

ザンビア基礎教育における計算能力の診断的評価に関する研究 — 弁別性と教授的示唆に注目して —

内 田 豊 海
(広島市立大手町商業高校)

1. はじめに

教育評価は教育活動と表裏一体で行われ、その実施時期と目的によって、診断的、形成的、総括的評価の三つに分けることができる。他方で教育活動の過程や成果や規定条件を教育活動の当事者でないものが外的に吟味するといった評価は外在的評価(梶田1983)と呼ばれる。グローバル化の進展とともに、多数の国が参加するようになってきた国際比較教育調査も、このように教育過程に対して外在的に位置づけられ、教育活動の改善へつながるような政策への示唆を得ることが期待されている。事実、代表的な国際比較調査TIMSS2007は、その目的を次のように記している。

国際数学・理科教育調査の目的は、初中等教育段階における児童・生徒の算数・数学及び理科の教育到達度(Educational Achievement)を国際的な尺度によって測定し、児童・生徒の学習環境等の諸要因との関係を参加国間におけるそれらの違いを利用して研究することである(国立教育政策研究所2008)。

しかし、その教育到達度、すなわち、被説明変数の値が余りに小さい時には分析にも限界があり、さらに内在的な評価としての教育過程への示唆を得ることは不可能に近い(馬場、内田2008)。このような問題状況に対して解決策を提示していくためには、教育評価の在り方を問い直す必要があ

る。

そこで本研究では、「教育到達度が低い」国の一つであるアフリカのザンビアを取り上げて、教育評価の在り方を再検討し、新しい評価法を提示したい。

2. 到達度調査レビュー

馬場・内田(2008)は、ガーナ国におけるTIMSS2007の結果をレビューすることより、そこから得られる教授学的示唆の少なさを指摘した。しかしながら、ザンビアにおいては、幾つかの到達度調査が実施されているのにも関わらず、その教授学的意味合いを考察した研究はまだない。教育評価の在り方を検討するにあたり、これまで実施された調査を踏まえることは不可欠であろう。

そこで、ここではまず、国際比較調査であるTIMSS、地域比較調査であるSACMEQ、そしてザンビアにおける全国学習到達度調査をレビューする。ザンビアはTIMSSに参加はしていないものの、幾つかのサブサハラアフリカ諸国が参加しており、その結果を踏まえた上で、地域調査、自国調査におけるザンビアの学習到達度調査とその意味合いについて検討する。

(1) 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)

TIMSS⁽¹⁾は、国際教育到達度学会(IEA)⁽²⁾によって1964年から継続的に実施されている国際学力調査である。その目的は、「初等中等教育段階における児童・生徒の算数・

数学及び理科の教育到達度を国際的な尺度によって測定するとともに、各国の教育制度、カリキュラム、指導法、教師の資質、児童・生徒の環境条件等の諸要因との関係を参加国間におけるそれらの違いを利用して組織的に研究することである」(国立教育政策研究所 1998)。各国のカリキュラムを踏まえた上で調査問題を作成し、同一の調査を国際的に行うことで、地域間、国家間での比較を可能にし、また同質の調査を継続的に行うことで、各国の変化を追跡できることが特徴であり、1995年の調査開始以来、その成果は国際的に大きなインパクトを与えてきた。

TIMSS の調査結果は、各国の相対的位置関係や特徴を知る上で有益な情報である。しかしながら、多様な文化性を持つこの地球上において、同一の尺度でどれだけ有益な情報を得られるかは慎重に議論する必要がある。報告書には、平均得点を 500 点、標準偏差を 100 と換算して調査結果が記載されており、2003 年度の数学試験結果では、中学校 2 年生の国際平均が 467 点⁽³⁾であり、日本は 570 点だった。トップのシンガポールは 605 点で、平均点に対し 1 標準偏差強高いのに対し、最下位の南アフリカは 264 点と平均点より 2 標準偏差も低い。個別に問題を見ても、問題によっては正答率が 1% という結果のものもあり、また国際平均が 80% とかなり高かった「691 + 208 に一番近いものを選びなさい」という 4 択問題においても、南アフリカの正答率は 37% で、4 択問題では無作為に解答しても 25% となることを考えれば、かなり低いものであることがわかる。

さて、到達度調査より教授的示唆を得る際、調査において難易度の異なる幾つかの問題を提示し、生徒は何ができ何ができないかを明らかにすることより、生徒の躓きを特定し、その改善策を探ることが求められる。つまり、生徒のパフォーマンスを

細かく弁別することが必要とされる。しかし、TIMSS 調査において、南アフリカの結果は、どの問題も一様に正答率が低く、生徒のパフォーマンスを弁別するに至っていない。この結果から言えることは、南アフリカの到達度が国際基準に比べ、極めて低いという位置づけのみであり、あまりに低すぎる正答率のため教授的示唆はほとんど得られない。これは、同様に正答率の低かったガーナにも当てはまる。

これより、南アフリカやガーナといったサブサハラアフリカ諸国に対し、TIMSS の尺度を用いて国際比較の基準で比較することにより、それぞれの国の学習到達度の位置づけを明確にすることはできても、あまりに低い到達度のため、問題とその解答を分析することにより何らかの教授的示唆を得ることは困難であり、それらの国には、より適した尺度を用いた調査を行うことが必要となる。

(2) 南東部アフリカ教育の質モニタリング調査 (SACMEQ)⁽⁴⁾

TIMSS が多くの地域を網羅する国際的な視点に基づく調査であるのに対し、地域を限定し、その地域の課題に焦点を当てて行われる調査として、地域到達度調査があげられる。そのひとつである SACMEQ は、1990 年代初頭にジンバブエがユネスコ国際教育計画研究所 (IIEP) と共に実施していた識字調査に、周辺国が参加する形で拡張され、実施されている学習到達度調査である。教育の質向上に寄与すべく、参加国の教育関係者に、各国の教育の質に関するデータを提供することを目的とし、95 年に第 1 回調査である SACMEQ I、2000 年に SACMEQ II、そして現在、SACMEQ III 調査が実施されている。SACMEQ I では、アンケート調査と言語科目の調査が実施され、SACMEQ II からは、それに算数の調査も加わった。算数調査の問題は、各国の教育専門家が集まり、それ

表1 SACMEQ IIにおける幾つかの参加国の到達度段階別生徒の割合 (%)

段階	1	2	3	4	5	6	7	8
モーリシャス	2.4	18.2	21.8	16.7	12.2	11.2	10.4	7.0
ケニア	0.6	10.1	30.7	25.7	17.9	10.4	3.3	1.3
タンザニア	2.8	22.7	35.0	21.4	9.9	6.2	1.6	0.4
平均	6.2	34.3	29.8	14.6	7.5	4.6	2.2	1.5
南アフリカ	7.8	44.4	23.8	8.8	6.1	5.8	2.1	1.3
ザンビア	16.8	54.4	21.5	5.0	1.8	0.4	0.0	0.0
マラウイ	12.4	61.9	23.5	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0

(出所) SACMEQ HP (<http://www.sacmeq.org>) より筆者作成

ぞれのシラバスを基に作成された。

SACMEQ IIの報告書では、算数試験の結果を分析するにあたり、到達度によって8つの段階を設定して、各段階における生徒の割合を示している。低次の段階から順に、「1 計算能力以前」「2 発生的計算能力」「3 初歩的計算能力」「4 基礎的計算能力」「5 有能な計算能力」「6 数学的な熟練」「7 問題解決」「8 抽象的な問題解決」と命名されている。表1は、この8段階に応じて、ザンビアを含むいくつかの参加国の結果を示したものである。

調査結果が平均以上の国では、多少のばらつきはあるにしろ、それぞれの段階に生徒が振り分けられており、用いた8つの指標で生徒の到達度を弁別できていることが見て取れる。

一方、ザンビア、マラウイといった到達度下位諸国では、9割以上の生徒が指標の下から3段階の内に収まっており、高位の段階に到達している生徒はいない。これは他国と比べ、ザンビア、マラウイの到達度が低いということを示すのみならず、それらの指標では適切に弁別できていないことも示している。つまり、調査の指標をさらに細かく設定する必要があることになる。

結論として、SACMEQ調査においても、TIMSSで見られたことと同じことが言える。つまり、上位/中位の国々には有益な教授的示唆となり得るが、到達度が低かった国

では、他の国との相対的な位置関係はわかるものの、なんらかの教授的示唆を得るには、問題の難易度が高すぎる設定になっている。

(3) ザンビア全国学習到達度調査

ザンビア教育省はSACMEQを受け、自らも自国のカリキュラムをベースに到達度調査を開始した。これは、SACMEQの調査手法を、ザンビアの文脈に合わせ、応用しようというものである(MOE 2000)。調査目的は、継続的に学習達成度を把握し、それに影響する因子を特定することにより、持続的な教育の質的改善を図ることにある。そのため、2、3年おきに基礎学校第5学年を対象に、英語、現地語、算数のテスト紙調査、そして生徒及びその担任教師にアンケート調査が行われている。テスト紙調査より、生徒の不得意な領域を特定すること、同時にその成績とアンケート調査項目との間の相関を見ることにより、教育の質に影響のある因子を特定することが意図されている。1999年の第1回調査以来、これまでに4度の調査が実施された。

テスト問題はシラバスに基づき、特に基礎的な問題を中心に、四択からの選択肢式問題⁽⁵⁾の形式を用いて作成された⁽⁶⁾。調査結果を表2に示す。

全ての問題が四択肢式で、無作為に解答しても正答率が25%となることを考えれ

表2 ザンビア全国到達度調査の科目別正答率 (%)

年度	1999年	2001年	2003年	2006年
算数	34.30	35.74	38.48	38.45
英語	33.20	33.43	33.93	34.50
現地語	40.40	37.50	31.90	37.79

(注) 現地語は、調査地域ごとで最も話されている言語。

(出所) 各年度の全国到達度調査報告書を参照し筆者作成

ば、教科を問わず、かなり低い正答率であることが伺える。算数調査においては、出題問題は45問で、その内27問と半分以上が正答率40%以下の問題であった。これは、SACMEQ同様、この全国学習到達度調査でも、ザンビアの生徒には難易度が高すぎることを示し、ザンビアの文脈を踏まえて生徒の学力に近接しようという調査意図とは離れた結果であることになる。

45問の問題は、シラバスの全領域を網羅するために、各単元から数問ずつしか問題が出題できず、基本的な四則演算や分数、図形といった様々な領域において何ができ、何ができないのかという詳細な検討ができるものにはなっていない。さらに報告書には各問題の正答率しか書かれておらず、分析は州ごとや年度ごとの比較及びアンケート調査との相関を見るにとどまり、各問題や単元を取り上げ、その詳細を検討するという教科教育学的見知からの分析は行われていない。

(4) 3つの到達度調査からの考察

冒頭に述べたように、学力評価は、総括的評価、形成的評価、診断的評価の3つに分けられる。ここで、総括的評価とは、単元終了時、または学期末、学年末に実施される評価で、子どもがどれだけ学習目標を達成できたかを確認するために行われる。形成評価は、授業の過程で実施されるもので、それをフィードバックすることにより、授業計画の修正や子どもたちへの回復指導に使われる。診断的評価は、学習の前

提となる学力や生活経験の実態の有無を把握するために行う評価であり、通常、新たな教科内容を学習する前に実施される(田中2002)。

ここまで本稿でレビューした調査は、学習目標に対して、生徒がどこまで到達しているかを確認するという総括的評価の側面を持つ。同時に、SACMEQ、ザンビア全国学習到達度調査は、生徒の困難点を見つけ出し、その改善策を探るべく教授学的示唆を得ようという診断的評価の側面も併せ持つ。しかしながら、いずれの調査結果においても、その到達度が低すぎるため、生徒のパフォーマンスを十分に弁別できておらず、生徒の躓きを特定するに至っていない。これは、ザンビアにおいて、より生徒の実際に見合った問題設定を用いた診断的評価の必要性を示唆している。

3. 診断的評価調査

(1) 調査の目的

これまでザンビアにおいては、SACMEQや全国学習到達度調査といった大規模調査以外の学力調査はなされておらず、診断的評価となり得る基礎データが不足している。そこで、本調査においては、まず最も基本的なデータを集積することにした。そのため、数学の基礎領域である四則演算に焦点を絞り、出題問題を細かく設定することにより、生徒がどこまで解けて、どこで躓いているのかを把握することを目的とした。

表3 サンプル数と年齢の広がり

学 年	A 校			B 校		
	生徒数	平均年齢	実年齢幅	生徒数	平均年齢	実年齢幅
3	29	7.6	6 - 10	39	8.7	7 - 11
4	31	8.7	8 - 12	44	9.6	6 - 13
5	30	9.5	8 - 11	41	11.3	9 - 15
6	27	10.9	10 - 13	41	12.1	10 - 15
7	31	12	10 - 13	48	13.3	11 - 16
計/平均	26.9	-	6 - 13	42.6	-	6 - 16

(2) サンプルと調査概要

2007年2月⁽⁷⁾にザンビアにて、四則演算に焦点を絞った問題紙調査を実施した。調査対象として、ザンビアの首都ルサカの私立基礎学校1校（以後A校とする）、また南部州の公立基礎学校1校（以後B校とする）を選出した。A校は、高校への進学率が極めて高く、ザンビアにおける同世代の生徒の上限を把握するためのサンプルとした。一方、B校は、卒業試験の結果が平均的な学校を選出した。これは公立校が大半を占めるザンビアにおいて、一般的な傾向を見るためである。調査対象者は、A校、B校とも第3学年から第7学年までの生徒で、サンプルの情報は次の通りである。

1クラスの生徒数はA校の方が10人以上少ない。平均年齢はB校の方が1歳程度高く、またクラスにおける生徒の年齢の幅も大きい。

出題問題は、四則演算の計算問題14問であり、その内訳は、加法4問、減法3問、乗法4問、除法3問とした。また各演算に対して、それぞれ一桁の計算から、桁の大きな計算まで盛り込むことにより、到達段階を追跡できるようにした。さらに問題用紙を配る際、生徒には、解答用紙には解答だけではなく、問題を解く過程を書くように求めた。ザンビアでは、授業は原則として英語でなされるものの、低学年では現地語しか話せない生徒も多数おり、そのため筆者が英語で問題及び解答法の説明を行っ

た後、各クラスの担任教師が現地語に翻訳して説明を行った。

(3) 調査結果

調査結果を分析的に提示するため、解答の結果のみならず、解法のプロセスを見ることにより、その分類を行った。そしてその分類を用いて、各学校を学年ごとに分け、問題ごとに結果を表で示すことにした。

まず、生徒が用いた解法の分類方法について言及する。解法は、大別して3通りの方法が見られた。棒を書き数えるという方法、筆算を用いた方法、そして暗算である。これらは計算の種類によらず見られた。本稿ではこれらを解法ストラテジーと呼ぶ。

図1はB学校の5学年の生徒の解法の一部を抜粋したものである。ここでは、解を求めるためのストラテジーとして、棒を用いていることが見られる。例えば、 $32 - 8$ を計算する際、まず32本棒を引き、次にその内の8本を消して、残りの棒を数え、答えを求めている。また 16×7 の場合は、一



図1 B校の生徒の解法例

度筆算の式を書きながら、その横で棒を引き、数えようとしているのが見受けられる。図の一番下には、7本の棒が3組あるが、これは 7×3 を計算するために用いたものである。同様に割り算にも棒のストラテジーを用いる生徒が多くおり、例えば $24 \div 4$ の場合、まず24本線を引き、それらを4本ずつの組にしていく。すると6つの組が出来、それが答えとなる。

棒とは別のストラテジーとして、筆算があげられる。筆算は、例えば加法の場合、足し合わせる数の桁を縦に揃えることにより、同じ桁同士で一桁の足し算を行い、それらを位を揃えながら合わせることにより

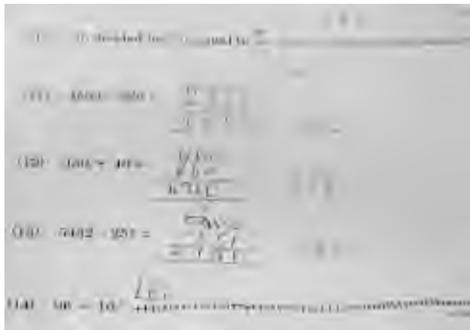


図2 A校の生徒の解法例

(注) 解答の横の番号は、筆者が分析のために書いたものである。

答えを求めるというアルゴリズムである。どれだけ桁の大きな数の加減乗除でも、筆算のアルゴリズムでは、位取りの理解と一桁の計算ができれば解を求められる。

図2はA校の5学年の生徒の解答用紙である。この生徒が計算ごとに解を求めるストラテジーを使い分けていることがわかる。 $4500 + 320$ や 450×40 、 $5432 - 251$ といった桁の大きな加減乗に関しては筆算を用いて計算しており、 $40 \div 8$ 、 $96 \div 16$ という除法には棒を用いたストラテジーを使用している。

この他の解法例として、一切プロセスを書かず、解答のみを記入するものがあった。これは、プロセスを書かずとも、頭の中で計算できることを指し、「暗算」を習得しているものと捉えられよう。

これらのストラテジーと正誤を対応させ、学年ごとに分類したものが次の表4から表8である。桁の小さな四則演算から順に結果を提示する。

これらの結果より、桁数が少ない四則演算では、計算の種類に関係なく、特に低学年において棒を用いたストラテジーを使用していることが見て取れる。この傾向は表で示した加法と乗法のみならず、減法や除

表4 5 + 3の正答率と解法

学年		A 校					B 校				
		G3	G4	G5	G6	G7	G3	G4	G5	G6	G7
正答	棒	93%	-	3%	4%	57%	85%	52%	5%	-	20%
	筆算	-	42%	7%	44%	16%	-	-	-	-	-
	説明無し	7%	51%	90%	52%	27%	15%	48%	95%	100%	72%
	合計	100%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%
誤答	四則演算 選択ミス	-	6%	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8%
	合計	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%

(注) 正答の「説明無し」とは、解法プロセスがなく、解答のみが書かれていたものをさし、誤答の「四則演算選択ミス」とは、例えば足し算の問題を誤って引き算として計算したものをさす。「その他」は、特に欄を作って示した以外の誤答全てをさす。

表5 7×3の正答率と解法

学年		A 校					B 校				
		G3	G4	G5	G6	G7	G3	G4	G5	G6	G7
正答	棒	63%	-	-	4%	41%	27%	52%	30%	20%	20%
	筆算	-	42%	13%	48%	23%	-	-	-	-	-
	説明無し	17%	51%	76%	44%	33%	22%	36%	60%	75%	68%
	合計	80%	93%	89%	96%	97%	49%	88%	90%	95%	88%
誤答	四則演算 選択ミス	-	6%	3%-	-	-	19%	4%	-	-	-
	その他	20%	-	7%-	-	3%	27%	8%	10%	5%	12%
	無記入	-	-	-	4%	-	4%	-	-	-	-
	合計	20%	6%	10%	4%	3%	50%	12%	10%	5%	12%

(注)「無記入」とは、問題に対し解答用紙に解答、プロセス等一切記入がないものをさす。また乗法及び除法はザンビアでは2年次に初出している。

表6 4500 + 320の正答率と解法

学年		A 校					B 校				
		G3	G4	G5	G6	G7	G3	G4	G5	G6	G7
正答	棒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	筆算	21%	26%	60%	93%	87%	-	8%	30%	25%	40%
	説明無し	-	6%	17%	-	6%	-	8%	15%	-	44%
	合計	21%	32%	77%	93%	93%	0%	16%	45%	25%	84%
誤答	位取ミス	44%	45%	13%	7%	7%	8%	52%	15%	65%	4%
	その他	31%	22%	7%	-	-	23%	28%	35%	10%	12%
	無記入	3%	-	3%	-	-	69%	4%	5%	-	-
	合計	78%	67%	23%	7%	7%	100%	84%	55%	75%	16%

(注)「位取ミス」は、筆算をする際、桁をそろえて計算できなかった生徒をさす。

法でも同様に見られた。また、学年が上がるにつれて、棒の使用は少なくなり、説明がない正答が増えていくことから、高学年では棒を用いずに暗算で計算が出来るようになってきていることが推測できる。

A校、B校共に3学年では棒を用いて計算する生徒が多いが、A校では4学年以上ではほとんど棒を用いていない⁽⁸⁾。一方B校では学年が上がるにつれて割合は減っているものの、高学年になっても棒のストラテジーを使い続けていることが見られた。

次に、問題の難易度を上げ、桁数が多い数の四則演算の場合、結果は表6、7のよう

になった。

問題は3桁と4桁の数の加法である。桁が大きいため、棒を用いる生徒はA、B校ともおらず、筆算を用いる生徒が多く見られる。筆算では、二数の桁を揃えられずに、位取りを間違える生徒が多く、A校では3、4学年で、B校では4から6学年で目立った。A校では5年生から正答率がほぼ80%となっているのに対し、B校では7年生で88%に達するまでは、非常に低い正答率である。

この問題は2桁と1桁の繰り上がりのある乗法である。A校では4年生まで正答率は低い、それ以降は正答率が急上昇して

表7 16×7の正答率と解法

学年		A 校					B 校				
		G3	G4	G5	G6	G7	G3	G4	G5	G6	G7
正答	棒	10%	-	-	-	28%	-	8%	10%	15%	4%
	筆算	-	13%	30%	78%	39%	-	-	-	4%	
	説明無し	3%	6%	33%	4%	12%	-	4%	-	10%	16%
	合計	13%	19%	63%	82%	79%	0%	12%	10%	25%	24%
誤答	四則演算 選択ミス	6%	3%	3%	-	-	40%	8%	10%	-	8%
	棒	10%	-	-	-	3%	3%	28%	40%	50%	8%
	単純な 計算ミス	6%	16%	17%	11%	13%	-	-	-	-	-
	その他	54%	58%	17%	7%	3%	54%	48%	40%	25%	60%
	無記入	10%	3%	-	-	-	3%	4%	-	-	-
	合計	86%	80%	37%	18%	19%	100%	88%	90%	75%	76%

表8 96÷16の正答率と解法

学年		A 校					B 校				
		G3	G4	G5	G6	G7	G3	G4	G5	G6	G7
正答	棒	10%	-	-	-	10%	8%	16%	20%	55%	12%
	筆算	-	3%	20%	67%	50%	-	-	-	-	4%
	説明無し	-	9%	3%	4%	10%	4%	-	5%	15%	16%
	合計	10%	12%	23%	71%	70%	12%	16%	25%	70%	32%
誤答	四則演算 選択ミス	3%	3%	-	4%	3%	4%	4%	-	-	8%
	棒	3%	-	-	-	-	-	16%	-	5%	-
	筆算	-	3%	13%	16%	20%	-	-	-	5%	16%
	その他	69%	77%	53%	8%	6%	8%	48%	70%	20%	44%
	無記入	14%	3%	10%	-	-	77%	16%	5%	-	-
	合計	89%	86%	76%	28%	29%	89%	84%	75%	30%	68%

いる。一方、B校では一貫して正答率が低いままである。また6学年まで棒を用いて計算しようと試みている。答えの数が大きいと、途中で棒の数を書き間違えたり、数え間違えたため、112の正答に対し、111や110という誤答が多く見受けられた。

表8は2桁割る2桁の数の割り算の結果である。掛け算とは対照的に、正答率において、6学年まででは両校の間に大きな差はないものの、解法には大きな違いが見ら

れた。A校では4年生以上が筆算を用いているのに対し、B校では正答者のほとんどが棒を用いたストラテジーを使用している。

(4) 調査結果の分析

調査結果より学校、学年、解法を比較することにより見えてくるものを考察したい。

まず、学校間の比較として、A校とB校では、正答率に大きな差が見られた。その背景には生徒の解法ストラテジーの違いが

存在する。B校では、6学年まで棒を用いて計算しており、そのストラテジーが有効な桁の小さな計算の範囲では、B校とA校との正答率の差は大きくない。しかし、桁が大きくなり、棒を用いて数えることが難しくなると、両校の差は顕著に現れるようになった。

次に、各学校において詳細に見るために、学年間を比較してみる。A校では、3年生はほとんどの問題で棒を用いているものの、4年生以降、一切棒を使わなくなる。これは、3年生から4年生にかけて、ストラテジーの移行があることを示唆している。その後、学年が上がるにつれて、筆算のストラテジーが習熟していく様子が伺える。一方、B校では、6年生まで棒を用いる計算が目立ち、7学年で初めて棒をほとんど使わなくなる。しかし、桁の大きな加法や減法、乗法といった問題では、4学年より筆算の使用が認められる。つまり、筆算は学習しているものの、可能な限り棒を使って計算しようとする傾向があり、棒から筆算へのストラテジーの移行は、A校に比べてゆるやかに起きていた。

ここでこの移行過程をより詳細に見たい。そのためには、筆算を用いた生徒がどのような誤答をおかしているか見る必要がある。生徒の記述には、生徒の思考が反映されており、それを分析することにより、思考の様相を同定し、それを特徴付けることができる。

4500 + 320 で見られた典型的な誤答は、7700 である。ここでは位取りを間違い、320 の代わりに 3200 を足してしまっている。同様に、7820 や 77 という誤答も見られた。7820 は、4500 の千の位、百の位ともに 3 を足して起こる誤答であり、77 は 0 という数字を切り捨てて計算して起こった誤答だと考えられる。同様の位取りがうまく行えていない誤答は減法でも見られた。

また、 42×28 という乗法では、典型的

な誤答として、96 や 816 があつた。96 は 42×28 の十の位と一の位を別々に掛け算して、8 と 16 を求め、8 を十の位、16 を一の位の数として足し合わせたものであり、A校の5年生の30%、B校では5から7年生の約25%が犯していた。また、それら二数をつなぎ合わせた816という誤答はB校が目立ち、特に4年生がこれを導いていた。16 \times 7 という問題でも同様の傾向があり、誤答として742 や 142 などが多く見られた。

これらの誤答は、生徒が正確な筆算のアルゴリズムを習得していないことを示すと同時に、部分的には数学的なアルゴリズムを行っていることを意味する。さらに、B校においても、ある段階まで達すると、棒を使わずとも一桁の計算は暗算で行っていることがわかった。つまり、誤答ではあるものの、何も考えずに答えを書いているのではなく、既習のアルゴリズムを生徒なりに「修正」した上で計算をしているのである。これらはA校では4年生に、B校では4年生から6年生までの間に多く見られた誤答であり、棒を用いるストラテジーから筆算への移行の過程で見られるのである。

(5) 結果からの考察

棒を用いるといういわば具体的操作から、筆算というアルゴリズム的操作に移行することは、数学教育においては本質的なことである。中原(1995)は数学の表現を5つに分類し、現実的表現から記号的表現に移行することの意義を論じている。演算に応じて棒を書きながら操作し数えることは、現実的表現から一步踏み込んだ、操作的表現や図的表現に相当する。B校の調査結果は、ここから数式を用いて記述する記号的表現への移行が円滑に行われていないことを示している。また同時に、この結果は、それを乗り越えるための材料も提示している。例えば、4500 + 320 という問題において、棒を用いて計算する生徒は見当たらなかつ

た。これは、生徒が用いる棒が、常に1という数のみを示しており、それ以上ではないことを示す。しかし、この記数法をさらに発展させ、10本の棒をまとめて、十の位を示す他の記号に置き換えることを習得すれば、棒を用いる操作的表現の幅は大きく広がる。この十進位取り法の特徴を活かす記号的表現を用いれば、4500という数も、千の桁を示す記号を4つ、百の記号を示す記号を5つで表され、320は、百の桁の記号3つと十の位の記号2つ分になり、それを足し合わせることで、操作で解答を求められる。これは、位取りの意味を生徒が理解するのに役立ち、さらには記号的表現への移行への大きな橋渡しにもなる。

4. まとめ

本研究は、これまでザンビアにおいて実施されてきた幾つかの到達度調査では、生徒の到達度の低さのみを強調し、必要な教授的示唆を得られないのではないかという課題意識から始まった。そのため、まず、幾つかの到達度調査結果を検討し、その限界を明確にし、それを乗り越えるため、生徒が形成した学力をより細かく見る診断的評価の必要性について言及した。そして、四則演算に焦点を当て、実際に調査／分析することにより、生徒の問題解決過程を浮き上がらせた。

そこから、生徒が数学の問題解決をする際、いくつかのストラテジーを用い、学年があがるにつれて、それが徐々に移行していくことが明らかになった。これは程度の差はあれ、私立校、公立校ともに生徒が何も学んでいないのではなく、確かに成長していることを示す。また生徒が抱える課題を明らかにすることにより、その課題を克服するための適切な介入を示唆できる可能性も提示した。

教育の質の低さに対して改善策を考える

際、生徒の抱える問題点を特定すべく多くの診断的な証拠を収集し、それを基に処方を検討するという考えは、単純ではあるが、多くのサブサハラアフリカの国々においては、まだ認識されていない。今後、他の教科、他の単元において、生徒が直面する困難をより詳細に調査していく必要がある。

注

⁽¹⁾ 1964年の第1回国際数学教育調査(FIMS)、70年の第1回国際理科教育調査(FISS)を皮切りに、それぞれ81年、83年に第2回が実施され、さらに95年には両者を合わせ、第3回国際数学・理科教育調査(TIMSS)として実施された。99年には、第3回の第2段階調査(TIMSS-R)が行われ、2003年、2006年にも追跡調査が行われた。その際、TIMSSの名称を、第3回国際数学・理科教育調査から国際数学・理科動向調査へと変更し、現在に至っている。

⁽²⁾ IEAは、1960年にユネスコの協力機関としての指定を受け、創設された国際学術教育団体である。異なった文化的、社会的、経済体系を持つ国々の間で実証的な教育の比較研究を行い、各国／地域の学習教育到達度とそれに影響を与える要因との関連を明らかにすることをねらいとしている。

⁽³⁾ 500点の国際平均の中には、中学2、3学年が混在しており、本論文で用いている結果は中学2年生の結果を抽出したものであり、そのため平均点は複数学年混在している場合に比べ低くなっている。

⁽⁴⁾ SACMEQの情報及びデータはSACMEQのHP(<http://www.sacmeq.org>)より参照した。

⁽⁵⁾ ザンビアにおいては、この形式の試験は珍しく、生徒が十分に慣れていないため、試験前に監督官から十分に解答の記入法などの説明がなされている。1999年度のサンプルの生徒数が7156人で、調査紙の一問目を有効解答した生徒数が6994人、そして最終問題を有効解答した生徒数が6859人という調査結果より、事

前説明が効果的になされ、生徒が問題の意図を汲んで解答できていることが示されている。

- ⁽⁶⁾ 1999年の第1回調査前に予備調査も行われ、そこからの示唆も盛り込まれた。例えば、算数では生徒がおかした誤答が、数学的概念の不足か言語的能力の不足からきているのかわからないものがあったため、本調査では言語的要因をできるだけ排除した問題を採用している。
- ⁽⁷⁾ ザンビアの学校カレンダーでは1月から新年度が始まるため、調査時において各学年は年度が始まったばかりである。
- ⁽⁸⁾ 調査説明をする際、生徒たちに解答だけでなくできるだけそれを得る過程を書くように求めたため、私立校の6、7学年の生徒には、解法を説明するため棒を用いて計算した者もいるが、これは、3年生が棒を用いて計算するのと理解の水準において本質的に異なるものと考えられる。

参考文献

- 梶田叡一 (1983) 『教育評価』 有斐閣.
- 国立教育政策研究所 (1998) 『小学校の算数教育・理科教育の国際比較：第3回国際数学・理科教育調査最終報告書』 東洋館出版社.
- 国立教育政策研究所編 (2005) 『算数・数学教育の国際比較：国際数学・理科教育動向調査の2003年調査報告書』 ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所 (2008) 『国際数学・理科動向調査の2007年調査 (TIMSS2007) 国際調査報告 (概要)』 国立教育政策研究所HP [<http://www.nier.go.jp/timss/2007/gaiyou2007.pdf>]
- 田中耕二 (2002) 『新しい教育評価の理論と方法 第2巻—教科・総合学習編』 日本標準.
- 遠山啓・銀林浩編 (1992) 『新版水道方式入門：整数編』 国土社.
- 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.
- 中原忠男編 (2000) 『算数・数学科 重要用語300の基礎知識』 明治図書.
- 馬場卓也・内田豊海 (2008) 「国際比較調査の開発途上国の教育開発に対するインプリケーションに関する考察：ガーナ国 TIMSS レポートを事例として」『国際教育協力論集』11巻2号、129-140頁.
- Ministry of Education. (2000). *Learning Achievement at the Middle Basic Level: Final Report on Zambia's National Assessment 1999*. Lusaka: Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2003). *Learning Achievement at the Middle Basic Level: Zambia's National Assessment Report for 2001 Survey*. Lusaka: Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2006). *Learning Achievement at the Middle Basic Level: Zambia's National Assessment Report for 2003 Survey*. Lusaka: Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2008). *Learning Achievement at the Middle Basic Level: Zambia's National Assessment Survey Report 2006*. Lusaka: Ministry of Education.
- UNESCO. (2004). *EFA Global Monitoring Report 2005: Education for All Quality Imperative*. Paris: UNESCO.
- UNESCO. (2007). *EFA Global Monitoring Report 2008: Education for All by 2015 Will we make it?* Paris: UNESCO.

The Diagnostic Evaluation of Pupils Performance in Basic School in Zambia -Focusing on Discrimination of Performance and Educational Suggestiveness-

Toyomi Uchida
Ootemachi Commercial High School

Few assessments of pupils' achievements, such as SACMEQ and Zambia's National Assessment, have been conducted in Zambia to monitor and improve the quality of education. Although results from these tests expose the extremely low achievement there, it is very difficult to infer potential avenue to improve education from them because the results cannot discriminate the pupils' performance because scores are too low. To overcome this issue, we need to identify the difficulties that pupils face and that influence what pupils can do and what they cannot. This approach is called diagnostic evaluation.

Focusing on four basic arithmetic operations, I conducted a paper test survey of G3 to G7 pupils at one private and one public basic school in Zambia. Analyzing results on the process of problem solving, pupils' performance could be discriminated by the strategies they applied and by the common mistakes they made. As a result, some difficulties that pupils face were identified including for example, the transition from concrete strategies, such as country sticks to more abstract strategies, such as writing in columns as a form of positional notation.

Finally, I suggest some instructive methods for analyzing diagnostic evaluations and discuss the relationship between educational evaluation and its implications.