

平成 30 年 5 月 24 日現在

機関番号：42686

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25245084

研究課題名(和文) 理数系をはじめとするデジタル教科書を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 Ranging from Mathematics and Science to Others be barrier-free

研究代表者

山口 雄仁 (YAMAGUCHI, Katsuhito)

日本大学短期大学部・一般教育・教授

研究者番号：00182428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、全盲・重度弱視・発達性読字障害など様々な形で視覚に障害を持つ児童・生徒が、インクルーシブな教育環境でデジタル教科書を容易に利用できるようにするため、電子書籍の国際標準規格EPUB3(DAISY4)に準拠するアクセシブルなデジタル教科書の標準モデルを確立した。それに基づいて既存のデジタル教科書に含まれる数式・化学式や図・グラフ・表・地図など特殊表記・2次元情報を、バリアフリー化するためのコンテンツ制作・編集システムと、多言語でそうしたコンテンツを利用するための閲覧システムなどを開発するとともに、わかりやすい触読図製作ツール、理数系文書理解支援技術などを研究した。

研究成果の概要(英文)：In order to allow pupil/students with various print disabilities (blind, severe low vision, dyslexia) to use e-textbooks (so-called "digital textbooks" in Japan) easily in inclusive educational environment, we have established a standard model of accessible e-textbooks in EPUB3 (DAISY4, "Digital Accessible Information System"), which is an international standard for accessible e-books. Based on it, we have developed a authoring tool to make given STEM (science, technology, engineering and math) contents barrier-free (accessible), which originally include many technical symbols/notations such as math expressions, chemical formulas, figures, diagrams, tables, maps, etc. We have also developed/studied an accessible browser for multilingual STEM contents, an authoring tool for easily-understandable tactile graphics, a new technology to help disabled students with understanding STEM contents and so on.

研究分野：特別支援教育, 教育工学, 福祉情報工学

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 DAISY EPUB3

## 1. 研究開始当初の背景

文部科学省が2011年4月に公表した「教育の情報化ビジョン」では、2020年度までに小中学校にデジタル教科書を全面導入するとの目標が掲げられた。総務省「フューチャースクール推進事業」および文部科学省「学びのイノベーション事業」において、デジタル教科書の実証研究が始まった。デジタル教科書教材協議会は政府目標をさらに5年前倒しした目標を示し、教材開発・評価実験・活用法の検討などが広範かつ急ピッチで進められていた。

しかし、こうした中で「デジタル教科書のアクセシビリティ」は殆ど関係者に意識されていないのが実情だった。特に数学(算数)・理科・社会などの教科においては、数式や化学式、図・表・グラフ・地図など特殊表記・2次元表現が数多く含まれ、それらをデジタル教材でいかにバリアフリー化するかが、前記プランを実行する上でもっとも緊急に解決を要する課題の一つであるにも関わらずである。このままでデジタル教科書が全面導入されれば、視覚障害児童・生徒は教材を全く利用できず、特に特別支援の下で障害者を晴眼者とともに普通学校で学ばせるインクルーシブ教育では、十分な教科教育を受けられなくなる恐れがあった。デジタル教科書導入を柱とする「学びのイノベーション」は本来、デジタル・コンテンツの持つ特質を生かして、従来の印刷教科書では難しかった様々な学習支援の実施を目指すものである。特別支援教育という面から見てもこの視点はきわめて重要であり、デジタル教科書のバリアフリー化を実現した上で、新たな視覚障害者への学習支援方法を積極的に模索すべきであると考えられた。

学習障害の研究が進んだ結果、これまで知的障害と見なされていた子供の中に「発達性読字障害(Dyslexia)」の者が多数いることがわかってきた。読字障害者は視力に問題はないが、視覚情報をその意味内容に結びつけることができず、これも一種の視覚障害と見なすことができる。わが国でも潜在的に数多くの児童・生徒が読字障害を有することが明らかとなり、デジタル教科書のバリアフリー化に当たっては、彼らへの学習支援も忘れてはならない重要な視点である。

障害の特性から読字障害者の学習支援には視覚障害者のそれと共通点が多く、今日コンピュータを利用した視覚障害・読字障害者用電子書籍の研究開発が進められている。この分野で近年特に注目されているのが、「DAISY (Digital Accessible Information System)」というXML形式の電子書籍である。DAISY電子書籍は音声合成による読み上げや強調・拡大表示等による多様な情報アクセスが可能で、視覚障害(全盲・重度弱視)と読字障害者両方にとって非常に有効な支援手段であり、当時障害者に利用可能な電子書籍の国際標準となりつつあった。米国の国際

電子出版フォーラム(IDPF)は2011年、国際的電子書籍の標準規格の1つであるEPUB3の中にDAISY XMLの次期バージョンDAISY4を組み込むことを決めた。EPUB3はわが国においても電子書籍の標準規格の1つとなりつつあって、デジタル教科書の多くが今後EPUB3形式で製作されることが予想された。こうした状況に鑑み、EPUB3(DAISY4)規格に基づいてバリアフリーなデジタル教科書をいかに実現するかが、我々に求められる緊急かつ現実的課題であると考えに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、近い将来小中学校に全面導入が予定されているデジタル教科書をアクセシビリティの視点で調査分析する。全盲・重度弱視・発達性読字障害など様々な形で視覚に障害を持つ児童・生徒が、インクルーシブな教育環境で晴眼者と同じ教材を容易に共有できるようにするため、電子書籍の国際標準規格EPUB3(DAISY4)に準拠したアクセシブルなデジタル教科書の標準モデルを確立し、それに基づいて既存のデジタル教科書を効率的にバリアフリー化する方法を研究開発する。数式・化学式や図・グラフ・表・地図など特殊表記・2次元情報を標準モデルに準拠してバリアフリー化するためのコンテンツ制作・編集システムと、それを利用するための閲覧システムを開発する。さらに、図・グラフを機能性の高い触読図に変換・利用するための技術や、デジタル教材を有機的に活用して障害者の学習支援を行う技術などを新たに開発する。

## 3. 研究の方法

我々の研究グループでは、科学研究費補助金によるそれまでの課題研究により、印刷ないしPDF形式の墨字科学教材を、全盲だけでなく重度弱視・読字障害者を含む多様な視覚障害者のためにDAISY形式に変換し、それを編集・閲覧するシステムを研究開発してきた。視覚障害者の科学情報アクセスを支援するこうした技術、特に科学文書用OCR等は、実用レベルにあるものとしては国際的にも他にほとんど類例のない、我々の独自技術である。この成果を小中学校のデジタル教科書バリアフリー化に応用することは、我々のグループに課せられた使命と言える。そこで研究体制を拡充し、以下の計画・方法により本課題研究を遂行した。

- (a) すでに製作されている数学(算数)・理科・社会のデジタル教科書を調査分析し、それらに含まれる式・図・表・グラフ・地図など特殊表記・2次元情報のアクセシビリティの状況を明らかにするとともに、以下(b)~(f)によりそれらをバリアフリー化する技術を確立する。
- (b) バリアフリーなデジタル教科書を

EPUB(DAISY)規格に準拠して製作する上で  
の問題点を明らかにするとともに、以下  
(c)～(f)により解決方法の標準モデルを  
確立する。

- (c) これまでに開発した視覚障害者用科学  
文書エディタを発展させ、デジタル教科書  
製作・編集・閲覧ソフトウェアを研究開発  
する。このソフトウェアは(d)の文書解  
析・変換システム、(e)の触読図メディア  
等と有機的に連携するとともに、閲覧ソフ  
トウェアでは(f)で開発する検索・数式理  
解支援機能も実装する。
- (d) 既存のデジタル教科書を効率的にバリ  
アフリー化するため、これまでに開発した  
科学文書用 OCR システムを発展させ、デジ  
タル教材用文書解析技術、アクセス可能形  
式への変換技術を確立する。特に小中学校  
の教科書に見られる複雑なレイアウトの  
自動解析、数学(算数)・理科・社会に現  
れる多様な特殊表記のバリアフリー化な  
どの技術等を新たに研究開発する。
- (e) 数学(算数)・理科・社会で扱われる図・  
グラフ・地図などについて、わかりやすい  
触読図のあり方を調査研究し、科学文書用  
OCR と組み合わせる等により、新たな触読  
図製作・閲覧システムを研究開発する。
- (f) 障害者によるデジタル教科書の新たな  
活用法開拓に資するため、数式の意味を自  
動把握し、それに基づいて視覚障害者によ  
る数式理解を支援する技術、数式情報の検  
索技術を研究開発する。

#### 4. 研究成果

本研究で開発するシステムは、前項「方法」  
で述べた(c)～(f)に対応するいくつかの要  
素技術を統合したものである。そのため、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・分担者がそれぞれの担  
当を中心となって研究開発した。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. デジタル教科書製作・編集・閲覧ソフ  
トウェア開発グループ：山口(日大短期大学  
部)、川根(同)、駒田(同)
- B. デジタル教科書用文書解析・変換シス  
テム開発グループ：鈴木(九大)、藤芳(茨城  
大)、金堀(筑波技大)
- C. 触読図製作・閲覧システム開発グループ：  
渡辺(新潟大)
- D. 数式検索・理解支援技術開発グループ：  
相澤(国立情報研)

研究各年度における各グループの研究成果  
および達成状況は以下の通りである。

##### (1)平成 25 年度

A. 山口は、開発中のソフトウェアにおいて、  
読み上げ音声を埋め込んだアクセシブル  
EPUB3 形式への出力機能、日本語・英語混在  
文書における SAPI5 読み上げ音声自動切り替

え機能などの実装を行った。また鈴木と協力  
し、かなり自由に表示をカスタマイズ可能な  
DAISY ライク HTML5 形式(Chat tyBooks)への出  
力機能の試作も行った。

B. 鈴木は白黒の文字とカラーの図を分離す  
る研究を行った。また、PDF から OCR によら  
ずに直接文字情報、特に数学記号を抽出する  
方法について、既存のライブラリを調査し、  
数学記号については OCR との連携が不可欠で  
あるとの結論を得た。藤芳は化学構造式の統  
一された音訳手法の開発を行い、化学教科書  
「有機化合物」の章に含まれる 460 個の化学  
構造式中 350 個は機械的に音訳できること  
を示した。

C. 渡辺は、百分率を表す帯グラフと円グラ  
フでは参照点が多い円グラフの方が触覚で  
読み取り誤差が少ないことを示すなど、読み  
取りやすさに関する調査を行った。

D. 相澤は、XHTML 形式に変換された高校数学  
の教科書で定義や説明への素早いアクセス  
を可能にする手段として、教科書中での初出  
部分への参照リンクを付与することを試み  
た。

これら以外の活動として、平成 25 年 9 月 2  
日～6 日にドイツ・カールスルーエで開催さ  
れた ICCHP 夏期大学に山口、鈴木、金堀(連  
携研究者)、駒田(連携研究者)の 4 名が参  
加し、欧州各国の視覚障害理数系大学生・支  
援技術者・教師を対象として、本課題研究で  
開発中のソフトウェアに関する特別講義を  
行った。平成 26 年 2 月 8、9 日には東京・田  
町の東工大キャンパス・イノベーション・セ  
ンターを会場として、科学研究費補助金等  
による研究集会「科学情報の電子化・自動処理、  
およびそのアクセシビリティ デジタル  
教科書のアクセシビリティをめぐる」  
を開催し、我々の研究成果を報告するととも  
に、参加した他研究者から関連発表を聞き、  
意見交換を行った。また、9 日午後には一般  
公開の講演会「理数系をはじめとするデジ  
タル教科書のアクセシビリティをめぐる諸問  
題」を主催し、こうした課題について社会的  
に問題意識・方向性を共有する活動を行った。

##### (2)平成 26 年度

A. 山口は鈴木と協力し、開発中のソフ  
トウェアにおいて、DAISY 形式の電子書籍に点字  
を埋め込む機能や総ルビ自動付加機能等  
の実装、トルコ語・チェコ語等日本語・英語  
以外の言語版の試作、逐次動画製作や  
Chat tyBook 形式出力等の改良などを行った。  
B. 鈴木は PDF に埋め込まれた文字・記号情  
報を直接利用し、PDF 科学文書の認識精度を  
大きく向上する新たな処理方法を開発した。  
また、PDF から切り出された矩形領域を自動  
認識して、A. のソフトウェアに障害生徒が利  
用可能な形でカット・アンド・ペーストする  
機能を実装した。藤芳は音声埋め込み PDF の  
研究を行い、見えない 2 次元コードを使用し  
た音声付教科書の作成システムを活用して、

音声埋め込み PDF フォーマットのデジタル教科書の自動生成機能を実現した。

C. 渡辺は、フリーのグラフ作成・統計ソフト R を利用し、理数系における触読図の中心である触知グラフを自動で生成するソフトウェアを開発した。

D. 数式中の変数は抽象化された概念表現で、変数名を書き換えても形式的な意味は変化しないという特性を持つが、大規模な木構造に対する既存の検索手法ではこれに対応できない。相澤は、変数名の書き換えに対して頑強で、かつ既存手法と同等の計算効率を持つ木構造類似度計算手法を提案し、その有効性を実証した。

これら以外の活動として、昨年度に引き続き ICCHP 夏期大学に参加するとともに、平成 26 年 8 月 22 日、23 日にフランス・パリのパリ第 6 大学を会場として開催された国際図書館連合主催の国際会議、平成 26 年 11 月 24 日～26 日にインド・ニューデリーで開催されたユネスコ主催の国際会議に参加し、世界各国の図書館・出版社、政府・支援団体・障害者団体の関係者を対象として、本課題研究の成果を報告した。8 月にはパリに引き続いてトルコ・アンカラに向かい、視覚障害学生支援団体のメンバーとソフトウェアのトルコ語化に関する協議も行った。平成 27 年 2 月 7、8 日には日本大学理工学部駿河台校舎を会場として、研究集会「科学情報の電子化・自動処理、およびそのアクセシビリティ」を開催し、我々の研究成果を報告するとともに、参加した他研究者から関連発表を聞き、意見交換を行った。また、8 日午後には一般向けの講習会「マルチメディア DAISY コンテンツ制作システム ChattyInfty3」を開催した。

### (3)平成 27 年度

A. 山口は鈴木と協力し、開発中のソフトウェアにおいて、EPUB3(DAISY4)形式の電子書籍にバーミンガム大学の Volker Sorge 教授により開発された化学式認識や自動読み上げシステムを組み込むための検討、DAISY 形式の視覚障害者・読字障害者向け試験を実現するための基礎研究、チェコ語等日本語・英語以外の言語版ソフトウェア試作・改良などを行った。

B. 鈴木は、PDF parser が取得した文字・記号情報とこれまでの数式 OCR を組み合わせた新たな理数系文書用認識処理法を確立し、それを実際のソフトウェアに実装して、認識精度が大きく向上することを示した。藤芳は化学教科書の電子化に利用するため、化学構造式中の示性式を認識するプログラムの開発、昨年度から引き続き、アクセシビリティが大幅に向上した音声埋め込み PDF フォーマットのデジタル教科書の開発を行った。

C. 渡辺は、触知グラフ作成システムの評価として、同システムを視覚障害者自身が利用可能かどうかを調べる実験、及び、このシステムで作成された触知グラフを視覚障害者

が理解可能かどうかを調べる実験などを実施した。

D. 相澤は、変数名は異なるが構造が類似している数式の検索について、平成 26 年度に提案した SHIGRE ハッシュを複雑な数式検索問題に適用して、高速かつ効率的な検索が行えることを示した。さらに、数式検索のタスクの運営・参加を通して、共通データセットによる提案手法の評価の準備を進めた。

これら以外の活動として、平成 27 年 7 月 28 日～7 月 30 日に九州大学西新プラザを会場として「科学情報のアクセシビリティに関する日英共同開発研究会」を開催した。バーミンガム大学の Volker Sorge 教授、ダブリン工科大学の Donal Fitzpatrick 教授を迎え、Sorge 教授の化学式認識・自動読み上げ技術を我々のソフトウェアに組み込むための検討、Fitzpatrick 教授の協力を得て同ソフトウェアに欧州各国の理数系点字記号出力機能を実装するための検討などを行った。平成 28 年 2 月 4 日～6 日には神奈川県葉山の湘南国際村センターを会場として、The 3rd International Workshop on "Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2016" (DEIMS2016)を主催した。海外からの 18 名を含む 35 名強の研究者の参加を得て、本課題研究に関連する話題について 2 件の基調講演と 20 件の発表があり、本グループからも計 6 件の成果報告を行った。特に科学情報のアクセシビリティ分野の最新動向把握とこの分野の国際的研究交流という観点から、世界的にもユニークで重要な研究集会となった。

### (4)平成 28 年度

A. 山口は鈴木と協力し、デジタル教科書が図を多用する現状を踏まえ、開発中のソフトウェアにおいて図中の説明にランダムにアクセスし、ハイライトと同期して読み上げさせる新たな手法を開発・実用化した。また、マルチメディア DAISY プレイヤー ChattyBooks (Windows 版)を iPad など他の環境で利用するためのシステムを試作した。

B. 鈴木は、前年度に引き続き、画像から OCR で取得した結果と PDF 中に埋め込まれている文字情報との統合処理の改良を進めた。藤芳は前年度から引き続き、音声埋め込み PDF フォーマットのデジタル教科書について、シンプルなエディタとビューアーの開発を行った。さらに、理数系教科書の自動電子化を行うための基礎研究として、全域木オートマトンについて研究した。

C. 渡辺は、触地図の周囲に目盛りを付与して分割することにより、触知時間を短くする手法、触知棒グラフの塗りつぶしに適したパターンなどについて研究を行った。

D. 相澤は、数式を含む理数系の文書へのアクセスを支援するための情報検索技術について、検索システムの性能を評価するためのデータセットを構築するとともに、それを

いた共通タスクに参加して開発した数式検索手法の評価を行った。その結果、数式の構造および数式周辺の説明文を利用する手法の有効性を確認し、文書内の数式の依存関係を利用することで検索性能がさらに改善されることを示した。

これら以外の活動として、平成 26 年度に引き続き ICCHP 夏期大学に参加するとともに、平成 29 年 2 月 10 日、11 日には福岡市の九州大学・産学官連携イノベーションプラザを会場として、日本学術振興会・平成 28 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 2 件の基調講演とその他数多くの発表があり、本課題研究グループからも計 6 件の成果報告を行った。これまでの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さらに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。

#### (5)平成 29 年度

A. 山口は鈴木と協力し、将来のさらなる多言語化を見据え、本文や読み上げ定義ファイルで Unicode が利用できるようなソフトウェアを改良し、モデルケースとしてベトナム語版のソフトウェアを試作した。また多様なニーズのある発達障害者のため、日本語の文章を分かち書きされたルビ付き文章に自動変換する機能の組み込みとその精度向上、マルチメディア DAISY のコンテンツを埋め込まれた音声を変更することなくユーザー側で再編集（見出しや段落構造、不要部分の削除、新たな書き込みなど）できる機能の実装などを行った。

B. 鈴木は、未学習漢字が部分的に平仮名書きされている低学年用教科書でも、通常の日本語解析ソフト(MECAB)が正しく文書解析を行えるようにするため、学年ごとの単語辞書データベースを構築するなどの研究を行った。藤芳は Android タブレットで動作する音声埋め込み PDF 形式のデジタル教科書用エディタとビューアーの開発、PDF ドキュメントの自動レイアウト解析の研究などを行った。

C. 渡辺は、視覚障害者を対象とした触察実験により、立体コピーで作成する触知棒グラフのデータを正しく読み取るために、どのような棒の塗りつぶしのパターンが適しているかを検証するなどの研究を行った。

D. 相澤は、教科書の読み上げ音声に自動的にポーズを挿入する処理について、オープンソースを用いたツールを試作して適用可能性を調べ、ポーズ挿入位置の決定では日本語係り受け解析器を用いた自動解析がベースラインとなることを確認した。

これら以外の活動として、平成 29 年 5 月に支援技術開発機構(ATDO)のスタッフと協力し、我々のソフトウェアのベトナム語版開発に向けた打ち合わせを行い、その後 10 月

に打ち合わせに基づいて開発したベトナム語試作版を用いてベトナム語理数系デジタル教科書の制作講習会をハノイ盲学校で開催した。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 30 年 2 月 23 日、24 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 29 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 6 件の成果報告を行った。昨年度の研究集会に引き続き、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。

以上述べた通り、本課題研究を構成する各研究グループにおいて、開発中のソフトウェアの改良や関連する調査・研究を概ね順調に実施し、それらの技術を統合した「バリアフリー・デジタル教科書」の標準モデルがほぼ確立した。開発したシステムは、視覚障害・読字障害を持つ児童・生徒のためのバリアフリー・デジタル教材製作・編集・閲覧ツールとしてすでに公開しており、なかでも ChattyInfy3 は教科書出版社・図書館・特別支援を実施する学校などで活用され始めている。

このシステムを利用すれば、デジタル教科書だけでなく、晴眼教員や補佐員はプリントや試験問題などを視覚障害・読字障害者に利用可能な電子文書に自分で容易に変換できる。さらに、閲覧システムは単に読むだけのツールではなく、障害児童・生徒自身が音声ガイドにより数式・文章などを入力可能であり、今後ワークシートやテストの解答用等に応用することも期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕

(以下を含め計 18 件)〔以下はすべて査読有〕

Watanabe, T. and Inaba, N., "Textures Suitable for Tactile Bar Charts on Capsule Paper", Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, Vol.23, No.1, pp.13-20, March 2018.

DOI: 10.18974/tvrsj.23.1\_13

藤芳衛, 藤芳明生, 石田透, 「重度視覚障害を有する教職員等の点字教材の自立的作図を可能にする Bplot (コマンド記述方式)」, 日本教育工学会論文誌, 日本教育工学会, vol.41, no.2, pp.149-156,

2017/05

DOI: 10.15077/jjet.40116

Suzuki, M. and Yamaguchi, K., "Recognition of E-Born PDF Including Mathe-

mathematical Formulas", Proceedings of the 15th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2016), Linz, LNCS 9758 (2016) pp.35-42  
DOI: 10.1007/978-3-319-41264-1\_5  
Suzuki, M., Terada, Y., Kanahori, T. and Yamaguchi, K., "New Tools to Convert PDF Math Contents into Accessible e-Books Efficiently", Proc. the 13th biennial European conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe (AAATE 2015), Budapest, Assistive Technology, IOS Press, 11-18, September 2015  
Yamaguchi, K., Suzuki, M., Kanahori, T., "Braille Capability in Accessible e-Textbooks for Math and Science", Proc. the 14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2014), Paris, Lecture Notes in Computer Science Vol.8547, Springer (2014) pp.557-563  
DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8\_87  
Yamaguchi, K., Kanahori, T., Suzuki, M., "Development of a New System to Produce DAISY Textbooks for Math and Science from PDF", Assistive Technology Research Series, Vol.33: Assistive Technology: From Research to Practice (2013) pp.684-689, IOS Press, Inc.  
DOI: 10.3233/978-1-61499-304-9-684

#### [学会発表]

(以下を含め計44件)以下はすべて査読有)

Yamaguchi, K., Kanahori, T., Makio (Hamada), M. and Suzuki, M., "Activities to Provide Accessible STEM E-books for the Developing Countries", Proc. 33rd CSUN Annual International Technology & Persons with Disabilities Conference, EDU-058, 2018.

Suzuki, M. and Yamaguchi, K., "Chatty-Book Service: Conversion of DAISY/EPUB3 into Audio-Embedded HTML5" Proc. 32nd CSUN Annual International Technology & Persons with Disabilities Conference, EDU-080, 2017.

Kristianto, G. Y., Topic, G., Aizawa, A., "Exploiting Textual Descriptions and Dependency Graph for Searching Mathematical Expressions in Scientific Papers," Proc. the 9th International Conference on Digital Information Management (ICDIM 2014), 2014.

Yamaguchi, K. and Suzuki, M., "Chatty-Infy3: New Tools to Produce Accessible eBooks Ranging from Math to Others", Satellite Conference IFLA's

WLIC 2014 eBooks for everyone! An opportunity for more inclusive libraries, 2014.

Araki, K. and Watanabe, T., "Comparison of Reading Accuracy between Tactile Pie Charts and Band Charts", Proc. the 15th ACM SIGACCESS International Conference on Computers and Accessibility, 2013.

[その他]

ホームページ等

The 3rd International Workshop on "Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science 2016 (DEIMS2016)"  
URL: <http://workshop.sciaccess.net/DEIMS2016/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

山口 雄仁 (YAMAGUCHI, Katsuhito)  
日本大学短期大学部・一般教育・教授  
研究者番号: 00182428

### (2)研究分担者

鈴木 昌和 (SUZUKI, Masakazu)  
九州大学, マス・フォア・インダストリ研究所・名誉教授  
研究者番号: 20112302

相澤 彰子 (AIZAWA, Akiko)  
国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授  
研究者番号: 90222447

渡辺 哲也 (WATANABE, Tetsuya)  
新潟大学・自然科学系・准教授  
研究者番号: 10342958

藤芳 明生 (FUJIYOSHI, Akio)  
茨城大学・工学部・准教授  
研究者番号: 00323212

### (3)連携研究者

川根 深 (KAWANE, Fukashi)  
日本大学短期大学部・一般教育・講師  
研究者番号: 90234088

駒田 智彦 (KOMADA, Toshihiko)  
日本大学短期大学部・ものづくり・サイエンス総合学科・講師  
研究者番号: 30360316

金堀 利洋 (KANAHORI, Toshihiro)  
筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・准教授  
研究者番号: 00352568