

ICTを活用した算数・数学の学習環境の提案

－eラーニングシステムを搭載したUSBメモリと無線LANの活用－

情報教育研修課 指導主事 山根 文人

要 旨

算数・数学におけるICT¹⁾を日常的に活用した学習環境について、児童生徒の学習意欲・学習態度などに関する教育効果を検証した。本実践は、USBメモリと無線LANを用いて行った。USBメモリは、eラーニングソフトと教材コンテンツが搭載され、学習履歴データの蓄積機能と通信サーバ機能を持つものである。これにより、いつでも、どこでもパソコンに装着するだけで学習できるユビキタスな学習環境が実現される。また、軽量可搬型アンテナを用いた無線LAN環境は、普通教室での一斉学習・習熟度別学習・個人学習等におけるUSBメモリの通信サーバ機能の活用を可能にする。この無線LANとUSBメモリとの併用によるユビキタスな学習環境における様々な学習形態での授業実践をととして、児童生徒の学習活動や教員の教育活動に対する実用性や有効性を検証した。

はじめに

TIMSS（第3回国際数学・理科教育調査）によると、算数・数学の学習において、日本の子どもたちの学力は高いが、積極的に学習しようとする意欲が諸外国に比べて低いという結果が報告されている。ある段階で学習内容の理解が困難になり、その後の学習が遅れがちになっている。その結果、学年の進行に伴って、算数・数学嫌いの子どもが増加する傾向にある。そこで、少人数授業、習熟度別授業、チーム・ティーチングなどの学習システムが運用され、理解や習熟の程度に応じた個別指導や繰り返し指導によって、基礎・基本の確実な定着を目指している。また、観察・実験、調査・研究、発表・討議などの体験的・問題解決的な学習の充実により、思考力、判断力、表現力などの育成を図ろうとしている。その時々における児童生徒個々の理解度や習熟度を的確に把握し、適切な教材を用いて個に応じた指導を行うことが有効であるが、現状の学習環境で完全に実施するのはなかなか困難である。さらに、旧学習指導要領では各校種間や各学年間で重複していた内容が、現行学習指導要領では上級学校に移行・統合されるとともに授業時間も縮減されており、指導内容の繰り返しによる理解の深化が希薄になっている現状では、小・中・高等学校の各校種間の連携が重要となる。したがって、児童生徒と教員が個々の理解度や習熟度と次の目標を共有し、日々の学習に生かせるシステムが必要となる。そこで、ICTを活用することにより、児童生徒個々の理解度や習熟度を的確に把握し、個に応じた指導が実現できるモデル学習システムを提案し、学習意欲や態度、個に応じた指導の実現という観点から、その有効性について授業実践をととして検証した。

また、この実践は、財団法人コンピュータ教育開発センター²⁾の平成15年度Eスクエア・アドバンス³⁾IT教育改善モデル開発・普及事業「学校と家庭をつなぐUSB学習帳（ユビキタス学習）」として実施したものである。

1 授業実践環境

(1) USBメモリ

eラーニングソフトを格納した市販のUSBメモリ（図1）を生徒用と教師用の2種類準備した。USBメモリは、ROM領域（読み取り専用領域）とRAM領域（読み書き可能領域）を併せ持つタイプを使用した。そのROM領域にeラーニングソフトを格納し、RAM領域には教材コンテンツやポートフォリオ等のデータを格納した。ポートフォリオ等の個人情報の取り扱いにあたっては、セキュリティに十分配慮した。生徒用USBメモリは、児童生徒一人一人に配布して授業実践を行った。



図1 USBメモリ

(2) eラーニングシステム

生徒用USBメモリをパソコンのUSBポートに装着する(図2)と、認証処理後にRAM領域内データが参照され、ROM領域のeラーニングソフトが自動起動する。ここから児童生徒は、格納された教材コンテンツを用いて学習を開始または再開することができる。学習終了時には、このeラーニングソフトでの学習履歴データがRAM領域に自動的に保存される。また、LANを活用した一斉学習や習熟度別学習の場合は、教師用USBメモリとのデータ通信機能が有効となる。

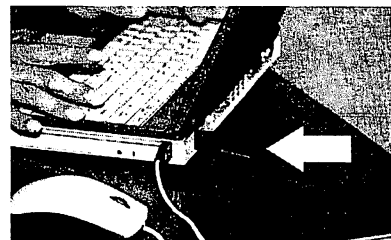


図2 USBメモリの装着

また、教師用USBメモリにおいては、同一LAN内に存在する生徒用USBメモリとの間で、生徒の学習履歴データなどのポートフォリオ及び教材コンテンツ等のデータを直接やりとりできる。このとき、従来のようにサーバと呼ばれる特別なコンピュータを介する必要はない。教師用コンピュータに装着した教師用USBメモリによって、生徒用USBメモリに蓄積されている学習履歴データを随時読み込んで、集計・分析処理できる。教員は、児童生徒の学習状況や授業進行状況をいつでも確認することができ、児童生徒の学習進行状況に応じて、生徒別・グループ別・クラス別に教材等のデータを生徒用USBメモリに個別または一斉に配信できる。また、授業外の時間においても、一人一人のポートフォリオデータを確認でき、次回授業時までに児童生徒のUSBメモリに格納する個別教材を準備し、配信することができる。

なお、本実践で使用した教材コンテンツ等は、授業実践を行う教員の要望に応じてそれぞれの仕様で特別に作成されたものである。

(3) 無線LAN環境

普通教室では、ノート型コンピュータを使用し、軽量可搬型アンテナ(図3)を設置することにより、USBメモリを媒体とした無線LAN環境を構築した。これによって、普通教室における授業でも安全かつ手軽に、教師と生徒の間で簡便にデータ交換ができる環境が実現された。

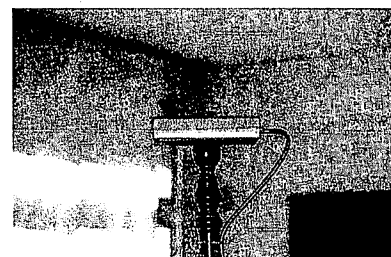


図3 軽量可搬型アンテナ

2 授業実践の成果と課題

(1) 新宮町立新宮小学校(3年生全2クラス55名)

算数に係る様々な学習活動の中で、日常的にICTを活用することによる児童の学習意欲及び態度の変化や学習内容の定着について、USBメモリを活用した実践をとおして検証した。

USBメモリは、小学校3年生の児童でも数回の使用練習により、自分ひとりで操作できるようになるほど容易に扱えるものであった。事後のアンケート調査によると、ICT機器の活用によって宿題が増えるのではないかと懸念から、好意的に受け入れていない児童もいたが、約95%の児童が楽しく学習に臨むことができたと回答している。(図4)

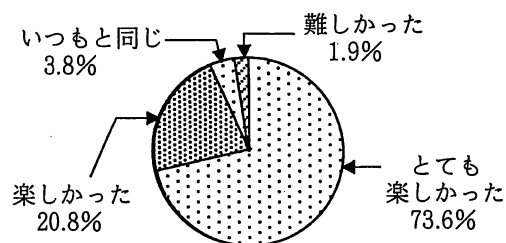


図4 USBメモリを使った勉強はどうでしたか?

① みつわ学習

みつわ学習は、毎朝10分間行われている計算演習であり、USBメモリに格納されたeラーニングシステムを活用した実践を計15回実施した。みつわ学習で用いた教材の内容は、除数と商が1位数の除法、2位数どうしの加法・減法(暗算)と乗法(筆算)、3位数どうしの加法・減法(筆算)であり、各教材とも3ステージの類似問題を用意した。これにより、児童が自らの意欲に従って、これらの問題に取り組むことになった。また、1つの教材について、事前に同じ問題をプリントで演習し、その後、それぞれをUSBメモリを用いて2回演習した。USBメモリに蓄積された学習履歴データの分析によると、児童は毎朝のみつわ学習だけでなく、放課後や家庭での学習の中でもUSBメモリを用いた計算演習を自主的に行っており、同一教材を反復して学習する傾向が見られた。

図5は、それぞれの教材について、最高点の平均点と事前にプリントで演習したときの平均点をまとめたものである。8教材中6教材については、プリント演習の場合より高い値を示しており、1回目より2回目の方が高い値となっていることから、USBメモリによって自主的に繰り返し演習し、着実に計算力を身につけたことがわかる。しかし、4番（繰り上りのある筆算）、8番（筆算の掛け算）の教材はプリント演習に比べて落ち込んでいる。これらの教材では、問題に取り組んでいる時間も長かっていた。これは、プリントではメ

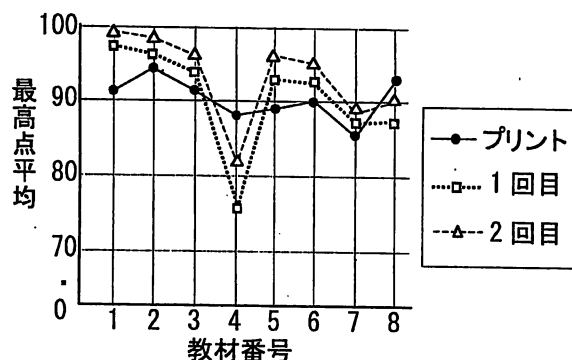


図5 計算演習の結果

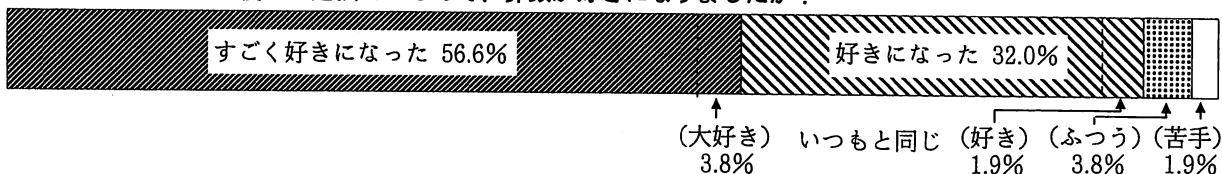
モができるのに対して、eラーニングシステムではメモが書き込めず、暗算で行う必要があったことが原因と考えられる。

計算演習に継続的に取り組んだ結果、児童は計算が速くなり、算数嫌いの児童も一生懸命取り組んで成績を向上させるなど、学習意欲の向上や学習内容の定着にも大きな効果をあげた。図6および図7は児童の算数に対するアンケート結果である。これらを比較してわかるように、USBメモリの活用は児童の算数に対する意識を前向きに変化させ、学習意欲を予想以上に向上させた。

図6 USBメモリを使う前は、算数の勉強は好きでしたか？



図7 USBメモリを使った勉強をはじめて、算数が好きになりましたか？



コンピュータにUSBメモリを装着するだけで、いつでもどこでも学習をはじめられるユビキタスな学習環境が児童自らの学習意欲を高め、間違った問題には再び積極的に挑戦させたものと考えられる。また、USBメモリを活用した計算演習は、コンピュータのロールプレイングゲームのような感覚もあり、児童は学習意欲と次のステージへの挑戦意欲の双方を持って学習に取り組んでいた。

② 算数えきでん大会

みつわ学習で使用した教材を7ステージの問題に再構成したものをグループ学習の中で使用し、みつわ学習のまとめ授業として1回実施した。グループ毎に全員が正解すると次のステージの問題に進むことができるというルールを決め、問題演習をグループ学習形式で実施したのである。ステージを早くクリアした児童が、同じグループで遅れている児童に計算の仕方を教えたり励ましたりしているシーンも見られるなど、子どもたちの思いやりや協調性を垣間見ることができた。eラーニングシステムを活用した授業においても、グループで取り組ませるなど展開を工夫することによって思いやりや協調性を育成することもできる可能性を示唆している。また、この例からも分かるように、教育効果を上げるにはグループ学習の方法を工夫するなど、授業のコーディネーターとしての教員の役割が重要となる。

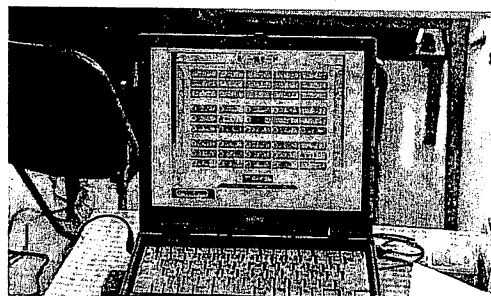


図8 モニタリング画面

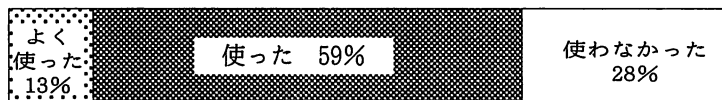
また、教員は児童の演習中、無線LANを介して生徒用USBメモリから送られる学習状況データを教師用USBメモリによってリアルタイムにモニタリング(図8)した。その結果、教員は問題演習の進捗が停滞または遅延している児童に対し、個に応じた指導を行うことが容易にできた。今回のような学習環境があれば、机間巡視では把握し

きれなかった児童一人一人の細かな学習状況をリアルタイムに把握することができ、限られた時間内での個別指導を有効かつ効果的に行うことができる。また、児童たちも無駄に戸惑ったりすることなく、疑問や不安が適切に解決され、個々のペースで学習を進めることができるため、学習意欲を途切らせることなく取り組むことができる。

③ 家庭学習

図9 児童と一緒にUSBメモリを使いましたか？

学校での学習内容の復習として、34家庭において計24日間実施した。児童用のUSBメモリには、児童の学習状況を確認できる機能



や教員が作成した学習指導内容も格納した。これにより、保護者が家庭で児童の学習にかかわり、児童とのコミュニケーション機会の増加を図ることができた。保護者に対するアンケート（図9）からも、モニター家庭の約72%の家庭で児童とともにUSBメモリを使ったとの回答が得られた。また、保護者もUSBメモリに興味を持ち、児童の学校での学習状況を確認し、モニター家庭の約57%と一緒に復習をしていた。児童にとっては、家庭における保護者とのコミュニケーションの増加によって、学習意欲の喚起につながったと考えられる。

④ 独自の工夫

子どもたちの発達段階を考え、eラーニングシステムの中にキャラクター（図10）を導入したところ、児童たちは、「ビッキー」と名付けた。これにより、「USBメモリによる学習」を「ビッキーに会う、ビッキーと遊ぶ」かのように意欲的に取り組み、USBメモリをペンダントのようにぶらさげて学校生活を送るなど、算数の学習が児童にとって身近なものとなった。結果的にはあるが、児童の発達段階によってはICT機器に対する心理的な刺激も必要であり、児童の学習に対する動機付けと学習意欲を促進させることがわかった。

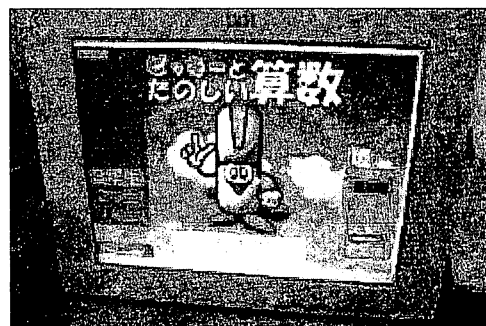


図10 USBメモリ 初期画面

(2) 兵庫教育大学学校教育学部附属中学校（2年生2クラス72名）

普通教室において、ICT機器を授業の教具の1つとして利用することによって、教員の授業運営や生徒の学習内容の理解について検証した。

「平行線と角」、「三角形の内角と外角」の教材コンテンツを用い、USBメモリを用いた問題演習による個人学習とチーム・ティーチングによる個別指導を計4回実施した。生徒はコンピュータの扱いにも慣れており、USBメモリの使用法もコンピュータに装着するだけであったので、大きな支障もなく円滑に授業が行われた。教員2人のチームティーチングであったため、USBメモリによるモニタリングを行わなかった。机間巡視中に教員は個別指導を順次行っ

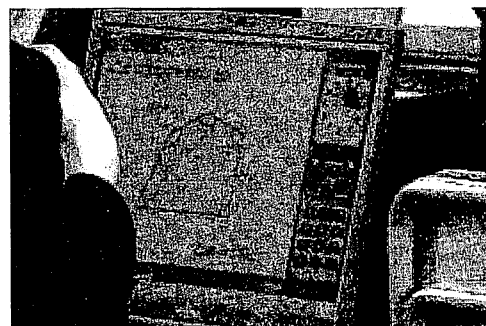


図11 USBメモリ 演習画面

たが、これは生徒の様子や演習画面（図11）を見て、その生徒に対する個別指導の必要性を判断したものであった。教師用USBメモリを用いてモニタリングを行うことと比較すると、生徒個々の学習の進行状況の全体把握が容易ではなかった。どうしてもはじめに目についた生徒を指導してしまうので、生徒の学習の進行状況を的確に見極めて効果的に個別指導することができなかった。

実践は図形領域であったため、補助線が必要な演習問題などはコンピュータの画面にある図形を紙に写し取ってから補助線を引いて考えることになり、効率よく問題を解き進めることができなかった。

板書による一斉指導の中で、コンピュータを教具の1つとして利用した数学授業を各クラス1回実施した。授業の初めに、コンピュータを利用して前回の学習内容の「合同な図形の性質」を確認するための問題演習による個人学習と個別指導を行った。次に、板書によって「三角形の合同条件」について一斉授業を行い、再びコンピュータを利用して選択した様々な条件を満たす三角形を自動作図するシミュレーション教材を用い、合同条件についての学

習内容を確認・整理するという授業展開であった。USBメモリの教材では、自分が選択した条件を満たす図形が瞬時に表示され、約80%の生徒が「とても分かりやすかった」または「分かりやすかった」という反応を示している。図形領域では、図形のシュミレーションなどをICT機器を用いて提示することが非常に有効である。

また、授業の中でコンピュータを使用しない作業的な活動の際、机上の学習スペースの確保が問題となった。普通教室において日常的にICT機器を活用するためには解決しなければならない課題の1つである。

(3) 県立須磨友が丘高等学校（1年生1クラス20名）

普通教室において、「二次関数の最大、最小」に関する応用問題についてグループ学習形式の授業実践を行った。コンピュータによるグラフの例示等のヒントをもとに、その解法を模索することによる数学的思考力の育成を目的とした授業を計2回、「二次不等式の解法」に関する学習内容の整理と定着を目的とした問題演習をeラーニング形式で1回、それぞれ実施した。

対象生徒の約2/3が、以前にもコンピュータを利用した数学の学習を経験していたが、「今回の学習は楽しかったですか？」の質問に、すべての生徒が「楽しかった」と答え、「コンピュータを利用しない学習と比べて効果的でしたか？」の質問にも、すべての生徒が「効果的」と答えていることから、コンピュータは生徒の興味・関心や学習意欲を向上させる効果があるものと考えられる。今回の実践ではUSBメモリを家庭に持ち帰らせることはしなかったが、「家庭でもやってみてみたいと思いましたか？」の質問に約2/3の生徒が「思った」と答えていることから、USBメモリは学習の継続性にも効果があるものと予想される。

個人だけでなくグループで主体的に問題の解法を考えさせ、USBメモリはヒントと解説を提示するためだけに用いた。与えた問題の難易度がやや高かったとの印象はあったものの、生徒たちはグループで解法を検討しあい、問題を解くきっかけを自分たちで見つけ出し、解くことができたという達成感や解けそうだという期待感を持ったようであった。このとき、教員の役割はグループでの議論の方向性を導いたり修正したりするような関わり方ではない。

(4) 県立御影高等学校（3年生私立文系選択クラス計137名）

普通教室において、「順列・組み合わせ」、「確率」に関する問題演習を個人学習形式で行う、個別学習支援を目的とした授業を計12回実施した。また、希望者と欠席者を対象として、授業と同じ内容で放課後に1回補習授業を実施した。

生徒はICT利用の授業は初めてであったが、戸惑いながらも興味を持って取り組んでいた。通常の座学の場合と比較すると、授業時間中あきらめずに一生懸命問題を解くことに集中していた。これは、コンピュータという機器への興味・関心も要因の1つではあるが、学習の進捗が各自に任され、自分のペースで学習することができること、その達成度が自分自身で把握できることが大きな要因である。生徒のアンケートによると、「授業が楽しみであった」「是非またやりたい」という意見がほとんどであった。

指導する教員が1人であったためにモニタリング機能が非常に有効で、各生徒の学習の進行状況がリアルタイムで把握できることから、個別に指導することも的確にできるとともに必要に応じて黒板による一斉指導も行うことができ、非常に効果的な授業内容となった。

その結果、生徒たちは数学の授業に意欲を持って臨み、達成感を感じており、授業実践後の定期考査ではその成果が現れていた。特に、数学を苦手としていた生徒は学習内容がよく定着していたと担当教員から報告を受けた。これは、USBメモリと無線LANを活用した授業環境での問題演習を継続的に実施することにより、授業時間中の生徒の集中力が保たれる結果となり、学習内容の理解度や定着に有効であることを示唆している。

3 実践からの考察

(1) 子どもたちの学習意欲や学習態度

子どもたちにとって、学校でも家庭でもコンピュータは身近に存在するようになった。このコンピュータにUSBメモリ本体を装着するだけで学習することができるeラーニングシステムは、ICT機器の操作に不慣れな

者でも簡単にどこでも利用できる。ドリル形式の教材コンテンツの場合などは、コンピュータへの興味・関心も手伝って、やってみようという意欲が芽生え、ロールプレイングゲームのような感覚で次々に問題を解き進むというように意欲が持続し、その結果、知らず知らずのうちに学習内容が定着する。特に小学校段階ではその有効性が顕著である。また、学習形態や授業展開を工夫することにより、自ら考え主体的に取り組む姿勢が生まれる。しかし、メモや書き込みを必要とする場合など、内容や出題形式によっては、興味・関心・意欲は減退しないものの、知識・理解の面で大きな効果が期待できないものもある。教材コンテンツに適した内容や出題形式の選択、ヒント・解説の充実などが今後の課題である。そのため、コンピュータに不慣れな教員でも簡単に教材コンテンツを編集・修正・追加できる機能が必要となる。

(2) 子どもたちの理解度や習熟度の把握と個に応じた指導

普通教室において無線LANを介して簡単にデータ通信が行える学習環境は大変有効である。長時間回答がない生徒や誤答を何度も繰り返す生徒などを教師用コンピュータの画面で瞬時に把握できることは、効率よく的確な個別指導が可能となり、生徒は学習意欲を減退することなく持続させ、学習内容の定着に結び付けることができる。しかし、演習問題についての回答は、その結果のみを答えることになり、思考過程や計算過程などの途中が誤っていても、回答が正しければ正解となる。逆に思考過程や計算過程は正しくとも回答が誤っていれば誤答となってしまうため、学習内容について誤った認識を持ったままの児童生徒を見逃さない仕組みが必要である。そのためには学習履歴データを詳細に検討し、個々の児童生徒の理解度を的確に判断しなければならない。また、学習履歴データの内容が、回答結果だけでなく思考過程もデータとして記録できるような教材コンテンツであれば、個々のポートフォリオとして学年・校種を越えて連携した指導に活用でき、個に応じたきめ細かい指導ができるであろう。

(3) 普通教室でのICT機器の活用

ノート型コンピュータを使用している授業実践において、課題となるのは電源の確保と机上のスペース確保である。電源については、内蔵バッテリーの容量と充電環境、または教室内の安全な配線計画等が課題である。また、机上のスペースについては、必要な画面の大きさと普通教室用の机の広さの関係など、ハードウェアが学校の普通教室の学習環境に適合することやタブレットPCなどの新しい機器の活用に期待したい。

4 おわりに

授業実践していただいた新宮町立新宮小学校前田淑子教諭、兵庫教育大学学校教育学部附属中学校寺田敦文部科学教官、岡野大文部科学教官、県立須磨友が丘高等学校岡田勝教諭、県立御影高等学校赤松正人教諭の各先生方はじめ、当所服部和幸IT教育推進研修員、USBメモリおよび無線LANシステムの技術協力をいただいた㈱神戸製鋼所電子技術研究所の各氏に心より感謝いたします。

- 1) Information and Communications Technologyの略。工学的分野にとどまらず、企業経営、人文・社会科学、コミュニケーションにまで応用範囲を広げた「情報通信技術・手法」の総称。「IT」が用いられることもある。
- 2) わが国の学校におけるコンピュータ利用促進のための基盤的技術を研究開発し、コンピュータ教育に関して普及啓発することを目的として設立された、文部科学省と経済産業省共管の財団法人。
- 3) 初等中等教育におけるITの有効な活用と、ITリテラシーの向上を図るために、経済産業省の委託を受けて実施している事業。