平成13年度　国際協力事業団 客員研究員報告書

数学教育協力における文化的な側面の基礎的研究

平成14年3月

国際協力事業団
国際協力総合研修所

総研
JR
01 - 56

平成 13 年度 国際協力事業団 客員研究員報告書

数学教育協力における文化的な側面の基礎的研究

馬 場 卓 也

広島大学大学院国際協力研究科助手

平成 14 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団
国 際 協 力 総 合 研 修 所

目　次

要　約

2001年に起きた1つの出来事は、衆目の関心を集め、これまで何度と無く議論されてきた世界各地での紛争の解決が、新しい緊要性を持って取り組まれることとなった。主要国首脳会談において、貧困を中心とした開発問題が取り組まれるのも、人道的理由はもちろんのこと、特定の国･地域の貧困が紛争を通して他国へ影響を及ぼすという認識が背景にあることは否めない。しかし貧困が、単純に経済政策のみで解決するものではないことは、1960年「第1次国連開発の10年」以降の開発の歴史で明らかであり、その中で、教育が対症療法としてではなく、地道に開発の根本問題に対して何らかの働きかけを為し得るものとして、期待されている。

本報告では、上記の認識の下で、1990年に出された「万人のための世界教育宣言」以降、近年盛んに取り組まれている基礎教育分野での国際協力、中でも日本が得意とする数学教育における国際協力を考察する。

数学は数式「1＋1＝2」に代表されるように、文化的差異、言語的差異を容易に越える普遍性を持つ、と言われる。国の根幹に関わる基礎教育ではあるが、だからこそ開発途上国は他国である日本に国際協力を要請すると言えるのだろう。しかし数学といえども、教育という営みの中では、文化的側面の考察が不可避であることが、数学教育研究の中で明らかにされている。例えば3個のりんごが載った皿が4皿ある状況で、英語と日本語では、4×3と3×4という具合に掛け算の順が異なっている。このような小さい認知的な負荷も子どもにとって学習上の困難を招く原因となるので、最終的な値が同じだからと言って看過するわけにはいかない。

このような文化的側面が介在することは、数学教育協力の実践や学習到達度の国際数学教育調査からも指摘されており、本報告書では、近年盛んに行われている民族数学研究の整理を通して、数学教育協力の中で特に数学教育のもつ文化的側面を考察する。また、このことは2002年に出された「成長のための基礎教育イニシアティブ」に見られる文化の多様性の認識にも重要な示唆を与えるであろう。

第1章では、本報告で議論する国際協力における対象「数学教育」を捉えるために、まずこの分野における既存の報告書ならびに研究の代表的なものにあたり、枠組みを設定する。その中核となる部分は子どもと教師と（狭い意味での）カリキュラムによって構成され、一般的な知見とも符合する。この三者の関係は一体化しており、Robitaille & Dirks（1982）は、第2回国際数学教育調査の中で、それを3層のカリキュラムと捉えている。つまりカリキュラムは、既存の研究や実践に基づき計画もしくは意図され、この意図されたカリキュラムに基づいて教師は授業を展開し、当初意図されたものと異なるかもしれないが、その授業の中で子どもたちは何かを学習する。これら3層の関係性は、異なるものが何らかの関係を持つというよりも、カリキュラムを語幹に共通に持つことから分かるように、1つのものが展開したと見るほうが自然である。

この枠組みを基に、1990年代以降に実施された数学教育協力（41件）の総合報告書にあたり問題点を整理すること、そのうちの1つの協力事例をより細部にわたり見ること、という2つの手法を通して、ここでの問題点の設定を行う。その結果、前者において「文化的な問題」には、社会・歴史的問題･言語的問題、宗教的問題などが含まれている、ことが分かった。また後者において、基

礎教育分野の国際協力では草分け的なケニアSMASSEプロジェクトでは、開始時に行われた基礎調査より、問題点が「意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの間の乖離」と集約された。第2章以降では、これらの文化的側面とカリキュラムの乖離という2つの問題点を意識しながら、考察を進めていく。

第2章では、日本の数学教育開発の歴史と現状について整理する。現時点だけに注目すると、「数学・理科学力＝工業・経済力」が当然と思えるほど、過去3回の国際数学教育調査（FIMS、SIMS、TIMSS）における日本の成績は、世界平均をはるかに上回っている。しかしそれは長い歴史的営為の結果として現れる表層的な部分であって、それを支える基礎的な部分への想像力を喚起しなければ、日本への期待は、日本的モデルの一時的な模倣と失望に終わってしまうかもしれない。つまりそのような模倣は、受け入れの前提が異なる国においては十分な効力を発揮しえないし、日本の過去100年余りの数学教育史における目標の変遷に注目しただけでも、決して平坦な道のりではなかったことが分かる。したがって開発途上国における数学教育の自立的な発展のために、このような模索の過程を経ることの意味について考える契機を、日本の数学教育開発史は与えてくれる。

さらに、第2章の最後では授業研究について論じている。TIMSSのビデオ研究（Stigler, J.W. & Hiebert, J., 1999）や吉田（2001）によって一躍有名になった日本の授業研究は、教師、指導主事、大学教官などが1つの授業を見て、数学教育について、授業について、子どもの学習について同じ土俵で意見交換を行うことで、見識を深めていくことを指している。ここでの研究は、必ずしも学会で発表する意味での研究を指しているわけではなく、教師たちが互いに学び、授業を通して具体的な解決を図っていくことを表している。つまり授業研究によって、日本の数学教育における特徴――教師の高いやる気や、一貫性のある授業など――が磨きをかけられている。数学教育協力の中で授業研究を取り上げることは、異なる背景を持つ数学教育関係者が意見交換を通して、見識を深め合う可能性を提示している。

数学教育における国際協力の究極的な目的は、開発途上国の自立的なカリキュラム開発（3層のカリキュラムを含む）であろう。そこでは、より高度なカリキュラムを求めることはいうまでもないが、その基礎として現在のカリキュラムを反省的に捉える視点が不可欠であろう。現状を把握するためには、通常、2種類の比較、つまり共時的な比較（他国との比較）と通時的な比較（自国史の中での比較）が有効である。しかし後者は、独立後の歴史が浅い開発途上国にとっては必ずしも容易ではなく、本報告では後者の通時的比較に代わって、自らの実践を見つめ直す枠組みとして民族数学に基づく数学教育が求められる。従って、第3章と第4章では、子どもの生活の中に見られる民族数学を数学教育に取り込むことについて論じる。

第3章では、「民族数学」という語が生み出されるまでの数学教育国際会議（ICME）を中心とした議論の広がりと、その語が生み出されてからの議論の深まりを概括する。民族数学は、ブラジルの数学教育学者D’Ambrosioによって、西洋数学や学校数学との対比で命名された言葉で、文化の中に見られる数学に関連付けられる活動をさしている。研究の歴史的展開に触れることで、現在論じられている問題の背景にあるものをみることができ、何故現在それが問題になっているのかを意識することができる。また民族数学の具体的な事例を列挙することで、民族数学が対象としている範囲を具体的に示し、それが今後の研究の呼び水になることを目指している。

次に第 4 章では、第 3 章で論じた民族数学の数学教育への応用について論じる。まず Pompeu (1992)に従い、従来のものを含めてカリキュラムアプローチの分類を行い、民族数学を用いた数学教育カリキュラムを文化的アプローチと呼ぶ。それをさらに細分し、特に調整アプローチ「民族数学を用いて、従来の数学教育を再構成すること」を取り上げて、具体例を説明する。民族数学を導入することは、「何のための数学教育か」という根源的な問いを発し、現行の数学教育の反省を誘引する。ここでの数学教育は、単に経済的な発展の道具として個人を見るのではなく、個人の尊厳の実現を目指している。数学教育目標について論じるのは、カリキュラム開発過程の再考である第5章への序章となっている。

第5章では、以上の考察を踏まえて、発展的にカリキュラム開発を論じる。つまり従来のカリキュラム開発において、意図されたカリキュラムは完成されたものとみなされ、教室において、教師はティーチングマシンと化している。それに対して新しいカリキュラム開発においては、教師はカリキュラム開発の能動的な参加者であり、第1章に挙げた「意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの間にある乖離」を、積極的に開発の可能性と捉えることが可能であろう。つまり教師は授業において工夫する余地を見出すし、授業研究を通して、その工夫をさらに洗練していくことができる。この新しいカリキュラム開発には終わりはなく、際限なく学習を継続する過程こそが、カリキュラム開発である。民族数学に基づく数学教育の考察は、そのきっかけであり推進力を与える。

このようにカリキュラム開発を捉えると、国際協力において単純に何か新しい教材や教授法を持ち込むことが重要ではないことが分かる。むしろこれらはきっかけで、現地の教師たちとの議論を通して、彼ら(彼女ら)が個々人でまた集団で、数学教育について考える過程こそが重要となってくる。それを手法として支えるのが授業研究である。

以上をまとめると、次の 3 点になる。

①新しいカリキュラム開発で、教師とカリキュラムの関係を新しく捉えなおす。

②このカリキュラム開発過程では、民族数学研究や授業研究を通して、教師が個人として集団として学びを継続する。

③教師の学びへの支援を通して、このカリキュラム開発が継続することが、数学教育協力の目的となる。

謝　辞

1984年7月に、青年海外協力隊隊員として、フィリピンに赴任して以来約18年が経過しようしています。未熟であった当時を思い出すと赤面するばかりで、それ以降今日に至るまでに、国際協力と数学教育の分野で、研究ならびに実践において、ご指導、お世話になった方々は数限りありません。ここでは全ての方のお名前を挙げることは致しませんが、感謝の意は劣るものではありません。

以下、本報告書を作成するにあたり、直接お世話になった方々のみ、言及させていただきます。

国際協力事業団、専門員の村田敏雄氏には、素稿の段階より丁寧にお読みいただき、非常に貴重な意見を頂戴しました。このような形でまとめることができたのも、同氏のアドバイスによるところが大です。また同社会開発協力部の菅原美奈子氏には、第1章で取り上げたデータに関して便宜を図っていただきました。

本報告書で取り上げた事例、SMASSEプロジェクトに関しては、杉山隆彦プロジェクト・リーダーならびに数学教育分野の専門家、徳田智幾氏に大変お世話になりました。

また広島大学大学院国際協力研究科博士課程後期を修了された齋藤一彦氏、また同課程に在籍中の山本信二氏、桑山尚志氏、博士課程前期を修了された丸山英樹氏には、本稿のアイデアの段階より相談に乗っていただき、大変お世話になりました。さらに同研究科に在籍するMoe Moe Nyien氏（ミャンマー国出身）、Uddhi Mohsin氏（バングラデシュ国出身）には、文化的な事例についてご教示いただきました。

以上の方々から頂戴したご意見を過小に捉えるつもりは微塵もありませんが、本報告書に書かれている意見は、著者の責任に帰するものです。

最後になりましたが、このような貴重な機会を与えていただいた国際協力事業団、特に国際協力総合研修所調査研究課とその関係者の方々に感謝いたします。

用語集

（五十音順）

学習指導要領

日本の学習指導要領は通常 Course of Studies と訳され、教科ごとに、第１　目標、第２　各学年の目標および内容、第3　指導計画の作成と各学年にわたる内容の取り扱い、という構成になっている。第2はさらに各学年毎の目標や内容が示されている。第3を指導に関する注意という意味で、方法的側面と考えるならば、日本の学習指導要領には、目標、内容、方法が示されていると言える。それに対して、Syllabusは教授要目と訳されて、内容のみを示していると解釈をされる場合もあるが、英国にかつて統治された国々ではSyllabusという語で、日本と同じ同じ内容のものを表している。またCurriculum、特に意図されたカリキュラムを狭く捉えると、学習指導要領と同じと考えることもできる。

活動主義

数学教育では、講義中心の授業から、子どもの活動を主体とした授業に、転換を図りつつある。そこでは教授＝学習観の基本的な変化が、世界的に見られる。つまり、子どもの学習では、数学を機械的に暗記するのではなく、教材を用いて活動する中で、数の概念や計算の意味などを、獲得していく、と考えられている。このような変化に思想的な基盤を与えているのが活動主義で、それはペスタロッチやデューイなどに遡ることができる。（本報告書 p.19 参照）

系統学習

生活単元学習を批判する中から出てきたのが、この系統学習である。ここでは、子どもたちの経験と算数・数学の内容との、どちらを重視すべきかが、問題となった。1958 年、後者の立場に立つ小･中学校の学習指導要領が出され、この議論は公的には幕引きとなる。この系統学習では、教科「算数・数学」の系統性に重きを置いたので、一般に系統学習と呼ばれている。その教科目標に登場したのが、「数学的考え方」である。（本報告書 p.17 参照）

授業研究

日本では新任、ベテランを問わず様々なレベルでの教員研修が実施されている。これらの研修には、学校生活全般にわたるものや、教科についての研修などが含まれる。ところが、崇高な理念もすばらしい教具やアイデアも、具体的な教育の場である授業に展開されないなら、その研修の意味は半減する。授業研究はそのような理想と現実とを橋渡しする手段として、日本の学校で盛んに行われている。授業研究では、1つの授業を教師、指導主事、大学教官などが見て、同じ土俵で意見を交わし、数学教育について、授業について、子どもの学習についての見識を深めていく。ここでの研究は、必ずしも学会で発表する意味での研究を指しているだけでなく、教師たちが互いに学び、授業を通して具体的な課題を解決していこうという方向性を表している。（本報告書pp.28-29参照）

数学、西洋数学、学校数学

学校数学というのは、学校における教科、数学（算数）のために、数学者が長年構築してきた数学の体系から教材として持ち込んできたものを指す。元となった体系は、その直接の起源を西洋近代に持ち、したがってそれを西洋数学と呼ぶ。しかし学校数学は、今後題材を民族数学から取り込んでもよいわけで、「学校数学」はある種の入れ物を、「西洋数学」と「民族数学」はそこへ入れる内容物を指すとして、これ以降は区別する。（本報告書 p.55 参照）

数学教育改造運動

1901 年 J.Perry のイギリス学術協会総会における講演を口火として生じた。当時のイギリスのユークリッド原論を基にした注入的、記憶的教育を批判した。その後ドイツや米国にも波及し、日本でも大正期になって影響が及び、それが緑表紙教科書に結実した。運動の主な狙いとして、関数思想がある。（本報告書 pp.16-17 参照）

数学教育現代化運動

1957 年のスプートニク打ち上げの成功に刺激されて米国に始まり、世界に広がったカリキュラム改革運動である。（本報告書 pp.17-18）

生活単元学習

第二次世界大戦後、米国から派遣された使節団による『米国教育使節団報告書』（1947）の勧告に基づいて、日本政府は、戦後日本の教育の基本的な枠組みを決めていった。デューイの思想に基づいた当時の数学教育は、実生活における問題解決の力の育成に数理的な考えを利用するという立場より、子どもの生活経験に立脚した単元でその学習内容を構成した。例えば遠足という単元では、遠足を有意義にする方法や計画を工夫することなどが目指された。したがって、一般にそれは生活単元学習と呼ばれている。試み自身は非常に意欲的であったが、議論が十分に深まる前に、系統学習へ移行することとなる。（本報告書 p.17 参照）

脱文脈化

民族数学は、各文化の中で特定の文脈――時間、場所、目的等――と結びついた活動である。その文脈とは無関係に、民族数学の中に潜む数学的構造のみを取り上げることを、脱文脈化と呼ぶ。（本報告書 p.72）

問題解決学習・課題学習

数学教育現代化運動の失敗を受けて、基礎基本へ戻れ（Back to Basics）という掛け声の中から出てきたものである。NCTMは1980年に「1980年代の学校数学の焦点は問題解決である」と採択したように、それ以降の数学教育を語る時の、鍵を握る言葉である。

日本では「問題解決」という語が戦後に行われた生活単元学習を彷彿とさせるために、教育課程の改定が審議される中で、「課題学習」という語が新たに生み出された。1987年12月の教育課程審

議会の答申では、「既習の知識・技能を総合的に駆使して課題を探求させ、そのような活動を通して、数学的な考え方を身につけさせ、さらに数学的活動に対する良い態度、数学に対するより深い関心を育成すること」としている。従って「問題」と「課題」は若干なりともニュアンスを異にしている。開発途上国を含めて、問題解決学習という時に、単純な計算問題を解くことを指している場合もあるので、ここで言う問題解決学習もしくは課題学習の問題と異なることに注意が必要である。世界的には、問題解決（Problem Solving）で通っている。（本報告書 pp.17-18, 19-20 参照）

民族数学

D'Amrosio は、ICME 第 5 回大会にて、各文化集団内で行われる数学に関連づけられる文化的な活動に、民族数学（ethnomathematics）という呼称を与えた。ここでは「文化的な」という修飾が重要で、だからこそ「民族」数学と呼ぶ。しかし、極度に抽象化された数学も、数学者という特定の文化集団による1つの文化だと捉えれば、ある種の民族数学と考えることは可能である。しかし、ここでは民族数学にいわゆる数学を含めない方針をとる。さらに、民族数学という場合、数学的活動の1つを指す場合とそれら数学的活動の集合全体を指す場合、そしてそれらを対象とする研究を指す場合もある。区別が必要な時は、前二者を「数学的活動」、後者の研究を「民族数学研究」と呼ぶ。（本報告書 p.40 参照）

用語集のみの参考文献

中原（2000）

授業風景の点描から

授業 1.

挨拶や簡単な授業についての説明後に、始まったのは足し算九九の授業であった。

（全）「ワン・プラス・ワン・イズ・イコール・トゥ・トゥ」(1＋1＝2)

（全）「ワン・プラス・トゥ・イズ・イコール・トゥ・スリー」(1＋2＝3)

………

ずいぶん前のことで詳しく細部を思い出せないが、延々と続く唱和の後に、演習つまり無作為に抜き出してきた問題(例えば「2＋5＝？」)を、子どもたちに尋ねていたように思う。1985年に、A国で見学した小学1年生の数学の授業である。

授業 2.

（全）「今日は、隠れている数を見つけます」(数度唱和)

9－[　]＝5という問題を提示した後、一緒になって9本の棒を黒板に書きながら、大きい数から小さな数を取り除くといって、5本の棒を斜線によって打ち消していた。

また15－[　]＝5という問題を提示し、15本の棒を黒板に書いた後、教師が「私たちは打ち消します(We cancel...)」といいながら語尾を上げると、子どもたちは「5本」と口をそろえて大きな声で言った。しかも同じ言葉を三度ほど繰り返した。以降、数人の子どもを呼び、黒板に答えを書かせた。答えが正しいと、クラス全体が「よくできました、よくできました、とってもよくできました」と歌にして発表者を賞賛した。

1999年にB国で見学した小学1年生の数学の授業であった。

授業 3.

足し算と引き算を学習した後の授業で、(教)「つぎのもんだいはなにざんかな？」と問題をまず言葉で話しかけ、そして黒板に書く。

(教) 「あかいじてんしゃが 7 だい、あおいじてんしゃが 5 だいあります」(ポーズ)

(教) 「どちらがなんだいおおいでしょう」

その後に、(教)「なにざんかな」という問いかけをすると、(子)「たしざん」という子どもからの声、磁石が裏に付いた絵を黒板に張っていくと、子どもたちは気づき始め、(子)「あかいじてん車が2だいおおい」という声。今一度(教)「なにざんかな」という問いかけに、(子)「ひきざん」という回答が多く、それでも足し算という子どもは、次のような式を出した。

(子) 「5 ＋ 5 ＝ 10　　10 ＋ 2 ＝ 12　　だからこたえは 2」

(教) 「ひきざんとおもうひとは、しきをいってください」

(子) 「12 － 2 ＝ 10　こたえ 10」

(子) 「7 － 2 ＝ 5　5 です。どうですか」

(全) 「はい」(唱和)

(教) 「2 をこたえにもってくるには、どうすればいいかな」

(子) 「7 － 5 ＝ 2」

(教) 「7 － 5 はなにしたの」

(子) 「わかった　7 ＋ 5 ＝ 12　　7 － 5 ＝ 2　こたえは 2」

(教) 「7ってなんのかず」

(全) 「あかいじてんしゃのかず」

(教) 「5ってなんのかず」

(全) 「あおいじてんしゃのかず」

(教) 「7 － 5 ＝ 2　どちらがなんだいおおいでしょうは、ひきざんですね」

(全) 「はい」

(教) 「きょうかしょのずをみて、どちらがなんだいおおいでしょうというひきざんのもんだいをつくってください」

………

1997 年に行われた、C 国の小学 1 年生の授業である。

(上の描写では(教)は教師を、(子)は一人もしくは数名の子どもを、(全)は教室内の全員もしくは多数の数の子どもが、発言したことを指している)

1.　研究の方法と目的

本報告書で扱う題材は、数学教育ならびにその国際協力における文化的側面である。一般に「数学は普遍的で、数式を書けば、どこの国に行こうとも理解することができる」と言われる。確かに極限まで抽象化された記号は、時には言語の壁さえも、簡単に乗り越えてしまう。

ところが、必ずしも多くの子どもにとってそのような抽象的な文字や式の理解は容易でなく、数学教育においてはその理解の過程が、重大な意味を占めてくる。どのようにして抽象的な概念を獲得するのか、またどのようにしてその獲得を支援することができるのかなどは、数学教育研究が心理学を援用して取り組んでいる重要な課題である。さらに、学校の外では効果的に計算が行える子どもが、教室内で同等の計算ができないといった事例のように、数学学習のもう1つの側面の存在が指摘されている。これは教育過程の文化的な側面と呼ばれる。

それに対して、教育目標の文化的側面も重要である。数学者や一部の科学者が駆使するような数式を使い、新しい理論を見つけていくことが、数学教育の目指すところであれば、大半が落ちこぼれというレッテルを貼られることになるのであろう。しかしこれだけ多くの教室で、教師や子どもが多大なる時間とエネルギーを用いているのは、数学教育の持つもう1つの重要な側面、いわゆる読み書きそろばんに求められるような基礎的な力の拡充にある。特に「万人のための教育」の中に表された学習ニーズは、誰のための、また何のための数学教育かの反省を促している。

これらの数学教育の過程や目標と密接に関連し、民族数学は、現在、多文化的背景を持つ国々で盛んに、研究および実践が行われている。本報告書における数学教育の文化的側面の考察は、この民族数学研究を中心にして進めていきたい。

1－1　教育協力の対象を捉える枠組み

はじめに、次章以降の考察を進めるにあたり、教育分野における国際協力を論じた3冊の報告書を参考にして、数学教育協力における対象を把握する枠組みを設定する。それらの中には、多数の重要な点が指摘されているが、ここでは「教育協力の対象を捉える」目的に限定して考察を進めていく。

第一に、『開発と教育』（国際協力事業団（1994））は、それまでのJICAまたは国際援助機関、他国の援助機関、開発系NGOによって実施されてきた教育分野の国際協力を分析し、ジョムティエン宣言以降のJICAにおける国際協力の姿勢を方向づけた。そのまとめとして、次のような構成になる提言を示している（資料 1）。

図１－１　教育協力に関する提言の構成

基本方針	重点分野 重点内容	実施方法 留意点	体制整備 今後の課題

出所：国際協力事業団（1994）p.vi より、著者が抜粋

これらの項目中で、教育協力の対象として関連するのは、重点内容と書かれている部分で、その中身は次に示すとおりである。

重点内容

ア．教育行政の強化

イ．教師の養成と質的向上

ウ．カリキュラム、教科書・教材開発

エ．学校施設の整備

ここで、強化や質的向上などの修飾を取り払い、協力対象のみに注意を払えば、それは教育行政、教師、カリキュラム・教材、学校施設と表すことができる。

第二に、より細部にわたって基礎教育分野の教育協力について考察しているのが、『教育援助にかかる基礎研究――基礎教育分野を中心として――』(国際協力事業団(1997))で、これまでの教育協力の事例を振り返りつつ、それら全般に渡る基礎的な考察を行っている。そしてその最後には、基礎教育分野での具体的な戦略的アプローチを提唱している。その問題把握の枠組みは、図1－2に示すとおりである。

図１－２　基礎（初等）教育援助のためのアプローチ概要

就学率の向上、中途退学・留年の減少、教育内容の適正化

行　政

教育行政
1. イニシアティブの強化
2. 教育計画の立案
3. 教育予算の補填
4. 教育行政官の育成
5. 行政組織の効率化

教育インフラ
1. 学校施設の整備
2. 学校設備の整備
3. 学校規模の適正化

教員養成
1. 有資格教員の育成
2. 知識習得機会の提供
3. 教授法・学級経営法の改善
4. モティベーションの喚起
5. コミュニケーション・スキルの向上

学　校

学校経営
1. 責任者の運営・管理能力の向上
2. 学校予算の補填
3. 学級規模の適正化
4. 学校行事の実施
5. 進級基準・システムの改善

教育内容

カリキュラム
1. カリキュラムの整備
2. 実生活に連合したカリキュラム開発
3. カリキュラム内容量の適正化

教材・教具
1. 教材・教具の補充
2. 実生活に連合した教材・教具
3. 教材･教具の運用･管理の適正化

教授法
1. 教授法（評価法を含む）の開発
2. 学習者に応じた教授法への改善

地域社会

教育コミュニティ
1. 学校教育支援体制の確立
2. 教育への積極的参加促進
3. 社会的弱者への差別の撤廃

家　庭
1. 経済的支援
2. 両親の教育への理解促進
3. (家庭)学習環境の改善

学習者
1. 教育を受けるための準備（レディネス）の推進
2. モティベーションの喚起
3. 学校へのアクセス改善

出所：国際協力事業団（1997）p.26 を元に筆者が若干修正

ここでは対象がまず大きく行政、学校、地域社会と3つに分けられて、それぞれがさらに詳しく分類されている。その上で、基礎教育における教育援助のためのアプローチとそれぞれがターゲットとしている項目は、下の６つである。

政策提言アプローチ	教育行政がターゲット
人材育成アプローチ	教師教育がターゲット
機能強化アプローチ	学校経営がターゲット
研究開発アプローチ	教育内容がターゲット
教育普及促進アプローチ	教育コミュニティならびに家庭がターゲット
学習環境整備アプローチ	教育インフラならびに教育インフラがターゲット

これらのアプローチは非常に示唆に富んでいるが、ここでの目的にしたがい、これ以上は深く論じないこととする。詳細については、国際協力事業団（1997, pp.25-28）を参照されたい。

第三に、菊本（1998）『国際教育協力学の構築に関する基礎的研究』は、やや前二者と趣をことにし、教育分野における国際協力を学的に確立しようという方向性を持つ研究で、各国の研究機関に対してアンケート調査を行って、その結果に基づき論じている。ここでの意図に関連して、その内容を部分的に抽出し、まとめたものを次にあげる（表１－１)。

表１－１　国際教育協力学の領域と方法論

国際教育協力学の領域（p.3）
教育計画
教師教育
カリキュラム開発
教育技術
国際教育協力学の方法論（pp.21-29）
脱西欧的アプローチ（開発途上国を研究の対象とする際に、西欧に影響を受けたある種の価値観に、私たちが影響されている危険性を認識し、自ら偏見や偏向を振り払おうとするアプローチ）
内発的アプローチ（開発途上国の人々の主体性を基軸として、生態的、歴史的、文化的諸条件と適合しながら、彼ら独自の発展様式を導き出していくアプローチ）
総合的アプローチ（開発途上国の教育問題を考える際に、教育をその関連する分野を含めて総合的に捉えていくアプローチ）
協力的アプローチ（開発途上国と、互いに受益するという考えのもとに、共同して1つの行動を作り上げていくアプローチ）

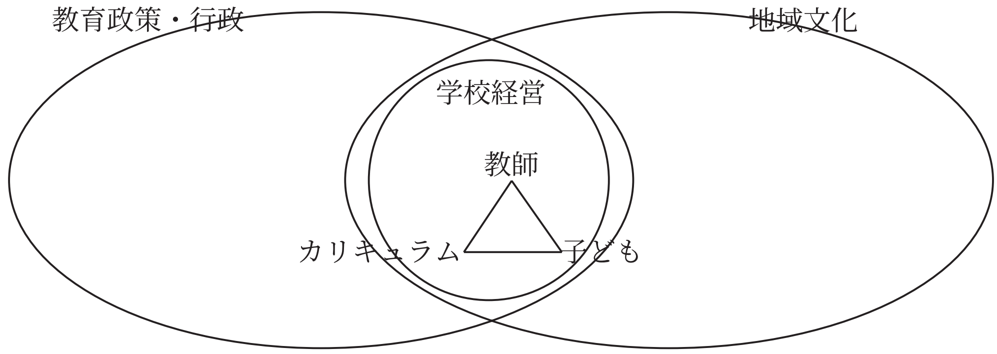
出所：菊本（1998）

以上より、国際協力事業団（1994）の重点内容、国際協力事業団（1997）の行政、学校、地域社会、菊本（1998）の国際教育協力学の領域を基にして、まず本報告書における教育協力の対象を捉える枠組みを設定したい。

本報告書では、教育協力における活動を、従来の機材供与と技術移転もしくは教材開発に限定す

ることを、越えようとするものである。したがって、機材や教材というハード面に対して、教育のソフト面を捉えていくことが重要となってくる。教育の実際が、学校（一義的には学校を考える。しかし必ずしも学校教育だけに限定することはなく一般的には学びの場をさすが、以降総称して、「学校」で統一する）で展開することは異存がないであろう。その学校の中には、校長（学びの場を経営する人）がおり、教師（教育の実際を展開する人）がおり、そして教育の中で学びに参加する子ども（もしくは成人教育の場合は大人）がいる。そして、教えられる内容は通常カリキュラムという形で計画、まとめられている。教師、子ども、カリキュラムという三者の関係に対して、その良好な関係を確保するのが、学校経営の観点である。これらの要素は、学校（学びの場）のうちに位置し、教育行政や地域文化という学校外の要素によって影響を受けている。これらは、同質の影響を示すわけではないが、中心としての学校に対して、大きな影響を持つ2つの要素としてここでは捉え、同列に配置している。以上をまとめたものが、図１－３である。

図１－３　教育協力の対象を捉える枠組み



学校の中での三者の関係を捉えるのに、第2回国際数学教育調査以降用いられている3つのカリキュラム区分（Robitaille & Dirks（1982），Pompeu（1992）pp.14-17，長崎（1999a）p.391）に従う。上で用いた教育の内容を表したカリキュラムは意図されたカリキュラムに、教師または教師が実施する授業は実施されたカリキュラムに、子どもは子どもが学ぶ達成されたカリキュラムに対応する。本報告書では、何も付さない、ただの「カリキュラム」は、意図されたカリキュラムのことを指しているが、本報告書においては、常に三層構造を持つものとして、カリキュラムを捉えている。

表１－２　カリキュラムの三層構造

カリキュラムの種類	その表すもの
意図されたカリキュラム	狭い意味でのカリキュラム、もしくは学習指導要領他
実施されたカリキュラム	教師ならびに授業
達成されたカリキュラム	子どもならびに子どもの学んだこと

１－２　数学教育協力実施上の問題点

さて協力対象を捉える枠組みをひとまず設定したので、次に、この枠組みを用いながら、現実の

協力事例での問題点を整理したい。そこでは、2つの方法を用いる。第一番目はJICAに提出された総合報告書を用いてより広範に事例をカバーする方法で、第二番目は著者自身が直接関わったケニアSMASSEプロジェクトにおいてより細部にわたって見ていく方法、という二通りである。そうすることで、これらの方法が各々の短所を補い、より包括的な像を結ぶことができると考えるからである。

1－2－1　JICA数学教育協力の報告書

これまで実施されたJICA国際協力プロジェクトに派遣された、数学教育分野の専門家の報告書を調べ、その中に挙げられている特徴及び問題点を上記の枠組みにそってまとめ、その上で文化的側面に注目したい。地道ではあるが、様々な観点を拾い上げるには、有効であろう。

JICAの専門家データベースによれば、「数学教育」というキーワードで、41件（資料2）が該当した。中には複数回、本リストに名前の挙がっている人も見られる。これら41件を国別、派遣年度別、派遣形態別に整理したのが、表1－3である。

表1－3　国別専門家派遣数（2001年12月時点）

国名	派遣件数			案件名	備考
	91-95年度	96-00年度	01年度以降		
アルゼンティン		短期2		個別派遣	教育文化省
インドネシア		短期13	短期2	初・中等理数科教育拡充計画	
エジプト		短期2		個別派遣	
エジプト		短期2		現職教員訓練	
ガーナ		長期1		小中学校理数科教育改善計画	
カンボディア		短期2	長期1、短期1	理数科教育改善計画	
ケニア	長期1			NYS技術学院	技術系大学
ケニア		長期1、短期4	長期1、短期3	理数科教育強化	
フィリピン	短期1			個別派遣	
フィリピン	短期1			理数科教師訓練センター	
マレイシア		短期1		個別派遣	高等教育
南アフリカ		短期2		ムプマランガ州中等理数科教員再訓練	チーム派遣
計	3	30	8		

これらより、JICAの行う数学教育協力に関して、次の点が分かる。

（1）プロジェクトに所属している形での専門家派遣が多く、そうでない個別派遣となっている場合もプロジェクトに関連して派遣されている傾向が見える。全く単独で派遣されているように見えるのは、アルゼンティン2件とマレーシア1件である。

（2）派遣国はアルゼンティンを除き、東南アジア（4ヵ国）とアフリカ（4ヵ国）という地域的傾向がはっきりとしている。

（3）派遣される専門家が国内の大学に所属しており、長期にわたって任地で勤務することができない傾向が表れている。長期派遣専門家6名の所属は、地方公務員（1名）、民間企業（3名）、無職（2名）となっており、人材確保の難しさを物語っている。

(4) 初等または中等教育の理数科教育における国際協力を展開しているのが、フィリピン、ケニア、ガーナ、南アフリカ、カンボディア、エジプト、インドネシアと多数を占めている。このことは、『教育援助に関わる基礎研究―基礎教育分野を中心として―』(国際協力事業団(1997))に示された、(1)高等教育・職業訓練から基礎教育へ、(2)ハードからソフトへ、(3)アジアからアフリカへ、という3つの今後の教育援助の方向性を反映した形になっている。

上記のデータ41件中、今回入手ができ、分析の対象とした報告書は、インドネシア1件、エジプト国終了時評価調査報告書、カンボディア1件、南アフリカ(ミニプロジェクト全体で作成)、ケニア3件であった。フィリピンは担当部署で保管しておらず、ガーナに派遣された専門家は着任間もなく報告書が作成されていないことなどがあり、現時点でカバーできる範囲で相応の数が集まった。

さて本節の目的――数学教育協力実施上の問題点の整理――であるが、そこでの特徴ならびに問題点は、前節での枠組みに加えてプロジェクトに関連する因子群を含めて、次のように大きく3つの因子群にまとめることができる。

プロジェクトに関連する因子群：プロジェクト目標、プロジェクト後の課題、強み
学校を取り巻く因子群：現地の文化・歴史に関する事項、現地の行政
学校内部の因子群：教授法、教員の質、生徒、学校設備

この分類に沿って、特徴ならびに問題点を整理した結果を巻末に掲載する(資料3参照)。さらにその中から、本報告書に関係して現地の文化・歴史に関する事項として、抽出したものが表1－4である。ここには文化的な側面として、南アフリカのような歴史的、社会的状況を示すもの、インドネシアのように宗教との関係を指摘するもの、カンボディアのように言語との関係を指摘するもの、などが含まれている。数学教育に直接関係するものは多くないが、用語の問題や教師の考え方に言及しているものも、存在する。次章以降では、これらのことを念頭に置き、数学教育により焦点を合わせて、包括的に論じていきたい。

表1－4　数学教育プロジェクトにおける現地文化・歴史に関する特徴ならびに問題点

	ケニア	南アフリカ	エジプト	インドネシア	カンボディア
現地の文化・歴史に関する事項	地域住民による理数科教育への姿勢	アパルトヘイト後の黒人の教育	現地の生活事情を配慮(就業時間・ラマダン)	CPとして若手を起用したいが年配を優先する習慣がある	科学用語をクメール語に導入する際、フランス語の音訳のため混乱・誤りが生じる。
	社会と学校の連携不足	人種間で教科内容が異なる：黒人は統計の内容を知らない		一生懸命の中学生たちの中に、手を挙げて質問する者は誰もいなかった	数学では用語の誤用は少ないが、理科では多い
	家の経済的問題				
	児童労働				
	家庭内問題				
	会議では議長の意見が絶対的に扱われることもある				
	教育理論と実践は別と捉えているようだ				

1－2－2　ケニアSMASSEプロジェクトで指摘された問題点

次に個別の事例であるが、著者も直接関わったSMASSEの事例を取り上げ、数学教育協力の問題点をもう少し掘り下げたい。上記の5つの事例において最も早く始まったのが、ケニアのSMASSE（中等理数科教育強化）プロジェクトである。また日本のイニシアティブで始まったTICADにおいて、アフリカの教育開発は重要な位置を占めており、SMASSEはそこでも最初の事例として、重要な位置を占めている。個別の事例でありながら、その意味では他のプロジェクトを代表する性格も有している。

1998年7月に開始したこのプロジェクトは、開発途上国で問題となっている教育の質的改善に対して、教員研修制度の確立という観点よりアプローチするものである。まずその基礎資料の収集のために、9月から11月にかけて基礎調査を実施した（著者は9月から10月の第1週にかけて参加）。調査の手法は、質問紙、インタビュー、授業見学で、その内訳については表1－5に掲げる。

表1－5　基礎調査の内訳

調査方法	調査対象	調査数
質問紙	4校、14クラス	280枚
インタビュー	校長	1名
	中学校数学教師	18名
	小学校教師	4名
	保護者	11名
	生徒	7クラス
授業見学	5校	11クラス

出所：馬場、岩崎（2001）

ここでは、ケニアの数学教育の現状に関する基礎的な資料がほとんど無く、様々な調査内容を盛り込んだために、巻末に挙げるように、結果は多種類のものを含んでいた（資料4参照）。その中で特に解決すべき問題として浮かび上がってきたのが、教師主導の講義形式の授業であった。しかし、質問紙やインタビューという調査の中で私たちが知りえたことは、やや異なっていた。出会った教師の多くは、「生徒が積極的に授業に参加し、単なる暗記ではなく活動をすることの重要性」を、強調していた。言い換えれば、現実の授業と教師の頭による理解の間に乖離が存在したことが、この調査で見つかった問題であった。この乖離は、教員研修制度を企画、実施していくうえで、その解消に向けた努力の可能性や必要性を、示しているように思われた。事実、この基礎調査に並行する形で、研修制度に向けての準備作業を開始したが、1998年9月その会合の席上で、プロジェクトが目指す教育改善のメッセージをASEI（Activity, Student centered learning, Experiment, Improvisation）と設定し、上記の乖離の解消を研修の中に取り込もうとした。

ところで、このように授業との間に乖離があるとすれば、教師が答えたことは何によっているのであろうか。ケニアにおける数学教育のモデルを提供しているのが学習指導要領であり、生徒の活動の重要性についてはその中に記述されている。つまり前節での枠組みを用いるならば、ここでの乖離は、意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムとの乖離と言い換えることができる。

この乖離問題について、第２章では日本の事例を、第５章ではカリキュラム開発の中で総括的に、論じたい。

1－3　研究の目的と方法

冒頭で挙げた例では、全員で唱和する場面が多く見られる。小学1年生が学校という新しい社会に慣れるという意味で、日本でも良く見かける光景であるが、3－2で述べるように、開発途上国で唱和する場面が多くなる理由は、教授言語（数学を教える際に用いる言語で、通常、教科書の記述に用いる言語と一致する）と生活言語（生活一般で用いる言語）が往々にして異なっていることに起因しており、唱和することで、まず用語を習得しなければならない状況を示している。さらに複雑なことに、たとえ生活言語で数学の授業を行ったり、カリキュラムを記述したりしたとしても、カリキュラム原理がどこから来たのかによって、2つの言語間に見られるある種の断絶と類似した問題が起きる場合がある（Berry（1985））。例えば、カリキュラム作成者が米国や英国などの外国において教育を受け、その知識を持ってカリキュラム開発に臨む際に、教育を受けた国における人にとって自然な表現様式を取っていると、それがカリキュラムの対象とする人にとって不自然な表現様式である可能性がある、ということを指している。冒頭の授業例では、これらの言語問題の他にも、数学的な問題の種類や難易度、授業における教師や子どもの役割と教室の雰囲気など、わずかな記述ではあるが、さまざまな点が垣間見えている。

本報告では、これらの授業の異同を1つ1つあげ、分析していくということを目論んでいるわけではない。これらの違いを意識しながら、先進国で開発されたカリキュラムや教材の単なる移植というレベルを越えて、数学教育における国際協力を少しでも意義あるものにしようという試みである。そのために、近年展開しつつある数学教育研究、特に文化的側面の研究を整理し、国際協力へ応用する上での視座を得ようとするものである。

各国または各地域に、文化が存在することはおそらく自明のことであろう。地理的、気候的条件が異なる地で、人類は文化を形成し、適応し生きてきた。しかし、この文化という側面は、普遍性を重んじる数学教育研究の中では軽んじられてきた。ましてや国際協力は、国家主権の問題と関連して、むしろ文化にたいして消極的な態度で、それに抵触しない形で実施されてきたと言える。

そのような状況にもかかわらず、ここで改めて、国際協力の中で数学教育の文化的側面を取り上げる背景には、いくつかの最近の出来事が存在している。

第一に、協力実践上の観点である。既に述べたように、理数科教育の分野において、多くの国際協力が実施されており、その中で文化的な問題が指摘されている。

第二に、数学教育研究上の観点である。学校での数学が十分に学習されないにもかかわらず、生活の中に文化的な色合いを濃くもった数学の存在が指摘されている。

第三に、国際学力調査の観点である。東アジア地域で生徒の成績が非常に良く、それは教師の質に起因することが指摘されている。

これらを踏まえて、数学教育の文化的側面の研究を整理していきたい。そこで求めるのは、すぐに役に立つ実践的な方法論ではなく、もう少し長い射程を持つ実践の本質論で、その実現に向けて、

数学教育研究上で明らかにされてきていることを整理することを目指している。それは現時点において、散発的な問題点、事例の指摘はあるが、それらを体系的に整理しているものが見られず、その一方で個々の事例に共通する部分が見られるからである。また今ひとつの理由は、体系的な整理を通して、理論と実践の結合を図っていきたく、そのためには十分な基盤整備が必要と考えるからである。

ここで文化的な側面を考えていく上で、留意すべきが2点ある。それは私たち自身の文化的特徴を踏まえること、文化的側面を考慮することを通して何を求めるのかということである。

前者について、単に日本の教育や日本人の賛美に終わってはならないし、自らを深く反省することの必要性についてである。さもなくば、第4章の民族数学批判にも現れるが、文化を取り上げることが、国際協力において「開発途上国を現時点へ押し留める」という皮肉な役割を果たしかねない。例えば、現在日本の教育が、授業研究という角度から、米国を中心として多くの国々から注目を浴びているが、一方でそれは手法であるがゆえに表面的に流れやすい危険性を持っている。日本では、後述する課題学習という独自の戦略にて、数学の学習をとどまることなく深化する過程として創出しようとしている。そこには、私たちが通常あまり意識することの無い教育観や教師観が関わっているようである。文化的側面を取り上げることは、教育に対する見方や考え方も含めて、自らの教育を深く捉えていく心構えが必要である。

後者は、文化的側面を取り上げることを通して、数学教育協力で最終目標として何を求めるのか、に関してである。「万人のための教育世界宣言」(1990)以降の教育協力では、単なる経済開発を達成するための手段としてだけではなく、個人の生活の質を高めていくために有益な手段として、教育を捉えている。宣言の中では、基礎教育において身につける力を、必要不可欠な学習手段と基礎的な学習内容に分け、その前者において、識字能力と並んで基礎的な算数(数学)の力——自らの文化的な環境(知識も含む)に働きかけて、それを読み解いていく基礎的な力——を、位置づけている。ここで敢えて、文化的な環境へ働きかける力を取り上げることは、その中身は何なのか、またどのように涵養していくのかに加え、当該国の数学教育またそれに対する国際協力の最終目標は何なのかについて、従来の数学教育の反省を迫っている。

そこで本報告書では、数学教育協力における文化的側面の整理を通して、それらをより質の高い国際協力を実施するうえでの課題に仕立て直すことを目的として、具体的に次の4点について研究を行う。

①資料の整理

- 数学教育分野での日本による国際協力実践で把握された課題を整理する。(第1章)
- 日本の数学教育の持つ特徴を整理する。(第2章)
- 世界的な研究の流れ、特に民族数学に注目して、数学教育研究の国際的動向と論点を整理する。(第3章、第4章)

②実施および研究上の課題の明確化

- 上記を踏まえて、教育開発の質的問題をカリキュラム開発の中で解釈し、日本が数学教育協力を実施および研究する際の今後の課題を明らかにする。(第5章)

2.　日本の数学教育：教育目標と授業

前章で述べたようにケニアSMASSEプロジェクトでは、意図されたカリキュラム（学習指導要領他）と実施されたカリキュラム（授業）との間の乖離が、基礎調査の段階で取り上げられた。これはケニアだけの問題であろうか。ここでは、TIMSSやPISAのような世界的な調査において教育達成度が高いとされる日本の算数・数学教育をみることで、上記の問題にさらに一歩踏み込んでいくための手がかりを得たいと思う。より具体的に言えば、本章では、日本におけるこれら2つのカリキュラムがどのような特徴を有するのか、そして「QC活動を通したカイゼン」で有名な日本にて、乖離の解消に向けてどのような努力がなされているのか、という点より論じていきたい。またこのことは先述の自らを振り返ることでもあり、数学教育協力で文化的側面を取り上げる際に、重要な観点となる。

2－1　日本における数学教育の意図されたカリキュラム

TIMSSの調査結果を踏まえて、長崎は《日本はデンマークとともに制度としてのカリキュラムに分化が無いこと》（1998, p.394）を指摘している。つまり国による教育の管理が強く、その点では多くの開発途上国と共通する特徴を持っている。よく解釈すれば、教育の質に関して国が責任を持とうとしている、と言える。日本においては、各時代の政府が責任を持ち、明治維新以来130年の時間をかけて、現在ある数学教育に至るまで開発を進めてきた。つまり、現時点での日本の教育状況を見る際に、その背後にある歴史的な歩みは、欠かせない視点である。ここでは、国レベルでの意図されたカリキュラムに注目しながら、数学教育の歴史を簡単に振り返りたい。

（黒表紙教科書の時代）

明治の幕開けとともに、1872年の学制頒布を初めとして、1879年教育令、1886年諸学校令、明治33年（1900）小学校令改正と矢継ぎ早に法的な整備を実施した。明治37年（1904）に出された小学校例施行規則の中には、算術の教授要旨として次のように表されている。

算術の教授要旨 「算術ハ日常ノ計算ニ習熟セシメ、生活必要上必須ナル知識ヲ与ヘ、兼ネテ思考ヲ精確ナラシムルヲ以ッテ要旨トス」

それに先立ち明治36年（1903）には、教科書が国定制度に改められ、当時文部大臣であった菊地大麓と東京大学の数学教授、藤沢利喜太郎が、明治38年（1905）に共同で初の国定初等教育教科書『尋常小学算術書』『高等小学算術書』（表紙が黒色であったことから一般に黒表紙教科書と呼称される）を作った。上記の算術要旨に表れているように、その内容は数と計算に関するものが主であり、若干の改訂はあるものの約30年間にわたって使われた。

（緑表紙、青表紙教科書の時代）

昭和10年（1935）に『尋常小学算術』（表紙が緑色であったことから一般に緑表紙教科書と呼称さ

れる)が開発された。その基本的な理念について、この教科書の教師用書の凡例に、その編纂の趣旨が次のように述べられている。

「尋常小学算術」編纂の主意 尋常小学算術は、児童の数理思想を開発し、日常生活を数理的に正しくするように指導することに主意をおいて編纂してある。

これは1900年前後の世界的な数学教育改造運動の影響を受けたもので、編集責任者、塩野直道によって「数理思想」の開発と表現された。この後戦時下の影響で、小学校は国民学校と改称され、教科書も表紙が青色のものに変わるが、内容に関しては基本的に緑表紙を引き継いでいる。

(生活単元学習の時代)

第二次世界大戦が終わり、米国から派遣された教育使節団によって、『米国教育使節団報告書』(1947)が提出され、その勧告に基づいて、日本政府は、戦後日本の教育の基本的な枠組みを決めていった。その中で、『民主主義と教育』で名高いデューイの思想に基づいた学習が取り上げられた。それは、生活経験に立脚した単元で構成されており、実生活における問題を解決していく力の育成に数理的な考えを利用するという立場にたっており、一般には生活単元学習と呼ばれている。試み自身は非常に意欲的であったが、次のような理由より議論が十分に深まる前に、系統学習へ移行することとなる。つまりその理由は、戦勝国である米国より押し付けられたという思いが背景にあったこと、学力の低下が社会問題となっていたこと(久保, 1952)、また教育の科学化という世界的な傾向とあいまって、算数・数学科における系統性の欠如が指摘されていたこと(遠山, 1953)である。

(系統学習、数学教育の現代化の時代)

昭和33年(1958)には「試案」という言葉が取れて学習指導要領が法的拘束力をもつようになった。その学習指導要領で目指そうとしたものは、上記の批判に答える形で、教科の系統性に重きを置いたので、一般に系統学習と呼ばれている。その教科目標に登場したのが、「数学的な考え方」(資料5)である。日本では以来、数学的な考え方の育成が重視されてきた。

算数科教育目標(学習指導要領(1958)) 1. 数量や図形に関する基礎的な概念や原理を理解させ、より進んだ<u>数学的な考え方</u>(注:下線著者)や処理のしかたを生み出すことができるようにする。 2. 数量や図形に関する基礎的な知識の習得と基礎的な技能の習熟を図り、目的に応じ、それらが的確かつ能率的に用いられるようにする。 3. 数学的な用語や記号を用いることの意義について理解させ、具体的なことがらや関係を、用語や記号を用いて、簡潔・明確に表したり考えたりすることができるようにする。 4. 数量的なことがらや関係について、適切な見通しを立てたり筋道を立てて考えたりする能力を伸ばし、ものごとをいっそう自主的、合理的に処理することができるようにする。 5. <u>数学的な考え方</u>(注:下線著者)や処理のしかたを、進んで日常の生活に生かす態度を伸ばす。

学問としての数学の目覚ましい進展、また教育の科学化を踏まえて、1960年代から1970年代に

かけて、数学教育の内容の刷新を図る運動(一般的には現代化運動と呼ばれる)が世界的に興り、この頃までに独立を果たした開発途上国の多くも、その運動に巻き込まれていった。ところが世界各地において、その後このカリキュラムは教師や子どもの現実に適合していないことが指摘され、また基礎的な学力の低下が問題になる中で、この運動は失敗と総括された(Kline(1973))。そして、数学の学習は基礎・基本を重視するという方向へ大きく転換していった。日本でも、この時期に現代化の影響を受け、上記の系統学習の方向性をさらに強めた形で、集合や確率の内容が取り入れられたが、結果として、算数・数学教育の内容が全体として高く過密になり、教師や子どもの現実と齟齬をきたしていることが批判されるようになった。歴史的に見たこの時期は、新しい教育内容を取り込もうと、世界中でカリキュラム開発が盛んであった。

(基礎・基本の時代)

学習の基礎・基本が重視される中で、単純な計算力の充実を越えて教育目標が探られた。1980年に全米数学教師の会(National Council of Teachers of Mathematics: 以降 NCTM)は、「1980 年代の学校数学の焦点は、問題解決である」という勧告を出した。それ以降世界的に、問題解決学習が数学教育の主流を占めることとなる。例えば、英国では教育科学省が 1988 年に発表したナショナル・カリキュラムにおいて、問題解決能力の育成は重要な目標として位置づけられている。また日本においても問題解決学習が重視されたが、ただし「問題解決」という言葉が、上記の生活単元学習期にも使われ、歴史的な意味合いを持つために、この時期には「課題学習」という新しい言葉が教育課程審議会によって作り出された。

系統学習とその発展形である数学教育の現代化は、内容の過密さを批判され、基礎・基本そして課題学習にバトンを譲ることとなるが、その基底にあった「数学的な考え方の育成」は引き続き重要視され、その後も日本の数学教育の根幹をなしている。数学的な考え方というと、個人の内面、つまり頭の中で、起きていることを指している。日本の数学教育では、この言葉に代表されるように、内面的な活動を非常に重視してきた。そのもう一つの例証は、動詞に注目した時に日本の学習指導要領には、「思う」、「理解する」、「考える」などの動詞が多く含まれていることである(馬場(2001))。

(ゆとりの教育の時代)

最後に、現行の算数・数学教育について触れたい。平成11年5月に出された学習指導要領では、完全週休二日制と総合的な学習の導入が行われ、次のページの冒頭のコラムを見れば分かるように、算数・数学教育の目標では態度的な側面が特に重視されるようになる。それは第3回国際教育調査の結果として、

> 《第 3 回調査ではわが国の小・中学生ともに得点は高く、好き嫌いでは好きな割合が低く、また算数・数学を楽しんでいないなど、小・中学校で似た傾向が見られた。》(瀬沼(2001) p.35)

ことがわかり、そのような状況に対して、教育課程審議会は学習の在り方という観点から改善点について意見を出し、それに対応する形で、楽しさと充実感のある学習を目指した「数学(算数)的な活動」が導入された。

算数科教育目標（平成 11 年（1998））
数量や図形についての算数的活動を通して、基礎的な知識と技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てるとともに、活動の楽しさや数理的な処理の良さに気づき、進んで生活に生かそうとする態度を育てる。

学習指導要領解説では、その意図は次のように説明されている。

《楽しさと充実感は、算数の内容や方法の本質にかかわるものである。自らの主体的な活動によって、数量や図形についての意味が本当によく分かったときには、学ぶことの楽しさが感じられる。自分で実際に作業をしたり、体験したりして算数を学習するのも楽しいことである。数量や図形についての知識や技能を確実に身に付けたときには充実感が感じられる。自分で数学的な考えを生かし工夫をして算数の問題を解決できたときにも楽しさと充実感が味わえる。そうした学習活動を充実させることによって、算数への関心や意欲が高まる。》（文部省（1999）p.9）

今回、学習指導要領に初めて取り上げられた数学（算数）的活動であるが、対象へ働きかける活動を重視する根底には、平林一栄によるところの「活動主義」があるのだろう。つまり数学の学習を単に出来上がった公式を記憶することとして見るのではなく、課題において対象に働きかけることを通して考えることと見ることは、数学教育において重要な基礎をなしており、そのための思想的な基盤を与えたのが活動主義である。

以上、日本の数学教育の教育目標を駆け足で振り返ってきた。その教育目標を簡潔に表せば、次のようになる。その流れは一貫しているが、今まさに数学（算数）的活動をもって、日本の算数・数学教育は次の一歩を歩み始めたのだと言える。

数理思想　→　数学的な考え方　→　数学（算数）的活動

2 − 2　日本における問題解決学習の歴史

次節にて日本の授業の一般的な特徴を述べる前に、ここでは1970年以降における日本の問題解決学習の概況について述べたい。それは次の 2 つの理由による。1980 年に出された NCTM の勧告の影響があり、現在の日本における数学教育実践では問題解決学習が中核を担っていること、また前節で取り上げた教育目標での特徴「数学的な考え方」に関連して、日本では第 2 回国際教育調査の結果を踏まえて、授業の中である種の問題解決学習を通してそれを育てようとしていること、の 2 点で、その意味でこれらの事例は日本の授業のある側面を具体的に表している。

日本では「問題解決」という語が戦後に行われた生活単元学習を彷彿とさせるために、1980年代後半に教育課程の改定が審議される中、「課題学習」という語を新たに生み出した。従って「問題」と「課題」は若干なりともニュアンスを異にしている。

昭和 62 年 12 月の教育課程審議会の答申では、「既習の知識・技能を総合的に駆使して課題を探

求させ、そのような活動を通して、数学的な考え方を身につけさせ、さらに数学的活動に対する良い態度、数学に対するより深い関心を育成すること」としている。新たに生み出されたこの語に、問題解決の中で特に重点を置くところへの期待を込めたとも言える。すなわち、「課題」は、単なる問題ではなく、問題と学習者との間の関係を大切にした上での問題を指し、生徒の意欲や態度の形成を積極的に図ることを目指すという教育的な配慮を伴う用語である。

ところで問題解決学習には、その意図するところで分けると、次のようなタイプがある。

表２－１　問題解決学習の分類

＊方法型	問題解決を通して、数学の各分野に見られる特定の知識や考え方を身に付けさせることを目指す。歴史的に見れば、緑表紙の考え方である。
＊特設型	問題解決力の育成を第一目的として、それにふさわしい教材、問題を用意して指導していくものである。教科書の特設単元などに見られる。歴史的に見れば、戦後の生活単元学習はこのタイプに属する。ここでは、例えばアポリアに見られるようなさまざまな問題に適用されうる一般的な解法の方針――ストラテジー――を生徒に身に付けさせることが重要と考えられる。
＊設定型	子どもたちが単に与えられた問題の解法を考えるだけでなく、さらに進んで問題作りや問題設定を行う場が設けられていることを指す。このタイプの問題解決も、明治期末に作問指導ということで既になされていた。

出所：数学教育学研究会（1991）pp.165-178 を基にして著者作成

上述のように「課題学習」は日本において生み出された言葉で、英訳するときには Learning through Problem Solvingとしていることからも分かるように、問題解決を通して、「既習の知識・技能を総合的に駆使」し、「数学的な考え方」と「態度」や「関心」を育成することに重点を置いている。その意味で、課題学習は問題解決学習の中でも特に特設型を意識した学習である。ただし実際の授業の中では、方法型と特設型の中間的なものが多く見られる。つまり方法型であったとしても、狭い形での知識や考え方を身につけさせるだけでなく、「数学的な考え方」という数学全般に渡る一般的な力を求める方向性が内包されているからである。

そのためにも、課題学習で取り上げられる問題は、下記のような点を有している必要がある（数学教育学研究会（1993）p.141）。

①生徒が様々な思考や創意工夫を行うことができる
②生徒がそれぞれの方法で結果を見通せる
③解決のために多様な発想が許される
④その問題を解決するだけでなく、さらに一般化や発展が図られる
⑤評価の観点を、結果の達成におくよりも、数学的な見方・考え方への発展、またそのよさを感得する態度におく

課題学習は、直接的には第2回国際教育調査の結果に影響されて生み出された用語であるが、第1回国際教育調査の後の1970年代に、既に課題学習的な考えはあり、数学的な考え方の育成をその中で企図していた。問題解決学習が注目されるようになった1980年よりも以前に実施されていた

こともあり、より日本的な展開を見ることができるであろう。そのような中で代表的な例を2つ紹介したい。

（事例1）

『改訂算数・数学科のオープンエンドアプローチ――授業改善への新しい提案――』（島田編著（1994））より

（注：同書は、算数・数学科の高次目標の評価方法の開発研究に、1971年から6年間にわたり取り組んできた成果を公刊した旧版（1977）を改訂したものである。その英訳はNCTMによって1995年に出版された。）

正答が幾通りにも可能になるような条件づけた問題を、オープンエンドな問題と呼ぶ。ここでオープンエンドアプローチと呼ぶ指導方法は、正答の多様性を積極的に利用することで既習の知識・技能・考え方を色々に組み合わせて、新しいことを発見していくことを指している。

このアプローチは、算数・数学科において、計算技能に代表される低次の目標に対置されるものとして、「数学的な考え方のような高次の目標における子どもの到達度をどのように評価したらよいか」という問題に取り組むために始められた。そこでは、算数・数学科教育が本来のねらいをどの程度達成しているかを調べるために、子どもが具体的な場面においてどんな風に既習の知識・技能を活用し、また既習のもので事がすまぬ場合に、その困難にどう対処していくかを見なくてはならない、ということである。

そこで、研究問題として次の2つが設定され、調査された。第一の問題として、「高次目標に関連して、子どもが学校段階で示すことのできる望ましい行動（の類型）は何か」が設定され、算数・数学教育研究者へインタビューを行った結果より、望ましい行動は「問題場面に当面して、子どもがその場面を適切に数学化し、処理できること」という結果を得た。また第二の問題として、「望ましい行動とテスト等の評価との間にどんな関係があるのか」が設定され、調査の結果、高次目標の到達度とふつうのテスト成績とが、必ずしも相関があるわけではないということが分かった。

以上の調査結果を踏まえて、さらに「高次目標が教育可能なものであるのか」という第三の問題を設定した。実験室で行う実験のように厳密ではないものの、「適切なオープンエンドアプローチによって高次目標に一段と近づくことは可能である」（pp.12-13）という結論に至った。そこで、オープンエンドアプローチは当初求めていた高次目標の評価方法から、指導方法へと発展した。

オープンエンドな問題として、例えば次のようなものを挙げることができる（島田他（1994）p.54）。

問い　次の表はある虫がみぞにそって歩いたときの時間と動いた距離を調べたものです。空欄は、調べるのを忘れました。

時間（分）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
距離（cm）	12	24	36	48	60	72	84			120

（1）8の下は、どんな数だったと思いますか。その求め方を式で書きなさい。
（2）そのほかの求め方があったなら、あるだけ書きなさい。

この問いに対しては、次のようなタイプの生徒の反応が予想される（島田他, 1994, pp.55-57）。

①増加・減少の大きさに注目したもの	12＋12＋12＋…＋12、84＋12　など
②増加・減少の割合に注目したもの	12×8、24÷2×8　など
③ともなって変わる二量の割合に注目したもの	（距離）÷（時間）が一定

ここでは学習指導要領の中にある、高次目標である数学的な考え方の育成を、この表から触発された生徒の多様な思考の中に求めている。

（事例2）

『問題から問題へ－問題の発展的な扱いによる算数・数学科の授業改善－』（竹内（1984））より

（注：同書は、「算数・数学科の問題の発展的な扱いによる指導とその評価」に、1978年から5年間にわたり取り組んできた成果を公刊したものである）

同書で扱っている題材における著者の基本姿勢は、事例1に出てきた「オープンエンドアプローチ」から受け継がれたもの（pp.13-14）とあり、問題解決を軸にして、数学的な考え方を育成することを目指していると言える。ただし、上記の問題解決の分類を用いるならば、設定型に属する例である。与えられた問題を発展的に考える（作りかえる）ことによって、留まることなく展開していく学習を企てている。

そのような学習を企図する根底には、数学をどのように捉えるのかという数学観の問題があり、そこでは世界的な数学者であり数学教育者でもあるフロイデンタールの言葉を借りて、次のように述べている。

《数学という概念には、数学的活動の生み出した知識の体系としての「数学」と、数学的活動（数学をすること）そのものの「数学」という2つの意味をもっているという。そこで算数・数学科の教材としての数学（これを学校数学ともいう）は、前者のいわば「既成の」数学というよりはむしろ後者の「活動としての」数学、あるいはいわば「手作りの」数学と理解されるべきだと、フロイデンタールはたえず強調している。》（竹内（1984）p.12）

このたび実施された学習指導要領（1998）に「算数的な活動」が教育目標として取り上げられたのも、このような数学観があると言えるだろう。

この問題の発展的な扱いにて、目指される数学教育では次のような点に重点がおかれる。

（1）全ての児童・生徒が積極的に授業に参加する。

（2）自分の力に応じてだれもが精一杯に学習に励む。

（3）算数・数学に興味を感ずる。

（4）発見の喜びが味わえる。

（5）いつでも「問題を発展させる」態度がつくられる。

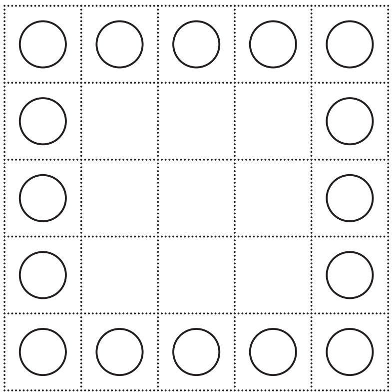
（6）個別学習と集団学習の調和した授業が展開できる。

（7）多様な視点からの評価を可能にしてくれる。

具体的な発問の例を挙げたい。このような学習を可能にするには、問題の質もさることながら、それをどのように展開していくのかが重要になってくる。そこで次に発問の仕方を含めて事例を述べたい。

「発展的な扱い」では、原題自身はそれほど難しいものではなく、原題を解いた上で、さらに次のような関連した問いを発することを通して、問題を展開しながら取り扱うことを目論んでいる。このときの関連した問いは、「はじめの問題に似た新しい問題をいろいろと作りなさい」のように、できるだけ一般的なものが良く、それによって生徒たちの考えが刺激されてさまざまな方向に発展することが期待される。

（原題）　正方形の辺の上に、ご石を並べました。1つの辺に5個ならべると、ご石の数は、全部で何個でしょうか。（竹内他（1983）p.113）



さて、上記の原題に対する反応例（竹内他（1983）p.113）は、次のようなものが考えられる。

（1）数を変えたもの
（例：1つの辺に10個ならべると、ご石の数は全部で何個でしょう。）

（2）図形と数を変えたもの
（例：正五角形の辺の上にご石をならべました。1つの辺に4個ならべると、ご石の数は全部で何個でしょう。）

（3）逆の問題
（例：正方形の4つの辺に、べいごまをおきました。べいごまは、全部で64個です。1辺のべいごまの数はいくつでしょう。）

（4）複合した問題
（例：正方形をしたごばんに、中味のつまっていない（著者注：原題のように、周囲に碁石が並んでいて、真ん中のますには、碁石が並んでいないこと）3列のご石をならべました。外側の1辺は91個です。ご石の数は全部で何個でしょう。）

以上わずか2つではあるが、日本における問題解決学習の特徴を示す事例を記した。ここで見てきた問題は、単純な計算問題ではなく、また公式を暗記して数値を当てはめるだけのものでないことが、分かった。このように国際的な学力調査の結果も踏まえて、日本の数学教育界は「数学的な考え方」という理念的で抽象的な教育目標を、授業という具体的レベルにまで展開する形で研究・実践してき、それが最終的に課題学習に結実してきた、と言えるのであろう。

2－3　日本における授業の特徴

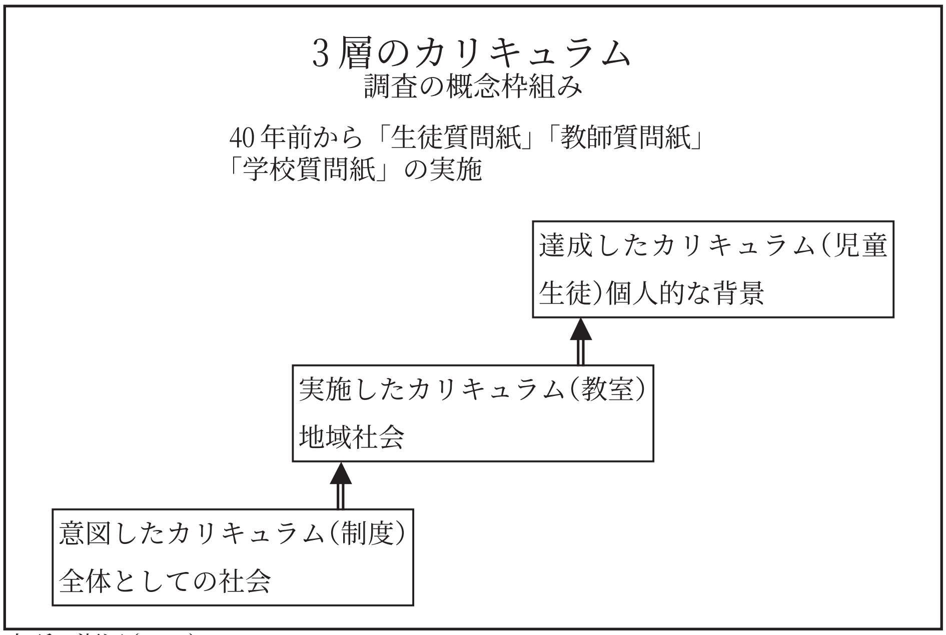
当たり前と言えるのかもしれないが、日本で日々教えられている数学の授業には、教師の個人による差を超えて、ある種の共通した特徴が存在している。それは単に全ての教師が、日本語で教えている、もしくは黒板とチョークを使って教えているという自明なレベルだけではなく、ある種の授業の構造的な特徴が存在している（Stigler & Hiebert（1999））ことを、指している。ここでは冒頭で述べた3つの授業例を思い出しながら、TIMSSの調査・分析結果より、日本における授業の特徴を見ていきたいと思う。

これら3つの授業例は扱っている題材が同じではない（因みに学習指導要領ならびに教科書を調べたところ、B国では、「どちらがなんだい多いでしょう」という題材を、まったく扱っていない）し、これらが各国における平均的な授業と必ずしも言えないことから、単純な比較は適切ではない。しかしながら、普遍的であると一般に言われる数学教育の実際の姿に迫ることで、ここではそれを契機として考察を広げていきたい。

2－3－1　TIMSS（第3回国際数学・理科教育調査）ビデオスタディにおける授業の型

TIMSS（資料6参照）では、単に生徒の学力調査だけではなく、授業や児童生徒に関する調査、分析も行っている。下図はその調査を行う上での、概念枠組みを示している。

図2－1　3層のカリキュラム



出所：瀬沼（2001）p.41

Stigler & Hiebert（1999）は、ここで見られる真ん中の層――実施したカリキュラム――に関して、TIMSSの一環で集められた授業ビデオの一部を分析した。この研究では、ペーパーテストと同様に慎重にサンプリングをした上で、最終的に独、日、米の3ヵ国からそれぞれ9本ずつ、計27本の授業テープを選び、日米の専門家でこれらを分析し、その結果として、次のような授業の型を見出した。

表２－２　授業の型

国名	日本	米国	ドイツ
授業の特徴（標語）	「構造的な問題解決」	「用語の学習と解法の練習」	「進んだ解法の導出」
授業の型（段階）	前時の復習 問題の提示 生徒の個人またはグループ学習 解法の討議 主要点の注目、要約	前時の復習 解法の提示 練習 正誤のチェックと宿題提示	前教材の復習 話題もしくは問題の提示 問題解決法の導出 練習

出所：Stigler & Hiebert（1999）

ここで第2行目に記しているのが、その国における数学教育の授業の特徴を標語的に表したもので、その下に続くのが、授業における異なる段階を示している。各国の授業において、初めに来るのは「前教材（前時）の復習」であり共通しているが、それ以降の展開はかなり異なる。米国では早々と解法を提示しているのに対して、ドイツではじっくりとその解法の導出に取り組んでおり、日本では解法が出た後の討議が重要である。それぞれの授業が主眼とするところが、この型に現れている。この日本の授業の型に関する結果は、Becker らも次のように指摘している。

表２－３　日本の授業の型

0.　はじめの挨拶
1.　前日の問題の復習または問題解決のトピックの導入
2.　問題の理解
3.　生徒による問題解決、ペアであるいは小グループで（共同作業）
4.　比較と討議（生徒が提案した解決を前方の黒板で）
5.　教師によるまとめ
6.　練習
7.　おわりの挨拶

出所：三輪（1992）p.188

表２－２の日本の部分と表２－３を比較すると、挨拶と練習の部分を除けば、ほぼ一致していることが分かる。このように日本の授業では、1つの問題にじっくりと取り組みながら、そこで子どもから出された様々な考え方を、教師とクラスが一体となって「練り上げ」そして「まとめ」ていく特徴を有している。その部分が授業の中核を占め、教師の力量が発揮されるところであり、その力量次第によって子どもたちによる多様な活動がより意味あるものとして活かされていく。

２－３－２　授業の型を生み出すもの

さて日本はともかく、米国のように多種多様であると思える国で、授業の型が一定であるということは、一体どういうことであろうか。この点に関して、Stigler & Hiebert（1999）は授業が文化で

あると、表現する。

《教育はその他の文化的活動と同様に、長期にわたって参加することを通して、自然に学ぶものである。それは正式に勉強するというよりも、文化の中で育つことを通して、学ぶものである。…文化の中にいる人々は、教育がどのようなものであるのかという心的な像を共有するにいたるのである。》(p.86)

つまり教師も、教職につく前に、既に生徒として14年から16年の教育を通常受けている。小学校に入学して以来高等学校を卒業するまでの間、ほぼ毎日、類似した型の算数・数学の授業が繰り返されるのである。低く見積もっても、その回数は千回をくだらず、その過程で、授業がいかなるものかという像を、自分の中に築いているだろう。例えば、授業中に勝手に歩き回る子どもを、「多動性」と呼んで問題視するのは、「授業中は勝手に歩き回るものではない」という私たちの学校に対する考えが背景にあるからである。

彼または彼女は、教育実習の際に、今度は教壇に立つ側として授業に参加し、そこでは少し異なる角度からではあるが、教室文化(資料7)を再び経験する。さらに教師になってからも、例えば新任研修や3年目研修などの研修を通じて、また職員室の同僚とのインフォーマルな形での話し合いを通じて、このような教室文化は知らず知らずに強化されていくのであろう。その結果、

《各国における授業の型は、教科の性質、いかに子どもは学ぶのか、教室における教師の役割に関して、比較的小さな暗黙の中心的な信念に基づいているように見える》(Stigler & Hiebert (1999) p.87)

という状況が生まれるのである。数学の授業や学習に関するこのような信念は、時間をかけて無意識の内に形成されたものなので、通常は余り意識されない。しかし例えば、次のような比較(Stigler & Hiebert (1999) pp.89-95) をすることによって、より明確に意識することができる。

表２－４　日米の授業比較

	米国の授業の特徴	日本の授業の特徴
数学の性質	61%の米国の教師は生徒に技能を身につけてもらいたい	日本の教師の71%は、子どもが新しい考え方を身につけることを期待している
学習の性質	米国の教師は、困惑や苛立ちは避けるべきもので、できるだけ最小限に抑えたいと思う	日本の教師は困惑や苛立ちを学習過程につきものと理解し、失敗を犯しながら理解を深めていくと考えている
教師の役割	米国の教師は、授業を多数の子どもが理解しうるような部分に分解して、練習問題を出すことを自らの役割と考えている	日本の教師は、異なる考え方の間の関係を示すことが自分たちの役割と考えている
生徒の個人差	米国の教師は、生徒の個人差を効果的な学習にとっての障害であると捉える	日本の教師は、それは集団が持つ自然な性質であると捉える。したがって日本の教師は、授業の中でこの差異を積極的に活かそうと考える

出所：Stigler & Hiebert (1999) をもとに著者作成

２－３－３　日本の授業案

このような授業に対する教師の考え方は、授業案 (lesson plan) の中にも形を変えて現れてくる。

授業案は授業をする前に教師が立てる計画を指すが、日本では下記のように学習指導案と呼ばれることが多い。ただしここでは、国際協力という視野での研究報告であるため、英語のlesson planに対応するものとして、授業案という呼び名で統一する。

そこで教師の考え方がどのように表れているのかを示すために、日本の授業案の一例を示したい。

表２－５　授業案例（奈良教育大学附属中高等学校：横弥直浩教諭提供）

数　学　科　　学　習　指　導　案		
1	日　時	2001年第6限
2	場　所	A中高等学校
3	学　級	5年A組　数学A選択者37名（男子17名、女子20名）
4	指導者	教諭　B
5	単元名	数列（数学A）
6	教材観	数列は、自然科学や社会科学などの分野にも取り扱われ、数学と他分野が密接に関連する重要な分野である。自然界においては、ひまわりの種の配列にはフィボナッチ数列が見られるし、社会生活においては、金融関係で複利計算など等比数列が使われている。 数列の学習は、記号化するよさや、一般化して考えることなど、生活上で役に立つ数学的な見方や考え方が多くできる。知識として数列が使えるだけでなく数学的な見方や考え方のよさを感じることができ、身近な事象に数学を感じる分野である。
7	生徒観	本授業の数学Aは選択教科であるが、ほとんどの生徒が受講している。5年生（高校2年生）のクラスであり、文科系、理科系の区別が無いためクラス内で数学が得意な者と不得意な者の内容理解度の差が大きい。また生徒は活発で、数学に対する興味もあり授業中に質問等の発言もする。しかし、集中力が続かず数学以外の話題に発展することもある。
8	指導計画	数列　………1時間 等差数列と等差数列の和　………3時間 等比数列と等比数列の和　………3時間 いろいろな数列とその和　………4時間 漸化式と数列　………4時間（本時はその2時間目） 数学的帰納法　………2時間 二項定理　………2時間
9	研究テーマ	生徒が主体的に数学的活動をするには、数学の知識だけでなく多くの数学的な見方や考え方をする必要がある。しかしその数学的活動ができれば、生徒自ら数学に興味を持ち、数学を発展させ体系化していく。授業において十分数学的な見方や考え方を指導し、そのよさを感じさせておけば、生徒は自ら問題解決をするようになる。
10	本時の指導	
(1)	題　材	漸化式と数列
(2)	目　標	・ハノイの塔の持つおもしろさ・不思議さから数列に興味・関心を持ち、数列を追究しようとする。（関心・意欲・態度） ・具体的な例から一般化し、数列を帰納的に考え、漸化式の考え方ができる。（数学的考え方） ・階差数列について2項間の漸化式が表す一般項を求めることができる。（表現・処理） ・具体的な例を通して、数列の帰納的定義や漸化式の意味を理解する。（知識・理解）
(3)	展　開	省略

最後の「展開」以降は、他国で一般に作成されるlesson planに類似の形式である。ところが、この例に見られるように、日本の授業案では、教材観や生徒観などのように授業を行う前提として教

師が持っているものを、「観」という言葉によって表現している。それは授業を1回だけの単体としてみるのではなく、教育という営みの中でより大きく、一貫性を持って見ようとする、日本の教師の努力であると考える。（注：吉田（1992）は、各授業が「演劇性」（p.200）――授業が起承転結を持って一貫していること――を持っていることを指摘している。）

このような特徴から言えることとして、日本の実施されたカリキュラム――授業――について、開発途上国から日本へきた多くの研修生が授業を見て最初に感じる「コンピューターや教材、教具の豊富さ」は、全く影響がないと言えないにしても、その影響は非常に小さいと言える。むしろ前節でも述べた数学的な考え方をいかにして育てていくかという日々の工夫の中で、教師が持つこのような授業や教育全般に対する見方が生み出されていったのであろう。

2－4　授業研究

最近でこそティーム・ティーチングという形で複数の教師が共同で授業に取り組む事例が出始めているが、授業は現在のところ基本的に個々の教師が行うものである。しかし日本では、研鑽を目的として、授業研究という名で、学校の内外を問わず、互いの授業を見学し批判しあう取り組みが各地で為されている。またこのような場を通して、よりよい授業に対する見方を形成し、共有してきたとも言える。

その他にも様々な形での研修を受ける機会があり、そのような中で授業を題材として取り上げる場合がある。例えば、文部科学省や地方の教育委員会や教育センターなど公的な機関が実施するものや、教員組合やインフォーマルで私的な機関が実施するものが存在している。それらは次のようにまとめられる。

表２－６　日本における授業研究会のスタイル

	参加者の規模	主たる開催者
1	学校内で	公立学校の校長・教師
2	各都道府県、各市町村、区での研究会	公立学校の教師自身
3	各都道府県、各市町村、区での研究会	教育委員会、教育事務所
4	日本全国	附属学校の校長・教師
5	各都道府県、日本全国	民間（学会、企業等）

出所：池田他（2002）p.28

2－4－1　授業研究

日本では新任、ベテランを問わず教師に対する様々なレベルでの研修が実施されている。これらの研修には、カウンセリング、生活指導などの学校生活全般にわたるものや、教科においても新しい教材や教授活動の基礎となる数学についての研修なども含まれる。ところが、崇高な理念もすばらしい教具やアイデアも、具体的な教育の場である授業に展開されないなら、その研修は意味をなさないであろう。授業研究はそのような理想と現実としての授業とを橋渡しする手段として、日本

の学校で盛んに行われている。

本章でここまでに述べてきた日本における意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの特徴は、別々に存在しているのではなく、それらはお互いに影響を及ぼしあっている。それに対して、両者の交わりを方法的な側面から促進するのが、授業研究と言える。授業研究では、1つの授業を教師、指導主事、大学教官などが見て、まさに同じ土俵で意見を交わし、数学教育について、授業について、子どもの学習についての見識を深めていく。ここでの研究は、必ずしも学会で発表する意味での研究を指しているだけでなく、教師たちが互いに学び、授業を通して具体的な課題を解決していこうという方向性を持っている。

現在、米国において授業研究が盛んになりつつある(巻末のホームページ・リスト参照)。しかしこの授業研究における動向を先導する一人である吉田(2001)は、これが米国に根付いていくのかどうかは難しいとしており、次のようにその背景にある日米の文化的な差異について言及しながら、じっくりと取り組む必要性を指摘している。

> 《新しい教育のアイデアも短期間で効果が出せないとお払い箱になり、中々長期に渡っての定着が難しいといわれるアメリカの土壌において、また、文化や習慣が違うことによりアメリカの学校・教師は授業研究に馴染めないという懸念の中にあって、アメリカでの授業研究の適合化、また、その可能性や困難についての研究をする必要があると考えた。》(p.26)

本来、授業研究は数学的な考えを深化させていくための、もしくはより深い数学的な活動を達成するための授業の実現に向けて、授業を深化させていくための手段である。しかし、その一方で単純に授業について意見を述べ合うことで満足し、表面的な模倣に終わってしまう危険性も持っている。そこでは、意見を交換することで何を深めていこうとするのかについて、参加者が真剣に自分自身を含めて問うことが重要である。

その他にも、授業研究を実践していく上での問題点が、表２－７にあげられている。

表２－７　授業研究の実践上での問題点

・授業研究を行っても子どもたちの学力の向上にはすぐにつながらない。
・授業研究の方法の理解が難しいために、実際に授業研究を行ってもその効果があがらない可能性がある。
・米国人教師がどのような算数・数学の授業観や教授方法を頭の中にイメージとしてもっているのか、また1つの集団を形成したときに、それがどのような考えになっていくのか予想がつきにくい。
・教師の授業研究をするための時間を確保することが難しい。
・授業研究を実施している学校の数が現時点で大変少ないことからそれぞれの学校が孤立した状態にあり、授業研究の輪や授業のアイデアがなかなか広がっていかない。
・授業研究が直接解決できないいくつかの点があるということである。

出所：吉田(2001) pp.29-31

このように多くの基本的な問題点が指摘されたことから、米国での授業研究の長期的な実現は不

可能のようにも思える。しかし、

《これらの困難が明らかになってきたことによってその対策方法が少しずつ考えられるようになってきた。》(吉田(2001)p.31)

と表されるように、日本の実践をそのまま移転することは無理でも、時間をかけて取り組むことで、米国なりの授業研究の展開がようやく見えつつあるようだ。

このことは、私たちが数学教育協力を考えていく上で重要な示唆を提供してくれる。つまり、すばらしいと思える知識や技術、内容や手法も単純に移転するだけではすまない、ということの例証だと言える。授業研究を機械的に導入するだけで、開発途上国における数学教育の問題が解決するわけではないということを、十分に承知しておかなければならない。

にもかかわらず、授業研究が魅力的に感じられるのは、意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの乖離にたいして、解決へのきっかけを提供してくれるからである。しかもそれは抽象的な話としてではなく、具体的な手段を伴ってである。数学教育協力における授業研究の意義については、もう一度第5章にて検討したい。

3.　数学教育における世界的な研究と実践の動向：文化的側面

前章では、意図されたカリキュラム、実施されたカリキュラム、そしてその両者をつなぐ授業研究という視点より、日本の数学教育を見てきた。それは、冒頭で見てきた問題状況に対して何らかの示唆を得ようというためであった。ただし本報告書では、日本の経験をそのまま開発途上国に移転するという立場から論じているわけではなく、むしろ日本の経験をヒントとして、各国が独自の数学教育開発を企てていくことを目指している。一口に独自の教育開発と言っても、様々な論点が入り混じっているので、まず整理をすることが重要である。

一般に数学は、1＋1＝2に代表されるように普遍性がその本質なので、数学教育でも、文化的な側面はこれまで余り問題にならなかった。せいぜい普遍的な数学がどのように発展してきたのか、を考えるくらいであった。だからこそ、異なる文化をもつ日本に対して、開発途上国から国際協力の要請が為されるし、あわせて、数学の国際教育達成度調査で高い学力を証明された日本からの国際協力は、期待するところも大であろう。しかし、ブラジルの数学教育学者D'Ambrosio（1984）によって提起された「民族数学」という考えは、そのような前提に対して、疑問符を提示した。

そこで本章と次章では、数学教育国際会議（International Congress on Mathematical Education: 以下ICME）を中心に世界的な研究の動向に目を向け、なかでも民族数学研究で、これまでに蓄積されてきた理論的な側面を明らかにし、今後の数学教育協力の実施のうえでの足がかりを構築することを目論んでいる。

3－1　ICMEを中心とした世界的な研究の新しい動向

3－1－1　ICMEの組織

さてICMEは、数学教育国際委員会（International Commission on Mathematics Instruction: ICMI）によって主催される数学教育を議論する最大の国際的な研究集会である。この委員会は、親組織である国際数学者協会（International Mathematical Union:以下IMU）の第4回大会（1908）にて組織された。初代会長は世界的な数学者Kleinで、その創設は数学教育改造運動と密接に関わっている。ICMIの会員は、個人や団体ではなく、国で、IMUの会員である国は、自動的にICMIの会員となる。それ以外の国において必要と判断された場合は団体もしくは大学が代表して会員となる場合もある。現時点で72ヵ国の会員が存在している（http://elib.zib.de/IMU/ICMI）。

かつてICMEは、IMUの分科会として位置づけられていたが、数学教育の専門化が進み、参加者の増加に伴い（第9回大会の参加者は2074名）、1969年より独立して開催されている。総会は国際数学者会議で選出される実行委員会（Executive Committee）と各国の代表とで構成され、4年に一度のICMEに合わせて開催される。これまでのICMEの開催地と開催年を以下に示す。

表３－１　ICME の開催年と開催地

	開催年	開催地
第１回	1969	リヨン（フランス）
第２回	1972	エグゼター（英国）
第３回	1976	カールスルーエ（ドイツ）
第４回	1980	バークレー（米国）
第５回	1984	アデレード（オーストラリア）
第６回	1988	ブダペスト（ハンガリー）
第７回	1992	ケベック（カナダ）
第８回	1996	セヴィリア（スペイン）
第９回	2000	幕張（日本）

また1970年代以降、研究グループが永久的に形成されており、特定の関心、研究分野における研究を深めている。これら研究グループは、2002 年 5 月時点で次の 4 つである。

HPM: History and Pedagogy of Mathematics（1976）

PME: The International Group for the Psychology of Mathematics Education（1976）

IOWME: The International Organization of Women and Mathematics Education（1987）

WFNMC: The World Federation of National Mathematics Competitions（1994）

これらの組織は、ICMIによって経済面、運営面で管理されることなく、独立して働いているが、ICMI の総会で報告する義務を負っている。

また一方、1980年代半ばよりICMIは、ICMI Studiesと呼ばれる研究シリーズの刊行を通して、現行の数学教育理論と実践における課題の掘り起こしに寄与してきた。これらの刊行物は、分析的でまたは行動志向的な特徴を有している。各巻は、特定の課題について国際研究集会を行い、国際的、国家、地域、機関レベルでの議論を促進することを目的としている。これまでに11巻出版されて、さらに2巻の出版が予定されている（資料8）。このシリーズの課題には、幾何や代数という数学教育の領域に関連するもの、コンピューターや大衆教育、ジェンダーのように社会問題を扱うものなどが含まれている。また現在予定されているうちの1つは、1990年代末以来、注目を浴びているアジア諸国の教育との比較において、西洋諸国の教育を論じる予定である。

３－１－２　ICME 第５回大会と第６回大会

1960年代から1970年代にかけてカリキュラム開発が世界的に盛んに実施されたにもかかわらず、数学教育の現代化に関しては一般的に失敗ということでくくられている。その原因は、科学的な論理性、厳密性を求めたがために教育の実態とかけ離れたこと、と一般的に言われている。中でも特に問題として指摘されたのが数学教育の文化的側面で、それを反映した数学教育カリキュラムが求められ始めた。

《数学から得られるものは、学校制度や学習者の個人的な性向、置かれている社会的状況によらず、すべての文化で同様に得ることができるという、暗黙の仮定は、無効であることが判明し

た。新しく、緊要な問題が提起された。おそらく最も重要なものは：

－大多数の要請に応えるのは、どのような数学教育カリキュラムであろうか。

－特定の学習者集団にとって、どのような修正がなされたカリキュラム、または代替カリキュラムが求められるだろうか。

－これらのカリキュラムは、どのように構造化されるだろうか。

－これらのカリキュラムはどのように実施されるだろうか。》(Damerow et al.(1985) p.3)

この文化的側面から見たとき、ICMEの歴史の中で注目すべき動向は、1984年第5回大会と1988年第6回大会である。

ICME第5回大会では、Mathematics for Allという課題部会にて22の発表がなされ、その成果はUNESCOより出版された(Damerow et al.(1985))。それは、一般的視座、先進国における問題と開発、開発途上国における問題と開発の3部に分かれている。その総括の中で、社会文化的な条件、学校制度、教室での実践という3つの異なったレベルでの問題の見方が提起されている。これらの見方が、その後の数学教育研究における課題設定の仕方に影響を与えた。

また同大会での基調講演で、ブラジルの数学教育研究者D'Ambrosioは、先述の民族数学(ethnomathematics)という言葉を作り出し、それまで散発的に行われていた数学教育の文化的側面に関する研究を収束させて、1つの研究領域を創出した。そして翌1985年にはこの分野に関心を持つ研究者が集まって、ISGEm(International Study Group on Ethnomathematics、http://www.rpi.edu/~eglash/isgem.htm)という研究会を結成し、同名のニュースレターを発刊し、定期的な意見、情報交換の場を提供した。このニュースレターは現在も継続されている。

第5回大会を受けて、第6回大会では丸一日が、特別プログラム「数学・教育・社会」に割り振られた。このプログラムでは、「数学教育と文化」、「社会と制度化された数学教育」、「教育機関と学習者」、「地球村における数学教育」という4つの分野において、少数民族の子どもや女子、開発途上国の子どもといった特定の子どもたちにとっての数学教育の有り様、そして無制限な技術の発展が教育に及ぼす影響、という2つの焦点を持って議論が行われた。40ヵ国を超える国から90近くの発表がなされた。その成果はやはりUNESCOより出版された(Keitel et al.(1988))。

またICME第6回大会中、上記のISGEmの総会が開催されて、40名あまりが参加した(ISGEm News letter Vol.4(1))。さらにその中で次の3つの小グループが直接的に民族数学を論じていた。

＊民族数学と学校

学校カリキュラムの中で扱われるものとは異なる数学的知識が、考察された。民族数学的考えの教材やその学校での意義が、参加者によって論じられた。

＊民族数学的実践

数学の学習状況は、子どもの民族数学的知識の受容を図るために、如何に構造化されるべきか。参加者はさまざまな民族数学の例を提示した。

＊われわれは民族数学から何を得ることができるのか。

3－1－3　議論のその後の発展

これらの大会で、文化的な側面での研究基盤が整えられた。それ以降も議論は継続し、より特定

的な話題で発展してきている。下記に2つの会合での様子を示したい。ここで、作業部会（Working Groups for Action）とは専門家と一般参加者よりなり、各テーマに関して論議を呼ぶ話題に関心を持ち、既存の問題を共同で考えることで、解決策を模索したり数学教育一般を改善したりすることを目指す集まりである。また論題部会（Topic Study Groups）は、研究成果を提示したい専門家とその分野に興味があってより深く知りたいと思う一般の参加者よりなっている。

1992年カナダQuebecで開催されたICME第7回大会では、ISGEmの一般会合に100名ほどが参加した（ISGEm News letter Vol.8（1））。会長Gloria Gilmerが開会の挨拶をし、Claudia ZaslavskyがBudapestでの議事録を読み上げげた。会員係のDavid Davisonが、非会員のこのグループへの参加を呼びかけて、38名の新会員が参加した。そこで持たれた部会の内、文化的側面に関係するものとして、下記のものが挙げられる。

作業部会10 「多文化／多言語の教室」

この作業部会は、さらに4つの小作業部会に分けられた。

小作業部会1　多文化／多言語の教室に対するカリキュラム、教育資源、教材

「いかにして教室の中で異なる文化が認識され、説明されるか。民族数学は多文化、多言語の教室において、どのような役割を担うのか」

「多文化数学はどのようなもので、どのように実施できるのか」

「私たちが敏感にならなければならない課題は何か」

「多数の文化的教室にとって、どのような多文化的数学が適切か」

小作業部会2　多文化／多言語の教室における数学のための教師教育

「すべての生徒にとっての多文化的視座」

「どのような多文化的数学が教えられるべきか」

「教師教育への意義」

小作業部会3　21世紀のための多文化／多言語の教室

「数学の文化的起源の承認」

「生徒にとっても目標は、日常生活、市民権、雇用、そして専門職（著者注：数学者や数学科教員）としての数学を包含する」

「効果的指導への要請、文化や真正な評価に対する敬意」

小作業部会4　民族集団の数学教育における言語と文化

「文化的価値の保存の必要性」

「第一言語による数学の教授と学習の重要性」

「数学的用語を（第一）言語へ添加」

論題部会2として、「民族数学と数学教育」が設けられた。

最近年のICME第9回大会は、2000年に日本の幕張（千葉）にて開催された。この大会では13個の作業部会と23個の論題部会が開かれ（資料9参照）、その内で論題部会21は、民族数学に関するものであった。そこで話し合われた内容は、以下の通りである。

《民族数学研究プログラムの最終目的は、文化的威信を取り戻し、市民権に対する知的道具を提供することである。それは創造性、文化的自尊心を強化し、人類文化に対する広い見方を与え

る。民族数学は、日々の生活の中で、人間の行動において、人間と自然の間において、より好意的で、調和的な関係の可能性を提示する知の体系である。》

さてここまでICMEの歴史の中で、特に1984年以降、文化的な側面に関する研究が盛んに行われるようになってきたことを見た。本報告書では、その興隆の契機となった民族数学に注目していくが、その前に民族数学とも密接な関係を持つ、教授言語の問題について先に見ていきたい。

3－2　数学を第二言語で学ぶこと

3－2－1　A型とB型の問題

教授、学習活動は非言語的な側面も併せ持つが、教師ならびに子どもたちが考えを相手に伝える必要があるために、言語はコミュニケーションの手段として重要な役割を担っている。次節で民族数学を論じる前に、数学の授業の中で使用される言語、つまり教授言語について論じたい。

様々な言語が複層的に使用される社会においては、教授言語の選択は一大事である(資料10)。開発途上国の学校では、母語(生活で使用する言語)ではない言語で、授業が実施される場合も多く存在する。ここでは、それを総称して「第二言語で学ぶこと」と呼んでいる。そこには、植民地支配されてきた国の多くが、政治的独立を果たしながらも独立以前の社会的教育的基盤に依存せざるを得ず、旧宗主国の言語を公用語として、また教授言語として用いなければならなかった事情が存在している。また多くの民族が共存している国では、独立後に国という体裁を整えるために、少数民族にとっては第二言語である多数派の民族の言語を教授言語に採択せざるをえなかった場合も存在する。ここではその是非について論じるのではなく、それがもたらす問題点について論じたい。

そこで第二言語の学習が持つ問題点を、Berry(1985)を基に整理する。Berryは第二言語で学習する際の問題を、以下の表のようにA型、B型と整理し、従来この2つの問題が混同されてきたことが、問題であると主張した。

表3－2　教授言語における問題の型

	原　　因	解　決　策
A型	教授言語(例：英語)に不慣れ。	言語の習得。
B型	教授言語における認識に不慣れ。 言語、文化、認識の不整合。	母語に即した教材。

出所：Berry(1985)

つまりここでの指摘は、A型は教授言語に不慣れなために起こる問題で、言語の流暢さを増すことで解決されるのに対して、B型では言語における認識構造の違いが問題で、言語的な解決は図れない、ということである。さらに、B型がより深刻な問題であるにもかかわらず、開発途上国の教育関係者はA型的な解決策——生徒の言語的流暢さを増す努力——を取ってきたと、Berryは論じている。

このB型は、具体的には後述のPresmegに見るように、ものの見方の違いによって引き起こされる問題を指している。第二言語で数学を学ぶ時の最も深刻な問題は、このように認識のレベルにま

で掘り下げていって、初めて見ることができるのであろう。したがって多くの場合はこの問題を見ることなく学年が進行し、いつのまにか「数学ができない」という状態に陥ってしまっている場合も多いのであろう。

《子どもにとって自然と思える認識様式と根本的に異なる様式で書かれたカリキュラムによって、子どもが経験する困難さは、すぐには見えないかもしれない。後になって種々の要因と複雑に絡まってきた時に問題となるのだが、その時には、カリキュラムではなく、より明白なものにその責任が向けられる。悪い成績に気づかずに通り過ぎてしまうと、状況はより複雑になってくる。初等算数で最もテストによって測定しやすい部分は暗記によって学習でき、主要な学習の問題は現実に起きているにもかかわらず、テスト結果は良いということにもなりかねない。中等教育のある時点で数学学習の重点が「数を計算する」から「問題を解く」または「定理を証明する」に移行した時に、暗記学習が功を奏しないことに初めて気づくのである》(Berry (1985) p.19)

もちろん、言語の流暢さや機械的な計算ならば、練習によって解決できる場合もあるだろう。しかし、このように暗記学習がうまくいかなくなった時に、その解決は容易でない。ある時期までうまくいった機械的な学習によって潜伏してしまった分断に対しての解決は、母語と第二言語の持つ基本的で構造的な違いを意識することから始めるほかはない。もちろんこの問題への体系的な取り組みは、多くの研究者を巻き込んで行う必要がある(数学教育における言語問題の研究例:福原, 1981, 1986)。そして、本章の冒頭で述べた独自の数学教育開発につながる当該国での数学教育研究は、その第一歩として、このようなところから始まるのだと考える。

3－2－2　文化的分断

ここで思い出すのが、2人の言語学者の名前を取った**サピア＝ウォーフの仮説**、つまり「言語的共同社会が異なれば、外界は異なった形で経験化され概念化される」という言語相対性仮説と、より踏み込んで因果関係を述べる「認知における差異は言語における差異が原因となっている」という言語学的決定論の2つの命題である(コール .M. スクリブナー .S. (1982) pp.55-59)。例えば、決定論の立場では、「虹が7色を持つ」と通常私たちが考えるのは、実際に7色を見ることができるかどうかが問題ではなく、7色に対応する語があり、それにしたがってわれわれが考えているから、ということになる。この仮説は言語と認識の関係を指摘している。ある文化の言語に語彙がなくても人々の色の認識は可能なことが示されたことによって、厳密な意味でのこの仮説は否定されたが、その中に込められた「言語と認識の重要な関係」は、疑うべくもないであろう。

何か新しい概念を得る時、我々は適当な言葉がないうちは他の言葉を代用として説明的に使用している。特に母語以外の言語を学ぶ時、ある単語に対応するものを自分の中に蓄積されている単語のリストから見つけ出そうとするが、対応するものがない場合にはそうはいかない。ある意味での見方の修正を迫られる。例えばフィリピノ語では一人称複数形がtayoとkamiの2つあり、話し相手を含めるか含めないかで区別する。それを頭の中で一過的に理解することはできても、その必要性を感じて違和感なく使用できるようになるには、それを要求する文化環境が不可欠である。その中で少しずつこの2つの区別を獲得していく。

数学も新しいものの見方を要求している。例えば冒頭に挙げた「どちらが何台多いでしょう」の

事例では、答えはほぼ出ているにもかかわらず、子どもは教師が求めるように式を書くことができない。我々の多くにとっては既に当たり前になっていることが、子どもにとって実はかなりの負担を要する活動であることを示している。そこで、子どもが必要性を感じ、記号によって書くことができるようには、記号化を必要とする状況を教師が意図的に設定することが求められる。

この場合の必要性とは、美しさ、単純さ、整合性、有用性などによって支えられるもので、もちろん各文化によって価値の置き方が異なる。ある種の記号化の容易さは、その価値の置き方によって異なってくる。極端な場合では記号化において、数学という文化と自分の置かれている文化の2つの間に分断が起きることも考えられる。著名な例は次のようなものである。

（事例）（Presmeg（1988）p.175）

私は、彼（大学生）に長方形の紙の面積をどのように求めるか尋ねた。彼は以下のように答えた。

「縦と横の長さをかける」

「村にある畑では、人々はどのように面積を求めているか」

「縦と横の長さを足している」

「そのことを理解するのは難しいか？」

「いいえ。家では足し算、学校では掛け算をする」

「しかしともに面積を表す」

「はい。しかし一方は一切れの紙の面積を表し、そして他方は畑の面積を表している」

そして、私は紙の上に 2 つの（長方形の）畑を一方が他方より大きくなるよう書いた。

「もしこの 2 つが畑としたら、あなたはどちらを選ぶか」

「多くの条件に依るので、答えることができない。土質、日当たり、……」

そして、「そうだね、しかし、もしその 2 つが同じ土質と日当たりだったとしたら、...」と質問しかけた。その時、私はこの文脈ではその質問が如何に馬鹿げているかに気づいたのだった。

ここでは2つの文化間の分断が、見事に顕在化されている。つまり家庭でのものの見方と学校でのものの見方の分断を、研究者と回答者の応答に見ることができる。そこでは、いくら分かりやすいモデルを持ってきて話そうとも（この例では現に紙の上に畑を図として描いている）、問題は解決しないであろうし、回答者がこの問いを理解していないというわけでもない。逆に非常によく理解できているので、分断が明瞭に現れている。多くの場合においては、この例ほど明瞭に認識の分断が現れてくるわけではないので、より注意深く観察しなければならない。そしてこのような文化的な差異を考慮に入れず、他国で開発されたカリキュラムをそのまま採り入れると、水面下で認識的分断が進行して、気づかない内に問題が深刻化していると言える。

ここで問われているのは、先の A 型の問題ではない。その意味で教授言語が母語であるとしても、この種の問題が起きないとはいえない。例えば、英語で高等教育を受けた人が帰国して、その国の言語でカリキュラム開発を行う場合を考えるとすると、文化的認識の差異を意識することなしに、元は英語で作成された学習指導要領、教科書などをそのまま翻訳してしまう場合などはB型の問題を含んでいる可能性がある。

具体例を挙げて、少し説明を加える。かけ算の導入は、日本では次のように扱われる。

『しょうがくさんすう 2 年下』(中原他 , 1999, p.16)

みかんがひとさらに 5 こずつのっています。4 さらではなんこになりますか。

この問いに対して、1 さらに 5 こずつ 4 さらぶんで 20 こです。このことをしきで

$5 \times 4 = 20$

とかき「五かける四は二十」とよみます。

それに対して、英語ではかけ算を表す順序が逆で、“ four plates of 5 oranges ”という英語での表現より、4×5＝20となる。そこで問題となるのは、例えばタイでは自然な語順が日本語式であるにもかかわらず、教科書は英語式の順番に従っている。単にかけ算の順序が逆になっただけで小さなことのようであるが、初めての学習者にとってはかなりの認知的な負担が強いられるだろう。この例に見られるように、認識的な差異を考慮に入れないでカリキュラム開発をするならば、教科書という基本的な教材の中に、基本的な問題を抱えこんでしまう可能性がある。

さて、第二言語による数学学習について、まとまった研究がなされていないために、国を特定せずに、気づいた事例を列挙していく。その際、日本の算数教育における4つの領域(数と計算、量と測定、図形、数量関係)を意識しながらまとめた。

表 3 － 3　第二言語による数学学習の問題例

数と計算(語順、数概念ならびに呼び方、計算など)	
1)	足し算の語順：1 ＋ 1 ＝ 2 「1 たす 1 は、2」にたいして、私たちの自然な言語では、「1 と 1 をたすと 2 になる」これは上に挙げた例である。
2)	掛け算の語順：2 × 3 ＝ 6(上の例を参照)
3)	分数の語順：3 分の 2 と two over three もしくは two thrids
4)	数の呼び方：15(fifteen)という呼び方に対して、50 と間違う。
5)	0 や無限：ケニアの言語には 0 や無限を表す言葉がない。
6)	かりる：モザンビークの言語では、日常における「かりる」は返すことを意味していない。ミャンマーの言語では、「かりる」という言葉が2つあり、1つははさみのように同一物を返す場合、もう1つはお金のように異なるもので(貨幣、紙幣)で対応するもの(同等の金額)を返す場合があり、数学では前者を用いる。
量と測定、数量関係(量概念、測定、関係など)	
1)	半分(Nusu)：ケニアの日常語では半分を指すのではなく、不完全という意味。
図形(図形概念、関係、位置など)	
1)	台形：日本語の日常語での台のイメージより、斜めになったり、極端に先が細かったりするものは台形と認知されない。(高垣(1998))
2)	まっすぐ(Straight)：ケニアの日常語では直線を表すのではなく、そのまま道なりという意味。

今後さらに、数学教育の全領域にわたる総合的な研究が必要である。例えば教科書に現れる基本的な用語、概念を再点検し、それらに関連する用語が子どもたちの身近にないか、ある場合はそれがどのように用いられているのか、もしない場合はどのように教えれば子どもたちにとって自然と思えるのか、を検討することで、そのような研究の第一歩を踏み出すことができる。

3－2－3　教授学習活動におけるスイッチング

本節を終える前に、教授言語で今ひとつ大事な問題に触れたい。南アフリカでは二言語政策（英語と11ある公用語の1つ）を取っており、Setati（1999）で明らかにされたのは、数学の授業で子どもたちは概念的な話をするときには母語を使い、計算の手順のように手続き的な話をするときには英語を使うということである。この研究の中で分析されている授業の一部を紹介したい。クラスは4年生で、そのクラスを教えている Ntombi 先生はヨハネスブルクの小学校の教師である。彼女は10年間のキャリアを持ち、子どもたちと同様、第一言語は Tswana 語である。

問い「動物病院（SPLA）に12の檻があり、それぞれに12匹ずつ犬がいる。そのとき全部で何匹いるか。」

この問題を解くのに、教師は黒板に図を書いた。

T: Ee ke raa gore tla re baleng potso e. [Let’s read the question.]

Ps: How many dogs are there altogehter?

T: Go raa goreng? [What does it mean?] Ke batla go tlhalohanya seo pele. [I want to understand that first.] Morero ke eo potso e re bosta gore dintja tso tsotlhe tse di mo dicaging di di kae. [Morero, there’s a question, it says, how many dogs are there altogether in the cages?] Dintja tso tsotlhe di di kae? [How many dogs are altogher?] Jaanong ke batla go itse gore karabo re a go e bona jang. [I would like to know how are we going to find the answer.]

P: We are going to write tens, hundreds, thousands and units. (Put chart on the board) … and we must underline, when we are through we say 12 times 12, we underline again when we are through we put the button here and we say 2 X 2 … (Learner goes on with the procedure in English until he gets the answer)

P: The answer is 144.

T: Go raa gore re na le dintja tse kae? [It means how many dogs do we have?]

P: 144

（Setati（1999）pp.182-183）

ここでPは生徒を、Tは教師を示している。144を求める計算手続きのところは英語で説明しているが、それ以外はTswana語に戻っている。このことによって、子どもは自分の考えを余すところなく、伝えることができるのである。

3－3　民族数学研究の枠組みと具体的な事例

3－3－1　民族数学の定義

私たちの身の回りには、生活の特定の場面での数え方や計算の仕方、また壁面に描かれた幾何学模様など、ある一定の規則に則って行われる活動が多数存在する。その規則が、何かしら数学と結びつけられる時に、その活動を数学的と呼ぶ。生活の中にそのような数学的活動が見られるにもかかわらず、現在の数学教育では、それとは無関係に教室の中での数学が教えられている。そこで、ブラジルの数学教育学者 D'Ambrosio はこの 2 つの数学の乖離に注目し、従来の数学教育のあり方を批判的に検討することを提案する。

《効果的な教育行動のために、カリキュラム開発において経験が必要なのはもちろんのこと、民族数学を理解し吸収する調査・研究の手法が必要となっている。そしてさらに、未だ十分育っていない分野であるが、数学に関連する人類学的な手法の開発という困難なことをも要求するのである。数学の発展における社会・文化的、経済的、政治的要因の相互影響の理解を目指す数学の社会史の研究とともに、人類学的数学ともいうべき分野は、第三世界における本質的な研究を形成すると考えられる分野である。それは、先進国でも興味を引きつつある単に学問的な実践としてでなく、私たちが適切にカリキュラム開発を行う基礎となるものとして重要なのである。》（(1985) p.47）

として、D'Ambrosio は、先述のように ICME 第 5 回大会にて、各文化集団内で行われる数学に関連づけられる文化的な活動（以下、単に数学的活動とする）に、民族数学（ethnomathematics）という呼称を与えた。ここでは上での身の回りに見られる数学的活動や日本の数学教育で出てきた数学的活動に加えて、「文化的な」という修飾が重要で、だからこそ「民族」数学と呼ぶ。しかし厳密に考えれば、極度に抽象化されて民族文化の差異を越えた数学も、数学者という特定の文化集団による一つの文化だと捉えることができ、その意味である種の民族数学と考えることは可能である。ただしここでの文脈「開発途上国での民族、社会文化」を考慮する時、民族数学にいわゆる数学を含めない方針をとりたいと思う。

さらに、民族数学という場合、数学的活動の1つを指す場合とそれら数学的活動の集合全体を指す場合、そしてそれらを対象とする研究を指す場合がある。区別の必要があるところでは、この文化に関連付けられたものを「数学的活動」と、それを研究することを「民族数学研究」と呼び、それ以外のところでは、両者を含めて「民族数学」と呼ぶことにする。またここでの数学的活動は、活動のプロセス（例：空き缶を使って豆を計ること、指を使って数えること）とその所産たるプロダクト（例：MKS 単位法、アラビア数字、十進記数法）の双方を含むこととする。

3－3－2　民族数学研究の分類

民族数学という語ができてから、既に18年の年月が過ぎているが、これまでの多くの研究がなされている。各研究が散発的である印象があったが、それらに対してテーマの構造化が幾つか提案された。そのうち代表的なものを 2 つ取り上げたい。

(1) Bishop(1994)

過去10年間の民族数学研究は、数学教育の発展、特に文化的対立が潜在的に存在する状況においてのそれに新しい可能性を開いてきた。

a) 伝統的文化における数学的知識

例 Ascher (1991), Zaslavsky (1973) , Gerdes (1985) , Harris (1991) , Pinxten (1987)

この研究は、文化内の特定の知識や実践の特性を強調しつつ、文化人類学的方法を取る。当該文化集団の価値や習慣とともに、言語も重要な研究上の意義をもつ。

b) 非西洋社会における数学的知識

例 Ronan&Needham (1981), Joseph (1991), Gerdes (1991)

過去に関する記述に依存しているという意味で、これらの研究は歴史的な方向性を持っている。

c) 社会におけるさまざまな集団の持つ数学的知識

例 Lave (1984), Saxe (1990), de Abreu (1988), Carrher (1985)

この研究は、現在の実践に焦点を置き、特定の数学的知識は実践に従事している集団によって社会的に構成されるという立場より、社会心理学的手法を用いる。

(2) Vithal & Skovsmose(1997)

民族数学研究を次のように分類した。

①数学史の再考

②伝統的文化における人々の数学

③様々な集団に属する人の生活上の数学

④民族数学と数学教育の関係

最後の④は数こそ多くはないが、民族数学の観点を数学教育に生かそうという研究であり、その他3種類の民族数学研究を統合していく役割を持つと述べた。

以上2つの分類は、後者の④を除いてほぼ一致する。数学教育者であるBishopにとって、④の民族数学と数学教育の関係は自明であったのだろうし、D'Ambrosioの上記の言葉にも、そのことが表れている。しかしVithal & Skovsmoseがここで主張したかったことは、その本来持つ意義と役割に対する批判を、数学教育への応用を通して、民族数学が乗り越えて行かなければならないということ、であったと考える。この民族数学の数学教育への応用は、次章で改めて取り上げたい。

3－3－3 民族数学的活動の事例

ここまでは民族数学の定義とその広がりについて述べてきた。しかし、未だその実体がつかみにくいので、次に具体例を挙げていきたい。その際に上の分類に従うと、文化に根ざした数学とはいえども異種のものが同じ分類に含まれてしまう。そこで、ここでは緩やかながらも数学的な観点を持つBishop (1991) の普遍的活動(「数える」、「測定する」、「位置づける」、「デザインする」、「説明する」、「遊ぶ」)に従って事例を挙げることにしたい。

Bishopは文化人類学的資料を渉猟し、表面的に異なろうとも、全ての文化はここに挙げた6つの活動を有する、と主張した。例えば、話す言葉はもちろんのこと、数え方も2進法、5進法と異なるかも知れないし、数を記す仕方も異なるかもしれないが、活動「数える」は全ての文化に存在する、というのがその主張である。

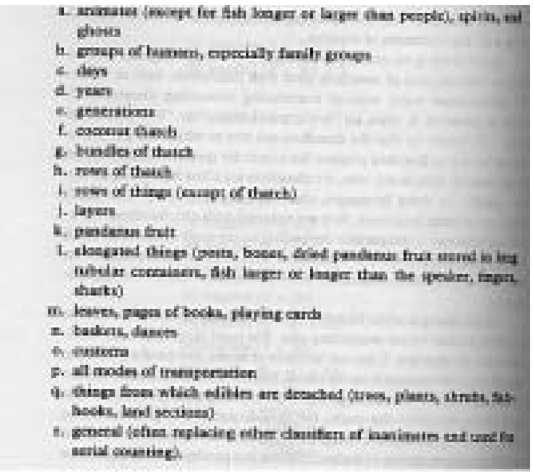
ここでは、本報告書の意図に沿って、このような文化の中に見られる数学的な活動の一覧を作り、それを起点として、今後より総合的に数学的活動を探っていく第一歩としたい。

(1)「数える」

人間にとって、「数える」ことは最も基本的な活動の一つであろう。その結果得られた数を、おそらく目にしない日はないだろうし、コンピューターを挙げるまでもなく、科学や市場経済の発達によって、私たちの生活は数によって、支配されていると言うこともできるだろう。しかしそれは科学や市場経済が現れた現代だけの現象ではない。「数える」ことの起源は、おそらく言語を獲得したのが先か、それとも数概念を獲得したのが先かというくらい、昔に遡ることであろう。

数える活動をさらに細かく見れば、幾つを単位として数えるか、何を対象として数えるのか(図3－1)、指、棒切れ、石など、何を使って数えるか、また数えた結果をどのように表現するか(図3－2、図3－3)などの活動があり、その中で得られた数、位取り記数法、計算など概念に様々な記号を割り振ることで、概念間の整理をし、構造化を進める。これらが蓄積して抽象的な現代数学を形成してきた。その抽象度や洗練度の視点より、たとえば途上地域における、活動「数える」において助数詞によって対象を事細かく分類して、区別すること(図3－1)に後進性を結びつけてしまう。しかし数えること1つをとったとしても、Berryが指摘するように、文化によっては何らかの理由で数えることができないもの、つまり禁忌の対象が存在する。「遊ぶ」の項に含めるが、数を用いたクイズは、どの文化においても人気が高い。

図3－1　助数詞



a. animates (except for fish longer or larger than people), spirits, and ghosts
b. groups of humans, especially family groups
c. days
d. years
e. generations
f. coconut thatch
g. bundles of thatch
h. rows of thatch
i. rows of things (except of thatch)
j. layers
k. pandanus fruit
l. elongated things (posts, bones, dried pandanus fruit stored in long tubular containers, fish larger or longer than the speaker, turtles, sharks)
m. leaves, pages of books, playing cards
n. baskets, dances
o. customs
p. all modes of transportation
q. things from which edibles are detached (trees, plants, shrubs, fish-hooks, land sections)
r. general (often replacing other classifiers of inanimates and used for serial counting).

図3－2　クイプ

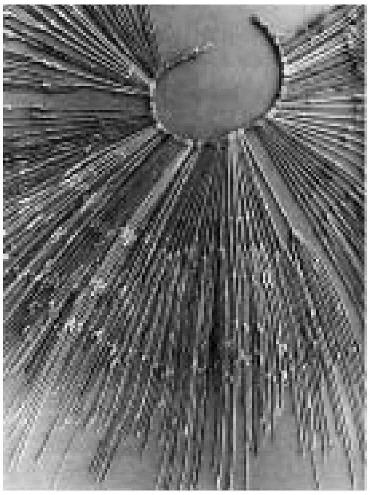
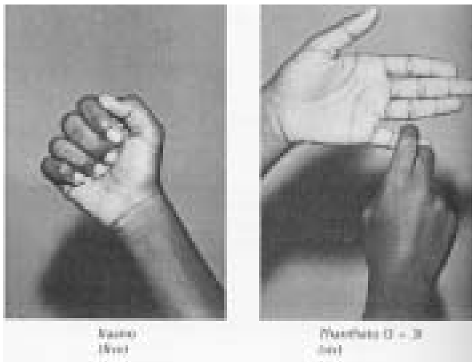


図３－３　指数字



（2）「測定する」

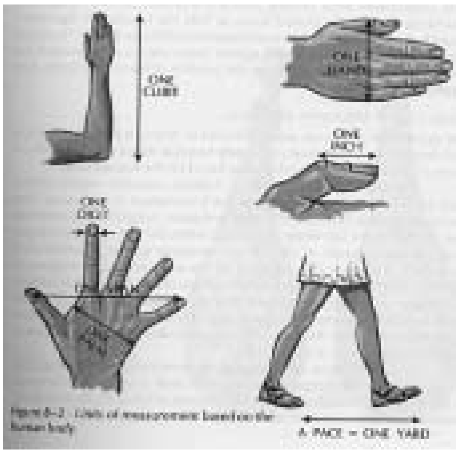
活動「測定する」は、物の比較や交換という目的で為される。個々に分離していない連続的な対象（例：液体、時間など）は、活動「数える」ではカバーできず、この活動によって量という概念を必要とする。そこでは、まず比較活動があって、何らかの単位が形成され、それを基にして、この活動が展開する。特定の集団内では、その成員が携帯できる単位、たとえば身体の一部、木の枝などを共通の単位として用いるが、物理的にはなれた集団との間に、この活動が展開するとき単位の共通化が大きな問題となってくる。

活動「測定する」は、必要に応じより精密に細かく測ることを求めてきた。そこに数える活動とも関連するが、分数や小数という数概念の始まりを見ることができる。さらに古代ギリシアでは、これらの実測する活動を超えて、無理量の存在を意識していた。代表的には、それがパラドクスと呼ばれる難問を作ることになり、近代西洋における解析学のきっかけを生むこととなった。

図３－４　測定する（ケニア）

図３－５　測定する（バングラデシュ）

図３－６　様々な単位の起源



(3)「設計する」

各文化は、実用に応じて、また興味から、さまざまな人工物が生み出してきた。それぞれの環境は異なるので、生み出したものに多様性があることは当然であろう。たとえば住居を作るにしても、その題材は木、竹、石、粘土、氷、草などさまざまな材料が用いられ、さまざまな形状で作られている。雨露をしのぐ最低限の機能から、食料の保管、野獣からの保護、団欒の場の提供などさまざまな機能がそこに付されている。ところが興味・関心から生み出したであろう模様までもがある種の類似性を帯びているというのは、私たちの持って生まれたある種の感覚を指している。ここでは、設計する活動の内でも、特に図的表現と結びついたものを紹介する。

図３－７　モザイク

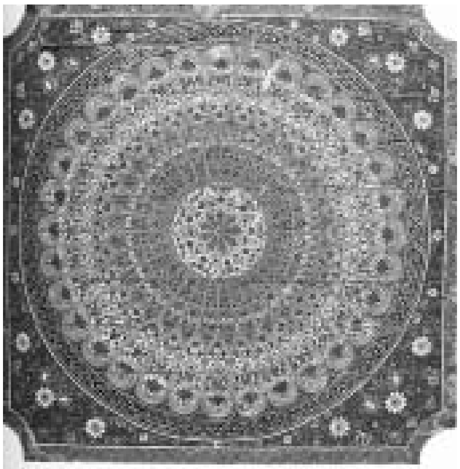


図３－８　家紋

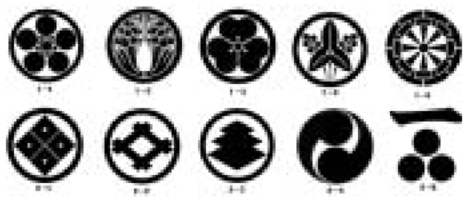
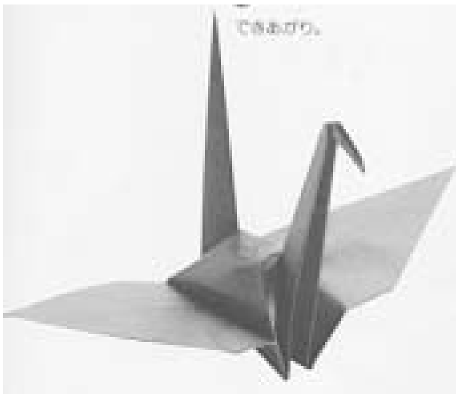


図３－９　折り紙



(4)「位置づける」

広い荒野を、また広い海原を旅するには、特定の場所から場所へ移動するために、自分の現在地を知る必要がある。さらには、頭の中に描かれたより大きな範囲の中で、自分を位置づける必要がある。活動「位置づける」はこのような現実的な必要性から生まれてきた。

その位置付けた結果を記すのが、現代的に言えば地図ということになろう。ただしここでは、もう少し広がりをもたせて、どのように空間を認識し、記述しようとしているかまでを含めて考える。

図３－10　長安の地図

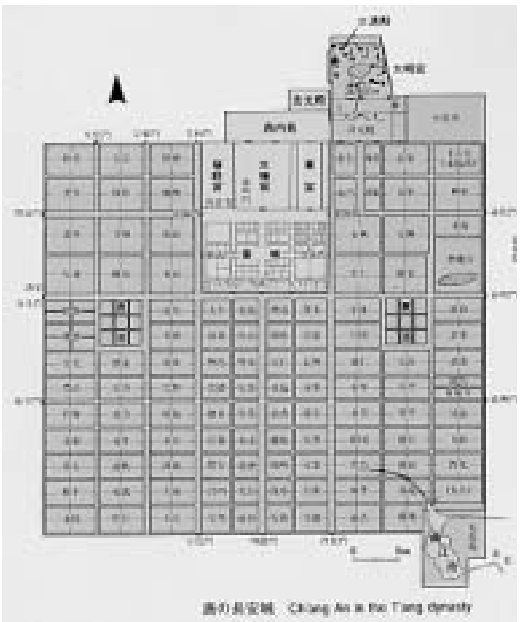


図３－11　中世の城郭図

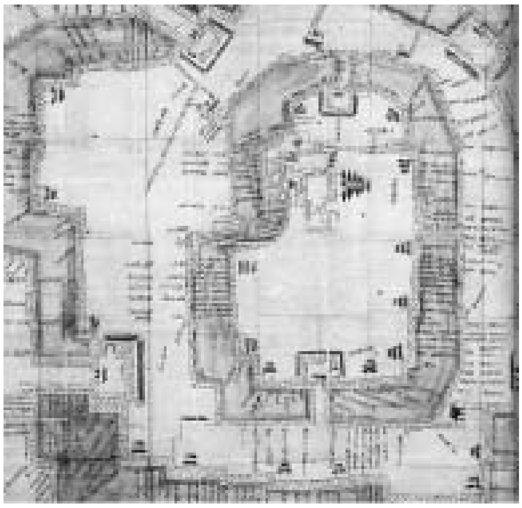
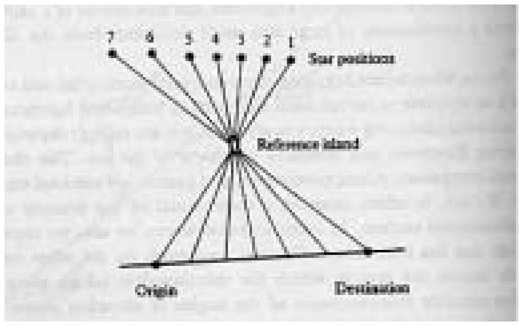


図 3 − 12　イヌイットによる絵

図 3 − 13　カナリア諸島の航海術



(5)「遊ぶ」

「遊ぶ」ことは奇異に聞こえるかもしれないが、数学と密接に関係している。確率論が賭けから生まれたのは有名であるし、アカデミー賞受賞作品、「ビューティフル・マインド」は、ゲーム理論の生みの親ジョン・ナッシュを描いた。これら非常に洗練された数学につながるもののみならず、多くのゲームは私たちを夢中にさせ、また私たちはゲームの中に何かしらの法則性を見つけて、戦略を立てる。数学の問題に熱中している様は、まさにゲームに熱中している様に類似しており、遊びと数学の境界を決めることは容易なことではない。否、何らの経済的利益を導くこともないことに熱中し、精神的な喜びを感じるのが、遊ぶということの本質であろう。この観点より、人類を他の生き物と区別して、「ホモ・ルーデンス（遊ぶ人）」（ホイジンガ（1973））と呼んだ。ここでは幾つかの活動「遊ぶ」を紹介したい。大人までが必死になる遊び、それは多くの文化の中に見られることだが、遊びの持つ豊かさが、文化の豊かさを支えているのかも知れない。

図 3 − 14　Ludu（バングラデシュ）

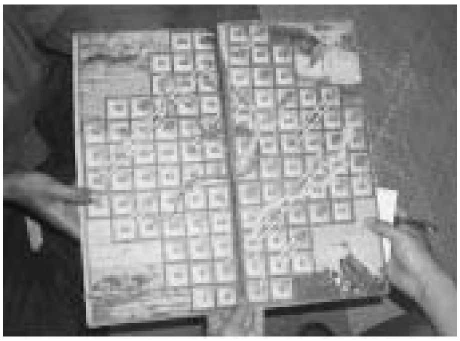


図 3 − 15　ボード・ゲーム

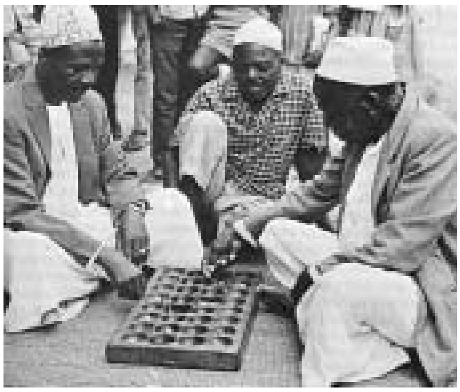


図３－16　算額

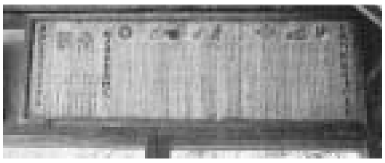


図３－17　算額（問題例）

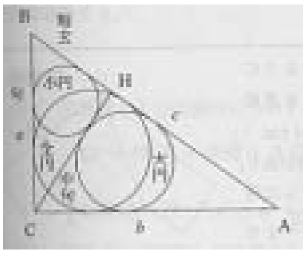
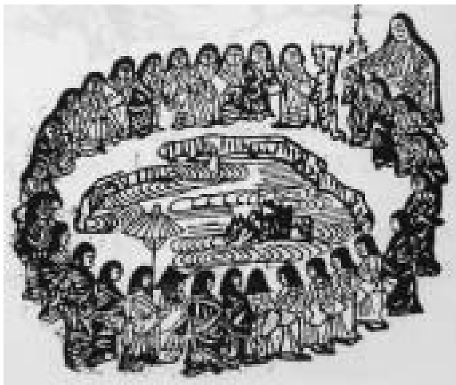


図３－18　継子たて（徒然草137段）



(6)「説明する」

活動「説明する」というと、三段論法や論理学のことを思い出す人がいるかもしれない。これは西洋でギリシアに起源を持つ説明の体系であり、しかしここでは文化的にこの活動を捉えるので、このような二分法的な発想だけを含めるのではない。

図３－19　二項目的説明

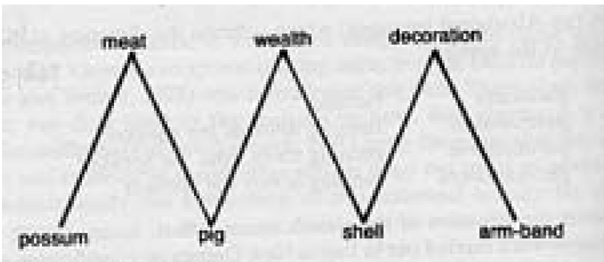


図３－20　タキソノミー的説明

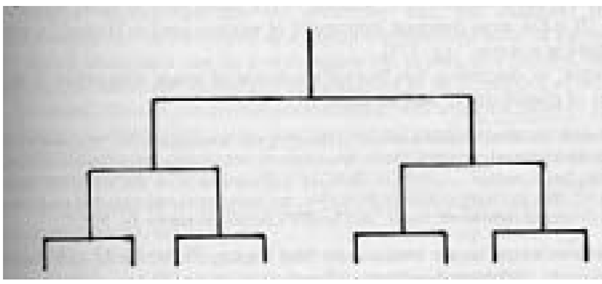
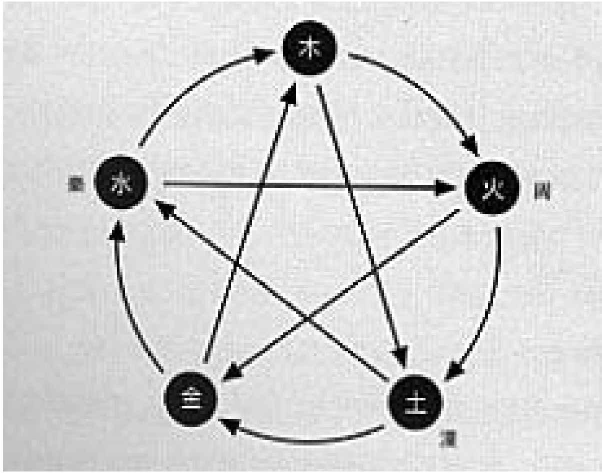


図 3 − 21　五行説



3 − 4　民族数学研究の歴史

次に民族数学研究の展開の歴史に触れたい。歴史を知ることで民族数学研究が何を対象として研究し、発展してきたかを知ることができ、現在どの地点におり、どこへ向かおうとしているかを知ることができる。ここでは、「民族数学」という語が D'Ambrosio によって生み出された 1984 年と「民族数学」と題した本が Ascher によって出版された 1991 年をもって、民族数学研究を 3 期に分けて考える。

第 1 期　1984 年以前　　　　民族数学揺籃期
第 2 期　1984 年から 1991 年　民族数学成長期
第 3 期　1991 年以降　　　　民族数学充実期

3 − 4 − 1　第 1 期（1984 年以前）民族数学揺籃期

第1期はまだ民族数学という言葉ができておらず、しかし多くの数学教育研究者が、様々な言葉を造語して、数学教育における文化的な問題を提示した。

Gerdes（1994, 1996）によれば次のような名前のものが、研究としてあげられている。

現地の数学（Indigineous mathematics Gay & Cole（1967）, Lancy（1976））
アフリカの社会数学（Sociomathematics of Africa, Zaslavsky（1973））
変則的な数学（Informal mathematics, Posner（1978, 1982））
社会文化的環境にある数学（mathematics in the socio-cultural environment（Toure, Doumbia（1980））
自然発生的な数学（Spontaneous mathematics, D'Ambrosio（1982）Kane（1987））
口述の数学（Oral mathematics, Carraher et al.（1982））
被抑圧者の数学（Oppressed mathematics, Gerdes（1982））
非正規の数学（Non-standard mathematics, Carraher et al.（1982）,Gerdes（1982, 1985, Harris（1987））

隠されたまたは凍結された数学（Hidden or frozen mathematics, Gerdes（1982, 1985））
民衆数学（Folk mathematics, Mellin-Olsen（1986））
人々の数学（People's mathematics, Julie（1989））
技の中にコード化された数学（Mathematics codified in know-hows, Ferreira（1987））
潜在的、非職業的数学（Implicit and non-professional mathematics, Ascher & Ascher（1981）, Zaslavsky（1994））

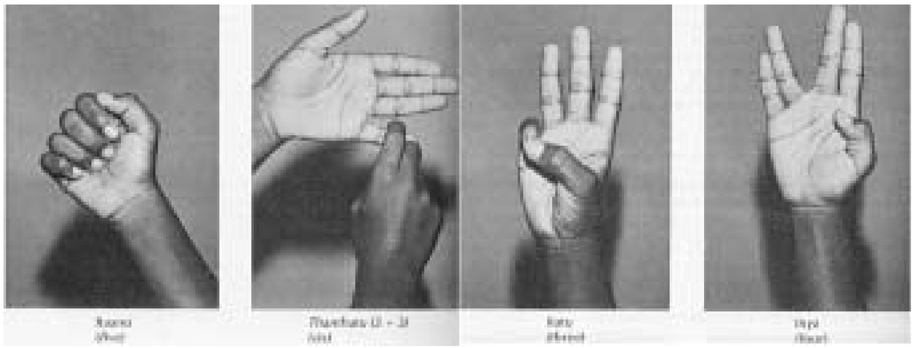
これらの中で、幾つかの代表的な研究を取り上げて説明する。まずGay&Cole（1967）の研究は色々な意味で先駆的であり、ここで扱われている問題の多くが、日本の青年海外協力隊のモデルとなったU.S. Peace Corpsの隊員が指摘した問題に端を発していることから本報告書にとっても示唆に富む例である。当時米国は数学教育の現代化運動の最中にあり、彼ら自身は善意を持って、米国での最善のカリキュラムを新生リベリアに持ち込もうとしたのだが、意に反して教育成果が上がらず、そこで根源的な問題に立ち返らざるをえなかった。例えば問題点は、次のように表される。

・学習におけるこれらの困難点の結果、数学はほとんど全て教室外では役に立たない。子どもは学校で機械的記憶によって学んだ数学的技能を、村で使う機会を持たず、教師に気に入られる以外にこれらの技法を用いる方法を知らない。
・言語的問題、学習技術、論理と推測
（1）2列6個の石が12個と分かると、人にもその他のものにも適用できる考えるのが西洋であるが、Kpelleの人々の間ではそうとは限らない。数学的事実と現実との間に対応がない。
（2）4個の石が3列に並べてあることも12個がばらばらにあることも変わりがない。
・要約するとKpelleの生徒は間違った英語を用い、機械式に覚え、当て推量をし、論理的パターンを使わず、学習したことを用いることができない。
・この分析の欠如、そして疑義を差し挟むこと無しに権威を受け入れることを、学校におけるKpelleの子どもたちにとっての主要な障害と、私たちは見ている。

ここでは問題点を様々な形で指摘することにとどまっている。Coleは、後に文化心理学という領域の形成に関わる人であるが、Scribbnerとの共著である『文化と思考』（若井訳（1982））において、ここでの問題をより心理学的に深く論じている。ピアジェが文化を超えた認識の普遍性を唱えていた時に、このような研究が為されていたのは特筆に価する。

次に取り上げるZaslvsky（1973）は、アフリカ系米国人の教育問題から始め、アフリカにおける数学のルーツを探るという手法で、ケニア、ウガンダ、ガーナなどの国々を実際に訪問し、調査を行った。この本は、具体的な事例を豊富に含み、当時人々に与えた影響は大きかったと想像される。タイトル*Africa Counts*（Zaslavsky（1973））から想像されるように、数える活動に関する記述が多い。中でも、数を指で数えるだけでも、文化による違いが見られることを指摘している。また、ある文化では人や牛を数えたりすることを忌み嫌う。そのような指摘は、ものを数える活動が、抽象された数を順に唱えていく以上のことを含むことを表していることを示唆しており、興味が惹かれる。

図3－22　指による数え方



出所：Zaslavsky（1973）pp.244-245

Carraher & Carraherはブラジルのストリートチルドレンの事例を取り上げて、街中でタバコの売買でする計算と教室内の黒板で行う計算の間の乖離について論じている。
この時期には非常に興味深い例が散発的に指摘されたが、統一性をもたなかった。

3－4－2　第2期（1984年から1991年）　民族数学成長期

第2期の始まりを1984年にしたのは、「民族数学」という語がその年に初めてD’Ambrosioによって披瀝されたからである。それまでに研究の必要性が十分に蓄えられていたのであろう。一度命名されると幾つもの研究が出された。またこの研究分野の進展にICMEが果たした役割は大きかった。

この時期で重要な出来事ならびに研究を幾つか取り上げたい。

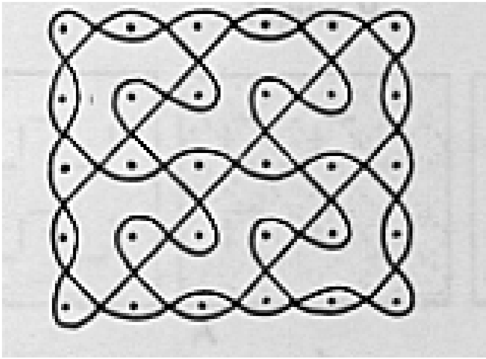
第一に民族数学の研究グループ（International Study Group on Ethnomathematics: ISGEm）であろう。この研究グループは、D’AmbrosioがICME5にて民族数学の命名をした、その翌年（1985年）に開催されたNCTMの会合のさなかに結成されたもので、同名のニュースレターを発行している。その第1号（1985）によれば、民族数学研究は次の問いに答えることを、使命としている。

1. 問題の特別な実践や解法がどのようにして、方法となるのか。
2. 方法はどのようにして、理論となるのか。
3. 理論はどのようにして、科学的発見となるのか。

このニュースレターは現在も継続されており、民族数学研究の発展、普及に寄与している。

非常に多産な民族数学研究者にモザンビークのGerdesがいる。Gerdesがアフリカの文化的威信を高々と掲げて、民族数学の事例を多く発掘している。たとえば、次の砂絵（文様などによって構成される、砂上にかかれる絵：Sona）がある。このSonaは、アンゴラにすむTchokweの人々によって、物語を語りながら描かれる。下図は、「犬に追いかけられた鶏が残した足跡」という題を持つ砂絵である。Tchokweの人々にとっては、滞りなく、物語とともにこれらの砂絵を描けることが、一人前の大人としての証である。

図 3 － 23　Sona



出所：Gerdes（1990）

この期の締めくくりは、数学者 Ascher の手になるその名も *Ethnomathematics*（1991）である。無視という消極的な反論も含めて、必ずしも賛成ばかりでなかった民族数学研究に対して、数学者が、通常考察している数学とは異なる、このような文化的な数学の存在の価値を積極的に認めたことは大きな意義があった。

《全体として、数学的考えは豊富であり多面的である。各文化においてその発展の辿るべき道が1つに限定されるわけはない；1つの価値観を持って、それらが順序付けられたり比較されたりしては堪らない。例えば助数詞を持つ文化が持たない文化に優る又は劣るわけではない；ナバホの時空概念が西洋文化におけるそれより優るわけでも劣るわけでもない；そして、位数8の群構造を持つワルピリの親族関係構成は、我々のものと比較して、優れているわけでもなく劣るわけでもない。一本の直線というのは余りにも単純すぎて、これら数学的な考え方がどのように関係しあっているかを表しきれない。あえて視覚化するなら、その総体はディスコの部屋の天井からぶら下がっている多くの鏡面を持つ回転するミラーボールのようなものである。千もの小さな鏡のそれぞれが幾つかのものとは接しており、幾つかのものからは遠く離れている。ある瞬間に、どの面が光を捉えそして反射するかは、部屋のどこに位置するかに依っている。》（Ascher（1991）pp.185-186）

つまり、この本の出版には、次のような意義が認められた。

（1）数学者によって、いわゆる「数学」以外の数学が認められた。

（2）民族数学が、従来はその実体が見えにくかったが、Gerdes や Ascher によって多くの実例を挙げられたことで、外延的に示された。

（3）（1）（2）の両者によって、民族数学がしっかりした対象を持つものとして、研究領域として確立された。

そしてこれで、ほぼ民族数学が研究領域として一定の認知を受けたと言ってよいのだと思う。

3 － 4 － 3　第 3 期（1991 年以降）　民族数学充実期

この時期に入ると単なる認知を越えて、民族数学研究も一定数の研究者が常時研究するようになってきた。そして研究の種類も増えたからこそ、前節にて言及した民族数学研究の分類（Bishop, 1994; Vithal & Skvsomese, 1997）が必要になったのであろう。また二番目の研究と同じ年に、民族数学研究の主要なものをまとめた*Ethnomathematics*（Powell, A. & Frankenstein, M., edits.,（1997））が編纂された。

今ひとつ充実期の指標として挙げられるのが、次節で論じるPompeu（1992）で、これは民族数学をタイトルに冠した最初の学位論文である。そこでは従来のカリキュラム・アプローチを反省し、それらに見られなかった視点「生徒の文化環境」を数学教育の中に応用する新しいカリキュラム・アプローチ――文化的アプローチ――を提唱している。つまり、民族数学の数学教育への応用が、その中で取り上げられる。

この時期を充実期と呼ぶのは、このように民族数学が具体化され、その数学教育への応用が図られ始めたからだけではない。さらに民族数学に対する批判が、より明示的にでてきたことであろう。その代表としては、Keitel（1997）、Vithal & Skovsmose（1997）、Dowling（1998）などが挙げられる。言い換えれば、民族数学が批判されるほどの対象に育ったと、言える。そして批判されることを通して、民族数学の理論は現在も深まりつつあることが、この時期以降の特徴といえるであろう。批判については、数学教育との関連でなされたものが多く、次章にて取り扱う。

最近の民族数学研究の展開として、インターネット上に様々な情報が張り巡らされている。例えば資料11にあげるホームページは、民族数学研究の事例を検索する上で、有力な足がかりとなるであろう。そのような広がりが、国際的な情報、意見交換の必要性を背景としており、また先述のISGEm ニュースレターを発行する団体は、民族数学国際会議（International Congress on Ethnomathematics: 以下 CIEM）を 4 年に一度主催しており、2002 年 7 月には第 2 回大会が開催される。これまでの開催年と開催地は、次の通りである。

表 3 － 4　民族数学国際会議の開催年と開催地

	開催年	開催地
第 1 回	1998	グラナダ（スペイン）
第 2 回	2002	ミナスゲレイエス（ブラジル）

なお、日本における民族数学研究は少数の事例（例：渡辺（1998）、馬場（1998, 1999, 2001））を除き、現時点でほとんど為されていない。ところが対照的なことに、現在ならば民族数学研究に含めることのできる研究が、すでに大正から昭和初期にかけて行われていた（復刻版：三上 , 1984；小倉 , 1974）。これらの研究の背景には、江戸時代における和算の存在と明治以降の洋算の導入という、日本の特殊な事情があったものと思われる。民族数学研究におけるそれらの意義を探求することは、本報告書の意図を越えるので、資料 12 に参考として若干の紹介のみとする。

4.　民族数学の数学教育への応用

前章にて取り上げたように、数学教育の文化的側面を対象とした研究は当初散発的に実施されてきたが、1984年の民族数学という共通の名前を得て、それらがようやく一定の方向性を持ってきた。そして現在、民族数学を数学教育へ応用する具体的な案が出始めているところである。本章においては、どのような応用例が出ているのかを紹介することが第一目的である。

また第二に、D’Ambrosioの言葉にみるように、民族数学は当初より現行の数学教育に対しての批判的な視角を含んでいる。この批判が単なる批判を超えて教育の中で結実するためには、民族数学自体の批判的検討を含めて、開発途上国において「何のための数学教育か」を、今一度検討しなければならない。ひいては、そのことが民族数学を数学教育へ応用していく上でのより強固な基盤を形作っていくものと考える。

4－1　カリキュラム・アプローチの分類

4－1－1　Howson et al.(1981)によるカリキュラムの分類

まず数学カリキュラム全般についての考察を行いたい。Howson et al.(1981)は、数学教育におけるカリキュラム開発について広範に考察を行い、この分野での基礎的かつ包括的な研究を行った。そこでは数学教育におけるカリキュラムを、その前提とする理論の差異によって、次のように整理している。

＊行動主義的(Behaviorist)アプローチ

このアプローチでは刺激—反応パターンにのっとり、教授学習の効率化を図るものである。そこで求められるのは行動の変容である。

＊現代化(New Mathematics)アプローチ

このアプローチでは、ブルバキ流の数学——構造化された高等な内容と集合論に基づく精緻な表現——が重要視された。

＊構造主義的(Structuralist)アプローチ

J.Brunerの理論における、概念形成過程における発生的な認識論を基にしている。少数の概念からなる単純な構造が、新しい概念を獲得しながらより精緻な構造へと変容を遂げていくと考えられる。

＊形成的(Formative)アプローチ

特定の学校教科に言及することなく、定式化されたものである。その前提には、「学校教育では認知的側面と情意的側面の双方を最大限子どもに身につけさせること」と「これらの因子は子どもの個人的性質によって表現されること」が存在する。つまり教科の構造ではなく、子どもの発達の構造から、教授内容と方法を定める。ただし教科は、子どもの発達に役に立つ限りにおいて、有効である。

＊統合的教授（Integrative）アプローチ

このアプローチは形成的アプローチと前提を共にしている。ただし単に方法論を記述するにとどまらず、子どもの問題を扱うために、積極的に教科を越えた統合的なアプローチを用いる。

4－1－2　文化的アプローチの必要性

さて以上の5つのアプローチを、Pompeuは、その学位論文（1992）の中で次のようにまとめている。

表4－1　カリキュラム・アプローチ

アプローチ名	アプローチの焦点
行動主義的アプローチ	教授学習の方法
現代化（ニューマス）アプローチ	内容の刷新
構造主義的アプローチ	内容と方法の統一した扱い
形成的アプローチ	子どもの発達に基づく内容と方法の構造
統合的教授アプローチ	子どもの興味や必要性

出所：Pompeuのまとめを基に表は著者作成

その上で、これらのアプローチとの対比で、本節で取り上げる文化的アプローチの焦点が「子どもの文化環境」にあるとしている。大きく分ければ、三番目までは教科が前面に出て、それ以外では子どもに焦点がある。ただし、子どもに焦点を合わせるといっても、文化環境という観点から数学教育に取り組もうという点が、このアプローチの新しさと言える。文化的アプローチの個別の事例は、Pompeuを含めて後述するとして、ここではまず、文化的アプローチを一般的に考察したい。

学校教育の歴史を振り返るとき、数学教育カリキュラムは西洋近代における少数のエリート層のために作られたものを基にしており、ICMEにおけるMathematics for Allの議論で見てきたように、それは次のような問題を孕んでいる。一方では西洋諸国において、エリート以外の人たちが数学を有意義に学ぶにはどうすればよいのかという議論があり、他方では西洋以外の国で多くの人々が有意義に学ぶにはどうすればよいのかという議論があった。そして、後者の事例、特に開発途上国においては、学校で数学が十分に学習されていないにもかかわらず、学校の外の生活場面では数学的な活動――民族数学――が存在しているという皮肉な状況が、指摘された。これを学校数学と民族数学の対立と呼ぶ。

この対立が見られる状況において、上でのカリキュラム・アプローチはその解消に向けての取り組みと見ることができる。「解消」という表現を用いたが、他方を無視することで問題を解決できるのではない。つまり民族数学も「数学」という語を含むからには、数学と関連する要素があるはずで、その共通部分を活かし、あわせて文化環境にも配慮するという意味で、「子どもの文化環境に配慮した数学教育」を模索できる可能性が、そこに見られる。まず異同を整理し、各々の特徴を明確にすることが求められる。その前に、問題の出発点である「なぜ民族数学を数学教育の中に取り込んでいく必要があるのか」に関連した問題意識を、米国Peace Corpsの経験から論じるGay & Cole

(1967)の中から引用したい。それは30年以上も前に為された研究であり、民族数学が取り組む基本的な問題をすでに含んでいる。

- 現地の文化に見られる物を子どもが創造的に使うように導くことが必要である。
- 子ども自身が、目を見開いて新しい文化へと橋を渡ることは非常に意味がある。過去にあった「彼ら（伝統文化における権威の象徴である長老）が言った」の代わりに、「分かった」ということを学ばなければならないのである。
- 子どもが自分自身を理解し、理解することを通して部族から与えられる伝統的、権威的理由付けから決別することが出来るように、教師は地元文化を学び、その内容を用いなければならない。
- もしこの子どもが自らの遺産を創造的で、開放的な精神を持って理解するならば、過去と繋がりを有する未来を形成することが出来る。
- 伝統文化からの橋渡しを用いずに、測定の概念を導入することは出来るであろうが、私たちの経験では、子どもたちはそのように教えられた測定の体系を理解できないし、正確に用いることができないだろう。

ここに挙げたのは断片的な描写であるが、開発途上国における数学教育を考えるうえで、学校で学ぶ数学と伝統文化の中に見られる数学的活動、伝統の継承と創造、学習の認知的側面と情意的側面などの対立もしくは繊細な関係が触れられている。「民族数学を応用した数学教育」を考えるということは、これらの関係を数学教育の中で捉えなおそうというものである。そのことは数学教育の基盤と関わっているだけに、数学教育で何を教えるか、どう教えるかということだけではなく、そもそも数学をなぜ教えるのかという根本的な問題を含んでいる。この問題については、民族数学を用いた数学教育の具体例を示し、より明確にイメージを持った上で、本章の最後で論じることとする。

4－1－3　民族数学と西洋数学の比較

さて上記の民族数学と学校数学の異同について論じていきたい。ここで学校数学というのは、学校における教科、数学（算数）のために、数学者が長年構築してきた数学の体系から教材として持ち込んできたものを指す。元となった体系は、その直接の起源を西洋近代に持ち、したがってそれを西洋数学と呼ぶ。しかし学校数学は、今後題材を民族数学から取り込んでもよいわけで、「学校数学」はある種の入れ物を、「西洋数学」と「民族数学」はそこへ入れる内容物を指すとして、これ以降は区別する。民族数学と学校数学の異同の代わりに、民族数学と西洋数学の異同と言い換える必要がある。

馬場（2001）は、この両者の同じ部分として数学的活動の普遍性（Bishop（1991））を見ている。この普遍性は後述の動詞型カリキュラムにおいて論じるとして、ここではまず異なる部分に注目したい。

西洋数学も1つの民族数学という主張もあるが、Bishop（1991）が指摘するように、西洋数学はあ

る種の普遍性を持つ特別な存在であると指摘する研究者も多い。本報告書では脱文脈化され、抽象化されているという意味で、西洋数学の持つある種の普遍性を認める。それに対して民族数学は文脈もしくは状況と不可分に結びついた数学である。その特徴が民族数学に基づく数学教育にとって重要な役割を担っている、と考えている。

そこでまず、代表的な研究者がのべる2つの意見を見たい。

（Gay & Cole（1967））

・教師は子どもの身近な生活上の経験から直接内容を理解し明瞭にして、組織化する西洋的科学的方法を用いるべきである。

・Kpelleから西洋技術的教育への急速な変化を実現する必要性を強調することは、後者の先天的優位性を主張するものではない。基礎となる動機は、Kpelleを含む世界中の非技術的な人々が、改良を意図すること無しに西洋文化と緊密に接触した時に、生み出され、増大しつつある搾取と悲惨に対して、渡り合って行く方法を必要としている。

（Bishop（1994））

・西洋化された数学的技術的社会とその類型的文化（MT）に生まれそれと対立を持たないと仮定される若い人々の数学教育について論じた（1988）。……MT文化は異なる文化的形式を意識化することを通して、数学が文化に基づく知識であると理解するとともに、文化的一致の一般的な教育的仮定は無効となる。

両者の間に30年近い年月が経過しているが、状況はあまり変化していないことが分かる。西洋数学の持つ卓越した力を認めると同時に、教育の中ではそれ以外の文化的要素、この場合民族数学、を考える必要性が存在しているということである。

この両者――民族数学と西洋数学――において、前者は環境における特定場面と結びついて目的、対象、方法ともに具体的である。後者は記号の体系と呼ばれるように、数学的な概念や関係が記号によってあらわされ、非常に抽象的である。言い換えれば、前者の活動はその場面に張り付いたままであるのに対して、後者は、いくつもの場面における活動またはその成果からある性質を導き出してきている。その意味で、各々を一次的活動、二次的活動と呼ぶ。厳密に言えば、もちろん場面に張り付いているかどうか、抽象的かどうかは相対的である。例えばSonaの砂絵（前章、図2－23参照）は私たちにとって非常に抽象的な模様であるし、現在の図柄になる前には、歴史的に何度も活動が反省され、改善されてきたのであろう。しかし西洋数学との対比で民族数学の特徴をとらえることは、そのカリキュラムへの応用で何が得られるのか、を考察する上で重要なことである。

以上より、次の表が得られる。

表4－2　民族数学と西洋数学

	民族数学	西洋数学
活動の目的	生活、生産、娯楽など	理論的展開
活動の対象	具体的、物理的環境	具体的、物理的環境に働きかけた成果（操作、記号、概念、関係など）
活動の方法	活動の反復	活動の反省（抽象化、一般化）
活動の特徴	一次的活動	二次的活動
	文脈依存性	転移可能性

これらの特徴を別な角度から再び捉えなおす。民族数学の持つ具体性は、現実――具体的、物理的環境――とのかかわりに求めることができる。また普遍的活動（Bishop, 1991）の観点からは、根底に普遍性を持ちながらも、現実の場面に応じる民族数学には、多様性を見ることができる。これらの特徴――**現実とのかかわりと多様性**――を用いて、従来の学校数学と民族数学について考察する。

まず現実とのかかわりに関して考察する。従来の学校数学では西洋数学を基に展開してきたが、それは活動を反省し、抽象化することで文脈を超える転移の可能性を目指してきたと言える。ここで転移は、「1つの文脈で可能なことが、似たような他の文脈で可能になること」を指す。例えば、2桁の足し算ができれば同じ原理を用いて3桁の足し算ができること、自然数の掛け算ができれば同じ原理を用いて小数の掛け算ができること、などを指す。この転移を可能にする思考の力は、時間に限りがあることと関係して、学習の本質を担っている。

しかし、その上で必要とされているのは環境に対して直接働きかける力である。例えば、後述する動詞型カリキュラムでは、子どもたちは、身近にある測定活動を行い、比較することから単位の必然性を経験し、さらにグループ同士のやり取りを通して単位間の関係などが導かれることを学習する。結果として、m、cm、mmや掌でいくつ分、などに繋がっていく活動「測定する」の展開を、子どもがつぶさに経験する。その経験が、将来新しい対象に出合うときに、それに直接働きかけて「測定する」ことができる力を形成することを目指している。

次に多様性に関して考察する。民族数学には3つの流れ（Bishop（1994））があり、多様性もこれに対応して3つの流れがある。つまり歴史的多様性と文化人類学的多様性と社会学的多様性である。一番目は時間軸をさかのぼることをさし、二番目は特定の文化集団に属するものを、三番目はある文化内の小集団に属するものを指している。このような活動の多様性は、従来の学校数学で重視されてこなかった。

つまり民族数学の応用は、これらの特徴を学校数学の中で取り上げていこうとしていることを指している。

4－2　文化的カリキュラム・アプローチの事例

前節では、カリキュラム・アプローチを分類した上で、文化的アプローチの必要性を述べたが、

このアプローチについてもう少し細かく見ていきたい。

4－2－1　文化的アプローチのさらなる分類

民族数学と西洋数学の対立が指摘される以前は、数学教育において文化的一致が仮定されてきた、とBishopは指摘し（1994）、それに対して、文化的対立を乗り越えていくカリキュラムについて考察している。ここで言う文化的対立は、上記の学校の中で見られる数学と学校外での数学の関係とともに、教授言語や教授者などにおいて、当該文化と学校数学の持つ文化性との間の対立をも指し、それを乗り越えていくカリキュラムというのは、前節での文化的アプローチとほぼ同じで、子どもの生活環境に注意を払うものと見てよい。Bishop（1994）はこの対立をどのように乗り越えるかに注目しながら、文化的アプローチをより細かく見て、伝統的（Traditional）、同化的（Assimilative）、調節的（Accomodative）、融合的（Amalgamative）、占有的（Appropriative）の5つのアプローチに分けた。ただし伝統的アプローチは文化的対立がないことを仮定する従来の方法なので、ここでは対象外で、残りの４つは次のように整理される。

a）　同化的アプローチは、従来のカリキュラムに異なる文化から数学的考えや実践を追加する多くの試みによって示されている。Zaslavsky（1991）はこの多文化的方法を描写している。

b）　調節的アプローチは、正規のカリキュラムに興味ある例を単に追加するということを超えて、カリキュラムを再構成することが試みられる。Pompeu（1992）のような民族数学的研究、批判的数学教育（Skovsmose（1985））もこの問題領域に取り組もうとしている。

c）　融合的アプローチは、教育的過程に特定の村の大人が入っていくことを論じる。オーストラリアやニュージーランドにおける二言語、二文化のティーム・ティーチングの例（Barton（1990）, Harris（1988））は、前二者の方法の限界を示している。

d）　占有的アプローチは、西洋的教育が非西洋社会に課せられたり採用されたりすることで引き起こされる対立が、村人による教育で取り上げられる。Gerdes（1985）はこの方法の例を論じ、Pinxten（1987）はこの方法をさらに発展させるための理論的根拠を提示している。

さてここでは、文化的アプローチの細分類を行ってきたが、次にあげる具体例は、占有的アプローチが１つと、動詞型カリキュラムを含めて調節的アプローチが３つである。これらの事例は、一定の理論的な背景を持つことを基準として選択した。

4－2－2　Gerdes（1985, 1988）のアプローチ

Gerdes（1985）は、上述の分類においては最も現地化の進んだ占有的アプローチに属する。その中で、現在のモザンビークの数学教育について反省的に考察し、民主化は数学教育が完全に開放的になる必要条件であるかもしれないが、さらに教室において生活現実を問題化することならびに数学の学習を通して自信を生み出すことが、十分条件として求められていることを指摘する。特に後者については、次に挙げる、文化的な方略、社会的方略、個人―集団的方略の3つを積極的に用いて、各個人と集団の双方の自信を向上させていくことを提唱している。

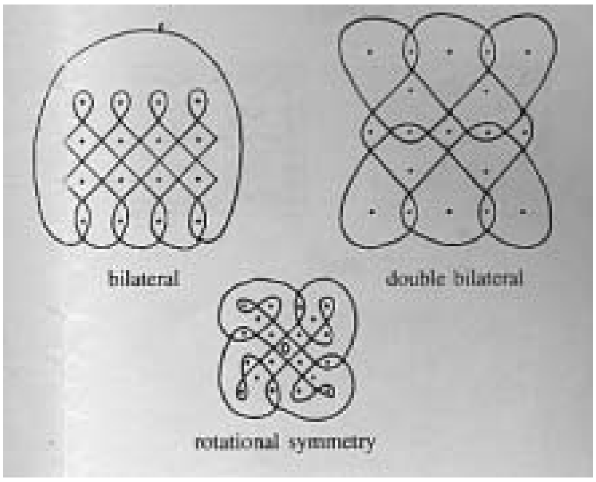
文化的な方略は、《誰もが数学を作れるし、人々がこれまで創造してきた数学は非常に豊富であり、民族数学を用いることで数学教育を豊かにすること》(Gerdes(1985))を目指し、これまでに作られた文化的な数学を取り上げる。社会的方略は、《社会内部に存在する差別、例えば農夫の子どもや女の子に対する言われなき偏見、を反例によって取り除いていくこと》(Gerdes(1985))を目指し、社会の中に見られる様々な数学を活用する。個人―集団的方略は、《文化的、社会的な方略において個人レベルでの文化的自信の構築を補完する形で、集団学習をとおして、数学を生み出していく自信を高めること》(Gerdes(1985))を目指している。

これらを具体化していくために、Gerdes(1985, 1988)では次のような教材例を挙げている。

図４－１　農夫の数学

出所：Gerdes(1985)

図４－２　Sonaの持つ対称性



出所：Gerdes(1990)

Gerdesのアプローチ全般に通底する「従来の学校数学のあり方に対する批判」から、数学教育の目標論に対して学ぶことは多いであろう。また、子どもが自分たちの文化環境に見られる数学を学習し、文化に対する自信を向上することを目指して、地元の人が教育の担い手になったり、言語を子どもの生活言語に合わせたりという意図はよく分かる。しかし二番目の例に挙げられた題材では、民族数学を用いて従来と同じ学校数学を行っているようにも見える。ここには民族数学に基づく数学教育の可能性と同時に、どのように展開していくのかという問題性も表れているように思える。

４－２－３　Pompeu(1992)のアプローチ

Pompeu(1992)によるカリキュラムは、子どもの文化によってカリキュラムが再構成される調節的アプローチに属している。

《数学は価値を持った文化的現象と見られるので、文化的アプローチの主要関心事は、“生徒の文化的背景”である。ゆえにこの研究で提案される第六番目の方法は、Howson, Keitel & Kilpatrickによって定義された数学カリキュラムの初期の分析に何か新しいものを添加する。換言すれば、内容、方法、個人の発達構造、生徒の興味や必要の他に、生徒の文化的背景の分析を付け加え

る。》(Pompeu (1992) p.43)

ここで、カリキュラムが再構成される際の原理について述べたい。達成されたカリキュラム、実施されたカリキュラム、意図されたカリキュラムを、おのおの子ども、教師、数学教育カリキュラムについての描写として捉え、その三層に加えて、基底には「数学について教える」という原理をおき、また全体像として「数学は実用的、探求的、特定的な教科である」という教科の特質を置き、このアプローチをこれら5層の原理によって特徴付けている。このアプローチには次のような意味がある。三層のカリキュラムに子どもの文化環境を活かすことに加えて、基底にある「数学について教える」という原理は、数学のもつ特徴について論じる。数学を教えることは多いが、数学がどのような知識か、について教えることは通常の授業の中では少なく、民族数学を教育の中で取り上げることによって、初めて問題になるともいえる。その数学の教科としての特徴の1つに、「特定的」というのがある。一般には普遍的であるといわれる数学教育において、その特徴を特定的と描写しているところが、民族数学的な所以であろう。

このアプローチでは、次の6つのプロジェクトを企画し、文化的アプローチによる数学教育を具体化している。これらは、なわとび、石蹴り遊び、段ボール紙風車、クエイマダ・ゲーム、熱気球、ブラジル経済計画で、その中にはブラジル独自のゲームもあれば、国レベルでの計画を論じているものがある。例えば、クエイマダ・ゲーム・プロジェクトでは、身近なゲームについて子どもたちと話すことからはじめ、そのゲームを授業の中に取り入れていく。普遍的な活動「遊ぶ」(Bishop (1991))を基にして、「周囲」、「測定の単位」、「面積」などの概念が、ゲームをすることを通して自然に身についていく。

これらのプロジェクトの最後では、インタビューや質問紙によって、このアプローチの有効性を検証した。このPompeu(1992)ではともかくブラジルという地域限定であるものの、民族数学的授業によって、「民族数学的アプローチを用いることで、子どもたちは数学学習に対して前向きになった」ことを実証した意味は大きい。

4－2－4　Presmeg (1998) のアプローチ

このアプローチは本節冒頭の「文化的アプローチのさらなる分類」に見られるBishop(1994)よりも後になされたために、その中に事例として含まれていないが、内容から判断すれば、調節的分類に含めるべきであろう。つまりPresmeg(1998)は、単に民族数学を事例として取り上げるだけにとどまらず、記号論による分析で、その教育的な展開を可能にして、数学教育カリキュラムを再構成している。

Presmegの事例に入る前に、すこし記号論について説明したい。それは、PeirceとSaussureという二人の創始者と系譜を持つ比較的新しい学問分野である。ここでは特に、Saussureの理論で使われる記号表現、記号内容という概念を用いて、記号論でいう「記号」という考えを説明する。

例えば、戦場にて白い旗をあげている状況を考える。この両者の区別を用いることで、語「白い旗」は物としての白い旗を示し、物としての白い旗は、降伏を示すという構造になっている。物としての白い旗は、語の表現内容であると同時に降伏の意の表現方法となっている。この両者が組み合わされたものが記号である。

表４－３　記号表現、記号内容

記号表現	（物理的な）白い旗	語「白い旗」
記号内容	降伏	（物理的な）白い旗

私たちは、無意識の内にこの両者を結びつけているが、教育的には両者を反省的に捉えた――混然としている表現内容を表現方法と一旦は区別した――上で、再び結びつける必要があるだろう。例えば算数・数学教育では、概念としての数〈2〉を考えるために、2枚の紙、2本の枝、2個の石という具体物を数える中から、それらに共通する性質として、〈2〉を抽象しなければならない。もちろん教室の中で、子どもたちにそれを逐次説明する必要はないであろうが、問題を考える際には、数概念〈2〉について論じているのか、それとも黒板に書かれた数字2について論じているのか、それとも2枚の紙について論じているのかを、教える側は意識しておく必要があるだろう。

Presmeg（1998）は、この記号論を用いて、民族数学を数学教育に応用する3つのプロジェクトを実施した。その内、大学院生が対象のプロジェクトを紹介する。学生は身近で文化的な活動を基にして、独自な数学的考えを形成することを目指している。このプロジェクトで大学院生によって取り上げられた題材は、現在、過去、未来とグループ分けされる様々な数学的実践、音楽や芸術、国旗などである。特に現在に関してのものが多く、野球やマウンテンバイクのように現在の米国文化を象徴するものから、各国のゲームなどが挙げられた。

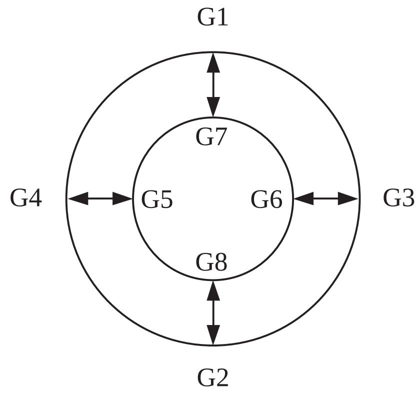
（民族数学の記号論による分析事例）

これら民族数学の事例が、記号論を用いて分析される様子を見たい。ここで取り上げる例は、オーストラリアのWalpiriの親族関係で、現代数学の言葉を用いるならば、位数8の群と同型になっている。

Walpiriでは、大きく8つのグループ（各G1からG8と名づける）に分けることができ、その婚姻関係に注目すると、G1はG5と、G2はG6と、G3はG7とG4はG8とのみ婚姻することができる。さらに母子関係に注目すると、G1の母親から生まれた子どもは、その性別に関わらずG4に属し、同様にG4はG2に、G2はG3に、G3はG1にと対応している。またG5からG8までもこれと類似の関係を持ち、それは次のように表すことができる。

G1 → G4 → G2 → G3 → G1
G5 → G7 → G6 → G8 → G5

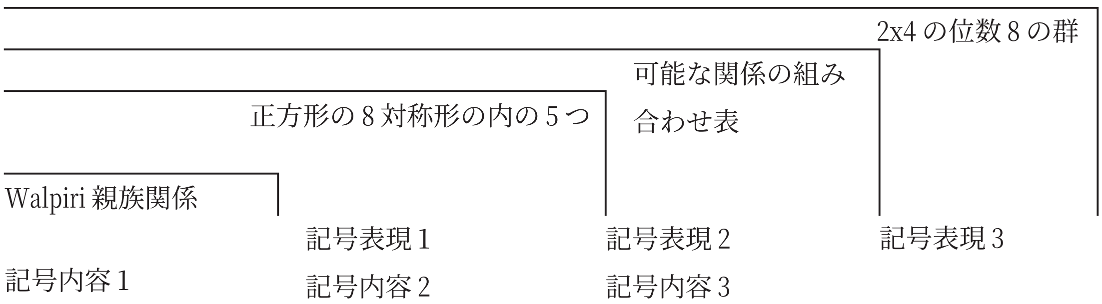
図４－３　Walpiri 親族関係



すると{G1, G4, G2, G3}と{G5, G7, G6, G8}という図4-3に見られる2つの母系循環（Matricycles、円が対応）ができ、それに対し、さらに4つの父系循環（Patricycles、双方向の矢印が対応）、{G1, G7}、{G2, G8}、{G3, G6}、{G4, G5}を考えることができる。つまり、G4の子どもの母親はG1であり、G5とのみ結婚できるので、G4の子どもの父親はG5である。さらにその母親はG8であり、G4とのみ結婚できるので、G4の子どもの祖父はやはりG4に属する。

この複雑に見える親族関係（記号内容1）は、任意の一つのグループに注目する時、母系をたどっていけば4回で元のグループに戻り、父系をたどっていけば2回で元に戻る。これらは正方形の回転と対称軸による折り返しという5つの合同変換――恒等変換が重複しているのでそれを除くと5つ――に対応しており、つまり任意の正方形に対してこれらの変換を用いるならば、8つの位置のうち5つ（記号表現1）が対応する。次の段階ではこれらの正方形（記号内容2）が、8つの完全な組み合わせとして表（記号表現2）によって表され、再び次の段階で、組み合わせ表（記号内容3）として位数8の群（記号表現3）によって表される。この記号論的分析によって、Walpiriの親族関係の中に内包されていた数学的構造が段階を経て、明らかにされる。これはWalpiriの知識ではないし、その知識の所有者は、これを作り出した個人ならびにともに学んだ子どもたちである。

図4－4　Walpiri 親族関係の記号論的分析



出所：Presmeg（1998）

このプロジェクトは、大学院生を対象にしたものであるが、民族数学を包括的に数学教育に応用した事例であるとともに、単に民族数学を導入課題としてだけに終わらせるわけではなく、民族数学によって教育の実質を形作っている。Presmeg（1998）は、民族数学をこのような形で分析するのは、《子どもたちのオーナーシップ（Ownership）を保持しつつ、数学の構成を可能にする構造的同型を通じて学問的議論の可能性を開くため》（p.145）としている。そこには、民族数学の特徴である「現実とのかかわり」と「多様性」を活かしながらも、民族数学に内包されている数学的要素をどのように顕在化してくるか、に対して示唆があるように思える。

4－3　動詞型カリキュラム（馬場（1999, 2001, 2002））

4－3－1　動詞型カリキュラムの基礎

最後に文化的アプローチの例として取り上げるのは、動詞型カリキュラムである。このアプロー

チも民族数学を取り上げることを契機として、カリキュラムの再構成を目指している。その意味で、調節的アプローチに属すると言える。

意図されたカリキュラム、その中でも学習指導要領は、教育の中で取り扱う知識が構造的に配列されている。ところが、従来のカリキュラムでは、最終的に獲得されるべき知識に重点があったために、少しでも早く確実に答えを導くことができる技法に注意が向けられる傾向にあった。近年、この傾向が批判的に検証され、関心・意欲・態度という態度的側面の重要性が強調されている。ここでのカリキュラムも、後者の視点に立つものである。前者を知識（名詞）に準拠したという意味で名詞型カリキュラムと呼ぶとき、ここで論じようとしているのは、数学的な活動（動詞）に基づいた動詞型カリキュラムと呼ぶことができる。

例えば、自然数、足し算、引き算、和、位、十進法、小数など、大きく捉えるとこれらはすべて日本の算数教育の領域「数と計算」で、活動「数える」を基にその展開過程で得られる知識であり、名詞の形で表されている。合わせて数える、取り除いて数える、数えた結果を呼ぶ、10を一まとめにして表すなど、各々の知識が重要であることは間違いない。しかし、動詞型カリキュラムの主張は、結果の習得以上に、数学的活動の中で概念が導かれる過程を経験することにより大きな重点がある。そして身近な文化環境の中に見られる数学的活動の中でそのような経験をすることを通して、新しい対象が表れてきた際にも、活動「数える」を積極的に展開し、そこから新たな概念を引き出していくる力を形成する可能性が開けてくる。その意味で、カリキュラムの名詞型、動詞型という呼び名は、それぞれの重点の置きように由来している。

数学の持つ文化性に注目したBishopは、各文化は数学を発達させてきたし、それらの様々な数学的活動の基底には6つの普遍性が存在する、と主張する（1991）。活動「数える」を例にとると、数え方が異なったり、表記法が異なったりする文化があるかもしれないが、その活動を持たない文化は存在しない、ということが主張の骨子である。その意味で、これらの6つの活動は普遍性を備えているが、一方で各文化における発現形態が異なることは、より分節した形での小活動の存在を示していると考えられる。そこでは種々の活動間の構造を考察する可能性がある。

4－3－2　動詞型カリキュラムと民族数学の関係

名詞型カリキュラムでは、活動の結果得られたもの――知識――に重点があるので、数学教育で活動を取り上げる際もその活動は一過的でもよいが、他方動詞型カリキュラムにおいては活動そのものに注目するので、活動の細部、つまり目標、対象、方法、場所などが、重要である。後者における数学的活動は真空中で行われているのではなく、文脈を求めている。つまり具体的な数学的活動として、民族数学を求めるのは自然な方向性である。

また民族数学を学校教育の中に適用するには、生活の中での単なる実践――物を売り買いする、絵を描くなど――を超えて、民族数学を反省的、分析的に見ることが必要である（馬場（1998））。なぜなら、多くの子どもにとってその活動は見慣れたもので、それを取り上げることは単純に面白いかもしれないが、学校数学の本来意図することは、ある特定の場面に拘束されることなく他の様々な状況に応じて発揮することのできる力の形成、にあるからである。そこで、この数学的活動を反省的に見るための枠組みとして、動詞型カリキュラムにおける活動の構造化が必要となる。

以上をまとめると、動詞型カリキュラムにおける活動に文脈を与えるのが民族数学で、民族数学に構造と展開を与えるのが動詞型カリキュラムである。両者は相互補完的な関係にあり、一体となって民族数学に基づく数学教育が実現する。そこでは、具体的な場面の持つ統合力に注目するときは民族数学が、数学的な活動の展開･深化に注目するときは動詞型カリキュラムが、前面に見えてくる。

表４－４　動詞型カリキュラムと民族数学の相互補完的な関係

	特　徴	単独での弱さ
動詞型カリキュラム	活動の展開を示す、構造化されたリスト	活動は具体化されていない。
民族数学	文化環境にある数学的活動：現実とのつながりと多様性	活動を反省的に見る構造を持たない。

４－３－３　ケニアと日本の学習指導要領からの動詞の抽出とその特徴

次に、動詞型カリキュラムの実現に向けて、ケニア初等数学教育学習指導要領（1991）と日本国初等算数教育学習指導要領（1992）の中の算数・数学教育の部分に注目して、そこに含まれる全ての動詞を挙げ（資料13参照）、両者の対応付けを行った（資料14参照）。これ以降、国名でそれぞれの学習指導要領を指すことにする。ここでの比較考察した結果の概略を述べる（馬場（2001））。

日本とケニアに表れる動詞（日本51個、ケニア53個）を考察すると、一対一対応でない場合を含めて相応の対応がつくものは、半数を超える（日本で30個、ケニアで32個）。このことは活動レベルでの普遍性を表していると言える。他方対応がつかない動詞に関しては、文化的な特殊性と捉えることができる。日本の特徴は数量関係領域を重視して、内面的活動（例：理解する、知る）と密接に結びついているものが多いことである。それは数理思想、数学的な考え方以来、内面的活動を重視してきた日本の数学教育の伝統を示している。他方ケニアの特徴は、数と計算領域の比重が大きく、手続き的活動（例：canceling, borrowing, carrying, etc.）、経済的活動（例：shopping, buying, giving, etc.）を重視している。前者は伝統教育の労働志向性もしくは行動主義の影響と取れるが、後者の経済的活動に関しては貨幣経済の浸透に伴う必要性からきたと考えられる。基本的技能と生活との関連を重視することで、ともすれば抽象的に陥りやすい数学学習を、子どもにとって有意義なものにしようという試みと読むことができる。もちろん内面的活動をまったく無視しているわけではなく、establishing（the need for the fixed unit）のように、内面的活動につながる重要な活動も少ないながら見ることができる。

４－３－４　動詞型カリキュラムの展開

記号論の創始者 Saussure の影響を受けて、Lévi-Strauss によって展開された構造主義は、記号を通して、人間の活動の奥深くに内蔵されている構造に焦点を当てた。そこでは抽象的な記号をもって、はじめて具体的で様々な見かけを持つ活動の下に見える普遍的なものを探り当てることができた。同様に本報告書では、表面的に様々な形――特殊性――を取りながら、数学的活動が根底に普

遍性を持つ、と考えている。その普遍性を基にした活動の展開を、構造化した動詞のリストの形で提示しようというのが、動詞型カリキュラムである。

表４－５　測定活動の展開

日　本	ケニア
(1) 測定前活動	
比べる (内面的活動)	comparison, use
(2) 基本的測定活動 1	
測る (理解する、知る)	measuring, establishing, counting, making
(3) 基本的測定活動 2	
適切に選ぶ、用いる、表す ((単位について) 知る)	introducing, operations
(4) 概測活動	
概形を捉える、見積もる (深める)	estimating, finding, converting
(5) 統合的活動	
(実験を通して) 測る ((測り方を) 知る、(関係を) 理解する)	solving

出所：馬場 (2002)

ここでは、活動を構造化するために、学年進行を配慮し、また測定活動の過程――つまり直接比較、間接比較、直接測定、間接測定、任意単位での測定、普遍単位での測定、またその後に見る概測と実測――を利用し、測定領域に属する動詞を並べたのが、上表である。実測以前の測定活動は大きく言うと、ある意味で理想化された基礎的測定活動と言える。

表４－５で測定活動は５段階に分けられている。各段階は２段に分けられ、上段に位置する動詞は外面的活動を、下段の括弧内の動詞は内面的活動を、示している。内面的活動というのは、たとえば「知る」のように外側から見えない活動を指している。ケニアの学習指導要領には内面的活動がほとんど現れてこない (馬場 (2001)) のに対し、先述のように日本では、数学的な考え方に代表されるように、内面的な活動が非常に重視され、それが学習指導要領にも表出していると言える。もちろんケニアにおいても、「理解する」や「知る」などの内面的活動は不可欠で、ただし、教育内容を示す部分においてはこのような動詞がほとんど出てきていない。

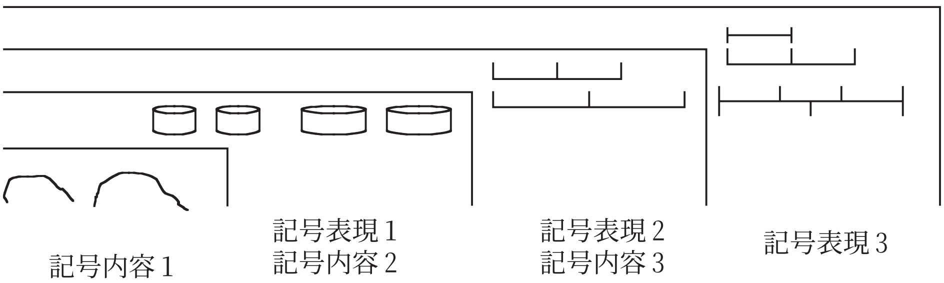
さてこの活動の展開を具体例に当てはめて考えたい。ここでは、ケニアの市場で見かける空き缶を使った豆を「測定する」活動を取り上げる。現在この空き缶は、測定の標準単位として用している (図4－5)。現在に至るまでに、手や一般容器という段階を経てきた。それは環境からの要請で、より簡便なものを求めてきた結果といえる。手や一般容器では豆をすくう手段としての機能が強

かったであろうが、手で何杯、容器で何杯ということを考えるにあたり、単位で測定するという活動への萌芽が見られたのであろう。それが後に、より精密で簡便な空き缶の利用に繋がったと考えられる。

図４－５　ケニアの市場での測定活動

この空き缶による測定活動を対象化するということは、図4－6のように一旦、記号表現と記号内容を区別して考えることをあらわし、そのことが現実とかかわりを保ちつつ次への展開を可能とする。ここでは量を線分で表している。この空き缶による測定活動を学校数学で扱うために、活動の展開――測定前活動、基本的測定活動１、2、概測活動、統合的活動――を用いて考察する。

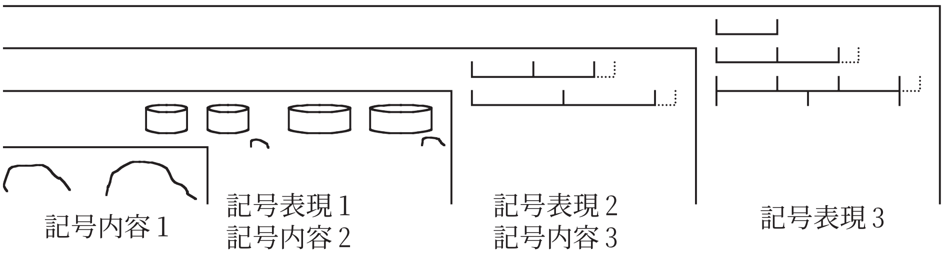
図４－６　理想化された測定



出所：馬場（2002）

豆を自前のカップで測り、それを互いに比較することから活動の反省が始まり、自前の単位から共通の単位へと測定活動が展開する。ここまでは理想的活動としての測定活動である。次により正確に測定する必要が出てきたときに、概測や実測の活動（図4－7）が必要となる。概測は測定器具を用いることなしに、見かけや触感などで大まかな予想を立てることを指し、実測は測定器具を用いて実際に測ることを指している。しかし、先述のように実測する際に完全な値を求めることは不可能であり、量の連続性を意識するという意味で、実測も概測とのかかわりが深い。

図４－７　実測



出所：馬場（2002）

以上が動詞型カリキュラムにおける測定活動の展開を、記号論によって分析したものである。冒頭で述べたように、民族数学は普遍性を基底に持ちながら異なる発現形態を有するが、動詞型カリキュラムでは、普遍的な活動「測定する」を展開の基底に置き、市場における豆測りの活動という文脈とともに十分に活かすことで、多様性を重視した数学教育の実現を担っている。

このような測定活動を通して育てることのできる視点は以下である。

・単位の恣意性と自文化にある民族数学。
・選択の基準（例：正確さと簡便さ）と普遍的活動の展開。
・単位の相対性（同じ測り方同士の比較、例：dl と l。異なる測り方同士の比較、例：dl と升、dl と g）

４－４　民族数学に基づく数学教育目標論

ここまで民族数学並びに民族数学を応用した数学教育の事例を述べてきた。従来の数学教育カリキュラムを批判的に検討し、このように新しい試みをしようという動機は、子どもの文化環境に配慮する必要性であった。そこでは近代教育と伝統教育の間に立ち現れた問題に対する対症療法的な意味合いが強く現れていたが、本節では基本的なところにまで戻って、民族数学に基づく教育の持つ潜在力と問題点について論じたい。

４－４－１　民族数学による文化的尊厳の回復

４－２で見てきたように、民族数学を基にしたカリキュラム・アプローチには種々あり、単に興味ある数学的活動を添加するだけにとどまらないものとして、前節では幾つかの例を述べてきた。これらの事例は、民族数学によって数学教育に再考を迫る批判的視角を有しており、本節では数学教育の目標を再点検する中で、民族数学に基づく数学教育を適切に位置づけていきたいと思う。

さて中原（(1995) pp.20-21）によれば、数学教育の目標を考えるときに、その寄って立つところは大きく次の３つに分類される。

人間主義：数学教材を通しての人間形成に関わることを主要な目的とする立場。 実用主義：数学教材の実用性、有用性に関わることを主要な目的とする立場。 文化主義：数学という文化の享受、発展などに関わることを主要な目的とする立場。

この3つの目標分類は民族数学を導入する以前のものであるが、重点が数学の学習者、数学、そして両者を包含する社会にあると単純化して考えれば、数学教育における重要な要素をカバーしている。しかし数学と数学教材については、民族数学の導入によって、その中身の検討を要する。

まず人間主義において数学教材は、人間形成という全体的な成長を求めているだろうし、その意味で、学校での数学と生活の中にある民族数学という分断を認めるわけではない。従って民族数学は、人間主義における数学教材のあり方について吟味を迫っていると言えるであろう。次に実用主義における数学教材の実用性、有用性については、様々なものが異なるレベルで存在している。例えば科学者や技術者はより高度で、専門的な内容を要求するかもしれないが、一般人は四則演算や簡易なモデル化、論理的思考など基本的なものを要求するであろう。また職種によっては特定の考え方が求められる場合もある。その意味で民族数学は、様々な数学教材の実用性をどのように捉えるのかを迫っていると言えるであろう。最後に文化主義について、文化としての「数学」の範囲が問題となる。開発途上国の子どもにとって、西洋近代に発達した数学を文化として享受するということは、何を意味するのか。民族数学の出現で、数学は何を指すのかが問題とされる。

これらの目標ならびにその問題点は、そして学習者、数学、社会という要素は、互いに関係し影響を及ぼし合っている。学習者も単に中立的な存在としてではなく、社会における文化環境の中で育った存在として見ているので、民族数学に基づく数学教育が求めるものは、数学を社会との関係の中で見直すことである。それは数学の本性について再考を促し、子どもにとっての身近な文化環境の中にも数学を認めることで、数学が本来持つ人間性を回復することを求めている。ここで、人間性の回復というときに個人的なレベルよりも、個人が属する文化集団のレベルでの人間性、それをここでは文化の尊厳と呼び、その回復が重要なテーマとなっている。

民族数学は数学の再定義を迫ることで、植民地化というプロセスによって傷つけられたこの集団の尊厳を取り戻そうというものである。

> 《民族数学はここに述べられているように、数学史を多文化で世界的視野を持つものに拡大しようという目標を持っている。そのことは、伝統的生活をする人々の数学的考えの研究ならびにその発表を含んでいる。この多文化を含めた視野の拡大は、数学史の研究を、数学者と呼ばれる西洋の職業階級をおもに扱うことから、あらゆる種類の人々を扱うことへと、拡大するという関連した効果を持っている。》(Ascher (1991) p.188)

つまり民族数学に共鳴する人の多くは、西洋に限定する数学の見方を批判し、西洋以外の国にも、数学者が作り出す世界以外にも、数学が存在することを主張する。そして、民族数学を教育の中に取り入れることによって、国家、文化の威信を取り戻すことを目指している。このような主張は一見すると、現在に生きるわれわれ日本人にとって突拍子もないことのように聞こえるかもしれない。しかし、1900年にパリで開催された国際数学者会議で、当時日本を代表する数学者であった藤沢利喜太郎が、日本の数学(和算)について述べたことに思いを馳せてみるべきであろう。藤沢(1973)

は、「今では過去のものとなってしまったが、日本にはかつて和算という世界レベルの数学があった」ことを述べている。当時の日本における数学、数学教育界を代表する藤沢がこのような発言をするというのは、捩れた表現ではあるが、日本の文化的尊厳を取り戻そうという気持ちの表れと言えるだろう。

開発途上国にとって、西洋式の近代教育と伝統教育、また西洋数学と文化環境の中に認められる数学の対立は、一方を捨てれば解決するという類の問題ではないことは既に述べた。しかし、例えばケニアでは、1963年の独立後の教育で西洋式の近代教育を身に付けた子どもたちが、伝統的な文化を卑しむ風をASOMIと呼び、問題点として論じている（Kenya（1976））ことを重く見るべきであろう。そして民族数学に基づく数学教育は、19世紀以来支配的であった次のような考え方の克服を目指すことの重要性を再認識する必要がある。この考えは長く私たちを束縛してきたし、その束縛から自由になることがいかに大変であるかを示すために、少し長くなるがAscher（1991）より引用したい。

《19世紀末の古典的進化論によると、西洋文明の外側にある人々は、単純から複雑へ、野蛮から文明へのあらかじめ決められた段階を辿る単線型発展の経路を示す生き証人であると考えられてきた。各文化が独自の歴史を持つと認識するのではなく、他の人々を我々の歴史の中に押し込めて、彼らを低い地位に貶めてきた。非識字の人々は、原初、初期、古代、太古と見なされ、‘原始的’と呼ばれた。子ども期が人生における早い時期にあるように、彼らはまた、子どもらしいとも見做されてきた。古典的進化論者にとっては、伝統的生活をする人々は生ける先祖であり、数学は数え方から始まったとも考えられていたので、彼らの数学的考えは数に限定されるものであった。例えば、古典的進化論者で最も尊敬を受けた一人によると、数における初期の段階は、手と足の指を使うもので、次は幾つかの言葉が出てき、更に多くの言葉が現れ、5進法20進法10進法というように洗練されていくと想定された。この論によると、知的水準による文化の序列は、オーストラリアの原住民、そしてアメリカ原住民、ポリネシア人、アフリカ人と進み、最後にもちろん西洋文化が来ることになっている。これは学問的雰囲気を匂わせているので、この仮定や考えは即座に数学の文献に引用される結果となる。この枠組みにおいては、助数詞は伝統的な人々が数の抽象的な概念を理解しきっていない証左と誤認されてきた。さらにひどいことに、これらの人々が具体的思考にのみ有能で、抽象や一般化には能力を発揮しないと結論されるに到った。そして1910年頃、別の文化理論家が、世には異なる思考の世界がある、つまり伝統的な人々は我々とは異なる風に思考し、彼らは「前論理的」で我々は論理的であるとする考えを提出した。この理論家も、数や数詞の体系を持ち出して、いかに原始的な人々の頭脳が我々のそれとは機能が異なることを示した。彼の理論は数学史家にも強い影響を与えた。ゆえに、そこには、初期の人間、伝統的生活をする人々、そして西洋の発達段階にある子どもという三者間の混同がある。これは、知的レベルが低い、分析的思考が苦手である、形式的推論や論理を持たない、具体的思考にのみ長けている、抽象化、一般化には向かないとした、伝統的な人々の特徴づけと同根である。数学の文脈において、この特徴づけは破壊的影響力を示してきた。》（Ascher（1991）pp.189-190）

今でこそ文化相対主義的な考えがかなり一般に知れわたってきた（青木（1994））けれども、歴史

的に見れば、日本人でさえこの文化的な尊厳をめぐり、時には他を見下したり、時には自分自身を卑下したりすることを繰り返してきたのであろう。そのように文化的偏見は根深く、それに対する尊厳の回復も時間がかかるということであろう。

4－4－2　民族数学への批判的視座

ここまで見てきたように、民族数学に基づく数学教育は学習の認知的、情意的側面に加えて、文化的尊厳の回復を意図している。しかし、そこでは従来の数学教育を単に否定するのではなく、それが育んできたものを受け止めながら、尊厳という問題に解決の糸口を与えうるのであろうか。民族数学の潜在力を知るためにも、今度は、前掲の教育目標の視点から民族数学を批判的に検討する。

まず人間主義からであるが、貧困にあえぐ社会においては、人間形成というのは個人が生存していく上で必要な知識・技能を手に入れることであろう。その際に、民族数学は既知でそれ以上のものにはならない、あるいは就職等に有利な資格を手に入れるための学校数学に役立ちはしない。次に実用主義から見た民族数学は、科学や技術の発展に役立ちはしない、ことが指摘される。高度に発達した科学技術は、形式化が進んだ現代数学によって始めて可能になった。その意味で形式化の進んでいない民族数学は、役に立たないと批判される。最後に文化主義から見た民族数学は、数学とはまったく別物であるか、または非常に原始的な形をした数学と見なされる。そして民族数学を学習することは、数学の進展を阻害することはないとしても、無用の長物と見なされる。それが実用主義とも連動して、結局のところ社会の停滞を招いてしまうとの批判に晒される。

これらの考察は、数学教育と、数学、科学、技術、そして経済を包含する社会との関係を指摘している。民族数学という新しい主張をえて、これまで暗黙のうちに了解していた「数学教育をすることが数学の発展や科学、技術、ひいては経済の発展に役立つということ」をあらためて問い直さなければならない。それと対照的に、教育を個人における人間形成と捉える方向性は、社会を所与としてその発展のために人間を捉えるのとは異なり、個人の権利という側面から教育を捉えようとしている。端的に言えば、これら2つの方向性は、「個人の権利としての教育」と近代化や産業化と結びついた「社会の発展のための教育」として対立させて考えることができる。ところが、社会の発展が個人の権利を確保する側面や、また個人が十分にその能力を発揮することなしに社会の発展がないという側面のように、両者を完全に相対立する物として分離して考えることは不可能である。文化的威信の回復を主張する民族数学は、この両者の関係性の中で、文化を背負った個人を優先して考えようとしている。

この両者の関連以外にも、民族数学に関する根源的な疑問、批判は数多くなされている。特に重要なのは、数学との対比で、民族数学の定義や実体に関する批判である。民族数学の中の「民族」の主張には情熱がこもっていて、だからこそ多くの賛同者が得られたと同時に、実態を十分に見極めることなく一人歩きしている部分が批判に晒されている。これらの批判を十分に受け止めて、しっかりとした基礎を築いていく必要がある。またこの基礎形成が上記の社会と個人の関係性の議論を堅実なものにしていく。

以上の民族数学に対する批判をまとめると次のようになる。

（1）民族数学の定義に関する批判

・数学とどう異なるのか。
・環境数学、文化的数学などの名称ではだめなのか。

（2）民族数学の実体に関する批判
・民族数学の実体は何か。
・民族数学を応用した数学教育の実体は何か。

（3）民族性に関する批判
・民族数学と劣等感との関係。
・民族数学は多文化共存に寄与するか。

（4）個人と社会の関連に対する批判
・個人的成長と社会の発達の関係。

これら多数の批判に晒されているにもかかわらず、前節までに見てきたように民族数学研究は世界各地で盛んに行われている。不完全であるがゆえに民族数学を否定するのではなく、その根本的な主張に耳を傾けるべきであろう。つまり民族数学による問題提起により、大学で習う数学のミニチュア版を小中高で教えていた時代は終わり、数学教育の根底にある「数学とは何か」に、問題が投げかけられている。

4－4－3　批判を乗り越えて：「なぜ民族数学を用いた数学教育を考える必要があるのか」

さて一般に批判はその度合いが強いほど、乗り越えようとする時に新たなる推進エネルギーを生みだす。上でなされた民族数学への批判に対して、論じることより始めたい。

（1）定義に対する批判に関しては、4－1で見てきたように、民族数学ならびに西洋数学は異なる性格を有している。しかしBishopの指摘する数学的活動の普遍性は、両者に共通する部分の存在を指摘している。普遍性に目を向けるのか、特殊性に目を向けるのかは、その意図するところと関係し、ここでは民族数学に基づく数学教育において文化的威信の回復という強固なメッセージを含んでいるため、より特殊性の方へ傾きがちである。民族という冠がついていようが、民族数学は数学と関連づけられるのであり、その共通項をどのように探るのかが批判を乗り越える上での課題である。

（2）実体に対する批判は民族数学そのものに対する批判と民族数学の数学教育への応用に対する批判の2つのものがある。一般に数学に対する思い入れが強いためか、前者では、民族数学を全く認めないか、もしくは不完全な数学と解釈することに起因している。将来的には数学の外延が広がり、現在民族数学と主張しているものを含めて、再び数学と呼ぶことになるかもしれないが、その主張するところを考えれば、現時点では、民族数学という命名に意義があると考える。また後者の指摘はなるほど的を射ているが、それは民族数学の否定を導くものではなく、むしろ積極的にその可能性を探求することで解決できると考える。その第一歩が、前節における事例であり、今後は更なる研究が期待される。

（3）民族性に対する批判は取り扱いに注意を要する。偏狭な自文化中心主義に偏するならば、文化は厄介な代物となる。それは現在、世界各地で民族紛争が起きていることからも容易に想像がつ

く。ただしそれを理由に文化そのものを批判的に捉えることは、その批判自体の有効性を矮小化してしまうであろう。

(4)個人と社会の関連に対する批判は、民族数学に基づく数学教育の具体化がなされた上で再吟味する必要がある。出自からして、民族数学に基づく数学教育は基本的に個人を社会に優先して考えている。しかしそこで形成される個人の能力が、その個人の将来にまたは社会に、影響を及ぼしていく様子を把握していく必要がある。そのためにも(1)から(3)を踏まえた民族数学に基づく数学教育を実現し、その具体的な事例を元にして議論を深める必要があるだろう。

これらを通して見てくると、民族数学への批判、批判に対する解決策の中に、普遍性と特殊性の関係をどのように解決していくのかという問題を、根幹に含んでいることが分かる。つまり批判を乗り越えて、民族数学に基づく数学教育を実現していくためには、普遍性と特殊性を併せ持った民族数学ならびに民族数学に基づく数学教育を具体化し、その中でこの両者を統合していくことが求められていると言えるだろう。具体的に、どの場面で特殊性を、どの場面で普遍性を出すべきなのかに関して、解決すべき点は多くある。

とは言え、普遍性の代表とみなされる数学でさえ、過去を振り返れば、社会や特定の集団によって求められる数学は、1つではなかったことに注意すべきである。時代によって、エリートのための数学が求められたり、商工業者のための計算数学が求められたりという時期も存在した。そこでこの普遍性と特殊性の統合を図っていくには、数学教育の中で、どのような「数学」を求めていけばよいのであろうか。

4－4－4　万人のための数学教育(Damerow et al.(1985))と万人のための教育世界宣言(1990)

読み・書き・そろばんと並び称されるように、数学教育は識字教育と並んで人間にとって基本的な力を育成する場である。多くの国において、義務教育段階で数学という教科が存在し、ほぼ毎日数学を学習している。そういう意味で数学教育は、全ての人にとっての教育、という意味を最初より濃厚に持っている。

ところがわざわざ「万人のための」を冠した報告書(Damerow et al.(1985))が設けられるのは、そこに必然性が存在していたからである。これらの語は、人数が単純に増えることを示唆する以上に、教育の持つ質的な面での変化を表している。先述のエリートの数学、商工業者の数学などとは異なった数学の必要性が、上記の報告書である。この報告書の基となったのは、1984年に開催されたICMEでの課題部会Mathematics for Allでの議論である。そこでは、先進国においては、少数エリートのための数学教育から一般人のための数学教育へのシフトを、開発途上国においては、先進国から移転された数学教育から自分たちの現実に根ざした数学教育へのシフトを、模索していた。会議中これらの議論と並行して出されたのが、「民族数学」なのである。

先述のように民族数学と従来の数学との間には、根本的な隔たりがある反面、同じ数学という言葉で結ばれるように、その基底には共通するものも存在しているはずである。例えば、5進法か10進法か、また数の記述の仕方など、見かけ上異なっても、全ての文化に数える活動は存在する。それが、Bishop(1991)の指摘する数学的活動の普遍性である。従ってMathematics for Allを実現する

には、この普遍性と様々な文化のもつ特殊性の双方を考慮に入れる必要がある。

数学は何千年もの歴史の中で、脱文脈化、形式化もしくは記号化することで文脈を乗り越える力を培ってきた。その力なくして、近代西欧にて一気に科学や技術が急激な進展を見せるはずはなったであろう。だが、民族数学が出てきた背景には、数学教育においてこの数学が持つ死角――数学の文化的側面――の存在がある。民族数学に基づく数学教育で求められているのは、脱文脈化された結果としての数学を身に付けることではなくて、文化環境に見られる数学的活動を通して脱文脈化される過程を体験しながら、逆過程としての再文脈化への道筋を具体化していく力を身に付けることである。そのことが万人のための教育世界宣言、第１条

《基礎的な学習のニーズは、人間が生存し質を高め、知識に基づいて判断し、学習を続けるのに必要な不可欠の学習手段（識字、音声による表現、算数、問題解決能力など）や基礎的な学習内容（知識、技能、価値観、態度など）の双方からなるものとする。基本的な学習のニーズの範囲や、どのようにしてそのニーズを満たすかは、国や文化によってそれぞれ異なり、不可避的に時間の経過とともに変化する。》（UNESCO（1990））

に見られる基礎的な学習ニーズを、教育の中で実現する第一歩を踏み出すことにつながると考える。つまり Mathematics for All の実現は、タイ・ジョムティエンにおける Education for All 実現への１つの柱であると言える。また逆に、開発途上国における開発問題という大きな枠組みの中で、教育開発を捉えて前者を位置づけていくことは、数学教育を真に「万人のための」ものとする作用を持っている。

5.　数学教育協力ならびにその研究の今後の課題と可能性

第1章での課題意識を基に、まず第2章では日本の数学教育の持つ特徴を、意図されたカリキュラム並びに実施されたカリキュラム、そして両者をつなぐ視点という三点から論じ、各々が特徴を有していることを見てきた。これらの特徴は私たちが知らず知らずのうちに仮定していることを浮かび上がらせるので、異なる文化背景を持つもの同士の国際協力を考えていく上で、明確に意識しておく必要がある。

近年盛んに取り上げられている内発性を、開発途上国が教育開発にて発揮するには、その関係者が自らの教育を意識的に、反省的に捉えることが求められる。上記の日本の経験はその際に用いる鏡であるが、もう1つの鏡として、第3章と第4章では「民族数学」という問題提起を軸にして、数学教育カリキュラムの文化的側面に関する論点の整理を行ってきた。そこでの整理は主に意図されたカリキュラムでの研究に偏っており、第2章との間に見られる考察の不均衡は、現状を表している。つまり第1章に見た「2つのカリキュラムの乖離」に対して、現実には両者をつなぐことが求められているのだが、それ以前に数学教育研究では、文化的側面が未だまとまって論じられてこなかったということである。そこで、本報告書では、それらの問題の整理に主眼をおいてきた。その中で、第二言語で数学を学習する際の問題事例、民族数学の事例、民族数学を基にした数学教育の事例などを列挙した。今後はこれらの事例が呼び水となってより多くの事例の発掘を導き、ひいては開発途上国における総合的で独自性を持ったカリキュラム開発につながることを期待したい。

ここでカリキュラム開発についてだが、1960年代つまり行動主義心理学や教育の現代化の影響を受けていた時期のそれは、研究者によって開発されたカリキュラムが天下り的に与えられるという方式が多かった。しかし1974年にAtkinによって指摘されたように、より幅広いカリキュラム開発の像が求められている（文部省（1975））。このカリキュラム開発観の変化は、狭い意味でのカリキュラム開発を、教師の職能成長の観点から幅広く捉え直す必要性を示唆している、と考える。本報告書でのカリキュラム開発は、学習指導要領、教科書等の国レベルでの開発を一方に、教師による主体的な教材の研究、開発とその実施を他方におき、そしてそれらを関係付けること――日本の事例で見てきた意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムとそれらをつないでいくこと――を包含したものとして捉えている。

より具体的に、本章ではまずこのカリキュラム開発観の変化について概観する。そして、国際協力の中で出合う他文化や、ここまでに論じた数学教育の文化的側面に触発されて、開発途上国の教師が自らの教育の現状について認識を深め、それを触媒として継続的に成長を遂げていくことが、広い意味でのカリキュラム開発の中核に位置すること、さらにそれをSMASSEプロジェクトの一事例を引きながら論じた。カリキュラム開発をこのように捉えることの先に見ているのは、伝統的な社会から近代社会へ変容しつつある開発途上国において、文化環境を主体的に活用するという意味での、内発的な教育開発の実現である。

5－1　カリキュラム開発観の変化

5－1－1　カリキュラム開発観の変化

まずカリキュラム開発の示す範囲について論じたい。

学校で扱われる教科の内容は、一般にカリキュラムという形で表されている。カリキュラム、特に意図されたカリキュラムは、限定的に捉えれば、学習指導要領（英語ではCourse of StudyまたはSyllabus）を指すのだろう。もう少し広げれば、これに則った形で作成された教科書や各種の参考資料などが含まれる。さらに、各学年でそれぞれの教科を何時間ずつ教えるのか、もしくは学校行事などとの関係で、年間を通してどのように時間配分するのかなどの計画も必要である。意図されたカリキュラムは、これら授業を実施していく上での骨組みである。教師はこれらの骨組みを基にして、子どもや学校運営などを考慮しながら、適切で効果的な方法を考えて、授業を実施する。その意味で、授業は実施されたカリキュラムと呼ばれる。

1974年OECD-CERI国際セミナーで、Atkin, M. et al. は、カリキュラム開発、評価等に対する2つの対照的な方法として、工学的アプローチと羅生門的アプローチを示した（柴田（2001））。

表5－1　工学的アプローチと羅生門的アプローチ

<table>
<tr><td colspan="4">（1）一般的手続き</td></tr>
<tr><td colspan="2">工学的アプローチ</td><td colspan="2">羅生門的アプローチ</td></tr>
<tr><td colspan="2">一般目標→
特殊目標→
行動的目標→
教材→
教授・学習過程→
行動的目標に照らした評価</td><td colspan="2">一般目標→
創造的教授・学習活動→
記述→
一般的目標に照らした判断評価</td></tr>
<tr><td colspan="4">（2）評価と研究</td></tr>
<tr><td colspan="2">工学的アプローチ</td><td colspan="2">羅生門的アプローチ</td></tr>
<tr><td colspan="2">目標に準拠した評価
一般的な評価枠組
心理測定的テスト
標本抽出</td><td colspan="2">目標にとらわれない評価
様々な視点
常識的記述
事例法</td></tr>
<tr><td colspan="4">（3）目標、教材、教授・学習過程</td></tr>
<tr><td colspan="2">工学的アプローチ</td><td colspan="2">羅生門的アプローチ</td></tr>
<tr><td>目　標</td><td>「行動的目標を」
「特殊的であれ」</td><td>目　標</td><td>「非行動的目標を」
「一般的であれ」</td></tr>
<tr><td>教　材</td><td>教材のプールの中からサンプルし、計画的に配置せよ</td><td>教　材</td><td>教授学習過程の中で教材の価値を発見せよ</td></tr>
<tr><td>教授学習過程</td><td>既定のコースをたどる</td><td>教授学習過程</td><td>即興を重視する</td></tr>
<tr><td>強調点</td><td>教材の精選、配列</td><td>強調点</td><td>教員養成</td></tr>
</table>

出所：柴田（2001）p.100

前者はあらかじめ決められた道筋に沿って、授業を実施し、目標達成度を工学的に測定しようという方向性をもっている。それに対して、後者は黒澤映画のように、立場によって見え方が異なることを示している。そこで即興性を重んじ、過程におけるさまざまな発見を重視する評価法を取っている。すなわち、このアプローチでは、即興性という意味で、教師の力量が重視され、教師を、どこかで作られたカリキュラムを教えるだけのティーチングマシンとしてではなく、日々考えながら工夫を凝らしていく創造的な存在として、見ることが求められる。カリキュラム・アプローチと言いながら、決して意図されたカリキュラムだけを見ているのではなく、実施されたカリキュラム及びその評価というところまでを射程に入れている。

5－1－2　カリキュラム開発の方式

次に、このカリキュラム開発が広がりを見せる場合の、3つのカリキュラム開発過程を紹介したい。

表5－2　カリキュラム開発過程

＊教育センター方式 ここでの教育センターはワークショップを開催する場だけでなく、考え方や教具を共同で開発するときに話し合ったり、作業をしたりする場でもある。これらの教育センターは、カリキュラム開発プロジェクトで共に働くために最低限必要な構造を提供している。
＊ネットワーク方式 いくつかの国では、研究の成果が広範囲に知れわたり、不要な重複を避けるために、上記のセンター間に網の目をはりめぐらせている。
＊組織方式 カリキュラム開発が進むと活動を単に実施していくだけでなく、より強固な組織を作り、カリキュラム開発に対して経済的な支援を行う。一度組織が出来上がると、支援することに留まらず、より積極的な役割を果たすようになる場合が多い。

出所：Howson（1981）pp.71-77

もし教師が、カリキュラム開発においてその能力もしくは責任を持たないとみなされるならば、カリキュラムは天下り的に与えられるであろうし、教育センターなどでも最小限の役割しか果たせないであろう。それに対して、教師がカリキュラム開発の積極的な参加者であるとみなされるならば、単に授業を教えることを越えて、教育センターにおいても高度な能力と役割が求められる。上記の新しいカリキュラム開発にて求められるのは、このような教師の積極的な役割である。

ここで問題となるのは、「鶏が先か卵が先か」の論争に似た、教育センター（ネットワーク、組織）が先か、教師の能力が先かの問題である。もちろん両者が必要であることに間違いなく、どちらが先かの議論は不毛に近い。むしろ両者がどのように関係しあって発展していくのかの議論が必要である。したがって国際協力の一環として、教育センター制度などを設立するとしても、それが契機となって、教師がカリキュラム開発に参加すること、さらにそれを通して職能成長を遂げることが

求められなければならない。
それに対して、例えば英国が行う国際協力では、個人による教材開発を含めてカリキュラム開発に教師があまり関わっていない開発途上国に対して、上記の教育センター制度を、移転しつつあるが、このようにセンターという制度を移転することで何が起きるのかは、注目に値するだろう（注：英国では予算不足のために、このようなセンターが閉鎖されつつあるということである）。
このような問題意識をもちながら、これ以降では、「カリキュラム開発」というときに、国レベルでの意図されたカリキュラムだけではなく、それが展開していく過程での教師による教材の研究・開発・実施を含めるものとする。

5－2　カリキュラム開発における教師の役割

もし教師の能力によらず高い質の授業が行われるならば、また過程が少し複雑になろうとも一定の手順に従って授業を実施することができれば、どんなにか教育の質を全体として向上させることができるであろう。ティーチャープルーフ・カリキュラムやプログラム学習の発想の根底には、このような考えがあり、行動主義的な考えの影響もあって1960年代に非常に流行した。
ところが、前節で述べたようにカリキュラム開発観の変化は、カリキュラム開発を教師の職能成長の点からより広く見ることを求めている。もちろん意図されたカリキュラムの重要性は疑うべくもない。だからこそ第3章、第4章では意図されたカリキュラムを意識して論点の整理を行ってきた。しかしカリキュラム観の変化に伴って、注目したいのは教師が力量を自ら高めていくことで、カリキュラムにおける「乖離問題」を「可能性」に転換できる点である。それを可能とするために、制度はもちろん必要だが、同時に教師が主体的な役割を果たす必要性を見ていきたい。

5－2－1　なぜ意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムが乖離しやすいか

第1章で、教育の中身を3つのカリキュラムという考えで表し、SMASSEを例に引きながら、教育開発における問題の所在を、意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの間にできた乖離であることを見てきた。この問題を考えるときに、実は国によって教師に求められている役割が異なっていることに注意しなければならない。

《公的なカリキュラム開発における教師の役割は、だれがカリキュラムを決定できるのか、だれがカリキュラムを決定すべきなのかに関する信念によって形作られる。スウェーデンやスペインでは政治家や行政官がカリキュラムに責任を持つとみなされ、教師はカリキュラム開発の過程において小さな役割しか果たさない。米国では、教師はその過程の適切な参加者と見られるが、意味ある貢献をすることは能力的にできないとみなされている。英国では教師の参加は適切なだけでなく期待されている。》（Howson el al.（1981）p.64）

ここで英国の場合は教師の役割が最も積極的に認められているが、いずれの場合においても、程度の差こそあれ、実施されたカリキュラムにおいては、教師や子どもの力量、教師や子どもを取り巻く学校や教室の現実などが関わってきて、意図されたカリキュラムとの間に、既に乖離の芽を内包している、と言える。つまり、後者は「理念としての教育」を求め、過度の要求になる傾向があ

るのに対して、前者の「現実としての教育」では、ばらつきのある子どもの能力や教師の力量ややる気、そして必ずしも十分でない支援体制という現実に対応しなければならない。その意味で、実施されたカリキュラム——授業——は、状況に応じながら常に置き換えられる可能性を有している。これらの特徴は、表５－３のようにまとめられる。

表５－３　カリキュラムの特徴

	意図されたカリキュラム （国レベルでの学習指導要領他）	実施されたカリキュラム （教室レベルでの教材研究・開発・実施）
特　徴	理想化	現実との対応
開発後	開発後は静的	開発後も動的（置き換えられる）

５－２－２　教師による学び

このように乖離しやすい2つのカリキュラムに対して、新しいカリキュラム開発観では教師の役割が最大限に認められ、教師が積極的に乖離を含めた問題に取り組むことが理想とされる。このような教師の心的方向性というのは自動的に形成されるのではない。この問題は私たちにとっても無縁という訳ではないが、特に開発途上国で、「……がないから、できない」という発想（言い訳）に慣れてしまっている教師には発想の転換を促す契機が必要である。また、仮に発想の転換のきっかけを提供できたとしても、それが一時的な変化ではなく、継続した変化を引き起こすには、忍耐強い働きかけが必要である。たとえ当初実感を伴って必要性が感じられたとしても、教師が旧来の実践を乗り越えていくには相当なエネルギーが必要であり、途中で挫折感を感じたりあるいは当初感じられたはずの必要性を疑問視したりするような事態が起こりうるので、継続的な働きかけが重要である。

これらの働きかけは、国際協力における教師観と教師に対するアプローチに関連する。「機会が与えられれば、教師はその力を発揮することができる」という教師観を有するかどうかが、カリキュラム開発において、またそれに対する国際協力において、その第一歩にて差異を生み出す。乖離を起こしやすい2つのカリキュラムではあるが、前節で見てきたように教師がカリキュラム開発の中で積極的な役割をはたすことで、この乖離に変化を生じさせることができる。そこで大切なのは、最初から能力を完全に備えた教師像ではなくて、過程の中で学び続けることで成長する教師像なのだと思う。

このようなカリキュラム開発を可能にする環境として、その他の要素も指摘されている。

《たとえ教師が、特定的には数学教育に対する、より一般には学校に対する彼の目的に沿うように、カリキュラムや教授法を変えたいと思っても、運営管理システム、計画のための時間、教材･教具のための予算のような学校におけるその他の特徴が変わらなければ、そのような変化を維持することはできないかもしれない。》（Howson et al.（1981）p.66）

もちろん、学校管理職の力は直接的で、日々教師に接しているだけに影響力は大きい。また行政官やインスペクターも学校の円滑な運営に重要な役割を果たし、保護者やコミュニティが持つ学校や教師に対する理解や信頼も学校での教育活動を促進する。

さらに、このような学びを広範で長期的に起こすには、国や地方の行政機構が認知するように制度化することが重要である。ところが、制度によって資格がもらえるから、給与が上がるからとなると、研修への参加が促進される側面もあるが、一方で研修本来のターゲットである教師の参加が形骸化してしまう危険性もある。つまりそこでは、カリキュラム開発において制度と教師の自主性のバランスが求められている。これは先述のセンターが先か、教師の能力が先かの議論と似て、両者が刺激しあって、展開するよう構想しなければならない。

ここで新しいカリキュラム開発観を表す具体例として、英国でのカリキュラム開発を挙げることができる。教師の持つ力を信じ、参加を求める英国においては、カリキュラム開発においてサンプルを作成はするけれども、残りは教師が作成することを期待する。Nuffield Mathematics Project や the Mathematics for the Majority Projectなどではそのような方法でカリキュラム作成をした(Howson et al.(1981)pp.64-65)。ここでも大切なのはサンプル(先述のきっかけ)作りと、それに触発された教師の継続する学びである。

また、著者が参加したSMASSEプロジェクトの事例では、次のような学びのきっかけが見られた。1999年8月に実施した第1回中央研修にて、研修員である各地の経験豊富な教師とともにケニアの教育が直面している問題をまず確認し、「後は職業人としての皆さんに考えてもらいたい」と、ボール(課題)を参加者に投げた。講師が一方的に話を進める従来のセミナーのアプローチに慣れた参加者は、ここでのやり方に当初その意味がわからず焦点の定まらない顔をしていた。しかし、しばらくすると大変だという顔つきになり、それから1日かけて問題を議論した。その結果たどり着いたのは、「問題の解決策は自分たちが握っている」という自覚であった。

5－2－3　授業研究の再考：教師の職能成長

さてこのような教師による学びを、より具体的に、意図的に行うにはどのようにしていけばよいのであろうか。それにヒントを与えてくれるのが、第2章で述べた日本で頻繁に実施される授業研究である。それは広いカリキュラム開発の中において、意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの両者を取り持つ関係にある。一方で理想を求めながらも、他方で現実に対応していかなければならない。静的な目標を目指しながら、時々刻々と変わりつつある条件に、動的に対応していかなければならない。これら相反するものをどのように統合するのかという緊張が、授業研究における前進するエネルギーを生み出していると言えるのだろう。

実際には、授業研究という場があるだけで自動的に学びが起きるのかと言えば、必ずしもそうでないだろう。物理的な場を共有することの意味は大きいが、授業研究での学びを可能にする、日本人にとっては当然になってしまっている条件を改めて考察することが重要である。

例えば、授業研究では、様々な立場、考えの人が一緒になって討論するので、他者の仕事の内容を尊重し、評価する態度をもちながら、建設的に意見が言い合えるように、参加者の間で一定の了解もしくはある種の文化が、必要である。ところが開発途上国で多くの場合、インスペクターはそのような文化に晒されてこなかった。そこでは第2章での米国の事例のように、時間をかけ、その国に適した授業研究文化が形成されなければならない。

また授業研究に参加する教師は、通常、単独で存在するのではなく、教師同士でともに情報を交

換し合うネットワークの中にいる。しかもそのネットワークは既に出来上がったものとしてどこかから移転されるものではなく、情報を共有し合う中で広がりつつあるものとして存在する。その過程に参加しながら、各参加者が共有された価値観を形成していくのである。

これらの条件がある程度整い、その国の独自の条件も加わって、その国に適した新しい授業研究文化が形成されていくのであろう。そしてその新しい文化が、より長く継続していくには、質の高い理想としての意図されたカリキュラムと、それを実施していく上での質の高い継続的な学びが一体となって展開しなければならない。

5－3　SMASSE プロジェクトにおける一研修員の学び

前節では、カリキュラム開発を新しく捉えなおし、その開発過程の中にいる教師による「学び」に焦点付けて考えてきた。ここでは教師の学びを、1つの事例ではあるが、SMASSEプロジェクトの研修に参加した一人の教師（以下Aさん）に注目し、彼女の変容を追うことで、多少なりとも具体化していきたいと思う。このプロジェクトに参加した教師が、教員研修をきっかけとして学ぶ必要性を感じ、そして学びつつあるのかを描写したい。国レベルでの学習指導要領の開発をプロジェクトが目指しているわけではないが、その意味で、この過程は本報告書で捉えるカリキュラム開発の一部と見なすことができると考えている。

具体的に、ここでは学びをAさんの考えの変容として捉え、授業や数学教育に対する見方という数学教育に直接的に関わる視点と、そして職業観などの教育一般に関する視点から、時間とともに追っていく。時間的に最後に位置する日本研修において、Aさんは本来業務から離れていたという意味で、これをカリキュラム開発の過程として扱うことは厳密には問題があるかもしれない。しかし本報告書でのカリキュラム開発の性格、またこの日本研修の性格――研修成果として授業展開を目指した――を考えたとき、むしろ、前節で言う学びが集中的に起こったとも言える。

Aさんは、新しい方法や考え方に出合った時、必ずしも直線的に受け入れたわけではなく、多くのゆれを感じている。そのことは、新しい方法や考え方を自分のものとする過程が単なる移転ではないこと、何度もゆれることは、真摯な取り組みが為された、と言える。Aさんは何度も分かったつもりになりながら、何度も分からなくなって、それを繰り返して、理解を深めていった。

5－3－1　1999年8月第1回中央研修

SMASSEプロジェクトは、ケニアの中等レベルでの理数科教員を対象とする研修制度を確立することで、教育の質的向上を図ることを目標としている。第1回中央研修は1999年8月に実施されたが、その最大の目的であり成果は、参加者の教育現状に対する意識の向上であった。研修の準備にあたり、新米の教師ならば新しい情報を与えればすむかもしれないが、今回の参加者は経験豊富な教師で、既に自らの実践の中でたくさんの問題点を感じている、ことが前提としてあった。したがって、実際の研修ではまずこれらの点について議論してもらい、自らが問題の解決方法を見つけていくことを目指した。表5－4に見るように第5日目までのプログラムのうち半分、開会式、SMASSEとASEI運動、青年心理学、理数科教育におけるジェンダー問題、PDSIアプローチ（計画・

実施・評価）は、4教科（数学、物理、化学、生物）の合同プログラムで、それ以外は数学科のみの個別のプログラムであった。個別プログラムの中では、数学教育で直面している問題をいろいろな角度から切り込んでいった。

表5－4　第1回中央研修プログラム（数学科）

	研修プログラム活動	
	午前	午後
第1日目	開会式	SMASSE と ASEI 運動
第2日目	基礎調査の分析	ケニアにおける数学教育史
第3日目	数学教育における困難点	青年心理学
第4日目	試験と評価	理数科教育におけるジェンダー問題
第5日目	PDSI アプローチ（計画・実施・評価）	誤答分析
第6日目	教科書と学習指導要領の分析	数学教育における新傾向 授業ビデオの鑑賞
第7日目	数学教育の社会文化的側面： 幾何	民族数学を使った授業計画 教材の作成
第8日目	オープンエンドアプローチの導入	オープンエンドアプローチを使った授業計画
第9日目	TIMSS ビデオの鑑賞と議論	研修間計画の立案
第10日目	研修評価	閉会式

前半の山場は第3日目「数学教育における困難点」と第4日目「試験と評価」で、ともに参加者の参加度を高めるようなワークショップの手法――活動と小集団討議――を用いた。参加者が、全員で自らの、そしてケニアが現実に抱えている数学教育の問題について、徹底的に議論し、最後には自分たちの取り組みが重要な役割を果たすことを、確認していった。そこでは研修実施者側の考えを押し付けられたのではなく、参加者が自ら時間をかけて議論したことが鍵である。

週末の休みをはさんで、第2週目、つまり第6日目以降は、数学教育の具体的な教材作成と授業展開、研修後の活動計画の策定に取り組んだ。例えば、日本や米国、ケニアの授業ビデオを見て色々な特徴、問題点、改善点を話し合ったり、第2章で述べた「オープンエンドアプローチ」による問題解決授業や、「数学教育の社会文化的側面」などの内容を取り扱ったりした。結果的には、教材作成という具体的な成果はあまり上がらなかったが、むしろ収穫は教師が授業に対する新しい見方を開いていったことにあった。

この研修の参加者の1人Aさんは、少し恥ずかしがり屋の女性教師で、教師としてのキャリアは15年ほどである。この研修中に見せた別の参加者の授業ビデオに言及して、「私なら絶対、ビデオに撮られたくないし、ビデオが入ってくると、気絶してしまう」と冗談っぽく言っていた。また他の多数の参加者と同様、彼女は、当初結論が1つに定まらないので、「オープンエンドアプローチを用いた授業はケニアでは難しい」という感想を述べていた。

5－3－2　研修後の活動

第1回中央研修が終わってしばらくすると、「オープンエンドアプローチ」は流行語になり、あちらこちらで聞かれるようになった。研修から2ヵ月ほど経ったころ、研修の対象であった9つの県（District）の内の１つ、キシイ県の研修参加者及びキシイ数学教師の会より、オープンエンドアプローチを使った授業研究を行うので見に来て欲しいとの要請が寄せられた。実際に行われた授業（資料15参照）は、日本のオープンエンドアプローチの授業と随分異なった。しかし、もとより日本のアプローチを移植することが目的ではなく、授業について考察を深める契機になればと関係者は考えていたので、この授業をもってカリキュラム開発の過程はようやくその第一歩を踏み出した、と言える。

それ以後も幾つかの県を訪問して、研修の成果を調査し、同時に授業研究に類似したことを繰り返した。成果としては、研修の前後で授業の変化が見られたことである。つまり、授業の中で子どもの活動が見られるようになったこと、教師が子どもの話をよく聞くようになったこと、であった。また授業研究に関しては、訪問した先々で、授業を見学し、その授業について討議したことである。授業に他の教師が入ること、授業後にその授業について議論することは、ケニアの教師にとって初めての経験であった。そこでわれわれが当初気を付けたことは、授業に対する教師の考えに共鳴しながら、少し付け加えた改善提案をすることであった（馬場（2000））。そうすることでこのような習慣がないケニア人教師も傷つくことなく、どうすれば授業を良くする事ができるのかと聞いてくるようになった。そして、同僚のケニア人指導者もずいぶんと話し方を柔らかくし、数学教育にとって何が大切なのかを意識するようになってきた。

授業見学を実施した時は、必ずそれをVTRに収め、他の県へそのコピーを送ったり、ニュースレターで授業の取り組みを伝えたりした。これらの活動の目的は、やる気を出し始めた教師がうまく周りの理解が得られないときに励みになればということ、そしてプライドをくすぐってやる気に拍車をかけることであった。

さて当初授業を見られることを嫌っていたＡさんだが、このころには他の人の授業ビデオを見て、「なぜ見に来ないのか」、「私はオープンエンドアプローチや社会文化的側面を活かした授業を試みている」という口調に変化していた。

5－3－3　2000年8月第2回中央研修

（この部分に著者は直接参加しておらず、Ａさんからの伝聞による）

二度目の研修で、前年から継続して、社会文化的側面やオープンエンドアプローチについて話し合った。後者について、「確かに子どもたちの議論は活発になるが、他方で時間が足りない」、「よい問題を探すのが難しい」など、いくつかの問題点が指摘された。その議論の中で、ケニアの教師の一致した意見としては、「授業の中でいろいろと議論をした後で最終的な結論がないのは、生徒が混乱するのでよくない」ということであった。

5－3－4　JICA日本研修

プロジェクトタイプの国際協力での人材養成は、大きく分けると、日本人専門家の派遣と、当該国の人に日本で研修を受けさせること、の2つである。Aさんは2001年度の日本研修に参加し、著

者がその研修指導教官（研修の調整役）を担当した。

彼女の日本研修の目的は以下の２点であった。

・日本における教員研修の現状と課題、さらにそれに対して講じている解決策について知る。

・日本での授業を参考にし、SMASSEプロジェクトの学校レベルの展開に役立つ授業計画、ワークシートを作成する。

これらの目的を達成するために、大学教官による講義（5件）、高等学校数学の授業見学（5件）、教員研修施設での研修に関する質疑（2件）の3つの取り組みを軸に研修を計画した（表5－5）。さらに研修を実施していくうえで、計画中には表れていないが、各々の研修内容についての議論する時間を設けた。計画の中には表れていないが、この議論の時間がそこでの取り組みの意味をより深く考察したり、その他の事項との関係を考えたりするうえで役に立ったようである。もちろん各々の講義や見学などの活動が充実していたからこそ、この議論に意味があったのだと言える。研修から学んだこととして、Aさんが国際協力事業団に提出した最終報告書の一部を、資料として掲載する（資料16）。

表5－5　日本研修プログラム

月日	研　修　項　目	研修方法と具体的内容
9/17 9/21	ブリーフィング	
9/25 9/28	日本語研修	
10/1 10/5	集団コース 日本の教育制度	国別レポート発表、講義； 日本の小・中・高等学校の実情と課題
10/9 10/12	日本における問題解決学習	講義、授業見学； 日本の問題解決学習の理論、 問題解決学習を基にした授業
10/15 10/19	教材作成（確率）	講義、セミナー、研修旅行； 確率教材の作成 問題解決学習と教員養成
10/22 10/26	教員養成の国際的視点	セミナー、授業見学； APEIDセミナーの見学
10/29 11/2	問題解決学習のケニアへの展開	セミナー、施設見学；
11/5 11/9	教員研修の実情と問題点	研修旅行、授業見学
11/12 11/16	教材作成（幾何）	講義、セミナー、授業見学； 幾何教材の作成
11/19 11/23	SMASSE共同プログラム	セミナー、ワークショップ

5－3－5　研修前期

研修はほぼ2ヵ月にわたった。その前半と後半で基本的な差が見られるので、研修前期と研修後期の２つの時期に分けて考えたい。

研修のために来日した直後の彼女に会った。ちょっとしたトラブルに巻き込まれたせいもあり、このころは、新しいことに取り組む意欲に欠けていた。次の発言がそのころの彼女の意欲を表している。

「昨年来日したB氏は仕事一筋かもしれないが、私はせっかく日本に来たのだから、日本で仕事以外のものを色々と楽しみたい」

また二週間の日本語研修を経て、いよいよ数学科の研修が始まった。振り返ってみれば、このころ著者が別件で忙しいこともあり、議論が量的に欠けていたが、ある日、「日本での見聞をケニアへ帰国後、是非活かしてもらいたい」という私のコメントに対して、

「日本の数学教育がすばらしいのは分かるけれども、それは日本だからできるのであって、ケニアには適さない」との回答が返ってきた。ほぼ同時期に、Aさんは第２回中央研修について言及した後で、「オープンエンドアプローチは、ケニアには向かないのではないか」と苛立ちを隠さずに言っていた。

そのような研修前期の中で、最初の山場は授業見学の後にやってきた。見学した授業では、授業の終わりに二人の子どもが起立するのを忘れるぐらいに問題を解くことに熱中していた。Aさんはこのことに感銘を受け、自分自身がこのような授業を行ったことがあるのだろうかと自問し、しかも研修の期間中、このことの意味を問い続けた。このように教師として苦悩する場面は、次のレベルを目指すための1つのステップであろう。そして私にも機会があるごとにその意味とケニア数学教育への示唆について、尋ねてきた。そのような中で彼女が学んだことを、Aさんの最終報告書から抜粋する。

《(授業の中で提示された)問題は、生徒にとって意欲をかきたてるもので、幾人かの生徒は授業終了時の挨拶さえ忘れていた。中国とバングラデシュの教師とこの授業について議論した時に、それぞれの国の授業と比較して騒がしかったことが判明した。私たちはこの騒がしさを「数学的な騒がしさ」と名づけた。ケニアの授業の大半は静かであるが、SMASSEプロジェクトの研修のおかげで、私たちはこの騒がしさが子どもたちの数学的な思考や自信の形成に繋がることを学んだ。》

ここにあるように、広島大学大学院国際協力研究科での環境が幸いして、授業見学の後に、バングラデシュや中国(内モンゴル自治区)出身の院生(ともに数年間の教師経験あり)を交えて、授業中の子どもの声をどう考えるのか、について議論した。この二人が上記の騒がしさを教育の妨げとして捉えていたのに対して、Aさんはケニアでの自分の授業を思い出しながら、ここでの騒がしさは子どもたちの活発な思考活動の賜物であると意見を述べた。

ここで大切なのは、議論を通して、Aさんが自問し、自らの実践を反省的に捉えることができたこと、さらにそれを自らの教育実践と関連付けて「数学的な騒がしさ」という数学教育の中での重要な因子として認めることができたことだと思う。

5－3－6　研修後期

研修が進むにつれて、日本の授業のすばらしさ、研修制度の充実を感じる一方で、Aさんは「ケニアの現状との間に大きな隔たりを感じる」と、もらしていた。そこで奈良県立教育研究所を訪問した際には、関係者に研修が制度化され始めた30年余り前の様子を尋ねていた。その説明によれば、当時の状況は以下のとおりである。

《当時新任教師は、山奥に配属された。山奥のこととて、放課後になると娯楽もなく、若い教師が集まって自主的な勉強会を始めた。そのうち互いの授業を見るようになり、中堅の教師も参加するようになって、授業研究のようなことが始まった。》

その説明にAさんは深くうなずき、日本にもそのような時代があったのかと納得した風であった。同時にケニアにおける自分たちの活動の意味をその話に重ね合わせたようである。さらに、「日本の教師はなぜそんなにやる気があるのか」と彼女は尋ね、その質疑応答の中で、「そのような教師のやる気の根底に、子どもへの愛情があるんだ」という答に、少なからず心を揺さぶられたようである。彼女は、「自分には、そしてケニアの教師には、子どもへの愛情がないのだろうか。……いやそんなはずはない」と独り言のようにつぶやいていた。

同じ日の夕方には、奈良教育大学でのゼミに参加させてもらった。その折、上でのやる気の根源を探りたいと、教師志望の学生たちに「なぜ教師になりたいのか」と質問し、回答の多くで、教師になりたい理由に自分たちが教わった教師の影響があることを知った。既に教師志望者の中に、違いを見出したようである。そして「これまで自分は教え子にそのような気持ちを抱かせたことがあるだろうか」と、自問していた。

この研修旅行から戻ってくる頃には、ケニアへ帰国後に、何をすべきかを自覚していたようである。しかし、日本で見聞したことはケニアの教育実態からかけ離れすぎていた。そのためにケニアの実態を踏まえた授業を考えてほしいと要請があった。協議のうえ、統計の導入教材を考えることにし、A4判2枚のワークシート（資料17参照）を基に、ピア・ティーチング（本来の授業の代わりに、教師同士で子どもの役割を果たす模擬授業のこと）を実施した。

（口頭での説明）

「ケニアのSMASSEプロジェクトは成功して、新しい事務所が必要になったんよ。私たちの学校には教室やドミトリーがたくさんあって、あまり空き地がないので、仕方がなく2つある畑（シャンバ）の内、どちらかを事務所に変えないといけなくなったんよ。みんなどちらを変えればいいか、考えてくれる」

「そのために、どちらが適しているか考えないといけないよね。学校はそれを調査して、決めるために、委員会を結成したんよ。委員会が調べたところによれば、両方ともとうもろこしが植わっていて、現在の高さは次のようになっていました。とうもろこしを収穫してから、事務所を立てるんだけれども、どちらに建てればいいかな」

（問題）

次の2つの畑Aと畑Bのうち、どちらがより生産的か?

A	35	35	40	37	25	35	40	49	29	25
B	30	35	33	37	35	33	37	35	35	40

この授業後のＡさんの感想は次のようなものである。

《その問題状況はケニアでの私の授業に合っているし、尋ねられた問題も面白く、引き込まれるものであった。私には自分の生徒の声が聞こえたような気がした。私たちの考えが黒板に提示された。その問題の解答について私たちは考えを出し議論した。私が当初悩んでいた、終わりの無い授業(下線著者)がそこに展開した。私たちは次の授業の時間まで考え続けることとなった。このことは終わりの無い数学的な考えや発見を推進する。全ての授業がそのようにはできないけれども、思考の継続や発見を奨励することは、授業の中で試みるに値するだろう。》

ここでは何よりも、社会文化的側面を意識した文脈の重要性と、オープンな授業展開にこのような授業の実現可能性と意義が感じられたのだろう。つまり、Aさんは第1回中央研修で取り上げたオープンエンドアプローチ以来、子どもが起立することを忘れていた授業、最後のピア･ティーチングと、一貫してこれらの問題と格闘してきたと言える。

表５－６　Ａさんの考えの変容（まとめ）

	数学教育	教育一般
研修前	(「数学の授業の中で生徒たちの活動が重要である」) (授業の中で、問題演習以外の活動がほとんど見られない)	
第１回中央研修	「オープンエンドは難しい」 VTRに撮られるのは、恥ずかしい	「教師のやる気が、教育問題解決の鍵である」
研修後	「なぜ見にこないのか」 「私はオープンエンドアプローチや社会文化的側面を取り入れている」	(子どもたちの意見をよく聞く) (授業の中で子どもたちの活動が見られる)
第２回中央研修	「オープンエンドは時間が足りない」 「良い問題を探すのが難しい」 「結論が一つにならないと良くない」	
日本研修 前期 後期	「オープンエンドアプローチはケニアに向かない」 「数学的な騒がしさが子どもたちの数学的な思考や自信の形成に繋がる」 「ケニアの現状との間に隔たりを感じる」 「終わりのない授業がそこに展開し、数学的な考えを推進する」	「研修のみではなく、色々と楽しみたい」 「日本の教育は素晴らしいが、ケニアには向かない」 「ケニアの現状との間に隔たりを感じる」 「私たちは子どもへの愛情がないのだろうか」 「これまでに教え子に教師になりたいと思わせたことがあるだろうか」

注：「　」の中は、発言をあらわす。(　)の中は、Aさんのものではなく、その時点における一般の教師の反応である。

５－３－７　Ａさんの考えの変容を振り返って

既にSMASSEプロジェクトは1998年7月の開始よりほぼ4年が経過し、今後は授業レベルでの展開を中心に考えていく必要がある。またその他の教育プロジェクトにおいても、その努力が単に表面的に上滑りしないためにも、研修員が見聞することを理解するのに十分な手間をかけなければ

ならない。例えば、1つの授業を見る前に、その教材について議論をしたり、授業を見た後でその授業についてどのような意味があったのか、他の展開は有り得ないのかという議論をしたりして、研修員の持つ授業に対する考え方、ひいては教育一般に対する考え方に問いかけ、彼または彼女が、これまで行っていた教育を反省し、自らを変革していけるようにしなければならない。このような議論は一度きりではほとんど聞いただけに終わってしまうだろうし、繰り返し行う中で、その難しさや意義を寄り深く実感できるのだろう。そこに流れ作業で処理していけない、じっくりと相手の反応に応じて時間をかける必要性とその成果の遅効性が表れている。

このような学びの性格を考える時、過程を重視した国際協力と、その評価が求められていると思う。研修員が、研修の中でどう変化しているのか、何を学んでいるのかを、詳細に記述し、その意味を分析していく必要がある。Aさんとの会話の中で、著者は何度も「最初の中央研修の時、言ったでしょう」と言いながら、彼女の考えていることについて議論した。それは、彼女が何度も同じことを考えて、その度ごとに少しずつ理解の度合いが上がってきていることを、彼女にも示したかったのである。

上で見てきた、彼女の考えの変容を見るとき、そこではゆっくりではあるが、彼女の中で形成されつつあるものが見える。その1つの大きな成果が、「数学的な騒がしさ」(Aさんの造語)という授業の見方であろう。それ以前も彼女は、物理的にはもちろん授業を見ていたわけで、SMASSEの研修を契機として色々と考えた累積として、彼女なりの解釈をもった見方に到達した、と言える。このような内発的な学びを起こすためには、単純に知識・技術の水準が高い話をすればよいわけではなく、また開発途上国の人だからと水準が低い話をすればよいわけでもない。その人のこれまでの経験と響きあうような適切な働きかけとその人自身の真摯な内省活動が重要となってくる。

本節の冒頭で断ったが、ここではSMASSEプロジェクトのAさんという個人内の変化のみを見てきた。もちろん本報告書でのカリキュラム開発をこれで全てを捉えることができるとは言えない。しかし既に展開している教育プロジェクト、これから展開しようとしている教育プロジェクトにとって、教育の担い手である教師がプロジェクトの中でどのように変容しつつあるのかを正確に把握することは重要である。特に現在、国際協力ではオーナーシップという個人内での情意的側面にも大きく関連することが重視されており、その中身を明らかにしていくためにも、何が起きているのかを丁寧に細かく見ていく必要がある。本節は、そのような方向性での1つの試みである。

5－4　数学教育協力実践とその研究の今後の課題

さて以上で、オープンエンドアプローチや数学教育の文化的側面などのように、新しい知識や考え方をきっかけとしながら、教師が職能成長を図っていくという、本報告書におけるカリキュラム開発について論じてきた。そこでは意図されたカリキュラムが前面に出る場面もあるが、むしろその実現に向けた教師の学びという動的な要素が大きい、ということを見てきた。もちろん教師の学びを強調することは、研究者やカリキュラム開発者による、カリキュラム研究の意義を貶めるものではない。ただし管見ながらもこれまでの経験より考えることは、開発途上国におけるカリキュラム開発の大きな問題は、教師の役割が余りに受動的だったこと、である。したがって本章での議論

において、従来のカリキュラム開発を教師の職能成長の視点から捉えなおすことが、教育分野における国際協力活動にとって本質的な点であると見ている。

5－4－1　数学教育協力の可能性：教師の学びの広がりと深まり

現在、国際協力では、開発途上国もしくは開発途上国の人のオーナーシップを重視し、彼らの能力形成に寄与することが求められている。そのために教育分野の国際協力では、実践者である教師の能力形成はその活動の中核に位置する。しかし、教育の内容を表すカリキュラムを開発するにあたり、実践者としての教師の役割は従来必ずしも重視されてきたわけではなかった。そのような状況に対して、本報告書でのカリキュラム開発には、授業計画の策定や教材作りなどの毎日の実践から始まって、教師が少しずつ能力を高めていくに従って、より高度な教科書や学習指導要領作りに関わっていくことを指している。

それでは、このようにカリキュラムを広く捉えることが、数学教育協力にどのような可能性をもたらすのかを論じたい。ここまでの議論を整理する形で、教師とカリキュラムの関係、授業研究の役割、過程を重視した教育協力、という3点を論点とする。

第一に、数学教育協力を考えるときに、意図されたカリキュラムに対する協力、そして実施されたカリキュラムに関しての協力と分けることができるかもしれない。しかしこれらは理科や数学などの教科教育と教師教育・教員研修とを分けて考えることと同様、研究上の必要性はあっても、特定の国への教育協力を考えていく上で危険である。したがって本報告書では、両者を含めて、カリキュラム開発という言葉で表してきた。その上で、教育問題を意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの間の乖離として定式化し、教師の役割を積極的に捉えることで、その乖離の中にある種の可能性を見ようとしている。

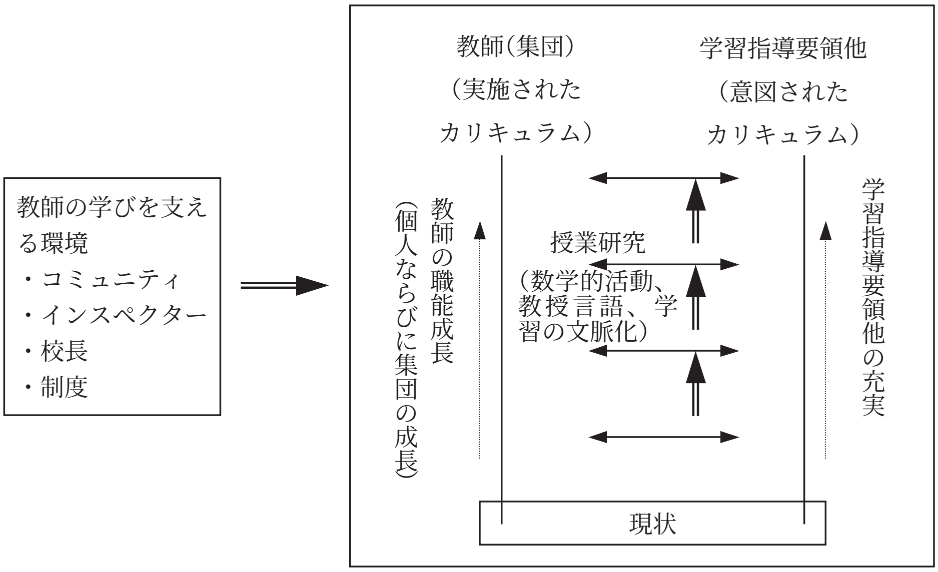
第二に、カリキュラム開発において教師の役割を積極的に見ることは、日常の教材研究や開発をもう少し長期的な視点で見ていくことを求める。授業研究は、日本の実践レベルで教材研究や開発を試す場である。しかし、それは吉田（2001）も指摘するように方法論として上滑りする危険性を秘めているため、授業研究において学習の中身や目的を反省的に捉えることが重要となってくる。その点において、文化的側面の研究は重要な視点を提供する。つまり、子どもの文化環境を活かすという点から、教師は学習教材の意義を他の教師と共有し（学びの広がり）、それを通して力量を深めていく（学びの深まり）、ということである。

第三に、このように幅広いカリキュラム開発を考えるとき、前節でも見てきたようにその過程に何が起きているのかに注目することは重要であるとともに、新しい可能性をもたらす。教師の成長は直線的ではないし、当初予期していなかったことが起きつつあるかもしれない。したがってあらゆる場面で、カリキュラム開発に関連して、何が起きているのかを、丁寧に見ていく必要がある。

以上の3点をまとめて、本報告書でのカリキュラム開発を次のようにモデル化する（図5－1）。経験の少ない教師が、学習指導要領を含めた意図されたカリキュラムを一から開発することは、不可能に近いだろうし、奇を衒うことになりかねない。ここではむしろ日々の教育実践の中での問題を、授業研究という形で共同解決していきながら、個人個人も力量を高めていく過程の延長上に、意図されたカリキュラムの質的な高まりを見ている。しかし当面は、意図されたカリキュラムの理

想が、実施されたカリキュラムをより高いところへ押し上げてくれる作用を持っている。したがって、意図されたカリキュラムはそれ自身が重要な要素であることに違いない。

図5－1　カリキュラム開発のモデル



従来の数学教育開発では多くの場合、意図されたカリキュラムが先にあって、教師はその実施者ということであった（図5－2）。それに対して本報告書では、カリキュラム開発を教師の職能成長という観点を含めて捉え直し、意図されたカリキュラムと実施されたカリキュラムの2つをつなぐ授業研究がその成長の場を提供する、ことをまず論じ、その先に、文化環境を活かした意図されたカリキュラムの開発、さらにそれが累積した形での独自の数学教育開発を見ている（図５－３)。

ここでは国際協力を相手国の時間軸（例えば相手国の教育開発史の観点、資料18参照）から見る必要性を訴える。例えば私たちが国際協力として関わる５年や10年というプロジェクトのスパンだけでなく、より長期的な数学教育開発史の形成過程としてみることができる。

図５－２　数学教育開発（従来型）

授業（実施されたカリキュラム）　←　意図されたカリキュラム　←　教育制度

図５－３　数学教育開発（教師職能成長優先型）

授業研究　→　文化環境を活かした意図されたカリキュラム　→　独自の数学教育開発

５－４－２　今後の調査研究課題

上記の可能性に関連して、今後の課題を述べておきたい。特に、国際協力を形成的な過程としてみることは、多くの可能性を生むと同時に困難さも付随している。

例えば、国際協力の成果として、教師の変容を長い時間にわたる過程として捉える場合、当初予想していなかったことが起きている可能性もあり、評価項目に入っていないがために見えていない

が、変容している場合も存在する。またより基本的な変容は時間がかかり、見えにくい。例えば、先述のAさんは、第1回中央研修を受講した後、放課後も自分の時間を使って、子どもたちの学習を見ていた。とはいっても、自らは仕事をしながら、開放した空き部屋に何人かの子どもがきて、そこで勉強をしていた、ということが内実のようである。その成果として、子どもは数学に対する理解を深めた上に、やる気を向上させただろうし、そのような1人の子どもの親が、卒業式の日に、わざわざ礼を言いにAさんのもとを訪れた。Aさんはこの変容にSMASSEプロジェクトの影響を指摘した。たとえ1件だとしても、教育協力の意義が感じられる事例である。日本の経験を基に開発途上国の教育の質的向上へ国際協力を実施していこうとするときに、このような変容をどのように評価していくのか、を考えていかなければならない。そのためにも、今後もっと多くの事例を対象として、詳細に記述する中で、何が起きているのかを知る必要がある。

その記述に関して、大きく分けて2つの課題――時間の広がりと対象の広がりまたは深まり――を提示したい。

1つ目は「どのくらいの時間の幅で成果を求めるのか」である。教育協力の可能性や成果は、どれくらいの期間で見ることができるのか、何を成果と呼ぶのかに大きく依存している。図5－5に示したように、数学教育協力を長期的な数学教育開発史の中に埋め込んで考えるならば、例えば、複層的に次のように考えることができる。

短期的（1年から2年）：　数学的活動、学習（問題）の文脈化、授業研究などの実践

中期的（5年から10年）：　子ども観、授業観の変化、文化的カリキュラムの形成

長期的（20年から40年）：　数学教育開発史の形成

もう1つの課題は、「教育協力の中で起きていることをどこまで広くかつ細かくみることができるのか」である。ここまでの議論では、本報告書での主題に関連して、数学教育に限定して論じてきたが、教育は本来1つの教科、数学だけで成り立つわけではない。いやその変化は学校に留まらないかもしれない。そこではより広範な調査研究が必須である。

そのために例えば教育プロジェクトの中に、協力実施部と調査部を併設することが考えられる。そして、調査部では学業成績のほかに、教育の専門家がフィールドワークの専門家と共同で、学校や家庭での教育に関連した変化をより深く追う。その調査内容は、例えば下記のような項目が考えられる。さらに教育が与える影響を広範に捉えていくには、農村経済学、文化人類学、農学などの専門家も参加して、対象地域の変化を、より多面的に追うことも考えられる。

（調査項目事例）

1）　校長、インスペクター
　　マネージメントに対する意識
　　教師との関係

2）　教師
　　教師の時間の使い方
　　教師が話題にしていること（教室、職員室、自宅等）
　　教師の教職に対する意識（子どもの成長、授業観、自身の職能成長に対する考え）

教師間の関係

教材研究開発の素材

3）　子ども

子どもたちの生活時間の使い方

家での話題

将来に対する意識

子どもたちの遊び

4）　カリキュラム（特に教科書）

文化的な概念をもつ語のリスト

教科書に見られる文化と関係する問題、記述

教科書の中のトピック・フロー

5）　授業

一般的な構造

授業の導入の仕方

教師や子どもの活動

教師や子どもの信念

誤答分析

6）　保護者

教師に対する意識

学校に対する意識

7）　その他

市場などで見られる民族数学的活動

ここでの調査は、すぐに協力の実施に還元されるものばかりではないが、当初から価値判断してしまうと、本質的であるが微妙な変容が見落とされてしまう可能性があるので、できるだけ忠実に描写することが求められる。

そうすることで、開発途上国の現状に基づいた形で、万人のための教育世界宣言（1990）に述べられている教育を、そしてさらに万人のための数学教育を、内実を伴ったものとして構想していけるのだと思う。

資　料

資料１　教育協力に関する提言

基本方針

教育援助の拡大を図る
基礎教育援助を重視する
教育開発の段階に応じた援助を実施する

重点分野

ア．基礎教育
（ア）理数科教育
（イ）女子教育
（ウ）社会的弱者に対する教育
（エ）ノン・フォーマル教育
イ．高等教育

重点内容

ア．教育行政の強化
イ．教師の養成と質的向上
ウ．カリキュラム、教科書・教材開発
エ．学校施設の整備

実施方法

(1)複合的な方法
(2)相手国と共同で計画策定
(3)国際的教育援助ネットワークへの参加
(4)途上国とのコミュニケーションの確立
ア．日本の援助スキーム
イ．教育援助の実態の周知
ウ．教育援助に関する定期的対話
(5)新たな援助アプローチの開発
ア．総合的プログラム援助
イ．住民参加型アプローチ
ウ．資金協力と技術協力の協調
エ．NGO との協調

留意点

1)長期的視野
2)質的改善
3)女性に対する配慮

体制整備

(1)教育援助専門家の養成確保
潜在的人材
・教育行政官
・教育指導主事
・教員
・JOCV の OB
(2)国内の体制
・国内機関の専門家、研究者のネットワーク
・教育援助研究部門の設立
・開発教育の促進
(3)JICA の体制整備
・教育援助担当職の設置
・国際協力専門員の増員
・コンサルタントの育成・活用

今後の課題

1)リカレントコスト
2)国別・地域別の教育調査研究の継続
3)女性に対する配慮

資料２　数学教育分野の国際協力事業派遣専門家

	長短	派遣国名	派遣形態名（プロジェクト名）	担当科目名	派遣先機関名	派遣期間	担当部課
1	短期	アルゼンティン	個別専門家派遣事業	数学教育	教育文化省国際協力局	2000.03.03 2000.03.28	中南米・ 南米課
2	短期	アルゼンティン	個別専門家派遣事業	数学教育	教育文化省国際交流局	2000.03.03 2000.03.28	中南米・ 南米課
3	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2000.08.07 2000.09.20	社協・ 社協一課
4	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2000.09.13 2000.10.21	社協・ 社協一課
5	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1998.03.07 1998.03.14	社協・ 社協一課
6	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1998.12.17 1999.01.14	社協・ 社協一課
7	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1998.12.02 1998.12.30	社協・ 社協一課
8	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1999.03.29 1999.09.30	社協・ 社協一課
9	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1999.03.01 1999.04.05	社協・ 社協一課
10	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化省	1999.09.20 2000.02.04	社協・ 社協一課
11	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育省	1999.12.25 2000.01.31	社協・ 社協一課
12	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2000.01.26 2000.04.06	社協・ 社協一課
13	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2000.03.15 2000.05.13	社協・ 社協一課
14	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2001.02.12 2001.03.18	社協・ 社協一課
15	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	教育文化局	2001.02.19 2001.03.31	社協・ 社協一課
16	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	インドネシア教育大学、 ジョグジャカルタ国立大学、 マラン国立大学	2001.07.02 2001.08.31	社協・ 社協一課
17	短期	インドネシア	初・中等理数科教育拡充計画	数学教育	インドネシア教育大学、 ジョグジャカルタ国立大学、 マラン国立大学	2001.08.13 2001.10.09	社協・ 社協一課
18	短期	エジプト	個別専門家派遣事業	「小学校理数科授業改善」（数学教育）	教育省、国立教育開発センター	2000.09.05 2000.11.30	アフリカ・ 中東欧州課
19	短期	エジプト	個別専門家派遣事業	「小学校理数科授業改善」（数学教育）	教育省、国立教育開発センター	2000.07.15 2000.09.15	アフリカ・ 中東欧州課
20	短期	エジプト	現職教員訓練	チーム派遣「小学校理数科授業改善」数学教育	国立教育開発研究センター	2000.03.28 2000.05.08	アフリカ・ 中東欧州課
21	短期	エジプト	現職教員訓練	チーム派遣「小学校理数科授業改善」数学教育	国立教育開発研究センター	1999.12.01 2000.02.29	アフリカ・ 中東欧州課
22	長期	ガーナ	小中学校理数科教育改善計画	数学教育	教育省　ガーナ教育サービス	2000.04.06 2002.04.05	社協・ 社協二課
23	短期	カンボディア	カンボディア・中等教育理数科教員養成・訓練計画	数学教育	教育・青年・スポーツ省　高等師範学校	1999.11.07 1999.11.19	社協・ 社協一課
24	短期	カンボディア	理数科教育改善計画	数学教育	教育・青年・スポーツ省	2000.10.11 2001.01.20	社協・ 社協一課
25	長期	カンボディア	理数科教育改善計画	数学教育	教育・青年・スポーツ省	2001.03.10 2003.03.09	社協・ 社協一課

26	短期	カンボディア	理数科教育改善計画	数学教育	教員養成校	2001.07.31 2001.09.08	社協・ 社協一課
27	短期	ケニア	中等理数科教育強化	数学教育	教育科学技術省	2000.08.01 2000.08.25	社協・ 社協二課
28	長期	ケニア	NYS 技術学院	数学教育	国家青年奉仕隊	1991.06.19 1995.12.31	社協・ 社協二課
29	短期	ケニア	ケニア中等理数科教育強化プロジェクト	数学教育	教育省及びケニア理数科教員養成大学	1998.08.26 1998.09.26	社協・ 社協二課
30	長期	ケニア	ケニア中等理数科教育強化プロジェクト	数学教育	教育省及びケニア理数科教員養成大学	1999.04.01 2000.03.31	社協・ 社協二課
31	短期	ケニア	ケニア中等理数科教育強化プロジェクト	数学教育	教育省及びケニア理数科教員養成大学	1999.06.07 1999.08.25	社協・ 社協二課
32	短期	ケニア	中等理数科教育強化計画	数学教育	教育科学技術省	2001.04.10 2001.04.22	社協・ 社協二課
33	短期	ケニア	中等理数科教育強化	数学教育	ケニア理数科教員養成大学	2001.07.28 2001.08.25	社協・ 社協二課
34	短期	ケニア	中等理数科教育強化	数学教育	ケニア理数科教員養成大学	2001.07.15 2001.08.04	社協・ 社協二課
35	短期	ケニア	中等理数科教育強化	数学教育	教育科学技術省	2000.07.05 2000.09.02	社協・ 社協二課
36	長期	ケニア	中等理数科教育強化計画	数学教育	ケニア理数科教員養成大学	2001.10.20 2003.06.30	社協・ 社協二課
37	短期	フィリピン	個別専門家派遣事業	理数科教育（数学教育）	フィリピン大学理数科教師訓練センター	1992.11.08 1992.12.25	派遣・ 派遣一課
38	短期	フィリピン	理数科教師訓練センター	数学教育	フィリピン大学理数科教育開発研究所理数科教師訓練センター	1993.09.20 1993.09.25	社協・ 社協一課
39	長期	マレイシア	個別専門家派遣事業	高等教育（数学教育）	マラ教育財団	2000.09.12 2002.09.11	アジア一・ 東南ア課
40	短期	南アフリカ	チーム派遣「ムプマランガ州中等理数科教員再訓練計画」	数学教育	ムプマランガ州教育省	1999.08.28 1999.09.25	アフリカ・ アフリカ課
41	短期	南アフリカ	チーム派遣　ムプマランガ州理数科教員再訓練	数学教育	ムプマランガ州教育省	2000.02.15 2000.03.22	アフリカ・ アフリカ課

資料３　国際協力事業団・教育協力プログラム比較

	ケニア	南アフリカ	エジプト	インドネシア	カンボディア
プロジェクト目標	教師の再研修システム構築	中等理数科教員再訓練計画	教員用の授業改善・教材開発ガイドブックの編集を通じて教授法が改善される	理数科教育の質の向上、無資格教員への資格付与、運営管理体制の強化 現地の大学教官とゼミを行うこと	教員養成校を拠点として基礎調査：理数科教育改善 教育研究局を拠点として教科書・カリキュラム検討：理数科カリキュラム改善 訓練内容の開発 高校教師への訓練実施 高校レベルの学校インスペクターに対する訓練実施
強み	研修では中央・地方とも熱心な参加者 協力隊も多い 教師教育実施されている CP もいる 数学の教科書２冊を使用していた 全ての生徒に教科書１冊ずつ配布するだけでも教育効果は高いようだ 地方の数学教師集会がある	現地の大学・教育相が積極的である 大学が教授法・評価法に理解をしている	他のドナーとの重複がない 実施機関は統一（北海道教育大学・JICA北海道）	大学の講義では学生と教官はよく意見を出し合っている 模擬授業では生徒の理解を確認しながら進む良い授業が展開された 現地の大学では、集団討論があり、教官同士が意見交換をする場であった 生徒は熱心に授業をきき、ノートの取り方もよく指導されていた 日本の算数・数学の教育事情に関心を持つ現地教師は多い 去年は伝統的な指導法がほとんどだったが、今年は授業内での対話を用いた方法がとられていた	
プロジェクト後の課題	数学 CP はまとまりがよくない SMASSE に事務室	専門家同士の連絡が重要	アラビア語でガイドの普及促進 研修プログラム具体化とパイロット研修実施 ガイドブック改訂システムの構築 Mac/Win で CP が混乱 コンピュータシステム構築不足 CP 共同時間不足 専門家同士の情報共有 専門家派遣の計画性 専門家不在期間があった	基礎をしっかり積むために、数冊の本を徹底すべき	

現地の文化・歴史に関する事項	地域住民による理数科教育への姿勢	アパルトヘイト後の黒人の教育	現地の生活事情を配慮（就業時間・ラマダン）	CPとして若手を起用したいが年配を優先する習慣がある	科学用語をクメール語に導入する際、フランス語の音訳のため混乱・誤りが生じる
	社会と学校の連携不足	人種間で教科内容が異なる：黒人は統計の内容を知らない		一生懸命の中学生たちの中に、手を挙げて質問する者は誰もいなかった	数学では用語の誤用は少ないが、理科では多い
	家の経済的問題				
	児童労働				
	家庭内問題				
	会議では議長の意見が絶対的に扱われることもある				
	教育理論と実践は別と捉えているようだ				
現地の行政	初等・中等教育の連続性	教員やスタッフの人事異動のため人材確保できない	機関間の連絡・協力体制	現地のカリキュラムは7割が政府で決定し、大学側では3割を変更できる	指示を受けていないため、教えない内容もある
	学習到達度評価の欠落	プロジェクト運営に関して現地で人数不足	政府によるカラープリンターの使用規制があり、活用不十分	大学でのPCはかなり不足	主な数学内容は高校で教わるが、それ以上の知識を得る場がない
	理数科教員不足	実験主体の授業を行うための校内研修確立が必要	教育省からの許可がないと学校訪問できず、書簡入手のために時間	授業参観から、現場教師の指導法に問題あるため、現職研修制度の必要性	数学の教科書に間違いがあった
	教員住宅不足		縦割り行政：他機関からの協力なし		教科書検査で間違った内容に変更された
	栄養問題		現地の人事異動などでCP不在の時期があった		教科書作成の過程に問題がある
	不透明な教員の転勤制度		機関間でライバル意識が強いため、情報交換ができない		教科書執筆委員は少数：1人で全学年を作成する場合もある
	教育処遇の放置				執筆者の専門知識に限りがあり、外国の教科書を写す
	教育内容の過剰要求				単元項目は整っているが、単元間のつながり、単元の基礎となる数学的概念の認識は薄い
	教育財源難				専門知識を持った人間が存在しない、支援していない
					訓練を担当できる教官がいない
					教官の数は十分だが、若く、経験不足
					教科書の学年間に用語が統一されていない
					教員は給与が低く、それだけでは生活できないと考えている
					高校の教科書内容が日本の大学内容を含み難しく、教員は指導できない

教授法	授業見学では教師が一方的に話していた		知識伝達型の教授法	詰め込み式の教授法が見られた	講義型の授業
				伝統的な授業展開	
教員の質	教員の教授法の問題	教科の基礎的内容とプロセススキルの向上が必要		例示の際、適切ではない場合がある	理解が曖昧なまま公式を暗記している
	教員間の交流不足	教師の専門知識として、生物・地学は新しく導入された教科なので、低い		高校では、黒板を丸写しということもあった	数学教師の数学知識は広範囲だが、深くない
	情報交換の場がなかった：優れた教員の教授法など他の教師が知るすべがなかった			中高の教師の中には準備不足の者がいた	教員養成教官の経験と能力不足
	教員の専門知識の不足				プノンペン市内の高校では、演習問題が中心
	教師が自身の数学的能力を鍛える必要性			机間巡視は見られなかった	
	授業案はほとんどの教師は作らない			数学嫌いが高校では見られた	
	教科書・本を板書するスタイルが主流			小学校では、児童を静かにさせるので手一杯だった	
	学期末に特別授業で教師はバイト			セミナーへは現場の教師が参加していない	
	数学的な背景がないのに教育法の方法論を求める傾向がある			大学教官は現場の先生よりも「上」だと考えている	
	学校建物・施設不足			大学教官と現場の先生の両者が共同で教材開発・教授法・評価を検討していない	
				生徒はすばらしいが、指導効果が上がらないのは教師の指導方法に問題がある	
				現地の大学ではゼミがないので、卒論指導などは提出物による場合が多い	
				ゼミ生は、幾何学が弱い	
				大学の講義速度は日本の3倍ほど遅い印象	
				大学教官は訪問先の現場の授業を見ていないようだった	
生徒		実験が好きな生徒はテストがいまいちで、その逆もある		中学校では、生徒は授業でよく教師の話を聞いていた	
学校設備	教科書不足			大学生が教科書を購入する割合は20%程度	専門的な文献がない
	通信伝達機能不足			大学で使用される数学の教科書に良いものがない	教材・教具不足
	水・電気不足				

資料４　（SMASSE セミナーでのプレゼンテーションより）

Observations and findings

1 Findings from the students questionnaire from the school (X) are as follows.

When students were asked:

(Q1) whether or not they like mathematics?

*97% in form I, 92% in form II, 85% in form III and 54% in form IV said 'yes'. This may indicate lack of interest in the subject as students proceed to higher forms in this school.

(Q2) what they thought as the most important factor in a mathematics class,

*47.9% in form I, 43.3% in form II, 34.6 % in form III and 38.7% in form IV considered formula as the most important in a mathematics class.

*This was followed by 'calculation' with 18.8% in form I, 11.4% in form II, 11.7% in form III and 14 % in form IV. Other important responses were as follows;

(i) Final answer has very low consideration, while 'examination' was given minimum attention.

(ii) 'Way of thinking' was given more weight by students at higher levels.

(Q3) what they thought was the purpose of learning mathematics in school,

*24.8% in form I, 25 % in form II, 27.8% in form III and 18.6 % in form IV considered mathematics as necessary to understand other subjects.

*Also, form IV students considered enlightenment as important than understanding other subjects when 20.2% of form II students considered 'job' expectation as significant compared to other forms.

*Most students in the school do not consider mathematics 'interesting'.

(Q4) whether they ever disclose their opinion during mathematics class,

*Majority of students said 'yes'.

2 Findings from interview

(1) Attitude of teachers/students

(a) Teachers' view

*Almost all teachers interviewed said that students, especially girls, had a negative attitude towards mathematics. And that attitude is developed among the students.

*The teachers are unable to attend individual student because of large number of students in one class.

(b) Students' view

*Most students complained of teacher's laxity in their teaching and missing lessons regularly.

*Students fear that the teacher harass them.

COMMENTS

*There is a need to develop interest in mathematics in our students irrespective of their attitudes in the subject.

*Teacher lacks commitment or responsibility.

*Teachers must not fail to attend classes and should be aware of their time table.

(2) Contents

(c) Teachers' view

*Too much contents to cover.

*The students lose interest somewhere in Form II.

*Form III mathematics is difficult.

*Some contents are not covered.

*Difficult topics: three dimensional geometry and several other topics are metioned.

(d) Students' view

*Upper levels, forms III and IV, complained of not mastering the lower skills and found the mastery of higher skills difficult.

*Difficult topics: trigonometry, locus, integration, further trigonometry.

COMMENTS

*Teachers must therefore diagnose the weakness of students to be able to monitor their progress as they move from one stage to the next.

*Teachers assume for example that fraction has been covered in a primary school content and hence treat it lightly.

(3) Teaching method

(e) Teachers' view

*Teacher lacks effective teaching aids

*Teacher makes students active;

(i) by giving exercises and questions in class,

(ii) by giving assignment after class,

(iii) encouraging students to ask questions.

(iv) individual attention to the poor students during and after class.

(v) group work is arranged by teacher during and after class.

(vi) encourage the discussion during double lesson.

(vii) a committee is formed to assist weak students.

(viii) three boys, bright, average and slow, are called to the front to attempt the same question. (Only Makueni boys)

(ix) The teacher stimulates the students to strive hard by talking about the performance of other schools.

(x) The reward is offered to the best performed student

*Teaching load is very heavy.

*Teacher get a feedback from students by asking verbally.

(f) Students' view

*Teachers do not mark assignment work regularly.

*Teachers teach too fast in order to cover the syllabus.

*Teacher feel bothered by students when asked questions continuously.

*They want to have more exercises besides the ones in textbook.

*They don’t understand the content but are unable to ask questions.

*They don’t know the today’s topic in advance.

COMMENTS

*No lesson plan or scheme of work is necessary.

*Teachers seemed to take for granted many points which need to be attended to.

*Teachers deviated from the teaching method which they learned in the college or university and tended to use inappropriate methods of teaching.

(4) Interaction and activity

(g) Teachers’ view

*Teachers are very positive about interaction and activity. However, further question reveals that most of the teachers allow such interaction to a very limited extent.

*Some teachers admitted that they don’t have activity because of time factor.

*Very little discussion among the students.

(h) Students’ view

*No discussion during class.

COMMENTS

*Interaction is very limited and controlled by the teacher.

(5) Other areas

(i) Teachers’ view

*Lack of textbooks.

*Teachers claims a gap between primary and secondary mathematics.

*KCSE mathematics performance indicated that candidates found the mathematics examination difficult.

*Students are not coming to school continuously.

*Teaching load is too heavy.

*Besides examination, the objective of mathematics education is to train speed and accuracy.

(j) Students’ view

*They want to have more textbooks.

*They don’t inform their parents about what is happening in school, fearing later harassment.

COMMENTS

*Teachers should be encouraged to contribute ideas on why performance in mathematics is poor and what, in their view can be done to improve performance.

*Teachers are better placed to give reasons for the poor performance.

3 class observation

There is a big gap between the answer which we acquired through questionnaire and interview and the image which we acquired through observation of class teaching especially about interaction and students' thinking activity.

The following table shows how many classes satisfied the listed items out the twelve classes which we observed.

item	yes	no	comment
encouragement for further thinking	0	12	One teacher said "You have tried"
stimulation for further thinking	0	12	
discussion by students about method	0	12	
multiple solutions	0	12	One interviewed teacher answered yes.
only easy cases	12	0	

Besides, what we noted in the above table there are some other points which we observed in the class. We feel more systematic way of observing class should be made available in future.

Lack of confirmation whether students really understand.(eye-contact, verbal question etc.)

Lack of reading and interpreting ability.

Provider-receiver relationship

Few sketch and no movement.

Formula centered teaching

Lack of attention to poorer students

No communication among the students during the lessons.

(This was clearly reported by Prof. Utsumi in his classroom teaching analysis using CNR method.)

Teacher talked and at the same time wrote on the chalkboard most of the time.

Teacher doesn't pay attention to what the students recorded in their notebooks.

資料５　数学的な考え方

数学的な考え方は、1958年の学習指導要領に登場して以来、日本の数学教育界において非常に重要な役割を担ってきた言葉である。片桐（1988）によれば、次のようなものがその成分として含まれている。

Ⅰ　数学的な態度

1. 自ら進んで自己の問題や目的・内容を明確に把握しようとする
2. 筋道の立った行動をしようとする
3. 内容を簡潔明確に表現しようとする
4. よりよいものを求めようとする

Ⅱ　数学の方法に関係した数学的な考え方

1. 帰納的な考え方
（幾つかのデータから、共通した性質を抜き出してくること。）
2. 類推的な考え方
（既習の事項から、推理によって判断すること。）
3. 演繹的な考え方
（幾つかの前提から、規則に則って結論を導きだすこと。）
4. 統合的な考え方
（多くの事柄に共通することを抜き出し、同じ物としてまとめて考えること。）
5. 発展的な考え方
（数学を固定的なものと捉えず、条件や見方を変更して、捉えようとすること。）
6. 抽象化の考え方
7. 単純化の考え方
（いくつかの条件を一時的に無視して、簡単な基本的な場合に直して考えること。）
8. 一般化の考え方
（具体的な場合から、一般的な規則を導くこと）
9. 特殊化の考え方
（一般的な問題へのヒントを得るために、ある特殊な場合について考察すること。）
10. 記号化の考え方
（対象の考察のために、記号を割り振ること形式的に処理しようとすること。）

Ⅲ　数学の内容に関係した数学的な考え方

11. 単位の考え
（例：物を数える場合、10個や100個という大きさを単位としてまとめて考えること。）
12. 表現の考え
13. 操作の考え
（例：計算の意味がひとたび理解されれば、計算を形式的な操作として行うこと。）
14. アルゴリズムの考え
15. 概括的な把握の考え

16. 基本的な性質の考え
17. 関数的な考え
18. 式についての考え
（事柄や関係を式に表したり、式をよもうとしたりすること。）

資料 6　国際教育到達度評価学会と日本の順位

国際教育到達度評価学会（IEA）によって実施される国際的な学力比較調査のこと。これまでの実施された結果は次のようになる。

FIMS（第 1 回数学教育達成度調査）

実施年　1964 年

参加国　中 2：12ヵ国、中 3：6ヵ国、高 3：12ヵ国

日本の順位　第 2 位

SIMMS（第 2 回数学教育達成度調査）

実施年　1980-1981

参加国　中 1：20ヵ国、高 3：12ヵ国

日本の順位　第 1 位

TIMSS（第 3 回理科数学達成度調査）

実施年　1995

参加国　小 3：24ヵ国、小 4：26ヵ国、中 1：39ヵ国、中 2：41ヵ国

日本の順位　第 3 位

TIMSS-R（第 3 回第 2 段階理科数学達成度調査）

実施年　1999

参加国　中 2：38ヵ国

日本の順位　第 5 位

以下瀬沼（2001）を参照。

最後の調査は、日本では 1999 年 2 月に実施された。この調査は下記の 3 層のカリキュラムという考えに基づき、コアとオプションからなる調査を実施した。コアの内、筆記学力の調査は、中学校2年生を対象にして行われ、38ヵ国の約6000校の中学校、約18万名の生徒が参加した。日本からは 140 校の中学生 5000 名が参加した。1995 年と 1999 年の同一問題 48 題の比較より、この 4 年間で正答率に変化はないことが明らかになった。

今回の調査は、第2段階という言葉が付されているように、第3回調査との関連で、実施された。その目的は次の 3 点である。

① 1995 年の小学校 4 年生をその 4 年後の 1999 年の中学 2 年生と比較することにより、その 4 年間の変化を調べること。ただし同一児童の追跡ではなく、その学年に属する生徒の比較である。

② 1995 年の中学校 2 年生と 1999 年の中学校 2 年生の比較を行うこと

③ TIMSS-R に参加した中学校 2 年生の国際比較を行うこと

その結果わかったことの概要は、次の点である。

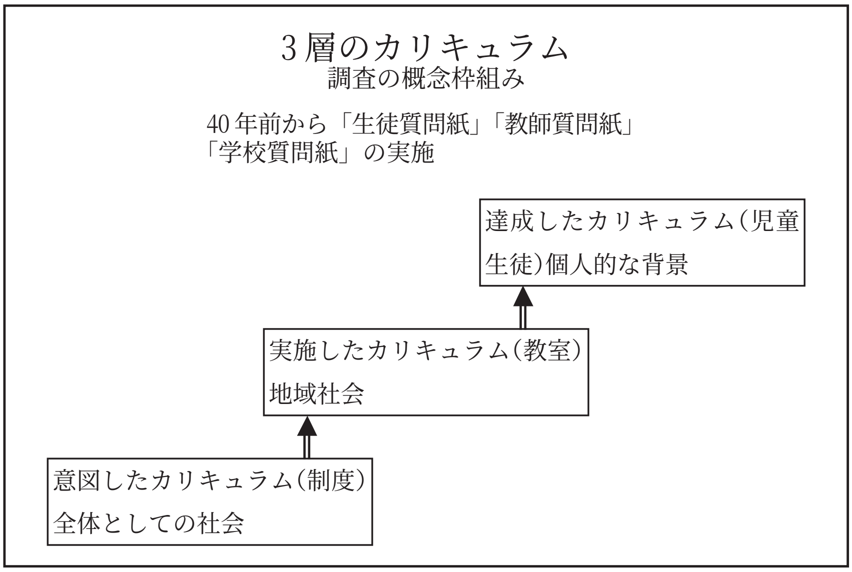
・数学の得点は変わらない

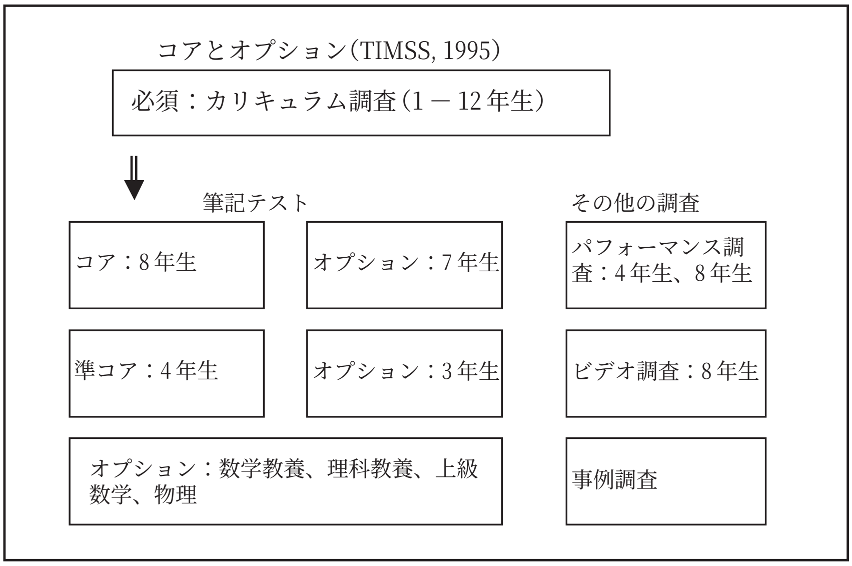
・同一問題の平均正答率はわが国も国際的にも 4 年間で変わらない

・わが国の生徒は考える問題も良い

・わが国では数学好きが減り、国際的には変わらない
・わが国の教師は問題解決を重視する

今後この調査は名前を変えて、TIMSS（Trends in Mathematics and Science Study）という名称で、4年おきに、2003 年、2007 年、2011 年に調査を実施する計画である。





また比較的最近OECDによって実施されたPISAにおいても、TIMSSとほぼ同様の結果が得られている。

資料7　教室文化

物理的には慣れているにもかかわらず、日本における多くの授業が共通の構造を持つことが指摘されている。そこには、日本の教師が共有している信念が存在している。それが子どもたちにも影響を与えて、日本の教室における文化を形成している。下の表は日本の一般的な文化との対比で、教室文化の特徴を示したものである。

これらすべてが算数･数学教育に限定されるわけではないであろうが、「討議による練り上げ」や「反省性」などは算数・数学教育でその傾向が強いと言えるだろう。

教室文化	日本社会の文化
一斉授業中心	集団主義
秩序性	平等志向性
組織性	Conformity（他の人と一致させる傾向）
協同性 　一斉授業において 　個別学習において	中央集権性
討議による練り上げ	
教師と生徒間の礼儀正しさ 　応答のしかたー言葉づかい 　行動のしかた	教育を尊び、重視する傾向 教師に対する尊敬
勉学努力と態度の重視	労働倫理ー不成績は努力の欠如
	教育程度の重視ー学校名の重視
	入試の重視 　試験の成功に夢中になる
数学の重視 よりよい動機付け	入試における数学の強調
反省性（Reflectivity） 主題の一貫性（Coherence）	数学的な見方・考え方の重視

教室文化と日本社会の文化の例（三輪 , 1992, p.144）

資料8　ICMI Studies

1. 数学とその教授におけるコンピューターと情報学の影響

1985年3月フランスのStrasbourgにて研究集会が開催され、1986年Cambridge University Pressより出版された。R.F. Churchhouse et al. による編である。第2版はUNESCOによって出版された。

2. 1990年代の数学教育

1986年、クウェートで開催された非公開の国際セミナーにて編者が集まり、準備された。

3. 補助教科としての数学

1987年4月にイタリアのUdineにて研究集会が開かれ、1988年Cambridge University Pressより出版された。Geofrrey Howson、Jean-Pierre Kahane、Elisabeth Turckheimが編者である。

4. 数学と認知

特に研究集会は開催されなかった。数学教育国際心理学会（The International Group for the Psychology of Mathematics Education）の責任で、Cambridge University Pressにより1990年出版された。編者はPearla NesherとJeremy Kilpatrickである。

5. 数学の大衆化

研究集会は英国Leedsにて1989年9月に開催され、1990年Cambridge University Pressより出版された。編者はGeofrrey HowsonとJean-Pierre Kahaneである。

6. 数学教育における評価
7. ジェンダーと数学教育
8. 数学教育における研究とは何でその結果は何か
9. 21世紀に向けての幾何教授に関する視座
10. 数学の教授・学習における数学史の役割
11. 大学レベルにおける数学の教授・学習

現時点でさらに次の2巻が予定されている。

12. 代数の教授学習の未来
13. 異なる伝統における数学教育：アジアと西洋諸国における比較研究

資料9 ICMI第9回大会 作業部会・論題部会一覧

WGA1 幼稚園と小学校における数学教育
WGA2 前期中等教育における数学教育
WGA3 後期中等教育における数学教育
WGA4 二年生の短期大学ならびにその他の高等教育機関における数学教育
WGA5 大学における数学教育
WGA6 数学における成人教育と生涯教育
WGA7 数学教師の教師教育と教員研修
WGA8 数学教育の研究、実践と理論
WGA9 数学教育のコミュニケーションと言語
WGA10 数学教育における評価
WGA11 数学教育における情報技術の利用（コンピューター、電卓、情報技術メディア）
WGA12 数学教育の社会的政治的次元
WGA13 数学教育における歴史と文化
TSG1 代数の教授と学習
TSG2 幾何の教授と学習
TSG3 解析の教授と学習
TSG4 統計の教授と学習

TSG5 数学教育における教材と教具
TSG6 数学教育における遠隔教育
TSG7 数学教育における視聴覚機器の使用
TSG8 職業的数学教育
TSG9 数学と他教科の間の数学的モデルと関係
TSG10 数学と数学的科学の傾向：数学教育の反省
TSG11 数学教育における問題解決
TSG12 数学教育における証明と証明すること
TSG13 数学学習と認知過程
TSG14 数学教育における構成主義
TSG15 特別な要請を持つ生徒のための数学教育
TSG16 数学教育における創造性と英才教育
TSG17 数学教育と公正
TSG18 数学教育における数学的競争
TSG19 数学教育における入学試験と一般試験
TSG20 芸術と数学教育
TSG21 民族数学
TSG22 アジア諸国における数学教育の話題
TSG23 TIMSS と数学教育の比較研究

資料 10　教授言語の選択

東京数学会社訳語会は日本初の学会とも言える組織で、当時一流の数学者が集まって西洋数学所を翻訳するために、忍耐強く、知恵を絞って一語ずつ決定していった。その幾何分野については、山田（2002）に詳しい。

また訳語に関して、興味がある事例は、後に文部大臣を務めた森有礼（英語国語論）は1872年留学中に、日本の国語を英語に変えるべきであると、エール大学のホイットニー教授に手紙を送ったが、反対された。またロンドンに居た馬場辰猪は、英語を国語にすれば一般人が理解できないから、エリートとの間に断層ができてしまうという理由で、やはり反対意見を述べている。当時、文部省の学監を務めたモルレーも国語を英語にすることは反対で、表記にローマ字を採用することさえも反対した。

このモルレーは学制が実施される1873年に来日し、文部省学校督務となり翌年になって名称が改められて、学監となった。月給600円という文部省雇いの外国人のうちでは最高の待遇であった。それから1878年に帰国するまでの5年半に、教育制度の確立、招聘する外国人教師の選考に関して、有力な進言を行った。

《文部省の首脳が欧米に心酔していて、教育の改革に急進的であるのに対して、モルレーは漸進的に改革していく方針をとった。『学制』の目標があまりにも理想にはせて、机上の空論過ぎる点を指摘し、学制改革意見を始め、いくつかの意見書を書いた。》（重久（p.23））

資料 11　民族数学のホームページ

(http://www.rpi.edu/~eglash/isgem.dir/links.htm)

Ethnomathematics on the Web

Sites listed by ethnicity/geography

African mathematics	Native American mathematics	Math in European artifacts
Pacific Islander mathematics	African American mathematics	Latino mathematics
Asian mathematics		Middle Eastern mathematics

Sites listed by social categories

Mathematics and gender	Mathematics and economic class	Multicultural mathematics

Sites listed by utility

Critiques of multicultural mathematics	Indigenous knowledge systems	Software and video resources
Syllabi	Ethnomathematics in the classroom	Books

資料 12　日本における民族数学研究

日本における数学の特異な展開に早期から注目し、和算を芸術性の観点から論じた三上義夫による『文化史上より見たる日本の数学』(1984, 復刻版)は当時国際的に高い評価を受けた。また、昭和初期に小倉金之助が「階級社会の算術」において数学の社会性を世に問うた時には、社会的に多いに注目を浴びたようである(小倉(1974, 再録)pp.297-298)。この両者の研究を日本における大きな意味での民族数学の先駆的研究と位置づけることができる。にもかかわらず、これらの研究がその後広がりを見せなかったことには、いくつかの理由が考えられる。

日本という東洋の島国での事例であり、研究であることに、必ずしも多くの人が、ましてや風雲急を告げる時代であったので、日本においても世界においてもそれ以上の広がりを見せることはなかった。またこれらの研究が、万人のための数学教育という文脈の中で論じられなかったことにもその一因があろう。

資料 13

動詞の展開（日ケ比較）

活動の対象	日本	ケニア
	（数と計算）　（数と計算）	
整数、小数、分数	用いる、表す、比べる、数える、等分する、関係つける、つくる、知る、分かる、理解する、関係つける、まとめる、分類する、分類整理する、深める、着目する、見積もる、計算する、乗除する、類別する	sorting, classifying, matching, ordering, counting, reading, writing, grouping, identifying, recognizing, reading, writing, introducing, rounding off, test, conversion（cf 分数:renaming, simplifying, canceling）
四則	理解する、用いる、表す、よむ、まとめる、数える、等分する、整理する、深める、数える、増える、増減する、かける、割る、知る、考える	sorting, classifying, matching, ordering, putting together, carrying, taking away, borrowing, regrouping, related counting, sharing, addition, subtraction, multiplication, division, relationship, related, use, combined operations, solving
百分率	（数量関係領域参照）	introducing, conversion, calculating, finding, solving, expressing
比	（数量関係領域参照）	introducing, sharing, using, solving 他に代数あり
	（量と測定）　　（測定）	
長さ、面積、体積、重さ	比べる、理解する、知る、測る、適切に選ぶ、（単位について）知る、用いる、表す、深める、概形を捉える、見積もる、（実験を通して）測る、（測り方を）知る、（関係を）理解する	comparison, use, measuring, establishing, counting, making, introducing, operations, estimating, finding, converting, solving
お金	（該当なし）	using, recognition, shopping, carrying, borrowing, getting, operations, buying, selling, going, finding, preparing, introducing, solving
時間	読む、理解する、用いる、知る、深める、求める	using, reading, operations, introducing, conversion, relationship, finding, telling, estimating, measuring, solving
	（幾何）　　（幾何）	
平面図形、立体図形、空間の位置	基礎となる、豊かにする、認める、とらえる、作る、分解する、考察する、観察する、知る、構成する、かく、用いる、着目する、深める、理解する、調べる、まとめる、よむ	recognition, comparing, identifying, introducing, drawing, measuring, constructing, using, applying, solving, calculate
模様	（該当なし）	making, using
縮尺	まとめる、読む、かく	introducing, drawing, reading
	（数量関係）　（データ処理）	
表とグラフ	表す、よむ、分類する、整理する、まとめる、知る、調べる、考える、よみとる、集める、分類整理する、検討する、考察する、表現する、求める、分かる、選ぶ、工夫する、作る	collecting, recording, introduce, using, represent, Reading, drawing, interpreting, choosing
平均	（量と測定領域で少し言及）	finding, introducing, solving
式	表す、分かる、よむ、用いる、当てはめる 調べる、理解する、計算する、着目する、深める、考察する	（該当なし）
比・百分率	理解する、用いる	（数と計算領域参照）

資料 14　ケニアと日本の学習指導要領の相違点：動詞に注目して

ほぼ対応のつく動詞

動詞—動詞

まとめる	等分する、分ける	言い表す、表現する	表す
grouping, regrouping	sharing	expressing	represent recording
構成する	比べる	適用する	計算する
constructing	comparing	applying	calculate
集める	見積もる	選ぶ	数える
collecting	estimating	choosing	counting
かく	認める	測る、測定する	作る
writing, drawing	identifying, recognizing	measuring	making
よみとる	よむ	求める	用いる
interpreting	reading, telling	finding, evaluating	using
決める	分類整理する、整理する、分類する、類別する	直す	分解する
determining	classifying, sorting	converting, changing	（segmented）

動詞—動詞から派生した名詞

かける（乗除する）	わる	関係つける	当てはめる
multiplication	division	relationship	substitution

擬似動詞—動詞

対応

Matching

日本の特徴：内面的活動

考察する	検討する	とらえる	深める
確かめる	工夫する	着目する	理解する
考える	調べる	知る	みる
観察する			

その他

移す	通す

ケニアの特徴：手続き的活動、経済的活動

canceling	rounding off	renaming	borrowing
carrying			
shopping	preparing	buying	selling
getting	giving		

その他

solving	introducing	bisecting	establishing
ordering	Putting together	Take away	Forming

資料 15　授業案

Mathematics Lesson

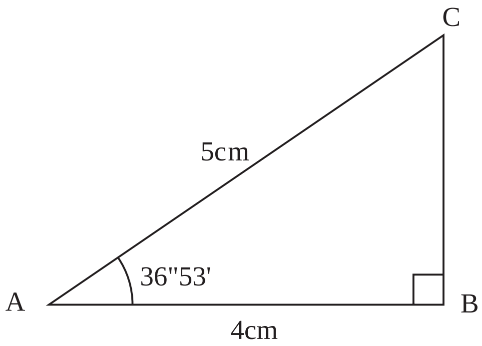
Worksheet

DATE	11/11/99
CLASS	FORM2E

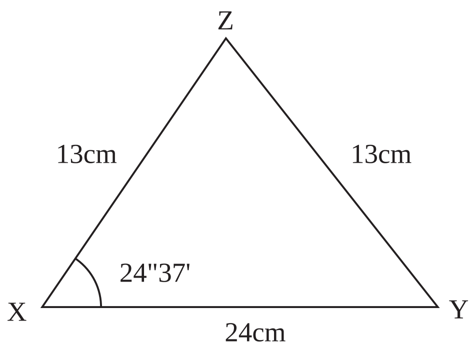
Use all possible correct methods to answer the questions below;

1. Find the area of the triangle below. (Leave your answer to 1 d.p.)

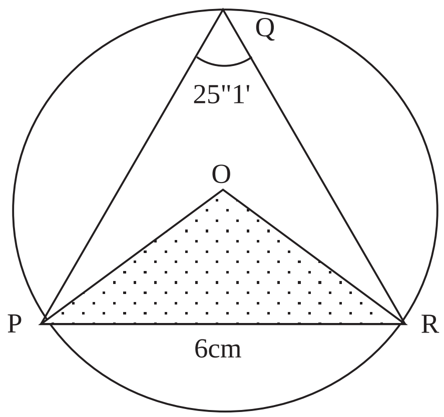
(I)



(II)



2. Find the shaded area in the circle below if O is the center of the circle whose radius is 7.14cm. (Leave your answer to 1 d.p.)



授業後に実施した生徒に対するアンケート調査（対象者：37 人）の結果の概要を下に示す。

「今日の授業は楽しかったですか」に対し、

「はい」と答えたもの 37 人。

「いつもの授業と違いましたか」に対し、

「はい」と答えたもの 37 人。

「きょうのような授業をもう一度したいですか」に対し、

「はい」と答えたもの 37 人。

今後さらに授業の中身を吟味することは必要だが、上記の結果は教師の取り組みが、生徒の態度的側面に好影響を与え得る可能性を示している。

資料 16　A さんの最終報告書抜粋

The following were the observations I made on the Japanese lessons and the Japanese teachers. If they are addressed to during the next insets, I feel they will assist our SMASSE project in changing our beliefs on insets and mathematics classroom practice.

- Teachers in Japan interact freely with their students and yet a very respectful atmosphere is evident. This is perhaps because the teachers are very well prepared and therefore able to establish this balance.
- All lessons observed started with a situation. This creates interest resulting in a lively discussion.
- It is important to form discussion groups in schools to discuss lessons and assist one another to prepare well for lessons. This way we will learn to appreciate each other's work and different ways of presenting same concepts.
- A lot of emphasis is laid on the learner-centered approach where the students' ideas are used to achieve the objectives. This is very motivating and keeps the students alert. It encourages them to make "mathematical noise".
- Teachers spend a lot of time in preparing for lesson. This has made colleagues enjoy observing the lessons as well as creating a very good relationship among the school community.
- The time teachers have taken to know the students' needs; attitude/willingness/interest to learn has contributed to successful classroom practice.
- In Japan when students encounter problems e.g. with police, they contact the teacher before the parent; this shows how close they are with their teachers. Perhaps this would reduce discipline problems in our schools; it is a collective responsibility.
- Some lessons are prepared with no conclusions; students are left to continue working until the next lesson, leading to openness in mathematical thinking and discovery. At times we hurriedly conclude lessons, suppressing discovery and diverse thinking.
- Teachers don't mark students' work during class time as this brings an end to thinking. A tick implies 'good and wait for the next instruction' while a cross implies 'you don't know and wait for the next instruction'.

Marking to us may mean motivation to a student; free discussion and representation of student work on board may also be a source of motivation.

資料 17　授業ワークシート

LET US COMPARE TWO SHAMBAS

(Situation)

With a smooth progress of the SMASSE project, we are required to build a new SMASSE office within school compound. The school is already so congested with many buildings, and we have to convert one shamba into that purpose. The school organizes a committee to find out a less productive shamba out of the two shambas, which the school owns.

Two sets of data for height of maize were measured on the same day last week and the result is tabled in the below. They are in centi-meters.

A	35	35	40	37	25	35	40	49	29	25
B	30	35	33	37	35	33	37	35	35	40

(Problem)

Which of the two shambas is more productive?

(Your conclusion)

I think that shamba (　) is more productive than shamba (　).

It is because:

(Presentation of your processed data)

(Reason out your conclusion)

Besides your reasoning, what do you learn from others reasoning?

You may be invited to the committee in future. Thank you very much for your contribution.

資料18　ケニアにおける数学教育小史

1960年はアフリカの年としてつとに名高い。長年の植民地支配を経て、多くのアフリカ諸国がその年の前後に独立を果たしていった。独立以前の教育は、アフリカ人にとってほとんど初等教育に限定されていた。しかし独立を契機とし、教育は急速に伸展し、中等教育機関数の伸びは表のように目を見張るものがあった。

表1　初等、中等学校数

	1963	1970	1980	1990
小学校数	6958	6123	10268	14864
中学校数	151	783	1785	2678

当時の教育は、旧植民地政府が残していったものに大きく依存しており、それを現地化することが重要課題であった。本研究では、ケニアにおける現地化の過程を、初等教育レベルで、三期に分けて考えていきたい。特に質的側面での努力を制度と、学習指導要領の内容の視点より見ていく。さらに、現地化の過程でどのように文化的対立が認知され、解決方法が処方されていったのかを、合わせて見ていく。

独立前後の始動期：1970年まで

（制度的側面）

独立以前の学制は民族によって異なり、アフリカ人のそれは8-4-2制を取っていた。独立後一本化され、1966年に7-4-2-3制へ移行した（Eshiwani, p.36-38）。

試験制度に関して、独立後増大した教育への要求に、教育省に試験課が設置され、初等教育と前期中等教育の修了時に実施される試験 Certificate of Primary Education と Kenya Junior Secondary Educationを管轄した。それ以上のレベルの試験はCambridge University Local Examinations Syndicateによって当初単独で、後にEast African Examinations Boardとの合同で（1967-1973）実施されるようになった（Kenya（1976）pp.134-136）。

（内容的側面）

次にカリキュラムの内容面である。ケニアは他のアフリカ諸国より少し遅れて1963年に独立を果たした。独立以前は植民地政策により、学習指導要領がヨーロッパ人用、アジア人用、アフリカ人用（Kenya（1962））に分かれていた。独立後は国家意識の涵養のため（Kenya（1964）p.25）、アフリカ人用が統一カリキュラムとして用いられた。

この学習指導要領は、新生アフリカ独立国の要請並びに、農業的要請に応えるものでない、と指摘された（Kenya（1964）p.57）。それらを考慮して、独立後初めての初等教育学習指導要領は1967年に出された。ところが数学における両者の差異はほとんどなく、「百分率、単利、損失」が後者に加えられたのみである。

（文化的対立）
言語政策について、独立前は3年次まで母語で、4年次から英語で教育を行ってきた。しかしKenya（1964, p.60）は1年次から英語での教育を推奨している。掲げられているその理由は、体系的発展、より早い発展、5年次の移行期に於ける困難さの回避、活動やグループワークを含む近代的教授法の導入である。他方英語の早期導入は、部族語を蔑ろにするものではないことも、強調している。
またKenya（1964）に掲げられている9つの教育目的のうち、伝統文化を意識した項目が2つ有る。近代教育の目的はその社会的変化に対応することであるとし、一方的な伝統文化の称揚に留まっていない。そこでは、

《アフリカ版の近代社会を形成する価値と十分に混じりあっていない伝統社会の価値が存在する》（Kenya, 1964, p.24）

と、2つの文化が対立する中で、新しい教育を模索しようとしている。

Kenya Primary Mathematics（KPM）：1971年より 1984年

（制度的側面）
この 7-4-2-3 制は 1985 年まで継続された。また試験作成・実施機関は、1974 年に Cambridge University Local Examinations Syndicate と East African Examinations Board の合同制から、後者へ完全に移行した。Kenya（1976）によれば、教育の急速な展開に対して国際間の調停は困難を極めており、特に学習内容は各国で独自に決めるべきであること、それに応じた試験機関を設立することが提案された。これを受け、East African Examinations Board は 1980 年に設立された Kenya National Examination Council（以降 KNEC と略）に取って代わられた。

（内容的側面）
内容的側面について、この時期はKenya Primary Mathematics（以降KPMと略）によって特徴づけられる。当初はNew Primary Mathematics for Kenya Schoolsという名で、1965年試験的に導入され、その後順次展開される予定であった。しかし全体計画が修正されKPMと改称されて、1971年1月からの導入に至った（Gachathi, p.121-122）。KPM は、世界的な動向である「集合や、等号や不等号とその性質など」の新しい数学概念を取り入れたものであった。
KPMでは新しい数学の教育内容を急激に導入したため、教える教師がそれに対応しきれず、社会的問題となり、結局大統領令により 1980 年に廃止が決まった。

（文化的対立）
独立以来10年余の教育的尽力にも関わらず、矛盾が出ていることが、この時期に指摘されている（Kenya, 1976）。世界の動向に従おうとしたことが、その矛盾をより先鋭にしたのであろう。

《西洋人の社会的価値を受け入れ、自分たちのものを捨て去るべきであると信じ込む過程で、アフリカ人であることを後悔するようになる。アフリカの子どもは、両親やその権威や信頼に関連付けられる出生地を、恥ずかしく思うようになる。長期的に見れば、このことは家族制度の弱体化、ホワイトカラー志向、個人主義的傾向につながる物質的教育を生み出してきた。》（Kenya（1976）p.10）

と、近代教育のもたらす負の側面を指摘している。

独自の道の模索：1985年以降

（制度的側面）

1985 年 1 月に 8-4-4 制の 8 年制がスタートした。試験は 1980 年以降、KNEC が管轄するようになった。特に初等教育修了時に実施される Kenya Certificate for Primary Education と中等教育修了時に実施される Kenya Certificate for Secondary Education は国家的な広がりをもつ事業である。

（内容的側面）

KPM は 1980 年に廃止が決まるが、新制度が実際に動き始めたのは上述のように 1985 年のことである。新制度の学習指導要領は少し遅れて1986年に出され、1992年に改定された。前者と比べれば、改訂版はかなりの簡易化が見られるが、両者とも学習指導要領（1967）より格段に内容が増えている。また KPM との比較では、集合と等号の性質が章だてより除かれた。

この 8-4-4 制教育の特徴は選択科目の幅広さと実用教育の充実、独立学習、継続的評価（Kenya（1992）p.iii）である。そのために多くの資材を必要とする教育システムとの批判を受けている。

（文化的対立）

第2期の反省を受けて現地化がさらに進む。試験制度、カリキュラム作成に関しては、現地化が完了するが、一方それに反対する動きも見られる。旧制度を懐かしむ声と、それと繋がることを実利的によしとする意見である。この種の声は常にあがるであろうが、

> 《伝統的アフリカの教育は、近代学校教育にとって負の影響をもつとしばしば仮定される。しかしこのことは一体どこまで正しいのであろうか。現代アフリカ学者によって伝統教育と西洋式の教育は事実補完的であること、最大限の効果を発揮するために統合されるべきであることが提案されてきた。ケニアの8-4-4制はこのことを目論んでいる。そのカリキュラムと方法論の中にアフリカの伝統教育の要素を取り入れようとしている。》（Otiende et al.（1992）pp.22-23）

とあるように、8-4-4 制にはケニア社会が持つ歴史的・社会的蓄積を踏まえた方向性を見ることができる。

ホームページ・リスト

1. 研究機関

   広島大学・大学院教育学研究科（数学教室）

   http://home.hiroshima-u.ac.jp/matedu/index-j.html

   筑波大学教育学系（数学教育研究室）

   http://130.158.186.230/

2. 数学教育分野の国内学会

   日本数学教育学会

   http://www.sme.or.jp/

   全国数学教育学会

   http://home.hiroshima-u.ac.jp/matedu/zenkoku.html

3. 数学教育分野の米国における学会

   全米数学教師の会（米国、NCTM）

   http://www.nctm.org/

4. 数学教育分野の国際学会

   ４－１　数学教育国際会議（ICME）

   全般

   http://elib.zib.de/IMU/ICMI/

   第９回大会（幕張）

   http://www.ma.kagu.sut.ac.jp/~icme9/

   第10回大会

   http://www.icme-10.dk/

   ４－２　数学教育国際心理学会（PME）

   http://members.tripod.com/~IGPME/

   ４－３　数学・教育・社会国際学会（MES）

   第１回大会（U.K.、ノッティンガム）

   http://www.nottingham.ac.uk/csme/meas/measproc.html

   第２回大会（Portugal、モンテチョロ）

   http://correio.cc.fc.ul.pt/~jflm/mes2/mes2.html

   第３回大会（Denmark、エルシノア）

   http://www.congress-consult.com/mes3/

5.　民族数学関連

民族数学国際研究会（ISGEm）

http://www.rpi.edu/~eglash/isgem.htm

6.　国際学力調査

6－1　IEA 国際数学・理科教育調査

IEA（教育評価国際協会）本部

http://www.iea.nl/Home/home.html

第 3 回国際数学・理科教育調査（TIMSS）

http://timss.bc.edu/

6－2　OECD 生徒の学習到達度調査

http://www.pisa.oecd.org/

7.　授業研究

コロンビア大学教育学部を中心として

http://www.tc.edu/centers/lessonstudy/

ニューオリーンズ

http://www.lessonresearch.net/aera2000.pdf

参考文献

（和文）

青木保（1994）『文化の否定性』中央公論社

アメリカ合衆国対日教育使節団編（1950）『第二次米国教育使節団報告書』誠文堂新光社

池上嘉彦（1984）『記号論への招待』岩波書店

池田敏和他（2002）「日米における算数・数学授業研究会の分析―第2回ポストICMEセミナーの報告―」『日本数学教育学会誌算数教育』84（2）

伊東俊太郎、村上陽一郎（1989）『社会から読む科学史』培風館

岩崎秀樹、田頭かおり（1997）「図形指導における記号の対象化の考察―課題学習「星型五角形」の授業実践を例にして―」『数学教育学研究』vol.3

内海成治（2001）『国際教育協力論』世界思想社

上野益三（1968）『お雇い外国人3 自然科学』鹿島出版会

江原裕美編（2001）『開発と教育―国際協力と子どもたちの未来』新評論

ウォーフ、B.L.〔池上嘉彦訳〕（1993）『言語・思考・現実』講談社

岡野紫織（1997）『算数・数学カリキュラム開発における基礎的研究』広島大学国際協力研究科修士論文

岡部進（1983）『小倉金之助その思想』教育研究社

岡本真佐子（1997）『開発と文化』岩波書店

小倉金之助（初出1929、再録1974）「階級社会の算術」『小倉金之助著作集1数学の社会性』到草書房

加藤良作（1996）『数詞って何だろう―「数える」ことの生い立ちを求めて―』ダイヤモンド社

ガーファンケル、H. et al.（1987）〔山田富秋、好井裕明、山崎敬一編訳〕『エスノメソドロジー―社会学的思考の解体』せりか書房

片桐重男（1988）『数学的な考え方・態度とその指導1―数学的な考え方の具体化』明治図書出版

カミイ、C.＆デクラーク、G.〔平林一栄監訳〕（1987）『子どもと新しい算数：ピアジェ理論の展開』北大路書房

川田順造他編（1997）『いま、なぜ「開発と文化」なのか』（岩波講座 開発と文化 1）岩波書店

菊本虔（1998）『国際教育協力学の構築に関する基礎的研究』平成9年度文部科学研究費補助金萌芽的研究

木村良夫、馬場卓也（1995）「ケニアの数学教育」『人文論集』29（1）神戸商科大学学術研究会

木村良夫、馬場卓也（1998）「ケニアの中等教育における数学教育について」『人文論集』33（3）神戸商科大学学術研究会

教員養成基礎教養研究会（1986）『小学校算数科授業研究』教育出版

金田一春彦（1988）『日本語』岩波書店

国宗進（2001）「最近のイギリスの数学教育」日本数学教育学会誌 83（10）

久保舜一（1952）『算数学力：学力低下とその実験』東京大学出版会

クーン、T.〔中山茂訳〕（1971）『科学革命の構造』みすず書房

桑山尚司（2002）「開発途上国の理科教育開発における民族科学の意義と役割」『国際協力研究誌』8（2）

桑山尚司、岩崎秀樹（2002）「ユネスコ識字教材開発事業「遠隔地小学校児童のための識字教材教育開発」の現状と課題」『日本教科教育学会誌』（印刷中）

コール、M.スクリブナー、 S.〔若井邦夫訳〕（1982）『文化と思考：認知心理学的考察』サイエンス社

国際協力事業団（1994）『開発と教育　分野別援助研究会報告書』

国際協力事業団（1997）『教育援助にかかる基礎研究—基礎教育分野を中心として—』

国立教育研究所編（1998）『小学校の算数教育・理科教育の国際比較ー第三回国際数学・理科教育調査最終報告書—』東洋館出版社

国立教育研究所編（ 2001）『数学教育・理科教育の国際比較ー第三回国際数学・理科教育調査の第二段階調査報告書—』ぎょうせい

齊藤一彦（2000）「開発途上国への国際スポーツ教育協力の現状と課題」『平成11年度国際協力事業団客員研究員報告書』国際協力事業団国際協力総合研修所

齊藤一彦（2001）「中近東諸国における身体教育の特質とそれに対する国際協力のあり方に関する研究」『平成12年度国際協力事業団客員研究員報告書』国際協力事業団国際協力総合研修所（印刷中）

佐々木徹郎（1996）「算数・数学の授業におけるエスノメソドロジー」全国数学教育学会第５回研究発表会発表資料

重久篤太郎（1968）『お雇い外国人５教育・宗教』鹿島出版会

柴田義松編著（2001）『教育課程論』学文社

島田茂編著（1994 ）『改訂算数・数学科のオープンエンドアプローチ授業改善への新しい提案—』東洋館出版社

シュプランガー、E.〔村井、長井訳〕（1969）『世界教育宝典 文化と教育』玉川大学出版部

ジョーゼフ、 G.G.〔垣田高夫、大町比佐栄訳〕（1996）『非ヨーロッパの数学　もう一つの数学史』講談社

数学教育学研究会（1991）『新算数教育の理論と実際』聖文社

数学教育学研究会（1993）『新数学教育の理論と実際—中学校—』聖文社

関口靖広（1997）「認知と文化:数学教育研究の新しい方向」『日本数学教育学会誌数学教育』79（5）

瀬沼花子（2001）「第三回国際数学／理科教育調査—第二段階調査—の国際比較結果」『日本数学教育学会誌数学教育』83（11）

高垣マユミ（1998）「台形概念の形成過程における確率的表象に関する研究」『数学教育学研究』4

竹内芳男（1984）『問題から問題へ—問題の発展的な扱いによる算数・数学科の授業改善—』東洋館出版社

鶴見和子、川田侃編（1989）『内発的発展論』東京大学出版会

デューイ、J.〔宮原誠一訳〕（1957）『学校と社会』岩波書店

遠山啓（1953）「生活単元学習の批判」『教育』８月号

長崎栄三（1999a）「数学教育の国際比較に基づいたカリキュラム研究」日本数学教育学会編『算数・

数学カリキュラムの改革へ』産業図書
長崎栄三(1999b)「21世紀に向かうイギリスの算数・数学教育改革」『日本数学教育学会誌』81(10)
長崎栄三他(1995)『数学教育と社会的文脈の関係に関する研究』国立教育研究所
中原忠男(1995)『算数・数学教育における構成的アプローチ』聖文社
中原忠男(1997)「数学教育における構成主義の研究(6)—数学学習の多世界パラダイム—」全国数学教育学会第7回研究発表会発表資料
中原忠男他(1999)『しょうがくさんすう2年下』大阪書籍
中原忠男編著(2000)『算数・数学科重要用語3000の基礎知識』明治図書出版
中西隆(1996a)「構成主義と社会文化主義の統合(Cobb)についての一考察—「数学教育研究」における文化人類学的視座の正当性—」全国数学教育学会 第4回研究発表会発表資料
中西隆(1996b)「数学教育における文化人類学的アプローチの意義」全国数学教育学会第4回研究発表会発表資料
日本カリキュラム学会編(2001)『現代カリキュラム事典』ぎょうせい
日本数学教育学会編(1996)『20世紀数学教育思想の流れ』産業図書
日本数学教育学会編(1997)『学校数学の授業構成を問い直す』産業図書
日本数学教育学会編(1998)『算数・数学カリキュラムの改革へ』産業図書
馬場卓也(1998)「民族数学を基盤とする数学教育の展開(2)—批判的数学教育と民族数学の接点より—」『数学教育学研究』4
馬場卓也(1999)「民族数学に基づく数学教育の展開(3)—数学教育における基礎的活動の動詞による分析—」『数学教育学研究』5
馬場卓也(2000)「国際教育協力における共鳴型活動の考察—ケニアの教員研修制度の確立に向けて—」国際開発学会第11回大会、2000年12月、拓殖大学
馬場卓也(2001)「民族数学に基づく数学教育の展開(4)—ケニア国初等教育における学習指導要領の動詞による分析—」『数学教育学研究』7
馬場卓也(2002)「民族数学に基づく数学教育の展開(5)—動詞型カリキュラムにおける測定活動の記号論的分析—」『数学教育学研究』8(印刷中)
馬場卓也、岩崎秀樹(2000)「算数・数学教育におけるケニア国への国際協力」『新しい算数教育研究』(10月号)東洋館出版
馬場卓也、岩崎秀樹(2001)「数学教育分野における国際協力の考察—ケニア国中等理数科教育強化プロジェクトを事例として—」『国際協力研究誌』
林晃史編(1988)『アフリカの援助と地域の自立』アジア経済研究所
日野圭子(1997)「授業の比較文化的考察」日本数学教育学会編『学校数学の授業構成を問い直す』産業図書
平林一栄(2000)「授業って何だ:数学教育における認識論的授業論」第28回近畿数学教育学会例会、2000年10月1日、京都女子大学
平林一栄(2001)「算数・数学科における教員養成の問題」『上越数学教育研究』16
広岡亮蔵(1968)『教育学著作集I学力論』明治図書

福原満洲雄他（1981）『数学と日本語』共立出版
福原満洲雄他（1986）『続数学と日本語』共立出版
藤沢利喜太郎（1973）「Note on the Mathematics of the Old Japanese School」『数学史研究』58
ブルア、D.（1985）『数学の社会学―知識と社会表象―』培風館
古川安（1989）『科学の社会史』南窓社
フレイレ、P.〔小沢有作、 楠原彰他訳〕（1979）『被抑圧者の教育学』亜紀書房
米国教育使節団〔編〕〔渡辺彰訳著〕（1947）『米国教育使節団報告書』目黒書店
松原正毅『世界民族問題事典』平凡社
松宮哲夫（1998）「数学教育史の回想と課題」『数学教育研究』28
三上義夫（1984）『文化史上より見たる日本の数学』（復刻版）恒星社厚生閣
三輪辰郎編著（1992）『日本とアメリカの数学的問題解決の指導』東洋館出版社
文部省（1975）『カリキュラム開発の課題：カリキュラム開発に関する国際セミナー報告書』
文部省（1999）『小学校学習指導要領解説算数編』東洋館出版社
山本伸二（2000）「ザンビア共和国に対する我が国の教育協力の展開」『中国四国教育学研究紀要』46（1）
山本伸二（2001）「国際教育協力における専門家モデルに関する一考察」『中国四国教育学研究紀要』47（印刷中）
ユネスコ東アジア文化研究センター編著（1975）『資料御雇外国人』小学館
吉田誠（2001）「アメリカ教育界における授業研究への関心・期待と日本の教師へのその意味」『日本数学教育学会誌算数教育』83（4）
吉田稔（1992）「日本の算数・数学の授業についての覚書―共通題目による日米の授業比較を通して―」三輪辰郎編著『日本とアメリカの数学的問題解決の指導』
吉本均（1995）『思考し問答する学習集団―訓育的教授の理論』明治図書
レイブ、J.〔無藤他訳〕（1995）『日常生活の認知行動―ひとは日常生活でどう計算し、実践するか―』新曜社
ワイルダー、 R.（1980）『数学の人類学』海鳴社
渡辺信（1998）「正方形が好きな日本文化と数学」数学教育学会秋期例会（大阪学会）発表論文集
渡辺忠信（ 2001）「アメリカの算数・数学カリキュラム：NCTM スタンダードの役割と今後の展望」『日本数学教育学会誌算数教育』83（12）
渡辺正雄（1976）『お雇い米国人科学教師』, 講談社

（英文）

Abraham, J., Bibby, N. (1988)‘‘Mathematics and Society: Ethnomathematics and a Public Educator Curriculum’’, *For the Learning of Mathematics*, 8 (2).
Ascher, M.(1991) *Ethnomathematics: A Multicultural View of Mathematical Ideas*, Brooks/Cole Pub.Com.
Ascher, M., D’Ambrosio, U. (1994) ‘‘Ethnomathematics: A Dialogue’’, *For the Learning of Mathematics* 14 (2).

Austin, J.L., Howson, A.G. (1979) ‘‘Language and Mathematical Education’’, *Educational Studies in Mathematics* 10.

Baba, T. (1997) ‘‘Consideration on Mathematics Education from Cultural Perspective(1)’’,『第30回数学教育　論文発表会論文集』.

Baba,T., Iwasaki,H. (2000) “Redefinition of Literacy Towards EFA Era: Focusing on the Mathematics Education” *Journal of International Development and Cooperation* 6, (1).

Baba,T., Iwasaki,H. (2001) “The Development of Mathematics Education Based on Ethnomathematics (2) Analysis of Universal Activities in terms of Verbs”, *International Journal of Curriculum Development and Practice*, 3 (1).

Baba,T., Iwasaki,H. (2001) “Intersection of Critical Mathematics Education and Ethnomathematics”, *Journal of Science Education Japan,* 25 (3).

Barton, B. (1995) ‘‘Making Sense of Ethnomathematics: Ethnomathematics Is Making Sense’’, *Educational Studies in Mathematics,* 31 (1-2).

Berry, J.W. (1985) ‘‘Learning Mathematics in a Second Language : Some Cross-Cultural Issues’’, *For the Learning of Mathematics*, 5 (2).

Bishop, A.J. (ed.) (1988)‘‘ Mathematical education and culture’’, *Educational Studies in Mathematics,* 19 (2).

Bishop, A.J. (1991) *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers.

Bishop, A.J. (1994) ‘‘Cultural Conflict in Mathematics Education: Developing a Research Agenda’’, *For the Learning of Mathematics*, 14 (2).

Bishop, A.J. et al. Eds. (1996) *International Handbook of Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers.

Bobra, M.C. (1990) ‘‘Ethnomathematics and Education’’, *For the Learning of Mathematics*, 10(1).

D’Ambrosio, U. (1980) ‘‘Mathematics and Society: Some Historical Considerations and Pedagogical Implications’’, *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 11 (4).

D’Ambrosio, U. (1984) ‘‘Socio-Cultural Bases for Mathematical Education’’, *Proceedings of 5th ICME*, Adelaide, Australia.

D’Ambrosio, U. (1985) ‘‘Ethnomathematics and Its Place in the History and Pedagogy of Mathematics’’, *For the Learning of Mathematics,* 5 (1).

D’Ambrosio, U. (1990) ‘‘The Role of Mathematics Education in Building a Democratic and Just Society’’, *For the Learning of Mathematics*, 10 (3).

D’Ambrosio, U. (1992) ‘‘The History of Mathematics and Ethnomathematics: How a Native Culture Intervenes in the Learning Science’’, *Impact of Science on Society*, 160.

D’Ambrosio, U. (1994a) ‘‘Ethnomathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education’’ *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective*, Falmer Press.

D’Ambrosio, U. (1994b) ‘‘Cultural Framing of Mathematics Teaching and Learning’’, *Didactics of*

Mathematics as a Scientific Discipline, Kluwer Academic Publishers.

Damerow et al. (1985) “Mathematics for All: Problems of Cultural Selectivity and Unequal distribution of Mathematical Education and Future Perspectives on Mathematical Teaching for the Majority”, Science and Teachnology Education Document Series No. 20, UNESCO.

Dawe, L. (1983) ‘‘Bilingualism and Mathematical Reasoning in English as a Second Language’’, *Educational Studies in Mathematics*, 14.

Dowling, P.(1998) *The Sociology of Mathematics Education: Mathematical Myths/Pedagogic Texts*, Falmer Press.

Eshiwani,G.S. (1993) *Education in Kenya since Independence*, East Africa Educational Publishers.

Fasheh, M. (1982) ‘‘Mathematics, Culture and Authority’’, *For the Learning of Mathematics*, 3 (2).

Gay, J. & Cole, M. (1967) *The New Mathematics and an Old Culture: A Study of Learning among the Kepelle of Liberia*, Holt, Rinehalt and Winston.

Gerdes, P. (1985) ‘‘Conditions and Strategies for Emancipatory Mathematics Education in Undeveloped Countries’’, *For the Learning of Mathematics,* 5 (1).

Gerdes, P. (1986) ‘‘How to Recognize Hidden Geometrical Thinking : A Contribution to the Development of Anthropological Mathematics’’, *For the Learning of Mathematics,* 6 (2).

Gerdes, P. (1988) ‘‘On Culture, Geometrical Thinking and Mathematics Education’’, *Educational Studies in Mathematics*, 19.

Gerdes, P. (1990) ‘‘On Mathematical Elements in the Tchokwe ‘Sona’ Tradition’’, *For the Learning of Mathematics* 10 (1).

Gerdes,P. (1994) ‘‘Reflections on Ethnomathematics’’, *For the Learning of Mathematics*, 14 (2).

Gerdes,P. (1996) ‘‘Ethnomathematics and Mathematics Education’’, in Bishop et al. eds., *International Handbook of Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers.

Howson, A.G. et al. (1981) *Curriculum Development in Mathematics*, Cambridge University Press.

Howson, A.G. et al. (1986) *School Mathematics in the 1990s*, ICMI Study Series vol2, Cambridge University Press.

Iwasaki,H., Baba,T. (1997) “The Perspective of Construction and Innovation of Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline: The Case of Japan and the Didactical Issue” *Journal of International Development and Cooperation* 3(1).

Iwasaki, H. & Ueda, A. (1997) ‘‘Development of Mathematics Education in Japan from Meiji Era to Present Time: Focusing on the Change of Realism and Academism’’, Japan Curriculum Research and Development Association.

Iwasaki,H., Nakamura,S., Baba,T. (1999) “The Present Significance of Media Literacy and its Development: Focusing on the Science Education Development” *The Bulletin of Japanese Curriculum Research and Development,* 22(1).

Jacobsen,E. (1996) “International Co-operation in Mathematics Education”, in Bishop, A.J. (eds.), *Internatrional Handbbok of Mathematics Education,* Kluwer Academics Press.

Kanja,C.G., Iwasaki,H., Baba,T., Ueda,A. (2001) "For the Reform of Mathematics Education in Kenyan Secondary Schools", *Journal of International Development and Cooperation* 7(1).

Keitel, C. (1989) ''Mathematics Education and Technology'', *For the Learning of Mathematics*,vol. 9, No.1.

Keitel, C. et al eds. (1988) Science and Technology Education Document Series No.35 Mathematics, Education, and Society, UNESCO.

Keitel, C. (1997) Perspective of Mathematics Education for 21st Century- Mathematical Curricula: For Whom and Whose Benefits?, Paper presented at Annual Meeting of Japan Society of Mathematics Education.

Kenya, Republic of(1976) ''Report of The National Committee on Educational Objectives and Policies'', Government Printer, Nairobi.

Kenyatta, J (first published 1938, This edition published in 1978) *Facing Mount Kenya: The Traditional Life of the Gikuyu*, Kenya Publications.

Kline,M. (1973) *Why Johnny Can't Add : The Failure of the New Math*, New York : St. Martin's Press.

Knijnik, G. (1993) ''An Ethnomathematical Approach in Mathematical Education: A Matter of Political Power'', *For the Learning of Mathematics*, 13 (2).

Lancy, D.F. (1988) *Cross Cultural Studies in Cognition and Mathematics,* New York: Academic Press.

Lillis, K.M (1985) ''School Mathematics of East Africa: A Major System Transfer'', Compare, 15(2).

Ministry of Education, Ghana (1985) *Mathematics for Primary Schools, Pupil's Book One*, Curriculum Research and Development Division of Ministry of Education, Accra, Ghana.

Ministry of Education, Kenya (1981) *Primary Mathematics 1, Pupil's Book*, Jomo Kenyatta Foundation.

Nebres, B.F (1988) ''School Mathematics in the 1990's: Recent Trends and the Challenge to the Developing Countries'', *Proceedings of the Sixth International Congress on Mathematical Education.*

Nelson, D. et al. (1993) *Multicultural Mathematics: Teaching Mathematics from a Global Perspective*, Oxford University Press.

Ogana, W. & Mberia, J.M. (1992) *Proceedings of The 1st Conference of the Kenya Mathematical Society*, 19-21 August, 1992, Nairobi, Kenya, The Jomo Kenyatta Foundation.

Pompeu, Jr. (1992)''Bringing Ethnomathematics into the School Curriculum : An Investigation of Teachers' Attitudes and Pupils' Learning'', Cambridge University Ph.D. Dissertation.

Powell, A. & Frankenstein, M. (eds.) (1997) *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in Mathematics Education*, State University of New York.

Presmeg,N.C. (1988) ''School Mathematics in Culture-Conflict Situations: Towards a Mathematics Curriculum for Mutual Understanding: When Diverse Cultures Come Together in the Same Classroom'', *Educational Studies in Mathematics*, 19.

Presmeg,N.C. (1998) '' A Semiotic Analysis of Students' Own Cultural Mathematics'', *The Proceedings of PME 22*, Stelennbosh, South Africa, vol.1.

Robitaille, D., Dirks, M. (1982) ‘‘Models for the Mathematics Curriculum’’, *For the Learning of Mathematics*, 2 (3).

Saxe,G. (1991) *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematics Understanding,* Lawrence Erlbaum Associates.

Setati, M. (1999) “Ways of Talking in a Multi-Lingual Mathematics Classroom”, in *Proceedings of the 23rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. University of Haifa, Israel.

Shiundu,J.S., Omulando,S.J. (1992) *Curriculum: Theory and Practice in Kenya*, Oxford University Press.

Skovsmose,O. (1985) ‘‘Mathematical Education Versus Critical Education’’, *Educational Studies in Mathematics*, 16.

Skovsmose,O. (1994) *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers.

Stevenson, H.W. & Stigler,J.W. (1992) *The Learning Gap: Why Our Schools Are Failing and What We can Learn from Japanese and Chinese Education*, a Touchstone Book.

Stigler,J.W. & Hiebert,J. (1999) *The Teaching Gap: Best Ideas from the World’s Teachers for Improving Education in the Classroom*, the Free Press.

Vithal,R., Skovsmose,O. (1997) ‘‘The End of Innocence: A Critique of ‘Ethnomathematics’’’, *Educational Studies in Mathematics*, 34 (2).

Zaslavsky,C. (1973) *Africa Counts: Number and Pattern in African Culture*, Lawrence Hill Books.

Zweng,M. et al eds (1983) *Proceedings of Fourth International Congress on Mathematics Education*, Birkaeuser.