

令和2年度

アクセシブルな電子書籍等の
普及に向けた調査研究
【報告書概要版】

令和3年3月31日

一般社団法人 電子出版制作・流通協議会

会長 山口 拓哉

1.1. 調査の目的

- 電子書籍の普及や、スマートフォン等のアクセシビリティ支援機能として提供される音声読み上げ技術の進歩により、視覚障害者をはじめとする読書困難者が多様な書籍を楽しめるようになってきつつある。しかしながら、これら支援技術は「電子書籍のテキストデータを機械が読み上げる」ことにとどまっており、誤読があったり、読み飛ばしたりするなど、必ずしも障害者を含む様々な人の読書ニーズを満たすものにはなっていない実態がある。
- こうした状況を踏まえ、読書困難者の読書におけるニーズ等を把握し、障害の種別や態様に応じた読書における技術的課題等を調査することで、読書困難者の読書における課題等の解決に資することを目的とする。
- 本調査では、これらの人が容易に読書を楽しめるようにするため、昨年度調査で明らかになった読書困難者の読書の実態及び課題に基づき、それに基づいて課題解決に求められる方向性を整理することとした。

1.2.1 有識者へのヒアリング調査

種別	対象者	備考	実施日
OCR・文字認識	九州大学 システム情報科学研究所 内田誠一教授	文字認識をはじめとしたヒューマンインタフェースの研究開発に取り組んでいる。	1/7
OCR・文字認識	大阪府立大学 岩村雅一准教授	「視覚障害者支援のための可視情報伝達技術の構築」など、環境内の文字情報認識技術とその応用に関する研究に取り組んでいる。	2/19
OCR・文字認識	サイエンス・アクセシビリティ・ネット	視覚障害者等に向けた、理系分野の書籍の音声読上げ対応技術やソリューションの開発・提供を行っている。	1/21
OCR・文字認識／文書レイアウト解析	株式会社NTTデータNJK (メディアドライブ)	深層学習（Deep Learning）の成果を活用して文字認識精度やレイアウト解析（認識範囲の特定）精度向上を図り、汎用性を高めるAI OCR技術の開発を行っている。	2/12
OCR・文字認識／文書レイアウト解析／音声合成	凸版印刷株式会社	トッパンが培ってきた印刷テクノロジーを基に、独自開発のOCRシステムや校正システムを活用することで、高品質なテキストデータを生成する「高精度OCR全文テキストデータ化サービス」を提供している。	2/12
音声認識・音声合成	NTTメディアインテリジェンス研究所	非常に古くから音声合成の研究開発に携わっている。	1/22
音声認識・音声合成	大日本印刷株式会社	Wordドキュメント内のテキストから合成音声の生成を行う「WordToTTS」の開発に取り組んでいる。	2/2
音声認識・音声合成	Access Reading（東京大学先端科学技術研究センター人間支援工学分野）	「AccessReading（アクセスリーディング）」は、読むことに困難があり、特別支援を必要とする児童生徒のためのオンライン図書館。東京大学先端科学技術研究センター人間支援工学分野と、同大学図書室が共同で運営している。	2/9
AIアシスタント	株式会社NTTドコモ	コンピュータとの自然な会話を実現する雑談対話技術など、様々な研究開発を行っている。	1/27
AIアシスタント	LINE株式会社	AIテクノロジーブランド「LINE CLOVA」幅広い技術領域の研究開発で培った高品質なAI技術を活用し、すぐれたユーザー体験を実現することを目指している。音声認識、文字認識、画像認識、音声合成、会話AIなど幅広い分野の研究開発を行っている。	1/12
全般（視覚障害教育における技術課題等）	国立特別支援教育総合研究所	障害種別専門分野の課題に対応する研究班があり、視覚障害のある子どもの特別支援教育に関する研究班において視覚障害教育に関する研究を実施している。	1/12
視覚障害者等向け読書支援ソリューション	株式会社想隆社	ポニーキャニオンが提供する視覚障害者向け読書支援システム「Your Eyes」の開発等に関わっている。	1/15
視覚障害者等向け読書支援ソリューション	有限会社サイバック	視覚障害者向けDAISY図書リーダー等を開発、提供しており、視覚障害者の読書に関する技術について多くの知見を有している。	2/17
電子書籍リーダー開発	株式会社ボイジャー	古くから電子書籍リーダーの開発・提供を手掛けており、多くの知見を有している。	2/15
デジタル教科書ビューアー開発	株式会社Lentrance (レントランス)	デジタル教科書ビューアーの開発・提供を手掛けており、多くの知見を有している。	3/1

1.2.2 電子書店へのアンケート調査

実施期間	2020年12月15日～2021年1月20日
対象	ABJマーク掲載電子書店（130事業者）
有効回答数	41事業者（回収率31.5%） （内訳） 一般書取り扱い書店運営事業者： 21事業者 コミック専門書店運営事業者： 20事業者
調査方法	インターネットでのアンケート（googleフォーム）
その他	回答のハードルを下げるため、無記名での回答とした。

1.2.3 EPUB／EPUB Accessibilityに関する標準化動向の調査

対象	ヒアリング項目	実施日
村田 真氏 （慶応大学特任教授、APL Accessibility WGリーダー）	<ul style="list-style-type: none">● EPUBの仕様検討状況● EPUB標準化の進展状況● EPUB Accessibilityの検討・標準化状況● APLの活動内容・体制とW3Cとのかかわり方● 今後のEPUB及びEPUB Accessibility標準化における論点・課題について 等	12/15

2.2. 読書困難者の抱える課題

種別	課題の概要
2.2.1. 電子書籍の音声読み上げ	<ul style="list-style-type: none">● OSのアクセシビリティ支援機能に多くを依存しているため、OS側の品質改善が必要。ただしルビと親文字（ルビがついている漢字）の二度読みや同型異音語の誤読、読み飛ばしなど、日本語に特有の問題が多く存在。● 複製防止のために紙面を画像化して表示するといったことが行われており、視覚障害者がPCでの読み上げに利用するスクリーンリーダーで読み上げできない。● 読み上げ可能な書籍が一部にとどまっていること、電子書籍リーダーによって読み上げ対応に差があるが指摘されている。固定レイアウト型電子書籍には紙面に書かれている文章に関するテキストデータが含まれていないことから、音声読み上げで利用することが不可能。
2.2.2. 読みたい本が読めないこと	<ul style="list-style-type: none">● 音声DAISY図書の供給に関し、提供されるまでの時間や、提供可能な書籍の種類等に制約があり、ニーズを満たせないことも多い。音声DAISY図書を製作するボランティアが高齢化等によって減ってきており、新刊書など読みたい本を音声DAISY図書にしてもらうのに時間がかかってしまう。● 複雑なレイアウトの紙面を読上げることが難しいことや、一冊の書籍を丸ごとOCRでスキャンするために本の背表紙を裁断してページごとにばらばらにするなど、制約も多い。
2.2.3. 教科書や教材図書、専門書など読まなければならない書籍の利用	<ul style="list-style-type: none">● 教科書や専門書など、読まなければならない書籍を読むことができない、ないしは読めるようになるまで時間がかかる。高校では教科書の種類が小中学校と比べて大幅に増えるため、すべての教科書が読書困難者向けに提供されるとは限らない。理系の専門書を音声読み上げで利用する際に、数式など重要な個所が読み飛ばされたり、正しく読み上げられなかったりすることも課題。● 教科書や教材、高等教育で用いる専門書等について、全盲の児童生徒をサポートするためのボランティアが充実しており、小中学校用の教科書を点字教科書やDAISY図書等で製作する体制があるが、ディスレクシアの場合はそのようなサポート体制が十分でなはない。また高等学校や大学等の高等教育機関では全盲、ディスレクシアの生徒・学生のどちらについても、専門書などへの対応が十分でない。

2.2. 読書困難者の抱える課題

種別	課題の概要
2.2.4. ICT機器・読書支援機器の購入や利用	<ul style="list-style-type: none">● 読書においても、PCやタブレット、スマホの他、専用の読書支援機器が提供されている。● 読書困難者が利用する点字リーダー、DAISYプレーヤーをはじめとした読書支援機器については購入支援制度があり、その利用者も多いが、支援制度や学校による購入について、製品のアップデート等で求められるニーズに合っていないことが指摘されている。
2.2.5. 電子書店のアクセシビリティ	<ul style="list-style-type: none">● 電子書店にストア（ウェブサイト）やリーダー（アプリ）のアクセシビリティ対応についてアンケートを行ったところ、「アクセシビリティについて意識はしているが、具体的な取組は行っていない」との回答が多く、アクセシビリティ対応が十分に行われていない。

2.3. 読書困難者の課題解決に資する技術の動向

技術	現在の技術レベルと課題
2.3.1. OCR・文字認識技術	<ul style="list-style-type: none">● 文字認識技術は非常に長い研究開発の歴史があり、技術的にも非常に高い水準に達している。また印刷された活字だけでなく、手書き文字や旧字など様々な文字も読み取れるようになってきている。最近ではディープラーニングの技術も広く利用されるようになってきている。● 1) 一般的な現代文字、2) 旧字・旧かな、3) 崩し文字等を用いた昔の出版物や古文書系を読み取ることが可能なソリューションも登場している。● レイアウト解析技術と組み合わせ、ある程度定型的な文書レイアウトであれば、文書ごとに適切な文字領域の切り出しを行うことで実用上問題のない認識結果を得ることができるようになってきている。● 認識結果は100%正解になるまでには至っておらず、依然として誤読が含まれている。このため、現在も多く研究者や企業において技術開発が進められている。また文字認識技術の向上のためにはディープラーニングで用いる学習用データの充実が求められている。
2.3.2. レイアウト解析技術	<ul style="list-style-type: none">● レイアウト解析に関する現在の技術開発はディープラーニングが中心であり、過去の研究資産と組み合わせで高い性能を出すような取り組みが進められている。またゆがんだ画像でなく、紙面をきれいにスキャンできるような手段も用いられている。このような手法を用いることにより、読みたい本の紙面を含んだ画像から本文部分のみを切り出すことについては、技術的な障壁は比較的低い。● 複雑なレイアウトからテキストを正しく切り出したり、様々な環境中から文字の領域を切り出したりすることは、まだ技術的な課題が残っている。またテキスト領域を切り出した後に、各領域の読上げ順序を判断するといったことはまだ難しい。● 紙面のレイアウト解析の精度向上のため、紙面情報以外の情報を活用する方法も多く用いられている。書籍のレイアウト解析についても、例えば出版社ごとの新書のレイアウト情報等を活用し、高精度にレイアウト解析を行っている事例がある。● 数式等の認識においても、レイアウト解析が重要な技術として位置づけられている。これについては近年ディープラーニングが有効な手段として認められてきており、学習用データの整備が重要になっている。

2.3. 読書困難者の課題解決に資する技術の動向

技術	現在の技術レベルと課題
2.3.3. 音声合成技術	<ul style="list-style-type: none">● 1) 低コストで様々な合成音声を作成できる点について、多くの話者から（少量ずつの）発話データを集めてデータベースを作ることで、一人一人の拘束時間や収録量は少なくても対応できるようになった。自社オリジナルの合成音声を作りたいというニーズに対しても、予め用意している複数人の音声データの混合割合を変えることで、音声収録をすることなく新しい合成音声を提供することも可能になっている。● 2) 同形異音語については、例えば「辛い」という漢字に対して「からい」と読む場合は、前後に食べ物に関する単語、「つらい」と読む場合は感情につながる出来事など、前後の単語を読み取って判断している。「羽生」という人名における「はぶ」と「はにゅう」の読み分けについては、周囲に将棋に関連する単語があれば「はぶ」と読むなどと判断できる。● 3) 多様な端末への対応については、PCだけでなく、スマホ程度のCPUでも動く。また、自治体の防災無線用のスピーカー等、あまりハードウェアに費用をかけられないスペックの端末でも動くようになっている。● 今後の研究開発の方向性としては、テキストの情報からどのような表現で読むか、言語処理と音声処理の技術をうまく組み合わせて人間に近い合成音声を作ることが一つの目標になっている。また障壁としては、同型異音語などを正しく読み上げるために辞書を用いるが、これを維持・改善（辞書チューニング）していくことが課題になっている。● ニューラルネットワークが複雑になっていくほど、計算コストとの折り合いが難しくなっていくので、その折り合いをどうつけるか、どこを妥協して最終的にプロダクトとして出すかが課題である。

2.3. 読書困難者の課題解決に資する技術の動向

技術	現在の技術レベルと課題
2.3.4. AIアシスタント技術	<ul style="list-style-type: none">● アプリについては、AIアシスタントと連携しているものは検索や操作することができる。Android OSがインターフェースを公開しており、それを用いて「Wi-Fiをオンにする」「カメラをオンにする」といった端末機能を操作することもできる。● 多様な外部機器を利用しようとした場合には、現状ではAIアシスタントが利用可能なWi-FiやBluetoothでの操作が可能な環境が整っておらず、実行可能なことが限定されている。● 読書困難者、特に全盲など視覚障害者をアシストするためには視覚情報の活用も重要な課題となる。例えば全盲の人が図書館や書店で読みたい本を探し出すような場面を想定すると、読みたい本が図書館や書店のどの場所に置かれているかを書棚に書かれた分類情報等を認識して把握し、その場所までぶつからないように案内できることが必要となる。また読みたい本がおりてあるエリアに到着したら、並んでいる本のタイトル等を認識し、特定できることが求められる。● 電子書籍の利用に際しても、電子書店で読みたい書籍を検索し、購入し、電子書籍リーダーで購入した本を選択して読み上げさせるといった一連のプロセスを音声で実施できれば、利用の障壁を大幅に引き下げることが可能となる。● AIアシスタントは、技術的には対応可能になっているとの評価だが、視覚障害者とのコミュニケーションの在り方など、ユーザーインターフェースに関してはまだ多くの研究が必要と認識されている。
2.3.5. 電子書籍等のリーディングシステム	<ul style="list-style-type: none">● ルビについてはすべてを自動で付与することはできず、人間による確認と修正が必要となることが課題となっている。これを解決するには形態素解析に用いる辞書の精度向上が必要となり、個社で対応するのではなく業界横断的な取り組みが有効との指摘が上がっている。● 分かち書きについては、電子書籍コンテンツの中で分かち書きすべき個所を定義し、それに基づいて正確に分かち書きを行える技術仕様が出現してきている。ただしまだ電子書籍リーダーやコンテンツでの対応は進んでいない。このような技術が普及することで、読書困難者の様々な希望にも容易に対応できるようになることが期待できる。

2.4. 読書困難者の課題解決に資するICT技術開発の方向性

- 読書困難者を支援するためのソリューションについては、対象となる利用者が限られていることに加え、DAISY図書など無償で提供される場合もあるため、市場性が限定されている。このため、技術開発のために提供されるリソース（研究人材、予算等）も限定されてしまう。これに対し、事業者や研究者の自発的な取り組みに任せるだけでなく、公的なサポートを期待する声がある。例えば具体的な支援策として、研究開発に利用できるデータセットの整備が有効であるとの声が上がっている。
- また、読書困難者の課題解決のための技術開発、ソリューション開発に関し、読書困難者側へのサポートに加え、事業者側にも公的な支援（助成金、補助金等）が行われている。しかし事業者からは、現在の支援制度はそれほど使い勝手が良いとは言えず、改善を求める声が上がっている。
- これまでの読書困難者向け技術開発については、書籍からのテキスト抽出、テキストの読み上げや点字等への変換といった、視覚以外の情報で書籍の情報を提供することに直接関連するものが中心となってきた。しかしながら近年のAI技術の進歩により、これまでのものとは異なる新しいソリューションが出現することも期待できる。
- 例えば現在提供されているAIアシスタントは単語やテキストを解析して回答や実行を行うことが中心だが、画像認識技術や文字認識技術を統合した視覚障害者の生活全般をサポートするソリューションなども研究テーマとして注目されている。

3.1. EPUBの動向

- EPUBは国際デジタル出版フォーラム（IDPF）において開発が進められてきたが、2017年2月1日にワールド・ワイド・ウェブ・コンソーシアム（W3C）とIDPFが統合契約を締結したことにより、現在はW3Cで開発が進められている。
- 2020年2月19日に電子書籍規格EPUB 3.0.1に関するISO規格（ISO 23736:2020）が発行され、EPUBが国際標準規格となった。

バージョン	策定期期	概要
EPUB2.0	2007年9月	3つのオープンスタンダード仕様で定義されている。 <ul style="list-style-type: none">・ Open Publication Structure（OPS）・ Open Packaging Format（OPF）・ Open Container Format（OCF） 縦組みを指定することができない、圏点を指定することができないなど、日本語の表記能力が不十分であったため、国内では普及しなかった。
EPUB3.0	2010年10月	日本電子出版協会が2010年4月に公表したEPUB日本語組版についての最低限の要求事項（縦書きや句読点の禁則処理、ルビ表記）を反映した仕様。台湾や香港で用いられる縦書き、右から左へ書くアラビア語およびヘブライ語の表記にも対応した。これにより、日本国内でもEPUBが広く利用され始めた。
EPUB3.0.1	2014年6月	EPUB3.0のメンテナンスリリースであり、2014年11月5日にISOからISO/IEC TS 30135として刊行され、国際規格に近い段階である技術仕様書として標準化された。
EPUB3.1	2017年1月	EPUBの仕様策定をIDPFで実施した最後の仕様。EPUB3.0.1と互換性がないため、普及しなかった。
EPUB3.2	2019年5月	EPUB 3仕様のマイナーリビジョンであり、EPUB3.0.1とEPUB3.1の両方の後継と位置付けられている。EPUB 3.1で行われた変更の多くを保持しつつ、EPUB3.0.1との強力な下位互換性を保っている。

3.1.3. 今後の方向性

- 現在EPUBの仕様検討を行っているW3Cでは、現在検討が進められているEPUB3.3を国際標準として推していく動きになっている。
- このEPUB3.3では、新たな機能拡張よりも、EPUB3.2であいまいだった仕様を明確化することに主眼が置かれている。例えばEPUB3.2でも触れられているマルチプルレンディションについての整理などに取り組んでいる。
- その他EPUB3.3における大きな変更点として、EPUB書籍の形式についての記述と、EPUBリーダーに期待される振る舞いについての記述を完全に分離したことがあげられる。この記述変更によって仕様書の見た目は大きく変わるが、内容的には大きな変更は行われぬ。

3.2. EPUB Accessibility1.0の動向

- EPUB Accessibility1.0はEPUB3と同時に公表され、EPUB3にとどまらず過去・未来のEPUB規格を対象としている。EPUB Accessibility1.0ではEPUBコンテンツ（電子書籍）がアクセシビリティメタデータを持つことを必須としており、またウェブアクセシビリティの基準であるWCAG2.0のレベルAを満たすことを求めている。
- EPUB Accessibility1.0は現在、ISOで規格化されており、国際標準となっている。正式名称は「ISO/IEC 23761:2021 Digital publishing — EPUB accessibility — Conformance and discoverability requirements for EPUB publications」（2021年2月出版）であり、これはDAISYコンソーシアム関係者がIDPFで制定したEPUB Accessibilityを、ISO/IEC JTC1で国際規格化したものである。この規格化提案は、日本が実施したものである。

日本におけるEPUB AccessibilityのJIS規格化

- JIS規格については、情報処理学会規格調査会において原案作成委員会を作る方向。委員長には村田真氏が就任し、2021年月上旬には活動を開始する予定。
- 現在は、村田真氏が委員長を務めている日本DAISYコンソーシアムの技術委員会において日本語EPUB書籍に特有な事情を検討中。

- ① 縦書きにするか横書きにするかの切り替え
- ② ルビ表示の切り替え
- ③ 分かち書きをするかしないかの切り替え

4. まとめ

課題	<ul style="list-style-type: none">● 読書困難者が読みたい本、読まなければならない本を読むためには、現状では電子書籍を音声読み上げによって読む方法、あるいは点字図書、DAISY図書の形式で本を提供してもらう方法があるが、読みたい本を、読みたいときに利用できるようにはなっていない。● 電子書籍の音声読み上げについては、読み上げが不可能な固定レイアウト型電子書籍で提供されている場合があること、読み上げ可能なリフロー型電子書籍についても誤読や読み飛ばし等により正しく読み上げが行われないことが課題として挙げられる。また電子書籍を購入し、読書するための電子書店サイトや電子書籍リーダーのアクセシビリティ対応が進んでおらず、読書困難者が容易に利用できないことも大きな課題となっている。● 点字図書やDAISY図書による読書については、特に小中学校の義務教育段階ではボランティアによる支援が充実している。ただし高校・大学に進学するとボランティアによる支援が少なくなることが課題である。また弱視やディスレクシアの人が必要とするマルチメディアDAISY等の音声化された書籍の対応は、現状では不十分な状況にある。特に、教科書以外で学習に必要な書籍への対応は大きな課題になっている。● 読書支援機器についても、購入支援制度や学校等での費用負担手続き等に課題が指摘されている。
技術動向	<ul style="list-style-type: none">● AI技術の進歩により文字認識、音声認識、音声合成といった要素技術の水準が高まっており、紙面（紙や固定レイアウト電子書籍）を読み取ってテキストをデジタル化したり、音声で読み上げたりすることについての技術障壁はなくなりつつある。● 紙面レイアウトが複雑な場合や、紙面を正確にスキャンできない場合はレイアウト解析を行う必要があるが、現段階では技術的に不十分。AIアシスタント技術についても、現状ではまだ能力が不足している。



- 読書困難者の課題は数多く積み残されており、ICT技術による課題解決もまだ道半ばだが、課題解決に向けたICT技術の有効性は明確であり、技術進歩への期待も高まっている。
- 読書困難者の課題解決に向けたICT技術開発の推進と、その技術を生かしたソリューションの実現に注力していくことが求められる。