

ストレス可視化への挑戦 ～皮膚ガスパッシブインジケータ 開発の歩み～

身体から発するガス(生体ガス)には呼気や腸内ガスがあります。皮膚表面から発するガス(皮膚ガス)も生体ガスの一つです。皮膚ガスは主に体臭として知覚されることから、近年の清潔志向と相まって関心の高まりを見せています。体調変化や疾病により皮膚ガスの成分や量が変わり、そのことが体臭の変化として嗅覚的に認識できることが知られています。例えば、糖尿病のアセトン臭や尿毒症のアムونيا臭などです。皮膚ガスは非侵襲的に採取できることから、疾病診断等に活用できないか注目されてきました。しかし、皮膚ガスの量はわずかで、極微量化学成分の分析技術が発展途上にあった1990年代中頃までは皮膚ガス研究の報告は数少ない状況でした。それ以降、分析技術の進歩に伴い実態を解明する研究が進みましたが、皮膚ガスを的確に採取(捕集)する方法が確立されておらず、それらの成分を正確に定量することは困難な状況でした。そのような中、東海大学理学部化学科の関根嘉香教授はガスの分子拡散の原理を利用して受動(パッシブ)的に皮膚ガスを捕集するパッシブ・フラックス・サンプラー(PFS)を考案しました。PFSと命名された皮膚表面に取り付けるだけで捕集が可能な小型デバイスは、皮膚からの微量な揮発性有機化合物やアンモニア等を非侵襲的かつ簡便に捕集できます。PFSにより皮膚ガスの量(放散量)を正確に定量することが可能になり、研究は飛躍的に進展しました。その成果の一つとして関根教授は、皮膚ガス成分の一つであるアンモニアについて、肉体的あるいは心理的に負荷がかかると放散量が増えることを見出しました(図1)。

他方、弊社は文化財施設における気中のアンモニアを色の変化により検知するデバイス(パッシブインジケータ)を手掛けております。そこで、この技術とPFSを融合し皮膚から発するアンモニアを色の変化により簡易的に定量するデバイス

の構想を抱き、関根教授のご指導の下、開発に着手しました。文化財用インジケータでは数日間のガス採取により十億分率(ppb)という低濃度のオーダーのガスを検知して変色が起こりますが、皮膚ガスの放散量は更にその数百分の一以下と少なく、測定時間の長い従来品では実用に供さず、更なる感度の向上が必須でした。PFSによる研究の進展により心理的な疲労(ストレス)を受けた場合には数十分程度でアンモニアの放散が起こるという知見を基に、心理的ストレスを視るデバイスとして採取時間を15分間に設定し、この時間当たりに変色が起こる放散量を皮膚表面積1cm²当たり100～700ngと定め、感度調整を進めました。視認性向上のため、円形シート状の検知剤の中心部分に変色する構造にして原色との対比を明瞭化しました。また、皮膚からの放散ガスがインジケータ内では高湿傾向にあることを踏まえ、変色が湿度の影響を受けない等の諸条件をクリアしました。測定箇所として放散が確認された前腕部を選び、腕時計型バンドも制作しこれらを併用し、比色による簡易パッシブ型測定器として2016年頃から研究機関等への供給を開始しております。

開発されたインジケータはその後種々の研究に供され、ストレス状態を可視化し健康管理等の一助となるデバイスを目指し、有用性の検証が進められております(一部の研究については本誌 Vol.131でご紹介)。労働衛生分野で培った簡易測定技術を健康管理分野においても活用すべく、これからは弊社でのチャレンジは続きます。



専用バンドにセットし前腕部に15分間装着後、黄色の検知層の中心部で変化する赤紫色への変色具合をバンド右側の変色見本と比較して測定。

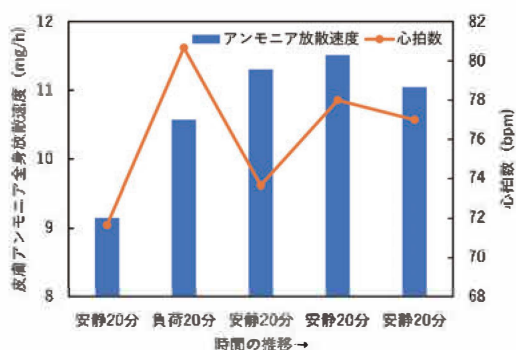
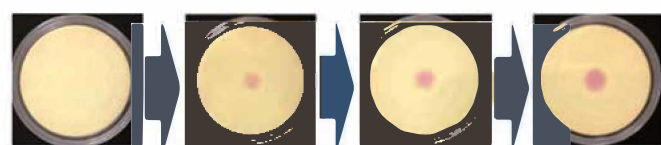


図1 メンタルストレス負荷前後の心拍数およびアンモニア全身放散速度の変化(健康者3名の平均)(関根教授より提供)



アンモニア放散時のパッシブインジケータの変色強度の変化
右端が最大(15分当たり 700ng/cm²)

参考文献: 関根嘉香著「皮膚ガスのはなし」朝倉書店(2024)。

Ikeda S. et al., Results Chem, 4, 100502(2022)。

株式会社ガステック、学校法人東海大学、特開 2018-141711号、2018-09-13。

※皮膚ガス用アンモニアパッシブインジケータの販売は、AIREX 株式会社、ならびにヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ株式会社(HMT)で行っております。

"濃度基準値"が設定された 化学物質リスクアセスメント対象物質とガステック捕集管

労働安全衛生規則等の一部を改正する省令が公布され、事業者による自律的な管理を基軸とする新たな化学物質規制が令和6年(2024年)4月より全面施行となりました。本改正では、それまでに施行されたリスクアセスメント対象物質のうち「一定程度のばく露を抑えることにより、労働者の健康障害を生ずるおそれがないものとして厚生労働大臣が定めるもの(濃度基準値設定物質)」として、67物質に「濃度基準値」が設定されました。それらに該当する物質を取扱う作業についてリスクアセスメントを実施した結果、労働者のばく露される程度が各々の「濃度基準値」を超える恐れがあると判断された場合には「確認測定」を実施し、その結果に基づいてばく露される程度を濃度基準値以下とすることも義務付けられました。

この場合に行われる確認測定の手法については事業者の判断に委ねられますが、『化学物質による健康障害防止のための濃度の基準の適用等に関する技術上の指針』(令和5年4月27日技術上の指針公示第24号)によると、個人サンプラーを用いて作業者の呼吸域における濃度を測定する「個人ばく露測定」の方法により実施することとされており、濃度基準値設定物質ごとに、固体捕集管等を用いた試料採取方法、ならびにガスクロマトグラフ(GC)等の機器による分析手法がセットで示されています。

弊社ではGC等による分析の際のガス捕集向けに活性炭やシリカゲル等の各種の固体捕集管やフィルターをご用意しており、濃度基準値が設定された物質についても使用に適するか確認するため、GC等を用いて脱着溶媒や脱着率等について検討を進めてまいりました。その結果、67物質のうち下表に示す16物質について良好な脱着率が得られ、捕集ならびに分析に使用できることが確認されました。令和7年(2025年)10月には、リスクアセスメント対象物質の中、新たに112物質が濃度基準値設定物質として追加される予定です。今後、更に追加される物質についても積極的に脱着率等のデータの提供を進め、弊社の固体捕集管やフィルターを活用いただけるよう検討を進めてまいります。

"濃度基準値" 設定67物質(令和6年4月施行分)の中、分析に適用可能な弊社捕集管と脱着データ(2025年7月時点)

安衛則 別表第2 号数	物質名	CAS RN®	捕集管 型式	脱着溶媒の例	溶媒量 の例 (mL)	脱着率データ (%) ()内は変動係数(%)
7	アクリル酸エチル	140-88-5	258-20	二硫化炭素	1	101.0 (1.5)
56	アセトニトリル	75-05-8	258A-20	15%MeOH*1/DCM*2	2	101.7 (0.4)
68	アニリン	62-53-3	303	水酸化ナトリウム+トルエン	5	100.7 (2.5)
183	イソホロン	78-59-1	258-20	DCM*2	1	98.0 (2.8)
208	エチリデンノルボルネン	16219-75-3	258-20	5%MeOH*1/二硫化炭素	1	97.3 (3.5)
272	エチレンクロロヒドリン	107-07-3	258-20	10% 2-PuOH*3/二硫化炭素	1	91.2 (4.4)
291	エピクロロヒドリン	106-89-8	258-20	二硫化炭素	1	97.4 (1.8)
303	塩化アリル	107-05-1	258-20	二硫化炭素	1	101.0 (3.3)
437	クメン	98-82-8	258-20	二硫化炭素	1	104.0 (2.2)
602	酢酸ビニル	108-05-4	258-20	二硫化炭素	1	94.2 (6.3)
707	ジエチルケトン	96-22-0	258-20	二硫化炭素	1	97.0 (2.3)
848	1,3-ジクロロプロペン	542-75-6	258-20	二硫化炭素	1	97.5 (1.6)
1547	パラ-ターシャリ-ブチルトルエン (p-tert-ブチルトルエン)	98-51-1	258-20	二硫化炭素	1	102.0 (1.3)
1818	1-ブロモプロパン	106-94-5	258-20	1% DMF*4/二硫化炭素	1	95.9 (2.2)
1999	メタクリロニトリル	126-98-7	258-20	10% 2-PuOH*3/二硫化炭素	1	98.2 (2.2)
2075	メチル-ターシャリ-ブチルエーテル (メチル-tert-ブチルエーテル)	1634-04-4	258-20	二硫化炭素	1	98.2 (4.3)

捕集管の種類：258-20 活性炭チューブ(球状2層)、258A-20 活性炭チューブ(大型)(球状2層)、303 硫酸含浸フィルター

*1 MeOH：メタノール *2 DCM：ジクロロメタン *3 2-PuOH：2-ブロパノール *4 DMF：N,N-ジメチルホルムアミド

新製品紹介

製鉄業界向け 装着形酸素・一酸化炭素検知警報器 GOC-200

製鉄所構内等における一酸化炭素(CO)中毒事故や酸素欠乏の危険から身を守る測定器としてご好評いただいている酸素・一酸化炭素(2成分)の装着形検知警報器 GOC-100-2 ならびに Bluetooth® 無線技術搭載タイプの GOC-100-2-BT をこの程リニューアルし、GOC-200として販売を開始いたしました。

GOC-200は Bluetooth® 無線技術を標準装備し、遠隔監視システム等への連携が可能です。また、ロギング機能も踏襲しております。従来品に比べてディスプレイが大きくなり、濃度を確認しやすくなりました。連続使用可能時間も従来品より最大40%長くなっております(最長5,000時間)。さらに、搭載するCOセンサーの保証期間が従来の1年から2年に延長され※、ランニングコストの更なる削減が可能です。

Bluetooth® 無線技術の応用例として、半定置形ガス警報器(警報システム)GAP-1を併用し、複数台のGOC-200の測定値をGAP-1に送信することで、複数の作業者の安全を一括して監視することが可能です。

製鉄所構内ならびに類似の環境における安全管理と事故防止に、これまで以上にお役立ていただけます。

※保証期間内でも、お客様にて行う月毎(推奨)のCOセンサーのスパン校正が必要になります。

特長

- 濃度表示が大きく見やすいディスプレイ
- 更なる省電力化による長時間稼働
- 2年間保証のCOセンサー
(通常仕様COセンサーの場合)
- 半定置形ガス警報器 GAP-1との併用で
複数の作業者の安全監視に適用可能



主な仕様

採気方式	拡散式	
測定気体	酸素	一酸化炭素
センサー型式/ 検知原理	O2-20BG/ ガルバニ電池式	CO-801E(通常仕様) または CO-802E(耐水素仕様)* / 定電位電解式
測定範囲	0~25.0%(サービス範囲 25.1~42.0%)	0~300ppm(サービス範囲 301~1999ppm)
警報値(標準仕様)	18.0%以下(酸欠)	50ppm 以上(第1)、150ppm 以上(第2)
警報方式	ブザー(ブザー面より10cmで音量約95dB)・ランプ・振動(それぞれ自動復帰)	
電源	単4形アルカリ乾電池1本(ニッケル水素電池も使用可)	
外寸/重量	約73mm(幅)×54mm(高さ)×21mm(奥行)(突起部含まず)/約77g(電池含む)	
構造	防塵・防水構造(IP67相当)	
通信	Bluetooth® Version 5.1(最大通信距離 約10m)	

詳細につきましては、当社営業本部までお問合せください。*通常仕様または耐水素仕様からお選びいただけます。

学会・展示会情報

●第12回 労働安全衛生展

会期：2025年7月23日(水)～25日(金)
会場：東京ビッグサイト 東展示棟
URL：<https://hs-osh.jma.or.jp/tokyo/exhibition/>

●第38回 におい・かおり環境学会

会期：2025年8月27日(水)～28日(木)
会場：福岡女子大学(福岡市)
URL：<https://orea.or.jp/gakkai-katsudou/gakkai/>

●緑十字展 2025 in 大阪・近畿

会期：2025年9月10日(水)～12日(金)
会場：インテックス大阪
URL：<https://gce.nep-sec.jp>

●第66回 大気環境学会年会

会期：2025年9月17日(水)～19日(金)
会場：名古屋大学東山キャンパス(名古屋市)
URL：<https://sites.google.com/view/jsae66nu/>

●下水道展 '25 大阪

会期：2025年7月29日(火)～8月1日(金)
会場：インテックス大阪
URL：<https://www.gesuidouten.jp/>

●JASIS 2025 最先端科学・分析システム&ソリューション展

会期：2025年9月3日(水)～5日(金)
会場：幕張メッセ国際展示場(千葉市)
URL：<https://www.jasis.jp>

●2025 NSC Safety Congress & Exp

会期：2025年9月15日(月)～17日(水)
会場：コロラド コンベンションセンター(米国デンバー)
URL：<https://congress.nsc.org/nsc2025/public/enter.aspx>

●第62回 全国建設業労働災害防止大会 in 兵庫

会期：2025年10月2日(水)～3日(金)
会場：ワールド記念ホール、神戸国際展示場(神戸市)
URL：https://www.kensaibou.or.jp/public_relations/national_convention/index.html

※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。

Q：検知管や自動ガス採取装置等の製品を購入する際「試験成績書」「校正証明書」「トレーサビリティ体系図」といった書類付きのオプションがありますが、これらはどのような文書なのでしょうか。

A：これらは、計量法トレーサビリティ制度（JCSS）の観点から、当該の製品が正しく試験（検査）・評価されていることを証する文書です。

- ・「試験成績書」は、製品性能について試験を行った内容が記されたもの（検知管の場合、目盛が確かであるか、自動ガス採取装置では採取流量が確かであるか等）、
- ・「校正証明書」は製品性能試験において、体積、質量、長さ、温度等の基本的な測定概念の単位について性能に係わるものを計測した際に使用した計量器または基準とした物質が、その単位系における計量標準の上位の計量器等により校正されている（下位と上位の関係が確立される意）ことを証明するもの、
- ・「トレーサビリティ体系図」は製品性能試験で取扱った単位系の計量器等に関して、（弊社の）試験で使用した計量器、それを校正した上位の計量器、更にそれを校正した上位の計量器…（最上位は国家標準）というように、上位に至るまで校正の流れを遡り（トレースし）、それらの位置関係を図として体系化したものになります。

以下に、代表的な弊社製品の性能試験の主な内容、関与する計量単位及び計量器について記します。

関連事項	製品	検知管*1 (短時間用の場合)	自動ガス採取装置 GSP-500FT等	校正用ガス調製装置*2 PD-1C
主な性能試験の内容		濃度既知のガス(試験ガス)、及び、その所定量を採取する弊社製の真空式気体採取器を用いて測定操作を行い、試験ガス濃度と目盛の読み値の関係を確認。	・設定流量に対して、実際の吸引(採取)流量を計測。 ・仕様通りの吸引力を有しているか確認するため、各流量での最高吸引圧力を計測。	・恒温水槽の設定温度に対して実際の水温を計測。 ・希釈ガスの設定流量に対して、実際の通気流量を計測。 ・内蔵の大気圧センサーの性能を圧力計で確認。
性能に関与する計量単位		試験ガス濃度、体積等	流量、圧力	温度、流量、圧力
校正の対象となる計量器等		試験ガス、体積計等	流量計、体積管、圧力計	温度計、流量計、体積管、圧力計

*1 検知管の信頼性は、試験ガス濃度、ならびに試料の採取量の信頼性により確保されます。

*2 調製されるガスの濃度の信頼性は、ガス発生器（パーミエーションチューブ、またはディフュージョンチューブ）から発生するガスの発生量と希釈ガス流量の信頼性により確保されます。恒温水槽はガス発生器を投入するホルダを恒温に保つためのもので、発生器からのガスの発生量は温度に依存します。また、ディフュージョンチューブからのガス発生量は大気圧にも依存します。

性能試験（検査）に使用した計量器等が確かであることが証明されることで、試験ならびに製品の信頼性が確保されています。

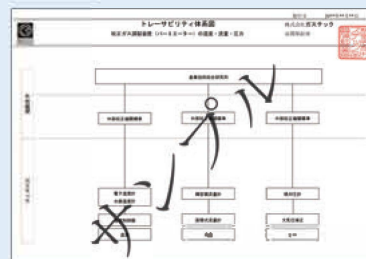
文書の例▶

校正用ガス調製装置 PD-1C

試験成績書

校正証明書

トレーサビリティ体系図



ガステックニュース Vol.132

2025. 夏

発行日/2025年7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

神奈川県横浜市深谷中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、中村 誠

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10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 神奈川県横浜市深谷中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/>