



ワークショップ 前

1. 育てたい生徒像

- 新たな科学的事実が明らかになることによって、それまで支持してきた考え方を変容させ、新しい考え方をすることができる、思考の柔軟性や寛容性を培いたい。

2. 単元(本時)の授業の目標

- 波動と粒子の二重性、そして発展的な学習として、熱学の発展史上でのパラダイムシフトを事例に、科学の本質を学ばせ、思考の柔軟性や寛容性を培う。

3. 授業の中での具体的な問い

【Extensions】

- ①自身が支持している考え方とは異なる考え方に出会った時、あなたはどうか。

【Connections】

- 光に粒子としての性質は見られないのか。身近な現象で、粒子性を否定し得る、腑に落ちる現象としてどのようなものが挙げられるか。

- ②なぜ熱物質説が長い間、科学者集団で支持されてきたと思うか。

【Ideas】

- ③(光電効果の実験で)光の強さを変えずに振動数を大きくすると、光電流と電圧の関係を表すグラフは、元のグラフと比較してどうなるか。
- ④熱物質説支持者は熱膨張をどのように解釈したと考えられるか。

ワークショップ 後

1. 育てたい生徒像

- コロナ禍が影響してイノベーションが急速に進み、日常生活が大きく変化している現在の社会情勢下において、それまで支持してきた古い考えに縛られず、批判的思考を働かせてより適した選択肢を選び、自身の価値観を必要に応じて変容させることができるだけの思考の柔軟性や寛容性、そして変化に対する耐性を培いたい。

2. 単元(本時)の授業の目標

- 波動と粒子の二重性の学習を通し、1つの物事に対して対立していた考え方同士を併存させる考え方が採用された事例を学ばせる。そして熱学の発展史上でのパラダイムシフトの事例の学習を通し、見方・考え方の総体に変化する事例を学ばせる。それらを通して科学の本質を学習させるとともに、思考の柔軟性や寛容性、そしてある事をきっかけに物事の見方・考え方が変わり得ることを学ぶ中で変化に対する耐性を培う。

3. 授業の中での具体的な問い

【Extensions】

- ①天動説から地動説に変わったように、自身が支持している考え方とは異なる考え方に出会った時、あるいはそれまで積み重ねてきた経験則には当てはまらない事例に遭遇した時、あなたはどうか。

【Connections】

- あなたの身の回りで物事の見方・考え方の総体に変化した、あるいは変化している事例はあるか。
- ラヴォアジエの周期表を見て、違和感を覚えぬか。違和感を覚えた場合、どこに違和感を覚えたか。
- そもそも熱物質説的な見方と熱運動説的な見方は光の二重性のように、併存できないのだろうか。
- ②現在は熱運動説的な見方が正しいとされているにも関わらず、なぜ熱物質説的な見方が長い間、ラヴォアジエをはじめとする科学者集団で支持されてきたと思うか。

【Ideas】

- ③(光電効果の実験で)光の強さを変えずに振動数を大きくすると、光電流と電圧の関係を表すグラフは、元のグラフと比較してどうなるか。
- ④熱物質説支持者は熱膨張をどのように解釈したと考えられるか。

ワークショップを通した気づき+NEXT STEP

1. 深めたい、解決したいと思っていたこと

- 問いが学習に対する動機づけを高める誘因となり得るものか。問いかけ方は適切か。

2. 改善のポイント

- **新たな気づき**：生徒たちの身の回りの様々な場面で今まさにパラダイムシフトが起こっている状況であり、具体的な事例を上げるよう問いかけることによって、学習内容をより自分事として捉えさせることができ、学習に対する動機づけを高めることができるであろう事に気づかされた。また、身の回りで起こっているジレンマやパラダイムシフトの事例を上げるよう求める問いを考えていたが、ジレンマの事例は生徒たちには上げにくいことに気づかされ、問いの内容からカットした。さらに、概念の変容のような認知的にハードルの高い処理を求める場合、導入部に置く問いが生徒たちをその後の学習に強く引きつけるものでなくてはならない事に気づかされた。
- **改善のポイント**：現在、生徒たちの身の回りで実際にパラダイムシフトが起こっていることを前提にした問いかけ方に直し、その事例を上げさせる事によって学習内容を自分事として捉えさせ、学習に対する動機づけの高揚を図る。
生徒たちが回答しやすい問いにするため、身の回りで起こっているジレンマの事例を上げさせる問いかけはカットした。その代わりに、熱物質説的な見方と熱運動説的な見方が併存できないか検討させる問いを置いた。
最後に、「電子と光」の学習の最初に、学習内容に強く引き付ける誘因となることを期待してラヴォアジエの周期表を提示し、感じる違和感を述べるよう求める問いを置いた。ラヴォアジエの周期表には「光素」と「熱素」が含まれており、いずれもその後の学習の核心に迫るものとなっている。

3. 新たな問い～モヤモヤ感・先生方と共に考えたいこと

- 導入部で提示する、生徒たちを強く学習に引き込む誘因となる問いは類型化できるのだろうか。勤務校で、問いを基に授業をデザインするよう他の先生たちに求める場合、ある程度類型化できると、スムーズに導入しやすいと思われる。おそらく、他校でも同様だろう。

Cの問いの具体化

	問いかけの意図 (活用できる疑問詞・接続詞)	評価の対象とする内容	具体的な問い
1	本当か、そもそも What	批判的な思考により、与えられた前提を問い直している。	• そもそも熱物質説的な見方と熱運動説的な見方は光の二重性のように、併存できないのだろうか。
2	そう言える理由・ 判断の根拠 Why	考えの根拠が示され、考えや論が論理的に関係している。	• ラヴォアジエの周期表を見て、違和感を覚えないか。違和感を覚えた場合、どこに違和感を覚えたか。
3	仮定と反事実的推測 If, If not	仮定によって、条件や状況を設定し推量の質を高めている。	• 光の粒子性だけで光学現象を説明する場合、どのような現象を説明する際に限界が生じるか。
4	～にもかかわらず Even though	異質な考えや矛盾等を取り入れることで、考察をより深めている。	• 現在は熱運動説的な見方が正しいとされているにも関わらず、なぜラヴォアジエをはじめとする科学者集団で、熱物質説的な見方が長い間支持されてきたと思うか。
5	～なら、 ～が言えるだろう If then, If not then	前提に基づいて、新たな解釈や意味を付加したり、その幅を広げたりしている。	• あなたの身の回りで物事の見方・考え方の総体に変化した、あるいは変化している事例はあるか。
6	関係性の理解・発見 What ⇄ Why ⇄ How	関係性を理解したり、発見したりすることで、見いだした意味や内容を言語化している。	• 光には二重性が認められたのに対し、熱の本質に対する議論は片方しか採用されなかったのは、どのような点で違いがあるためだと思うか。
7	その他		