

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24653183

研究課題名(和文) 小学校算数を通じた数感覚の拡張プロセス

研究課題名(英文) Developmental path from whole number to fraction and decimal fraction in elementary mathematics.

研究代表者

岡本 真彦 (OKAMOTO, Masahiko)

大阪府立大学・人間社会学部・教授

研究者番号：40254445

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小学校3,4,5年生計311名を対象として、数の大小判断課題を実施し、整数の数表象から小数及び分数の数表象への発達パスが連続的であるのか、非連続的であるのかについて検討した。数の大小判断課題は、iOSアプリケーションとして、独自に開発し、小学生1名に対して1台のiPodを用意することで、調査による小学校側の負担を軽減した。本研究の結果からは、どの学年でも小数と整数の大小判断課題の反応時間に有意な相関が見られ、整数から小数への連続的パスが見られた。一方、分数の反応時間と整数の反応時間との間には有意な相関が見られず、分数の表象と整数の表象の間には非連続性があることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)： We examined that are there continuity from whole number to decimal fraction and from whole number to fraction or not in this study. The participants in this study were one hundred 3rd graders, one hundred twenty-two 4th graders, and eighty-nine 5th graders children. They were asked to answer a magnitude decision task for each three numbers; whole number, decimal fraction and fraction. A magnitude decision task was carried out on an original iPod application. The result showed that a correlation coefficient between whole number and decimal fraction was very strong and significant for all grades, but a coefficient between whole number and fraction was relative weak and it was not significant for 5th graders. These results indicated that there is continuity from whole number to decimal fraction, but there is discontinuity from whole number to fraction. And those suggested children did not use same number sense for whole number.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育心理学

キーワード：数表象 分数 整数 大小判断課題

1. 研究開始当初の背景

分数の理解がその後の数学成績を予測することが明らかにされるにつれて (Bailey, Hoard, Nugent, & Geary, 2012; Siegler, Duncan, Davis-Kean, Duckworth, Claessens, Engle, Susperreguy & Chen, 2012), 分数は数学学習の中心的な役割を果たしているという主張が出てきた (Siegler, Fazio, Bailey, & Zhou, 2013)。一方で, Siegler, et al., (2013)は, 分数知識の発達過程については不明なことも多く, 今後研究すべき5つの課題を挙げている。その第1番目に挙げられているのが, 整数 (原著では, whole number) 知識と分数知識の間にどのような関連性があるのか, という問題である。

これまで数の発達研究では, 幼児期に整数の概念がどのように獲得されるのかという点に焦点化して研究が行われてきた。例えば, Case & Okamoto (1996)は, central concept structure for number と呼ばれる数の概念構造を獲得するとしている。また, Okamoto & Wakano (2010)は, 整数の大小判断課題を用いて, 小学1, 2年生を対象に, SNARC 効果を表す dRT 直線の傾きと計算スキルとの間に関連性があることを報告し, 整数の数表象が小学校1年で既に獲得されていて, その獲得度合いが計算スキルの獲得に影響する可能性があることを報告している。このように我々は小学校への入学前後には, mental number line と呼ばれる1から9までの整数の配列構造を含んだ数の心的表象を獲得しており, それらを利用してフォーマルな十進数の概念や計算スキルの獲得を行っていると考えられる。

これに対して, 分数概念の発達過程に関する研究はほとんど行われておらず, どのように分数概念が獲得されているのか, また分数の獲得過程に, それまでに獲得した整数概念がどのように関わっているのかはほとんど解明されていない。小学校現場では, 子どもたちが算数に苦手意識を持ち始めるきっかけに分数が挙げられることも多く, 日本の子どもたちにとっては, 分数は学習が難しい概念の一つである可能性が高い。このように考えると, 分数の獲得過程を明らかにすることは, 発達のにも, 教育的にも重要な課題であるといえる。

ところで, 日本の発達研究者にとっては, 小学生を対象とした個人実験の困難性が, 研究を進める障壁となっていることは否めない。研究全体が活性化するためには, 誰もが容易に小学生を対象とした実験ツールが開発されることが必要であるので, 本研究では実験ツールの開発も試みる。

2. 研究の目的

すなわち, 本研究の第1の目的は, 小学生の整数感覚と小数感覚や分数感覚への連続性が見られるのかどうかについて検討することであり, 第2の目的は, iPod を用いた実験

ツールを開発し, 数の大小判断課題への有効性を検討することである。

3. 研究の方法

対象者 大阪府内の公立小学校1校から, 小学3年生 100名, 4年生 122人, 5年生 89人が本研究に参加した。

課題 本研究で用いた課題は, 数の大小判断課題であり, 2つの数をペアで提示し, どちらの数が大きいかを判断するように求めるものであった。整数, 小数, 分数の3つの異なる数概念が含まれていた。まず, 整数の大小判断課題には, 5より小さな数で, かつ2数間の距離が短いペア (1 - 3, 2 - 4), 5より大きな数で, 2数間の距離が短いペア (6 - 8, 7 - 9), 5をまたぎ, 2数間の距離が長いペア (2 - 8, 3 - 9), 10をまたぎ2数間の距離が長いペア (7 - 13, 5 - 11) の4タイプ, 計8種類のペアが含まれていた。小数課題には, いずれも小数第1位までの小数ペアで, 0と1の間のペア (0.5 - 0.9, 0.2 - 0.7), 1と2の間ペア (1.2 - 1.5, 1.4 - 1.8), 1をまたぐペア (0.8 - 1.1, 0.3 - 1.6), そして, 10までの数のペア (2.7 - 4.1, 7.6 - 9.3) の4タイプ, 計8種類のペアが含まれていた。分数課題では, 分子が1のペア (1/3 - 1/7, 1/5 - 1/8), 異分子同分母のペア (1/4 - 3/4, 2/9 - 8/9), 異分子異分母であるが, 一方の分数が1/2であるペア (1/2 - 3/5, 3/6 - 1/9), そして, 1/2を含まない異分子異分母のペア (1/4 - 4/5, 6/7 - 1/3) の4タイプ, 計8種類のペアが含まれていた。

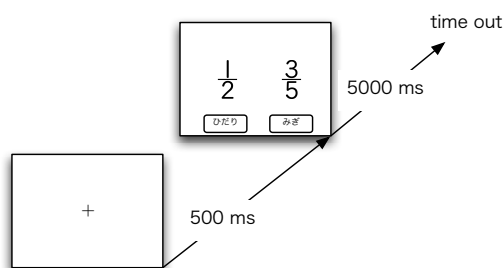


Figure 1. Time schedule in Fraction comparison task.

どの大小判断課題においても, 8種類の刺激ペアが左右を入れ替えて2回ずつ提示され, どの数の大小判断課題も計32試行からなっていた。

整数は1年生, 小数は3年生, 分子が1の分数は3年生, それ以外の分数は4年生で, それぞれ学習する内容である。よって, 今回調査に参加した3年生は, 分子が1の分数しか学校では習っていない状態である。

手続き 実験は, クラスごとの集団で行われ, 実験者は, 第1著者であった。大小判断課題は, すべて iPod を用いて行われた。具体的には, 最初に, 数の大小を判断する課題を行うと教示し, iPod を一人に1台ずつ配布した。その後, 実験者が前で演示しながら, 進めていった。まず, 最初に, 8試行からなる整数

の大小判断課題を用いた練習課題を行い、整数の大小判断の本試行に移った。終了した後、分数の大小判断課題か小数の大小判断課題を行い、最後に、残った1つの課題を行った。すなわち、整数課題は、いずれのクラスでも最初に行ったが、小数課題と分数課題の実施順序は、クラスごとにカウンターバランスして実施した。なお、いずれのクラスでも、分数課題を行う前には、“ $1/3 - 1/5$ ”を黒板に板書した上で、どちらの数が大きいのかを全員で確認した後に、本試行へ移った。

4. 研究成果

基本統計量 整数、小数、分数の3つの大小判断課題の学年ごとの平均反応時間と標準偏差を Figure 2 に示した。

これらの反応時間について、3（学年：3年、4年、5年）×3（数：整数、小数、分数）の2要因分散分析を行った。その結果、学年の主効果 ($F(2, 308)=11.86, p<.01$)、数の主効果 ($F(2, 616)=1306.92, p<.01$)、学年×数の交互作用 ($F(4, 616)=16.66, p<.01$) が有意であった。そこで、交互作用について、下位検定を行ったところ、整数と小数では、3年生が他の2学年よりも反応が遅いのが、分数では、4年<3年<5年の順に反応が遅くなっていた。5年生で分数の反応時間が遅くなる原因としては、異分母異分子の大小判断が困難であることに起因していると考えられる。

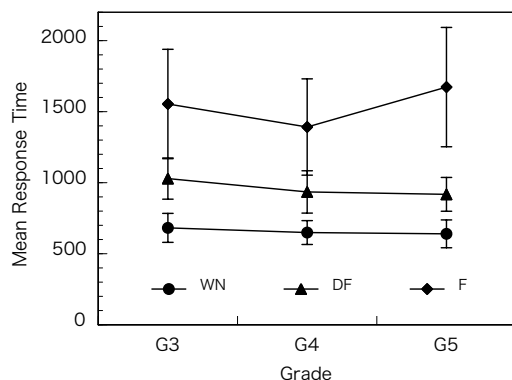


Figure 2. Mean reaction time in magnitude comparison task for whole number (WN), decimal fraction (DF), and fraction (F).

整数と小数の関連性 3つの学年ごとに、整数と小数の大小判断課題の平均 RT の散布図とその相関係数を Figure 3 に示した。

これらの結果、どの学年でも、整数と小数の大小判断課題の反応時間の間には、有意な正の相関がみられ、整数の大小判断に要する時間が短ければ、小数の大小判断に要する時間も短いということが分かる。この結果は、小数の心的数直線と整数の心的数直線が共有であることを示唆しており、整数と小数の数概念の間には連続性があることを予測させる。

整数と分数の関連性 同様に、Figure 4 に、3つの学年ごとの整数と分数の大小判断課題の平均 RT の散布図とその相関係数を示し

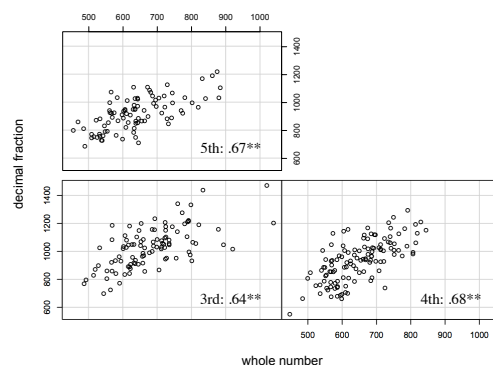


Figure 3. Scatter plot and correlation coefficient for whole number and decimal fraction.

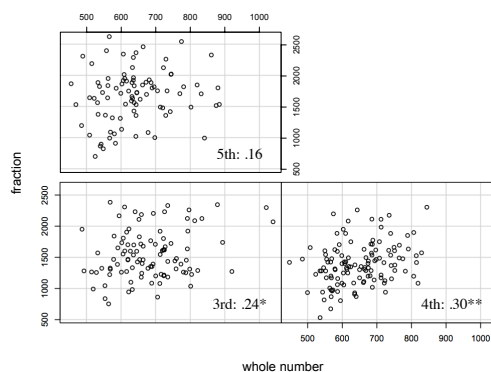


Figure 4. Scatter plot and correlation coefficient for whole number and fraction.

た。

その結果、3年生と4年生では有意な相関が見られたのに対して、5年生では、有意な相関は得られなかった。これらの結果は、4年生までに学習する同分母の分数の大小判断においては、整数の心的数直線を利用する形で処理を行っているが、5年生で学習する異分母異分子の分数においては、整数の心的数直線は利用できない可能性を示している。すなわち、異分母異分子の分数概念と整数概念との間には連続性がない可能性が高い。

引用文献

- Bailey, D. H., Hoard, M. K., Nugent, L., & Geary, D.C. (2012). Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, **113**, 447-455.
- Case, R. & Okamoto, Y. (1996). The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, **61**.
- Okamoto, M. & Wakano, H. (2008). The calculation skill and the number representation for first and second graders in Japan. *Contemporary issues of brain, communication and education in psychology: The science of mind*, 275-285.

Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M. I., & Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychological Science*, **23**, 691-697.

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.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① OKAMOTO Masahiko and NAKAMURA Sari (2012). Is the breaking point in metal number line in Japanese children five or ten? Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp.2824, 査読有.
- ② OKAMOTO Masahiko, KAWAZOE Mitsuru, KOJIMA Atsuhiko, and MAKIOKA Shougo (2014). A continuity or discontinuity from whole number to decimal fraction and fraction in elementary school in japan. Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 査読有(掲載決定).

[学会発表] (計 1 件)

- ① 岡本真彦・川添充・小島篤博 (2013). 小学校算数における数感覚の連続性・非連続性 -整数から小数・分数へのパス-, 第15回認知発達フォーラム, 2013. 7. 21, エル・おおさか.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権] (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.hs.osakafu-u.ac.jp/~okamoto/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 真彦 (OKAMOTO Masahiko)
大阪府立大学・人間社会学部・教授
研究者番号: 40254445

(2) 研究分担者

川添 充 (KAWAZOE Mitsuru)
大阪府立大学・高等教育推進機構・教授
研究者番号: 10295735

(3) 研究分担者

小島 篤博 (KOJIMA Atsuhiro)
大阪府立大学・現代システム科学域・准教授

研究者番号: 80291607