

幼児における数概念と数字の読みの因果関係

古池 若葉
(児童学科准教授)

はじめに

数概念・数理解の発達については、Piaget による数の保存性を中心とする研究以来、subitizing, 数唱, 計数, 基数性, 序数性, 計算などに関して, 主に乳児から児童を対象に多くの研究が行われてきた。しかしながら, 数表記に関する研究は少なく, また, 数表記の理解・産出が数概念とどのように関連しているのかについても検討がされていない。両者の関係については, 数概念の発達が先行し, 数を表すシンボルである数表記の理解・産出は後続して進んでいくことが予測される。しかし, 数概念の発達に関わらず, 数表記の理解・産出が別途進んでいく可能性も考えられる。

古池・山形(2012, 2013a, 2013b, 2013c, 印刷中)は, 幼児期後期における数概念と数字の読み書きとの関係について研究している。古池・山形(2013a)は, 3-5歳児を対象に, 数概念と数字の読みとの関連性について検討し, 月齢を統制した偏相関の分析を行った結果, 1対1対応の原理・基数性の獲得のそれぞれ指標となる課題と数字の読み課題との間に正の相関があることを報告している。その相関分析においては, 読み課題の数字を「10までの数」と「11以上の数」に大別して検討がなされたが, 「10までの数」を数の大小によってさらに細分化する分析により, 数概念と数字の読みとの関係をより精密にとらえることができると考えられる。そこで, 古池・山形(2013b)は, 10までの数を数の大小によってさらに区分した(1-4, 5-10, 11以上)上で, 数概念と数字の読みとの関連性について検討した。その結果, 1対1

対応の原理の指標となる課題と1-10までの数字の読み課題との間, および基数性の指標となる課題と11以上の数字の読み課題との間に, それぞれ正の相関があることを報告している。

以上の一連の分析から, 幼児期後期の子どもにおいては, 数概念と数字の読みとの間に相関が見られ, その相関の様相は, 課題が取り扱う数や数字の大きさによって異なることが示唆された。しかしながら, 相関分析では, 数概念と数字の読みとの間の因果関係については不明である。そこで, 古池・山形(印刷中)は, 数概念(1対1対応の原理・基数性)が数字の読みに影響を与えるという因果モデルを想定し, 課題が取り扱う数や数字の大きさも考慮して検証している。

本稿では, 幼児における数概念と数字の読みとの関係に関する筆者らの一連の調査結果を整理し, 1対1対応の原理, 基数性の獲得が数の読みとどのように関連しているかについて検討する。

方法

すべて個人面接調査。

調査参加児: 3歳児13名(男児8名, 女児5名, 平均3:10, レンジ3:4-4:1), 4歳児20名(男児9名, 女児11名, 平均4:10, レンジ4:4-5:4), 5歳児20名(男児12名, 女児8名, 平均5:9, レンジ5:5-6:2)。

課題:

〈数表記に関する課題〉

(1)数字の読み課題: 数字の書かれたカードを1枚ずつランダムに提示し, 書かれた数字を声

に出して読んでもらった。提示した数字は、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 20の計15個。

(2)数字の産出課題：実験者が読み上げる数字を、A3大の画用紙にカラーペンで書いてもらった。提示した数字は、提示順に1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 0の計12個。

(3)数字の弁別課題：数字または数字でないもの(文字・マーク・絵など)が書かれた刺激カードを提示し、「数字とは違うカード」を選択させた。材料は、齋藤(1997)が数字に関する分類課題で用いた刺激について、3歳児にとってのなじみやすさを考慮し、数字の桁数を原則として4桁に制限した刺激を使用した。

〈数概念に関する課題〉

新版K式発達検査2001より、次の課題を実施した。

(4)4つの積木, (5)13の丸, (6)数選び, (7)指の数, (8)5以下の加算, (9)打数かぞえ。なお、数概念に関する課題については、回答が困難な問が連続した場合には、遂行困難と判断してその課題を途中で打ち切ることとした。

本稿では、上記(1), (4)~(6)の結果について検討する。

結果と考察

1. 数概念と数字の読みの発達の变化

「4つの積木」は、4つの積木に指をあてて数えるよう求め、「丸10(13)」は、10個(13個)の丸に指をあてて数えるよう求めて、それぞれその成否を0または1点に得点化した(1対1対応の原理の獲得の指標とする)。「数選び」は、求められた数(3, 4, 6, 8)の積木をコップに入れる計4試行の各試行を0または1点に

得点化し、「3, 4」(4までの数), 「6, 8」(4より大きい数)の2試行ずつに分けて、各平均値を示した(基数性の獲得の指標とする)。また、「数字の読み」は、1-4の数字(4個), 5-10の数字(6個), 11以上の数字(4個)に分けて、正しく読まれた数字の平均値を示した。以上のように、「数選び」と「数字の読み」の両課題は、それぞれで用いられた数を「1-4の数」「5-10の数」の2つに区分して分析を行った。なお、「数字の読み」における数字「0」は、幼児における数概念上の位置づけの難しさを考慮し、今回の分析から除外した。以上の課題の結果はTable 1にまとめた。「4つの積木」は、4つの積木に指をあてて数えることができた人数の割合、「丸10(13)」は、10個(13個)の丸に指をあてて数えることができた人数の割合を示した。

「4つの積木」「丸10(13)」については、3歳児では、「4つの積木」「丸10」の通過率が7-8割だが、「丸13」の通過率は4割弱であった。他方、4, 5歳児は、3つの課題とも8割以上の通過率であった。したがって、4歳以降に、1対1対応の原理が10を超える数にも適用されるようになることがうかがえる。

「数選び」「数字の読み」の課題については、ともに、いずれの数の区分においても加齢に伴い平均正答数や平均数読字数が上昇していた。分散分析の結果、いずれの区分においても年齢群間に有意差があった(数選び(3, 4): $F(2, 48) = 11.24, p < .01$; 数選び(6, 8): $F(2, 46) = 6.08, p < .01$; 数字の読み1-4: $F(2, 50) = 6.57, p < .01$; 数字の読み5-10: $F(2, 50) = 7.52, p < .01$; 数字の読み11以上: $F(2, 50) = 15.89, p < .01$)。多重比較の結果、すべて

Table 1 数概念課題と数字の読み課題の結果

| | 数概念課題 (%) | | | (平均正答数) | | 数字の読み課題 (平均数読字数) | | |
|-----|-----------|-------|-------|-----------|-----------|------------------|------------|------------|
| | 積木4 | 丸10 | 丸13 | 数選び(3, 4) | 数選び(6, 8) | 数字1-4 | 数字5-10 | 数字11以上 |
| 3歳児 | 76.9 | 69.2 | 38.5 | 1.00(.85) | .70(.95) | 2.38(1.85) | 2.92(2.66) | 1.08(1.61) |
| 4歳児 | 90.0 | 85.0 | 80.0 | 1.68(.67) | 1.16(.96) | 3.25(1.41) | 4.60(2.21) | 1.65(1.50) |
| 5歳児 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 2.00(.00) | 1.75(.55) | 4.00(.00) | 5.70(1.13) | 3.50(.89) |

注. 括弧内の数値は標準偏差。

Table 2 月齢を制御変数とする偏相関

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|-------------|---|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|
| ①積木4 | | .66 *** | .39 ** | .32 * | .06 | .59 *** | .42 ** | .17 |
| ②丸10 | | | .61 *** | .20 | .13 | .37 * | .26 † | .11 |
| ③丸13 | | | | .31 * | .11 | .28 † | .30 * | .11 |
| ④数選び (3, 4) | | | | | .49 *** | .60 *** | .74 *** | .47 ** |
| ⑤数選び (6, 8) | | | | | | .32 * | .35 * | .49 *** |
| ⑥1-4の数読字数 | | | | | | | .81 *** | .42 ** |
| ⑦5-10の数読字数 | | | | | | | | .64 *** |
| ⑧11以上の数読字数 | | | | | | | | |

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

の区分において3歳児と5歳児の間に有意差が、また、数選び課題の「3, 4」では3歳児と4歳児の間に、数字の読み課題の「11以上」では4歳児と5歳児の間に、それぞれ有意差が見られた。4以下の小さい数に対する基数性原理の適用は、3歳から4歳にかけて進展し、10を超える数字の読みは、4歳から5歳にかけて進展することがうかがえる。

2. 数概念課題と数字の読み課題の相関分析

月齢を統制した偏相関の結果を Table 2 に示す。以下では、数概念課題と数字の読み課題との間の相関に焦点を当てて主要な結果を報告する。

「4つの積木」と数読字数との間には、数読字数の「1-4」および「5-10」でやや強い相関 ($r=.59$, $r=.42$) があった。「丸10」と数読字数との間には、「1-4」で弱い相関 ($r=.37$) が、また、「丸13」と数読字数との間には、「5-10」で弱い相関 ($r=.30$) があった。以上より、1対1対応の原理獲得の指標とした3つの課題は、いずれも「1-4」または「5-10」の数読字数との間に有意な相関があった

が、「11以上」の数読字数との間にはみられなかった。

「数選び (3, 4)」と数読字数との間には、「5-10」で強い相関 ($r=.74$) が、「1-4」および「11以上」でやや強い相関 ($r=.60$, $r=.47$) があった。「数選び (6, 8)」と数読字数との間には、「11以上」でやや強い相関 ($r=.49$)、「1-4」および「5-10」で弱い相関 ($r=.32$, $r=.35$) があった。以上より、「数選び」は、より小さい数 (3, 4) の課題成績の方が、1から10までの数読字数との相関が相対的に強かったことから、数選びができるか否かが、10までの数字の読字の程度に関係していることが示唆された。他方、「数選び (3, 4)」と「数選び (6, 8)」はともに「11以上」の数読字数との間に有意なやや強い相関を持っていた。「数選び」は基数性の原理獲得の指標であり、11以上の数読字との関連が示唆された。

3. 数概念課題と数字の読み課題の因果関係の分析

3つの年齢群を合わせた各課題の結果を Table 3 にまとめた。

Table 3 各課題の平均値と標準偏差

| | 積木4 | 丸10 | 丸13 | 数選び課題 | | 数字の読み課題 | | |
|-----------|-----|-----|-----|-------|------|---------|--------|--------|
| | | | | 3, 4 | 6, 8 | 数字1-4 | 数字5-10 | 数字11以上 |
| <i>N</i> | 53 | 53 | 53 | 51 | 49 | 53 | 53 | 53 |
| 平均値 | .91 | .87 | .77 | 1.65 | 1.31 | 3.32 | 4.60 | 2.21 |
| <i>SD</i> | .30 | .34 | .42 | .69 | .90 | 1.38 | 2.25 | 1.67 |

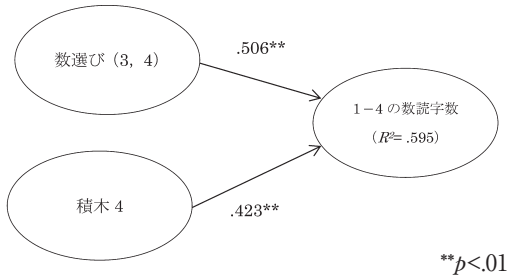


Figure 1 1-4の数読字数を従属変数とするステップワイズ重回帰分析

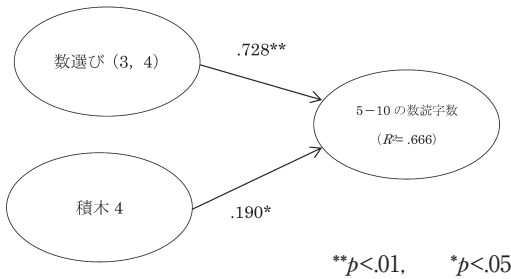


Figure 2 5-10の数読字数を従属変数とするステップワイズ重回帰分析

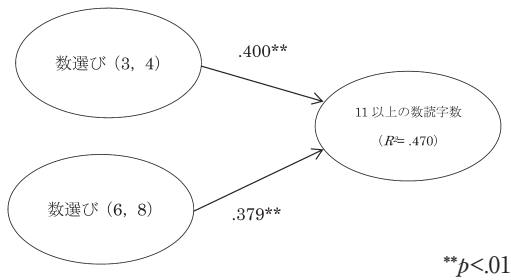


Figure 3 11以上の数読字数を従属変数とするステップワイズ重回帰分析

数字の読み課題である「数字1-4」「数字5-10」「数字11以上」を従属変数とし、それぞれについて、数概念課題の「積木4」「丸10」「丸13」「数選び(3, 4)」「数選び(6, 8)」を独立変数とする、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。その結果、それぞれの従属変数について、Figure 1~Figure 3のモデルが採択された。数字1-4の数読字数に対しては、数選び(3, 4)と積木4が、それぞれや

や強い影響を与えていた。数字5-10の数読字数に対しても、数選び(3, 4)が強い影響を与えていたが、積木4の影響は小さかった。他方、数字11以上の数読字数に対しては、同様に数選び(3, 4)が中程度の影響を与えていたが、積木4の影響はみられず、数選び(6, 8)が中程度の影響を与えていた。

以上の結果から、1対1対応の原理・基数性が数字の読みに与える影響の様相は、子どもたちに比較的身近な小さい数字(1-4)、それより大きな10までの数字、10を超える数字という、数字の大きさによって異なっていたが、全体的に基数性の獲得の指標である「数選び」課題が数字の読みに強く影響していた。「4つの積木」にみられる、1対1対応ができるか否かという点が、10までの数字、とりわけ4までの小さい数字の読みに影響していたといえる。

総合考察

本研究においては、数概念課題と数字の読み課題の関連に関する偏相関の分析により、1対1対応の原理の指標となる課題と1-10までの数字の読み課題との間、および基数性の指標となる課題と11以上の数字の読み課題との間に、それぞれ正の相関がみられた。以上のように、数概念と数字の読みとの間には、課題が取り扱う数や数字の大きさによって異なる様相の関係がみられたが、両者の因果関係が不明であった。そこで次に、数概念(1対1対応の原理・基数性)が数字の読みに影響を与えるという因果モデルを想定し、課題が取り扱う数や数字の大きさも考慮してモデルの検証を行った。その結果、読まれる数字の大きさによって、1対1対応の原理・基数性が読みに与える影響の様相が異なっていたが、全体的に基数性の獲得の指標である「数選び」課題が数字の読みに強く影響していた。以下では、この結果について考察する。

3-5歳児を対象に、数字の読み書きのそれぞれの通過率を検討したところ、3歳児においては、「1」から「10」までの数字をまず読めるようになり、その中でも数の小さい前半の数字の読みがやや先行して進むことが示唆された

(古池, 2013)。また, 4歳児においても, 12以上の数字に比べて, それよりも小さい数字の方が読みの成績が良かった。したがって, 数字の読みは, 1から10までの数字のうち, 小さい数字から読み始められるようになり, 徐々に2桁の数字が読めるようになっていくと考えられる。本研究において, 数字1-4, および数字5-10の数読字数に, 1対1対応の原理の獲得の指標である「積木4」が正の影響を与え, 影響の大きさが数字1-4の数読字数でより大きかったことは, 数字を読み始める初期に, 1対1対応の原理の基礎的な理解が数字の読みに影響を与えることを示唆すると考えられる。他方, 本研究では, 基数性の獲得の指標である「数選び(3, 4)」もまた, 数字1-4, および数字5-10の数読字数に正の影響を与えており, その影響の強さは, いずれの大きさの数字においても, 「積木4」よりも大きく, 特に数字5-10の数読字数に大きな影響を与えていた。このことは, 1対1対応の原理よりもより高次の数概念であると考えられる基数性の獲得が, さらなる数字の読みに大きく影響することを示唆していると考えられる。基数性の獲得がより大きな数の読みに強く影響することは, 数字11以上の数読字数に対して, 「数選び(3, 4)」のみならず, 「数選び(6, 8)」が正の影響を与えていることから示唆される。

以上の考察より, 数字の読みに対する数概念の影響は, 数字を読み始めた初期においては1対1対応の原理の基礎的な理解が促進的な影響を与えるが, 数字の読みが熟達化し, より大きな数の数字を読むためには, 1対1対応だけではなく, 基数性の理解が必要であることが示唆された。しかしながら, 本研究における因果関係の分析は, 3-5歳児のデータを年齢群に分けずに行った重回帰分析に基づいており, 年齢群別に分析を行うことで, その年齢群に特徴的な数概念と数字の読みの関連の様相が現れる可

能性も考えられる。本研究ではデータ数が十分でないことから, 年齢群に分けた分析は行わなかったが, 今後さらにデータを増やして, 年齢群別の様相についても検討することが課題である。また, 今回は数概念が数字の読みに影響を与えるという因果モデルを想定したが, 両者は相互に影響し合う可能性も考えられる。今後は, 因果関係の方向性についても視野に入れて検討する必要があるだろう。

引用文献

- 古池若葉・山形恭子 (2012). 幼児における数表記の理解と産出の発達—数概念との関連性についての検討— 日本教育心理学会第54回総会発表論文集, 395.
- 古池若葉 (2013). 幼児における数字の読みと書きの発達 京都女子大学「発達教育学部紀要」, 第9号, 89-94.
- 古池若葉・山形恭子 (2013a). 幼児における数表記の理解と産出の発達(2)—数概念課題と数字の読み課題の関連— 日本発達心理学会第24回大会発表論文集, 594.
- 古池若葉・山形恭子 (2013b). 幼児における数表記の理解と産出の発達(3)—数の大小に着目した数字の読み課題・数概念課題の検討— 日本教育心理学会第55回総会発表論文集, 491.
- 古池若葉・山形恭子 (2013c). 幼児における数表記の理解と産出の発達(4)—数字の弁別課題の検討— 日本心理学会第77回大会発表論文集, 949.
- 古池若葉・山形恭子 (印刷中). 幼児における数表記の理解と産出の発達(5)—数概念と筋の読みの因果関係に関する検討— 日本発達心理学会第25回大会発表論文集.
- 齋藤瑞恵 (1997). 幼児における日本語表記体系の理解: 読字数との関連 発達心理学研究, 8, 218-232.

(附記)

本研究は学術研究助成基金助成金(基盤研究(C))「表記システムの発生・発達過程とその規定要因の分析: 数表記を中心として」の助成を受け実施された。