

1 カリキュラム、目標、内容

(1)カリキュラム、目標

算数・数学のカリキュラムの実証的な研究の必要性

長崎 栄三

(国立教育政策研究所)

要 約

「カリキュラム」に関する論文は、1991年から2000年までの間で38編発表されている。これらの論文の研究目的は、カリキュラムの研究、開発、評価であり、普及に関する論文はない。研究方法としては文献をもとにした研究が多い。カリキュラムの研究の視点としては、学力に応じた算数・数学教育、社会や文化を意識した算数・数学教育、インフォメーション・テクノロジー (IT) を利用した算数・数学教育などに新しい焦点が当てられている。そして、事例研究等をもとにして、目的・目標、内容、指導法等を考慮したカリキュラムが開発されている。しかしながら、カリキュラム評価の研究は少ない。今後の課題として、カリキュラムに関する理論的・実証的な研究、教科書の研究・開発・評価、カリキュラムの継続的な評価、カリキュラムの共同研究、諸外国のカリキュラムとの比較、総合的な研究、の6点が挙げられる。カリキュラムは、社会や学ぶ人々にとって価値があることを示す必要があり、それだけに総合的に行われるとともに、実証的な研究によって支えられる必要がある。

I 研究のまとめ

1 発表論文の概観

この10年間の論文発表会で発表された論文のうちで「カリキュラム」に類別されたのは38編である。それらの著者名、題名を発表年順にまとめると、表1の通りである。

なお、本稿の以下においては、「カリキュラム」は、目的・目標、内容、指導法、評価から構成されるものとし、そして、それは、国家水準、地域水準、教室水準などの各水準で構成されるものとする。また、カリキュラムを、研究、開発、普及、評価の一連の連続的な過程の中に捉えている。

2 研究の目的

算数・数学の「カリキュラム」に関する論文の研究目的は、カリキュラム論からすると、カリキュラムの研究、開発、普及、評価、が考えられる。そして、それらは、対象となる、小中高校などの学校種によって異なるものとなる。さらに、国家カリキュラム (または国全体)、教室での授業展開、教科書、内容、指導法などの水準によっても異なる。例えば、カリキュラムの「研究」を、「小学校」の学習指導要領という「国家」水準のカリキュラムに焦点を当てて行うというものである。

38編の論文をこのような3つの視点から整理してまとめると、表2の通りである。

38編の論文は、カリキュラム論からすると、研究、開発、評価のいずれかに分類され、普及に関する論文はなかった。研究が21編、

【研究のまとめと課題(1991 - 2000)】

表1 1991年～2000年に発表された「カリキュラム」関係の論文

発表年	著者名	題 名
1991	勝部忠義	高専低学年における数学教育の現状—高校数学と対比して—
1991	柘植雅義	養護学校(精神薄弱教育)教科書指導書にみる算数・数学用語(2) —「かずのほん本☆小学部算数教科書指導書」—
1992	楠本善之助 他3名	「21世紀の算数・数学科の教育課程を考えるための調査」について —全体的考察—
1992	伊藤説朗 他4名	「21世紀の算数・数学科の教育課程を考えるための調査」について —小学校算数科の考察—
1992	久保田滋 他3名	「21世紀の算数・数学科の教育課程を考えるための調査」について —中学校数学科の考察—
1992	白石和夫 他4名	「21世紀の算数・数学科の教育課程を考えるための調査」について —高等学校数学科の考察—
1992	細呂木見良	落ちこぼれをなくし創造性を育てる算数教育の理論と実践の方法
1992	川崎宣昭	現行カリキュラムでの問題解決学習の体系作り —ポリヤの「いかにして問題を解くのか」を中心に—
1992	柘植雅義	養護学校(精神薄弱教育)教科書指導書にみる算数・数学用語(3) —「かずのほん本☆☆小学部算数教科書指導書」—
1992	今井敏博	問題解決の構えが拡散的思考に及ぼす影響について
1993	柘植雅義	養護学校(精神薄弱教育)教科書指導書にみる算数・数学用語(4) —「数の本☆☆☆中学部数学科教科書指導書」—
1994	佐々木徹郎	数学教育における社会的構成主義の可能性
1994	石田淳一	加減文章題の意味構造に基づく式表示の指導
1994	町田彰一郎	教材間の関連性を求めて(1) — Mathematics Connection 再考—
1994	白石和夫	具体的試案の作成を通じたカリキュラム改訂の理念の抽出
1994	瀬沼花子	数学教育における長期追跡研究の枠組みと論点—理数長期追跡研究—
1995	伊藤説朗	子どもたちの個性・能力・適正を生かす小学校算数科カリキュラムの可能性について
1995	重松敬一	算数・数学の教育課程の実施及び教育方法改善の学校事例調査研究
1995	宮本一郎	数学教育カリキュラムの中心概念とその様相 —大学教養数学に関して—
1995	池田敏和	オープンな活動を軸としたカリキュラム開発の可能性に関する研究(1) —小学校5年～中学2年における「関数領域」について—
1996	Fujita MilenaMie	算数・数学の教授・学習に関する日本とブラジルの比較研究(2) —中学校数学の幾何領域を中心に—
1996	大西俊弘	図形の最大・最小問題を題材とした生徒による発展的な問題作り —高級電卓を利用した高等学校のカリキュラム改革の試案—
1996	白石和夫	高等学校数学科の新しい教育課程の提案と論点の提示 —理念を実現するための具体案の作成—
1997	大西俊弘	高等学校数学科のカリキュラム試案
1997	池田敏和	数学的活動を軸としたカリキュラム構想
1997	矢嶋昭雄	中学校数学科における総合的な学習の現状と今後の課題
1997	国宗進 他5名	小学校算数科・中学校数学科のカリキュラムの改善

1997	小高俊夫 他 5 名	図形・空間のカリキュラム改革 —スキーマ形成論の展開と「統合幾何」の提案—
1998	伊藤説朗 他 2 名	個性・能力・適正を生かすカリキュラムによる指導に関する考察
1998	加藤竜吾	新教育課程における数学科と理科の関連について
1998	藤田太郎	英語 SMP 教科書における図形指導 —「イエローシリーズ」の「位置、移動と変換」の指導内容—
1998	杉山吉茂 他 4 名	高度情報化社会に対応する数学教育カリキュラムの開発に関する研究
1999	及川直子	算数教科書における表現の比較研究 (I)
1999	両角達男	数学学習にねざした総合学習での課題に関する一考察
2000	長崎栄三	社会・文化とつながりをもった算数・数学科のカリキュラムの構築
2000	岡本光司	「状況的学習」論に基づく数学授業 —カリキュラム試案と授業実践—
2000	池田敏和	数学的モデリングの指導目標に関する一考察 —日本における 1990 年代の文献調査を通して—
2000	岩田耕司	算数・数学教育における創造性に関する研究 (3) —数学的問題解決における固着に着目して—

開発が 5 編、評価が 12 編である。

学校種からすると、小学校 5 編、中学校 7 編、高等学校 6 編、大学 1 編、高等専門学校 2 編、養護学校 3 編と学校種を特定している研究と、義務教育（小中学校 4 編）、中等教育（中高校 2 編）、学校教育（小中高校 8 編）というように学校教育のある時期の教育をまとめて考えようとしている研究がある。

対象水準からすると、国 22 編、教室 5 編、教科書 7 編、内容 2 編、指導法 2 編からなっている。国とは、国家的なカリキュラムである学習指導要領の改善を念頭に置いたと思われる研究であり、これが一番多い。研究では、国、教室、内容、指導法が水準となり、開発では、国や教室が水準となり、評価では、国、教科書、内容が水準となっている。教科書は、研究や開発の対象となっていない。

主題は、研究・開発・評価を通して見ると、カリキュラムの全体を考慮したものから、ある特定の部分に焦点を当てたものへと多様になっている。表 2 において、理念、目的、内

容、評価などという抽象的な表現がなされているものは、カリキュラムを目的、内容、指導法などの複数の面から総合的に述べているものである（伊藤他、1992；久保田他、1992；白石他、1992；国宗他、1997）。特定の主題を見ると、この 10 年間では、個性・能力・適性などの「学力に応じた算数・数学教育」を目指した論文、社会的構成主義、数学的モデリング、社会・文化とのつながり、状況的学習論、数学と理科などの「社会や文化を意識した算数・数学教育」を目指した論文、電卓やテクノロジーなどの「インフォメーション・テクノロジー（IT）を利用した算数・数学教育」を目指した論文に特徴がある。

なお、カリキュラム論を本稿では、研究・開発・普及・評価から考えたが、このうち、論文を研究と開発のどちらかに分ける基準としては、提案されているカリキュラムに、理念・目的・目標、内容、方法が入っており、しかも、授業がいくつかの単元または学年にわたって具体性を持っているものとした。

【研究のまとめと課題(1991 - 2000)】

表2 1991年～2000年に発表された「カリキュラム」関係の論文の研究目的

目的	学校種	対象水準	主題 [著者 (発表年)]
研究	小学校	国	目的・内容・方法 [伊藤他 (1992)]、個性・能力・適性 [伊藤 (1995)]
		内容	文章題 [石田 (1994)]
		教室	基礎基本 [細呂木 (1992)]
	中学校	国	目的・内容・方法 [久保田他 (1992)]、総合的な学習 [矢嶋 (1997)、 両角 (1999)]
		教室	問題解決 [川崎 (1992)]
	高校	国	目的・内容・方法 [白石他 (1992)]、理念 [白石 (1994)]、内容 [白石 (1996)]、理念・内容 [大西 (1997)]
		教室	高級電卓 [大西 (1996)]
	大学	指導法	問題解決 [今井 (1993)]
	小中	国	オープンな活動 [池田 (1995)]、目的・内容・方法・評価 [国宗他 (19 97)]
	小中高	国	目的・内容・方法 [楠本他 (1992)]、社会的構成主義 [佐々木 (1994)]、 数学的活動 [池田 (1997)]
		内容	関連性 [町田 (1994)]
		指導法	創造性 [岩田 (2000)]
開発	中学校	教室	状況的学習論 [岡本 (2000)]
	小中	国	個性・能力・適性 [伊藤他 (1998)]
	中高	教室	テクノロジー [杉山他 (1998)]
	小中高	国	図形・空間 [小高他 (1997)]、社会・文化とのつながり [長崎 (2000)]
評価	小学校	教科書	表現 [及川 (1999)]
	中学校	教科書	図形 [Fujita (1996)、藤田 (1998)]
	高等学校	国	数学と理科 [加藤 (1998)]
	高等専門 学校	国	内容 [勝部 (1991)]
		教科書	目標・内容 [宮本 (1995)]
	小中	国	カリキュラム評価 [重松 (1995)]
	中高	国	数学的モデリング [池田 (2000)]
	小中高	国	カリキュラム評価 [瀬沼 (1994)]
養護学校	教科書	数理事象 [柘植 (1991)、(1992)、(1993)]	

3 研究の方法

算数・数学のカリキュラムに関する研究方法には、文献調査、調査研究法、事例研究法、実験研究法、教科書調査などの多様な研究方法が見られる。これらを研究・開発・評価の目的毎にまとめると、表3の通りである

研究方法では、研究では文献をもとにしたものが、開発では事例研究をもとにしたものが、評価では教科書調査が、最も多い。文献調査21編、教科書調査7編で両者を合わせると文献をもとにした研究が約70%に達する。しかも、ほとんどが個人研究である。

調査研究法・事例研究法・実験研究法などの実証的な研究方法に属する研究としては、

表3 1991年～2000年に発表された「カリキュラム」関係の論文の研究手法

目的	方法	著者 (発表年)
研究	文献	細呂木 (1992)、川崎 (1992)、佐々木 (1994)、町田 (1994)、白石 (1994)、伊藤 (1995)、池田 (1995)、大西 (1996)、白石 (1996)、大西 (1997)、池田 (1997)、矢嶋 (1997)、国宗他 (1997)、両角 (1999)、岩田 (2000)
	調査	楠本他 (1992)、伊藤他 (1992)、久保田他 (1992)、白石他 (1992)
	実験	今井 (1993)、石田 (1994)
開発	事例	小高他 (1997)、伊藤他 (1998)、杉山他 (1998)、長崎 (2000)、岡本 (2000)
評価	教科書調査	柘植 (1991)、柘植 (1992)、柘植 (1993)、宮本 (1995)、及川 (1999)、 [国際比較] Fujita (1996)、藤田 (1998)
	文献	勝部 (1991)、加藤 (1998)、池田 (2000)
	調査	瀬沼 (1994)
	事例	重松 (1995)

研究に6編、開発に5編、評価に2編ある。このうち、研究の調査研究法の4編は、いずれも日本数学教育学会教育課程特別研究委員会による研究である。

4 研究の知見

(1)カリキュラム研究の知見

カリキュラム研究の知見は、大まかに見ると、学習指導要領の改訂を視野においたカリキュラム全般にわたる提言と、学習指導要領への改訂に向けた目標や内容についての提言と、学習指導要領とは別の理念のカリキュラムの提案、の3つに分かれる。

学習指導要領の改訂を視野においたカリキュラム全般にわたる提言としては、日本数学教育学会教育課程特別研究委員会による研究がある(楠本他(1992)、伊藤他、1992;久保田他、1992;白石他、1992)。そこでは、次のことについて教師を対象に広範な調査を行い算数・数学教育の方向性を示している。

A: 望ましいと考える学級規模とコンピュータの設置台数

B: 学校週5日制と算数・数学科の履修の

仕方

C: 21世紀に向けての重点研究

D: 算数・数学科の目標

E: 電卓・コンピュータの扱い

F: 各指導内容の扱いの軽重

G: 21世紀の算数・数学科の教育課程について

H: 本教育課程特別研究委員会に対してこのうち、21世紀の算数・数学科の目標として強調すべきもの(G)を賛成率の高い順に3つ挙げると、次の通りである。

小学校: 算数・数学に興味・関心を持つ。

問題解決能力を身につける。

数学的な考え方を身につける。

中学校: 数学的な考え方を身につける。

算数・数学に興味・関心を持つ。

必要な情報を発見、選択、処理する能力を修得する。

高等学校: 論理的思考力を身につける。

必要な情報を発見、選択、処理する能力を修得する。

数学的な考え方を身につける。

また、わが国の算数・数学教育の問題点を、7つの要因すなわち「子ども、教師、学校、教科書、数学、カリキュラム、社会」から論じ、

【研究のまとめと課題(1991 - 2000)】

そして、カリキュラムの改善の方向を、「算数・数学科の目的・目標、内容構成のあり方、内容、指導方法、評価」について32の提言にまとめた研究もある(国宗他、1997)。

学習指導要領への改訂に向けた目標や内容についての提言としては、総合的な学習の時間(矢嶋、1997; 両角、1999)や高等学校の学習指導要領(白石、1994; 1996; 大西、1997)についてなされている。

また、学習指導要領とは別の理念のカリキュラムの方向性として、基礎基本の教育原理(細呂木、1992)、問題解決学習(川崎、1992)、拡散的思考(今井、1993)、意味構造に基づく式表示(石田、1994)、社会的構成主義(佐々木、1994)、自立的学習態度の育成の立場からの教材間の関連性(町田、1994)、コア・エンリッチモデル(伊藤、1995)、オープンな活動・数学的活動(池田、1995; 1997)、問題作りにおける科学電卓の利用(大西、1996)、創造性(岩田、2000)が提案されている。

(2) カリキュラム開発の知見

学習指導要領とは別の理念のもとに事例研究をもとに開発したカリキュラムの具体的な提案としては、次の5つがある。

図形・空間のカリキュラム改革としての統合幾何(小高他、1997)

学校数学における図形空間理解の欠落を建て直すことを目的とし、授業構成の原理として、①局面の原理、②変容の原理、③対置の原理、④統合の原理、を挙げた。個性・能力・適性を生かすカリキュラム(伊藤他、1998)

子どもの個性・能力・適性に対応する教育をカリキュラムレベルで考えることを目的とし、コアとエンリッチメントを策定した。

高度情報化社会に対応したカリキュラム(杉山他、1998)

高度情報化社会に対応するカリキュラムとして、テクノロジーの活用を志向したモデル単元を開発した。

社会・文化とのつながりをもったカリキュラム(長崎、2000)

算数・数学を通して社会を発展させ文化を創造できることを目的とし、内容の構成原理として、数学的主題、数学的思考活動、活動場面、を挙げた。

状況的学習論に基づいたカリキュラム(岡本、2000)

生徒が数学する数学授業を実現することを目指し、数学学習のパラダイムと数学授業のフレームワークを構築した。

いずれもが、今後の算数・数学教育をカリキュラムという形で現している。もちろん、これらは学習指導要領とは無縁ではなく、これらの研究の成果が学習指導要領という国のカリキュラムに取り込まれていくことが期待されていると思われる。

(3) カリキュラム評価の知見

カリキュラム評価の知見は、大まかに分けると、カリキュラム全体の評価を目指したおの、カリキュラムを特別な視点から評価を目指したもの、教科書の評価をしたもの、の3つに分かれる。

カリキュラム全体の評価を目指したものとしては、次の研究がある。

理数長期追跡研究(瀬沼、1994)

同一の児童・生徒の算数・数学の到達度を長期にわたって追跡研究する研究の枠組みと論点を挙げ、研究成果として、数学嫌いは学年とともに増えるとは言えそうもないことなどが分かった。

OECDの学校事例調査研究(重松、1995)

多くの教師は、新しい学力観の理念と学歴社会の現実の狭間で試行錯誤している。その結果、日々の教科書による学習指導が大

切で、日本全体の教育課程の改善までに意識が及ばないことなどが分かった。

カリキュラムを特別な視点から評価することを目指した研究としては、平成11年告示の高等学校学習指導要領においては数学と理科の関連があまりよくないことを明らかにした研究(加藤、1998)、1990年代の文献を対象に数学的モデリングの立場から指導目標の記述として「数学の有用性に関する記述」などを抽出した研究(池田、2000)、がある。

また、高等専門学校と高等学校の数学を比較することによってその違いが三角関数の実施時期などにあることを明らかにした研究(勝部、1991)、大学の教養数学を中心概念(昭和31年高等学校学習指導要領にある)から分析した研究(宮本、1995)がある。

教科書の評価としては、現行の教科書を評価が行われ、中学校の図形の日本・ブラジルの比較からは、日本は内容の系統性が重視され、実践的な内容は重視されていないこと(Fujita、1996)、イギリスの中学校の図形では移動や変換についての一貫した系統があること(藤田、1998)、日本の算数教科書では吹き出しの扱いが教科書によって大きな差があること(及川、1999)などが見出された。また、養護学校の算数・数学の教科書は、学年進捗とともに数理事象はより厳密に記述され形式化が一層進むことが明らかにされている(柘植、1991;1992;1993)。

II 研究課題

1 カリキュラムに関する理論的・実証的な研究

カリキュラムは、一般に、ある理念のもとで、試案が作成され、その試行においては事例研究法が必要であり、その妥当性や信頼性の検討においては、実験研究法や調査研究法などが用いられる。つまり、理念の設定にお

いては理論的な研究方法が、そして、その後は実証的な研究方法が求められる。このような視点からすると、これまでの算数・数学におけるカリキュラム研究は、発表論文数からすると決して少なくはないが、理論的・実証的な研究が少ない。

日本の現在の状況からすると、カリキュラム研究は、国のカリキュラムである学習指導要領との関係でその性格が決まってくるであろう。一方に、学習指導要領を前提としないカリキュラム研究があり、他方に、学習指導要領の改訂に役立つカリキュラム研究がある。この10年間の研究を見ると、いずれにおいても、理論的・実証的な研究が足りないように思える。例えば、ある指導内容がある学年で指導する理由はどこに求められるのだろうか。単に、個人としての意見ではなく、妥当性、信頼性を持ったものとしての理論的・実証的な研究の知見が必要である。

理論的・実証的であるということは、研究の知見が累積され体系化されていくことでもある。そのような意味からすると、カリキュラム研究で、カリキュラム改革の証拠となりうるものを確実に累積していく作業が改めて求められていると言えよう。

理論的・実証的な研究が必要な主題は、カリキュラム研究のすべてであるが、現在の算数・数学の状況からすると、社会や文化との関連で算数・数学の目的・目標を理論的に明らかにするとともに、その目的を目指した内容や指導法を実証的に構築することが、カリキュラム研究の緊要の課題であると言えよう。

2 教科書の研究・開発・評価

カリキュラムの研究・開発は、教科書によって具体化される。しかしながら、この10年間には教科書の研究・開発に関する論文が1編もない。すなわち、実験教科書の提案が1件もない。教科書の研究・開発が、単に学習

【研究のまとめと課題(1991 - 2000)】

指導要領の記述の具体化になってしまっているようである。しかも、その過程が学会という研究の開かれた世界においてはあまり論じられない。

実験教科書をもとにしてこそ、教育の具体的な議論ができると思われる。しかし、教科書の研究・開発には、人手と時間と費用がかかる。そこで、計画的に科学研究費を取るなどの工夫をして、実験教科書を作るようにする必要がある。

3 カリキュラムの継続的な評価

カリキュラム研究には、本来、カリキュラム評価が内包されている。さらに、カリキュラム評価においては、評価の信頼性、妥当性を得るために、実証的な研究方法が強く求められる。しかしながら、これまでの研究を見ると、カリキュラム評価に関する研究が極めて少ない。カリキュラム評価がなくして、カリキュラムが研究・開発・普及されるということはないはずである。カリキュラムを継続的に評価していくことが必要である。

カリキュラムは、主として児童・生徒の学力を通して、評価される。そこで、カリキュラム評価は、学力の研究と密接に結びついている。カリキュラム評価としても、児童・生徒が何を身に付け、教師は何を考え何を行っているのかを絶えず評価していく必要がある。

4 カリキュラムの共同研究

カリキュラムの研究には、ある意味では、教育研究のすべて分野の人の叡智が必要である。したがって、カリキュラム研究は、多くの場合、共同研究によって行われる。この10年間の研究を見ても、目的・内容・方法などを内包したカリキュラムを開発しているのは、すべて、共同研究である。学会の特別な委員会において複数の基本理念を策定し、そして、

各自が賛同できる基本理念のもとでの共同研究が必要である。

なお、共同研究の必要性とともに、個人で行われる研究も必要である。個人で研究を行う場合には、研究対象を焦点化し、研究方法論を明確にし、知見に妥当性、信頼性が得られるような工夫をする必要がある。

5 諸外国のカリキュラムとの比較

算数・数学のカリキュラムは、数学の普遍的な性格からして、教科のなかでもとりわけ、それぞれの国が他国の影響を受けつつ発展してきている。しかしながら、この10年間の発表論文には、教科書の国際比較が2編あるだけで、国のカリキュラムの比較はない。日本のカリキュラム改訂にとって、有用な国のカリキュラムを特定するとともに、継続的にそれらを評価していくことが必要である。

特に、カリキュラムの改訂の際には、諸外国のカリキュラムを調べることは、国の基準の設定ということから必要不可欠である。

6 総合的な研究

カリキュラムの研究には、ある意味では、教育研究のすべての知見が必要である。そこで、分科された研究部会の成果を定期的に総合することが必要である。そこでは、それぞれの知見をカリキュラム改訂に有用なデータに加工し分類し蓄積することが必要である。IT等を使い、各分野の知見を有効に活用できるようにする必要がある。このようなことの一環として、毎年、知見のレビューをきちんとすることも必要である。

カリキュラムは、社会や学ぶ人々にとって価値があることを示す必要があり、それだけに総合的に行われるとともに、実証的な研究によって支えられる必要がある。

1 カリキュラム、目標、内容 (1)カリキュラム、目標

参考文献

ハウスン・カイトル・キルパトリック (島田茂他監訳) (1987)。算数・数学科のカリキュラム開発。共立出版。

国立教育研究所数学教育研究室 (1997)。算数・数学科カリキュラムの改善に関する研究。国立教育研究所。