

ストレス状態を皮膚ガスで判定できるか?! 一新たなる挑戦一



東海大学 医学部
基盤診療学系臨床検査学 教授
浅井さとみ

ヒトはストレスを感じると、自律神経系、特に交感神経が優位に活性化します。例えば、心拍数の増加、血圧の上昇、呼吸数増加、筋肉の緊張、胃腸のトラブル、ストレスホルモンの分泌（コルチゾールやアドレナリンなど）が生理的反応として出現します。これらの反応が繰り返し起こり長期化することで、免疫機能の低下を引き起こし、最終的には何らかの疾患を抱えることにつながる可能性があります。これまでに、多くの研究者がストレスの簡便な（しかもできれば安価な）測定法の開発に取り組んできました。もしストレスを簡単に測定することができれば、私たちは自身の感覚だけではなく、それが本当に身体に影響を及ぼすものなのかを客観的に確認することができ、その解決法や健康維持のために応用できるからです。

心臓は自律神経系の影響を受けて日内変動することから、ホルター心電図のR-R間隔時系列変化のスペクトル解析により自律神経活動を評価することができる客観的測定法として用いられています（図1）。その一方で、ホルター

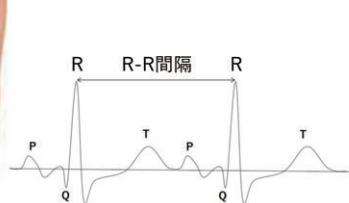


図1. ホルター心電図でのR-R間隔の測定

心電図は高価な心電計を用いた、解析に時間がかかる特殊な検査であり、一般的な検査とは言い難いものです。このようにストレスを客観的に検知しようとする試みは多数なされていますが、簡便で迅速、侵襲性がなく、科学的検証に耐えうる結果が得られる方法は未だ確立されていないのが現状です。

近年、東海大学理学部の関根嘉香教授はヒト皮膚から放散される生体ガス（皮膚ガス）とヒトの身体的・精神的状態との関連性を示すことに着目し、パッシブ・フラックス・サンプラー（PFS）法を用いて精神的ストレス時にアンモニアが

ヒト皮膚から放散されることを見出しました。そこで、検知剤、除去剤が半密閉筐体に固定された構造を有する比色型の受動的ガス測定器であるパッシブインジケータ（PI）法を用いてヒト皮膚から放散されるアンモニアの簡易測定を試み、皮膚アンモニアの放散レベルに対する感度調整にも成功しています。これらの関根教授による偉業は世界で唯一無二の発案、改良と言えます。関根教授のご指導を受け、我々の研究グループでは、非侵襲的かつ操作が簡便なPFS法およびPI法に基づき皮膚ガス（アンモニア）がストレスのバイオマーカーとなりうるか調査しました。被験者として募集した健常ボランティアは、日頃からストレスフルな職場に勤務する医療従事者（20名）で、例えば救命救急センターで患者受け入れ要請の電話が鳴った時など、「本人がストレスを受けた」、「一瞬緊張した」などの場面での測定値の変化を確認しました（図2）。

程度の差はあるものの、心電計での測定と皮膚ガスによる測定での経時的变化は、全ての被験者において同様な傾向が確認されました。中でもストレスと最も関連がある交感神経優位時の測定は、皮膚ガスが十分にその実態を捉えていることが従来法により証明されました。

皮膚ガス（皮膚アンモニア放散フラックス）と交感神経指標との間に強い関連性が見られたことから、皮膚ガスの測定はストレスの客観的かつ簡易で比較的安価な測定法として確立できる可能性が高まりました。この皮膚ガス測定法は様々な場面に応用でき、長期ストレスを未然に防ぐための予防、健康管理にも使用できる将来性のある検査法であると考えられます。医学的見地からこの研究開発をさらに発展させて参りたいと思っています。



図2. PI法を用いたストレスの作成
15分間装着後、黄色の検知層の中央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。

令和7年4月施行 化学物質リスクアセスメント追加物質と検知管

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に関する「労働安全衛生規則等の一部を改正する省令」が令和5年4月に公布されて以降、リスクアセスメント対象物による労働者のばく露を最小限にする取り組みや、皮膚等障害化学物質等への直接接触防止に関する取り組み等について段階的に施行が進み、令和6年4月より全面施行されています。この新たな規制では、国によるGHS分類で危険性・有害性が確認されたすべての化学物質が対象となり、該当する物質を取り扱う作業については規模・業種に係らずリスクアセスメントを実施し、その結果に基づくばく露低減措置等を施すことが義務付けられています。

リスクアセスメントの対象物質は労働安全衛生法第57条第1項に定められており、令和6年3月までは674物質が対象でしたが、令和6年4月にGHS分類の発がん性、生殖細胞変異原性、及び生殖毒性のカテゴリーが区分1に分類されている234物質が追加されました。さらに令和5年に公布された労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令（令和5年政令第265号）が令和7年4月に施行され、先述のGHS分類項目（3種）以外の健康有害性カテゴリーで区分1に分類された約700物質が新たに追加されました。なお、この政令の施行により、関係する法令の条文（令18条、令18条の2等）の記載の一部が変更され、リスクアセスメントの対象となる物質に関しては、それまで労働安全衛生法施行令別表第9に列挙されていましたが、労働安全衛生規則別表第2への列挙に変更されています。

化学物質のリスクアセスメント手法の一つとして、厚生労働省より、検知管を用いた方法が公開されており^{*}、有用なツールとして活用されています。今回、追加された約700物質について、弊社の気体検知管で該当するものは下表に示す18物質ございます。既に規定されている対象物質を合わせると、気体検知管で該当するものは約230物質に上り、リスクアセスメントにおける更なる検知管の活用が期待されます。今後、リスクアセスメントの対象物質に順次追加される物質についても検知管による測定に対応できるよう、ラインナップの充実に努めてまいります。



※ 職場の安全サイト：検知管を用いた化学物質のリスクアセスメントガイドブック
https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_4.htm

弊社のリスクアセスメント
該当検知管 パンフレット

リスクアセスメント対象物質 令和7年4月施行 追加約700物質の中、該当する弊社検知管（2025年4月時点）

安衛則 別表第2の該当号	物質名	CAS RN®	検知管型式	測定範囲
144	アルファ-ビニン	80-56-8	121	140~1680 ppm
160	イソチオシアノ酸アリル	57-06-7	149	4.4~88 ppm
572	3-クロロ-2-メチル-1-プロパン (別名 2-メチルアリルクロライド)	563-47-3	131La	2.8~55 ppm
852	<i>m</i> -ジクロロベンゼン	541-73-1	127	2.5~300 ppm
954	ジブチルアミン	111-92-2	180L, 180	0.4~100 ppm
960	ジプロピルアミン	142-84-7	180L, 180	0.35~80 ppm
997	2-(ジメチルアミノ)エタノール (別名 <i>N,N</i> -ジメチルエタノールアミン)	108-01-0	180L, 180	0.65~130 ppm
1063	<i>N,N</i> -ジメチルプロパン-1,3-ジアミン (別名 ジメチルアミノプロピルアミン)	109-55-7	180L, 180	0.6~160 ppm
1240	デカン	124-18-5	105	200~6000 ppm
1300	2,4,6,8-テトラメチル-1,3,5,7-テトラオキソカン (別名 メタアルデヒド)	108-62-3	91L	0.065~3.25 ppm
1727	ブタンニトリル(別名 ブチロニトリル)	109-74-0	191L	6~180 ppm
1740	ブチルスルフリル	2699-79-8	230 <バイロテック860を併用>	1~20 ppm
1779	ブロピルアミン	107-10-8	180L, 180	0.5~120 ppm
1815	1-ブロモブタン(別名 臭化ノルマル-ブチル)	109-65-9	136LA, 136L, 136H	1~360 ppm
1945	ペンタン酸(別名 吉草酸)	109-52-4	81L	0.38~15 ppm
2105	4-メチルビリジン	108-89-4	182	0.38~10.5 ppm
2134	2-メチルプロパン-2-チオール (別名 <i>tert</i> -ブチルメルカプタン)	75-66-1	70L, 70LN 75L, 75LN, 75, 75N	0.1~40 ppm 0.5~250 mg/m³
2212	酪酸	107-92-6	81L	0.325~13 ppm

製鉄所等の構内では、コークス製造時の石炭の加熱や製錬工程におけるコークスの燃焼等により発生する一酸化炭素による中毒事故、また、燃焼に伴う酸素消費による酸素欠乏事故を防止するため、作業場の一酸化炭素(CO)、ならびに酸素(O₂)の濃度を常時監視することが求められます。これらのガスを監視するガス検知警報器には、作業者に装着して個人の曝露を監視する装着形、小規模の作業区域の安全を監視する半定置形、また、常時連続監視に適した定置形タイプ等、種々のものがあります。この度、Bluetooth®無線技術による受信タイプの半定置形ガス警報器GAP-1を開発いたしました。

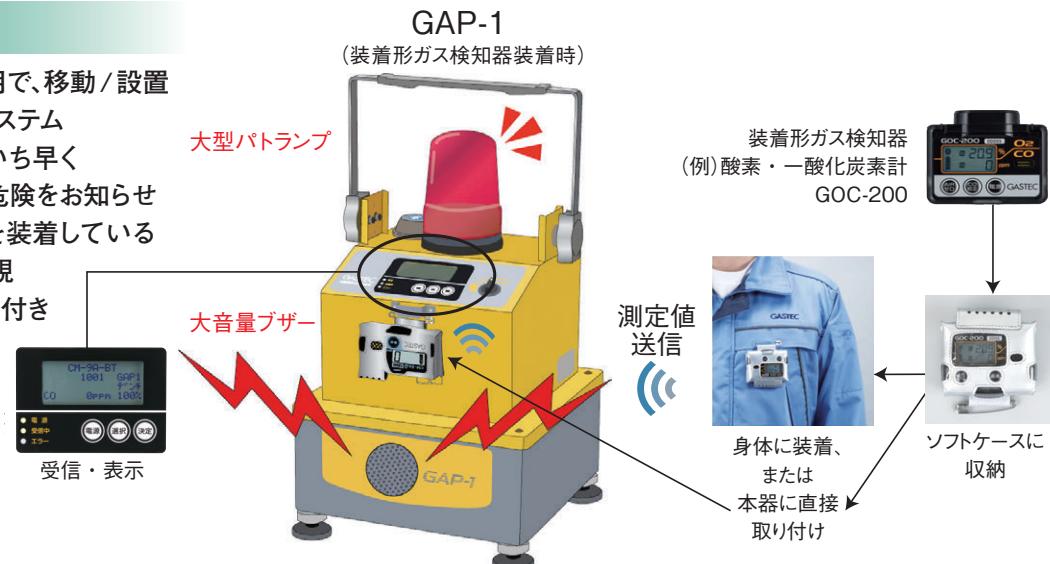
本製品には、視認性の高い大きい警報回転灯(パトランプ)と大音量の警報ブザーを備えており、指定の弊社製 Bluetooth®無線技術搭載の装着形ガス検知器を併用します。装着形ガス検知器で測定して得られた一酸化炭素・酸素の濃度を本器にて受信し、本器に独立装備した警報機能により、いち早く危険の有無をお知らせし、安全を確保いたします。

本器に装着形ガス検知器を取り付けて半定置形ガス警報器として作業場の安全を監視することや、装着形ガス検知器を身に着けた複数の作業者の安全を、Bluetooth®通信が可能な範囲(約10m)において監視すること、また、ガス漏れ等の恐れがある場所に装着形ガス検知器を取り付け、遠隔でその付近のガス漏れを監視すること等の用途にご活用いただけます。

併用する装着形ガス検知器には、二成分計の酸素・一酸化炭素検知警報器GOC-200(新製品、次号以降で紹介)、単成分計の一酸化炭素検知警報器 CM-9A-BT 等がございます。製鉄所構内等の安全管理に、是非、ご活用ください。

特長

- 装着形ガス検知器との併用で、移動/設置
どちらも可能なガス警報システム
- 大きなランプと警報音で、いち早く
COの濃度上昇・酸欠の危険をお知らせ
- 一台で装着形ガス検知器を装着している
複数の作業者の安全を監視
- 持ち運びが容易なハンドル付き



主な仕様

警報値(初期設定値)	酸素: 18.0%以下、一酸化炭素: 50ppm以上(第1)・150ppm以上(第2)
警報方式	ブザー・ランプ(1m離れた場所で音量約95dB。それぞれ自動復帰)
電源	ニッケル水素充電池(本体内蔵、無警報時約250時間運転) または、AC電源(ACアダプター別売)
外寸/重量	約250×250×463mm(ハンドルを上げた場合)/約7.4kg(ニッケル水素充電池含む)
通信	Bluetooth® Version 5.1(最大通信距離 約10m)
併用可能な検知器(別売)	GOC-200、GOC-100-2-BT、CM-9A-BT

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。

学会・展示会情報

●第98回日本産業衛生学会

会期: 2025年5月14日(水)～17日(土)

会場: 仙台国際センター展示棟、東北大学川内萩ホール 他(仙台市)

URL: <https://convention.jtbcom.co.jp/sanei98/>

●AIHACONNECT 2025(米国産業衛生協会 年次大会)

会期: 2025年5月19日(月)～21日(水)

会場: カンザスシティ コンベンションセンター(米国カンザスシティ)

URL: <https://aihaconnect.org/>

●ENVEX 2025(The 46th International Exhibition on Environmental Technology & Green Energy)

会期: 2025年6月11日(水)～13日(金)

会場: COEXホールA(韓国ソウル)

URL: <https://envex.or.kr/eng/main/index.asp>

●KISS 2025(Korea International Safety & Health Show)

会期: 2025年7月7日(月)～10日(木)

会場: KINTEX 2ホール(韓国コヤン(高陽))

URL: <https://www.safetyshow.co.kr/eng/index.asp>

※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。

弊社では、検知管によるガス濃度測定の際に併用する気体採取器の気密試験の操作手順や使用手順等、製品操作の説明等に関する動画を制作し、弊社ホームページの当該製品のページで紹介してまいりました。この度、それらを簡単に閲覧または検索するツールとして、これまで制作した動画を集めた動画専用チャンネルサイトを開設いたしました。先述の動画のほか、校正用ガス調製装置パーミエーターPD-1Cの操作説明、また、教材用センサー式酸素・二酸化炭素測定器GOCD-2による実験例の紹介や専用アプリの設定方法等の動画も用意しております。今後も充実を図ってまいります。弊社ホームページトップ画面の右下のアイコンから動画チャンネルサイトに入ることもできます。是非、ご活用ください。

ガステック動画チャンネルサイト→
<https://video.gastec.co.jp/>



動画チャンネルサイトページ



動画の例



弊社ホームページトップ画面

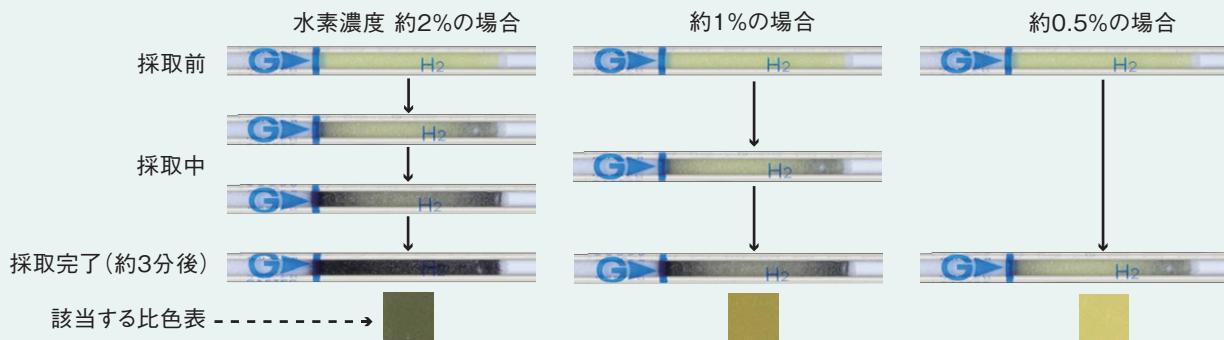


Q&A

Q: 比色式の水素検知管No.30には目盛がなく、取扱説明書には変色具合を付属の比色表と比較して濃度を得ると記載されていますが、検知剤はどの様な具合に変色し、また、判別できるのでしょうか。

A: 水素検知管No.30では通常の検知管の変色の仕方(検知剤のゼロ点から先の方向に変色)とは異なり、気体採取器によりガス採取を開始すると、所定の約3分間の採取の間に黄色の検知剤の全域(全層)において徐々に黒色に変色し、採取完了後に検知剤全域の変色具合(黒味を帯びる度合いの差)を比色表と比較することで、水素濃度を知ることができます。

水素検知管No.30の測定範囲は0.5~2.0%となっており、検知剤(検知層)の左右両末端(ゼロ点側及び先端側)から中央にかけて黒味に変色します。水素が測定範囲の最大値付近(約2%)存在している場合には、3分後には検知剤全域が均一に黒を呈します。一方、2%に達しない場合、例えば1%付近の時には検知剤全域においてわずかに原色の黄色味が残ります(黒に変わる途中の濃い黄土色)。0.5%付近の場合には、さらに黄色味が強く、淡い黄土色となります。これらの変色具合を比色表に照らし合わせ、水素濃度 0.5%、1.0%、及び2.0%の各々を半定量的に知ることができます。



ガステックニュース Vol.131

2025. 春

発行日／2025年4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

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7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/>