

セメントを素材としたものづくり教育での題材の開発

魚住 明生*・中村 友紀**

Development of Teaching Materials Made from Cement in Making Things Education

Akio UOZUMI and Tomoki NAKAMURA

要 旨

人類は、生活をより豊かにするため身近な素材を用いて様々な物を製作してきた。今日では、木材や金属、プラスチックなど、多様な素材が用いられている。中でも、セメントはビルや家屋、橋梁など、現代社会における様々な建造物に活用されている。今日、セメントは社会において必要不可欠な素材であり、子どもにとっても身近なものとなっている。このことから、ものづくり教育においてセメントを素材とした造形活動を行うことは、大変意義があると考えられる。しかし、セメントを用いたものづくりの教育実践は、これまであまり行われていない。今後より良いものづくり教育を展開するためには、素材としてのセメントの可能性を早急に検討する必要があると考える。

本研究では、セメントを素材としたものづくり教育の有効性を検討することを目的として、小学校図画工作科での教育実践を念頭に題材を開発し、実際にそれを用いたものづくり教室を開催して、その教育的効果を各種アンケート調査を基に検証した。

1. はじめに

近年、子どもたちの遊びには、テレビゲームなどの仮想的なものが増加してきている。一方、手や体を使った体験活動が減少しており、そこから由来する発達のゆがみが指摘されている¹⁾。そのため、技術・職業教育に関する条約（平成 4 年）や、ものづくり基盤技術振興基本法（平成 11 年）、中央教育審議会「答申」（平成 20 年）等において、小学校でのものづくり教育の重要性が言及されている。

小学校でのものづくり教育を担う教科として、図画工作科がある。本教科では、児童にとって身近な素材を用いた造形活動（造形遊び）を通して、「つくりだす喜びを味わうようにするとともに、造形的な創造活動の基礎的な能力を培い、豊かな情操を養う。」ことを目的としている²⁾。子どもにとっての身近な素材として、土や砂・粘土、木切れ、紙などが挙げられているがセメントは示されていない。現代社会においてビルや家屋、橋梁などの建造物の素材としてセメントは

広く活用されている。子どもたちにとって身近な建造物である校舎については、約 65% のものがセメントで作られている³⁾。このように、セメントは今日の社会において必要不可欠な素材であり、子どもにとっても身近なものであることから、セメントを素材としたものづくり教育を行うことは大変意義があると考えられる。しかし、小・中学校の教科書⁴⁾にはセメントを素材としたものづくりの授業実践は記載されていない。このような現状から、今後より良いものづくり教育を展開するためには、素材としてのセメントの可能性を早急に検討する必要があると考える。

本研究では、セメントを素材としたものづくり教育の有効性を検討することを目的として、小学校図画工作科におけるセメントを素材とした題材を開発し、その有効性をものづくり教室での実践を通して検証する。

2. 題材開発の方法

小学校図画工作科でのセメントを素材とした題材を

* 三重大大学教育学部

** 伊勢市立上御糸小学校

開発するために、以下示す3つのことを検討する。

- ① 素材としてのセメントの検討
- ② 学習指導要領の検討
- ③ 既往の研究の検討

次に、これらの検討結果を基にして、図画工作科での実習教材を提案し、単位時間（45分）の学習過程を構築する。

最後に、科学の祭典でのものづくり教室において、開発した題材の有効性をアンケート調査により検証する。

3. 開発する題材の検討

3.1 素材としてのセメントの検討

セメントの歴史は古く、約9,000年前の新石器時代において、セメントに似た物が発見されている。現在使われているポルトランドセメントは、18世紀の産業革命の時代に、イギリスで発明されたものである。建築物や橋梁、ダムのような構造物を作る素材は、大きく2種類に分けることができる。一つは、木材や鉄材のようなもので、引張や圧縮、曲げの力に強いが、火に対して非常に弱く、燃えたり、腐ったり、溶けたりする材料である。もう一つは、石材やレンガのようなもので、圧縮には強いが引張には弱く、工作もしにくい、火に対しては非常に強く、さびたり、腐ったりしない材料である。この両者の長所を併せた物が、セメントと砂、砂利それに鉄を併用した鉄筋コンクリートである。このことにより、セメントを用いた構造物が近年でますます増えてきている⁵⁾。

また、セメントは構造物の材料としてだけではなく、寒水石を混ぜることで大理石の感じを醸し出したり、着色によって様々な美しい工芸を創りだしたりして装飾にも使われている。近年では、他産業から発生する廃棄物をセメントの原料や製品の一部として幅広く利用し、循環型社会の構築に大きな役割を果たしている。

このようなセメントには様々な種類があり、普通のセメントが7日かかる硬さに、2～3時間でなる超速硬セメントや循環型社会の構築に大きな役割を果たしているエコセメント、歯の治療に使われる歯科セメント、着色できる白色ポルトランドセメント、原子力発電所や医療用照射室などから発生するX線、γ線といったエネルギーの高い放射線を遮蔽する目的で製造される遮蔽用セメントなどが開発されている。

以上のように、セメントが今日の社会において広く使用されていることや、様々な用途のセメントがあることなどを授業で取り上げることで、子どもたちにセメントを素材としたものづくりに関心をもたせることができる。さらには、セメントを用いたものづくりを通して、自分たちの社会における様々な技術

に関心をもつことも期待できる。

次に、ものづくり教育にセメントを素材として用いることのメリットとデメリットについて検討した。それぞれについて以下に示す。

【メリット】

- ① 水と混ぜて型に流し込むだけで成形できるため、子どもにとっても加工が容易である。
- ② 丈夫な作品を製作できるため、長い期間使用することができる。
- ③ 型に流し込んで製作するという造形活動は、粘土などとは異なった想像力を育成することができる。
- ④ 針金などの従来の素材と融合させることで、これまで以上に創造性豊かなものづくりを行うことができる。
- ⑤ 型枠を1つ作成すれば、同じ形のを複数作ることができる。

【デメリット】

- ① 粉末のため吸引する恐れがある。
- ② 化学反応中は弱アルカリ性のため取扱いに注意を要する。
- ③ 固まるのに時間がかかる。

これらのメリット、デメリットについては、メリットは最大限に教材に生かし、デメリットは様々な対応を考えることで最小限にする必要がある。このことにより、セメントを素材としたものづくり教育が可能になると考える。

3.2 学習指導要領の検討

小学校学習指導要領解説図画工作編⁶⁾の「A 表現」の領域における造形活動には、大きく二つの活動がある。一つは取り扱う材料の特徴から行うもの（造形遊び）と、もう一つは目的や主題を持ち用途を考えながら行うものである。どちらにおいても、これらの活動を通して『基礎的な能力』（発想や構想の能力、創造的な技能）を高めることが求められている。これらの活動に用いる素材としては新聞紙や段ボール、木材、針金など身近な物が挙げられているが、セメントについては一切示されていない。はじめにでも述べたように、セメントは子どもにとっても身近な素材であり、これまで用いられた素材と異なる特徴（例えば、水を加えると固まることや丈夫な構造物を作れること等）を多く有している。これらのことにより、図画工作科における造形活動においてセメントを素材として用いることで、より良く『基礎的な能力』を高めることができる。と考える。

中学校技術・家庭科においては、昭和26年の本教科の前身である職業・家庭科の学習指導要領⁷⁾に「セメント工」という小項目が存在した。当時は学校教育において啓発的な教育内容でないという理由からあまり行われず、それ以降の学習指導要領には「セメント工」についての記述が見られなくなった。現学習指導要領における「材料と加工に関する技術」での指導項目には、①生活や産業の中で利用されている技術、②材料と加工法、③材料と加工に関する技術を利用した製作品の設計・製作が示されており、セメントの特徴や社会での役割を考えると、セメントを素材とした題材はこれらのことを学習するのに適していると考ええる。

3.3 既往の研究の検討

澤本らの研究⁸⁾では、身近な材料を使用することで、ものづくりに対する興味を引き起こすことができると述べられている。実際に、身近な材料として建設材料であるコンクリートを取り上げ、ものづくり講座を実践している。この実践は、ものを作る楽しさの観点で検討されているが、造形活動での『基礎的な能力』（発想や構想、創造的な技能）の観点では行われていない。図画工作科での題材を開発するためには、この観点で実習教材を見直し、学習過程等を検討する必要がある。

辻⁹⁾は、昭和10年代後半から20年代前半にかけて、小学校の手工または手芸の教科書にセメントを用いた教材の記載があったが、作業が複雑で、固まるのに時間がかかることから、あまり行われることがなかったとしている。そのため、実際に行ったものづくり講座では、作業時間を短縮させるために超速乾セメントを用い、さらに電子レンジを用いセメントの水和反応を活発にさせる方法を実践している。本研究において開発しようとしている題材も単位時間での授業（45分）を想定しており、授業時間内で作業を終えることができるように、使用するセメントや手順について検討する必要がある。また、セメントの素材としての可能性について、生活に密着したものであり、その体験がその後の想像力と思考力の展開に繋がることから、低年齢層の子どもの教育に適しているとも述べている。

4. 図画工作科での実習教材の提案と学習過程の構築

ここでは、図画工作科の学習指導要領における各学年での「A表現」の内容を検討した後、それに適した実習教材を提案し、それを用いた単位時間での授業（45分）の学習過程を構築する。

4.1 第1・2学年での題材の提案

小学校図画工作科の第1・2学年におけるセメントを用いた実習教材では、本教科・該当学年の学習指導要領における「A表現」（1）の内容を学習することを前提として提案する。その内容を以下に示す。

【1・2学年「A表現」】¹⁰⁾

（1）材料を基にした造形遊びをする活動を通して次の事項を指導する。

- ア 身近な自然物や人工の材料の形や色などを基に思い付いてつくること。
- イ 感覚や気持ちを生かしながら楽しくつくること。
- ウ 並べたり、つないだり、積んだりするなど体全体をはたらかせてつくること。

ほとんどの児童が素材としてのセメントに初めて触れると考えられることから、ここでは造形遊びをする活動が有効であると考ええる。作る過程では、今までに使用したことがない、素材としてのセメントに興味・関心を示すと共に、手触りなどの感覚から新たな発想を生み出し、楽しんで活動を行える。また、セメントと水を混ぜ合わせたり、型に流し込んだりする活動により、これまでにない材料との一体感を体験できると考える。

これらのことから、本研究では第1・2学年用実習教材として『セメント磁石』（図1）を提案する。



図1 第1・2学年用実習教材『セメント磁石』の外観

この教材は、セメントを固める際に磁石を埋め込むもので、冷蔵庫などにメモを貼る際に使用できる。白色セメントを用いることで、硬化後はその表面に自由に絵の具で色を塗ることができ、図画工作科で求められる『基礎的な能力』を習得することが可能である。この教材を用いた単位時間での学習指導案を、表1に示す。

表1 第1・2学年用実習教材『セメント磁石』を用いた単位時間での学習指導案

【準備物】セメント、アクリル絵の具、ニス、ヤスリ、型枠、油、筆、実物見本、作業箱、ホワイトボード
【学習過程（45分）】

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけと留意点
1. 本時の学習を知る。	2分	・簡単に製作の流れを実物を見せながら説明する。
2. たくさんある型枠から一つを選ぶ。	3分	・セメントを流し込むための型枠の特徴を紹介し、その中から一つを選ばせる。
3. 内側に油を塗る。	3分	・油を塗ることで取り外しが容易になることを伝える。 ・油をつけ過ぎると型の中に溜まるので注意させる。
4. 袋にセメントと水を入れ、混ぜる。	4分	・水とセメントが完全に混ざるまで、手でもむことを伝える。
5. 流し込んだら、型を軽くたたいたりして中の泡を取り除く。	3分	・たたく時の力加減を指導者が演示する。 ・セメントの型や袋から溢れないように注意する。 ・セメントが少し固まってきたら、磁石を押し込むように伝える。
6. 磁石をセメントに入れ、固まるまで15分ほど待つ。	15分	・待っている間に、セメントについてのクイズをする。（使われている場所やセメントの種類など）
7. 型から取り外す。	2分	・慎重に型から取り出すように指示する。この時、軽くたたくと外しやすいことを伝える。
8. やすりがけを行い、色を塗る。	5分	・作品にあった色をアクリル絵の具で自由に塗らせる。
9. ニスを塗る。	3分	・ニスが床などに毀れないように注意する。
10. ホワイトボードに貼り、作品を鑑賞する。	5分	・セメント磁石を参加者相互に鑑賞させる。

なお、セメントを用いた実習教材での学習の基本的流れは、【型枠の選択（作成）】→【セメントの配合・攪拌】→【型枠へのセメントの流し込み】→【養生】→【型枠の取り外し】→【仕上げ】である。

4.2 第3・4学年での題材の提案

小学校図画工作科の第3・4学年におけるセメント

を用いた実習教材では、本教科・該当学年の学習指導要領における「A 表現」(2) の内容を学習することを前提として提案する。その内容を以下に示す。

【3・4学年「表現」】¹¹⁾

- (2) 感じたこと、想像したこと、見たことを絵や立体、工作に表す活動を通して、次の事項を指導する。
- ア 感じたこと、想像したこと、見たことから、表したいことを見付けて表すこと。
- イ 表したいことや用途などを考えながら、形や色、材料などを生かし、計画を立てるなどして表すこと。
- ウ 表したいことに合わせて、材料や用具の特徴を生かして使うとともに、表し方を考えて表すこと。

この学年では、目的や主題を持ち、用途を考えながら計画的なもののづくりが適していると考えられる。具体的には、身近で実用性のある物をセメントを用いて製作していく。その際、児童の発想に基づいて自由に形が作れるように、セメントを流し込む型枠を粘土で作成する。この過程で、児童は様々な形の型枠を作りながら考えていくことができる。さらに、セメントが固まった後、絵の具で色を塗る活動では、配色や配合を工夫したりすることもできる。以上のように、この実習教材を用いることにより、図画工作科で求められている『基礎的な能力』を習得することができる。

これらのことから、本研究での第3・4学年用実習教材として『ペーパーウェイト』（図2）を提案する。



図2 3・4学年用実習教材『ペーパーウェイト』の外観

この実習教材は、セメントを用いることで得られる材料としての丈夫さと重量感を生かしたものである。紙への型枠の下書きから、粘土での型枠の作成、色塗りと実際に作りながら児童は自分の考えや思いを形にしていけることができる。その過程で、児童の創造性を高めることが期待できる。この教材を用いた単位時間での学習指導案を、表2に示す。

表2 第3・4学年用実習教材『ペーパーウェイト』を用いた単位時間での学習指導案

【準備物】セメント、アクリル絵の具、ニス、紙ヤスリ、油、筆、油粘土、学習プリント、筆記用具、プラ板、専用作業箱

【学習過程（45分）】

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけと留意点
1. 本時の学習を知る。	2分	・簡単な製作の流れを実物を見せながら説明する。
2. 学習プリントに作りたい絵を描く。	8分	・複雑な形にすると欠けやすくなることを伝える。
3. 絵の上に粘土を置いて型枠を作る。	3分	・できるだけ大きく絵を描くことを伝える。 ・粘土とプラ板を配る。 ・粘土を用いた型の作り方を説明する。 ・油を塗ることで取り外しが容易になることを伝える。 ・油をつけ過ぎると型の中に溜まるので注意させる。
4. 袋にセメントと水を入れ、混ぜる。	4分	・水とセメントが完全に混ざるまで、手でもむことを伝える。
5. 流し込んだら、型枠を軽くたたき、中の泡を取り除く。	3分	・たたき時の力加減を指導者が演示する。 ・セメントがこぼれないように注意する。
6. 固まるまで15分ほど待つ。	15分	・待っている間は、セメントについてのクイズをする。（使われている場所やセメントの種類など）
7. 油粘土の型枠を取り外す。	2分	・慎重に油粘土から取るように指示する。この時、軽くたたきと外しやすいことを伝える。
8. やすりがけを行い、色を塗る。	5分	・作品にあった色をアクリル絵の具で自由に塗らせる。
9. ニスを塗る。	3分	・ニスが床などに毀れないように注意する。

4.3 第5・6学年での題材の提案

小学校図画工作科の第5・6学年におけるセメントを用いた実習教材を開発するにあたり、本教科・該当学年の学習指導要領における「表現（2）」を学習することを前提として提案する。その内容を以下に示す。

【5・6学年「A 表現」】¹²⁾

(2) 感じたこと、想像したこと、見たこと、伝え合

たいことを絵や立体、工作に表す活動を通して、次の事項を指導する。

- ア 感じたこと、想像したこと、見たこと、伝え合いたいことから、表したいことを見付けて表すこと。
イ 形や色、材料の特徴や構成の美しさなどの感じ、用途などを考えながら、表し方を構想して表すこと。
ウ 表したいことに合わせて、材料や用具の特徴を生かして使うとともに、表現に適した方法などを組み合わせて表すこと。

この学年では、これまでの学習してきた表現方法や材料の特徴を組み合わせ、新たな方法を考えるものづくりが求められる。そのためには、セメントと他の素材を組み合わせ、それぞれの特徴を生かした新たな表現方法を学べる実習教材が必要である。

これらのことから、本研究では第5・6学年用実習教材として『カードクリップ』（図3）を提案する。



図3 第5・6学年用実習教材『カードクリップ』の外観

この実習教材は、セメントと針金を組み合わせたものである。ここでは時間の制約から型枠として紙コップを用いたが、第3・4学年での『ペーパーウェイト』のように、粘土で型枠を自由に作る活動と、針金細工で造形を自由にすることを併せて行うことができる。このように、異なる二つの創造的な造形活動を行うことで、図画工作科で求められている『基礎的な能力』を高めることができると考える。また、セメントに着色剤を混ぜ、色付けをする活動を通して、素材としてのセメントの有用性を学ぶことも期待できる。この教材を用いた単位時間での学習指導案を、表3に示す。

4.4 セメントを用いた実習での留意点

ここでは、これまでに提案した実習教材を用いた学習過程において、共通して留意すべきこととその対応について示す。

「3.1 素材としてのセメントの検討」で示したように、セメントには以下に示すデメリットがある。

表3 第5・6学年用実習教材『カードクリップ』を用いた単位時間での学習指導案

【準備物】セメント、着色剤、ニス、ヤスリ、型枠、油、筆、学習プリント、実物、ラジオペンチ、割箸、針金

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけと留意点
1. 本時の学習を知る。	2分	・簡単な製作の流れを実物を見せながら説明する。
2. セメントの色を選ぶ。	3分	・セメントは着色剤を使うことを伝える。あまり経験のない作業のため、児童は興味を示すと考えられる。
3. 学習プリントに作りたい絵を描く。	3分	・針金細工で作りたい絵をプリントに描くことを伝える。 ・難しい形は加工しにくいことを伝える。
4. 針金細工を行う。	8分	・ラジオペンチの使い方を説明する。 ・針金同士を結ぶところは少し難しいので、指導者が支援する。
5. コップにセメントと水を入れ、混ぜる。	3分	・水とセメントが完全に混ざるまで、割箸でかき混ぜることを伝える。
6. 流し込んだら、容器を軽くたたき、中の泡を取り除く。	2分	・たたき時の力加減を指導者が演示する。 ・セメントを溢さないに注意する。
7. 針金細工をセメントに入れ、固まるまで15分ほど待つ。	15分	・セメントが少し固まってきたら、針金を入れて待つ。 ・待っている間に、セメントについてのクイズをする。(使われている場所、セメントの種類など)
8. 容器から取り外す。	2分	

【デメリット】

- ① 粉末のため吸引する恐れがある。
- ② 化学反応中は弱アルカリ性のため取扱いに注意を要する。
- ③ 固まるのに時間がかかる。

これらへの具体的な対応策を以下に示す。

①への対応として、セメントを混ぜる時に防塵マスク、安全メガネを着用させ、専用作業箱(図4)の中でセメントと水を混ぜる作業を行なわせる。

②については、ゴム手袋を着用させる。

③の対応として、超速乾セメント(図5)を使用する。普通ボルトランドセメントでは固まるのに24時間を必要とするが、このセメントでは、ある程度固まるのに15分間しか要しない。このことにより、単位時間での授業(45分)内でセメントを用いたものづくりを行うことができる。さらに、白色セメントを用いることで絵の具や着色剤(図6)で色を付けることができる。



図4 セメントを用いた実習での専用作業箱



図5 超速乾セメント



図6 セメントの着色剤

一般的に、セメントと水を混ぜ合わせる作業では、セメント：水＝5：2になるように配合する。『セメント磁石』ではセメントを50グラム、『ペーパーウェイト』ではセメント100グラム、『カードクリップ』ではセメント50グラムと着色剤2グラムを混ぜたものを紙コッ

プなどに入れ、ラップを被せて予め用意しておく。また、『セメント磁石』と『ペーパーウェイト』では、ジッパー付きの袋に水とセメントを入れ、直に手で揉みながら混ぜる方法で行う。このことにより、セメントの粉塵が外に出ることを防ぐとともに、セメントと水が科学反応して暖かくなる感覚やサラサラのセメントが段々硬くなることを体験させることができる。

5. ものづくり教室での題材の有効性の検討

5.1 アンケート調査の方法

開発した3つの題材の有効性を検討するために、素材としてのセメントを用いたものづくり教室『わくわくセメント工作』を科学の祭典¹³⁾に出展した。この教室に参加した子どもとその保護者を対象として、アンケート調査を行い、題材（提案した実習教材と構築した学習過程）について、その有効性を検証する。

参加した子どもへのアンケート調査での質問項目は次に示す4問である。

【参加した子どもへの質問項目】

- ① 今日の工作は楽しかったですか？
- ② セメントで何か作りたいと思いますか？
- ③ セメント工作は難しかったですか？
- ④ セメントについてもっと知りたいと思いますか？

①はセメントを用いたものづくりへの興味・関心を、②は意欲、③は難易度、④は知的好奇心を検討するものである。それぞれ回答は4件法で、その理由については自由記述で回答を求めた。

次に、保護者へのアンケート調査では、セメントを用いたものづくり教育の有効性と実習教材の難易度を4件法で、セメントを用いた造形活動の良い点と改善点について自由記述で回答を求めた。

5.2 参加者へのアンケート調査の結果と考察

ものづくり教室に参加し、アンケート調査に回答した子どもの学年構成を表4に示す。

表4 参加者の学年構成

校種・学年	セメント磁石	ペーパーウェイト	カードクリップ
幼稚園	3	2	3
小学校	1年	5	3
	2年	5	2
	3年	2	4
	4年	6	3
	5年	2	1
	6年	1	7
合計	24	16	16

本研究でのものづくり教室は、科学の祭典での出展であることから、参加者に作る実習教材を強制できないため、学年に応じた教材を推奨するに止め、最終判断は参加者に委ねることとした。そのため、それぞれの実習教材で想定した学年と異なる学年の参加者に対しても実践を行った。

まず、各題材におけるアンケート調査での質問項目の平均得点を、図7に示す。なお、ここでの平均得点は、4件法での、「とても思う」を4点、「まあまあ思う」を3点、「あまり思わない」を2点、「まったく思わない」を1点として得点化したものを平均したものである。

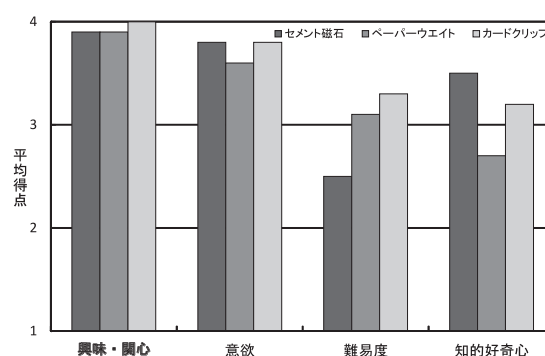


図7 各題材におけるアンケート調査での質問項目の平均得点

興味・関心と意欲については、全ての題材において高い得点が示された。このことから、開発した題材は子どもの興味・関心、意欲を高めるのに効果があったものと考えられる。

次に、難易度ではそれぞれの実習教材で設定した学年が上がるにつれて得点が高くなっている。このことは、各学年の実習教材を提案する際に、想定していた難易度と概ね適合していることから、本研究での実習教材の学年設定が適切であったと考える。

知的好奇心では、セメント磁石、カードクリップで3点以上の比較的高い得点が示されたが、ペーパーウェイトではあまり高い得点は示されなかった。この理由として、製作途中で生じた強度不足による破損などの失敗が原因ではないかと考えられる。このことにより、参加した子どもの知的好奇心が低下したのではないかと推察される。この対応としては、セメントの量の調整やセメントの中に針金を入れるなどの強度を補う工夫が必要であることが課題として明らかになった。

次に、アンケート調査の各回答における自由記述を題材ごとにまとめたものを、表5～表7に示す。

①の自由記述での質問項目「どんなところが楽しかったですか？」に対し、全ての題材においてセメントの活動への好意的な回答を得ることができた。このことは、セメントを素材とした実習教材の可能性を示すものと考えられる。しかし、「水に粉を溶かす」や「セメントを固めるところ」など抽象的な記述が多く、セメントの活動のどこが楽しかったのかを具体的に調べる必要がある。例えば、水和反応によるセメントの温度の変化や、サラサラのセメントが徐々に固まっていく様子、感触の変化などセメントの特徴のどこに楽しさを感じたのかを追究する必要がある。また、ペーパーウェイトでは、「全部自分で作った」という記述があった。このことから、型枠から作ることで子どもがより達成感を感じていることが分かる。カードクリップでは、針金について興味を示す子どもが多かった。針金細工とセメントを素材としたものづくりを融合することで、子どもの興味・関心をより良く高めることができると考える。

表5 「どんなところが楽しかったですか？」に対する参加者の回答

題 材	参加者の回答（自由記述）
セメント磁石	<ul style="list-style-type: none"> ・色ぬり ・セメントを流し込む ・クイズ ・セメントが固まる場所 ・型から取るところ ・粉に水を入れるところ
ペーパーウェイト	<ul style="list-style-type: none"> ・自由にできたこと ・色ぬり ・粘土で型を作るところ ・クイズ ・水で粉を溶かす ・周りを削ったこと ・初めから全部自分でできた
カードクリップ	<ul style="list-style-type: none"> ・いろいろな体験ができたところ ・針金を曲げるところ ・セメントを固める場所 ・紙カップを切るところ ・セメントクイズ

次に、③の自由記述での質問項目「どこが難しかったですか？」に対し、それぞれの題材において、セメントでの造形活動における困難が具体的に示された。これらは学校現場において授業を実践する際の課題になることから、今後具体的な対応を検討し、実習教材並びに学習過程を改善していく必要がある。なお、今回のものづくり教室では全ての参加者が作品を完成させることができおり、題材並びに活動での支援、教具等が有効であったと思われる。

表6 「どこが難しかったですか？」に対する参加者の回答

題 材	参加者の回答（自由記述）
セメント磁石	<ul style="list-style-type: none"> ・型に流し込むところ ・色ぬり ・固める場所 ・セメントを作るところ ・細かく塗るところ ・型から取るところ ・クイズ ・メガネをかける場所
ペーパーウェイト	<ul style="list-style-type: none"> ・固まらないように混ぜるところ ・型を作るところ ・削るところ ・型から取り外すところ ・粘土に入れる場所 ・型を作るときにとんがらないようにする場所
カードクリップ	<ul style="list-style-type: none"> ・針金を曲げるところ ・動いて固まらない ・針金同士を結ぶ場所 ・セメントを紙コップから取る ・クリップをつける場所 ・ラジオペンチで針金を曲げるところ

最後に、④の自由記述での質問項目「セメントについて何を知りたいですか？」に対し、セメントへの興味・関心を示す記述が多く見られた。本研究でのものづくり教室を通して、先の4件法での回答と同様に、子どもたちに高い興味・関心をもたせることができたと思う。また、子どもの記述には「どんなところで使われているのか」、「今後の使い道は」など、社会に

表7 「セメントについて何を知りたいですか？」に対する参加者の回答

題 材	参加者の回答（自由記述）
セメント磁石	<ul style="list-style-type: none"> ・クイズ以外のこと ・何でできているか ・セメントはどこで使われているか ・性質 ・セメントの成分 ・セメントの種類 ・どんな化学反応が起きているのか ・強度
ペーパーウェイト	<ul style="list-style-type: none"> ・原料 ・今後の使い道 ・どうして固まるのに1ヶ月かかるのか ・他に何が作れるか
カードクリップ	<ul style="list-style-type: none"> ・どんなところで使われているか ・どうして固まるのか ・どのように作られているのか

おけるセメント利用に目を向けている子どももあり、セメントに関する発展的な学習が期待できる。なお、セメントが固まる仕組みについては、クイズの中で解説したが、アンケートから子どもたちには十分理解されていないことが示された。このことから、説明の仕方や教材をさらに検討する必要がある。例えば、原料などは、実物を提示したり、分かりにくい仕組みについては模型や図解を用いて説明するなどの工夫・改善が求められる。

5.3 保護者用アンケート調査の結果と考察

保護者用のアンケート用紙での「セメントの有効性」と「題材の難易度」の結果を図8に、セメントを用いた造形活動の良い点と改善点を表8に示す。なお、ここでの平均得点は、4件法での、「とても思う」を4点、「まあまあ思う」を3点、「あまり思わない」を2点、「まったく思わない」を1点として得点化したものを平均したものである。

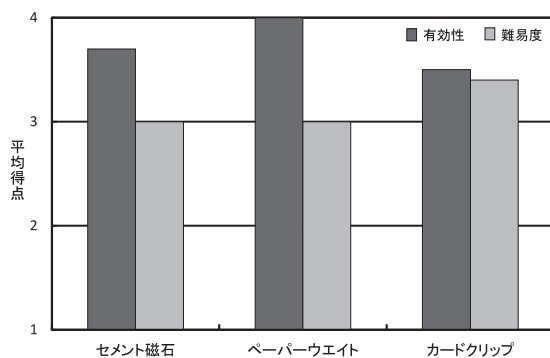


図8 保護者アンケートでの各題材の平均得点

表8 セメントを素材とした題材の良い点と改善点

題 材	保護者の回答（自由記述）
セメント磁石	<ul style="list-style-type: none"> 学校の教材にしてほしい。 普段できない体験がよい。 低学年向きで合っている。
ペーパーウエイト	<ul style="list-style-type: none"> セメントは紙とは水分のしみこみ方が違う。 型にこだわるけれど、楽しい。 セメントの性質が分かって良い。
カードクリップ	<ul style="list-style-type: none"> 普段気にもしないものがセメントでできていると知って、興味がわく、色々な刺激になる。 学年のレベルにあっている。 学習面で様々な配慮があり安心できた。

本研究で開発した題材の有効性では、全てのものにおいて3点以上の高い得点が示された。このことから、ものづくり教育において本研究で開発したセメントを素材とした題材が、概ね保護者の視点からは、有効であったと考えられる。

題材の難易度については、全ての題材において3点以上が示されており、実習教材を提案する際に想定した難易度の設定が、保護者の視点からも概ね適切であったことが分かった。

セメントを用いた造形活動での良い点と改善点での記述では、開発した題材への好意的な記述が多く見られた。このことから、本研究で開発したセメントを素材とした題材が、ものづくり教育において有効な題材となる可能性が示されたものと考えられる。

6. おわりに

本研究では、セメントを素材としたものづくり教育の有効性を検討することを目的として、小学校図画工作科における実習教材を提案し、それを用いた単位時間の学習過程を構築して、その教育的効果をものづくり教室での実践により検証した。その結果、以下に示す成果を得ることができた。

- 素材としてのセメントを用いた実習教材を提案し、それを用いた単位時間の学習過程を構築することができた。
- 科学の祭典でのものづくり教室において、開発した題材の有効性を検証することができた。
- 開発した全ての題材において、参加した子どもの造形活動への興味・関心と意欲が概ね高まることが分かった。
- 提案した実習教材の難易度が、想定した学年設定と概ね適合していることが分かった。
- セメントを素材とした造形活動における具体的な課題を明らかにすることができた。
- 本研究で開発した題材は、ものづくり教育での題材として、保護者から概ね好意的に受け入れられることが分かった。

また、問題点としては以下に示すことが明らかとなった。

- ペーパーウエイトは強度不足から生じる破損などがあり、金網を入れる等の対策が必要である。
 - 本研究で開発した題材では、セメントの性質や固まる仕組みについて、子どもたちは十分に理解させられていない。
 - セメントを用いた造形活動で、子どもが楽しいと感じる具体的な内容を明確にすることができていない。
- なお、これらの成果と課題は、科学の祭典でのもの

づくり教室でのものであり、実際の小学校での図画工作科での教育実践等での検証を必要とする。

以上に示された本研究での課題を検討し、教材並びに学習過程を改善して、学校現場において授業実践を行い、さらにより良い題材としていくことを今後の課題とする。

附 記

本論文は、中村友紀の作成した論文（2011 年度三重大学教育学部卒業論文）を基に、指導教育であった魚住明生がまとめ直したものである。

参考文献・URL

- 1) 子どもの遊びと手の労働研究会編：子どもの「手」を育てる，ミネルヴァ書房（2007）
- 2) 文部科学省：小学校学習指導要領解説図画工作編（2008）
- 3) 国土交通省：法人の所有する建物の状況
〈<http://www.mlit.go.jp/>〉（参照：2011-10-30）
- 4) 例えば，文部科学省検定済教科書小学校図画工作科用，開隆堂（2011）や文部科学省検定済教科書中学校技術・家庭科用，東京書籍（2010）等
- 5) セメント協会：〈<http://www.jcassoc.or.jp/>〉（参照：2012-10-31）
- 6) 前掲 2)
- 7) 文部省：中学校学習指導要領職業・家庭科編（試案）（1951）
- 8) 澤本武博，辻正哲：子供たちのためのコンクリートによるものづくり講座，コンクリート工学 47，pp.136-139，日本コンクリート工学協会（2009）
- 9) 辻正哲：小学校を対象としたセメント系材料による教育プログラムの開発，学術講演会公演論文集 48，pp.151-152（1999）
- 10) 前掲 2) pp.23-25
- 11) 前掲 2) pp.36-39
- 12) 前掲 2) pp.48-51
- 13) 科学の祭典：〈<http://www.kagakunosaiten.jp/>〉（参照：2012-10-31）