

大学入試改革—プレテスト踏まえた授業案

化学 「なぜ」を考え、応用させる授業を

■ 教科書にない物質の実験手順

昨年実施された「化学」のプレテストを従来のセンター試験と比較し、傾向を分析すると、およそ次のように言えるだろう。

- ①問題数は減少した
- ②単純な知識問題はほとんどなく、情報読解力、分析力、思考力を問う問題が大幅に増加した
- ③実験に関する問題が増加した
- ④「当てはまるものをすべて選べ」という、解答数が一つでない問題が出題された
- ⑤教科書にはない未知の資料等を分析・考察する問題が出題された

知識があれば単純に解ける問題が大幅に減少したため、知識詰め込み型の授業では対応できない。十分な授業時数の確保が困難な無機化学・有機化学の分野は、どうしても知識詰め込み型の授業になりがちではあるが、理論化学の原理(極性・酸化還元反応・中和反応など)とからめて、「なぜその

ような反応が起こるのか」を思考し応用させる「考える化学」が今後求められていくであろう。

今回、プレテストの象徴的な問題である「第3問 問4」を取り上げてみた。この問題は「ベンゼン環における置換基の配向性」に関する説明文を読み、その原理を活用してm-クロロアニリンをベンゼンから合成する実験手順を考える問題である。この問題が従来のセンター試験と大きく異なる点は二つある。

- ①教科書の発展の内容に記載されている「ベンゼン環における置換基の配向性」の内容を説明文として情報読解させている。教科書の発展の内容を扱っている点と、説明文から情報読解させる点は従来のセンター試験では見られなかった
- ②m-クロロアニリンという教科書に記載のない物質の実験手順を考えさせている。従来のセ



吉村 大介

茨城県立並木中等教育学校教諭

ンター試験であれば、「ニトロベンゼンを濃塩酸とスズ(鉄)で還元し、アニリン塩酸塩をつくる。その水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え、弱塩基の遊離によりアニリンを生成する」という実験手順を問う問題となり、教科書に記載されているアニリンの生成方法さえ暗記していれば、難なく解ける問題であっただろう

今回の問題は、提示された説明文(ベンゼン環における置換基の配向性)の情報とアニリン生成の知識を組み合わせて考えなければ解けない思考力を必要とする問題である。

具体的に説明すると、説明文からアニリンはオルト・パラ配向性

で、アニリンに塩素を置換反応させても、オルトかパラの位置に塩素が置換し、メタの位置に塩素が置換した目的物質(m-クロロアニリン)を合成することができないということを、まず読み取らなければならぬ。次にニトロベンゼンならメタ配向性なので、メタの位置に塩素を置換できることを読み取り、最初にニトロベンゼンを生成してから、塩素をメタの位置に置換し、最後にニトロ基をアミノ基に還元する合成手順を選択しなければならない。

必要な情報を選び知識と組み合わせ

この問題は、多くの知識が頭の中に詰め込まれているかを確認する知識問題ではなく、前述したように、与えられた情報から必要な情報を選択し、最低限持っておかなければならない知識と組み合わせで解答に結び付けていく思考型の問題である。

今後訪れるAI時代において、インプットした知識をアウトプットする知識再生能力はAIに到底かなうことはない。人間に求められるのは、計算機であるAIが苦手とする、与えられた情報から必要な情報を選択して組み合わせ、論理的に思考して問題を解決する能力である。そう考えると、今回の問題は、これからの時代を生きていく生徒に必要とされる思考力を問う良問といえる。

しかし、ここで気になることは、大学入試センターから公表された高校生のこの問題の正答率が11%と大変低く、高校生がこのような思考型の問題を大変苦手としていることである。これは、従来型の授業だけではこのような思考型の問題に十分対応することはできない、そして私たち教員は新しい価値観の下、授業を改善していく必要があるということを示唆している。

■ 正解一つと限らない探究型実験

それでは、授業の中でどうやって思考力を育てるのか。プレテストでは実験に関する出題が増加した。今回は探究型の実験授業を提案する。

教科書に掲載されている実験は、予想される結果を、示された手順に従って確かめる確認実験が一般的である。今回は正解が一つとは限らない探究型の実験で、多少乱暴な実験方法でも危険の少ない、金属イオンの系統分離の実験を提案する。

提案した実験課題は、グループで実験手順を考え、実際にその手

順で実験をしてみて、計画通り金属イオンの分離ができたかを確認するもので、知識を組み合わせる論理的に思考しなければ、実験手順を決定できない。簡単には成功しない実験と思われるが、「なぜうまくいかなかったのか。どうすれば良かったのか」をグループで話し合い、レポートで考察することにより、プレテストで問われている「与えられた情報(身に付けている知識)から必要な情報を選択して組み合わせ、論理的に思考して問題を解決する能力」が育成される第一歩になると考える。

授業計画(理系化学、無機化学分野)

【1時間目】

- ① 4人グループになる
- ② 実験課題を提示する

実験課題

「金属イオンの系統分離～水溶液に含まれる金属イオンを同定しよう～」

ある水溶液中に6つの金属イオン(Ag⁺、Al³⁺、Fe³⁺、Zn²⁺、Cu²⁺、Ca²⁺)が溶解している可能性がある。このうちの金属イオンが溶解しているかを実験により確かめなさい。

(使って良い物質)

水酸化ナトリウム水溶液、硫化水素水、アンモニア水、希硝酸、希塩酸、炭酸アンモニウム水溶液

- ③実験手順をグループで考える
- ④各グループの実験手順を全体で発表する

【2時間目】

- ①グループで考えた実験手順をもとに実験を行う
 - ②考察を行い、レポートを作成する
- (実験手順は的確だったか、実験がうまくいかなかった場合は、なぜうまくいかなかったのか、どうすれば良かったのか)

実験手順の一例

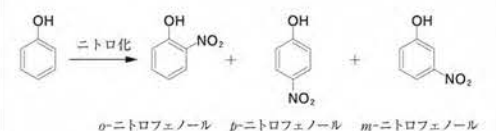
- (i) 希塩酸を加える(生じたろ液をろ液Aとする)
 - 白色沈殿が生じれば Ag⁺が含まれている
- (ii) ろ液Aに硫化水素水を加える(生じたろ液をろ液Bとする)
 - 黒色沈殿が生じれば Cu²⁺が含まれている
- (iii) ろ液Bを加熱後(硫化水素を追い出すため)、希硝酸を加える(Fe³⁺が含まれていた場合、硫化水素によって還元されたFe²⁺を酸化するため)
 - 白色沈殿が生じれば Al³⁺が含まれている
 - 赤褐色沈殿が生じれば Fe³⁺が含まれている
- (iv) ろ液Cにアンモニア水を加える(生じたろ液をろ液Cとする)
 - 白色沈殿が生じれば Zn²⁺が含まれている
- (v) ろ液Cに硫化水素水を加える(生じたろ液をろ液Dとする)
 - 白色沈殿が生じれば Ca²⁺が含まれている
- (vi) ろ液Dを加熱する(硫化水素を追い出すため)
- (vii) ろ液Dに炭酸アンモニウム水溶液を加える
 - 白色沈殿が生じれば Ca²⁺が含まれている

【注意事項】ろ液の加熱による硫化水素の追い出しはドラフトの中で行う

プレテスト問題(一部掲載)

問4 ある大学の体験入学で、次のような話を聞いた。

ベンゼン環に官能基を一つもつ物質に置換反応を行うと、オルト(o)、メタ(m)、パラ(p)の位置で反応が起こる可能性がある。どの位置で反応が起こるかは、最初に結合している官能基の影響を強く受ける。たとえば次のように、フェノールをある反応条件でニトロ化すると、おもにo-ニトロフェノールとp-ニトロフェノールが生成し、m-ニトロフェノールは少ししか生成しない。したがって、ベンゼン環に結合したヒドロキシ基はo-やp-の位置で置換反応を起こしやすい官能基といえる。



一般に、o-やp-の位置で置換反応を起こしやすい官能基をもつ物質には次のものがある。



このことを利用すれば、目的の化合物を効率よくつくることができる。

この情報をもとに、除草剤の原料であるm-クロロアニリンを、次のようにベンゼンから化合物A、Bを経て効率よく合成する実験を計画した。



操作1～3として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- 操作1 [6] 操作2 [7] 操作3 [8]

- ① 濃硫酸を加えて加熱する。
- ② 固体の水酸化ナトリウムと混合して加熱融解する。
- ③ 鉄を触媒にして塩素を反応させる。
- ④ 光をあてて塩素を反応させる。
- ⑤ 濃硫酸と濃硝酸を加えて加熱する。
- ⑥ スズと塩酸を加えて反応させた後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。

<大学入試センターが公表している問題のねらい> 第3問 問4

主に問いたい資質・能力	小問の概要
知識・技能 芳香族化合物の構造・性質・反応についての理解	芳香族化合物の合成経路について、提供された情報を基に、合成に必要な反応を選び出すだけでなく、配向性を考慮して反応の順序も踏まえ、ベンゼンからm-クロロアニリンを合成する実験を計画する。
思考力・判断力・表現力	新たな情報が、自然の事物・現象の基本的な概念によって、原理・法則に従い、説明できることを見いだすことができる。

第5回

夏の教育セミナー

主催：日本教育新聞社 / 株式会社 ナガセ (東進ハイスクール・東進衛星予備校)

この夏8月に、全国12都市で開催!

昨年8月、全国12会場で「夏の教育セミナー」を開催。約5,000名の先生方にご来場いただきました。今年も大盛況が予想されます。ぜひご参加ください!

5年目となる本年はより実践型へ!

6/15金 いよいよお申し込みスタート!

教育-先取りドットコム kyoiku-sakidori.com 教育-先取りドットコム 検索



*プログラム詳細は順次公開いたします。もうしばらくお待ちください。

全国12都市・会場にて、順次開催いたします。

お近くの会場へ、ぜひご参加ください。



開催地・日程

8/1水 仙台 [会場] TKPガーデンシティ仙台	8/2木 大宮 [会場] パレスホテル大宮	8/3金 東京 [会場] ベルサール新宿グランド
8/4土 札幌 [会場] 札幌コンベンションセンター	8/6日 福岡 [会場] ヒルトン福岡シーホーク	8/7火 広島 [会場] 広島コンベンションホール
8/8水 横浜 [会場] 横浜ロイヤルパークホテル	8/9木 大阪 [会場] コングレコンベンションセンター	8/10金 金沢 [会場] ANAクラウンプラザホテル金沢
8/17金 神戸 [会場] ホテルオークラ神戸	8/20日 千葉 [会場] 三井ガーデンホテル千葉	8/21火 名古屋 [会場] 名古屋観光ホテル