

北海道札幌西高等学校との連携授業

高等学校研究班

（三条 歩・岡本 研）

北海道札幌西高等学校と連携し、物理と地学の選択者を対象に観察・実験を主体とした授業を実施した。レポートによる評価、生徒の自己評価、感想などから、この授業の成果と課題をまとめた。

[キーワード] 高校と連携した授業 高等学校学力アッププロジェクト

はじめに

今年度、北海道札幌西高等学校がScienceプロジェクト推進協力校に指定されたことを受けて、当センターとして札幌西高校をサポートするため、「わかる授業」の方向性を明確にし、札幌西高校の物理と地学の選択者を対象に観察・実験を主体とした授業を実施した。

各授業においては、仮説に基づき授業内容を構成し、レポートによる評価や自己評価などから仮説を検証した。

当センターとしての「わかる授業」の方向性

- ・個に応じたきめ細やかな指導を取り入れた授業
- ・学ぶ意欲を喚起し、思考力、判断力、表現力などを身につけるために、観察・実験などの体験的・問題解決的な学習を取り入れた授業
- ・授業改善につながるような評価方法を取り入れた授業

1 走査型電子顕微鏡の見学と各研究室訪問

- (1) 実施日 平成18年8月22日(火)
- (2) 対象 2年生物理選択者139名
- (3) 内容

連携の手始めとして、日本顕微鏡学会から借用した走査型電子顕微鏡を見学し、各研究室を訪問し、観察・実験を体験した。

走査型電子顕微鏡の見学

電子顕微鏡によるアリの頭部と硬貨の表面を観察

物理研究室訪問

ペルチェ素子による温度差発電と手回し発電機を用いたペルチェ効果の体験

化学実験室訪問

アジピン酸ジクロイドと1,6-ヘキサメチレンジアミンによるナイロンの合成

生物研究室訪問

光学顕微鏡による微小生物（アメーバ、ゾウリムシ、ボルボックスなど）の観察

地学研究室訪問

火成岩の磁性、化石の観察、地層の形成モデル実験、偏光顕微鏡による岩石薄片の観察、ゴムピタ君による大気圧の体感

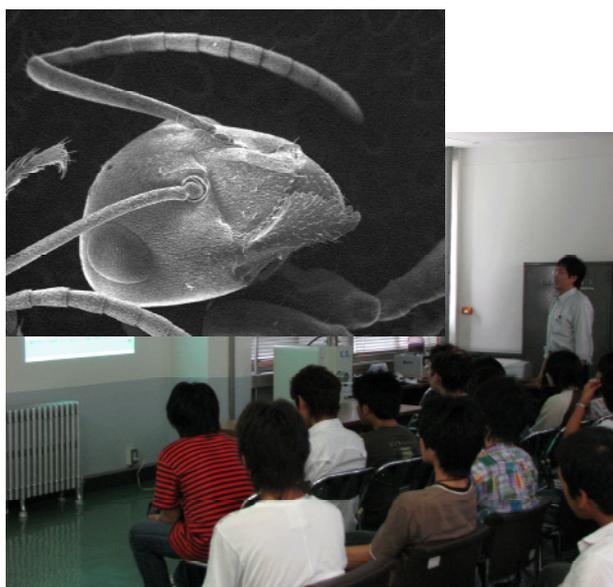


図1 走査型電子顕微鏡の見学



図2 ナイロンの合成



図3 光学顕微鏡による微小生物の観察

2 電磁気に関する実験

- (1) 実施日 平成19年9月7日(木)・8日(金)
- (2) 対象 3年生物理選択者92名
- (3) 内容

「授業で学んだ原理がどのように応用されているかを考えることで、授業で学んだ原理についての理解が深まる」と仮説を立て、授業内容を構成した。

ゲルマニウムラジオ

フィルムケースにエナメル線を巻いたコイル、TPシートにアルミニウムはくを貼ったコンデンサー、ダイオード、クリスタルイヤホンで作ったゲルマニウムラジオを用いて、ラジオ放送を受信し、共振回路やダイオードのはたらきについて考察する。

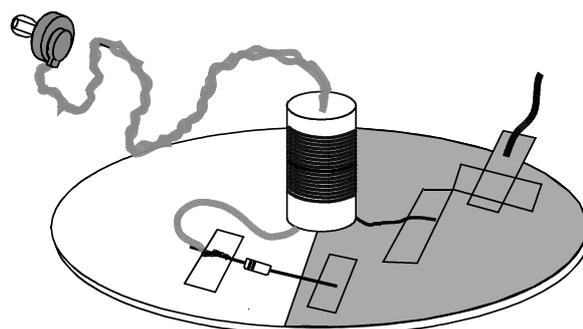


図4 自作のゲルマニウムラジオ

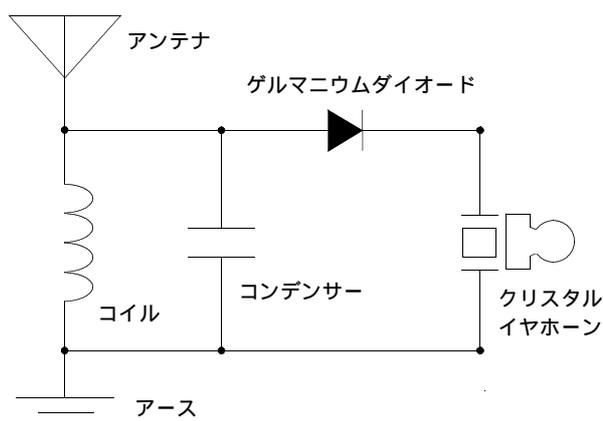


図5 ゲルマニウムラジオの回路図

光の変化を利用したラジオ放送の送受信
ラジオの音声電流をコイルに流してLEDを変調する光通信装置を用いて、送信側回路を流れる電流やコイルにかかる電圧の変化をデジタルマルチメータで調べ、自己誘導について考察する。

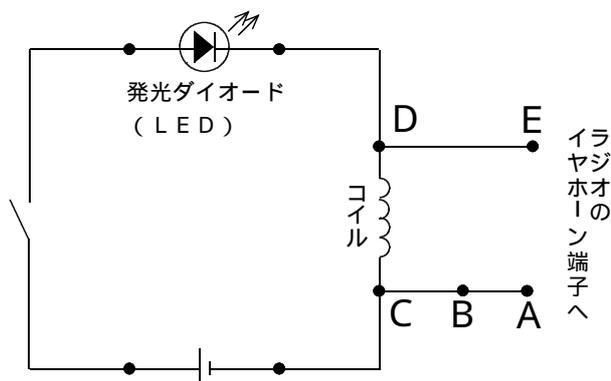


図6 光通信装置の送信側回路

磁場の変化を利用したラジオ放送の送受信
束にしたビニルコードにラジオの音声電流を

流して、ラジオ放送を磁場の変化に変えて送信し、この磁場の変化をコイルに接続したクリスタルイヤホンで受信する装置を用いて、コイルの置き方と聞こえ方の関係を調べ、相互誘導について考察する。



図7 コイルに接続したクリスタルイヤホン

(4) レポートによる評価

レポートの項目

磁場の変化を利用したラジオの送受信で、ラジオの放送を大きく聞く工夫があれば、その理由も含めて書きなさい。

[評価規準]

相互誘導において、誘導起電力が大きくなる方法とその理由を考えている。[思考・判断]

[評価A]工夫と理由が妥当である。(37.1%)

[評価B]工夫が妥当である。(28.1%)

[評価C]AとB以外 (34.8%)

(5) 自己評価

ア 共振回路のはたらきについて、理解が深まりましたか。

A. とても理解が深まった (16.9%)

B. だいたい理解が深まった (64.0%)

C. あまり理解が深まらなかった (15.7%)

D. ほとんど理解が深まらなかった(3.4%)

イ ダイオードの整流作用について、理解が深まりましたか。

A. とても理解が深まった (24.1%)

B. だいたい理解が深まった (60.9%)

C. あまり理解が深まらなかった (13.8%)

D. ほとんど理解が深まらなかった(1.1%)

ウ 自己誘導について、理解が深まりましたか。

A. とても理解が深まった (14.6%)

B. だいたい理解が深まった (66.3%)

C. あまり理解が深まらなかった (18.0%)

D. ほとんど理解が深まらなかった(1.1%)

エ 相互誘導について、理解が深まりましたか。

A. とても理解が深まった (15.7%)

B. だいたい理解が深まった (57.3%)

C. あまり理解が深まらなかった (25.8%)

D. ほとんど理解が深まらなかった(1.1%)

(6) 感想

- ・あんな簡単な方法でラジオが聞こえることに驚きました。身近なものに物理を感じられて面白かった。
- ・光ったライトからラジオが聞こえたのは面白かった。
- ・普段できない実験ができて楽しかった。
- ・実際に見えることで理解が深まりました。
- ・問題として解いている回路は、実際にこんなもんだということがわかった。
- ・電荷を蓄えるとか誘導電流とかいうと、なんだかすごそうな装置だけど、実はすごく小さかったり、手作りできるというのは大きな発見です。
- ・短時間の実験だったのもっと詳しくやってみたいと思った。式を見て理解していた回路を実際にやってみることによって、より理解が深まりとてもためになる実験だった。
- ・電磁気が身近なものに應用されていることが実感できて面白かった。
- ・授業では習っていたけど、そのことがどのように使われているかわかってよかった。
- ・現象の理解が深まった訳じゃなく、単にその現象の具体例を見せられただけという印象が強かった。
- ・実験2でラジオとコイルと音の関係があまりわからなかった。ダイオードの整流について

はよくわかった。

- ・ 2つの実験をしながらワークシートを記入するのが大変だった。話に集中できなかった。
- ・ 4人で1つの机だと端にいると実験しにくい。
- ・ 実験の後にもう少し詳しく説明してほしい。

(7) まとめ

自己評価において、70%以上の生徒が「とても理解が深まった」、「だいたい理解が深まった」としていることから、授業で学んだ原理がどのように応用されているかを考えることで、授業で学んだ原理についての理解が深まると考えられる。しかし、相互誘導については、自己評価において「あまり理解が深まらなかった」、「ほとんど理解が深まらなかった」とする生徒の割合や、レポートの評価において[評価C]の生徒の割合が高く、教材や授業展開を再検討する必要がある。

3 エネルギーに関する実験

- (1) 実施日 平成18年10月10日(火)・12日(木)
- (2) 対象 2年生物理選択者119名
- (3) 内容

「運動エネルギーを熱エネルギーに変換する実験を体験することで、授業で学んだ原理についての理解が深まる」、「スターリングエンジンの動作原理を考えることで、熱機関についての理解が深まる」と仮説を立て、授業内容を構成した。

簡易湯沸かし器

少量の水を入れた真ちゅうパイプをロープで摩擦し、真ちゅうパイプに入れた水が沸騰することを体験する。

スターリングエンジン

試験管、注射器、ビー玉などを用いて製作したスターリングエンジンを動作させ、その作動原理を考察する。

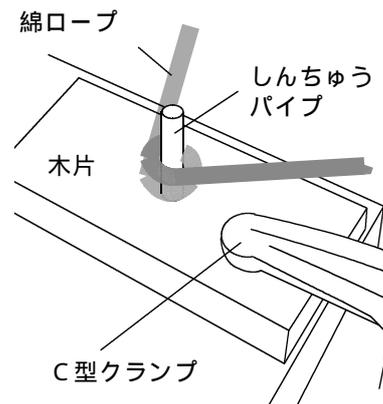


図8 簡易湯沸かし器



図9 スターリングエンジンを用いた実験の様子

(4) レポートによる評価

レポートの項目

熱機関を作動させるために必要な条件とは何だと考えられるか、述べなさい。

[評価規準]

スターリングエンジンが動作する仕組みから、熱機関を動かすのに必要な条件を考えている。

[思考・判断]

[評価A] 温度差と「気体を加熱領域や冷却領域に送るもの」とを考えている。(8.9%)

[評価B] 温度差だけを考えている。(91.1%)

[評価C] AとB以外 (0.0%)

(5) 自己評価

ア 運動エネルギーが熱エネルギーに変換されることについて、理解が深まりましたか。

- A．とても理解が深まった (52.3%)
- B．だいたい理解が深まった (43.2%)
- C．あまり理解が深まらなかった (4.5%)
- D．ほとんど理解が深まらなかった(0.0%)

イ スターリングエンジンの動作原理について、理解が深まりましたか。

- A．とても理解が深まった (36.4%)
- B．だいたい理解が深まった (54.5%)
- C．あまり理解が深まらなかった (9.1%)
- D．ほとんど理解が深まらなかった(0.0%)

ウ 熱機関に必要な条件について、理解が深まりましたか。

- A．とても理解が深まった (25.2%)
- B．だいたい理解が深まった (64.0%)
- C．あまり理解が深まらなかった (9.9%)
- D．ほとんど理解が深まらなかった(0.9%)

エ 熱エネルギーが運動エネルギーに変換されるしくみについて、理解が深まりましたか。

- A．とても理解が深まった (36.4%)
- B．だいたい理解が深まった (59.1%)
- C．あまり理解が深まらなかった (4.5%)
- D．ほとんど理解が深まらなかった(0.0%)

(6) 感想

- ・スターリングエンジンの原理（特にシリンダが下降する理由）については、わからないところもあるので、いろいろ調べたい。
- ・実験を行うことで、エネルギー変換についてより深く知ることができた。
- ・簡易湯沸かし器の実験では、自分たちの班は沸騰させることができなかつたけれど、実際に熱くなっているのを手で触って確かめることができたので、運動エネルギーが熱エネルギーに変換されることが実感できた。また、スターリングエンジンも、あんなに簡単な装置で熱機関をつくることのできることにとても驚いたし、興味を持った。スターリングエンジンのような熱機関の仕組みについても

と詳しく知りたいと思った。

- ・今日の実験から温度差によっても物体は動くのだと感心しました。他の方法でも物体を動かしてみたいです。なぜある地点までいくと止まってしまうのか？なぜ輪ゴムをあげると再び動き始めるのか？
- ・人間の力でもお湯を沸騰させられることを新しく発見した。
- ・少しの水を沸騰させるだけでも、たいへんな仕事が必要なことがわかってびっくりした。
- ・今まで習ってきたことを自分たちで実験することで、改めて実感することができ、とてもよかった。
- ・楽しくエネルギーについて学べてよかった。
- ・すごい不思議だなと思う現象も自分が知っている知識で説明できたのがうれしかった。
- ・人生で初めてマッチを擦った。
- ・自分たちの手で実験は、意欲をもって取り組むことができる。
- ・仕組みを考察してみるといろいろ面白いことがわかってくるので、エネルギー関係に興味を持つようになった。

(7) まとめ

自己評価において、90%以上の生徒が「とても理解が深まった」、「だいたい理解が深まった」としていること、レポートの評価において[評価C]が0%であることから、運動エネルギーを熱エネルギーに変換する実験を体験することで、授業で学んだ原理についての理解が深まると考えられる。また、スターリングエンジンの動作原理を考えることで、熱機関についての理解が深まると考えられる。

4 エネルギーに関する実験

- (1) 実施日 平成18年10月10日(火)・12日(木)
- (2) 対象 2年生物理選択者119名
- (3) 内容

「授業で学んだ法則を検証することで、授業で学んだ法則についての理解が深まる」と仮説を立て、授業内容を構成した。

位置エネルギーと高さの関係を調べる

ナットをアルミニウム管に刺したスポンジに衝突させて、スポンジの移動距離からナットの位置エネルギーを推定し、ナットの高さと位置エネルギーの関係を考察する。

運動エネルギーと速さの関係を調べる

ナットをアルミニウム管に刺したスポンジに衝突させて、スポンジの移動距離からナットの運動エネルギーを推定し、ナットの速さと運動エネルギーの関係を考察する。



図10 運動エネルギーと速さの関係を調べる実験の様子

(4) レポートによる評価

レポートの項目

右図のように、ナットをA点から落下させて、B点で止まった。このとき、B点でのナットの位置エネルギーを0」と考えれば、B点の基準点からの高さは(1)cm、A点の基準点からの高さは(2)cmとなる。

A点のナットはスポンジを0.7cm動かす仕事をしたので、「基準面からの高さ(3)cmにあるナットは、スポンジを0.7cm動かす位置エネルギーをもっている」と考えことができる。

[評価規準]

ナットを落とした高さでナットがスポンジを動かした距離から、位置エネルギーと高さの関

係を考えている。[思考・判断]

[評価A](1)~(3)が正解している。(44.3%)

[評価B](1),(2)が正解している。(55.7%)

[評価C]AとB以外 (0.0%)

(5) 自己評価

ア 位置エネルギーと高さの関係について、理解が深まりましたか。

A.とても理解が深まった (24.5%)

B.だいたい理解が深まった (63.2%)

C.あまり理解が深まらなかった (10.4%)

D.ほとんど理解が深まらなかった(1.9%)

イ 運動エネルギーと速さの関係について、理解が深まりましたか。

A.とても理解が深まった (19.8%)

B.だいたい理解が深まった (62.3%)

C.あまり理解が深まらなかった (17.0%)

D.ほとんど理解が深まらなかった(0.9%)

(6) 感想

- ・運動エネルギーと速さの関係がいまいちわからなかった。
- ・だいぶ誤差がでて、実験を正確にするのは難しいと思った。
- ・地道な実験ではあるけど、それこそがいろいろな発見の始まりだと思う。
- ・PCの数直線のグラフが「ナットのスポンジからの高さ」でなく、「ナットの基準面からの高さ」になっている意味がわからなかった。動摩擦力F[N]もどの部分を示しているのかわからない。何気ない実験で、いろいろな謎がでてきて、早く答えを知りたい。
- ・物理の測定をするような実験は初めてだったので、意外と身近なもので実験することに驚いた。
- ・測定するのが、思ったより面白かった。
- ・あまりにも大きい誤差が何度かあったけど、グラフはキレイにできた。
- ・実際に実験してみると、教科書を読むのとは違って、イメージすることができたので、理解しやすかった。また、自分で実験するこ

とで、実験中に疑問なども出た。

- ・高さが高くなると位置エネルギーが大きくなることについて、今までは計算することによって理解していたけど、実際に実験してみて、実感できた。
- ・説明だけでわからないことも、実際に見て学べてよかった。
- ・高さが2倍になると移動距離も2倍になることが実際にやってみてわかった。
- ・予想通りの結果にならなくて残念だった。
- ・理論と実験とが結びついて、知識が体験として身にいたと思う。理論を実験で確かめる方法、実験から理論を導く方法が少し理解できた。
- ・日常では何も気かけず、普通にある運動エネルギーや位置エネルギーについて、このような実験を行って解明されていったことが実感できて楽しかった。
- ・授業で教わったことを実験し、実際に体験してみることで、むずかしかったエネルギーへの理解が深まることができた。

(7) まとめ

自己評価において、80%以上の生徒が「とても理解が深まった」、「だいたい理解が深まった」としていること、レポートの評価において、[評価C]が0%であることから、授業で学んだ法則を検証することで、授業で学んだ法則についての理解が深まると考えられる。

5 チームティーチングによる地学授業

- (1) 実施日 平成18年10月16日（月）
- (2) 対象 2年生地学選択者33名
- (3) 内容

札幌西高校地学担当の木川田敏晴教諭と、当センター地学研究室岡本研がチームティーチングによる授業を実施した。どちらかが主になるという通常のTTとは異なり、二人の“掛け合い”による授業であり、台本を作成して実施した。授業前半は札幌市で産出する石英斑岩という半深成岩を用いて、その成因について科学的

に考察し、後半は中生代から現在に至る札幌周辺の地質の変遷について、札幌で産出する各時代の岩石を観察しながら学習した。

石英斑岩の観察と成因の考察
札幌の地史の変遷

[事前アンケート]

- (1) 札幌（石狩）の地史に興味をもったことがあるか。
ある（2） ない（30）
- (2) 札幌（石狩）がかつて地質的にどのような地域だったのかを知ってるか。
はい（4） いいえ（28）
- (3) 地学的なことに着目し、札幌（石狩）や北海道の地史を知りたいと思うか。
思う（13） 思わない（19）

[事後アンケート]

- (1) 札幌の地史で分かった事があったか。
あった（34） ない（1）
- (2) 授業はわかりやすかったか。
わかりやすかった（34）
わからなかった（1）
- (3) 自分の住んでいる地域も含め、いろいろな地域の地史を知りたいと思うか
思う（19） 思わない（16）



図11 授業の様子

(4) 感想

- ・火山岩と深成岩の両方の特徴がある岩石があるなんて思わなかった。
- ・後半が早すぎて、できればもう1時間使ってちゃんと説明してほしい。
- ・台本通りでもアドリブは必要だと思います。また機会があればやってもらいたい。
- ・おもしろかったです。またやりたいです。
- ・プロジェクターを使っていたり、現物を見たりしたのでとてもわかりやすかった。
- ・今後もこのような形式の授業を設けてほしいと思う。
- ・おもしろかりけり。
- ・時間配分に少し間違いがあったような気がした。
- ・時間が短くてすごいペースで進んでしまったのでいくつか聞きもらしてしまったのが残念でした。
- ・見たことのない石のことが知れて楽しかったです。
- ・ものすごいはやさで固まって斑晶がひとつもない火山岩ってありますか？
- ・映像を使っただけの説明や、他の石と比較しながらやっていったのでとてもわかりやすかったです。
- ・私の前の席の人がちゃんと質問に答えられていて、今まで同じ授業を受けてきた仲間として誇らしかったです。授業もとてもおもしろかったです（先生達のやりとりが）。
- ・岡本先生がすごくおもしろかったです。
- ・始めの方はわかりやすかったけど、後半が猛スピードで少々とまとった。
- ・わかりやすかったので楽しかった。
- ・授業はおもしろかったです。石狩川の流れがかわって悪影響とかあったんですか？
- ・内容がこく、少しぼけぼけしていただけでもわからなくなることがあり、焦った。先生方の連携プレーはなかなか良かったと思います。

- ・楽しかったです。半深成岩がおもしろかったです。でき方とか、特徴とか。
- ・最後の方は速すぎてわかりにくかった。
- ・楽しい脚本でした。

6 成果と課題

- ・地域素材や身近な材料を用いた実験により、授業内容と日常生活との関わりを実感させることで、生徒の興味・関心を高めることができた。
- ・体験・問題解決的な学習（光通信やスターリングエンジン）により、生徒の学ぶ意欲を喚起することができた。
- ・事前・事後の指導が不十分であり、自己評価において「あまり理解が深まらなかった」、
「ほとんど理解が深まらなかった」とした生徒やレポートによる評価において「C」と評価した生徒に対して、適切な対応ができていない。今後、事前・事後の指導を十分に行い、個に応じたきめ細やかな指導を充実させる必要がある。

おわりに

今後も札幌西高校との連携により、仮説に基づき内容を構成した授業を実践し、仮説を検証するとともに、当センターにおける「わかる授業」の方向性を検証していきたい。

（高等学校研究班）