフィードバックを伴うタッチスクリーンディスプレイを使用し，Web ページのレイアウト情報などの 2 次元の情報をユーザに伝達する手法を提案している[7]．実験の結果，タッチスクリーンディスプレイを用いる手法の方がより良い位置感覚を得ることに役立つことが示されている．しかし，この手法では Web ページ内に情報が密集していた場合，指の移動経路によっては情報を取りこぼす可能性がある．また，空間把握能力が乏しい場合，情報の探索による内容の理解に多くの時間を要してしまうというユーザの能力によって利便性が大き

†1 早稲田大学
†2 神奈川工科大学
†3 東京女子大学

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan

く左右される可能性がある．
また，1 章で述べたように，太字化や斜体化などの装飾情報は非テキスト情報であり既存のスクリーンリーダでは十分に伝達されていない．この問題に対し，Suziah らは非テキスト情報を点字を用いることで伝達する手法を提案している[8]．この手法では，非テキスト情報に対して点字コードを作成し，それらを Web ページの内容を点字を用いて読むときに付与することで非テキスト情報をユーザに伝達する．実験の結果，非テキスト情報を正しく認識できるようになり，それによって Web ページの内容を理解することに役立つということが示されている．しかし，この手法ではユーザが点字を扱うことが可能であることが前提となっている．これに対し，日本では視覚障害者の内，12.7%の視覚障害者しか点字を使用できず，点字を使用できない視覚障害者の内，60.9%が点字を必要ないと感じている[9]．このため，この手法を適用することが可能なユーザの範囲が狭いという問題点が存在する．

3. 本研究における強調表現

本研究では，テキストの太字化や斜体化，下線の付与，テキストサイズの拡大，テキスト色の変更，テキストの背景色の変更を Web ページにおける文章の強調表現として扱う．これらの強調表現に対し，スクリーンリーダによる読み上げ方法を提案する．

これらの強調表現の一部は，元々は紙面上に文章を記すときに用いたものが Web ページにも使用されるようになったものである．よって，Web ページの作成者のテキスト強調表現を読み取るために必要な紙面上の強調表現の意味と Web ページをデザインする際に必要な強調表現の使い方と効果を述べる．

まず，太字は紙面上においては本文との違いをはっきり見せたいときに用いる[10]．Web ページ上においては基準の文字との太さの違いにより際立つため，太字部分が強調されるとあり[1]，テキストを強調したい場合にも用いる[11]．また，関らは太字によるキーワードの強調が強調内容の再生を高めることを示し，内容上のポイントを強調することの有効性を確認している[12]．

次に，斜体は紙面上においては強調したい言葉や外来語などを目立たせるのが主な役目であり[10]、他の単語と正確に区別することができる[13]．Web ページ上においてはテキストを強調させたい場合や[1]，書籍のタイトル・外国語の単語やフレーズを本文内で区別するときに用いる[11]．ただし，斜体は画面の解像度が低い場合，適切に表示されないため避けることが望ましい[1]．

続いて，下線の付与による強調効果について述べる．下線の付与による強調効果は魚崎らの研究によって強調箇所の再生を高める効果を持つ[14]．また，下線付きのテキストは太字や斜体を扱うことのできないタイプライター時代の名残であり[11]，太字や斜体の代用として強調の役割があったと推測できる．

また，色による強調は濃さにより重要度合いを区別させることが可能であり，濃い色は最も重要な箇所にのみ用いるべきである[11]．テキストサイズの拡大に関しては，タイトルや見出しなどを目立たせるために用いられている．

4. 本手法の概要

この章では，前述の問題点に対する本手法のアプローチおよび本手法の構成について述べる．

4.1 本手法のアプローチ

本手法では合成音声エンジンの読み上げによって Web ページの情報をユーザに伝達する．テキストの装飾情報には太字や斜体など複数の種類が存在し，それぞれ異なった用途で用いられる．そのため，付与される装飾情報によって付与されたテキストの強調の度合いも異なる．このテキストの装飾情報による強調の度合いの差が正しく視覚障害者に伝達されない問題を解決するため，本手法ではテキストに付与された装飾情報をもとに重み付けを行うことで強調箇所にスコアを付与し，付与されたスコアに応じて読み上げ音声を変化させ読み上げを行う．ただし，本研究で強調表現であると定義した装飾情報は，太字化，斜体化，下線の付与，テキストサイズの拡大，テキスト色の変更，テキストの背景色の変更の 6 つとする．また，読み上げ音声の変化は，効果音の付与，読み上げ音量の増大，読み上げ速度の低下，無音時間の挿入の 4 つであり，これらを組み合わせることで読み上げの強調度合いを表現する．テキストの強調度合いの決定および読み上げ音声の詳細については 5 章で述べる．

4.2 本手法の流れ

本手法の流れを図 1 に示す．

本手法では，まず，URL から HTML ファイルを取得する．次に，取得した HTML ファイルからテキストの強調表現を取得し，取得した強調情報を基に読み上げに用いるテキストを作成する．作成した読み上げテキストは XML 形式で記述されており，XML タグによりテキスト読み上げ（Text-to-Speech，TTS）時の音声を変化させ，読み上げ音声として出力する．

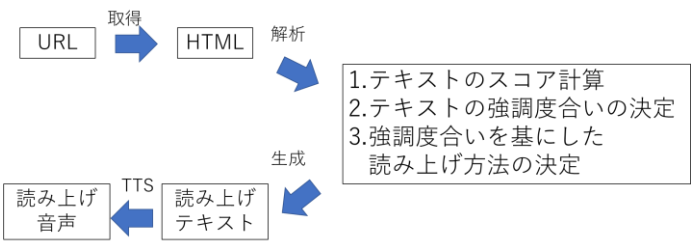


図 1 本手法の流れ

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan

5. 強調箇所の読み上げ方法決定プロセス

本手法ではテキストの装飾情報からテキストの強調度合いの計算を行う．また，テキストの強調度合いによって読み上げ音声を変化させるため音声の強調度合いも決定する．そのため，この章ではテキストと音声の強調度合いの計算についてそれぞれ述べる．また，テキストと音声の強調度合いによって作成される読み上げテキストについて述べる．

5.1 テキストの強調度合いの計算

まず，Web ページを構成するものに HTML と CSS が存在する．HTML と CSS を用いることによって Web ページ上に表示されるテキストの見た目を変更することが可能である．また，3 章で述べた強調表現は HTML・CSS を用いることで組み合わせて使用することが可能である.そこで，テキストの各強調表現と強調度合いの関係性についての事前調査を行った．この調査は，20 代の学生 12 名に対して行った．調査では，本文中に 4 箇所の強調したい箇所とその強調度合いを示した番号が振り分けられた Web ページを使用した．この Web ページに対して，3 章で述べた 6 つの強調表現をどのような組み合わせで用いることで強調箇所とその強調度合いを表現するかについてのアンケートを行った．アンケートの結果を表 1 に示す．表 1 の結果から，1 位の仮の重みを 4，2 位を 3，3 位を 2，4 位を 1 として各強調表現の仮の重みを計算した。計算結果を表 2 に示す． 表 2 の結果から，太字が最も強調度合いが高く，次点でテキスト色の変更・下線の付与・テキストサイズの拡大・テキストの背景色の変更となり、最も強調度合いが低いのが斜体となった．これは，斜体が日本語のフォントではあまり用いられないことが要因となっていると考えられる．以上のことから，テキストの強調度合いの計算に用いる各強調表現の重みを決定した．各強調表現と重みの関係を表 3 に示す．表 3 に示した重みを基に，各強調箇所に使われている強調表現の重みを合計することで各強調箇所のスコアを計算する．

表 1 強調表現と強調度合い

強調表現	強調度合いの順位			
	1	2	3	4
太字	11	8	7	0
斜体	3	1	1	4
下線	4	4	3	5
テキストサイズの拡大	7	2	2	0
テキスト色の変更	7	4	1	1
テキストの背景色の変更	4	4	2	1

表 2 強調表現の仮の重みの合計

強調表現	仮の重みを合計
太字	82
テキスト色の変更	43
下線	39
テキストサイズの拡大	38
テキストの背景色の変更	33
斜体	21

表 3 強調表現の重み

強調表現	重み
太字	1.0
テキスト色の変更・テキストサイズの拡大・下線・テキストの背景色の変更	0.5
斜体	0.25

5.2 強調箇所の読み上げ音声の決定

本手法の実装では Speech API 5（以後，SAPI5）に対応している音声エンジンを用いて読み上げを行っている[15]．ここで，SAPI5 に渡す XML 形式のテキスト内で音声変更の調整が可能であり,かつ強調と関連する項目として音程，音量，速度，無音時間の挿入の 4 つが存在する．この内，以前の実験の結果から音程の変化は強調の度合いの変化と結びつかないことが示された[6].

また，音声の強調表現と強調度合いの関係性に関する調査を行った．この調査は 5.1 節と同様の Web ページを用いて行った．この調査では，各強調箇所と強調度合いが与えられたときにどのような読み上げ方法を用いて強調箇所と強調度合いを伝達するかについてのアンケートを行った．読み上げ方法は，音量を上げる，音程を上げる，ゆっくり読み上げる，一拍間を開ける，の 4 種類であり，それぞれ SAPI5 の音量の増大、音程の上昇，読み上げ速度の低下，無音時間の挿入を表している．ただし、アンケートでは SAPI5 に読み上げをさせるのではなく，回答者本人が口頭で伝達することを前提として回答をしてもらった．結果を表 4 に示す．また，テキストの強調表現と同様に仮の重みの合計を表 5 に示す．表 5 より，ゆっくり読み上げる方法が最も強調度合いが高く，音程を上げる方法が最も強調度合いが低いことがわかる．

表 4 読み上げ音声と強調度合いの順位

読み上げ方法	強調度合いの順位			
	1	2	3	4
音量を上げる	9	5	4	2
音程を上げる	7	4	3	2
ゆっくり読み上げる	12	10	6	2
一拍間を開ける	8	5	4	5

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan

表 5 読み上げ方法の仮の重みの合計

読み上げ方法	仮の重みを合計
ゆっくり読み上げる	92
音量を上げる	61
一拍間を開ける	60
音程を上げる	48

以上のことから，本手法の強調表現では速度，音量，無音時間の挿入の 3 つに加えて，音程の変化の代わりとして効果音の付与を用いることとする．また，強調度の高さは効果音の付与が最も高く，次点で速度，続いて音量，最後に無音時間の挿入としている．これは，効果音の付与による強調はユーザに最も認識されやすいという仮定の基であり，速度，音量，無音の挿入に関しては前回の実験[6]とアンケートの結果を基にしている．

ここで，各項目の音声表現としての強調効果について述べる．まず，音量に関しては，武田らは強調時にパワーが増大することを示している[16]. また，栗田らは強調発話時に音量が増大していることを示している[17]. さらに，西田らは強調は音量の変化に関連していることを示している[18]. 次に，速度に関しては，武田らは特定のプロミネンスにおいては発話速度が遅くなると示している[16]. 最後に，無音時間の挿入に関しては，武田らは強調においてポーズを挿入する例が存在することを示している[16].

5.3 読み上げ方法の決定

本手法では前述したテキストの重み付けによって得られたスコアを基にテキストの強調箇所を 4 つのグループに分ける．これは後述する音声の強調表現の種類が 4 種類のためである．まず，テキストの区切りは HTML タグによって区切られている範囲毎とする．この区切り毎にスコアを設定し，Web ページ内で最も高いスコアを最大スコア RS1 として，最も低いスコアを最小スコア RS4 として決定する．次に，以下の式を用いて RS2 と RS3 を決定する．このように，それぞれのスコアの差が等間隔の基準スコア RS1~RS4 を決定する．

$$RS2 = RS1 - (RS1 - RS4)/3$$

$$RS3 = RS4 + (RS1 - RS4)/3$$

続いて，各箇所を，スコアに基づいて RM1~RM4 の 4 つのグループに分類する．RM1 が最もスコアの高いグループ，RM4 が最もスコアの低いグループである．そのために，決定したスコア RS1~RS4 と各箇所のスコアを比較し，スコアが RS1 と一致した場合はグループ RM1 に分類する．そうでなかった場合は，RS1 未満 RS2 以上であれば RM2 に，RS2 未満 RS3 以上であれば RM3 に，それ以外は RM4 に分類する．グループの分類方法を図 2 に示す．

次に，読み上げ音声の変化による強調表現について述べる．5.2 節で述べた通り，効果音の付与が最も強調度が高く，次点で速度の低下，続いて音量の増大，最後に無音時間の挿入となっている．これを基に音声は，強調度の低い項目から順に付与していき，付与されている項目が多いほど強調度が高い音声であることとする．具体的には，最も強調度合いの低い読み上げ方法 RM4 には無音時間の挿入のみを，RM3 には無音時間と音量の増大を，RM2 では無音時間，音量の増大と速度の低下の 3 つを，最も強調度合いの高い RM1 には無音時間の挿入，音量の増大，読み上げ速度の低下，効果音の付与の 4 つを付与することとなる．

ここで，各項目の数値の調節や項目の組み合わせで音声の強調表現を表さなかったのは，ユーザによって強調度合いの感じ方に大きな差異を発生させないためである．具体的には，音量の増大と無音時間の挿入を組み合わせた強調表現と，音量の増大と速度の低下を組み合わせた強調表現のどちらがより強調度が高いのかの判断がユーザによって異なる可能性がある．この問題を回避するために，強調度合いの低いグループには無音時間の挿入のみを行い，強調度合いが高くなるにつれ，音声表現を 1 つずつ付加する方式をとっている．

最後に，グループ RM1 のテキストを音声の強調表現の最も強調度の高い音声変化を行うタグで，グループの数字が大きくなるほど強調度の低い音声変化を行うように読み上げテキストを作成する．

具体例を図 3 に示す．また，図 3 に示した例の読み上げ方法を＿に示す．

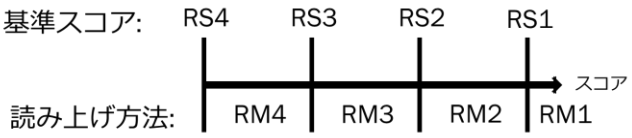


図 2 グループの分類方法

大隈重信は**1838年**に*佐賀県*で生まれた．
彼は**早稲田大学の創設者**である．

1838年	：太字→1.0	RM3
佐賀県	：斜体→0.25	RM4
早稲田大学の創設者	：太字+テキストの色→1.0+0.5	RM1

RS1: 1.5, RS2: 1.08 , RS3: 0.67 , RS4: 0.25

図 3 グループ分けの具体例

表 6 読み上げ箇所と読み上げ方法

読み上げ箇所	読み上げ方法
早稲田大学の創設者	効果音の付与・速度の低下・音量の増大・無音時間の挿入
佐賀県	音量の増大・無音時間の挿入
1838 年	無音時間の挿入

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan

6. 本手法の評価

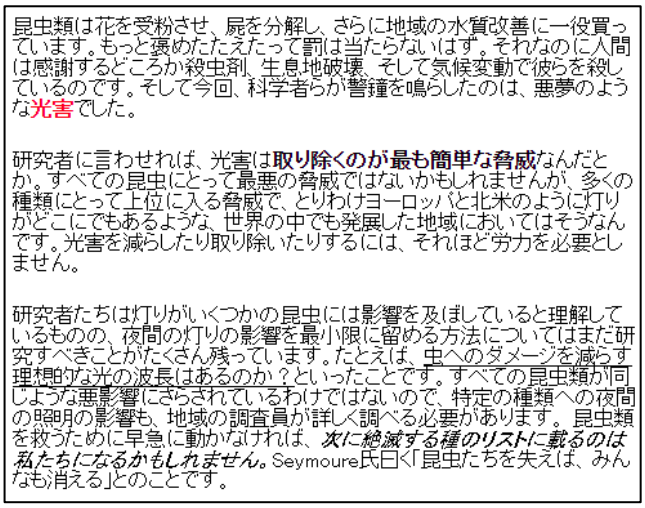
本章では本手法の有効性をユーザ実験により検証した結果について述べる．ユーザ実験は，晴眼者を対象とした 1 つの実験と視覚障害者を対象とした 2 つの実験およびアンケートの 4 部構成である．

6.1 晴眼者実験

晴眼者実験では 10 人の学生に対して行った．ただし，全ての学生は日常的にスクリーンリーダを用いることはなかった．

6.1.1 実験内容

晴眼者実験では，提案手法による Web ページの読み上げを聞いた後に，記憶に残った単語および内容について質問をした．質問後，その単語および内容に対して強調だと感じた順に順位付けを行ってもらった．さらに，実際に Web ページを見てもらい，強調だと感じた箇所を順に選択してもらった．この実験により，Web ページ内の視覚的な強調と読み上げ音声による強調の対応付けを確認した．実験に用いた Web ページを図 4 に示す．


昆虫類は花を受粉させ、屍を分解し、さらに地域の水質改善に一役買っています。もっと褒めたたえたって罰は当たらないはず。それなのに人間は感謝するどころか殺虫剤、生息地破壊、そして気候変動で彼らを殺しているのです。そして今回、科学者らが警鐘を鳴らしたのは、悪夢のような光害でした。

研究者に言わせれば、光害は取り除くのが最も簡単な脅威なんだとか。すべての昆虫にとって最悪の脅威ではないかもしれませんが、多くの種類にとって上位に入る脅威で、とりわけヨーロッパと北米のように灯りがどこにでもあるような、世界の中でも発展した地域においてはそうなんです。光害を減らしたり取り除いたりするには、それほど労力を必要としません。

研究者たちは灯りがいくつかの昆虫には影響を及ぼしていると理解しているものの、夜間の灯りの影響を最小限に留める方法についてはまだ研究すべきことがたくさん残っています。たとえば、虫へのダメージを減らす理想的な光の波長はあるのか？といったことです。すべての昆虫類が同じような悪影響にさらされているわけではないので、特定の種類への夜間の照明の影響も、地域の調査員が詳しく調べる必要があります。昆虫類を救うために早急に動かなければ、次に絶滅する種のリストに載るのは私たちになるかもしれません。Seymoure氏曰く「昆虫たちを失えば、みんなも消える」とのことです。

図 4 実験に用いた Web ページ 1

6.1.2 実験結果

晴眼者実験における，読み上げに対する強調箇所の強調度合いと実際に見たときの強調箇所の強調度合いの結果をそれぞれ表 7 と表 8 に示す．

表 7 読み上げに対する強調度合いの順位(晴眼者)

	強調箇所の強調順位			
	1	2	3	4
平均順位	1	2	4	3.2

表 8 視覚的な強調表現に対する強調度合いの順位

	強調箇所の強調順位			
	1	2	3	4
平均順位	1	2	3	4

6.1.3 考察

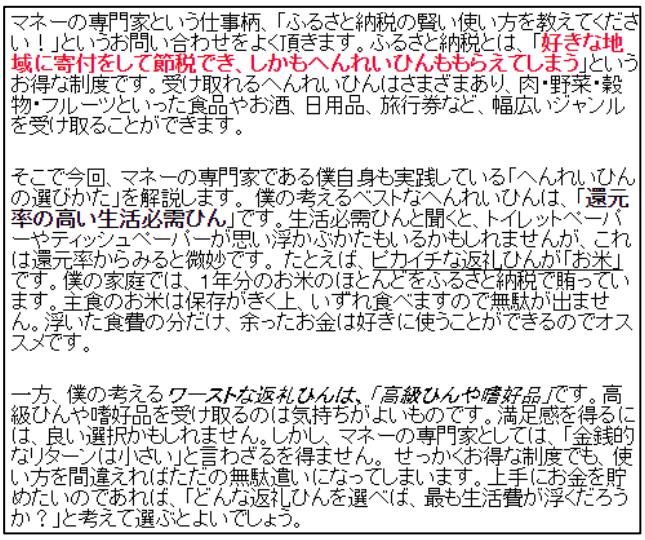
表 7 より，効果音の付与は強調箇所の認識および強調度合いの伝達において効果的であると考えられる．また，認識率は低いものの読み上げ速度の低下による伝達も強調度合いの伝達において効果的であると考えられる．また，表 8 より，テキストの強調表現による強調度合いと実際にユーザが感じる強調度合いが一致することがわかった．

6.2 視覚障害者実験

視覚障害者実験では 6 人の点字図書館利用者に対して行った．被験者は日常的にスクリーンリーダを用いており，使用歴は 10～30 年であった．

6.2.1 実験内容

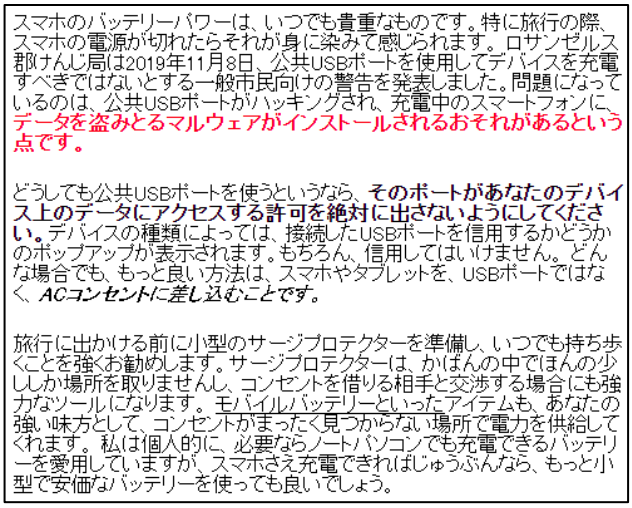
視覚障害者実験では，2 つの実験とアンケートを行った．1 つ目の実験は晴眼者実験と同様に，提案手法による読み上げを聞いた後に，記憶に残った単語および内容について質問をし，質問後にその単語および内容に順位付けを行ってもらった．実験には晴眼者実験に用いた Web ページと同じものを用いた．2 つ目の実験では，2 つの Web ページ(以後，ページ A とページ B)を用いて行った．まず，1 つ目の Web ページに対して提案手法を用いた読み上げを行い，読み上げ後に Web ページの内容に関する質問を行った．続いて，2 つ目の Web ページに対して，文字の装飾情報を読み上げる手法(以後，既存手法)を用いた読み上げを行い，読み上げ後に Web ページの内容に関する質問を行った．読み上げる Web ページに関しては，提案手法でページ A を既存手法でページ B を読み上げるグループとその逆のグループが存在し，それぞれ 3 人の被験者に対して行った．実験に用いた Web ページを図 5 と図 6 に示す．2 つの実験後にアンケートを行った．


マネーの専門家という仕事柄、「ふるさと納税の賢い使い方を教えてください！」というお問い合わせをよく頂きます。ふるさと納税とは、「好きな地域に寄付をして節税でき、しかもへんれいひんももらえてしまう」というお得な制度です。受け取れるへんれいひんはさまざまあり、肉・野菜・穀物・フルーツといった食品やお酒、日用品、旅行券など、幅広いジャンルを受け取ることができます。

そこで今回、マネーの専門家である僕自身も実践している「へんれいひんの選びかた」を解説します。僕の考えるベストなへんれいひんは、「還元率の高い生活必需ひん」です。生活必需ひんと聞くと、トイレットペーパーやティッシュペーパーが思い浮かぶかたもいるかもしれませんが、これは還元率からみると微妙です。たとえば、ピカイチな返礼ひんが「お米」です。僕の家庭では、1年分のお米のほとんどをふるさと納税で賄っています。主食のお米は保存がきく上、いずれ食べますので無駄が出ません。浮いた食費の分だけ、余ったお金は好きに使うことができるのでオススメです。

一方、僕の考えるワーストな返礼ひんは、「高級ひんや嗜好品」です。高級ひんや嗜好品を受け取るのは気持ちがよいものです。満足感を得るには、良い選択かもしれません。しかし、マネーの専門家としては、「金銭的なリターンは小さい」と言わざるを得ません。せっかくお得な制度でも、使い方を間違えればただの無駄遣いになってしまいます。上手にお金を貯めたいのであれば、「どんな返礼ひんを選べば、最も生活費が浮くだろうか？」と考えて選ぶとよいでしょう。

図 5 実験に用いた Web ページ A


スマホのバッテリーパワーは、いつでも貴重なものです。特に旅行の際、スマホの電源が切れたらそれが身に染みて感じられます。ロサンゼルス郡けんじ局は2019年11月8日、公共USBポートを使用してデバイスを充電すべきではないとする一般市民向けの警告を発表しました。問題になっているのは、公共USBポートがハッキングされ、充電中のスマートフォンに、データを盗みとるマルウェアがインストールされるおそれがあるという点です。

どうしても公共USBポートを使うというなら、**そのポートがあなたのデバイス上のデータにアクセスする許可を絶対に出さないようにしてください。**デバイスの種類によっては、接続したUSBポートを信用するかどうかのポップアップが表示されます。もちろん、信用してはいけません。どんな場合でも、もっと良い方法は、スマホやタブレットを、USBポートではなく、***ACコンセントに差し込むことです。***

旅行に出かける前に小型のサージプロテクターを準備し、いつでも持ち歩くことを強くお勧めします。サージプロテクターは、かばんの中でほんの少ししか場所を取りませんし、コンセントを借りる相手と交渉する場合にも強力なツールになります。モバイルバッテリーといったアイテムも、あなたの強い味方として、コンセントがまったく見つからない場所で電力を供給してくれます。私は個人的に、必要ならノートパソコンでも充電できるバッテリーを愛用していますが、スマホさえ充電できればじゅうぶんなら、もっと小型で安価なバッテリーを使っても良いでしょう。

図 6 実験に用いた Web ページ B

6.2.2 実験結果

1 つ目の実験結果を表 9 に示す．ただし，最も強調度合いが高い箇所は全ての被験者に認識されたが，2 番目に高い箇所は 1 人に，3 番目に高い箇所は 3 人に，4 番目に高い箇所は 2 人の被験者にのみ認識された．

表 9 読み上げに対する強調度合いの順位(視覚障害者)

	強調箇所の強調順位			
	1	2	3	4
平均順位	1.5	2	3.3	1.5

2 つ目の実験の結果を表 10 と表 11 に示す．表 10 から，ページ A に関しては提案手法によって各強調箇所に関する質問の正答率が上がっていることがわかる．しかし，ページ B に関しては正答数が上がっている質問と下がっている質問の療法が存在している．また，表 11 からもページ A に関しては質問に対する平均正答数が上がっているが，ページ B に関しては変化していないことがわかる．

表 10 各強調度合いに関する質問の正答数の合計

強調箇所の強調度合い	正答数の合計			
	ページ A		ページ B	
	提案	既存	提案	既存
1	3	1	2	1
2	3	1	1	1
3	3	2	2	1
4	3	2	0	2

表 11 読み上げ方法による正答数の平均

正答数の平均			
ページ A		ページ B	
提案	既存	提案	既存
4	2	1.7	1.7

アンケートの結果を表 12 と表 13 に示す．表 12 から，読み上げ音声の変化の内，効果音の付与は全ての被験者に認識されたことがわかる．しかし，読み上げ速度の変化は 5 人の被験者に，音量の変化は 3 人の被験者に，無音時間の挿入は 2 人の被験者に認識されなかった．また，表 13 から多くの被験者は文脈から重要な箇所を判断していることがわかった．また，被験者は強調箇所に対して読み上げ音声の音程を変化させることで強調であることが伝達できるのではないかと考えていたことがわかった．

表 12 読み上げ音声に関するアンケート結果

効果音の音量は適切であったか	
ちょうどよかった	4
大きいように感じた	2
効果音の種類は適切であったか	
ちょうどよかった	3
強く感じた	2
強調だと感じなかった	1
読み上げ速度の変化は適切であったか	
気付かなかった	5
ちょうどよかった	1
読み上げ音量の変化は適切であったか	
気付かなかった	3
ちょうどよかった	2
小さく感じた	1
無音時間の挿入は適切であったか	
ちょうどよかった	2
気付かなかった	2
長く感じた	1
短く感じた	1

表 13 強調に関するアンケート結果

重要な情報をどのように判断しているか	
自分なりに解釈をする	4
読み上げ音声の声の質を変える	2
検索機能を利用する	1
どのような読み上げ方法だと強調に聞こえるか	
音程を変える	4
効果音をつける	1
ゆっくり読み上げる	1
男声・女声を切り替える	1
強調箇所を意識しない	1

6.2.3 考察

表 9 より，強調の度合いが最も高い箇所は全ての被験者に認識されていることがわかる．このことから，効果音の付与による強調箇所の認識率が上がることがわかる．しか

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan

し，その他の強調表現は表 12 からもわかるように，被験者に認識されづらく，強調箇所の認識率の上昇に影響を及ぼしづらい可能性が存在する．また，晴眼者実験と比較して強調箇所の認識率が下がっていることから，基準の文章の読み上げ速度が上がることで強調箇所の読み上げ速度の低下や音調の増大の影響が小さくなっている可能性も存在する．

表 13 より，視覚障害者が Web ページ内の重要な箇所を把握する際に，文脈から重要な箇所を判断するという方法が最も多く使われていることがわかる．これは，Web ページ作成者が重要として伝えたい情報が視覚障害者に対して正しく伝わっていないことを表している．また，読み上げ音声の音程を変化させることが強調した読み上げ音声であると考えていることがわかる．これは，以前の研究[6]と表 5 の結果と異なることがわかる．以上のことから，晴眼者にとっての音声の強調表現の強調度合いと視覚障害者にとっての音声の強調表現の強調度合いが異なる可能性が考えられる．また，読み上げ速度の差が音程が与える強調度合いの差と関係している可能性も考えられる．

表 12 と表 13 より，視覚障害者にとって声の質を変化させることが強調であることに繋がると考えられる．このことから，読み上げ音声の音程を変化させることや読み上げ音声の種類を変化させることで強調度合いを伝達することが可能であると考えられる．また，効果音の付与による強調度合いの伝達は視覚障害者に対しても効果があったため今後も活用できると考えられる．

7. おわりに

本研究では，Web ページ作成者が重要として伝達したい箇所の内容が視覚障害を持つユーザに正しく伝達されていない可能性が生じる問題に対し，Web ページのテキスト情報を読み上げる際に，読み上げるテキストに付与されている強調表現の情報をもとに読み上げ方法を変化させる手法を提案した．本手法では Web ページの HTML や CSS を参考に視覚的な強調表現の情報を取得し，その強調表現に応じた重みを加算することで文章内の強調度合いの差を数値化する．その後，そのスコアをもとに読み上げ音声を変化させることで強調箇所の情報をユーザに伝達する．読み上げ音声の変化には，効果音の付与，読み上げ速度の低下，音量の増大，無音時間の挿入の 4 つを組み合わせることで表現した．組み合わせ方法には，強調度合いの低いグループには無音時間の挿入のみ行い，強調度合いが高くなるにつれ，音声の強調表現を 1 つずつ付加することでユーザ毎の強調度合いの感じ方に大きな差が生じないようにした．

評価の結果，視覚障害を持つユーザは Web ページの作成者が重要として伝達したい箇所の内容を文脈から判断していることがわかり，太字などの文字の強調表現が用いられている重要な箇所の内容が伝達されていない可能性が高いことがわかった．また，提案手法による読み上げ方法の変化による強調箇所の伝達の内，効果音の付与による強調表現が強調箇所の認識率を上げるのに有効であることがわかった．しかし，読み上げ速度の低下や音量の増大，無音時間の挿入による強調箇所の伝達は晴眼者と比較して認識率が下がるという結果になった．また，晴眼者の想像する読み上げ音声の強調表現と視覚障害者が想像する読み上げ音声の強調表現には差異があるということがわかった．具体的には，読み上げ音声の音程の変化が晴眼者にとっては強調表現ではなく，視覚障害者にとっては強調表現であるということである．

以上のことから，今後の課題として以下のことが挙げられる．

- 読み上げ音声の速度によって音声の強調表現が変化するのかの検証
- 読み上げ音声の音程を変化させることで、視覚障害者に対する強調箇所の伝達の効果が上がるかの検証
- 提案手法を適用する強調表現の拡張と重みの最適化

参考文献

[1] James Kalbach．児島修訳．デザイニング・ウェブナビゲーション 最適なユーザエクスペリエンスの設計．オライリー・ジャパン．2009.
[2] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部．平成 23 年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）結果．2013.
[3] “NVDA 日本語版 ダウンロードと説明”. https://www.nvda.jp/,（参照 2019-9-15）
[4] “JAWS 2019 日本語版”， http://www.extra.co.jp/jaws/,（参照 2019-9-15）
[5] “製品情報 ドキュメントトーカ 日本語音声合成エンジン for Windows”. http://www.createsystem.co.jp/DTalkerSapi1.html,（参照 2019-9-15）
[6] 佐山大輔，視覚障害者に対するテキスト強調表現による Web ページの伝達支援，研究報告アクセシビリティ，pp1-7，2018
[7] Ahmad Hisham Zainal Abidin，Hong Xie，Kok Wai Wong. Touch screen with audio feedback: Content analysis and the effect of spatial ability on blind people’s sense of position of web pages. 2013 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)，pp548-553．2013.
[8] Suziah Sulaiman，Dayang Rohaya Awang Rambli，Mahmud Mazuin Mokhtahir，Syed Ghayas．Representing text attributes haptically on a webpage for the visually impaired. 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USEr)，pp149-152．2014.
[9] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課．平成 18 年身体障害児・者実態調査結果．2008.
[10] 小林章．欧文書体 その背景と書き方．美術出版社．2010.
[11] パトリック J・リンチ，サラ・ホートン．石田優子訳．Web サイトスタイルガイド サイト構築のための基礎と原則（Web サイト入門シリーズ 3）．東京電機大学出版局．2004.
[12] 関友作．テキストの内容把握に対する箇条書とキーワード強調の影響．日本教育工学会誌/日本教育工学雑誌 21(Suppl.)，pp17-20．1997.
[13] Erica Mcateer．Typeface Emphasis and Information Focus in

Written Language. Applied Cognitive Psychology，vol 6，pp345-359．1992.
[14] 魚崎祐子，伊藤秀子，野嶋栄一郎．テキストへの下線ひき行為が内容把握に及ぼす影響．日本教育工学学会論文誌/日本教育工学雑誌 26(4)，pp349-359．2003.
[15]“Download Speech SDK 5．1 from Official Microsoft Download Center”．https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10121．(参照 2019-10-14)
[16] 武田昌一，市川熹．日本語文音声におけるプロミネンスの韻律的特徴の解析．日本音響学会誌，47 巻(1991) 6 号，pp386-396，1991.
[17] 栗田敏宏，岡崎泰久，渡辺健次，近藤弘樹．音声発話における音量変化に伴う強調箇所認知の分析．電子情報通信学会技術研究報告．ET，教育工学 102(222)，pp7-12，2002.
[18] 西田昌史，小川純平，堀内靖雄，市川薫．対話音声を対象とした韻律情報による発話印象のモデル化．情報処理学会研究報告音声言語情報処理，2005-SLP-059，pp79-84，2005.

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan