

9	尾北	岩倉市立岩倉中学校	イトウ ヨシヒコ 氏名 伊藤 慶彦
分科会番号	5.2	分科会名	理科教育（中学校）

研究題目

**身のまわりの自然事象を通して『学びひたる』生徒を育成する理科授業の実践
～「フライング0.1秒の壁」を科学的根拠に基づき解明する理科授業の実践～**

研究要項

1 主題設定の理由

本校の現職教育では、「学びひたる」を研究主題に掲げ、授業改善を推進している。「学びひたる」とは、生徒が課題に没頭し、未知の事象に対して主体的・協働的に探究を深めていく姿を指す。理科教育においてこの姿を実現するためには、本時の「導入」における魅力ある教材提示が極めて重要な鍵を握る。生徒自身が日常生活の中で「なぜ?」「どうして?」という認知的葛藤を抱くことができれば、自発的に解決へと向かおうとする知的欲求が自然と喚起される。

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』において、中学校理科では「自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究する能力や態度を育てること」が求められている。特に第2分野の「生物の体のつくりとはたらき」では、「刺激を受け取ってから反応が起こるまでの信号の伝わる経路について、時間と関連付けて捉えること」が明記されている。現代の生徒は、動画メディア等を通じて身体の仕組みに関する多大な情報に触れている。しかし、刺激が脳を経由して反応として現れるまでの時間的制約について、日常生活で意識的に思考する機会はいずれも皆無に等しい。自らの身体であたり前に起こっている現象であるがゆえに、疑問をもたずに見過ごしている生徒が少なくない。

理科教育学において、落合（2018）は、「生徒の日常的な経験や予想を裏切るような事象（反証事象）の提示が、質の高い問いを生み出し、探究への持続的な動機付けを可能にする」と指摘している。また、佐藤（2012）が提唱する「協同的な学び」においては、表現の正誤に関わらず、他者との対話を通して自らの思考を柔軟に更新していくプロセスの重要性が説かれている。生徒は「日常の当たり前」が裏切られたときに強い探究のエネルギーをもち、その現象が理科の知識を用いて説明できた瞬間に深い充実感を覚え、学ぶ意義を実感する。

そこで本実践では、生徒にとっても記憶に新しい世界陸上2025のフライング判定基準(0.100秒未満の壁)を導入の題材とした。トップアスリートであっても超えられない「0.1秒の壁」という具体的な反証事象を提示することで、生徒の中に「なぜ0.1秒未満はフライングになるのか」という強烈な認知的葛藤を生じさせた。これにより、自らの身体の仕組みと結びつけながら、指導要領の目指す「主体的に問題解決に取り組む態度」を育み、夢中になって探究する「学びひたる姿」の実現を目指した。

2 目指す生徒像

文部科学省（2017）が示す「科学的に探究する能力や態度」の育成を見据え、本研究では日常の理科授業において、以下の五つの姿を遂げる生徒の育成を目指した。

① 自然事象への問い【「なぜ?」「どうして?」と問う姿】

身の回りの現象に対して、当たり前だと見過ごさず、「なぜ?」「どうして?」と自発的に問いを抱くことができる生徒。

② 主体的な仮説設定【間違ってもいいから予想を立てる姿】

間違えることへの恐れや先入観を捨て、自らの直感や既有知識を動員し、間違いを恐れず主体的に予想を

構築しようとする生徒。

③ 科学的根拠に基づく検証【実験結果に基づいて考察する姿】

I C T機器の活用で得られた客観的な実験データや観察した事実に基づき、それらを獲得した知識と関連付けながら、論理的に分析・考察できる生徒。

④ 主体的なメタ認知【自分の言葉で内容をまとめる姿】

教師が用意した枠組みに頼るのではなく、自らの変容や学びのプロセスを自らの言葉で集約し、振り返ることができる生徒。

⑤ 学びの価値の実感【日常生活の謎が解ける楽しさを知る姿】

教室内で得た科学的知見を用いて日常生活の謎を解き明かすことで、理科を学ぶ真の価値や楽しさを実感できる生徒。

3 主題に迫る手だて

生徒が「学びひたる」状態を維持し、上記の「目指す生徒像」に迫るため、以下の三つの連動した手だてを講じた。

① 「問い」を持続させる反証事象の提示と I C T機器を活用した自己数値化

導入において世界陸上の映像を視聴させ、「なぜフライングの判断基準が 0.100 秒未満なのか」という課題を提示した。生徒の多くは、事前の予想段階で「音が聞こえてから体が動くまでには時間がかかる」と直感的に理解していた。しかし、それが具体的に「どの程度の時間なのか」、また「どのような経路を伝わるのか」という微視的なメカニズムには至っていなかった。

脳から体に命令が届くまでの最短時間が0.1なので0.1より早く走り始めたら、合図の音が鳴る前に動き出しているということになるから

図1 生徒の予想

そこで、タブレット端末の反応速度測定アプリを用い、自らの反応時間をミリ秒単位で計測する活動を取り入れた。どれだけ素早く画面をタップしても「0.3 秒の壁」を切れないという身体的な現実、さらに何度も挑戦する中で「0.1 秒を切ることは絶対に不可能である」と肌で感じるプロセス（自己数値化）を設定することで、直感を根拠のある認識へと変え、ミクロな体内経路への探究心を爆発させる「問いの持続」を図った。

② ロイロノートを用いた「個別の予想」の協同的共有

個々の測定データや、0.1 秒未満で反応できない理由に関する個人の予想を、授業支援アプリ（ロイロノート・スクール）を介して瞬時に全体共有した。視覚的に多様な予想やデータを比較できる環境を整えることで、生徒同士が「なぜ無理なのか」「耳から脳、そして手までの距離が関係しているのではないか」といった探索的対話へスムーズに移行できるよう工夫した。

4 実践の展開と結果の検証・考察

① 実践の展開（本時の活動）

本実践では、導入で提示した「世界陸上 2025 における 0.100 秒の壁」という問いを解き明かすため、生徒自らが反応速度測定アプリで「0.1 秒の壁」を体感する活動からスタートした。最速データを目指して端末に耳を近づけ、何度も試行錯誤する中で、生徒からは「絶対切れない」「無理だ」という声上がり、教室全体で探求への意欲が高まり「学びひたる」状態となった。

この熱量を持続させたまま科学的根拠へと迫るため、後半では刺激を受け取ってから反応するまでの「神経系のつな



図2 反応速度を計測している様子

がり」を解明する活動へと移行した。その際、スムーズな移行を意図して、「感覚器官」「中枢神経」「運動器官」などの語句説明を先行して行った。しかし、この場面では、それまで自発的に問いへ向かっていた生徒の熱量が一時的に停滞するという様子が見られた。教師側の「正しく理解させよう」とする意識が、生徒の主体的な探究を一時的に弱める要因となった。

しかし、その後のロイロノートを用いた経路の並び替え活動に移行すると、生徒の主体的・協働的な姿が即座に復活した。デジタルカードの利点である何度でも試行錯誤できる特性を生かし、ペアやグループ内で試行錯誤を重ねながら、刺激の伝わるルートを視覚的に構築していった。

② 結果の検証と考察

本実践の手だてが、目指す子ども像にどこまで迫れたかを以下の2点から検証・考察する。

ア 科学的な表現力の高まり

授業の終盤に設定した「フライングの理由を、神経経路の言葉を使ってペアで30秒間で説明する」活動において、生徒の確かな変容が見られた。多くの生徒が「耳で音を聞いて、その信号が感覚神経を通じて脳に伝わり、脳が『走れ』と判断して、その信号が運動神経を通り、足の筋肉に伝わるまでに、どうしても0.1秒以上の時間がかかるから」といった、本時で獲得した知識を関連付けて説明を行うことができていた。直感的な「無理」という感覚が、目指す子ども像である「科学的根拠に基づいた推論・表現」へと高まった瞬間である。

イ 「まとめ」の形式に関する考察と教師の意識変容

本時のまとめにおいて、「生徒がいきなり白紙に記述するのはハードルが高い」と予測し、ワークシートを穴埋め形式で構成した。しかし、30秒説明における生徒の流暢な対話の様子や、ロイロノート上での活発な試行錯誤を看取する中で、この穴埋め形式での集約は、生徒の豊かな思考を狭めてしまった可能性があるという課題が残った。生徒は記述できないだろうという教師側の先入観を見直し、自らの言葉で結論をメタ認知させる自由記述形式にするべきであった。生徒がこれほどまでに「学びひたる」力をもっているならば、まとめの場面でもその力を信じ、表現を生徒に委ねることの重要性を認識した。

5 成果と今後の課題

① 成果

本実践では、「世界陸上のフライング」という生徒の関心を引き出す題材を導入に位置付けることで、生徒から「なぜ?」「どうして?」という生徒の自然な問いを引き出すことができた。アプリを用いた反応時間の測定では、「間違ってもいいからまず予想を立てる」という姿勢が保証され、教室全体が「0.1秒の壁を切れるか」という試行錯誤に没頭した。

さらに、ロイロノートを用いた協働的な並び替え活動や30秒説明を通して、単なる感覚にとどまらず、実験結果から科学的に考察する力を高めることができた。何より、身近なスポーツのルールという日常生活の謎が解ける楽しさを生徒が実感し、自発的に「学びひたる姿」が実現できたことは大きな成果である。



図3 デジタルカードを使った並び替え画面

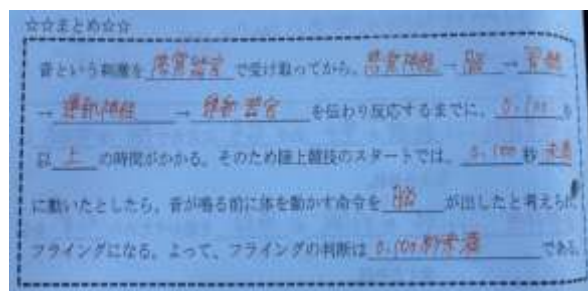


図4 ワークシートのまとめ部分

② 今後の課題と展望

生徒の力を信じきれず、まとめを穴埋め形式にしてしまい、自分の言葉で学びをまとめる機会を狭めてしまったことが最大の課題として残った。30 秒説明で見せた生徒たちの豊かな表現力を鑑みれば、まとめの場面でも自由記述形式を保障し、生徒自身の言葉で学びを整理させるべきであった。

理科を学ぶ真の価値は、教科書の知識を記憶することだけではない。教室を出た後も、日常のあらゆる現象に「なぜ?」「どうして?」と問い続け、間違いを恐れずに予想を立て、科学的に考察していくプロセスそのものにある。今後は、本実践での反省を生かし、生徒を信じて表現を委ねる授業を日常的に展開することで、生涯にわたって日常生活の謎にワクワクし、主体的に「学びひたり続ける」生徒の育成に尽力していきたい。

6 参考文献

文部科学省（2017）『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』学校図書。

落合久美子（2018）『理科教育における探究を駆動する「問い」の生成プロセスに関する研究』「理科教育学研究」59(2), pp. 145-156. （日本理科教育学会）

佐藤学（2012）『学校を改革する：学びの共同体の構想と実践』岩波書店