

「第20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

宮崎県立都城工業高等学校 木村 英二
宮崎大学工学部材料物理工学科 森 浩二

1 日 時 平成25年 7月27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16名 大学側18名

学校名	氏名	学科・職階	氏名
小林秀峰高等学校	渡辺大樹	数研出版 ICT 事業部	今西健介
宮崎北高等学校	岩切康治	工学部・工学基礎教育センター	五十嵐明則
宮崎北高等学校	柿原慧見	工学部・工学基礎教育センター	松田達郎
宮崎北高等学校	瀬尾雅彦	工学部・工学基礎教育センター	前田幸重
五ヶ瀬中等教育学校	稲用健二	工学部・工学基礎教育センター	辻川亨
宮崎学園高等学校	鬼丸一平	工学部・工学基礎教育センター	飯田雅人
賛助会員	山田盛夫	工学部・工学基礎教育センター	梅原守道
聖心ウルスラ学園高等学校	黒木輝親	工学部・工学基礎教育センター	今 隆助
宮崎日本大学高等学校	横村隆史	工学部・電気システム工学科	横田光広
延岡高等学校	池田寛	工学部・環境ロボティクス学科	宮城弘守
宮崎工業高等学校	荒武宗弘	工学部・環境ロボティクス学科	佐藤治
宮崎工業高等学校	池上嘉夫	工学部・電子物理工学科	前田幸治
福島高等学校	橋口 寿	工学部・電子物理工学科	黒木正子
鹿児島県立出水高等学校	窪 寿人	工学部・電子物理工学科	森浩二
都城工業高等学校	宮原一平	工学部・材料物理工学科・4年	脇田亜門
都城工業高等学校	木村英二	工学部・材料物理工学科・3年	山本奎二
		工学部・材料物理工学科・3年	佐々木桂
		工学部・材料物理工学科・3年	石川雅貴

4 内容

(1) 開会行事

- ・ 開会挨拶(木村・森)
- ・ 第19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

- ① 簡易気柱共鳴実験器による音速測定と共鳴吸収の確認 山田盛夫

(3) 講演

題目 「物理基礎における数学」

講演者 数研出版 ICT 事業部 今西 健介 氏

講演概要:

1. 学習指導要領の変化

学習指導要領の改訂に伴って、理科の科目構成がどのように変わったかが説明され、教科書の採択率から物理を学ぶ生徒の割合の変化が示された。

旧課程では物理 I を学ぶ生徒が約 25% で高校 2 年生からの履修が多く、新課程では物理基礎を履修する生徒が約 60% になり、高校 1 年生からの履修が約半分という分析結果であった。新課程になってから物理を学ぶ生徒が増えているという傾向にある。

2. 物理基礎と数学

物理基礎の項目別に必要になる数学の内容について示された。

第 1 篇の「運動とエネルギー」ではベクトル及び三角比、第 3 篇「波」では三角関数が主に数学と関連している。特に、第 1 篇のベクトルと三角比は数学でまだ出てきていないところであり、取り扱いには工夫が必要であると解説された。

3. 数学的知識の対処

2. の説明であったまだ習っていない数学の内容をどう対処するかについて、次の三通りの方法が解説された。

①物理を高校 2 年生からスタートする。

②数学がなくても理解できる授業構成にする。

③数学的知識を補足する。

①では高校 2 年生からスタートすると、物理基礎に続き物理の内容まで終えることができるかどうかという進捗の問題が発生する。

②は主に B5 版の教科書でよく使われており、物理基礎のみで履修が終わる生徒に対して有効であると思われるが、発展のような深い内容まで取り扱いができない。

最もよく採用されているものは③の方法であるが、数学の部分の説明にどれだけの時間が割けるかという時間数との兼ね合いが問題となる。

それ以外にも、「 x 、 y 以外の文字の使用になれていない」、「 v_0 が v と 0 との積であると思ってしまう」、「グラフの傾きや面積から情報を読み取ることが苦手である」、「分数／分数の計算ができない」などの指摘があった。

教科書にも対策として、末巻に数学の解説や演習問題が取り入れられており、ドリル教材などの副教材も出版されているということである。

4. 教育の ICT 化

最後に、タブレット端末を用いた次世代型デジタル教材の方向性について紹介され、今後の ICT 化の流れについて解説された。

(4) 情報交換・協議

① 物理と数学の連携について

(1) 物理数学連携推進ワーキンググループの第 1 回及び第 2 回会合の報告

(2) 「物理で躰く数学」の事例について

(3) 今後の進め方について

② 教科書の活用について

(5) 閉会行事

・ 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 物理と数学の連携について
 - (1) 物理数学連携推進ワーキンググループの第1回及び第2回会合の報告
 - (2) 「物理で躰く数学」の事例について
 - (3) 今後の進め方について
- ② 教科書の活用について
- ③ その他

【資料】物理数学連携推進ワーキンググループ実施報告書（第1回及び第2回）、高校物理でつまづく数学事例集（アンケートのフォーマットを含む）

【背景】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方の資料によると宮崎の学生（生徒）の勉強時間は他県に比べてとても長く宿題も多いが、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活動が始まった。物理と数学が密接に関係しているのはみんなよくわかっているが、お互いのカリキュラム、進捗状況、どこで生徒がよくつまづくのかを知らないでいる。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「物理のかなで出てくる数学」「物理を教えていく中で躰く数学」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ることとなった。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」を設立することを決めた。

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回の会合を行った。その中で「高校物理でつまづく数学事例」を、①三角関数、②微積分、③ベクトル、④その他、の4つに分類し整理していった。さらに、より多くの事例を収集することに加え、この活動をより多くの教員と共有するために、県内の高校物理の教員に対してアンケートをとってはどうかという意見でまとまった。

【協議の概要】これまで本連絡会で協議してきた背景と物理数学連携推進ワーキンググループの会合の様子について説明がなされた。その後、「高校物理でつまづく数学事例」をより多く集めるため、高校物理の教員に対して事例についてのアンケートをとることが提案され、それを元に次回の物理連絡会で事例集の完成を目指すことが説明された。

この活動やアンケートの実施について、多くの方から賛同され、アンケートの実施に向けて前向きな意見やアドバイスが得られた。その結果、「アンケートの項目をもう少し簡素にする」、「回収方法について FAX だけでなくメールなどの活用する」、「宮崎県の高専物理部会で実施されている地区会にこの話題を入れてもらうよう協力を要請する」などの具体的な方策が得られた。

また、教科書についても多くの発言があり、教科書の活用方法について有意義な情報交換がなされた。

最後に大学側世話人の森先生より今後のロードマップとして以下の流れを示された。

- (1) WGで「物理でつまづく数学」の事例集をまとめる。
- (2) 7月27日の物理連絡会でこの事例集を提示して、他の物理教員から意見をもらう。
- (3) 次回12月の物理連絡会までの間に、県下の物理の先生方から事例を集め、完成を目指す。
- (4) 12月の物理連絡会で完成した事例集を提示する。その際、数学の先生にも見てもらう。
- (5) 次年度は数学の先生方と具体的な連携を図りたい。
- (6) 次次年度は、どこかの高校で実践できると理想である。

【主な発言等】

- ①物理と数学の連携に関すること
 - ・ 事例を集めた上で、今後どのように活用していくか。
 - ・ 事例を整理して、数学と連携可能な部分を探っていきたい。それ以外にも活用できる部分があると思

う。

- ・ 事例集は、高校物理の先生方の授業の参考として使えると思うし、数学の先生と授業内容について話しやすくなる。
- ・ 事例の集め方は、FAX だけでなくメールなども活用してはどうか。
- ・ 初めて見る人にとってはアンケートの項目が多すぎると書きにくいので、もう少し各部分を減らしてはどうか。例えば 1 と 2 はまとめて分野を記載しておいてにそれに丸をする形式にする。三の部分は大きくて良いが、4 と 5 はまとめてしまう。項目が三つなら答えやすくなる。
- ・ 投げっぱなしではなかなか集まらないので、高校物理部会の各地区会で回収、検討できないか。
- ・ 物理部長を通して物理部会の各地区会世話人へ要請する。
- ・ かなり内容は出尽くしている気がする。アンケートをとるにしてもこの例が中核になるのではないか。
- ・ 倍角の公式や近似などのワンポイントで出てくる部分は物理の中でやっていくしかないと思う。
- ・ 数学の中だけ、物理の中だけでなくお互いの学習内容や進度を把握していくことが重要だと思う。
- ・ アンケートの「どのように間違えるか」というところは実際の生徒のテストの解答を載せるなどリアルなものでも良いのではないか。
- ・ 一年生の苦手意識、特にグラフが弱い。 $x-t$ グラフが放物線になることや $v-t$ グラフの面積＝距離を理解させることが難しい。瞬間の速度も理解させるのに苦労する。
- ・ 生徒がみんな物理を選択しているわけではないので、数学と物理の直接のカリキュラム上の連携は難しいが、最低限お互いの学習内容を知っていくとより教育効果が上がって生徒に還元できる。
- ・ 高校の頃に、物理のはじめから文字が多く出てきて戸惑った経験がある。どの文字がどの物理量に対応しているかに最初は整理がつかなかった。また、数値の単位を間違えて公式に当てはめてしまうことがあった。
- ・ 最近の教科書は、文字の意味付けを考えて物理量に英語のルビがついている。
- ・ 初速度 V_0 を $v \times 0$ と勘違いするケースがある。化学においても塩素の化学式 Cl を $C \times I$ と勘違いする生徒がいる。
- ・ 数学ではベクトルの合成を約束事として説明するが、物理では事実として成立するものとして取り扱う。その点を抑えないと物理と数学が繋がっていかない。
- ・ 小学校から単位を丸暗記してきており、次元をどこかで抑えないと生徒が混乱する。例えば面積は m^2 なのに $v-t$ グラフの面積がなぜ距離 m になるのか納得いかない。
- ・ 高校では次元を章立てでどこかで教えているか。
- ・ 授業では取り立てて扱っていることはなく、自然に身につけるのを待っているのが現状。
- ・ 授業の中で単位についてはしつこく教えている。しかし、物理の出来る生徒はすんなり理解していくが、得意でない生徒は余計に混乱してしまうことがある。そのあたりのさじ加減が難しい。
- ・ 出来る生徒だけに焦点を当てて授業をしていくと、出来ない子に対する教育効果が 0 になってしまう。将来物理を使う職業に全員がなるわけではないが、物理的なものの見方や考え方が身につけていくことが重要だと考えている。
- ・ 鹿児島でも数学が弱い。そのせいで生徒が理系から離れていく。
- ・ $4^2 = 8$ と間違えたり、少数/少数や分数から少数へ変換したり、できない生徒がいる。それを補うためにドリルを導入している。
- ・ この事例集がどのように発展していくか気になっている。ドリル集などに発展することを期待している。
- ・ 落下運動でいうと、水平投射や斜方投射に入った途端、出来る生徒とできない生徒が二分される。一次元から二次元の拡張でつまづく生徒が多い。
- ・ 単振動の動きと時間変化のグラフの対応が苦手な生徒がいる。
- ・ 1 年生では三角比を使わずに、代表的な直角三角形の辺の比だけで進めていき、2 年生で改めて三角比を導入して教えている先生もいる。それで問題はないとのこと。
- ・ 授業で数学の知識を補って、時間をとって説明している。

②教科書の活用に関すること

- ・ 日本では教科書だけでは学習するマテリアルが足りないため、問題集やドリルなどの副教材を必要と

- ・ している。教科書の中にドリルや演習の内容を入れて一冊にまとめることはできないか。
- ・ 教科書の内容を豊富にして分厚くすることはできるが単価が上がってしまう。そのため実際にやるのは難しい。
- ・ 教科書は白黒印刷に戻すことは可能か。生徒にとっては白黒の教科書に自分でアンダーラインを引くなど色付けしていく方が効果的ではないだろうか。
- ・ 白黒の教科書の方が良かったという声もよく聞かすが、カラーの方が見栄えが良く、各出版社が多色刷りの教科書を出版しているなかで白黒の教科書をつくることはなかなかできない。
- ・ 授業でどれくらい教科書を利用しているか。
- ・ 自作のプリントで授業を進めているため、教科書をあまり使わない。グラフや挿絵を利用したり、教科書中の問題を利用したりしている。
- ・ 教科書を使わない授業を高校時代に受けてきたので、私は教科書を使うというポリシーでやっている。
- ・ プリントを作って授業しているため、なかなか教科書を授業中に開かせることがない。プリントの中に教科書の必要な部分を載せている。
- ・ 投影機を常に使えるように準備しており、教科書の内容を投影機で示している。以前のデジタル教材はページを起こすまでに時間や手間が掛かり投影機の方がより手軽に使える。次はタブレット端末に対応したデジタル教科書を利用したい。
- ・ 教科書の利用についてアンケート調査したことがあるが、やはり教科書を授業で使う割合は少ない。教科書の利用方法としては、図や表を利用するという回答が多く、その次は問題演習で使うという回答が多い。
- ・ 物理の教科書は、後で見返した時に学習した内容がスッキリ理解できるような形が良いと思う。生徒の復習の為に教科書を利用するというやり方が、多くの先生の授業スタイルに適しているのではないか。
- ・ 教科書を使わずに自作プリントで授業をすると教科書のどこを学習しているのか生徒がわからない。できる生徒は授業の学んだ部分を教科書で確認してアンダーラインを引いたりする。教科書で自分の進捗を確認させることが必要だと思う。

③その他の内容に関すること

- ・ 公立大学より、私立大学は補習授業などをやっており、学生の学習面の面倒見が大変良い。
- ・ 高校と大学では学習内容に大きなギャップがある。教科内容の理解を大学では重視するが、高校では問題が解けることを重視している。そのギャップを埋めるような取り組みが必要だと思う。
- ・ 宮崎大学工学部でも基礎内容の補習を行っている。補修に出てきて質問しようとする学生はコミュニケーションが取れて、どんどん伸びていく。教員側もどんなところがわからないのかを知ることができる。
- ・ 工学部でも入学前講座を開いたり課題を課したりしている。
- ・ 物理では実験が必要だと思うが、どのくらい高校の授業で実験をされているか。
- ・ 演示実験を多用している。実験できないときは映像やシミュレーションを使っている。
- ・ 教科書には実験を多く扱う必要があり、本文中に小実験、各章末に探究活動を入れている。小実験は演示実験、探究活動は生徒実験と想定している。デジタル教材も作成しているが、これは補助的に使ってもらいたい。実験できるものは実際に示したほうが良い。現実にはできないものや時間を止めたり、繰り返し見たりと振り返り学習にデジタル教材を活用してもらおうよう想定している。

6 感想

○講演「物理基礎における数学」について

- ・ 先日、スーパーティーチャーより、数学の基礎を時間をかけて教えることの重要さを教えていただいた。第1章のうちに、グラフの見方、単位の扱い方、変数（文字）、指数、有効数字などに時間を多く割くと後ですっきり授業を進めることができると教えていただいた。科目でしっかり連携して進捗を考えていくべきだと感じる。
- ・ 興味を引くデータを提示してもらえたので良かった。マイクがなかったため聞こえづらかった。

- ・ 非常に面白く興味深い講演でした。デジタル教科書について、もしデジタル化が進めばそれに伴う負の部分が出てくると思いますが、それについて話が聞きたかった。
- ・ これからの展望が見えてきたと思います。
- ・ 高校物理の新課程の内容が分かり参考になった。
- ・ 数学的知識の対処法は、①物理基礎を高2からスタートする、②数学がなくても理解できる授業構成にする、③数学的知識を補足する、の三つだが、③については時間を増やして対処するしかないのかと感じます。
- ・ 物理－数学間の連携については教科書作成時に十分考慮されていると感じた。(みんながずっと問題認識しているのに、学生に伝わっているのかがわかないですが)
- ・ 次世代教科書に関する話が興味深かった。分析、フォローまでデジタル教科書がやってくれば、教員の講義は不要になるのではと思いました。
- ・ 知らないことが多かった。
- ・ 物理の教科書に「数学要点、説明」があるなら数学の教科書に「この計算の応用事例」を上げることができるとはではないか？
- ・ 宮崎県のタブレット等導入の先進校として実践等を報告しています。宮崎では H24 : 8 校 × 40 台、H25 : 8 校 × 40 台程度が導入されている。OS はアンドロイドです。デジタル教科書と対応が難しく今後のアプリの発展を待っています。フリーで PC デスクトップを呼び出しリモートできるものが出て操作できるようですが、著作権の問題があるようです。さらに教室の無線が設置される工事が進んでいますが、3 教室に一台程度の無線機なので回線的に問題があります。この事業の良さは LAN の整備が進んで教室 LAN が確立することです。
- ・ 教科書の裏側が見えて面白かった。
- ・ 学生です。学ぶことや驚くことばかりでした。個人的には学習指導要領が変化した背景についてもう少し話を聞きたいと思いました。
- ・ 生徒の理解を深めながら範囲を終了させ演習をして、知識を定着させることがより重要になると感じた。
- ・ 物理を1年生からすると数学が間に合わず、2年生からだ範囲が終わらないなど自分が知らなかったことが知れてよかった。
- ・ 大学数学教員にとっては、新カリキュラムの理科の構成と物理の履修順序・時期の現状を知る良い機会でした。実情を知ると高校カリキュラムで数学と物理の内容的な連携は現実的には無理そうだと感じます。むしろ今回動いている事例集を基に、森先生が提案しているように各科目間での教員(あるいは学生自身)による相互参照の具体的な方法のアイデアを出し合っていくことが大切なのかなと思う。
- ・ より効果的な教科書の使い方がわかり大変参考になった。

○「各種報告・授業上の工夫点」について

- ・ 実験を取り入れて、物理に興味を持ってもらいたいし、生徒の感想を見る限り実験が重要だと感じた。
- ・ いつも興味深い演示実験をありがとうございます。
- ・ 大学の講義でも使えそうな工夫を聞いた。
- ・ 率直で具体的な報告があり、良かったと思う。
- ・ 気柱共鳴実験は興味深かった。
- ・ 今回も山田先生の工夫を拝見できて、途上国での演示の工夫ということでしたが、日本でも生徒自身に工合作せると楽しんでもらえるのではないかと思います。
- ・ 山田先生の取り組みは、基礎物理実験のテーマであり興味深かった。
- ・ いつも山田先生には刺激を受け、自分の授業を改善しなくてはいけないと感じています。また、宮城先生が指摘された文字式ではなく数値を使う問題は痛感しています。リアリティを高めたいと感じます。
- ・ 山田先生にはいつも勉強させてもらっています。外挿で開口端補正を求めるやり方は初めて見ました。
- ・ 山田先生には今回も学ぶべきことが多く、参考になった。

○情報交換・協議について

- ・ 多くの意見が聞けて参考になった。新課程の取り扱いに非常に悩んでいたのが参考にすることができた。
- ・ 最終的には数学の先生としっかりと話をすることになるとは思います。数学の先生を動かすためにもお互

いに Win-Win の形にすることが大切だと思う。今後、どうすれば数学にもプラスになるかを我々も考えなければいけない。

- ・ 「高校物理でつまずく数学事例集」について、実際にこれを使う場面はどういう場面なのか、若干イメージしにくく思いました。受け取った教員が、「あ～、あるある」と感じてそれだけで終わってしまう可能性もあると思います。集めた情報をどのように FD 的に活用していくかが今後大事なポイントになると思います。
- ・ みなさんの熱のある意見が効くことができ、参考になった。
- ・ 「教科書だけでは足りないという事実→自分で調べる」というプロセスを踏める生徒を育てることこそが教育であるということに感銘を受けた。
- ・ プロジェクトの立ち上げについては大いに賛同しました。「高校物理でつまずく数学事例集」についてはよくできていると思います。今後どうなっていくのか非常に興味深く、楽しみになってきました
- ・ 高等学校の授業のやり方を知ることができてよかった。
- ・ 物理を教えるにあたって必要な数学が、必ずしも先に数学で教えられている必要はないと感じた。
- ・ 各高校での教科書の利用の仕方が分かり参考になった。
- ・ 事例集は、現段階で充分役に立つと感じたので、授業へ生かしていきたい。高校の先生から大学の授業はどう見えているのかというコメントは、もう少しいろいろな意見を聞きたいと思った。
- ・ 教科書の情報量は十分だと思う。現段階で教科書の内容をきちんと理解している生徒もあまりいないので、それをクリアしてから、プラス α で情報が必要だと思う。
- ・ 7/20 に日向高校に出前講座に行ったが数一物連携の取り組みを知らなかった。
- ・ 数学とバランスをとることが難しい。「数学で習ったらこの分野の説明をしよう」というのは無理なので、物理だけで2度手間だけど教えていくようにしています。すると「数学でも習った」とか「数学の意味がわかった」など嬉しい声を聞きます。
- ・ 初めて教師方の声というのを聞いた気がしました。裏では様々なことがしっかり話し合いされていて、学ぶ側としてしっかり学んでいこうと改めて考えさせられました。
- ・ いろいろな高校の先生方の意見を聞いて、教科書メインだったり、プリントメインだったり、授業形式はいろいろだったが、わかりやすくするために工夫されていると思いました。参考にしていきたいと思えます。
- ・ 自分の学校では教科書を使わずにプリントをメインに授業を進めていたので、他の学校の様子を知れてよかった。
- ・ 自分が高校の時につまずいたところも課題として上がっていたので、つまずくところは共通しているのだなと思った。
- ・ 数学と物理の連携だけでなく、各学校の先生方の取り組みや問題点が聞けたことが良かった。
- ・ 数学の基礎知識の低下が、工業高校だけでなく全体的な問題であることがわかった。

○その他・全体を通して

- ・ 時間が足りないという中で、「解ける」という自信と苦手意識を持たせない工夫をしていかなければならなく、教材研究の重要性を改めて感じた。
- ・ この回のゴールがどうなるかわかりませんが、このような会を持つこと自体とても意味があると思います。とても良い時間を過ごさせていただきました。
- ・ 大学の先生方から高校物理のアドバイスやサポートをしていただいていると感じました。今後は我々高校の教員がどうすれば大学に必要な物理の力を身につけさせるかを考える必要があると思います。大学の先生方からアドバイス、サポートを頂きとても心強く感じた一日でした。
- ・ いつも興味深い会の企画で勉強になる。
- ・ 新しい取り組みを次々と取り入れて会議がますます発展しているように思う。
- ・ 基礎センター内の数・物連絡だけでなく、センターと学科教員感の連絡をアピールしないと、高校・学生には伝わらないのだと認識した。
- ・ 物理の教科書は詳説していなくても内容に漏れはないはずだが、主体は自作プリントや市販ドリルで教科書がここまで授業に使われていなかったとは知らなかった。
- ・ 若手、学生が参加していることが1番嬉しかった。

- ・ 高校の理科の免許を取れるところが工学部のみになったと聞きました。工学部の学生を育てること、高校の生徒を育てることが、今の宮崎県には必要だと思っています。この連絡会を通して若手が伸びることを願っています。
- ・ 初めて参加して、物理の先生方の意見を聞いてよかったです。
- ・ 高校の教育での連携と一緒に、大学内での基礎科目間の教育上の連携を実質的に進めていく必要がある。（教員各自の工夫はされていても、教員組織としての連携が基礎科目では遅れている。工学基礎教育センターとして具体的な行動を始めたいと思います。）
- ・ こういった場があることがありがたいです。ぜひ、続けていただきたい。
- ・ 高校でグラフを多く描かせるので、また、WGの事例にあげようと思います。

会合の様子

