

群 教 七	G04 - 04
	平28.261集
	理科 - 高

物理の基本的な課題解決を手掛かりに 思考を働かせ、発展的な課題を解決できる 生徒の育成

— 「ICTの効果的な活用とアクティブ・ラーニング」
を取り入れた活動を通して—

特別研修員 金谷 学

I 研究テーマ設定の理由

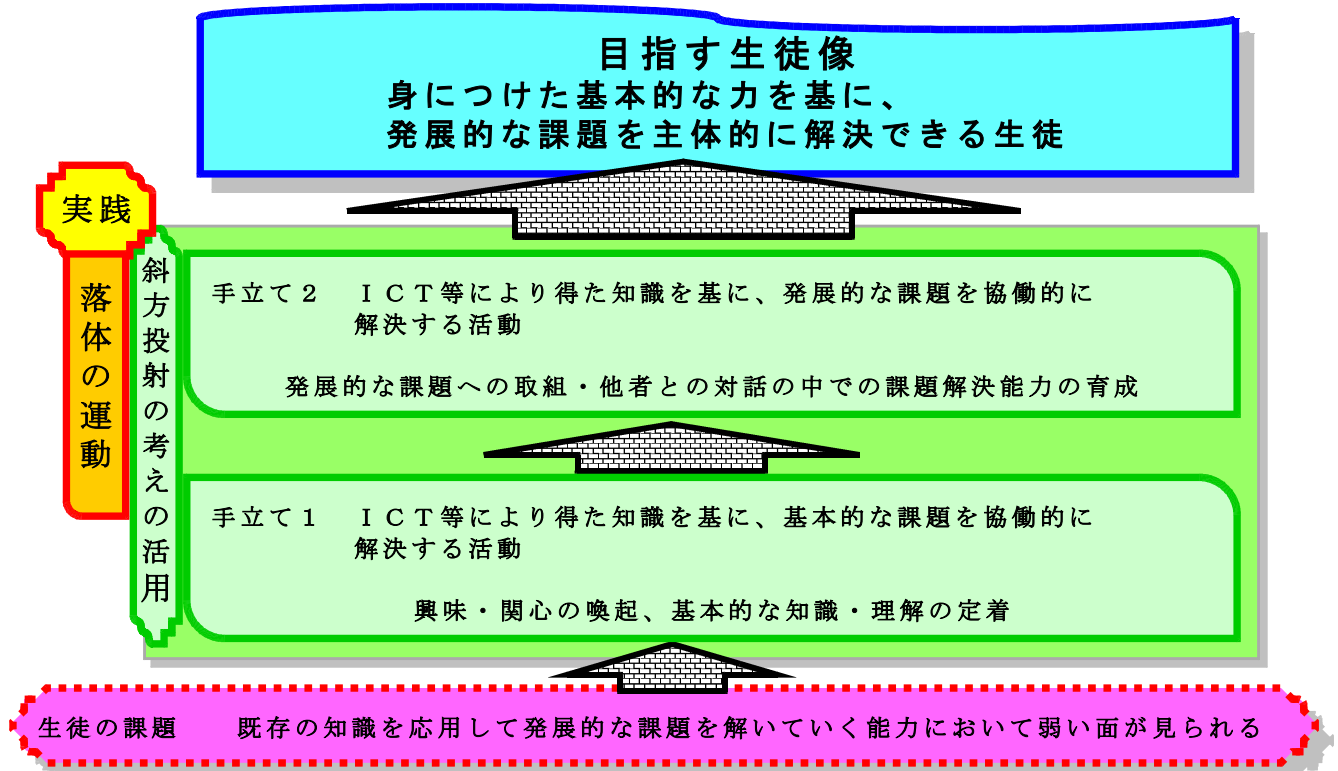
昨今、学習指導要領の改訂に向けて、アクティブ・ラーニング導入の動きが活発化している。これからの社会に生きる生徒たちに求められる資質・能力として、「知っていること、できることをどう使うか」ということが重要視されているのである。特に、物理は思考の過程を重視すべき科目であり、大学入試においては、基盤となる少量の知識を元にして、いかに多くの問題解決に応用できるかが大切となってくる。

本校の生徒の多くは、与えられた基本的な課題を着実にこなすことができる一方、既存の知識を応用して発展的な課題を解いていく能力においては、不十分な面が見受けられる。このような実態を踏まえ、生徒が能動的な態度で学習し、基本的な課題解決で身につけた力を発展的な課題解決に応用できるようにしていく必要がある。そのためには、物理現象や物理の諸問題に対する興味・関心の喚起と、適切な課題を解決する中での問題解決能力の醸成が効果的であると考えられる。

そこで、ICTを効果的に導入する中で、アクティブ・ラーニングを取り入れた活動を通じて能動的な学習の姿勢を身につけ、発展的な課題を解決できるような働きかけを重視していくこととし、上記のとおりテーマを設定した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

既存の知識を応用して発展的な課題を解いていくための「斜方投射の考え方を活用する活動」として、次の二つの連続した活動で構成する。

手立て1

ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動

手立て2

ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動

手立て1は、ICTによる物理現象の説明を聞き、現象の考え方や捉え方について定着させる活動である。ICTを用いることにより、物理現象の動的なイメージによる理解や、説明時間の短縮などの効果が期待できる。まず、本時の目標を明示した上で、物理現象に関する動画やアプリなどを用いて、物理現象に興味を抱かせ、現象理解を促進する。次に、プレゼンテーションソフトを用いた説明や資料により、物理現象を分かりやすくコンパクトに説明し、基本事項を確認させる。さらに、物理現象に関する基本的な問題を個人やペア、グループで解く中で、各自の考え方などについて共有させ、定着させる。

手立て2は、ICT等により得た物理現象に関する基本事項を、適切な発展問題をグループで解く中で活用させる。発展問題を解こうとする思考プロセスについてお互いに確認させ、全体で共有させる。

このように、二つの連続した活動に取り組むことを通して、物理現象に興味を持つ中で基本事項を押さえ、発展問題の解決プロセスの中で基本事項を活用することとなる。このことは、能動的な態度で身に付けた基本的な力を、発展的な課題解決に応用できる生徒を育成することにつながるものである。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 手立て1「ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動」では、ハンマー投げの動画や残像カメラのアプリなどで現象に興味を持たせることができた。また、プレゼンテーションソフトを用いた説明で基本事項を踏まえさせ、個人やグループで共有し定着させることができた。
- 手立て2「ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動」では、基本的な知識を基に、他者との対話や教師によるヒント、プレゼンテーション資料や課題の解説プリントなどを手掛かりに、発展的な課題を意欲的に解かせることができた。また、発展的な課題のレベルは、難易度の高いもの（今回は難関大入試レベル）で良いことが分かった。

2 課題

- 手立て1「ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動」においては、ICTによる説明を詳しく行ってしまうと、時間が長くなり、生徒の集中力が途切れてしまう。説明の時間を最小限にとどめる工夫をし、基本事項を確認させながら問題を解かせる時間を多く設定することが必要である。また、生徒が説明で理解できなかった部分は、机間指導において生徒の学びを見取り、個別に支援する必要がある。
- 手立て2「ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動」においては、生徒にとって適切なレベル（一人では解決できないが、他者と協働すれば解決できる）の課題設定が難しい。また、ヒントの提示や解説プリントの配布のタイミングなどは、生徒によって要望が異なる。課題設定や支援の方法については、個々の生徒の学びを見取る中で工夫していく必要がある。
- 手立て1「ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動」手立て2「ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動」を通して、個人で深くで考たい時間と、他者と対話しながら考たい時間のバランスやタイミングが、生徒により異なる。グループはあくまで対話しやすい形であり、個人で深く考え続けたい生徒も学びやすいような環境作りが必要である。

実践例

1 単元名 落体の運動（第2学年・後期）

2 本単元について

私たちは地球上で生活し、重力をうまく利用しながら生活している。また、重力が働く物体の運動について、経験的に予測し、日常生活やスポーツなどに応用している。しかし、重力下での物体の運動を考える際、初期条件である重力加速度の値や初速度の仰角、結果として観測される最高点の位置や到達時間、水平到達距離や空気抵抗による影響など、考慮しなければならない項目が多い。そのため、「どのような運動になるのか」が感覚的にイメージできても、「なぜ、そのような運動になるのか」を理論的に説明しにくい場面がある。したがって、重力が働いている物体の運動について、日常生活やスポーツなどに関連付けながら、科学的にとらえさせ説明させることは非常に重要である。

本単元では、日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、落体の運動に関する基本的な概念や法則を理解させ、落体の運動についての基礎的な見方や考え方を身に付けさせ、それを活用させることが主なねらいである。

以上のような考えから、本題材では以下のような指導計画を構想し実践した。

目標	放物運動における速度ベクトルを水平成分と鉛直成分とに分解し、定量的に理解させ活用させる。	
評価 規 準	関心・意欲 ・態度	落体の運動、特に斜方投射について、物体の運動のしかたに関心を示している。
	思考・判断 ・表現	水平投射や斜方投射を表す式を導き、活用することができる。
	技能	落体の運動について、観察・実験などを行い、得られた結果を的確に記録することができる。
	知識・理解	水平投射や斜方投射について、鉛直方向の変位や水平到達距離の求めかたについて理解できている。
過程	時間	主な学習活動
第1時 水平投射		<ul style="list-style-type: none"> ICTによる説明やグループ学習により基本的な課題解決に取り組む。 グループ学習での他者との対話を通じて、発展的な課題解決に取り組む。
第2時(本時) 斜方投射		<ul style="list-style-type: none"> ICTによる説明やグループ学習により基本的な課題解決に取り組む。 グループ学習での他者との対話を通じて、発展的な課題解決に取り組む。
第3時 斜方投射		<ul style="list-style-type: none"> 前時の取り組みを手掛かりに、グループ学習での他者との対話を通じて、発展的な課題を解決する。
第4時		<ul style="list-style-type: none"> 水平投射と斜方投射に関する総合的な課題解決に取り組むまとめる。

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全4時間計画の第2時に当たる。斜方投射は、落体の運動の単元において最後に取り上げる現象であり、特に難しい運動である。しかし、斜方投射の理解が他の落体の運動の理解へと繋がる大切な運動であるので、斜方投射の考え方をしっかりと定着させ、活用できるようにすることが重要である。そこで、次の二つの連続した活動として、手立てを具体化した。

<p>手立て1 ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動</p> <p>ICTによる物理現象の説明を聞き、現象の考え方や捉え方について定着させる活動である。まず、物理現象に関する身近な動画や現象理解を助けるアプリなどを用いて、物理現象に興味を抱かせる。次に、プレゼンテーションソフトによる説明や資料により、物理現象を分かりやすくコンパクトに説明し、基本事項を確認させる。さらに、物理現象に関する基本的な問題を個人やペア、グループで解く中で、各自の考え方などについて共有させ、定着させる。</p> <p>手立て2 ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動</p>
--

手立て1においてグループで共有した物理現象に関する基本事項を、適切な発展問題を解く中で活用させる。具体的には、基本的な知識を基に、他者との対話や教師によるヒント、プレゼンテーション資料、課題の解説プリントなどを手掛かりに発展問題を、班で協働して解かせる。その後、発展問題を解こうとする思考プロセスについてお互いに確認させ、全体で共有させる。

4 授業の実際

前時である第1時では、水平投射について考え、平面における落体の運動の捉え方について学習した。本時は「斜方投射を水平成分と鉛直成分とに分解し定量的に理解させ、活用させる」ことを目標とした。

課題 斜方投射の考え方を活用する。

(1) 手立て1 ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動

始めに、斜方投射の動画（リオ五輪のハンマー投げ女子決勝の動画と、残像カメラのアプリでキャッチボールの軌跡を録画した動画）を見せ、興味・関心の喚起を行った。その後、プレゼンテーションソフトによる説明を開始し、本時の目標は「斜方投射の考え方を活用して、発展問題を全員が解けること」であることを告げ、そのためには、「①斜方投射とはどんな運動かを理解する」「②水平方向と鉛直方向に分解して考える」「③高さについての話は鉛直方向の式、水平到達距離は水平方向の式で考える」の3点が基本であり、重要であることを告げた。そして、本時の流れや時間配分について説明した。

次に、前回の水平投射と今回の斜方投射について、教科書を参考にしながら5分間で問題プリントに書き込ませた。そして、基本事項について個人やペア、グループで確認させた。その後、プレゼンテーションソフトを利用し、斜方投射の捉え方や式について10分間の説明をした。

ハンマー投げの動画や残像カメラのアプリで、興味・関心を喚起した。

黒板には、本時の目標や達成度表の他、表示の見やすいタイマーを配置した。

基本問題

2年物理問題プリント「斜方投射の考え方」

① 斜方投射とは？

② 鉛直方向と水平方向に分解して考える

③ 高さは鉛直方向の式、水平到達距離は水平方向の式で考える

「速」は水平方向の式

今日の流れ

13:30～教科書を見て、プリントを考える(5分)

13:35～ICTの説明を聞く(10分)

13:45～発展問題を個人で考える(5分)

13:50～発展問題をグループで考える(10分)

14:00～プリントの解説を参考に、グループで考える(10分)

14:10～代表班による発表(ポイントの感想)

1 斜方投射

斜方投射とは？

水平方向からある角度(仰角)の向きに初速度を与え、放たされた物体の運動

斜角θ：重力の分力は決まっている(運動)

今日の流れ

1 斜方投射の軌道

斜方投射は、鉛直投げ上げ

水平方向は、等速直線運動

鉛直方向は、等速直線運動

2 斜方投射の式

水平方向の等速直線運動、鉛直方向の鉛直投げ上げに分解して考える

2 斜方投射の式

水平方向の等速直線運動

鉛直方向の鉛直投げ上げ

鉛直投げ上げ

問題にチャレンジ!

発展課題を解く。

発展目標

「しるべき」「質問する」「動く」「班で協力する」

「ほかの班とも協力しましょう。」

「グループ内で共通理解とし、他の人に説明できるようにしましょう。」

プレゼンテーション資料の中に、斜方投射の考え方のポイントや本時の流れのほか、発展的な課題を解く上での態度目標などを示した。また、これらをB4版1枚にまとめて配布した。

図1 手立て1の様子

(2) 手立て2 ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動

授業開始から20分後、発展問題（難関大入試レベル）について、個人で5分間考えさせた。問題演習にあたっては、時間を明示し、タイマーのアラームと声掛けで区切った。次に、グループで他者と考え方を共有しながら10分間考えさせた。また、個々の生徒の学びを見取る中で、手が止まっていたり、他者との対話ができなくなったりする生徒には、「どこでつまづいているか」「班で協力できているか」などの質問をきっかけとして、支援した。そのほか、ヒントや手掛かりとなる事項は、板書し強調した。

授業開始から30分後、解説プリントを配布した。各グループにおいて、解説プリントについて読み解く中で、自分たちの班の考えとも照らし合わせながら、解き方のプロセスを確認していた。

最後に、グループの中の代表者（授業者が指名）に、考え方のポイント、あるいは感想を発表させた。課題の難易度が高く、全ての生徒が解決とはいかなかったが、他者の考えにより自分自身の考えを深めたり、発展的な課題解決の中で基本事項の使い方を確認したりできていた。

また、第3時においては、第2時の取組を手掛かりに、発展的な課題解決の続きとアンケートによる振り返りを行った。

<p>② 発展問題「斜方投射」</p> <p>図のように、水平な床の上の点Aから距離 l のところに鉛直な壁がある。点Aから初速度 v、床となす角 θ で投げ上げられた小球が、最高点Bに到達したあと、壁面の点Cに当たった。床から点Bまでの高さは h、点Cまでの高さは $\frac{3}{4}h$ であった。重力加速度を g として次の問いに答えよ。</p> <p>(1) 最高点Bの高さ h を g、v、θ で表せ。</p> <p>(2) v と $\tan \theta$ を g、h、l で表せ。</p>			<p>発展問題に取り組む生徒の様子。手を動かしたり、他者と対話したりしながら、問題にしっかりと向き合い能動的に学習している。</p>
<p>斜方投射の発展問題（難関大の入試過去問題を用意）</p>			

図2 手立て2の様子

5 考察

手立て1「ICT等により得た知識を基に、基本的な課題を協働的に解決する活動」では、動画やアプリなどで提示された斜方投射という物理現象に、興味深く見入る生徒の様子が見られた。また、プレゼンテーションソフトを用いた説明やプレゼンテーション資料で基本事項を踏まえさせ、個人やグループで共有し定着させることができた。

手立て2「ICT等により得た知識を基に、発展的な課題を協働的に解決する活動」では、基本的な知識を基に、他者との対話や課題の解説プリント、教師によるヒントなどを手掛かりに学び合いながら、発展的な課題を意欲的に解こうとする生徒の様子が見られた。

手立て1と手立て2の効果を振り返るために、第3時において生徒へのアンケートを行ったところ、プレゼンテーションソフトによる説明の内容に関して、「比較的分かりやすい」と感じた生徒が94%であった。また、プレゼンテーションソフトによる説明を入れて欲しいタイミングについては、「授業の始め」が16%、「内容を各自で確認した後」が32%、「中盤にヒントとして」が32%、「授業のまとめとして」が21%とばらつきがあった。発展問題の（主体的、能動的に考える為の）内容やレベルに関しては、「適切である」が33%、「まあまあ適切である」が56%であり、難易度の高さを心配したが、生徒は適切な課題として取り組めたようである。

手立て1、手立て2を今後、より効果的に実践するためには、生徒にとって適切なレベルの課題設定が重要であるほか、グループで考える前に個人で考える時間が必要である。また、物理現象の説明は最小限にとどめ、基本事項を応用し発展的な課題を解くための時間を多く設定することも大切である。さらに、解説プリントの配布のタイミングやヒントの提示の仕方などは、生徒を見取る中で、その都度設定していく必要がある。分かりやすいICTや適切な発展問題を分野ごとに準備し、年間を通じた取り組みとできることを、これからの課題としたい。