

実践報告 (Report)

科学技術立国日本の復権を願って

— 小学校教諭を目指す学生を「理科指導法」模擬授業で鍛える —

Aiming for the revival of Japan as science and technology flourishing: training the students in the teacher education course with a mock class of natural science

奥谷和生*

OKUYA Kazuo*

摘 要

日本が科学技術立国と呼ばれなくなって久しい。世界の科学技術指標によれば、自然科学系の論文提出本数は現在世界第4位(2021)でかつて第2位を誇っていた時の面影はない。また国内総生産(GDP)も世界第2位から順位を下げており、資源に乏しい国でありながら科学技術力で世界の経済活動を席卷していた姿は過去のものとなった。では、科学技術を生み出す人材を育てる理科教育の現状はどうであろうか。高等学校ではかつて物理・化学・生物・地学の4領域必須であったものが選択制となり、大学の小学校教員養成課程では小学校9教科のうち4教科選択履修で、理科を選択しなくても教員免許が取得できるようになった。さらに理科を敬遠する学生が極めて多いという実態もきく。こうした現状の中、小学校教員となって理科教育を積極的に進め科学技術立国復権を担う人材を育ててほしいと願うのは夢なのだろうか。かつてノーベル化学賞を受賞した田中耕一氏は小学校時代を振り返って、化学の道を志したのは理科教育に熱心な小学校時代の担任が田中氏に「磁化された針磁石のS極とN極を調べる方法を考えてごらん」と問いかけ食用油に浮かせた針磁石がゆっくりと棒磁石に吸い寄せられる方法を考案したところ担任はそのアイデアを激賞してくれたことがきっかけだったと語っている。教師が理科に堪能であり、児童のアイデアを生かす機会を授業の中で積極的に持つことは極めて大切である。筆者は、子供たちが理科に興味・関心を持ち、自由にアイデアを発揮する授業を実現する教師を育成したい。本実践報告は小学校教師を目指す学生たちに模擬授業を通して理科指導に自信を持ち、明日の日本を担う子供を育ててほしいと願ったささやかな取り組みである。

キーワード : 科学技術指標, GDP, ノーベル化学賞, 田中耕一博士, 小学校教員免許

Key words : Science and technology indicators, Gross domestic product, Nobel Prize in Chemistry, Dr. Koichi Tanaka, Elementary school teacher license

1 実践の背景と目的

理科教育において実験・観察が重要な位置付けであることは言うまでもない。筆者は新任の教師の頃、先輩から「理科のプロを目指すなら最低でも教科書に掲載されている実験・観察を全て行うことから始めよ」と指導された。教師を目指す学生には切に教科書の実験・観察を子供たちに体験させてほしいと思う。そこで、担当する学生が過去にどれくらい教科書に掲載されている実験・観察を体験しているか調査してみた(図1)。

電磁石を作ることや水中の微生物の観察など比較的取り組みやすい内容は多くの学生が経験しているが蝶の飼育や月の観察など手間がかかるものは体験した割合が低い。また「セミを触ることができるか」聞いたところ触ることが出来る

学生は36%であった。教師が生き物を触ることが出来ず恐怖心さえ抱いては子供たちに生き物に興味・関心を持たせることは難しい。

教師を目指す学生には教科書にある実験・観察に自信を持って取り組んでほしい。これまでの実践の成果と反省(奥谷, 2021)を踏まえ、実験・観察に習熟し問題把握の場面を重視した主体的な授業を進め、自らの授業を適切に評価する力を身につけさせたい。このことが今小学校理科教育に求められることではないだろうか。以上の考えから次の3点を学生に身につけさせることを本実践の目標とした。

- | |
|-------------------------------------|
| A. 実験・観察への抵抗をなくし操作に習熟しよう |
| B. 学生相互による評価を導入して自らの授業を振り返る力をつけよう |
| C. 問題把握の場面を重視し主体的に取り組む理科の授業の仕方をつけよう |

* 椋山女学園大学教育学部 客員教授

2021年11月9日受付

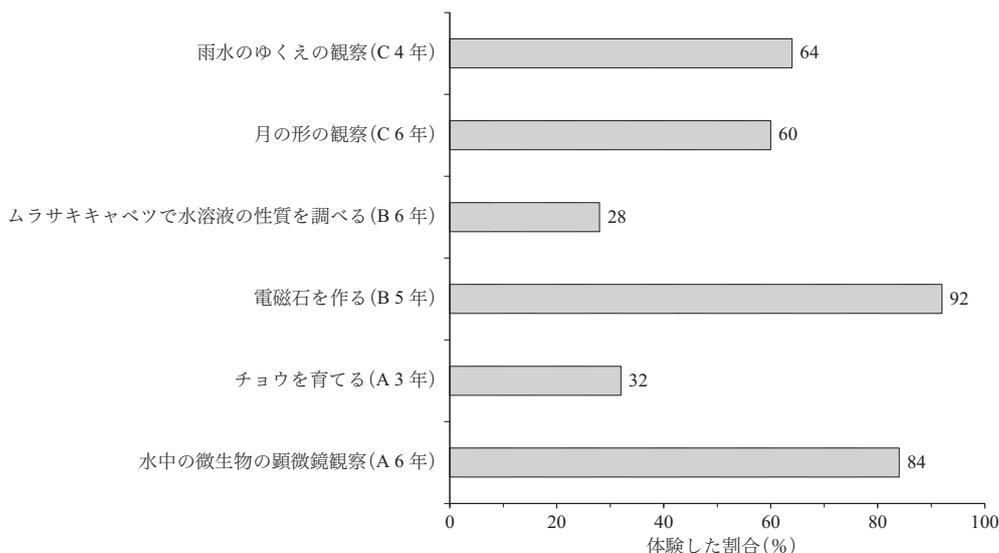


図1. 25人の学生が小学校で体験した実験・観察

2 実践の方法

2.1 実践の対象

実践は、椋山女学園大学教育学部3年生「理科の指導法」で行った。この授業は年間4コマ開講され筆者は2018年度より前期の1コマを担当している。25名の学生が受講し協働的な学びを体験させるために3～4人からなる8班のグループを編成した。

2.2 実践計画

上記のA～Cの目標をどう授業の中で進めていくか述べる。

A 実験・観察への抵抗をなくし操作に習熟しよう

これまでの授業では、筆者は学生が行う実験・観察の準備をしすぎる傾向があった。安全に実験・観察に取り組ませ限られた時間内に最大の成果をあげたいとの配慮からであった。また、教材・教具も主に教師自身が準備し学生が手ぶらで授業に臨むことが多かった。教師を目指す学生こそが自ら実験・観察の準備をし、教材集めの苦勞をすることが重要ではないだろうか。そこで多少の失敗、非効率には眼をつぶり学生に出来るだけ観察・実験を委ねることにした。

B 学生相互による評価を導入して自らの授業を振り返る力をつけよう

教師を目指す学生には、授業を客観的に見つめ子供の側に立って授業を構築してほしい。そのためには教師が授業を評価するのではなく学生同士で授業を受ける子供の立場に立って授業を分析評価することが効果的だと考える。評価されることで学生はより一層模擬授業について意欲的に工夫すると考える。

C 問題把握の場面を重視し主体的に取り組む理科の授業の仕方を身につけよう

学生の考える理科の授業は「今日の理科は〇〇について調べます」と言った最初から課題を提示し子供たちの問題意識を十分に醸成しないまま進める授業が極めて多い。身の回りの自然・事象からいかに問題把握させ、予想を立てそれを実験・観察によって解明していくプロセス、すなわち問題解決学習の過程を踏ませることが求められる。模擬授業では身近な自然から問題を把握する場面を大切に、予想を立てさせる「話し合い活動」を十分に取り入れた主体的な授業を展開させたい。

15回、1コマ90分の講義内容と目標の関連は表1の通りである。

表1. 講義内容と手立ての関連

(授業の基礎となる力をつける実践)	(模擬授業で鍛える実践)
1 小学校理科指導の目標・評価の観点	7 6年「生物と環境」 模擬授業 (1)
2 指導案の書き方、問題解決学習とは	8 6年「ものの燃え方」 模擬授業 (2)
3 電気の通る道の実験をやってみよう	9 6年「月と太陽」 模擬授業 (3)
4 水溶液の弁別の実験をやってみよう	10 5年「天気の変化」 模擬授業 (4)
5 天体・地層の授業の実験をやってみよう	11 5年「流れる水の働き」 模擬授業 (5)
6 顕微鏡を使ってみよう・模擬授業の進め方	12 5年「人の誕生」 模擬授業 (6)
	13 6年「生物どうしのかかわり」 模擬授業 (7)
	14 5年「私たちの理科室」 模擬授業 (8)
	15 授業を振り返って

3 実践の内容

A 実験・観察への抵抗をなくし操作に習熟しよう

(1) 理科室や準備室の器具に習熟する体験

大学の理科室や理科準備室のどこにどんな器具があるか知っている学生は少ない。椋山女学園大学の理科室は小学校で必要な観察・実験器具がきちんと準備されている。そこで、この理科室にある観察・実験器具を自由に取り出し、実験の準備を出来るだけ学生の手で行わせることから始めた。まず表1の3～6の実験は教師の手を借りないで器具を揃え、教師の最小限の指導のもと実験させることにした。ただ水酸化ナトリウムの水溶液や塩酸の水溶液など操作に危険を伴うものは教師があらかじめ準備した。器具の場所が分からなかったり操作の仕方に戸惑ったりする学生も見られ、時間も多ク要したが全グループが何とか操作ができ観察・実験への不安感が和らいだようだった。

驚いたこともあった。顕微鏡を使う実験では、操作の手順をあらかじめ教えていたのにもかかわらず、「何も見えない」「筒のようなものが見えるだけ」というグループがあった。見てみると接眼レンズが設置されていなかった。学生の観察・実験の習熟度に改めて驚いた。

(2) 模擬授業8「私たちの理科室」の実践

3～6年理科の教科書には、理科室の使い方の項目が掲載されている(図2)。学生たちに実験・観察器具に慣れさせるとともに、子供たちにどう理科室に親しませるかを分らせることを目的とし5年「理科室の活用」で模擬授業を行った。模擬授業では、理科室内の観察・実験器具を知ることと

それを活用した実験観察を子供たちに体験させるという観点から内容を工夫させた。器具を知らせる全体指導の後学級全体を3グループに分けグループ別の課題に取り組みさせた。課題内容は以下のとおりである(表2)。

表2. 模擬授業における課題内容

	模擬授業の内容
Aグループ	理科室・準備室の器具や設備の説明のあと顕微鏡を使ってプレパラートの微生物を観察する
Bグループ	理科室・準備室の器具や設備の説明のあと人体模型から、指定された内臓の一部を取り出し復元する
Cグループ	理科室・準備室の器具や設備の説明のあと振り子実験装置を組み立てて振り子の紐の長さや重さと往復する時間の関係を調べる

3グループにはそれぞれ教師役の学生一人ずつ配置し模擬授業を実施した。児童役の学生たちは与えられた課題に楽しく熱心に取り組んでいた。実験・観察は器具の設置場所、安全な方法などある程度教えたら出来るだけ自力で取り組ませることが大切であることを学んだ。図3は人体解剖模型を使ったグループの様子である。人体解剖模型はどこの小学校でも理科室に飾られ非常に高価なものであるが、自分自身の反省からも、もっと活用すべきであると思う。外した内臓を再び取り付けるのに苦勞していたが内臓がこんな部位にあるのか新発見をした学生は多かった。

(3) 模擬授業7「生物どうしのかかわり」の実践 教材集めに奔走にさせる

教師になった時、実験・観察に必要な教材は自らの手で集

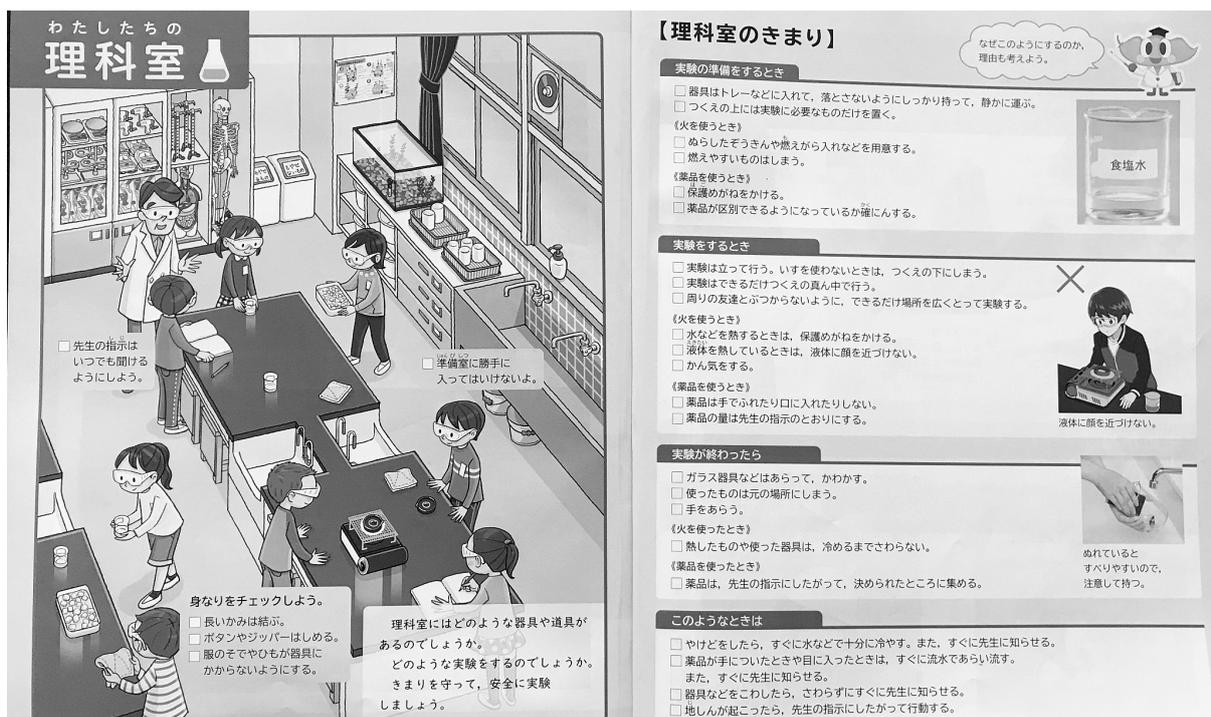


図2. 大日本書籍 教科書「私たちの理科室」



図3. 解剖模型に取り組む

めなければならない。また当然のことながら教材が授業のねらいに合致した適切なものであることが授業の成否に直結する。そこで今回は教材集めや予備実験を学生の手で出来るだけ苦労させた。当然のことであるが危険な実験・観察，入手困難な材料を手に入れる秘訣など学生の取り組みの様子を見ながらアドバイスした。

ここでは，6年「生物どうしのかかわり」で水中の微生物を教材として採取することに苦労していた班の事例を述べる。7月の授業に合わせて5月末から水中の微生物探しに取り組んでいたが，水温の低い5月ではなかなか見つけられない。採取した水の中に全く微生物の姿が見つけられない日々が続いた。とくに採取に苦労したのは写真のオカメジニコである(図4)。ケンミジニコは比較的早く見つけられたがオカメジニコは発見するのに苦労していた。担当する学生は確認のため筆者に何度も写真を送付し家の近くの田んぼで最後に採取することができた。模擬授業当日は多くの学生が



図4. オカメジニコ

この教材のおかげで初めて本物の微生物にふれることができた。下の感想はその時の担当学生の声である。

田んぼの中の水の生物をとることの大変さは実際に自分が実際に経験しないと分からない。なかなか発見できないオカメジニコが見つかって本当によかった。実験前日に大雨が降る予報で早く採取した微生物を死なせてはいけないので実験当日早朝採取して大学に持っていった。危険もあるし，先生の大変さがよく分かった。模擬授業ではみんなが微生物を見つけて声を上げて喜んでいるのを聞いて苦労が吹き飛びました。今まで小中と実験して下さった先生に感謝します。

B 学生相互による評価を導入して自らの授業を振り返る力をつけよう

25名の学生は8グループに分かれそれぞれが模擬授業を行ったが指導案は事前に教師が指導した。今回の講義では次の3点から児童役になった学生による模擬授業後に評価を実施した。模擬授業の評価の観点は，①分かり易く楽しい授業であること，②児童が問題意識を持てること，③グループメンバーの連携協力がよくできていることの3点を評価させた。45分間の模擬授業はメンバーで分担し必ず一人で実施させるようにし他の学生は巡回指導，実験の補助などをさせるようにした。8回の模擬授業の評価は，よくできている4点，概ねよくできている3点，普通2点，あまりできていない1点，の4段階で点数化した(表3)。

学生同士評価させる試みは初めてであったが，実践を進めていくなかでいくつか気がついた点があったので列記する。

- 学生どうしによる模擬授業評価を学生の成績に反映させると言ったせいかわかりにくい模擬授業の回を重ねるにつれて評価点が厳しくなる傾向が見られた。前半3回は合計70点を超えていたが4回以降は70点を超える模擬授業は1グループのみであった。
- 問題意識を持たせ主体的に実験・観察に取り組ませるということを模擬授業の大きなねらいとさせたが，全体的にこの部分の得点が低い(19.8)。その中でも「生物と環境」

表3. 模擬授業の学生による評価結果

回	模擬授業名	①分かり易く楽しい授業	②問題意識を持てる	③メンバーの協力体制	合計	一番印象に残る授業に挙げられた数(人)
1	6年「生物と環境」	24	22	25	71	1
2	6年「ものの燃え方」	22	21	28	71	3
3	6年「月と太陽」	26	21	28	75	6
4	5年「天気の変化」	22	18	27	67	1
5	5年「流れる水の動き」	19	21	21	61	0
6	5年「人の誕生」	24	18	28	70	8
7	6年「生物どうしの関わり」	23	20	21	64	2
8	5年「私たちの理科室」	22	18	27	67	4
	自分たちのグループを除く7グループの合計平均(満点は28点)	22.7	19.8	25.6	68.3	

の授業が比較的高い。詳細は後述するが提示事象が大方の学生の予想を覆すものであったことが強い問題意識を持たせることにつながったようだ。

- 6年「月と太陽」の模擬授業の分かり易さが高い。各グループの学生が実際に観測した結果を持ち寄り、それを生かした授業の展開が好評だったように思われる。
- 5年「人の誕生」は具体物を提示することが困難であり模擬授業としては取り組みにくい内容である。学生が妊婦の様子を演技したり、胎児の育ち方をメダカの胚の育ち方と関連付けたりするなど取り組みが非常に斬新だった。メンバーの連携、分かり易さが他に比べ高得点であったことなど学生は授業を適切に評価していると感じた。
- 学生たち同士の相互評価の得点は、全体に知らせた。評価結果の告知がこういう点がよかった、こうすると評価点が低い、ここを改善して模擬授業をするとよいなど授業の視点を明確にさせ、よい授業への意欲化につながっていた。

C 問題把握の場面を重視し主体的に取り組む理科の授業の仕方を身につけよう

主体的に学ばせるには問題把握の場面が重要である。なぜだろうという意識を強く持たせ、こうではないかという予想を立てさせれば教師が意図しなくても主体的な取り組みが展開されていく。ここでは、活発な取り組みが行われた事例を紹介する。

(1) 模擬授業1「生物と環境」の実践

教科書にある写真をプロジェクターで拡大して学生に提示した(図5)。同じ川の現在と25年前の写真であるがどちらが現在の写真かと教師役の学生が尋ねたところ、7グループ中6グループがBの写真が現在の川だと予想した。しかし、Aの写真が現在だと教師役が伝えるとびっくりして、なぜ自分たちの予想が違ったのだろうとグループでの話し合いが始まった。以下はあるグループの話し合いの様子である。

- S1 えーっ。草がいっぱい茂っているところが新しい川なのか。予想が違った。
- S2 私もコンクリートの護岸のところが今の川だと思った。
- S3 そう言えば家の近くの香流川は草がいっぱい茂ってる。整備するお金がないのかと思った。
- S2 この頃川に魚がたくさん住むようになってよかったとお父さんが言った。
- S1 魚ばかりじゃなくて鳥もよくいるよ。サギとかカモとか。
- S2 水もコンクリートの時よりきれいだ。植物が水をきれいにさせるのかなあ。
- S3 コンクリートの方が川の洪水などを防ぐ気がする。自然環境を……



A



B

図5. 「生物と環境」大日本図書
(A:現在の川, B:昔の川)

なぜ古いと思っていた河川の様子が新しいものなのか強い問題意識を持ち、予想する話し合いを、十分に時間をとって行った。学生たちはこうした話し合いの時間を大切に理科の授業の進め方に驚いていた。子供に考えさせ話し合う授業よりも教える理科の授業をこれまで受けてきたことが伺えた。この「生物と地球の環境」の授業は最初に行った。以後の模擬授業でも話し合いの結果もたらされた一部の意見ですぐ結論付けたり、授業の目標とする方向に無理にまとめようしたりする傾向が多々見られ授業後の反省では、とにかく十分に話し合うこと、一部の子供たちの考えを元に強引にまとめようとしないことを伝えた。

(2) 模擬授業3「月と太陽」の実践

学生が楽しくてよくわかる授業と評価したのが「月と太陽」の模擬授業だった。月の形と時刻による位置を事前に観測させ、日によって見える時刻や形が違ってくるのはなぜだろうかと考えさせた。学生たちは太陽の当たり方によって月の形が違って見えるのではないかと予想した。グループごとに太陽の光の当たり方によって月の見え方が本当に違ってくるのかソフトボールと太陽の光に見立てた懐中電灯でモデル実験を行った。下の写真がその様子である（図6）。

自分たちが立てた予想の正しさを実証するために夢中になって実験に取り組んでいた。この模擬授業を実施したグループは、この実験を早く終了させて、太陽の照らす位置と月の形の見え方をすぐまとめようとしていたが、モデル実験の時間を長くとり、各グループに実験の結果何がわかったのか発表させるようにした。改善してきてはいるが相変わらず学生は早く実験を終え子供たちの話し合いを十分させないうちにまとめようとする傾向がある。

別の授業では3時間終了の内容を1時間で終わらせようとする性急な指導案も見られた。意外に思ったことは、予想を立てモデル実験で予想を確かめようとするこの模擬授業がいちばん分かりやすく楽しかったと答えていることである。以後予想を立てるためにじっくり話し合い、実験によってその予想の妥当性を確かめるという理科の授業の手法や醍醐味が少しずつわかってきたように思う。以下はこの月と太陽の授業が一番楽しかったと述べた学生の感想である。

- 自分たちで月と太陽の位置から月の形を考えるために懐中電灯とボールを使って実験することで、目で実際に見ることができて面白かった。
- 教師の知っている理科の知識や児童に学んで欲しいことを声に出して教えるのではなく児童が理科に対して「学びたい」「知りたい」と思ってもらえるような授業にすることが大切であることが分かった



図6. 月と太陽モデル実験

4 実践のまとめ

教員を目指す学生たちのこれまでの指導を反省し、模擬授業を中心に以下の点を重視した理科指導を行ってきた。

- ① 学生たちに実験・観察に習熟させ、教材集めにも汗をかかせよう。具体的には教師が手を貸す場面を出来るだけ減らそう。
- ② 学生の手によってお互いの授業を評価させよう。模擬授業の内容についても教師からのアドバイスを最小限に抑さえ学生の気づきを尊重しよう。
- ③ 問題把握の場面を重視し予想や解決方法をグループで話し合う時間を十分に確保した授業を体験させよう。必要感を持って実験・観察に取り組ませよう。

その結果、これまででない学生たちの授業に向けての頑張り工夫を見ることができた。その一例を紹介する。

(1) 模擬授業6「人の誕生」の実践

この単元は新指導要領から取り入れられた新しい内容である。胎児の成長を受精から出産まで追跡し成長を理解させる内容である。具体的な資料が少なくつい話しだけの受身的な授業に終わってしまいがちである。模擬授業で扱うには難しい単元であることを説明したがBグループが果敢にこの授業に取り組みたいと申し出た。模擬授業では次の場面が非常に工夫されていて大いに盛り上がった。

導入の部分では模擬授業担当の学生が、お腹が膨らんだ妊婦の様子で現れ、学生たちの度肝をぬいた。妊婦役の学生はお腹から赤ちゃんのぬいぐるみを取り出し「これからお腹の中で胎児がどう育つか学習するんだよ」と意識づけた。

次に胎児の成長と既習のメダカの胚の成長を関連づけるためにグループにメダカの胚の成長をカード化したもの（図7）を配布しメダカの胚の成長の仕方を想起させた。このことに

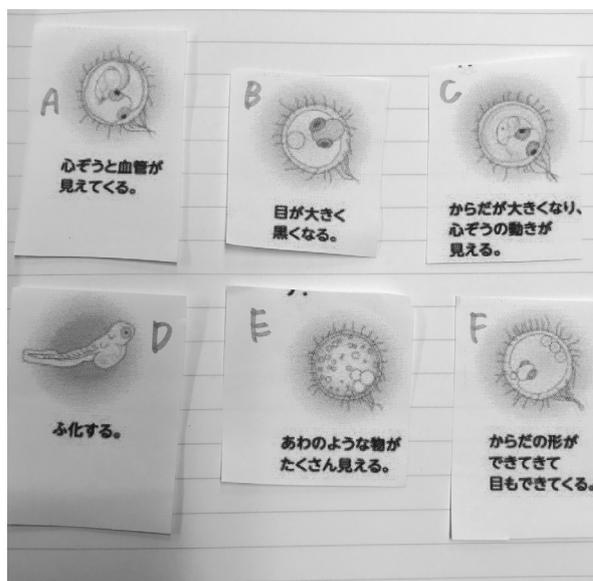


図7. メダカの成長カード

さて昨年度の実践では、結びに教育実習の研究授業で理科を取り上げてくれる学生の出現を願う文面でまとめた。夢かかって今年1名の学生の授業を教育実習で見ることができた。授業は子供たちの自由な活動から少しずつ気づきを拾い上げ、本時のまとめに近づけていく素晴らしい展開であった。今年受講生では多くの学生から「教育実習で理科をやりたい」との声を聞いた。楽しみである。

謝 辞

この授業を実施する上で、常に相談に乗ってくださり暖かい指導、理科室の大胆な活用を快く引き受けてくださった野崎准教授に感謝したい。また必要な実験器具や薬品類を速やかに準備してくださった教育学部の職員の方にも厚く感謝する次第である。

参考文献

大日本図書(2020)楽しい理科3・4・5・6年生(検定教科書)。

名古屋市教育委員会(2015)小学校教育課程「理科」。
科学技術指標(2021)文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測・政策基盤調査研究センター。
文部科学省(2017)小学校指導要領(平成29年告示)解説「理科編」,第1章総説,第2章「理科の目標」,pp.1-19。
野崎健太郎(2012)小学校教員養成における模擬授業を導入した「理科指導法」の学習の立案と実践—授業を準備し実践するまでに必要な時間経過を理解するために—。椋山女学園大学教育学部紀要,5:165-175。
奥谷和生(2020)理科はこうして学んだ—学びの意識を変えるオンライン指導の試み—。椋山女学園大教育学部紀要,14:243-255。
横井成美・奥谷和生(2019)小学校生活科・理科におけるツマグロヒョウモンの教材化の試み—名古屋市立内山小学校での事例研究—。椋山女学園大学教育学部紀要,13:319-329。