

学習指導要領の比較

- 教科間の連携を目指して -

愛媛県立新居浜東高等学校 井出博文

愛媛県立今治南高等学校 西坂靖司

学習指導要領研究委員会では、過去4年間に渡り、数学1～3及び数学A～Cの新旧の学習指導要領を新旧の教科書を比較することを中心として研究してきた。また、中学校学習指導要領とその教科書から、高校数学に求められているもの、そしてその問題点についても研究した。その結果、教育課程によっては数学Aの「平面幾何」を学ばないまま数学1の「三角比」や数学2の「三角関数」を学ばざるをえない学校もあり、指導順序や学習に入る前の補足説明などに十分留意する必要があると感じている。

そんな中、他教科の先生方から「数学ではこの計算法則はいつ頃学習させるのか」という質問を受けることがあった。数学という科目内だけでも指導順序に留意する必要があるのであれば、他教科を見渡せば、まだまだ留意しなければならないことがたくさんあるのではないかと、思い本研究テーマを設定した。

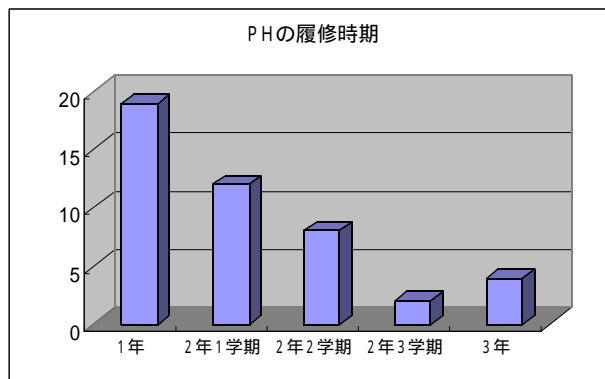
前述の質問をうけたのが理科の先生からであり、その分野は化学のpH濃度の計算であった。この他、力学や波動の分野でも数学との密接な関係があり、これらの分野について研究することで、数学と理科の連携をとることが出来ないだろうか、と考えた。

1 指数関数・対数関数

関連する科目・分野は「化学1・物質の変化」である。理科の学習指導要領解説の「物質の変化(1)酸・塩基、中和」の項目には「pHは測定実験を中心に、指標としての便利さ及び実用性を扱う。pHと水素イオンとの関係については触れる程度にとどめる。」とある。

化学の教科書によると「 $[H^+] = 1.0 \times 10^{-a}$ [mol/l] のとき、 $pH = a$ 」という水素イオン指数の定義があり、この計算に指数法則や、場合によっては対数の計算が必要となってくる。教科書における計算例や練習問題については、数学2において履修する負の指数や対数計算等の複雑な計算を必要とする問題は皆無であるが、学習参考書等に目を向けると負の指数や対数計算を必要とする問題が多数見られる。また、アボガド定数 $= 6.02 \times 10^{23}$ /molを利用して物質量を求める際にも指数計算が必要となってくるようである。

また、今回の研究にあたり、理科の各分野の履修時期についてアンケートを県内各高校にお願いしたところ、多数の回答がよせられた。次に示すのは各高校におけるpH分野の履修時期についてまとめたものである。縦軸が校数、横軸が実施時期である。



アンケート結果を見て最も驚いたことは、1年時に40%の学校で履修していることである。しかも2年の1学期までを含めると実に70%近くの高校で履修することになる。関連する指数・対数関数は数学2の分野であるため、大半の学校では2年にならないと履修しないだろう。理科との連携を今一度見直してみる必要はないだろうか。

また、指数関数はpH以外にも関連の分野がある。物理の教科書では、さまざまな値に負の指数が使われている。例えば、「物理1・電気」の分野では電荷の単位や波長の値に 10^{-9} の値が使われている。教科書によって配列が異なっているが、今回調べた教科書ではかなり早い段階で登場している。「物理2・物質と原子」の分野では導体の抵抗率や原子の大きさを説明する場面で 10^{-10} の値が使われている。いずれも複雑な計算は必要されないが、指数が負であっても指数法則が成り立つことを知っておく必要があると思われる。

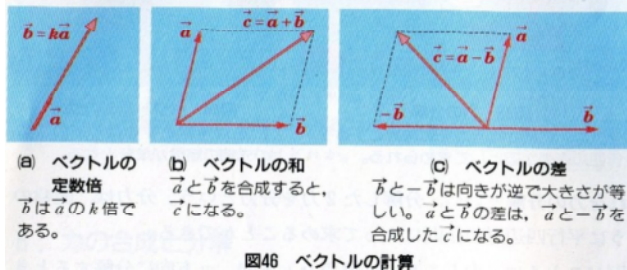
2 ベクトル

関連する科目・分野は「物理1・運動とエネルギー」及び「物理2・力と運動」である。理科の学習指導要領解説の「運動とエネルギー・A物体の運動(1)運動の表し方」の項目には「直線運動を取り上げ、変位、速度、加速度を扱う。その際、力のつり合った運動から力が働く場合の運動へ広げるようにする。また、力の合成・分解、力のつり合い、摩擦力、弾性力にも簡単に触れるが慣性モーメントは扱わない」とある。また「力と運動・A物体の運動(ア)平面上の運動」の項目には「平面上の運動を表す変位、速度、加速度をベクトル的に扱い、平面上の物体の運動について運動の3法則が成り立つことを観察や実験を中心に扱う。」とあり、「力と運動・A物体の運動(イ)運動量と力積」の項目には「運動量、力積がベクトル量であること、運動量の変化が力積に等しいことを扱うとともに、運動量保存の法則が成り立つことを、物体の衝突や分裂を中心に扱う。」とある。

物理1の教科書によると「物体が受ける力は大きさと向きをもっており、矢印で表すことができる。このように、大きさと向きをもっている量をベクトルという。」というベクトルの定義がある。また、ベクトルの計算についても、次の図を含む説明があり、数学の基本的な内容を学習する

ことになる。

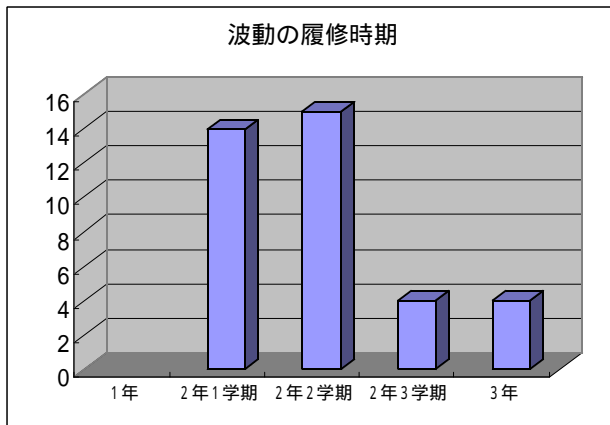
また、ベクトルの計算は、図46のように定められている。



また、物理2の教科書でも「変位のように、大きさと向きを合わせてもつ量をベクトルという」と定義している。

また、「ベクトルを記号で表すときには、 \vec{s} のように、大きさを表す記号 s の上に矢印をつけて表す。また、ベクトル \vec{s} は、 x 軸、 y 軸に平行な成分 s_x 、 s_y を用いて、 $\vec{s} = (s_x, s_y)$ と表すこともできる。このとき、 \vec{s} の大きさ s は、 $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$ である。」のように、成分や大きさにまでその内容が及んでいる。

次にあげるのは波動の履修時期である。



2年1学期、2学期がそれぞれ40%前後と一番多く、数学2および数学Bを直列型で教えているか並列型で教えているかで多少のずれはあるものの、比較的数学と理科の履修時期をうまく調整出来やすいのではないと思われる。

3 三角関数

関連する科目・分野は「物理1・波」及び「物理2・力と運動」である。理科の学習指導要領解説の「波・いろいろな波」の項目には「波の性質については、波長、振動数、伝わる速さなど、波を表す基本的な量について理解させる。例えば、水波実験器や波動実験器などを利用して、波の伝わる様子を観察させ、単純な振動が波を発生させることや、回折や干渉など波の特徴である現象を扱う。」とある。また、「力と運動・円運動と万有引力(万)円運動と単振動」の項目には「等速円運動の様子を数量的に表す方

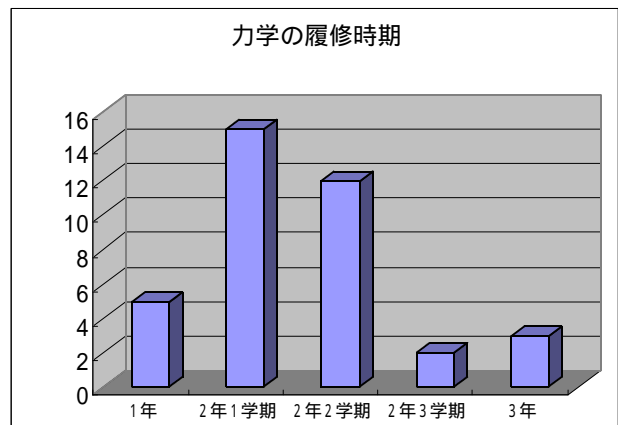
法と、その諸量として角速度、周期、向心加速度及び向心力を扱う。単振動については、ばね振り子や単振り子の変位、速度、加速度を復元力と関連させながら扱う。」とある。

物理1の教科書によると「いろいろな波形の波があるが、正弦波は最も基本的な波である。」と、図で波形を紹介しており、波の要素として波長・振幅・山・谷を扱っている。

また、物理2の教科書では「半径 A の円周上を角速度で等速円運動する点 P を、 x 軸上に投影した点 P' の時刻 t における位置 x は、次式で表される。 $x = A \sin t$ 」と、三角関数を用いた式が現れている。さらに、交流電流の分野では「参考」として、「 $x = \cos t$ であるとき、ごく短い時間 t について $x/t = \sin t$ 」という微分の内容に関する記述も見られる。

この他にも、「力を分解したときの x 成分が $F \cos$ 」とか「 $(\sin \theta_1)/(\sin \theta_2) = (\text{一定})$ である屈折の法則」など、図を使って説明をする場合に、三角比はしばしば登場している。

次にあげるのは力学の履修時期である。



波動同様、2年1学期、2学期が最も多く各校で三角関数を履修する時期と調整しやすいと思われる。ただし、前述したように三角関数の微分にかかわる分野まで必要となったり、13%ではあるが1年時に履修する学校もある。理系クラスであれば数学2の微分法の際に三角関数の公式だけを紹介したり、数学1の三角比の分野で三角関数まで少し踏み込んで指導するなど、可能であれば臨機応変な指導が必要であろう。

4 まとめ

学習指導要領解説の理科編の「化学1」および「化学2」の目標の中に『自然や身の回りの事物・現象の背後に潜む原理や法則に目を向け、他教科の学習成果とも関連させて、自然を分析的に、総合的に考察する能力と態度の育成につながる』とある。ここでいう「他教科」の一つが数学であり、数学の学習成果と理科を上手く関連させていくためには、その指導順序にも留意する必要があると考えられる。ただ、他教科との関連を重視するあまり、数学そのも

の理解度・定着度が低下してしまっは本末転倒であるため、お互いの教科会等をとおして十分検討していく必要はあると思われる。

今回理科の先生にお願いしたアンケートの中に「これら3分野を学習する際に、関連する分野を数学で学んでいなかった場合どうしますか」という質問をしたところ、90%近くの学校で「理科の授業で教える」と回答しており「数学で早めに教えてもらおう」という回答は残念ながら零であった。教科間の連携をうまくとって、理科の先生から「この分野、出来れば早めに教えてもらえないだろうか」と頼まれるようになり、実際に可能であればそう対応することによって、結果的に数学の理解度アップにつながることも多いのではないだろうか。実際、私が以前勤務していた工業高校ではその専門教科とのつながりから、1年生では教科書の順序にこだわらず、まず三角比から数学1の授業を開始し、三角比が終了してから教科書の最初に戻って授業を進めていた。同時期に工業数理等の専門科目でも三角比について学習していくため、相乗効果で比較的定着率が高かったように記憶している。

また、今回の研究では、「理科という教科を学習する上で数学科の立場から留意しておけばよいこと」を見てきたが、逆に数学を学習する上で他教科で留意しておいてもらいたいこともあるであろう。各学校の実情を考慮しつつ、教科・科目間の枠を越えての学習指導が叶うならば、生徒の学習をより効果的にすすめることが出来ると思われる。

《参考文献》

- ・『高等学校学習指導要領解説（数学編 平成11年度）』
文部省(1999)
- ・『高等学校学習指導要領解説（理科編 平成11年度）』
文部科学省(2005一部補訂)
- ・佐野博敏ほか21名『高等学校 改訂 化学1』
株式会社第一学習社発行（2006^{検定済}）
- ・中村英二ほか21名『高等学校 物理1』
株式会社第一学習社発行（2002^{検定済}）
- ・中村英二ほか21名『高等学校 物理2』
株式会社第一学習社発行（2003^{検定済}）