

知的障害特別支援学級におけるiPadを活用した足し算指導<sup>※</sup>新島 まり<sup>※※</sup>・中山 健<sup>※※※</sup>

本研究では、知的障害特別支援学級の児童4名を対象に、iPad用の数え足し方略を用いた足し算教材を開発して実施した結果を述べた。iPadを用いることでどの児童も意欲的に足し算の学習に取り組む様子がみられた。また、実践を経るに従って、数え足しの方法にも変化が認められた。実践の経過について、数え足し方略の点ならびに障害のある児童生徒に必要なアプリケーションの点から考察が加えられた。

キーワード：知的障害, 足し算, 数え足し方略, iPad教材

## I はじめに

計算の中でも加法計算は初歩であり、基礎となるものである(川間, 2003)。知的発達に障害のある子ども達では、加法計算、特に繰り上がりのある計算能力の獲得につまずくことが多い。学習に著しい遅れを示す児童も繰り上がりりが困難であることが指摘されている(来栖, 1978)。この理由として川間(2003)は、10までの加法計算や10以上の繰り上がりのない加法計算は比較的安定な数理解でも何とか形の上で答えを求めることができるのに比べて、繰り上がりを伴う場合には、数の合成・分解、数系列、位取り(桁の概念)、10進法等の記数法が確実に理解されていないと正しい答えを導くのが非常に困難だからである、と指摘している。

障害のない子どもの加法計算のストラテジーについてはいくつかの報告がある。西谷・吉村(1984)、西谷(1985)、吉村・西谷(1985)によれば、1桁の加法計算における推定されたストラテジーとして、(1)2集合の和、(2)数え足し、(3)補数の導入、(4)数5の使用、(5)同数 and の補正、(6)暗記その他の6種類を報告した。平井(1991)は、Carpenter(1985)を参考に(1)すべてを数え上

げる、(2)数え足し(被加数の数え足し)、(3)数え足し(大きい数から数え足し)、(4)他の演算結果の利用、(5)10の補数の利用、の5種類を報告した。

知的障害のある子どもの加法計算ストラテジーについては板井・大野(1997)の報告がある。板井・大野は小学校の特別支援学級に在籍している知的障害児20名を対象に1位数+1位数の加法計算を行わせ、そこで観察されたストラテジーについて報告した。それによれば、11以上の計算の場合には、2集合の和、数え足し、10の補数利用が多く選択されたストラテジーであったことを明らかにした。

川間(2003)は、計算に困難を示す学習障害と推定される児童を対象に繰り上がりのある加法計算の指導を行った。指導は第1期の10の合成・分解、第2期の繰り上がりの加法の2期に分けて行なわれた。全26回の指導で18,360問の加法計算の指導が行なわれた。その結果、対象児は確実に高度な計算ストラテジーを使うことができるようになったと報告した。一方今後の課題にはタイルを用いた補助的指導ではなく効果的な補助教材を検討し活用することをあげている。

障害のある子どもの効果的な補助教材として情報機器があげられる。川村(2010)は、知的障害のある子どもへの情報機器を用いた指導について検討した。その結果、コンピューター(情報機器)は、絵カードより、注目率が高く、知的障害のある子どもの興味・関心を引きやすいことを指

※ A Practice of Learning to Add in Special Education Classroom for Intellectual Disabilities Using iPad

※※ 宗像市立東郷小学校

※※※ 特別支援教育センター  
行動障害教育研究部会

摘している。特にiPadのようなタブレット型の情報機器は、直観的に操作できる（岡本，2013）という操作性の高さに優れている。

そこで本研究では、知的障害特別支援学級の児童を対象に、和が20までの加法計算の学習ができる算数のiPadアプリケーション教材を開発して実施した実践について報告する。

## II 実践の方法

### 1. 学級について

本研究の実践は知的障害児特別支援学級で行われた。この学級には、7名の児童が在籍し、担任1名（第一筆者）、特別支援教育支援員2名、複数名の学生ボランティアが日常的に指導にあっていた。

児童数が多いため、算数については数概念理解の実態に近い児童をペアやグループで指導したり同じ教材を複数名で使ったりしていた。

### 2. 対象児の実態

特別支援学級に在籍した児童のうち、iPad教材を用いて実践した次の4名の実態について述べる。

なお、4名はいずれも仮名である。

#### 1) つよし君について

つよし君は1～30程度まで指で数字を押さえ確かめながら数え上げることができた。しかし、構音に困難があるため7（し/ち）と8（は/ち）の混同や7を「なな」「しち」と言い換える事による混乱が見られ、正しく言えないことがあった。計算においては、例えば「 $4 + 3$ 」では右手で4、左手で3を出して計算する事が出来た。おはじきを使って「がっちゃん」と言いながら足し合わせる事もできた。しかしいずれの場合も足される数（4）の次の数（5）から数える事はできず、出した指やおはじきを常に1から数え上げて答えを求めた。数の和が総数である事理解はできたが、数え足しの方法を使う事ができなかった。一方で、例えば「 $9 + 3$ 」について、おはじきケースを利用して10のまとまりをつくり、「10と2で12」の言い方で答えを求めることはできた。これらの実態から、計算の方略を視覚的に導き出す方が得意と思われた。このことは継次処理に苦手が予測されたDN-CASの結果とも符合していた。

#### 2) けんた君について

けんた君は注意や記憶に苦手があった。数え足しの方法を用いて繰り上がりのある足し算を正しく行う事ができた。二位数＋一位数程度の加減の学習をしていた。数の操作に強い抵抗感があり、やり方がわかっている計算でも最後まで取り組めないことが多かった。

#### 3) みどりさんについて

数の理解に困難があり、指を使い自力で正しく操作できるのは10までの数に留まった。足し算ではつよし君と同様両方の指を1から数えることもあれば足す数から数え足すこともあった。おはじきを用いれば繰り上がりの計算ができた。その場合は「指を使ったり数字の横に○を書いたりして繰り上がる10を作る」「残った数を1の位に書く」という手順をなぞることができたが、「繰り上がる」という意味の理解は不十分であった。また、式を書き写す際に十の位と一の位を逆に書いたり読んだりすることも多く、数に関する概念は身に付いていないと思われた。そこで6年生という学年を考慮した上、電卓を用いた二位数以上の計算練習と、指などを使い自力で計算する一位数同士の計算練習を並行して行っていた。

#### 4) ちえこさんについて

ちえこさんは通常学級在籍であったが、次年度から特別支援学級に入級が決まったことを受けて1年生3学期から特別支援学級で算数の学習を行い始めた。5程度の数の理解はできているようであった。それまでに5以上の数について加減の計算処理を学習していたが、おはじきの総数を1から数え上げて答えを書く方法のみの理解にとどまっていた。計算が得意になりたいという強い願いを持っており、最後まで粘り強く学習に取り組むことができた。

### 3. 対象児の実態をふまえたiPad教材導入の考え方

対象児らは発達検査や日常の観察から、文字の読み書き・注意や記憶・数の処理に苦手があることが予測され、算数の学習に大きな抵抗感を示した。特につよし君は1から数え上げる方法に固執し、指導しても数え足すことを嫌がった。そこで

第一筆者が第二筆者に相談した結果、次のような方針が確認された。

それは、1)注意や記憶、数処理の苦手さを考慮すると現状では10の補数を用いた繰り上がりの計算の学習は困難であろう、2)将来、より大きな数の計算を身につけるためには数え上げて和を求める方法から転換する必要があるだろう、3)知的障害のある児童の特性をふまえて繰り返し効率よく多くの練習量を保障するためには、ICTを用いた教材の導入が必要だろう、というものであった。

以上の点をふまえて数え足しの方略理解と習熟をねらいとしたiPad教材を開発することとなった。iPad教材の開発は、主につよし君が利用することを念頭に、けんた君、みどりさん、ちえこさんも利用できるようなものにした。

#### 4. 教材の作成環境

自作アプリはRuntime Revolution社が配布しているLiveCode Communicationと呼ばれるソフトを用いて開発した。LiveCodeとは初期のMacOSにバンドルされていたHyperCard (1987～1998 プログラム言語はHyperTalk) というアプリから派生したUnix版の「MetaCard」をベースとし、開発ツールに大幅な改良を加えて、はじめは「Runtime Revolution (RunRev)」という名称で販売された。その後RunRevにiOSやAndroidサーバーの開発環境が加えられ、2010年に名称をLiveCodeと変更した。LiveCodeは開発するアプリのインターフェイスを作るツールや、編集機能を含めた開発環境であり、そのインターフェイスを機能させるプログラミング言語である。

本実践で用いた教材は、まずノートパソコン上で動作するアプリとして開発し、その後iPad上で動作するアプリとして改良した。教材のしくみはノートパソコンで動作するアプリとiPad上で動作するアプリとで変わることはなかった。対象児の多くがノートパソコンのアプリよりもiPad教材のアプリを利用したことから、iPad教材のしくみや実践経過を中心に述べることにする。

#### 5. iPad教材「たすたす」のしくみ

知的障害のある児童が利用することを前提に教材を作成した。iPadの操作を通して、様々な足し

算の方法を用いながらも確実に答えを導くことが出来るような教材となるようにした。また、数を操作する上でもiPadを操作する上でも、なるべく誤りが生じることが少なくなるような教材となるようにした。この教材を「たすたす」と名付けた。

#### 1) iPad教材「たすたす」における問題設定画面のしくみ

図1には「たすたす」における問題設定画面を示した。この画面では児童の実態や指導計画に合わせて、指導者が問題の設定や支援方法の設定を行う。一般的な設定の方法を図中の1)から10)で示したが、どの設定からでも行なうことができる。1)この時間に教材を使う児童名を設定する。2)児童が取り組む問題数を選ぶ。1から20問の範囲で選ぶことができる。3)問題ごとに4)足される数と5)足す数を選ぶ。足される数は1から15の範囲で設定できる。足す数は1から10の範囲で設定できる。ただし、足される数と足す数の和が20までの数となるように設定しなければならない。7)後ろ数え足しモードをONにするかOFFにするか選ぶ。もし後ろ数え足しモードをONにすれば、足し算学習画面において足される数の下に半具体物を提示した計算ができないしくみになっている。もし後ろ数え足しモードをOFFにすれば、足し算学習画面において足される数と足す数の半具体物を数え合わせて和を求めることができるしくみになっている。8)半具体物を数える時に音声提示をするかしないか選ぶことができる。もしCOUNTを選ぶと、半具体物を一つ一つ押す毎に数を足し上げる音声が表示される。もしDON'T COUNTを選ぶと、音声が表示されないため自分で声に出したり、内言を使って心の中で数え上げる必要がある。9)足し算学習画面では回答するために1から20の数字が用意されているが、それらを押しした時に音声を提示するかしないか選ぶことができる。もしSPEECHを選ぶと、数字を押すとその数の音声が表示されて自分の回答を確かめることができる。もしDON'T SPEECHを選ぶと、数字を押ししてもその数の音声は提示されない。回答用の1から20までの数字を使って足し算を行うこともできる。はじめに足される数に指を置くなどして、足す数分だけ移動させることによって和を求

めることができる。10) 1)から9)の設定を終えたら決定ボタンを押して設定を確定させる。

## 2) iPad教材「たすたす」における学習画面のしくみ

図2には「たすたす」における学習画面を示した。まず、画面上部に式が提示される。1)足される数、プラス記号、足す数、等の各々を(順に)押すことで各々の音声提示され、式を確認することができる。2)画面真ん中から下には、1から20の数と並んでおり、対象児が答えの数のボタンを押すと、3)答えが入力される。4)手を上げた男の子のボタンを押して正誤を確認する。もし正答ならば、にぎやかな効果音とともに画面下に5)ご褒美としてキャラクターが表示される。もし誤答ならば、「はずれ～」という音声とともに入力された答えが消される。正答すれば6)を押して次の問題に進む。

図2中a)からd)には、学習を支援するためのしくみを示した。a)足される数の下の指ボタンを押すと足される数分の半具体的(：りんご)が表示される。ただし、図1の設定において後ろ数え足しモードをONにした場合には、このボタンは表示されず、りんごを表示することはできない。b)足す数の下の指ボタンを押すと足す数分のりんごが表示される。c)表示されたりんごを押す毎に数え上げる数の音声提示される。足される数の場合、1からはじまりりんごを1つ押す毎に1ずつ数え上げられる。足される数以上にりんごを押しても足される数以上に数が増えないようにして誤反応を引き起こしにくくなっている。足す数の場合、足される数に引き続いてりんごを1つ押す毎に1ずつ数え上げられる。足す数以上にりんごを押してもその数は増えることなく繰り返し和となる数の音声提示されるしくみとなっている。このことによって対象児が回答を誤る可能性を下げ、正答を得て入力しやすい工夫をしている。d)数字のボタンを押すと、その数の音声提示される。このことによって対象児は自分の回答を確認することができる。またこれら数字ボタンを使って和を求める場合には、足される数のボタンを押して音声で確かめ、足す数分だけ一つ一つボタンを押して数え上げることによって数え足しのプロセスを音声で確認しながら和を求める

ことができる。

## 3) iPad教材「たすたす」における学習記録画面のしくみ

図3にはiPad教材「たすたす」における学習記録画面を示した。この画面のフィールドには対象児の学習記録が表示されている。学習記録の1行目の最後には、学習した児童の名前が記されている。2行目にはこの教材で学習した日時が記されている。3行目から6行目にかけては教材の各設定が記されている。すなわち、問題数や後ろ数え足しモードのONやOFFの設定といった記録である。7行目以後には各問題の記録が記されている。すなわち、問題番号、足し算の式、対象児の回答、正誤、数えたりんごの数などが記されている。画面右下には記録をメールで送信するボタンがある。指導者に送付すれば学習の記録として今後の指導に役立てることができる。保護者に送付すれば学校での取り組みを知ってもらうことにつながる。

## 4) iPad教材「たすたす」における足し算の方法

表1には、iPad教材「たすたす」の学習画面(図2)において想定される足し算の方法を示した。「たすたす」において7つの足し算の方法が想定された。

方法1と方法2はりんごの半具体物を用いて、数え上げて和を求めるという方法である。その際、音声の提示を用いる場合(方法1)と用いない場合(方法2)に分けた。方法3と方法4は後ろ数え足しの方法である。半具体物を用いて足される数に続けて足す数分だけ数えて和を求める方法である。その際、音声の提示を用いる場合(方法3)と用いない場合(方法4)に分けた。方法5と方法6は半具体物を用いずに、回答用に設けられた数字を用いて和を求める方法である。その際、音声の提示を用いる場合(方法5)と用いない場合(方法6)に分けた。方法7は半具体物や音声の提示を用いずに念頭操作のみによって和を求める方法である。

方法2・方法4・方法6については、半具体物を数えたり(方法2・4)、数字を移動したりする(方法6)際に、声に出して操作する場合と声に出さずに内言を用いて操作する場合とにさらに

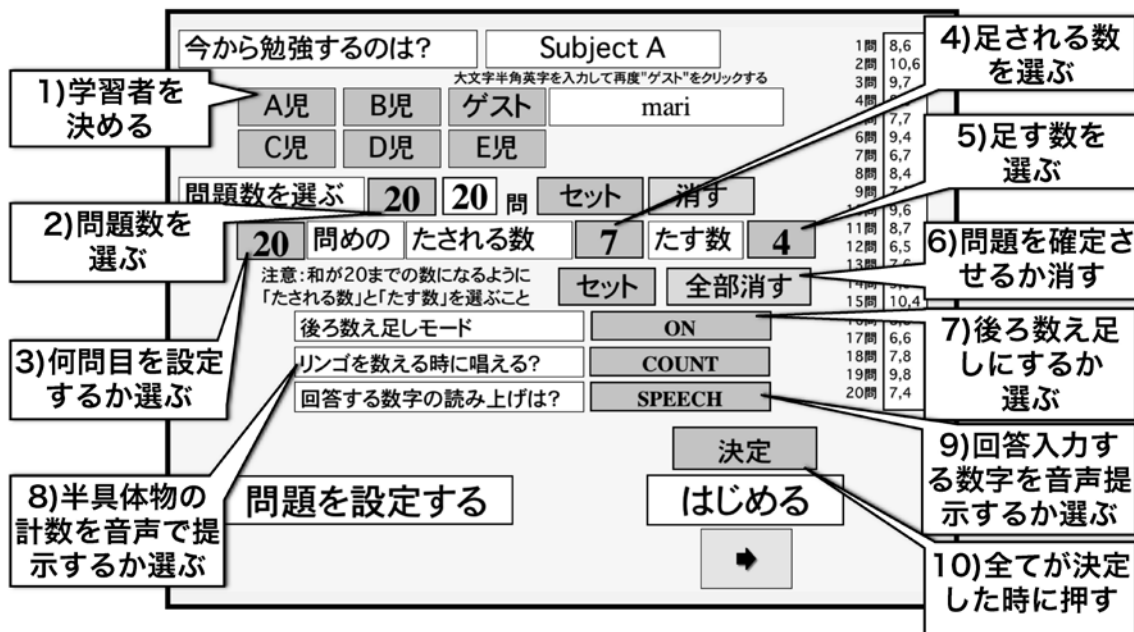
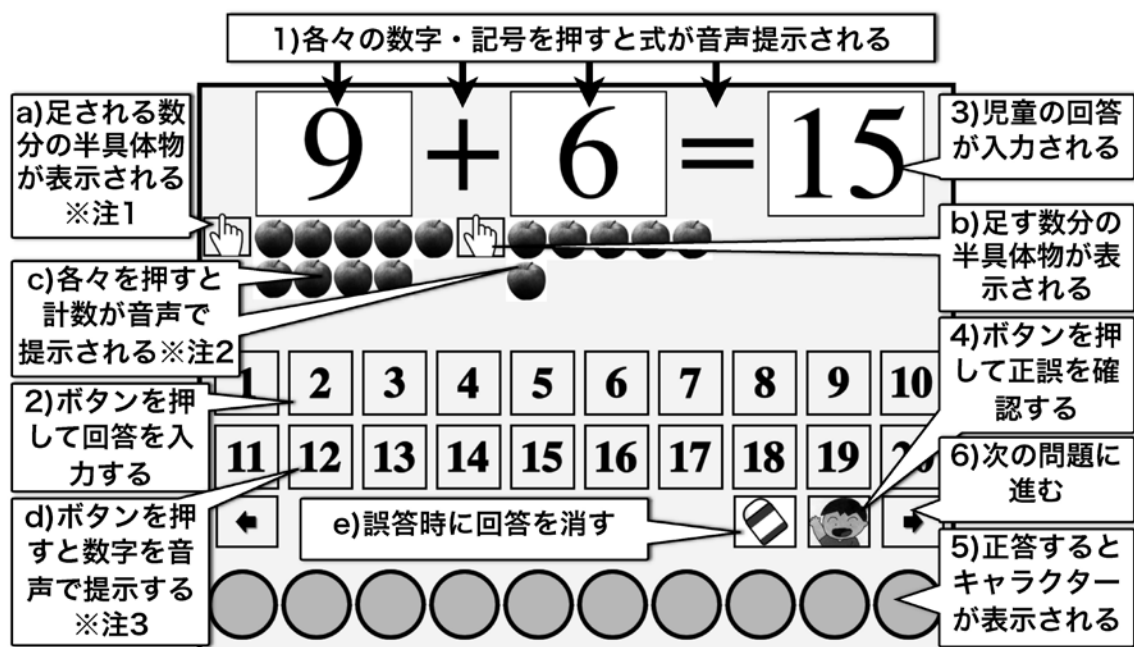


図1 iPad教材「たすたす」における問題設定画面のしくみ



※注1 後ろ数え足しモードをONにする(図1中7))とたされる数の具体物は表示されない  
 ※注2 リンゴを数える時に唱える?をDon't COUNTにする(図1中8))と音声提示されない  
 ※注3 回答する数字の読み上げは?をDon't SPEECHにする(図1中9))と音声提示されない

図2 iPad教材「たすたす」における学習画面のしくみ

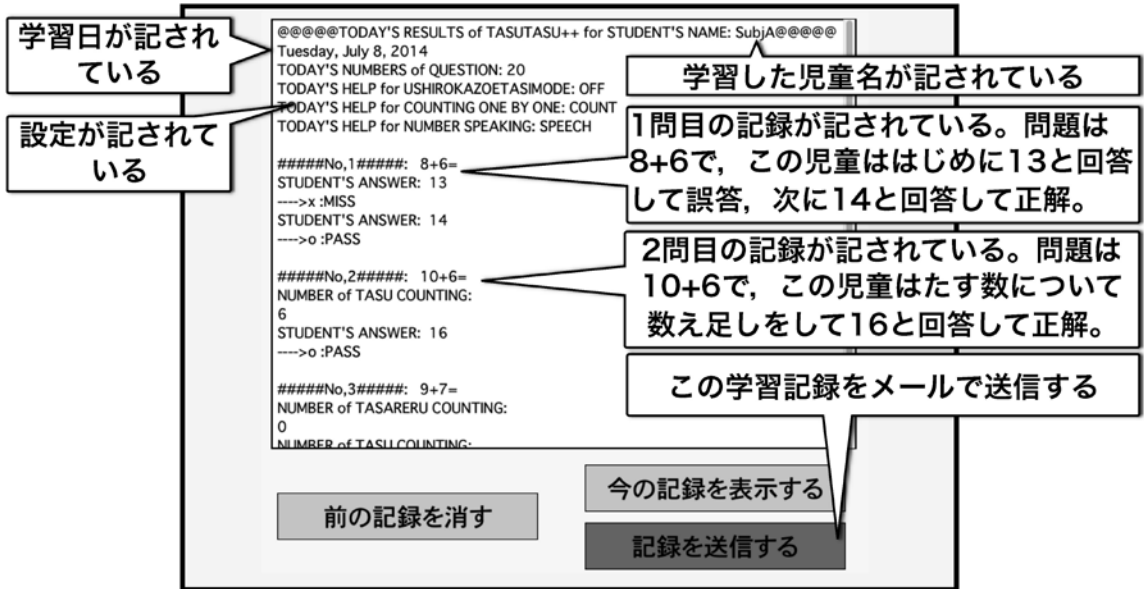


図3 iPad教材「たすたす」における学習記録画面のしくみ

分けることもできる。その場合には、10通りもの方法を用いることが想定される。

## 6. 対象児の実態をふまえた教材作成の工夫点・既成教材（アプリ）との違い

### 1) きめ細やかに問題設定ができるようにした

様々な実態の児童が在籍する特別支援学級での使用を念頭に、和が20までの問題であれば、足される数が1から15まで、足す数が1から10までの足し算の問題を設定できるようにした。式で表すと、 $1+1$ から $10+10$ 、そして $15+5$ の式まで設定できる。

### 2) 支援の方法を工夫した

抽象的思考に課題のある知的障害の児童に実施することを念頭に、次のように支援の方法を工夫した。

#### (1) 半具体物の使用

りんごの写真を半具体物として用いた。足される数・足す数の分だけりんごの写真を表示できるようにして、数えながら和を求めることができるようにした。タップによる半具体物操作を用いた課題解決が行えるようにした。

#### (2) 音声の使用

足し算の式を音声でも確認できるように、足される数、足す数、足し算記号、等号のそれぞれについて音声提示できるようにした。

半具体物のりんごを数える時に音声の提示ができるようにした。特に数え足す場合に、足す数において足される数に続いた数が音声提示されるようなしくみにして、最後のりんごまでタップすれば和を求めることができるようにした。さらに和の数まで数え上げた後に何度タップしても和の数を音声提示するようなくみにして、誤りが起こらないようにした。

#### 3) きめ細やかに支援の方法を設定できるようにした

2)で述べた支援の方法について、きめ細やかに設定できるようにした。半具体物の使用では、足す数のみ表示するか足される数も足す数も表示するかを選べるようにした。音声支援の使用では、半具体物の音声提示/非提示を選んだり、回答用の数字の音声の提示/非提示を選んだりできるようにした。

表1 iPad教材「たすたす」において想定される足し算の方法

方略番号	足し算方法	音声支援の有無	方法の内容
方法1	数え上げ	音声あり	足される数も足す数も半具体物を使って和を求める。半具体物を数える際、音声を利用する。
方法2	数え上げ	音声なし	足される数も足す数も半具体物を使って和を求める。半具体物を数える際、音声を使わず、自分で声に出して、あるいは心の中で数える。
方法3	後ろ数え足し	音声あり	足される数に続けて足す数分だけ、半具体物を使い数え足して和を求める。半具体物を数える際、音声を利用する。
方法4	後ろ数え足し	音声なし	足される数に続けて足す数分だけ、半具体物を使い数え足して和を求める。半具体物を数える際、音声を使わず、自分で声に出して、あるいは心の中で数える。
方法5	数字操作	音声あり	回答用に設けられた1から20の数字を用いる。足される数から足す数の分だけ移動して和を求める。その際、音声を利用する。
方法6	数字操作	音声なし	回答用に設けられた1から20の数字を用いる。足される数から足す数の分だけ移動して和を求める。その際、音声を使わず、自分で声に出して、あるいは心の中で数える。
方法7	念頭操作	音声なし	半具体物や音声の支援を使わず、数の内的操作のみで和を求める。

#### 4) 興味・関心がもてるように工夫した

正答する毎に対象児の興味・関心のあるキャラクターが表示されるようにした。しかも1問正答してもキャラクターの半身しか表示されず、2問正答する毎にキャラクターが全身表示されるようにした。半身しか見えなければ、次の問題も正答して全身が見たいという気持ちが対象児に生じる。こうしたキャラクターの表示はご褒美としての強化子の役割を果たすとともに、あと何問取り組めば良いかを示すことができる。課題に見通しを与えることにつながる。

#### 5) 正誤に関するフィードバックについて工夫した

4)で述べたように正答すれば、対象児が好きなキャラクターが表示されるようなくみにした。もし誤った場合には、「はずれ～」という音声を提示するにした。誤答に対して嫌悪感を与え失敗体験とならないよう穏やかな口調の音声にした。

#### 6) 様々な方法で数え足し方略ができるように工夫した

表1で述べたように様々な方法を持ちいた数え足し方略を用いることができるように工夫した。一つの画面において様々な方法を用いることができれば、様々な実態の児童に利用することができる。また、ある児童の足し算の方法がどのように変化するかを捉えることも可能となる。

#### 7. 実践方法

算数の時間に計算の習熟のための学習として設定した。

### Ⅲ 実践の経過

#### 1. つよし君について

「たすたす」導入当初はiPadではなくノートパソコンによる「たすたす」の教材を用いた。マウスの操作や図2 A) B) C)の意味について丁寧に指導した。教材のしくみや操作方法に関する理解は良好であった。正解すると好きなキャラクター

が出てくることに興味を示し、「たすたす」を用いた学習を始めることに意欲的であった。

### 1) 指導前期

おはじきを用いた計算では繰り返り足し算が可能であったことから、「たすたす」を用いた学習でも繰り返り足し算を行った。つよし君は図2 a) b)のりんごを常に提示させ、表1の方法1を用いて数えたが、実際は答えを確認するだけで数え足しているという感覚はなかったように思われる。確実にポイントを合わせるのが少し難しかったが、音声によって答えを知るにはクリックせねばならず、具体物を実際に触りながら数えるようにスムーズにはいかなかった。早く答えを知ろうとして急ぐために最後の数字を聞き逃し、数え直すこともたびたびあった。「数え足し」の方略が自発的に生じることはなかったため、第一筆者が方法2を用いて数え足しするよう支援した。その際は足される数のりんごは第一筆者が指差して数え、つよし君は足す数分のみ数えればよいようにして負担を軽減した。また問題数を減らす・計算に用いる数字を5前後までにするなどして数える量を少なくし、できるだけ方略が目が向くよう配慮した。はじめの2週間は毎時間用いるようにしたが、その後は時間があるときに時折使うにとどまった。

### 2) 指導中期

3年生1月よりiPadによる「たすたす」を用い始めた。ノートパソコンに比べて操作が容易であり、画面上のボタンが大きく表示されるため使い勝手が向上した。つよし君は家庭でiPadを使い慣れていたことに加え、クリックがタップに変わったこと以外は操作方法が同じなので、使い方はすぐに理解できた。この頃になると数字の読み書きには誤りがほとんどなくなり、半具体物と数の対応が正確にできるようになっていた。「たすたす」の学習においては、表1の方法3を用いていたが、単に足される数のカウントを省略したに過ぎず、足す数の分を加えて答えを求めているという認識はないように見えた。そこで表1の方法5を用いて数字操作による数え足し方略を教えた。まず式を読み上げ、次に教師が図2 d)上の足される数の数字をタップする。その時iPadの

音声と一緒に数を読み上げる。そしてつよし君が足される数の分だけd)ボタンを指差し数え上げながら進み、止まった数字をiPadの音声と一緒に読みあげてタップする。最後に4)ボタンで正誤を確認する。このことを繰り返し学習した。数え足すためには指差している数字と異なる数字を唱えながら足し進めねばならず、集中して操作することが求められた。そこで指導者が一緒に数えたり一つ一つの操作の仕方を褒めたりして意欲を失わないよう配慮した。次第に方法5の数え足し方略を用いて、初めから最後まで自分で操作できるようになった。その後は操作に慣れ、計算そのものが速くなったので5以上の数を用い始め、さらに繰り返り上がりのある計算も行うようにした。しかし、「たすたす」上では数え足しができても、実際の計算場面では足される数を音声化して確かめる行動は見られず、依然としておはじきを1から数え上げていた。支援者がおはじきを指差して数え足すよう促しても嫌がるが多かった。

その後「 $2+2$ 」や「 $3+3$ 」のような同数回に興味を示したので、「たすたす」を用いて何度も練習し「 $1\sim 6$ 」と「 $10$ 」の同数回については覚えることができた。

### 3) 論文執筆時現在

4年生2学期の現在は、方法5を用いて計算している。さらに方法6で行うこともある。また、数え足しに慣れるためだけでなくそのとき学習している単元に合わせて用いている。例えば「 $1\sim 10$ 」の合成分解を補数で考える学習ならば、「 $2+5$ 」「 $3+4$ 」のように答えが同じになる計算を続けてたくさん練習できるよう問題の組み合わせを工夫している。実際の計算場面では依然としておはじきを1から数えることが多いが、促せば数え足しをしようとするようになった。しかし例えば「 $4+3$ 」の計算について、足す数「 $3$ 」の一つ目のおはじきを指しながら「 $5$ 」と自力で言うことは難しい。支援者が足される数の最後のおはじきを指して「 $4$ 」と確かめ、足す数の一つ目を一緒に「 $5$ 」と言いながら数え足している。

## 2. けんた君について

つよし君がノートパソコンで学習する様子に興味を示していたので、けんた君も使用することを



伝えるととてもうれしそうであった。始めはりんごを提示させ表1の方法3を用いて取り組んでいた。しかしけんた君は手先があまり器用でない上、細かいものを見ることに抵抗があったため、マウスの操作がうまくできなかった。期待していただけにイライラし始めた。しかしりんごをクリックすることが自分には必要でないといわると、d)の数字をじっと眺め、声に出さずに数え足して答えを求める方略を使い始めた(表1方法6)。けんた君は道具の操作など刺激が増えることをとても嫌い、プリント等で計算する際には指やおはじきなどを使いたがらなかった。かと言って念頭操作で数え足すと途中で混乱し、結果的になかなか進まずイライラすることが多かった。しかし「たすたす」では途中で投げ出すことなく意欲的に学習することができた。また、混乱するとd)ボタンをタップして自発的に音声で確かめる行動も見られた。実施にあたっては一度に行う計算は10問から始め、少しずつ数を増やした。その後iPadによる「たすたす」を使用するようになった頃には二位数と二位数の加減を学習できる位に力をつけていた。そこでウォーミングアップや計算力のアップとして算数の時間に取り入れることが多くなった。

### 3. みどりさんについて

「たすたす」は指を使わずにできる一位数同士の足し算練習として用いた。以前からパソコンを活用した学習を何度も行ってきたため、何度か練習すると自分で操作できるようになった。好きなキャラクターが登場することも励みになったようである。またみどりさんは文字を書くことが苦手であったので、式や答えを書く必要がないCAI教材が気に入ったようであった。小さな音を聞き取ることに苦手があったため、表1の方法5または方法6の数字操作による数え足しで答えを求めた。「しち」「はち」など言いにくい数字で混乱したり、一つ数字を飛ばして数えても気づかなかったりして「はずれ～」と言われることもあった。しかし「はずれ～って言われたあ」とやり直しも楽しそうに行い、最後まで意欲的に学習に取り組むことができた。導入したのはみどりさんの卒業間近であり多くの回数を実施することはできなかった。

### 4. ちえこさんについて

算数の苦手さとできるようになりたいという強い願いを持っていたことをふまえ、楽しみながら数え足しの方略理解を促し、なおかつ練習量を保障できるものとして「たすたす」を用いた。ちえこさんは初めからiPadによる「たすたす」を使った。普段から「できるできる」「わかってる」と言って支援を拒むところがあり、「たすたす」でも指導者が操作方法を教えたり修正したりしようとすると「自分でできる!」と言うことが多かった。そこで第一筆者がちえこさんと一緒に操作しながら、学習の進め方の指導も兼ねて行った。初めは繰り上がりの無い計算を設定し、表1の方法1を用いてりんごを一緒に数えた。操作は第一筆者が行う事が多かった。まずa) b)で式の足される数と足す数をりんごで確かめ、その後タップしながら数え上げる。そうして、数え上げた数はりんごの総数として数字で表される事が実感できるよう、d)でもう一度数えながら確かめた。何度か行くと、りんごを提示させて確認すれば、数字操作による数え足し(方法5)で計算できるようになった。数字操作の際にも、りんごを提示させる方が数の把握がより容易になるように見受けられた。

## IV 考察

### 1. 実践経過に関する考察

対象児とした児童は全員が「たすたす」を使った足し算の学習に意欲的に取り組んだ。また各児童の苦手さは異なるが全員が数え足しの方略を理解し、自分なりの方法を用いて毎回全問やり遂げる事ができた。その理由の一つは、「たすたす」が数え足し方略に必要な念頭操作を画面上に提示させることができたからではないかと考える。数え足すためには足される数を保持し足す数の分だけ増加しなければならない。数字を量に置き換える事も必要となる。「たすたす」は画面上で「式を見る」「足される数と足す数を確かめる」「数を量で把握する」「足される数の次の数字から、足す数の分だけ正しく数え足す」「間違えた時にどこからやり直すかわかる」など計算処理に必要なプロセスを、見て操作しながら何度もなぞることができる。この繰り返ししが苦手さに起因する負荷を軽減し、正しいやり方でくり返し計算すること

を導いたと言える。

対象児が用いた方法に注目すると、ワーキングメモリに困難が予測されたけんた君は「たすたす」の数字の表示のおかげで混乱せずに計算でき、分からなくなった時はイライラする前に数字をd)ボタンで確認することができた。けんた君では表1における方法3から方法6へと数え足しの方法を進めた。数の処理に不慣れだったつよし君は、りんごと数字を見合わせて考えることを通して、はじめは表1の方法1・方法2を用いた足し算(前期)から方法3・方法5を用いた足し算(中期)を経て、本論文執筆時現在、方法5の数字操作による数え足しに移行することができた。つよし君と同様に数の処理に不慣れだったちえこさんも、りんごと数字を見合わせて考えることを通してはじめは表1の方法1の数え上げから方法5の数字操作による数え足しに移行することができた。つよし君やみどりさんは数字の並びは正しく理解していたものの、数を唱えることは苦手であった。しかし数字ボタンのタップと音声が発動していることで、たくさんの問題に正解することができた。

板井・大野(1997)は知的障害特別支援学級の児童の足し算方略を観察し、2集合の和、数え足し、10の補数利用の方略が多く選択されていることを明らかにした。本実践では数え足し方略の学習ができる教材を開発して実施したが、4名の対象児ともに本論文執筆時現在、数え足し方略を習熟させた上で、10の補数を利用した足し算に至る様子はなかった。今後、10の補数を利用した繰り上がりのある足し算を見通した支援方法について、iPad用教材の開発も含めて検討する必要がある。

岡本(2013)は、iPadを用いた特別支援教育の実践から明らかになったこととして、「児童が自分のもてる力を発揮して、自ら繰り返し学習に取り組んだ」と述べている。本研究の対象児にも岡本と同じことが言えると考えられる。

指導者は、その子どもに応じた足し算に方法に導く中で、処理過程のどこでつまづいているかを把握することができ、さらにいくつかのステップを準備することができた。念頭操作による処理過程は本来可視が難しいものである。「たすたす」では指導者が子どもと一緒にその過程をたどれたことが、指導しながら実態把握を行いその結果を学習にフィードバックさせるというダイナミッ

ク・アセスメントを可能にしたと言える(今中・佐藤, 2013)。

## 2. 障害のある児童生徒に必要とされるアプリケーションの視点から

表2には文部科学省(2013)の障害のある児童生徒の教材の充実に関する検討会が報告した、障害のある児童生徒が使用する時に必要とされるアプリケーションの機能について示した。あわせて、本実践で用いた「たすたす」についてその機能を満たしているかの評価を示した。本実践において開発した「たすたす」は、表2中9)、10)、11)の項目には該当しなかったが、その他の項目については概ね満たすことができたと考えられる。各々の項目について「たすたす」がどのように満たしていたかについては、方法において詳述した「たすたす」のしくみや工夫点に示されていると考えられる。

障害のある児童生徒の学習指導においては、CAI教材の活用により手先の不器用さや読み書きの苦手さに起因する困難を軽減し学習効果をあげることが期待される。特にiPadはマウス操作の必要がなく、少ない操作でたくさんの計算に取り組むことを可能にしていると言える。

また、「たすたす」は主につよし君が使用することを想定して作られたため、操作画面には数字以外の文字がいっさい表示されない。このことはつよし君はもちろん、他の対象児にとっても思考や操作に大きく寄与していた。対象児らは、たとえ文字を読むことができたとしても、読んで意味を理解するために時間とエネルギーを要する。障害のある児童生徒が用いることを想定したアプリケーションは、文字による表示や指示をできるだけ排除することによって獲得させたい内容にダイレクトにアクセスできるような配慮が求められる。

さらに、障害のある児童生徒はそれぞれに得意さや苦手さが異なっており、一見些細に見える操作上の困難が思考や理解を大きく妨げることがある。そのためアプリケーションの設定等に柔軟性や個に応じてカスタマイズできることが求められる。

「たすたす」はこれらの視点において障害のある児童生徒に求められるアプリケーションとして効果的であったと考えられる。

表2 障害のある児童生徒が使用するアプリケーションに必要な機能(文部科学省, 2013)と「たすたす」の評価

アプリケーションの機能	「たすたす」 の評価
1)学習活動への参加を容易にするため、アプリケーションに色の変更、拡大機能、読み上げ機能等が付加されること	○
2)学習の履歴を確認できる機能が付加されること	○
3)アプリケーションが学習内容の理解を助けたり深めたりする教材となること	○
4)アプリケーションが学習への興味・関心を高める役割をすること	○
5)成功体験を増やし、児童生徒が自信を持って取り組めるものであること(自尊感情を高めるもの)	○
6)操作が容易であり見通しをもって操作できること	○
7)誤操作しにくいこと	○
8)結果が分かりやすく、音声出力や拡大表示等必要な方法で出力されること	○
9)ネットワーク等に接続する場合には、プライバシー等が保護されること	—
10)不適切なウェブサイトへ誘導されるなどの危険性がないこと	—
11)料金や課金制度が明瞭で、適切な予算執行が可能であること	—
12)必要な場合には、指導内容や児童生徒の学習状況、障害の状態や特性に応じて調整できること	○

○：当てはまる，—：該当する機能がない

## 謝辞

本実践論文の執筆について快く承諾を頂いた対象児の保護者の皆様に心から感謝の意を述べさせていただきます。

## V 文献

- 1) Carpenter, T.P. (1985) Learning to Add and Subtract: An Exercise in Problem Solving. In A. Silver (Ed.) Teaching and Learning Mathematical Problem Solving, LEA, 17-40.
- 2) 平井安久 (1991) 子どものたし算ストラテジーについて—Composite Unitとの関係について—. 中国四国教育学会教育学研究紀要, 37(2), 256-261.
- 3) 今中博章・佐藤克敏 (2013) ダイナミック・アセスメント. 前川久男・梅永雄二・中山健(編) 発達障害の理解と支援のためのアセスメント. 日本文化科学社, 163-180.
- 4) 板井瓦・大野由三 (1997) 精神遅滞児における加法計算のストラテジー. 特殊教育学研究, 34(5), 45-51.
- 5) 川間健之介 (2003) 計算に困難を示す児童の指導—繰り上がりのある加法計算のストラテジーの変化—. 山口大学教育学部附属教育実践総合センター 研究紀要第15号, 187-195.
- 6) 川村弘之 (2010) 知的障害のある子どもへの情報機器を用いた指導に関する研究. 日本教育情報学会第26回例会論文集, 250-253.
- 7) 文部科学省 (2013) 障害のある児童生徒の教

材の充実について（報告）.

- 8) 来栖淳郎（1978）減法の指導. 藤原鴻一郎（編）段階式ちえ遅れの子どもの算数・数学数と計算編. 学習研究社. 146-176.
- 9) 西谷さやか（1985）加法計算のStrategyに関する実験. 玉川学園学術研究所共同報告書, 7, 12-22.
- 10) 西谷さやか・吉村たづ子（1984）加法計算のStrategyの分析Ⅰ. 日本教育心理学会第26回総会発表論文集, 56-57.
- 11) 岡本博（2013）特別支援教育におけるICT機器の活用. 評価と指導, 平成25年5月号, 25-27.
- 12) 吉村たづ子・西谷さやか（1985）加法計算のStrategyの分析Ⅱ. 日本教育心理学会第27回総会発表論文集, 56-57.