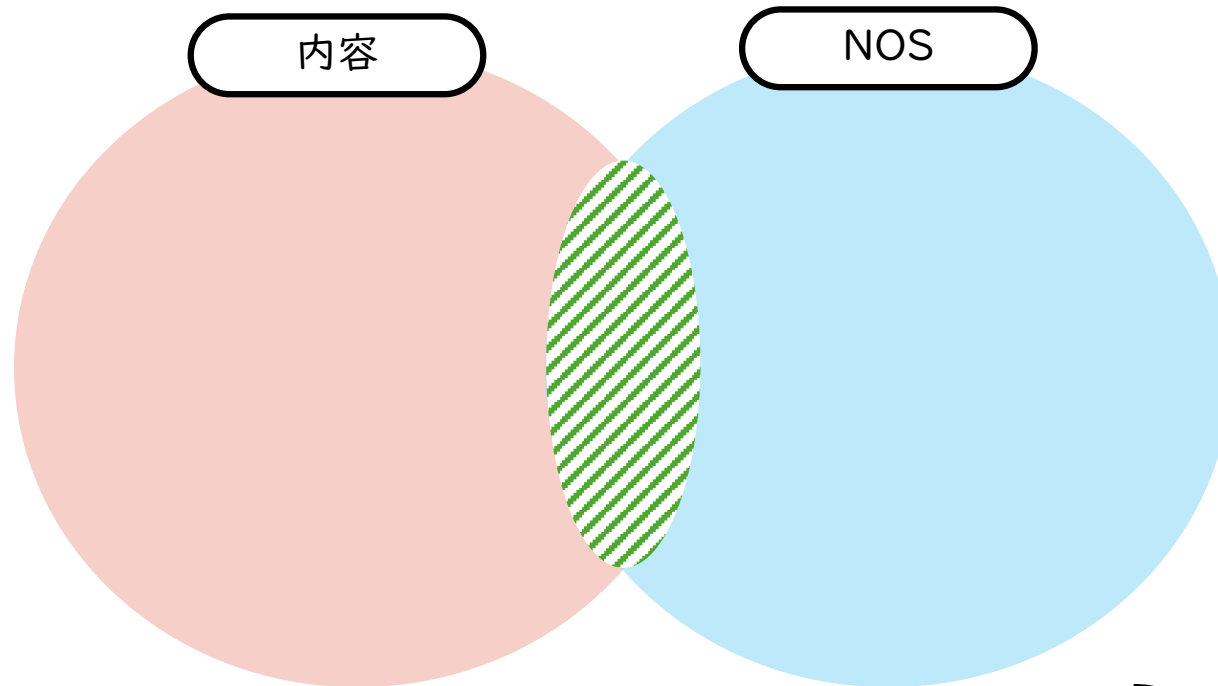


理科モデル授業オンライン 研修会

東京学芸大学附属竹早中学校
中込 泰規

今回の実践に向けて



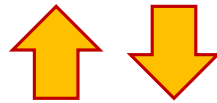
- ・ 自分のひらめきを形にしていく活動を重視すること。
- ・ 学習内容を科学的営為と関連付けて捉えられるようにする。
- ・ 生徒が科学者のような活動に取り組むようにする。
- ・ 自他の考えを批判的に吟味して考えを精査していく。

自律的な学び
(探究重視)

今回の実践に向けて

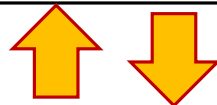


・なんでこうなるんだ??
・きっと、こういうことだろうな。



揺さぶりをかける（認知的葛藤・不協和）

・あれ…、おかしいぞ…
・おっ!!これで考えが少し証明されたかも!



自由に探究する活動の保証



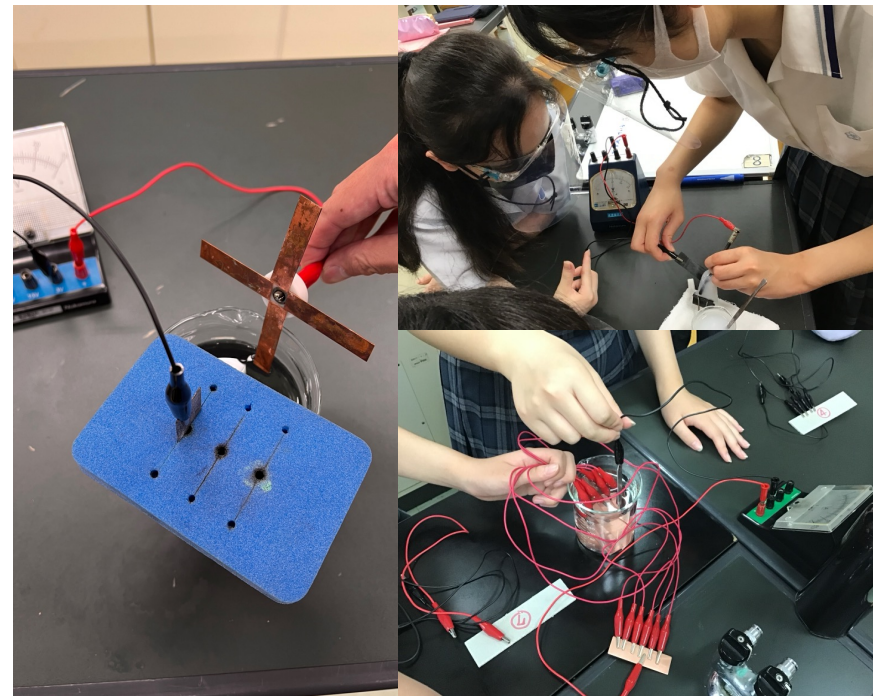
・考え方を違うものに変えて、やり直してみよう
・さらに詳しく、（ ）をして調べてみよう

ひらめきを基に、自律的な学びを促す

自分のひらめきを基に・・・



実際に自分で実験方法・実験条件を設定してすすめる。



実際に自分で設計し、作成を行う。

自分のひらめきを基に・・・

生徒の主観的な捉えのみで
終わってしまうという課題

客観的な【ひらめき】を学ぶ機会をつくる

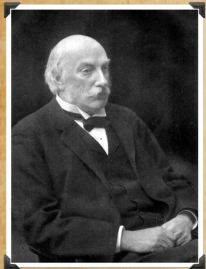


CDの裏側が虹色に輝く理由

1D

第3代レイリー卿（ジョン・ウィリアム・ストラット氏）

構造色に関する研究を一番最初に始めたとされる研究者



光の散乱、地震の表面波、第18の元素アルゴンの発見などを成し遂げたイギリスの研究者

主な受賞歴

ロイヤル・メダル (1882)

コプリ・メダル (1889)

ノーベル物理学賞 (1904)

構造色が発見される過程



構造色に関する発見は広範で時期を特定するのが難しい。

概念自体は古くから存在しており、甲殻類や昆虫の羽などで観察されていた。

具体的な構造色の科学的な理解が進んだのは、光の散乱に関する研究が進展した19世紀後半から20世紀初頭の時期。

レイリー卿は一番最初に研究を始めただけで発見したわけではない。

構造色が社会に与えた影響

社会インフラの多くは1964年東京オリンピックのために急ピッチ施行されたもの

半数以上の施設が建設から40～50年を迎えている

老朽化したインフラの損壊を未然に防ぐためにより適切な維持管理が重要

これまでの点検方法…点検員の経験や勘に頼る（不安定）

→構造色が僅かな圧力や振動、亀裂の発生に伴って劇的に色を変化させることに注目
社会インフラの一部を構造色に置き換え、監視カメラで「色の変化」をモニター
センサーを使用して老朽化の度合いを随時分析

僕が考える理科を学ぶ意義

理科を学ぶことは社会的な課題の対処について必要不可欠だと思います。

今回の構造色でも社会インフラの損壊を未然に防いだり、

理科を学ぶのは持続可能な社会を作っていくためにとても大切だと考えました。

また、昔から概念としては存在していたけど科学的に証明されていないことを証明することで実用的な応用が可能になると思います。

例えば構造色関係で光学構造を利用した新しい材料や技術の開発が行われたり、情報技術やエネルギー分野での進歩につながると思います。

科学において全く予期していなかったものと関連づけて研究を行うことは新たな発見や理解をもたらすと思います。未知の領域に挑戦することで問題解決能力を養うことができ、社会において貢献できるスキルを身につけることができると考えました。

NOSって何！？

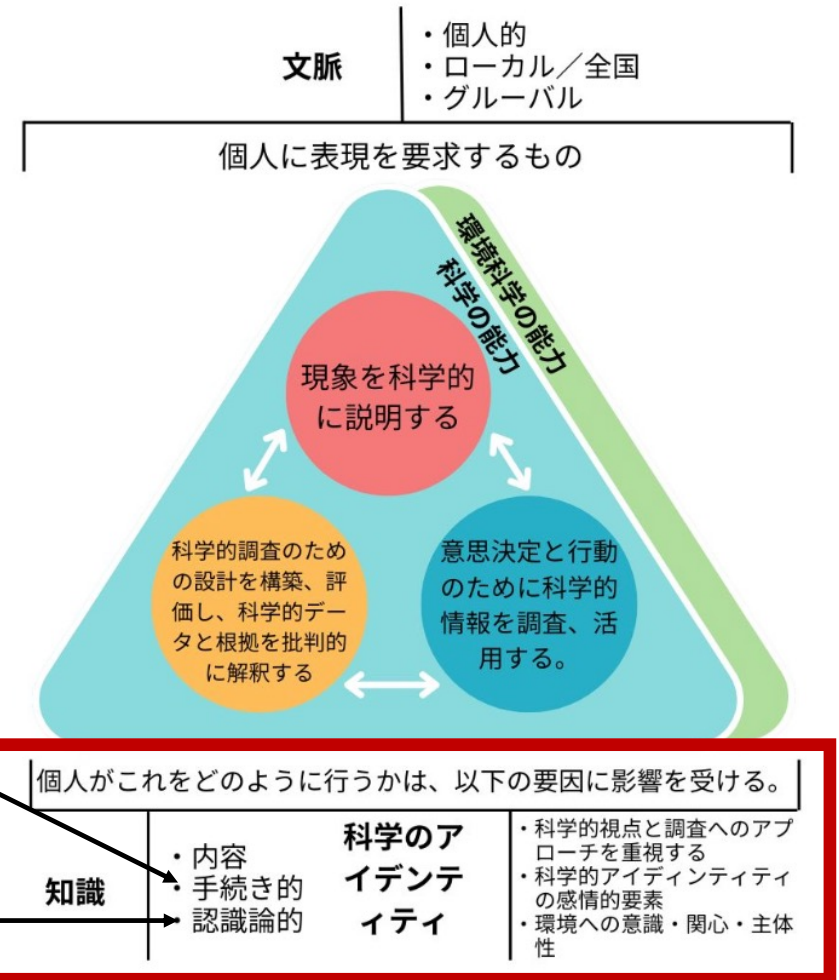
科学の能力

- ・現象を科学的に説明する。
- ・科学的調査のための設計を構築，評価し，科学的データと根拠を批判的に解釈する。
- ・意思決定と行動のために科学的情報を調査，評価，活用する。

Nature of Science
(NOS, 科学の本質)

科学的実践を行うために必要な手続きと実践に関する知識

科学的な営みを構成する要素やその定義に関する知識



PISA 2025 SCIENCE FRAMEWORK(OECD,2023)

*中込が訳したもの

NOSって何！？

コンセンサス・ビュー

McComas(2020)が提唱している要素の一部

NOSの要素	概要
証拠の重要性	科学の基本的な条件は、最初に科学的調査を行うきっかけとなる証拠と、科学的証拠を裏付ける証拠の両方が存在することである。
理論と法則の区別	法則とは自然界の一般化、原理、パターンであり、理論はそれらの一般化を説明するもので、法則は発見され、理論は発明される。同様に観察と推論は区別される。
科学の方法	科学には多くの共通の方法があるが、単一の決まりきった科学的方法やプロセスはない。
創造性の役割	個々の科学者やチームの創造性だけが、法則の発見や理論の発明を可能にする。
主観性・理論負荷性	科学者も理論に基づき正解を観察しており、私たちと同じレベルの主観性（完全な客観性の欠如）を持っている。
社会・文化との相互作用	人間が科学的な仕事をし、様々な形でお互いに関わりあうことで、すべての科学的な仕事がこうした人間の相互作用に影響を受ける。

NOSって何！？

学校の理科学習で考えて見ると・・・



今回の実験方法だけで、本当に結論を出して良いのだろうか。
もっと帰納的にアプローチした方が良いかもしれない。

理論的に考えると、○○○というように考えるのが妥当だけど、自分は
▲▲▲って考えて見るのも良いと思う。



NOSって何!?

NOSの位置付けと理解度

【米国】NGSS (Next Generation Science Standards) において、注目するNOSの要素を示し、K-12の各段階におけるNOSの理解の具体的な姿が示されている。

【英国】NC (National curriculum in England: science programmes of study) では、4段階に分けられた各キーステージにおけるNOSの理解の姿や、理解を促すアプローチ方法が明記されている。

【日本】学習指導要領にNOSに関する明記はなく、授業実践でも取り扱われることはすくない。

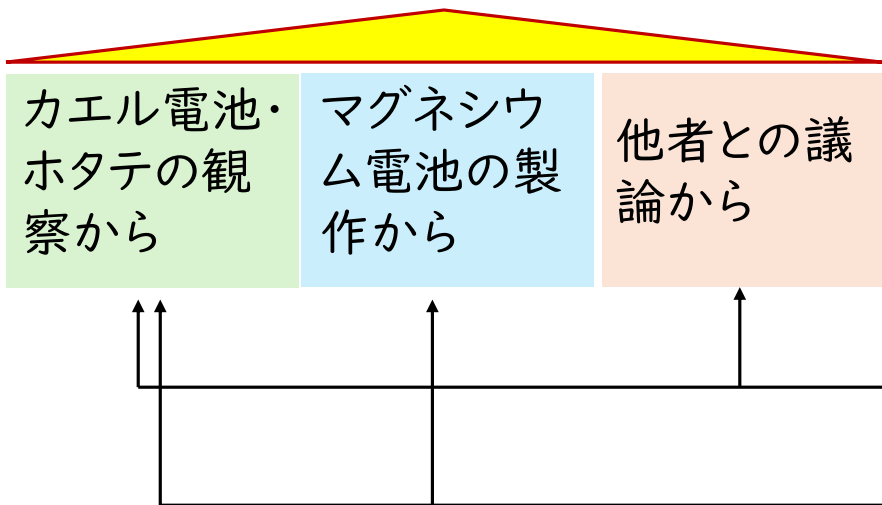
国名	2015年 生徒の割合									
	「探究に対する科学的アプローチへの価値付け」指標		何が真実かを確かめる良い方法は、実験することだ		科学的見解は、変わることがある		良い答えは、たくさん異なる実験から得られた証拠に基づく		発見したことを確認するために、実験は2度以上行った方がよい	
	平均値	標準偏差	割合	標準偏差	割合	標準偏差	割合	標準偏差	割合	標準偏差
台湾	0.31	(0.02)	87.6	(0.5)	93.8	(0.3)	94.2	(0.3)	93.7	(0.3)
カナダ	0.30	(0.01)	89.3	(0.4)	89.4	(0.4)	91.2	(0.3)	91.6	(0.3)
アイスランド	0.29	(0.02)	87.3	(0.6)	87.9	(0.6)	89.7	(0.5)	90.1	(0.6)
ポルトガル	0.28	(0.02)	90.4	(0.4)	90.9	(0.4)	90.9	(0.5)	93.4	(0.3)
オーストラリア	0.26	(0.01)	89.3	(0.3)	91.5	(0.3)	92.0	(0.3)	93.0	(0.3)
アメリカ	0.25	(0.02)	90.0	(0.5)	91.6	(0.5)	91.2	(0.4)	91.7	(0.5)
シンガポール	0.22	(0.01)	91.2	(0.4)	89.4	(0.4)	93.9	(0.3)	95.0	(0.3)
イギリス	0.22	(0.02)	90.0	(0.5)	91.6	(0.4)	91.0	(0.4)	92.7	(0.4)
ニュージーランド	0.22	(0.02)	89.7	(0.5)	90.7	(0.6)	91.5	(0.5)	92.9	(0.4)
アイルランド	0.21	(0.01)	93.4	(0.4)	91.8	(0.4)	93.2	(0.4)	93.9	(0.3)
イスラエル	0.18	(0.02)	85.9	(0.7)	83.5	(0.6)	85.9	(0.7)	86.1	(0.6)
デンマーク	0.17	(0.02)	88.4	(0.5)	84.6	(0.6)	88.6	(0.6)	87.3	(0.6)
スウェーデン	0.14	(0.02)	85.6	(0.6)	85.9	(0.7)	87.3	(0.6)	88.2	(0.6)
リトアニア	0.11	(0.02)	81.0	(0.6)	78.9	(0.6)	81.1	(0.6)	79.1	(0.5)
スペイン	0.11	(0.02)	85.5	(0.5)	82.1	(0.6)	86.9	(0.5)	87.9	(0.5)
ペノスアイレス※	0.09	(0.04)	83.7	(1.1)	85.0	(1.2)	84.4	(1.2)	86.9	(0.8)
マルタ※	0.09	(0.02)	85.1	(0.6)	85.5	(0.6)	88.7	(0.5)	89.3	(0.5)
スロベニア	0.07	(0.02)	88.6	(0.5)	86.6	(0.5)	89.4	(0.4)	90.0	(0.5)
ジョージア※	0.05	(0.02)	86.2	(0.6)	86.5	(0.6)	86.2	(0.6)	86.0	(0.6)
アラブ首長国連邦	0.04	(0.01)	84.1	(0.5)	81.6	(0.5)	85.2	(0.4)	86.7	(0.4)
香港	0.04	(0.02)	85.1	(0.5)	88.7	(0.5)	90.2	(0.5)	90.2	(0.6)
クロアチア	0.03	(0.02)	89.0	(0.6)	86.6	(0.6)	89.3	(0.5)	84.7	(0.5)
コソボ※	0.03	(0.02)	84.2	(0.7)	80.1	(0.7)	84.9	(0.6)	86.8	(0.6)
韓国	0.02	(0.02)	86.2	(0.6)	89.5	(0.6)	87.0	(0.6)	87.5	(0.6)
エストニア	0.01	(0.01)	87.8	(0.5)	84.6	(0.5)	89.0	(0.5)	88.9	(0.5)
フランス	0.01	(0.02)	87.5	(0.5)	83.0	(0.6)	86.2	(0.6)	84.2	(0.6)
ベルギー	0.00	(0.01)	87.7	(0.5)	82.2	(0.6)	87.6	(0.5)	86.2	(0.5)
OECD平均	0.00	(0.00)	84.4	(0.1)	81.3	(0.1)	85.6	(0.1)	85.4	(0.1)
ノルウェー	-0.01	(0.02)	84.0	(0.6)	83.3	(0.6)	86.8	(0.5)	85.3	(0.5)
トリニダード・トバゴ※	-0.02	(0.02)	86.2	(0.6)	79.5	(0.7)	87.2	(0.6)	88.2	(0.5)
アルバニア※	-0.03	(0.02)	84.6	(0.7)	78.3	(0.6)	75.2	(0.8)	85.2	(0.6)
日本	-0.06	(0.02)	80.6	(0.6)	82.4	(0.6)	84.6	(0.5)	81.2	(0.5)

国立教育政策研究所 (2016)

本実践の位置付け

内容

・化学電池の現象が、どのように生じているのか自分の考えを見出す。



NOS

・人それぞれ主観性がある、結果の捉え方が違う。

【主観性・理論負荷性】

・最初に考えていた科学者の考えは違うのかもしれない。

【科学の暫定性】

・どのようにして自分の考えを証明できるだろうか。

【科学の方法】

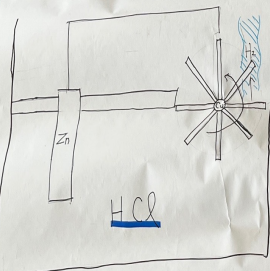
本時以降の展開

時間	内容
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。
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。
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。
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。
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。
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。
10	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。

本時以降の展開

泡問題を考える

案1



水素の泡によって電流が下がるから、泡を飛ばすようにする。
→ 水車を作って空気に角立らせよう!
が、しかし... 装置を作るのが難しかった。

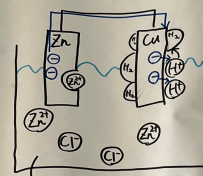
案2



表面積を増やして、泡が密集しないようにした。(銅板を3枚並列にさせた)

非水素式電池

ボルタ電池の欠点

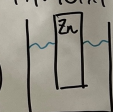


電流が安定しない(すぐに弱くなる)
Cu板に水素の膜ができ、 H^+ が電子をもらいに行けないため、亜鉛の消耗が激しい
持ち運びにくい

非水素式電池をつくる過程

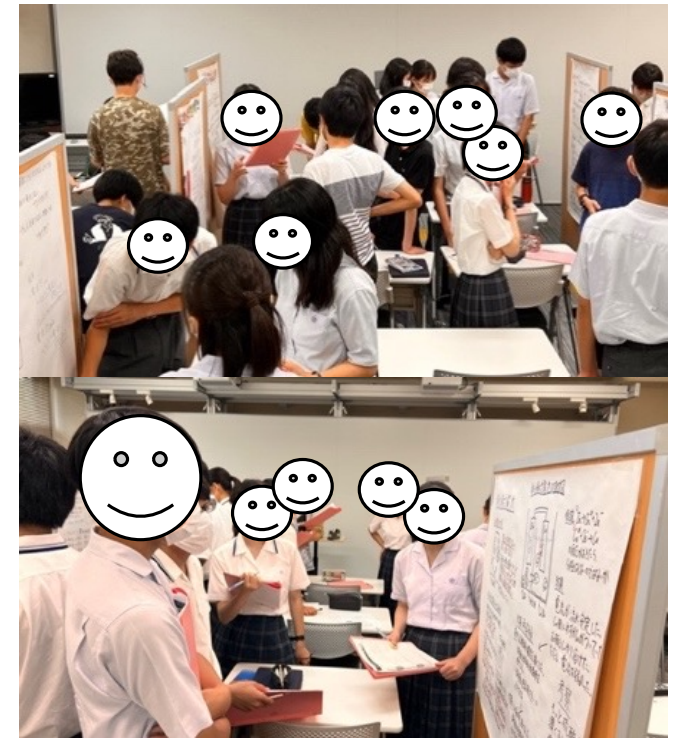
改善する点(ボルタ電池の欠点の解決策)
発生する物質は $H_2 \rightarrow Cu$
イオンの偏りをなくす
(持ち運びはあとから少しの工夫でOK)

イオン化傾向



イオン化傾向により
イオン化傾向が同じ
は溶ける
→ よってZn板をZn
 $ZnSO_4$ などで溶
(SO_4 の方が強いので今日は $CuSO_4$) (今日は $ZnSO_4$)

Cu板の代わりに
 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応が
起こるようにしたい
→ 水溶液に Cu^{2+} が溶けている
→ よって $CuCl_2$ 、 $CuSO_4$ など
(SO_4 の方が強いので今日は $CuSO_4$)



NOSについて振り返る活動



科学者視点から 考えようプロジェクト さいふろ！

各時間を通して、以下の事柄に関して関係があったと思うことや、考えたことがあれば、番号と一緒に記入してください。

番号	科学者の視点からの学習の振り返り
①	人によって観察しているものや実験結果の見方や捉え方が違った。もしくは、同じであった。
②	科学的な理論は絶対的なものであると感じた。もしくは、理論が変わることもあるのだと感じた。
③	社会の影響を受けて、科学的な研究が行われているのだと感じた。もしくは、社会の影響とは全く関係なく科学的な研究が行われていると感じた。
④	論理的に考えるだけでなく、想像力（イメージ）や創造力（クリエイティブ）が必要だと感じた。もしくは、想像力や創造力を用いない方が良いと感じた。
⑤	問題を解決するために、観察や実験は理想的な1つのものを用いて行うべきだと思った。もしくは、様々な方法から問題を解決する方が良いと感じた。
⑥	科学によって、この世界にある全ての問題を解決できると思った。もしくは、科学によって解決できる問題には限界があると思った。

□授業時間内で、該当する番号が複数ある場合は、複数のことについて書いてください。

□授業時間内で、該当する番号がないと思うときは、番号欄に「なし」と記入して、その授業時間での気付きや感想等を記入してください。

組 _____ 番 氏名: _____

時間	今日の内容	科学者の視点からの学習
1		番号
2		番号
3・4		番号
5・6		番号
7・8		番号
9		番号
10		番号

電流が一番最初の値でキープしていることを
電流が安定している と捉えるのか、電流値が
最初より低いのかとどまっている状態と電流が
安定していると捉えるのかで意見が分かれていた。
捉え方は統一しなければならぬと思っていたが、
捉え方が人によって変わるから科学者がたくさんいるのか、と思った。

論理的に考えるだけだと $T = T_0$ 、 $T = T_1$ 、 $T = T_2$ 、 $T = T_3$ 、 $T = T_4$ と $T = T_5$ を
組み合わせると $T = T_1$ になってしまうが、どうして $T = T_5$ 良
いの $T = T_5$ とうと考えると、想像として、豆粒の中が言及言すの。
利点もあせえながら 形をいふと、とんだ内容や
発想も出てくる感じがたのしい、電池づくりの
たのしみ $T = T_5$ と思った。

前回出した案、よくよく振り返ってみると、なに
がしたいのか、何ができない、意味の分からな
い案だった。想像もつかうことと大切だが、論
理的に考えることのほうが大切だと思う。