

## 交流の学習に関する教員研修の開発

Development of teacher training about learning alternating current

佐々木敏紘<sup>1</sup>・中山慎也<sup>2</sup>

SASAKI, Toshihiro; NAKAYAMA, Shinya

要約；中学校理科の学習において，理解が困難な分野の一つに電気分野が挙げられる。その概念の難しさや複雑な計算などのため，実生活との関わりを意識した授業実践がしにくく，生徒の興味・関心が高まりにくい分野でもある。そこで，若手教員を対象とした「交流」に関する教員研修について，仙台市科学館で行っている科学館学習で使用した実験装置を活用した内容の検討を行った。

キーワード；教員研修，中学校理科，電気の世界，トランス，高圧送電

### 1. はじめに

中学校理科の学習内容において，電気分野の学習内容は理解が困難な内容の一つに挙げられる。これまでの著者の中学校での授業実践の経験からも電気分野での指導の難しさを感じてきた。また，オームの法則や電力を求める式を取り扱うことなどから，計算を得意とする一部の生徒を除いて，多くの生徒にとって電気分野は，興味・関心が高まりにくい分野であるとともに，教員も探求的な学習をしにくい分野である。

学習指導要領では，社会が急速に変化する中，新たな価値を創造することによって問題を解決できる人材育成の重要性が謳われており（文部科学省，2017），実社会や実生活の諸問題の解決に科学が活用され，役立っていることを実感できる授業の重要性が高まっていることも指摘されている。

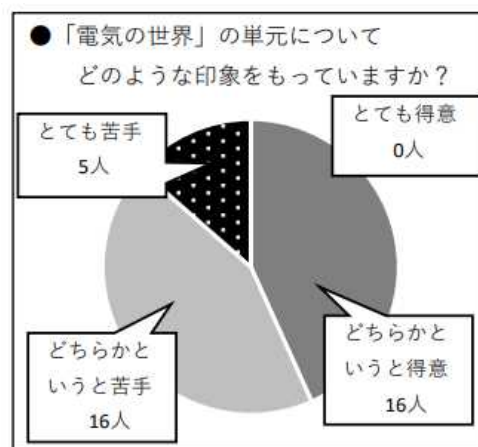
（木村ほか，2021）

また，電気分野の中でも，「交流」の学習については，より実生活と関わりをもたせた指導方法や学習プログラムの検討がなされている。（川田ほか，2023）（本多ほか，2005）そこで，仙台市科学館で行っている科学館学習で過去に実施した物理実験「交流-発電所からコンセントまで-」（宮崎ほか，2014）で使用した実験装置を活用して，中学校理科教員を対象にした「交流」の学習に関する教員研修の内容についての検討を行った。

本稿では，その内容と「交流」についての教員研修の必要性などについて検討した内容を報告する。

### 2. 理科教員志望学生の「交流」に対する知識

「交流」についての教員研修の内容を検討するにあたり，研修対象者を教職経験1～5年程度の若手教員とした。そこで，2023年12月8日に宮城教育大学の理科教育法Ⅱ（中等）で実践した「交流」の学習に関する実験を取り入れた講義（90分）および「交流」の学習に関する教材観や理解状況等のアンケート（回答者数37人）をもとにして研修内容の検討を行った。講義前に実施したアンケート結果の抜粋を以下に示す（図1）。



<sup>1</sup> 仙台市科学館，<sup>2</sup> 宮城教育大学

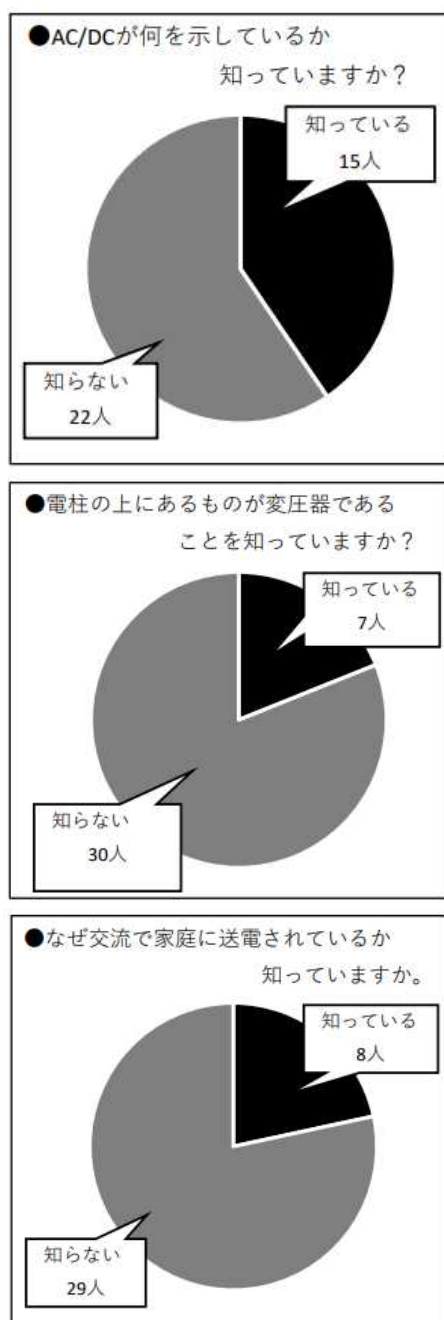


図1 「交流」に関する  
講義前のアンケート結果（回答者数37人）

この結果から、中学校理科における電気分野に対して苦手意識がない学生にとっても、身近な物に記載されているACやDCの表記とその意味について知らなかったり、なぜ家庭への送電が「交流」の方式であるのかを知らなかったりする学生が多いことが分かる。また、電気分野に苦手意識をもっていない学生の自由記述には、「計算ができた

から」や「テストで点数がとれたから」という記述が多く見られた。このことから、苦手意識はもっていなくても、学んだことが実生活や身の回りで起こる現象や物との関連ができていない学生が多いことも分かる。

さらに、高校の物理を履修しなければ、「交流」について詳しく学ぶ機会がほとんどなく、日常生活や身近なこととして「交流」を認識する機会がないことが予想できる結果でもある。

中学校理科の「交流」に関する学習内容を確認すると、発光ダイオードを用いて電流の向きが交互に入れ替わっていること、オシロスコープで電圧の大きさが絶えず変化している様子を確認し、周波数について学ぶこととなっている。（東京書籍、2021）「交流」の送電についても記述はあるが、詳しい内容までは記述されておらず、実験もないため、なぜ家庭に「交流」で送電されているのかについての課題意識をもつ場面も設定しにくいと考える。

このようなことから、「交流」の学習については、実生活に大きく関わっている内容であるにも関わらず、興味・関心が高めにくい内容となってしまうのではないかと考えられる。

以上のようなことから、学習した内容が実生活と関わっており、探究的な学習につながる授業実践ができるような教員研修の内容を検討することとした。

### 3. 「交流」に関する講義内容

#### (1) トランスによる交流の変圧実験

交流の特徴としてトランスによる変圧ができることが挙げられる。このことは、過去に科学館学習で使用していた実験装置（図2）を用いて、入力側の電圧と出力側の電圧を測定することで確認できる。

また、用いた実験装置は、入力側のコイルが200回巻、出力側のコイルは400回巻と100回巻があり、入力側の電圧と出力側の電圧の測定をすることにより、電圧はコイルの巻き数に比例することを確認することができるようになっている。

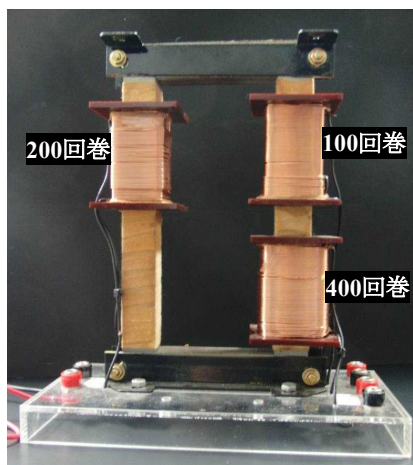


図2 「交流」の変圧を確認する装置

なお、入力側は、電源装置（中村理工工業株式会社 PS6000N）背面の交流出力端子とつなぎ、電圧を交流8Vに設定して実験した（図3）。また、このとき、入力側と出力側の各コイル部で測定した電圧の値は表1のようになった。



図3 実験に用いた電源装置

	入力側	出力側	
	200回巻	400回巻	100回巻
電圧[V]	8.95	17.39	4.39

表1 「交流」の変圧実験において各コイル部で測定した電圧の値

(2) 高圧送電の利点を確認する実験

発電所で作られた電気は、非常に高い電圧まで昇圧されて送電され、各家庭に配電される際に送

電網の途中にある変電所や柱上変圧器などによって、必要とする電圧に降圧される。高圧で送電される利点については、図4の実験装置を用いて確認した。なお、実験装置は交流の変圧実験と同様に電源装置とつなぎ、交流8Vに設定して実験した。

この実験装置は、「交流」をそのまま送電した場合と高圧送電した場合の違いを、家庭での照明に見立てた豆電球の光り方を観察することによって確認することができる（4つの豆電球：4.8V、0.5mAが並列に接続されている）。そのまま送電した際には、豆電球はわずかに光る程度である。一方で、高圧送電した際の豆電球はしっかりと光り、高圧送電にした方が電気を有効に利用できることが一目で分かる装置となっている（図5）。

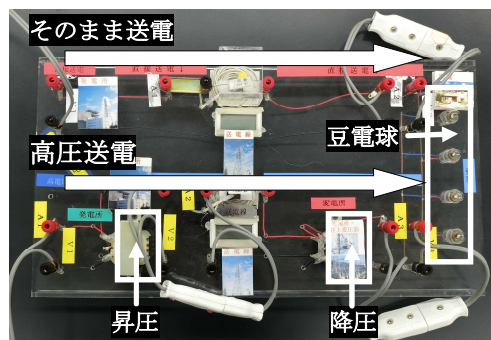


図4 高圧送電する利点を確認する実験装置

（装置に用いた変圧器：

豊澄電気機器株式会社製 HT-61）

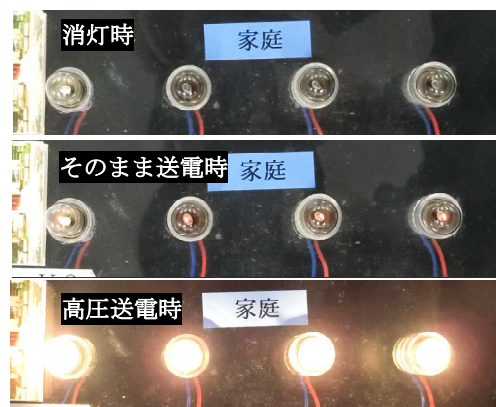


図5 高圧送電した時とそのまま送電した時の豆電球の光り方

また、この実験装置は、長距離に渡る送電線の電気抵抗に相当するものに見立てたセメント抵抗（10Ω）を組み込んでおり、送電の前後で抵抗部

の温度変化を確認することができる（図6）。そのまま送電した場合、高圧送電した場合では、抵抗部の温度変化が明らかに異なるため、高圧送電では発熱による電気エネルギーのロスが少ないことも理解できる。

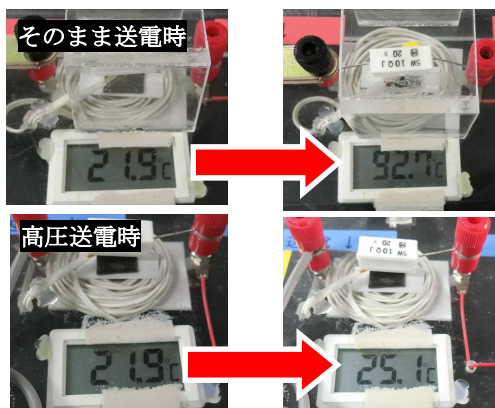


図6 セメント抵抗の温度変化

(1), (2) の実験内容から、「交流」で送電されている利点は、以下のようにまとめられる。

- 必要とする電圧に、トランスで容易に変圧できること
- 高圧送電することで、送電時の発熱による電気エネルギーの損失を小さくでき、電気を有効活用できること

#### 4. 講義後のアンケートと教員研修内容の検討

以下は、宮城教育大学の理科教育法Ⅱ（中等）で実践した「交流」に関する実験を取り入れた講義後にとったアンケート結果の抜粋である（図7）。

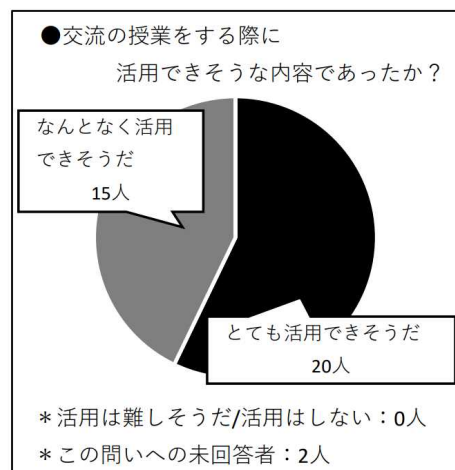
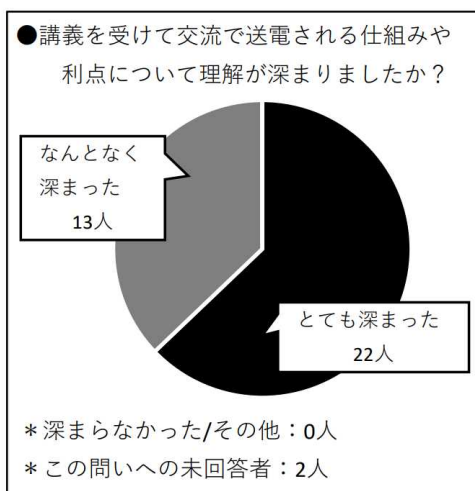


図7 講義後の学生のアンケート結果  
(回答者数37人)

講義後のアンケート結果から、科学館学習で扱った実験装置を活用することで、「なぜ、家庭には交流で送電されるのか」という課題に対して、十分な理解が得られることが示唆された。また、「自分が授業する際に活用できる」と答えた学生も多かったことから、若手教員に向けた研修として、本講義で行った実験装置を活用した研修内容は有効であることが示唆された。

一方、記述式の感想からは、「同様の実験装置を班数用意するのは難しい」や「測定や導線の接続は生徒にとっては難しい」というような意見も見られた。講義や研修で扱った内容をどのように授業に取り入れたり、活用したりするかを考える場面の設定も必要であると感じた。

#### 5. 実験装置の改良についての検討

「交流」について、より理解がしやすく操作が単純な実験装置に改良するため、東北学院大学の石川和己氏、岩本正敏氏、東北大学の日下孝氏より以下のようなアドバイスをいただいた。

- ・電源装置ではなく、スライダックを用いて電圧を自在に変化させられるようにしてはどうか。
- ・感電防止や電流が流れ過ぎてしまった際の回路切断機能や、スイッチの導入などの安全対策を講

じることが必要ではないか。

・工学的な専門性の高い内容になると、送電に関しては大変難しいため、電気分野の面白さや日常生活に隠れている身近な内容を加えたらどうか。

これらのことを踏まえ、実験装置の改良や研修内容についての検討を継続して、より良い研修内容の提案につなげていきたい。

参考までに、科学館学習で使用する装置（図2から図4）の製作における基本的な流れは次の通りである。実験学習の題材とする分野に精通した専門家や企業等からの助言を参考にしながら、仙台市科学館の指導主事が実験装置の考案と仕様書の作成をする。その後、競争入札により、実験装置の製作を担当する専門業者を決定する。実験装置の製作者には、試作装置を作成してもらい、細かな微調整を加えたり、予備実験を繰り返したりしながら最終的な実験装置の仕様を決定し、生徒実験用に必要となる数量の製作を行う。

## 6. 終わりに

第2次ベビーブームによる就学者増に対応して大量に採用された世代の教員の退職に伴って、近年、若手教員数が増加している傾向にある。このことを考えると、指導が難しいまたは生徒の理解が難しい分野の教員研修の必要性は、より増してきていると感じる。経験豊富なベテラン教員から若手・中堅教員へ、指導の難易度が高い単元内の観察・実験のコツや学習内容などについて、アドバイスをする機会の減少が続くことになる。また同様に、若手・中堅教員からベテラン教員へ、質問したり相談したりする機会も減少してきている。そこで、指導が難しいとされる分野における教員研修の検討や実践が、科学館学習を活かして様々な面から進められている。（佐々木ほか，2023）（中山ほか，2023）（佐々木・橋本，2023）

特に、電気分野は、概念が非常に難しいことや、計算などのテクニク的な手法習得に意識が向きがちになり、私たちの日常生活と関連した部分を意識した授業展開が実施されにくい単元でもある。

実生活に関連した内容に触れたり、実験などを通して課題解決をさせたりすることで、興味・関心が高められる授業実践がなされるはずである。

今回の検討を通して、仙台市科学館の科学館学習（西海枝，2020）で扱っている実験装置は、よく考えられて製作されており、生徒実験だけでなく教員研修などへの活用が十分にできる物であると実感した。今後も教材研究を継続して、指導しにくい部分や生徒の理解が難しい部分の支援となる教員研修の内容やあり方、指導支援について模索していきたい。

## 謝辞

東北学院大学の石川和己氏、岩本正敏氏、東北大学の日下孝氏には、「交流」に関する実験装置の改良や研修内容に関するアドバイスをいただいた。改めて、御礼申し上げます。

本研究の一部は、JSPS科研費JP22K02939の助成を受けた。

## 引用文献

- 文部科学省．2017．中学校学習指導要領解説【理科編】．40-45
- 木村優里・原口るみ・大谷忠．2021．実社会・実生活の問題解決という文脈を導入したSTEM教育型理科授業のデザインに関する研究．科学教育研究．Vol.45No.2．184-193
- 川田博基・秦浩之・平賀伸夫．2023．変電所見学を位置づけた「送電」と「交流」の学習．日本科学教育学会研究会研究報告．Vol.37No.6．83-88
- 本多満正・田邊康夫・村石幸正・小松寛・前田香織・山岡寛人．2005．送電における変圧器のはたらきと仕組みの教材開発．日本教科教育学会誌．第28巻第3号．37-42
- 宮崎元晴・佐藤淳・中澤堅一郎・菅原徹．2014．実験190「交流」-発電所からコンセントまで-．仙台市科学館研究報告．第23号．1-9
- 東京書籍．2021．新しい科学2．273-289
- 佐々木敏紘・中山慎也・日向実優．2023．光の学習に関する教員研修の開発．仙台市科学館研究報

告. 第32号. 29-35

中山慎也・木色泰樹・蕨美紀. 2023. 科学館理科  
学習をきっかけとした教員研修の位置付け. 理科  
の教育. Vol.72No.846. 37-40

佐々木敏紘・橋本拓也. 2023. 小学校理科におけ  
るプログラミング教育の支援. 理科の教育.  
Vol.72No.846. 41-44

西海枝恵. 2020. 仙台市内全中学校2年生を対象と  
した科学館学習. 理科の教育. Vol.69No.816. 22-24