

VII-2. パラコート検査（ヒドロサルファイト反応）【検知管法】

【使用器具】

- 北川式検知管
- ツェルキン用注射器(5ml)

【操作法】

1. 検知管の両端をカットする（図①）。
2. 尿1mlをシリンジに採る（図②）。
3. 尿を採取したシリンジと検知管をシリコン管でしっかりと接続する（図③、④）。
4. プラジジャーを押して尿を検知管内にゆっくりと注入する（図⑤）。
5. 色を観察する。陽性の場合、青色を呈する（図⑥）。

【注意点】

- 1) 検出下限は20 μ g/mlである。

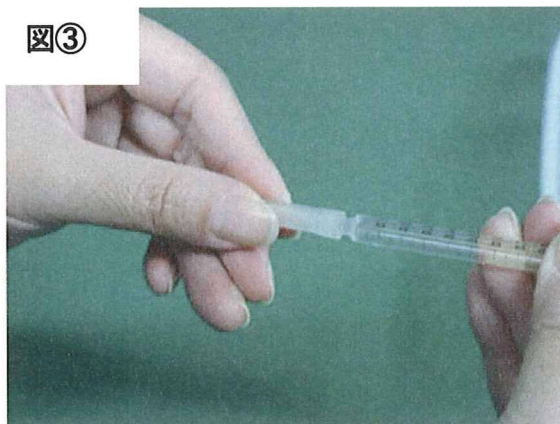
图①



图②



图③



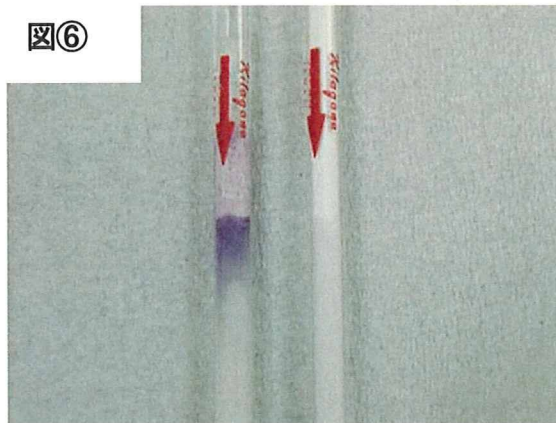
图④



图⑤



图⑥



VIII. サリチル酸検査 (塩化第二鉄反応)

【使用器具】

- マイクロピペット(1ml)
- 試験管
- 塩化第二鉄水溶液(5%)
- パスツールピペット
- 遠心分離器

【操作法】

1. 尿1ml(1ml/マイクロピペット)を試験管に採る (図①)。
2. 塩化第二鉄水溶液(5%)を10滴(パスツールピペット)加えて攪拌する (図②)。
3. 5分間放置した後 (図③)、3,000rpmで3分間、遠心分離する (図④)。
4. 反応液の色を観察する。陽性の場合、赤紫色～青紫色を呈する。

【注意点】

- 1) 検出下限は50 μ g/mlである。
- 2) 時間の経過とともに沈殿が生じるため、遠心分離すると着色の度合いが見やすい。
- 3) トリナー試薬でも発色できるが、試薬中に水銀を含むので今回は使用しない。

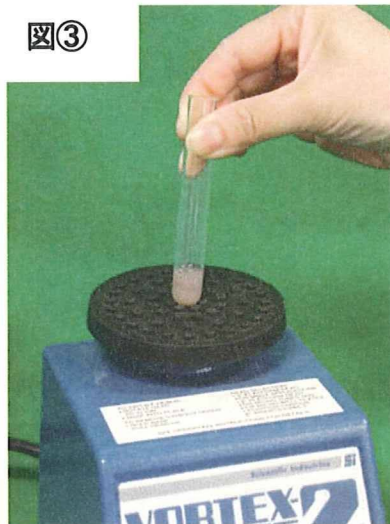
图①



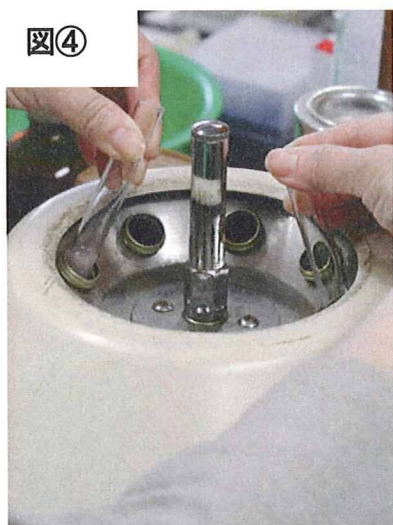
图②



图③



图④



VIII-2. サリチル酸検査（塩化第二鉄反応）【検知管法】

【使用器具】

- 検知管
- バイリボン
- スポイト
- マイクロピペット(1ml)

【操作法】

1. 尿3mlをバイリボンに採る。
2. 検知管の両端をカットする（図①）。
3. スポイトを摘み空気を出した状態で、検知管の吸引側にしっかりと接続する（図②）。
4. 検知管の先端を尿に漬け、尿を検知管内にゆっくりと吸引する（図③）。
5. 検知剤の先端まで尿を吸引する。
6. 色を観察する。陽性の場合、淡紫色を呈する（図④）。

【注意点】

- 1) 検出下限は50 μ g/mlである。

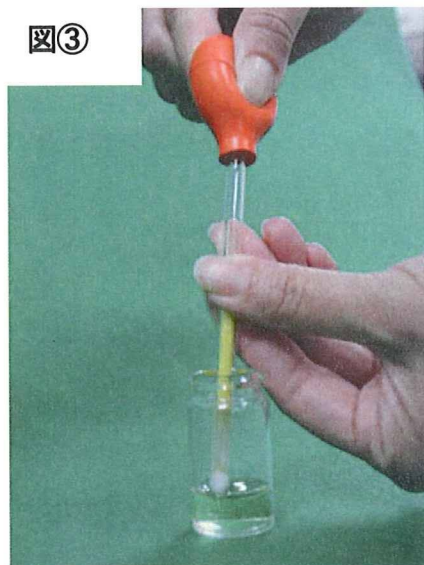
图①



图②



图③



图④



Ⅸ. カーバメート系農薬（コリンエステラーゼ阻害活性）

【使用器具】

- キットAgri-S (creen AT-10 Ticket)
- パスツールピペット
- 試験管

【操作法】

1. チケットが入っている小袋を開封し、チケットを取り出す（図①）。
2. チケットのカバーホールを半分剥がし、酵素ディスク（白色）を露出させる（図②）。
3. 尿を酵素ディスク（白色）部に3滴（ピペット）、滴下する（図③、④）。
4. アクチベーターアンプルを目盛り付の試験管内で割り（図⑤）、水1ml（パスツールピペット）を加えて希釈する（図⑥）。
5. 4. の希釈液3滴（ピペット）を酵素ディスク（白色）部に滴下し、3分間放置する（図⑦）。
6. チケットのカバーホールの残り半分を完全にに取り除き（図⑧）、酵素ディスク（白色）と基質ディスク（紫色）の露出部分がきちんと合わさるように折り曲げ、3分間しっかりと接触を保持する（図⑨）。
7. 3分後、酵素ディスク（白色）部が白色であれば、検出下限以上のコリンエステラーゼ阻害活性物質の存在が示唆される（図⑩）。

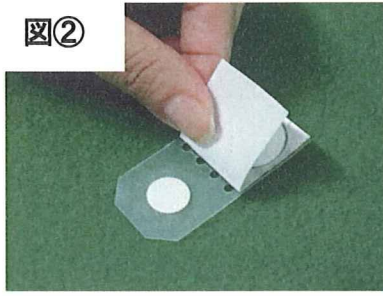
【注意点】

- 1) 検出下限は数 $\mu\text{g}/\text{ml}$ である。対象となる化合物によって、感度は異なる。
- 2) カーバメート系農薬に限らず、コリンエステラーゼ阻害活性物質（例えば、有機リン系農薬など）の存在で陽性となる。

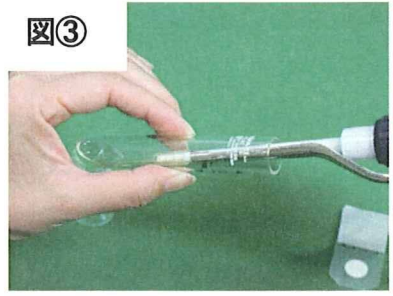
图①



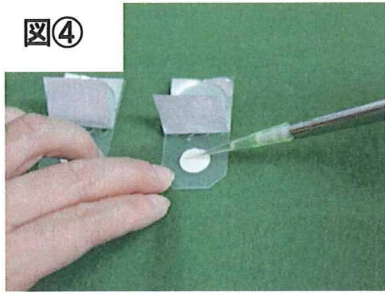
图②



图③



图④



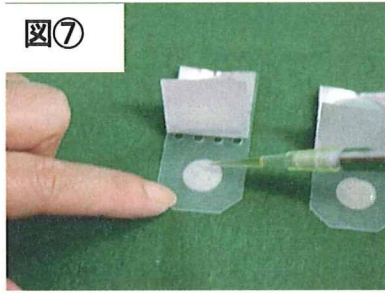
图⑤



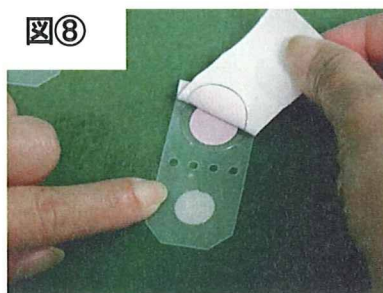
图⑥



图⑦



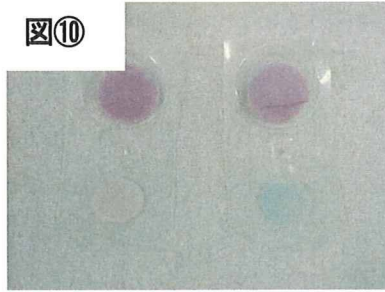
图⑧



图⑨



图⑩



X. テオフィリン

【使用器具】

- キット (アキュメータ・テオフィリン)
- パスツールピペット

【使用器具】

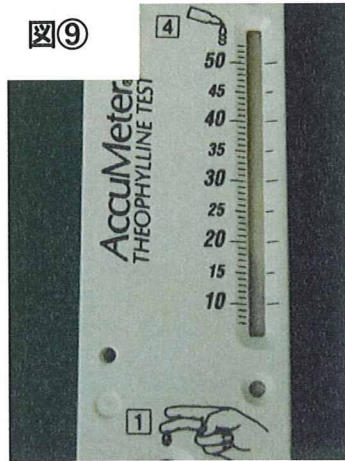
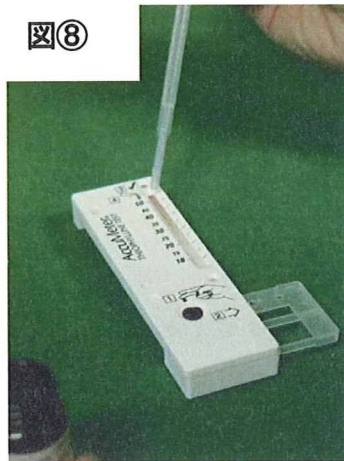
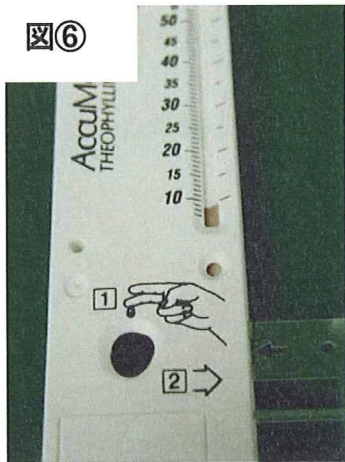
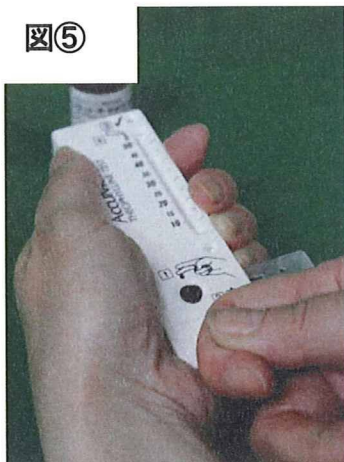
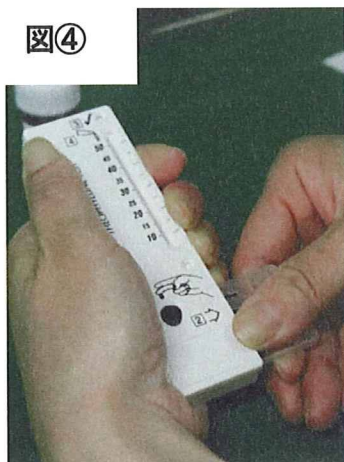
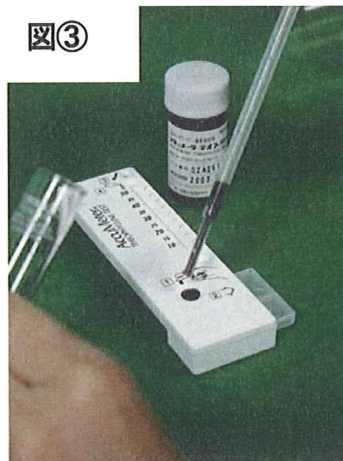
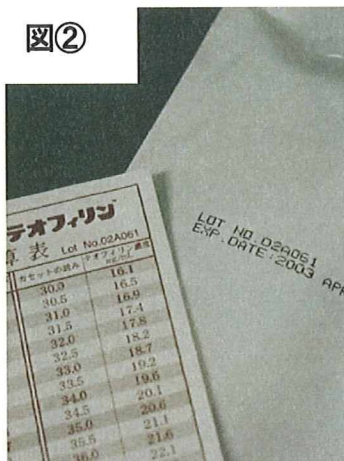
1. カセットと換算表のロット番号が一致していることを確認する。
2. カセットおよび発色液を室温に戻し、カセットを袋から取り出す (図①)。
3. 血清を検査孔①の黒いラインまで滴下する (パスツールピペット) (図②)。
4. 2分間放置する。
5. カセットをやや斜めに持ち、タブをすばやく引く (図③)。
6. カセットを持ったまま、バッファークャンバー付近を数回強く叩く (図④)。
7. 水平な台上に置く (図⑤)。
8. カセット上部のインジケーターが緑色になったら (図⑥)、発色液をスポイトの目盛りまで吸い取り、全量をスケールの数字の[50]から[10]の方へ滴下する (図⑦)。
9. 発色液を滴下してから4分後に、スケールに出現した紫色のピークの先端の数字を読みとる (図⑧)。
10. 数字を換算表に当てはめ、検査試料中のテオフィリン濃度を算出する。

【注意点】

- 1) 試料にアジ化ナトリウムを添加した場合、測定できない。
- 2) 開封後、5分以内に検査を開始する。
- 3) 新生児血やトリグリセリド値が750mg/dlを超える試料の測定はできない。
- 4) 採血時にはアルコール消毒の消毒液が乾いていることを確認する。

【脚注】

- a) 全血に限らず、血清や血漿での検査が可能である。
- b) タブを引くにはかなりの力が必要である。
- c) 発色液の滴下後、スケールに現れたピーク先端の数字を読むが、色が薄く読み難いことがある。



調整試薬

1) 塩化第二鉄水溶液(2%)

塩化第二鉄1gを水に溶かして50mlとする。

2) 水酸化ナトリウム水溶液(1M、ナイトロサルファイトナトリウム0.1%含有)

ナイトロサルファイトナトリウム50mgに水酸化ナトリウム水溶液(1M)を加えて50mlとする。

3) 吸収液

水酸化ナトリウム0.4gを蒸留水に溶かして100mlとする。(水酸化ナトリウム溶液(0.1M))

4) 硫酸(10%)

蒸留水約70mlに濃硫酸5.7mlを注意しながら加え、冷後、100mlとする。

5) クロラミンT溶液

クロラミンT(N-クロロ-p-トルエンスルホンアミドナトリウム三水和物)25mgを蒸留水に溶かして100mlとする。

6) リン酸溶液(1M)

リン酸二水素ナトリウム($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)15.6gを蒸留水に溶かして100mlとする。

7) クロラミンT試液

クロラミンT溶液5mlとリン酸溶液(1M)15mlを混和する。

8) ピリジン・ピラゾロン試液

1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン0.04gを蒸留水100mlに溶かし、これにビス(1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン)20mgをピリジン20mlに溶かしたものを加える。

化学剤検知器

化学剤を使用したテロ災害に限らず、有害な化学物質を検知することは、警察や消防などの初動対応者の災害防止に繋がるだけでなく、汚染区域の設定や被災者、汚染場所の除洗の確認にも不可欠である。

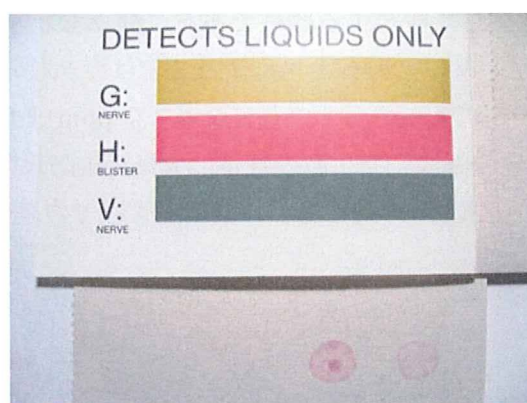
検知器材は、検知剤種、検知感度、検知精度などの観点から、種々の製品が販売されている。しかし、国産の器材は皆無であり、多くは外国製となっている。それ故にメンテナンスや消耗品の調達など、運用法に支障が生じる場合が多々あり、国産器材の開発が望まれるところである。

以下に、国内で調達可能な携帯型検知器材（国産、外国産に限らず）と特徴について記載する。

【化学剤検知紙】

セルロース繊維に2種類の色素とpH指示薬が塗布されている試験紙で、液滴（溶液）の定性試験に用いる。剤に接触すると同時に色が変わる。G剤（サリン、ソマン、タブン）では黄色（茶色味を帯びている）、H剤では赤色、V剤では暗緑色となる。

G剤などの化学剤のみに変色するのではなく、溶剤や他の化学製品とも反応するなど、偽陽性も指摘されている。



【検知管（ガス検知管）】

化学剤検知仕様としては、ドレーゲル（ドイツ）製が用いられている。特定の化学剤と反応して着色する試薬が塗布された充填剤をガラス管に詰めている。使用時にガラス管の両端を開封し、所定量の外気を通気することで発色の有無を確認する。神経ガスに対しては「リン酸エステル用」を、マスタードガスに対しては「チオエーテル用」を、ルイサイトに対しては「アルシンと有機ヒ素化合物用」など、専用の検知管を用いる。

検知紙と同様に、溶剤や他の化学製品とも反応するなど、偽陽性も考えられるため、判定には注意を要する。



(ドレーゲル社ホームページより)

化学剤検知仕様ではないが、ガステック、光明理化学工業などからもガス検知管は調達可能である。検知するガス種が決まっている場合には、専用の検知管を使用するが、ガス種が不明な場合、ガスを特定することは困難である。定性検知管を使用することで、芳香族炭化水素、アミン類などのようにガス種を分類するには有用な情報源となりうる。

【光イオン化検出器】

光イオン化検出器 (PID モニター) は、吸引した物質を紫外光によってイオン化し、その電流変化をモニタリングして検知する器材である。様々な状況下で揮発性有機化合物 (VOCs) を検知できるが、ガスの種類を区別することはできない (非選択的である)。ベンゼン、トルエン、キシレン、その他多くの有害なガスを ppm または ppb レベルで検知できる。そのため、化学物質の漏洩や発生源の特定、大気汚染防止の排出抑制管理や自主監視、地質/水質汚染調査 (スクリーニング)、作業環境管理での発生状況の監視などに活用されている。



(ガステック ホームページより)

【イオン移動度分光計】

イオン移動度分光計（IMS）は、吸引した物質を大気圧下でβ線源によってイオン化し、ドリフト電圧中での移動度をモニタリングして検知する器材である。

ポータブルガス検知アレイ（有害ガス検知器：GDA2、Airsense 社、日本総輸入・販売元：グローバル・ポイント社）は、化学剤（CWA）を含む主要な有害ガスのすべてを検出するように設計されている。主要検出機構のイオン移動度分光計（IMS）により、アンモニア、無機酸性ガス、小さな塩素分子およびその他の陽性・陰性化合物を簡単に検出することができ、IMSはCWA検出モードでも使用できる。

IMSはアレイの一部として機能し、光イオン化検出器（PID）、電気化学セルおよび酸化金属センサ2個が搭載されている。GDAは他の検出器と組み合わせて、ベンゼン、ホスゲン、塩化ビニル、クロロベンゼンなどの他の毒性化合物を評価することができる。GDA2ガスフローシステムおよび内部希釈システムは、過酷な環境下で作業する消防士やレスキュー隊員に理想的な装置である。

また、Smiths Detection 製（英国）のLCD（Lightweight chemical detector）を消防などの初動隊に配備し、検知に活用している自治体もある。



（グローバル・ポイント社 ホームページより）

有害化合物/(GDAモード)許容濃度*

物質	濃度限度* [ppm]	センサタイプ	物質	濃度限度 * [ppm]	センサタイプ
酢酸	20	MIS, SC	シアン化水素	5	IMS, EC
アセトン	500	IMS, PID, SC	フッ化水素	5	(IMS), EC
アクロレイン	0.2	SC	硫化水素	10	IMS, EC
アクリロニトリル	20	IMS, SC	メタノール	500	IMS, SC
アンモニア	50	IMS, SC, EC	二酸化窒素	1	IMS
ベンゼン	20	PID, SC			

二酸化炭素	10000	-	ホスゲン	0.1	EC
二硫化炭素	10	IMS	ホスフィン	0.5	EC
一酸化炭素	100	SC	スチレン	40	IMS, PID, SC
塩素	1	IMS, EC	二酸化硫黄	1	IMS, EC
クロロベンゼン	100	PID, SC	テトラクロロエチレン	100	IMS, SC
クロロシアン	0.3	IMS	トルエン	100	PID, SC
ヒドラジン	1	IMS	トルエン・ジイソシアネート	0.02	IMS
エタノール	3000	IMS, PID, SC	ト		
ホルムアルデヒド	1	SC	1,1,1-トリクロロエタン	300	IMS
n-ヘキサン	200	PID, SC	1,1,2-トリクロロエタン	25	IMS
塩化水素	5	IMS, EC	トリクロロエチレン	100	IMS, PID
			塩化ビニル	100	PID, SC, EC

*化合物の選択(ERPG 相当)、許容濃度は、消防士が呼吸保護具なしで4時間作業する場合を想定。

化学兵器(IMS モード)

神経	皮膚	血液
GA(タブン)	HD(S-Lost)	AC
GB(サリン)	HN(N-Lost)	
GD(ソマン)	L(レイサイト)	
GF		
VX		

【表面弾性波検知器】

表面弾性波 (SAW) 検知器は、吸引した物質を反応性の異なるポリマーを吸着させたセンサーに接触させ、表面弾性波の周波数を解析して物質の検知を行う器材である。

用いるポリマーによって選択性が変わるため、ポリマーの作成技術が重要となる。また、青酸などの揮発性の高い物質では、接触時間が極端に短くなるため感度低下を起こす。さらに、吸着性の高い物質を吸引した際には、次回の検出が可能となるまでの回復時間が長くなるなどの難点もある。

【赤外分光検知器】

赤外分光検知器 (Gas ID) は、大気中に存在する物質の赤外吸収スペクトルを測定して、既存のデータベースと対比することで物質を特定する器材である。窒素などの不活性ガス、塩素などの当核二原子分子などは、検知できない。また、大気中に存在する水分や二酸化炭素の影響を大きく受けるため、物質が高濃度に存在しないと特定は困難である。検知する物質にも左右されるが、概ね数十 ppm 以上の濃度がないと検知できない。

固体や液体などを検知する器材として HazMat ID もある。



【ラマン分光検知器】

ラマン散乱光の振動数と入射光の振動数の差（ラマンシフト）は物質の構造に特有の値をとることから、ラマン効果は赤外分光法と同様に分子の構造や状態を知るための非破壊分析法として利用されている。ラマン散乱と赤外線吸収の選択則は異なるため、赤外分光法とは相補的關係にある。

光源として単色光であるレーザー光を物質に照射して、発生したラマン散乱光を分光器、もしくは干渉計で検出することでラマンスペクトルを得ることができる。通常、ラマンスペクトルは縦軸にラマン散乱強度、横軸にラマンシフト（単位は波数、 cm^{-1} ）をとったグラフとなる。



(エス・ティ・ジャパンのホームページより)

【有害ガス検知器】

接触燃焼式センサーやガルバニセンサー、定電位電解式センサーなどを組み合わせた複合型検知器である。検知特異性に優れ、物質の濃度に比例した応答が得られるため、定量が可能である。

GX-111（有害ガス検知器、理研計器）では、可燃性ガスの検知には接触燃焼式センサーが、酸素の検知（濃度測定）には隔膜ガルバニ電池式センサーが、一酸化炭素や硫化水素の検知（濃度測定）には定電位電解式センサーが用いられる。



（理研計器のホームページより）

仕様

検知ガス	大気中の酸素 (O ₂)	可燃性ガス メタン又はイソブタン	硫化水素 (H ₂ S)	一酸化炭素 (CO)
検知範囲	0～25%vol	0～100%LEL	0～30ppm	0～100ppm
精度	±0.7VOL%以内	±5%LEL(フルスケールの)	±1.5ppm	±10ppm
電源	単1乾電池×4本			
寸法・重量	255×121×175mm・約3kg			

【ガスクロマトグラフ／質量分析計】

携帯型のガスクロマトグラフ/質量分析計（GC/MS）である。キャリアガスは専用のボンベに充填されており、3時間程度の連続分析は可能である。検出結果は、物質名やCAS番号で表示される。検知器本体からリアルタイムで情報を送信し、遠隔地で結果を解析することも可能である。

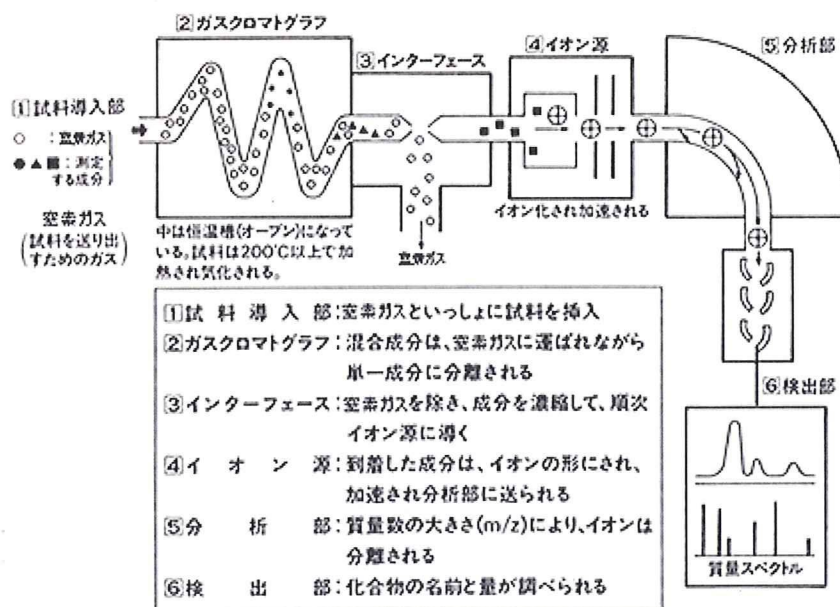
検出原理は、実験室などで使用する設置型のGC/MSと同様である。エアプローブから導入された外気（検知試料）が、GC中のカラムで分離され、順次、MS部に導入されて質量スペクトルが得られる。カラムには無極性のカラムが使用されており、45～200℃の範囲で

コントロールされている。また、検出できる質量範囲は 41~300 であり、スキャンと SIM の検知モードが使える。

サリンを始めとする化学剤やベンゼン、トルエンなどの TIC の検知には有効であるが、青酸や硫化水素の検知は困難である。



(インフィコン (株) のホームページより)



注) ハブサイトスマート以外の資料を引用しているため、若干異なる部分があります。

携帯型ではないが、下記の設置型検知器も輸入されるとともに、国産品も開発されている。

IMS (イオンモビリティスペクトロメーター) 検出器を取り入れることにより、高い感度と特定性をもちながら 6 秒~8 秒で爆発物、もしくは薬物の検知が行え、物質のより広い範囲の検知可能である。大きさは、41 x 34 x 33 cm、23kg である。



また、化学ガス検知装置として、日立製作所は、逆流型（CFI：Counter-Flow Injection）大気圧化学イオン源（APCI：Atmospheric Pressure Chemical Ionization）と、質量分析装置（MS：Mass Spectrometry）を一体化した APCI-MS を開発している。大きさは 880(H)×820(W)×710(D)、270kg である。

資料 3

各機関における原因物質特定