

# 批判的思考力の育成と活用

## —探究スキルの習得と新学習指導要領に向けて—

理科 足立達彦

AI やビッグデータなどの科学技術の進歩によって私たちの生活環境は激変している。そのような変化とともに Society5.0 や SDGs、ESD などの言葉が生み出されるようになった。これらの意味や内容はそれぞれ違う部分が多いけれども、共通していることとして未来を担う子どもたちの育成や持続可能な社会といった考え方である。これからの社会を力強く生きていく子どもに求められる力として探究力がある。探究力の中でも様々な場面で活用できる「批判的思考力」に重点をおいて授業実践を行なった。一斉授業の方法から実験活動までの一連の流れと、パフォーマンス課題とその評価方法について報告する。

<キーワード>批判的思考力、比熱測定実験、協働学習、パフォーマンス課題、モデレーション

### 1. はじめに

これから到来する、Society5.0 の時代を力強く生きていくためにはどんな力が必要だろうか。AI（人工知能）やビッグデータ、IoT（Internet of Things）などの発展によって人間生活の質は格段に向上している。しかし、その反面時代について行けずに取り残される人たちがいることも事実である。そこには様々な要因があると考えられるが、教育による部分も大いにある。これからの時代を担う子どもたちが力強く生きていくために必要な資質・能力を身につけさせる教育を進めていくことが教師の役割となる。また、先にも述べたが AI や産業技術の発展によりより豊かな生活を手に入れたが、人間生活が脅かされているという状況もある。様々な作業やシステムが AI や精密機械に取って代わることで多くの職業がなくなっていくのである。このような予測不可能な時代をたくましく生き抜くためには「探究力」が必要だと考える。与えられたものを吸収するだけでなく、それを活用し、さらに向上させていく応用力である。「探究力」と一言でまとめているが、様々な資質能力を内包している。確かな学力を基礎として、課題発見解決能力や自他との協働性、主体的に学ぼうとする態度など多くの力が求められている。

科学技術の発展とともに学校教育に求められるものも変化している。AI の活用によって教員の負担や各教科の単元の学習に必要な時間数が減少していく。それによって生じた時間をどのように生かすか教員の力量が求められているのだ。これまでの一斉授業や教え込み中心の教育では、上記のような「探究力」を育てることができない。このような時代だからこそ、教師の教育に対する認識の大幅な方向転換が必要なのではと考える。教師の仕事は「教えること」ではなく「支援すること」という考えを持って、教材研究を進めることが重要である。子ども達の学びに向かう力を育て、自立的に学習に取り組めるようなサポートをしていく。教師はそのような環境を整えるチューター的存在に変化していくのではないかと考える。今回の授業実践では、子ども主体の実験活動をどのように方向付けていくのかを含め多くの課題があった。実践してわかった新たな課題も含めて報告していきたい。

## 2. 教材研究

科学と人間生活の3編「光や熱の科学」2章「熱の性質とその利用」では、熱とは何か、熱はどのような伝わり方をするのかを学習する単元である。日常生活に密接な関係のある熱の現象を粒子レベルのミクロな概念から、物質内での熱の伝わり方というマクロな視点での現象理解をしていく。熱が温度の高い方から低い方へと伝わることは理解しているが、どのような伝わり方をするのか、状態によって伝わり方が違うのか、身近な現象や経験から身につけた知識の誤認識を生かし、修正しつつ新たな学びにつながるような展開をしていく。身近な現象を漠然（マクロ的に）と理解しているが、粒子の（ミクロ的な）動きとして認識していないのが事実である。粒子の動きでどのように説明がつくのか、粒子一つ一つの動きが重なって大きな規模での現象につながることに興味関心を抱かせつつ、理解させたい。

また、科学と人間生活の授業では探究活動の充実を目標にしており、物理分野では「批判的思考」の育成を目指す。一方的な授業においては、教師から生徒への知識の伝達しか行われず、生徒自らが自分で考えて活用するという機会が少ない。今回の授業展開の中では、様々な意見、データ、方法を客観的に捉えることを繰り返す。その過程で何が正しいのかを自分なりに判断し、自身の考えや知識の修正をできるようなスキルの習得を目指す。自他の意見や考えを常に批判的に捉えることで、正しい情報や知識と間違っているものを区別し、意見を共有し合うことで改善するという経験を積んでいく。このような過程が教え込み中心の授業では欠けていた部分である。

本校3年生の総合的な探求の時間を使って、「理科課題研究」を実施している。生徒自身が課題を設定し実験や調査を通して探究していくという活動である。例年問題になるのが「テーマ設定」と「探求のスキル」である。理科という特性を活かして科学と人間生活の授業で探求スキルを身につけさせようという考えである。探究を進めようと思っても生徒自身に十分に知識がないことやデータを計測したがどうやってまとめ分析するのかがわからないなどの問題があった。その都度教師が教え込むことも重要であるが、教師の手を入れずに自身の力で課題を解決して欲しいのも事実である。理科の授業においてそのような経験をする自体が少ないのも原因の一つである。実際に実験器具を試行錯誤しながら使いながら実験方法を学び、知識を活用できるような場の提供が必要である。

## 3. 実践報告

科学と人間生活の物理分野の配当時間は10時間である。以下に各配当時間と具体的な内容を記述する。10時間のうち2時間は愛知教育大学理科教育講座の宮川先生による講演も含まれている。

### ① 知識習得段階（グループ活動中心の座学での授業） 配当時間4時間

本校の科学と人間生活の特色でもあるが、1クラス30人を2分割し15人で授業を進める。もともとT・Tで授業を組んでいるのでこのような手厚い指導ができるのが特徴である。

グループでの話し合いを基本として、お互いの考えを共有することで新たな知識の習得を目指す。プリント（資料1、資料2）を記述形式にすることで言語活動を充実させ、話し合いによるグループの意見を写真で撮りiPadのAirDropを活用し全体に共有する工夫をした。身近な熱の現象を題材にしてスモールステップで理解していくことで、熱に伝わり方や法則性の理解を深める。次の2例のような題材を取り上げた。

#### 例1：「インクの広がり方」（資料1参照）

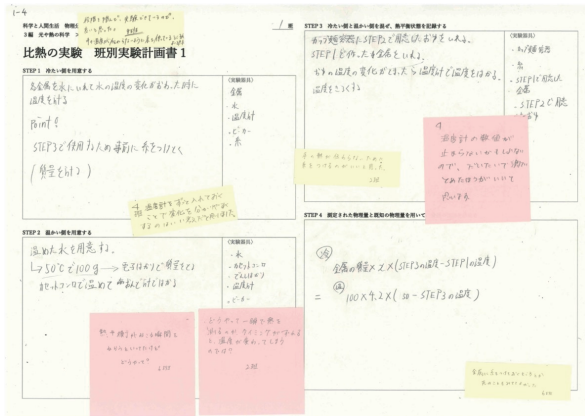
水にインクを一滴たらした時の広がり方をインクの粒子と水分子について着目して図で説明する。模範解答としては、インクの粒子に水分子が衝突して不規則な動き（ブラウン運動）になることでインクが広がる。生徒の解答で多かったのが、水分子が並んでいる隙間にインクの粒子が入り



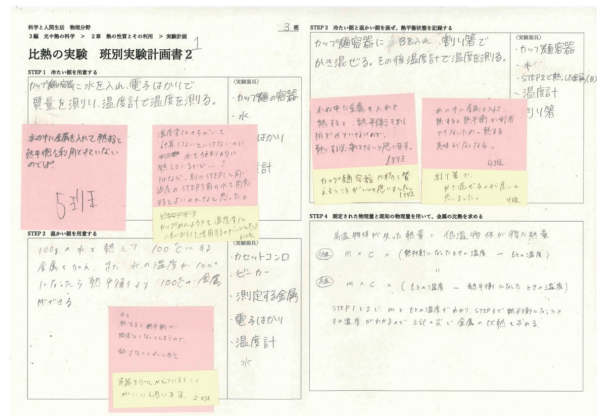


(2) ワールドカフェ方式で発表 (1時間)

各班の実験計画を発表する。自班の計画との違いや、実験方法の妥当性を批判的に考えるようにする。発表を聞いた他班生徒が付箋を使ってコメントを残し、改善点や良い点を明確化させる取り組みを行なった。資料4・資料5は実際に生徒が作成した実験計画表である。ピンクの付箋には実験の改善点や疑問が、黄色い付箋には参考にした点や良いと思った点を記入している。改善点については、他班の実験を批判するだけでなく建設的な意見を提示することも強調して行なった。各班の発表を聞いたのちに自班に戻り、付箋の内容を班内で検討し、計画に取り込むのかを話し合った。



資料4



資料5

(3) 実験活動 (2時間)

実験を行い、比熱を測定する。実験を進めながら、批判的思考を持って自班の実験方法の妥当性を検証し、修正を入れていく。(写真2) 実験過程で生じた疑問や方法の修正については他班の方法を参考にすることができ、実験中は自由に他班に意見を求めることができる。データの取り方や実験方法などは、計画の段階でイメージしきれない部分が多い、そのために実験を進めることで改善しようとする行動自体が批判的なものであると言える。



写真2

パフォーマンス課題評価基準 (比熱評価用ルーブリック)

(4) パフォーマンス課題 (自宅課題)

「実験計画」「実験結果」「考察」をA3一枚にまとめて提出させ、ルーブリック評価 (1~4点) (資料6) を行なった。愛知教育大学理科教育講座の宮川貴彦准教授の指導のもと、教職大学院学生とともに評価基準の作成に取り組んだ。本校の担当教諭4名で「モデレーション」を行い、互いの評価基準の違いをすり合わせ、評価に差が生まれにくいような統一基準を作り出すようにした。

事前に育てたい生徒像をイメージしてルーブリックを作成し評価の基準を作り出しておく。提出されたワークシート (資料7・資料8) から20名分抽出し、モデレーションを行う。この評価を担当教員で持ち寄り、各評価のズレや評価方法の再検討、評価基準の妥当性についてをすり合わせる作業を行う。

	知識・技能 (実験計画と実験結果の評価)	思考力・判断力・表現力	
		考察 (考察の評価)	表現 (全体を通じた評価)
4	熱量保存の法則について正確に記述しており、既知の情報と測定値を用いて、金属の比熱の値を求めることができる。	実験結果に基づいて、「誤差要因」「誤差要因の物理的根拠」の三点について正確に考察されている。	教員が実験計画を見て同じ実験ができる再現性の高い計画になっている。また、実験結果を示すために必要な図や表がいられているか、実験結果からの考察が論理的に記述されている。
3	熱量保存の法則について正確に記述しており、既知の情報と測定値を用いて、金属の比熱の値を求めることができる。	実験結果に基づいて、「誤差要因」「誤差要因の物理的根拠」のうちから二点について正確に考察されている。	教員が実験計画を見て同じ実験ができる再現性の高い計画になっている。
2	熱量保存の法則について記述しており、既知の情報と測定値を用いて、金属の比熱の値を求めることができるが、一部不足している。	実験結果に基づいて、「誤差要因」「誤差要因の物理的根拠」のうちから一点について正確に考察されている。	教員が実験計画を見て同じ実験ができる再現性の高い計画になっている。
1	既知の情報と測定値を用いて、金属の比熱の値を求めることができない。	実験結果に基づいて、「誤差要因」「誤差要因の物理的根拠」について一点も考察されていない。	全体を通して未完成である。

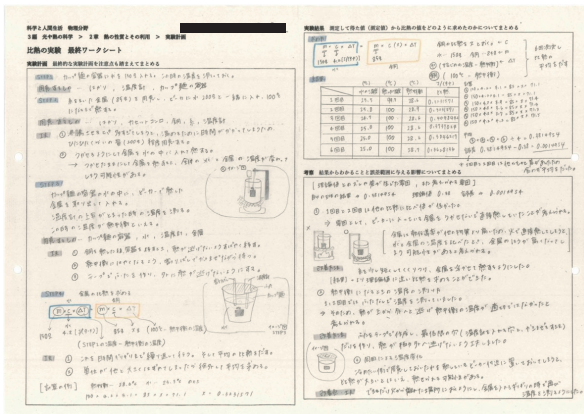
<概念理解4段階の実験計画のポイント例>  
 ・熱平衡時によくかき混ぜる  
 ・熱容器に蓋をして熱を逃さない  
 ・高温物体を素早く移動させ熱を逃さない

資料6

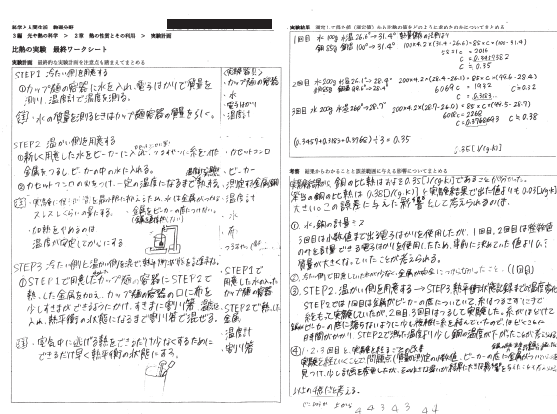
これによって、統一基準での正当な評価が可能になるのである。

ルーブリック評価について説明する。大項目として「知識・技能」と「思考力・表現力・判断力」とした。「知識・技能」の小項目では、「概念理解」として実験計画と実験結果について評価をした。4点の評価基準は「熱量保存の法則について正確に記述しており、既知の情報と測定値を用いて、金属の比熱の値を求めることができる。また、実験計画に物理的な視点からのポイントが記述されており、実験も複数回行われている。」である。「思考力・表現力・判断力」の小項目には、「考察」と「表現」を設定した。「考察」について、実験活動であるので、結果をまとめ考えを記述することで評価した。4点の評価基準は、実験結果に基づいて、「誤差要因」「誤差要因の物理的根拠」「誤差要因に対する改善点」の三点について正確に考察されている。」である。「表現」について、実験計画書や実験結果をわかりやすく表記しているか評価した。4点の評価基準は、「教員が実験計画を見て同じ実験ができる再現性の高い計画書になっている。また、実験結果を示すために必要な図や表が用いられているか、実験結果からの考察が論理的に記述されている。」である。

モデレーションを行なった感想としては、全員が理科教員といえど実験方法の記述やデータのまとめ方に対する考え方に違いがあり、評価にばらつきが生じる。課題についても、事前に評価の観点を生徒に伝えてはいたが、実際に記述するにあたり詳細な指示をしていなかったこともあり、パフォーマンス課題の作成に手こずっている様子であった。次年度に向けて、今年度提出された課題で高評価のついたものをモデルとして提示し、記述方法や評価基準の方向付けをする必要がある。生徒の提出するパフォーマンス課題の内容（完成度）に合わせて、ルーブリックの評価基準も変更していくことが重要である。これによって生徒の資質・能力を引き上げていくのである。



資料7



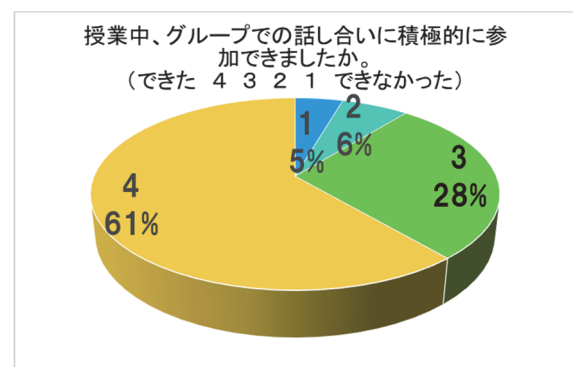
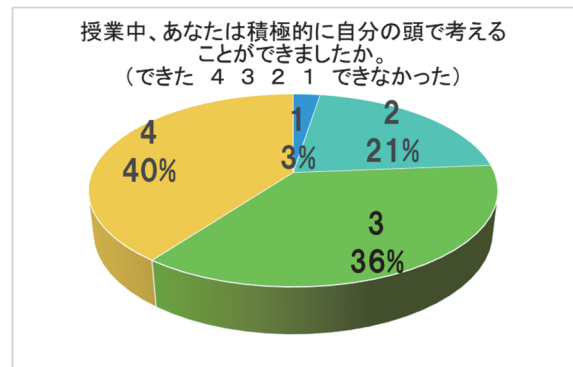
資料8

### 3. まとめ

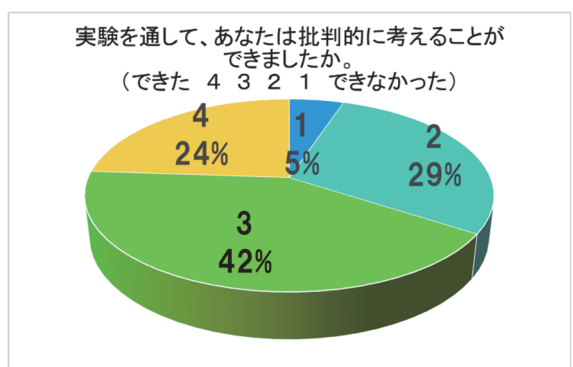
知識習得段階では、経験的に理解している現象でも粒子などの小さいスケールでの理解は不十分であることがわかった。例えば、水にインクを垂らしたときの広がり方を説明する場合では、ブラウン運動のイメージがなく水の分子の間をインクの粒子が進んでいくという認識であった。このような誤認識を活用することで、生徒の学びや興味関心を効果的に引き出すことができると分かった。知識活用段階では指示の仕方や生徒の意欲、グループ分けの工夫（事前アンケートによる理科の興味関心度や物理が得意かどうかで分けたグループ）によって取り組みに大きな差が生まれてしまう。またこのような取り組みは担当する教員の異動によって継続性が弱くなってしまいうものである。しかし、授業展開や使用する資料、プリント類、実験器具を一つにパッケージ化することで、誰でも実施できるような状態にすることが次の目標でもある。

下記の結果は、批判的思考についてのアンケートである。今回の大きな目標であった「批判的思考」であったが、意欲的に自他の意見を批判的に考えようとした結果が得られたが、継続して取り組むことで効果がより得られるのではないかと考える。

知識習得段階の学びについて「授業中、あなたは積極的に自分の頭で考えることができましたか。」という問いについて、40%の生徒が「できた」と答えた。自分なりの考えをプリントに積極的に記入していた。回答に対する記述では、「人の意見を聞いて真似するのではなく、間違っているにもかかわらず自分の答えをしっかりと出して、そこから他の人の意見や考えを聞いてさらに発展させることができたから。」や「今まで習ったことを生かしつつ自分なりに、わからなくてもこうなのではないかと考えることができたから。」など、意欲的に取り組めたという記述が多かった。「授業中、グループでの話し合いに積極的に参加できましたか。」という問いについて、61%ができたと答えた。1グループ3名での編成であったので、話し合いなどの活動では、多くの生徒が周囲と積極的に意見交換している姿が実際に見れた。記述形式の回答には、「少人数だったのもあり、他の人とのコミュニケーションが取りやすかった。自分の意見を相手にしっかりと伝えることもできたのではないかとと思っている。」や「理科が苦手で基礎の知識が他の人に比べ欠けていましたが、他の人の意見を聞いて自分が思ったことを話し合うことが出来たから。」などのあった。少人数だからこそ意見交換を活発に行うことができ、お互いの意見を伝え合うことができたようだ。また、苦手だから意見を発言しないのではなく、答えではなく考え方について話し合いの時間を多くとることで、理科に苦手意識のある生徒も話し合いに参加しやすくなるような工夫をした。



知識習得段階の学びについて、「実験を通して、あなたは批判的に考えることができましたか。」という、問いについて、「できた」が24%、「まあまあできた」が42%という結果であった。実験方法や実験結果を批判的に考えることがあまりできなかったようである。批判的思考力という言葉に壁を感じているように感じた。今回の実践のみではなく、何度も繰り返し実施する中で批判的な考え方や方法を身につけていく必要がある。



記述形式の回答では、「僕の班だけやり方が違ったが理論的にはちゃんとできていたり言われたところに反論できたりしたから。」や「最初に立てた計画通りにやって、これはあってる！と先入観を持っていました。」などの回答があった。答えと合っている間違っているばかりを気にして自分なりの考えを持っていないように感じた。批判的思考の前に、考えて意見を立てる練習が必要である。

今回の実践では「批判的思考力」をメインテーマとして、協働学習やパフォーマンス課題・評価に取り組んだが、多くの改善点も浮き彫りになった。批判的思考力を身につける前に、自身の考えや意見を持つこと、それをグループの中で発表する、周囲の意見を自らの考えに落とし込むといった能力や姿勢



がより必要であると感じた。また、批判的思考をするに当たっても十分な知識量が必要であり、教師による一斉授業もまた大事であると再認識した。授業の方法を工夫することで生徒の興味関心を引き出し、様々な学びにつなげていくような学習環境を教師が提供していくことが最も重要である。

今後の課題としては、パフォーマンス課題に対する評価方法や評価基準の設定、授業や実験活動内での生徒の成長をどのように評価するのかを考えていくことである。新学習指導要領では「主体的に学びに取り組む態度」という観点での評価が必要になる。今までのペーパーテストでは計ることのできない資質・能力であり、授業内での成長や自らの学びの自己調整など様々な場面での取り組みを評価する必要がある。このような評価に対して、今回の授業実践の評価や方法が役に立つのか分析し、他分野での取り組みに応用していきたい。

## 参考文献

新学習指導要領に対応した学習評価(高等学校編)文部科学省初等中等教育局

[https://www.nits.go.jp/materials/youryou/files/034\\_001.pdf](https://www.nits.go.jp/materials/youryou/files/034_001.pdf)

Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～

[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf)

気象庁気象データ「日最高最低気温一覧表」

[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/tem\\_rct/alltable/mntemsad00.html#a51](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/tem_rct/alltable/mntemsad00.html#a51)

TAKAI Kazuo, OKAZAKI Hiroyuki(2019)“Rubric-Based English Teaching Practice and Performance Assessment –To Promote Students’ Confidence and Teacher Collaboration–”