

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：51303

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010 年度～2012 年度

課題番号：22500903

研究課題名（和文） 多様な障害に対応した学習ソフトを作るための
アクセシビリティ機能ライブラリの研究

研究課題名（英文） Study on the accessibility function libraries
to create learning software for the children with various disabilities

研究代表者

竹島 久志 (TAKESHIMA HISASHI)

仙台高等専門学校・情報システム工学科・教授

研究者番号：80216887

研究成果の概要（和文）：本研究は、障害児・者を含めた多様な運動・知的特性を有する学習者が利用できる学習ソフトを増やすことを目的に、スキャン入力等のアクセシビリティ機能を容易に学習ソフトに組み込むための「アクセシビリティ機能ライブラリの開発」と、学習ソフトが備えるべき「アクセシビリティ適用指針の検討」を実施した。開発したアクセシビリティ機能ライブラリには、多様な入力方式および多様な視覚・聴覚フォーカスを備えることができた。本ライブラリを Web で公開すると共に、サンプル学習ソフトの制作、利用講習会を実施しその有用性が確認した。加えて、アクセシビリティ適用指針の案を提案した。

研究成果の概要（英文）： The aim of this study is to increase learning software which can be used by children with various disabilities. We carried out development of the accessibility function library and study of accessibility guidelines for learning software. In the accessibility function library, various operation methods and various visible and audible focuses were implemented. The library was published on the web site, some sample learning software using the library were made, the workshops of the library were held. Moreover, we proposed the accessibility guidelines for learning software.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：特別支援教育、学習ソフト、アクセシビリティ、スイッチ入力、重度肢体不自由児者、Flash

1. 研究開始当初の背景

障害等を有する特別支援学校や特別支援学級に通う児童生徒にとって、コンピュータを利用した学習は、障害による学習上の困難や障壁を取り除くために有効である。たとえば、運動能力が極めて制限された言語障害を

併せ持つ重度肢体不自由児であっても、少数のスイッチを随意に操作できればコンピュータを使って文章を書くことや意見を述べる等の主体的な学習が可能となる。

コンピュータを利用してなんらかの学習を行う場合、学習ソフトを利用する場合があ

る。学習ソフトは幼児教育から高等教育まで多様なものが市販されている。しかし、健常児を主な対象とした学習ソフトは、障害児・者にとってアクセシビリティの問題によりそのままでは利用できない、または、利用しにくい場合が多い。

肢体不自由児・者で少数のスイッチを随意に使うことができるのであれば、オペレーションナビ等のパーソナルコンピュータの操作支援ソフトを使うことにより、通常の学習ソフトを利用することが可能である。しかし、発達段階にある児童生徒、特に重度肢体不自由と知的障害を併せ持つ重度・重複障害児・者にとって、操作支援ソフトを使うことはハードルが高い場合が多い。

そのため、数は極めて少ないが障害児・者のためのアクセシビリティを考慮した学習ソフトが開発され市販されている。例えば、(株)富士通社による「ことばの玉手箱」は、マウス入力他スキャン入力機能を有しているため重度肢体不自由児・者にも利用可能である。(ただし、本ソフトは現在販売終了である。)

一方、特別支援学校教員等により、障害児・者向け学習ソフトが数多く開発・公開されている。肢体不自由者向けや視覚障害者向けのものは、それらの障害に応じたアクセシビリティに対応している。ただし、例えば肢体不自由者向けの学習ソフトには、いわゆるクリック教材(スイッチを押すと画面が変化する等)が多い。これは、ニーズが多いこともあるが、スキャン入力機能を実現することが技術的に複雑であることも大きな要因と考えられる。

多様なアクセシビリティ機能を有する学習ソフトの開発事例として、平成13年度文部科学省教育用コンテンツ開発事業において「特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツ」として開発された学習ソフト6本がある。これらの学習ソフトには、「キーボードナビゲーション機能」、「スキャン入力機能」、「音声ガイダンス」、「白黒反転」が組み込まれている。

しかし、その後国内においてこのように多様なアクセシビリティ機能が組み込まれた自作学習ソフトは開発されていない。また、国内の市販学習ソフトにおいても十分なアクセシビリティ機能を有する物はほとんどない。障害を有する児童・生徒にとって、コンピュータを使った学習が有効と考えられているにも関わらず、十分なアクセシビリティを備えた学習ソフトがほとんどないことは大きな問題である。

2. 研究の目的

アクセシビリティ機能が組み込まれた学習ソフトが開発されない原因として、需要が

少ないことや教室のICT環境が整っていないという問題が最も大きいと考えられる。しかし、アクセシビリティ機能が備わった学習ソフトが有効と思われる児童・生徒も確実の存在しており、そのような児童・生徒の学習をなんとか支援したいと考える教員もいる。そこで本研究では、特別支援学校等の教員がアクセシビリティ機能を有する学習ソフトを制作することを支援し、アクセシビリティ機能を備える学習ソフトを増やすことを目的とする。

特別支援学校教員等により制作された学習ソフトにアクセシビリティ機能を有するものが少ない技術的な要因として、「アクセシビリティ機能を実現するためのソフトウェア開発が複雑であること」、「どのようなアクセシビリティ機能をどの程度組み込んだらよいかの指針がないこと」が考えられる。そこで本研究では、アクセシビリティ機能を有する学習ソフトを容易に開発できるようにするための「アクセシビリティ機能ライブラリを開発」し、これを学習ソフト開発者に提供し、新たな学習ソフト開発、および、既存の学習ソフトの改良に利用してもらう。さらに、どのような学習内容の場合、どのアクセシビリティ機能をどの程度有することが望ましいかを示す「学習ソフトのアクセシビリティ適用指針」について検討を行う。

3. 研究の方法

(1) 調査研究

- ①国内外の学習ソフトやコミュニケーション支援ソフトを入手し、それらに実装されているアクセシビリティ機能を分析する。
- ②Web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等を調査分析する。
- ③その他、関連文献を調査する。

(2) 研究支援者の組織

学習ソフトを制作・公開している特別支援学校等教員による研究会を組織し、研究に関する意見・評価を得るとともに、学習ソフトのソースコードの提供、アクセシビリティ機能ライブラリを適用した学習ソフトの制作などについて協力してもらう。

(3) アクセシビリティ機能ライブラリの開発

- ①先行して開発していたスイッチ入力機能ライブラリを完成させる。(1)の調査を元に必要なスイッチ入力機能を追加する。
- ②多様な障害に対応したアクセシビリティ機能ライブラリとするために、選択肢の音声読上げ等の聴覚フォーカス、コントラスト表現等の視覚フォーカスを追加する。
- ③既存の学習ソフトにアクセシビリティ機能ライブラリを適用する。また、新規にアクセシビリティ機能ライブラリを組み込んだ学習ソフトを制作する。
- ④展示会および利用講習会等で、アクセシビ

リティ機能ライブラリの説明を行うと共にアンケート評価を収集する。また、本ライブラリ、サンプル学習ソフト、講習会の資料をホームページで公開する。

(4) ライブラリ利用講習会の開催

アクセシビリティ機能ライブラリの評価および普及を目的として、ライブラリの利用講習会を開催する。

(5) 学習ソフトのアクセシビリティ適用指針の検討

国内外の学習ソフト、Webのアクセシビリティ指針、デジタル教科書のアクセシビリティ指針等を参考に、学習ソフトに備えるべきアクセシビリティ適用指針の案を検討する。

4. 研究成果

(1) アクセシビリティ機能ライブラリの開発

① 開発コンセプト

アクセシビリティ機能ライブラリは以下の3点をコンセプトとして開発した。

(a) 容易にアクセシビリティ機能ライブラリが適用できること

(b) 生徒・児童の運動能力に応じたスイッチ入力方式が選択可能であること

(c) 分かりやすいフォーカス表示や音による選択肢の表現が可能であること

図1にアクセシビリティ機能ライブラリの適用イメージを示す。(a)の容易にアクセシビリティ機能ライブラリを適用出来るようにするために、まず、マウスクリックにより選択肢を選択するソフトを制作し、それに最低4行のコードを追加記述するだけでアクセシビリティ機能ライブラリが適用される方式を採用した。

② 選択肢の選択方法

(b)の生徒・児童の運動能力に応じたスイッチ入力方式を選択可能とするために、選択肢の選択方法として、以下の7種類を用意し

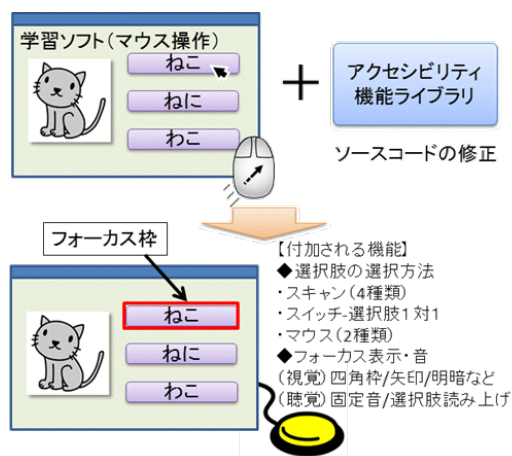


図1：アクセシビリティ機能ライブラリの適用イメージ

た。外部スイッチだけでなく、マウスを使う方法も含めた。

- ・ オートスキャン：一定時間間隔でフォーカスが移動する。

- ・ 逆オートスキャン：スイッチを押している間フォーカスが移動し、スイッチを離れたところで確定する。

- ・ 1スイッチステップスキャン：スイッチを押してフォーカスを移動させ、一定時間フォーカスを移動しないと確定する。

- ・ 2スイッチステップスキャン：スイッチ1でフォーカスを移動し、スイッチ2で確定する。

- ・ ダイレクト：選択肢とスイッチが1対1に対応している。スイッチ6個まで対応している。

- ・ マウスポインティング：マウスカーソルが一定時間選択肢上にあると確定する。

- ・ マウス操作：通常のマウス操作である。フォーカスを表示させることもできる。

③ フォーカス表現

フォーカスの種類を以下に示す。

【視覚的フォーカス】

(A) 四角枠（色、太さの変更が可能である。）

(B) 矢印（固定位置、振動アニメ付き、オートスキャンの選択可能時間に合わせた横移動付きがある。）

(C) 選択肢画像の拡大・縮小の振動（図2(a)）

(D) コントラストフォーカス（フォーカスされている選択肢以外を暗く表示。）（図2(b)）

【聴覚的フォーカス】

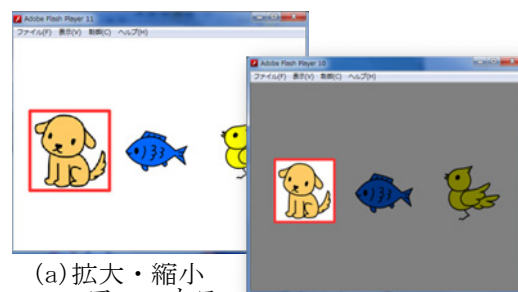
(E) 固定音

(F) 選択肢毎に異なる音（選択肢の音声読み上げに対応）

④ 設定変更

選択肢の選択方法などの設定変更は、専用のアプリケーションソフト（JAVAで作成）で行う。設定情報は外部ファイル（XML形式）で保存され、設定ファイルを個人や学習ソフトごとに複数用意しておき、切り替えて使うことも可能である。

(2) 利用講習会の開催



(a) 拡大・縮小フォーカス

(b) コントラストフォーカス

図2：視覚的フォーカスの例

これまでにアクセシビリティ機能ライブラリの利用講習会を3回実施した。マジカルトイボックス・イベント（平成23年7月）では2時間講座を実施した。参加者は6名である。大阪府支援教育研究会 ICT活用プロジェクト夏期講座（平成23年8月および平成24年8月）では1日講座を計4回開催した。参加者は合計18名（平成23年9名、平成24年9名）である。

講座タイトルは、「クリック教材から選択教材へ～Flashでスキャン教材をつくろう～」である。講座では、図2に示すサンプルソフト（シンボルを選択すると、選択肢に対応する写真または動画と音が出力される。）を制作することによりアクセシビリティ機能ライブラリの適用方法を理解してもらった。さらに大阪の講座では、後半に自由制作として各参加者が希望するソフトの制作に取り組んだ。ある参加者は、サンプルソフト（図2）を修正することにより、オリジナルのソフトを制作していた。多様なサンプルソフトを用意することが、学習ソフトを容易に制作するために有用であると考えられる。

講座後にアンケートを実施したところ、アクセシビリティ機能ライブラリの「適用のしやすさ」は4段階評価で92%が「とても/やや適用しやすい」であった。初心者でも容易にアクセシビリティ機能ライブラ리를組み込めることが確認できた。

(3) フォーカス表現の評価

認知機能の低い児童・生徒でも、フォーカスを理解しスキャン操作ができるようにするために、多様なフォーカス表現を実装した。これらの有効性の評価として、教員等によるアンケート評価を実施した。評価者は、マジカルトイボックス・イベント（平成24年7月）での展示会場で16名、平成24年8月の大阪府支援教育研究会 ICT活用プロジェクト夏期講座での講座参加者9名とスタッフ2名の合計27名である。評価者には、各フォーカスを実際に示し、「知的障害を併せ持つ重度肢体不自由者が使用することを想定して」評価して頂いた。

その結果、5段階評価の平均点が「(B)矢印」では3.1～3.3点であるのに対し、「(C)選択肢画像の拡大・縮小の振動」および「(D)フォーカスされている選択肢以外を暗く表示」では3.9～4.2であった。また、「(F)選択毎に異なる音」を割り当てられる機能については、平均4.6点であった。以上より、(C)や(D)のフォーカスを使うことにより、認知機能の低い児童生徒を対象とする学習ソフトを制作できる可能性が示唆された。

(4) アクセシビリティ適用指針の検討

障害のある児童・生徒が学習ソフトを利用

するためにはどのような機能が備わっていることが必要か検討した。

まず、多くの学校への導入がされており、障害のある子どものための機能が豊富に備わっているスピーキングダイナミカリーのアクセシビリティ機能について調査した。また、国内では販売されていないが、様々な障害のある子どもへの機能を持っているCrick Software社のClickerというソフトを入手して比較検討を行った。

上記の整理ではソフトの設定項目をまとめたもののため、機能の偏りや十分に表現されない項目があった。しかし、デジタル教科書ガイドラインを見ると、各障害に対応して様々な機能が必要とされると考える。検討する中で、それらの機能はすべてのソフトにそれらの機能が備わっているのではなく、最低限必要となる機能を標準で持ちつつ、各障害別に付加されればよいのではないかと考えた。

そこで、以下は標準で学習ソフトに備わっていた方が良いと考える機能と、オプションとして追加した方が良いと考える機能の提案である。

【標準機能】

- ・キーボードインターフェース：すべての操作はキーボードで操作可能とする。
- ・カラーユニバーサルデザイン：色が見にくくならないようなカラーユニバーサルデザインになっているか、または、設定で変更ができる。
- ・操作方法の統一：繰り返し使われるような動作については入力方法を統一し、また、ボタンの位置が固定されている。

【オプション機能】

- ・ソフトウェアボタンを外部のスイッチで操作可能とする。また、スイッチ操作は多様な選択方法が選べ、フォーカス枠や音声フィードバックなどにより操作者がフォーカスアイテムを認知しやすくする。
- ・画面上の文字を拡大、反転表示、ルビ振り、文字の置き換えなどの変更ができる。
- ・一定のルールでソフトの中のテキスト情報を取り出す方法が提供されており、音声リーダーソフトなどで確認ができる。
- ・動画などのメディアに対してはテキスト情報が付加されており、必要に応じて画面に表示でき、音声リーダーソフトなどで読み出すことができる。
- ・ソフトの進行の速さを利用者の理解の度合いによって調整することが可能。

今後これらについて、アクセシビリティ機能ライブラリを利用した評価用学習ソフトを制作し、この指針の妥当性を検討していく。

(5) まとめ（今後の課題）

多様な障害に対応した学習ソフトの制作を支援するアクセシビリティ機能ライブラ

りを開発した。Web サイトでの公開、利用講習会の開催、サンプル学習ソフトの制作等を実施した。しかし、実際の教育現場での利用例は少なく普及しているとはいえない。普及していない要因として、本ライブラリを組み込んだ学習ソフトが少ない、設定変更用のアプリケーションソフトが JAVA であるため JAVA 仮想マシンをインストールする等の必要等が考えられる。今後、より多くの学習ソフトを制作すると共に、Web ブラウザベースで学習ソフトの選択・実行・設定変更ができる等の現場での使いやすさを追求したシステムに進化させる必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 吉田悠亮, 爲川雄二, 金森克浩, 竹島久志, “障害児・者支援ソフトウェア開発における人間中心設計とアジャイル開発手法の有効性の検討～「スイッチ入力機能ライブラリ」の開発過程整理から～”, 教育情報学研究 No. 11, 9-19 (2012) [査読あり].

[学会発表] (計 10 件)

- ① 高橋健一, 竹島久志, “重度・重複障害児向け学習ソフト制作支援を目的とした Flash 用アクセシビリティ機能ライブラリの開発”, 平成 24 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム講演論文集 T12-P1-17, p. 17 (2013. 3. 2, 仙台市).
- ② 竹島久志, 金森克浩, “重度・重複障害児向け選択教材ソフトを簡単に作るための Flash 用アクセシビリティ機能ライブラリの開発”, 日本特殊教育学会第 50 回大会, P2-M-10 (2012. 9. 28-9. 30, つくば市).
- ③ 竹島久志, 高橋健一, 金森克浩, 吉田悠亮, “多様な障害に対応した学習ソフトを制作するための Flash 用アクセシビリティ機能ライブラリの開発”, 2012 年度福祉情報教育フォーラム in くしろ講演論文集, 34-35 (2012. 9. 22, 釧路市).
- ④ 金森克浩, 竹島久志, “アクセシブルな学習ソフトを作成するための指針に関する研究”, 日本教育工学会第 28 回全国大会, P2a-SCS-31 (2012. 9. 15-9. 17, 長崎市).
- ⑤ 吉田悠亮, 爲川雄二, 川住隆一, 竹島久志, “重度肢体不自由者向け学習支援ソフトの開発過程(2)”, 日本特殊教育学会第 49 回大会(2011 弘前大会), p. 745 (2011. 9. 23-9. 25, 弘前市).
- ⑥ 竹島久志, 小川優太, 吉田悠亮, 爲川雄二, 金森克浩, “多様なスイッチ入力方式に対応した学習ソフトを作るための Flash 用ソフトウェアライブラリの開発”, 第 26 回リハ工学カンファレンス講演論文集,

36-37 (2011. 8. 24, 大阪市).

- ⑦ 竹島久志, 吉田悠亮, 爲川雄二, 金森克浩, “アクセシブルな学習ソフトの制作に向けて～多様なスイッチ入力方式に対応した Flash 学習ソフトを簡単に作るためのソフトウェアの開発～”, ATAC カンファレンス 2010 京都, 143-144 (2010. 12. 11-12, 京都市).
- ⑧ 竹島久志, 吉田悠亮, 爲川雄二, 金森克浩, “重度肢体不自由児・者が操作可能な学習ソフトを作るための Flash 版スイッチ入力機能ライブラリの開発と普及に向けて”, 電子情報通信学会技術研究報告 ET2010-27 (2010. 9. 25, 横須賀市).
- ⑨ 吉田悠亮, 爲川雄二, 川住隆一, 竹島久志, “重度肢体不自由者向け学習支援ソフトの開発過程”, 日本特殊教育学会第 48 回大会 (2010 長崎大会) 発表論文集, 469 (2010. 9. 18-9. 29, 長崎市).
- ⑩ 吉田悠亮, 爲川雄二, 竹島久志, “重度肢体不自由児・者向け学習ソフトを作るための Flash 用スイッチ入力機能ライブラリの開発”, 第 9 回情報科学技術フォーラム (2010. 9. 7-9. 9, 福岡市).

[その他]

ホームページ

<http://hirose.sendai-nct.ac.jp/~takesima/able-cal/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹島 久志 (TAKESHIMA HISASHI)
仙台高等専門学校・情報システム工学科・教授
研究者番号: 80216887

(2) 研究分担者

金森 克浩 (KANAMORI KATSUHIRO)
独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・教育研修情報部・総括研究員
研究者番号: 60509313

(3) 研究協力者

糸川美和子 (ITOKAWA MIWAKO)
大阪府立堺支援学校
大前洋介 (OOMAE YOUSUKE)
神戸市立青陽養護学校
神佐博 (KANZA HIROSHI)
石川県立七尾特別支援学校
小西順 (KONISHI JUN)
大阪府立堺支援学校
近藤春洋 (KONDOU HARUHIRO)
YCC こども教育研究所
吉村史郎 (YOSHIMURA SHIROU)
東京都立村山特別支援学校
吉田悠亮 (YOSHIDA YUSUKE)
東北大学大学院教育情報学教育部
為川雄二 (TAMEKAWA YUJI)

東北大学大学院教育情報学研究部
高橋健一 (TAKAHASHI KENICHI)
仙台高等専門学校専攻科
田中大輔 (TANAKA DAISUKE)
小川優太 (OGAWA YUTA)
経田太郎 (KYODA TARO)
佐々木拓也 (SASAKI TAKUYA)
仙台高等専門学校