

氏 名 (本 籍)	杜	威 (中 国)
学 位 の 種 類	教 育 学 博 士	
学 位 記 番 号	博 甲 第 605 号	
学位授与年月日	平成元年 3 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当	
審 査 研 究 科	教育学研究科	
学 位 論 文 題 目	学校数学における文字式の学習に関する研究 —— 認知過程モデルの提案と実証 ——	
主 査	筑波大学教授	三 輪 辰 郎
副 査	筑波大学教授 教育学博士	杉 原 一 昭
副 査	筑波大学教授 教育学博士	岡 田 明
副 査	筑波大学助教授 教育学博士	能 田 伸 彦
副 査	筑波大学助教授	渡 辺 光 雄

## 論 文 の 要 旨

### (1) 本論文の構成

本論文は、本文 6 章、302 ページ及び付録 53 ページからなっている。(本文は 1 ページ当たり 1200 字で、400 字詰原稿用紙約 850 枚に相当する。)

### (2) 本論文の目的

中等教育の始めの段階で、代数の学習を開始した子どもの多くにとって、代数の最も基本的な内容である文字式の習得が大きな難関の一つとなっていることは、これまでの多くの調査から明らかにされている。

子どもが文字式に対してもつ困難には、彼等が学習する内容の変化と彼等の認知発達的な変化という二つの要因が深く関連していることを、文字式の学習の研究において特に重要なポイントであると考え、子どもの側から文字式の学習に焦点を当てて、そこでの子どもの認知過程を解明することを目指し、その指導を改善するための方策を提案しようとして本研究を行ったのである。このため、本研究において、次の三つを研究の目的として設定している。

ア. Piaget の認知発達理論における矛盾と均衡化という概念に基づいて、文字式の学習における子どもの認知過程の特徴を解明し、その学習に生じる困難の原因を理論的に究明すること。

イ. 文字式の学習における子どもの認知過程の特徴に基づいて、その学習に関する理論を構築すること。

ウ．文字式の学習における子どもの認知過程の特徴に応じるように、文字式の指導を改善する方針を提案すること。

### (3) 研究の方法

上記の目的を達成するために、まず、学校数学における代数及び文字式の内容の特徴と、それを学習していく子どもの認知的な活動の特徴についての理論的考察を行い、その考察に基づいて、文字式の学習に関する調査を行い、結果を分析する。以上の理論的な考察と実態の検討をもとに、文字式の学習における子どもの認知過程モデルを提出する。これが文字式の学習に関する理論である。さらに、面接を行い、そのモデルへの適合性によって理論を実証するとともに、それを一層精緻化する。そして、この理論に基づいて文字式の学習と指導を捉え直し、その指導を改善する方針を提案する。

### (4) 研究の結論

本研究の目的に対して、次のような三つの結論ア、イ、ウが得られた。

ア．本研究は、文字式の学習における子どもの認知過程の特徴を明らかにするとともに、その際、Piaget の認知発達理論における矛盾と均衡化の概念が有効であることを示している。

文字式を学習し始める子どもは、学習内容と認知発達の二つにおいて転換期を迎えている。この時期における子どもの文字式の学習の分析において、Piaget の矛盾と均衡化の観点を取り入れることによって、その困難を整理することができることを示している。Piaget の観点によって、子どもの認知システムが、学習内容の転換により、文字の世界と数の世界の両面からくる攪乱にさらされて、数の世界でできた均衡が破られ、不均衡に陥ってしまうこと、文字式の導入段階において学習している子どもは認知発達の側面からみれば、まだ論理的形式的に思考するまでには至っておらず、しばらくの間は上記の両面からくる攪乱を克服するのは困難であること、しかし、最終的には、彼等はその認知システムが新たな均衡に達成することによって文字式を学習していくことを明らかにしている。

このようにして、本研究では、文字式の学習における子どもの認知過程は、その認知システムが均衡から不均衡に陥り、不均衡から新たな均衡の達成に至るという2つのステップに分けられるという特徴をもつことを明らかにしている。

イ．本研究は、文字式の学習における子どもの認知過程を明らかにし、文字式の学習における子どもの認知過程モデルを構築している。この認知過程モデルは、文字式の計算における子どもの操作モデルと文字式の計算における子どもの操作システムという二つの概念から成っている。

まず、文字式の学習における子どもの認知過程の中での不均衡の様相を明確に捉えるため、予備調査の分析をもとに文字式の計算における子どもの操作モデルという理論を提出し、18個のモデルをまとめている。操作モデルは、文字式の処理に意識的に働き掛けたと考えられる子どもの心的な操作をモデル化したものである。

さらに、文字式の学習における子どもの認知過程を総括的に捉える文字式の計算における子どもの操作システムという理論を提出している。操作システムは、子どものもつ文字式についてのシェ

マ、それらのシェマに基づいている操作モデル、操作モデルとシェマを制御する機構としてのコントロール・モニターという3つの要素をもつシステムである。そして、子どもの実態を踏まえて、文字式の計算における子どもの操作システムには、操作モデルを調達する機能と操作システムを変容する機能という二つの機能があることを明らかにしている。前者は子どもの認知システムの均衡状態における機能であり、後者は子どもの認知システムの不均衡状態における機能であること、特に、子どもの操作システムが変容していくかどうかは、子どもが真の知識を獲得できるか否かに直接につながっていることを示している。

ウ。本研究は、文字式の学習と指導を捉え直し、文字式の指導の在り方を示唆している。

ここでは、文字式についての真の知識を獲得する学習を操作システムの変容を伴う子どもの認知的な活動であると文字式の学習を捉え、文字式の指導の目標を子どもの操作システムの変容を引き起こさせることと捉えている。この際、子どもが自分の認知システムに生じている不均衡を確認できることが前提になること、そして、特に、子どもにとっての均衡が理論的な不均衡である場合、その均衡を子どもが不均衡として意識できるようにすることの重要性を指摘している。

## 審 査 の 要 旨

本研究は、学校数学において、子どもの文字式の学習指導を改善するために、子どもの認知システムを均衡化へと向かわせることの意味と重要性に関して、有効な理論を提出したという意義をもつものである。本研究において、Piagetの認知発達理論における矛盾と均衡化の概念によって文字式の学習における子どもの認知過程の特徴を明らかにしたこと、特に、操作モデルと操作システムという二つの概念から成る文字式の学習における子どもの認知過程モデルを提案し実証したことは、文字式の学習と指導に関する新しい見地を切り開くもので、もっとも高く評価される。それによって、文字式の学習指導についての優れた視点が与えられたのである。今後、認知過程モデルの理論を代数の学習と指導、さらに、学校数学全般の学習と指導へと一般化し、発展させていくことが期待される。

よって、著者は教育学博士の学位を受けるに十分な資格があるものと認定する。