

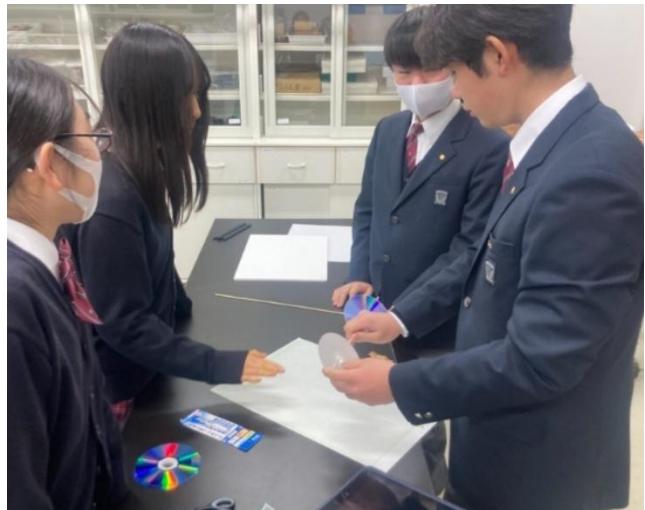
2025 年度(令和 7 年度)

ソニー子ども科学教育プログラム 応募論文

科学が好きな子供を育てる実践と教育計画

探究する心を科学につなぐ

—理科×全校的探究活動の実践と展望—



昭和学院中学校・高等学校

目次

I はじめに

II 本校が考える「科学が好きな生徒」

III 実践の柱

1. 学力の三層構造～知っている・できる学力、わかる学力、使える学力～
2. パフォーマンス課題～社会的文脈の中で試行錯誤する場～
3. 「逆向き理論」に基づく単元設計

IV 具体的な実践事例（理科）

1. 石つり船（中学3年生）
2. パラシュートプロジェクト（中学1年生：入学当初に実施）
3. ペーパータワー（中学3年生：授業開き）
4. 謎の気体Xの性質を調べる（中学1年生）
5. 走れ！CDカー（中学3年生）

V 全校的取り組み・他教科連携

1. 探究フェスティバルと縦断的探究学習
2. 他教科連携
 - (1) 理科×社会「ゲノム編集ディベート」
 - (2) 理科×道徳「北里柴三郎の生き方」

VI 大学との協働

VII 成果と課題

1. 生徒の変容
2. 授業改善に向けた教師の学び
3. 課題

VIII 今後の展望

1. 実践のブラッシュアップと新規課題の創出
2. 教科内での連携の強化
3. 他教科との連携の発展と強化
4. 外部との協働の深化

IX おわりに

I はじめに

近年の教育改革では、学力の「知識偏重」から「知識を活用し課題を解決する力」への転換が強く求められている。知識を暗記するだけでなく、状況に応じて使いこなし、自ら課題を発見し解決することこそが「使える学力」である。すなわち「知っている・できる」から「わかる」へ、さらに「使える」へと段階的に深めていく学びが重要となる。

その過程においては、認知能力と呼ばれる知識・技能だけでなく、粘り強さ・協働力・発信力といった非認知能力の育成も欠かせない。科学実験は「わかる楽しさ」に直結する活動であると同時に、仲間と試行錯誤を重ね、失敗から学び、考えを言葉や図で伝える協働の場でもある。科学教育は、認知と非認知の両面を同時に育むことのできる格好の舞台であるといえる。

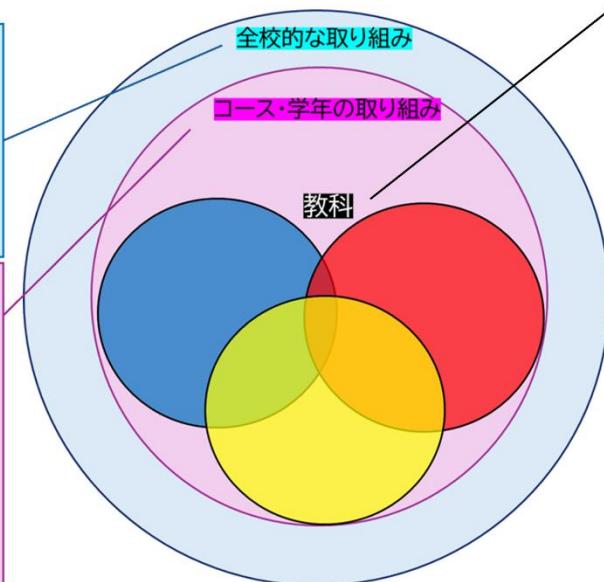
さらに本校では、理科に限らず全校で探究的な学びを推進してきた。例えば、本校には探究フェスティバルという全校をあげた行事がある。この日、中高全生徒が、それぞれに1年間かけて追究してきたテーマを生徒や教員、保護者にプレゼンする。この行事に代表されるような、学年や教科を越えて互いの成果を発表・交流する文化が根付きつつある。また、本校はコース制を取り入れており、その中には科学に特化した SA (サイエンスアカデミー) コースがある。本コースでは週に数時間の理科探究の授業および、放課後に理科室が自由に使える環境が用意されており、生徒たちはチームごとにテーマを設定して実験や調査を行う活動を継続して行っている。

本研究は主に、その全校的な流れの中で、日常の授業にパフォーマンス課題を取り入れることで、知識を再構成し活用する場を設けるとともに、失敗と挑戦を通じて非認知能力を育てる実践をまとめたものである。

そのねらいは、科学に夢中になる瞬間を大切にしながら、認知能力と非認知能力を統合した「生きる力」を育成することにある。



昭和学院における探究的学びの全体像



II 本校が考える「科学が好きな生徒」

「科学が好き」とは、単に理科のテストで高得点を取ることを指すのではなく。身近な現象に疑問をもち、自ら調べ、確かめ、納得していく過程に喜びを感じられることが「科学が好き」の本質である。さらに、実験での成功や失敗を仲間と共有し、他者の考えに耳を傾けながら自分の考えを深めることも、科学を学ぶ楽しさの大切な要素である。

私はこれまでの授業を振り返り、「使える学力」を意識した授業を十分に行ってこなかったことを強く反省している。知識を与えることに偏り、生徒が自ら考え、活用する機会を十分に保障できていなかった。その結果として、生徒に本当の意味での力をつけてあげられなかつたのではないかと感じている。

今回の授業実践の開発は、その反省から出発している。全校で進められてきた探究活動の文脈を、理科の授業にも取り入れることで、生徒が知識を使い、試行錯誤し、仲間と共に考える場をつくりたいと考えた。その結果、日常の授業にパフォーマンス課題を組み込むことで、生徒が科学に夢中になる瞬間を生み出すことをめざすようになった。

例えば、中学3年生で実施した「走れ！CDカー」では、生徒たちがCDを車輪に見立てた車を自作し、走行距離を競う活動を行った。単純な構造の装置であるが、安定して走らせるためには繰り返し改良が必要であり、生徒たちは何度も試行錯誤を繰り返した。この活動を通して、生徒は次のように語っている。「今回は班員全員で話し合い、協力しながら完成に近づけることができた。まだ失敗は多くみられたが、改良を重ねて進む距離も精度も上がってきている。」この言葉は、仲間と協力しながら失敗を乗り越え、よりよいものを作ろうと挑戦する姿勢が、科学を楽しむ心そのものであることを示している。

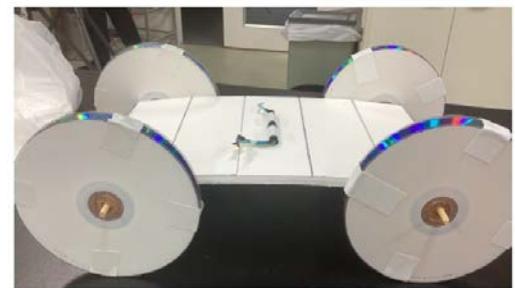
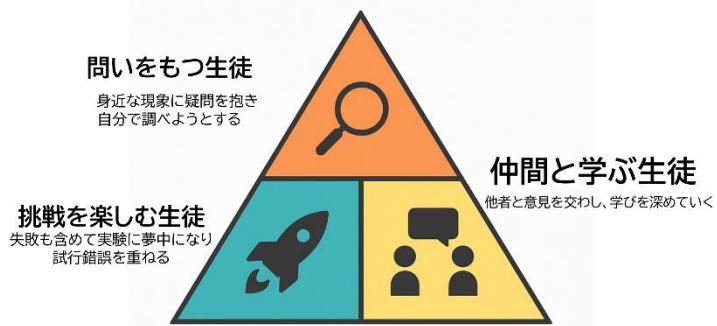
科学が好きであることが、学びを深める原動力となり、ひいては社会課題に応える「使える学力」の基盤となる。本研究は、その理念に基づいて展開した授業実践の成果を報告し、今後の理科教育における課題と展望を明らかにするものである。

III 授業実践の柱

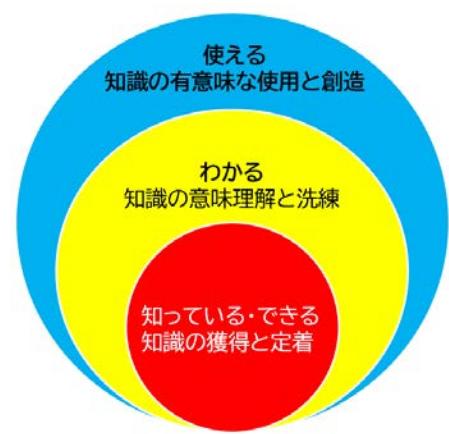
1. 学力の三層構造 ～知っている・できる学力、わかる学力、使える学力～

学力は「知っている」「わかる」「使える」という三層構造で捉えることができ、本校の理科教育においては知識を覚えることや技能を身につけること（知っている・できる学力）にとどまらず、原理や仕組みを理解すること（わかる学力）、さらに課題の解決や実生活に応用すること（使える学力）へと発展させることを重視してきた。例えば、中3運動とエネルギー単元における水圧・浮力の学習では、生徒たちは性質や計算方法を知るだけでなく、粘土を浮かせられるように形成することで「どのように浮力が働いているか」を自分の言葉で説明できたり、船に見立てたタッパーに重い荷物をつんでも沈まないように設計することで知識を使いこなして課題を解決することができるように授業を展開してきた。

科学が好きな生徒の3つの姿



最高得点を記録した班が作成した車体。



学力の三層構造

2. パフォーマンス課題の意義～社会的文脈の中で試行錯誤する場～

知識を使える学力にまで高めるには、単なる知識の確認テストだけでなく、身につけた知識や技能、思考力を用いて、実際に社会的な文脈の中における課題に取り組み、試行錯誤する活動が必要となる。よって、使える学力を身につける、あるいは発揮する場を授業の中で設けることが必要となる。そこで、理科の授業において年に数回「パフォーマンス課題」を設定し、実施した。

例えば、上記で説明をした「走れ！CDカー」では、理科的な知識を試すとともに、協働・発想力・粘り強さといった非認知能力を育てることを目的として実施した。ある中学3年生の女子生徒は「最後までうまく走らせることができなかつたけど、友達と一緒にあきらめずに何度も挑戦して成長できたと思う」と自らを振り返って語っていた。このようにパフォーマンス課題は、たとえ生徒にとって思ったような成果が出なかつたとしても、身につけた知識や技能を土台として挑戦し、発揮する機会として大きな意義をもつている。

パフォーマンス課題の意義～社会的文脈の中で試行錯誤する場～

1. 知識を使える学力へ

純粋な知識確認にとどまらず
実問題を解く力へと昇華する学び。



予想外のことが起きたときにどうもっている知識、使える情報で改良するか話し合って結果両方ともうまくいったときに(知識や技能を)使っていると感じた。

3. 社会的文脈で挑戦

学校や社会の課題に関わる形で
学びリアルな意義を感じる場。



問題を提示されてから計画を練ってこれからどのようなプロセスを辿っていくのか考えている時に、知っている知識から使える知識にアップグレードしたのを感じた。

2. 非認知能力の育成

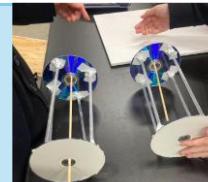
協働力・粘り強さ・創意工夫など
学びと共に育つ人格的な力。
ハイタッチ



どんなに頑張っても課題がどんどん出てきたがそのたびにどうしたらこの現状を打破できるか考えて進めていくことができた。

4. 挑戦と自己成長

成果の有無に関わらず挑戦自体が
成長につながる重要な過程



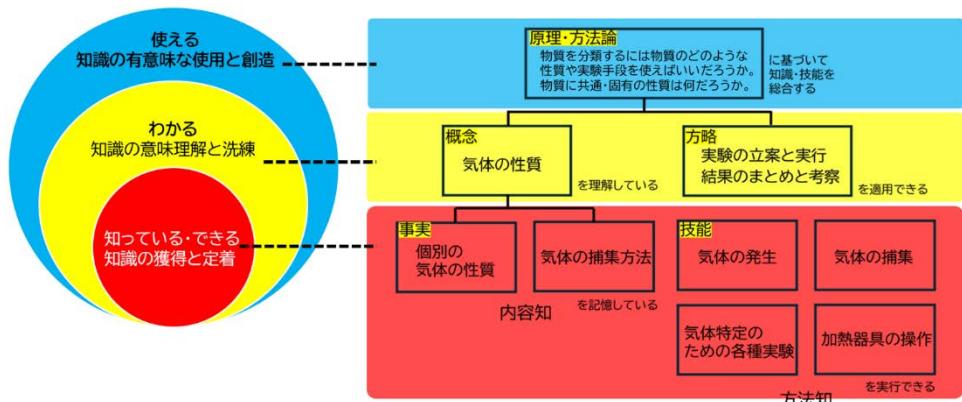
最後までうまく走らせることができなかつたけど、友達と一緒にあきらめずに何度も挑戦して成長できたと思う。

3. 「逆向き理論」に基づく単元設計

授業設計にあたっては「逆向き理論」の考え方を取り入れている。これは、最終的に生徒に身につけさせたい力を先に設定し、その到達を逆算して学習活動を構成する方法である。

例えば中1物質の単元で実施したパフォーマンス課題「気体Xの性質を調べる」では、最終的に「未知の気体Xの正体を突き止める」という課題をゴールに置いた。そのゴールから逆算して単元を組み立て、理科室の使い方、火の付け方、ガスバーナーの使い方などから始まり、酸素・二酸化炭

「気体」小単元における教科内容の構造化と学力・学習の質的レベル



まず単元における「使える学力」を設定し、教科内容を構造化してから単元の組み立てを考えた。

素・水素などの気体の性質を実験で確認するなどの段階をあらかじめ設定し、これを生徒とも共有した。

こうすることで、教師は明確な指針をもって授業をするとともに、生徒は断片的な知識を寄せ集めるのではなく、ゴールに向かって知識を体系的に結び付けていく学びを体験することができた。ある生徒の作成した単元の学習後のレポートには「実験がうまくできなかつたことがあったが、仲間と協力したり、今までの知識で自分たちでなんとかでき、とてもいい経験になったと思う。この経験をこれから学習や生活に役立てていきたいと感じた。」とあった。このことからも、逆向き理論で知識を積み上げていくことの有用性がわかる。

本校では探究活動を、特定の教科にとどまらず全ての教科に横断する教育の中核に位置づけている。教育目標にも「世界や地域の課題を自分の課題として探究しようとする姿勢」が明記されており、理科のみならず英語や社会、道徳など幅広い教科において探究的な学びを展開している。

例えば理科では「ゲノム編集の是非をめぐるディベート」を通して社会課題と科学を結びつけ、道徳では「北里柴三郎の生き方」を題材に学びの意義を考えさせた。さらに全校的なプログラムとして探究フェスティバルを開講し、生徒が主体的にテーマを設定し発表する場を設けている。また、大学や企業との外部連携も積極的に行い、最新の研究や社会の現場と接点を持つことで学びを現実社会に接続している。

このように探究活動は、知識の習得にとどまらず、生徒が問い合わせを立て、協働し、表現する力を育む全校的な学びの基盤となっている。理科教育においても、この全校的探究の理念を核に据えながら、生徒が自ら問い合わせを立て、協働し、表現する学びを一層推進していきたい。

IV 具体的な実践事例（理科）

1. 石つり船（中学3年生）

（1）ねらい

浮力の学習において、性質や知識を覚えたり教科書の実験手法を身につけたりするだけでなく、実際に「荷物をつんだ船を浮かばせる」という現象を体験することで、力のつながりを深く理解し、使えるようになることを目的とした。また、限られた条件の中で失敗と挑戦を繰り返す活動を通して、協調性や粘り強さといった非認知能力を育てることもねらいとした。

（2）実践の流れ

1時間目には、「空気がパンパンに入ったペットボトルを持ったまま10mの海に沈んだらどうなるか」という発問をし、実際に教師が実験する映像を流した。このようにして生徒の関心を十分に高めたのちに、水圧と浮力に関する教科書の事例を扱った。3時間目では各自にシリコン粘土を配布し、「これを水槽に浮かべてごらんなさい」と発問した。最初は丸めた粘土をそのまま入れて沈んでしまう。しかし形を皿状や舟形にすると浮くことに気づく。ここで「押しのける水の量が形によって変化する」ことを実感した。アルキメデスの原理を確認し概念の理解が深まったのち、さらに教師は発問を重ねた。



「深海1万メートルでバイクはどうなるか？」

「深海6500mで探査船は、どうすれば水圧につぶされないようにできるか？」

「日本周辺の深海はどうなっている？」

これらのことを考えることを通して、生徒は浮力や水圧の概念を社会や生活の課題と結び付け、自分の言葉で説明できるようになった。これが「わかる学力」を形成する授業展開であった。

いよいよ単元の総仕上げとして、石釣り船のパフォーマンス課題に取り組んだ。題材の導入では、江戸城の石垣を運んだ舟の話に触れ、「どうして重い石を船で運べたのか？」という問い合わせた。そこから「みなさんは江戸時代の船職人です。江戸城のお殿様から重い石垣を届けるよう依頼がありました」と状況を設定し、「石に見立てた単一電池を2つ船に見立てたタッパーに載せ、沈まないようにすること」という課題を提示した。材料と条件は以下である。



パフォーマンス課題

条件

- ・時間は30分。
 - ・与えられた道具だけを使うことができる。（麻のひも2m、割りばし1膳）
 - ・教師用の水槽で、**船や電池やひもが水槽についていない状態で10秒浮いていたら合格。**
 - ・教科書を見てもよいが、インターネットはダメ。（ばれたら失格）
 - ・材料を加工してもよいが、補充はできないのでよく考えて行うこと。
- ★合格してもほかの班やクラスには内緒にしておくこと。

	A	B	C
船の設計	船を10秒間浮かべることができた。	船を浮かべる挑戦をした。	実験に取り組まなかった。
振り返り	質の高い振り返りを書いている。	振り返りを書いている。	振り返りを書いていない。あるいはそれに近い状況である。

この課題を達成するために生徒たちは各班でアイデアを出し合い、設計、製作をした。なお、制限時間（30分）以内ならば何度挑戦してもよいこととした。

(3) 生徒の姿

この単元を通じて、生徒たちは「知っている・できる」から「わかる」、そして「使える」へと学びを深めた。最初は、ただ何となく設計、製作をしたもので挑戦し、安定せずにすぐ沈む船を作る班が多くいた。思ったより難しかったようで「また沈んじゃった。」「全然できないなあ。」というようなネガティブな声も聞こえた。しかし試行錯誤する中で徐々に教室の中から「今度は割りばしをいかだみたいに使ってみない？」「もう一度教科書を見て浮力について理解しなおそう」「アルキメデスの原理を応用するんじゃない？」というように、試行錯誤をしたり、学んだ知識を活用しようとする声が聞こえ始めた。

中には「原理はわからないけれども何となくクリアできちゃった。」という班もあった。そのような班には「なぜ浮かんだのか。原理を考えてごらんなさい」という声かけをすることで、生徒たちは思考していた。

また、複数の班においては、成功後も「ほかに浮かぶ形はないかな。まだ時間あるからいろいろやってみよう。先生、できたらまた浮かべていいですか」と挑戦を繰り返し、複数の方法を見出した。唯一の正解というものがない課題の良さを垣間見た瞬間であった。

授業の最後には、成功した班の船を全体で紹介した。どれも設計が異なり、多様な工夫を知ることで、学びが深まった。



「割りばしの使い方をいろいろと変えて試してみよう」



チャレンジ成功の瞬間は、班のみんなで大喜び！

2. パラシュートプロジェクト（中学1年生：入学当初に実施）

(1) 授業のねらい

中学1年生の導入期にあたる1学期、理科の探究的な学習姿勢を培うことを目的として、「ゆっくり・正確に落下するパラシュートをつくる」という課題に取り組んだ。本実践は、身近な現象を題材にしながら、

空気抵抗や重力などの基礎的な力学的概念を体感的に理解させるとともに、レポート作成を通じて科学的思考と表現力を養うことをねらいとしたものである。さらに、チームでの設計・製作・実験を行うことで、協働的課題解決に取り組む力や非認知能力（粘り強さ、コミュニケーション力、役割分担の力）を育成することも重要な狙いとした。

(2) 実践の流れ

授業の冒頭で「パラシュートコンテスト」のルールを提示した。班ごとに与えられた材料：A4用紙10枚、たこ糸、金属ワッシャー1～3個、製作道具を用いて制限時間50分以内に「ゆっくり・正確に落下するパラシュート」を設計・製作する。その後、約6mの高さから投下実験を行い、滞空時間（70点満点）と的への正確性（30点満点）を得点化し、合計点を競う。

また、成果を「理科実験レポート」としてまとめさせた。構成は序論・方法・結果・考察からなり、科学的な文章作成の基本を習得させる狙いもあった。評価基準にはループリックを導入し、記述の客観性や論理性を明確に評価した。

(3) 生徒の姿

授業中の生徒たちは、まず個人で設計図を描き、その後班で設計図を見せ合い試作機を作成、何度か試しに飛ばしながら改良を重ねた。ある生徒は「キャノピーを大きくすると落ちるのが遅くなるけど、バランスを崩すとひっくり返っちゃう」と仲間に説明し、別の生徒は「真ん中に穴を開けたら安定するんじゃない？」と提案するなど、互いの意見を取り入れながら試行錯誤する姿が見られた。

実際の投下実験では、予想通りの結果になった班もあれば、自分たちの予想を裏切る結果となり、その原因はどこにあるのか班内で議論する姿も見られた。

レポートには、学びの深まりが端的に表れた。生徒の中には、序論で「パラシュートは空気抵抗を利用して落下速度を遅くする。面積が大きいほど飛行時間は長い」と仮説を設定し、結果で実測値を示し、考察では「面積を広げると同時に中央に小孔を開けることで姿勢が安定し、滞空が伸びた」と理論とデータの往還が書いていた。別の班は「糸の長さをそろえたら回転が減った」と、設計上の制御因子に言及した。これらは、抽象概念（空気抵抗・重力）を具体的な実験に結び付けて理解する力である。

こうした活動を通じて、生徒たちは科学的理解の深化（抽象概念を実体験と結びつける力）、科学的文章作成能力の芽生え（序論・方法・結果・考察の基本形式を体験）、協働的学びの促進（役割分担や仲間の意見を尊重する姿勢）、そして「もっと高い場所から落としたらどうなるのか」「紙以外の素材ならどうか」といった探究心の芽生えを示した。



「ひっくり返っちゃう」と説明する生徒。



いざ本番！
目指せ、真ん中の最高得点！

3. ペーパータワー（中学3年生授業開き）

(1) ねらい

授業開きの活動として、短時間で熱中できる探究的課題を設定し、理科への関心を高めるとともに、協働・挑戦・試行錯誤を通して非認知能力を育むことを目的とした。特に「理科は体験的に学ぶもの」という意識を形成させ、初対面に近い生徒同

非認知能力	
実験（失敗も大切） みんなで（他者から学ぶ）	アクション シンキング チームワーク
だからみんなで実験をする	

士の自然なコミュニケーションを促すことをねらいとした。

(2) 実践の流れ

課題は「A4 コピー用紙 10 枚のみを使い、できるだけ高い自立するタワーを作る」というものである。ハサミ・テープなど、紙以外の道具の使用はできない。制限時間は 20 分 (2 回のトライ & エラーを含む) で、終了時に 10 秒間自立している高さを計測し、最も高いタワーを競う。活動は班ごとに行い、第 1 回チャレンジのあとスライド資料を用いて「非認知能力」に関する知識を与えた。その後「実験は失敗から学ぶことが多い。友達から学ぶこともとても大切。だから理科の授業では、みんなで実験をするんだね。」と伝えた。「2 回目の挑戦ではアクション、シンキング、チームワークの 3 つのうちから、どの力を発揮してチャレンジする?」と発問し、1 つを選択させた。その後、再度作戦会議を行い改善点を共有し合うことで、1 時間の授業の中で課題の発見と改善のサイクルを回させるようにした。

(3) 生徒の姿

あえて時間を短く設定したこともあり、クラス替え直後にも関わらず、活動開始直後から「どうやって立てる?」「丸めれば強くなるかな」と班内で活発に意見が交わされた。第 1 回チャレンジでは多くのタワーがすぐに崩れ「次はどんな作戦にしようか」と笑顔で言い合える班もあれば、「何やってんだよ」というように、他人を責める言動も見られた。ところが、非認知能力について説明したあとの第 2 回チャレンジでは、他責の言動は全く見られなくなるだけでなく、崩れたときにも「ドンマイ! 挑戦したからこそ結果だよ!」というように、ミスを受け入れて前に進んでいこうとする姿が見られるようになるなど、コミュニケーションの大切さを理解して行動する姿が見られるようになった。そして、これらの姿や言葉は、「唯一の正解がない課題に挑み、多様な考えを尊重しながら協力して挑戦する」ことこそが、科学を楽しむ心を育む営みであることを示している。

また、生徒のアンケートには「チームワークを高めることができた」というような非認知能力の高まりを自覚しているような内容や「次はシンキングの力を高めたい」というように、次を意識した内容の記述も多く見られた。当然、実際には 1 時間で大きな変化を起こすのはむずかしいであろうが、中高 6 年間の様々なことを自覚的・意識的に体験していくば非認知能力は大きく向上するであろう。そのような気付きを与えることができ



「折る役」と「渡す役」と「積む役」に分かれて協力して取り組む班。

初めてペーパータワーをやってみた時はみんなで協力してできずマイナスな気持ちが多くチームワークがかけてしまっていたけど、2回目にやってみたときはプラスの言葉を掛け合ってできるようになり記録も伸びました!

クラス替えもありコミュニケーションを取れていなかったが、2回目の前に自分でチームワークをやると決めてコミュニケーションをとることができ、互いの意見をあわせながらやることで、結果も3倍くらい上がったので良かったです。

たという点では、本実践には大きな価値があったと考えられる。

4. 謎の気体 X の性質を調べる (中学 1 年生)

(1) ねらい

本実践は、中学1年生が初めて化学室を使って各種実験を行う単元で実施した。そのため、化学室の安全な使用方法をはじめ、器具の操作や実験技能を確実に習熟させることを第一の目標とした。その土台の上に、気体の性質に関する知識を積み重ね、最終的には未知の気体の正体を探究的に解明する課題に挑戦させた。

この過程を通じて、生徒は「知っている・できる」「わかる」「使える」という三層構造の学びを体験し、知識や技能の定着に加えて、根拠に基づいて推論する姿勢や失敗を改善につなげる態度といった科学的態度を育むことをねらいとした。

(2) 実践の流れ

① 「知っている・できる」学力の形成

単元冒頭では化学室を安全に使う方法を確認し、器具の扱いを徹底的に練習した。ワークシートを用いて KYT (危険予知トレーニング) をしたり、マッチの点火やガスバーナーの操作をパフォーマンステスト形式で合格するまで繰り返した。また、本単元で実施する全ての実験において、使用する器具は生徒自身に準備・片付けを行わせた。こうすることで、パフォーマンス課題の実施時に、「必要なものを必要なときに自分たちで用意できる」能力を身に着けさせた。基本的な器具の扱い方に習熟したら、酸素・二酸化炭素・水素等の基本的な気体の発生・捕集・性質調べを生徒実験で実施し、各種気体に関する知識や技能を習得させた。

② 「わかる」学力の形成

次の段階では、発問を通じて生徒の理解を揺さぶり、既存の知識を再構築する学びへと進めた。

まず「酸素そのものは燃えるのか」と問いかけ、酸素で作ったシャボン玉に火をつけてみせた。結果は多くの生徒の予想に反し、シャボン玉は燃えなかった。そのとき、生徒の一人が「あ、そうか。助燃性っていうのはそういうことなんだ。助けるっていうくらいだから、自分自身は燃えないんだよ」と気づき、多くの生徒が「なるほど！」とその意見に納得していた。言葉の正確な意味を理解する姿が見られ、これはまさに知識が再構成された瞬間である。

別の時間には「水素100%の試験管の中に火のついたろうそくを入れるとどうなるか」と発問したところ、多くの生徒は「激しく燃える」「爆発する」と予想した。しかし、実際には火は消えてしまった。ところが、直後にろうそくを試験管から取り出すと再び火がついた。この現象を繰り返し見せながら「なぜこのようなことが起こるのか」と問うと、生徒の一人が「水素だけでは燃えない。酸素があるかないかでろうそくの火がついた消えたりしてるんだ！」と答えた。この体験を通じて、生徒たちは「水素だけでは燃えない。燃焼には酸素が不可欠である」という正しい概念へと到達した。

このように、生徒たちは予想と結果のズレに驚き、教師の発問によって考えを深めながら、自らの言葉で現象を説明することができた。誤った理解を修正し、正しい概念を自らの中に組み替える体験こそが、「わかる学力」の形成である。そしてこの確かな理解が、次の段階で知識を活用する「使える学力」へとつながっていく。

③ 「使える」学力の形成～パフォーマンス課題「謎の気体Xの性質を調べる」～



「マッチは怖くて触れない！」
という子も繰り返し練習して
「できるようになった！」



水素100%の試験管にろうそくを入れる瞬間。
「爆発する」と信じていた子たちはドキドキ。

単元のまとめとして、未知の気体を同定するパワーポーラーマンス課題「気体 X を探れ」を実施した。設定は「地震で薬品 A と B が混ざり未知の気体が発生したため、大学で研究しているあなたが調査依頼を受けた」というものである。課題文と手順はスライド資料として提示し、生徒はその指示を基に実験を開始した。なお、実験に際しては安全ルールを明示し、器具の準備やレポートの記録方法も含めて生徒に自ら管理させた。特に「予想と異なる結果も必ず記録する」ことを重視し、結果と考察を明確に区別して書かせるようにした。

(3) 生徒の姿

この課題で発生する気体Xは、反応性の乏しい窒素である。そのため、燃焼実験をしても火は勢いを増すことなく消え、石灰水に通しても白濁は起こらない。ある生徒は当初「火が消えたから二酸化炭素かもしれない」と推測したが、石灰水の反応が現れることで迷い始めた。次々に検証を重ねても、決定的な手がかりに欠けるため班員たちは「先生、これ一体何の気体なんですか！？」「どこかで実験を間違えたのかな？」と混乱する姿を見せた。さらに班によっては操作の不正確さから誤ったデータが出ることもあり、結論にたどりつくのは容易ではなかった。(上記のような質問をされても教師はにこにことしているだけである。)

しかし、そうした迷いの中でこそ「一つひとつ
の実験事実を積み重ね、矛盾を検討しながら候補
を除外していく」という科学的態度が育つていった。
生徒たちは確信に至らなくとも、観察事実を
根拠に消去法を進め、推論を深めていったのであ
る。

実際に、ある生徒はこれまで学習してきた気体の性質を整理した比較表を自作し、未知の気体の性質と照らし合わせて検討した。その際には、疑わしい結果には○でも×でもなく△をついているのが、この表の特徴である。生徒は表から「二酸化炭素、窒素」と候補を絞り、最終的には「石灰水は白くにごらなかつた。→二酸化炭素ではない。」という根拠から窒素であると推測した。観察事実を根拠に仮説を修正し、複数の証拠を組み合せ、観察結果を基に結論を導こうとする姿勢は、まさ

さらに振り返りからは、非認知能力の成長も見て取れた。「レポートを書くのが後回しになり思い出しながら書いていたので、次からは実験結果が終わったら分担して記録と準備を交互に行えば効率がよくなると思った。」「共同者と分からぬところを調べ合ったり、作業を分担したりして、よいチームワークで実験をすることができた。」とあり、これらの記述は、協働の中で効率的に課題を解決する力や、仲間と共に挑戦する姿勢が確実に育っていることを示している。すなわち、この課題は科学的な推論力の育成にとどまらず、実験結果の記録や準備などの実務的な能力の向上にも寄与している。

探求実験
<h2>課題: 気体 X の性質を調べる</h2>
<p>20××年〇月〇日、市川市内にて大きな地震が起こった。</p> <p>市川市内にある、とある製薬会社では、地震によって棚から薬品 A・薬品 B を入れた瓶がそれぞれ落ち、床で混ざり、謎の気体が発生してしまった。</p> <p>幸いなことに近くに職員はおらず、被害者は出なかったが、早急に謎の気体が何であるかを調べないといけない。</p> <p>そこで、大学で化学を研究しているあなたに依頼が来た。</p> <p>期日までに実験を行い気体が何であるかを特定し、レポート(報告書)を書き上げることが、今回の目的である。</p>
<p>◆ 気体 X の発生のさせ方</p> <ul style="list-style-type: none">・ 実験中は、必ず保護メガネをかけること。・ 薬品 A 2g と薬品 B 2g (だいたいの量でかまわない) をませた試験管に、少し水を入れてとかす。・ お湯と水を入れたビーカーをそれぞれ用意する。(300ml 以上の大さめのビーカー)・ 気体を集めたいときにはお湯に、反応を止めたいときには水に試験管を入れる。(ただし、冷やすときにはガラス管の先を水から出すこと)・ ゴム管が折れると圧力が高まり危険です。



ず、失敗を受け入れて改善し、仲間と共に挑戦を続ける非認知能力を育てる場ともなっていたのである。

5. 走れ！CDカー（中学3年生）

（1）ねらい

運動とエネルギー単元のまとめとして位置づけ、摩擦力や力学的エネルギー保存則といった知識を「暗記」ではなく、現象を自ら「制御」する力へと転換させることを目的とした。課題は「CDを車輪に用いた自作カーを製作し、当日発表される得点エリアに狙って止める」ことである。これは、単なる記録競争ではなく再現性と制御を意識した工夫を引き出す仕掛けである。知識を実践的に生かす体験を通して、科学的探究の姿勢を育むことをねらいとした。

（2）実践の流れ

使用材料は教師が用意したもののみを使用させた。車輪にCDを必ず2枚以上使用することを条件とし、生徒による材料の持ち込みは不可とした。本番は、教卓前に設置した坂の任意の高さからスタートし、床の得点エリアに止まれば得点を得ることができる。なお、配点は当日発表され、各班で製作した1台を班員全員で1回ずつ走行させて合計点を競った。

生徒の活動を観察していると、おおむねどの班も以下の3つのフェーズを経て車を完成させていた。

◆第1フェーズ：車の構造の把握および設計

車の構造に関する資料を集め、とにかく形にして走らせる時期。単に走らせるだけだが、それだけでも生徒たちにとっては比較的難しいようで、無事に走ると歓声があがっていた。

◆第2フェーズ：距離を伸ばす工夫・安定させる工夫

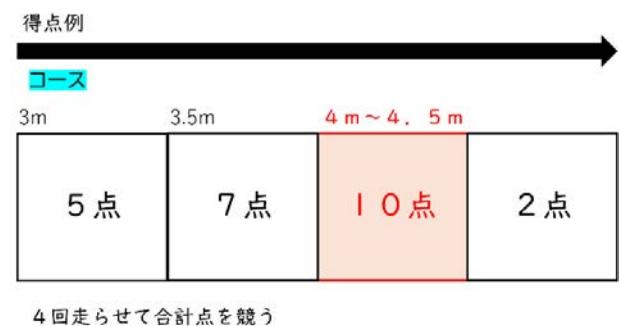
第1フェーズをクリアしただけでは、まだ遠くまで車を走らせることができない。また安定性も足りない。そこで、タイヤの幅を広くしたり、回転を妨げる摩擦を減らしたり、重さを調整するなどの改良をする時期である。ここでは「もっと安定して。もっと遠くへ」という挑戦が生まれた。

◆第3フェーズ：狙って止める調整

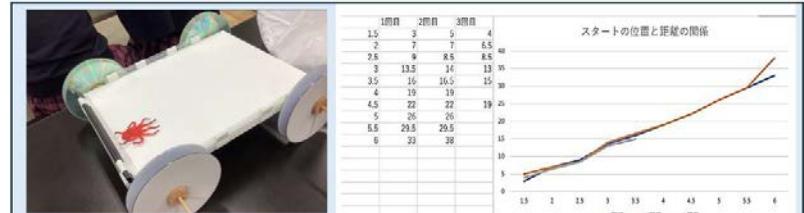
単に「遠くを目指す」だけではなく「狙ったところに止める」という制御へと課題意識が移行する時期。走行を繰り返し、「出発地点の高さと距離の関係」などを表すグラフを作るなど、再現性を高めようと集中して取り組む姿が見られた。

（3）生徒の姿

No	品目	個数
1	CD	10枚
2	丸棒材(外径4 mm × 50 cm)	2本
3	ストロー(内径6 mm)	10本
4	カラーボード(450 × 300 × 10 mm)	1枚
5	方眼工作用紙(A3)	1枚
6	コピー用紙(A3)	1枚
7	コルク板	20枚
8	アッピン(ブロック)	1個
9	粘土(270 g)	1個
10	ビニールテープ(幅19 mm × 10 m)	1巻
11	両面テープ(幅10 mm × 9 m)	1巻
12	瞬間接着剤	1個
13	木工用ボンド	1個



「班で1つの車を制作」「得点を競う」という仕掛けで班のコミュニケーションが活発化



②約3回ほど実験してその度に表を書いていて、ミリ単位まで正確に記録した。また、その記録から折れ線グラフを導いていき、そこから規則性を見つけた。大体、その折れ線グラフは落とす高さと距離が比例しているという事実も見つけ、参考にした。
それに加えて、動物が落ちてしまったら、元も子もないでそれを防ぐために扉を前方と両脇につけた。
また、実験を繰り返していくとよく曲がってしまい机などに当たってしまうのでバンパーをつけて、机にぶつかってもへこまないようにした。

データを活用して最高得点を獲得した班のレポート(一部)。
実験を繰り返すことで再現性を高めた。

班で1台を作り上げるという条件は、生徒たちに自然とコミュニケーションを促した。「どうすればもっと安定するかな」「どこを改良すれば狙ったところで止められるかな」などと意見を出し合い、図を描いて説明したり、役割分担を調整したりするなど、協働して課題解決に向かう姿が見られた。



にぎやかな制作の時間と打って変わって、競技の時間になると、教室は一気に緊張感に包まれた。車が走る瞬間にはクラス全員が真剣に見守り、見事にタッチを交わす姿がみられた。中学3年生が、授業の実践を実施してよかったですと心から思った瞬間であ

本実践を通じて、生徒たちは次のような力を身につけた。

①データ活用の力

ある班は走行を繰り返し、走行開始地点の高さと走行距離をミリ単位で記録し、折れ線グラフを作成し、それをもとに課題に挑戦して見事高得点を獲得した。本班の生徒は「この経験を活かして、これから理科の実験などでも、信ぴょう性の高いデータを得て、よりよい結果につながるように頑張ろうと思った」とレポートの反省に書いた。この実践を通じて、生徒たちは「感覚」ではなく「数値データ」を根拠に考える科学的态度を育んだ。

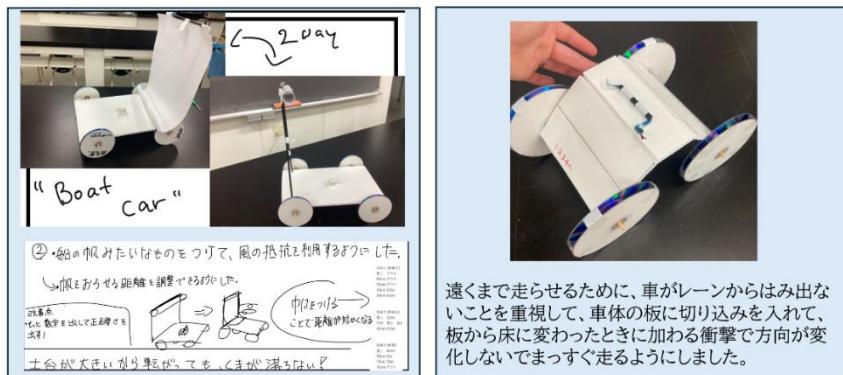
②知識をもとにした創造性

ある班は車体を作る板に切れ込みを入れ、振動に合わせて車体が柔軟に変形するようことで安定性を高めた。また別の班は、帆による空気抵抗を利用して停止位置を調整した。このように、教師の予想を超える創造的な工夫を実現した班が複数あった。既習知識を応用するとともに、柔軟な発想を形にする力が發揮されていた。

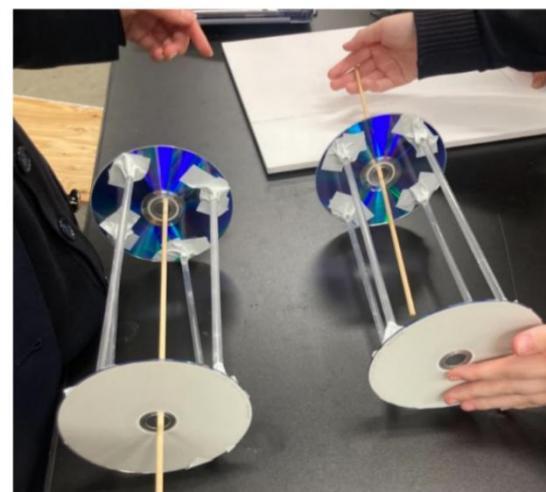
③非認知能力の育成

「最後までうまく走らせられなかつたけれど、友達と一緒にあきらめずに何度も挑戦して成長できたと思う」と記した生徒もいた。

失敗を受け止め、仲間と共に挑戦を続ける過程で、粘り強さ・協働力・前向きさといった非認知能力が確かに育まっていた。また、「失敗した後、予想外のことが起きたときに、どのように持っている知識、情報で改良するかを話し合ったときに『知識を使っている』と感じた」と振り返りに書いた生徒がいた。失敗の経験を仲間と共有し、知識と結び付けて次の行動に活かそうとする姿勢は、まさに「使える学力」と非認知能力が統合された姿である。



教師の予想を上回る工夫で、見事高得点を獲得した2台の車。
目的達成のための手段を生徒に任せることで、創造力が發揮された



「最後までうまく走らせることができなかつたけど、友達と一緒にあきらめずに何度も挑戦して成長できたと思う」と書いた生徒のタイヤ。授業後には、成功すること以上に大切なものを得ることができた。

このようにCDカーの課題は、知識の応用・創造的な工夫・データを基にした検証・非認知能力の成長が一体となって発揮される学びの場となった。単なる「車を走らせる遊び」ではなく、科学的探究の営みとして深い教育的価値をもつ実践であった。

(4) 教師の見取りと介入

本実践は、生徒にとって難易度が高い。ただ自由に試行錯誤させるだけでは車を作っただけで満足してしまう、あるいは「遠くに走らせたい」という初期的な目標にとどまりがちである。そこで教師は、生徒の様子を丁寧に見取りながら、適切な声掛けによって学びの方向性を示していった。

まず製作段階では、「そのアイデアは何を参考にしたの？」「そのパーツにはどんな意図があるの？」と問いかけ、思いつきで部品をつけるのではなく、根拠や目的を言語化させた。これにより、試行錯誤に明確な方向性が生まれた。さらに「当日、得点エリアが発表されたら、狙った場所で止めるにはどんな工夫が必要？」と促すことで、単なる距離競争から「制御」という課題の本質へと視点を転換させた。

また「再現性を高めるにはどんなデータを取ればいい？」「どんなグラフにすれば分かりやすい？」と働きかけ、記録や可視化を通じて科学的に検証する姿勢を引き出した。実際に、高さと距離の関係を折れ線グラフにまとめて規則性を見出す班も現れた。加えて、毎回の授業後には「振り返りと次の目標」を書かせ、教師がコメントを返した。これによって、試行錯誤のサイクルが短く回り、計画性と改善の意識が育まれた。

このように、教師の見取りと介入は、生徒の自発性を妨げるのではなく、活動をより探究的な方向へ導く役割を果たした。

V 全校的取り組み・他教科連携

1. 探究フェスティバルと縦断的探究学習

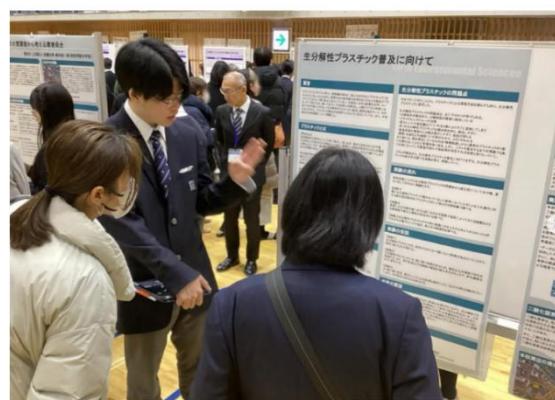
本校では、中高6年間を貫く探究的な学びの集大成として、毎年「探究フェスティバル」を開催している。中学1年から高校3年まで全学年が参加し、体育館や教室を会場に、ポスター発表やプレゼンテーションを通じて成果を発表する。本校最大の行事であり、学年を超えた交流を通して「探究の積み重ね」を体感できる場となっている。

学びの流れは、中学1年の「身近な課題を解決するアイデアづくり」から始まり、中学2年の「企業を題材にした課題解決提案」、中学3年の「新商品やサービスの考案」へと発展する。高校段階では「分野別の課題探究」から「進路や興味に基づく個人研究」、そして高校3年の「ビジネスプラン発表」へとつながっていく。生徒は学年ごとにより高度な課題に挑戦し、探究を積み重ねていく仕組みになっている。

また、SA(サイエンスアカデミー)コースは、上記の流れとはまた異なり、6年間を通して行っている研究活動の結果を発表をしている。それぞれの研究チームが作成したポスターをもとに来場者に結果の共有、ディスカッションを行う。

振り返り

(月曜日)3時間目	
データとて再現性を高めています。	今日は車が完成した。試しに走らせてみたところ、北面が33.5cmで北面は最後までいた。手前が40cmはこのところで止めた。車両では高さに合わせて優勝をねらいました。
(月曜日)4時間目	
本番に向けて最終調整です。	今日は試しに走らせてみたところ、タイヤや台にぶつかりました。走りが上手く進みませんでした。
(月曜日)5時間目	
初め見事工天にみどりています。すい！	班の全員が車の性能を理解していなかったのが原因でした。CB-R-1レース本番ではとても良い結果を残せた。手前を10点で走らなければ車がまでは走らなかったと思う。



来場者に自分の研究を説明する生徒。

この日、生徒たちは全員発表をするとともに、自由に発表を見ることができる。下級生は上級生の挑戦から刺激を受け、次年度に向けて「自分もこのような探究活動をやってみたい」という憧れを抱く。こうした縦のつながりが、本校における「科学が好きな子どもを育てる」探究文化を支えている。

2. 他教科連携

(1) 理科×社会「ゲノム編集ディベート」

①ねらい

近年、ゲノム編集は医療・農業・畜産など幅広い分野で活用され、社会的な議論を呼んでいる。中学生にとっても「科学の知識を社会にどう活かすか」を考える格好の題材であり、単に科学的な仕組みを理解するだけではなく、科学技術が社会に与える影響を多角的に捉え、自らの立場を形成することが求められる。本実践では理科と社会科を連携させ、科学的知識と社会的視点を行き来することで、子どもたちに「科学を好きになる」だけでなく「科学を社会で使える」という感覚を育むことをねらいとした。

②実践の流れ

授業は理科 1 時間、社会 1 時間の 2 時間構成で行った。理科の時間では、導入として「鳥インフルエンザに強いニワトリをゲノム編集でつくる」という事例を提示した。ここから、感染症を防げるといったメリットや、オフターゲット変異や別の疾患リスクといったリスクについて整理を行った。そのうえで「この技術は人間に応用すべきか、すべきでないか」という問い合わせを投げかけ、社会の授業でのディベートへとつなげた。

この理科の授業では、生徒がより多角的に情報を扱えるように、ジグソー学習を導入した。班を「医療への応用」「農業への応用」「倫理的課題」「海外における規制」の四つの専門グループに分け、それぞれが配布資料を読み込み、専門家として理解を深めた。その後、元のホームグループに戻り、各専門の生徒が順番に内容を解説し合うことで、多様な観点を短時間で共有できるようにした。発表を終えた生徒からは「農業ではメリットが大きいけれど、人間に使うとなると不安だ」「国によって考え方が全然違う」といった意見が交わされ、議論の下地が形成された。

社会科の時間では、テーマを「胎児に対するゲノム編集手術を国民健康保険の対象にすべきか」と設定した。生徒たちは「賛成」「どちらかといえば反対」「絶対反対」の三派に分かれた。ここに「内閣」役も置くことで、個人ではなく国としての損得といった視点や法的視点でも考えさせた。それぞれの立場のグループは、出生前診断の現状や障害と人権、保険制度の仕組みなどに関する事前資料を基に班で意見をまとめ、ディベートに臨んだ。授業中、教師はファシリテーターとして黒板に生徒の意見を整理し、議論が多角的に展開するよう支援した。

ディベートでは、「もし病気を治せるなら賛成。でも、人の能力を変えるのは反対」という意見や、「障害を持つ人の存在を否定することになってしまう」という意見が出された。内閣役の生徒は「出生前診断では九割以上が中絶を選んでいる。年間十二万人以上の命が失われている。そのうち何万人を救えるのか」と問い合わせ、反対派は「それは少子化対策ではなく母子の幸せの問題だ」と応酬し、議論は白熱した。



学んだことを班員に説明し合う時間。



「出生前診断の結果は…」と学んだデータをもとに議論。

最終的に投票を行った結果は賛成九票、反対五票となり、教室全体で「科学と社会をつなぐ難しさ」が共有された。

(2) 理科×道徳「北里柴三郎の生き方」

① ねらい

中学3年生では「微生物」を学ぶ单元がある。それに関する研究で人類を救った日本人研究者を取り上げた。本授業は、道徳や理科など、学校で学ぶ意義を「知識を人々・社会のために活かすためである」として考えさせ、自己の生き方を考えさせることをねらいとした。題材に選んだのは、感染症研究の先駆者であり、破傷風菌の純粋培養や血清療法の確立など、世界的な業績を残した北里柴三郎氏である。

② 実践の流れ

授業の冒頭では、江戸時代に大流行したコレラや、ヨーロッパで猛威を振るったペストの惨禍を史料で紹介した。生徒たちは「自分だったら怖くて外に出られない」「なぜこんなに広がってしまったのか」と、当時の人々の不安を自分のことのように想像し、感染症の恐ろしさを体感的に捉えていた。

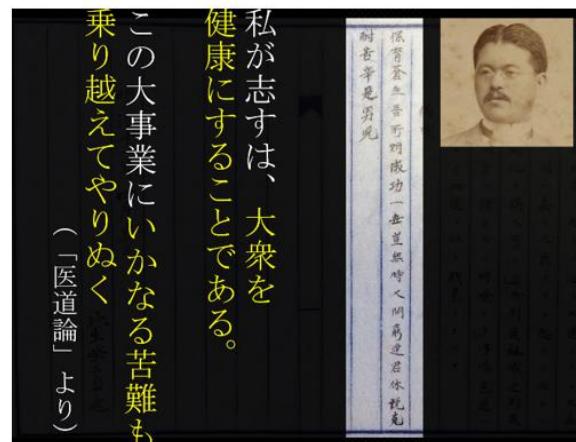
続いて、北里氏の功績をたどった。破傷風菌の純粋培養、血清療法の開発、ペスト菌の発見と消毒法の提示といった科学的業績を紹介し、加えて彼が名誉や地位を選ぶのではなく、研究を優先して歩んだことに焦点を当てた。特に明治期にペストの侵入が迫った際、命の危険を承知で北京に渡った決断を取り上げると、生徒たちはその勇気と使命感に強い衝撃を受けていた。

授業後半では、「北京までペストがきている。この状況であなたが北里さんなら、どうしますか。」という発問を通じて、生徒自身の価値観と照らし合わせて考えさせたところ、「日本人を救うために北京まで行く」という考えの生徒と「私には怖くてできない」と正直な気持ちを話す生徒とがいた。いずれも、自分のこととして真剣に考えている様子であった。

さらに、北里氏が研究者としての業績にとどまらず、伝染病研究所や北里研究所、日本医師会、慶應義塾大学医学部の設立などを通じて公衆衛生や医学教育に多大な貢献を果たしたことも紹介した。これらを踏まえ、授業のまとめでは「科学的知識を学ぶだけで満足するのではなく、それを正しい方向に活かし、社会のために行動できる人間になろう」というメッセージを投げかけた。

③ 生徒の姿

授業を通して、生徒たちは科学を単なる知識の習得にとどめず、人の命を救い、社会を変えるために用いるものとして捉え直すことができた。ある生徒は「自分だったら迷ってしまうけど、誰かの役に立ちたいという思いを優先できるのはすごい」と感想を述べ、別の生徒は「学校で学ぶのはテストのためじゃなくて、人のために使えるからだと気づいた」と語った。また、「死ぬかもしれないのに行くなんて信じられない」「努力をどう生かすかを考えさせられた」など、北里氏の生き方と自分の人生を重ねて考える姿も見られた。



史料をもとに、北里氏の志を知る。



「より良い未来のために、私たちは学んでいきましょう。」

生徒たちは北里氏の姿から「知識」「行動」「道徳」の三つが揃うことの大切さを学び、自分自身も科学を正しい方向に活かす存在になりたいという思いを強めていた。この経験は、その後に続く総合探究や、理科におけるパフォーマンス課題への意欲を高める大きな原動力となった。

3. SA コース・細胞生物学チームの研究活動

SA コースでは、学年を越えて複数の研究グループが結成され、それぞれが独自のテーマで継続的に探究活動を進めている。現在は8つのチームが活動しており、ここでは例として2025年4月に発足した細胞生物学チームを紹介する。

本チームでは、研究を進めるための基礎技術を一つずつ習得している。例えば、無菌操作や滅菌方法の実習を経て、培地の作成や菌の取り扱いに挑戦した。その後、遺伝子導入やプライマー設計など、分子生物学の基本的な技法を段階的に身につけてきた。こうした一連の訓練は、単なる実験技能の習得ではなく、科学的に確実な手法で問い合わせに迫る姿勢を育てるための重要なプロセスである。

現在、生徒たちは学術論文を積極的に読み進め、既存の研究成果を理解することから学習を深めている。その中で、自らの研究テーマを構想するための視点や方法を学び取りつつある。今後は、基礎技能と文献調査を土台として、「まだ誰も知らないことを明らかにする」研究活動へと歩みを進める予定である。すなわち、本当の意味での研究活動に踏み出す段階に差しかかっているのである。

なお、本チームは今年度発足したばかりであるため、探究フェスティバルでの発表はまだ行っていない。しかし、他のチームは日頃の成果を堂々と発表し、互いに刺激を与え合っていた。その姿に触発され、「次は自分たちが発表する番だ」と意気込みを語るメンバーの姿も見られた。こうした学び合いの循環こそが、SA コースにおける探究活動の大きな力となっている。

VI 大学との協働

本校では、社会との協働を通して、生徒が自ら課題を見いだし解決していく力を育むことを重視している。その一環として今回取り組んだのが、東京理科大学公認サークル坊ちゃん Lab.との協働である。

2025年7月には、坊ちゃん Lab.の学生が来校し、SA コースの研究活動に直接指導を行ってくださいました。大学生の指導のもと、生徒たちは PCR や電気泳動といった分子生物学の基本実験に挑戦し、実際に研究のプロセスに触れることができた。題材となったのは「マグロの種別判定」であり、身近な食品を対象に「DNA の違いから種を判別する」という研究体験を通して、科学と社会とのつながりを実感する機会となった。また、「自分たちとほとんど歳が違わない先輩たちがこんなにすごい研究をしているなんて驚いたし、自分も頑張ろうと思った」と、生徒たちは憧れをもち、学習への意欲を高めていた。

2025年8月には、生徒たちが東京理科大学創域理工学部の前澤創教授の研究室を訪問し、研究内容の紹介を受けた。最先端の研究テーマ



大腸菌を植える培地を作成。
「緊張して手が震えました…！」



論文紹介のために生徒が作成したスライド。



坊ちゃんLab.の先輩にピペットマの操作方法を教わる生徒たち。



前澤教授の最先端の研究についての説明を真剣に聞く生徒たち。

や機器を目の当たりにしたこと、「高校の学びが大学や社会に直結している」と実感する生徒も多く、「自分もこうした研究に携わりたい」と語る姿が見られた。

坊ちゃん Lab. は、iGEM への挑戦を軸に合成生物学の研究を進めつつ、地域での科学普及活動も行っている団体である。そうした大学生の姿勢に触れるることは、生徒にとって「科学を学ぶこと」と「社会に貢献すること」とを自然に結びつけて考えるきっかけとなった。

今後は、本校でも iGEM 的な手法を取り入れ、「誰もやつたことのない研究で社会課題を解決すること」を目指していく予定である。今回の協働は、その第一歩となるものであった。

VII 成果と課題

1. 生徒の変容

(1) 使える学力の高まり

気体 X の実験では、単なる観察結果の羅列にとどまらず、「証拠を整理し、複数の根拠をもとに結論を導く」という姿勢が育っていた。例えば、生徒のワークシートには「石灰水が白くにごらなかつた」「火を入れたが燃えなかつた」という観察が複数記録され、一つ一つの結果から、候補を絞っていった。また、他にも、個人ごとに提出させたレポートから様々な学びの深化がうかがえた。ある生徒は、「最初は二酸化炭素だと思っていたけれど、リトマス紙で中性とわかり酸性ではないと気づいた。さらに空気と密度が近いところから、窒素もあるかなと考えられるようになった。」と書いており、観察事実を根拠に仮説を修正し、複数の証拠を組み合わせて推論する力が育っていることが分かる。

CD カーの活動では、走行結果を感覚的に評価するだけでなく、距離を数値化し、折れ線グラフとして整理した班があった。発表会でそのグラフを示しながら説明する姿からは、単に作って試す段階を超えて、科学的に検証する態度が定着してきたことが伝わった。

このように、観察・記録・分析・結論の一連の流れを自らの力で実践する姿に「知っている」や「わかる」を超えた「使える学力」の高まりが表れていた。

(2) 非認知能力の成長

ペーパータワーの活動では、以下のような振り返りがあった。

クラス替えもありコミュニケーションを取れていなかつたが、2回目の前に自分でチームワークをやると決めてコミュニケーションをとることができ、互いの意見をあわせながらやること、結果も3倍くらい上がつたので良かったです。

別の生徒は「非認知能力を使っていくことでタワーを作るのが成長していった」と述べ、チームで協力する経験が自らの成長に直結したことを実感していた。崩れても声を掛け合って積み直す姿に、仲間を励まし合いながら挑戦を続ける強さが表れていた。

気体 X の実験においても、協働の中で非認知能力が発揮された。「レポートを書くのが後回しになり思い出しながら書いていたので、次からは実験結果が終わったら分担して記録と準備を交互に行えば効率がよくなると思った」と自己改善を意識する声や、「共同者と分からぬところを調べ合ったり、作業を分担したりして、よいチームワークで実験をすることができた」という記述が見られた。課題を発見し、協力しながら改善を図ろうとする姿勢が育まれていたことが分かる。

~参考~
1. にごりなかつたといふことは二酸化炭素でない!!
2. リトマス紙は酸性ひかれたため、中性、弱酸性が高め
3. 火を入れたが燃えなかつたので、酸素ではない。
4. 窒素が重いため、酸素の可能性はない
5. 水でけりにくいので、酸性可能性あり
6. BTB 滅液入れたが直かなければ中性!
まとめ
この結果から、空気をり重いため二酸化炭素か、窒素の可能性が高い。石灰水を入れた時ににごりなかつたため、窒素の可能性が高い。
また、BTB 滅液や、リトマス紙も使ったが、窒素の可能性が高い!!
空気が重いのが少しおかしいなと思ったのですが、窒素はほんの少し軽くないため、重くはおかしくはない。



データをもとに説得力のある説明をする生徒たち。

CD カーの活動でも「最後までうまくいかなかったけど協力してあきらめずに頑張った」という振り返りが残されており、困難に直面しても諦めず、仲間とともに挑戦を続ける粘り強さが育っていることがうかがえた。このように、各実践を通じて生徒たちは「協力する力」「粘り強さ」「課題発見力」といった非認知能力を確実に高めていた。失敗をただの失敗で終わらせず、仲間と支え合いながら改善につなげていく経験は、理科の枠を超えて学級経営や学校生活全体へと波及している。

(3) 学校全体での成果

これまでの理科実践や他教科との連携を通して見えてきたのは、単発の授業成果にとどまらず、学校全体における探究活動と相まって、生徒たちに「科学を社会につなげる力」を育む文化が根づきつつあるという点である。

その象徴が探究フェスティバルである。各学年・各コースの生徒が日頃の探究の成果を発表するこの場では、教科ごとに培った力が相互に作用し合い、学びが立体的に表れていた。あるグループでは「新商品『飲む日焼け止め』を販売する」をテーマとしていたが、その中で、各教科で用いた力を発揮していた。例えば、論文等から根拠を得て安全性の証明の材料としていたが、これは社会科で身につけた「資料から根拠を読み取る力」や、理科で育んだ「データをもとに考察する力」である。プレゼンの時には国語の授業で鍛えられた「論理を組み立て、聴き手に伝える力」を発揮していた。このように、多くのグループでは、単なる知識の発表にとどまらず、複数の観点から問い合わせを深める発表が数多く見られた。

また、細胞生物学チームの活動では、坊ちゃん Lab.との協働により、生徒たちは研究者の姿に触れ、「科学は社会課題の解決に役立つ」という実感を得ることができた。大学で行われている研究のプロセスを間近に見ることで、探究を将来につなげる道筋が鮮明になり、「先生、俺、理科大で薬の研究をしてみたいです」というように理系進学や研究職を志す生徒も現れている。

さらに、理科と社会科によるゲノム編集ディベートでは「科学と社会をつなぐ難しさ」が共有され、理科と道徳を融合させた北里柴三郎の授業では「身につけた知識を社会に生かすことの大切さ」が実感された。これらは、学校全体の探究文化の中で、理科が他教科と連携しながら授業改善を進めてきた成果といえる。

つまり、探究フェスティバルや大学との協働、教科横断的な授業を通して、学校全体が一つの探究共同体として機能し始めている。理科教育はその一翼を担いながら、「科学を好きになる」段階を超えて「科学を社会で使う」学びへと進化しているのである。

2. 授業改善に向けた教師の学び

「理科の授業において探究的な学びが保障されていない」という反省から生まれた今回の授業実践であったが、各パフォーマンス課題の実践を通じて、教師自身も多くの学びを得ることができた。その一つは、生徒が主体的に考える時間を十分に保障することの大切さである。課題に直面した生徒が、試行錯誤を繰り返しながら答えを見出していく姿を目の当たりにすることで、「答えを急がせず、考え続ける時間を意識的に設けること」が学習の質を高めることを実感した。また、授業中の生徒の発言や行動に丁寧に目を向ける

・レポートを書くのがおもしろいから、実験を止めないとどう書くのか、どうすれば実験をしたかを思いながら書きたい時間があった。
⇒実験の結果が終わったら、どちらかが書いて、どちらかが次の実験の準備をする、を交互に行、その後に書き写すようにすれば、前半がまとまると思った。
・共同名詞からないとこうを調べ合ったり、作業を分担したり、チームワークで実験をすることです。



探究フェスティバルでは、一年間かけて追究してきたテーマを参観者の前で発表。

ことで、これまで表面には現れにくかった力の伸びにも気づくことができた。例えば、失敗を重ねても諦めずに挑戦し続ける粘り強さ、仲間と協働しながら役割を分担する姿勢、発表の場で自らの考えを堂々と伝えようとする発信力などである。こうした気づきは、従来の「知識理解の到達度」だけでは測れない、生徒の成長の証であると感じた。この経験は、次年度に新しいパフォーマンス課題を設計する際に大いに参考になるとを考えている。生徒の主体性を最大限に引き出す課題設計、そして授業の中での小さな成長を見取る視点を、今後の授業改善に生かしていきたい。

3. 課題

(1) 成功体験の広がりに関して

多くの生徒が「失敗から学ぶ経験」を通して成功体験を積み重ねることができた一方で、失敗を恐れて挑戦をためらう生徒も見られた。特に作業の初期段階で「間違えたくない」と発言する姿があり、挑戦と失敗を繰り返すことに慣れていない様子がうかがえた。

さらに、学力が低くテストでも成果を上げにくい生徒は、CD カーの実践でほとんど作業に参加できなかった。普段から成功体験を味わえていないため、本来であれば楽しめる活動であっても、自分の意見を出すことをためらってしまう傾向がある。このような生徒にこそ「小さな成功」を積み重ねられるような支援や課題設計が求められる。

(2) 「使える学力」の育成に関して

知識を応用する力を発揮できた生徒がいる一方で、基礎知識や基本的な技能が十分に定着していないために課題に取り組めず、班の中で受け身になってしまう生徒も見られた。例えば、ガスバーナーのパフォーマンステストや酸素・二酸化炭素の実験で操作が十分に身につかない、気体 X の同定といった応用的な課題に積極的に関わることが難しい。このように、基礎技能の定着が応用課題での参加度を左右する場面もあるため、知識技能の習得を、限られた時間でどれだけ高めることができるか、というところにもより一層力を入れて取り組んでいきたい。

(3) 非認知能力の成長に関して

ペーパータワー、CD カーではチームワークや発信力が育まれたが、同じメンバーで活動するが多く、多様な相手と協働する経験が不足していた。これは、グループ編成に変化をもたらす配慮が教師側に不足していたためであり、「いろいろな人と一緒に活動したかった」とアンケートに書いた生徒もいた。こうした反省を踏まえ、次年度はグループチェンジを定期的に取り入れ、より多様な人間関係の中で非認知能力を発揮できる場を広げていきたい。

(4) 教師の学びに関して

生徒の発言や行動から非認知能力の成長を実感することができたが、それを評価にどのように反映するかは、まだ試行段階にとどまっている。現在もループリックを活用しているが、さらに改善を重ね、振り返りシートの工夫なども取り入れながら、より客観的で納得感のある評価の仕組みを整えていきたい。

(5) 学校全体の取り組みに関して

探究フェスティバルや大学との協働は、単なるイベントや一部の活動にとどまらず、学校全体の「学びの文化」を形づくる役割を担っている。生徒たちは成果を発表するだけでなく、互いの挑戦を見聞きすることで刺激を受け、「自分も挑戦してみたい」という気持ちを高めている。

本論文で紹介しているのは、そうした文化を特別な場面ではなく、日常の授業や小規模な活動の中に組み込んでいった実践である。理科の授業でのパフォーマンス課題をはじめ、他教科や学級経営の場面でも「自ら問い合わせを立て、試行錯誤し、学びを仲間と共有する」場を積み重ねることで、学校全体に探究的な学びの雰囲気を広げていきたい。こうした小さな実践の積み重ねこそが、「科学を学ぶことは社会や自分の未来に関わる」という実感につながり、本校の特色ある教育をさらに豊かにする基盤になると考えている。

VIII 今後の展望

(1) 実践のブラッシュアップと新規課題の創出

本論文で紹介した理科の探究的な学習は、まだ途上であり改良の余地が多く残されている。まずは、我々自身の授業を一つひとつ振り返り、実践をブラッシュアップしていくことが一丁目一番地である。同時に、これまでの経験を基盤に、新しいパフォーマンス課題や学習活動を創出し、探究的な学びをさらに多様化させていきたい。

具体的には、理科の授業においては、「自作電池でトーマスを走らせろ！」を計画している。このパフォーマンス課題は中3イオン单元の最後に実施する。それまでに学んだ知識や身につけたイオンや電池の知識を用いて自作した電池を機関車のおもちゃに接続し、走らせる。どれくらいの距離を走らせることができたかで評価をする。

細胞生物学チームの研究では、「放射線耐性能を高めた大腸菌」の作成を計画している。通常の大腸菌は放射線に弱いが、耐性遺伝子を導入することで生存性を高め、危険環境における微生物利用の可能性を検証する。特に、放射線に反応して蛍光を発する仕組みを組み込み、周囲の放射線レベルを「光」で知らせるセンサーとしての応用をめざす。この取り組みでは、大学や企業とも連携しながら社会実装を視野に研究を進める予定であり、生徒たちはDNA損傷修復や環境ストレス応答の理解を深めるだけでなく、社会課題に科学で挑む実践を学ぶ機会とする。

(2) 教科内での連携の強化

中学1～3年生に加え、高校理科（物理・化学・生物・地学）を担当する先生方も積極的に巻き込み、探究的な学びを学校全体の「あたりまえ」として根づかせたい。本校理科部会には、中堅からベテラン層まで経験豊かな先生方が多く、知識も技能も非常に高い。しかし、領域ごとの専門性や日常業務の多忙さから、互いの実践を共有する機会は限られているのが現状である。だからこそ、学年や専門を越えて成果や課題を持ち寄り、互いに学び合う場をつくることが重要である。こうした交流を重ねることで、縦の学びの連続性を意識した探究文化が育っていくことだろう。

(3) 他教科との連携の発展と強化

理科の枠を越えて学年の先生方と授業構想を語り合い、連携を深めていきたい。例えば、理科で育んだ問い合わせの立て方やデータの扱い方を、社会科での調査活動や国語での論理的文章表現、道徳での価値観の探究につなげることで、学びの流れが一貫したものとなる。こうした教科横断的な試みは、生徒にとって「探究は特定の教科だけの特別な活動ではなく、学校全体の文化である」という実感を生む。さらに、先生方自身が連携を通じて互いの専門性を学び合うことで、探究の広がりと深まりが自然に学校全体へと波及していくことを目指す。

(4) 外部との協働の深化

東京理科大学をはじめとする大学や地域の団体との連携を、一過性のイベントに終わらせず、継続的な研究活動として位置づけたい。特に「放射線耐性能を高めた大腸菌」の研究のように、将来的に環境モニタリングや社会課題の解決につながる可能性を持つテーマに取り組むことで、生徒に「科学は社会とつながり、実装されることで人々の役に立つ」という実感を与えることができる。さらに大学生や研究者との協働を通して、生徒は研究の進め方や成果の社会的意義を学び、教師自身も専門性を広げながら学び続ける姿を示すことができる。こうした協働の積み重ねが、学校内外に開かれた探究文化を育む基盤となる。

IX おわりに

(1) 本実践の意義

本論文で紹介した一連の実践は、知識を教え込むことにとどまらず、子どもたちが自ら問いを立て、試行

錯誤し、仲間と協働しながら答えに近づいていく過程を大切にしてきたものである。その中で、子どもたちが「なぜだろう」と考え、「こうしたらうまくいくかもしない」と手を動かし、そして「できた！」と喜ぶ姿に何度も立ち会うことができた。まさに、科学に夢中になる瞬間が教室のあちこちで生まれたことが、本実践の最大の意義である。

(2) 教師の学び

子どもたちの姿を丁寧に見取ることで、認知能力だけでなく、粘り強さや協働力、発信力といった非認知能力の成長も確かに育まれていることを実感できた。また、それを授業にどのように反映し、どう評価していくかという教師自身の課題にも気づかされた。科学教育は子どもにとってだけでなく、教師にとっても学び続ける営みであると改めて認識した。

(3) ソニー賞応募に寄せる思い

本校の特色ある探究的な実践を、全国の先生方と共有することで、より多くの子どもたちが科学に触れ、夢中になる瞬間を経験できるようになればと願っている。科学を学ぶことは、未来の社会をよりよくしていく力につながる。その入り口に立つ子どもたちに、好奇心をもって科学を楽しむ場を提供し続けたい。今回の応募をその一步とし、今後も実践を重ねていく所存である。

そして、こうした取り組みが全国の教育現場にも広がり、どの地域の子どもたちも科学に夢中になれる機会を手にすることを願っている。

代表執筆者：伊藤 拓也