

## 既習の科学的知識を活用させる探究的授業実践

### — 「化学変化と電池」における展開例 —

龍岡 寛幸 ・ 越智 拓也 ・ 磯崎 哲夫\*

#### 1. はじめに

2015 度より, 広島大学附属東雲中学校(以下, 本校と略記)では、『グローバル時代をきりひらく資質・能力』を培う教育の創造」を研究テーマに設定し実践研究を始めた。先行研究や先進校の取り組み, 本校の教育目標との共通点を探った結果, 「グローバル時代をきりひらく資質・能力」として主体性・協働性・多様性という3つの共通性を見いだすことができた。本校では, 「グローバル時代をきりひらく資質・能力」を「さまざまな文化や価値観を理解し認め合いながら, 自分の考えを明確にして問題を解決する力」と定義し, 子どもたちの主体性・協働性・多様性の実現されることが, 子どもたちの「グローバル時代をきりひらく資質・能力」が育った姿であると捉えた。その主体性・協働性・多様性を育成する学習方略として, 2016 度までは, 協働的問題解決を取り上げた。協働的問題解決(collaborative problem solving)は, 21 世紀型スキルの学びと評価プロジェクト(Assessment and Teaching of Twenty-First Century Skills Project(ATC21))で注目された2つの大きなスキル領域のうちの1つであり, 1人ひとりがわかっていることを持ち寄り, 全員の見方や考え方を積極的に取捨選択することを繰り返して, はじめより納得できる解に到達することを目指すものである。

本年度は, これまでの研究を発展させて, 学びを豊かにする授業を考案し提案する。本校がめざす「学びの豊かさ」を「子どもたちの主体性・協働性・多様性が相互に影響しながらめざす子ども像に迫っていく状態」と定義している。学びを豊かにする授業として本校理科部では, 既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えたりする問題に取り組み, 解決して, 新たな問いを発見する授業と定義した。本研究では, 「化学変化と電池」の単元において, 学びを豊かにするための具体的な指導法と授業内容の両方から探った授業実践を報告する。

#### 2. 指導法

学びを豊かにする指導法として, アクティブラーニングの一手法を取り上げた。本研究では, 溝上(2014)が学術的に定義した「一方的な知識伝達型講義を聴くという(受動的)学習を乗り越える意味での, あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には, 書く・話す・発表するなどの活動への関与と, そこで生じる認知プロセスの外化を伴う。」を参考にして, 「内化・内省と外化を繰り返えしながら既習の科学的知識を活用させる学習活動」を指導の中に取り入れた。「内化」と「外化」に関する先行研究には, ヴィゴツキー(Vygotsky, L. S.)によるものがよく知られている。また, 中村・三宅(2002)らは認知科学辞典の中で, 「内化・内省」は「自分自身の考え方ややり方について意図的に吟味するプロセス」であり, 「外化」は「内部で生じる認知過程を観察可能な形で外界に表すこと」と定義している。

#### 3. 既習の科学的知識を活用させる探究的授業の位置づけ

一般に, 中学校理科の授業は, それぞれの単元を系統的に学習する。また, それぞれの単元末には, それぞれの単元をまとめるような探究活動や単元に関係するようなトピックが取り上げられ完結する構成になっている。ここでは, 既習の科学的知識を活用させる探究的授業実践を紹介する。探究的学習活動の課題を, さまざまな単元と関連付けられるものに設定する(図1)。例えば, 既習事項の単元Aの▲および単元B, 未習事項の単元Cおよび単元Dの▲に関連する探究学習の課題を設定し, 学習

---

\* 広島大学大学院教育学研究科

Tomoyuki TATSUOKA, Takuya Ochi, Tetsuo ISOZAKI

Inquiry-Based learning to make use of already learned scientific knowledge :

the case example of chemical reactions and electrical cell

活動を行う。この学習活動を通して、既習事項の総括的な復習と発展的な理解を支援できると考えられる。また、未習事項の導入や既習事項とのつながりを深めることが期待される。

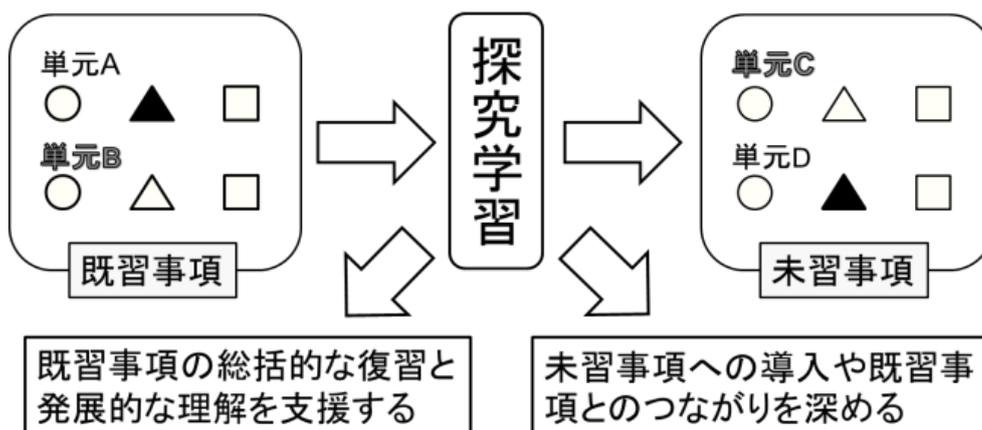


図1 探究的授業の位置づけ

#### 4. 概要

図2に、単元の全体像を示す。本研究で扱う「化学変化と電池」では、現行の学習指導要領の解説において、「電解質水溶液と2種類の金属などを用いて電池をつくる実験を行い、電極に接続した外部の回路に電流が流れることを見いださせるとともに、電池においては化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることを理解させることがねらいである。」と記載されている。そこで、今回の探究的授業のテーマを「どうしたら銅板と亜鉛板を使った電池の一極を決定できるか」に設定した。

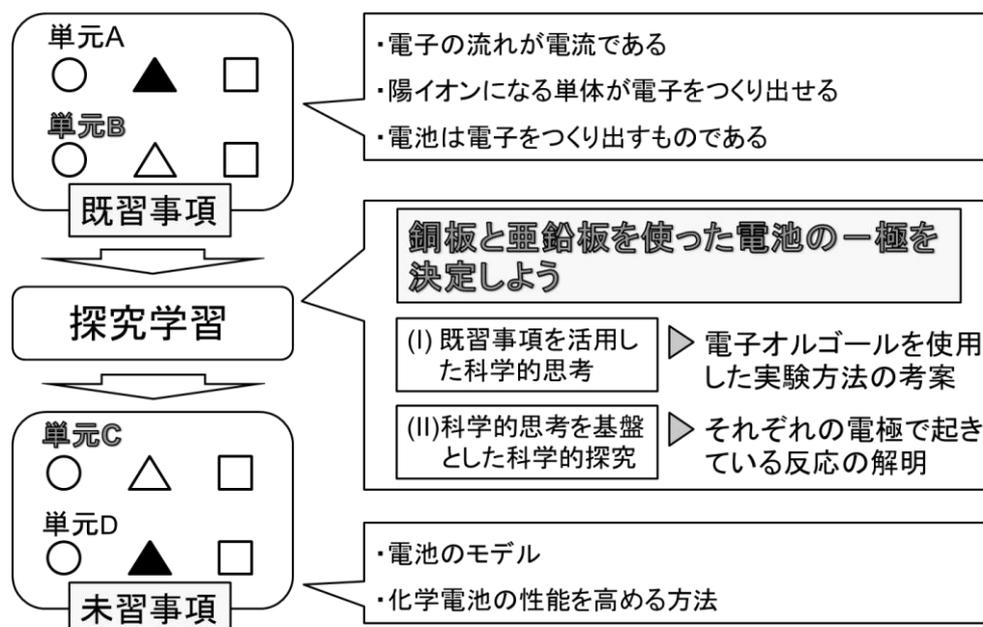


図2 概要

まず、既習の科学的知識として、電池を回路に組み込むことで電流が流れることから、第2学年で学習した電子の流れが電流であることを想起させて、電池は電子をつくるものと定義した。ここでは、備長炭とアルミニウム箔を使った電池を取り扱い、電子をつくる物質を予想させて実験に取り組みさせた。その際、前単元の「原子の成り立ちとイオン」で学習したイオンのでき方から、電子をつくり出せる物質は陽イオンになりやすいことを想起させた。アルミニウムがイオンになるとアルミニウムイオンになる ( $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$ ) という既習の科学的知識からアルミニウム箔が一極になることを予想させて実験に取り組みさせた。実験には電子オルゴールを用いて、極性を確かめさせて、前述の一極での反応を考えさせた。

次に、今回の探究的授業のテーマである「どうしたら銅板と亜鉛板を使った電池の一極を決定できるか」を提示して、実験方法を考えさせて取り組ませた（詳細は次節を参照）。さらに、その実験結果

を用いて電池のモデルを考えさせた。

## 5. 「化学変化と電池」における展開例

本授業は本校第3学年77名に、本年度4月に実施した。「どうしたら銅板と亜鉛板を使った電池の一極を決定できるか」を探究的授業のテーマとした場合の学びを豊かにする授業の展開例を示す。電解質には、野菜ジュースを湿らせた脱脂綿を使用した。

### 5-1. 学びを豊かにする手立て

今回の授業における学びを豊かにする手立ては、①銅版と亜鉛板を使った電池の一極を決定する実験方法をまず個人で考案（内化）させて、班で討論（外化）する過程で、電流の流れる向きが判別できればよいことを個人で理解（内化）させて、説明（外化）できるようにすること、②考案した実験に班で取り組ませて（外化）、結果から一極を決定させるとともに、各電極での反応を説明（内省と内化）させる。これらに関して、基本的には班内での話し合いを重視して、必要に応じて適宜教育的介入をする。また、他の班の実験方法や結果をクラス全体で交流させることで、お互いの班の実験の工夫に着目できるようにする。

### 5-2. 展開例

#### 本時の目標

- ・銅版と亜鉛板を使った電池の一極を決定する実験方法を考案できる。
- ・結果から一極を決定させるとともに、各電極での反応を説明できる。

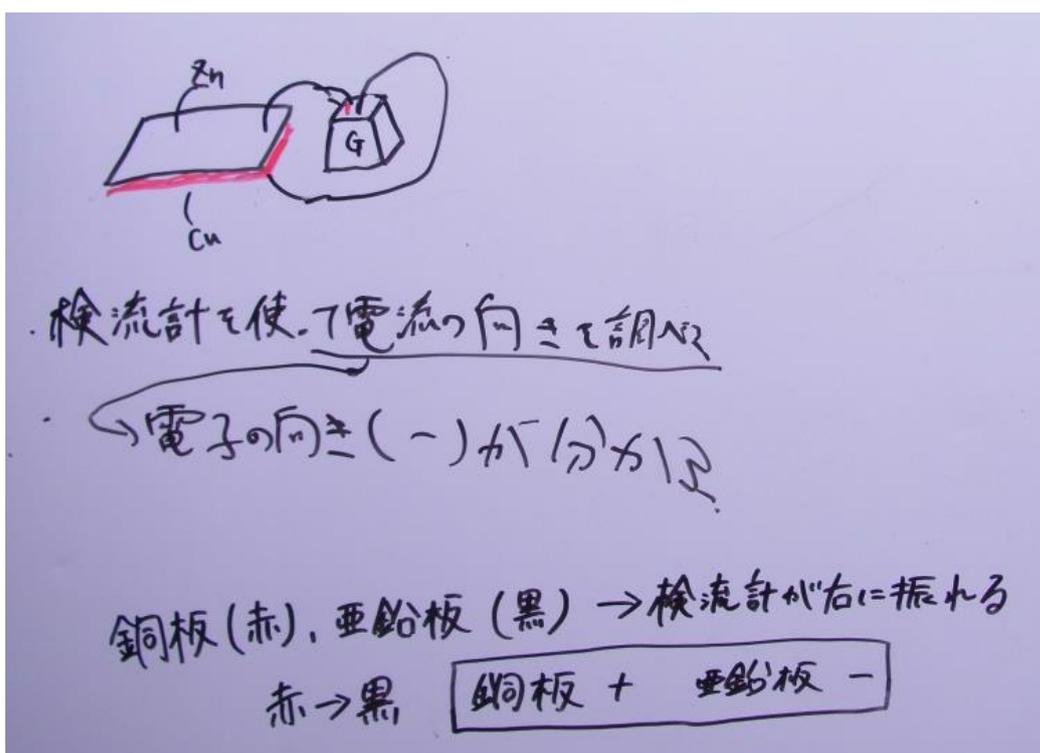
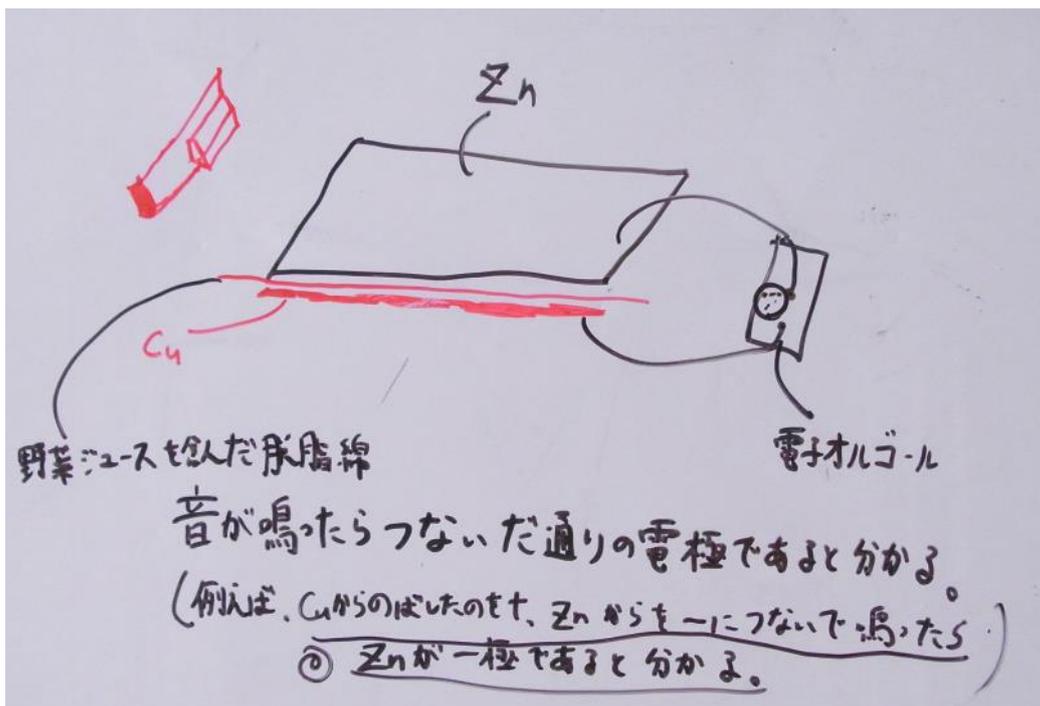
#### 学習の展開

学習活動と内容	指導上の留意点（◆評価）
1. 導入（5分） <input type="checkbox"/> 前時の学習内容を整理する。	<input type="checkbox"/> 電子をつくる電極が一極であることを確認させる。
<b>【課題】</b> どうしたら銅板と亜鉛板を使った電池の一極を決定できるか？	
2. 展開（40分） <input type="checkbox"/> 個人で実験方法を考える。  <input type="checkbox"/> 班で討論して実施する実験方法をホワイトボードにまとめる。  <input type="checkbox"/> 考案した実験に取り組む。 <input type="checkbox"/> 結果をもとに一極を決定する。  <input type="checkbox"/> 班の実験方法と結果を個人でノートにまとめる。  <input type="checkbox"/> 各班の意見を全体で共有する。 <input type="checkbox"/> 異なる実験をした班の方法と結果をまとめる。	<input type="checkbox"/> 前時の実験方法を想起させて、必要な道具や簡単な実験のイメージ図をノートに描かせる。 <input type="checkbox"/> 話し合いを通して、実験方法を整理させて、ホワイトボードにまとめさせる。 <input type="checkbox"/> 机間巡視しながら安全に実験が進められる計画か確認する。 ◆銅版と亜鉛板を使った電池の一極を決定する実験方法を考案できるか。【観察・実験の技能】  <input type="checkbox"/> 机間巡視しながら安全に進められているか確認する。  <input type="checkbox"/> ホワイトボードに記載されていることを書き写す作業にならないように指導する。  <input type="checkbox"/> 各班での意見を発表させる。 <input type="checkbox"/> 他の班の実験や結果の意味を班で考えさせながらノートにまとめさせる。

<p>3. まとめ (5分)</p> <p><input type="checkbox"/> 一極での反応を個人でまとめる。</p> <p><input type="checkbox"/> +極でどのような反応が進みそうか考える。</p>	<p>○前時の一極での反応を参考に考えさせる。</p> <p>○回路内の電子の流れをもとに, 班で+極の反応を考えさせる。</p> <p>◆結果から一極を決定させるとともに, 各電極での反応を説明できるか。【科学的な思考・表現】</p>
---	--

### 6. 結果と考察

図3に, 各班で考案された代表的な実験方法を示す。前時に使用した電子オルゴールには極性があることを利用して実験方法を考えられた班がほとんどであった。また, 電子オルゴールの代わりに, 第2学年の電流の測定で使用した電流計や電磁誘導の実験で使用した検流計を使用する班もみられた。



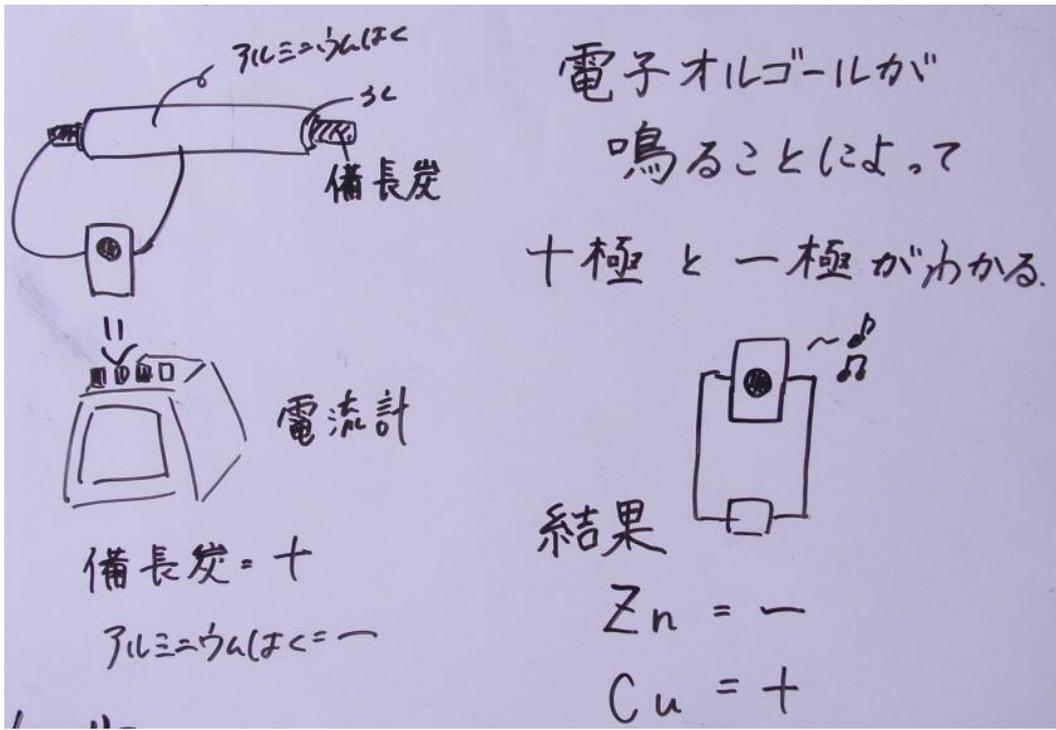


図3 各班の実験方法

4/22 亜鉛板と銅板の電池  
 ↳ どうして電子を作る?

4/25 電池のしくみ

原理

一極(負極)  
 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

二極(正極)  
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

電解質  
 $(H_2SO_4 + aq) \quad 2-$   
 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

電池... 化学エネルギーから電気エネルギーを  
 取り出す装置  
 (電子をつくるもの)

電子オルゴール → 音がなった時に、-に付いている方が  
 陰極 = 電子を作る

検流計 → 針が振れた方から電流が流れるので、  
 その反対から電子が流れる = 陰極  
 ↳ 針が振れた方からその反対へ電流が  
 流れるので、前者が+後者が-になる

銅板からの導線の方に検流計が  
 付いたので電流は銅板から亜鉛板  
 へ流れることがわかる。よって銅板が  
 十極亜鉛板が一極。  
 電子を作るのは一極の亜鉛板

備長炭電池を長時間使用すると  
 アルミニウムは...

ホロボロ、質量が減る  
 \* アルミニウムはアルミニウムイオンに変化して、  
 電子をつくるので、ホロボロになる。  
 $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$

図4 生徒のノート

龍岡寛幸・越智拓也・磯崎哲夫(2018),「既習の科学的知識を活用させる探究的授業実践  
—「化学変化と電池」における展開例—」, 広島大学附属東雲中学校研究紀要「中学教育第 49 集」, 25-30.

図 4 に, 生徒がまとめたノート例を示す。自分の班で行った実験と他の班から出された実験を自分の言葉でいねいにまとめることができている。例示した生徒に限らず 9 割近い生徒が同様にまとめられていた。残りの生徒についても, 班で実施した実験については自分なりの言葉や図でまとめることができている。

以上のことから, 授業者がその単元の中で深めたいと思う学習内容を明確にして, 毎時間の授業をそのテーマに誘導することができるように設定することで, 生徒に既習の科学的知識を活用させながら, 新たな学習内容を理解させられるのではないかとと思われる。また, 器具の使用方法は誤っているが, 電流計を回路に電流の向きとは逆に接続させたときの経験から電流計を実験に用いたり, 電磁誘導で使った検流計を想起したりと授業者が予想しなかった方法を考え付く班もあり, 「内化・内省」と「外化」を繰り返したことで, より発展的に学習内容を理解することもできたのではないかとと思われる。このように, 「内化・内省」と「外化」を繰り返すことが学びを豊かにする一手法として有効であると考えられる。

## 7. おわりに

各単元で, 既習の科学的知識を活用させる探究的授業のテーマ設定し, 実践を繰り返すことで本校理科部がめざす学びを豊かにする授業が展開できるようになると考えられる。そのためには, 教師がそれぞれの単元について熟知し, 何を考えさせたいのか明確にすることで, 教師が考えさせたい内容を生徒からの問いとして共有できるようにならなくてはならないと考えられる。

### 【 引用・参考文献 】

広島大学附属東雲小学校・東雲中学校, 「グローバル時代をきりひらく資質・能力」を培う教育の創造 (3 年次) —学びを豊かにする授業の探究—, 東雲教育研究会実施要項, 2017.

溝上真一, アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換, 東信堂, 2014.

中村和夫, 「内化」日本認知科学会編, 認知科学辞典, 共立出版, 625, 2002.

三宅なほみ, 白水始, 「内省」日本認知科学会編, 認知科学辞典, 共立出版, 626, 2002.

三宅なほみ, 白水始, 「外化」日本認知科学会編, 認知科学辞典, 共立出版, 105, 2002.

文部科学省, 学習指導要領解説 理科編, 2008.

Tomoyuki Tatsuoka, Kana Shigedomi, and Nobuyoshi Koga, Using a Laboratory Inquiry with High School Students To Determine the Reaction Stoichiometry of Neutralization by a Thermochemical Approach, *J. Chem. Educ.*, 92 (9), 1526-1530, 2015.