

# 自分の頭で考えることを重視した授業

- アルコールの指導を通して -

恵那北高等学校 市岡 敦司

## 1 指導者の意図

有機化学の分野は生徒にとって初めて学習する内容であり、そのため授業は主に知識の伝達で終わってしまうケースが多い。そこであえてこの分野を取り上げ、『自分の頭で考える』ことを重視した授業を試みた。

具体的には、化合物の名称については炭化水素の段階からある程度IUPAC命名法について触れ、アルコールについてもその規則に従った名称が用いられていることで、単なる暗記に止めないようにした。また、性質についてはその構造と関連づけて考えさせようとした。

しかし、何かを考えようとしたとき、その土台となる知識がないことには何も考えられないので、『自分の頭で考える』ための前提となる既習事項との関連に重点を置いて授業を展開してみた。

## 2 問題解決能力に関する単元案

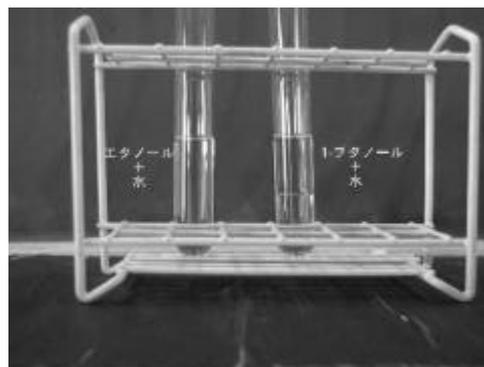
	授業内容	自然の現象・事物を見る	問題を見いだす	解決法
1	アルコールの構造  アルコールの異性体	アルコールの水に対する溶解度(エタノールと1-ブタノール)  金属ナトリウムとの反応	なぜ水に対する溶解度が違うか  どのような反応がおきているか。  プロパノールの異性体を考える	水との類似、炭化水素との類似  水との反応と対比
2	アルコールの分類	プロパントリオールは水によく溶ける。	ブタノールの異性体の分類  水に溶けやすいのはなぜか	前時との関連
3	アルコールの酸化	エタノールの酸化	第二級、第三級アルコールは?	分子構造から考える
4	アルコールの脱水反応  エーテルの構造		エタノール1分子からの脱水, 2分子からの脱水	分子模型を利用

### 3 授業の展開・流れと生徒の活動

#### 第1 限目

メタノール、エタノールから 1-ブタノールまでの構造を説明し、エタノールの実物を見せる。において注射のときに用いられる消毒剤とわかる。

これに水を混ぜ、水によく溶けることを見せてから、1-ブタノールにも水を混ぜると、この場合は溶けないで二層に分かれることを見せた。生徒はこれに興味を示したので、なぜエタノールは水に溶け、ブタノールは溶けないか考えさせた。途中でヒント



として水の構造式を黒板に描いたところ、アルコールのヒドロキシル基と水との構造の類似に気付く生徒がいた。そこでヒドロキシル基は親水性の基であることを説明した。次に 1-ブタノールが同じヒドロキシル基をもちながら水に溶けないのはなぜかを、両者の構造の違いで考えさせたところ、はっきりとは答えられなかったが、炭化水素基を指して「ここが違う。」という生徒がいた。そこで『水と油』の慣用句を用いて、石油の成分が炭化水素であることから炭化水素基が疎水性であり、相対的に疎水性の炭化水素基の部分が大きくなるほど水に溶けにくくなることを説明した。

次に、エタノールに金属ナトリウムを入れて水素が発生するのを見せ、水とナトリウムとの反応を思い出させた上で、水の水素  $H$  - が炭化水素基  $R$  - にかわっただけだという説明をしたところ、生徒は納得したようだった。

次の時間への予習としてプロパノールの異性体（アルコールに限る）を考えさせた。

#### 第2 限目

まず、ブタノールの異性体 4 種類を考えさせる。前時にプロパノールの異性体について考えているので、途中でヒントとして炭素鎖の直鎖状のものと枝分かれしたものを黒板に描いてやり、後はヒドロキシル基をつける場所だけ考えればよいことを指示しただけで、比較的スムーズに進んだ。しかし、まだ同じ構造のものとの区別が付かない生徒がいるので、常に分子模型は持ち歩き、「これとこれは同じものだぞ。」という説明を何度も行った。

ある程度できたところで第 1 級～第 3 級アルコールの分類を説明して、先ほど描かせたブタノールの異性体を分類させる。教科書によってはこの分類を  $-OH$  の結合している  $C$  に水素  $H$  がいくつ結合しているかで分類しているものもあるが、私的には  $-OH$  の結合している  $C$  にいくつ炭素  $C$  が結合しているかという見方が好きなので、 $-OH$  の結合している  $C$  と、それに結合している  $C$  を色分けして をつけることで指導した。そうすると飲み込みの遅い生徒でも、すこし個人的に説明してやるだけで、「先生わかった。」と声があがった。

なお、ブタノールの異性体については、教科書にすべての名称が記載されていたので、命名法についてここでも少し触れておいた。

次に多価アルコールの説明をして、物質例として 1,2-エタンジオール（エチレングリコール）と 1,2,3-プロパントリオール（グリセリン）を紹介し、実際にグリセリンを持っていき、水に溶け易いかどうかを問う。前時の復習から親水性のヒドロキシル基を多くもっている水に溶けやすいことをほとんどの生徒が予測できたので、実際に水を加えて二層に分かれることなく混ざり合うことを確認した。予測が当たって生徒たちは満足げな表情だった。

またグリセリンについては、生物選択の生徒は生物の授業で舐めさせてもらっていて、甘い味がすることや、浣腸液に含まれていることも知っていた。

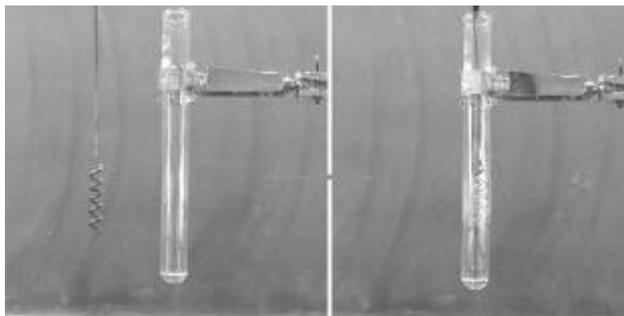
### 第3 限目

まず熱した銅線によるエタノールの酸化反応を見せる。アルデヒドの生成についてはにおいの変化で確認させた。

実は同じ反応を酸化還元反応のところで、銅の還元反応として一度見せたことがあったので、銅線の色の変化を生徒は知っていた。そこで、酸化還元反応の復習として、酸化と還元は同時に起こるので、銅が還元されればエタノールは酸化されていること、そして、分子から水素がとれる反応も酸化であることを思い出させて、エタノールの酸化反応では銅に結合していた酸素  $O$  がアルコールから水素  $H$  2個を奪って水  $H_2O$  になり、結果としてアセトアルデヒドが生成することを説明した。

では、同じ反応が 2-プロパノールで起こったらどうなるかを考えさせた。エタノールと同じ位置にある水素が奪われるのだと考えた 1 / 3 程度の生徒がアセトンの生成を正しく理解していた。

同様に第3級アルコールである 2-メチル-2-プロパノールについても考えさせたが、やはり生徒はとまどっているか、あり得ない構造式を描くかしていたので、あまり時間をとらずに、同様の反応ができないため第3級アルコールは酸化されにくいことを説明した。生徒の反応は「なーんだ!」というものであった。



### 第4 限目

濃硫酸の脱水作用について説明してから、エタノールに脱水反応が起きたら、どんな構造の物質が生成するか考えさせた。

それだけで何の説明もなしに考えさせたので、生徒はエタノール1分子中から脱水されてエチレンができると答えていた。

そこで、確かに高温ではエチレンが生成するが、それより低温では2分子からの脱水の方が起きやすいことを説明して、エーテルの生成について考えさせた。

ここでは分子模型を生徒に配布し、まずエタノール2分子を作らせ、この2分子の間から水分子がとれて、あいた結合を結びつけることでエーテルができることを生徒に行かせた。

アルコールの性質が、その官能基であるヒドロキシル基によるものであることを学習してきているせいか、さすがに炭化水素基の水素をとって結合させようという生徒は見られなかった。また、この反応はアルデヒドやケトンの生成のような、二重結合ができる反応よりわかりやすかったようだった。

最後にエーテルについて、水に溶けにくいこと、金属ナトリウムと反応しないことを、アルコールとの構造の違いから説明して終わった。



## 4 考察

### 《授業実践を通して》

第1限目で見せた、エタノールと1-ブタノールの水への溶解度の違いは予想以上に生徒が興味を示した。2種類の液体が混ざり合わずに二層に分かれるような現象をあまり目にすることがないのであろうか。日常生活における経験不足あるいは観察不足が考えられる。やはり、実際の事物・現象を見るところから学習を始めていくことの大切さを痛感した。

金属ナトリウムと水の反応や、酸化銅のアルコールによる還元など、過去に使った教材を再利用することで、ここでは考えさせる材料にできた。このような先を見越した教材の選定も必要だと感じた。

異性体を考えさせるところでは、構造式と実際の分子構造の違いが異性体を区別できないというところにつながっている。分子模型を持っていって見せれば同じものであることがわかるが、構造式上では区別が付かない生徒が多い。

分子構造や、構造と性質の関連を考えさせるのに、分子模型を利用するのが望ましい。しかし、本校では丸善の分子模型を生徒実験用に使っているが、これは結合を曲げることができず、脱水素や脱水であいた結合を結びあわせて二重結合になるということがやりづらいのが欠点である。仕方なくこのような反応は教師側で、結合がバネになって自由に曲がる模型を用いての実演のみにし、生徒にはエーテルの生成という、わかりやすい反応のみをやらせた。そのためか、エーテルの生成については生徒の理解度も高かったと思う。

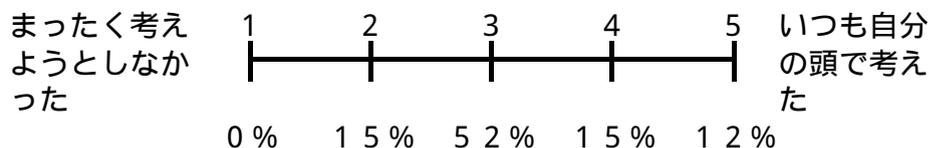
### 《全体を振り返って》

昨年度は疑問解決用紙を記入させることによって強制的に考えさせようという方法を試みたが、今年度授業実践を行ったクラスは比較的活発に意見や疑問の出るクラスなので、あえてそのような方法は採らず、授業内で出た質問などをもとに展開した。このような方法ができると、全体的にみて活気ある授業になり、普段授業にのってこない生徒も全体の雰囲気によってやる気を見せるような場面もみられた。また、用紙を配布し、全員が記入するのを待って回収するといった、余分な時間を取られることなく、テンポよく授業が進んだ。

生徒に何かを考えさせる上での前提となる知識を示唆することで、かなりの生徒が自分で正解にたどり着き、また友達同士で教えあうような場面も多々みられた。

### 《生徒アンケートから》

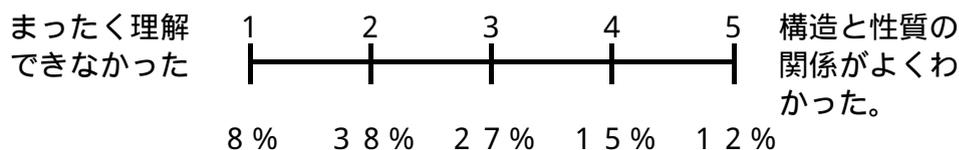
授業後のアンケートでどの程度自分で考えようとしたか、5段階で評価させたところ、次のような結果が得られた。



平均 3.2

普段なかなか授業に参加しない生徒もいる中で、評価1「まったく考えようとしなかった」が一人もいなかったことは、とてもうれしいことだった。目標とした『自分の頭で考える』ことができたと思われる。

同様に、物質の構造と性質の関係が理解できたかを、やはり5段階で自己評価させた。その結果は



平均 2.8

と、さすがに内容的には難しいところがあり、やや消化不良気味な点が残ったのは残念である。もう少し時間をかけてじっくりやりたいところではあるが、授業進度を考えると、このような調子で全分野をやりきるのは無理なので、致し方ないところか。

そのほかに、自由に生徒の書いた授業の感想等をのせておきます。

- ・物質の名前が覚えられた。
- ・おもしろかった。
- ・覚えるのが大変で難しかった。
- ・アルコールがエーテルになると親水性が疎水性になる理由がわかった。
- ・化学反応式をつくるとき、異性体とかがある場合、どう表しているのかわからなかった。
- ・今までより少し難しかった。
- ・あまり理解できなかったので、聞いてみてちゃんと理解しておきたい。
- ・エタノールからアセトアルデヒドができるのがわかった。
- ・なんか覚えることが多いし、とっても大変なところだった。
- ・異性体の構造や酸化された後の構造がわかった。
- ・アルコールの脱水でエチレンができることがわかった。
- ・初めはよくわからなかったけれど、異性体とかわかったし、あと、自分で問題とかやったらわかりました。
- ・アルコールの第何級かわかるようになった。
- ・いっぱい名前があるから、化学は難しいとつくづく思いました。

やはり有機化学の分野で、ネックになるのはその種類の多さです。ましてやそれぞれの構造と名称を覚えることは、生徒にとってなかなかの苦痛であることが読みとれる。しかし、命名法の規則を教えることで、ある程度は丸暗記の苦痛が和らいでいるのではないかと思う。

## 5 まとめ

『生きる力』 = 『問題解決能力』の育成において、まず自分で考えようとするのが第一であると考え、毎時間の授業において少なくとも一度は自分の頭で考えることをしよう。と、今回の研究のテーマを設定した。しかし、前年度の研究において何を基にして考えるのか。それがなければ考えることができないと指摘され、その反省から今年度の実践では、新たに教えるべきところは教え、すでに学習してきた内容を復習させながら、新たな問題を与えるという方法を採用した。

そのための伏線として、酸化還元単元で銅の還元をアルコールで行う、炭化水素の段階から命名法に触れておくなど、この単元に入る以前から使える教材はないか考えるといったことから研究を始めたわけである。一連の授業の流れを考える上で、先を見越した指導計画が必要なことがわかった。

結果として、生徒にとってみれば、以前目にしたことのある現象が再度登場したことでなじみがあり、新しい単元に入ったときに見られがちな、「何か訳のわからないことを先生が始めた。」という拒絶反応もなかった。

また、考える基となる知識を明示したことで、生徒にとって考えやすかったことは確かである。昨年度の疑問解決用紙を用いたときに感じたことであるが、問題を与える生徒

は生徒なりに何か考えようとするのだが、その糸口が見つからないまま何も答えられないという生徒がかなりいる。今年度はその点に注意したため、多くの生徒にとって考えやすかった、あるいは与えられた疑問に対しての解答が出ないにしても、基となる知識の復習になったと思う。

とにかく知識の伝達で終始しがちな有機化学の分野において、生徒に何をどのように考えさせるか研究してみたわけですが、それなりの成果があったと思う。

ただし、生徒に考えさせる題材を与えながらの授業は、どうしてもある程度の時間が必要になってくる。この単元も講義のみで済ませてしまえば3時間で済むところを、1時間増やして4時間で行った。今後の授業進度によっては内容を精選する必要も出てくると思う。

それでも生徒に考える機会を与える授業の必要性は、授業を行う立場として常に感じているところである。最近では生徒の口から「考えるのが面倒くさい。」という声を耳にすることがあるが、それはとても危険なことだと、先日もマインドコントロールを取り上げたテレビ番組を見ていても感じた。

できれば考えることの楽しさ、いわゆる知的好奇心のようなものが育っていったら最高であると思うが、とりあえずは自分の頭で考えることの必要性を説きながら、また講義一辺倒でなく、生徒と対話しながらの授業の楽しみもあり、このような実践をさらに重ねていきたいと思っている。