

が歪む、滲むなど、正しく字を認識しづらい。この問題によって同障害を抱える人の多くが初等教育の段階でつまづいている。

ところがアメリカでは2割程度の子どもが同障害を抱えると言われていたが、日本では認知度の低さもあり、存在そのものが程度の差があれ浸透していないという問題 [2] がある。それに伴い日本ではディスレクシアかどうかを特定するための検査等は今のところ存在せず、現状では「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒の全国実態調査」(平成 25 年)の「知的発達に遅れはないものの学習面で著しい困難を示すと担任教師が回答した児童生徒の割合[3]」(LD の割合)の 4.5%に近いといわれている。

この障害を抱える人たちにとって情報技術は非常に有効な場合がある。これは音声読み上げなどによって、読むという作業を補助することが可能だからである。実際に学習を支援するために使用されている補助システムとして、「DAISY [4]」などが挙げられる。

本研究では動画の視聴に注目する。ディスレクシアの人たちは文章を読むことが非常に難しいため、動画を視聴した場合、仮に字幕という補助があっても、その字幕情報を理解できないことが珍しくない。このため動画をみるという行為そのものが非常に困難である。そこで動画を視聴するにあたり、字幕を人工音声読み上げシステムを用いて読み上げることによってディスレクシアの人たちの動画視聴を支援するためのシステム構築を行う。本研究で目標とされることは、いかに苦痛を感じさせず、快適に動画を視聴してもらい、その内容を理解してもらえるかという点である。

現状においても「GOMPlayer [5]」に代表される動画の字幕を読み上げるプレイヤーは存在している。しかしこれを使用するにはソフトをダウンロードする必要が生じ、動画コンテンツを手元にファイルの形で準備する必要があり、また使用方法が難解である。我々は Web ブラウザのみで閲覧可能なオンラインの動画に注目し、字幕を読み上げによって視聴し、それによってディスレクシアの方が抱える社会的障壁を技術的に支援するシステムを提案する。本稿ではプロトタイプの開発と、それを元に実際に当事者である児童の協力のもと、字幕を人工音声で読み上げることが動画視聴において有効性があるのかについての調査・検証について報告する。

2. 関連研究

2.1 GOMPlayer

GOMPlayer は韓国の Gretech Corporation が無料で提供する Windows 向け動画プレイヤーであり、動画を再生する際に本ソフトをインストールするだけであらゆる形式の動

画ファイルや音楽ファイルを再生することができる。このプレイヤーの機能の 1 つに字幕読み上げ (Text to Speech, 以下 TTS) 機能が存在する。日本語 TTS エンジンを実インストールすることによって日本語字幕の吹き替えが可能である。他国の言語を使用する際には他国の TTS エンジンを実インストールする必要があり、使用にはやや複雑な行程が必要である。またオンライン上の動画には対応していない点で、本研究とは差異がある。

2.2 Cinema gazer [6]

Cinema Gazer は字幕情報を用いて、会話をしている場面では再生速度を少し速め、会話がな場面ではかなり早く自動再生することで、時間に余裕がなく忙しい人でもなるべく時間をかけずに動画をみられる技術である。これを応用したものに 2FF YouTube Viewer[7]があり、これは YouTube で簡単に使用できるため、より利便性が高く使いやすいものとなっている。最大 4 倍速まで対応している。

2.3 DAISY 風テキストリーダー[8]

DAISY (Digital Accessible Information System)は、視覚障害者や読むことが困難な人々のために、カセットに代わるデジタル録音図書として開発された、情報システムのことである。ディスレクシア障害で対象となる児童生徒への学習の支援は、現状ではこの DAISY 教材を用いることが多い。しかしながらこれを日常的に作成するには複雑な手順を踏む必要があり決して容易とはいえない。DAISY 風テキストリーダーはこの機能をできるだけ容易に使用するために、テキストファイルを作成するだけでおおむねほぼ DAISY と同じような表示および読み上げを行うことができるようにしたものである。

2.4 タブレット PC を活用した学習指導に関する研究[9]

LD を抱える児童生徒に対して書字の正誤を自分で確認できる即時フィードバック機能をもつ PC を与え、少人数指導を行った。また同時に文字構成の音声フィードバックを利用した書字補正機能を併用した結果、被験者である 4 人全員の児童が確認テストで高い正答率を得た。本研究により LD を抱える人たちにとって、学習時の音声による補助が重要であることが伺える。

3. 事前調査

動画の字幕を人工音声で読み上げることに對しての需用と有効性についてのヒアリング調査を行った。ヒアリングに際し、YouTube 動画を再生中に字幕を読み上げることができる機能および再生速度を調整できる機能だけを備えたコンセプトプロトタイプを対象者に見てもらい、これをもとに意見を得た。

3.1 調査協力者

ディスレクシアの当事者 1 名とディスレクシアの子供を持つ保護者 6 名に対して実施した。

3.2 意見

3.2.1 動画視聴の際に生じている問題

DAISY をはじめとして、文章を人工音声で読み上げることは同障害を抱える人においては有効であるということは調査協力者の間ではよく知られていた。ヒアリングの中でも実際に学校でのテストの問題を読み上げたところ点数が20点近く上がったという報告があった。また YouTube などの動画を視聴するにあたり、そもそも字幕がない動画が多い現状は非常に困る点であるが、仮に字幕があったとしても字幕の文字を頭の中で音に変えている間に分からなくなり、現状において支障が生じているのは確かだとの意見を得られた。またこれに伴い、昨今若者の間で日常的話題である、流行のオンライン動画についての感想の共有が、友人などと容易にできないという不便をきたしているという意見が得られた。以上よりオンライン動画視聴において字幕を人工音声で読み上げるというシステムは有効であると示唆された。

3.2.2 動画中の音声の再生スピード調節における問題

ディスレクシアの当事者は、ボイスレコーダーによって日常の音声情報を記録し、後に PC 等で再生することで学習活動等を補っており、また再生の際、主に高速化する方向に再生スピードを調整していることがわかった。しかしこのスピード調節には相当な個人差があり、特に年齢における差異は大きいという調査結果が得られた。これは対象者の学年があがるにつれて、通常よりも速い速度でも聞きとれるように慣れる人もいるからではないかと推測される。既存の windows メディアプレイヤーなどはあまりに速度が速いと音飛びが発生することがある点が現状の不満として報告されたが、我々の用いたコンセプトプロトタイプでは比較的音飛びの少ない高速再生が可能であることが確認できた。以上より、動画再生のスピード調整機能は有効であると示唆された。

3.2.3 読み上げ音声の声の高さの問題

ディスレクシアは聴覚過敏を併発する場合が多い。このため人によっては聞きにくい高さの音が存在し、授業時などの理解度に問題が生じることがあるという意見が得られた。たとえば男性の声は聞こえない、低い音が聞き取れないなどその症状には個人差がある。このことから人工音声の音の高さは多様な選択肢を設けた方が有効であると示唆された。

4. システム

4.1 基本設計

事前調査に基づき、Chrome のブラウザで動作する Web サイトとしてプロトタイプシステムを開発した。使用に際して事前準備は不要であり Chrome ブラウザにおいて：
`https://readsub.azurewebsites.net/?v=XXXXXX`、のように URL を指定すれば良い。XXXXXX は、YouTube で動画を一意に

指定する 11 桁の文字列 ID である。なお、より簡便な操作のため、YouTube の公式サイトで動画を閲覧中に、上記の URL へとナビゲートするブックマークレットも作成した。実装されたシステムの様子は図 2 の通りである。

実装には JavaScript を使用し、YouTube Player API[10]と Web Speech API を用いた。YouTube Player API を用いて Web サイトに YouTube の動画を埋め込み、そこから字幕のテキストを含めた基本的な動画情報を取得した。その上で字幕のテキスト情報を Web Speech API に送り、該当している字幕部分を読み上げさせた。また字幕読み上げの際は本来の動画の音量を下げて、読み上げ部分を聞き取りやすいように配慮した。Web Speech API によって、日本語に限らず様々な言語の言葉を読み上げることができる。



図 2 システムの画面 (<http://y2u.be/whO8OkNZV9E>)

Figure 2 The screenshot of the System. (<http://y2u.be/whO8OkNZV9E>)

4.2 スピード調節機能と声の高低調整機能

第 3 章の事前調査の結果、人工的な音声の聞き取りの際には、音声の聞き取り速度、また声の高さなどにおける個人差がある可能性が示唆された。そこで動画の再生速度および人工音声の読み上げスピードと、声の高低をバーによって調整できる機能を付け加えた。スピードは 0.5 から 1.8 まで 0.1 刻みで調節可能であり、1.8 に近いほど早く、0.5 に近いほどゆっくりと読み上げる。同様の刻み方で声の高さについても 0.1 から 2.0 まで調節ができ、2.0 に近いほど高く、0.1 に近いほど低い声になる。なお双方ともに上限は 2.0 を超えないものとしたが、これは chrome の仕様による制限である。

なお、字幕読み上げが字幕表示期間に終了しなかった場合には、動画を一時停止し、読み上げ終了時に再生再開する。

5. 評価

5.1 評価方法

マカダミアナッツとマカダミアバターの料理の手法を、日本語の字幕で示した2分弱の動画A (http://y2u.be/3OtGlm15_iA)と動画B (http://y2u.be/ZikTU_VnFs4)を用意した。各動画の視聴に際し、まずは字幕読み上げがあるかないかの順番を入れ替えた表1のように4つのグループに分類する。さらにこの4グループを表2のように4パターンに組み合わせる。これに伴って、一人当たり2動画を2パターンずつ総計4動画視聴することになった。この時動画視聴の順序を入れ替えたのは、1度動画を視聴した後の順序効果と学習効果を考慮し、これを相殺するためである。また各動画を視聴後、「(i)動画の内容が理解できたかどうか」の程度について、13cmの直線上にペンで印をつけるヴィジュアルアナログスケール(VAS)で評価した。また4グループそれぞれが終わった時点で「(ii)動画の音声は聞き取りやすかったか」「(iii)字幕を読み上げることは動画を見る上で助けになったか」について上記と同様にVASを用いて評価した。VASの値は最高点1、最低点0に規格化し集計した。

さらにこれとは別に、スピード調節と声の高さにおいて個人差が生じるのではないかという事前調査を踏まえ、実験を始める前に実際に実験協力者に一番聞き取りやすい値に調節してもらった。またこの値はその後実験中いつでも変更可能として、変更の都度値を改めて記録した。

表1 組み合わせ表1

Table 1 Table of combination ver. 1.

①	動画Aを字幕読み上げあり▶なしの順で見る
②	動画Aを字幕読み上げなし▶ありの順で見る
③	動画Bを字幕読み上げあり▶なしの順で見る
④	動画Bを字幕読み上げなし▶ありの順で見る

表2 組み合わせ表2

Table 2 Table of combination ver. 2.

I	①を視聴後④を視聴
II	②を視聴後③を視聴
III	④を視聴後①を視聴
IV	③を視聴後②を視聴

5.2 実験協力者

ディスレクシアを持つ小学校1年生から6年生までの児童9名(男6:女3)を対象に行った。なお、調査に当たっては協力者が未成年であることを受け、学習障害(LD)を含む子供の支援団体に協力を要請し、当該児童の保護者に事前に説明の上、承諾をとり実施した。表3に協力者の詳

細情報を示す。

表3 実験協力者

Table3 Participants.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9
パターン	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I
年齢	8	11	12	7	9	11	11	11	11
性別	男	女	男	男	女	女	男	男	男

5.3 結果

5.3.1 理解度

まずは動画Aの字幕読み上げあり、なし、動画Bの字幕読み上げあり、なしの4つの動画を見た場合の評価の結果を実験協力者ごとにまとめたものが以下の図3である。0が最低、1が最高の理解度を表す。なお、質問では「非常にそう思う」に近い方が最高の理解度であり、「全くそう思わない」に近いほど最低の理解度である。

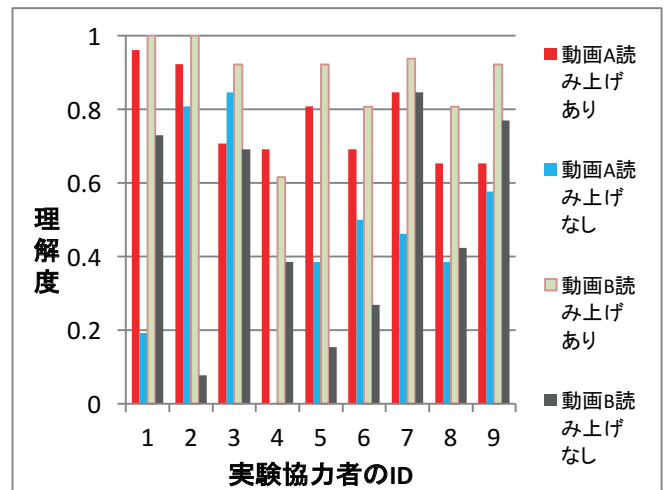


図3 実験協力者ごとの理解度

Figure 3 The levels of understanding of each participant.

図3の結果から、動画を読み上げた条件の方が、ほとんどの実験協力者において高い数値を示した。

この中で、AとBで理解度の傾向に顕著な変化を起こした実験協力者として2番、3番の実験協力者があげられる。

2番の実験協力者については、読み上げありの方が当初より高い理解度の数値を記録したが、読み上げなしと比べてそれほど大きな差はなかった。しかし②グループを視聴後にスピードが少し早いと訴えがあった。このため本人の同意のもと再度スピードの調整を行ったところ、③の動画を視聴した際には字幕の読み上げがあった場合となかった場合の差が大きく開いた。

1つ目の視聴で、読み上げなしよりもありの方が低かった3番の実験協力者については、パターンIIIの④グループ

を視聴後に、再度視聴に際してのスピードと声の高さの調整を行った。その際当初よりスピードを落としたところ、①を視聴した際には字幕読み上げがあった方が高い数値を示した。

次に動画の字幕読み上げがあった場合と、なかった場合の理解度の平均値を t 検定で比較したところ $p < 0.001$ となり、有意な差があった (図 4)。以上の結果から、人工音声で動画の字幕部分を読み上げるという支援はディスレクシア障害を抱える人にとって有効性があることが示唆された。

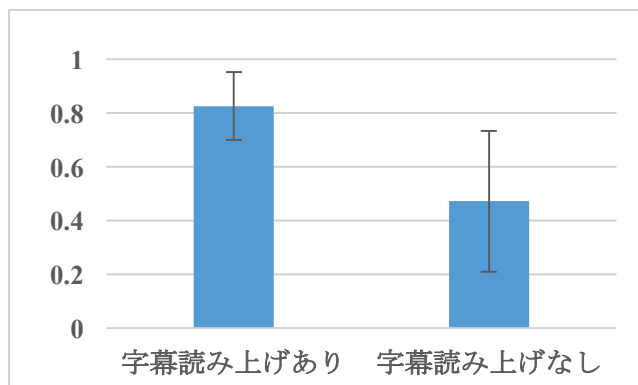


図 4 読み上げの有無ごとの理解度の平均

Figure 4 The average levels of understanding based on the presence or absence of reading subtitles out.

5.3.2 聞き取りやすさ

人工音声の聞き取りやすさについての評価の結果を図 5 に示す。なお、質問では「非常にそう思う」である 1 に近い方が最高の聞き取りやすさであり、「全くそう思わない」である 0 に近いほど最低の聞き取りやすさである。この評価では、動画 A、動画 B 共に聞き取りやすさは平均して 0.851、標準偏差は 0.145 と高い値であった。2 番の実験協力者については先述の経緯の元に調整を行ったところ、大きく聞きやすさが上昇した。

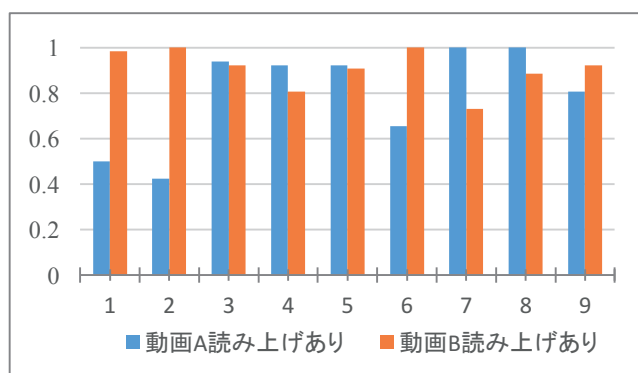


図 5 聞き取りやすさ

Figure 5 The easiness to listen.

5.3.3 スピードと声の高さ

スピードと声の高さについて、実験協力者が実験時に選

んだこれらの値の設定を表 4 で示す。なおこれらのパラメータについて、デフォルトの値は 2 項目ともに 1.0 であり、スライダーにより調整するユーザインタフェースである (図 2)。

スピード調整をした実験協力者は 9 人中 4 人であり、44% がスピードを調整した (図 6)。また調整時の速さも 0.8 から 1.3 と多岐にわたり、ゆっくりにしたり速くしたりと人によってさまざまということが分かった。

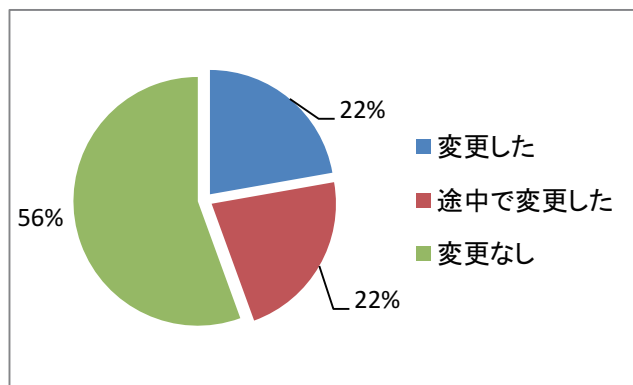


図 6 スピード調整

Figure 6 The adjustments of playback speed.

次に声の高さの調整については図 7 の通りとなった。スピード調整と同じく、9 人中 4 人が実験を始める前に調整をおこなったため、44% の調整率となった。なおこちらの調整では途中変更をするも実験協力者はいなかったため、スピード調整に比べると最初に聞いた段階での判断がつきやすいものであるのではないかと推測される。

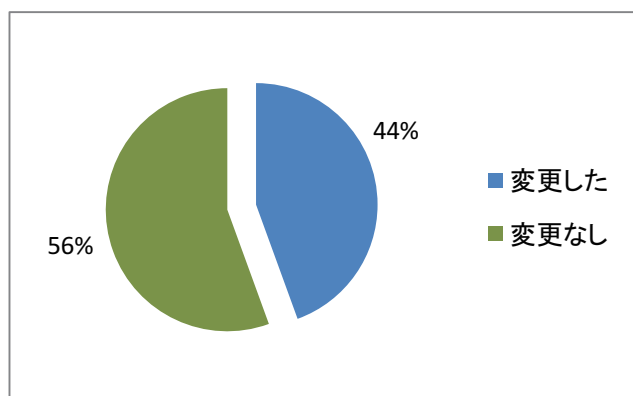


図 7 声の高さの調整

Figure 7 The adjustments of pitch.

また調整の幅も 0.8 から 1.6 と幅広く見られ、スピード以上に差があった。

以上のことからスピード、声の高さ共に個人差が認められ、事前調査で得られた「個人によって聞き取りやすい音は違う」という意見を裏付けるものとなった。

表4 スピード、声の高さの調節の結果

Table 4 The values each participant chose of the speed and pitch.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9
スピード	1.3	1.0 ▶ 0.8	1.0 ▶ 1.2	1	1.2	1	1	1	1
声の高さ	1.2	1.6	1	0.6	1	1	0.8	1	1

5.3.4 動画の読み上げは補助となったかどうか

動画の読み上げは補助となったかどうかについての評価結果を図8に示す。動画A、動画B共に平均は0.892、標準偏差は0.135であり高い値であった。したがって、動画の字幕を人工音声で読み上げることは、ディスレクシアを抱えた当事者にとっても主観的にはあるが、動画を見る際に補助になるということが示唆された。

実験協力者の1人からはアンケート実施時に、「普段字幕動画を見ることに対して苦痛を感じていたが、読み上げて貰えれば内容が理解できるので、(普段から)全ての動画で読み上げができるかどうか選べるようにしてほしい。」との声もあり、字幕を読む必要がある動画視聴において、字幕読み上げの切実性があることを窺うことができた。

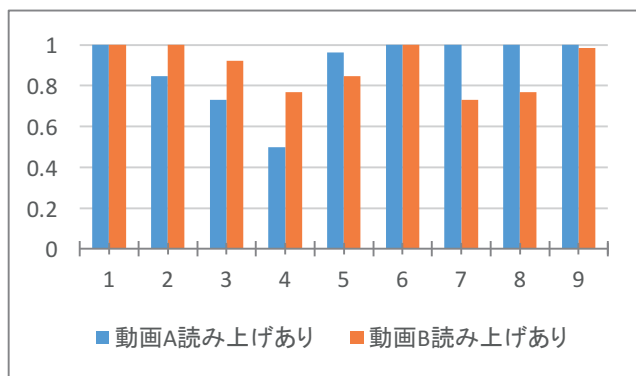


図8 動画の字幕読み上げへの評価

Figure 8 The subjective effectiveness of reading subtitles out.

6. 結論と今後の展望

本研究ではディスレクシア障害をもつ人たちが手軽に扱えるオンライン上の字幕読み上げ動画プレイヤーを実装し、これについての評価を行った。今回の評価実験は、規模としては小さいものの、ディスレクシアを自覚している子どもの集まりとしては国内では最大規模のものである。

第5章での評価実験により大きく2つのことが示唆された。第一に、ディスレクシア障害を持つ人にとって動画の字幕を読み上げるということは有効であるということである。

第二に、スピードと声の高さについては実際に個人差があるということである。人によって聞き取れない音がある、

というヒアリング時の証言は今回の結果から裏付けることができた。この結果から人工音声を選ぶときには多くのバリエーションを持つことが求められることが改めて分かった。

本研究の今後の展望として、以下の項目が挙げられる。第一に、検証を進め使用可能なWebブラウザを増やすことである。Web Speech APIの都合上、本システムはオンラインの上で特定の種類のブラウザでなければプログラムが作動しない。ブラウザの選択に関しては使用する人間にとっては個人差があるため[11]、選択肢を増やすことが重要である。

第二に読み上げの速度と、動画の再生速度との不整合への対処である。現在、字幕読み上げが字幕表示期間に終了しなかった場合、動画を一時停止し、読み上げ終了時に再生再開している。これによって読み上げの内容と字幕の内容が一致しなくなる問題は避けることができたが、動画の快適さはある程度損なわれてしまう。動画を快適に視聴してもらおう、という本研究の目的を考えればこの件に関しては快適であるということはどういうことか、という点について改めて考え、実装して評価しなければならないものであり、これに関しては今後の課題である。

第三に、人工音声の質の検討である。現状用いている人工音声は、生身の人間の読み上げに比べて韻律などの面で劣っており、不自然さが残る。今後の音声合成技術の進歩が望まれる。一方で、事前調査で得られたように、ディスレクシアの人たちは生身の人間の声も持っている「速さ」「音の高さ」などの属性のどこかに聞きづらさを感じている場合が散見されたため、必ずしも完璧な肉声を模倣した人工音声が有効であるとは限らない。ディスレクシアの人たちを支援するに最適な人工音声のあり方についてさらに検討する必要がある。

第四に、システムのユーザビリティの評価である。今回の実験ではオンライン動画の字幕を音声読み上げする機能の有効性を検証したが、使用したプロトタイプユーザインタフェースは簡素なものであり、長期的・日常的な利用を想定したものではない。ディスレクシアの人たちをユーザとした情報提示にそもそも文字情報を用いてよいのか、といった根本的課題も検討しなければならない。

第五に、実験協力者の層の拡大である。今回の実験の実験協力者は比較的低年齢に当たる小学生だけだったが、ヒアリング調査では、学年が上がるにつれてDAISYなどを始めとする動画読み上げシステムに慣れていっているのではないかという意見もあった。すなわち年齢層、また人工音声を聞いてきた年数にある程度比例して、聞き取る際の声の高さや速さなどに差異がある可能性がある。この主張を裏付け、より高年齢層への支援も兼ねていくためには小学生だけではなく、さらに高学年への調査が必要であると思われる。

障害者の支援については今年度ようやく障害者差別解消法が施行したように、アメリカなどと比べて日本は遅れている現状にある。たとえば自治体によっては障害者支援の一環として譲り合いマーク、ヘルプマークなどがもうけられている場合があるが、こういった支援が行なわれているということを知らない人は多く、またそもそも自治体によって統一性がないためにとっても支援体制が整っていないがたい [12]。特にディスレクシアのようにいまだ広く世間に認知を受けられておらず、また実際にかかっているのかどうか障害をもつ本人でさえ自覚していない、一見してわかりにくい障害はなおさら深刻な状況にある。ディスレクシアへの理解を深めるために、アジア太平洋ディスレクシア・フェスティバル&シンポジウム[13]が行われて周知をはかるなど様々なアプローチが行なわれているが、それでも広い周知には至っていないのが実情である。しかしながらより多くの人がこの障害のことを認知すれば、ディスレクシアの人たちにとって過ごしやすい生活基盤を整える支援運動がうまれる可能性がある。また障害を自覚していない人たちに対しても、自覚することによってより生活しやすい支援を提供することができるかもしれない。とりわけディスレクシアの人たちが動画を視聴する際に内容が理解できず、そもそも視聴を諦めていることも多く、日常生活に支障をきたしている、という意見は今回の研究を通じて強く世間に訴えられるべきであると思われる。

本研究により、ディスレクシアという障害に対し少しでも多くの人々の理解を深め、さらにこの分野における進展があることを強く望む。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP15H02735, JP16H02867 の助成を受けたものです。また、評価実験に快く協力してくださったディスレクシア保護者の会の皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] “障害者差別解消法”。http://www8.cao.go.jp/shougai/suishin/law_h25-65.html, (参照 2016-10-05).
- [2] 廣瀨忍. ディスレクシアについての理解の現状. 岐阜大学教育学部研究報告. 人文科学 56(1), 2007, p. 205-214.
- [3] “通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒の全国実態調査(内閣府 障害者白書)”。
http://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/h25hakusho/zenbun/h1_02_00_04.html, (参照 2016-10-05).
- [4] “DAISY”。<http://www.dinf.ne.jp/doc/daisy/about/>, (参照 2016-10-05).
- [5] “GOM Player”。<http://www.gomplayer.jp/player/>, (参照 2016-10-05).
- [6] Kazutaka Kurihara, CinemaGazer: a System for Watching Videos at Very High Speed. In Proceedings of AVI'12, 2012, p.108-115.
- [7] “2FF YouTube Viewer”。<https://sites.google.com/site/curihara/home/2ff>, (参照 2016-10-05).
- [8] 小山智史. DAISY 風テキストリーダーの開発. 弘前大学教育学部紀要(108), 2012, p. 163-169.
- [9] 通級指導教室における書字指導の実践 : 小集団指導でのタブレット PC 活用を通して. 教育実践総合センター紀要 14, 2015, p. 263-272.
- [10] “YouTube API”。<https://developers.google.com/youtube/>, (参照 2016-10-05).
- [11] “Star counter”。<http://gs.statcounter.com/>, (参照 2016-10-05).
- [12] 朝日新聞朝刊(2016-04-07)
- [13] “アジア太平洋ディスレクシア・フェスティバル&シンポジウム 2016”。<http://www.npo-edge.jp/educate/apdf/>, (参照 2016-10-31)