

TIMSS サンプル問題を活用した算数学力調査結果について — ボリビア, ジブチ, モザンビークの比較分析を通じて —

Research Report on Arithmetic Proficiency Assessed by Means of TIMSS Sample Test Items

— Through the Comparative Analysis of Bolivia, Djibouti and Mozambique —

香西武, 石坂広樹

Takeshi KOZAI, Hiroki ISHIZAKA

鳴門教育大学

Naruto University of Education

1. 目的

本件調査は、発展途上国における算数学力の現状と課題となる分野・誤答傾向などについて本学の国別研修や JICA 事業の対象国について把握し、今後の活動の参考資料とすることを目的とした。

2. 対象国・対象者

本件テストの対象国は、本学の国別研修や JICA 事業の対象国のうち、調査の実施の可能であったボリビ

ア, ジブチ, モザンビークの3か国とした。調査は、2014年～2015年にかけて断続的に実施された。対象者は、それぞれ各国の小学校4年生・6年生¹の434名(6校), 240名(6校), 432名(3校)とした。これにより、学習年齢が上がることで学力の向上が見られるか、どの分野の学力に課題が残っているかなどを明らかにすることを意図している。男女比率についてはおおむね45%～55%となっており、ほぼ拮抗している。なお、具体的な国別・学年別対象者人数は以下の表の通りである。

表1：国別・学年別対象者数

			Grade		Total
			Grade 4	Grade 6	
Country	Bolivia	N	234	200	434
		%	53.9%	46.1%	100.0%
	Djibouti	N	129	111	240
		%	53.8%	46.3%	100.0%
	Mozambique	N	231	201	432
		%	53.5%	46.5%	100.0%
Total		N	594	512	1106
		%	53.7%	46.3%	100.0%

3. テスト問題

テスト問題は「国際数学・理科教育動向調査 (Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS)」の2011年の公開サンプル問題 (小学校4

年生用) から16問選択し使用した。TIMSS問題を使うことで、各国の算数教育分野の学力の国際比較を可能とすることを可能とした。TIMSSの内容領域3分野である数 (Number), 図形及び測定 (Geometric Shapes and Measures), 資料の表現 (Data Display)

¹ ジブチでは、学年は6年生のもの、システム上中等教育校が対象校になっている。

から, また, 知識 (Knowing), 応用 (Applying), 推論 (Reasoning) のすべての認知的領域から問題を選択した. 概要は以下の通りである. サンプル問題の

数を 16 問としたのは, テスト解答に必要となる時間を 50 分以内とし, 児童生徒の負担を抑えつつも, 内容領域・認知的領域のすべてをカバーするためである.

表 2: 使用したサンプル問題の分類

問題番号	内容領域 (トピックの正式名)	認知的領域	解答様式
Q1	数 (整数)	応用	選択式
Q2	数 (整数)	知識	記述式
Q3	数 (分数・小数)	知識	選択式
Q4	数 (数列・数の関係)	応用	選択式
Q5	数 (整数)	応用	記述式
Q6	数 (整数の数式)	知識	選択式
Q7	数 (分数・小数)	応用	記述式
Q8	数 (整数)	応用	選択式
Q9	数 (分数・小数)	知識	記述式
Q10	数 (整数)	知識	記述式
Q11	数 (分数・小数)	応用	選択式
Q12	図形及び測定 (点・線・角度)	知識	選択式
Q13	図形及び測定 (2・3次元図形)	応用	選択式
Q14	図形及び測定 (2・3次元図形)	推論	選択式
Q15	資料の表現 (読み取り・解釈)	知識	選択式
Q16	資料の表現 (組み立て・表現)	推論	選択式

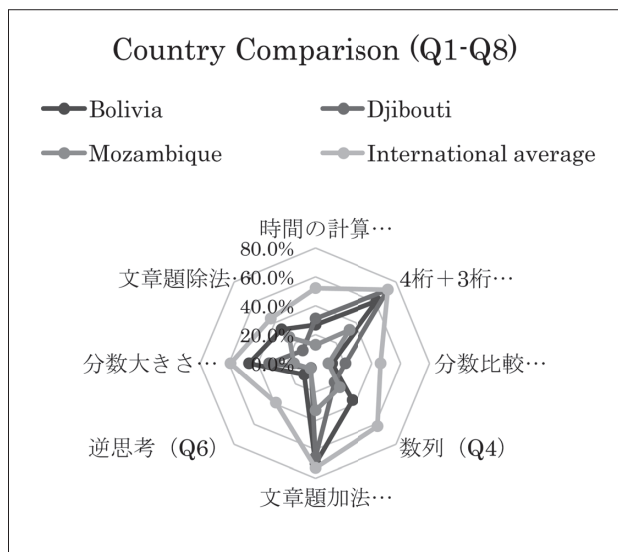
4. 分析結果 (全体)

まず, 国別での全体正解率を分析すると, ジブチとボリビアの正解率は, それぞれ, 32.8%, 31.7%とほぼ同じ正解率となっている一方, モザンビークについては, 16.3%と極端に低くなっていることが分かった. 本件調査で活用した TIMSS のサンプル問題の国際平均正解率は 53.9%であり, 3 개국とも平均以下の正解率となっていることが分かった.

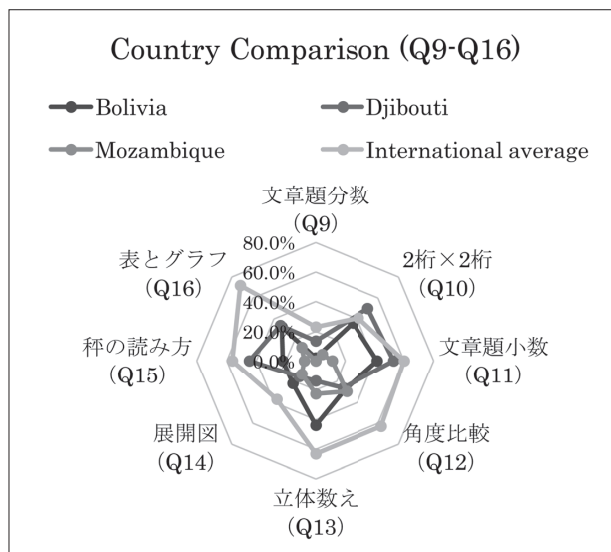
より重要な発見としては, 各分野・単元での正解率

の差異である. 高い正解率を示しているのは, Q2 (4桁+3桁), Q5 (文章題加法), Q10 (2桁×2桁)であり, 簡単な計算問題 (足し算・掛け算) や簡単な足し算に係る文章問題であれば多くの児童が解答でき, 国際平均に近いが, 超えることもあることが分かった.

また, 認知的領域に関していえば, おおむね「知識」に関する問題は解答しやすいものの, 「応用」, 「推論」に関する問題については解答できていない傾向が見られた. モザンビークでは, 「知識」に関する問題であっても解答できないケースが散見されている.



グラフ 1: 国別正解率及び国際平均正解率 (Q1-Q8)



グラフ 2: 国別正解率及び国際平均正解率 (Q9-Q16)

他方、苦手とする分野・単元としては、Q1（時間の計算）、Q3（分数比較）、Q4（数列）、Q6（逆思考）、Q8/Q9/Q11などの各種文章題、Q12/Q13/Q14などの各種図形問題、Q15（秤の読み方）、Q16（表とグラフ）など、多岐にわたる。全体としては、数と計算以外について基本的な知識も有していない児童が数多くいること、数と計算でも、小数・分数、足し算でない文章問題、数学的な思考を問う問題については解答率が低くなっていると結論づけることができよう。

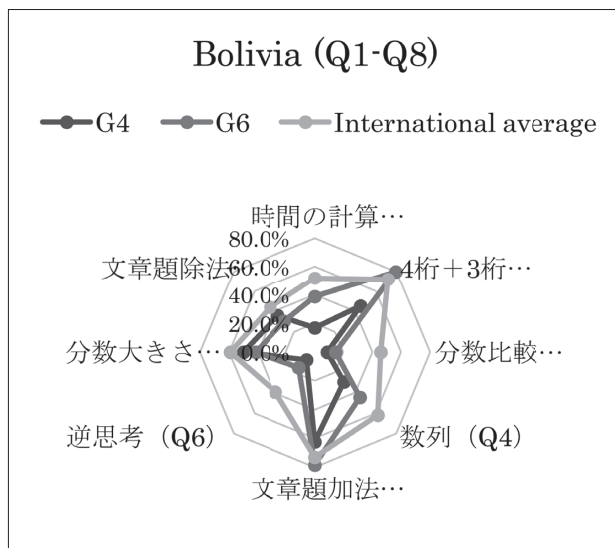
各国間の正解率の差で特筆すべきは、Q2（4桁+3桁）、Q7（分数の大きさ）、Q10（2桁×2桁）、Q5/Q11（文章題加法・文章題小数）、Q15（秤の読み方）、Q16（表とグラフ）などにおいて、モザンビークの正解率が極端に低くなっている。この原因としては、そもそもの言語能力（教授言語であるポルトガル語の理解度）の低さだけでなく、ごく基本的な計算や数の概

念の形成そのものの遅れが顕著にでていることが推測される。

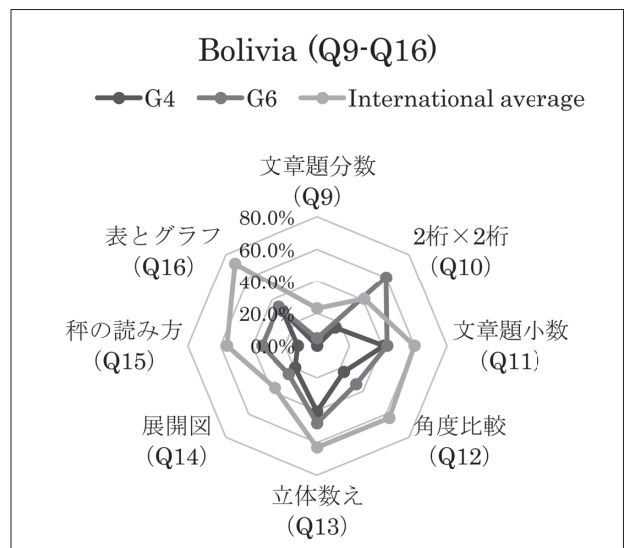
4年生・6年生の各学年の正解率を比較すると、各国で以下のような特徴が読み取れた。

(1) ボリビア

- ・4年生と6年生の正解率を比較すると、多くの問題で6年生のものが4年生のものより高くなっており、学年が上がるに従って、既習事項が増えたり、復習などがされることで一定の効果が上がっていることが推測された。
- ・上述の変化の度合いが少なかったり、一部若干の正解率の低下が確認できたのが、文章題の多く（Q8/Q9/Q11）、分数（Q3/Q7）、図形全般である。これらの分野での指導が一層実施される必要性が見て取れた。



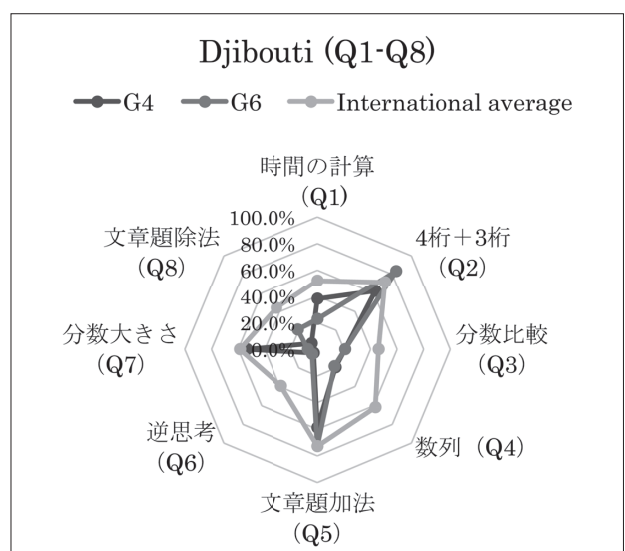
グラフ 3：ボリビアにおける学年間正解率の比較 (Q1-Q8)



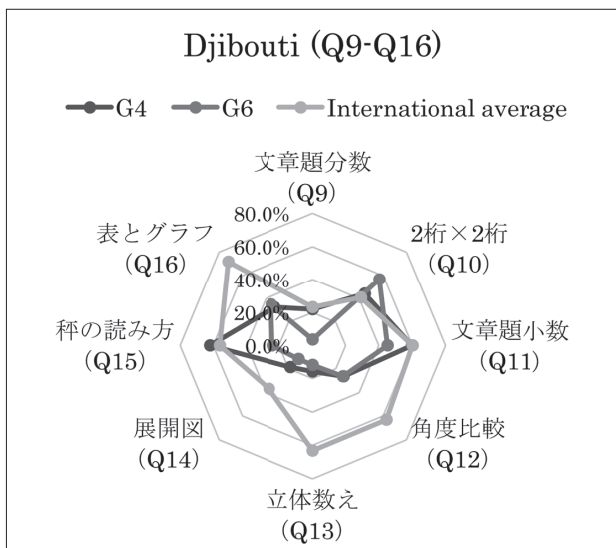
グラフ 4：ボリビアにおける学年間正解率の比較 (Q9-Q16)

(2) ジブチ

- ・単純な計算問題（Q2/Q10）については、一定の定着が図られている（国際平均近い正解率を獲得している）。
- ・分数関連問題（Q3/Q7/Q9）、図形関連問題（Q12/Q13/Q14）の正解率が全般的に低い。
- ・4年生と6年生の正解率を比較すると6年生のものが4年生のものより高くなっているというより低くなっている分野・単元が多く見受けられた。具体的には、時間の計算（Q1）、分数の大きさ（Q7）、文章題の分数・小数（Q9/Q11）、秤の読み方（Q15）で、6年生が4年生より正解率が大幅に低くなっている。この原因としては、①6年生の児童は同分野・単元を担当教員から教わっていない、②（数学的概念の形成が図られない授業のために短期的な記憶を



グラフ 5：ジブチにおける学年間正解率の比較 (Q1-Q8)



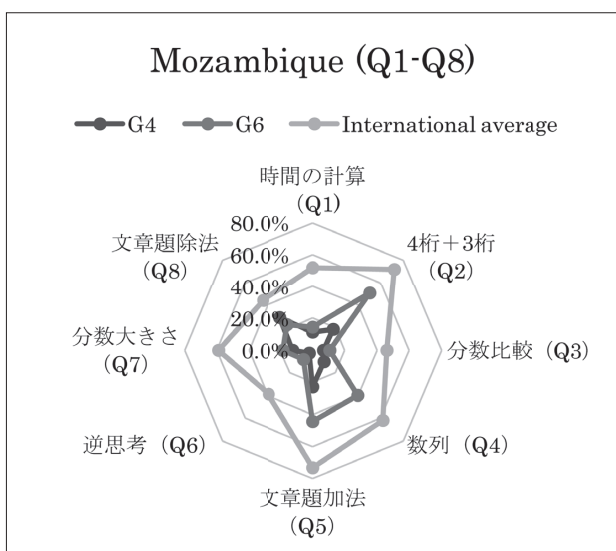
グラフ 6：ジブチにおける学年間正解率の比較 (Q9-Q16)

拠り所としたため) 4年生頃に習ったことを6年生の時に忘れていて、③カリキュラムが変更されたため教授内容が低学年で追加された、などが考

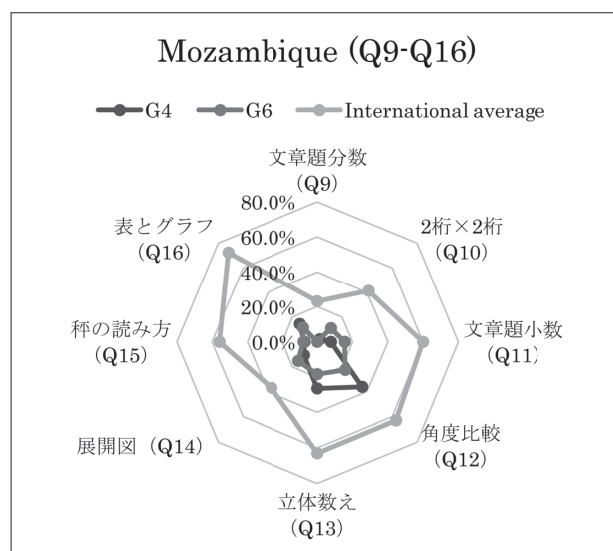
えられるが、正解率の差が大きすぎることから、①の可能性が高いものと思われる。

(3) モザンビーク

- ・国際平均と比較し、すべての分野・単元において正解率が下回っている。また、4択問題においては、適当に解答を選択したのであれば、25%程度の正解率が見えるはずであるが、明らかにそれより低い正解率を示した問題が半数を超えており、明らかに間違った概念形成に基づいて解答してしまっている可能性が考えられる。
- ・4年生と6年生の正解率を比較したとき、4桁+3桁 (Q2), 数列 (Q4), 文章題加法 (Q5) での正解率の向上が見られたが、それ以外では目立った向上はみられず、6年生になっても、2桁×2桁 (Q10) さえできない児童が全体の89.1%にもものぼることが分かった。
- ・分数関連問題 (Q3 / Q7 / Q9), 図形関連問題 (Q12 / Q13 / Q14) の正解率は特に低いことが分かった。



グラフ 7：モザンビークにおける学年間正解率の比較 (Q1-Q8)



グラフ 8：モザンビークにおける学年間正解率の比較 (Q9-Q16)

5. 分析結果 (問題別)

次に、各問題への解答の傾向について、いくつかの問題をピックアップして分析した。便宜上、3か国全体の誤答傾向を合わせて取りまとめた²。

(1) Q1：時間の計算

本問では、児童の解答のうち、Dが約44.8%を占めた。この傾向は比較した3つの国でそれほど変わらない。本問では、2つの時間を足し、60分を1時間とし

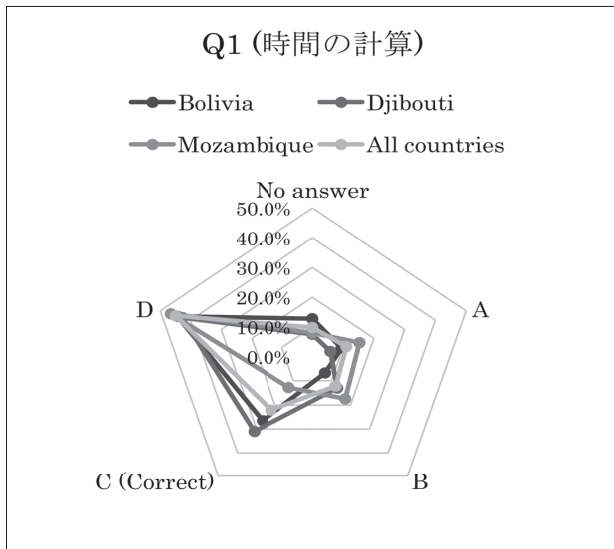
A train left Redville at 8:45 a.m. It arrived in Bedford 2 hours and 18 minutes later. What time did it arrive in Bedford?

A. 11:15 a.m.
 B. 11:13 a.m.
 C. 11:03 a.m.
 D. 10:53 a.m.

て繰り上げる必要がある。Dを選択したのは、①単純に十の位への繰り上げの計算を間違えた、あるいは、②60分が分として最大だと理解していたものの、1時間として繰り上げることを知らなかったため、63

² なお、すべての問題への解答傾向について参照したい場合には、石坂・香西・北野 (2015) 「ジブチ共和国における算数テストの分析結果について」『国際教育協力研究第9号』(pp.69-74)を参照されたい。

分ではなく 53 分と減算した，という 2 つの可能性がある。



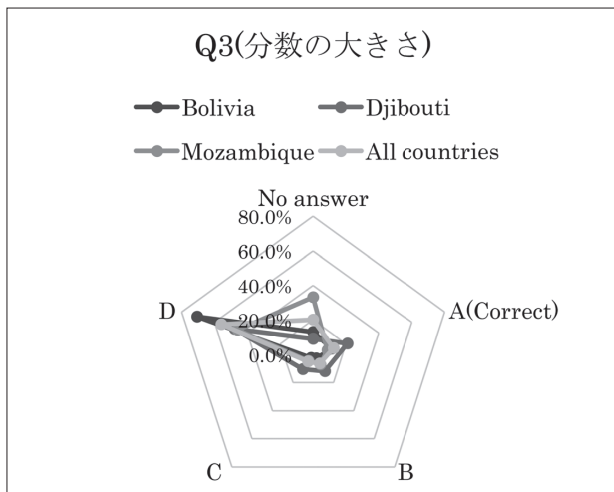
グラフ 9：Q1 の解答選択傾向

(2) Q3：分数の大きさ

Which of these fractions is larger than $\frac{1}{2}$?

A. $\frac{3}{5}$
 B. $\frac{3}{6}$
 C. $\frac{3}{8}$
 D. $\frac{3}{10}$

どの国においても正解率が低く，半数程度ないし半数以上の児童が D を選択する傾向にある。D ($\frac{3}{10}$) は，分母・分子ともに $\frac{1}{2}$ より数字的に大きく見え，かつ，その観点から見ると他の選択肢と比較し，最も大きい



グラフ 10：Q3 の解答選択傾向

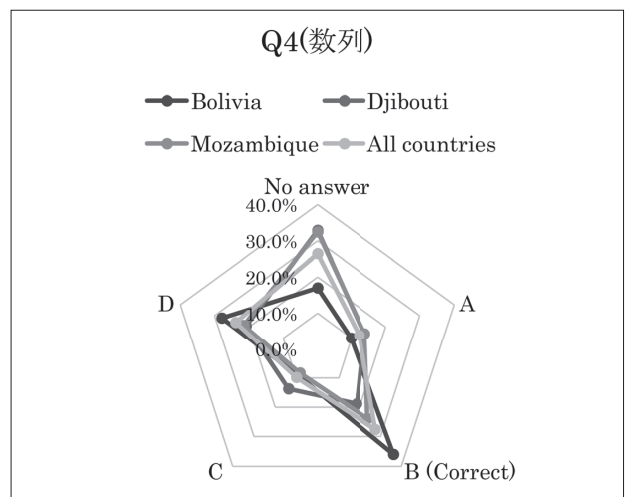
とも考えられる。このように，分数そのものの意味について理解できていない，つまり，学校では，分数の比較，分母と分子の関係について学んでいない可能性は否定できない。

(3) Q4：数列

If the pattern 3, 6, 9, 12 was continued, which of these numbers would be one of the numbers in the pattern?

A. 26
 B. 27
 C. 28
 D. 29

数列そのものだけでなく，文章の純粋な理解，さらに，文章の内容を数式化したり数学的な内容に読み替えることが苦手な可能性がある。この問題では倍数や約数などに注目すると規則性が見いだせるが，出題の意図が分からないため無回答の傾向が散見されたり，理解できずに適当に選択した可能性がある。唯一ボリビアだけやや正解率が高いように見受けられる。



グラフ 11：Q4 の解答選択傾向

(4) Q6：逆思考

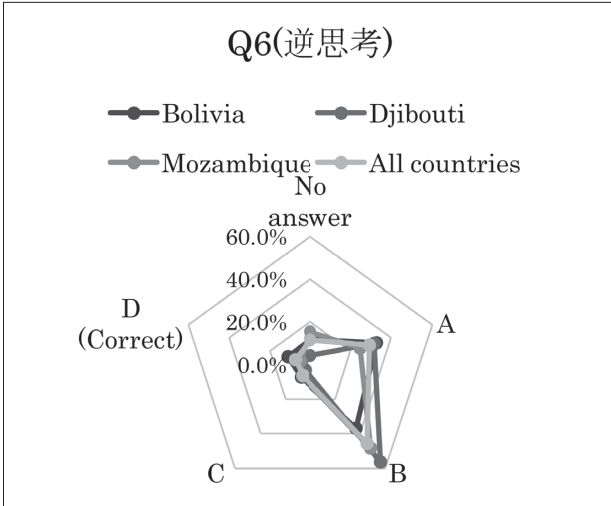
$3 + 8 = \square + 6$

What number goes in the box to make this number sentence true?

A. 17
 B. 11
 C. 7
 D. 5

順思考であればできる計算・解答が本問の誤答の典型となっているようである。A： $3 + 8 = 11$ ，ないし，B： $3 + 8 + 6 = 17$ がその例である。逆思考そのものの発想が非常に難しいだけでなく， \square を含む文字式に慣れていないため，何を求められているのかを理解できなかった可能性もある。この傾向は3つの国すべて

で確認されている。



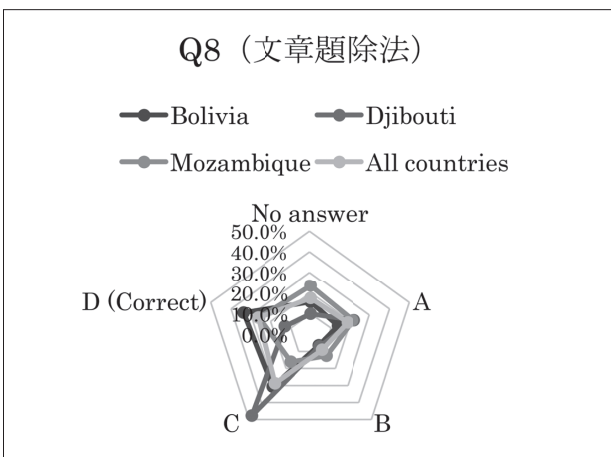
グラフ 12 : Q6 の解答選択傾向

(5) Q8 : 文章題除法

Paint comes in 5 liter cans. Sean needs 37 liters of paint. How many cans must he buy?

A. 5
B. 6
C. 7
D. 8

C という誤答を選択する傾向がジブチで強いことがグラフからも読み取れる。ボリビアでは正解率が若干他国より高いが、30%を超えているわけではないところ、それほど強い傾向とは言えない。他方、モザンビークでは各解答の解答率が拮抗しており、適当に選択している可能性がある。ジブチでCを選択する傾向が強い理由としては、文章題を読み、割り算をしないといけないことまで思考と計算がたどり着いたものの、文章題が真に問うている問題が何であるかということまでに到達できなかったといえる。あるいは、割り算をするだけでは解答になっていないことを理解できていても、どうやったら真の解答になるかわからな



グラフ 13 : Q8 の解答選択傾向

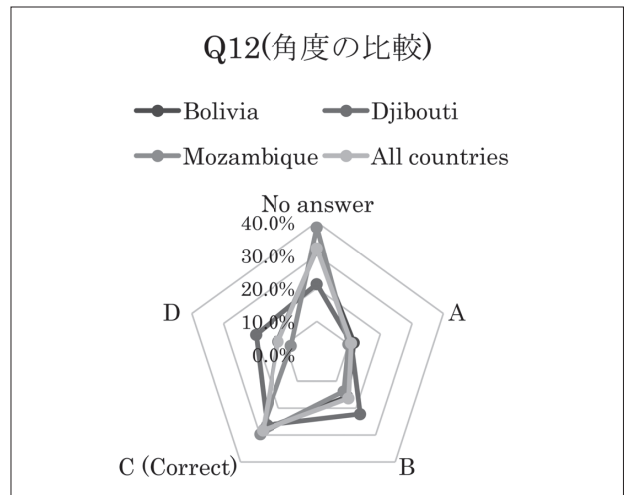
かったため、割り算で出された商をとりあえず解答とした可能性もある。

(6) Q12 : 角度の比較

In which of the following are the angles ordered by size, from least to greatest?

A. Q, P, R, S
B. Q, R, P, S
C. S, P, R, Q
D. S, R, P, Q

本問の解答率を選択肢間で比較すると、すべての国で10%~30%台となっているだけでなく、無回答傾向が強くなっている。特にモザンビークに無回答傾向が強い。いずれにしても、角度についての理解度が低いか、問題文の意味（特に順番に並べる必要性）について言語・論理的に理解できていない可能性がある。



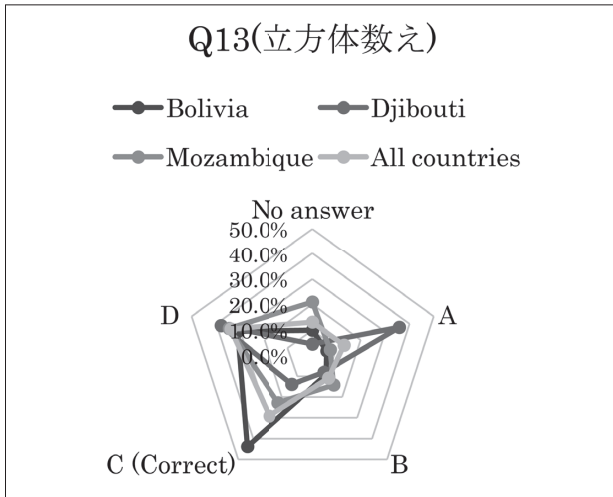
グラフ 14 : Q12 の解答選択傾向

(7) Q13 : 立方体数え

Ann stacks these boxes in the corner of the room. All the boxes are the same size. How many boxes does she use?

A. 25
B. 19
C. 18
D. 13

正解率で言えば、ボリビアが国別では一番高かった。ジブチで誤答として選択が多かった A は図で見られる面の数の合計であり、D は図で見える立方体の数の合計であった。基本として、空間認識ができないため、図を平面認識したうえで解答している様子が伺えた。



グラフ 15 : Q13 の解答選択傾向

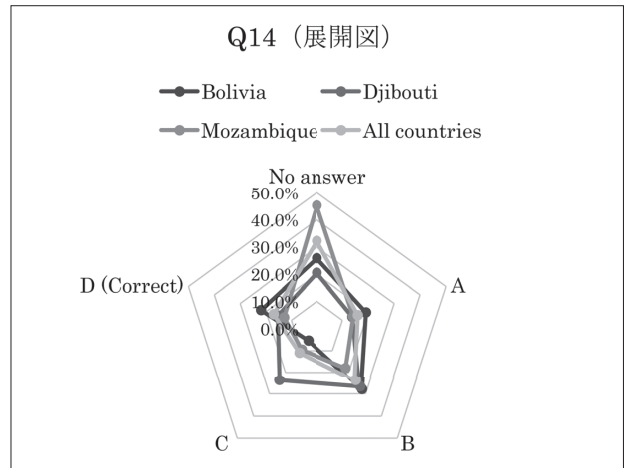
(8) Q14 : 展開図

Ariana found the following patterns to make containers. Which pattern actually makes the container shown beside it?

角度同様、正解率が低いのが本問である。展開図は空間認識ができていないと理解が困難である。具体物を使い、展開図と立体との関係性を学ぶ授業がされていない可能性が高い。なお、モザンビークにおいて無回答となる児童の割合が高いのが特徴的であった。

(9) Q16 : 表とグラフ

本問では表及びグラフそれぞれの読み方を理解しているかどうか、さらに表とグラフの関係性に気づくことができるかどうかを問う問題である。小学校児童の

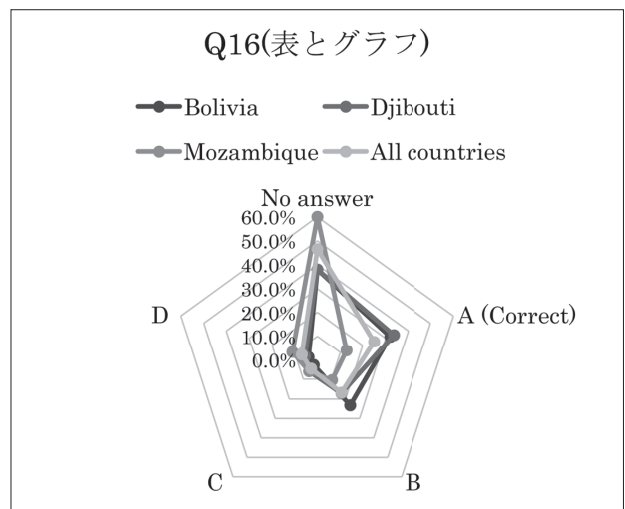


グラフ 16 : Q14 の解答選択傾向

場合、この問題を理解できない場合は無回答とせざるを得なかった可能性が高い。特にモザンビークではその傾向が顕著であった。

John was given the following table by his teacher and was asked to identify the graph that correctly displays the data. Which graph below should he choose?

Name	Savings
Sara	22 zeds
Peter	15 zeds
Pamela	17 zeds
Chris	10 zeds



グラフ 17 : Q16 の解答選択傾向

6. 総括

以上の通りの分析結果からポリビア, ジブチ, モザンビークの各国の算数教育上の課題について取りまとめると以下のことが考えられる。

- (1) 内容領域としては, 単純な計算問題以外のほとんどの分野において課題があることが分かった。特に分数や図形分野での課題は深刻である。さらに, モザンビークの場合には, 単純な計算問題さえも解答できないケースが散見された。ただこれの原因としては, そもそも授業で取り扱っていない, あるいは部分的にしか教えられていない可能性もあり, 小学校教員が同分野を教えられるように技術支援することが最短で効果のある協力となるだろう。
- (2) また, ジブチのケースで確認されたように, 学年間(4年生・6年生)の差に, 通常の発達段階とは真逆の傾向が見られたことから, 上記内容同様に, まだら模様となってしまう児童の知識・技能について, 教員の質をカスケード式の研修だけでなく, 校内研修などを通じて, 能力のある教員から一つでも多く学べるようなシステムを確立する必要がある。そのためには, 多層的な技術協力活動の企画が重要となろう。
- (3) 子ども中心の授業, 構成主義的な教授法, ハンズオン教材の開発などは, これまでもその重要性について確認されてきているが, 今回の調査の対象となった3か国の結果にみられたように, これらの「考えさせる授業」実践のための知恵・取り組みとモチベーションや知識・スキル不足な現場の教員の現状との間には大きな隔たりがあるのは事実であり, 無視できない。その意味では, 「チョーク・アンド・トークの授業」をいきなり「考えさせる授業」に変革するのではなく, まずは確実に「知識・技能」の定着を図り, 基本的な「数学的な概念・考え方」を最低限保証できるような「定着を図る授業」を目指すべきではないだろうか。
- (4) このことは, 3か国の中では特にモザンビークにおいて顕著であり, 認知的領域である「知識」・「応用」・「推論」の中でも, 最初に目指すべき「知識」についても未発達であり, まずは「定着を図る授業」を目指すべきことは明白と言えよう。もちろん, 基本的な「数学的な概念・考え方」なしに適切な「知識・技能」の定着もあり得ないことから, おさえるべき「数学的な概念・考え方」に何度も立ち返れるようなカリキュラムのスパイラル化について考慮す

べきであると考ええる。

- (5) ポリビアにおいては, ある程度の知識の定着は散見されるものの, 認知的領域の「応用」・「推論」にかかわる問題への取り組みが不足しており, 「知識」どまりになっている可能性がある。しかし, 言語面での課題は, ジブチやモザンビークと比較したとき,それほど深刻ではないところ, 授業においては積極的に「応用」や「推論」にかかる問題に地道に取り組んでいけば, それなりの成果が上がる可能性がある。
- (6) ジブチ及びモザンビークにおいては, 児童が教授言語を操る能力を習得することは, 算数教育以前の非常に重要な課題である。もちろん, 算数教育の中で多少なりとも言語能力の訓練をすることはできるが, 本質的な課題として取り組むことは困難である。小学校低学年だけでなく高学年においても, 数学用語の定義の定着は重要でありこれまで通り授業において取り組む必要があるが, 授業内で割り当てる時間・労力のバランスについてもっと配慮する必要がある。各国の文化・言語面での発達段階に配慮したカリキュラム・教科書・授業計画の再考, さらに, 校内研修などを通じた文化・言語面に配慮した算数授業の実践知の蓄積を各学校において行いつつ, 地域規模での共有化を図るシステムも必要となろう。地域言語が異なる国であればあるほど, 地域レベルでの実践知の蓄積がより重要となるだろう。
- (7) 基本的な「数学的な概念・考え方」をおさえるのに非常に重要なツールには, 具体物(模型・生活用品など)はもちろんのこと, 具体物を抽象化した教具・教材(10進法位取り記数法の定着を図るブロック, 三角定規), さらに, より抽象的ではあるが, 概念形成を助ける図・表などが挙げられよう。こういったものの活用はもちろんのこと, その関係性や段階的・発展的な活用に関する教員の訓練が必要となる。具体物を使えばよいという意識では, 具体物から離れて算数の課題に取り組めなくなってしまう。児童が, いかに具体物から抽象的なツールへとスムーズに移行できるようにするのも, 教員としての重要な課題の一つである。
- (8) 他方, 視点を変えると, そもそも児童の絶対的な学習時間不足も, 学力が低い大きな要因の一つと言える。このことについて, 学校側と家庭とがいかに意識し, かつ連携し, その確保に動けるかも重要な課題である。自信のない教員の授業の質を担保する

ことを目的とすることもあえてよしとし、ドリルやプリント学習を積極的に導入し習慣的に時間を確保して取り組めるように支援することも、「定着を図る授業」を形作るのに大事なことだと考えられる。

- (9) どんなによい教科書・指導書・教材を教員に紹介しても、教員が積極的に活用しようとしなければ(あるいはできなければ) どのような支援も無意味に

なってしまう。その意味では、教員に対する教科書・指導書・教材の使い方に関する指導や研修も、わかりやすい指導・説明だけを意識するのではなく、どうすれば、教員が喜んで、あえて言えば、楽しんで活用してもらえるのかについて意識すべきであると考えられる。教員の自主性・関心を高めるような支援でなければ、支援の成果が児童にまで到達するのは非常に難しいからである。