

理 科

1 研究テーマ

(1) 研究テーマ

科学的に探究する学習活動の充実と学習評価

(2) 研究のねらい

科学的に探究する学習活動の充実に向けて、具体的な実践事例及びその評価方法を提示する。本研究では、生徒が自ら仮説を検証するための実験・検証方法を立案する活動を通して、適切に計画を立てる思考力と、その内容を的確に表現する力の育成をねらいとした。また、実験・検証方法を立案する際に満たすべき条件を自己評価チェックリストとして提示することで、生徒と教師の間で評価基準に対する共通理解を図った。

2 実践事例

(1) 単元の指導と評価の計画

ア 科目名：「生物基礎」

イ 単元名：神経系と内分泌系による調節

ウ 単元の目標：

- (ア) 神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達、体内環境維持の仕組みの基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けること。
- (イ) 神経系と内分泌系による調節について、観察、実験などを通して探究し、神経系と内分泌系による調節の特徴を見いだして、表現すること。
- (ウ) 神経系と内分泌系による調節に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

エ 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達、体内環境維持の仕組みの基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	神経系と内分泌系による調節について、観察、実験などを通して探究し、神経系と内分泌系による調節の特徴を見いだして表現している。	神経系と内分泌系による調節に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

オ 単元の指導と評価の計画 ○「記録に残す評価」 ●「指導に生かす評価」

次	時	学習活動	知	思	態	評価のポイント・指導上のポイント
1	1	○情報の伝達 ・ヒトの体内環境が自律神経系と内分泌系による調節を受けて一定に維持されるしくみについて、資料集を用いた調べ学習とワークシートを通して理解する。 ・自律神経系と内分泌系について、それぞれの仕組みの特徴を考察する。	●		●	【指導上のポイント】 ・中学校で学習した感覚神経や運動神経による身体の制御と区別して理解できるように指導する。 【指導上のポイント】 ・各器官に指令が伝わるまでの時間に着目させる。

2	2 ～ 3 本時	<p>○自律神経系と恒常性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自律神経系の作用によってヒトの器官がどのように反応するかを考察する。 ・交感神経と副交感神経の働きによって各器官はどのように反応するかを考察し、その反応を実際に画像や数値で客観的に示すことができる実験を立案する。 ・以前の課題研究において実験を計画及び実施した際の失敗や反省を踏まえて、実験立案時に気を付けるべきことを振り返る。 	●	○	<p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交感神経と副交感神経がはたらく場面を具体的に考えるよう指導する。 <p>【評価のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・五つの評価項目※に即した実験を立案できているか、レポートの記入内容を基に評価する。 ※ 評価基準の内容は「エ『思考・判断・表現』の評価」を参照 <p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験の立案と実施について、今後に生かすべきことを見いださせる。
3	4	<p>○内分泌系と恒常性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホルモンの作用する仕組みと分泌量の調節方法について、調べ学習とワークシートを通して理解する。 ・段階的な調節の中で負のフィードバックが行われる意義について考察する。 	●	●	<p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自律神経系との違いについて、作用するまでの速さや持続時間から理解できるように指導する。 <p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ある現象について、促進と抑制が交互に行われることで体内環境が一定に維持されていることに気付かせる。
4	5 ～ 6	<p>○体内環境の維持の仕組み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・血糖濃度や体温の調節の仕組みについて、自律神経系と内分泌系の働きに関連付けて、ワークシートを通して理解する。 ・食事の前後でインスリン濃度がどのように変化するか複数のグラフを比較し、その違いを考察する。また、二つのタイプの糖尿病の仕組みの違いを説明する。 ・自律神経系や内分泌系がどのように血糖濃度や体温に作用しているか検討し、これまでに学習した内容と関連付けて課題を解決しようとする。 	○	●	<p>【評価のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・血糖濃度や体温の調節が自律神経系と内分泌系の働きによって、調整されていることを理解しているか、ワークシートの記述から評価する。 <p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二つのタイプの糖尿病にはどのような違いがあり、どのような治療方法が考えられるか、多角的に考察するように指導する。 <p>【評価のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 自律神経系と内分泌系のそれぞれの仕組みを基に思考錯誤しながら説明しているか、ワークシートの記述を基に評価する。

5	7	<ul style="list-style-type: none"> ・体内の水分量をどのように調節しているか、尿生成時の濾過と再吸収に係る計算問題の演習を通して理解する。 ・ブタの腎臓の解剖及び観察より、糸球体内での毛細血管が果たしている役割を見だし、体内の水分調整について探究する。 	●	○	<p>【指導上のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・尿生成時に腎臓のどの部分でどの物質がどれだけ再吸収されるかを説明できるように指導する。 <p>【評価のポイント】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スケッチや論述によって腎臓の機能を的確に表現できているか、レポートの記述を基に評価する。
		定期テスト	○	○	

カ 授業実践例(2～3時間目／7時間)

学習活動(指導上の留意点を含む)	評価の観点 (評価方法)
<p>〈2時間目 研究授業〉</p> <p>1. 本時の実験の説明と目標の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本時の目標と内容の説明を聞く。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>本時の目標：自律神経系の働きを確かめるために実現可能な実験計画を立てよう</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・以前の課題研究※で経験した各個人の失敗や反省を振り返り、ワークシートに記入する。その後、書いた内容を周囲の生徒と共有する。 ※本授業の前に「総合的な探究の時間」の代替教科において、課題研究を実施しており、生徒は実験の計画と立案を経験している。 ・自律神経系の作用によってヒトの器官がどのように反応するかを考え、ワークシート(図1-①)上の10種の器官や現象について仮説を立てる。 <p>【指導上の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮説の正誤は評価しない。 <p>2. 実験計画の立案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・10種の器官や現象のうち、実験班ごとに自由に1種を選択する。 ・選択した器官や現象について、交感神経と副交感神経が働いた際に起こる反応を確認する予備実験を考案し、ワークシート(図1-②)に記入する。 <p>【指導上の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・客観的に観察できる現象とできない現象があるため、教師は生徒に「10種の器官や現象から取り組めそうなものを注意深く選択しつつ、チャレンジ精神をもって独自のアイデアを考えてみよう」と促す。 ・教師が各グループを回りながら、仮説に沿った実験を計画できるよう助言をする。 <p>3. 考案した実験内容の共有</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各班はクラス全体に実験内容を発表する。 <p>【指導上の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全上の問題がある実験計画に対しては、教師が助言をする。 	<p>思考・判断・表現 (ワークシート)</p>

<p>4. まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> 共有された他班の実験計画を参考に、自分たちの班の実験計画を修正する。 <p>〈3時間目〉</p> <p>1. 予備実験の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 各班は予備実験を行い、選択した器官について仮説とおりの反応が起こるかどうかを確かめる。 <p>2. ワークシートの記入</p> <ul style="list-style-type: none"> 予備実験の方法、結果、考察をワークシートに記入する。 予備実験の反省を踏まえて本実験の方法を立案し、その結果予想と併せてワークシートに記入する。なお、本実験実施のための授業時間を確保できないため、本実験は計画立案のみで、実際には実施しない。 	
--	--

研究実施校：神奈川県立横浜緑ヶ丘高等学校(全日制)

実施日：令和7年10月23日(木)

授業担当者：笹野 風 教諭

2編 ヒトの体内環境の維持 3章 ヒトの体内環境の維持

実験 自律神経系の機能

【はじめに】以前の課題研究における実験計画や準備で、あなたが経験した失敗や反省を挙げよう。

【仮説を立てる】ヒトの自律神経系が作用すると、各器官はどのように反応するか？○をつけなさい。

	交感神経	副交感神経
①瞳孔	拡大 / 縮小	拡大 / 縮小
②だ腺（だ液の粘性）	上昇 / 低下	上昇 / 低下
③心臓（拍動）	促進 / 抑制	促進 / 抑制
④血圧	上昇 / 下降	上昇 / 下降
⑤皮膚の血管	収縮 / -	収縮 / -
⑥胃腸（ぜん動運動）	促進 / 抑制	促進 / 抑制
⑦気管支	拡張 / 収縮	拡張 / 収縮
⑧立毛筋	収縮 / -	収縮 / -
⑨汗腺（発汗）	促進 / -	促進 / -
⑩ぼうこう（排尿）	促進 / 抑制	促進 / 抑制

注：-は「分布しない」の意

①～⑩のうち、私たちのグループは 番に着目し、仮説を検証するための実験計画を立てる。
「机上の空論」にならないために、実際にその反応が起きることを予備実験で確かめる。

☆ ルール _____

予備実験と本実験はともに同じ器官を対象とし、人体の負傷や苦痛を伴わない方法をとること

☆ 自己評価チェックリストに✓を入れよう（同じ項目で教員が採点し、達成数が得点となる【思】0～5点）

<p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>④</p> <p>⑤</p>	<p><input type="checkbox"/> 「予備実験の方法」は、どのような操作をどのくらいの時間実施したか示している</p> <p><input type="checkbox"/> 「予備実験の結果」は “なんとなくこんな感覚になった” でなく、画像や数値で客観的に示している</p> <p><input type="checkbox"/> 「予備実験の考察」は、なぜこの結果が出たのかに加え、本実験に向けて改善すべき点を示している</p> <p><input type="checkbox"/> 「本実験の方法」は「予備実験の考察」を踏まえ、高校生が検証可能で再現性の高い方法をとっている</p> <p><input type="checkbox"/> 「本実験の結果予想」は「本実験の方法」と対応したものになっている</p>
--	---

図 1-① ワークシート 説明部分

このワークシートは総合教育センターウェブページにてダウンロードできます。

_____組 _____番 氏名_____

生物基礎 実験プリント

評価項目①に対応 **【予備実験】** 短時間でできる簡単な実験を行い、実際にその反応が起こるかどうかを確かめる
方法 (どのような操作を, どのくらいの時間実施するかについて記入する)

評価項目②に対応 結果 (必要であれば写真などを貼りつける) ※実験に失敗したとしても, 必ず内容を記載すること

評価項目③に対応 考察 (なぜその結果が出たかを考察し, 本実験に向けて改善すべきことも記入する)

評価項目④に対応 **【本実験】** 予備実験を踏まえて, 高校生が検証できる本実験の方法を立案する ※実際に実施はしない
方法 (予備実験の考察を踏まえ, 必要なサンプル数などの情報も具体的に考えて記入する)

評価項目⑤に対応 結果予想 (左ページで立てた仮説の答えを導く)

振り返り (自己評価: 左ページのチェックリストに✓を入れよう)

実験のまとめ, 反省点

図 1-② ワークシート 生徒記述部分

このワークシートは総合教育センターウェブページにてダウンロードできます。

(2) 「指導と評価の一体化」の実現に向けたポイント

ア 本時のねらい

交感神経と副交感神経が働いた際の各器官の反応について、与えられた10種の器官や現象の中からグループごとに1種を選び、仮説を立てた後、予備実験(少数数の被験者を対象に短時間で実施可能な実験)を考案・実施した。その後、予備実験での反省点を踏まえ、本実験(信頼性を担保するための十分な被験者数を確保し、長期間を要する実験)の計画を立案した。これにより、より精度の高い綿密な実験計画を立てる能力の育成を目指した。

イ 生徒の活動上のルール

実験全体のルールは「予備実験と本実験は共に同じ器官や現象を対象とし、人体の負傷や苦痛を伴わない方法をとること」とした。

ウ 評価のポイント

生徒が考案した多様な実験を評価する際、実験自体の良し悪しについて明確な基準を設けて評価することは難しい。そのため、実験の成否ではなく、「各項目に必要な内容を表現できているか」「予備実験で見いだした反省点を本実験の計画で改善できているか」を重視し、五つの評価項目(表1)を設定した。この評価方法の特徴は、「予備実験や本実験において生物学的に正しい結果が得られなかった場合でも、生徒がワークシート上で各項目を適切に表現できていれば最高評価を得られる点」にある。これにより、失敗を恐れずにチャレンジする精神をもって、実験計画を立案することを期待した。

また、ワークシートの記述内容で特に優れた点が見られる場合には、教師が朱書きでコメントを加え、生徒の学びを深めるきっかけとする。一方、学術的事実と反する記述が含まれている場合にも、教師が朱書きで指摘を行う。この対応は「指導に生かす評価」として必要に応じて、全体に共有を行う。

エ 「思考・判断・表現」の評価

ワークシートの記述を基に、チェックリスト(表1)を使用して評価を行った。チェックリスト内の5つの評価項目について、それぞれの項目が実現できていると判断した場合にチェックを付け、チェックの付いた項目数を得点(0～5点)とした。この評価方法を「記録に残す評価」と定義した。

本授業では、0～3点を「努力を要する」状況(C)、4点を「おおむね満足できる」状況(B)、5点を「十分満足できる」状況(A)とした。チェックリストとその評価例(生徒が実際に記述した内容)を以下に示す。

表1 評価に用いるチェックリスト

評価項目		評価
①予備実験の方法	どのような操作をどのくらいの時間実施したか示している。	
②予備実験の結果	“なんとなくこんな感覚になった”でなく、画像や数値で客観的に示している。	
③予備実験の考察	なぜこの結果が出たのかに加え、本実験に向けて改善すべき点を示している。	
④本実験の方法	「予備実験の考察」を踏まえ、高校生が検証可能で再現性の高い方法をとっている。	
⑤本実験の結果予想	「本実験の方法」と対応したものになっている。	

【評価Bの例】

選択した器官や現象：瞳孔

- 踏み台で上り下り。短時間で激しい運動(30秒、メトロノーム $J=200$)または、長時間でゆったりした運動(1分、メトロノーム $J=100$)。
- 〈実験前〉

$$\text{男} \rightarrow \frac{1.2}{4} \quad \text{女} \rightarrow \frac{1.5}{4}$$
 〈短時間で激しい運動後〉 $\text{男} \rightarrow \frac{1.5}{4} \quad \text{女} \rightarrow \frac{1}{4}$
 〈短時間でゆったりした運動後〉 $\text{男} \rightarrow \frac{1}{4} \quad \text{女} \rightarrow \frac{1}{4}$
- 結果がバラバラになってしまったのは、運動の程度が軽かったことや、そもそも瞳孔の大きさの変化に個人差があることなどが考えられる。
- 3分間で激しい運動($J=160$ で踏み台を上り下り)または、3分間でゆったりした運動($J=80$ で踏み台を上り下り)。クラス全員(男女20人ずつに協力してもらい、実験を行う。実験前と実験後で瞳孔の大きさの変化を調べる。
- ほとんどの場合で運動後の方が瞳孔は大きくなる。激しい運動をしたときの方が瞳孔は大きくなる。

予備実験での反省点(項目③)を踏まえ、それを改善した形で本実験の計画(項目④)を立案している。項目②において記述欄に記載された分数は「瞳孔直径÷黒目直径」を示している。眼球には定規を当てることができず、瞳孔直径を正確に測定することが困難であるため、眼球の写真を撮影して瞳孔直径を測定し、大きさが変化しない黒目直径との比で表すことで定量的に比較を行うことができている。しかし、この表記方法についての説明が記述されていない。

ワークシート全体では、五つの評価項目のうち項目②を除く四つを満たしている。このことから、思考・判断・表現の観点において「おおむね満足できる」状況(B)と判断した。記述に不足がある生徒については、具体的に補足すべき部分を指摘し、記述するよう指導を行った。

【評価Aの例】

選択した器官や現象：心臓(拍動)

1. 運動を始める前に心拍数を測り、運動する(メトロノーム130に合わせて100回ジャンプ)。運動後にもう1回心拍数を測り、始める前との変化を調べる。その後も30秒おきに心拍数を測る。

2. 運動前後で被験者1は38上昇、被験者2は12上昇。

心拍数	前	直後	30秒後	60秒後	90秒後
被験者1	99	137	113	101	90
被験者2	95	107	92	83	80

3. 前から直後では、ジャンプという運動をして、交感神経が優位になったため、被験者1と2はどちらも心拍数が上がり、拍動が促進した。また、その後は徐々に副交感神経が優位になるため、直後から90秒後にかけてだんだん心拍数が下がり、拍動が抑制されていった。以上から、私たちの仮説は合っていると考えられる。運動をした後の心拍数の上がり具合とその後の下がり具合がその人の運動量や体質によって変わるので、本実験では条件を揃える。
4. 予備実験では2人しか被験者がいなかったもので、本実験では被験者を増やす。自分のクラスの40人を対象として心拍数を測り、その値と日々の運動量(部活など)によってグループ分けをする。(中略)予備実験と同じ内容の実験を行う。ジャンプする際は、高さの目印を決めて、高さを揃えて飛ぶ。
5. どのグループでも、運動する前とした直後では心拍数は上がり、30秒ごとに測って、時間が経っていくうちにだんだん下がっていくと予想できる。(以下略)

予備実験で不完全であった改善すべき点(項目③)を踏まえて、高校生が検証可能で再現性の高い方法(項目④)に改善した形で本実験の計画(項目⑤)を立案しており、五つの評価項目すべてを満たす記述が確認された。このことから、思考・判断・表現の観点において「十分満足できる」状況(A)と判断した。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

得点が0～3点であった生徒を「努力を要する」状況とみなし、5つの評価項目を確認した上で、基準を満たすことができなかつた項目はどのように改善すれば良いか思考を促す。

研究授業実施校(横浜緑ヶ丘高校)では、「努力を要する」状況とみなされた生徒6名のうち3名が、予備実験の反省を生かした本実験の計画を立てることができていなかった。予備実験と本実験の内容に繋がりが無い部分が見られる場合には、生徒のワークシートにコメントを記入し、具体的な改善を指摘した。

【採点結果の集計】

各項目の評価基準を満たした生徒の割合(図2)を見ると、項目①「予備実験の方法」、項目②「予備実験の結果」、項目③「予備実験の考察」では、大多数の生徒が評価基準を満たしていた。評価基準を満たすことができなかつた生徒数名は、班で行った実験が失敗したわけではなく、実験内容をワークシートに表現する力が不足していたため、この評価となった。なお、全10班の選択した各器官の内訳は「瞳孔：2

班、心臓の拍動：4班、血圧：3班、立毛筋：1班」であり、特定の器官を選んだ班が評価において不利になるような現象は見られなかった。一方、項目④「本実験の方法」と項目⑤「本実験の結果予想」では評価基準を満たすことができなかつた生徒が比較的多かつた。予備実験の反省を振り返ることでどのようなことに気を付けるべきか、実験操作によってどのようなことが起こるかを具体的にイメージできていなかったためだと考えられる。

各得点の割合(図3)を見ると、5点の「十分満足できる」状況(A)は23名で全体の62%、4点の「おおむね満足できる」状況(B)は7名で全体の19%、3点の「努力を要する」状況(C)は6名で全体の16%であった。0～2点の生徒はいなかった。なお、最高評価を得た生徒のうち特に優れていた生徒をどのように評価するかという点については、今後の課題として検討が必要である。

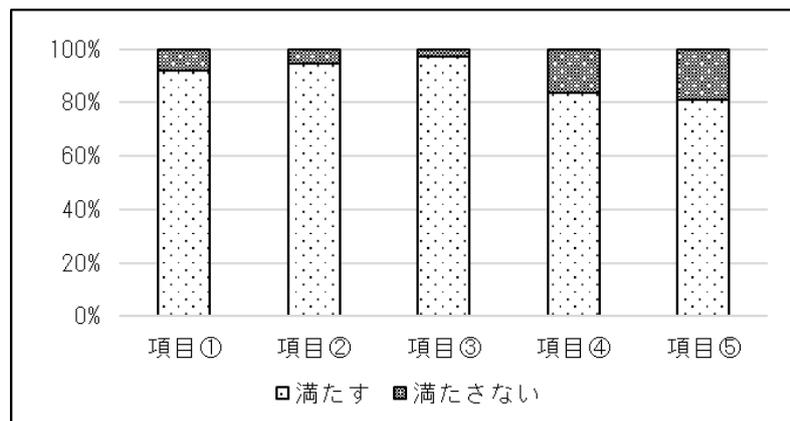


図2 各項目の評価基準を満たした生徒の割合(全37名)

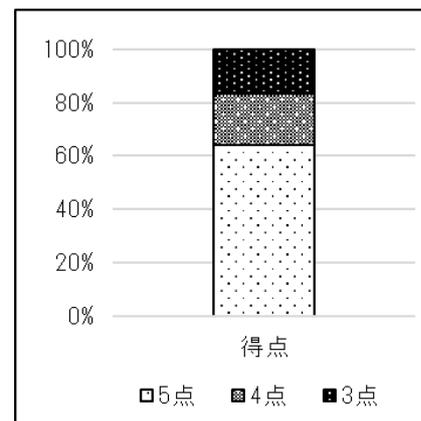


図3 各得点の割合(全37名)

オ 生徒の振り返りと学習改善

(ア) 振り返りアンケートの結果

研究授業を受講した40名の生徒を対象として「振り返りアンケート」を実施した。質問「今回の実験を通して学んだことのうち、今後の課題研究に生かせそうだと感じたことを記述してください。」に対して得られた回答を表2に示す。

表2 振り返りアンケートの結果(一部抜粋、下線は筆者)

選択した現象	生徒の回答
瞳孔 拡大 / 縮小	実験の方法を考えるとときに、条件を固定する方法が曖昧で本当に同じ条件でできていたのかが分からなかった。今回の実験では運動と瞳孔の大きさを調べ、運動前後で瞳孔の写真を同じ場所で撮ったが、顔が向いている方向によって光の当たり具合も若干変わるので、 <u>どちらも壁を向いた状態で撮ればよかった</u> 。今後の実験では、条件を同じにして結果を得られるようにしたい。
瞳孔 拡大 / 縮小	運動による瞳孔の拡大や縮小について考え、結果が予想とおりにならなかった。予備実験によって、その実験の欠点や不具合を見つけられると分かったので、今後の実験では、 <u>実験のシミュレーションのみならず、予備実験を行いたい</u> と思った。
心臓(拍動) 促進 / 抑制	事前の打合せが必要だと感じた。誰がタイマーをやるのか。タイマーを切るのは何をしてから何秒後なのか。また、 <u>個人差が出る実験や人を使った実験は、その人自身で比べるとよい</u> 。他の人と比べると、それは違う人間だからという理由ができてしまうので、 <u>正しく実験するのが難しい</u> 。
心臓(拍動) 促進 / 抑制	心拍数の上昇具合の予備実験から、 <u>普段の運動習慣が運動後の心拍数の上昇した値に関与することがわかった</u> 。このように、本実験を決めてから予備実験をするのではなく、 <u>予備実験での結果や考察を元に新たに知りた</u> いと思ったことや加わった情報から本実験の計画を立てることもできる。
血圧 上昇 / 下降	条件のばらつきで結果が変わるため、 <u>測定条件をそろえる大切さを学んだ</u> 。手順の正確さが結果に直結するので、 <u>手順の確認が重要だと分かった</u> 。記録方法を工夫しないと分析しにくくなると感じた。予想外の結果も原因を考えることで研究のヒントになると気づいた。
立毛筋 収縮 / -	私は実験の中で複数の人に運動をさせる方法としてジャンプを選んだが、 <u>果たして本当にジャンプで良かったのか</u> と考えている。そもそもジャンプをさせたのは、ほかの運動(走る・球技等)だと運動神経などの個人差が出てしまうため、なるべく個人差が少ないものと考えた結果である。しかし、ジャンプでも人によって大きく結果に差が出たことから、 <u>脚力なども考慮するとジャンプの高さや普段の運動量からの体力に違いがあり、完全に公平な条件の実験にはできなかった</u> 。

(イ) 生徒の回答及び振り返りについての考察

振り返りアンケート(表2)には「予備実験の反省を生かして次の実験の計画を立てること」の重要性について述べた記述や、中学までに学習した「対照実験」の考え方を生かして、より良い条件設定をするための方策について述べた記述が見られた。実験手順の正確さが結果に直結することについて触れ、実験方法を事前に整理する重要性を説く生徒もいた。

生徒の記述からは、様々な視点で予備実験の方法を検討し、考えがまとまらずに反省が残っていることがわかる。この実験を計画する上で考慮すべき情報は、次の4項目に分けられる。

- ・器具と材料：どの実験器具と材料が必要か。
- ・操作の実行：どのような操作によってどの自律神経を働かせるか。
- ・結果の測定：どのタイミングで誰が何を測定するか。
- ・結果の記録：どのサンプルの何を、誰がどのような形式で記録するか。

今回は授業後に上記4項目を提示し、振り返りを促した。次回以降の実験においても提示を行い、綿密な計画を立てる習慣を身に付けるよう指導していきたい。

カ 研究協議・課題

(ア) 実験で使用する機器の提示について

この課題では、10種類の器官や現象のうち、班ごとに1種を選び、仮説を立てることとした。今回対象とした10種類の器官や現象には、高校の設備では検証が困難なものも含まれている。器具の制約がある中で、実験機材の有無で選択を決めてしまう生徒がいたことについて、「検証したい器官」を先に選び、その後必要な実験機材を検討させる方が良いのではないかという意見が挙げられた。

今回の課題には「どの現象が検証可能か」を吟味させるという側面もあった。校内で使用できる機材を事前に提示したことで、生徒が「どの現象が検証可能か」を考えやすくなり、予備実験を効率良く進めることができた。一方で、あえて機材を提示しない(必要な機材については生徒が教師へ問い合わせる)方法を取ることで、生徒の発想の幅が広がる可能性があるとも考えられる。機材の提示の有無については、授業実施校の生徒の実態や授業に割ける時間数に応じて適切に決定すると良い。

(イ) 評価基準について

今回の評価基準の特徴は、実験結果の成否を評価の対象としない点にある。生徒は、実験結果が思うように得られなかった場合でも、ワークシートに必要項目を適切に記述できていれば評価を得ることができる。チェックリスト型の評価基準を採用することで、生徒に実験方法を立案する際に考慮すべき項目を網羅し、その内容を的確に表現するよう促すことができた。

(ウ) 自由な発想や挑戦する意識について

今回作成した評価基準では、実験結果を評価に含めないことで、生徒の自由かつ挑戦的な発想を引き出すこともねらいとしていた。しかし、チェックリスト型の評価基準は、生徒に「最低限各基準を満たせばよい」と捉えられる傾向があり、その結果「評価基準をすべて満たして無難に課題をまとめる」という戦略を練る可能性を生じさせてしまう。これにより、チェックリスト型の評価基準は、検証困難な課題への挑戦や独創的な発想を促すには不向きな側面があることが指摘された。

実験計画の立案においては、「検証が困難な場合でも工夫を凝らして挑戦する」という意識を持たせることが重要である。この意識を育むために、以下のような働きかけを考える。第一に、実験計画の立案前の段階で「多角的な視点を持ってアイデアを練り、多面的に検討し、たとえ検証が困難でも挑戦する」よう声掛けを行うことである。第二に、検証困難な課題に挑戦した生徒の活動や独創的な実験アイデアをクラスや学年で共有し、「指導に生かす評価」として活用することも有効だろう。

さらに、本授業では実験方法を立案する活動全体を評価の対象としたが、生徒の自由な発想を引き出すことを目的とするならば、評価基準の各項目に着目し、個別に評価する方法が適していると考えられる。例えば、項目③に焦点を当てる場合、実験のアイデアや改善策を講じる能力を評価基準として設定することで、生徒の独創的な発想を適切に見取ることが可能となる。生徒の多様な意見を柔軟に評価するためには、どの項目に着目すべきか、どのような記述を評価基準とするべきかを明確にし、評価基準のさらなる改善を進める必要がある。

(E) クラス内における共有について

本授業において、複数の班が同一の器官や現象を選択したことから、同一器官や現象を選択した班にそれぞれ異なる実験を考案させ、互いの実験計画を客観的に検討する場を設定してはどうかという提案があった。生徒同士で実験方法の妥当性や再現性について指摘し合う場を設けることで、実験計画をよりブラッシュアップできることが期待される。また、前述した実験を計画する際に考慮すべき4項目についても、不足している点に気付く機会となるだろう。

さらに、他班の実験計画を検討することで、新たな発想を引き出す場としての役割も果たすと考えられる。今後も生徒同士の対話を積極的に取り入れ、より深い学びにつなげていきたい。

キ まとめ

生徒のワークシート記入状況や振り返りの記述を分析した結果、活動の中で生徒が自らの学びを調整しながら科学的な探究に取り組もうとする様子が伺えた。このことから、本研究はそのねらいである「科学的に探究する学習活動の充実」に向けて、具体的な実践方法を提示することができたといえる。

さらに、生徒が立案する多様な実験を評価する方法としてチェックリストを作成し、「予備実験や本実験で生物学的に正しい結果が得られなかった場合でも、ワークシート上で各項目を適切に表現できていれば最高評価がつく」という点について、有用性を実感した。一方で、検証困難な課題に挑戦する姿勢や独創的な発想を引き出す工夫については改善の余地が残されている。

今後は、生徒のチャレンジ精神をさらに刺激し、より意欲的な探究活動を促進するための評価体系の構築に取り組んでいきたい。