

学 位 論 文 要 旨

氏 名 大林 正法

題 目 小学校段階における図形の論理的思考に関する研究

学位論文要旨（和文2,000字又は英文1,000語程度）

本研究の目的は、小学校段階における演繹性とはいかなるものか、また、演繹に至るまでの過程はどのようなになっているのか、その実態を明らかにし、中学校での証明学習の素地を顕在化させることである。そして、この目的を達成するために、二つの研究課題「小学校段階における思考水準を特定すること」、「特定された小学校中高学年段階の児童の思考水準を基に、中学校での証明学習を行う素地としてどこまで演繹的な推論を行い、記述できるのかを明らかにすること」を設定した。第一の研究課題は、第4章で、第二の課題は第7章で解決を試みた。

まず、本研究で述べる論理的思考として推論に焦点化し、推論を大きく演繹、帰納、アブダクション（仮説生成）と類推に分類した。とりわけ、Charles Sanders Peirce(1839-1914)が、三段論法の推論式に現れる3つの構成要素、事例、法則、結果の用いられ方に着目して、演繹、帰納、アブダクションの相違を示したことに依拠して3つの推論を規定した。すなわち、演繹とは、法則と事例から結果を導く推論、帰納とは、事例と結果から法則を導く推論、アブダクション（仮説生成）とは、結果と法則から事例を導く推論とした。さらにアブダクションには類推が含まれることを伊藤説朗(1993)の論に依拠して規定した。

第一の課題解決に対して、まず、van Hiele(1984)の図形の思考水準及びその改訂を図った布川(1992)の図形の思考水準、岡崎の定義の水準(1999)、Toulmin が開発した Toulmin モデルを概観した。その後、最初の3つの先行研究を理論的枠組みとして Toulmin モデルを援用して、小学校上学年の児童を対象に、四角形の包摂関係を題材にして実験授業および質問紙調査を行った。その結果、図形の思考水準2と3の間には、大きな内包1つのみで推論する 2-a、いくつかの内包を並列で推論する 2-b、内包と外延の関係を思考して包摂的に推論する 2-c、内包の中で優先するものを定義として捉えて推論する 2-d が存在し、証明の中で定義を用いながら演繹する水準3へ至ることを明らかにした。このように図形の思考水準2と3の間を精緻化することで、第一の研究課題の解決を図った。

次に、第二の課題解決に対して、証明に至る前の正当化方法をアーギュメンテーションとして捉え、辻山洋介(2016)のアーギュメンテーションの定義を基に、Reid, D & C, Knipping(2010)の証明とアーギュメンテーションとの関係や先行研究者達の考えをまとめたアーギュメンテーション分類を概観した。加えて C, Knipping(2008)のアーギュメンテーション4構造と Harel, G, & Sowder, L. (1998)の証明図式を概観した。

加えて、中学校で学習されている証明を小学校段階で取り入れるため、何らかの足場が必要になると考え、足場理論として Vygotsky(1926)の発達の最近接領域 (ZPD: zone of proximal development) を基に、I. Tabak & B. J. Reiser (2008) の足場理論を構成する重要な概念について概観した。

その後、小学校高学年段階の児童の演繹の実態を探るために小中学校両方で学習する三角形の内角和が180度になることを題材にして実験授業および質問紙調査を行い、小学校高学年段階の正当化方法に

関する発達段階の様相，とりわけ推論の発達状況に着目し，帰納から演繹へとどのように発達していくのかを探った．なお，調査問題には，足場として架空の人物を登場させ，平行線の角の性質と平角が 180 度になることを用いて記述する最初のリード部分を示し，その後を児童に記述させるようにした．なぜなら，証明学習が未習段階の児童にいきなり記述することは困難であると考えたからである．

その結果，記述面で見られた児童の様相は割合として，「主張とその論拠を対にして，演繹的推論によって説明している」(類型1)が11%，「主張とその論拠を対にして，演繹的推論による説明をしようとしているが，論拠に当たる記述が一部欠けている」(類型2)が10%であった．この2つの類型の合計である21%の高学年児童は演繹的な推論で記述しており，この結果を証明学習に入る前の素地として明らかにした．

また，小学校高学年段階の一般性の認識についても探るため，別の形の三角形でも説明する説明性があるかを児童に問うた．その結果，必要でないと答えた場合を全称性の認識ができていると捉えた場合，類型1の児童の54%，類型2の41%が「必要でないと答えた．このことから，演繹的な推論で記述した児童のおよそ半数は，必要でないと答えた理由からも全称性の認識ができていた．しかし，高学年児童全体から見た場合，わずか9%であり，高学年児童の命題の認識については，学習課程上未習段階であり，条件性や全称性の認識はほぼ見られず，既習命題を「きまり」という表現を用いて，辿っている程度であるといえる．

最終的に，小学校高学年段階の児童の三角形の内角和に関する立論類型として，正当化の為に用いる対象と正当化方法を関連させて，大きく3つの類型が存在することを示した．すなわち，視覚などの直観や操作などを対象にした経験的な方法から既習命題を対象にした演繹的な方法までが存在することを明らかにした．こうして第二の研究課題の解決を図った．