



NEWS

Vol.129 Autumn 2024-10



本社／工場

～環境を守るテクノロジー～ 文化財の保存対策 ～パッシブインジケータ開発の歩み～

美術館・博物館等の文化財施設では、展示室や収蔵室等の建材コンクリート、フローリングや壁の合板、内装部材等からアンモニアや有機酸をはじめとする様々なガスが発生し、それらが文化財の金属部分や染料・画材等に作用して劣化・変色を引き起こすため、それらの発生源の抑制や空気質の管理が必須になっています*。有害ガスは10億分率(ppb)という非常に低濃度のオーダーで文化財に影響を及ぼし、施設の新築、並びに改修後の汚染調査や展示開設後の経時変化のモニタリング等のために、それらのガス濃度を測定する必要があります。従来、アンモニア及び有機酸の測定には、変色試験紙、または公定法である分析機器が用いられ、特に、変色試験紙は安価で簡便性に優れておりますが、試験紙上でアンモニアと有機酸が中和して変色が見られないことや試験紙自体が劣化して変色する等の課題があり、一方、公定法はサンプリング後の分析時間と機器等のコストを考慮すると実用的ではありませんでした。また、測定の誤操作等で文化財を損傷してはならないため、ガラスくずや液体等を扱わない方法が望まれ、変色試験紙に替わるデバイスが求められておりました。

当社には、変色により直感的にガスを検知できる、分子の自然拡散を利用した、採取用ポンプ不要の長時間検知管(パッシブドジチューブ)があります。これをヒントに検知部をガラス管に充填する形からシート状に変更して反応面積を低減し、ばく露時間を増大して更なる高感度化を目指した簡易測定デバイスの検討が始まりました。有害ガスの指標濃度として、東京文化財研究所が推奨するアンモニア30 ppb、及び酢酸170 ppbを参照し、指標濃度のガスにばく露した時に目視で変色を識別するのに要する時間と感度、また、実用面で許容される測定時間の上限(約7日間)を踏まえ、測定時間4日間(96時間)として検討が進められました。アンモニアと有機酸は互いに干渉する性質があるため、各々の除去シートの検討も併せて行い、最終的に検知シートの前段に除去シートを配置した二段構造とすることで干渉の回避に成功しました。こうして2008年、置くだけで測定できるパッシブインジケータCID-3(アンモニア用)とCID-80(有機酸用)が開発され、実用化されました。これらは、インジケータを開封設置してから4日目に完全に変色し

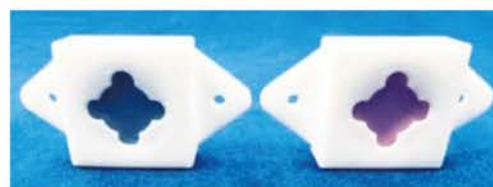
ているか否かで、指標濃度のガスに文化財がばく露されたか否かを判定するもので、半定量的な用途となりますが、ppbオーダーのガスを拡散式により比色検知する技術を確立することに成功しました。

その後、より明瞭な変色の要望が高まり、インジケータの抜本的な改良を施し、また、インジケータを縦置き又は固定できる新型アタッチメント、測定後にインジケータの変色を撮影しばく露濃度を数値化するアプリを併せて開発しました。そして2023年、変色がより鮮明になり、アタッチメントの併用で視認性が更に向上した新パッシブインジケータCID-3B、CID-80Bとしてリニューアルしました。これらは有害ガスの汚染調査や日常的な監視に加え、有害ガスの吸着シート材の除去性能の確認や研究等、様々な用途に活用されております。労働環境に留まらず、人類の財産とも言える大切な文化財を守るために、これからも技術の開発に邁進してまいります。

* 佐野千絵、吉田直人 監修：「美術館・博物館のための空気清浄化の手引き(平成31年3月改訂版)」独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所(2019)。

※パッシブインジケータCID-3及びCID-80は、株式会社内外テクノス、大阪ガスケミカル株式会社、及び弊社の共同で開発されました。

※パッシブインジケータCID-3B及びCID-80Bは、株式会社内外テクノス、太平洋マテリアル株式会社、及び弊社の共同で開発されました。販売のお取扱いは、太平洋マテリアル株式会社で行っております。



有機酸用 CID-80B アンモニア用 CID-3B
アタッチメントに装着し縦置きしたパッシブインジケータ



展示ケース内での測定イメージ(展示施設改修時)

パッシブインジケータ変色読取りアプリによる濃度測定システム

美術館・博物館等の文化財に影響を及ぼす有害ガスの簡易測定デバイスであるパッシブインジケータ CID-3B(アンモニア用)及び CID-80B(有機酸用)は、測定箇所に所定の時間置き、その時間が経過した時のインジケータの変色具合を色見本カードと比較して、有害ガスによるばく露の有無を判定するものです。他方、変色の確認が目視によるため、作業者が異なると判定にバラツキが生じる恐れがありました。この度、ばく露の判定精度の向上を目的に、従来からの汚染状況等の確認や吸着シート材の性能評価、また、それらに関連した諸研究等への活用を目指して、インジケータの変色画像を撮影して自動でばく露濃度を算出できる、画像解析技術を用いたアプリケーションの開発を検討いたしました。

画像解析技術は、デジタル画像撮影装置を用いて画像の表色系データから定量する方法¹⁾を参照しました。CID-3BとCID-80Bでは、旧製品からの改良によりインジケータの変色が円形の検知シート全体からシート中央部に変更され、原色との比較が可能になっております(写真1)。そこで、変色前後の色度をそれぞれ数値化してその差分(色差)を求め、それとばく露ガス濃度の関係性について解析を試み、色を数値化する方法の一つである $L^*a^*b^*$ 表色系のデータ解析ソフトを独自に組み込んだデジタル端末を用いて検討しました。アンモニア用インジケータ CID-3Bの検討例として、インジケータに30ppbアンモニアガスを96時間連続ばく露した際の任意の時間経過毎の変色を撮影し解析したところ、赤緑系の補色次元 a^* と黄青系の b^* のデータに対応したプロットの位置が、ばく露時間の経過とともに一定の関係で変化することが分かりました(図1参照:横軸 a 、縦軸 b)。次に、インジケータの1回の撮影で同時に得られる原色と変色の各々の表色系データを基にそれらの色差を求め、ばく露ガスの時間加重平均濃度との関係を解析したところ、両者間に直線性の関係を有することが分かりました。このことから、画像撮影によるばく露濃度の定量が可能になりました。写真2は、解析ソフトのアプリケーションをインストールしたスマートフォンの操作画面の一例になります。

また、実際にばく露ガスの濃度を精密分析法(液体捕集-イオンクロマトグラフ分析法)により分析し、開発したアプリで得られたガス濃度と比較したところ、その差は±25%以内となり、本アプリケーションがばく露ガスの濃度を確認する手法として十分な性能を有することを確認しました。

パッシブインジケータと本アプリケーションを併用することで、より正確なばく露の判定に、また、文化財保護、収蔵環境の空気質管理の更なる研究に活用されることが期待されます。

引用文献：1) 稲川有徳ほか：RGB スペクトル変換法によるスマートフォン画像を利用した比色分析法の開発, BUNSEKI KAGAKU, Vol.69, No.12, p.693-706, 2020.

※パッシブインジケータ CID-3B 及び CID-80B は、株式会社内外テクノス、太平洋マテリアル株式会社、及び弊社の共同で開発されました。パッシブインジケータの販売ならびに本アプリケーションのお取扱い、太平洋マテリアル株式会社で行っております。

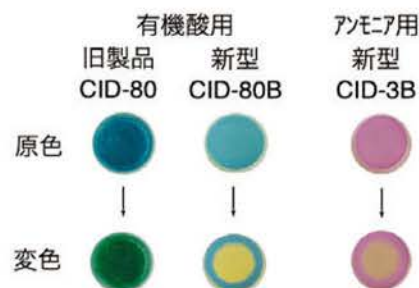


写真1 インジケータの原色と変色

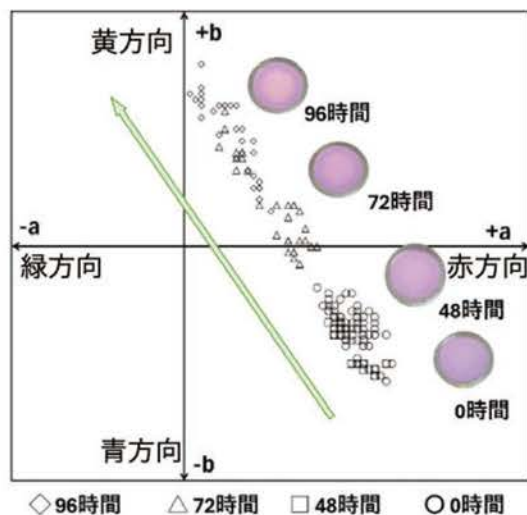


図1 アンモニア用インジケータ CID-3B におけるばく露経過時間と色度の変化



写真2 アプリの操作画面
(アンモニア用インジケータCID-3B解析時)

動画紹介

センサー式 酸素・二酸化炭素測定器 GOCD-2を用いた理科実験動画

酸素・二酸化炭素測定器 GOCD-2は、小学校や実験教室等の理科授業において、酸素及び二酸化炭素の濃度を同時に測定する機器として Bluetooth® 無線技術を搭載し 2023 年に販売を開始しました。また、GOCD-2 の測定結果をタブレットなどの端末に同時に表示し、データ共有機能「みんなの掲示板」の設定により他の実験班のデータも一覧で表示するなど、データの共有化や閲覧ができる無料の専用アプリの配信も始めております。

これに合わせ、主な対象実験の「燃焼の仕組み(物の燃焼)」「人の体のつくりと働き(人の呼吸)」「生物と環境(光合成)」について、操作手順・測定方法、及びタブレットとアプリによる測定データの活用事例の動画を実験の種類毎に制作し、当社ホームページ上で配信しております。

実験動画の具体的な内容は「物の燃焼」では、ろうそくに火をつけることで、ろうが気化して空気中の酸素と反応して燃え、一方、ろうに含まれる炭素が酸素と化合して二酸化炭素になり、その結果、酸素濃度が減少し二酸化炭素濃度が増加することを確認します。「人の呼吸」では、呼吸により空気を吸い込み、それに含まれる酸素が体内で代謝され、これより生じた二酸化炭素を吐き出し、その結果、酸素濃度が減少し二酸化炭素濃度が増加することを確認します。「光合成」では、植物の葉が太陽の光を受けて二酸化炭素を吸収し、葉緑体で二酸化炭素と植物が取り込んだ水が反応してデンプンと酸素が産生されて酸素を排出し、その結果、二酸化炭素濃度が減少し酸素濃度が増加することを確認します。

実験の細かい操作やアプリによるデータの効果的な活用を、より円滑に行うための補助材料としてご活用いただけます。

実験動画シーンの例



物の燃焼



人の呼吸



光合成

GOCD-2 製品情報 →

<https://www.gastec.co.jp/product/school/detail/id=4969>



当社の動画チャンネルサイトからも →
ご覧いただけます。



学会・展示会情報

●第63回 日本労働衛生工学会・第45回 日本作業環境測定協会学術大会

会期：2024年10月16日(水)～10月18日(金)

会場：北九州国際会議場(北九州市)

URL：<https://joha-org.jp/gakkai.html>

<https://www.jawe.or.jp/kosyu/kenkyu.html>

●令和6年度 福岡県産業安全衛生大会

会期：2024年10月25日(金)

会場：大牟田文化会館 大ホール(福岡県大牟田市)

URL：https://f-higashirouki.jp/publics/index/1/detail=1/b_id=3/r_id=259/

●analytica China & labtech China Congress

会期：2024年11月18日(月)～20日(水)

会場：上海ニューインターナショナル エキスポセンター(中国上海)

URL：<https://www.analyticachina.com.cn/en>

●IEEE SENSORS 2024(米国電気電子学会 SENSORS 大会)

会期：2024年10月20日(日)～23日(水)

会場：神戸ポートピアホテル

URL：<https://2024.ieee-sensorsconference.org/>

●緑十字展 2024 in 広島

会期：2024年11月13日(水)～15日(金)

会場：広島県立広島産業会館(広島市)

URL：<https://gce.nep-sec.jp/>

●2024年 室内環境学会学術大会

会期：2024年11月29日(金)～12月2日(月)

会場：北海道大学 学術交流会館(札幌市)

URL：<https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/siej2024>

※上記の学会・展示会には、当社も出展しております。ご来場の際は、当社ブースにもお立ち寄りください。

なお、開催の詳細につきましては、主催者にご確認ください。

2024年5月に長野県軽井沢～群馬県草津及びその周辺で行われた都立立川高等学校のスーパーサイエンスハイスクール*フィールドワークに同行させていただきました。フィールドワークでは物理、化学、生物、地学の4分野について探究が行われ、化学分野においては、火山地帯や温泉源泉における有害ガス成分、高地での気圧と沸点の関係、酸性河川の中和のしくみ等のプログラムが組まれ、検知管やガス警報計を用いて硫化水素、酸素、二酸化炭素等の濃度測定も行われました。例えば、草津白根山腹の殺生河原では強い腐卵臭で充満しているにもかかわらず、硫化水素は0.2ppmほどで、臭気に対する濃度の低さを体感し、また、高地での酸素濃度の測定を通して、普段、意識しない気体の全圧と分圧、濃度の関係について考察を深める機会となりました。研修全体を通し専門性の高い学習と考察を重ね、生徒たちの充実した姿が印象に残りました。

検知管等のガス計測器についても科学の探究活動に効果的に活用され、大きな励みとなります。今後も、弊社の「目に見えないガスを簡便に見える化」する技術を進歩させ、より多くの分野でお役立ていただける製品の開発に取り組んで参ります。

営業課 田中 勇気

*スーパーサイエンスハイスクール(SSH)：将来の国際的な科学技術人材の育成を図るため、文部科学省が科学技術、理科・数学教育に関する研究開発等を行う高等学校等として指定するもの。



青葉山展望台(見晴台)にて



山田峠北駐車場にて

Q&A

Q：検知管と真空式気体採取器を用いて、使用環境や吸引回数等が基準と異なった条件で測定した場合、どの様に補正するのでしょうか。

A：①温度(または湿度)、②吸引回数、③気圧の順に、使用した検知管型式の取扱説明書に記載されている補正係数を読み値に乗ずるか、取扱説明書の補正表、または換算スケールを用いて読み値を補正します。

検知管は20℃及びガスの相対湿度50%、標準気圧(1013hPa)において基準吸引回数の試料ガスが採取された条件において目盛付けされており、周囲環境や吸引回数等が基準と異なる条件で測定した場合には補正が必要になる場合があります。

検知管の型式により、温度または湿度が変わると検知管内の対象ガスの物理吸着量等が変化し、変色層の長さが増減するものがあり、その場合、読み値を補正する必要があります。温度補正は、補正係数、または補正表(読み値と真値(補正值)の関係を表にしたもの)等で表記されており、他の補正を先に行うと補正表が使用不可となるため、はじめに温度補正を行います。

吸引回数の補正は、基準吸引回数に対して吸引回数を変えて目盛範囲外の濃度を測定した場合に行います。大部分の型式では補正係数を読み値等に乗じて補正します。(一部の型式では換算(補正)スケールを用います)。

気圧が変わると雰囲気ガスの全圧と対象ガスの分圧が変化するため、反応量が増減して変色層の長さが増減します。気圧の補正は、測定時の気圧が標準気圧から大きく外れており(±10%超えが目安)、作業環境測定等において、標準気圧における値に換算する必要がある場合に行います。その場合「気圧補正係数=1013÷測定点の気圧(hPa)」より補正係数を求め、これを読み値等に乗じます。

なお、例えば酸素濃度の測定等において、高地(気圧が低い環境)で測定し、海拔0m相当の濃度(全圧のみ海面(海拔0m)とした場合の濃度)を知る必要がある場合、変色は対象ガスの分圧(量)に相応して得られたものであり、一方、目盛は標準気圧(海面大気)のものであるため、読み値は既に海拔0m相当の値を示しており、補正は不要になります。気圧補正の有無については、測定の目的に拠り判断します。

※これらの補正を自動で計算する、検知管自動補正Webアプリ「GASTEC-Calc」を当社HPから配信予定です。検知管と併せてご活用いただけます。

ガステックニュース Vol.129

2024. 秋

発行日/2024年10月15日(季刊)

発行/株式会社ガステック

編集/ガステックニュース編集部

営業二部 営業開発課

〒252-1195

神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6

Tel 0467(79)3911

Fax 0467(79)3979

編集スタッフ

責任者/有本 雄美

委員/海福 雄一郎、高木 幸二郎、宮腰 義規、

村山 宙、高橋 亮太

制作/大進ラベル印刷株式会社

●編集スタッフからのお願い

各方面からの情報、およびご意見・ご要望・ご質問などをお待ちしています。なお、当ニュースは製品・技術情報誌ですので、ぜひ保存してご活用ください。また、定期送付ご希望の方は、当社ホームページまたはFaxなどでお申しつけください。次回発行は2025年1月の予定です。



あらゆる気体の測定に



株式会社 **ガステック**

SINCE 1970

営業本部: 〒252-1195 神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6

電話0467(79)3911(代) Fax.0467(79)3979

西日本営業所: 〒532-0003 大阪市淀川区宮原2-14-14新大阪グランドビル

電話06(6396)1041 Fax.06(6396)1043

九州営業所: 〒812-0066 福岡市東区二又瀬11-9パークサイドスクエア

電話092(292)1414 Fax.092(292)1424

ホームページアドレス: <https://www.gastec.co.jp/>