

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：57403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04583

研究課題名(和文) 重度重複障害のある児童生徒のための不定形な立体物マッチング教材の開発

研究課題名(英文) Development of Picture Matching Material Using Indeterminate Objects for Challenged Children

研究代表者

柴里 弘毅 (Shibasato, Koki)

熊本高等専門学校・制御情報システム工学科・教授

研究者番号：60259968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：特別支援学校の児童生徒が日常的に使用しているぬいぐるみなど、不定形な立体物も使用可能な美用性の高いマッチング学習教材を開発した。さらに、発展的な学習として、仲間分け学習、文字学習へと展開できるようにシステムの拡張を行った。学習結果は自動的に保存される。その学習データの重回帰分析を行った結果、対象児童の学習特性が明らかになった。また、その結果を3次元グラフで表示することで、学習の効果を直感的に分かり易く可視化することに成功した。開発したシステムを利用することで、対象児童生徒の学習の成長を客観的、かつ、定量的に捉えることが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this study, a picture matching material using RFID for challenged children was proposed. The teaching material has been developed with teachers and children from plan and design phase. It can play music, show picture and play movies when student chooses correct/incorrect answer. Therefore, children are encouraged by multi modal way: a visual sense, an auditory sense and a tactile sense. Also, RFID tag can be attached to stuffed animals and daily necessities they use, all their personal belonging become a matching material. As a result, it was highly appreciated by teachers because it is better than existing item in terms of impact and self-recognition and so on. Moreover, the proposed teaching material was extended to word recognition. Applying multi regression analysis to the result of word recognition with respect to the challenged child, it makes clear a characteristics of the child about word learning.

研究分野：人間福祉工学

キーワード：特別支援教育 重度重複障害 学習教材開発 人間福祉工学 アシスティブテクノロジー

1. 研究開始当初の背景

社会実装とは、研究開発成果を社会で利用・展開して、社会に内在する具体的な問題を解決する取り組みを指す。これまで、申請者が有する基盤技術を活用し、特別支援学校の重複障害クラスにおいて、児童生徒のニーズに応える教育教材や補助用具の開発を行ってきた。特別支援教育とは、障害のある幼児・児童・生徒の自立や社会参加に向けた主体的な取り組みを支援するために、一人一人の教育的ニーズに対応した指導・支援を行う教育のことである。

特別支援学校の授業参観とヒアリングにおいて、「絵合わせ」や「型はめ」を用いたマッチング学習における新たなニーズを発掘した。マッチング学習は、特別支援学校において色、形、絵の認知力や手指の巧緻性を高めることを目的としており、手作り教材の事例報告も多数ある。しかし、児童の運動能力の個人差が大きく、肢体不自由児童らには図形をはめ込むことが困難であり、身体能力の高い児童には、従来の教材では平面的あるいはキューブ状の単純な立体にしか適用できないことから、児童の能力を引き出すことに限界があった。また、児童らへの正誤のフィードバックは教諭が行うため、興味を持続させるための児童らへの新たな感覚刺激と、学習結果の指導計画への効果的な活用法、学習の客観的な評価が望まれていた。

2. 研究の目的

上記のニーズに応えるため、特別支援学校の教諭とともに、マッチング教材プロトタイプ製作を行った。本研究では、プロトタイプの問題であった OS 依存性や機器接続上の問題を解決し、管理・運用面を大幅に改善した実用モデルを作成する。次に、ICT を利用した電子教材の強みを活かし、指導計画に効果的に活かせるように児童の学習記録の保存と可視化を行う。学習記録を蓄積して統計解析し、学習効果や教育現場で必要としている機能を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) マッチング学習の目的

マッチング学習教材は、障害のある児童生徒の自立活動を支援するための教材の一つで、同じ絵のカード同士を合わせるものは「絵合わせ」と呼ばれている。これには、絵・写真・イラストと文字を合わせるなどのバリエーションがある。また、積み木などのブロック状のものを同じ形の穴にはめ込むものは「型はめ」と呼ばれている。

マッチング学習では、主に次のような効果が期待されている。

- ・ 視点を定める
- ・ 文字の学習
- ・ 数の理解
- ・ 手指の運動
- ・ 発語のない子どもが将来人に文字で伝えることへの足がかり
- ・ 物に名前があることを認識
- ・ 物の名前を覚える
- ・ 自立課題を一人で行わせ自信を持たせる

このように、一言でマッチング学習といっても、その目的や難易度は様々である。また、近年では、タブレット端末などの ICT 技術を特別支援教育に取り入れることで、多様な刺激を子ども達に与え、持てる力を伸ばしていく取り組みへの期待が高まっている。しかし、特別支援学校の教諭が電子機器やプログラムを作成して教材開発を行うには、時間的な制約と技術的な困難さも容易ではない。

そこで、設計・企画段階から特別支援学校の教諭・児童生徒と協同で、高専で学んだ技術を活用した学習教材や支援機器を開発する。これにより、ICT 技術を活用した教材はインクルーシブデザイン手法に基づいたものとなる。この方針に基づき、特別支援学校の授業参観や教諭との検討会を重ねて RFID (Radio Frequency Identifier) を用いたマッチング教材を考案した。RFID とは、ID 情報を埋め込んだ IC タグから電磁界や電波等を用いた近距離の無線通信によって情報をやり取りするもの、および技術全般を指す。

一般的なマッチング教材においては、学習者への情報のフィードバックは、型はめでは手触りなどの触覚情報を中心に、絵合わせでは主に視覚情報によって行われる。提案教材では、正解・不正解に対応した音楽の再生や画像・動画の表示を行う。また、手作り教材の場合、一般的な型はめの学習では型をくり抜く必要があるため、手作りに限らず市販品においても比較的単純な形状が用いられている。立体形状の同一性判定に IC タグを使用することで、形状に合わせて型をくり抜くことなく、普段使用しているぬいぐるみやおもちゃをマッチング教材に使用することが可能になる。これにより、触覚、聴覚、視覚のマルチモーダルな刺激を与え、学習者の理解を深めたり、興味を持続させたりする効果が期待される。考案したマッチング教材の基本型を図 1 に示す。



図 1 マッチング教材（基本型）

(2) マッチング教材の展開

前節で述べたように、マッチング教材の利用目的や難易度はさまざまである。そこで、児童生徒の持てる力や成長に応じて適切な学習が行えるよう、基本型を発展させ、次の2つの学習も行えるように発展させた。

・仲間分け学習

仲間分け学習は同一のカード・物体のペアを探し当てる問題を発展させ、複数の選択群の中から同じ種類のものをすべて探し出す分類型の学習である。通常のマッチング学習では1つの問題に対して1つの答えが存在するのに対して、仲間分け学習では複数の解答を行う必要があり、より複雑な学習となる。図2は仲間分け学習を表したものである。

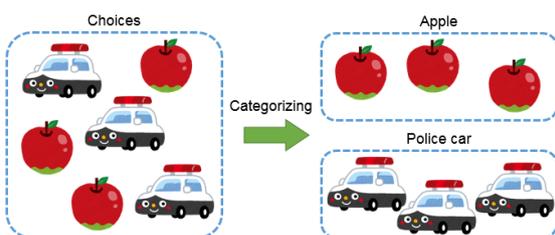


図2 仲間分け学習

・文字学習

文字学習のイメージを図3に示す。文字学習は物やイラストと文字カードを使って学習を行う。教諭はまず問題の物やイラストを児童生徒に提示する。児童生徒はそれに対応する言葉を選択群の中から選び正しい順に並べる。この学習は物が文字によって表現されるという概念を児童生徒が理解している必要があるため、難度が高い学習である。絵合わせや仲間分け学習を理解している児童生徒を対象とした発展的な学習と位置づけることができる。

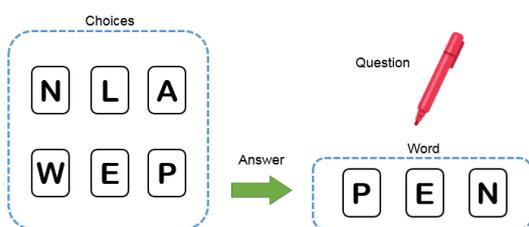


図3 文字学習

4. 研究成果

(1) システムの構築

本研究では管理の容易さからRFID本体からの電波をエネルギー源として動作し、電池を内蔵する必要の無いパッシブタイプのタグを用いた。なお、今回使用したRFIDリーダーの使用周波数は125kHz、通信距離は約0~3cmである。また、ICタグには、カード型、シール型、キーホルダー型などさまざまな種類があり、マッチングさせたい物体の形状やサイズに応じて使い分けることがで

きるという特徴がある。従来の絵合わせのように使用する場合にはカード型、ぬいぐるみのような立体物にはシール型やキーホルダー型が適している。

なお、RFID本体とソフトウェアが動作するPCやタブレットの情報通信には、USBケーブルを用いた有線型とBluetoothを用いた無線型の2タイプを用意し、異なるOSにおいても同様の機能を提供できるアプリの開発を行った。

(2) 提案する教材の機能

RFIDをマッチング判定に用いることにより、対象者が普段使用しているぬいぐるみやおもちゃを教材に使用することが可能となる。そのため、児童生徒の学習への導入を円滑に行うことができる。また、音楽の再生や画像・動画の表示により、触覚、聴覚、視覚の刺激を与えることができるため、学習者の主体性を引き出す効果などが期待される。解答時のシステムの挙動について、児童生徒が楽しめるように教諭が工夫をすることも容易になる。さらに、児童生徒ごとの学習履歴を自動的に保存し、視覚的に確認しやすい可視化機能を設けることで、学習効果や児童生徒の成長の振り返りなど、指導者にとっての指針となることが期待できる。

以上より、教材に求められる主な機能は以下のように整理される。

- ・RFIDを用いたマッチング判定
- ・児童生徒へのフィードバック
 - ・音の再生
 - ・画像の表示
 - ・動画の再生
- ・教材管理
 - ・生徒データの登録・管理
 - ・タグ情報の登録・管理
- ・学習の可視化
 - ・学習履歴の保存
 - ・学習履歴のグラフ化

次に、マッチング教材使用時のフローチャートを図4に示す。各状態で主体的に動作する対象については吹き出しで記している。

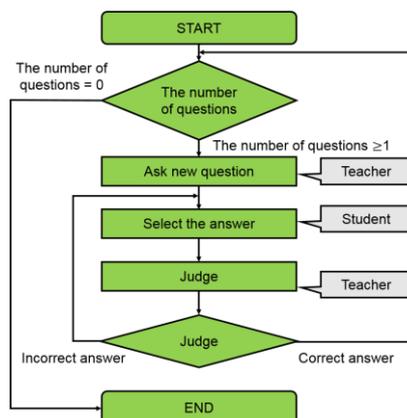


図4 マッチング教材の動作フロー

この機能を有するマッチング学習教材を教諭らと意見交換をしながら作成し、特別支援学校の授業において使用してもらった。図5は小学部の児童が発展的な文字学習を数ヶ月間行った際の様子である。

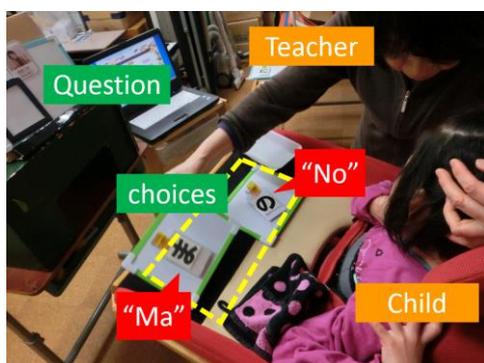


図5 文字学習の様子

(提示された写真に対応する言葉「まめ」の1文字目「ま」を選択している様子)

(3) 学習結果の分析と可視化

図5の被験者は、重複障害のある12歳の女子児童である。この児童は、絵合わせや仲間分け学習などのマッチング学習をある程度理解しており、文字と物についての関連性についても基本的な理解ができていると判断されていたため発展的な文字学習へと進んだ。教諭が写真により出題し、児童がそれに対応する言葉をひらがな2文字で解答する。

次に、文字学習を始めてからの解答回数を積算し、正答率を目的変数、解答時間と出題回数を説明変数として重回帰分析を行った。記録された学習データの中から、教諭が問題を提示してから児童が1文字目を正解するまでの時間を1文字目の解答時間、1文字目の正解を選択してから2文字目の正解を選び終えるまでの時間を2文字目の解答時間としている。途中、誤答があった場合も上記の解答時間に含まれる。1文字目と2文字目を区別せずに導出した正答率の変化を図6に、1文字目だけについての正答率の変化を図7に、2文字目についての正答率の変化を図8に示す。黒い点が学習記録の元データであり、重回帰分析により導出された平面をカラーで作図している。

図6より出題回数を重ねるほどに正答率が単調に増加していることが分かる。また、回答するまでの時間は大きな変化はなく、一定の時間を要していることがうかがえる。このグラフからは文字学習の効果が回を重ねるごとに順調に表れているように読み取れる。

しかし、図7, 8を比較すると、1文字目と2文字目の変化は明らかに違いがある。1文字目は出題回数と正答率の間に正の相関が見て取れるが、2文字目については、出題回数と正答率の間に明確な相関がみられない。この結果について、特別支援学校教諭と検討をした結果、対象児童は物と言葉の因果関係

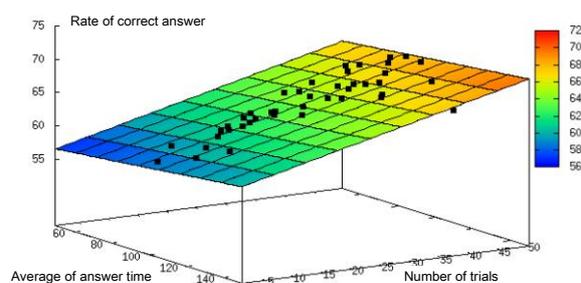


図6 正答率の変化 (1文字目, 2文字目区別なし)

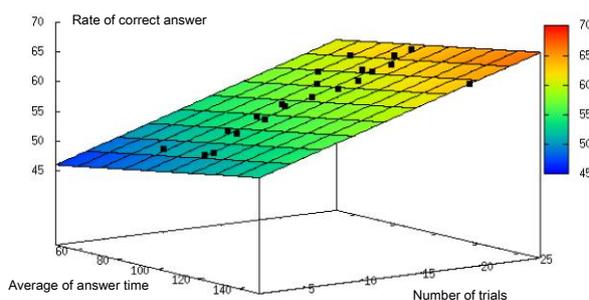


図7 正答率の変化 (1文字目のみ)

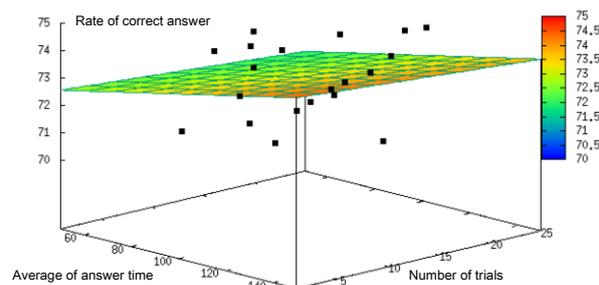


図8 正答率の変化 (2文字目のみ)

があることは理解できているものの、文字を連ねてできる単語により対象が表現できるという概念の形成段階にあり、現在は対象物と1文字目のひらがなの対応を理解できる段階にあると判断された。このような分析は、ひらがな1文字ごとに重回帰分析をすることにより可能になったもので、対象者の持つ力を伸ばすための学習方針を立てるうえで重要な指針となる。また、重回帰分析の数式を提示するのではなく、グラフによる可視化をしたことで因果関係が直感的に把握できるようになった。RFIDタグを使用することで、学習に関する詳細な情報が自動的に保存されるため、事後に様々な角度から分析することが可能なことも本システムの特長の一つである。

(4) まとめ

特別支援学校の重複障害クラスの授業参観とヒアリングを通して、「絵合わせ」や「型はめ」などのマッチング学習において、図形をはめ込むことが困難な児童に適した教材

への期待、従来の教材が平面的な対象物にし
か適用できない問題を解決したいというニ
ーズを発掘した。これらのニーズに応えるた
め、児童らが日常的に使用しているぬいぐる
みなど、不定形な立体物も使用可能な実用性
の高いマッチング学習教材を開発した。無線
による IC タグの認識、マッチング判定、音
声再生、画像表示までの要素技術検証のため
の装置を作成し、プロトタイプでの課題であ
った事前準備にかかる作業量を軽減するこ
ういう目的を達成した。さらに、発展的な学習
として、仲間分け学習、文字学習へと展開で
きるようにシステムの拡張を行った。仲間分
け学習においては、提示された複数の対象を
2つのグループに分類する作業を児童が行
う。同一の物体とは限らないため、マッチ
ング学習と比べると難度が高くなる。また、
文字学習においては、提示された写真や物体
に対してひらがなを一文字ずつ選択して解答
することで、物とことばの関係を学べるよ
うにした。ある児童についてはマッチング学
習や仲間分け学習について概ね正答できる
ことから、2文字での文字学習へと発展させ
ている。出題回数、解答時間、正答率など
について、1文字目、2文字目と分けて重
回帰分析を行った結果、対象児童のひらが
なの認識に関する特性がより明らかになっ
た。また、その結果を3次元グラフで表示
することで、学習の効果を直感的に分
かりやすく可視化することに成功した。
開発システムを利用することで、対象児
童生徒の学習の成長を客観的かつ、定
量的に捉えることが可能となった。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 10 件)

- ① 堀口明浩, 柴里弘毅, Evaluation of the word leaning tendency of challenged people using the multi regression analysis, 平成 29 年度 第 16 回電子情報系高専フォーラム, pp.17-20, (2017 年 11 月)
- ② 堀口明浩, 柴里弘毅, 大塚弘文, 嶋田泰幸, Implementation of Picture Matching using RFID for Challenged People, 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics, pp.618-622, (2017 年 10 月)
- ③ 柴里弘毅, 堀口明浩, 大塚弘文, 嶋田泰幸, Development of Picture Matching Material Using RFID for Challenged People, Proceedings of The 5th International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017, pp.479-485, (2017 年 9 月)
- ④ 津志田大武, 柴里弘毅, 大塚弘文, 特別支援学校における学びを支援する教材の

開発, 平成 28 年度 (第 7 回) 電気学会九州支部高専研究講演会講演論文集, pp.51-52, (2017 年 3 月)

- ⑤ 津志田大武, 柴里弘毅, 大塚弘文, RFID システムを用いた仲間分け学習教材の開発, 日本福祉工学会第 1 回九州支部大会講演論文集, pp.14-15, (2016 年 10 月)
- ⑥ 柴里弘毅, 不定形な立体物マッチング教材の開発 (第 2 報), Japan AT フォーラム 2016 講演論文集, pp.65-66, (2016 年 9 月)
- ⑦ 柴里弘毅, RFID タグを用いたマッチング学習教材, ATAC カンファレンス 2015 ポスター発表, (2015 年 12 月)
- ⑧ 堀口明浩, 岩崎友紀, 柴里弘毅, 大塚弘文, RFID を用いたマッチング教材に関する一考察, 第 14 回電子情報系高専フォーラム, pp.29-32, (2015 年 11 月)
- ⑨ 牧 泰宏, 柴里弘毅, 大塚弘文, 不定形な立体物マッチング教材の開発, Japan AT フォーラム 2015 講演論文集, pp.43-44, (2015 年 9 月)
- ⑩ 柴里弘毅, 大塚弘文, 嶋田泰幸, 社会実装教育による技術者育成, 工学教育研究講演会講演論文集, 日本工学教育協会, 2D04, (2015 年 9 月)

[その他]

Researchmap 公表論文リスト掲載
<https://researchmap.jp/read0182625/>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
柴里 弘毅 (SHIBASATO, Koki)
熊本高等専門学校・制御情報システム工学科・教授
研究者番号 : 60259968
- (2) 研究分担者
大塚 弘文 (OHTSUKA, Hirofumi)
熊本高等専門学校・制御情報システム工学科・教授
研究者番号 : 10223869