

14

## 高大連携に向けた物理授業

— 物理授業の導入を高大連携で考える —

小 岩 利 夫 (日本学園中学校・高等学校)

分かり易くて魅力ある物理の授業を展開する方法を考える中で、大学生の柔軟な考え方と時代感覚の鋭さをその導入部に生かすことによって高大連携の物理として結び、この発表をすることにした。

物理を教える場合、今までの経験や固定概念から抜け出すことは難しいものである。そこで、これから物理教師を目指す大学3年生の自由な考え方と、新しい感覚で授業の導入を実践してもらうことにした。教育実習生の研究授業の中には、少し雑な面もあるが、我々には中々考え難い新しい発想が出てくることがある。現役の学生が、実際に高校生に教える授業を前提として、その導入部分を考え、実際に演示してもらい内容を記録し、まとめることにした。学生が高校時代を振り返って、色々なアイデアを取り入れ工夫を凝らした導入が展開され、とても興味深いものを多く見る事ができた。

単元ごとに導入部の授業内容を記録しまとめたものだが、できる限り実際の状況をそのまま伝えられるようにしたつもりである。ただ、ここに一部を選んで載せることになり、全部を見せられないことが残念でならない。明日への授業に、何らかのヒントとしてお役にたてば幸いである。

(直線上の運動と落下運動) 身近な運動をいろいろあげ、それぞれに対して A:速さだけが変化 B:向きだけが変化 C:速さと向きが変化 D:変化なし のどれかに分類する。

・ジェットコースター ・観覧車 ・フリーフォール ・滑り台 ・ブランコ ・エアホッケー

(運動の3法則) ドラエモンとノビタ君の話をしてタケコプターを例に挙げ、実際に空を飛べるだろうかなどを話しながら、運動の3法則について説明する。

(運動方程式) 2種類の粗さの違うサンドペーパーを板の上に置き、消しゴムを滑らせる。細かい目の方と、荒いサンドペーパーに消しゴムを滑らせて比較する。摩擦力は、滑る面の状況で異なり、物体の運動を考えるときに、外力として働く。外力の向きに注意させ、運動方程式を立てることを教える。

(重心) You tube チューブで、マイケルジャクソンの Smooth Criminal の動画を見せ、ダンスの中で、斜め前に傾いて静止する場面に注目させる。次に2つの空ジュース缶 500ml を用意し、板の上にこの2つを置いて斜めに傾けると、すぐ倒れる缶と倒れない缶がある。何回かの後、1つの缶には、水を入れてあり、他方は空のままであったことを話す。空の缶が直ぐに倒れ、水入りの缶は、重心の位置が水によって変わるから起きたことに気づかせ、重心の授業に入る。

(力のモーメント) ヒモを4本用意し、黒板にセロテープで貼り付け、用意した棒にヒモで作ったおもりをかけて天秤を作る。支点からの距離が等しいつり合いの位置に、同じ長さでのヒモにおもりをつけ、ヒモの長さを変えたり、支点からの距離を変えて天秤のつり合いを調べ力のモーメントの授業に入る。

<p>(運動エネルギー) 3人姉妹でボーリングに行き、選ぶ球の重さと投げるスピードの違いを話し、ピンの倒れ方の違いから、球の重さから質量の違い、速さの違いを意識させ、運動エネルギーの導入とする。</p>
<p>(力学的エネルギー保存の法則) 野球のバットを立てて見せ、前日のプロ野球の結果を話す。ホームランが出たから結果的に勝利につながった話から。ホームランの軌道を板書し、最も高い位置、打ち出し角度などにふれ、剣つばで振り子を作って、黒板につるし、振り子運動をさせる。最高点と最下点など、4～5箇所の速さを比較して質問する。</p>
<p>(力学的エネルギー保存の法則) 東京スカイツリーから物を落とした場合、地上で受ける衝撃の大きさはどのくらいか? 消しゴムの高さを変えて落として、その違いから衝撃の違いを考えさせる。衝撃と速度を関連させ、位置エネルギーと運動エネルギーの保存性を示す。</p>
<p>(力積・運動量保存の法則) 板状の粘土に上から球を落とし、どうやれば、粘土が大きくへこむかを質問し、落とす高さや粘土のへこみ具合を調べる。また、落とす球の重さを変えて同じことをする。衝突の種類を示し、力積と運動量保存の法則に入る。</p>
<p>(はね返り係数) 2つの黒色プラスチックボールを見せ、同じ色と形のボールだが、同じ高さから落とした場合にどうなるかを予想させ、実際に落として見せる。一つは高くはね返ったが、他はそのままはね返らなかった。対照的なはね返りを見て、弾性衝突非弾性衝突を示し、はね返り係数に入る。</p>
<p>(熱と仕事) ペットボトルとお湯を用意、へこませたペットボトルをお湯で温めると元に戻る。また、水で冷やすとへこみ、この繰り返しを示して、気体の体積と温度は比例していることをイメージさせる。</p>
<p>(波の回折) 学校の帰りに友達と自宅の塀の所で、内緒で今度の休みに遊びに行く話をして別れると、2階から来たお母さんに、休みに遊びに出たらだめだと言われた。小声の内緒話がなぜ塀の外から2階に居た母に聞かれていたことが不思議だった。声や音が波であることを示し、波の回折現象の説明に入る。</p>
<p>(波の種類) 運動会の種目の話から応援合戦によく見るウェーブを話題にする。実際に透明な円筒状のペットボトルを上手に切って作ったバネを使って、横波と縦波を演示で示す。横波は簡単にできたが、縦波はバネが短いためうまく見えなかったが、台上の置き方や、離し方を工夫して見せていた。</p>
<p>(波の性質) 水を入れるバットとプラスチックファイルで作ったゲートと波おこし用の定規を使って、平面波を作り、はね返りやゲートから出る波の形が円形波であることを確認し、回折の現象も確認する。波の反射でよく見えなかった部分もあるが、波の性質の演示実験の導入とする。</p>
<p>(波の干渉) CD ディスクの表面やシャボン玉の膨らんだ球面、5千円札の小さなマーク状のホログラム部分に光が当たると虹色に輝いて見えることを見せて、これらが光の干渉によってできていることを説明する。波が重なった場合の強調や打ち消したりすることが、明暗を作っているのだと説明する。</p>
<p>(波のエネルギー) 津波の映像をインターネットから見せて、津波の話を取り上げ、家や車が倒されたことや、遠くまでもものが運ばれたことを話す。また仕事と関連させて、波のエネルギーを説明する。</p>
<p>(音の発生) モスキート音 (17.6kHz の高周波音) を流して生徒が聞こえるかどうかを確認する。この音は、レストランや書店で長居する客を防止することや、万引きなどの牽制にもなることを説明し、人間の可聴音を知らせ、音の発生に入る。</p>

<p>(ドプラー効果) 救急車のサイレンの音をスマートフォンからインターネットに接続して聞かせる。音に変化していることを救急車の移動と関係させてみると、近づくときに高い音になり、遠ざかると低い音になることを意識して聞き分けてもらう。この現象をコウモリは、暗いところに生息していても自ら一定の電波を発して、反射音の違いから、自分の位置や餌をとらえることに利用している。</p>
<p>(ドプラー効果) 物体の地上で行われる運動は、移動距離や時間の測定で速さや速度を測ることができ、宇宙にある恒星の速度をどのように測っているかを質問する。恒星から発生する光の色の変化で、測っていることを知らせ、赤っぽく見えるときと、青っぽく見えるときで動きが違うことを示す。赤や青の波長の違いから、波長の違いと速度の関係をどのようにしたら分かるかを疑問にもたせる。</p>
<p>(凸凹レンズの性質) 大なスプーンの凹面凸面で、映り方の違いを観察してもらう。凸面に鉛筆を近づけて、見える像は細長くそのまま伸びた像だが、凹面で同じことをすると、倒立の像が映り、鉛筆の位置を近づけると、倒立の像が消えて正立になる瞬間に気づかせる。凸凹レンズの性質に発展させる。</p>
<p>(光の分散) 地球の空は、昼間青く夕方赤く見える。火星の宇宙写真を見せ、火星の夕方は青く見え昼間は赤く地球と逆になっていることに気づかせる。この疑問を解きながら光の分散を説明する。</p>
<p>(光の分散・散乱) カラーペンを使って、トイレットペーパーに色を付けた後水で濡らし、しばらくしてから見ると、使ったペンの色とは違う色が広がっているように見える。カラーペンの色はにじみ出た色が混ざってできていることを理解し、色の3原色を示す。また、虹がなぜ7色の帯になるのか、空はなぜ青く見えるかを考えさせ、光の分散・散乱の授業に入る。</p>
<p>(クーロンの法則) 身近な静電気現象について話した後空き缶を寝かせ、ストローをティッシュペーパーでこすって帯電させた後、空き缶に近づけてから動かすと、ストローに引かれて空き缶が転がる現象を見せる。静電気力が、意外な力を出している様子を見せた後、クーロンの法則に入る。</p>
<p>(コンデンサー) 常識クイズとして、暦に出てくる月の読み方を漢字でどう書くかを聞き、皀月・神無月・などの話題を出してから、出雲大社と結びつけ、出雲大社のある島根県の話に入る。島根県には、日本のコンデンサー生産が最も多い県であることを話す。ここからコンデンサーについて説明する。</p>
<p>(静電容量) レモン電池の話をして、化学変化のなかで電荷を作っていることを示し、コンデンサーは電荷を作れないが、蓄えることができる。平行板コンデンサーの説明と、静電容量の原理を示す。</p>
<p>(電流と抵抗) 車で行楽地に行くと、交通渋滞が気になる。渋滞の激しい所は、道幅が狭く事故などで車線規制している部分が多いことから、道幅と長さを電流の通る導線と抵抗の話に変え、説明する。</p>
<p>(電流と抵抗) 3.11で福島原発が爆発し、原子力発電の危険性を知ることになったが、安全な発電として太陽光発電などが注目されている。最近、微生物の中に光と反応して電気を流す作用がないかなど、色々な研究をしている話をする。電気がどのように作られるかを知り、電気抵抗の講義に入る。</p>
<p>(直流回路) 黒板に○▽□を書いて、何を表しているか?と質問する。丸の中に×を▽の上下に一を引き、□の左右に一を引くと、それぞれが電気回路記号になる。これから直流回路の話をはじめます。</p>
<p>(ダイオード) LED 電球の状況を見せて電球は、フィラメントの発熱が光に変わるが、発光ダイオードは熱を伴わないことを話す。LED 電球には極性のあることを示し、一方向にしか流れない理由について説明する。半導体を利用してダイオードが作られていることを理解させる。</p>

<p>(半導体) ガンダムのゲームソフトに登場する軌道エレベーターの話をした後、ここにカーボンナノチューブの半導体が使われていることや、半導体とゲームソフトの関係を説明し半導体の授業に入る。</p>
<p>(集積回路) スイカやパスモといった IC カードをみせ、日本各地によってそれぞれ異なるカードが使われていることをカードの写真を見せる。IC カードに入っている IC について説明する。</p>
<p>(原子構造) 太陽系の話から、太陽系の写真を示し、同時に原子模型を写真で示すと非常によく似ていることに気づかせる。人と人が近づいて話をするとは、宇宙論的に運動する惑星間が近づいていることと同じように考えることができる。原子構造と宇宙の関係を結びながら原子構造の話に入る。</p>
<p>(原子構造) 花火の写真を示し、いろいろな花火があることから、最新花火を見せる。花火の色の原理は炎色反応にある。ここで部屋を暗くしてパーティーキャンドルに火をつける。いろいろな色のキャンドルを楽しみながら鑑賞する。炎色反応と原子の違いについて話し、原子構造について説明する。</p>
<p>(円運動と単振動) 夏の暑い時には、扇風機が欠かせない。そこで扇風機をよく見ると、羽の回転と首振り運動がある。正面から羽の動きを見ると円運動をしているけれど、真横から見ると上下の往復運動に見える。これらの運動について、もう少し考えさせる。次に、円運動と単振動の話に入る。</p>
<p>(円運動) 12月は、デートする機会が多くなると思う。居酒屋で話をするときに、向かい合うか、並んで座るかを選択すると、どちらがいいだろうか。心理学的には並んで話す方が、打ちとけて精神的に安定が保たれる。向き合うと敵対感や、警戒心などが働き、デートには適さない。円運動も正面で見ると円だが、横から見ると直線になる。遊園地のコーヒーカップを思い浮かべて円運動を考えよう。</p>
<p>(万有引力の法則) 恋人が、双方で引き合う理由として考えられることは、自分の気持ちと相手の気持ちと二人の距離との関係が考えられる。恋愛物理学というブログにある内容から、自分の気持ちと相手の気持ちがそれぞれ大きくなければいいし、距離は限りなく小さいほうがよくなる。万有引力の式と比較して考えると非常に良く類似していることがわかる。</p>
<p>(気体分子の運動) 寒い時期の体育の授業で、オシクラマンジュウした話をする。やると、体が暑くなってホカホカしてくるのを感じた。人が押し合うことや、ブツカリ合うと熱が出て暖かくなる。気体分子の運動も同じように、衝突すると熱を出すことから分子運動の勉強に入る。</p>
<p>(電磁誘導) 電磁コンロは、電流で磁界を作り、その磁界が上におかれた鍋などに渦電流を流し、その熱で料理をするのです。コンロから出る磁場<math>2.5 \mu \text{tesla}</math>は、人体への影響はないが、<math>5000 \mu \text{tesla}</math>以上になると危険性が出てくる。胎児がいる場合は、<math>0.4 \mu \text{tesla}</math>以上でも影響を及ぼすと言われている。今日は、ここで話したようなこととは離れますが、磁場の話をしようと思います。</p>
<p>(磁界) 伊勢神宮は、全国の神社8万戸ある中の頂点である。分杭峠や高野山の金剛峯寺などの聖地は、磁場が0になっているところが多い。このゼロ磁場を作るために大きなエネルギーがそこに存在していると考えられる。ゼロ磁場を作るには、地磁気を打ち消す相当大きな磁場があることや、磁力が影響し合うなど、聖地は興味深い現象が起きている。神秘的な現象と物理現象を考え、磁界へ展開する。</p>
<p>(荷電粒子の運動) カタツムリの絵を書いて、カラの螺旋に注目をする。大豆から芽が出る運動を動画サイトから見ると、芽がぐるぐる回って成長しているのが、結果的に螺旋運動になっている。この運動がこれから話す荷電粒子の運動にもなっている。</p>
<p>(電磁誘導) 教習所の教本で、坂道での車制動について書いてあるが、下り坂でブレーキをかけると、効かなくなることがあるので、エンジンプレーキをかけて降りるようにとある。怖い話だけどフットブレーキだけでは摩擦熱で熱くなってブレーキが効かなくなることがある。電磁誘導を利用すると、接触せずに制御できるため、安全にブレーキがかけられる。電磁誘導について、この現象を勉強しよう。</p>