

材料・製品からの放散物質測定法

株式会社住化分析センター
大橋 一俊

1. はじめに

多くの分野で材料や製品から発生する放散物質が問題とされる。例えば、電子産業ではクリーンルーム内の清浄度を維持するために建材から発生する放散物質が注目され密閉された状態で長時間の安定した稼働を要求されるリレー端子などの電子部品では材料からの揮発成分の影響が材料選定の重要な要素とされる。また、我々の日常生活においても健康維持の観点から、建材や塗料から発生するシックハウス症候群の原因物質とされるホルムアルデヒドやトルエンの放散量が重要視されている

これらの放散物質の測定法は、放散物質の化学構造や放散量と最終製品での不良原因症状との因果関係説明の一環として研究が進んできたと言える。

しかし、説明が進むに連れ、一つの問題が生じた。それは多くの材料から構成される装置や家具からの放散物質の量は、必ずしもこれ等を構成する部材からの放散量を把握しても評価し得ないと言う問題である。例えば、材料の使われる部位の問題である。家具を例にあげると、仮に放散物質の多い接着剤を引き出しの中に使った場合と、外装パネルの接着に使った場合とでは、室内への放散量は全く違ってくる。すなわち、製品を有姿のまま評価することが望まれる。

また、より性能の良い、環境に優しい製品を生み出すためには材料の選別が重要であるが、多数の材料のスクリーニングを如何に効率的に行うかも重要な問題である。

本セミナーでは、これ等の点に注力し、放散物質の測定法を解説したい。

2. 放散物質とは

一般に放散物質とはその沸点により表・1のように類別されており1) 測定対象としてはVVOC、VOC、SVOCであることが多い。本セミナーにおいても、この範囲において述べる。

表・1 放散物質の分類

名称	略称	沸点範囲()	
		from	to
超揮発性有機物質 Very Volatile Organic Compounds	VVOC	<100	50~100
揮発性有機化合物 Very Organic Compounds	VOC	50~100	240~260
半揮発性有機化合物 Semivolatile Organic Compounds	SVOC	240~260	380~400
粒子物質 Particulate Organic Matter	POM	>380	

3. 放散物質測定法の分析

密閉された容器中で放散物質を放散させ、容器内の放散物質量を測定する方法がスタティック法であり、容器にガスを流通させ、出口側のガスを捕集し放散物質量を測定する方法がダイナミック法である。二つの方法の比較を表・2 に示す。

表・2 ダイナミック法とスタティック法の比較

項目	ダイナミック法	スタティック法
得られる値の単位	μg/unit・hr	μg/L
装置の構成	複雑	簡単
試料の大きさ	数百 L 程度まで可能	数 L まで
効率性	悪い	良い
値に影響を与える要因	少ない	多い(固相・気相間の平衡)

また、ダイナミック法は、チャンパーの容量や試験条件により主に表・3 に示す 3 試験法に分類される。

表・3 ダイナミック法の種類

試験方法	適用例
小型チャンパー法	建材、内装材の評価(JIS A1901)
ラージチャンパー法	家具、家電等の大型製品の評価
加熱・加速試験法	クリーンルーム部材(JACA 指針法)、SVOC 評価

小型チャンパー法は 2003 年に JIS 化された試験法であり、建材、内装材の評価に用いられ、代表的なチャンパーの大きさは 20L である。これに対し、家電や OA 機器からの放散物質量を評価する ECMA・328・00 等では 100L から数 m³ の大きなチャンパーが使用される。これらの試験法では試験温度が室温付近に規定されているのに対し、過熱・加速試験法では試料を加熱することにより放散量を増大させ、長期間の放散量や揮発量の少ない SVOC の発生量を予測する。

4. 小型チャンパー法

小型チャンパーの概略図を図・1 に示す。2) ステンレス製のチャンパーに試料を入れ、外部から清浄空気を加湿して送り込み、排気口からポンプで一定量の空気を吸引捕集し、捕集管に放散物質を捕集する。試料が合板等の場合は単位面積あたりの評価が必要なため、シールボックスにより切り口、裏面をシールしてチャンパー内に入れる。

5. 大型チャンパー法

小型チャンパーでは、建材の様に切断が可能なものは評価できるが、家具や家電のような製品は大きさの問題から評価できない場合が多い。ところが、我々の居住空間には、多くの家具や調度品、電化製品がある。これらの製品は多種類の部材から構成されていたり、その構造が複雑なため放散物質量を見積もることが難しい。このため、これらの製品を有姿のまま評価したいという要求が高まってきた。この要求に答えるため、幾つかの大型チャンパーを作製したのでこれ等に関し述べる。

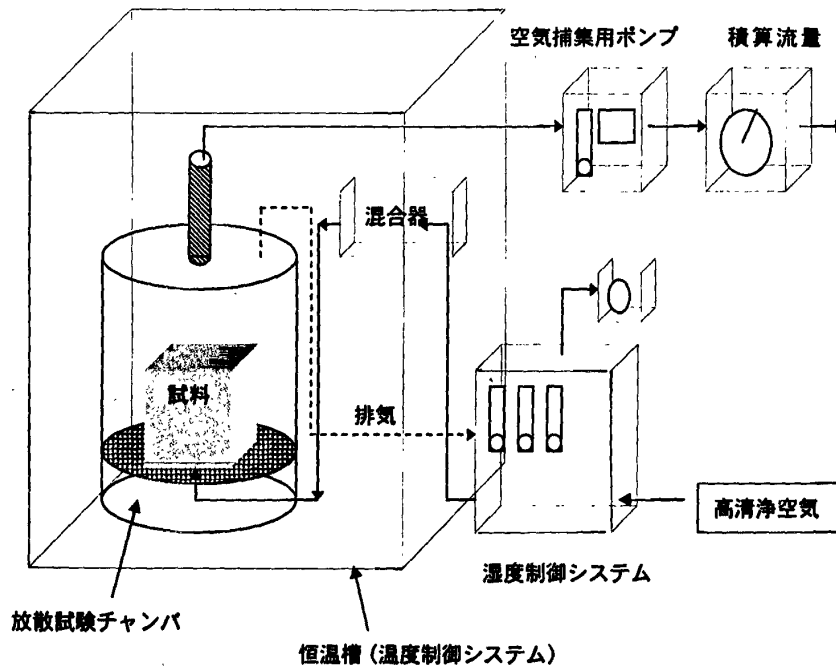


図-1 小型チャンバーの概略図

5・1．組み立て式大型チャンバー

本来、チャンバーはステンレス等で作製するのが望ましいが、大型になれば費用も高く、試料に合わせて容積や喚気回数を設定することが難しい。そこでプラスチックシートと支柱でチャンバーを作製し、これに清浄空気を供給することにより、大型製品を評価するシステムを考案した。この方法は低価格であり、かつ試料や目的に合わせて任意の大きさのチャンバーが作れる等、現実の評価において実用的な利点を有している。

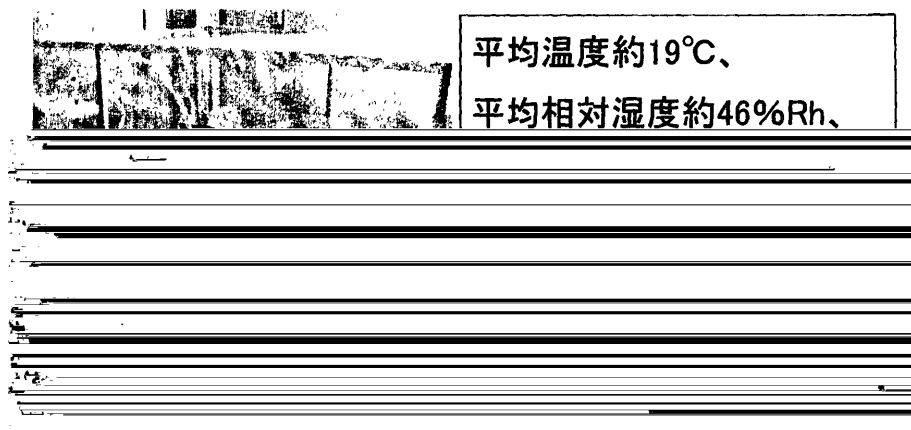


図2 に組み立て式チャンバーにより机と椅子を評価している写真を示す。床面積は 4.3m² であ

り、三畳相当の大きさがある．図・3 に PVC クロスを 20L 小型チャンバーと 5.2m³ の大型チャンバーで試験した結果のクロマトグラムを示す．クロマトグラムは良く一致しており、大型チャンバーでも放散物質の極性、沸点に関わらず良好に評価できる．³⁾

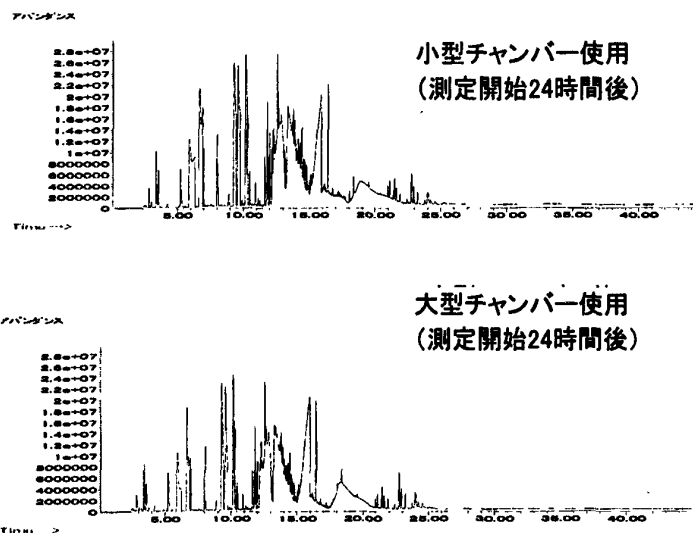
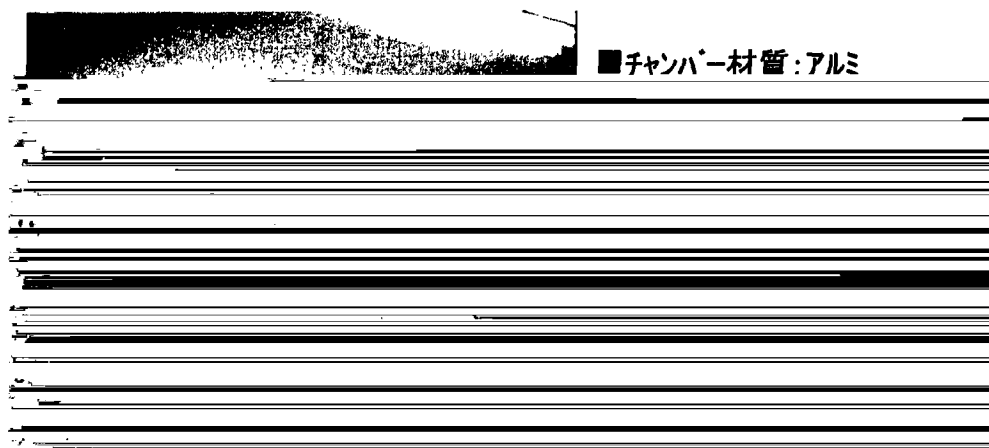


図-3 小型チャンバーと大型チャンバーでの測定結果の比較
試料；PVC クロス

5 . 2.17m³ 試験室

製品からの放散物質量が製品からの距離によりどのように変化するか知りたい場合がある．例えば、空気清浄機を室内に置いた場合、清浄機からの距離と清浄度の関係はどうなっているのである

うか．この様な目的には、室内に近い大きさのチャンバーが必要となる。我々は、アルミ板を用いて床面積 7 . 3m²、容積 16 . 8m³ の四畳半相当の試験室を製作した．図-4 に試験室を示す。



この試験室を用いれば、図-5 のように稼動したテレビからの放散物質の拡散状態を評価すること

とも可能である．稼働状態のテレビからの放散物質測定結果を図・6 に示す．⁴⁾

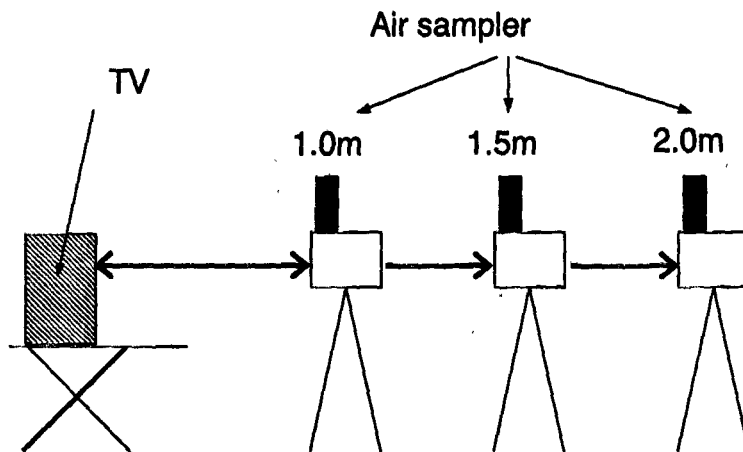


図-5 テレビからの放散物質拡散状態の測定

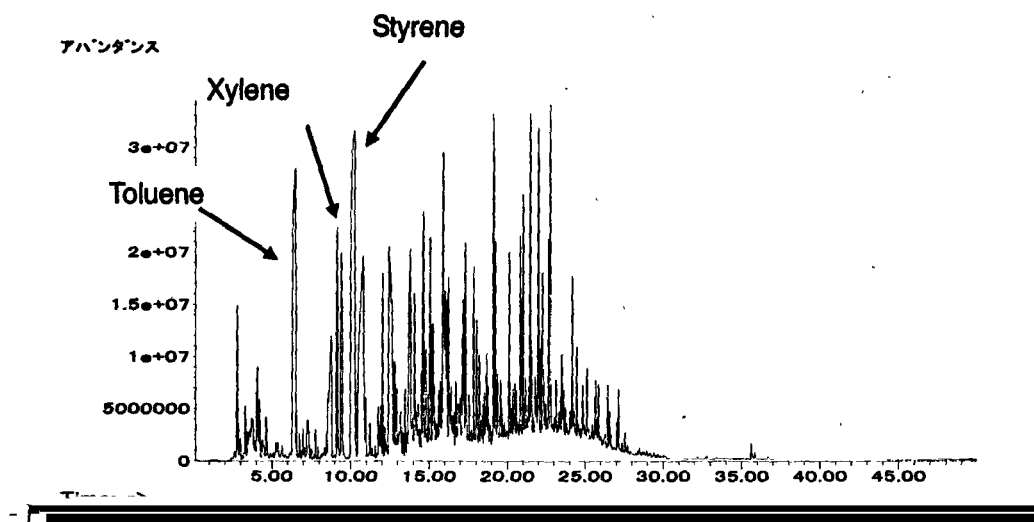


図-6 稼働テレビからの放散物質のクロマトグラム

テレビからはスチレンの放散が確認された．このスチレンの 17m³ 試験室での拡散状況を調べた．電源投入後 1 時間稼働の段階でのテレビからの距離とスチレン濃度の関係を表・4 に示す．

テレビから 1.6m 以上離れた位置ではスチレン濃度は一定となっており、電源投入後 1 時間の段階でテレビからの放散物質は均一に拡散するものと判定された．⁴⁾

表-4 稼働テレビからの距離とスチレン濃度の関係

テレビからの距離(m)	1.0	1.5	2.0
スチレン濃度(μg/m ³)	19	15	15

5.3. 電化製品からの放散物質測定

家電製品は使用（通電）状態において発熱し、放散物質の量が増大することから、通電状態での

評価が重要となる。この試験には家電製品を外部よりコントロールし、任意の稼動状態で評価できるチャンバーが必要となる。図7は家電製品を通電状態で評価できる150Lのチャンバーである。通常のチャンバーと異なり、家電製品の状態をコントロールできるように電源コード等の取り出し口が付いている。また内部には空気を攪拌するための外部誘導型のファンが取り付けられている。

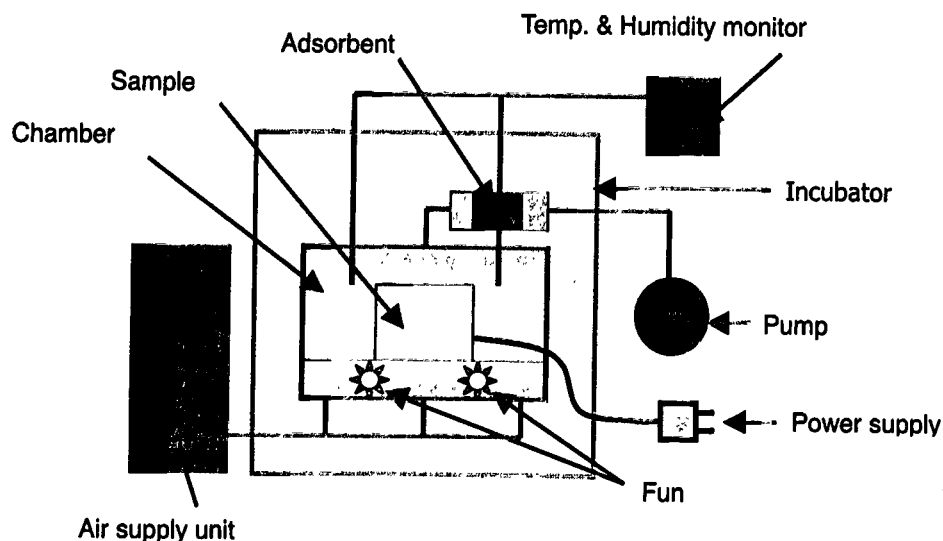


図7 ECMA規格対応放散チャンバー

このチャンバーを用いてスタンドとテレビからのホルムアルデヒド放散量の時間変化を測定した。結果を図8に示す。構成部品が異なるため、単純な比較はできないが、通電後約4時間で放散量は最大となり、その後はほぼ横ばい状態であった。⁴⁾

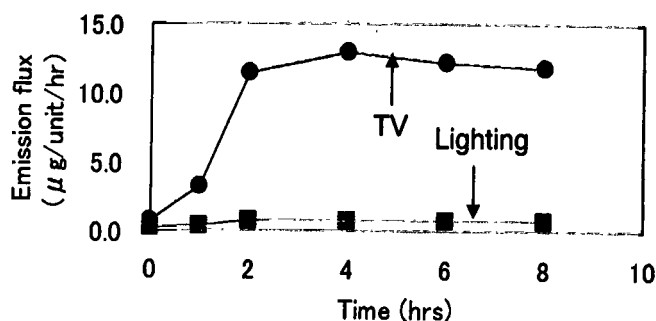


図8 通電時のテレビ、スタンドからのホルムアルデヒド放散量

6. 加熱・加速試験法

より放散物質量の少ない製品を開発するためには、放散物質量の少ない材料を選定する必要がある。しかし、チャンバーでの室温の試験は最低でも一日必要であり、チャンバーの洗浄やブランク測定を含めれば一連の測定に数日は必要となり、多くの数のスクリーニング品の評価には適切ではない。このため、試験時間の短縮を目的に、加熱により放散速度を加速して短時間で放散物質量を

評価する加熱・加速試験が用いられる。また、沸点の低い SVOC は室温ではチャンバー内での吸着現象があるため、加熱状態での評価が必要である。

図・9 に塩ビ製床剤のチャンバー法と加速試験法によるクロマトグラムを示す。試験温度 26 のチャンバー法では可塑剤のフタル酸ジオクチルは検出されていないが、試験温度 80 の加速試験法ではその放散が確認された。^{5,6)} また、試験時間が 30 分と短時間で良い事も魅力である。

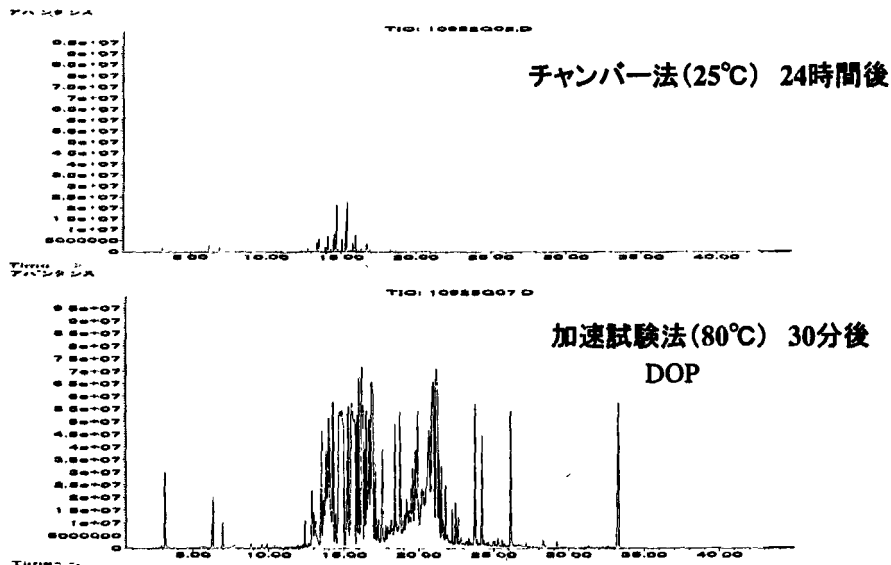
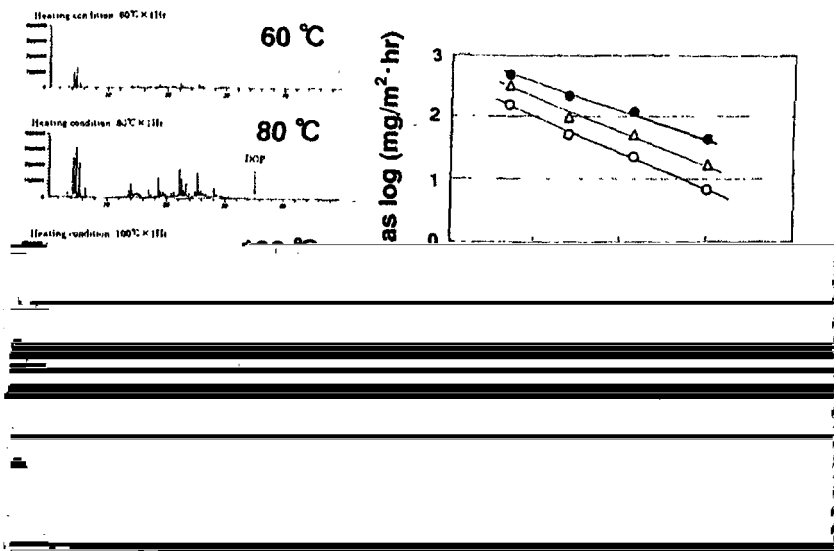


図-9 チャンバー法と加速試験法の比較
試料；塩ビ製床剤

放散速度は温度により変化する。夏場と冬場での放散速度を比較したい場合などに任意の温度での放散速度が推定できれば便利である。図・10 に温度によるプラスチックからの放散物質質量の変化を示す。放散物質質量の対数値は絶対温度の逆数値に比例する。数点の温度でのデータを得れば、この関係から任意の温度での放散物質質量を推定することができる。^{7・8・9)}



7. まとめ

各種の材料・製品からの放散物質測定法に関して述べた。現在、国内外において、種々の工業製品に対し、目的に応じた放散物質試験法が規定されている。放散物質の測定は、原理的には試料がある条件下に保ち、発生するガス成分を捕集し、分離分析で分析するという単純なものであるが、適切な試験条件を選択しなければ、得られた結果は目的を満足しない。特にチャンバーの選択は重要になって来ると思われる。

今後さらに目的に合った測定法やチャンバーの開発に取り組みたい。

参考文献

- 1) WHO(World Health Organization)(1989): Indoor air quality: Organic pollutants. Euro Reports and Studies No.111. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe
- 2) JIS A 1901, 2003: 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法-小形チャンバー法
- 3) 藤井, 竹田, 大橋, 野中, 熊谷, 藤本; 第20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, pp.247-249 (2002) 東京
- 4) 野中, 竹田, 大川, 樋口, 大橋, 藤本; 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, pp.123-125 (2003) 東京
- 5) 野中, 竹田, 大橋, 藤井, 村上, 藤本; 平成13年度室内環境学会総会・研究発表会講演集, pp. 208-211 (2001) 東京
- 6) 野中, 竹田, 大橋, 藤井, 村上, 藤本; 第20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, pp.250-252 (2002)
- 7) 竹田, 野中, 松本, 中, 藤本; 第17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, pp.54-56 (1999)
- 8) 竹田, 野中, 松本, 望月, 大塚, 藤本, 中原; 第18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, pp.30-33 (2000)
- 9) K. Takeda, A. Mochizuki, T. Nonaka, I. Matumoto, T. Fujimoto, and T. Nakahara; Journal of IEST Winter 2001, pp.28-32

