

目標設定と成績のグラフ化が計算スキルの流暢性の形成に及ぼす効果

——小学3・4年生を対象とした学級規模での指導を通して——

尾之上 高哉* 井口 豊** 丸野 俊一***

本研究では、計算スキルの流暢性を形成するための指導法として、タイムトライアルに目標設定と成績のグラフ化を組み合わせた指導（実験条件）に着目し、その効果を、タイムトライアルによる指導（統制条件）の効果と比較した。比較は、2つの実験計画、(a) 3年生の2学級を対象にした統制群法、(b) 4年生の1学級を対象にした基準変更デザイン法、で行った。標的スキルは掛け算九九に設定し、従属変数は2分間のタイムトライアルにおける正答数とした。各実験計画の分析結果は、実験条件が、統制条件よりも、効果が高いことを示した。つまり、(a) では、事前事後の得点を共分散分析で検定した結果、実験条件の方が、事後得点が有意に高かった。(b) では、実験条件下の成績を、統制条件下の最高値からの変化量として、線形混合モデルで分析した結果、実験条件下の成績は、統制条件下の最高値よりも、有意に高い状態で保たれていた。最後に、各指導による流暢性の伸びと、社会的妥当性の各得点との関連を Spearman の順位相関を用いて検定した結果、どちらの実験計画でも、実験条件においてのみ、流暢性の伸びと、成長実感得点の間に、有意な正の相関が認められた。

キーワード：計算スキルの流暢性、目標設定、成績のグラフ化、学級規模での指導、社会的妥当性

問題と目的

近年、米国を中心に、計算スキルの流暢性を形成するための指導法が検討されている (Coddington, Channanetta, Palmer, & Lukito, 2009; Farrell & McDougall, 2008; Figarola et al., 2008; Gross et al., 2014; 野田・松見, 2014)。

流暢性とは、対象の刺激に、正確に、かつ、速く応答する行動を指す (Howell & Larson-Howell, 1990)。認知処理の観点からは、最小限の認知 (ワーキングメモリや注意) の使用で、その応答が起こる現象と説明される。その測定は、単位時間あたりの行動数を指標になされ、それが多いほど流暢性が高いという評価になる。Haring & Eaton (1978) によれば、流暢性は、子どもが新しいスキルを学び、熟達させていく過程の第2段階に位置している。つまり、子どもは、まずそのスキルの正確性を獲得し、次にそのスキルの流暢性を獲得するのである。足し算スキルの学習を例にあげると、 $8+3$ を、指を使って正答できる段階は第1段階であり、指を使わずに瞬時に正答できる段階が第2段階である。この第2段階でそのスキルの流暢性を十分に高

めることで、後続の2段階 (第3の汎化段階, 第4の応用段階) への移行がスムーズになるという。

米国で、計算スキルの流暢性に焦点があてられている背景には、第1に、計算スキルの流暢性は、数学スキルの熟達と密接に関係していること、第2に、学校教育において、その指導の重要性が強調され始めていること、がある (Coddington et al., 2009)。前者については、例えば、流暢性が低い者は、算数の基本概念の理解や問題解決型の学習で困難を示す (Gertsen & Chard, 1999)、逆に、流暢性が高い者は、高次の計算問題の成績や問題解決型の学習の成績が良い (Canobi, 2009; Throndsen, 2011) 等が報告されている。後者については、小学2年から5年までの算数のカリキュラムのポイントには、計算スキルの流暢性の形成が含まれており (NCTM (全米数学教師協議会), 2006)、足し算と引き算の流暢性は3年までに、掛け算と割り算の流暢性は5年までに獲得できるよう指導することが推奨されている (NMAP (全米数学審議会), 2008)。

本研究では、計算スキルの流暢性を形成するための指導法を問題にする。我が国では、研究と実践の両レベルにおいて、米国ほど、流暢性という概念が浸透しているわけではない。しかしながら、実践のレベル、つまり、教育現場の指導では、流暢性に対する指導も

* 宮崎大学 t-onoue@cc.miyazaki-u.ac.jp

** 生物科学研究所

*** 九州大学

部分的に取り入れられている。例えば、基礎計算力の向上を目的に作られた百ます計算（陰山, 2002）は、問題を、正確に、かつ、速く解くことを求める点で、流暢性に対する指導として捉えることができる。この種の指導が多くの中小学校で取り入れられているという実情は、我が国においても、流暢性の形成に対する教育的ニーズがあることを示していると言える。

先行研究の多くは、タイムトライアル形式（制限時間内に出来るだけ多くの問題を解かせる形式）の指導¹に、他の要素（例えば、目標設定等）を組み合わせる方法を採用している（Coddington et al., 2009; Farrell & McDougall, 2008; Figarola et al., 2008; Gross et al., 2014; 野田・松見, 2014）。組み合わせる要素に関しては研究間で違いがあるものの、多くの研究で共通して取り入れられている要素がある。それは、目標設定と成績のグラフ化²、である。目標設定とは自身の遂行目標を設定することであり、成績のグラフ化とは遂行結果をグラフに描き示すことである。

ところで、この目標設定と成績のグラフ化は、計算スキルの流暢性研究で取り入れられる以前から、学力や行動の問題を改善するための研究で取り入れられ、それらの領域ではその効果が確認されてきた手続きである。その中では、この2つの手続きのどちらかを単独で実施した時よりも、両者を組み合わせる実施した時の方が、効果が高いことが示されてきた（e.g., Becker, 1978; Moore, Prebble, Robertson, Waetford, & Anderson, 2001）。また、その効果の機序については、この2つの手続きを用いることで、その個人の中に、自身の目標に対する進歩の過程を評価する心理過程が発現するからだと考えられてきた（e.g., Fuchs, Fuchs, Hamlett, & Whinnery, 1991）。その心理過程は、オペラント行動の理論では、自分の行動を自ら強化、罰する過程として（Moore, et al., 2001）、社会的認知の理論では、自己のなしたもしくはなしつつある進歩を認識し、動機づけや自己効力感を強める過程としてみなされる（Schunk & Swartz, 1993）。

では、計算スキルの流暢性研究でも、目標設定と成績のグラフ化を取り入れることは有効なのだろうか。つまり、タイムトライアルに目標設定と成績のグラフ

化を組み合わせる指導（以下、実験条件と呼ぶ）は、タイムトライアル単独の指導（以下、統制条件と呼ぶ）よりも効果が高いのだろうか。先行研究では、これを支持する証拠が十分に得られていない。なぜなら、Figarola et al. (2008) 以外の研究では、実験条件にさらに他の要素を組み合わせ、統制条件と比較しているか、或いは、実験条件内でさらに条件分けし、その条件間のみを比較を行っているため、それらの研究は、実験条件が統制条件よりも効果が高いことを傍証している、もしくは、実験条件には効果がある、としか結論づけることができないからである。具体的には、前者に該当する Coddington et al. (2009) と野田・松見 (2014) では Cover-Copy-Compare を、Farrell & McDougall (2008) では自己モニタリングを、それぞれ実験条件に組み合わせる上で、統制条件との比較を行っている。後者に該当する Gross et al. (2014) では、実験条件を、子どもが目標を設定する条件、大人が目標を割り付ける条件に分けて比較を行う際、統制条件を設けていない。また、Figarola et al. (2008) では、小学生3名を対象にして、実験条件と統制条件を直接比較しているものの、実験条件の効果が確認されたのは3名中2名であり、残りの1名には効果が確認されなかった。従って、実験条件と統制条件の効果を直接比較し、明確な証拠を得ることが、残されている重要な課題である（Coddington et al., 2009）と言える。

そこで本研究では、計算スキルの流暢性を形成するための指導法として、タイムトライアルに目標設定と成績のグラフ化を組み合わせる指導（実験条件）に着目し、その効果を、タイムトライアルによる指導（統制条件）の効果と比較することを目的とした。本研究では、3年の2学級と4年の1学級が研究に参加したことを踏まえて、実験条件と統制条件の比較は、次の2つの実験計画、(a) 3年の2学級を対象にした統制群法、(b) 4年の1学級を対象にした基準変更デザイン法³、で行った。標的スキルは掛け算九九に設定し、従属変数は2分間のタイムトライアルにおける正答数とした。本研究で検証する仮説は、「タイムトライアルに目標設定と成績のグラフ化を組み合わせる指導（実験条件）は、タイムトライアルによる指導（統制条件）よりも、掛け算九九の流暢性の形成に寄与する」、

¹ この種の指導の呼称には、explicit timing と time trial の2通りがあるが、概念的には同じである（Poncy, Duhon, Lee, & Key, 2010）。本研究では、time trialの方が理解され易いと考え、タイムトライアルと呼ぶ。

² 先行研究では graphic feedback や、self-graphing と呼ばれるが、本研究では、成績のグラフ化と呼ぶ。

³ 異なる条件を一定期間ずつ順に導入し、各条件が従属変数に及ぼす効果を分析する実験計画法である（Cooper, Heron, & Heward, 2007 中野訳 2013）。ある学業スキルを、ある程度遂行できるが、その遂行率は有効とは言えない場合等に適用している実験計画法であるため、これを採用した。

である。この仮説を検証するために、実験計画 (a) では、実験条件による指導を受けた児童は、統制条件による指導を受けた児童よりも、指導終了後の成績が高くなり、かつ、指導期間中の成績の伸びも大きくなるか否かを分析する。実験計画 (b) では、実験条件による指導を受けた際の成績は、指導前の成績と比べても、また、統制条件による指導を受けた際の成績と比べても、高くなるか否かを分析する。

最後に、目標設定と成績のグラフ化の実施方法について述べる。これらの手続きについては、可能な限り、児童本人に実施させる方法をとることが推奨されている (e.g., Briesch & Chafouleas, 2009)。児童の自立や主体性を促進できる、指導者である教師の負担を軽減できる、といった理由からである。ただし、目標設定に関しては、Gross et al. (2014) において、児童に自由に自分の目標を決めさせると、不適切な目標設定に繋がりが、それが成績の上昇を妨げることが報告されている。よって、本研究では、教師が、目標の決め方のルールを示し、それを基に各自で設定させるようにした。成績のグラフ化では、各自で、自分の成績をグラフに描かせた。また、本研究では、これらの手続きを児童が遂行する際に、児童に対して、自身の進歩の過程に着目し、それを評価することを促す働きかけを行った。先述したように、目標設定と成績のグラフ化の効果は、自身の目標に対する進歩の過程を評価する心理過程が発現することで起こるとされる。だが、自己評価に関する文献では、教室には、自主的に自身の進歩の過程に着目しそれを評価できる者がいる一方で、評価をするように促してくれる人が必要な者もいることが指摘されている (Brophy, 2004 中谷監訳 2011)。そこで、本研究では、全児童が、自身の進歩を評価できるように、評価の促しを行うようにした。

方 法

参加者

公立D小学校の3年生2学級と、4年生1学級が本研究に参加した。この3学級が参加した経緯を述べる。研究開始前の201x年の1月初旬に、D小学校の学校長に、研究の趣旨を説明し、1年から6年までの学級の中で、研究に参加してもらえる学級がないか、あたってもらった。その結果、3年と4年の全学級から協力をもらえることになった。学級数は、3年が2学級 (以下、A組、B組と表記)、4年が1学級 (以下、C組と表記) であった。各学級の児童数は、A組は20名で、B組は18名で、C組は37名であった。本研究は、学

校長、担任教師、児童と保護者の同意を得て、201x年の1月から3月の間に行われた。

標的スキル

計算スキルは、まず、それを正確にできる段階、次に、正確にかつ速くできる段階という順序で熟達していくため、流暢性を形成する指導は、正確性が獲得されているスキルを対象に行われる (Haring & Eaton, 1978)。そこで、3学級の担任教師と話し合い、標的スキルの選定を行った。どの学級のどの児童も、正確性を獲得しているスキルが、掛け算九九だったため、本研究では、掛け算九九を標的スキルとした。なお、後述の実験計画で記すように、本研究では、3年と4年は別々の実験計画とした。よって、学年毎に異なる標的スキルを選定することもできたが、本研究では、教材の準備等を主に第1著者が1人で行う必要があったため、3年と4年で同一の標的スキルとした。

実験計画

小学生では、学年によって計算スキルの流暢性の習得レベルが異なることが確認されている (Burns, Van-DerHeyden, Jiban, 2006)。そこで、本研究では、学年毎に実験計画を立てた。つまり、3年では群間比較を、4年では群内比較を行い、実験条件と統制条件の各効果を比較するようにした (Figure 1)。3年の群間比較では、プリポストデザインによる統制群法の考えに基づき、A組を実験条件、B組を統制条件に割り当てた。各条件による指導は2週間 (10日間) 行った。4年の群内比較では、基準変更デザイン³の考えに基づき、まず統制条件による指導を2週間 (10日間)、次に実験条件による指導を1週間 (5日間)、行った。

指導手続き

指導は、毎日行われる算数の授業の冒頭に担任教師が実施した。実施にかかる時間は、統制条件による指導が約4分、実験条件による指導が約8分であった。この4分の差は、目標設定と成績のグラフ化の有無という条件の違いを反映している。

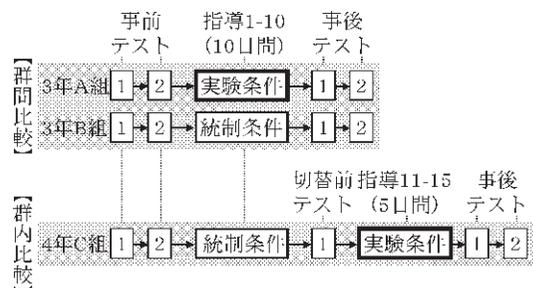


Figure 1 本研究の実験計画

統制条件による指導 授業が始まると、教師は、指導で使う教材ファイルを見童に配った。このファイルの左側には見童が行う手続き（Figure 2の、1と4のみ）を記した紙（手続き書）が貼られており、右側にはその日に取り組む問題と、前日までに取り組んだ問題が、新しいものを先頭にして綴じられている。見童は、ファイルを受け取ると、まず、前日のタイムトライアルの正答数と誤答数を確認し、誤答の修正を行った。次に、教師の合図で2分間のタイムトライアルに取り組んだ。終了後は、教師が、ファイルを回収し、それを第1著者に渡した。第1著者は、ファイルを受け取ると、採点を行い、点数欄に正答数と誤答数を記した。最後に、翌日の問題を綴じて、教師にファイルを渡し

た。統制条件では、この手続きを、毎日繰り返した。

実験条件による指導 教師は、授業の冒頭に、指導で使う教材ファイルを見童に配った。このファイルと、統制条件の指導で使うファイルの違いは、左側の様式にあり、このファイルには、左側に、手続き書ではなく、目標設定と成績のグラフ化を行うための棒グラフが貼られている（Figure 2のグラフを参照）。右側は、統制条件の指導の様式と同じであった。見童は、ファイルを受け取ると、まず、前日の正答数と誤答数を確認し、誤答の修正を行った。次に、成績のグラフ化と目標設定を行った（Figure 2）。成績のグラフ化では、前日の日付が記されたグラフ欄に、前日の正答数に該当する目盛り線まで、色鉛筆で色を塗った。目標設定で

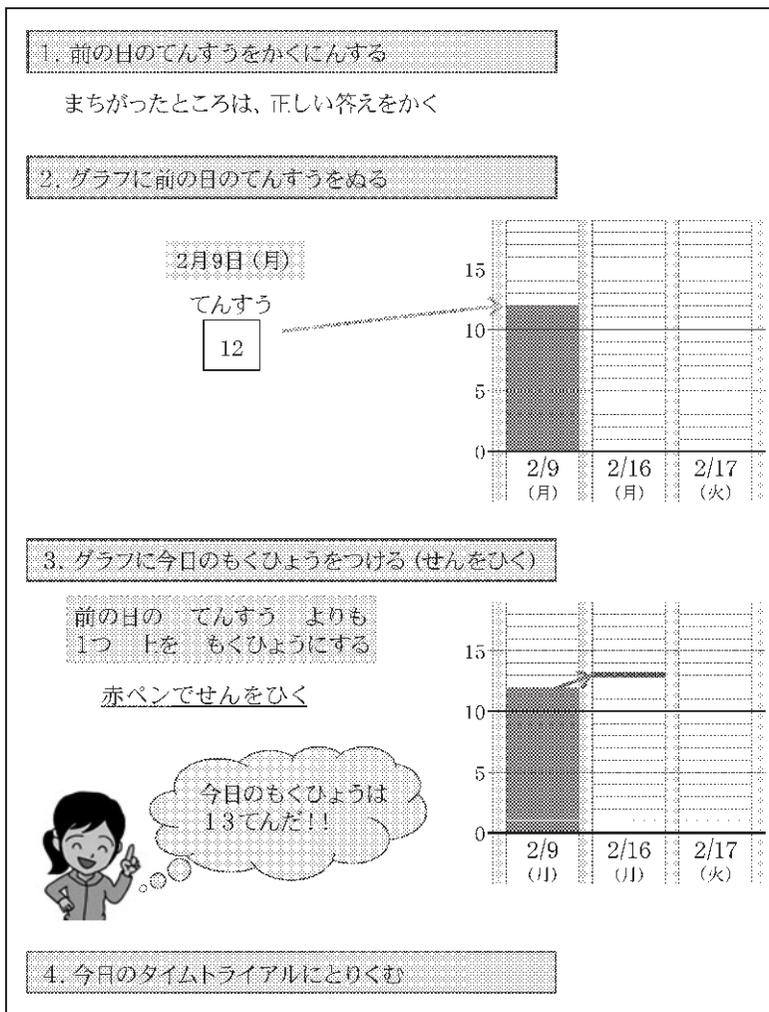


Figure 2 実験条件による指導で使用した手順書

注) この手順書を拡大印刷したものを教室前方に掲示した。見童は、それを確認しながら、目標設定と成績のグラフ化を実施した。

は、「前日の正答数に1点加算した点数を目標に設定する」というルールに基づいて目標を決め、その日の日付が記されたグラフ欄の該当する目盛り線に、赤の油性ペンで線を引いた。このルールは、Coddling et al. (2009) で用いられたものである。このルールを用いたのは、このルールには、毎日目標を設定できるため動機づけを維持し易い、スモールステップの原理で目標を設定するので着実な成績の向上に繋がる、簡便であるといった特徴があったためである。なお、Coddling et al. (2009) では、児童ではなく、実験者が、このルールを基に、グラフに目標の線を引き、それを児童に渡して確認させる方法がとられている。そのような手順で成績のグラフ化と目標設定を終えた後、児童は、教師の合図で、2分間のタイムトライアルに取り組んだ。終了後は、教師が、ファイルを回収し、それを第1著者に渡した。第1著者は、まず、目標設定と成績のグラフ化を適切にできているかを確認し、不適切な場合は、正しい形に修正するとともに、その児童が、不適切だった箇所を理解できるようなコメントを付箋に書き、該当箇所に貼り付けた。次に、採点を行い、点数欄に正答数と誤答数を記した。最後に、翌日の問題を綴じて、ファイルを教師に渡した。実験条件では、この手続きを、毎日繰り返した。

なお、実験条件による指導では、児童が、目標設定と成績のグラフ化を実施する際、児童に対して、自身の進歩の過程の評価を促す働きかけを行った。この働きかけは、「教師による声かけ」といった方法でも実施できたが（例えば、「グラフがどう変わっているかを見てみてね」といった言葉を児童にかけてもらう）、それが毎回となると教師の負担も増え、また、声かけを忘れてしまったり、声かけを行っても全ての児童にそれが行き届かなかつたりすることも考えられた。そこで、第1著者が、採点を行う際に、自己評価を促すコメント（例：グラフを見てみて！ 昨日と比べてどうかな？、等）を付箋に書き、それを、児童が必ず確認する点数欄の横に貼り付ける方法で実施するようにした。このコメントは、毎回、全児童に対して、個別に、付した。

測定

掛け算九九の流暢性 流暢性の指標は、単位時間あたりの正答数であり、先行研究では、2分間のタイムトライアルにおける正答数を指標にすることが多い（e.g., Coddling et al., 2009）。そこで、本研究でも、それを指標とし測定した。タイムトライアルは、各指導の前後と、各指導期間中に行った（Figure 1）。なお、先行研究では、正答数の増加に伴い、誤答数も増加する

例が報告されている（Rhymer, Skinner, Henington, D'Reaux, & Sims, 1998）。よって、誤答数の測定も行い、それが増加していないかを確認するようにした。

まず、指導前後の測定について述べる。各指導の前後には、掛け算九九の2分間タイムトライアルのテストを、担任教師が実施した。テストは全て同一の問題で行った。このうち、指導開始前と、指導終了後のテストは、再検査法による信頼性を確認するために2回ずつ実施した。その2回は、開始前が11日前と7日前、終了後が3日後と10日後である。各2回のテスト間の級内相関係数を求めた結果、事前テスト間は0.98、事後テスト間は0.85であり、どちらの時期でも高い信頼性が示された。加えて、各2回のテスト間の平均値に有意差は認められなかった（*t*検定、事前： $t(74)=0.19, p=0.85$ 、事後： $t(74)=0.28, p=0.84$ ）。そこで、事前と事後のテスト得点の代表値として、それぞれ各2回の平均値を採用した。テスト問題は、A4用紙1枚に72問を配置し（縦24列、横3行の間隔で問題を配置し）、それを3枚1セットにし、全216問からなる問題とした。この216問は、エクセルのマクロの機能を使い、掛け算九九の全ての出題パターンを、ランダムに並び替え、上から順に216問を抽出する形で選んだ。抽出にあたっては、類似問題（ $1 \times 3, 3 \times 1$ のように数値が逆で同じ計算をする問題）を近くに配置しないようにするために、類似問題の片方を前半に、もう片方を後半に集める制御を行った。

次に、指導期間中の測定について述べる。指導期間中は、どちらの指導でも、毎日、担任教師が、2分間のタイムトライアルを実施した。問題は、指導前後に実施したテストとは異なる問題とし、毎日、日替わりの問題を作成した。問題作成は、上述した問題作成法に、それまでの累計出題回数が多い問題を後半に集める制御を加えて行った。つまり、まず、類似問題の制御と、累計出題回数の制御を行った上で、掛け算九九の全ての出題パターンをランダムに並び替え、上から順に216問を抽出した。次に、その216問を、A4用紙1枚に72問ずつ配置し、それを3枚1セットにした。この手順で毎日、日替わりの問題を作成した。

最後に、採点手続きと採点の信頼性について述べる。正答数と誤答数を測定するための採点は、第1著者と大学職員1名で行った。採点者間で、採点を行う学級に偏りが出ないようにするために、日替わりで担当する学級を変えるようにした。採点の信頼性を確認するために、別の1名に、全てのタイムトライアルのうち、指導前後のテスト分と、各指導期間中の初日と最終日

分を対象に、採点を依頼した。3年A組とB組では、全14回のうちの6回分(42.9%)が対象となり、4年C組では、全20回のうちの9回分(45.0%)が対象となった。採点者間一致率として κ 係数を算出した結果、 $\kappa=0.98$ であり、十分な一致率が認められた。よって、分析では、筆者らが採点した値を用いた。なお、採点の不一致は、字の判別が難しいケースで起こった。

社会的妥当性 指導の効果を論じる際は、社会的妥当性として、児童が、自分が受けた指導をどう認識しているかを評価する必要がある (Cooper, Heron, & Heward, 2007 中野訳 2013)。指導を受けた者の主観的な評価は、後続の研究者や教師が、当該の指導法を実践したり、応用したりすることを決定する際の根拠として活用できるからである (例：「児童が、当該の指導法を否定的に捉えていることが示されれば、それを根拠に、改良を加えた新たな指導法を開発、実践し、効果を調べる」等)。その測定は、質問紙法で、次の3側面、つまり、効果の認識、負担感、受容感から行うことが多い。そこで本研究でも、その3側面を調べる質問紙を用意し、指導終了時に担任教師が実施した。なお、4年では、各指導の終了時に1回ずつ、計2回実施した。項目は、「効果の認識」を尋ねる項目として「①掛け算九九を解く力が上がったと思うか」と、「②自分の成長を実感できたか」の2項目を、「負担感」を尋ねる項目として「③大変だったか」の1項目を、「受容感」を尋ねる項目として「④またやりたいか」の1項目を、それぞれ用意した。教示は、「今回の学習を振り返って、もっとも当てはまるものを選んで下さい」とし、評定は、5件法 (1. まったくそう思わない—5. とてもそう思う) で求めた。4項目とも、得点は5点から1点の範囲にあり、項目①②④は得点が高いほど、一方、項目③は得点が高いほど、その側面の社会的妥当性が高いことを示している。

分析方法

学級を単位としてサンプリングした場合、統計的推論の前提条件である標本の独立性が損なわれる可能性があるため、標本の独立性の指標である級内相関係数を算出し、それを確認する必要がある (栗田, 1999)。清水 (2014) によれば、級内相関係数が0.1を超えている場合は、標本が独立性を満たさないと判断される。本研究のような経時的変化を扱った標本の場合、仮に、標本が独立性を満たさない場合は、通常の t 検定や分散分析を用いるのは不適切であり、群内の個人の変動を分けて分析する線形混合モデルを用いた分析を行う

必要がある。そこで、本研究の主たる従属変数である掛け算九九の2分間タイムトライアルにおける正答数の差得点を対象に、標本の独立性の確認を行い、そこで、独立性を満たさないと判断されたならば、原則、全ての分析を、線形混合モデルで行うことにした。

ところで、従来、いわゆるプリポストデザインによる群間比較で、事前と事後の2時点の得点を分析する場合は、線形混合モデルによる交互作用の検定 (及び分散分析による交互作用の検定) と同等である、差得点を変化量として用いた t 検定が、しばしば行われてきた (e.g., 多賀谷・佐々木, 2008; 佐藤他, 2009)。しかし、その場合は、交互作用の検定よりも、共分散分析の方が適切であるとの指摘がなされている (吉田, 2006)。そこで本研究では、3年の群間比較において、事前事後の得点を分析する際は、各標本の独立性が保たれている場合には、共分散分析を行うようにした。

実際に、正答数の差得点 (事後テスト得点—事前テスト得点)、事前テスト得点、事後テスト得点に関して、それぞれ群間における級内相関係数を求めた結果、差得点は0.44、事前は0.03、事後は-0.05であった。つまり、事前と事後の得点では、群間における級内相関は低かったが、差得点には高い級内相関が認められた。よって、3年の事前事後の分析には共分散分析を用い、3年と4年の全期間の差得点の経時的変化の分析には線形混合モデルを用いた。データ解析は、統計解析ソフト R (ver. 3.1.1) で行った。指導期間中のデータには欠損値があったが、線形混合モデルでは欠損値を含めた解析が可能であるため、全参加者を対象に解析を行った。指導前後のテストには、欠損値はなかった。

結 果

掛け算九九の流暢性：3年生2学級の群間比較

指導前後の分析 群を独立変数、事前テスト得点を共変量、事後テスト得点を従属変数とする共分散分析を、高橋・大橋・芳賀 (1989) に沿って行った。まず、共変量に対する従属変数の回帰直線を計算し、その係数を検定した結果、どちらの群でも有意な正の回帰が認められた (Figure 3, A組: $t(19)=7.90, p<.001$, B組: $t(17)=10.66, p<.001$)。2つの回帰直線の傾きに有意差は見られなかった ($t(36)=-0.52, p=0.6$)。しかし、2つの回帰直線の切片には有意差が認められた ($t(36)=3.76, p<.001$)。つまり、共分散分析によって、事後テストの得点は、A組の方が、B組よりも、有意に高いことが示された。なお、事前テスト得点に群間差はみ

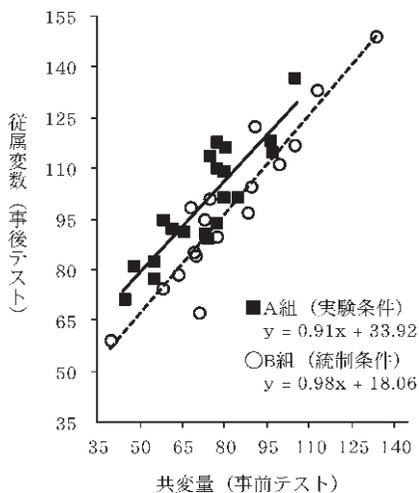


Figure 3 指導前後の分析 (3年生): 共分散分析における共変量 (事前テスト) と従属変数 (事後テスト) の二次元プロット図

られず ($t(36)=1.25, p=0.22$), 事前テスト得点と差得点の間に有意な相関もみられなかった ($r=-0.21, p=0.22$)。

経時的変化の分析 全期間を通したテスト得点の伸びの経時的変化を, 3年の2学級間で比較するために, 2群の線形混合モデルで分析を行った。固定効果として, 群の効果 (A組・B組), 時期の効果 (事前テスト1・2, 指導1-10, 事後テスト1・2) を, 変量効果として対象者のランダム切片効果⁴をモデルに投入した。事前テスト1を基準として, 各時期との得点差を変化量とし, その変化量の2群間の差を交互作用として検定した。その結果, 指導3日目から一貫して, 有意な交互作用が認められ, A組の方がB組より, 変化量が大きくなった状態が続いた (Figure 4, 指導3日目の変化量は, A組が13.70, B組が4.89。3日目以降, $df=460, t>2.2, p<.03$)。次に, 群毎の線形混合モデル分析を行うために, 固定効果として, 時期の効果 (事前テスト1・2, 指導1-10, 事後テスト1・2) を, 変量効果として対象者のランダム切片効果をモデルに投入した。その結果, 事前テスト1からの変化量が有意に大きくなったのは, B組では指導4日

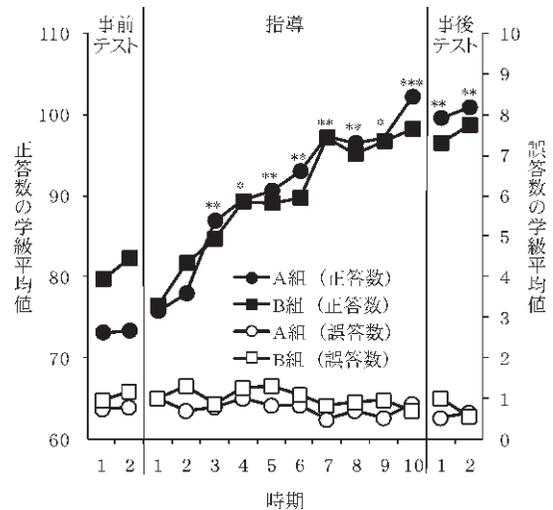


Figure 4 経時的変化の分析 (3年生): 2分間のタイムトライアルにおける正答数と誤答数

注) A組は実験条件, B組は統制条件。正答数と誤答数の各々で, 事前テスト1を基準として, 各時期との得点差を変化量とし, その変化量の2群間の差を交互作用として検定した。
* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

目だったが (変化量は9.50, $t(17)=3.65, p<.001$), A組では指導2日目だった (変化量は4.75, $t(19)=2.69, p<.01$)。

タイムトライアルにおける誤答数についても, 群毎に, 線形混合モデルで分析した。固定効果として, 時期の効果 (事前テスト1・2, 指導1-10, 事後テスト1・2) を, 変量効果として対象者のランダム切片効果をモデルに投入したが, どちらの群でも, 有意な変化量は確認されなかった (Figure 4)。

掛け算九九の流暢性: 4年生1学級の群内比較

まず, 全期間を通したテスト得点の伸びの経時的変化を調べるために, 事前テスト1からの変化量を, 線形混合モデルで分析した。固定効果として, 時期の効果 (事前テスト1・2, 指導1-10, 切替前テスト, 指導11-15, 事後テスト1・2) を, 変量効果として対象者のランダム切片効果⁴をモデルに投入した。その結果, 指導法を統制条件から実験条件に切り替えて2日目 (指導12) 以降は, 変化量が有意に大きい状態が, 一貫して保たれていたことが示された (Figure 5, 指導12における, 事前テスト1からの変化量は11.65。指導12以降, $df=673, t>4.5, p<.001$)。

次に, 統制条件から実験条件に切り替えた後の成績の伸びを調べるために, 統制条件下の最高値からの変化量を, 線形混合モデルで分析した。統制条件下の最高値は, 指導最終日の指導10であったため, 固定効

⁴ 理論的には, 変量効果として, ランダム切片・傾き効果をモデルに投入することもできる。本来は, ランダム切片モデルと, ランダム切片・傾きモデルの両方で分析を行い, 適合度 (AIC や BIC) を基に, 最適のモデルを選択すべきである。しかし, 本研究の10回前後に及ぶ反復測定データの場合, 変量効果に傾きを入れて分析すると, 計算が複雑になり, 解が得られなかった。そこで, ランダム切片モデルで分析を行った。

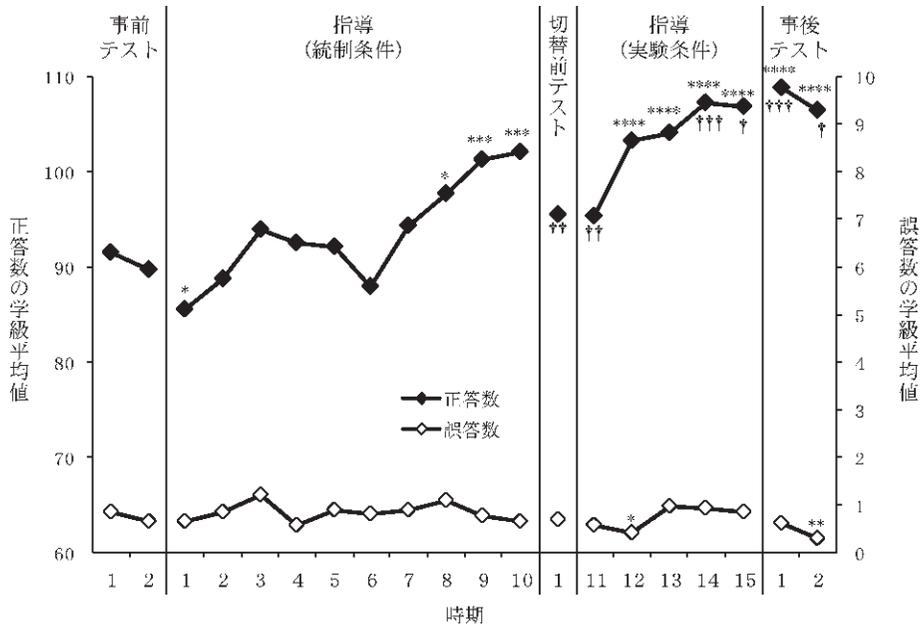


Figure 5 経時的変化の分析 (4年生)：2分間のタイムトライアルにおける正答数と誤答数

注1) 正答数と誤答数の各々で、事前テスト1を基準として、各時期(事前テスト2から事後テスト2までの19の時期)との得点差を変化量とし、変化量に差があるかを分析した。

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ **** $p < .0001$

注2) 正答数に関して、統制条件下の最高値(指導10)を基準として、各時期(切替前テストから事後テスト2までの8つの時期)との得点差を変化量とし、変化量に差があるかを分析した。

† $p < .05$ †† $p < .01$ ††† $p < .001$

果として、時期の効果(指導10、切替前テスト、指導11-15、事後テスト1・2)を、変量効果として対象者のランダム切片効果をモデルに投入した。その結果、実験条件による指導を開始して4日目と5日目(指導14・15)には、統制条件下の最高値からの変化量が有意に大きくなり、その状態は、実験条件を除去した後(事後テスト1・2)も保たれていたことが示された(Figure 5, 指導14における、指導10からの変化量は7.90。指導14以降, $df = 283$, $t > 2.2$, $p < .03$)。

誤答数についても線形混合モデルで分析を行った。固定効果として、時期の効果(事前テスト1・2、指導1-10、切替前テスト、指導11-15、事後テスト1・2)を、変量効果として対象者のランダム切片効果をモデルに投入した。その結果、実験条件の指導12と、事後テスト2において、有意な減少がみられた(Figure 5)。

社会的妥当性

3年と4年のいずれにおいても、社会的妥当性の得点に、天井効果や床効果⁵が認められるため、平均値の差を検定するよりも、得点の度数分布の差を検定した方が良いと考えられた(Table 1)。そこで、Fisher

の正確確率検定を用いて、各項目における得点の相対度数が、3年では群間で異なるか、4年では群内で(統制条件と実験条件で)異なるか、を分析した⁶。

3年生2学級の群間比較 各項目の得点分布を群間比較した結果、効果の認識を尋ねる項目①②と、負担感を尋ねる項目③において、有意差がみられた(Table 1)。受容感を尋ねる項目④では差はなかった。有意差がみられた項目①②では、いずれも、A組の方が、B組よりも、高得点側に分布が偏っており、A組の方が、指導の効果の認識が高かった(Figure 6)。一方、項目③では、どちらの組の負担感が大きいかな断定できるような分布ではなかった。どちらの組の分布も、評価が高低に分かれる二山分布の特徴を示していた。

4年生1学級の群内比較 各項目の得点分布を群内比較したが、有意差はみられなかった(Table 1)。

⁵ 平均+標準偏差>上限値である項目を天井効果、平均-標準偏差<下限値である項目を床効果とみなす。

⁶ 4年生の統制条件終了時のデータで1名に2項目(項目③と④)の欠損があったため、その2項目はその者を除いて分析した。他のデータには欠損はなかった。

Table 1 社会的妥当性を調べる4項目の記述統計量とFisher検定の結果

	3年生2学級の群間比較 ¹⁾								4年生1学級の群内比較 ²⁾							
	項目①		項目②		項目③		項目④		項目①		項目②		項目③		項目④	
	A組	B組	A組	B組	A組	B組	A組	B組	統制	実験	統制	実験	統制	実験	統制	実験
平均値	4.7	2.8	4.6	2.8	2.9	2.4	2.9	2.4	4.1	3.3	3.4	3.7	2.6	2.9	2.6	3.1
中央値	5.0	4.0	5.0	2.5	2.0	1.5	4.5	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	4.0	4.0
標準偏差	0.6	1.2	0.5	1.5	1.4	1.6	1.4	1.6	1.2	1.6	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6
四分位偏差	0.3	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.8	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	4.0
歪度	-1.6	-0.6	-0.2	0.2	0.3	0.4	-0.9	-0.1	-1.3	-0.8	-0.5	-0.5	0.5	0.0	-0.3	-0.2
Fisher検定	$p < .01$		$p < .001$		$p < .05$		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	

1) 「A組」は「実験条件に対する評価」を、「B組」は「統制条件に対する評価」を行っている。
 2) 「統制」は「統制条件に対する評価」を、「実験」は「実験条件に対する評価」を指す。

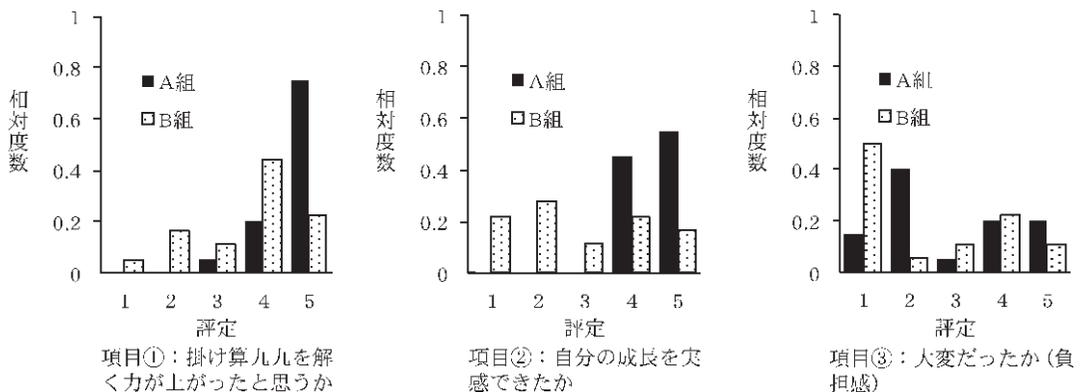


Figure 6 3年生の群間比較で有意差がみられた3項目 (Table 1を参照) の度数分布表

注) 項目①②は得点が高いほど、一方、項目③は得点が高いほど、その側面の社会的妥当性が高いことを示している。

流暢性の伸びと社会的妥当性の各得点の関連

最後に、指導による流暢性の伸びと、社会的妥当性の各得点との関連を調べる。流暢性の伸びを、各指導前後のテスト得点差とし、社会的妥当性の各得点との関連を、Spearmanの順位相関を用いて検定した。その結果、どちらの実験計画でも、実験条件においてのみ、流暢性の伸びと、項目②「自分の成長を実感できたか」得点の間に、有意な正の相関が認められた (Table 2)。それは、3年A組では中程度の正の相関であり ($\rho = .44, p < .05$)、4年C組では弱い正の相関であった ($\rho = .37, p < .05$)。また、3年A組では、流暢性の伸びと、項目④「またやりたい」得点の間にも、中程度の有意な正の相関が認められた ($\rho = .50, p < .05$)。一方、統制条件では、どの項目においても、流暢性の伸びとの間に有意な相関は認められなかった。

Table 2 指導による流暢性の伸びと社会的妥当性の各得点の間のSpearmanの順位相関係数

学級	指導条件	項目			
		①	②	③	④
3年A組	実験条件	0.16	0.44*	0.14	0.50*
3年B組	統制条件	0.38	-0.03	0.10	-0.00
4年C組	統制条件	-0.10	0.14	-0.12	0.15
	実験条件	0.26	0.37*	-0.12	0.19

注) 項目②は「自分の成長を実感できたか」、項目④は「またやりたいか」である。

* $p < .05$

考 察

本研究の理論的意義

2つの実験計画における統計的検定の結果は、本研究の仮説「タイムトライアルに目標設定と成績のグラフ化を組み合わせた指導 (実験条件) は、タイムトライアルによる指導 (統制条件) よりも、掛け算九九の流暢

性の形成に寄与する」を支持するものであった。つまり、3年の群間比較では、実験条件の方が、統制条件よりも、指導終了後の成績が有意に高かった。また、指導期間中を含めた経時的変化を、事前テスト1からの変化量を指標に分析すると、指導3日目からは、一貫して、実験条件の方が、統制条件よりも、変化量が有意に大きい状態が続いた。一方、4年の群内比較では、実験条件下の成績は、事前テスト1と比べても、統制条件下の最高値と比べても、有意に高い状態で保たれていた。先行研究では、実験条件が統制条件よりも効果が高いことを示す間接的な証拠は複数得られていたが (e.g., Coddling et al., 2009), 直接的な証拠は十分に得られていなかった (Figarola et al., 2008)。計算スキルの流暢性研究における目標設定と成績のグラフ化の効果は、本研究によって実証されたと言える。

目標設定と成績のグラフ化が効果を持つのは、その個人の中で、自身の目標に対する進歩の過程を評価する心理過程が発現するからだと考えられてきた (e.g., Fuchs et al., 1991)。これまでの研究では、それを裏付けるエピソード (例：児童が、目標達成を喜んだり、未達成を悔しがったりしていた) が多数報告されてきた (e.g., Farrell & McDougall, 2008)。一方、本研究では、そのことを裏付ける数量的な証拠を得ることができた。つまり、3年と4年のどちらの実験計画でも、実験条件においてのみ、流暢性の伸びと、指導を通した成長の実感の度合いの間に、有意な正の相関がみられた (Table 2)。相関係数は大きくなかったものの、統制条件ではその関連がみられなかったことを踏まえると、この結果は、目標設定と成績のグラフ化が、児童に自分の進歩の過程を正確に評価させる道具として機能していたことを示すものとして解釈できる。

なお、本研究では、児童の自己評価に関する文献 (Brophy, 2004 中谷監訳 2011) の指摘 (教室の中には、評価をするように促してくれる人が必要な者もある) を踏まえて、児童が目標設定と成績のグラフ化を実施する際、児童に対して、自身の進歩の評価を促す働きかけを行った。この働きかけは、児童の自己評価を促進し、成績を向上させることに寄与したと考えられる。先行研究では、目標設定と成績のグラフ化を実施する過程における教師の働きかけの詳細、とりわけ、教師が、評価の促しを行っていたのか否かを特定できる記述がなされていない。よって、ここでは、評価の促しが、本研究に特異なものなのかを議論することが難しい。例えば、先行研究においても、それが意図的か否かはさておき、教師による声かけ (「グラフの推移を確認してね」) 等の方

法で、評価の促しが行われていた可能性も考えられる。今後、評価の促しの有無や、評価の促し方 (声かけなのか、コメントなのか) によって結果が異なるか、また、どのようなタイプの児童で評価の促しが必要なのか、等を検討する必要がある。

本研究から導かれる実践的な示唆

目標設定と成績のグラフ化を児童自身にやらせることは、彼らの自立や主体性の促進、指導者の負担軽減に繋がる (e.g., Briesch & Chafouleas, 2009)。本研究では、目標設定については、Gross et al. (2014) の結果を踏まえて、自由に自分の目標を設定させるのではなく、ルールに基づいて自分の目標を設定させるようにした。個別指導や少人数指導では、教師がその場で目標の適切さに関するフィードバックを返すことが可能なため、自由に自分の目標を設定させる方法でも成功する (霜田・井澤, 2005)。だが、Gross et al. (2014) や本研究のような、学級規模での指導の場合は、教師が、その場でフィードバックを返すのは難しいと思われる。それを考慮すると、特定のルールを基に自分の目標を設定させる方法が、より現実的かもしれない。

本研究では、教材準備の都合上、3年のレベルに合わせる形で標的スキルを選んだ。4年の統制条件の結果と (Figure 5)、3年の統制条件の結果 (Figure 4) を見比べると、同じ条件であるにもかかわらず、4年では得点の停滞がみられ、事前テストからの変化量が有意になるまでに3年の2倍の日数 (8日) を要したことがわかる。遂行レベルの低下は、課題の難易度にも影響を受ける (Schunk & Zimmerman, 2007 塚野編訳 2009) ことを踏まえると、掛け算九九が、4年にとっては易し過ぎた可能性がある。今後の実践では、Coddling et al. (2009) のように、当該の学年までに学習した全計算スキルを対象にアセスメントを行い、ニーズの高いものを選ぶ、等の工夫が必要である。

だが、その一方で、4年の結果は、仮に学習への動機づけが十分に高まっていない状況であっても、目標設定と成績のグラフ化を導入することで、成績が向上し安定することを示している。指導終了後に、C学級の担任に、指導中の児童の様子を尋ねたところ、「始めの指導 (統制条件) では、教師に言われたから取り組むという雰囲気だったが、後の指導 (実験条件) では、1人1人が自分の目標をクリアするために取り組むという雰囲気変わった」と答えていた。このような、実験条件期間中の児童の様子については、3年A組の担任も、ほぼ同じような内容を話していた。目標設定と成績のグラフ化により、学習に対する動機づけが高

まり、成績の向上と安定が図られたのかもしれない。

本研究では、流暢性を形成するための指導は、毎日行われる算数の授業の冒頭を実施した。各担任に、指導の負担感を尋ねたが、どの教師も、日々の授業時間を数分、犠牲にする負担感よりも、当該の指導が、授業中の児童の態度や行動に及ぼすポジティブな効果の方が大きかったと答えていた。例えば、集中して課題に取り組む児童や、発言する児童が増える、等の変化が起きていたという。このエピソードは、計算スキルの流暢性の形成が、算数の授業に対する不安の軽減に繋がるという指摘 (Cates & Rhymer, 2003) とも整合しているように思える。児童が、算数の学習に能動的に取り組む、数学スキルを熟達させるためには、計算スキルの流暢性を十分に高める必要がある (Haring & Eaton, 1978)。本研究は、その上で、目標設定と成績のグラフ化が有望であることを示している。

本研究の限界点と今後の展望

第1に、本研究の結果は、対象は小学3年と4年、標的スキルは掛け算九九という限られた条件の下で得られた。今後は、標本サイズを大きくし、対象と標的スキルの範囲も広げた上で、目標設定と成績のグラフ化の効果を検証する必要がある。第2に、本研究では、標的スキルの維持と、汎化に関する検討を行っていない。この点の検討も必要である。第3に、社会的妥当性に関しては、3年と4年で、結果が一貫していない。つまり、指導の効果の認識 (項目①②) では、3年では、実験条件の方が、指導の効果を高く認識していたが、4年では、各条件の評価間に差がなかった。今回の標的スキルが4年にとって易し過ぎたと仮定すると、実験条件による指導によって、成績の面では向上と安定が図られたものの、彼らの認識の面では、そのスキルが向上することの価値を十分に感じとれなかった可能性もある。今後、標的スキルの選定方法を工夫し、再調査する必要がある。第4に、目標設定と成績のグラフ化は、計算スキルの流暢性研究以外の領域では、どちらかを単独で実施するよりも、両者を組み合わせて実施した方が効果が高いことが確認されている (e.g., Becker, 1978; Moore et al., 2001)。本指導法を推奨していく上では、計算スキルの流暢性研究においても、同様の結果が得られるのかを確認しておく必要がある。第5に、本研究では、指導手続きのうち、教材作成や採点等の業務は、第1著者が行った。本来は、担任が1人で実施できる手続きである方が望ましい。この点に関しては、Duhon, House, Hastings, Poncy, & Solomon (2015) のように、ICT 機器を利用することが有

望かもしれない。また、百ます計算の教材 (陰山, 2002) には、問題の解答と、毎回の結果を描くグラフが添えられている。これを利用し、児童に自己採点させる方法をとれば、少ない負担で、目標設定と成績のグラフ化を併用した指導を導入できる可能性がある。後続の研究には、教師が、通常の指導で、手軽に実施でき、かつ、効果も高い指導法の提案に繋がる知見を提出することが求められる。

引用文献

- Becker, L. J. (1978). Joint effect of feedback and goal setting on performance: A field study of residential energy conservation. *Journal of Applied Psychology, 63*, 428-433. doi: 10.1037/0021-9010.63.4.428
- Briesch, A. M., & Chafouleas, S. M. (2009). Review and analysis of literature on self-management interventions to promote appropriate classroom behaviors (1988-2008). *School Psychology Quarterly, 24*, 106-118. doi: 10.1037/a0016159
- Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn* (2nd ed.). London: Routledge. (プロフィ, J. 中谷素之 (監訳) (2011). やる気をひき出す教師—学習動機づけの心理学 金子書房)
- Burns, M. K., VanDerHeyden, A. M., & Jiban, C. L. (2006). Assessing the instructional level for mathematics: A comparison of methods. *School Psychology Review, 35*, 401-418.
- Canobi, K. H. (2009). Concept-procedure interactions in children's addition and subtraction. *Journal of Experimental Child Psychology, 102*, 131-149. doi: 10.1016/j.jecp.2008.07.008
- Cates, G. L., & Rhymer, K. N. (2003). Examining the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance: An instructional hierarchy perspective. *Journal of Behavioral Education, 12*, 23-34. doi: 10.1023/A:1022318321416
- Codding, R. S., Chan-Iannetta, L., & Palmer, M., & Lukito, G. (2009). Examining a classwide application of cover-copy-compare with and without goal setting to enhance mathematics fluency. *School Psychology Quarterly, 24*, 173-185. doi: 10.1037/a0017192
- Cooper, J. O., Heron, T., & Heward, W. L. (2007).

- Applied behavior Analysis* (2nd ed.). New York: Pearson. (クーパー, J. O., ヘロン, T., & ヒューワード, W. H. 中野良顯 (訳) (2013). 応用行動分析学 明石書店)
- Duhon, G. J., House, S., Hastings, K., Poncy, B., & Solomon, B. (2015). Adding immediate feedback to explicit timing: An option for enhancing treatment intensity to improve mathematics fluency. *Journal of Behavioral Education, 24*, 74-87. doi: 10.1007/s10864-014-9203-y
- Farrell, A. & McDougall, D. (2008). Self-monitoring of pace to improve math fluency of high school students with disabilities. *Behavior Analysis in Practice, 1*, 26-35.
- Figarola, P. M., Gunter, P. L., Reffel, J. M., Worth, S. R., Hummel, J., & Gerber, B. L. (2008). Effects of self-graphing and goal setting on the math fact fluency of students with disabilities. *Behavior Analysis in Practice, 1*, 36-41.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hamlett, C. L., & Whinnery, K. (1991). Effects of goal line feedback on level, slope, and stability of performance within curriculum-based measurement. *Learning Disabilities Research & Practice, 6*, 66-74.
- Gertsen, R. & Chard, D. (1999). Number sense rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of Special Education, 33*, 18-28.
- Gross, T. J., Duhon, G. J., Hansen, B., Rowland, J. E., Schutte, G., & Williams, J. (2014). The effect of goal-line presentation and goal selection on first-grader subtraction fluency. *The Journal of Experimental Education, 82*, 555-571. doi: 10.1080/00220973.2013.813369
- Haring, N. G., & Eaton, M. D. (1978). Systematic instructional procedures: An instructional hierarchy. In N. G. Haring, T. C. Lovitt, M. D. Eaton, & C. L. Hansen (Eds.), *The fourth R: Research in the classroom* (pp.97-118). Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Howell, K. W., & Lorson-Howell, K. A. (1990). What's the hurry? Fluency in the classroom. *Teaching Exceptional Children, 22*, 20-23.
- 陰山英男 (2002). 陰山メソッド—徹底反復「百ます計算」小学館
- 栗田佳代子 (1999). 学級を単位としたサンプリングにおける観測値の非独立性の問題 日本教育心理学会第41回総会発表論文集, 33-34.
- Moore, D. W., Prebble, S., Robertson, J., Waetford, R., & Anderson, A. (2001). Self-recording with goal setting: A self-management programme for the classroom. *Educational Psychology, 21*, 255-265.
- National Council of Teachers of Mathematics. (全米数学教師協議会) (2006). Curriculum focal points for mathematics in prekindergarten through eighth grades. Retrieved from <https://www2.bc.edu/solomon-friedberg/mt190/nctm-focal-points.pdf> (2014年5月22日)
- National Mathematics Advisory Panel. (全米数学審議会) (2008). Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel. Retrieved from <https://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf> (2014年5月22日)
- 野田 航・松見淳子 (2014). 小学2年生の掛け算スキルの流暢性の向上を目指した応用行動分析的指導の効果—Cover-Copy-Compareの応用 特殊教育学研究, 52, 287-296. doi: 10.6033/tokkyou.52.287
- Poncy, B. C., Duhon, G. J., Lee, S. B., & Key, A. (2010). Evaluation of techniques to promote generalization with basic math fact skills. *Journal of Behavioral Education, 19*, 76-92. doi: 10.1007/s10864-010-9101-x
- Rhymer, K. N., Skinner, C. H., Henington, C., D'Reaux, R. A., & Sims, S. P. (1998). Effects of explicit timing on mathematics problem completion rates in African-American third-grade elementary students. *Journal of Applied Behavior Analysis, 31*, 673-677. doi: 10.1901/jaba.1998.31-673
- 佐藤 寛・今城知子・戸ヶ崎泰子・石川信一・佐藤容子・佐藤正二 (2009). 児童の抑うつ症状に対する学級規模の認知行動療法プログラムの有効性 教育心理学研究, 57, 111-123. doi: 10.5926/jjep.57.111
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications*. London: Routledge. (シャンク, D. H., & ジーマーマン, B. J. 塚野州一 (編訳) (2009). 自己調整学習と動機づけ 北大路

- 書房)
- Schunk, D. L., & Swartz, C. W. (1993). Goals and progress feedback: Effects on self-efficacy and writing achievement. *Contemporary Educational Psychology, 18*, 337-354. doi: 10.1006/ceps.1993.1024
- 清水裕士 (2014). 個人と集団のマルチレベル分析 ナカニシヤ出版
- 霜田浩信・井澤信三 (2005). 養護学校「作業学習」における知的障害児による目標設定・自己評価とその効果 特殊教育学研究, 43, 109-117.
- 多賀谷智子・佐々木和義 (2008). 小学4年生の学級における機会利用型社会的スキル訓練 教育心理学研究, 56, 426-439. doi: 10.5926/jjep.1953.56.3_426
- 高橋行雄・大橋靖雄・芳賀敏郎 (1989). 共分散分析 竹内 啓 (監) SASによる実験データの解析 (pp. 111-127) 東京大学出版会
- Thronsdén, L. (2011). Self-regulated learning of basic arithmetic skills: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology, 81*, 558-578. doi: 10.1348/2044-8279.002008
- 吉田寿夫 (2006). 研究法についての学習と教育のあり方について思うこと, あれこれ 吉田寿夫 (編) 心理学研究法の新しいかたち (pp. 244-270) 誠信書房

付 記

研究にご協力下さった小学校の先生方と子どもたちに心より感謝致します。また、研究構想を練る段階で多くの議論を重ねて下さった綿巻徹先生 (元長崎大学教授), 論文審査の過程で有益なご意見を下さった3名の査読者の先生に、深く御礼申し上げます。

(2015.9.29 受稿, '16.11.12 受理)

Effects of Goal-Setting and Self-Graphing on Math Fluency: Class-Wide Instruction in the Third and Fourth Grades

TAKAYA ONOUE (UNIVERSITY OF MIYAZAKI), YUTAKA IGUCHI (LABORATORY OF BIOLOGY) AND SHUNICHI MARUNO (KYUSHU UNIVERSITY)

JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 2017, 65, 132-144

The present study focused on a method of instruction that combined goal setting and self-graphing in time trials (test condition) to build math fluency in multiplication. The effects of this method were compared to the effects of instruction using only time trials (control condition). The experimental designs used were (a) a control group comparison, in which the participants were 3rd-graders from 2 classes, and (b) a changing criterion design, in which the participants were 4th-graders in 1 class. The target math skill was knowing the multiplication tables; the dependent variable was the number of correct answers in a 2-minute time trial. Analysis of the results for both designs indicated greater effects of the intervention in the test condition than in the control condition. Specifically, in the control group comparison, the results of an analysis of covariance showed that the scores on the post-instruction test were significantly higher in the test group than in the control group. In the changing criterion design, a linear mixed modeling analysis of the difference between the test condition scores and the maximum scores of the students in the control condition showed that the students' results in the test condition were significantly higher than the maximum scores of the students in the control condition. Spearman's rank correlation was used to test the relationship between the social validity of each student's test score and that student's increase in math fluency, defined as the difference between the student's pre- and post-instruction scores on a test of the multiplication tables. A significant positive correlation was found only in the test condition between the increase in math fluency and scores for the statement, "I could feel that I had made progress."

Key Words: math fluency, goal-setting, self-graphing, class-wide instruction, social validity