

## 教科内容と教科指導法の授業が連動する異学年交流型の初等教員養成の展開

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 郡司, 賀透, 雪田, 聡, 木村, 英里, 渋谷, 駿太 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00009466">https://doi.org/10.14945/00009466</a>

## 教科内容と教科指導法の授業が連動する異学年交流型の初等教員養成の展開

郡司 賀透 雪田 聡 木村 英里 渋谷 駿太

### The development of lectures emphasized interactions between students of different grades in an elementary school teacher preparation course

Yoshiyuki GUNJI, Satoshi YUKITA, Eri KIMURA, Shunta SHIBUYA

#### 要旨

The authors report on exemplary cases for developing lectures emphasizing interactions between students of different grades in an elementary school teacher preparation course. Lectures on methods of elementary science instruction were connected with lectures on specialized science subjects in this project.

キーワード：初等教員養成課程 異学年交流 科学知識の獲得 学習指導の構想力育成

#### 1. はじめに

本研究の目的は、教科内容の専門性と教科指導法の実践性の結びつけが難しい初等理科教員養成課程における大学授業の展開を検討したものである。

大学授業における協同学習の有効性が指摘されるようになって久しい。ジョンソンら(2001)は、以下の場面において、1人での取り組みに比べ、より高い成績と生産性が期待されると主張する。

- ・とくに重要な学習目標が掲げられているとき
- ・課題の習得と保持が重要なとき
- ・課題が複雑で、概念的であるとき
- ・問題解決が望まれるとき
- ・拡散的思考や創造性が望まれるとき
- ・質の高い成果が期待されるとき
- ・高度な思考手順や批判的思考が必要とされるとき

初等理科教員養成課程において、上述の場面の1つに、学習指導案の作成がある。学習指導の構想力の育成は、教員養成課程における重要な目標の1つとなっている。この活動で受講者には、高度な批判的思考が求められる一方、教職経験を有していないため実感を伴い難い。そればかりではない。小学校理科指導法の授業には、特有の課題がある。すなわち、受講者は教科の背後にある科学知識の獲得と教科指導法の学びの間に、つながりを見だしにくいのである。とりわけ、科学を専門としない受講者には、高度な科学的原理・法則の理解と教科指導法を結びつけることに難しさがあるといえる。たとえば、エネルギーや粒子概念は、理科教育における重要な教育内容であるものの、抽象性が高く難解である。だからといって、受講者が高度な科学的原理・法則の習得を軽視したまま、小学校教員となった時、科学的に誤った概念を児童に教えてしまつては、基礎的資質に関わる根本的問題になる。

上述の問題意識に基づいて、筆者らは、教科内容を担当する大学教員の指導を受けながら、最先端の研究に取り組む4年生を中心とした、異学年交流型の教科指導法の授業を試行し、授業の有効性を検討した。当該実践が以下の4点をもたらすと確信したからである。1つめが、教員養成への寄与である。小学校教員志望学生の実践的指導力を向上することができる。2つめが、将来性である。卒業研究に取り組む学生がテーマを2・3年生に伝えることで、2・3年生は今後の学びの見通しをもつことができる。3つめが、相互の学び合いから理解を深めるモデルを提示することである。異学年交流型の学び合いから、受講者の知識の構成が可能になる。4つめが、学部における共有性である。今回は教科専門の科学性が高い理科だけを扱うものの、連動のモデルを明らかにすることで、各系列教員の協働のひな形を提示できることにある。

本報告は、平成27年度の大学授業について、多人数授業と少人数授業実践の成果をまとめたものである。

#### 2. 多人数授業における大学授業実践の成果

##### (1) 実践の背景

科学技術振興機構・国立教育政策研究所の『平成20年度小学校理科教育実態調査』の「理科の内容の指導について、どのように感じていますか」という質問では、教職5年未満、教職5年以上10年未満の人で苦手意識を感じる教員が半数以上存在していることが判明した。また、「小学校の理科の指導法の知識・技能について、もっと大学で学んでおくべきだったと思いますか」という質問では、教職5年未満、教職5年以上10年未満の人で学んでおくべきだったと思う教員が多数を占める実態が明らかとなった。

このような現状を踏まえて、本プロジェクトでは、

その問題を解決する手段の1つとして、教員養成課程における学習指導案の構想・作成において、透明化標本教材の導入を検討した。透明化標本とは、生きていた時のままの骨格で立体的に観察でき、生物の体の美しさ、骨格、関節を直感的に理解できると考えられる生物教材である。小学校教員免許取得を目指す受講者に、小学校4年理科のヒトの体のつくりと運動の単元において透明化標本を教材とした指導案作成を行う講義を行った。

(2) 対象、実施時期及び講義内容

- ・対象：2年生の受講者 188名
- ・時期：平成27年6月15日，19日
- ・講義：理科指導法 I
- ・内容：①透明化標本の説明 ②アンケート

理科教育法 I は、小学校教員免許取得を目指す学生が小学校理科の授業法を学ぶ講義である。本研究では、講義内で透明化標本の特徴および作成法を紹介し、小学校4年生の「ヒトの体のつくりと運動」の単元で透明化標本を用いた授業を展開すると想定して授業案作りを行わせるとともに、透明化標本の教材化に対するアンケート調査を行った。

(3) 作製方法

実際に講義で説明した透明化標本の作製方法は以下の通りである。まず、対象動物の内臓摘出と水洗を行い、次にホルマリン固定を行った。そのあと、皮膚組織の除去、アルシアンブルーによる軟骨染色を行い、トリプシン液による筋肉組織の消化を行った。アリザリンレッドによる硬骨染色を行って、最後にグリセリン中に保存して透明化標本を完成させた(図1)。

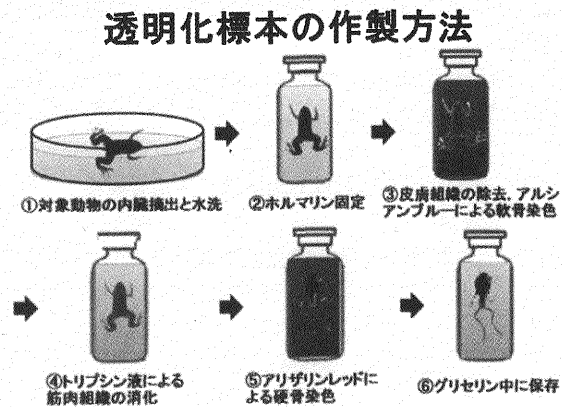


図1 透明化標本の作製方法

(4) アンケート調査

受講者に対して、学習経験や透明化標本教材導入の可否について、以下のアンケート調査を行った。

表1 アンケート質問項目

質問① 小中学生の時に標本を使った授業をしたことがありますか。 1. ある 2. ない  
※「1. ある」とお答えした方にお聞きします。使った標本は何でしたか。

質問② 透明化標本を小学校で用いたいと思いますか。  
※当てはまる・どちらかといえば当てはまる方→質問③へお進みください  
※どちらかといえば当てはまらない・当てはまらない方→質問⑩へお進みください

質問③ そう思った理由はなんですか(複数回答可)。  
1. 児童の理解が深まると思うから  
2. 理科への興味が深まると思うから  
3. 児童が喜びそうだから  
4. 小学校の時から少し難しいことをやっておくことは大切だと思うから  
5. その他

質問④ 何の授業で用いたいですか(複数回答可)。答えられる範囲でお答えください。  
1. 理科 2. 生活 3. 総合 4. クラブ活動 5. その他( )  
※どのように用いたいですか。

質問⑤ 用いるとしたら誰が作りますか(複数回答可)。  
1. 教師 →質問⑥へお進みください  
2. 児童 →質問⑧へお進みください

質問⑥ 観察対象として教師が作っておくなら生き物は何を使いますか(複数回答可)。  
1. 魚類 2. 両生類(カエル等) 3. 爬虫類(トカゲ等)  
4. 鳥類 5. 哺乳類 6. 甲殻類(カニ等)  
7. 軟体動物(イカ等) 8. 虫(昆虫, クモ, ダンゴムシ等) 9. その他( )

質問⑦ 教師が準備するとしたら時間は長いですか。  
1. 長い 2. 適当 3. 短い 4. 科目による 5. その他( )  
※長いとお答えした方にお聞きします。どの程度の時間なら準備する気になりますか。  
※質問⑤で児童を選ばなかった方は質問⑩へお進みください。

質問⑧ 子どもが作るとしたら生き物は何を使いますか(複数回答可)。  
1. 魚類 2. 両生類(カエル等) 3. 爬虫類(トカゲ等)  
4. 鳥類 5. 哺乳類 6. 甲殻類(カニ等)  
7. 軟体動物(イカ等) 8. 虫(昆虫, クモ, ダンゴムシ等) 9. その他( )

質問⑨ 子どもが作るとしたら時間は長いですか。  
1. 長い 2. 適当 3. 短い 4. 科目による 5. その他( )  
1. 長いとお答えした方にお聞きします。どの程度の時

間なら適当だと思いますか。( )

質問⑩ 透明化標本の改善点があればお答えください。

1. 値段を安くする
2. 安全性を確保する
3. 透明化標本を科学キット的なものにする
4. その他

→質問③へお進みください

質問⑪ そう思った理由は何ですか(複数回答可)

1. 用いることで児童が混乱すると思ったから
2. 時間が適当でないから
3. 予算が厳しいならそもそも用いることはできないと思うから
4. 用いるなら中学校・高校ではないかと思うから
5. 児童への精神的ショックが懸念されるから
6. 安全への配慮が足りないから
7. その他/改善点

質問⑫ 質問⑩で2に○をつけた方にお聞きします。どの程度の時間なら適当だと思いますか。

質問⑬ 透明化標本を小学校で発展的に使うことで学習面で小中ギャップ(中1ギャップ)を改善することにつながると思われますか。

質問⑭ 理科が嫌いになったり、苦手になったりしたことがありますか。

1. ある 2. ない

※「1. ある」とお答えした方にお聞きします。

いつそうりましたか 年生  
その時の理由はなんですか

- 1 難しくなったから
- 2 面白くなかったから
- 3 板書ばかりの授業になったから
- 4 その他

上述のアンケート調査から、以下の事実が明らかとなった。

まず、小中学生の時に標本を使った授業を受けた経験をたずねた質問では、94%、つまりほとんどの学生が小中学生の時に標本を使った授業を受けたことがなかった。しかし、透明化標本の説明後に透明化標本を小学校で用いたいと思いますかという質問では、74%の学生が透明化標本を使うことには肯定的な答えであった。

次に用いたいと思った理由は何ですかという質問では、透明化標本は児童の単元の理解を深め、生物に対する興味を深めるといった意見が多くみられた。講義中に透明化標本は中学校の「脊椎動物・無脊椎動物の分類」にも使うことができ、中学校につながる教材であるという説明をしたものの、中学校を見据え小学校の時から少し難しいことを学ぶことは大切だと思うという意見の受講生は少数であった。

その他の自由記述については、実物を見せることの大切さや、色で染め分けられていて見やすいといった意見があった。

次に理科の授業でどのように用いたいですかという質問における自由記述については、科学のプロセス・スキルの1つ「観察」と答えた受講者が最多であった(11人)。また、活用方法として導入や発展の段階で用いたいという意見があった。他にも作製された標本を児童に見せたり、児童とともに作製したりするアイデアがあった。透明化標本の利点でもある骨の様子を比べやすいことを活かして、他生物と比較させたいという意見があった。

### (5) 作成された指導案の具体例

実際に理科以外の専修の学生が作成した指導案を2つ報告する。

ある学生が作成した指導案では、透明化標本を導入として用い、観察の重要性や実験試料の取り扱いといった、理科教育に重要な点について意識した案となっていた(図2)。

## 指導案例

平成27年度「理科教育法1」(第9回、第10回)

【課題】理科の授業指導案を構想して、評価の観点と対応させてみよう。

単元 動物のねむとさん向(4年生)

単元のねらい(透明化標本を使って下さい)  
0人のねらい:骨の形が分かるように観察する 0問答のねらい:骨の形が分かるように観察する  
のねらい:骨の形が分かるように観察する 1問答のねらい:骨の形が分かるように観察する

授業(構成) 指導の流れ(授業時間の設定は任意です)

時間	予定される児童の活動	教師の支援	留意点	評価
0				
?		透明化標本も見せる	見せ方(骨の形)	観察力
5		試験から人の骨のねむとさん向(動物)の骨のねむとさん向	骨の形が分かるように観察する	観察力

### 導入

- ・「じっくり見ること」→観察の重要性
- ・「丁寧に扱うこと」→実験試料の取り扱い

図2 学習指導案の一例

図3、図4もまた、理科専修ではない受講者が作成した指導案の一例である。受講者は透明化標本を授業全体で用いるように作成した。導入では、標本を少しだけ見せ、何の動物でしようか問にかけて興味を引き出す。その後、透明化標本の説明をしたのちに、骨には軟骨もあること、骨および関節の役割を解説するよう展開する。さらに、まとめでは透明化標本を児童に再度ゆっくりと観察させて理解を深め、ヒトとカエルとの骨や関節の構造および機能の共通性を説明するストーリー構成である。当該受講者は、軟骨の存在についても指導することを意識していた。

### 指導案例

学習される実質的活動	教師の役割	学習者	評価
<p>体内にどの動物(クダ、コウモリ、鳥、カエルなど)が実際にいるか? 観察する</p> <p>透明なアクリルケースの中に動物の骨を比較し、動物の種類を推定する</p> <p>動物と人間の体のつくりについて理解し、骨の役割を説明できるようにする</p> <p>発表(個人)</p>	<p>骨の役割を説明する</p> <p>動物の骨のつくりを説明する</p> <p>骨の役割を説明する</p> <p>骨のつくりを説明する</p>	<p>動物の骨のつくりを説明する</p> <p>骨の役割を説明する</p> <p>骨のつくりを説明する</p>	<p>動物の骨のつくりを説明する</p> <p>骨の役割を説明する</p> <p>骨のつくりを説明する</p>
<p><b>発展</b></p> <p>カエル、サカナの透明化標本・その他の動物の写真を用意し骨・筋肉を中心とした体のつくりについて人との違いを説明</p>			

図3 学習指導案の一例

### 指導案例

図4 学習指導案の一例

本講義では、透明化標本を用いたことが、生物に対する興味、新たな知識を得る機会にもなっていた。

まず受講者が生物に興味をもったかについて述べる。アンケートでは、見た目の美しさを児童にも観察させたい、スケッチの題材として図工でも使ってみようといったコメントがあった。また、生物の透明化標本の写真を提示したときに「おおっ!」と驚いている反応が受講者にあった。授業後に透明化標本を実際に欲しい、作ってみたい、カエル以外の生き物、例えばイカでも同じ作成方法で作れるのかといった意見や質問があった。

受講者が新たに獲得した知識には2つあった。1つめに硬骨、軟骨を染め分けることが出来る透明化標本そのものの存在である。何人かの受講者は透明化標本のことを知っていたものの、大半の受講者は知らず透明化標本を知る機会となった。2つめに関節の構造についてである。小学校4年生理科の教科書のヒトの体のつくりと運動の単元に掲載されている図では一般的に、筋肉と共に関節について説明がなされている。関節は軟骨を含むものの、児童が骨格模型などの他の教材を見るだけでそのことを理解するのは困難である。透明化標本の関節部分を拡大すれば、関節が青色で染

色された軟骨を含むことが明確に分かるからである。

以上、専門性の高い卒業研究の成果を卒業研究に取り組む学生が直接受講者に説明することで、科学を専門としない受講者であっても、学習指導案の構想・作成において、授業全体を想定してストーリーの構成を考えたり、科学のプロセス・スキルの重要性に気づいたりする可能性が示唆された。

### 3. 多人数授業における大学授業実践の成果

上述の透明化標本を導入した講義は、1クラスあたりの受講者が100人を超える多人数型の授業であった。次の事例では、4年生1人に、3年生が5人という少人数型授業における異学年交流について報告する。

#### (1) 実践の背景

現在、中学校1年理科第一分野の中で浮力を学習することになっている。浮力の学習は現在の理科教育でも重要となっている。しかし、『平成24年度全国学力・学習状況調査の調査問題の中学校理科』から、以下の課題が明らかとなった。

出題された問題は、卵にばねばかりを取り付け、空气中でつるした時のばねばかりの示す値と食塩水中でつるした時のばねばかりの示す値の差から浮力の大きさを求めるものであった。この問題では、正答の値を記した生徒が4割弱に過ぎなかったことが懸念された。さらに危惧されたのが、生徒の約4割が無回答という事実であった。

卒業研究に取り組む学生は、その原因を、子ども自身にあまり関連性がなく、実感できていないのではないかと求めていた。森(1984)は、「子どもにすれば、自らの生活の現実に根ざし、将来の展望に立って、初めて学力の習得や形成の意義がつかめるのであり、自分の存在と何の関連も見出せない自然の事物・現象、あるいは原理・法則などに対して学習意欲がわからないほうが、当たりまえ」と主張する。全国学力・学習状況調査の問題や教科書を見ると、一般的に、ばねばかりに物体をつるす実験が行われている。しかし、子ども自身の生活でそのような場面に遭遇することは稀である。子どもたちが浮力を学習する際、その実験がどのようなところで活かされているのか、日常のどの場面で浮力というのが発生しているのか、感じるものが困難である。自分の存在に関連する身近なものであると感じない限り自然の事物・現象に対して学ぶ必然性が生成し難い。そのため、身近なもので浮力を実感することができる教材を扱うことで、浮力が自分の身の回りでも活用されていることを知るようになるべきであると、当該学生は考えたのである。

(2) 実践対象の概要

本プロジェクトは、藤枝市生涯学習センターで行われている「わくわく科学教室」にて実践を行った。実践を行ったのは平成 27 年 10 月 31 日である。科学教室参加者は、藤枝市内の小学校に通う児童 11 人であった。本実践は、「理科教育学演習Ⅱ」の一環として展開されるものである。本授業のねらいはおもりの重さを一定にし、船の形、材質、大きさなどの条件を変えることで、できるだけたくさんのおもりを乗せる船を作るといった浮力の教材を工学的デザインの過程を用いて、達成感・没頭・協働性をもって児童が浮力とはどのようなものなのか子どもの思考の中で理解できることをねらいとした。そのため、工学的デザインの過程である、「繰り返しの試行錯誤」と「話し合い」を実践の中でできるように組み立てた。実践に参加した3年生5人は、活動の各段階においてできる限り子どもと話しながら、また、子どもたち同士で話せるようにしてほしいことを伝えた(写真1)。



写真1 科学教室の様子

(3) 授業展開案

今回は、Robert M. Caprano *et al.* (2013) の提起する工学的デザインのプロセスの7ステップである、「問題と制約を定める、調査する、観念化する、アイデアを分析する、作成する、試して改善する、交流し振り返る」に沿って行うものとした(表2)。

おもりの重さを一定にし、船の形、材質、大きさなどの条件を変えることで、できるだけたくさんのおもりを乗せる船を作った。その中で、船の体積が大きいほどたくさんのおもりを乗せることができることに気付く。そこから体積が大きいものほど水での浮く力が多きことが分かるというストーリー構成をとって、児童の試行錯誤を重視した。

表2 授業展開案

活動内容	支援・注意点
<p>○荷物や人に例えたおもり(ナット)が水に沈んでしまうことを確認する</p> <p>○水の上を荷物や人を運ぶためにはどうしたらよいか考え、船の必要性を見出す</p> <p style="text-align: center;"><b>ステップ1</b></p> <p><b>問題と制約の定義づけ</b></p> <p>問題：できるだけたくさんのおもりを積める船を作る</p> <p>制約：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・A6用紙1枚に収まる大きさ</li> <li>・高さ5cm以内</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ステップ2~4</b></p> <p><b>調査、観念化、アイデアの分析</b></p> <p>○モデルを提示しどのような船を作ったらよいかイメージさせる</p> <p>同時に測定方法を指導する</p> <p>○どうしたらたくさんのおもりを乗せることができるか検討し、工夫を考える</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・船のイメージ図を図面に記す</li> <li>・材料や形を決めた理由をワークシートに書かせる</li> <li>・周りの子と互いのデザインについて話す</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ステップ5</b></p> <p><b>作成</b></p> <p>○きちんと大きさの基準を満たしているか確認する</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船を浮かぶ理由を尋ねる</li> <li>・ナットだけでは浮くことができないのでそれを浮かせるものが必要であることを実感させる</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・A6用紙(縦：14.8cm 横：10.5cm)を机に1枚用意し、規格に合っているか比較できるようにする</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・デザイン中も友達同士で話をしながら進めるようにする</li> <li>・イメージしやすいように船のモデルを5種類ぐらい用意しておく</li> <li>・紙に書くのが難しい子には「どうしてこの形にしたのか」「どうしたらもっと乗せられるようになるか」などの声掛けをする</li> <li>・周りの子と互いのデザインについて話すことを促すために「他の子とデザインを相談してごらん」などの声かけをする</li> <li>・デザインなど書いたものは消さないようにする</li> </ul> <p>作成、測定の注意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・はさみ、アルミなどでケガをしないように注意する</li> <li>・おもりを入れるときは</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>ステップ6</b> 試して改善する</p> <p>①船の重さを量りで量る ②計量カップで船に入る体積を測る ③船におもりを入れて、入れることができたおもりの重さを量る ○1回目の船の結果からよりおもりを乗せることができる船を考える ・改善点についても友達を話しながら進める</p> <p style="text-align: center;"><b>ステップ2～6を</b> 全3回繰り返す</p> <p style="text-align: center;"><b>ステップ7</b> 交流し、振り返る</p> <p>○作った船のデザインや結果について周りの子と話す ○グループ(机)で考えさせる ・作った船やその結果について友達と話し合いながら分かったことを話し合う ・今回の自分の船作りは成功といえるかどうか結論と根拠を記す</p>	<p>バランスがとれるように入れる</p> <p>・船の重さ、おもりの重さ、容積の測定にはきちんと単位をつける ・「よりよくするためにどうする」と声掛けをし改善をサポートする ・話し合いを促すために「他の子のデザインを参考にしてください」などの声かけをする</p> <p>・自分の結果を振り返り、そこに規則性があるか考えさせる ・他のメンバーの結果も見て考えさせる ・話し合いがうまくいかないときは「○○さんはどう」といった声掛けをする ・工学的デザインの過程に合った活動ができたか浮力とはどのような力か分かったか。 ・船が沈む条件とは何か考えるようにする</p>
---	--

**(4) 参加した児童の発話記録**

今回の活動において、各テーブルにICレコーダーを設置し、子どもたち同士もしくは3年生と子どもの発話を記録した。

ここでは、達成感・没頭・協働性(自分の考えの貫き・相手への尊重)が見られた事例を示す。Tはサポートに入った3年生を意味している。

**1) 達成感 M君 5年**

<p>(2つ目の作品の測定中)</p> <p>T, M「あ〜」 T「残念、終わっちゃった」 M「最後、一番のいけたよ」</p> <p>(3つ目の作品の測定中)</p> <p>T「たくさん入れたなさつきより」 M「100超えてるよ」 T「じゃあこの中に入れて」 M「すごい、これが最大級。あのねもうね300ぐらいいってると思うよ」</p> <p>(3つ目の作品の測定終了後)</p> <p>T「おお」 M「516」 T「516も入った。これ、最高記録じゃね。516」 M「516もいった！」 T「これ、なんでこんなに入れられたと思う」 M「これ、ギリギリまでやったから」 T「ああ、これをギリギリまで頑張ったから」 M「2回目の失敗が改善されたからね」</p>
---

Mが2つめ及び3つめの船にどのくらいおもりを乗せることができるか調べている場面である。Tはそのサポートに入っていた。Mは2つめの作品終了後に1つめの作品と比較して、もっと乗せることができた自分の作品に一定の満足感を得ていた。

また、3回目の作品の測定中にたくさんのおもりが乗せられることに対して、「100(g)超えてるよ」、「300(g)ぐらいいってると思うよ」と、作品がうまくいったという達成感を感じていた。また、3回目の測定終了後には516gという3回の中で一番よい記録が出たこと、2回目の改善が結果に活かされたことに達成感を得られた発言をしていた。

**2) 没頭 I君 6年**

Iは作品を作る中で1つめの作品で「浮き」がその原因であると考えていた。しかし、たくさんおもりを乗せることができなかった。その原因をペットボトルの凹凸と考え、牛乳パックに変えた。ところが、1つめの作品より2つめの作品の方がおもりを乗せることができなかった。そして、その原因についてTと一緒に考えている。例えば、船の重さ、乗せ方、材料の差など原因を考えている。最終的にIは重さが重い方が乗ると結論を導き出した。1つめの作品より2つめの作品の方がおもりを乗せることができなくなった原因を考え始めてから、重い方が乗るという結論に至るまで1



0分間学習者は考えていた。図5はIの学習ワークシートの変化を示したものである。

このように、できるだけたくさんのおもりを乗せるためにはどうすればよいか学習は集中して活動に没頭して取り組んでいることが分かった。

(1つ目の作品の製作中)

T「なんでそういう風にしようと思ったの？」

I「浮きで浮かぶかな」

T「浮きで浮かぶ？ああ、そう重ねるとね」

↓ (3分後)

(2つ目の作品の製作中)

I「バランスがとれない」

T「どうするか。じゃあね、この凸凹がいらんのでしょ」

I「うん」

T「紙かなんか貼り付けてみたら。紙なんか。こういう紙のやつだったらいいいでしょ」

↓ (24分後)

(3つ目の作品の製作中)

T「あれ、下がった何で。何で下がったんだろう」

I「さっきより下がった。さっきのほうが良かったね」

T「何だろうね」

I「何だろう」

T「船の重さか？」

(中略)

I「乗せ方？」

T「乗せ方かな？」

(中略)

I「う〜ん何だろうな。う〜ん。紙とペットボトルの違い？」

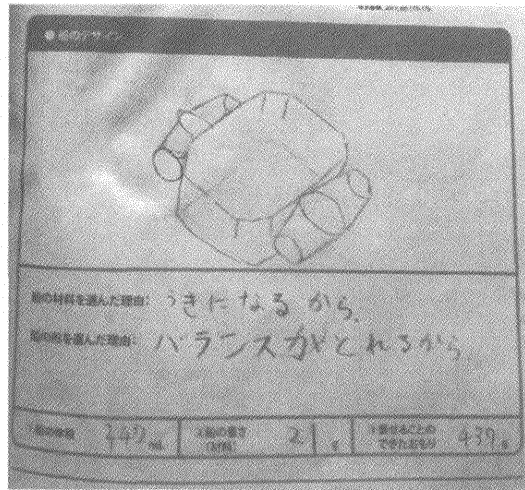
T「紙とペットボトルの違い？」

(中略)

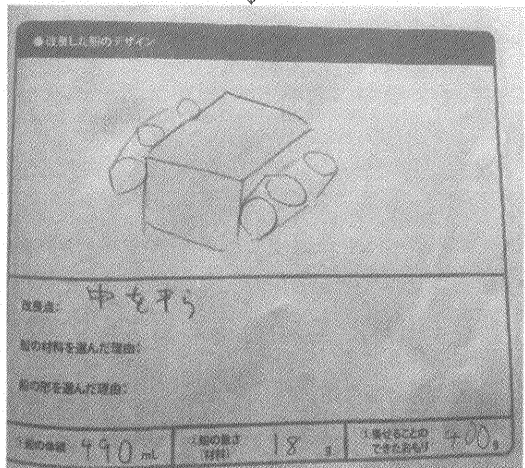
I「重い方がって言ったらこっちの方が合ってるかな？」

T「合ってる？ペットボトルこの形しかないのかな。そしたら、さっきより重いのを作ればいいんじゃない。」

I「うん。」



↓



↓

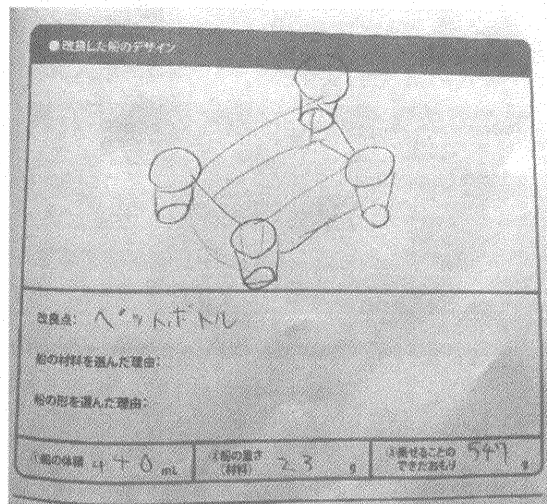


図5 I君のワークシート 上から1, 2, 3回目

3) 協働性 (自分の考えの貫き) M君 5年

(製作終了後の話し合いの場面)

T「今までさ3つ、4つやったけどさ分かったことって何？分かったことって。やってみて。何が一番おも



りが乗るかね」  
 I「重い方？」  
 T「重い方。どっから分かったそれ？」  
 I「うん。3回目が1番重くて」  
 T「うん」  
 I「それが一番、多くなったから」  
 T「ああ。船の重さ？」  
 I「でも、ただ重いだけじゃダメだと思う。」  
 T「おお、ただ重いだけじゃダメって言うのは」  
 I「んと、そのプラスチックより、違う、紙コップより、紙よりプラスチックの方が浮きやすい」  
 T「おお。だって。気づいたこと」  
 M「んと」  
 T「言ってみて」  
 M「この牛乳パックと牛乳パックをくっつけたのが一番おもりが乗ったからあの、ちょっと違って紙のほうがいっぱい乗ると思いました」

MとIが製作の時間が終わり、船作りの活動を通じて分かったことをTと共に考え、発表している場面である。先に発表したMが「そのプラスチックより、違う、紙コップより、紙よりプラスチックの方が浮きやすい」という考えを導き出した。それに対してMは「この牛乳パックと牛乳パックをくっつけたのが一番おもりが乗ったからあの、ちょっと違って紙のほうがいっぱい乗ると思いました」とIと違う意見を述べている。

このことからMは自分の作品及びその結果に対して、こだわりをもって発言できており、協働性（自分の考えの貫き）をもって活動しているのではないかと考えられた。

#### 4) 協働性（相手の尊重） N君 5年

(1つ目の作品の製作中)  
 M「これはあの小っちゃいのは僕のでいい？」  
 N「分かった。」  
 T「そしたらうまくくっつけて。おおお、なんかうまくとれる？うまいじゃん。ちゃんとなってる。うまいうまい。それもつなげちゃう。自分でも作る？いいね。」  
 N「曲がらないようにして」  
 M「うん」  
 N「曲がっちゃったらゲームオーバーだな」

Nは始め、Mと同じ考えだったため、一緒に作品を作ることにした。そのとき、Mの作品作りに対する提案に対して、Nは「分かった」と相手の考えを認めたとうえで、協力して作品作りを進めようとしていることが分かった。NはMの作品に対する考え方を認めなが

ら作品作りを進めようとしていることが分かる。つまり、Nは協働性（相手への尊重）をもって活動に取り組んでいたことが分かる。

このように、今回の船作りの活動をすることで達成感・没頭・協働性（相手の意見の尊重・自分の考えの貫き）に関わる発言を多く聴くことができた。

このことから工学的デザインの過程に沿ったものづくりの活動をすることによって達成感・没頭・協働性（自分の考えの貫き・相手の尊重）を得られることができた。

#### 4. おわりに

以上、教科内容と教科指導法の授業が連動する異学年交流型の初等教員養成の展開を報告した。今後は、異学年交流型の学修成果の評価手法の開発が課題となるといえよう。

#### 【付記】

本プロジェクトには、渋谷駿太さんと木村英里さんが卒業研究の一環として関わり、異学年に対するロールモデルの役割を果たした。本報告は、おふたりの卒業研究の成果にもなっている。

本論文の一部は、日本理科教育学会第61回東海支部大会（平成27年11月28日、於岐阜聖徳学園大）における発表内容を加筆訂正したものである。

#### 【引用・参考文献】

- ジョンソン他(2001)：『学生参加型の大学授業－協同学習への実践ガイド』、玉川大学出版、p.55  
 科学技術振興機構・国立教育政策研究所(2008)：『平成20年度小学校理科教育実態調査』  
 畑中恒夫(2012)：「透明骨格標本の有効利用について」、『千葉大学教育学部研究紀』要 Vol.60(-)、pp.447-450  
 森一夫(1984)：『新理科教育』、学文社、p115  
 Robert M.Caprano et al.,(2013)：『STEM Project-Based Learning.』、SencePublishers、p.33  
 国立教育政策研究所(2012)：『平成24年度全国学力・学習状況調査の調査問題中学校理科』