

# 科学探究的アプローチによる 理科授業デザイン開発(4)

## 一児童・生徒にとっての未知の課題の授業デザインー

○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）  
才木崇史（西海市立ときわ台小）、松本 拓（雲仙市立多比良小）、  
前田勝弘（長崎市立西泊中）、山田仁子（佐世保市立小佐々中）、  
和泉栄二（長崎市教委）、山田佳明（対馬市立西部中）、  
福嶋良彦（長崎大学教育学部附属中）、坂本隆典（長崎県教育庁）

# 本日の発表内容

1. 科学探究的アプローチによる授業デザイン  
の背景と方略
2. これまで提案してきた授業モデルの  
実践例と新たな授業モデル案
3. 個別最適化した学びへの展開

# 科学探究的アプローチによる授業デザインの背景と方略

これまでの問題解決的、科学探究的学習の課題

- ・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。



- ・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。

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).

# 1) エリクソンのモデル(1979)<sup>2)</sup>

## 学習者主体による概念の再構成を目指したもの

- ① 自然現象や実験を行い、その結果に対しての学習者の直感的考え方や信念とは何かを明らかにする。→(素朴概念, 誤概念)
- ② 観察や実験の結果について、他者やグループで討論する。互いの異なる意見に関して議論することを奨励する。
- ③ 学習者を**予期せぬ結果へ導く内容を提示**する。学習者は、自分自身の考え方を再構築する必要性に迫られる。→(概念の修正の試み)
- ④ 学習者が予期しなかった結果に対して、自分の考え方を調整するよう援助がされる。  
→(正しい概念への誘い)

2) Erickson, G. L.: Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*. 63(2), 228-229(1979).

## 2) 未知の物体の正体を探究する活動<sup>3)</sup>

中学校1年生の生徒らにとって未知試料である「炭酸アンモニウム」から発生する気体を探究する。

- ① 試料(固体)からアンモニア臭がすることから、アンモニアが含まれると推測。加熱をして、発生する気体を調べる。
- ② BTB溶液に発生した気体を導くとBTB溶液の色が緑色(中性)から青色(アルカリ性)に変化する。
- ③ ところが、試料がなくなる頃になるとBTB溶液の色は黄色(酸性)に変化し、生徒は戸惑う。←問題発見
- ④ クラス全体で結果を共有し、実験方法を再考する。BTB溶液の代わりに石灰水を使うことを考え、探究を深めていく。

3) 山本孔紀:「見方・考え方」を働かせる「物質」の学習—未知の物体の正体を探究する活動を通して—, 理科の教育, 66, No.784, 735-737(2017).

### 3) エンジニアの文脈をたどる<sup>4)</sup>

小学校5年生にフィルムケース電磁ブザーを作製させ、ブザーが鳴らない問題を児童が解決していく。

- ① フィルムケースという限られた空間の中に入る電磁石を製作させる。電磁ブザーについては導入で学習済。
- ② 与えられた材料(ボルト、エナメル線、鉄板など)を使って製作する。しかし、ブザーは鳴らない。←児童は困惑。
- ③ 与えた材料のエナメル線をわざと細いものにしておき、ブザーを鳴らせるほどの強い電磁石にならないようにしてある。
- ④ 児童は、自分たちでブザーを鳴らすための条件を考え、問題を設定し、グループごとに条件を変えて挑んでいった。自立した学習者として学びを進めていった。

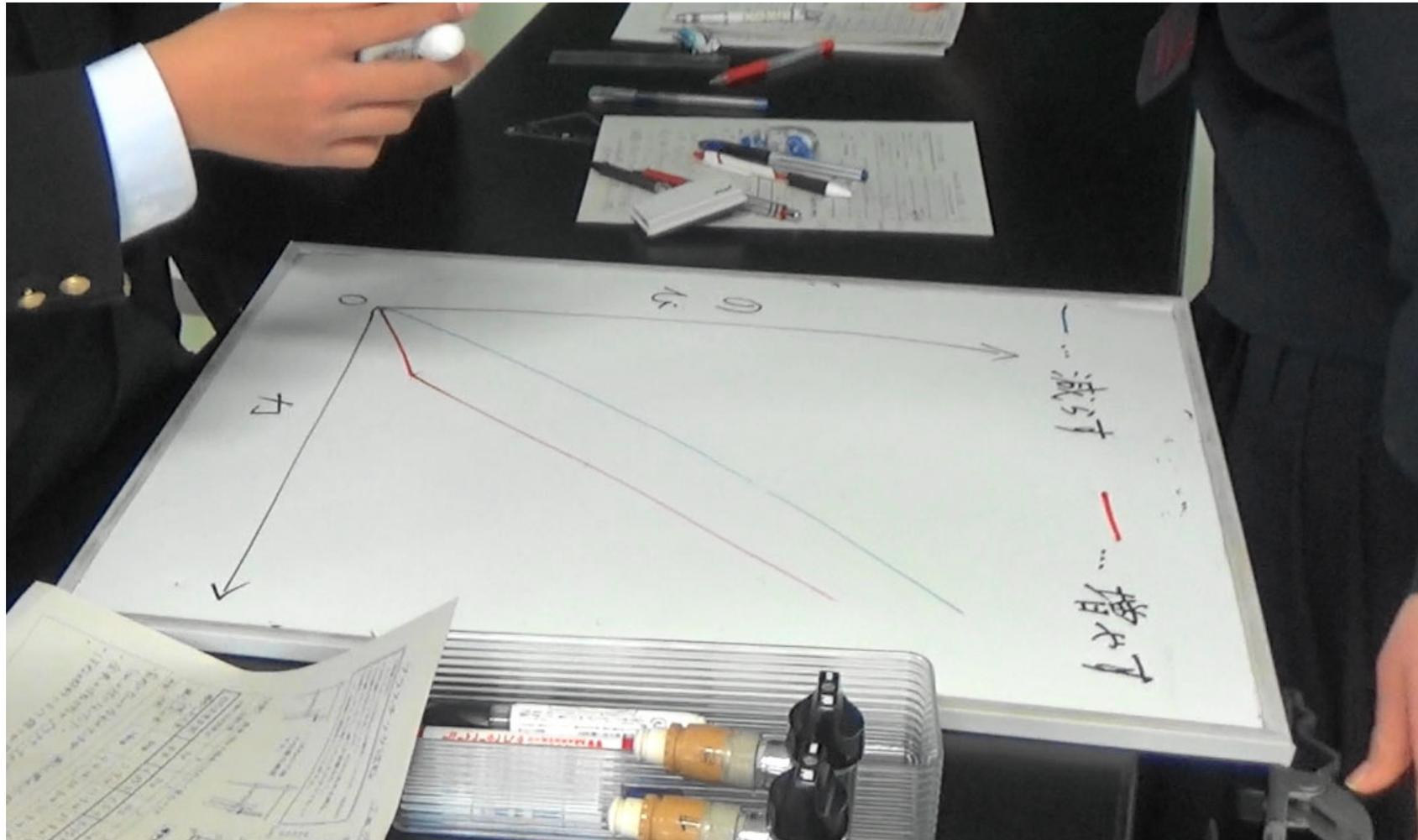
4) 松山明道:子どもが自ら問題解決に乗り出す理科学習のあり方—5年「フィルムケース電磁ブザー」を製作しながら、エンジニアの文脈をたどる—, 理科の教育, 68, No.808, 756-758(2019).

# 科学探究的アプローチの授業デザイン

## 【授業実践例】

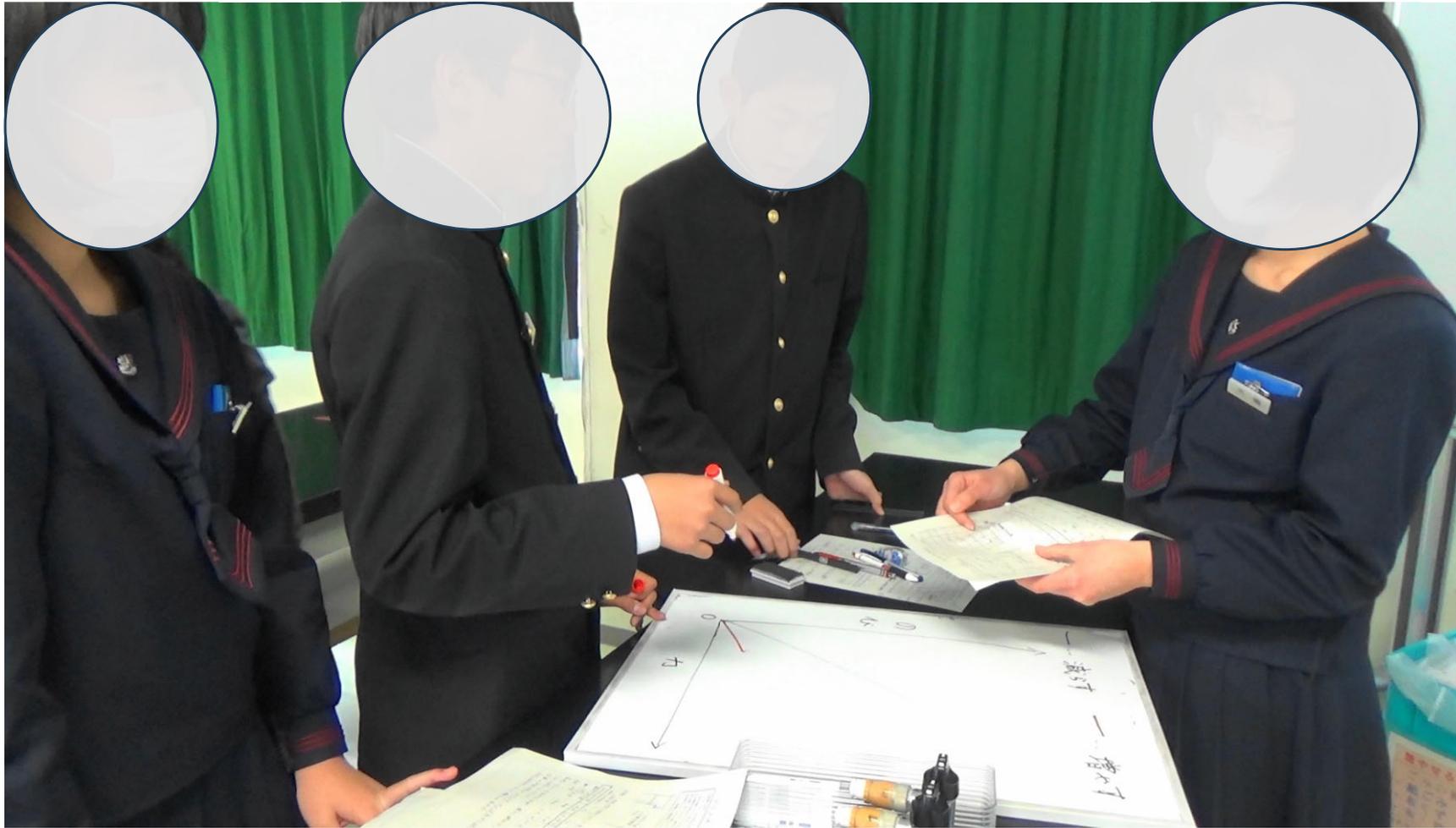
学年	単元名等	探究教材等	授業デザイン	ねらい
中1 【実践 授業 実施】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・身近な物理現象</li> <li>・力のはたらき</li> <li>・力の大きさとばねの伸び</li> </ul>	プラスチック製のばね	金属製のばねとともにプラスチック製のばねを与え、ばねに加わる力とばねの伸びとの関係を調べさせる。	<p>生徒は、フックの法則に従う金属ばねと初張力を持つプラスチック製のばねとの伸びと加える力との関係が異なることに気づき、その違いが何に基づくものなのか、議論を始めるであろう。</p> <p>金属ばねとプラスチック製ばねとの比較により、ばねは形状や材質によりフックの法則に従う範囲が異なることを知る。</p>

# 【生徒たちの取組みのようす】



プラスチック製のばねで錘を増やしていった場合と減らしていった場合とで、ばねの伸びが一致していない結果をホワイトボードに書いている。フックの法則に従えば、ばねの伸びは錘を増やした場合と減らした場合とで一致する。

## 【生徒たちの取組みのようす】



- どのようなグラフを描くべきか、班員で議論している様子。つまり、フックの法則に従っていると考え、原点を通る直線を描くべきか、それとも、実験結果をそのまま折れ線グラフで表すべきか。
- 実験においても、錘の重さとばねの伸びが比例関係にならないことから、多くの班が何度も実験をやり直していた。

# 科学探究的アプローチの授業デザイン

## 【既報<sup>5)</sup>の授業実践例】

学年	単元名等	探究教材等	授業デザイン	ねらい
中2 【実践 授業 実施】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象とそ の変化</li> <li>・霧や雲の 発生</li> </ul>	実験室内の室温 と湿度の調整 (局所的)	セロハンテープ を一部に貼っ たステンレス製 のコップと温度 計を与え, コッ プの中の室温 と同じ温度の 水に氷を入れ, 少しずつ温度 を下げて, コッ プの表面が曇 る温度を見い だすよう指示す る。	<p>実験室内の気温と湿度が局所的に異なることから, 露点が測定する場所によって異なる結果となる。</p> <p>クラス全体でこの結果を共有し, なぜこのような結果になったのかを議論し始め, 気温によって空気に含まれる水蒸気量が異なることと気温が低くなると含まれる水蒸気量が小さくなることを見いだしていく。</p>

5) 山田ら: 科学探究的アプローチによる理科授業デザイン開発(3)ー中学校理科「気象分野」での試行ー, 長崎大学教育学部教育実践研究紀要, 第22号, 255-264(2023)

## 【生徒たちの取組みのようす】



露点を確認している様子

# 【露点が入力されているときの様子】

	A	B	C	D	E	F	G
		場所	気温		水滴が出た温度		考察
1			15.1	°C	1.0	°C	
2	1班		20.0	°C	6.0	°C	
3	2班	第二理科室 前方		°C		°C	
4	3班		10.5	°C	2.5	°C	周りの様よりも、室温が低かったのですが。
5	4班		15.0	°C	3.0	°C	
6	5班	第二理科室	16.0	°C	5.5	°C	
7	6班	第二理科室		°C	0.0	°C	
8	7班		15.0	°C	1.0	°C	
9	8班		14.5	°C	1.3	°C	
10	9班	第二理科室		°C		°C	

各班の水滴を確認した時の温度がバラバラの値になっていることから、生徒は元の気温の違いにも注目をし始め、気温が高いときは空気中に含まれる水蒸気量が多いことについて議論を始めた。

# 科学探究的アプローチの授業デザイン

## 【既報<sup>6)</sup>の授業デザイン案】

学年	単元名等	探究教材等	授業デザイン	ねらい
中3	・化学変化とイオン ・化学変化と電池	ダニエル電池を組み立てる材料の隔壁として素焼きの小さな植木鉢	ダニエル電池の装置の組み立てに必要な材料を一班に一個分与え、電池を組み立てるよう指示する。	<p>生徒は、植木鉢の穴を見て、塞ぐ必要性について班内で議論を始めるであろう。あるいは、穴が開いたままダニエル電池を組み立てる班もいるであろう。</p> <p>後者の班では、装置を組み立てた後、実際に電池を暫く駆動させ、同じく電池を駆動させた穴を塞いだ班の電極(亜鉛板)と比較させる。</p> <p>電極の様子の違いから、穴を塞ぐ理由を考えさせ、生徒がダニエル電池の駆動する仕組みを深く理解することをねらいとする。</p>

6) 星野ら: 科学探究的アプローチによる理科授業デザイン開発(2), 日本理科教育学会全国大会発表論文集 第20号(2022) 2B09, p293.

# 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)

# 科学探究的アプローチの授業デザイン

## 【新規の授業デザイン案】

学年	単元名等	探究教材等	授業デザイン	ねらい
中2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学変化と原子・分子</li> <li>・いろいろな化学変化</li> <li>・化学変化における酸化と還元</li> </ul>	芯の先端を切断したろうそく	有機物の燃焼の節で、炭を燃焼させると炎を見ることはできないが、燃焼後に二酸化炭素が発生したことは石灰水との反応で確認する。同様に、カセットコンロでは炎を生じて燃焼していることを知る。その後、芯の先端を切断したろうそくに火を点けるよう指示する。	<p>生徒は、ろうそくに火をつけようと何度もマッチやトーチの炎をろうそくの先端に近づける。</p> <p>5, 6回目でようやく芯が露出しろうそくに火が点くであろう。</p> <p>直前の実験で、なかなかろうそくに火が点かなかったことを不思議に思うであろう。</p> <p>カセットコンロでは炎を生じたことを認識させ、そのうえで芯の役割を考えさせ、炎を生じてものが燃えるにはものの一部が気体になることが必要なことに気付かせる。</p>

# 科学探究的アプローチの授業デザイン

## 【新規の授業デザイン案】

学年	単元名等	探究教材等	授業デザイン	ねらい
中2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電流とその利用</li> <li>・電流・電圧と抵抗</li> </ul>	<p>太さと長さが違う電熱線2本。 電熱線aは、bより細いが長さがbより短い。 電圧をかけた時に電熱線aとbには、ほぼ同じ電流が流れる。</p>	<p>生徒には太さが違う電熱線であることをのみ示して、電圧を変えた時の電流の大きさを調べるよう指示する。</p>	<p>生徒は、太さが違うにもかかわらず、2つの電熱線に同じ電圧をかけるとほぼ同じ電流を示すことで疑問を生じるであろう。</p> <p>班内あるいは隣接する班の間で互いの実験結果を確認するようになり、その原因の議論を始めるであろう。</p> <p>抵抗が電熱線の太さだけでなく、長さにも依存することに、周囲の生徒と議論をしながら気づくことをねらいとする。</p>

# 個別最適化した学びへの展開

科学探究的アプローチによる授業デザインの延長上  
“隠された課題” or “見通しを裏切る課題”



単元内容の知識を得たうえで、

- 児童生徒一人ひとりが異なる“課題” or “問い”を見出す
- 検証方法も一人ひとりが自分で考え、検証する

## ◆ 附属小学校における実践例

- 小6:水溶液の性質—砂鉄に塩酸を滴下し、泡が発生した理由を自分で検証しようと顕微鏡で砂鉄を観察
- 小6:植物の成長と水の関わり—木の枝に気孔はないのか疑問を持ち、校庭から木の枝を採取し顕微鏡で観察
- 小6:てこのはたらき—身の回りのでこの原理で働く道具、あるいは自作した道具を各自持参し、支点、力点、作用点間の関係性を調査

# 科学探究的アプローチによる

## 理科授業デザイン開発(4)

—児童・生徒にとっての未知の課題の授業デザイン—

ご清聴、ありがとうございました。

謝辞：本研究は下記から援助をいただきました。深謝いたします。

- ・ 科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 21K02952
- ・ 2019年度長崎大学教育学部学部長裁量経費