

# 愛知県立一宮南高等学校の取組（理科）

## 1 はじめに

本校では、平成25年10月から「高等学校理科の授業における、パフォーマンス課題による探究的な活動及びその評価手法」について研究に取り組んできた。数々のパフォーマンス課題、ルーブリック及びそれらを用いた評価の在り方を検討する中で、課題の作成や評価の方法だけでなく、その前後の授業運営について考えるようになった。また、今後これらを継続、発展させていくための課題について確認することができた。

本稿では平成27年度の取組とともに、3年間の成果及び今後の課題等について報告する。

## 2 研究の目的

本年度は、最終年度のまとめとして、本校理科の「コア」（本校の生徒に身に付けさせたい力）の構築、理科の評価基準（一般的ルーブリック）の開発、試行、確立に取り組んだ。また、引き続き本研究での実践にふさわしい観察・実験の指導法と、生徒の実態を踏まえ単元の特性を生かしたパフォーマンス課題を開発するとともに、生徒の科学的な思考力、判断力、表現力の育成に向けた指導法の検討に取り組んだ。

そして、パフォーマンス課題の取組を更に充実させるための授業改善の検討を通して、平素の理科の授業における指導上の留意点の確立を目指した。

## 3 研究の方法

生徒の実態を踏まえ、以下のように研究を進めた。

- (1) 本校理科の「コア」を構築し、理科の一般的ルーブリックを完成する。
- (2) 研究授業を行う（ルーブリックを作り、それに従った評価に取り組む活動）のみでなく、年間において「生徒に身に付けさせたい力」として期待するレベルに対してどの程度生徒の力が育ったか、生徒の変容について自己評価等のアンケートを基に検証する。
- (3) 本校の研究と同様の取組を導入する際に参考となる、年間指導計画の例を提案する。
- (4) 平素の授業での留意点について、実践に基づいて言及する。
- (5) パフォーマンス課題ごとに、具体的な取組を紹介する（指導案とルーブリックの提供）。

本年度は、物理、化学に加え、生物でも同様の取組を行った。パフォーマンス課題やルーブリックについては、前年度からの協議事項を確認しながら、理科教員及び実習教員の意見も加えて原案を作成した。実践後に、協議を繰り返して今後の課題を確認した。

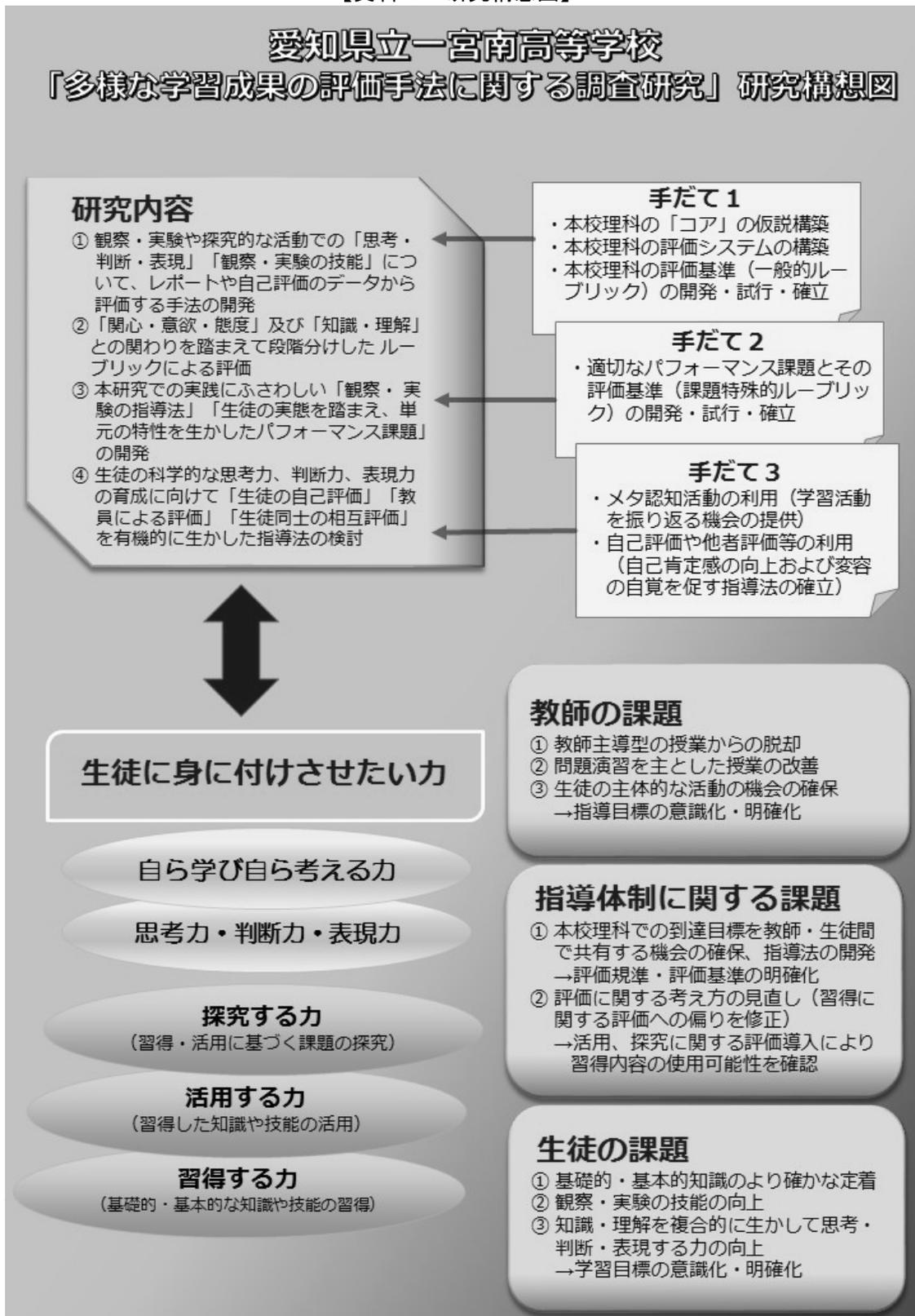
昨年度に課題の一つとしていた「『本校の生徒に身に付けさせたい力』を明確にする」ことについては、二つの力（P49の一般的ルーブリックの表中の「身に付けさせたい力」を参照）を本校理科の「コア」とした。また、それぞれの「コア」に関わる資質・能力を更に小項目（各1～2個程度）に分けて設定するとともに、各小項目に関する評価基準を一般的ルーブリックとしてまとめた。さらに、課題特殊的ルーブリック（パフォーマンス課題に対応した評価基準）を、一般的ルーブリックの内容を踏まえてつくるようにした。

本年度は、第2学年の1年間における生徒の「観察・実験の技能」「思考・判断・表現」の変容をパフォーマンス課題の取組で可視化し、「生徒に身に付けさせたい力」の到達状況を、「課題特殊的ルーブリック」と「一般的ルーブリック」を併用して評価することにした。なお、「本校の生徒に身に付けさせたい力」は3年間を通じて育成するものであるが、本研究では「生徒に身に付けさせたい力」の育成で中心となる時期を、2年生に設定して取り組んだ。

校内では、昨年度に引き続き、校長、教頭、教務主任、教科主任、各学年主任を委員とした校内研究委員会を基本に、愛知教育大学の平野俊英教授を研究の顧問として指導助言を受けるとともに、愛知県総合教育センターと連携して研究を進めてきた。

下図（資料1）は、本校の研究全体を俯瞰する研究構想図である（平成26年度研究成果報告書に掲載済み）。本校の教師、指導体制、生徒それぞれの現状を踏まえた課題と、生徒に身に付けさせたい力などを踏まえ、研究内容と講じていく手だてを適宜確認するために、この構想図を活用した。

【資料1 研究構想図】



## 4 研究の実際

### (1) 本校理科の「コア」の構築及び理科の一般的ルーブリックの作成

昨年度までの研究の過程で意識したのが、各パフォーマンス課題に共通のねらい、つまり、生徒にどのような変容を期待するのかが課題によってぶれないようにすることであった。このためには、育成すべき資質・能力を明確化した上で、本校理科の「コア」をどのように構築し、それを一般的ルーブリックにどのように反映させるかを研究する必要があった。

そして、昨年度末に提示した二つのコア「観察・実験などを適切な操作・方法で主体的に行う力」と「既習事項を踏まえながら、観察・実験の計画、方法、結果などをグループで討論したり、実験の結果をまとめたりする力」を基に、指導、助言者ととも次のような一般的ルーブリックを作成した。

一般的ルーブリック							
達成度 身に付け させたい力	【観点】 小項目	目標レベル		現状レベル		評価の 資料	
		レベル 4 (十分に満足)	レベル 3 (おおむね満足)	レベル 2 (努力を要する)	レベル 1 (努力と支援を要する)		
コ ア	観察・実験 などを適切 な操作・方 法で主体的 に行う力	【観察・実験の技能】 適切な観察・実験操作 ができる。	実験器具等の特 性と使用目的を 理解した上で、 精密な操作がで きる。	実験操作を、手順 通り適切に行う ことができる。	実験操作を、おお むね適切に行う ことができるが、 誤った操作をす ることがある。	適切な実験操作 を行うことがで きない。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート
		【関心・意欲・態度】 よりよい結果を出そ うと、主体的に提案 指摘することができる。	自ら結果を考察 する際に、予想 との差異の原因 を考え、実験操 作の改善点を提 案することができる。	自ら結果を考察 する際に、予想と の差異の原因を 考え、再度実験の 必要性を指摘で きる。	自ら結果を考察 する際に、得られ た実験データか ら理論値との差 異を指摘してい る。	データのみの記 載にとどまり、 実験の結果につ いて考察しよう としない。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート
	既習事項を 踏まえなが ら、観察・ 実験の計画 方法、結果 などをグル ープで討論 したり、実 験の結果を まとめたり する力	【思考・判断・表現】 実験テーマを踏まえ て、よりよい結果を導 き出す方法を考案で きる。	確かな理由付け をもって、より よい結果を導き 出す改善方法を 複数考案できる。	よりよい結果を 導き出す適切な 改善方法を吟味 した上で一つ考 案できる。	実験テーマを踏 まえた改善方法 を、その適、否に かかわらず一つ は考案できる。	実験テーマを踏 まえた改善方法 を考案できな い。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート
		【思考・判断・表現】 実験データの傾向を より分かりやすくま とめることができる。	より適切な表や グラフを用い、 更に分かりやす く実験データの 傾向を要約する ことができる。	表やグラフを用 い、実験データ の傾向を分かり やすく要約する ことができる。	実験データを整 理することができる。	実験データを整 理することがで きない。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート
物事に意欲的 に臨む態度	【関心・意欲・態度】 観察・実験に意欲的 に取り組むことがで きる。	グループでの話 し合いや実験デ ータを基に考察 し、自分の考え をまとめ、妥当 な言葉で表現で きる。	グループでの話 し合いや実験デ ータを基に考察 し、自分の考え をまとめ、表現 できる。	グループでの話 し合いや実験デ ータを基に考察 するが、考えを 表現することが できない。	グループでの話 し合いや実験デ ータを踏まえて 考察しない。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート	
		観察・実験に意 欲的に取り組 み、レポートに 関連事項や類似 した事象などの 記述もある。	観察・実験に意 欲的に取り組み、レ ポートも考察ま で取り組んでい る。	観察・実験には 取り組むが、レ ポートに一部不 備がある。	観察・実験に取 り組む姿勢に問 題がある。	レポート 教科担任 メモ 振り返り シート	

理科における問題解決の過程においては、①問題に対したとき、問題に気付く、②問題の要素を分類整理する、③仮説を立てて、可能な方法を探究する、④結果を予測し、計画を実行する、⑤仮説の意味を推論する、⑥結果より予測したことを振り返り、検証する、といった過程が挙げられる。しか

し、これらを意識するあまり、上記全ての過程に対して評価に取り組むことは、必ずしも現実的でなく有効でないことが分かってきた。

そこで、多くの育成すべき過程の中から本校の生徒がクリアすべき直近の課題を「コア」として選び、新たな課題が生じた際には、その都度検討することとした。

## (2) 生徒の変容の検証

「生徒に身に付けさせたい力」が年間でどの程度育ったのか、生徒の変容についても検証した。ここでは、生徒が自分の学びの状況を確認するために自己評価アンケートを実施し、その結果を分析に生かした。

この3年間、2年生を中心にパフォーマンス課題を実施してきた。そのため、平成26年度の2年生（平成27年度の3年生）は、これまでに多くのパフォーマンス課題に取り組み、習熟度の高い集団になりつつある。一方、平成27年度の2年生は、本年度からパフォーマンス課題に取り組んだ経験の浅い集団である。この二つの集団を比較検討することで、検証を試みた。

### ア アンケート項目

アンケートの実施に際しては、以下の2点にねらいを絞った。

I 平成27年度の3年生と2年生の能力の差異を比較する。

II 3年生の自己評価から、生徒の学びの結果を検証する。

以下、実際に生徒に回答させたアンケートについて説明する。

【実施月】 平成27年5月から6月まで

【対象】 3年生（理系4クラス 150名）、2年生（理系4クラス 160名）

### 【3年生向けアンケート】

以下の問①、問②に答えなさい。

問① あなたは、それぞれの項目（A～F）について、どれくらい自信がありますか。次の4から1までの中から選び、答えなさい。

4：かなり自信がある	3：自信がある	2：あまり自信がない	1：自信がない
------------	---------	------------	---------

問② あなたは、2年生当初と比べて、それぞれの項目（A～F）についてどれくらい向上したと思いますか。次の4から1までの中から選び、答えなさい。

4：かなり向上した	3：向上した	2：あまり向上していない	1：向上していない
-----------	--------	--------------	-----------

- |   |
|---|
| A 観察や実験について、適切な方法で行う力<br>実験操作を、手順どおり適切に行うことができる。                          |
| B よりよい結果を出そうと、工夫する力<br>自ら結果を考察し、予想との違いがある場合はその原因を考え、再度実験することを指摘できる。       |
| C 実験テーマを踏まえて、よい結果を出す方法を考える力<br>よりよい結果を導き出す適切な方法を考案できる。                    |
| D 実験データを、より分かりやすくまとめる力<br>表やグラフを用い、実験データを分かりやすく集約することができる。                |
| E グループでの討論を踏まえ、実験の内容をまとめて表現する力<br>グループでの話し合いや実験データを基に考察し、自分の考えをまとめ、表現できる。 |
| F 観察・実験に意欲的に取り組める力<br>観察・実験に意欲的に取り組み、レポートもおおむね適切に書くことができる。                |

問③ これまで行ってきた探究的な実験を通して、一番大切だと思ったことは何ですか。（自由記述）

2年生に対しても、上記問①について質問した。2年生の回答については、3年生との比較に用いた。上のアンケート項目（A～F）については、評価と実態についての相関を明確にすべきであると

考え、前記(1) 本校理科の「コア」の構築及び理科の一般的ルーブリックで掲げた「生徒に身に付け④させたい力」から、設定した6点の小項目の内容を反映させた。

### イ 結果

集計結果は、資料2から資料7までの結果の特徴が分かりやすいように、問①への回答では、「かなり自信がある」「自信がある」を選択した生徒を「自信がある」の集団に、「あまり自信がない」「自信がない」を選択した生徒を「自信がない」の集団に振り分けた。また、問②への回答では、「かなり向上した」「向上した」を選択した生徒を「向上した」の集団に、「あまり向上していない」「向上していない」を選択した生徒を「向上していない」の集団に振り分けた。

以下に、特徴的な分析結果を示す。

#### (ア) 3年生に優位性が見られた項目

アンケート項目C「実験テーマを踏まえて、よい結果を出す方法を考える力」(資料2)及びアンケート項目E「グループでの討論を踏まえ、実験の内容をまとめて表現する力」(資料3)については、3年生に優位性が見られた。この二つの項目は、これまでの2年間の実践の成果が表れているといえる。

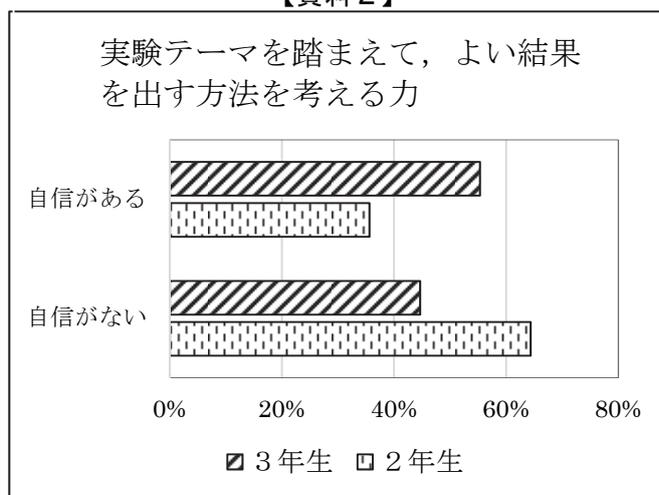
特に「実験テーマを踏まえて、よい結果を出す方法を考える力」については、これまでパフォーマンス課題を構想・作成し、実施する際に指導者が最も配慮してきたことを反映していると言える。教師は、授業で得た知識・理解を活用するパフォーマンス課題を生徒に与えるとき、個人で考えるにしても班で協力して取り組むにしても、生徒が実験のねらいを的確に踏まえて実験操作に取り組み考察することを、最も重視してきた。3年生が自信をもつ結果が出たことは、教師にとっても大きな自信となった。

#### (イ) 3年生に低い評価が出ている項目

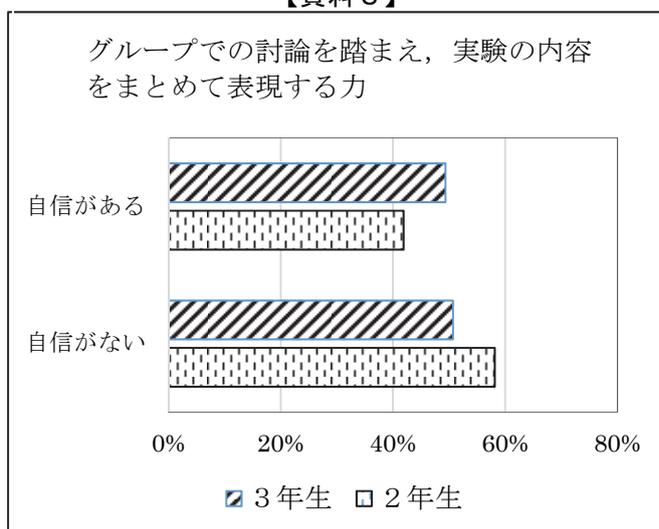
その一方で、アンケート項目D「実験データを、より分かりやすくまとめる力」(資料4)については、3年生の方が低い評価が出ている。これは、2年生のときから、物理、化学で何度もパフォーマンス課題に取り組んだことにより、

予想した理論値等と実験結果の関係を総合的に考察し、その結果を分かりやすくまとめることの難しさを生徒が実感しているからである。この力が向上

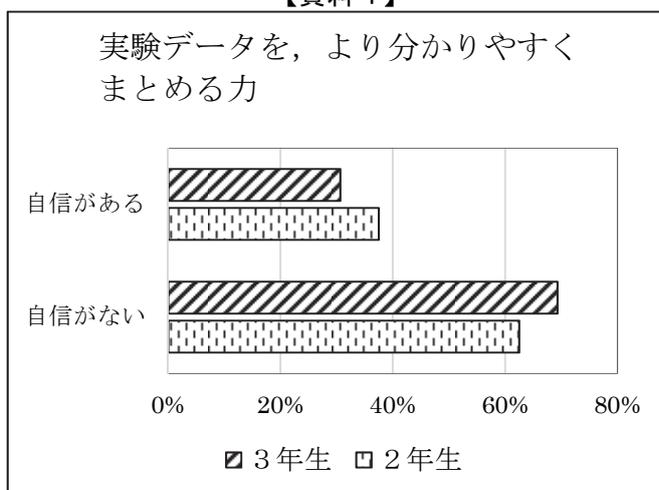
【資料2】



【資料3】



【資料4】



したと生徒が実感できるよう指導法を改善していくことが、今後の課題である。

(ウ) とともに肯定的な回答が高い項目

アンケート項目F「観察・実験に意欲的に取り組める」(資料5)については、学年の隔てなく非常に高い割合で肯定的な回答をしている。生徒たちは、もともと観察・実験が好きであり、この前向きな姿勢を、資質・能力を向上させる取組の中に生かしていくことが重要であると考えた。

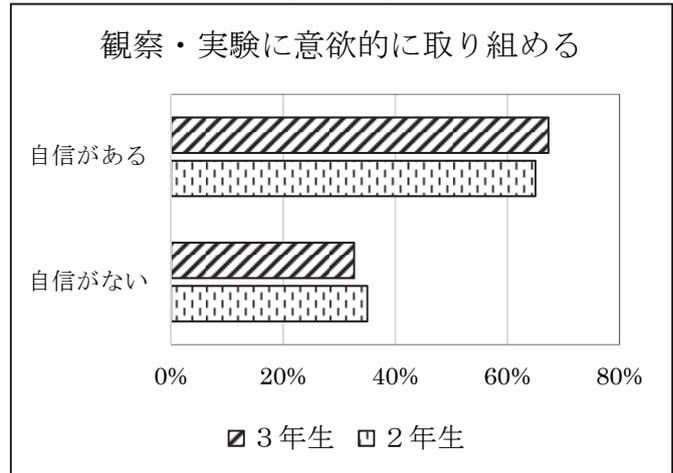
(エ) 項目別の能力の向上(3年生の自己評価)

続いて、問②に対する回答の結果について述

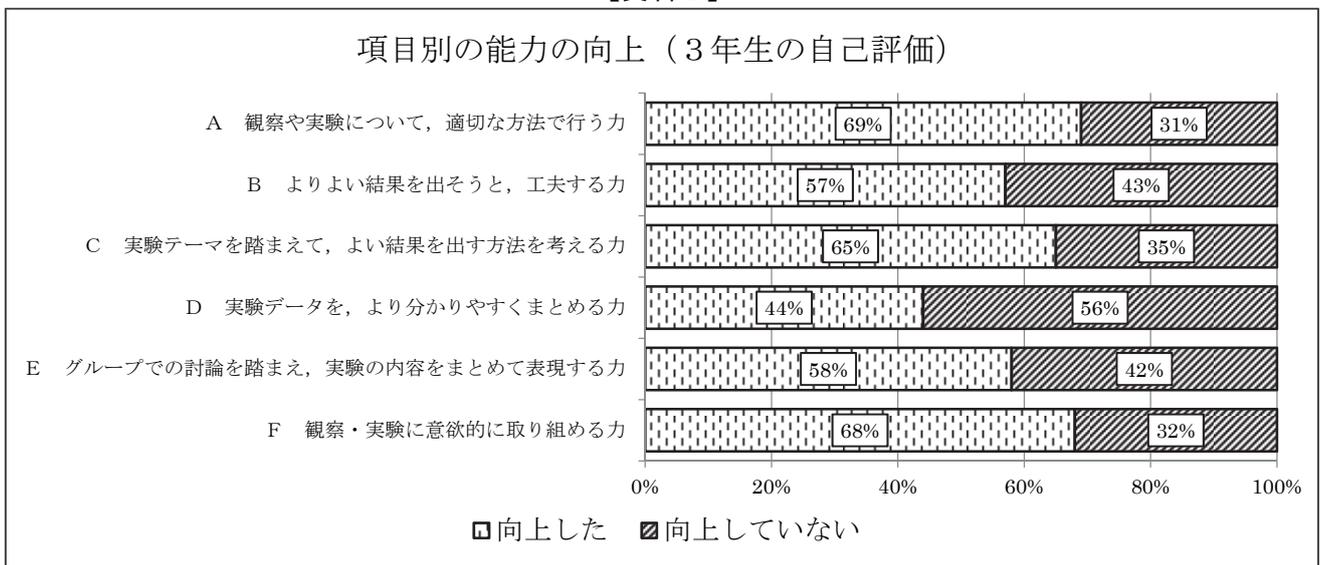
べる。最も注目すべき点は、「全ての項目で肯定的な回答が得られるであろう」と予想していた中で、アンケート項目D「実験データを、より分かりやすくまとめる力」(資料6)については、半数以上が2年次から向上していないと自己評価していた。これは、前述のとおり生徒が自身の課題に気付いている証左である。

生徒の自己評価を主体的な学びにつなげていくためには、①自身の学習や思考の過程を自身で認識する「メタ認知」の能力、②正しいメタ認知に基づいて自身の学習過程を自覚する力、③途中であきらめないうで最後までやり遂げる意志の力、などが必要である。パフォーマンス課題に多く取り組んできた3年生が自己を振り返った結果として「実験データを、より分かりやすくまとめる力」が低い評価となったことで、今後の授業改善の柱が明らかになった。

【資料5】



【資料6】



(オ) 自由記述

問③の「これまで行ってきた探究的な実験を通して、一番大切だと思ったことは何ですか」に対する回答は、①探究の過程、②他者との協力、③興味・関心、④知識・理解の四つの観点に分類できた。それぞれの割合(概数)とともに表記する(資料7)。

【資料7】

【対象 3年生のみ 150名】

「① 探究の過程」が一番大切であると考えた生徒 (54名/150名 36.0%)

・実験の結果を具体的に予想し、結果が違っていたらどこを改善すれば予想に近づくか考えること

- ・予想した上での結果を踏まえて、いろいろと試行錯誤すること
- 「② 他者との協力」が一番大切であると考えた生徒（34名/150名 22.7%）
- ・友達と協力して予測し、案を出し、改善方法を考えること
  - ・班の人と協力して、自分の役割をしっかりと果たすこと
  - ・法則が全てではなくて、実験結果から法則性を見い出すことに意味があると感じた
  - ・仲間と協力することが実験の誤差を減らすことにもつながると思う
- 「③ 興味・関心」が一番大切であると考えた生徒（28名/150名 18.7%）
- ・実験を通して、物理（理科どれでも）という学問に、より深い関心をもつこと
  - ・現象を見たり体験したりすることで、その公式や分野に興味をもち、それが好きになること
  - ・「勉強している！」という感覚だけでなく、興味をもって、頭を柔らかくして、いろいろな知識を吸収することが大切
- 「④ 知識・理解」が一番大切であると考えた生徒（12名/150名 8.0%）
- ・実験で行ったことや現象をしっかりと見て頭に残し、知識として問題を解くときに使うこと
  - ・実験をする前から持っていた知識と、実験の途中または結果からの経験をリンクさせること

このように、「①探究の過程」が一番大切であると考えた生徒が最も多かった。生徒が、パフォーマンス課題に取り組む際には課題の取り組み方に習熟していることが重要であり、これまでの経験で培った力を生かせば、新たな課題に対しても手がかりを得ることができるという見通しをもっているからであると考えられる。こうした自己評価の結果は、われわれ教員に重要な示唆を与えており、平素の授業に反映させる必要がある。

なお、「①探究の過程」を望ましい流れで進め、生徒に適切な思考、判断、表現をさせるためには、習得のための指導が教師に求められているレベルの「④知識、理解」が確実に定着したかということに帰結することを、教師は忘れてはならない。あわせて、生徒にも「うまくいったという雰囲気」を喜ぶのではなく、「推定した仮説や計画通りに確実にできたこと」を喜ぶべきであるということを意識させる必要がある。

### (3) 1年間の取組と成績への反映（提案）

#### ア 年間計画

「本校の生徒に身に付けさせたい力」は3年間を通じてのものであるが、本校ではその育成で核となる時期を2年生として研究に取り組んだ。その際の日程案を提案する。

時期	内 容	時期	内 容
4月 上旬 中旬 下旬	・年間のパフォーマンス課題の設定内容の相談 ・1学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談① ・パフォーマンス課題指導前のアンケート(基準)	10月 上旬 中旬 下旬	【2学期中間考査】 ・2学期パフォーマンス課題の実施と評価
5月 上旬 中旬 下旬	・小課題(観察・実験)の実施 【1学期中間考査】	11月 上旬 中旬 下旬	【2学期期末考査】
6月 上旬 中旬 下旬	・1学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談② ・1学期パフォーマンス課題の実施と評価 【1学期期末考査】	12月 上旬 下旬	・2学期ルーブリック評価, 成績に反映 【冬休み】 ・3学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談①
7月 上旬 中旬 下旬	・1学期ルーブリック評価, 成績に反映 【夏休み】	1月 上旬 中旬 下旬	【冬休み】 ・3学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談②
8月	【夏休み】 ・2学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談①	2月 上旬 中旬 下旬	・3学期パフォーマンス課題の実施と評価 ・パフォーマンス課題指導後のアンケート(成果の確認) 【学年末考査】
9月 中旬 下旬	・2学期パフォーマンス課題の設定と評価基準の相談②	3月	・3学期ルーブリック評価, 成績に反映

## イ 成績への反映

今回、年間を通してパフォーマンス課題の実施とその評価の時期について、上記「ア 年間計画」に基づいて、一般的な普通科の高等学校を想定した上で提案する。

定期考査	課題考査	考査点	評価点	ルーブリック評価の得点 (パフォーマンス課題毎小項目 2~3 項目×3 回=6~9)				ルーブリックを用いた評価における満点
				レベル4	レベル3	レベル2	レベル1	
100 点×5	100 点×1/2×3	650 点	130 点 (考査点の 20%)	5 点	4 点	3 点	2 点	最高 45 点まで (評価点の 35%)

次項「(4) 平素の授業への活用の視点」にも関係するが、パフォーマンス課題から得られる個人の評価の取り扱い方、その総括については、現時点では評価点の 35%までとした。評価の精度の向上と指導者の習熟も考慮すると今後も検討を要するが、突き詰めていくと、学校ごと、教科ごとのシラバスの作成につながるのではないかと考える。

なお、評価点では生徒の活動について、「活動できた部分」について加算していく発想が必要である。「減点」するのではなく、「生徒ができたことに得点を与えていく」という意味で「評価点」という文言を使いながら、評価の趣旨を広めていきたい。

### (4) 平素の授業への活用の視点

実践を繰り返す中で、平素の授業での指導や取組に生かせる内容が、生徒がパフォーマンス課題に取り組む様子から分かってきた。本校における現時点での「平素の授業への活用の視点」をまとめると、以下ようになる。

#### ア 言語活動の充実

前述のように生徒は、予想した理論値等と実験結果の関係を総合的に考察し、その結果を分かりやすくまとめることの難しさを実感している。実験データを、より分かりやすくまとめる力を向上させるには、以下のような言語活動を充実させる指導が有効であると考えた。

- ① 授業での生徒の発言の回数を増やし、「理由」や「思考の過程」を話させる。
- ② 読ませる、考えさせる、書かせる、発表させる、話し合わせる活動を講義の授業にも採り入れる。
- ③ 論理的な文章を書かせる活動を採り入れる。
- ④ 他の生徒の意見を聞いたり、書いたものを読んだりして、それを評価する活動を採り入れる。

そして探究活動を行う場合には、前後の「観察・実験の計画」「観察・実験の結果の分析・解釈」において、科学的な概念や、観察・実験などの根拠に基づいて思考、判断、表現をさせるとよい。

#### イ 探究の過程を学ぶ学習活動の充実

生徒に探究活動の在り方を理解させることは、生徒が観察・実験に対する目的意識をもち、見通しをもって探究に取り組むことにつながる。したがって、観察・実験の前に行う「結果を分析して解釈する、探究の過程を学ぶ学習活動」の充実は、大変重要である。この活動は、以下の内容を定着させることを意識して取り組む。

- ① 自分が解決すべき課題に気付く。
- ② 課題の要素を分類整理する。
- ③ 仮説を立てて、可能な方法を探究する。
- ④ 結果を予測し、計画を実行する。
- ⑤ 仮説の意味を推論する。
- ⑥ 結果より予測したことを振り返り、検証する。

全ての学習内容について直接体験から課題を見いだすことは難しいので、平素の授業では教科書や図説、映像なども活用して認知的な葛藤を引き起こす事象を提示したり、複数の事象を比較したりする活動に取り組むと効果的である。

ウ 日常の「声かけ」を心がけ、生徒の実態把握に努める

授業では、生徒の活動をよく観察し、成績に結びつく評価だけではなく、生徒の学習の到達度や実態に即した日常の「声かけ」を心がけて生徒の実態把握に努める。このことが、形成的な評価に結びつき生徒の資質、能力の向上の足がかりになる。

エ 理科を学ぶ意味や有用性を実感できるようにする

習得した知識や技能を活用しながらさまざまな自然事象について考えることで、理科を学ぶ意味や有用性を実感できるよう、次の点に留意して指導することも重要であると考えます。

- ① 既習事項、生活の中で習得した知識や技能を活用して、解決できる課題を設定する。
- ② 課題は、日常生活や社会と関連するものとする。
- ③ 個人または班の人と協力して課題を解決させる場面を設定する。
- ④ 限られた時間内で解決できるような工夫、活動後の支援を行う。
- ⑤ 「分かった」「できるようになった」という感覚を味わえるようにする。

#### (5) 平成 27 年度の実践（概要）

本年度は、2年生の「物理」「化学基礎」「生物」において、計八つのパフォーマンス課題及び課題特長的ループリックを作成して、実践に取り組んだ。概要は次のとおりである。なお、ウ、カ、キ、クについては、次項「(6) 平成 27 年度の具体的な実践の紹介」で示すので、概要は省略する。

ア 「物理実験（小課題） 水平投射から重力加速度を求める」（5月）

これまでに学習した力学の理論を検証するため式を組み立て、計算値を求め、実験を行い、結果を考察した。水平投射の公式から時間  $t$  を消去し、理論式をつくった上で測定の実験を行い、その結果を理論式に代入し、重力加速度を求めた。

イ 「化学実験（小課題） 電池の仕組みについて考察する」（5月）

ペトリ皿を容器に使いモデルとなるダニエル型の電池をつくり、起電力を測定した。次に、負極の金属や電解質の水溶液の組み合わせを変更して同様の操作を行い、最初のモデルの電池との反応の様子や起電力等の違いを考察した。

なお、この課題では、観察・実験に不慣れな生徒の技能を高めることも目的とした。要所で全体にアドバイスをしながら、生徒だけで主体的に実験に取り組むことができるよう配慮した。

ウ 「物理実験 未知の回折格子の格子定数を導き出そう！！」（7月）

概要省略

エ 「化学実験 捕集する水素の体積を決め、必要な試料等の条件を考え検証する」（7月）

捕集する水素の体積を班で決め、その体積の水素を捕集できる 1.0mol/L の塩酸の体積と M g の質量を算出し、検証した。実験結果を踏まえ、理論値と測定値がずれた原因や、更により結果を得るための改善点等を考察した。

オ 「生物実験 酵素のはたらき（デヒドロゲナーゼ）」（7月）

呼吸の経路で、基質から水素を奪う酵素（脱水素酵素（デヒドロゲナーゼ））のはたらきを、メチレンブルーを指示薬にして調べた。さらに、酵素についてより詳しく調べるため、一般的な酵素のはたらきの特徴の中から実験で確かめたいことを各班で選び、どのような方法で実験を行ったらよいかを個人と班で考えた。

カ 「物理実験 2秒振り子の作成」（10月）

概要省略

キ 「化学実験 万能指示薬を用いた滴定曲線の作成」(10月)

概要省略

ク 「生物実験 原形質分離の観察による等張液の濃度の測定」(10月)

概要省略

### (6) 平成27年度の具体的な実践の紹介

ここでは、(5)の中の四つ(ウ、カ、キ、ク)の実践について詳細を述べる。

ウ 「物理実験 未知の回折格子の格子定数を導き出そう」(7月)

#### (7) 学習指導案

1	教科・科目	理科・物理																		
2	単元名	第3編 波 第3章 光 3. 光の干渉と回折																		
3	単元の目標	観察・実験を通して、光の伝わり方、回折及び干渉について理解する。また、実験の内容を理解し、回折格子を用いてレーザー光の正確な波長及び、未知の回折格子の正確な格子定数を求めることができる。また、正確な値を導出する方法について考察することができる。																		
4	単元の指導計画(全2時間)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配当時間</th> <th>指導内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次(1時間)</td> <td>回折に関する基礎的な内容を復習し、格子定数の分かっている回折格子を用いて、レーザーポインタの光の波長を求める実験を計画して行う。</td> </tr> <tr> <td>2次(1時間) 本時</td> <td>前時の実験の反省を踏まえ、改善点を班で考え、実験を計画してレーザーポインタの波長を求める。そのレーザーポインタを用いて未知の回折格子の格子定数を導出する。</td> </tr> </tbody> </table>			配当時間	指導内容	1次(1時間)	回折に関する基礎的な内容を復習し、格子定数の分かっている回折格子を用いて、レーザーポインタの光の波長を求める実験を計画して行う。	2次(1時間) 本時	前時の実験の反省を踏まえ、改善点を班で考え、実験を計画してレーザーポインタの波長を求める。そのレーザーポインタを用いて未知の回折格子の格子定数を導出する。										
配当時間	指導内容																			
1次(1時間)	回折に関する基礎的な内容を復習し、格子定数の分かっている回折格子を用いて、レーザーポインタの光の波長を求める実験を計画して行う。																			
2次(1時間) 本時	前時の実験の反省を踏まえ、改善点を班で考え、実験を計画してレーザーポインタの波長を求める。そのレーザーポインタを用いて未知の回折格子の格子定数を導出する。																			
5	本時の展開	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>学習活動(生徒)</th> <th>指導上の留意点(教員)</th> <th>評価の観点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>導入</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>前時の班に分かれて着席して、本時の実験の内容を理解する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験の目的と大まかな実験内容、ループリックについて説明し、注意事項を再確認する。</li> <li>説明しすぎないように留意する。</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>展開</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>前時の実験の反省を踏まえて、改善点について話し合う。プリントに改善点をまとめる。</li> <li>改善点を生かして各実験を2回ずつ行う。</li> <li>○実験Ⅰ レーザー光の波長を求める。</li> <li>○実験Ⅱ 未知の回折格子の格子定数を求める。</li> <li>それぞれの値を求める過程をプリントに記載しながら実験を進める。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>危険な作業がないか注意しながら机間指導する。</li> <li>積極的に取り組めていない班に声かけをする。</li> <li>生徒が主体的な活動ができるように指導する。</li> <li>プリントに記述する内容を評価することを伝える。</li> <li>値が計算できた班は板書するように伝える。</li> </ul> </td> <td> <b>【観察・実験の技能】</b>  <b>【思考・判断・表現】</b> </td> </tr> <tr> <td>まとめ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験結果をまとめる。</li> <li>製品規格に記載されている格子定数を知り、実験の誤差や理由について考え、感想を書く。</li> <li>自己評価を行う。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>求めた数値の評価方法について説明する。</li> </ul> </td> <td> <b>【思考・判断・表現】</b> </td> </tr> </tbody> </table>				学習活動(生徒)	指導上の留意点(教員)	評価の観点	導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時の班に分かれて着席して、本時の実験の内容を理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の目的と大まかな実験内容、ループリックについて説明し、注意事項を再確認する。</li> <li>説明しすぎないように留意する。</li> </ul>		展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時の実験の反省を踏まえて、改善点について話し合う。プリントに改善点をまとめる。</li> <li>改善点を生かして各実験を2回ずつ行う。</li> <li>○実験Ⅰ レーザー光の波長を求める。</li> <li>○実験Ⅱ 未知の回折格子の格子定数を求める。</li> <li>それぞれの値を求める過程をプリントに記載しながら実験を進める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>危険な作業がないか注意しながら机間指導する。</li> <li>積極的に取り組めていない班に声かけをする。</li> <li>生徒が主体的な活動ができるように指導する。</li> <li>プリントに記述する内容を評価することを伝える。</li> <li>値が計算できた班は板書するように伝える。</li> </ul>	<b>【観察・実験の技能】</b> <b>【思考・判断・表現】</b>	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験結果をまとめる。</li> <li>製品規格に記載されている格子定数を知り、実験の誤差や理由について考え、感想を書く。</li> <li>自己評価を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>求めた数値の評価方法について説明する。</li> </ul>	<b>【思考・判断・表現】</b>
	学習活動(生徒)	指導上の留意点(教員)	評価の観点																	
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時の班に分かれて着席して、本時の実験の内容を理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の目的と大まかな実験内容、ループリックについて説明し、注意事項を再確認する。</li> <li>説明しすぎないように留意する。</li> </ul>																		
展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時の実験の反省を踏まえて、改善点について話し合う。プリントに改善点をまとめる。</li> <li>改善点を生かして各実験を2回ずつ行う。</li> <li>○実験Ⅰ レーザー光の波長を求める。</li> <li>○実験Ⅱ 未知の回折格子の格子定数を求める。</li> <li>それぞれの値を求める過程をプリントに記載しながら実験を進める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>危険な作業がないか注意しながら机間指導する。</li> <li>積極的に取り組めていない班に声かけをする。</li> <li>生徒が主体的な活動ができるように指導する。</li> <li>プリントに記述する内容を評価することを伝える。</li> <li>値が計算できた班は板書するように伝える。</li> </ul>	<b>【観察・実験の技能】</b> <b>【思考・判断・表現】</b>																	
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験結果をまとめる。</li> <li>製品規格に記載されている格子定数を知り、実験の誤差や理由について考え、感想を書く。</li> <li>自己評価を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>求めた数値の評価方法について説明する。</li> </ul>	<b>【思考・判断・表現】</b>																	
6	評価手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ パフォーマンス課題 格子定数の分かっている回折格子を用いてレーザーポインタの光の波長を求め、波長の分かったレーザーポインタを用いて、未知の回折格子の格子定数を求める実験を行った。実験によって導出された格子定数の値から<b>【観察・実験の技能】</b>、実験プリントに書かれた実験の工夫から<b>【思考・判断・表現】</b>する力を、ループリックを用いて評価する。</li> </ul>																		

○ 課題特殊的ルーブリック（教員用）

【観察・実験の技能】適切な観察・実験操作ができる。

レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
有効数字3桁（誤差0.5%未満）まで正しく格子定数を求めることができた。	有効数字2桁（誤差5%未満）まで正しく格子定数を求めることができた。	有効数字1桁（誤差50%未満）まで格子定数を求めることができた。	格子定数を求めることができなかった。

【思考・判断・表現】実験テーマを踏まえて、よりよい結果を導き出す方法を考案できる。

レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
よりよい結果を出す方法を確認可能な理由をもって複数考案できる。	よりよい結果を出す方法を確認可能な理由をもって一つ考案できた。	実験テーマを踏まえてよりよい結果を出す方法を考案できた。	実験テーマを踏まえてよりよい結果を出す方法を考案できなかった。

(イ) 授業の実際とルーブリックを用いた評価について

3年の物理選択者に、回折格子の格子定数を求めるパフォーマンス課題を実施した。計2時間の授業展開で、1時間目のはじめに回折格子の基本的な問題に取り組み、基礎的な知識を復習した後、格子定数の分かっている回折格子を用いてレーザーポインタの波長を求める実験を行った。2時間目は、1時間目の反省を生かし、実験の改善点を考えさせ、1時間目に使用した回折格子を用いて、レーザーポインタの波長を再度求めさせた。次に波長の分かったレーザーポインタを用いて、未知の回折格子の格子定数を求める実験を行った。

今回の課題では、精度の高いデータを得るために同じ内容の実験2回ずつ行うこととした。本校理科のコアである「観察・実験などを適切な操作・方法で主体的に行う力」における【観察・実験の技能】については、2回の実験結果を踏まえた根拠のあるデータ処理により格子定数が導出できたかどうかで、評価した。

この取組の「観察・実験の技能」の評価については、以下のような結果となった。

- レベル4「有効数字3桁（誤差0.5%未満）まで正しく格子定数を求めることができた」（16名）
- レベル3「有効数字2桁（誤差5%未満）まで正しく格子定数を求めることができた」（87名）
- レベル2「有効数字1桁（誤差50%未満）まで正しく格子定数を求めることができた」（7名）
- レベル1「格子定数を求めることができなかった」（9名）

2回実験を行わせているので、実験操作の技能をはかることについては妥当性があると考えた。なお、データが正しく四捨五入されていなかったり、必要な桁までデータが記述されていなかったりする、有効数字を正しく理解できていないと思われる生徒については、改めて指導した。

また、「既習事項を踏まえながら、観察・実験の計画、方法、結果などをグループで討論したり、実験の結果をまとめたりする力」における【思考・判断・表現】については、実験の改善点の記述で評価した。具体的な記述は、次のようであった。



実験計画を確認する様子



机に固定した回折格子

- I 気付いてほしい改善すべき点を捉え、その操作方法が実現できている記述
- ・レーザーを回折格子に垂直で当てるため、二つの1次回折光までの距離を等しくする。(10名)
  - ・測定誤差を小さくするため、実験装置を大きくした。(6名)
  - ・0次回折光と1次回折光のなす角が大きいので近似を用いず、三平方の定理で  $\sin \theta$  を求めた。(55名)
- II 気付いてほしい改善すべき点を捉えているが、実現できていない記述
- ・レーザーを回折格子に垂直に当てた(垂直に当てた根拠なし)。(26名)
  - ・回折格子の向きを床に対して水平にした(水平の根拠なし)。(12名)
  - ・床に映しだされた回折光の測定する場所に着目した。(4名)
- III 気付いてほしい内容に気付いていないが、実験・導出についてさまざまな工夫の記述
- ・測定を正確に行った。(55名)
  - ・測定しやすいように、床に紙を貼り、ポイントを打った。(23名)
  - ・2回行った。(5名)
  - ・一つの式でまとめ計算した。(6名)

Iの記述は、着目した改善点もよく、その改善方法に科学的な思考が含まれていると判断したものである。IIの記述は、着目した改善点はよいが、その操作方法が感覚的に行われたと判断したものである。IIIの記述は、実験を行うに当たっての工夫であり、どの実験にも当てはまると判断したものである。

今回のルーブリックでは、Iの記述が複数あればレベル4、Iの記述が一つあればレベル3、Iの記述はないが、改善点の記述があればレベル2、書かれていなければレベル1となる。このルーブリックで評価すると、Iに該当する記述のみの評価となり、限定的な評価となってしまうと考えられる。

これまでのルーブリックについても、求める記述が複数書かれているか、一つ書かれているか、書かれていないかで評価していたが、この方法では、生徒の記述が全て十分に評価できていないことになる。今回の実践を踏まえて考えたことは、一つ一つの記述をそれぞれI、II、IIIで評価を分けた上で、それぞれの記述にI、II、IIIに対応した点数を与える方法がよいのではないかと考えた。手間はかかるが、これにより「評価されない記述」をなくすことができると考えた。

#### カ 「物理実験 2秒振り子の作成」(10月)

##### (ア) 学習指導案

1 教科・科目	理科・物理								
2 単元名	第1編 力と運動 第4章 円運動と万有引力 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">3</span> 単振動								
3 単元の目標	単振動の基礎的な見方や考え方にに基づき、物体の運動を観察・実験などを通して探究し、周期に関する概念や原理・法則を系統的に理解し、活用できるようにする。								
4 単元の指導計画(全3時間)	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">配当時間</th> <th>指導内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次(1時間)</td> <td>鉛直ばね振り子の周期の測定実験、測定方法と誤差に関する基礎的知識(単振動の周期と質量の関係を理解させながら、実際に測定する場合の方法と注意すべき事項を確認する。)</td> </tr> <tr> <td>2次(1時間)</td> <td>単振り子の周期の測定実験(単振り子の周期を測定し、測定した数値を理論式に代入して重力加速度を求める実験に取り組むとともに、単振り子の周期がどのような物理量に依存しているか確認し、単振り子の周期と糸の長さの理論値を求める。)</td> </tr> <tr> <td>3次(1時間)</td> <td>2秒振り子の作成実験(本時)</td> </tr> </tbody> </table>	配当時間	指導内容	1次(1時間)	鉛直ばね振り子の周期の測定実験、測定方法と誤差に関する基礎的知識(単振動の周期と質量の関係を理解させながら、実際に測定する場合の方法と注意すべき事項を確認する。)	2次(1時間)	単振り子の周期の測定実験(単振り子の周期を測定し、測定した数値を理論式に代入して重力加速度を求める実験に取り組むとともに、単振り子の周期がどのような物理量に依存しているか確認し、単振り子の周期と糸の長さの理論値を求める。)	3次(1時間)	2秒振り子の作成実験(本時)
配当時間	指導内容								
1次(1時間)	鉛直ばね振り子の周期の測定実験、測定方法と誤差に関する基礎的知識(単振動の周期と質量の関係を理解させながら、実際に測定する場合の方法と注意すべき事項を確認する。)								
2次(1時間)	単振り子の周期の測定実験(単振り子の周期を測定し、測定した数値を理論式に代入して重力加速度を求める実験に取り組むとともに、単振り子の周期がどのような物理量に依存しているか確認し、単振り子の周期と糸の長さの理論値を求める。)								
3次(1時間)	2秒振り子の作成実験(本時)								

## 5 本時の展開

3次	学習活動（生徒）	指導上の留意点（教員）	評価の観点
導入	<p>本時の目標および流れを確認する。</p> <p>Step1 周期が2秒の単振り子の糸の長さを求める。</p> <p>Step2 設定した2秒振り子を実際に測定する。</p> <p>Step3 今回の実験を振り返る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>この実験で身に付けてほしい力と自己評価の説明をする。</li> <li>(※ ルーブリック参照)</li> <li>授業開始 30分までに、黒板に求めた糸の長さを書きに来よう伝える。</li> </ul>	
展開	<p>Step1 周期が2秒の単振り子の糸の長さを求める。</p> <p>前回十分なデータがとれていないグループは、測定の続きを行う。</p> <p>Step2 長さを求めることができたグループから、120cmの糸を取りに来て、振り子の長さを設定し、待機する（その間に、考察を整理してプリントにまとめておく）。</p> <p>設定した2秒振り子を実際に測定し記録を記入する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前回までの注意事項を実践するよう促す。</li> <li>どんな小さな工夫もプリントに記述するよう促す。</li> <li>自分と他人の意見を分けて記述するよう促す。</li> <li>グラフを書いて規則性を見つけるよう促す。</li> <li>支援を要する場合は、グループ内で相談するよう促す。</li> <li>授業開始から30分後までに、黒板に求めた糸の長さを書きに来よう伝える。</li> <li>一斉に測定を開始し、各グループの測定結果を板書する。</li> </ul>	<p>観察・実験の技能 思考・判断・表現</p> <p>観察・実験の技能 思考・判断・表現</p>
まとめ	<p>Step3 今回の実験を振り返る。</p> <p>自己評価と実験の感想を書き、プリントを完成する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プリントを回収する。</li> <li>次回の授業で単振り子の周期の公式の導出をすることを伝える。</li> </ul>	<p>思考・判断・表現</p>

## 6 評価手法

### ○パフォーマンス課題

前時までの活動を経て、周期が2秒の単振り子の糸の長さを求め、実際に設定した長さで2秒振り子を作成する。

### ○課題特殊的ルーブリック（教員用）

達成度 身に付けさせたい力	【観点】 小項目	レベル4 (十分に満足)	レベル3 (おおむね満足)	レベル2 (努力を要する)	レベル1 (努力は必要)	評価の 資料
観察・実験などを適切な操作・方法で主体的に行う力	【観察・実験の技能】 適切な観察・実験操作ができる。	適切な実験操作(※)を行い、誤差を減らす工夫を複数実践することができる。	適切な実験操作を行い、誤差を減らす工夫を実践することができる。	適切な実験操作を行うことができる。	適切な実験操作を行うことができない。	実験プリント、 机間指導メモ
既習事項を踏まえながら、観察・実験の計画、方法、結果などをグループで討論したり、実験の結果をまとめたりする力	【思考・判断・表現】 実験データの傾向をより分かりやすくまとめることができる。	グラフを用いて実験データを整理し、二次関数という規則性を見いだしている。	グラフを用いて実験データを整理することができる。	表を用いて実験データを整理することができる。	実験データを整理することができない。	実験プリント、 机間指導メモ
	【思考・判断・表現】 グループでの話し合いを踏まえ、自分の考えをまとめ、自分の言葉で表現できる。	グループでの話し合いや実験データを基に考察し、自分の考えをまとめ、参考にした意見と分けて分かりやすく表現できる。	グループでの話し合いや実験データを基に考察し、自分の考えをまとめ、参考にした意見と分けて表現できる。	グループでの話し合いや実験データを基に考察し、自分の考えをまとめ、参考にした意見と分けて表現できる。	グループでの話し合いや実験データを基に考察するが、考えを表現することができない。	実験プリント、 机間指導メモ

※生徒用ルーブリックはレベル4を削除し、パフォーマンス課題（実験プリント）に記載して自己評価をさせる。

(イ) 授業の実際とルーブリックを用いた評価について

本時（3次）の前までの授業である2次の授業までに、生徒は単振動の周期の公式と、水平ばね振り子及び鉛直ばね振り子について学習しているが、単振り子については学習していなかった（資料8）。

【資料8】ルーブリックの一つ目の小項目「適切な観察・実験操作ができる」について

	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
①自己評価		38%	46%	15%
②教員による評価	65%	35%	0%	0%

1次・2次の授業で学習した、次の測定時の留意点Ⅰ～Ⅵを「適切な実験操作」の方法として定義した。

- Ⅰ 糸をはさむクリップは、まっすぐになるようにスタンドに固定する。
- Ⅱ 糸は伸びるので、おもりをぶら下げた状態で支点からおもりの重心までの長さを測る。
- Ⅲ おもりの回転が完全に止まってから振り子を振動させる。
- Ⅳ 振幅は3cm以下とする。
- Ⅴ 二重振り子にならないように、動き始めてしばらくしてから測定を開始する。
- Ⅵ 10周期ごとのスプリットタイムを測り、引き算で20周期分を計算し、平均の周期を求める。

これらのうち、Ⅴについては測定開始の時点しか生徒の様子を確認できないため、全員の記録を取ることができなかった。そこで、今回はⅤ以外の5点が全てできていればレベル4、4点できていればレベル3、3点できていればレベル2、2点以下ならレベル1とし、生徒の様子を確認した。なお、それぞれの生徒の評価を基にグループ全体の評価もした。



2秒振り子に挑戦

Ⅰのクリップの固定については、2次の授業後にスタンドの位置をリセットしていたにも関わらず、全グループができていた。Ⅱもおもりに重心を示す赤い線が入っているため、全員ができていた。Ⅲも前回使用した糸を用いたため、全グループができていた。Ⅵは実験プリントを的確に読み取ることで全員できていた。そのため今回は、Ⅳの振幅について、的確にできているかどうかでレベル4とレベル3が決まり、レベル2とレベル1は該当者なしとなった（資料9）。

【資料9】ルーブリックの二つ目の小項目「実験データの傾向をより分かりやすくまとめることができる」について

	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
①自己評価		50%	35%	15%
②教員による評価	15%	72%	12%	1%

授業のはじめに、表が書けていればレベル2、グラフが書けていればレベル3と伝えたので、87%の生徒がレベル3以上に到達することができた。しかし、自己評価では50%にとどまっており、該当生徒に確認したところ、「二次関数のグラフ」が書けていることだと読み取っていたことが分かった。また、縦軸に糸の長さ、横軸に10周期ごとの累積の時間という誤ったグラフ（これは原点を通る直線となる）を書いていた生徒は、レベル2と判断した。自己評価でレベル1とした生徒は、罫線を書いていなかったため、表ではないと判断していたことが後で分かった。

二次関数に気付いたレベル4は、3クラスの全37グループ中7グループあり、そのうち4グループが理論上の正解である99.3 [cm] から±1 [cm]（周期1.990～2.010秒）の範囲に収まっていた。

このように、今回の実験は、二次関数という規則性に気付けばかなり精度よく求められる実験であり、レベル4の生徒たちの感想は満足感がうかがえるものが多く、逆に他の生徒からは、うまくいかなかった悔しさが感じられた。5月実施の水平投射の課題の反省を生かし、生徒にとっても教師にとってもより明確に判断できるルーブリックを設定したつもりであったが、今回の実験では、確かに生徒のモチベーションに直結する数値目標を、そのまま一つのルーブリックである「観察・実験の技能」の評価に置き換えることができた実験になったと感じている。今回の実験結果の分布から考えると、本校で実施する場合の数値目標は、

レベル4 「理論値から±0.5 [cm] の精度で、必要な長さを求めることができた」

レベル3 「理論値から±1 [cm] の精度で、必要な長さを求めることができた」

レベル2 「理論値から±1.5 [cm] の精度で、必要な長さを求めることができた」

レベル1 「測定値を基にして、必要な長さを求めるための記述や計算をしていない」

が妥当であると考えられる。ただし、正比例ではなく、切片を含めて一次関数として計算して100 [cm] と求めたグループも2グループあった（今回の評価ではレベル3に該当）ため、自己評価をさせる際に「二次関数に気付いていること」を条件に含めるかどうかをきちんと伝え、生徒と教員で共通認識をもっておく必要があると考える（資料10）。

【資料10】ルーブリックの三つ目の小項目「グループでの話し合いを踏まえ、自分の考えをまとめ、自分の言葉で表現できる」について

	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
①自己評価		25%	67%	7%
②教員による評価	23%	29%	45%	3%

1次の実験から「自分と他人の意見を分けて表現する力」の大切さを指導してきたため、レベル4の内容を、レベル3に「参考にした意見と分けて」という条件を追加したものにした。なお、3次の授業では2次で測定したデータも考察に用いているため、二つ目と三つ目のルーブリックについては、2次と3次の両方の実験プリントを併せて評価対象とした。また、「考察」という言葉の定義が曖昧であったため、今回は必要な長さを求めるための記述や計算がしてあればそれを「考察」とみなしたが、記述が自分で考えたものなのか、グループ内の他の生徒と話し合った内容をまとめたものなのかの判断が難しく、レベル2と3の違いを判断するのが難しくなった点を、今後は改善したい。

#### キ 「化学実験 万能指示薬を用いた滴定曲線の作成」（10月）

##### (ア) 学習指導案

1 教科・科目	理科・化学基礎
2 単元名	第三部「物質の変化」 第2章「酸と塩基」
3 単元の目標	中和滴定実験で使用する実験器具の扱い方を習得するとともに、酸と塩基の量的関係とpHの変化について理解し、実験結果のデータ処理および考察ができるようにする。 本時の目標 万能pH指示薬を用いた中和滴定で、滴定曲線を描き、中和点を求める。
4 単元の指導計画（全12時間）	
配当時間	指導内容
1次（2時間）	酸、塩基の性質や中和反応におけるこれらの量的関係について理解させる。
2次（3時間）	水素イオンの授受による定義やその強弱と電離度との関係を理解させる。
3次（2時間）	pHと水素イオン濃度や水の電離との関係を理解させる。
4次（3時間）	中和反応については、酸、塩基の価数と物質量との関係を理解させる。 反応する酸、塩基の強弱と生成する塩の性質との関係を理解させる。
5次（2時間）	検証実験1 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定 検証実験2 万能指示薬を使用して、中和滴定曲線を描く（本時）。

## 5 本時の展開

	学習活動（生徒）	指導上の留意点（教員）	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>前回のプリントで確認する。</li> <li>本時の目標および流れを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中和滴定の基本操作を指摘させる。</li> <li>本時の到達目標について共通認識をもつことができるようにする。</li> </ul>	
展開	<p>① 仮説</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math> の中和滴定で、万能 pH 指示薬を使用すれば、滴下量と水溶液の色から連続的な滴定曲線を描くことができる。</li> <li>滴定曲線の中和点から塩酸の濃度を求めることができる。</li> </ul> <p>② 実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各自で算出した量の試料を測りとる。</li> <li>中和滴定の操作の留意点等を確認し、検証実験を行う。</li> </ul> <p>③ データ処理と考察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pH と滴下量のデータから滴定曲線を描く。</li> <li>グラフの中和点から塩酸の濃度を算出する。</li> <li>実験結果を考察し、曲線の解説や計算結果の分析を記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>万能指示薬の色と pH の値を示す「サンブル」を教卓に置き、水溶液の pH を判断する参考にするよう伝え、中和点付近の pH 値変化が急激なことに注意させる。</li> <li>滴定曲線を描いたら、グラフで pH 7 の塩基の滴下量を、酸の濃度算出の計算値に使用するよう促す。</li> <li>机間指導して安全に実験が行われているか確認するとともに、実験進行を促すよう声かけをする。</li> <li>迅速に 2 回実験できるように促す。</li> <li>滴下しすぎて飛んだ色の所は、予想した曲線を描くように伝える。</li> <li>中和滴定の中和点は、酸と塩基の当量点から求められることを示す。</li> <li>グラフの概要解説や計算結果の分析を各自で説明するよう促す。</li> </ul>	<p>観察・実験の技能</p> <p>観察・実験の技能</p> <p>思考・判断・表現</p>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時の学習内容を確認し、授業振り返りシート（実験プリント裏面）を完成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中和点付近の pH 変化についてヒントを与える。</li> </ul>	思考・判断・表現

## 6 評価手法

### ○パフォーマンス課題

万能指示薬を用いた中和滴定の実験に取り組む。得られたデータを基に滴定曲線を描き、確認できた中和点から濃度が未知の塩酸の濃度を求める。

### ○課題特殊的ルーブリック

#### 【観察・実験の技能】

レベル4 (十分に満足)	レベル3 (おおむね満足)	レベル2 (努力を要する)	レベル1 (努力と支援を要する)
酸の測り取り、塩基の滴下、目盛りの読み取り等の中和滴定を迅速かつ正確に行い、連続的な滴定曲線を描くための実験データを複数回得ている。	酸の測り取り、塩基の滴下、目盛りの読み取り等の中和滴定を行うことができ、連続的な滴定曲線を描くためのデータを得ている。	酸の測り取り、塩基の滴下、目盛りの読み取り等の中和滴定を行うことができるが、連続的な滴定曲線を描くためのデータが不足している。	酸の測り取り、塩基の滴下、目盛りの読み取り等の中和滴定操作を行うことができず、実験のデータが得られない。

#### 【思考・判断・表現】

レベル4 (十分に満足)	レベル3 (おおむね満足)	レベル2 (努力を要する)	レベル1 (努力と支援を要する)
複数回の実験データからよい値を選択し、連続的な滴定曲線の作成と塩酸の濃度計算ができ、曲線の解説や計算結果の分析が正しくできる。	実験データを整理し、連続的な滴定曲線の作成し、グラフの中和点から塩酸の濃度を求めることができる。	実験データを整理して、滴定曲線は描くことができるが、中和点を正しく求めることができない。	実験データを整理することができず、滴定曲線が描けない。

(イ) 授業の実際とルーブリックを用いた評価について  
 本時の授業では、万能指示薬を使用して、中和滴定曲線を描いた。以下の a, b の 2 項目について、上述のルーブリックを用いて、実験後に提出させた実験プリント、振り返りシートより、レベル 4 から 1 までの評価をつけた。プリントの未提出や未記入項目が多い場合もレベル 1 とした。なお、レベル 3 の該当者の中で、指導者が実験中の机間指導の際、迅速に実験を繰り返し実施でき、適切な観察・実験の操作が十分にできていると判断した場合は、レベル 4 とした。



万能指示薬の色を提示する

a 「観察・実験の技能」の評価について  
 観察・実験の技能の評価は、振り返りシートの自己評価と、実験中の机間指導で確認したことも踏まえて総合的に判定した。複数回の実験が迅速かつ適切に行われていると判断し、レベル 4 と評価した生徒は 5.0% だった。次に、担当したクラスの評価結果を示す（資料 11）。



中和滴定の様子

【資料 11】ルーブリックの「観察・実験の技能」について

	レベル 4	レベル 3	レベル 2	レベル 1
評価結果	5.0%	57.5%	35.0%	2.5%

b 「思考・判断・表現」の評価について

生徒が提出した実験プリントの「グラフの概要解説」に記載された内容、塩酸の濃度の算出結果、振り返りシートの自己評価も踏まえて総合的に判定した。その結果、レベル 4 と評価した生徒は 12.5% だった。また、レベル 1 と評価した生徒が 2 名いたが、これは滴下量をグラフに正しくプロットできず、間違った滴定曲線を描き、中和点を正しく求められなかった生徒であった。次に、担当したクラスの評価結果を示す（資料 12）。

【資料 12】ルーブリックの「思考・判断・表現」について

	レベル 4	レベル 3	レベル 2	レベル 1
評価結果	7.5%	35.0%	52.5%	5.0%

7 月に実施した、水素を捕集する実験と比較すると、この a, b の評価結果はどちらも到達度レベルは全体的に低かった。設定したルーブリックのレベル 4 の要求度が高かったことと、実験操作の難易度が高かったことが要因と思われる。

#### ク 「生物実験 原形質分離の観察による等張液の濃度の測定」（10月）

(ア) 学習指導案

1 教科・科目	理科・生物
2 単元名	第 1 章 細胞と分子 第 2 節 細胞膜を介した物質の移動 ②細胞膜を介した物質の通過
3 単元の目標	細胞において、濃度勾配にもとづく拡散によって生じる受動輸送と、濃度勾配に逆らって起こりエネルギーの供給を必要とする能動輸送について理解する。細胞内外の濃度差に応じた水の受動輸送によって生じる原形質の体積変動や、細胞膜を通過できないほど大きな分子の移動について理解する。

#### 4 単元の指導計画（全5時間）

配当時間	指導内容
1次（2時間）	拡散、受動輸送と能動輸送についての概要、高張液・等張液・低張液について 動物細胞での水分子の受動輸送、植物細胞での水分子の受動輸送について
2次（1時間）	原形質分離の観察Ⅰ
3次（1時間）	原形質分離の観察Ⅱ（本時）
4次（1時間）	アクアポリン、能動輸送、エンドサイトーシスとエキソサイトーシスについて

#### 5 本時の展開

	学習活動（生徒）	指導上の留意点（教員）	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験Ⅰの結果と試薬の濃度を確認し、用いる溶液の濃度と、葉を浸す時間を決定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験Ⅰの結果を踏まえて進めていくという手順を確認する。</li> <li>実験しやすい濃度を選択することも重要であることを確認する。</li> </ul>	知識・理解
展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>4名1班で協力し、4種類の濃度の液に浸しておいたオオカナダモの葉で、プレパラートを作成する。</li> <li>検鏡し、顕微鏡視野内の細胞数と原形質分離を起こしている細胞数を記録し、原形質分離の割合を出す。</li> <li>クラスメートの結果を集約する。</li> <li>原形質分離の割合の平均値を出す。</li> <li>スクロース水溶液の濃度と原形質分離の割合のグラフを作成し、原形質分離の割合が50%になる濃度を読み取る。</li> <li>時間があれば、浸透圧を算出する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間の都合で、オオカナダモの葉をあらかじめ溶液に浸しておいたものを準備してあることを告げ、プレパラートの作成を指示する。</li> <li>器具は事故のないように取り扱うことと、役割を分担して実験に取り組むことに留意させる。</li> <li>8人を1グループとする。実験データの処理法を紹介する。</li> <li>「ここからは各自で」と強調する。</li> <li>縦軸横軸の目盛等を工夫し、分かりやすいグラフを描くことを促す。</li> <li>読み取り方が分るよう文章で表現するか、グラフ中に書き込むように促す。</li> <li>計算式を書くことを促す。</li> </ul>	観察・実験の技能  思考・判断・表現
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験プリントの内容を再確認する。</li> <li>【振り返り】欄に記入し提出する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時のまとめをする。</li> <li>自分の言葉で書くよう促す。</li> </ul>	関心・意欲・態度

#### 6 評価手法

##### ○パフォーマンス課題

細胞内外の溶液の濃度差によって生じる原形質分離を、顕微鏡で観察する。溶液の濃度によって変化する原形質分離の割合をグラフにまとめるとともに、そのグラフを活用して細胞の等張液の濃度を測定する。

##### ○課題特殊的ルーブリック

達成度 身に付け させたい力	【観点】 小項目	レベル4 (十分に満足)	レベル3 (おおむね満足)	レベル2 (努力を要する)	レベル1 (努力と支援を要する)	評価の 資料
観察・実験などを適切な操作・方法で主体的に行う力	【観察・実験の技能】	顕微鏡観察の技能を修得しており、時間内に原形質分離の割合が全て出せた。	顕微鏡観察の技能を修得しており、時間内に原形質分離の割合が二つから三つ出せた。	顕微鏡操作の技能が不十分で、時間内には原形質分離の割合が一つしか出せなかった。	顕微鏡観察の技能が不十分で、自力では時間内に一つもデータを出せなかった。	実験プリント 【結果】 【振り返り】 授業者の記録
既習事項を踏まえながら、観察・実験の計画、方法、結果などをグループで議論したり、実験の結果をまとめたりする力	【思考・判断・表現】	グラフが正確であり、原形質分離の割合50%の読み取りに関する書き込みも明確である。	縦軸・横軸とその単位が明記されており、計算した原形質分離の割合の平均値に基づき正しくプロットされている。	縦軸・横軸とその単位は明記されているが、計算した原形質分離の割合の平均値に基づき正しくプロットされていない。	縦軸・横軸とその単位が明記されていない。	実験プリント 【結果】 授業者の記録

(イ) 課題特殊的ルーブリックを用いた評価

「観察・実験の技能」については、実験プリントの結果（測定できた原形質分離の割合）及び「振り返り」の自己評価と授業者の記録を基に、それぞれについて評価した（資料13）。

【資料13】ルーブリックの「観察・実験の技能」について

	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
結果（測定できた原形質分離の割合）より	0人	9人	7人	0人
「振り返り」の自己評価より	2人	11人	7人	1人
授業者の記録より	0人	8人	8人	0人

この課題では、4種類の水溶液でどのように原形質分離がおこるか調べるため、4回の顕微鏡観察によりそれがおこっている細胞数を確認する。今回は原形質分離の割合の算出を授業時間内で全てできた生徒はいなかった。これは、生徒の顕微鏡観察の技能を授業者が過大評価していたことと、4人で4種類のプレパラートを交換して観察するという方法をとったため、技能が高い生徒もプレパラートが空くのを待たねばならなかったためである。ルーブリックの到達度の基準変更も考えたが、顕微鏡観察技能の向上を期待して、そのまま評価した。割合が二つ出せたが【振り返り】でレベル1と自己評価している生徒があり、授業者の記録も加え、レベル2と評価した。



データを数えている様子

【思考・判断・表現】については、実験プリントの結果（グラフの記録）と授業者の記録を総合的に評価した（資料14）。

【資料14】ルーブリックの「観察・実験の技能」について

	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1
評価結果	0人	2人	2人	12人

酸素解離曲線、光-光合成曲線などを既に学習してきたので、①実験条件での変化量を横軸に、実験結果を縦軸にグラフを作成し、②縦軸横軸の項目と③単位を明記し、④基準となる数値を記入し、⑤実験結果をプロットするところまではでき、⑥実験内容と実験結果を踏まえて近似線を引く段階からの解説を予想していた。結果は、④は16名全員、⑤は15名できているものの、②が12名できておらず、内2名は③も書いてなかった。そして7名が、縦軸と横軸が逆であった。④⑤はできているので、原形質分離の割合50%となるスクロース水溶液の濃度の読み取りは、8名ができていた。①～⑤までできているにも関わらずグラフの縦軸の目盛の取り方が雑だった生徒もいたが、この場合はレベル2と評価した。

実験データに基づくグラフの作成は初めてだったので、グラフの作成手順、グラフにとって大切なことを確認するよい機会となった。ただし、次年度同じパフォーマンス課題でルーブリックを用いた評価をする場合は、達成度の基準を変える必要がある。

(ウ) 実験に取り組む姿勢の確認と他者評価を実施してみた

7月の実践と同様に、課題特殊的ルーブリックとは別に、振り返りによる自己評価を実施したところ、次のような結果になった（資料15）。

【資料15】

レベル	達成度	自己評価	7月との比較	授業者の評価
4	レベル3に加え、気になったことや気付いたことも書き込んだ。	0人	増減なし	0人
3	観察・実験にしっかり取り組み、実験プリントも丁寧に書きこんだ。	6人	2より上昇1名	8人
2	観察・実験にはしっかり取り組んだが、実験プリントはきちんと書けなかった。	10人	3より下降8名 1より上昇1名	8人
1	観察・実験に、しっかり取り組めなかった。	0人	増減なし	0人

7月の実践とは異なり、プリント提出を授業終了時としたため記入時間が短く、「実験プリントはきちんと書けなかった。」という思いから、自己評価としてレベル2を選んだ生徒が多いと考えられる。今回は授業者の評価と大きなずれが生じた生徒はなく、生徒も客観的に自己評価することに慣れてきたように思われる（資料16）。

【資料16】

他者評価	班のメンバーの中で、今回の実験で最も活躍した人と3名以上に書かれた。	2人
	班のメンバーの中で、今回の実験で最も活躍した人と2名に書かれた。	1人
	班のメンバーの中で、今回の実験で最も活躍した人と1名に書かれた。	5人
	班のメンバーの中で、今回の実験で最も活躍した人と書かれなかった。	8人

今回は2班で票が1名に集まった。協力して進める手順が少ないパフォーマンス課題だったためと思われる。

(エ) 2回（7月・10月）のパフォーマンス課題とルーブリックを用いた評価を実践して

最初はより進歩的な実験テーマ・手法を題材にしようと思ったが、本年度は定番の実験を「多様な評価手法」の観点で見直し、実験計画の段階から達成度を考え、その点を意識しながら実践していくという形で研究に取り組んだ。パフォーマンス課題は、同じ生徒に対し同じ内容で複数回実施することはできない。生徒にとっては1回の実践であり、評価である。理系の生物を選択した授業は1講座しかなく、他クラスでの実施を基に補正するということもできないので、授業者にとっても1年に1度の実践となる。こういった条件から、パフォーマンス課題を工夫したり生徒の実態に合わせ達成度の基準を変えたりするには、年度をまたぐことになる。また、授業時間数も限られているので、必ず取り組むべき定番の実験をパフォーマンス課題にアレンジして取り組む方針が適当であると考えた。

評価すべき内容を意識しながら実験プリントを作成すると、生徒に記入してほしい内容が明確になるため、そこに照準を合わせた構成の教材になり、評価もしやすくなると感じた。

なお、10月の実践でも達成度の基準はできるだけ具体的にしたいと考えていたが、最後は実験データだけで評価するのを避け生徒の自己評価も加えたため、一部の生徒の評価の判断が難しくなった。また、グラフの作成においても、想定していない解答も幾つかあり、この評価にも迷った。教師が理解しているつもりで実は見えてなかった生徒の実態が新たに発見され、それを把握するまでのこの評価の難しさを感じた。

## 5 実践のまとめと考察

パフォーマンス課題作成の前提となる「本校理科としてのコア」を教員が共有することで教育活動の軸足が定まり、これにより課題の設定から課題特殊的ルーブリックを生かした評価までを連動させて実践を積み重ねてきた。そして、一般的ルーブリックの活用、生徒の自己評価の結果等も踏まえた3年間の実践研究から、以下の2点が重要であると考えられるようになった。

### (1) パフォーマンス課題の充実

各大単元において、できるだけリアルな文脈で知識やスキルを総合して使いこなすことを求めるパフォーマンス課題を設定し、定期的に生徒に取り組みさせることが必要である。ただし、年間の授業時間数が限られている中で探究の過程が求められるようなパフォーマンス課題を実施するためには、ある過程だけを重点化したり、ある過程を省略したりする取組を行うことも考えられるのではないか。例えば、「運動の法則が適用される自然現象を他者へ説明する」というパフォーマンス課題では、観察・実験の計画、現象の観察、結果の記録・分析・解釈、結論の導出、他者への説明という過程のうち、観察・実験を計画する部分を適宜省略することも可能ではないだろうか。

また、パフォーマンス課題を更に充実させるには、生徒の振り返りの機会を設定することが大切である。観察・実験の方法を見直したり、予想（仮説）や考察を科学的な概念などに基づいて他者の考えも交えて多面的、総合的に再考したりすることなどが大切である。今回の検証でも、生徒の振り返りの文章の中に、授業改善に結び付くような示唆に富んだ指摘が見られた。

### (2) 指導者が、生徒に「何ができるようになってほしいか」を意識する

学習内容の定着にとどまらず、それを活用した資質・能力の育成を目的とする学習指導への転換が求められている状況にあって、今後はそのような資質・能力を育成するために、生徒に「何ができるようになってほしいか」を意識した指導を、平素の授業から心がけなければならないと考える。

## 6 成果と課題

### (1) 成果

次の3点について教師が実感できたことが、本年度の大きな成果である。

#### ア 「分からせる」授業から「できるようにさせる」授業への転換

パフォーマンス課題やループリックを用いた評価については、まだ研究の余地が多く残されているが、今後は教科、科目で求められている内容を生徒に「分からせる」授業を行いながら、更にパフォーマンス課題等を導入した指導を通して、生徒一人一人を「できるようにさせる」、そのような授業への転換という視点を強く意識しなければならないことを痛感した。

また、教えたことをどのように生徒に活用させるかという点を平素の授業を出発点として、各単元の指導全体を俯瞰するという意識が、教員にも必要である。そのことによって、基礎基本の習得をパフォーマンス課題に取り組むときの基礎的な力につなげていくことが可能になる。

#### イ 計画的な評価による授業の設計

生徒の思考や行動を教員があらかじめ想定し、更に想定した生徒の活動をループリックで評価するという活動は、平素の授業設計にも大きく影響した。今回の数々の実践でも、パフォーマンス課題の構想が簡単にまとまったり、ループリックが簡単に完成したりしたことは一度もなかった。多くの理科の教員が一つ一つの課題を熟考する経験を蓄積できたことは大変意義深かったが、その中で感じたことは、まずは「生徒がおもしろいと思うパフォーマンス課題」を考えることが出発点ではないかということである。「おもしろい」というのは、理解した学習内容が課題の解決に結びついたことを実感できたときに、生徒が感じるものである。そのことを教師が自覚した上で、「何ができたら理解できているとするのか」「できていなければどのように支援するのか」を、形成的な評価を通して確認し、授業を再設計する。

#### ウ 生徒の自己評価を踏まえた授業改善

今回の研究で、生徒の自己評価、つまり学習者の評価によって明らかになったことがある。前述の生徒の変容を検証するためのアンケート結果について、これまで何度もパフォーマンス課題に取り組

んできた3年生に関しては、私たちが一般的ルーブリックで生徒に身に付けさせたいと計画してきた全ての項目で「2年次から向上した」という回答が得られるであろうと予想していた。しかし、アンケート項目Dの「実験データを、より分かりやすくまとめる力」では、半数以上の生徒が「向上していない」と自己評価していた。これは、パフォーマンス課題に取り組むほど、新たな課題が生徒自身の中に顕在化してきたからである。すなわち、パフォーマンス課題に取り組むことで、自身の能力のよい点、課題がある点について自分で気づき、「学びについてのメタ認知」を実現できたことを示している。

われわれ教師は、生徒の自己評価から確認できるこのような変容も踏まえて、自らの授業の在り方を見つめ直さねばならない。生徒の科学的な思考力、判断力、表現力の育成に向けた授業改善には、ルーブリックを用いた評価による生徒の実態の把握と、生徒の自己評価による変容の確認の両方が重要であることを確認できた。

## (2) 課題

### ア 多様な評価法の開発と妥当性に関する検討

既に述べたように、目に見えない生徒の学力を評価する実践を何度も積み重ね、それなりの手応えは得られたが、いわゆる一問一答型のペーパーテストだけではなくどのような学習活動が「生徒の学び」として適切なものなのか、さらにその評価法をどのようにすべきかについては、いまだ研究の途中である。あわせて、振り返りシートの取組を主としたポートフォリオ評価の取組も、今後更に深めていかねばならないと考える。

また、学習活動において「生徒に身に付けさせたい力」を設定し、われわれが設定したレベルへの到達具合を毎回の「課題特殊的ルーブリック」と年間の「一般的ルーブリック」を併用して見届ける形へとまとめることが目標であった。しかし、それらを意識していたにもかかわらず、どのレベルに生徒が達しているのか判断に迷うことが、3年目の本年度も少なくなかった。このことについて、今後の実践においても継続して留意すべき事項として、次の3点を挙げる。

- ・評価する内容を、その課題に取り組むまでの指導過程を考慮したものにする
- ・評価する内容を明確にして、平素の授業に臨むこと
- ・ルーブリックを生徒に公開すること

### イ キャリア教育を含めた、組織的な教育活動への転換

本研究のパフォーマンス課題では、本校の生徒たちが苦手としていた既習の内容を組み合わせる未知なる問題に取り組むことや、自分の考えや意見を発信する機会を定期的に与えてきた。これはキャリア教育としての効果があると考えている。キャリア教育が目指すものは、社会人、職業人としての自立であるが、そのためには、学校全体として取り組むべき課題を明らかにする必要がある。高等学校では、年間指導計画の設定と授業の運営がともに教科の担当者の主導で進められるが、そのような状況がキャリア教育の指導の一貫性につながらない原因になっているため、今後、組織的な教育活動へ転換していくための対応策として、次の5点を提案する。

- ・校内のキャリア教育に関する共通認識に基づいて、教育課程の方針を明確にする。
- ・年間指導計画では、教科の指導内容について単元や教材の重点化を積極的に進める。
- ・授業では、単元や題材ごとに「内容」「方法」を吟味して「ねらい」に基づく学習活動を考える。
- ・授業は「習得」と「活用」のバランスを重視する。ただし、生徒の実態によって「習得」の時間を多くしたり、習熟度別指導を行ったりする。課題の与え方を工夫することも考慮する。
- ・「習得」と「活用」の柔軟な判断を行えるように、教科を越えた教員相互の協力姿勢をもつ。

これにより、年間指導計画の作成レベルから、「求められている資質・能力をきちんと身に付けて卒業させる」という共通の意識が芽生えてくると考える。ただし、授業をする教師の意識改革とキャリア教育に対する組織的な教育活動の両方が確立してこそである。

#### ウ 他者評価及び教員の負担にならない指導と評価の在り方

今回の研究では、パフォーマンス課題の考案と、ルーブリックとその妥当性、信頼性、更に実際の評価に関する検討が中心になったため、生徒同士による十分な他者評価には至らなかった。今後は、他者評価を含めて、次の視点も踏まえて評価活動を見直していきたい。

- ・日常的な他者評価の導入
- ・ポートフォリオ評価の充実に向けた、振り返りシート等の評価につながる資料のさらなる活用
- ・他の技能評価の仕組み等を生かした評価業務の効率化
- ・学校全体の教育目標と連携した評価の推進

一方で、教員の負担にならない指導と評価の在り方も視野に入れたい。高等学校では内容の理解に対する評価とともに、それを活用への評価が重視されていくであろう。しかし、教員の負担だけが増えるようでは、実践は広がらない。そのためには、限られた時間の中でこれらの教育活動を担保する全体構想を打ち出す必要がある。例えば、大学や教育研究機関との連携による具体的で導入可能な評価の紹介や、より平易にパフォーマンス課題やルーブリックを用いた評価を実践できる環境づくりが挙げられる。そして、形成的な評価に対する指導者、保護者、生徒の意識の変化が求められる。

## 7 おわりに

学習指導要領では、人格の完成を目指し「生きる力」を育むことが目標に掲げられている。これは学校教育全体を通じて育成されていくべきものであるが、理科においてもその育成に向けて、自然の事物・現象の中から問題を見だし、観察や実験などを通して、科学的に探究する能力と態度を育てることの大切さが掲げられている。既習の知識を組み合わせながら見通しをもって主体的に観察・実験に取り組むことや、他の生徒とのコミュニケーションや協働的な活動に取り組むことは、この能力と態度の育成に密接につながっていく。

今回の研究では、本校理科のコアの構築と一般的ルーブリックの開発により、育成すべき力を明らかにするとともに、問題解決や科学的な探究のためには他者と協働しながら課題に取り組み、新しい価値を創造していくことが重要であることを確認できた。あわせて、これらの過程においては主体的な学習態度、他者との関係形成力、課題解決力、情報活用力等が強く結び付くことを確認できた。これらの能力の育成に向けて、そして生徒の学習が「内容の羅列」や「活動主義」に陥らないようにするため、本研究で取り組んだようなパフォーマンス課題とルーブリックによる評価によって、生徒一人一人の資質・能力を着実に育成しなければならない。

3年間で多くの成果や課題を得られたが、これらを踏まえて、今後も生徒の科学的な思考力、判断力、表現力の育成に向けて学習指導と評価手法を充実させたい。

## 参考文献等

- 文部科学省『高等学校学習指導要領』平成21年3月公示
- 佐藤浩一(2013)『学習の支援と教育評価』北大路書房
- 田中耕治(2010)『新しい「評価のあり方」を拓く』日本標準
- 田中耕治(2010)『よくわかる教育評価 第2版』ミネルヴァ書房
- 田中耕治(2010)『活用する力を育むパフォーマンス評価ーパフォーマンス課題とルーブリックを生か

した単元モデル』学事出版

○西岡加名恵（2008）『逆向き設計で確かな学力を保障する』明治図書出版

○松下佳代（2007）『パフォーマンス評価ー子どもの思考と表現を評価するー』日本標準

○横浜国立大学附属中学校（2011）『思考力・判断力・表現力等を育成する指導と評価』学事出版