

化学コース：最速を目指せ！化学反応の速さ

理科（化学） 山本夏菜子

1. はじめに

中学校の化学分野では、化学変化について学習する際、化学反応式による表記や変化に伴う熱の出入りについては学習するが、反応速度については扱わず、化学反応を時間軸で捉える機会は少ない。今回の参加者 10 名に対し、授業実施前に「化学反応について考えるときに気にしているポイントは何か」という質問について複数回答可による選択式のアンケートを行ったところ、それぞれの選択肢の回答数（人）は右表のようになった。「その他」としては、反応物の表面の変化や気体の出入りという回答が見られた。この結果から、化学変化を考える際に、中学校で学習している質量変化や熱の出入りという視点は持ち合わせているものの、ほとんどの生徒が速さについて考える視点を持っていないことがわかる。そこで今回は、温度や物質の形状が反応速度にどのように影響するかを実験を通して考察することを目的に授業を組み立てた。

選択肢	回答数
反応物は何か	10
生成物は何か	9
反応前後の質量変化	7
反応前後の熱の出入り	5
反応の速さ	1
反応させる溶液の濃度	3
反応させる固体の形状	0
その他	2

2. 授業内容

2.1. 反応の速さを決める条件を探る

大型試験管に 2 mol/L 塩酸を 15 mL 入れ、そこに 4 分の 1 に折ったチョークを加えると、二酸化炭素が発生し、泡が液面から上昇していく。液面から 10 cm の高さまで泡が到達する時間をストップウォッチで計測することで、反応速度を測定した。これを基本条件とし、反応の条件を変えながら反応速度に影響を与える要素を実験から推測した。反応条件を変えるためのものとして、1 mol/L 塩酸、湯、水、氷、乳鉢と乳棒、ガラス棒を用意し、これらを自由に用いて反応させる温度や濃度、物質の形状等を変化させて反応速度の違いを観察した。実験から多くの生徒が、温度を高くすると反応が速くなること、塩酸の濃度を小さくすると反応が遅くなること、チョークを粉末状にすると反応が速くなること、といった気付きを得ることができた。最後に、反応速度が非常に大きくなる方法として、粉末にしたチョークをあらかじめ少量の水にといて粥状にし、そこに塩酸を加えるという方法を演示で見せた。

加えて、ケミカルライトに充填されている溶液とそれを希釈したもの、加熱したもの、冷却したものの発光強度の違いを観察し、実験から推測について確かめた。また、物質の形状による反応性の違いとして、鉄粉の燃焼実験も実施し、鉄の塊では簡単には燃焼しないが粉末状であればマッチの火でも燃焼が起ることを確認した。

2.2. 反応のしくみ

化学反応が起こるためには反応物の粒子どうしが衝突する必要がある、単位時間あたりの衝突回数を増やすことで反応を速くすることができる。実験の結果と関連させながら、濃度を大きく（もしくは小さく）すると衝突回数が増加（もしくは減少）すること、物質の形状を変えると同質量当たりの表面積が変化することを解説し、それによって反応速度が変化することを説明した。

次に、中学校でも学習する発熱・吸熱反応を例に、反応前後のエネルギー変化について復習し、新たに活性化エネルギーについて説明した。これにより、反応温度を上げることで、粒子の熱運動が活発になるだけでなく、反応に必要なエネルギーを有する粒子が増加し、飛躍的に反応速度が大きくなることを解説した。

3. おわりに

反応速度の単元は、高校でも「化学」の科目で扱う内容ではあるが、目に見える実験結果から考えていくことで、中学生でも楽しみながら学習することができた。授業後の感想にも、「中学の実験とは違う速さという視点で考えられてすごく楽しかった」「化学反応を『粒で考える』という共通観点から理解できるようになった」「化学反応では粒子のもつエネルギーの大小が結果に大きく関わることがわかった」等の記述が見られ、今回の授業が“化学変化の速さ”という新たな視点を獲得するとともに、化学変化を粒子の衝突として考察することで、化学の基本である物質を粒子として捉える思考を強めるきっかけになり得ると考えられる。

また、教師側から提示された方法や条件をなぞるだけでなく、生徒自ら実験条件を考えながら自由に実験を行う形式をとったことで、実験後の感想では「自分で条件を考えながら実験することがとても楽しかった」という旨の記述が多く見られ、意欲的・主体的に実験に臨むことができたと考えられる。今回は参加者10名を2名1組に分けた少人数制での実験だったため、生徒から出てくる条件設定の希望にも細やかに対応することができたが、40人程度で実施している通常の授業において同内容を実施するには更なる工夫の検討が必要であると考えている。