

令和6年度 第28回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2024年9月21日（土）15時～17時50分

主会場：岐阜大学教育学部

参加 27名（大学内 13名、オンライン 14名）{学生 17名、教員 10名}

1 開会

(1) 開会の挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

9月に入り、岐阜は大変暑い毎日で、まだ夏が終わっていないことを実感している。学会で発表したりこのコンテンツを教員の皆様が研修に使われていることを耳にし、意味のある研究に取り組んでいることに大変うれしく感じている。これを是非継続していきたいと思う。

(2) 本日の授業者の紹介（中村琢岐阜大学准教授）

(3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：北村佳之氏（岐阜大学教育学部附属小中学校教諭）

単元名：中学校第3学年「仕事とエネルギー」

(2) 単元展開と本時の位置づけ

「エネルギーと仕事」[全12時]

物体の持つエネルギー

運動エネルギー・位置エネルギー

力学的エネルギーの保存

仕事と力学的エネルギー [本時 第5時]

仕事の原理と仕事率

エネルギーの移り変わり

エネルギーの保存

章のまとめ



図1 教材開発 台車の工夫

[本時のねらい] 斜面で小球を転がして木片にぶつけた時の木片の移動距離を調べることを通して、小球の高さや質量が大きいほど木片に対する仕事に使われたエネルギーが大きいことに気づき、物体にした仕事大きいほどその物体がもつ力学的エネルギーが大きいことを説明できる。【学びに向かう力・人間性等】

(3) 事前説明

教材開発：確かな技術を基に子どもたちが話すことを考えた時、正確な事実を実験から得られることがまず大切だと考え、教材の開発を行った。小球を木片にぶつくと跳ね返ってしまうことで誤差が生じやすい。そこで実験の操作性を考えた台車の開発を行った。全く新しいもので教材開発ではなく、他校での活用のし易さや、普及性を考慮の上、在る物の組み合わせを考えた教材開発を行った。

サイエンスリーダー (SR)：子どもたちはクラスの前でよりも友達同士の小さな集団の中の方が話しやすい。話し合いの場を二か所位置付けている。またその話し合いの場を回していく存在も必要である。そこでサイエンスリーダー (SR) の存在を設定した。小集団の話しやすさを考慮した、生徒主体の話す場である。

[実験前と実験後のSRの役割]

目的意識を持って主体的に実験を行うため、特に実験前と実験後に SR が司会をする。

- ① 見通しを話し合い、記録をとる。
- ② 観るべき視点の共通理解
- ③ 実験
- ④ 見通しの記録を見ながら得られた実験結果についてどのようなことが言えるのかを話し合う。
- ⑤ 各自考えがまとまってから片付けを行う。

(4) モデル授業の実施・視聴 [記録動画の通り]

(5) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

実践研究「事実をもとに自分なりの考えを話すことができる生徒の育成 ～教材の工夫と、考えを話す場の設定を通して 中学校第3学年「仕事とエネルギー」の実践～」

<現場の実態>

- ・教材研究をする時間が減少している。
- ・うまく結果が出ない実験が少なくない。時間もかかる（中学校での例：植物の光合成によるデンプンの検出の実験、植物の水の通い道の染色実験、水の沁み込み方の実験等）
- ・考察が苦手な子どもたちが多い。
- ・理科が得意な子が実験を進め、苦手な子やおとなしい子はお客になりがちである。

<手立て>

事実をもとに自分なりの考えを話すことができる生徒の育成を目指すため以下2点を行った。

- ① 若手が困っている実験について、正確な事実をつかむことができるよう教材を開発した。

仕事と力学的エネルギー（小球のした仕事）

斜面を転がる球を木片に衝突させる実験において、結果がうまく出ない原因3つに着目し、そのうち2点を改善した。

・球の回転エネルギーやレールとの摩擦によるエネルギー損失

・衝突前の玉の運動エネルギーは衝突後の玉と木片の運動エネルギーにそれぞれ分配される。

→小球は衝突するのではなく、ポケットに入るようにした。

・衝突後の木片の運動エネルギーがプラスチック片とレールとの間の摩擦力による減速運動に使われる。

→木片を車輪で動く軽い台車にして、ワンウェイホイールを使い、一方向だけに進むようにした。製作費600円。

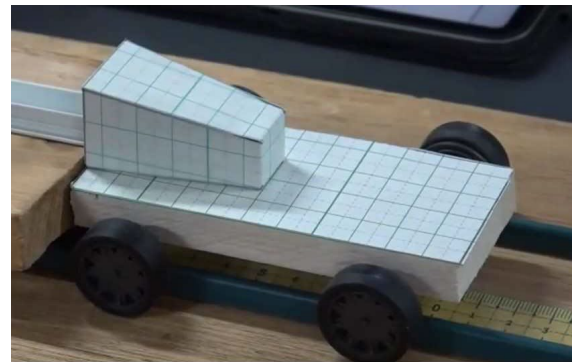


図2 台車の工夫 軽量化・小球の入るポケット付き

- ② 小集団の話しやすさから、生徒主体の話す場を設定した。（サイエンスリーダーの位置付け）
全体交流は苦手でも、仲間相手なら子どもたちは本当に思っていることを言える。「でもさあ」「だってさあ」を大切にしたいと考えた。SRを位置づけることにより、どの生徒も目的意識をもって実験に参加する機会を自分たちの手で作ることができるようにした。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25分間、5名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

「本教材の工夫及びサイエンスリーダーの位置づけは学習者が自分なりの考えを持つために有効であったか」

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○教材の工夫

- ・事実に基づいて結果を得られ、解釈できるような教材であった。また誤差が少なく、直線がきれいであった。
- ・うまくいかない要因を改善していき、練られた教材がすごいと感じた。
- ・結果がきれいであった点は評価できるが、生徒のイメージと実験がリンクしていないのでは？と思えた。
- ・自作教材もリーズナブルで現実的であった。
- ・教材費としては少し高めだと思う。
- ・予想（ボールのピンなど）から実験につなげられるよい教材である。
- ・実験器具を自由に扱える点が、子どもたちにとっても自由に実験内容の設定ができ、自由に組み立てることに繋がり、良かった。
- ・ワンウェイホイール、ポケットの工夫で結果が簡単にしやすくなると思った。
- ・台車を使うことで動きが分かりやすい。
- ・衝突によるエネルギー損失が少ないため、より良い結果が出る。
- ・台車の工夫によって結果が正確にでやすい。木材だと、木材が吹っ飛んだり、ななめにぶつかったりする可能性があるが、台車の教材の工夫により、結果が正確に出やすい。
- ・学校の備品を再利用していて、採用しやすい。
- ・グラフにすると数学と関連付けることができ理解しやすい。
- ・グラフを用意しておくことで、実験の目的を見失わずに進められた。



図3 ワンウェイホイールの活用

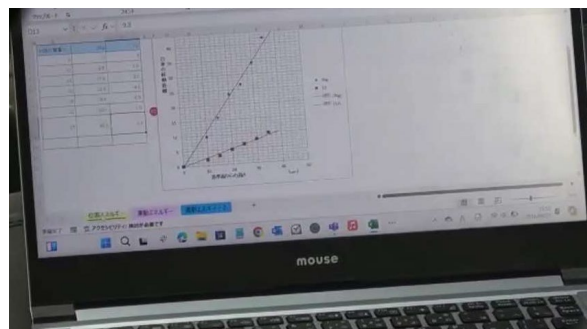


図4 グラフ化により目的を明確にする工夫

○指導法

- ・若手教員の困り感を解決する姿勢は見習わなければならないと思った。
- ・見通しを持ったうえで実験ができるので結果のまとめがスムーズであると感じた。
- ・ポイントが先生から示されているのが良かった。真似したい。
- ・机間巡視において的確で短いコメントが投げかけられており、素晴らしかった。

- ・価値づけをする声掛けを意識している。
- ・理科の面白さがダイレクトに伝わる。

○授業展開

- ・導入のボウリングのネタは身近でイメージしやすかった。
- ・課題自体をボウリングに近いものにしたたり、終末でボウリングについて扱ったりすることで、より良い学びになると考えた。
- ・導入で身近なボーリングを取り上げて話したり、小球がはじく現象やポケットに入って台車が進むところ等、教師からのイメージと実験をつなげる声掛けの必要性や生徒のイメージづくりを手助けする必要性が出てくるのではないかと思った。
- ・「速さを変える」は、前時までに高さを変えることや質量を変えることが速さに関係していることと分かっているので、それほど必要ないと考える。その分、位置エネルギーに誘導するとよいのでは？。速さが二次関数的に増加することは教えない。教科書通りの実験を無理に一時の間の中にやらせなくてもよいのでは？

○サイエンスリーダー

- ・サイエンスリーダーの存在によって、実験がスムーズになる。
- ・話し合いの中心が存在することで、話し合いが深まると思った。
- ・子ども同士で対話できる重要な機会になっていることが体感できた。
- ・理科の小グループでの中心人物の存在は有益になってくる。やるべきことが明確になれば子どもたち自身も行動しやすい。
- ・役割があることで責任をもって活動ができるのは良い。
- ・理科が好きな子の活躍の場が広がり、自己肯定感も高まると感じる。
- ・サイエンスリーダーによって、その子に活躍の場が与えられている。
- ・サイエンスリーダーが司会となることで交流がスムーズになった。
- ・実験後の話し合いが長引いてしまった。見通しが持てていなかったためと考える。
- ・希望制にするとできる人がまとめるので、苦手な人が置き去りになってしまうのではないか。
- ・サイエンスリーダーは交代制であるならいいと思う。役割が固定されてしまうのはあまり良くないと思う。
- ・理科が好きな子どもなら、子どもの目線で子どもの声でのアドバイスを容易にしやすい。
- ・リーダーが主導を握りすぎる可能性がある。ファシリテーター役としての話の振り方の技術や、それらを育成する方法も必要かもしれない。フィードバックや価値づけも重要と考える。
- ・サイエンスリーダーによって、理科が好きな子が出てくるのではないか。理科が苦手な子でも意見が言いやすい環境にある。

<質問・課題>

質問 サイエンスリーダーの決め方等知りたい。(通年なのか変わるのか等?)

質問 サイエンスリーダーはいつも希望制で担当しているのか?過去に交代制にしたことはあるか?

授業者:子どもと一緒に相談して決めていく。一単元終わった後でこのあとどうするか相談する。話す場の役割を授業の後に振り返り相談することで、一緒に授業を作るようにした。

質問 サイエンスリーダーは理科が得意であり、結局、サイエンスリーダーだけが主に喋ってしまうことはないのか?

質問 サイエンスリーダーが他の生徒に参加させる役割も担うのか?

授業者:サイエンスリーダーの役割は、確認する、皆の意見を聞くというものが主なものであ

る。もしサイエンスリーダーがしゃべっていたら授業者が指導する。私たちは子どもを育てていく存在である。サイエンスリーダーが他の子どもの意見を遮ってしゃべっていたら、その子を育てるチャンスでもある。主導権を握っている子がいたら、近づいていく。子育てをしていくことが私たちの役割である。是非取り入れていただきたい。

質問 サイエンスリーダーの存在により、実験の見通しや予想がスムーズになると考える。実践において、サイエンスリーダーの存在の有無によって子どもたちの様子にどのような違いが見られるのか知りたい。

質問 サイエンスリーダーの他に、役割にはどのようなものがあるか？

質問 自分なりの考え方を持つようにしたいと伺った。同じような考え方をもちやすい内容であったと思うが、どのような意見が出てくると想定していたのか知りたい。

質問 本時における自分なりの考えをどのように想定していたのか？（導入から実験がある程度想定できてしまっているため、生徒から多様な意見が出てきにくいのでは）

質問 運動エネルギーと位置エネルギーの学習をするにおいて、ペットボトルのキャップ飛ばしの実験と、今回の実験とが似通ってしまうと思われるが、そのすみわけについて知りたい。

質問 運動エネルギーと力学的エネルギーの実験をどのように区別するのか。

質問 台車の教材の工夫において誤差をなくすためにはどのようにすればいいか？

質問 台車の質量は37g、真鍮球の質量が35gあり、台車のポケットに真鍮球が入った場合には台車の重さが急に2倍になる。実験の結果に影響を与えてしまうのではないか？

質問 実験のグループに分かれた時、人数にバラつきが出たらどのような配慮をするのか。

質問 教材のレールの本来の用途は？

質問 本時は1グループが速さの測定を担当していたが、実際の授業で速さの測定はどのように行っていたか？1グループの結果でグラフが直線に見えてしまう場合の対応についてどうか？

質問 直線に見えてしまった場合の軌道修正はどのようにしているか？

質問 重さや高さ、速さ以外に何か測定条件が出てきたりしたか？

質問 通常実験との差を知りたい。

質問 前時の木片の実験と本時の差について、生徒へのおさえはどの程度か知りたい。

質問 グラフの描き方の設定について知りたい。（曲線・直線）

授業者：ねらいに合った重点の置き方について理解していただきたい。すべての学習内容について、導入からまとめまでうまく網羅できた授業はほとんどない。18年の実践経験のうち、うまくできたと感じたことは1回程度しかなく、それも子どもに助けってもらった時だ。授業では重点を置いて内容を扱うところ、軽めに内容を扱うところとの繰り返しだと思う。その中で今回大切にしたい点は、正確な事実を教材によって見出し、それを色々な場で議論して確かなものにしていくということである。振り返ると、本時では、導入とつながりが弱かったと感じる。位置エネルギーを想定させたかどうか、イメージと実験がリンクしていないのではないかという意見には確かにそうであると感じる。台車の質量についての意見もあったが、教材として使っていただければよい。ねらいに合った重点の置き方で展開する。

教科書では、運動エネルギーがどうしたら大きくなるかの実験を扱っている。次に位置エネルギーはどうかという学習展開である。本授業ではこの部分を簡単にするために、運動エネルギーと位置エネルギーとを分けて扱った。本来は課題にある通り、力学的エネルギーという考え方でこの実験を見ていくのが好ましいかもしれない。位置エネルギーを変えることによって運動エネルギーも大きくなっているはずで、つまり速さも大きくなっていくはずだと考えることもあるかと思う。今日の授業ですべてを盛り込むことは情報過多になると考えている。焦点

を絞り、帰宅後に家族に伝えられるよう、理解に導きたいと考え、本時の構成とした。

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐阜大学准教授より

大変難しい単位と言われている。仕事とエネルギーは日常生活でも使う。エネルギーは外来語で、わかりにくい物理量と捉えられる。ともに単位がジュールであり、何か関連があるのではと考えるが難しさを感じる。本単元では正確な事実を得られる素晴らしい教材の工夫だったと考える。跳ね返りがない今回のケースは「完全非弾性衝突」といい、台車と球が一体になり、シンプルに見せる工夫がなされていた。質量が増える分には関係ない。球が反対方向に転がって返る場合に、学習者はそちらの玉のことを考えなくてよいのかと、気になってしまう。それらは考えなくてよく、摩擦を小さくし、角度をつけた点においても素晴らしい教材だと感じた。ワンウェイホイールを用いてのきれいなデータで、グラフをエクセルで描かせる点も素晴らしい。教科書通りに進めてしまうと、ばらつきが大きく、最終的に何が答えなのかわからなくなりがちである。それを繰り返していると、物理で学習することは日常生活に当てはまらずある種の理想化された条件下で学習するのが物理だという、間違った認識を持たれがちで危険である。速度を変えたところでは速度の変化のレンジが狭いと、二次関数の見ている部分が短く、グラフは直線的になりがちである。色々なデータをとることで、直線にならないことに気が付いていく。そのようなデータによって議論できる教材であったという点が良かった。色々な要素をジグゾー法のようにグループで複合的に議論できる手法を取り入れられる教材は素晴らしいものである。

またサイエンスリーダーの導入は素晴らしい。先生が一人で指示を出しているだけだと複数のグループでは活性化しきれない。思考が活性化されないままになりがちである。過去に引っ掻き回し役、逆に進んでいく役をグループの中に設けたことがあるが、今回のサイエンスリーダーも同様で、素晴らしいモデル授業の提案であった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

運動とエネルギーという中学校第3学年の単元は、人がその人生において、世界を物理的に捉える基盤となる、とても大切な内容だが、計算を伴う数量的な分析を要することもあり、残念ながら多くの中学生が苦手意識に陥る内容ともなっている単元である。中学校第3学年で苦手意識を持つと、高等学校進学後に理系科目の選択、特に物理選択を避けることにもつながりやすくなる。そうならないために指導を工夫することが大切である。〇〇の法則の公式を与えて、計算問題を解かせるやり方では、意味を理解しないまま、時間が経つと公式も忘れてしまうこととなる。つまり、原理や法則性を概念的に理解することがとても重要である。

本日は、北村先生の長年のご経験から、力学的エネルギーと仕事の間接的な関係を、生徒が主体的・対話的に考えを構築していくことで概念的な理解を獲得していく様々な工夫が見られた。私もこの部分の教科書執筆を15年くらい前に担当したことがあるが、今もなお工夫改善が必要な内容だと感じている。

本日のモデル授業では、冒頭でボーリングという日常的な事象を用いて、生徒に理解しやすい状況設定がされていた。そして、前時までに学習している位置エネルギー、運動エネルギー、力学的エネルギーの意味をふり返らせることで、本時の課題が分かりやすく提示された。質量、高さ、速さという条件を変えたとき、台車を動かす距離としての仕事はどう変わるかを、サイエンスリーダーがグループの意見交流を率先して、予想と見通しを明確化した。その上で、条件制御した実験の一つをグループに分担させることで、クラス全体で進める協働的な探究的実験とした。使用された台車は、教材研究で従来の問題点を改善したものである。結果の分析も、ICTも活

用して、定量的な結果を基に、定性的に考察する過程が容易になっていた。こうして、生徒は、力学的エネルギーが大きい物体は、大きな仕事ができるということを概念的に理解できたものと考えられる。本当に様々な工夫が凝らされたモデル授業であった。

一点、混乱しやすいかもしれないと思ったのは、球が車輪のついた台車に収まって移動するという教材は、良さがある一方で、「球が台車にした仕事」とは言いにくいと感じたこと。球と台車が合体したことによって、合体後の物体がした仕事を測ったので、「球が台車にした仕事」なのかなと生徒が悩むかもしれないと感じた。今後の参考にしていただければ幸いである。

以上中学校第3学年の物理分野の授業改善につながる貴重なモデル授業を提供していただいた。

5 情報提供（小倉康埼玉大学教授）

「能登半島地震後 9月9日視察の報告 ～地盤の隆起と液状化を中心に～」
輪島市中心部と輪島市門前町鹿磯漁港の視察の報告が行われた。