

室内空気環境汚染化学物質のオンサイト試験法の評価

研究分担者 金 炫兌 山口大学大学院創成科学研究科 助教

研究要旨：マイクロチャンバー法(JIS A 1904)は建材からのSVOC放散速度の測定が出来る。しかし、実空間における仕上げ材からのSVOC放散速度測定法はまだ定められていない。本研究ではマイクロチャンバーを用いた現場測定方法を開発し、実空間における仕上げ材からのSVOC放散速度測定が出来る測定装置を開発した。今年度は、実空間の床材と壁材の温度変化がSVOC放散速度に及ぼす影響を明らかにするため、夏期・冬期における床材と壁材からのSVOC放散速度を測定した。また、家具・家電製品等の仕上げ材からのSVOC放散速度を測定した。現場測定の結果、仕上げ材からのSVOC物質の放散は夏期に比べ、冬期に減少する傾向が見られ、仕上げ材表面温度によるSVOC放散速度の違いが確認出来た。仕上げ材の表面温度が低下すると、建材に含有している可塑剤の内部拡散が遅くなることと、建材の表面に可塑剤が染み出てもガス状にならず建材表面に凝縮する可能性が考えられる。また、家電製品表面からのSVOCの放散が確認された。今後、家具などの表面からのSVOC放散量を測定し、現場測定方法の活用範囲を拡大したい。

A. 研究目的

室内の有害化学物質としては、高揮発性有機化合物(Very Volatile Organic Compounds: VVOC)や揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds: VOC)といった比較的揮発しやすい物質がある。しかし、準揮発性有機化合物(Semi-Volatile Organic Compounds: SVOC)は揮発性が低いため、気中よりハウスダストや室内の表面に付着する性質を持ち、呼吸・経口摂取・経皮吸収等三つの経路によって体内に吸収されることが報告されている。

マイクロチャンバー法(JIS A 1904)は建材からのSVOC放散速度の測定が可能であるが、実空間における仕上げ材からの放散速度測定が困難である。そのため、マイクロチャンバーを用いて現場測定方法を開発している。2018～2019年度の研究では、バックグラウンド実験などの基礎実験や、マイクロチャンバー法と現場測定方法との整合性実験を行い、2020年度には開発された現場測定方法を用いて実空間における床材からのSVOC放散速度実験を行った。2021年度には、マイクロチャンバーを壁面に固定する装置を開発し、床材のみ

ではなく、壁材からのSVOC放散速度の測定も可能になった。

今年度は、住宅における床材と壁材の温度変化がSVOC放散速度に及ぼす影響を明らかにするため、夏期・冬期における床材と壁材からのSVOC放散速度を測定した。また、家具・家電製品等の仕上げ材からのSVOC放散速度を測定した。

B. 研究方法

1)マイクロチャンバー法(JIS A 1904)

図1にマイクロチャンバーのイメージ図を、表1に放散捕集試験の測定条件を、表2に加熱脱着試験の測定条件を示す。マイクロチャンバーの容積は630ml(±5%)であり、入口直前にベントラインを設けることにより蓋と建材の隙間から外気がチャンバーの中に入らないようにコンタミ対策が設けられている。

マイクロチャンバーの測定手順及び試験片について以下に述べる。測定開始前にマイクロチャンバーを解体し、水で洗浄した。その後、マイクロチャンバー内に残存している測定対象化学物質を揮

発させるために加熱装置を用いて、1時間220°Cで加熱処理を行った。加熱処理後、マイクロチャンバーを常温まで冷却させる。試験片は端部及び裏面をアルミ箔でシールをし、蓋と試験片が直接に接触しないようにした。図2に試験片の写真を示す。試験片をチャンバーの蓋と容器の間に挟んで、建材表面からのSVOC物質放散の測定を行った。マイクロチャンバー内に試験片を設置した時点で放散試験を開始する。放散試験は28°Cの恒温槽で24時間行った。

放散試験後には加熱脱着試験を行った。放散試験に使用した試験片をチャンバーから取り外した後、加熱脱着装置にマイクロチャンバーを設置し、チャンバー内表面に付着しているSVOCを加熱脱着した。加熱脱着は220°Cで、1時間行った。加熱脱着されたSVOC物質はTenax TA捕集管を用いて回収した。

2)現場測定方法

図3に現場測定方法の装置構成図を示す。測定条件はマイクロチャンバー測定方法と同様であるが、室内の温度と相対湿度は測定場所によって異なる。現場測定機には2つのポンプが設置されており、1つは30(mL/min)の空気を供給、もう1つのポンプは15(mL/min)を吸引するように調整している。また、供給側の前にはベントライン(15mL/min)を設けることで、マイクロチャンバー法と同様にマイクロチャンバーと仕上げ材の隙間からコンタミが生じない様にしている。図4に床面における現場測定の測定手順を示す。

測定開始前に、マイクロチャンバー内に付着しているSVOC物質を脱着するため、加熱装置を用いて1時間220°Cで加熱処理を行った。加熱処理後、ステンレス材で制作した運搬専用箱にマイクロチャンバーを入れ、測定現場まで運搬した。測定現場に到着後、測定場所を選択し、汚染されている床面および壁面をエタノールで拭き取った後、測定表面を乾燥させた。その後、直径82mmの正円形を切り取ったアルミホイルを敷き、その上にマイクロチャンバーを設置した。また、測定表面にサーモレコーダーRTW-30Sの温度センサを当て、ア

ルミテープで固定した。マイクロチャンバーを設置してから24時間床面および壁面からの放散実験を行った。その後、マイクロチャンバーを床面から取り外し、ステンレス製ボックスに入れて実験室に持ち帰る。放散実験が終了したマイクロチャンバーは加熱脱着装置にて加熱脱着試験を行い、チャンバー内表面に付着しているSVOC物質を回収した。また、サーモレコーダーRTW-30Sで測定・記録したデータをサーモコレクターRTC-21で収集した。表3に表面温度測定機と測定条件、図5に床面における現場測定方法による測定の様子を示す。

3)壁面のマイクロチャンバー固定装置

図6に壁面のマイクロチャンバー固定装置のイメージ図を示す。12kg程度のステンレス板のベースに、長さ30cmのアルミ丸棒をナットで取り付け、アルミ丸棒とマイクロチャンバーの間にばねを用いてマイクロチャンバーを壁面に固定する。マイクロチャンバーを固定する高さは5cm~30cmの間で自由に変えられる。マイクロチャンバーを壁面に固定する際には2kg以上の荷重をかけ、室内の空気がマイクロチャンバー内に流れないようにする必要がある。基礎実験によると、マイクロチャンバーを固定するために使用したばねを106mmから95mmまで11mm以上縮めることで、2kg以上の荷重がかけられることが確認できた。図7に壁面における現場測定方法の装置構成図を示す。図8に壁面における現場測定の測定手順を示す。図9に壁面における現場測定方法による測定の様子を示す。マイクロチャンバーの前処理、現場までの運搬などは床材からのSVOC放散速度と同様である。

4)分析対象物質及び分析条件

分析対象物質は、2E1H(2-エチル-1-ヘキサノール)、2EHA(2-エチルヘキシルアクリレート)、BHT(ブチル化ヒドロキシトルエン)、DEP(フタル酸ジエチル)、TBP(リン酸トリブチル)、TCEP(リン酸トリス)、DBA(アジピン酸ジブチル)、DBP(フタル酸ジ-n-ブチル)、TPP(リン酸トリフェニル)、DOA(アジピン酸ジオクチル)、DEHP(フタル酸ジ

-2-エチルヘキシル)、TEXANOL(テキサノール)、TXIB(2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール ジイソブチラート)、DNOP(フタル酸ジ-n-オクチル)、DINP(フタル酸ジイソノニル)、DIDP(フタル酸ジイソデシル)、DEHT(テレフタル酸ジオクチル)、NP(ノニルフェノール)、UV-320(2-(2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4,6-ジ-tert-ブチルフェノール)、UV-326(2-(tert-ブチル)-4-メチル-6-(5-クロロ-2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール)、UV-327(2,4-ジ-tert-ブチル-6-(5-クロロ-2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール)、UV-328(2-(2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4,6-ジ-tert-ペンチルフェノール)である。表4にTenax TA捕集管の加熱脱着条件、表5にGC/MSの分析条件を示す。

5)測定対象住宅

現場測定方法により、住宅の床面と壁面に使用されている建材からのSVOC放散速度を測定した。測定対象住宅は4軒である。表6に測定対象住宅の概要を示す。

6)測定対象家具・家電製品

現場測定方法により、住宅で使用されている家具・家電製品の仕上げ材からのSVOC放散速度を測定した。測定対象家具・家電製品は6件である。表7に測定対象家具・家電製品の概要を示す。図10に家具・家電製品における現場測定方法による測定の様子を示す。

C. 研究結果

表8に建材測定面の表面温度、表9にSVOC放散速度の測定結果を示す。夏期・冬期に測定した全ての仕上げ材の平均表面温度は各々28.8°C、18.6°Cであり、夏期と冬期の平均表面温度差は10.3°Cであった。また、夏期と冬期の表面温度差は床面・壁面ともにC邸において最も大きく、各々13.9°C、13.8°Cであった。現場測定の結果から、2E1H、TEXANOL、BHT、DEP、TXIB、NP、TCEP、DBA、DBP、DEHP、DEHTが検出された。その他の化学物質は検出限界<5(ng)以下であった。検出

頻度が高かった2E1H、TEXANOL、TXIB、DEHPについて測定結果を示す。

1)夏期の測定結果

1.床面 SVOC 放散速度

2E1Hは全ての住宅で検出され、フローリング材を使用したD邸において最大値5.45($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は3.24($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。TEXANOLは4軒中3軒で検出され、塩化ビニルシートを使用したC邸において最大値2.92($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は1.12($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。TXIBは4軒中3軒で検出され、塩化ビニルシートを使用したC邸において最大値0.51($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.37($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。DEHPは4軒中2軒で検出され、塩化ビニルシートを使用したC邸において最大値0.48($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.35($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。

2.壁面 SVOC 放散速度

2E1Hは全ての住宅で検出され、PVCクロスを使用したB邸において最大値3.39($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は2.13($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。TEXANOLは4軒中3軒で検出され、PVCクロスを使用したC邸において最大値0.87($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.62($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。TXIBは全ての住宅で検出され、PVCクロスを使用したD邸において最大値0.51($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.26($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。DEHPは4軒中3軒で検出され、PVCクロスを使用したB邸において最大値0.23($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.14($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。

2)冬期の測定結果

1.床面 SVOC 放散速度

2E1Hは全ての住宅で検出され、フローリング材を使用したD邸において最大値0.95($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は0.78($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。TEXANOLは塩化ビニルシートを使用したC邸でのみ検出され、0.12($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。TXIBはフローリング材を使用したB邸でのみ検出され、

0.13($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。DEHP は全ての住宅において検出されなかった。

2. 壁面 SVOC 放散速度

2E1H は全ての住宅で検出され、PVC クロスを使用した D 邸において最大値 1.66($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定された。平均放散速度は 0.94($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。

TEXANOL、TXIB、DEHP については全ての住宅において検出されなかった。

3) 夏期と冬期の測定結果の比較

図 11、図 12、図 13、図 14 に 2E1H、TEXANOL、TXIB、DEHP の夏期と冬期における放散速度の測定結果の比較を示す。

2E1H の場合、床面については C 邸で冬期の放散速度が夏期に比して最も大きく減少し、83.3%減少した。また、その他の住宅においても 37.3~82.6%の減少がみられた。壁面については B 邸で 76.7%の減少がみられ、その他の住宅においも 8.4~63.5%の減少がみられた。TEXANOL の場合、床面については C 邸で冬期の放散速度が夏期に比して 95.9%減少した。壁面については夏期の測定では B、C、D 邸の壁面から TEXANOL が放散されたが、冬期の測定では検出限界以下であった。TXIB の場合、床面については B 邸で冬期の放散速度が夏期に比して 23.5%減少した。壁面については夏期の測定では全ての住宅の壁面から TXIB が放散されたが、冬期の測定では検出限界以下であった。DEHP については、夏期の測定では B 邸の壁面、C、D 邸の床面と壁面から DEHP が放散されたが、冬期の測定ではいずれも検出限界以下であった。

4) 家具・家電製品の仕上げ材からの SVOC 放散速度

表 10 に家電製品表面における SVOC 放散速度の測定結果を示す。現場測定の結果から、2E1H、TEXANOL、TXIB、NP、DBP、DEHP が検出された。その他の化学物質は検出限界<5(ng)以下であった。検出頻度は 2E1H、DBP が 100%であり、TEXANOL、TXIB、NP、DEHP が各々 66.7%であった。図 15~図 20 に 2E1H、TEXANOL、TXIB、NP、DBP、DEHP の放散速度を示す。

2E1H は全ての家電製品から検出され、放散速度は 0.29~0.79($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。最大値は表面が塗装処理されたテレビ(背面)で測定され、最小値の冷蔵庫の約 2.7 倍の放散速度であった。TEXANOL は冷蔵庫、洗濯機、モニター(前面)及びモニター(背面)の 4 種類の家電製品から検出されたが、最大値 0.13($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)は表面が塗装処理された洗濯機で測定され、モニター(前面)での最小値 0.06($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)の約 2.2 倍であった。TXIB は TEXANOL 同様の 4 種類の家電製品から検出された。表面がペイント塗装の冷蔵庫において最大値 0.66($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定され、モニター(前面)での最小値 0.07($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)の約 9.4 倍の放散速度であった。TXIB はポリ塩化ビニル(PVC)の可塑剤として使用されているが、冷蔵庫の表面にプラスチックの塗装がされている可能性が考えられる。主に界面活性剤の合成原料として使用される NP は冷蔵庫、洗濯機、テレビ(背面)及びモニター(背面)の 4 種類の家電製品から検出された。モニター(背面)で最大値 0.13($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定されたが、テレビ(背面)での 0.05($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)の 2.6 倍であった。DBP は全ての家電製品から検出され、放散速度は 0.07~0.60($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)であった。最大値は表面が塗装処理された洗濯機で測定され、最小値である電子レンジからの放散速度の約 8.6 倍であった。DEHP は冷蔵庫、洗濯機、モニター(前面)及びモニター(背面)の 4 種類の家電製品から検出された。冷蔵庫で最大値 0.30($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)が測定され、洗濯機での最小値 0.13($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)の約 2.3 倍であった。

D. 考察

現場測定の結果、沸点の高い SVOC 物質は夏期に比べ、冬期において放散速度が減少することが分かった。特に、TEXANOL、TXIB、DEHP は表面温度による放散速度の非常に低くなることを確認した。この理由としては、冬期には仕上げ材の表面温度が低下することによって建材の内部に含有している可塑剤の内部拡散が遅くなることが考えられる。また、可塑剤が建材の表面に染み出てもガス状にならず建材表面に凝縮(ブリードアウト)し、建材表面の SVOC 濃度は高い可能性がある。

る。そのため、今後の研究として、PVC建材表面温度の変化によるSVOC放散速度と表面ブリードアウト濃度の測定が必要である。

また、家電製品表面からのSVOC放散速度測定を測定した結果、2E1H、TEXANOL、TXIB、NP、DBP、DEHPが検出された。冷蔵庫やモニター(前面)の表面からもSVOC物質が検出されたが、冷蔵庫に関しては表面に処理された塗料、モニター(前面)に関しては液晶ディスプレイの偏光板に使用される合成樹脂から放散された可能性が考えられる。一方で、仕上げ材からのSVOC放散速度よりは低く測定された。この理由としては、製品の生産年度が10年以上過ぎていることが考えられる。今後、新品製品を購入し、SVOC放散速度を測定する。また、家具などの室内生活用便からのSVOC放散速度を測定することで、現場測定方法の活用範囲を拡大したい。

E. 結論

本研究では、現場測定方法を用いて夏期・冬期における床材・壁材からのSVOC放散速度測定を行い、仕上げ材表面温度がSVOC放散速度に及ぼす影響を調べた。また、現場測定方法の測定範囲を広げるため、家電製品の表面からのSVOC放散速度測定を行った。現場測定の結果、仕上げ材からのSVOC物質の放散は夏期に比べ、冬期に減少する傾向が見られ、仕上げ材表面温度によるSVOC放散速度の違いが確認出来た。仕上げ材の表面温度が低下すると、建材に含有している可塑剤の内部拡散が遅くなることと、建材の表面に可塑剤が染み出てもガス状にならず建材表面に凝縮する可能性が考えられる。また、家電製品表面からのSVOC放散の放散が確認された。今後、家具などの表面からのSVOC放散量を測定し、現場測定方法の活用範囲を拡大したい。

F. 研究発表

1. 論文発表

2. 学会発表

1) 益崎慶人、金炫兌、小金井真、田辺新一、実

空間モデルにおける可塑剤からのSVOC放散挙動に関する実験、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(神戸)、pp.129-132、2022.9

2) 田崎健悟、金炫兌、小金井真、益崎慶人、田辺新一、一般住宅における床材・壁材からのSVOC放散量の測定、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)、pp.1589-1590、2022.9

3) 田崎健悟、金炫兌、小金井真、田邊慶宗、益崎慶人、田辺新一、現場測定方法を用いた準揮発性有機化合物(SVOC)の放散速度測定-家電製品表面からのSVOC放散速度測定、日本建築学会中国支部研究報告集、第46巻、pp.407-410、2023.3

4) 田邊慶宗、金炫兌、小金井真、田崎健悟、益崎慶人、田辺新一、現場測定方法を用いた準揮発性有機化合物(SVOC)の放散速度測定 -夏期・冬期における床材・壁材からのSVOC放散量の測定、日本建築学会中国支部研究報告集、第46巻、pp.403-406、2023.3

5) 益崎慶人、金炫兌、小金井真、田崎健悟、田辺新一、建材からのSVOC放散速度と気中濃度との相関性に関する研究、日本建築学会中国支部研究報告集、第46巻、pp.399-402、2023.3

6) 細田実里、金炫兌、小金井真、益崎慶人、田崎健悟、住宅及び大学施設における空気中の準揮発性有機化合物(SVOC)濃度の測定、日本建築学会中国支部研究報告集、第46巻、pp.395-398、2023.3

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し

3. その他

無し

表一覧

表 1 放散捕集試験の測定条件

チャンバー容積	630ml
時間	24h
吸引流量	30ml/s×24h=43.2L
ベント流量	15ml/s
MC 供給流量	15ml/s
捕集管	Tenax TA (60/80mesh) 充填

表 2 加熱脱着試験の測定条件(MSTD-258M)

加熱脱着温度	30°C (5min)-(20°C/min) -220°C (40min)
供給ガス流量(He)	90 ml/min
吸引流量	60 ml/min
サンプリング時間	60 min
捕集管	Tanex TA(60/80 mesh)

表 3 表面温度測定機と測定条件

使用機器	サーモレコーダー RTW-30S
測定精度	平均±0.3°C(-20°C~80°C)
温度センサ	-60°C~155°C (外付)
測定・表示分解能	0.1°C
センサ	サーミスタ
記録間隔	10 秒

表 4 加熱脱着の条件(GERSTEL TDS A)

加熱脱着条件	280 °C (10 min)
トラップ温度	-60 °C
注入温度	325 °C (5 min)

表 5 GC/MS の分析条件

使用機器(GC/MS)	Agilent 6890N / 5973 inert
カラム	Inert Cap 1MS 30m×0.25mm×0.25µm _{df}
GC オープン温度	50°C(2min)→10°C/min→320°C(5min)
スプリット比	低濃度 : splitless、高濃度 : 50 : 1
測定モード	SCAN
SCAN パラメータ	m/z 29(Low)~550(High)
検出器温度	230°C

表 6 測定対象住宅の概要

対象住宅	床材	壁材	延床面積	築年数
A	フローリング	壁紙(紙クロス)	27.0 m ²	32 年
B	フローリング	壁紙(PVC クロス)	26.3 m ²	12 年
C	PVC シート	壁紙(PVC クロス)	27.8 m ²	18 年
D	フローリング	壁紙(PVC クロス)	26.0 m ²	28 年

表 7 測定対象家電製品の概要

対象家電製品	仕上げ材	メーカー	型式番号	製造年
冷蔵庫	塗装(ペイント)	Abitelax	AR-150E	2018 年
洗濯機	塗装	TOSHIBA	AW-5G6(W)	2017 年
電子レンジ	塗装(ペイント)	SHARP	RE-SX20-H	2007 年
テレビ(背面)	塗装	TOSHIBA	19RE1S	2010 年
PC モニター(前面)	合成樹脂	acer	S231HL	2012 年
PC モニター(背面)	塗装	acer	S231HL	2012 年

表 8 建材測定面の表面温度 [°C]

	A 邸		B 邸		C 邸		D 邸	
	床	壁	床	壁	床	壁	床	壁
夏期	28.5	29.5	27.4	29.9	29.2	30.7	27.5	27.9
冬期	21.6	23.3	15.8	16.5	15.3	16.9	18.6	20.5
ΔT	6.9	6.2	11.6	13.4	13.9	13.8	8.9	7.4

表 9 床面と壁面における SVOC 放散速度測定結果 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]

物質名	A 邸				B 邸				C 邸				D 邸				平均			
	床		壁		床		壁		床		壁		床		壁		床		壁	
	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期
2E1H	1.10	0.69	0.95	0.87	1.18	0.62	3.39	0.79	5.21	0.87	1.26	0.46	5.45	0.95	2.92	1.66	3.24	0.78	2.13	0.94
TEXANOL	—	—	—	—	0.11	—	0.66	—	2.92	0.12	0.87	—	0.32	—	0.33	—	1.12	0.12	0.62	—
TXIB	—	—	0.06	—	0.17	0.13	0.22	—	0.51	—	0.24	—	0.43	—	0.51	—	0.37	0.13	0.26	—
DEHP	—	—	—	—	—	—	0.23	—	0.48	—	0.07	—	0.21	—	0.13	—	0.35	—	0.14	—

— : 検出限界 < 5(ng)以下

表 10 家電製品の表面における SVOC 放散速度測定結果 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]

物質名	冷蔵庫	洗濯機	電子レンジ	テレビ (背面)	モニター (前面)	モニター (背面)	平均	検出頻度 (%)
2E1H	0.29	0.47	0.54	0.79	0.62	0.57	0.55	100
TEXANOL	0.09	0.13	—	—	0.06	0.07	0.09	66.7
TXIB	0.66	0.54	—	—	0.07	0.12	0.35	66.7
NP	0.07	0.09	—	0.05	—	0.13	0.09	66.7
DBP	0.26	0.60	0.07	0.12	0.17	0.26	0.25	100
DEHP	0.30	0.13	—	—	0.28	0.20	0.22	66.7

— : 検出限界 < 5(ng)以下

図一覧

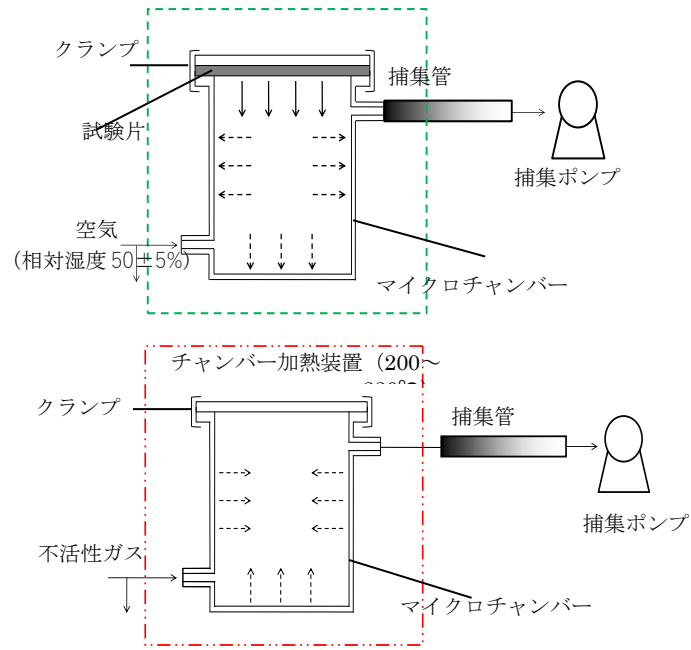


図 1 マイクロチャンバー法のイメージ図

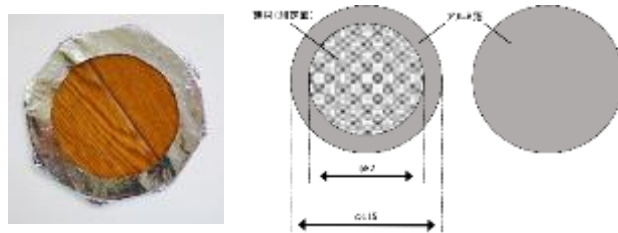


図 2 試験片の写真

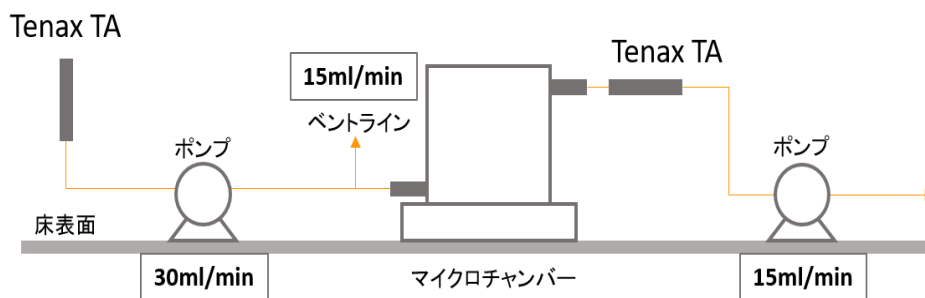
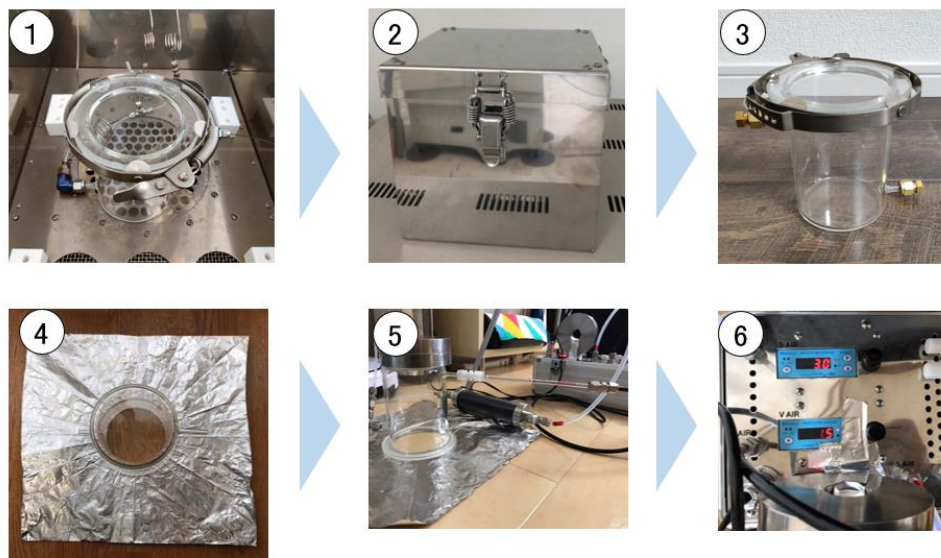
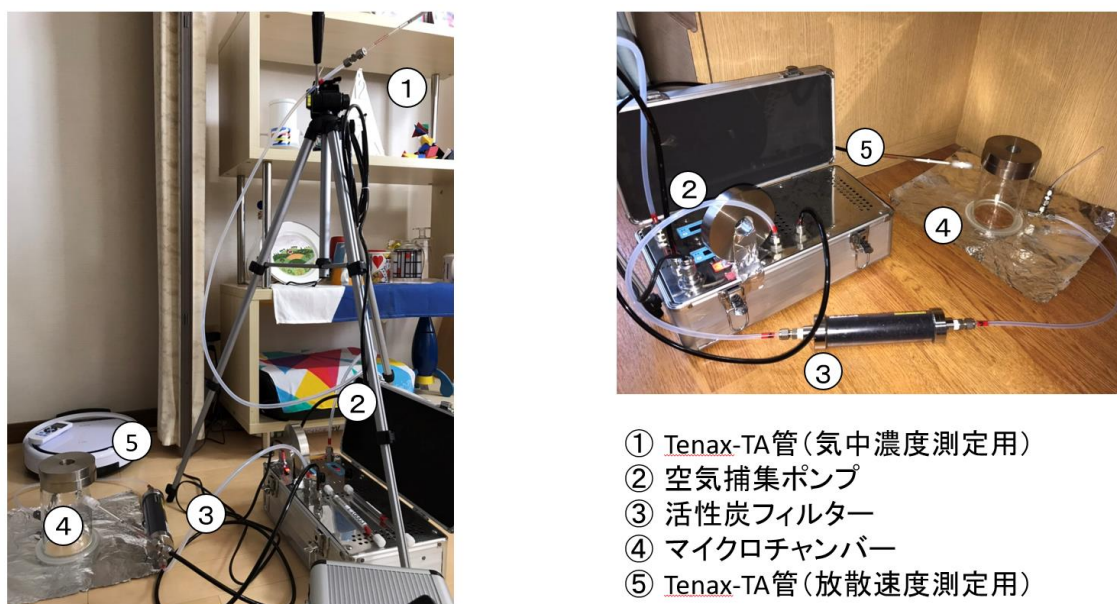


図 3 現場測定方法の装置構成図



- ① マイクロチャンバーに残存する化学物質を加熱処理で取り除く。
- ② 加熱処理終了後、マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスに入れ、測定現場に運搬する。
- ③ マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスから取り出し、測定準備を行う。
- ④ 測定を行う床面をエタノールで拭き取り、アルミホイルを敷いた上にマイクロチャンバーを設置する。
- ⑤ マイクロチャンバーに空気捕集ポンプ、Tenax TA捕集管、活性炭入りフィルターを接続する。
- ⑥ 空気捕集ポンプの電源を入れ、供給流量を30ml/min、吸引流量を15ml/minに調整し、24時間測定を行う。

図4 床面における現場測定の測定手順



- ① Tenax-TA管(気中濃度測定用)
- ② 空気捕集ポンプ
- ③ 活性炭フィルター
- ④ マイクロチャンバー
- ⑤ Tenax-TA管(放散速度測定用)

図5 床面における現場測定の測定様子

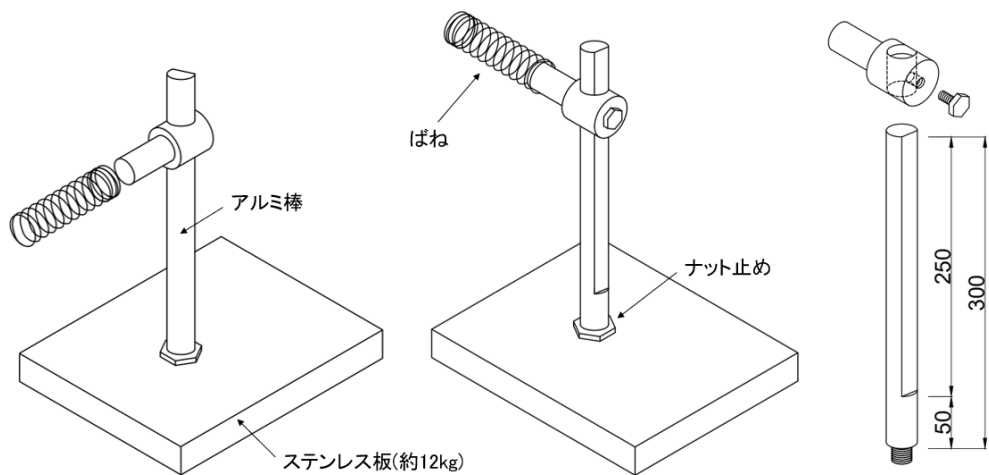


図6 マイクロチャンバー固定装置のイメージ図

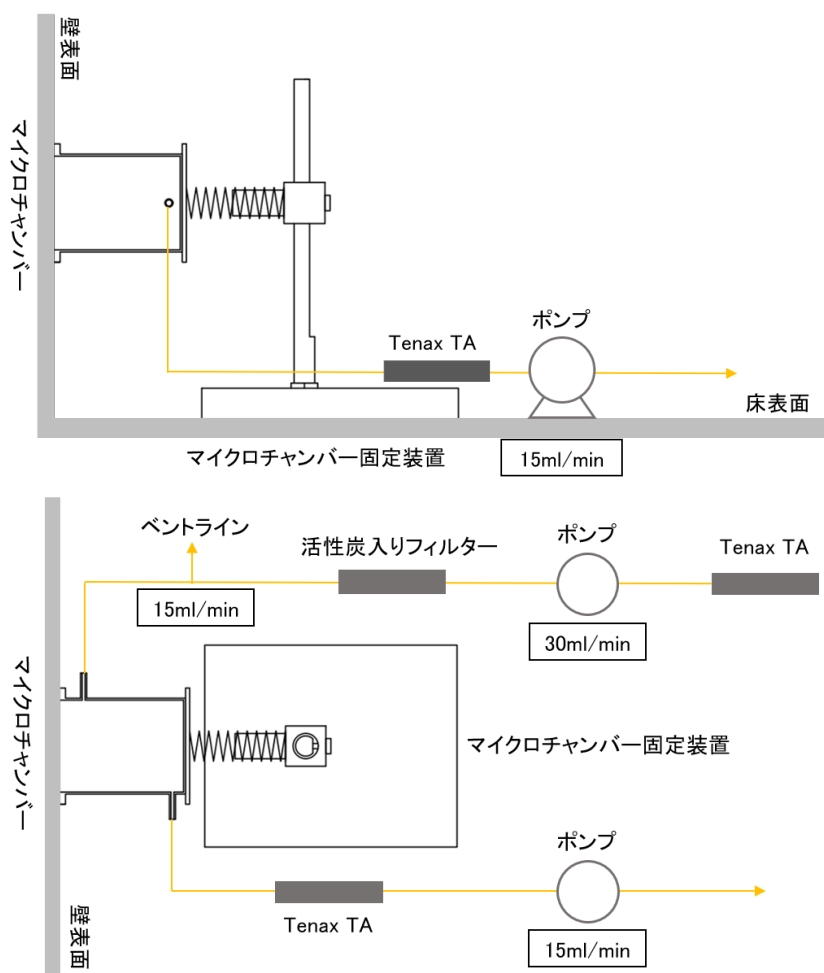
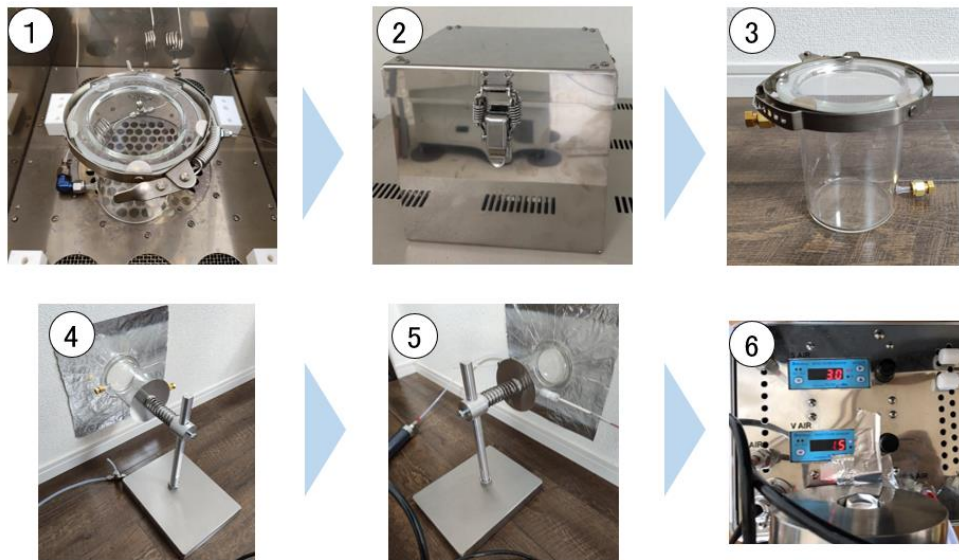


図7 壁面における現場測定方法の装置構成図



- ①マイクロチャンバーに残存する化学物質を加熱処理で取り除く。
- ②加熱処理終了後、マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスに入れ、測定現場に運搬する。
- ③マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスから取り出し、測定準備を行う。
- ④測定を行う壁面をエタノールで拭き取り、アルミホイルを貼り付けた上にマイクロチャンバーを設置する。
- ⑤マイクロチャンバーに空気捕集ポンプ、Tenax TA捕集管、活性炭入りフィルターを接続する。
- ⑥空気捕集ポンプの電源を入れ、供給流量を30ml/min、吸引流量を15ml/minに調整し、24時間測定を行う。

図 8 壁面における現場測定の測定手順

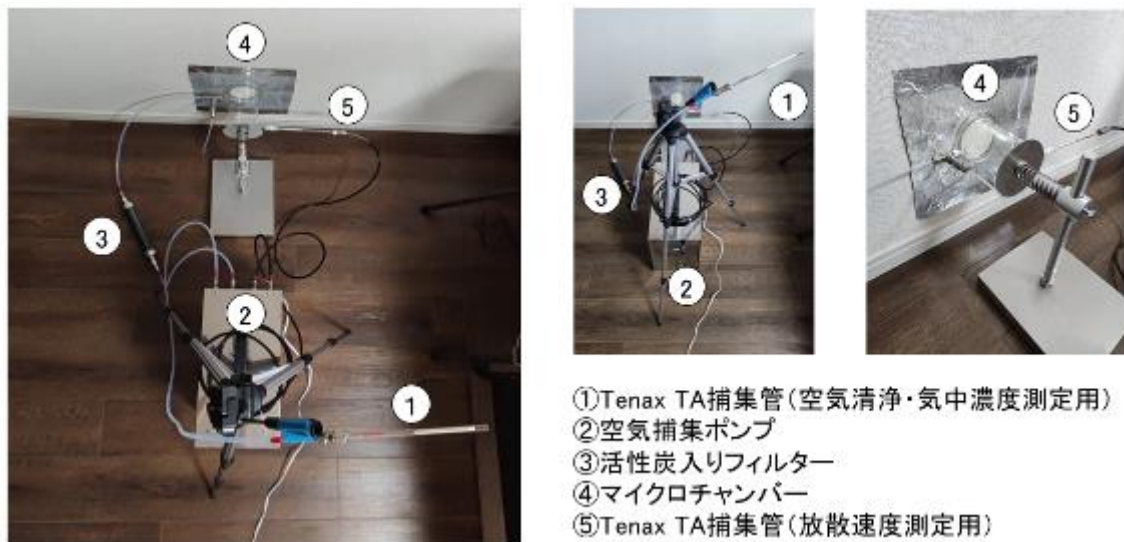
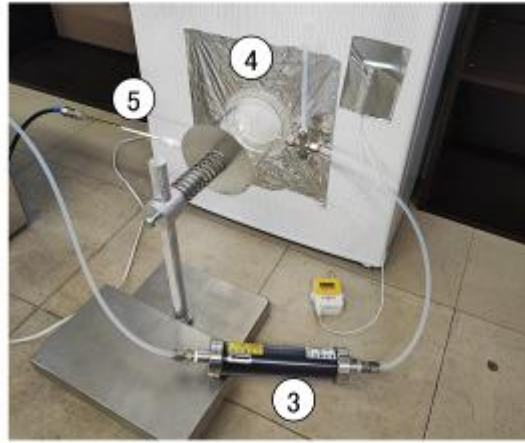
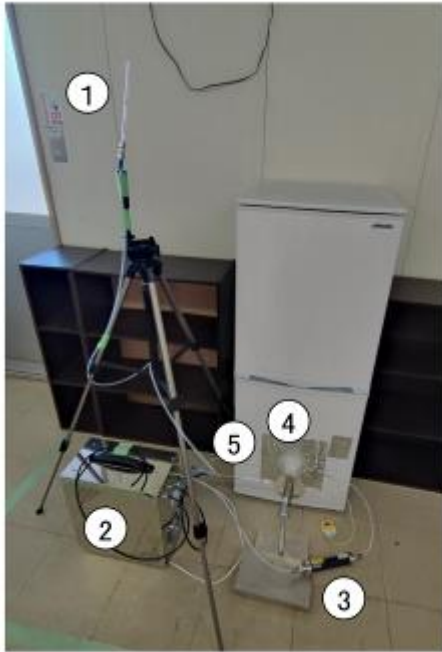


図 9 壁面における現場測定の測定様子



- ①Tenax TA捕集管(空気清浄・気中濃度測定用)
- ②空気捕集ポンプ
- ③活性炭入りフィルター
- ④マイクロチャンバー
- ⑤Tenax TA捕集管(放散速度測定用)

図 10 家具・家電製品における現場測定の測定様子

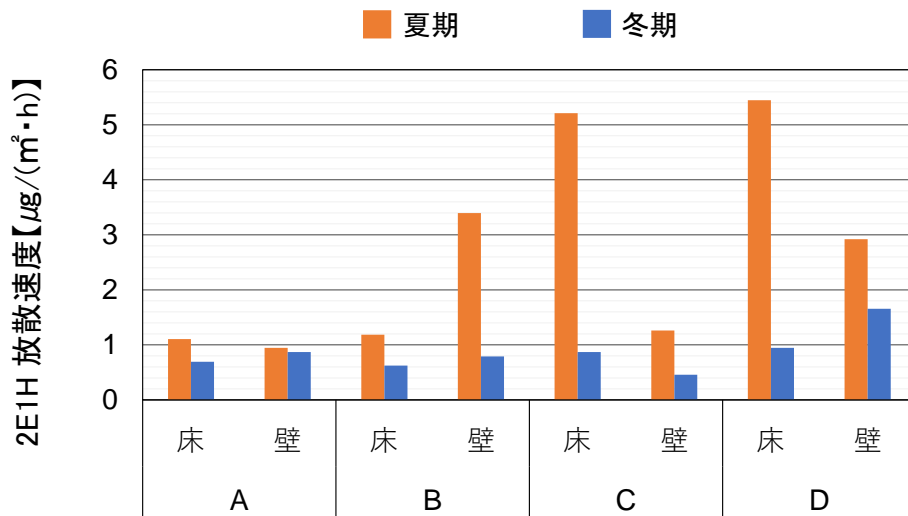


图 11 2E1H 放散速度

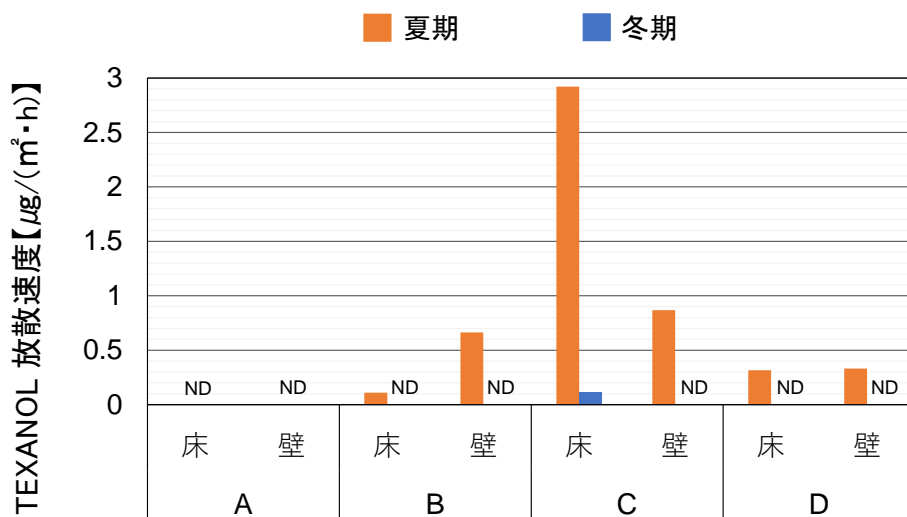


图 12 TEXANOL 放散速度

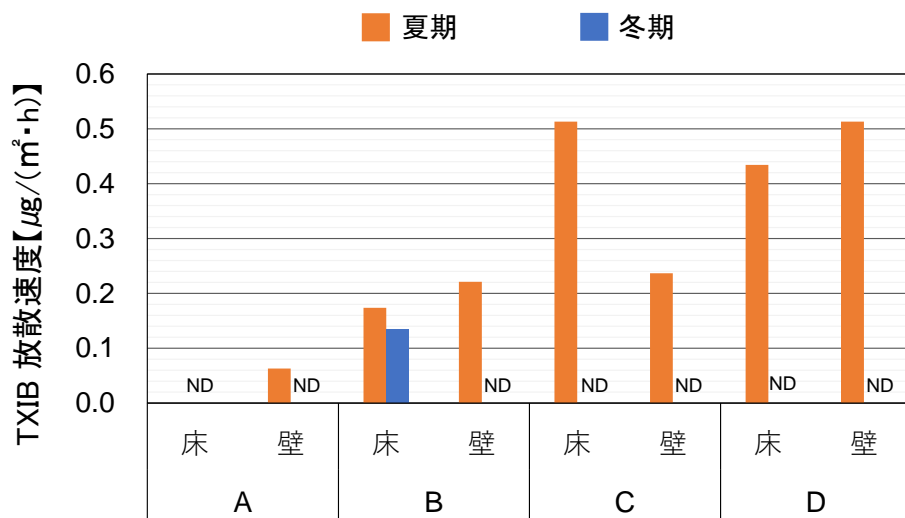


图 13 TXIB 放散速度

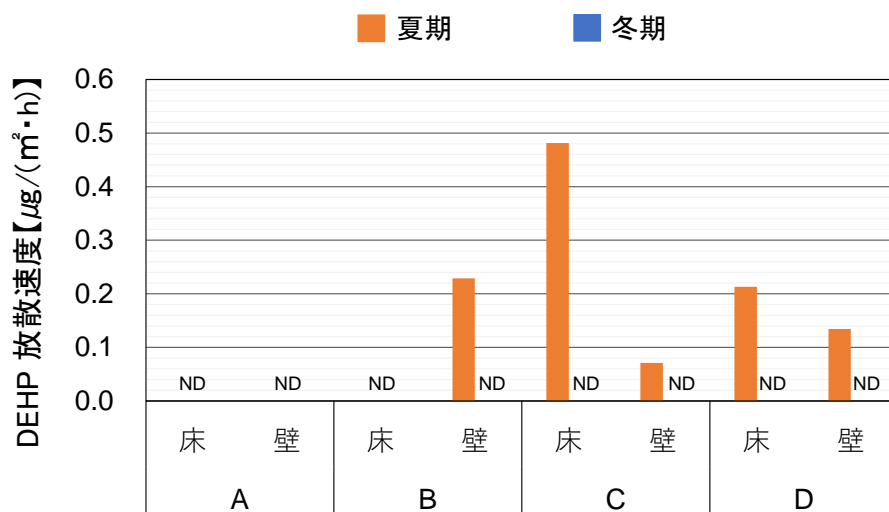


图 14 DEHP 放散速度

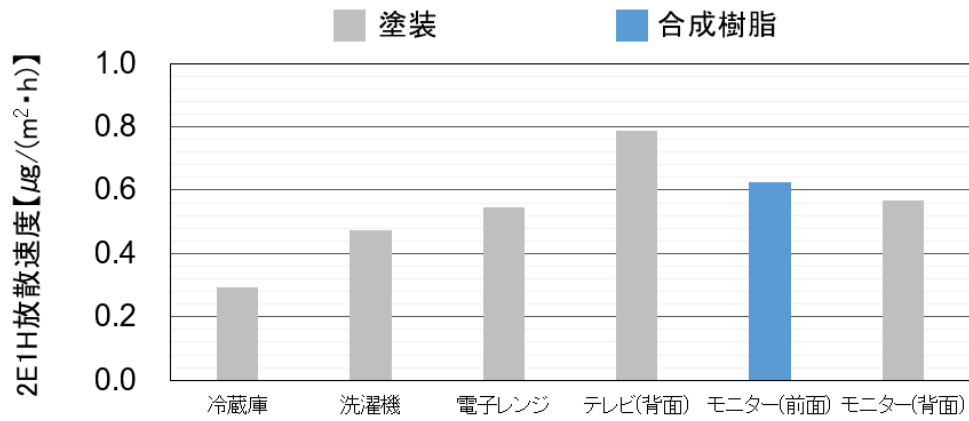


図 15 2E1H 放散速度

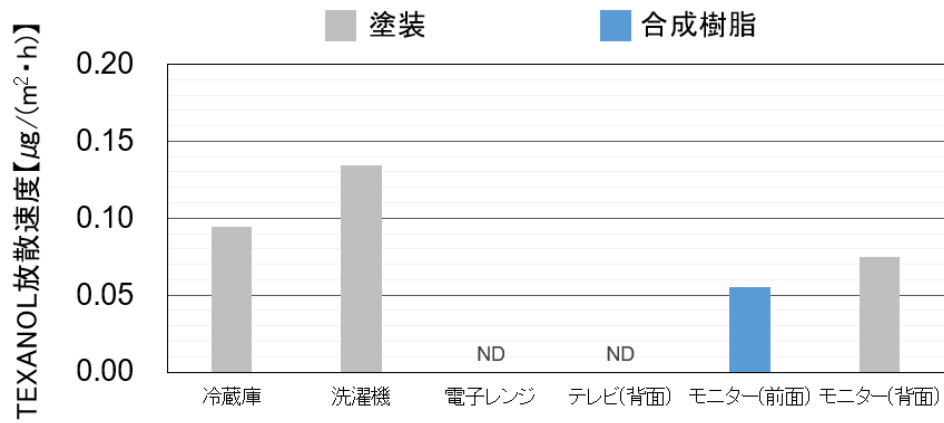


図 16 TEXANOL 放散速度

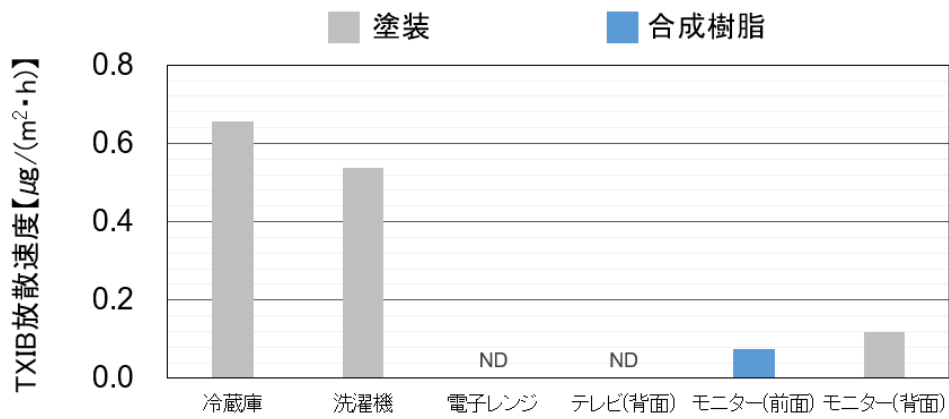


図 17 TXIB 放散速度

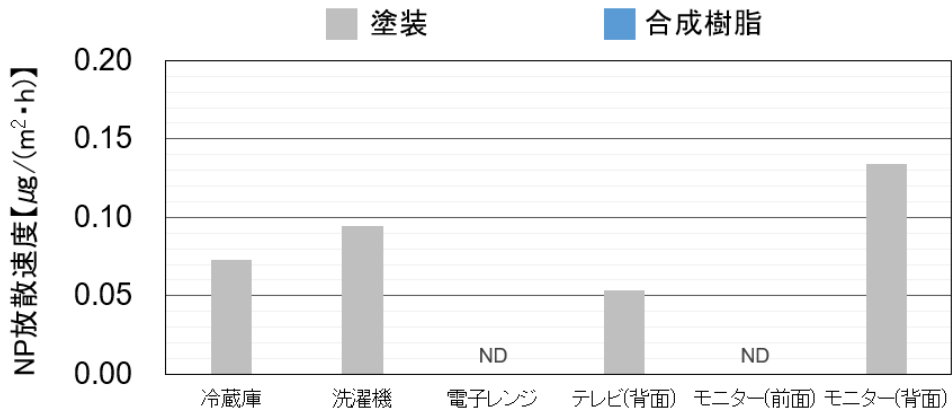


図 18 NP 放散速度

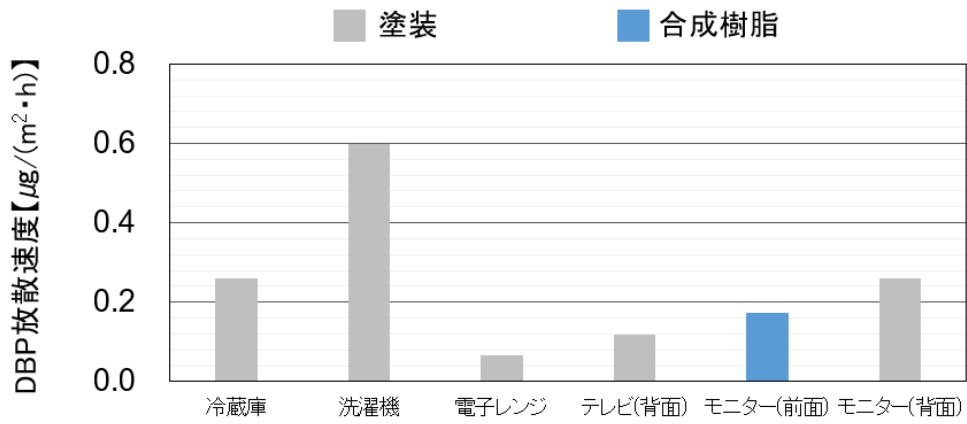


図 19 DBP 放散速度

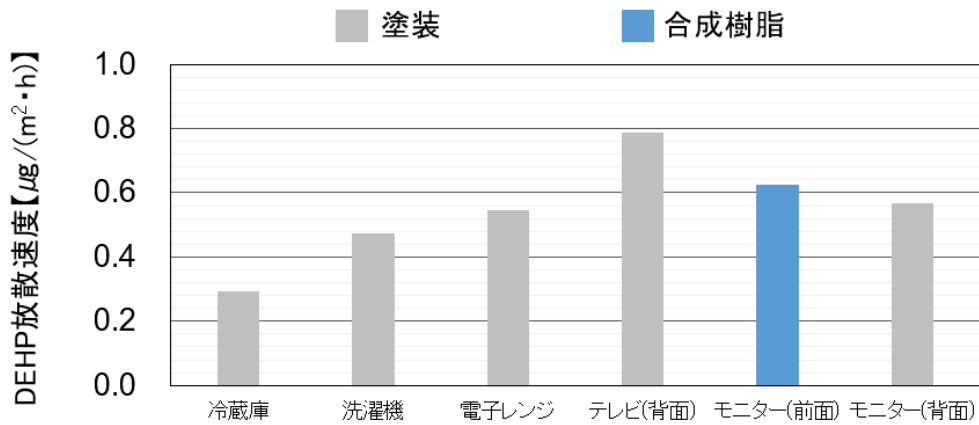


図 20 DEHP 放散速度