

幼児の配分行動を実験から考える — 数量概念と均等配分

秋田大学教育文化学部 准教授
山名裕子 (やまな ゆうこ)

Profile—山名裕子

2002年、神戸学院大学大学院人間文化学研究科博士課程単位取得後退学。博士(人間文化学)。秋田大学教育文化学部講師を経て、2007年より現職。専門は認知発達、幼児教育。著書は『発達と教育：心理学をいかした指導・援助のポイント』(共著、樹村房)、『算数・理科を学ぶ子どもの発達心理学：文化・認知・学習』(分担執筆、ミネルヴァ書房)など。



子ども相手に実験？

幼児はものを数えたり並べたり、あるいは分けたりすることが大好きである。並んであるものを「イチ、ニイ、サン……」と数えたり、小さいものから大きいものへ順序よく並べたり、ときには、おやつを友だちと分けたり、ということを生の中ですぐに行っている。

著者の考えは、幼児期の遊びの中に、数量感覚と呼ばれるものが芽生えてくるという立場である(山名, 2014)。その一方で、遊びのようにかかわりや文脈がないところでの子どもの数量概念はどのように発達していくのか、ということにも関心がある。遊びや生活の中でみられる数量感覚が、たとえば、ある課題場面として提示されたときに、子どもはどのように応えてくれるのだろうか、年齢を横軸にしたとき、どのようなことがみえてくるのだろうか、条件が変わると子どもの応え方も変わるのだろうか、



写真1 お金の作成

3色の折り紙で上手に丸く切り抜いている。切り終わった後、それぞれの色別に分けて、お金のできあがり(山名, 2014)。

ということを「実験的」に研究してきた。

たとえば、写真1では、2人の子どもが3色の折り紙を丸く切り抜き、色別に分けて、お金を作っている。この写真では切り分けたものを色別に分けているが、同じ色の折り紙で作った場合、どのように分けるのだろうか、あるいは、自発的に作る場合ではなく、条件や要因を考えた統制をしたとき、どのような配分を行うのだろうか。そのようなことにも興味がある。

子どもに参加してもらった実験では、子どもが日常行っているような場面、それもある程度、実験者の目的に沿って統制された条件を想定する必要がある。しかし一方で、大人を対象とした実験と違い、厳密に剰余変数や状況を統制しすぎると、子どもに緊張感を与えることもある。また実験室ではなく、幼稚園や保育所の限られた空間で行うので十分に状況を統制することも難しい。そして、できる限り相手に緊張を与えないように、たとえば実験を行う前や実験以外の時間は、幼稚園や保育所の事情が許す限り一緒に遊んだり、かつ、「おもしろかった」と思ってもらえるように、実験後にも少し話をしたりして、子どもとできるだけかかわるようにする。

わり算のインフォーマル算数としての配分

著者は、分ける行動が「わり算に関するインフォーマル算数の知識(informal mathematics knowledge)」に関連していると考えている。そこで、わり算でいうところの、被除数、除数、

単位当たりの数を要因として、また、配分を促す教示についても検討している。

たとえば、12個の丸いチップ（被序数）を3枚のお皿（除数）に同じように分けるといふ課題を基本としながら、被序数や除数を変化させたり、配分結果（1枚当たりの数）を結果が見えるお皿ではなく、中が見えない箱に配分させたりと、さまざまな条件から幼児期の配分行動を検討してきた。

それでは実際に、12個の丸いチップを2、3、4枚のお皿に分けるとき、子どもはどのように分けののだろうか。またその際、教示によって（「同じように分けて」「同じ数ずつ分けて」「〇枚（提示されている皿の枚数）のお皿に同じように分けて」）、配分に違いがみられるのだろうか。3歳から6歳までの幼児288名を対象にした結果が図1である（山名，2005）¹。特徴的なのは「同じ数ずつ分けて」という「数」教示が他の教示に比べて平均点が低いことである。「同じ」教示は「同じ」にする内容を子どもたちが自ら考えるため、皿の上のチップの配置を工夫して配分する。「皿」教示は、「3枚のお皿に同じように分けて」と言われた子どもの中で「3個ずつ分けるの？」と混同している子どももいたが、逆にそれが手がかりとなり、結果として配分がうまくいったりもする。「数」教示ではそういう手がかりがなく、また「数」ということに着目し、理解しはじめる4歳頃には、むしろ「同じ」という漠然とした教示のほうが正答率が上がる、というおもしろい結果になったのである。

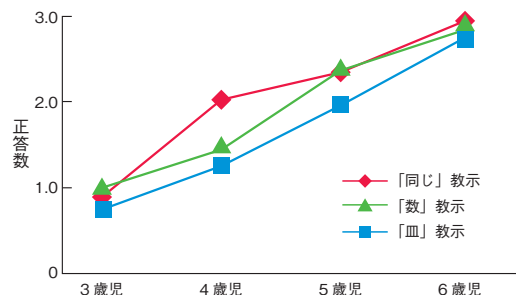


図1 配分行動の正答数（山名，2005）
教示、年齢ごとの3試行の正答数を示している。

「分けること」と「同じように分けること」

単に配分が、できたか／できないかだけで見るとはならず、どのような方略（strategy）を使用しているのかという分析も行っている。Hunting & Sharpley（1988）では、トランプを配るときのような、配分先に一つずつ配る方略（dealing-out strategy）が示されていた（山名，2005では数巡方略と名づけている）。しかしそれ以外にも、何らかのレベルで、分ける量をひとまとまりにして分けていくユニット方略（unit strategy）がある。12個のチップを3枚の皿に配分する場合、前者は1個ずつ手元のチップがなくなるまで配分していくのに対して、後者は4個ずつ一巡で配分する。数巡方略は、順番さえ間違えなければ結果として同じように配分することができるが、一方、ユニット方略は配分する前に、答えを見積もり、分けることが可能になっている。数巡方略はどの年齢でも一番多くみられる方略ではあるが、6歳になるとユニット方略もみられるようになる。そして、結果が見えない箱への配分行動では、皿へ配分するよりも多くの数巡方略がみられる。

実験をしていて一番おもしろいのは、大人からみて単に「できる」こと以上に唸らされる誤答である。たとえば、12個のチップを3枚のお皿に分けるとき、5個ずつ入れていく6歳児がいたのだが、当然、途中で配分するチップがなくなる。すると彼は、「あと、3個あったらできる！ さっきの積木、ちょうだい！」と言ったのである。手元にあるチップだけで行うという実験状況では「誤答」となるのだが、実験者が想定していること以上に子どもはさまざまなことを考えていることがわかる。またそれが個人差というだけではなく、年齢によってもそれぞれの特徴がみられる。

たとえば山口（2015）は、年少児30名を対象に、配分課題と計数課題などを組み合わせ、方略との関連をみている。特に配分を行っている際の子どもの発話を丁寧にみている。指を使ったり数唱したりする子どもの様子からは、単に図1のように他の年齢に比べ「できない」姿ではなく、むしろさまざまな考えを巡らせて

表1 2つの次元からのわり算や分数に関する知識の整理 (Siegler et al., 2013 を著者が整理した)

概念的知識 (conceptual knowledge) 測度, 原理, 表記など分数の特性に関する知識	手続き的知識 (procedural knowledge) 数的操作に関する知識
非記号的知識 (non-symbolic knowledge) 密度の異なる2列のドットを提示したり, 三角形や円形の半分を塗りつぶしたものを提示したりすることによって, その密度や大きさを知覚的に比較することによってみる知識。	非記号的計算 (non-symbolic arithmetic) 円形の1/2を塗りつぶしたものと1/4を塗りつぶしたものを合わせるとどれくらいになるか, 別の円形を塗りつぶさせることによってみる手続き的知識。たとえば円形の1/2と1/4を足したものはどれかを具体的な図の中から選択することは4歳でもできる。
記号的知識 (symbolic knowledge) 人形に, 1/4, 3/4の量のクッキーやピザを与える, というような課題を用いて記号的比較からみる知識。非記号的知識の獲得より遅い発達。ただし, 1/2の理解は比較的早い。	記号的計算 (symbolic arithmetic) 小学校高学年ぐらいから理解できるようになる知識ではあるが, 「 $1/2 + 1/3$ 」や「 $1/3 \times 2/3$ 」という計算にかかわる知識。

はいるが, 結果として正答には結びつかない, と解釈するにふさわしい子どもの姿が浮かび上がる。

わり算や分数とのつながり

Siegler, Fazio, Bailey & Zhou (2013) は, わり算や分数に関する知識を表1のようにまとめている。「概念的知識・非記号的知識」には, 乳幼児の馴化実験における結果も含まれる。幼児を対象にした実験では, たとえば図2のよう

なチョコレートボックスとピザにそれぞれ1/8や1/4の「切れ目」をつけ, それぞれの1/2が同じかどうか, あるいは同じ材料のそれぞれ分かれた結果が同じかどうかを検討している (Singe-Freeman & Goswami, 2001)。また「手続き的知識・記号的計算」は小学校高学年や中学生でも困難であることが実験結果から示されている。

わり算と分数は小学校で習う算数の中でも難しい演算である。しかしその概念的な知識, ただし, 非シボリックな知識は乳児期から発達していく様相がみられる。実験的な結果の積み重ねがみられるが, 乳児期から児童期までこれらの知識がどのように変容していくのか, という点は今後まだ議論が必要である。

Chocolates



Eighths

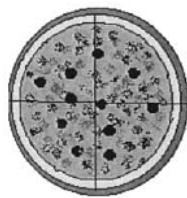


Quarters

Pizza



Eighths



Quarters

図2 知覚的に「1/8」「1/4」を示した図
上の段はチョコレートボックス, 下段はピザの1/8, 1/4を示している刺激図 (Singe-Freeman, & Goswami, 2001)

道徳性の現れとしての分配²

著者のようにわり算のインフォーマル算数としての配分行動を検討する研究の流れの他に, 道徳性の現れとしての分配行動をみる研究の流れもある。

たとえば津々 (2010) は七夕のときに, 笹に飾る星を2人で作る, というような物語を提示し, 報酬量の違いが分配行動や分配理由に与える影響を検討している。5歳児を対象とした実験では, 総報酬が少ない条件では平等分配 (みんなに同じように分ける) が多くなるのに対



図3 津々(2010)で用いられた「総作業量16個の物語」の例
2人の登場人物が作った星の数を表している。

し、総報酬が多い場合は、それ以外の方略、たとえば公平分配(貢献度に応じて分ける)など、が多くなることを明らかにした。

また越中・前田(2004)では、被配分者がどれぐらい努力をしているかということと分配行動の関連などから幼児の道徳的公正観を検討している。

基礎研究と実践の狭間で……

人間の、特に幼児の行動を統計的にみることは、当然、限界がある。しかし一方で、実験から明らかになっていることもある。今までみてきた実験の多くは、年齢を横軸にして、3歳児、5歳児という特徴から年齢に伴う変容を取り上げているものが多い。もちろん、3歳児の全員がその年齢でその課題を達成する、ということのみたいのではなく、年齢的な特徴を、なんとかして目に見える形にしたい、という気持ちのほうが大きい。たとえば、3歳児らしさ、4歳児らしさ、というときの「らしさ」が、経験によって培われていることもあれば、実験的な知見から導き出されているものもある。実験的に行っているからすべてが正しい結果、ということではなく、だからこそ疑問をもちながら吟味することのほうが重要でもある。

最近、保育現場では年齢以上のことを子どもに考えさせようとしているところが増加しているようにも思える。たとえば、3歳児であれば、「3」あるいは「4」の概念理解で十分であるは

ずなのに、いきなり10やそれ以上の数を提示したり、あるいは2歳児でも「時間割」によって行動を統制することもある。もしかすると発達にそぐわない教育を押しつけている可能性もある。

実験的に得られた結果と実際の子どもの姿をみるときに、どちらの視点もバランスよく組み入れることによって、みえることもあるのではないだろうか。

注

- 1 山名(2005)では課題数の平均という形ではなく、条件ごとの正答者数を逆正弦変換法によって検討している。
- 2 利益が派生する場合は「分配」を、そうではない場合を「配分」と表記している。

文献

- 越中康治・前田健一(2004)被配分者の努力要因が幼児の分配行動に及ぼす影響。『広島大学心理学研究』4, 103-113.
- Hunting, R. P. & Sharpley, C. F. (1998) Fraction knowledge in preschool children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 175-180.
- Siegler, R. S., Fazio, L. K., Bailey, D.H. & Zhou, X. (2013) Fractions: the new frontier for theories of numerical development. *Trends in Cognitive Science*, 17, 13-19.
- Singer-Freeman, K. E. & Goswami, U. (2001) Dose half a pizza equal half a box of chocolates? Proportional matching in an analogy task. *Cognitive development*, 16, 811-829.
- 津々清美(2010)報酬量の違いが5歳児の報酬分配行動に及ぼす影響。『心理学研究』81, 201-209.
- 山口真希(2015)子どもの数概念はどのように発達するのか。『日本発達心理学会第26回大会発表論文集』P7-078.
- 山名裕子(2005)『幼児における均等配分行動に関する発達の研究』風間書房
- 山名裕子(2014)「遊びが生みだす幼児の数量理解」榊原知美(編)『算数・理科を学ぶ子どもの発達心理学:文化・認知・学習』ミネルヴァ書房 pp.69-86.