

「第31回高等学校と大学との物理教育に関する連絡会」実施報告書

平成28年3月27日

宮崎県立都城工業高等学校 木村英二
宮崎大学工学部電子物理工学科 森 浩二

1 日時 平成29年 3月 5日(日) 9:00~13:00

2 場所 宮崎大学工学部 大会議室 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

3 参加者 高校側：13名、大学側：8名、計21名

1	佐土原高等学校	翁長武央	工学部・環境ロボティクス学科	佐藤治
2	赤江まつばら支援学校	藤田直子	工学部・電子物理工学科	前田幸治
3	赤江まつばら支援学校	小野 彩	工学部・工学基礎教育センター	前田幸重
4	都城西高等学校	黒木康臣	工学部・工学基礎教育センター	松田達郎
5	都城農業高等学校	荒武宗弘	工学部・工学基礎教育センター	五十嵐明則
6	鵬翔高等学校	脇田亜門	工学部・電子物理工学科	森浩二
7	賛助会員	山田盛夫	工学部・電子物理工学科・4年	高内健二郎
8	賛助会員	河野樹幸	工学部・電子物理工学科・3年	佐藤仁
9	都農高等学校	池田寛		
10	宮崎学園高等学校	鬼丸一平		
11	延岡高等学校	瀬尾雅彦		
12	飯野高等学校	児玉直樹		
13	都城工業高等学校	木村 英二		

4 内容・タイムテーブル

(1) 開会行事 (9:00~9:10) 10分

- ・ 開会挨拶(木村・森)
- ・ 日程・内容等についての説明(森)
- ・ 前回の会合の実施報告(木村)

(2) 各種報告・授業上の工夫点 (9:10~9:50) 30分

① 「電流の自由電子モデルについて」 山田盛夫 氏

内容：古典的自由電子モデルは Drude の理論に基づく加速-衝突モデルと教科書にもある終端速度モデルの二つがあるが、その違いと両者によるオーム則とジュール則の等価条件を明らかにすること、さらにパチンコ玉モデルや交流についてもふれることにします。

(3) 実験研修会 (10:00~11:30) 90分

① 定電圧電源と定電流アダプターによるコンデンサーの実験 山田盛夫 氏

内容：電圧 V でコンデンサーを充電し、一定電流 I での放電時間 t から蓄電量は $Q=It$ となる。これと $Q=CV$ より、コンデンサーの電気容量は式 $C=Q/V=It/V$ で求められる。この方法でコンデンサーの並列接続、直列接続の場合の合成容量を測定し、コンデンサーの容量表示値による合成容量の式の計算値との一致を確かめる。

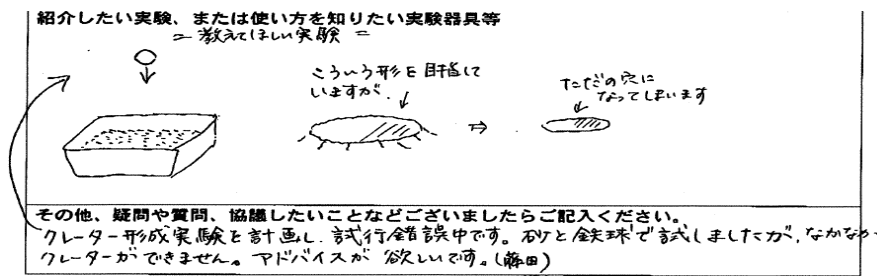
② スペクトル管とグレーチングによるスペクトル観察について 木村英二

内容：各学校にスペクトル管が眠っていませんか。簡単に演示できるので活用してはどうでしょうか。簡単にスペクトル観察する方法も紹介する。

③ クレーターの形成実験

藤田直子 氏、小野彩 氏

内容：クレーターの形成実験を計画し、試行錯誤中です。砂と鉄球で試しましたがなかなかできません。アドバイスがほしいです。



④ 大学からの紹介実験

以下の実験器具を実際に使って、活用方法について議論した。

- ・共鳴おんさ
- ・偏光板
- ・演示用光学水槽（光の屈折・反射）
- ・光の干渉実験セット
- ・水平すだれ式波動実験機（又は簡易波動実験器）
- ・NMR の装置
- ・バンデグラフ

(4) 情報交換・協議 (11:40~12:40) 60分

① 効果的な実験について

実験研修会を受けて、自由に意見を述べてもらった。主な意見を以下に記す。

- ・2年生で静電気の実験をしている。バンデグラフは学校にもあるが、古くて使い方も分からなかったのが今回触れることができ、是非学校でも使ってみたい。
- ・実験室にウェブマシーンがあるが壊れている場合が多い。実験器具が揃っていない場合があるが、そのときは身近なものを使うと実は効果的ではないか。身の回りにあるものを活用していきたい。
- ・学校では若手が実験器具を集めてミニ実験室を作っている。電気パンなど。今回の紹介を受けてミニ実験室を充実させたい。
- ・ウェブマシンの修理方法はないか？ → 簡単なものは自分で修理するか事務に予算請求する。
- ・新しい大学入試では実験の内容が入ってくると思われる。高校現場でも実験をするということは必ずメリットがある。

② マクスウェルの方程式について (河野樹幸 氏)

以下の2点について、問題提起された。今回は問題提起のみに終わった。次回の議題としたい。

(1) 電磁波の電波 (E) と磁波 (B) の位相はなぜ同じなのか。

(2) マクスウェルの方程式 $(\partial E^i / \partial t = c^2 \text{rot} B^i \dots \textcircled{1}$ 、 $-(\partial B^i / \partial t = \text{rot} E^i \dots \textcircled{2}$

①、②において、一般に (左辺→右辺) で利用されるが、(左辺←右辺) で考えるとどのような物理現象が現れるのでしょうか。例えば②において、 $\text{rot} E^i$ が $-(\partial B^i / \partial t)$ を生じるということはどう考えるのでしょうか。

③ 授業内容の展開について (池田寛 氏)

運動エネルギーと位置エネルギーをそれぞれ授業で指導した後に、実験を通して力学的エネルギー保存則に気づかせる授業展開について発表された。斜面を転がるコースターの高さや速さの関係を測定させ、測定結果から関係性に気づかせる展開である。この実験では $v^2/h = \text{一定}$ という式は導けるが、エネルギー保存にどのように結びつけて行くかについて議論された。主な意見を下に記載する。

- ・より多く点を取ってグラフを書かせてはどうか。
- ・質量をいろいろ変えて比較させても良い。
- ・途中の速度も測るべき。生徒は運動エネルギーと位置エネルギーが常に等しいと勘違いする。

- ・初めはシンプルな運動エネルギーが全て位置エネルギーに変わることを示して、次のステップで運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存されることにつなげたい。
- ・転がした物体に仕事をさせてはどうか。
- ・斜面を転がす実験では、回転運動が入るため $v^2=2gh$ にならない可能性がある。予備実験をした方が良い。定性実験でやるなら良いが、定量的には合わない。
- ・振り子でやると回転運動がなくなるのでより正確になる。
- ・自由落下でやるともっと簡単ではないか。
- ・50分という限られた時間でやるには内容が多すぎる。どこまで気づいて欲しいかを絞る。たとえば v が \sqrt{h} に比例することに気づかせるのに止めて、次のステップでエネルギー保存までつなげてはどうか。

(5) 閉会行事・諸連絡 (12:40~13:00) 20分
閉会挨拶 (木村・森)

5 感想

○「各種報告・授業上の工夫点」について

- ・大学の講義とも関連する内容で参考になった。
- ・今回のテーマでは、電流についての学習において生徒達に教える教師側が深く理解した上でお汁粉との大切さを感じました。内容としては実質的に教えることは難しいかも知れませんが、教師側の視点として理解ができていない場合とできていない場合では全く違った教え方になるのでは・・・と思います。そのようなことに気づけるきっかけにもなる時間でした。
- ・電流の自由電子モデルについて、衝突モデルは学生に説明するのは難しいと思いました。年生抵抗イメージの方が説明しやすい。
- ・いつもながら分かりやすい説明で参考になりました。学生には電流や電圧のイメージがつかみにくいので、こういった思考が役に立つのではないか。
- ・緩和時間と衝突周期は気体の分子モデルの圧力を求める際にも使えないかと思った。
- ・自由電子モデルは、衰期名話なので生徒にそのおもしろさを伝えたいと思うので参考になりました。
- ・山田先生の発表は、普段深く考えていなかったことに気づかされた。良く入試問題等で取り扱いますが、それぞれの関連性等も様々な問題に隠れていると感じました。
- ・教科書通りに教えることが多いです。時間がかからない教え方をする方が多いと反省しています。

○実験研修会について

- ・スペクトルの観察をカメラで見せていたのがいいアイデアだと思いました。
- ・いろいろと見せていただいて、面白かったです。
- ・私にとっては初めて見る実験で興味深かった。
- ・実際に実験器具を使いながら行うことで、実験道具の具体的な使い方も理解しやすかったし、その実験の汎用性も考えることができました。自分たちがやってみることで単純にとっても面白かったです。学校に眠っていた実験器具の使い方に気づくきっかけにもなりました。これからも授業の中で、多くの実験を行い机上での学習と実験が結びつくような授業構成をしていきたいと思っています。
- ・NMR→MRIの仕組みがよく分かりました。興味深かったです。
- ・スペクトルの観測は学生(生徒)の興味を持ってもらうためには効果的だと思います。
- ・やはり実験は楽しいと思いました。
- ・写真でしか見たことがない実験器具を見られたり、話でしか聞いたことがない実験をしてくれて参考になった。山田先生のコンデンサーの回路は自作してみたい。
- ・クレーター形成のアドバイスをたくさん頂き、とても勉強になりました。
- ・理科室任務っている実験器具は扱い方を知らないと生かすことができないので、今回分かったものは使えるようになるので助かりました。
- ・雑談の中でオープンスクールでの実験の話やグレーチングシートの使い方など紹介していただき、今後の参考になりました。自分達は何度も使ったり見ている道具でも、触ったり見たりすると楽しいので映像で済ませるのではなく、実際に目の前で実験したり、させたりするのは大切なことだと感じました。
- ・ネオン管等のスペクトル観察によるカメラ活用は面白かった。手軽にできるのでありがたい情報であった。

- ・ 音叉を連続的にならず装置の存在を知ることができて良かった。欲しいです。

○協議・情報交換について

- ・ 面白いけど教育の効果としては薄い実験もある。もっと具体的な効果があったなど話が聞きたかった。
- ・ U (位置エネルギー) と K (運動エネルギー) の授業での説明の話は面白かった。いろいろなアイデアと、授業時間内でやらないといけないことの条件などが参考になった。
- ・ 参加された先生方、それぞれの立場から様々なご意見が聞けて良かったです。自分が授業をする際の参考にもなりました。特に心の残ったのは、授業の再、生徒に何を伝えたいのかを絞るということと、予備実験の大切さです。これからの授業でもより意識していきたいです。皆さんのご意見を聞く中で理科教師としての意欲の高まりにも繋がりました。このような機会を与えていただき、本当にありがとうございました。
- ・ 川迫の先生の問題的にポイントがつかみにくかったので、どなたか整理して次回の前に共有したいです。
- ・ 力学的エネルギー保存は実験もせずに済ませた分野だったので、私も何かやってみたいと思った。
- ・ いろいろな話が聞けるのが楽しいです。
- ・ 池田先生や河野先生の問題提起は、流れで授業展開しているなど自分自身の反省材料となりました。もう少し教材にしっかり向き合わなければと感じました。
- ・ FET をいただいたので活用できるように作らないとなあと考えています。

○その他、今後取り上げてほしいテーマなど

- ・ 生徒用タブレットの授業での使い方。