

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：34320

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22198

研究課題名（和文）幼小接続期におけるサビタイジングを基盤とする認識の発達と学びの道筋の構築

研究課題名（英文）Constructing the Learning Path from Subitizing-based Recognition to Mathematics in Transition to Elementary School.

研究代表者

中橋 葵（Nakahashi, Aoi）

京都文教大学・こども教育学部・講師

研究者番号：40878261

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、幼小接続期の数に対する認識の一つとして重要であるといわれている「サビタイジングを基盤とする認識（全体と部分の関係に着目して具体物の数を瞬時に認識すること）」に着目し、その発達と算数の学びの道筋の構築を試みた。小学校第一学年の児童を対象とした実態調査では、複数のドットからなる個数把握課題を実施し、解答にかかる反応時間(RT)に加え視線情報を取得した。視線情報から個数把握時の視線の特徴が見えてきたことにより、RTや解答の正誤に加え、サビタイジングを基盤とする認識の発達と算数の学びの道筋の構築のための有効な根拠が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、幼小接続期の数学的な認識の発達と学びの道筋に基づく教育の実現のため、幼児期と児童期（低学年）の発達の特長や教育課程の違いを踏まえ、それぞれの時期にふさわしく、一人ひとりの子どもに応じた援助や指導の検討を行うことが重要であると考えている。そのために、まずは十分な根拠に基づく発達と学びの道筋を構築することが不可欠である。本研究による発達と学びの道筋は仮説段階ではあるが、幼小接続期の一人ひとりの子どもにとっての適切な援助や指導を検討するための手掛かりとなることが期待される。

研究成果の概要（英文）：This study focused on subitizing-based recognition, being said to be important as one of the early number recognitions in transition to elementary school, and tried to construct the learning path from subitizing-based recognition to mathematics. This study conducted the number grasping tasks consisting of multiple dots for children in the first grade of elementary school and collected the reaction time (RT) and the gaze data. As a result, important evidence to construct the learning path from subitizing-based recognition to mathematics could be obtained by revealing the characteristics of the gaze data during the tasks in addition to the correctness of answers and RT.

研究分野：幼小接続期の算数・数学教育

キーワード：サビタイジング 幼小接続 数 算数 領域環境

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究の学術的背景

近年、国内外において幼児が数学に関して有能であることが認められつつある一方で、就学当初の算数・数学の学びにおける個人差が危惧されている (Perry et al. 2015 他)。幼小接続期には数学的な認識の発達と学びの道筋に基づく援助や指導が求められるが、まずは数量・図形など様々な数学的な認識の発達と学びの道筋を構築することが急務である。

本研究は数に対する認識の中で「サビタイジングを基盤とする認識 (conceptual subitizing, Clements (1999))」(以下 c-sub と表記) に着目する。まずサビタイジングとは、カウンティングせずに瞬時に数を認識することであり、乳幼児にも備わる生得的な認識であるといわれている (G. レイコフ・R. ヌーニェス 2012)。そして c-sub は、サビタイジングで認識することのできない具体物の数の集合 (例. 7 個のドット) に直面した時、具体物の数の集合について全体と部分の関係に着目して瞬時に数を認識することであり (Clements 1999)、サビタイジングを前提とした認識であると考えられている (Jung et al. 2013)。c-sub は就学後の数学の学びにとって重要であるといわれているが (Clements & Sarama 2014)、幼小接続期の発達の実態や学びとの関連を具体的に示す先行研究は見当たらない。

c-sub が乳幼児に備わる生得的な認識を前提とし、就学後の数学の学びの下支えとなることを踏まえると、c-sub は幼小接続期の数学的な認識の発達と学びにとって極めて重要であると考えられる。そこで本研究は、幼小接続期の c-sub の発達と学びの道筋を構築することとした。

(2) これまでの研究成果

幼小接続期の c-sub の発達の実態と学びとの関連について、報告者のこれまでの研究で示唆されていることを次に示す。項目、 については図を参照されたい。

反応時間のばらつきはサビタイジングではほとんど見られず、c-sub では見られる。

時間の経過に伴い、平均反応時間はサビタイジングでは短縮するが c-sub では短縮しない。

c-sub は、一つの数をほかの数と関係付けてみる「数の合成・分解」の記号での理解の下支えとなる可能性がある。

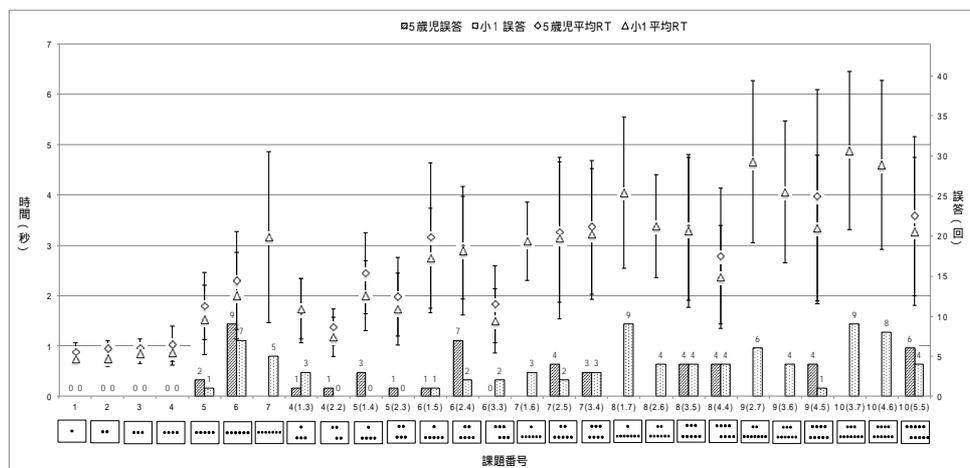


図 追跡調査 (年長児クラスから小1) での平均反応時間

報告者によるこれまでの研究では、反応時間を主な根拠としてきたが、反応時間からでは対象児がドットのまとまりを一目で捉えているのか (サビタイジング)、またはドットを一つずつ目で追っているのか (カウンティング) を判別することは難しい。このことは適切な実態把握とそれに基づく発達と学びの道筋の構築にとって大きな課題であった。

2. 研究の目的

本研究は、幼小接続期の c-sub の発達と学びの道筋を構築することを目的とし、その達成のための具体的な課題として以下の二点を設定した。

1. 視線計測器を使用した面接形式によるサビタイジングの追跡調査 (年長児クラスから小学校第1学年) を行い、より正確な幼小接続期の c-sub の発達の実態を明らかにする。
2. 小学校第1学年時に「数の合成・分解」の質問紙調査を行い、c-sub の発達と「数の合成・分解」の理解との関連を検証する。

3. 研究の方法

当初は幼児期から児童期にかけての追跡調査を計画していたが、新型コロナウイルス蔓延により、2020年度の実施が困難であったため、2021年度のみの実施となった。A大学附属小学校第1学年の児童のうち調査への参加を希望した25名を対象に、2021年7月下旬から8月上旬にかけて実施された。なお、本調査はA大学附属学校部による倫理審査を受け、承認を得ている。

(1) 質問紙調査

数の合成・分解（単元「いくつといくつ」）に関する質問紙調査を実施した。すべての課題について、正答1点、誤答0点（無解答の場合も誤答）としてスコアを算出した。

(2)個数把握課題（面接調査）

1～10個のドットを配置した個数把握課題23課題を2試行ずつランダムな順序で計46試行おこなった。ドットが二列の課題は、サビタイジングで把握できないドット数であっても、全体と部分に着目しやすい状況では、参加者はどのように捉えるのかを調べるために設定した。課題番号の表記は、先頭の数字がドット総数を表し、括弧内の2つの数字は左から順に一列目と二列目のドット数を表す。

視線計測には、トビー・テクノロジー社製の Tobii Pro ナノを用いた。視線運動は、Fixation（固視または停留。目標に視線が停留している状態）と Saccade（サッケード。固視間を視線が高速に移動する状態）に大別されるが、Tobii Pro ナノは60Hzのサンプリングレートで固視をベースとした実験向けのアイトラッカーである。ノートPC（17.3インチ）の画面下部に取り付けたスティック上のアイトラッカーが視線を検知し、視線データを処理する。

参加者にPC画面上の凝視点を注視させ、キャリブレーション（正確に視点を算出するために参加者の目の幾何学的特徴を取得する）を行った。その後、参加者にできるだけ速くドットの個数を解答するように求めた。

各課題でのRTを計測し、誤答や発話等を記録した。視線データの解析は、同社製の解析ツール（Tobii Pro ラボ）を使用した。固視は、Tobii Pro ラボの Tobii I-VT（Fixation）フィルタのデフォルト設定に従い、それを固視の定義とする。各課題での固視回数の抽出にあたっては、各ドット列に対し上下左右ドット1個分の余白を持たせてドット列を一行ごとに囲むような長方形の視線の興味領域（AOI）を設定し、その領域内の固視回数を抽出した。さらに、数字を割り振った円でAOI内の固視を可視化し、固視時間を円の大きさで表したゲイズプロットを参照し、参加者がAOI内のどこをどの順番で見たのかを調べた。

4. 研究成果

(1) 数の合成・分解に関する理解について - 質問紙から -

すべての課題で正答率が9割を超え、ほとんどの課題で全員が正答していた。質問紙調査の結果からは、おおむね数の合成・分解を理解していると思われるが、真に数の合成・分解を理解しているのかに関しては、個数把握課題の結果を踏まえ、報告書の後半で議論することとしたい。

(2)サビタイジングを基盤とする認識の実態について - 個数把握課題から -

全体的傾向から

下図は、参加者の各課題での平均RTおよび標準偏差、誤答数を整理したものである。例えばドット数が5や6の【一列】の課題など、平均RTから瞬時に認識しているとは考えにくくても、ドット数がそれと同じ【二列】の課題では、全体や部分の関係に着目することで瞬時に認識している参加者がいる可能性が示唆された。一方で、RTには差があり、全体や部分の関係に着目しやすい課題である【二列】の課題でも、【一列】の課題への反応と同様に、瞬時に認識しているとは考えにくい参加者がいることもわかった。

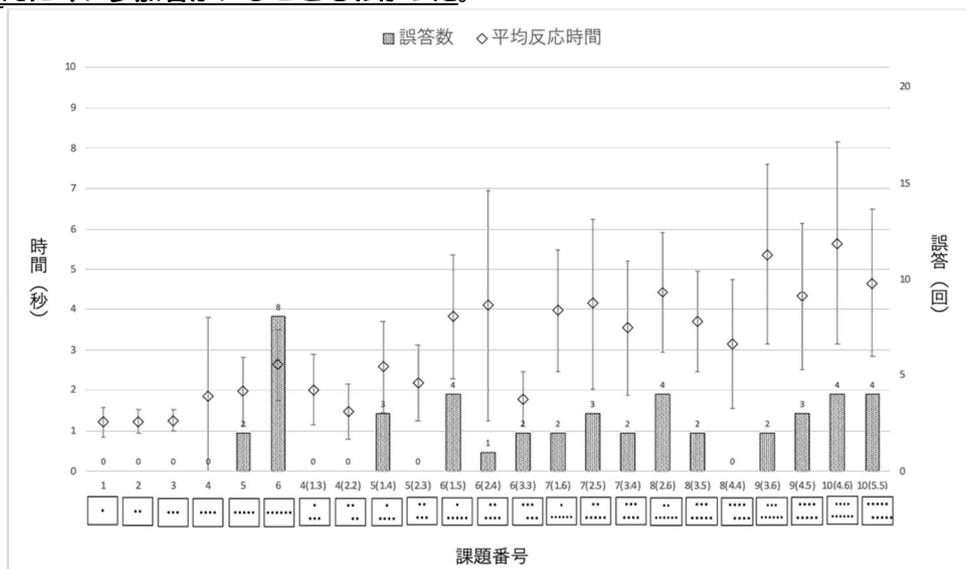


図 各課題での平均RTおよび標準偏差、誤答数

視線情報から

次頁の表は、ある参加者の固視回数、RT、誤答の結果を整理したものである。各課題のドット総数と固視回数に着目すると、ドット数の増加に伴い、固視回数が増える傾向がうかがえた。さらに、それに伴いRTも伸長していることがわかった。この傾向は参加者全体に見られた。

また、固視回数が多い課題でのゲイズプロットを見てみると、次頁図1のように同一列内の複数のドットにわたって固視が生じていた。この点も全体的に見られた傾向ではあったが、固視の

範囲は参加者や課題により異なっていたり、比較的小さな範囲で複数の固視が生じていたりする場合があった。一方で、図1と同じ課題でも、図2のように、**必ずしも複数のドットにわたる固視が生じていないケースもあった**。このように、複数のドットにわたる固視が観察された課題は参加者によって異なっていた。加えて、図1のような固視が生じた参加者について、c-subに必要な小さな数(1~4)のサビタイジングはどうであったかを調べると、不安定な場合もあれば、安定して行っている場合もあることがわかった。

表 A 児の固視回数・反応時間・誤答

課題番号	1	2	3	4	5	6	4(1,3)	4(2,2)	5(1,4)	5(2,3)	6(1,5)	6(2,4)	6(3,3)	7(1,6)	7(2,5)	7(3,4)	8(2,6)	8(3,5)	8(4,4)	9(3,6)	9(4,5)	10(4,6)	10(5,5)																	
A/C	1dot	2dot	3dot	4dot	5dot	6dot	1dot	2dot	1dot	2dot	1dot	2dot	3dot	1dot	2dot	3dot	4dot	3dot	4dot	3dot	4dot	5dot	5dot																	
固視回数	2	2	1	5	3	9	2	3	2	0	2	8	4	2	3	12	4	7	3	3	2	6	4	7	4	6	2	8	3	4	3	7	4	8	7	8	8	7	7	5
反応時間	1.51	1.44	1.58	2.60	1.69	3.81	2.54	1.58	6.03	2.60	7.66	5.46	2.03	4.24	4.17	5.36	5.05	4.15	4.48	4.52	5.94	6.24	4.57																	
誤答	-	-	-	-	-	7*	-	-	-	-	5*	-	-	6*	-	-	9*	-	-	-	-	10*	-																	

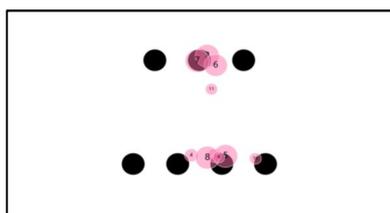


図1 (A 児)

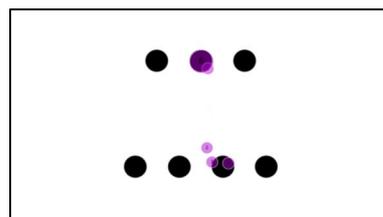


図2 (他児)

(3) 研究成果のまとめ

少ない固視でドット数を把握している場合は、一目でドット数を把握していると考えられる。一方で、同一列内の複数のドットにわたる固視は、個々のドットを目で追っているということ、すなわちカウンティングを行っている可能性が高いといえる。とすると、全体的傾向の分析において、**RTから全体と部分の関係に着目して瞬時に認識することが難しいとみなされた参加者は、カウンティングを行うことでより長いRTを要したのだと考えられる**。これまでの研究では、c-subが難しい場合、一体どのような方略でドット数を把握しているのかがはっきりとしなかったが、本調査の結果から、カウンティングを行っている可能性が高いことが示唆された。

子どもたちは「数の合成・分解」の学習において、数のまとまりに着目することを求められ、「一つの数をほかの数の和や差としてみるなど、ほかの数と関係付けてみる」ということを最終的には記号で理解することになる。しかし個数把握課題の結果から、すでに「数の合成・分解」を学習した参加者であっても、その理解のベースとなるであろう c-sub を必ずしも行っていないことがわかった。さらにこうした実態を踏まえると、数の合成・分解の質問紙調査では、答えを暗記したり、声に出さずに数えたり、指を使ったりして解答した可能性も考えられる。

カウンティングは数の認識の発達にとって重要な役割を果たすものであり、幼児期から児童期にかけてカウンティングを行うことは決して問題ではない。しかし、数の合成・分解は加法や減法のもとになる見方であることを踏まえると、和や差が10をこえるたし算やひき算、かけ算、わり算などの学習は、カウンティングではなく、数の合成・分解に依拠して思考していくことが求められる。つまり、子どもにとって最善で唯一の方略としてカウンティングを使い続けることは、今後の算数の学びの妨げとなる可能性がある。本研究で明らかとなったことを踏まえ、引き続き c-sub の発達の様相を明らかにするとともに、幼小接続期の子どもの数の認識の発達と算数の学びを支える援助や指導の方法を検討することが課題である。

引用文献

- Clements, D. H. (1999) Subitizing: What is it? Why teach it? *Teaching Children Mathematics*, Vol.5, No.7, 400-405.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014) *Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach (Studies in Mathematical Thinking and Learning Series)*, Routledge, pp.1-49.
- G. レイコフ・R. ヌーニェス (共著), 植野義明・重光由加 (共訳) (2012) 数学の認知科学, 丸善出版, pp.15-32, (Lakoff, G., & Nunez, R. E. (2000) *Where mathematics comes from*, Basic Books.)
- Jung, M., Hartman, P., Smith, T., & Wallace, S. (2013) The Effectiveness of Teaching Number Relationships in Preschool, *International Journal of Instruction*, Vol.6, No.1, pp.165-178.
- Perry, B., MacDonald, A., & Gervasoni, A. (Eds.) (2015) *Mathematics and transition to school: International perspectives*. Singapore: Springle.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 中橋葵, 岡部恭幸	4. 巻 62 (3・4)
2. 論文標題 幼小接続期における領域「環境」と算数科のカリキュラムに関する一考察 - サピタイジングを基盤とする認識と数の合成・分解の学びの道筋に着目して -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数学教育学会誌	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中橋葵, 岡部恭幸
2. 発表標題 幼小接続期における個数把握課題に対する方略の分析 - 視線情報を踏まえたサピタイジングを基盤とする認識の実態把握に向けて -
3. 学会等名 日本数学教育学会第53回秋期研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中橋葵, 岡部恭幸
2. 発表標題 幼小接続期における領域「環境」と算数科のカリキュラムの課題に関する一考察 - サピタイジングを基盤とする認識に着目して -
3. 学会等名 2021年度数学教育学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中橋葵, 岡部恭幸
2. 発表標題 領域「環境」の子どもの経験を支える保育者の意識についての検討 - 子どもの数へのかかわりに着目して -
3. 学会等名 日本保育学会第74回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中橋葵, 岡部恭幸
2. 発表標題 視線計測装置を用いたサピタイジングを基盤とする認識の実態解明の試み - 小学校第1学年の児童の事例から -
3. 学会等名 2022年度数学教育学会春季年会
4. 発表年 2022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

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