

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：14602  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2021～2021  
課題番号：21H04128  
研究課題名 アクティブサンプラーを用いた光化学オキシダント測定法の教材化

## 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） 460,000円

研究成果の概要：青色色素のインジゴが大気中のオゾンにより分解されて退色する反応を利用した大気中の光化学オキシダント濃度の簡易な測定法を開発し、中学・高校生による大気調査の実践に耐えうる新規な教材を作成した。一定濃度のオゾンを含む模擬大気をインジゴ溶液に一定時間通じた。インジゴ溶液の吸光度の変化は、中性ヨウ化カリウム法から求めた模擬大気中のオゾン濃度と相関があり、通常大気中の光化学オキシダント濃度の測定に適していることが分かった。また、この手法を広く普及させるために、測定手法のさらなる簡易化および装置の廉価化を行った。これにより、生徒の大気調査の実践に耐えることが分かった。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

中学・高校生が行う大気測定では、ザルツマン法を用いた窒素酸化物の測定や水酸化バリウムを用いた二酸化炭素の簡易測定が行われているが、生徒が光化学オキシダント濃度の測定について取り組む例は少ない。本研究では、青色色素のインジゴが大気中のオゾンにより分解され退色する反応を利用した大気中の光化学オキシダントの簡易な測定法を開発し、中学・高校生による大気調査の実践に耐えうる新規な教材を作成した。

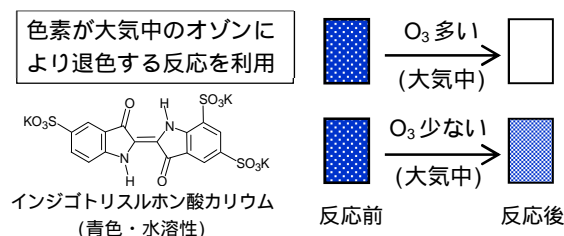
研究分野：化学教育，錯体化学

キーワード：オゾン 光化学オキシダント アクティブ法 インジゴ

### 1. 研究の目的

大気汚染の対策強化により、全国的に窒素酸化物、硫黄酸化物等は減少傾向がみられているが、光化学スモッグ（原因物質は光化学オキシダント、そのほとんどはオゾンである）は減少していない。中学・高校生が行う大気測定では、ザルツマン法を用いた窒素酸化物の測定や水酸化バリウムを用いた二酸化炭素の簡易測定が行われている。しかし、生徒が光化学オキシダント（オゾン）濃度の測定について取り組む例は少ない。

本研究では、青色色素のインジゴが大気中のオゾンにより分解され退色する反応を利用した大気中の光化学オキシダントの簡易な測定法を開発し、中学・高校生による大気調査の実践に耐えうる新規な教材とすることを目的とした。



### 2. 研究成果

申請者は既に、藍染にも用いられる青色色素インジゴの水溶液をろ紙に染み込ませたパッシブサンプラーを作成し、このサンプラーを用いて大気中のオゾン濃度を測定する教材（パッシブ法）を開発している。そこで、アクティブ法（吸引ポンプによって一定量の大气を吸引して、目的成分を捕集剤と反応させる方法）を用いた大気測定教材を作成した。

インジゴトリスルホン酸カリウム（インジゴ吸収液と呼ぶ）の青色溶液がオゾンによって退色する変化をアクティブ法と組み合わせた。オゾンを含む模擬大気を閉じ込めておくための実験用チャンバーは、塩ビパイプで 45 cm × 45 cm × 135 cm の直方体の枠を作り、ポリエチレンシートをかぶせて製作した。オゾン発生は、低圧水銀ランプを用いた。発生させたオゾンを含む空気をエアポンプでチャンバー内に送り込み、チャンバー内の小型扇風機で気体をかき混ぜて濃度を均一にしてから、気体取り出し口に付けたゴムチューブで気体を取り出せるように工夫した模擬大気実験装置を製作した。吸引管（50 mL 比色管で代用）、トラップ、吸引ポンプを組み合わせて、チャンバー内の気体を吸収液と反応させた。3 本の吸引管にインジゴ液 10 mL ずつ入れて直列につなぎ、オゾンを含む模擬大気実験装置から吸引ポンプで一定時間、模擬大気を吸引し、インジゴ液と反応させた。一定時間後の 3 本の吸収液の吸光度（600 nm）を測定した。この値と中性ヨウ化カリウム法から算出したオゾン濃度の値とは相関があり、インジゴ法により通常大気中の光化学オキシダント濃度の測定に利用できると考えた（光化学オキシダント注意報レベル：1 時間値 0.12 ppm 以上 0.24 ppm 未満）色素退色の定量化には、分光光度計により行った。さらに、この手法を広く普及させるために、装置の廉価化も検討した。熱帯魚用のポンプ（排出）の吸引式への改造、自作可能な簡易比色計やカラーチャートを作成し利用した。

短時間で何度でも測定できるアクティブ法の利点を生かし、本校生徒による奈良市のオゾン濃度の調査研究を試みた。事前の予備実験では、光化学オキシダント濃度の測定値を西部測定局（奈良県大気環境常時監視システム）の観測データと比較すると、1 時間ごとの濃度変化の様子がよく似ていた。これより、インジゴ法での測定が、学校周辺の大气中の光化学オキシダント濃度の変化を反映したものであると考えた。生徒による調査活動の候補日（8～9 月）について、光化学オキシダント濃度が低い日が続いたため、生徒による測定はできなかったが、上述の模擬大気実験装置を用いた測定を行い、教材としての有用性について検討できた。

のインジゴに加え、高校化学で学習するアゾ染料がオゾンによって分解する反応を利用して、大気中のオゾン濃度測定の可能性を検討した。プリリアントブルーFCF（青色 1 号）、プロモチモールブルー（BTB）、ニューコクシン（赤色 102 号）等、色素の水溶液とオゾンとの反応の結果、色素の種類によって退色や変色の程度が異なることが分かった。この原因は、色素分子のオゾンに対する安定性の違いのためである。これより、色素の種類を検討することで、数時間～1 日間の積算オゾン濃度の測定も可能となる。

生徒が大气や水などの環境に対する理解を深めるためには、実際に生徒自らフィールドワークを行い、現状を捉えることが大切である。本研究で開発する教材は、ポンプで吸引し短時間で簡単に測定できる点が優れている。本教材を用いた大気調査教材について、生徒の環境問題の現状の理解を深めることに有効であるかの検証が今後必要である。

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 53
2. 論文標題 大気中の光化学オキシダント濃度の簡易測定 - コロナ禍による世界の大気汚染改善をきっかけとした生徒の研究活動より -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本理化学協会研究紀要	6. 最初と最後の頁 19-22
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1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松浦紀之
2. 発表標題 大気中の光化学オキシダント濃度の簡易測定 - コロナ禍による世界の大気汚染改善をきっかけとした生徒の研究活動より -
3. 学会等名 令和3年度全国理科教育大会オンライン大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名