

第6章 試験評価システムの構築

第6章 試験評価システムの構築

野崎淳夫(東北文化学園大学)

1.6.1 空気環境実験室(人工気象室)の概要

以下に、東北文化学園大学内に設置された人工気象室(屋外、屋内条件試験室)の仕様を示す。

1.6.1.1 屋外条件試験室

1) 性能仕様

周囲温度が+5～+32℃、安定30分後の測定における性能とする。電圧変動許容値は定格電圧±5%以内、周波数変動許容値は定格周波数の±1%以内とする。

- a) 温度制御範囲 -10～+40℃(無負荷、有試料時)
-10～+40℃(有負荷、有試料時)

- b) 湿度制御範囲 30～90%R.H.(at+20～+40℃)(有負荷、有試料時)

⑨の温湿度制御範囲を参照

- c) 温湿度調節幅 ±0.5℃/±3.0%R.H.(無負荷、無試料時)

- ※d) 温湿度分布 ±1.0℃/±5.0%R.H.(無負荷、無試料時)

※同一時刻における試験室内中心温湿度と、室内各壁面からの有効寸法の1/6(但し、最大500mm)を除いた任意の場所での、温湿度の差とする。

- e) 室内気流速度:0.2m/sec以下(室内中心 F.L.+700mmにおける値)

- f) 室内照度 500lx以上(室内温度10℃、室内中心 F.L.+700mmにおける値)

- g) 許容負荷 換気:60m³/h(+10℃以上)

- h) 許容試料 スモールチェンバー:W1600×H2100×D2300mm

- i) 温湿度範囲図

2) 試験体本体

- a) 寸法 内寸法:IW 2875×IH 2675×ID 6200mm

b) パネル

外装材 カラー鋼板 t:0.4mm

内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm

パネル厚 t:75mm(断熱材:硬質ウレタンフォーム)

3) 空調器

a) 本体

寸法 外寸法:OW 2000×OH 2600×OD 1070mm

外装材 塩化ビニル鋼板 t:0.7mm(鋼板 t:0.5mm+塩化ビニル被膜 t:0.2mm)

内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm

パネル厚 t:65mm(断熱材:硬質ウレタンフォーム)

- b) 送風機 遠心送風機(両吸込シロッコファン、80m³/min. at20mmAq)

モータ(AC200V 1.5kW)

- c) 加熱器 フィンヒータ(AC200V 12kW)

- d) 加湿器 蒸気加湿器(AC200V 12kW 16.5l/h)

- e) 蒸発器 多段プレートファインクーラ

- f) 温度検出端 JIST 熱電対
g) 湿度検出端 静電容量湿度センサ
h) その他 吸込口(H型フィルタ付)等

4) 冷凍機

a) 冷凍機ユニット

冷凍方式 単段冷凍方式

圧縮機 半密閉型 AC200V

凝縮機 一体空冷式

膨張方式 キャピラリチューブ

- b) その他 配管架台、凝縮ファンコントローラ、圧力スイッチ等

5) 換気装置

a) 温熱実験用

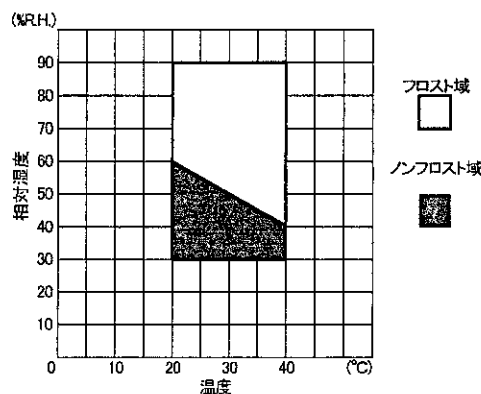
換気量 0～180m³/h

b) 換気実験用

換気量 0～180m³/h

c) 試験室排気用

換気量 1000m³/h



1.6.1.2 屋内条件試験室

1) 性能仕様

周囲温度が+5～+32℃、安定30分後の測定における性能とする。電圧変動許容値は定格電圧±5%以内、周波数変動許容値は定格周波数の±1%以内とする。

- a) 温度制御範囲 +10～+40℃(無負荷、有試料時及び有負荷、有試料時)

- b) 湿度制御範囲 35～90%R.H.(at+10～+40℃)(無負荷、有試料時及び有負荷、有試料時)

⑨の温湿度制御範囲を参照

- c) 温湿度調節幅 ±0.5℃/±3.0%R.H.(無負荷、無試料時)

- ※d) 温湿度分布 ±1.0℃/±5.0%R.H.(無負荷、無試料時)

※同一時刻における試験室内中心温湿度と、室内各壁面からの有効寸法の1/6(但し、最大500mm)を除いた任意の場所での、温湿度の差とする。

e) 室内気流速度: 0.2m/sec 以下 (室内中心 F.L.+700mm における値)

f) 室内照度 500lx 以上 (室内温度 10℃、室内中心 F.L.+700mm における値)

g) 許容負荷 換気: 60m³/h (+10℃以上)

h) 許容試料 スモールチェンバー: W1600 × 2100 × D2300mm

i) 温湿度範囲図

2) 試験体本体

a) 寸法 内寸法: IW 2875 × IH 2675 × ID 6200mm

b) パネル

外装材 カラー鋼板 t:0.4mm

内装材 ステンレス鋼板 (SUS304) t:0.5mm

パネル厚 t:75mm (断熱材: 硬質ウレタンフォーム)

床耐荷重 600kg/m² (等分布荷重)

C) 扉

材質 パネルと同等

厚さ t:75mm (断熱材: 硬質ウレタンフォーム)

両開扉 有効寸法 W 1400 × H 1800mm

3) 空調器

a) 本体

寸法 外寸法: OW 1500 × OH 3340 × OD 1070mm

外装材 塩化ビニル鋼板 t:0.7mm (鋼板 t:0.5mm+

塩化ビニル被膜 t:0.2mm)

内装材 ステンレス鋼板 (SUS304) t:0.5mm

パネル厚 t:65mm (断熱材: 硬質ウレタンフォーム)

b) 送風機 遠心送風機 (両吸込シロッコファン、80m³/

min. at20mmAq)

モータ (AC200V 1.5kW)

C) 加熱器 フィンヒータ (AC200V 12kW)

d) 加湿器 蒸気加湿器 (AC200V 12kW 11.7l/h)

e) 蒸発器 多段プレートフィンクーラー

f) 温度検出端 JIST 熱電対

g) 湿度検出端 静電容量湿度センサ

h) その他 吸込口 (H型フィルタ付) 等

4) 冷凍機

a) 冷凍機ユニット

冷凍方式 単段冷凍方式

圧縮機 半密閉型 AC200V

凝縮機 一体空冷式

膨張方式 キャピラリチューブ

b) その他 配管架台、凝縮ファンコントローラ、圧力

スイッチ等

5) 除湿機

a) 風量 処理風量 600m³/h

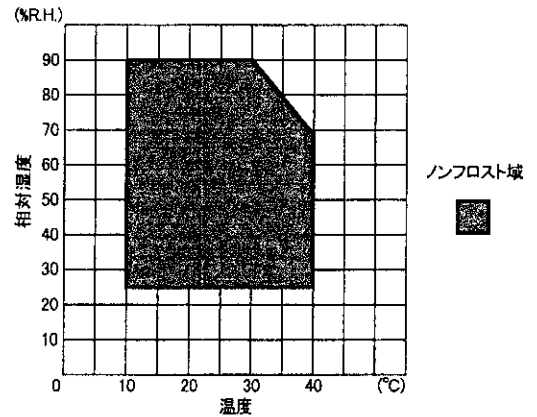
再生風量 180m³/h

外気取込風量 60m³/h

b) 機器 処理送風機 AC200V 0.3kW

再生送風機 AC200V 0.2kW

再生ヒータ AC200V 6kW



ロータ駆動モータ AC200V 25W

6) 換気装置

a) 温熱実験用

換気量 0 ~ 180m³/h

b) 換気実験用

換気量 0 ~ 180m³/h

c) 試験室排気用

換気量 1000m³/h

1.6.2 試験評価システム(1)の構築

本実験チェンバーの仕様を以下に示す。

1) 主な仕様

a) 温度 +30℃以下

b) 周辺温度条件 +25℃以下

c) 負荷 発熱: 6000Kcal/h

d) 制御方式 冷却コイルのみの ON-OFF 制御

2) 構成

a) 本体

寸法 W 1600 × H 2100 × D 1600mm

材質 SUS304

扉 W 850 × H 1800mm

架台 SS400

b) 空調器

材質 SUS304 t:1.0mm

送風機 遠心送風機 AC100 50W

冷却コイル 直膨式多段プレートフィンクーラー

温度検出端 Pt100 Ω

c) 冷凍機

圧縮機 全密閉型 AC200V 1.5Kw

凝縮機 屋内空冷式

膨張方式 キャピラリチューブ

冷媒 R22

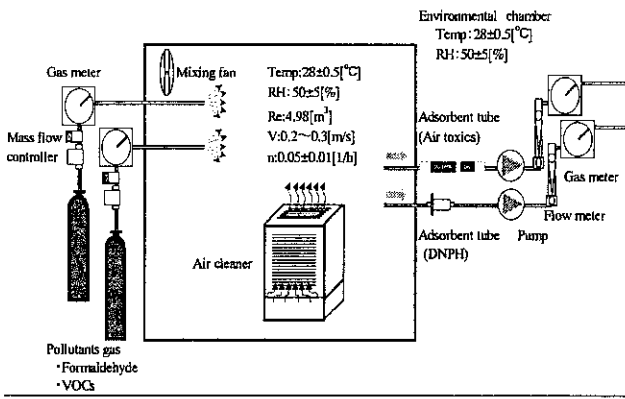


図-1.6.1 試験評価システム(I)

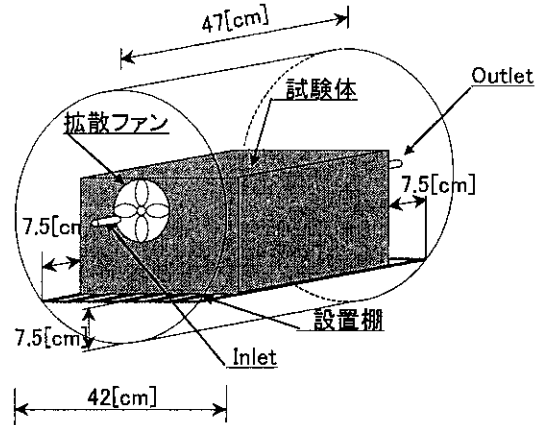


図-1.6.2 スモールチェンバーの概要

1.6.3 試験評価システム(II)の構築

(1) 生活用品からの化学物質の発生に関する実験システムの構築

生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にステンレス製小型チェンバーを設置し、図-1.6.3に示すような実験システムを構築した。

(2) 対策品の化学物質の除去特性に関する実験システムの構築

対策品の化学物質発の除去特性を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内に2つのステンレス製小型チェンバーを設置した。1つのチェンバー(チェンバー①)には、試験片を挿入し、もう一方のチェンバー(チェンバー②)には、試験片のダミー(試験片と同じ体積)を挿入した。

人工気象室の空気をキャリアーガス乾燥管、エアードライ管を通してガス発生装置に送り、2つの実験チェンバーに等量のトルエン、mp-キシレン、o-キシレン、ベンゼン、エチルベンゼン、p-ジクロロベンゼンの6種類のVOCをマスフローコントローラーを用いて流量を500ml/minに制御し、2つのチェンバー内に導入した。また、チェンバー内の一様拡散状態を得るためにファンを用いて、チェンバー内の空気を混合させた。(図-1.6.4を参照のこと。)

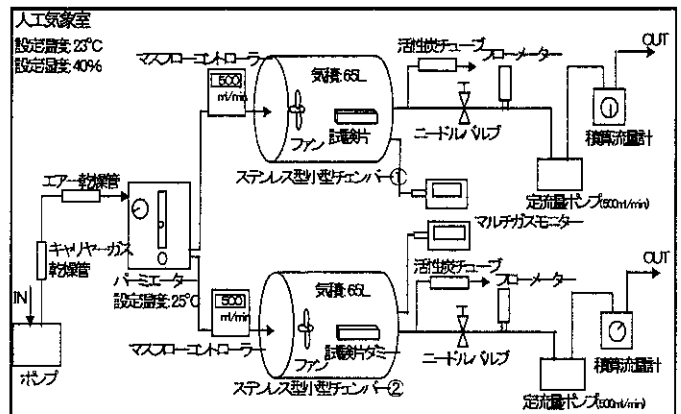


図-1.6.3 対策品の化学物質除去特性に関する実験システム

1.6.4 試験評価システム(III)の構築

造作家具などの大型の生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にスモールチェンバーを設置し、図-1.6.4に示すような実験システムを構築した。

本チェンバーは、温度、湿度及び換気制御装置が設置されている為に、任意の環境条件にて実験を行うことが可能である。チェンバー内の空気は、拡散ファンを用いて一様拡散を行うものとする。この場合、拡散ファンの気流速度が大きくなると、試験体からの化学物質の発生速度が増大する。そこで、本実験においては、0.5[m/S]以下になるように気流速度を制御した。

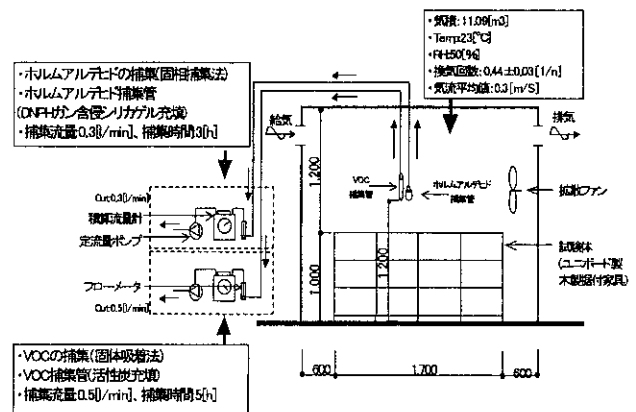


図-1.6.4 造作家具からの化学物質の発生に関する試験評価システム(造作家具など)

第7章 室内化学物質の簡易測定法

第7章 室内化学物質の簡易測定法に関する研究

1.7.1 ホルムアルデヒド

堀雅宏（横浜国立大学）

1.7.1.1 はじめに

簡易法とは「機材や装置が比較的小型で持ち運び易く、かつ操作が簡便で、現場で測定値が得られるもの」である。ホルムアルデヒド用として現在わが国で現在市販されている機種は検知管法、検知紙法、定電位電解法、燃料電池（ガルバニセル）法、吸収/吸光光度法、検知紙/光電光度法、化学発光法によるものが挙げられるが、直接読み取り型と出力指示型に分類される。検知管法、検知紙法が直接読み取り型、残りが出力指示型である。

なお、環境測定においてサンプリングの簡易化は重要であるが、例えばパッシブサンプラーのみでは現場で結果が得られないので、本規準では除外した。測定所要時間は本規準の短時間暴露指針値が30分値であるので、30～40分以内が実際的と考える。

本規準では簡易測定法の表示すべき性能とその具備すべき条件を規定し、評価試験方法も記載した。評価は定量濃度範囲（検出限界、定量上限界）、総合的不確かさ、選択性、温湿度の影響の4項目で行う。なお、この規準は特定の原理、機器のみを想定したものではない。

“検量線や標準ガスを使用しないこと”が簡易測定法の必須条件と言ってもよく、そうなると測定器の精度管理制度が簡易測定法には求められて来る。

1.7.1.2 使い方について

簡易測定法はその機器の性能を理解した上で使用しなければならないが、具体的な事項を次に示す。

(1) 測定器の感度が0.08ppmを測定するのに十分であることを確認する。

(2) 原理的に共存ガスの影響を受ける可能性があるか、ホルムアルデヒドをどの程度選択的に測定できるかに留意する。

(3) 選択性が一定水準を満たさない機器はスクリーニング試験にのみ用いる。

(4) その際は0.08ppmをクリアできないときには精密方法で測定することになる。

(5) 使用説明書に従って操作し、測定値を読み取るが、出力表示型の場合はブランク試験を必ず行う。

(6) 機器の総合的不確かさの程度を確認する。

以上のことは機種を選択する際の指針にもなるが、感度は検出限界、測定濃度範囲によって知ることができる。通常測定上限が問題になることはほとんどない。

室内環境では通常、ホルムアルデヒド以外のVOCが必ず共存すると見なければならぬ。従って、それらのガスの妨害を受ける可能性があるかどうか、ここでは相対感度の高いVOCなどの有無などを指針として判断する。直接読み取り型の場合は別と

して、出力表示型の場合はゼロ合わせをするか、ブランク値を求め、さし引かなければならない。ただし、この操作が自動的に組み込まれている機器はこの限りではない。弁別フィルターを用い、その差をとるもののブランク試験は不要である。

1.7.1.3 簡易法の性能表示と具備すべき性能規準

簡易法の性能は(1)検出限界及び測定濃度範囲、(2)総合的不確かさ、(3)温湿度の影響、(4)選択性：共存妨害ガスの影響について表示する。その規準値は次の通りとする。

1) 検出限界及び測定範囲

ホルムアルデヒドの指針値の0.1mg/m³ (0.08ppm)の1/5の濃度が検出でき、かつ本基準の5倍(0.4ppm)以上まで測定できること。

2) 総合的不確かさ(精確さ)

ホルムアルデヒドの本規準における指針値0.08ppm付近(0.07～0.09ppm)の標準ガスで5回繰り返し測定したときの指示値が標準ガス濃度の72.5%以内で、その平均値が71.5%以内とする。

3) 温湿度の影響

温度の影響：1572、3072℃(湿度は23℃において40～60%、それぞれの温度で制御せず、絶対湿度はほぼ一定)で(2)の条件を満たすこと。

湿度の影響：低湿度条件15℃、20～30%及び高湿度条件30℃、70～90%での指示値が(2)の条件を満たすこと。

4) 選択性：まず、トルエン、アセトアルデヒド、エタノール、n-ヘキサン、トリクロロエチレン、αピネン、酢酸ブチル、アセトンについてホルムアルデヒドに対する相対感度が表示してあることが求められる。さらに、これらのいずれのVOCの相対感度も0.1以下で、かつモデル共存ガスに対して精密測定法の測定値との差が3回測定した平均値で72.5%以下であること。ホルムアルデヒド0.08ppmと上記の次の全ての物質を共存させた時における指示値の平均値(n=5)が72.5%以下であること。感度はブランクとの差が必ず認識できる検出限界として表示する。もし、検出限界が0.08ppmに近ければ、0.08ppmの精度は出ない(0.08ppmでの不確かさ)が大きくなる。なお測定範囲で上限界が問題になることはほとんどない。

不確かさ(精確さ)は0.08ppm前後(0.07～0.09ppm)に調製し、精密測定法で定量した標準ガス濃度で5回繰り返し測定し、標準ガス濃度の差で評価する。この値は偏りと繰り返し再現性の総合的評価である。

選択性すなわち妨害共存ガスの影響は代表的な妨害ガスVOCのホルムアルデヒドに対する相対感度(ホルムアルデヒドの検量線の傾きを1としたときの比)で判断できる。これらのVOCは新築(6ヶ月以内)集合住宅で夏季、国土交通省のサンプリング条件(30分換気、閉鎖後5時間以上放置)で行われた調査(1日平均、n=12)で得られた測定値を化学種別に整理したとき、当該化学種の中で最大濃度を示した化合物である。

a) モデル共存ガス

モデル共存ガス濃度Ⅰ：(新築無人状態)

上記の調査で化学種別平均濃度 (mg/m^3) を当該化学種の中で最大濃度を示した化合物で代表させたものである。

ホルムアルデヒド $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0.08 ppm : $0.07 \sim 0.09 \text{ ppm}$)

アセトアルデヒド: $0.14 \text{ mg}/\text{m}^3$

脂肪族炭化水素: n-ヘキサン $0.90 \text{ mg}/\text{m}^3$

芳香族炭化水素: トルエン $1.85 \text{ mg}/\text{m}^3$

ケトン: アセトン $0.32 \text{ mg}/\text{m}^3$

テルペン: α ピネン $3.05 \text{ mg}/\text{m}^3$

エステル: 酢酸ブチル $0.11 \text{ mg}/\text{m}^3$

アルコール: エチルアルコール $0.06 \text{ mg}/\text{m}^3$

ハロゲン化炭化水素: トリクロロエチレン $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$

(TVOCとして $6.58 \text{ mg}/\text{m}^3$)

モデル共存ガス濃度Ⅱ (新築居住状態)

ホルムアルデヒド $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0.08 ppm : $0.07 \sim 0.09 \text{ ppm}$)

アセトアルデヒド: 0.24 ppm

脂肪族炭化水素: n-ヘキサン $0.20 \text{ mg}/\text{m}^3$

芳香族炭化水素: トルエン $0.25 \text{ mg}/\text{m}^3$

ケトン: メチルイソブチルケトン $0.10 \text{ mg}/\text{m}^3$

テルペン: α ピネン $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$

エステル: 酢酸ブチル $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$

アルコール: エチルアルコール $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$

ハロゲン化炭化水素: パラジクロロベンゼン $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$

(TVOCとして $1.35 \text{ mg}/\text{m}^3$)

これらの値は厚生労働省の調査で得られた居住状態での新築(6ヶ月以内)住宅の1日平均濃度であり、化学種別平均濃度 (mg/m^3) を当該化学種の中で最大濃度を示した化合物で代表させたものである。

なお、共存ガスの影響試験は20Lのサンプリングバッグ(ポリエステルまたはポリフッ化ビニル製)を用いる。7種のVOCの液体をマイクロシリンジで所定の量(1 m^3 中に含まれるVOCの1/50の量)を気化させ、ホルムアルデヒド標準ガスを20L送入(1L/minなら20分間)して調製する。サンプリングバッグにはあらかじめテフロン製のチューブ(1mm x 10cm)を4,5本挿入しておき、それを振って攪拌混合する。VOC濃度の確認のために、このうちこのうちの1Lを吸着/加熱脱着/キャピラリーガスクロマトグラフ法で定量する。この濃度は所定の濃度の $\pm 15\%$ 以内に設定する。これを試験ガスとして直接測定器に接続して吸引するか、測定器を挿入した暴露用のチャンバーに接続し、ポンプで数100ml/minで吸引する。

1.7.2 VOC

松村年郎(東京顕微鏡院)

Sick Building Syndrome(SBS)や化学物質過敏症(CS)の発症にVOCが関与していることが指摘されている。現在、VOCはアクティブサンプリング法(固相捕集-加熱脱着法、固相捕集-溶媒抽出法)やパッシブサンプリング法等を用いて短時間や長時間平均値として濃度を算出している。しかし、VOC濃度と健康

影響との関連性を追究するには、VOCの瞬時濃度を捉えることができ、しかも個人が装着できるような小型軽量の測定器が必要である。従来より、パッシブ型で携帯可能なTVOC計は報告されていない。本研究においてはこのような背景のもとパッシブ型TVOC計の開発を試みた。

1.7.2.1 研究目的

個人曝露濃度(日平均曝露濃度)や日平均濃度等の平均化された測定値を用いて健康影響との関連性を追究するには限界があり、症状発症時の瞬時濃度を捉え、両者の関連性を追究する必要がある。本研究においては上述のような観点から、ヒトに装着可能な小型VOC計で、しかもポンプを使用せず、かつ、瞬時濃度が連続的に測定できるパッシブ型のTVOCモニターの開発を目的とする。本目的を達成するために半導体検出器に着目し基礎的検討を行った。

1.7.2.2 研究方法

1) 研究概要

TVOCモニターの検出器として半導体検出器を用いた。その理由は小型、軽量、瞬時濃度の測定が可能、かつ、パッシブサンプリングに適していることである。この半導体検出器にデータ処理器を接続し、個人曝露量が測定できるTVOCモニターを開発した。開発したTVOC計について、応答速度、再現性試験、VOCの応答感度、非メタン炭化水素自動計測器との比較測定等の性能試験を行い、その実用性を検討した。

2) 装置及び試薬

非メタン炭化水素自動計測器: ヤナコ製 AG-203型

TVOC計: ラウンドサイエンス製

トルエン標準ガス: 高千穂製 2ppm(空素バランス)

1.7.2.3 結果及び考察

1) 開発したパッシブ型TVOC計の概要

基本的設計は個人曝露量を把握する観点からヒトの襟元に装着できる小型センサーと演算処理機能を備えた本体から成る重量約500gのTVOC計を試作した。基本原理は特殊金属半導体センサを用い、測定濃度範囲は0~2 mg/m^3 、0~5 mg/m^3 、0~10 mg/m^3 の手動切り換え方式を採用した。暖機時間は60分、ゼロドリフトは $\pm 5\%/Fs/\text{day}$ 、スバンドリフトは $\pm 10\%/Fs/\text{day}$ 。90%応答は60sec。大きさは80(w)x40(h)x100(d)mm、重量500g、電源は単三電池4個で25時間稼働、測定方式は瞬間連続式、温度・湿度補償回路機能。スパン校正はトルエン標準ガスを用いる。

2) 検量線

トルエン標準ガス濃度と振れ幅との関連性は2 mg/m^3 までは直線性が認められるが、それ以降は曲線になる。この曲線部分は一般的にはリニアライザーにて直線に変換し、検量線を作成する方法が採られている。本項においてもリニアライザー法を採用した。

3) 応答速度と再現性

トルエンの標準ガスを用いて再現性試験を行った。その結果、図-1.7.2.1に示したように再現性は良好($\pm 2\%/fs$)であった。また、応答速度は90%応答で60秒以内であった。

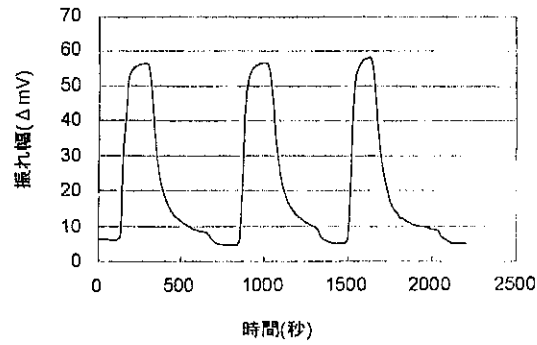


図-1.7.2.1 応答速度と再現性

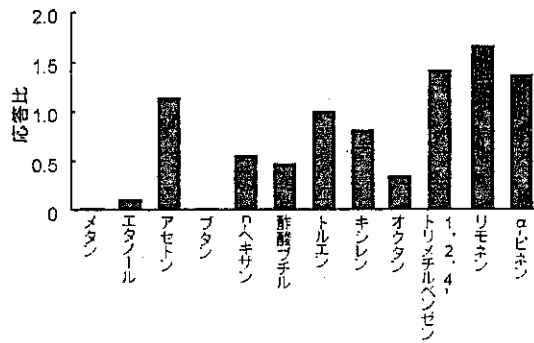


図-1.7.2.2 VOCの相対感度

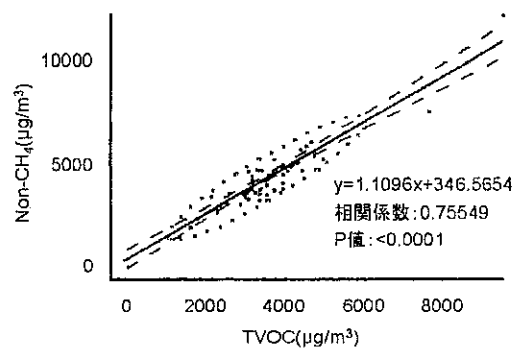


図-1.7.2.3 非メタン炭化水素自動計測器と本計測器との相関

4) VOCの相対感度

本項においてはTVOC計に対するVOCの相対感度試験を行った。方法としては市販されているVOCのボンベガスを希釈する方法、一方、VOCの純品(液体98%程度)をマイクロシリンジを用いて計算量とり、純窒素を用いて気化希釈し、原ガスを調製する。更に、原ガスを純空気を用いて希釈し、試験ガスを調製する方法を採用した。これら調製したガスをTVOC計で測定し、トルエン濃度としての応答比を検討した。その結果、図-1.7.2.2に示したように芳香族炭化水素は応答性がよいが、脂肪族炭化水素は一般的に悪く、ヘキサンは約0.6、オクタンは0.3程度を示した。これら脂肪族炭化水素の応答比に関しては半導体検出器の改良が必要と思われる。一方、メタン、ブタン等には殆ど応答性がなく、TVOCの定義(ヘキサンからヘキサデカンまでをトルエン換算として表示)からして妥当であった。今後、デカン類等の高沸点化学物質及び室内濃度が比較的高いアルコール類の応答試験を行う必要がある。

5) 風速の影響

半導体検出器の表面に3~4m/sec及び7~8m/secの風速を直接与えても測定値には影響が認められなかった。

6) 非メタン炭化水素自動計測器との比較測定

大気汚染で使用されている非メタン炭化水素自動計測器との比較測定を行った。この計測器はメタン以外の炭化水素をメタン換算濃度で表示する計測器である。よって、表示値をトルエン換算値にして比較した。測定はある工場内に両測定器をセットし24時間同時測定を実施した。各測定値は1時間平均値に整理した。その結果、本計測器の測定値は非メタン炭化水素自動計測器の測定値によく追従していた。図3に両者の相関を示した。相関係数は0.76を示し、有意な相関が認められた。一方、本計測器をヒトの胸元に装着し個人曝露量の測定を行った。その結果、築20年の集合住宅に居住する主婦、サラリーマン及びサラリーウーマンの個人曝露量は $670 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $1065 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $980 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をそれぞれ示していた。サラリーマン及びウーマンは勤務先でVOCの曝露を受け、主婦より曝露量が若干高い傾向を示していた。

1.7.2.4 結論

1) 半導体検出器を用いたパッシブ型TVOC計の開発を行った。本検出器は重さが約20g、

データ処理機が500g、小型、かつ、携帯性を持たせた個人曝露量測定器である。本計測器は瞬時かつ連続測定が可能で、SBSや化学物質過敏症の発症時のVOC瞬時測定が可能である。

2) 本計測器の再現性は $\pm 2\%$ (fs)、

ゼロドリフトは $\pm 5\%$ (fs, day)、

スバンドリフトは $\pm 10\%$ (fs, day)である。

3) 芳香族炭化水素に応答特性はよいが、脂肪族炭化水素に悪く、今後、半導体検出器の改良が必要と思われる。

4) 本計測器は風速($0.1\sim 7\text{m}/\text{sec}$)の影響を受けない。

5) 本計測器と非メタン炭化水素自動計測器と同時測定を行った。その結果、両者の相関係数は0.76を示し、有意な相関が認められた。

1.7.2.5 研究発表

松村年郎、西村隆雄：パッシブ型TVOC計の開発とそのアプリケーションについて、

第21回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、p.269-270(2002)

1.7.3 PID利用の測定装置

野崎淳夫(東北文化学園大学)

1.7.3.1 はじめに

各種のVOC測定法について測定上の特性等を把握することは、室内空気汚染の評価上重要な課題である。標準的の化学測定法はGC/FIDやGC/MSであるが、これらの測定法は、高度の化学知識やスキルが必要とされるため、建築技術者等にとって、その操作は容易ではない。そこで、取り扱いが容易で、測定瞬時値が得られ、かつ連続測定も可能である光イオン検出器(Photo Ionization Detector)に注目した。本研究では、標準的測定法のGC/MSとPIDモニタを用いて、同一試料を測定する比較実験を行い、PIDの測定性を明らかにするものである。

1.7.3.2 実験概要

1) 測定機器

本研究では、業者により適正な較正が成されたPIDモニタ(3台)とGC/MSを用いた。これらの測定機器の仕様について以下に示す。

2) PIDモニタ

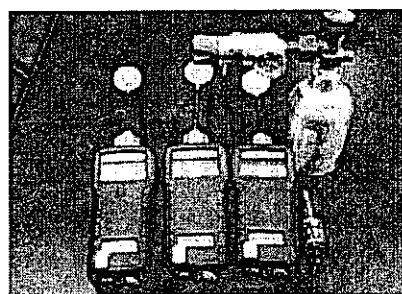


写真-1.7.1 PIDモニタ

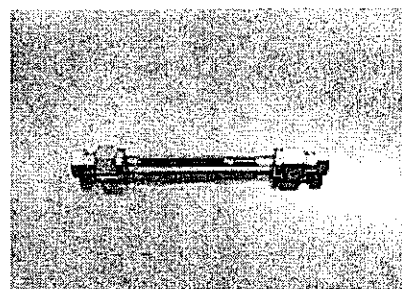


写真-1.7.2 VOC捕集管

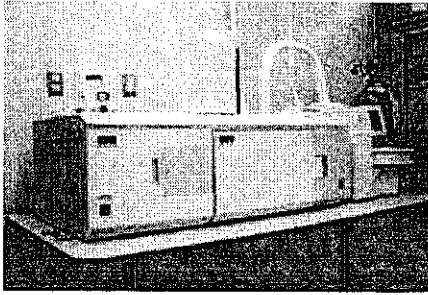


写真-1.7.3.3 VOC分析のシステム
(ATD, GC/MS)

i)PIDモニタ (RAE Systems社製 Model:PGM-7240、写真-1.7.1参照)

ii)固体捕集-加熱脱着-GC/MS法 (以下:GC/MS法)

①捕集装置 (定流量ポンプ:柴田機械工業社製 Model:MP-603T、積算流量計:シナガワ社製 Model DC-1A、捕集管:Spelco社製 Air Toxics、写真-1.7.2参照)

②加熱脱着/導入装置(Perkin Elmer社製、Model:Turbo Matrix ATD)

③GC/MS(Perkin Elmer社製、Model:Turbo Mass Gold、写真-1.7.3参照)

3) 試料ガスの作製方法

本研究では、VOC混合ガス(高千穂化学工業社製、Indoor TERRAシリーズ、36成分高濃度仕様)を試料ガスとして用いた。36成分のVOCは、室内における実態調査において高い頻度で検出されている成分である。

まず、サンプリングバッグ(近江オドエアーサービス社製、容量100(l))に表-1.7.1に示される容量でHeガス(純度:99.999%)を充填し、このガスをバックランド濃度の測定時に用いた。次に、このサンプリングバッグに、10ml、100ml、300mlのガスタイトシリンジを用いて、表-1.7.1に示される容量のVOC混合ガスを希釈注入し、高濃度域、及び低濃度域の試料ガスを作製した。高濃度域の希釈倍率は、1/100(試料ガスA)、1/500(ガスB)、1/1000(ガスC)、1/40000(ガスD)である。また、低濃度域の希釈倍率は、1/3000(試料ガスE)、1/5000(ガスF)、1/10000(ガスG)、1/40000(ガスH)のそれぞれ4段階である。

4) 実験方法

サンプルバック内のHeガス、並びに試料ガスA~Hについて、PIDモニタ(3台)、並びにGC/MSにより同時測定を行った。具体的な実験手順を以下に示す。

a) バックランド濃度の測定

Heガスを充填したサンプリングバッグ内のバックランド濃度についてPIDモニタ用いて測定を行った。同時に、VOC捕集管(Air toxics充填)にこのHeガスを0.1(l/min)の流量で30分間通気した。この捕集管を、加熱導入装置付のGC/MSへ導入し、定性・定量分析を行った。(分析条件は、表-1.7.2を参照のこと。)

b) 試料ガスA~Hの測定

表-1.7.2に示される試料ガスA~Hについて、バックランド濃度の測定と同様の手順でPIDモニタ(3台)、並びに

GC/MS法により測定を行った。

1.7.3 結果と考察

1) 試料ガスA~DにおけるPIDモニタの測定性

高濃度の試料ガスA~D(希釈倍率:1/100(ガスA)、1/500(ガスB)、1/1000(ガスC)、1/40000(ガスD))について、PIDモニタ(3台)、並びにGC/MS法により同時測定を行った。結果を図-1.7.1に示す。図-1.7.1中の横軸は、GC/MS法によるTVOC濃度を示したものである。GC/MSによるTVOC濃度は、同定された標準混合ガス36成分の濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)の総和を示したものである。また、縦軸は、PIDモニタによるTVOC濃度を示したものである。このPIDモニタのTVOC濃度は、イソブチレンの換算値である。

測定結果から、PIDモニタは、GC/MS法の1/20程度の測定値を示したものの、両者には高い直線的相関関係が示された(相関係数: $R^2=0.9991\sim 0.9997$ 、直線回帰式: $y=0.0533x+48.8$ (PIDモニタ1)、 $y=0.0518x+58.0$ (PIDモニタ2)、 $y=0.0527x+126$ (PIDモニタ3)ここで、y:PIDモニタによるTVOC濃度(ppb)、x:GC/MSによるTVOC濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)とする。)。また、業者によって較正されたPIDモニタ間のバラツキは、小さいことが示された。

表-1.7.3.1 試料ガスの概要

試料ガス	高濃度域				低濃度域			
	A	B	C	D	E	F	G	H
希釈倍率	1/100	1/500	1/1000	1/40000	1/3000	1/5000	1/10000	1/40000
Heガスの充填量(l) ^{注1)}	30	100	100	80	90	100	100	80
VOC混合ガスの注入量(l) ^{注2)}	0.3	0.2	0.1	0.002	0.03	0.02	0.01	0.002
VOC混合ガスの成分	各VOC成分の混合比率 ^{注3)} (%)							
1 ジクロロメタン	4.04	3.32	4.29	4.13	4.04	3.32	4.29	4.23
2 アセトン	2.02	1.90	1.87	4.04	2.02	1.90	1.87	4.20
3 クロロホルム	3.11	2.98	3.32	3.28	3.11	2.98	3.32	3.29
4 n-ヘキサン	14.6	14.2	14.5	13.3	14.6	14.2	14.5	13.3
5 エタノール	1.65	1.23	0.48	1.95	1.65	1.23	0.48	2.15
6 1,1,1-トリクロロエタン	5.52	5.51	6.12	5.88	5.52	5.51	6.12	5.91
7 テトラクロロエチレン	5.97	5.96	6.92	6.57	5.97	5.96	6.92	6.58
8 酢酸エチル	2.50	2.55	2.97	2.70	2.50	2.55	2.97	2.72
9 メチルエチルケトン	1.79	1.78	2.02	2.00	1.79	1.78	2.02	2.00
10 2,4-ジメチルペンタン	14.8	15.0	12.6	11.5	14.8	15.0	12.6	11.5
11 ベンゼン	2.08	2.08	2.15	2.13	2.08	2.08	2.15	2.11
12 1,2-ジクロロエタン	2.80	2.41	2.62	2.60	2.50	2.41	2.62	2.58
13 1,1,2-ジクロロエタン	2.71	2.76	2.96	2.97	2.71	2.76	2.96	2.93
14 1,2-ジクロロプロパン	2.44	2.45	2.65	2.59	2.44	2.45	2.65	2.56
15 n-ブタン	1.31	1.34	1.59	1.50	1.31	1.34	1.59	1.49
16 n-ブタノール	4.37	4.26	4.36	3.95	4.37	4.26	4.36	3.89
17 トルエン	1.46	1.58	1.51	2.08	1.46	1.58	1.51	2.13
18 メチルイソブチルケトン	1.36	1.37	1.62	1.41	1.36	1.37	1.62	1.39
19 n-ブタノール	13.9	14.6	12.2	12.6	13.9	14.6	12.2	12.5
20 クロロジプロモメタン	1.50	1.61	1.72	1.73	1.50	1.61	1.72	1.69
21 テトラクロロエチレン	2.38	2.50	2.58	2.67	2.38	2.50	2.58	2.61
22 酢酸ブチル	0.875	0.891	1.09	0.860	0.875	0.891	1.09	0.837
23 n-オクタン	1.98	2.05	2.07	2.01	1.98	2.05	2.07	1.95
24 エチルベンゼン	0.808	0.868	0.878	0.890	0.808	0.868	0.878	0.870
25 n-キシレン	1.46	1.55	1.54	1.61	1.46	1.55	1.54	1.57
26 n-キシレン	0.547	0.585	0.629	0.702	0.547	0.585	0.629	0.692
27 n-キシレン	0.325	0.344	0.371	0.405	0.325	0.344	0.371	0.398
28 スチレン	0.695	0.724	0.761	0.781	0.695	0.724	0.761	0.758
29 n-ブタン	0.471	0.579	0.718	0.554	0.471	0.579	0.718	0.530
30 n-ヘキサン	0.206	0.233	0.209	0.069	0.206	0.233	0.209	0.058
31 1,3,5-トリメチルベンゼン	0.168	0.261	0.123	0.138	0.168	0.261	0.123	0.120
32 1,2,4-トリメチルベンゼン	0.127	0.139	0.132	0.049	0.127	0.139	0.132	0.041
33 p-ジクロロベンゼン	0.163	0.243	0.174	0.247	0.163	0.243	0.174	0.228
34 m-ジクロロベンゼン	0.165	0.126	0.126	0.208	0.165	0.126	0.126	0.207
35 1,2,3-トリメチルベンゼン	0.108	0.106	0.069	-	0.108	0.106	0.069	-

注1): バックランド濃度の測定に用いる。

注2): 試料ガスの測定に用いる。

注3): GC/MS法の測定値用いて、次式により算出した。

$$\text{各成分の混合比率 (\%)} = \frac{\text{GC/MS法による各VOC濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{GC/MS法によるTVOC濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)} \times 100$$

2) 試料ガスE～HにおけるPIDモニタの測定性

比較的低濃度の試料ガスE～H（希釈倍率：1/3000（試料E）、1/5000（試料F）、1/1000（試料G）、1/40000（試料H））について、試料ガスA～Dと同様の手順でPIDモニタ（3台）、並びにGC/MS法により測定を行った。結果を図-1.7.2に示す。測定結果から、PIDモニタは、GC/MS法の1/25程度の測定値を示したものの、両者には高い直線的相関関係が示された（相関係数： $R^2=0.9000\sim0.9420$ 、直線回帰式： $y=0.0398x-2.78$ （PIDモニタ1）、 $y=0.0408x-6.53$ （PIDモニタ2）、 $y=0.0454x-11.3$ （PIDモニタ3）ここで、 y ：PIDモニタ測定値(ppb)、 x ：GC/MSによる測定値(ppb)とする。)。また、高濃度域（試料ガスA～D）と同様にPIDモニタ間のバラツキが小さかった。

本PIDモニタは、厚生労働省によるTVOC濃度指針値（ $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）近傍の測定も精度よく行える可能性を有する。

ただし、現段階では、全ての測定環境中に本研究で得られた換算値を適用できるものではないと考えられる。

1.7.3.4 まとめ

本研究では、簡易測定器であるPIDモニタの測定値とGC/MS法の測定値との比較検討を行い、PIDモニタの測定性について検証した。本研究で得られた知見を以下に示す。

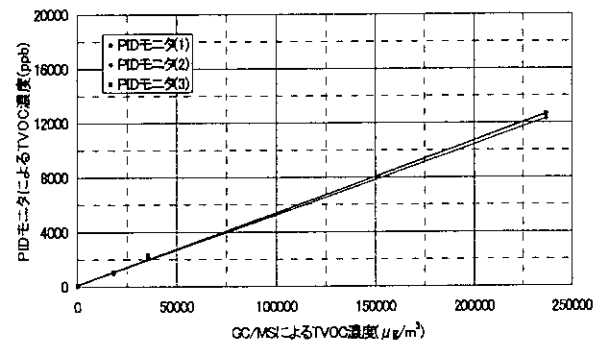
- 1) 3台のPIDモニタ間の測定値はバラツキが小さく、機種の違いによる大きな測定値の変動は認められなかった。
- 2) PIDモニタとGC/MS法との測定値には、有意な直線的相関が示された。
- 3) 今後の課題として、一般居住環境中におけるPIDモニタの測定性の把握等が挙げられる。

1.7.3.5 引用文献

- 1) 野崎淳夫、柏貴浩、堀雅宏、松村年朗：揮発性有機化合物およびホルムアルデヒドの測定法に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.409～412、1997年8月
- 2) 池田耕一、野崎淳夫、堀雅宏、松村年朗、柏貴浩、飯倉一雄：VOC、ホルムアルデヒドの測定法に関する研究、室内環境研究会第3回研究発表会講演抄録集、p.28～29、1997年12月

表-1.7.3.2 GC/MSの分析条件

加熱導入装置	Turbo matrix ATD
GC/MS	Turbo mass gold
加熱前パーズ時間	1(min)
チューブ	加熱温度:300(°C)、加熱時間:10(min)
加熱バルブ温度	280(°C)
トランスファー	温度:290(°C)
トラップ	捕集温度:10(°C)、加熱温度:350(°C)、加熱保持時間:30(min)
キャリアガス流量	17(psi)
脱着流量	30(ml/min)
スプリット流量	Inlet:15(ml/min)、Outlet:10(ml/min)
カラム	SPB-1、内径:0.25(mm)、膜厚:1(μm)、長さ:60(m)
カラム昇温	50-300(°C)
インタフェース温度	270(°C)
イオン源温度	250(°C)
スキャンモード	m/z 40～250



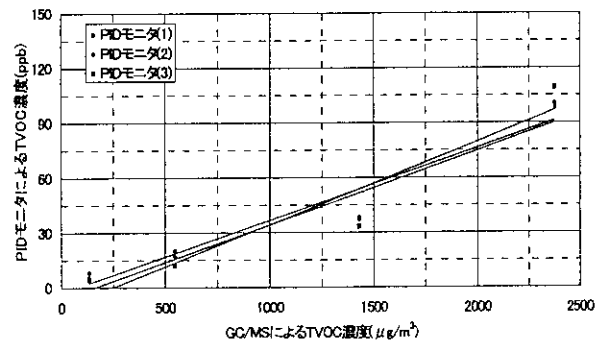
直線回帰式

PIDモニタ1： $y=0.0533x+48.8$ ， $R^2=0.9997$

PIDモニタ2： $y=0.0518x+56.0$ ， $R^2=0.9996$

PIDモニタ3： $y=0.0527x+126$ ， $R^2=0.9991$

図-1.7.3.1 PIDモニタ及びGC/MSによるTVOC濃度（高濃度域：試料ガスA～D）



直線回帰式

PIDモニタ1： $y=0.0396x-2.96$ ， $R^2=0.9292$

PIDモニタ2： $y=0.0406x-6.53$ ， $R^2=0.9420$

PIDモニタ3： $y=0.0454x-11.3$ ， $R^2=0.9000$

図-1.7.3.2 PIDモニタ及びGC/MSによるTVOC濃度（低濃度域：試料ガスE～H）

第2編 生活用品などからの化学 物質の発生に関する研究

第1章 家具からの化学物質の発生

第1章 家具からの化学物質の発生

要約

2.1.1 住設家具

野崎淳夫 (東北文化学園大学)
鈴木昭人 ((株)INAX)

1. はじめに

建材から発生するVOC(揮発性有機化合物)等を原因とした「シックハウス症候群」が住環境の新たな問題となっている。同問題に対するこれまでの研究は、合板等の壁面若しくは躯体から放散するVOC量の評価に着目されていた。本研究は、住宅内に設置される住設機器(キッチン・洗面化粧台等)に着目し、それらから放散するVOC量の評価を目的とした。

2. 実験概要

1) 住設機器の概要

本実験での対象住設機器は、システムキッチン(以下キッチン)、洗面化粧台、トイレ用手洗器付収納棚(以下手洗器)、浴槽とした。(写真-1~5参照)これらの概要を表-1に示す。

2) 実験方法

東北文化学園大学の空気環境実験室内にラージチェンバー(本体:ステンレス製、容積4,977m³)を設置し実験を行った。ラージチェンバー内の一様拡散状態を得るために、チェンバー内に小型拡散ファンを設置した。換気量の調節は、吸気側と排気側の流量を調節することにより行った。尚、本実験の環境条件を表-2に示す。

また、検体は品確法に基づき、扉は全開とし、施工状態を再現するために、背板にはアルミ箔・アルミテープで被覆し、化学物質の放散を防いだ。

3. 捕集・分析方法

VOC放散量の評価は、ラージチェンバーの出口サンプリング及び分析機器により行なった。

- 1) ラージチェンバー内が十分に換気できていること、環境条件を満たしているか確認し、検体を入れる。
- 2) 試料空気が定常濃度になったことを、マルチガスモニターで確認後、サンプリング開始する。
- 3) サンプリングはAirToxicsを用い、50ml/minの流量で20分行なった。同方法にて2本捕集した。
- 4) サンプリング後、加熱脱着装置付・ガスクロマトグラフ質量分析装置(ATD-GC/MS)により分析し、濃度を求めた。
- 5) 本のデータの平均を算出し、これを対象物質からの発生濃度とする。

表-1 対象住設機器の概要

	サイズ(mm)	使用建材
システムキッチン	900×630×830	フロアユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート、人造大理石(不飽和ポリエステル)
	900×450×700	アップラーユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート
洗面化粧台	900×500×1000	本体:パーティクルボード、MDF、合板、オレフィン系シート、メラミン樹脂 カウンター:人造大理石(不飽和ポリエステル)
浴槽	1400×700	不飽和ポリエステル樹脂
トイレ用手洗器付収納棚	1200×200×1040	ポリ合板、パーティクルボード、MDF

表-2 チャンバー内の環境条件

温度	28 ± 1 °C
湿度	50 ± 1 %
換気回数	0.5 ± 0.01 回/h
気流	0.5 m/s 以下
試料負荷率	2.0 m ³ /m ³

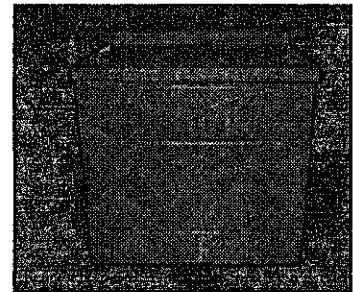


写真-1 キッチン

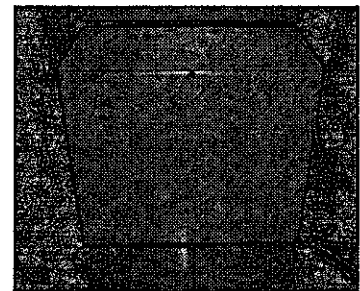


写真-2 キッチンキャビネット



写真-3 手洗器

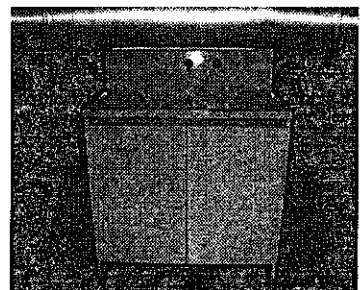


写真-4 洗面化粧台

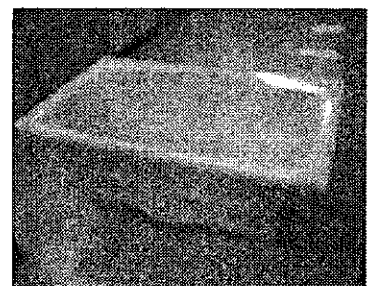


写真-5 浴槽

4. 実験結果

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚（トイレ用品）、浴槽のラージチャンバー法による評価結果（検出された中で高濃度で存在した化学物質）を表-4及び図-1～4に示す。

個々の住設機器から放散するVOC量の実験結果から、次のことが分かった。

①キッチン、洗面化粧台、浴槽から共通して、スチレンが検出された。

②キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚から共通して、メチルエチルケトン、トルエン等検出された。また、浴槽からはそれらの物質が検出されなかった。

5. 考察

ラージチャンバーの試験結果について、住設機器に使用されている建材から次のことを考察する。

①キッチン、洗面化粧台、浴槽に共通して使用されている部材は不飽和ポリエステルである。不飽和ポリエステルの原料としてスチレンが使用されることから、スチレンの放散源は不飽和ポリエステルと考えられる。

②浴槽に使用されず、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚に使用されている建材は木質建材である。

よって、メチルエチルケトンやトルエンは、木質建材から放散すると考えられる。木質建材自身からはこれらの物質の放散は考えにくいので、それに使用される塗料や接着剤が放散源と考えられる。

6. まとめ

住設機器から放散するVOC量の評価は、本大学に設置されている空気環境実験室に設置されるステンレス製ラージチャンバーで評価できることを確認できた。ラージチャンバー法を用いたVOC放散測定結果から、住設機器から放散するVOCは、それらに使用されている建材由来であることが確認できた。

7. 謝辞

本研究を遂行するに当たり、協力を頂いた鈴木奈々さん（当時東北文化学園大学卒論生）に深謝いたします。

8. 引用文献

1) 野崎淳夫他: 生活用品、対策品からの化学物質の発生と除去特性に関する研究, pp2. 5-1 ~ 2. 5-13, 2002. 3

表-3 ラージチャンバーによるVOC放散結果

物質名	キッチン	洗面台	手洗器	浴槽
ethanol	43	37	7	0
acetone	224	28	3	49
2-propanol	13	4	0	13
methyl ethyl ketone	65	58	12	0
ethyl acetate	253	0	2	0
hexane	0	0	16	0
methyl isobutyl ketone	59	0	3	0
toluene	232	25	20	0
butyl acetate	378	15	9	0
ethyl benzene	33	7	1	0
m,p-xylene	26	4	2	0
styrene	697	445	11	496
o-xylene	10	1	1	0
m,p-ethyltoluene	14	0	0	0
1,2,4-trimethylbenzene	10	0	1	0
decanal	1	28	0	0
tridecane	15	3	0	1
tetradecane	29	0	20	0
pentadecane	16	6	19	0
TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2155	664	147	564

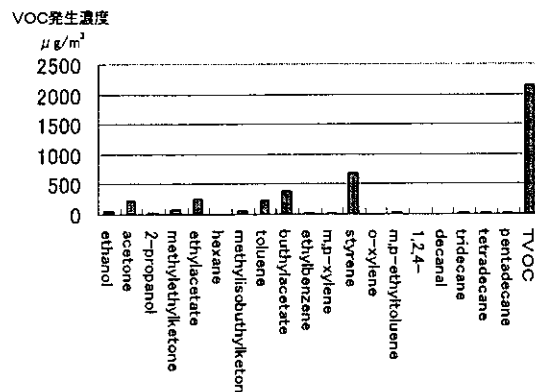


図-1 キッチンからのVOC放散濃度

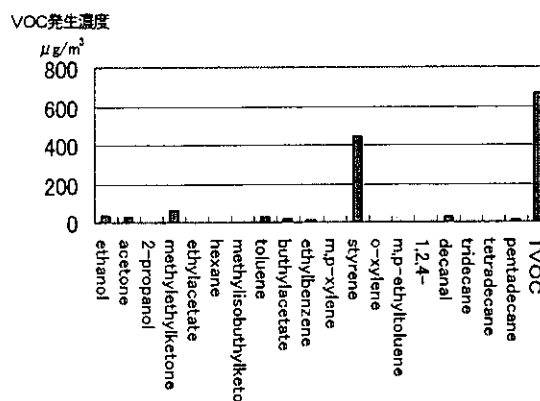


図-2 洗面化粧台からのVOC放散濃度

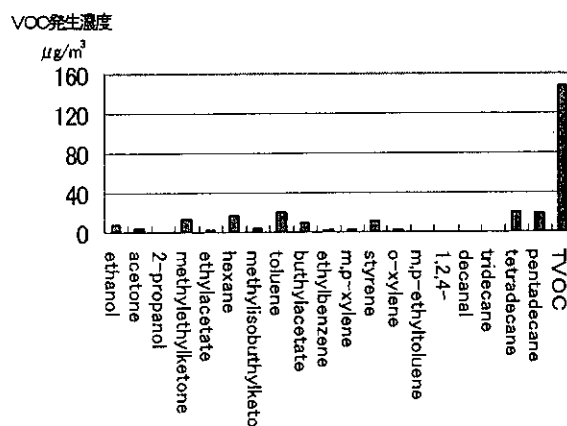


図-3 手洗器からのVOC放散濃度

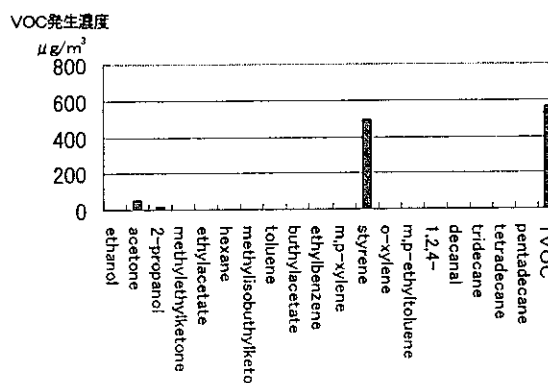


図-4 浴槽からのVOC放散濃度

第1章 家具からの化学物質の発生

2.1.1 住設家具

野崎淳夫(東北文化学園大学)

鈴木昭人((株)INAX)

2.1.1.1 はじめに

建材から発生するVOC(揮発性有機化合物)等を原因とした「シックハウス症候群」が住環境の新たな問題となっている。この問題に対するこれまでの研究は、合板等の壁面若しくは躯体から発生するVOCの評価に着目されていた。本研究は、住宅内に設置される造作家具(キッチン・洗面化粧台等)に着目し、それらから発生するホルムアルデヒド・VOCの評価を目的とした。

2.1.1.2 実験概要

1) 実験室の概要

本実験は、東北文化学園大学の空気環境実験室内に設置された実験チェンバーで行なった。実験チェンバーは、容積4.98m³のステンレス製である(写真-2.1.1.1参照)。チェンバー内の環境条件は表-2.1.1.1に示す通りである。

また、実験時のチェンバー内の一様拡散状態を得るために、小型拡散ファンを設置した。換気量の調節は、吸気側と排気側の流量を調節することにより行った。但し、拡散ファンの気流速度が大きくなると、試験体からのVOC放散速度が増大するため、本実験では、0.5m/s以下になるように気流速度を制御した。

尚、検体は品確法に基づき、扉は全開とし、施工状態を再現するために、背板にはアルミ箔、アルミテープで被覆し、背板からの化学物質の放散を防いだ。(写真-2.1.1.2～2.1.1.5参照)

表-2.1.1.1 環境条件

温度	28±1℃
湿度	50±1%
換気回数	0.5±0.01回/h
気流	0.5m/s以下

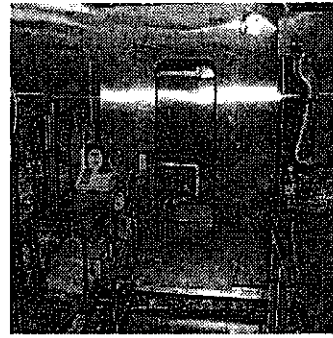


写真-2.1.1.1 実験チェンバー



写真-2.1.1.2 キッチン背板部分



写真-2.1.1.3 キッチンキャビネット背板部分



写真-2.1.1.4 洗面化粧台背板部分



写真-2.1.1.5 手洗器付収納棚背板部分

2) 測定対象物品の仕様

測定対象とした住宅設備機器は、一般的なシステムキッチン、洗面化粧台、トイレ用手洗器付収納棚、浴槽を使用した(写真-2.1.1.6~2.1.1.10参照)。表-2.1.1.2にこれらの仕様を示す。

表-2.1.1.2 対象物品の仕様

	サイズ(mm)	使用建材
システムキッチン	900×630×830	フロアユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート、人造大理石(不飽和ポリエステル)
	900×450×700	アッパーユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート
洗面化粧台	900×500×1000	本体:パーティクルボード、MDF、合板、オレフィン系シート、メラミン樹脂 カウンター:人造大理石(不飽和ポリエステル)
浴槽	1400×700	不飽和ポリエステル樹脂
トイレ用手洗器付収納棚	1200×200×1040	ポリ合板、パーティクルボード、MDF

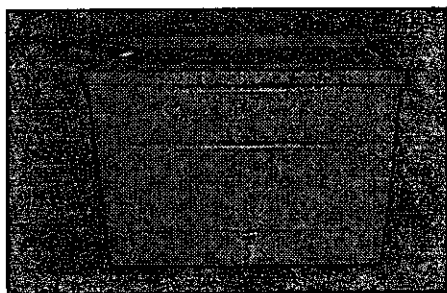


写真-2.1.1.6 キッチン

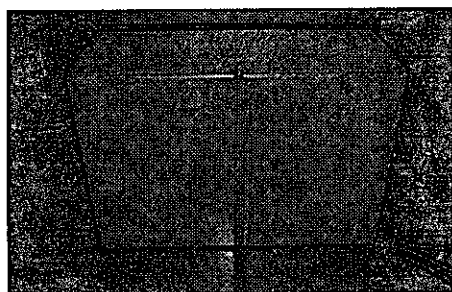


写真-2.1.1.7 キッチンキャビネット

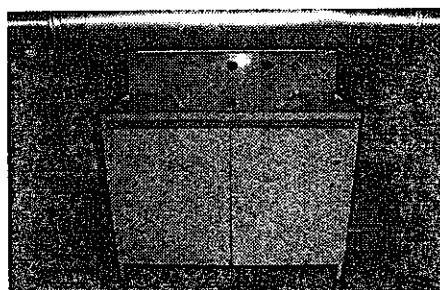
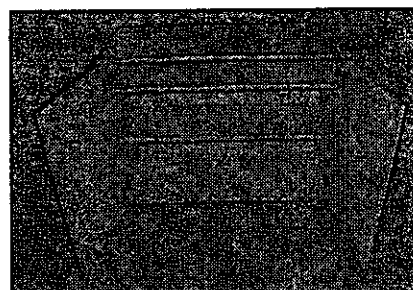


写真-2.1.1.8 洗面化粧台

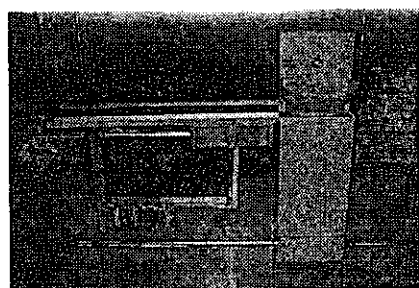
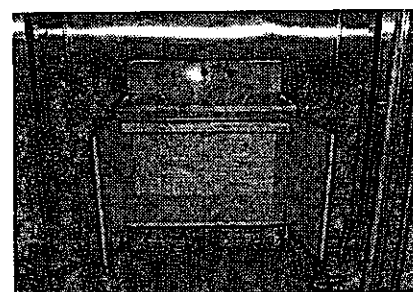


写真-2.1.1.9 手洗器付収納棚

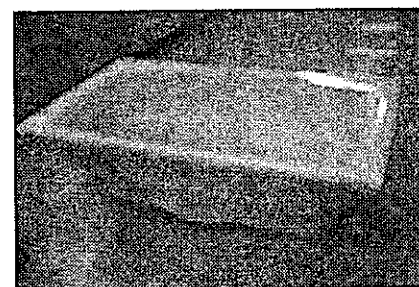


写真-2.1.1.10 浴槽

3) 捕集・分析方法

ホルムアルデヒド、VOC 放散量の評価は、ラージチェンバーの出口サンプリング及び分析機器により行なった。以下に、それぞれの捕集・分析方法を示す。

a) ホルムアルデヒドの捕集・分析方法

固相捕集-溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ法 (以下、HPLC とする)

ホルムアルデヒド捕集管に、試料空気を1 (l/min) の流量で20 分間捕集する。この試料を分析の前処理として、アセトニトリル5 (ml) で抽出し、これを分析試料とした。その後HPLC にて分析試料を10(μl) 導入し、定性・定量を行った。

b) VOC の捕集・分析方法

固体捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ/ 質量分析法 (以下、GC/MS とする)

VOC 捕集管に、試料空気を0.05 (l/min) の流量で20分間捕集し、分析試料とした。この試料を加熱導入装置を用いて加熱脱着した。GC/MS にて分析し定性・定量を行った。また、TVOC 濃度は、GC/MS 分析による同定物質の総和に未同定物質のピーク面積値をトルエン換算した濃度を加えたものである。

4) 実験手順

a) ラージチェンバー内を蒸留水で洗浄し、十分に換気させる。

b) チェンバー内が環境条件を満たしていることを確認し、検体を入れる。検体は壁際設置とし、品確法に基づき扉は全開とした。また、キッチンキャビネットは通常天井に取り付けて使用するが、チェンバー内の固定は煩雑のため、天地を逆にして壁際の床面に設置した。(写真-2.1.1.11～2.1.1.13 参照)

c) 試料空気が定常になったことを、マルチガスモニターを確認し、サンプリング開始とする。

4) 捕集・分析方法は(3) 捕集・分析方法の通りである。ホルムアルデヒド、VOC の試料を同方法で2 本ずつ捕集した。

d) 定性・定量終了後、2 本のデータの平均を算出し、これを対象物質からの放散濃度とする。



写真 2.1.1.12 洗面化粧台測定様子

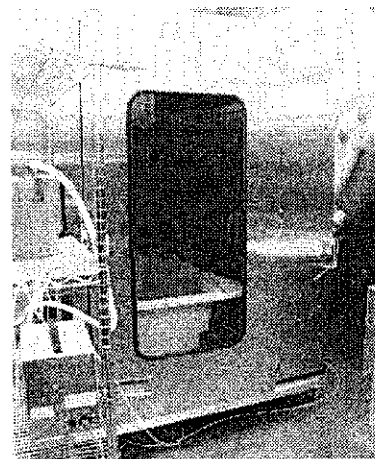


写真 -2.1.1.13 浴槽測定様子

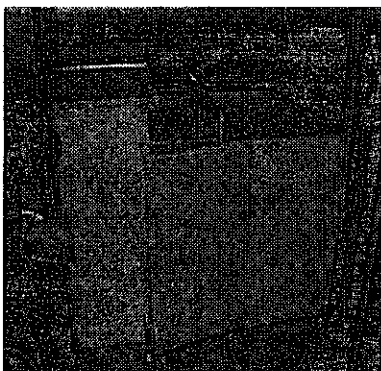
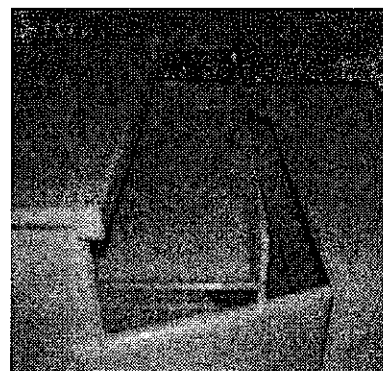


写真 -2.1.1.11 キッチン測定様子



2.1.1.3 実験結果

a) アルデヒド類

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚、浴槽のラージチェンバー法によるホルムアルデヒド類評価結果を表-2.1.1.4に示す。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド共に最も濃度が高い検体はキッチンであった。全体的に、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの放散は非常に少ない結果となった。

これは、1997年6月に厚生省（当時）におけるガイドライン値の決定を受けて、各メーカーがF₀、E₀の合板またはパーティクルボードを使用したためだと考えられる。

b) VOC

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚、浴槽のラージチェンバー法によるVOC評価結果を表-2.1.1.5に示す。

TVOC濃度を比較すると最も高濃度のキッチンが2,083 (μg/m³)、続いて洗面台が627 (μg/m³)、浴槽が563 (μg/m³)、手洗器が98 (μg/m³)であった。また、住設機器から発生するVOCの結果より、次のことが確認できた。

- ①キッチン、洗面化粧台、浴槽から共通して、スチレンが検出された。
- ②キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚から共通して、メチルエチルケトン、トルエン等が検出された。また、浴槽からはそれらの物質が検出されなかった。
- ③キッチンは、今回測定した検体の中で、最も多くの成分のVOCの発生が確認された。

表-2.1.1.4 各検体からのアルデヒド類濃度

単位: ppb

物質名	キッチン	化粧台	手洗器	浴槽
ホルムアルデヒド	78	18	9	10
アセトアルデヒド	39	5	2	1

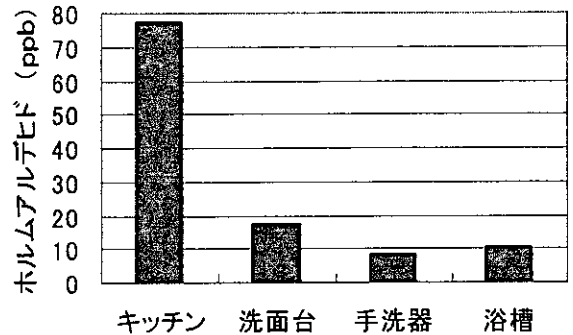


図-2.1.1.1 ホルムアルデヒド

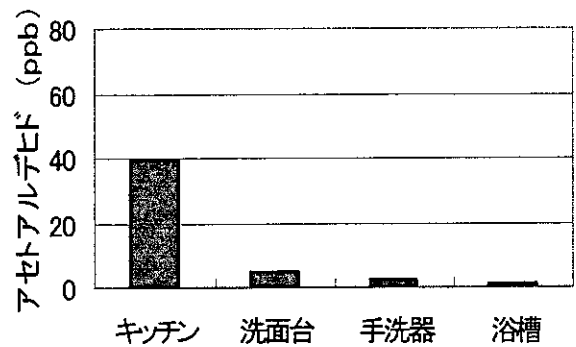


図-2.1.1.2 アセトアルデヒド

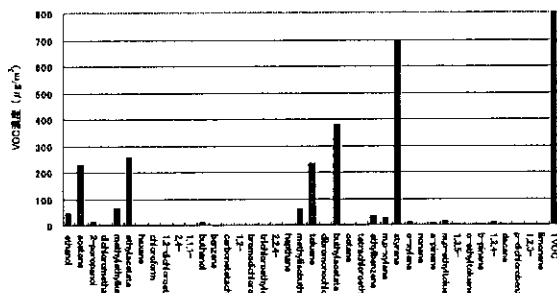


図-2.1.1.3 キッチン

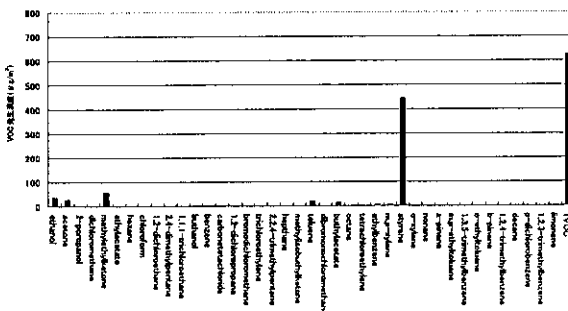


図-2.1.1.4 洗面化粧台

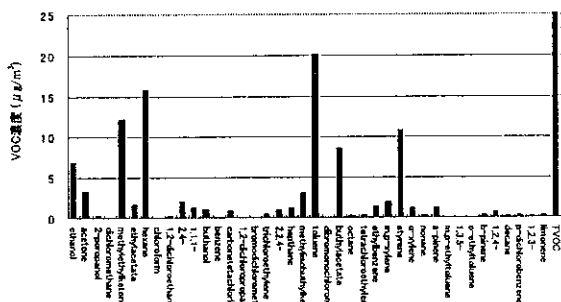


図-2.1.1.5 浴槽

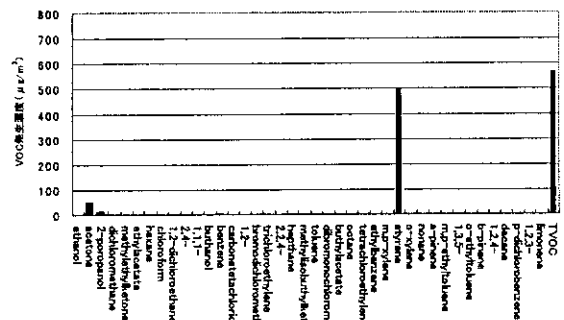


図-2.1.1.6 手洗器付収納棚

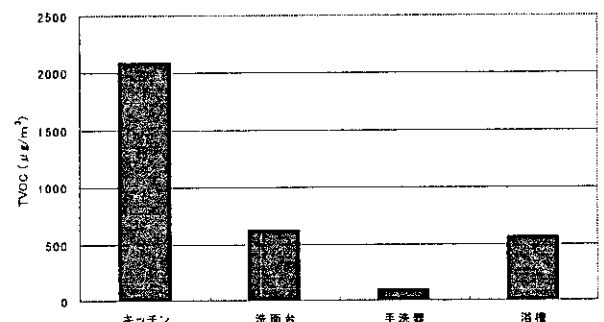


図-2.1.1.7 TVOC

表-2.1.1.5 各検体からのVOC放散濃度

物質名	単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	キッチン	洗面台	手洗器	浴槽
ethanol	43	37	7	0
acetone	224	28	3	49
2-propanol	13	4	0	13
dichloromethane	0	1	0	0
methyl ethyl ketone	65	58	12	0
ethyl acetate	253	0	2	0
hexane	0	0	16	0
chloroform	0	0	0	0
1,2-dichloroethane	0	0	0	0
2,4-dimethylpentane	1	0	2	0
1,1,1-trichloroethane	0	0	1	0
butanol	9	1	1	0
benzene	0	0	0	4
carbon tetrachloride	0	0	1	0
1,2-dichloropropane	0	0	0	0
bromodichloromethane	0	0	0	0
trichloroethylene	0	0	0	0
2,2,4-trimethylpentane	0	0	1	0
heptane	1	1	1	0
methyl isobutyl ketone	59	0	3	0
toluene	232	25	20	0
dibromochloromethane	0	0	0	0
butyl acetate	378	15	9	0
octane	0	0	0	0
tetrachloroethylene	0	0	0	0
ethylbenzene	33	7	1	0
m,p-xylene	26	4	2	0
styrene	697	445	11	496
o-xylene	10	1	1	0
nonane	0	0	0	0
a-pinene	5	0	1	0
m,p-ethyltoluene	14	0	0	0
1,3,5-trimethylbenzene	2	0	0	0
o-ethyltoluene	2	0	0	0
b-pinene	2	0	0	0
1,2,4-trimethylbenzene	10	0	1	0
decane	0	0	0	0
p-dichlorobenzene	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenzene	1	0	0	0
limonene	1	0	0	0
TVOC	2083	627	98	563

2.1.1.4 考察

本研究の結果について、住設機器に使用されている建材から次のことを考察する。

- ①キッチン、洗面化粧台、浴槽に共通して使用されている部材は不飽和ポリエステルである。不飽和ポリエステルの原料としてスチレンが使用されることから、スチレンの放散源は不飽和ポリエステルと考えられる。
- ②浴槽に使用されず、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚に使用されている建材は木質建材である。よって、メチルエチルケトンやトルエンは、木質建材から放散すると考えられる。木質建材自身からはこれらの物質の放散は考えにくいので、それに使用される塗料や接着剤が放散源と考えられる。

2.1.1.5 本章のまとめ

住設機器から発生するVOC量の評価は、本大学に設置されている空気環境実験室に設置されるステンレス製ラージチェンバーで評価できることを確認できた。ラージチェンバー法を用いたVOC放散測定結果から、住設機器から放散するVOCは、それらに使用されている建材由来であることが確認できた。

2.1.1.6 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた鈴木奈々さん(当時東北文化学園大学卒論生)に深謝いたします。

2.1.1.7 引用文献

- 1) 野崎淳夫他：生活用品、対策品からの化学物質の発生と除去特性に関する研究、pp. 1-1 ~ 1-5pp. 2.5-1 ~ 2.5-13、2002.3
- 2) 社団法人日本建築学会：シックハウス事典
- 3) 長谷川麻子：住宅内ホルムアルデヒド濃度およびその低減対策技術に関する研究 - 家庭用空気清浄機とパッシブ型対策品を中心として -、2001年12月