

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：34436

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501230

研究課題名(和文) 知的障害児のための3Dを用いた文字発音学習支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of Learning Support Software Using 3-D CG animation for Children with intellectual disabilities

研究代表者

小田 まり子(Oda, Mariko)

羽衣国際大学・人間生活学部・准教授

研究者番号：20269046

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：知的障害児のための3次元CGアニメーションを用いた教育支援ソフトウェアを開発した。平仮名文字学習CGアニメーションを用いて、知的障害を持つ児童は平仮名の形状を認識し、発音と平仮名の関係を学ぶことができる。また、口唇動作CGアニメーションを見ながら発音練習が可能であり、文字、発音、口唇動作を組み合わせ学習できる。児童の理解度、定着度を確認しながら学習が進められるように、ドリル型やゲーム型の平仮名学習教材ソフトウェアも開発した。久留米支援学校において本ソフトウェアを利用した授業を定期的実施し、大学生が教育支援を行った。学習過程における平仮名読みの正解率を調べた結果、有意に向上していた。

研究成果の概要(英文)：The author developed educational software using 3-D CG animation for children with intellectual disabilities. The software aimed to allow learners to practice reading Japanese hiragana characters by looking at CG animations of hiragana characters and listening to their sounds. The learners can simultaneously watch the mouth movements while listening to their pronunciation in order to understand the relationship between hiragana characters, their pronunciation, and mouth movements. The authors also developed drill and practice software for the purpose of learning hiragana characters. These three types of software were utilized at a special support school with our university students assisting children in using the software in the classroom.

In order to evaluate the effectiveness of the software, the learning process of the children was videotaped and analyzed. The results showed that children could read hiragana characters more accurately after studying with the software.

研究分野：教育学

キーワード：特別支援教育 CG アニメーション 知的障害児 文字の学習 口唇動作 教育支援ソフトウェア

1. 研究開始当初の背景

知的障害がある児童の学習においても、コンピュータは非常に有効な教材・教具である。それは、コンピュータの双方向性や、視覚的、聴覚的に多様な表現により、児童の興味関心を引くことが可能であるからだ。

福岡県久留米支援学校における教育実践現場でも、教室にパソコンや液晶プロジェクタが常設されており、教員が授業で活用している。教員たちは、新しい IT 機器の使用にも積極的であり、iPad などのタブレット型情報端末を用いた教育も試みていた。しかし、タブレット端末特有の“触ってすぐ離す操作”、“触ったままの状態を保つ操作”、“指を複数使う操作”は、中・重度の知的障害児にとっては難しいため、市販の教育用ソフトウェアをそのまま利用できない。結局、多くの教員は、プレゼンテーションソフトを用いて教材ソフトウェアを自作し、授業で用いている。しかし、各々の児童生徒に合わせた入力機器を用意することや、プログラミングが必要になる双方向的な教材ソフトウェアやコンピュータ・グラフィックス (CG) を用いた教材の開発は、教育実践現場の教員にとって困難である。

2. 研究の目的

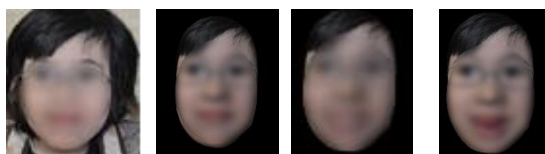
本研究では、知的障害児を対象に、文字や音声、口唇動作を関連付けながら学習できる 3D-CG を用いた教材ソフトウェアを開発する。発音の学習教材として、学習者自身の顔をモデルとした口唇動作 CG アニメーションを開発する。また、文字の学習教材として、文字を 3D-CG で表現した文字アニメーションを開発する。

特別支援学校における実際の授業で、本ソフトウェアを用いた教育的・技術的支援を定期的に行う。最後に、定期的な教育支援による学習効果について検証する。

3. 研究の方法

3.1 口唇動作 CG アニメーションの開発

文字に関心が少ない、あるいは文字の認識が難しいことから、文字を読むことが難しい知的障害児を対象に文字・発音学習支援教材ソフトウェアを開発する。



(写真画像) (口唇動作 CG アニメーション)
図 1: 学習者口唇モデル CG 例

図 1 のように、発音の学習においては、“Lip

Reading” を応用し、学習者自身の顔をモデルにした口唇動作 CG アニメーションを開発し、学習者に提示できるようにした。

3.2 平仮名文字の学習 3D-CG アニメーションの開発

知的障害児の中には、カードや本の文字に対してあまり興味を示さない児童がいる。しかし、カードや本の上の平面的な文字ではなく、パソコン画面上の 3D-CG で表現した文字ならば、興味を持つのではないかと考えた。そこで、図 2 のように、文字を 3-D CG で表現した文字アニメーションを学習者に提示できるようにした。

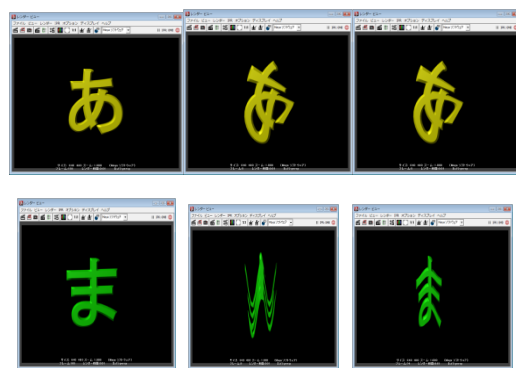


図 2 特殊効果による文字アニメーション

3D-CG 文字アニメーションでは、文字に特殊効果をつけて学習者の興味を惹きつけておき、覚えるべき文字形状になった時に文字の動きを止める。そして、文字が停止している時に、文字の読みを 5 秒間音声で流す。これにより、平仮名と音韻の結びつきを学習できる。毎回異なる文字の動きによるアニメーションを提示するため、同じ文字の繰り返し学習でも、飽きることなく学習を継続できる。

3.3 文字・発音学習教材 WEB ページの開発

文字・発音学習教材 WEB ページを、HTML や JavaScript を用いて開発した。



図 3: 文字・発音学習教材トップページ

図3のトップページから、文字の学習アニメーション、口唇動作 CG アニメーション、発音時音声などの教材を呼び出すことができ、全てブラウザ上で簡単に利用できる。学習内容定着のためには、繰り返しの学習が必要であるが、文字と発音、口唇動作を関連づけながら繰り返し学習することができる。

文字の形式認識ができていのかどうかを確認する学習教材(図4)や発音を聞いて文字を同定するドリル型教材(図5)も、トップページから呼び出し、利用することができる。正誤判定機能もあるので、学習者の理解度を確認することができる。



図4: どちらかな? (文字の形状認識)



図5: 文字をあてよう画面例

また、「あ」は「あひる」の「あ」、「い」は「いぬ」の「い」というように、平仮名を組み合わせることで具体物を表現できることを学習する教材『「あ」ではじまるのはどっち』(図6)を開発した。



図6: 「あ」ではじまるのはどっち

3.4 文字の学習ゲームの開発

文字の学習ゲーム「文字たたき」も開発した(図7)。学習目的は、「どっちかな? (文字の形態認識)」と「文字を当てよう (発音による文字同定)」と同じであるが、下から上に移動する□で囲んだ文字から解答を選ぶ必要があるため、瞬発力、集中力が必要となる。文字の種類、数、文字の動くスピードは、学習者の能力に応じて簡単に変更できる

ようにしている。

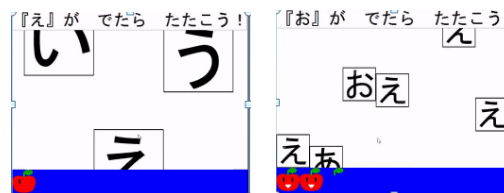


図7: 文字叩きゲーム (文字認識)

3.5 タッチペン入力用の教材ソフトウェアの開発

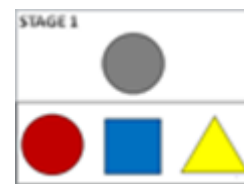
重度な知的障害がある児童を対象に、タブレット端末にペン入力で解答する形式の学習教材ソフトウェアを開発した。本教材ソフトウェアは、発話がなく、図形や文字の認識ができていのかどうかの確認が困難な重度の知的障害を持つ学習者を対象にした。

最初に、図8(a)のタッチの練習を用いてタブレット端末へのペン入力に慣れるようにする。これは、表示された○の部分タッチするソフトウェアで、練習が進むと○の大きさが小さくなり、また、○の移動速度が速くなる。

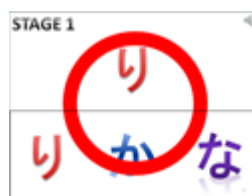
図8(b)は、画面の上段の図形と同じ形のものを下段から選択する形式の学習教材である。図8(b)で形状の違いを認識する学習をした後、今度は、図8(c)で文字の形状の違いを学習する。その後、図8(d)の書き順と読みを学習する。



(a) タッチの練習



(b) 図形の認識



(c) 文字の認識



(d) 平仮名書き順



(e) 線なぞり書き



(f) 平仮名なぞり書き

図8 タッチペン入力教材ソフトウェア

字を書けない学習者の場合、最初から複雑な文字を書く作業は困難である。そこで、図8(e)のような一本の線上をなぞる教材から作成した。これは、タッチした始点と終点の

座標をプログラムで記憶しており、正しく書けているかどうかの判定を行う。ペンで線をなぞる練習をした後、図8(f)を用いた平仮名のなぞり書きへと学習を進められるようにした。

4. 研究成果

本研究において、久留米支援学校に通う知的障害児のためのCGを利用した文字・発音学習支援ソフトウェアを開発し、支援学校において教育実践を行い、その学習効果を確認した。

4.1 教育実践

本研究では、特別支援学校を訪問し、開発した学習教材ソフトウェアや入力装置を用いた教育実践を行った。指導を行った学生は工学を専攻する大学生(計15名)、大学院生(計2名)であり、特別支援教育に対する関心と熱意があれば、教職課程の単位取得にはこだわらなかった。

表1に3人の学習者に行った教育実践の内容について示す。教育実践は、個々の児童の発達段階から作成された指導計画に基づいて、各々の児童ごとに別々の内容の授業が行われる「自立活動の時間」の1時間を利用して行った。

表1 教育実践の内容

学習者 A	
実施期間・回数	平成 23 年から 24 年 計 6 回
支援学生数	大学院生 1 名 大学生 1 名
対象児童	小学 2 年 女児 (知的障害)
利用ソフト	文字発音学習ソフトウェア
入力機器	タッチパネル
学習者 B	
実施期間・回数	平成 25 年から 27 年 (計 45 回)
支援学生数	大学院生 1 名 大学生 6 名
対象児童	中学 2 年から 3 年 (肢体不自由)
利用ソフト	教科学習用教材ソフトウェア
入力機器	自作入力機器 (タッチスイッチ)
学習者 C	
実施期間・回数	26 年から 27 年 2 月 (計 26 回)
支援学生数	大学生 8 名
対象児童	中学 3 年生 (肢体不自由)
利用ソフト	ペン入力学習教材ソフトウェア 文字学習用教材ソフトウェア
入力機器	市販タッチペン、タブレット

図9に、教育実践の様子を示す。授業形式は、指導する大学生、大学院生が児童生徒の横につき、技術的、教育的に支援する個別学習形式を取った。また、一つの教室で二人の児童が別の内容を学習する際には、お互いの気が散らないようにパーティションで区切って学習を行った。



図9: 教育実践の様子

4.2 学習効果の検証

4.2.1 学習者 A に対する教育実践

学習者 A は、知的障害と脳性麻痺がある小学 2 年生の女児である。音声言語を理解し、表出も可能で、我々とのコミュニケーションも十分になりつつ。学習者 A に対しては、家庭では、母親が文字を覚えるように、絵本やカードを用いた働きかけをしてきた。また、学校でも、教員が工夫して、文字カードなどを用いた授業をしているが、本人が文字に関心が少ないせいか、集中した学習が困難という状況であった。そのため、学習前のテストでは、平仮名を読むことができなかった。

そこで、我々は、教材として、CG アニメーションによる文字・発音学習ソフトウェアを利用し、平仮名読みの学習を行った。まずは、学習者の名前にある平仮名と「あ」「い」「う」「え」「お」の学習に取り組んだ。口唇動作 CG アニメーションでは、学習者 A の顔モデルによる CG アニメーションを提示した。

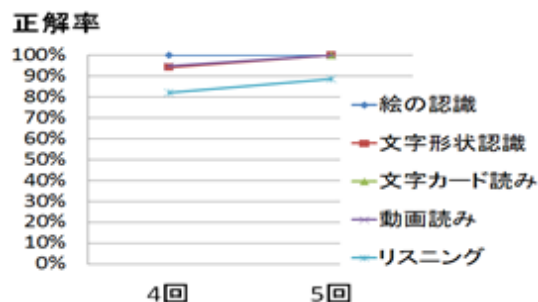


図10: 学習内容別正解率の変化

図 10 は学習内容別に見た第 4 回と第 5 回学習における正解率の変化を表したグラフである。全ての学習内容において正解率が向上していることがわかる。

図 11 は学習内容別に見た第 4 回と第 5 回学習における応答時間の変化を表したグラフである。全ての学習内容において、問題画面が表示されてから解答するまでにかかる時間が、4 回目より 5 回目の方が短くなっていることがわかる。カード読みは、4 回目に初めて学習に取り入れたため、最初は時間がかかったが、5 回目には、動画読みにかかる時間と差がなくなっている。

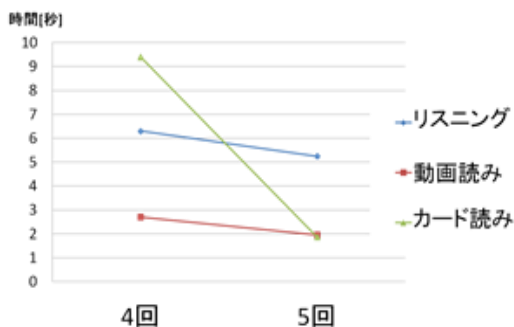


図 11: 学習内容別応答時間変化

授業では、主に教材システムを用いて、CG アニメーションを見ながら学習を行ったが、最終的には、印刷したカードの文字が読めるようになったことは大きな成果であった。

4.2.2 学習者 C に対する教育実践

学習者 C は重度の知的障害があり、音声言語による意思の疎通が困難な中学 3 年生の女子生徒である。学習者 C は、文字を読むことが困難であるが、上肢、下肢が動き、物をつ

かむ動作も可能である。そこで、鉛筆を持って字を書く学習につなげていくため、ペン入力による解答形式で、図形と文字の学習をすることにした。学習者 C の学習には Android のタブレット端末とタッチパネル搭載のパソコンを用いた。

我々が、授業を行う以前、学習者 C が図形や文字の判別について理解しているのかどうかの判断が困難であった。しかし、授業を進めていくうちに、学習者 C は画面を注視し、形をよく観察して解答するようになり、図形や文字の違いについて正しく理解できていることが確認できた。

図 12 は学習者 C の学習内容ごとに見た理解度の変化を示すグラフである。縦軸が、学習理解度 (%) を、横軸が学習実施日を表している。学習者 C は、3、4 回の教育実践によって、一つの学習内容を理解できるようになっている。最終的には、現在、学習中の「ペンで文字をなぞろう」以外の内容は、100% の正解率となった。そして、復習した場合にも、一度理解できた学習内容は定着していることも確認できた。

平成 26 年度は、学習者への教育支援だけではなく、支援学校の教員にも教材ソフトウェアの利用方法について説明を行った。その結果、我々の訪問日以外にもほぼ毎日、特別支援学校の教員が教材ソフトウェアを授業で利用することになった。そのことも、学習内容の理解、定着につながったと考えられる。

また、教材ソフトウェアによる図形の認識や文字の認識の学習を通して、学習者 C は物の形をしっかりと見てから正しいものを選択する力がついた、これにより、日常生活の中でも、よく見て正しいものを持つてくるといった行動につながり、成長がみられた。

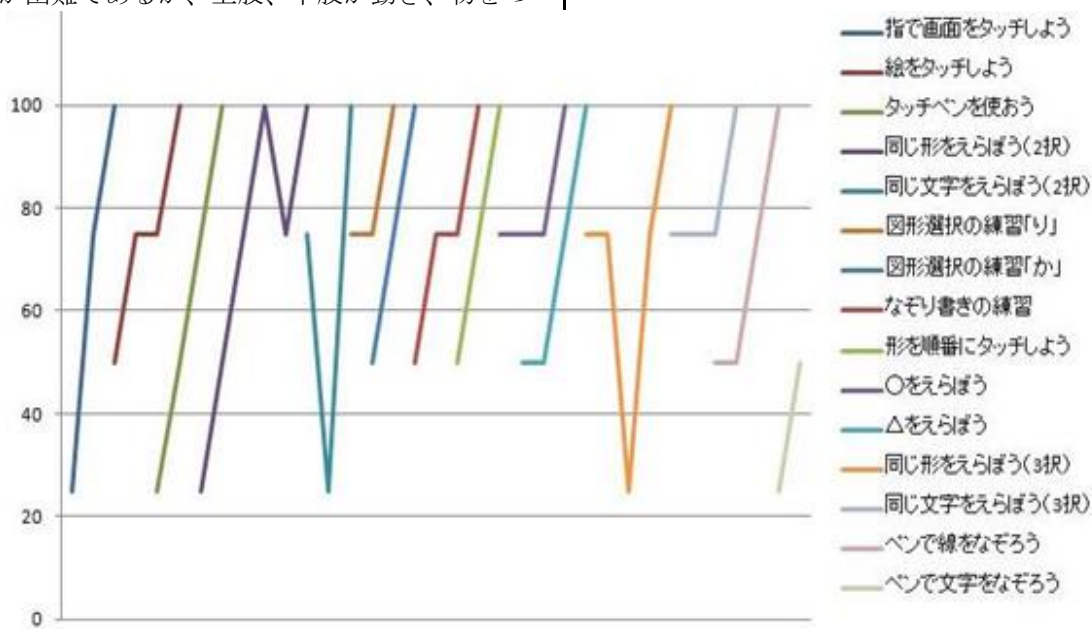


図 12: 学習内容別理解度の変化

4.2.3 継続した教育支援に向けて

特別支援学校における教育支援は、ICT を専門に勉強する大学生にとって、利用者を考えたソフトウェアとハードウェアの実践的な開発経験となった。また、障害児をサポートする教育の貴重な経験となり、社会性の向上にもつながったと言える。

大学生の教育実践は、児童にとっても有効に働き、横で指導している大学生の期待にこたえて頑張ろうとする姿が見られるなど、児童と指導学生の相互に良い影響を与えた。

平成 25 年度からは定期的な教育支援ができるようになった。その結果、対象とした学習者の学習後テストの正解率が有意に向上しており、その学習効果が確認できた。

平成 27 年度からは、科学研究費基盤研究(C)「大学連携サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援」により、久留米支援学校への教育支援を継続できるようになった。また、羽衣国際大学でも教員 3 名、学生 8 名の協力を得て、新たに教育支援プロジェクトを結成することができた。今後は、大阪の堺支援学校において、肢体不自由児への工学的・教育的支援にも取り組んでいきたい。そして、羽衣国際大学、久留米工業大学、福岡工業大学で連携、協力し、大学生のサービスラーニングとして地域特別支援学校の支援を広げていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

- (1) 知的障害児のための CG アニメーションを用いた教育支援ソフトウェアの開発、田口浩太郎、小田まり子、河野央、小田誠雄、新井康平、教育システム情報学会ジャーナル:2014 年 1 月 31 巻号,pp48-56 (2014 年)
- (2) Effects of Pronunciation Practice System Based on Personalized CG Animation of Mouth Movement Model Kohei Arai (佐賀大学大学院工学系研究科), Mariko Oda IJACSA Vol.3, No6, pp125-130 (2012 年)
- (3) サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援 小田まり子、小田誠雄、河野央、佐塚秀人、高橋 雅仁、JSiSE, research report 29(6) pp.115-120 (2015)
- (4) 知的障害児を持つ肢体不自由児のための教育支援ソフトウェアと入力機器の開発、田口浩太郎、小田まり子、河野央、小田誠雄、久留米工業大学研究報告 No.33, pp.85-93 (2013 年)

- (5) 知的障害児のための CG を用いた文字・発音教育支援ソフトウェアの開発 小田まり子、田口浩太郎、河野央、小田誠雄、新井康平、久留米工業大学研究報告, No.35, pp.21-30 (2012 年)

〔学会発表〕(計 7 件)

- (1) 知的障害児のための教育支援システムの開発 田口浩太郎、小田まり子、河野央、小田誠雄、新井康平、教育システム情報学会研究会 (山口大学) 教育システム情報学会論文特集号論文集, pp. 38-45 (2013 年)
- (2) サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援 小田まり子、小田誠雄、河野央、佐塚秀人、高橋 雅仁、教育システム情報学会第 6 回研究会 (香川大学) (2015 年 3 月)
- (3) 口唇動作の数理モデルによる 3DCG アニメーションの自動生成、河野央、小田まり子、秋山侑也、日本デザイン学会誌第 60 回研究発表大会 (筑波大学) (2013 年)
- (4) 数理モデルによる口唇動作 3DCG の生成手法、河野央、小田まり子、第 1 回 ADADA Japan 学術大会表概要集 B4-7 (九州大学) (2014 年)
- (5) シュリンクラップモデリングによる 3 次元顔形状の生成、秋山侑也、河野央、小田まり子、日本デザイン学会誌第 59 回研究発表 (札幌市立大学) (2012 年)
- (6) 知的障害児を持つ肢体不自由児のための教育支援ソフトウェアと入力機器の開発、田口浩太郎、小田まり子、河野央、小田誠雄、電子情報通信学会福祉情報工学研究会 (筑波技術短期大学) (2014 年)
- (7) 知的障害児のための文字・発音ソフトウェアの開発、小田まり子、田口浩太郎、河野央、小田誠雄、新井康平 教育システム情報学会全国大会 (千葉工業大学) (2012 年)

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
小田 まり子 (ODA MARIKO)
研究者番号: 20169046