

答えのない問いに科学的思考を基に判断ができる生徒の育成

一日々の授業と科学的リテラシーをつなぐカリキュラムマネジメントに着目してー

石田剛志 吉本一紀 諸岡一洋 南 理子

要旨 現代社会は変化の大きな時代を迎えており、急速な技術の発達は恩恵をもたらすとともに新たな課題を生じさせている。そうした時代を生きていくための力を身につけるために科学的リテラシーに着目し、生徒自身が社会的課題に対して意思決定できるような授業作りを行った。実践から意思決定には科学的根拠以外の要素も含まれること、工夫次第で物事をより多角的に捉えて判断できることが明らかになった。加えて、中学校理科の4領域によってできる内容が異なること、3年間通しての各学習の繋がりを意識することが重要であることがわかった。今後は、3年間の学習を整理しながら中学校理科における学習全体の設計を行っていく。

キーワード 科学的リテラシー カリキュラムマネジメント 意思決定

I 研究主題について

現代社会は変化の大きな時代を迎えている。AIをはじめとした各分野の技術革新は大きな恩恵を我々にもたらしているが、同時に環境問題や遺伝子組み換えの是非など今までなかったような新たな課題を生じさせているのも確かである。また、その一つひとつに焦点を当てると、明確に「正解である」という答えが得にくいものが多い。これは、一つの事象に対して複数の要素が複雑に絡み合っていることや個々の判断がそれぞれの価値観に根付いていることが要因である。個人の価値観の育成は、それまでの経験や学習内容によって左右されるが、かつての変化の乏しい時代であればそれまでに「何を学んだか」が準備として大きな意味を持っていた。しかし、これからの社会の担い手となる生徒たちは変化の方向性を予想することが困難であり、義務教育終了までに生涯に渡って通用するような判断基準となり得る知識・理解の体得が追いつかないと予想される。そのため、どのように学び、情報を得ていくかを意識して、常に自身を更新していくような姿勢に加え、知識・理解の体得（インプット）だけでなく、今ある知識・理解を基に個人でどのような判断ができるか、周囲とどのようにして合意形成をしていくかといった活用（アウトプット）できる資質・能力の育成が喫緊の課題であると考えた。現に今回の指導要領の改定にも、「子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている」という記述が見られる。

以上のような社会的な要請に応えるべく、本校理科

部会では今までの研究の流れを汲みつつ、これからの社会を生きる上で必要と考えられる資質・能力の育成を目指すこととした。そのためまずは、以下に今までの研究の経緯を述べる。

本校理科部会では2015年度から2017年度の3カ年に渡り、「実践的な課題解決力を養う理科授業の工夫」を主題とし、自然の事物・現象に関して理解を深めながら、実生活・実社会において実践的な課題を解決する力を育成する授業の工夫を研究した。その成果として、合理的な行動の選択につながる資質・能力の育成には課題の切実性が必要であること、妥当性を検討できるようになるには課題解決学習の積み重ねが必要であるという2点を明らかにした。

続いて2018年度から2019年度の2カ年に渡って、「科学的に探究する生徒を育てる授業づくり」を主題に研究を行ってきた。これは、平成29年度版学習指導要領において生徒の資質・能力の育成を目指す授業改善の視点の一つとされる「深い学び」の実現により科学的に探究する生徒の育成を目指したものである。それまでの課題解決学習にも見られる探究の過程を含む授業づくりをさらに進めることで、深い学びを実現できると考えた。具体的には、部会内で深い学びを「深い学習」「深い理解」「深い関与」(松下(2015), 村上(2018))の3観点に着目するという共通認識を持ち、探究の過程を取り入れた授業開発を行った。その結果、講じた手立てが深い学びの実現におおむね有効であることが生徒の様子から確認できた。

以上が前研究までの流れである。前研究で「深い学び」を通して実現を目指したのは「科学的に探究する生徒の育成」であった。具体的には、探究活動を通して課題を解決する力や多面的に深く物事を捉えて行動できる

生徒の育成である。前研究では、結果的に実践を通し課題を解決する力の育成に重点が置かれる形となったが、今後は多面的に深く物事を捉えて行動できる生徒の育成が一層重要性を増すと考えた。多面的に深く物事を捉えて行動できる生徒を科学的リテラシーを身につけた生徒として捉え、その具体的な生徒の姿を検討した。

PISA では 2006 年および 2015 年に科学的リテラシーを中心テーマとした調査を行っており、文部科学省によるとその定義は「思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関連する諸問題に関与する能力である」とされている。また、「現象を科学的に説明する」「科学的探究を評価して計画する」「データと証拠を科学的に解釈する」能力を必要とするとされている。この定義からは、本校理科部会の目指す生徒の姿との共通点を多く見出したことから上記のような能力を身につけさせることを目標とした。

その後、科学的リテラシーという言葉についての調査をしていく中で、その定義や構成要素が多岐にわたることがわかった。よって、科学的リテラシーは長い時間をかけて習得されるものであることから、長期的な視野を持ってその育成を目指す必要がある。そこで、本校理科部会では、中学校で求められる範囲や優先事項を精選し、本校独自の「科学的リテラシーを習得した姿」を定義し、その実現を通して生徒が今後の社会を生き抜くための足がかりとすることを目指すことにした。本校が定義した「科学的リテラシーを習得した姿」とは、「データと証拠を科学的に解釈する」能力を重視し、社会に新たに生じている今日的課題についてそれまでの知識を用いて議論ができる姿である。ただし、この今日的課題について議論できる姿は非常にレベルが高く、日々の課題の中において基礎となる資質・能力の育成が必要である。そして、そうした基礎の積み重ねの先にあるのが主題にある「科学的思考を基に判断ができる生徒の育成」である。この、科学的リテラシーや本校独自の科学的リテラシーを習得した姿に本研究が至った経緯についてはⅣ 1 を参照されたい。

本校の生徒の実態に目を向けたとき、学習塾等で事前に学習している生徒が多く、学習内容に関する知識を既に保持している場合が多い。その反面、教科書の知識が正しいという前提で日々の学習に取り組んでいるように見える。そのこと自体は、決して間違いとは言えない。しかし、例えば実際に実験を行い教科書の記載と異なる結果を得たときには、実験自体を「失敗である」と断定し、それ以上の思考の深まりが見られない傾向が強い。また、知識がさほど多くない生徒はそこに迎合し、何より授業者も往々にして教科書の記載事項に沿って無意識に型にはめようとしてしまうことがある。以上のように、「理科は必ず正しい答えがある」という

認識の下、結論ありきの姿勢で共に学習を積み重ねることは、学習指導要領で求められる「新たな価値につなげる」や「目的を再構築する」姿と大きく乖離している。また、実験操作や学習自体に対し意味を持つて行うというプロセスが欠けた学習は、将来求められる判断や意思決定にはつながらないとも考えられる。そこで、本研究ではそうした生徒・授業者の姿勢を根本から変えるべく生徒の判断や意思決定を保証できるような授業のあり方を探るものである。この活動を通して、本当の意味での探究や深い学びを実現することが、本校理科部会で目指す科学的リテラシーを習得した姿に近づけるのではないかと考えた。こうした思いが主題の「答えのない問い」という言葉につながっている。

探究に必要なスキルの獲得や、生徒の学ぶ姿勢については、日々の授業での工夫が必要不可欠である。しかし、その先にある科学的リテラシーの習得は、一つの授業や一つの単元だけの工夫に止まらず、より長期的な視野に立って実践していく必要がある。例えば、先述の生徒の判断や意思決定を保証できるような授業においては、生徒の知識や発達段階によって、科学的には正しくない結論に至る可能性が十分にある。そうしたことを見越しながら、3年間で目指す資質・能力を育成するには、授業同士・単元同士のつながりを意識した体系的な授業づくりが必須である。そこで、個々の授業の改善で終わらず他学年・他領域との関連付けや教員間の連携といったカリキュラムマネジメントを行うことにした。ここでいうカリキュラムマネジメントとは、本来使われるよりも狭義のものである。つまり、本来用いられる学校全体ではなく、理科部会の中で共通の目標を持ちながら組織的な授業づくりを行うためのものである。ただし、必要に応じて本来の意味にあるような教科横断的な視点に立って、理科の枠を越えた活動についても検討していく。本研究では、以上のような活動が本校独自の科学的リテラシー習得に有用であるか検証していく。

Ⅱ 目的

これからの時代を生きる生徒に必要と考えられる力の一つである科学的リテラシーを習得した姿を定め、有効と思われる手法の模索と有用性の検証を行う。

Ⅲ 研究の経過

時期	研究内容
1 年目（令和 2 年度）	
8 月	前研究の整理，仮テーマの立案と検討
10 月	校内での研究計画発表，テーマの決定
12 月	理論面の補強（独自の科学的リテラシーの定義など），過去の研究評価と改善点の洗い出し，研究授業実践準備・実践
～ 3 月	研究授業実践，令和 2 年度の活動の総括，次年度に向けた計画作成
2 年目（令和 3 年度）	
4 月	公開研に向けた資料作成開始
～ 5 月	公開授業指導案検討
～ 7 月	研究授業撮影，編集，公開準備
8 月	公開研究会
10 月	研究授業の整理，課題と改善点の洗い出し，今後の実践計画
～ 3 月	研究授業実践・整理，研究紀要執筆
6 月	公開研究会

Ⅳ 研究の内容

1 本校で目指す科学的リテラシーを習得した姿

リテラシー（literacy）とは，もともと読み書きの能力を指す言葉であった。それは，近代社会で読み書きの能力が不可欠であったという背景がある。現代に至るまで社会が複雑化することで，求められる能力も多様化し，「〇〇リテラシー」という言葉も多く誕生している。

教育界において，科学的リテラシーという言葉がアメリカから広まったのは 1950～1960 年代とされている。その概念や要素は多様であるが，鶴岡によると「科学的リテラシーの育成はすべての生徒のための科学教育の目的であるという点で一致している」。つまり，これは科学者をはじめとした専門職の育成や高度な知識を一部生徒に身につけることが目的ではなく，万人に市民として生活するに足る十分な資質・能力の育成を目指していることが見取することができる。

では，科学的リテラシーを持つ人はどのような人であるか。初期の中心的な科学的リテラシー論者たちは表 1 のようにまとめている。

ここで，表 1 下方の項目に科学と社会・文化のつながりが入っていることに注目したい。この背景には，科学が急速に高度化する社会において専門職である科学者とそれ以外の一般市民（ノンサイエンティスト）の意思疎通が不十分であるという認識があった。つまり，鶴岡によれば「ノンサイエンティストは科学について知らなすぎ，科学者は科学の虜になっている」とピメンテル

（1973）が述べたとされる状態である。

表 1 科学的リテラシーの構成要素

論者と 発表年	Pella, O' Hearn, and Gail, 1966	Klopfer, 1968 (Agin, 1967)
構 成 要 素	概念的知識（conceptual knowledge）	主要な概念及び原理 （科学の所産）
	科学の本性（nature of science）	科学的探究の過程 （科学の「過程」）
	科学の倫理（ethics of science）	
	科学と人文（science and humanities）	科学と一般文化との 相互作用
	科学と社会（science and society）	（科学と「社会」）
	科学と技術（science and technology）	

（鶴岡義彦『科学的リテラシーを育成する理科教育の創造』より引用）

しかし，現代は科学・技術が社会にあまねく浸透しており，それにより生じた新たな問題の解決に迫られている。こうした社会的諸問題の出現は，科学を広い視野に据えて総合的に理解し，それを基盤として当該問題の解決に向けて主体的に参加する市民を強く求めることになったのである。

PISA でも 2006 年，2015 年に科学的リテラシーに重点を置いた調査が行われている。2015 年調査の評価の枠組みは以下の通りである。

表 2 PISA2015 における科学的リテラシー評価の諸側面

文 脈 (contexts)	一定程度の科学および技術の理解を必要とする，個人的，地域的／国家的，および地球的な，現代の諸問題および歴史的な諸問題。
知 識	科学的知識の基礎をなす主要な事実，概念，および説明理論の理解。その知識には，自然界に関する知識と技術的人工物に関する知識との両方の知識（content knowledge），アイデアがどう生み出されるかに関する知識（procedural knowledge），またそうした手続きの背後にある理論的根拠とそれら使用を正当化する根拠に関する理解（epistemic knowledge）を含む。
能 力 (competencies)	現象を科学的に説明する能力，科学的探究をデザインし評価する能力，そしてデータと証拠を科学的に解釈する能力。
態 度	科学と技術への興味，探究への科学的アプローチの尊重，および環境問題の認識と自覚

（鶴岡義彦『科学的リテラシーを育成する理科教育の創造』より引用）

また，表 2 にある能力・知識・態度についてはより細分化された要素が存在する。以上のことから，科学的リテラシーの要素の全てを中学校の間で形成するのではなく，将来にわたって科学的リテラシーを獲得できるような足がかりを生徒に身につけさせることを目標とした。そこで，本校理科部会独自の「科学的リテラシーを習得した姿」を定義して，その実現を目指すことにした。

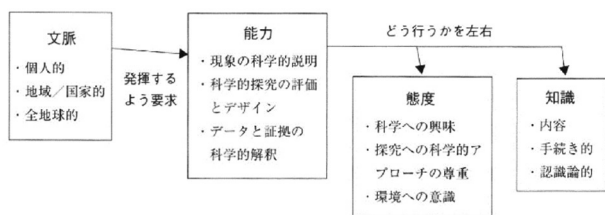


図1 PISA2015における科学的リテラシー評価の諸側面の相関
(鶴岡義彦『科学的リテラシーを育成する理科教育の創造』より引用)

まずは、義務教育最後の教育機関であるという特殊性、つまりそれ以降教育機関の支援を受けない生徒が存在することを鑑み、社会に出る上で必要と考えられる要素の精選から始めた。昨今の社会の様相を見ると、科学的根拠に乏しい情報に飛びつき意思決定する姿が散見される。また、価値観が多様化する中で互いを尊重する姿勢が形成されつつあるが、その先にある妥協点を含めた合意形成をしようとする態度の育成が一層必要であるという結論に至った。そこで数ある要素の中から「データと証拠を科学的に解釈する」能力を重視し、「社会に新たに生じている今日的課題についてそれまでの知識を用いて議論ができる姿」を本校理科部会独自の科学的リテラシーを習得した姿と定義した。

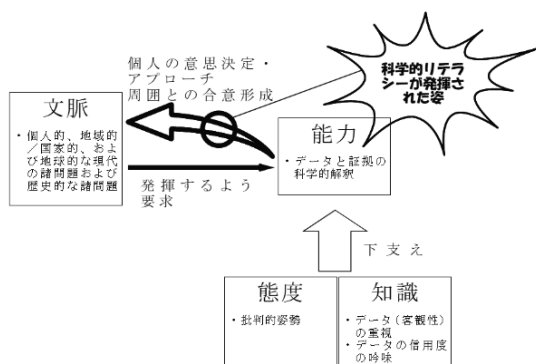


図2 本校独自の科学的リテラシーの捉え

ここでいう議論とは①科学的根拠を持って個人で判断する。②個人の判断を他者に伝える。③他者と合意形成に向けて話し合うという三つの要素を繰り返すものとする。

①は感情や思い込みではなく何かしら根拠を持って判断し、ワークシートなどに記述できることを指す。この活動の主たる目的は、生徒自身が手持ちの情報を元にまずは判断を行うということにある。そのため、生徒によっては妥当性が低い判断をすることもある。しかし、②、③の活動を通して様々な立場への気づきや葛藤を抱えて再び個人の判断に戻ることで、最初とは異なる判断になったり、最初の判断の妥当性を自身で評価

できたりすることが期待できる。こうした活動の中で、様々な課題に対して科学的根拠を基に判断をしようとする姿勢や、他者との関わりの中で判断自体をより良いものにしていこうという姿勢が発揮されている様子が議論の中の発言や記述で見られれば、本校の目指す科学的リテラシーが習得できたと判断する。

また、その実現のために日々の授業において結論ありきで学習に向かわないような批判的姿勢やデータなど客観的な情報を元に判断したりその信用性を吟味できたりするような力も育成したい。

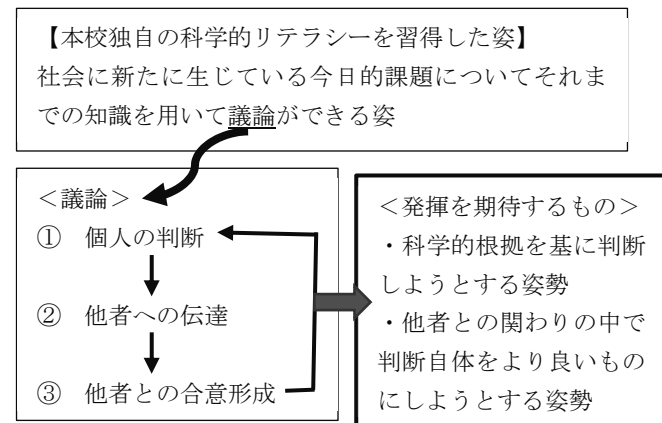


図3 本校独自の科学的リテラシーの各要素

2 カリキュラムマネジメントの方針

3年間を通した授業づくりの視点を部会内で共有しておく事は大きな意味を持つと言える。それは、通常多くの学校で、複数の理科教員で授業を受け持つことや学年によっては職員配置によって担当者が年度毎に変わるということがよくあるからである。加えて、本校の理科の授業においては1分野(物理・化学)と2分野(生物・地学)を別の教員が担当しているという現状もある。そうした背景の中で、本校独自の科学的リテラシーの習得に向けて「意図的に意思決定の要素を入れ込む」、「適度に生徒自身の考えの自由度を優先する」ためにカリキュラムマネジメントを行っていく。

まずは、一つめの「意図的に意思決定の要素を入れ込む」である。最終的には「社会に新たに生じている今日的課題についてそれまでの知識を用いて議論ができる姿」を目指しているが、各学年・各単元に必ずそのような題材が設定できるとは限らない。むしろ、知識・技能をある程度習得した3年生がそうした活動の主体となると考えられる。そのため、普段の授業の中では、例えば実験の条件や手法についてある程度生徒に判断させる場面や余地を示し、生徒たちの中に自分たちで判断できる・して良いという雰囲気や素地を作っていく。そうした日々の活動がやがて大きな課題に対する意思決定につながることを期待する。

続いて、「適度に生徒自身の考えの自由度を優先する」

である。これは先述の通り、「理科は必ず正しい答えがある」という認識の下、結論ありきの姿勢で学習を積み重ねるのを避けるための方針である。例えば、実験で同じ結果を受けても、生徒ごとに異なる考えとなり、中には誤概念が生じることがある。しかし、授業者はすぐにそれを間違いと断定して修正するのではなく、その生徒の中に生じた考えの自由を認めるということである。これは、他の生徒との学習や他の授業の中で自らの間違いにその生徒自身が気づく機会を待つことを意味する。ただし、「適度に」としているのは、全ての内容に対して同様の姿勢で行うのではなく、教えるべき最低限の内容については部会内で協議し選定していく必要があることを示している。

3 手立て

次に、日々の授業における具体的な手立てについて述べる。

(1) 科学的表現力を身につけるための指導

スキルの育成の観点から日々の授業の中で自身の考えを表現する機会を多く設けるほか、フィードバックを受ける機会の創出として生徒間や教員との間でのやりとりを意図的に授業に盛り込む。

(2) 主体的な探究活動ができるような課題設定

各単元で、答えが曖昧なものや決まっていないものを対象に探究的な課題設定を行い、時にはまとめによる答えの収束を避ける終わり方も意図的に行う。中には、その終わり方に消化不良のような感覚を持つ生徒が生じる可能性がある。しかし、同時にこうした思いが生徒自身の問題意識につながり、それ以降の学習への意識付けとなることが期待できる(山本・植野(2015))。

(3) 意思決定をさせるような課題設定

3年次にそれまでの集大成として社会的な課題、特に多角的な視点から判断が求められるような課題と向き合えるような授業設計を行う。その中で根拠を持った意思決定を行ったり、様々な立場に目を向け、社会的な葛藤を生じさせたりする手立てとして、情報収集の時間を確保するとともに、合意形成をするという設定を行う。授業を通して自身の考えを口頭や文で表現する能力の伸長や他者との意見交換の中での気づきにも期待する。

(4) 振り返り活動の工夫

前研究から引き継ぎ、授業者が松下(2015)や村上(2018)が示した「深い学習」「深い理解」「深い関与」の三つの観点で色分けをして、生徒の学習を見取る。

「深い学習」

…暗記だけでなく、推論や論証を通じて意味を追求する学習への深いアプローチ(仮説を立てる、原理と関連付ける、振り返る、モデル化する など)

「深い理解」

…事实的知識や個別のスキルだけでなく、その背後にある概念や原理を理解していること(概念の深化、科学的方法の理解、科学自体についての理解 など)

「深い関与」

…今学んでいる対象世界や学習活動に深く入り込んでいること(課題に没頭している状態)

また、この活動を通して生徒自身が自らの学びの過程や意義をメタ認知できるようにする。加えて手立てを講じた授業において、授業者のねらいに沿った活動となったか否かを判断する材料としていく。なお、本校では令和3年度に生徒一人ひとりに情報端末(Chromebook)が配付されたことに伴い、振り返りを書式はそのままにクラウド上に移行して行っている。これは、振り返る時間や場所の制限が少なくなったことに加え、生徒自身が年度を跨いでも自身の学習の過程を見直すことができる利点があると考えている。

理科 学習記録カード(1)				単元名()	
年 組 番		氏名		班	
NO	月 日	学 習 内 容	気づき(感想・疑問点・新たな課題)	確認	
1					
2					

図4 振り返りカードの書式(一部抜粋)

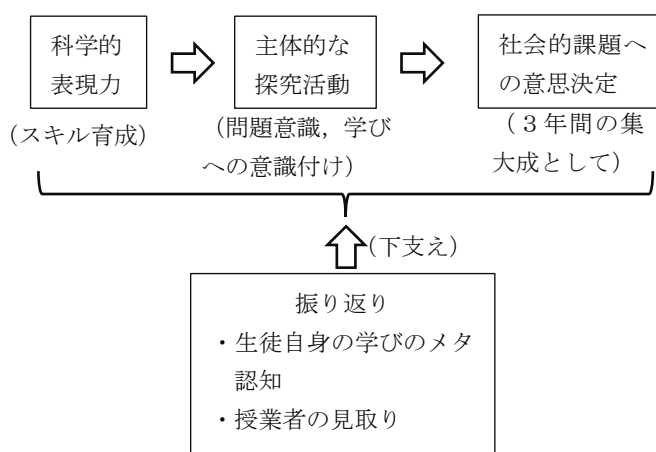


図5 各手だての関係性

4 令和2年度の実践

(1) 鉄の硫化実験(2年), 手立て(2)と関連

本実践は、第2学年化学領域の中で行った。大日本図書(本校採用)と東京書籍の教科書に掲載されている実験方法を比較させながらそれぞれのメリット・デメリットを整理させた上で、実施する方法を生徒自身が選んで実験に臨んだ。より主体的な探究活動になることに加え、生徒自身にも意思決定できる・してよいという素地を作っていくことがねらいであった。

生徒の振り返りからは以下のような記述が見られた。

- ・本実験における化学変化や、安全面から実験方法を考察する学習に対して肯定的な記述
＜深い学習＞
- ・教科書に示されている実験方法がどのような安全上の意味を持つかを気体発生の原理から理解したことが読み取れる記述＜深い理解＞
- ・行う実験は教科書に載っている手法であっても、根拠を持って方法を選んだことがうかがえる記述
＜深い関与＞

以上のように事前に学んだことをもとに、生徒が選択・工夫する余地を用意することで、深い理解を伴いながら、より学習に主体的に取り組むことができた。

(2) 原発の利用の是非に関する意思決定(3年), 手立て(3)と関連

本実践は、第3学年単元6地球の明るい未来のために(旧教科書の単元名)においてエネルギー資源について学習する中で行った。3年次の学習はそれまでの知識・技能の集積があることに加え、内容も社会的な課題につながるようなものが多い。そのため、3年間の学習の集大成として生徒自身の意思決定を促すような授業を試みた。この単元の学習内容は社会科との共通部分が多く、社会科の教員との共同で実施した。実践の結果、社会科の視点が加わることで理科だけでは異なる視点や解釈を得ていたことから、カリキュラムマネジメントの視点からも、意義があったと考えている。また、より広い視野で生徒が事象を捉えることを目指し、ディベート形式を取り入れた。このことで自分の考えと必ずしも一致しない立場での調べ学習や討論ができるようにした。

事前のアンケートでは、回答者のうち反対派が57%と過半数を占めており、理由として「怖い」「危険」「なんとなく」「世論に合わせて」とイメージや根拠を持たないで判断している例が多くみられた。事後の振り返りを検証すると活動を通して視野の広がりや考えの変容、葛藤などがあったこと、根拠を持って意思決定する様子や合意形成のために考えを伝えようとした姿勢が見られた。中には、「安全と安心は別物」と科学的な根

拠だけでなく、判断には心理的な作用・影響があることを指摘している生徒もいた。

(3) 令和2年度のまとめ

実践(1)のように生徒自身に責任を持たせることや操作の重要性を考えさせるような工夫、実践(2)のようにディベート形式を取り入れるといった工夫を行うことで、根拠を持って判断する姿や様々な立場を加味する様子が振り返りなどから見取ることができた。このことから、施した手立てが目指す姿に近づくために有用であったと考えた。また、生徒が意思決定するにあたり科学的根拠というものに重点を置いてきた。しかし、実践(2)で出た「安全と安心」という言葉が示す通り、物事の判断には心理など科学的根拠以外の要素も関わっている様子が見られた。このことから、科学的根拠を重視しすぎることは却って考えを狭めることにつながるのではないかという疑念が湧いた。よって、判断を下す際に、科学的根拠はあくまでその一要素としてどのように生徒の中で他の要素とバランスを取っていくのかを考える機会を創出していく必要性を感じた。

また、実践を通して理科における4領域(物理・化学・生物・地学)の特性によりできることが左右されることがわかった。特に、社会的な課題については生物・地学領域や3年次最後の単元の学習内容の方が直結するものが多く、アプローチしやすい。そのため、物理・化学領域の授業においては、実践(1)のように小さな意思決定を積み重ねるような活動を中心に行いながら、その効果や社会的課題への意思決定との関連性を見だしていくことが必要である。

生物領域に関しては、体のつくりなど普遍的に見える内容にも例外が多く存在することからまだ実践の余地があると考えている。例えば分類に関しては、自然に元々在る存在に対して人間側の尺度を当てはめたものである。そのため、絶対的な存在とは言えず、分類の目的や学習者によって異なる分け方が生じる。こうしたことから、社会的課題でなくとも「答えのない問い」を作りやすいのではないかと考え、今後実践をしていく。教科書に記載されている知識が豊富な生徒に対しても、考えるような課題設定をすることでどのような変容が生じるか。また実践例を抽象化することで変容を生み出す手立てはどのようなものかを明らかにしていくことにした。

5 令和3年度の実践

(1) ワクチン接種について考えよう(3年), 手立て(3)と関連

①本実践の位置づけ

令和2年度の実践(2)において「安全と安心は違う」

という言葉に表れたように物事の判断には科学的根拠だけでない心理的な要素が関わっていることが明らかになった。そのことを加味して3年生生物領域において改めて意思決定を取り入れたのが本実践である。具体的には、科学的根拠を基盤としながらも状況に応じて意思決定をしていくことの重要性に気づかせることがねらいである。また、実践の特徴として以下のことが挙げられる。

- ・世相を反映した課題にすることで課題の切実性がある。ただし、ウィルスやワクチンについては架空のものとする事で一定の配慮を行っている。
- ・ワクチンの選択に関してトレードオフが行えるように効果や条件の異なる6種類を設定した。このことにより、どのワクチンを接種すべきか、または接種しない方が良いのかといった幅広い議論ができるようになっている。
- ・「家族接種の当事者」「職域接種の担当者」「自治体接種の担当者」という異なる状況設定を各班に課すことで、個人としての選択と立場としての選択に違いが出るようにしている。

②実践の概要

第3学年生物領域における実践である。本実践を行うにあたり、教科書にある遺伝の規則性や遺伝子について学習した後、発展的な内容としてウィルスやワクチンの仕組みについて学習し意思決定に必要な基礎知識の学習を事前に行った。

本時では、効果条件の異なる6種類のワクチンを提示し、どのワクチンを接種するかを個人で考えた。なお、この活動では意思決定マトリクスというツールを活用した。このツールを活用することで、意思決定をスムーズに行えることに加え、各自がどの項目を重視するかという選択における優先順位を表出させることがねらいである。

	種類	有効率	重大な副反応発生率	保存条件	必要接種回数	供給量	1回接種の値段
ワクチンA	生ワクチン	96%	0.01%	-20℃	1回	◎	5000円
ワクチンB	不活化ワクチン	72%	0.001%	10℃	2回	◎	2000円
ワクチンC	mRNA ワクチン	85%	0.003%	-80℃	2回	○	3000円
ワクチンD	生ワクチン	90%	0.008%	-20℃	1回	△	4000円
ワクチンE	不活化ワクチン	87%	0.005%	-20℃	3回	◎	1000円
ワクチンF	mRNA ワクチン	93%	0.0002%	10℃	1回	○	20000円

※1回接種の値段は自費負担50%の値段で、もう50%は自治体や職場が負担することになります。

- ①生ワクチン : 感染性(毒性)を低下させた生きたままのウィルスを接種して抗体を作るワクチン
 ②不活化ワクチン : ウィルスを薬剤で処理して感染力を失わせて抗体を作るワクチン
 ③mRNA ワクチン: ウィルスの遺伝子情報を接種し抗体をつくるワクチン

図6 6種類のワクチン設定

千葉市でフレアウィルスが蔓延し始めました。このウィルスの致死率は2%とされています。幸いなことにこのウィルスに対して、各製薬会社はワクチンを開発しており、すでに6種類のワクチンが存在しています。まだこのウィルスに対しては、70%の人が抗体を獲得すれば集団免疫により蔓延が阻止されることも分かっています。

(1) あなたは個人としてのワクチンを接種しますか。それとも接種しませんか。意思決定マトリクスを用いて決定しましょう。

	種類	有効率	重大な副反応発生率	保存条件	必要接種回数	供給量	1回接種の値段	合計
ウエイト	×	×	×	×	×	×	×	
ワクチンA								

図7 ワークシートの課題と意思決定マトリクス

授業の後半には、新たに「家族」「職域」「自治体」いずれかの状況設定を課した上で、班内の合意形成を行った。

③実践の様子から

前半の各自の判断では結論は異なれど、それぞれが根拠を持って判断する様子が見られた。また、後半に状況設定が課されたことで、選択が変わったり、葛藤したりする様子、合意形成に向けた活発な議論が見られた。以下に生徒の振り返りの一部を抜粋して紹介する。

- ア：自分なりに様々な情報を手に入れ比較することが大切
 イ：立場によって観点の価値観は全く異なるため一概にこれが良いとは決められない。
 ⇒立場や状況により、結論が異なる事への気づき
 ウ：自分たち以外の周囲の損得も考えなければならぬ
 ⇒他者の存在を加味した上での意思決定をする姿

アは、情報の入手や比較など扱い方や根拠をもった判断の重要性について考える姿、イは状況に応じて意思決定をしていくことの重要性に気づいた姿として取り上げた。この二つのコメントから本実践のねらいはある程度達成できたと言える。ウのコメントについては、自身の決定がどのような影響を与えるかまで考慮し、より広い視野を持った姿として取り上げた。これは合意形成や社会を生きる市民として重要な姿であることから、こうしたコメントが見られたことは大きな収穫であった。

(2) 植物の体のつくりと生息環境について考えよう、手立て(2)と関連

①本実践の位置づけ

生物分野は知識伝達型の授業になりやすい。生徒自身もそうした認識で授業を受けることで、教科書の内容を覚えれば理解できたと錯覚してしまう可能性がある。現実には教科書だけで学んだ知識や枠組みに収まらない植物や動物が存在しており、単に記憶をしたり型にはめたりする学習では深い理解とはならない。ま

た、教科書に書いてあることが全てであるという間違った認識に陥れば、疑問を生じたり自身の中に新たな概念を生み出したりするのが困難になると考えた。そこで、実物の植物と既習内容との差異から生じた生徒自身の気づきや疑問をもとに、仮説を立て検証する経験を積ませることで科学的に探究する力の素地を養うような授業を目指した。当然、1年生の知識事項ではすべての植物・動物についての仮説を検証することは不可能である。しかし、自発的な気づきや疑問を出発点にしているからこそ、答えのない(出ない)問いに対して粘り強く取り組む姿勢が生じると考えた。また、他班の仮説を評価し、その評価自体を振り返ることで自身の思考の傾向をメタ認知することを期待した。

②実践の概要

第1学年生物領域における実践であり3時間展開で行った。事前に植物の基本的な体のつくりや分類法について学習しており、それらのまとめとしての位置づけとなる。第1時では、学校敷地内に自生する単子葉類・双子葉類の植物を複数観察し、同じ仲間でも相違点があることに気づかせる。第2時では、生息環境と植物の体のつくりを軸に、前時の疑問を解決すべくフィールドワークを行いながら仮説を立てる。第3時では各班が作成した仮説を全体で共有しながら現段階での個人の考えをまとめた。学習をより効果的に進めるために行った工夫は以下の通りである。

- ・仮説を立てやすくする手立てとして「○○の環境下では、××の特徴があるというフォーマットを提示した。
- ・仮説に対して「なぜならば」から始まる文章を書かせることで自信を強められるようにした。
- ・仮説を共有する際、発表者は聞き手が納得できるような論理的な説明を促した。
- ・聞き手は、各班に対する納得度(妥当性)がどの程度か評価した。この際の高評価と低評価の違いについて考えさせることで、各自が無意識に持つ判断基準をメタ認知できるようにしている。

③実践の様子から

第1時、第2時では、教科書の知識を活用した上で新たな視点でより深く観察しようとする姿が見られた。また、仮説を立てるまでに各班で活発な意見交換が行われた。以下に生徒の振り返りを抜粋して紹介する。

ア、知らず知らずのうちに自分で納得できる基準をつくっていたのかとびっくりしました。観察すると見えてこなかったものが見えてきたり、共通点を見つけて考察することができたりして面白いと感じました。
イ、無意識だけど高く評価しているところの特徴は似ていて面白かったです。

ウ、答えがないものに対して、他の人と議論すると新たな事実に気づけて、自分の考えがどんどん真相に近くなっていると思った。
エ、自分と違う考え方もあって、とてももやもやした。もっと色々調べてみて改めて発表したい。

ア、イからは自分の評価を振り返ることで、自らの評価基準に認知した姿を見取ることができる。ウ、エでは、答えがはっきりとしない状態の中でも、粘り強く取り組む姿やその状態を次の学習下の原動力としている姿が見取ることができた。以上のことから、本実践のねらいであった自身の評価基準の認知や答えのない問いに対する粘り強さといった科学的に探究する素地作りはある程度達成できたと考える。

V まとめ

研究の目的にある「科学的リテラシーを習得した姿を定め」の部分に関しては、その調査を進めるとともに本校理科部会独自の定義として「社会に新たに生じている今日的課題についてそれまでの知識を用いて議論ができる姿」と定めた。授業においてそうした姿が発揮される場面は、現段階では3学年の授業が中心である。令和2年度から3年度にかけた実践において社会的な課題と結びつけるような題材を用意する、多角的な視点から判断できるようにディベート形式や状況設定を取り入れるという工夫を行った。その結果、根拠を持って判断する姿や様々な立場を加味する様子が振り返りなどから見取ることができた。よって、これらの手立てが、目指す生徒の姿に近づくために有用であったと考えており、本研究の目的はある程度達成できたと考えている。特に、異なる立場や状況を考えるような場の設定を行うことで判断の幅が広がることに気づけたことは大きな収穫であった。当初は科学的根拠を基に生徒に物事を考えさせることを念頭に置いた授業づくりであった。しかし、異なる立場や状況を考えざるを得ない設定を行うことで、科学的根拠以外の要素も意識しながら生徒たちは意思決定を行っていた。様々な価値観があふれる現代においてこうした広い視野を持ちながら意思決定や合意形成を目指す人物の育成につながる可能性を感じている。今後もこうした「社会的な課題＋より多角的な視点を取り入れる設定やツール」というフォーマットを軸として今後も授業開発を行っていく。

実践を積み重ねる中で、理科の4領域(物理・化学・生物・地学)の特性によってできることが左右されることが明らかになった。そのため、領域の内容によって授業設計を変えていく必要がある。また、学年同士の内容のつながりや位置づけも今後明確にしていきたい。具体的には、3学年での社会的な課題と直結するような意思決定を行うための土台作りになることを意識して

1, 2 学年の授業を設計していく。特に 1 学年は各単元を中学校で初めて学習していくという点で学習の方向性や授業の在り方が問われている。令和 3 年度の 1 学年の生徒たちは, IV 5 (2) のような 2 分野での実践例に加え, 現在 1 分野の実験でも手順や実験器具の選定など「意図的に意思決定の要素を入れ込む」ことや「適度に生徒自身の考えの自由度を優先する」というカリキュラムマネジメントの方針での授業経験を積み重ねている。こうした日々の授業で行っている小さな意思決定と 3 学年で実践した今日的課題に対する意思決定とどのようにつながっているかという点での検証をすべく, 今後もその変容について調査を続けていく。また, その橋渡しとなる 2 学年の実践も増やしていく必要がある。1 学年同様, 日々小さな意思決定を積み重ねるだけではなく, ステップアップできるような手立て・方針を考えていく。以上のように領域ごとの特徴や各学年の内容同士のつながりについて 3 年間の学習全体の設計を今後行うことで, 本研究のしめくくりとしたい。

【引用文献・参考文献】

- ・鶴岡義彦：『科学的リテラシーを育成する理科教育の創造』, 大学教育出版, 2019
- ・文部科学省国立教育政策研究所：OECD 生徒の学習到達度調査～2015 年調査国際結果の要約～, 2016
- ・文部科学省国立教育政策研究所：PISA2015 年調査パンフレット

https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/07_pamph.pdf

- ・栢野彰秀他 3 名：PISA 調査問題から再考する科学的リテラシー, 『島根大学教育学部紀要 (教育科学)』, 第 50 巻』, 2016
- ・川勝 博：何のために全ての人々に科学リテラシーが必要か, 『学術の動向』, 2009
- ・文部科学省：平成 16 年度臨時全国都道府県・指定都市教育委員会指導主事会議資料～PISA 調査 (科学的リテラシー) 及び TIMSS 調査 (理科) の結果分析と改善の方向 (要旨) ～, 2005
- ・文部科学省：学校学習指導要領解説 理科編, 2017
- ・松下佳代：『ディープ・アクティブラーニング』, 勁草書房, 2015
- ・村上忠幸：「深い学び」を実現するための探究学習とは『京都教育大学教育実践研究紀要』18：11-20, 2018