

高等学校理科の観察、実験及び探究活動を 推進するための支援の在り方に関する研究

— 観察、実験及び探究活動の実態調査を通して —

【研究者】

教科教育部 指導主事 丸川 晋一・玉田 健・脇田 崇紀

研究の要約

本研究では、広島県内の高等学校理科教員を対象に、観察、実験及び探究活動の実態調査を行った。調査結果から、授業における観察、実験及び探究活動の実施状況や、観察、実験及び探究活動の実施に係って感じる困難さとその要因の一部を明らかにした。さらに、県内の高等学校理科の観察、実験及び探究活動を推進するための、教育センターとしての支援方法を探ることもできた。学校現場の状況を把握し、現場が求めている情報を提供したり研修を企画したりする上で、有意義な調査、研究となった。

はじめに

高等学校学習指導要領（平成30年告示）（以下、30年要領という。）では、科学的に探究する力の育成を目指しており、授業で探究的な学習活動を充実させる必要がある⁽¹⁾。説明するまでもなく、理科において探究の過程の中心になるのは自然事象を観察したり実験したりすることである⁽²⁾。

そのため、教育センターが観察、実験及び探究活動（以下、実験等という。）について、学校の実態に即した支援の方法を明らかにしていくことは重要だと考える。ところが、広島県内の高等学校の実験等の実態を調査した記録はなく、学校が抱える課題も明らかにされていない実情があった。

I 研究の概要

1 研究の目的

30年要領では、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力の育成を目標としている⁽³⁾。そのためには、探究の過程を重視した学習が一層重要となる。また、高等学校学習指導要領（平成21年告示）（以下、21年要領という。）は、理科については平成24年度入学生から適用されたが、年次進行に伴い、昨年度は「基礎を付した科目」、今年度は「基礎を付さない科目」の教科書の改訂版が発行された。教科書の変更は、多くの教員にとって授業方法を見直す機会となっている。今、新たな実験等のアイデアや支援を求める多くの教員の声が、教育センターにも届いている。

そこで、本研究では、まず、広島県内の高等学校理科教員を対象に実験等の実態調査を行う。次に、調査結果を分析し、教員が実験等をどの程度実施しているか（実施する予定か）、どのような点で実験等の実施に困難を感じているか等を明らかにする。さらに、その分析から、県内の高等学校の理科の授業における実験等を推進し、その実施率を向上させるために教育センターとして行うべき支援の方法を明らかにすることを目的とする。

2 研究の方法

広島県内の高等学校で履修する生徒が多い、「物理基礎」「物理」「化学基礎」「化学」「生物基礎」「生物」「地学基礎」「地学」の8科目を対象とする。まず、それぞれの科目で、採択校数が最も多い教科用図書（以下、教科書という。）に掲載されている実験等をリストアップし、それらの実験等の実施状況等を調査するための質問紙を作成した。また、本調査に協力した教員の教員経験年数等の諸条件もアンケートで確認し、それらの条件と授業で実験等を実施する頻度との関連性も探ることにした。質問紙は、広島県高等学校教育研究会理科部会を通して県内の高等学校に配付し、回収して分析した。

分析結果に複数の教員への聞き取り調査から得た情報も加えて考察し、高等学校理科の実験等を推進するための支援の方法を明らかにしていく。

II 質問紙調査に基づく分析と考察

1 質問紙の回収状況

広島県内の高等学校教員70人から回答を得た。以下の集計は教員70人の回答をもとに行ったものである。なお、校長、実習教諭各1人からも回答を得たが、これらは参考意見として扱うこととした。

2 教員基本調査

(1) 質問紙回答者の基本情報

授業で実験等を実施する頻度との関連性があると考えた条件を、教員としての経験年数、専門とする領域、所属校の学校規模、所属校への実習教諭等の配置の有無、相談相手の有無に絞り、調査を行った。その集計結果を表1に示す。

表1 教員に関する基本調査

教員としての経験年数	1～5年	11人	16%
	6～10年	12人	17%
	11～20年	13人	19%
	21年以上	34人	49%
専門とする領域	物理	14人	20%
	化学	26人	37%
	生物	27人	39%
	地学	3人	4%
所属校の学校規模	学年2学級以下	13人	19%
	学年3～5学級	30人	43%
	学年6学級以上	27人	39%
実習教諭等の配置	いる	27人	39%
	いない	43人	61%
実験等について相談する相手	所属校の教員	41人	59%
	他校の教員	15人	21%
	指導主事	0人	0%
	相談相手はいない	9人	13%
	その他	5人	7%
実験等の実施頻度	ほぼ毎日	3人	4%
	週に1～数回	18人	26%
	月に1～数回	21人	30%
	学期に1～数回	25人	36%
	ほとんどしない	3人	4%

教員が、どのような状況のときに実験等をよく行っているか、または、行っていないのかを分析し、その結果を次項に示す。実験等の頻度について、表2のようにポイントにして表すこととした。この表し方では、数値が大きいほど実施頻度が高いことを示す。70人全員の平均は2.90だった。つまり、実験等を「月に1～数回」程度実施する教員がほぼ平均

的だということになる。

表2 実験等の頻度によって付与するポイント

実験等の実施頻度	ポイント
ほぼ毎日	5
週に1～数回	4
月に1～数回	3
学期に1～数回	2
ほとんどしない	1

(2) 教員の諸条件と実験等の実施頻度

ア 教員としての経験年数

教員としての経験年数と実験等の実施頻度の関係を表3に示す。経験年数別では、6～10年の教員の実施頻度が高いことがうかがえる。それに対し、1～5年の教員や21年以上の教員の実施頻度が低いことが分かる。経験年数が浅い教員は、実験等のノウハウが不足していることや、研修や部活動の指導等で実験等の準備時間が確保できないという意見が多かった。一方で、経験豊富なベテラン教員は、主幹教諭や分掌等で主任を務めることなどによって、実験等の準備にかかる時間がないという意見が多かった。

表3 教員としての経験年数と実験等の実施頻度

	1～5年	6～10年	11～20年	21年以上	全体
1 ほぼ毎日	1	1	0	1	3
2 週に1～数回	2	5	5	6	18
3 月に1～数回	3	3	6	9	21
4 学期に1～数回	4	3	2	16	25
5 ほとんどしない	1	0	0	2	3
平均値	2.82	3.33	3.23	2.65	2.90

イ 専門とする領域

専門とする領域と実験等の実施頻度の関係を表4に示す。専門領域別では、物理や化学を専門とする教員の実施頻度が高いのに対し、生物や地学を専門とする教員の実施頻度が低いことが分かる。

生物と地学は、物理や化学と比べて結果が出るまでに時間がかかったり、教室内での実施が難しかったりする実験等が多い。そのことが実施頻度の差になって表れている可能性がある。詳細は、科目別の分析で述べることとする。

表4 専門とする領域と実験等の実施頻度

	物理	化学	生物	地学	全体
1 ほぼ毎日	1	2	0	0	3
2 週に1～数回	7	7	4	0	18
3 月に1～数回	2	10	8	1	21
4 学期に1～数回	3	6	14	2	25
5 ほとんどしない	1	1	1	0	3
平均値	3.29	3.12	2.56	2.33	2.90

ウ 所属校の学校規模

学校規模と実験等の実施頻度の関係を表5に示す。学校規模別では、学年3～5学級の高等学校で実験等の実施頻度が高いのに対し、より小規模な学校とより大規模な学校で実施頻度が低くなる傾向が見られた。小規模校では、教員あたりの担当科目数が多くなることに加え分掌業務や部活動指導で多忙になり、大規模校では補習指導などで多忙になるという意見が目立った。いずれにしても多忙さゆえに実験等の準備に時間をとれないという意見は多かった。

表5 学校規模と実験等の実施頻度

	学年2学級以下	学年3～5学級	学年6学級以上	全体
1 ほぼ毎日	0	2	1	3
2 週に1～数回	4	8	6	18
3 月に1～数回	2	11	8	21
4 学期に1～数回	7	8	10	25
5 ほとんどしない	0	1	2	3
平均値	2.77	3.07	2.78	2.90

エ 所属校への実習教諭の配置の有無

実習教諭等の配置の有無と実験等の実施頻度の関係を表6に示す。実習教諭等が配置されている学校のほうが配置されていない学校よりも、実験等の実施頻度がわずかに高いことが分かった。ただし、実習教諭等の配置と実験等の実施頻度は、教員の科目によって大きな違いがあった。科目ごとの調査についての分析は後述する。

表6 実習教諭等の配置の有無と実験等の実施頻度

	実習教諭あり	実習教諭なし	全体
1 ほぼ毎日	2	1	3
2 週に1～数回	8	10	18
3 月に1～数回	7	14	21
4 学期に1～数回	8	17	25
5 ほとんどしない	2	1	3
平均値	3.00	2.84	2.90

オ 相談相手の有無

相談相手の有無と実験等の実施頻度の関係を表7に示す。特定の相談相手がいない教員の実施頻度が最も高かった。相談相手がいない教員の実施頻度が低いのではないかと予想していたが、逆の結果である。他者に相談せず、必要な知識・技能を自ら学

び、主体的に動く教員が多いということであろう。

なお、指導主事を挙げた回答をした教員はいなかった。

表7 相談相手の有無と実験等の実施頻度

	所属校の教員	他校の教員	指導主事	相談相手はいない	その他	全体
1 ほぼ毎日	1	1	0	1	0	3
2 週に1～数回	10	6	0	2	0	18
3 月に1～数回	16	0	0	3	2	21
4 学期に1～数回	12	8	0	3	2	25
5 ほとんどしない	2	0	0	0	1	3
平均値	2.90	3.00	–	3.11	2.20	2.90

3 科目別調査

(1) 科目別調査の概要

科目別調査は、「物理基礎」「物理」「化学基礎」「化学」「生物基礎」「生物」「地学基礎」「地学」の8科目を対象とした。教員には今年度主に担当した科目についての回答を得た。なお、「地学」は回答者数が少なかったため、分析を行っていない。

まず、それぞれの科目で、広島県内で採択校数が最も多い教科書に掲載されている実験等をリストアップし、それらの実験等の実施状況等を調査するための質問紙を作成した。他の教科書を使用している学校においては、同単元の実験等を当該のものとして回答を得た。

質問項目は、表8のとおりである。

表8 科目別調査の質問項目

質問	
①	今年度、この観察、実験及び探究活動を実施しますか、しませんか。該当するものを選び、番号で答えてください。
	1…する（すでに実施した。または実施する予定がある。） 2…しない（実施していない。または実施する予定がない。）
②	①で「1…する」を選んだ場合、実施について困難を感じたことがあれば記入してください。
③	①で「1…する」を選んだ場合、実施の形態について、該当するものを選び、番号で答えてください。
	1…生徒実験 2…演示実験
④	①で「2…しない」を選んだ場合、その理由として最も適当なものを選び、番号で答えてください。なお、7を選んだ場合、どのような理由かも記入してください。
	1…意義を感じない 2…指導のノウハウがない 3…安全の確保ができない 4…授業時間が確保できない 5…準備や片付けの時間が確保できない 6…材料や器具等がなく購入する費用もない 7…その他

(2) 物理基礎

物理基礎では、今年度広島県内で最も採択の多い教科書である「高等学校改訂新物理基礎」（第一学習社）に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽⁴⁾。

なお、物理基礎の調査紙への回答者は15人である。

ア 実施する実験等の数

物理基礎において、1人の教員が実施する実験等の回数の平均は9.5だった。後述する次頁の表10において、実験等を「実施しない理由」の57.1%が「授業時間が確保できない」であることから、限られた授業時間の中で実験等を行う時間を捻出している状況が見て取れる。また、次に多い理由が「意義を感じない」と「材料や器具等がなく購入する費用もない」がともに13.7%であり、教科書で示されている実験等から生徒の実態に応じて選択していることや、装置や器具の有無が実験等の実施に影響していることが考えられる。

イ 教員基本調査の各項目と実施する実験等の数との関係

各教員が物理基礎の授業で実施する実験等の回数の平均が、教員基本調査の項目のうち、「教員としての経験年数」「専門とする領域」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」の四つによってどのように変動するかを集計したものを次の表9に示す。

表9 教員基本調査の各項目と物理基礎で実施する実験等の数

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数（平均）
教員としての経験年数	1～5年	5.0
	6～10年	9.0
	11～20年	13.5
	21年以上	9.9
専門とする領域	物理	10.4
	物理以外	4.0
所属校の学校規模	学年2学級以下	9.0
	学年3～5学級	9.0
	学年6学級以上	10.6
所属校への実習教諭等の配置	いる	12.0
	いない	8.3

「教員としての経験年数」では、「11～20年」の教員の実施する数が最も多く、「1～5年」の教

員の実施する数が最も少なくなっている。これは、1(2)アに示したものとほぼ同じ結果であり、考察についても同様のことが言えると考ええる。

「専門とする領域」では、物理以外を専門とする教員の実施する数が物理を専門とする教員の半分以下という状況であり、専門外の教員には、実験等に関するノウハウの習得とともに、装置や器具を揃える等の準備段階での支援も必要と考える。

「所属校の学校規模」では、回答類型による差はほとんどなかった。これは、1(2)ウに示したものとほぼ同じ結果であり、考察についても同様のことが言えると考ええる。

「所属校への実習教諭等の配置」では、回答類型で「いる」と回答した場合の実施する数がやや多くなっており、他の科目と比較して配置による影響があると考ええる。

ウ 物理基礎の実験等の実施状況

物理基礎の実験等の実施状況について、教科書に掲載されている実験等毎に集計したものを、次頁の表10に示す。この表の「実施する」には、その実験等を「実施する」と回答した教員の数について実施形態別（生徒実験と演示実験）に分けて集計している。「実施しない」には、その実験等を「実施しない」と回答した教員の数を集計しており、その理由も分けて集計している。また、「大単元」及び「中単元」には21年要領に掲載されているものを、「実験等」には教科書に掲載されているものを記している。

教科書に掲載されているすべての実験等を実施することは時間的に難しく、教員は生徒の実態に応じて適切な実験等を選択して実施している。そのため、一つ一つの実験等の実施状況を比較するだけではなく、大単元や中単元等のまとまりで実施状況を比較し、教員からの聴き取りを踏まえて考察した。

実験等の実施状況の課題として、次のことが分かった。

- ①探究活動以外では、「力学的エネルギー」、「熱」及び「電気」の特定の実験等で実施する教員の数が少ない。
- ②教科書記載の探究活動では、「熱」及び「電気」の実験等で、実施する教員の数が特に少ない実験等がある。
- ③物理以外が専門の教員は、「意義を感じない」、「ノウハウがない」及び「材料や器具等がなく、購入する費用もない」を理由として実施しない実験等が多い。

①について、「授業時間の確保」が実施しない主な理由である。その上で、「力学的エネルギー」の実験等を実施しない理由として多いのは、中学校以前の学習と重なる内容もあることから、「意義を感じない」が多くなったと考えられる。なお、教科書掲載以外の方法で具体物を示したり問題演習の中で内容を確認したりしていることを聴き取りにより確認している。「熱」の実験等を実施しない理由は、「ブラウン運動の観察」は、定性的な観察のみのためであることを聴き取りにより確認した他、「ノウハウがない」の回答から、顕微鏡の使用方法や準備の困難さも考えられる。また、「水への仕事による水温上昇」では、容器を振り続けて水温上昇させるまでの所要時間が長いことを聴き取りにより確認した他、「材料や器具等がなく、購入する費用もない」の回答から、ポット等の容器の準備に困難さがあることも考えられる。「電気」の実験等を実施しない理由は、牛乳パックを準備して電流を流してケーキを焼く実験が教科書に掲載されている。「意義を感じない」「準備や片付けの時間確保」も理由となっており、ステンレス板等の準備の困難さや、ジュール熱や電力量との結び付き等の意義を感じにくいこと等を聴き取りにより確認している。これらの実験等は、教科書の掲載どおりでは進みにくい現状があるため、例えば電気でケーキを焼く実験では、電流計等の接続や時間の測定を行ったりグラフ作成させたりする等、意義が感じられるような方法に改善して講座で紹介するなどの支援が考えられる。

②について、「熱」では「比熱の測定」及び「仕事と熱」が、「電気」では「金属線の抵抗の測

定」及び「モーターの製作」が、「授業時間の確保」以外に「準備や片付けの時間確保」「意義を感じない」「ノウハウがない」等の理由で、実施する教員が少ない。「比熱の測定」では、外部に逃げる熱の影響で比熱の理論値との差が生じるため、「仕事と熱」では、「水への仕事による水温上昇」の実験等と同様に所要時間が長いこと、問題演習の中で、熱の移動や熱量の導出等について理解させていることを聴き取りにより確認している。また、「金属線の抵抗の測定」では、数種類の金属線や電流計、すべり抵抗器等の準備物が多いことや測定結果を表やグラフに表して考察することなど内容が多いために敬遠しているとも考えられる。また、モーターの製作では、生徒全員に製作させるために、乾電池やエナメル線、磁石等の準備が困難であることが考えられる。これらの実験等に共通して、所要時間が長いことや準備や活動の割に成果が少ないと感じて実施しない教員が多いのではないかと考えられる。しかし、仮説の設定や実験計画の立案、結果を考察させる等の探究の過程を通して学ばせることで、知識や技能、思考力・判断力・表現力等が育成されることが考えられるため、時間短縮の工夫や探究的な活動を取り入れた講座を計画して受講者に体験させ、授業に取り入れやすくするような支援が考えられる。

③については、化学が専門領域の2人の教員が「意義を感じない」「ノウハウがない」「材料や器具等がなく、購入する費用もない」を多数回答していた。そのため、物理領域以外を専門とする教員でも受講しやすい講座計画や、身近なところから安価に準備できる実験を紹介する支援等が考えられる。

表10 物理基礎の実験等の実施状況

大単元	中単元	実験等	実施する			実施しない	実施しない理由							
			生徒実験	演示実験	合計		意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答
(1)物体の運動とエネルギー	ア 運動の表し方	平均の速度を求めよう	6	0	6	9	2	0	0	5	1	1	0	0
		平均の加速度を求めよう	4	0	4	11	1	0	0	7	1	1	1	0
		人の反応時間を測定しよう	5	1	6	8	3	0	0	4	0	0	0	1
	イ 様々な力とその働き	浮力の大きさを測定しよう	2	6	8	6	1	0	0	3	1	1	0	0
		3力をつりあわせよう	3	3	6	8	3	0	0	4	1	0	0	0
		物体の慣性を観察しよう	1	7	8	6	1	0	0	4	1	0	0	0
	ウ 力学的エネルギー	階段を上がる人の仕事率を求めよう	3	0	3	11	4	0	0	6	0	0	0	1
		振り子の力学的エネルギーを調べよう	2	0	2	13	2	0	0	7	1	2	0	1
	エ 物体の運動とエネルギーに関する探究活動	自由落下の加速度	8	0	8	7	0	0	0	5	1	1	0	0
		力と質量と加速度の関係	6	1	7	8	0	1	0	5	1	1	0	0
静止摩擦係数の測定		5	3	8	7	0	0	0	4	1	1	0	1	
(2)様々な物理現象とエネルギーの利用	ア 熱	力学的エネルギーの保存	2	3	5	9	0	0	0	4	1	3	0	1
		粒子の運動を観察しよう	2	2	4	10	0	2	0	6	1	0	0	1
		水に仕事をして水温を上昇させよう	2	2	4	9	1	1	0	4	0	3	0	0
	イ 波	横波と縦波を観察しよう	2	10	12	3	0	1	0	1	0	1	0	0
		うなりを観察しよう	1	13	14	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	ウ 電気	電気でケーキを焼いてみよう	1	1	2	12	4	1	0	4	2	0	0	1
		赤外線を観察しよう	0	4	4	10	2	0	0	4	0	3	0	1
	エ エネルギーとその利用	放射線を測定しよう	0	4	4	10	0	0	0	5	1	3	0	1
		比熱の測定	2	0	2	12	1	0	0	7	1	2	0	1
	カ 様々な物理現象とエネルギーの利用に関する探究活動	仕事と熱	0	0	0	14	1	1	0	8	1	2	0	1
弦の固有振動		3	7	10	5	0	1	0	2	1	1	0	0	
気柱の固有振動		6	5	11	4	0	1	0	1	1	1	0	0	
金属線の抵抗の測定		2	1	3	11	1	1	0	7	1	0	0	1	
モーターの製作		0	0	0	14	1	1	0	10	1	0	0	1	

※「(2)様々な物理現象とエネルギーの利用」「オ 物理学が拓く世界」の「I Cカードの問題点を調べよう」は未調査

(3) 物理

物理では、広島県内で最も採択の多い教科書である「改訂版物理」（数研出版）に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽⁵⁾。

なお、物理の調査紙への回答者は13人である。

ア 実施する実験等の数

物理において、1人の教員が実施する実験等の回数の平均は19.5だった。後述する次頁の表13において、実験等を「実施しない理由」の58.7%が「授業時間が確保できない」で最も多く、次に多い理由の「準備や片付けの時間が確保できない」が14.0%であり、物理基礎と同様に限られた授業時間の中で実験等を行う時間を捻出している状況が見て取れる。また、次に多い理由が「材料や器具等がなく購入する費用もない」が12.8%であり、こちらも物理基礎と同様に装置や器具の有無も実験等の実施に影響していると考ええる。

イ 教員基本調査の各項目と実施する実験等の数との関係

各教員が物理の授業で実施する実験等の回数の平均が、教員基本調査の項目のうち、「教員としての経験年数」「専門とする領域」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」の四つによってどのように変動するかを集計したものを次の表11に示す。

表11 教員基本調査の各項目と物理で実施する実験等の数

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数（平均）
教員としての経験年数	1～5年	6.0
	6～10年	8.0
	11～20年	27.5
	21年以上	21.4
専門とする領域	物理	20.6
	物理以外	7.0
所属校の学校規模	学年2学級以下	12.5
	学年3～5学級	16.4
	学年6学級以上	28.5
所属校への実習教諭等の配置	いる	28.6
	いない	13.9

「教員としての経験年数」では、「1～5年」及び「6～10年」は実施する数が少なく、「11～20年」及び「21年以上」は実施する数が多くなっている。「6～10年」の教員は、分掌等で主任をするなど準備にかかる時間がないことが考えられる。一方、

「11～20年」及び「21年以上」の教員は、時間の捻出等、経験を活かして実施していると考ええる。したがって、物理に関しては、経験年数が増えるほど実施する数が多くなりやすい傾向があると考ええる。

「専門とする領域」では、物理以外を専門とする教員が物理を専門とする教員の半分以上という状況であり、専門外の教員には、実験等に関するノウハウの習得とともに、装置や器具を揃える等の準備段階での支援も必要と考える。

「所属校の学校規模」では、学校規模が大きいほど実施する数が増える傾向があり、「所属校への実習教諭等の配置」では、配置がある学校の方が、実施する実験等の数が多かった。実習教諭等は大規模校に多く配置されていることも関係しており、物理については、所属校への実習教諭等の配置が実験等の実施に影響があると考ええる。

ウ 物理の実験等の実施状況

物理の実験等の実施状況について、教科書に掲載されている実験等毎に集計したものを、次頁の表13に示す。また、各中単元で実施する実験等の数の平均を表12に示す。

表12 物理の各中単元で実施する実験等の数

大単元	中単元	実施する実験等の数(平均)
(1)様々な運動	ア 平面内の運動と剛体のつり合い	6.3
	イ 運動量	6.0
	ウ 円運動と単振動	7.2
	エ 万有引力	0
	オ 気体分子の運動	2.8
(2)波	ア 波の伝わり方	7.7
	イ 音	6.5
	ウ 光	8.0
(3)電気と磁気	ア 電気と電流	3.9
	イ 電流と磁界	4.2
(4)原子	ア 電子と光	2.3
	イ 原子と原子核	3.5
	ウ 物理が築く未来	0

※中単元の探究活動については、そこで探究する内容を扱う中単元に含めている。

これらの表を基に結果を考察すると、実験等の実施状況課題として、次のことが分かった。

- ①「万有引力」「熱の探究の歴史」「物理が築く未来」等、書籍やインターネット等でデータ収集を行う実験等を実施しない教員の数が多い。
- ②大単元「(3)電気と磁気」と「(4)原子」の実験等を実施した教員の数が比較的少ない。

①については、「授業時間の確保」とともに「意義を感じない」という回答が多かった。「万有

引力の法則」の実験等では、月や人工衛星等の軌道半径や周期を、「熱の探究の歴史」の実験等では、18～19世紀初頭の学者による熱の本性に関する議論の内容を、「ブラックホール」の実験等では、ブラックホールとされている天体を、それぞれ既存のデータ等を書籍やインターネットで調べさせる作業を伴うものである。そのため、授業時間の確保や意義を感じないという回答が多いと考えられる。しかし、高等学校学習指導要領解説理科編理数編（平成21年）（以下、21年解説という。）では、「コンピュータや情報通信ネットワークについては、情報の収集・検索、結果の集計・処理など探究活動の有用な道具として適切に活用するよう配慮する。」¹⁾や21年要領では「物理学の発展と科学技術の進展に対する興味を喚起するような成果を取り上げること」²⁾とあり、情報収集の方法やその取り上げ方の工夫等を講座で紹介するような支援が考えられる。

②については、「授業時間の確保」や「材料や器具がない」等の回答が多かった。調査結果から、

物理基礎及び物理は他領域と比較して演示実験が多く、「(2)波」と「(3)電気と磁気」において特にその傾向がみられた。これは、生徒実験をさせるための器具等を十分に準備できないためと考えられる。また、「イ 電流と磁界」の単位では、中学校までに学んだ「右ねじの法則」や「フレミングの左手の法則」で考える定性的な事象を演示実験で確認していると考えられる。「(3)電気と磁気」や「(4)原子」の探究活動においても生徒実験用の器具等を十分に準備できないと考えられるが、結果を整理する際にグラフを書かせたり分析・解釈をさせたりする場面があり、生徒実験を実施して科学的に探究する力を育成させたい内容もある。そのため、必要に応じて器具の貸し出しを行うなどの支援が考えられる。

その他、全員が実施しないと回答した「ケプラーの法則」の実験内容は、探究活動「等速円運動の向心力」と同じような器具の操作しているため、両方の実験等を同時期に行う工夫などを講座で紹介することも考えられる。

表13 物理の実験等の実施状況

大単元	中単元	実験等	実施する			実施しない	実施しない理由								
			生徒実験	演示実験	合計		意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答	
(1)様々な運動	ア 平面内の運動と剛体のつり合い	相対速度	2	3	5	7	2	0	0	3	1	0	0	1	
		水平投射	2	8	10	3	0	0	0	2	1	0	0	0	
		斜面上の直方体	0	3	3	9	2	0	0	4	2	0	0	1	
	イ 運動量	運動量と力積	2	4	6	7	1	1	0	3	1	0	0	1	
		2物体の衝突	3	5	8	5	0	1	0	3	1	0	0	0	
		反発係数の測定	4	3	7	6	1	0	0	3	1	0	0	0	
	ウ 円運動と単振動	慣性力	1	5	6	6	0	1	0	3	1	0	0	1	
		単振り子	6	4	10	3	0	0	0	1	1	1	0	0	
	エ 万有引力	ケプラーの法則	0	0	0	12	3	2	0	4	1	1	0	1	
		万有引力の法則	0	0	0	12	1	2	0	6	1	1	0	1	
	オ 気体分子の運動	ボイルの法則	1	1	2	10	1	0	0	6	1	1	0	1	
		熱の探究の歴史	0	1	1	11	3	1	0	5	1	0	0	1	
		断熱変化	2	6	8	5	1	0	0	3	1	0	0	0	
	カ 様々な運動に関する探究活動	重心の求め方	4	3	7	6	1	0	0	3	1	0	0	1	
		運動量保存則	2	1	3	10	1	0	0	7	1	0	0	1	
		等速円運動の向心力	2	2	4	9	0	0	0	6	1	1	0	1	
		ばね振り子の周期の測定	4	3	7	6	1	0	0	4	0	0	0	1	
		単振り子の周期の測定	8	1	9	4	1	0	0	2	0	0	0	1	
		スターリングエンジンの製作	0	0	0	12	1	1	0	5	1	2	1	1	
(2)波	ア 波の伝わり方	水面波の反射と屈折	0	9	9	4	0	1	0	0	1	2	0	0	
		水面波の回折	0	7	7	6	0	1	0	2	1	1	0	1	
	イ 音	音の干渉	2	6	8	5	0	0	0	2	1	1	0	1	
		ドップラー効果	1	4	5	7	0	1	0	3	0	1	1	1	
	ウ 光	せつけん水による光の散乱	0	6	6	6	0	0	0	4	1	0	0	1	
		ヤングの実験	3	8	11	2	0	0	0	0	1	1	0	0	
		簡易分光器によるスペクトルの観察	8	2	10	3	0	0	0	2	1	0	0	0	
	エ 波に関する探究活動	水面波の干渉	0	7	7	6	0	0	0	3	1	1	0	1	
屈折率の測定		3	1	4	9	0	0	0	6	1	1	0	1		
凸レンズの焦点距離の測定		5	2	7	6	0	0	0	4	0	1	0	1		
回折格子による光の干渉実験		2	8	10	3	0	0	0	1	1	1	0	0		
(3)電気と磁気	ア 電気と電流	箔検電器	6	5	11	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
		等電位線の作図	2	2	4	9	1	0	0	6	1	0	0	1	
		コンデンサーの電気容量	0	2	2	10	0	0	0	6	1	2	0	1	
	イ 電流と磁界	メーテルブリッジ	3	0	3	10	0	0	0	6	2	1	0	1	
		電流が流れる磁場	0	6	6	6	0	0	0	3	1	1	0	1	
		平行電流が及ぼす力	0	4	4	8	0	0	0	4	1	1	0	2	
		渦電流	1	4	5	8	1	0	0	4	1	1	0	1	
		電波の受信	0	4	4	9	1	1	0	4	1	1	0	1	
	ウ 電気と磁気に関する探究活動	コンデンサーの電気容量の測定	0	0	0	12	1	0	0	9	1	0	0	1	
		抵抗率の温度変化の観察	0	3	3	9	0	0	0	6	1	1	0	1	
電池の起電力と内部抵抗の測定		2	2	4	9	0	0	0	6	1	1	0	1		
電流が磁場から受ける力		1	5	6	6	0	0	0	3	1	1	0	1		
	ゲルマニウムラジオの製作	0	0	0	12	3	1	0	5	1	1	0	1		
(4)原子	ア 電子と光	ミリカンの実験	1	0	1	11	0	1	0	4	1	4	0	1	
		光電効果	0	6	6	6	1	0	0	3	1	0	0	1	
	イ 原子と原子核	スペクトルの観察	5	2	7	6	0	0	0	2	1	2	0	1	
		放射線の観察	0	4	4	9	0	0	0	5	1	2	0	1	
		クォーク模型	0	0	0	12	2	0	0	5	1	3	0	1	
	ウ 物理が築く未来	ブラックホール	0	0	0	12	3	0	0	5	1	2	0	1	
	エ 原子に関する探究活動	光電効果によるプランク定数hの測定	0	0	0	12	0	0	0	8	1	2	0	1	
半減期のモデル実験		2	1	3	10	0	0	0	7	1	1	0	1		

化学基礎は、広島県内で最も採択の多い教科書である「改訂新編化学基礎」（東京書籍）に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽⁶⁾。

ア 実施する実験等の数

化学基礎において、1人の教員が実施する実験等の数の平均は9.4だった。この数は、後述する表15で教科書に掲載されている各実験等を「実施しな

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数（平均）
教員としての経験年数	1～5年	8.5
	6～10年	11.2
	11～20年	11.3
	21年以上	8.6
専門とする領域	化学	9.5
	化学以外	9.1
所属校の学校規模	学年2学級以下	7.9
	学年3～5学級	9.9
	学年6学級以上	9.8
所属校への実習教諭等の配置	いる	9.2
	いない	9.5

い理由」の60.0%が「授業時間が確保できない」であることから、限られた授業時間の中で実験等を実施する時間を捻出した結果であることが分かる。

質問紙の教員基本調査の項目のうち「教員としての経験年数」「専門とする領域」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」と、各教員が化学基礎で実施する実験等の数との関係を表14に示す。

「教員としての経験年数」では、「6～10年」及び「11～20年」の教員の実験等の実施回数が、比較的高い。これは、1(2)アに示したものと似た傾向であり、考察についてもそれと同様のことが言えると考ええる。

「専門とする領域」や「所属校への実習教諭等の配置」については、回答類型による差はほとんどなかった。

「所属校の学校規模」では、「学年2学級以下」の小規模校での実験等の実施回数が、中規模校及び大規模校と比較して低い。小規模校では理科の教員が少ないため、担当する科目数が多く、実験等の準備にかかる時間が確保できないのではないかと考える。

大単元	中単元	実験等	実施する			実施しない	実施しない理由								
			生徒実験	演示実験	合計		意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答	
(1) 化学と人間生活	ア 化学と人間生活とのかかわり	銅を取り出そう	1	0	1	28	1	1	0	17	5	2	1	1	
		ペットボトルから繊維をつくろう	4	0	4	25	2	1	0	16	4	0	1	1	
		洗剤の適切な使用量を調べよう	1	0	1	28	7	1	0	15	3	0	1	1	
	イ 物質の探究	赤ワインを蒸留しよう	4	10	14	15	0	2	0	9	1	2	1	0	
		色素を分離しよう	11	7	18	11	1	0	0	8	1	1	0	0	
		炎色反応を調べよう	10	17	27	2	0	0	0	2	0	0	0	0	
		熱運動による拡散を観察しよう	1	5	6	23	3	4	0	12	2	0	1	1	
	ウ 化学と人間生活に関する探究活動	金属の製錬について調べる	5	1	6	23	3	1	1	14	2	0	1	1	
		プラスチックを識別しよう	4	1	5	24	3	1	0	16	3	0	0	1	
		しょう油に含まれる食塩を取り出す	2	1	3	26	0	2	0	19	3	0	1	1	
(2) 物質の構成	ア 物質の構成粒子	放射性同位体の利用について調べよう	4	4	8	21	1	4	0	12	0	3	1	0	
		アルカリ金属の性質を調べよう	6	6	12	17	0	1	0	10	3	3	0	0	
		塩化ナトリウム水溶液の電気伝導性を調べよう	2	5	7	22	3	1	0	11	5	1	0	1	
	イ 物質と化学結合	極性のある物質と極性のない物質の性質を調べよう	6	6	12	17	1	3	0	10	2	1	0	0	
		金属の性質を調べよう	2	1	3	26	2	2	0	13	4	3	1	1	
		元素Xの性質を推測する	2	0	2	27	1	1	0	17	4	2	1	1	
	ウ 物質の構成に関する探究活動	分子模型を組み立てる	7	1	8	21	0	2	0	11	1	6	1	0	
		物質の性質から化学結合を推定する	2	2	4	25	1	2	0	15	3	2	1	1	
		発生する気体の体積を測定しよう	1	0	1	28	1	2	0	15	4	3	2	1	
		気体の分子量を測定する	2	0	2	27	0	1	0	17	4	3	2	0	
(3) 物質の変化	ア 物質量と化学反応式	化学反応における物質の量的関係を調べる	10	0	10	19	0	2	0	13	1	2	1	0	
		いろいろな水溶液の性質を調べよう	7	2	9	20	0	1	0	12	4	2	0	1	
		水溶液の酸性の強弱を調べよう	7	6	13	16	2	1	0	9	2	2	0	0	
	イ 化学反応	水溶液のpHを測定しよう	11	4	15	14	0	1	0	9	0	4	0	0	
		塩の水溶液の性質を調べよう	5	4	9	20	1	1	0	12	4	2	0	0	
		マグネシウムの燃焼を調べよう	4	6	10	19	1	1	0	10	3	3	0	1	
		金属を溶かして絵を描こう	0	0	0	29	4	2	0	13	4	3	2	1	
		鉛蓄電池の充電と放電を調べよう	3	3	6	23	1	3	0	13	1	3	1	1	
		滴定曲線をかこう	7	1	8	21	1	2	0	12	2	2	1	1	
		食酢の濃度を調べよう	21	3	24	5	1	1	0	3	0	0	0	0	
	ウ 物質の変化に関する探究活動	酸化剤と還元剤の反応を調べよう	9	3	12	17	0	2	0	10	2	3	0	0	
		金属の反応性を調べよう	6	6	12	17	0	2	0	9	2	4	0	0	
		簡易マンガン電池をつくらせよう	0	0	0	29	2	3	0	16	4	2	1	0	

ウ 化学基礎の実験等の実施状況

化学基礎の実験等の実施状況を、教科書に掲載されている実験等ごとに集計したものが前ページの表15である。この表の「大単元」及び「中単元」には21年要領に掲載されている内容を、「実験等」には教科書に掲載されている実験等の名称を記している。「実施する」の欄には、質問紙において実験等を「実施する」と回答した回答者数を、「生徒」実験で行う数、「演示」実験で行う数及びその「合計」を記している。また、中単元ごとの「合計」の平均を表16に示す。

表16 化学基礎の各中単元で実施した実験等の数

大単元	中単元	実施する実験等の数(平均)
(1) 化学と人間生活	ア 化学と人間生活とのかかわり	3.4
	イ 物質の探究	13.6
(2) 物質の構成	ア 物質の構成粒子	7.3
	イ 物質と化学結合	6.8
(3) 物質の変化	ア 物質と化学反応式	4.3
	イ 化学反応	9.8

※中単元の探究活動については、そこで探究する内容を扱う中単元に含めている。

表15と表16を基に結果を分析し、見いだした実験等の実施状況の課題を次に示す。

- ①「ア 化学と人間生活とのかかわり」及び「ア 物質と化学反応式」で設定されている実験等を実施する教員が少ない。
- ②「実施しない理由」で「意義を感じない」と回答した教員は0人だが、実施する教員が少ない実験等がある。

①のうち、「ア 化学と人間生活とのかかわり」については、21年解説に、「この科目の導入として位置付けていることを踏まえ、化学への興味・関心を高める視点で扱う」³⁾ことや、「以後の学習に生徒が意欲的に取り組めるように学習の展開を工夫する」⁴⁾ことが示されている。そのためには、日常生活や社会を支える物質について問題を見いだし、実験等を行って問題を解決していくとともに、その過程を振り返り新たな問題を見いだすといった、探究の過程による学習展開を工夫することが重要であるが、この中単元で実施した実験等の数が少ないことから、上述のような学習の展開はあまりなされていないということが推察できる。

①の「ア 物質と化学反応式」については、この中単元の実験等に「意義を感じない」教員が少ないことから、物質及び化学反応に関わる物質の量

的關係について実験等を通して理解を深めることができればよいと考えている一方で、「実施しない理由」として「授業時間確保」を挙げている教員が58.3%と多いことから、実験結果を基にグラフを作成したり計算をしたりする必要がある本単元の実験等が敬遠されていることが推察できる。また、教員への聴取から、この単元の知識の定着が不十分であり、その状態で実験等を行うことは難しいと考え、実施を見送っている教員が少なくないことが分かった。

石井英真（2015年）は、授業で得た知識は習熟の機会を保証しないと学力として定着しないが、習熟とはドリル等での反復練習だけでなく、後学の学習や生活場面で繰り返し使ったり表現したりすることも含まれることを指摘している⁽⁷⁾。つまり、知識が生徒に定着してから実験等を行うのではなく、知識を活用して思考・判断・表現するような探究活動を仕組むことが必要だと考える。

②について、該当する実験等は、「しょう油に含まれる食塩を取り出す」「分子模型を組み立てる」「気体の分子量を測定する」「いろいろな水溶液の性質を調べよう」の四つである。このうち、「気体の分子量を測定する」は、中単元「ア 物質と化学反応式」に含まれており、上で述べたことと同様に考察できる。「しょう油に含まれる食塩を取り出す」と「いろいろな水溶液の性質を調べよう」は、小学校や中学校で類似の実験等を行っていることから、化学基礎において実施した数が少なくても問題はないと考える。そこで、ここでは「分子模型を組み立てる」を取り上げて考察する。

この実験等を「実施しない理由」で最も多いのは「授業時間の確保」だが、次いで多いのが「材料、器具、費用」であった。分子模型は分子の立体構造を理解するための教具として非常に有効なものであるため、生徒が実際に模型を組み立てながら分子の構造について考察する機会を設けることが可能となるような支援を行うことが望ましいと考える。

以上のことから、化学基礎の実験等を推進するための支援として、次のようなことが考えられる。

- 実験等の準備や片付けを生徒にある程度委ねることができるような化学室経営の工夫に関する研修の実施。
- 「ア 化学と人間生活とのかかわり」及び「ア 物質と化学反応式」の探究的な単元指導計画の開発及びそれをういた研修の実施。
- 教育センターが所有している実験道具が貸出可能であることの周知。

大単元	中単元	実験等	実施する			実施しない	実施しない理由								
			生徒実験	演示実験	合計		意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答	
(1) 物質の状態と平衡	ア 物質の状態とその変化	圧力を下げた条件での水の沸騰	4	5	9	10	0	0	0	0	6	1	1	1	1
		ボイルの法則を検証する実験	3	2	5	14	0	1	0	6	2	3	0	2	2
	イ 溶液と平衡	金属結晶のモデルをつくる	2	1	3	16	3	1	0	6	0	2	1	3	3
		液体どうしの混ざり方を調べる	9	5	14	5	0	0	0	3	0	0	0	2	2
	ウ 物質の状態と平衡に関する探究活動	水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液のつくり方	11	3	14	5	0	0	0	3	0	1	0	0	2
		沸点と蒸発熱 シュールの法則を検証する	0	0	0	19	0	0	0	11	3	1	1	3	3
(2) 物質の変化と平衡	ア 化学反応とエネルギー	溶液の凝固点降下の測定と質量モル濃度	2	2	4	15	0	0	0	6	2	4	1	2	2
		イオン半径を求めてみよう	0	0	0	19	1	0	0	10	3	1	1	3	3
		発熱反応と吸熱反応	6	5	11	8	1	0	0	0	3	1	0	3	3
		ルミノールの化学発光	1	3	4	15	0	1	0	5	2	3	1	3	3
	イ 化学反応と化学平衡	鉛蓄電池をつつてみよう	3	4	7	12	0	0	0	8	1	0	1	2	2
		電気分解してみよう	7	2	9	10	0	0	0	5	3	0	0	2	2
		触媒の作用を調べる	3	1	4	15	0	0	0	9	3	0	1	2	2
		平衡の移動を調べてみよう	6	3	9	10	0	0	0	7	1	0	1	1	1
	ウ 物質の変化と平衡に関する探究活動	緩衝液の性質を調べよう	2	1	3	16	0	0	0	9	3	2	0	2	2
		ヘスの法則を検証する	4	0	4	15	0	1	0	7	2	2	1	2	2
(3) 無機物質の性質と利用	ア 無機物質	ダニエル型電池の起電力	4	1	5	14	1	0	0	6	3	2	0	2	2
		電気分解の量的関係を調べる	1	1	2	17	0	0	0	10	2	1	1	3	3
		温度と反応速度の関係を調べる	6	2	8	11	0	0	0	7	0	2	1	1	1
		平衡の移動を調べる	3	2	5	14	0	0	0	7	3	1	1	2	2
		酢酸の濃度と電離定数の関係を調べる	1	0	1	18	0	0	0	11	3	1	1	2	2
		水素を発生させよう	6	4	10	9	0	0	1	4	2	0	0	2	2
	イ 無機物質と人間生活	水ガスの性質を調べてみよう	2	2	4	15	0	0	0	9	3	1	1	1	1
		アルカリ金属の性質	9	7	16	3	0	0	1	1	0	0	1	0	0
		炭酸水素ナトリウムの性質を調べてみよう	2	4	6	13	0	0	0	7	4	0	0	2	2
		石灰水と二酸化炭素との反応を調べてみよう	5	3	8	11	0	0	0	6	3	0	0	2	2
ウ 無機物質の性質と利用に関する探究活動	アルミニウムの性質を調べてみよう	6	3	9	10	0	0	0	6	3	0	0	1	1	
	銅(Ⅱ)イオンの反応を見てみよう	10	2	12	7	0	0	0	5	1	0	0	1	1	
	濃硫酸と希硫酸の性質を調べる	9	1	10	9	0	0	1	5	2	0	0	1	1	
	セッコウ玉子をつくる	2	0	2	17	1	0	0	11	3	0	1	1	1	
(4) 有機化合物の性質と利用	ア 有機化合物	金属イオンを分離・確認する	9	1	10	9	0	0	0	6	1	0	1	1	1
		錬金術	0	1	1	18	2	0	0	10	2	1	1	2	2
		アルカンの立体構造を調べてみよう	11	2	13	6	0	0	0	4	0	0	0	1	1
		アルコールの性質を調べよう	10	2	12	7	0	0	1	5	0	0	0	1	1
	イ 有機化合物と人間生活	ヨードホルム反応	5	2	7	12	0	0	1	10	1	0	0	0	0
		サリチル酸メチルを合成してみよう	12	0	12	7	0	0	1	4	2	0	0	0	0
		食品中のアミノ酸を検出してみよう	0	0	0	19	0	0	0	13	3	0	1	2	2
		炭化水素の性質を調べる	6	2	8	11	0	0	0	8	1	0	1	1	1
	ウ 有機化合物の性質と利用に関する探究活動	アルデヒドの性質	13	0	13	6	0	0	1	4	0	0	0	1	1
		エステル合成とその性質	12	0	12	7	0	0	1	5	0	0	0	1	1
(5) 高分子化合物の利用と性質	ア 高分子化合物	セッケンをつくり、性質を調べる	2	0	2	17	0	0	1	12	2	0	0	2	2
		アゾ化合物を合成する	10	0	10	9	0	0	0	5	3	1	0	0	0
		芳香族化合物の分離	0	1	1	18	0	0	1	12	2	0	1	2	2
		ヘアカラーのしくみを調べよう	0	1	1	18	2	0	0	10	3	0	1	2	2
	イ 高分子化合物と人間生活	スクロースとマルトースの還元性	9	0	9	9	0	0	0	7	1	0	1	0	0
		ナイロン66の合成	13	0	13	6	0	0	0	3	0	1	1	1	1
	ウ 高分子化合物の利用と性質に関する探究活動	ポリスチレンを合成してみよう	0	0	0	19	0	0	0	11	3	2	1	2	2
		発泡ポリスチレンを溶かしてみよう	1	5	6	13	1	0	0	9	2	0	1	0	0
	ウ 高分子化合物の利用と性質に関する探究活動	パーマのしくみを調べよう	0	1	1	18	2	0	0	10	3	0	1	2	2
		アルキド樹脂を合成する	1	0	1	18	0	0	0	10	3	2	1	1	1

表18の「教員としての経験年数」の結果を表14の化学基礎の結果と比較すると、「6～11年」の教員の実施する実験等の数が低くなっている。

「専門とする領域」では、化学以外が専門の教員の方が、実施する実験等の数が多かった。化学以外が専門の回答者数が2人と少なく、単純には比較できないが、化学基礎の結果と合わせて考えると、実施する実験等の数と専門性は、あまり関係がないと言える。

「所属校の学校規模」では、「学年6学級以上」の大規模校の方が小規模校及び中規模校よりも数が多い。また、「所属校への実習教諭等の配置」については、配置がある学校の方が、実施した実験等の数が多かった。これは、実習教諭等が大規模校に多く配置されていることが影響していると考えられる。表19に化学基礎及び化学の回答者が所属する学校の規模と実習教諭の有無の関係を示す。

表19 学校規模と実習教諭等の有無

所属校の 学校規模	化学基礎		化学	
	実習教諭 等あり	実習教諭 等なし	実習教諭 等あり	実習教諭 等なし
学年2学級以下	0	7	0	1
学年3～5学級	3	10	3	8
学年6学級以上	8	1	7	0

また、表15と表17から、「実施しない理由」の「準備、片付け時間確保」が、化学基礎は12.4%だが、化学は17.0%と多い。これらのことから、小規模校や中規模校では、実験等の準備にかかる時間が確保できないことが、実施する実験等の数に影響していると考えられることができる。

ウ 化学の実験等の実施状況

前頁の表17に示している中単元ごとの「合計」の平均を表20に示す。

表20 化学の各中単元で実施する実験等の数

大単元	中単元	実施する実験等の数(平均)
(1) 物質の状態と平衡	ア 物質の状態とその変化	3.5
	イ 溶液と平衡	10.7
(2) 物質の変化と平衡	ア 化学反応とエネルギー	6.0
	イ 化学反応と化学平衡	5.0
(3) 無機物質の性質と利用	ア 無機物質	8.7
	イ 無機物質と人間生活	0.5
(4) 有機化合物の性質と利用	ア 有機化合物	9.0
	イ 有機化合物と人間生活	0.5
(5) 高分子化合物の利用と性質	ア 高分子化合物	4.8
	イ 高分子化合物と人間生活	6.0

※中単元の探究活動については、そこで探究する内容を扱う中単元に含めている。

この表を基に結果の考察をすると、実験等の実施状況の課題として次のことが分かった。

- ①「ア 物質の状態とその変化」で設定されている実験等を実施する教員が少ない。
- ②「ヘスの法則を検証する」及び「芳香族化合物の分離」の実験等を実施する教員が少ない。

①について、この中単元には、「ボイルの法則を検証する実験」「シャルルの法則を検証する」「イオン半径を求めてみよう」といった、グラフをかいたり計算をしたりする実験等が複数設定されている。

また、②の「ヘスの法則を検証する」は、化学を学習する上で重要な概念である化学反応に伴うエネルギーの出入りについて理解を深めたり、外挿法という実験結果の処理方法を学んだりすることから実施することが望ましい実験等であるが、実施している教員は21.1%に留まっている。この実験等も、①と同様にグラフをかいたり計算をしたりすることが求められる。

以上のことから、化学において、グラフをかいたり計算を伴ったりする実験等が敬遠されていることが分かる。なお、いずれも、「実施しない理由」で最も多いのが「授業時間確保」である。

②の「芳香族化合物の分離」を実施している教員は1人だけであった。一方で、同様に物質を分離する実験である「イ 無機物質」の「金属イオンを分離・確認する」は、52.6%の教員が実験等を実施すると回答しており、有機と無機で差がある。有機では、これまで使用したことのない器具を使わせたりやっただけのことや、この単元の学習を行う時期が、第3学年の後半であることが多いことから、実験等を実施する時間の確保が難しいことが推察できる。しかし、「芳香族化合物の分離」は、これまで化学基礎や化学で学んできた知識を活用して思考・判断・表現するものであり、化学的な思考力・判断力・表現力を高め、知識を定着させるために、実施することが望ましいと考える。

以上のことから、化学の実験等を推進するための支援として、次のようなことが考えられる。

- 実験等の準備や片付けを生徒にある程度委ねることができるような化学室経営の工夫に関する研修の実施。
- ICTを活用して実験等の結果を処理する手法を学ぶことができる研修の実施。

(6) 生物基礎

生物基礎は、「高等学校改訂新生物基礎」（第一学習社）に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽⁹⁾。

なお、生物基礎の調査紙への回答者は27人である。

ア 実施する実験等の数

生物基礎において、1人の教員が実施する実験等の数の平均は4.7だった。物理基礎、化学基礎と比べると約半数で明らかに少ない。

後述する次頁の表22において、実験等を「実施しない理由」のうち「授業時間が確保できない」が37.7%で最多である。実施の意義を感じながらも限られた授業時間の中で実験等を行う時間を十分に捻出できない状況が推察できる。

次に多い理由は、18.3%の「指導のノウハウがない」である。専門が生物の教員であっても自身が未経験の実験等の実施には戸惑いが見られる。

「準備や片付けの時間が確保できない」も11.3%ある。生物領域は、他科目と異なり、教材生物の飼育や採集など長期的な準備が必要なことも多い。その時間を確保できないことが、実施する実験等の数を減らす大きな要因となっていることは想像に難くない。

また、物理基礎や化学基礎と比べて、実験等の実施形態で生徒実験の率が高いことは特徴的である。演示実験と比べて生徒実験は、準備や片付けの時間も確実に増える。このことも、生物基礎の実験等の数を減らす要因になっている可能性がある。

イ 教員基本調査の各項目と実施する実験等の数の関係

各教員が生物基礎の授業で実施する実験等の数の平均が、教員基本調査の項目のうち、「教員としての経験年数」「専門とする領域」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」の四つによってどのように変動するかを集計したものを表21に示す。

「教員としての経験年数」では、「1～5年」及び「11～20年」の教員の個人実施数が、比較的高い。これは、1(2)アに示したものと異なる結果であり、比較的若年層の教員の取組が目立っている。

「専門とする領域」では、生物以外を専門とする教員が生物を専門とする教員の半分以下という状況である。専門外の教員には、実験等に関するノウハウの不足を補うような生物関係の研修への参加を促したり、個別に助言したりするなどの支援が必要

表21 教員基本調査の各項目と生物基礎で実施する実験等の数の平均

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数（平均）
教員としての経験年数	1～5年	6.4
	6～10年	3.0
	11～20年	5.1
	21年以上	3.8
専門とする領域	生物	5.1
	生物以外	2.3
所属校の学校規模	学年2学級以下	4.1
	学年3～5学級	5.4
	学年6学級以上	4.8
所属校への実習教諭等の配置	いる	4.8
	いない	4.6

であると考えられる。

「所属校の学校規模」と「所属校への実習教諭等の配置」では、回答類型による差はほとんどなかった。これは、1(2)ウ、エに示したものとほぼ同じ結果であり、考察についても同様のことが言えると考ええる。

ウ 生物基礎の実験等の実施状況

生物基礎の実験等の実施状況を、教科書に掲載されている実験等ごとに集計したものを、次頁の表22に示す。この表の「実施する」には、その実験等を「実施する」と回答した教員の数について実施形態別（生徒実験と演示実験、ただし一部不明）に分けて集計している。「実施しない」には、その実験等を「実施しない」と回答した教員の数を集計しており、その理由も分けて集計している。なお、複数の理由を回答している場合があるので人数と理由の総数は一致しないものがある。また、「大単元」及び「中単元」には21年要領に掲載されているものを、「実験等」の名称には教科書に掲載されているものを記している。

教科書に掲載されている全ての実験等を実施することは時間的に難しく、教員は生徒の実態にに応じて適切な実験等を選択して実施している。そのため、一つ一つの実験等の実施状況を比較するだけではなく、単元や内容のまとまりで実施状況を比較しながら考察した。

生物基礎の実験等の実施状況の課題として、次のことが分かった。

- ①「(3)生物の多様性と生態系」の内容に関する実験等を実施する教員の数が少ない。
 ②教科書記載の「探究活動」は、「授業時間が確保できない」ために実施しにくいという傾向がある。
 ③「指導のノウハウがない」とする教員が特定の実験等で多い。

①については、「(3)生物の多様性と生態系」の授業は冬季に行う学校が多いが、この時期にフィールドワーク系の実験等を実施しにくいということも要因になっていると考えられる。この単元に関しては、21年解説で「教材とする生物が季節や地域によって制約を受けるような場合には、この科目の内容を季節や地域の実態に適合した順序で学習させることが求められる。」⁵⁾とあるように、実験等を行いやすい時期に授業を行うように助言していくべきである。なお、フィールドワークの経験が乏しい教員も多く、野外での指導に自信をもてていない。野外観察等の研修を通して、自信をもって指導ができるようにすることを目指す。

②については、21年解説に、各単元指導に関して「学習活動と関連させながら、観察、実験などを通して、問題を見いだすための観察、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、調査、実験データの分析・解釈など、生物学的に探究する方法を習得させるようにする。各探究活動では、これらの探究の方法を課題の特質に応じて適宜取り上げ、具体的な課題の解決の場面でこれらの方法を用いることができるように扱う必要がある。」⁶⁾と示されている。

探究活動は教科書でも複数ページで掲載されており、時間不足を感じている教員にとって、探究の過程をフルに経験させる活動を授業で行うことへの負担感は極めて大きいものがある。しかし、30年解説では、「探究の過程は、必ずしも一方向の流れではない。また、授業では、その過程の一部を扱ってもよい。」⁷⁾と示されている。その考えに従って、授業の中に探究の過程の一部を取り込む形で探究活動を促していけば、実施しやすくなるのではないかと考える。

③については、該当する実験等に「白血球による食作用の観察」「土壌中の微生物による有機物の分解」などがある。経験者にとっては実験操作が容易な内容であるが、「白血球による食作用の観察」では生体に注射をすることなどがあり、心理的なハードルが大きいものでもあろう。「土壌中の微生物による有機物の分解」も操作が容易な実験である。経験させることは難しくはない上、経験があれば実施への困難さは除かれる。各種研修の内容に実技講習を含めることで、このような実験等の実施者が増えると考えられる。

エ 生物基礎の教科書記載外実験等の実施状況

生物基礎の教科書記載外の実験等では、「顕微鏡やマイクロメーターの実習」「酵素の働きに関する実験」「心臓、肝臓、腎臓などの観察」等を実施している教員が複数いた。

独自の工夫が見られる実験等の記述もあった。提供されたワークシート等を活用して研修で活用することもできる。

表22 生物基礎の実験等の実施状況（「実験する」の合計には、生徒実験か演示実験かが不明な教員数も含む。）

単元名	内容	観察、実験名	実施する			実施しない理由	意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答
			生徒実験	演示実験	合計									
(1)生物と遺伝子	ア 生物の特徴	原核生物と真核生物の観察	17	0	17	10	0	1	0	4	2	2	0	1
		葉緑体と光合成	9	2	11	16	1	2	0	8	3	1	0	1
	イ 遺伝子とその働き	DNAの抽出	18	0	18	8	1	2	0	2	4	1	0	0
		細胞周期の観察	16	1	17	9	0	2	1	3	1	1	1	0
	ウ 生物と遺伝子に関する探究活動	ユスリカのだ腺染色体の観察	8	0	8	19	3	2	1	5	3	5	1	0
		花の色と細胞内構造	1	0	1	26	4	3	1	15	4	0	1	0
(2)生物の体内環境の維持	ア 生物の体内環境	DNAの分子モデルの作成	9	0	9	18	4	3	0	9	1	0	1	0
		形質転換	0	1	1	26	1	7	1	8	1	4	4	0
		ヒトの血球の観察	6	5	11	16	0	4	3	4	1	4	0	0
	イ 生物の体内環境の維持に関する探究活動	運動による心臓の拍動数の変化	7	2	10	17	7	1	0	6	1	1	2	0
		白血球による食作用の観察	1	1	2	25	0	8	1	6	3	6	2	0
		周囲の溶液の濃度と赤血球の変化	0	1	1	26	2	5	1	11	4	1	4	0
(3)生物の多様性と生態系	ア 植生の多様性と分布	陽葉と陰葉の観察	5	1	6	21	1	3	1	11	2	0	3	0
		自分の住む地域のバイオームの調査	5	0	5	22	3	4	4	8	1	0	3	0
	イ 生態系とその保全	土壌中の微生物による有機物の分解	0	1	1	26	2	8	0	10	3	1	2	0
		水質検査キットを用いた水質調査	0	0	1	26	1	2	0	10	2	8	3	0
	ウ 生物の多様性と生態系に関する探究活動	校庭の光条件と植生	3	1	4	23	2	5	0	10	2	2	3	0
		土壌動物と環境	2	0	2	25	2	6	0	10	4	2	2	0

(7) 生物

生物は、「改訂版 生物」(数研出版)に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽¹⁰⁾。

なお、生物の調査紙への回答者は21人である。

ア 実施する実験等の数

生物において、1人の教員が実施する実験等の数の平均は8.2だった。標準単位数が生物基礎の倍であることを考慮すると、生物基礎に比してより少ない傾向がある。

後述する次頁の表24において、実験等を「実施しない理由」のうち「授業時間が確保できない」が46.5%で最多であり、生物基礎以上に授業時数が足りないという状況にある。

次に多い理由は、16.7%の「材料や器具等がなく購入する費用もない」である。高度な内容の実験等で使用する器具や試薬等は高額なものが多く、限られた予算では実施できないのが実情であろう。

「準備や片付けの時間が確保できない」も13.2%ある。生物基礎でも述べた通り、飼育や採集など長期的な準備時間が確保できないことも、実施する実験等の数を減らす要因となっていると考えられる。

また、生物基礎と同様に、実験等の実施形態で生徒実験の率が高いことは特徴的であり、実験等の数を減らす要因になっている可能性がある。

イ 教員基本調査の各項目と実施する実験等の数との関係

各教員が生物の授業で実施する実験等の数の平均が、教員基本調査の項目のうち、「教員としての経験年数」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」の三つによってどのように変動するかを集計したものを表23に示す。なお、「専門とする領域」については、回答者全員が生物が専門だと回答していた。

「教員としての経験年数」では、生物基礎と同じく「1～5年」及び「11～20年」の教員の個人実施率が比較的高く、特に若年層の教員の取組が目立っている。

「所属校の学校規模」では、回答類型による差はほとんどなかった。これは、1(2)ウ示したものとほぼ同じ結果であり、考察についても同様のことが言える。

「所属校への実習教諭等の配置」について、他科目と異なり、実習教諭が配置されていない学校の方が、実験等の実施数が多かった。

表23 教員基本調査の各項目と生物で実施する実験等の数

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数(平均)
教員としての経験年数	1～5年	12.0
	6～10年	6.8
	11～20年	8.9
	21年以上	6.7
所属校の学校規模	学年2学級以下	8.0
	学年3～5学級	8.9
	学年6学級以上	7.9
所属校への実習教諭等の配置	いる	7.6
	いない	8.6

ウ 生物の実験等の実施状況

生物の実験等の実施状況を、教科書に掲載されている実験等ごとに集計したものを、次頁の表24に示す。この表の「実施する」には、その実験等を「実施する」と回答した教員の数について実施形態別(生徒実験と演示実験、ただし一部不明)に分けて集計している。「実施しない」には、その実験等を「実施しない」と回答した教員の数を集計しており、その理由も分けて集計している。なお、複数の理由を回答している場合があるので人数と理由の総数は一致しないものがある。また、「大単元」及び「中単元」には21年要領に掲載されているものを、「実験等」の名称には教科書に掲載されているものを記している。

教科書に掲載されているすべての実験等を実施することは時間的に難しく、教員は生徒の実態に応じて適切な実験等を選択して実施している。そのため、一つ一つの実験等の実施状況を比較するだけでなく、単元や内容のまとまりで実施状況を比較しながら考察した。

生物の実験等の実施状況の課題として、次のことが分かった。

- ①「(4)生態と環境」の内容に関する実験等を「実施する」教員数が少ない。
- ②作業学習的な内容の実験等を実施しない理由に「意義を感じない」を挙げる教員が、他の実験等より多い傾向がある。
- ③「材料や器具等がなく購入する費用もない」とする教員が特定の実験等で多い。

①については、「(4)生態と環境」は第3学年の最終盤に行く学校が多いが、進路決定を目前にしてい

る時期に時間がかかるフィールドワーク系の実験等を実施しにくいことも要因になっていると考えられる。生物基礎の「(3)生物の多様性と生態系」と同様に、実験等をゆとりをもって実施しやすいように、授業の時期を調整することを助言していく。また、教員が自信をもって野外実習の指導ができるようにする必要があることも生物基礎と同様である。

②については、「実験等は、実際に実験器具や試薬を用いて行うものである」という理科教員の意識が働いていることも理由の一つになるだろう。文部科学省の教科調査官である藤枝秀樹（2018）は、学習指導要領の改訂に際して「実験器具や試薬などを用いるウェットな観察、実験に限らず、データを収集して分析したりモデル実験を行ったりするドライな観察、実験も考えられる。」⁸⁾と述べている。諸々の条件によって実験等の実施が制限される中で、探究の過程を踏まえて科学的な資質・能力を育むために、ドライな実験等の活用は有効だと考える。教員がその意義を理解し授業に取り入れていくためにも、ドライな実験等に使える優れた教材を準備し、研修で紹介していく必要がある。

③については、該当する実験等に「DNAを増やそう」「遺伝子組換え実験」「ショウジョウバエ

の突然変異体の観察」「カイコガの生殖行動」などがある。「DNAを増やそう」及び「遺伝子組換え実験」は高額な実験器具や試薬を使うこともあり、実施困難な学校が多い。②で述べたような、優れたドライ実験教材を開発して提供することにも必要になってくると考える。一方、「ショウジョウバエの突然変異体の観察」及び「カイコガの生殖行動」については、生体の入手に困難を感じているようだが、いずれも平成30年度の当センターの事業「教材生物バザール」で入手可能であった生物である。ショウジョウバエの突然変異体については、昨年の提供者に今後の提供も依頼し、標本を教育センターにも常時保管しておくことが有効である。カイコガについては、県内の複数校で飼育するなど、必要な時に無料で入手できる手立てを考えている。その他の実験等でも、安価に実施できる方法を模索する。

エ 生物の教科書記載外実験等の実施状況

生物の教科書記載外の実験等では、「ブタ眼球の観察」「ニワトリ脳の観察」等を実施している教員が複数いた。

また、前述したようなドライな実験教材を開発している教員もいるので、協力しながら他の教員にも活動を広めていく。

表24 生物の実験等の実施状況（「実験する」の合計には、生徒実験が演示実験かが不明な教員数も含む。）

単元名	内容	観察、実験名	実施する			実施しない理由	意義を感じない	ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答
			生徒実験	演示実験	合計									
(1)生命現象と物質	ア 細胞と分子	カタラーゼの性質	13	1	16	5	0	0	0	4	1	0	0	0
		細胞の運動の観察	9	2	11	10	0	0	0	6	1	2	0	1
	イ 代謝	細胞内ではたらく酵素による酸化還元反応	2	0	4	17	1	0	0	12	3	0	0	1
		アルコール発酵の実験	10	2	13	8	0	1	0	6	1	1	0	0
		植物の光合成色素の分離	15	0	16	5	0	0	0	3	1	1	0	0
		根粒と根粒菌の観察	4	7	11	10	1	3	0	4	1	1	0	0
	ウ 遺伝情報の発現	ヒトのインスリン遺伝子に関する作業学習	0	0	0	21	3	2	0	10	1	3	1	1
		遺伝子発現の誘導の観察	1	0	1	20	0	5	0	7	3	3	1	1
	エ 生命現象と物質に関する探究活動	DNAを増やそう	1	0	1	20	0	2	0	6	1	10	1	0
		温度やpHと唾液アミラーゼの反応速度	2	0	4	17	1	0	0	12	3	0	0	1
(2)生殖と発生	ア 有性生殖	光合成色素が吸収する光の観察	4	0	5	16	0	3	0	7	2	3	0	1
		遺伝子組換え実験	2	0	2	19	0	3	0	6	1	8	1	0
		減数分裂の観察	3	2	5	16	2	0	0	9	4	1	0	1
		染色体の乗換えと配偶子の組み合わせ	7	0	8	13	4	1	0	4	1	2	0	1
	イ 動物の発生	ウニの受精の観察	5	2	8	13	0	1	0	2	3	7	0	0
		カエルの発生の観察	1	2	3	18	0	1	0	6	5	6	0	0
	ウ 植物の発生	ショウジョウバエの突然変異体の観察	0	1	1	20	2	2	0	3	3	9	0	1
		花粉管の伸長の観察	2	1	3	18	1	2	0	9	2	2	1	1
	エ 生殖と発生に関する探究活動	シロイヌナズナの花の構造	2	1	3	18	3	0	0	8	3	4	0	1
		鳥類の発生の観察	1	0	1	20	1	4	0	6	2	7	0	1
(3)生物の環境応答	ア 動物の反応と行動	盲斑の検出	19	0	20	1	0	0	0	0	1	0	0	0
		グリセリン筋の収縮実験	1	1	3	18	0	3	0	5	3	7	0	1
	イ 植物の環境応答	ヒトの試行錯誤学習	11	0	12	9	1	3	0	3	2	0	1	0
		種子の発芽と胚のはたらき	0	0	0	21	0	5	0	10	2	2	1	1
(4)生態と環境	ウ 生物の環境応答に関する探究活動	カイコガの生殖行動	0	0	0	21	1	1	0	6	3	9	0	1
		植物ホルモンののはたらき	1	0	1	20	0	4	0	8	2	4	1	1
	ア 個体群と生物群集	ウキクサの個体群の観察	2	0	2	19	1	1	0	11	3	2	1	0
		河川の生物群集の観察	1	0	1	20	0	2	1	12	3	1	1	1
(5)生物の進化と系統	イ 生態系	層別刈取法	0	0	0	21	2	0	0	13	4	1	1	1
		絶滅のおそれのある生物の調査	0	1	1	20	1	3	0	11	3	1	1	1
	ウ 生態と環境に関する探究活動	土壌中の生物群集の調査	1	0	1	20	1	3	0	10	3	2	1	1
		地球と生物の「歴史カレンダー」の作成	5	0	5	16	3	1	0	10	1	0	1	0
	ア 生物の進化の仕組み	遺伝的浮動による遺伝子頻度の変化	3	0	3	18	1	1	0	12	2	0	1	1
		節足動物の観察	2	0	2	19	0	4	0	12	2	0	1	1
(5)生物の進化と系統	イ 生物の系統	進化の証拠を探そう	0	1	1	20	0	4	0	13	1	0	1	1
		光合成色素と植物の系統	1	0	1	20	0	3	0	12	2	1	1	1

(8) 地学基礎

地学基礎では、広島県内で最も採択の多い教科書である「高等学校改訂地学基礎」（第一学習社）に掲載されている実験等の実施状況等を調査した⁽¹¹⁾。

なお、地学基礎の調査紙への回答者は9人である。

ア 実施する実験等の数

地学基礎において、1人の教員が実施する実験等の実施回数の平均は5.6であり、生物基礎と同様に少ない。後述する次頁の表27において、実験等を「実施しない理由」のうち「授業時間が確保できない」が51.8%で最も多く、次に多い理由の「準備や片付けの時間が確保できない」が14.0%であり、限られた授業時間の中で実験等を行う時間を十分に捻出できない状況であると考ええる。また、「材料や器具等がなく購入する費用もない」が12.8%であり、装置や器具の有無も実施に影響していると考ええる。

また、地学基礎の実験等の実施形態は、生徒実験の率が演示実験の率の約3倍となっていることも特徴的であり、生物基礎や生物と同様に準備や片付けの時間確保の難しさが実施する実験等の数を減らす要因になっているとも考えられる。

イ 教員基本調査の各項目と実施する実験等の数との関係

各教員が地学基礎の授業で実施する実験等の数の平均が、教員基本調査の項目のうち、「教員としての経験年数」「専門とする領域」「所属校の学校規模」「所属校への実習教諭等の配置」の四つによってどのように変動するかを集計したものを次の表25に示す。

表25 教員基本調査の各項目と地学基礎で実施する実験等の数

教員基本調査の項目	回答類型	実施する実験等の数（平均）
教員としての経験年数	1～5年	4.5
	6～10年	2.0
	11～20年	7.5
	21年以上	6.0
専門とする領域	地学	10.5
	地学以外	4.1
所属校の学校規模	学年2学級以下	4.4
	学年3～5学級	7.0
	学年6学級以上	—
所属校への実習教諭等の配置	いる	—
	いない	5.6

「教員としての経験年数」では、「11～20年」は実施する数が多く、「6～10年」は実施数が特に少なくなっている。「6～10年」の教員2人は、ともに化学を専門領域とする教員であったことが影響していると考ええる。

「専門とする領域」では、地学を専門とする教員2人の実施数が10.5に対し、地学以外を専門とする教員7人の実施数は4.1であった。地学基礎の場合、地学以外を専門とする教員が担当することが比較的多いと考えられ、地学以外を専門とする教員に対する実験等に関するノウハウの習得や装置や器具を用意する等の準備段階での支援も必要と考える。

「所属校の学校規模」では、学年2学級以下4.4に対し、学年3～5学級は7.0であった。これは、1(2)ウに示したものとほぼ同じ結果であり、考察についても同様のことが言えると考ええる。学年6学級以上の回答者はなかった。

「所属校への実習教諭等の配置」では、回答者のすべての学校で「いない」という回答であり、配置の有無による分析はできない。

ウ 地学基礎の実験等の実施状況

地学基礎の実験等の実施状況について、教科書に掲載されている実験等毎に集計したものを、次頁の表27に示す。この表の「実施する」については、その実験等を「実施する」と回答した教員の数について実施形態別（生徒実験と演示実験）に分けて集計している。「実施しない」には、その実験等について「実施しない」と回答した教員の数を集計しており、その理由も分けて集計している。なお、複数の理由を回答している場合があるので人数と理由の総数は一致しないものがある。また、「大単元」及び「中単元」には21年要領に掲載されているものを、「実験等」には教科書に掲載されているものを記している。

教科書に掲載されているすべての実験等の実施は時間的に難しく、教員は生徒の実態に応じて適切な実験等を選択して実施していると考えられる。

実験等の実施状況の課題として、次のことが分かった。

- ①教科書記載の探究活動では、「液状化の発生実験」以外の実験等を実施する教員の数が少ない。

②物理及び化学を専門とする教員は「実験を実施しない」を回答した割合が多い。

③「指導のノウハウがない」とする回答が特定の教員で見られる。

「実施する」という回答が少なかった実験等の特徴として、「宇宙をつくる元素」のように、既存のデータを活用したり表計算ソフトを使ったりする等のコンピュータを活用するものが複数あった。また、「露頭の観察」や「化石を用いた古環境の推定」では、実際の露頭での野外観察において、化石等の採集を行う方法などが示されており、実験等を実際に行うことが難しいと感じていることも考えられる。これらの内容の取扱いについて、30年解説では「地球や地球を取り巻く環境については、生徒が観察や実験をすることが難しいものも含まれるため、地球や宇宙に関する調査、観測などにより得られた情報や資料を基にした実習も大切である」⁹⁾とあるように、実際にコンピュータを用いてデータ処理を行ったり、教室等で実施するための情報や資料の提供を講座で行ったりするなどによる支援が考えられる。

専門領域	実施する数	実施しない理由					
		意義	ノウハウ	安全	授業時間	準備時間	材料・費用
物理	1.5	0	0	0	11.0	11.5	0
化学	2.0	1.5	5.5	0	10.0	0.5	4.5
生物	7.3	0	3.0	0	10.3	0.3	3.3
地学	10.5	3.0	0	0.5	7.0	0	1.0

③については、「授業時間の確保」「準備や片付けの時間の確保」「材料や器具がなく購入する費用もない」に次いで多い理由となっている。このことについても、表26から、化学及び生物を専門とする教員の回答で占められていることが確認できる。また、表27が示すように、生徒実験の合計数が演示実験の合計数の約3倍という結果も出ている。そのため、②で述べたように、専門領域ではない教員が受講し、指導のノウハウを得られるような講座を開設するという支援が考えられる。

大単元	中単元	実験等	実施する				実施しない	実施しない理由							
			生徒実験	演示実験	合計	意義を感じない		ノウハウがない	安全確保できず	授業時間確保	準備、片付け時間確保	材料、器具、費用	その他	無回答	
(1)宇宙における地球	ア 宇宙の構成	太陽光や蛍光灯のスペクトルの観察	5	2	7	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	イ 惑星としての地球	木星の衛星の観察	1	0	1	8	0	1	0	5	1	1	0	0	0
	ウ 宇宙における地球	宇宙をつくる元素	0	0	0	9	1	2	0	5	1	0	0	0	0
	に関する探究活動	火星の地形の調査	0	1	1	8	1	1	0	4	1	1	1	0	0
(2)変動する地球	ア 活動する地球	地球の測定	2	0	2	7	0	2	0	4	1	0	0	0	0
		岩石と鉄の密度を調べる	1	0	1	8	1	1	0	3	2	0	1	0	0
		火山灰の観察	2	2	4	5	0	0	0	2	1	2	0	0	0
		火成岩の観察	4	1	5	4	1	0	0	1	1	1	0	0	0
	イ 移り変わる地球	堆積岩を調べる	3	1	4	5	0	1	0	2	1	1	0	0	0
		化石の観察	3	1	4	5	0	0	0	1	1	3	0	0	0
		火山灰層の調査	0	0	0	9	0	1	0	3	1	4	1	0	0
		地質時代カレンダーの作成	3	0	3	6	2	1	0	2	1	0	0	0	0
	ウ 大気と海洋	対流圏と成層圏下層のようす	2	0	2	7	0	1	0	4	1	1	0	0	0
		日射量の測定	1	0	1	8	0	1	0	4	1	2	0	0	0
	エ 地球の環境	海水の変化	0	0	0	9	1	1	0	6	1	0	0	0	0
		自然エネルギーの利用	0	1	1	8	1	1	0	5	1	0	0	0	0
オ 変動する地球に関する探究活動	地震への対策	2	1	3	6	1	0	0	4	1	0	0	0	0	
	火山の配列とプレートの動き	2	0	2	7	0	1	0	5	1	0	0	0	0	
	日本列島の地震分布	1	1	2	7	0	1	0	4	1	0	1	0	0	
	露頭の観察	0	0	0	9	0	1	1	4	1	2	1	0	0	
	化石を用いた古環境の推定	0	0	0	9	0	1	0	5	1	1	1	0	0	
	大気の大循環の観察	1	0	1	8	0	1	0	4	2	1	0	0	0	
	気温の変化の調査	2	0	2	7	0	0	0	6	1	0	0	0	0	
	液状化の発生実験	2	2	4	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	

おわりに

本研究において、広島県の高等学校の実験等の実施状況や、教員が抱えている課題を、調査によって明らかにすることができた。

限られた授業時間の中で、可能な限り実験等を取り入れた授業を行おうと、指導計画を工夫している理科教員の姿が見られた。また、科目によっては、比較的若年層の教員が実験等を多く取り入れた授業づくりを工夫している姿も明らかとなった。このような調査結果を、研修等で積極的に発信していくことも、実験等を推進することにつながると考える。

一方で、各科目それぞれで、実験等を実施する上での課題が明らかとなった。今後、各項で示してきた支援を、研修等を通して行っていく。また、平成31年度から、教育センターの「ヘルプ&サポート相談事業」に、教育センターの指導主事による訪問指導が加わるという計画がある。訪問指導が加わった場合、高等学校の理科教員にそのことを周知し、課題等の状況に応じてその利用を促し、支援を広げていきたい。

本研究では、各実験等の実施状況を、実施している数で考察してきたが、教科書に記載されている実験等をすべて実施するのは現実的ではないし、実施数を増やしさえすれば生徒の理科の資質・能力がよりよく育成されるようになるというものでもない。理科の授業者は、数ある実験等から、授業で実施することが望ましいものを選択・実施する必要がある。その際、判断基準となるのは、生徒の学習状況であろう。生徒の学習状況を適切に評価し、資質・能力のよりよい育成に資すると思われる実験等を選択・実施することが求められる。換言すれば、生徒の資質・能力を育成するための、理科におけるカリキュラム・マネジメントの確立が求められている。そうすることにより、実施する実験等が精査され、準備・片付け等の時間の減少、授業時間の確保につながり、本研究の調査において、実験等を実施しない理由で圧倒的に多かった「時間の不足」の解消につながっていくと考える。

今後、理科におけるカリキュラム・マネジメントについて研究し、その成果を発信していくことで、高等学校理科の実験等を推進する支援を進めていきたい。

最後に、本研究を進めるに当たり、調査の実施に御協力いただいた、広島県高等学校教育研究会理

科部会会長をはじめとした事務局の皆様、質問紙に御回答いただいた高等学校教員の皆様に、心から感謝を申し上げる。

【注】

- (1) 文部科学省（平成30年 a）：『高等学校学習指導要領』p. 129に詳しい。
- (2) 文部科学省（平成30年 a）：前掲書p. 167に詳しい。
- (3) 文部科学省（平成30年 a）：前掲書p. 129に詳しい。
- (4) 田村 剛三郎他18名（平成29年）：『高等学校改訂新物理基礎』第一学習社による。
- (5) 國友正和他10名（平成30年）：『改訂版物理』数研出版による。
- (6) 竹内敬人他19名（平成29年）：『改訂新編化学基礎』東京書籍による。
- (7) 石井英真（2015年）：『今求められる学力と学びとはーコンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影ー』日本標準p. 50に詳しい。
- (8) 竹内敬人他20名（平成30年）：『改訂新編化学』東京書籍による。
- (9) 吉里勝利他20名（平成29年）：『高等学校改訂新生物基礎』第一学習社による。
- (10) 嶋田正和他22名（平成30年）：『改訂版生物』数研出版による。
- (11) 西村祐二郎他 8 名（平成29年）：『改訂地学基礎』第一学習社による。

【引用文献】

- 1) 文部科学省（平成21年 b）：『高等学校学習指導要領 解説理科編理数編』実教出版p. 48
- 2) 文部科学省（平成21年 a）：『高等学校学習指導要領』p. 53
- 3) 文部科学省（平成21年 b）：前掲書p. 52
- 4) 文部科学省（平成21年 b）：前掲書p. 52
- 5) 文部科学省（平成21年 b）：前掲書p. 81
- 6) 文部科学省（平成21年 b）：前掲書p. 86
- 7) 文部科学省（平成30年 b）：『高等学校学習指導要領 解説理科編 理数編』p. 10
- 8) 藤枝秀樹「高等学校理科[生物基礎][生物]の改善事項」『理科の教育11月号（通巻796号）』東洋館出版社 p. 29
- 9) 文部科学省（平成30年 b）：前掲書p. 159