

令和 5 年 10 月 31 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K04913

研究課題名（和文）算数困難のある生徒のためのICT活用授業に関する研究

研究課題名（英文）The Study about lecture contents using ICT for student with Math difficulties

研究代表者

熊谷 恵子（Kumagai, Keiko）

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：10272147

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：算数・数学の学習に困難を示す子どもには、知的能力が境界線にある子ども、認知的アンバランスがある算数障害の子どもに大きく分けられる。これらの子ども達に対して、これまでに作成した計算評価システムアプリを用いたスクリーニング検査を実施した結果などから、知的能力と算数・数学の習得度の関連性を見つけ、それに応じた指導法、およびICTを活用して苦手さに配慮した上での社会の自立を考えた通級指導教室で使える算数中高学年用のテキストブックを作成することが目的であった。算数障害スクリーニング検査を作成し、ICT学習教材を作成する基礎的知見を整理した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

算数障害のアセスメントツールというのは、まだ、確かなものは存在していない。今回は、教育相談によくある同時処理優位のタイプの子ども達だけではなく、継次処理優位のタイプの子ども達について計算等、その学年ごとに検討した上で、算数障害スクリーニング検査を作成した。教科学習という視点からではなく、算数に関与する基本的な神経認知プロセスを意識した上で、数処理、数概念、計算、文章題の4つの観点から、脳への入力（視覚・聴覚）、記憶（短期・長期）、出力（音声・運動）、処理様式（継次・同時）のいずれが弱いかがということが推定できるようなものとした。

研究成果の概要（英文）：Children with mathematical difficulties can be divided into children with borderline intellectual abilities and children with dyscalculia who have cognitive imbalances. Based on the results of screening tests using a calculation evaluation system app that we have created for these children; we will find the relationship between intellectual ability and the degree of mastery of arithmetic and teaching methods accordingly. The purpose was to create a math textbook for middle and upper grades in elementary school that can be used in special needs resource rooms, considering social independence by using ICT and taking into consideration the weaknesses. We created a screening test for dyscalculia and arranged the basic knowledge for creating ICT learning materials.

研究分野：特別支援教育

キーワード：算数障害 スクリーニング検査 数処理 数概念 計算 文章題 計算正答率 計算速度

1. 研究開始当初の背景

(1)学校現場において、よく、「算数困難な子どもがわからない」という声を聴く。支援が必要な算数困難な子どもはどうしたらわかるのか、というような問いがあると同時に、それが分かったとして、どのような指導をしていったらいいのか、ということも疑問として挙げられている。

算数・数学の学習に困難を示す子どもには、知的能力が境界線にある子ども（理論上 13.6%）、算数障害の子ども（2012 年文科省調査によると 2.3%）という認知的アンバランスが大きな子どもに大きく分けられる。このように両者含めて 20%程度の算数困難の支援ニーズのある子どもたちをどのようにスクリーニングしていくのか、ということは重要である。学校現場では、知能検査の実施が困難なことが多いため、算数の教科に準じたテストにて、これら両タイプの子どもの算数・数学の誤り方について分析できるような検査を作成することも重要であると考えられる。

筆者がいる教育相談の現場では、同時処理能力優位（継次処理能力が弱い）の子どもたちからの算数困難の訴えがある子どもたちが多い。しかし、その逆の継次処理能力優位という認知能力のアンバランスがあるこれらの子どもたちの算数の困難さの実態について、集団で明確に調べられた研究はない。そのため、多くが継次処理優位な認知的特徴のある脳性麻痺の子どもたちにおいて、算数の困難さがどのように表れるのかを知ることが必要である。

(2)それらの子どもたちに対してどのように指導・支援をしていくのかを、どのような内容を教えたらいいのかというテキスト（教科書）や ICT を使用した指導方法があれば、特別支援学級や通級指導教室等にて、算数指導が行いやすくなるのではないかと考える。

2. 研究の目的

(1)認知的なアンバランスがある子どもの計算式の誤答・無答の検討と算数障害スクリーニングテストを作成する。

(2)指導・支援のためのテキスト（教科書）および ICT 教材作成

スクリーニング検査等でスクリーニングされた算数困難のある子どもたちに対して、指導・支援ができるような教材を作成する。

3. 研究の方法

(1)対象：肢体不自由特別支援学校児童（1～6 年生）20 名。手続き：計算評価システムというタブレットでタップするだけで正答か誤答か、また反応時間を計測できるアプリにより、ドットの把握、および暗算の範囲の計算の中での誤答や無答が多い計算式をピックアップする。

(2)(1)の特性に対して、基本的には高い能力を利用して苦手な算数技能の認知的アンバランスによる困難さを考慮した指導書や ICT 教材の作成

4. 研究成果

(1)結果の一部を示す。暗算の範囲の加減算 1～4 年生 5 名中 3 名以上が誤る計算式は以下の通りであった。

・たし算（和が 10 まで） $7+2$ (29 問中 1 問)

・ひき算（被減数が 10 まで） $7-2, 5-2, 8-4, 7-5$ （27 問中 4 問）

・くりあがり（和が 11～20 まで） $4+8, 7+5, 9+9, 5+7, 8+6, 9+7, 7+7, 4+9, 9+5, 6+6, 8+8$ （20 問中 11 問）

・くりさがり（被減数が 11～20 まで） $17-8, 11-8, 12-3, 15-6, 16-9, 12-6, 16-7, 11-4, 12-9, 15-8, 13-6,$

14-7, 11-7, 13-5, 12-8 (20 問中 15 問)

(2)算数障害スクリーニング検査の作成

就学前検査：年少児から年長児まで 3, 4, 5, 6 歳の園児 30 名ずつ 120 名を用いて、月齢で分析した上で、3 か月ごとに 80%正答率を基準にプロットした。なお、補助的に熊谷 (2000) のデータを参照しながら、誤りがないようにした。

表 1 就学前の算数障害スクリーニング検査の内容

算数障害スクリーニング検査		学校・学年	検査時期	年	月	日											
(1) 就学前検査		名前	生年月日	年	月	日											
		生活年齢	4	年	0	月 15 日											
検査項目	検査名・下位検査項目	正答	31-33	34-36	37-39	310-311	40-42	43-45	46-48	49-411	50-52	53-55	56-58	59-611	60-62	63-65	年齢との比較
数処理①	1. 数詞の表片	5	3-4	5-9	10-14					15-19	20-29	30-39	40-				×
数処理②	2. 数詞→具体物	6	0,1,2	3,4	5,6,7,8,9				10,11	12							○
数処理③	3. 数詞→具体物																○
数処理④	4. 数詞→数詞																○
数概念①	5. 量の比較①	数 ×															△
数概念②	6. 具体物→数詞	数 ×															△
数概念③	7. 量の比較②	数 ×															△
数概念④	8. 具体物→数詞	数 ×															△
数概念⑤	9. 数詞→連続量	数 ×															△
文章題	10. 文章題①	数 ×															△
文章題	10. 文章題②	数 ×															△

就学前は、表 1 にあるように計算を除いた数処理、数概念、口頭による文章題によって構成した。それらを最終的には、表 2 に整理するようにして、認知能力のアンバランスを推定できるようにした。

表 2 就学前の認知的処理 (入力、記憶、出力、処理様式)

検査項目	課題名	課題内容	それぞれの記号の個数				入力		記憶		出力		処理様式	
			×	△	○	◎	聴覚 (聞く)	視覚 (見る)	短期記憶	長期記憶	音声 (言う)	運動 (操作する)	継次	同時
数処理①	1 項目	数詞	1				×						×	
数処理②	1 項目	数詞→具体物①			1									
数処理③	3 項目	数詞→具体物②	2		1		×	×	×	×	×	×	×	×
数処理④	14 項目	数詞→数詞		7	4	3					◎	◎	◎	◎
数処理⑤	12 項目	具体物→数詞		4	2	6		◎		◎	◎	◎	◎	◎
数処理⑥	4 項目	具体物→数詞	3		1		×	×	×	×	×	×	×	×
数概念①	1 項目	ドット比較			1									
数概念②	1 項目	3 と 7			0									
数概念③	連続量 3/3	数詞→(具体物) 連続量			1									
文章題①	1 項目	文章題 (口頭)			1									
文章題②	1 項目	文章題 (口頭)			1									
			◎印の数				0/1	2/4	0/2	1/2	1/3	0/2	0/2	1/1
			×印の数				1/1	2/4	2/2	1/2	2/3	2/2	2/2	0/1
							聴覚 ↓		短期記憶 ↓		音声 ↑	操作 ↓	継次 ↓	同時 ↓

就学後検査：「たし算」「ひき算」「くり上がり」「くりさがり」課題では、公立小学校 2 校の通常学級に在籍する 1 年生から 4 年生の児童 1,096 名 (1 年生 298 名、2 年生 268 名、3 年生 273 名、4 年生 257 名) (山本・安藤・熊谷, 2022)、「加算」「減算」「乗算」「除算」課題では、公立小学校 3 校の通常学級に在籍する 3 年生から 6 年生の児童 1,014 名 (3 年 270 名、4 年 268 名、5 年 247 名、6 年 229 名) (田部井, 2015) のデータを使用して作成した。

表3 就学後の算数障害スクリーニング検査

数処理	課題内容	時期	E解数/全問数	判定	聴覚・音声視覚・運動	継次	同時	
1. 数唱		2年生1学期より		○	○		○	
2. 数詞→具体物		2年生1学期より		×	×			
3. 数字→数詞				○	○	○		
4. 数字→具体物 (分離量)		2年生1学期より	○/3	○		○	○	
5. 数詞→数字		2年生1学期より		○	○			
6. 具体物 (分離量)→数詞				○	○	○	○	
7. 数詞→具体物 (連続量)		2年生1学期より	○/3	×	×	×	×	
8. 数詞→数字		2年生1学期より		○	○	○	○	
数概念	課題内容	実施時期	E解数/全問数	判定	聴覚・音声視覚・運動	継次	同時	
1. 序数性 (数字の穴埋め)		2年生1学期より		○	○		○	
2. 基数性 (線課題)		2年生1学期より		×		×	×	
3. 基数性 (数直線)		2年生1学期より		×		×	×	
計算	課題内容	E解数/全問数	パーセンタイル 値	備考				
暗算	たし算 (2-B-1)		80	[Redacted]				
	たし算 (2-B-2)		85					
	ひき算(2-B-3)		25					
	ひき算(2-B-4)		50					
	くり上がり(2-B-5)		45					
	くり上がり(2-B-6)		70					
	くり下がり(2-B-7)		5					
	くり下がり(2-B-8)		60					
	加算(2-B-9)		80					
	減算(2-B-10)		85					
	乗算(2-B-11)		25					
	乗算(2-B-12)		50					
	除算(2-B-13)		45					
除算(2-B-13)		70						
9. 大きな数				[Redacted]				
筆算	課題内容	E解数/全問数	備考					
	たし算		×	[Redacted]				
	ひき算		×					
	かけ算		×					
	わり算		×					
文章題		正解数/全問数	文章が音読できる	絵・図が描ける	立式できる	式を書いたら計算できる	正しい答え(単位)もつけ	備考
	たし算・ひき算		/5	/5	/5	/5	/5	
	かけ算・わり算		/5	/5	/5	/5	/5	

就学後検査を実施するには、まず計算課題の中の暗算課題 (1枚10題30秒/50秒の時間制限下) から行う。評価表において、下位20パーセント、もしくは25パーセント以下の子どもたちを抽出し、筆算、数概念、数処理、文章題を行う。なお、これらはすべて集団実施できるので、すべての子どもたちに対して行っても構わないこととした。

表3における赤い網掛け部分は、以下の図1のように、指導前の評価および指導後の評価をプロットできるようにして、指導の効果を測定できるようにしている。これらは、算数障害スクリーニング検査 (熊谷・山本, 2023) として出版した。

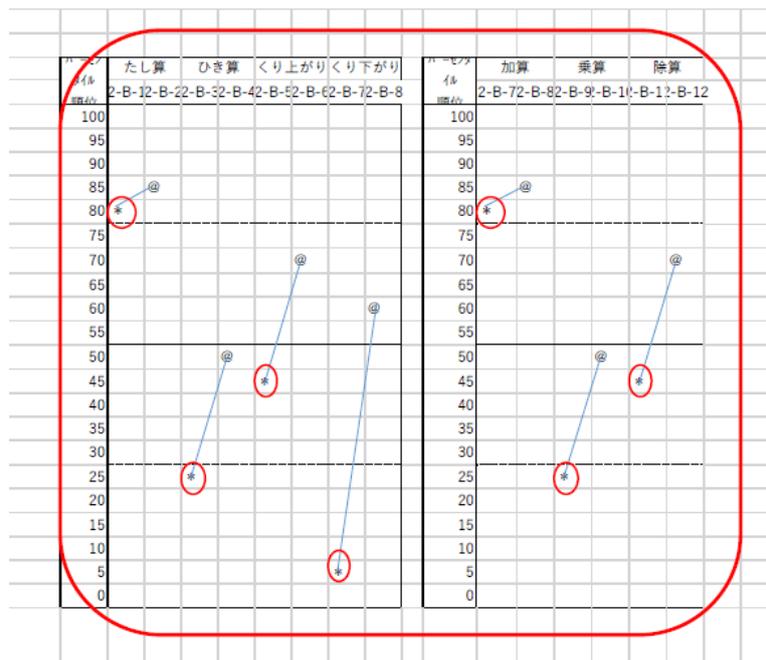


図1 就学後検査の計算課題 (暗算) の集団実施の結果のプロット

(2) 指導・支援のための教材作成

算数障害の内容と指導法との関係は、熊谷・山本（2018）において示した。さらに、教科書ではなくドリルという形で学研より出版した（熊谷・山本, 2020a, 熊谷・山本, 2020b, 熊谷・山本, 2021）。ICTによる教材については、使用できるまでに至らなかった。しかし、A 企業とのコラボレーションにより、近く ICT の学習教材が完成できる見込みではある。

<引用文献>

- 熊谷恵子（2000）学習障害児の算数困難. 多賀出版.
- 熊谷恵子・山本ゆう（2018）算数障害の理解と指導法. 学研プラス.
- 熊谷恵子・山本ゆう（2020a）特別支援教育で役立つたし算・ひき算の計算ドリル. 学研プラス.
- 熊谷恵子・山本ゆう（2020b）特別支援教育で役立つたし算・ひき算の文章題ドリル. 学研プラス.
- 熊谷恵子・山本ゆう（2023）算数障害スクリーニング検査. 学研プラス.
- 田部井広旗（2015）計算に困難のある子どものスクリーニング検査の試みに関する研究～乗除算の正答率と反応時間に焦点をあてて～. 筑波大学人間総合科学研究科障害科学専攻修士論文.
- 塚原以知子（2019）幼児期の数発達の検討. 筑波大学人間学群障害科学類卒業論文.
- 山本ゆう・安藤瑞穂・熊谷恵子（2022）加減算習得の学年推移と計算に困難のある子どもの特徴. LD 研究, 31(2), 135-155.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5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 0件）

1. 著者名 熊谷恵子	4. 巻 806
2. 論文標題 「計算」のメカニズムとLDへの支援	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 教育と医学	6. 最初と最後の頁 388-397
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 熊谷恵子	4. 巻 772
2. 論文標題 算数障害：知的能力のアンバランスに由来する算数学習の困難さ1	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数学教育	6. 最初と最後の頁 98-101
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 熊谷恵子	4. 巻 773
2. 論文標題 算数障害：知的能力のアンバランスに由来する算数学習の困難さ2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数学教育	6. 最初と最後の頁 98-101
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 熊谷恵子	4. 巻 37
2. 論文標題 境界線知能と学習の遅れ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 そだちの科学	6. 最初と最後の頁 46-50
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 山本 ゆう・安藤 瑞穂・熊谷 恵子	4. 巻 23
2. 論文標題 算数に困難のある子どもの計算時間を指標にした評価と指導	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 K-ABCアセスメント研究	6. 最初と最後の頁 17-29
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9件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Keiko Kumagai
2. 発表標題 Learning Disabilities with Mathematics in Japan
3. 学会等名 Redefining the Needs of Special Education Student of Mathematics in Southeast Asia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊谷恵子
2. 発表標題 CHCモデルの新たな解釈
3. 学会等名 日本K-ABCアセスメント学会八戸大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本ゆう・熊谷恵子
2. 発表標題 加減算に困難のある子どものつまずき分析と小集団指導の有効性の検討-反応時間を指標にした評価と評価に基づいた系統的指導-
3. 学会等名 日本LD学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamamoto, Y and Kumagai, K
2. 発表標題 Examination of the Effectiveness of Systematic Intervention for Children with Calculation Difficulties.
3. 学会等名 Pacific Rim International Conference on Disability & Diversity. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本ゆう・熊谷恵子
2. 発表標題 加算における難易度の分析と発達順序：計算困難児の評価のために
3. 学会等名 日本LD学会第29回新潟大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiko Kumagai, Hiroki Tabei, Yuu Yamamoto, and Nanase Sato
2. 発表標題 Four Arithmetic Calculations of Japanese children Analyses from Correction Rate and Reaction Time: effects of Japanese Mnemonic Strategy for Multiplication.
3. 学会等名 International School Psychology Association (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuu Yamamoto, and Keiko Kumagai, Hiroki Tabei and Nanase Sato
2. 発表標題 Relationship Between the Abilities to Count Dots and Calculate of School-aged Children: Toward to Screen Children with Calculation Difficulties Using Reaction Time
3. 学会等名 International School Psychology Association (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 熊谷恵子・田部井広旗・山本ゆう
2. 発表標題 暗算範囲の四則演算の正答率変化と計算時間の学年推移
3. 学会等名 日本LD学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本ゆう・熊谷恵子
2. 発表標題 計算に困難のある子どもの“計算と数える能力”の特徴 - 反応時間を指標にした計算評価システムの活用 -
3. 学会等名 日本LD学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 熊谷恵子、山本ゆう	4. 発行年 2021年
2. 出版社 学研教育みらい	5. 総ページ数 152
3. 書名 特別支援教育で役立つ かけ算・わり算の計算と文章題のドリル	

1. 著者名 熊谷恵子・山本ゆう	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学研プラス	5. 総ページ数 144
3. 書名 特別支援教育で役立つたし算・ひき算の文章題ドリル	

1. 著者名 熊谷恵子・山本ゆう	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学研プラス	5. 総ページ数 144
3. 書名 特別支援教育で役立つたし算・ひき算の計算ドリル	

1. 著者名 熊谷恵子・山本ゆう	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Gakken	5. 総ページ数 175
3. 書名 通常学級で役立つ算数障害の理解と指導法	

1. 著者名 熊谷恵子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 学研	5. 総ページ数 5
3. 書名 実践障害児教育：特集算数障害とつまずきやすい学習への支援	

〔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	川間 健之介 (Kawama Ken-nosuke) (20195142)	筑波大学・人間系・教授 (12102)	

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
---------	---------