

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

渡邊 優弥<sup>†</sup> 飯島 光洋<sup>†</sup> 松永 信介<sup>†</sup>

東京工科大学 メディア学部<sup>††</sup>

1. はじめに

聴覚障がい児の中には、学習障がい的一种である算数困難(算数障がい)を併せ有する者がいる。算数困難とは、数え方や計算などに特異な課題を抱える障がいのことである[1]。この算数困難を有する聴覚障がい児にとって、日常文脈に基づく文章問題は、言語処理(識字・読解)と非言語処理(計算)を伴うため、その克服に困難をきたす[2]。

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(苦手要素の読み飛ばしなど)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[3]。本研究は、先行研究の流れを汲むものである。児童特性の適応度を高めるために、教材デザインを刷新し、より個々人の学力や障がいの度合いを考慮した視線誘導モデルによって文章読解の支援を行う。そして、制作したコンテンツを用いて対象児の学力向上の検証を行った。

本稿では、開発した教材および視線誘導の効果について述べる。

2. 事前調査・結果

対象児の読解や算術に関する学習方略を探るべく、研究協力先のろう学校児童 39 人を対象に事前調査を行った。事前アンケートとテストを行い、学力を把握した後に、教材を使用した。その後事後テストでの学力の向上とアンケートで教材の評価をした。

結果として、想定していたよりも児童個々人の学力の差が大きく、復習型教材として幅広く児童へ支援する為に、文章問題の解き方をハイライトなど使用し形式的に学ぶ基本問題と、実際に立式に関係の無い数字などを含み、考える事が必要な発展問題を制作することとした。また、アンケート調査では対象児が読みやすいハイライトのカラーと正答率の向上した児童が実際によく注視したハイライトのカラーに違いが存在する事、担当教員の意見として、「読み飛ばしがちな助詞への色分け」が必要なことが判明した。

Development of e-learning materials on arithmetics for the deaf children with dyscalculia

<sup>†</sup>Masaya Watanabe, Koyo Iijima, Shinsuke Matsunaga  
<sup>††</sup>School of Media Science, Tokyo University of Technology

3. 教材概要

3.1 視線誘導デザイン

事前調査の結果に基づき、まずは基本問題と発展問題の2種を用意することとし、さらにそれぞれに3種の視線誘導モデル(強・中・弱)を制作することとした。下表1は基本問題の各モデルの仕様である。

表1 基本問題の視線誘導モデル(強・中・弱)

	強	中	弱
文字表示	動画	一括	一括
重要語句色分け	3色	2色	1色
重要語句大フォント	無	無	有
ダミー数字	無	無	無
“ことばの式”制限	表示可能	表示可能	表示可能

基本問題と発展問題との大きな違いは、問題文中に立式に必要な数値のみが記されている(基本)か立式に必要なないダミーの数値が含まれているか(発展)である。この発展におけるダミーの数値は、本当に問題を理解し、解答に臨んでいるかどうかを測る上で設けたものである。また、立式を支援する“ことばの式”は発展問題においては、強においてのみ表示可能となっている。

3.2 教材画面

図1は、視線誘導(強)の問題画面である。計算に使用する数字と、「あわせて」など計算を決める語句をハイライト表示、聴覚障がい児が読み飛ばしがちな助詞に文字色分けを行っている。

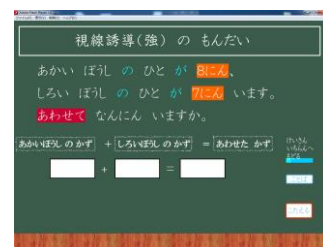


図1 視線誘導(強)問題画面

視線誘導(強)では、問題を選択した際に文章全体は表示されておらず、1文字ずつ表示されていく。これは、対象児の興味を新しく表示されて行く文字に集中させ視線を誘導する事で文章読解の支援を行うためである。

#### 4. 評価実験

##### 4.1 概要

学習支援コンテンツが児童の学習にどの程度の効果をもたらすかの使用実験を行った。対象児毎に学習レベルに差が存在するため問題内容、視線誘導モデルは事前にルーブリックを制作して、担当教員が判定してもらうことで対象児にそれぞれに適切な問題を割り当てた。

- ・ 対象：東京都立大塚ろう学校に通う小学部児童（3年生9人と同4年生8人と同5年生13人）
- ・ 実施日：2015年12月2日（水）3日（木）
- ・ 実施の流れ
  - ① 事前テスト（四則演算を含む3問）
  - ② 教材実施（基本・発展問題各3問）
  - ③ 事後テスト（四則演算を含む3問）

この流れで各児童が教材利用を行った。また、担当教員に聞き取り形式でのアンケートを実施した。

##### 4.2 結果

学習効果の概略に関しては、教材利用の事前後のテスト結果で、掛け算・割り算やダミー数字を含む問題の正答率が向上したものの、足し算・引き算の問題では大きな変化は見られなかった。

視線分析の結果は下表2のようになった。

表2 本検証視線誘導結果

		全体	正答率向上	変動無・減少
基本	視線推移比率	1.23	1.19	1.31
	文章内注視率	0.34	0.37	0.28
発展	視線推移比率	1.39	1.34	1.53
	文章内注視率	0.27	0.33	0.19
全体	視線推移比率	1.30	1.25	1.40
	文章内注視率	0.32	0.36	0.24

ここで視線推移比率とは、視線の水平方向と垂直方向の移動累計の比率のことであり、表中ではその平均値を記している。文章読解においては水平方向の視線移動の比率が大きくなるため、おおよそ1.3から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。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、表中ではその平均値を記している。文章内注視率が高い方が事後問題や教材の正答率が高く、文章内における視線誘導が成功した児童に対しては教材効果が高いという結果が判明した。

なお、正答率向上した児童とそうでない児童とでt検定を行った結果、視線推移比率・文章内注視率ともに5%水準で有為差が認められた。

続いて、それぞれルーブリックで決定した児童のデータと関連づけたものが下表3と下表4である。

表3 聴覚障がい児の度合いにおける注視率

	軽度難聴	中程度難聴	重度難聴	最重度難聴
基本問題	0.31	0.37	0.34	0.32
発展問題	0.38	0.30	0.29	0.24
全体	0.40	0.33	0.32	0.28

表4 言語スキルの度合いにおける視線推移比率

	低	中	高
基本	1.25	1.21	1.24
発展	1.28	1.37	1.45
全体	1.24	1.30	1.32

全体として、軽度難聴の児童と言語スキルが比較的高いレベルの児童の正答率が高い傾向であった。本教材では、まだ重度難聴児童や、文章読解の苦手な児童の学習支援は軽度難聴の児童に比べ不十分な結果であったと考えられる。

また、アンケート調査の結果では、正答率の向上した児童と全体の児童の回答率に大きな関連性は見られなかった。しかし、「教科書と教材、どちらの問題が解きやすいか」という設問に対して半々という結果が生じた。これは、掛け算、割り算を主に教材で行った児童が多かった。担当教師からの意見として、「計算用紙との往復が大変ではないか」「ハイライトの部分当てずっぽうに計算する児童もいる」という指摘がある反面、「動きなど視覚的にヒントを与えるのは面白い」との意見も頂いた。

#### 5. まとめ

本章では、聴覚障がいを併有する重複障がい児向けの算数文章問題に対する視線誘導の効果と結果について報告する。

対象児童に使用した結果、教材効果として、重度難聴や言語スキルの未成熟な児童には効果値は低いものの計算力の向上として一定の効果が示唆された。また、聴覚障がい児童における文章問題を解くための視線誘導の指針として水平方向に視線を誘導することの他に文章内注視率を高めることが学力支援に効果的であることが判明した。しかし、重度の聴覚障がい児や重複障がい児に対しての学習支援は未だ不十分であった。より細かな視線誘導の方法や視線誘導機能の切り替え機能によって、多様な障がい児への教育を支援することが必要である。

#### 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:25381326）の助成により行われた。

#### 参考文献

- [1] 軽度発達障害フォーラム  
<http://www.mdd-forum.net/index.html>
- [2] 文部科学省,特別教育支援について  
<http://urx2.nu/fQsh>
- [3] 石沢 慶介, 田澤 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