

文章題解決を促す図表活用スキル教授法の認知神経科学的検討

綾部 宏明(東京大学 大学院教育学研究科 特別研究員)

視覚表現は問題を解くための武器である。ワーキングメモリの視覚チャネルの働きを支援するため、認知機能を強化する。章題を解くためには図表が最も効果的とされるが、深刻な問題が立ちはだかつており、有効な教授法は確立されていない(Hembree, 1992; Uesaka et al., 2007)。具体的には、文章題を解くために生徒は自発的に図表を使わないことである(産出欠如; Dufour-Janvier et al., 1990; Uesaka et al., 2007; van Garderen et al., 2013)、文章題に適切な図表を選べない(条件的知識の欠如; Corter & Zahner, 2007; Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Van Garderen et al., 2013)、生徒がたとえ適切な図表を作っても、正答を必ずしも導き出せない(利用欠如; Uesaka & Manalo, 2006; Uesaka et al., 2007, 2010)という問題がある。図表活用教授が特に難しい理由は、これら3つの問題が異なる段階で生じるため、失敗の原因を同定しづらいからである。生徒が図表から恩恵を受けられるようにするためには、構想、作成、活用の一連の認知プロセスを遂行できる図表スキルを習得させる必要がある。したがって、本研究は問題タイプと図表の種類 of 適切性をより深く理解して、教師が条件的知識を明示的に教えられるようにするための理論的基盤を提供すること(研究1)、図表を活用するための知識がその能力をどのように開発するかを深く理解すること(研究2)、これまでの研究知見を実際の教育場面で検証し、実用的な教授法を開発すること(研究3)を目的とした。

研究1では、小中生48名に対して抽象的な図表(表/グラフ)、具体的な図(イラスト)、数式のいずれかを提示して文章題を解答させ、正答率と脳血流量(fNIRS)を計測することで表現効果を比較した。その結果、数の規則性を推論させる問題においては、表を使用したときのほうがイラストを使うよりも正答率が高く、数式のみを提示した場合がもっとも低かった。数量が複雑に変化する問題においては、グラフを使うほうがイラストを使うよりも正答率が高く、表を使うときはもっとも低かった。これらの結果は、問題を解くために役立つ推論タイプと図表の表現効果との適切性を特にグラフにおいて示唆している。

研究2では、小中生24名に対して「グラフ」の活用知識の効果を行動と脳活動(fNIRS)によって確かめる実験を行った。図表の利用欠如に対処するためには、図表のどんな知識を教えるとどのような効果が得られるかを明確にする必要があるが、活用手続きを訓練することはめったにない。実験手続きは、宣言的知識のみの指示では表の使用は高まったが解決に失敗し、表の使い方(条件的+手続き的知識)までを教授すると解決に成功した先行研究(Ayabe et al., 2022)を忠実に再現し、グラフ使用スキルに応用することを試みた。その結果、グラフを使うことを求められただけの場合、参加者はグラフを作成するが問題解決につながらず前頭前野の脳血流も減少するが、グラフの使い方を指導された後は自発的なグラフの使用と正答率の両方が高まり、前頭前野の脳血流も高まること示された。

研究3では、図表を使って文章題を解決するスキルを習得させる実践研究を中2生3クラス60名対象に行った。図表知識の教授法を実際の教育場面で生かすためには教員と共同して実用的な教授法を開発する必要がある。そこで、表、グラフの方略知識をいずれかが適切な文章題、およびいずれも適切ではない文章題を解かせて効果を確認した。授業は中学校の実際の教科担任が担当した。その結果、表、グラフともに教授介入後に正答率は高まった。引き続き遅延テストで低下したものの実験開始前よりは高い正答率を維持した。注目すべき点は、教授介入後に動機づけも高まり、引き続き2週間後には低下したものの実験開始前よりは高い動機づけを維持した。これらの結果は、本研究が開発した図表教授プログラムが実際の教育場面において有効であり、実用可能であることを示唆した。

以上より、本研究は図表活用教授が抱える問題に理論的かつ実証的に対処し、それを応用することで図表スキルを習得させる有効な教授法の確立に貢献できる可能性を示したものである。