

大学での教員養成講座でのメールを活用したオンライン実践例

工学院大学・新潟大学・武蔵野大学 非常勤講師 高城 英子

大学関係のオンライン講義 Zoom の利用が多いようだが、私は、**メールによる双方型講義**を行ってみた。**この方法を選んだのは、主に次の理由**からである。

- Zoom では、教師からの「**講演型**」の**説明・報告**が中心となりがちで、グループでの話し合いも可能だが、**一歩引いた・その場だけの感覚**がある
- Zoom を上手く使いこなせないこともあって、**音声・通信などのトラブルに即応できない**
- 双方の音声拾えず、**議論がかみ合わない**ことがある
- 表情まで読み取れない“**無表情**”な相手に、深い議論を挑めず、躊躇してしまう
- 準備に時間がかかる割に、**決まった時間内で終了**しなければならない

実践した結果・・・**メールだけでもオンラインでの双方向型授業は可能**

- 今までの対面式では、**埋もれがちな**「おとなしい受講生」の声も拾う事ができた
- 受講生からの「**問い（質問）**」を取り上げる事で、講義が活性化した **じっくり考える**
- 課題以上に、**主体的（自主的）**に「**学びを深める**」学習も見られるようになった

- 「**問いを取り上げる**」「**受講生の声を整理し直す**」「**意見をメールで返す**」と2往復
- 1対1の対応に、**時間と労力**がかかる（**疲れる**）

メールが返ってこなかったらどうしようかと心配したが、**3大学4講座**で進めていて現在、続かなかったのは1名のみ。全員が参加してくれている。

<基本的な進め方>

往復メールを受講生と交換しながら指導 他の受講生に自動的にオープンする形はなし

（木曜日に課題レジュメを送信、翌週火曜日までにレポート提出）

個々の学生のレポートには、評価とコメントを付けて返却

次回の課題レジュメで、学生の声を分析し、コメント。次の課題に反映。

今回取り上げたのは、次の2講座である。

中等理科教育法Ⅰ<**基本**>（前期14回、7月13日まで）受講生22名

中等理科教育法Ⅰのテーマ：中学・高校の理科の**基本的指導法を学ぶ**。

目標：学習者主体の理科学習法を身につけ学習指導案を作成できる

中等理科教育法Ⅲ<**発展**>（前期14回、7月13日まで）受講生26名

中等理科教育法Ⅲのテーマ：**探究的な学びにつながる理科教育**の理論を学ぶ。

目標：探究的な学びにつながる理科学習を立案できる

1.じっくり考える（例：理科教育Ⅲの学習）

①**基本的理論**を学ぶ（授業回数：4回）

資料：『**理科課題研究ガイドブック 第3版**

～どうやって進めるか、どうやってまとめるか～』

小泉 治彦 著 千葉大学 先進科学センター発行

*小泉先生が千葉県立柏高等学校の理数科2年生を対象にした「サイエンスラボ」という課題研究授業を指導する中からまとめた冊子

②主に中学校理科で育成したい「探究的な学びにつながる理科」について検討

（授業回数：3回） 「ガイドブック第4部 研究を進める」を中心に

③受講生で各自が取り上げる中学校理科の単元を分担し、探究的な学習内容に繋がる内容を書き出し、検討。（授業回数：4回）＜現在＞

④学習計画（学びのストーリー）の立案（授業回数：3回）

<参考>小泉先生のガイドブックの目次から

第4部 研究を進める…………… 29

（実際に実験を進める上で、**ぜひとも知っておいてほしい事項**をまとめてみました）

1. 「定性的」と「定量的」 30
2. 測定値と誤差 30
3. 実験ノート 33
4. 標本調査の原理 35
5. 全体を代表する値 37
6. 表とグラフの活用 39
7. データの吟味 43
8. 相関関係と因果関係 43
9. 数式化の意義 46
10. 現象のモデル化 47
11. 帰納と演繹 49

問い「この11項目の指導を中学校理科で行えないか」

実際のレジュメ（往信）では・・・

*****課題レジュメ（7ページ）から*****

新潟大学 中理Ⅲ

2020.5.21

第5回 理科の各単元で学ぶ“探究的な学び方”とは

1. 前回取り上げた『疑問』に対して

(1) 探究テーマについて

探究テーマを見つけるための手立てについてはよく、話題に挙がります。「探究〇〇」では、まだ解き明かされていない壮大な命題について研究しなくてもいい、「試行錯誤し、失敗の中からも探究していく姿勢」が重要という点は、確認されています。

(2) 高校や現在の学校設備で実験可能か

これに関しては「高大連携で大学の研究室からも支援を」という動きが出ています。ただし、今までのSSH等の限られた学校では“連携”できても、これから多くの高校で探究的な研究が始まると、大学もキャパが一杯という声も聞きます。

(3) テーマが決まらない生徒への指導

「探究基礎」の科目では、教科書の準備も進んでいますし、ある程度は教員から“枠組み”を示すとか、グループ研究で助走をつけるとかという動きもあります。また、ある程度動き出せば、先輩の発表を参考にする事や、先輩から研究を引き継ぐ事も可能になるでしょう。SGH、SSHでは実践も進んでいます。

高校の「総合的な探究の時間」は必修ですが、他の「〇〇探究」の科目は選択です。ですから、すぐ実施する学校は少ないかもしれません。その一方で「理数探究基礎」または「理数探究」を履修することで、総合的な探究の時間の履修の一部、または全部に替えることができるなど、理科や理数科、数学が「探究的な学び」の中心となりそうです。

そうした流れに繋がる「中学校理科」を、本日から本格的に考えていきます。

2. 「研究を進める力」として、中学生に学んで欲しい事

『理科課題研究ガイドブック 第3版 ～どうやって進めるか、どうやってまとめるか～』の第4部、【研究を進める】から選んでももらいました。

比較的多くの方が選んだのは

3. 実験ノート 6. 表とグラフの活用 8. 相関関係と因果関係

それに続いたのは、

1. 「定性的」と「定量的」 7. データの吟味 10. 現象のモデル化

でしたが、11項目の中で、1人も選ばなかった項目はありませんでした。

以下は、**代表的な皆さんの選択理由**です。 **<レポートから抜き出し提示>**

○ 「定性的」と「定量的」

- ・ 科学実験には連続性があると考えている。「このことが分かったから次はあれを調べることが出来る」「一つの定性的な実験を元に、この数値について具体的に調べてみると面白いかもしれない」という様に、実験は全てが単発で始まるのではなく、既に研究結果として示されているものや自分が行った実験の結果を元に、さらに発展させることで新しい実験が生まれる。
- ・ 定性的を理解することもはじめの一步ですが定量性にも着目することでより深い学びができる
- ・ まず、定性的に大まかなイメージをつかみ、現象を自分の中にインプットして上で、きっと(まだ測ってはいないが)速くなっているのだろうという仮説を立てることによって次に行く定量的に事実を確かめるという意味が出てくる。

○ 測定値と誤差

- ・ 紙の上で問題を解く際は「空気抵抗は無視、摩擦は無視、内部抵抗は無視」など、都合よく解けるように問題が設定されていることが多い。しかし、実験ではそのようなことはなく、誤差をはじめとしたいくつもの要因が重なって結果が得られる。誤差の扱い方を知らないと、せっかく得られた実験結果が無駄になりかねない。
- ・ 測定値から何が読み取れるかを考察する際、誤差による意見の違いが出現。どちらの意見が正しいと思うか、どうすれば真実が見えてくるかなどの質問を投げかけ、共に疑問を考えていき、誤差という概念があることに辿り着いた。(教育実習での電流での実験で体験した)
- ・ 有効数字や誤差を学習するのは、中学1年の数学終盤である。中学1年の理科の最序盤で扱ってもよい内容だと思う。
- ・ 中学生時代、ほとんど実験のデータを集めたり、そのデータの正当性を考えるという活動を行なってこなかった。そして、大学で実験を行なった際にこのデータを集める能力が実験の基礎として必要とされた。

○ 実験ノート

- ・ 数値のみならず、観察対象の色や状態、自らが行った手順など様々なことを記録しなければならない
- ・ 学校の授業の実験では結果が上手く出る実験ばかりであり、失敗したらダメであると思ってしまうことも多い。このような状態で実験を行っても、数値の改ざんをしてしまいかねないと私は考える。よって、中学生のうちから実験失敗から学ぶということを徹底させることが大事
- ・ いい加減にメモを取っているようでは(記入した紙を汚した、破れた、なくしたなども)、

データの信頼性が損なわれる。

- ・文字にしてアウトプットすることで、自分が頭の中では正しいと思っていた考えや実験結果の矛盾に気づきやすくなるから。
- ・穴埋め式の結果だけの記録ではなく、実験ノートを自らの工夫を凝らした上で書かせることによって、実験の方法や、実験に用いた試薬、実験時の環境(気温や湿度)などにも観察する範囲が広がり、その実験の条件を印象に残し、定着につなげるとともに、それによって実験で起こった結果の因果関係をさまざまな視点から自ら気付く機会や能力が増える。
- ・科学的な表現力は言語活動を通して身につくものであり、積み重ねにより、徐々に向上していくものである。それゆえに、探究的な学びが本格化する中学校の時から実験ノートを作成していく過程で育てた方がよい力である
- ・実験ノートは実験を行った【証拠】となります。実験前からの準備や結果から得られる数値の記入などメモを取る癖をつけていくことが実験で深い学びを得ることで重要だ
- ・科学の実験では実験結果が理論通りにいかないことも多々ある。まず、理論はどうなるか、実際はどうなったか、なぜそうなったかという、科学的に非常に重要な視点を養うことができると思う

○ 標本調査の原理

- ・標本調査は、定性実験を行う上で欠かせない方法の1つ。標識再補法や区画法などは原理が理解できれば中学生でも簡単に実践できるため、早期からこの原理を学習しておくべきであると考えられる。

○ 全体を代表する値

- ・全体を代表する値に気を付けることは学習というよりもむしろ、日常生活において活用するために育てたい力の一つであると考えられる。例えば、「クラスの平均の点数が50点」といっても「本当におおよそその生徒が50点付近にいるのか」、「半分は100点、もう半分は0点」では大きな差がある。これは、平均値が全体の代表というには無理のある場合である。
- ・テストの結果で用いられる平均値が中学生には最もなじみ深く、それゆえにデータの代表値には平均値を用いればよいという誤概念を持っている生徒が多いと考えられる。そのデータに合った代表値を用いて正しい分析ができるようになることで、理科科目のみではなく、地理や経済などの社会科目にも応用できるようになる

○ 表とグラフの活用

- ・実験で用いるグラフはほとんど中学生時点で学ぶものであるため、どのグラフを用いるかの判断力もしっかりと養える
- ・わかりやすいグラフを書くには適切な横軸・縦軸、グラフの名前などの要素が必要不可欠である。このような要素を適切に書くことは、中学生でも十分可能であると考えられる

- ・大量のデータを取って「精度を高めることができた」といった状態を作らないために重要である。データの「量」ではなく、「質」を重視してほしい。
- ・実験や情報収集などで集めたデータをどのような表やグラフにするべきなのかは、数字を正確に扱う力や数字を用いて注目させたい点を並べることによって示す力など、数字に対する一種の感覚のようなものが身につかなければ判断することは難しいだろう。
- ・表やグラフを活用することによって二つの変数の規則性を可視化し、その結果から何が言えるか（この二つの変数には相関があるかなど）を読み取る力が大切。
- ・中学校理科において、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行い、観察・実験の結果を考察し、表現する手段として表とグラフを活用することが、小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの論理的に考える力の育成に直結すると考える。
- ・普段の生活で目にする新聞やニュースで現れるグラフの見方もそれまでとは変わり、どうしてこのグラフが用いられているのかを考えることが習慣になり、新聞やニュースの内容を批判的にみるのが身に付くことが身に付くのではないかと考える。このような視点はクリティカルシンキングの力を向上させ、より自身の論理構成の力も身に付くと期待できると考えたため。

○ データの吟味

- ・データの値1つひとつに向き合うと、理想値から逸脱した“honest error”も散見される。この値をなかったことにするのではなく、正直に向き合い、誤差によるものであるのか、操作ミスによるものであるのか、または一定の割合で逸脱した値が出るのが真実であるのかを特定しなければ実験結果は信ぴょう性に欠けるから。力というよりは姿勢に近い。
- ・得られたデータを客観的に判断し、考察するというのは難しいが、自身の行動を客観的に振り返るといふ点で、生涯にわたって有用なスキルであると考えたため、中学生のうちから養ってほしいと考えた。
- ・データの一つ一つが意味するもの考えることが、実験の質を高めることになると思う。そこでデータの信頼性についても考える時に自らの実験手順なども見直すと思われる。

○ 相関関係と因果関係

- ・教師の関与を徐々に少なくしていけば、結果から考察する力も少しずつ養っていけると考えられる
- ・因果関係を考慮しないまま、突き付けられた事実を鵜呑みすることになってしまうから。
- ・正の相関があったとして相関は認められるがそれは因果関係が認められるとは言えない。それを実証するためにはどのような事実が言えなくてはならないか考えをまとめることが必要
- ・規則性の捉え方が間違っていれば、最終的な結論は全く別のものになってしまう。規則

性を見出すことができると、その規則性自体が研究のゴールだと思ってしまう、安易に結論に持って行ってしまう可能性がある。

- ・事象を論理的に判断する力こそ科学者の根幹をなす能力だと思う。科学的な見方、考え方を身につけてほしい。また、身の回りの事象を自分の知識に当てはめ、理解していくことの楽しさを知ることが、科学的な思考力を養う原動力になると考えたから。

○ 数式化の意義

- ・小学校理科では定性的理解が中心であるが、中学校理科では定量的・数量的理解や数的処理の重要性がより一層高まると考える。
- ・数式化して一般化することが出来る。その数式は全ての値に当てはまる数式ではないこともあるが、数式から得られる理論値との有意差を吟味することも重要である。
- ・数式化を嫌がる生徒は多い(家庭教師をしているが、数式化に苦しむ生徒が多い)。しかし、事象の数式化によって法則性が一目で分ったり、計算によって未知の数値を予測できたりできるようになる。見出した法則から未知のものを予測するこれこそが科学の考え方であると考え

○ 現象のモデル化

- ・化学反応や体内の働き、天体の動きや力などは、的確なイメージができていなければ根本から理解することが不可能になってしまう。また、研究をしていけば未知の現象にたどり着くことも考えられる
- ・一連の課題研究をそこで終わらせるのではなく、次の研究課題を生み出せるという点で、「モデル化」という作業は、これまでの研究をより洗練された研究へと昇華させられると考えたため
- ・データをどのようにモデル化するかということは難しい部分ではあるが、メンデルの実験や地球の内部構造のモデル化の事例を紹介し、より良くモデル化できる方法を探っていきたい。
- ・研究は、誰かに伝え、興味持誰かに伝え、興味持つもしくは理解させることによって一定の価値を持つことが出来ると考える。そのため、伝わるように表現を工夫することは、実験の価値を示すという点で研究にとって重要な点で研究にとって重要な要素の一つであると考え。
- ・モデルに苦戦する生徒も多いが、目に見えない世界を考える上では必須である。モデル化することで数式化と同じように、現象の法則性が見えてくる。化学の分野では特にモデル化が多いが、モデル化と数式化を組み合わせることによって(化学反応式など)新たな物質の特定や、性質が見えてくる

○ 帰納と演繹

- ・帰納は、ある共通する規則から命題を推論する手法であり、演繹は観察の結果によって得られた規則から命題を推論する手法である。どの方法によって命題を証明できるのか方法を知っている必要がある

ある方の、次の「学びの振り返り」が、印象的でした

特に意図していなかったが、今回私が選んだ力は最終的に「未知のものを予測する」ということつながっていた。定量的な判断、数式化、モデル化は中学生にとって取つきにくい考え方ではあるが科学の世界においては必要不可欠であるといえるだろう。そのため教師に求められるのは丁寧に分かりやすく、そして根気強い説明であると思う。私が教える際には数式化や、モデル化は敵ではなく理解をしやすくするための方法なのだということを強調していきたいと思った。

3. 今日の課題（1） あなたならどう指導する？ <レポートからの課題発見>

レポートの中で、教育実習中体験を書ってくれた方がいました。ここでどう指導するのが**「探究的な姿勢を育てていくことになるのか」**今日の課題として、考えてみましょう。

これは以前私が**教育実習に行ったときに経験したことで、誤差を考えるかどうかで導かれる法則が変わってしまった**ためである。中学 2 年生の授業で、直列回路の電圧を実際に測定し、班ごとの結果を黒板に書いてもらい、その測定値から何が読み取れるかを考察してもらった。私が導いてほしかった法則は「直列回路では、各部分にかかる電圧の和は電源の電圧に等しい」だったのだが、**生徒に考察させた結果、ある班で $V > V_1 + V_2$ のように、「各部分の電圧の和は電源の電圧より小さくなる」という考察が上がった**。たしかに黒板に書かれた測定値をもとに計算すると、そうなる班が多かったのは事実である。しかし、私はこれをどう受け止めればよいのか本当にわからなかった。**考察の多様性として見れば、非常に素晴らしい意見であると思う。その反面、教科書に載っている事実は生徒の考察と異なる。生徒と教科書との間に矛盾が生じてしまった**。もちろん、ここから授業を面白くすることはできると思う。どちらの意見が正しいと思うか、どうすれば真実が見えてくるかなどの質問を投げかけ、共に疑問を考えていき、誤差という概念があることに辿り着くなどだ。しかし現実問題として、内容が単元から外れてしまうこと、教育実習生であるため、そこまでの時間はないことが挙げられる。**このような場合どうすれば良かったのか、今でも疑問に思っている**。（誤差がなるべく出ないような実験器具の提供、予備実験の最終確認などの反省点は残りますが…）

次回のレジュメでは・・・

2. 学生の声を取り入れた学び合い

第5回課題レジュメ『今日の課題(1) あなたならどう指導する?』 p 8

学生が「感想」として出してきた疑問を、今日の課題として取り上げ、第7回課題レジュメに掲載

*******第7回課題レジュメより、誤差に関する内容*******
皆さんの意見は、大きく3パターンにわかれるかと思いました。いかがでしょう。

◎教科書が正しい

- 当然ながら、教科書に書いてある内容が事実であり、今回の実験結果が正確なものでないことは伝えなくてはならない。根拠は教科書の文面と教師の言葉だけになってしまうため、生徒の中にはそれだけでは納得のいかないものもいるだろうが、まずこの誤った結論を正すべきである。
- 教科書の内容は、これまでに見つけられた法則、知識であるとして指導し、実際の結果がそれと異なった理由、どうすればより誤差の少ない実験(教科書に載っているようなモデル)になるのかを考察させれば良い

◎もう1回測定して・・・

- まず教科書に載っている理論に触れずに実験班ごとに意見を発表させ、測定値に振れ幅があることを確認させる。その後、その振れ幅は何が原因で発生したのか、適正と思われる値は何なのかを考察させる。理科の特徴として、数学では公式を教えた上で問題を解かしていくが、理科ではまず、公式を導きなければならない。公式を導くために必要なのが実験である。
- 各班がとるデータの個数を多くする。その後、各班のデータを集めて一覧の表にし、すべての値の平均から考察をする。クラス全体の平均をとることで「直列回路では、各部分にかかる電圧の和は電源の電圧に等しい」といった考察が導き出し易くなると考える。
- なぜ、実験誤差では片づけられないような差が生じてしまったのかを話し合わせる。具体的には①どのように実験を行ったのかを再現する②再現を通して、どのような部分が違うかを話し合わせる③明確な違い(実験に手違いがあった、計器の取り扱いが間違っていた等)があればそれで解決④そうでなければどうしようもない実験誤差として説明するという手順で深めていけばいいと思う。

◎誤差について説明する

- 実験は正確な値が出ることのほうが少なく、特に中学校の実験室では室温や湿度、机の傾斜など、誤差を生み出す様々な要因を排除することは難しい。言い換えれば、誤差が出るのは当然なのである。それ以前、それ以降の実験でも誤差が出ることはあるはずなので、誤差についての説明は行っておくほうが後の実験のためにもなると考えられる。
- 誤差について詳しく語ってしまえば、複雑すぎて混乱を生んでしまうと思われる。単純に「実験器具が正確じゃない」「室温などの環境が整っていなかった」程度の認識を与えるだけで充分であると考えられる。
- 教師の導いてほしかった法則が出すことができた後に、それぞれの班の結果で計算すると法則に当てはまらないのはなぜか、考えてもらう。そうすれば、誤差の概念も受け入れ易くなるのではと考えた。
- 今回の場合では、抵抗に関する公式さえ自明のものでできればオームの法則から電圧に関する公式は導き出せること、しかし、その際には様々な要素を無視していること、その要素とは銅線のわずかな抵抗や電源の内部抵抗などであることを説明すればよい。また、みんなの行った実験は結果に違いはあれど科学的で価値あるものだとフォローも忘れないようにしたい。
- 誤差の起きにくい実験を行わせることだと思う。予備実験で、誤差が少なくなるように実験スケール、器具などを最適化しておく必要がある。それでも誤差は生じるだろうし、教材などの条件があるため、簡単な統計処理技術を教えておくのも1つの手段かもしれない。「どのくらい確かなのかを表す力」を身につけていないとデータが適切か判断しかねて、考察できない。また、モデル化などにも影響がでてくる。とはいえ、誤差範囲の作成などは、数学を学んでいないと難しいため、誤差範囲を作成できるよう調整したグラフのひな型（Excel）などを用意するのが良いのではないだろうか。もちろん、「グラフ化する力」もつけさせる必要があるため、各班での活動（班ごとにグラフ化）後、データを提出、全員分のデータを教員が誤差範囲を含むグラフとしてまとめ、それを提示しながらクラス全員で話し合わせれば、ある程度誤差は減らせるのではないかと考えた。
- 測定値と誤差について、紙上の問題では空気抵抗など、測定誤差を生む要因が取り除かれているために、実験で得られたデータに誤差が含まれていないと認識してしまうようになる、という意見はもっともだと思った。実際そういった経験を中高生のときにしていたし、そもそも誤差が生まれるならば実験をする意味がないのではないかとまで考えていた。そのような誤った認識を生まないためにも、測定値と誤差、またその意味について考えさせる活動は必要だと強く感じた。
- 実際にこの実験を行ったときに「各部分の電圧の和は電源の電圧より小さくなる」とい

う結果が出てくるのは当然だと思った。この体験の中にも書かれているが、実験器具によって生まれる測定誤差はどの実験にも付き物だからだ。このような状況で、「大体教科書に書かれている公式と一緒にしょ。だからこの公式は正しいんだよ。」という風に無理やり結論付けてはいけないのも当然だ。そこで、生徒が考えた仮説と実験結果の違いが生まれた理由について考察する活動を行いたいと思う。実験結果で仮説と違う結果が出てしまったから仮説が間違っていた、と結論付けてしまうのは簡単なので、仮説のどこが間違っていたのか、実験結果は本当に正しいのかを探っていく活動を、時間をかけて行うことで、探究的な姿勢を育てていくことができると考える。

○誤差が発生することをもとに話をしていきたいと考えた。このような理由として、実際中学校の理科室で様々な実験を行い、誤差が出ないような実験の方が少数だと考えられる。特に物理と化学分野である。教科書に書いてある法則というのはあくまで真空状態や理想状態の時である。もちろん教科書に書いてある内容が間違えているとは言わず、実験室で行う実験には限界があるということを説明する。このような説明をすることによって、生徒はおおよそ法則に沿っているかを実験で確認するとともに、何が足りずに法則と食い違っているのかまで考察させることが可能になる。このような実験形態を行うことによって、生徒はよりよい実験方法を吟味することができる。

○おそらく原因としては、測定したい抵抗以外の部分に、抵抗値があったためだと思われる。それが導線からくるものなのか、接続の甘さからくるものなのか、測定時の危機によるものなのかはわからないが、何かしらのエラーがあったのだと思われる。

自分が、探求的な姿勢を育てるために、この「分からない」という部分を、児童生徒なげかけてみて、それぞれで理由を考えてみさせると思う。

それを行うために、なるべく間違った方法で事前実験を行うと思う。正しく実験を行った時と、間違っただけで実験を行った時でどのような結果が出るかを理解しておくのが重要だと思う。そうすることで、児童生徒の発見を支援することができると思う。

○**私もまったく同じ経験をした。**夏に〇〇中学校で「オームの法則」の授業をしたが、生徒たちに書き出してもらった**実測値は法則通りにはいかないことがほとんどであった。**

生徒たちにはその値を用いて法則(直列の時は電流の強さは変わらないこと、並列の時は枝分かれの部分で足した電流の強さが全体帯の電流のつよさである)ことを考察させた。

その際はきれいに法則が出た方が経験として頭に入って良いと思ったので、**とっさの判断で、「この班の値きれいに取れていますね～。実験がうまくいっています。ではこの班のデータをモデルとして法則を考えてみましょう。**

$I \square I_1 \square I_2$ 、 $I \square I_1 \square I_2$ の□に当てはまる符号を考えてください」というようにした。その時は全体の足並みはそろったと思った。

しかし、**個々の生徒が提出したワークシートでは正解の符号が書けている子と、理解できていない子がいた。**そして感想では楽しかったけど難しかったという声が多く出ていた。

モデルに選ばれなかった子供たちのやる気をそいでしまったのかもしれないと思ったし、こじつけの法則を無理やり理解させてしまったかもしれないと後悔した。

担当の先生に相談したところ、「教師を何年やってもそのことについては良く悩む。だから、どの子が実験してもうまいこと値が出るような装置をつくったり、演示実験をしたりしている」とのことだった。今回の課題について答えになるかわからないが、教材を見直したり生徒たちの誤概念を理解して授業をすることで改善されると思った。また、きれいに値が取れるときと取れない時の差は何か(きちんと導線が繋がっていないなど)を考察課題とすることによって誤差の概念や、実験手法の正確性がデータに及ぼす影響についても学びを深められたら良いと感じた。

- 予備実験の段階で $V > V_1 + V_2$ となることが分かっていたら、実際の授業の時にどうすればよいのか準備ができたのではないだろうか。 *予備実験はとっても大事(高城)
- 予備実験を行い実験結果が上のようになることが分かっていたとして、なぜ $V > V_1 + V_2$ になるのかを考える時間を設ける必要があったと考える。生徒同士でそのことについて討論し、その原因に誤差があることを最終的に解説する。単元の本筋とは異なるが、実験をするに伴い誤差が存在すること、誤差には測定するときはずれてしまうものと、導線の中にも抵抗が存在するという2つが存在するということを理解し、今後実験をするときにも生かすことができる授業になると感じた。

私(高城)もこの実験では、よくこの疑問にぶつかりました。どの様にしたか、思い出せる範囲で書いておきます。使った時間は1時間(50分)です。

- ①多くの実験で、 $V > V_1 + V_2$ $V = V_1 + V_2$ のどちらかの結果が出ます。
この段階で、「既にだいたい $V = V_1 + V_2$ となるはずだ」と多くの生徒は知っている事がわかります。なぜなら、 V 、 V_1 、 V_2 のそれぞれの値を比べず、 V と $V_1 + V_2$ を比べているからです。(きっと予想でも多くの生徒は $V = V_1 + V_2$ に近い予想をしています)
- ②その中で、 $V > V_1 + V_2$ という結果を導き出してきた事をまずは褒めます。「なるほどね。よく気がついたね。もう一度みんなで確かめてみよう」と再実験。
- ③もう一度、実験します。
- ④その中で、「針がフラフラして、よく読めない。しっかり決まらない。」という声を拾い、全体で確認すると、「クリップや導線がちょっと動いても、電圧(電流)が変わっちゃうんだよ」という気づきが必ず、出てきます。
- ⑤「どうしてだろう?」と問い直すと、「このくらいの違いはすぐに起きるよ」という意見が出ます。「何回か測定して、平均を出したら?」「測定器の針の振れの真ん中あたりを読めば良いんだよ」などいろいろな工夫が出てきます。
- ⑥「では、このくらいの差は無視して、“全体的な傾向”を見るしかないかな」と問い直し、クラス全体のデータを見直して、「だいたい $V = V_1 + V_2$ としていいかな?」と納得し、この実験装置には測定誤差が含まれている事を補足します。
- ⑥さらに、私からの解説として「 $V_1 + V_2$ が V より大きくなることは少ない」ことについては、付け加えます。つまり、測定値のばらつきには、測定器や実験装置の接続による誤

差もあるけれど、電池の内部抵抗（この段階では、抵抗値はまだ学習していないので、“電流の流れを邪魔する働き”として扱う）や導線にもわずかな“抵抗”があることを簡単に話しておきます。（この段階は、いろいろな展開がありました）

- ⑦また、余裕があれば、こうした誤差が考えられるので、測定値のグラフでは、1つ1つのデータを結ばず、傾向を示す直線（やなめらかな曲線）を書き入れることなどにも触れます。

結論としては、『疑問は大切に uptake、みんなで再検討。その中での生徒のつぶやきや発見から、結論を導き出したい。』というのが、私の基本姿勢です。 $V = 2 \times V_1$ とならない教材の工夫や、測定器や導線も誤差が出にくい様に調整する事はもちろんですが、こうした疑問を大切に、簡単に $V = V_1 + V_2$ と結論を出さない生徒が私は好きです。こうした事に戸惑い、どうして良いか悩む教育実習生（先生）が私は好きです。

例え、教育実習中であっても、「大切な問題だから、もう1時間下さい」と生徒や先生にお願いできたら良かったと思います。きっと多くの先生は、チャンスを下さると思いますよ。

感想や反論があったら、次回のレポートの最後にでも書いてください。誤差の指導はほとんど中学校では行われてきませんでした。これからの理科教員は、必ず扱って欲しい課題です。

この疑問を投げかけてくれた方から、**誤差についての研究論文**を見つけたので・・・と送っていただきました。添付しておきます。お読みください。小学校理科の場合でも、こうした誤差に対する丁寧な指導がある事、グラフや表を使って分かりやすく示す方法など、勉強になりました。ありがとうございます。

上記の皆さんからの意見として取り上げた中に、ご自身の体験を書いてくださった方もいました。**こうした学び合いがこの講座で生まれたことがとても嬉しいです。**

ありがとうございました。

*****以上、第7回課題レジュメより*****

・・・学習の成果として・・・

3. 学生が選び出した「探究的な学びにつながる学習内容」例

理科教育法Ⅲでの学生のレポートより

学生が分担して、中学校理科の14の単元について、**探究活動とつながる学び**が行える学習内容を選び出し、報告し合う。

(例) 9つの学習案を提案

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	1章 物質の性質 1節 どのような方法で物質を区別できるか
授業の目標	物質の性質を調べる方法の基礎を身につける
学習活動	①身の回りの物質を集め、分類する。(樹脂、金属といった大きな枠組みでなく、PET,PP,PEのように細かく実物を用意する。) ※必要に応じて簡単な実験する(水にうく?電気通す?加熱するとどうなる?など)様子を観察し実験ノートに記録する) ②様々な分類法を挙げる。可能なら法則性を見つける。班代表を決めておく。 ③班代表者が全体発表し、密度と分類、各区分の特徴を共有する。
探究的な学び	分類するための実験で「実験をデザインする力」 実験ノートの作成から「実験ノートの作成」「実験、観察力」 実際に分類することで「論理的に考える力」 発表することで「表の活用」「他人に伝える力」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	1章 物質の性質 2節 物質を電気や磁石で区別しよう
授業の目標	金属、非金属の違いの理解
学習活動	①様々な金属、非金属を用意し、分類させる。 ②分類の基準を議論する。 ③金属の定義、特徴は何か。電気を流すか、磁石につくかなど、実験させる。 ④金属の特徴をまとめる。(議論する) ※鉛筆の芯(炭素)は電気を流すから金属だといえるだろうか
探究的な学び	自ら特徴を見つけ、定義づけることから「現象のモデル化」 発表することで「表の活用」「他人に伝える力」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	1章 物質の性質 3節 物質を体積と質量で区別しよう
授業の目標	「密度」の概念の習得、密度による物質の分類、2年化学への導入
学習活動	①身の回りの物質を持ちよらせ、班ごとに質量、体積の測定、密度計算。 (1円玉の密度は?) ②分類する。可能なら法則性を見つける(実験考案、実施)。班代表を決める。 ③班代表者が全体発表し、密度と分類、各区分の特徴を共有する。
探究的な学び	実験で「実験、観察をする力」、1円玉の枚数を増やして、大スケールにして誤差を減らすなどから「どれくらい確かなのかを表す力(誤差の概念)」、「対応力、創意工夫」 法則性を見つけるための実験で「実験をデザインする力」、「論理的に考える力」 特徴づけを行うことで「相関関係と因果関係」 発表で「わかったことを他人に伝える力」、「表、グラフの活用」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	2章 物質の状態変化 1節 物質を温めたり冷やしたりしよう
授業の目標	物質の3態という概念の習得、状態変化による体積・質量の変化/不変を知る
学習活動	①物質が温度で変化することを説明する。(蒸気機関車、やかんの湯気、水蒸気など身近な例を挙げる) ②様々な物体を加熱/冷却して体積の変化を調べる。(ビーカーに入れたまま液体を凍結させる実験。気体についてはわかりにくいいため、実験には取り上げないが、熱気級を例示してもよいかもしれない) ↳(発展)水は特殊である(固体密度<液体密度、固体が液体に浮くことが一般的でないということ)ことを知る。 ③状態変化を粒子モデルで考える。 ↳(発展)水の密度、表面張力などから水素結合を説明する。
探究的な学び	②の実験から、「実験や観察をする力」 ③のモデル化することで現象がなぜ起きるのか、根本から理解することで「論理的な思考力」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	2章 物質の状態変化 2節 状態変化するときの温度は物質によって決まっているか
授業の目標	融点・沸点が物質に固有であるというものの理解、沸点による物質の分離が可能であることの理解
学習活動	<p>①常圧条件において、様々な物質の状態変化時の温度（融点・沸点）を調べる。</p> <p>②各班で同じ複数の物質の融点、沸点を調べ、それらが物質固有であることを議論する。</p> <p>③（議論）ウイスキーを製造するにはどうすればよい？石油の分留塔の構造を示し、班ごとに蒸留装置を組み立てさせ、水、エタノール混合物を蒸留する。（収率、安全性を評価する）※安全第一。教員の許可が出ない限り火はつけさせない、直火厳禁、逆流防止など。</p> <p>④得られた蒸留物の密度からエタノール濃度を求める。どうすれば収率が上がるのか、全体で議論する。</p>
探究的な学び	<p>③で実験装置を組み立てることで、「科学的な思考力」、「実験のデザイン力」（特に安全性への配慮）が養われる。</p> <p>（↳与えられた情報から、創意工夫して問題を解決する能力）</p> <p>④で得られた結果を発表、議論することで、「他人に伝える力」、他人の意見を受け、「実験を客観的に振り返る力」を養う。</p> <p>（↳自らの行動を客観的に振り返る能力）</p>

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	3章 物質の状態変化 1節 身の回りの気体の性質を調べよう
授業の目標	気体の性質の理解、実験方法の習得
学習活動	<p>①基礎知識（気体の発生方法、捕集法など）を教える。</p> <p>②酸素、二酸化炭素、水素（可能ならアンモニアも）を発生させ、様々な捕集法で回収する。</p> <p>③気体の性質を調べる（内部に火のついた線香を入れるなどの実験）</p> <p>④調べた結果をまとめ発表する。</p>
探究的な学び	<p>実験結果から、性質を考えることで「論理的に考える力」</p> <p>発表することで「他人に伝える力」</p>

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	4章 水溶液の性質 1節 物質が溶けるようすを調べよう
授業の目標	溶液について理解する
学習活動	①溶質、溶媒、水溶液の定義の確認 ②状態変化で利用したような粒子モデルで様々な溶質の「溶解」を考える ③議論する（モデルを使って、溶解がどのような原理なのか）
探究的な学び	②でモデル化して考えることで現象がなぜ起きるのか、根本から理解することで「論理的に考える力」 議論で「論理的に考える力」、「他の人に伝える力」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	4章 水溶液の性質 2節 水溶液の濃さをどのように表すか
授業の目標	水溶液の濃さの表し方を理解する
学習活動	①様々な濃度の水溶液を用意する。（濃さの順に並べる） ②濃さを調べる方法を考えて議論する ③質量パーセント濃度という指標を教える。
探究的な学び	議論で「実験をデザインする力」、「論理的に考える力」

単元	中学1年生 「身のまわりの物質」
章、節	4章 水溶液の性質 3節 水溶液から溶質を取り出そう
授業の目標	溶媒と溶質、という考え方の理解、
学習活動	①砂糖水、塩水を班ごとに配布し、溶質を取り出させる（再結晶実験などを行う） ②どのように取り出したか、収量はどれだけか。班内で話し合う。班代表を決める。 ③クラス発表をする。
探究的な学び	実験で「実験、観察をする力」、「実験をデザインする力」、「論理的に考える力」 発表で「わかったことを他人に伝える力」、「表、グラフの活用」

全ての章、節において探究的な学びにつながる力は養われるだろうが、これらの中でも特に重要であると考えたのは、「1章 物質の性質 1節 どのような方法で物質を区別できるか」、「1章 物質の性質 3節 物質を体積と質量で区別しよう」「2章 物質の状態変化 1節 物質を温めたり冷やしたりしよう」、「2章 物質の状態変化 2節 状態変化するときの温度は物質によって決まっているか」、「4章 水溶液の性質 3節 水溶液から溶質を取り出そう」の5つである。

特に、**自ら解決策（理科実験の場合は、適切な実験方法や器具）を探して解決する力**、その結果から学び、次へと生かすというのは、**探究的な学びにも必須だが、生涯にわたって重要なスキルである**と考える。また、理科教育に限った話ではないが、**他者へ伝える能力**というのは、**協働に必須の能力であり、できる限り早い段階、中学生のうちに学んでほしい能力**だと考えた。

4. 自主的に個別のレポートを （2往復のメール交換での検討）

理科教育法Ⅰの講座での実践例（学生のレポートへの書き込みによる指導）

元原稿（本人から） <中学1年生「音」に関する5時間の指導計画>

レポートへの書き込み **太字**（高城からの評価）

太字青（高城からの疑問点 再検討要望）<通常はここまで>

本人から**追加**のレポート **赤字**、**太字赤**（本人からの修正） **見て欲しい！**

太字緑（再度の高城からの評価点、疑問点）

第5回 ルーブリックまでを視野に入れた学びのストーリー「音」

====氏名など略====

1. 音の授業展開 (11 時間目)

(1) 本時のねらい

様々な音源に触ったり、観察したりすることを通して、音に関しての問題を見出して課題を設定する。

(2) 評価規準 「思考・判断・表現」

様々な音源に触ったり、観察したりすることを通して、音に関しての問題を見出して課題を設定している。

(3) 評価のポイント

様々な音源に触ったり、観察したりすることを通して、音に関しての問題を見出して表現しているか評価する。

(4) 指導と評価の流れ (表の枠組みは適宜延長して)

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準 (教師側の活動や留意点を含む)	評価方法
導入	・共鳴音さや真空鈴の実験をすることを通して、音に関する課題を考え、ワークシートに記入する。 (個人→班で共有)	・共鳴音さにおいて、一方の音叉を叩くととなりの音叉は叩かずとも音が鳴るが、一方の音叉を止めても音は鳴りやまないことが音の正体は何か考える。 ・ストロー笛を用いて、どのようにしたら音が出るか考える。 →音と物体の振動を体験する。 まず、体感する所から入る導入が音の学習のスタートとしていい	
展開	・班で共有した気づきや疑問を基に課題に関する原因や関係することを考える。	・様々な音源について音の伝わり方を 考えることを見出す。何を見いだす？	ワークシート

	『～は～と関係しているのか。』 『～は～が原因ではないか。』	→実験からわかった音の正体や音を伝えるものを見出す。 ここでは疑問形、予想段階でOK	
まとめ	・班でまとめた課題をクラスで共有し、単元（音の分野）を通して解決する課題を設定する。 『音の伝わり方や音の大きさや高さの違いは何のだろう。』	何をまとめる？ ・共有された考えをもとに自分の考えをまとめてみる。 ↓ 単元の課題設定を考える。 （例）音の伝わり方や音の振動はどのようなものなのか・ 納得！	・自分の考えから自分の単元の課題を設定しているか。 ワークシートからの読み取り

1. 音の授業展開（12 時間目）

（1） 本時のねらい

花火や稲妻では**光が見えることと音がずれて聞こえる** ことについて理解する。

（2） 評価規準 「思考・判断・表現」

花火や稲妻では光が見えることと音のずれて聞こえることについて理解している。

（3） 評価のポイント

花火や稲妻では光が見えることと音のずれて聞こえることについて理解しているか評価する。

（4） 指導と評価の流れ （表の枠組みは適宜延長して）

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準 (教師側の活動や留意点を含む)	評価方法
導入	・花火や稲妻など生活の中にあることから、音のずれについて考え、気づきや疑問をワークシートに記入する。 (個人→班で共有)	ここで、 前回のワークシートを返却し、評価や単元の課題について確認しておく と良い	

展開	<ul style="list-style-type: none"> ・班で共有した様々な気づきや疑問を基に、その原因や音と聞こえ方についての関係を考える。 『音がずれるのは、～が原因ではないか。』 『～は～と関係しているのか。』 	<ul style="list-style-type: none"> ・花火や稲妻では光が見えることと音のずれて聞こえることについて理解している。 	ワークシート
展開2	<ul style="list-style-type: none"> ・音の速さを調べる実験を行う。 <p>→グラウンド（晴天時）に 100m ラインのスタート地点とゴール地点に人を置き、スタート地点にいる1人が太鼓を叩くと同時にもう1人はストップウォッチを押す。ゴール地点にいる人は音が聞こえたら赤旗を上げ、その瞬間にスタート地点の歩とはストップウォッチを止める。それを5回程度繰り返し行い、かかった時間から音速を求める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「距離＝速さ×時間」の関係式を見出す。→例題で問題と解く。 音速は教える？ ・実験より音は空気中をおよそ 340m/s で伝わることを理解している。 実験から音速を確認する学びは最高 →音が伝わる方向について考慮していないので、再検討の必要あり グラウンドでの実験は移動時間もかかり、方向性については追究できるか、やってみての検討事項かな 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験に取り組む姿 ・実験から分かったことを伝え、利用する力
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・班でまとめたことを班で共有し、音のずれについて理解する。 ・小テストで知識の定着度合いを確認する。 →よく問題に取り上げられるため 	<ul style="list-style-type: none"> ・クラスで音のずれについて正しく共有・修正したのちに小テストで定着度を見る（教師）どんなテスト？ →展開②で行った音の速さから距離や時間を求めるテスト ★光の速さと音の速さを比較することで関係を見出す（応用） 	・小テスト

1. 音の授業展開（13 時間目）

（1） 本時のねらい

弦をはじいたときの**音の大きさと高さの違いと振動の仕方の関係**を調べる。

（2） 評価規準 「思考・判断・表現」

弦をはじいたときの音の大きさと高さの違いと**振動の仕方の関係**を調べている。

（3） 評価のポイント

弦をはじいたときの音の大きさと高さの違いと振動の仕方の関係を探求的に調べているか評価する。

(4) 指導と評価の流れ (表の枠組みは適宜延長して)

学習場面	学習活動	学習活動における具体の評価規準 (教師側の活動や留意点を含む)	評価方法
導入2	・弦楽器等の弦をはじく実験を通して、音の大きさや高さについて気づきや疑問をワークシートに記入する。 (個人→班)	・様々な条件での実験で音の違いを考えさせる。(教師) 予想と考えて良いか?	
導入1	前時の授業のまとめと確認	・音の速さから距離や時間を理解することの定着(教師) 小テストの返却もここで ・前時の学習を理解し、定着できているか。	
展開	・班で共有した様々な気づきや疑問を基に、原因や関係することを考える。 『～は～と関係しているのか。』 『～は～が原因ではないか。』	・弦をはじいたときの 音の大きさと高さの違いと振動の仕方の関係 を調べている。 各自がワークシートに記述	ワークシート
まとめ	・班でまとめた問題をクラスで共有し、音の違いを自分の言葉でノートにまとめる。 ・15 時間目の製作の授業についてワークシートにまとめる。	・ 科学的に記述 されているか ・製作に必要なものの確認したうえで、各自で準備できるものと学校が準備できるものを区別し、15 時間目までの準備を促す。(教師)	ノート 科学的な記述とは何か? 明確に

1. 音の授業展開 (14 時間目)

(1) 本時のねらい

音の波形から、振動の様子と音の大きさ・高さとの関係を見いだす。

(2) 評価規準 「思考・判断・表現」

音の波形から、振動の様子と音の大きさ・高さとの**関係を見いだしている**。

(3) 評価のポイント

音の波形から、振動の様子と音の大きさ・高さとの関係を見いだして表現しているかを評価する。

(4) 指導と評価の流れ (表の枠組みは適宜延長して)

学習場面	学習活動	学習活動における具体の評価規準 (教師側の活動や留意点を含む)	評価方法
導入	・前時の学習内容を振り返り、オシロスコープを用いて、数値的な音の違いについて考える。	前時のワークシートを返却しながらの振り返りが有効(できたら、科学的な記述についても触れると良い)	
展開1	・オシロスコープの波形の結果から音の大きさや高さや振幅と振動数の関係について気づきや疑問をワークシートに記入する。 (個人→班で共有)	ここでオシロスコープを見せる？ ・音の大きさや高低と振幅や振動数と関連付けながら、根拠を考える。	音に関する考察する姿
展開2	・班で共有した様々な気づきや疑問を基に、関係性を考える。 『～と～はこんな関係があるのではないか。』	・音の波形から、振動の様子と音の大きさと高さとの 関係を見だし、表現 している。	自分の言葉で表現し、根拠ある首長を行っているか
まとめ	・班でまとめた関係性をクラスで共有する。 ・関係性をノートにまとめて表現する。 『音の違いは、振幅と振動数が～のような関係であるのだろう。』	・科学的に 関係性を表現 している。 ・客観的で論理的に 関係性を表現 している。 科学的な表現とは？ →矛盾がなく、論理的である記述がされている。 『音の違いは、振幅と振動数が～のような関係であるのだろう。』 ・関係性について正しい情報し、知識の定着を促す。(教師)	ノート

1. 音の授業展開 (15 時間目)

(1) 本時のねらい

- ・これまでの学習を生かして、**光または音の性質を利用したものづくり**を行う。
- ・製作したものの仕組みを理解する。

(2) 評価規準 「思考・判断・表現」

- ・これまでの学習を生かして、光または音の性質を利用したものづくりを行っている。
- ・製作したものの仕組みを理解している。

(3) 評価のポイント

- ・これまでの学習を生かして、光または音の性質を利用したものづくりを行い、基本的な理解や技能があるかを評価する
- ・製作したものの仕組みを理解しているか評価する。

(4) 指導と評価の流れ (表の枠組みは適宜延長して)

学習場面	学習活動	学習活動における具体の評価規準 (教師側の活動や留意点を含む)	評価方法
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの学習を振り返り、光や音の性質を利用したものづくりとその仕組みを考え、ワークシートに記入する。 (個人→班で共有) 	<p>今後の講義の中でも触れますが、ここでの振り返りで「学びに向かう態度」に関する自己評価ができるといい。(詳しい説明は乞うご期待！)</p>	
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・班で共有したことを基に、個人でもものづくりを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの学習を生かして、光または音の性質を利用したものづくりを行っているか。 材料は持ち寄り？ 何を作るかは誰が決める？ ・単元1時間目に単元のゴールとして、1人で単元の知識を用いた制作活動することを予め設定する。 →学習を進めていく中で生徒がゴール(製作するもの)のイメージを持ちやすくなる →13時間目のまとめの時間で製作に必要な材料や考えている製作物についてワークシートに記入し、準備できそうな材料は個人でほかは学校負担。 	ワークシート

まとめ	・製作したものを班で発表し、その仕組み等を共有する。	・製作したものの仕組みを理解している。	製作したもの

2. 今回の学習で一番印象に残った学びは何ですか。(振り返りとして重要なので必ず記入)

今回、評価の例を考えるにあたり、**適切に・平等に評価できるか**を大切に考えてみた。クラスの多くが B になったり、C になったりすることない評価基準に設定することを考えてみた。「どのように感じ、考えるか」など生徒の質的評価をする際に、**授業中の学びの姿勢・記述からの分析と通した客観的に評価を大切にすることを意識していきたい**。また、B や C の生徒への配慮など評価だけに目を向けずに、生徒の実態から乖離せずに個々の支援を忘れることのないように指導を進めていくことも評価から考えていく。

【質問】 ←この質問は大事なので、次回に全体で考えましょう

・授業後にノートを取って記述の修正・指導・評価に活用することであるが、評価の対象として日常のノート点検からの評価（授業内容をしっかり書き留めているか・考えをまとめているかなど）を行うことはアリなのか？

→生徒によっては、ノートを取らずに自分の考えを頭でまとめている生徒・ノートに書き留めることをしない生徒がいることは考えられるが、ノート状況からだとも生徒の学習のやり方に偏りがあり、平等に評価できるか疑問

・記述による評価は本人の理解度を評価するには大切であると思うが、**記述する能力には個人差があり、果たして平等に評価できるか？**

→表現する能力も含めた評価をおこなうので、そこは考慮しなくてもよいのか疑問

平等な評価とは何でしょう？

→**頭では理解して実験等の参加も積極的であるが、日常的にノートをあまり使わない生徒に対して、ノート状況からの評価を行うことは果たしてありなのか。**

ノートには最低限自分のまとめや考えたことや感じたことを中心に、振り返りに必要だと感じたことを書き留めればよいと私は考えている。そこで、生徒がきちんと板書をしているかやきれいにまとめているかなどで個人のノートの使い方に偏りがある中で、同一の規準で評価することはいまいち納得できない。

→**私自身、記述での評価に固執しすぎていたことが考えられた。形成的評価において、授業中の様子や図や絵で表現したり、自己評価（ポートフォリオ）を用いたり多種多様な**

評価方法が必要となるとかんがえた。様々な視点や評価方法で生徒を見る。

→参考の資料などからさらにしっかりした指導案を作成したいと思った。

生徒はどうノートに書くのでしょうか？ まず、そこから考えていきましょう

評価 A◎

学生のレポートには、ルーブリックによる 5 段階評価 (A◎~C) と、コメントをつけて返却している

この学生へは、2 回目のコメントもつけ、返却した

<2 度目の高城コメント>

全体の流れも明確になり、指導の方向性が良く分かります。このまま、「学習指導案の本時の展開」に使えるような完成度です。深い学びを進めていこうとする意思が伝わってきます。

頭では理解して実験等の参加も積極的であるが、日常的にノートをあまり使わない生徒に対して、ノート状況からの評価を行うことは果たしてありなのか。⇒書くことが苦手な子への配慮は必要で、「ノートの記述」に対する評価の脇にでも、「実験中の態度から、いろいろ試している積極的な姿勢は見られました。その点は加点対象です」とでも書いてあげると、「しっかり見てもらっている」という安心感も伝えられるように思います。でも、最終的には、「科学は論文で伝え、発表する学問だから、記述表現も大切にしていこう」と高めていければいいと思います。

生徒がきちんと板書をしているかやきれいにまとめているかなどで個人のノートの使い方に偏りがある中で、同一の規準で評価することはいまいち納得できない。⇒個人の表現法はノートやワークシートでの記述にも現れてくる。これは認めるべきだと思います。私は以前「中国からの転入生」を受け持った時には、文章にできない部分は、口頭での対話で補い、それを含めて評価しました。でも、2 年間で、彼はすっかり記述していく姿勢を m に付けましたよ。また、「板書を写すノート作りは私は行わない。きれいに書いているかは評価の対象とはしなかった」「ノートは自分の考えを記録するもの」と指導してきました。

実は、理科 I の講義は、3 観点別の評価を学び、最終的に「学習指導案」作成で仕上げとなります。「テスト」などは、「知識・技能」の評価に適していますし、「学びに向かう態度」

などは、単元の終了時に自分の学習を振り返る段階が良いのではないかと考えています。それが15時間目の「緑字アドバイス」の内容となります。詳しくは講義の中で扱いますが、既にそこに繋がる「多様な評価」を取り入れていて、嬉しく感じました。その講義でも、この「学びのストーリー」を使わせてください。

5. 「ここがわからない」を取り上げる 自主的な提案も

*****学生さんからの提案型*****

新潟大学 中理 I

2020. 6. 4

第7回 C 評価への指導 多様な評価

・・・略・・・

3. 様々な評価法

○今回の評価方法が記述によるものが多かったが、生徒によっては文で表現することが苦手な人もいと考える。その場合他には**どのような評価を行ったらよいか疑問に感じた。**

<高城>一緒に考えていきましょう。全員の思考を読み取ろうとすると、記述させ、そこから判断することが多いのですが、**評価法は多様です。組み合わせると、良いです。**

○自分の経験上、中学での評価は定期テストや小レポートが全てだと思っていたので行動観察による評価を設けている参考の授業案はとても勉強になりました。しかし、行動観察での評価は、見ているときだけの評価、**言い換えればやっていなくてもやっているふりは出来たり、本気で取り組んでいるのに見逃してしまったりのようなこともある**と思いました。その結果**不平等な評価**になってしまうというリスクもあるのであまり評価方法として取り入れませんでした。

○実験技能で評価するというのは、実験をどれだけうまくできたかということでしょうか？もしそれで評価するのならば、グループで実験を行った場合は**一人一人の評価をどのようにするべきでしょうか？**

<高城>行動観察も取り入れて欲しいです。実験技能は、実技の行動評価が多いはず。**1人1人を見るために、何回かの実験で分けてみるとか、1人1人行動させるとかの工夫が必要になってきます。**ガスバーナーの着火技能では、**2～3人ずつ、教卓に呼んで、次々に実技テストをすることもありました。**不平等にならないように、いくつかの実験からの行動観察から結論出すことを、総括的評価では配慮する必要があります。

○小学校の評価は定期テストがないため評価方法は行動観察になると思いますが、中学校では定期テストがあるため実際の現場では行動観察による評価は行われているのでしょうか。また、高校ではどうなっているのでしょうか。

<高城>行動観察での平等性は、評価する機会を増やすしかないかと私は考えています。今まで、**定期テストでの知識理解面の評価偏重の反省が、多様な評価として、今回使用した資料も発行されるきっかけを作り出している**だと思います。

私は、中学校で定期テストの重みは、40%弱。毎回の実験のシートでの評価を今回の講座のように10点満点の評価で積算し、50%。後は、行動観察などで評価していました。ご指摘の通り、高校は今まで定期テスト重視のところが多かったと思います。でも今回の学習指導要領の改訂で、大きく変わるはず。高校でも観点別評価が必要になってきます。

ペーパーテストを作成して、評価してくれた方々もいました。意欲が嬉しいです。

【A】

1. 音は空気中をおよそ m/s で伝わる。
2. 花火や稲妻では光が見えることと音がずれて聞こえるのはなぜか

【B】

問1. 下の説明文が適切になるように、ア～エの中から1つ選びなさい。

花火や稲妻は光ってから音が伝わるまでにずれがある。それは、(1)の伝わる速さが(2)の伝わる速さよりも速いからである。また、空気中の音の伝わる速さは(3) m/s である。

	(1)	(2)	(3)
ア	音	光	340
イ	音	光	300000
ウ	光	音	340
エ	光	音	300000

問2. 山のふもとから 2720m 離れた山に向かって叫んだ。叫んでから何秒後にやまびこが聞こえるでしょうか。ただし、音の速さは問1で求めたものを使う。

【C】

音の速度を用いた計算問題例

- ①花火の打ち上げ場所から 2000m 離れている場所で、花火が見えてから何秒後に音が聞こえるか？音の速度は 340m/s として、少数第二位を四捨五入して答えなさい。
- ②魚群探知機で、深さ 1500m の地点で音波が返ってくるとして、音波を出してから何秒後に音波が返ってくるか求めなさい。音の速度は 340m/s として、少数第二位を四捨五入すること。

<高城>音速の計算では、こうした形もいいと思います。

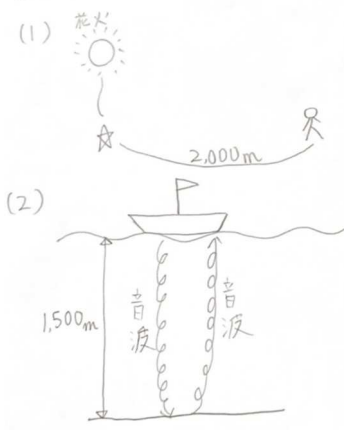
ただ、【C】の様に、1 問目から「四捨五入して・・・」などと出題しない工夫も必要。そして、計算問題では、まずは、花火問題などで、単純に【距離÷時間】で、**整数で答えられる問題**を出し、立式できるか確認するなどの配慮が必要。「数学的」な計算能力重視にならないように。**どこでつまづいているか判断できるテストが必要**

【B】問1は、単純に(1)、(2)、(3)に書き込ませてもいいと思います。【A】の様に、定着して欲しい数値や用語を、自分で書き込むことで覚えますし、どこがわかっていないか、つかむこともできます。

【B】の2、【C】の2では、「音も光と同じように反射する」という理解も取り上げており、「理科的要素」を配慮した問題です。

【C】のテストを考えてくれた方は、**解けない生徒には、「このような図を描いて、説明したい」と、具体的な支援法も考えてくれました。文章での理解が難しい時に、図示する事は有効です。**

第2時間目



ものづくりの評価で、次の様な紹介カードからの相互評価を考えた方もいます。

ものづくり紹介カード（記入例）

タイトル：

年・組・名前

【作品介绍】

カラス除けのCDがキラキラしていたのを見て光を反射していることが分かった。そこで、CDを利用してミラーボールを作ってみた。

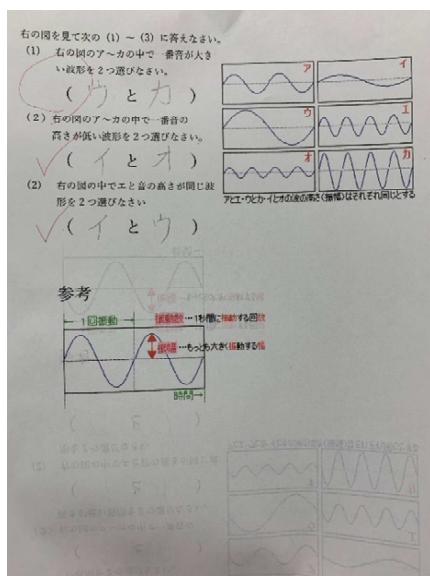
【光または音の性質を利用したところ】

光は反射してさらに先を照らすことが分かったので、ミラーボールをつくりたいと思った。しかし反射の面が大きいと反射の法則で同じところにばかり光が集まって綺麗にならないと思ったため、出来るだけ反射の面を細かくしてみた。

具体的な図を取り入れた評価問題を作っている方も・・・

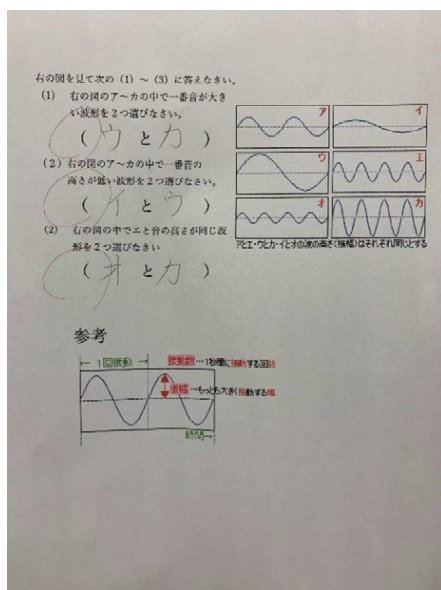
【評価 B の例】

オシロスコープを用いた音の波形を観察し、音の大小と振幅が関係していることを理解しているが音の高低と振動数が関連していることを理解していない。または音の高低と振動数の関係は理解しているが音の大小と振幅の関係は理解していない。このことから、知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。



【評価 A の例】

オシロスコープを用いた音の波形を観察し、音の大小と振幅、音の高低と振動数が関連していることを理解している。このことから、知識・技能の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。



どんどん、自分達で学びがふくらむ！

以上

大学での教員養成講座での往復メール型オンライン実践例 こんな方法もあり

- 今までの対面式では、**埋もれがちな**「おとなしい受講生」の声も拾う事ができた
- 受講生からの「問い（質問）」を取り上げる事で、講義が活性化した **じっくり考える**
- 課題以上に、**主体的（自主的）**に「学びを深める」学習も見られるようになった

- 「問いを取り上げる」「受講生の声を整理し直す」「意見をメールで返す」と2往復
- 1対1の対応に、**時間と労力**がかかる （疲れる）