

インタラクティブ・ホワイトボードを活用した

対話型授業について

新潟大学大学院教育学研究科 数学専修 井上 功
新潟大学教育人間科学部 数学専修 山田一樹
細貝 岳

第 1 章 はじめに

文部科学省は 2000 年に「学校教育の情報化」推進計画を発表し, 2005 年度までにすべての公立学校の普通教室にコンピュータとネットワークを整備し, 高速でインターネットに接続して, 教員がこれらの設備を活かして指導できることを目標とした。(2004/2005 年版 e ラーニング白書 p312)

近年こうした政策を受け, 小学校においても情報通信ネットワークの整備が進み, コンピュータやインターネットを効果的に活用した実践が数多く報告されてきている。これらは e ラーニングと総称され, コミュニケーション・ネットワーク等を用いたインタラクティブな学習が提案されている。

これまで, e ラーニングとは主にコンピュータをネットワークに接続し, 個別学習などに効果が期待された WBT (Web Based Training) のような形態が多かったが, 近年ではさらに, クラス全体や少人数集団において, コンピュータに接続して活用する機器を用いて学習効果を高める研究が多く報告されている。中でも, 学習集団において互いに情報を共有し, 意見交換するような対話型の授業の有効性が指摘されている。

そこで本稿では, 第 2 章で対話型授業において, コンピュータに接続して活用するインタラクティブ・ホワイトボードについて述べる。そして第 3 章では, その中で情報の共有という視点において, インタラクティブ・ホワイトボードを活用した平面図形における対面型授業を提案する。

第 2 章 対話型授業における教育機器の活用

2.1 インタラクティブ・ホワイトボード

インタラクティブ・ホワイトボードは, コンピュータと接続し画面をスクリーンに映し出すことで, スクリーンとして活用できるだけでなく, 黒板のように書き込みをすることや, クリックするのと同じように画面にタッチすることで操作することができる機能を持っている。企業などのプレゼンテーションに多く用いられているものであるが, これを学校現場において活用した場合, どのような教育効果が期待できるであろうか。

以下に, いくつかの文献からその特性と教育効果について考察する。

2.1.1 対話型ホワイトボードの持つ力

インタラクティブ・ホワイトボードを活用した授業は, 学習の到達に向けた 1 ステップ

としての状況を作るための一助となる力があるだろうか。このような課題からケンブリッジ大学およびブラックネル LEA らの指導教員が集まり研究した結果, 『The power of Interactive Whiteboard』 Penny Knight, Jennie Pennant and Jennifer Piggott, MICRO MATH において, 以下の 3 つの結果とともにインタラクティブ・ホワイトボードは教室の価値ある教育ツールであると述べられている。

『The power of Interactive Whiteboard』 Penny Knight, Jennie Pennant and Jennifer Piggott, MICRO MATH から引用したものを要約すると以下のようである。

(1) 動機づけと約束

インタラクティブ・ホワイトボードを導入した授業は, 子どもの興味・関心を引き出し, 積極的な授業参加または自主的勉強を促したようにみられた。このようなことから, インタラクティブ・ホワイトボードは子どもにモチベーションの増加をもたらしたと言える。しかし, これらすべての要因がインタラクティブ・ホワイトボードの性質によるものがどうかの明確なつながりは確認できていない。

また, 子どもの注目を集めたものが必ずしもその内容であるとは限らない。つまり, 算数・数学的な挑戦問題内容への価値ではなく, 視覚的なイメージやオーディオ要素などの刺激に児童は反応を示した。しかし, 視覚的に刺激しないパッケージは子どもの興味・関心や, インタラクティブ・ホワイトボードを使用することの魅力のいくらかを失うことを引き起こし, その結果, 課題がより複雑な内容になったとき, モチベーションの維持が難しくなってしまうことがわかった。

前述のことから, インタラクティブ・ホワイトボードを活用した授業は, 子どもの興味・関心を引き出し, 積極的な授業参加を促す有効な手段であるということが出来る。しかし, 視覚・聴覚的な刺激がその要因の多くを占めていることが伺えるため, 視覚・聴覚的に楽しい内容の中にも, 充実した指導内容を考える必要がある。また, いかにして子どものモチベーションを維持するか考える必要がある。

(2) 自尊心

インタラクティブ・ホワイトボードは, 児童の信頼と自尊心に重要な貢献をしたようにみられた。

インタラクティブ・ホワイトボードは, 学習した内容を簡単に保存・引き出すことができる。また, Web と常時つながっているため, 何かを調べたいときなどすぐに検索することができる。これらのことから, 児童に適切・適時の視覚的支援をすることができ, 児童が支配を受ける信頼を発達させ, 困難であるとわかっている算数・数学的な考えを含めた忍耐力を促進させることがうかがえた。

また, 児童が考え方や答えを画面上で試みながら編集する際, 簡単にきれいに消すことができる, 答えの変更がテキストやノートを汚くしない, 正しい図形(表, グラフなどを含む)がかける, ペンがなくなる, などの編集のしやすさがあり, 学習のためのモチベーションをあげるだけでなく, 細かい技術を持っていない児童にも扱えることから, フラストレーションを回避し, それによって学習過

程への積極性を支援したようにみられた。

(3) 前の学習の再訪

教師・児童一同が, コンピュータ上に格納された前のページに戻るにより, 前の学習にアクセスできるインタラクティブ・ホワイトボードの機能は, 児童の学習の一助となるように思われた。

児童にとって, 以前に学習した内容にいつでも戻れるということは, 以前の学習を再度体験することになり, このことはインタラクティブ・ホワイトボードが児童に動機を与えて没頭させる力を持っているという議論に説得力を持たせた。戻って役に立つページは, 図・表・グラフのようなイメージ, 使用された例, 算数・数学的方法の注釈などで, それらはより低い能力の児童にとって特に価値があるようにみられた。

また, 教師にとっても新しく学習する目的を提示する際に, 明確な前の学習の提示をする機会を与えた。

前述のように, インタラクティブ・ホワイトボードには, その機能に, 簡単に保存できること, 保存したものを簡単に引き出せることがある。これらの機能は, 授業で学習したことを保存しておき, いつでも表示することができることから, 児童に適切・適時の支援をすることができる。特に, より低い能力の児童にとって有効であり, それらの支援をする教師にとっても価値があると言える。

その他, インターネットと接続することで Web 上のコンテンツを利用できることや, 資料の検索なども行えるため, 様々な用途に使用できる。また, これらの操作も含め, 画面の編集がしやすいことから, 細かい技術を持っていない児童にとっても簡単に操作することができる。

2.1.2 インターネット・パソコンを活用した授業

パソコンは, 学力を保障するためのツールであり, それを使いこなす力は, 20 世紀型の基礎学力である「読み・書き・そろばん」と同様に, 21 世紀の基礎学力である。という理念から, 学校教育にインターネット・パソコンを活用した授業を積極的に取り入れていこうと活動している T O S S (代表: 向山洋一氏) の書籍『インターネットランドを使った授業を創る』谷和樹, 明治図書の中から, 対面型授業における指導について引用したものを要約すると以下のようなものである。

(1) 背面型から対面型へ

インターネット・パソコンを活用した授業はこれから避けて通ることはできない。これからの教師はインターネット上のコンテンツを提示したり, 子どもにアクセスさせたりしながら授業を進めることが普通になってくる。

そこで近年さまざまな授業実践が行われてきたのであるが, それらに共通するネックとなっていたのが, 授業が「背面型」になってしまう点であった。

授業が「背面型」になってしまうとは以下の 4 つのような点である。

教師がパソコンの位置から動くことができない。
教師の位置とスクリーンの位置がずれるため, 子どもたちの視線がぶれる。
教師がパソコンの画面を見るため, 教師の視線が落ちる。
教師がパソコンの画面とともにスクリーンも見ると, 子どもたちに背を向ける

また, パソコンに向かってマウスを持ち, クリック体勢を 1 回 1 回とらなければならないために, 授業のテンポが遅くなるなどの問題もあった。そこで, インタラクティブ・ホワイトボードのようなタッチパネルがあれば, これらの問題を解決することができる。

教師がパソコンの前に座らなくてよい。
教師がスクリーンの横に立って, 指で画面を指し示せるので, 子どもたちの視線がぶれない。
そのまま画面をポンと触れば「クリック」になるのだから, 子どもたちに対面したまま授業を進行できる。
教師の視線は子どもたちに向けられる。

このようなことから授業のリズムとテンポも乱れない。

キーボード入力をしたい場合, 「ソフトキーボード」を表示して, タッチパネルから指先で入力することが可能である。

前述までのように, これまでのインターネット・パソコンを活用した授業は, その必要性が提唱されてから様々な実践が行われてきたわけであるが, その多くの授業実践においてネックとなっていた「授業が背面型になってしまう」という部分において, インタラクティブ・ホワイトボードを用いることで解決できると考えられる。

その際、教師の立ち位置, 視線, テンポなどをはやはり意識していなければならない。

(2) 効果的な資料提示

教師が, 資料を提示しながら進めるタイプの授業がある。

このタイプの授業では, パワーポイントで作ったようなプレゼン型のコンテンツを使い, 画面を 1 つずつ進めていくものが多かった。しかし, Flash で作成したコンテンツにちょっとした工夫を施し, それをインタラクティブ・ホワイトボードで提示すれば, もっと効果的な資料提示をすることができる。例えば, いくつかの資料(写真, 表, グラフなどを含む)を, 作成したボタンとリンクさせ, クリックするとその資料が表示されるなどのコンテンツを作る。

このコンテンツでは, 教師があらかじめ決めた順番ではなく, 児童が答えるのに沿って資料を見せていくことができる。

ドラッグ&ドロップ 資料を画面の好きな位置に配置できる
拡大・縮小 必要な資料だけを表示
後から提示された資料ほど前面に表示される。また, 下に重なっている資料をもう一度クリックすると, それが1番前面に来るよ

このようなことから, 教師が自由にレイアウトすることができ, また子どもを前に出させて, 自分が発表する資料を操作させることもできる。

インタラクティブ・ホワイトボードはこれらすべての操作を画面上ででき, 子どもは教師の指先を見るため, 集中の途切れがちな子であっても視線のブレが少なくなる。

前述のような操作を行うことで, パワーポイントのように, あらかじめ教師の決めた順番に指導するのではなく, 子どもの反応を見ながら, 子どもが答えるのに沿った授業の展開が可能となるため, 学習効果がより高められると考えられる。

(3) Flash を利用した題材作り

Flash とは Web 上で利用できるアニメーションを簡単に作成できるアプリケーションソフトで, 手書きのような感覚で絵を描くことができ, また写真や音声なども簡単にアニメーションと組み合わせることができる。

本来これはホームページなどを作る際のアニメーション等を作成するためのものであるが, これを学校の授業に活用し, インタラクティブ・ホワイトボードで投影することによって, より効果的な授業ができると考えられる。

(4) シンプルな画面「スマートノートブック」の活用

インタラクティブ・ホワイトボードの製品のひとつであるスマートボードには, その附属ソフトに「スマートノートブック」がある。単にノートのような白い画面が出てきて, そこに文字を書いたり絵を貼り付けたりしていただくのもので, 2 ページ目, 3 ページ目というようにページを増やしていくことができる。また, 好きなときに好きなページに飛ぶこともできる。

メリットとしては以下のような4つの点があげられる。

操作が簡単である

Flash のような複雑なことはまったくできないが, 画面の作成や操作が非常に簡単であり, 難しい知識がほとんど全くいらぬ。そのため, 教師だけでなく児童に扱わせるのも簡単である。

スマートボードとの相性がいい

スマートボードをつないだ状態で使うと, ペンや指先で様々な書き込みができる。書き込んだ文字や図形がそのまま保存され, 指先でドラッグさせたり, 拡大させたりすることも簡単にできる。

教科書や資料などをスキャナで読み込んでおいて，授業中に「スクリーンキャプチャ」機能を使い，一部を切り取って貼り付けたり，拡大して見せたりすることができる。これらの機能を活用すれば，図の一部に注目させたい場合などに有効である。

そのままホームページになる

スマートノートブックで「HTML として保存」を選ぶと，そのままホームページができる。できたページをホームページビルダー等のソフトを使って少しだけ編集し，これにタイトルや説明を書き加えれば，これだけでコンテンツの説明画面が完成することになる。

書き込みを保存できる

スマートボードには専用のペンで画面に書き込むことができる。書き込まれた文字や線は，ペンを置いてから画面に触れると一瞬で消える。画面のある部分に注目させたいときなど，一時的な書き込みであれば，これはこれで便利な機能である。しかし，スマートノートブックではこの書き込みをそのまま保存できる。

通常，教室で授業しているのであれば，黒板に書くことになり，前の図を消すか，上から重ねて書くことになる。これをスマートボードでは別のページに書くことができる。先に書いた図もそのまま残っていて，いつでも見せることができ，書いた図をコピーして同じ画面に貼り付け，重ねて提示することもできる。

このファイルを保存しておけば，次の授業で続きを学習する際などに便利である。また，別の教室ではじめから授業したい際は保存せずにおき，バラバラの部品として保存しておけばよい。

2.1.3 IT を活用した授業

文部科学省と経済産業省の共管の財団である財団法人コンピュータ教育開発センターは，全国の学校が IT を活用した教育を実施することを支援する目的で「E スクエア・アドバンス」の事業を実施している。その中の一つとして『教科教育を活性化する電子ホワイトボード』任人栗新，東京学芸大学の論文が Web 上に掲載されていたため，以下にその内容を引用する。

(1) 黒板の優位性（文字情報に対して）

継続的な教育効果の面から教室環境を見たとき，黒板の優位性が注目される。もし黒板のない教室で授業をすると，一番に困るのがクラスの全員に対して何かを説明しようとした場合，音声だけの説明になってしまうことである。

音声だけの説明の場合，情報は一瞬で消えてしまい，児童に記憶される情報は個々に異なる場合がある。そのためクラスで何かを一緒に考えたり，共通の認識を持ったりといったグループダイナミクスを生かした学習活動が行いにくくなる。教科書などを利用することで文字情報の利用は可能になるが，児童は個々に教科書を持つことになり，それぞれが個々に文字情報と，教師や他の児童の発する音

声情報とをリンクさせながら思考することになり，この場合の教育効果は大きく落ちることが予想される。

つまり黒板はクラスの「共通の場」であり，そこに書かれる情報により，クラスはグループダイナミクスを得られるのである。

インタラクティブ・ホワイトボードを活用した授業を考える際，教師はこうしたことにも意識を持ち，例えば教科書等を読む場面には，スキャナで読み取り，プロジェクターで映す。教師は映された文字情報に下線を付けたり，キーワードを丸で囲んだりしながら説明し，子どもたちは自分の教科書等に同じようにマークしていく。

インタラクティブ・ホワイトボードを設置し，上記のような活動を行えば，教科書等の既存情報に対して教師の付加情報が一体化され，教育効果の面でさらに優位性ができると考えられる。

前述にあるとおり，学校の教室において黒板は必須のツールである。インタラクティブ・ホワイトボードは通常の黒板と同じように，クラス全体の「共通の場」になることができ，しかも，提示した資料の拡大や，教師による情報の書き足しも可能である。通常の黒板であれば，黒板の面がいっぱいになれば板書を消さなければならないが，インタラクティブ・ホワイトボードであれば，ページをいくつも増やしていくことにより，板書を消すことなく授業を進めることができるため，その学習効果は非常に高いと考えられる。

(2) 絵が出る黒板

教科書や補助教材のなかには絵や写真，地図，年表，グラフ等さまざまなビットマップ情報がある。これらビットマップ情報にも教科書と同じような問題がある。つまり子どもたちは，教師が期待する情報を見ていないということである。そこでこれらビットマップ情報があるページを手でかざして指で示したり，あるいはコピーして「共通の場」である黒板に貼ったりする。しかしそうした工夫をしても何人かの子どもはそれを見逃してしまう。その理由は情報が小さすぎるからである。

そこで，教科書などのビットマップ情報をスキャナで読み込み，インタラクティブ・ホワイトボードで拡大して児童に見せたところ，クラス全ての児童が該当する絵を一斉にみた。そして教師がその写真の説明をすると，スクリーンに映った絵と自分の教科書の絵を交互に見ていることが観察された。さらにその絵に意見を求めると，教科書の絵を見ながら考え，発言するときにはスクリーンの絵を指さしながら説明した。またある児童は，スクリーンの前に進み出て，「ここが，こうだ」と指で実際に示しながら自分の意見を述べた。まさにグループダイナミクスが誘発された場面である。

普通コンピュータを利用したプレゼンテーション時には，説明する児童と，マウスをクリックし情報を出す児童とに役割分担される。しかしインタラクティブ・ホワイトボードを利用した場合，情報を出しながらの説明が可能となり，役

割分担はなくなる。そのため説明が積極的になるだけでなく, 聞いている仲間を意識したものになる。また聞いている児童は, 質問がしやすくなり, 自然に質問が寄せられる。質問された発表者は, ビットマップ情報上にペンでマーキングしたりしながらさらに説明をするといった学習の相互情報交換, つまりインタラクティブが発生する。このインタラクティブ性はこれまでの子どもたちのプレゼンテーションでは観察できなかった点である。

(3) コンテンツの問題

こうした教科教育での教育実践で常に問題となるのがコンテンツである。確かに教育効果はあるだろうが, それを準備する時間がない, というものである。しかし, 前述の例は, これまでの教育コンテンツを単にデジタルコンテンツ化したものである。よって, コンテンツ整備が優先と考える必要はないのかもしれない。

今後考えられる試みとして, デジタルカメラで児童のノートを写し, 即座にインタラクティブ・ホワイトボードに映すことが考えられる。つまり, 黒板に出て, ノートに書いた自分の答えなどを書き写す作業を, 電子的な移動に変えるのである。これにより書き写す作業時間が単純に短縮される。また一度に多くの児童の答え等を示すとともに比較することも可能となる。

以上, 3つの団体の研究にあるとおり, インタラクティブ・ホワイトボードを学校の授業において活用することは, 非常に学習効果が高いと考えられる。しかし, 学校の授業における全ての授業に対して活用するのではなく, 必要場面に応じて効果的に活用することが, より学習効果を高めると考えられる。実践については第3章に提案する。

第3章 インタラクティブ・ホワイトボードを活用した対話型授業の創造 ～ タングラムを用いた平面図形における認識を高める授業 ～

3.1 図形の構成要素に着目させる平面図形の指導

温泉などに旅行に行くと, 宿泊する部屋に木で作られたパズルが置いてあることがある。これらのパズルは様々な図形にあてはめるものであるが, ジグソーパズルとは異なり何通りも並べ方が存在し, その親しみやすさゆえに大人から子どもまで誰もが楽しむことができる。このパズルを使って遊ぶ際, 皆に共通して言えることとして, 無意識のうちに頂点や辺などの図形の構成要素に着目し, あてはめていると考えられる。その素地となっている知識が小学校での図形の指導内容であり, その指導が実際どのように行われているか簡単にまとめておくと以下のようなものである。

『小学校学習指導要領解説算数編』には, 「第2学年で, 身の回りの具体物の観察や構成活動から, 三角形や四角形を抽象する。第3学年では, 構成要素を知らせ, 辺や角の相等関係に着目して, 正方形や長方形について知る。また第4学年では, 二等辺三角形や正三角形について知る。第5学年で, 辺の位置関係に着目して, 平行四辺形や台形, ひし形について知る。」とあり, 指導にあたっては, 「作業的・体験的な活動など算数的活動を積極的に取り入れて, 具体物などの観察, いろいろな図形の構成・分解などを行い, 図形に親

しみ, 豊かな感覚を育てるようにすることが大切である。」と記述されている。

これに従い実際の授業では, 低学年において具体物を用いた活動を通して, 図形についての理解の基礎となる経験を重ね, 図形についての感覚を豊かにする。中学年においては, 図形を構成する要素に着目して, 基本的な図形について理解できるようにする。高学年においては, 図形を構成要素及びそれらの位置関係に着目して考察し, 基本的な平面図形についての理解を一層深めることができるようにする。このような段階を追った学習によって, 児童は徐々に図形の構成要素についての知識を蓄え, 平面図形を理解していくと考えられる。

そこで本実践研究では, 第 1 に, 第 3 学年「形」の学習における導入段階においてタングラムを教材として用い, 児童が図形に親しみながらその構成要素に着目していけるような実践を行うことにした。そして, 第 2 に, 第 5 学年「いろいろな四角形」の学習における補充・発展的な学習としてタングラムを教材として用い, 児童が図形の特性に気づいていけるような実践を行うことにした。

その際, 全体指導や児童の発表の場面にインタラクティブ・ホワイトボードを用い, 対面型授業における活用の有効性を検討することにした。

3.2 授業実践の構築

3.2.1 実践の目的

第 3 学年「形」の導入段階の学習において, 以下の点について考察することを本実践の目的とする。

- ・インタラクティブ・ホワイトボードを活用した対面型授業におけるコミュニケーションの在り方。
- ・楽しみながら図形の構成要素に着目できる学習課題およびその指導法。

3.2.2 インタラクティブ・ホワイトボードを使ったコミュニケーション環境

インタラクティブ・ホワイトボードを使ってコミュニケーションする目的としては, 教師が例を示したい場合や, 友達の考えを発表してもらう場合に, 皆の「共通の場」として優れている黒板の特性を持ち, かつ児童にとっても操作が簡単であるインタラクティブ・ホワイトボードを活用することが適していると考えたからである。

また, インタラクティブ・ホワイトボードを活用することで, 大きく表示できることや, 児童一人ひとりの考えた並べ方を保存できたり, 友達の考えと並べて表示し, その違いを見比べたりできることは, 児童の多様な考え方を引き出すことができ, また, 興味・関心を引き出し, モチベーションを高めることができると考えたからである。

その際, パソコン教室を使って児童一人ひとりにパソコンを割り当てることで, インタラクティブ・ホワイトボードを使うのと同じように Web 上で操作させることもできる。しかし, 図形の領域においては, 具体物を用いた活動・作業的活動を通して, 図形における感覚を豊かにする環境も大切であることから, 個人の活動においては手元で操作したり記録したりすることにする。ここでの具体物を用いた活動・作業的活動とは以下のようなことである。

(1) 具体物を用いた活動

タングラムのような図形パズルは, Web 上のコンテンツを利用することで, 実際に手元で操作するのと同じように取り組むことができるが, ここには, 触覚的な刺激が存在せず, 図形のとがっている(角) 感触などを感じることはできない。また, パーツを裏返したいと考えた場合, Web 上のコンテンツでもボタンの操作で裏返すことが可能であるが, その操作はボタンを介した間接的なものであり, 手の平を返すような直接的な三次元的アプローチをすることができない。

つまり, 具体物を用いた活動とは, 視覚的な刺激に加え触覚的な刺激が加わることや, 手を用いて直接的なアプローチをすることに適していると考えられる。

(2) 作業的活動

Web 上のコンテンツを用いて活動を行った際, その記録を残すためには, ページを保存することや, プリントアウトすることが考えられるが, 児童が自分の手で定規を使ってワークシートにその形を書き写す活動を通して, 同じ形を表している部分を入れ替えることや, 回転させるといった念頭操作における考え方を獲得していくことができ, 発表する際のコミュニケーションの基礎になると考えられる。Web コンテンツ上であっても同じように念頭操作をする助けになると考えられるが, これは視覚的な一時記憶に留まるだけであり, やはり活動カードに記録する活動が必要であると考えられる。

3.2.3 学習活動の構想

第 3 学年「形」の単元において, 小学習グループ(4 人くらい)を作り, 自作の算数パズルおよびタングラムに取り組む。タングラムについては, 児童が自分で切ってパーツを作ることができるよう, 折り紙に切り線をつけたものを用意する。はさみ, 定規を準備する。

児童に自作のパズルを作らせ, それを元の形に戻す活動や, タングラムを使って正方形, 長方形の枠にあてはめる活動を行う。

このような活動を数回繰り返すことにより, 児童の平面図形の構成要素における認識を高めていきたい。

3.2.4 指導案略案

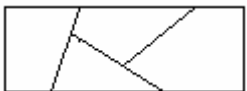

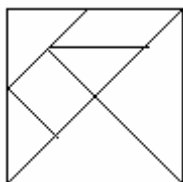

単元名: 算数パズルにチャレンジ!!

本時の計画

(1) 本時のねらい: 算数的なパズルで試行錯誤することにより, 図形的なおもしろさに親しみながら平面図形の構成要素を理解する。




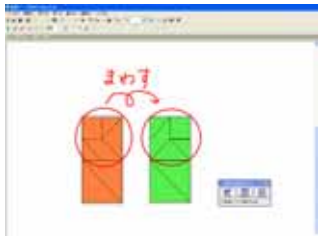
(2) 展開 (第 1 時)

教師の働きかけと予想される児童の反応	指導上の留意点
1, 自己紹介 & 本日は行うことの説明(ジグソーパズルの話)(5 分) ・楽しそうだなあ ・パズルって何だろう?	・児童が興味を持てるよう楽しそうに話す

<p>2, 紙のパズルを作って, 班のみんなと作りあってみよう (15分) (一班 4,5人) [長方形を切るときの約束事] (板書)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>直線 3本を定規を使って引く 線と線がぶつかったら, どちらか 1本はそこで止める 線のとおりに切る</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・こんな紙でパズルが作れるの? ・けっこう難しいな <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> ・かどに注目すると考えやすいよ ・たて(よこ)の長さになるように考える ・長さが同じところをあわせるといいよ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;">  <p>(ばらばらにして友達にまわす)</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">写真 1 隣の友達とコツを探っている様子</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・長方形の紙を配る ・活動カードを配る <p style="text-align: center;">気づいた点についてどんどん書かせる</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>発問: どんなところに注目すると考えやすいですか</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・はさみの使い方が危なくないか机間巡視でみる ・切り方の例を板書する ・一通りみんなのをやったら終わりにする
<p>3, タングラムを使っていろいろな形を作ろう (25分) 切り終わったら元の四角形に戻してみよう (紙の表裏は関係ありません)</p> <p style="text-align: center;">できたら活動カードに答えを描きましょう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・さっきより難しいぞ ・何とかできた ・できたけど隣の人と少し並べ方が違うぞ ・あれ? 私のと少し違う <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">写真 2 完成した正方形を記録する様子</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・タングラムの形に描いた折り紙を配る ・各自で線の通りに切る ・ボード準備 ・友達と相談することも許可 ・半数以上ができたところで, 1人の児童にボードを使って発表してもらおう ・誰もできそうになかったら, 途中までをボードを使って一緒に作る。 ・並べ方の違う児童にも発表してもらおう ・活動カードに自分 & 友達の並べ方を記録させる

(第2時)

教師の働きかけと予想される児童の反応	指導上の留意点
1, タングラムを使っていろいろな形を作ろう 長方形	<ul style="list-style-type: none"> ・図形の並べ方を変えるとまったく違った形を作ること

<ul style="list-style-type: none"> ・自分ができたら活動カードに記録しよう ・班の中で発表 友達のを活動カードに記録しよう! ・こんな形もできるの? すごい!  <ul style="list-style-type: none"> ・また違う並べ方とかあるのかな? 他の並べ方はもうないよ ・まったく見つからないよ   <p>写真 3 長方形に並べている様子 写真 4 インタラクティブホワイトボードに長方形を作っている様子</p>	<p>ができる驚きを伝え, 興味を引くように話す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 1 次の折り紙を使う ・まずは自分 1 人の力で ・友達と相談しても O.K 数分後... ・班の中で発表 ・違うパターンをみんなで探す ・全体にヒントを出す
<p>2, 班の記録を発表しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・友達の発表も記録しよう ・その並べ方は気付かなかった ・もっといっぱい見つけたよ 	<ul style="list-style-type: none"> ・みつけた図形の並べ方の数が少ない班から発表できるよう, 期間巡視してあらかじめ把握しておく  <p>図 1 インタラクティブ・ホワイトボードに意見を書き込む様子</p>
<p>3, まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価カードを記入 	<p>自己評価カードの配布</p> <ul style="list-style-type: none"> ・感想 ・新しい課題

3.3 考察

3.3.1 インタラクティブ・ホワイトボードの活用と教材について

児童は第 1 次の前半で自作のパズルを並べる際, とくに何の根拠もなくなんとなく並べていた。しかし, 辺やかどなどの平面図形の構成要素に着目して考え, ワークシートにま

とめることで, 後のタングラムの課題における解決方法を獲得し, 多様な並べ方についても考えることができるようになっていった。その際, インタラクティブ・ホワイトボードを活用することによって, 例を示すことや, 友達の並べ方と比較すること, 異なる部分に注目させること, 移動, 回転, ペンを使って示すこと, などが有効に働いていたと考えられる。

しかし, タングラムのパーツの1つに平行四辺形があり, 児童が記録を残す際にこれがうまく描けない児童が数名いた。よって, 教材の設定として平行四辺形を学習する5年生あたりに設定する, もしくは, 平行四辺形を使わないタングラムに替わる図形パズルを考へることや, タングラムの全てのパーツを使わないでも表すことができる様々な図形について考える学習活動を設定するなどの工夫が必要である。

3.3.2 インタラクティブ・ホワイトボードを使ったコミュニケーションについて

今回の実践で使用したインタラクティブ・ホワイトボードは, 黒板の持つ特性である「共通の場」になり得るだけでなく, 児童にも簡単に扱える操作性の良さや, 大きく表示できることなどから, 児童に視覚的にも刺激を与え, モチベーションの増加から積極的な授業参加の姿が見て取れた。また, 児童の考えを比較する際, 保存してある画面へすぐに戻ることができる機能や, ペンを使ってまわす・入れかえるなどの書き込みができたことなどから, 児童の状況に沿った授業が展開でき, それによって児童の思考がとぎれることなくコミュニケーションがなされていた。よって, 平面図形の構成要素を認識するという過程において, インタラクティブ・ホワイトボードを活用したコミュニケーションは有効であったと考えられる。

3.3.3 平面図形の認識について

第1次の前半では自作の算数パズルですら苦労している児童がいたが, その後, 辺やかどなどの平面図形の構成要素について, 全体でまとめる活動を通すことで, 難度の上昇したタングラムにも挑戦し, 全員が課題を解決できていた。このことは, 第3学年「形」の学習における平面図形の構成要素についての導入段階としてタングラムを用いたことは有効であったと考えられる。

また, 児童の記録を定規等を用いてきちんと記録したことは, その後の友達との比較や, 同じ形の部分を入れ替えること, 回転させることなどの操作をする際の判断の根拠としたり, 解決の見通しを立てたりするのに役立ったと考えられる。

しかし, 平行四辺形などの形を記録することは, やはり全ての児童にとって難しく, このことについて修正案を考える必要がある。

3.4 授業実践の構築(修正案)

本実践では第3学年「形」の導入教材としてタングラムを扱った。すなわち, 図形の分野に入る前に, それに親しみをもってから基礎的な部分の学習に入っていくためのものである。その中で児童それぞれが辺やかどなどの構成要素に着目することで全員が並べることができ, また, 多様な並べ方についても考えることができるようになっていった。

インタラクティブ・ホワイトボードの活用においても, ドラッグ&ドロップをして図形

を移動させるときの動きや, ペンツールを使った書き込みによる表示, さらに, 児童の編集した画面を保存しておき, 適切・適時に再表示するなどの利点を生かした授業を展開していた。

しかし, 第 3 学年「形」の導入における授業であったことで, 直角三角形や正方形, 平行四辺形の定義を知らないために, ワークシートに記入する際うまくかけない児童がいた。特に, 平方四辺形については第 5 学年で学習する図形であり, うまくかけない児童が多くいた。

上記の反省を踏まえた上で修正案を以下に示す。

3.4.1 実践の目的

第 5 学年「いろいろな四角形」の学習において, 以下の点において考察することを本実践の目的とする。

- ・インタラクティブ・ホワイトボードを活用した対面型授業におけるコミュニケーションの在り方
- ・図形の特性に気づくことができる学習課題および指導法

3.4.2 インタラクティブ・ホワイトボードを使ったコミュニケーション環境

インタラクティブ・ホワイトボードを使ってコミュニケーションする目的としては, 教師が例を示したい場合や, 友達の考えを発表してもらう場合に, 皆の「共通の場」として優れている黒板の特性を持ち, かつ児童にとっても操作が簡単であるインタラクティブ・ホワイトボードを活用することが適していると考えたからである。

また, インタラクティブ・ホワイトボードを活用することで大きく表示できることや, 児童一人ひとりの考えた並べ方を保存できたり, 友達の考えと並べて表示し, それらを比較できたりすることは, 児童の多様な考え方を引き出すことができ, また, 興味・関心を引き出し, モチベーションを高めることができると考えたからである。

3.4.3 学習活動の構想

第 5 学年「いろいろな四角形」の単元の応用として, インタラクティブ・ホワイトボード上でタングラムを用いた算数的活動「図形パズルを使って形の秘密を探ろう!」を行う。児童が手元で作成するためのタングラムを用意する。

タングラムの一部、またはすべてのパーツを使って、第 1 時では平行四辺形、第 2 時では正方形を作る活動を行う。その際、インタラクティブ・ホワイトボード上で作成、編集した図形は保存していく。作成した平行四辺形と正方形の数を比較することによって、どちらが特別な図形かを考えていく。

3.4.4 指導案略案

単元名: 「図形パズルを使って形の秘密を探ろう!」

本時の計画

(1) 本時のねらい

- ・タングラムの辺やかどに着目し、平行四辺形や正方形を作ることができる。

- ・ タングラムで作成した平行四辺形と正方形の数を比べて、どちらが特別な図形かに気づくことができる。

(2) 展開 (第 1 時)

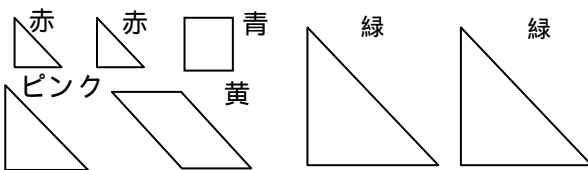

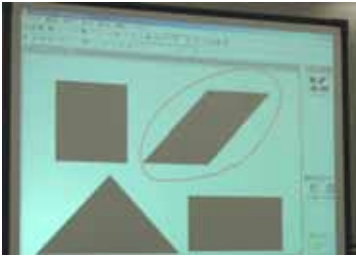
教師の働きかけと予想される児童の反応	指導上の留意点
<p>1 . 「今日はこの7つの図形を使ったパズルをします。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 楽しそうだな。 ・ 難しいのかな？ <p>「この図形は何でしょう？」</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 直角三角形 ・ 正方形 ・ 平行四辺形 ・ 直角三角形は二等辺三角形みたいにも見える... <p>「これは図形の形をしたパズルなんです。これを組み合わせるとこんな図形が作れます。」</p> <p>2 . 「このパーツを全部使ってもいいし、一部を使ってもいいので、平行四辺形を作りましょう。」</p> <p>ボードを使って例を示す。</p> <p>「できた図形は活動カードにかこう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作れるかな？ ・ 簡単だよ！  <p>写真 6 タングラムで平行四辺形を作成・記入している様子</p>	<p>タングラムを配る。</p> <p>タングラムに使われている図形を確認する。</p>  <p>写真 5 シルエットを表示</p> <p>活動カード を配る。</p> <p>平行四辺形を確認する。必要に応じて、教科書の平行四辺形の部分をスキャナで読み取ってものを表示する。</p> <p>活動カードのかき方(内容はもちろん, 図形を, 定規を使ってきちんとかくことも)を説明する。</p> <p>なるべく自分の力で行うようにさせるが, 教師が机間巡視をして児童の質問に答えるようにする。また, 児童の進行状況によって時間を調整する。</p>



写真 7 記録カード

気づいたこと

- ・使っている図形が違うのに、同じ大きさの平行四辺形ができた。
- ・同じ形を使っているのに、違う平行四辺形ができた。

3. 「完成した図形をボードで発表しましょう。」



写真 8 インタラクティブ・ホワイトボードで平方四辺形を作成している様子

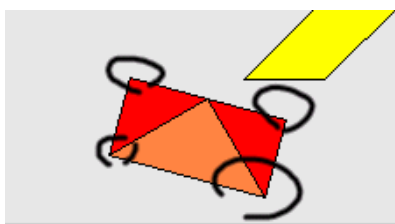
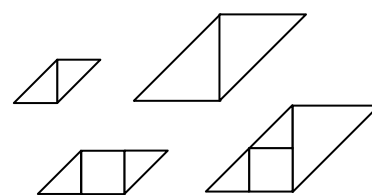


図 2 ペンによる書き込み

できる平方四辺形の例



など

少ない枚数を使ってできた正方形から聞いていく。

「2枚でできた人？」

「3枚では？」というように発問する。

発表の仕方

ボード上でパーツを動かして形を作る。(児童)

ペンツールを使って図形の説明。(児童)

できたものを保存。(教師)

発表してもらったものをまとめて表示する。

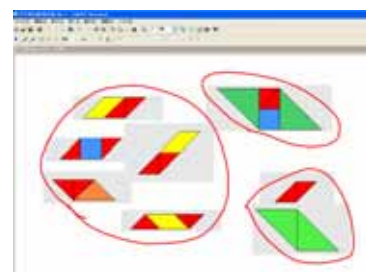


図 3 平行四辺形をまとめた図

(第2時)

教師の働きかけと予想される児童の反応	指導上の留意点
1. 「平行四辺形はたくさん作ることができましたが、正方形ではどうでしょうか？」	活動カード を配る。

- ・正方形も作れるの？
 - ・早く作りたいよ。
- 「さっきと同じように、このパーツを全部使ってもいいし、一部を使ってもいいので、正方形を作りましょう。」
- 「できた図形を見て、気づいたことがあったら書きましよう。」



写真9 タングラムで平行四辺形を作成・記入している様子

気づいたこと

- ・さっき使った平行四辺形の一部を動かせばできる。
 - ・平行四辺形よりも種類が少ない。
 - ・直角三角形を2枚使えばできるから、1枚の直角三角形に合わせるように作ればできるぞ。
2. 「完成した図形をボードで発表しましょう。」



写真10 インタラクティブ・ホワイトボードで正方形を作成している様子

3. 「平行四辺形の数と正方形の数を比べると正方形の方が少ないですね。」

「なぜ、正方形の方が少ないのだろう？」

- ・何か条件があるのかな？
- ・正方形は辺の長さが同じだけど、平行四辺形は長さが違うぞ。
- ・角度も正方形は 90° だ。

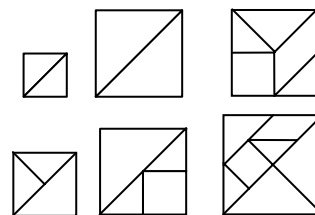


「正方形が少ない理由は辺と角度にあるんだね。」

正方形がどんな形だったか確認する。必要に応じて、教科書の正方形の部分のスキャナで読み取ったものを表示する。

児童の進行状況によって時間を調整する。

できる正方形の例



など、全9種類

少ない枚数を使ってできた正方形から聞いていく。

出された考えを保存しておき、必要に応じて表示する。

発表の仕方

ボード上でパーツを動かして形を作る。(児童)

ペンツールを使って図形の説明。(児童)

できたものを保存。(教師)

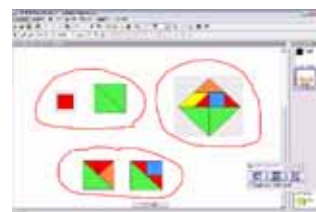


図4 正方形をまとめた図

児童が考えやすいように、平行四辺形と正方形を並べて表示したり、教科書のスキャナで読み取ったものを表示したりする。

「平行四辺形と正方形のどちらが特別な図形だろう？」

- ・辺とかどに条件がある正方形が特別な図形だ。

4 . 「今日の感想を書きましょう。」

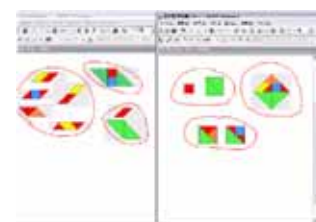


図 5 2 種類の図形を並べた図

感想カードを配る。

3.5 考察

3.5.1 インタラクティブ・ホワイトボードの活用と教材について

児童はタングラムを用いて図形を作成する際、普通の授業と異なる遊び感覚をもつものを取り入れた授業であったため、意欲的に活動に取り組んでいた。

第 1 時の前半では平行四辺形を試行錯誤しながら作成していたが、徐々に平行四辺形の定義や性質を考えながら作成するようになっていった。第 2 時では正方形を作成する際に、第 1 時で記入した活動カードを見ながら作成している児童の姿が見て取れた。このようにタングラムを図形の定義や性質に着目させるために用いたことは有効であったと考えられる。

インタラクティブ・ホワイトボードを活用して、作成した図形を発表する際、児童がどのようにパーツを動かして図形を完成させたかが他の児童に示すことができた。これは、その児童の念頭操作の部分を示すことができたと考えられる。これらを「共通の場」である黒板として活用できるインタラクティブ・ホワイトボードに表示し、それに書き込みを加えたり、保存したり、同じページにまとめて体系的に示したりすることで児童の平面図形における認識を深めることができたと考えられる。

3.5.2 インタラクティブ・ホワイトボードを使ったコミュニケーションについて

今回の実践で活用したインタラクティブ・ホワイトボードは、児童の作成した図形を表示したり、児童の考えをペンを用いて書き込んだりすることができ、従来の黒板と同等の効果を得られことが分かった。さらに加えて、それらを保存したものを再表示したり、並べて表示したりできたことは、児童が平面図形における認識を深める手助けになったと考えられる。

実践中に長方形を平行四辺形だと考えて発表した児童がいた。この場面では長方形は平行四辺形ではないと主張する児童が多数おり、意見が対立したが、各々の図形の性質の違いについて、インタラクティブ・ホワイトボードを用いて児童自身が説明したことはインタラクティブ・ホワイトボードが児童のコミュニケーションツールとして効果があったと考えられる。しかし、教師が平行四辺形と長方形について、各図形の性質に着目させることで、長方形は平行四辺形の仲間であることに気づかせることができるのではないかと考えられる。

3.5.3 平面図形の認識について

授業後に書いてもらった感想カードには、「正方形の方が平行四辺形よりもできる種類が少ない」や「平行四辺形よりも正方形を作成する方が難しい」と書いた児童が多数見られた。これらは正方形の方が平行四辺形よりも角度の大きさや各辺の長さなどの条件が加えられるため、そのように書いたと考えられる。我々が確認したところ、実際にタングラムから作成することができる平行四辺形、正方形の数はそれぞれ 37 種類、9 種類であった。このことからタングラムで作成することができる図形の数が少ないものほど、図形的な特徴が増えるのではないかと考えられる。しかし、それが図形の定義や性質について直接起因するものであるかは確認できていないため、より研究を深める必要がある。しかしながら、この段階においては児童が図形の定義や性質について、深く考えるためのきっかけに十分なり得たとかんがえられる。今後、台形や長方形についても、タングラムで作成し、平面図形の性質に着目しながら比較することで、それらを体系的にまとめることができると考えられる。

3.6 指導計画

タングラムのようなパズルの要素を持つ題材を平面図形の内容に持ち込む際には、それに使われている図形に応じて、学年別に、どの単元にどのように扱うかを考える必要がある。タングラムには、直角三角形（小×2，中×1，大×2），正方形，平方四辺形の 3 種類の図形がある。使われている図形の習得学年は、直角三角形，正方形が第 3 学年，平行四辺形が第 5 学年である。ゆえに、記録などをとらせたい場合には第 5 学年以上で扱うことが適していると考えられる。第 3，4 学年では平方四辺形を使用しない次のようなものを扱えばよいと考えられる。（図 1）

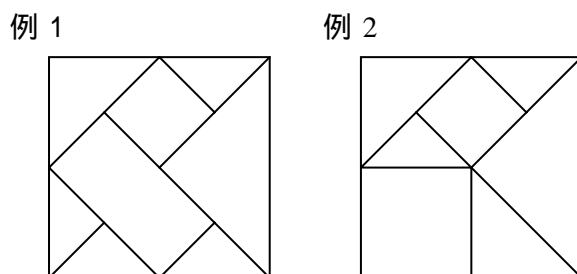


図 1

また，タングラムを扱うことができる単元を，学年ごとに以下に示す。

第 3 学年 「形」の補充・発展・応用に

第 4 学年 「三角形」の導入（第 3 学年の復習として），あるいは補充・発展・応用に

第 5 学年 「いろいろな四角形」の導入（今までの復習）補充・発展・応用に

第 6 学年 平面図形分野はほとんどないため，「平面図形の復習」としてならば扱うことができる。（単元名はいずれも学校図書より）

3.7 タングラムを使うよさ

タングラムを使うよさについて以下の観点から考察する。

(1) 算数的活動について

算数的活動とは平成 10 年に改訂された算数科学習指導案において提起された活動のことで, 簡潔に言うと「子どもが主体的に取り組む, 算数をつくりだす活動」と捉えることができる。また, 外的な活動(作業, 体験, 操作などで手や身体を使う)を主とするものや, 内的な活動(直観, 抽象, 拡張などの思考活動)を主とするものがある。

児童はタングラムのような「パズルの要素を持つもの」を「楽しいもの」として捉える。また, タングラムは「答えが一通りでない」ため, ある形を作成し友達と比較する際に, 同じパーツから異なる形ができたたり, 同じ形を作ると並べ方が異なったり, あるいは, 異なるパーツから同じ形ができたたりすることがある。このようなことからタングラムは児童の興味・関心を引くとともに, 手元で行う作業(外的な活動)と頭の中でイメージする念頭操作(内的な活動)の両方が行われるため, 児童の算数・数学的思考を高める教材になると考えられる。

(2) 平面図形の構成要素について

タングラムは大, 中, 小の直角三角形と正方形, 平行四辺形の 3 種類の図形がある。タングラムの図形的なよさを「辺」と「かど」に分けて考察する。

辺について着目してみると, 他のパーツにも等しい辺があることが分かり, それを組み合わせると形の異なる図形, あるいは元のパーツと同じ形の図形になることに気づく。さらに, 組み合わせてできた図形の形や辺に着目すると他の図形の一辺になっていることに気づくことができる。例えば, 小さな直角三角形を等しい辺同士を合わせると正方形, 中型の直角三角形, 平行四辺形を作ることができる。

かどについて着目してみると, タングラムで使われている各パーツの角度の大きさは, 45° , 90° , 135° の 3 種類のみで, どのかどを合わせても複雑になることはなく, 児童にとって目を向けやすいと考えられる。例えば, 2 つの直角を合わせることで 2 直角, すなわち直線(平角)をつくれることがわかる。このように, タングラムは児童が平面図形の構成要素である「辺」や「かど」に着目しやすい教材であると考えられる。

(3) 動的な教材であることについて

タングラムはパーツを動かすことによって形が変わる動的な教材である。

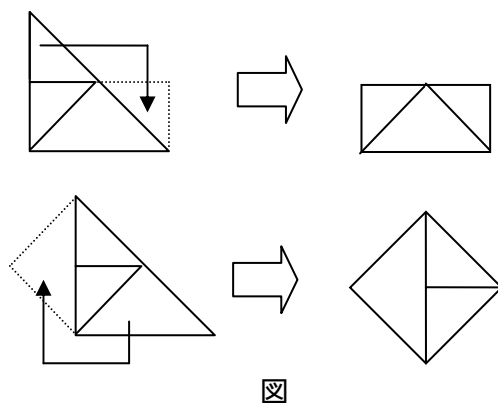


図 2 のように, できた図形の一部を回すことで, 別の図形が簡単にできることに気づく。このようにタングラムは回したり, 裏返したり, ずらしたりすることで他の図形を作ることができる。これは中学校で学習する回転移動, 対称移動, 平行移動という考え方の素地になると考えられる。

(4) 仮説・検証

タングラムを用いて図形を作成する際, 児童の頭の中では「この形を置いたら, 次はあの形を置けばできるのではないか?」というような念頭操作が繰り返し行われている。児童はそのような自分なりの仮説をもとに作成していく。しかし, タングラムは必ずしも辺やかどの等しい部分が合わさるとは限らないため, 自分の立てた仮説どおりに作成できるとは限らない。児童はうまくできなかつた場合「なぜできなかつたのだろうか?」と考え, 再び仮説の段階に戻る。そして新しい仮説から図形を作っていく。このように, タングラムは仮説と検証を繰り返し行っていくことで, 児童の思考が深まっていく教材であると言える。

第 4 章 おわりに

本実践研究では, 対面型授業にインタラクティブ・ホワイトボードを活用した実践を行った。今後, 情報教育が進み, 学校に行けば, 児童一人ひとりにパソコンが割り当てられる環境や, これらのツールを組み合わせた様々な形態の授業が多く展開されるようになるのかもしれない。

そうした際に, これらの授業システムをどのような場面に活用することが有効であるのか。また, どのように活用することが授業の学習効果をより高められるのか。今後さらに研究を深めていきたい。

< 謝辞 >

本研究の実践にあたり, 実践の場をご提供くださり的確なご指導をいただいた新潟県岩船郡朝日村立猿沢小学校の田辺清貴校長および新潟県長岡市立黒条小学校の磯辺仁校長をはじめ, 教職員の皆様に多大なるご理解とご協力をいただきました。そして, 指導教官である新潟大学教育人間科学部数学教室の山田和美教授からは, 平面図形への認識における課題や実践への示唆を含め, あたたかくもきびしいご指導をいただき, 実践をまとめ上げることができました。本実践研究を支えていただいた関係者の皆様にこの場をかりて厚く御礼申し上げます。

< 引用・参考文献 >

- 1) 文部科学省 (2001), 『小学校学習指導要領 算数編』, 東洋館出版社
- 2) 経済産業省商務情報政策局情報処理振興課編(2004), 『eラーニング白書 2004/2005 版』, オーム社
- 3) 金本良通 (1998), 『算数科・新しい授業づくり 1 数学的コミュニケーション能力の育成』, 明治図書
- 4) 国立教育研究所 研究紀要, 『小学校におけるメディア・リテラシーの授業実践』
- 5) 吉田文 (2003), 『アメリカ高等教育における eラーニング 日本への教訓』, 東京電機大学出版局
- 6) 古藤怜, 新潟算数教育研究会, 『新しい算数学習～多様な考えの生かし方まとめ方～』 東洋館出版社
- 7) Penny Knight, Jennie Pennant and Jennifer Piggott, 『The power of Interactive Whiteboard』 Oxford [England]: [Basil Blackwell] MICRO MATH
- 8) 谷和樹, 『インターネットランドを使った授業を創る』, 明治図書
- 9) 高橋昭彦, 『インターネット上の学習材(パターンプロック)を用いた問題解決学習に関する研究』, イリノリ大学大学院博士課程
- 10) 細貝岳, 『情報通信ネットワークを利用した少人数学級間の算数授業』新潟大学教育人間科学部数学教室数学教育研究
- 11) 文部科学省, 『“IT 授業” 実践ナビ～授業で IT を使ってみませんか～』
http://www.nicer.go.jp/itnavi/syou_menu.html
- 12) 財団法人コンピュータ教育開発センター, 『Eスクエア・アドバンス』
<http://www.cec.or.jp/e2a/>
- 13) 東京学芸大学, 任都栗新, 『教科教育を活性化する電子ホワイトボード』
<http://www.cec.or.jp/e2a/other/pdf/d07.pdf>
- 14) 教育情報ナショナルセンター, 『N I C E R』
<http://www.nicer.go.jp/>
- 15) 日本スマートテクノロジー株式会社
<http://www.smartboard.co.jp/index.htm>
- 16) T O S S , インターネットランド
<http://www.tos-land.net/>