

〔論文〕

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^{*1}・田口浩太郎^{*2}・河野 央^{*1}
小田 誠雄^{*3}・新井 康平^{*4}

Development of Educational Software Using CG Animation for Mentally Handicapped Children

Mariko ODA^{*1}, Kotaro TAGUCHI^{*2}, Hiroshi KONO^{*1},
Seio ODA^{*3} and Kohei ARAI^{*4}

Abstract

The authors developed educational software using 3-D Computer Graphics (CG) animation for mentally handicapped children. 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 of hiragana characters 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 as well as game software for the purpose of learning hiragana characters. These three types of software were utilized at a special support school in Kurume, Japan, 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.

Keyword : Mentally handicapped children, Educational support software, CG animation

概 要

我々は、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、学習者個人毎に用意した口唇動作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て学習できる。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。

久留米市立特別支援学校において、本ソフトウェアを利用した授業を定期的 to 実施し、久留米工業大学の学生が教育支援を行った。CGアニメーションを用いた文字発音学習ソフトウェアの学習効果を確認するため、平仮名文字学習課程をビデオ撮影した。学習課程における平仮名読みの正解率を調べた結果、有意に向上していることが確認できた。

キーワード : 知的障害児、教育支援ソフトウェア、CGアニメーション

^{*1} 情報ネットワーク工学科
平成24年10月29日受理

^{*2} 電子情報システム工学専攻

^{*3} 福岡工業大学

^{*4} 佐賀大学工学系研究科

1. はじめに

障害のある児童については、障害を補完し、学習を支援する補助手段として、情報通信技術などの活用を進めることが重要である⁽¹⁾。また、情報通信技術を活用することにより、学校で学んだことについて、家庭や地域における学習支援も可能となり、子どもたちの学習機会の一層の充実に資する⁽²⁾。特別支援学校の学習指導要領においても、「児童生徒の知的障害の状態や経験等に応じて、教材・教具や補助用具などを工夫するとともに、コンピュータ等の情報機器などを有効に活用し、指導の効果を高めるようにするものとする。」と規定されている。

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、聴覚的な多様な表現により、児童の興味関心を引くことが可能であるからだ⁽³⁾。しかし、知的障害者である児童生徒の学習を目的とした学習用ソフトウェアは極めて少なく、また、学習特性が様々であることから、市販の学習用ソフトウェアではうまく適合しないという問題がある⁽³⁾。また、障害の状態に合わせて入力動作や操作スイッチを選択する方法も確立されておらず、障害児がコンピュータの機能を有効に活用するための支援体制や参考となる研究情報も十分とは言えない⁽⁴⁾。

山本⁽⁵⁾は、障害児に対する特殊教育を担当する教師に求められる専門性の一つに、コンピュータ等の知識・技術を挙げている。福岡県久留米市立特別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。重複障害で音声言語による表出が困難な児童に対しては、VOCA (Voice Output Communication Aids) を利用した教育も行っている。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知教育も試みていた。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エ

アを自作し、授業で用いている。児童生徒の興味を引くように、音や映像とリンクされており、入力には、障害に合わせた入力装置である棒スイッチを併用するなどの工夫がなされている。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。そこで、筆者らは、久留米市立特別支援学校の知的障害を持つ児童を対象にした 3 次元 CG (3D CG) アニメーションを用いた文字・発音教材ソフトウェアを開発することにした。

障害児教育に CG を用いた教育・研究としては、デジタル教科書を開発し、現場の先生方が実際に利用した結果の調査研究⁽⁶⁾や自閉症児の特異な行動を 3DCG で表すことにより、プライバシーを回避する研究⁽⁷⁾などが行われてきた。

筆者らも、これまでに、見真似発音練習システム“Lip Reading”開発してきた⁽⁸⁾。“Lip Reading”は、発音に問題のある学習者を対象にしており、学習者は画面上に表示された自分自身の口唇動作とモデルとなる口唇動作 CG アニメーションを比較しながら発音練習ができる⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。

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 3DCG を用いた教材ソフトウェアを開発した⁽¹¹⁾。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た。従って、学習者は自分の顔に似たモデルによる正しい口唇動作を見ながら発音、口唇動作を学習できる。また、文字 (平仮名) の学習においては、子供たちの興味を喚起し、集中力が続くように文字を 3-D CG で表現し、アニメーションをつけた。

筆者らは、久留米市立特別支援学校における実際の授業で本教材ソフトウェアを用いるための、教育的・技術的支援も行う。その際、ソフトウェアを児童が自習 (独学) で利用するのではなく、ソフトウェアの開発に関わった久留米工業大学の大学生および大学院生が横について、児童の反応をみながら、教育的・技術的支援を行う。特別支援学校教員の意見を参考にしながら、児童の反応に合わせて教材ソフトウェアを改良するという教育現場に密着したソ

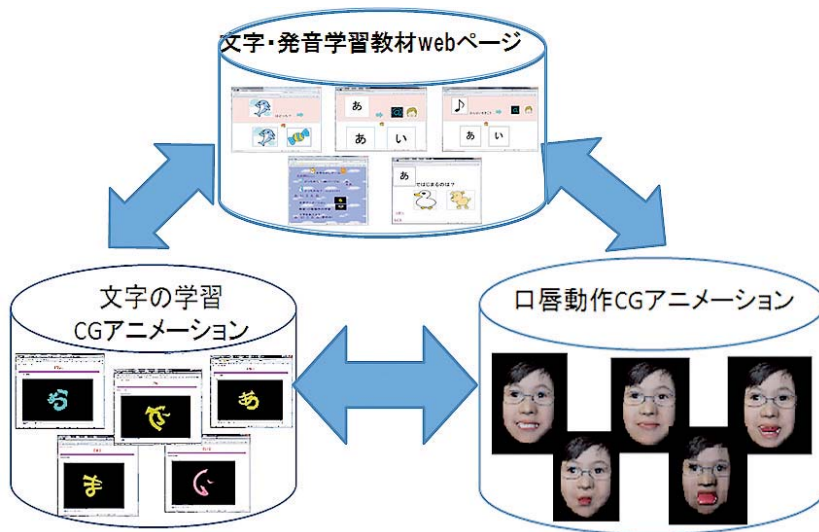


図1：文字・発音学習教材ソフトウェア

フトウェアの開発は、工学系大学生にとっても良い経験になると考える。

本論文では、まず、本研究で開発した文字発音教材 WEB ページ、口唇動作 CG アニメーション、文字学習 CG アニメーション、文字学習ゲーム教材からなる学習教材ソフトウェアについて述べる。次に、学習者に合わせて開発した入力機器について述べる。

次に、特別支援学校における教育支援について説明した後、最後に、本ソフトウェアによる教育効果について考察する。

2. 文字・発音学習支援教材ソフトウェア開発

本研究では、文字の読み書きができない知的障害を対象に文字・発音学習支援システムを開発する。文字が読めない児童は、耳から聞いて物の名前などを憶えており、発音が明瞭でない場合も多い。そこで、発音の明瞭度を向上させるためにも、本研究では、図1のように文字、発音、口唇動作を組み合わせることで学習できる教材ソフトウェアを開発する。

2. 1 口唇動作 CG アニメーション

発音と口唇動作の学習においては、学習者自身の顔をモデルにした発音時口唇動作モデル CG アニメーションを学習者毎に開発する。この口唇動作モデル CG アニメーションは、口唇動作の特徴が掴みやす

い話者の口唇動作分析結果に基づいた理想的な口唇動作を実現する。従って、学習者は自分の顔に似たモデルによる正しい口唇動作を見ながら発音を学習できる。対象となる学習者は自分の顔が画面上に現れることを喜ぶこともあり、興味を持たせ、集中力を高めるためにも学習者モデルは有効である。

学習者口唇モデル CG アニメーションの開発には、Autodesk Maya を用い、図2のように、顔写真のマッピングによって学習者に似た基本モデルを作成する。また、口唇動作のアニメーションには、Maya のブレンドシェイプ機能を用い、口唇形状の変化を CG で実現した。大きく口を開く動作には、仮想的な骨を用い、顎の回転運動を実現した。

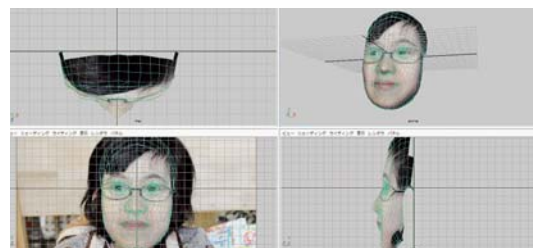
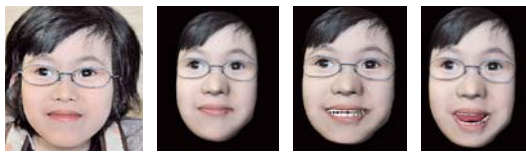


図2 学習者口唇基本モデルの開発

図3に、学習者口唇動作 CG アニメーションにおける口唇モデル CG の例を示す。



(写真画像) (口唇動作 CG アニメーション)

図 3：学習者口唇モデル CG 例

学習者毎に 3D-CG ソフトを使用して個々の学習者の顔形状を作成するのは負担が大きい。そこで、デジタイザで計測したデータを利用して、顔形状モデル作成の自動化を試みている⁽¹²⁾。

2. 2 平仮名文字の学習 3D-CG アニメーション

知的障害児の中には、カードや本の文字に対して全く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、子供たちは文字に興味を持つのではないかと考えた。

そこで、本研究では、知的障害児が平仮名を学習する 3D-CG 文字アニメーションを開発することにした。3D-CG 文字アニメーションの開発にも Autodesk Maya を用いた (図 4 参照)。3D-CG アニメーション表示や立体視表示により、文字 (ひらがなやカタカナ) の認識方法が変わり、識字能力の向上につながる事が期待できる。また、文字アニメーションの動きに発音時の音声と同期させて提示することにより、音読に必要な文字と発音の対応関係も学ぶことができ、発音の明瞭度の向上も期待できる。



図 4 Maya による文字アニメーション制作

3D-CG 文字アニメーションでは、図 5 のように文字に特殊効果をつけ、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。

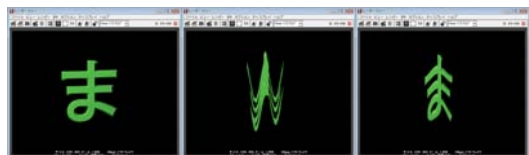


図 5：特殊効果による文字アニメーション例

2. 3 文字・発音学習教材 WEB ページ

文字・発音学習教材 WEB ページは、HTML や JavaScript を用いて開発しており、クイズ形式で学習できる。また、各々の WEB 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、発音時音声と呼び出すことができ、文字と発音、口唇動作を関連づけながら学習ができる。

学習内容を定着させるためには、繰り返しの学習が必要であるが、本教材は全てブラウザ上で操作できるので、特別支援学校の教員や学習者の保護者にとっても簡単に利用できる。

2. 3. 1 文字・発音学習教材 WEB ページの利用

図 6 のトップページから以下の学習内容を選択することができる。

- 1) どっちかな？（絵の異同弁別）
- 2) どっちかな？（文字の形状認識）
- 3) 文字の学習（文字アニメーションによる文字と音韻の結び付きの学習）
- 4) 発音・口唇動作の学習（学習者モデル CG アニメーションによる発音の学習）
- 5) 文字をあてよう（発音を聴いて文字を同定）



図6 文字・発音学習教材トップページ

通常、かな文字の異同弁別は、形態の類似性が低い場合、3～4歳でほぼ可能であると言われている。文字の習得と音韻認識・文字形態認識は、相乗的に向上するので、本教材ソフトウェアでは、上記1)から5)の順序による学習を想定している。

2.3.2 どっちかな？（絵の異同弁別）

文字の形態を学習の前に、まず、どれくらい絵の異同弁別ができるのかを調べるため、図7の教材を開発した。

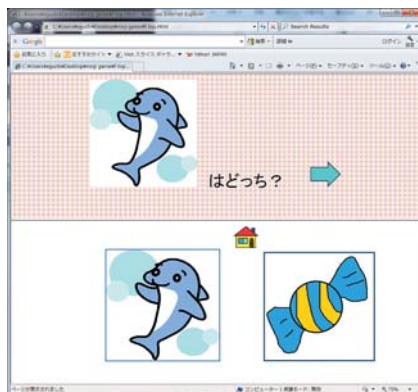


図7：どっちかな？（絵の異同弁別）

これは、上のフレームに表示している絵と同じものを下のフレームの2枚から選択する学習方法である。図8のように、正誤判定結果を○×で表示し、正解の場合は、正解音を鳴らす。

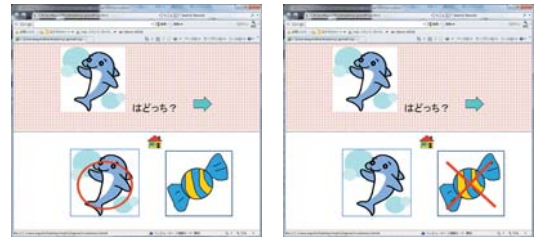


図8：正誤判定画面

2.3.3 どっちかな？（文字の形状認識）

どっちかな？（絵の異同弁別）教材で、同じ絵を選ぶ学習を行った後、図9のどっちかな？（文字の形状認識）教材で学習に進む。

本研究において対象にした学習者は、文字を全く読むことができない子供達である。そこで、まず、文字の形の違いに気付くことができるように、どっちかな？（文字の形態認識）教材を開発した。

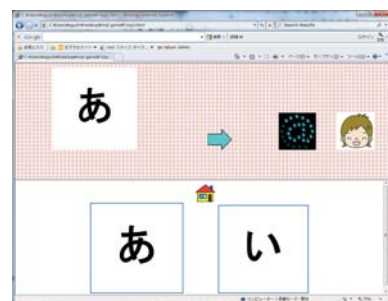


図9：どっちかな？（文字の形状認識）

絵の異同弁別教材と同様に、文字の形態認識教材も、上のフレームに表示した文字と同じものを、下のフレームの2種類の文字から選択する学習方式である。選択した文字の正誤も、同様の形式で○×を示し、正解の場合には正解音が鳴る。

この教材では、文字の形態認識力を高めながら、同時に、文字の読みの学習もできるように、上のフレームの文字には音声リンクされている。

2.3.4 発音の学習 (文字アニメーション)

文字の3D-CGアニメーションを図10のようにブラウザ上で見て、平仮名文字を学習できるようにした。画面上の動かない文字を見て学習するよりも、同じ文字の学習でも、動きがある3D-CGアニメーションの方が楽しく学習できる。

文字のアニメーションでは、文字の形状を正しく学習できるように、時々、文字の動きを止めて、覚えるべき文字の形態をしっかりと提示する。その際、同時に、その文字の発音が聞こえるようにした。従って、文字と発音を結び付けて学習することができる。



図10 文字アニメーション提示例

2.3.5 発音の学習 (口唇動作CGアニメーション)

図11のように、開発した学習者モデルCGアニメーションをWEBブラウザ上で提示できるようにした。これにより、学習者は、自分にそっくりな顔モデルによる正しい口唇動作を見ながら発音を学習できる。



図11 口唇動作CGアニメーション提示例

発音だけでは正確に区別できていない音韻についても、口唇動作CGアニメーションを見比べることによって、口唇動作の違いから音韻の違いを理解させる助けになると考える。

2.3.6 文字をあてよう(発音による文字同定)

教材「文字をあてよう」は、発音を聴いて、その文字を同定するクイズ形式の教材である。図12に、「文字をあてよう」の教材例を示す。

図12の上のフレームの音符マークをクリックすると音声が出てくる。その発音に合う文字を下のフレームの2つの文字から選ぶ同定形式である。文字の学習における最終確認に用いる。



図12 文字をあてよう画面例

発音を聴いても、文字が同定できない場合には、再度、文字のアニメーションや口唇動作CGアニメーションを見ながらの文字の学習を行うことができる。

2.3.7 「あ」ではじまるのはどっち

平仮名文字は音韻であり、各々の平仮名自体が具体的な物を指すわけではない。そこで、「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必要がある。そこで、図13の教材「あ」ではじまるのはどっちを開発した。



図13 「あ」ではじまるのはどっち

2.3.8 学習ゲーム教材

文字・発音学習教材ソフトウェアを用いて学習す

るためには、マウス操作（移動、選択）、パソコン画面を見る、パソコンから流れる音声を聴く能力が必要になる。そこで、図14の練習ソフトウェアを開発した。図14（左）は、マウスの移動の練習用ソフトで、マウスの動きに合わせて○が模様を描く。図14（中）は、パソコンから流れてくる鳥の名前や鳴き声を聴き、左右どちらかをマウスで選択する形式であり、マウスの移動、選択の練習、音声を聴く練習ができる。図14（右）も同様に、マウスの移動、選択の練習、音声を聴く練習用ソフトであり、楽器の名前か楽器の音を聴き、4つの楽器の絵から該当するものを選択する。



図14 マウスの練習と聴く練習ソフトウェア

図15は、音声に該当する平仮名文字を選択する文字の学習ゲームである。□で囲んだ文字は下から上に移動していくので、その動きに合わせてマウスを移動し、選択する。図15のように、学習者に合わせて、文字の種類、数、文字の動くスピードを簡単に変更できるようにしている。

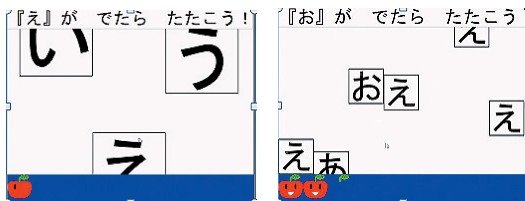


図15 文字たたきゲーム

3. 入力機器の開発

知的障害を持つ児童には、手足の麻痺などの重複障害児も多い。マウスの練習用ソフトウェアにより操作が上手になる児童もいる一方、マウスでの入力が困難な児童もいる。

そこで、図16のような教育用タブレット PC を用意し、指やペンによる入力にも対応できるようにした。また、手の不随意運動のためにマウスやタブレット PC の操作が困難な児童のために、入力装置を開

発し、各々の学習者に合わせて利用できるようにした。



図16 教育用タブレット PC（東芝 CM1）

図17は、PIC マイクロプロセッサの静電容量検出機能を用いて実現したタッチセンサーである。



図17：タッチセンサー

図18は大きなキーによる入力が可能になるように、開発したキースイッチである。キーボードを改造して作製し、スイッチの一辺が8 cm ある。



図18 キースイッチ

図19は、柔軟なプラスチック棒にふれると小さな力でも大きく曲がることを利用した棒スイッチである。棒の形状や長さは、学習者が利用しやすいように変更できる。また、立てても、横にしても利用できる。



図19：棒スイッチ

図17から図19の3つのスイッチからの入力パソコンに取り込むため、PIC マイクロプロセッサによるエンコードならびにUSB キーボードのエミュレーションを行うインターフェイスを作成した。

また、障害者が入力装置を使う場合、手の震えなどによる多重入力（誤入力）をしやすいという問題がある。作成したインターフェイスは、この問題をファームウェアにより対処している。

4. 教育支援と学習効果の検証

我々は、平成23年度より、久留米市立特別支援学校の知的障害を持つ児童を対象にした教材ソフトウェアの開発と教育支援に取り組んでいる。平成23年度は、小学2年生のクラス（児童数4名）を定期的に訪問し、文字・発音学習教材ソフトウェアを用いた教育支援を行った。平成24年度は小学1年生（4名）、小学5年生（1名）、中学1年生（2名）を対象に、新たな教材ソフトウェアやコミュニケーション支援ソフトウェアの開発を行っている。

本章では、児童 M に対する教育実践を例に、3D-CG を用いた教育ソフトウェアの学習効果について考察する。

4. 1 学習者について

学習者 M は、知的障害と脳性麻痺がある小学2年生の女兒である。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、しかし、学習前のテストでは、平仮名もカタカナも全く読むことができなかった。

学習者 M 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ようだ。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、本人は文字に興味を持っていないため、集中した学習が困難と

いう状況であった。

4. 2 ソフトウェアを用いた教育実践

平成23年9月から12月まで、2週間おきに、計5回定期的に久留米市立特別支援学校を訪ねた。そして、文字・発音学習支援ソフトウェアを用いた教育支援を行った。図20のように学習者 M の横に指導する久留米工業大学の学生がつき、技術的、教育的に支援する個別学習形式を取った。



図20 学習者 M に対する教育支援

教材は2章で述べた文字・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 M の顔モデルによる CG アニメーションを提示した。

毎回の学習時間は約90分間で、以下の順番による学習を想定して教育支援を行った。

- 1) 文字カードの読み（前回学習内容の確認）
- 2) 文字学習 CG アニメーションによる平仮名読み、発音の学習
- 3) 口唇動作 CG アニメーションによる発音の学習
- 4) 絵の認識（WEB 教材）（正解率確認）
- 5) 文字の形状認識（正解率確認）
- 6) リスニング（音声聞き、該当する文字を選択）（正解率確認）
- 7) 平仮名文字の CG アニメーションを見て、該当する発音を当てる。（正解率確認）

ただし、学習中の児童の様子を観察し、その日の体調や理解度、集中度に応じて内容を前後させたり、学習回数を変更したりするなど、無理はさせない方針で学習を進めた。

学習者 M の場合、マウス操作に時間がかかるた

め、タブレット PC などを用い、画面に直接タッチして解答を入力させることにした。

時間が余った場合は、マウスの練習や文字学習ゲームをさせることもあった。

4. 3 学習効果の考察

本研究では、学習効果を調べる目的で、第4回目の講義（平成23年11月25日）と第5回目の講義（平成23年12月9日）の授業をビデオで撮影した。

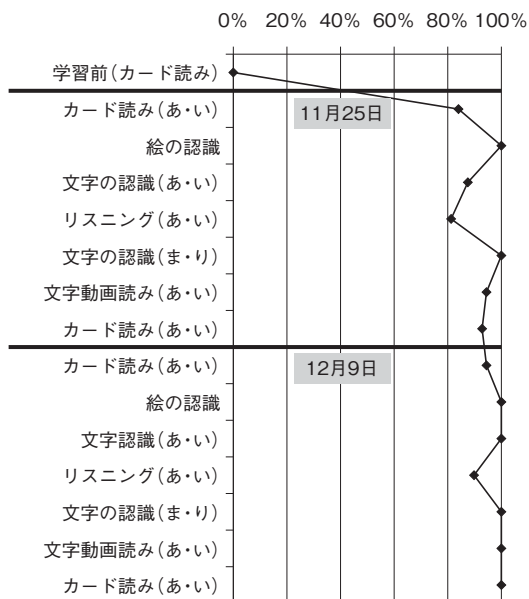


図21 学習者 M の学習課程における正解率変化

図21は第4回目と5回目授業の学習過程における正解率を示したグラフである。このグラフを見ると4回目の学習と5回目の学習では2週間の間があるにもかかわらず正解率が落ちていないと言える。

また、正解率が100%に近くなってきており、「あ」「い」に関して言えば、学習効果が定着してきたと言える。

図22は学習内容別に正解率の変化を表したグラフである。学習内容別に見ても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。授業では、主に教材システムを用いて、CGアニメーションなど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。

図23は学習内容別の応答時間の変化を表したグラ

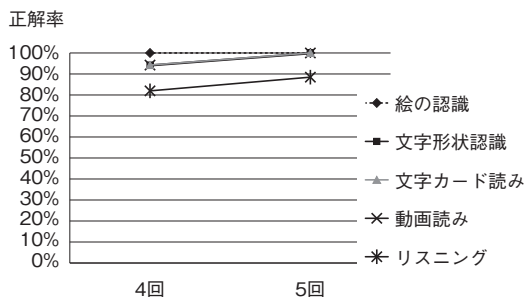


図22 学習内容別正解率の変化

フである。正解率の向上だけでなく、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短くなった。全ての学習内容において4回目と5回目で応答時間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、最所時間がかかったが、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ことが確認できる。

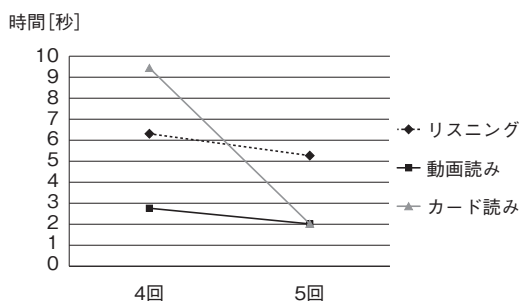


図23 学習内容別応答時間変化

また、図22と図23より、動画読みやカード読み(文字を見て発音する)の方が、リスニング(音声を聴いて、該当する文字を選ぶ)に比べ、正解率が高く、解答にかかる時間も短い。これは、文字のCGアニメーションが、動く文字に注目させておいて発音を聞かせる形式であることと関係があるかもしれない。

授業中の態度をみても、普段は集中が難しい子供が90分間、集中して楽しみながら学習することができた。正解すると声を出して喜び、「すごいね」と自分を認める発言をするなど肯定的な反応もしばしば見られた。これまで、文字カードを見せても全く興味を持たなかった学習者が、最近は授業以外でも、文字に興味を持ち始めたという保護者からの喜びの声も得られた。

5. おわりに

本研究では、久留米市立特別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、学習効果を確認した。子供達は、自分の顔や友達顔を大画面で見ることを喜ぶので、学習者口唇モデル CG アニメーションは、学習に興味を持たせ、集中させるためにも役に立ったといえる。カードや本などの文字に興味がなかった児童も、文字の CG アニメーションには興味を示し、最終的に、カードの平仮名文字を読めるようになった。

久留米市立特別支援学校における教育には、久留米工業大学の学生が技術的・教育的支援を行った。この教育支援は、久留米工業大学学生にとって、障害児をサポートする教育経験、およびソフトウェアの利用者（ユーザインターフェース）を考える貴重な経験となり、大学生のコミュニケーション能力の向上にもつながったと考えている。児童の学習にとっても、学生のサポートは有効に働き、横で指導してくれている大学生の期待にこたえて頑張ろうとする児童の姿も見られた。

本論文では、発話があり、タブレット端末による入力が可能な児童の教育実践例を紹介したが、現在は、音声言語による表出が困難な児童用のコミュニケーションソフトウェアの開発および、障害の状態に合わせて入力ができる操作スイッチの開発に取り組んでいる。

久留米市立特別支援学校では、教材ソフトウェア開発だけの一時的な支援ではなく、教育支援も含めた継続的な協力を期待されている。この研究をきっかけとして、継続的支援が行っていけるように、教育支援体制を整えていきたい。

謝 辞

教育支援に協力頂いた久留米市立特別支援学校の先生方、久留米工業大学の成田勲君、江口君に感謝致します。また、本研究は、文部科学省科学研究費基盤研究 (C) NO.12008998 研究代表者小田まり子) の補助を受けました。

参考文献

(1) 平成23年度文部科学白書第9章「情報通信技術

- の活用の推進, pp. 43-53, 2011
- (2) 教育の情報化ビジョン～21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して (平成23年文部科学省, 2012
- (3) 特別支援学校の学習指導要領, pp. 1046-57, 2012
- (4) 松本 廣: “肢体不自由教育におけるコンピュータの利用”, 特殊教育学研究, 32(1), pp. 45-53, 1994
- (5) 山本昌邦: 特別支援教育を支える専門性とその強化, 特別支援教育 No. 15, pp. 4-9, 東洋館出版社, 2004
- (6) 特殊教育におけるコンピュータ利用協議会, 教育支援コンテンツ「教科書プラス No. 1 養護学校小学部・中学部国語」CD-ROM, 文部省委託学習資源デジタル化・ネットワーク化, 2002
- (7) 渡部信一: 3 DCG を利用した行動観察手法の評価と「自閉症の行動ライブラリー」の試作, 日本教育工学誌, 25, pp. 205-208
- (8) 小田まり子, 小田誠雄, 新井康平: “見真似による /l-/r/ 発音練習システムの効果”, 日本教育工学会論文誌 26(2), pp. 65-75, 2002
- (9) 小田まり子, 成田 勲, 河野 央, 小田誠雄, 新井康平: “学習者に合わせた口唇動作モデル CG アニメーションによる発音練習システムの効果”, 教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 145-146, 2010
- (10) Kohei Arai, Mariko Oda: “Effects of Pronunciation Practice System Based on Personalized CG Animation of Mouth Movement Model”, IJACSA Vol.3, No 6, 2012
- (11) 小田まり子, 田口浩太郎, 河野 央, 小田誠雄, 新井康平: “知的障害児のための文字・発音学習ソフトウェアの開発”, 教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 214-215, 2012
- (12) 秋山侑也, 河野 央, 小田まり子: 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, 日本デザイン学会第59回研究発表大会概要集, pp. 252-253, 2012