

<h1>指導資料</h1> <p>鹿児島県総合教育センター 令和4年4月発行</p>	<h1>理科 第333号</h1>		
	対象校種	中学校 高等学校 特別支援学校	

高大接続改革から考える高等学校物理の授業づくり — 大学入学共通テスト問題を通して —

高大接続改革として、高等学校教育，大学教育，大学入学者選抜の改革が進められている。本稿では、「高等学校教育」改革の一環である学習指導要領の改訂や、「大学入学者選抜」改革の一環である大学入学共通テスト問題を参考に、高等学校物理の授業づくりを考える。

1 はじめに

高大接続改革は、高等学校教育，大学教育及び大学入学者選抜を通じて学力の3要素を確実に育成・評価することに向けた三者の一体的な改革である。学力の3要素を高等学校教育で確実に育成し，大学教育で更なる伸長を図り社会に送り出すため，それらをつなぐ大学入学者選抜においても，多面的・総合的に評価するという一体的な改革を進めていく必要がある（図1）。

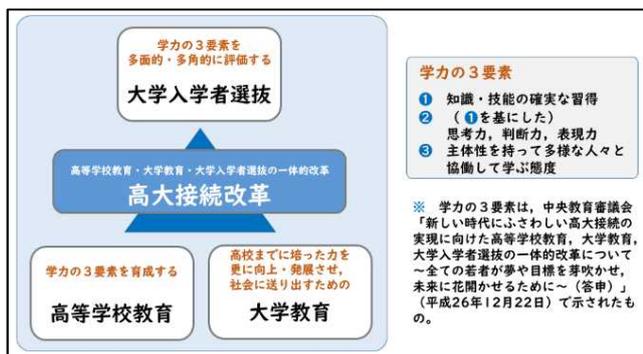


図1 「高大接続改革」の必要性

(文部科学省ホームページを基に作成)

本稿では、高大接続改革の一環である「高等学校教育」改革と「大学入学者選抜」改革を参考に、これからの高等学校物理の授業づくりについて提起したい。

2 高等学校教育における理科の授業改革

理科は、これまでも観察，実験などを通して学習課題を解決することが特性であると言われてきた。しかし，観察，実験などを十分に行わず，教師が一方的に知識のみを伝達するような授業が散見される。また，観察，実験などを行う場合も，伝達した知識を確認するために行われることが多く，理科が生徒にとって受け身で消極的な活動の時間となっている状況も否めない。

高等学校学習指導要領（平成30年告示）¹⁾（以下「指導要領」）には，科学的に探究するために必要な資質・能力を育成するという観点から，観察，実験などを行うことを通して探究する学習活動を充実するよう示されている。例えば，「物理基礎」及び「物理」の「内容」には，「～について，観察，実験などを通して探究し，～における規則性や関係性を見いだして表現すること。」とある。しかも，いくつかの小項目においては，必ず観察，実験を行うことが明示された。

以上のことから，探究する学習活動を通して生徒自身で自然事象の規則性や関係性を見いだすことができれば，主体的に学習に取り

組む楽しさに気付き、学習への興味・関心や意欲が喚起され、理科の授業が積極的な活動の時間になると考える。また、観察、実験を行うことが目的ではなく、課題を解決するための手段としての観察、実験を一層充実させる必要がある。

3 大学入学者選抜における改革

中教審答申²⁾に、「接続段階での評価の在り方が変われば、それを梃子の一つとして、高等学校教育及び大学教育の在り方も大きく転換すると考えられる。」と明記され、大学入学者選抜改革の重要性が謳われている。ここでは、令和4年1月16日実施の大学入学共通テスト問題を基に考える。

(1) 問題作成方針

独立行政法人大学入試センターによると、問題作成の基本方針は、次のとおりである。

第1 問題作成の基本的な考え方

- 大学入試センター試験における問題評価・改善の蓄積を生かしつつ、共通テストで問いたい力を明確にした問題作成
- 高等学校教育の成果として身に付けた、大学教育の基礎力となる知識・技能や思考力、判断力、表現力等を問う問題作成
- 「どのように学ぶか」を踏まえた問題の場面設定

(別添) 出題教科・科目の問題作成の方針 (物理基礎)

科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と、それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解などを重視

(物理)

自然の事物・現象の中から本質的な情報を見いだしたり、課題の解決に向けて主体的に考察・推論したりするなど、科学的に探究する過程を重視

令和4年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト問題作成方針より一部抜粋

これは、科学的に探究する過程を重視しており、学習指導要領改訂の方向性で示された「どのように学ぶか」という学習過程の改善など、高等学校教育への強いメッセージが読み取れる。次に、大学入学共通テスト問題を具体的に見ていきたい。

(2) 物理基礎 (第3問)

次の文章は、演劇部の公演の一場面を記述したものである。王女の発言は科学的に正しいが、細工師の発言は正しいとは限らないとして、後の問い(問1～3)に答えよ。

王女役と細工師役が、図1のスプーンAとスプーンBについての言い争いを演じている。

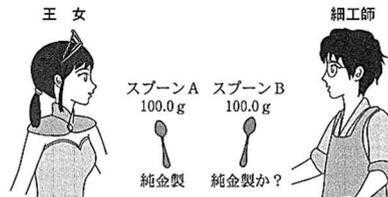


図 1

王女：ここに純金製のスプーン (スプーンA) と、あなたが作ったスプーン (スプーンB) があります。どちらも質量は 100.0 g ですが、色が少し異なっているように見え、スプーンBは純金に銀が混ぜられているという噂があります。

細工師：いえいえ、スプーンBは純金製です。純金製ではないという証拠を見せてください。

王女は、スプーンBが純金製か、銀が混ぜられたものかを判別するために、スプーンAとスプーンBの物理的な性質を実験で調べることにした。

大学入学共通テスト「物理基礎」(令和4年1月16日実施)を基に作成

この問題は、大問全体が王女と細工師の二人による会話文形式となっている。その中で仮説を立て、細工師が作ったスプーンBが純金製かどうかを複数の実験から検証し、その結果を純金製のスプーンAと比較、考察することで立証していくという展開であった。また、小問では問1から問3まで、多岐にわたる分野から出題されており、総合的な力が問われた。

各設問の概要は次のとおりである。

問1	比熱による検証を行った結果、実験結果において有意な差が認められなかったため、細工師に言い逃れられてしまった。
問2	密度による検証を行った結果、アルキメデスの原理から密度の違いは明白であったが、細工師は認めようとはせず、王女も追及しなかった。
問3	電気抵抗による検証を行った結果、細工師は純金製でないことを認めることとなった。複数の検証による客観的事実の積み重ねの結果である。

問1では、「見通し」や「振り返り」の重

要性が問われている。探究活動における実験企画の場面や検証結果の考察時には、客観的な視点からの批判的思考（クリティカル・シンキング）が求められる。自身の立てた仮説であるほど、検証計画を立てる際の視野が狭くなりがちである。つまり、「本当にこれでいいのか。」「他に方策はないのか。」といった検討を重ねていくことにより、検証計画の企画・立案や検証実験を基にした考察・推論がよりよいものとなり、より有意義な探究活動となると考える。本問では、細工師を迫及するために検証を重ねる王女、王女の迫及を逃れるための解決策を探る細工師ともに、批判的思考を發揮していたものとする。

(3) 物理（第2問）

物体の運動に関する探究の過程について、後の問い（問1～6）に答えよ。

Aさんは、買い物でショッピングカートを押したり引いたりしたときの経験から、「物体の速さは物体にはたらく力と物体の質量のみによって決まり、(a)ある時刻の物体の速さ v は、その時刻に物体が受けている力の大きさ F に比例し、物体の質量 m に反比例する」という仮説を立てた。Aさんの仮説を聞いたBさんは、この仮説は誤った思い込みだと思ったが、科学的に反論するためには実験を行って確かめることが必要であると考えた。

大学入学共通テスト「物理」（令和4年1月16日実施）を基に作成

この問題は、物体の運動に関する探究の過程を題材にした問いであった。Aさんの誤った仮説に対して科学的に反論するために、Bさんが実験を行い検証していくという展開であった。

問1では、誤った仮説ではあるが、示された仮説に対しての実験結果を見通す力が問われた。その後の問いにおいても、批判的思考を伴った様々な視点からの検証実験を積み重ね、科学的に探究していく学習活動の場面が展開された。

さらに、Bさんは、一定の速さで運動している物体の質量を途中で変えるとどうなるだろうかという疑問を持ち、次の2通りの実験を行った。

大学入学共通テスト「物理」（令和4年1月16日実施）を基に作成

また、科学的に探究していく中で新たな問

いを見だし、解決に向けて新たな実験を行うという展開も特徴的であった。

4 「探究の過程」における「見通し」と「振り返り」の重要性

2, 3で述べたように、高大接続改革により、指導要領、大学入学共通テストともに大きな変革が見てとれる。繰り返しになるが、その中でも「探究の過程」を重視していることが分かる。

また、探究の過程においては、「見通し」や「振り返り」を大切にしたい。例えば、解決したい課題があり、そのためにはどのような検証実験が必要なのか、見通しをもつことで検証可能な仮説を設定する。複数の検証計画を立案することができた場合など、見通しをもつことでその検証計画を振り返り評価・選択することができる。さらに、検証実験の結果を分析し、検証計画まで立ち返ることも考えられる。このように生徒自身が「見通し」や「振り返り」を行いながら、課題に対して主体的に取り組む姿を実現したいものである。

なお、当センター令和3年度調査研究は、「令和の日本型学校教育」を軸に研究を行った。理科では、探究の過程において、「『理科の見方・考え方』を働かせ、課題を科学的に探究することができるようになり、自己調整しながら粘り強く自然事象に向き合うことができるようになる。」といった児童生徒の姿を引き出すべく研究を行った（図2）。こちら、是非参考にさせていただきたい。

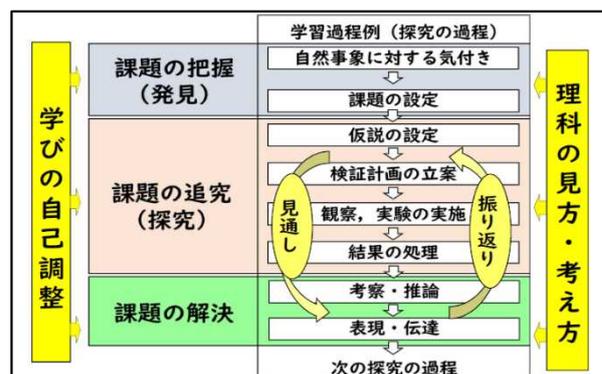


図2 学習過程例（探究の過程）

5 生徒が主体的に探究活動に取り組む授業展開

3の(2)で紹介した大学入学共通テストの物理基礎の出題及び図2を参考に、生徒が主体的に探究活動に取り組む授業展開を考える。

探究の過程	学習活動 (は、他の生徒の考えや自己内対話)	 は、育成したい資質・能力 は、批判的思考
課題の把握	1 課題の設定 「質量が等しい硬貨が複数枚ある。純金製ではない銀が含まれる硬貨の中に、純金製の硬貨が混じっている。純金製の硬貨を選別するには、どうしたらいいのだろうか。」	 主体的に自然事象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度
課題の探究	2 仮説の設定, 検証計画の立案 (予想や仮説)	
	 温めた硬貨を水に入れ、熱量保存の法則から、比熱を比べよう。	 仮説を確かめるための観察、実験の計画を立案する力
	 金の比熱が小さいけれど、どのような結果になればいいのかな。	 見通しをもち、検証できる仮説を設定する力
	 同じ条件で実験をすると、純金の方が水の温度が低いはずだ。	
	 他に、方法はないかな。	 他にもっといい方法はないかな。
	 金属だから、抵抗率を調べよう。	
	 でも、抵抗値は実験で求めるとして、長さや断面積はどうすればいいのかな。	 新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力
	 よし。この実験の後に調べよう。	
	 他には、質量が同じだから、浮力の違いから、密度を比べよう。	 他にもっといい方法はないかな。
	 うん。この方法が効率よく、しかも確実そうだ。	 観察、実験の計画を評価・選択・決定する力
3 観察, 実験の実施	 観察, 実験を実行する力	
4 結果の処理	 観察, 実験の結果を処理する力	
課題の解決	5 考察・推論 (比熱による実験の場合)	 観察, 実験の結果を分析・解釈する力
	 こっちの方が熱平衡の温度が0.1度だけ低い。こっちが純金製だ。	 新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力
	 待てよ。でも、それって誤差じゃないかな。もっと差がないと、断定できないな。水の量が多かったのかな。	 本当にこれでよいのかな。もっと何か工夫した方がよくないかな。
	 そうだ。水の量を減らして、もっと硬貨を温めて実験をやり直そう。	 全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力

6 おわりに

高大接続改革に伴う高等学校理科における学習活動の改革について述べてきたが、全国学力・学習状況調査の近年の出題をみても、授業における探究活動の場面設定を基に多く出題されている。高等学校においては、中学校までにこのような活動を経験してきた生徒が目の前にいることを理解した上で、高等学校に求められる学習活動を展開していただきたい。

－引用・参考文献－

- 1) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示)』
- 2) 中央教育審議会『新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的な改革について～全ての若者が夢や目標を芽吹かせ、未来に花開かせるために～(答申)』平成26年12月22日
- 独立行政法人大学入試センター
『令和4年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト問題作成方針』令和3年6月11日
『大学入学共通テスト』令和4年1月16日実施
- 鹿児島県総合教育センター『令和3年度調査研究』令和4年1月
(教科教育研修課 大野 康博)