

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 4月18日現在

機関番号：12102
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22531057
 研究課題名（和文） 学習障害児の算数障害の研究
 ー数概念・分数概念の獲得についてー
 研究課題名（英文） Study of Developmental Dyscalculia : Focused on the Acquisition of Number Concept and Fraction Concept
 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

研究成果の概要（和文）：

- ・調査研究：通常学級に在籍する1～6年生の小学生における分数の計算や概念の習得過程の変化が明らかとなった。
- ・事例研究：学習障害の中で算数困難のある子ども2名に対して、アセスメントの結果から、認知的なアンバランスを把握し、それらの子どもの特に分数の習得に関する効果的な学習法の開発を行った。
- ・事例研究：分数字習にかかわらず、算数・数学の学習困難のある小学生、中学生、高校生3名に対して、認知的なアンバランスを考慮した指導を行った場合に、自己効力感の点についても向上することが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

- ・Investigation study: The acquisition process of calculation or concept of Math fraction for children in 1grade to 6 grade's regular classes in a elementary school was cleared.
- ・Case study: The effective intervention method depend on each unbalanced cognitive abilities for acquisition of Math fraction for two children who are in the different grade with Math learning disability was developed.
- ・Case study: The interventions of Math depend on each unbalanced cognitive abilities to three children in elementary school, junior high school, high school, with math learning disabilities develop their self-effective sense.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 700,000 | 210,000 | 910,000 |
| 2011年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2012年度 | 600,000 | 180,000 | 780,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 1,800,000 | 540,000 | 2,340,000 |

研究分野：社会学

科研費の分科・細目：教育学・特別支援教育

キーワード：学習困難、算数困難

1. 研究開始当初の背景

(1) 数概念について

ゲルマン, R.・ガリストル, C.R. (1978) (1989) は、1対1対応の原理、安定順序の原理、基数の原理、抽象の原理、順序無関係の原理という5つの「計数の原理」を挙げている。この中で、「1対1対応の原理」と「安定順序の原理」が獲得された後に「基数の原理」が獲得されることが、数の基数性が獲得されることであると述べている。しかし、実際に、学習障害のある子どもたちを見ると、どうもそのように簡単にはいかない(熊谷, 2000, 2007)。

(2) 分数概念について

熊谷・加藤・池上・竹田(2007, 2012)は、初等少年院に入院中の少年の中で、発達障害の行動傾向をもつ少年について、算数困難の特徴について検討した結果、分数概念の形成や図形の課題についての正答率が低いことを報告した。この少年院の子ども達の一般的な知的能力レベルはIQが85と低かった。分数のできなさがIQ85の境界線のレベルの子ども達の特徴を捉えている可能性もある。通常学級において、IQ85未満の子ども達は、理論的には、通常の学級の中で15%程度いることになるため、分数概念をいつどのように獲得させるかについては、算数という教科学習上においても重要な問題であると考えられる。

ところで、分数の表記法は、分母にくる数は小さいほど数が大きいというストループ性をもっている。また意味的には、量分数、分割分数、操作分数、商分数、有理数としての分数など、さまざまあり、算数困難のある子どもにとっては、獲得しにくい概念ではないかと考える。しかし、学習障害児の研究において分数を取り上げたものはほとんどない。そこで、本研究の第1研究では、分数概

念の習得がどれくらいできるのかを問う分数検査から作成し、まずは小学生の調査を行い、第2研究、第3研究では、分数をはじめとする算数・数学の苦手な子どもへの指導を事例的に検討することとした。

2. 研究の目的

(1) 分数検査の原案作成とそれによる小学生の分数習得度

分数概念の獲得に必要な前段階の概念獲得、およびそれを調べるための具体的な方法について検討することを目的とする。

(2) 分数の効果的な学習指導方法の開発

分数学習についてつまずきのある子どもに対するつまずきによる指導法を作成し、それらを事例的に適応した指導法を行い、その効果を検討する。

(3) 算数指導による学習の動機づけの検討

小学校高学年、中学、高校生になっても算数・数学の学習が困難なために学習に対する動機づけが下がっている子どもたちに認知能力のアンバランスに応じた指導法が自己効力感を挙げる効果があるかを検討する。

3. 研究の方法

第1研究

対象：A 小学校1～6年生通常学級全クラスの子ども達A区立B小学校の児童全員である(1年生31名、2年生34名、3年生49名、4年生41名、5年生52名、6年生45名)、計252名を対象とした。

方法：

① 以前、光永・熊谷が作成した分数検査を元に筆者と大学院生その他で組織される研究会にて検討し、改良を加えた。

表 1 小学生を対象とした分数検査

| |
|---------------------------------|
| 1～3年生用 |
| ① ②③分配課題 |
| ④⑤⑥等分割課題 |
| ⑦⑧等分割課題 |
| ⑨⑩等分割課題（分数の大小課題） |
| ⑨⑩等分割課題（分数の大小課題） |
| ⑪等分割課題（分数の大小課題） |
| 4年生用 |
| ①-1～①-3 |
| ②分割分数（割合分数） |
| ③分割分数（操作分数） |
| ④-1、④-2 |
| ⑤量分数（操作活動なし） |
| ⑥量分数（操作活動あり） |
| ⑦-1、⑦-2 単位分数（大きさの課題） |
| ⑧-1～⑧-3 量分数（操作活動なし、1以上をもとにする課題） |
| ⑨／⑩割合分数（大きさの課題） |
| ⑪-1～⑪-6 同分母の計算 |
| ⑫／⑬量分数（操作活動なし） |
| ⑭-1～⑭-3 量分数（操作活動なし、1以上をもとにする課題） |
| 5年生用（4年生の問題も含まれる） |
| ⑮割合分数（分数の大小課題） |
| 6年生用（5年生の問題も含まれる） |
| ⑯-1～⑯-5 異分母の大小比較 |
| ⑰-1～⑰-12 異分母の計算 |
| ⑱分数の掛け算 |
| ⑲分数の割り算 |

① その検査を、A 学校の校長にお願いし、2012 年 3 月に各クラスで実施してもらった。

分析：基本的には、それぞれの問題の正答数、正答率の学年による変化を出した。

第 2 研究

対象：当大学の教育相談室を算数困難を主訴に来室したクライアント 2 名。それぞれ発達障害の傾向、あるいは診断がある小学生 1 名、中学生 1 名。

手続き：

- ① 行動観察と個別の知能検査による認知能力の特徴の把握を行う。
- ② 認知能力のアンバランスをふまえた分数の指導法の作成を行う。
- ③ 指導を 2012 年 3 月分数の前段階の指導、4 月から 12 月まで分数の指導を行う。

第 3 研究

対象：当大学の教育相談室を算数困難を主訴に来室したクライアント 3 名。それぞれ発達障害の傾向あるいは診断がある小学生 1 名、中学生 1 名、高校生 1 名。

手続き：

- ① 行動観察と個別の知能検査による認知能力の特徴の把握を行う。
- ② 指導前の状態を把握する作成した検査やアンケートを行う。
- ③ 学習参考書を使用した指導、教材教具を使用した指導、認知的アンバランスを考慮した指導というように指導期を 3 期に分けて指導を行い、指導効果を見ていく。
- ④ 指導前、指導経過における、または指導後の自尊感情チェック、学校における意欲の変化に関して担任からの聞き取り調査なども行った。

4. 研究成果

(1) 第 1 研究

表 2 小学校 1, 2, 3 年生の各問題の正答率

| 問題番号 | 1. | 2. | 3. | 4. |
|-------------|------|------|------|------|
| 1 年生 (31 名) | 0.87 | 0.97 | 0.90 | 0.58 |
| 2 年生 (34 名) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.85 |
| 3 年生 (49 名) | 0.94 | 0.92 | 0.88 | 0.86 |
| 問題番号 | 5. | 6. | 7. | 8. |
| 1 年生 (31 名) | 0.77 | 0.35 | 0.39 | 0.13 |

| | | | | |
|----------|------|------|------|------|
| 2年生(34名) | 0.94 | 0.76 | 0.56 | 0.35 |
| 3年生(49名) | 0.88 | 0.61 | 0.80 | 0.53 |
| 問題番号 | 9. | 10. | 11. | |
| 1年生(31名) | 0.35 | 0.32 | 0.42 | |
| 2年生(34名) | 0.79 | 0.71 | 0.68 | |
| 3年生(49名) | 0.92 | 0.88 | 0.92 | |

これらの問題の中で、問題番号8については、小学校3年生になっても半分程度の子どもが理解できないことが明らかとなった。

表3 4, 5, 6年生共通問題の正答率

| | | | |
|----------|------|------|------|
| 問題番号 | 1. ① | ② | ③ |
| 4年生(41人) | 0.98 | 0.95 | 0.83 |
| 5年生(52人) | 0.94 | 0.83 | 0.79 |
| 6年生(45人) | 0.96 | 0.85 | 0.91 |
| 問題番号 | 2① | ② | 3. ① |
| 4年生(41人) | 0.95 | 0.76 | 0.88 |
| 5年生(52人) | 0.96 | 0.85 | 0.91 |
| 6年生(45人) | 1.00 | 0.91 | 0.90 |
| 問題番号 | ② | ③ | ④ |
| 4年生(41人) | 1.00 | 0.85 | 0.84 |
| 5年生(52人) | 0.98 | 0.85 | 0.76 |
| 6年生(45人) | 0.98 | 0.93 | 0.89 |
| 問題番号 | ④ i | ii | iii |
| 4年生(41人) | 0.37 | 0.24 | 0.56 |
| 5年生(52人) | 0.38 | 0.40 | 0.52 |
| 6年生(45人) | 0.61 | 0.48 | 0.78 |
| 問題番号 | 4. ① | ② | 5. ① |
| 4年生(41人) | 0.80 | 0.90 | 0.07 |
| 5年生(52人) | 0.87 | 0.79 | 0.56 |
| 6年生(45人) | 0.78 | 0.91 | 0.72 |
| 問題番号 | ② | ③ | ④ |
| 4年生(41人) | 0.95 | 0.07 | 0.93 |
| 5年生(52人) | 0.98 | 0.65 | 0.90 |
| 6年生(45人) | 0.93 | 0.70 | 0.89 |
| 問題番号 | ⑤ | ⑥ | 6. ① |
| 4年生(41人) | 0.95 | 0.90 | 0.80 |
| 5年生(52人) | 0.85 | 0.90 | 0.88 |
| 6年生(45人) | 0.93 | 0.96 | 0.87 |

| | | |
|----------|------|------|
| 問題番号 | ② | 7. |
| 4年生(41人) | 0.95 | — |
| 5年生(52人) | 0.96 | 0.79 |
| 6年生(45人) | 0.96 | 0.87 |
| 問題番号 | * | |
| 4年生(41人) | 0.88 | 0.39 |
| 5年生(52人) | 0.71 | 0.42 |
| 6年生(45人) | 0.89 | 0.61 |

*4年生はNo. 7.、5, 6年生はNo. 8.

表4 6年生のみの問題の正答率

| | | | |
|----------|-------|------|-------|
| 問題番号 | 9. ① | ② | ③ |
| 6年生(45人) | 0.91 | 0.83 | 0.70 |
| 問題番号 | ④ | ⑤ | 10. ① |
| 6年生(45人) | 0.63 | 0.63 | 0.89 |
| 問題番号 | ② | ③ | ④ |
| 6年生(45人) | 0.72 | 0.91 | 0.93 |
| 問題番号 | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 6年生(45人) | 0.96 | 0.96 | 0.93 |
| 問題番号 | ⑧ | ⑨ | ⑩ |
| 6年生(45人) | 0.91 | 0.91 | 0.98 |
| 問題番号 | ⑪ | ⑫ | |
| 6年生(45人) | 0.91 | 0.87 | |
| 問題番号 | 11. ① | ② | |
| 6年生(45人) | 0.72 | 0.63 | |

これらの中で特記すべき正答率の低さは、表3問題番号④ i ii iiiと問題番号*の3問である。これは、同じ内容の問題であるが出題形式を変えて出題したものである。すなわち、全体が1ではなく2となった時に、その1ではない全体を意識して解答できるか、ということを見た。これは、以前から文部省の調査でも指摘されており、現在でも同じように正答率が全体的に低い結果となったことが示された。

(2) 第2研究

ADHD、左右障害、算数読み書き障害と診断された中学校2年生の事例A(FSIQ76)とADHD、算数障害の疑いのある小学校6年生の事例B(FSIQ112)の分数指導を行った。まず、事例Aについては、分数以前の学習が未定着であったことから、表5にあるように分数の学習に入る前の指導を行った。

表5 分数の学習に入る前の指導

| 単元 | 目標 |
|----|----|
|----|----|

| | |
|-------------|---|
| 乗法の意味、九九 | 乗法の意味や式、計算の決まり（掛け算や割り算から先に計算すること）、乗法の性質（交換の法則、結合の法則、分配の法則）および九九の覚え方について、理解して間違わないようにする。 |
| 整数の乗法 | 乗法の意味を理解した上で、正しく計算できる。 |
| 除法の意味 | 除法の意味や式、あまりのある割り算、あまりを1と考える割り算、間の数に目をつけること、および大きな数の割り算について、理解して間違わないようにする。 |
| 整数の除法 | 除法の意味、掛け算と割り算の検算を理解した上で、正しく計算できる。 |
| 整数の四則計算のまとめ | 計算の決まりを理解した上で、正しく計算できる。 |
| 小数の意味・表し方 | 小数の意味、小数の足し算・引き算、整数と小数の足し算・引き算、小数×整数および小数÷整数について、理解して間違わないようにする。 |

その後の分数指導については、表6にあるように、順序性を考慮した上に、さらにそれぞれの段階の指導法を継次処理、同時処理の2通りを考え、事例ABともに同時処理優位であったために、表6の方略で指導を行った。

表6 同時方略を使った分数指導

| 指導内容 | 主として同時的な指導方略 |
|----------------|--|
| 1. 簡単な分数 | ・粘土を切って量ることから出発して、分けることの体験から、分数を実感的に理解させる。 |
| 2. 分母と分子 | ・分母と分子を絵で表現して、分母と分子がもつ意味を視覚的に知らせる。 ・絵カードを組み合わせて、分数が表せたイメージと読み方を考えさせる。 |
| 3. 分数の足し算・引き算 | ・式と式を絵で表現した計算式のカードを使って、計算の仕方をわかりやすく示す。 ・視覚的な手がかりとして、記号に着目させることによって、計算の仕方を習得させる。 |
| 4. 分数と小数、整数の関係 | ・1本の拡大した数直線の上に、分数と小数、整数の相対位置を表してわかりやすく示す。 |
| 5. 等しい分数 | ・1つのものを感覚的に分けることを通して、大きさの等しい分数を実際に作ってみる。 |
| 6. 約分と通分 | ・式と式を絵で表現したカードを使って、約分・通分の仕方をわかりやすく示す。 ・使用頻度の高い素数の倍数表を使って、約分・通分との関係を視覚的に示す。 |
| 7. 分数の掛け算・割り算 | ・折り紙を分けることを通して、分数の掛け算と割り算の計算を実際に操作してみる。 |

事例ABを指導した経過については、表7に示してある。100%が2回達成した場合にその単元を終了することとした。事例Aは発達障害の内容が重篤であったが、分数概念が定着している様子が伺えた。また、事例Bは、

表7 事例A,Bの指導経過

| 事例A | 前 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| 簡単な分数 | 73 | 80 | 100 | 100 | | | |
| 分数と小数・整数の関係 | 40 | 100 | 100 | | | | |
| 等しい分数 | 80 | 100 | 100 | | | | |
| 約分：同分母の足し算 | 50 | 40 | 80 | 100 | 100 | | |
| 約分：同分母の引き算 | 25 | 40 | 80 | 100 | 100 | | |
| 通分：異分母の足し算 | 0 | 60 | 100 | 100 | | | |
| 通分：異分母の引き算 | 0 | 80 | 100 | 100 | | | |
| 分数のかけ算 | 25 | 80 | 100 | 100 | | | |
| 分数の割り算 | 0 | 100 | 100 | | | | |
| 事例B | 前 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 簡単な分数 | 40 | 100 | 100 | | | | |
| 分母と分子 | 40 | 100 | 40 | 100 | 100 | | |
| 分数の足し算 | 50 | 80 | 80 | 100 | 100 | | |
| 分数の引き算 | 100 | 60 | 80 | 100 | 100 | | |
| 等しい分数 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 10 | 0 |
| 約分と通分 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 10 | 0 |

(3) 第3研究

学習障害のある事例A（小6:FSIQ99）、事例B（中3:FSIQ110）、ADHD不注意優勢型の事例C（高3:FSIQ115）の3事例に対して以下のような指導を行った。

指導1期：参考書を使用した通常の指導

指導2期：教材を使用した指導

指導3期：認知能力を考慮した指導

それぞれの指導期には、1つの単元内容を指導し、基本的には100%2回到達したら次の指導期に入ることにしている。

表8 事例Aの指導経過

| 事例A | 指導内容 | 1回 | 2回 | 3回 |
|----------|-------|----|-----|-----|
| 指導1期 | 分数 | 0 | 0 | — |
| 指導1期1か月後 | | 60 | 100 | — |
| 指導2期 | 異分母分数 | 0 | 80 | 100 |

| | | | | |
|------------|--------|-----|-----|-----|
| 指導 2 期1か月後 | | 100 | 100 | 100 |
| 指導 3 期 | 分数の割り算 | 100 | 100 | — |
| 指導 3 期1か月後 | | 100 | 100 | — |

表 9 事例 B の指導経過

| 事例 B | 内容 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 期 | 一次方程式 | 0 | 0 | 20 | 20 | 60 | 100 |
| 1 期1か月後 | | 80 | 80 | 60 | 100 | 100 | — |
| 2 期 | 一次関数 | 0 | 20 | 40 | 80 | 100 | — |
| 2 期1か月後 | | 100 | 80 | 60 | 80 | 60 | — |
| 3 期 | 反比例 | 20 | 40 | 100 | 40 | 100 | 100 |
| 3 期1か月後 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

表 10 事例 C の指導経過

| 事例 C | 内容 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 期 | 極限 | 60 | 40 | 100 | 100 | — | — |
| 1 期1か月後 | | 60 | 60 | 80 | 100 | 100 | — |
| 1 期 | 確率 | 80 | 60 | 80 | 100 | 80 | — |
| 1 期1か月後 | | 60 | 40 | 80 | 80 | 60 | — |
| 2 期 | 三角比 | 20 | 60 | 80 | 100 | 100 | — |
| 2 期1か月後 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | — |
| 3 期 | ベクトル | 0 | 0 | 20 | 60 | 100 | 100 |
| 3 期1か月後 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

表 8, 9, 10 を見ると、特に指導期 1 か月後の結果の推移をみると、やはり、指導 3 期の成績がよく、学習が定着していることが明らかになっている。

表 11 各事例の指導期における会話内容

| 事例 | 事例 A | | 事例 B | | 事例 C | |
|--------|------|----|------|----|------|----|
| | 肯定 | 否定 | 肯定 | 否定 | 肯定 | 否定 |
| 指導 1 期 | 2 | 0 | 4 | 2 | 1 | 4 |
| 指導 2 期 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 指導 3 期 | 2 | 0 | 6 | 0 | 5 | 1 |

表 11 にあるように、それぞれの事例において、各指導期における指導の最中の会話の内容を肯定的・否定的に分けると、これも指導 3 期では、肯定的な会話内容が多くなっていることが明らかとなった。

表 12 においては、学芸大式学習意欲尺度の結果の概要を示した。これらによっても、

各自の認知的アンバランスの特徴を踏まえた指導 3 期において、学習意欲の促進傾向が見受けられた。

表 12 学芸大式学習意欲尺度の結果

| 事例 A | 促進傾向 | 抑制傾向 |
|--------|------|------|
| 指導 1 期 | 59 | 42 |
| 指導 2 期 | 62 | 47 |
| 指導 3 期 | 70 | 38 |
| 小学生平均 | 65.9 | 34.2 |
| 事例 B | 促進傾向 | 抑制傾向 |
| 指導 1 期 | 47 | 37 |
| 指導 2 期 | 55 | 44 |
| 指導 3 期 | 65 | 36 |
| 中学生平均 | 62.4 | 37.3 |
| 事例 C | 促進傾向 | 抑制傾向 |
| 指導 1 期 | 57 | 48 |
| 指導 2 期 | 59 | 47 |
| 指導 3 期 | 60 | 41 |
| 高校生平均 | 61.4 | 36.9 |

算数・数学の苦手な子どもは、特に小学校 4 年生以降、学年が進んでいけばいくほど算数・数学が嫌いになってしまう傾向がある。しかし、各指導期において指導の観点を変えて行った場合には、認知能力のアンバランスを考慮した指導を行うことによって学習が明らかに定着しやすいことに加えて、少しずつではあるが、会話の内容も肯定的となり、質問紙においても学習に対して意欲的になってきていることが窺えた。

これらのことから、知的能力が平均範囲である場合には、各自の認知能力のアンバランスに合わせた指導の仕方、小学生は分数概念でも、高校生でも数学の教科学習の習得ができることが明らかとなった。第 2 研究の事例 A の場合は、小学生に時には FSIQ100 程度であった。そのため、知的に低い子どもとは言えない。

今後は、知的に境界線である子どもの場合に、どのような算数・数学の教科学習に限界がでてくるのかについて検討していきたいと思う。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ① 李香瑩・熊谷恵子(2013)：学習障害のある児童・生徒に対する算数指導に関する研究—分数概念の習得の視点から—。筑波大学学校教育論集, 35, 11-35.

〔学会発表〕(計 1 件)

- ① 熊谷恵子(2013)：分数の習得に関する研究—小学校 1～6 年生における調査から—. 日本発達心理学会第 24 回大会発表論文集, 476.

〔その他〕なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

熊谷 恵子 (KUMAGAI KEIKO)

研究者番号：10272147