

アメリカ新数学運動における L. M. ラスムッセンの教授理論

相田紘孝 *AIDA Hirotaka*

- 1 — 主題と方法
- 2 — 初期のラスムッセンにおける子どもの活動への関心
- 3 — 生活の中の物理的対象を操作する経験を通じた概念形成
- 4 — 新数学運動への批判
- 5 — 結論と残された課題

【Abstract】 This paper aims to describe a theory of instruction presented by Lore May Rasmussen, known as a pioneer of mathematics laboratory approach in the new math movement in the United States. Three conclusions can be made. Firstly, in her early career, Rasmussen had a strong interest in developing children's activities into mathematically meaningful ones. Secondly, in the mid-1960s, she advocated that it was indispensable for children to manipulate physical objects they were familiar with in their daily life in order to acquire mathematical concepts. Thirdly, around 1970, she criticized the new math movement because it eliminated opportunities for children to make inquiries by themselves. Rasmussen attached great importance to children's manipulation of physical objects they were familiar with in their daily life, and it was her unique characteristic among the advocators in the new math movement. Her theory of instruction may be classified as constructivism in terms of today's research of mathematics education.

1 — 主題と方法

(1) 本論の主題

本論の主題は、アメリカ新数学運動 (new math movement) における数学実験室アプローチ (mathematics laboratory approach) の先駆者として知られている L. M. ラスムッセン (Lore May Rasmussen) の教授理論を提示することである。

1950年代から1970年代にかけて、先進諸国は、冷戦下における科学技術開発競争の影響を受けて、数学教育の急進的な改革にこぞって取り組んだ。この世界的な数学教育改革の動向は様々な名称で呼ばれてきたが、近年では、数学教育史研究者の G. シュブリング (Gert Schubring) が用いる現代数学運動 (modern mathematics movement) という呼称が徐々に普及している¹⁾。アメリカにおける改革は新数学運動と呼ばれ、日本におけるそれは数学教育現代化と呼ばれている。

現代数学運動の最大の特徴は、集合論や抽象代数学などといった現代数学 (modern mathe-

atics) を、初等・中等教育の数学カリキュラムに導入したことである。現代数学の導入の是非を巡っては、いずれの国においても激しい論争が行われた²⁾。そのため、現代数学の導入は、現代数学運動の代名詞として近年に至るまで認識されている。

この状況は、アメリカの新数学運動においてもほぼ同様であった³⁾。しかし、新数学運動において行われた改革は現代数学の導入のみではなかった。現代数学の導入ほどには社会の耳目を集めることはなかったものの、新数学運動においては、新しい教授理論が数多く提唱されていた。

それらの教授理論の一つとして、数学実験室アプローチを挙げることができる。数学実験室アプローチとは、教室に様々な教具を配置して子どもたちが多様な活動を行い、その活動を通じて数学的概念を獲得させることを目指した手法のことを指す。1960年代後半から1970年代にかけて広く普及した⁴⁾。

数学実験室アプローチにおいては、多くの場合、構造化教材 (structural material) が使用される。構造化教材とは、子どもたちが実際に触って様々な操作を試し、そのような活動を通じて数や演算法則およびその体系などについて学ぶことを意図した教材のことである。ゲシュタルト心理学や現代数学の構造化の影響を受けて開発され、現代数学運動において国際的に普及した。代表的なものとしては、C. スターン (Catherine Stern) が開発し、M. ヴェルトハイマー (Max Wertheimer) の影響の下で改良された構造的算数 (Structural Arithmetic) の教材、ベルギーの教師であった G. キズネール (George Cuisenaire) が発案し、C. ガッテーニョ (Caleb Gattegno) の活動によって広範に普及したキズネール棒 (Cuisenaire Rods)、Z. P. ディーンズ (Zoltan Paul Dienes) が開発し、1960年代初頭に J. S. ブルーナー (Jerome S. Bruner) との共同研究によって知名度を上げたディーンズ・マルチベース・ブロック (Dienes Multibase Block) がある。

本論で着目するラスムッセンは、数学実験室アプローチの先駆者として知られてきた人物である。1920年にドイツで生まれ、2009年にカリフォルニアのバークレーで亡くなっている。彼女は、1950年代初頭に、フィラデルフィア近郊の進歩主義学校であるミクオン・スクール (Miquon School) で数学教育を担当した。この学校での実践をきっかけとして、新数学運動の最初のプロジェクトであるイリノイ大学学校数学委員会 (University of Illinois Committee on School Mathematics、以下 UICSM) のリーダーを務めた M. ベバーマン (Max Beberman) や、UICSM から派生したイリノイ大学算数プロジェクト (University of Illinois Arithmetic Project、以下 UIAP) のリーダーである D. A. ペイジ (David A. Page) の知遇を得た。さらに、ミクオン・スクールにおいてキズネール棒などの構造化教材を取り入れた教育実践を行ったことによって、一躍有名になった。彼女がミクオン・スクールにおいて開発した教材はミクオン・マス (Miquon Math) と呼ばれ、現在でも購入が可能である⁵⁾。その後、彼女は1963年にミクオン・スクールを退職し、フィラデルフィア市内の貧困地区における学校教育支援に携わる。そして、1986年には引退している。

数学実験室アプローチの先駆者として知られてきたラスムッセンであるが、本論は、ラ

ラスムッセンが開発した教材やそれを用いた教育実践よりも、彼女の論考や講演録などといった言説に着目する。それは、彼女が、数学実験室アプローチという特定の手法の擁護に留まることなく、より包括的な教授理論を唱えていたことに着目するためである。具体的に言えば、ラスムッセンは、子どもにおける概念の形成に関して、子どもが生活の中の物理的対象を操作して感覚的経験を得ることが不可欠であると考えていた。この特徴は、新数学運動において提唱された教授理論の中でも独特なものである。

もちろん、ラスムッセンの教授理論は、彼女の教材や教育実践においても体现されている。しかし、彼女の教材や教育実践に関心を集中させると、数学実験室アプローチの先駆者という、これまで描かれてきた彼女の姿の範囲の内に留まらざるを得ない。本論は、先行研究とは異なる対象に着目することによって、新数学運動において独自の教授理論を提示した人物としてのラスムッセンの姿に迫るものである。

(2) 先行研究の検討

新数学運動についての主要な先行研究において、ラスムッセンへの言及はほとんど存在しない。同時代における数学実験室アプローチの実践者の論考⁶⁾や、初等教育段階における当時の主要なプロジェクトを網羅的に紹介した文献⁷⁾において、数学実験室アプローチの先駆者として彼女に言及したものがいくつか見受けられる程度である。2008年には、N. シンクレア (Nathalie Sinclair) が、数学実験室アプローチの先駆者として、特に構造化教材をいち早く使用した人物として、ラスムッセンに言及している⁸⁾。しかし、いずれも、簡潔な言及に留まっている。

なお、ラスムッセンへの言及としては、彼女がミクオン・スクールを退職し、フィラデルフィアにおいて学校教育支援を行っていることを紹介したのも一定数存在する。例えば、C. E. シルバーマン (Charles E. Silberman) は、1970年の『教室の危機』において、オープン・エデュケーションの活動家の一人として、ラスムッセンに言及している⁹⁾。また、J. C. ホルト (John Caldwell Holt) の『どのようにして子どもたちは落ちこぼれるのか：改訂版』は、ラスムッセンを、ホルトの友人であり、子どもたちが安心感を得られるような数学の教室を運営している人物として紹介している¹⁰⁾。しかしながら、これらの言及もやはり簡潔なものである。

さらに、日本の研究でラスムッセンに言及しているものは、管見の限りでは存在しない。

以上のような先行研究の状況を踏まえて、本論では、ラスムッセンの教授理論を、彼女の活動の歴史的展開に即して描き出す。

(3) 課題と方法

以上のような問題関心に基づき、本論では、課題を3点設定する。1点目は、1950年代から1960年代中盤にかけてのラスムッセンが、子どもの活動に対してどのような関心を

向けていたのかを検討することである。2点目は、1960年代中盤のラスムッセンが、子どもにおける概念の形成に関して、生活の中の物理的対象を操作する経験が不可欠であると主張していたことを示すことである。3点目は、1970年前後にラスムッセンが行った新数学運動批判を考察することである。

方法としては、同時代の資料に基づいた歴史的方法を採用する。特に、本論では、彼女のご子息であるP. ラスムッセン (Peter Rasmussen) 氏が所蔵する資料も用いる。これらの資料には、これまでは公開されていなかったものや、公開はされていたにもかかわらずほとんど言及されることがなかったものが含まれている。先行研究では扱われていない新しい資料を用いることによって、今まで知られてこなかったラスムッセンの姿を示すことができるだろう。

2——初期のラスムッセンにおける子どもの活動への関心

まず、ラスムッセンの経歴を概観する。ラスムッセンの家族が作成したウェブサイト¹¹⁾によれば、彼女は、1920年5月9日に、ドイツ南西部の人口13000人程度の村で、ユダヤ系の家庭に生まれた。ユダヤ系への迫害の激化により、1938年1月にドイツを立ち、アメリカに亡命する。亡命後は、コロンビア大学ニュー・カレッジへ編入し、さらにイリノイ大学へ転学して、初等教育を専攻する。1940年6月4日には、イリノイ大学で社会学を教えていたD. ラスムッセン (Don Rasmussen) と結婚する。1942年に、黒人大学の一つであるタラデガ・カレッジ (Talladega College) に夫が赴任することになり、アラバマ州に転居する。

そして、1956年に、夫がミクオン・スクールの校長を勤めることになり、それに伴ってミクオン・スクールの教師となる。ミクオン・スクールでは、当初は第3・4学年を担当していたが、諸事情により、数学の補習の担当へと異動になった。補習を受ける教室は3メートル四方で、学校本体が建っている丘を下った所にある別の建物にあったため、補習を受けることは「補習の先生の所に降りる (down to the remedial teacher)」と揶揄されていたという。ラスムッセンは、このような厳しい環境の中で、ミクオン・マスの開発に取り組んでいた。

1961年5月に彼女の活動が『PTA マガジン』で紹介され¹²⁾、一躍脚光を浴びる。しかし彼女は1963年にミクオン・スクールを去り、フィラデルフィアの貧困地区で、学校支援の活動を開始した。この活動はラーニング・センター・プロジェクト (Learning Center Project) と称され、アメリカにおける初めてのティーチャー・センターとして位置付けられている。1976年3月22日には、フィラデルフィア公立学校市民協議会 (the Citizens Committee on Public Education in Philadelphia) から教育卓越賞 (Award for Excellence in Education) を贈られている。ラスムッセンは1986年に引退し、カリフォルニアのバークレーに移住する。そして、2009年1月23日に88歳で亡くなっている。

ミクオン・スクールに移って間もない頃のラスムッセンの実践を示す記録には、彼女が

UICSMの活動を参考にしていたことが記されている。例えば、1958年5月12日の記録には、「イリノイ大学の第1コースの教材の一部を使用した」とあり、続けて、3という数の概念とその表記である「3」の区別についての記述がある¹³⁾。これは、UICSMが1957年から1958年にかけて使用した実験的教科書の中の、数の概念と数の表記の区別を子どもたちに学ばせる単元¹⁴⁾のことを指していると思われる。

イリノイ大学が所在する地域の地域紙である『ザ・ニュース・ガゼット』の1959年7月30日の記事¹⁵⁾によれば、ラスムッセンによるUICSMの教材の使用は、UICSMに無断で行われたものであった。そして、無断使用を彼女自身がイリノイ大学に名乗り出て、それをきっかけとしてUICSMやUIAPとの協力関係が始まった。彼女は、1958年9月16日付でイリノイ大学附属高校の研究補助者¹⁶⁾に就任している。UICSMやUIAPからは、ラスムッセンの実践に対するアドバイスが行われた。例えば、UIAPのリーダーであるページは、1958年10月3日付で彼女宛に手紙を送り、数と数の関係を定めたものとして等式を解釈することを説明している¹⁷⁾。

ラスムッセンは、後年、UICSMやUIAPとのこのような交流を通じて、子どもたちの活動が数学として有意義なものへと変化したと述懐している。1972年11月21日から25日に開催された第3回インター・アメリカ数学教育会議での講演¹⁸⁾において、彼女は、UICSMやUIAPとの交流を通じて、「数直線、座標平面、そして枠を用いた算数 (arithmetic with frames)¹⁹⁾」を幼い子ども向けに用いることを学んだと語っている。また、「数直線の形式を用いた関数の経験、そして数平面のゲーム」は、計算の練習が本来保持している有意義な性格を与えてくれたとも述べている。そして、ラスムッセンは、UICSMやUIAPとの交流によって「数学的用語を意識する」ようになり、その結果、「いくつかの教室の活動に対する評価がすっかり変わりました」と振り返っている。彼女が挙げている具体例によれば、「遊びとしか思えなかったブロック積み」は、「ブロックの形や大きさ、その表面、辺、頂点にふと注意を向け、比較し、記録する」ことによって、「新しい次元に移」ったという。「紙を切ること、折ること、デザインを考えること、印刷すること」は、単なる「芸術ないし工芸の活動」だと思われていたのに、「今や、子どもたちは、直線の折り目を観察し話し合うことも始め」、「角、断片化された要素、対称形がつくられ、変換が実行された」という。「時間を伝え、それを記録すること」は、「長期にわたる、円、循環算数 (cyclic arithmetic)²⁰⁾、回転対称の形、角、そしてその測定の探究」を導いたという。重要なのは、ラスムッセンが語っているのは、子どもたちの活動が数学として有意義なものへと変化したことについてであり、高度で抽象的な数学の導入についてではないということである。彼女の関心は、教育内容の変化よりも、子どもたちの活動と彼らが得た経験に向けられていた。

ラスムッセンの関心が、子どもたちの活動を数学として有意義なものへと発展させることに向けられていたことは、彼女がミクオン・スクールにおいて開発した教材であるミクオン・マスからもうかがうことができる。

ミクオン・マスは、6冊の教材冊子と3冊の補助資料で構成されている。学年段階として

は、第1学年から第3学年を対象として想定している。6冊の冊子には、内容に関する26の項目が設定されている。ただし、各冊子において26の項目がすべて登場するわけではない。3冊の補助資料は、ミクオン・マスの意義と使用方法を解説した冊子である『教師への覚え書き (Note to Teachers)』、1960年から1961年にかけてのラスムッセンの実践を簡潔にまとめたものである『第1学年の日記 (First-Grade Diary)』、教材シートの活用方法と各内容項目に対応した活動の事例が紹介されている『注釈付き実験室シートおよび小学校教師のための数学 (Lab Seat Annotations and Mathematics for the Primary Teacher)』で構成されている。いずれも、1964年初版である。なお、『小学校教師のための数学』だけは、1964年に単独でも出版されている。

『教師への覚え書き』の「序論」²¹⁾に着目しよう。「序論」の中程で、ラスムッセンは、子どもたちに対して学校が果たすべき役割について述べている。彼女は、「とにかく私たちは、学校経験の始まりの時点における幼い子どもたちの基本的な数学的概念を発見し、理解し、使用する能力を過小評価しがちである」と語る。そして、学齢期の子どもたちは「数学的に解釈することが可能であるような生活経験の倉庫をすでに持って」おり、さらにその経験は「伝統的な第1学年の算数のプログラムに基づいて私たちが予期しているものよりもはるかに複雑で完成されたものである」と指摘する。しかし、続けて、「第1学年の子は彼の洞察を言語化したり書き留めたりして交流するための、慣習に基づいた数学的用語と記号を全く以て欠いている」ので、「学校においてそれらの道具を獲得するための手助けを必要としている」と論じている。ラスムッセンは、子どもたちが生活の中で獲得した経験に対して数学としての解釈を与える場所が学校であると考えている。

ラスムッセンは、その活動の初期から、子どもの経験を有意義なものにすることに関心を向けていた。UICSMやUIAPとの交流を通じて得た数学的な知識も、彼女のこの関心の下で、子どもの活動を数学として有意義なものへと発展させるために用いられていた。

3——生活の中の物理的対象を操作する経験を通じた概念形成

ラスムッセンは1963年にミクオン・スクールを去り、フィラデルフィアの貧困地区でラーニング・センター・プロジェクトを開始する。ラーニング・センター・プロジェクトを開始した後の彼女は、子どもにおける数学的概念の形成には生活の中の物理的対象を操作し感覚的経験を得ることが不可欠であると、以前よりも強調するようになる。

この変化は、1964年に開催された『数学における低学力者に関する会議』においてラスムッセンが行った講演²²⁾から読み取ることができる。この会議は、1964年3月25日から3月27日にかけて、連邦教育局と全米数学教師協議会 (National Council of Teachers of Mathematics) の共催によってワシントンD.C.にて行われた。会議の参加者は50人強で、会議の主題は、題名通り、数学における低学力者、具体的には下位30%の生徒に対する対応であった。

ラスムッセンの講演は、当時文化的剥奪児 (culturally deprived children) と呼ばれていた低学力者に対する数学教育のあり方について、数学実験室アプローチの必要性を説き、さらに数学実験室の具体的な構成について説明したものである。

重要なのは、冒頭部の、数学実験室アプローチの必要性を説いた部分である。彼女はまず、大学を卒業していて、中流階級志向で、読み書きについて特に問題を抱えてはいない教師にとって、貧困地区の子どもが生まれた時から直面している文化的剥奪の経験を想像することは難しいと説く。そして、私たちは彼らの理解力の乏しさや発話のたどたどしさにばかり目を向けがちだが、数学の教師として、「物理的世界の対象を操作する経験に乏しいことが予想される」ことにも等しく注意を向けなければならない、と述べる。「物理的世界の対象を操作する経験に乏しいことが予想される」ことについて、ラスムッセンは、「もし彼らが大都市の中心に住んでいるとしたら、田園地方でなら可能な数々の経験を欠いている」、すなわち、「たくさんの木の葉や枝を見ることによって形成されるものとしての「たくさん」の概念や、小川のほとりの小石や牧草地の中の草の葉やタンポポで示されている「たくさん」の概念を経験することを欠いている」、と説明している。ラスムッセンの説明は、ただ単に田園地方を都市部と比較して讃えているものではない。彼女は、続けて、貧困地区の子どもは、田園地方における前述したような経験ではなく、たくさんの家、たくさんの窓、たくさんの道路、たくさんの人々の印象を代替物として得ているが、これらの事物は、「小石や棒や葉っぱのように所有したり、貯蔵したり、整理したり、並べ替えたりすることはできない」と語る。そして、都市における「たくさん」は、「それ自身のパターンに固定されている」ため、「傍から見るためのパターンではあっても能動的な経験ではない」と述べる。さらに、「物理的環境において、遊び回り、考えにふけり、活発に動くことによって私たちの感覚を関与させることなくして」、どうやってその特徴を習得することができるのだろうか、と問いかける。加えて、ラスムッセンは、「環境がもし、私たちに対して何をするのかが理解できないようなものであったり、私たちが操作できないようなものであったり、私たちが何かをつくり出せないようなものであったのならば、環境は私たちを圧倒してしまうだろう」と語る。彼女は、物理的对象に対して能動的に働きかけてそれらを操作することを、数学の学習に欠かせないものとして認識している。そして、数学実験室アプローチによって、そのような活動を文化的剥奪児に対しても保障できると考えている。

ラスムッセンは、講演中の続く箇所で、「私たちは、私たちの学校の中に、選りすぐられていて、計画に基づいている、補償のための環境をつくり、その中で子どもは、初歩的で、能動的で感覚的であり、その経験を通じて一般化や抽象化を行い、概念を形成することができるような経験を得ることができる」と述べている。さらに、「行為を通じた探究によって経験の基盤を築いた後でしか、行為と表現や記号を実りある形で結びつけることを始められない」、「このような経験の体系化が達成された後でしか、構造を本当に探求することや、深く探究することを始められない」と主張している。彼女は、子どもが環境に能

動的に働きかけ、物理的対象を操作して感覚的経験を得ることを、数学的な概念の形成に欠かせないものとして捉えている。

ラスムッセンの想定する子どもの概念形成の過程は、彼女が1966年2月から6月まで雑誌『教授者』に連載した計5本の論考²³⁾において示されている。この連載は、子どもがボールに親しむことを通じて球の概念を形成し、さらに球の概念を探究する過程を示したものである。なお、この連載は、加筆修正された上で、『「わたしのボール」から「球」へ、すなわち、ある事柄について長い時をかけて予想だにしない方法で子どもたちとともに思考し探究するために時間を割くこと』という題名で1972年に公刊されている²⁴⁾。

最初の論考である1966年2月の「概念化：概念形成」において、ラスムッセンは、まず、自らの教育実践の中で、「特定の基本的な概念」を教える際にボールが「いかに豊かな刺激であるか」を知ったと述べる。そして、子どもたちが幼い頃からボールが転がっている所やはねている所を見ていること、さらには子どもたちがボールを投げたり取ったりして楽しんでいることを指摘し、ボールは「子ども時代の普遍的なおもちゃ」であると説明する。しかし、この情緒的なつながりが球としての共通の特徴から子どもたちを遠ざけてしまうので、「わたしのボール」から「球」の概念に至る過程には長い時間を要する、と述べる。しかし、彼女は、長い時間が必要だからといって、「球上のすべての点は、固定された一点すなわち中心から等距離にある」などといった数学的な定義を覚えさせることは、概念を知ること (knowing) とは異なる、と警告する。ラスムッセンは、概念を知ることが、「個人での観察を通じて立ち現れた洞察」、すなわち、「環境の中の特定の現象を操作し、共通項を引き出すために相互につなげ、意味を精選し、余計なものや不適切なデータを除外すること」と説明している。彼女は、物理的対象を操作して感覚的経験を得ることを、概念を知ることと不可分なものとして認識している。

ラスムッセンは、論考中で、子どもにおける球の概念の形成の過程を以下のように示す。まず、ボールについての経験を呼び覚ます。それは、ボールがめまぐるしく動き、調和し、踊るという経験、ボールが弾み、飛んでいき、回り、浮かび、落ちていくという経験である。また、色、重さ、大きさなどが様々に異なっているボールについての経験である。そして、そのいずれもが異なっているけれども、どれも間違いなくボールであることに気づかせる。その上で、どうして同じと言えるのか、ボールとは何なのか、と問いかける。さらに、子どもたちに、自分がボールだと思うものを挙げさせる活動、休み時間にシャボン玉や風船で遊ぶ活動、水に浮くか沈むかなどといったボールの特徴について科学の授業で探究する活動、ボールに用いることができる形容詞を言語の授業で学ぶ活動などを経験させる。ラスムッセンは、これらの経験すべてが、著しく多様なボールが存在するにもかかわらずボールとボールではないものを見分けることの簡単さを立証すると主張している。そして、相似の概念が「統合概念 (unifying concept)」であることは明確にされるべきであったと述べ、「あらゆるボールは球を表現したものである」とまとめている。

1966年3月の論考である「概念化：概念を定義する」で、ラスムッセンは、まず、ボー

ルとボールではないものを見たり触ったりして選別できる子どもであっても、「ボールって何?」と言語による定義を問われると戸惑ってしまってうまく答えることができないと指摘する。そして、子どもが、視覚や触覚を用いた活動を通じて球に共通する特徴を見つけ出し、概念を構成する事例を示している。具体的には、偶然床にこぼしてしまったビーズを台車のコロとして使用する活動、ボールは片付けておかないと転がってどこかに行ってしまうということを知る活動、ボールを触って、いつもなめらかに曲がっていることを感じる活動が示されている。

1966年4月の論考である「概念化：概念を探究する」では、対称性の学習の事例が示されている。具体的には、球を細かく調べて球の定義に示された特徴を見つけ出す活動、様々な形のものを半分に切ることを通じて対称と非対称の概念を知る活動、対称軸の数を調べることを通じて無限の対称性を持つ図形として球を理解する活動、粘土のモデルを切ることを通じて球の切断面がいつでも円になることを知る活動が示されている。

1966年5月の論考である「概念化：概念を応用する」では、現実の対象を探究する道具および手段として概念を用いることを教えるための事例として、自然現象や社会現象、生活の中の球を発見し探究する活動がいくつか示されている。例えば、ビー玉を並べて様々な形をつくることを通じて、球では空間を埋め尽くすことができず、埋め尽くすためには正六角形の構造が必要であることを知る活動が挙げられている。

そして、連載の最終回であり、1966年6月7月合併号に掲載された「概念化：他の概念に拡張する」において、ラスムッセンは、これまでの連載で紹介した活動を通じて子どもたちが獲得した球の概念と、測る、切断する、集める、構成するといった能力について、数学、芸術、建築、物理学などといった様々な分野での学習を助けるだろうと主張している。最終段落では、単に博識なだけではない者として子どもたちが成長するために、生活のすべての領域において調査し理論化しそれを試す自由を彼らに与えることが、教師としての最優先の使命である、と述べている。

ラスムッセンは、一貫して、概念形成には、数学的な記号の操作のみではなく、物理的対象の操作が必要であると主張している。彼女が、物理的な対象として、日常生活の中の、子どもにとって親しみのある対象を想定している点は、UICSMやUIAPには見られない特徴である。

4 — 新数学運動への批判

ラスムッセンは、興味深いことに、1970年前後に、新数学運動の批判を行っている。彼女の批判には、子どもが自分自身の興味に基づいて活動することを重視するという彼女の立場が明確に示されている。

新数学運動への批判が初めて明確に語られるのは、1968年に発行された、数学実験室アプローチについて解説したパンフレット『小学校において数学実験室環境 (mathematics labo-

ratory environment) をつくる その1:特別な設備のない教室』²⁵⁾においてである。彼女は、このパンフレットの冒頭で、小学校向けの数学カリキュラムはここ10年において多大なる変化を見せてきたと語る。そして、新しいプログラムのほとんどは、子どもに活動を通じて重要な数学的原則を発見させるという意図の下で作成されていたと説明する。しかし、ラスムッセンは、これらのプログラムのほぼすべてにおいて、発見に至る過程はテキストの頁の範囲内で事前に定められた系列に固定化されている、と批判する。加えて、数学の教室を整備したり、自分自身や子どもたちに対して数、形、大きさの世界を探究するための自由な時間を用意することに実際に挑む勇気のある教師はごくわずかであると批判し、その原因として、新しい教材に恐れを抱いている、混乱している、あるいは単に不慣れであるといったことを挙げている。

以上のような批判の後、ラスムッセンは、このパンフレットは数学実験室環境の精神(spirit)の一部を伝える試みである、と述べている。彼女によれば、数学実験室環境とは、「子どもたちが、個人として自ら選び、自らの経験と結び付けられた、創造的な数学的活動に取り組むために、教科書やワークブックから離れるための十分な時間を与えられる場所」を意味する。彼女はまた、数学実験室環境の精神について、「問題を提起し、問いを尋ね、そして答えを見つけるための技術の多様性を受けいれるという視点」のことでありと語る。さらに、彼女は、この精神の下においてのみ、数学実験室環境は、数学的活動のために持ち込まれた資料、道具、教材によって豊かになる、と主張する。

ラスムッセンが新数学運動の問題点として子どもによる発見の過程が固定化されていることを挙げていることは重要である。彼女が重視していたのは、子どもに自分自身で探究する機会を与えることであり、単に多様な教材を導入することではない。

ラスムッセンによる新数学運動への批判は、本論の第2節で既に言及した、1972年の第3回インター・アメリカ数学教育会議における彼女の講演²⁶⁾においても示されている。

この講演は、三つの項目に分かれている。第1の項目は、「教室の思い出 (Memories from the Classroom)」と題され、ラスムッセンの初期の活動が振り返られている。本論の第2節で言及したUICSMやUIAPとの交流は、この項目で語られている。第2の項目は「合衆国における数学教育改革の反省 (Reflections on Mathematics Teaching Reforms in the U.S.)」と題され、新数学運動批判が述べられている。第3の項目は、「初等学校のための新しい教育的同盟 (New Educational Alliances for the Primary School)」と題されており、初等教育段階の改革のために、参加者への連帯を呼びかけ、また、教師養成のシステムの改革を訴えている。本節で着目するのは、第2の項目の内容である。

第2の項目の冒頭において、ラスムッセンは、新数学運動は教育内容の改革から始まったと述べる。そして、「著名な数学者たちによって導かれ、優秀な教師たちによって補完された」新数学運動によって、小学校のカリキュラムに「数論、幾何学、代数学、トポロジー、論理と関数などといった内容の基礎」が導入されたと説明する。これらの改革について、彼女は、「その可能性すべてを発揮できずに終わった」と評価する。そして、その理由

として、「学習者中心の教育学を想定していなかった」ことを指摘する。彼女は、改革は「主題の提示を明確にすることに集中して」おり、子どもたちに対して「うわべだけの発見学習」を与え、「小学校の教科書の古い用語をより現代的でより純粋な数学用語で置き換えた」と語る。そして、改革を推進する人々は、「彼らの新しいプログラムがすべての子どもたちに普遍的に適用できると信じていた」けれども、「実践において、この改革の目標の多くは未達成に終わった」と指摘する。

ラスムッセンによれば、改革においては、「正確な用語にこだわること」が押しつけられていた。集合論の専門用語や意味を拡張された記号を強調することや、交換法則、結合法則、分配法則を記すことが、「教師と生徒双方における、数学についての直観に基づく自信を押さえつけ」ていた。さらに、「教科書を用いた数学の授業は、たとえ触ることのできる構造化教材で表現されていたとしても、子どもたち自身の世界への考察をまったくもって欠いていた」。加えて、「わずかな著者しか、オープンエンドな問いを盛り込まず」、教師と生徒が自分自身の手で何かを試みようとするとは思っていなかった。そして、「多くの小学校の教師は、計算の事実を教えるにあたって、かつては日常の対象や子どもたちの遊びも用いていたが、それらの活動を「新数学」をゆがめるからという理由でやめてしまい」、「数学教育は、特別な時間と特別な教材に制限されてしまった」。

新数学運動に対する以上のような批判を述べた後、ラスムッセンは、「第2の改革」を提唱している。ラスムッセンによれば、「第2の改革」とは、「経験に基づいたアプローチを用いる」ものであり、「フレーベル、モンテッソーリ、デューイの教育学的遺産と、ピアジェやブルナーの学習理論を組み合わせ」、「イギリスの小学校における成功²⁷⁾を参考にする」ものである。彼女は、この改革構想について、「子どもが、彼のすべての感覚と、彼自身の経験を通じて学ぶとき、最もよく学ぶことを仮定して」いると説明している。教師は、「子どもたちの学びの環境の計画者であり、ガイドであり、コンサルタントであり、評価者であり」、「もはや、すべての知識の源である必要はない」。そして、子どもたちは、「ともに活動することを推奨され、活発に交流し、自分で選んだ実験を行う」。さらに、「すべての教室は加工されていない教材、道具、具体的で構造化された教材、多様な数学の教科書、問題や課題のシートがある実験室になるべき」であり、子どもたちはその中で、「様々な主題に、思い思いに多様な活動に、能力に応じて参加する」という。加えて、学校生活全体に活動が広がり、「他の領域の知識は、数学の学習と関係付けられる」と述べる。

以上のように彼女自身の構想を述べた後に、ラスムッセンは、「アメリカにおいて、教育内容と教育の過程の双方が同時に改革されて欲しいと思っている」と語る。彼女は、「それぞれはお互いを必要として」いるけれども、教育内容が「数理論理学とスコープおよびシークエンスの見取り図に過度に依拠している」一方で、教育の過程は「子どもの心理学にはほとんど依拠して」いないことを指摘する。そして、教育の過程は、「主題を深く探究でき、プログラムの全体を俯瞰できるような数学的なガイドラインに従うことでもっとうまく行くはずだ」と主張する。

新数学運動に対するラスムッセンの批判は、教育内容の改革によって、子どもたちが多様な活動に取り組む機会や、生活の中から自分自身で活動を選び、その活動の中で得た経験から概念を獲得する機会が失われてしまったことに向けられていた。また、彼女は、構造的教材の使用が必ずしも子ども自身の活動に結びつかないことも指摘している。一方で、子どもに自由で多様な活動を与えることの重要性を訴える主張が前面に押し出され、物理的対象の操作が概念形成に不可欠であるという主張は背景に退いている。

5——結論と残された課題

本論の主題は、ラスムッセンの教授理論を示すことであった。

検討の結果、3点の結論を得た。まず、ラスムッセンの関心は、その活動の初期から、子どもの経験を有意義なものにすることに向けられていた。UICSM や UIAP との交流を通じて得た数学的な知識も、彼女のこの関心の下で用いられていた。次に、彼女は、1960年代中盤には、子どもが生活の中で親しんでいる物理的対象を操作すること、その操作において感覚的経験を獲得することが、概念形成に不可欠であると考えていた。生活の中の物理的な対象を操作することが概念形成において不可欠であるという主張は、彼女に独特なものである。そして、1970年前後のラスムッセンは、新数学運動に対する批判を行っていた。彼女の批判は、子どもが自分自身で探究する機会の欠如に向けられたものであった。

新数学運動においては、現在ならば構成主義 (constructivism) と呼ばれるであろう特徴を持つ教授理論が数多く登場していた。ラスムッセンの教授理論もその一つとして数えることができる。しかし、彼女の教授理論は、子どもが生活の中で親しんでいる物理的対象を操作し、そこから子ども自身が感覚的経験を獲得することを著しく重視していた点において、新数学運動における他の発想と峻別される。それは、彼女が、1964年の『数学における低学力者に関する会議』での講演において、都市部の貧困地区の抱える教育上の問題点として、そこで暮らす子どもたちの生活の中に操作可能な物理的対象が欠如していることを指摘したことに象徴されている。ディーンズをはじめとする構造化教材の開発者たちも、物理的対象を操作する経験が概念形成に不可欠であることは指摘していた。しかし、彼らの多くは人工的に開発された教材の使用を主張していたのであって、生活の中で子どもたちが親しんでいる物理的対象を操作することは主張していなかった。管見の限りでは、新数学運動において、生活の中の物理的対象を操作する経験をラスムッセンほど重視した論者は見当たらない。

なお、構造化教材は、1960年代のアメリカの進歩主義教育再興運動において熱心に導入されたと言われている。このことを踏まえるならば、新数学運動と進歩主義教育再興運動の交点にラスムッセンが位置している可能性もある。今後の課題としたい。

《注》

- 1) Schubring, Gert (2006). Researching into the History of Teaching and Learning Mathematics: the State of the Art. *Paedagogica Historica*, 42 (4/5), 665-677.
- 2) Moon, Bob (1986). *The 'New Maths' Curriculum Controversy: An International Story (Studies in Curriculum History 5)*. London, UK: The Falmer Press.
- 3) Phillips, Christopher James (2015). *The New Math: A Political History*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- 4) 数学実験室アプローチの著名な概説書として、以下の2点を挙げるができる。
Kidd, Kenneth Paul, Myers, Shirley S. & Cilley, David M. (1970). *The Laboratory Approach to Mathematics*. Chicago, IL: Science Research Associates.
Reys, Robert E. & Post, Thomas R. (1973). *The Mathematics Laboratory: Theory to Practice*. Boston, MA: Prindle, Weber and Schmidt, Inc.
- 5) <http://miquonmath.com/> 2015年11月12日確認。
- 6) Phillips, Jo McKeeby (1967). Making Your Own Classroom Math Lab. *The Instructor*, 77 (1), 156-157.
- 7) Henrie, Samuel N. (Ed.). (1974). *A Sourcebook of Elementary Curricula Programs and Projects* (pp. 258-260). San Francisco, CA: Far West Laboratory for Educational Research and Development. (ERIC Document Reproduction Service No. ED098734)
- 8) Sinclair, Nathalie (2008). *The History of the Geometry Curriculum in the United States: A Volume in Research in Mathematics Education* (p. 90). Charlotte, NC: Information Age Publishing, Inc.
- 9) Silberman, Charles E. (1970). *Crisis in the Classroom: The Remaking of American Education* (pp. 307-311). New York, NY: Random House. (山本正 (訳) (1973). 『教室の危機: 学校教育の全面的再検討』サイマル出版会、340-344頁)
- 10) Holt, John (1982). *How Children Fail: Revised Edition* (pp. 75-76). New York, NY: Delta/Seymour Lawrence. (大沼安史 (訳) (1987). 『教室の戦略: 子どもたちはどうして落ちこぼれるか』一光社、71-72頁)
- 11) <http://1440walnut.net/> 2015年11月12日確認。
- 12) Stewart-Gordon, James (1961). Lore Rasmussen Makes Math Fun. *The P.T.A. Magazine*, 55 (9), 7-9.
- 13) Rasmussen, Lore (1958). *Mathematics Workshop for Children Ages 9-12. Miquon School, Miquon, Pennsylvania* (p. 9). P. ラスムッセン氏所蔵。
- 14) University of Illinois Committee on School Mathematics (1957). *High School Mathematics: First Course, Teacher's Edition* (pp. 1-4). Urbana, IL: The Board of Trustees, University of Illinois. <https://archive.org/details/highschoolmathem01univ> 2015年11月12日確認。
- 15) *German Refugee Develops Math Teaching Concepts*. (1959). The News-Gazette, Champaign, Illinois. Thursday, July 30, 1959.
- 16) Janata, A. J. (1958). *A. J. Janata, Secretary. October 17, 1958*. The Board of Trustees, The University of Illinois, Urbana. P. ラスムッセン氏所蔵。
- 17) Page, David A. (1958). *October 3, 1958. Mrs. Lore Rasmussen*. P. ラスムッセン氏所蔵。
- 18) Rasmussen, Lore (1973). La educacion matematica a nivel infantil. In UNESCO (Ed.), *Educación matemática, Bahía Blanca (Argentina), 21-25 de noviembre, 1972* (pp. 87-102). Montevideo, Uruguay: Oficina de Ciencias de la UNESCO para América Latina. 本論の記述は、P. ラスムッセン氏よりご寄贈いただいた英語版の原稿 Rasmussen, Lore (1972). *Invited Speech for the Third Inter-American Conference on Mathematical Education, Bahía Blanca, Argentina. November 21, 1972*. に基づいている。
- 19) 「枠を用いた算数」とは、文字の代わりに○や□などの枠を用いた方程式の教材を指している。UIC-

- SM が 1957 年に発表した。UICSM Project Staff (1957). Arithmetic with Frames. *The Arithmetic Teacher*, 4 (4), 119-124.
- 20) 「循環算数」とは、合同算術 (modular arithmetic) のことを指すと思われる。新数学運動においては、時刻の例を用いて学ぶ教育内容として広く普及していた。
- 21) 本論の記述は、1977 年発行の第 2 版に基づいている。「序論」の参照した部分には 1964 年 1 月付の ラスムッセンの署名が入っていたため、第 1 版と共通した記述であると判断した。Rasmussen, Lore (1977). *Note to Teachers* (2nd ed.). Toulon, IL: Rainbow Resources, LLP.
- 22) Rasmussen, Lore (1964). *The Children and Their Needs. Conference on the Low Achiever in Mathematics*. Washington, D.C.: U.S. Office of Education. 筆者所蔵、P. ラスムッセン氏より寄贈。なお、本史料の一部は、Rasmussen, Lore (1965). *Countering Cultural Deprivation via the Elementary Mathematics Laboratory*. In Lauren G. Woodby (Ed.). *The Low Achiever in Mathematics: Report of a Conference Held in Washington, D.C., March 25-27, 1964. OE29061, Bulletin 1965, no.31* (pp.69-73). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office. (ERIC Document Reproduction Service No. ED030678)として公刊されている。さらにその後、Rasmussen, Lore (1972a). *The Children and Their Needs*. In Ewald B. Nyquist & Gene R. Hawes (Eds.). *Open Education: A Source Book for Parents & Teachers* (pp. 146-153). New York, NY: A Bantam Book Inc. に、未公刊資料として収録されている。
- 23) Rasmussen, Lore (1966a). Conceptualizing: Concept Formation. *The Instructor*, 75 (6), 22-23, 51.
Rasmussen, Lore (1966b). Conceptualizing: Defining a Concept. *The Instructor*, 75 (7), 20-21, 134.
Rasmussen, Lore (1966c). Conceptualizing: Exploring a Concept. *The Instructor*, 75 (8), 20-21, 54.
Rasmussen, Lore (1966d). Conceptualizing: Applying a Concept. *The Instructor*, 75 (9), 28-29, 98.
Rasmussen, Lore (1966e). Conceptualizing: Extending to Other Concepts. *The Instructor*, 75 (10), 28-29, 138.
- 24) Rasmussen, Lore (1972b). *From "My Ball" to "Sphere" or Taking the Time to Think about and Explore with Children Some Thing over a Long Time and in Unexpected Ways*. Philadelphia, PA: Learning Centers Project. (ERIC Document Reproduction Service No. ED199045)
- 25) Rasmussen, Lore (1968). *Creating a Mathematics Laboratory Environment in the Elementary School, Part I: The Classroom without Special Equipment*. Philadelphia, PA: The School District of Philadelphia. (ERIC Document Reproduction Service No. ED038276)
- 26) Rasmussen, Lore (1973). *op. cit.*
- 27) 当時のイギリスで行われていた、インフォーマル・エデュケーション (informal education) と呼ばれる教育実践を指すと思われる。

謝辞：本論を執筆するにあたっての資料調査に際しては、L. M. ラスムッセンのご子息である P. ラスムッセン氏および S. ラスムッセン (Steven Rasmussen) 氏より破格のご支援とご接待を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。