

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 5 年 6 月 18 日現在

機関番号：14602

研究種目：奨励研究

研究期間：2022～2022

課題番号：22H04247

研究課題名 スモッグチャンバーを用いた疑似光化学スモッグ生成反応の教材化

研究代表者

松浦 紀之 (Matsuura, Noriyuki)

奈良女子大学・附属中等教育学校・国立中等教育学校教諭

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要：フラスコ容器内に二酸化窒素と揮発性の有機化合物を入れ、紫外線を照射することで模擬光化学スモッグを生じさせた。これにレーザー光を照射するとチンダル現象が観察できたことから、目視によりスモッグが確認できる観察教材となった。また、疑似光化学スモッグ中に含まれるアルデヒドは、高校化学で学習するフェーリング液の還元反応を利用することで確かめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中学・高校生のための大気実験教材には、ザルツマン法による窒素酸化物や水酸化バリウムを用いた二酸化炭素の簡易測定があるが、光化学スモッグの生成過程を取り扱う例はほとんどない。本研究は、実際の大気中の複雑な反応過程について、目的の反応だけを切り離して実験・検討するもので、大気の現状を理解する教材として新規性がある。

研究分野：化学教育，錯体化学

キーワード：光化学スモッグ スモッグチャンバー アルデヒド チンダル現象

1. 研究の目的

我が国では、大気汚染の対策強化により窒素酸化物、硫黄酸化物等は減少傾向にあるが、光化学スモッグは減少していない。中学・高校生のための大気環境教材として、ザルツマン法による窒素酸化物や水酸化バリウムを用いた二酸化炭素の簡易測定があるが、光化学スモッグの生成を取り扱う例はほとんどない。そこで、本研究では自作のスモッグチャンバー内で大気反応の模擬実験を行い、疑似光化学スモッグの発生条件を検討する(図1)。生成したスモッグ中のアルデヒドの簡易な測定法を開発し、大気反応の理解を助ける中学・高校生向けの新規教材を作成する。

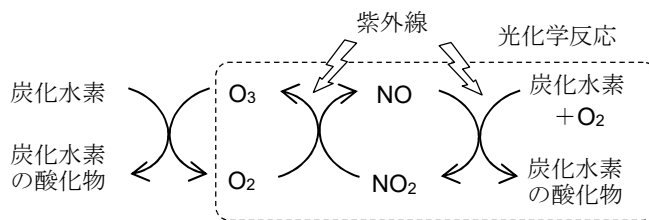


図1. 対流圏でのオゾン生成のメカニズム

2. 研究成果

大気中の化学変化は、野外での観察調査だけで理解することは難しい。そこで、スモッグの生成過程の理解を助ける実験教材の開発を行った。

(1) 模擬大気実験用のチャンバーとして、ガラス製の丸底フラスコを利用した。フラスコ内に一定量の二酸化窒素と揮発性の有機化合物(炭化水素)を入れ、これに紫外線を照射することで光化学反応を再現した。フラスコに直進性のあるレーザー光を照射すると、チンダル現象が観察された(図2)。これにより、目視により疑似光化学スモッグを確認できる観察教材となった。

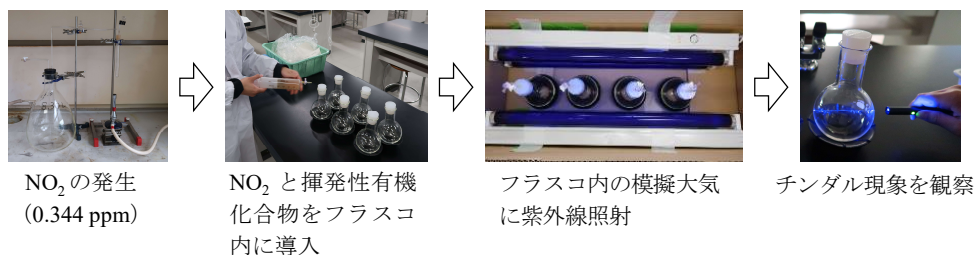


図2. 模擬光化学スモッグの生成実験

(2) 疑似光化学スモッグの生成過程で生じるアルデヒドは、高校化学で学習するフェーリング液(銅(II)イオンを含む)の還元反応を利用することで確かめることができた。しかし、生じたアルデヒドの量が少ないため、定量測定までは至っていない。一方、比較実験としてフラスコ容器内に導入した微量のホルムアルデヒドについて、アセチルアセトン法による比色分析により定量測定できることが分かった。この方法は高校生でも容易に取り組むことが可能である。

(3) 本研究に関連し、奈良県景観・環境総合センターの研究員の支援により、研究代表者が勤務する中等教育学校の理科クラブ生徒とともに、大気調査実践を行った。大気中のアルデヒド濃度の調査は、公定法である固相捕集-高速液体クロマトグラフ法(2,4-ジニトロフェニルヒドラジン含浸シリカゲルを充てんした捕集管を使用)により行った。これにより、大気環境の測定方法の理解を深めることができた。

以上の研究や活動により、大気反応の理解を助ける中学・高校生向けの実験教材を開発することができた。

これまで、中学・高校生向けの光化学スモッグの生成過程を取り扱う実験教材の例はほとんどなかったのは、「実験の難しさ」「大気中の化学反応の複雑さ」のためである。大気汚染物質には、大気中に直接放出されるもの以外に、大気中で化学変化によって生じる物質がある。本研究は、実際の大気中の複雑な反応過程について、目的の反応だけを切り離して実験・検討するもので、大気の現状を理解する教材として新規性がある。日本では大気汚染が改善されているものの、世界では大気汚染が深刻な地域も多い。生徒の大気汚染に対する国際的や視野を広げ、現状理解を深めることにも有効である。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 松浦紀之	4. 巻 62
2. 論文標題 奈良市東紀寺町における環境大気中のアルデヒド類の高濃度事例	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 奈良県高等学校理化学会会報	6. 最初と最後の頁 32-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松浦紀之
2. 発表標題 生徒の探究活動の支援と化学実験教材の開発
3. 学会等名 日本化学会東北支部第44回教師のための化学教育講座（招待講演）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松浦紀之
2. 発表標題 地方環境研究所との連携による高校生の大気環境の調査活動
3. 学会等名 日本化学会近畿支部第25回化学教育研究発表会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究で開発した実験教材，，探究学習の実践例として，研究代表者が担当する奈良女子大学の教職科目「中等教科教育法理科Ⅰ」「教職実践演習」の講義資料として活用した。

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------