



第3学年1組 理科（科学総合・物理の領域）学習指導計画 実験物理学

若杉，誠

(Citation)

研究紀要：神戸大学附属中等 論集, 10(別冊：授業実践報告集):50-56

(Issue Date)

2026-03-31

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/0100505463>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100505463>



第3学年1組 理科（科学総合・物理的領域）学習指導計画 実験物理学

指導者 若杉 誠

日 時 2026年2月7日（土） 公開授業(13:30～14:20)

場 所 物理教室

1 単元の設定にあたって

(1) 生徒について（「意識調査をもとに」）

本指導を行う学級は、40名の生徒で構成される。この学級の生徒は、既に中学校内容の理科についての履修をほぼ終えており、現在は学校設定科目「科学総合Ⅰ」の指導内容として、高等学校の物理基礎や、理数探究基礎の内容を、より発展的な事項を適宜交えながら学習中である。

単元冒頭で行った診断的評価をもとに、生徒の実験物理学についての理解を述べる。まず、実験結果と理論に不整合があるという条件が与えられた際には、ほとんどの生徒にとってその不整合を正しく同定することができている(A)。これはこれまでの理科の学習が、特に思考力・判断力等の面から一定の成果を上げていていると考えられる。ただ、その不整合が一体何に起因するかを正しく見抜くことには課題がある(B)。

〈評価内容〉（2026年1月26日実施／対象：3年1組／40名中37名回答）

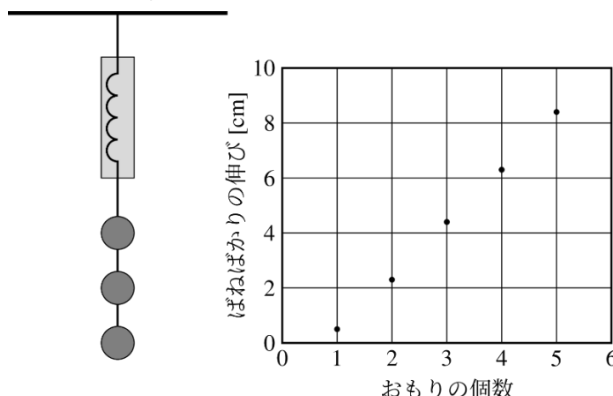
実験 おもりの個数とばねばかりの伸びとの関係

(A) 右図の実験について、このような実験結果はフックの法則と矛盾します。どう矛盾するか簡単に説明してください。

正答（実験データが原点を通る直線上に載らないことを指摘した回答）33名 それ以外4名

(B) 右図の実験について、このような実験結果を適切に説明できる誤差の原因としては、どのようなものが想定されますか。適切なものをできるだけ多く挙げてください。

正答（ばねの摩擦など、切片が負になる挙動を示した回答）6名 誤答類型A（ばねの自重など、切片が正になる挙動を示した回答）11名 誤答類型B（ばね定数が異なる、目盛りの読み取り誤差など、傾きを変化させる挙動や系統誤差をうまく説明できない挙動を示した回答）16名



(2) 学習方法について

後述するように、仮説形成(abduction / inference to the best explanation, IBE)は科学教育において重要な役割を果たす。これについては、Holmes *et al.* [1]が教育介入による育成の成果を報告している（ただし[1]ではabductionやIBEという語彙を用いず、critical thinkingという広範な語が用いられている）。

[1]においては、データに基づく意思決定を、その決定に伴うフィードバックを踏まえながら何度も繰り返すことによって、“critical thinking”が育成できるとしている。ここでは学習者に、複数のデータセット間、もしくはデータセットと理論モデルを比較し、その結果に基づき実験行動を変容させる(“act on the comparison”)よう指示している（それを成績評価に加えている）。介入群には、次第にこの介入を減らしていったが、最終的には対照群と比較してデータに基づいた自発の実験行動の改善を12倍、物理モデルの適用限界についてのデータに基づく同定と説明を4倍の頻度で行っていると報告した。

[1]は高等教育段階における物理教育についての実践であるが、本実践では中等教育において部分的にこの実践の知見を活用する。[1]では同一実験者内においてデータ間もしくはデータとモデルの比較を行ったが、ここでは、実験グループとしての小集団ごとに報告した結果の差を授業内で共有することにより、その比較に基づく討議を、学習者相互で自然に行える環境を設計したい。

この実践は、学習者が各々異なるモデルやデータセットに基づき議論すること、そしてそれに基づき実験行動を改善できることが前提となる。ゆえに、実験は探究的な設計とし、問いのみを授業者が

ら与え、その問いに対してどう挑むかについては学習者が自由に考案できる形を取る。探究の過程を実質的に遂行させるために、同一の実験を何度も改善を繰り返させ、間に中間報告を挟むことで学級全体の討議を設ける。このために、1つの実験に十分な授業時数を設ける必要がある。

(3) 教材について

仮説形成、すなわち実験結果を踏まえ、それを説明できるような仮説を提示する営為は、法則性を追求する科学において、最も重要な過程の一つである。ゆえに、「科学的に探究する」ことを目的とする理科の指導においては、仮説形成の活動が中核的な役割を果たすことになる。

しかしながら、授業内で真正の仮説形成活動を行うのは、簡単なことではない。(1)で述べたように、本授業を受講する生徒は自然科学についての理解が比較的高い集団である。中には、授業を受ける前から科学的法則を「知っている」生徒も多数存在し、学校としても自律的学習を奨励している。既に結論を知っている生徒にとっての「発見的活動・討議」は、推論の真正性を欠き、科学的法則を「知らない体」での形式的「発見の再演」を行わせる活動に陥りがちである。科学的思考力を培うには、生徒が「答えを知らない」課題についての思考と討議を行うのが望ましい。

実験の考察は、この格好の題材である。得られた実験結果は、往々にして期待とは一致しない。比例するはずの物理量が到底原点を通るように見えない、得られた重力加速度が 9.8 m/s^2 とは大きく離れている、などのことは、中等教育における実験では日常的に起こり得る。実験レポートでは通常こういった際に、誤差の支配的要因がどこにあるのかを説明できる、適切なモデルを考案することが求められる。本単元においては、実験データを説明するためのモデル形成の活動を、仮説形成を経験するものとして位置づける。

本単元では、電熱線と水熱量計を用いた水の比熱測定を題材とした探究的実験を行う。ここでは、「物理基礎」範囲の熱力学および回路理論の知識を前提とする。前述のとおり、実験計画はある程度自由に学習者に立てさせる。この実験は、電流計や電圧計の測定誤差や、ワニロクリップ等の接触抵抗、そして水熱量計から外界に散逸する熱や、攪拌の不十分性に基づく温度測定の誤差など、様々な誤差要因が想定できる。測定した比熱が $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ から乖離した際に、自らの実験ではどの誤差要因が支配的かを考察する。これは、一般論ではなく学習者固有の課題についての考察が必須であるという点において、学習者にとって未知かつ挑戦的な課題である。

2 単元の構成

(1) 単元の学習目標

様々な物理現象についての探究の過程を通して、次の事項を身に付ける。

ア 熱、電気における実験についての基本的な技能および事象を分析するための基本的な技能

イ 熱、電気における規則性や関係性を見いだして表現する思考力・判断力・表現力

ウ 基礎的な物理現象に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとする態度。

(2) 単元の位置

本単元は、スーパーサイエンスハイスクール指定に伴い設置した学校設定科目「科学総合Ⅰ」の指導内容を、前期課程に移行して実施しているものである。内容としては、高等学校「物理基礎」の学習内容に「理数探究基礎」を複合させて実施している。

科学的探究の過程に求められるコンピテンシーについては、中等教育過程においては初等教育ほど明示的な共通理解があるわけではない。しかしながら、中学校学習指導要領における「内容の取扱い」では「3年間を通じて科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指すものとする」という抽象的記述にとどまる記載が、高等学校学習指導要領においては「学習内容の特質に応じて、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈、法則性の導出などの探究の方法を習得させるようにするとともに」という明示的・具体的な記載が追加される。本単元においては、このうち「仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈」に重点を

において実施する。

本単元では生徒は「探究の方法」について重点的に学習する。生徒のうち希望者は今後第5学年以降「理数物理」を学習し、「科学の方法」について一層深く学習することになる。また、本校の第3学年以上の生徒は全員、総合的な学習の時間もしくは学校設定科目「学術探究」において、探究の過程を全て個人が責任を持つ形で実施する。本単元で身につけた「探究の方法」が、これら発展的な活動の中でより一層深く、そして実践的に振り返ることが期待できる。

(3) 単元のねらい

①熱および電気に係る探究的実験を通して、実験結果と仮定した物理モデルの差異を考察し、物理モデルや実験系に適切な修正を加えることができる。

②資質・能力育成の重点

(資質・能力の三つの柱と本校研究主題の資質・能力(3能力4要素)との関係を示す。)

	A 基礎力 (道具や身体を使う)		B 思考力 (深く考える)		C 実践力 (未来を創る)
	知識及び技能		思考力・判断力・表現力等		学びに向かう力、人間性等
	I 知識・概念 [Storage]	II 技能 [Input]	III 論理的・批判的・ 創造的思考 [Process]	IV 自立・協同・創造の力	
				[Output]	[Attitude]
充 実 期	熱や電気についての、身近な科学的概念・法則を理解している。	熱や電気についての実験を計画して行い、その量的データを記録して処理できる。	熱・電気についての身近な自然現象における実験について、科学的な考え方をを用いて、抽象的モデルと実験データを批判的に照合し、考察できる。	熱・電気についての身近な自然現象における実験を考察した結果を、適切な図表を活用しながら、文章や口頭で論理的に発表し、意見交換できる。	熱・電気についての身近な自然現象を中心に、自らが取り組みそうな探究的課題を認知し、実施できる。

(4) 単元の展開と評価(全8時間)

時	各時の主題	各時の問いと主な活動	各時のねらい(評価の場面)	評価の 観点
	事前調査	1. 実験に係る意識調査 2. 実験考察に係る診断的評価		
第1次 1時	誤差論	問い: 実験誤差にはどのようなものがあり、どう取り扱えばよいか。 様々な実験誤差について検討し、どのように取り扱えばその影響を抑えられるか議論する。	実験誤差の種類とその性質について説明できる。	I
2時	誤差要因の推定	問い: 測定値と理論が整合しないとき、どのような仮説を立てることができるか。 事前調査で行った診断的評価の問いに対し、誤差の主因として適切なものを検討する。	測定値と理論が整合しないときに、不整合を説明する適切な仮説を立てられる。	III
第2次 1時～ 2時	実験①②	問い: 水の比熱を測定する実験系はどのように構築するか。 水の比熱を測定する実験系を構築し、実際に測定してみる。	自ら設計した実験系で水の比熱を測定できる。	II
第3次 1時～ 2時 (本時)	中間報告①②	問い: 測定値と期待が整合しないとき、どのような仮説を立てることができるか。 議論の中で各々の小集団の報告を比較しながら、実験誤差の主因として適切なものを同定する。	実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。	III
第4次 1時～ 2時	再実験①②	問い: 実験系の中で最も効果が期待できる改善点はどこか。 中間報告の討議を受け、実験系を改善して再度水の比熱を測定する。	効果的かつ現実的な改善を行った実験を遂行できる。	IV
	事後評価	水の比熱測定についての実験レポート		

(5) 評価の観点

I 知識・概念 II 技能 III 論理的・批判的・創造的思考 IV 自立・協同・創造の力

3 本時の学習(3次1時)

(1) 本時の主題 中間報告

(2) 本時のねらい

①実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。

②資質・能力育成の重点

(資質・能力の三つの柱と本校研究主題の資質・能力(3能力4要素)との関係を示す。)

A 基礎力 (道具や身体を使う)		B 思考力 (深く考える)		C 実践力 (未来を創る)	
知識及び技能		思考力・判断力・表現力等		学びに向かう力、人間性等	
I 知識・概念 [Storage]	II 技能 [Input]	III 論理的・批判的・創造的思考 [Process]	IV 自立・協同・創造の力		
			[Output]	[Attitude]	
自らが設計した実験系と文献値の差異を確認したうえで、各々の小集団の報告、特に誤差の原因として検討される要素のもっともらしさを相互に比較する活動を通して、抽象的モデルと実験データを批判的に照合・検討できる、論理的・批判的・創造的思考の力を培う。					

(3) 教材について・方法について

学習者は前時までの水の測定実験の結果を持ち寄るが、多くの学習者は文献値 $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ に対して、1桁目から食い違う結果を得る。これは、単なる「目盛の読み間違い」で片付けるには大きすぎる差である。この各報告を比較・検討させ、その議論に基づいて実験行動の変容を求める。Holmes *et al.* [1]の手法で仮説形成を教育するにあたり、単元の核となるのがこの中間報告である。

(4) 本時の展開

時	学習の流れ	生徒の活動	指導上の留意点・評価
0	趣旨説明	○本時の活動の趣旨を確認する。	
3	中間報告①	○代表の小集団の実験の方法・結果・考察について説明し、他生徒はそれを聴講する。	○表紙および方法・結果・考察について制作したスライドを用いさせる。 ○指導者は報告内容を簡単に黒板にまとめる。
6	討議①	○質問担当の小集団を中心に質問し、代表小集団は回答する。 ○指導者からの質問、コメントについて全体で討議する。	○質問が表出できない場合、指導者が質問生成のヒントを与える。 ○指導者は科学的に不適当な内容について指摘するとともに、状況に応じて適当な考察を述べたり、途中まで述べて途中からは生徒に考えさせたりする。
10 17 24 31	中間報告・討議② 中間報告・討議③ 中間報告・討議④ 中間報告・討議⑤	○上記を報告担当・質問担当を変えて繰り返す。	
38 43	比較検討(個人) 比較検討(小集団)	○自身の小集団と報告担当の小集団の報告・考察の差異についてまとめ、自身の実験方法の改善点を検討する。 ○まとめた内容を小集団で検討し、実験方法の再設計に取り組む。	(評価)：評価資料(ワークシート) 実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。(Ⅲ)
48 50	まとめ	○本時の討議と科学的仮説形成を関連付け、その重要性を認識する。	

(5) 評価の目安

Ⅲ 論理的・批判的・創造的思考：実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。

A (十分に満足できる)	B (おおむね満足できる)
実験結果を説明する誤差の要因を複数比較し、支配的なものを同定することにより、優先的に対応すべき実験の改善案を提案できる。	実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。

4 研究授業の記録及び分析

(1) 学習過程

インフルエンザによる出席停止や公認欠席等が重なり、当日の出席者は40名中26名であった。当初の計画では小集団5つ分の報告を行う予定だったが、議論が白熱し、4つ分の報告に留まった。

最初の小集団については、熱量計自身の熱容量を上手く処理できていなかったが、水の質量を変化させて2回測定した結果として、水の質量を大きくしたほうが文献値に近い実験値を得た。指導者側から「この結果は熱量計自身の熱容量が誤差の主因である仮説と整合的だよね、それはなぜ？」と当該小集団に発問し、ヒントを与えたところ($m_{\text{水}}c_{\text{水}} + C_{\text{熱量計}}$ という式を板書し、熱量計の熱容量を無視することは第二項を無視していることに相当する旨口頭で述べた。なお $m_{\text{水}}, c_{\text{水}}$ は各々水の質量および比熱、 $C_{\text{熱量計}}$ は熱量計の熱容量。以降本稿では水の比熱を単に c とも示す)、当該小集団は自力で $m_{\text{水}}$ が大きい方が相対誤差を抑えられることに気づくことができた。

2つ目の小集団については、 $c_{\text{水}} = 0.3 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ を得た。これは文献値とオーダーすら一致しない。指導者からは、一般にこのようなケースで、例えば電熱線の加熱分の9倍の熱が外界から流入したなどは主因として想定しづらいため、まずは計器の読み間違い(電流計の端子をどこに接続したかなど)や、計算ミス(どこかで分母分子を逆転させたなど)を想定すべきであろうと指導した。

3つ目の小集団については、ほとんどの小集団は時間間隔 Δt を固定して時刻 $n\Delta t$ (n は正整数)における温度 T を計測するところ、この小集団は温度間隔 ΔT を固定して(実際には ΔT をデジタル温度計の最小目盛り 0.1°C と設定した)、温度が初期値から差分 $n\Delta T$ だけ変化した際の時刻 t を測定する手法を用いており、特徴的であったため全体で取り上げた。問いかけたところ、やはりこの小集団以外すべてが前者の方法で測定していた。多くの小集団の測定方法では与える電力はそれほど小さくなく、この最小目盛り分の温度を上昇させるために10秒以上経過している。その $T-t$ 関係で $\Delta t \sim 30 \text{ s}$ 程度で測定するのであれば、温度計の目盛りが粗すぎる。そのため、この小集団の測定方法であれば、例えば温度が 14.9°C から 15.0°C に変化した瞬間の温度を概ね 14.95°C と見積もることができ、かつ t を少なくとも 1 s の精度で測定することができるため、より精確性を高める可能性がある旨指摘した。

4つ目の小集団は、そもそもデジタル温度計の測定値の更新が遅延している可能性に気づくことができた。今回の実験で生徒が主に使用していた温度計は、電池消耗防止のために 10 s 程度の間隔を空けないと温度を更新しないモードがある。この遅延が誤差の要因ではないかとの小集団は指摘した。一般に計器が電子的であれば、学習者はただその事実をもって計器の測定値を信頼してしまう傾向にある。漫然と実験して単に時刻 $n\Delta t$ のみの温度を計測するのではなく、計器の表示値を常に観察し続けた結果として違和感に気づき、計器への無思慮の信頼を疑わせることができたのは極めて高く評価した。一方、この小集団が得た比熱は $c_{\text{水}} = 5.7 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ であり、3割以上のずれがある。このずれが本当にその遅延だけで説明できるのかについては検討が必要であるとも指摘した。

概ねここまでの経過で残りが10分強となったため、報告・討議を切り上げて個人および小集団単位での比較検討に移った。

なお、1つ目の小集団でも問題になった容器の熱容量については、本実験において無視した場合、最大の誤差要因となりうる。実験において計測できるのは系全体の熱容量 $C_{\text{tot}} = m_{\text{水}}c_{\text{水}} + C_{\text{熱量計}}$ であるが、これを $m_{\text{水}}$ を変化させて2回測定して差を取ることににより、切片項 $C_{\text{熱量計}}$ を相殺できるという手法を、第2次1時の冒頭で生徒に指導している(本実験に限らず、直接見積もるのが困難である系統誤差を、パラメタを変化させて複数回測定することによって相殺するという方策は物理実験における常套手段であり、例えば音波の共鳴における開口端補正の処理など物理基礎範囲でも今後再度扱う)。ただし、上述のインフルエンザ流行による学級閉鎖の影響などもあり、学習者が十分に考察の時間をかけることができなかったため、この方法で熱量計の熱容量を処理していた小集団は半数に留まった。学級閉鎖の影響を受けなかった他学級では、指導者側からヒントを与えた結果、より進んだ考察とし

て、水の質量を3種類以上変化させ、最小二乗法を用いて傾き $c_{\text{水}}$ および切片 $C_{\text{熱量計}}$ を見積もった小集団もあった（一般論としての最小二乗法および比例関数についての最小二乗法による具体的な推定については発展的な学習事項として既に扱っており、一次関数についても表計算アプリケーションでの計算方法は扱っている。なお、本実験では従属変数 $\frac{Q}{\Delta T}$ の誤差が正規分布するという仮定は分母の影響から認めづらいが、その点については上級学年で議論することにし、本学年では不問とした）。

(2) 学習評価

評価規準	Ⅲ論理的・批判的・創造的思考：実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。	
問い	- 自身の小集団の方法・考察との違い - 自身の小集団の方法を改善できそう（すべき）な点	
評価の目安	評価A（十分に満足できる）	評価B（おおむね満足できる）
	実験結果を説明する誤差の要因を複数比較した上で、支配的なものを含めて指摘し、実験の改善案を提案できる。	実験結果を説明する誤差の要因を検討し、実験の改善案を提案できる。

A 評価の例：

自身の小集団の方法を改善できそう（すべき）な点 水の量が ΔT を過小推定しているのだから、こぼれてしまわないように容器を大きいものにまえる。 電流の大きさをもっと大きくして、より ΔT の変化を測定できるようにする。（ ΔT が 0.1°C の変化しかなくて、温度計の目盛から読み取れない？） 正確に計る	この小集団は $c \sim 9 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ と2倍近い差が出ている。水のこぼれは比熱のずれを説明するには合理的とは考えられないが（水の量が半分になるとは通常の実験手順では想定されない）、この小集団は $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$ の範囲内でしか実験できておらず、ここが致命的となりうる。
--	--

B 評価の例：

自身の小集団の方法を改善できそう（すべき）な点 私たちの場合は、日光が当たった場所で実験を行っていたため、温度上昇の要因として最も大きいのは日光による温め効果だと考えられる。よって実験方法の改善としては日光の当たらない場所で実験を行うようにする。	この小集団も $c \sim 8 - 9 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ を得ている。日光について検討の俎上に上げた発想は鋭く、評価に値するが（授業内でも日光の言及はしていなかった）、もし電熱線に加えて日光からの熱流入があったならば ΔT を過大推定、即ち c を過小推定するはずであり、実験結果と整合しない。
--	--

ここでは、評価Aの評語を、指導計画から変更し、支配的なものを同定するところまでは求めないことにした。授業内やワークシート等で、誤差の要因について支配的なものを同定するところまで十分に指示できておらず、その結果として優先的に対応すべき実験の改善案まで指摘できていた成果はみられなかった。なお、この点は次の授業で指摘し、多くの誤差要因が考えられる中で優先的に対応すべき要因が何かを検討するのはとても効果的であると指導している。

授業で用いたワークシートに基づき評価を行ったところ、評価Aが10名、評価Bが11名、評価Cが5名であった。

(3) 成果と課題

公開授業後の協議会では、授業に出席した生徒7名を交えながら討議が行われた。一部を掲載する。

指導助言者（神戸大学人間発達環境学研究科・谷篤史教授）からは、生徒に対して、事前に実験結果を予想してから実験を行ったかという質問がなされたが、事前に予想を立てた生徒は7名の中にはいなかった。これは指導者側で事前に予想を立てるような働きかけを特段行っていなかったことが大

きい。本単元の課題であれば、電熱線の使用電力 P をあらかじめ定めたいうで、その P および実験を計画する時間範囲 Δt における温度の変化範囲 ΔT をあらかじめ見積もっておくことが決定的に重要である。これは温度計の測定最小単位 0.1°C が問題にならない程度の ΔT を設定する必要があることに加え、より正確な実験を行うために、測定開始時および終了時の水温をそれぞれ T_i, T_f ならびに室温を T_{env} としたとき、例えば $T_{\text{env}} - T_i \approx T_f - T_{\text{env}}$ となるように実験を設計しておけば、外界との熱の授受を相殺することが可能になる。これは前述した熱量計の熱容量と同様に、直接見積もりが困難な系統誤差を相殺する方策であるため、授業内で明示的に指導してもよかったものであった。

また、指導助言では、指導者が同じ器具で測定し、どれだけ文献値に近い値を得られたか学習者にあらかじめ示すことも動機づけになるのではないかという見解も示された。Holmes *et al.*は学生の意識が実験器具の精度や「ヒューマンエラー」の問題に帰着することを防ぐために、あらかじめ質の高いデータが得られる実験系を与える方策を取ったが[1]、この方策は理論モデルと実験系のずれの検討という豊穡な学びの機会を一部手放すものでもある。指導者側が同じ条件で行い、より正確な値を提示することにより、Holmes *et al.*とは異なる方法で学習者の安易な帰属を抑制できる可能性は考えられる。

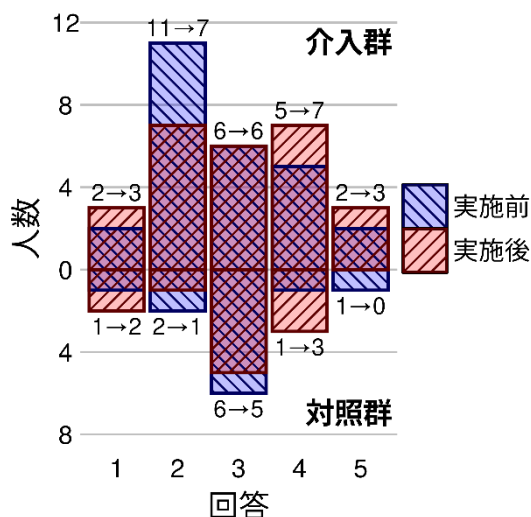
参加者から生徒に対し、「このような自由度の高い実験活動は意義があると思うか」という質問もなされた。更に指導者から補足し、「意義があるかとは独立に、楽しいか」と生徒に質問した。結果、全員が意義があると回答した一方、楽しいと回答した生徒は7名中3名であった。生徒の回答した理由からも、本科目に限らず全校的に探究的に対する意識付けを行っている結果として意義は十分理解し、実際に楽しいと感じる生徒もいるが、一方生徒にかかる負荷が重いことも伺える。

事前調査の際に行った診断的評価に併せ、質問紙調査として、「実験レポートの「考察」の項目を具体的に執筆することができる。」という設問に対してLikert尺度5件法にて自己認識を回答させた。当初は単元終了後に再度同一設問での回答を求める予定であったが、前述のとおり、インフルエンザによる出席停止や公認欠席等の理由による欠席が本時に特異的に多発したため、出席者を本授業による介入群、欠席者を対照群とする準実験モデルと設計し、出席停止解除後である次時の冒頭で急遽事後調査を行った（2月12日実施。回答数37名）。介入群・対照群は無作為割付ではないが、両調査に出席し当日のみ欠席した者の多くは出席停止等外的要因であること、各群の前回本授業考査素点平均は50.9/49.1（ t

検定を行うと $t = 0.20, p = 0.84$ 、Cohen's d は $d = 0.078$ ）と、両群の初期差は無視できると考えられる。ただし、対照群についても、本時を受講はしていないが、そのほとんどは第2次1時までの授業は受講をしているため、その影響を受けての実施前後の意識変化の可能性はある点は留意を要する。

介入群・対照群ともに、上昇・下降両方の変化もみられた。単に生徒の回答が一貫していない可能性も、自己認識にいずれの影響を与えた可能性も（例えば自己認識の負方向の変化は期待水準の上昇による可能性も考えられうる）ありうる。介入群・対照群の別、個人間での実施前後の変化について、ランダム効果順序ロジットモデルを用いて解析を行ったが、標本サイズの問題もあり両群の変化に有意差はなかった。ただし、事後の回答が事前より上昇する生徒は介入群のほうが対照群に対してオッズ比で1.9と高く得られており、統計的不確実性は大きいものの、本授業の介入に一定の効果がある可能性も示唆される。この示唆は協議会での生徒の回答にみられる意義認識とも整合的である。

図 介入群・対照群各々の事前・事後の回答変化



【参考資料】

- [1] N. G. Holmes, C. E. Wieman, and D. A. Bonn, "Teaching critical thinking," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 112, no. 36, pp. 11199–11204, 2015.