

# 学習指導要領の比較

## —教科間の連携をめざして（実践編）—

愛媛県立新居浜東高等学校 西坂 靖司  
愛媛県立松山中央高等学校 岩城 俊哉  
愛媛県立宇和島南中等教育学校 岡崎 英幸

### はじめに

学習指導要領研究委員会では、数学Ⅰ～Ⅲ及び数学A～Cの新旧の学習指導要領を比較研究してきた。その結果、単元によっては、学習に入る前に十分な補足説明を必要とし、また、生徒の状況によっては、指導順序に配慮を要する必要があることが分かった。

また、過去2年間に渡り、数学と他教科との密接な関係を重視し、特に「数学」と「理科」、「数学」と「情報」との教科間の連携を視野に入れて、研究を進めてきた。単元によっては、教科間の枠を超えての学習指導は可能であり、生徒の学習をより効果的に進めることができるのではないか、との結論に達した。

そこで、今年度は、「教科間の連携をめざして(実践編)」と題し、実際に授業をすることにより、「数学」と特に密接な関係にある「理科(化学・物理)」との連携を視野に入れて研究することとした。

### 1 指数関数・対数関数(化学との連携)

関連する科目・分野は「化学Ⅰ・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(4)酸・塩基、中和」の項目には「pHは測定実験を中心に、指標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。以前の研究でこの場合の指導は理科の教員が直接行い、公式についてはその結論のみを説明することが多い、ということを確認した。今回、この部分を数学科として、公式の結論のみでなくその意味まで指導することができないものかと考え、理科の先生にお願いすると、快く協力していただいた。

授業進度の関係で化学ⅠのpHではなく理科総合Aのアボガドロ定数の説明の部分での授業となった。ここでも、負の指数の概念が必要となるが、高校1年生で理科総合Aを履修する段階では負の指数はまだ学んでいない。そこで、理科の授業内の15分程度をもらって、負の指数の概念を説明し、それから理科の教員がアボガドロ定数の説明をした。

授業後のアンケートによると、「いつもより化学がよくわかった」と34名中15名が回答しており、ある一定の効果は得られたのではないかとと思われる。また、「負の指数の説明はいらない。公式だけ説明してくれればよい」と回答したのはわずか3名であり、大半の生徒が公式の成り立つ理由を知りたがっていることがわかり、このような形で負の指数を説明する価値はあると考える。そして、数学が嫌いと答えた生徒10名のうち7名の生徒が「数学Ⅱの内容を先に教えてもらって得した気分」と回答しており、数学嫌いの生徒でも方法次第では興味を引かせることが可能であると感じた。以前の研究で「他教科との関連を重視するあまり、数学そのものの理解度・定着度が低下してしまっただけでは本末転倒である」との見解を示したが、生徒の興味関心が高まることにより、理解度も高まることが予想される。

数学も化学も両方嫌いな生徒の中に「授業が楽しかった」「とてもわかりやすかった」という回答があった。また、「いつもと違って新鮮な気分です授業が受けられた」と34名中25名の生徒が、「今後も機会があればいろいろな科目の先生の合同授業を受けてみたい」と34名中23名の生徒が回答している。その内容にかかわらず、いつもと違うパターンの授業というものこの要因の一つではないかと思われる。二人の教員の時間を上手く合わせることで、それぞれがいつも以上の教材研究が必要なことや相互研修に時間を費やす必要はあるが、それに見合うだけの反応は期待できるため、今後も機会があれば是非このような形態の授業に臨んでみたい。

### 2 微分法・積分法(物理との連携)

関連する科目・分野は「物理Ⅰ・運動とエネルギー」「物理Ⅱ・力と運動」である。私は今年3年生理数系クラスの担任をしており、生徒と進路の面談をする中で重要科目の物理が話題となることが多い。話を聞くと、力学問題の解法が公式に当てはめての計算に頼り、答えを出すことだけが目的となっているのが現状のようだ。もし、力学の学習指導要領が微積を前提にし

たものであれば、その解法はより興味深いものになるのではないかと考え、微積を強く意識した力学の授業を総合的な学習の時間に行った。

事前のアンケートによると、力学の知識があってもそれを微積と関連づけられていない生徒がほとんどである。教科間の連携が必要だと感じている生徒は多いものの、実際には物理の学習を他と完全に切り離して考えている。関連づける方法が分からないのだろう。

今回の授業で確認した物理の教科書内容は「変位 $x$ 、速度 $v$ 、を時間 $t$ で微分したものがそれぞれ速度 $v$ 、加速度 $a$ 」「 $v$ - $t$ グラフは、傾きから加速度 $a$ を、面積から変位 $x$ を読み取ることができる最も便利なグラフ」ということだけである。あとは簡単な数学（式変形、微分計算、面積計算）を用いるのみ。この方法で実際に教科書や模試の問題を解くことによって、難しい内容も他の教科と関連を持たせれば理解しやすいこと、既に学んでいることを活用すれば楽しく問題に取り組めることを実感してほしいと考えた。

授業後の反応やアンケートの結果によると、力学において微積を意識したことがなかった生徒も、授業後には「力学でも微分を活用したい」、「教科間に連携を持たせれば学習に対する興味は強まる」と思うようになったようである。つまり「教科間の連携はやっぱり必要だった。」ということだ。ただ、その理由のほとんどが「便利、楽、簡単、速い」といった成績向上につながる可能性を見越してのものであったのが残念である。29人のほとんどが国公立大学進学を目指しており、3年のこの時期に行った授業であるため、ある程度仕方ないことではあると思うが、「答えを出すことよりも本質の理解をすることの方が大切だ」という感覚をもってほしい。そのためには物理に数学教師が積極的に関わっていくことが当然必要となるが、化学のpHと指数関数との関係同様、2年から物理を習い始めるのに3年まで微積（数Ⅲ）を習わないという現行の教育課程においてどのように関わればよいのか、大変難しいところである。ただし、その関わり方次第で生徒の興味関心や理解度を高めることになるのは間違いのないところである。

### 3 まとめ

学習指導要領解説の理科編の高等学校理科の目標の中に、「観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する」とある。ここでいう「科学的に探究する能力」こそ、数学の力であり、数学と理科の教科間の連携は欠かせないと思われる。今一度、数学と理科の学習内容をよく検討し、教科間で協力できる分野は、連携を図っていく必要がある。

現行の学習指導要領では、数学Ⅲの分野で、物理学との関係が深い「道のり」・「曲線の長さ」・「微分方程式」

が削除されている。そして、量子力学の分野で重要な、「固有値」・「固有ベクトル」も数学Cの分野に入っていない。また、負の指数がほとんどの学校で数学の2年次に学習するのに対し、化学や理科総合において、1年次からそれらの計算が必要になることも少なくない。現代科学において、「数学」と「物理学」、「化学」の垣根がなくなっている今、学習年度や教科科目の枠を越えた、臨機応変な学習指導が望まれるのではないだろうか。

また、高校物理に微分・積分の内容をどう関連付けて指導していくかも大きな課題である。「物理」を「微分・積分」無しで指導している現在の状況には、少し無理があるのではないだろうか。微分・積分という視点から物理を指導していくことの大切さを改めて認識したい。微分・積分の指導を前提としない現行の物理の学習指導要領のもとでは、課題を解決していくことはとても難しいことであるが、数学科と理科の教員が密に連携を取っていくことで、解決の糸口が見えてくるのではないだろうか。

今回の研究で、改めて教科間の連携は可能であり、生徒の学習の面で、様々な効果があることが分かった。ただし、それぞれの科目の学習内容や時間、教員相互研修など、乗り越えなければならぬ問題も多いのも事実である。今回実施した研究授業も参考にいただき、得られたものを各学校で共有していただけたら幸いである。教科・科目間の枠を超えての連携が活発になれば、生徒の学力向上につながっていくであろう。

#### 《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（数学編 平成11年度）』文部科学省(平成17年一部補訂)
- ・『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(平成17年一部補訂)
- ・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）
- ・小宮山宏ほか7名『改訂版 理科総合A』数研出版株式会社発行（平成17年検定済）
- ・國友政和ほか9名『改訂版 高等学校 物理Ⅰ』数研出版株式会社発行（平成18年検定済）
- ・國友政和ほか9名『改訂版 高等学校 物理Ⅱ』数研出版株式会社発行（平成19年検定済）
- ・田原真人『図解入門微積で楽しく高校物理がわかる本』株式会社秀和システム(2006)
- ・『進研模試 総合学力マーク模試・6月』株式会社ベネッセコーポレーション(2007)

《参考資料》

次にあげる指導案は、新居浜東高等学校および松山中央高等学校で、理科と数学の連携を意識して実際に行った授業のものである。

理科総合A学習指導案					
日時	7月17日(木) 第2時限	指導者	西坂靖司(数学)・小野裕基伸(理科)		
学級	普通科1年3組	教室	242 教室		
単元	第3節 相対質量と粒子の数	教科書	改訂版 理科総合A (数研出版)		
本時の展開過程	学習内容	時間	指導上の留意事項	評価の方法・基準、資料等	
	導入	前時の復習	5	・原子量、分子量について確認させる。	・主な原子についてしっかり把握できているか。 【理解の能力】
	展開	1 分子量を求める。	10	・分子式中の元素の原子量の総和で求められることを確認する。	・しっかりと計算できているか。 【知識・理解】
		2 式量を求める。	5	・電子量は微量のため無視できるので、計算方法は分子量と同じであることを理解させる。	・分子量と同じように計算できたか。 【知識・理解】
		3 負の指数について。	15	・ $10^3$ 、 $10^2$ 、 $10^1$ と指数が1減るごとに値が10分の1になっていることに気づかせ、0乗や負の指数を考えさせる。	・負の指数の考え方が理解できたか。 【数学的な見方や考え方】
		4 アボガドロ数について。	10	・質量を、原子1個の質量で割った値が原子の数であり、それがアボガドロ数であることを確認する。	・負の指数が利用できたか。また、アボガドロ数について理解できたか。 【知識・理解】
整理	本時のまとめ	5	・アボガドロ数、1 mol、22.4 L等の関連についてよく理解させておく。		
備考	普通科	生徒数	39名		

