

令和4年度 理科モデル授業 研究報告会

2023年3月18日(土) 14時～17時

主会場：埼玉大学教育学部

参加53名(大学内31名、オンライン22名 {学生18名、教員35名})

1 開会

- (1) 研究代表者挨拶 小倉康(埼玉大学教育学部教授)
- (2) 令和4年度研究報告 次年度の計画 (研究報告書の配布)

本年度は4年間の研究のうちの2年目になる。今年度の8回のワークショップと研究報告会を実施してきた。すべての研修会の記録動画や記録用紙・資料をホームページにリンクを貼って紹介している。本日配布の今年度報告書とともに、全国の理科を教える教員や理科教員を目指す学生のための資料として、是非積極的な活用をお願いしたい。

次年度も配布のスケジュールに沿って引き続き継続して研修会を予定している。

2 特別企画「小森栄治氏の理科指導法を学び取る」

- (1) 講師紹介 小倉康(埼玉大学教育学部教授)

小森栄治氏

埼玉県久喜市出身。東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。28年間公立中学校で理科教師を務める間に、「理科は感動だ」をモットーとした実践によりソニー教育財団最優秀賞や優秀教員として文部科学大臣表彰を受ける。中学校学習指導要領(理科)作成協力者を務めた後、全国の理科教員と子ども達を理科好きにとの思いから早期退職し、「日本理科教育支援センター」を立ち上げ、研修会講師等として全国を訪問指導しつつ、埼玉大学教育学部ほかの非常勤講師として理科教員養成にも尽力する。

参考：中学3年理科授業(ヘッドアースモデルによる宇宙の学習)と理科室経営
解説動画と授業の指導案等を以下から参照可能。

掲載サイト <http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/SciLessons/index.htm>

- (2) 講演

第一部 「理科指導法ワークショップ」

教材作りと指導法の工夫例として、フレミングの法則をテーマに、実験器を参加者に製作してもらい、指導法が紹介された(具体は授業動画、製作資料を参照のこと)。

フレミングの法則について、実験をしたことがあるのかと訊ねると、明確な記憶が無かったり、中学校第2学年の学習で、モデルとして左手の使い方を教わってから確認作業をして、学習単元を終えてしまったりすることが多いことがわかった。「何のための実験か？」に注視し、子どもたち自身が法則性を見だし、更には発見の喜びを味合わせたいと考え、教材や授業展開の工夫をしてい



図1 フレミングの法則 モデル

る。

- ① 動機づけ：磁石と電流による磁界の反応を、パスカル電線を用いることで提示する。このことから法則性を探る。パスカル電線の紹介。（パスカル電線：S-cable、杉原和男先生開発。10芯ケーブルの中の線をつなぎ、大きなコイルになっている。1本に見える電線中を30～40Aの電流が流れる。）
- ② 簡単で確実にできる実験装置：1981年の作成（Ver.0）から改良を加え、2022年Ver.6のプラスチックL型アングルを使用。商品名は「光モールドブラックアングル」。
- ③ 法則性を見つけやすい記録法：平面の図から立体を想起して考えることはハードルが高いので、立体模型を用いて動かしながら規則性を記録する教材を用いた。

[実習] フレミングの法則実験器 Ver.6 の作成

プラスチック段ボール、アルミテープ、ブラックアングル、両面テープ等を用いてフレミングの法則実験器 Ver.6 を作成した。アルカリ 6P 電池を電源として用いる。電池の保存の際は、ショートしないように注意。



図2 フレミングの法則実験器

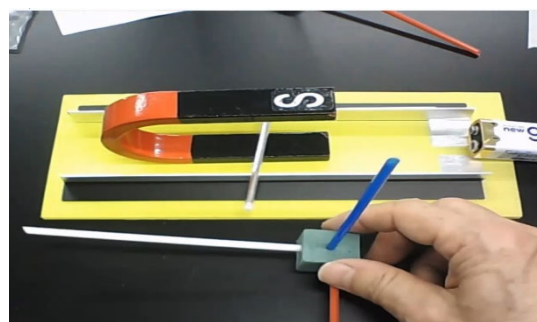


図3 法則性を見つけるための模型

第二部 「小森氏が大切にしてくられたこと」

(1) 今までの歩み

様々な出会いと理科教育実践の紹介がされた。

① 小学生・中学生当時

幼い頃、よく病気をし、けがも多かった。鉄腕アトムが流行り、科学で未来は明るいことが取り上げられていた。物を分解して遊ぶことが多かった。収集癖があり、後に本を買い集めることが多くなった。学研の雑誌「科学」と「学習」が大好きだった。「科学」の付録をよく活用した。小学校5年生の時、父親から顕微鏡を買ってもらい、花粉の研究に熱心に取り組んだ。オリンパスのコンクールで入賞し東京まで行った。

中学校でも科学部に入り、続けて花粉の研究に取り組んだ。しつこさも必要で、改善策を常に考え、いつも頭の片隅に置き、100円ショップやホームセンターに出向くなどすることが、より良い活かせる材料を探すのに役立っている。

② 学生時代、よき指導者との出会い

中学校時代3年間、理科の小島嵩子先生との出会いで理科が大好きとなった。豪快

でスケールの大きい実験の思い出の一つには、密度の実験がある。ある日水銀（密度 13.6 g/cm^3 ）を持ってきて、鉄球を入れて浮くことを示し、次に自分の金（密度 19.3 g/cm^3 ）の指輪を外して沈め、演示してくれた。ピンセットで取り出し、黒いアマルガムの塊となった指輪を硝酸と塩酸との混合液に入れ、その場で元の指輪に戻し水道水で洗ってはめたというあっと驚くものであった。

高校では、青春時代の恩師といえる増田三男先生（日本伝統工芸である彫金分野での人間国宝）と出会った。3年間、工芸部にて部長を務め、増田先生からは人生の生き方を学んだ。文武両道の高校時代であった。

高校の物理では増田益先生に学んだ。理科は実験豊富な授業で、特に物理・化学の実験が多く、実験から学ぶことをこの時代に身に付けた。また内容をかみ砕いて作成されたプリントによる授業で、教員になってからのプリント授業の礎がここにある。

大学に入り、英会話学校に通った。高校の最後の授業で、英語の先生からのアドバイスを受け、大学に合格後、最も英語力が高い受験後の大学2年間に通うことにした。このことは後々役に立った。

実際に接した感動を伴う当時のエピソードは記憶に残り、実験の効果の大きさを改めて実感している。良き指導者に理科を学ぶことが何より大切だと痛感している。

③ 教育のすばらしさに触れ、教員免許取得へ

東京大学では工業化学科を専攻。当時は教員になろうとは思っていなかった。偶然見えていたテレビ番組で、山形県小国町キリスト教独立学園高等学校の紹介で、教育のすばらしさを感じた。そこで駒場と本郷の校舎に教員免許のための科目履修に通った。さらに大学院で工業化学の研究活動をしなが、中学校の教員免許の取得のために複数の学部の授業に出席した。

教育学部にて、板倉聖宜先生の仮説実験授業を受講する機会に恵まれた。これが理科教育のスタートとなったように思う。科学の根本原理を強制的に暗記するものとして伝えるのではなく、授業書に従って予想を立て、討論し、実験をし、その実験結果から自分なりに仮説を立てて次に活用して学んでいくという手法であった。板倉先生の本を多く読み、勉強した。理科教育の恩師の一人である。

④ キャリア選択

人生は一度きり。工業化学の研究も捨て難い。行きたい会社も決まっていた。教師も捨てがたい。宗谷岬まで自転車で 2000km を走破できたら、教員になることという賭けをした。行きがけに教員採用試験の願書を投函して出発した。そして、この結果、教員としての人生に進路を進めた。

人生はどこでどのようになるかわからない。15年前にキャリア変更し、自営業となった。「偶キャリ」という言葉があるように、今の進路指導や進路学習ではキャリア変更をマイナスとする指導は酷であると思う。キャリアアップ、転職も良いと思う。

大学時代には教育相談室にカウンセリングを受けに通ったこともあった。そこで見

出した結論は「やらずに後悔するより、やって後悔する方が良い」である。石橋をたたいて渡らない人生を 20 歳までしてきたが、それ以降、迷惑はかけたかもしれないが、やって後悔したことはない。

⑤ 良き指導者、仲間との出会いに生まれ、キャリア邁進

新任研で鈴木秀三郎先生と再会した。小学校の先生たちの勉強会に誘っていただき、中学校籍ながら参加することで、視点の違いを踏まえた指導について大変勉強になった。また理科室経営に力を入れた。

新任ながら仮説実験授業法の導入を認めてもらい、取り組むことができた。教室に大きな分子モデルを導入して取り組んだ。

また良き管理職に出会った。先進校視察を通して、魅力ある教員、良い指導実践に出会うこと、記録をとることが大切だと実感。常に良い指導、良い実践を見ていなければ取り入れられない。またライフワークになるような研究課題を持つことのアドバイスから、「理科は感動だ！」とした。

その後ソニー賞の応募・受賞や上越教育大学院への進学、海外（米国 SEPUP 研修会）にも研修と研究の場が広がった。

⑥ キャリアチェンジ ～理科好きの子どもを増やすために

人生は 1 度きり、60 歳の定年後では体力的に難しい。「やらずに後悔するよりやって後悔。」公務員を辞して、日本理科教育支援センターを設立し、理科教育コンサルタントとして自立した。一人の教員は一生に 1000 人の子どもに出会える機会がある。そこで、より多くの教員を指導し、更にそこから子どもたちを理科好きにするための機会を提供することができると思った。その後さらに仕事は広がり、埼玉大学と保育園での体験を通した指導の機会に恵まれた。

(2) 質疑

進行役 小倉 康（埼玉大学教育学部教授、研究代表者）

中村 琢（岐阜大学教育学部准教授、共同研究者）

小倉：職業において研究者、会社経営者、医師などの職業を選んだならばそれぞれに成功されたことと想像する。なぜ中学校の理科の教員を選択したのかという疑問を抱いていた。しかし、色々な指導者と出会い、その中で自分の進む道として教員を選ばれた

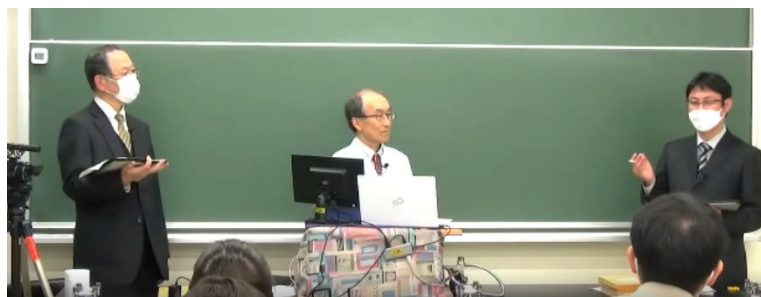


図 4 質疑 左：小倉 中：小森 右：中村（敬称略）

たことがわかった。その中でも東京大学での板倉聖宜先生の仮説実験授業は、非常に多くの小学校・中学校の先生方が仮説実験授業の板倉先生に陶酔し、全国的に広がったもので

あったと理解する。“アンチ文部省体制”であったともある意味考える。小森先生は良いものは積極的にどんどん取り入れられ、更に行政との良い協力関係を構築されてきたと考える。教員は聖職者と呼ばれるが、誰からでも求められれば答えるという姿勢やそのような人柄は、どのように培われたか、またどこにそのルーツがあるのか？

小森：先祖は農耕民族であり、武士ではなく、農民としてのDNAを持っているので、戦いが得意ではない特徴があるのかもしれない。

指導法という点では、新任当時学校が荒れており、喉が枯れるほど叫んで生徒指導に取り組んでおり、悪い教員であったと思う。

小倉：正面からぶつからないと、子どもたちの人生観は変わらないものがあるのでは？

小森：当時は指導力に欠けており、子どもの心がわかっていなかった。子どもたちの気持ちができるようになったのは辞める間際であり、幼児教育や特別支援についての勉強や配慮が必要だと感じ、わかるようになってきた。若い先生たちには、理科を教える以前に学んでほしいと考える。

小倉：良いものには貪欲であるということもよく分かった。

中村：本物を見ていかに自分のものとして活かしていくか、その部分のトークセンスを感じた。自分が面白いと思うことを、同じように生徒が面白いと必ずしも受け取れないことがあり、この部分に悩んでいる。自ら学んで求めていき、それを極めていくことの喜びをどのように伝えたらよいのか？

教材が様々な工夫の積み重ねであることが大変勉強になった。学んでプレゼントになる教材を学ぶことができた。

小森：仮説実験授業で授業書を使うのは一部である。そのほかの部分は自分でプリントを作成した。授業をしながら、この発問はだめだ、こうした方が良いというメモを記入している。履歴を残しているのは前年度の振り返りに更に積み重ねを加えて改善していくため。工夫点を調べてよい点をメモとして挟んでいく。授業をしながらその時の気付いた点を挟み込み、次に使う時にその記録を活かすという、3年後の使用のために今改善点をその場で加えていく、つまり3年後の準備をしていることになる。

保育園の授業も同様。試行錯誤をしながら積み重ねていくこと、ある意味“科学”である。その点を大事にしており、第〇版となる。個人で教材を最初から作成していくのでは能率が悪い。共有化し、残して記録を重ねていくとよい。お互いに公開し合いながら教材研究を進め、指導法の工夫を共有していく。小森（私）の版の更に上に重ねて行っていったら欲しいと願う。

<参加者からの質問>

質問：実際に教員になりたいと思う立場からだが、どのように自分の理想の先生に近づいていけるのか？

小森：本を買い、読み、学ぶことが大切。そして先進校の視察など、生の授業を見ること。書物には載っていないことが沢山あるからだ。教師がどのように子どもに指示をしてい

るのか、子どもたちはどのようなノートを使っているのか、どのような掲示物をしているのか、玄関から廊下・庭まですべてを記録の写真に撮り、それを参考にとすることと考える。そして自分のしたことの記録を残し、改善点を加えていくとよい。

質問：「理科は感動だ」のキャッチフレーズの背景を知りたい。

小森：「芸術は爆発だ」を参考にした。英語では「Science is exciting.」子どもには「Science is fun」ではないと伝えている。Exciting は興奮、熱中であり、楽しいとは異なる。理科好きの子どもたちを育てたい。わかる授業は楽しい授業である。わかるとはテストの答えを出す方法がわかっただけであり、テストが終わってからの継続的な興味や動機づけとは異なる。その原動力としての感動があると考えます。

質問：理科室経営は小学校では馴染みがない。小学校でできる理科室経営を知りたい。

小森：学級経営は聞いたことがあるが、最初の学校の校長先生が教えてくださり、初めて接した。行くと楽しくなるような掲示物や展示物。教師向けでは、備品や消耗品の配置をわかり易く使いやすくすること。何がどこにあるかまず探すのでは時間がもったいない。この時間のロスが実験を遠ざけかねない。出向いて直ぐにどこに何があるかがわかり、直ぐに使えるようにパッケージ化をしておくことで、持っていけばすぐにできる状態にしておくことが大切である。

質問：GIGA スクールが進み、子どもたちがタブレットを使い、子どもたちがカメラを使う機会が増えた。指導法におけるカメラに対するこだわりを知りたい。

小森：手動焦点である。自動焦点は、沸騰している物やビーカーに近づけるとピントが合わなくなってしまう。そこで、どこまで近づけるかにこだわっている。

アナログ書画カメラのときからフレキシブルアームで手動焦点、手動しぼりを使っている。手動しぼりは大切で、部屋を暗くしても手動であれば対応可能である。手動しぼりと手動焦点の web カメラが現在発売されている。このしくみを授業の中でメカと合わせて紹介することも可能で、こだわりを持っている。

質問：この本がお勧めという、お勧め本を教えてください。

小森：片っ端から買って欲しい。読んだのは10分の1位。教え方や指導法は向山洋一先生の「授業の腕を上げる法則」。新しい教育に関するものであれば「2040 教育のミライ」や落合陽一さんの本も刺激的である。日本では、教員は一斉授業が上手である。明治時代の富国強兵の画一的な指導法だったが、これからはそれではうまくいかない。乱読ではなく乱買。古本やメルカリ、ブックオフも活用するとよい。新刊のみならず古本もおすすめである。図書室も活用してどんどん借りて欲しい。雑誌なども教育学部の図書館から随分お世話になった。

質問：地域のために尽力する人もあれば、理科を教える教員がずっと生徒と向かい合っていくという人もいます。また管理職や指導主事として行政に関わるという人もいます。色々な生き方があり、色々な悩みを抱えていると思うが、どのようなメッセージを伝えたいか。

小森：最小限の手間で最大限の効果を目指し、「簡単・綺麗・感動が起こる」を伝えたい

と思う。教師が苦勞するのではなく、楽しんでハッピーを目指すのがよい。(教材の例：シマムラサキツユクサならば気孔が飛び出しており、観察できる。)

質問：教員としてのライフステージはそれぞれの立場で進むべき？

小森：自営業はかなり厳しい。収入のめどを立ててから踏み切るのがおすすめ。後悔はしていないが大変。自営業ではすべて自分でマネジメントの必要があり、自分のところに道具がないといけない。ハサミや発電機など、自前で数も揃えねばならないことが大変。ある組織内にいるのと一人でいるのは大変異なる。しかし、すべてを自らコントロールできるのは楽しい。確定申告はあるが書かされる書類は少ない。

質問：動機付けに興味を持っているが、教材開発のみならず発問の仕方で大切にしていることを知りたい。

小森：「あなたはどう思いますか？ どう考えますか？」と発問すれば、必ず「私はこう思います。」という回答になる。また、「あなたの知っていることを書きなさい。」ならば「私は・・・」と回答でき、○×はなく間違いはない。

仮説実験授業での質問では大多数が間違ふことを良く出す。なぜ？ どうして？ と疑問がわき、盛り上がる。初めて顔を合わせる子どもたちには「お金は磁石に付くか？」と問う。予想を立て、意見を戦わせ、予想を変えたい人はいるか？ 人の考えを聞いて意見を変えるのもよいことだと導く。教師側が「アルミは磁石には付かない」とは教えない。子どもはアルミが磁石に付くとは思わない。そこで次に 1 万円を出して尋ねる。少数派でやんちゃな子どもが堂々と手を挙げ、反対意見を述べる。最初の授業でこの逆転現象を示すことができる。このように発問の中に逆転現象を使うとよい。

チューリップの球根は花が変化したのか？ 茎が変化したのか？ 葉が変化したのか？ 根が変化したのか？

色々なものを見せるとよい。子どもたちがもっと知りたい、調べたいと思える。このように色々なこともつまみ食いして見て、反応が良かったものを用いることで、自分なりの指導のスタイルを作るとよい。

小倉：どうして小森先生が小森先生になることができたのか？ 偉大な先生の生き方を知ることによってこれからの人生の大きな力になるお話であったと考える。