



平成 28 年度 研究活動報告書 (概要)

研究課題名 あれば、一副題一	銅と硝酸との反応について 一大気汚染物質である窒素酸化物の生成反応について考える一		
研究分野	■化学物質(放射性Cs) □生物・バイオ ■環境 □その他		
研究チーム名 (人数) (高校名)	理科研究部 1 年チーム (3 名) 大阪府立千里高等学校		
研究メンバー (主要メンバーのみの記載可)	關 名 那 子 (1 年)	吉 村 雪 香 (1 年)	田 中 未 有 (1 年)
指導教員名 (担当教科)	松 浦 紀 之 (理 科)		
【活動概要】	(平成 29 年 1 月 21 日現在)		
1) 出前講義	<p>①日時：平成 28 年 7 月 14 日(木) 16:30～17:30 場所：大阪大学 本部事務機構棟 内容：REHSE 研究の研究課題設定について。 講師：百瀬英毅先生 (大阪大学)</p> <p>②日時：平成 28 年 8 月 20 日(土) 9:45～17:00 場所：京都大学大学院農学研究科 農学生命科学研究棟 内容：日本学術振興会(科研費)ひらめき☆ときめきサイエンス事業の「中国の環境汚染の解決へ、君はチャレンジできるか」に参加。環境汚染の実情やシミュレーションモデルについて学ぶことができた。 講師：稲村達也先生 (京都大学), TA(大学院博士後期課程, 千里高校卒業生)他</p> <p>③日時：平成 28 年 11 月 7 日 16:30～18:00 場所：大阪府立千里高等学校 化学講義室 内容：REHSE の研究内容の指導助言。大阪府生徒研究発表会でポスター発表した内容について、コメントを頂いた。 講師：百瀬英毅先生 (大阪大学)</p>		
2) 見学 一施設見学 一現場見学 等	<p>①日時：平成 28 年 8 月 27 日(土) 場所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所・関西センター 見学の目的：「産総研関西センター一般公開」の見学。最前線の科学研究の理解、及び、プレゼンの方法について学ぶことができた。千里高校 2 年生の先輩の発表も見学した。</p> <p>②日時：平成 28 年 11 月 5 日(土), 16 日(日) 場所：大阪市立大学 学術情報総合センター 見学の目的：「第 13 回高校化学グランドコンテスト」(全国大会)の見学。理科研究部 3 年生の先輩が「銅と濃硫酸との反応により生成する黒色物質の成分分析」の研究発表を行い、ポスター発表賞を受賞した。</p>		 <p>千里高校 2 年生の発表</p>

<p>3) 研究成果の発表</p>	<p>①日時：平成28年10月22日(土) 発表題目：銅と硝酸の反応について 発表の場：平成28年度大阪府生徒研究発表会 (大坂サイエンス・デイ) 発表形態：ポスター発表 発表者名：關 名那子(1年), 田中 未有(1年), 吉村 雪香(1年) 発表内容：主に、発生した一酸化窒素と二酸化窒素の分別定量をめざした実験装置の作成について。</p>  <p>②日時：平成28年12月24日(土) 発表題目：銅と硝酸との反応について 発表の場：第33回高等学校・中学校化学研究発表会 発表形態：口頭発表 発表者名：田中 未有(1年), 關 名那子(1年), 吉村 雪香(1年) 発表内容：①の内容に加え、硝酸の濃度の違いによる窒素酸化物の生成の割合について。</p> 
<p>4) その他の活動</p>	<p>REHSE研究に関連した活動以外に、理科研究部の活動として次の取組を行った。</p> <p>①校内文化祭出展(紙飛行機の滞空実験) 平成28年9月16日(土), 17日(日)</p> <p>②JSTさくらサイエンスプランによる台湾・国立中科実験高級中学生徒との研究交流 平成28年10月19日(水)～21日(金)</p> <p>③高分子学会 Web ページ(高分子未来塾)掲載の取材 平成28年11月21日(月)16:00～17:30 *REHSE研究に内容についても、Webで紹介された。</p>  <p>②台湾高校生との共同実験</p>  <p>②高分子学会の取材</p>
<p>5) 受賞等</p>	<p>①第33回高等学校・中学校化学研究発表会(日本化学会近畿支部)奨励賞 (平成28年12月24日)</p>
<p>6) 他の助成</p>	<p>該当なし</p>
<p>7) 研究課題を選んだ理由</p>	<p>大気汚染物質の一種である窒素酸化物は、実験室では銅と硝酸との反応から得られる。高校の教科書では、銅と濃硝酸との反応から二酸化窒素 NO₂ が発生し、濃硝酸の代わりに希硝酸を用いると一酸化窒素 NO が生成するとある。</p> <p>[銅と濃硝酸の反応] $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>[銅と希硝酸の反応] $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>同じ銅と硝酸を反応させているのに、なぜ硝酸の濃度によって生成物が違うのか? 先行研究によると、銅と硝酸との反応により NO₂ と NO の混合物が生成するらしい。そこで私たちは、銅と硝酸との反応から得られる窒素酸化物の生成条件について興味を持ち、実験で確かめようと思った。</p>

8) 成果概要

【本研究活動で得られた成果】

二酸化窒素 NO_2 は水に溶けやすいが、一酸化窒素 NO は水に溶けにくい。この性質の違いを利用して、 NO_2 と NO の分別定量をすることにした。

NO_2 は水に溶けると HNO_3 を生じるため ($3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$)、水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を用いた水上置換をすると、中和反応が起こって NaOH の濃度が減少すると考えられる。予備実験の結果、この NO_2 の NaOH 水溶液による水上置換を行うと、 NaOH の濃度が増加することを確認した。そこで、 NaOH 水溶液の濃度の変化より NO_2 の発生量を見積もった。なお、今回の実験方法では、空気中の二酸化炭素による中和反応で、水上置換で用いる水酸化ナトリウム水溶液が変化しないことを確かめている。

NO (銅と硝酸との反応で直接発生する NO と NO_2 と水との反応で生じる NO) は水上置換で捕集し、その体積を求めることにした。

3.00 g (0.472 mmol) の銅と 8.0 mL (0.10 mol) の濃硝酸 (60%) との反応を行った。水上置換で用いた NaOH 水溶液の濃度は 0.193 mol/L から 0.134 mol/L に減少し、160 mL の気体が捕集され、反応せずに残った銅板は 1.03 g (16.2 mmol) だった。 NaOH 水溶液の体積と濃度変化から見積もった NO_2 の生成量は、45.8 mmol であった。反応式の係数より、 NO_2 と水との反応で生じる NO は 15.3 mmol、また、 NO_2 発生のために反応した銅板は 22.9 mmol (1.46 g) となる。反応した銅板は 1.97 g (31.0 mmol) なので、 NO 発生のために反応した銅板は 8.10 mmol (0.514 g)、これより、銅と濃硝酸との反応で直接生じた NO は、5.42 mmol と見積もられた。これらの NO 生成量の合計は、水上置換により捕集された体積より多かった。この理由としては、反応容器からの気体の漏れや、他の窒素酸化物との平衡などが考えられるが、現在、原因を確認・検討している最中である。

一方、濃度を半分にした 30% 硝酸 16 mL (濃硝酸を用いたときと、含まれる HNO_3 の物質量は同じ) を用いて実験を行うと、 NO_2 の生成はほとんどなく、主に NO が生成していた。

【今後の展開、課題】

15% 硝酸の場合、反応時間が長くなり、気体が十分に発生しないことが分かった。私たちは、60% 硝酸と 30% 硝酸の 2 パターンしか実験結果が得られていないので、今後は他の濃度の硝酸を用いた実験を行いたい。また、今回した実験は全て銅過剰の状態に設定しているため硝酸過剰の状態での違いや、反応容器の水浴の温度を変えるなどして反応度の影響の有無など、条件を変えた場合の生成物の割合の違いを調べたい。

さらに、今回の実験で課題となった、窒素酸化物の生成量の理論値との違いの原因についても突き止めたい。