

高等学校との連携による実験教材の検討

村田 一平

当センターの化学研究班では、高等学校における探究的な活動の充実をめざし、教員からのニーズを把握し、その求めに基づいて観察・実験の教材や学習プログラムの開発に取り組んでいる。今回、北海道釧路湖陵高等学校の佐藤友介教諭より、「溶液の性質」において、「限られた時間の中で行える」沸点上昇と凝固点降下の実験教材の検討について依頼があり、学習プログラムの開発とともに連携して取り組んだ。その実験教材の検討について報告する。

[キーワード] 学校との連携 マイクロスケール実験 沸点上昇 凝固点降下

はじめに

高等学校では、「化学の勉強は好きだ」という質問に肯定的な回答をした生徒の割合は、他教科及び理科の他科目に比べて低く、「化学の勉強は大切だ」という質問に肯定的な回答をした生徒の割合は約4割であった^{*1)}。

当センターの化学研究班では、児童生徒に化学の有用性を感じさせるとともに、科学的な思考力を育むための、観察・実験及び探究活動に関する教材や学習プログラムの研究を重点に掲げ、高等学校化学においては、観察・実験における教員のニーズを調査し、その結果に応じた教材や学習プログラムの開発に取り組んできた。

今回、北海道釧路湖陵高等学校の佐藤友介教諭より、同校で行っている「自己調整学習」をテーマとした授業研究において活用できる実験教材の検討について要望があった。項目としては「化学 第1編 物質の状態と平衡 3 溶液の性質」で扱われる「沸点上昇」と「凝固点降下」であり、「限られた時間(20分以内)の中で行える」というコンセプトのもと、連携して実験教材の検討と学習プログラムの開発に取り組んだ。

本報では、実験教材の検討について報告し、学習プログラムの開発については、本紀要p120～p123に佐藤友介教諭の報告として掲載した。

1 実験教材の検討

1-1 沸点上昇度の実験

A 実験の概要

今回のコンセプトが「限られた時間の中で行える」実験ということから、使用する溶媒や水溶液を少量として沸騰させる時間を短縮するよう工夫した、マイクロスケール実験を提案した。また、水溶液を用いるため、水のモル沸点上昇度は、 $0.52\text{K}\cdot\text{kg/mol}$ であることから、今回、試薬として調製した水溶液の濃度では、沸点上昇度の差は観察しにくいと考え、定量的な実験とせず、水溶液が沸騰する順序により、溶媒と溶液の性質の違いや、溶質の性質の違いにより沸点上昇度の傾向について考察できる構成とした^{*2)}。

B 実験の内容

準備 4 mol/kg尿素水溶液, 4 mol/kg塩化ナトリウム水溶液, 2 mol/kg塩化ナトリウム水溶液, グリセリン, ミクロチューブ (12×50), ビーカー (100 mL), 駒込ピペット, 沸騰石, 温度計 (200°Cまで測定できるもの; なくてもかまわない), ガラス棒, 目玉クリップ (幅4 cm, 幅5 cm), 輪ゴム, ガスバーナー, 金網, 三脚

方法

- 1 ミクロチューブを4本用意し、次のとおり水溶液や水を入れる。
 - ①：4 mol/kg尿素水溶液 1 mLをミクロチューブに入れる。
 - ②：4 mol/kg塩化ナトリウム水溶液 1 mLをミクロチューブに入れる。
 - ③：2 mol/kg塩化ナトリウム水溶液 1 mLをミクロチューブに入れる。
 - ④：水 1 mLをミクロチューブに入れる。
- 2 方法1の①～④それぞれに沸騰石を入れる。
- 3 ①～④から3本選び、図1のように輪ゴムで止める。
※選び出す3本は、班ごとに異なるようにし、①-②-④、①-③-④のいずれかにするのがよい。
- 4 方法3の3本のミクロチューブを目玉クリップ（幅4 cm）ではさみ、さらにそのクリップを目玉クリップ（幅5 cm）ではさむ。（図2）



図1 ミクロチューブを輪ゴムで止める



図2 ミクロチューブを目玉クリップではさむ

- 5 グリセリン約70mLを100mLビーカーに入れ、方法4の3本のミクロチューブを浸ける。
- 6 ガスバーナーで緩やか加熱し、ガラス棒でグリセリンをかき混ぜながらミクロチューブに入れた水溶液や水が沸騰する温度を測定し（温度計がない場合には測定しない）、また、沸騰する

順序を観察する。

※水溶液や水から大きめの泡が生じたときを沸騰したときとする。

※グリセリンは高温であるので、やけどをしないよう注意する。



図3 水溶液や水が沸騰する順序の測定

C 実験の結果

実験において、水溶液や水の沸騰する順序を測定したところ、表のようになった。

表 水溶液や水が沸騰する順序の測定

① 4 mol/kg 尿素水溶液	② 4 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液	③ 2 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液	④ 水
2	3		1
2		2	1
	3	2	1

この結果をもとに考察することにより、生徒はこの項目で学習する、希薄溶液の沸点上昇度について、

○希薄溶液の沸点上昇度は、溶質の種類に無関係である。

○希薄溶液の沸点上昇度は溶液の質量モル濃度だけに比例する。

（本実験では、沸点を測定していないので、沸点上昇度の大小関係だけを示している。）

また、

○同じ質量モル濃度でも、溶質の種類によって沸点上昇度は異なる。

ことの理解を促すことができる。

1-2 凝固点降下度の実験

A 実験の概要

凝固点降下度の実験では、佐藤教諭よりデータロガーであるイージーセンスビジョン (NaRiKa) を用いて、水溶液や水の、冷却時間と温度の関係や凝固点を測定し、その結果から凝固点降下がおこる原因について予想させたいというストーリーが提案された。そこで、実験に使用する水溶液や水の量、寒剤について検討した。実験に要する時間の関係から、水溶液や水の量を 5 mL とし、寒剤も砕いた氷約 100 g に塩化ナトリウム 30 g を加えたもの^{*3)}を用い、次の実験を提案した。

B 実験の内容

準備 塩化ナトリウム, 2 mol/kg 尿素, 2 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液, 1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液, 試験管, 駒込ピペット, ビーカー (200 mL), イージーセンスビジョン (NaRiKa), 温度センサ, 穴あきシリコン栓, 温度計 (-20℃まで測定できるもの; なくてもかまわない), ポリスチレン製トレー

方法

- 1 2 mol/kg 尿素 5 mL を試験管に入れる。
- 2 200 mL のビーカーに砕いた氷約 100 g を入れ、塩化ナトリウム 30 g を加える (寒剤)。
- 3 方法 2 のビーカーを逆さにしたポリスチレン製のトレーにのせ、寒剤の温度を測定するためスタンドに温度計を固定する。(温度計がない場合は、寒剤の温度は測定しない)

※温度計はビーカーの底につけない。

4 温度センサーに穴あきシリコン栓を付け、イージーセンスビジョンと接続させる。

5 イージーセンスビジョンを次のように設定する。

測定時間: 20分

測定間隔: 1秒ごと

グラフのY軸の表示幅: 20℃~-15℃

6 図のように、方法 1 の溶液に方法 4 の温度センサーを入れ、イージーセンスビジョンの測定を開始させる。

※過冷却の状態が続き、水溶液や水が試験管内で凝固が起こらない場合は、試験管を揺すったりする。

7 2 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液, 1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液, 水についても同様に行う。

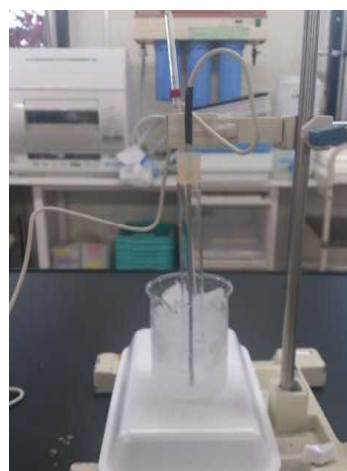


図 4 水溶液や水の、冷却時間における温度変化の測定

C 実験の結果

実験において、イージーセンスビジョンで水溶液や水の冷却時間と温度の関係を測定したところ、図 4 のようになった。

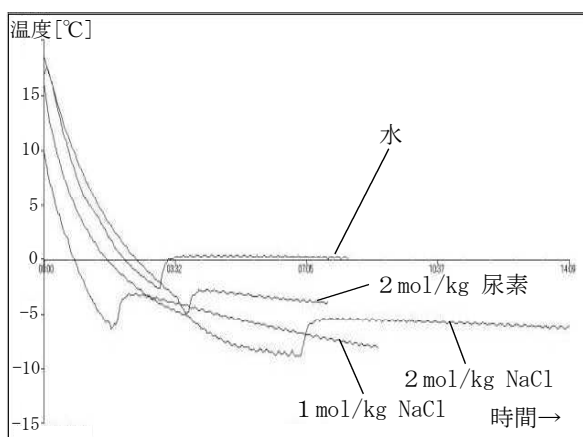


図5 水溶液や水における冷却時間と温度の関係（イメージセンシジョンで表示されるグラフを一部修正）

図5より、2 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液が凝固するまでの時間がかかっているのは、冷却条件の違いによるものと思われる。また、1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液と2 mol/kg 尿素水溶液の凝固点降下度がほぼ等しいことや、2 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液の凝固点降下度が1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液や2 mol/kg 尿素水溶液と比べて約2倍であった。

この結果をもとに考察することにより、生徒はこの項目で学習する、希薄溶液の凝固点降下度について、

- 希薄溶液の凝固点降下度は、溶質の種類に無関係である。
- 希薄溶液の凝固点降下度は溶液の質量モル濃度だけに比例する。

また、

- 同じ質量モル濃度でも、溶質の種類によって凝固点降下度は異なる。

この理解を促すことができる。

2 まとめ

この実験をもとに学習プログラムを開発し、実践した報告が本紀要のp120～p123に掲載されているが、その報告にある生徒の

感想からこの実験が有効であることがうかがえた。

今回、教員からの要望をきっかけに、連携を図りながら実験教材の検討を進めた。その際、どのような実験教材をデザインして欲しいかということが具体的に示されたことによって、方向性が明確になり、課題を共有しながら進めることができた。

多忙化する学校において、限られた時間を有効に活用し、「目的意識を持って観察、実験などを行い」「化学的に探究する能力と態度を育てる」ために、探究的な活動に取り組むことは、急務の課題であると考えられる。そのために、教員と当センターが連携を図りながら、教員のニーズに沿った実験教材や学習プログラムを開発し、授業で実践を行い、その実践結果をもとに改善を加え、さらにブラッシュアップさせるサイクルを構築していくことは、課題に対して有効な手だてと考える。

今後に向けて、実験教材に関して、さらなる要望の把握に努めるとともに、実験教材の検討において、ICTを活用しながら双方向で情報をやり取りできる効率的な方法を模索したい。

おわりに

今回、連携を図り、検討した実験教材を授業で実践していただいた、北海道釧路湖陵高等学校の佐藤友介教諭に感謝いたします。

参考文献

- 1) 国立教育政策研究所，平成17年度高等学校教育課程実施状況調査，2007.
- 2) 化学教育研究会編，授業に役立つ化学実験の工夫，pp. 20-21，大日本図書，1992.
- 3) 大阪府教育センターWebページ 理科実験ガイドブック「冷却と寒剤」 <http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rikal/jik-db/jik3-2.htm>

(むらた いっぺい 化学研究班)