

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：42686

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01043

研究課題名(和文) 障害特性に合わせてデジタル教科書・教材を最適にバリアフリー化するシステムの研究

研究課題名(英文) Research on the computerized system to make Digital Textbooks and Other Educational Materials Be barrier-free in an appropriate manner for disability characteristics.

研究代表者

山口 雄仁 (YAMAGUCHI, Katsuhito)

日本大学短期大学部・その他部局等・研究員

研究者番号：00182428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではインクルーシブ教育環境で学ぶ障害のある児童生徒について教室での学習活動を総合的に支援するため、初等・中等教育における教科書・テスト・配布プリントなど多様なデジタル教材をバリアフリー化するオールインワン・システムの研究開発を行ってきた。全盲・重度弱視・発達障害などそれぞれ異なる障害特性に合わせて一つのソースから最適な電子書籍形式に変換できること等の実現を目指している。現在までにe-born PDF(マイクロソフト・ワードなどデジタル文書から生成されたPDF)のデジタル教材・教科書を、音声を埋め込んだマルチメディアDAISYに自動変換する技術などを実用化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わが国では平成20年度から日本障害者リハビリテーション協会が小中学校の教科書のDAISY版を発達性読字障害の児童・生徒に提供しており、今ではのべ12,000名を超える利用者がいるが、我々が開発したマルチメディアDAISY制作ソフトウェアはこの事業に現在すでに広く利用されており、全体の約34%、理数系教科書の約80%が同ソフトウェアで制作されている。また閲覧ソフトウェアは特にiOSの端末を利用する発達障害児童・生徒がマルチメディアDAISY教科書を読むための標準ソフトウェアとなっており、わが国における発達障害児童・生徒支援技術の中核の一つとなりつつある。

研究成果の概要(英文)：To comprehensively support disabled children/students who study subjects in inclusive educational environment, in this research, we have been developing all-in-one assistive tools with which various digital materials in elementary and secondary school such as an e-textbook, a test, etc. can be converted into several accessible e-formats. The most appropriate format for each child/student differs from each other, depending on their disabilities: the blind, the low vision, the dyslexia, etc. To meet their own necessity, we have developed a system so that a preferable one can be produced automatically just from a single source. For instance, by making use of our system, e-born PDF (PDF originally produced from a digital document such as Microsoft Word) can be converted automatically into audio-embedded multi-media DAISY (Digital Accessible Information System) or other accessible formats.

研究分野：福祉工学

キーワード：インクルージョン デジタル教科書 バリアフリー 視覚障害 発達性読字障害

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

平成 26 年の障害者権利条約への批准及び平成 28 年の障害者差別解消法の試行に伴い、国立学校において障害者への合理的配慮の提供が義務となった。こうした事情から「デジタル教科書のアクセシビリティ」が強く意識されるようになり、さまざまな形式のバリアフリー・デジタル教科書が提案・開発されてきた。我々がこれまで研究してきたマルチメディア DAISY/EPUB3 形式のみならず、拡大文字利用重度弱視者のための UD ブラウザ、発達障害者のためのアクセス・リーディングや音声埋め込み PDF などいくつかの電子書籍形式が提案され、それらを利用した学習支援が行われるようになった。これらはそれぞれに有為な特色を有し、利用者の障害の特性に応じて適切な形式のものを提供しさえすれば、障害のある児童生徒でもある程度まではデジタル教科書を利用できるようになってきた。

ただここで留意すべき重要な点は、利用者の障害特性により、利用に適したバリアフリー電子書籍にはかなりの違いがあるということである。たとえば、UD ブラウザは拡大文字使用の重度弱視者にはとても使いやすいが、全盲や発達障害など他の障害者にはあまり有効ではない。さらに同じ発達性読字障害(ディスレクシア)の児童・生徒でも読みやすいコンテンツにはかなりの個人差があり、漢字に総ルビを必要とする者や単語ごとの分かち書きを必要とする者などさまざまである。どれか一つのバリアフリー形式でデジタル教科書を 1 種類制作すればそれで十分とは言えない。教科・学年・出版社などの違いによりきわめて多様な教科書がある中で、必要なものすべてについて障害のある児童・生徒の特性に合わせて最適な形式のデジタル教科書を用意するのはほぼ不可能である。さらに実際の教育現場ではデジタル教科書のみならず日常実施されるテストや自作教材のバリアフリー化もきわめて重要な課題である。また、マルチメディア DAISY 以外の形式では、複雑な数式など理数系特殊表記をどのようにバリアフリー化するかまだ方法が確立しておらず、これも残された課題である。デジタル教科書時代のインクルーシブ教育を真の意味で実現するには、こうした課題すべてにきちんと対応することが是非とも必要であった。

2. 研究の目的

本研究ではインクルーシブ教育環境における障害のある児童生徒の学習活動を総合的に支援するため、初等・中等教育における教科書・テスト・配布プリントなど多様なデジタル教材をバリアフリー化するオールインワン・システムを研究開発することを目指した。全盲・重度弱視・発達障害などそれぞれに異なる障害特性に合わせ一つのソースから最適な電子書籍形式に変換できること、教員・障害のある児童生徒双方が実際の教育現場で容易に使いこなせること、特に教員が健常者用に作成したワードや PDF の理数系テスト用紙・自作教材を殆ど手作業なしにワンタッチで多用なバリアフリー形式に変換する技術、障害のある児童生徒が自分の書いた文章や数式を自動読み上げや強調表示で確認しながら直接そこに書き込める利用環境等々の実現を目指すものである。さらに、デジタル教科書の理解支援につながる周辺技術も併せて研究開発しようと企画した。

3. 研究の方法

本研究の研究組織と方法・計画は次の通りである。

(1) 研究組織

本課題研究では以下のように役割分担を定めて研究グループを組織し、代表者・分担者・研究協力者がそれぞれの担当で調査分析・研究開発を実施した。それらを統括する作業は、分担者と協力して代表者の山口が行った。

A. バリアフリー・デジタル教材制作・編集・閲覧ソフトウェア開発グループ：山口(日大)、川根(同、研究協力者)、駒田(同、研究協力者)

B. デジタル教材用文書解析・変換システム開発グループ：鈴木(九大)、藤芳(茨城大)、相澤(国立情報研、研究協力者)、金堀(筑波技大、研究協力者)

(2) 研究計画・方法

研究初年度の平成 30 年度は、A、B それぞれの研究グループは次のような方法で研究計画を遂行する。

A グループではこれまでの科研費課題研究で開発したマルチメディア DAISY/EPUB3 形式バリアフリー・デジタル教科書制作・編集・閲覧ソフトウェア"ChattyInfty"について、デジタル・テストのバリアフリー化・アクセシブルなユーザー書き込み機能の実装等の実現に向けて、機能強化すべき点・新たに必要となる要素技術を調査検討する。また、発展途上国を含む諸外国のいくつかの組織から、我々の支援技術を導入したい旨の照会があり、同ソフトウェアを多言語対応にするための調査検討を併せて実施する。

B グループではこれまで理数系文書用 OCR 研究で、「数式・表・グラフなど複雑な特殊表記」

を含む印刷・PDF 文書をレイアウト解析し、アクセシブルな電子形式たとえば LaTeX に変換する技術等、今回の課題研究の基礎となるさまざまな技術を培ってきた。こうした技術を発展させ、特に e-born PDF (ワードなどデジタル文書から生成された PDF; 正確な文字情報が埋め込まれている) の理数系デジタル教材を A グループの ChattyInfty 形式に自動変換し、そこからマルチメディア DAISY/EPUB3 形式やその他のバリアフリー電子書籍に変換する技術の開発を目指す。初年度はまずその実現に向けて、それら他形式の調査分析など必要な予備研究を行う。

申請者等の予備調査により、発達障害のある児童生徒が読みやすいコンテンツには、かなりの個人差のあることが明らかになっている。たとえば、発達性読字障害のある生徒の中には日本語の文章を単語に区切ることが困難な者も多く、適切な分かち書きを行うだけで大きく読みが改善することも少なくない。ハイライトを単語区切り、連文節区切り、句読点区切りのどれにするかなども、ユーザーの障害特性に合わせてカスタマイズできることが理想である。研究協力者の相澤はテキスト処理・自然言語処理・情報検索を専門としており、B グループに協力して、形態素解析などの処理技術を応用したコンテンツのカスタマイズや、発達障害のある児童生徒の文章理解を支援する要約自動作成技術などの実現を目指し、初年度はそれに向けた予備研究を行う。

その後の方法について、A グループでは令和 2 年度末までに ChattyInfty の第一段階改良・拡張・機能強化を完了する。そのため、令和元年度以降 B グループの成果を当該ソフトウェアに実装し、視覚障害から発達障害まで幅広い障害のある児童生徒に対応できる、新たなオールインワンの学習支援システムを制作する。また同ソフトウェアの多言語化についても必要な研究開発を行う。

令和 2 年度末までにマニュアルや教材サンプルを含めた評価キットとともにこの支援システムのベータ版を公開し、国内外の障害のある児童生徒や教員による評価実験を実施する。その結果に基づいて最終年度中にソフトウェア改良を完了し、インクルーシブ教育を支援するオールインワン・ツールの標準モデルとして一般に公開する。

B グループでは教員が盲人者用にワードや PDF で制作した理数系をはじめとするさまざまな自作デジタル教材を、A グループのシステムを経由してワンタッチでマルチメディア DAISY/EPUB3 形式のバリアフリー・デジタル教材に変換する技術の確立を図る。さらに初年度の予備研究に基づき、既成のマルチメディア DAISY/EPUB3 デジタル教材から他のバリアフリー形式のいくつかに変換・出力する技術を開発するとともに、通常多くの人手と労力を要するコンテンツ・カスタマイズや要約作成などを支援する技術についても開発を進め、A グループのシステムに組み込む。

これら以外にも、デジタル教材の内容を障害のある児童生徒が「きちんと利用できる」形式に変換するには解決すべき研究課題がまだ多数出てくるものと予想されたため、それらも随時開発計画に組み込んでいくこととする。

4. 研究成果

本課題研究を構成する A, B 各研究グループの研究実施期間各年度の達成点は以下の通りである。

(1) 平成 30 年度の研究成果

A グループは、非英語圏では視覚障害者の理数系アクセシビリティが必ずしも十分とは言えない実情を踏まえ、これまで開発してきたマルチメディア DAISY/EPUB3 形式バリアフリー・デジタル教科書制作・編集・閲覧ソフトウェア ChattyInfty の多言語化を進めた。これまでの日本語・英語・ベトナム語版に加えてさらにヒンズー語など多様なローカル言語に対応するため、ユーザーがプログラム開発者の手を借りずに、ソフトウェアを自らの言語用にカスタマイズできる機能などを実装した。実際に、チェコ語・イタリア語・ギリシャ語・トルコ語版の試作が完了している。また、日本語版について、漢字のルビ自動生成機能の改良など、発達性読字障害のある児童・生徒のさまざまなニーズに応えられるよう、ソフトウェアの機能強化を行った。

B グループは、デジタル教材で広く用いられる PDF のアクセシビリティ向上に向けて、これまで開発してきた科学文書用 OCR ソフトウェア "InftyReader" のアルゴリズムを見直し、理数系文書の e-born PDF については OCR に依存せずに内部のフォント情報のみを用いてテキストと数式を認識する手法を開発した。また、"PDF with TeX" という新たな理数系用アクセシブル PDF 形式を開発した。藤芳は、PDF ドキュメントの自動レイアウト解析技術の研究成果を活用し、PDF ドキュメントから DAISY2.02 及び EPUB3 形式のアクセシブルドキュメントを半自動的に作成するソフトウェアの試作を行った。

査読のある論文投稿、日本特殊教育学会など国内学会における口頭発表、オーストリア・リンツで開催された 16th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICHP)、米国アナハイムで開催された 33rd CSUN Assistive Technology Conference など国際会議での成果報告とともに、10 月 25 日~27 日にインド・ニューデリー郊外のソニーパトでインド工科大学が開催した EMPOWER2018 に出席し、我々の障害者支援技術について基調講演を行い、ワークショップを開催して現地の研究者や学生と意見交換を行った。ここで得られた知見により、今後他の発展途上国においてもマルチメディア形式のアクセシブルなデジタル教科書を普及していく基盤が得られたと考えている。

平成 31 年 2 月 22 日, 23 日には東京駿河台の日本大学理工学部を会場として, 日本学術振興会・平成 30 年度科学研究費補助金による「情報アクセシビリティをめぐる諸問題に関する研究集会」を開催した。本課題研究に関連する話題について数多くの発表があり, 本課題研究グループからも計 3 件の成果報告を行った。科学情報のアクセシビリティ分野に加え, 情報アクセシビリティ関連の広範な話題について, 最新動向把握と有意義な意見交換・研究交流を行うことができた。

(2) 令和元年度の研究成果

A グループは, ChattyInfty の多言語化をさらに進めた。多様なローカル言語に対応するため昨年度開発した, 「ユーザーがプログラム開発者の手を借りずに, ソフトウェアを自らの言語用にカスタマイズできる機能」を活用し, 世界各地の研究協力グループとともにチェコ語・イタリア語・カンナダ語(インド公用語の一つ)・ギリシャ語・スペイン語・ドイツ語・トルコ語・フランス語版の製作・改良を進めた。また, 日本語版について, 漢字のルビ自動生成機能の改良など, 発達性読字障害のある児童・生徒のさまざまなニーズに応えられるよう, ソフトウェアの機能強化を行った。

B グループは, 深層学習による漢字・仮名・英数字・Latin 文字・数学記号を一括で含めた文字認識をするための大規模な学習用データベースを新たに構築し, 来年度科学文書用 OCR ソフトウェア InftyReader に組み込む予定である。また, e-born PDF に含まれている文字のフォント情報を利用した見出し情報取得と数式認識を向上させ, シングルカラムの PDF 文書については殆ど誤りのない認識を実現した。藤芳は, 令和 2 年度から小学校の教科書が改訂されることを受け, 教科書の PDF からレイアウトを自動解析し, それぞれの構成要素を適切な順序に並び替え, 属性を決定するソフトウェアの開発などを行った。その結果, これまでレイアウト解析が困難であった, 目次, 漢字一覧, 索引などのページもうまく解析できるようになった。

査読のある論文投稿, イタリア・ポローニャで開催された The Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe (AAATE) 2019 など国際会議での成果報告とともに, AAATE2019 でイタリアを訪問した機会にポローニャでギリシャ・アテネ大学やフランス・パリ第 8 大学の研究協力者, トリノでトリノ大学・ミラノ大学の研究協力者と研究打ち合わせを行い, 我々が開発している障害者支援技術をギリシャ・フランス・イタリアで導入する上でのさまざまな課題について検討を行った。その成果として同年度後半にいくつか新たなソフトウェア改良を実施し, ChattyInfty 以外の支援技術, たとえば"ChattyBooks"や"InftyReader Lite"についても日本語以外の他言語版を試作しベータ版として公開した。

令和 2 年 2 月 22 日, 23 日には東京駿河台の日本大学理工学部を会場として, 日本学術振興会・令和元年度科学研究費補助金による「情報アクセシビリティをめぐる諸問題に関する研究集会」を開催した。本課題研究に関連する話題について数多くの発表があり, 本課題研究グループからも計 5 件の成果報告を行った。科学情報のアクセシビリティ分野に加え, 情報アクセシビリティ関連の広範な話題について, 最新動向把握と有意義な意見交換・研究交流を行うことができた。

(3) 令和 2 年度の研究成果

令和 2 年度は新型コロナウイルス感染症のパンデミックという現代史でこれまで例のない危機的状況の中で, オンライン授業が広く行われるようになった。そこで A グループでは B グループと協力して, オンラインで利用可能なアクセシブル理数系コンテンツを容易に作成できるようにするため, Markdown + LaTeX の文書をソースとして読み上げ音声の埋め込まれた HTML5 コンテンツを出力する機能を ChattyInfty に実装した。

B グループは理数系文書の e-born PDF から自動変換で, できる限り正確なアクセシブル EPUB3 などに出力するシステムの研究開発に引き続き取り組んだ。e-born PDF でも出版社独自のフォントなど未知のフォントが使われている場合には, OCR を補助的に使う必要があるが, フォントと文字コード毎にグループ化して OCR 結果を決定することにより, 認識精度を高め, 自動変換の実用性を高めることができた。

さらに, 初等中等教育の教科書などの複雑なレイアウトの構成要素を分類し, タグ付けしてデータベース化するユーティリティを開発し, 多様・複雑なレイアウトを自動解析できるようなシステムを開発する準備を行った。

また藤芳は PDF ドキュメントから情報を抽出するソフトウェアの新機能として, PDF ファイルを SVG 形式に変換する機能の追加を行った。SVG 形式への変換においては, PDF ドキュメントのそれぞれの要素の正確な位置情報が取得できるように, SVG 形式のそれぞれの要素の座標が単一の座標系に基づいたものになるようにした。また, 教科書の PDF からレイアウトを自動解析し, それぞれの構成要素を適切な順序に並び替え, 属性を決定するソフトウェアの開発も継続し, 2 次元文脈自由文法の構文解析プログラムの実装を行い, 教科書のレイアウトを定義する文法を作成した。

査読のある論文投稿, オンライン開催された ICCHP2020 や CSUN2021 など国際会議での成果報告もある程度は実施できたが, 海外渡航が不可能となり, 海外の研究協力者と対面で研究打ち合わせを行うことはできなかった。そのためオンラインによる研究打ち合わせを随時実施し, 我々が開発している障害者支援技術を諸外国で導入する上でのさまざまな課題について検討を継続

した。

令和2年度は国立情報通信研究機構(NICT)国際交流プログラムの補助金を得て、令和3年2月18日、19日に東京駿河台の日本大学理工学部を配信会場として、the 4th International Workshop on "Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2021" (DEIMS2021)をオンライン開催した。新型コロナウイルス感染症のパンデミックの影響もあり、過去3回のDEIMSに比べ発表者は少なかったが、基調講演2件(国内1, 海外1)、一般発表13件(海外9, 国内4)の講演があり、本課題研究に関連する話題について、最新動向把握と有意義な意見交換・研究交流を行うことができた。オンライン開催のメリットとして、海外の一般参加者が47名とこれまでのほぼ3倍となり、今後の研究集会でもオンラインと対面を組み合わせたハイブリッドな会議運営を行う必要があるとの心証を得た。

わが国では平成20年度から日本障害者リハビリテーション協会が小中学校の教科書のDAISY版を発達性読字障害の児童・生徒に提供しており、今ではのべ12,000名を越える利用者がいるが、我々が開発したマルチメディアDAISY制作ソフトウェアChattyInftyはこの事業に現在すでに広く利用されており、全体の約34%、理数系教科書の約80%が同ソフトウェアで制作されている。また閲覧ソフトウェアChattyBooksは特にiOSの端末を利用する発達障害児童・生徒が日本障害者リハビリテーション協会制作のマルチメディアDAISY教科書を読むための標準ソフトウェアとなっており、わが国における発達障害児童・生徒支援技術の中核の一つとなりつつある。さらにベトナム・ハノイでは、視覚障害学生10数名がChattyInftyベトナム語版を活用して理数系科目の勉学に取り組んでおり、本課題研究の成果は国際的にも一定の社会貢献を果たしている。

さて上にも述べた通り、令和2年度はこの課題研究を遂行する中で、コロナウイルスによるパンデミックという史上まれに見る危機が起こり、オンライン教育の導入が待ったなしの課題となった。現在新型コロナウイルス感染防止のため世界各国でオンラインによる教育が広く行われている。しかし統合教育環境で学ぶ障害生徒・学生は、理数系教育で対面教育において確保されていたアクセシビリティがオンラインでは十分に確保されていないためきわめて困難な状況にある。

我々の支援技術はこうした状況に対応するための有力な手段であるが、我々がこれまでに開発したシステムをオンライン理数系教育で活用しようとする時、いくつか新たに解決を要する重要な課題があることが明らかとなった。たとえば、パワーポイントのスライドやそれから生成されるmp4動画の中の理数系情報をどのようにバリアフリー化するか、オンラインで図やグラフ、表などを使った学習をどのように遠隔で支援するか、個々に異なるオンライン利用環境で受講生が自分の特性に合わせてコンテンツをカスタマイズできるようにするにはどうすればよいか、など、これまでの研究体制では対応が困難な課題が残されていた。そのため、新たな分担者を加えて研究体制を組み直し、この課題研究を発展させる形で最終年度応募として新規研究を申請したところ、

令和3~6年度科学研究費補助金基盤研究(A)

「国際的視点でオンライン理数系統合教育環境をバリアフリー化するシステムの研究」

課題番号: 21H04415

として幸いにも採択されたため、令和3年度からはこの新規課題研究に取り組むこととなった。本稿3.で述べた計画のうち最終年度に実施を予定していたものの一部はまだ未完了であるが、この新規課題研究の中でそれらにも取り組んでいく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Masakazu Suzuki and Katsuhito Yamaguchi	4. 巻 LNCS 12376
2. 論文標題 On Automatic Conversion from e-Born PDF into Accessible EPUB3 and Audio-Embedded HTML5	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. the 17th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2020)	6. 最初と最後の頁 410-416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-58796-3_48	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kento Kohase, Shunsuke Nakamura, and Akio Fujiyoshi	4. 巻 LNCS 12376
2. 論文標題 Layout Analysis of PDF Documents by Two-Dimensional Grammars for the Production of Accessible Textbooks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. the 17th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2020)	6. 最初と最後の頁 321-328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-58796-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shunsuke Nakamura, Kento Kohase, and Akio Fujiyoshi	4. 巻 LNCS 12376
2. 論文標題 A Series of Simple Processing Tools for PDF Files for People with Print Disabilities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. the 17th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2020)	6. 最初と最後の頁 314-320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-58796-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Katsuhito Yamaguchi and Masakazu Suzuki	4. 巻 Vol.13, No.4
2. 論文標題 An accessible STEM editor customizable for various local languages	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Enabling Technologies	6. 最初と最後の頁 240-250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1108/JET-12-2018-0064	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akio Fujiyoshi and Daniel Prusa	4. 巻 LNCS 11601
2. 論文標題 A Simple Extension to Finite Tree Automata for Defining Sets of Labeled, Connected Graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. the 24th International Conference on Implementation and Application of Automata (CIAA 2019)	6. 最初と最後の頁 108-120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-23679-3_10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Katsuhito Yamaguchi and Masakazu Suzuki	4. 巻 LNCS 10896
2. 論文標題 Localization Scheme of Assistive Tools for Print-Disabled People to Access STEM Contents	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. the 16th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2018)	6. 最初と最後の頁 606-610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94277-3_94	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mamoru Fujiyoshi, Akio Fujiyoshi, Hiroshi Tanaka, Toru Ishida	4. 巻 LNCS 10897
2. 論文標題 Universal Design Tactile Graphics Production System BPL0T4 for Blind Teachers and Blind Staffs to Produce Tactile Graphics and Ink Print Graphics of High Quality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. the 16th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2018)	6. 最初と最後の頁 167-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94274-2_23	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 坂本 雅志, 藤芳 明生	4. 巻 Vol.17, No.5
2. 論文標題 正規表現拡張SMILESを用いた化学構造検索の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry Japan, 日本コンピュータ化学会	6. 最初と最後の頁 199-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2018-0053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Katsuhito Yamaguchi, Toshihiro Kanahori and Masakazu Suzuki
2. 発表標題 ChattyBook: Making Math Accessible for Online Education
3. 学会等名 the 36th CSUN Assistive Technology Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masakazu Suzuki
2. 発表標題 Conversion of School textbook PDF to EPUB3
3. 学会等名 the 4th International Workshop on Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2021 (DEIMS2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shunsuke Nakamura, Kento Kohase, and Akio Fujiyoshi
2. 発表標題 Extracting Precise Coordinate Information of Components from E-Born PDF Files
3. 学会等名 the 4th International Workshop on Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2021 (DEIMS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村駿介, 藤芳明生
2. 発表標題 簡単操作でPDFの加工ができるツール群の公開
3. 学会等名 日本特殊教育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Katsuhito Yamaguchi, Toshihiro Kanahori and Masakazu Suzuki
2. 発表標題 InfyReader Lite: Converting e-Born PDF into Various Accessible Formats
3. 学会等名 The Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe (AAATE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsuhito Yamaguchi, Toshihiro Kanahori and Masakazu Suzuki
2. 発表標題 Localizing Accessible STEM Editor: ChattyInfy3 into Various Languages
3. 学会等名 Proc. the 34th CSUN Assistive Technology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsuhito Yamaguchi and Masakazu Suzuki
2. 発表標題 InfyProject - Aiming at Improvement of STEM Accessibility -
3. 学会等名 Keynote lecture at EMPOWER 2018, India Institute of Technology Delhi (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤芳 衛, 石田 透, 澤崎 陽彦, 藤芳 明生
2. 発表標題 重度視覚障害者による自立的作図の実用性
3. 学会等名 日本特殊教育学会 第56回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	鈴木 昌和 (SUZUKI Masakazu) (20112302)	九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所・名誉教授 (17102)	
研究分担者	藤芳 明生 (FUJIYOSHI Akio) (00323212)	茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授 (12101)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	相澤 彰子 (AIZAWA Akiko) (90222447)	国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授 (62615)	
研究協力者	川根 深 (KAWANE Fukashi) (90234088)	日本大学短期大学部・その他部局等・講師 (42686)	
研究協力者	駒田 智彦 (KOMADA Toshihiko) (30360316)	日本大学短期大学部・その他部局等・講師 (42686)	
研究協力者	金堀 利洋 (KANAHORI Toshihiro) (00352568)	筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・准教授 (12103)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 the 4th International Workshop on Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2021 (DEIMS2021)	開催年 2021年～2021年
--	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------