

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 5 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03127

研究課題名(和文) 非認知能力、数学力の両方を高める幼小連携に基づいた新たな幼・小遊びプログラム開発

研究課題名(英文) Development of new preschool and elementary school play programs based on collaboration between elementary and elementary school children that enhances both non-cognitive and mathematical skills.

研究代表者

渡邊 伸樹 (WATANABE, Nobuki)

関西学院大学・教育学部・教授

研究者番号：10362584

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、非認知能力および数学力の両方を同時に高めることのできる教育プログラムの開発のために、幼児・児童の認識、及び数学の系統性を基盤とした幼稚園・保育園、小学校低学年に関する幼・小遊びプログラムについて開発を目指した。研究の結果、非認知能力および数学力の両方を同時に高めることのできる幼・小遊びプログラムの開発に関する一方法を見出した。具体的には、fNIRSを利用して、脳活動を測定し、その結果を比較する方法である。それをもとに、幼・小遊びプログラムの開発を行った。実践の結果、一事例研究ではあるが、その妥当性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、非認知能力および数学力の両方を同時に高めることのできる教育プログラムの開発をおこなった。この際、幼稚園・小学校、また家庭でもプログラムが開発できる一方法を提案することができた。また、具体的に、内発的動機付けや練習効果が認めれる保存概念遊びやそろばん遊びを開発し、一事例ではあるが、実践を行った。幼稚園・小学校、家庭でも非認知能力および数学力の両方を同時に促進できることなどが明らかとなった。これらのことから、学術的に新たな提案ができ、また社会的にも新たな提案を行うことができ、これらの意味から意義があったものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In order to develop educational programs that can simultaneously enhance both non-cognitive and mathematical skills, this study aimed to develop kindergarten, nursery school, and early elementary school play programs based on the cognition of infants and children and the systematics of mathematics.

As a result of our research, we found a way to develop a program that can simultaneously enhance both non-cognitive and mathematical skills. Specifically, the method uses functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) to measure brain activity in each task and compares these results. Based on these results, we developed a program for young children and small children's play. The results of the study showed the validity of the program, even though it was only a case study.

研究分野：数学教育学

キーワード：非認知能力 数学力 幼小連携

### 1 . 研究開始当初の背景

本研究で取り組む非認知能力及び数学力の両方を高める幼・小数学遊びプログラムについてであるが、現在小学校では、小1ギャップとして「算数力」に課題があることが指摘されているため、幼児教育段階において幼児の数学力を高める必要があると言える。また、幼児期で盛んに遊びを通して「非認知能力」の育成に取り組んでいるものの、小学校段階においてはほとんど意識されないため、継続性に課題があると考えられる。すなわち、幼小の本質的な学びの連携が必要であると考ええる。

幼児期における「数学」に関する学びプログラムといった、数学に関する意図的な教育・保育は日本では教育の現代化といわれた1970年頃に一時盛んに行われたものの、保育所保育指針、幼稚園教育要領の改訂などの影響もあり「遊び」が中心となった現在はあまり行われていない。こうした点について汐見(2008)は「日本の幼児教育・保育の特徴の1つは、後に見るように、直接学力問題、つまり知的教育についてテーマとすることが少ないことにある」とその問題点を指摘している。したがって、どちらかといえば、心理学的な側面の研究が盛んに行われてきた。しかしながら、海外では、例えば米国で、Raquel S.Klibnoffら(2006)が大規模な保育園での調査により数学の環境(先生の数学力)が幼児の数学の学力に影響を及ぼすことを発表し大きな影響を与え、英国ではIram Sifarj-Blatchfordらの研究チームが大規模な調査を行い、3,4歳の数学教育の結果が5,7,11,16歳まで影響を及ぼすこと、すなわち幼児教育の数学教育が重要であることを明らかにし(Siraj-Blatchford,I.(2015))、既に国家が貧困な地区の幼稚園などを無償化し幼児の数学教育に力をいれだすという国家レベルの動きになっている。小学校段階では、人生の成功のためには非認知能力(社会的情動スキル、学びに向かう力など)育成の重要性が世界的に盛んに指摘されはじめている(OECD(2018))。しかし、日本では以前から「教科」教育が前面に押し出されているため、数学の教育に関する研究は多いものの、非認知能力育成に言及する研究は少ない。そのため本質的な遊びの学びを採り入れることも少ない。改訂された学習指導要領や今後の入試改革などではこうした点が指摘されていることから改善が喫緊かつ重要な課題であるといえる。さらに、遊びと数学との本質的な関連について議論をされることは少ないものの、近年では、高度な数学の学びには身体性(身体を使った学び)が必要なことが指摘されている(Pfeifer,R., Bongard J.(2007)など)。

こうした現状より、核心をなす学術的な「問い」としては、幼児・小学校(低学年)教育段階に有効な数学の遊び(学び)、すなわち非認知能力も数学力も同時に高められる遊びプログラムが開発できるのかである。

#### 引用文献:

汐見稔幸(2008) 日本の幼児教育・保育改革のゆくえ, 泉千勢他編著, 世界の幼児教育・保育改革と学力, 明石書店, 336.

Klibanoff, R. S., Levine S. C., Huttenlocher J., Vasilyeva M., & Hedges L. V. (2006) Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk." *Developmental Psychology*, 42(1), 59-69.

Siraj-Blatchford, I. (2015) Effective Pedagogy in Early Years and the long term impact on Language and Maths development, 日本発達心理学会 第26回 大会論文集, 136-137.

OECD 編著(2018) 社会的情動スキル, 明石書店.

Pfeifer, R., Bongard J. (2007) *How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence*. London: MIT Press.

### 2 . 研究の目的

現在、小学校の現場では小1ギャップ, その中でも算数の学力に関してのギャップが指摘されることが多いため、幼児教育の改善に期待がされている。一方で、幼児教育段階における非認知能力の育成が必要であるとの指摘があるため、小学校での継続的な発展が期待されている。こうした現状のもと、幼小連携などによる改善策が盛んに行われようとしているが、あまり成果があがっていない。理由の一端は、幼児教育段階では数学の学び、小学校教育段階では遊びによる学びが意識されておらず、本質的な学びの連携がとれていないことが挙げられる。

そこで本研究では、非認知能力および数学力の両方を同時に高めることのできる教育プログラムの開発のために、数学の系統性を基盤とした幼稚園・保育園、小学校低学年に関する幼・小数学遊びプログラムの開発を目的とする。とくに、系統的な数学内容をベースとして、非認知能力の獲得を確保できる遊びプログラムの開発、及び開発方法を創造することを目的とする。

### 3 . 研究の方法

本研究では、幼児・小学生を対象に以下のような研究を行う。まず、非認知能力・数学力の両方が獲得できる遊びプログラム開発の方法を検討する。系統的な数学内容をベースとして、非認知能力・数学力の育成に有効な幼・小(低学年)遊びプログラムを開発できることを明らかにする。

実際に、系統的な数学内容をもとに、非認知能力をも獲得できる遊びプログラムの開発方法の創造、及び具体的な事例を開発する。それらを実際に事例研究として、実践をもとに妥当性を検証する。

#### 4. 研究成果

本研究では、まず幼小連携を基盤とし、系統的な数学内容をもとに、非認知能力を獲得できる遊びプログラムの開発をするとともに、その開発方法を創造することを目指した。

非認知能力の中でも、とくに重要である実行機能に焦点をあてて検討をした。また、系統的な数学内容のうち「数量」と「プログラミング」の領域に焦点をあてて検討をし、遊びプログラムの開発方法の創造、及び具体的な遊びプログラムを開発した。

まず、年中・年長、小学校低学年では、数量領域の中で、数の保存概念遊び、量の保存概念遊び、Abacus 遊び、Mental Abacus 遊びなどのプログラム開発を行った。とりわけ、その中で開発方法も創造した。具体的には、実行機能の行動観察指標の測定 task、例えば Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition (Wisc-IV) の WMI (Working Memory Index) task と保存概念遊び task における子どもの活動における前頭前野の脳活動の活性化を functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) で比較することで、実行機能能力の獲得の評価が可能となった。さらに、その中で、数の保存概念遊び、量の保存概念遊び、Abacus 遊び、Mental Abacus 遊びでは、数学の理解を高めるのはもちろん、実行機能の育成の可能性も明らかとした。これらの結果は、例えば、1),2),3),4)などで成果を公とした。また、年少や小学校低学年では、言語・論理領域の中で、プログラミング遊びを Computational Thinking の理論をベースとして開発を行った。その中でプログラミングモデリング遊びの提案を行った。その一端は、5)などで公としている。

一方、系統的な数学内容に関しては、系統的な数学をベースとすることはもちろんのことであるが、子どもの認知が必要であることも明らかとし、以下の6)で公としている。

本研究の成果について、とりわけ重要と考えられる点は次である。

- 1)遊びプログラム開発方法において、非認知能力(実行機能)に関して、その遊び task と、既存の行動観察指標の測定 task におけるそれぞれの活動の前頭前野の脳活動を fNIRS で測定し、比較することから、実行機能能力の獲得の評価が可能であることを示唆した。
- 2)系統的な数学内容をベースとして、非認知能力も獲得できる遊びプログラムを開発できる可能性を示唆した。

- 1)Watanabe N (2021) Easy Abacus Calculation in Early Childhood to Support Executive Function: An Educational Pilot Case Study of Comparing Brain Activity in the Prefrontal Cortex. *Front. Educ.* 6:757588. doi: 10.3389/educ.2021.757588
- 2)Watanabe, N. (2020). Conservation developmental process in early childhood: Impact of intrinsic motivation and practice effects. *Current Psychology*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-01217-x>
- 3)Nobuki WATANABE, Response of Prefrontal Cortex to Executive Function Tasks in Early Childhood: An Exploratory Case Study for Childcare, *International Journal of Psychological Studies*, Vol. 13, No. 3, 2021, <https://doi.org/10.5539/ijps.v13n3p12>
- 4)Watanabe, N. (2021). The Relationship between Executive Function and the Conservation of Quantity in Early Childhood Cognitive Processes from the Viewpoint of the Prefrontal Cortex. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0641. <https://doi.org/10.29333/iejme/10940>
- 5)渡邊伸樹, プログラミング教育の学習モデル- Programming Modeling の提案-, 数学教育学会「数学教育学会誌」Vol.61/No.3・4, 37-44, 2021.3
- 6) 渡邊伸樹, 「子どもの認知」に基づく教育内容・方法論の発信, 数学教育学会「数学教育学会誌」Vol.60/No.1・2, 45-49, 2019.10

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Watanabe Nobuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Conservation developmental process in early childhood: Impact of intrinsic motivation and practice effects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Psychology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12144-020-01217-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 61
2. 論文標題 プログラミング教育の学習モデル—Programming Modelingの提案—	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 数学教育学会誌	6. 最初と最後の頁 37-44
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34323/mesj.61.3-4_37	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 -
1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 60
2. 論文標題 「子どもの認知」に基づく教育内容・方法論の発信	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 数学教育学会誌	6. 最初と最後の頁 45-49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34323/mesj.60.1-2_45	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 -
1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 -
2. 論文標題 幼小連携における「プログラミング教育」の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 数学教育学会 2020年度 春季年会予稿集	6. 最初と最後の頁 119-121
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 -
2. 論文標題 「教科担任制」を見据えた算数科教員の育成（養成・研修）の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 数学教育学会 2019年度 秋季例会予稿集	6. 最初と最後の頁 80-82
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 -
2. 論文標題 幼児期における数学教育の研究と実践の動向と展望	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 数学教育学会 2019年度 夏季研究会予稿集	6. 最初と最後の頁 52-55
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Nobuki	4. 巻 16(3)
2. 論文標題 The Relationship between Executive Function and the Conservation of Quantity in Early Childhood Cognitive Processes from the Viewpoint of the Prefrontal Cortex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Electronic Journal of Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.29333/iejme/10940	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 -

1. 著者名 Watanabe Nobuki	4. 巻 Vol. 13, No. 3
2. 論文標題 Response of Prefrontal Cortex to Executive Function Tasks in Early Childhood: An Exploratory Case Study for Childcare	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Psychological Studies	6. 最初と最後の頁 12-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5539/ijps.v13n3p12	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 -

1. 著者名 Watanabe Nobuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Easy Abacus Calculation in Early Childhood to Support Executive Function: An Educational Pilot Case Study of Comparing Brain Activity in the Prefrontal Cortex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Education	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feduc.2021.757588	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 -

1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 -
2. 論文標題 幼児期におけるFather Effectの検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 数学教育学会 2020年度 秋季例会予稿集	6. 最初と最後の頁 59-61
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊伸樹	4. 巻 -
2. 論文標題 幼児期における数の保存概念の発達の特徴	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 数学教育学会 2021年度 春季年会予稿集	6. 最初と最後の頁 50-52
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件(うち招待講演 2件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼児期におけるFather Effectの検討
3. 学会等名 数学教育学会 秋季例会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼児期における数の保存概念の発達の特徴
3. 学会等名 数学教育学会 春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 「教科担任制」を見据えた算数科教員の育成（養成・研修）の検討
3. 学会等名 数学教育学会 秋季例会（シンポジウム） 金沢大学（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼児期における数学教育の研究と実践の動向と展望
3. 学会等名 数学教育学会 夏季研究会（関西エリア）（シンポジウム） 大阪大谷大学（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼小連携における「プログラミング教育」の検討
3. 学会等名 数学教育学会 春季年会 日本大学（開催中止/誌上発表）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼児期における長さの保存概念の発達の特徴
3. 学会等名 数学教育学会 秋季例会 千葉大学
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊伸樹
2. 発表標題 幼児期・児童期におけるそろばん学びの価値の検討
3. 学会等名 数学教育学会 春季年会 埼玉大学
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