

# 算数教育におけるすべての子どもの概念変容を目指した ジグソー学習法の成立条件

— 教師の実践力向上への取り組みとともに —

松島 充

Conditions for the Establishment of a Jigsaw Method Aimed at Conceptual Change  
in All Children in Elementary School Mathematics Education :  
Measures for the Enhancement of Teachers' Practical Abilities  
Mitsuru MATSUSHIMA

## 1 問題の所在

### (1) 算数教育における筆者の問題意識

筆者は 10 年間、小学校で学習指導の授業経験を重ねてきた。その中で主に、算数学習における授業、その後半の学級全体での練り上げ部分の議論の充実を通して、すべての子どもが学習内容を確実に理解できる学習を目指してきた。しかし、授業後半での学級全体での練り上げの場面において、授業者である筆者と、学級の数人の子どもたちによって練り上げの議論が進行して授業が終わり、その結果、決して少なくない数の子どもが、本時の学習での主な数学的な考え方や内容を理解できない場合がしばしば見られた。

筆者は教職大学院での学びを通して、これらの課題に対する解決への糸口を模索した。そして、子どもの考えの外化という、学習科学からの知見と出会った。本研究においては、外化とは、子どもが自分の考えを話すことで表現したり、言語や図などを用いて筆記物にすることで表現したりすることと捉える。この外化について、三宅なほみ・白水始（2003）は「他人が整理した結果を「話し（講義）」の形で聞くのと、自分で経験して抽象化するのでは使い勝手が異なってくることもあるだろう」と述べ、単に他人の考えを聞くだけの学習を批判的に考察している。この外化に関する知見は、外化の機会を保障することによって、子どもの理解を促進することを示唆している。しかし、筆者のこれまでの実践を振り返ると、すべての子どもに外化の機会を確実に保障した授業はほとんど行っていなかった。

以上のことから、教職大学院入学後の筆者の課題意識は、「すべての子どもに外化の活動を保証すること」と、そして「すべての子どもに確実に学習の内容を理解させること」という 2 点へと焦点化された。

### (2) 学校現場における筆者の立場の変化

筆者の変化としてもう 1 つ挙げられるのが、筆者自身の校内での立場である。筆者のような 30 歳代後半の教師数は、学校現場では最も少ない世代である。今後 10 年間での 50 歳代の教師の大量退職に伴い、先輩教師の激減と、若手教師の激増という状況が見込まれている。近い将来、筆者らの年代は、本来の教師としての職責と、若手教師の実践力の向上の補助という責任を現在よりも多く背負うことになろう。本研究では、実習校をフィールドにして、副次的に教師の実践力育成という面にも視点を当てた。

### (3) 実習校の研修課題

実習校である A 小学校の校内研修の課題は、昨年度からの課題、今年度の授業や子どもの実態から、子

どもの主体性を喚起する手だてを身に付ける，子どもの伝え合う力（表現力）を育成する手だてを身に付ける，という2点とされていた。また，20代の職員が11人という職員構成から起因する，教師の実践力の向上という課題も顕在化していた。

## 2 研究の目的と方法

### （1）研究の目的

本研究では，筆者の課題意識と実習校の校内研修での課題との共通点から，研究目的を設定し，その両者の課題の解決を目指した。そこで本研究の目的を次のように設定した。

研究の目的 すべての子どもの外化の活動を保障することを通して，すべての子どもの確実に学習内容を身に付けさせる学習方法について考察すること

この研究目的に迫るために，研究目的を2つの研究主題に分割した。

研究主題① すべての子どもの外化の活動を保障する学習方法についての研究

研究主題② 学習内容が身に付いたと評価するための基準についての研究

この研究主題と，A小の課題でもある，教師の実践力向上について，並行して研究を行った。

### （2）研究の方法

第一段階として，研究主題①，研究主題②，教師の実践力向上に関して理論的考察を行うための文献研究を行った。第二段階として，文献研究による知見を基に，実習校A小でアクションリサーチを行った。アクションリサーチでは，実習校A小において筆者が提案授業を行い，その提案授業の実践を，実習校の教師と共に振り返ることにより，反省的に知見を得た。振り返るための素材としては，子どもの発話記録，筆記物等を収集し，分析の対象とした。

## 3 理論的考察

### （1）外化の活動を保障する学習方法に関する理論的考察

研究主題①「すべての子どもの外化の活動を保障する学習方法についての研究」に関する先行研究を概観し，アクションリサーチでの実践を進めるための知見を得た。

「すべての」という用語に関して，数学的リテラシー論に関する先行研究を歴史的に概観し，本研究を，数学的リテラシー論を土台にもつ研究領域として位置づけた。また，ジグソー学習法に関する先行研究について概観し，ジグソー学習法の目的の変遷，協調学習の目的などについて考察を進め，「話すことは学ぶことである」という学習観を導いた。ジグソー学習法とは，基本的に次の流れで行われる学習である。①主課題を複数に分割する。②学習集団をジグソーグループに分ける。③分割された課題をジグソーグループ内の一人一人に分担する。④エキスパートグループ（同じ担当課題同士のグループ）に分かれる。⑤エキスパートグループ内で，担当課題について学習し，説明具を作る。⑥ジグソーグループに戻って，担当した課題について説明し，議論する。⑦学級全体で，ジグソーグループでの議論や学習全体について議論する（クロストーク）。なお，①②は学習前に事前に行われることが多い。この学習方法の最大の特長は，「すべての子どもが必ず自分の考えを話す機会を設定する」という点である。従って，学習科学の研究手法であるジグソー学習法は，数学的コミュニケーション研究の新たな研究領域として位置づくことになる。

## (2) 学習内容の評価に関する理論的考察

研究主題②「学習内容が身に付いたと評価するための基準についての研究」に関して、数学そのものについて再考した。科学哲学の知見を基に算数・数学教育を、人間・社会・文化という視点で捉えること、算数・数学の授業を有機的構成物と捉えること、算数・数学の授業における対話を重視することから、数学の哲学における社会的構成主義（アーネスト，1991），数学教育の認識論における多世界パラダイム（中原，1999）の重要性を指摘した。数学の社会的構成主義は、図1のように図示される。

次に、学習内容が身に付いたと評価するための基準について考察した。学習科学、算数・数学教育における概念変容論に関する研究を概観し、学習科学における「協調による概念変化モデル」（白水，2010）と算数・数学教育における「概念変容モデル」（真野，2010）を、数学の社会的構成主義の概念と比較、考察し、本研究における協調的概念変容モデルを表1のように構築した。

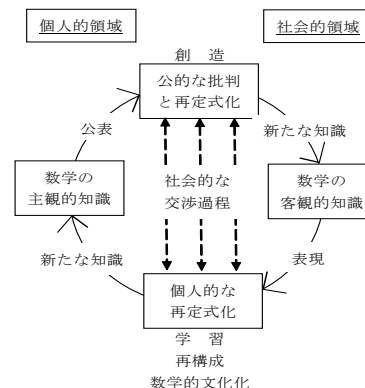


図1 数学の主観的知識と客観的知識

表1 協調的概念変容モデル

	様相Ⅰ（テーゼ）	様相Ⅱ（アンチテーゼ）	様相Ⅲ（ジンテーゼ）
観察記録	O1: 事前に保持していた概念を用いて考えたり，事例を挙げたりする。	O2: 事前に保持していた概念に対して，異なる概念について考えたり，反例の存在について考えたりする。	O3: 異なった概念，もしくは，反例の中から，それらを包含する新たな概念の事例を挙げる。
質的パタン記述	P1: 事前に保持している概念に従った事例を挙げ，パタンを指摘する。	P2: 事前に保持していた概念に対する反例，もしくは，異なった概念による例を挙げ，そのパタンを指摘する。	P3: 異なった概念，もしくは，反例の中から，それらを包含する新たな概念の事例を挙げ，そのパタンを指摘する。
説明モデル	E1: 事前に保持している概念の成立する理由を説明する。	ET2: 事前に保持していた概念に対して，その概念の成立しない理由を説明する。もしくは，事前に保持していた概念とは違う概念について説明する。	E3: 事前に保持している概念とは異なった概念や反例を包含する新たな概念の成立する理由を説明する。
形式・理論・原則	T1: 事前に保持している概念を使って問題を解いたり，その形式・理論・原則を話したりする。		T3: 新たな概念を使って問題を解いたり，その形式・理論・原則について話したりする。

## (3) 教師の実践力に関する考察

教師教育研究の大きな流れとして、学部での教師養成教育のみの研究から、学校現場での現職教育と、学部での教師養成教育の両輪での研究の重要性が主張されている現状を指摘した。また、数学教育の立場からの質的な教師の実践力向上研究の例がまだ少ないことを挙げ、本研究の存在価値を示した。

## 4 すべての子どもの概念変容を目指した算数授業の概要

### (1) アクションリサーチの経過

大学院1年時に大学院の授業として筆者が行った提案授業を起点とし、実習校A小での8か月間のアクションリサーチを通して、全部で5つの提案授業を行った。これらの実践から、すべての子どもが概念変容するためのジグソー学習の成立条件を抽出した。ここでの成立条件とは、「算数科において、すべての子どもが概念変容を生じるためのジグソー学習法を成立しやすくするための条件」を示している。成立条件

は、算数学習における協調学習を生起させるために効果的な点と問題点、一般の学習における協調学習を生起させるために効果的な点と問題点とに便宜上分けて抽出した。

## (2) 小4「面積」での子どもの概念変容の実際

5つの提案授業の中でも、子どもの概念変容がよく生じていた小4「面積」(11月実施)の実践例を紹介する。10月に実施した提案授業での知見を基に、表2のような概要で提案授業を行った。

表2 4年1組「面積」での実践の概要

項目	内容
時間	第12・13時(全14時間)
本時の目標	複合図形の面積を説明し合う活動を通して、複合図形も既習の図形をもとにして考えればよいことに気づき、その面積を正しく求めることができる。
学習テーマ	複合図形の面積はどのように求めたらよいのだろうか。
エキスパート課題	A: 分割して求積しやすいL字型の複合図形ア B: 長方形の面積の差で求積しやすい凹型の複合図形イ C: 倍積して求積しやすいL字型の複合図形ウ
抽出児	B男(エキスパートグループC)

### ① 抽出児の概念変容の状況の同定と成立条件

本提案授業での抽出児B男の外化を、エキスパートグループでの発話記録、ジグソーグループでの発話記録から、協調的概念変容モデルを用いて捉えた。その結果を表3に示す。

表3 B男の概念変容の状況

	様相Ⅰ(テーゼ)	様相Ⅱ(アンチテーゼ)	様相Ⅲ(ジンテーゼ)
観察記録	O1	O2 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男7</span> <span style="border: 1px dashed black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男41</span>	O3 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男12</span>
質的パターン記述	P1	P2	P3 <span style="border: 1px dashed black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男49</span>
説明モデル	E1	ET2	E3 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男32~B男36</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男15~B男29</span> <span style="border: 1px dashed black; border-radius: 5px; padding: 2px;">B男57</span>
形式・理論・原則	T1		T3

     …エキスパートグループでの概念の状態,      …ジグソーグループでの概念の状態

なお、表内の「B男7」は、B男の7回目の発言を示している。また、「B男32~B男36」は、P3とE3の両者に該当する発言と解釈したため、その中間に位置している。このように、具体的な子どもの外化から概念変容の状況を同定した。そして、概念変容が生じた、つまり、協調学習が生起した主要因を、ジグソー学習法の成立条件として抽出した。それらを分類整理したのが表4である。この成立条件は、研究主題①「すべての子どもに外化の活動を保障する学習方法についての研究」に対する知見となる。

表4 算数学習におけるジグソー学習の成立条件

カテゴリ	成立条件
I エキスパート課題の設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・難易度のそろったエキスパート課題を設定すること</li> <li>・子どもの思考を制限しないエキスパート課題を設定すること</li> <li>・クロストークでの抽象化のためにエキスパート課題の文脈をそろえる必要もあること</li> <li>・解決方法のオープンなエキスパート課題を設定すること</li> <li>・発見的なエキスパート課題を設定すること</li> <li>・新たな概念の理解を目標としたエキスパート課題の設定</li> <li>・問題解決の方法の理解を目標としたエキスパート課題の設定</li> </ul>
II ジグソー学習法の型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジグソーグループでの議論を深化させるためのエキスパート問題の解決結果の共有</li> <li>・主体性を高めるための、エキスパート課題の解決方法の説明型ジグソー学習法</li> <li>・自由な解法を保障し、間違いを防ぐための、問題解決の方法の発散的な議論と選択</li> <li>・発見的な問題解決と、その方法説明型ジグソー学習法</li> </ul>
III 数学化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主体性を高めるための、生活と算数学習をつなげる数学化の段階の設定</li> </ul>
IV 説明書を写す活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・反省的思考を促すための、説明書を写す活動の設定</li> <li>・学級全体で算数を創っていく意識を育むための、「より分かりやすい説明書にしながら写そう」という視点の明示</li> </ul>
V その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1年間の年間指導計画を見通したジグソー学習法の設定</li> </ul>

② すべての子どもの概念変容の状況の同定

すべての子どもの概念変容の状況を同定するため、エキスパートグループでの説明書の外化と、授業後に行われた活用問題 A, B での外化を質的に比較した。質的比較では、それぞれの外化の内容をコード化して、表5のように表し、考察した。

表5 抽出児 B 男のエキスパートグループの説明書及び活用問題の外化

	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	ウ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B			
	操	図	図	図	図	図	図	図	言	言	言	言	言	言	式	式	式	式	式	1	2	3	4	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
B男		○	○	○					○					○	○				○										○								
25		○		○					○						○	○				○										○							
26		○		○	○				○						○	○													○								○

表5から、B男のエキスパートグループでの外化の様相は、複合図形ウを3分割した図的表現（ウ図1）、3分割した部分面積の色分け表示（ウ図2）、3分割した部分面積の長さ表示（ウ図3）、3分割の部分積が等しいことの言語的表現（ウ言1）、3分割部分積の和を求める式としての記号的表現（ウ式1）、等しい部分積の3個分を表す式の $2 \times 3 \times 3$ と $6 \times 3$ が等しいことを表した記号的表現（ウ式2）、であったことが分かる。そして、授業後の活用問題Aでは、エキスパート課題と同じような質の問題を、上下の2つの長方形に分割（A1）して解決した。また、活用問題Bでは、授業で学習した「未習の図形の面積も、既習の図形を基にすれば面積を求めることができる」という考えを活用して、元の図形を長方形と三角形に分割して、面積を求める方略を立てることができていた。

このA問題、B問題へのB男の外化から、協調的概念変容モデルで捉えたB男の概念変容の様相は、

妥当であったことが例証されたと言える。従って、研修主題①「学習内容が身に付いたと評価するための規準についての研究」に対する知見として、協調的概念変容モデルが挙げられる。

## 5 教師の実践力の向上を目指したアクションリサーチ

教師の実践力向上を目指す際に、重要となるのは職員との関係づくりである。本研究では、そのための方法論の一例として、実習だよりによるコミュニケーションの補助機能を用いた。この職員との人間関係を基盤として、次の方法を用いて本研究での対象となったA教諭と共にお互いの実践力の向上を目指した。

- ・A教諭の学級で、主体性をもった学習にするための学習課題設定を意識した授業実践を繰り返し筆者が行い、A教諭にその流れを提示した。
- ・A小の若手教師全体に向けて、主体性をもった学習にするため学習課題設定を意識した研究授業を筆者が行った。
- ・校内研修組織である算数部に筆者も加わり、算数部全体で、A教諭の校内研修への取り組みの過程に直接的に関わった。

これらの結果、A教諭に、子どもの発言を生かした課題設定や学ぶ必要感の感じられる問題場面の設定、子どもの疑問を学級全体の疑問として共有する場面の設定という、授業に直結した実践力の向上を促すことができた。また、筆者自身の実践力に関しても、校内研修の具体的な推進方法の手順を体験し、そのよさや大変さを実感したことは、筆者の今後の実践力に大きな影響を与える経験となった。

これらの、A教諭や筆者の実践力が向上した大きな要因として、職員間の深い信頼関係、実践力向上の対象となる教師とその教師を取り巻く学校の文化を基にした研修計画が挙げられるだろう。

## 6 今後の課題

本研究では、算数教育におけるすべての子どもの概念変容を実現するジグソー学習の成立条件を抽出した。それと同時に、教師の実践力向上についても実践的に考察した。前者の、ジグソー学習における成立条件のさらなる精緻化、具体化に向けた方策として、次の4点が挙げられる。

- ・ジグソー学習法の実践単元の開発と成立条件の精緻化を図る必要性
- ・算数の授業そのものに影響する算数授業観を支える、数学の哲学に対する研究を継続する必要性
- ・「話すことは学ぶことである」という学習観を推し進めるための、理論的考察をさらに進める必要性
- ・協調的概念変容モデルの実践による精緻化の必要性

また、教師の実践力の向上については、次のような具現化への方策が挙げられた。

- ・実践力向上の対象となる教師の状況と、その教師を取り巻く学校の文化を基にした研修計画の必要性

### <主要参考文献>

- ・Ernest,P. (1991) *The Philosophy of Mathematics*,The Falmer Press.
- ・三宅なほみ編 (2003) 『学習科学とテクノロジー』, 放送大学教育振興会, p.20.
- ・真野祐輔 (2010) 『算数・数学学習における概念変容に関する基礎的研究—「数」領域の展開を中心に—』, 広島大学大学院教育学研究科, 博士論文.
- ・白水始 (2010) 「協調学習と授業」, 高垣マユミ編著『授業デザインの最前線Ⅱ』, 北大路書房, pp.136-151.