

## 数学教育協力における文化の果たす役割 —ケニアにおける数学教育の事例を基に—

馬場 卓也

(広島大学大学院国際協力研究科)

### 1. はじめに

度重なる河川の氾濫から数学が生まれてきたというのは、数学の誕生を物語るドラマティックな表現である。要するに土地の測量や暦の作成などの身近な活動から出発し、現代にいたる数学は、その何千年の歴史の中で、抽象化という作業を何度も繰り返してきた。例えば、犬か猫かに留まらず、生物か非生物か、また四角いものか丸いものかに関わらず、数えうるもの全てに対して、特定の記号を順に割り振る行為を通して得られた自然数は、既に抽象化された概念である。さらに、人間はそれを元にして具体的な数によらない代数を生み出し、ついには虚数のような新しい数までも創作し、数ならびに計算体系の完全化を図ってきた。そのやむことのない探究精神は、数学の対象を深く、広く拡張してきた。

最先端の洗練された数学表現からは、昔日に人間が環境へ直接働きかけ、その活動から初歩的な概念、そして徐々に高等な概念を形成していったことを想像することは容易ではない。しかし考えてみれば、抽象化された数学概念を普段必要としない私たちでも、ほとんど毎日、なにかしら対象を数えたり測ったりしており、そこには高等な数学とは異なった顔を持つ多様な数学を見ることができる。この身の回りの環境の中に見出される数学を、ブラジル数学教育学者 D'Ambrosio (1985) は民族数学と名づけ、それを焦点として開発途上国における数学教育の再考を迫った。

なぜなら、生徒たちは学校の外で数えたり測ったりしていたとしても、学校で学習する数学と関連付けることができず、闇雲に公式

を暗記したり、論理的でない反応を示したりする。この暗記に頼る数学学習は、ケニアで実施したアンケート調査でも見ることができ、調査した生徒たちは数学学習で一番大事なものとして公式を挙げていた (Kanja et al., 2001)。このような状況において、D'Ambrosio の指摘は、「何のための数学教育か」を文化的側面から照らし出していこうという試みと言える。

文化というと、異なる側面に自然に目が向いてしまうかもしれないが、普遍的な側面も併せ持っていることに注意しなければならない。つまり特定の文化における特定の側面が奇異な表層のゆえに特殊性を表しているというのではなく、例えば多様な文化において様々な測定の実具や方法はあってもいいが、そこに測定活動が存在するというところにある種の普遍性を見ることができる。本研究では数学そして数学教育の持つ普遍性と特殊性を考慮に入れながら、上記の民族数学研究を中心に数学教育の文化的側面に関する研究を概観したい。

また国際協力では、文化的背景の異なる人々が出会い、共通の目的—数学教育のカリキュラム開発や教師教育など—をもって、活動する。そこでは種々の相において、文化の持つ普遍性と特殊性が交錯し、私たちが国際協力に従事することは、この両者を常に意識し、両者の間で考察、行動していくことが必須となってくる。つまり単に私たちは所謂“日本的なもの”を持ちこむだけでは当然なく、相手文化との間でそれが持つ普遍性を意識しながら、国際協力という土俵を成り立たせていく努力が必要となってくる。

## 2. ケニアにおける数学教育の展開

1963年に独立を果たした東アフリカのケニアは、独立以前4つの異なる指導要領を有していた。それは単なる労働力を提供するアフリカ人と社会を支配するヨーロッパ人の間にインド人とアラブ人とを置き、分割統治するためであった。アフリカ人にはプランテーションで働くために必要な最低限の3 R'sのみが必要とされた。そして上記のアフリカ人用指導要領は3 R'sに基づいて構成された指導要領であった。

独立直後に設置された Ominde 委員会はこの状況を分析して、肌の色に関係なく全てのケニア人にとって必要な教育の基礎を求めた。そして1967年に新生ケニア国初めての初等教育指導要領が完成し、ケニア化の第一歩を印した。初等教育機関は独立以前にも一定数の学校が設置されていたが、人口の大多数を占めるアフリカ人には不要との理由で中等教育機関の数は極端に少なかった。因みに独立当時におけるそれぞれの学校数は、6058校と151校である。大統領の掛け声とともに各地で中等学校の建設が地域住民の尽力にて行われてきた（ハランベ運動と呼ばれる）。その結果1990年の段階ではそれぞれ14864校と2678校になっている（木村・馬場, 1995）。

さて数学教育に焦点を当てると、1960年代から1970年代にかけて、ケニアも世界的な数学教育の現代化運動の影響下に入る。初等教育では、教科書 Kenya Primary Mathematics の編纂が開始された。それは非常に現代化の影響を受けおり、集合やトポロジーといった概念を重視していた。また中等教育では、英国において少数エリート校のために開発された School Mathematics Project を東アフリカへ移植する目的で、ケニアに当時いた白人の教師が中心となって School Mathematics East Africa (SMEA) の教科書を作成した。まず少数の学校で実験されたが、1970年にニューマスの正式採用が決まると、急ぎよ全ての小

学校で実施されるようになった。しかし一般の教師は新しく導入された概念を教える準備ができておらず、また一般大衆の反応は悪く、計算力の低下を嘆く声が上がった。（Lillis, 1985, p.151）

1976年には独立以来の教育制度を見直すために、Gacathi 委員会が設置された。委員会はその報告書の中で教育改革の必要性を説いていた。最終的に1980年大統領令が出され現代化の廃止が決まり、その後7-4-2-3制から8-4-4制への教育制度の改革が実施された。

新制度への移行は、独自の指導要領の作成、並びにそれに基づいた試験制度の改革をも意味した。教育省内にあった国家試験の監督部局は1980年に分離独立され、Kenya National Examination Council (KNEC) と名づけられ、以降 KNEC が主体となり初等教育修了試験 (Kenya Certificate of Primary Education)、中等教育修了試験 (Kenya Certificate of Secondary Education) 並びにその他の国家試験を実施するようになった。このようにして教育の方向性を決める学習指導要領は Kenya Institute of Education (KIE) が作成し、それに基づいた試験は KNEC を実施するという体制が整った。このことは初等、中等教育のケニア化が進展したことを意味する。

8-4-4制への改革の骨子は、①理念的にすぎた教育課程を生活重視に変更する、②技術系科目の導入、③小学校修了年限の延長 (Shiundu & Omulando, 1992, p.265) となっている。その意図は十分に理解できるものの、技術系科目の導入には経済的な保証が必要となってくる。例えば工作する場合には最低限鋸や金槌といった基本的道具が必要となってくるが、教科書さえ満足に行き渡っていない状況ではそれさえも望めない。そして新制度の始まりとともに試験科目が増えて、さらに受験競争に拍車をかける事態ともなった。

そのような中、数学教育も決して例外ではなく様々な問題を抱えてきた。隣国ウガンダ

が未だに中等教育の修了試験を英国式の O-level, A-level を行っているのに対し、ケニアは1980年に早々と決別している。短期的、長期的に見てそれが正または負のどのような効果をもたらしているのかは、更なる調査が必要であるが、教育のケニア化が進んでいることは確かである。それが原因となっているのかは判別できないが、国家試験における0点の数が極端に多い。初等教育8年間、中等教育4年間かけて学んできた成果がこの顛末では、教育または試験のアカウントビリティーが問われねばならないであろう。さらに授業の中にまで分け入ってみれば、教科書が少なく問題を書き写すのに時間が取られたり、また公式、定義を重視する傾向は強く、イメージを沸かせる努力は一般に少ない。

### 3. 途上国における数学教育の問題点

さて前節ではケニアという限定された国での問題点を見てきたが、ここでは途上国が抱えている数学教育の問題点を全般的に取り上げていきたい。モザンビークの数学教育学者 Gerdes は、その問題点を次のように指摘している。

《多くのアフリカの国では、過去二十五年間に生徒数が飛躍的に増加したにもかかわらず、1980年の時点で非識字率は未だ66%である。... 数学教育に関しては、先進国から第三世界諸国へのカリキュラムの性急な移植によって、さらにひどい傾向にある。》(1988, p.137)

そこで指摘されているのは、先進国から移植されたカリキュラムの持つ問題性である。考察を進めていく前に、まず数学教育全般の動向に関して振り返り、途上国での問題を世界的な動きの中で位置づけたい。

中原(1997)によると、数学教育における学習を説明する原理は下に挙げる三つに分類される。

#### (1)構成主義

#### (2)相互作用主義

#### (3)社会文化主義

これらの原理が考案されたのは、1980年代以降のことである。世界的なニューマスの導入に様々な問題が噴出し各国でその反省が行われる。例えば米国では「基礎に帰れ」の掛け声とともに、数学教育の焦点がニューマスから問題解決学習に移行する。ところが数学教育は従来よりある意味での問題解決を行ってきたわけであるし、ここで数学教育の基盤、つまり何のために問題解決をするのかという目的が問われるに到る。そこで初めて数学教育の基盤に対する哲学的反省が行われ始める。その先陣を切ったのが構成主義で、子どもは数学を外部から教え込まれるわけではなく自ら数学概念を構成していくのだという主張を行った。その主張が鮮烈であったがために、反論も積極的に展開される。基本的には「一人で構成できるのか」という点と、「外的影響を受けること無しに構成するのか」という点が争点となる。これらが二番目、三番目の考え方へと発展していく。

三番目の社会文化主義においては、個人の学習において外的な影響をどのように捉えていくのかという点が構成主義との分水嶺となっている。この社会文化主義が取り上げられるようになってきた背景には、それまでの心理学では解明され得ない学習上の問題があったからであろう。そこではヴィゴツキー理論を基に既存の文化への文化参入を図ることが学習の本質であるとした。要するに構成主義と社会文化主義の対立の底辺には「個人的活動(思考)が先あって社会的言葉が後に追いついていくのか、それとも逆に言葉が内化することによって活動(思考)が追いついていくのか」という基本的な学習観の違いが存在している。

両者の言い分はいずれも、ある部分での真実をついている。しかし自らが所属する文化はもちろんのこと、学校での文化も含めて、これら外的要因の影響を全く考慮の外に置き

ば、学習が真空の中で行われるという独善に陥る危険性を伴っている。当然それぞれの文化の中で活動を行いながら、文化という枠の中で意味付けを行っていくのであろう。その枠の広さ、柔軟さは文化によってかなり異なりうる。場合によっては非常に狭く強固である場合もあるし、ある場合はあまり感じない場合もあるだろう。それにしても全くない場合というのは考えられないであろう。

Bishop は“数学”を一つの文化と捉え、子どもの置かれている文化と対比して、その間に文化的障害がある場合について次のように言及している。

《ある意味で、数学的文化化は数学教育の既成の枠組みにおいては、自然で、教育における発展過程で、十分解釈可能であるように思える。

それとは対照的に、学校外と学校内の文化的規範が不調和の状況においては、教育の課題が何であるのか明瞭にはならない。ここでは文化的連続性は意味の無い言葉となるか、または少なくとも問題ありとして取り扱わなければならない。その研究の歴史を通して、文化的障害を認識することができなかった数学教育の既存の理論的構造は、よくて誤った印象を与えるか、悪くすると見間違いであったり障害になったりする。文化的な不調和における教授またはカリキュラムの示唆するところの検討は、全く異なる次元の問題であるように思える。》(Bishop, 1994, p.16)

そして続けてその解決への指針として、子どもの所属する文化との関係で数学をどのように考慮するか、その考慮の度合いによって吸収、調整、融合、専有アプローチという枠組みを提案している。まず文化的障害を認識することが大切であり、次にそれをどのように乗り越えていくのかが問題となる。そこに Gerdes の述べる移植カリキュラムの問題が位置づけられる。もちろん先述した基礎的学習観の違いの話に戻れば、言葉が先なのか活動が先なのか簡単に断定することはできず、

両者の考え方ともに一方だけで学習という複雑な過程をすべて語り尽くすということは無理であろう。これについての最終的な結論を求めるということは本論の趣旨ではないので、ここでは文化が学習に対して多大なる影響を持つということを指摘した上で、次節以降言語と数学的活動に絞って文化の考察を進めていきたい。

#### 4. 数学を第二言語で学ぶこと

何か新しい概念をえる時、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。例えばフィリピン語では一人称複数形が *tayo* と *kami* の二つあり、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。その中で少しずつ概念を獲得していく。

数学も新しいものの見方を要求している。その基となる活動はもちろん各人の中に内在しているであろうが、一過的な理解ではなく、必要性を感じ記号化できるようになるには、記号化を必要とする状況を意図して設定していかなければならない。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であろう。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、学校では掛け算を行なう。」

「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、私は紙の上に二つの(長方形の)畑を一方が他方より大きくなるよう書いた。

「もしこの二つが畑としたら、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、もしその二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。

前節での Bishop の指摘にある文化的分断が、この例においては顕在化されている。つまり家庭でのものの見方と学校でのものの見方の間の分断を、我々はこの解答者の応答中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、解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のである。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差違を考慮に入れず、他国のカリ

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。

《子どもにとって自然と思える認識様式とは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。

そして、初等算数ではむしろ暗記学習で成功することもあるが、中等数学になり、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、問題が顕在化する。》(Berry, 1985, p.19)

途上国の現状では学校数学をさらに第二言語で教えることが求められる場合が多い。そして数学カリキュラムはその第二言語に基づいてまず開発されており、そのカリキュラムをそのまま使用する、またはケニアにおける SMEA のようにそれを範として若干修正を施して使用する場合が多く存在する。それは植民地支配されてきた多くの国が、独立に際して国造りの根幹である教育の問題に取り組む時、往々にして宗主国からの政治的独立を果たしながらも、それまでの社会的機能を一気に変換するわけにはいかなかった。そのような歴史的な制約のゆえに、母語ではない言語特に旧宗主国の言語を教授言語に用いざるえなかった。

Berry (1985) は数学学習上の問題に関して、第二言語で学ぶ時の問題を A 型、B 型と整理し、そこでは二つの問題が混同されてきたと主張した。

	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。

つまり「A 型は教授言語に不慣れなために起こる問題で、流暢さを増すことで解決され

るのに対し、B型は認識構造の問題で、言語的解決は図れない」というものである。にもかかわらず、教育関係者は一生懸命生徒の言語的流暢さを増す努力をしてきたと、論じている。後者の問題は Presmeg の例にあるように単に言語の問題にとどまらず、その中にあるものの見方の違いである。第二言語で数学を学ぶ時の問題は、そのレベルまで掘り下げていって初めて本当の姿を露呈してくる。したがって多くの場合本当の姿を見ることなしに、

《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)

となってしまうのである。言語の流暢さは繰り返しによって改善することができる。同様に機械的に数を数えたり計算することも、演習によってできるようになると思われる。しかし機械的な学習によって潜伏してしまった分断は予期せぬところに影響を及ぼす可能性を秘めている。その問題は母語と第二言語の持つ構造的違いを意識することから解決への歩みを始めることができるのだと考える。

本節で問題としようとしたのは、“単に英語をうまく喋りさえすれば、数学教育における問題が解決するのではない”ということ

ある。B型の問題における原因は、文化、言語、認識の三者がどのような因果関係を持つかに関わらず、これらの三つの要因が複雑に絡まりあって、数学という新たなものの見方の学習に影響を及ぼしていることにある。

## 5. 民族数学研究

前節では言語という観点より数学教育を見てきた。しかし数学的な活動の中には未だ言語化されていないものも多数存在する。それは試行的、個人的な段階であったり、たとえ体系化、共有化されていたとしても言語という形ではなく、何かしら絵や物という形で結晶化されている場合もある。本節では特に1984年にブラジルの数学教育学者 D'Ambrosio によって造語された「民族数学」(ethnomathematics)を取り上げたい。氏は従来の数学教育のあり方に危機意識を持ち、《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はなく、私たちが適切にカリキュラム開発を行なう基礎となるものとして重要なのである。》(D'Ambrosio, 1985, p.47)

として、各文化集団内で行われる数学に関連づけられる活動(以下、数学的活動とする。)を明らかにしていく必要性を説いている。民族数学という場合、数学的活動の一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以外では、この数学的活動とそれを研究する民族数学研究を含めて「民族数学」とする。またここで活動とは活動のプロセスとその所産たるプロダクトの双方をあわせて数学的活動とする。

そこで民族数学とはどのようなものであるかを示すために、プロダクトの側から数学的活動をいくつか挙げてみたい。

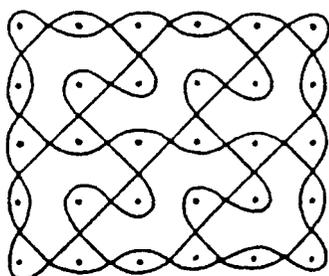


図1 Sona (Gerdes, 1990)

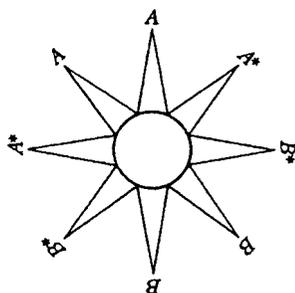


図2 Mu torere (Ascher, 1991)

民族数学研究は端緒につきはじめばかりの若い研究分野である。しかし僅かばかりであったとしてもこれまでの先行研究の概要を明らかにすることで、さらなる研究の礎としたい。

さて先行研究は、①数学教育の文化的成分に関する研究または民族数学研究という理論的研究、②①の観点を活用した発展途上国における数学教育開発という実践的研究と大きく2つに分類することができる。ところが、実践的研究はこれまでのところ多く為されて

おらず、また為された少数の研究は民族数学研究の中に1つの方向性として含まれている。つまり①と②の便宜上の区分は事実上消えてしまう。そこでこの両者、理論面と実践面の研究をあわせた①の研究を分類すると、(A)数学、数学教育の文化的側面をその内側から研究した研究と、(B)その外側つまり文化人類学、心理学の視点から考察した研究、さらにこれらの研究と重なり合う部分もあるが、(C)1984年以降は「民族数学」の名の下に行なわれた研究、に分けることができる。

上記(A)に関しては、ごく一部の例外的事例を除いて、Zaslavsky (1973) が一番古いところに位置している (Gerdes, 1994)。それ以降しばらくは、この分野での研究が見られないが、1980年代に入って活発に研究されるようになった。国際数学教育会議 (ICME) では、「言語と数学」という話題分野 (topic area) が設けられ、第4回、第5回大会と引き続き論議されたり、1988年にブタペストで行われた第6回大会では第5日が終日「数学、教育、社会」というテーマに当てられて、集会的に論議された。また、国際的な数学教育雑誌 Educational Studies in Mathematics (vol.19, No.2) においても、1988年に特集が組まれた。その特集では4つのテーマが設けられているが、全体に渡って論文の主題の中に culture または cultural という語が見られる。

(B)は、元来多くないのだが、数学教育研究者だけでは切り開けない境地を開拓してきた。つまり具体的事例を、その奥にある文化的意味を含めて提供したのである。例えば、Gay & Cole (1967) では、心理学者 Cole の観点が活かされている。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値する。Cole はその後文化心理学という分野の創設に関わっている。また文化ということを前面に置いているわけではないが、メキシコのユカタン地方に生活するマヤ族の産婆たち、リ

ベリアのヴァイ族とゴラ族の仕立屋たち等（レイヴ、ウエンガー、1993、pp.42-43）の例から考察する状況論も、この型の研究と位置づけて良いのだろう。この状況論の観点を生かした数学教育の研究（佐々木、1996）も見られる。

(C)に関してであるが、民族数学を大きく捉える場合は、(A)、(B)もその範疇に含めるべきであろうが、D'Ambrosioによって数学的活動が“Ethnomathematics”と命名されて以降の研究は区別して考えたい。民族数学の研究者が情報を交換し、研究を促進するために創刊されたニュースレター ISGEm も1985年以降既に14巻を数え、研究者の出身国の多彩さ（例えば、D'Ambrosio はブラジル出身、Gerdes はモザンビーク出身である。）が目を引く。Ethnomathematics（Powell, A. & Frankenstein, M. eds., 1997）はこれまでの民族数学研究の集大成である。

このように D'Ambrosio による命名は、数学に文化的視座から接近しようとしていた研究者たちの課題意識に具体的な形を与え、その後の多様な研究を導いてきた。しかし研究の量的側面の充実に反して、それらの構造的な考察があまり為されず民族数学研究全体として平面的な傾向があった。そこで Vithal & Skovsmose（1997）は、民族数学研究を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、の4つに分類した。そして最後の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つ類の民族数学研究を統合していく役割を持つと述べ、民族数学研究全体に構造と哲学をもたらそうとした。

他方現在のところ日本において民族数学の研究者はほとんどおらず、上記の先行研究はほとんどが英文である。但し興味深いことには、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、社会的に多に注目を浴びたようである（小倉、1974、pp.297-298）。また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（1984）は当時国際的に高い評価を受けていた。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。

現在では、以上(A)(B)(C)をあわせて、大きな意味での民族数学研究と呼ぶことが可能だと考える。民族数学は各文化における働きかけの過程であり、所産である。また主客の相互作用という意味で、その中には教育に対する示唆が必然と含まれている。つまり民族数学研究は、「数学」と呼ばれるものの範囲を「数学的活動」という言葉で捉え直し、教育に翻案する運動と捉えることが妥当かもしれない。

色々な形のプロダクトとしての民族数学が Asher や Gerdes らによって取り上げられ、その中に含まれる数学的過程を示唆している。そこに見るのは学校で教える数学とは、体系の完成度、深度において随分異質なもののように見えるかもしれない。しかしその根底に流れるのは普遍的活動（Bishop, 1991）であり、その発現形態における差異は、各々の文化に基づく教育の可能性を示唆しているように思える。

いずれにせよ民族数学研究は端緒についたばかりの分野である。そのきっかけを与えたのが途上国の人々であることを深刻に受け止めていかなければならない。数学教育は国により文化により異なるが、現在の数学教育が抱える問題点に更なる問題が追加されたとみるよりは、別な角度からの問題点の明確化と解釈する方が妥当であろう。そのことを深く探求していくことが、回りまわって我々の足元を見直すことに通底していくのであろう。

## 6. 結 論

4 節、5 節において数学教育における文化の果たす役割を、第二言語と民族数学という

観点より論じてきた。コミュニケーションや、思考の手段としての言語は数学的な活動の動力源であり、数学的な活動はそのプロセス並びにプロダクトを通して更なる影響を言語の中に及ぼすことになる。相互の影響は個人の中で起こることもあるが、個人間でまたは世代間で生起し、長年に渡り文化の中にその軌跡を彫り刻んできた。

文化

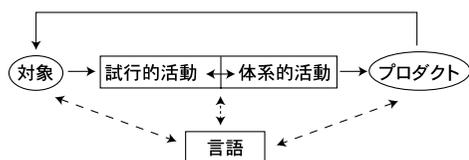


図3 文化内に生起する数学的活動

このことをモデル化すると上図のようになる。ここで対象は具体物（もの）を表象する場合もあれば、抽象物（こと）を表象する場合もある。それに向かって働きかけるとするのが、活動である。例えば数学では具体物を数えたり、そのような活動から得られた抽象的な数概念を用いて計算したりする。抽象、具体を問わず対象に向けて試行錯誤の活動を繰り返しながら、体系化を目指していく。そして体系化がある程度進んだところで、それを基に次なる試行を繰り返していき、さらに進んだところで、成果物として文化の中に組み込まれていく。この過程において民族数学というとき、文化内の数学に関連付けられる活動並びにプロダクトを指している。

活動のあらゆる段階において、表面上の活動に随伴するコミュニケーションまたは思考の手段として言語が介在している。またその過程は同時に言語に影響を及ぼしていく。民族数学と言語というのはあざなえる縄の如く不可分につながっている。その周辺には、「もの」、「こと」として分節され、顕在的に把握されていない、それらを産み出す源として各文化が存在している。文化という時にその輪

郭は確固としてではなく、ぼやけた形で捉えられるのは、この顕在化されていない部分のゆえんであろう。

Bishop は上の数学的活動に関して、文化差を超えて6つの普遍的活動（数える、測る、位置づける、デザインする、遊ぶ、説明する）が存在することを指摘している。年月をかけて数学はこれらの活動を反省する中で、記号化を進めてきた。この数学の持つ記号的側面が、個人内、個人間のコミュニケーションを可能にしてきたと同時に、逆に後者が記号的側面を強化してきたとも言える。ひとたび記号化が成立すると、それをもとに更なる記号化が試みられる。「西洋数学」においては、多くの人々がそこへ参加してきた歴史があり、ある種の普遍性がそこへ見出される。しかし数学が普遍的であることの例証としてよく挙げられる「 $1 + 1 = 2$ 」でさえも標準的な日本語の語順「1と1を足すと2になる」を取り上げれば分かるように、普遍性の中身を問わなければならない。

多くの社会が関与し協定することで文脈を超え一定の普遍性を得てきた数学と、地面に張り付くことで文脈性を保ち続けている民族数学は、両極端の特徴を有しているように見えて、一方で先ほどのべた6つの普遍的活動でつながっている。そこに民族数学を含めた数学の持つ普遍性と特殊性がきわどく交差する場がある。

このような普遍性と特殊性を併せもつ数学を扱う数学教育においては、何が目標となるのであろうか。民族数学に対する批判に、「民族数学の実践者はそれとして意識していない」ゆえに、学校数学のように「数学を意識して学習する場面では適さない」というものがある。しかし民族数学を文化という海の中から拾い上げて、対象として扱うということは取りも直さず意識することである。例えばかごがあれば、その模様や編みかたを必要以上に意識することは、製作において必要なくとも、学校数学での学習過程においては自然

要求されることである。そもそも私たちは既製の何かを教えようとしているのだろうか。または「学校数学」を通して何か別のものを教えようとしているのだろうか。後者の場合ならば一体何を、何のために教えようとしているのだろうか、もう一度問い直さなければならない。そしてそれを達成するためには、どのような学校数学が必要とされるのだろうか再考しなければならない。

もちろん現在の社会を動かしている科学・技術の背景には近代西洋で発達してきた数学が厳然と存在し、それを闇雲に拒否することは自殺行為に匹敵するかもしれない。そこでその原理・考え方を理解し、より発達させるにはたとえ見方の修正を迫られようとも、西洋数学の考えを一旦受容することも必要であろう。しかし我々の思考の基礎に、母文化、並びに第一言語がある以上、またここで取り上げてきた文化に根差した数学的なもの見方—民族数学—がある以上、そこに文化的側面を考慮した数学教育の重要性が存在している。そして何のための数学教育かという最初の問題に戻ってくる。

本研究を含めて、数学教育を文化的側面から捉える一連の民族数学を基にしたカリキュラム研究（馬場，1998；1999；2001）では、長期的な展望として次に挙げることをもくろんでいる。

- \* 数学を完成し固定的で覚える対象ではなく、ダイナミズムを持った活動として捉えること。
- \* 環境に対するローカルな数学的活動とその結果として出てきた抽象的、ユニバーサルな数学の緊張関係を捉えること。
- \* 洗練された結果としての数学ではなくて、その源に遡行して環境に働きかける数学的な力を再現すること。

最後に、冒頭に述べた国際協力というのは文化のぶつかり合いの場である。その中で技術、知識、考え方、またより現実的な場面では金銭がやり取りされる。その中で日本の経

験が独自性を有し、貢献できるのは、西洋文化を母文化とせずそれを異質のものとして受容してきたことにあるように考える。もちろんその受容過程は国によって異なるであろうが、受容するという点において共通している。上述の数学並びに数学教育の普遍性と特殊性の交錯点と同時に、そこにも冒頭で述べた普遍性と特殊性の交錯する場があり、それを如何に他国の人々と共有するかが、今後の数学教育協力の本質的な課題となっている。

### （参考文献）

#### （英文）

- Abraham, J. & Bibby, N.: 1988, 'Mathematics and Society: Ethnomathematics and a Public Educator Curriculum', *For the Learning of Mathematics*, 8(2), pp.2-11.
- 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), pp. 36-43.
- Austin, J. L. & Howson, A. G.: 1979, 'Language and Mathematical Education', *Educational Studies in Mathematics*, 10, pp. 161-197.
- Barton, B.: 1995, 'Making Sense of Ethnomathematics : Ethnomathematics is making sense', *Educational Studies in Mathematics*, 31 (1-2), pp. 201-233.
- Berry, J.W.: 1985, 'Learning Mathematics in a Second Language : somecross-cultural issues', *For the Learning of Mathematics*, 5 (2), pp. 18-23.
- 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), pp. 15-18.
- Bobra, M. C.: 1990, 'Ethnomathematics and Education', *For the Learning of Mathematics*, 10 (1), pp. 39-43.
- D'Ambrosio, U.: 1980b, 'Mathematics and society: some historical considerations and pedagogical implications', *INT. J. EDUC. SCI. TECHNOL.*, 11 (4), pp. 479-488.
- 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), pp. 44-48.
- D'Ambrosio, U.: 1990, 'The Role of Mathematics Education in Building a Democratic and Just Society', *For the Learning of Mathematics*, 10 (3), pp. 20-23.
- 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, pp.369-377.
- D'Ambrosio, U.: 1994a, 'Ethnomathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education' *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective*, Falmer Press, pp. 230-242.
- D'Ambrosio, U.: 1994b, 'Cultural Framing of Mathematics Teaching and Learning', *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, Kluwer Academic, pp. 443-455.
- Dawe, L.: 1983, Bilingualism and Mathematical Reasoning in English as a Second Language, *Educational Studies in Mathematics*, 14, pp. 325-353.
- 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), pp. 5-8.
- Gay, J. & Cole, M.: 1967, *The New Mathematics and an Old Culture: A Study of Learning among the Kpelle of Liberia*, Holt, Rinehart and Winston.
- Gerdes, P.: 1986, 'How to Recognize Hidden Geometrical Thinking : a Contribution to the Development of Anthropological Mathematics', *For the Learning of Mathematics*, 6 (2), pp. 10-12,17.
- Gerdes, P.: 1988, 'On Culture, Geometrical Thinking and Mathematics Education', *Educational Studies in Mathematics*, 19, pp. 137-161.
- Gerdes, P.: 1990, 'On Mathematical Elements in the Tchokwe "Sona" Tradition', *For the Learning of Mathematics*, 10 (1), pp. 31-34.
- Gerdes, P.: 1994, 'Reflections on Ethnomathematics', *For the Learning of Mathematics*, 14 (2), pp. 19-22.
- 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 Univ. Press.
- 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.
- 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), pp.67-75.
- Keitel, C.: 1989, Mathematics Education and Technology, *For the Learning of Mathematics*, 9(1), pp. 7-13.
- 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.
- Kenyatta, J.: first published 1938, This edition published in 1978, *Facing Mount Kenya: The Traditional Life of the Gikuyu*, Kenya Publications.
- Knijnik, G.: 1993, 'An Ethnomathematical Approach in Mathematical Education: a Matter of Political Power', *For the Learning of Mathematics*, 13 (2), pp. 23-25.
- 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), pp.141-159.
- 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.
- Nebes, 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, pp. 13-27.
- 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.: 1993, 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 Univ. 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, pp. 163-177.
- Saxe, G.: 1991, Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematics Understanding, Lawrence Erlbaum Associates.
- 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, pp. 337-354.
- Skovsmose, O.: 1994, Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education, Kluwer Academic Publishers.
- Vithal, R. & Skovsmose, O.: 1997, 'The End of Innocence: A Critique of 'Ethnomathematics'', *Educational Studies in*

- Mathematics*, 34 (2), pp. 131-157.
- 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.
- (和文)
- 青木保：1994, 『文化の否定性』, 中央公論社.
- 池上嘉彦：1984, 『記号論への招待』, 岩波書店.
- 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』, 3, pp.127-135.
- 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.
- 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』, 剏草書房.
- 岡本真佐子：1997, 『開発と文化』, 岩波書店.
- 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.etal : 1987, 『エスノメソドロジー—社会学的思考の解体』, せりか書房.
- 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.
- 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, pp. 27-75.
- 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, pp. 41-97.
- クーン, T., 中山茂訳：1971, 『科学革命の構造』, みすず書房.
- 国際協力事業団：1994, 『開発と教育分野別援助研究会報告書』.
- 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.
- 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.
- シュブランガー, E., 村井, 長井訳：1969, 『世界教育宝典文化と教育』, 玉川大学出版局.
- 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.
- 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), pp. 14-23.
- 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.
- 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：1992, 『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

- 当性一，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.
- 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，  
pp.29-35.
- 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，  
pp.17-25.
- 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，pp.7-17.
- 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.
- ブルア，D.：1985，『数学の社会学－知識と  
社会表象－』，培風館.
- 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.
- 古川安：1989，『科学の社会史』，南窓社.
- 松原正毅，『世界民族問題事典』，平凡社.
- 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.
- 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.