

2018 年度立命館附属校・提携校 理科公開授業研究会

附属校教育研究・研修センター

11月24日(土)立命館守山中学校高等学校で、理科の公開授業研究会が開催された。当日は学校全体でICT公開授業研究会が実施され、理科は当センターとの共催で公開授業研究会を実施した。

参加者は、立命館慶祥3人、当該立命館守山から授業担当者を含めて6人、一貫教育部から2人の合計11人であった。

《テーマ》 「協働的な学びを取り入れた授業」

《内容》

	研究授業Ⅰ	研究授業Ⅱ
クラス	中学1年3組 理科	高校3年6組 物理(5単位)
授業者	尾崎 健太郎	倉本 龍
概説	<p>身近で起こる物理現象に興味や関心を抱き、観察や実験を通して光や音、力、圧力といった自然現象を体験的に理解していくことを目標としている。</p> <p>本時ではモノコードを使って音の波形を iPad で実際に測定して協働的に結果をまとめて考察をし、音の高低、大小と波形の関係を理解することを目的とする。</p>	<p>「光は波動である」という19世紀からの常識に矛盾した現象が発見される。そのような時代の中でアインシュタインが数式1つで歴史を覆してしまう、時代の転換点となる単元である。</p> <p>ニュートン力学の限界点にも迫る「光電効果」「光量子仮説」の内容を、世界大戦という時代背景を考慮しながら歴史的に考察する。講義・議論・観察を通して協働的に史実を追うことで、20世紀初頭に生きた科学者たちの追体験をすることをねらいとする。</p>

《各研究授業について》

【研究授業Ⅰ】

1. 単元名とねらい

単元名 光・音・力による現象 2章 音による現象

音についての実験を行い、音はものが振動することによって生じること、音は波として空気中をおよそ340m/sの速さで伝わること、および音の大きさや高さは発音体の振動のしかたに関係することを見いださせる。

- ・音はものが振動することによって生じること、実験を通して気づかせる。
- ・音は波として空気中などを伝わることについて、実験を通して理解させる。
- ・音が空気中を伝わるおよその速さについて、実験を通して理解させる。
- ・音の大きさは物体の振動の振幅に、音の高さは振動数に関係していることについて、実験を通して見いださせる。

2. 生徒観(中学1年3組)

- ・授業中積極的に発言する生徒が多い。実験に関しては特に積極的に取り組む。
- ・演示実験などへの関心が高く、演示実験時は全員が集中して授業を聞くことができる。
- ・静かにしていても、集中して話を聞くことが苦手な生徒がいる。
- ・私語や勝手な動きをする生徒がおり、配慮が必要である。
- ・班活動では教え合いも多いが、教えてもらう生徒が受け身になりがちがある。

3. 指導計画

2章 音による現象 [6時間]

時	生徒の思考と学習活動の流れ
	2 音の伝わり方 (2時間)

1	<p>導入</p> <p>学習課題</p> <p>実験</p> <p>実験結果の考察</p> <p>説明</p> <p>学習課題のまとめ</p>	<p>音が発生するしくみについて確認する。</p> <p>音の振動は、どのようにしてまわりに伝わるのだろうか。</p> <p>様々な音源を利用して音を発生させ音源の特徴を観察する。</p> <p>音を出している物体を観察し、共通点を考える。</p> <p>音が鳴っているときには物体が振動していることや、音源(発音体)と音の発生について説明する。</p> <p>音は物体の振動によって生じる。</p>
2	<p>導入</p> <p>学習課題</p> <p>説明</p> <p>考察</p> <p>図示実験</p> <p>実験</p> <p>説明</p> <p>学習課題のまとめ</p>	<p>音が発生するしくみについて確認する。</p> <p>音の振動は、どのようにしてまわりに伝わるのだろうか。</p> <p>一方の音さの振動がもう片方の音さにどのようにして伝わっていったのかを考えさせる。</p> <p>共鳴音さの振動が伝わる理由を説明する。</p> <p>糸電話などを利用して音の伝わり方を観察する。</p> <p>音の伝わり方を説明する。</p> <p>音は波として、いろいろな物質中をすべての方向に伝わる。</p>
3 音の大小と高低 (2時間)		
3	<p>導入</p> <p>学習課題</p> <p>実験</p> <p>実験結果の考察</p> <p>導入</p> <p>説明</p> <p>実験結果の考察</p> <p>学習課題のまとめ</p>	<p>音の正体は振動であったこと、多くの楽器で音を変えられることを確認する。</p> <p>身近なもので楽器づくりを行う。</p> <p>モノコードを利用し、音の大きさや高さは、と弦の振動の関係を調べる。</p> <p>振動のしかたと音の大きさや高さとは、どのような関係があるのか考えさせる。</p> <p>音の大きさや高さや弦の振動との関係を確認する。</p> <p>波形と音の大きさや高さは、どのような関係があるのか考えさせる。</p> <p>音の振幅と振動数について説明し、音の大きさや高さとの関係について理解させる。</p> <p>音源の振幅が大きいほど音は大きくなり、振動数が多いほど音は高くなる。</p>
4	<p>導入</p> <p>学習課題</p> <p>説明 (生徒の予想)</p> <p>実験</p> <p>実験結果の考察</p> <p>説明</p> <p>演示 実験</p> <p>学習課題のまとめ</p>	<p>音の正体は振動であること、多くの楽器で音を変えられることを確認する。弦の振幅と振動数がそれぞれ音の大小高低に関係していることを振り返る。</p> <p>音はどのようにあらかわすことができるのだろうか。また音の大きさや高さは、波形でどのようにあらかわされるのだろうか。弦の振動の様子と関連付けて考える。</p> <p>音が波形によってあらかわせること、Freq Counter の使い方を説明する。</p> <p>(音の大きさや高さが波形とどう関係があるのかを、これまでの弦の振動の結果から予想させる。)</p> <p>モノコードを使い音の違いと波形のようすを調べる、レポートにまとめる。Freq Counter で測定できた大小高低の波形を保存しておくよう指示する。</p> <p>波形と音の大きさや高さは、波形とどのような関係があるのか班で考えさせる。実験結果の波形をもとにレポートを完成させ、ロイロノートで提出させる。</p> <p>結果を共有し、それぞれを比較しながら音の大きさや高さや波形との関係を確認する。</p> <p>大きさが振幅、高さが振動数(波の数)と関係あることを説明する。</p> <p>モノコード以外の音の大小高低の表し方としての波形の関係について実験する。モノコードだけでなく、一般的に音と波形には関係があることを理解させる。</p> <p>音は波の形で表すことができ、音源の振幅が大きいほど音は大きくなり、振動数が多いほど音は高くなる。</p>
5	音の高低と気柱の振動 (1時間) 発展	
6	音のまとめ (1時間)	

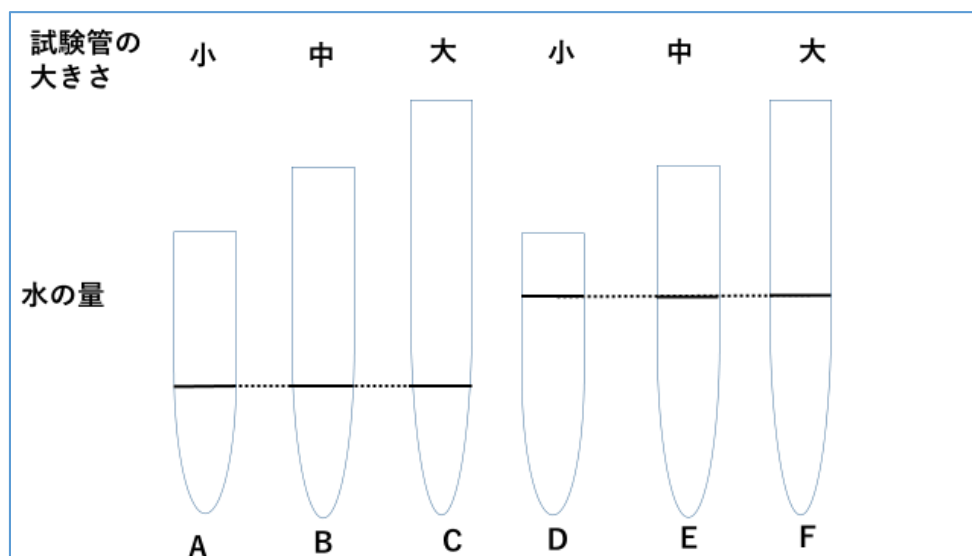
4.本時の目標

- ・試験管笛のを題材とし、気柱の長さにより、音の高低の差異が出ることを考察し、実際の管楽器の長さの違いと音域について理解する。
- ・前時までに学習した音の性質をもとにして試験管笛の高低についての仮説を立てる。
- ・実際に試験管笛の高低を試したのち、仮説と実験結果との差異を考察し、より精度の高い仮説を導き出す

分	生徒の思考と学習活動の流れ	■評価基準 ○教師の支援
	3 音の高低と気柱の振動 (1時間)	
3	導入 ・音は波で表されること、音の高低、大小と波形の関係を復習として、確認する。また様々な楽器の中で、試験管笛を思い出させる。その後、課題を提示する。	○前回の実験結果を前に提示し、振り返りを助ける。
12	学習課題 ・今まで学んできた音の高低に対する知識を活用して、試験管笛の高低を、試験管笛を鳴らさずに予測する。ヒントとしてモノコードと試験管笛（以前提示済み）を提示する。	○ヒントを与えることで、判断に必要な知識は既に学んであることを知らせる。
5	仮説 ・自分の高低の順位と順位を決めた仮説を自分のロイロノートに記入して提出する。3人1グループで話し合う。	■仮説と、仮説を立てた理由がつながっている。
5	仮説共有 ・隣のグループと順位と仮説と仮説を話し合う。 その後、自分の決めた最終的な順位をロイロノートに記入して提出する。その仮説を全クラスで、大まかに共有する。	
10	実験 ・グループで実際に試験管笛を鳴らして順位をつける。	
5	実験結果の考察 ・何故自分の仮説と異なったのか、または同じ結果になったのかを考え、新しい仮説を立てさせる。ロイロノートのテキストを記入して提出する。この時、他の生徒との議論は可とする。	○実験の前に実験の結果から、新しい仮説を立てることを予め指示しておく。 ○結果を前に提示する。 ○リコーダーの写真をヒントとして提示する。
7	説明 ・気柱部分の長さの違いが、試験管笛の音の高低の違いにつながっていることを、教師が説明する。気柱の長さということから、発音体が気柱で、それが振動して音が出ていることを理解させる。管楽器の長さの違いと音域についても同じ原理であることを教師が説明し、理解させる。 ・その後、水面をそろえて写真を撮らせ、提出させる。	■実験結果を反映して、新たに論理的な仮説を立てられるか。
3	学習課題のまとめ ・学んだ知識を活用することを意識させる。 ・学んだ知識を使って仮説を立て、実験をして、その結果から仮説を検証する過程が、探究活動では重要である。 ・気柱（振動する部分）の長さが長いと、高い音がで、短いと低い音が出る。また実際の管楽器においても同様の原理で音域が決まっている。	■実験結果から気柱の長さと言の高低が結び付けられ、管楽器の音域について理解できているか。

5.教材

- ・課題の模式図と実際の試験管の写真（ロイロノート）
- ・試験管大中小
課題の図



6.板書計画

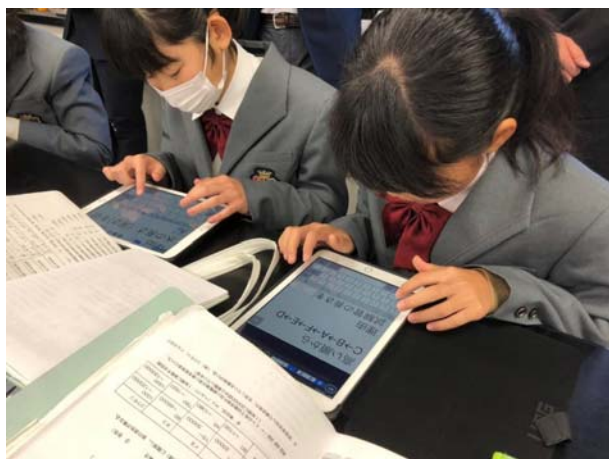
音・・・物体の振動

モノコードの場合

- ・弦が振動
- ・弦が短いほど音は低くなる。

(試験管) 笛の場合

- ・管内の空気が振動
- ・管内の空気が短いほど音は低くなる。



【研究授業Ⅱ】

01. 日時 : 2018年11月24日(土) 2限 10:25 ~ 11:15
02. 対象 : 高校第3学年6組 27名(男子14名、女子13名 ※中国からの留学生1名含む)
03. 科目 : 物理(5単位)
04. 教室 : 3206教室(高校3年6組教室)
05. 教材 : 教科書 啓林館:『改訂版 物理』、問題集 第一学習社:『2017 セミナー物理基礎+物理』
記事: 中公新書『科学史人物辞典 150のエピソードが語る天才たち』(小山慶太著)
06. 教具 : iPad(生徒全員および教員) ※ロイロノートスクール、Classi(ポートフォリオ機能)を利用

07. 単元構成と実施時期

高校 2 年時に物理基礎を履修した上で、高校 3 年で物理全範囲を履修する。実施時期と分野の関係は以下表のとおりである。原子物理分野には、研究授業の実施週に入り、本時が 3 時間目である。また、2 学期中に原子物理の内容をできる限り終えることにより、3 学期は生徒自身が設計する探究実験を実施したいと考えている。

<実施時期と分野の関係> () 内は教科書の章立て

1 学期前半	力学(第 1 部)
1 学期後半	
2 学期前半	熱力学(第 2 部)・波動(第 3 部)
2 学期後半	電磁気(第 4 部)・原子物理(第 5 部第 1 章)
3 学期	原子物理(第 5 部第 2 章)・探究実験(全体および終章)

08. 生徒観

本校アカデメイアコース(理系 3 クラス)のうち、高校 3 年生に 1 クラスだけ設置されている「アドバンスド理系クラス」の生徒である。他の理系クラスとの違いは「1. 理科 3 科目(物理・化学・生物)履修」「2. 課題研究(BKCにて実施)」「3. 週 2 回の Advanced Placement 授業(高校・大学同時単位履修)」などがある。また、高校 2 年生までの成績基準があるため、学力上位層が集まる傾向がある。

生徒たちは、真面目な生徒が多く能力が高い。教員がアクティブ・ラーニングの場をわざわざ作らなくても学び合うことができる素地はある。一方で全体的に素直であるため、教員が講義をする場合は活動なく従順に聞くことができる。既知の事実に対する解答は得意であるが、正解のない課題を考えることは苦手である。その意味では、(別授業の課題研究のようすを見ていると明白であるが、)自らの興味を深く追究する態度はあまり感じられない。

先日、卒業後の進学先となる学部・学科が決定した。本校の生徒の特長であるが、学校の授業やテストを「大学に入るためのツールである」と認識している節がある。立命館大学に進学する場合、在学中の学習活動が点数化され、高得点者から希望の学部学科を選択できるシステムである。その結果、生徒が「点を取るために勉強する」「勉強とはテストで点を取ることであり」と公然と発する生徒もいる。

また、生徒の自由度が高く座席配置も自由である。学びたいことを学びたい様式で学ぶことを追究することを目指してほしいと感じている。

09. 授業観

「現象について自分の言葉で説明できる」ことを授業での主課題としている。教え合いの授業や反転学習、ICT 活用を前提とした授業など、いわゆるアクティブ・ラーニング的な取り組みを数年来していたが、最近では講義、問題演習(原理・法則の利用)、生徒自身が説明する、の 3 つを組み合わせた授業を行うことが多い。特に「わかる⇨説明できる」だと仮説を立て、説明場面を多くしている。説明や発信の活動は、言語系の科目よりも理数系の科目の方が、ハードルが高いと考える。

授業時間について、変化がない 50 分の授業時間は長いと捉えている。50 分を 15 分×3 の内容が異なるユニットに分けることに念頭に置いている。

また、私は授業者でもあり担任でもあるため「何がアドバンスなのか？」を思考し試行している。質問づくり(QFT: Question Formulation Technique)や学び合う読書会(ABD: Active Book Dialog)などの方法を用いて、試行している。最近では、科学リテラシー育成の観点から、授業時間のはじめ 5~10 分を科学記事や読み物に読み書き活動(NIE: Newspaper in Education)を継続的に行っている。(本時も行いう予定である)

10. 単元観

本授業は原子物理の分野である。物理の分野の中でも最後に登場する原子物理の範囲は、これまでの力学・熱力学・波動・電磁気学の 4 分野の知見を集約した総合分野である。また、原子物理以外の 4 分野では 19 世紀以

前のいわゆる古典物理学を学ぶ場面が多いが、原子物理は 20 世紀以後に確認された現象や原理が解明された事柄が中心となっている。ガリレオ、ニュートン以来の物理観が転換した時期でもあり、前提を疑う **Critical Thinking** の素材としても適している。

本授業では主に、光電効果とアインシュタインの光量子仮説について取り扱う。光電効果は 1887 年にヘルツによって観測された、金属板に紫外線を当てると電子が飛び出すという現象である。数々の研究者が挑むものの、その理由は明らかにならなかった。物理学では奇跡の年と呼ばれる 1905 年に、アインシュタインは独特の着想で光電効果の現象を初めて説明した。その着想が「光は粒子でもあり波動でもある」であり、証明されることによって物理学は次のステージに進んだ。(1905 年にアインシュタインは「光電効果」「ブラウン運動」「特殊相対性理論」の 3 本の論文を発表した。後に光電効果で 1922 年にノーベル物理学賞を受賞している。) さらに、当時は世界大戦の煽りを受け、兵器としての科学技術が隆盛している時代でもある。アインシュタイン自身もユダヤ人としてアメリカに亡命し、核兵器・核利用に自身の成果が用いられた経緯がある。理論を理解するにあたり、その時代背景はおさえておく必要があると感じている。

11. 本時の授業

第 1 部 力と運動	
第 2 部 熱	
第 3 部 波	
第 4 部 電気と磁気	
第 5 部 原子・分子の世界	
第 1 章 電子と光	
1. 電子の電荷と質量	
2. 光の粒子性	← 本時はこの 2 時間のうち 1 時間目
3. X 線	
4. 粒子の波動性	
第 2 章 原子・原子核・素粒子	

12. 本時のねらい

- (1) アインシュタインがどういう人物なのか、20 世紀初頭がどのような時代背景なのかを理解する。(情報の整理)
- (2) アインシュタインの論文以前に、光電効果の現象の何がわかり、何がわからなかったのかを教科書の記述から整理する。(情報の整理)
- (3) アインシュタインの着想・仮説がそれ以前の物理学の常識では考えられない理論であることを認識する。(疑問の抽出・Critical Thinking)

※ ただし(3)について、光量子仮説を理論的に分析すること自体は、次回の授業で行うものとする。

13. 本時の評価

- (1) 生徒の自己評価

授業の振り返り (Classi・ポートフォリオ機能)、アインシュタインに対する質問提出 (ロイロノート)

※ どちらも質的評価

- (2) 教員による活動評価

(1)を分析した上での質的評価。および定期考査での量的評価を行う。

14. 本授業における協働学習の観点

協働学習の形式には、グループでのディスカッション、ディベート、発表活動などがあり、方法としても知識構成型ジグソー法や模造紙や付箋紙を使ったワールドカフェなどさまざまである。今回は研究会のテーマが「協働的な学び」であり、本校 SSH の方針の一つが「異学年・異校種・異業種との学び」である。「生

徒＝物理学者グループ、見学者＝聴衆」に見立てて、本授業では、光が何であると考えた場合、粒子として考えた場合の見解の違いを説明する場面で見学者にご協力をいただき、生徒の考えが伝わるか否かを判断していただきたいと考えている。

15. Sustainable Development Goals (SDGs) の観点と歴史的背景

1993年に経済開発と環境保全を両立する「持続可能な開発 (Sustainable Development)」が発表され、2015年にUNESCOが提唱した、世界の諸課題を解決するための目標を17個のアイコンで分類したもので、国連加盟193か国が2016年～2030年の15年間で達成する行動計画である。

本授業の主題である光電効果やアインシュタイン論文の時代については、量子力学が始まる時期であり、かつ世界大戦に科学者が振り回される時期でもある。その意味では、

- ・「07. エネルギーをみんなに そしてクリーンに」
- ・「09. 産業と科学技術の基盤をつくろう」
- ・「12. つくる責任 つかう責任」

の目標に当てはめることができると考えられる。特に、光電効果の疑問をまとめたレーナルトはナチスドイツに傾倒し、ユダヤ人であったアインシュタインを公然と批判していた。当のアインシュタインはアメリカに亡命して研究を続けることになる。その後アインシュタインはトルーマン大統領に「優秀なレーナルトがいるナチスドイツは核兵器を作っている可能性が高い」という書簡を送り、原子爆弾の開発を加速させたアメリカは広島・長崎に投下することになる。

そのような歴史的背景があるため、本授業で扱う単元は特に「12. つくる責任 つかう責任」のアイコンに合致すると考える。また原子物理の単元を教えるときには毎回する「もしあなたがアインシュタインならどこかで原子爆弾投下を食い止めることができるか」という発問も本授業で扱う。

16. 本時の流れ

時間と項目	活動内容	生徒への対応・教具の工夫
I. ユニット1 (10分)	<p>「アインシュタイン」の功績は何か？</p> <p>(1) アインシュタインの記述から、アインシュタインの功績をまとめ、どのような人物なのかを理解する。</p> <p>(2) アインシュタインに対する質問を考え、ロイロノートで回答する。</p> <p>(3) ロイロノートで回答共有。全体で理解した上で内容に入る。</p>	『科学史人物辞典』はロイロノートでの配信。回答もロイロノートで集約。
II. ユニット2 (10分)	<p>< 演示実験 > ヘルツの実験の再現</p> <p>大型はく検電器を用いた実験を観察する。</p> <p>白色の電球では変化のないスズ箔が殺菌灯によって閉じる現象から、白色光と殺菌灯とで異なる物理量は何かを発問から導く。</p>	<p>・生徒実験も可能であるが、教室であることと、テンポよく進行するために演示実験を行う。</p> <p>・振動数の大小により、飛び出すかどうかが決まることを導き出す。</p>

時間と項目	活動内容	生徒への対応・教員の工夫
III. ユニット3 (20分)	<p><u>アインシュタイン以前の物理学者たちの考え</u></p> <p>(1) レーナルト・ミリカンの実験装置の解説 実験装置の仕組みを教員が説明する。(教科書 p.350 図 8)</p> <p>(3) レーナルト・ミリカンの実験の解釈 教科書 p.350～p.351 の記述をグループに分かれてまとめる。 教科書に載っている疑問①～④についてグループで考え、見学者に自分たちのまとめを説明する。</p> <p>(4) 全体で共有し、疑問点をあぶり出す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ iPad を用いた発表活動。 ・ グループ学習および異年齢の協働活動。 ※ 見学者に協力を仰ぐ
IV. ユニット4 (5分)	<p><u>アインシュタインの解釈 (Critical Thinking)</u></p> <p>アインシュタインがどのように光電効果を説明したのか、式 2つ ($E=h\nu$、$1/2mv^2=h\nu+W$) を使って、教員がダイジェスト解説を行う。光量子仮説ひとつで全ての疑問が解決できる点を強調する。</p> <p>※ この場面はグループワークを行わない。アインシュタインの天才的発想は他の科学者が議論していても出てこないことを強調するために、伝達形式の説明を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒と対話（発問）をしながらの講義
V. まとめ (5分)	<p>本時の気づきをまとめて提出する。 (その間に教員から補足の説明をする)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ Classi のポートフォリオ機能を利用する。



《授業担当者の感想》

研究授業Ⅰ

今年が初めての中1の授業ということで、授業作りが非常に困難でした。しかし他の先生の協力もあり、試行錯誤の末、何とか授業をつくることができました。研究授業までに自分の授業を録画して確認するなど、もう一度自分の授業を見直す機会になりました。研究授業では、授業準備の段階でも学べることが多いと改めて感じました。

本番では緊張もしましたが、生徒は予想していた以上にしっかりと動いてくれていたので、助かりました。

合評会では他の教科の先生方からも意見が聞けて非常に参考になりました。特に小学校の先生のご指摘は印象に残りました。授業の構成や指示の出し方など、中1生にも丁寧さが重要であると改めて気づかされました。

研究授業Ⅱ

テーマが協働学習であり、クラス内での協働に留まらない形で実施したいと考えた結果、異年齢異業種の見学者を巻き込んだ授業を行いました。原子物理の分野は、原理の転換、科学技術の革新と同時にトランスサイエンス（科学だけでは解決できない科学的課題）の視点が強いので、今回の授業は科学史・科学哲学に焦点を当てる形をとりましたが、これが王道であると感じ、10年以上このスタイルを貫いています。この授業の前時は「第一次世界大戦と物理学者」、直後の授業では「ナチスドイツによるユダヤ人弾圧と物理学者のパワーバランス」の短時間ワークショップも行っています。IBの教育観にも通じるところがあると思いますが、「知識やデータは得た上で考察する」「もし自分なら〜こうするはずだ、と仮説が立てられる」というスキルの育成を大事にすることが肝心だと考えた時、社会や生活、時代背景の文脈の中で科学的な理論を理解するように思考を支援することが求められていると考えます。協働はクラスメイトと話し合うだけでなく、学問（歴史）と協働する姿勢を培いたいと改めて感じました。

事後の合評会でも慶翔の先生方と議論させていただきましたが、大学入試のことを考えるとサッと流してしまう単元です。一方で歴史の転換点として大切なので、どのようなバランスで授業時間を構成して行くのかは課題だと考えます。

ご見学いただき、かつご協力いただきありがとうございました。

《研究協議》

研究授業Ⅰ

●自然科学では仮説を立てるのがポイントなのに、なぜ結果の予想をさせたのか？

●生徒の興味を持たせる場所、ゲーム感覚のところに注力させた理由は？

→音が変わる結果について生徒は前提知識があり、ゲーム形式にした。仮説は中学1年生には難しいので、結果を予想し、その理由を考えることを仮説としてゲームにした。

●仮説を立てることが十分ではなかったのでは。目の前の生徒は実験が始まった瞬間、仮説を考えることなくゲーム感覚で音の高さの並べ替えに必死になっていた。

→今回は音の高低を考えて欲しかった。実験結果を見て、理由を考えさせた。実験に集中して欲しかった。ゲーム感覚になったのは反省している。

●ICTでのやりとりはとても良かった。

●気柱の高低が振動数に関係することを生徒は理解しているか。

⇒全員が理解しているとはいえない。モノコードの弦の長さでしか理解していない。

●高校は数式を使って説明している。中学校は使わずに概念を理解するのはとても大変そう。

⇒振動数と波長の長さの関係を何となく関係しているとは理解している。

●小学校では理科が好きでも、高校で抽象的な概念で切り替えることが難しいので理科嫌いになる。今回、上手に指導されていて素晴らしいと思った。

- 生徒との関係がよくできている。
- 話し合いをさせるのは良いが、個人の考えは深まっているのか疑問に思った。グループの検討時間の 10 分が長いように感じた。3分個人で考える。3分話し合うようにした方が効率がよいのでは。
- ICTをもっと効率的に活用すれば、理解を深めることができる、授業展開を早くできるのでは。
- 小学校でも理科の実験させるときは、力のある生徒に影響をうける。全員に実験結果の予想を書かせる手段として ICT が効果的だった。
- 小学校では実験の結果にこだわる。大きくばらつくとも実験結果が導き出せない。実験方法やポイントをはっきりさせるのがいいのでは。また、時間があれば最後に演示実験をしてもよかったのでは。

研究協議Ⅱ

- 科学史を無視したりすると理論がつかめないと感じた。
- 生徒がまわりの大人（授業公開参加者）に教科書の内容を説明する場面があったが、生徒は一生懸命説明し、一生懸命考えていることが分かった。
- 授業中に相手を指定せず、生徒同士で話し合えと指示したらしっかり話し合っていた。なぜあのように話し合えるのか。
⇒普段からやっている。また、3分ほど個人で考えるため、意見ができ上がり、生徒は話したいと思っている。
- ほんわかとした雰囲気の中で生徒がしっかり動き、授業が成り立ち、生徒の関係性も出来上がっている。
- 科学はだれかが考えたものをどう理解するものと指導してきた。しかし、科学は人類がみつけ出したものでその積み重ねだと教えたいと思うが、現実はできていない。今回は、
- 内部進学者のコースということもあり、原子物理にこれだけの時間をかけるのはすごい。原子物理が一番面白いと感じる。授業の仕掛けが沢山あり、使わせてほしい。