

視線特性分析を通じた算数困難を有する聴覚障がい児への 算数学習支援の研究

芝間 太久郎[†] 松永 信介[†]

東京工科大学メディア学部^{††}

1. 研究概要

1.1 研究背景

聴覚障がいとは、音を感じる器官に何らかの疾患を抱えているために、声の取得と発信が困難になる障がいのことである。近年、聴覚障がい児の中には算数困難と呼ばれる学習障がいを併せもつ子どもが潜在的にいることがわかってきた。学習障がいとは基本的には知的発達に遅れはないが、聞く・話す・読む・書く・計算するなどの能力、またはその他の特定の能力の習得と使用に著しい困難をきたす発達障がい的一种である。算数の文章問題を解く際には、これらのうち、読み書きという言語処理と、計算という非言語処理が必要となる。したがって、言語処理に影響を及ぼす聴覚障がいに、非言語処理に影響を及ぼす算数困難が重なると、その課題解決は難を要する。この問題意識のもと、アイトラッキングによる対象児の視線特性データから識字・読解の集中度や癖を分析し、その上で矯正としての視線誘導による算術学習支援の研究が行われてきた[2] [3]。

1.2 研究目的

上述のような背景のもと本研究では、聴覚障がいと算数困難を併有する児童を対象とした学習支援が不十分であると考えた。そこで、算数困難を抱える聴覚障がい児を主対象として、ICT活用による算数文章問題克服のための学習支援を試みることにした。

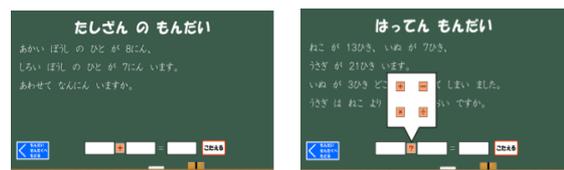
算数の文章問題の多くは、少なからず起承転結の要素を帯びているが、本研究の対象児はこの起・承・転・結の単体を理解できても、総体としての文脈の理解に困難を抱えている場合が多い。

そこで本研究では、対象児がどのような視線の動きをしているのかの特徴を調査・分析した上で、算術力および文章読解力の向上を図る視線誘導付の教材コンテンツを開発し、そのことによる学習効果を検証することとした。本稿では、この開発教材と視線分析・視線誘導の効果について述べる。

2. 教材概要

本研究で使用する教材は、聴覚障がいと算数困難を併有するろう学校の小高部児童が使用することを想定している。教材の題材は、四則演算(加減乗除)に関わる文章問題であり、基本問題と発展問題からなる。文章読解ののちに立式へと移るが、演算記号も含め、画面上での選択式となっている。なお、発展問題では、立式には必要のないダミーを含めた数字が出てくるものも盛り込んだ。基本的には算数文章問題を鍛える復習型のトレーニング教材であり、教材を何度も使用してもらうことを前提としている。

図1(a)は基本問題画面の一例であるが、文章問題とそれを解くための立式の入力欄がある。入力欄に数値を入れた後、正誤判定用のボタンを押す仕組みになっている。また、誤答の際にのみ現れるヒント機能があり、間違えるたびにヒント内容がより基本的なものへと変化する。なお、最後のヒントに到達しても問題が解けない場合には解説画面に移行する仕様となっている。一方、同図(b)は発展問題画面の一例である。基本問題とは異なり、立式の入力欄では演算に使用する記号を選択する必要がある。



(a) 基本問題

(b) 発展問題

図1 問題画面

解説は基本2ページで構成され、絵と文章による説明となっている。最初のページでは問題文の内容の整理と式を組み立てるために必要な数値の確認を行い、次のページで絵と言葉の式による説明および計算式と答えが表示される(図2)。



図2 解説画面

A study on practical support in learning arithmetic for deaf children with dyscalculia through eye-tracking analysis

[†]Takuro Shibama, Shinsuke Matsunaga

^{††}School of Media Science, Tokyo University of Technology

3. 評価実験

3.1 概要

教材の有効性を評価する目的で、東京都立大塚ろう学校小学部 4・5 年生を対象に、開発した教材を用いて学習支援の効果検証を行った。概要は次の通りである。

- ・実施日：平成 28 年 12 月 12 日，15－16 日
- ・対象：東京都立大塚ろう学校 4・5 年生児童 22 人
- ・使用機器：タッチパネル PC、Tobii Studio
- ・実施の流れ：
 - － 視線特性の確認（キャリブレーション）
 - － 教材の利用
 - － 児童に対する事後アンケート
- ・検証ポイント：
 - － 視線特性の変化
 - － 学習効果

3.2 教材利用の結果

視線特性の変化も学習効果も、10 月の仮教材（視線誘導無し）による事前調査時の状況と比較して評価を行った。

まず、視線特性の変化に関してであるが、細目として「視線推移比率」と「文章内注視率」を指標として設定した。ここで、視線推移比率とは、視線の横方向と縦方向の移動累計の比率のことである。算数の文章読解においては横方向の視線移動の比率が大きくなるため、おおよそ 1.3～1.5 程度となれば文章を読み飛ばすことなく理解しながら読解できていると解釈する。一方、文章内注視率とは、問題文全体およびその中の重要語句の注視に関する割合のことであり、この割合が高ければ高いほど、文章問題の重要部分をよく見ていると解釈する。

下表 1 は、10 月の事前調査時と 12 月の本評価実験時におけるこれらの指標の平均を表している。

表 1 視線特性比較

	10 月	12 月
視線推移比率	1.32	1.28
文章内注視率	0.45	0.59

視線推移比率に関しては、事前調査と評価実験の結果に大差は無いが、これは仮教材では実装されていなかった本教材のみの機能による縦方向の視線移動が増えたことによるものだと考えられる。また、文章内注視率に関しては、数値に大きな差が表れている。これは、問題に躓いた際にヒントとして計算の手助けとなる言葉や数値をハイライトさせる機能によるプラス効果によるものと考えられる。

一方、学習効果に関しては、10 点満点換算で事前調査では平均 4.7 点であったものが、本実験では 8.5 点まで上がった。なお、本実験においてもヒントを使用せずに解答を行った時点では、平均 5.7 点と事前調査の時と正答率に大差はなかった。しかし、ヒント機能を活用することによって次第に点数が伸び、最終的に上記の数字まで上昇した。

これらの結果から、視線誘導の特性をもつ本教材が対象児の算数学習支援の一助になることが示唆されたといえる。

3.3 事後アンケート

本教材を使用した後に、児童の意識調査を目的にアンケートを行った。その結果、本教材を通じて引き続き算数の勉強を行いたいと感じた児童が、22 人中 20 人いた。実際の様子としても、児童の集中力があつたことが窺えた。また、傍で監督に当たっていた教師からも、重要箇所の色による視線誘導の効果はあるとの評価を得た。

4. まとめ

本稿では、算数困難を抱える聴覚障がい児を対象にした、視線誘導による算数文章問題克服のための教育支援の試みについて記した。語彙力が不足している聴覚障がい児は、もとより文章を嫌がる傾向にあるが、文章問題を解くために視線誘導の指針として重要語句をハイライトさせることで文章内注視率を高めることが学力向上の支援に効果的であることが判明した。

アンケートの結果から算数を苦手と考える児童に対して克服するきっかけ作りができた。

しかし、本研究で開発した教材は、純粋に問題の数が少ない。また展望として繰り返し使用する教材となることが理想なので、今後はランダム化の実装と問題のバリエーションを増やしていく予定である。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金（課題番号:16K04848）の助成により行われた。

参考文献

- [1] 茂木俊彦監修，特別支援教育大事典，旬報社，2010 年
- [2] 石沢 慶介，田沢 祐太，松永 信介，ICT 活用による算数困難を抱える聴覚障がい児への教育支援の研究，情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集 4，pp.833-836，2015
- [3] 渡邊 優弥，飯島 光洋，松永 信介，算数困難を抱える聴覚障がい児への視線誘導を用いた算術学習支援コンテンツの開発，情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集 4，pp.835-836