

# 学習障害をもつ児童生徒への特別な支援教育

—算数の「計算」に関する指導的介入—

衛 藤 裕 司\*

【要 旨】 本研究における目的は、これまでの学習障害をもつ生徒への算数・数学に関する指導方法をレビューし、総括することである。このレビューでは、これまでの研究の中で、計算 (computation) に関するものを取り上げた。この算数の計算に関する指導方法は、行動論的アプローチ、メタ認知的アプローチ、C A I (Computer Assisted Instruction) アプローチに使用に区分され、議論された。これらに関する文献から、a) 近年の行動論的アプローチは、LDをもつ生徒達の計算学習に関する種々の技法を開発し、多くの情報をもたらしているということ、b) メタ認知的研究は、課題の領域を拡げつつある (例：有利数の計算等) ということ、c) LDをもつ生徒達のC A Iは発展しつつあるということ、等が明らかにされた。

【キーワード】 学習障害 (LD), 指導的介入, 算数

## I. はじめに

学習障害 (Learning Disabilities, 以下「LD」とする) は、基本的には、全般的な知的発達に遅れはないが、聞く、話す、読む、書く、計算する、又は推論する能力のうち特定のものの習得と使用に著しい困難を示す様々な状態を指すものである (学習障害及びこれに類似する学習上の困難を有する生徒の指導方法に関する調査研究協力者会議, 1999)。これまでの研究で、このLDをもつ生徒は、算数もしくは数学の領域において、他の生徒からかなり遅れを示すことが報告されている (Parmar, Cawleyand, and Frazita, 1996; McLeskey and Waldron, 1990; Scruggs and Mastropieri, 1986)。日本においては、LDの教育的定義が決められてから間がないこと、一斉の学力試験が存在しないことから、詳細な報告がなされていないが、諸外国の研究から、かなりの算数・数学に困難をもつLDがいると考えられる。

ところで、Montague (1996) や Miller and Mercer (1997) は、LDをもつ多くの生徒が、算数・数学に取り組む際に、示されるかもしれない問題を以下のようにまとめている。

- 1) 記憶と方略に関する問題をもつ場合、数学的操作の概念化・表象化や数学的事実に関する自動的記憶再生が困難になるので、数学的行為が阻害される。そして、その結果、アルゴリズムや数学的公式の概念化や学習もしくは文章題の解決が困難になる。

---

平成13年5月7日受理

\*えとう・ひろし, 大分大学教育福祉科学部 附属教育実践総合センター

- 2) 言語とコミュニケーションに関する問題をもつ場合、算数・数学に関連して、読んだり、書いたり、考えたりしたことを議論したりする際に、その役割が果たせなくなる。
- 3) 文章理解に関するプロセスや方略に問題をもつ場合、問題状況の概念的な理解や、数学的問題にいかに取り組めばよいのか、といったことがわかりにくくなる。
- 4) 動機づけや自尊感情が低かったり、学業不振の経歴がある場合、算数・数学を学ぶことに価値を置いたり、数学的に読み書きできるようになるという自信を持つことが阻害される。

また、Cawley, Fitzmaurice, Shaw, Kahn, and Bates (1979) やEnglert, Culatta, and Horn (1987) は、算数・数学に問題をもつ生徒に関して、

- 1) 他の障害からくる問題 (例: 「読み障害」)
- 2) 効果的ではない、もしくは不適切な教授法の問題
- 3) 心理学的な問題 (例: 「記憶」, 「注意」, 「符号化」, 「構成スキル」)

が関係していると述べている。

それでは、算数・数学に困難をもつLDの生徒に、有効な指導方法にはいったいどのようなものがあるのだろうか？

本研究の目的は、日本の小学生の年齢に相当するLDをもつ生徒の算数・数学的作業における介入研究を評価し、要約することである。このような評価は、LDを持つ生徒に対しての算数・数学の介入に関して、多くの知識・情報を与えることができる。また、このような再評価は、この分野の将来の研究成果に対する方向性も指し示すことができるであろう、と考えている。

## II. 手続き

文献検索は、コンピュータ・データベースである「ERIC」, 「Psyco-info」を使用して行われた。この検索では、以下の基準に合う論文が含まれていた。第1に、小学校に在籍するLDをもつ生徒を含んでいること、第2に、算数数学の指導方法の効果を調べる調査であること、第3に、1985年以降に発表されていること、である。要求された基準の一部にしか合致しない論文は、このレビューから除外した。結果として、38の文献が全ての基準に合致していた。

さらに、確認したところ、38の文献のうち24が計算スキルを取り扱っていた。これらの計算に関する研究は、整数、分数、あるいは小数の演算(足し算、引き算、掛け算、割り算)や、基礎的概念を発達させるための方法を含んでいた。これらの指導方法を行動的アプローチ、メタ認知的アプローチ、CAIアプローチに区分し、その効果からの知見を述べた。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. 行動的アプローチ

##### 1) 課題分析と直接教授法

Hastings, Raymond, and McLaughlin (1989) は、早くお金を計算するために、2人のLDをもつ生徒7人に対して、直接教授手続きや課題分析を用い指導を行った。その正確さは90%水準まで有意に改善し、達成後も時や場所に関わらず、それらのスキルは維持されていた。

##### 2) トークン・エコノミー

Pavchinski, Evans, and Bostow (1989) は、LDをもつ12歳の生徒に対し、基礎的な読みや算数スキルの改善を目的とした指導を行っている。研究では、基準変更型デザインが用いられ、トークン強化システムの効果が検証された。Dolch sight wordsと220問の算数問題が生徒に課された課題で、それらは続けて提示されている。トークンは、生徒のグループホームで、生徒が好きなものと交換できるようになっていた。結果として、この生徒は95問のかなり難しい掛け算と割り算の問題ができるまでになり、著者は、トークンを用いたプログラムは、その生徒をかなり進歩させたと結論づけている。

##### 3) 先行刺激操作

Albers and Greer (1991) は、LDをもつ生徒達に対し、算数における正反応率を増加させることを目的とし、三項随伴性（先行刺激、反応、後続刺激）に関する研究を行っている。研究の第1実験では、先生は、音声か書字かという提示に関して、どちらということなく生徒に問題を出していった。第2実験では、先生は、音声と書字を系統的にローテーションしながら、生徒に問題を出していった。これらが生徒間マルチプル・ベースライン・デザインでリバースされたが、LDをもつ生徒達は、正反応率がまだ低い時には、この系統的なローテーションの手続きによって、正反応率を増加させた。

また、Houten (1993) は、8名の生徒達（このうち5名がLDをもっていた）に対し、引き算学習課題を行った。学習方法のルールを教える条件と機械的なドリルを行う条件が比較されている。7（もしくは9）の引き算の際に教授されたルールは、「君は単に7（もしくは9）に、3（もしくは1）を加えればいいんだよ」というものであった。条件交替デザインからのデータは、生徒達がルールを教える条件でより進歩をしたことを示していた。第3実験では、生徒達は新しい問題に対して、彼らのルールに関する知識を般化させた。

##### 4) 時間遅延手続き

また、Koscinski and Gast (1993b) は、5名のLDをもつ生徒達に対し、掛け算を教えることを目的とし、4秒の時間遅延手続きを用いた（正反応が問題提示後4秒で教えられた）。反応は、問題の縦提示、数字の逆入れ替え課題、そして、間違えた問題に関する解決課題にまで般化を示した。

### 5) 学習比率

さらに, Cooke, Guzaukag, Pressley, and Kerr (1993) は, 9歳~11歳の3名のLDをもつ生徒達を対象とし, 3つ行った実験のうちの第2実験で, 新しい問題30%・復習問題70%のドリルと新しい問題100%のドリルでは, どちらが練習として効果的かを調べている。結果として, 3名のLDをもつ生徒達全てが, 30/70%条件でよりよい成績を示している。

### 6) 友達(仲間)による仲介法

Beirne - Smith (1991) は, 20名のLDをもつ小学生と同年齢の友達(仲間)に対して, 一桁の足し算の技能獲得における友達(仲間)からの教授効果について研究した。「数えて足す方法を教えられた」群と「暗記して覚えるように言われた」群と「何も教えられない」群の3群が比較された。結果として, 強くLDをもつ生徒達への友達(仲間)による教授の使用が支持されたが, 有意な差はなかった。

また, Hawkins, Brady, Hamilton, Williams, and Taylor (1994) は, LDもしくは重度の情緒障害をもつ8名の生徒に友達(仲間)により教えられる仲介法を行った。最初に教示が行われ, 次に4分の「間」を挟み, ペアで練習するグループと1人で練習するグループが作られた。結果は様々であったが, 全体的には, この介入は効果的であった。

さらに, Fuchs, Fouch, Karns, Hamlett, Dutka, and Katzroff (1996) は, 教える生徒側の算数に関する説明の質や効力が, 教えられる側のLDを持つ20名の小学生生徒達の算数において, 機能的な能力をもっているかどうかを調べた。その結果, 算数の成績が高い生徒達は, 教える際に, 概念的にも手続き的にも高い能力を示した。また, 平均的な成績を示した生徒達に教えられたLDをもつ生徒達の平均正答率は75%であったが, 高い成績を示した生徒達に教えられたLDの生徒達の平均正答率は91%であった。

### 7) 友達(仲間)による協力法

O'Melia and Rosenberg (1994) は, 算数の成績を上げるための「教え合い学習チーム(共同宿題チーム:以下「CHT」とする)」の効果について調べた。171の中学校の生徒達(11人の情緒障害と160名のLDをもつ生徒達を含む)は, コントロール条件やCHT条件にランダムに割り当てられた。CHT条件の生徒達は, 4人のうち3人が1チームになり, そのうちのチェック者として指名された生徒が, 毎日, 算数の宿題を提出させるために情緒障害やLDをもつ生徒に会った。そのチェック者となった生徒は, 先生に宿題の提出具合や出来具合を報告した。分析の結果, CHT条件の生徒達は, 宿題の遂行率や正答率が有意に高くなったが, 全体の平均にまでは至らなかった。

### 8) 複合的介入技法

Patzelt (1991) は, 9歳のLDをもつ生徒に対して, 算数の宿題を完成する頻度を増加させることを目的とし, いくつかの行動的技法を使用した。宿題の完成は, 3週間の行動契約と食餌性強化, そして注目すべきことの再確認・できたことの承認・言語的賞賛を含んだ社会的強化の結果, 実際増加した。この行動契約では, きちんと宿題を完成させ, 先生と一緒にその宿題をチェックし, 記録チャートまで一緒に完成させることまで含んでいた。指導の時間が終わってもこの生徒は責任をもって宿題をチェックし, 記録チャートを見ていた。

## 9) 考察

最近の行動学的研究は、LDをもつ生徒達の計算課題遂行に関して、ポジティブな効果を報告している。これらの技法は、提示率、ドリルと練習、直接教授法、累積的反復、強化と行動論的契約などの行動学的技法を含んでいる (Mastropieri and Scruggs, 1994)。さらに、これらの研究は、ルール学習や友達(仲間)による教授、宿題の協力学習など様々な情報に富んでいる。

## 2. メタ認知的アプローチ

### 1) セルフ・モニタリング

Prater, Hogan, and Miller (1992) は、算数の領域も含めたアカデミック機能の改善を目的として、行動障害やLDをもつ生徒達を対象に、課題従事行動のセルフ・モニタリング法を用いた。生徒達には、カセット・テープをヘッドホンで聞くことが求められた。彼らは、そのテープであるトーンを聞いた時、「私は、今、勉強している？」と自分自身に尋ねるよう教示されていた。この課題従事行動に対しては、視覚の手がかりも与えられていた。メイン・ストーリーミングを行っている教室においては、生徒達は「自分が思った時にいつでも」それをするよう教示されていた。結果として、この獲得されたアカデミック機能は、リソースルームにおいても般化場面においても改善された。

### 2) アカデミックな方略

4つの研究で、計算スキルを高めるため、様々なメタ認知的訓練が用いられている。Dunlap and Dunlap (1989) は、3名のLDをもつ生徒達を対象として、繰り下がりのある引き算のエラーに関するセルフ・モニタリングの効果を検討している。教示や実験刺激に関する2フェーズのベースラインが用いられた。この測定の後、生徒達のエラーパターンが分析され、個々のためのセルフ・モニタリングのチェックリストが開発された。例えば、ある生徒に対しては、以下のような5ステップのチェックリストが作られている (Dunlap and Dunlap, 1989)。

1. 私は正確に問題を写した
2. 私は必要がある時、繰り下げを行った (上段の数は、下段の数よりも大きい)
3. 私は正確に上の桁から数を借りた (横線を引いた数は1大きい)
4. 私は全ての数を引いた
5. 私は正確に引いた

他の生徒達に対しては、4ステップのチェックリストが作られた (Dunlap and Dunlap, 1989)。

1. 私は下段よりも小さい上段の数に全て下線を引いた
2. 私は下線を引いた数の隣に数に線を引き、その数を1小さくした
3. 下線を引いた数の横に1を書いた
4. 上段の数は全て、下段にある数より大きい

生徒達は、その後問題を解き、セルフ・モニタリングの各ステップを行っていなければマイナスを、行っていけばプラスをチェックリストに記録した。もし生徒達が、特定のステップに失敗していた場合には、問題をもう1度解かせた。結果として、セルフ・モニタリングチェックリストを使用すると、生徒は60~100%の改善率を示した。これらの生徒は、チェックリストを使わなくなった後でも、そのレベルを維持することができた。

Kamam and Wong (1993) は、10名のLDをもつ生徒達(4~7年生)を対象に、有理数の問題を行う際の算数不安の減少を目的として、自己教示訓練の効果について研究した。比較群は10人の健常児であった。指導者は、ポジティブな自己教示、ニュートラルな自己教示、ネガティブな自己教示の模範を示した。行動するのに影響するような自己教示の下手な生徒には、口頭もしくは視覚的な表現を用いて、その生徒の思考の不適應様式に気づかせるようにした。次にその不適應様式への対処方略が示された。指導者は、対処プロセスとそれに対応した自己教示が描かれている2枚の手がかりカードを概要にして、その方略のモデルを示した。つまり、状況査定、ネガティブ思考の自覚化と制御、対処のための思考、そして強化である。この直面的で、対処的で、制御的な自己教示は以下のようなものだった(Kamam and Wong, 1993)。

心配しなくていいよ。忘れずに計画を使うんだ。

順々に行うんだー1度に見る質問は1つだぞ。

他の質問に目をやっちゃダメだぞ。

他にすることについても考えちゃダメだぞ。一度にステップ1つだけ。

もし不安になったら深呼吸をして、考えるんだ「いいぞ。全てうまくいっているんだ」

生徒達には、手がかりカードが用いられる指導条件の間、「大きな声で考えるように」ということが言われ続けた。生徒達がもし3分間、大きな声で考えることをしなかったら、援助がなされた。指導は、ブースの中で行われた。指導の第1日目・第4日目・第6日目に手がかりカードを用いずに、1度できた問題に挑戦した。結果は、健常児群は、LDをもつ生徒達のプリテストと較べた場合、ポジティブな自己教示が多く、ネガティブな自己教示が少なかったのだが、有意な差はなかった。ポジティブな思考は、LDをもつ生徒の有理数の問題の成績と有意に相関していた。さらにLDをもつ生徒達の正反応率は32%も増加した。しかし、この指導法は、4年生に関しては有効でないことは明らかであった。

Laird and Winton (1993) は、算数の成績に関する3つの自己教示チェック手続きを比較している。5名のLDをもつ生徒達は掛け算を教えられ、他の2人は割り算を教えられた。ベースラインの間、生徒達は解答中に声を出して考えるよう言われていた。3つの自己教示チェック手続きは、問題を解いている間や後に用いられている。つまり、(a) チェックなしーチェックする必要はない、(b) 最後にチェッカー解答後にチェックする、(c) 多重チェック、である。それぞれの手続きは3つのセッションの各々のブロックで一度ランダムに用いられた。チェックのための手続きが書かれたものや言語的モデルが示され、生徒達は、問題を解く時、少なくとも12分間はそれを音声化するよう求められた。援助は、4秒間隔で、生徒達が正しく手続きを行った後に、それをより確実にするために行われた。それぞれの生徒達の最も効果的なチェック手続きが決定されると、その後、その最も効果のある手続き、フォ

ローアップ、再度、最も効果のある手続き、ということで3セッションが実行された。1人の生徒を除いて、多重チェックの手続きが最も効果的であった。また般化も観察された。全ての生徒の正確さは増加したが、掛け算グループの方が割り算グループより成績がよかった。

Wood, Rosenberg, and Carran (1993) は、単一被験体実験法が多層ベースラインデザインを用い、テープ・レコーダーによる自己教示の効果を検討している。9名のLDをもつ生徒達は、成績で高・中・低に分けられ、ランダムに3条件のうちの1つに割りふられた。実験条件の生徒達には、足し算と引き算問題を解くための10ステップからなる自己教示ヒント(例:問題を指差すこと、その問題を読むこと、印を付けること、自己強化すること)が与えられた。生徒はその後、録音テープにそれらのステップを記録した。ポジティブなフィードバックは、生徒が正確な反応をした時や、誤反応に対して、繰り返し真似したり、正確に1人で自己教示手続きを用いるため録音された手がかりを繰り返し聞いたりした時に、与えられた。実験群は、劇的に正確さ、問題遂行数、2回目の自己教示訓練セッション後の問題を解くのにかかる時間を増した。同一の効果は、コントロール条件や観察に割り当てられた生徒には見られなかった。

### 3) 考察

LDをもつ生徒の算数計算スキル改善のための様々なメタ認知方略における指導は、LDをもつ生徒の一般的なメタ認知欠損に対して、さらに進んだ示唆を与えた(例:Scruggs and Brighum, 1990)。このことに関する最近の研究は、効果的なメタ認知的アプローチは、課題遂行に関するセルフ・モニタリング、エラーモニタリング、ポジティブに感じるような自己の言語化、自己教示的チェック手続き、ポジティブに影響する自己主張をすること、エラーセルフ・モニタリング、課題遂行のセルフ・モニタリングという領域で行われていた。

## 3. コンピュータ・アシストによる教授(CAI)

### 1) ドリルとプラクティス

Koscinski and Gast (1993a) は、生徒の掛け算の学習に問題において、一定の時間遅延を組み込んでいるCAIプログラムの効果を検討した。もし生徒が正答を導き出せなかった場合、正解は最初のプロンプトから5秒遅れて提示された。LDをもつ6人の生徒達のための教示のねらいとして、15のまだ知らない乗法の基礎を決定するためにスクリーニングが行われた。これらのやり方は5つずつの3セットにそれぞれ分類された。1セットにおける5つの基礎でそれぞれ0秒の遅延手続きを6回行い、その後引き続いて5秒の遅延手続きを行った。結果は、全ての生徒がCAI手続きを用いて、乗法の基礎を習得することを示した。

### 2) ゲーム対ドリル

Bahr and Rieth (1989) は、乗法計算スキルに対するCAIプログラムの2つの構成要素の効果を検討した。50人のLDをもつ生徒たちが、この調査に参加した。ソフトウェア・プログラム「Math Blaster」(Eckert & Davidson, 1987)のドリループラクティスと教育的なゲームという組み合わせで、それぞれが3週間ごとに交互に行われた。ドリループラクティス条件の生徒は、正しく反応するための機会が二倍あり、正しく反応した時にはフィードバックを受けた。教育的ゲーム条件では、生徒たちはゲームを続け、高い得点を獲得するために、

すぐに問題に反応することが求められた。生徒たちは筆記試験によってテストされた。2つのコンピュータ要素の間には効果に違いはみられなかった。3つの学校の間には、相反する結果がみられた。

CAIプログラムにおける要素の影響力がChristensen and Gerber (1990)によって評価された。30人のLDをもつ生徒たち(3年から6年)及び健常な発達を遂げている30名の生徒(1年と2年)は能力によって分類され、2つのコンピュータプログラムに無作為に割り当てられた。1つはゲーム感覚的形態が使用されている商業用プログラムであり、もう一つはこの研究のために開発され収録されている「簡素で、直接的なドリル」であった。13回の訓練セッションの後、簡素なプログラム上でのLDをもつ生徒たちの成績は向上したのに対して、健常な発達を遂げている生徒たちは効果が一致しなかったことが報告された。ゲーム感覚的形態はLDをもつ生徒達における影響力を散らしているかもしれないと筆者たちは結論を下した。

計算法の学習についてのCAIにおけるドリル対ゲーム・タイプの相対的有用性についての検討は、Okolo (1992a)によって行われている。41名のLDをもつ生徒達は、算数の理解力得点に基づいて低又は高理解レベルに分類され、そしてそれからMath Masters Computerプログラム(DLM, 1988)のドリル又はゲームプログラムのどちらかがランダムに割り当てられた。結果では、プリテストからポストテストにおいて全ての条件において改善が見られた。しかしながら、ドリル条件において生徒がより多く反応したとしても、もう1つの条件とは差がなかった。生徒の満足度にはどちらのプログラムでも差はなかった。算数への態度も、指導的介入の前後を比較してみても差はなかった。しかしながら、ゲーム条件に割り当てられた低い態度の生徒たちは介入が終了した後、算数の課題を継続することに対してより高い動機づけを示すようになった。

### 3) 帰属

Okolo (1992b)はLDをもつ生徒の乗法の基礎学習におけるCAIによる帰属もしくはニュートラル・フィードバックについて比較している。双方のグループの乗法学習には、パブリックドメイン・ソフトウェア(注;著作権がフリーのソフトウェア)の修正版を用いられた。帰属-再訓練グループは、それぞれ5問終えた後には能力に帰属するフィードバック(例:「あなたはこれらを確実に知っている」)を、25問終えた後には努力のフィードバック(例:「あなたは本当によく頑張っています」もしくは逆に「頑張り続けたら達成することが出来ますよ」)を受け取った。この研究では帰属に変化は観察されなかった。しかしながら、帰属-再訓練グループの生徒は乗法の成績は有意に向上した。

### 4) 目標設定

Bahr and Rieth (1991)は、減法と乗法の基礎学習において、目標が割り当てられた実験群とコントロール群の差異を検討した。32名の学習障害をもつ生徒達、13名の教育可能な障害をもつ生徒達、1名の重度情緒障害をもつ生徒が組み合わせられ、協同的、競争的、個人的、そして無目標条件にランダムに振り分けられた。グループ又は個人的目標はそれぞれのグループによって割り当てられた。目標はベースライン・レベルよりも最低50%以上に設定された。協同的条件においては、生徒達は基準を集合的に満たすために多くのポイント(10対5)を与えられた。個人的条件では、生徒達は基準に見合うため5点よりもむしろ10点を個別に与えら

れた。競争的条件においては、生徒達は5点を得たパートナーより多く得点すると10点を与えられた。無目標条件では、生徒達はただ単に10点を与えられた。4週間にわたって10分ずつのセッションが12回行われた後、どの条件においてもプリーポストテストでいくつかの適度な達成が示されたが、条件間において算数学力に差はみられなかった。

Fuchs, Bahe, and Rieth (1989) は計算法の学習において、割り当てられた目標条件、自分で選んだ目標条件、そして学習後のゲーム付随条件と非付随条件の影響について調査した。20名の学習障害児達は、コンピュータによるドリルと実践を与えられた。半分の生徒達は達成目標を割り当てられ、半分は自ら目標を選択させられた。これらのグループで、彼らの目標に達成したことを条件にビデオゲームを与えられるのか、または非条件的に与えられるのか、生徒達をそれぞれ分割した。結果は、目標を提示された生徒達よりも、自らが目標を設定した生徒達の方が優れていたということを示唆した。ビデオゲームをするのが条件的な場合と非条件的な場合とでは効果に差はみられなかった。

#### 5) 教育的研究計画の特徴

Kelly, Gersten, and Carnine (1990) は、学習の遅れた高校生とLDをもつ生徒達を対象として、数学的基礎と、分数の計算に関する特定の教育的デザイン特徴を含んだビデオディスクソフトウェアの効果について比較検討した。カリキュラムの主要な違いは、技術的なアプローチを除けば、「教育的デザインカリキュラムの詳細な、段階的な方略の供給」であった。カリキュラムに基いたテスト（どちらのカリキュラムも明確に含んでいる項目で構成されている）の結果、ビデオディスク条件の方が有意に高いパフォーマンスを示した。

#### 6) CAIと教師による教授

Wilson, Majsterek, and Simmons (1996) は、CAI (Math Blaster) 及び教師による一対一の教示における乗法のfactsの獲得の率を比較検討した。CAIプログラムは、未学習である乗法の基礎、統制練習課題の3～10秒の遅延提示 (Koscinski & Gast, 1993aを参照)、ゲームスタイルの学習活動、であった。教師による教授では、同様の活動が提示され、新しい基礎知識の提示、ドリルとプラクティス、そしてゲーム感覚の活動が含まれていた。単一事例の条件交替デザインを用いた結果、Wilson (1996) は、4人の生徒全てが、教師による教授のもとで算数的factsを獲得し、特に最初のいくつかのセッション後に、より多くの算数問題を習得した、と結論づけている。データ反応の機会分析から、教師教授条件では全体の2倍にあたる機会が生徒たちに与えられたということわかった。Wilson (1996) は次のように結論づけた。

教師直接教授条件における柔軟で反応的な性質は、教師により早いペースで進めること、エラーに対し迅速かつ違いを明確にして対応すること、練習ための多くの機会を通して、スムーズに学んでいくこと、を可能にしていた。

## 7) 考察

CAIの有効性に関して、これらの研究からLDをもつ生徒達に対してのいくつかの包括的な結論が導かれる。一番目に、LDをもつ生徒達は、算数の計算において、CAIはある範囲においては有効であるということ、二番目に、ドリルもしくはゲーム感覚のプログラムは、成績に関して、全体的な変化につなげられるものではないということ、そして、ゲームそのものはあまり影響的でないということ、三番目に、コンピュータによる努力と能力への帰属は、計算に関する成績を向上させるかもしれないということ、四番目に、目標設定の種々のタイプ（例えば協同的-競争的）は、成績に関しては、ほとんど影響しないが、目標の自己設定は、与えられた目標よりも成績に影響を与えるということ、五番目に、基礎的な算数学力の獲得において、1対1の教師教授の方がCAIよりも効果的であるかもしれないということ、である。

## 参考・引用文献

- Albers, A. E., and Greer, R. D.(1991) : Is the three-term contingency trial a predictor of effective instruction? *Journal of Behavioral Education*, 1, 337-354.
- Bahr, C. M., and Rieth, H. J. (1989) : The effects of instructional computer games and drill and practice software on learning disabled students' thematic achievement. *Computer in the schools*, 6, 87-101.
- Beirne-Smith, M. (1991) : Peer tutoring in arithmetic for children with learning disabilities. *Exceptional Children*, 57, 330-337.
- Cawley, J. F., Fitzmaurice, A. M., Shaw, R. A., Kahn, H., and Bates, H. (1979) : LD youth and mathematics : A review of characteristics. *Learning Disability quarterly*, 2, 29-44.
- Cristensen C. A., and Gerber, M. M. (1990) : Effectiveness of computerized drill and practice games in teaching basic math facts, *Exceptionality*, 1, 149-165.
- Cooke, N. L., Guzaukas, R., Pressley, J. S., and Kerr, K. (1993) : Effects of using a ratio of new items to review items during drill and practice : Three experiments. *Education and Treatment of Children*. 16, 213 - 234.
- DLM (1988) : Math masters [Computer program]. Allen, TX : Author.
- Dunlap, L. K., and Dunlap, G. (1989) : A self-monitoring package for teaching subtraction with regrouping to students with learning disabilities. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 22, 309-314.
- Eckert, R., and Davidson, J. (1987) : Math blaster plus [Computer Program], Torrance, CA : Davidson and Associates.
- Englert, C. S., Culatta, B. E., and Horn, D, G. (1987) : Influence of irrelevant information in addition word problems on problem solving. *Learning Disability Quarterly*, 10, 29-36.
- Fuchs, L. S., Bahr, C. M., and Rieth, H, J. (1989) : Effects of goal structures and performance contingencies on the math performance of adolescents with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 554-560.
- Fuch, L. S., Fucks, D., Kerns, K., Hamlett, C. L., Dutka, S., and Katzaroff, M. (1996) : The relation between student ability and the quality and effectiveness of explanations. *American*

- Educational Research Journal, 33, 631-664.
- Harding, D. C., Gust, A. M., Goldhawk, S. L., and Bierman, M. M. (1993) : The effects of the interactive unit on the computation skills of students with learning disabilities. *Learning Disabilities*, 4, 53-65.
- Harris, C. A., Miller, S. P., and Mercer C. D. (1995) : Teaching initial multiplication skills to students with disabilities in general education classroom. *Learning Disabilities Research and Practice*, 10, 180-195.
- Hastings, F. L., Raymond, G., and McLaughlin, T. F. (1989) : Speed counting money : The use of direct instruction to train learning disabled and mentally retarded adolescents to count money efficiency. *Journal of Special Education*, 13, 137-146.
- Hawkins, J., Brady, M. P., Hamilton, R., Williams, R. E., and Taylor, R. D., (1994) : The effects of independent and peer guided practice during instructional pauses on the academic performance of students with mild handicaps. *Education and Treatment of Children*, 16, 147-159.
- Houten, R. V. (1993) : Rote vs. rules : A comparison of two teaching and correction strategies for teaching basic subtraction facts, *Education and Treatment of Children*, 16, 147-159.
- Kamann, M. P., and Wang, B. Y. L. (1993) : Including adaptive coping self - statements in children with learning disabilities through self - instruction training. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 630-638.
- Kelly, B. Gersten, R. and Carnine, D. (1990) : Student error patterns as a function of curriculum design : Teaching fractions to remedial high school students and high school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 23-29.
- Koscinski, S. T., and Gast, D. L. (1993a) : Computer-assisted instruction with constant time delay to teach multiplication facts to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 8, 157-168.
- Koscinski, S. T., and Gast, D. L. (1993b) : Use of constant time delay in teaching multiplication facts to students with learning disabilities, *Journal of Learning Disabilities*, 26, 533-544.
- Koscinski, S. T., and Hoy, C. (1993) : Teaching multiplication facts to students with learning disabilities : The promise of constant time delay procedure. *Learning Disabilities Research and Practice*, 8, 260-263.
- Laird, J. L., J., and Winton, A. S. W. (1993) : A comparison of self-instructional checking procedures for remediating mathematical deficits. *Journal of Behavioral Education*, 3, 143-164.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., and Chung, S. (1995) : Instructional Interventions for students with mathematics learning disabilities. Bernice Wong (Eds) *Learning about Learning Disabilities*, Academic Press.
- Mastropieri, M. A., and Scruggs, T. E. (1994) : *Effective instruction for special education*. Austin, TX:Pro-Ed.
- McLeskey, J., and Waldron, N. L. (1990) : The identification and characteristics of students with learning difficulties in Indiana. *Learning Disabilities Research*, 5, 72-78.
- Mercer, C. D., and Miller, S. P. (1992) : Teaching students with learning problems in math to acquire, understand, and apply basic math facts. *Remedial and Special Education*, 13 (3), 19-35.
- Miller, S. P., and Mercer C. D. (1993a) : Using data to learn about concrete-semiconcrete-abstract instruction for students with math disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 8, 89-96.
- 学習障害及びこれに類似する学習上の困難を有する生徒の指導方法に関する調査研究協力者会議 (1999) : 学習障害の定義.
- Montague, M. (1996) : what does the "New View" of school mathematics mean for students with mild disabilities? In M. C. Pugach and C. L. Warger (Eds.), *Curriculum trends, special education, and reform* :

- Refocusing the conversation (pp. 84–93) . New York : Teacher College Press.
- Okolo, C. M. (1992a) : The effect of computer-assisted instruction format and initial attitude on the arithmetic facts proficiency and continuing motivation of students with learning disabilities. *Exceptionality*, 3, 195–211.
- Okolo, C. M. (1992b) : The effects of computer-assisted attribution retraining on the attributions, persistence, and mathematics computation of students with learning disabilities. *Exceptional Children*, 60, 538–548.
- O'Melia, M. C., and Rosenberg, M. S. (1994) : Effects of cooperative homework teams on the acquisition of mathematics skills by secondary students with mild disabilities, *Exceptional Children*, 60, 538–548.
- Parmar, R. S., Cawley, J. F., and Frazita, R. R. (1996) : Word problem-solving by students with and without mild disabilities. *Exceptional Children*, 62, 415–429.
- Patzelt, K. E. (1991) : Increasing homework completion through positive reinforcement. East Lansing, MI : National Center for research on Teacher Training. (ERIC Document reproduction service No. ED 343 606)
- Pavchinski, P., Evans, J. H. and Bastow, D. E. (1989) : Increasing word recognition and math ability in severely learning-disabled student with token reinforcers. *Psychology in the schools*, 26, 397–411.
- Prater, M. A., Hogan, S., and Miller, S. R. (1992) : Using self-monitoring to improve on-task behavior and academic skills of an adolescent with mild handicaps across special and regular education settings. *Education and Treatment of Children*, 15, 43–55.
- Scruggs, T. E., and Brigham, R. (1990) : The challenges of metacognitive instruction. *Remedial and special education*, 11 ( 6 ) , 16–18.
- Scruggs, T. E., and Mastropieri, M. A. (1986) : Academic characteristics of behaviorally disordered and learning disabled children. *Behavioral Disorders*, 11, 184–190.
- Wilson, C. L., Majsterek, D., and Simmons, D. (1996) : Direct instruction in math word problems : Students with learning disabilities. *Exceptional Children*, 57, 512–520.
- Wood, D. A., Rosensbers, M. S., and Carran, D. T. (1993) : The effects of tape-recorded self-instruction cues on mathematics performance of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 250–258.

この研究は、平成12年度文部省在外研究(若手)の研究成果の一部である。丁寧に議論頂いた University of California, Santa Barbara の Professor, Dr. Micheal Gerber に記して感謝申し上げる。

## Special Educational Support for Students with Learning Disabilities – Instructional Interventions for with mathmatics –

Hiroshi ETO

### Abstract

The Purpose of this paper is to review and summarize intervention research on mathematics performance of students with Learning Disabilities (LD) in elementary school. The studies considered in this review fell broadly into computation categories. The computation

categories is discussed in Behavioral Approaches, Meta Cognitive Training, and Use of Manipulatives and Meta Cognitive Training sections. The literature reveals, a) recent behavioral research has provided additional information on the positive effects of a variety of behavioral techniques of the math computation performance students with LD, b) research in Meta Cognitive Strategies Training has revealed the effectiveness of such training across an expanding area of tasks (e.g., algebra problem solving) as well as types of training. c) students with LD typically benefit to some extent from CAI in math computation.

**【Key Words】** Learning Disabilities (LD), Instructional Interventions, Mathematics