

高等学校生物における思考力を育成する授業づくり

教職実践専攻・教科領域実践コース

学籍番号 21GP307 氏名 宮野純

はじめに

現行の平成 30 年改訂の高等学校学習指導要領総則編¹⁾において、育成すべき資質・能力の 3 つの柱の中に、「思考力・判断力・表現力」が掲げられている。高等学校では生徒達にこれらの能力を育成するような授業を行わなければいけない。しかし、筆者が授業観察や授業実践を通して感じたことは、思考力を育成するような授業を行うことはとても難しいということである。生物において、教科書で習得すべき知識量が多く、思考力の育成をするような時間を十分に取ることができないと考える。したがって、知識を習得する時間と思考力を育成できるような時間の両方を 1 時間の授業の中でバランス良く行うことが求められている。

次に思考力とは何かを考える。現行の高等学校学習指導要領理科編²⁾において、「理科の見方・考え方を働かせ」という文言がある。これは、知識及び技能を習得したり、思考、判断、表現したりしていくものであると同時に、学習を通じて、「理科の見方・考え方」が豊かで確かなものとなっていくと考えられる。「理科の見方・考え方を働かせ」とあるのは、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考える」ことである。このことから、筆者は「理科の見方・考え方」を働かせることを思考力として定義した。また、現在の理科教育において、実験結果や科学的原理を用いて論証を組み立てるアーギュメント(argument)の力が重視されている(山本 坂本 山口ら 2013)³⁾。アーギュメントとは、観察、実験などを通して探究し、規則性、関係性、特徴などを見いだして表現することである(Toulmin 1958)⁴⁾。これは、思考力を育成する上で重要なことであると考えた。また、McNeill (2011)⁵⁾において、幼稚園児から高校生や教員にかけて科学的説明を構成させる実践を行った。具体的には、化学反応や質量の保存、地球の気候変動など物理・化学・生物・地学の内容や環境問題などを題材にして、科学的知識と科学的探究を組み合わせた学習を実施し、アーギュメントの構造を可視化して、科学的説明を記述させた(坂本 山口 西垣ら 2012)⁶⁾。科学的説明を構成する力の評価に当たっては、科学的知識の獲得と科学的説明のフレームワークに即した説明の両方を測定する評価課題を作成した。筆者は、この評価課題に着目し、科学的説明を問う評価課題を設定した。それに生徒が取り組むことで生徒達の思考力が育成されるのではないかと仮説を立てた。

以上のことから、本研究は、授業で扱った知識を活用する評価課題に生徒が取り組み、その結果、生徒達の思考力を育成することを目指した。今回の報告において、1 年次、2 年次前期と 2 年次後期の計 3 回について報告する。

1 年次の取組

授業実践

(1) 実践対象及び実践日

県立 A 高等学校の 1 学年の 1 クラス 40 名を対象に授業実践を行った。実践日は、12 月 2 日、7 日、9 日、14 日、16 日であった。

(2) 授業実践の内容

授業内の 15 分間を使って、本時で扱った知識を活用する評価課題を生徒に取り組ませた。授業実践は 5 回行った。授業実践で行った範囲は、生物基礎の「免疫」であった。なお、評価課題は、第 1 回、第 2 回、第 4 回、第 5 回の授業で行った。第 3 回の授業で評価課題を行わなかった理由

は、授業内容が知識を習得することが主であったためである。各授業で行った評価課題の問題は以下のとおりである(表 1)。各授業における評価課題は、その授業回で扱った知識を活用できるような内容とした。

表 1 各授業における評価課題の問題

授業回	課題内容
1回	あなたの家族のうち、あなた以外が風邪を引いてしまいました。それは、あなたと他の家族の間に免疫力の差があったのではないかと考えられます。この観点から、何故、あなたは風邪を引かなかったのでしょうか。今回のワークシートを参考にして説明してください。
2回	日常生活で、口内炎などといった様々な炎症が起こります。何故、このような炎症が起こるのでしょうか。その理由を、今回のワークシートを参考にしながら説明してください。
4回	新型コロナウイルスやインフルエンザにかからないために、予防接種が効果的といわれています。何故、予防接種が感染症対策に効果的と言われているのでしょうか。その理由を前回と今回のワークシートを参考にして説明してください。
5回	あなたの家族のうち、あなた以外が風邪を引いてしまいました。それは、あなたと他の家族の間に免疫力の差があったのではないかと考えられます。この観点から、何故、あなたは風邪を引かなかったのでしょうか。今回のワークシートとこれまで学習したことを踏まえて説明してください。

(3) 評価課題の分析

評価課題の分析対象は、上記表 1 の問題の内容がほぼ同様である第 1 回と第 5 回を対象とした。評価課題の評価基準を設定するに当たって、McNeill らが指導した科学的説明は、「主張 (claim)」、「証拠(evidence)」、「理由付け(reasoning)」、「反駁(rebuttal)」から構成されている。「主張」は、もとの質問に答える言明・結論である。「証拠」は、主張を支える科学的データである。「理由付け」は、科学的原理を用いて証拠と主張を結びつける正当化である。「反駁」は代替の説明に言及し、なぜ代替説明が適切でないのかについての反証と理由づけを提供するものである(McNeill 2011)⁵⁾。「反駁」は今回の授業実践のワークシートにおける評価課題では、判断できる要素がない。したがって、「主張」、「証拠」、「理由付け」に焦点を当てて評価するとともに、これら 3 つの評価項目の解釈を行った。「主張」において、「問いに対する根本的な言明・結論を答えている」と解釈した。「証拠」において、「ワークシートの内容や日常的出来事を踏まえて説明している」と解釈した。「理由付け」において、「論理的に説明している」と解釈した。以上 3 つを、ルーブリックで 3 段階評価とした。ルーブリックの表は表 2 のとおりである。なお、このルーブリック表は、中山、柳田(2016)⁷⁾を参考に作成した。その後、1 回目と 5 回目の各評価項目の評点分布の割合を計算した。その計算式は、(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数)×100 である。また、ルーブリックを用いた評価をした上で、評価 3 をつけた解答例は「家族は仕事などのストレスや疲労・睡眠不足により免疫力が低下していることや、HIV がヘルパー T 細胞に感染して適応免疫が働かなくなった。これにより、日和見感染を起こしてしまったから」であった。一方で、評価 1 をつけた解答例は、「自分の部屋にだけ加湿器が置いてあり、家族の所は乾燥していたから」であった。

表 2 評価課題の評価を行うルーブリック

評点\項目	主張	証拠	理由付け
1	根本的な言明・結論を答えてられていない。	ワークシートの内容や日常的出来事を踏まえながら説明できていない。	論理的に説明できていない。
2	根本的な言明・結論を答えているが、不十分である。	ワークシートの内容や日常的出来事を踏まえながら説明はされているが、不十分である。	論理的に説明されている部分はあるが不十分である。
3	正確で完全な根本的な言明・結論を答えることができています。	ワークシートの内容や日常的出来事を踏まえながら十分に説明できている。	論理的に人が納得できるように説明できている。

授業実践の結果

評価課題に取り組んだ生徒は、第1回は40名で、第5回は37名であった。第5回で生徒数が減少した理由は、その日において3名が欠席したためである。第1回と第5回の各評価項目における分布の割合を算出した表は以下のとおりである。(表3)。

表3 第1回と第5回の各評価項目における分布の割合。割合は(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数)×100で、有効数字3桁まで算出した。単位は%である。

主張			証拠			理由付け		
評定	1回目	5回目	評定	1回目	5回目	評定	1回目	5回目
1	52.5	2.70	1	17.5	2.70	1	30.0	8.11
2	32.5	40.5	2	42.5	13.5	2	50.0	37.8
3	15.0	56.8	3	40.0	83.8	3	20.0	54.1

考察

今回の結果は、表3から分かるように「主張」、「証拠」、「理由付け」の全てにおいて評定が上がったということがわかった。このことから、生徒達の思考力の育成がなされたのではないかと考えられる。1回目より5回目が、全体的に評定が高い理由として、授業を行うにつれて、知識が習得され、その単元の理解が深まったため、思考力の評定が上がったと考えられる。3つの評価項目の内、一番伸びたのは「証拠」である。これは、生徒達が問題に対して、ワークシートのどの部分を参考にすれば良いかをしっかりと考えることができていたからであると想定される。一方で、「主張」と「理由付け」は、あまり伸びなかった。その理由は、授業内で、この2つの項目についての指導が不十分であったからではないかと考えられる。したがって、生徒同士が納得のできる論理的な説明をする機会を設けるといような「主張」、「理由付け」を育成する授業づくりを行っていくことが、今後の課題となった。

2 年次前期の取組

授業実践の概要

(1) 実践対象及び実践日

県立 A 高等学校の 2 学年の 2 クラス合同の 35 名を対象に授業実践を行った。実践日は、5 月 24 日、31 日、6 月 23 日、28 日、8 月 30 日、9 月 1 日であった。また、集中実習において、上記の 2 学年のクラス以外のクラスも授業実践を行った。その授業実践日は、8 月 31 日のみであった。

(2) 授業実践の内容

授業内の 15 分程度を使って、本時で扱った知識を活用する評価課題に生徒が取り組んだ。授業実践で行った範囲は、生物の「代謝」の一部と「DNA の複製」の一部であった。授業実践は 5 回行った。なお、評価課題は、第 1 回、第 2 回、第 5 回、第 6 回の授業で行った。第 3 回と第 4 回の授業で評価課題を行わなかった理由として、第 3 回では実験を行ったことで評価課題が実施できなかった。第 4 回は、第 3 回で行った実験の考察を生徒と考える授業を行ったため評価課題が実施できなかった。また、別のクラスにおいても第 5 回で実施した授業と同じ内容の授業を実施した。各授業で行った評価課題の問題は以下のとおりである(表 4)。各授業における評価課題は、その授業回で扱った知識を活用できるような内容とした。

表 4 各授業における評価課題の問題

授業回	課題内容
1回	最近のダイエットとして「基礎代謝を上げる」手法がよく挙げられます。基礎代謝を上げるとダイエットの効果がある理由として、基礎代謝は、1日の消費カロリーの中の 7割を占めているため、基礎代謝が高いほど消費されるエネルギーが大きいの言い換えすることができます。従って、基礎代謝の高い人は、痩せやすい人と言えるからです。そこで、基礎代謝を上げる方法をインターネットで検索してみると、9つありました。それは、 ①筋トレ ②ストレッチ ③有酸素運動 ④ヨガ ⑤水分を多く取る ⑥身体が温まる食べ物を食べる ⑦腸内環境を整える ⑧入浴、岩盤浴 ⑨漢方 でした。 では、その9つは何故、基礎代謝を上げる手法と言われているのでしょうか。9つの中から1つ以上選んで、今回のワークシートを参考にして説明してください。また、余裕があれば、今回のワークシートでは説明できない手法があればそれも含めて説明してください。
2回	昔から、ヤクルト、ヨーグルト、味噌、納豆と言った発酵を用いた食品は、適切に摂取すると、ヒトの体内環境を良くすると言われています。それは、発酵に関連している菌とその活動が影響しているようです。これを踏まえると、なぜ、発酵食品がヒトの体内環境を良くしているのでしょうか。その理由を、今回のワークシートを参考にし、生物の知識を用いながら説明してください。
5回	・メセルソンとスタールはDNAの複製方法を確かめるために、大腸菌と窒素の同位体を用いた実験を行うことで、半保存的複製が証明されました。この複製法の他に保存的複製と部分的複製という仮説があったのですが、これらは棄却されました。それはなぜでしょうか。その理由を今回のワークシートを参考に説明してください。 ・もし、保存的複製と部分的複製が成立していた場合、メセルソンとスタールの実験結果はどのようなになっていたのでしょうか。今回のワークシートを参考にそれぞれ説明してください（図を用いてもかまいません）。
6回	DNAの複製において、DNAを正確に複製しますが、末端の部分は完全には複製されません。ところで、DNAの末端にはテロメアという領域があります。この領域では、遺伝情報が存在しない塩基配列の繰り返しが存在し、細胞分裂でDNAを複製する度にテロメアが短くなっています。 では、このテロメアという領域は、生物が生存する上でどのようなメリットがあるのでしょうか。考えられる理由を、DNAの複製の観点から、今回のワークシートを参考に説明してください。絵などを活用して説明してもかまいません。

(3) 評価課題の分析

評価課題の分析は、1回目と6回目を対象にした。また、5回目の評価課題において、その回のみ授業を行ったクラスも対象とした。評価課題の評価基準は、「主張」、「証拠」、「理由付け」と1年次と同様のものとし、3段階のルーブリックを用いた評価を行った(表 2)。その後、1回目と6回

目の各評価項目の評点分布の割合を計算した。また、5 回目の評価課題において、いつも授業を行っているクラスとその授業回だけ授業を行ったクラスがある。後者のクラスは、1 度も評価課題を行ったことがない。そこで、両者のクラスで比較して、差があるのかを同様に調べた。各評価項目の分布の計算式は、(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数) \times 100 である。ルーブリックを用いた評価をした上で、6 回目において評価 3 をつけた代表的な解答例は、「DNA を複製している途中、DNA の一部が欠損してしまう時があり、その時穴になってしまうと、細胞分裂がストップしてしまったため、穴にならないよう、穴を埋めるためにテロメアという領域が存在する。つまり、生物が生存する上で、DNA を欠損してしまっても問題がなく日常生活を送ることができるメリットがある。」等が挙げられる。一方、評価 1 をつけた解答例は、「無解答」や「箇条書きの一文のみ」である。

授業実践の結果

評価課題に取り組んだ生徒は、第 1 回は 31 名で、第 6 回は 34 名であった。第 1 回と第 6 回で生徒数が在籍数より少ない理由は、その日において欠席者がいたためである。第 1 回と第 6 回の各評価項目における分布の割合を算出した表は以下のとおりである(表 5)。

表 5 第 1 回と第 6 回の各評価項目における分布の割合。割合は(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数) \times 100 で、有効数字 3 桁まで算出した。単位は%である。

主張		
評定	第1回	第6回
1.00	6.45	2.94
2.00	38.71	14.71
3.00	54.84	82.35

証拠		
評定	第1回	第6回
1.00	12.90	5.88
2.00	41.94	26.47
3.00	45.16	67.65

理由付け		
評定	第1回	第6回
1.00	32.26	9.68
2.00	51.61	51.61
3.00	16.13	48.39

第 5 回の評価課題において、いつも授業実践を行っているクラスとその日だけ授業を行ったクラスの分析を行った。評価課題に取り組んだ生徒は、いつも授業実践を行っているクラスは 28 人で、その日だけ授業を行ったクラスも 28 人であった。各クラスの生徒数が在籍数より少ない理由は、その日において欠席者がいたためである。各クラスの各評価項目における分布の割合を算出した表は以下のとおりである(表 6)。

表 6 第 5 回の評価課題において、いつものクラスと今回のみの各評価項目における分布の割合。割合は(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数) \times 100 で、有効数字 3 桁まで算出した。単位は%である。

主張		
評定	いつものクラス	今回のみのクラス
1	0.0	20.6
2	57.1	58.8
3	42.9	20.6

証拠		
評定	いつものクラス	今回のみのクラス
1	7.1	23.5
2	35.7	61.8
3	57.1	14.7

理由付け		
評定	いつものクラス	今回のみのクラス
1	10.7	64.7
2	67.9	29.4
3	21.4	5.9

考察

各授業回における評価課題の評価の比較において、「主張」、「証拠」、「理由付け」の全ての評価基準も第 1 回より第 6 回の方が評価 3 の割合が増加していた。このことから、生徒たちの思考力が育成されたのではないかと考える。「主張」、「証拠」において、第 1 回の評価 3 の割合が 50%付近を推移し

ており高かった。したがってこのクラスは、文章を記述する力や思考力が比較的高いクラスであると考えられる。そのため、第1回から第6回の評価3の割合の増加量が大きなものではなかった。しかし、クラスの半数が評価3を取れているという点において、非常に良い結果になったと言える。次に「理由付け」についてである。「理由付け」は第1回と第6回と50%を下回っているものの、第1回から第6回よりも3倍近く評定3がついている。昨年度の結果に引き続き「理由付け」の評定3の割合が低い結果になった理由として、授業内で論述の書き方の指導や支援ができていなかったことにあると考える。評価課題の採点の際に一言メッセージを記述して、より良くなる書き方を記しておいたが、不十分であったと考える。したがって、授業の最初の時間や評価課題を行う際に書き方の指導や支援を継続して行うべきだと考える。

次に、第5回におけるいつも授業を行っているクラスとその日だけ授業を行ったクラスの比較である。表6の結果から分かるように、前者のクラスの方が後者のクラスよりも全ての評価項目において評価3の割合が高かった。さらに、評価1がついた割合が後者の方が高かった。これは、継続的に思考させるような課題に生徒が取り組んだ結果として、このような差が生まれたのだと考える。したがって、評価課題の継続的な実施が思考力を育成することに有効的ではないかと考える。

最後に、評価課題のルーブリックを用いた評価についてである。現時点での評価は3段階である。しかし、このままの評価では客観性が十分あるとは言えない。したがって、3段階評価を5段階評価にすることで評価を細分化し、より客観性が増す分析をする必要があると考える。

2 年次後期の取組

授業実践の概要

(1) 実践対象及び実践日

県立A高等学校の2学年の2クラス合同の35名を対象に授業実践を行った。実践日は、10月11日、18日、20日、25日、27日、11月1日、8日の計7回であった。

(2) 授業実践の内容

授業内の終わりの15分ほどを使って、本時で扱った知識を活用する評価課題を生徒に取り組ませた。授業実践は7回行った。授業実践の範囲は生物の「遺伝子の発現調節」の一部と「バイオテクノロジー」であった。なお、評価課題は、第1回、第2回、第6回、第7回の計4回の授業で行った。第3回から第5回の授業で評価課題を行わなかった理由は、授業内容が知識を習得することが主であったためであることや、1時間の授業だけでは評価課題を解くことが難しかったことの他に、評価課題を実施する時間が十分に確保できなかったためである。各授業で行った評価課題の問題は以下のとおりである(表7)。各授業における評価課題は、その授業回で扱った知識を活用できるような内容とした。

(3) 評価課題の分析

評価課題の分析は、1回目と7回目を対象にした。ルーブリックの表において、「アーギュメント的評価」と「理科的な評価」の2項目で3段階のルーブリックを作成し、それを用いて評価をした。前述のようにルーブリックを変更した理由として、以前の評価項目では、「論理的に考えを記述する力」を評価することはできるが、「生物学的な知識を適切に活用する力」を評価できていなかったため、「文章を論理的に書くことができれば高い評価になってしまう」ということが起きてしまっていた。したがって、前述のような評価項目を設定することで、従来から利用していた「主張」・「証

抛」・「理由付け」と分けていた項目を1つに集約した「アーギュメント的評価」と生物の知識を評価する「理科学的な評価」と設定することで、両方を評価できると考えた。作成したルーブリックの表は以下のとおりである(表8)。なお、このルーブリックを作成する上で、三宅ら(2020)⁸⁾を参考にして作成した。その後、1回目と7回目の各評価項目の評点分布の割合を計算した。その計算式は、(各評点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数)×100である。「アーギュメント的評価」と「理科学的な評価」において共に「評定3」をつけた生徒はきわめて少ないが、その中で1回目の評価課題の例をひとつ挙げると、「①調節遺伝子からリプレッサーを合成し、オペレーターに結合させることで、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合することを阻害し、ラクトース分解酵素を持っている構造遺伝子からの分解酵素の合成を抑制する。これにより、ラクトース分解酵素が合成されなくなり、グルコースをそのまま取り込み、エネルギーを合成する。②調節遺伝子から合成されたリプレッサーにラクトースからの誘導物質を結合させ、RNAポリメラーゼのプロモーターへの結合の阻害を不可能にさせる。これにより、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合でき、ラクトース分解酵素が合成される。それにより、ラクトースがグルコースとガラクトースに分解され、大腸菌はグルコースを取り込んでエネルギーの合成が可能になる。③グルコースがないため、②のようにしてラクトースを分解しようとするが、ラクトースがないので、誘導物質によるリプレッサーの変性がされず、①のようにラクトース分解酵素が合成されないままになる。結果、ラクトースがきてリプレッサーに誘導物質が結合するまで分解酵素の合成が止まるか、グルコースがきてエネルギー合成中、酵素の合成は止まったままかの2つに1つになる。また、そのままグルコースもラクトースも存在しない状態が続くといずれ死んでいく。」である。また、「アーギュメント的評価」の評定をつける基準として、「評定1」は無記入であったり、記述全体が抽象的なものとした。また「理科学的な評価」の評定をつける基準として、「評定1」は本時で扱った生物の用語や考え方を全く書いていないものであったり、誤った用語の使い方が多い記述とした。

表7 各授業における評価課題の問題

授業回	課題内容
1回	<p>大腸菌は通常、グルコースを最優先に取り込んでエネルギーを合成します。しかし、グルコースが存在しない環境だと、ラクトースを取り込み、分解することで、グルコースを生み出してエネルギーを合成するという生存戦略をもっています。</p> <p>このラクトース分解において、ラクトース分解酵素の遺伝子の発現が調節されていることがわかりました。</p> <p>では、以下の条件の時、大腸菌はどのような発現の調節を行っているでしょうか。今回のワークシートの「ラクトースオペロンの発現調節」を中心に参考にして論理的に説明してください。</p> <p>①グルコースが存在し、ラクトースが存在しないとき ②グルコースが存在せず、ラクトースが存在するとき ③グルコースとラクトースが存在しないとき</p>
2回	<p>真核生物の発現調節は原核生物の発現調節よりも複雑で多様でした。</p> <p>では、なぜ真核生物の遺伝子の発現調節は複雑なのでしょう。その考えられる可能性を今回と前回のワークシートを参考にして根拠を明確にして説明してください。</p>
6回	<p>今日において、遺伝子組み換え技術が発達しており、食品にも応用されています。</p> <p>このような遺伝子組み換えをした生物が自然界で、増殖を繰り返すと、どのようなことが起こるでしょうか。考えられることを、今回のワークシートを参考にして説明してください。</p>
7回	<p>新型コロナウイルスの陽性か陰性かを検査する方法として「PCR検査」という方法があります。では、どのような仕組みで新型コロナウイルスの陽性判定をしているのでしょうか。</p> <p>PCR法の目的・仕組みや電気泳動法の目的に触れながら、論理的に説明してください。</p>

表 8 新たに作成したルーブリックの表

評価段階\項目	アーギュメント的評価	理科的な評価
1	論理的な記述ができていない。 明確な主張が記述されていない。	生物の知識を理解していないまま記述している。 生物の用語を用いていない記述をしている。
2	問題に対する主張が記述されているが、一部論理が矛盾している記述をしている。	生物の知識を一部理解しながら記述ができています。
3	問題に対する明確な主張が記述されている事に加え、論理的な記述になっている。	生物の知識をしっかりと活用しながら記述ができています。

授業実戦の結果

評価課題に取り組んだ生徒は、1回目は31人で、7回目は27人だった。1回目と7回目では取り組んだ生徒数が異なっているのは、生徒が欠席したためである。

1回目と7回目の各評価課題におけるルーブリックを用いた評価を行い、その分布を調べた。その結果、以下のような結果になった(表9)。表9から、1回目より7回目の方が評価3を取った生徒が多かったことが分かった。

表 9 1回目と7回目の評価課題を、ルーブリックを用いた評価で分析した各項目・各評価の分布

1回目の分布(31人)		
評価	アーギュメント的評価	理科的評価
1	5	6
2	22	16
3	4	9

7回目の分布(27人)		
評価	アーギュメント的評価	理科的評価
1	0	1
2	16	6
3	11	20

次に、この評価の分布を割合で示し、1回目と7回目の比較をした表が以下である(表10)。各分布の割合の算出した計算式は、(各評価点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数) \times 100である。表10に示したように、評価3がついた生徒の割合が増加していることが分かる。

表 10 1回目と7回目の各評価項目における分布の割合。割合は(各評価点における人数)/(評価課題に取り組んだ生徒数) \times 100で、有効数字3桁まで算出した。単位は%である。

アーギュメント的評価		
評価	1回目	7回目
1	16.1	0.0
2	71.0	59.3
3	12.9	40.7

理科的評価		
評価	1回目	7回目
1	19.4	3.7
2	51.6	22.2
3	29.0	74.1

考察

2年次後期では、新たにルーブリックを作成して分析を行った。表9と表10の結果から「思考力・判断力・表現力」のアーギュメント的な力と「知識」の理科的な力の両方の力が向上したということが分かった。これは、「文章の書き方だけが上手くなった」のではなく、「生物の知識や考え方をしっかりと活用しながら論理的に考えることができるようになった」と筆者は考える。これは予想の範疇に過ぎないが、1年次と2年次前期で行った評価課題も変更したルーブリックで再度分析すれば、2年次後期のような結果になると期待できる。また、継続的に考えさせるような問いを生徒に取り組ませることで生徒達の「思考力」を育成できるということが分かった。

次に各評価項目について考察していく。一つ目に、「アーギュメントの評価」についてである。論理的かつ明確な主張を記述できる生徒が増えてきた。しかし、後述するように「理科的な評価」と比較して、評定3がつく生徒はいなかった。その理由として、論理的な文章を記述できる生徒があまりいなかったことが挙げられる。問題に対する答えをしっかりと記述している生徒は大多数いたが、論理的に矛盾無く答えている生徒はあまりいなかった。「矛盾無く」というのは、今まで習ってきた高校の生物の知識をベースにしているということは大前提であるが、論理的に記述するということは高校生にとって非常に難しいことであるということが改めて分かった。一方で、全く何も書いていない生徒や、問題に対する根本的な答えが曖昧な生徒はいなくなったので、その点に関しては非常に良いと考えている。「論理的に記述することは難しい」ということを前述したが、その理由として、生物の専門知識や概念をしっかりと理解することが難しいことにあと筆者は考える。青山(2011)⁹⁾において、Watsonらによる統計的リテラシーの3段階においては、「批判的思考力」を一番上にして、その下に知識や概念が位置づけられていた。このことから論理的に考えるという所謂「思考力」とは、知識や概念が密接に関連したものであるということを知ることができた。したがって、思考力を育成するためには、授業での学習事項の理解を効果的に促せるような授業をしていかななくてはならないと考えている。また、5月から9月に授業実践を行った後に約1ヶ月あけてから10月にも授業実践を行った。その際、9月の最後の評価課題では評定1がついた生徒はほとんどいなかったのだが、10月の初めに行われた評価課題で評定1がついた生徒が20%弱いた。一概に比較はできないのだが、これは1ヶ月ほど評価課題を実施しなかったことで思考力が低下していると考えられる。評価課題自体の難易度などの要因があるのは事実ではあるが、継続的に思考力を問う問題を長期的に実施することが、思考力を育成することに繋がると筆者は考える。

二つ目に「理科的な評価」についてである。表9、表10で分かるように、ほとんどの生徒達は1回目より7回目の方が、評定が上昇していた。これは、授業中に復習の時間を多く設けていたことや本時で学んだ知識の確認のために、生徒同士で話し合わせることで知識理解が効果的に促される他に、授業において分からなかった部分を、机間支援を行って解説していったり、全体で共有したりしていった。これらの取組を行ったことで、生徒達の生物の専門知識や考え方の定着に繋がったと考える。また、この話し合いによって、筆者自身の授業内の説明の甘さがわかった。それは「このくらいは分かるだろう」と考えて授業に臨むと、生徒がほとんど理解できていなかったということがよくあった。したがって、丁寧に授業内で説明する大切さを知ることができた。また、生徒達がどの部分でつまづいているのかということ、授業をしながら分かることができたので、今後の授業の質を上げる糧にできたことはとても良いことであると考えている。

最後に、令和4年度の大学入学共通テストの生物¹⁰⁾において、実験内容と実験結果を読み解いて考察する問題が主であった。このような問題を解くにあたって、問題文でどのようなことが書かれているかを読み解く力やその中からどこが重要かを考えることが必要になってくる。また、正しい解答を導くためには、論理的に考えていかななくてはならない。これは、筆者が授業実践で行った評価課題の

実施が非常に繋がっていると考える。問題の内容や難易度は今後考えるべき課題ではあるが、評価課題を継続的に取り組んでいくことで、生徒達の思考力を育成することができ、副次的に多くの高校生が受験するであろう大学受験の登竜門である大学入学共通テストでの得点の上昇ができるのではないかと考える。

謝辞

この実践研究をするに当たって、2年間実習をさせていただいた実習校の県立A高等学校の校長先生や筆者の指導教員をはじめとした教職員の皆様と授業実践を行ったクラスの生徒の皆様に深く感謝申し上げます。また、この報告書の作成などにおいて沢山のご指導をしてくださった指導教員と副指導教員をはじめとした教職大学院の先生方、そして2年間共に頑張ってきた同期の皆様に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省. (2018). 高等学校学習指導要領総則編
- 2) 文部科学省. (2018). 高等学校学習指導要領理数編
- 3) 山本智一, 坂本美紀, 山口悦司, 西垣順子, 村津啓太, 稲垣成哲, & 神山真一. (2013). 小学生におけるアーギュメントの教授方略:「振り子の運動」の実践を通して. 理科教育学研究, 53(3), 471-484
- 4) Toulmin, S. (1958). The uses of argument. New York, U.S.A. : Cambridge University Press
- 5) McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2011). Supporting grade 5-8 student in constructing explanation in science. Boston, U.S.A. : Person
- 6) 坂本美紀, 山口悦司, 西垣順子, 山本智一, & 稲垣成哲. (2012). 理科教育研究における記述のアーギュメントの評価フレームワーク. 科学教育研究, 36(4), 356-367.
- 7) 中山迅; 柳田里夏. (2016) TIMSS 理科論述式課題の回答を対象としたアーギュメント評価の試み. In: 日本科学教育学会年会論文集 40. 一般社団法人 日本科学教育学会, 353-354
- 8) 三宅輝, & 中山迅. (2020). 中学校理科におけるパフォーマンス課題に基づくループリック作成の試みー 電流単元の場合ー. In 日本科学教育学会年会論文集 44 (pp. 547-550). 一般社団法人 日本科学教育学会.
- 9) 青山和裕. (2011). 「知の創造」の視点からの統計的リテラシーの階層に対する再検討: 批判的解釈との位置づけの明確化をねらいとして (〈特集〉科学教育における統計的思考力育成のための理論と実践). 科学教育研究, 35(2), 101-110.
- 10) 大学入試センター. 本試験の生物, HP より,
https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/kakomondai/r4/r4_honshiken_mondai.html