

視線特性分析を通じた算数困難ろう児への学習支援

～ 文章問題における段階的ヒント指南 ～

松永 信介
(東京工科大学 メディア学部)

KEY WORDS: 視線特性, 算数困難, 聴覚障がい

1. 目的

聴覚障がい児の多くは、識字や読解に困難を伴うため、算数の文章問題を解くのに苦心する[1]。しかしながら、文章問題に臨むには、「問題の解釈」→「立式」→「解の算出」という手続きを経なければならない。その入口である「問題の解釈」には語彙力や読解力などの言語処理スキルが必要であり、その先の「立式」から「解の算出」の出口までには論理力や計算力という非言語処理スキルが必要である。

そこで本研究では、要点箇所をハイライト表示することによる視線誘導の仕組みを採り入れた教材の開発を行い、研究協力先のろう学校にて効果検証を試みた。なお、児童の保護者へは学校を通じて協力依頼文を送り、その同意を事前に得た上で本研究を実践した。

2. 方法

1) 事前調査

研究協力先のろう学校 4・5年生の児童 21 名を対象に、調査用のサンプル教材とアイトラッカー (Tobii/X2-30) を用いて、文章問題に取り組む際の視線の特性を分析した。ここでの分析要件は、定型の 3 文構成の文章問題に対する児童の水平方向と鉛直方向の視線の動き、ならびに問題を解く上で重要となる語句・数値への注視状況である。

2) 指導実践

事前調査の結果を踏まえ、難易度の異なる複数の問題を設計・開発し、それぞれに間接的から直接的へと 3 段階で視線誘導を促すヒント機能を実装した。そして、その教材を用いて研究協力先にて再度実践し、視線誘導による学習効果の検証を行った。

3. 結果

1) 事前調査

視線特性の分析には、次の 2 つの指標を用いた。

$$\text{視線推移比率} = \frac{\text{水平方向の視線の総移動距離}}{\text{鉛直方向の視線の総移動距離}}$$

$$\text{文章内注視率} = \frac{\text{重要語句・数値の注視時間}}{\text{全注視時間}}$$

前者の視線推移比率に関しては、今回のサンプル教材の画面比率である 1.5 を基準値としたが、児童平均は 1.32 で基準値より低かった。これは、文章の読み飛ばしや無駄な上下の視線移動が起きていたことを窺わせる。実際、この数値が 1.5 に近い児童ほど正答率が高かった。一方、後者の文章内注視率に関しては、規準値を設定せず、この指標と正答率との間に相関があるかのみを調べた。難易度の影響も多少あったが、相関に関しては、0.74 で比較的強い正の相関が示唆され、問題の核となる重要語句・数値への視線誘導の必要性を確認した。

2) 指導実践

実践用の新たな教材に関しては、各問題に対して、次の 3 段階(①-③)での視線誘導(式ヒント表示・ハイライト)要素を採り入れた。

- ① 立式イメージを“ことばの式”として提示
- ② 立式に必要な単位付き数値をハイライト
- ③ 立式に必要な演算キーワードをハイライト

そして、事前調査と同じ被験者に同種・同レベルの問題に取り組んでもらう形式で評価実験を行った。なお、①の“ことばの式”に関しては、問題文の傍ではなく画面下部に表示する仕様としたため、その箇所への視線移動と注視時間は排除して計測した。

この前提での事前調査時との比較であるが、対象児の視線推移比率は平均 1.47 に改善し、文章内注視率と正答率との相関も 0.78 と微増した。実践後の児童用アンケートでは、式ヒントの提示やハイライトを通じて要点を押さえられたという意見が多数あった。一方、教員用アンケートにて、児童の主眼的な取り組みの一助になるが、ヒント頼みに繋がる懸念を指摘された。

4. 考察・結論

本研究では、算数文章問題の克服を課題とする児童を主対象として、問題の解釈から解の算出までを段階的なヒントで指南する教材を開発し、その効果の検証を行った。

事前調査では、算数文章問題を不得手とする児童の癖を探るべく、視線推移比率と文章内注視率という 2 つの指標を設定して視線特性の分析を行った。想定内であったが、飛ばし読みや不安定な上下の視線のブレ等が正答率の低さに影響していることが指標の分析データの結果から示唆された。そして、この結果に基づき開発した 3 段階の視線誘導付き教材を用いた指導実践では、上記 2 つの指標の数値に顕著な改善が認められた。本教材は視線誘導による学習支援をねらいとするものであるが、その操作自体は児童が主体的に行う仕様としたため、それが有用であったものと推察される。しかしながら、課題も残った。今後は、学習者特性をより考慮して、安易なヒントへのアクセスができないような UI デザインの検討を進める。

謝辞

本研究は、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] 川原靖子・南出好史：聴覚障害児の言語能力と算数文章題の解決能力、聴覚言語障害, 22 (4), pp.119-129. 1993
- [2] 松永信介, 算数困難を抱える聴覚障がい児の視線特性の分析と学習支援：算数文章問題克服のためのアイトラッキングの活用, 日本特殊教育学会第 54 回大会 O19-4. 2016

(MATSUNAGA Shinsuke)