

令和7年度 第33回(本年度第1回)「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2025年6月21日(土)15時~18時

会場:埼玉大学教育学部

参加 37名(大学内20名、オンライン17名){学生23名、教員14名}

## 1 開会

### (1) 開会の挨拶(小倉康埼玉大学教育学部教授)

本日6月21日は夏至の日、太陽の南中高度が最も高くなる日です。東経139.4度、北緯35.5度のここ埼玉大学では、正午より16分早い11時44分に、南中高度が約77度でした。真上からこぼし1つとちょっと南に傾いたところから強い日差しに照らされるわけですから、ほとんど影ができず暑いわけです。因みに12月22日の冬至の日には、同高度は約30度とかなり低くなります。なぜでしょう。理科は面白いですね。さて、昨年度まで4年間研究費助成を受けて実施してきた理科モデル授業オンライン研修会ですが、今年も岐阜大学の中村先生、益子先生と共同で実施して参ります。今年度予定している4回の初回を、埼玉大学から配信します。

### (2) 本日の授業者の紹介(小倉康埼玉大学教育学部教授)

本日の授業者を務めて下さるのは、中込泰規先生です。現在、東京学芸大学附属竹早中学校教諭としてご勤務しておられる教職19年目のベテラン先生です。大学卒業後、2007年に神奈川県逗子市の中学校で教職に就かれて、2015年に神奈川県優秀授業実践者に表彰され、2018年に横浜国立大学大学院修士課程に入学し理科教育学の研究を深めた後、2022年に現在の附属中学校に着任、理科授業実践に関する研究活動を大変活発にされています。日本理科教育学会の学会誌、理科の教育などに、数多くの論文を發表され、学会から表彰されるとともに、今年1月には文部科学大臣優秀教員に表彰されています。現在、東京学芸大学大学院連合教育学研究科博士課程に在籍して博士号取得が間近です。

本日のモデル授業は、中学校教諭としての中込先生の授業を拝見できる貴重な機会になると思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

### (3) スケジュールの確認、指導案の配布

## 2 中学校理科モデル授業

### (1) 授業者と授業内容

授業者:中込泰規氏(東京学芸大学附属竹早中学校教諭)

単元名:中学校第3学年「化学変化とイオン」

本時:「ホタテやカエルから考える化学電池の歴史」(本時 第1時/全10時)

目標:

観察・実験結果に基づいて、カエルやホタテが電池となる理由を論理的かつ自身の視点から創造的に思考することができる。【思考・判断・表現】

自身が見出した化学電池に関する考えを、マグネシウム電池の構造に当てはめて考え、自身の考えが化学電池を十分に説明できるかを評価する。その上で、以降の学習において、化学電池のどのような点に注目して学習していくか見通しを持つ。【主体的に学習に取り組む態度】

以下の2点について、実感を伴って理解する。【NOSの理解】

- ① 人それぞれが主観性を持ち、結果の捉えが異なること。
- ② 主観性の違いによって生じた考えの対立を基に、探究の問いへとつながること。

(2) 単元計画 (本時は第1時)

時間	内容	捉えさせたいNOSの視点
1	ホタテに電流を流した時に、ホタテが動く様子を観察し、どのような原理で動いたのか考察する。類似した現象として、ガルバーニが発見したカエル電池を紹介し、なぜカエルの足が動いたのか、ホタテの考察を基に検討する。ガルバーニの考えに異を唱えた、ボルタの考え、さらに、自分の考えを比較し、共通点・相違点についてまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人それぞれが主観性を持ち、結果の捉えが異なること。</li> <li>・主観性の違いによって生じた考えの対立を基に、探究の問いへとつながること。</li> </ul>
2	ガルバーニの考えに異を唱えたボルタの考えを基にして、ボルタが開発した電池がどのようなものか創造的に検討し、作成するための見通しを計画する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単一のプロセスではなく、状況に応じて帰納的、演繹的に探究を進めていこうとすること。</li> </ul>
3・4	第2時で立てた計画から、ボルタの考えを基にした化学電池を作成する。各グループが作成したものを発表し、成果物の共通点・相違点についてまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・論理的かつ創造的に思考することで、新たな発見につながることで、自身の考えについて、他者から批判的に吟味されることで、結論が精練されていくこと (社会的な側面)。</li> </ul>
5	実際のボルタ電池について学ぶ (ボルタ電池の作成を含む)。ここまでの科学的な探究の過程を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探究のプロセスは直線的なものではなく、状況に応じて多様なプロセスを辿ること。</li> </ul>
6	ボルタ電池の長所・短所についてまとめ、ボルタ電池の短所を克服するための電池を設計するための計画を立てる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単一のプロセスではなく、状況に応じて帰納的、演繹的に探究を進めていこうとすること。</li> </ul>
7・8	第6時で立てた計画を基に、電池を作成する。各グループが作成したものを発表し、成果物の共通点・相違点についてまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・論理的かつ創造的に思考することで、新たな発見につながることで、自身の考えについて、他者から批判的に吟味されることで、結論が精練されていくこと (社会的な側面)。</li> </ul>
9	ダニエルが、ボルタ電池のどのような問題点を改善しようとして電池を開発したかに注目し。ダニエル電池の具体について学ぶ (ダニエル電池の作成を含む)。ここまでの科学的な探究の過程を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学は少しずつ発展し、暫定的な性質を持っていること。</li> <li>・探究のプロセスは直線的なものではなく、状況に応じて多様なプロセスを辿ること。</li> </ul>
10	最先端の電池として空気マグネシウム電池を紹介し、実際に作成する。空気マグネシウム電池の仕組みについて考察し、どのような背景から開発されたのかを考える。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学と社会は密接に関連しており、社会的ニーズに応える役割があること。</li> <li>・環境負荷の問題など、科学で解決できることには限界があること。</li> </ul>

(3) モデル授業 [記録動画の通り]

0:00~1:30 - 「イオン」が日常生活のどこに関わっているかを問いかける (例: イオン飲料、マイナスイオン)。日常とのつながりを意識させる。

- 1:30～3:58 - ホタテを使った実験の紹介。「ホタテを電極で挟んで電気を流したらどうなるか？」という問い。生徒から「光る」「動く」「焼ける」などの予想が出る。
- 5:20～7:47 - 実験動画を視聴。電気を流すと筋肉が収縮する。「焼ける」という予想も部分的に正しい(匂いが漂う)。次に、ガルバーニという科学者の考え方を紹介。「電圧装置がなくても、カエルの足などで電気が流れたのではないか」という説。
- 7:47～11:17 - 生徒に実験を再現させる。ホタテを使い、銅板と亜鉛板の金属板を挟んで電圧計で測定。「電気が発生するかどうか」を確かめる活動。実際に電圧が検出され、電子オルゴールをつなげたら音が鳴る。

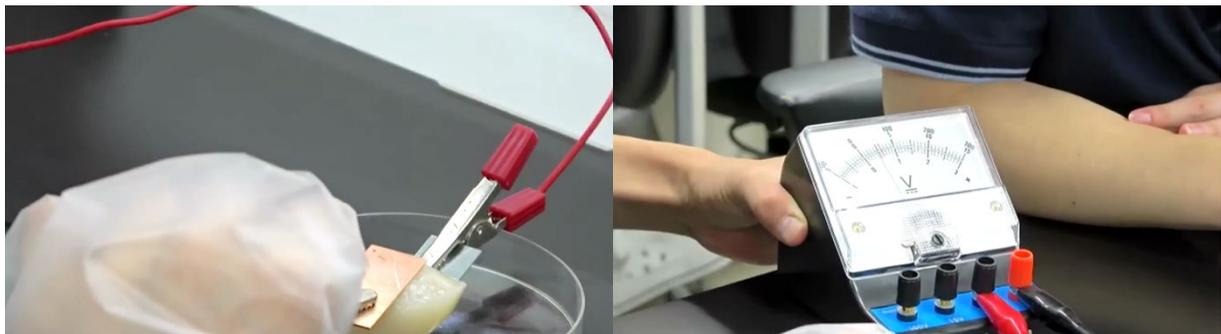


図1 ホタテを銅板と亜鉛板で挟んで電圧計につなぐと約0.5(V)が発生する

- 11:17～14:44 - 複数のホタテを「直列につなぐ」などしてパワーアップを試みる。音量が大きくなる等の変化を観察。生徒たちで試行錯誤。
- 19:24～23:21 - グループで議論。問い：「なぜホタテと金属板を接続すると電気が流れたのか？」各自が仮説を書く。水分や電解質、金属の性質、筋肉の繊維、電子の通り道としての役割など、さまざまな意見が出る。



図2 グループで意見交流

28:07～34:11 - 各グループの発表：

- ホタテのぬめり(または水分)が電気を通す役割をしている説
- 金属板が溶けてイオンになり、それが電子を動かすと思われる説
- ガルバーニの「動物電池理論」(体内に電気が貯まっていて、それが原因で電気が流れたという考え)を紹介し、生徒に賛成か反対かを考えさせる。自分の考えと確信度をワークシートに書く。

42:53～50:01 - 授業のまとめと延長実験。「最先端の化学電池」のキットを使って生徒が電池を組み立てる。水に浸して LED を点灯させる。生徒に自分の仮説でこの電池の動作を説明できるか／できないかを考えさせる。説明できない部分を明らかにして、次回以降調べていくことを提示。



図3 最先端の化学電池を製作して水に浸すと LED が点灯し、小さな音が聞こえる

54:00 - 授業の振り返り。「ガルバーニの考えが本当に正しいかどうか」を引き続き問い続けること、自分たちの仮説をもつことの大切さを強調して授業終了。

#### (4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

##### 1. 大切にしていること

- ① 授業デザインにおいては**内容理解だけでなく科学の本質 (NOS: Nature of Science) も関連づけて扱うことを重視している**
- ② 生徒の「ひらめき」を中心に据えた**探究型学習**を基本にし、教師はファシリテーター役となる。最初に「なぜこうなるのか」(なぜホタテと金属板を接続すると電気が流れたのか?)を問い、**あえて揺さぶりをかける課題**を与え(最先端の電池は、動物電池理論だけでは説明できそうにない)、**再考・再実験・問い直し**を促している。
- ③ 実践例: 中1で重力の学習中に出た疑問から、**転がる物体の速さ実験**や、**ボルタ電池を改良する生徒の発想実験**など、子ども主体で**試行錯誤する活動**を紹介。科学者のように**仮説検証**を繰り返す学習スタイルを重視している。
- ④ 「ひらめき重視」だけだと**主観的になりがち**なため、**客観的な【ひらめき】を学ぶ機会をつくる**。科学者の研究史や背景を調べ、**科学者の価値観と自分の価値観を比較**させる活動を実施する。
- ⑤ 実践例: 光の単元では、生徒が「CDの裏面がなぜ光るか」疑問から調べ学習を行い、**研究の社会的影響や科学的営み**をまとめる活動を例示。

##### 2. NOSって何!?

- ① 日本の理科教育は**内容知識偏重**で、手続き的知識や認識論的知識が不足しがちと指摘。**科学的リテラシー育成にはNOSが重要**であると紹介。
- ② NOS 要素例: 「主観性・理論負荷性」「創造性の役割」などを説明。科学者も**主観的視点**や**創造的発想**を持ち、理論や法則は**批判的検討を経て形成**されてきたと強調。
- ③ 学校の理科は**整った実験に偏りやすい**が、**科学の方法は多様**であり、**創造性や複数の視点を取り入れることが議論や理解を深める**。
- ④ PISA 調査でも日本は NOS 関連問題の**正答率が低め**で、**NOS 教育が今後の課題**である。

### 3. 本実践の位置付け

- ① 今回の実験（カエル電池、ホタ観察、マグネシウム電池など）も、人による捉え方の違いから**主観性・理論負荷性や科学の方法の多様性を学ぶ契機**になる。
- ② 指導案の単元展開においても、NOSをどのように位置づけるかを記入している。
- ③ 科学の営みの授業の最後にポスターセッションを設定して意見を批判的に吟味する中で考えをまとめていくことに有効。
- ④ 各授業を科学者視点から振り返って表現させるワークシートを説明。

### 3 モデル授業についての協議

#### (1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

以下の視点を中心に協議を進めた。

「今回のように生徒に問題を設定させ、自分たちで探究させる授業を取り入れるうえで想定されるハードルやそれらをどう乗り越えていけるか。」

ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

- ・昔の人の迷いや明らかにしていったステップが短時間に体験できており、それが NOS を学習と関連づけにつながっていて良かったと思う。
- ・学生の直列ホタテの実験は実際の科学者の取り組み方の追体験になっていた。
- ・最先端の化学電池にまでつなげており、今後の学習への接続になっていた。
- ・実験の見方が違うこと（理論負荷性）に気づける。
- ・結論が間違っている可能性（科学の暫定性）に気づける。
- ・科学者同士の批判を追って理解していくことで、発展や流れに目が行く。
- ・『自分の考え』の暫定性も一緒に深められると面白い
- ・いきなり電池が出てくるよりも学ぶ必然性が出てくる
- ・実験のやり方などを生徒に委ねていて、NOS の知識の考え方と関連していた。
- ・手を動かすだけでなく、どうしていくべきかを考えていくことが NOS と関連付けるきっかけになっていた。
- ・ホタテだけでなくマグネシウム電池を作成して検討させている。いろんな視点で考えることが根拠のある仮説を設定する上で大切。
- ・はじめからダニエル電池を追うのではなく、科学者がどのように考えていたのかを追っていく。
- ・理科に限らず、知識の定着や子どもたちの興味を引き出す上で、歴史を辿る、流れを知るということはとても大切なので、そこを行うための提案としてとても勉強になった。
- ・科学者の意見に合っているか間違っているかを議論するのが、科学に対して批判的に見えるきっかけになった。
- ・今回の授業の中だけでも、自分の考えが何回も変えることができ、主観の変化を感じることができた。
- ・理論負荷性に気づくきっかけになっていた。
- ・実験方法が一方的だった。

- ・ホタテになぜ電気が流れたのかの話し合いがあったから、色々な意見を取り入れられた。
- 科学者＝正しいという訳では無いという考えが生まれた
- ・こういう要素があるからこれについて考えていこう!!の方が流れがいいのではないか。
  - ・学習にストーリーがあり、興味が途切れない授業構成ですごい。
  - ・昔の人の発見は、今の完成された装置を使った実験とは異なり、子どもたちにとってはより科学に感動する機会になりそう。
  - ・ホタテを使ってどうすればオルゴールが大きくなるかを考えさせるのがおもしろい。

## 〈質問・課題〉

### 質問

- ・学習目標と評価方法は？  
授業者：始めの議論の時間はより短い予定でしたが、予想外に様々な面白い考えが出てきて長くなり、学習目標を提示しないまま次に進んでしまった。今日の目標はなぜ電気が流れるのかについて自分の考えを見出すことです。それが正しくても、間違っているとしても、実験の結果や自分の視点を踏まえて、何かしら根拠がある考えを見出すことができることを目標にしています。そこで、内容をふまえて、他者の考えをどのように含んだとか、当時の科学者の考えは違うのではないかなど、根拠がある考えを作っているかどうかを、ワークシートの記述から評価する予定でした。
- ・実際の中学生は、はじめの質問をどう答えるのか？  
授業者：中学生は動物電池ばかり出てきます。電気ウナギと同じような考えを持っている人も結構いるので、そういった事象と関連付けながら、動物の中に電気があって金属板によって電気が流れ出るといったことが、子どもたちの中からよく出てきます。
- ・ホタテを採用した理由はあるのか？  
授業者：授業を設計する時に、1時間のものだけをデザインすることはあまりなくて、いわゆるカリキュラム全体のストーリー性を重視した上で1時間をどうするかを決めていくようにします。NOSも1時間とかでは到底身につくものではないので、カリキュラム全体を見通してストーリーを立てます。ホタテをここで使っているのは、生活に直結するとかの意図でなく、動物電池の1つの材料として、授業の最後まで使っていきます。例えばボルタ電池が次に出てきた時に、じゃあホタテ電池とボルタ電池を見比べましょうと。さらには、ダニエル電池が出てきた時に、比較対象がこう3つになっていく。もしかしたらホタテ電池とダニエル電池に共通性がある、ボルタ電池は全く関係ないのかもしれないみたいな、そういう思考を展開させていくことを狙いとしていて、いわゆるそのガルバーニの動物電池の1つとして捉えてもらうことが、ホタテで1番再現しやすかったっていう教師の意図が入っています。1時間目だけでやった時には、なんでホタテをやったんだろうというモヤモヤ感が残ることもありますが、あえてそこを狙っているというところも嘘ではない。ここでやったことを最後に結びつけたいという狙いです。それが良いか悪いは結構難しいところなので勇気がいるところですが、一応裏テーマとしてはそう位置づけています。ボルターダニエルという流れで常にホタテいわゆる動物電池が比較対象として出てくるという位置づけです。
- ・なぜ最先端のマグネシウム電池をここで取り扱ったのか？歴史的順序で授業展開していく方がスッキリするのではないか？  
授業者：このマグネシウム電池は、今日あえて飛躍をさせてみました。動物電池、ボルタ電池、ダニエル電池、そしてこれ（マグネシウム電池）という風にやっていくと、子どもたちは

順を追ってなんとなく考察できます。それは段階的に内容の理解を深めていく、歴史の順を追っていくっていう意味で価値があり、まとめも教員としてはやりやすい。一方で、これ（マグネシウム電池）を使わせた理由は、“暫定性”に関連して、先にこれを示すことによって、「なんか随分姿が変わったな。これはやっぱり動物電池からこの電池の間に、きっと何かのストーリーがあるのではないか」と種を蒔く意図があります。しかし、皆さんの反応を見るとあまりうまくいかなかったかもという反省はあります。科学の歴史を扱う時に、順々に扱っていくことが教育では普通の話で、社会の歴史もそうですが、あえてそこを変えることで子どもたちの捉え方を変えられるのではと考えています。

- ・小学校でのNOSの扱いはどうすればいいか？

授業者：NOSをどの程度入れるかは難しい問題です。海外ではNOSしかない授業があり、教科書もNOSしか書いてないものがあります。日本は学習指導要領に明確に示されず、教科書もコラムみたいにNOS的要素を取り扱われている。だからどれくらい入れるのが理想かは答えを出せない。いろんな実践研究を重ねて、そのバランスや、国としての方向性を研究していかなければいけない課題です。小学校で何ができるか、NOSの理解は結構高度な知識、高度な認識が求められるので、小学校でNOS自体を捉えることは、なかなか難しい。海外ではそれぞれの学年に目標が明確に示され、例えば小学校では「1回の実験で済まさない。繰り返し実験をして妥当性を高める」のように書かれています。（小学校でも）NOSの基礎を扱うことに挑戦することは大事だと思っています。

- ・昔の人の発見は、今の完成された装置を使った実験とは異なり、子どもたちにとってはより科学に感動する機会になりそう。単元や学年全体の中でどれくらい扱う？内容とNOSの両面を身につけるにあたって、バランスをどう考えているのか？

授業者：科学史を使う1つの理由は、生徒の誤概念と科学者の昔の考え方がリンクするところが多いことです。例えば、物を燃やして熱エネルギーが出ると言う時に、物質の中に元々熱が入っているといういわゆるフロギストン説のような捉え方をする生徒が多くいます。「君たちの考え方は科学者のレベルと一緒になんだよ」みたいな捉え方をしてあげることが大事だと思っています、そこに科学史を使う1つのメリットがあると思うし、徐々に理論・法則が変わっていくところが1つのポイントになればと思っています。ただし、授業設計は難しい。NOSをどこに入れるかを考えなければいけないし、私はNOS研究をしている立場なので、去年は1年間の全てにNOSを入れましたが、全ての公立学校でできるかって言ったら到底できないと思っています。ただ、少しずつ入れる比重を上げていかないと、いわゆる内容だけの方にバランスが偏ってしまうところも課題ではあると思います。1回くらいトライしてみませんかと投げかけた。

- ・NOSを明示的にどれくらい扱うか？

授業者：私は明示的アンチです。明示的に示すことが悪いというわけではなくて、子どもに気づかせたいというところがあります。NOSの要素でこういうものがありますと言ったら子どもは、なるほどと先に理解する。要は経験から学んでそれを理解するのか、教師から言われたところにそれを経験まで落とし込めるかっていう課題もあるから、どっちがいいかって言われると、先行研究は明示的にNOSを示していますが、私はそれに対してアンチテーゼを説いています。明示的に示すことの良さもありながらも、日本の教育感はどちらかという子どもに発見して欲しいところが結構強く、明示的に示しながらも子どもが実感として捉えられるようなバランスが作れるといいとは思っています。そこが一番難しい。

#### 4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

##### 1. 科学の本質と学習指導要領の制約 科学的探究の資質・能力としてのアプローチ

現行の学習指導要領で理科の目標に、「科学的に探究するための資質・能力を育成する」という表現が用いられています。この「資質・能力」という用語の意味は大変重く、資質・能力の3つの柱も、「生きて働く「知識・技能」」、「未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」」、「学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」」と表現されています。つまり、受験が終われば忘れてしまう知識ではだめ、初めて経験する状況でもうまくはたらく思考力・判断力や、表現力でなければだめ、授業は生徒自身がより良い人生や社会生活を送る目的で学ぶものでなければだめ、ということです。とても実用主義的で目的的な学びへの転換と言えます。

「科学的に探究するための資質・能力」の中身に関しても、中学校学習指導要領解説理科編に資質・能力の例が、主として思考力・判断力・表現力を中心に14点示されています。

本日の「科学の本質」NOSは、科学という営み自体に関する認識ですが、NOSも、人生の様々な場面で生きて働く知識であり、資質・能力だということができます。残念ながら、現在の学習指導要領では、それが明示的に教育内容として扱われていないので、中込先生は、どうすれば現在の中学校理科で、生徒たちにNOSに関する資質・能力を身に付けさせることができるのかを追究して来られたわけです。

私は、大学の指導法の授業で、「ブラックボックス」という米国のFOSSプログラムで開発された教材を使って、学生たちに「科学の暫定性・限界性」と「社会的営為としての科学」という科学の本質に関する学習を長年紹介してきましたが、学生たちが教員となった時に、それをどの学年のどの単元で教えられるかは明確に示すことができていません。学習指導要領で内容とされていないからです。

中込先生は、中学校理科の内容を見渡して、生徒に科学という営みに関する認識を培うことのできる内容と指導法の体系を検討し、自分の授業を通じて実践的に研究開発して来られました。本日の授業はその一部ということになります。

##### 2. ダニエル電池の扱いと、生徒の実態のジレンマ NOSからのアプローチ

本日の指導案に記載の「単元計画」をご覧ください。本日の「ガルバーニのカエル電池」に始まり「ボルタ電池」、「ダニエル電池」、「空気マグネシウム電池」へと歴史を追うように展開していきます。生徒役の皆さんは、中学生の時にダニエル電池は学んでいないはずですが、現行の学習指導要領から導入された教育内容だからです。ダニエル電池は現在実生活で使われているのでしょうか。使われていません。「ダニエル電池の仕組み」を説明させる問題は、生きて働く知識ではありません。では、どうして義務教育の貴重な時間を費やす内容に取り上げられたのでしょうか。私は、電池が長続きするためにダニエルが開発した創意工夫を、生徒に探究させることを通じて、生徒の思考力を培うためのものだと捉えています。小学校の5年生で振り子を学習するのは、条件制御の思考力を培うためのものだという同じ論理です。確かに、ダニエル電池の探究で、化学好きの生徒はますます化学好きとなるでしょう。しかし、金属のイオンになりやすさの違いという意味がわからず、電池と電気分解の違いも分からない生徒にとっては、ますますよくわからないという苦手意識が強まり、化学嫌い、理科嫌いを助長しかねない恐れがあると考えています。したがって、基本的な概念を確かに理解させた後に、それを基盤として生徒たちに挑戦させる課題のような位置づけが適切と考えています。

中込先生は、ダニエル電池を含む化学電池の学習の展開に、科学史を組み込むことで、生徒に

科学という営みの本質 NOS についての認識を深めさせることができる授業を開発されました。ダニエル電池の教材としての価値をより高めることになると思います。また、空気マグネシウム電池の開発を災害対応の文脈で取り上げられているように、化学電池の歴史は今も発展し続けていることを扱うことで、人々の生活や社会のニーズと科学技術が密接にかかわっていることを生徒に実感させることができます。できれば、現在ではほぼすべての人が利用しているリチウムイオン電池を発明して、2019年にノーベル賞を受賞された吉野彰氏（旭化成）の功績を紹介することも、生徒の科学技術や科学者との距離を縮める視点になるかと思うところです。

### 3. 教師個人が行う実践を通じた探究型研究 アクションリサーチとしてのアプローチ

最後に、中込先生のように、長年教員として理科を教えながら、自身の理科授業への問題意識を課題として、自身の授業実践を通じて改善を目指していく研究は、「アクションリサーチ」と言うことができます。これは、本研修会に参加する多くの教員の皆様が行っていることの延長線上にある研究の姿と言えます。ただし、中込先生は、国内外の先行研究をレビューしてその知見を取り入れるとともに、自身の研究の新規性を示すことができる努力を続けておられます。そして、研究の成果を、学術論文として発表し、学会発表を通じて、領域の研究者との交流も盛んにしておられます。まさに、理論と実践を統合した理科授業研究の文化とコミュニティの形成を牽引するリーダーの一人であると言えます。時間を生み出すことが難しい教員の業務環境で研究を続けることは、まったく容易ではありませんが、授業研究に魅力を感じておられる教員の皆さんは、たとえ時間はかかっても、自分自身のアクションリサーチを継続していただきたいと思います。そしてその成果を研究発表や、本日のようなモデル授業として提案していくことで、理科授業を研究する文化とコミュニティを発展させていってほしいと思います。

以上、理科授業を研究し発展させる上で、示唆に富む研修機会を提供して頂いた中込先生に深く感謝いたします。以上です。ありがとうございました。

#### (2) 中村琢岐阜大学准教授より

大変素晴らしい授業の提供ありがとうございます。科学変化とイオンの単元の冒頭で、生徒にとって非常に新鮮でかつ探究心を揺さぶる工夫された展開だったと思います。ホタテに電流を流すという意表をつく導入から始まって、なぜホタテが動くのかという素朴で本質的な問いを立ち上げる授業構成は、科学的探究の出発点として優れていると思いました。特に印象的だったのはホタテを用いた実験とガルバーニのカエル電池を関連付けて、そこに科学的な背景、動物電池とボルタの電池の考えの歴史的背景を重ね合わせた点だと思います。生徒が自らの仮説を構築し、それをグループで共有、比較しながら、「電池とは何なのか」の本質的な理解、構造的な理解に近づいていく過程は、NOS (Nature of Science) を体験的に理解させる探究的な授業の素晴らしい例であったと思います。

また、最後にマグネシウム電池の作成を導入するという一方で、生徒自らが自らの考えを検討して、現代の技術にも適用できるのだろうかという視点を広げる仕掛けが加えられていました。これは 学習を知識の習得で終わらせるのではなく、構造的な理解、さらに応用的な理解、社会への接続というように発展させていく優れた設計であると思います。科学は完成された知識ではなく、人間の営みであり社会と関わりながら進展していくものという明確な指導感に導かれ、教科書的な知識を元にするのではなくて、考える力で生み出し、それを検証する科学本来の営みを体感させる授業であったと思います。

科学は完成された知識体系ではなく人間の営みであるという視点は、私自身も教育学の立場から深く共感するところです。私自身も科学が好きですし、科学者がどう思考錯誤をしていたの

かと言ったその営み自身にも非常に興味があります。科学者たちがどのように課題に向き合い思考錯誤を重ねて技術や理論を発展させてきたのかという背景に触れるということは、生徒にとって科学を生きた営みとして捉える出発点になると思います。私自身も理科教育の授業等において生徒が単に科学の知識のユーザーとして受動的に学ぶのではなくて、将来自分自身もその発展に貢献する存在になりうるのだという、そういう主体的な態度を育てたいと思っています。そういった意味でも科学史や科学者の思考過程を教材に折り混ぜる今回の実践は深い意義を持つものだと思います。何より本授業を通して生徒たちが科学者は遠い存在ではなくて、その時代にある知識、情報を元に思考錯誤して考えてきたのだという、科学者の営みを実感し、それが例え現代の視点から見れば間違いや周り道であったとしても、それが新たな科学として更新されていく、科学の発展のダイナミズムと言えることを体験的に理解していくことができると思います。私も理科教育における科学的を学ぶこと以上に科学とはどういうことかを実感させることの重要性に改めて気づく実践でした。大変ありがとうございました。