

高等学校における教科指導の充実

理 科
《物理領域》

思考力・表現力を高める授業を目指して
[熱力学]

栃木県総合教育センター
平成22年3月

ま え が き

総合教育センターでは、基礎・基本の確実な定着を図るための授業改善を目指して、教科指導の在り方について研究し、その成果を普及することにより、生徒の学力の向上に資することを目的に、平成17年度より、「高等学校における教科指導の充実に関する調査研究」に取り組んでいます。

近年の教育課程実施状況調査や学力に関する国際的な調査では、日本の児童生徒の学力の状況や学習に対する意識などが明らかにされ、文部科学省等からも学力向上のための様々な対策が打ち出されたり提言がなされたりしています。

また、平成19年12月に公表された、OECD生徒の学習到達度調査（PISA2006年）では、科学的リテラシーをはじめ、数学的リテラシー、読解力のそれぞれについて問題点が指摘されています。

さらに、平成20年12月には、国際教育到達度評価学会（IEA）が行った国際数学・理科教育動向調査の2007年調査（TIMSS2007）の結果が公表され、学力低下に歯止めがかかったという分析がある一方で、パターン化された指導の弊害とも見られる結果も一部に見られ、思考力の育成に課題があることも指摘されています。

これらの調査の分析結果を踏まえ、中央教育審議会答申を経て、平成21年3月には、高等学校の新学習指導要領が公示されました。数学と理科が24年度から、国語、地理歴史、公民、外国語が25年度から学年進行で実施されます。今回の改訂の主な改善事項として、「言語活動の充実」、「理数教育の充実」が示されました。これらは、先に挙げた各種調査で、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式の問題、知識・技能を活用する問題に課題が見られたことなどに対する改善策でもあります。

本調査研究においては、今年度、国語科、地理歴史科、数学科、理科、外国語科（英語）の各教科で、各種調査の結果から指摘されている課題と新学習指導要領の改訂の趣旨を踏まえ、その解決を図るための授業改善について取り組みました。研究の成果をまとめた本冊子を有効に御活用いただければ幸いです。

最後に、調査研究を進めるにあたり、御協力いただきました研究協力委員の方々に深く感謝申し上げます。

平成22年3月

栃木県総合教育センター所長

瓦 井 千 尋

目 次

研究の概要	1
事例Ⅰ 実験「熱伝導を利用した比熱の測定」	4
事例Ⅱ 観察「空気中、水中の微粒子が行うブラウン運動」	8
事例Ⅲ 実験「ペランの方法によるアボガドロ数の測定」	11
事例Ⅳ ものづくり「スターリングエンジンの仕組みを利用したおもちゃの製作」	16
事例Ⅴ ものづくり「スターリングクーラーの製作」	20
事例Ⅵ ものづくり「ジクロロメタンを用いたヒートポンプモデルの製作」	23
事例Ⅶ 実験「温度・圧力センサを用いたボイルの法則の検証」	25
事例Ⅷ 学習課題「熱力学第2法則についての理解を深めよう」	29

研究の概要

1 調査研究の背景

平成21年3月9日に、新しい高等学校学習指導要領が公示された。今回の改訂のポイントとして、次のように、**言語活動の充実、学習習慣の確立**が挙げられる。

＜高等学校学習指導要領 第1章 総則（抜粋）＞

第1款 1 学校の教育活動を進めるに当たっては、各学校において、生徒に生きる力をはぐくむことを目指し、創意工夫を生かした特色ある教育活動を展開する中で、基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない。その際、生徒の発達段階を考慮して、生徒の言語活動を充実するとともに、家庭との連携を図りながら、生徒の学習習慣が確立するよう配慮しなければならない。

第5款 5 教育課程の実施等に当たって配慮すべき事項

(1) 各教科・科目等の指導に当たっては、生徒の思考力、判断力、表現力等をはぐくむ観点から、基礎的・基本的な知識及び技能の活用を図る学習活動を重視するとともに、言語に対する関心や理解を深め、言語に関する能力の育成を図る上で必要な言語環境を整え、生徒の言語活動を充実すること。

各教科における言語活動として、以下のような具体的事例を工夫していくことが求められる。

＜平成20年1月中央教育審議会答申（抜粋）＞

- ・ 観察・実験や社会見学のレポート作成において、視点を明確にして、観察したり見学したりした事象の差異点や共通点をとらえて記録・報告する。（理・社）
- ・ 比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明する。（数・理）
- ・ 仮説を立てて観察・実験を行い、その結果を評価し、まとめて表現する。（理）
- ・ 体験活動を振り返り、そこから学んだことを記述し、まとめたものを発表し合う。（特別活動・総合的な学習の時間）
- ・ 討論・討議などにより意見の異なる人を説得したり、協同的に議論して集団としての意見をまとめたりする。（特別活動・総合的な学習の時間）

以上の経緯を踏まえ、本調査研究では、学習指導要領の改訂の趣旨を踏まえるとともに、各種調査等から指摘されている各教科の指導上の課題について、その解決を図るための指導の工夫改善を目指して授業実践に取り組んだ。また、3回の調査研究委員会を通して、評価の観点を踏まえた教科指導の在り方について、各教科ごとに研究協議を行った。本書はそれらの取組を授業実践を中心に報告するものである。

2 高等学校理科における新学習指導要領への対応

平成20年1月の中央教育審議会答申においては、学習指導要領改訂の基本的な考え方が示されるとともに、各教科等の改善の基本方針や主な改善事項が示され、このたびの高等学校理科の改訂はこれらを踏まえて行われたものである。

この答申において、学習指導要領改訂の基本的な考え方について、「生きる力」という理念を共有しながら、基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成を両立させ、確かな学力を確立するとともに、学習意欲の向上や学習習慣の確立、豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実をねらいとすることが示された。特に今回は、教育内容に関する主な改善事項として、言語活動の充実、理数教育の充実などが示された。

答申の中で、高等学校理科の改善の具体的事項が示された。以下は、その一部であり、(ア)については、理科の改善の基本方針の「(エ)科学的な知識の概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層重視する方向で改善する。」及び「(オ)理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。また、持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、理科についても、環境教育の充実を図る方向で改善する。」を具体化したものであり、また、高等学校理科の改善の具体的事項(キ)は、「言語活動の充実」を受け、それを明確化したものである。

(ii) 改善の具体的事項

(高等学校)

探求的な学習を重視し、中学校理科の学習の成果を踏まえて自然科学の複数の領域を学び、基礎的な科学的素養を幅広く養い、科学に対する関心をもち続ける態度を育てるとともに、生徒一人一人の能力・適性・興味・関心、進路希望等に応じて深く学び、自然を探究する能力や態度を高めることができるよう、科目の構成及び内容等を次のように改善する。

(ア) 科学技術が発展し、実社会・実生活を豊かにしてきたことについて、身近な事物・現象に関する観察・実験などを通して理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、自然や科学に関する興味・関心を高める新たな科目「科学と人間生活」を設ける。

「科学と人間生活」は、科学の発展、生活の中の科学、科学と人間生活などで構成する。

(略)

(キ) 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験、探求活動などにおいて、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動を一層重視する。

本調査研究では、高等学校理科の改善の具体的事項(ア)及び(キ)の趣旨を踏まえ、物理領域の分野の中でも、特に、用語の正確な定着が求められるとともに、文章によって論理を展開する部分の多い「熱力学」をテーマに、実験・観察を重視し、表現力の育成を目指した授業展開の研究に取り組み、次の八つの事例を作成した。

- 事例Ⅰ 実験「熱伝導を利用した比熱の測定」
- 事例Ⅱ 観察「空気中、水中の微粒子が行うブラウン運動」
- 事例Ⅲ 実験「ペランの方法によるアボガドロ数の測定」
- 事例Ⅳ ものづくり「スターリングエンジンの仕組みを利用したおもちゃの製作」
- 事例Ⅴ ものづくり「スターリングクーラーの製作」
- 事例Ⅵ ものづくり「ジクロロメタンを用いたヒートポンプモデルの製作」
- 事例Ⅶ 実験「温度・圧力センサを用いたボイルの法則の検証」
- 事例Ⅷ 学習課題「熱力学第2法則についての理解を深めよう」

事例Ⅰから事例Ⅶは、比較的入手しやすい材料を用いた実験・観察の例である。また、事例Ⅷは、事例Ⅰから事例Ⅶに関連した学習プリントであり、論理的思考力、読解力、文章表現力の向上をねらいとしたものである。生徒の実態に合わせ、これらを適宜組み合わせ活用していただきたい。

〈研究協力委員〉

栃木県立宇都宮白楊高等学校 教諭 齋藤 真史

〈研究委員〉

栃木県総合教育センター研修部 副主幹 手塚 貴志