

見取図から立体を作製する体験的な活動を含む学習指導が 小学校算数科の複合図形の体積の学習に与える影響[†]

杉山 薫*・川島 芳昭**・石川 賢**
下野市立吉田西小学校*
宇都宮大学教育学部**

概要 本研究は、紙面上にかかれた見取図から具体的な立体を作製する体験的な活動を含む学習指導が、小学校算数科の複合図形の体積の学習に与える影響を体積の意味理解の深化、意識と知識の整合性、知識の習熟の観点から調査することを目的とする。方法は、複数の直方体で構成された複合図形の見取図と同じ立体を、基準となる1cmの立方体の模型を組み合わせることで作製し、その個数を数えたり、動かしたりする体験的な活動を行わせた。この体験的な活動による複合図形の体積の学習に与える影響を調査するために、小学校第5学年の児童を対象に検証授業を行った。授業は、授業導入時に見取図から立体を作製する体験的な活動を通して問題解決を行わせた実験群と、見取図を活用して問題解決を行わせた統制群を設けて実施した。その結果、実験群の児童は体積の意味理解の向上や意識と知識の整合性が高まることが分かった。

キーワード：体積、複合図形、立体、見取図、体験的な活動、算数科

1. はじめに

平成25年度の全国学力・学習状況調査では、中学校数学において、空間図形の見取図を立体として認識ができない生徒が多いことが報告されている¹⁾。このことは、平成18年度に実施された特定の課題に関する調査の中でも指摘されている²⁾。一方、小学校算数でも立体の見取図を正しく読み取ることに課題があることが、平成26年度の全国学力・学習状況調査で報告されている³⁾。さらに小学校では、複数の直方体を組み合わせた複合図形の体積に関する学習において、つまり児童が多いという課題が経験上ある。これらのことは、見取図のように、平面でかかれた図から立体を想起できない児童・生徒が多いことや、公式や考え方等の知識を使えないと指摘

する先行研究の結果と合致する⁴⁾。これらの課題を改善するためには、小学校算数科の段階から見取図のように平面上にかかれた立体の図形を具体的な立体として捉える能力の育成が必要である。これにより、公式や考え方等の知識の習熟が図れる。

立体の認識に関する先行研究では、立体から見取図をかくことが問題解決に必要であるとされている⁵⁾。その結果、正確に見取図をかく訓練は、空間図形の問題解決能力を高める方法として有益であることが報告されている。また、「空間における事物をイメージでき、広がり認識し、空間を自由に操作できるもの」を空間観念と定義し、見取図をかいて、その見取図を使って説明することが、空間観念の育成の一助となると報告した研究もある⁶⁾。これらの研究は、立体から見取図にし、その見取図を正確に読み取り、立体を想起することの有効性を調査した研究であるが、空間観念の低い児童・生徒への対応については検討がなされていない。

見取図から立体を想起することは、学力の低い児童や生活体験の少ない児童にとっては難易度の高い学習である。このような児童には、見取図を見て立体を想起する前に、具体物を使って立体を作製する体験的な活動が重要である。このことは、見取図か

[†] Kaoru SUGIYAMA*, Yoshiaki KAWASHIMA** and Ken ISHIKAWA**: Impact of Learning of the Volume of Complex shape in Elementary School Mathematics by the Learning Guidance include to Experiential Activities to Produce a Three-Dimensional from Sketch Drawing.

Keyword:3-Dimension, Complex shape, Volume, Sketch, Experiential activity, Mathematics

* Yoshidanishi Elementary School of Shimotsuke

** Faculty of Education, Utsunomiya University
(連絡先:kawasima@cc.utsunomiya-u.ac.jp 川島芳昭)

ら立体を作製することの学習効果を調査した研究からも報告されている⁷⁾。この研究では、立体から見取図をかくことより、見取図から立体を作製の方が学習の難易度が下がり、小学校での実践を通して児童の理解の流れに即しており有効であると述べられている。また、別の研究では、見取図を読む力は、見取図で表しているものを立体の模型や事実で検証することにより育成されるとしている⁸⁾。しかし、いずれの研究においても、知識や意識、さらに活動の様子などの観点から検証はなされていない。また、見取図から立体を作製するために適した学習指導についても言及はされていない。

以上のことから、見取図から具体的な立体を作製する体験的な活動を含む学習指導を検討し、その学習効果を定量的・定性的に調査した⁹⁾。本研究では、その結果を体積の意味理解の深化、意識と知識の整合性、知識の習熟の3観点から検証することを目的とする。そして、見取図から立体を作製する体験的な活動が、複合図形の体積に関する学習に与える影響について検討する。

2. 研究構想

(1) 研究の全体構想

本研究の全体構想を図1に示す。

一般的に行われている体積の単元の学習では、まず、基本の立体（直方体や立方体）の体積の求め方

を指導する。その際、教師が立体（図1①）を提示し、児童はその見取図（図1②）を見て問題解決（図1③）をする。その後、複合図形の体積の求め方の学習になる。

従来型は、教師が提示した複合図形の立体の模型（図1④）を見て、ワークシートにかかれた見取図（図1⑤）を確認する。この時児童は、見取図を見ながら提示された立体を想起（図1⑥）する。その後、提示された立体ではなく想起した立体と見取図を相互に関連づけながら、問題解決（図1⑦）を行う。この問題解決には、児童が想起した立体に対して必要な念頭操作（本稿では、想起した立体に対して分割や補充などの何らかの操作を思考の中だけ行うことを念頭操作と定義する、図1⑧）を行い、その結果を見取図の中に表記する作業が必要である。見取図から立体を正しく想起できることは、体積の学習を理解するのに重要な要素の1つである。しかし、この学習以降は、立体の模型は使わずに、見取図のみを用いた学習となる（図1⑨～⑫）。その結果、見取図から立体を正しく想起することができない児童は、公式や考え方等の知識を習得してもその知識を活用した問題解決を行うことができない。このことは、先行研究においても課題として述べられている⁴⁾。

これらの課題を解決するには、複合図形の体積の求め方の学習で、立体を正しく想起できる力を育成することや立体の模型と見取図との対応を十分に認

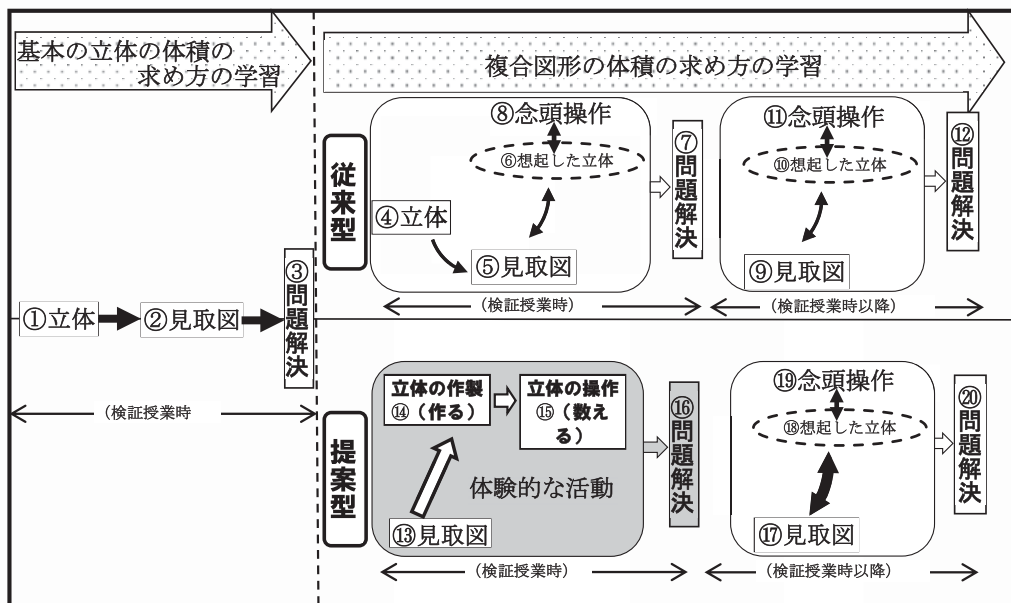


図1 研究の全体構想

識させることが必要である。立体を正しく想起できる力を育成するためには、複合図形の見取図から立体を作製する体験的な活動を行わせることが有効である。さらに、この活動を行うことは、見取図と立体との関係性の認識が高まることも期待できる。そのため、複合図形の見取図から立体を作製する体験的な活動を含めた学習指導を検討した。その結果を、図1下段の提案型として示す。

提案型は、まず、見取図(図1⑬)を見て、その複合図形の立体を作製する活動(図1⑭)を行わせる。作製は、1cm³の複数の立方体によって行う。これは、体積が基準となる1cm³の個数であることを意識させると共に、その後の分割や補充などの問題解決に必要な操作を行うためである(図1⑮、⑯)。なお、本研究では、立体の作製と問題解決に必要な操作(「作る」、「数える」、「動かす」の3つの要素)を立体の操作と定義する。

以上のように見取図から立体を作製する体験的な活動を通して問題解決を行うことは、空間観念を向上させる効果が期待できる。そして、空間観念の向上は、正しい念頭操作につながるため、体積の意味理解の向上、児童が身につけた公式や考え方等の知識を活用した問題解決能力の向上などに影響する。

この学習の後に見取図から立体を想起し、必要な念頭操作を行う従来型の方法を行うことで、体積の意味理解の深化、意識と知識の整合性、知識の習熟などの学習の向上が期待できる(図1⑰～⑳)。

これらのことを実現するためには、体験的な活動を適切に行うための学習指導が必要である。そこで、次に学習指導を検討した。

(2) 学習指導の検討

児童が習得している公式や考え方等の知識を適切に活用することができない課題を改善するためには、見取図や立体と、体積の公式や立体の性質等の考え方が結びつく学びが必要である。そこで、学習指導に関する先行研究などを調査した。まず、学習者が目標を持って授業に臨むことが学習効果を向上させるのに有効であるとし、授業開始時に授業で養成される能力(学力や技術)を明確にしてから行う方法がある¹⁰⁾。この授業方法では、学習者が授業前に持っている既有知識や予習が重要であるとされている。別の研究では、授業を学習者の知識の習得段階から捉え、授業導入時に学習者自身に能動的な活動を行わせ、その後、教師から指導を受けることが

表1 検証授業全体の流れ

段階	実験群(14名)	統制群(12名)
授業前	事前テスト(10分)	
検証授業	1 前時までの復習(2分)	
	2 学習課題の確認(3分) 見取図での提示	2 学習課題の確認(3分) 立体での提示
	3 課題の自力解決 (20分) 作る立体を作製する。 数える使った1cm ³ の立方体の個数を数える。 動かす立体を操作しながら、体積を求める計算式を考える。	3 課題の自力解決 (15分) ・見取図に補助線を引く。 ・体積を求める計算式を考える。
	4 他者との意見交換 (15分)	4 他者との意見交換 (20分)
	5 教師による説明(10分) ICT教材(アニメーション)を使用している説明	
授業後	事後テスト1(10分)・意識調査	
2か月後	事後テスト2(10分)	

効果的であることが報告されている¹¹⁾。この研究では、授業導入時の能動的な活動により、仕組みや原理に基づいた学習者自身の考えの構築、授業の目標の認識等が行われ、知識の習得や記憶の保持に効果が高いことを明らかにしている。これらの研究から、児童の学習意欲を喚起し、見取図通りの立体を児童の頭の中で想起することができ、体積の公式や立体の性質等の意味理解を深めるためには、児童が自ら問題解決に臨む能動的な活動を含めた学習指導が有効である。そのため、本研究では、学習者の知識習得段階を考慮した学習指導を用いて検証することとした。

3. 検証授業

(1) 目的

検証授業の目的は、見取図から具体的な立体を作製する体験的な活動を含む学習指導を実践し、その学習効果を体積の意味理解の深化、意識と知識の整合性、知識の習熟の3観点から調査するために必要なデータを収集することである。

(2) 対象

対象は、公立のA小学校第5学年14名とB小学校第5学年12名の児童とした。検証期間は、平成26年7月7日から9月2日である。対象となる児童は、体積の意味や立方体、直方体の公式の学習を終えている。

(3) 検証授業の流れ

検証授業全体の流れを表1に示す。

検証授業は、複合図形の見取図から立体を作製し問題解決を行わせた実験群と、見取図のみで問題解決を行わせた統制群に分けて行った。A小学校（14名）を実験群，B小学校（12名）を統制群とした。本検証は、体積の単元の10時間扱いの7時間目に行った。

実験群は、まず導入である「知識欲求」の段階で、図2に示す複合図形の見取図を提示し、1cmの立方体を使ってその立体を作製させた（作る）。その後、使った1cmの立方体の個数の確認（数える）や問題解決に必要な立体の分割や変形などの操作を行わせ（動かす）、体積を求める式や考え方をワークシートに記述させた。なお、立体の作製に5分、立体を操作し問題解決に15分、合計20分の中で活動させた。「知識獲得」の段階では、他者との意見交換を行い、自分の考えを確認しあう場面を設けた。作った立体を操作しながら発表ができるよう、書画カメラでその様子を提示した。なお、発表した児童は、教師が任意に指名した4名が行った。「知識深化」の段階では、複合図形の体積の求め方に関するICT教材を用いて、教師が説明をした。ICT教材は、Microsoft社のパワーポイントを利用し作成した（図3）。この教材の特徴は、立体の分割の様子をアニメーション機能によって動的に示せるところにある。これによって、複数の直方体の集まりであるという概念形成を図った。

一方、統制群の授業の流れは、「知識欲求」の段階で、ワークシートにかかれた複合図形と同じ立体の模型を提示した。その後、ワークシートの見取図に補助線を引いて求め方を考え、計算式を書かせた。複合図形をいくつかの直方体に分割したり、足りない部分に直方体を補充したりするのは、ワークシート上の見取図のみで行わせた。時間は、実験群の問題解決の時間と同じ15分とした。「知識獲得」の段階では、児童のワークシートを書画カメラで提示し、教師が任意に指名した4名の児童が発表した。「知識欲求」の段階で生じた時間の差は、「知識獲得」の段階で調整をした。「知識深化」の段階では、実験群と同じICT教材を提示し、一斉指導により教師が説明を行った。

(4) 検証方法

実験群、統制群ともに検証授業の日の朝の学習の時間に事前テストを実施した。検証授業直後、両群に対して、事後テスト1と事後の意識調査を行った。

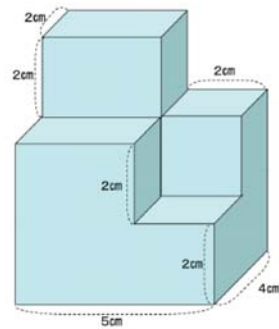


図2 検証授業での複合図形

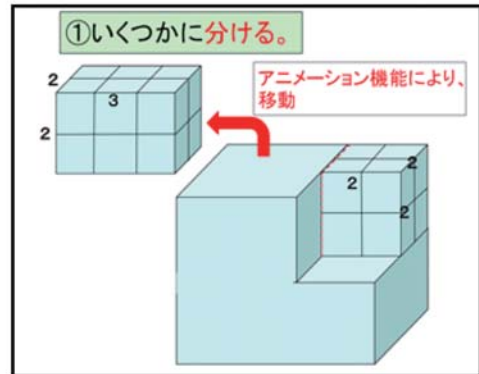


図3 ICT教材の画面例

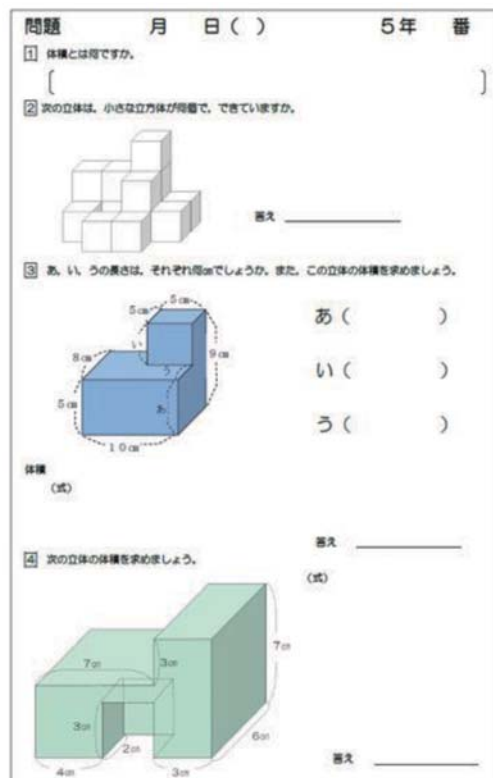


図4 事前・事後テスト1, 2

さらに、両群に対して、夏休みを含む約2か月後に事後テスト2を実施し、体験的な活動の効果を調査した。

検証に用いた事前テスト、事後テスト1、事後テスト2は、すべて同一の内容のテスト(図4)であり、実施時間も同じである。

問題1の解答方法は、自由記述式とした。問題2は、見取図では表すことのできない隠れた位置に配置された立方体まで認識できるかを問う問題である。問題3-1の立体の辺の長さを求める問題は、直方体の性質(平行な辺の長さは等しい)を利用して辺の長さを求める問題(1問)と見取図に記載されている辺の長さを利用して計算によって求める問題(2問)を出題した。問題4は、問題3-2で利用した立体を分割する考え方に、足りない部分に直方体を補充する考え方を加えた問題とした。

4. 結果と考察

本研究の目的は、具体的な立体を作製する体験的な活動が、体積に関する学習に与える影響を検証することである。そのため、事前テストの結果から、両群の授業前の知識を調査し、差がないことを確認する。次に事後テスト1を基に、体験的な活動による効果をみるために、授業直後の実験群と統制群の学習効果を検証する。また、事前テスト、事後テスト1、事後テスト2の比較をし、知識の習熟の変化を検証する。最後に、全体の結果を基に、体験的な活動を含む学習指導が、体積の学習に与える影響を考察する。

(1) 事前の知識調査(事前テスト)

実験群と統制群がもつ「体積の概念や複合図形の体積の求め方」に関する事前の知識を調べるために、事前テストを実施した。その結果を対応のないマンホイットニー順位検定(両側)により比較した。その結果、表2に示すように両群間に5%水準での有意差は見られなかった。このことから、実験群と統制群は、等質であると言える。

(2) 体験的な活動による効果(事後テスト1)

体験的な活動を行うことによる学習効果を調べるために、授業直後に事後テスト1を実施し、結果を対応のないマンホイットニー順位検定(両側)を用いて比較した。その結果、5%水準での有意差が見られた(表3)。その要因を調査するために、両群の事後テスト1の結果を出題した問題ごとに比較し

表2 事前テストの結果

	平均正答数	標準偏差	U値	有意差
実験群(n=14)	4.12	2.46	112.8	なし
統制群(n=12)	2.67	2.06		

表3 事後テスト1の結果

	平均正答数	標準偏差	U値	有意差
実験群(n=14)	6.29	2.55	124.6	*
統制群(n=12)	4.42	2.11		

* p<0.05

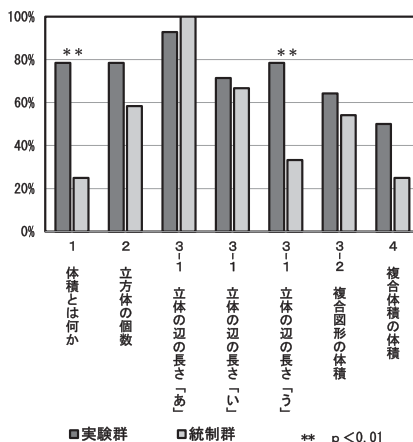


図5 事後テスト1 問題ごとの正答率

表4 事後テスト1 問題1の誤答分析

使用した言葉	実験群(14名)		統制群(12名)		χ^2 値	有意差
	回 答 数	回 答 率	回 答 数	回 答 率		
たて×横×高さ	2	14.3%	5	41.7%	2.13	なし
もの・形	0	0.0%	4	33.3%	5.51	*
面積・広さ	1	7.1%	1	8.3%	0.01	なし
無答	1	7.1%	2	16.7%	0.57	なし

* p<0.05

た。

図5に、各群の事後テスト1の問題ごとの正答率と χ^2 検定の結果を示す。その結果、問題1「体積とは何か」と問題3-1「立体の辺の長さ」で、1%水準で有意差が見られた。この結果を考察すると、次のようになる。

問題1(図4)は、「体積とは何か」を自由記述形式で解答する問題である。判定基準は、「体積とは、ものの大きさやかさである」または、「基準となる立方体(1cm³の立方体)の数で表される」のいずれかの解答があったものを正答とした。なお、判定は、教職20年以上の教員が1名で行った。この問題で有

意差が見られた要因を調査するために、誤答分析を行った(表4)。その結果、統制群で最も多かった誤答は、公式の「たて×横×高さ」であるという答で、「もの・形」であるという認識の児童も多いことが分かった。そこで、被験者数が少なく精度は低いが誤った認識をもつ児童の数を解答に使用した言葉ごとに χ^2 検定により比較した。その結果、「もの・形」という認識をもつ児童の数で5%水準での有意差が見られた。このことから、次のようなことが言える。実験群は、「作る」、「数える」、「動かす」という3つの要素を含む体験的な立体の操作をすることで、具体的な立体の形を理解し、複合図形の立体が1cm³の集合体である認識がもてた。そのため、体積が「もの・形」であるという認識の児童はいなかったと考えられる。これは、検証授業での児童の活動の様子からも言える。実験群の児童は、1cm³の立方体を使って、見取図や想起した立体を相互に関連付けながら、自由に立体を操作し、自分の考えを確かなものにする事ができた。しかし、問題解決をしている統制群の児童は、立体の分割や補充をワークシートの見取図に補助線を入れて行っていたので、求めている複合図形を立体として捉えることは難しいように見えた。その結果、統制群では、ワークシートにかかれた見取図の形が体積であるという誤った認識となったと考えられる。さらに、有意差は見られなかったものの、公式の「たて×横×高さ」であるという認識をもっている児童が多いのは、統制群が見取図に記載された数値による学習であったため、公式を適用することが体積であるという認識が強くなったと言える。

次に、問題3-1(図4)の立体の辺の長さについて考察する。本検証で提示した立体は、複数の直方体で構成された複合図形の立体である。そのため、この複合図形の立体は、直方体と同じ性質をもつことが分かり、その性質を十分に理解しなければ、立体の辺の長さを求めることはできない。実験群の児童は、見取図から立体を作製する活動を行った結果、具体的な立体に置き換えることができた。そのため、提示された複合図形の立体をいくつかの直方体が組み合わさったと判断ができ、直方体の性質を利用して、立体の辺の長さを求めることができたと考えられる。一方、統制群の児童が立体の辺の長さを求めることができなかったのは、立体の想起が十分にできず、直方体の性質の利用に至らないことが要因と

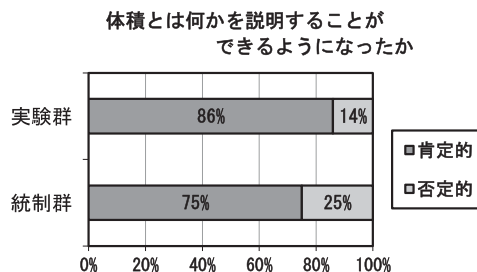


図6 意識調査の結果

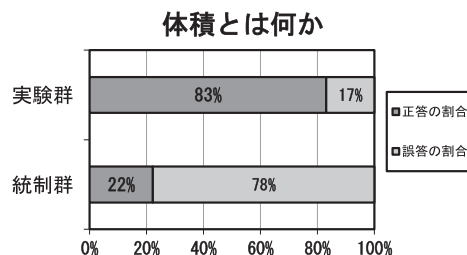


図7 意識調査と事後テスト1との比較

して考えられる。

以上のことから、見取図でかかれた複合図形の立体を作製し、使った1cm³の立方体の個数を数え、その立体を操作する体験的な活動は、体積の意味理解を向上させ、複合図形の立体の辺の長さを求めるために必要な立体の想起の強化に有効であると言える。

(3) 意識と知識の整合性の検討

検証授業後の児童の意識を調査するために意識調査を実施した。調査項目は、体積の学習に対する興味・関心や学習内容、さらに学習指導に関するものとし、実験群に8項目、統制群に6項目を設定した。質問項目数の違いは、実験群のみ行った体験的な活動に関する質問(2項目)を加えたためである。回答方法は、「とても思う」、「少し思う」、「あまり思わない」、「全然思わない」の4件法とした。

両群に共通した学習内容に関する質問のうち、「体積とは何かを、説明することができるようになった」の回答では、両群とも75%以上の児童が、「とても思う」、「少し思う」の肯定的な回答をしていることが分かった(図6)。そこで、肯定的な意識を持つ児童の検証授業後に行った事後テスト1の問題1「体積とは何か」を説明する問題の正答率を調査した。その結果を図7に示す。図7に示すように、意識と知識の一致率は、実験群の児童は83%であったのに対

し、統制群は22%であることが分かった。このことを実践した学習指導の観点から考察すると次のようになる。

本研究で実施した学習指導は、両群の児童に対して知識習得を3段階に分けた方法を用いている。さらに、授業導入時の体験的な活動以外は、全て同等の指導を行っている。このことから、授業直後の実験群と統制群の児童の知識に差が生じたことは、導入時の体験的な活動の影響が大きいと言える。また、実験群の児童に対して行った「自分で立体を作ると分かりやすいですか」という意識調査の項目に対し、肯定的に回答した理由に「実際に立体を見るほうが頭で考えるより分かりやすいから」や「物を動かすことができるから」などの記述が見られたことから、体験的な活動が児童の問題解決能力を向上させる活動であったと言える。次に、両群の児童の意識の変容については、学習指導の最後（「知識深化」の段階）に実施した教師からの一斉指導が影響していると考えられる。両群の児童が授業の導入段階（「知識欲求」の段階）で自ら行った問題解決の方法を教師から説明されることで、「分かった」と感じる児童が多くなったと言える。

以上のことから、統制群の児童のように、見取図を基に問題解決を行った時は、意識と知識の整合性が十分に図れないことが分かった。これは、立体を想起できる児童とできない児童がいたことが要因として考えられる。すなわち、見取図から立体を想起できない児童は、自身で行った問題解決が不十分のまま教師から説明されると、「分かった」という意識は向上するものの知識として定着しにくいものと推察できる。一方、実験群のように体験的な活動を通して、児童自身で問題解決を行った後に、教師から説明を受ける指導は、意識と知識の整合性を高める効果があることが分かった。

(4) 知識の習熟の変化

学習により習得した知識の記憶が、時間の経過でどのように変化していくかを調査する目的で、検証授業の約2か月後（夏休みを含む）に事後テスト2を行った。事前テスト、事後テスト1、事後テスト2の正答率の推移を図8に示す。

図8に示すように、授業直後に行った事後テスト1よりも、約2か月後の事後テスト2の方が、実験群、統制群ともに知識が向上していることが分かった（実験群：68.3%→74.8%、統制群：49.1%→

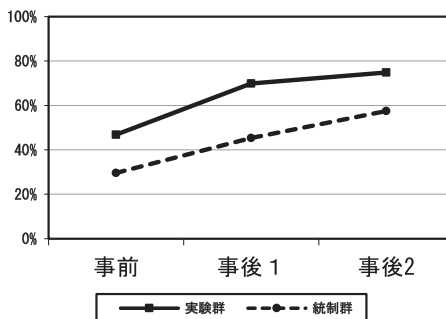


図8 事前テストと事後テスト1, 2の正答率の推移

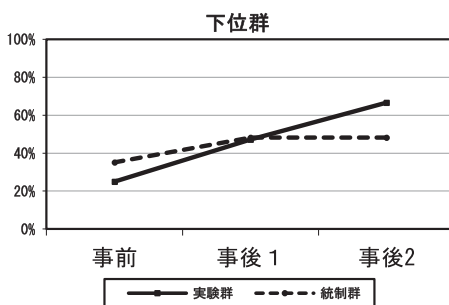
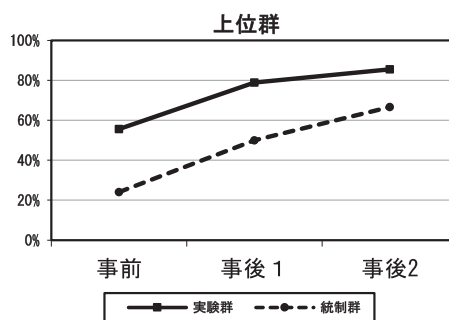


図9 学力別正答率の推移
(上:上位群, 下:下位群)

57.4%)。これは、両群とも、夏休み中に出題した家庭学習において、体積を求める計算に関する復習を行っていたことが、要因の一つとして考えられる。

次に、両群の児童を「体積」の単元の学習に入る前に行った学力調査の平均点から上位群と下位群に分け、それぞれの群ごとに知識の変化を調査した。なお、平均点はそれぞれの群ごとに算出したため、両群で基準となる点数は異なるが、両群の比較ではなくそれぞれの群の比較であるため影響はないと判断した。その結果を図9に示す（上段が上位群、下段が下位群）。上位群は、実験群（10名）、統制群（6名）ともに同じように正答率は上がっていることが分かった。一方、下位群は、図9の下段に示すように、

実験群の下位群(4名)は、事後テスト1から事後テスト2にかけて正答率が向上していることが分かった。これは、上位群と同様に夏休み中の家庭学習による復習を行っていたことが一つの要因として考えられる。しかし、統制群の下位群(6名)は、事後テスト1から事後テスト2では、ほとんど変化が見られなかった。このため、復習の効果がなかったものと考えられるが、その明確な要因については、被験者数の少ない本研究の結果のみでは判断することができない。そのため、被験者数を増やし、引き続き調査する必要がある。

以上のことから、見取図から立体を作製する体験的な活動を含む学習指導を行うことは、学力の上位、下位の児童に関わらず、復習を通して、立体の体積に関する学力の向上が図れると言える。また、見取図のみで体積の学習指導を行った場合でも、学力の上位の児童に、体験的な活動を含む学習指導と同様に、復習による学力の向上が期待できる。しかし、要因を特定するには至らなかったが、学力の下位の児童には、復習を通して体積に関する学力を向上させる効果は見られないことが分かった。

5 おわりに

本研究は、見取図から具体的な立体を作製する体験的な活動が、小学校算数科の体積に関する学習に与える影響を調査することを目的に行った。方法は、見取図でかかれた複合図形の立体を作製し(作る)、使った1cmの立方体の個数を数え(数える)、その立体を操作する(動かす)体験的な活動を行わせた。授業導入時に見取図から立体を作製し問題解決を行わせた実験群と、見取図のみで問題解決を行わせた統制群を設け、検証授業を実施した。検証の結果、次のことが分かった。

(1) 体積の意味理解の向上

「作る」、「数える」、「動かす」の3つの要素を含む体験的な活動は、「体積とはものの大きさやかさである」や「基準となる立方体の数で表される」という体積の意味理解を向上させるのに有効である。

(2) 意識と知識の整合性

体験的な活動を通して、児童自身で問題解決を行った後に教師から説明を受ける指導は、児童の意識と知識の整合性を高める効果がある。

(3) 知識の習熟

見取図から立体を作製する体験的な活動を含む学

習指導を行うことは、学力の上位、下位の児童に関わらず、復習を通して、立体の体積に関する学力の向上が図れる。

以上のことから、見取図から立体の模型を作製する体験的な活動が、小学校算数科の複合図形の体積の学習において、体積の意味理解を向上させ、児童の意識と知識の整合性を高め、復習を通して知識が習熟するのに影響することが分かった。しかし、今回の調査は、少ない被験者数であったため、今後は、もっと多くの児童を対象とした検証を行い、データの信頼性を高めていくことが必要である。

なお、本研究は国立大学法人宇都宮大学ヒトを対象とする研究に関する倫理規定に基づく研究倫理審査委員会で審査を受け、承認(H14-0016)を得て実施した。

参考文献

- 1) 国立政策研究所教育課程研究センター，平成25年度全国学力・学習状況調査報告書中学校数学，pp.48-49(2013)．
- 2) 国立政策研究所教育課程研究センター，特定の課題に関する調査(算数・数学)調査結果，pp.42-43，141-142(2006)．
- 3) 国立政策研究所教育課程研究センター，平成26年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数，pp.43-45(2014)．
- 4) 狭間節子，大阪教育大学教科教育学論集，Vol.3，pp.67(2004)．
- 5) 八田弘恵，中西知真紀，熊倉啓之，国宗進，数学教育論文発表会論文集，37，pp.313-318(2004)．
- 6) 赤井利行，数学教育論文発表論文集，29，pp.157-162(1996)．
- 7) 影山和也，全国数学教育学会誌，数学教育学研究，Vol.8，pp.83-94(2002)．
- 8) 上月幸代，兵庫大学大学院学位論文，pp.68-88(2011)．
- 9) 杉山薫，川島芳昭，石川賢，全日本教育工学研究協議会全国大会(京都大会)，40，pp.101-102(2014)．
- 10) 市川伸一，小学館，(2004)．
- 11) 川島芳昭・小野勝也・石川賢・菊地章，日本産業技術教育学会誌，Vol.55，No.4，pp.27-36(2013)．

(2015年3月30日受理)