

「第24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26年12月26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26年11月29日(土) 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12名、大学側13名、計25名

1	賛助会員	物理	山田盛夫	工学部・名誉教授	中崎忍
2	五ヶ瀬中等教育学校	物理	稲用健二	工学部・工学基礎教育センター	辻川 亨
3	延岡星雲高等学校	物理	杉田岳士	工学部・工学基礎教育センター	五十嵐明則
4	都農高等学校	物理	河野 健太	工学部・工学基礎教育センター	松田達郎
5	宮崎北高等学校	物理	柿原 慧見	工学部・工学基礎教育センター	飯田雅人
6	宮崎工業高等学校	物理	上野 廣文	工学部・工学基礎教育センター	出原浩史
7	宮崎農業高等学校	物理	荒武宗弘	工学部・電子物理工学科	山内誠
8	赤江まつばら支援学校	物理	松元若明	工学部・電子物理工学科	前田幸治
9	日南振徳高等学校	物理	小田朋宏	工学部・電子物理工学科	福山敦彦
10	飯野高等学校	物理	上島慎悟	工学部・電子物理工学科	森浩二
11	宮崎日本大学高等学校	物理	中山寛士	工学部・電子物理工学科・3年	立神秀弥
12	都城工業高等学校	物理	木村英二	工学部・電子物理工学科・3年	岩元杏里
13				工学部・電子物理工学科・3年	富永姫香

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)
 - ・ 第23回物理連絡会実施報告 (木村)
 - ・ 日程・内容等についての説明 (森)
- (2) 各種報告・授業上の工夫点 (9:10~10:00) 50分
- ① 素粒子生成のエネルギーしきい値の計算 山田盛夫 (20分)
- ② 物理基礎におけるモデルロケットの打ち上げ 河野健太 (30分)
- (3) 講演 (10:10~11:10) 60分
- 題 目 「青色LEDの開発と次世代発光デバイスの可能性 -2014年ノーベル物理学賞を記念して-
- 講演者 宮崎大学工学教育研究部電子物理担当 准教授 福山敦彦 氏
- 講演概要
- 2014年のノーベル物理学賞は、青色LEDを発明した3名の日本人研究者が受賞した。本講演ではどのようにして青色LEDの発明に至ったかを概説すると共に、次世代発光デバイスの開発状況を、本学で行われている研究を含めて紹介された。
- 半導体の説明からLEDの発行メカニズム、太陽光発電の原理など基礎的な部分も解説され、大変わかりやすく講演していただいた。
- (4) 情報交換・協議 (11:20~12:50) 90分
- ① 宮崎大学工学部基礎教育センターが担う物理・数学教育
- ② 物理と数学の連携について
- (5) 閉会行事 (12:50~13:00) 10分
- ・ 閉会挨拶 (木村・森)
 - ・ アンケートの記入

5 協議の記録

【協議題】

- (1) 宮崎大学工学部基礎教育センターが担う物理・数学教育について
- (2) 物理と数学の連携についての意見交換

【資料】

「工学基礎教育センターによる物理教育」

【これまでの経緯】

平成22年の第14回会合で講演していただいたベネッセの谷本祐一郎氏の資料によると宮崎の学生（生徒）は他県に比べ宿題が多く勉強時間も長い、思うように成績が伸びていないという分析だった。この状況を改善するため、もっとよい方法を模索し、まずは物理と数学で何か繋がらないかなということでのこの活動が始まった。物理と数学が密接に関係していることは明確であるが、お互いのカリキュラム、進捗状況、生徒がよくつまづく内容などを知らないでいる。高校や大学の基礎教育センターのなかで物理と数学の連携の可能性を見出し、学生（生徒）の学習に反映させることを目的として、第15回会合よりこのテーマで協議を続けている。

その中で、まずは高校物理の中で「物理で出てくる数学」「物理を教える中でつまづく数学」について、物理と数学のカリキュラムに沿って並べることからはじめた。第19回の会合では、この資料作成の中心となる「物理数学連携推進ワーキンググループ」の設立を決めた。平成25年4月にワーキンググループの参加者を募り、5月より活動をスタートした。これまでに2回の会合を行い、その中で「高校物理でつまづく数学事例集」を、①三角関数、②微積分、③ベクトル、④その他、の4つに分類し整理した。第20回会合にて、このワーキンググループの活動結果が報告された。また、より多くの事例を収集及びこの活動をより多くの教員と共有するために県内の高校物理教員にアンケート調査をすることとなった。

第20回会合を受けて、9月にアンケート調査を県下の高校物理教員に行った。11月には、アンケートの結果をもとに、宮崎県高等学校等教育研究会理科部会物理部会（以下、物理部会）の協力を得て、南部・中部・北部の各地区会において「物理でつまづく数学事例集」について協議し、高校の先生方から事例やその原因、対応策、及び数学との連携について意見を頂いた。協議の結果、高校物理の中で微積分を中心に据えた授業展開は難しく、数学との連携については、①三角関数と③ベクトルに加え、④その他の中から「指数法則」を加えた3つの分野で工夫の余地があるという結論に達した。②微積分については具体例の紹介など、物理側から数学側へ教材を提供することができるという意見でまとまった。

第21回会合では、上記のアンケートの結果及び物理部会地区会での協議について報告され、数学との連携において重要であると思われる「三角比・三角関数」、「ベクトル」、「指数法則」の分野について意見を交換し、連携のポイントについて協議を行った。協議を通して、「三角比・三角関数」、「ベクトル」、「指数法則」の分野で数学との連携する工夫の余地があること、「三角比・三角関数」と「ベクトル」に関しては数学と物理とで指導のアプローチに違いがあることが明確になった。

第22回会合では高校数学科の先生にも参加を呼びかけ、4名の数学の教員を交えて情報交換を行った。主に三角関数とベクトルの指導方法について、物理と数学との違いや数学側から見た物理の教え方についての貴重な意見が多く得られた。

第23回会合では、高校現場での実践例が紹介され、連携の具体的方策について協議がなされた。延岡星雲高校では物理の授業の中に数学教員による数学解説を盛り込んだ取り組みが紹介された。ベクトル、三角関数および微積分の分野を中心に計画的に実施されているとの報告であった。この会合でも数学教員に参加いただき、数学からの意見も交えて議論した。協議の中で「数学に物理を導入することで、数学側にはメリットがない」、「物理は物理で、数学は数学でしっかり教えることが重要で、それぞれが出来上がった後に物理と数学が繋がってくる」という発言があり、これまでの協議の流れと相反するように聞こえることもあり、協議を象徴する意見となった。この協議で、数学の中へ物理を導入することは単純ではないということを確認した。しかし、物理と数学で本質的に同じことを教える際にそれが同じであることを伝えること（物理の授業で「数学のここで習ったことと同じことだぞ」、数学の授業で「これは物理のここで使うぞ」と指摘する）は有用であること、指数法則や三角比・三角関数などは物理の中に数学をうまく取り込んでいくことを中心にした連携が中心になると思われる。

【協議の概要】

宮崎大学工学部基礎教育センターの松田達郎氏より、工学部における物理基礎教育について解説された。推薦合学者に対する入学前教育として、課題の提出と添削および実験体験教室を実施しているとのことであった。また、入学後も高校で物理を履修していない学生や希望する学生に対して高校レベルの物理や数学の補講を行っているとの報告された。その後、工学基礎教育センターの活動や工学基礎教育の位置づけ、本センターが担当する物理科目の説明がなされた。最後に「物理科学」で実施された実力テストの結果について解説された。

解説の後に、参加者から自由にコメントや意見を発言してもらった。物理と数学との連携についての意見はあまり出なかったが、大学の基礎教育に関する質問やコメント、大学・高校での現状についての情報交換や指導方法についての議論が多く見られた。他県で教員経験のある方もおられ、他県の様子も聞くことができた。

【主な発言等】

進行：大学の物理基礎教育について説明がありましたが、コメントがあれば自由に発言して下さい。

高校：高校で指導している実感からすると実力テストは（学生が）よくできていると思う。

高校：高校で物理を履修していない学生がいるということだが、その学生が大学を卒業するときの成績はどうだろうか。

大学：入口での分析をしている段階で、出口のところまで追跡できていない。今後の課題である。

高校：高校では物理を履修する生徒が減っているのでは無いか。理工系の大学から物理を選択するようになにか提言できないか。

進行：今回の学習指導要領の改訂で「物理基礎」を履修している生徒は教科書採択数からみても増えているという結果だった。その上の「物理」まで履修する生徒はもしかしたら減っているかもしれない。

学生：高校では物理が苦手だった。大学での補習のおかげで物理が分かってきた。高校では化学に重きを置いていて、物理に時間を割いていなかった。

大学：本学の入試制度で物理を受験科目としなくても受験できるので物理をしっかりと学んでいない学生もいる。

進行：大学の入試で物理と数学の2科目を必須とすると受験生は減ると思うか。逆に物理や数学を得意とする生徒が多く受けてくるのではないか。

高校：本校では間違いなく減ると思う。本校の学力層からすると高校の学習内容に苦労している生徒が多く、2科目で受験するとなるとその時点で心が折れると思う。

高校：物理を履修してきた生徒は加点してはどうか。

大学：それはよいアイデアかもしれないですね。

大学：大学に入学してくる時点で学生の物理の理解度に差がある。高校ではどのように対応されているか。大学での参考に聞かせてほしい。

高校：センター試験で物理の全範囲が対象となったので、県内の普通科高校では授業のスピードをあげている。できるだけ早く教科書の内容を終わらせて、受験対策の演習を進めていこうとしている。

大学：相当詰め込んで授業をされているということで、おそらく公式を使うことに時間を割いていて、公式の意味を考えさせることができているのではないか。大学の学生で公式は使えるがその裏にある考え方というものがあると感じる。そのような学生は受験が得意で入学してくるが、1年後にはその傾向にある学生はレベルが下がってきて単位を落とす場合もある。

高校：普通科高校では実験などを取り組むような余裕が無く、公式の意味を考えさせる時間を取りたいが問題演習に時間を取らざるを得ない。

進行：県内ではそのような現状ですが、県外ではどうでしょうか。県外での教員経験のある方をお願いします。

高校：大阪府で物理の教員をしていました。大阪や関東の進学校では実験ベースの授業が中心で、演習はほとんどしていないところが多い。演習は予備校でやるというのが一般的。実験とレポートを中心に、考えさせることに重点を置いていた。それで進学には問題ないようだった。私自身は県内の進学校だったが、実験などなくて座学中心の授業だったので、教員になってからギャップに戸惑った。私の勤務する工業高校では物理を3年間で2単位しかなく、進学する生徒に対しては補講で補っている。ほとんどの工業高校では成績のトップは有名企業に就職する。その次の層が進学していく。進学する生徒の幅が大きくて入学した後の指導が大変なのでは無いかと思っている。

進行：大阪や関東ではどの学校も実験ベースの授業なのか？

高校：大阪でもトップ校は実験ベースでやっているが、地域によっては補習をするなど受験指導を学校で行っているところもある。

進行：センター試験や大学受験は、高校で与えられている時間だけでは対応できないような気がする。実験ベースで授業をしているトップ校の生徒も予備校で演習を行っている。大半の生徒に対して無茶なゴールラインが引かれているということなのだろうか。そうなるとおかしな話になってくる。小・中の内容が削減されて高校にしわ寄せが来ているということだろうか？

高校：今の学習指導要領になってから、小学校・中学校の学習内容は増えている。一つ前の学習指導要領で大幅に削減された反動で現行では増えた。今のセンター試験のレベルは10年前と変わっていないが、今はその過渡期で勉強しない世代が大変な思いをしている。

高校：1つの公式でもいいからちゃんと説明することができれば少し変わると思う。

高校：「物理科学」での実力テストは数学がかなり導入されているので学生は少しギャップがあるかもしれない。生徒の中には明文化されていない物理の約束事や数学表記がうまく使えない子がいる。（実力テストの）斜方投射の問題など現象は分かっているけれども数学表記になれていなくて問題が解けないという学生もいるはず。講義だけで無くグループワークをたまに入れて、学生同士の教えあいの場を作るとよいと思う。

学生：数学で微積をやったことが運動の法則と関連していることが分かったときはうれしかった。繋がったときにすっきりした。

学生：物理よりは数学で高校と大学とのギャップを感じた。高校の数学では公式を使って問題を解くことに重点が置かれていたが、大学に入って数式の背景を教えてもらったときに戸惑った。補習授業は今まで学んだ内容の復習にもなり、物理を履修してきた学生も受けた方がよいと思う。

高校：公式の背景、成り立ち、意味に重きを置いて授業をしている。生徒がよく分かれると喜んでくれた。このことは物理を学ぶ意欲に繋がると思う。受験指導や演習との兼ね合いもあるが、公式の意味を伝えることも必要だと思う。

高校：新課程になって「科学と人間生活」という科目を取ると、物理・化学・生物・地学のうちから一つ基礎科目を取れば卒業単位を満たす。専門高校では「科学と人間生活」を採択する学校が多いが、希望としてはこの科目を無くしてほしい。専門高校では理科の単位を増やすことが難しく、物理を十分に勉強することができない。つまり進学する生徒に対する十分なカリキュラムが作れない。

6 感想

○「各種報告・授業上の工夫点」について

- ・公式、法則の確認としての実験から結果を解析する手法などを生徒が学べるものとなっており、うまく工夫

されていると感じた。

- ・本質を突いた質問をしてくる生徒の存在、それをきっかけに山田先生が教科書編集者へ手紙を出され、自らも相対論について深められたところが印象的だった。
- ・山田先生の深い考察、河野先生の飽くなき探求心に脱帽です。感動しました。ロケット実験を利用して生徒たちに様々な考えるきっかけを与えてらっしゃるのが素晴らしいと思います。
- ・ロケットのような授業で学んだことをまとめて成果を出せるのはすごくいいことだと思った。自分も物理が苦手なのでそういうものがあったらよかったと思う。
- ・素粒子は勉強してきたような部分もたくさんあったが、ちょっと難しかった。
- ・モデルロケットは高校生向けでとても分かりやすかった。
- ・生徒の理解を深めるためにとても工夫されていてすごいなと思った。
- ・学ぶ意欲を今回も刺激していただきました。
- ・山田先生の話は毎回刺激になります。私ももっと勉強します。
- ・報告に対して、大学側からのアドバイスや意見がおもしろい。
- ・山田先生が相変わらず常に物理に対する知的好奇心を絶やさずに、いろんなアウトプットを続けているのが素晴らしいと思う。
- ・河野先生のロケットの実験は、本当に生徒にとって素晴らしい経験になると思いました。河野先生が、既習内容の総括になる活動としているのもよかった。
- ・ロケットの実験と計算は面白かった。発展性がある。
- ・モデルロケットについて、皆様からたくさんのヒントをいただきたいと思います。

○講演「青色 LED の開発と次世代発光デバイスの可能性 -2014 年ノーベル物理学賞を記念して-」について

- ・タイムリーな話題について、今までより詳しく知ることができてとてもよかった。授業等で半導体を教える時の話題として生かしたい。
- ・順バイアス、LED、太陽光発電などよくわかり、大変参考になった。
- ・非常に興味深かった。LED について、わかりやすく話していただき、現在での問題点（緑色が難しいなど）がわかり、面白かった。
- ・LED の話の準備として、半導体の基礎（入門）の話をつまみやすいたとえを使って解説していただけたのが良かった。
- ・最初の導入のところで半導体のことを復讐できたのでよかった。新しく付け加えたところもわかりやすかった。GaN は最初信じられていなかったが、地道な努力で成果が挙げられたので自分が思ったことは突き通すと何か得られるものがあると思った。グリーンギャップなど問題はまだまだあるが、人間が生活するのに物理は不可欠だと思った。
- ・ノーベル物理学賞である青色 LED について調べて論文なども読んで、わからない部分がたくさんあったが、かいつまんで説明して下さったので新しくわかったことが多くとても勉強になった。ノーベル物理学賞の裏話的なものが面白かった。
- ・とても分かりやすく面白い講演で、半導体に関する理解が深まりました。
- ・とても丁寧でわかりやすい説明でした。今後、学びを深めつつ授業に活かしたいと思います。
- ・非常に興味深い内容でした。より細かな原理や今後の方向性まで踏み込んで話していただいた内容は、勉強になりました。
- ・半導体の藩士を加えていただいたので、講義に内容が分かりやすかった。
- ・非常にわかりやすく、発光ダイオードへの理解が深まりました。シリコン系の CPU の限界などの話もなるほどと思いました。
- ・前半の話が少し長かったが、後半は面白かった。
- ・すごく勉強になった。工学的知識は高校の生徒にとってとても刺激になる。工学的知識を身に着ける機会がほしいと感じた。
- ・授業の中で、電磁気の半導体を扱う際の大変面白いトピックとなりました。裏話から詳しい理論、最近の話まで聞けて生徒に話したいと思います。

○情報交換・協議について

- ・大学と高校における物理教育の現状を知ることができた。今回の意見を参考にしていきたい。
- ・物理と数学との関連を考えさせられた。大学の「物理科学」の実力テストで、数学的取扱い（積分）で問題を解くことが挙げられた一方で、「数学解析 I」の授業では5月の時点で積分を学生は学んでいないので、そこにギャップがあるかもしれない。
- ・高校の物理教育が抱えた様々な制約がよくわかりました。また、そうした制約のカナにありながら物理の公式の背景の考え方をしっかり解説しようという授業方針は、実行上の困難はあるにしても、大切ですね。
- ・私も高校の時から式や問題を見てどうして？なぜ？この式を使うの？と思っていたが、それでは追いつけない自分がいたので暗記型に変えて物理は暗記物と思っていた。大学で式の意味を教えてもらって分かるよう

になったので高校でも式の意味を教えてほしい。

- ・工学基礎教育センターについての話を聞いて、今まで受けてきた講義の構成や物理の補修による成果が見えてよかった。
- ・現在の指導要領だといろいろなギャップがあり、無理にでも詰め込む方式など問題があるなと思った。
- ・都市部の高校の物理の授業が実験ベースであることに驚きました。
- ・いろんな立場の人の意見を聞くことができて大変参考になった。
- ・基礎教育センターのカリキュラムは参考になった。高校で抱えている問題、課題がそのまま大学へ持ち越されていることがよくわかりました。
- ・今回も、様々な意見が聞けて良かった。だからこそこの会が続いていると思うし、次回も楽しみとなります。
- ・高校と大学の情報交換をする中で、自分の中にいろいろな気づきがあって、大局的に考える機会になった。
- ・高校の新課程の話は、初めて聞いて参考になった。
- ・基礎と専門の取り組みの違いが分かった。物理の学力が大切だと感じた。
- ・高大連携の話なので、自分が進学校に行った時の在り方をいつも勉強させていただいています。
- ・

○その他

- ・いろいろな高校の現状が聞けてとても勉強になりました。大学と高校の連携が難しいなと感じました。
- ・いろいろな意見を聞くことができて、とても参考になった。
- ・豊富な話題で参考になることが多くあった。
- ・松田先生の話は面白かったので、もう少し時間をかけて話を聞いてみたい。
- ・物理の式の裏の意味を考える時間など、考えていきたいと思うきっかけになった。