

# 科学探究的アプローチによる 理科授業デザイン開発(2)

○星野由雅、山田真子（長崎大学大学院教育学研究科）

福山隆雄、大庭伸也、隅田祥光、工藤哲洋、林 幹大

（長崎大学教育学部）

前田勝弘（附属中学校）、才木崇史、松本 拓（附属小学校）

謝辞：資金援助をいただきました。

科学研究費助成事業 基盤研究（C）21K02952

「科学探究的アプローチによる理科授業デザイン開発」

# 本日の発表内容

1. 科学探究的アプローチにより開発した授業デザインと実践例
2. 提案する新たな授業モデル案
  - 2-1. コロナ禍における授業モデル案
  - 2-2. 化学分野(電池)における授業モデル案

# 問題解決的、科学探究的アプローチの課題

- ・科学者の科学的探究の論理的・認識論的再構成<sup>1)</sup>
- ・本来の科学的探究とは言えない。<sup>1)</sup>



本来の高度で複雑な科学的探究に近いものにする。

令和時代の理科教育：

「令和時代の理科教育においては、科学者の苦労や発見の喜びなどを、追体験する学習の過程が重要とされていくと考えている。」<sup>2)</sup>

- 1) 進藤公夫：理科教育の主張とその原理，寺川智祐編著「理科教育 そのダイナミクス」大学教育出版，191-222(1995).
- 2) 結解武宏：義務教育学校での令和時代の理科教育—「学びの探究者」として科学者の探究の過程を体験する授業と小中異学年合同授業—，理科の教育，vol.69，No.810，20-22(2020).

# 科学探究的アプローチの実質化と 授業デザイン

本来の高度で複雑な科学的探究に近いものにする。



- ・児童・生徒にとって、できるだけ**未知の課題**とする。
- ・児童・生徒が**自らの力で課題を発見**するように図る。
- ・課題解決の過程で**他者と自然に議論**するように図る。
- ・学習する**法則・原理**と関係する課題とする。

# 授業実践例

## 【小学校での実践例：X小学校6年生27名】

- 「てこのはたらき」(物理分野)
  - 明示的に示された問題(めあて)を子どもたちが解決していく**途中に隠された課題に気づき、自発的にその課題解決に向けて取り組むような授業設計を行った。**

・星野由雅他：問題解決的アプローチから科学探究的アプローチへの転換を目指した理科授業デザインの開発，日本理科教育学会九州支部大会発表論文集 第46巻，pp.34-37(2020).

## 【小学校での実践例：X小学校6年生27名】

- 「てこのはたらき」(物理分野)

### 【授業の流れ】

- 前時の振り返り。児童はシーソーのつり合いについて学習した内容を発表した。
- 教師がインゲン豆1個の質量を量りたいと発言、どうやったら量れるかを児童に尋ねた。
- 児童は、上皿天秤や電子天秤で量ることを提案した。
- 教師がインゲン豆1個の質量が、1gより軽いため、1g以上しか量れない上皿天秤や電子天秤が使えないことを示唆した。
- 児童がシーソーを使うことを提案し、シーソーの竿の一方の端にインゲン豆、もう一方の竿のあるところに1gの分銅を置いて、量ると良いと発言した。教師がめあてを板書した。
- 教師がミニシーソーの材料(木材、支点となる針など)を配付し、児童はミニシーソーの製作に取り掛かった。

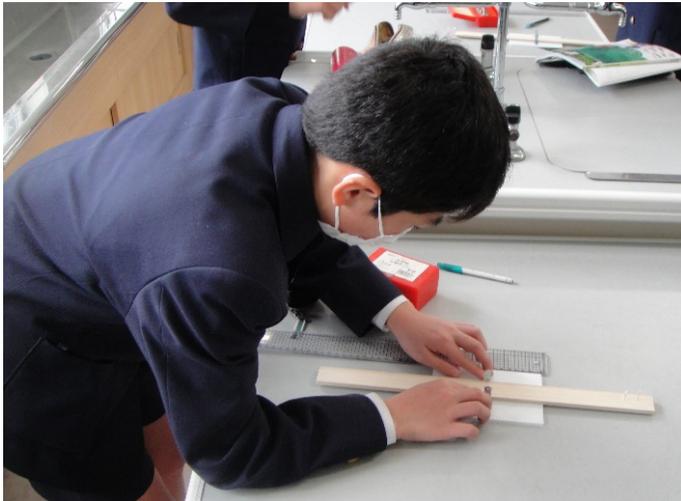
## 【小学校での実践例：X小学校6年生27名】

- 「てこのはたらき」(物理分野)



めあて「インゲン豆のだいたいの重さを調べよう」と  
シーソーを使った実験方法の板書

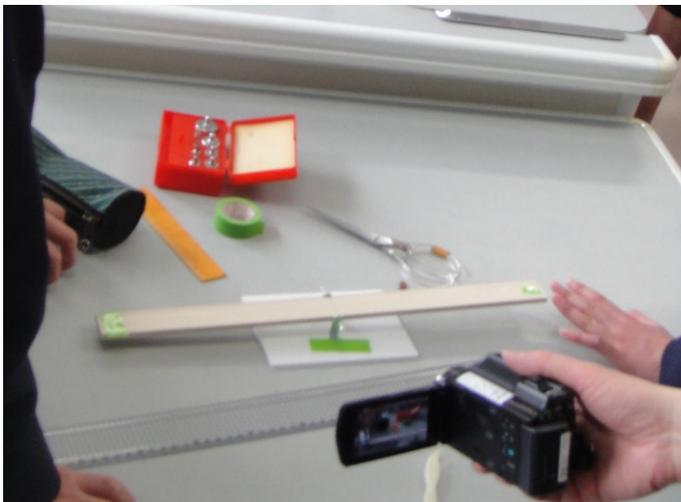
## 【児童の取組みのようす】



竿の中央の位置を支点にしよとしている



何も載せないでつりあう点を探している



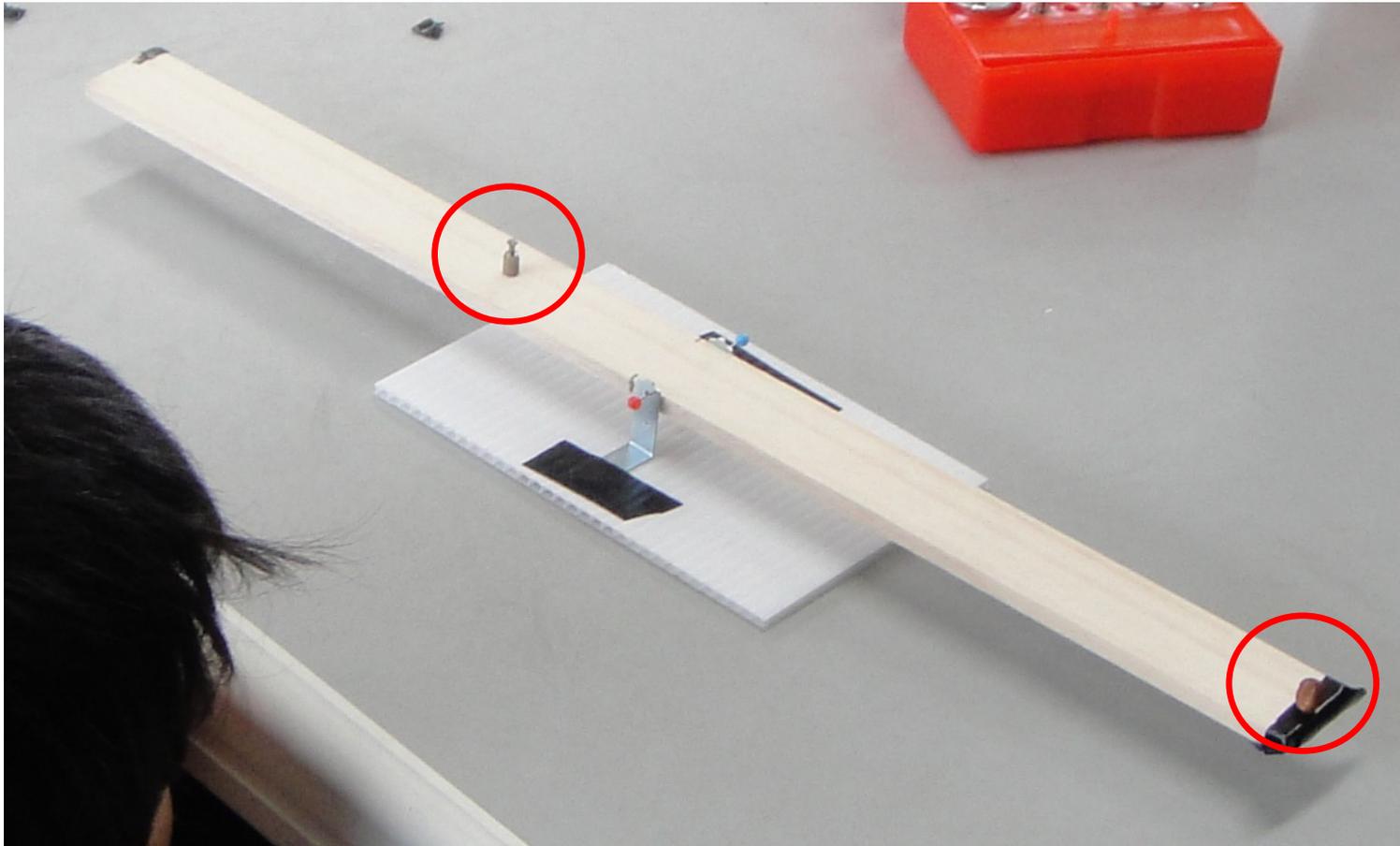
竿の中央を支点にしたが、つりあわないので、テープでつりあわそうとしている

【課題の発見】児童は、**竿の中央を支点としても、つりあわない**ことに気づき始めた。

【他者と議論】児童は、つりあわせる方法を**自然に班内で相談**し始めた。

【課題解決】児童は、**竿の端にテープを貼ったり、支点の位置を中央からずらしたり**して、課題を解決。

## 【児童の取組みのようす】



インゲン豆を一方の端に置き、1 gの分銅を竿の途中においてつりあわせた。

児童は、隠された課題を解決したのち、めあてで提示された問題に挑み、結果を得た。

# 科学探究的アプローチの実質化と 授業デザイン

○児童にとって、できるだけ**未知の課題**とする。



- ・木材の密度は均一ではなく、疎密があり、これまで児童が扱ったことのない材料。また、この課題自体は、めあてにはなく、教師からの発言もなく、暗示もされていない。**前もって課題を意識できない。**

○児童が**自らの力で課題を発見**するように図る。



- ・児童がめあての問題を解決するためには**避けて通れない課題**となっていた。

# 科学探究的アプローチの実質化と 授業デザイン

○課題解決の過程で**他者と自然に議論する**ように図る。



・課題を見いだしたところから、課題の共有が行われ  
**自然に解決方法について相談するようになる。**

○学習する**法則・原理と関係する課題**とする。



・てこの原理に直結した課題

左側の(力点にかかる重さ) × (支点から力点までの距離) =  
右側(力点にかかる重さ) × (支点から力点までの距離)

の関係式から、規則性を捉えさせる。

## 2. 提案する新たな授業モデル案

### 2-1. コロナ禍における授業モデル案

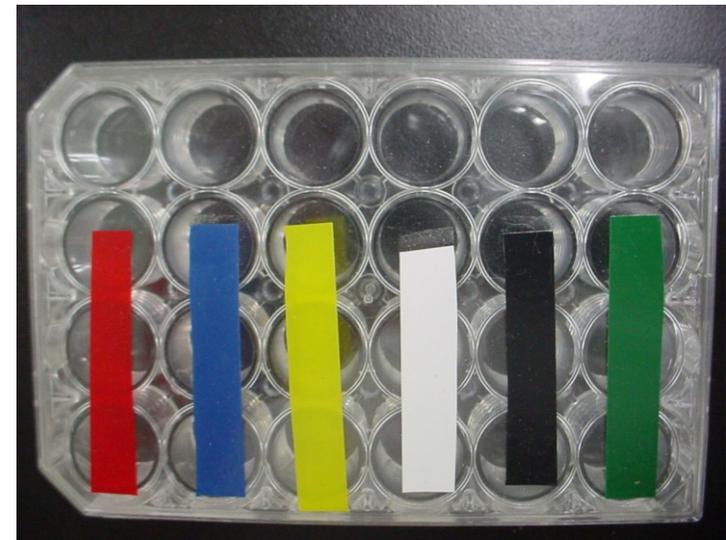
#### コロナ禍で制限されること

- ・班を構成した実験
- ・対面での話し合い活動

# マイクロプレートを用いた個人実験

机上にあるマイクロプレートには、色別に次の6種類の溶液が入れてあります(1時間前に用意)。どの色の列が、どの溶液か、BTB、フェノールフタレイン、石灰水、アルミ箔/マグネシウムで見分けてみて下さい。

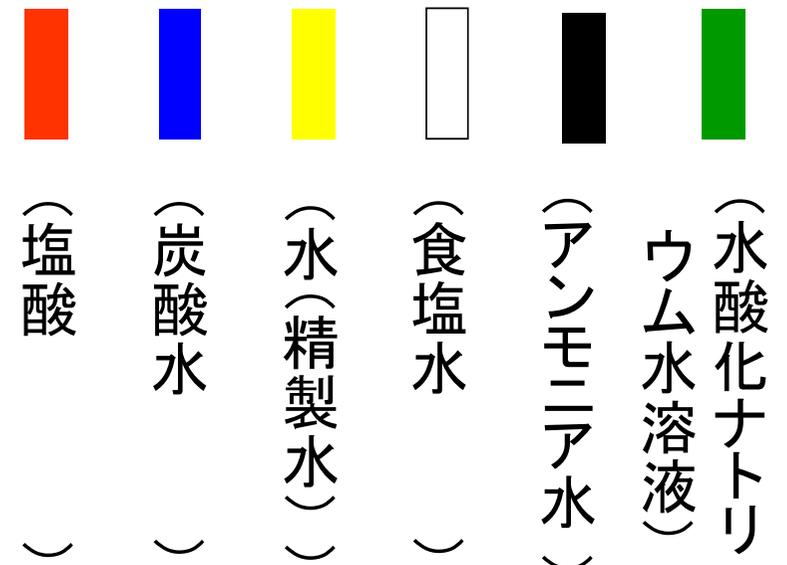
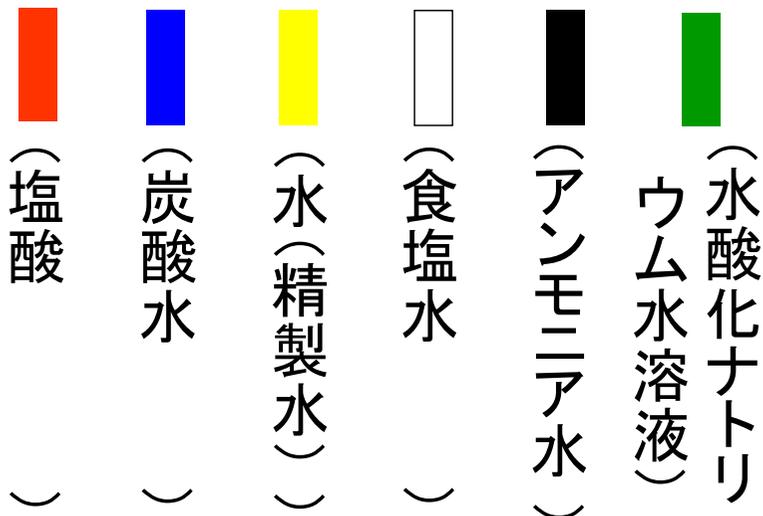
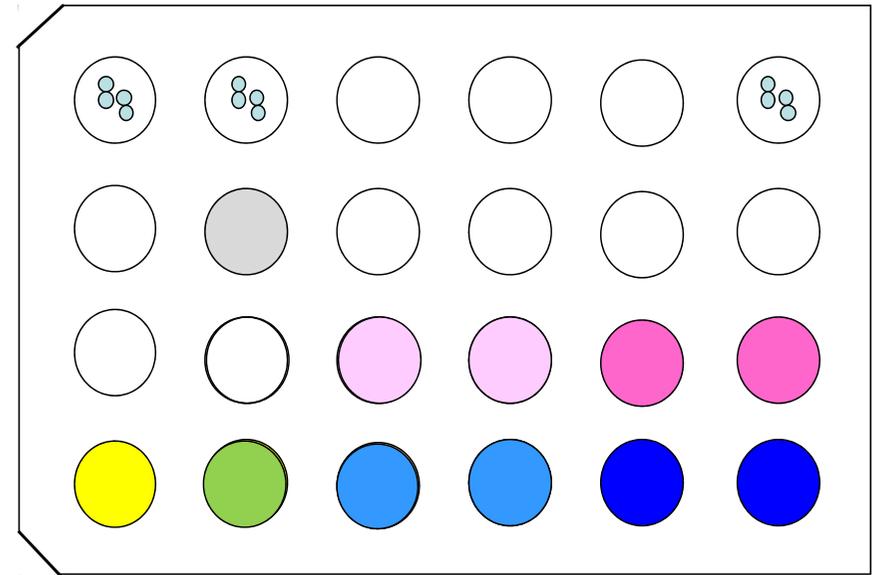
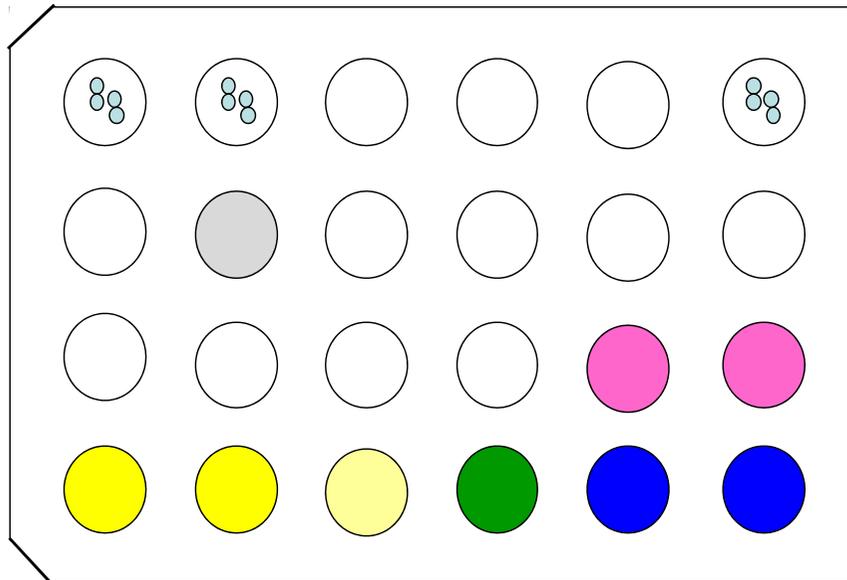
- ① 塩酸 ( $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- ② 炭酸水
- ③ 水(精製水)
- ④ 食塩水
- ⑤ アンモニア水 ( $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液 ( $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ )



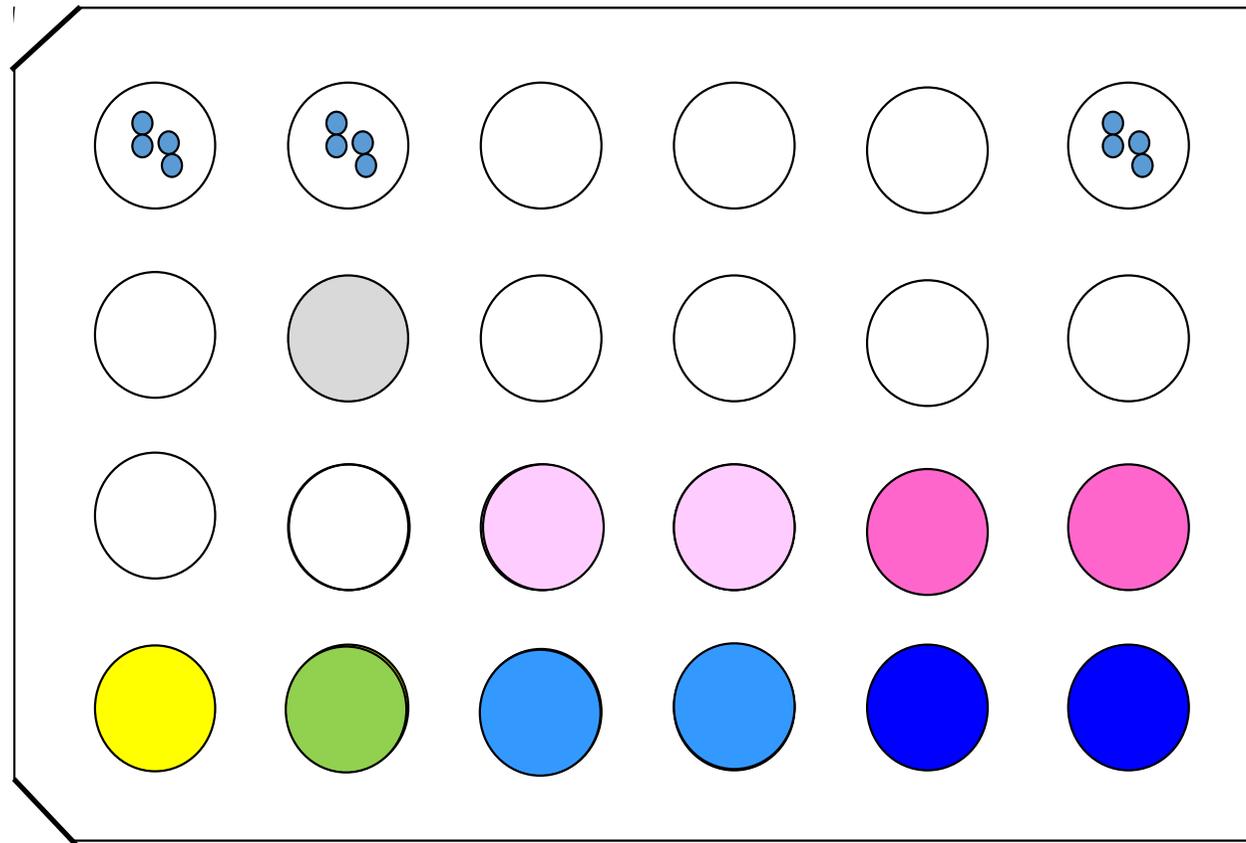
# 予想との違いに戸惑い→何故？

## 予想

## 実際の結果



# こんな結果になり，生徒は？？？



アルミ箔/  
マグネシウム

石灰水

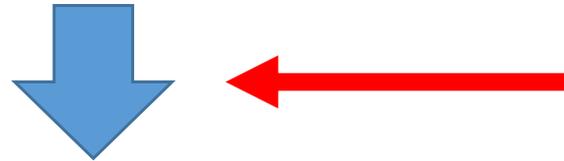
フェノールフタレイン

BTB

タブレットやノートPCから，チャット機能で，  
つぶやきを発する。→課題発見と共有

# 科学探究的アプローチによる学習

実験結果の原因を考え始める。



ネットワーク上のクラスで、皆が事実は何か、原因について議論し始める。

事実の整理(ヒント):

- ① フタがされていた。
- ② 先生は、1時間以上前に準備したと言っていた。

原因:

アンモニアの蒸気が他のセル(穴)の溶液に溶け込んだため。

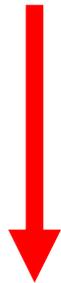
検証方法:

- ①  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ のアンモニア水を入れ、他の被検液と共にフタをして1時間置いておく。その後、試験液で液性を調べる。

# コロナ禍で制限されること

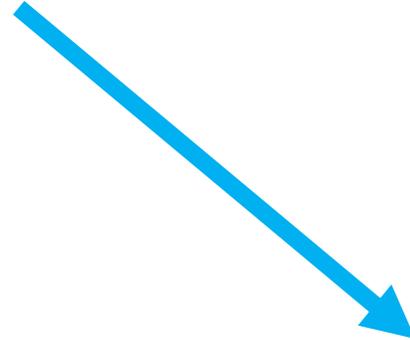
班を構成した実験

対面での話し合い活動



個人実験

ICTの活用  
(ネットワーク上のクラス)



科学探究的アプローチによる学習

## 2. 提案する新たな授業モデル案

### 2-2. 化学分野(電池)における 授業モデル案

# ダニエル電池の製作

## 【中学校第3学年】

- 「化学変化とイオン(イ)化学変化と電池」(化学分野)

## 【学習指導要領】

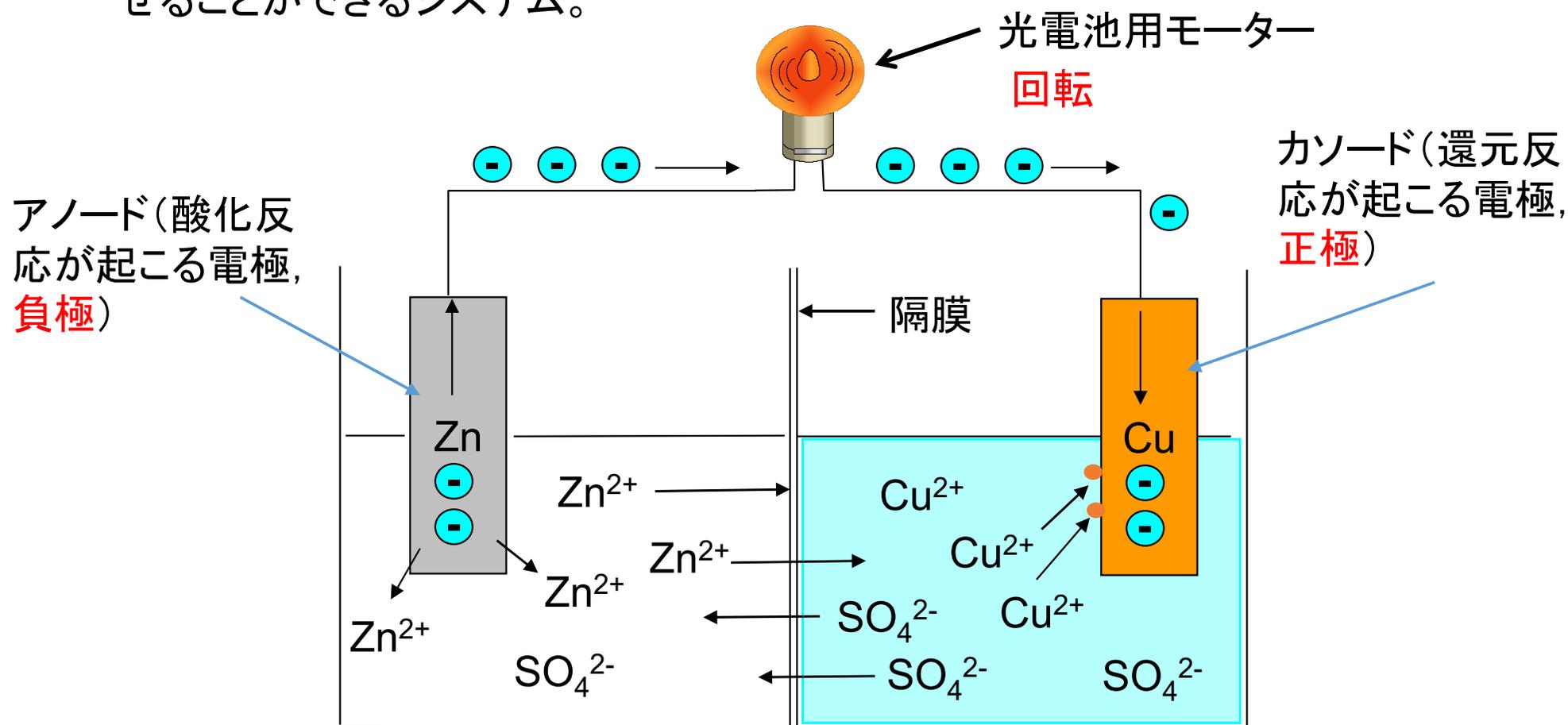
- 「電池の基本的な仕組み」については、ダニエル電池を取り上げること。

## 【学習指導要領解説(ねらい)】

- 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。
- 電極における変化にイオンが関係していることを理解させる。
- 電池において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。
- 実用的な電池の例としてダニエル電池を取り上げ、例えば、その製作を行う。

# ダニエル電池

化学反応によって生じた**電子の流れを外部回路**に取り出して、仕事をさせることができるシステム。

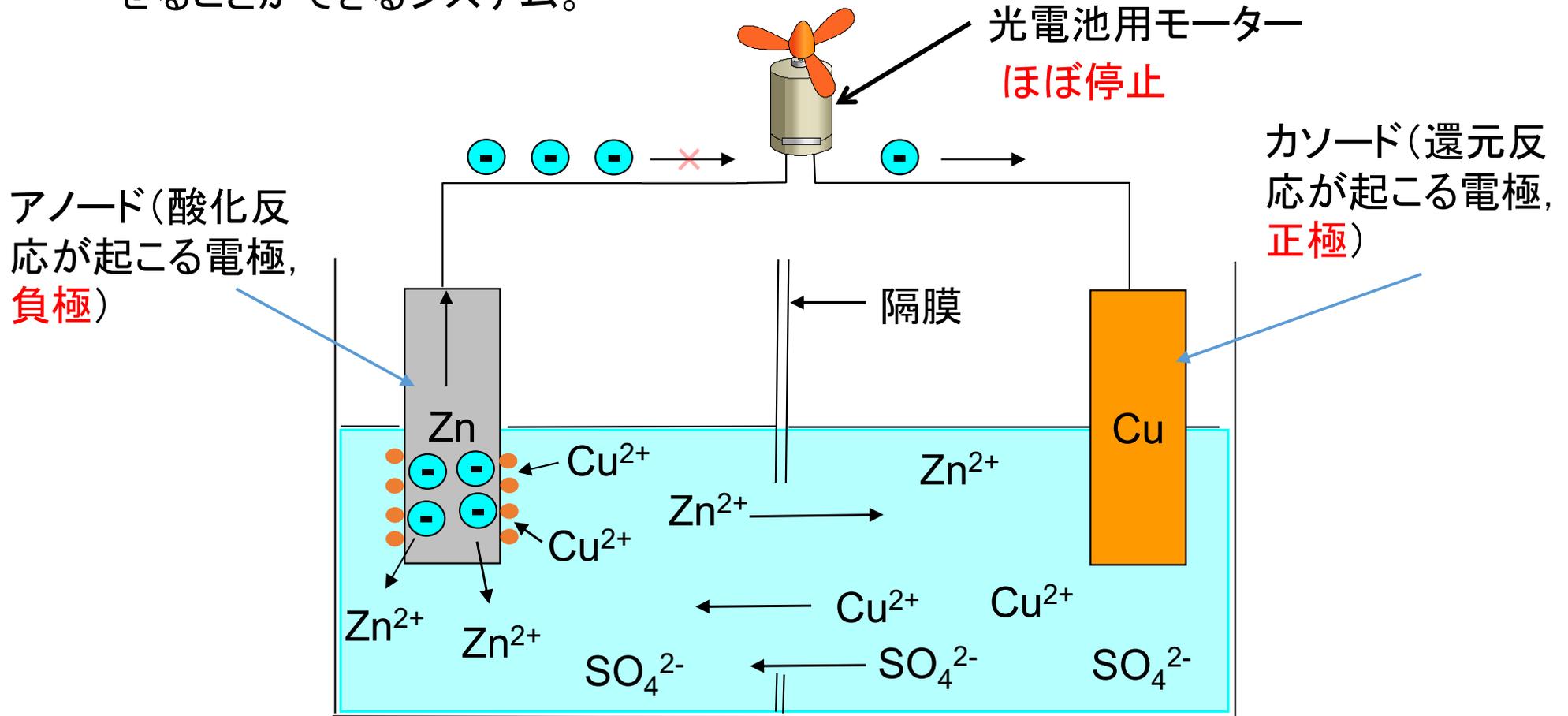


亜鉛が溶けて亜鉛イオンになるときに亜鉛片に残っていた電子が銅片に移動する際に、仕事をする。銅片に移動した電子によって、銅イオンが還元され、銅板上に析出する。

隔壁(素焼き板, 半透膜(セロファン))は、イオンの移動をゆっくりにする。亜鉛板上での銅の析出を防ぐ。

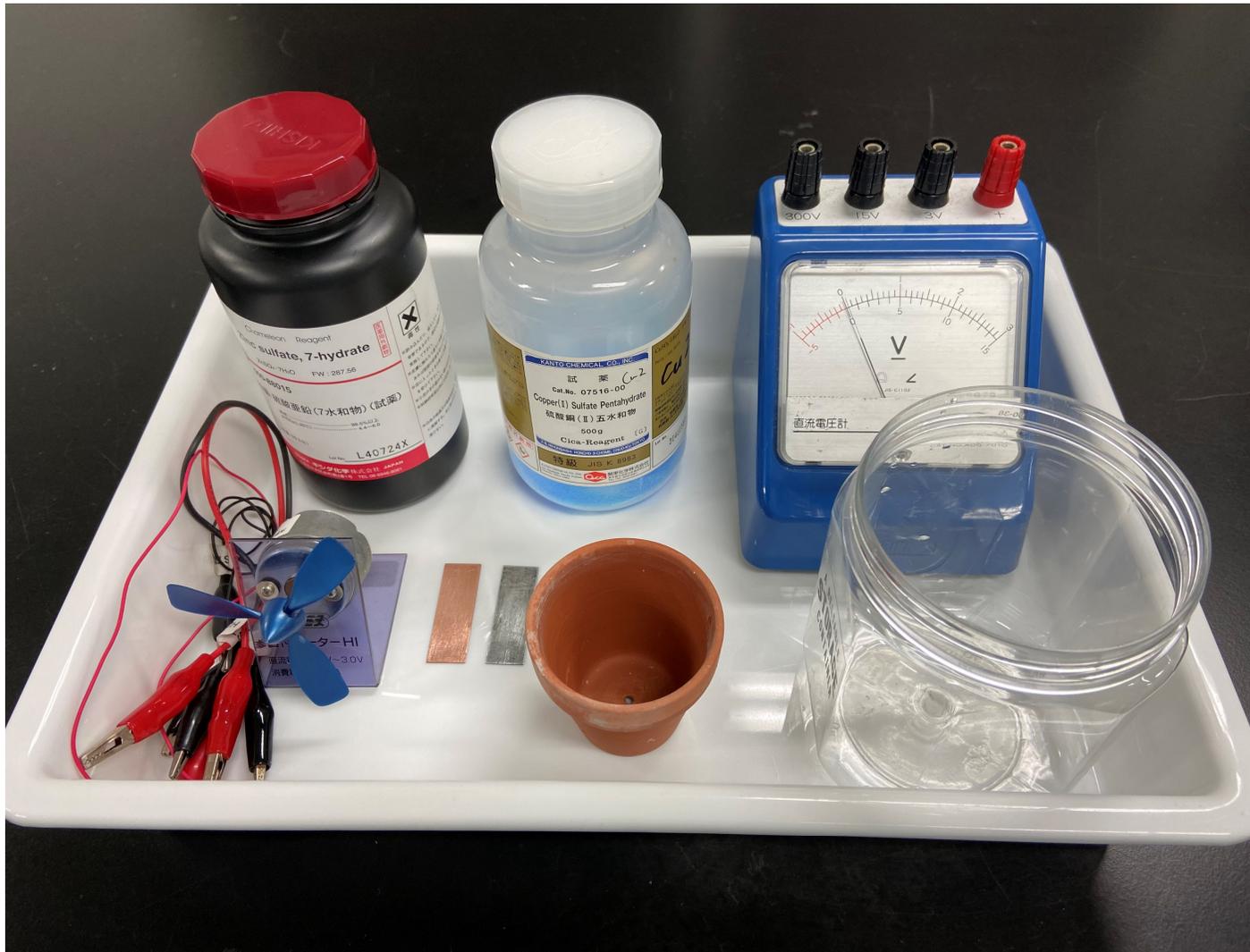
# ダニエル電池

化学反応によって生じた**電子の流れ**を外部回路に取り出して、仕事をさせることができるシステム。



亜鉛が溶けて亜鉛イオンになるときに亜鉛板に残した電子が亜鉛板上で銅イオンに移動する。銅イオンは還元され、亜鉛板上に銅金属(一部酸化銅となる)として析出する。電子は、銅板側に移動しなくなり次第に仕事ができなくなる(モーターが止まるまでは、結構時間がかかる)。

# ダニエル電池製作用具一式



鉢底の穴

# 【授業の流れ(計画)】

- ① ダニエル電池の概要を説明  
(この時、隔膜の役割をセロハンや素焼きのものなどが担うことを説明)
- ② ダニエル電池製作に必要な試薬、器具類を各班に提示  
( $\text{ZnSO}_4$  aq,  $\text{CuSO}_4$  aq, Zn板、Cu板、プラスチック容器、**底に穴の開いた素焼きの鉢**、導線、プロペラ付き光電池用モーター)
- ③ 各班で組み立て方を話し合わせ、発表させる。
- ④ どこかの班が“**鉢底の穴を塞ぐ必要がある**”ことを発表。
- ⑤ どの班も“鉢底の穴を塞ぐ必要がある”ことを述べなかった場合、そのまま製作に取り掛からせる。→**必ず途中で気付く**
- ⑥ 思い思いの方法で穴を塞ぎ、実験を行う。
- ⑦ 電池を駆動後、教員が予め実験した電極と比較させ、違い(Zn板上の物質(銅、酸化銅)の析出)の理由を考えさせる。

# 実験後の亜鉛電極



鉢底の穴をきれいに塞いで、実験を行った場合



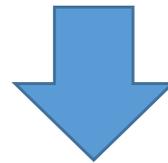
鉢底の穴をきれいに塞がないで、実験を行った場合  
(短時間)



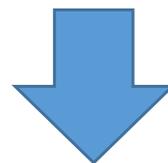
鉢底の穴をきれいに塞がないで、実験を行った場合  
(長時間)

# 令和の理科授業に対する期待

- 児童・生徒が、自ら未知の課題を発見し、解決に向けて試行錯誤しながら取り組みをする。



- 児童・生徒の心に残る授業。



- 基礎・基本の理解と定着にも貢献する。

# 科学探究的アプローチによる 理科授業デザイン開発(2)

○星野由雅、山田真子（長崎大学大学院教育学研究科）

福山隆雄、大庭伸也、隅田祥光、工藤哲洋、林 幹大

（長崎大学教育学部）

前田勝弘（附属中学校）、才木崇史、松本 拓（附属小学校）

ご清聴ありがとうございました