

令和 3 年 6 月 20 日現在

機関番号：14403

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13219

研究課題名（和文）算数分野におけるデータに基づく支援システムの構築

研究課題名（英文）Developing a data based decision making system in mathematics

研究代表者

野田 航（Noda, Wataru）

大阪教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：70611440

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、算数のカリキュラムに基づく尺度（算数CBM）の信頼性の検証、データに基づく意思決定による介入効果の検証、データマネジメントシステムの開発を行った。については、開発した算数CBMは再検査信頼性および代替形式信頼性が確認された。については、放課後等デイサービスに通う児童を対象とした個別介入および公立小学校における学校規模介入によって、算数CBMを活用した介入の効果が示された。については、csvファイルを読み込むことで、学校・学年・学級・個人の各レベルによるグラフ化等が簡便に実施可能なアプリケーションおよび各CBM課題を実施可能なアプリケーションが完成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特別なニーズのある子どもの学力に対する支援は喫緊の課題であり、学校環境で実施可能なシステム構築が求められている。本研究では、算数領域を対象として、データに基づく意思決定を基盤とする学校システムの構築のために、アセスメントツールの信頼性を確認し、ICTを活用して実施できるアプリケーションを開発した。さらに、アセスメントから得られるデータの蓄積と分析を容易にするアプリケーションを開発し、データに基づく意思決定による介入効果の検証を行った。介入効果が実証された支援方法について、ICTを活用したシステムを開発することで、学校現場においても実行可能性と持続可能性の高い支援モデルを構築することができた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a data-based support system in mathematics. We conducted three studies, 1) to examine the reliability of a mathematics curriculum-based measurement (M-CBM), 2) to examine the effects of intervention through data-based decision making, and 3) to develop a computer-based data management system. For (1), M-CBM was confirmed to have high test-retest reliability and alternate form reliability. As for (2), the effect of the intervention using the M-CBM was demonstrated for a student attending an after-school day service. In addition, we demonstrated the effect of school-wide mathematics intervention in a public elementary school. As for (3), we developed an iPad application that can be easily used for graphing at the school, grade, class, and individual levels by reading a csv file, and an application that can perform each CBM task.

研究分野：特別支援教育

キーワード：データに基づく意思決定 カリキュラムに基づく尺度 データマネジメントシステム response to intervention プログレス・モニタリング 算数

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

文部科学省（2012）の実態調査によると、通常学級に在籍する児童生徒のうち知的発達に遅れないものの学習面で著しい困難を示す児童生徒の割合は4.5%と報告されており、特別支援教育に限らず通常教育も含めた支援システムが求められている。特に基礎学力に困難を抱える児童生徒への対応は急務であり、基礎学力のつまづきはその後の行動問題につながることも指摘されている（Lin et al., 2013; McIntosh et al., 2012）。米国においては、包括的な指導モデル（Response to Intervention; RTI）が国家レベルで推奨されており、データに基づいた早期発見・早期支援が実践されエビデンスが示されている。

RTIを運用する際に中核的な役割を果たしているのがカリキュラムに基づく尺度（Curriculum-based measurement; CBM）という基礎的学業スキルのアセスメントツールである。CBMは、カリキュラムで実際に指導しているスキルを直接測定する、観察可能な具体的行動を測定する、目標基準準拠型の測度である、などの特徴を持つ。CBMでは学業スキルの「流暢性」に焦点があてられ、1分間で何問正答したかが測定される。学業スキルの流暢性は習熟度を敏感に反映する測度であり、流暢性を測定するCBMは、反復使用や短期の指導効果の判定（プログレスモニタリング）にも有効であることが先行研究で示されている。近年、日本においてもその開発や標準化が求められるようになってきている（干川, 2015）。

研究代表者は平成26年度の科研費の助成（若手研究B:平成26年度～28年度）を受け、算数分野におけるCBMの開発を行ってきた。その研究において、基礎的な数概念および基礎計算課題を測定するCBMを作成し、アセスメントツールとしての精度を評価してきた。その結果、開発したCBMは実用可能な精度を持ったユニバーサルスクリーニングのツールであり、学力差や習熟度を鋭敏に反映する測度（プログレスモニタリング）としても利用可能であることが明らかとなった。しかし、アセスメントツールは開発できたが、収集したデータの効果的なマネジメント方法および「データに基づく支援システム」の効果については十分に検討できなかった。

## 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究ではICTを活用したデータマネジメントシステムを開発すること、「データに基づく支援システム」の効果を実証的に検討することを目的とした。これらを目的とした研究を通して、日本の学校環境で実施可能であり、持続可能な算数分野におけるデータに基づく支援システムを構築することを目指した。

## 3. 研究の方法

### （1）ICTを活用したデータマネジメントシステムの開発

#### ①算数CBMの信頼性の検証

マネジメントするための学力データについては、研究代表者が開発してきた算数CBMというアセスメントツールを中心に扱うこととし、まずは未検証であった算数CBMの信頼性の検証を行った。公立小学校1年生から6年生の546名を対象として算数CBMを実施し、その信頼性（再検査信頼性、代替形式信頼性）を検討した。

#### ②アプリケーションの開発

算数CBMの信頼性が検証された後、データマネジメントシステムの開発に向けて、算数CBMの結果の採点・データ入力、結果の出力、その後の意思決定をサポートするようなアプリケーションの検討に取り組んだ。まずは採点作業が可能となるための画像認識技術を含んだアプリケーション開発について業者と検討しながら試作の開発まで進めた。しかし、発注業者との検討の結果、研究期間中にこのアプリケーションの開発を目指すのは困難であるという結論に至り、データ入力及びデータ分析を中心としたアプリケーションの開発に移行した。同時に、算数分野の基礎的学業スキルに関するiPad用指導教材アプリの開発にも着手することとした。

### （2）データに基づく支援システムの効果検証

#### ①個別介入研究

算数CBMを用いた介入効果を検証するために、放課後等デイサービスを利用している児童を対象とした個別介入研究を実施し、その効果を検証した。算数CBMを活用したアセスメントに基づきながら、計算の流暢性向上に効果が示されているNumber Familyと3C学習法（Noda & Tanaka-Matsumi, 2017）による介入を実施した。介入は、週1回程度の頻度で実施された。介入中は、算数CBMに基づく指導経過の評価（プログレスモニタリング）を継続しながら、適宜介入方法を微調整していった。途中、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、一時中断することもあったものの、後に介入は再開されて継続された。介入効果は、シングルケースデザインの一つである多層プローブデザインによって検証した。

#### ②学校規模介入研究

算数CBMを活用した学校規模の算数指導の取り組みを実施した。230名規模の公立小学校において、学期に1回程度算数CBMを用いた全児童のアセスメントを実施し、その結果をグラフ化してフィードバックした上で、各学級において1分間のタイムトライアルとグラフフィードバック

クを中心とした指導を2年間実施した。

#### 4. 研究成果

##### (1) ICTを活用したデータマネジメントシステムの開発

##### ①算数 CBM の信頼性の検討

算数 CBM の信頼性を検討した結果、8 種類の課題（大小比較、数系列、足し算、引き算、掛け算、割り算、足し算と引き算、四則混合）について、1 週間の再検査信頼性は  $r = .80$  を超えていた ( $r = .87-.96$ ,  $ps < .01$ )。代替形式信頼性についても  $r = .80$  を超えていた ( $r = .85-.96$ ,  $ps < .01$ )。以上より、算数 CBM は十分な信頼性を備えていることが明らかとなった。この結果は、野田 (2020a) に成果の一部として発表された。

##### ②アプリケーションの開発

データマネジメントのための iPad 用アプリケーションが完成した。アプリケーションでは、csv 形式に入力された算数 CBM のデータをインポートすることができ、学校・学年・学級毎の箱ひげ図およびカットオフポイントに基づくカテゴリ分け（問題なし(下位 25%以上)、気になる(下位 10%以上)、要配慮(下位 10%以下)）を数タップで表示することができる（図 1）。また、個々の児童の反復練習のデータを追加することも可能であり、個人のデータを繰り返し測定してグラフ化（プログレスモニタリング）しながら、介入方法を継続するのか、修正するのか、介入を終了するのか等の意思決定を行うことを補助する機能が含まれている。さらに、開発済みの算数 CBM のみではなく、一定の形式に沿う限りは別のアセスメントツールの結果を読み込んで分析することを可能とする機能も含めることができた。

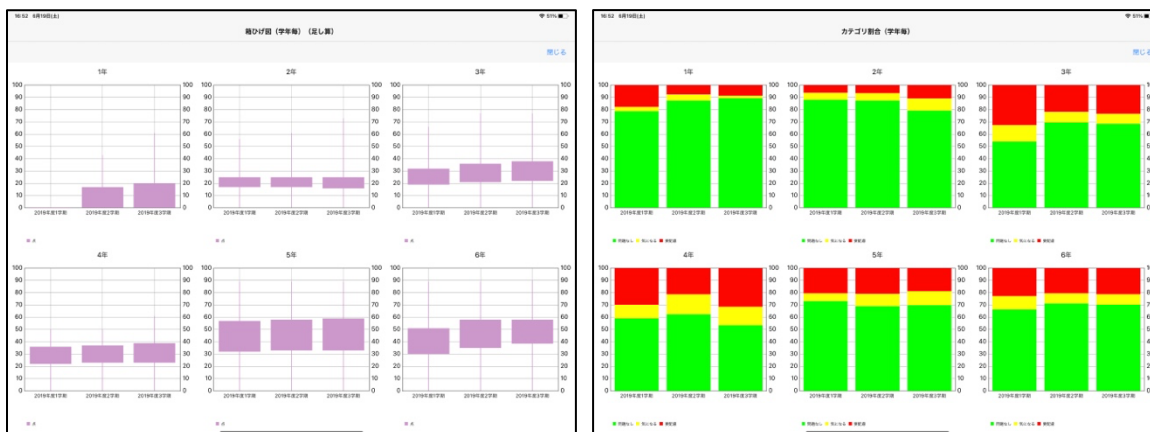


図 1 データマネジメントアプリのグラフ化画面の例（左：箱ひげ図，右：カテゴリわけ）

また、算数分野の基礎的学業スキルに関する iPad 用指導教材アプリケーションの開発も終了した。この指導アプリでは、算数 CBM に対応した 8 つの課題をベースに、さらに細かな難易度設定を含む課題を練習することができる。課題はすべてアプリケーション上で実施可能であり、すべて 1 分間の課題で流暢性を評価できるようになっている。課題終了時には正答数と誤答数が表示される仕様になっている（図 2）。



図 2 指導教材アプリの数系列課題の画面（左）とフィードバック画面（右）

上記の 2 種類のアプリケーションが開発されたことによって、データ入力と出力を簡便化し、簡単に意思決定の参考となるデータが算出されるデータマネジメントシステムが完成した。今後は、このシステムを実際使用していくために必要なマニュアルの作成や教員研修開発等が求められる。

## (2) データに基づく支援システムの効果検証

### ①個別介入研究

放課後等デイサービスを利用している児童の繰り上がりのある足し算と繰り下がりのある引き算を対象とした個別介入研究を実施した。3種類の教材セット (A, B, C) を準備し、それぞれを算数CBMの基準値(野田, 2020a)を参考にしながら順番に指導していった。介入中は、データに基づくプログレスモニタリングを行い、適宜介入手続きの微調整を行った。介入の結果、各教材の指導前の1分間あたりの正答数は10-17問であったが、指導後には28-33問まで増加した。

### ②学校規模介入研究

2年間にわたる学校規模介入の結果、介入前のX年度7月には、すべての課題において「要配慮」の児童の割合が10%よりも多く、すべての課題を平均すると22.7%であった。一方、「問題なし」の児童の割合は75%よりも少なく、すべての課題を平均すると52.8%であった。

約2年間にわたって学校規模介入を実施したところ、課題によって効果の大きさに違いは認められるものの、介入後のX+1年度2月にはすべての課題において「問題なし」の児童の割合が増加し(平均70.9%)、「要配慮」の児童の割合が減少した(平均14%)。この成果は、野田(2020b)に成果として発表された。

### <引用文献>

- 干川隆 (2015). アメリカ合衆国におけるカリキュラムに基づく尺度 (CBM) に関する研究動向: わが国での標準化に向けて. 特殊教育学研究, 53, 261-273.
- Lin, Y., Morgan, P. L., Hillemeier, M., Cook, M., Maczuga, S., & Farkas, G. (2013). Reading, mathematics, and behavioral difficulties interrelate: Evidence from a cross-lagged panel design and population-based sample of US upper elementary students. Behavioral Disorders, 38, 212-227.
- McIntosh, K., Sadler, C., & Brown, J. A. (2012). Kindergarten reading skill level and change as risk factors for chronic problem behavior. Journal of Positive Behavior Interventions, 14, 17-28.
- 文部科学省 (2012). 通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果について. 文部科学省, 2012年12月5日, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/material/\\_icsFiles/afiedfile/2012/12/10/1328729\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/_icsFiles/afiedfile/2012/12/10/1328729_01.pdf) (2021年6月19日閲覧).
- Noda, W., & Tanaka-Matsumi, J. (2017). Effect of number family instruction on improving fluency of addition and subtraction facts in Japanese second-grade students. Psychology, 8, 2377-2389.
- 野田航 (2020a). 小学生用算数のカリキュラムに基づく尺度 (算数CBM) の開発と信頼性・妥当性の検討: 基礎的な算数スキルに着目して. LD研究, 29, 45-56.
- 野田航 (2020b). 公立小学校における算数のカリキュラムに基づく尺度 (算数CBM) を用いた学校規模の算数指導: 介入に対する反応性モデル (RTI) に基づく第1層支援の効果. LD研究, 29, 45-56.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2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 野田航	4. 巻 29
2. 論文標題 小学生用算数のカリキュラムに基づく尺度(算数CBM)の開発と 信頼性・妥当性の検討：基礎的な算数スキルに着目して	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 LD研究	6. 最初と最後の頁 45-56
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.32198/jald.29.1_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 野田航	4. 巻 28
2. 論文標題 算数CBMの開発と実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 LD研究	6. 最初と最後の頁 238-239
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 野田航	4. 巻 29
2. 論文標題 公立小学校における算数のカリキュラムに基づく尺度（算数CBM）を用いた学校規模の算数指導：介入に対する反応性モデル（RTI）に基づく第1層支援の効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 LD研究	6. 最初と最後の頁 45-56
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 野田航
2. 発表標題 応用行動分析学と学習指導
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田航
2. 発表標題 小学生用算数のカリキュラムに基づく尺度（算数CBM）の開発と実践
3. 学会等名 日本LD学会第29回大会
4. 発表年 2020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