

中学校理科における「気体の発生と性質」の教材開発

ーマイクロスケール実験によるアンモニアの噴水ー

柴田友美¹⁾，芝原寛泰²⁾

1) 京都教育大学理科領域専攻 rik81187@kyokyo-u.ac.jp

2) 京都教育大学理学科 shiba@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：マイクロスケール実験，アンモニアの噴水，気体の発生と性質

(受付：2012年2月21日)

I. はじめに

気体の発生と性質は，中学校理科の粒子分野における，「(2)身の回りの物質 ア物質のすがた(イ)気体の発生と性質」で扱われる。中学校学習指導要領解説理科編(文部科学省，2008)によると，「実験を通して気体の特性を見出すこと，実験の技能を身に付けること」が目標とされている。しかし学校現場で行われている実験は，教科書(戸田ほか，2005)の内容の確認にとどまっている場合が多く，考察の深まりが少ない。また，演示・グループ実験が主で，実験技能の習得に十分な環境であるとは言えない。

気体の学習では，それぞれの気体の発生と性質について生徒自身が実験を行い，自らの経験を通して理解できるような授業展開を可能にする教材が必要である。

本単元の中でも，特にアンモニアの噴水は，器具が大型で操作が複雑であることから演示実験で済ませる場合が多く，生徒が行う場合が少ない。そこで，アンモニアの噴水に焦点を当て，器具の小型化と操作の簡略化を行い，個別実験として学校現場で取り入れられる教材の開発を行った(柴田，2012)。

マイクロスケール実験(京都マイクロスケール実験研究会 web サイト参照)は，実験のスケールを従来に比して 1/5 から 1/10 に小さくし，使う薬品をできるだけ少なくする方法である。環境に配慮するグリーンケミストリー(荻野ほか，2002)の考えに基づく実験で，理科教育の分野に新しい実験方法を提供するものであると言える(芝原ほか，2011)。荻野ほか(日本化学会編，2003)は，実験をマイクロスケール化することで廃棄物の削減以外にも次のようなメリットがあると述べている。

1. 試薬の節減
2. 実験廃棄物の少量化
3. 省資源，省エネルギー
4. 安全性の確保：危険が少なく，事故が防止できる
5. 実験環境の改善
6. 実験時間の短縮
7. 経費の削減
8. 環境問題についての生徒の関心を深めることができる
9. 1 グループの人数が少ないので一人ひとりが積極的に実験に参加する

10. 少量しか使わないので、高価あるいは希少な試料を実験に使うことが可能

11. 小さいガラス器具は破損しにくい

以上のことより、マイクロスケール実験はグリーンケミストリーの考えである環境にやさしい実験を取り入れるだけでなく、実験を通して、環境に対する興味・関心を引き出すことが出来、環境を守っていく意識の向上にも繋がる。また、器具を小型化することで、器具の操作が簡略化され、グループ実験ではなく、個別実験が可能になる。そのことから、経験を通して深く事物・現象を捉えることが出来るようになるため、理科に対する興味・関心を引き出すことが出来る。そして、実験の経験もより多く積むことが出来る。

II. 実験器具

実験器具の全体図を図1に示す。試験管に、ステンレス製の注射針（先端は平ら）とガラス管を差し込んだシリコン栓を挿入する（図2）。フェノールフタレイン溶液入りの水を注入した20mLシリンジを、ステンレス製の注射針に差し込む（図3）。ガラス管には、21%アンモニア水を1mL注入した3mLシリンジを差し込む（図3）。

3mLシリンジに針が差し込んでいる（図3）のは、アンモニア水を湯浴した際に発生するアンモニアによって、ピストンが移動しないようにするためである。



図1 実験教材の全体図

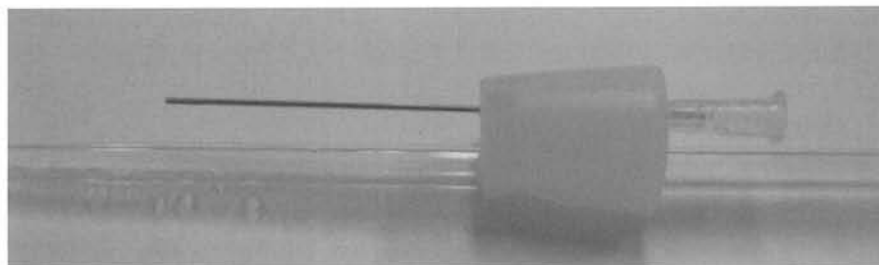


図2 注射針とガラス管を差し込んだシリコン栓の様子

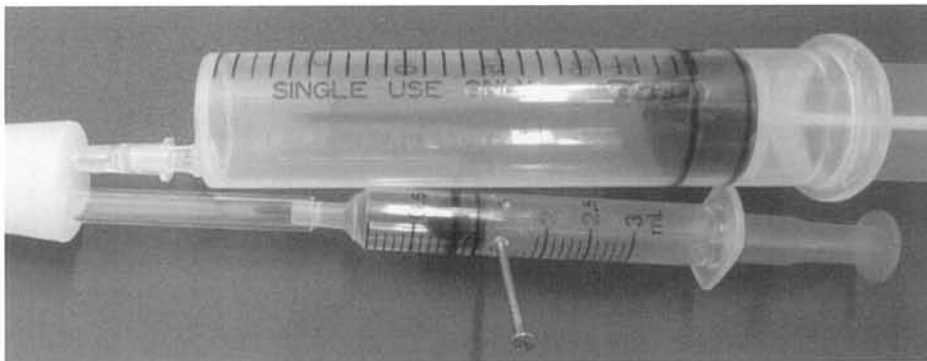


図3 シリンジに釘を差し込んでいる

Ⅲ. 教材実験

アンモニアの噴水実験について示す。以下の実験は、二人で一つの個別実験を想定している。

1. 準備物

3mL シリンジ, 20mL シリンジ, 試験管 (径 9mm, 長さ 180mm), シリコン栓, セラミックヒーター, ガラス管, ステンレス製注射針 (先端は平ら), 釘, アンモニア水 (21%), フェノールフタレイン溶液

2. 実験方法

- 1) 約 1mL のアンモニア水が入った 3mL シリンジをガラス管に差し込み, セラミックヒーターを用いて湯浴する。そして, 発生するアンモニアを上方置換で試験管に捕集する (図 4)。この時, 試験管内に充填するまで十分に捕集することが重要である。
- 2) アンモニアが試験管に充填したかは, ステンレス製注射針からのアンモニアの刺激臭により判断する。充填が確認出来たら, 熱湯から取り出し, フェノールフタレイン溶液入りの水を最大に吸い取った 20mL シリンジを, ステンレス製注射針に差し込む (図 5)。この時, 3mL シリンジは抜かずに差したままにする。
- 3) 20mL シリンジを軽く押し, 試験管に水を少量加える (図 6)。
- 4) 試験管に溜まっていたアンモニアが, 注入された水に溶け, 試験管内が減圧状態になる。そのため, 20mL シリンジが自然に押し上げられ (図 7, 8), シリンジ内の水も一緒に吸い上げられるので, 試験管内に水が勢いよく飛び出す。この水にはフェノールフタレイン溶液が含まれており, 試験管内のアンモニアと反応することで, 薄い赤色の液が溜まってくる (図 9)。

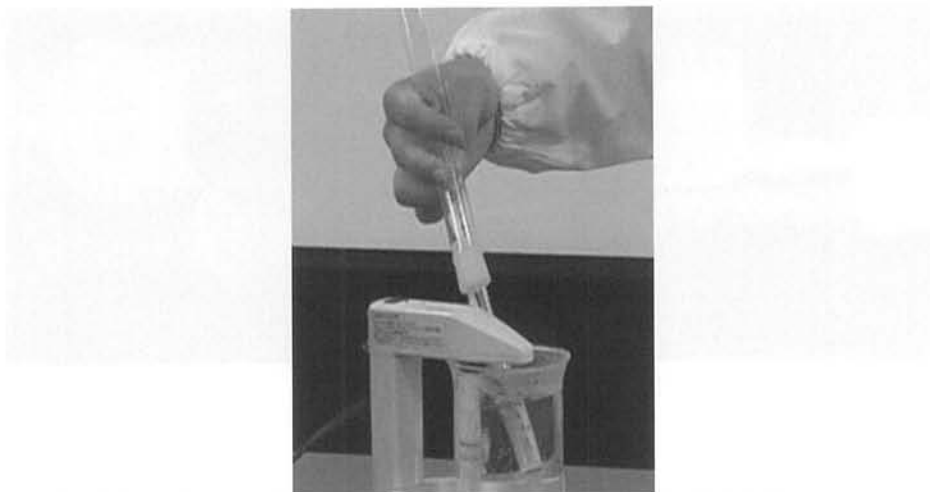


図4 アンモニア水を湯浴し、アンモニアを捕集する



図5 20mL シリンジを差し込む



図6 水を注入する

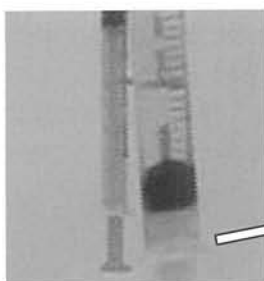


図7 シリンジが下がった状態

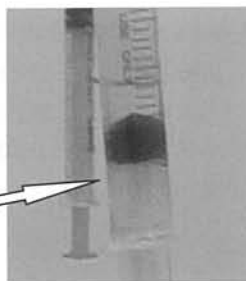


図8 シリンジが押し上げられる



図9 アンモニアの噴水

3. 実験結果

シリンジは高い気密性を持つため、水の中に浸けても、シリンジ内に水が浸入することはありませんでした。また、3mL シリンジを用いることで、直接ガラス管に差し込むことができ、発生したアンモニアが漏れることなく捕集できました。また、釘を刺したことにより、ピストンが押し下がることが出来なくなったため、発生したアンモニアは試験管にしっかりと捕集された。噴水は勢い良く噴射し、十分に噴水が起こり、約 20 秒間、持続して鮮明に観察できた。

実験器具が小さくなったことで、片手で実験器具を持てるようになり、スタンドなどがなくても十分に実験が行えた。そして、器具の付け替えがなくなり、刺激臭が漏れないことだけでなく、途中で行う操作が、20mL シリンジを差し込み、軽く押しこむだけになった。そのため、実験の際、時間的余裕を持つて行うことが出来た。また、フェノールフタレイン溶液入りの水を入れる容器をビーカーから 20mL シリンジにしたことで、通常実験で使うゴム球が必要なくなり、必要なフェノールフタレイン溶液入りの水も削減することが出来た。

しかし、釘を固定するために付けていたホットボンドが、熱湯に浸けることにより、溶け出し、釘がとれてしまった。そのため、新たな釘の固定方法を考える必要がある。

4. 考察

噴水が起こるのは、本教材の気密性が高いことによると考えられる。また、噴水が起こるまでの間、臭いが全く漏れない。そのため、シリンジの差し込み口からアンモニアの臭いが漏れ始めることを、試験管に充填したこととして確認できると考えられる。漏れ始めですぐに臭いに気付くことが出来るので、少量で安全であり、またアンモニアの刺激臭は

どのような臭いなのかを知ることが出来る。

実験室にある、安価な器具だけで出来る教材であること、個別実験を行えること、噴水の勢いや鮮明さ、そしてその持続力から本教材は授業の中で十分に取り入れることのできる実験であると言える。

実験器具のマイクロスケール化、実験操作の簡略化により、生徒一人でも、十分に実験を行える実験教材となった。そのため、生徒一人に一つの実験器具を用いた、個別実験による授業を行えると考ええる。

IV. まとめ

実際に授業でスムーズに行える教材にするためにも、中学校の現場での実践を行い、今後も改良していきたい。またこの教材を用いて、教科書の確認実験で終わらせるのではなく、自らの経験を通して学習する授業を展開し、そして自らで考え、解決を導く力をつけさせる授業作りに役立てたい。

文献

- 柴田友美 2012. 中学校理科における「気体の発生と性質」の教材開発 - マイクロスケール実験によるアンモニアの噴水 -, 京都教育大学卒業研究論文, 53pp.
- 芝原寛泰・佐藤美子 2011. マイクロスケール実験 - 環境にやさしい理科実験 -, 131pp, オーム社, 東京.
- 京都マイクロスケール実験研究会の web サイト
<http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~shiba/html-KMSchem/index.html/>
あるいはマイクロスケール化学実験グループの web サイト
<http://science.icu.ac.jp/MCE/>
- 荻野和子・拓植秀樹・竹内茂彌 2009. 環境と化学 - グリーンケミストリー入門 -, 230pp. 東京化学同人, 東京.
- 戸田盛和 ほか 47 名 2005. 新版中学校 理科 1 分野上. 大日本図書.
- 日本化学会編 2003. マイクロスケール化学実験. 45pp.
- 文部科学省 2008. 中学校学習指導要領解説 理科編, 149pp.
- ヴィクター・オーベンドラウフ 2007. SPP at ICU インスタント化学 (講演資料) .