

計算能力の背景要因としての数概念に関する研究

207B002 中村 真人

問題

学習障害の中で計算することや推論することが困難な症状を算数障害という。算数障害をもつ子どもは知的発達に遅れはないが、計算や文章題に著しい困難を示す。算数障害は、読みの困難とともに生じることも多いが、読みの困難はないにも関わらず算数の困難のみが生じることもある。

河村・熊谷 (2020) によれば、子どもの算数障害は、①数処理、②数概念、③計算、④数的推論 (文章題) の4つの下位分類に分けられる。算数の能力もまた、①数処理、②数概念を基礎とし、③計算、④数的推論の順に発達していくのが一般的と言われる (黄, 2019)。よって、計算が苦手な子どもでは、数概念を発達させる段階で定型発達をしなかった可能性も考えられる。

本研究では、データ記録機能をもつ一方でゲームのように遊びながら計算練習ができるコンピュータプログラムを開発し、そこで測定した計算能力と数概念の関連性を調べることを目的とした。当初は小学生を対象に研究を行う予定だったが、新型コロナウイルス感染症の影響により、今回は大学生を対象に実験を行った。大学生であっても計算能力には差があることから、本研究では、その計算能力の違いの背景に、発達過程において獲得した数概念の違いがないかを検討した。

方法

参加者 大学生および大学院生計26名 (男性11名、女性15名) が実験に参加した。

課題 本研究では、計算能力を測る課題と数概念の発達を調べる課題の2つ課題を実施した。

まず、計算能力を測る課題として、四則演算課題を①たし算、②ひき算、③かけ算、④わり算の順に実施した。①たし算課題は「1~9」+「1~9」の1桁同士のたし算すべてを行った (81 試行)。②ひき算課題は「数字」-「1~9」=「1~9」のように、ある数字から1桁の数字を引くと答えが1桁の数字になる計算を行った (81 試行)。③かけ算課題は「1~9」×「1~9」の1桁同士のかけ算 (九九) を行った (81 試行)。④わり算課題は「数字」÷「1~9」=「1~9」のように、ある数字を1桁の数字で割ると1桁の数字になるようなわり算を行った (81 試行)。上記の4種類の計算課題を1種類81試行ずつ行ったため、計算課題は一人当

たり合計324試行行った。

課題における回答はテンキーを使用して実験参加者自身が打ち込む形で行った。実験参加者がエンターキーを押すことで課題が開始された。正答するとチャイム音となり、次の問題に進んだ。そして81試行を行ったら開始時の画面に戻り終了となった。また誤答した場合はブザー音が鳴り、正答するまで同じ問題が表示され続けた。実験開始から終了までの時間と、誤答数が記録された。

次に、数概念を評価する課題として、数比較課題を実施した。この課題では、「1~9」の1桁の数字が画面の左右に1つずつ表示され、参加者は、左の数字が大きければ←のキーを、右の数字が大きければ→のキーを、表示された数字が同じ数字ならば↓キーを押すよう教示された。計算課題とは異なり、誤答でもフィードバックなしに次の問題に画面が切り替わった。刺激となる数字は左に「1~9」、右に「1~9」を組み合わせ、合計81種類がランダムに表示された。データの信頼性を上げるため数比較課題は実験参加者1人につき5回、合計405試行を行った。

手続き 実験参加者にはPCの前に座ってもらい、「これから計算課題と2つの数を比べる課題の2種類をやってもらいます。まずは計算課題からです」と教示した。そして計算課題を行った。最初に4試行練習を行い、その後、本試行 (81 試行) を行った。計算課題はたし算、ひき算、かけ算、わり算の順に行い、本試行の前には必ず4試行の練習を行った。計算課題終了後、数比較課題を行った。こちらも、最初に4試行の練習を行い、その後本試行 (81 試行) を5回行った。

結果

まず、計算課題の結果は、たし算の所要時間が165.2 sであり、ひき算 (199.5 s)、かけ算 (193.3 s)、わり算 (198.8 s) よりも有意に速かった ($t(25) > 4.75$, $p < .0005$)。また、これら相互の相関係数を求めたところ、すべての間に有意な相関が認められた (Table 1)。

数比較課題については、比較する2つの数値の差ごとに誤反応を除く反応時間を集計したところ、Figure 1に示すように、数値の差が大きくなるほど反応時間が短縮する傾向にあることがわかった。数値の差を独立変数とする1要因 (0を除く8水準) の分散分析を行

ったところ、数値の差の主効果が有意で ($F(7,175) = 61.78, p < .0001$), Ryan 法による多重比較 ($p < .05$) の結果、反応時間は、 $1 > 2 \div 3 > 4 \div 5 \div 6 > 7 \div 8$ の順に短縮していたことがわかった。

誤反応数の結果は Figure 2 のようになり、同様の 1 要因 (8 水準) の分散分析を行ったところ、数値の差の主効果が有意で ($F(7,175) = 25.86, p < .0001$), 誤反応数は $1 > 2 > 3 \div 4 \div 5 \div 6 \div 7 \div 8$ の順に減少していた。

数比較課題における 2 つの数値の差と反応時間、誤反応数に関係性が見られたことから、それぞれ数値の差との相関係数を求め (それぞれ反応時間勾配、誤反応数勾配と呼ぶ)、これらの指標間の相関係数を算出したところ、Table 2 のようになった。これより、数比較課題において、反応時間と誤反応数には有意な負の相関が、反応時間勾配と誤反応数勾配には有意な正の相関、誤反応数勾配と反応時間には有意な正の相関がある (勾配が大きいほど反応が遅い) ことがわかった。

この数比較課題と計算課題の関連を検討するため、数比較課題の反応時間によって、参加者 (26 名) を上位 (9 名)、中位 (8 名)、下位 (9 名) の 3 グループに分けて、上位 9 名と下位 9 名の間で計算課題の所要時間を従属変数とした t 検定を行った。その結果、上位群と下位群の間には、ひき算と計算課題全体の平均所要時間において、上位の参加者が下位の参加者よりも有意に計算が速かったことがわかった (Table 3)。

Table 1 計算課題間の相関行列

	所要時間			
	たし算	ひき算	かけ算	わり算
ひき算	0.871**	----		
かけ算	0.653**	0.450*	----	
わり算	0.862**	0.756**	0.708**	----
全体平均	0.950**	0.874**	0.778**	0.946**

**: $p < .01$

Table 2 数比較課題における指標間の相関行列

	反応時間	誤反応数	反応時間勾配
誤反応数	-0.464*	----	
反応時間勾配	0.108	-0.175	----
誤反応数勾配	0.446*	-0.293	0.471*

*: $p < .05$

Table 3 数比較課題の上位・下位 9 名の計算所要時間

	上位(s)	下位(s)	t 値	p
所要時間				
たし算	153.3	181.1	1.69	ns
ひき算	176.3	231.4	2.42	$< .05$
かけ算	177.4	196.7	1.77	ns
わり算	186.1	217.9	1.60	ns
全体平均	173.3	206.8	2.12	$< .05$

考察

本研究では、大学生を参加者として数概念と計算能力の関係を調べたが、単に一桁の数であっても、距離

の近い数同士の大小判断は遅くて間違えやすく、距離の遠い数同士の判断は速く間違えにくいことがわかった。したがって、大学生においても、数概念は単に順序に基づく (序数性) だけでなく、量的概念 (基数性) をもつといえる。だが、このような数的距離に基づく勾配が大きい参加者はむしろ数比較課題が遅いこともわかった。また、数比較課題が速い参加者ほど、ひき算の計算が速かったこともわかった。ひき算という計算は 2 つの数値の距離を求める計算であるが、本研究の結果は、ひき算の速さに数的距離に基づく勾配が用いられていないことを示唆している。この結果を踏まえれば、数概念というものは、序数性の段階から基数性の段階へと発達して量的な概念と結びつくようになるが、その後、より直接的かつ自動的に扱える概念へと変化するのではないかと考えられる。

本研究で得られたこのような知見を踏まえれば、学習障害児を含む子どもの計算においても、彼らが内的に有する数概念が現在どの段階にあるのかを詳しく調べることによって、計算につまずく子どもがどのようなところでつまずいているのかを理解するのに役立つのではないかと考えられる。

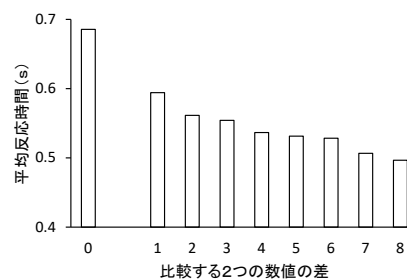


Figure 1. 数比較課題の反応時間の結果。

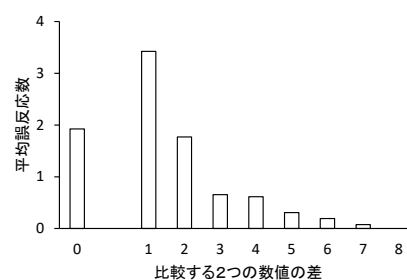


Figure 2. 数比較課題の誤反応数の結果。

引用文献

- 河村 暁・熊谷 恵子 (2020). LD 学会算数障害ワーキンググループ Retrieved from https://www.jald.or.jp/jaldweb/wpcontent/uploads/2020/02/research_commitee20200202.pdf (2022 年 1 月 7 日)
- 黄 淵熙 (2019). 算数障害のある子どもへの数概念の指導 東北福祉大学教育・教職センター特別支援教育研究年報, 11, 3-13.