

関西学院大学審査 博士学位論文

小学生の学業スキルの流暢性に関する実証研究  
-学習指導における行動分析学的アプローチ-

関西学院大学大学院文学研究科

野田 航

## 要旨

本博士論文は、小学生の計算スキル指導において、行動分析学に基づく流暢性のアセスメントと指導の有効性を実証的に検討したものである。

現在、日本の学校の通常学級には多様な背景 (e.g., 家庭的背景、文化的背景、発達障害) を持つ子ども達が在籍するようになってきており、学習面で特別な教育的ニーズをもつ子どもが増加するとともに学力の個人差が拡大している。このような多様性を見せる通常学級において、学力の低い子どもも含め全ての子ども達の学習を促進し、学力を確実に定着させるためには、個々の子どもに焦点をあてたアセスメントと指導を行うこと、科学的なエビデンスに基づいた教育実践を行うことが必要である。行動分析学に基づくアプローチはこの2点を備えており、その中でも流暢性指導が欧米を中心に実践および研究されている。流暢性とは、「有能なパフォーマンスを特徴づけるような正確さと速さの組み合わせ」と定義され (Binder, 1996)、流暢性指導では具体的な学業スキルを対象とし、そのスキルの正確性に加えて流暢性も高めるように指導を行う。本博士論文では、小学校の通常学級に在籍する児童の計算スキルを対象として、行動分析学に基づく流暢性指導に関する実証研究を行った。本研究の目的は、計算スキル指導において流暢性を指標とすることの重要性を実証的に検討し、計算スキルの流暢性を向上させる具体的な指導方法を検討することであった。博士論文は4つの章から構成されており、第I章では日本の学校における学力に関する問題について述べた後、行動分析学による学習指導の捉え方についてまとめ、学業スキルの流暢性に関する先行研究の知見と流暢性指導を用いた教育実践について概観した。第II章では、小学生の計算スキルの流暢性に関するアセスメント研究を実施し、学習指導において流暢性を指標とすることの重要性を検討した。第III章では、小学生の計算スキルの流暢性を向上させるために

個別指導および学級単位の指導を行い、その効果を検証した。最後に、第IV章では博士論文研究に残された課題と今後の展望について考察した。

第II章の研究1と2では、公立小学校の通常学級1年生から6年生の児童の計算スキルを対象としたアセスメント研究を実施した。児童の要素的計算スキル(1桁の計算問題を解くスキル)と複合的計算スキル(2桁以上の計算問題を解くスキル)の正確性と流暢性をアセスメントし、その関連性を検討した。さらに、要素的計算スキルから算数学力を予測できるかどうかも検討した。結果、正確性の指標では、児童の要素的計算スキルの習熟度の違いを正確に把握できないが、流暢性の指標を用いれば正確に把握できることが明らかになった。また、要素的計算スキルの流暢性と複合的計算スキルに強い関連が見られ、要素的計算スキルの流暢性は一貫して算数学力を予測できることが明らかとなった。

第III章の研究3から研究5では、個別指導場面において計算スキルの正確性と流暢性を向上させるための一事例実験デザインを用いた指導研究を実施した。研究3では掛け算スキルと割り算スキル、研究4では掛け算スキル、研究5では足し算スキルと引き算スキルを対象とした研究を実施し、指導の効果を実証した。研究6では、研究3から研究5で効果が実証された指導法と流暢性のアセスメントを、教員と協働で掛け算の授業カリキュラムに取り入れるための実践研究を実施した。流暢性を含めた継続的なアセスメントと、アセスメント結果に基づく段階的な指導を実施したところ、児童の掛け算スキルの正確性と流暢性を向上させることができた。

以上の6つの研究を通して、計算スキルの流暢性を指標とすることの重要性を実証し、計算スキルの流暢性を向上させるための効果的な指導方法を明らかにすることができた。本博士論文研究で得られた知見は、全ての児童の確実な学力を育むための学校教育システムの構築に活用されることが期待される。



第Ⅲ章	計算スキルの指導研究	59
Ⅲ-1	研究3 要素・複合分析に基づく割り算スキルの指導の効果	61
	Ⅲ-1-(1) 研究3 序	61
	Ⅲ-1-(2) 研究3 方法	62
	Ⅲ-1-(3) 研究3 結果	69
	Ⅲ-1-(4) 研究3 考察	72
Ⅲ-2	研究4 掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす行動的指導法の効果	75
	Ⅲ-2-(1) 研究4 序	75
	Ⅲ-2-(2) 研究4 方法	77
	Ⅲ-2-(3) 研究4 結果	85
	Ⅲ-2-(4) 研究4 考察	88
Ⅲ-3	研究5 行動的指導法を用いたFact Familyに基づく足し算スキルと引き算スキルの指導の効果	91
	Ⅲ-3-(1) 研究5 序	91
	Ⅲ-3-(2) 研究5 方法	92
	Ⅲ-3-(3) 研究5 結果	101
	Ⅲ-3-(4) 研究5 考察	105
Ⅲ-4	研究6 掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす学級単位の段階的指導効果の実践的検討	107
	Ⅲ-4-(1) 研究6 序	107
	Ⅲ-4-(2) 研究6 方法	108
	Ⅲ-4-(3) 研究6 結果	113
	Ⅲ-4-(4) 研究6 考察	121
第Ⅳ章	総合論議	125
Ⅳ-1	博士論文研究のまとめ	125
	Ⅳ-1-(1) 計算スキルのアセスメント研究のまとめ	125
	Ⅳ-1-(2) 計算スキルの指導研究のまとめ	126
Ⅳ-2	博士論文研究から得られた知見	128
Ⅳ-3	問題点と今後の展望	130
	Ⅳ-3-(1) 本博士論文研究に残された課題	130
	Ⅳ-3-(2) 今後の研究課題	131
Ⅳ-4	結論	134

引用文献

附録	Appendix 2-1-1	計算スキルのアセスメントシート
	Appendix 2-1-2	数字を書くスキルと要素的計算スキルの流暢性（正答数）に関する単回帰分析
	Appendix 2-1-3	学年別要素的引き算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-1-4	学年別要素的掛け算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-1-5	学年別要素的割り算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-1-6	要素的引き算スキルと算数NRT得点の散布図
	Appendix 2-1-7	要素的掛け算スキルと算数NRT得点の散布図
	Appendix 2-1-8	要素的割り算スキルと算数NRT得点の散布図
	Appendix 2-1-9	1年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-1-10	2年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-1-11	3年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-1-12	4年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-1-13	5年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-1-14	6年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-1	数字を書くスキルと要素的計算スキルの流暢性（正答数）に関する単回帰分析
	Appendix 2-2-2	学年別要素的足し算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-2-3	学年別要素的引き算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-2-4	学年別要素的掛け算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-2-5	学年別要素的割り算スキルの流暢性の個人差
	Appendix 2-2-6	1年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-7	2年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-8	3年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-9	4年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-10	5年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 2-2-11	6年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析
	Appendix 3-1-1	正確性アセスメント用ワークシート
	Appendix 3-1-2	流暢性アセスメント用ワークシート
	Appendix 3-3-1	Fact Familyの指導スクリプト

# 第 I 章 序論

## I -1 はじめに

「教育」は文化における最も重要な活動の一つであるといえるが、「子どもはどのように学習するか (するべきか)」という問いは、教育における中心的な課題であり、教育学や心理学を中心に検討されてきた。例えば、教育学においては、「子どもの発見者」とも呼ばれるルソー (Rousseau, J. J.)、ルソーの影響を受けて全てを貧しい人たちの教育に捧げたペスタロッチ (Pestalozzi, J. H.)、「幼児教育の父」と呼ばれたフレーベル (Fröbel, F. W.)、科学的教育学を確立させたヘルバルト (Herbart, J. F.)、プラグマティズム哲学を持ち機能主義心理学にも貢献したデューイ (Dewey, J.) などの教育思想家や研究者達がそれぞれの教育思想を主張し、現代の教育実践に影響を及ぼしている。一方、心理学、特に学習心理学から教育界へ貢献してきた人物としては、「教育測定運動の父」と呼ばれ、「効果の法則 (law of effect)」を提唱した Thorndike (1911)、行動分析学の立場からプログラム学習を提唱した Skinner (1968)、発見学習を提唱した Bruner (1961)、完全習得学習を提唱した Bloom (1968)、有意味受容学習を提唱した Ausubel (1963) などが挙げられる。この中でも、Skinner の行動分析学に基づくアプローチは、子ども達の学習を促進するという教育目標に対して欧米を中心に効果をあげており (e.g., Engelmann & Carnine, 1982; Keller, 1969; Lindsley, 1992)、エビデンスに基づく実践 (evidence-based practice) として教育実践および研究が行われている。

エビデンスに基づく実践とは、客観的に効果が実証された技法や指導法を用いた実践活動を行うことであり、「学校における教育実践は、本当に効果的で効率的なのか」という疑問に対する説明責任 (accountability) を果たすために、

学校現場におけるエビデンスに基づく教育実践が奨励されるようになってきている (Moran, 2004)。米国ではこのような動きを受け、2001年に「落ちこぼれを作らないための初等中等教育法 (No Child Left Behind Act of 2001)」が制定され、教育実践は子どもたちの学習に及ぼす測定可能な効果 (measurable effect) を示さなければならないということが法律で定められている。米国の教育場面では、科学的に効果が実証されているアプローチとして行動分析学に基づく流暢性指導 (fluency-based instruction) が劇的な効果をあげている (Binder, 1996)。流暢性指導では、指導する学業スキルを具体的に定義し、そのスキルを流暢に (正確かつ速く) 実行できるように指導を行う。流暢性指導は、子どもたちの学業達成に課題を抱える米国を中心として効果が示されている (e.g., Beck & Clement, 1991; Johnson & Street, 2004)。

日本の教育界においても、2005年の中央教育審議会の義務教育特別部会において荻谷剛彦委員からエビデンスに基づく議論が提唱され、実践活動におけるエビデンスの重要性が広く知られるようになってきており、学校場面においてエビデンスに基づく効果的な教育実践が求められている。そのような状況において、日本の学校場面においてもエビデンスに基づく行動分析的アプローチによる実践が行われるようになってきており、授業妨害行動や攻撃行動、授業準備行動、学習時の姿勢など学校場面で問題となる行動を対象として研究が行われている (e.g., 道城・松見・井上, 2004; Noda & Tanaka-Matsumi, 2009; 野口・加藤, 2004; 野呂・藤村, 2002; 大対・野田・横山・松見, 2005; 田中・鈴木・嶋崎・松見, 2010)。しかし、学校教育の中心的課題でもある学業スキルの指導に関する研究は少ないことが指摘されており (道城・野田・山王丸, 2008)、今後日本の学校場面における一斉指導や個別指導への行動分析学の応用が求められている (武藤, 2007)。流暢性指導に関する研究も、筆者を中心に行われている (e.g., 野田・松見, 2006; 野田・松見, 2010a)、その数は少なくさらなる研究

が必要である。本博士論文では、これまでの流暢性指導の研究知見を適用させやすいと考えられる計算スキルに焦点をあて、日本の計算スキル学習における流暢性の重要性を検討し、学校現場において流暢性指導を用いた計算スキル向上のための実践研究を行った。

## I -2 日本の学校場面における課題

### I -2-(1) 通常学級における特別な教育的ニーズへの対応

現在、日本の学校の通常学級には行動面や学習面、対人面で教育的ニーズを有する児童が在籍している。2005年に公表された中央教育審議会の「特別支援教育を推進するための制度の在り方について（答申）」では、通常学級に在籍する学習障害等の児童生徒に対する適切な指導および支援が喫緊の課題であることが指摘され（文部科学省, 2005）、2007年4月には、学校教育法の一部改正を受けて特別支援教育が本格的に実施されるようになった。各自治体では、特別支援教育体制を推進するための様々な先進的な取り組みが実施されている（e.g., 松見・道城, 2004; 中尾, 2009; 柘植・阿部, 2007; 柘植・中尾, 2008）。これまでの「特殊教育（special education）」から「特別支援教育（special needs education）」への転換は、従来の障害種に加え、通常学級に在籍する特別な教育的ニーズを有する子どもへの支援に名実ともに着手することの現れであるといえる（海津・田沼・平木・伊藤・Vaughn, 2008）。さらに、近年の日本の学校教育では、特別な教育的ニーズを有する子どもへの効果的な支援の追求が通常学級における教育にまで及んでおり、効果的な教育実践を通常学級内で行うことが強調されるようになってきている（e.g., 安達, 2009; 花熊, 2008; 武藤, 2007）。

## I -2-(2) 日本における学力問題

児童生徒が抱える特別な教育的ニーズの中でも、学習面のニーズを満たすことは、学校教育において中心的な課題である。文部科学省が公立小中学校の教員に対して行った「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する全国実態調査」では、学習面で著しい困難を示す児童生徒が通常学級に4.5%いるということが報告されている(文部科学省, 2003)。また、全国学習障害児・者親の会連絡会(1991)が行った学習障害児に対するアンケート調査( $N = 1020$ )では、「学校での学習でなんとか理解できている」と回答したのは小学生で32%、中学生で23%、「理解が難しい」と回答したのは小学生で56%、中学生で67%であったと報告されている。また、1980年代に行われた日本、中国、米国の小学生1年生と5年生を対象とした学業成績の比較研究(e.g., Stevenson, Lee, Stigler, 1986; Stevenson, Lee, Chen, Stigler, Hsu, & Kitamura, 1990; Stigler, Lee, Stevenson, 1987)では、日本の学業成績は高い水準にあることが示されていたが、近年の国際比較研究や荻谷らの研究グループによる調査結果等において学力低下および学力格差の拡大(成績下位者の得点の低下)が指摘されている(国立教育政策研究所, 2007; 荻谷・志水・清水・諸田, 2002a, 2002b; 村山, 2006)。そこで以下では、現在の日本の児童生徒の学力低下や学力格差に関して、どのようなデータが収集され・どのような分析がなされているのかについて、算数に焦点をあてて述べる。

### ① 学力低下

荻谷らの研究グループが関西圏と関東圏で実施した調査(以下、それぞれ関西調査、関東調査とする)では、学力低下を示すデータが提出されている。関西調査は、大阪大学を中心とする研究グループが1989年に行った調査に基づい

て、同一の対象校でほぼ同一の問題を用いて 2001 年に再度調査を実施したものである。対象者は小学 5 年生 ( $n = 2227$ ) と中学 2 年生 ( $n = 3021$ ) であり、算数・数学と国語に関する調査であった。関東調査は、1982 年に国立教育研究所(現国立教育政策研究所)が実施した算数・国語の学力調査(天野・黒須, 1992)とほぼ同じ問題を用いて、同一の対象校で 2002 年に行った調査であり、対象者は小学 1 年生から 6 年生 ( $N = 6228$ ) であった。関東調査では、全学年の児童に共通の問題を出題することで、どの学年のどのような問題で学力の遅れが生じているのかを把握できるという特徴がある。

関西調査を分析した研究としては、荻谷ら(2002a)がある。この研究では、テスト結果を 100 点満点換算し、その平均点を 1989 年と 2001 年で比較したところ、小学校算数では 80.6 点から 68.3 点、中学校数学では 69.6 点から 63.9 点へと低下していることが明らかとなった。また、「数と計算」「量と測定」「図形」「数量関係」の領域別に分析してみると、全ての領域で得点の低下が見られていた。関西調査で用いられた学力テストは、基本的な学習事項の理解度を把握するために作成されたものであり、学校で学習する基本的な事項の理解度が低下していることが示された。荻谷ら(2002a)はこれらの学力低下に影響している要因として、通塾率や基本的生活習慣、家庭環境などを挙げている。

関東調査を分析した研究としては、耳塚(2004)がある。この研究では、当該学年までの問題に対する平均正答率は、1982 年の 84.4%から 2002 年の 77.2%に低下していることが明らかにされている。さらに、6 年生の結果を「量と測定」「計算」「図形」「数量関係」という領域別に分析してみると、領域全体としては 84.5%の問題について正答率が低下していること、全ての領域において低下が見られるが、相対的には「量と測定」「図形」の領域は正答率の低下の程度が低く、「計算」「数量関係」では低下の程度が相対的に高いことが明らかとなっている。耳塚(2004)は、学力低下の背景要因として学校要因を挙げ、特に

教育内容それ自体の変化 (e.g., 教育内容の削減) について言及している。また、関西調査と関東調査の結果からは、学力低下だけでなく学力格差に関するデータも分析されている。

## ②学力格差

関西調査の結果を分析した荻谷ら (2002a) では、学力格差についても検討している。算数・数学の平均点を 10 点きざみでグループ化して分布を見てみると、小学校算数では 1989 年よりも 2001 年の方が低得点方向に分布の偏りが推移していた。また、中学校数学では 80 点台と 30 点台のところにピークがある、いわゆる「ふたコブらくだ現象 (荻谷ら, 2002a)」が生じていることが明らかとなった。つまり、「子ども達の学力が全般的に低下している」のではなく、「できる子とできない子の格差が拡大している」という状況が示される結果となった。

関東調査の結果を分析した研究としては、諸田 (2004) がある。諸田 (2004) では、学力格差の問題を「学習遅滞」と「学習速進」という観点から分析している。ここでの「学習遅滞」とは「ある学年の児童が得た得点が、1 学年下の児童の平均得点を下回る場合」であり、「学習速進」は「ある学年の児童が得た得点が、1 学年上の児童の平均得点を上回る場合」である。関東調査では、全学年の児童に共通の問題を出題していることからこのような分析が可能となる。分析の結果、学習遅滞の発生率は高学年ほど高いことが明らかとなり、高学年ほど基礎的学習内容が定着しない子どもが蓄積的に増加していることが示された。また、学習遅滞発生率は全ての学年で 1982 年よりも 2002 年の方が高くかつ平均正答率が低下していること、学習速進発生率は大きな変化は見られないこと、学習遅滞グループと学習速進グループの平均正答率の差が 1982 年より 2002 年の方が大きくなっていることが明らかとなった。また、学習遅滞グループと非学習遅滞グループとの比較において、すでに 1 年生の問題において格差

が発生していることが示されている。さらに諸田 (2004) は、学習遅滞が生起する教育内容の分析を通じて、計算など一定量の繰り返しの訓練を通じて獲得する基礎的なスキルやより単純な思考過程ではなく、より複雑な思考過程の介在を必要とする内容や算数の概念の意味理解において「遅滞」が発生しやすいのではないかと述べている。

2000年には32か国、2003年には41か国、2006年には57か国の中学3年生が参加した、経済協力開発機構 (OECD) による生徒の学習到達度調査 (Programme for International Student Assessment; PISA) においても、得点の格差の拡大 (成績下位者の得点の低下) が明らかとなっている (石井, 2008; 国立教育政策研究所, 2007; 村山, 2006)。PISA は、義務教育修了段階の15歳児が持っている知識や技能を、実生活の様々な場面で直面する課題にどの程度活用できるかどうかを評価するものであり、特定の学校カリキュラムがどれだけ習得されているかをみるものではない、という特徴がある (国立教育政策研究所, 2007)。PISA の結果を分析した研究は多いが、例えば村山 (2006) は、2000年と2003年の日本のPISAの結果を分析する中で、2003年の数学的リテラシーの領域における得点の分散がアメリカ・ドイツ・フランス等の主要国の中で最も大きいことを指摘している。石井 (2008) も2003年と2006年のPISAの結果から、日本の数学的リテラシーの得点格差が大きいことを指摘しており、2006年の結果は2003年の結果ほど得点格差はみられないが、それは成績上位者の得点の落ち込みによるものであり、成績下位者の得点の底上げによるものではないと述べている。以上のように、PISAの結果からも平均点の低下という問題以上に学力の低い子ども達の学力がより低下しているという問題への対応が特に重要であることが示唆されている。

以上の調査結果より、学力低下や学力格差問題の実態が明らかとなった。学力低下や学力格差をもたらした要因としては、家庭の経済格差や生活習慣、教

育格差、教育政策の問題 (e.g., 荻谷ら, 2002a; 耳塚, 2004; 諸田, 2004)、さらには、通常学級に在籍する児童の多様化も関連していると考えられる。現在の日本の学校の通常学級には、様々な家庭的背景 (e.g., 経済力、母子・父子家庭)、文化的背景、さらには発達障害 (e.g., 学習障害、注意欠陥多動性障害、自閉症) 等の背景を持つ子ども達も増加している。このような多様化の時代においては、個々の子どものニーズに応えることが最も重要なことであり、そのためには個々の子どもと教育環境をアセスメントし、アセスメントに基づいた学習指導を行う必要がある。個々の子どもと教育環境をアセスメントする具体的な方法論を提供する科学的なアプローチが行動分析学であり、本博士論文研究も学習指導に行動分析学のアプローチを応用したものである。そこで、次節では行動分析学から見た学習指導について述べる。

### I -3 行動分析学からみた学習指導

#### I -3-(1) 行動分析学の特徴

行動分析学は、個々の子どもや成人の行動と発達に対する全ての教育的要素 (e.g., 家族、友人、カリキュラム、指導法) の複雑な影響を理解する手助けとなる自然科学の一領域であり、3つの重要な特徴がある (Fredrick, Deitz, Bryceland, & Hummel, 2000)。一つ目はデータに基づく有効性 (data-based effectiveness) である。行動分析学では、指導法が何らかの教育理論と一致しているかどうかではなく、指導法が実際に個々の子どもに効果的であるかということを中心とする。そのために、継続的にデータを収集し、データに基づいて教育的意思決定を行う。ある指導法がある児童の学習に対して効果をあげていなければ、また別の指導法を実施し、その効果に関するデータを収集する。この

ように、徹底的にデータを重視することが行動分析学の原則といえる (Bushell & Baer, 1994)。二つ目の特徴は個人に焦点をあてることである。行動分析学の研究法は一事例研究法と呼ばれ、指導の効果が個々の子どもに対して効果があるかを重視する。ある指導法によって、学級の子どもの平均値が上昇したとしても、上昇が見られなかったあるいは低下が見られた子どもが数名いたとすれば、単純に効果があったと言い切るのは問題があるだろう。個々の子どもに焦点をあて、個々の子どものデータを重視することで、全ての子どもの個々のニーズに合わせた効果的な指導法を見つけ出すことができる。三つ目の特徴は実践可能性 (practicality) である。教室内の子どもたちの学習に影響を与える要因には、指導者が直接変化させることができないものも多い (e.g., 家庭環境、障害、これまでの教育経験)。行動分析学では、これらの要因の重要性を無視しないが、指導者が実際に扱うことができる要因 (e.g., 指導法) をより強調する。そうすることで、学習の責任を子ども達自身に押し付けることなく、指導者の指導法やカリキュラム等の指導環境に求めることができ、より積極的で建設的なアプローチが可能となる。以上のように、行動分析学は、データに基づく有効性、個人に焦点をあてる、実践可能性を重視するという特徴を持っている。次節では、これらの特徴を持つ行動分析学では、学習問題をどのように捉えるのかについて述べる。

### I -3-(2) 行動分析学による学習問題の捉え方

学習指導を行う際には、指導者と子どもとの相互作用が最も重要な要素となる (吉田, 2003)。この相互作用を、学び手である子どもを中心に考えた時、指導者は子どもに働きかける環境として捉えることができる。つまり、子どもがどのような物理的・人的環境において、どのように行動し、その結果環境から

どのような働きかけを受けるのか（環境と相互作用しているのか）を分析することで、効果的な指導を行うことができるようになる。このように考えると、学習の問題は、子どもたちの具体的な行動（スキル）とそれをとりまく環境との相互作用がうまく機能していない状態であると捉えることができ、この相互作用をいかに有効に機能させていくかを検討していくことが効果的な学習指導の必要条件であるといえる。このように、具体的な行動（スキル）と環境との相互作用を分析し、その相互作用を機能させるために環境をどのように操作すればよいのかを検討することが行動分析学の中心的な考え方である。行動と環境の相互作用（機能的関係）を重視することから、機能的アプローチ（Daly, Hofstadter, Martinez, & Andersen, 2009）とも呼ばれる。

学習指導においては、読む・書く・計算する等の行動（学業スキル）が対象となり、その行動の前に存在し、行動のきっかけとなる先行刺激と、行動に伴って生じる結果との相互作用という観点から分析する。例えば、「足し算の計算問題を解く」という行動であれば、その先行刺激は教科書の問題や課題の解き方の説明であり、結果は教師に花マルをつけてもらったり、ほめてもらったりすることである（Figure 1-1 参照）。この分析の枠組みは学習ユニット（learn unit: Albers & Greer, 1991; Greer & McDonough, 1999）とも呼ばれ、学習ユニットを一つの単位とし、それを増加させることが効果的な学習指導の中心的な要素となる。つまり、指導教材や課題の説明等の先行刺激の下で行動（e.g., 読む、書く、計算する）が生じ、その行動に伴って結果（e.g., 花マル、教師の賞賛）が

先行刺激	行動	結果
教科書の問題 課題の解き方の説明	足し算の計算問題を解く	教師に花マルをつけてもらう 教師にほめてもらう

Figure 1-1. 「足し算の計算問題を解く」という行動の学習ユニット。

得られるという経験を多く積むことができる環境を整えることが指導者（教育環境）の役割となる。このように、子どもの具体的な行動とその前後の環境との相互作用を分析するという枠組みを持つことによって、指導者は「この子にはやる気が無い」と子どもを責めるのではなく、「自分には教える才能が無い」と自分を責めるのでもなく、「それぞれの子どもに合わせて、働きかけ方（相互作用）を変えればいい」という前向きで積極的な視点で子ども達の学習問題の解決に取り組むことができる。

### I -3-(3) 学業スキルの直接的アセスメントと指導

行動分析学では、学習の問題を具体的な行動と教育環境との相互作用の問題と捉え、その具体的な行動（学業スキル）に対して直接的なアセスメントおよび指導を行う。ここでいう「直接的」とは、指導の対象としている行動が実際の指導場面において観察される行動と同じであるという意味であり、行動の基礎にあると仮定される認知過程を改善しようとする間接的なアプローチとは異なっている（Shapiro, 2004）。例えば、読みスキルの指導において、文章理解スキルや音韻分析スキル、語彙スキルなどを対象とした指導は、読みスキルに対する直接的指導である。学業スキルの直接的アセスメントの具体的な方法論としては、カリキュラムベースの測定（curriculum-based measurement: CBM; Deno, 1985）が米国を中心に活発に研究されている。CBMでは、児童生徒の特定の学業スキルのパフォーマンスを継続的に評価すること、個々の子どもに適した指導法を導き出すことを目的として、読みスキル・計算スキルなどの具体的な学業スキルのアセスメントを継続的・反復的に行うところに特徴があり、標準化された学力テストとは異なるところである。CBMは、それぞれの地域毎の基準（benchmark）が同定されており、より集中的な指導や、特殊教育への照会のた

めのスクリーニングとしても利用されている。また、CBMのもう一つの特徴としては、短時間 (e.g., 1分から5分) の制限時間のあるアセスメントを実施することが挙げられる。この時間の側面、つまり学業スキルがどれぐらい素早く実行できるか (学業スキルの流暢性) を測定し、向上させることは、従来の教育実践ではあまり行われてきていない。この学業スキルの流暢性を測定することによって、子どもの学業達成の水準を正確に把握することができ (Barrett, 1979)、個々の子どもに合わせた指導を導くことができる。また、学業スキルの流暢性を向上させることによって、スキルの保持や応用といった重要な学習結果が導かれるということも示されている。欧米では学業スキルの流暢性を向上させる指導研究が行われ、具体的な方法論としてタイムトライアル (Miller, Hall, & Heward, 1995; Miller & Heward, 1992) や、Cover-copy-compare (Skinner, Turco, Beatty, & Rasavage, 1989)、Fact Family に基づく指導 (Stein, Kinder, Silbert, & Carnine, 2006) などが研究されている。

以上述べたように、行動分析学に基づく学習指導では、具体的な学業スキルに焦点をあてたアセスメントと指導を行う。その際、学業スキルの流暢性を測定することの重要性が指摘されている。具体的な学業スキルと指導環境との相互作用に焦点をあてることと、学業スキルの流暢性を測定するということは、行動分析学に基づく学習指導における重要な特徴であるが、特に学業スキルの流暢性は日本の学校場面における学習指導では体系的に検討されていない。そこで、次節では行動分析学の分野における流暢性研究について概観する。

## I -4 流暢性についての先行研究

### I -4-(1) 流暢性の定義

「流暢性」という言葉は、多くの人々が直感的に理解できるだろう。流暢性は、一般的に言語に関連して使われることが多く、「彼は流暢に英語を話す。」などのように用いる。Binder (1996) は、流暢性を「有能なパフォーマンスを特徴づけるような正確さと速さの組み合わせ」と定義している。Vargas (2009) は、「パフォーマンスにおける正確性、円滑性 (smoothness)、躊躇のなさ (lack of hesitation) の組み合わせ」としている。また、Johnson & Layng (1996) は「流れるような、努力を要しない、熟達した、正確な行動」としている。流暢性はしばしば、単位時間内に正確に実行された行動の頻度が指標とされ、教育場面においては1分間のタイムトライアル（「できるだけ速く解きましょう」という教示で行う課題）における正答数が多く用いられている。例えば、1分間の制限時間の中で文章を読み何個単語を読めたか、1分間の制限時間の中で計算問題を解き何問正答できたか等が流暢性の指標とされる。流暢性指導では、具体的な行動を対象とし、その行動の正確性に加えて流暢性も高めるように指導を行う。

### I -4-(2) パフォーマンスの指標としての流暢性の重要性

流暢性の研究は、1930年代の Skinner の実験室におけるフリーオペラント条件づけの研究を起源としている。Skinner は、伝統的な正答率による反応確率の推測とは対照的に、「反応率 (rate of responding) はオペラントの強度の最も重要な測度である (Skinner, 1938)」とし、オペラント条件づけの実験において

行動の頻度（反応率）を継続的に測定し、行動に関する研究に革命をもたらした (Bjork, 1993)。

基礎科学と同様、応用実践においても行動の頻度（流暢性）をパフォーマンスの指標とすることには多くの利点がある。Binder (2003) は、正答率を指標とした指導に含まれる限界について述べ、行動の頻度（流暢性）を指標とした指導の重要性を示している。正答率（正確性）を指標とした指導では、指標に制限された限界が保持や応用などの重要な学習結果を得る妨げとなる (Binder, 2003)。Figure 1-2 は、パフォーマンスの指標としての正答率の限界を表したものである。Figure 1-2 から分かるように、正答率を指標とすると、標的行動が100%正確にできるようになった後のパフォーマンスの変化を評価することが

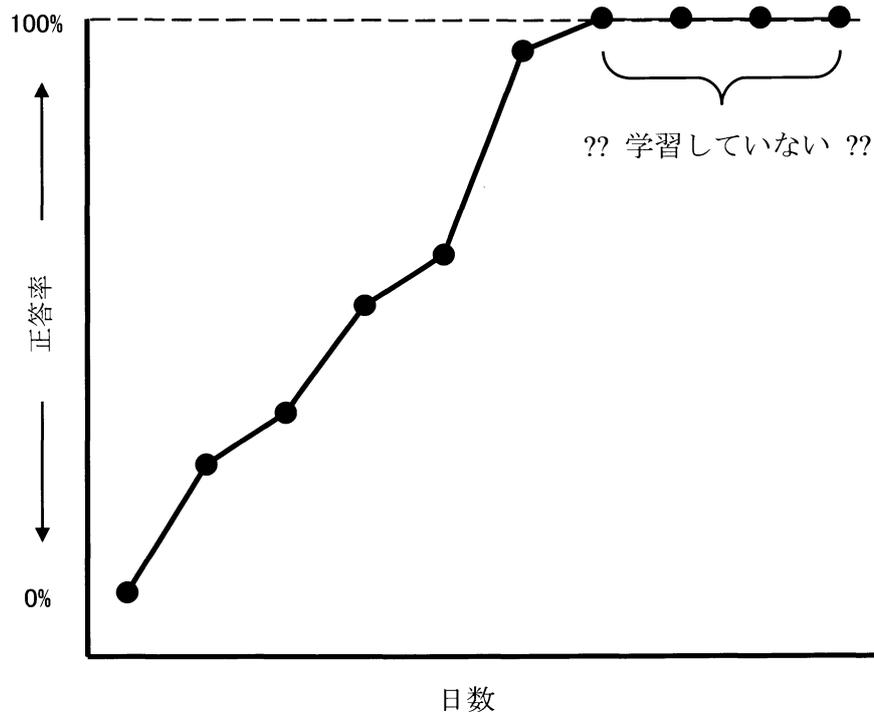


Figure 1-2. 正答率を指標としたパフォーマンスの仮想データ。

図は “Doesn’t everybody need fluency?,” by C. Binder, 2003, *Performance Improvement*, 42, p. 16. を参考にして作成。

できない。一方、行動の頻度（流暢性）をパフォーマンスの指標とすると、誤反応がなくなって正答率が 100%に達した後もパフォーマンスの変化を評価することができる (Figure 1-3 参照)。例えば、Barrett (1979) は、施設で生活している発達障害をもつ青年および成人、健常成人、小学生に対して、読み・書き・計算などの基本的な学業スキル（数字を読む、数字を写して書く、絵を命名する等）の流暢性のサンプルを収集した研究を報告している。その結果、収集したスキルの正答率では、発達障害をもつ青年、健常成人、小学生のパフォーマンスのレベルを区別することはできず、行動の頻度（流暢性）を指標とすることで区別できるようになることが示されている。このように、流暢性を指標とすることによって、学習者のパフォーマンスを正確に評価することができ、学習者のパフォーマンスレベルに合わせた指導を行うことが可能となる。

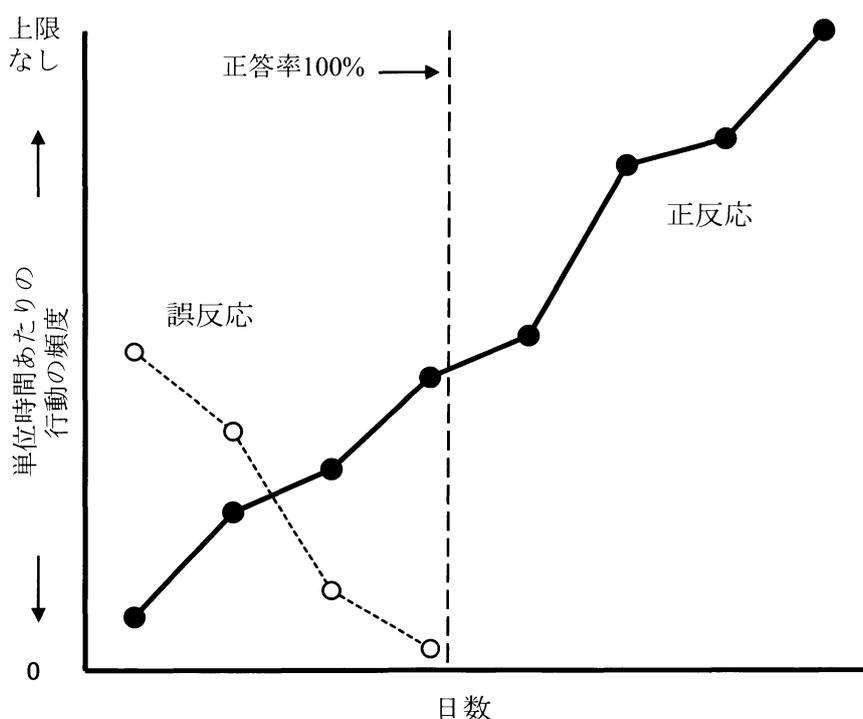


Figure 1-3. 行動の頻度を指標としたパフォーマンスの仮想データ.

図は “Doesn’t everybody need fluency?,” by C. Binder, 2003, *Performance Improvement*, 42, p. 16. を参考にして作成.

### I -4-(3) 要素スキルと複合スキルの関係

パフォーマンスの指標としての流暢性の重要性が指摘されるようになるにつれ、基本的なスキル（要素スキル）とそれらをいくつか組み合わせた複合的なスキル（複合スキル）との関係の重要性も指摘されるようになってきた（Haughton, 1972; Johnson & Layng, 1992, 1994, 1996; Johnson & Street, 2004）。

Haughton (1972) は、単にある学業スキルをレパートリーとして持っている、正確に実行できるだけでは、一連のカリキュラムでの進歩を保証するには不十分であるということに気づいた。例えば、彼らは、もし児童が数字を書くあるいは数字を読むのが1分間に100個できなければ、算数の計算の獲得から熟達までスムーズに進行することはできないということを発見した（Haughton, 1972; Starlin, 1972）。しかし、これらの要素スキルを毎日練習することによって、児童たちは要素スキルの流暢性が高まり、カリキュラムをうまく進行することができるようになった。

Binder (1996) は、要素スキルと複合スキルの関係から、累積的非流暢性（cumulative dysfluency）という観点で、学習問題をとらえようとしている。これは、流暢性が低い要素スキルが蓄積されていくと、その要素スキルに依存した複合スキルの獲得を制限し、妨げる可能性があるという考え方であり（Binder, 1988; Johnson & Layng, 1992）、要素スキルの流暢性が低い場合、複合スキルにいくら強力な強化随伴性を設定しても有効ではないことが指摘されている（Binder, 1996）。例えば数学の学習において、多くの人が一連のカリキュラムの中で学習が徐々に困難になっていくことを経験しているだろう。一連のカリキュラムのどこで学習の困難を経験するかはそれぞれ異なっている。しかし、カリキュラムを進行していく際に要求される要素スキルの流暢性が低いまま蓄積されているという点では同じであろう。Haughton は、より多くの行動（要素

スキル)を流暢に実行できるほど、新しい行動(複合スキル)を学習し、新しい環境に適応できるようになるとしている(Binder, 1996)。このような発見に基づき、指導しようとする複合スキルを複数の要素スキルに分解し、個々の要素スキルの流暢性を高めることが流暢性指導の基礎となり、指導プログラムの効率性に重要な進歩をもたらした(Beck & Clement, 1991; Binder & Watkins, 1990; Johnson & Layng, 1992)。

#### I-4-(4) 流暢性が導く重要な学習結果

学習指導において流暢性を指標とすることは、子どものパフォーマンスを正確に把握できるという利点だけでなく、保持や応用などの重要な学習結果を導くという利点もある。

##### ①保持 (retention)

保持とは、一定期間練習しなくても流暢性(行動の頻度)が減少することなく持続することである(Doughty, Chase, & O'Shields, 2004)。保持は、2週間以上の間隔をあけて評価されることが多い(Johnson & Layng, 1994)。教育場面においては、指導した学業スキルが保持されなかった場合、再学習や再指導を行わなければならない、児童や教師にとって重大な問題となる(Kubina & Morrison, 2000)。特に、読みスキル・書きスキル・計算スキルなどの基本的な学業スキルが保持されていないと、すべての教科の学習に深刻な影響を及ぼす可能性が高い。よって、指導した学業スキルを保持させるということは教育的に重要な目標であると考えられる。これまでの流暢性指導の研究では、流暢性を高めることによって、保持が促進されることが明らかにされている(e.g., Berens, Boyce, Berens, Doney, & Kenzer, 2003; Brown, Dunne, & Cooper, 1996; Péladeau, Forget,

& Gagné, 2003; Shirley & Pennypacker, 1994; Singer-Dudek & Greer, 2005)。

Ivarie (1986) は、小学 4 年生を対象として、流暢性の違いが保持に及ぼす影響を検討している。課題はアラビア数字とローマ数字の対連合学習であった。実験デザインは、アチーブメント (3) ×流暢性 (2) の参加者間実験デザインであった。アチーブメントは、平均以上、平均、平均以下の 3 水準に分けられた。流暢性は、1 分間あたり 35 反応と 1 分間あたり 70 反応の 2 水準に分けられた。実験の結果、1 分間あたり 70 反応まで練習した方が 1 分間あたり 35 反応まで練習するよりもパフォーマンスが保持されていた。また、アチーブメントと流暢性の交互作用が有意であり、アチーブメントが平均あるいは平均以下の児童には流暢性が高まる (行動の頻度が高くなる) まで練習することが重要であることが示唆された。

Bucklin et al. (2000) は、対連合学習課題を用いて、保持および応用に及ぼす流暢性指導と正確性指導 (accuracy-only training) の効果を比較する研究を行った。用いた対連合学習課題は、①ヘブライ語と無意味綴りの連合、②無意味綴りとアラビア数字の連合、の 2 種類であった。対象者は大学生で、流暢性指導群と正確性指導群の 2 群に分けられた。流暢性指導群は、2 種類の対連合学習課題について正確に素早く答えることができるまで練習し、正確性指導群は、正答率が 100% になるまで練習した。その結果、流暢性指導群の方が正確性指導群よりも 16 週間後の保持テストの成績がよく、応用テスト (ヘブライ語で書かれた計算問題) の成績および応用テストの保持も優れていた。

## ② 耐久性 (endurance)

耐久性とは、疲労することなく長時間に亘って行動に従事することである (Binder, Haughton, & Van Eyk, 1990; Binder, 1996)。Figure 1-4 は、耐久性がある行動とない行動を図示したものである。図の各目盛りは反応があったというこ

30秒インターバルにおける反応を図示したもの

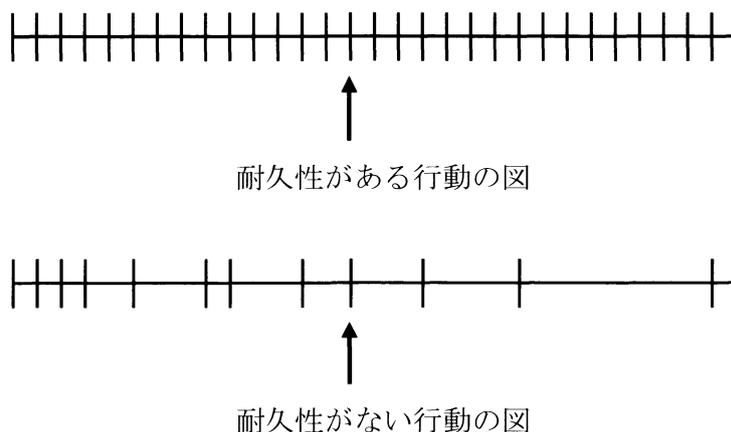


Figure 1-2. 耐久性がある行動とない行動の図.

図は “Potential applications of behavioral fluency for students with autism,” by R. M. Kubina and P. Wolfe, 2000, *Exceptionality*, 13, p. 39. を参考にして作成.

とを示している。上側の図を見ると、各反応が1秒毎に規則的に生じており、耐久性があること示している。下側の図では、反応が不規則でバラバラに生じており、耐久性がないことを示している。学業スキルに耐久性がないと、一定のペースで行動を実行することができず、環境からの妨害を受けやすい。また、誤反応が増加し、否定的な感情反応を経験する (Binder et al., 1990)。小学校などにおいて授業中の児童の様子を観察すると、1つの問題を解くのに時間がかかる児童ほど (その学業スキルの流暢性が低いほど)、手遊びをして課題に取り組まなかったり、机に寝そべってしまったたりということが多くみられる。よって、児童に耐久性を獲得させるということは、課題への積極的な参加を促進する作用があると考えられる。これまでの流暢性の研究から、流暢性を高めることによって耐久性の問題を克服できるということが示されている (e.g., Berens et al., 2003; Haughton, 1980; McDowell & Keenan, 2001)。

Binder, Haughton, & Van Eyk (1990) は、耐久性に関する研究について報告している。対象児は、幼稚園から 8 年生（日本では中学 2 年生に相当）までの 75 名の児童生徒で、課題は 0 から 9 までの数字をできるだけ素早く書くという課題であった。参加者は、15 秒、30 秒、1 分、2 分、4 分、8 分、16 分という異なったインターバルのタイムトライアルをそれぞれ別の日に行った。その結果、15 秒タイムトライアルにおいて書くことができた数字の数は、1 分間あたり 20 個から 1 分間あたり 150 個までと大きな個人差が見られた。そして、15 秒タイムトライアルで 1 分間あたり 70 個以上数字を書くことができた対象児は、どのインターバルのタイムトライアルでも同じだけ数字を書くことができた。しかし、1 分間あたり 70 個以下しか数字を書くことができなかった対象児は、インターバルが長くなるにつれてパフォーマンスが急激に低下した。さらに、数字を書くのが非常に遅く、15 秒タイムトライアルで 1 分間あたり 20 個しか書けなかった対象児のなかには、インターバルが終了する前に課題を止めてしまう児童もいたということが報告されている。

Kim, Carr, & Templeton (2001) は、3 名の大学生を対象として流暢性指導を行い、耐久性が獲得されるか検討している。標的行動はフラッシュカードに書かれたヒンディー語を読む行動であり、1 分間あたりの正答数と誤答数が従属変数であった。耐久性は、練習を行っていたインターバル（1 分）よりも長いインターバル（20 分）のタイムトライアルにおいてもパフォーマンスが維持されるか、また、社会的な妨害刺激（室内に同じ課題を同時にする人がいる）がある状況においてもパフォーマンスが維持されるかによって検討した。ヒンディー語の経験が 10 年以上ある人のデータから 1 分間あたり 90-100 語という流暢性の基準を設定し、その基準に達するまで流暢性指導を行った。流暢性指導の結果、20 分タイムトライアルにおいてもほとんどパフォーマンスが低下することはなかった。社会的な妨害刺激に関しては、参加者によって異なり一貫した結

果は得られなかった。

### ③応用 (application)

応用とは、要素スキルを、それを用いた複雑なスキル (複合スキル) に統合することである (Binder, 1996; Haughton, 1972)。Haughton (1972) は、要素スキルの流暢性を高めることによって、複合スキルのパフォーマンスが高まり、複合スキルの学習が速くなることを明らかにしている。応用の具体的な例としては、算数の計算問題がある。複雑な計算問題を解く (複合スキル) には、数字を読むスキル、数字を書くスキル、四則演算のスキル、桁数を同定するスキルなどの複数の要素スキルの流暢性を高める必要がある。このように複合スキルを、それを構成する要素スキルに分解することを要素・複合分析 (component-composite analysis) と呼ぶ (Johnson & Street, 2004)。要素・複合分析は、具体的な行動の論理的分析によって行われる。もし要素スキルの流暢性が低く未発達の場合、足し算や引き算を行う度に思考の流れが中断されてしまい、複雑な作業が妨害されてしまうだろう。読みスキルや書きスキル、計算スキルなど、効率のよい要素スキルのパフォーマンスに基づく複合スキルは、もしその要素スキルが流暢になっていない場合には、著しくパフォーマンスが減少してしまう (Kubina & Morrison, 2000)。つまり、あらゆる学習の基礎となる要素スキル (読み・書き・計算スキル) の流暢性を向上させることで、より高次の複合スキルの学習を促進することができ、その後の学習全般へよい影響を与えることが期待される。Figure 1-5 は、4つの要素スキルが1つの複合スキルに影響することを図示したものである。これまでの流暢性の研究において、要素スキルと複合スキルの関連性は何度も確認されており、要素スキルの流暢性を増加させることが応用を促進することが明らかとなっている (e.g., Berens et al., 2003; Bucklin et al., 2000; Evans & Evans, 1985; Haughton, 1972, 1980; Johnson

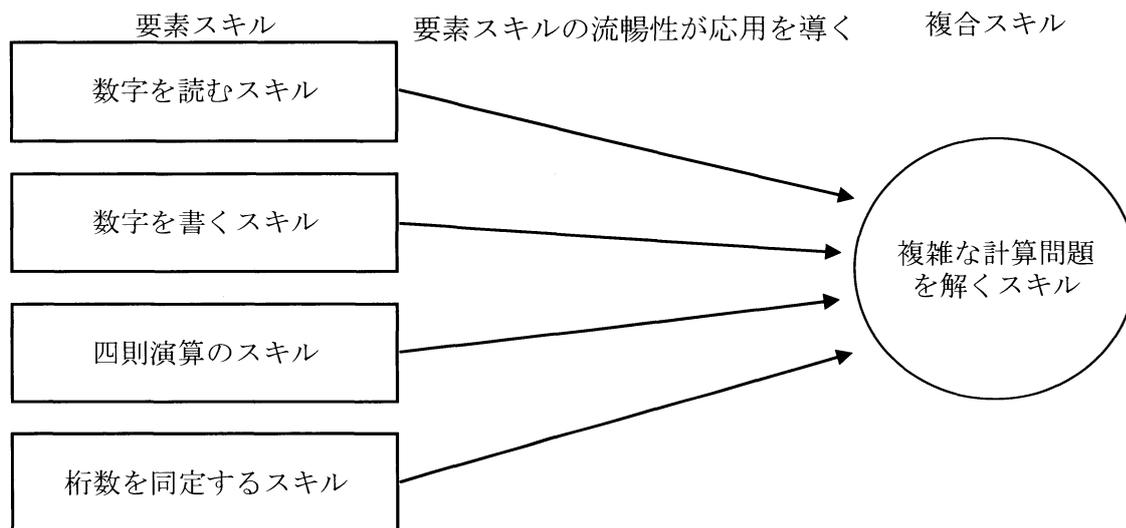


Figure 1-5. 複雑な計算問題を解くスキルを例とした応用の模式図.

図は “Potential applications of behavioral fluency for students with autism,” by R. M. Kubina and P. Wolfe, 2000, *Exceptionality*, 13, p. 39. を参考にして作成.

& Layng, 1992; McDowell & Keenan, 2002; McDowell, Keenan, & Kerr, 2002; McDowell, McIntyre, Bones, & Keenan, 2002; Mercer, Mercer, & Evans, 1982; Smyth & Keenan, 2002)。

Lin & Kubina (2005) は、小学 5 年生 157 名を対象として、掛け算の要素スキルと複合スキルの関係についての相関研究を行っている。彼らの研究では、要素スキルを 1 桁の掛け算、複合スキルを 2 桁もしくは 3 桁×1 桁もしくは 2 桁の掛け算 (例えば、「 $986 \times 83 =$ 」) とし、それぞれのスキルに対して 1 分間タイムトライアルを行った。この研究では、流暢性の指標として 1 分間タイムトライアルにおける正答数、正確性の指標として 1 分間タイムトライアルにおいて解いた全ての問題数のうち正答した問題の割合 (正答率) を算出している。1 分間タイムトライアルの結果から、要素スキルの正答率 (正確性)、要素スキルの正答数 (流暢性)、複合スキルの正答率 (正確性)、複合スキルの正答数 (流暢

性) を算出した。これら 4 つの変数間の相関係数を求めたところ、全ての相関係数が有意であった。その中で、複合スキルの流暢性と最も相関が高かったのは要素スキルの流暢性であり ( $r = .75, p < .01$ )、要素スキルの流暢性を高めることが複合スキルの学習を促進させる重要な役割を果たしているという可能性が示された。

Johnson & Layng (1992) は、1桁の掛け算スキル (要素スキル) の流暢性を高めることが 2桁の掛け算スキル (複合スキル) の学習を促進した事例を報告している (Figure 1-6 参照)。この事例では、タイムトライアルにおける流暢性 (正

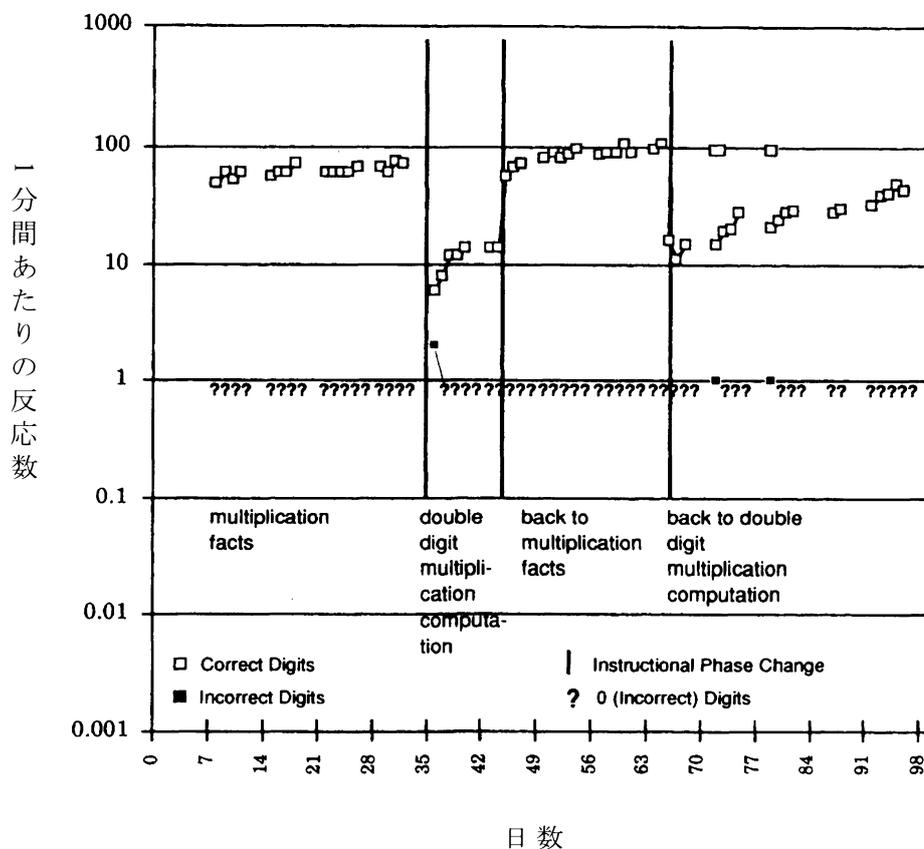


Figure 1-6. 要素スキル (1桁の掛け算) の流暢性を向上させることで、複合スキル (2桁の掛け算) の学習が促進された事例。

図は “Breaking the structuralist barrier: Literacy and numeracy with fluency,” by K. R. Johnson and T. V. J. Layng, 1992, *American Psychologist*, 47, p. 1480. を使用。

答数) が 1 分間あたり 70 問の状態では 2 桁の掛け算スキルの指導を始めると流暢性が 1 分間あたり 15 問まで低下し、その後向上が見られなかった。そこで彼らは、複合スキルである 2 桁の掛け算スキルの練習量を増加させるのではなく、要素スキルである 1 桁の掛け算スキルに戻り、要素スキルの流暢性を 1 分間あたり 100 問まで増加させる指導を行った。その結果、再び 2 桁の掛け算スキル(複合スキル) の指導を導入した際に順調に流暢性が向上し、1 分間あたり 50 問程度まで増加した。この事例は、要素スキルの流暢性を向上させることによって、その要素スキルを含む複合スキルの学習が促進されることを示している。

Kubina, Young, & Kilwein (2004) は、小学 2 年生の学習障害のある児童 3 名を対象として、応用に及ぼす流暢性指導の効果を検討している。指導したスキルは、アルファベット単音の書き取りスキル(例えば、「r」という音を聞いて「r」と書く)と音素認識スキル(例えば、「run」と聞いて、「r」「u」「n」と口頭で答える)であり、これら 2 つを要素スキルとした。この研究では、これら 2 つの要素スキルを組み合わせた複合スキルを単語の書き取りスキル(例えば、「run」と聞いて「run」と書く)として、要素スキルと複合スキルの関係を検討した。各要素スキルの指導では、モデリング・訂正フィードバック・1 分間タイムトライアルを用いた。流暢性指導を行った結果、アルファベット単音の書き取りスキルの流暢性が高まるだけでは単語の書き取りスキルの正答率は上昇しなかったが、音素認識スキルの流暢性も高めると、単語の書き取りスキルの正答率が 100% に達した。複合スキルである単語の書き取りスキルについては一切指導を行わず、要素スキルの流暢性を増加させるだけで複合スキルの正答率が高まったことから、流暢性指導は応用に有効であることが示された。

野田・松見 (2010a) は、特別支援学級に在籍する小学 5 年生の男児を対象に漢字単語の読みの指導を行っている。この研究では、まず正確に漢字単語が読めるように獲得指導(モデリングと訂正試行)を行った。その結果、漢字単語

の読みの正答率が 100%に達した。その後、2つの指導の練習量を統制しながら、流暢性指導（30秒タイムトライアルにおける正答数のフィードバックと賞賛）と、正確性指導（時間制限のない形式での練習と正答率のフィードバックと賞賛）の効果を比較したところ、どちらの指導も正答率はほぼ 100%を維持しており、流暢性指導を行った漢字単語はタイムトライアルにおける正答数（流暢性）が増加したが、正確性指導を行った漢字単語はほとんど増加しなかった。また、流暢性指導と正確性指導を保持・耐久性・応用の3つの観点から比較してみると、応用の指標（指導した漢字単語が含まれる単文の読み）においてのみ、流暢性指導の方が正確性指導よりも優れていた。

#### ④その他の利点

Lindsley (1996) は、保持・耐久性・応用のほかに、流暢性を高めることによる利点を指摘している。1つは、流暢性が高まると、その行動を実行すること自体が非常に楽しい (fun) ものになるということである。そのため、流暢性を高める流暢性指導は他の指導法よりも好まれると言われている。また、子どもなどの学習者が流暢性を高めると、自信 (confidence) を持つようになるということも指摘されている (Beck & Clement, 1991; Binder, 1990; Lindsley, 1996)。

### I -5 米国における流暢性指導を用いた教育実践

流暢性指導は、米国を中心とした海外において、教育場面や職業場面で実践・研究されており、それらの多くは精密教授法 (precision teaching; 以下 PT とする) の一部として用いられている。PT は、Skinner のスーパービジョンを受けながら統合失調症患者の行動の研究をしていた Lindsley によって、1960年代に始められた。PT とは、学習のセルフモニタリングのための手段や方略の体系

(Lindsley, 1997) であり、教室での指導のカリキュラムやアプローチというよりはむしろ、測定法・意思決定支援システムである (Merbitz, Vietez, Merbitz, & Pennypacker, 2004)。PT では、学習内容に関連する要素スキルの流暢性を向上させることを基本的な目標とし、児童に要素スキルを繰り返し練習させ、行動の流暢性 (頻度) をスタンダード・セレーション・チャート (standard celeration chart) という独自のグラフに記録してモニタリングし、記録したデータに基づいて教材や指導法を変更するなどの教育的意思決定を行う。PT は、Lindsley が 1965 年にカンザス大学の特殊学級に導入した後、通常学級でも用いられ、その効果が示されている (Beck & Clement, 1991)。

PT の効果を示す例として最も広く引用されるのが、1970 年代に米国モンタナ州グレートフォールズで行われた PT プロジェクト (Beck & Clement, 1991) である。これは、学校全体を対象として PT を実施するというものであった。このプロジェクトでは、従来のカリキュラムは変更することなく、基礎的な学業スキルの 1 分間タイムトライアル、および記録のグラフ化とデータの共有という PT の手続きを実行した。1 日あたり 20~30 分間この手続きを実行することによって、PT を実施しなかった他の学校よりも、標準化されたアチーブメントテスト (Iowa Test of Basic Skills) のサブテストの得点が 20~40 パーセント増加していた。さらに、パフォーマンスをグラフ化することに伴って児童の自尊心が向上したことが報告されている。

流暢性指導を用いた教育実践のもう 1 つの例としては、シアトルにあるモーニングサイドアカデミー (Morningside Academy) という私立学校におけるプログラムが挙げられる (Johnson & Layng, 1992, 1994; Johnson & Street, 2004)。モーニングサイドアカデミーでは、PT と直接的教授法 (Direct Instruction; Engelmann & Carnine, 1982) を組み合わせたプログラムが実施されており、新しいスキルの獲得には直接的教授法を用いた指導を行い、獲得したスキルを熟

達させるために PT が用いられている。モーニングサイドアカデミーのプログラムの最も顕著な結果は、最初の 11 年間の研究である。モーニングサイドアカデミーのプログラムによって、標準化されたテストにおける児童の得点が、読みに関しては 1 年で平均 2.5 年分、数学に関しては 1 年で平均 3 年分の向上が見られた。その他にも、Michael Maloney の Quint Learning Center や Carl Binder の Precision Teaching and Management Systems, Inc、Elizabeth Haughton の Haughton Learning Center 等で PT を用いた流暢性指導が実践されている。

## I -6 日本における学業スキルの流暢性に関する研究

### I -6-(1) 学業スキルのアセスメント研究

河野・平林・中邑 (2008) は、日本語の書字障害評価検査作成のための基礎データを収集するため、15 の小学校通常学級に在籍する 1 年生から 6 年生までを対象として ( $N = 5532$ )、視写による書字速度の発達を調べている。課題は、受験研究社全国標準テストシリーズの各学年用の「国語読解力」に採用されている物語の中から選出して作成した有意味文と、同じ文章を用いて構成する文字をランダムに配置して作成した無意味文の 2 種類であった。なお、書字数は、書取用紙に書字された文字を数え、誤字、語・文節の置換・付加・繰り返し等誤りを含む文字も書字数として数えている。結果、無意味文よりも有意味文の方が書字数が多いこと、学年が上がるとともに書字数も直線的に増えていくこと、男子よりも女子の方が書字速度が速いこと、等が明らかになった。

さらに、河野・平林・中邑 (2009) は、小学校通常学級に在籍する 1 年生～6 年生 ( $N = 1057$ ) を対象とした聴写による書字速度と正確さに関する研究も行っている。課題は、有意味単語の 2 文字単語、4 文字単語、6 文字単語、8 文字

単語をそれぞれ 10 語ずつ用いた。無意味単語は、ひらがな表記の有意味単語を構成するひらがなをランダムに並び替え、2 文字、4 文字、6 文字、8 文字ずつ無意味単語として取り出して作成した。有意味単語課題、無意味単語課題のそれぞれについて、各単語を 3 秒間隔で読み上げたものを録音した CD によって、「できるだけ速く、でも、丁寧に書いてください」という教示のもと、集団形式で実施した。解答には漢字、ひらがな、カタカナのどの文字を使用してもよいこととし、1 分間あたりの書字数として分析を行った。なお、書取用紙に書字された文字を、誤り単語や単語の一部であっても書字数として数えている。正確さに関しては、正確に書字できた単語数を別に算出している。その結果、有意味単語課題の方が無意味単語課題よりも書字数が多いこと、学年が上がるとともに書字数も直線的に増加することが明らかになった。さらに、正確に書字できた単語数も学年とともに増加していることが明らかになった。また、書字数と正確に書字できた単語数の間には有意な正の相関が見られた（有意味単語課題： $r = .95$  ( $p < .01$ ); 無意味単語課題： $r = .69$  ( $p < .01$ ))。

以上のアセスメント研究は、日本における書字のアセスメントにおいて、判読性（≒正確性）に加えて速度（≒流暢性）の観点を含めた数少ないものであり、流暢性のアセスメントのための貴重な基礎データを提供するものである。

## I -6-(2) 学業スキルの指導研究

日本における流暢性指導の研究としては、Shimamune & Jitsumori (1999)、Sugasawara & Yamamoto (2005)、菅佐原 (2006)、野田・松見 (2006, 2010a) が挙げられる。Sugasawara & Yamamoto (2005) は、公立中学校の特殊学級に在籍する 12 歳の知的障害のある女兒を対象に、ひらがな単語の読みに及ぼす家庭での流暢性指導の効果を検討している。指導者は母親であり、ひらがな単音が書か

れたカードを用いた1分間タイムトライアルによる読みの指導が28週間行われた。指導の結果、1分間タイムトライアルにおける流暢性（正しく読めたひらがな単音の数）が増加し、間違っ読んだひらがな単音の数が減少した。さらに、指導を行っていないひらがな単語の読みの正答率が上昇していた。

菅佐原（2006）は、学習障害が疑われる書字困難を持つ9歳の男児を対象として、ワープロでの基本的なカナ入力と漢字変換スキルの指導を行った。カナ入力の指導では、単語が正確に速く入力できるように指導した後、文章が正確に速く入力できるように指導した。漢字変換スキルの指導では、ひらがなで書かれた文章を見て、漢字変換をしながら入力する練習を行い、より多く漢字変換を行うように指導した。指導の結果、カナ入力の流暢性が増加し、漢字変換スキルに関しても、5回の指導で漢字変換率が100%に達した。また、ワープロを用いた漢字変換スキルは、書字スキルには般化しにくいことが示された。

野田・松見（2006）は、特殊音節の読み書きが困難な2年生の男児を対象として、特殊音節の文字が書かれたカードを用いた1分間タイムトライアルによる指導を行った（Figure 1-7 参照）。1セッションは約20分間であり、週1回合計8セッション指導を実施した。指導では、特殊音節の文字が1文字書かれたカードを1枚ずつ呈示して読み方を答えさせ、正誤のフィードバックを与える獲得指導と、1分間タイムトライアルによる流暢性指導を行った。指導の結果、正しく読める特殊音節の文字数が増加し、1分間タイムトライアルにおける特殊音節の読みの流暢性（正しく読めた文字数）も向上した。野田・松見（2006）の結果は、流暢性指導が効果的であるだけでなく、効率的であることを示すものであった。また、前述したように野田・松見（2010a）では、漢字単語の読みスキルを対象とした流暢性指導の研究を行い、その効果を実証している。

以上のように、日本においても流暢性指導の研究はいくつか行われているが、その数は少なく、学校場面で行われているものは野田・松見（2006, 2010a）を

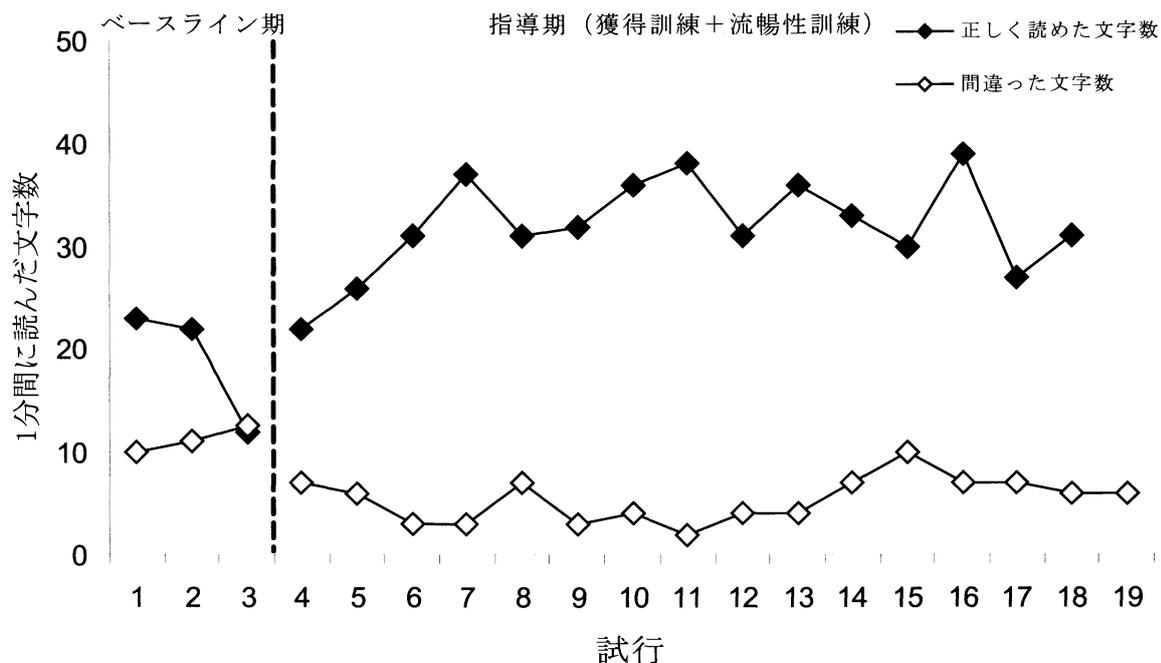


Figure 1-7. 小学2年生男児の特殊音節の読みの流暢性 (1分間に読んだ文字数) の変化.

図は“Precision teaching の手続きを用いた小学生に対する読みの指導,”野田航・松見淳子, 2006, 日本行動分析学会第24回大会年次大会発表論文集, p. 101. より使用.

除いては見られない。日本の学校場面においても流暢性指導が応用可能であることを示すにはさらに研究を積み重ねていく必要がある。

## I -7 博士論文研究の目的

現在、日本の学校の通常学級には多様な背景を持つ子どもたちが在籍するようになってきており、通常学級の中に学習面で特別な教育的ニーズをもつ子どもが増加するとともに学力の個人差が拡大している。このような多様性を見せる通常学級において、学力の低い子どもも含め全ての子ども達の学習を促進し、学力を確実に定着させるためには、個人を重視する科学的なアプローチである

行動分析学、その中でも流暢性指導が有効であると考えられる。これまでの研究から、学業スキルの流暢性を向上させることによってより複雑な学業スキルの学習が促進されることが示されており (e.g., Johnson & Laying, 1992, 1994; Johnson & Street, 2004)、流暢性指導は基本的な学業スキルに困難を抱える子どもだけでなく、全ての子どもの学習を促進することができると考えられる。しかし、実際に日本の学校場面においても流暢性指導が有効であり応用可能であるかは実証的に検討する必要がある。

本博士論文研究の目的は、学業スキルの中でも計算スキルに焦点をあて、計算スキルの流暢性の重要性を検討すること、計算スキルの流暢性を高める指導を行いその効果を実証的に検証することであった。そのため、第Ⅱ章では計算スキルに関するアセスメント研究を行い、第Ⅲ章では計算スキルの流暢性指導の研究を実施した。本研究では、学業スキルの中でも算数スキル、特に計算スキルに焦点をあてた。算数スキルは、日常生活に不可欠であり (渋谷・三浦・中澤, 1985)、その中でも計算スキルに習熟することは、金銭や時間の管理 (Shapiro, 2004) 等、独立した生活をする際に重要である (Patton, Cronin, Bassett, & Koppel, 1997)。また、基本的な計算問題 (1桁) を解くスキルが自動化されていないあるいは流暢になっていない児童は、基本的な数学的概念を理解しにくく、問題解決を強調するようなカリキュラムに参加するのが難しいことや (Gersten & Chard, 1999)、算数不安が高いことが明らかになっている (Cates & Rhymer, 2003)。算数の学力は積み上げ型の学習によって形成される側面が大きく (諸田, 2004)、要素となる学業スキルと複合的学業スキルとの関連性が比較的明確である点から、要素スキルと複合スキルの関係に基づく流暢性の知見を適用しやすいと考えられる。計算スキルの流暢性に注目した指導は、現在日本の教育場面において広く用いられている百マス計算 (陰山, 2002) とも類似点が多いことから、流暢性指導を導入しやすいと期待される。以上より、本博士

論文研究では、計算スキルを対象とした実証研究を実施した。

本博士論文研究は、筆者が A 市の特別支援事業（松見・道城，2004；中尾，2009；柘植・中尾，2008）に教員補助者として参加し、2003年から現在まで約8年間に亘り、小学校の教員と協働で教育実践と研究を行ってきた中で行われたものである。筆者は、行動分析学の観点から実際に子ども達の様子を観察し、教室内の子ども達のニーズに応じたアセスメントおよび支援を教員と協働で実施してきた。具体例としては、児童の学習時の姿勢を改善するためのプログラムに関する研究（Noda & Tanaka-Matsumi, 2009；大対・野田・横山・松見，2005）や児童の漢字の読みスキルを対象とした学習指導研究（野田・松見，2010a）などが挙げられる。本博士論文研究は、現在の学校現場が抱える課題の中から、筆者が実践および研究してきた学習面の支援・指導に焦点をあて、「学業スキルの流暢性指導」というテーマでまとめたものである。

## 第Ⅱ章 計算スキルのアセスメント研究

第Ⅱ章では、計算スキルを対象として、流暢性の重要性を検討することを目的としたアセスメント研究を実施した。そのために、第Ⅱ章では2つの研究を実施した。

研究1では、小学校の通常学級に在籍する1年生から6年生の児童を対象として、要素的計算スキルの正確性および流暢性に関する横断的データを収集した。また、学年末3月における要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力との関連を検討した。

研究2では、研究1とは異なる小学校において同様の指標を用いたアセスメント研究を行った。研究1と同様に要素的計算スキルの正確性と流暢性に関する基礎データの収集を行った。また、要素的計算スキルと複合的計算スキルは学年末3月に測定したが、算数学力は4ヶ月後である次年度の7月に測定し、3月の要素的計算スキルから4ヶ月後の算数学力を予測できるかを検討した。

## Ⅱ-1 研究1 小学生の計算スキルの正確性および流暢性と算数学力との関連<sup>1</sup>

### Ⅱ-1-(1) 研究1 序

本研究では、計算スキルの正確性の指標としてタイムトライアルにおける正答率、流暢性の指標としてタイムトライアルにおける正答数を用いて、小学校通常学級に在籍する1年生から6年生の児童を対象に横断的データを収集した。Johnson & Street (2004) および Lin & Kubina (2005) に基づき、1桁の計算問題を解くスキルを要素的計算スキル、2桁以上の計算問題を解くスキルを複合的計算スキルと捉え、要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力との関連性を検討した。複合的計算スキルおよび算数学力は、要素的計算スキルを含む様々なスキルが組み合わさったスキルであると考えられるため、要素的計算スキルの正答率および正答数と複合的計算スキルの正答率および正答数、算数学力得点の間には有意な関連が見られると予測される。

### Ⅱ-1-(2) 研究1 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、20XX年3月に、関西圏にあるA市立B小学校において実施された。本研究は、B小学校通常学級の教室内で学級担任の指示・監督のもと実施された。学級担任は筆者が作成したアセスメントの実施方法のマニュアルに従ってデータ収集を行った。研究実施に関しては、研究の目的や手続きを学校長

---

<sup>1</sup> 研究1の一部は、日本心理学会第74回大会でポスター発表した(野田・松見, 2010c)。

および教頭に説明して同意を得た上で、職員会議において各教員にも研究目的の説明が行われ同意を得た。

### 対象児

公立 B 小学校の通常学級に在籍する 1 年生から 6 年生の児童が研究に参加した。通常学級に在籍する児童のうち、学級担任がアセスメントを実施した日に学校を欠席していた児童を除いた 345 名 (1 年生 51 名、2 年生 58 名、3 年生 58 名、4 年生 60 名、5 年生 58 名、6 年生 60 名) のデータを分析対象とした。B 小学校は、全校生徒数 356 名であり、経済的な困難を抱える家庭から通っている児童が多い学校であった。筆者が実際に教室内で 2 年間児童の学習場面を観察してきたことおよび各学級担任や学校長との話し合いから、学校全体として基礎学力の問題を抱えていることが示唆されていた。

### 手続き

要素的計算スキルおよび複合的計算スキルに関しては、筆者が作成したアセスメントシートを学級担任が授業時間中に配布した。全ての計算スキルのアセスメントは、「できるだけ速く、でも間違えないように解きましょう」という教示のもと、1 分間のタイムトライアル形式で実施した。算数学力については検査マニュアルの方法に従い学級担任が実施した。

### 計算スキルのアセスメント

本研究では、Johnson & Street (2004) の要素・複合分析に基づき、1 桁同士の四則演算を解くスキル (e.g., 「 $5+6=$ 」を解くスキル) を要素的計算スキル (要素スキル)、2 桁以上の四則演算を解くスキル (e.g., 「 $635+241=$ 」を解くスキル) を複合的計算スキルと定義し、それぞれのスキルのアセスメントを実施した。

アセスメントシートは筆者が作成した (Appendix 2-1-1 参照)。アセスメントシートには、数字を書くスキル、要素的足し算スキル、要素的引き算スキル、要素的掛け算スキル、要素的割り算スキル、複合的足し算スキル、複合的引き算スキル、複合的掛け算スキル、複合的割り算スキルの問題が含まれていた。各学年の学校のカリキュラムに合わせて実施するスキルを設定した (Table 2-1-1 参照)。要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力得点との関連を検討するという目的を達成するため、それらの関連に影響していると予測される数字を書くスキルを測定し、統制変数として用いた。数字を書くスキルのアセスメントは、A4用紙に11行12列のマス目(132マス)が配置されたシートを用いて、学級担任の合図で1分間、0から9までを繰り返し書くという課題であった。

4つの要素的計算スキルのアセスメントは、A4用紙に9行10列のマス目と問題(90問)が書かれたシートを用いて、学級担任の合図で1分間、計算問題を解いていくという課題であった。要素的足し算の問題は、加数と被加数がともに0から9で、和が0から18になる足し算であった (e.g.,  $5+8=13$ )。要素的引き算の問題は、被減数が0から18で減数が0から9、差が0から9になる引

Table 2-1-1

学年毎のアセスメントを実施したスキル.

	数字を書く スキル	要素的計算スキル				複合的計算スキル			
		足し算	引き算	掛け算	割り算	足し算	引き算	掛け算	割り算
1年	○	○	○						
2年	○	○	○	○		○	○		
3年	○	○	○	○	○	○	○		
4年	○	○	○	○	○			○	○
5年	○	○	○	○	○			○	○
6年	○	○	○	○	○			○	○

き算であった (e.g.,  $15-7=8$ )。要素的掛け算の問題は、乗数が 1 から 10 で被乗数が 1 から 9、積が 1 から 90 になる掛け算であった。要素的割り算の問題は、除数が 1 から 9 で被除数が 1 から 90、商が 1 から 9 までの余りのない割り算であった。

2 年生の複合的足し算のアセスメントは、A4 用紙に 6 行 6 列のマス目と問題 (36 問) が配置されたシートを用いて、学級担任の合図で 1 分間、計算問題を解くという課題であった。2 年生の複合的足し算スキルの問題は 2 桁+2 桁の筆算問題であり、実際に授業で用いている教科書の中から抽出した。問題は、Hosp, Hosp, & Howell (2007) を参考に、繰り上がりのない筆算、一の位で繰り上がる筆算、十の位で繰り上がる筆算、一の位と十の位で繰り上がる筆算という順序で配置した。2 年生の複合的引き算スキルのアセスメントは、A4 用紙に 6 行 6 列のマス目と問題 (36 問) が配置されたシートを用いて、学級担任の合図で 1 分間、計算問題を解くという課題であった。2 年生の複合的引き算スキルの問題は、2 桁-2 桁あるいは 3 桁 (100 から 199 まで) -2 桁の筆算問題であり、実際に授業で用いている教科書の中から抽出した。各問題は、複合的足し算スキルと同様 Hosp et al. (2007) を参考に、繰り下がりのない筆算、一の位で繰り下がる筆算、十の位で繰り下がる筆算、一の位と十の位で繰り下がる筆算、十の位が 0 の時に一の位で繰り下がる筆算という順序で配置した。

3 年生および 4 年生の複合的足し算および引き算のアセスメントは、問題の種類を除いて 2 年生の複合的足し算および引き算のアセスメントと同様の方法であった。3 年生および 4 年生の複合的足し算および引き算のアセスメントでは、A4 用紙に 5 行 6 列のマス目と問題 (30 問) が配置されたシートを用いた。3 年生および 4 年生の複合的足し算の問題は教科書から抽出した問題であり、3 桁+3 桁、3 桁+2 桁、あるいは 3 桁+1 桁の問題であった。問題の順序は、繰り上がりのない筆算、十の位で繰り上がる筆算、一の位と十の位で繰り上がる筆

算、一の位と十の位と百の位で繰り上がる筆算という順序で配置した。複合的引き算のアセスメントにおいても、A4用紙に5行6列のマス目と問題(30問)が配置されたシートを用いた。3年生の複合的引き算の問題も教科書から抽出され、3桁-3桁あるいは3桁-2桁の問題であった。問題の順序は、繰り下がりのない筆算、一の位で繰り下がる筆算、一の位と十の位で繰り下がる筆算、十の位が0の時に一の位と十の位で繰り下がる筆算という順序であった。

5年生および6年生の複合的掛け算のアセスメントでは、A4用紙に4行6列のマス目と問題(24問)が配置されたシートを用いた。5年生および6年生の複合的掛け算の問題は教科書から抽出した問題であり、3桁×1桁と2桁×1桁の問題であった。問題は、3桁×1桁と2桁×1桁を交互に配置した。複合的割り算のアセスメントでは、A4用紙に3行6列のマス目と問題(18問)が両面に印刷されたシートを用いた。5年生および6年生の複合的割り算の問題は教科書から抽出した問題であり、2桁÷1桁で商が2桁、2桁÷2桁で商が1桁、3桁÷2桁で商が1桁、3桁÷2桁で商が2桁の問題であった。問題は、2桁÷1桁で商が2桁、2桁÷2桁で商が1桁、3桁÷2桁で商が1桁、3桁÷2桁で商が2桁の順に配置した。複合的掛け算および複合的割り算スキルは、学級担任の合図で1分間、計算問題を解いていくという課題を用いてアセスメントした。

各要素的計算スキルと複合的計算スキルは、1分間タイムトライアルの結果得られた解答から、スキルの流暢性の指標として正答数、正確性の指標として正答率を算出した。正答率は、制限時間1分以内に正答した問題数を解答した全ての問題数(正答数+誤答数)で割り100を掛けることによって算出した。無回答(解答せずに問題をとばしている)の場合は誤答として正答率を算出した。なお、数字を書くスキルに関しては流暢性(正答数)のみを算出し、データ分析に用いた。

## 算数学力のアセスメント

算数学力のアセスメントには、教研式標準学力検査 NRT (辰野ら, 2009) の算数を用いた (以下、算数 NRT と略す)。算数 NRT は、小学校学習指導要領 (文部科学省, 2008) に示されている内容に従い、数と計算、量と測定、図形、数量関係の 4 つの領域から構成される学力検査である。回答形式は選択式と記述式の 2 種類があった。1 年生と 2 年生は数量関係を除く 3 つの領域について、3 年生から 6 年生は 4 つ全ての領域についてのアセスメントを行う。配点は、1 年生が数と計算 38 点、量と測定 16 点、図形 13 点の合計 67 点満点、2 年生が数と計算 37 点、量と計算 12 点、図形 14 点の合計 63 点満点、3 年生が数と計算 24 点、量と測定 16 点、図形 15 点、数量関係 12 点の合計 67 点満点、4 年生が数と計算 20 点、量と測定 15 点、図形 14 点、数量関係 16 点の合計 65 点満点、5 年生が数と計算 19 点、量と測定 15 点、図形 17 点、数量関係 17 点の合計 68 点満点、6 年生が数と計算 18 点、量と測定 15 点、図形 17 点、数量関係 17 点の合計 67 点満点であった。算数 NRT は、1 年生から 5 年生は 6000 名以上、6 年生は 3900 名以上のサンプルから標準化されており、キューダー・リチャードソン法による信頼性係数は各学年  $r = .89$  以上という値が得られている。妥当性に関しても、知能指数との高い相関 (各学年  $r = .60$  以上) が得られている。

## Ⅱ -1-(3) 研究 1 結果

### 各指標の記述統計量

計算スキルの正確性 (正答率) に関する学年別記述統計量を Table 2-1-2、数字を書くスキルと計算スキルの流暢性 (正答数)、算数 NRT に関する学年別記述統計量を Table 2-1-3 に示す。これより、要素的計算スキルの正確性 (正答率) は学年による差がみられないが、要素的計算スキルおよび数字を書くスキルの

Table 2-1-2

計算スキルの正確性 (正答率) に関する学年別記述統計量.

	1年			2年			3年			4年			5年			6年								
	M	SD	Ku	M	SD	Sk	Ku																	
足し算	96.31	9.96	-5.44	94.85	12.66	-3.59	13.34	99.05	2.29	-3.91	19.85	98.71	2.76	-3.05	11.56	99.17	1.43	-1.46	.88	98.45	2.26	-1.54	2.15	
引き算	97.45	4.50	-1.85	95.57	11.49	-4.20	18.96	98.51	3.70	-3.30	12.38	98.15	6.33	-5.70	36.71	98.40	3.42	-2.92	9.07	98.16	3.08	-2.59	7.86	
掛け算	-	-	-	95.55	11.39	-4.31	20.89	99.12	1.84	-2.59	8.08	98.45	5.96	-6.54	46.24	99.15	2.25	-4.76	28.18	98.91	1.88	-1.85	3.04	
割り算	-	-	-	-	-	-	-	96.00	14.97	-4.84	25.57	97.20	7.75	-4.89	27.97	97.83	8.18	-6.58	46.59	98.99	2.31	-2.60	6.18	
足し算	-	-	-	95.71	9.55	-2.95	10.02	91.24	17.77	-3.35	13.33	90.48	12.20	-1.32	1.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
引き算	-	-	-	88.19	23.22	-2.36	5.00	89.11	18.84	-2.20	4.81	78.25	23.19	-1.76	3.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
掛け算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91.11	15.19	-4.08	22.89	91.43	11.68	-1.12	.04	
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94.46	12.38	-3.04	10.97	89.18	21.44	-2.89	8.53	

Note. M = 平均値, SD = 標準偏差, Sk = 歪度, Ku = 尖度.

Table 2-1-3

数字を書くスキルと計算スキルの流暢性（正答数）、算数NRTに関する学年別記述統計量。

	1年			2年			3年			4年			5年			6年								
	M	SD	Ku																					
数字を書くスキル	44.45	12.42	-0.04	-0.26	76.95	16.35	-0.34	-0.11	63.31	14.88	-0.13	.84	72.37	17.37	-0.35	-0.10	79.96	22.81	-0.09	-0.57	96.62	17.82	.29	-0.80
足し算	21.76	9.73	.25	.39	23.38	10.80	.68	1.61	33.72	8.88	-0.26	-0.43	36.03	11.06	.47	.85	37.70	11.25	.12	.44	50.21	17.47	.60	.08
引き算	18.47	9.76	1.42	3.06	22.93	9.86	-0.01	-0.51	24.36	9.51	.11	-0.48	27.05	10.18	.81	1.86	31.56	12.18	.76	-0.13	42.25	21.60	3.09	15.29
掛け算	-	-	-	-	29.67	10.49	-0.28	-0.23	34.67	7.82	-0.67	.49	36.03	10.74	.10	.56	40.44	9.65	-0.05	-0.70	51.23	12.53	.25	-0.53
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	20.29	10.16	.40	.14	24.31	9.40	.66	1.59	29.19	12.79	.43	-0.12	41.60	14.61	.12	.26
足し算	-	-	-	-	9.30	4.02	.16	-0.33	9.03	3.30	-0.80	.40	8.90	3.79	.48	-0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
引き算	-	-	-	-	5.98	2.90	.00	-0.42	5.50	2.39	.38	.23	5.14	2.75	.88	2.65	-	-	-	-	-	-	-	-
掛け算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	1.93	-0.64	1.78	8.13	2.28	.26	-0.27
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.93	3.07	.48	.50	8.12	4.48	1.24	2.23
算数NRT	45.94	13.10	-0.93	.46	47.83	12.08	-1.03	.46	45.96	13.10	-0.39	-0.93	39.40	12.07	-0.54	1.05	33.07	14.05	.47	-0.72	43.84	13.27	-0.65	.37

Note. M = 平均値, SD = 標準偏差, Sk = 歪度, Ku = 尖度, 算数NRT = 教研式標準学力検査NRT.

流暢性（正答数）に関しては、高学年ほど流暢性が高い傾向があることが読み取れる。そこで、各スキルの流暢性（正答数）を目的変数、学年を説明変数とした単回帰分析を行ったところ、全てのスキルの流暢性（正答数）で決定係数および標準偏回帰係数が有意であった（Appendix 2-1-2 参照）。また、歪度と尖度を見てみると、正確性（正答率）に関して歪度は負の値であり尖度が値が大きく、分布の偏りがみられた。さらに、要素的計算スキルの正答数の個人差を確認するために、学年別の要素的足し算スキルの正答数の箱ひげ図を Figure 2-1-1 に示した。これより、高学年の方が個人差が大きい傾向があること、各学年において中央値の2倍近く流暢性が高い児童もいること、高学年であっても1年生の中央値よりも正答数が少ない児童がいることが分かる。この結果は他の要素的計算スキルでも同様であった（他の要素的計算スキルの箱ひげ図は Appendix 2-1-3 ~ 2-1-5 参照）。以上より、要素的計算スキルは、正確性（正答

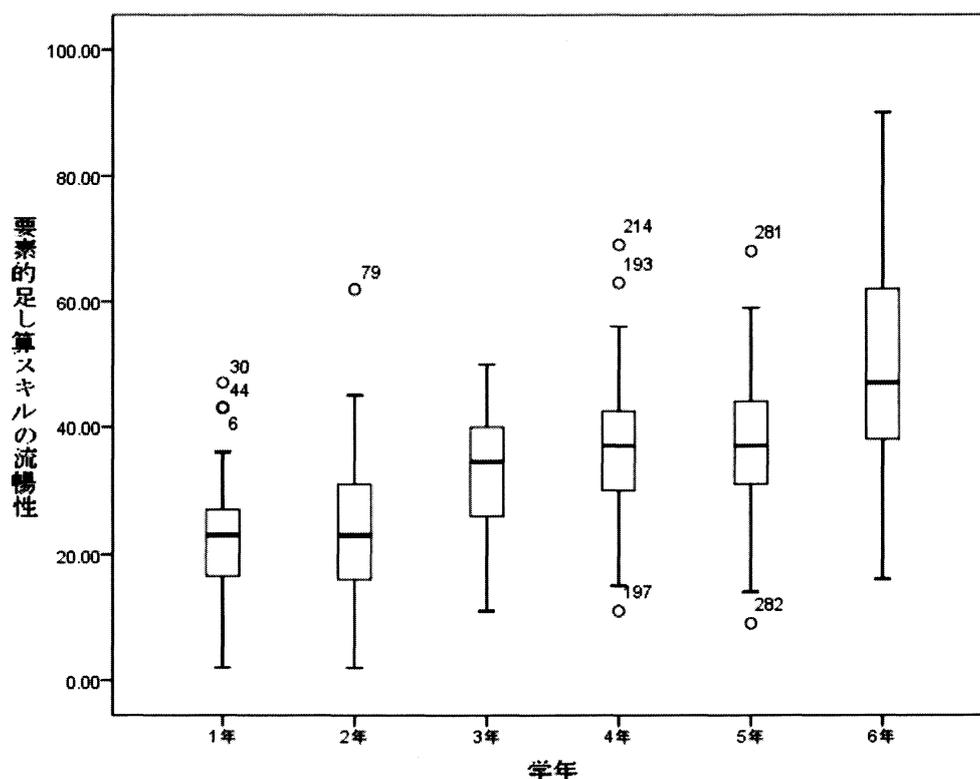


Figure 2-1-1. 学年別要素的足し算スキルの流暢性の個人差.

率) という観点からみると 1 年生の段階でほぼ獲得されているが、流暢性 (正答数) の観点からみると高学年になるにつれて高くなっていくこと、流暢性は高学年ほど個人差 (標準偏差) が大きいことが示された。

#### 要素的計算スキルと複合的計算スキルの関係

数字を書くスキルを統制変数とした、要素的計算スキルと複合的計算スキルの偏相関係数を Table 2-1-4 に示した。本研究では、要素的計算スキルと複合的計算スキルの関連を検討するという目的を達成するため、それらの関連に影響していると予測される数字を書くスキルを測定し、統制変数として用いた。足し算スキルに関しては、複合的足し算スキルの流暢性と要素的足し算スキルの

Table 2-1-4

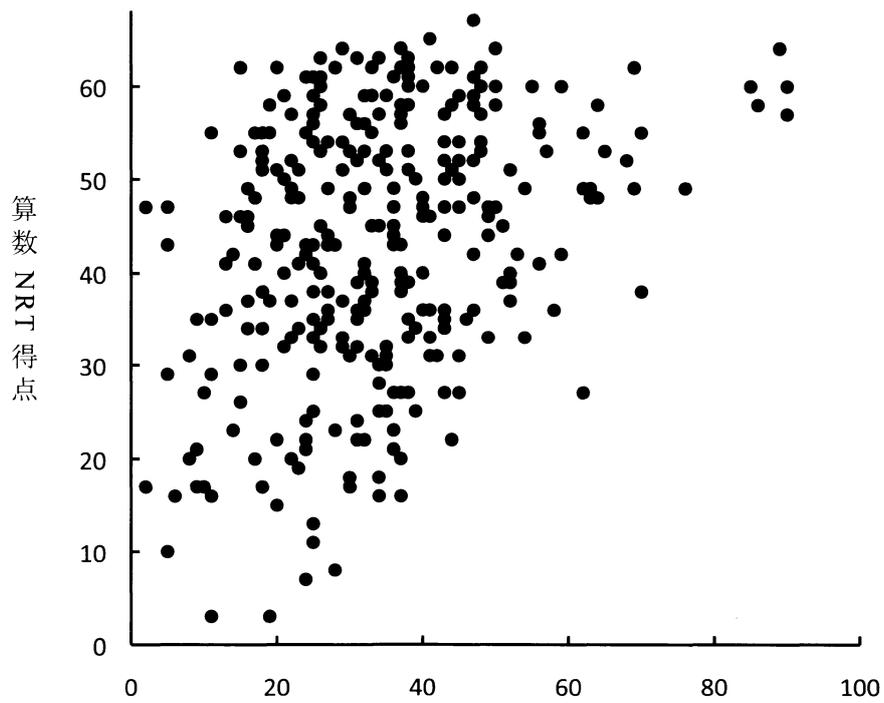
数字を書くスキルを統制変数とした、要素的計算スキルと複合的計算スキルの偏相関係数。

	複合的足し算 (流暢性)	複合的足し算 (正確性)		複合的引き算 (流暢性)	複合的引き算 (正確性)
要素的足し算 (流暢性)	.60**	.12	要素的引き算 (流暢性)	.59**	.21**
要素的足し算 (正確性)	.21**	.06	要素的引き算 (正確性)	.17*	.07
<i>Note.</i> 要素的足し算スキルは $n = 170$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , † $p < .10$			<i>Note.</i> 要素的引き算スキルは $n = 171$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , † $p < .10$		
	複合的掛け算 (流暢性)	複合的掛け算 (正確性)		複合的割り算 (流暢性)	複合的割り算 (正確性)
要素的掛け算 (流暢性)	.67**	.13	要素的割り算 (流暢性)	.68**	.16†
要素的掛け算 (正確性)	.26**	.36**	要素的割り算 (正確性)	.10	.03
<i>Note.</i> 要素的掛け算スキルは $n = 114$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , † $p < .10$			<i>Note.</i> 要素的割り算スキルは $n = 113$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , † $p < .10$		

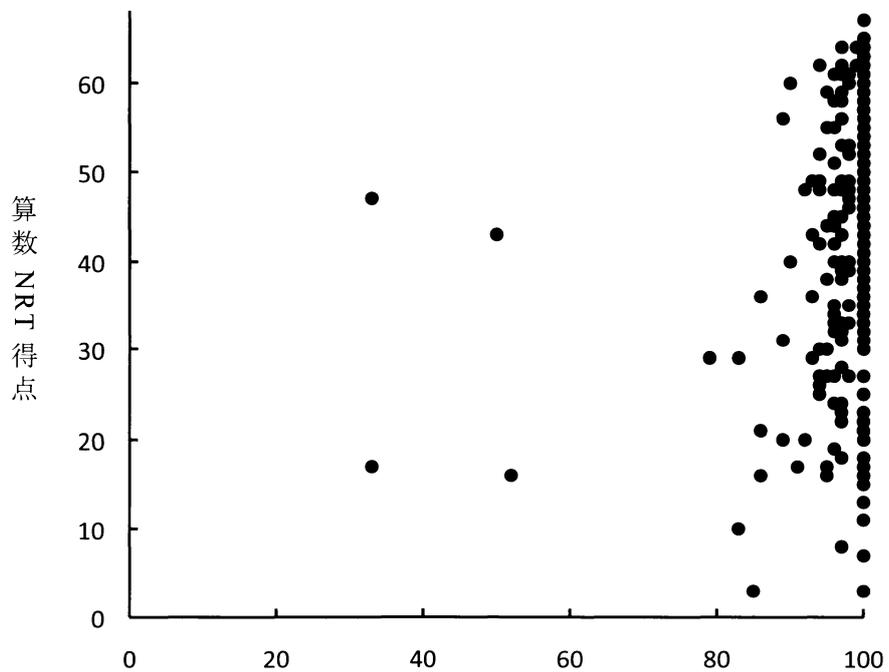
流暢性および正確性に有意な正の相関がみられた。引き算スキルに関しては、複合的引き算スキルの流暢性と要素的引き算スキルの流暢性および正確性、複合的引き算スキルの正確性と要素的引き算スキルの流暢性に有意な正の相関が見られた。掛け算スキルでは、複合的掛け算スキルの流暢性と要素的掛け算スキルの流暢性および正確性、複合的掛け算スキルの正確性と要素的掛け算スキルの正確性に有意な正の相関が見られた。割り算スキルに関しては、複合的割り算スキルの流暢性と要素的割り算スキルの流暢性に有意な正の相関が見られた。以上より、複合的計算スキルと要素的計算スキルは関連していること、特に要素的計算スキルの流暢性との関連が強いことが示された。

#### 要素的計算スキルと算数学力の関係

要素的足し算スキルの流暢性（正答数）と算数学力の関係および、要素的足し算スキルの正確性（正答率）と算数学力の関係を示す散布図を Figure 2-1-2 に示す。グラフより、流暢性と算数 NRT には正の相関関係がみられ、正確性と算数 NRT には関連がみられないことが読み取れる（他の要素的計算スキルについては Appendix 2-1-6 ~ 2-1-8 参照）。そこで、要素的計算スキルと算数学力の関係を検討するために、算数 NRT の得点を目的変数として、要素的計算スキル毎に階層的重回帰分析を行った。まず、第 1 段階として学年の変数を投入した。第 2 段階として数字を書くスキルの流暢性（正答数）を投入した。第 3 段階として、各要素的計算スキルの正確性（正答率）を投入し、正確性と算数 NRT との関連を検討した。第 4 段階として、各要素的計算スキルの流暢性（正答数）を投入し、流暢性と算数 NRT との関連を、正確性の要因を統制した上で検討した。結果を Table 2-1-5 に示す（学年別の結果は Appendix 2-1-9 ~ 2-1-14 参照）。階層的重回帰分析の結果、4 つ全ての要素的計算スキルにおいて学年の変数に関しては有意な負の標準偏回帰係数を示し、流暢性に関しては有意な正の標準



要素的足し算スキルの流暢性 (正答数)



要素的足し算スキルの正確性 (正答率)

Figure 2-1-2. 要素的足し算スキルと算数 NRT 得点の散布図 ( $N = 346$ ). 上図が要素的足し算スキルの流暢性 (正答数) と算数 NRT 得点の散布図、下図が要素的足し算スキルの正確性 (正答率) と算数 NRT 得点の散布図を示す.

Table 2-1-5

各要素的計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析。

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-5.65	.46	-.69**	.04**	.05**
第2段階					
数字を書く	.08	.03	.14*	.14**	.10**
第3段階					
要素的足し算正確性	.22	.09	.11*	.20**	.05**
第4段階					
要素的足し算流暢性	.57	.06	.63**	.40**	.20**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-4.90	.43	-.60**	.04**	.04**
第2段階					
数字を書く	.08	.03	.13*	.14**	.10**
第3段階					
要素的引き算正確性	.19	.10	.09 <sup>†</sup>	.19**	.05**
第4段階					
要素的引き算流暢性	.64	.06	.62**	.41**	.22**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-5.57	.57	-.57**	.04**	.05**
第2段階					
数字を書く	.04	.04	.05	.13**	.09**
第3段階					
要素的掛け算正確性	.16	.12	.07	.18**	.05**
第4段階					
要素的掛け算流暢性	.65	.08	.60**	.34**	.16**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-6.82	.79	-.55**	.01	.01
第2段階					
数字を書く	.04	.04	.06	.08**	.08**
第3段階					
要素的割り算正確性	.08	.08	.06	.14**	.06**
第4段階					
要素的割り算流暢性	.73	.07	.75**	.45**	.31**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 331$ ; 1~6年)、要素的引き算スキル ( $n = 330$ ; 1~6年)、要素的掛け算スキル ( $n = 282$ ; 2~6年)、要素的割り算スキル ( $n = 225$ ; 3~6年) の階層的重回帰分析の結果を示す。  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

偏回帰係数を示していた。数字を書くスキルに関しては要素的足し算スキルと要素的引き算スキルのみ有意な正の標準回帰係数を示し、正確性に関しては要素的足し算スキルのみ標準偏回帰係数が有意であった。以上より、学年や正確性の変数を統制した上でも、要素的計算スキルの流暢性は一貫して算数学力を予測することが示された。

## II -1-(4) 研究 1 考察

研究 1 の目的は、小学校通常学級に在籍する児童を対象に、計算スキルの正確性および流暢性の基礎データを収集すること、要素的計算スキル（1 桁の計算を解くスキル）と複合的計算スキル（2 桁以上の計算を解くスキル）および算数学力との関連性を検討することであった。正確性の指標として正答率、流暢性の指標として正答数を用いて、1 年生から 6 年生までの児童の要素的計算スキルの正答率および正答数の横断的データを収集した。その結果、要素的計算スキルの正確性（正答率）は 1 年生の時から 100%に近いこと、流暢性（正答数）は高学年ほど高くなること、流暢性は高学年ほど個人差（標準偏差）が大きくなっており、高学年でも 1 年生の中央値よりも低い児童が数名いることが明らかとなった。具体的な学業スキルの横断的データを収集することは、各学年でおよそ期待される学業スキルの習得度の基準を確立することに役立つ。各学年で期待される学業スキルの基準が確立できれば、その基準に満たない児童を選出することができ、その児童に対して集中的な指導を行うことにつながるだろう。その際、正確性（正答率）だけでは、児童の要素的計算スキルにほとんどばらつきが見られず、スキルの習熟度を正確に把握することは難しいが、流暢性（正答数）を測定することによって児童の習熟度を正確に把握することができるという先行研究（e.g., Barrett, 1979）と一致する結果が得られた。また、

教育実践の観点からこの結果を検討してみると、学業スキルが正しくできるように指導し、学習を重ねることで流暢性が向上しているという意味では、現在の授業カリキュラムによる指導はある程度成功しているということを意味していると考えられる。しかし、高学年でも非常に基本的な要素的計算スキル（1桁の計算問題を解くスキル）の流暢性が低い児童がいることから、これらの児童への指導方法を検討する必要があること、特に低学年段階で予防的に対応することが重要であることが示唆されたといえるだろう。

要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力との関連については、予測通り要素的計算スキルと複合的計算スキル、要素的計算スキルと算数学力の間に関連が見られた。特に、流暢性の指標である正答数と複合的計算スキルおよび算数学力との関連が強いことが明らかとなり、Lin & Kubina (2005) などの先行研究と同様の結果が得られた。流暢性研究では、要素となる基礎的なスキルの流暢性を高めることが、複合的なスキルの学習を促進することが指摘されており (e.g., Binder, 1996)、本研究における有意な正の相関関係や、階層的重回帰分析における有意な標準偏回帰係数は、要素的計算スキルの正確性に加えて流暢性を高めることが、より複雑な計算問題や算数学力全般を高めることに影響する可能性を示唆している。本研究では因果関係については言及できないが、欧米における流暢性指導の実践や研究の結果も考慮すると、日本の小学生の計算スキルの指導においても流暢性指導を行うことの重要性が示されたと言えるだろう。

以上のように、日本の小学生の計算スキル指導においても流暢性を指標とすることの重要性が示された。しかし、本研究では1つの小学校におけるデータ収集のみであり、小学生全体に結果を一般化するには対象児が少ない。より多くの対象児を対象とするか、少なくとも他の小学校の児童でも同様の結果が再現されるかを確認する必要があるだろう。また、要素的計算スキルの流暢性が

複合的計算スキルの学習を促進したり、算数学力に影響していることを実証するためには、同時期の要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力の関連性を検討する研究デザインでは不十分である。そこで研究 2 では、研究 1 と同様の手続きを他の小学校の児童で実施し、結果が再現されるかどうかを検討した。また、要素的計算スキルと算数学力のデータを収集する時期をずらすことで、要素的計算スキルが将来の算数学力を予測できるかどうかを検討した。

## Ⅱ-2 研究2 小学生の計算スキルの正確性および流暢性と4ヶ月後の算数学力との関連<sup>2</sup>

### Ⅱ-2-(1) 研究2 序

研究2では、研究1と同様に計算スキルの正確性の指標としてタイムトライアルにおける正答率、流暢性の指標としてタイムトライアルにおける正答数を用いて、研究1とは異なる小学校の通常学級に在籍する1年生から6年生の児童を対象に、要素的計算スキルの正確性および流暢性の横断的データを収集した。そして、Johnson & Street (2004) および Lin & Kubina (2005) に基づき、1桁の計算問題を解くスキルを要素的計算スキル、2桁以上の計算問題を解くスキルを複合的計算スキルとして、研究1と同様の結果が再現されるかどうかを検討した。研究1とは異なり、研究2では、算数学力のアセスメントを計算スキルのアセスメントの4ヶ月後に実施し、要素的計算スキルが4ヶ月後の算数学力を予測できるかどうかを検討した。

### Ⅱ-2-(2) 研究2 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、20XX年3月および7月に、関西圏にあるA市立C小学校において実施された。本研究は、C小学校通常学級の教室内で学級担任の指示・監督のもと実施された。学級担任は筆者が作成したアセスメントの実施方法のマニュアルに従ってデータ収集を行った。研究実施に関しては、研究の目的や手続

---

<sup>2</sup> 研究2の一部は、日本行動分析学会第27回大会自主シンポジウムの話題提供にて発表した(野田, 2010)。

きを学校長に説明して同意を得た上で、職員会議において各教員にも研究目的の説明が行われ同意を得た。

### 対象児

公立 C 小学校の通常学級に在籍する 1 年生から 6 年生の児童が研究に参加した。計算スキルのアセスメントは 2009 年度末の 3 月、算数学力のアセスメントは 2010 年度の 7 月に実施したため、2009 年度の 6 年生は算数学力のアセスメントに参加せず、2010 年度の 1 年生（2009 年 3 月時点で就学していない子ども）は両方のアセスメントに参加しなかった（教研式標準学力検査 NRT には 1 年生の 1 学期実施に対応したものがないたため）。2009 年度の計算スキルのアセスメントに参加した児童は 407 名（1 年生 65 名、2 年生 65 名、3 年生 64 名、4 年生 69 名、5 年生 79 名、6 年生 65 名）、2010 年度の算数学力のアセスメントに参加した児童は 328 名（新 2 年生 64 名、新 3 年生 61 名、新 4 年生 60 名、新 5 年生 67 名、新 6 年生 76 名）であり、これらの児童のデータを分析対象とした。C 小学校は、全校生徒数 428 名（2009 年度）であり、B 小学校と同様に経済的な困難を抱える家庭から通っている児童が多い学校であった。また、学校全体として基礎学力の問題を抱えている点も B 小学校と同様であった。

### 手続き

要素的計算スキルおよび複合的計算スキルに関しては、研究 1 と同様のアセスメントシートを学級担任が授業時間中に配布した。全ての計算スキルのアセスメントは、「できるだけ速く、でも間違えないように解きましょう」という教示のもと、1 分間のタイムトライアル形式で実施した。算数学力については検査マニュアルの方法に従い学級担任が実施した。

## 計算スキルのアセスメント

計算スキルのアセスメントの手続きやワークシートは、研究 1 と全く同様であった。

## 算数学力のアセスメント

算数学力のアセスメントは、計算スキルのアセスメントを実施した学年末の 3 月から 4 ヶ月後の次年度 7 月に実施した。1 学期末に実施したため、前学年の算数 NRT (e.g., 2 年生であれば 1 年生の内容の算数 NRT) を実施した。実施手続きは研究 1 と同様であった。

## II -2-(3) 研究 2 結果

### 各指標の記述統計量

計算スキルの正確性 (正答率) に関する学年別記述統計量を Table 2-2-1、数字を書くスキルと計算スキルの流暢性 (正答数)、算数 NRT に関する学年別記述統計量を Table 2-2-2 に示す (算数 NRT の結果は Table 2-2-2 に含めている)。これより、研究 1 と同様に要素的計算スキルの正確性は学年による差がみられないが、要素的計算スキルおよび数字を書くスキルの流暢性に関しては、高学年ほど流暢性が高い傾向があることが読み取れる。そこで、各スキルの流暢性 (正答数) を目的変数、学年を説明変数とした単回帰分析を行ったところ、全てのスキルの流暢性で決定係数および標準偏回帰係数が有意であった (Appendix 2-2-1 参照)。また、各要素的計算スキルの箱ひげ図より高学年ほど流暢性の個人差が大きいこと、各学年の中央値の 2 倍近く流暢性が高い児童がいること、高学年でも 1 年生の中央値よりも流暢性が低い児童がいること等、研究 1 と同様の結果が得られた (Appendix 2-2-2 ~ 2-2-5 参照)。

Table 2-2-1

計算スキルの正確性（正答率）に関する学年別記述統計量。

	1年			2年			3年			4年			5年			6年								
	M	SD	Ku	M	SD	Sk	Ku																	
足し算	96.98	9.42	-6.35	92.99	15.91	-4.35	20.75	98.62	2.95	-2.82	8.70	99.50	1.35	-3.27	11.73	98.26	2.63	-2.14	6.21	98.99	1.82	-2.01	3.75	
引き算	94.67	13.02	-4.68	96.61	6.74	-2.62	7.27	96.05	10.23	-3.39	10.98	98.21	6.45	-6.51	47.86	97.59	4.17	-2.01	3.49	97.83	4.48	-3.13	11.91	
掛け算	-	-	-	97.77	12.23	-7.41	56.73	98.31	4.70	-5.34	33.49	98.93	4.71	-6.98	52.58	98.89	4.47	-7.34	58.75	99.10	2.28	-3.62	14.33	
割り算	-	-	-	-	-	-	-	93.25	17.82	-3.90	15.92	97.99	6.88	-5.67	36.76	96.72	6.35	-2.25	4.43	97.73	7.16	-3.62	33.52	
足し算	-	-	-	93.29	11.99	-2.95	11.06	94.76	10.52	-2.67	7.61	95.93	9.58	-3.54	15.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
引き算	-	-	-	89.27	19.31	-2.52	7.54	81.13	22.08	-1.10	.50	76.74	25.65	-1.14	.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
掛け算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88.41	20.53	-3.33	12.33	89.37	14.47	-1.62	2.32	
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89.04	23.78	-2.49	5.56	86.37	24.41	-2.14	3.85	

Note. M = 平均値, SD = 標準偏差, Sk = 歪度, Ku = 尖度.

Table 2-2-2

数字を書くスキルと計算スキルの流暢性（正答数）、算数 NRT に関する学年別記述統計量。

	1年			2年			3年			4年			5年			6年								
	M	SD	Ku	M	SD	Sk	Ku																	
数字を書くスキル	38.40	8.96	-0.30	.12	54.84	19.48	-0.18	-0.18	77.03	15.26	.13	.28	74.25	17.89	-0.23	-0.47	85.23	19.99	.12	-0.40	91.97	15.45	-0.28	-0.17
足し算	26.22	8.96	-0.00	-0.07	21.22	8.64	.46	.73	34.68	11.79	.43	.77	38.87	16.38	.83	.33	41.68	16.65	.83	.85	46.34	16.06	.19	-0.57
引き算	20.95	7.98	.22	1.09	20.63	9.48	.55	.34	26.32	11.22	.51	-0.04	28.46	15.85	1.05	1.24	32.04	16.40	1.60	2.79	35.61	15.29	.46	-0.52
掛け算	-	-	-	-	32.34	10.52	-0.01	.25	33.94	10.48	.25	.70	38.24	13.51	.17	-0.27	39.42	11.84	.58	.78	48.22	12.90	.49	.15
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	20.26	12.89	1.36	3.45	26.69	15.25	1.25	1.83	28.64	17.03	1.41	2.19	37.29	17.07	.47	-0.57
足し算	-	-	-	-	9.50	4.08	.73	.36	9.71	4.52	.94	1.66	10.35	4.94	.81	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
引き算	-	-	-	-	6.13	3.42	1.84	8.51	5.53	4.27	1.85	4.50	5.60	4.40	2.04	4.89	-	-	-	-	-	-	-	-
掛け算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.08	2.66	.18	1.81	6.87	2.54	.07	.25
割り算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.55	5.28	2.89	13.04	7.03	5.19	1.47	2.18
算数NRT	45.94	13.10	-0.93	.46	47.83	12.08	-1.03	.46	45.96	13.10	-0.39	-0.93	39.40	12.07	-0.54	1.05	33.07	14.05	.47	-0.72	43.84	13.27	-0.65	.37

Note. M = 平均値, SD = 標準偏差, Sk = 歪度, Ku = 尖度, 算数 NRT = 教研式標準学力検査 NRT.

## 要素的計算スキルと複合的計算スキルの関係

数字を書くスキルを統制変数とした、要素的計算スキルと複合的計算スキルの偏相関係数を Table 2-2-3 に示した。研究 1 と同様、要素的計算スキルと複合的計算スキルの関連を検討するという目的を達成するため、それらの関連に影響していると予測される数字を書くスキルを測定し、統制変数として用いた。足し算スキルに関しては、複合的足し算スキルの流暢性と要素的足し算スキルの流暢性に有意な正の相関がみられた。引き算スキルに関しては、複合的引き算スキルの流暢性および正確性と要素的引き算スキルの流暢性および正確性の全ての変数の間に有意な正の相関が見られた。掛け算スキルでは、複合的掛け算スキルの流暢性と要素的掛け算スキルの流暢性および正確性、複合的掛け算

Table 2-2-3

数字を書くスキルを制御変数とした、要素的計算スキルと複合的計算スキルの偏相関係数.

	複合的足し算 (流暢性)	複合的足し算 (正確性)		複合的引き算 (流暢性)	複合的引き算 (正確性)
要素的足し算 (流暢性)	.62**	.14 <sup>†</sup>	要素的引き算 (流暢性)	.66**	.15*
要素的足し算 (正確性)	-.03	.01	要素的引き算 (正確性)	.16*	.25**
<i>Note.</i> 要素的足し算スキルは $n = 185$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , <sup>†</sup> $p < .10$			<i>Note.</i> 要素引き算スキルは $n = 184$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , <sup>†</sup> $p < .10$		
	複合的掛け算 (流暢性)	複合的掛け算 (正確性)		複合的割り算 (流暢性)	複合的割り算 (流暢性)
要素的掛け算 (流暢性)	.56**	.14	要素的割り算 (流暢性)	.74**	.37**
要素的掛け算 (正確性)	.26**	.34**	要素的割り算 (正確性)	.28**	.52**
<i>Note.</i> 要素的掛け算スキルは $n = 131$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , <sup>†</sup> $p < .10$			<i>Note.</i> 要素的割り算スキルは $n = 130$ . * $p < .01$ , ** $p < .05$ , <sup>†</sup> $p < .10$		

スキルの正確性と要素的掛け算スキルの正確性に有意な正の相関が見られた。割り算スキルに関しては、複合的割り算スキルの流暢性および正確性と要素的割り算スキルの流暢性および正確性の全ての変数の間に有意な正の相関が見られた。

#### 要素的計算スキルと算数学力の関係

要素的計算スキルと4ヶ月後の算数学力の関係を検討するために、算数 NRT の得点を目的変数として、要素的計算スキル毎に階層的重回帰分析を行った。まず、第1段階として学年の変数を投入した。第2段階として数字を書くスキルの流暢性（正答数）を投入した。第3段階として、各要素的計算スキルの正確性（正答率）を投入し、正確性と算数 NRT との関連を検討した。第4段階として、各要素的計算スキルの流暢性（正答数）を投入し、流暢性と算数 NRT との関連を、正確性の要因を統制した上で検討した。結果を Table 2-2-4 に示す（学年別の結果は Appendix 2-2-6 ~ 2-2-11 参照）。階層的重回帰分析の結果、4つ全ての要素的計算スキルにおいて学年の変数に関しては有意な負の標準偏回帰係数を示し、流暢性に関しては有意な正の標準偏回帰係数を示していた。数字を書くスキルおよび要素的計算スキルの正確性に関しては、全ての要素的計算スキルにおいて標準偏回帰係数は有意ではなかった。以上より、学年や正確性の変数を統制した上でも、要素的計算スキルの流暢性は一貫して算数学力を予測するという研究1と同様の結果が得られた。

## II -2-(4) 研究2 考察

研究2の目的は、研究1とは異なる小学校の児童を対象として同様の結果が得られるかどうかを確認すること、要素的計算スキルが4ヶ月後の算数学力を

Table 2-2-4

各要素の計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析。

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-9.05	.50	-.88**	.41**	.41**
第2段階					
数字を書く	.01	.04	.01	.46**	.05**
第3段階					
要素的足し算正確性	-.09	.06	-.05	.46**	.00
第4段階					
要素的足し算流暢性	.49	.05	.50**	.60**	.14**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-8.45	.49	-.82**	.41**	.41**
第2段階					
数字を書く	.02	.03	.03	.46**	.05**
第3段階					
要素的引き算正確性	.04	.06	.02	.47**	.01**
第4段階					
要素的引き算流暢性	.52	.05	.47**	.62**	.15**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-8.20	.68	-.64**	.25**	.26**
第2段階					
数字を書く	.02	.04	.03	.31**	.06**
第3段階					
要素的掛け算正確性	-.09	.10	-.04	.32**	.01 <sup>†</sup>
第4段階					
要素的掛け算流暢性	.60	.07	.49**	.47**	.15**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
学年	-8.37	1.00	-.47**	.11**	.12**
第2段階					
数字を書く	.02	.05	.02	.21**	.10**
第3段階					
要素的割り算正確性	-.07	.08	-.05	.21**	.01 <sup>†</sup>
第4段階					
要素的割り算流暢性	.56	.06	.61**	.45**	.24**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 314$ ; 1~5年)、要素的引き算スキル ( $n = 314$ ; 1~5年)、要素的掛け算スキル ( $n = 246$ ; 2~5年)、要素的割り算スキル ( $n = 189$ ; 3~5年) の階層的重回帰分析の結果を示す。  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数。 \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ 。

予測できるかどうかを検討することであった。算数学力のアセスメント時期を除いて研究 1 と同様の手続きでデータ収集および分析を行ったところ、要素的計算スキルの正確性（正答率）は 1 年生の時から 100%近いこと、流暢性（正答数）は高学年ほど高くなること、流暢性は高学年ほど個人差（標準偏差）が大きくなっており、高学年でも 1 年生の中央値よりも低い児童が数名いることが明らかとなった。また、予測通り要素的計算スキルと複合的計算スキルの間に関連が見られ、特に要素的計算スキルの流暢性と複合的計算スキルの流暢性の間に強い関連がみられ、要素的計算スキルの正確性と複合的計算スキルの正確性の間にも関連がみられた。要素的計算スキルの流暢性は、4 ヶ月後の算数学力を予測することも示され、研究 1 の結果が再現された。研究 1 の結果に加え、研究 2 では将来の算数学力を有意に予測できることが示されたことから、要素となる基礎的な計算スキルの流暢性を高めることが、より複雑な計算問題や算数学力全般を高めることに影響するという流暢性研究者の主張がさらに支持されたと言える。

### 第Ⅲ章 計算スキルの指導研究

第Ⅱ章の2つの研究から、要素的計算スキルの流暢性を指標とすることによって、正確性の指標だけで判断するよりも、個々の児童の計算スキルの個人差を正確に把握できることが明らかとなった。また、要素的計算スキルの流暢性がより複雑な複合的計算スキルや算数学力と関連していることも示され、要素的計算スキルの流暢性を向上させることが重要であることが示唆された。そこで、第Ⅲ章では、重要性が確認された要素的計算スキルの流暢性を向上させるための指導方法に関する実証研究を行った。第Ⅲ章では4つの指導研究を実施した。研究3～5は、公立C小学校の2年生（研究3では3年生）児童の放課後個別指導において実施した。研究6は、公立B小学校の2年生児童を対象に、教員と連携しながら授業カリキュラムの中で実施できる指導法について検討した。

研究3では、Chiesa & Robertson (2000) の要素・複合分析に基づき、掛け算スキルを要素スキル、割り算スキルを複合スキルと捉えた上で、掛け算スキルの流暢性を向上させることが割り算スキルの流暢性も向上させるということを検証する事例研究を、小学3年生を対象に実施した。

研究4では、小学2年生児童の掛け算スキルの正確性と流暢性を向上させるための行動的指導法の効果を検討した。行動的指導法には、Cover-copy-compare (Skinner et al., 1989) と目標設定の手続きが含まれていた。個別の放課後学習の形式で指導を行い、一事例実験デザインを用いて指導効果を検証した。

研究5では、小学2年生の足し算スキルと引き算スキルを対象に、Fact Family (Stein et al., 2006) という足し算と引き算の関連性に基づいた指導を研究4と同じ行動的指導法を用いて実施した。研究5も、個別の放課後学習形式で実施した。

研究 6 では、小学 2 年生の掛け算スキル学習において、各児童の掛け算スキルの習得度（正確性と流暢性）を継続的にアセスメントしながら、段階的に指導を行う実践研究を実施した。研究 6 では、教員と連携しながら学級内でアセスメントと段階的指導を実施し、現在の学校環境内で実施できる指導、支援法を検討した。

### Ⅲ-1 研究3 要素・複合分析に基づく割り算スキルの指導<sup>3</sup>

#### Ⅲ-1-(1) 研究3 序

研究3では、割り算の正確性は獲得している（正確に解くことはできる）が、流暢性が低い（解くのに時間がかかる）児童を対象として、要素・複合分析に基づく割り算スキルの指導を実施した。本研究では、Chiesa & Robertson (2000)の要素・複合分析に基づき、掛け算スキルを割り算スキルの要素スキルと捉え、掛け算スキルの流暢性を向上させることが割り算スキルの流暢性を向上させるかどうかを検討した。現在、日本の学校のカリキュラムでは、2年生段階で掛け算スキルの学習を行う。そして、3年生で割り算スキルの指導が始まるが、その際、掛け算と割り算の関係性に基づいた指導を行う。例えば、「12 このあめを、1人に3こずつ分けると、何人に分けられますか」のような問題を解く際、① $3 \times \square$ が12こだから、②人数は $3 \times \square = 12$ の□にあてはまる数と同じ、というように掛け算をもとにして解答を導くような指導が行われる。つまり、学校カリキュラムにおいては、既に習得済みの掛け算を用いて割り算の指導を行う。Chiesa & Robertson (2000)の要素・複合スキルに基づく流暢性指導の研究では、掛け算スキルの流暢性を向上させることによって割り算スキルの流暢性が向上している。そこで、研究3では、割り算を正確に解くことはできるが、非常に時間がかかってしまう（流暢性が低い）児童を対象に、要素スキルである掛け算スキルの流暢性を向上させることが割り算スキルの流暢性を向上させるかどうかを、小学3年生2名を対象として事例的に検討した。なお、研究3

<sup>3</sup> 研究3の一部は、日本行動分析学会第27回大会自主シンポジウムの話題提供にて発表した（野田，2010）。

では、 $2 \times 3 = \square$  という形式の掛け算を通常の掛け算、 $2 \times \square = 6$  のように乗数を埋める形式の掛け算を穴埋め掛け算とした。

### Ⅲ-1-(2) 研究 3 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、20XX年7月21日から26日までの間に、関西圏にあるA市立C小学校において実施された。本研究は、1学期終了直後の夏期休暇中4日間にわたって行われる「がんばり勉強」の時間を用いて、学校長、学級担任および保護者の了承のもと実施された。「がんばり勉強」は、学校側へ申請した児童を対象に、教員の監督のもと夏期休暇の宿題をしたり、個別の学習指導を行ったりする取り組みであった。指導は、小学校の空き教室で1セッション約50分間を4セッション実施した。セッション中は、対象児以外は教室内にいなかった。

#### 対象児

対象児は、通常学級に在籍する3年生の男児2名（A児、B児）であった。A児とB児は、担任から学習面で特別な配慮が必要であると報告されており、筆者を含む大学院生や特別支援教育コーディネータなどによる放課後の個別学習が行われていた。放課後学習においては、読み・書き・計算等の基礎的な学業スキルの指導が行われていた。対象児2名の算数学力のアセスメントのため、教研式算数標準学力検査 CRT-II（辰野・北尾，2005）を実施した（Table 3-1-1 参照）。2名とも「数学的な考え方」「数量や図形についての表現・処理」「数量や図形についての知識・理解」という具体的な算数スキルに関する得点率が全国平均よりも低かった。また、「算数への関心・意欲・態度」については、A児は全国平均と変わらなかったが、B児は非常に低い値を示していた。

Table 3-1-1

対象児（A児、B児）の教研式標準学力検査 CRT-II の得点率（%）.

	A児	B児	全国平均
算数への関心・意欲・態度	83.3	16.7	83.4
数学的な考え方	36.4	45.5	71.4
数量や図形についての表現・処理	58.6	62.1	86.9
数量や図形についての知識・理解	46.2	53.8	78.3

さらに、対象児 2 名の通常の掛け算、穴埋め掛け算、掛け算に対応する割り算の正確性と流暢性に関するプレアセスメントを指導実施前に行った。本研究では、2 と 3 の段の掛け算および対応する割り算の問題を用いた。対応する割り算とは、例えば 2 の段の穴埋め掛け算  $2 \times \square = 6$  に対する  $6 \div 2 = \square$  という問題であり、2 の段の掛け算に対応するのは 2 で割る割り算、3 の段の掛け算に対応するのは 3 で割る割り算であった。プレアセスメントでは、正確性（正しく解けるか）を評価するために、制限時間を設定せず、十分な時間を与えた上で問題（e.g.,  $2 \times 1 \sim 2 \times 9$  が 1 問ずつ出題され、制限時間なしで実施；Appendix 3-1-1 参照）が解けるかを確認する課題を実施した。また、流暢性（どれぐらい素早く正確に解けるか）を評価するために、1 分間の制限時間を設定したタイムトライアル（Appendix 3-1-2 参照）を実施し、何問正答できるかを確認した。プレアセスメントの結果を Table 3-1-2 に示す。プレアセスメントの結果、A 児、B 児ともに、通常の掛け算、穴埋め掛け算、割り算の全てがほぼ 100% 正確に解けるが、穴埋め掛け算と割り算の流暢性が低く（正答数が少ない）、問題を解くのに時間がかかっていることが明らかとなった。そのため、通常の掛け算ではなく穴埋め掛け算を対象とした指導を実施した。

Table 3-1-2

通常の掛け算、穴埋め掛け算、割り算のプレアセスメントの結果.

			正確性 (正答率)	流暢性 (正答数)
A児	3の段	通常の掛け算	100	20
		穴埋め掛け算	100	4
		割り算	100	3
	2の段	通常の掛け算	100	37
		穴埋め掛け算	100	9
		割り算	100	6
B児	2の段	通常の掛け算	100	28
		穴埋め掛け算	100	6
		割り算	100	3
	3の段	通常の掛け算	100	23
		穴埋め掛け算	100	6
		割り算	89	6

### 指導者

対象児に対する指導は筆者が行った (以下、指導者とする)。指導者は、大学院研究員という立場で学部の頃から行動分析学を専門に研究および実践活動を行っていた。指導者は、対象小学校において教員補助者 (道城, 2007) という立場で担任と協働で通常学級に在籍する行動面および学習面で困難が見られる児童の支援を行っており、対象児 2 名とは放課後学習場面でのみ関わりがあった。

### 標的行動および従属変数

本研究の標的行動は掛け算スキルおよび割り算スキルであり、掛け算および割り算の問題に書字反応で解答する行動とした。本研究では、穴埋め掛け算に対して指導を実施し、穴埋め掛け算の流暢性が向上することによって割り算の流暢性が向上するかを検討した。従属変数としては、流暢性の指標として穴埋

め掛け算の問題および割り算の問題が書かれたシートを用いたタイムトライアルにおける正答数および誤答数を用いた。タイムトライアルを1回実施することを1試行とし、タイムトライアルの時間は1分間に設定した。

### 実験デザイン

穴埋め掛け算への指導を独立変数とした1要因2水準（指導あり、指導なし）の個体内実験デザインを用いた。A児には3の段の穴埋め掛け算に対して指導を行い、2の段の穴埋め掛け算には特別な指導を行わなかった。B児は反対に、2の段の穴埋め掛け算に対して指導を行い、3の段の穴埋め掛け算には特別な指導を行わなかった。指導を行った掛け算と指導を行わなかった掛け算のタイムトライアルにおける流暢性（正答数）を比較することで効果を検証した。また、穴埋め掛け算の流暢性の向上に伴って対応する割り算の流暢性が向上するかを検討するため、指導前後の割り算の流暢性（正答数）を、指導を行った掛け算に対応する割り算と指導を行わなかった掛け算に対応する割り算の間で比較した。本研究の流れを Figure 3-1-1 に示す。セッション1では、指導開始前のプレアセスメントとして、通常の掛け算、穴埋め掛け算、割り算のそれぞれに対

セッション1 7月21日	セッション2 7月22日	セッション3 7月23日	セッション4 7月26日
正確性プレアセスメント 通常の掛け算 穴埋め掛け算 割り算	指導 (指導する教材のみ)	指導 (指導する教材のみ)	指導 (指導する教材のみ)
流暢性プレアセスメント 通常の掛け算 穴埋め掛け算 割り算			流暢性ポストアセスメント 穴埋め掛け算 割り算

Figure 3-1-1. 本研究の流れ.

する正確性と流暢性のアセスメントを実施した。その後セッション 2 から 4 ま  
で、指導を実施する掛け算にのみ指導を実施し、指導を実施しない掛け算には  
特別な指導は行わなかった。

## 教材

### 指導用ワークシート

穴埋め掛け算の指導においては、 $\times 1 \sim \times 3$ 、 $\times 4 \sim \times 6$ 、 $\times 7 \sim \times 9$ 、の問題が含まれ  
る 3 種類のワークシートを用いた (Figure 3-1-2 参照)。それぞれのワークシ  
ートには、上部に問題と解答が記載されており、その下に 6 行 3 列に穴埋め掛け  
算の問題が記載されていた。

### 指導手続き

指導では、 $\times 1 \sim \times 3$  の穴埋め掛け算、 $\times 4 \sim \times 6$  の穴埋め掛け算、 $\times 7 \sim \times 9$  の穴埋  
め掛け算の 3 種類のワークシートを用いて練習を実施した。指導セッションの  
流れを Figure 3-1-3 に示す。基本的には、3 種類全てのワークシートによる練習  
の後、1 分間タイムトライアルによる流暢性のアセスメントを行うのを繰り返  
す形でセッションを進めた。しかし、セッション 3 (B 児のみ) では 3 回のワー  
クシート練習と流暢性アセスメントの後にも時間があつたため、練習が必要で  
あると筆者が判断した $\times 7 \sim \times 9$ のワークシートによる練習をさらに 2 回実施した。

指導では、Figure 3-1-2 に示したようなワークシートを用いた。まず、シート  
の上部に記載されている穴埋め掛け算の問題と解答の部分を、シートの上部を  
折り曲げることによって隠した。そして、下の 18 問の問題に一つずつ解答させ  
た。その際、素早く解答できない (すぐに答えを思いつかない) 場合は、すぐ  
に折り曲げた部分を開き、解答を確認して、またシートを折り曲げ、解答する  
ようにさせた。本研究の対象児 2 名は、穴埋め掛け算および割り算の問題に解

### あなうめ九九

( )月( )日 名前( )

$3 \times 1 = 3$

$3 \times 2 = 6$

$3 \times 3 = 9$

$3 \times \square = 6$	$3 \times \square = 3$	$3 \times \square = 9$
$3 \times \square = 6$	$3 \times \square = 9$	$3 \times \square = 3$
$3 \times \square = 3$	$3 \times \square = 9$	$3 \times \square = 6$
$3 \times \square = 9$	$3 \times \square = 3$	$3 \times \square = 6$
$3 \times \square = 6$	$3 \times \square = 3$	$3 \times \square = 9$
$3 \times \square = 9$	$3 \times \square = 3$	$3 \times \square = 6$

Figure 3-1-2. 穴埋め掛け算 ( $\times 1 \sim \times 3$ ) の指導用ワークシートの例.

A児 (3の段の穴埋め掛け算)

セッション2 7月22日	セッション3 7月23日	セッション4 7月26日
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	体調不良のため欠席	指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)
流暢性アセスメント (タイムトライアル)		流暢性アセスメント (タイムトライアル)
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)		
流暢性アセスメント (タイムトライアル)		
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)		
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)		

B児 (2の段の穴埋め掛け算)

セッション2 7月22日	セッション3 7月23日	セッション4 7月26日
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)
流暢性アセスメント (タイムトライアル)	流暢性アセスメント (タイムトライアル)	流暢性アセスメント (タイムトライアル)
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	
流暢性アセスメント (タイムトライアル)	流暢性アセスメント (タイムトライアル)	
指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	指導 (×1～×3) 指導 (×4～×6) 指導 (×7～×9)	
	流暢性アセスメント (タイムトライアル)	
	指導 (×7～×9) 指導 (×7～×9)	

Figure 3-1-3. 指導を行ったセッションの流れ. セッションでは、図の上の課題から順に実施した.

答する際、 $\times 1$  から順番に掛け算を考えてから解答する傾向が強く (e.g., 「 $2 \times \square = 14$ 」という問題に対して、「 $2 \times 1 = 2$ 、 $2 \times 2 = 4$ 、 $\dots$ 、 $2 \times 7 = 14$ 」と考えてから「7」と解答する)、その結果、正確ではあるが非常に時間がかかる状態であった。そのため、掛け算を順番に考えるのではなく、素早く解答できない場合はすぐに折り曲げたシートを開いて解答のモデルを観察し、それから解答するという指導方法を用いた。

#### 観察者間の記録の一致率

指導者と、研究目的を知らされていない大学院生の2名で記録の一致率を算出した。対象児が使用したアセスメント用シートの一つ一つの解答に関して、2名が独立して記録を行った。A児、B児ともに全てのデータについて、大学院生の記録者が正答および誤答のいずれかで記録した。一致率は、指導者と記録者の一致したデータ数を、一致したデータ数と一致しなかったデータの合計数で割った後、100を掛けるという方法で試行毎に算出した。その結果、A児の記録について的一致率は平均99% (範囲：83-100)、B児の記録について的一致率は平均99% (範囲：80-100)であった。

### Ⅲ-1-(3) 研究3 結果

#### 穴埋め掛け算スキル

A児およびB児の穴埋め掛け算スキルの流暢性 (正答数と誤答数) の変化を Figure 3-1-4 と Figure 3-1-5 に示す。グラフの横軸は試行数、縦軸は流暢性 (正答数および誤答数) を示している。A児はセッション3を欠席したために第4から第6試行が抜けている。指導を行った結果、両児ともに指導した掛け算の流暢性 (正答数) がプレからポストにかけて増加しており、誤答数が減少して

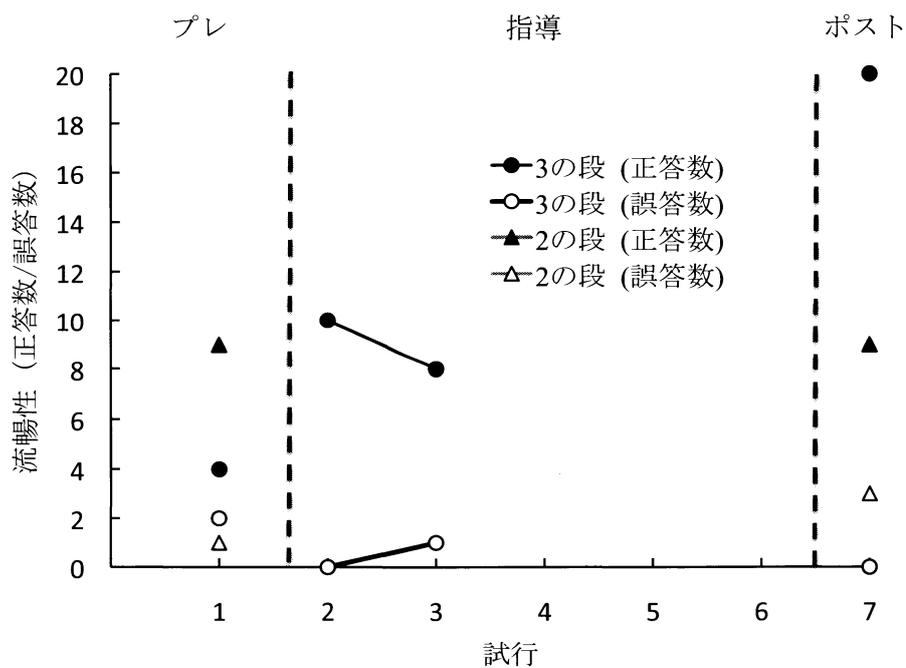


Figure 3-1-4. A 児のタイムトライアルにおける穴埋め掛け算スキルの流暢性 (正答数と誤答数) の変化. 3 の段 = 指導あり, 2 の段 = 指導なし.

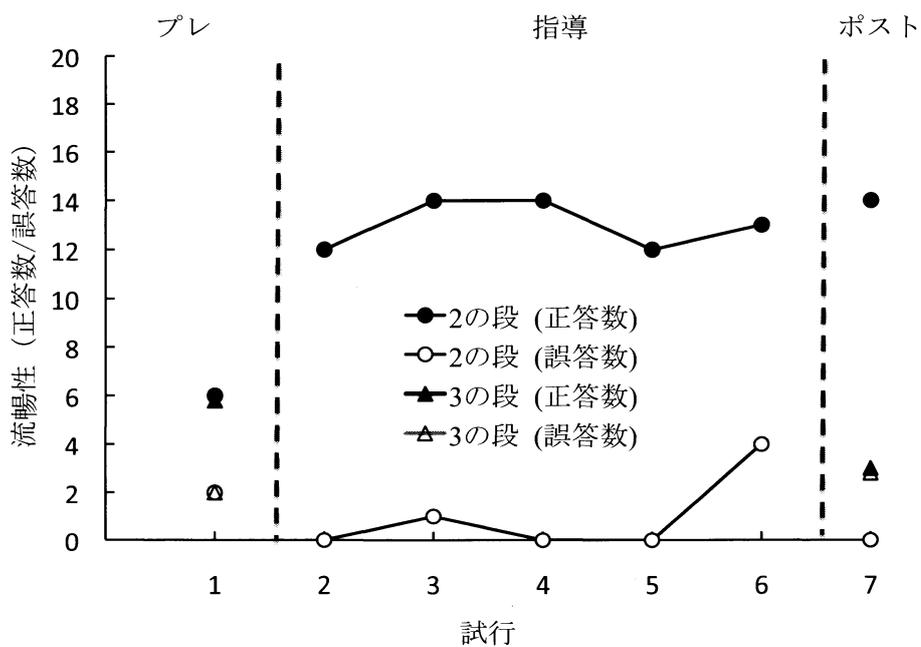


Figure 3-1-5. B 児のタイムトライアルにおける穴埋め掛け算スキルの流暢性 (正答数と誤答数) の変化. 2 の段 = 指導あり, 3 の段 = 指導なし.

いる。指導をしなかった掛け算の流暢性（正答数および誤答数）には変化はほとんど見られなかった。これより、穴埋め掛け算に対する指導の効果が示されたと言える。

### 割り算スキル

A 児および B 児の割り算スキルの流暢性（正答数）の変化を Figure 3-1-6 と Figure 3-1-7 に示す。グラフの横軸は時期、縦軸は流暢性（正答数）を示している。A 児に関しては、3 の段（指導あり）に対応した割り算の流暢性（正答数）が 3 問から 7 問に増加しており、2 の段（指導なし）に対応した割り算の流暢性（正答数）も 6 問から 15 問に増加していた。B 児に関しては、2 の段（指導あり）に対応した割り算の流暢性（正答数）が 3 問から 11 問に増加したが、3 の段（指導なし）に対応した割り算の流暢性（正答数）は 6 問から 3 問に減少していた。

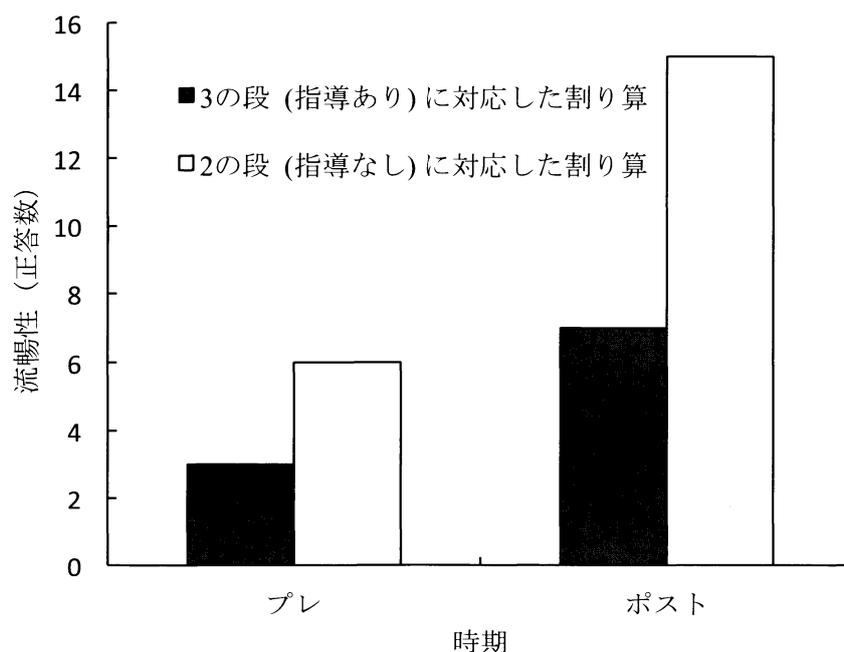


Figure 3-1-6. A 児のタイムトライアルにおける割り算スキルの流暢性（正答数）の変化.

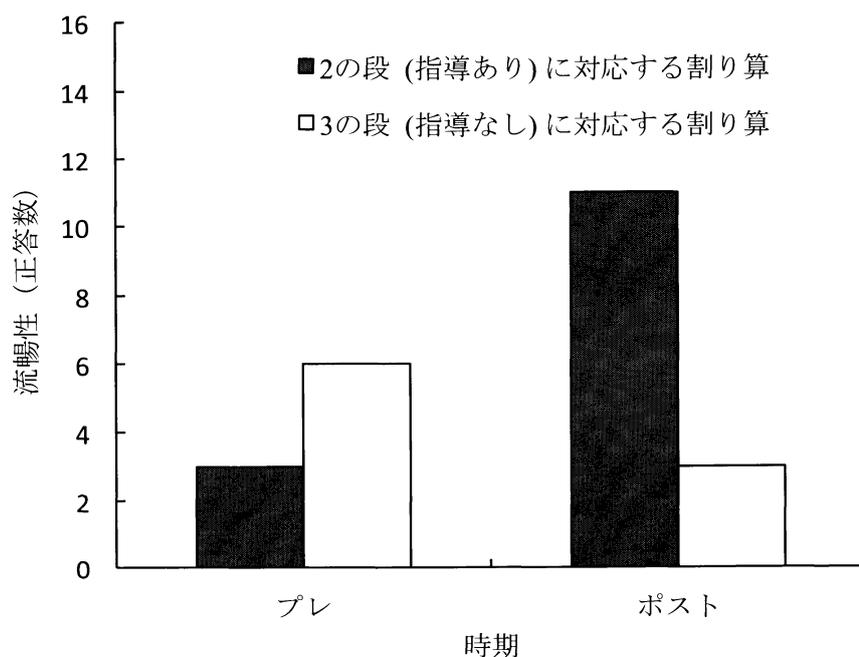


Figure 3-1-7. B 児のタイムトライアルにおける割り算スキルの流暢性 (正答数) の変化.

### Ⅲ-1-(4) 研究 3 考察

研究 3 では、Chiesa & Robertson (2000) の要素・複合分析を参考に、掛け算スキルを割り算スキルの要素スキルと捉え、掛け算スキルの流暢性を向上させることが対応する割り算スキルの流暢性を向上させるかどうかを 2 名の児童を対象に事例的に検討した。穴埋め掛け算スキルに対して指導を実施したところ、両児ともに指導した穴埋め掛け算の流暢性 (正答数) が増加、誤答数が減少したが、指導を行わなかった穴埋め掛け算の流暢性 (正答数と誤答数) には変化が見られず、穴埋め掛け算スキルに対する指導の効果が確認された。本研究では、学級でよく用いられる穴埋め掛け算および割り算の指導法である「掛け算で順に考えていく」方法を用いず、解答が分からなければすぐに自ら正答のモデルを確認するという手続きを用いることで、効率よく穴埋め掛け算の流暢性

を向上させることができた。

指導によって流暢性が向上した掛け算に対応する割り算スキルの流暢性を指導前後でアセスメントしたところ、B児に関しては指導した掛け算に対応した割り算のみ流暢性が向上し、要素スキルの流暢性を向上させることで複合スキルの流暢性が向上するという流暢性研究者の主張を支持する結果となった。しかし、A児は指導した掛け算に対応した割り算も指導しなかった掛け算に対応した割り算も両方とも流暢性が向上していた。これは、A児の動機づけに関連したパフォーマンスのばらつきの多さの影響を受けていることが一因として考えられる。本研究以外の個別指導場面において、A児はセッション内でも動機づけの変化 (e.g., 机に寝そべる、「やりたくない」と言う) が激しく、データが安定しないことは頻繁に見られていた。実際、指導を行った3の段の穴埋め掛け算スキルのポストアセスメントの結果も、セッション3を欠席していたにも関わらず指導期の流暢性 (正答数) の倍近くの値を示している。このようなデータの不安定さの影響を排除するためには、指導セッションの期間を長くする、プレおよびポストのアセスメントをそれぞれ複数試行実施して、その平均値を比較するという方法を用いるなどが考えられる。

以上より、本研究では、掛け算スキルの流暢性を向上させることで対応する割り算スキルの流暢性が向上するかどうかに関しては一貫した結果が得られなかったが、少なくとも穴埋め掛け算の流暢性を効率的に向上させることができたと言える。「割り算を解く際に掛け算を順に考えていく」という方略を用いている児童は、その方略のみを用いていることによって流暢性が向上しにくくなってしまっている、ということは学校場面では比較的よく観察される。このような児童に対して、解答が分からなければすぐに自ら正答のモデルを確認するという比較的簡単な手続きを用いることで、計算スキルの流暢性を効率よく向上させることができた点は意義があったといえるだろう。

本研究のような、「解答が分からなければすぐに自ら正答のモデルを確認する」という手続きは、学校での学習場面において困難を繰り返し経験している子ども達の指導法として、子ども自身が自分でできる取り組みやすいものである。欧米では、ほぼ同様の手続きを用いた Cover-copy-compare (Skinner et al., 1989; CCC) という指導法が学校場面で用いられている。次の研究 4 では、この CCC を日本の掛け算指導 (九九) に応用した指導を行った。

## Ⅲ-2 研究 4 掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす 行動的指導法の効果<sup>4</sup>

### Ⅲ-2-(1) 研究 4 序

研究 4 では、学校現場で実施できる計算スキルの指導法として米国を中心に効果を上げている Cover-copy-compare (Skinner et al., 1989; 以下、CCC と呼ぶ) に目標設定の手続きを組み入れた行動的指導法を用いて、小学 2 年生児童の掛け算スキルの指導研究を実施した。CCC は、元々書きスキル (spelling) に対して Hansen (1978) が用いた指導方法であるが、Skinner et al. (1989) が掛け算スキルに適用した研究を行っており、以後基礎的な計算スキルの指導に多く用いられている (e.g., Coddling, Chan-Iannetta, Palmer, & Lukito, 2009; Coddling, Eckert, Fanning, Shiyko, & Solomon, 2007; Coddling, Shiyko, Russo, Birch, Fanning, & Jaspén, 2007)。掛け算スキルを例にとると、CCC では、問題と解答を見る (「 $2 \times 3 = 6$ 」という問題と解答を見る)、カード等で問題と解答を隠す、問題と解答を書く (「 $2 \times 3 = 6$ 」と書く)、問題と解答を隠していたカードをはずす、自分が書いた問題と解答を評価する、というステップで掛け算スキルの指導を行う。CCC は、正反応を引き出すためのモデリング・多数の反応機会・即時フィードバックの要素が含まれるセルフマネジメント方式の学習法であり、比較的短い学習時間のうちに、ほとんど誤反応をせずに正反応を形成することができる効率的な学習法である。つまり、CCC はそれぞれの問題に対する正反応を引き出す工夫と、その反応に即座にフィードバックを与え、自己強化する工夫が含まれており、全くスキルが実行できない段階から正確に実行できるようになる獲

---

<sup>4</sup> 研究 4 は、日本行動分析学会第 27 回大会において口頭発表した (野田・松見, 2010d)。

得段階の指導 (Haring & Eaton, 1979; 野田・松見, 2010b) で特に有効であると  
考えられている。

さらに、CCC の効果をより高める方法として、目標設定・フィードバックが  
検討されている。例えば、Skinner, Bamberg, Smith, & Powell (1993) は、CCC  
だけでは割り算スキルの流暢性が習得基準 (mastery) に達しなかった児童に対  
して、CCC とタイムトライアルにおける速さの目標設定・フィードバックを組  
み合わせた指導を実施したところ、3~4セッションで基準を満たした。Coddington  
et al. (2009) は、一旦計算スキルの正確性が獲得されると、CCC 単独では流暢  
性を向上させるには不十分である可能性を指摘し、173名の小学3年生の引き  
算スキルを対象に、CCC 単独の効果と CCC と2種類の目標設定・フィードバ  
ック (正答数を増やす目標設定と誤答数を減らす目標設定) を組み合わせた学  
級単位の指導の効果を検討している。その結果、CCC と正答数を増やす目標設  
定・フィードバックを組み合わせた指導が最も効果的であることが明らかとな  
っている。これらの研究から、スキルの正確性に対する指導法としての CCC に  
流暢性に対する指導法としての目標設定・フィードバックを組み入れることが  
最も学習効果を高めることが予想される。

CCC による指導は、フラッシュカードによる計算の練習と類似点が多く (即  
時フィードバック等)、速さに関する目標設定・フィードバックによる指導も、  
百マス計算として広く実施されている練習法 (陰山, 2002) と類似しているた  
め、日本の教育場面においても CCC や目標設定・フィードバックによる指導は  
十分適用可能であると考えられる。本研究では、掛け算スキルの正確性と流暢  
性が低い児童2名を対象に、CCC と目標設定を用いた指導を実施し、一事例実  
験デザインを用いて効果を検証した。

### Ⅲ-2-(2) 研究 4 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、対象児が 2 年生の 10 月から冬期休暇を挟んで 3 月まで、関西圏にある A 市立 C 小学校において実施された。本研究は、放課後の個別指導として、学校長、学級担任および保護者の了承のもと実施された。指導は、小学校の空き教室で 1 セッション約 45 分間を週 2 回の頻度で実施した。セッション中は、対象児以外は教室内にいなかった。

#### 対象児

研究 3 と同じ児童 2 名 (A 児、B 児) が 2 年生の時に研究に参加した。研究 3 の対象児と同じ児童であるため、児童の特徴等の記述は省略する (対象児に関する情報は研究 3 を参照)。

#### 指導者

対象児に対する指導は筆者が行った (以下、指導者とする)。指導者は、大学院研究員という立場で学部の頃から行動分析学を専門に研究および実践活動を行っていた。指導者は、対象小学校において教員補助者 (道城, 2007) という立場で担任と協働で通常学級に在籍する行動面および学習面で困難が見られる児童の支援を行っており、対象児 2 名とは放課後学習場面でのみ関わりがあった。

#### 標的行動および従属変数

本研究の標的行動は掛け算スキルであり、掛け算の問題に書字反応で解答する行動とした。従属変数としては、流暢性の指標として掛け算の問題が書かれたシートを用いたタイムトライアルにおける正答数を用いた。正確性の指標と

しては、同様のタイムトライアルにおける正答率（制限時間以内に正答した問題数を解答した全ての問題数（正答数 + 誤答数）で割り 100 を掛けることによって算出）を用いた。対象児の集中力や負担を考慮し、タイムトライアルの時間を 30 秒に設定した。30 秒タイムトライアルを 1 回実施することを 1 試行とし、指導期において指導を実施する教材は 1 セッションにつき 3 試行、その他の教材は 1 セッションにつき 1 試行のデータを収集した。ただし、ベースライン期においては 1 セッション中に実施した試行数は一定ではなかった。

### 実験デザイン

指導する掛け算の教材を各児童 3 種類ずつ用意し、順に指導を実施する教材間多層プローブデザインを用いて指導効果を検証した。指導終了後のポストテストおよび全ての指導終了 1 ヶ月半後と 4 ヶ月後のフォローアップにおいてプローブ試行を実施した。

### 学習する教材の選出

通常の授業カリキュラムにおける掛け算スキルの指導順序を考慮し、5 の段、2 の段、3 の段、4 の段の 4 種類の教材に関して、研究実施前に 30 秒タイムトライアルによるアセスメントを実施した。対象児が在籍している小学校の授業カリキュラムにおける掛け算の習得基準（1 分間タイムトライアルにおいて掛け算の問題を 20 問間違えずに正確に解く）に基づき、30 秒タイムトライアルにおいて正答数が 10 問以上で誤答数が 0 問になることを本研究の習得基準とし、基準を満たした掛け算の段は研究から除外した。結果、A 児に関しては 2 の段、3 の段、4 の段、B 児に関しては 5 の段、2 の段、3 の段を教材として選出した。

## 行動的指導

### ① CCC の手順

CCC では、専用のワークシートを使用した (A4 用紙、Figure 3-2-1 参照)。CCC 用シートは、縦に 3 つに分けられており、左の列にはモデリングとして掛け算の問題と解答および九九としての読み方が 10 問 (e.g.,  $5 \times 1$  から  $5 \times 10$  まで) 記入されていた。中央の列には、掛け算の暗唱反応用の四角いマス目が 3 つ並んでいた。右の列には、書字反応用に掛け算の数字の部分を四角と入れ替えたものが書かれていた。それぞれの列の上には教示が書かれており、左の列には「① 3 回読んで、かくします」、中央の列には「② かくして言えたら○をします」、右の列には「③ □のなかをうめて、答えをたしかめます」と書かれていた。

CCC は、専用のシートを用いて 5 つの手順で実施した。まず、対象児は左の列の掛け算の問題と解答を 3 回読んだ (e.g., 「 $2 \times 3 = 6$ 」を見て「にさんがろく、にさんがろく、にさんがろく」と 3 回言う)。次に、シートの左端を折って問題と解答を隠した。そして、隠した状態で問題と解答を暗唱して○を記入した (3 回)。それから、隠した状態のまま右の列の四角の中に問題と解答を書いた。最後に、隠していた問題と解答を再び見て、書いた問題と解答の正誤を確認した。これらの手続きは、全て対象児自身が行った。5 つの手順の途中で誤答をした場合は、正答するまで同じ問題と解答に関する練習を繰り返した。

### ② タイムトライアルにおける目標設定・フィードバックの手順

タイムトライアルでは、A4 用紙に掛け算の問題が 5 行 8 列に並べられたものを使用した。問題は、Microsoft Excel<sup>®</sup> の Rand 関数を用いて疑似ランダムな順に配置した。タイムトライアルにおける目標設定・フィードバックでは、最初に現在のフェイズ内のこれまでの流暢性 (正答数) のグラフを対象児に見せ (各フェイズの最初の試行では、前のフェイズの最後の試行の正答数)、最高正

# 九九道場

( )月( )日( )年( )組 名前( )

① 3回読んで、かくします

ご し にじゅう  
 $5 \times 4 = 20$

ご ご にじゅうご  
 $5 \times 5 = 25$

ご さん じゅうご  
 $5 \times 3 = 15$

ご いち が ご  
 $5 \times 1 = 5$

ご しち さんじゅうご  
 $5 \times 7 = 35$

ご は よんじゅう  
 $5 \times 8 = 40$

ご っく よんじゅうご  
 $5 \times 9 = 45$

ご とお ごじゅう  
 $5 \times 10 = 50$

ご に じゅう  
 $5 \times 2 = 10$

ご ろく さんじゅう  
 $5 \times 6 = 30$

② かくして言えたら  
 ○をします

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

③ □のなかをうめて、  
 答えをたしかめます

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

□ × □ = □

☆さいごまでよくがんばりました☆

Figure 3-2-1. Cover-copy-compare 用のワークシート.

答数より 1 問多い正答数を目標とすること、目標が達成できれば好きなシールを 1 枚与えることを説明した。目標設定後、対象児にタイムトライアル用シートを配布し、できるだけ速く間違えないように解答することを教示した。それから、「スタート」の合図で問題を解き始め、「ストップ」の合図で終了させた。終了後、指導者が解答を確認し、流暢性（正答数と誤答数）を口頭および棒グラフでフィードバックした。目標を達成していた（前回までの最高正答数を 1 問以上超えていた）場合は、「すごい！最高記録！」と言語的賞賛を与え、対象児の好きなシールを 1 枚与えた。目標を達成していなかった場合は、「おしかったね。また今度もがんばろう」のような励ましの言葉を与えた。

### ③フィードバックシートおよびシール

本研究では対象児へのフィードバックのために、フィードバックシートを用いた。フィードバックシートには、指導日を記入する欄と、これまでのセッションのタイムトライアルにおける流暢性（正答数）の棒グラフが描かれていた。また、セッション終了時に対象児が好きなシールをフィードバックシートに貼った。シールは、タイムトライアル 1 回につき 1 枚、さらにタイムトライアルにおいて目標を達成した回数に応じて、セッションの最後にまとめて与えた。1 回のセッションで対象児が獲得できるシールの数は 7～10 枚であった。シールは市販のものと自作のものを両方用いた。

## 手続き

### ①ベースライン

ベースラインでは、それぞれの教材（e.g., 2 の段の掛け算）について 30 秒タイムトライアルを実施した。各教材について、A 児は 1 セッション中に 1～2 試行実施した。B 児は A 児よりも後に個別指導に参加したため、1 試行のみ実施

した。また、B 児のみ冬期休暇終了後の最初のセッションにおいて第 2 ベースライン（第 33 試行と第 34 試行）を測定した。ベースラインでは流暢性（正答数と誤答数）に関するフィードバックは一切行わず、各試行終了後に「よくがんばりました」という賞賛のみ与えた。

## ②指導 A

指導期では、CCC に目標設定・フィードバックを組み入れた行動的指導を実施した。指導期のセッションの流れを Figure 3-2-2 に示す。本研究では、流暢性の向上（正答数の増加と誤答数の減少）を頻繁にフィードバックして動機づけを高めること、同じ課題が続いて飽きないようにすることを意図し、タイムトライアルにおける目標設定・フィードバックと CCC による指導を交互に導入した。①と③と⑤のタイムトライアルと目標設定・フィードバックでは、各教材を用いたタイムトライアルを実施した。指導を実施している教材に関しては

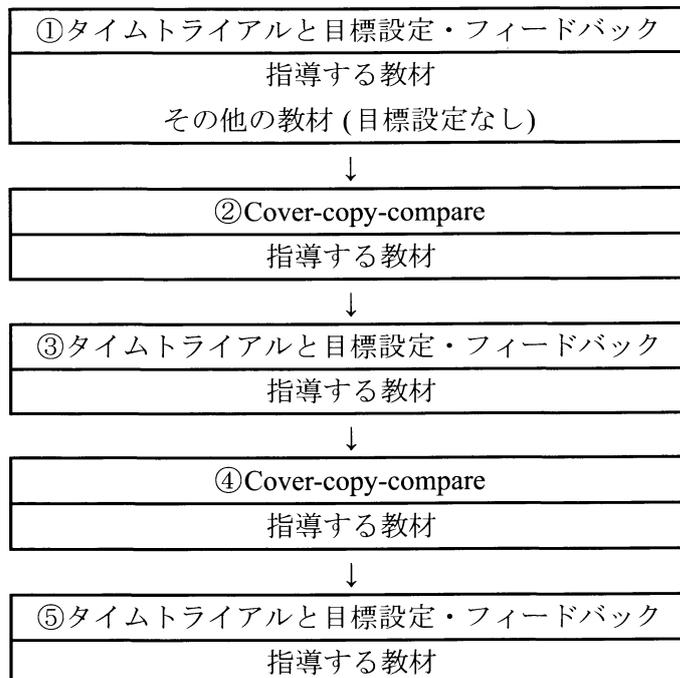


Figure 3-2-2. 指導期のセッションの流れ.

目標設定・フィードバックの手続きを実施したが、①のタイムトライアルにおけるその他の教材に関しては、目標設定は行わずベースラインと同様の手続きを用いた。②と④の CCC では、指導を実施している教材に関して、CCC 用シートを用いた指導を実施した。CCC では、指導者の「はじめ」の合図で、先述した CCC の手順を対象児個人のペースで実施した。また、CCC を実施する際に要する時間を測定するために、指導者は「はじめ」の合図から対象児が CCC を終える（CCC 用シートを最後まで終える）までの時間を計測した。指導第 1 回目のセッションにおいて指導者が、CCC の手順の説明およびモデリング、正しい手順で実施できているかのフィードバックを行った。その後のセッションにおいて CCC の手順に誤りが見られた場合は、その都度モデリングと手順に関するフィードバックを行った。

### ③指導 B

当初は、冬期休暇直後にフォローアップデータを収集する予定であったが、A 児がベースラインの手続きによるタイムトライアルの実施を拒否したため、課題への動機づけを高めることを目的としてタイムトライアルにおける目標設定・フィードバックのみの指導 B を実施した。

### ④指導 C

B 児に関しては、指導 A を実施した結果、正確性と流暢性が少しずつ向上したが、約 1 ヶ月継続して実施しても正答率 100%および正答数が 10 問に達しなかった。B 児の誤答を分析してみると、同じ掛け算の問題を繰り返し間違えていることが多かった。そこで、誤答した問題のみで CCC 用シートを作成し、そのシートで CCC を実施した。タイムトライアルにおける目標設定・フィードバックの手続きは指導 A と同様であった。

### ⑤ ポストテストおよびフォローアップ

掛け算の習得基準を満たした教材は、指導終了後も定期的にプローブ試行を実施した。フォローアップでは、各教材について、全ての指導終了から1ヶ月半後にプローブ試行を2試行、4ヶ月後に1試行実施した。プローブ試行では、正答数および誤答数のフィードバックは行わず、セッション終了時にタイムトライアル1回につき1枚のシールを与えた。

### 観察者間の記録の一致率

指導者と、研究目的を知らされていない大学院生の2名で記録の一致率を算出した。対象児が使用したタイムトライアル用シートの解答に関して、2名が独立して記録を行った。全てのデータの内、A児については34%、B児については29%のデータについて、大学院生の記録者が正答および誤答のいずれかで記録した。一致率は、指導者と記録者の一致したデータ数を、一致したデータと一致しなかったデータの合計数で割った後、100を掛けるという方法で算出した。その結果、A児の記録について的一致率は平均99%（範囲：93-100）、B児の記録について的一致率は平均100%であった。

### 指導手続きの厳密性

どのセッションにおいても、同一の手続きを一貫して行うため、セッションの手続きを具体的に記述したチェックシートを用いた。チェックシートには、「各児童にこれまでの結果のグラフを見せ、『前回までの最高点は〇〇点でした。今日はこれを超えると選んだシールをゲットできます。がんばりましょう』と言う」のような、具体的な手続きとセリフが21項目記載されていた。指導者はチェックシートを見て、各項目にチェックマークを入れながら指導を実施した。その結果、全てのセッションにおいて100%正確に指導を実施していた。

### Ⅲ-2-(3) 研究4 結果

Figure 3-2-3 は A 児、Figure 3-2-4 は B 児の 30 秒タイムトライアルにおける正確性（正答率）と流暢性（正答数）を示している。グラフの横軸は試行数、縦軸は正確性（棒）および流暢性（折れ線）を示している。折れ線の中黒は目標を達成した試行を表している。A 児については、上段から 2 の段、3 の段、4 の段の掛け算の結果を示し、B 児については、上段から 5 の段、2 の段、3 の段の掛け算の結果を示している。

#### A 児の結果 (Figure 3-2-3)

ベースラインでは、正確性（正答率）の平均は 2 の段で 61.2%、3 の段で 81.1%、4 の段で 73.5%であり、流暢性（正答数）の平均は 2 の段で 5 問、3 の段で 6 問、4 の段で 6 問であった。指導 A を実施したところ、正確性の平均は 2 の段で 91.8%、3 の段で 91.4%、4 の段で 91.7%と増加し、流暢性の平均も 2 の段で 9 問、3 の段で 12 問、4 の段で 12 問と増加していた。冬期休暇後の目標設定・フィードバックのみによる指導 B では、正確性の平均は 2 の段で 96.0%、3 の段で 90.2%、4 の段で 98.3%であり、流暢性の平均は 2 の段で 14 問、3 の段で 12 問、4 の段で 11 問であった。これらはフォローアップにおいても維持されているか増加していた。

#### B 児の結果 (Figure 3-2-4)

第 1 ベースラインでは、正確性（正答率）の平均は 5 の段で 60.0%、2 の段で 77.0%、3 の段で 71.5%であり、流暢性（正答数）の平均は 5 の段で 3 問、2 の段で 8 問、3 の段で 7 問であった。5 の段に対して指導 A を実施したところ、正確性の平均は 81.0%まで、流暢性の平均は 8 問まで増加した。しかし、継続

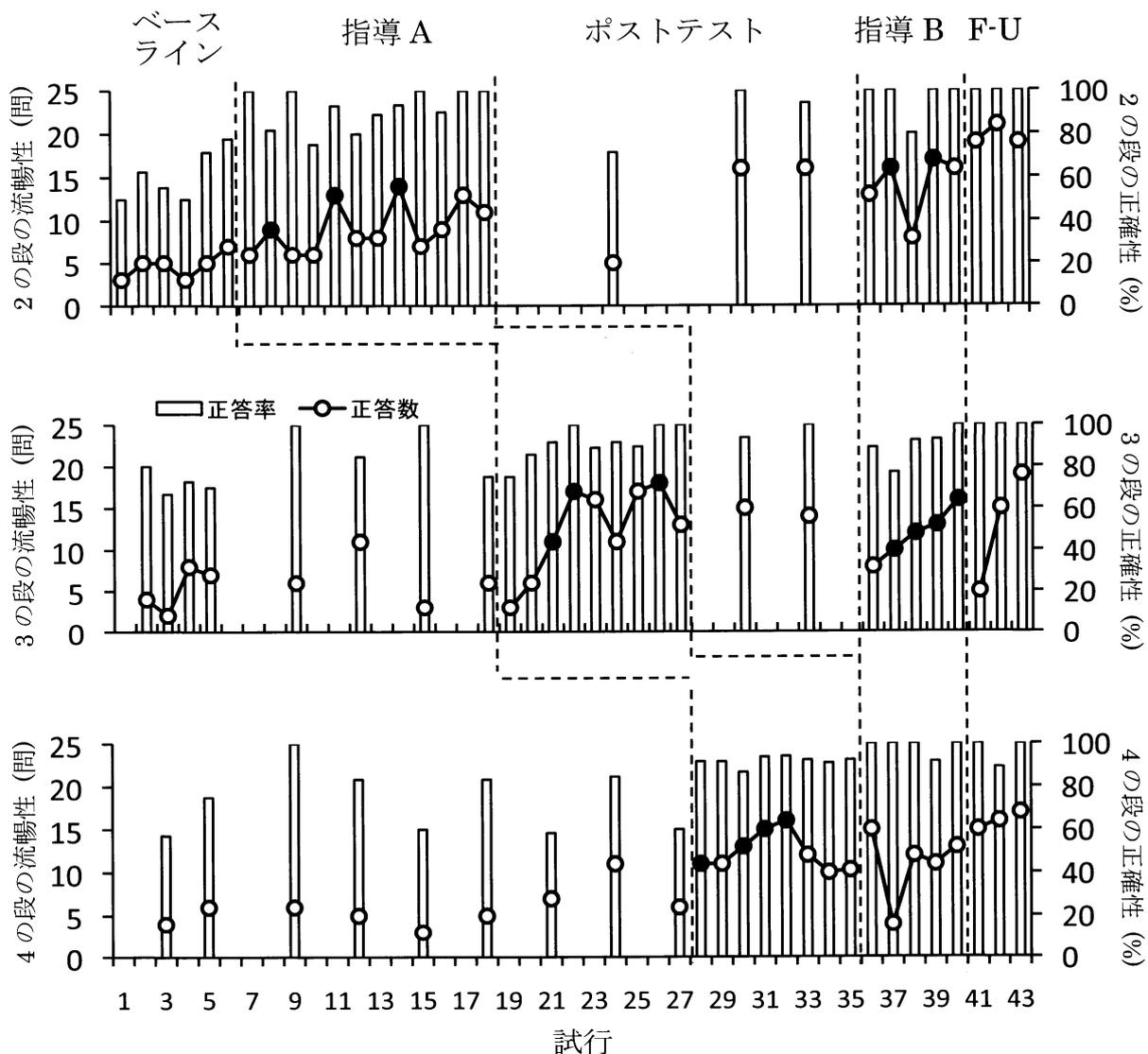


Figure 3-2-3. A 児の 30 秒タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問). 上段から 2 の段、3 の段、4 の段の掛け算の結果を示す. 折れ線グラフの中黒のデータは目標を達成した試行を表す. ポストテストと指導 B の間には約 3 週間の冬期休暇があった. 指導 A = 行動的指導、指導 B = 目標設定・フィードバックのみによる指導、F-U = 全指導終了 1 ヶ月半後 (2 試行) および 4 ヶ月後 (1 試行) のフォローアップ.

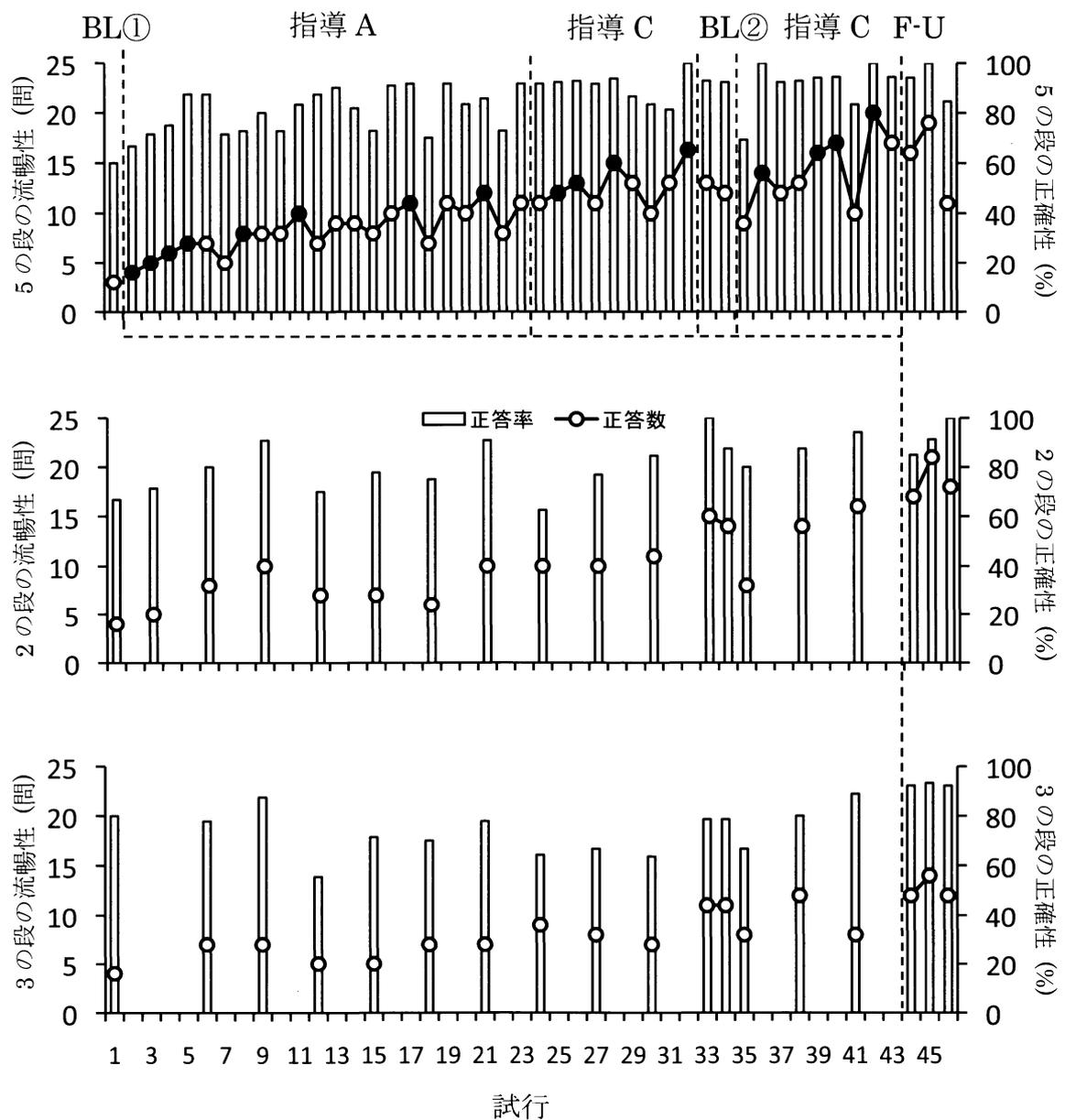


Figure 3-2-4. B 児の 30 秒タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (%). 上段から 5 の段、2 の段、3 の段の掛け算の結果を示す. 折れ線グラフの中黒のデータは目標を達成した試行を表す. 指導 C と BL②の間には約 3 週間の冬期休暇があった. BL = ベースライン、指導 A = 行動的指導、指導 C = 誤答のみの行動的指導、F-U = 全指導終了 1 ヶ月半後 (2 試行) および 4 ヶ月後 (1 試行) のフォローアップ.

して指導 A を実施しても、2 試行連続で正答率 100%かつ正答数 10 問以上という習得基準を満たさなかった。誤答を分析した結果、同じ問題を何度も間違っていたため (5×4、5×5、5×7、5×8)、間違っていた問題に焦点を当てた新たな CCC 用シートを用いた指導 C を実施した。その結果、2 試行連続で正答率 100%かつ正答数 10 問以上という基準は満たせなかったが、正確性の平均は 90.0%、流暢性の平均は 13 問まで増加した。冬期休暇直後の第 2 ベースラインでは、5 の段の正確性の平均は 92.6%、流暢性の平均は 13 問であった。その後再び指導 C を実施したところ、5 の段の正確性の平均は 91.2%、流暢性の平均は 14 問であった。また、2 の段と 3 の段については、指導を実施していないにも関わらず正確性および流暢性が増加していた。フォローアップにおいては、全ての段の掛け算の流暢性および正確性は維持あるいは増加していた。

#### CCC の所要時間

CCC による指導の効率性を検討するため、CCC の実施にかかる時間をストップウォッチで測定した。その結果、CCC のシート 1 枚を実施するのにかかった時間は、A 児は平均 185 秒、B 児は平均 176 秒であった。これより、CCC による指導は、短時間で対象児自身で実施できるものであることが分かった。

### Ⅲ-2-(4) 研究 4 考察

本研究では、小学 2 年生の基礎的な学業スキルに困難を抱える男児 2 名の掛け算スキルを対象に、CCC に目標設定・フィードバックを組み入れた行動的指導法の効果を検証した。その結果、A 児も B 児も指導の導入に伴って 30 秒タイムトライアルにおける掛け算スキルの正確性と流暢性が向上した。また、ポストテストおよび指導終了 1 ヶ月半後、4 ヶ月後におけるプローブ試行では 2

名とも正確性および流暢性が維持されていた。正確性の向上は、CCCの手続きに含まれるモデリングによって正反応を引き出し、即時フィードバックによって自己強化を行うというステップを繰り返したことによってもたらされたと考えられる。さらに、正確性が向上したスキルに対して、速さの目標設定・フィードバックを用いたタイムトライアルを行うことによって、流暢性が向上したと考えられる。以上より、主に正確性の向上を目的としたCCCに流暢性の向上を目的とした目標設定・フィードバックを組み入れた行動的指導法の効果が示されたといえる。しかし、本研究には今後検討が必要な課題も含まれている。

一つは、B児に関して、指導を行っていない教材の正確性と流暢性が、指導を行った教材の正確性および流暢性と同程度向上していたことである。第2ベースラインにおいて流暢性が減少していたものの、実験統制という観点からすると指導の効果は見られなかったことになる。この原因としては、日常の授業カリキュラムにおける掛け算の指導が影響している可能性が考えられる。本研究は、授業カリキュラムにおける掛け算の指導と平行して実施されているため、授業カリキュラムによる学習によって指導を実施していない教材においても正答率および正答数の増加が見られた可能性が考えられる。また、5の段の教材への指導の効果が他の教材に般化した可能性も考えられる。指導の効果を実験的に証明するためには、日常の授業カリキュラムの影響を受けにくく、効果の般化も受けにくい教材を統制刺激として設定することが考えられる。また、参加者間実験デザインによる検討も有効であろう。

また、B児に対する指導の効果をさらに高めるための方法に関しても検討が必要である。B児は、指導した教材のうち、特定の問題（「 $5 \times 4$ 」「 $5 \times 7$ 」）のみ誤答を繰り返していた。この2つ掛け算は、九九として読む際には「ごしにじゅう」と「ごしちさんじゅうご」というように読むが、「し」と「しち」の混合によるものと考えられる音韻的な誤答が多かった（例えば、 $5 \times 4 = 35$  や、 $5 \times 7 = 20$

など)。これらの問題は、CCC 実施中には間違えることはほとんどなかったが、タイムトライアルになると間違っていた。その他の問題については正確性および流暢性が向上していたことから、この2つの問題のみを取り出し、対比的に弁別訓練などを行えば誤答数を減らし、習得基準を満たすことができたかもしれない。日本の場合、掛け算スキルは主に九九を言語的に反復することで学習されるため (e.g., 伊藤・久保・正高, 2008)、音韻弁別スキルの習熟度が掛け算の学習率に大きく影響している可能性が考えられる。先行研究において効果が実証されている指導法を個人に適用する際に考慮すべき要因 (指導効果の個人差を説明する要因) についての研究は、通常学級において個別のニーズに対応することを求められている現在の日本の教育実践において、非常に重要になるだろう。

また、本研究で用いた CCC やタイムトライアルにおける目標設定の手続きが、他の計算スキルの指導でも効果があるのかはさらに検討が必要である。本研究の標的行動である掛け算スキル (九九) は、言語的な反復によって効果がみられやすい (記憶しやすい) スキルであると考えられ、足し算スキルや引き算スキルなどの他の計算スキルに適用する際には、効率よく学習できる (記憶できる) ような工夫が必要であると考えられる。そこで次の研究 5 では、足し算スキルと引き算スキルを対象に、Fact Family (Stein et al., 2006) に基づく指導を実施した。

### Ⅲ-3 研究 5 行動的指導法を用いた Fact Family に 基づく足し算スキルと引き算スキルの 指導の効果<sup>5</sup>

#### Ⅲ-3-(1) 研究 5 序

研究 5 では、Fact Family (Stein et al., 2006) に基づく足し算スキルと引き算スキルの指導を、研究 4 と同様の行動的指導法を用いて行い、その効果を検討した。Fact Family は、1 桁の基礎的計算同士に関連性を示す際に用いられる 3 つの数字のセットであり、1 つの Fact Family のセットから 4 つの基礎的計算を作り出すことができる。例えば、3 と 4 と 7 という数字が与えられれば、 $3+4=7$ 、 $4+3=7$  という足し算を作り出すことができ、 $7-3=4$ 、 $7-4=3$  という引き算も作り出すことができる。同様に、3 と 4 と 12 という数字が与えられれば、 $3\times 4=12$ 、 $4\times 3=12$  という掛け算と、 $12\div 3=4$ 、 $12\div 4=3$  という割り算も作り出すことができる。Fact Family を通じて基礎的な計算スキルの指導を行うことで、1 つの基礎的計算が解けるようになればその他に 3 つの計算も解けるようになることが期待され、四則演算の概念的な関連性の学習および記憶しておかなければならない計算の数を減少させることができると言われている。この Fact Family に基づく計算スキルの指導は、直接的教授法 (Stein et al., 2006) やモーニングサイドアカデミーにおける実践 (Johnson & Layng, 1992, 1994; Johnson & Street, 2004) で用いられ、効果をあげている。

本研究では、繰り返しのある足し算と繰り返しのある引き算を解くことが困難な児童 2 名と、自主的に放課後の個別指導への参加を希望した児童 1 名

---

<sup>5</sup> 研究 5 は、37<sup>th</sup> annual convention of the Association for Behavior Analysis International においてポスター発表を予定している (採択済み)。

を対象に、研究 4 の行動的指導法 (CCC とタイムトライアルにおける目標設定) を用いた Fact Family に基づく足し算スキルと引き算スキルの指導を行い、その効果を一事例実験デザインを用いて検証した。

### Ⅲ-3-(2) 研究 5 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、対象児が 2 年生の 2 月から 3 月まで、関西圏にある A 市立 C 小学校において実施された。本研究は、放課後の個別指導として、学校長、学級担任および保護者の了承のもと実施された。指導は、小学校の空き教室で 1 セッション約 45 分間を週 2 回の頻度で実施した。セッション中は、対象児以外は教室内にいなかった。

#### 対象児

研究 3 と同じ児童 2 名 (A 児、B 児) が 2 年生の時に研究に参加した。研究 3 の対象児と同じ児童であるため、全般的な児童の特徴等の記述は省略する (対象児に関する情報は研究 3 を参照)。A 児と B 児は、繰り上がりのある足し算および繰り下がりのある引き算の課題を行う際には、指を使ったりプリントに〇を書いて数えたりする方法を用いていたが、この方法で練習をすると負荷が高く、2、3 問解くと嫌がって逸脱行動 (e.g., 席を立つ、机に寝そべる) の頻度が増加するという状態であった。そこで本研究では、Fact Family と CCC を用いた方法で学習するという指導法を選択した。また、個別に放課後の個別指導への参加を希望した男児 (C 児) も本研究に参加した。C 児に関しては、学級において学習面や行動面の問題は特にないと学級担任から報告を受けていた。

## 指導者

対象児に対する指導は筆者が行った（以下、指導者とする）。指導者は、大学院研究員という立場で学部の頃から行動分析学を専門に研究および実践活動を行っていた。指導者は、対象小学校において教員補助者（道城, 2007）という立場で担任と協働で通常学級に在籍する行動面および学習面で困難が見られる児童の支援を行っており、対象児 3 名とは放課後学習場面でのみ関わりがあった。

## 標的行動および従属変数

本研究の標的行動は足し算スキルと引き算スキルであり、足し算および引き算の問題に書字反応で解答する行動とした。また、足し算と引き算スキルの流暢性を向上させるために、Fact Family の 3 つの数字を覚える指導を行った。従属変数としては、足し算スキルと引き算スキルの流暢性の指標として、足し算と引き算の問題が書かれたシートを用いたタイムトライアルにおける正答数を用い、正確性の指標として正答率（制限時間以内に正答した問題数を解答した全ての問題数（正答数 + 誤答数）で割り 100 を掛けることによって算出）を用いた。また、Fact Family を覚える行動の流暢性の指標としては、数字欠落 (missing number) 課題のタイムトライアルにおける正答数と誤答数を用いた。数字欠落課題とは、Fact Family の 3 つの数字のうち一つが抜けているものを見て、抜けている部分を埋めるという課題であった (e.g., 「5 6 \_」を見て、\_ に 11 を埋める)。研究 4 と同様、対象児の集中力や負担を考慮し、タイムトライアルの時間を 30 秒に設定した。30 秒タイムトライアルを 1 回実施することを 1 試行とした。

## 実験デザイン

指導する Fact Family のセットを各児童 2 種類ずつ用意し、順に指導を実施す

る教材間多層プローブデザインを用いて指導効果を検証した。教材 A に関しては、教材 B の指導が始まった後、タイムトライアルによる足し算と引き算スキルのアセスメントのみをポストテストとして測定した。

## 教材

### ①学習する教材の選出

米国において、Fact Family を用いた計算スキルの指導を実践しているモーニングサイドアカデミーが出版している教材である Morningside Mathematics Fluency シリーズを参考に、繰り返し上がりのある足し算および繰り返し下がりのある引き算を含む Fact Family の教材を 2 種類作成した。教材 A として「5, 6, 11」「5, 7, 12」「5, 8, 13」という 3 つの Fact Family を選出した。教材 B としては、「6, 7, 13」「6, 8, 14」「6, 9, 15」という 3 つの Fact Family を選出した。

### ②ワークシート

アセスメント用シートは、A4 用紙に 5 行 8 列に問題が並んだワークシートを用いた。教材 A のワークシートには、「 $5+6=$ 」「 $6+5=$ 」「 $11-5=$ 」「 $11-6=$ 」「 $5+7=$ 」「 $7+5=$ 」「 $12-5=$ 」「 $12-7=$ 」「 $5+8=$ 」「 $8+5=$ 」「 $13-5=$ 」「 $13-8=$ 」の 12 種類の問題が疑似ランダムな順に配置されていた。教材 B のワークシートには、「 $6+7=$ 」「 $7+6=$ 」「 $13-6=$ 」「 $13-7=$ 」「 $6+8=$ 」「 $8+6=$ 」「 $14-6=$ 」「 $14-8=$ 」「 $6+9=$ 」「 $9+6=$ 」「 $15-6=$ 」「 $15-9=$ 」の 12 種類の問題が疑似ランダムな順に配置されていた。

指導には、3 種類のワークシートを用いた。1 つ目は、Fact Family の説明を行う際に用いたシートで、Fact Family の 3 つの数字の下に 4 つの式を書く欄が設けてあり、3 つの数字から 4 つの基礎計算（足し算 2 つ、引き算 2 つ）を作り出す練習のために用いた (Figure 3-3-1)。2 つ目は、CCC 用のワークシートであった (Figure 3-3-2)。CCC 用シートは、研究 4 で用いた CCC 用のシートの掛け

① <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">11</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">6</td></tr> </table>	5	6	② <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">12</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">7</td></tr> </table>	5	7	③ <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">13</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">8</td></tr> </table>	5	8
5								
6								
5								
7								
5								
8								
___ + ___ = ___	___ + ___ = ___	___ + ___ = ___						
___ + ___ = ___	___ + ___ = ___	___ + ___ = ___						
___ - ___ = ___	___ - ___ = ___	___ - ___ = ___						
___ - ___ = ___	___ - ___ = ___	___ - ___ = ___						
④ <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">12</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">7</td></tr> </table>	5	7	⑤ <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">11</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">6</td></tr> </table>	5	6	⑥ <table style="display: inline-table; border: 2px solid black; padding: 5px;">13</table> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">8</td></tr> </table>	5	8
5								
7								
5								
6								
5								
8								
___ + ___ = ___	___ + ___ = ___	___ + ___ = ___						
___ + ___ = ___	___ + ___ = ___	___ + ___ = ___						
___ - ___ = ___	___ - ___ = ___	___ - ___ = ___						
___ - ___ = ___	___ - ___ = ___	___ - ___ = ___						

Figure 3-3-1. Fact Family の説明で用いたワークシートの例.

# 十一道場

( )月( )日( )年( )組 名前( )

① 3回読んで、かくします

② かくして言えたら  
○をします

③ □のなかをうめて、  
答えをたしかめます

5 6 11

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 8 13

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 7 12

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 8 13

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 6 11

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 7 12

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 6 11

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 7 12

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

5 8 13

□	□	□
---	---	---

□	□	□
---	---	---

☆さいごまでよくがんばりました☆

Figure 3-3-2. Fact Family に基づく Cover-copy-compare 用のワークシートの例.

算の部分を Fact Family の 3 つの数字に変更し、各教材の中の 3 種類の Fact Family のセットが 3 回ずつ疑似ランダムな順に並べられた物であった。それ以外は研究 4 で用いたものと同様であった。3 つ目の数字欠落課題用シート (Figure 3-3-3) は、A4 用紙に Fact Family のうち一つが欠けている数字のセット (e.g., 「5 \_ 11」) が 5 行 8 列に疑似ランダムに並べられている物であった。

## 行動的指導

### ① Fact Family の説明

指導期の第 1 セッションにおいて、Fact Family の説明 (3 つの数字から 4 つの基礎的計算を作り出すことができる) を行い、ワークシートを用いて Fact Family から 4 つの基礎的計算を作り出す練習を行った。指導は、Stein et al. (2006) の Fact Family の指導スクリプトに基づいて実施した (Appendix 3-3-1 参照)。Fact Family から 4 つの基礎的計算を作り出す練習は、第 2 セッション以降毎セッションの開始時に簡単に口頭で実施した。

### ② CCC による Fact Family の指導

指導期の第 2 セッション以降は、CCC 用ワークシートと数字欠落課題による Fact Family の指導を実施した。CCC は、研究 4 と同様の方法を用いたが、問題を読む部分と暗唱する部分は対象児 3 名で一斉に言うという方式をとった。読むあるいは暗唱するペース、次の問題に行くペースは指導者が言語的に合図を出した。

### ③ 数字欠落課題による Fact Family の指導

数字欠落課題は、30 秒のタイムトライアル形式で実施した。タイムトライアルにおいては、目標設定・フィードバックの手続きを導入した。タイムトライ



アルにおける目標設定・フィードバックの手続きは研究 4 と全く同じであった。

#### ④フィードバックシートおよびシール

研究 4 と同様、対象児へのフィードバックのために、フィードバックシートを用いた。フィードバックシートには、指導日を記入する欄と、これまでのセッションのタイムトライアルにおける流暢性（正答数）の棒グラフが描かれていた。また、セッション終了時に対象児が好きなシールをフィードバックシートに貼った。シールは、タイムトライアル 1 回につき 1 枚、さらにタイムトライアルにおいて目標を達成した回数に応じて、セッションの最後にまとめて与えた。シールは市販のものと自作のものを両方用いた。

#### 手続き

##### ①ベースライン

ベースラインでは、教材 A と B それぞれについて 30 秒タイムトライアルを実施した。教材 A については、各児童 3 試行実施した。教材 B については、各児童 7 試行実施した。ベースラインでは正答数や誤答数に関するフィードバックは一切行わず、各試行終了後に「よくがんばりました」という賞賛のみ与えた。

##### ②指導

指導期のセッションの流れを Figure 3-3-4 に示す。セッションの最初に教材 A と B 両方のタイムトライアルを行った。その後、指導を実施している教材を用いた Fact Family の説明と練習を行った。それから、CCC と数字欠落課題を 2 回ずつ実施し、最後に指導を実施している教材のみタイムトライアルを実施した。CCC と数字欠落課題は、流暢性の向上（正答数の増加と誤答数の減少）を

教材Aへの指導期	教材Bへの指導期
①教材Aのタイムトライアル(目標設定)	①教材Aのタイムトライアル
②教材Bのタイムトライアル	②教材Bのタイムトライアル(目標設定)
③教材Aの Fact Family の説明	③教材Bの Fact Family の説明
④教材Aの Cove-copy-compare	④教材Bの Cove-copy-compare
⑤教材Aの数字欠落課題	⑤教材Bの数字欠落課題
⑥教材Aの Cover-copy-compare	⑥教材Bの Cover-copy-compare
⑦教材Aの数字欠落課題	⑦教材Bの数字欠落課題
⑧教材Aのタイムトライアル(目標設定)	⑧教材Bのタイムトライアル(目標設定)

Figure 3-3-4. 指導期のセッションの流れ.

頻繁にフィードバックして動機づけを高めること、同じ課題が続いて飽きないようにすることを意図して交互に導入した。指導を実施している教材のタイムトライアルに関しては目標設定・フィードバックの手続きを実施したが、指導を実施していない教材のタイムトライアルに関しては、目標設定は行わずベースラインと同様の手続きを用いた。

#### 観察者間の一致率

指導者と、研究目的を知らされていない大学院生の2名で記録の一致率を算出した。対象児が使用したタイムトライアル用シートの解答に関して、2名が独立して記録を行った。全てのデータの内、A児については37%、B児については41%、C児については43%のデータについて、大学院生の記録者が正答および誤答のいずれかで記録した。一致率は、指導者と記録者の一致したデータ数を、一致したデータと一致しなかったデータの合計数で割った後、100を掛

けるという方法で算出した。結果、3名の記録について的一致率は全て100%であった。

### Ⅲ-3-(3) 研究5 結果

#### 数字欠落課題

各児童の数字欠落課題における流暢性（正答数と誤答数）を Figure 3-3-5 から 3-3-7 に示す。グラフの横軸は試行数、縦軸は流暢性（正答率と誤答数）を示しており、折れ線の中黒は目標を達成した試行を示している。A児の教材Bを除き、どの児童も、教材AもBも数字欠落課題における流暢性（正答数）が増加し、誤答数が減少していた。A児は、教材Bの第3セッションの記録を超えることができず、教材B第10試行において、疲労のためかタイムトライアルが始まってほとんど課題に取り組まず、極端に流暢性（正答数）が減少していた。

#### 足し算と引き算のアセスメント

各児童の足し算と引き算のタイムトライアルにおける正確性（正答率）と流暢性（正答数）を Figure 3-3-8 から 3-3-10 に示す。グラフの横軸は試行数、縦軸は正確性（棒）および流暢性（折れ線）を示している。

#### ①A児の結果 (Figure 3-3-8)

ベースラインでは、正確性（正答率）の平均は教材Aで23.3%、教材Bで17.5%であり、流暢性（正答数）の平均は教材Aで1問、教材Bで2問であった。指導を実施したところ、正確性の平均は教材Aで99.0%、教材Bで87.2%と増加し、流暢性の平均も教材Aで11問、教材Bで7問と増加していた。教材Aの

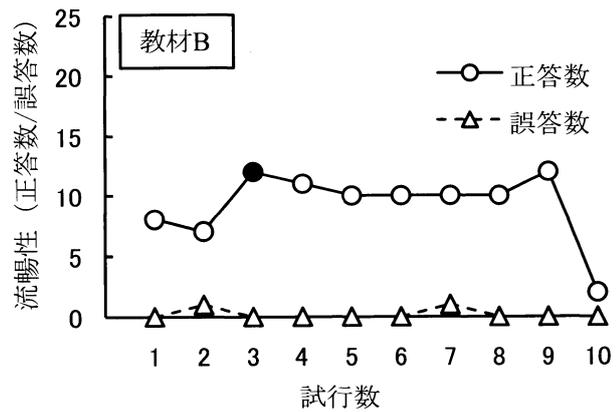
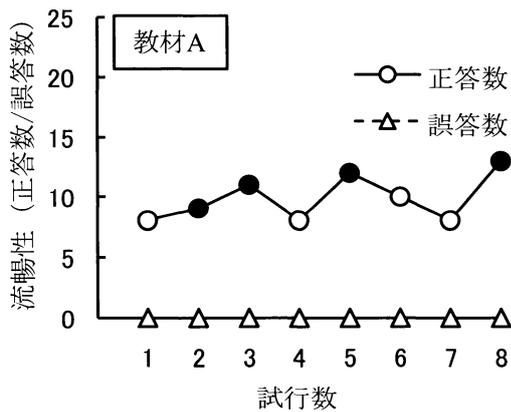


Figure 3-3-5. A 児の数字欠落課題における流暢性 (正答数と誤答数). 左図が教材 A, 右図が教材 B の結果を示す. 中黒は目標を達成した試行を示す.

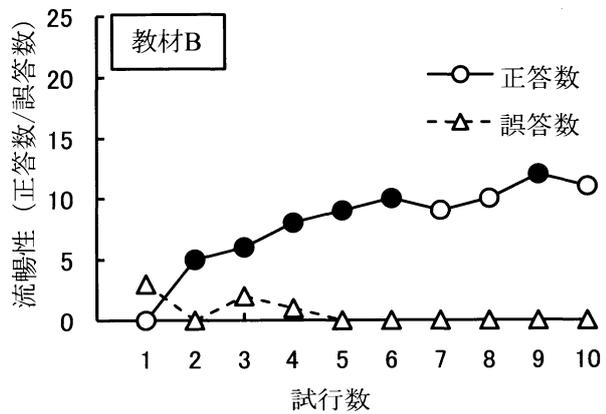
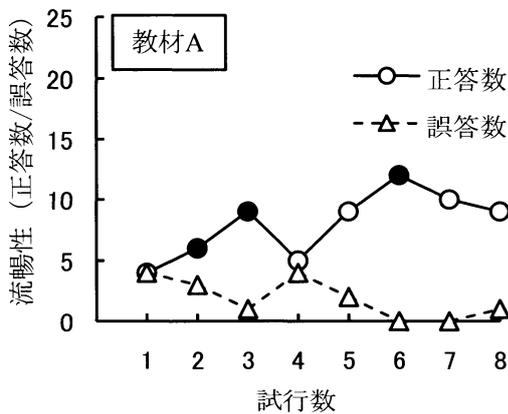


Figure 3-3-6. B 児の数字欠落課題における流暢性 (正答数と誤答数). 左図が教材 A, 右図が教材 B の結果を示す. 中黒は目標を達成した試行を示す.

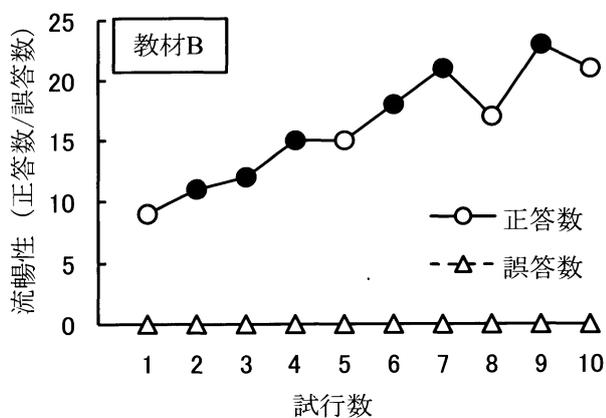
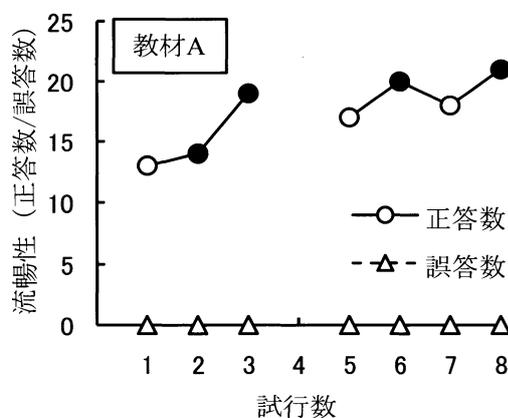


Figure 3-3-7. C 児の数字欠落課題における流暢性 (正答数と誤答数). 左図が教材 A, 右図が教材 B の結果を示す. 中黒は目標を達成した試行を示す.

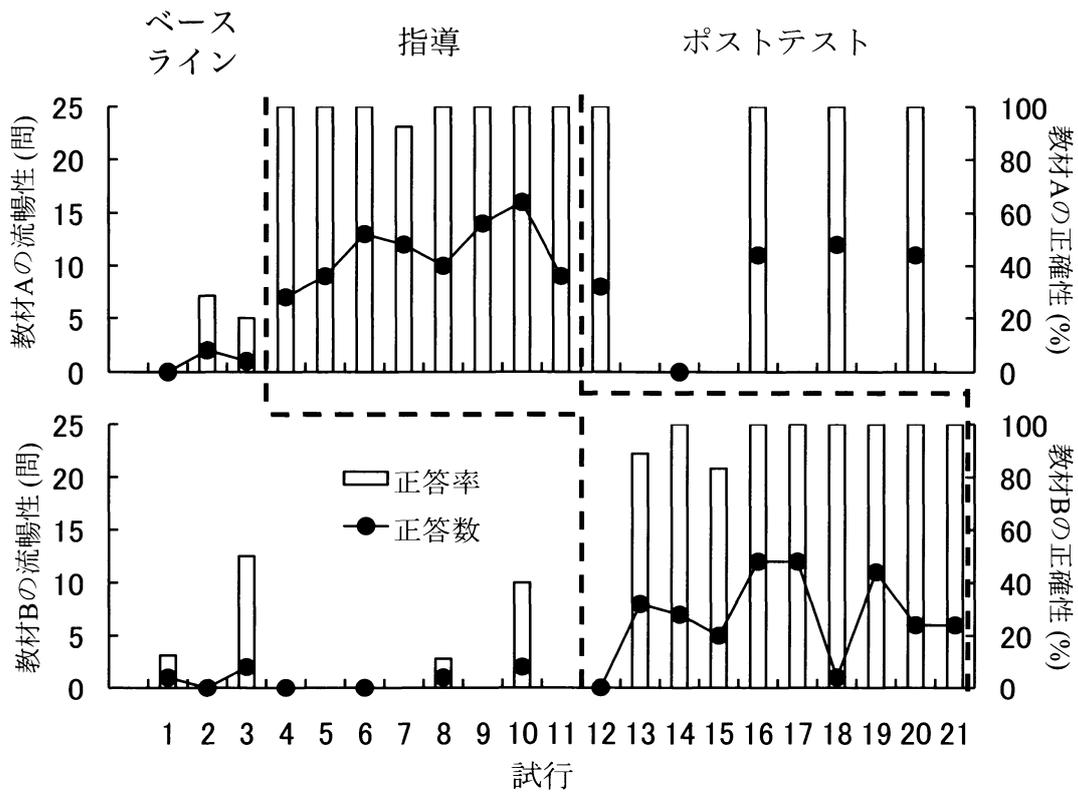


Figure 3-3-8. A 児の足し算と引き算スキルの正確性 (棒) と流畅性 (折れ線). 上段は教材 A、下段は教材 B の結果を示す.

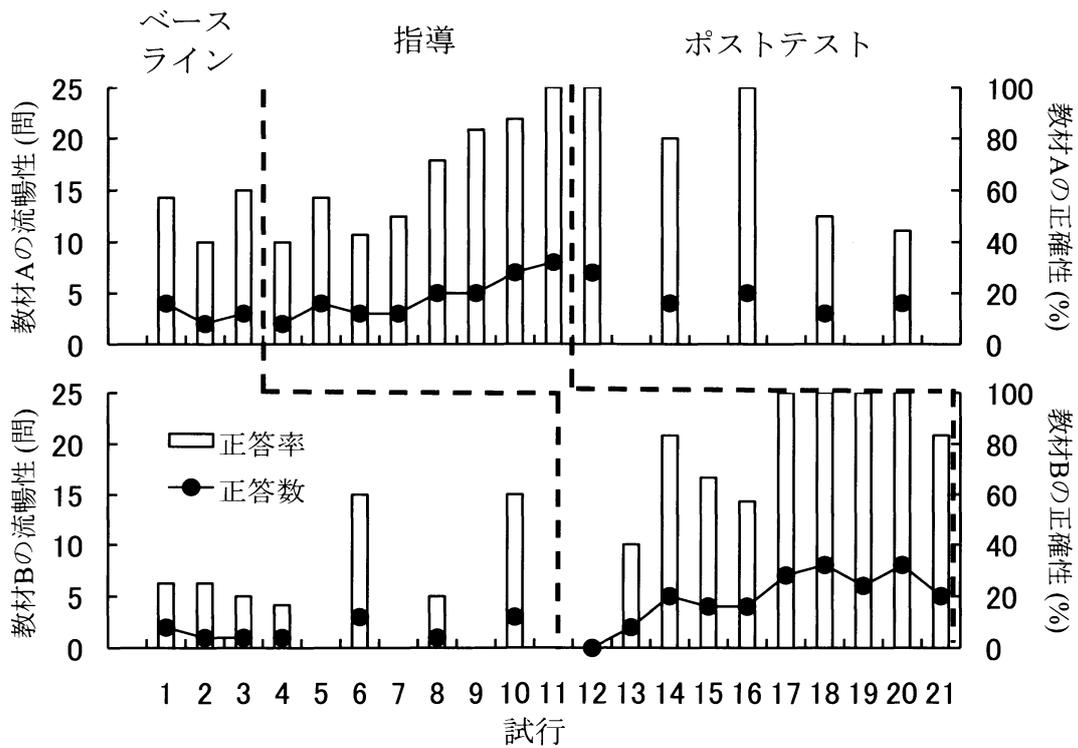


Figure 3-3-9. B 児の足し算と引き算スキルの正確性 (棒) と流畅性 (折れ線). 上段は教材 A、下段は教材 B の結果を示す.

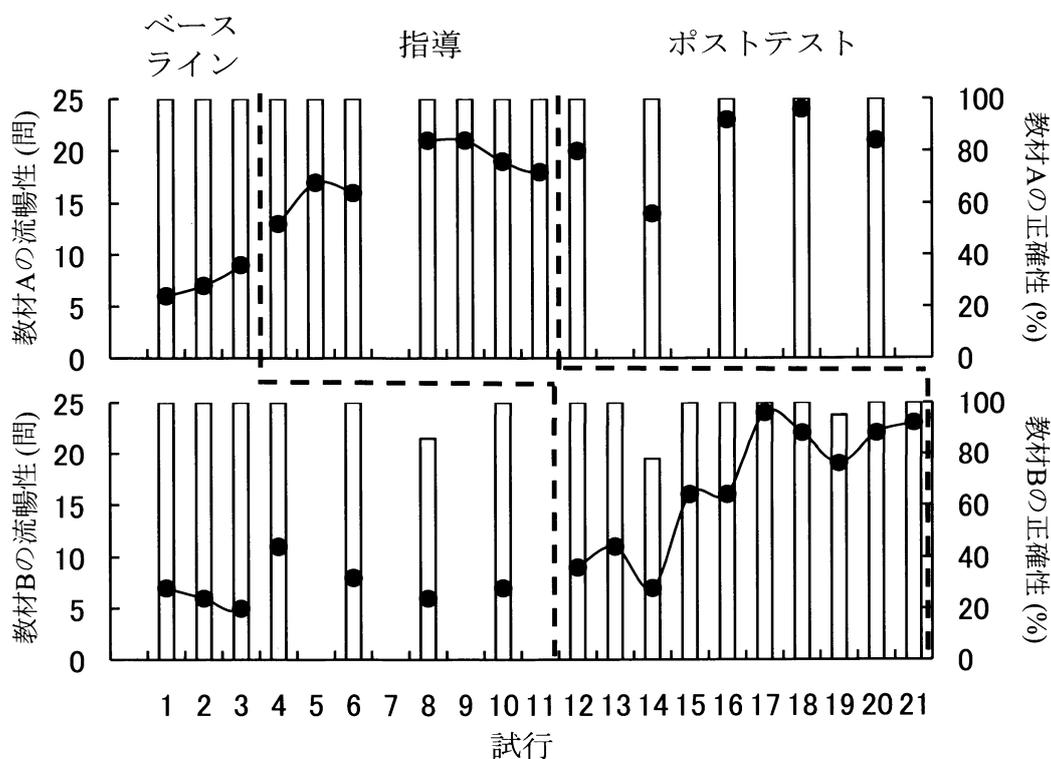


Figure 3-3-10. C 児の足し算と引き算スキルの正確性 (棒) と流暢性 (折れ線). 上段は教材 A、下段は教材 B の結果を示す.

み指導終了後のポストテストを測定し、正確性の平均は 80%、流暢性の平均は 8 問であった。なお、教材 A の第 14 試行と教材 B の第 18 試行については、理由は不明だが突然タイムトライアル中に A 児が机に寝そべって課題に取り組まなくなったために極端な流暢性 (正答数) の減少が見られている。

## ② B 児の結果 (Figure 3-3-9)

ベースラインでは、正確性 (正答率) の平均は教材 A で 52.4%、教材 B で 32.4% であり、流暢性 (正答数) の平均は教材 A で 3 問、教材 B で 2 問であった。指導を実施したところ、正確性の平均は教材 A で 66.5%、教材 B で 73% と増加し、流暢性の平均も教材 A で 5 問、教材 B で 5 問と増加していた。教材 A のみ指導終了後のポストテストを測定し、正確性の平均は 75%、流暢性の平均は 5 問

であった。ポストテストでは、最後の 2 試行において正確性の減少が見られた。

### ③ C 児の結果 (Figure 3-3-10)

ベースラインでは、正確性（正答率）の平均は教材 A で 100 %、教材 B で 98.0% であり、流暢性（正答数）の平均は教材 A で 7 問、教材 B で 7 問であった。指導を実施したところ、正確性の平均は教材 A で 100%、教材 B で 97.3% と高い状態が維持されており、流暢性の平均は教材 A で 18 問、教材 B で 17 問と増加していた。教材 A のみ指導終了後のポストテストを測定し、正確性の平均は 100%、流暢性の平均は 20 問であった。

## Ⅲ-3-(4) 研究 5 考察

本研究では、小学 2 年生の男児 3 名の足し算と引き算スキルの正確性と流暢性を向上させるため、行動的指導法を用いた Fact Family に基づく指導を実施し、その効果を検証した。その結果、増加率に個人差は見られるが、3 名全ての児童の足し算と引き算スキルの正確性（正答率）と流暢性（正答数）の向上が見られた。これは、CCC とタイムトライアルにおける目標設定・フィードバックによって数字欠落課題における正確性と流暢性が向上したためと考えられる。通常、繰り返し上がりのある足し算や繰り返し下がりのある引き算の指導では、具体物（鉛筆や指、書いた○など）を用いて数えるような指導を行うことが多いが、数が増える（10 を超える）と課題の難易度が急に増加して逸脱行動を起こしたり、課題に取り組まなくなったりする児童も少なくない。本研究のような Fact Family に基づく指導は、このような児童に対する計算スキルの指導法の一つとして有効であると言える。しかし、Fact Family に基づく計算スキルの学習は、基本的に計算の式と答えを記憶する方法を用いているため、具体物を用いた指

導と併用していくことが効果的であると考えられる。具体物を用いた足し算や引き算の概念指導に加えて、計算の流暢性の向上のために本研究のような指導を実施することが有効だろう。

今後の課題としては、本研究のような指導手続きを、通常の学校環境の中に取り入れていくことがあげられる。本研究を含め、研究3から研究5で用いたタイムトライアルやCCCの手続きは、比較的簡便な方法であり、教材さえ作成しておけば学校の授業などでも十分実施可能であると考えられる。そこで研究6では、流暢性のアセスメントや指導法（タイムトライアルやCCC）を教員と連携して授業カリキュラムの中で行うという実践的な研究を実施した。

また、指導法の受け入れやすさ等、社会的妥当性に関する検討も今後必要になると考えられる。本研究は全て学校場面で実施したが、指導者は行動分析学を専門としている大学院研究員（筆者）であった。効果が見られた指導方法を実際の教室場面等に導入していくには、指導法が効果的なだけでなく、学校環境に受け入れやすいものであるか、日常の授業カリキュラム等でも実施可能であるかなどの検討も必要である。指導方法の効率性や受け入れやすさを検討するという事は、指導を実施する側（学校場面であれば教員等）の環境や行動随伴性を考慮することにもつながり、学校場面に効果が実証された指導方法を普及していくために必要な観点である。この指導法の受け入れやすさについても、研究6の学級単位の指導研究において検討した。

### Ⅲ-4 研究 6 掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす 学級単位の段階的指導効果の実践的検討<sup>6</sup>

#### Ⅲ-4-(1) 研究 6 序

研究 6 では、研究 1 と研究 2 で重要性が確認された流暢性のアセスメントと、研究 4 や研究 5 のような個別指導場面で効果が確認された流暢性を向上させる指導法を、教員と協働で授業カリキュラム内に取り入れるための実践研究を実施した。

現在、小・中学校の通常学級には学習面で著しい困難を示す児童生徒が 4.5% 在籍していることが全国実態調査から明らかになっており（文部科学省，2003）、通常学級内で効果的な教育実践を行うことが改めて強調されるようになってきている。このような状況において、通常学級内で質の高い指導・支援を行い、子どものつまずきが重篤化する前の段階において速やかに指導・支援を行うための指導モデルとして、海津・田沼・平木・伊藤・Vaughn (2008) は、多層指導モデル (multilayer instruction model: MIM〔ミム〕) を開発している。MIM は、3 段階の指導ステージから構成され、第 1 段階では通常学級内で学習面での効果的な指導をすべての子どもを対象に行う。第 2 段階では、第 1 段階では伸びが十分でない子どもに対して、通常学級内で補足的な指導を実施する。さらに、第 2 段階でも依然として伸びが乏しい子どもに対しては、通常学級内外において補足的・集中的に、柔軟な形態による、より個に特化した第 3 段階の指導を行う。海津ら (2008) や、海津・田沼・平木 (2009) では、MIM を特殊音節の読み書きを対象に実施して効果をあげている。海津らの研究は、日本の通常学

---

<sup>6</sup> 研究 6 は、36<sup>th</sup> annual convention of the Association for Behavior Analysis International においてポスター発表した (Noda & Tanaka-Matsumi, 2010e)。

級での教育実践の中に、科学的に効果が証明された指導パッケージを導入した点、継続的な学習のアセスメントを導入した点において、通常学級においてエビデンスに基づく実践を行った先駆的な研究であると言える。

本研究では、MIMを参考にして、小学2年生の掛け算スキル指導において段階的な指導を行い、その効果を検証した。本研究では、第1段階（通常の授業カリキュラム）、第2段階（授業時間内の別室指導）、第3段階（放課後学習）の3段階の指導モデルを導入し、第3段階の指導では Cover-copy-compare (CCC; Skinner et al., 1989) とタイムトライアル (Miller & Heward, 1992; Miller et al., 1993) を用いた指導を筆者と算数専科の教員が協働で実施した。本研究は、通常の授業カリキュラムにおいて継続的な学習（流暢性を含む）のモニタリングを行い、その結果に基づいて段階的な指導を行うことが、児童の掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす影響を検討することを目的とした。また、第3段階の指導に関しては、指導方法（CCC）の受け入れやすさを検討した。

### Ⅲ-4-(2) 研究6 方法

#### 研究実施期間、場所および状況

本研究は、2年生の掛け算の指導が行われる9月から3月にかけて実施され、第1段階の指導は9月から12月、第2段階の指導は1月～2月、第3段階の指導は3月に実施した。第1段階の指導は通常の授業カリキュラムで、第2段階の指導は授業時間の最後10分間を空き教室で、第3段階の指導は放課後に空き教室において1セッション約20分間実施した。

#### 対象学級および対象児

第1段階の指導には、関西圏にあるA市立B小学校の2年生2学級の児童計

59名が研究に参加した。B小学校は、全校生徒数352名であり、経済的な困難を抱える家庭から通っている児童が多い学校であった。B小学校では算数学力に関して学力検査（教研式全国標準学力検査 NRT；辰野ら，2009）を全学年で実施しており、全学年の平均偏差値は48.9点、対象となった2年生の平均偏差値は49.9点であった。第2段階の指導には、第1段階の指導で掛け算スキルの習得基準を満たさなかった児童17名が参加した。第2段階の指導を受けても掛け算スキルの習得基準を満たさなかった児童6名の内、放課後学習への参加について保護者の同意が得られた5名（A児、B児、C児、D児、E児）が第3段階の指導に参加した。第3段階の指導に参加した各児童の算数学力検査の結果をTable 3-4-1に示す。算数NRTの偏差値は、平均50、標準偏差10で標準化したものである。つまり、5名の児童の算数学力は全体の下位31%以下に位置していることになり、少なくとも算数の学習面で困難を抱える児童であったといえる。

研究の実施・公表に関しては、筆者が研究目的や方法等を具体的に口頭で説明し、学校長、担任教師、特別支援教育コーディネータの承諾を得た。放課後学習（第3段階の指導）への参加に関しては、児童の保護者の同意も得た。

Table 3-4-1

第3段階の指導に参加した児童5名の教研式標準学力検査NRTの偏差値。

	A児	B児	C児	D児	E児
NRT偏差値	32	15	15	44	15

## 指導者

第1段階の指導における指導者は、担任教師2名および算数専科の教師1名で、第2段階の指導における指導者は算数専科の教師1名および筆者であった。第3段階の指導における指導者は算数専科の教師1名で、週に1回は筆者が指導を行った。筆者は、大学院研究員という立場で学部の頃から行動分析学を専門に研究および実践活動を行っていた。筆者は、対象小学校において教員補助者(道城, 2007)という立場で担任と協働で通常学級に在籍する行動面および学習面で困難が見られる児童の支援を行っており、対象学級の児童とは週に1・2回関わりを持っていた。

## 標的行動および従属変数

本研究の標的行動は掛け算スキルであり、掛け算を暗唱する行動および掛け算の問題に書字反応で解答する行動とした。第1段階および第2段階の指導では、 $\times 1$  から  $\times 10$  まで順番に正確に暗唱できるか、正確に逆唱できるか ( $\times 10$  から  $\times 1$  まで)、バラバラな順で暗唱できるか、によって掛け算スキルの正確性を評価した。流暢性は、1分間タイムトライアルにおいて20問正答できるかによって評価した。そしてこの正確性と流暢性の基準4つ全てを満たした児童の累積人数を従属変数とした。第3段階の指導では、流暢性の指標として1分間タイムトライアルにおける正答数、正確性の指標として正答率(制限時間以内に正答した問題数を解答した全ての問題数(正答数 + 誤答数)で割り100を掛けることによって算出)を従属変数とした。

## 教材

### ①タイムトライアル

第1段階および第2段階の指導におけるタイムトライアルでは、10行2列に

20問の各段の掛け算が疑似ランダムな順に書かれたワークシートを用いた。第3段階の指導におけるタイムトライアルでは、A4用紙に掛け算の問題が5行8列に並べられたものであった。問題は、Microsoft Excel<sup>®</sup>のRand関数を用いて疑似ランダムな順に配置した。

## ②チェックシートおよび参加カード

第1段階および第2段階においては、各段の掛け算の習得状況を確認できるチェックシートを使用した。チェックシートは、全児童の各段の掛け算についての4つの習得基準の進行状況がモニターできるようになっていた。また、第3段階の指導においては、参加児童の動機づけを高めるために放課後指導への参加状況を記入する参加カードを用いた。参加カードには、日付とシールを貼る欄が設けてあった。シールは市販のものを使用した。

## ③CCC用ワークシート

第3段階の指導で用いたワークシートは、研究4で用いられたものと同様であった。

## 手続き

### ①第1段階の指導

第1段階の指導では、担任教師と算数専科の教師がチームティーチングの形式で通常の授業（掛け算の概念についての講義、掛け算の文章題の練習、九九カードを用いた自主学习）を実施した。授業カリキュラムは、45分の授業およそ2回から3回で次の段の掛け算の指導に進むというペースで進めた。毎回の授業の後半に掛け算の暗唱テストの時間および1分間タイムトライアルの時間を設け、掛け算スキルの正確性と流暢性を評価、記録した。

## ②第2段階の指導

第1段階の指導の結果、掛け算スキルの正確性と流暢性の習得基準を満たさなかった児童17名を対象に第2段階の指導を実施した。第2段階の指導は、通常の算数の授業（掛け算以外の内容）の後半10分程度を用いて別室で実施した。第2段階の指導では、各児童がまだ習得していない段の掛け算について、九九カードを用いた自主学习および1分間タイムトライアルによる練習と習得テストを行った。1分間タイムトライアルにおいて20問正答できた場合はその結果を記録した。

## ③第3段階の指導

第3段階の指導は、第2段階の指導を受けても掛け算スキルの習得基準を満たすことができなかった児童5名を対象に放課後約20分を用いて実施した。第3段階の指導は、1分間タイムトライアル、CCCによる指導、1分間タイムトライアルの順番で実施した。1分間タイムトライアルでは、専用のワークシートを用いて1分間タイムトライアルを行った。タイムトライアルでは、できるだけ速く間違えないように解答することを教示した。それから、「スタート」の合図で問題を解き始め、「ストップ」の合図で終了させた。終了後、指導者が解答を確認し、正答数と誤答数を口頭でフィードバックした。CCCは、研究4と同様の方法を用いたが、問題を読む部分と暗唱する部分は対象児5名で一斉に言うという方式をとった。読むあるいは暗唱するペース、次の問題に行くペースは指導者が言語的に合図を出した。指導第1回目のセッションにおいて筆者が、実施方法の説明およびモデリング、行動リハーサル、フィードバックを行った。CCC終了後、再び1分間タイムトライアルを実施し、正答数と誤答数を口頭でフィードバックした。セッション終了時には、各児童の参加カードに好きなシールを貼った。

第3段階の指導においては、一事例の実験デザインの教材間多層プローブデザインを用いて指導の効果を検討した。3つの教材（2の段、3の段、4の段の掛け算）を用意し、順に指導を行うことで効果を検証した。5名のうち3名の児童に関しては、2の段の指導終了後のポストテストも実施した。

#### 観察者間の記録の一致率

第3段階の指導におけるデータに関して、筆者と研究目的を知らされていない大学院生の2名で記録の一致率を算出した。対象児が使用したタイムトライアルにおけるワークシートの解答に関して、2名が独立して記録を行った。5名の児童の全てのデータについて、大学院生の記録者が正答および誤答のいずれかで記録した。一致率は、指導者と記録者の一致したデータ数を、一致したデータと一致しなかったデータの合計数で割った後、100を掛けるという方法で算出した。その結果、記録についての一致率は全て100%であった。

#### 指導方法の受け入れやすさ

研究終了後、第3段階の指導を実施した算数専科の教師1名に対して、CCCの受け入れやすさに関するアンケートを実施した。アンケートは、指導の効果や指導の受け入れやすさに関する15個の項目に6件法で回答するもので、Intervention Rating Profile-15 (Martens et al., 1985) をもとに作成した。

### Ⅲ-4-(3) 研究6 結果

#### 第1段階の指導

Figure 3-4-1は、第1段階の指導において、掛け算の正確性と流暢性の4つの習得基準を満たした児童の累積人数を示している。グラフより、7割程度の児

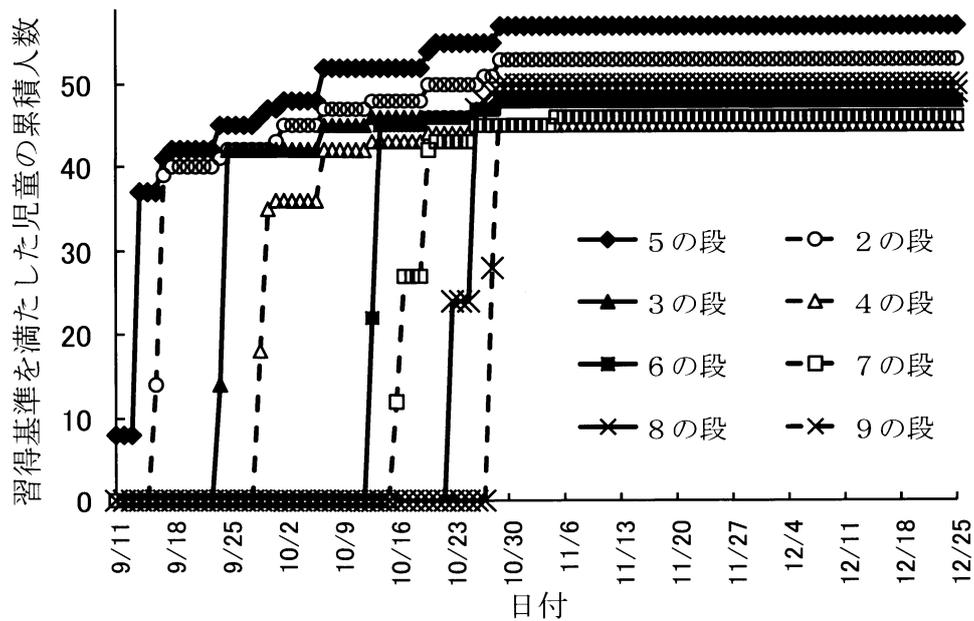


Figure 3-4-1. 第1段階の指導において、掛け算の4つの習得基準を満たした児童の累積人数。

童が通常の授業カリキュラムによる指導開始直後に4つの習得基準を満たしていることが分かる。その後、継続した指導によって8割から9割の児童が習得基準を満たすが、残り2割から1割の児童は第1段階の指導を継続しても習得基準を満たせないことが分かった。第1段階の指導終了時に習得基準を満たすことができなかった児童17名を対象に、第2段階の指導を行った。

## 第2段階の指導

Figure 3-4-2は、第2段階の指導前後における掛け算スキルの正確性と流暢性の習得基準を満たさなかった児童数である。指導前には習得基準を満たしていない児童が17名であったが、第2段階の指導における授業時間の10分を用いた指導によって11名の児童が習得基準を満たし、6名の児童がまだ習得基準を満たすことができなかった。この6名の児童のうち、保護者の了解を得ることができた5名に対して第3段階の指導を実施した。

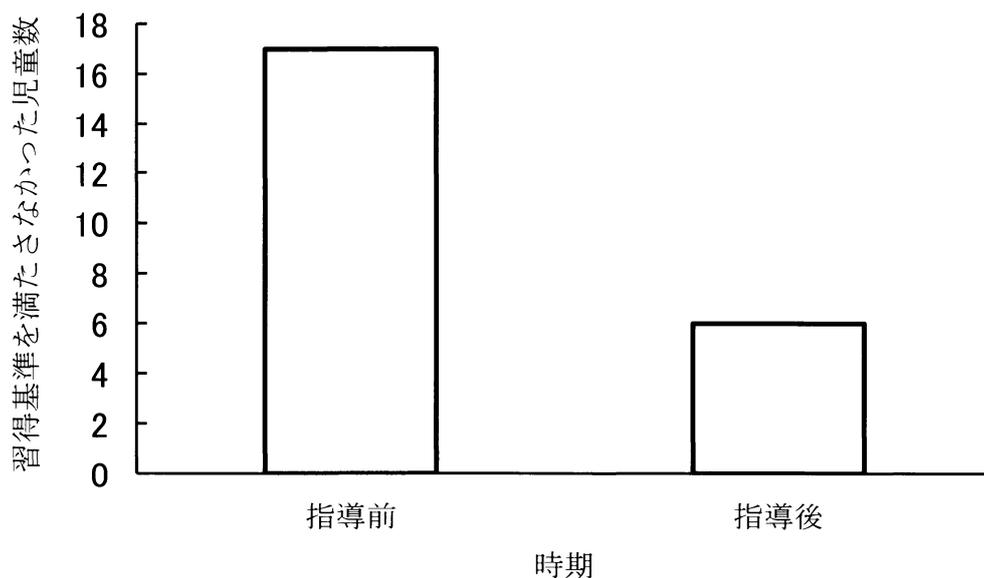


Figure 3-4-2. 第2段階の指導前後における掛け算スキルの習得基準を満たさなかった児童数.

### 第3段階の指導

Figure 3-4-3 から 3-4-7 は、第3段階の指導に参加した5名の児童の1分間タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問) を示している。グラフの横軸は試行数、縦軸はタイムトライアルにおける正確性 (棒) と流暢性 (折れ線) を示している。上段から2の段、3の段、4の段の掛け算の結果を示している。個人差はあるものの、A児、D児、E児に関しては、全ての段において正確性および流暢性の向上が見られた。B児に関しては、2の段では流暢性の向上が見られたが、3の段および4の段の正確性と流暢性には変化が見られなかった。C児に関しては、2の段では正確性および流暢性の向上が見られたが、3の段では正確性に減少傾向が見られ、流暢性は変化がなかった。4の段では正確性、流暢性ともに増加傾向が見られた。

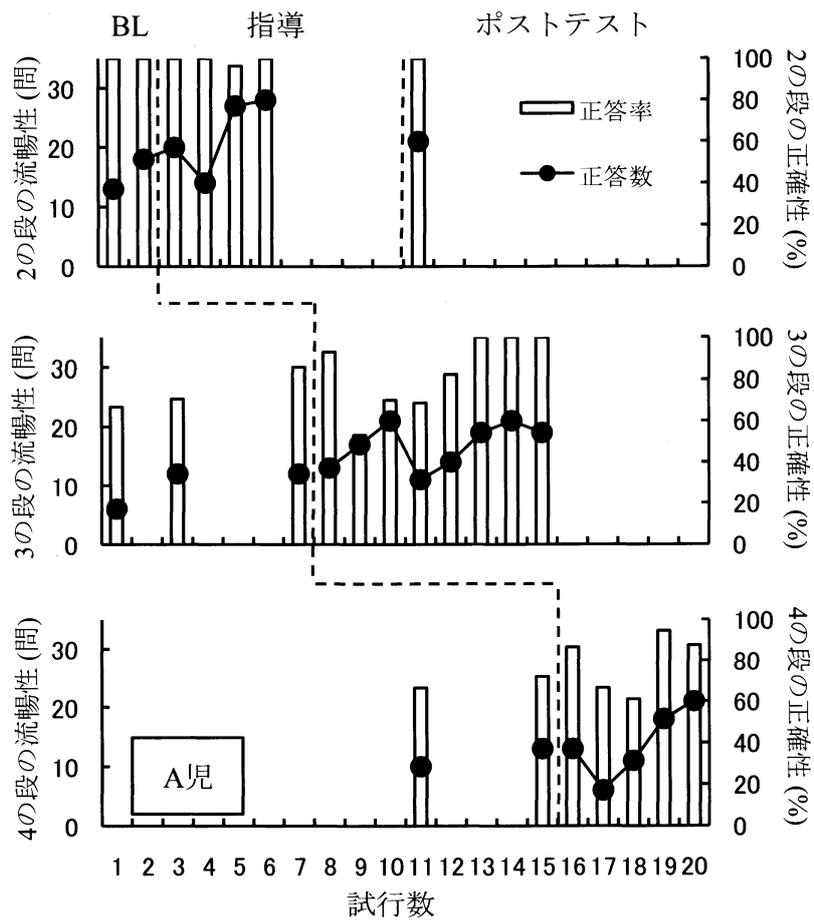


Figure 3-4-3. A 児の 1 分間タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問). 上段から 2 の段、3 の段、4 の段の掛け算の結果を示す. BL = ベースライン.

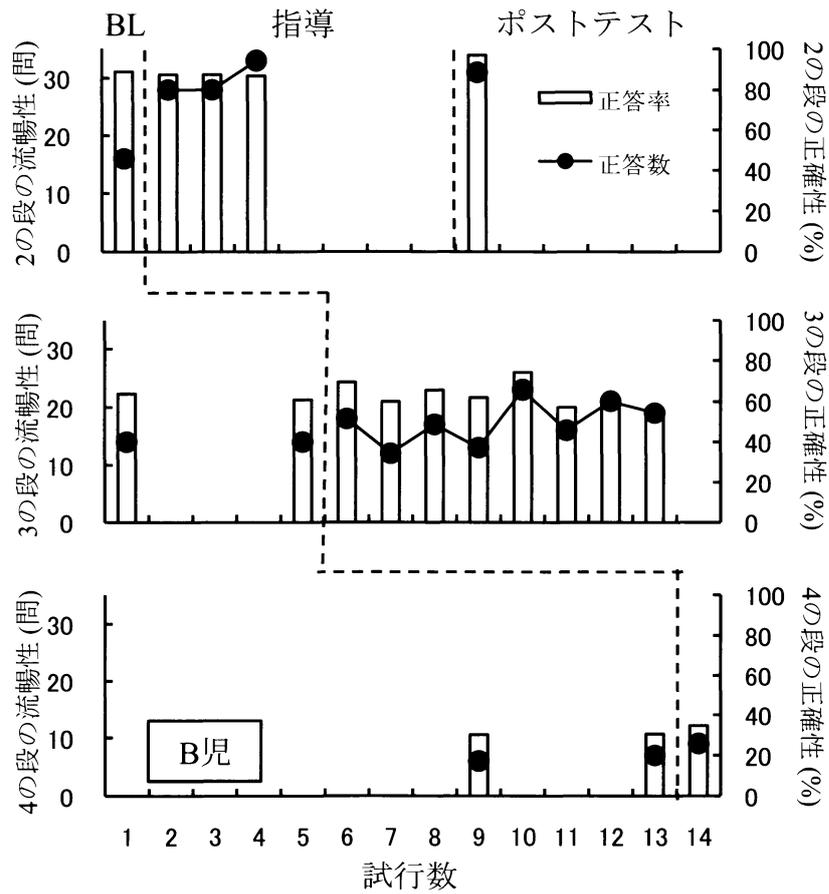


Figure 3-4-4. B児の1分間タイムトライアルにおける正確性(%)と流暢性(問). 上段から2の段、3の段、4の段の掛け算の結果を示す. BL = ベースライン.

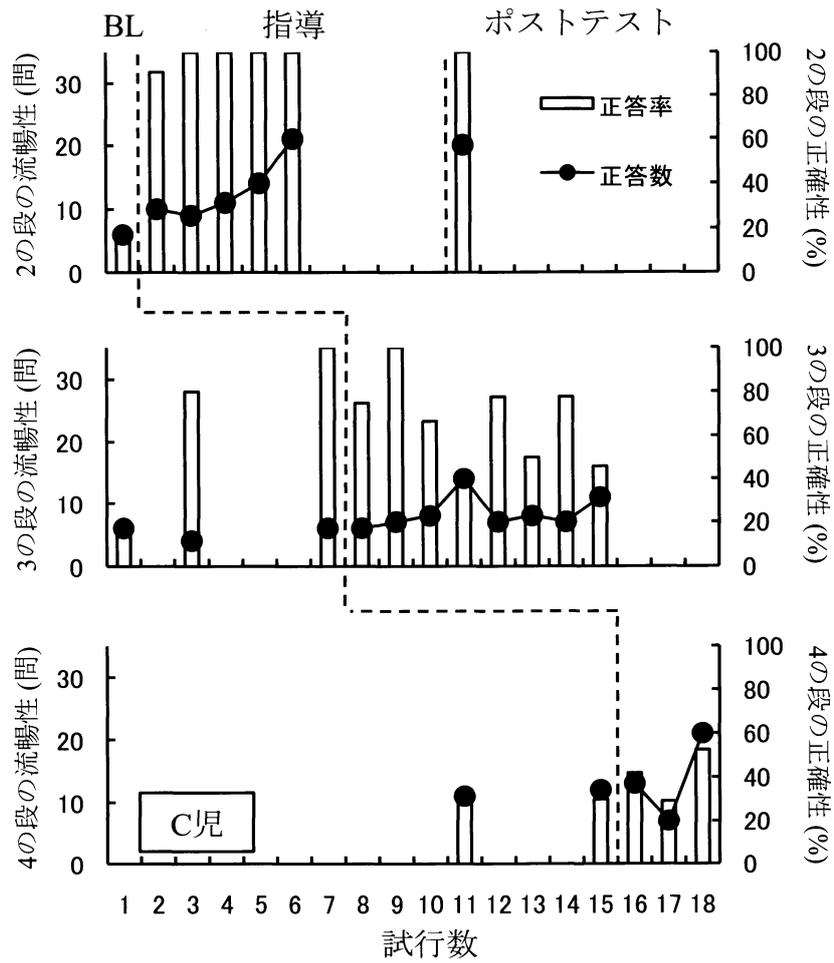


Figure 3-4-5. C児の1分間タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問). 上段から2の段、3の段、4の段の掛け算の結果を示す. BL = ベースライン.

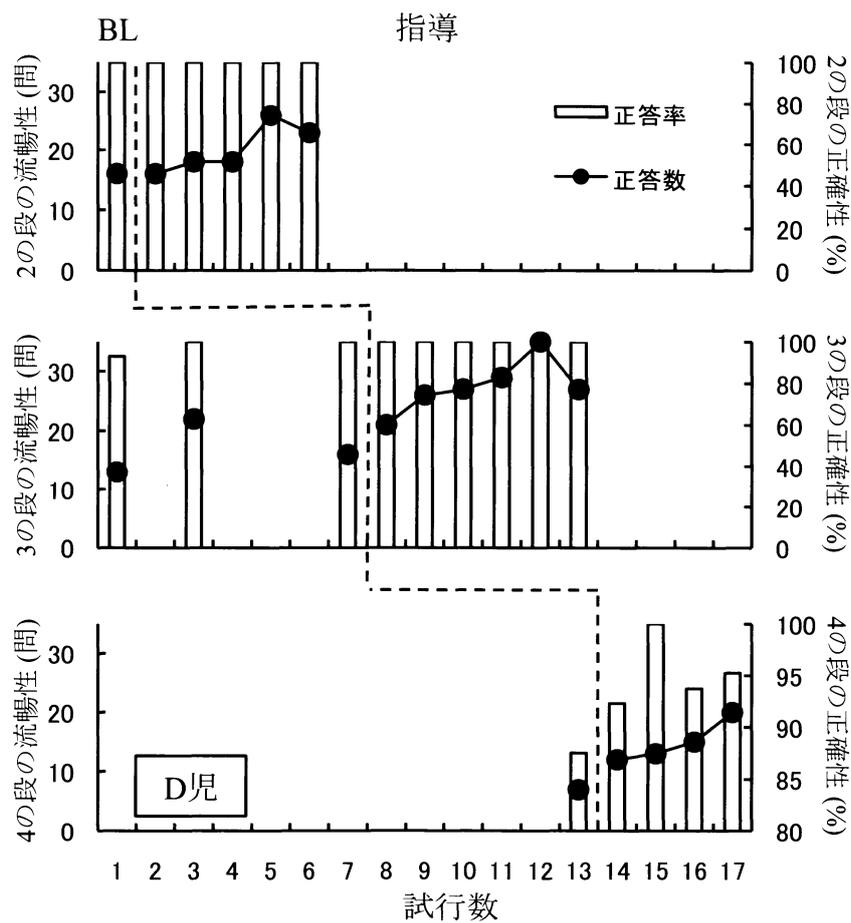


Figure 3-4-6. D児の1分間タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問). 上段から2の段、3の段、4の段の掛け算の結果を示す. BL = ベースライン.

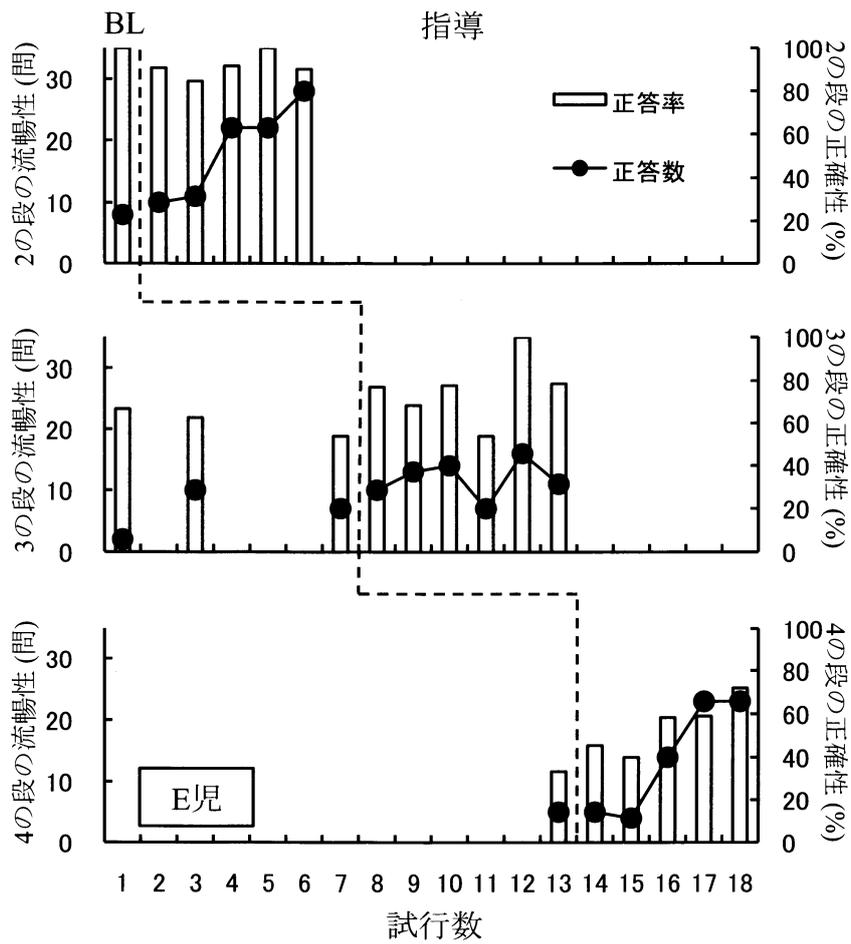


Figure 3-4-7. E児の1分間タイムトライアルにおける正確性 (%) と流暢性 (問). 上段から2の段、3の段、4の段の掛け算の結果を示す. BL = ベースライン.

### 指導方法の受け入れやすさ

指導方法の受け入れやすさを検討するため、CCCの実施に関するアンケートを算数専科の教員1名に対して実施した。アンケートの結果をTable 3-4-2に示す。表より、1つの項目を除き、5点（思う）および6点（とても思う）と評価されており、CCCによる指導は受け入れやすい方法であることが明らかとなった。具体的な項目を見てみると、「今回の学習方法を学級での授業でこれからも実施したいです。」、「今回の学習方法は、九九学習の方法として納得のいくものでした。」、「私は今回の学習方法はよかったですと思います。」、「今回の学習方法は、九九学習の方法として好ましいものでした。」といった項目で6点と評価されており、本研究で用いたCCCによる指導は、学校教員にとって受け入れやすく、算数専科の教員は今後学級での指導でも実施したいと考えていることが分かった。

### Ⅲ-4-(4) 研究6 考察

本研究では、海津らのMIMを参考にして、掛け算スキルを対象とした段階的指導に関する実践研究を行った。その際、流暢性のアセスメントおよび指導法を用いて研究を行った。学級担任や算数専科の教員と協働で流暢性を含む学業スキルのアセスメントおよび指導を実施し、通常の授業カリキュラムにおいて継続的な学習のモニタリングを行い、その結果に基づいて段階的な指導を行うことが、児童の掛け算スキルの正確性と流暢性におよぼす効果を検討することを目的とした。また、第3段階の指導に関しては、指導方法の受け入れやすさを検討することも目的とした。

継続的なモニタリングに基づき、段階的な指導を行った結果、掛け算の正確性と流暢性の習得基準を満たす児童の人数が増加した。また、第1段階や第2

Table 3-4-2

指導方法 (Cover-copy-compare) の受け入れやすさの評定値.

	質問項目	評定値
1	今回の学習方法（「九九道場」と1分間テスト）は、九九の学習方法として受け入れやすいものでした。	5
2	ほとんどの教員は、今回の学習方法が九九学習以外にも使えると思う。	5
3	今回の学習方法は、児童の九九学習に効果的でした。	5
4	私は、今回の学習方法を他の教員にも推薦したいです。	5
5	参加児童の九九は、今回の取り組みがなければ、改善することが難しかったと思います。	6
6	ほとんどの教員は、今回の学習方法が、児童の九九学習に適したものであると考えます。	5
7	今回の学習方法を学級での授業でこれからも実施したいです。	6
8	今回の学習方法は、児童に対して悪影響を及ぼすことはありませんでした。	6
9	今回の学習方法は、さまざまな子どもにとって適切だと思います。	4
10	今回の学習方法は、私がいつも学級で使っている方法と一貫したものでした。	5
11	今回の学習方法は、九九学習の方法として公正なものでした。	5
12	今回の学習方法は、九九学習の方法として納得のいくものでした。	6
13	私は今回の学習方法はよかったと思います。	6
14	今回の学習方法は、九九学習の方法として好ましいものでした。	6
15	全体的に、今回の学習方法は児童にとってためになるものでした。	5

**Note.** 「九九道場」は Cover-copy-compare のことを示す。評定は、「1：全く思わない」「2：思わない」「3：あまり思わない」「4：少し思う」「5：思う」「6：とても思う」の6件法を用いて行われた。

段階の指導で掛け算の習得基準を満たすことができなかつた児童でも、第3段階の指導（放課後学習による集中的な指導）を受けることで掛け算スキルの正確性と流暢性を向上させることができることが示された。また、指導方法の受

け入れやすさに関するアンケート結果から、第3段階で用いたCCCは、学校場面でも使いやすい、受け入れやすい指導方法であったことが分かった。

本研究の第1段階および第2段階の指導で実施した掛け算スキルの継続的なアセスメント（各児童の掛け算スキルの正確性と流暢性のチェック）は、実際には対象小学校の2年生の掛け算の指導において元々実践されていたものであった。既に実施されているアセスメントを、筆者が学級毎、個人毎にグラフ化したり、その結果を見ながら個々の児童への対応方法を検討するミーティングを開いたりしながら実践研究を実施した。既に現場で実施されているアセスメント方法を、その提示方法や利用方法を工夫することで、現場の教員にも無理のない形で個々の児童の習得段階（正確性、流暢性）に応じたデータに基づく指導実践を行うことが可能となった。第3段階の指導においては、指導の効果を実証的に示すためのデータ収集の方法や、欧米や国内の学校場面（e.g., 研究4や研究5）で効果が実証されている指導法（CCC）の提供を行い、ほとんどは算数専科の教員が実施した。このように、既に現場で実践されている有効なアセスメント方法や指導方法に、筆者のような外部専門家による知識提供（アセスメント結果の利用方法、データ収集方法、効果が実証されている指導法など）をうまく組み合わせて教育実践を行うことが、今後の日本の通常学級におけるエビデンスに基づく教育実践に有効であると考えられる。現在、日本の特別支援教育における発達障害のある児童生徒への対応を中心に、行動分析学に基づく行動コンサルテーションが実施されており、教育機関と外部専門家の連携が進められている（e.g., 加藤・大石, 2004）。欧米では、子どもの学習面の課題に関するコンサルテーションも盛んに実践および研究がなされており（e.g., Rosenfield & Gravois, 1996）、今後日本においても発展が期待される。

最後に、今後検討が必要な2点について述べる。1点目は、効果の個人差に関する問題である。本研究では、第3段階の指導において5名中2名の掛け算

スキルの正確性および流暢性が向上しなかったため、これらの児童に対する効果的な指導法を検討することが今後求められる。第3段階の指導は短期間しか実施できなかったことから、長期間継続的に実施することも対応として考えられる。また、第3段階ではなく第2段階や第1段階の学級での指導においてCCCを導入し、指導の初期から長期間実施することの効果も海外では検討されており (e.g., Ardoin et al., 2005; Coddling et al., 2009)、日本の通常学級においてもその効果や実施可能性に関する検討が望まれる。この点に関しては、現在同じ小学校において指導の初期段階からCCCを取り入れた実践を継続中である。

2点目は、段階的指導の効果を評価するための指標の開発である。海津らの特殊音節の読みの研究では、指導の効果を継続的にモニタリングするための指標を開発し使用している。米国で実施されている段階的指導モデルに基づく実践研究においても、カリキュラムベースの測定 (curriculum-based measurement; Shinn, 1989) という指標が用いられており、児童の学習の進度を客観的に測定し、各段階の指導に参加する児童を決定する客観的なアセスメント方法が確立されている。本研究で使用した掛け算スキルのタイムトライアルにおける正答数という指標は、本博士論文の第II章の研究において正答率よりも個人差を捉えやすいこと、算数学力と関連していることが示されており、学校場面で個々のニーズに合わせた段階的な指導を行う際の指標として使えるかもしれない。今後、計算スキルの流暢性 (正答数) の基準を同定するような研究を実施することによって、児童の学業スキルの習得度を客観的に把握することができるようになり、データに基づく意思決定を促進していくことができると考えられる。

## 第Ⅳ章 総合論議

本博士論文研究は、多様化する現在の日本の学校教育において、学業スキルの流暢性を指標とすることの重要性を実証的に検討し、学業スキルの流暢性を向上させる具体的な指導方法を検討することを目的として実施した。博士論文研究では、学業スキルの中でも基礎的な計算スキルに焦点をあてた研究を実施した。第Ⅳ章では、これまで述べてきた研究結果をまとめ、博士論文研究の意義と、本研究の問題点、今後の研究および教育実践への展開について述べる。

### Ⅳ-1 博士論文研究のまとめ

#### Ⅳ-1-(1) 計算スキルのアセスメント研究のまとめ

第Ⅱ章における2つの研究では、小学校の通常学級に在籍する1年生から6年生の児童の要素的計算スキル（1桁の計算）の正確性と流暢性に関する基礎データを収集した。また、要素的計算スキルと複合的計算スキル（2桁以上の計算）および算数学力との関連性を、正確性（正答率）と流暢性（正答数）の2つの指標を用いて検討した。

研究1では、公立小学校の通常学級1年生から6年生を対象に要素的計算スキル（足し算、引き算、掛け算、割り算）の正確性と流暢性に関する横断的データを収集し、要素的計算スキルと複合的計算スキルの相関関係の検討、要素的計算スキルから算数学力を予測できるかの検討を行った。その結果、要素的計算スキルの正確性は1年生段階で獲得されている（多くの児童が正答率100%に近い）こと、流暢性は高学年になるほど高くなっていること、高学年でも1年生の中央値よりも流暢性が低い児童がいることが明らかとなった。この

ことから、正確性のみに注目していると個々の児童の習得度の違いを正確に把握することが難しく、計算スキルの流暢性に注目することで個々の児童の習得度の違いを正確に把握することが可能になることが明らかとなり、要素的計算スキルの流暢性が低い児童への対応が必要であることが示唆された。また、要素的計算スキルと複合的計算スキルには正の相関関係が見られ、特に流暢性との関連性が強いことが明らかとなった。要素的計算スキルから算数学力を予測できるかを階層的重回帰分析で検討した結果、一貫して要素的計算スキルの流暢性（正答数）が算数学力を予測することが明らかとなった。この要素的計算スキルと複合的計算スキルおよび算数学力との関連性から、要素的計算スキルという算数の中でも基本的なスキルに注目することの重要性、特に流暢性に注目し、指導を行うことの重要性が示唆された。

研究2では、研究1とほぼ同様の手続きを別の公立小学校の通常学級1年生から6年生を対象として実施し、同様の結果が得られるかを検討した。その際、算数学力のアセスメントを、計算スキルのアセスメントの4ヶ月後に行うことで、将来の算数学力を予測可能かどうか検討した。その結果、研究1とほぼ同様の結果が得られた。要素的計算スキルの流暢性は、一貫して4ヶ月後の算数学力を予測することも示され、要素的計算スキルの流暢性を高めることが、より複雑な複合的計算スキルや算数学力を向上させることに影響するという流暢性研究の知見を支持する結果が得られた。

#### IV-1-(2) 計算スキルの指導研究のまとめ

第III章では、第II章の研究で重要性が明らかになった要素的計算スキルの流暢性を向上させる指導法についての研究を実施した。研究3から研究5では、個別の学習指導場面において、計算スキルを向上させるための指導法の効果を

検討した。研究 6 では、個別の学習場面での指導研究で効果が確認された指導法や流暢性のアセスメントを、教員と協働で授業カリキュラムに取り入れて実施する方法について実践的に検討した。

研究 3 では、Chiesa & Robertson (2000) の要素・複合分析を参考に、掛け算スキルの流暢性を向上させることが割り算スキルの流暢性を向上させるかどうかを検討する研究を 2 名の児童を対象に実施した。指導を行う教材（掛け算）と指導を行わない教材（掛け算）を用意し、穴埋め形式の掛け算に対する指導の前後で割り算スキルの流暢性が向上するかどうかを検討した。モデリングを用いた穴埋め掛け算スキルの指導を実施したところ、2 名の内 1 名では穴埋め掛け算スキルの流暢性が向上することに伴って割り算スキルの流暢性が向上したことが確認された。もう 1 名では、指導した掛け算に対応する割り算および特別な指導をしなかった掛け算に対応する割り算の両方において割り算スキルの流暢性の向上が見られた。

研究 4 では、主に米国で研究が行われている Cover-copy-compare (Skinner et al., 1989; CCC) と目標設定を含む行動的指導法を用いて、小学 2 年生の男児 2 名の掛け算スキルの正確性と流暢性を向上させる研究を実施した。各児童 3 種類の教材を用意し、一事例実験デザインの教材間多層プローブデザインを用いて指導効果を検証したところ、個人差はあるが掛け算スキルの正確性と流暢性が向上し、指導効果の維持も確認された。

研究 5 では、繰り上がりのある足し算と繰り下がりのある引き算の学習において、学校場面でよく用いられる具体物（指、鉛筆等）を用いた方法では学習することが困難な事例に対して、CCC と目標設定を含む行動的指導法を用いた Fact Family に基づく指導を実施し、その効果を検証した。各児童 2 種類の教材を用意し、教材間多層プローブデザインを用いて指導効果を検証した。Fact Family による足し算と引き算の関係性に基づく指導を行った結果、指導の導入

に伴って足し算と引き算スキルの正確性と流暢性が向上した。また、特に学習面での困難があるわけではない通常学級の児童1名に対しても指導の効果が見られたことから、学習面で困難を抱える児童だけでなく、一般の児童への指導の効果も示された。

研究6では、研究3から研究5で効果が確認されたCCCやタイムトライアルなどの指導法と流暢性のアセスメントを、学校の授業カリキュラム内に取り入れるための実践研究を実施した。小学2年生の掛け算学習場面において、継続的な掛け算スキルのアセスメント（正確性と流暢性）と3段階の段階的な指導を教員と協働で実施した。児童の掛け算スキルの習得度のアセスメントに基づいて段階的に指導を行うことで、児童の掛け算スキルの正確性と流暢性を向上させることができた。また、第3段階の指導で用いたCCCに関しては、教員にとって受け入れやすい方法であることが明らかとなった。

## IV-2 博士論文研究から得られた知見

本博士論文研究から得られた知見は、計算スキルの流暢性の重要性を実証的に明らかにしたこと、日本の学校場面で実行可能な計算スキルの流暢性を向上させる指導法の効果を実証的に検証したことである。これまでも、日本において流暢性に基づく学業スキルの指導研究がいくつか行われてきたが、学校場面で実施できる流暢性のアセスメントと指導に関する研究は現在のところ本博士論文研究以外にはみられない。本研究は、様々な教育的ニーズを抱える個々の子ども達に対して、科学的基盤に基づく実証的な指導を実践することに貢献するものであると考えられる。

行動分析学に基づいた具体的な学業スキルの流暢性のアセスメントと指導に関する本研究から得られた知見は、多様な子ども達が在籍するようになってき

ている通常学級の中での教育実践において重要な意味を持っている。多様な背景を持つ子ども達は、習得している知識や学業スキルの個人差が大きい。子ども達の個人差を考慮しながら効果的な指導を行うためには、子ども達の具体的な学業スキルの習熟度に合わせた指導を行うことが重要であることが指摘されており (e.g., Burns, Coddling, Boice, & Lukito, 2010; Haring & Eaton, 1978; Daly, Lentz, & Boyer, 1996)、その際に学業スキルの正確さだけでなく流暢性もアセスメントすることが必要となる。本研究は、従来の日本の教育場面では体系的には検討されてこなかった学業スキルの流暢性について実証的に検討した点で意義がある。現在の日本の義務教育は、学力低下が指摘されているものの依然世界的に高い水準にある (e.g., 国立教育政策研究所, 2007)。現在の学校における教育実践の成功している部分は維持しながら、多様な背景を持つ学習面で困難を抱える子ども達の学力を底上げしていくために、学業スキルの流暢性という観点は今後重要な意味を持つであろう。

さらに、博士論文研究の意義として挙げられることは、全ての研究が学校現場で実施された実証研究であるということである。本博士論文研究はA市の「特別支援教育支援員配置事業」における「通常の学級におけるLD等への特別支援」という事業 (e.g., 松見・道城, 2004; 柘植・中尾, 2008) の中で実施されたものである。この事業は、小中学校と大学が連携し、教育学や心理学についての専門的研究を行っている大学生や大学院生等を教員補助者として派遣し、大学の研究における科学的な知見と学校現場での教育実践を連携させていこうという画期的な事業である。この事業のような、研究と実践を融合させる取り組みの中で実施した本研究は、エビデンスに基づく教育実践の基礎を築き、現代の学校が抱える臨床教育的な様々な課題を解決していくための方向性を示すものである。

## IV-3 問題点と今後の展望

### IV-3-(1) 本博士論文研究に残された課題

本博士論文研究では、学業スキルの流暢性に関する実証研究を行ったが、今後さらに検討が必要な問題点もある。第Ⅱ章の計算スキルのアセスメント研究では、2つの公立小学校の通常学級に在籍する児童を対象にデータが収集されたが、結果を小学生児童に一般化するには様々な地域の多くの児童を対象としたリプリケーションが必要である。そうすることで、結果の一般化を導くことができると同時に、計算スキルの正確性や流暢性に関する全国的なデータが集まり、児童の学業スキルの習得度を判断する際の基準を設定することもできる。欧米においては、カリキュラムベースの測定 (Shinn, 1989) という指標が開発され、具体的な学業スキルの地域ごとの平均値が明らかにされている。このような基準を明確にすることができれば、集中的な支援が必要な児童のスクリーニングにも用いることができ、本博士論文でも実施したような個々の児童の習得度に応じた段階的な指導を実施するための基盤となる。

また、指導研究では一事例の実験デザインを用いた効果検証を実施したが、こちらも他の児童でも結果が再現されるかを確認する必要がある。特に、本研究の個別指導では複数の要素からなる指導法を用いたものもあり、個々のどの要素がどの児童のどの学業スキルに効果的なのかを明らかにしていく研究は今後必要であろう。要素分析に基づく指導法の精緻化は、より効果的で効率的な指導法の開発につながり、現場で実践しやすい指導法を提供できるようになると考えられる。指導法の精緻化に関しては、野田・松見 (2010a) で実施したような、変数を統制した実験的な研究をしていくことも、現場での問題解決のみならず、学習の原理を解明することにもつながる重要なことであると考えられ

る。学習の原理や本質が分かれば、どのように子どもが学ぶのかを理解でき、最前の教育法を施すことも可能となる（中島，2000）。行動分析学は、厳密な実験で得られた行動の学習に関する知見を、現場の問題解決のために応用することができるアプローチであり、教育場面の学習指導における研究実践のさらなる発展が望まれる。

#### IV-3-(2) 今後の研究課題

本博士論文研究では、児童の計算スキルに焦点をあてた研究を実施したが、他の学業スキル（e.g., 読みスキル、書きスキル）にも流暢性指導が応用できるかどうかは今後の研究が期待される。筆者はこれまでに、ひらがなの読みスキルや漢字単語の読みスキルを対象とした学習指導研究を実施してきており（野田・松見，2006；野田・松見，2010a）、これらの学業スキルにも応用可能であると考えられる。特に読みスキルの指導に関しては、欧米における研究では流暢性は中心的なテーマとなっており、読み書き障害のある児童の読みスキルの流暢性を向上させることは、文章理解につながる重要なテーマとされている。日本語の読みスキルにおいては、文字を見て正確に読むことはできるが、流暢に読んだり内容を理解したりすることに困難を示す場合が多いことが指摘されており（山本・澁谷，2009）、流暢性に基づくアセスメントや指導が有効であると考えられる。今後、読みスキルを含めた具体的な学業スキルのアセスメント法の開発と効率の良いデータ分析法の開発が期待される。

また、流暢性を含めた学業スキルの習熟度に合わせた指導法の開発に関する研究も今後重要な研究テーマである。本研究では、学業スキルの習熟度を正確に把握する際の流暢性の重要性を実証したが、どの程度の習熟度の学業スキルに対してどのような指導法が効果的なのかについては直接検討していない。学

業スキルの習熟度に合わせた指導法に関しては、Haring & Eaton (1978) が指導の階層性 (instructional hierarchy) に基づく指導を提唱している。この指導の階層性では、学習には正確にできるようになる獲得段階、正確かつスムーズにできるようになる流暢性段階、学習したスキルが維持できるようになる維持段階、様々な状況においても正確かつ流暢に実行できる般化段階、獲得した様々なスキルを組み合わせる新たなスキルを獲得する適用段階の5つの段階があると想定し、それぞれの段階に合わせた指導を行うことを提唱している。指導の階層性は30年以上前に提唱されたものだが、2007年に *Journal of Behavioral Education* 誌において特集号が発刊されており、欧米の学習指導研究では改めて注目されてきている。この指導の階層性の考えを応用し、これまで効果が実証されてきた指導法の要素を整理することができれば、どのような段階の児童にどのような要素を含む指導が効果的で効率的なのかが明らかとなる。効率の良い、洗練された指導法を学校場面で実施し、その実施可能性とともに検討していくことが今後、学校場面でエビデンスに基づく教育実践を進める上で非常に重要な研究課題であろう。

教育実践への展開としては、本研究で用いたような具体的な学業スキルの流暢性のアセスメントと指導を日常の学校カリキュラムにどのように組み入れていくかを検討していく必要がある。学校現場に流暢性に基づくアセスメントと指導を導入し定着化させるためには、実際に教育実践を行う教員や学校組織の環境のアセスメントが必須である (e.g., 平澤・藤原・山本・佐田東・織田, 2003; 大石, 2005; 島宗, 1996)。本博士論文研究は、対象とした小学校の学校長・教頭の理解と率先性があったからこそ実行できたものである。また、研究のみならず、日常の学級内での支援活動や学級担任とのコミュニケーションといった土壌づくりをしていたことも大きいと考えられる。A市の特別支援事業のような、トップダウン的な取り組みと地道なボトムアップ的な取り組みの組み合わせの

中から、行動分析学的な学習指導の捉え方、アセスメントおよび指導法を普及させ、成果を蓄積していくことが今後も有効であるだろう。

また、教育実践を行う教員のレベルから考えると、アセスメントや指導法が理解しやすく、比較的低コストで実施でき、成果を実感しやすい方法論が求められる。行動分析学に基づく流暢性指導では、具体的な学業スキルを対象とし、1分間タイムトライアルなど既に学校場面でも実施されている方法を用いることができるため、教員からも理解しやすく実践しやすいアプローチであると考えられる。現在、本研究の対象校であったB小学校の1年生2学級の児童の足し算スキルと引き算スキルを対象に、スキルの指導とアセスメントをかねて1分間タイムトライアルを継続して実施している。授業開始時の5分程度をタイムトライアルに用いて、平均週3回程度の頻度で継続しており、実施したアセスメントデータを筆者あるいは学級担任が記録し、グラフ化して担任および子ども達に結果をフィードバックしている。学級担任からは、無理のない範囲で実行可能であり、個々の児童の学習状況が把握しやすく、子ども達は非常に高い動機づけをもって課題に取り組んでいると報告を受けている。このように、アセスメントの実施とデータ分析を教員と外部専門家とで協働で実施することが、現在の学校環境において無理なくデータに基づく効果的な教育実践を広げていく際に有効な方法であろう。教員と外部専門家とのコンサルテーションという形式で実践を続ければ、子どもたちの基礎学力向上に加え、教員の学習指導力の向上にもつながることが期待される。行動分析学に基づく流暢性指導は、学校場面にエビデンスに基づく教育実践を普及させる際の具体的な方法論を提供することができる。

現在の日本の学校教育では、正しく確実にできることが重視されることが多く、流暢性の段階を考慮することは無いわけではないが比較的少ない (e.g., 学習指導要領では「確実にできる」という表現が多く、流暢性に言及することは

ない)。しかし、あらゆる学習は間違えずに正しくできる段階からスラスラと流暢にできる段階へ進み、維持や応用段階へと進んでいくと言われている (Haring & Eaton, 1978)。特に流暢性の段階は、その後の学習結果 (維持や応用) を導く重要な段階である (Martens & Witt, 2004)。「ゆとり教育」から「確かな学力」の向上 (e.g., 学力向上アクションプラン) へと教育方針を移行してきた現在の日本の学校教育において、确实 (正確) かつ素早く (流暢に) という視点を学習指導に導入することで、基礎的な学習内容の确实な定着のみならず、基本的な事項の応用まで促進することができると考えられる。

#### IV-4 結論

本博士論文研究では、通常学級に在籍する児童の計算スキルに焦点を当て、流暢性を指標とすることの重要性を実証的に検証し、流暢性を向上させるための個別指導および学級単位の指導実践を行った。その結果、基礎的な計算スキルの流暢性は、正確性よりも児童の習得度の個人差を正確に把握することができること、より複雑な計算スキルや算数学力と関連していることが明らかとなった。また、個別指導によって計算スキルの正確性と流暢性を向上させることができ、個別指導によって効果が実証された指導法や流暢性のアセスメント法を学級の授業カリキュラムに応用し、効果を実証することができた。流暢性指導は、特に読み・書き・計算スキルなどの基礎的な学業スキルの指導法として効果的かつ効率的であり、また、基礎的な学業スキルが流暢になることでより複雑な学業スキルの学習が促進される。つまり、流暢性指導は基礎的な学業スキルの学習に困難を示す児童に限らず、全ての子どもに対する指導法として効果が期待される。本博士論文研究では、流暢性に基づく学業スキルの指導を、エビデンスに基づく教育実践として学校場面で実施していくための基盤となる

データを提供することができた。今後、行動分析学に基づく流暢性指導という科学的な視点と現場での実践的な視点の融合が進み、全ての子ども達の確実な学習を保障するような学校教育システムの構築が期待される。

## 引用文献

- 安達潤 (編著)(2009). 発達障害の臨床的理解と支援 3 学齢期の理解と支援 : 特別ではない特別支援教育をめざして. 東京 : 金子書房.
- 天野清・黒須俊夫 (1992). 小学生の国語・算数の学力. 東京 : 秋山書店.
- Albers, A., & Greer, R. D. (1991). Is the three term contingency trial a predictor of effective instruction? *Journal of Behavioral Education, 1*, 337-354.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning: An introduction to school learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ardoin, S. P., Witt, J. C., Connell, J. E., & Koenig, J.L. (2005). Application of a three-tiered response to intervention model for instructional planning, decision making, and the identification of children in need of services. *Journal of Psychoeducational Assessment, 23*, 362-380.
- Barrett, B. (1979). Communitization and the measured message of normal behavior. In R. York & E. Edgar (Eds.), *Teaching the severely handicapped* (Vol. 4, pp. 301-318). Columbus, OH: Special Press.
- Beck, R., & Clement, R. (1991). The Great Falls Precision Teaching Project: An historical examination. *Journal of Precision Teaching, 8*, 8-12.
- Berens, K., Boyce, T. E., Berens, N. M., Doney, J. K., & Kenzer, A. L. (2003). A technology for evaluation relations between response frequency and academic performance outcomes. *Journal of Precision Teaching and Celeration, 19(1)*, 20-34.
- Binder, C. (1988). Precision Teaching: Measuring and attaining exemplary academic achievement. *Youth Policy, 10(7)*, 12-15.
- Binder, C. (1990, September). Closing the confidence gap. *Training*, pp. 49-56.

- Binder, C. (1996). Behavioral fluency: Evolution of a new paradigm. *The Behavior Analyst, 19*, 163-197.
- Binder, C. (2003). Doesn't everybody need fluency? *Performance Improvement, 42*(3), 14-20.
- Binder, C., Haughton, E., & Van Eyk, D. (1990). Increasing endurance by building fluency: Precision teaching attention span. *Teaching Exceptional Children, 22*(3), 24-27.
- Binder, C., & Watkins, C. L. (1990). Precision teaching and direct instruction: Measurably superior instructional technology in schools. *Performance Improvement Quarterly, 3*, 74-96.
- Bjork, D. W. (1993). *B. F. Skinner: A life*. New York: Basic Books.
- Bloom, B. S. Learning for mastery. *Evaluation Comment, 1, 2*.
- Brown, S. A., Dunne, J. D., & Cooper, J. O. (1996). Immediate retelling's effect on student retention. *Education and Treatment of Children, 19*, 387-407.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31*, 21-32.
- Bucklin, B. R., Dickinson, A. M., & Brethower, D. M. (2000). A comparison of the effects of fluency training and accuracy training on application and retention. *Performance Improvement Quarterly, 13*, 141-163.
- Burns, M. K., Coddling, R. S., Boice, C. H., & Lukito, G. (2010). Meta-analysis of acquisition and fluency math interventions with instructional and frustration level skills: Evidence for a skill-by-treatment interaction. *School Psychology Review, 39*, 69-83.
- Bushell, D., & Baer, D. M. (1994). Measurably superior instruction means close, continual contact with the relevant outcome data: Revolutionary. In R. Gardner, D. M. Sainato, J. O. Cooper, T. E. Heron, W. L. Heward, J. W. Eshleman, & T.

- A. Grossi (Eds.), *Behavior analysis in education: Focus on measurably superior instruction* (pp. 3-10). Belmont, CA: Brooks-Cole.
- 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.
- Chiesa, M. & Robertson, A. (2000). Precision teaching and fluency training: Making maths easier for pupils and teachers. *Educational Psychology in Practice, 16*, 297-310.
- 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.
- Codding, R. S., Eckert, T. L., Fanning, E., Shiyko, M., & Solomon, E. (2007). Comparing mathematics interventions: The effects of cover-copy-compare alone and combined with performance feedback on digits correct and incorrect. *Journal of Behavioral Education, 16*, 125-141.
- Codding, R. S., Shiyko, M., Russo, M., Birch, S., Fanning, E., & Jaspen, D. (2007). Comparing mathematics interventions: Does initial level of fluency predict intervention effectiveness? *Journal of School Psychology, 45*, 603-617.
- Daly, E. J. III, Hofstadter, K. L., Martinez, R. S., & Andersen, M. (2009). Selecting academic intervention for individual students. In G. G. Peacock, R. A. Ervin, E. J. Daly III, & K. W. Merrell (Eds.), *Practical handbook of school psychology: Effective practices for the 21st century* (pp. 115-132). New York: Guilford Press.
- Daly, E. J. III, Lentz, F. E., Boyer, J. (1996). The instructional hierarchy: A conceptual model for understanding the effective components of reading

- interventions. *School Psychology Quarterly*, 11, 369-386.
- Deno, S. L. (1985). Curriculum-based measurement; The emerging alternative. *Exceptional Children*, 52, 219-232.
- 道城裕貴 (2007). 特別支援教育における行動分析学の実践的検討. 行動分析学研究, 21, 24-29.
- 道城裕貴・松見淳子・井上紀子 (2004). 通常学級において「めあてカード」による目標設定が授業準備行動に及ぼす効果. 行動分析学研究, 19, 148-160.
- 道場裕貴・野田航・山王丸誠 (2008). 学校場面における発達障害児に対する応用行動分析を用いた介入研究のレビュー：1990-2005. 行動分析学研究, 22, 4-16.
- Doughty, S. S., Chase, P. N., & O'Shields, E. M. (2004). Effects of rate building on fluency performance: A review and commentary. *The Behavior Analyst*, 27, 7-23.
- Engelmann, S., & Carnine, D. (1982). *Theory of instruction: Principles and applications*. New York: Irvington Publishers.
- Evans, S. S., & Evans, W. H. (1985). Frequencies that ensure skill competency, *Journal of Precision Teaching*, 6(2), 18-27.
- Fredrick, L. D., Deitz, S. M., Bryceland, J. A., & Hummel, J. H. (2000). *Behavior analysis, education, and effective schooling*. Reno, NV: Context Press.
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education*, 33, 18-28.
- Greer, R. D., & McDonough, S. H. (1999). Is the learn unit a fundamental measure of pedagogy? *The Behavior Analyst*, 22, 5-16.
- 花熊暁 (2008). 特別支援教育の二つの側面：「特別」の意味を考える. LD研究, 17,

1.

Hansen, C. L. (1978). Writing skills. In N. G. Haring, T. C. Lovitt, M. D. Eaton, & C. L. Hansen (Eds.), *The fourth R: Research in the classroom* (pp. 93-126). Columbus, OH: Charles Merrill.

Haring, N. G., & Eaton, M. D. (1978). Systematic instructional technology: 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. 23-40). Columbus, OH: Merrill.

Haughton, E. C. (1972). Aims: Growing and sharing. In J. B. Jordan & L. S. Robbins (Eds.), *Let's try doing something else kind of thing* (pp. 20-39). Arlington, VA: Council for Exceptional Children.

Haughton, E. C. (1980). Practicing practices: Learning by activity. *Journal of Precision Teaching*, 1(3), 3-20.

平澤紀子・藤原義博・山本淳一・佐田東彰・織田智志 (2003). 教育・福祉現場における積極的行動支援の確実な成果の実現に関する検討. 行動分析学研究, 18, 108-119.

Hosp, M. K., Hosp, J. L., & Howell, K. W. (2007). *The ABCs of CBM: A practical guide to curriculum-based measurement*. New York: Guilford Press.

石井英真 (2008). 算数・数学の学力と数学的リテラシー: PISAの提起するものをどう受け止めるか. 田中耕治 (編著), 新しい学力テストを読み解く: PISA/TIMSS/全国学力・学習状況調査/教育課程実施状況調査の分析とその課題 (pp. 95-124). 東京: 日本標準.

伊藤祐康・久保 (川井) 南海子・正高信男 (2008). 日本人の掛け算九九の実行プロセスについての実験的検討. 認知科学, 15, 280-288.

Ivarie, J. J. (1986). Effects of proficiency rates on later performance of a recall and

- writing behavior. *RASE: Remedial and Special Education*, 7(5), 25-30.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structurist barrier: Literacy and numeracy with fluency [Special issue: Reflections on B. F. Skinner and psychology] . *American Psychologist*, 47, 1475-1490.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1994). The morningside model of generative instruction. In R. Gardner, D. Sainato, J. Cooper, T. Heron, W. Heward, J. Eshleman, & T. Grossi (Eds.), *Behavior analysis in education: Focus on measurably superior instruction* (pp. 173-197). Belmont, CA: Brooks-Cole.
- Johnson, K. R. & Layng, T. V. J. (1996). On terms and procedures: Fluency. *The Behavior Analyst*, 19, 281-288.
- Johnson, K. R., & Street, E. M. (2004). *The Morningside model of generative instruction: What it means to leave no child behind*. Concord, MA: Cambridge Center for Behavioral Studies.
- 陰山英男 (2002). 陰山メソッド：徹底反復「百マス計算」. 東京：小学館.
- 海津亜希子・田沼実敏・平木こゆみ・伊藤由美・Vaughn, S. (2008). 通常の学級における多層指導モデル (MIM) の効果：小学 1 年生に対する特殊音節表記の読み書きの指導を通じて. *教育心理学研究*, 56, 534-547.
- 海津亜希子・田沼実敏・平木こゆみ (2009). 特殊音節の読みに顕著なつまずきのある 1 年生への集中的指導：通常の学級での多層指導モデル (MIM) を通じて. *特殊教育学研究*, 47, 1-12.
- 荻谷剛彦・志水宏吉・清水睦美・諸田裕子 (2002a). 「学力低下」の実態に迫る. *論座*, 6, 42-58
- 荻谷剛彦・志水宏吉・清水睦美・諸田裕子 (2002b). 教育の階層差をいかに克服するか. *論座*, 7, 24-43.
- 加藤哲文・大石幸二 (2004). 特別支援教育を支える行動コンサルテーション：

- 連携と協働を実現するためのシステムと技法. 東京：学苑社.
- Keller, F. S. (1969). "Goodbye teacher..." *Journal of Applied Behavior Analysis*, *1*, 79-89.
- Kim, C., Carr, J. E., Templeton, A., & Bird, S. (2001). Effects of fluency building on performance over "long" durations and in the presence of a distracting social stimulus. *Journal of Precision Teaching and Celeration*, *17*(2), 7-26.
- 国立教育政策研究所 (編)(2007). 生きるための知識と技能 3: OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006 年調査国際結果報告書. 東京：ぎょうせい.
- 河野俊寛・平林ルミ・中邑賢龍 (2008). 小学校通常学級在籍児童の視写書字速度. *特殊教育学研究*, *46*, 223-230.
- 河野俊寛・平林ルミ・中邑賢龍 (2009). 小学校通常学級在籍児童の聴写書字速度と正確さ. *特殊教育学研究*, *46*, 269-278.
- Kubina, R. M., & Morrison, R. S. (2000). Fluency in education. *Behavior and Social Issues*, *10*, 83-99.
- Kubina, R. M., Young, A. E., & Kilwein, M. (2004). Examining an effect of fluency: Application of oral word segmentation and letters sounds for spelling. *Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, *13*, 17-23.
- Kubina, R. M., & Wolfe, P. (2000). Potential applications of behavioral fluency for students with autism. *Exceptionality*, *13*(1), 35-44.
- Lin, F. Y., & Kubina, R. M. (2005). A preliminary investigation of the relationship between fluency and application for multiplication. *Journal of Behavioral Education*, *14*(2), 73-87.
- Lindsley, O. R. (1992). Precision teaching: Discoveries and effects. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *25*, 51-57.
- Lindsley, O. R. (1996). Is fluency free-operant response-response chaining? *The*

- Behavior Analyst, 19*, 211-224.
- Lindsley, O. R. (1997). Precise instructional design: Guidelines from precision teaching. In C. R. Dills & A. J. Romiszowski (Eds.), *Instructional development paradigms* (pp. 537-554). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Martens, B. K., Witt, C. J. (2004). Competence, persistence, and success: The positive psychology of behavioral skill instruction. *Psychology in the Schools, 41*, 19-30.
- Martens, B. K., Witt, C. J., Elliott, S. N., & Darveaux, D. X. (1985): Teacher judgments concerning the acceptability of school-based intervention. *Professional Psychology: Research and Practice, 16*, 191-198.
- 松見淳子・道城裕貴 (2004). LD等への特別支援事業の実態と大学との連携. 神戸市小学校長会 (編), 続変容する子どもたち (pp. 47-67). 兵庫: みるめ書房.
- McDowell, C., & Keenan, M. (2001). Developing fluency and endurance in a child diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Applied Behavior Analysis, 34*, 345-348.
- McDowell, C., & Keenan, M. (2002). Comparison of two teaching structures examining the effects of component fluency on the performance of related skills. *Journal of Precision Teaching and Celeration, 18(2)*, 16-29.
- McDowell, C., Keenan, M., & Kerr, K. P. (2002). Comparing levels of dysfluency among students with mild learning difficulties and typical students. *Journal of Precision Teaching and Celeration, 18(2)*, 37-48.
- McDowell, C., McIntyre, C., Bones, R., & Keenan, M. (2002). Teaching component skills to improve golf swing. *Journal of Precision Teaching and Celeration,*

18(2), 61-66.

Merbitz, C., Vieitez, D., Merbitz, N. H., & Pennypacker, H. S. (2004). Precision teaching: Foundations and classroom applications. In D. J. Moran & R. W. Malott (Eds.), *Evidence-based educational methods* (pp. 47-62). San Diego, CA: Elsevier Academic Press.

Mercer, C. D., Mercer, A. R., & Evans, S. (1982). The use of frequency in establishing instructional aims. *Journal of Precision Teaching*, 3(3), 57-63.

Miller, A. D., & Heward, W. L. (1992). Do your students really know their math facts?: Using daily time trials to build fluency. *Intervention in School and Clinic*, 28, 98-104.

Miller, A. D., Hall, S. W., & Heward, W. L. (1993). Effects of sequential 1-minute time trials with and without intertrial feedback on general and special education students' fluency with math facts. *Journal of Behavioral Education*, 5, 319-345.

耳塚寛明 (2004). 教育課程行政と学力低下：関東調査による検討. 荻谷剛彦・志水宏吉 (編著), *学力の社会学：調査が示す学力の変化と学習の課題* (pp. 21-36). 東京：岩波書店.

文部科学省 (2003). 今後の特別支援教育の在り方について (最終報告). 特別支援教育の在り方に関する調査研究協力者会議.

文部科学省 (2005). 特別支援教育を推進するための制度の在り方について (答申). 中央教育審議会.

文部科学省 (2008). 小学校学習指導要領. 東京：東京書籍.

Moran, D. J. (2004). The need for evidence-based educational methods. In D. J. Moran & R. W. Malott (Eds.), *Evidence-based educational methods* (pp. 3-7). San Diego, CA: Elsevier Academic Press.

諸田裕子 (2004). 「学習遅滞」と「学習速進」はどこで起こっているか. 荻谷

- 剛彦・志水宏吉 (編著), 学力の社会学：調査が示す学力の変化と学習の課題 (pp. 37-56). 東京：岩波書店.
- 村山航 (2006). PISA をいかに読み解くか：求められる評価リテラシー. 21 世紀 COE プログラム東京大学大学院教育学研究科基礎学力研究開発センター (編). 日本の教育と基礎学力：危機の構図と改革への展望 (pp. 70-91). 東京：明石書店.
- 武藤崇 (2007). 特別支援教育から普通教育へ：行動分析学による寄与の拡大を目指して. 行動分析学研究, 21, 7-23.
- 中島定彦 (2000). 「学習」について学ぶ. 実森正子・中島定彦, 学習の心理：行動のメカニズムを探る (pp. 1-16). 東京：サイエンス社.
- 中尾繁樹 (2009). 「特別」ではない特別支援教育 1: 子どもの特性を知るアセスメントと指導・支援. 東京：明治図書.
- 野田航 (2010, October). 行動の流暢性研究における Translational research. 石井拓・菅佐原洋 (企画), Translational research: 研究室と現場をつなぐには. 日本行動分析学会第 28 回大会自主シンポジウム, 神戸, 日本.
- 野田航・松見淳子 (2006). Precision teaching の手続きを用いた小学生に対する読みの指導. 日本行動分析学会第 24 回年次大会発表論文集, 101.
- Noda, W., & Tanaka-Matsumi, J. (2009). Effect of a classroom-based behavioral intervention package on the improvement of children's sitting posture in Japan. *Behavior Modification*, 33, 263-273.
- 野田航・松見淳子 (2010a). 児童の漢字の読みスキルの保持・耐久性・応用に及ぼす流暢性指導の効果の実験的検討. 行動分析学研究, 24, 13-25.
- 野田航・松見淳子 (2010b). 子どもの基礎学力向上のための機能的アプローチ. 関西学院大学人文論究, 59, 109-122.
- 野田航・松見淳子 (2010c). 小学 2 年生の基礎的計算スキルの変化：基礎的計算

- スキルと応用的計算スキルの流暢性に注目して:日本心理学会第74回大会  
発表論文集, 1152.
- 野田航・松見淳子 (2010d). 小学生の掛け算スキルの正確性と流暢性に及ぼす  
「3C学習法」と目標設定の効果. 日本行動分析学会第27回大会発表論文  
集, 37.
- Noda, W., & Tanaka-Matsumi, J. (2010, May). *Application of three-tiered  
instruction model for Japanese 2nd grade students to improve multiplication  
fact performance*. Poster presented at the 36<sup>th</sup> annual convention of the  
Association for Behavior Analysis International, San Antonio, USA.
- 野口和也・加藤哲文 (2004). 通常学級への支援 (2). 加藤哲文・大石幸二 (編著),  
特別支援教育を支える行動コンサルテーション:連携と協働を実現するた  
めのシステムと技法 (pp. 85-103). 東京:学苑社.
- 野呂文行・藤村愛 (2002). 機能的アセスメントを用いた注意欠陥・多動性障害児  
童の授業準備行動への教室内介入. 行動療法研究, 28, 71-82.
- 大石幸二 (2005). 特別な教育的ニーズのある中学生の学業適応促進を目指した校  
内支援体制の整備. 行動分析学研究, 20, 53-65.
- 大対香奈子・野田航・横山晃子・松見淳子 (2005). 小学1年生児童に対する学習  
時の姿勢改善のための介入パッケージの効果:学級単位での行動的アプロ  
ーチの応用. 行動分析学研究, 20, 28-39.
- Patton, J. R., Cronin, M. E., Bassett, D. S., & Koppel, A. E. (1997). A life skills  
approach to mathematics instruction: Preparing students with learning  
disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of Learning  
Disabilities*, 30, 178-187.
- Péladeau, N., Forget, J., & Gagné, F. (2003). Effect of paced and unpaced practice  
on skill application and retention: How much is enough? *American Educational*

- Research Journal*, 40, 769-801.
- Rosenfield, S. A. & Gravois, T. A. (1996). *Instructional consultation teams: Collaborating for change*. New York: Guilford Press.
- Shapiro, E. S. (2004). *Academic skills problems: Direct assessment and intervention* (3rd ed). New York: Guilford Press.
- 渋谷美枝子・三浦香苗・中澤潤 (1985). 学業不振児に関する教育心理学的研究 II: 国語・算数の学習内容領域別好き嫌いについて. 千葉大学教育学部研究紀要, 34, 29-38.
- 島宗理 (1996). 行動的テクノロジーの普及に関する研究と実践の提言. 行動分析学研究, 10, 46-57.
- Shimamune, S., & Jitsumori, M. (1999). Effects of grammar instruction and fluency training on the learning of the and a by native speakers of Japanese. *The Analysis of Verbal Behavior*, 16, 3-16.
- Shinn, M. R. (Ed.)(1989). *Curriculum-based measurement: Assessing special children*. New York: Guilford Press.
- Shirley, M. J., & Pennypacker, H. S. (1994). The effects of performance criteria on learning and retention of spelling words. *Journal of Precision Teaching*, 12, 73-86.
- Singer-Dudek, J., & Greer, R. D. (2005). A long-term analysis of the relationship between fluency and the training and maintenance of complex math skills. *Psychological Record*, 55, 361-376.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appleton-Century-Crofts.

- Skinner, C. H., Bamberg, H. W., Smith, E. S., & Powell, S. S. (1993). Cognitive cover, copy, and compare: Subvocal responding to increase rates of accurate division responding. *Remedial and Special Education, 14*, 49-56.
- Skinner, C. H., Turco, T. L., Beatty, K. L., & Rasavage, C. (1989). Cover, copy, compare: An intervention for increasing multiplication performance. *School Psychology Review, 18*, 212-220.
- Smyth, P., & Keenan, M. (2002). Compound performance: The role of free and controlled operant components. *Journal of Precision Teaching and Celeration, 18*(2), 3-15.
- Starlin, A. (1972). Sharing a message about curriculum with my teacher friends. In J. B. Jordan & L. S. Robbins (Eds.), *Let's try doing something else kind of thing* (pp. 13-19). Arlington, VA: Council on Exceptional Children.
- Stein, M., Kinder, D., Silbert, J., & Carnine, D. W. (2006). *Designing effective mathematics instruction: A direct instruction approach* (4th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc.
- Stigler, J. W., Lee, S., & Stevenson, H. W. (1987). Mathematics classrooms in Japan, Taiwan, and the United States. *Child Development, 58*, 1272-1285.
- Stevenson, H. W., Lee, S., Chen, C., Stigler, J. W., Hsu, C., & Kitamura, S. (1990). Contexts of achievement: A study of American, Chinese, and Japanese children. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 55* (1-2, Serial No. 221).
- Stevenson, H. W., Lee, S., Stigler, J. W. (1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science, 231*, 693-699.
- Sugasawara, H., & Yamamoto, J. (2005, May). *Fluency building of reading for students with learning disabilities*. Poster session presented at the 31st annual

convention of the Association for Behavior Analysis, Chicago, IL.

菅佐原洋 (2006). 学習困難児におけるワープロスキル指導と流暢性. 日本行動分析学会第24回年次大会発表論文集, 35.

田中善大・鈴木康啓・嶋崎恒雄・松見淳子 (2010). 通常学級における集団随伴性を用いた介入パッケージが授業妨害行動に及ぼす効果の検討: 介入パッケージの構成要素分析を通して. 行動分析学研究, 24, 30-42.

辰野千壽・石田恒好・服部環・盛山隆雄・田中博史・中田寿幸・夏坂哲志・細水保宏・山本良和 (2009). 教研式標準学力検査 NRT. 東京: 図書文化社.

辰野千壽・北尾倫彦 (2005). 教研式標準学力検査 CRT-II. 東京: 図書文化社.

Thorndike, E. L. (1991). *Animal intelligence*. New York: Macmillan.

柘植雅義 (監修)・阿部利彦 (編)(2007). 先進事例集地域の特色ある特別支援教育 2: 教師の力で明日できる特別支援教育: スペシャルサポートをナチュラルサポートにつなぐ埼玉県所沢市の挑戦. 東京: 明治図書.

柘植雅義 (監修)・中尾繁樹 (編著)(2008). 先進事例集地域の特色ある特別支援教育 4: 神戸市発! 特別な配慮の必要な子どもへの具体的指導内容と支援策. 東京: 明治図書.

Vargas, J. S. (2009). *Behavior analysis for effective teaching*. New York: Routledge.

山本淳一・澁谷尚樹 (2009). エビデンスにもとづいた発達障害支援: 応用行動分析学の貢献. 行動分析学研究, 23, 46-70.

吉田甫 (2003). 学力低下をどう克服するか: 子どもの目線から考える. 東京: 新曜社.

全国学習障害児・者親の会連絡会 (1991). 学習障害 (LD) 児・者の実態調査: いま LD 達はどうしているか.

# 算数チャレンジ①

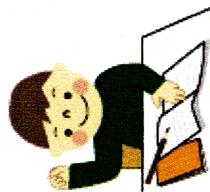
今から、算数のもんだいをします。

ぜんぶ、時間は1分間です。

できるだけはやく、せいかくにやりましたら。

では、がんばりましょう。

月 日 年 組 名前





Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (要素的足し算スキル)

7+0=	8+6=	3+2=	9+7=	3+7=	6+5=	1+1=	9+9=	6+3=
6+9=	0+6=	7+6=	4+6=	3+8=	1+9=	9+3=	0+8=	4+9=
7+1=	8+3=	6+3=	7+4=	4+0=	6+8=	2+0=	5+9=	0+6=
9+6=	0+4=	7+7=	0+7=	3+9=	1+0=	8+9=	3+0=	9+3=
2+2=	7+9=	0+3=	8+5=	5+0=	7+8=	1+5=	8+4=	5+2=
5+8=	0+1=	4+8=	2+3=	4+9=	6+0=	6+7=	6+1=	9+9=
5+2=	6+6=	2+4=	9+4=	1+4=	7+5=	2+7=	9+5=	7+1=
5+7=	2+5=	8+7=	3+3=	2+9=	9+1=	4+7=	0+2=	7+5=
0+7=	3+9=	1+0=	8+9=	3+0=	5+6=	2+2=	7+9=	2+5=
4+9=	2+3=	6+7=	6+0=	9+2=	6+1=	6+6=	5+2=	7+6=

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (要素的引き算スキル)

8-7=	10-6=	9-2=	14-6=	8-4=	13-9=	9-1=	15-9=	9-8=
17-8=	3-1=	10-5=	7-0=	10-3=	9-9=	12-4=	3-3=	10-8=
2-1=	10-4=	1-1=	11-7=	6-0=	10-1=	7-3=	12-8=	9-4=
16-7=	7-1=	16-9=	4-4=	14-9=	7-6=	10-9=	7-5=	12-5=
8-6=	11-8=	2-0=	13-6=	3-2=	15-7=	8-5=	11-6=	5-5=
11-3=	4-0=	11-2=	9-0=	13-7=	5-0=	17-9=	5-4=	12-3=
6-4=	15-6=	5-1=	18-9=	8-2=	13-4=	7-7=	11-9=	6-6=
14-5=	4-1=	15-8=	4-2=	4-2=	8-1=	11-4=	9-7=	12-9=
7-2=	10-2=	6-2=	14-7=	4-3=	13-8=	3-0=	10-7=	9-5=
13-5=	0-0=	12-6=	2-2=	12-7=	8-3=	14-8=	5-2=	12-4=

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (要素的掛け算スキル)

$8 \times 7 =$	$6 \times 1 =$	$8 \times 2 =$	$5 \times 5 =$	$4 \times 7 =$	$3 \times 4 =$	$9 \times 4 =$	$4 \times 3 =$	$9 \times 1 =$
$7 \times 9 =$	$7 \times 6 =$	$9 \times 10 =$	$3 \times 5 =$	$1 \times 1 =$	$1 \times 3 =$	$2 \times 9 =$	$9 \times 3 =$	$1 \times 10 =$
$8 \times 4 =$	$6 \times 2 =$	$7 \times 3 =$	$1 \times 6 =$	$1 \times 8 =$	$3 \times 9 =$	$4 \times 8 =$	$5 \times 9 =$	$2 \times 8 =$
$9 \times 7 =$	$6 \times 6 =$	$9 \times 8 =$	$5 \times 8 =$	$1 \times 2 =$	$6 \times 3 =$	$1 \times 5 =$	$8 \times 9 =$	$6 \times 7 =$
$7 \times 4 =$	$4 \times 1 =$	$7 \times 2 =$	$5 \times 3 =$	$2 \times 2 =$	$7 \times 1 =$	$9 \times 9 =$	$1 \times 7 =$	$7 \times 10 =$
$2 \times 4 =$	$8 \times 1 =$	$5 \times 6 =$	$9 \times 6 =$	$7 \times 7 =$	$5 \times 2 =$	$2 \times 6 =$	$4 \times 6 =$	$4 \times 5 =$
$2 \times 3 =$	$3 \times 8 =$	$5 \times 10 =$	$6 \times 9 =$	$8 \times 3 =$	$8 \times 6 =$	$6 \times 4 =$	$1 \times 9 =$	$4 \times 4 =$
$8 \times 8 =$	$6 \times 5 =$	$4 \times 9 =$	$6 \times 10 =$	$9 \times 2 =$	$3 \times 6 =$	$3 \times 2 =$	$9 \times 5 =$	$7 \times 5 =$
$8 \times 10 =$	$2 \times 1 =$	$4 \times 10 =$	$7 \times 8 =$	$3 \times 10 =$	$5 \times 4 =$	$3 \times 1 =$	$3 \times 7 =$	$2 \times 10 =$
$2 \times 7 =$	$5 \times 7 =$	$9 \times 1 =$	$1 \times 10 =$	$2 \times 8 =$	$6 \times 7 =$	$7 \times 10 =$	$4 \times 5 =$	$4 \times 2 =$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (要素的割り算スキル)

$40 \div 5 =$	$8 \div 8 =$	$3 \div 1 =$	$49 \div 7 =$	$56 \div 8 =$	$25 \div 5 =$	$24 \div 8 =$	$9 \div 9 =$	$9 \div 1 =$
$15 \div 5 =$	$32 \div 4 =$	$35 \div 7 =$	$63 \div 7 =$	$8 \div 1 =$	$80 \div 8 =$	$70 \div 7 =$	$40 \div 4 =$	$12 \div 6 =$
$63 \div 9 =$	$16 \div 8 =$	$15 \div 3 =$	$48 \div 8 =$	$30 \div 6 =$	$45 \div 5 =$	$28 \div 4 =$	$2 \div 1 =$	$21 \div 3 =$
$10 \div 1 =$	$36 \div 6 =$	$28 \div 7 =$	$12 \div 2 =$	$12 \div 3 =$	$8 \div 4 =$	$24 \div 4 =$	$4 \div 2 =$	$6 \div 1 =$
$81 \div 9 =$	$18 \div 6 =$	$72 \div 8 =$	$21 \div 7 =$	$20 \div 2 =$	$24 \div 3 =$	$60 \div 6 =$	$10 \div 2 =$	$50 \div 5 =$
$7 \div 7 =$	$90 \div 9 =$	$32 \div 8 =$	$56 \div 7 =$	$48 \div 6 =$	$5 \div 5 =$	$27 \div 3 =$	$8 \div 2 =$	$64 \div 8 =$
$27 \div 9 =$	$42 \div 6 =$	$36 \div 4 =$	$35 \div 5 =$	$6 \div 2 =$	$7 \div 1 =$	$4 \div 4 =$	$42 \div 7 =$	$16 \div 4 =$
$9 \div 3 =$	$1 \div 1 =$	$2 \div 2 =$	$14 \div 2 =$	$54 \div 6 =$	$45 \div 9 =$	$24 \div 6 =$	$18 \div 2 =$	$14 \div 7 =$
$30 \div 3 =$	$5 \div 1 =$	$72 \div 9 =$	$18 \div 9 =$	$6 \div 3 =$	$18 \div 3 =$	$20 \div 4 =$	$16 \div 2 =$	$30 \div 5 =$
$9 \div 1 =$	$12 \div 6 =$	$21 \div 3 =$	$6 \div 1 =$	$50 \div 5 =$	$64 \div 8 =$	$16 \div 4 =$	$14 \div 7 =$	$54 \div 9 =$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (2年複合的足し算スキル)

$\begin{array}{r} 25 \\ +60 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 43 \\ +29 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 57 \\ +82 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 95 \\ +48 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 37 \\ +69 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 35 \\ +21 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 28 \\ +19 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 95 \\ +94 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 56 \\ +97 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 34 \\ +68 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 37 \\ +40 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 47 \\ +39 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 40 \\ +81 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 45 \\ +79 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 12 \\ +88 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 45 \\ +12 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 35 \\ +47 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 53 \\ +71 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 87 \\ +45 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 43 \\ +57 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 52 \\ +47 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 37 \\ +35 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 64 \\ +83 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 76 \\ +48 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 64 \\ +37 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 22 \\ +51 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 18 \\ +45 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 36 \\ +91 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 94 \\ +37 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 56 \\ +45 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 83 \\ +12 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 45 \\ +26 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 85 \\ +70 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 56 \\ +89 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 24 \\ +79 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 70 \\ +12 \\ \hline \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (2年複合的引き算スキル)

$\begin{array}{r} 59 \\ -32 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 46 \\ -28 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 125 \\ -43 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 142 \\ -55 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 101 \\ -59 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 99 \\ -88 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 98 \\ -19 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 119 \\ -91 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 160 \\ -89 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 105 \\ -99 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 75 \\ -25 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 70 \\ -56 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 165 \\ -95 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 128 \\ -29 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 100 \\ -68 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 48 \\ -43 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 97 \\ -88 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 136 \\ -90 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 197 \\ -98 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 102 \\ -76 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 84 \\ -51 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 73 \\ -69 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 126 \\ -84 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 167 \\ -69 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 103 \\ -58 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 74 \\ -32 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 52 \\ -46 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 119 \\ -75 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 124 \\ -58 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 108 \\ -59 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 97 \\ -62 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 54 \\ -36 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 147 \\ -85 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 175 \\ -87 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 105 \\ -18 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 34 \\ -22 \\ \hline \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (3・4年複合的足し算スキル)

$\begin{array}{r} 635 \\ +241 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 436 \\ +182 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 356 \\ +297 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 834 \\ +888 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 527 \\ +431 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 657 \\ +206 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 506 \\ +94 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 998 \\ +2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 239 \\ +550 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 523 \\ +916 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 185 \\ +738 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 774 \\ +536 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 351 \\ +238 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 247 \\ +182 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 376 \\ +458 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 924 \\ +76 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 153 \\ +711 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 326 \\ +580 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 676 \\ +265 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 955 \\ +278 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 712 \\ +285 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 625 \\ +873 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 279 \\ +65 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 666 \\ +336 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 802 \\ +185 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 326 \\ +580 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 228 \\ +76 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 869 \\ +562 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 551 \\ +218 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 253 \\ +50 \\ \hline \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (3・4年複合的引き算スキル)

$\begin{array}{r} 789 \\ -316 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 576 \\ -239 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 345 \\ -187 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 303 \\ -114 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 592 \\ -351 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 583 \\ -292 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 610 \\ -273 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 907 \\ -879 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 433 \\ -312 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 894 \\ -867 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 726 \\ -39 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 800 \\ -191 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 913 \\ -701 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 451 \\ -291 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 434 \\ -135 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 200 \\ -98 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 685 \\ -410 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 363 \\ -149 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 533 \\ -274 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 304 \\ -186 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 349 \\ -145 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 528 \\ -463 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 714 \\ -618 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 401 \\ -275 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 428 \\ -103 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 915 \\ -725 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 988 \\ -189 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 604 \\ -236 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 289 \\ -152 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 272 \\ -268 \\ \hline \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (5・6年複合的掛け算スキル)

$\begin{array}{r} 143 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 12 \\ \times 32 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 398 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 23 \\ \times 35 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 215 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 32 \\ \times 73 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 685 \\ \times 7 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 84 \\ \times 27 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 102 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 91 \\ \times 65 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 387 \\ \times 6 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 39 \\ \times 58 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 205 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 40 \\ \times 23 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 608 \\ \times 5 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 90 \\ \times 45 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 312 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 38 \\ \times 20 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 975 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 87 \\ \times 70 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 326 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 21 \\ \times 48 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 125 \\ \times 8 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 30 \\ \times 21 \\ \hline \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (5・6年複合的割り算スキル: 表)

$\begin{array}{r} 3 \overline{)51} \end{array}$	$\begin{array}{r} 23 \overline{)46} \end{array}$	$\begin{array}{r} 32 \overline{)128} \end{array}$	$\begin{array}{r} 36 \overline{)756} \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \overline{)64} \end{array}$	$\begin{array}{r} 41 \overline{)82} \end{array}$
$\begin{array}{r} 52 \overline{)156} \end{array}$	$\begin{array}{r} 24 \overline{)576} \end{array}$	$\begin{array}{r} 6 \overline{)90} \end{array}$	$\begin{array}{r} 13 \overline{)39} \end{array}$	$\begin{array}{r} 67 \overline{)469} \end{array}$	$\begin{array}{r} 25 \overline{)850} \end{array}$
$\begin{array}{r} 2 \overline{)86} \end{array}$	$\begin{array}{r} 22 \overline{)66} \end{array}$	$\begin{array}{r} 77 \overline{)385} \end{array}$	$\begin{array}{r} 19 \overline{)608} \end{array}$	$\begin{array}{r} 5 \overline{)75} \end{array}$	$\begin{array}{r} 36 \overline{)72} \end{array}$

Appendix 2-1-1 計算スキルのアセスメントシート (5・6年複合的割り算スキル: 裏)

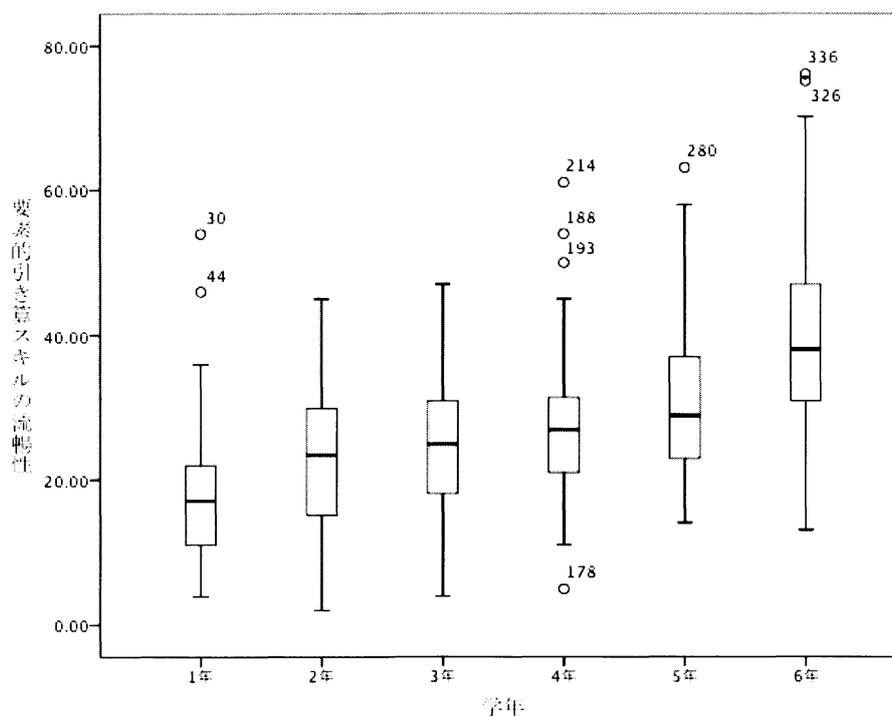
$48 \overline{)240}$	$38 \overline{)760}$	$8 \overline{)96}$	$24 \overline{)72}$	$27 \overline{)243}$	$25 \overline{)825}$
$2 \overline{)80}$	$39 \overline{)78}$	$48 \overline{)384}$	$32 \overline{)704}$	$7 \overline{)91}$	$45 \overline{)90}$
$17 \overline{)119}$	$32 \overline{)672}$	$4 \overline{)76}$	$23 \overline{)92}$	$79 \overline{)632}$	$24 \overline{)768}$

Appendix 2-1-2 数字を書くスキルと要素的計算スキルの流暢性 (正答数) に関する単回帰分析

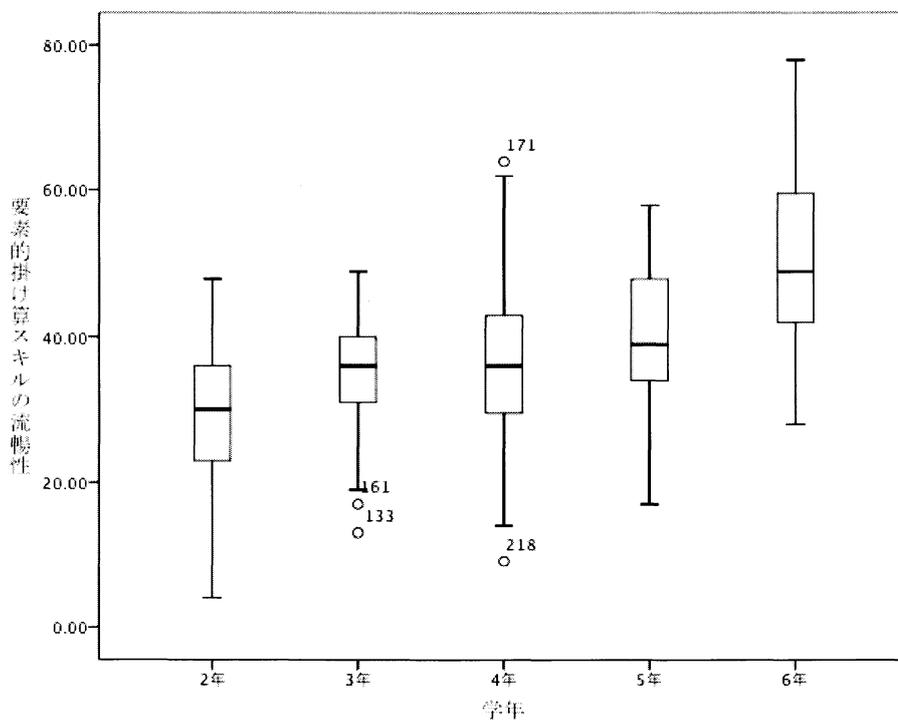
	$B$	$SE B$	$\beta$	自由度調整済み $R^2$
数字を書くスキル ( $n = 339$ )	7.84	2.41	.57**	.32**
要素的足し算スキル ( $n = 340$ )	5.39	.39	.60**	.36**
要素的引き算スキル ( $n = 340$ )	4.24	.42	.48**	.23**
要素的掛け算スキル ( $n = 290$ )	4.92	.44	.55**	.30**
要素的割り算スキル ( $n = 233$ )	6.91	.71	.54**	.29**

Note.  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数.  
\*\*  $p < .01$ .

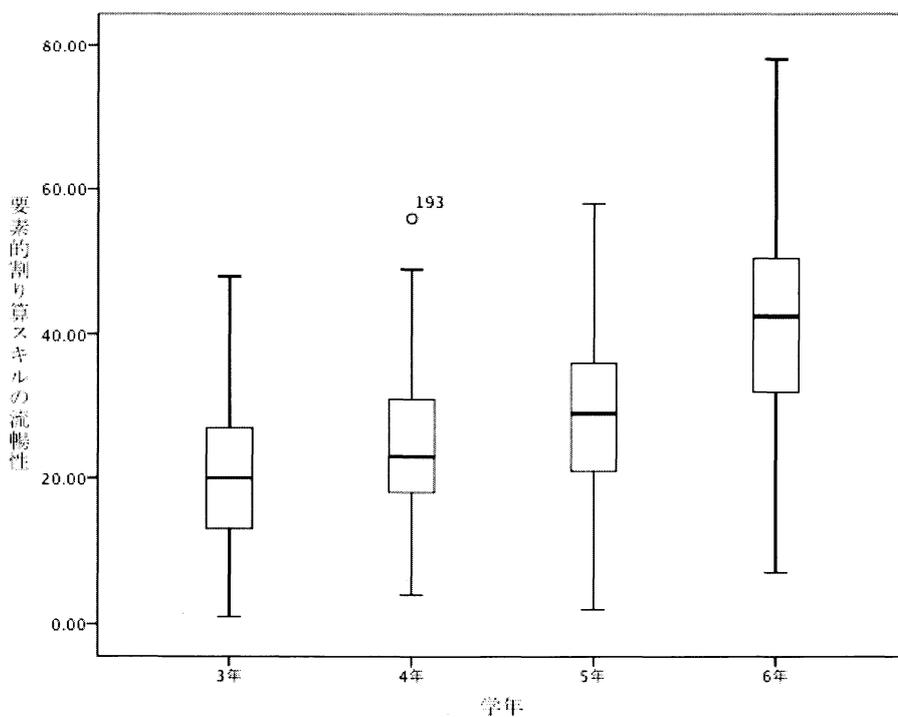
Appendix 2-1-3 学年別要素的引き算スキルの流暢性の個人差



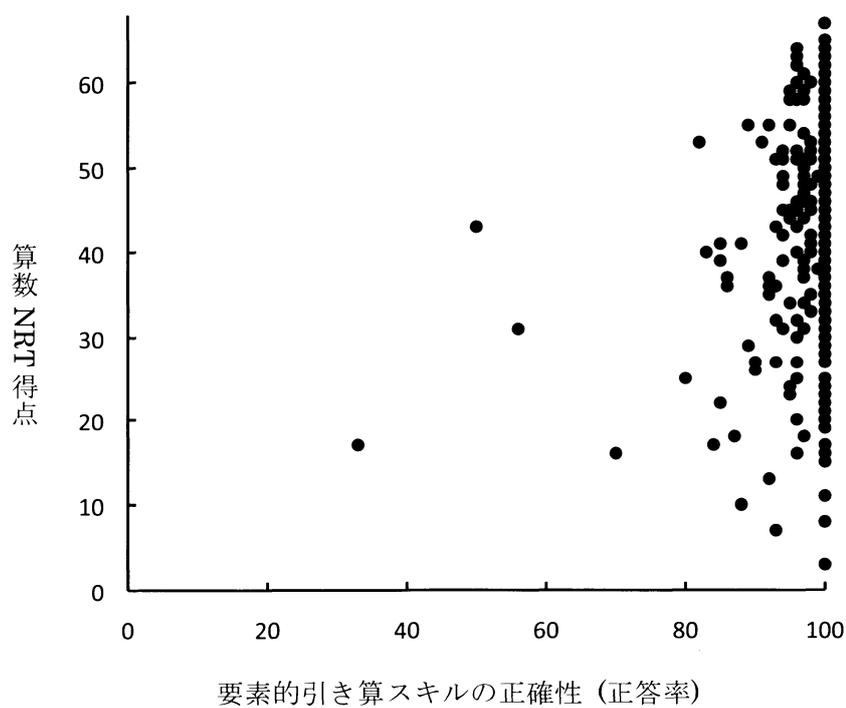
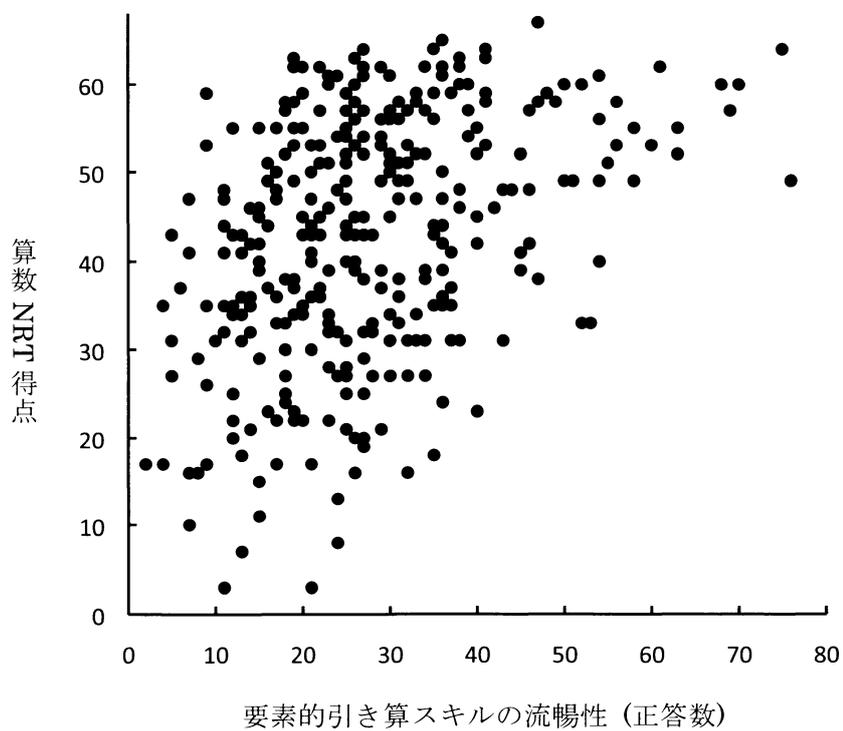
Appendix 2-1-4 学年別要素的掛け算スキルの流暢性の個人差



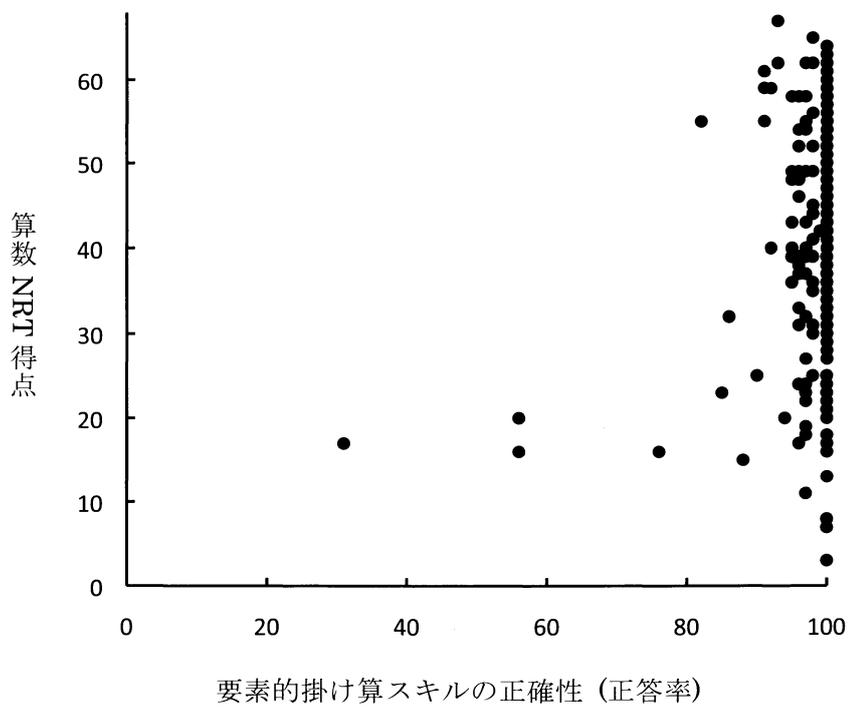
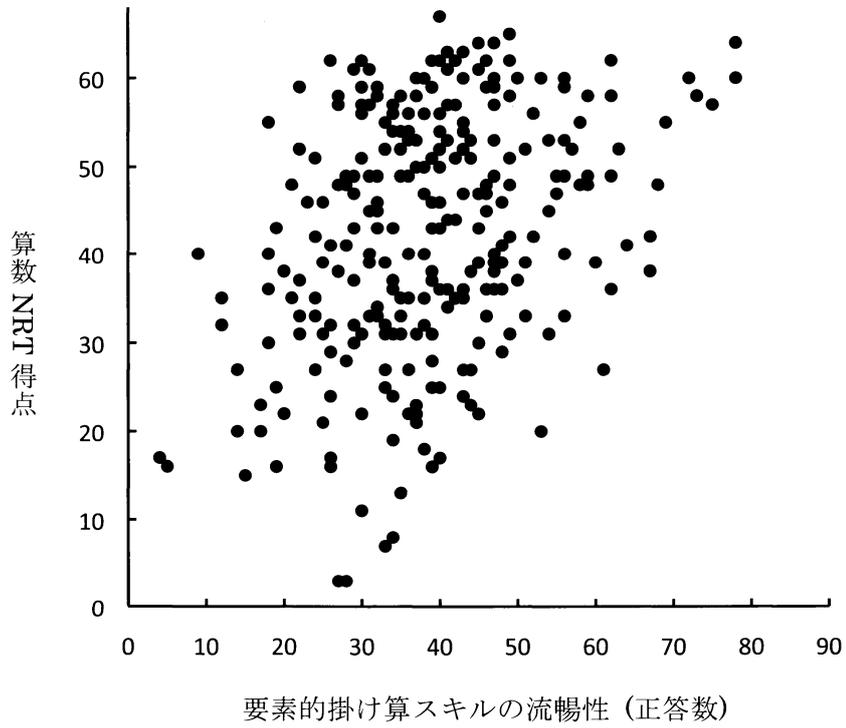
Appendix 2-1-5 学年別要素的割り算スキルの流暢性の個人差



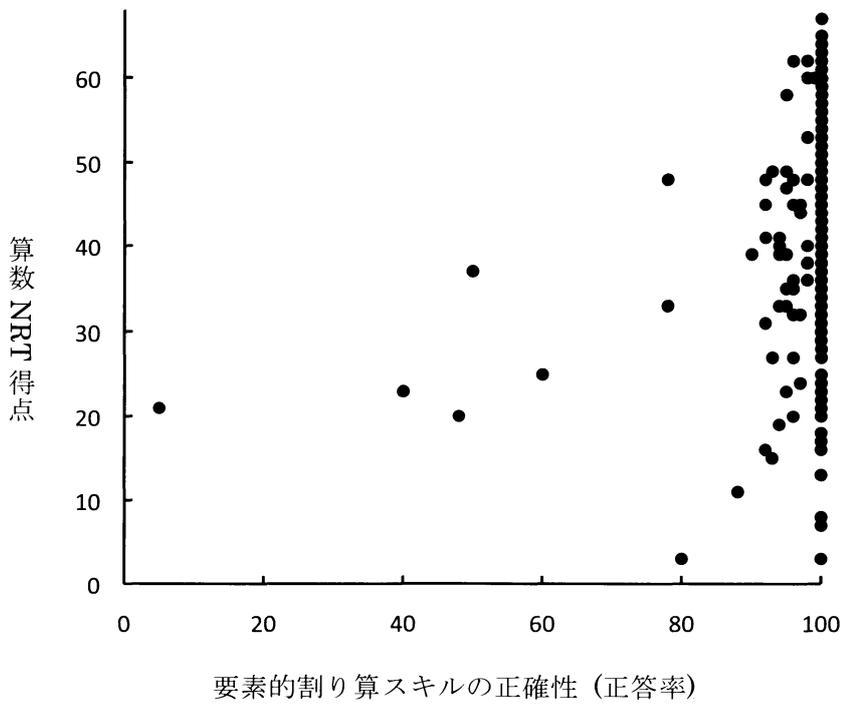
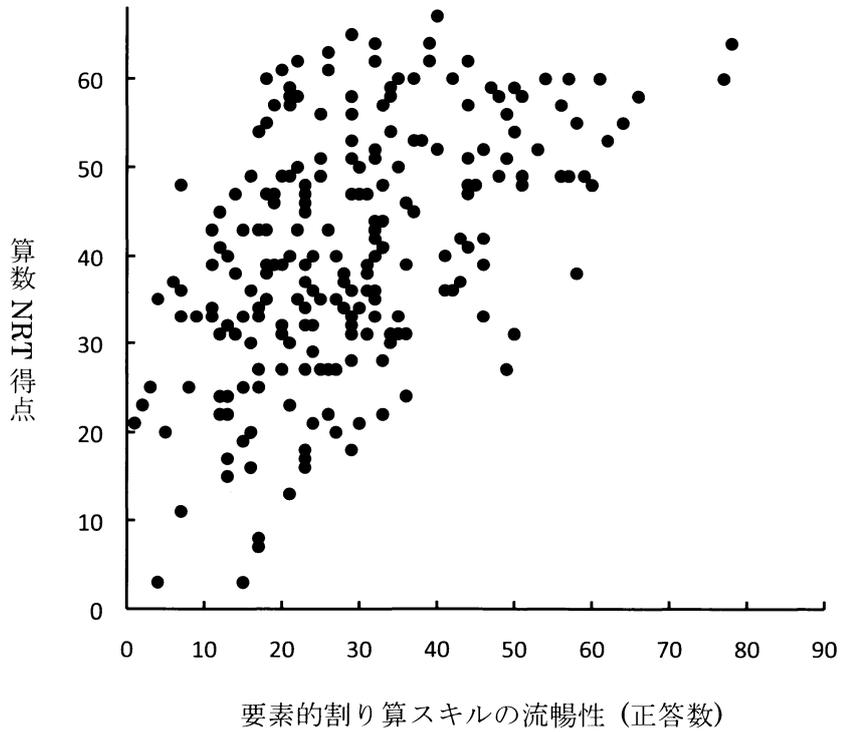
Appendix 2-1-6 要素的引き算スキルと算数 NRT 得点の散布図 (上図: 流暢性と算数 NRT、  
下図: 正確性と算数 NRT)



Appendix 2-1-7 要素的掛け算スキルと算数NRT得点の散布図 (上図: 流暢性と算数NRT、  
下図: 正確性と算数NRT)



Appendix 2-1-8 要素的割り算スキルと算数 NRT 得点の散布図 (上図: 流暢性と算数 NRT、  
下図: 正確性と算数 NRT)



Appendix 2-1-9 1年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.34	.15	.33*	.28**	.29**
第2段階					
要素的足し算正確性	-.06	.17	-.05	.27**	.01
第3段階					
要素的足し算流暢性	.53	.21	.40*	.35**	.09*
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.36	.15	.34*	.28**	.29**
第2段階					
要素的引き算正確性	.28	.36	.10	.29**	.03
第3段階					
要素的引き算流暢性	.45	.19	.34*	.36**	.07*

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 48$ )、要素的引き算スキル ( $n = 48$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す.  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-1-10 2年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.07	.08	.09	.12**	.14**
第2段階					
要素的足し算正確性	.30	.10	.32**	.32**	.20**
第3段階					
要素的足し算流暢性	.52	.13	.47**	.47**	.15**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.05	.08	.07	.12**	.14**
第2段階					
要素的引き算正確性	.17	.11	.16	.22**	.11**
第3段階					
要素的引き算流暢性	.71	.14	.58**	.46**	.24**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.07	.08	.10	.12**	.14**
第2段階					
要素的掛け算正確性	.26	.13	.24 <sup>†</sup>	.31**	.20**
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.54	.15	.47**	.43**	.12**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 58$ )、要素的引き算スキル ( $n = 58$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 57$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す.  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

Appendix 2-1-11 3年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.06	.10	.06	.09*	.10*
第2段階					
要素的足し算正確性	1.63	.59	.29**	.24**	.16**
第3段階					
要素的足し算流暢性	.77	.17	.53**	.45**	.21**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.18	.10	.21 <sup>†</sup>	.09*	.10*
第2段階					
要素的引き算正確性	.44	.41	.12	.14**	.07*
第3段階					
要素的引き算流暢性	.73	.16	.53**	.38**	.24**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.14	.11	.16	.09*	.10*
第2段階					
要素的掛け算正確性	.57	.93	.09	.14**	.07*
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.70	.26	.40*	.23**	.10*
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.14	.09	.17	.09*	.10*
第2段階					
要素的割り算正確性	.06	.10	.08	.20**	.12**
第3段階					
要素的割り算流暢性	.79	.15	.61**	.47**	.27**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 55$ )、要素的引き算スキル ( $n = 55$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 55$ )、要素的割り算スキル ( $n = 55$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

Appendix 2-1-12 4年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.10	.08	.14	.05*	.07*
第2段階					
要素的足し算正確性	1.77	.52	.39**	.32**	.27**
第3段階					
要素的足し算流暢性	.34	.14	.32**	.37**	.07**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.08	.09	.11	.05*	.07*
第2段階					
要素的引き算正確性	-.08	.24	-.04	.05†	.02
第3段階					
要素的引き算流暢性	.55	.16	.46**	.21**	.17**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.03	.09	.04	.05*	.07*
第2段階					
要素的掛け算正確性	.26	.25	.13	.11*	.07*
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.47	.16	.43**	.22**	.12**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.05	.08	.07	.05*	.07*
第2段階					
要素的割り算正確性	.35	.18	.23†	.17**	.13**
第3段階					
要素的割り算流暢性	.58	.16	.45**	.32**	.16**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 59$ )、要素的引き算スキル ( $n = 59$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 59$ )、要素的割り算スキル ( $n = 59$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-1-13 5年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.02	.07	-.04	.03	.05
第2段階					
要素的足し算正確性	-.30	1.08	-.03	.02	.01
第3段階					
要素的足し算流暢性	.86	.14	.69**	.43**	.40**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.01	.07	.01	.02	.04
第2段階					
要素的引き算正確性	.67	.43	.17	.12*	.11*
第3段階					
要素的引き算流暢性	.70	.13	.62**	.44**	.31**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.01	.09	-.02	.03	.05
第2段階					
要素的掛け算正確性	-.41	.82	-.07	.03	.01
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.73	.22	.51**	.19**	.17**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.00	.06	.00	.03	.05
第2段階					
要素的割り算正確性	-.14	.18	-.08	.04	.02
第3段階					
要素的割り算流暢性	.79	.12	.73**	.47**	.43**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 56$ )、要素的引き算スキル ( $n = 55$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 56$ )、要素的割り算スキル ( $n = 56$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-1-14 6年生における各要素的計算スキルを説明変数、算数 NRT を目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.09	.11	-.12	.07*	.08*
第2段階					
要素的足し算正確性	1.29	.65	.22 <sup>†</sup>	.14**	.09*
第3段階					
要素的足し算流暢性	.50	.11	.65**	.37**	.24**
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.11	.10	.15	.07*	.08*
第2段階					
要素的引き算正確性	1.14	.55	.26*	.15**	.09*
第3段階					
要素的引き算流暢性	.17	.09	.28 <sup>†</sup>	.19**	.06 <sup>†</sup>
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.13	.11	-.17	.07*	.09*
第2段階					
要素的掛け算正確性	-.52	.80	-.08	.05	.00
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.73	.16	.70**	.31**	.26**
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.00	.09	.01	.07*	.08*
第2段階					
要素的割り算正確性	.56	.65	.10	.12*	.07*
第3段階					
要素的割り算流暢性	.59	.12	.63**	.40**	.28**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 55$ )、要素的引き算スキル ( $n = 55$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 55$ )、要素的割り算スキル ( $n = 55$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

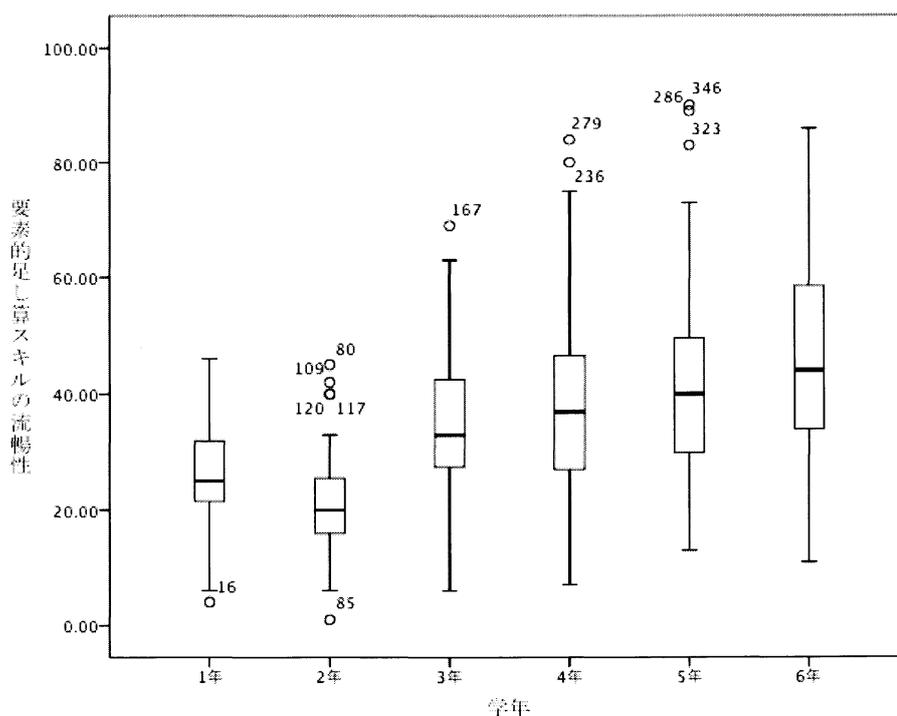
Appendix 2-2-1 数字を書くスキルと要素的計算スキルの流暢性 (正答数) に関する単回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$
数字を書くスキル ( <i>n</i> = 388)	10.21	.53	.70**	.49**
要素的足し算スキル ( <i>n</i> = 387)	4.75	.42	.50**	.25**
要素的引き算スキル ( <i>n</i> = 389)	3.09	.40	.37**	.13**
要素的掛け算スキル ( <i>n</i> = 329)	3.68	.48	.39**	.15**
要素的割り算スキル ( <i>n</i> = 267)	5.26	.88	.34**	.12**

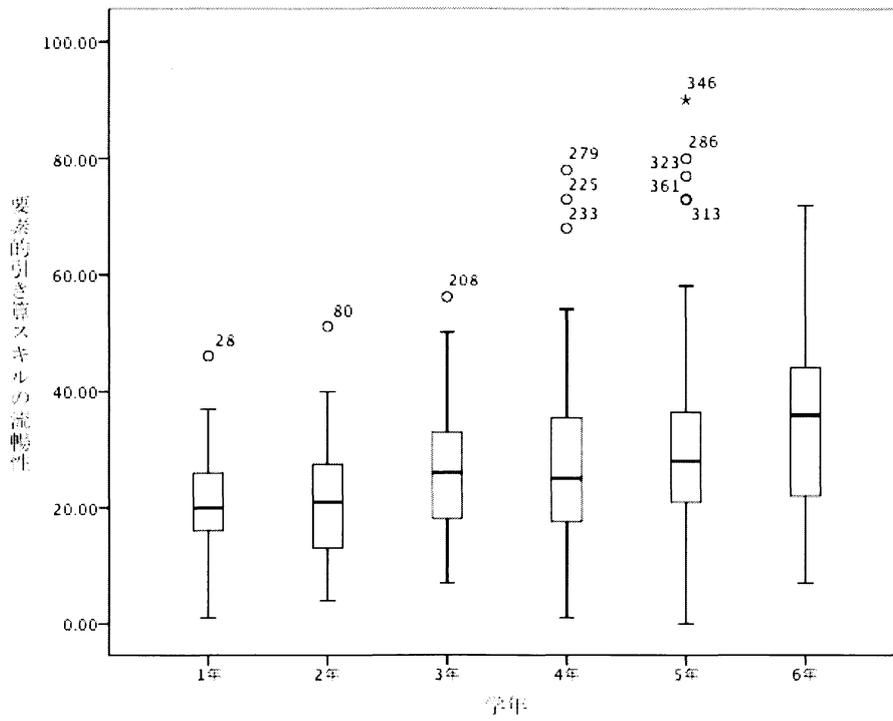
Note. *B* = 偏回帰係数, *SE B* = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数.

\*\*  $p < .01$ .

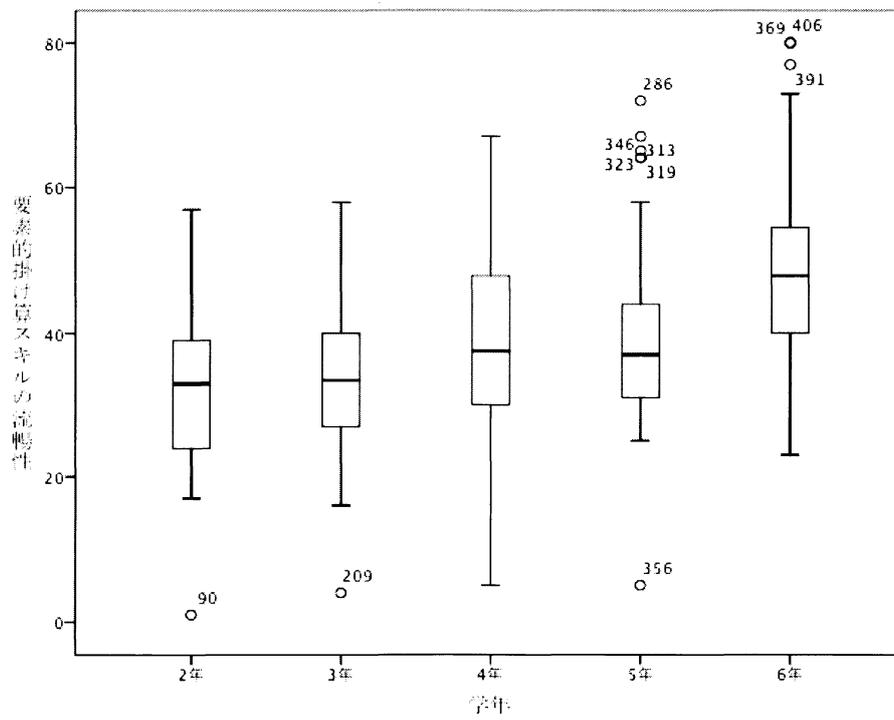
Appendix 2-2-2 学年別要素的足し算スキルの流暢性の個人差



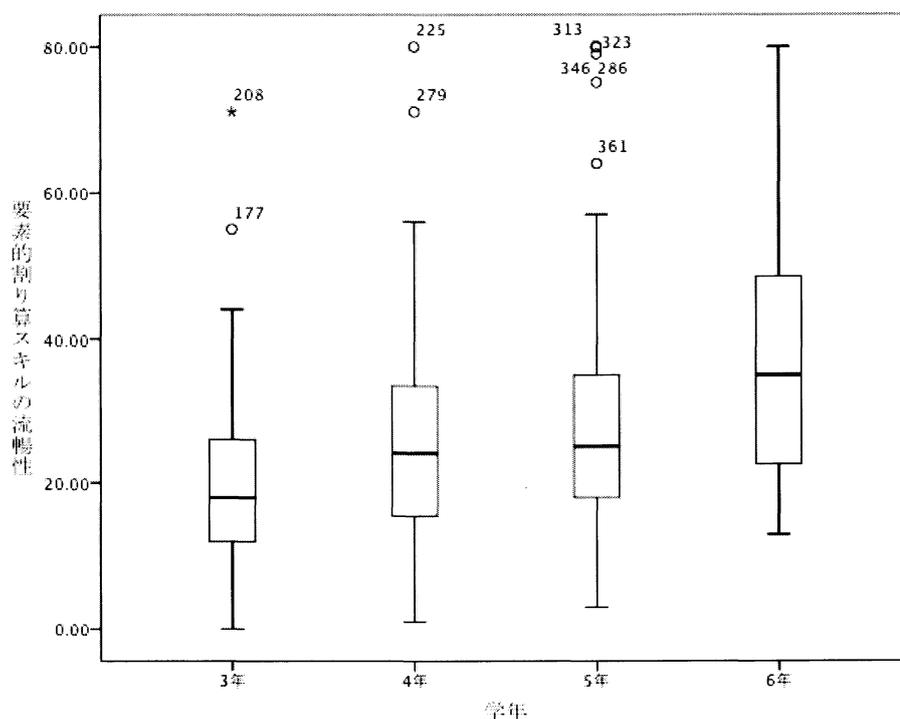
Appendix 2-2-3 学年別要素的引き算スキルの流暢性の個人差



Appendix 2-2-4 学年別要素的掛け算スキルの流暢性の個人差



Appendix 2-2-5 学年別基礎的割り算スキルの正答数の個人差



Appendix 2-2-6 1年生における各要素計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.10	.08	.17	.07*	.09*
第2段階					
要素的足し算正確性	-.13	.09	-.19	.06†	.01
第3段階					
要素的足し算流暢性	.20	.11	.28†	.10*	.05†
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.15	.09	.25†	.07*	.08*
第2段階					
要素的引き算正確性	-.05	.07	-.09	.05†	.00
第3段階					
要素的引き算流暢性	.10	.13	.13	.05	.01

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 62$ )、要素的引き算スキル ( $n = 62$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-2-7 2年生における各要素的計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.04	.06	.09	.04 <sup>†</sup>	.06 <sup>†</sup>
第2段階					
要素的足し算正確性	.02	.06	.04	.05 <sup>†</sup>	.03
第3段階					
要素的足し算流暢性	.28	.13	.33 <sup>*</sup>	.11 <sup>*</sup>	.07 <sup>*</sup>
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.03	.05	.06	.04 <sup>†</sup>	.06 <sup>†</sup>
第2段階					
要素的引き算正確性	.18	.14	.16	.11 <sup>*</sup>	.09 <sup>*</sup>
第3段階					
要素的引き算流暢性	.36	.10	.45 <sup>**</sup>	.27 <sup>**</sup>	.16 <sup>**</sup>
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.02	.05	.05	.02	.04
第2段階					
要素的掛け算正確性	.02	.08	.03	.06 <sup>†</sup>	.05 <sup>†</sup>
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.31	.11	.43 <sup>**</sup>	.17 <sup>**</sup>	.12 <sup>**</sup>

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 59$ )、要素的引き算スキル ( $n = 59$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 56$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。  $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-2-8 3年生における各要素的計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.10	.12	.12	.23**	.25**
第2段階					
要素的足し算正確性	.65	.46	.16	.26**	.04 <sup>†</sup>
第3段階					
要素的足し算流暢性	.50	.15	.48**	.38**	.12**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.19	.10	.24 <sup>†</sup>	.23**	.25**
第2段階					
要素的引き算正確性	.20	.12	.17	.28**	.06*
第3段階					
要素的引き算流暢性	.47	.14	.43**	.40**	.12**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.29	.14	.36*	.24**	.25**
第2段階					
要素的掛け算正確性	.26	.36	.10	.25**	.02
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.21	.23	.17	.25**	.01
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.22	.11	.27 <sup>†</sup>	.23**	.25**
第2段階					
要素的割り算正確性	-.09	.08	-.14	.22**	.00
第3段階					
要素的割り算流暢性	.41	.14	.44**	.32**	.11**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 56$ )、要素的引き算スキル ( $n = 56$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 55$ )、要素的割り算スキル ( $n = 54$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

Appendix 2-2-9 4年生における各要素的計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.06	.10	.08	.28**	.28**
第2段階					
要素的足し算正確性	-.81	.95	-.08	.26**	.00
第3段階					
要素的足し算流暢性	.51	.11	.62**	.45**	.19**
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.12	.08	.17	.28**	.29**
第2段階					
要素的引き算正確性	.01	.19	.01	.28**	.02
第3段階					
要素的引き算流暢性	.51	.10	.61**	.50**	.22**
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.10	.10	.13	.28**	.29**
第2段階					
要素的掛け算正確性	-.60	.77	-.07	.26**	.00
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.65	.14	.60**	.46**	.19**
<hr/>					
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.14	.09	.18	.28*	.29**
第2段階					
要素的割り算正確性	.10	.34	.03	.27**	.01
第3段階					
要素的割り算流暢性	.52	.11	.58**	.47**	.20**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 65$ )、要素的引き算スキル ( $n = 65$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 64$ )、要素的割り算スキル ( $n = 65$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-2-10 5年生における各要素的計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.08	.08	-.11	.01	.03
第2段階					
要素的足し算正確性	.32	.57	.06	.09*	.08*
第3段階					
要素的足し算流暢性	.57	.10	.64**	.36**	.28**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.10	.08	-.14	.01	.03
第2段階					
要素的引き算正確性	.41	.33	.12	.05†	.05†
第3段階					
要素的引き算流暢性	.59	.09	.66**	.40**	.34**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.06	.09	-.08	.01	.03
第2段階					
要素的掛け算正確性	-.21	.37	-.07	.01	.02
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.68	.16	.55**	.22**	.21**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.11	.08	-.15	.01	.03
第2段階					
要素的割り算正確性	.14	.25	.06	.06*	.07*
第3段階					
要素的割り算流暢性	.57	.10	.66**	.37**	.30**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 72$ )、要素的引き算スキル ( $n = 72$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 71$ )、要素的割り算スキル ( $n = 71$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , †  $p < .10$ .

Appendix 2-2-11 6年生における各要素的計算スキルを説明変数、4ヶ月後の算数NRTを目的変数とした階層的重回帰分析

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.09	.11	-.12	.07*	.08*
第2段階					
要素的足し算正確性	1.29	.65	.22 <sup>†</sup>	.14**	.09*
第3段階					
要素的足し算流暢性	.50	.11	.65**	.37**	.24**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.11	.10	.15	.07*	.08*
第2段階					
要素的引き算正確性	1.14	.55	.26*	.15**	.09*
第3段階					
要素的引き算流暢性	.17	.09	.28 <sup>†</sup>	.19**	.06 <sup>†</sup>
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	-.13	.11	-.17	.07*	.09*
第2段階					
要素的掛け算正確性	-.52	.80	-.08	.05	.00
第3段階					
要素的掛け算流暢性	.73	.16	.70**	.31**	.26**
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	自由度調整済み $R^2$	$R^2$ 変化量
第1段階					
数字を書く	.00	.09	.01	.07*	.08*
第2段階					
要素的割り算正確性	.56	.65	.10	.12*	.07*
第3段階					
要素的割り算流暢性	.59	.12	.63**	.40**	.28**

Note. 上から要素的足し算スキル ( $n = 55$ )、要素的引き算スキル ( $n = 55$ )、要素的掛け算スキル ( $n = 55$ )、要素的割り算スキル ( $n = 55$ ) の階層的重回帰分析の結果を示す。 $B$  = 偏回帰係数,  $SE B$  = 偏回帰係数の標準誤差,  $\beta$  = 標準偏回帰係数,  $R^2$  = 決定係数. \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ , <sup>†</sup>  $p < .10$ .

Appendix 3-1-1 正確性アセスメント用ワークシート (通常の掛け算)

2010年	月	日	年	組	名前
$2 \times 7 =$			$2 \times 1 =$		$2 \times 6 =$
$2 \times 4 =$			$2 \times 3 =$		$2 \times 8 =$
$2 \times 9 =$			$2 \times 2 =$		$2 \times 5 =$

Appendix 3-1-1 正確性アセスメント用ワークシート (穴埋め掛け算)

$2 \times$ <input type="text"/> $=6$	<input type="text"/> $2 \times$ $=12$	<input type="text"/> $2 \times$ $=4$
<input type="text"/> $2 \times$ $=14$	<input type="text"/> $2 \times$ $=8$	<input type="text"/> $2 \times$ $=18$
<input type="text"/> $2 \times$ $=10$	<input type="text"/> $2 \times$ $=16$	<input type="text"/> $2 \times$ $=2$

Appendix 3-1-1 正確性アセスメント用ワークシート (割り算)

2010年	月	日	年	組	名前
$18 \div 2 =$	$16 \div 2 =$	$14 \div 2 =$			
$12 \div 2 =$	$10 \div 2 =$	$8 \div 2 =$			
$6 \div 2 =$	$4 \div 2 =$	$2 \div 2 =$			

Appendix 3-1-2 流暢性アセスメント用ワークシート (通常の掛け算)

2010年	月	日	年	組	名前		
$2 \times 5 =$		$2 \times 4 =$		$2 \times 3 =$		$2 \times 8 =$	$2 \times 9 =$
$2 \times 1 =$		$2 \times 2 =$		$2 \times 7 =$		$2 \times 6 =$	$2 \times 7 =$
$2 \times 9 =$		$2 \times 1 =$		$2 \times 3 =$		$2 \times 2 =$	$2 \times 4 =$
$2 \times 5 =$		$2 \times 6 =$		$2 \times 8 =$		$2 \times 3 =$	$2 \times 1 =$
$2 \times 7 =$		$2 \times 8 =$		$2 \times 5 =$		$2 \times 9 =$	$2 \times 6 =$
$2 \times 2 =$		$2 \times 4 =$		$2 \times 4 =$		$2 \times 3 =$	$2 \times 9 =$
$2 \times 1 =$		$2 \times 6 =$		$2 \times 7 =$		$2 \times 2 =$	$2 \times 8 =$
$2 \times 5 =$		$2 \times 1 =$		$2 \times 9 =$		$2 \times 6 =$	$2 \times 3 =$

Appendix 3-1-2 流暢性アセスメント用ワークシート (穴埋め掛け算)

2x	<input type="text"/>	=12	2x	<input type="text"/>	=2	2x	<input type="text"/>	=18	<input type="text"/>	=4
2x	<input type="text"/>	=6	2x	<input type="text"/>	=10	2x	<input type="text"/>	=14	2x	=8
2x	<input type="text"/>	=16	2x	<input type="text"/>	=8	2x	<input type="text"/>	=10	2x	=2
2x	<input type="text"/>	=6	2x	<input type="text"/>	=4	2x	<input type="text"/>	=14	2x	=18
2x	<input type="text"/>	=12	2x	<input type="text"/>	=16	2x	<input type="text"/>	=18	2x	=14
2x	<input type="text"/>	=16	2x	<input type="text"/>	=2	2x	<input type="text"/>	=6	2x	=12

Appendix 3-1-2 流暢性アセスメント用ワークシート (割り算)

2010年	月	日	年	組	名前	
$16 \div 2 =$		$2 \div 2 =$		$12 \div 2 =$	$4 \div 2 =$	$18 \div 2 =$
$6 \div 2 =$		$10 \div 2 =$		$8 \div 2 =$	$14 \div 2 =$	$8 \div 2 =$
$16 \div 2 =$		$6 \div 2 =$		$4 \div 2 =$	$10 \div 2 =$	$18 \div 2 =$
$2 \div 2 =$		$14 \div 2 =$		$12 \div 2 =$	$18 \div 2 =$	$12 \div 2 =$
$8 \div 2 =$		$6 \div 2 =$		$4 \div 2 =$	$10 \div 2 =$	$14 \div 2 =$
$2 \div 2 =$		$16 \div 2 =$		$6 \div 2 =$	$10 \div 2 =$	$4 \div 2 =$
$8 \div 2 =$		$4 \div 2 =$		$10 \div 2 =$	$14 \div 2 =$	$2 \div 2 =$
$18 \div 2 =$		$18 \div 2 =$		$10 \div 2 =$	$16 \div 2 =$	$6 \div 2 =$

Appendix 3-3-1 Fact Family の指導スクリプト

Fact families

指導者	学習者
<p>黒板での説明</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: center;"> <span>5</span> <span>6</span> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>_____ + _____ = _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>_____ + _____ = _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>_____ - _____ = _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>_____ - _____ = _____</span> </div>	
<p>まずは、5と6を使った足し算の勉強をします。 5+6はいくらですか？</p>	11
<p>その中で一番大きい数字を四角の中に書きます。(四角に11を書く)</p>	
<p>5+6は？</p>	11
<p>同じ数字を使って、別の足し算が作れます。もし、5+6=11ならば、6+5=11になります。</p>	
<p>5から始まる足し算は？</p>	5+6=11
<p>6から始まる足し算は？</p>	6+5=11
<p>(黒板の式を消す)</p>	
<p>じゃあもう一度、5と6と11でできる足し算を言ってみましょう。5から始まる足し算は？</p>	5+6=11
<p>6から始まる足し算は？</p>	6+5=11
<p>同じ数字を使って、引き算も作ることができます。引き算をするときは、必ず一番大きな数字から始めます。</p>	
<p>一番大きな数字は何ですか？</p>	11
<p>なので、引き算ではいつも11から始まります。</p>	
<p>聞いてください。11-5は？(式を書く)</p>	6
<p>一緒に言ってみましょう。11-5=6</p>	11-5=6
<p>次です。11-6は？(式を書く)</p>	5
<p>一緒に言ってみましょう。11-6=5</p>	
<p>では両方、もう一度言ってみましょう。</p>	11-5=6
	11-6=5

B. ワークシートでの練習