

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03071

研究課題名（和文）分数の数覚を支える要素的分数の特定と分数数覚を向上させる学習プログラムの開発

研究課題名（英文）Exploring common fraction and development of learning program for fraction

研究代表者

岡本 真彦（Masahiko, Okamoto）

大阪公立大学・大学院現代システム科学研究科 ・教授

研究者番号：40254445

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：研究1、2は、分数の数直線推定課題を用いて基準分数（common fraction）の探索するために行われた。研究1の結果からは、分母に3もしくは4を含む分数の推定精度が高く、これらの分数が基準分数である可能性を示唆した。研究2の結果からは、分母が2と3である分数、具体的には $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ 、が他の分母を含む分数よりも数直線推定に要する時間が短いことが明らかになり、2と3を分母とする分数を何らかのかたちで基準として利用していることが示された。研究3において、分数が苦手な高校生に対して、大小判断課題を用いた分数学習を行ったが、分数処理成績は向上しなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、これまで検討されて来なかった基準分数が何であるのかについて検討し、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ が基準分数として、他の分数を処理するアンカーポイントとして機能する可能性を示した。このことは、分数の獲得が、3つの基準分数を基盤にしている可能性を示すものであり、分数学習プログラムを開発するための基礎的な知見となる。また、大小判断課題の継続的使用は分数感覚の形成に寄与しないことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Studies 1 and 2 were conducted to explore the common fractions using the number line estimation task. The results of Study 1 showed that fractions with 3 or 4 in the denominator were estimated with high accuracy, suggesting that these fractions may be the common fractions. The results of Study 2 showed that fractions with denominators of 2 and 3, specifically $1/2$, $1/3$, and $2/3$, took less time to estimate the number line than fractions with other denominators. It indicated that fractions with denominators of 2 and 3 were used as anchor point to process the other fractions. In Study 3, the magnitude comparison task with fraction, decimal fraction and whole number for the high school students who had difficulty with fractions did not improve their fraction processing performance.

研究分野：教育心理学

キーワード：分数学習 基準分数 数直線推定

1. 研究開始当初の背景

近年、分数は数発達の中核であるという考え (Siegler, et al., 2013) やが提唱されて以来、分数の知識表象の質が数一般の理解に関わる重要なものであることが示され始めた。しかし、分数の表象の構造の解明は始まったばかりであり、いまだ十分に解明されていない点も多い。

自然数の領域では数表象の核となる要素はマグニチュード (値の大きさ) であり、数的記号から、それが示すマグニチュードをスムーズに検索できることが数概念の発達や数学理解にとって重要になる (Jordan, et al., 2010) と考えられている。

分数の領域でも、分数の大小判断における距離効果の大きさの個人差と、個人の数学成績の間の関係を検討するかたちで研究が行われてきた。しかし分数の領域では自然数ほど一貫した結果が得られていない。一方で、2010年頃から新しいアプローチが出現し始めた。こちらの文脈では、経験頻度の高い特定の分数 (基準数, $1/2$ や $1/3$) は自然数のようにそのマグニチュードを直接的に長期記憶から引き出すことができるが、多くの分数は数が直接的にそのマグニチュードの感覚を導くことができず、マグニチュードの表象の形成に何らかのプロセスが必要だとされる。近年、そのプロセスの候補としていくつかの基準数からマグニチュードに近いものを選び大まかなマグニチュードを把握するという考えが出されたが (Liu, 2017), 現段階ではどの分数が基準数として利用できる分数なのか、基準数は分数概念の獲得にどのような役割を果たしているのかなどについては一致した見解が得られておらず、その解明が待たれている。

2. 研究の目的

研究開始当初における本研究の目的は、①分数認知に熟達した成人の分数の基準数およびそれを利用できる分数のレパートリーを特定すること (研究1)、②児童を対象にして、基準数のレパートリーが発達的にどのように拡張するか、さらにそのレパートリーの大きさと算数成績の関連について横断的な研究で明らかにすること (研究2)、③児童のレパートリーの拡張が可能な学習プログラムを開発し、その効果の数一般の認知への波及性の検討 (研究3) であった。

しかし2019年度末から新型コロナウイルス感染症の拡大により、十分な数の実験や、特に小学校での調査が困難な状況となった。そのため、研究開始当初の計画を修正し、特に目的(1)に関する検討を中心的に行った。この目的のために、数直線推定課題を利用した。さらに、目的(3)の分数学習の効果については、高校生を対象とした研究を行った。

3. 研究の方法

研究1 数の心的表象を課題成績に反映させる伝統的な実験課題の一つに NP 数直線推定課題 (number-to-point number line estimation task) がある。この課題では、目盛りの与えられていない直線が示され、被験者は数字等で指示された値に相当する直線上の位置を指し示すことが求められる。比較的よく用いられる数直線推定課題では、ターゲットとなる値を示す刺激 (たとえば数字) は直線の中点の上部に示されることが

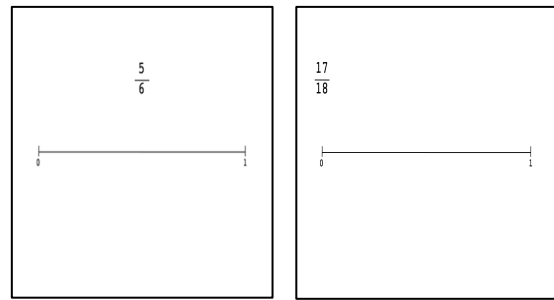


図1 数直線推定課題の center 条件(左)と left 条件

多いが、この課題状況ではターゲット刺激の直下が $1/2$ の位置であることが推定の手がかりとして利用できる可能性がある。そこで、研究1では提示する分数刺激の位置を直線の中点の上部、もしくは直線の左端の上部となるように操作することで、刺激の提示位置が課題解決のための手がかりとして利用されるかどうかを確認した(図1)。刺激分数として、1未満の既約分数で、10を除く1桁または2桁の分母を持つ20個の分数を用いた。これら20個の分数は、条件、被験者ごとに異なっていたが、0.0から0.9まで0.1刻みで2個の分数を含むように統制されていた。なお、Center条件では刺激直下が $1/2$ の位置になることから、 $1/2$ は刺激として採用されていなかった。

実験には40名の大学生または大学院生(平均年齢20.43歳)が実験に参加した。20名の参加者は、前半ブロックでcenter条件、後半ブロックでleft条件を経験した。残りの20名の参加者は前後半ブロックで逆の条件を経験した。条件の順列は各被験者に対してランダムに割り当てられた。

研究2 大学生を対象として、分数の分母が数直線課題を用いたマグニチュード推定の精度にどのような影響を持つのかを調べることを通して、どの分数が基準数であるのかを明らかにする目的で行われた。研究1と同じNP数直線推定課題を用いたが、分数刺激の提示位置は全て研究1のcenter条件と同じ数直線の中央であった。提示された刺激分数は、既約分数18種類であり、分母には2から19が用いられた。分子はそれぞれの分数が既約分数となる数がランダムに選ばれ、0.0から0.9まで0.1刻みで2個の分数を含むように統制されていた。学生30名(平均年齢21.3歳)が参加者として本実験に参加した。

研究3 国内の定時制高校生を対象として、分数を始めとした数の処理をする課題の継続的な経験が、分数認知の処理を向上させるのかどうかについて検討した。研究への参加に同意を示した39名の高校生が分析の対象となった。これらの39名は、小学校及び中学校期において不登校や欠席などの理由により、分数の学習を十分に行わないままに高校に進学した生徒も多く、分数の概念的理解も十分ではないことが想定されていた。本研究では2つの数の大小判断課題を問いてもらうアプリケーションを開発し、主に数学の授業の中で生徒たちに当該アプリケーションを利用してもらった。アプリケーションの利用期間は約7ヶ月であった。

大小判断課題は、iPad アプリケーションとして実装されており、画面上に2つの数が提示され、参加者はどちらの数が大きい数かを判断するよう求められた。比較する数字のペアは3種類の数タイプが用意された。すなわち、分数ペア、小数ペア、整数ペアの3種類であった。それぞれの数タイプにつき、32種類の刺激ペアが用意された。

4. 研究成果

研究1の主な成果 図2に2条件における分数の示す値と参加者が示した数直線上の位置のずれ(誤差)が示されている。当初はcenter条件では数直線上の中心を手がかりとして利用しやすいため数直線推定が正確になると考えていた。しかし2つの条件の間で誤差の大きさに差が見られなかった。

しかし特に0.5に近い値を示す刺激に対して特定の、刺激位置の影響があった可能性が考えられた。そこで分数刺激の提示位置と分数の大きさ(マグニチュード)との関係について検討した(図3)。その結果、どのマグニチュードにおいても刺激提示位置の効果は見られず、分数刺激の提示位置が数直線推定の誤差を減少させるような効果は確認できなかった。

次に、刺激の提示位置と分母の数が数直線推定の正確さにどのような影響を持つのかを検討するために、分母の数ごとの推定誤差について検討した(図4)。図4からは、分母が3および4となる分数にくわえ、分母が3や4の倍数(6, 8, 12, 15, 16, 18など)となる分数の推定精度が高いことが読み取れる。

これらの結果から、まず数直線推定課題において、刺激分数を数直線上の中心に提示したとしても数直線推定の精度には影響がないことが明らかになった。また、分母が3および4となる分数が特定の分数(おそらく分母が3もしくは4の倍数となる分数)の基準数になっている可能性が示唆された。

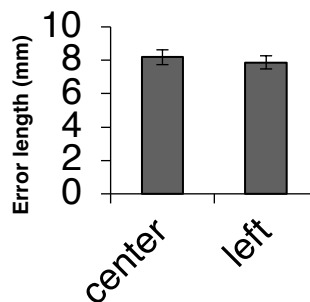


図2 center条件とleft条件の推定誤差

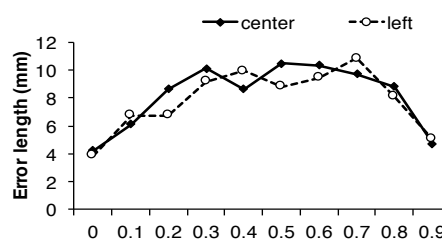


図3 マグニチュードごとの推定誤差

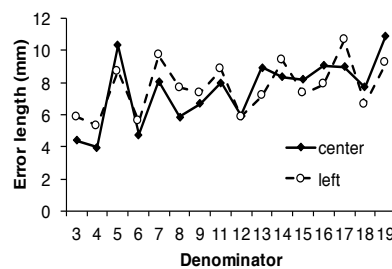


図4 分母別推定誤差

研究2の主な成果 図5にそれぞれの分母を持つ分数の推定誤差の大きさを示している。この分析より、(1)推定誤差は分母の数が大きくなるにつれて大きくなること、(2)分母に2を含む分数、具体的には $1/2$ 、が他の分母を持つ分数よりも推定誤差が小さいことが明らかとなった。また2と3の倍数である6、10、12、15を分母とする分数は、誤差が小さくなる傾向を持つことが示唆された。さらに、図6にはそれぞれの分母を持つ分数において、回答までに要した時間を示している。この分析からは、分母が2と3である分数、具体的には $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ 、が他の分母を含む分数よりも数直線推定に要する時間が短いことが明らかになった。これらの結果より、2と3の倍数となる分母を持つ分数は、2と3を分母とする分数を何らかのかたちで基準として利用しているのではないかと推察された。ただし、大小判断課題を用いた Liu (2017)では、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $3/4$ を他の分数のマグニチュードを把握するための基準として使っていると主張していることから、基準となる分数のレパートリーは課題に依存する可能性があることを指摘しておきたい。

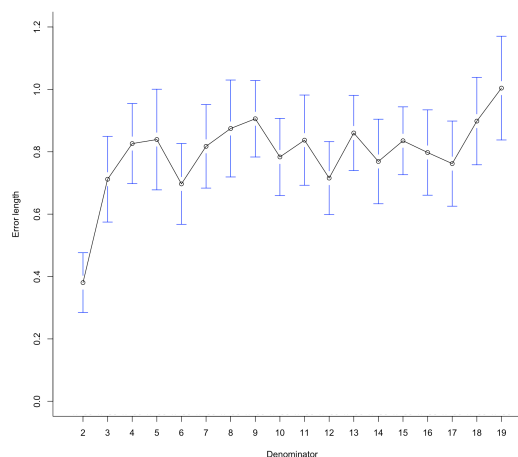


図5 分母別推定誤差

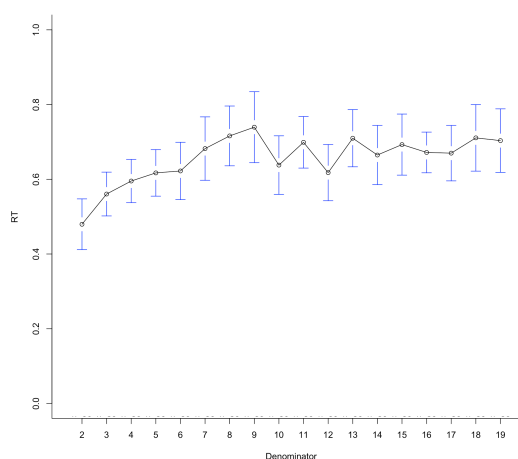


図6 分母別反応時間

研究3の主な成果 協力校の特性もあり、授業への出席回数が参加生徒ごとにばらつきが生じた。そのため、大小判断課題を用いた学習機会（アプリケーションの利用回数）にもばらつきが生じた。しかし学習回数の多少によって、生徒の大小判断課題の正答率や反応時間に違いは見られなかった。すなわち大小判断課題の利用による学習効果は見られなかった。大小判断課題の反復は、特定の2数ではどちらが大きいかという知識を長期記憶に蓄積していくという側面において、フラッシュカード教材と類似したものと考えられる。そのため大小判断課題の反復が分数の学習を促進する可能性も考えられたが、研究の結果からは大小判断課題の反復利用は分数の学習には寄与しないといえるだろう。

引用文献

- Liu, F. (2018). *Q J Exp Psychol*, 71(9), 1873-1886.
 Jordan, et al., (2010). *Learn Individ Differ*, 20, 82-88.
 Siegler, R. S., et al. (2013). *Trends Cogn. Sci.*, 17(1), 13-19.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Tanida, Y. & Okamoto, M.
2. 発表標題 Working memory components underlying magnitude representation of common fraction.
3. 学会等名 21st Conference of the European Society for Cognitive Psychology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taniguchi, S., Tanida, Y., & Okamoto, M.
2. 発表標題 Effect of denominator in the fraction on number line estimation: an exploration of the list of the basic fraction in Japanese university students.
3. 学会等名 the 40th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	谷田 勇樹 (Tanida Yuki) (80800218)	大阪府立大学・人間社会システム科学研究科・特別研究員 (24403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------