

OTON GLASS—読字困難者のリハビリテーションをサポートするウェアラブルデバイス—の体験可能なプロトタイプを用いた評価

Evaluate OTON GLASS — a wearable device for who have difficult reading — using the prototype which people can experience

島影 圭佑¹⁾, 富永真紀子²⁾, 石原 裕之³⁾, 斎藤 文恵⁴⁾, 穴水 幸子^{4,5)}

要旨：本研究では、読字困難者をサポートするために環境の中にある文字をリアルタイムで音声に変換するグラス型のウェアラブルデバイス OTON GLASS のプロトタイプを開発し、その有用性を検証するためユーザーテストを実施した。まず対象者の読字困難の症状をインタビューや検査結果により把握し、限定された環境で文字を一定の確率で読み上げることができるプロトタイプを試用してもらった上で、試用後にインタビューを行った。OTON GLASS によって、文字の認識の正誤確認、文章の内容理解、素早い文字認識、社会に自然に溶け込むインターフェース、リハビリテーションの効率化の実現を目指すことに関する肯定的な意見が出た。インタビューおよび試用からは我々が認識していなかった読字困難者が抱える問題が明らかになり、それを解決するための機能を発想することができた。今回のユーザーテストの結果を踏まえて次のプロトタイプの開発方針を明確化できた。

Key Words：認知リハビリテーション、読字困難、高次脳機能障害者、支援技術

はじめに

読むという行為は、基本的には文字という視覚刺激を一定の規則に従い音韻に変換し、全体の意味を抽出し理解する過程のことである(松本, 2008; 松本, 2009)。アルファベット圏の先天性の読字困難についての研究は、読み困難と音韻分析、音韻操作との関連、あるいは視覚刺激(文字・数字・オブジェクト)から音韻への変換速度との関連を指摘するものが多く、欧米では先天性の読字困難の原因として、音韻操作と音韻想起速度の遅さのどちらか、あるいは両方の障害によるとする説が一般的である(Badian, 1995; Badian, 1998; Cornwall, 1992; Scarborough, 1998)。一方で日本

語は、表音文字の色合いの強い平仮名・片仮名と表意文字である漢字が混在しており、平仮名・片仮名に関してはアルファベット同様に文字から音韻変換が主となるため、音韻処理との関係を指摘する報告が近年相次いでいるが(宇野ら, 2003)、漢字に関しては音韻的処理障害のみでは説明できないとして、読みと図形認知能力に注目した研究もある(石井ら, 2003)。以上のように日本語に関しては表音文字としての平仮名・片仮名、表意文字としての漢字を混合して用いる特徴があるため、平仮名の読みに困難を示す場合もあれば、漢字の読みに困難を示す場合もあり、様々な状態像が存在する。しかし読字困難の原因や状態像が異

1) 情報科学芸術大学院大学メディア表現学科 Keisuke Shimakage : Institute of Advanced Media arts and Science

2) 東京リハビリ訪問看護ステーション Makiko Tominaga : Tokyo Rehabilitation Service CO., LTD

3) 救世軍ブース記念病院 Hiroyuki Ishihara : The Salvation Army Booth Memorial Hospital

4) 慶應義塾大学医学部精神神経科 Fumie Saito, Sachiko Anamizu : Department of Neuropsychiatry, Keio University School of Medicine

5) 国際医療福祉大学言語聴覚学 Sachiko Anamizu : Department of Speech and Hearing Sciences, International University of Health and Welfare

なっている、視覚刺激である文字を音声に変換することで読字困難者が文字を理解することは可能であり、それを具体的に実現しているのがデジタイズ図書やiphoneのvoice overなどの読み上げ機能であると言える。パソコンの画面上にある文字やiphoneの画面上にある文字、またデジタイズされたデジタルの書籍など情報空間上の文字は音声に変換できるようになってきている。一方で、それらの支援システム・機器には、環境の中にある文字をリアルタイムで音声に変換するものが普及していないのが現状である。文字を認識する方法としてはipadの拡大鏡を利用して個々の文字を認識しやすい大きさに変換するものもあるが、その方法は文字という視覚刺激を音声に変換するものではないため、利用が限定されるとも考えられる。

本研究では、環境の中にある文字をリアルタイムに音声に変換するグラス型のウェアラブルデバイスOTON GLASSのプロトタイプを開発し、その有用性を検証するためユーザーテストを実施した。OTON GLASSは読字困難者の読みをサポートすることを目指しており、文字と音声の変換が自分の身体感覚に近い状態にするため、スマートフォンのアプリなどではなくグラス型を選択し身体性の向上を意図している。また実社会の中で違和感なく溶け込むことを目指し、自然な造形とインターフェースを意識し設計している。

1. 方法

a. 対象

先天性の読字困難者3名と脳梗塞による失読症

患者1名の計4名(表1)。内訳は男性3名、女性1名、平均年齢40歳(30～60代)であった。各対象者に研究内容を説明し同意を得た。OTON GLASSは、高次脳機能障害の失読を対象に、リハビリテーションの一環として使用することを前提とした設計になっている。しかし、文字を音声に変換するという機能は、リハビリテーションを行っていない成人の先天性の読字困難者にとっても、純粋に生活支援の役割を果たすものとして応用可能であると考えられたことから、先天性の読字困難者も対象に含めた。

脳梗塞後遺症の失読症患者A氏の症状は石原ら(2015)によって詳細に検討されているが、OTON GLASS使用前にも改めてインタビューを実施した。先天性の読字困難者B氏に関しては、ディスレクシアの傾向があるものの検査は受けていないため、インタビューでの症状把握を行った。先天性の読字困難者C氏とD氏に関しては東京大学先端科学技術研究センターが実施する読み書き能力検査を受けた際の検査結果を提供して頂き、そちらを元に症状を把握した。

以下に各対象者の具体的な症状を記載する。

A氏においては、発症当初は漢字、仮名、数字の読みが困難だったが、次第に時間をかければ文字が読めるようになってきたとのことだった。手書きの電話番号において数字の「3」の認識が難しく、「4」は把握しやすいが「3」と「5」が同じように見えることがある。漢字は読めるが、複雑な漢字に対しては自分の認識が正しいか自信がないとのことだった。例えば「篠田」の「篠」や「猿山」の「猿」などである。また自分でメモを取っているときに「薬」という漢字がはっきりと浮かんでこないなど失書の症状もある。発症当初は家族の

表1 研究対象者

対象者	年齢	性別	症状	生活状況	症状把握 インタビュー	プロトタイプ試用後 インタビュー
A	60代	男性	脳梗塞後の失読	就労	実施	実施
B	30代	女性	先天性の読字困難	専業主婦	実施	実施
C	60代	男性	先天性の読字困難	就労	—	実施
D	30代	男性	先天性の読字困難	就労	—	実施

名前なども漢字では書けなかったが（平仮名では書けた）、言語聴覚士とのリハビリテーションの中で今は家族全員の名前を漢字で書けるようになった。新聞に関しては、見出しは読めるが本文は文字が小さすぎて読むことができない。拡大鏡を使えば多少読みやすくなるが、逆に大きくなりすぎて読みにくく、自分の読みやすい大きさにコントロールすることが難しい。拡大鏡を使って時間をかければ文章も読むことができる。報告書など長文を書く際は漢字が想起できないため平仮名で書き、妻が清書している。

B氏は先天性の読字困難症である。駅名を路線図の中から見つけられないなど欲しい情報がどこにあるのか発見できなくて困ることが多い。また読む速度が遅く、集中力を要するため、読む時間が限定されたり雑音があったりすると文を理解することが難しい。テレビや映画の字幕に関しても、文字を読む場合は読むことに集中する必要がある、映像を見ながらの状態では頭に入っていないことだった。

C氏も先天性の読字困難症であり、東京大学先端科学技術研究センターで読み書き能力検査を受けていた。その内容は、読み書きの検査（文字・単語の書字検査、文章の書字速度、文章の読み速度、単文字・単語・単文の読み速度と正確さ）、読み書き困難の原因推測のための検査（視覚認知記憶検査、音韻操作の検査）、語彙力検査であった。結果として、読みでは正確性は改善しているが流暢性の困難が残っており、書字では正確性と流暢性の両方に困難が残っていた。レイ複雑図形検査の結果からは視覚認知記憶の弱さが、逆唱課題の反応時間の結果からは音韻操作の弱さがうかがわれ、視覚認知と音韻の両方の原因を抱えている可能性が指摘されている。

D氏もC氏と同じ検査を受けており、読み飛ばし、文字の見失い、同じ箇所を読むなどから、読み書き能力は小学三年生と同程度という結果が出ている。

b. 道具（OTON GLASSのプロトタイプ）

ユーザーテストに使用したプロトタイプ（図1）は、二回の瞬きを検知し、目の前にある文字を撮



図1 OTON GLASSのプロトタイプ

影し、音声化してスピーカーから流す、というシステムになっている。瞬きの検知は、内側のカメラ（アイカメラ）でハーフミラーが貼られているレンズに眼球が写っている画像を取得することによって行っている。二回の瞬きを検知すると、外側のカメラ（シーンカメラ）が対象物を撮影し、その画像に対して文字認識を実行して画像からテキストデータに変換し、テキストデータを音声合成ソフトで音声化したものをスピーカーで流す。センサ部と処理部は分かれており、センサ部のカメラ部分は眼鏡に搭載され、処理部の名刺サイズの小型コンピュータは有線で眼鏡部分とつながっている。シーンカメラはオートフォーカスではなく一定の距離にフォーカスが合うカメラを利用しているため、ユーザーと文字の距離は80cm～100cm程度に設定する必要がある。また対象文字が斜めになったり、照明が暗すぎたり明るすぎたりすると認識の成功確率が下がる。そのため文字はなるべくシーンカメラに対して垂直・平行を保った状態で、照明環境も一般的にオフィス等で利用される白熱灯の元で撮影する必要がある。以上のように認識できる対象、環境、ユーザーと対象物の関係が限定された中で読み上げが実行できるものが現状のプロトタイプである。

c. 視覚刺激

A4サイズの白のパネル1枚につき1つの単語を黒字で印刷した。文字のフォントはMSゴシック、サイズは170pt、太さはRegularとした。単語は「553号」、「バス乗り場」、「発券番号」、「中央線」、「中央改札」など現状の文字認識の精度で認識の成功率が高いものを採用し、読み上げ専用のパネルを10枚作成した。

d. 手続き

まず対象者に対してそれぞれの症状と直面している課題を把握する症状把握インタビューを行い、次にプロトタイプの試用を行い、その後、プロトタイプ試用後のインタビューを行った。なお、C氏およびD氏については時間的制約があり、プロトタイプ試用とプロトタイプ試用後インタビューのみを実施した。実施期間は2013年4月～2014年11月である。

(1) 症状把握インタビュー

症状を把握することと生活の中で困っている場面を把握することを目的に行った。事前に普段の生活の中で文字が読みづらく困っている場面を写真で撮影してきてもらい、それを材料に問題についてヒアリングしていった。

(2) プロトタイプの試用

各対象者に対して、プロトタイプを体験してもらった。まずプロトタイプをかけてもらい（普段眼鏡をかけている場合は外す）、実験者が対象者から80cm～100cmのところまでA4のパネルを横向きに固定した上で、「二回瞬きしてください」と伝え、瞬きをトリガーにパネルに記述された文字が音声化されたものをスピーカーから聞いてもらった。試用中は動画メディアとボイスレコーダーでテスト時の様子を記録した。

(3) プロトタイプ試用後インタビュー

用意した10枚のパネルをすべて読み上げた後、デバイスがどうあるべきかを一緒に考えることを目的としてインタビューを行った。撮影のトリガー、フィードバックまでのスピード、実用化レベルまでいったときにどういった場面で使いたいかという三つを中心にインタビューを行い、その他にも気になった点はその都度質問を行った。

2. 結 果

a. 読字困難者の症状に対するOTON GLASSの具体的効果

(1) 文字の認識の正誤確認

A氏、B氏、C氏は症状把握インタビューで「平仮名、漢字、数字の認識に自信がない」、「その場

での記入が求められる書類において記入場所が合っているか自信がない」、「類似した商品の識別の際に間違えることがある」、「文字を読み間違え、その間違いにその場で気付くことができない」など文字を間違えて認識してしまうという不安や自信のなさを述べていた。それに対してOTON GLASSは文字を音声に変換することで認識の正誤を確認することができた。試用後インタビューでは「ダブルチェックとして利用したい」などの声があった。

(2) 文章の内容理解

A氏、B氏の症状把握インタビューでは「新聞などの小さな文字が読めない」、「注意が散漫になりやすい環境下では読むことに集中できず、内容が理解できない」など文章を読めず内容を理解できないという問題が提起された。それに対してOTON GLASSは文字を音声に変換し聴覚的に呈示することで、聴覚的に内容を理解することができた。試用後インタビューでは「すべての文字が読めないわけではないので、どうしても読めないものがあつたときは老眼鏡のようにその場でかけて使いたい」などの声があった。

(3) 素早い文字認識

C氏は「文字を読むのに時間がかかるため、例えば混雑している駅構内などゆっくり文字を読めない場合は文字を理解できない」と述べていた。それに対してOTON GLASSは対象文字の撮影から音声化までを3秒程度で処理することでその問題を解決でき、試用後インタビューでは上記のような素早い文字の認識が必要な時に利用したいという声があった。

(4) 社会に自然に溶け込むインターフェース

A氏からは「病院の受付番号が読めずタブレットで撮影して拡大すれば読めるかもしれないが、周りに不審に思われるのではないかと感じ撮影できない」という問題が提起された。それに対してOTON GLASSは撮影対象を見つめて瞬きをするというインターフェースによって、他者からみた時に違和感を与えない。試用後インタビューでは「タブレット端末で撮影するよりも周りを気にせずに利用できると思う」という声があった。

(5) リハビリテーションの効率化

さらにA氏には漢字の失書の症状があり、「篠田の篠など、複雑な漢字が書けないので、勤務先で人の名前を記入する必要がある時に困る」といった問題をかかえていた。それに対してOTON GLASSは撮影した文字のデータを蓄積し、生活の中で使用頻度が高い文字を選出することができる。これはリハビリテーションの際に利用することができ、A氏担当の言語聴覚士からも「宿題を出す時の指針として使うことができそう」という声があった。

b. 現状のプロトタイプが抱える問題と対象者によるその解決策の提案

(1) 読み上げ対象文字の選択

現在のプロトタイプでは視線入力によって読み上げ文字を選択するという方法を採用しているが、実用レベルまでには様々な技術的なブレークスルーが必要なため人的・時間的資源の限界がある。これに対してD氏からは「レンズ部分にグリッドを表示させてはどうか?」という提案があった。レンズ部分に刻まれたグリッド内に対象の文字が入るようにユーザー側が動くことで、視線入力を搭載せずとも文字を選択できるのではないかというものである。

(2) 読み上げのトリガー

現在のプロトタイプはユーザーが一定のタイミングで瞬きを二回すると撮影されるトリガーになっているが、ユーザーテスト時にはユーザーの意図しないかたちで撮影が行われるなど精度の面で問題があり、トリガーとして機能していなかった。これに対してA氏とのユーザーテストの際に、①有線に付属したスイッチを押すトリガー、②テンプレート部分をタッチするトリガーという二つのアイデアが出た。ユーザーテスト後、すぐに実現でき対象者からも好評だった①のトリガーを実装した。

c. 現状のOTON GLASSの設計では解決できない問題

[複数の対象の中から必要な情報を抽出すること]

B氏からは「名簿から人の名前を見つけ出す時のように、文字情報が複数ある場合に求めている

情報を抽出できない」など、一度に複数の文字を処理できないため情報全体の中から必要としている文字を抽出することができないという問題が提起された。この問題に対しては、現状のOTON GLASSの設計では対応する機能がない。

3. 考 察

インタビューとプロトタイプを利用したユーザーテストでは、文字の認識の正誤確認、文章の内容理解、素早い文字認識、社会に自然に溶け込むインターフェース、リハビリテーションの効率化の5つの要素においてOTON GLASSの有用性を定性的に確かめることができた。体験可能なプロトタイプを用いたことで、対象者は現実にこのデバイスを利用することをリアルに想像することができ、利用したい具体的な状況をたくさん紹介してくれた。また我々が設計において重要であると思っていた部分と実際に対象者が重要だと思っている部分を確認しあうことで、今後の開発においてどの要素を重要視して進めていけばいいかを明確にすることができた。

読み上げ対象文字の選択方法、読み上げのトリガーのインターフェース部分に関しては対象者に一方的に我々が提案するだけではなく、対象者の方から具体的な提案があり、プロトタイプを用いてインターフェースのブレインストーミングに近いものができたように思える。事実、テスト中に出てきたアイデアをテスト後にすぐ実装することで、現状における最適なインターフェースを素早く実現できた。

実生活の中では複数の文字情報から必要な文字を抽出する場面は頻繁にあるが、現状のOTON GLASSの設計では対応する機能がない。この点はコンセプト設計時にも問題点として挙げられていたがどう解決すべきかわからなかった。しかし、インタビューの中で発想のヒントを得ることができ、現在はユーザーと遠隔のサポーターがインタラクティブにコミュニケーションするという機能を検討している。

本研究では限定された環境・対象に対して文字

認識が一定の確率で成功するプロトタイプを使用したため、まだ日常生活の中でOTON GLASSが有効であるかを検証するまでに至っていない。それを経て現在は、上記のように遠隔にいる人間が人力で文字を認識するシステムを実現するプロトタイプを開発中である。失読症患者が読みたい文字を撮影すると画像データが遠隔にいる支援者に送られ、その支援者が文字を打ち込むことで文字認識を行う。最初は開発メンバーが打ち込みを行うが、徐々に利用者の家族や友人などが打ち込みを行う支援者となるようにする。その次にコンピュータで認識できるものはコンピュータが文字認識し、できないもののみ人間が認識できるようにする。最終的にはコンピュータが認識できなかったものに対し、人間が正解を打ち込みコンピュータに学習させることでコンピュータによる認識精度の向上を目指す。またここで利用者がデバイスをどう操作するかというインターフェース面も支援側が様々なコミュニケーションを試す中でベストなインターフェースを探すことを目指したい。

謝辞：本研究に際して、様々なご指導を頂きました慶應義塾大学医学部精神神経科の三村将先生に深謝いたします。また、ユーザーテストやインタビューの際に被験者を快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘をくださいましたNPO EDGEの藤堂栄子様、藤堂高直様、柴田章弘様、年清由香様ならびに通信制高校・明蓬館高等学校の南雲明彦様に感謝いたします。最後に、開発の初期段階から粘り強く協力してくれている父 芳幸と母 のぶこに感謝します。

文 献

- 1) Badian, N. A. : Predicting reading ability over the long term ; The changing roles of letter naming, phonological awareness and orthographic processing. *Annals of Dyslexia*, 45 : 3-25, 1995.
- 2) Badian, N. A. : A validation of the role of preschool phonological and orthographic skills in the prediction of reading. *Journal of Learning Disabilities*, 31 : 472-481, 1998.
- 3) Cornwall, A. : The relationship of phonological awareness, rapid naming, and verbal memory to severe reading and spelling disability. *Journal of Learning Disabilities*, 25 : 532-538, 1992.
- 4) 石原裕之, 穴水幸子, 種村留美, ほか : タブレット型ITツールを用いた認知リハビリテーション—失読失書の一例における導入効果の検討—. *認知リハビリテーション*, 20 (1) : 17-25, 2015.
- 5) 石井麻衣, 雲井未歎, 小池敏英 : 学習障害児における漢字書字の特徴—誤書字と情報処理過程の偏りとの関係について—. *LD研究*, 12 (3) : 333-343, 2003.
- 6) 松本敏治 : 発達障害児におけるSTRAWの読み成績, ディスレクシア特徴, 音読速度, RAN, 音韻分析および視覚処理についての研究. http://repository.ul.hirosaki-u.ac.jp/dspace/bitstream/10129/1822/1/BFEduHirosaki_101_121.pdf, 2009.
- 7) 松本敏治 : 視覚認知上の問題を示した症例の読み書き困難の推移. http://repository.ul.hirosaki-u.ac.jp:8080/dspace/bitstream/10129/289/1/AN00211590_99_125.pdf, 2008.
- 8) Scarborough, H.S. : Predicting the future achievement of second graders with reading disabilities ; Contributions of phonemic awareness, verbal memory, rapid naming, and IQ. *Annals of Dyslexia*, 48 : 115-136, 1998.
- 9) 宇野 彰, 春原則子, 金子真人 : 6歳児1001名における平仮名音読力と関連する認知能力. 第6回認知神経心理学研究会抄録, <http://www2.tmg.or.jp/CNP/PDFs2003/uno.pdf>, 2003.