

大気汚染物質を捕まえろ

－大気中の光化学オキシダント濃度の測定実験－

2年B組 福留 菜月

2年C組 廣谷 美羽

指導教員 松浦 紀之

1. 概要

2020年4月、世界中で新型コロナウイルス感染拡大予防のため経済活動が縮小し、これにより大気がきれいになったというニュースを観た。大気汚染物質の一つである光化学オキシダントの主成分はオゾンであることを知り、大気中のオゾン濃度の測定法に興味を持った。オゾンを含む模擬大気実験装置を用いて、中性ヨウ化カリウム法により測定すると、模擬大気の吸引時間とヨウ素の生成量は比例していた。これより自分たちの方法で大気中のオゾン濃度の測定ができることが分かった。また、中性ヨウ化カリウム法とインジゴ水溶液を用いた方法（インジゴ法）を比べると、比例の関係になり、インジゴ法でも大気中のオゾン濃度の測定が可能であることが分かった。

キーワード 大気汚染 光化学オキシダント オゾン 大気測定

2. はじめに

新型コロナウイルス感染予防による緊急事態宣言で学校が休校の間に、テレビニュースを観ていると「世界の大都市で大気汚染が大幅に改善されている」という報道があった。なぜ大気がきれいになったのだろうか。新聞やインターネットのニュースを観てみると、世界では新型コロナウイルスの対策としてロックダウンをしており、様々な社会活動が止まっていることを知ったり。工場なども操業が停止し、また道路の交通量も減っているために、排気される汚れた気体が減り、空気がきれいになったようだ。

興味を持ったので調べてみると、日本でも以前は大気汚染が深刻で100 m先も見えなかった時代があったことを知った

2)。このような問題点を改善するために、大気汚染防止法³⁾という法律が整備され、工場や学校、家庭などでも環境を汚染しないように取り組んでいった。その結果、大気汚染は改善されていった。日本の大気汚染物質の変化をみてみると、工場や発電所、一部の自動車などから排出される窒素酸化物や硫黄酸化物は減少している。しかし、光化学オキシダントは大きくは減少せずに、大気中の濃度は横ばいである(図1)⁴⁾。

光化学オキシダントの主成分はオゾンであり、濃度が高くなると目やのどへの刺激や視力の低下などの影響があるそうだ。世界では、光化学オキシダントの濃度が日本以上の国や地域が多いと理科の先生がおっしゃっていた。大気汚染によ

る苦しみは2度と起きて欲しくない。

私たちは、大気汚染が改善されていない光化学オキシダントについて興味を持ち、その主成分のオゾンの性質を実験により確認し、大気中のオゾン濃度を求める実験を行った。

3. オゾンによる色素の脱色反応

3. 2 実験

(1)簡易放電装置の製作

文献の方法を参考にして製作した⁵⁾。ゴム栓に安全ピンを2本貫通させて、安全ピンの両側に高電圧電源のリードを接続した。電源アダプター用のコネクタは、高電圧電源装置(東京エコネット MODEL SWH-6028)と接続させた。プラスチック製のケースにゴム栓の先端に貫通させた注射針をケースと水平になるように取り付け付けた。ゴム栓に試験管を取り付け、注射針に100 mLのプラスチック注射器を取り付けた(図2)。

試験管内に空気(または酸素)が入った状態で、安全ピン2本とプラスチック注射器の針を差したゴム栓で栓をした。注射器のピストンを引いて試験管内を減圧して、2本の安全ピンの間を放電させてオゾンを発生させた。

(2)簡易放電装置を用いた色素の分解実験

様々な色素の0.1~0.5%の水溶液を作り、これにオゾンを触れさせて溶液の色に変化があるか調べた。色素の水溶液が2 mLの入った試験管を簡易放電装置につなげて、オゾンを発生させた。試験管を簡易放電装置から取り外して、ゴム栓をしてよく振り混ぜた。実験の前後の色素の水溶液の色の変化を観察した。

3. 3 結果と考察

私たちは、初めにオゾンの性質を調べるための実験を行った。書籍には、オゾンは有機物を分解する働きがあると書いてあった⁶⁾。また、浄水場の水の消毒にも用いられているようだ⁷⁾。私たちは小学生の時に、アサガオの花びらやムラサキキャベツの色素を水に溶かして取り出す実験をしたことを思い出した。このとき、1日経ったら、花びらやキャベツの紫色は薄くなってしまった。これは色素が分解したためだ。オゾンが有機物を分解する働きがあるならば、色素も分解されるはずだ。大気中にオゾンがあるのなら、オゾンが色素の色を薄くするのではないだろうか?色素は色がついているので、色の変化より分解の程度が分かると考えた。

オゾンを人工的に発生させるには、「無声放電法」「電気分解法」「紫外線を利用する方法」があることが分かった⁸⁾。クラブの先輩に尋ねると、「高校化学の授業ではオゾンを無声放電によって発生させる」とのことだった。しかし、オゾンは毒性が強いため、高濃度なオゾンを大量に発生させると危険そうだ。先生に相談した結果、簡易放電装置を製作して、これを用いて発生させることにした。

文献を参考にして製作した簡易放電装置について、放電後の試験管の口にヨウ化カリウムデンプン紙を近づけると青色になった。これはオゾンが生成している証拠である。

化学準備室にあった色素を用いて水溶液をつくり、この水溶液2 mLを試験管に入れた。簡易放電装置を用いて試験管内にオゾンを発生させたあと、よく振り混

ぜた。結果は、色素の色は薄くなったり、変色したりした(図3)。私たちが考えた仮説が正しいということが分かった。よく観察すると、色素によって色の脱色のしやすさにも違いがあることも分かった。

4. 大気中のオゾン濃度の測定

水溶液の pH の測定は、pH 試験紙と pH メーターHORIBA B-711 を用いた。溶液の吸光度の測定は、分光光度計 Shimadzu UVmini1240 を用いた。

4. 1 実験

(1) 観賞魚用エアープンプの吸引型エアープンプへの改造

インターネットや文献の方法を参考にして、観賞魚用のエアープンプを吸引ポンプに改造した⁹⁾。ホームセンターで購入したエアープンプ(GEX e-AIR 4000WB)¹⁰⁾のケースを開けて、2個付いているゴムのキャップ(ダイヤフラム部分)を外した。その内側にあるプラスチック製の弁を逆さまにして取り付け、再びゴムのキャップをもと通りに取り付けた。

(2) 模擬大気実験装置の製作

模擬大気を閉じ込めておくチャンバーは、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¹¹⁾。

オゾン発生は、低圧水銀ランプ(セン特殊光源 SL5DH, 3 W)を用いた。気体乾燥塔の内部に設置した低圧水銀ランプを点灯して、オゾンを発生させた。このオゾンを含む空気をエアープンプでチャンバー内に送り込み、この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。

4. 3 結果と考察

(1) 光化学オキシダントとは何か

光化学オキシダントの主成分はオゾン(化学式は O_3)である。大気中に存在するオゾンには、「成層圏オゾン」と「対流圏オゾン」と呼ばれる2つがある¹²⁻¹⁴⁾。成層圏オゾンは「良いオゾン」、対流圏オゾンは「悪いオゾン」とも呼ばれているようだ。オゾンといえば「オゾン層」として私たちのからだを紫外線から守ってくれ、また、浄水場の水の消毒などにも使われているので、良いイメージがあった。しかし、悪いオゾンである対流圏オゾンは、身近に存在しており、濃度が高くなると鼻やのどへの刺激、視力の低下などの悪影響がある^{15,16)}。

対流圏オゾンは、主に大気中の酸素 O_2 と窒素 N_2 とが車のエンジンやボイラー内部の高温に触れることで生じた排気ガス中の一酸化窒素 NO が、酸素 O_2 と反応して二酸化窒素 NO_2 となった後、波長 310 nm 以下の紫外線を吸収して分解し、そのあと酸素 O_2 と反応して生じる。

(2) 模擬大気実験装置の製作

大気中のオゾンの濃度を調べる前に、実験室内でオゾンを含む模擬汚染大気をつくり、この大気中のオゾンの量の測定を行うことにした。これは、一定の量のオゾンを含む大気を準備することで、いつでも同じ条件でオゾン濃度の測定実験ができると考えたからだ。

初めに模擬大気実験装置を製作した。塩ビパイプで作った直方体にポリエチレンシートをかぶせたチャンバーを用意し

た。低圧水銀ランプを点灯して、オゾンが発生させ、このオゾンを含む空気を観賞魚用のエアープンプでチャンバー内に送った。チャンバー内には小型扇風機を置いて、気体をよく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チューブからオゾンを含む模擬大気を吸引した。気体の吸引は、観賞魚用のエアープンプを改造（排出ポンプを吸引ポンプにした）したものを用いた。オゾンの発生は低圧水銀ランプをアルミホイルで覆うことで調整した。装置の製作といった工作は、とても楽しい作業だった。屋内にあるので、天候に左右されずに実験することができたので、嬉しかった。

(3) オゾン濃度の測定方法

オゾンの濃度を調べる方法を調べてみると、いろいろとあることが分かった（表1）。クラブの先輩や顧問の先生と相談した結果、中性ヨウ化カリウム法を使ってオゾンの量を求めることにした。理由は、他の方法は特別な装置が必要であり、簡単には取り扱えないからだ。

(4) 中性ヨウ化カリウム法による大気中のオゾン濃度測定の挑戦

中性ヨウ化カリウム法とは、溶液中で起こる化学反応を利用したものだ。化学実験に興味があって、サイエンス研究会に入部したので、本格的な化学実験ができることになり、とてもワクワクした。

中性ヨウ化カリウム法が記載されている実験書を参考にした^{17, 18)}。ヨウ化カリウムの白色の結晶を緩衝液とよばれるpHを一定に保つことができる溶液に溶かした（ヨウ化カリウム吸収液と呼ぶ）¹⁹⁾。ヨウ化カリウムとオゾンとの反応によって

生じたヨウ素は、薄い褐色である。この色の濃さは、分光光度計を用いて測定することにした（352 nmの波長のときの吸光度を測定した）（図4）。この方法は精度の高い方法と言われており、紫外線吸収法による高価な装置も、実はこの中性ヨウ化カリウム法での測定値を基準に校正されているとのことである。

顧問の松浦先生が以前に指導された先輩たちの文献を参考にして吸尿管、トラップ、吸引ポンプを組み合わせて、大気を吸収液と反応させる装置を自作した（図5）¹¹⁾。吸尿管には50 mLの比色管を用い、吸尿管には大気の吹き込みノズルとして外径6 mm（内径3.5 mm）のガラス管を差し込んだ。さらに吸尿管のノズル先端の内径を加熱して引っ張ることで直径1 mmと細くした。これは、小さな泡が吸収液中で発生し、吸収液との接触面積が大きくなるようにして測定するためだ。大気中のオゾンをも十分にヨウ化カリウム吸収液と反応させるための工夫である。

比色管にヨウ化カリウム吸収液10 mLを入れ、観賞魚用のエアープンプを改造した吸引ポンプで吸引することにした（70 Lビニール袋内の空気の吸引時間を測定の結果、吸引能力は2.0 L/分だった）。模擬大気実験装置（オゾンを一定量含む模擬大気）を吸引ポンプで10分、20分、30分、40分と吸引し、それぞれの吸収液の吸光度を測定した（生じたヨウ素の量が分かる）。

実験の結果は、模擬大気の吸引時間と生じたヨウ素の量のグラフが直線に近くなった（図6）。これよりオゾンにより発

生したヨウ素の量は、吸引時間と比例の関係があることが分かった²⁰⁾。公式^{21,22)}に代入すると、模擬大気実験装置内のオゾン濃度は約 0.240 ppm だった。

(5) 青色色素インジゴを用いたオゾン濃度の測定（インジゴ法）

公定法である中性ヨウ化カリウム法で、実験がうまくいったので、私たちはヨウ化カリウム吸収液の代わりに青色色素のインジゴの水溶液（インジゴ吸収液と呼ぶ）を用いて同様の実験を行うことにした（インジゴ法²³⁾。インジゴは食用色素の青色 2 号やジーンズや藍染めの染料としても使われており、安全面に配慮することができる。

青色のインジゴはオゾンによって分解して色が薄くなることが分かったので、退色の程度を溶液の色の濃さを調べることのできる分光光度計を用いて測定した（インジゴの吸収スペクトル測定より、600 nm の吸光度を測定することにした）（図 7）。中性ヨウ化カリウム法と同様の方法で、模擬大気実験装置内のオゾン濃度を測定した結果、中性ヨウ化カリウム法と比較して比例関係があったので、色素を利用して大気中のオゾン量の測定に使えることが確認できた（図 8）。

(6) 大気中のオゾン濃度について

環境省が運営している大気汚染物質広域監視システム「そらまめくん」の web ページには、過去の大気汚染物質の濃度の 1 時間あたりのデータが保存されていることを顧問の先生に教えて頂いた²⁴⁾。そこで、このデータをダウンロードしてグラフを描いてみた。

大気中の光化学オキシダント濃度は、

毎日、毎時間一定の値だと思っていた。2020 年 7 月の 1 ヶ月間のデータを比較してみると、光化学オキシダント濃度は 1 日の中で高くなったり低くなったりしていることに驚いた（図 9）。この変化には、何か規則性があるのだろうか。

そこで、午前 0 時～午後 12 時までの 24 時間を横軸にして、7 月の 31 日分の測定データを重ねてみた。すると、どの日も光化学オキシダント濃度は、夜間が低く、昼間が高い値であった。とくに午後 2 時～5 時頃の測定値が最も高いことが分かった。これは、日射や気温と関連があるのではないだろうか。

(7) 大気中のオゾン濃度測定

学校（奈良市東紀寺町）で 2020 年 8 月 29 日に中性ヨウ化カリウム法とインジゴ法とで大気中のオゾン濃度の測定を行うことにした。測定場所は学校内で風通しの良い校舎の 2 階で行い、窓の外 1.0 m のところに大気の吸引口を設置した。

奈良県大気環境常時監視システムの web ページには、奈良県内の各測定地点での大気測定の結果が公開されている²⁵⁾。奈良県内の大気の測定局はたくさんあった（図 10）。その中で光化学オキシダントの測定を行っている測定局は限られていた。学校がある奈良市では、西部大気汚染測定局（奈良市百楽園四丁目 奈良市立青和小学校地内）があるが、学校からの距離が少し離れているため、参考として天理大気汚染測定局（天理市丹波市町 天理市立丹波市小学校地内）のデータとも比較した。

測定の結果、学校での光化学オキシダント濃度の測定値は、奈良西部測定局の

観測データと比較すると、1時間ごとのオゾン濃度の変化の様子がよく似ており、学校での測定値が周辺の大気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られる（図 11）。

また、8月31日に再測定を行った。この結果も奈良西部測定局の1時間ごとのオゾン濃度の変化の様子と似ており、私たちの方法で、短時間に起こる細かな濃度変化が波形に敏感に反映しているようで、我々の測定値は十分満足できることが分かった。

5. まとめ

私たちの健康に影響を及ぼすオゾンの性質を知るため、まず、オゾン発生の仕組みについて調べた。これをもとにして、実際に簡易放電装置を製作してオゾンを発生させた。オゾンが有機物を分解することを知り、色素を利用して、オゾンが色素を分解し脱色することを確認した^{26,27)}。

次に、色の変化でオゾンとの反応の程度を調べ、数値化したいと思った。大気中の光化学オキシダント濃度は、公定法である中性ヨウ化カリウム法により測定できる。そこでオゾンを含む模擬大気実験装置を用いて、中性ヨウ化カリウム法により測定すると、模擬大気の吸引時間とヨウ素の生成量は比例していた。これより自分たちの方法で大気中のオゾン濃度の測定ができることが分かった。

また、ジーンズの染色や藍染めに用いられる青色色素のインジゴがオゾンによって青色が退色する現象を用いて、大気中のオゾンの濃度の測定が可能か実験に

より確かめた。結果、インジゴ水溶液でも大気中の光化学オキシダント濃度の測定が可能であることが分かった。

さらに、インジゴ水溶液を用いて実際の大気中の光化学オキシダント濃度を1時間おきに測定すると、大気環境常時監視システムでの奈良西部観測局の測定値と同じような傾向があった。

6. 今後の展望

大気の測定を自分たちの手で行うことによって、大気汚染の問題を身近に感じることができる。測定によって得たデータを共有することで、広域の大気環境の現状がわかり大気汚染改善がより一歩前に進む。模擬大気実験装置を用いると、室内で安全に高い濃度のオゾンを発生させられるので、オゾン濃度が高い場所の大気を再現することができる。

本研究は、第64回日本学生科学賞中央最終審査において、文部科学大臣賞を受賞した。

参考文献・注釈

- 1) 読売新聞オンライン, 2020年3月2日の記事.
- 2) 本間慎監修, 環境学習に役立つ!わたしたちの地球環境と天然資源4 空気, 新日本出版社, 2018, pp.24-25.
- 3) 大気汚染防止法は, 昭和43年6月に制定された。
- 4) 環境省「大気環境モニタリング実施結果」のデータから, グラフを作成した。
<https://www.env.go.jp/air/osen/monitoring.html> (2020.7.15 検索)

- 5) 西田哲也, 東レ理科教育賞受賞作品集, 2013, 25.
- 6) 伊藤泰郎, オゾンの不思議 毒と効用のすべて, 講談社, 1999, pp.54-73.
- 7) 東京都水道局 web ページ
<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/>
 (2020.8.31 検索)
- 8) 宗宮功, オゾンハンドブック, サンヨー書房, 2004.
- 9) 中島哲人, 高校生による PM2.5 に関する研究—捕集装置づくりと測定事例—第 7 回環境教育講演会要旨集(2014 年 8 月 19 日), 日本化学会化学会館, 13, 2014.
- 10) 使用した観賞魚用のポンプはジェックスのイーエアー4000WB で, 吐出口は 2 か所, 強弱調整ダイヤル付きのため, 気体の流量が調節できる。取扱説明書には吐出量の目安(無負荷時)として 0.5 ~ 2.0 L/分となっている。
- 11) 榮, 橋本, 中性 KI 法による光化学オキシダント濃度の測定装置の製作, 第 6 回高校化学グランドコンテスト要旨集, 2009, pp.42-45.
- 12) 島崎達夫, 地球の守護神 成層圏オゾン, 講談社ブルーバックス, 1989, 50-52.
- 13) 成層圏オゾンは, 地表から 20~30 km 上空の成層圏に存在しており, 太陽から地球に届く生物に有害な短波長領域の紫外線を吸収する。このオゾン O₃ は, 酸素分子 O₂ が波長 240 nm 以下の紫外線を吸収し分解した後, 周囲の酸素 O₂ と反応することで生成される。
- 14) 対流圏オゾンは, 主に大気中の酸素 O₂ と窒素 N₂ とが車のエンジンやボイラー内部の高温にふれることで生じた排気ガス中の一酸化窒素 NO が, 酸素 O₂ と反応して二酸化窒素 NO₂ となった後, 波長 310 nm 以下の紫外線を吸収して分解し, そのあと酸素 O₂ と反応して生じる。
- 15) 光化学オキシダント注意報は, 光化学オキシダント濃度の 1 時間値が 0.12 ppm 以上で, 気象条件からみて, その状態が継続すると認められる場合に, 大気汚染防止法第 23 条第 1 項の規定により都道府県知事等が発令する。光化学オキシダント警報は, 警報各都道府県等が独自に要綱等で定めているもので, 一般的には, 光化学オキシダント濃度の 1 時間値が 0.24 ppm 以上で, 気象条件からみて, その状態が継続すると認められる場合に都道府県知事等が発令する。
- 16) 大気の汚染に係る環境基準について, 昭和 48 年 5 月 8 日環境庁告示 25 号.
- 17) 化学実験テキスト研究会, 図解・化学実験シリーズ 5 環境化学, 1993, 76-79.
- 18) 杉原英俊, オゾンの基礎と応用, 光琳, 1996, pp.137-170.
- 19) 文献 18 の方法で行った。0.10 mol/L リン酸水素二ナトリウム Na₂HPO₄ とリン酸二水素カリウム KH₂PO₄ がそれぞれ 0.10 mol/L の濃度で溶けた 1% のヨウ化カリウム KI 水溶液。
- 20) 中性ヨウ化カリウム法の化学反応式

$$\text{O}_3 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$$
 ヨウ化カリウムデンプン紙を用いたオゾンの検出と同じ反応。1 分子のオゾン O₃ から, 1 分子のヨウ素 I₂ が生じる。中性ヨウ化カリウム法はリン酸緩衝液を加え pH を 7 付近に保ったヨウ化カリウム KI 水溶液に, オゾン O₃ を含んだ一

定量の大気を通じ、オゾン O_3 とヨウ化カリウム KI とを反応させるというもので、反応後の溶液中のヨウ素濃度を測定することで、反応した大気中のオゾン O_3 の量を求めることができる。

21) 環境庁企画調整局研究調査課，環境測定分析参考資料，第 3 分冊 大気汚染分析の測定技術，1978，201-105.

22) 参照溶液は、未反応の吸収液を用いた。オゾン濃度の計算に用いたヨウ素標準液は、0.317 g のヨウ素 I_2 に 1.6 g のヨウ化カリウム KI を加え、イオン交換水で溶解し 100 mL とした後、この溶液を吸収液で希釈してヨウ素濃度を 1.0×10^{-5} mol/L に調製したものを用いた。大気中のオゾン濃度 c (単位 ppb) は次式により算出した。

$$c = 2404 \times A / (A_B \times V)$$

A : 試料溶液の吸光度,

A_B : 標準溶液の吸光度

V : 吸引大気の体積を $20^\circ C$, 1.013×10^5

Pa に換算した値 (単位 L) (文献 21)

23) インジゴ吸収液 : 0.077 g のインジゴトリスルホン酸カリウムにイオン交換水 50 mL, リン酸 0.1 mL を加えて溶解させた後、体積を 100 mL にした (インジゴ保存液)。この溶液を 2.0 mL とり、リン酸二水素ナトリウム 1.0 g, リン酸 0.7 mL を加え、イオン交換水 50 mL を加えて溶解した後、体積を 100 mL にした (インジゴ吸収液) (文献 18)。

24) 環境省大気汚染物質広域監視システム「そらまめくん」として公開されている。<http://soramame.taiki.go.jp/> (2020.8.31 検索)

25) 奈良県大気環境常時監視システムとして公開されている。

<https://nara-taiki.jp/> (2020.8.31 検索)

26) 松居正樹, 佐藤吉彦, 柴田勝喜, 高瀬福巳, 繊維学会誌, 1978, 34, 81.

27) 高橋信之, 中井敏博, 佐藤芳夫, 水環境学会誌, 1996, 19, 306.

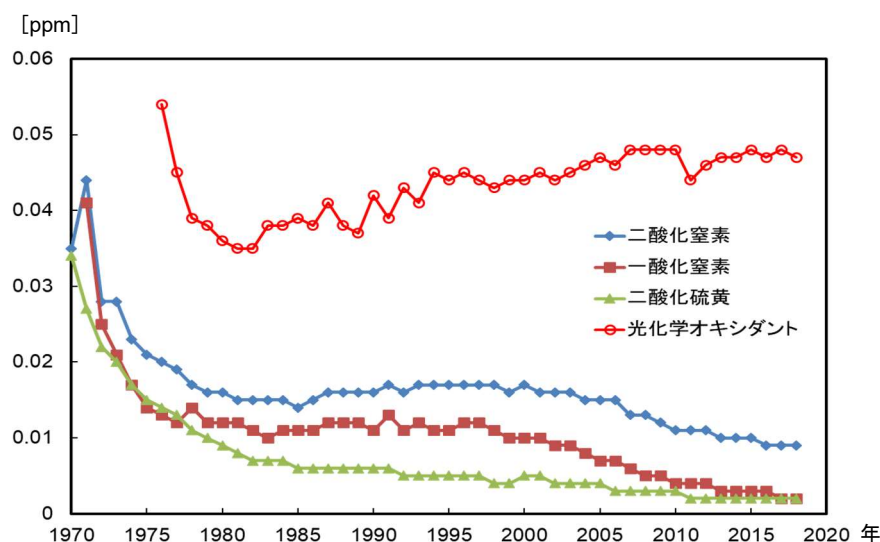


図 1. 日本の主な大気汚染物質の濃度変化 (環境省「大気環境モニタリング実施結果」⁴⁾のデータを利用して私たちがグラフを作成した)

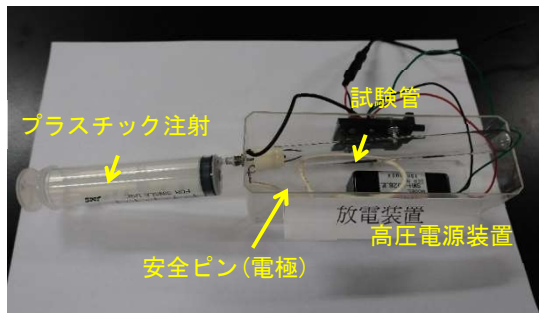
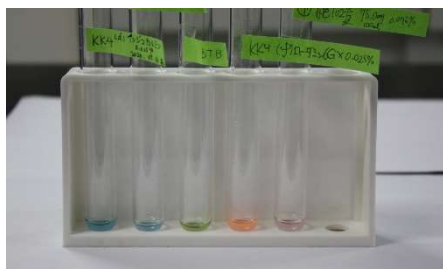


図2. 実験2. 2(1)で製作した簡易放電装置⁵⁾



オゾンと反応



インジゴ 赤色102号
BTB 青色1号
ローダミン6GX

図3. 実験の様子 (左: 実験前, 右: オゾンと反応させた後)

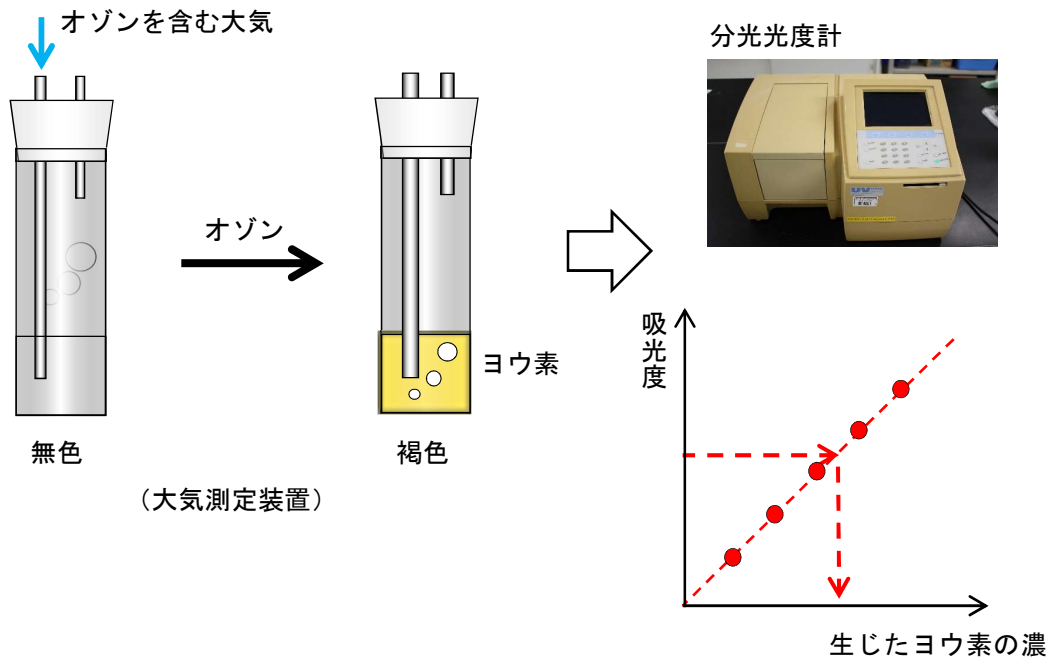


図4. 中性ヨウ化カリウム法によるオゾン濃度の測定の原理

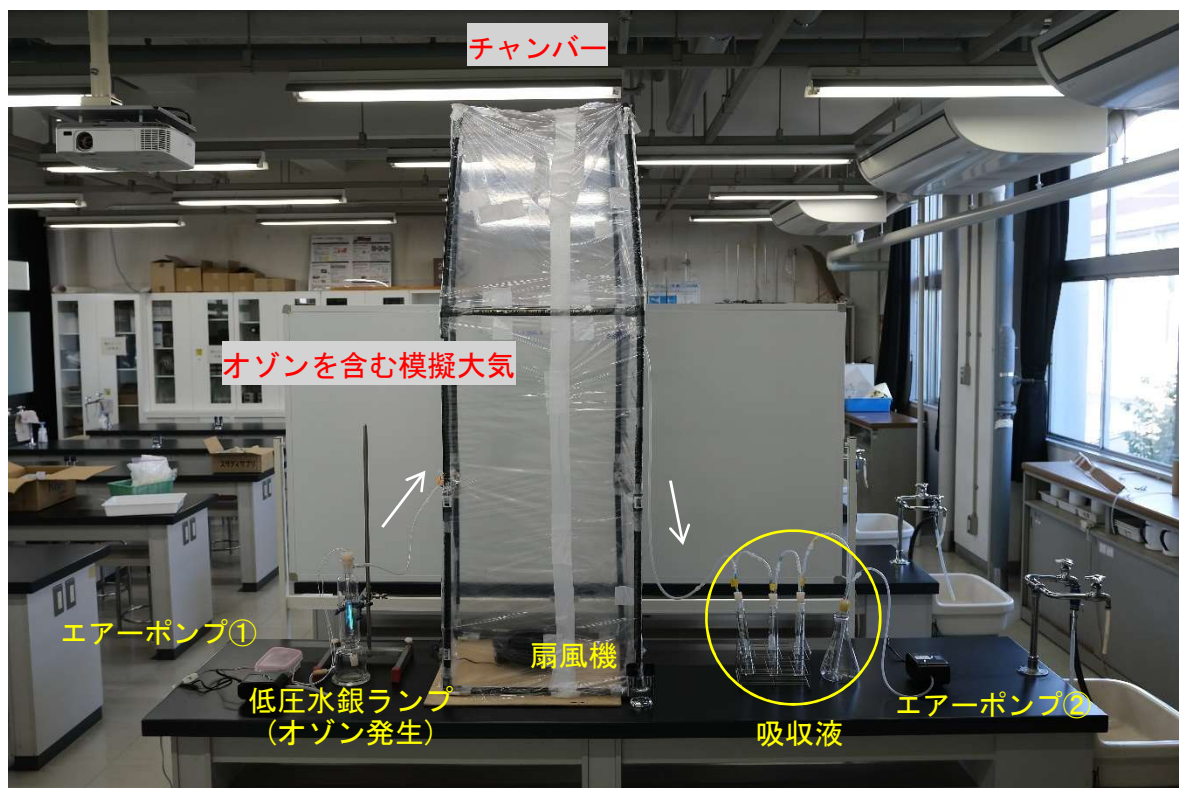
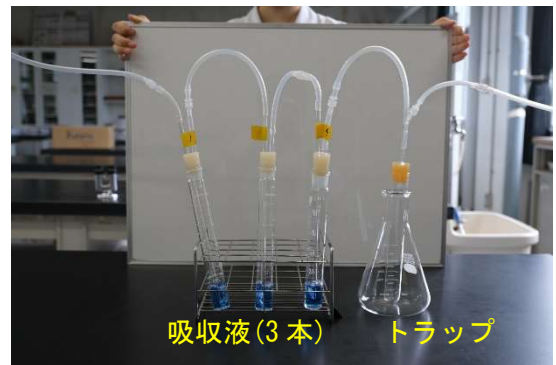
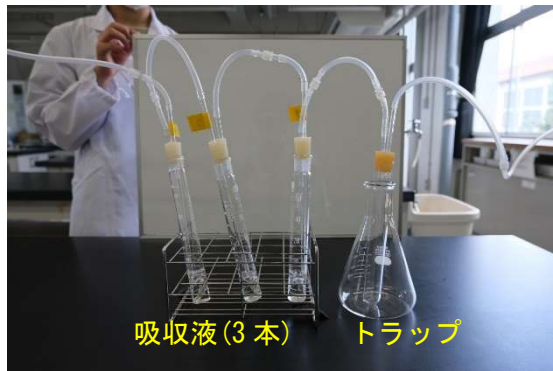


図5. 模擬大気実験装置の仕組み¹⁾

低圧水銀ランプで発生したオゾンは、エアープンプ①(排出)でチャンバーへ。チャンバー内には扇風機があり、かき混ぜて一定量のオゾン濃度になるようにした。エアープンプ②(吸引)で模擬大気を吸引すると、吸収液(3本あるのは、オゾンと確実に反応させるため)と反応する。

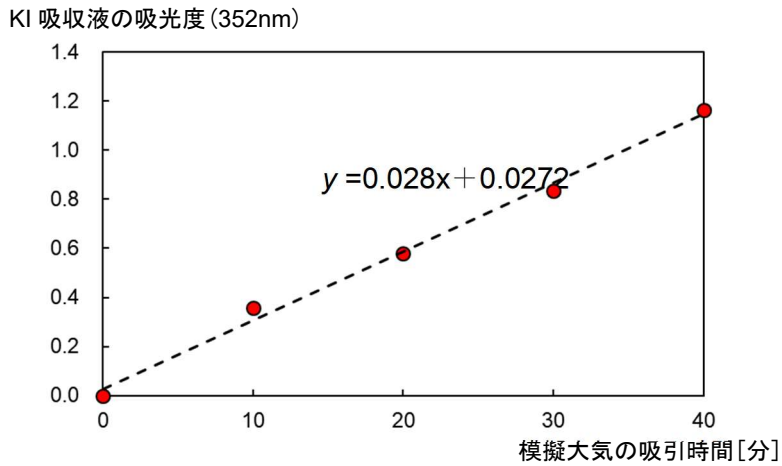


図 6. 中性ヨウ化カリウム法による測定結果 (縦軸はヨウ化カリウム吸収液の吸光度, 横軸は模擬大気の吸引時間)

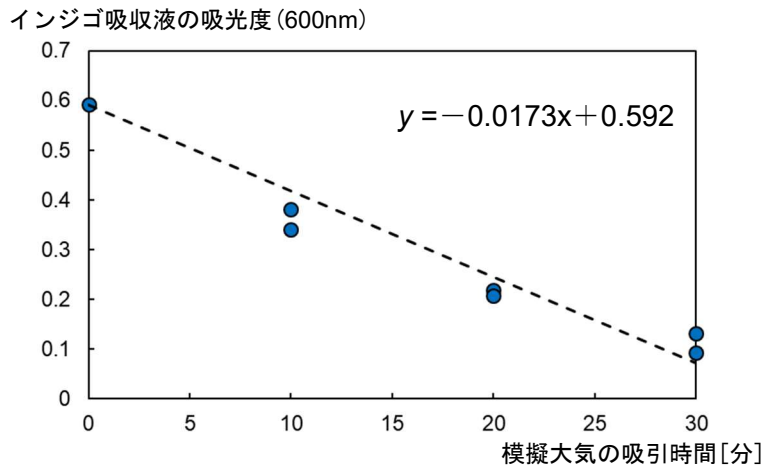


図 7. インジゴ法による測定結果 (縦軸はインジゴ吸収液の吸光度, 横軸は模擬大気の吸引時間)

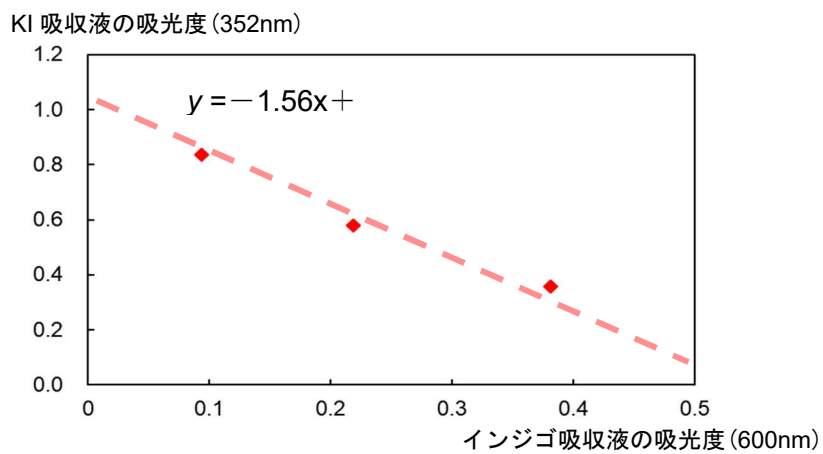


図 8. 中性ヨウ化カリウム法とインジゴ法との比較 (縦軸はヨウ化カリウム吸収液の吸光度, 横軸はインジゴ吸収液の吸光度)

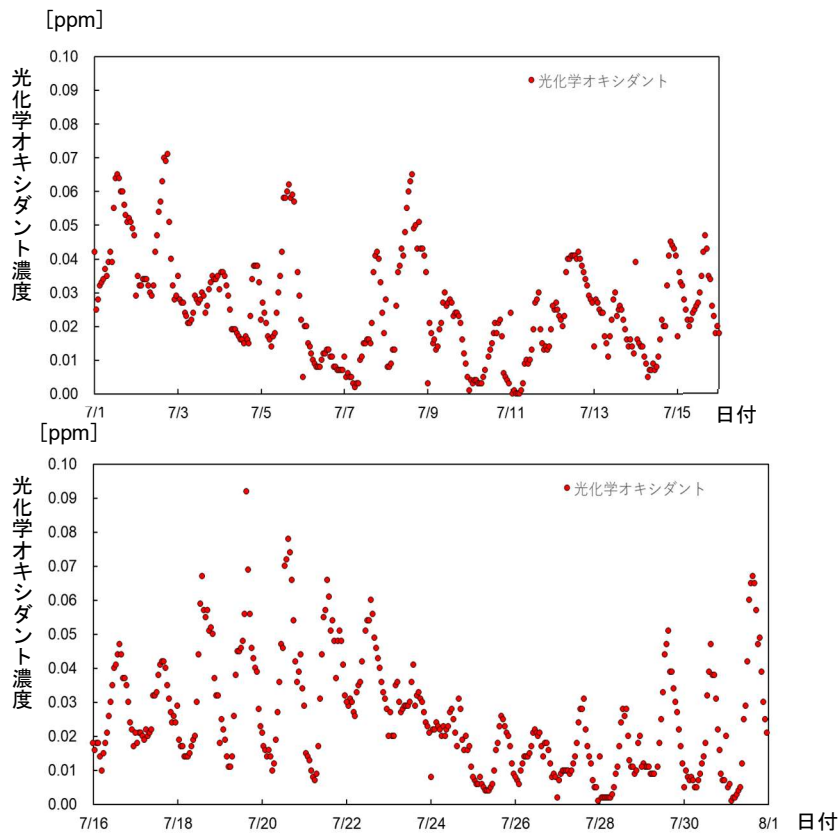


図9. 2020年7月の1ヵ月間の奈良市の奈良西部測定局での光化学オキシダント濃度測定値の変化（上図は7月1～14日，下図は7月15～31日）

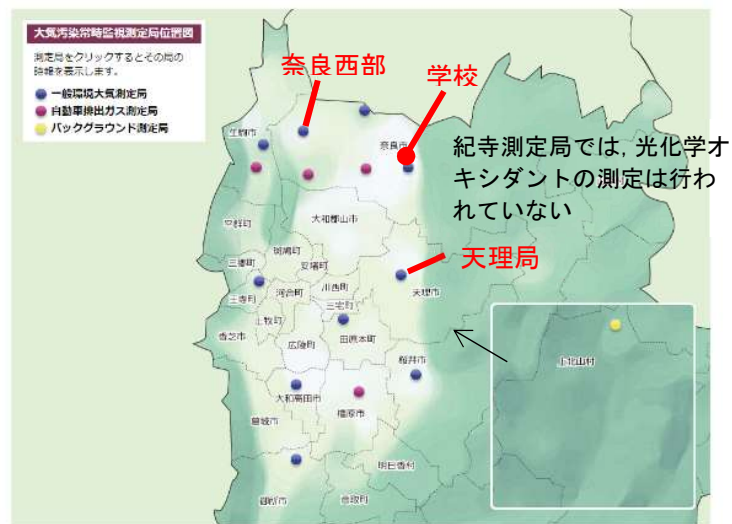


図10. 奈良県の大気汚染常時監視局の位置（地図は、奈良県大気環境常時監視システムのweb ページより <https://nara-taiki.jp/index.php>）

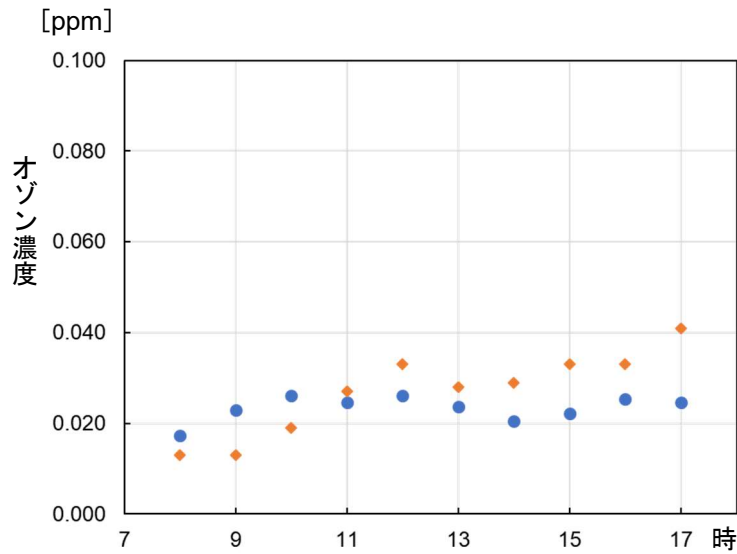


図 11. 2020 年 8 月 29 日の大気中のオゾン濃度の測定結果

● インジゴ法による測定

◆ 奈良県大気環境常時監視システムの値 (奈良西部観測局)

この日は珍しく夕方以降に光化学オキシダント濃度が高くなっている。13:00~16:00 頃まで曇っていたのが原因かもしれない。

表 1. いろいろな大気中のオゾンの量を調べる方法

測定法	原理
中性ヨウ化カリウム法	大気中のオゾンとヨウ化カリウム KI が反応して (KI が酸化されて), ヨウ素 I ₂ が生成するので, この I ₂ の量を調べることで, オゾンの量を見積もる方法。
化学発光法	大気中のオゾンと物質とが反応するときの発光を検出して, オゾン量を見積もる方法。
紫外線吸収法	オゾンの吸収スペクトルの極大値である 254 nm の波長の光の量を調べることで, オゾン量を見積もる方法。
半導体法	オゾンによって半導体の薄膜表面を反応させ (酸化させ) ると, 薄膜表面の抵抗値が変化するので, その変化量からオゾン量を見積もる方法

補足：光化学オキシダントの公定法は、2006 年までは中性ヨウ化カリウム法だったが、2006 年からは紫外線吸収法に変更された。宗宮功「オゾンハンドブック」サンユース書房(2004)を参考にまとめて。