

〔論文〕

知的障害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**

Development of Educational Support Software and Input Devices for
Physically Handicapped Children with Intellectual Disabilities

Kotaro TAGUCHI*, Mariko ODA*, Hiroshi KONO* and Seio ODA**

Abstract

In this study, the authors developed educational support software and devices for physically handicapped children with intellectual disabilities. The software was aimed at facilitating students in learning mathematics, English (words, grammar) and Japanese character (Hiragana, Katakana, Kanji) through the use of computer graphic animations and sounds. The authors also developed software for the purpose of drilling and practicing mathematics, English, and Japanese. Using this drill and practice software, the teacher is able to check the ratio of correct answers from the student's record. Though the teacher can manually select materials from the software for teaching, the software is also able to adjust materials to match the capabilities of the learner. The authors also developed communication software in order to communicate smoothly with the students. These software and input devices were utilized at a special support school in Kurume, Japan, at which, university students from the host institution assisted children in using the software in a classroom. The learning process of the children was videotaped and analyzed. In this article the authors describe the results of the educational support software and evaluate its effectiveness.

Keyword : Intellectual disabilities, Educational support software, Physically handicapped children, CG animation, Communication support software

概要

我々は、知的障害を持つ肢体不自由児のための教育支援ソフトウェアと、児童に合わせた入力機器を開発した。教育支援ソフトウェアとして、算数（四則演算）、国語（平仮名、カタカナ、漢字）、英語（単語、文法）を系統的に学ぶことができるCGや音声を用いた解説用学習教材を開発した。授業の最後に学習者の理解度を確認することを目的に、算数、国語、英語のドリル型教材ソフトウェアも開発した。これらの教材ソフトウェアを、特別支援学校の教員による授業内容と連動させて利用することにより、相補的な学習が可能となる。また音声言語による表出が困難な児童の意思を確認するためのコミュニケーションソフトウェアも開発し、学習の際の理解度確認に用いた。

久留米市立特別支援学校において、開発した入力装置を用いて本ソフトウェアによる授業を実施し、久留米工業大学の学生が教育支援を行った。授業における学習過程を撮影したビデオの分析結果、特別支援学校教員の意見、ドリル型教材ソフトウェアの正解率に基づき、本教育支援ソフトウェアを用いた有用性について考察する。

キーワード : 知的障害、教育支援ソフトウェア、肢体不自由児、CGアニメーション、対話支援ソフトウェア

1. はじめに

肢体不自由児の教育を行っている特別支援学校は全国におよそ250校あり、そこで3万人ほどの児童生徒が学

んでいる。近年、子供たちの障害は重度、重複化しており、障害の状態や発達度合いも多様化しているため、より専門性の高い教育が求められるようになってきている⁽¹⁾。

*久留米工業大学大学院電子情報システム工学専攻
平成25年12月11日受理

**福岡工業大学

知的な障害を持つ児童に対しては、通常学年の学習指導要領を用いても十分な学習効果を期待することができないため、特別支援学校では、「特別支援学校学習指導要領」⁽²⁾に基づき、一人ひとりの発達や障害の状態に応じた様々な教育がおこなわれている。教員は各々の児童に合わせた授業を実施していくために指導計画を作り、授業を進めるための指導形態を定めていく。

特別支援学校における授業内容としては、遊ぶことを中心にした計画や作業学習や自立訓練のような内容、生活単元学習のような療育的内容が多く、教科別の指導を受けている児童はほとんどいない。そして、教科別の指導を行う場合にも、「系統的な指導」よりも「自立に向けた生活に必要な力を育む」ことが重要だと考えられている。しかし、肢体に不自由はあっても、知的な学力がある程度あり、学習意欲が高い児童もいる。そして、保護者が、わが子の教育に対する関心や意識が高い場合、国語、算数、理科、社会、英語などの教科について、わが子に最適な学習内容を選択して指導してほしいと教員に希望する場合がある。そして、教員は、親の願いを受け入れて、児童に最も適した教育内容、方法で教科別の指導をしたいと考える。

しかしながら、肢体不自由の子供たちは動きを含めて様々な困難を抱えているため、教科別の指導を行う場合にも、その特性を配慮しなければならない。手の動きに麻痺がある場合、本のページをめくるのも難しく、読める様な文字を書く事にも困難があり、コンピュータを利用するときにも、特別な入力機器が必要である。また、口や舌に麻痺がある場合には、声を出すのも難しく、頑張っても声を出しても、その声が明瞭でないため、相手になかなか理解してもらえない。知的な障害を持つ重複障害児も多く、上肢下肢に不自由がある児童は、学習上、生活上の様々な困難を抱えていると言える。

特別支援学校の学習指導要領において、「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⁽²⁾。また、山本⁽¹⁾は、障害児に対する特別支援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。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、平成23年度より、久留米市立特別支援学校の児童のための教育支援ソフトウェアを開発し

ている。平成23年度には、文字や音声、口唇動作を関連付けながら学習できる3D-CGを用いた知的障がい児対象の教材ソフトウェアを開発した⁽³⁾。発音の学習においては、“Lip Reading”⁽⁴⁾を応用し、学習者自身の顔をモデルにした口唇動作CGアニメーションによる発音学習ができる⁽⁵⁾。また、文字(平仮名)の学習においても、子どもたちの興味を喚起し、集中力が続くように、文字を3D-CGで表現した文字アニメーションを提示できるようにした⁽⁵⁾。この文字発音学習支援ソフトウェアを用いた教育を実践した結果、カードや本などの文字に対する興味が薄かった児童も、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が読めるようになることを確認した⁽³⁾。

我々は、平成24年度から、通常のパソコン入力機器を利用することが困難であり、音声によるコミュニケーションにも障害がある肢体不自由児を対象にパソコン機器を用いた教育支援を行っている⁽⁶⁾。対象となる児童は、肢体に不自由はあっても、知的な学力がある程度あり、学習意欲が高い。そこで、我々は、学習者の理解度に合わせて、算数(四則演算)、国語(平仮名、カタカナ、漢字)、英語(単語、文法)を系統的に学ぶことができるCGや音声を用いた学習教材を開発した。また、授業の最後に、その日の学習内容の理解度を確認することを目的に、算数、国語、英語のドリル型教材ソフトウェアも開発した。学習過程における全ての成績(正誤判定)結果が記録されているので、単元内容の理解度、定着度の確認だけでなく、生徒が学習した内容、時間の記録にもなる。

さらに、我々は、音声言語による表出が困難な児童の意思を確認するための対話支援ソフトウェアも開発した。これは、児童が生活の中で用いているコミュニケーションボードのシンボルをPCの画面上に表示し、それを利用者自身で選択することで、音声による意思の伝達を図るツールである。利用の履歴からシンボルの表示順を並び替え、次のシンボルを予測するなど、利用者に合わせてカスタマイズできる。

本論文では、まず、本研究で開発した学習支援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対話支援ソフトウェアについて述べる。さらに、肢体不自由な児童が利用するために開発したタッチセンサーや棒スイッチなどの入力機器について解説する。最後に、特別支援学校における教育支援について説明した後、本ソフトウェアによる教育実践の効果について考察する。

2. 学習支援教材ソフトウェアの開発

我々は学習支援教材ソフトウェアとして、授業の説明

で用いる教科学習教材ソフトウェアと理解度を確認するためのドリル型教材ソフトウェアを開発した。

2.1 教科学習用の教材ソフトウェア

図1は、算数の教科学習教材ソフトウェアである。

教科学習教材ソフトウェアは、我々の支援がない日にも特別支援学校の教員が授業で容易に利用でき、児童も自ら操作して学習できるように、Microsoft社パワーポイントで作成した。児童は、音声やCGアニメーションなどを好むため、本教材ソフトウェアでもマルチメディアを効果的に用いているが、図2のような他のソフトウェアを用いて作成したCGアニメーションや音声もパワーポイントにリンクし、パワーポイントから利用できるようにしている。

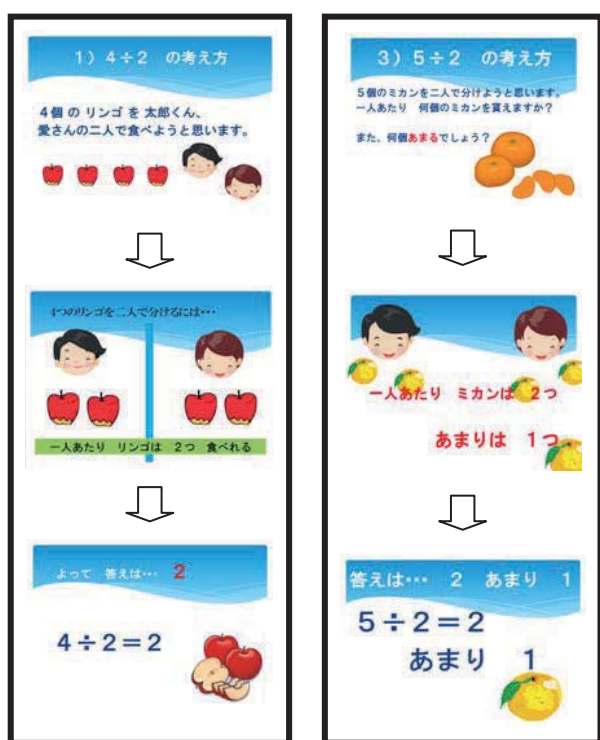


図1：教科学習教材ソフトウェア（算数）

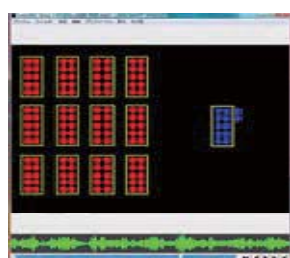


図2：CGアニメーション教材

また、学習内容は、特別支援学校の教員による授業内容と連動させ、相補的に学習できるようにした。

2.2 ドリル型学習教材ソフトウェア

教科別学習教材ソフトウェアを用いた授業の後、その日の学習内容の理解度を確認することを目的に、ドリル型教材ソフトウェアも開発した。

図3にドリル型学習教材の実行画面を示す。

ドリル型学習教材ソフトウェアは、出題された問題に対して2者択一で回答するシンプルな教材である。左右の解答候補が交互に選択されるため、学習者が正しいと考える解答が選択されているときにタイミングを合わせて解答する設計にした。従って、学習者は、タッチセンサーやスイッチにふれるという1回だけの動作で解答入力が行える。

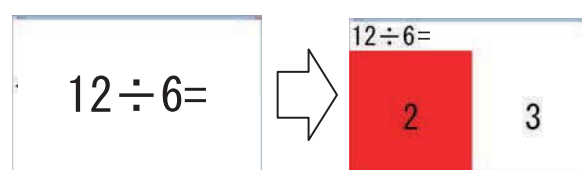


図3：ドリル型学習教材ソフトウェア

選択肢は文字や絵で提示し、選択された解答が変わった瞬間にその選択肢を音声合成エンジンが読み上げるようにした。これにより、同じ姿勢を保持して画面を注目することが難しい利用者でも、現在選択されている選択肢を音声で知ることができる。出題画面においても、同様に単語や数式、文章などの読み上げが可能な形式とし、音声合成エンジンが問題文を読み上げるようにした。解答選択に時間がかかった場合には、一定時間ごとに再度、問題文を読み上げる仕様にした。

学習過程における成績として、出題した問題、正誤判定結果、間違えた回数、解答（応答）時間などの記録を個人成績データベースに保存できるようにした。この個人成績データベースを見ることにより、教員は、単元内容の理解度を確認できる。また、間違えやすい問題の優先的な出題により、学習効果の向上に役立つ。また、生徒が学習した内容の長期的な記録にもなるため、定着度の確認ができ、系統的な学習の支援にもつながる。

なお、ドリル型教材ソフトウェアの問題データベース作成にはSQLiteを用いているため、図4のように外部ソフトを用いて、利用者の解答履歴を閲覧したり、問題を新しく登録することができる。

問題文	正解	回答	回答時間	最終回答日
1×19	19	1	0.718	2013-10-11 10:00:50
1×12	12	4	2.072	2013-10-11 10:01:08
2×2	4	1	2.7	2013-10-11 10:01:27
1×2	2	1	8.362	2013-10-11 10:02:25
1×11	11	3	2.562	2013-10-11 10:02:44
1×3	3	1	9.59	2013-10-11 10:03:09
1×1	1	2	2.767	2013-10-11 10:04:06

図4：回答履歴の閲覧

3. 対話支援ソフトウェアの開発

我々は、音声言語によるコミュニケーションが難しい児童のための対話支援ソフトウェアを開発した。

この対話支援ソフトウェアは4章で述べる入力機器を利用して操作できるように設計してある。

3.1 対話支援ソフトウェア

音声言語によるコミュニケーションが難しい児童の中には、家庭や学校において、図5のようなコミュニケーションボードを用い、シンボルを選択するという手段により自分の意思を伝達している児童がいる。



図5：コミュニケーションボード

しかしながら、複数のシンボルを並べたボードの中から意図したものを選択することは、手足に麻痺がある児童にとって困難である。そこで、児童が容易に操作でき、能動的に意思表示する事を目的として、PCによる対話支援ソフトウェアを開発した。

図6は、図5のコミュニケーションボードを応用して作成した対話支援ソフトウェアである。



図6：対話支援ソフトウェア

色が反転しているシンボルが、現在選択されているシンボルである。一定時間ごとに選択シンボルは移動していくので、利用者は自分が選択したいシンボルの色が反

転したときに選択する。これにより、利用者は自分の意図したシンボルを容易に選択することができる。選択シンボルの移動速度や表示するシンボルは利用者に合わせて容易に変更することができる。

前述のコミュニケーションボード（図5）を用いた会話の場合、複数の意味を持っているため、受け手側が会話の流れなどから相手の意思をくみとりながら対話していくことになる。従って、利用者の意志が正確に伝えられていない可能性もある。そこで、図6の対話支援ソフトウェアでは、シンボルが選択されると、図7のようにそのシンボルの意味する言葉の一覧が表示され、再度選択できるように設計した。これにより、図5のコミュニケーションボードよりも、利用者の意思を、利用者自身の操作によって、能動的かつ正確に伝達することができると言える。

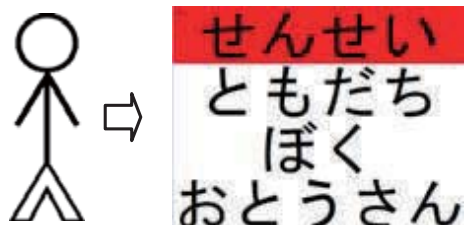


図7：シンボルの持つ意味の絞り込み

本ソフトウェアは、利用者の操作履歴から、次に表示すべきシンボルや単語を予測し、優先して提示できる。また、対話相手が予め選択肢を絞り込んでおくことで、更に選択操作が容易になる。

また、図8に示すような単純な「はい」「いいえ」による応答を行うためのソフトウェアも開発した。



図8：簡易対話支援ソフトウェア

利用者に合わせたカスタマイズが可能であることから、本ソフトウェアは発話が困難なさまざまな障害を持つ人々に広く使ってもらえる。

3.2 ソフトウェアキーボード

我々は、直接文章を入力し、表示することができるソフトウェアキーボードも開発した。図9にソフトウェアキーボードの画面を示す。



図9：ソフトウェアキーボード

画面上を平仮名が50音順に1文字ずつ流れていき、選択すると、画面下部に表示される。すべての文字入力が終わりを、確定を示す句点を選ぶと、それまでに入力されていた文字列である一文が、音声合成エンジンを用いて読み上げられる。これにより、文章と音声による意思の疎通を図ることができる。

また、図10のようなアルファベット入力と50音入力によるソフトウェアキーボードも開発した。

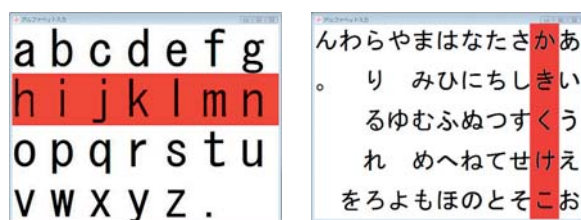


図10：アルファベット入力と50音入力ソフトウェアキーボード

これらは、文字を一つ一つ追うのではなく、文字の選択範囲を絞りこんでいく形式であり、全ての文字が常に表示されている点でも、図9のソフトウェアキーボードと異なる。図10の場合、目的とする文字のところでの選択操作に失敗した場合の待ち時間を短縮することができ、効率よく文字を選択することができる。しかし、図9のソフトウェアキーボードは、一回の動作で一文字選択できるが、図10の場合、一文字を選択するために複数回の動作が必要となる。

図10のアルファベット入力ソフトウェアキーボードは、アルファベットを順番に選択し、最後にピリオドを入力すれば、音声合成エンジンが英単語や英文を読み上げる仕様にした。対話支援としての利用ではなく、英語の学習にも活用している。

4. 入力機器の開発

我々は、通常のマウスやキーボードによる入力が困難な児童のために、特殊な入力機器の開発を行った。

4.1 マイクロプロセッサを利用したタッチスイッチ

触れるだけでスイッチをオン・オフできるタッチスイッチは、手の力が弱い障がい児でも利用しやすい入力機器である。現在ではスマートフォンのタッチ入力など

に静電容量方式と呼ばれるタッチセンサーが使われるようになってきている。この方式は、人体が電極に近づくと、電極と人体の間に静電結合が起きる現象を利用したもので、人体と電極が接触しなくとも検出できる特徴がある。現在ではマイクロプロセッサに検出機能を持たせた製品が出荷されており、廉価に入手可能になっている。

今回はマイクロチップテクノロジー製のPIC12F1822と呼ばれる小型のマイクロプロセッサを利用したタッチスイッチをいくつか作成した。このプロセッサは、小型であるだけでなく安価である。そのため、一般の電子部品と同様に多数使用することも可能であり、電極に直接貼り付けて、スイッチを構成した。

4.1.1 タッチスイッチのユニット

マイクロプロセッサのみでは、扱いにくいのでプロセッサを電極（直径3cm程の銅板）に張り付け、さらにインターフェイス用のコネクタと動作確認用のLEDを付加したタッチスイッチユニットを作成し、このユニットを使って各種障がい児向け入力機器を作成することとした。ユニットの構成図を図11に示す。プロセッサのプログラムは公開されているもの⁽⁷⁾を基に改良を加えてプロセッサに書き込んだ。

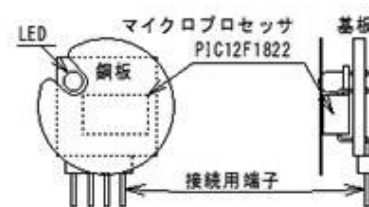


図11：タッチスイッチのユニット

4.1.2 タッチスイッチ

タッチスイッチのユニットを小型のプラスチック（ポリプロピレン）製ケースに内蔵し、後述のスイッチボックスやパソコン用入力装置に接続して利用できるようにした。接続ケーブルはオーディオ用のものを流用し、ステレオミニプラグで簡単に入力装置に抜き差しできるようになっている。電極はケースの内側に張り付けてあり、指先が直接触れるわけではない。

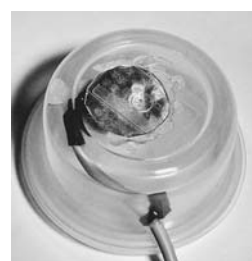


図12：タッチスイッチ

4.1.3 大型のタッチスイッチ

前述のタッチスイッチでは、小さすぎて触るのが困難な障がい児のために大きなパネルのタッチスイッチも用意した。マイクロプロセッサによるタッチセンサーは、電極の面積が大きくなると誤動作を起こしやすくなる。タッチスイッチユニットを制作した段階で、誤動作を起こさない、できるだけ大きな面積の電極を考えたが、実際に使用してみると、小さすぎる事が判明した。そこで使用しているマイクロプロセッサのタッチセンサーに使える端子が4チャンネルあることに注目し、4本の端子にそれぞれできる限り大きな電極を接続し、どの電極に触れても、ON信号が出るようなタッチスイッチを作成した(図13)。電極が増えたことに対応するため、プログラムの改変も行っている。



図13：大型タッチセンサー
(左：1ボタン、右：3ボタン)

4.1.4 タッチスイッチの課題

タッチスイッチの大きさの問題については、既に述べた。しかし、他にも外界の雰囲気による誤作動の問題も出ている。今回作成したタッチスイッチはセンサー部の感度調節を電源ON時に計測したパラメータで行っており、その後、動的に調節するようにはできていない。そのために電源ON時にセンサーに触れていたり、極端に静電負荷の高い環境(大型画面のテレビの前など)では、誤動作を起こすことを確認している。この部分はプログラムの改良である程度は対処できるはずなので今後改善を加えていきたい。

4.2 商用電源用スイッチボックス

前節までで作成したスイッチは、そのままパソコンへの入力にも使えるが、ランプをともしたり、モーターを回したりといった直接機器の動作につながっていると、分かりやすい。そこでスイッチで直接商用電源をON、OFFできるスイッチボックスを作成した。

商用電源はリレーを用いて、スイッチが押されるたびにON、OFFが切り替えるトグル動作を行うが、ここで問題となったのがスイッチのチャタリングである。機械的なスイッチは電極同士が接触する際にバウンドして短い間にON、OFFが繰り返されるチャタリングという現象が避けられない。障がい児の場合は機械的なチャ

タリングに加えて四肢の震えによるチャタリングも考慮に入れなければいけない。そこで一旦スイッチの入力をマイクロプロセッサで受け、チャタリング対策を施して、リレーを制御する事とした。チャタリング対策にはいくつかの手法があるが、スイッチの状態が変化した後、一定時間スイッチ状態を無視する事で実現した。この時間は機械的なチャタリングの場合は通常10ミリ秒程度とされるが、四肢の震えも考慮して0.3秒程度と設定した。

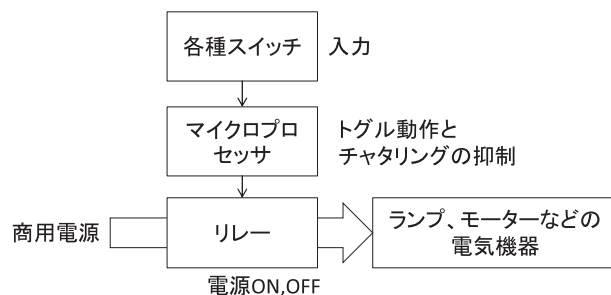


図14：スイッチボックスの構成

4.3 USB機能付マイクロプロセッサを利用したパソコン用入力装置

学習ソフトを動かすパソコンへの入力にはUSB機能付きのマイクロプロセッサを利用した。このマイクロプロセッサ(PIC18F2550)は、内臓プログラムにより、キーボード、マウス、あるいはシリアル通信といったHID(Human Interface Device)として動作させることができるので、既存の学習ソフトや一般的なアプリケーションソフトの入力装置としても利用可能である。今回は、このマイクロプロセッサに2~5個のタッチスイッチを付加したキーボードをいくつか作成し、入力装置とした(図15)。

我々が開発した学習ソフトの場合はどのスイッチが押されたら、どの動作をするのかある程度自由に決められるが、既存の学習ソフトやアプリケーションソフトの入力装置として利用する場合、既にキーの対応が決まっている場合が多い。そこでロータリエンコーダスイッチを内蔵し、キーコードをソフトに合わせて切り替えられるようにプログラムを組んだ。またスイッチボックスと同様、チャタリングの問題も発生するので、同様なチャタ



図15：USB機能付マイクロプロセッサ利用パソコン用入力装置

リング対策機能も盛り込んだ。

5. 教育支援

我々は、平成24年度より、久留米市立特別支援学校の肢体不自由児のための教育的・技術的支援を行っている。本章では、平成25年9月から11月までの3カ月間に計19回行った学習者Aへの教育実践を例に、本研究で開発した教育支援ソフトウェア、入力装置、また、教育支援の内容とその支援方法の有効性について考察する。

5.1 学習者について

学習者Aは、上肢、下肢ともに不自由がある中学2年生の男子生徒である。表情は豊かであるが、音声言語による意思の疎通にも困難がある。しかしながら、こちらの話している内容や書いている文字や絵などは理解できており、図5のコミュニケーションボードを用いた意思の疎通が可能である。また、教科別教育に対する意欲もあり、学習能力もある。保護者もまた、児童に最適な内容の教科別学習を希望している。

5.2 入力機器の選定

学習者Aは、手足に不随意運動があるため、通常の入力装置は利用できない。そこで、図16のように、開発した入力機器を実際に触ってもらうことで、適した入力方法を模索した。まずは、4章で述べた入力機器を電球に接続して点灯、消灯したり、扇風機やミキサーにつないで動かしたり止めたりする方法で入力ができるかどうかを確認した。次の段階として、入力機器をPCと接続し、入力機器にさわると音声 flowed り、CGが動いたりするようなソフトを用いて、入力方法が適切であるかどうかを確認した。



図16：選定の様子

学習者Aの場合、左手が比較的動かしやすいのだが、その左腕も、持ち上げる動作は苦手であったため、タッチセンサーを上から押す動作や、棒スイッチのある高さまで腕を持ち上げる動作が難しいことが判明した。また、機能の異なる複数のボタンが近い間隔で配置されている

場合、それらを使い分けて押すことは困難であった。これらのことから、入力装置は厚みを抑え、わずかに手を持ち上げるだけで押すことのできる大型ワンボタンのタッチセンサーを採用した。入力機器に合わせて、対話支援ソフトウェア、および教育支援ソフトウェアは1ボタンで操作、選択できるような仕様で設計した。

5.3 教育実践の内容

平成25年9月から11月までの3ヶ月間に計19回、久留米市立特別支援学校を訪問し、教育支援を行った。我々の教育支援は、自立活動（個々の児童の発達段階を考慮して作成された指導計画に基づいて実施される個別活動）の時間帯に実施した。学習形式は、図17のように学習者Aの横に、ソフトウェアやハードウェアの開発に関わった久留米工業大学の大学生、または大学院生がつき、技術的、教育的に支援する個別学習形式を取った。学習者の反応をみながら教育指導を行い、場合によってはその場でソフトウェアの改良も行う。

我々は、適切な教育実践を行うために、導入前に特別支援学校教員との打ち合わせ、授業参観を行い、学習者の身体的、精神的な特質を知るように努めた。

毎回の学習時間は約45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. 対話支援ソフトウェアによる簡単な対話（入力機器の操作練習）
2. 算数の学習（教科別学習教材ソフトウェア）
3. 算数のドリル型学習教材ソフトウェア（学習内容の理解度確認：正解率記録）
4. 英語の学習（教科別学習教材ソフトウェア）
5. 英語のドリル型学習教材ソフトウェア（学習内容の理解度確認：正解率記録）
6. 対話支援ソフトウェアによる簡単な対話

ただし、学習中の学習者の様子を観察し、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。



図17：教育支援の様子

5.4 考察

英語の授業では、主に英単語について学習を行った。図18に学習過程における正解率の遷移を示す。

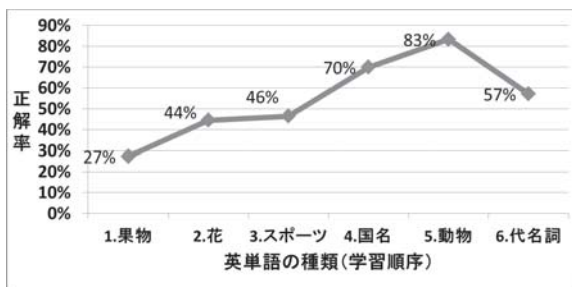


図18：英語の正解率の遷移

英語については、もともと学習者Aの関心は高かったこともあり、入力操作や学習に慣れたことで、正解率の上昇を確認することができた。ただし、最後の代名詞の単位については、内容が抽象的であることや、本人にとってもはじめての内容であることもあり、正解率は伸び悩んだ。このことから、特別支援学校の教員とも協力して、現在の授業でも重点的に学習を進めている。

算数の学習については、まず、掛け算からはじめた。九九については学習が進んでおり、ある程度理解ができていると報告されていたが、回答の入力の練習のために、ドリル型学習教材ソフトウェアによる学習を行った。最初は入力操作に慣れていないこともあり、理解しているはずの掛け算(九九)の正解率も57%であったが、すぐに78%まで上昇したため、特別支援学校の教員とも相談し、未学習である割り算の学習に取り組むことにした。

学習過程における割り算の正解率の遷移を図19に示す。

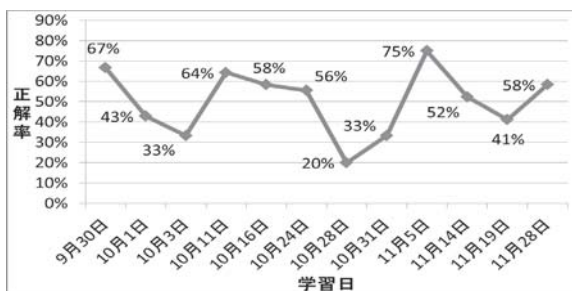


図19：算数の正解率の遷移

図19より、誤入力や体調が正解率に影響していることを考えても、割り算の学習が定着できていないことがわかる。このように、教員が学習者の学習理解度を認識する助けになるだけでなく、長期的に成績を記録していくことができる。

また、本ドリル型学習教材ソフトウェアを用いると、算数の授業において平均12.5問のテストを行うことができた。特別支援学校の通常の授業では、ホワイトボードに書かれた答えの選択肢の上にマグネットを置き、学習

者が正しいと思う解答のマグネットをつかむ形で学習者の理解度を確認しているが、この場合、毎回の授業で1、2問の確認しか行えない。

授業の最後には、教材の難易度や学習者の理解度を確認する質問を行い、対話支援ソフトウェアを用いて答えてもらった。これにより、音声言語による表出が難しい学習者との意思の疎通に役立ち、本人の判断による理解度を確認することができた。

開発した入力機器に関しては、練習により操作の上達はみられるものの、改善の余地がある。

また、訪れた時間帯や、週の初め、中頃といったタイミングによって、学習者の体調が大きく異なった。それにより、手の動きがスムーズな回と、手の動きが悪く、入力機器による解答選択のタイミングが合わずに、理解できているはずなのに誤解答となってしまう、正解率が低くなる回も確認された。図20から、正解率と解答数が両方とも低くなっている場合が見受けられるが、これらの理由により、解答までに時間がかかり、単位時間当たりの解答数が減ったことや、学習者の体調が優れないことが明らかであったため、授業を切り上げたことが原因である。今回の教育実践においては、授業の様子を撮影し、記録を行っていたが、正解率と解答率が低い回の授業について、撮影されたビデオを確認したところ、先述の理由が裏付けられた。

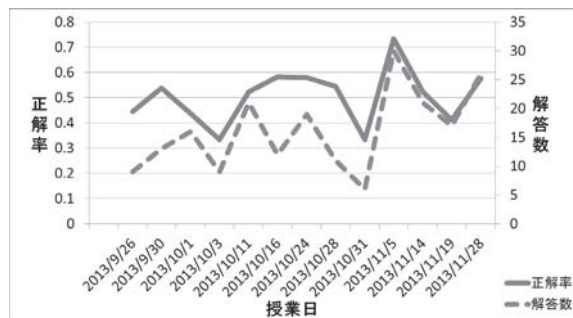


図20：正解率と解答数の関係

この結果から、体調の良し悪しにかかわらず、安定して入力が行える、より学習者に適した入力機器を考案、開発していく必要がある。

6. おわりに

13人の学生でローテーションを組み、3か月の間に、特別支援学校から指定のあった19回、特別支援学校へ赴き、延べ53人の学生が教育支援を行った。みな、障がい児教育にかかわっていない工学系の学生であるが、特別支援学校の教員からのアドバイスや、事前の授業見学により、無事教育支援を実施することができた。

本稿は3か月間の教育実践結果の報告であるが、現在

も教育支援は継続している。重複障がい児の場合、短期間で成果が表れるわけではなく、長期的な支援が必要である。今後も、地域の工学系大学として、学習教材の開発や教育実践を通じて、技術的、教育的支援を引き続き行っていく必要がある。

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、教材の開発や教育支援に協力して下さった情報ネットワーク工学科小田研究室の3年生、4年生に感謝致します。

また、いつも私たちが開発した教材ソフトウェアを用いた勉強を一生懸命に頑張ってくれた児童にも感謝致します。

参 考 文 献

- (1) 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
- (2) 特別支援学校の学習指導要領, pp. 1046-57, 2012
- (3) 田口浩太郎, 小田まり子, 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誌第31巻1号 2014
- (4) 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
- (5) Kohei Arai, Mariko Oda: “Effects of Pronunciation Practice System Based on Personalized CG Animation of Mouth Movement Model”, IJACSA Vol.3, No 6, 2012
- (6) 田口浩太郎, 小田まり子, 河野央, 小田誠雄, 新井康平：“知的障害児のための教育支援システムの開発”，教育システム情報学会論文特集号論文集, pp. 38-45
- (7) “PIC12F1822のタッチセンサ”，<http://homepage2.nifty.com/sfukuda/page193.html>, (参照2014-01-07)