

1.5.4 実験システム（スモールチェンバー(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-1.5.6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。

尚、本実験システムは、造作家具からの化学物質の発生に関する研究（第2編、第5章）に用いるものである。

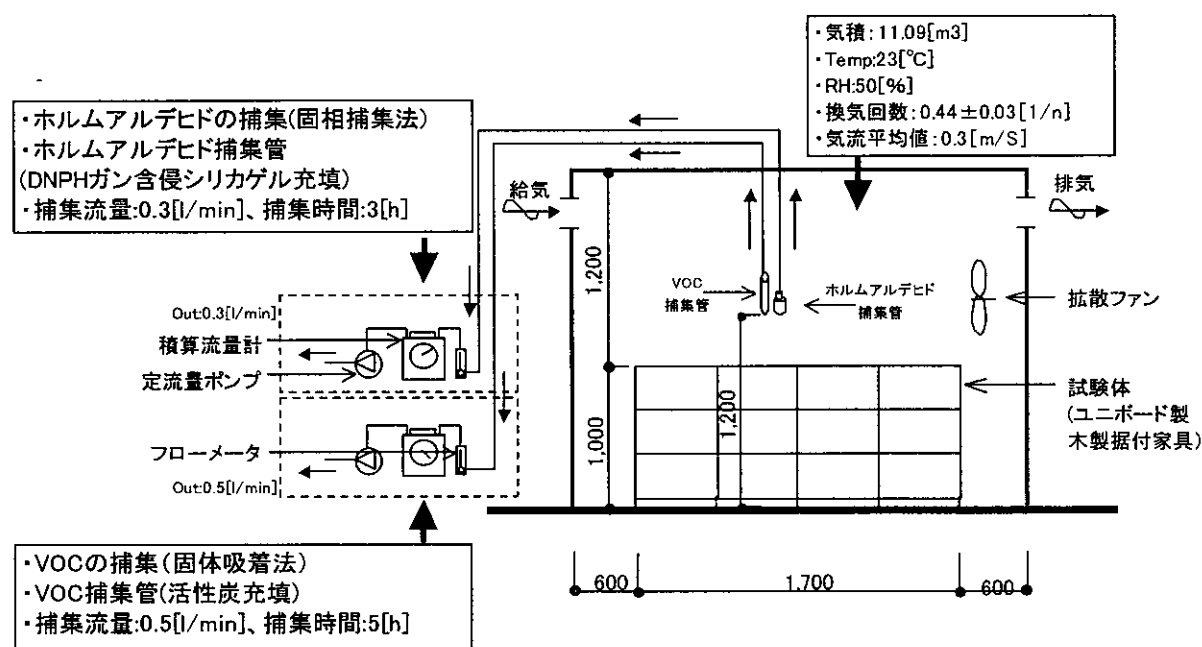


図-1.5.6 造作家具からの化学物質の発生に関する実験システムの一例
(造作家具など)

第2編 生活用品からの化学物質の発生 に関する研究

2.1.1 はじめに

(1) 研究の背景及び目的

1970年代後半から建築分野では、環境、資源問題への具体的な取り組みとして住宅の高気密、高断熱化が進められてきた。高気密、高断熱化により、エネルギー性能が向上した住宅では、建物自体の換気量の低下に伴い室内に放散された化学物質が滞留しやすい構造となった。

このため、居住者が高濃度の化学物質に被曝することになり、不快感、頭痛、吐き気などの症状を発症する結果となった。また、室内化学物質汚染問題に取り組む産学官の組織においては、様々な視点からの解決を迫られることとなった。

室内化学物質汚染の主たる原因は、ホルムアルデヒドや常温で揮発する有機化合物（揮発性有機化合物：VOC、Volatile Organic Compounds）群であるが、VOCは合板や壁紙などの建材や施工時の接着剤、塗料、カーテンやカーペットなどの家具調度品、開放型の暖房機具、消臭剤、芳香剤、タバコ煙などから日常的に発生している。

建材からのVOC発生量及び発生特性は、種々の研究により解明されてきている。しかし、建材以外に室内化学物質汚染の原因として考えられる生活日用品についての報告はまだあまりなされてない現状にある。

そこで、生活用品の中でも室内化学物質汚染に影響が大きいと思われる塗料に着目した。特に、ホビー用品として使用される塗料についての化学的研究は見当たらない。本研究では、量販店等で購入できる一般的な塗料（スプレー式塗料）について実験室実験を行い、VOC発生量及び発生量の経時変化を求めるものである。

(2) 在来の研究

本橋⁷⁾らは、水性塗料塗りの内壁を模したモデル試験体を製作し、化学物質の放散挙動をラージチェンバー（54m³）を用いて3、6、13、17日後の濃度を測定している。測定時の環境条件は、温度（25℃）、相対湿度（50%）、換気回数（0.5回/h）である。TVOC濃度は経時的に減少する傾向が見られ、13日経過後の濃度が2700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、17日経過後で2100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったとしている。この値は塗料をアルミ板に塗布した研究例と比較して大きく、その理由として、石膏ボードに塗布した実験であること等をあげている。

2.1.2 実験概要

(1) 室内化学物質の捕集・分析法

(a) 測定対象物質

各種の研究により、MCS、SBSの原因物質として、その関与が明らかにされているVOCを対象物質とした。VOCに関する詳細な定義は、まだ確立していない現状にあるが、沸点が50～100℃以上、240～260℃以下の有機化合物とされている。VOCの総量は、総揮発性有機化合物（TVOC：Total Volatile Organic Compounds）と呼ばれ、Seifertらによる推奨値（300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）も提案されている。さらに、VOCは脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、ハロゲン化炭化水素、テルペン、エステル、ケトン、アルコール、アルデヒド等に大別されている。本研究では、一般の室内における検出頻度等から、表-2.1.1に示すVOCを測定対象とした。

(b) 捕集・分析機器

本測定においては、次の計測機器により測定を行った。

VOC：固体吸着－ガスクロマトグラフ（GC）法

1) サンプルング装置

・ポンプ（柴田機械工業MP-2N型、最大流量：2.5（l/min）、流量可変範囲：0～2.5（l/min）、最大吸引圧（33kPa）
・乾式ガスメータ（シナガワ社製、DC-1A、測定範囲：（10～1100）、1回転：1（l）、最小目盛：5（cc）、最大積算流量：999（m³）、使用温度：-10～+50（℃）、圧力損失：0.2（kPa）、最高使用圧力：9.8（kPa）
・活性炭チューブ（柴田機械工業、上流側充填量：400（mg）、下流側充填量：200（mg）、粒径：20～40（メッシュ）、（図2.1.1参照）

2) ガスクロマトグラフ（GLサイエンス社製、GC-353）

GCの分析条件は、表-2.1.2に示す通りである。

(c) 捕集・分析法

VOCは、活性炭チューブに0.5（l/min）の流量にて8（h）採取し、試料空気とした。捕集されたVOCは二硫化

炭素（2ml）を用いて、3時間かけて抽出後（30分間隔で数回振とう）、GC/FIDに2（μl）導入し、定性・定量分析を行った。

表-2.1.1 対象とするVOC

分類	VOC	化学式	分子量	沸点	比重
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	86.18	68.74	0.6594
	n-ヘプタン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	100.2	98.43	0.6837
	n-オクタン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	114.23	125.6	0.7026
	n-ノナン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	128.26	150.7	0.722
	n-デカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	142.28	174.0	0.7298
	n-ウンデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$	156.31	195.6	0.7402
	n-ドデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$	170.34	213.0	0.7490
	n-トリデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$	184.37	225.5	0.7550
	n-テトラデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$	198.40	253.5	0.7653
	n-ペンタデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$	212.42	270.5	0.776
	n-ヘキサデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$	226.45	286.5	0.7734
	2,2,4-トリメチルペンタン	$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	114.23	-	-
芳香族炭化水素	ベンゼン	C_6H_6	78.11	80.1	0.8790
	トルエン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	92.13	110.7	0.866
	エチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$	106.16	136.2	0.867
	m-キシレン	$1,3-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.16	138.8	0.8684
	p-キシレン	$1,4-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.16	138.5	0.8611
	o-キシレン	$1,2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.16	144	0.880
	1,3,5-トリメチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.19	164.6	0.863
	1,2,4-トリメチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.19	236	0.957
	1,2,3-トリメチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.19	176	0.8944
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_4$	120.19	196	0.838
ハロゲン	ジクロロメタン	CH_2Cl_2	84.93	40.1	1.335
	トリクロロエチレン	$\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$	131.38	86.7	1.456
	テトラクロロエチレン	$\text{Cl}_2\text{CCHCl}_2$	165.82	121	1.625
	p-ジクロロベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$	146.99	173.7	1.458
テルペン	2-ピネン	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.23	160	0.8620
	リモネン	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.24	176.4	0.8422
エステル	酢酸ビニル	$\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$	85.1	73	0.9345
	酢酸エチル	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	88.1	77	0.8945
	酢酸ブチル	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	116.16	126.3	0.8826
ケトン	アセトン	CH_3COCH_3	58.08	56.2	0.792
	メチルエチルケトン	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	72.11	79.6	0.805
	メチルイソブチルケトン	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$	100.16	115.8	0.8042
アルコール	エタノール	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46.07	78.3	0.816
	ブタノール	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	74.12	117.7	0.8109
アルデヒド	1-ノナナール	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{CHO}$	146.24	-	0.830
	1-デカナール	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{OH}$	160.29	232.9	0.829

表-2.1.2 GCの分析条件

GC	GL Science 社製、GC - 353
カラム	Sil8cb、内径 0.53mm×長さ 100m、膜厚 5.0 μm
昇温	40~280℃
流速	18ml/min
スプリット比	2:1
Injection& detection	300℃
検出器	FID

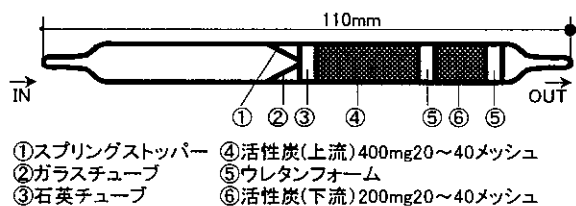


図-2.1.1 VOC 捕集管

(2) 実験チェンバーの概要

東北文化学園大学の人工気象室(空気環境実験室)内にスモールチェンバー(本体:ステンレス製、容積(建材の容積含む):65 l)を設置し、チェンバー内の温度、湿度及び、空気清浄度の制御を行った。(図 2.1.2 参照)

また、スモールチェンバー内の一様拡散状態を得る為に、チェンバー内に小型拡散ファンを設置した。この時のチェンバー内の気流は0.3~0.5m/secである。換気量の調節は、給気側と排気側の流量を調整することを行い、換気回数を $0.46(1/h) \pm 0.01$ とした。

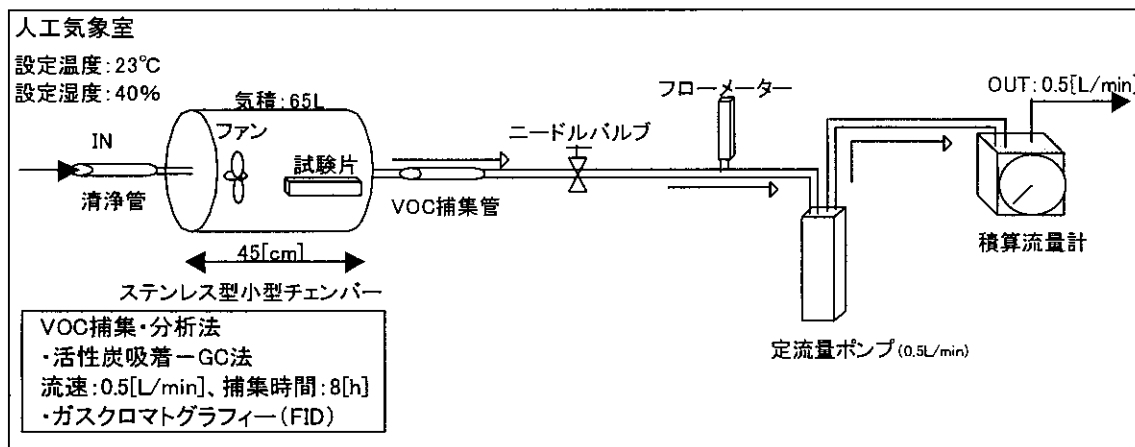


図-2.1.2 発生実験の概要図

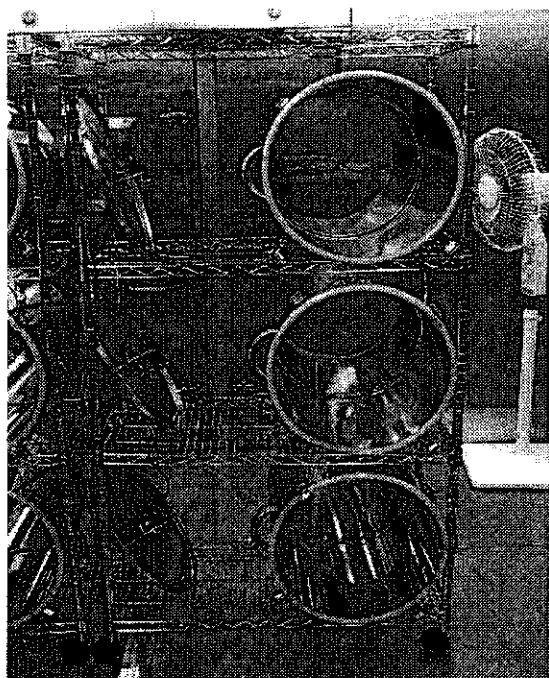


写真-2.1.1 スモールチェンバー

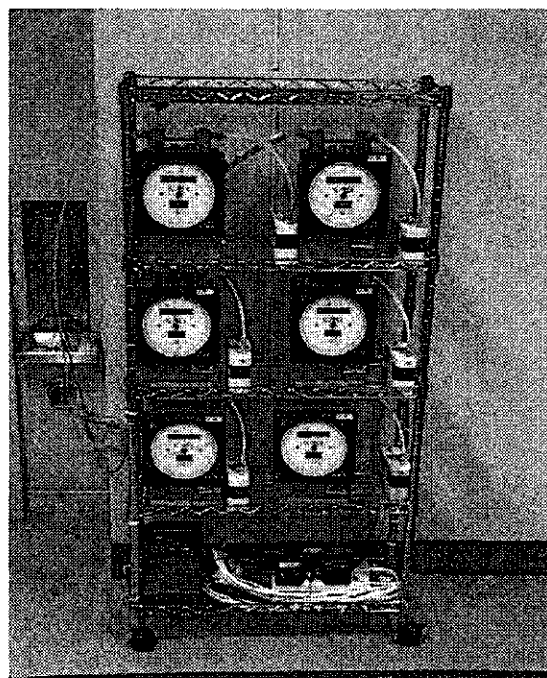


写真-2.1.2 サンプルング装置

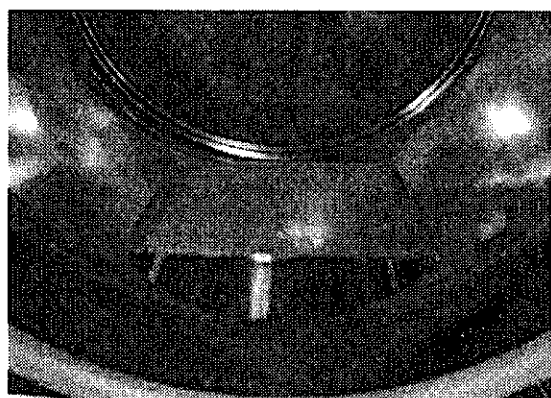


写真-2.1.3 チェンバー内に挿入した試験片

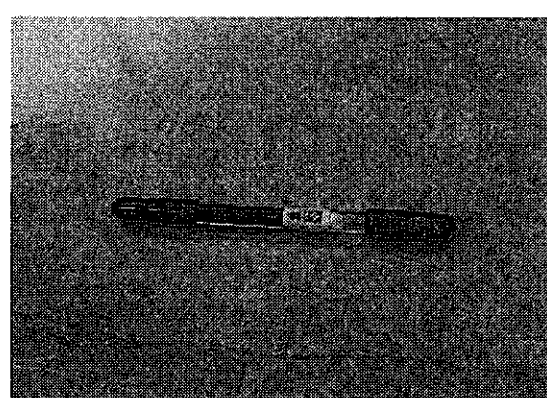


写真-2.1.4 VOC 捕集管

(3) 試験片の作製方法

試験片は、200 (mm) × 200 (mm) (400 (cm²)) のアルミ板 (写真 2.1.5) に測定対象塗料を均等に塗布した。図-2.1.3 と写真-2.1.6 に試験片の概要を示す。

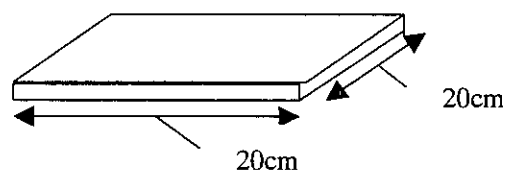


図-2.1.3 試験片の概要

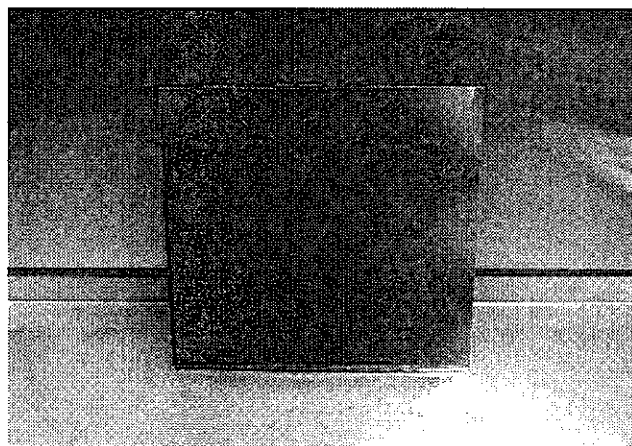


写真-2.1.5 アルミ板

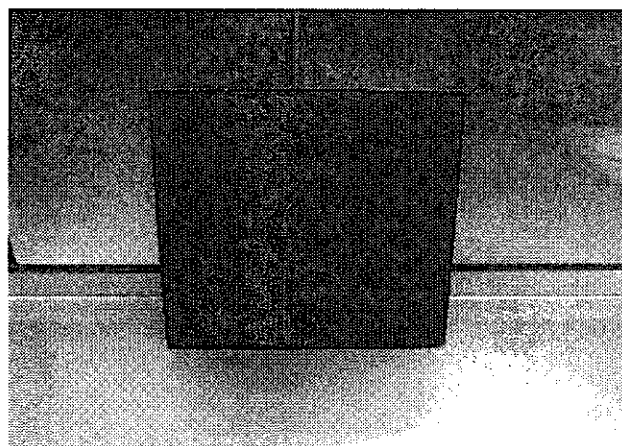


写真-2.1.6 作製した試験片

(4) 実験手順

東北文化学園大学の人工気象室(屋外条件試験室、屋内条件試験室)内にスモールチェンバー(本体:ステンレス製、容積(建材の容積含む):65 l)を用いて発生実験を行った。

1) あらかじめ、チェンバー内を薬液により洗浄し、換気を十分行う。薬液による洗浄後、加熱処理を施し、薬液の残留を最小限に抑える。

2) チェンバー内に一定の換気条件を構築する。(Temp : 23[°C]、RH : 40[%]、換気回数 : 0.46 (1/h)) 人工気象室、及びチェンバー内の空気は、拡散ファンを用いて一様拡散させる。

3) 測定対象塗料を塗布したアルミ板をすみやかにチェンバー内に挿入し、測定を行う。

4) チェンバー換気回数

次の(1)と(2)からチェンバーの換気回数を求めた。

$$\text{導入空気量} : 500 \text{ ml} / \text{min} = 500 \text{ ml} / \frac{1}{60} \text{ h} = 500 \times 60 \text{ ml} / \text{h} = 30000 \text{ ml} / \text{h} = 30 \text{ l} / \text{h} \quad - (1)$$

$$\text{チェンバーの気積} : 65 \text{ l} \quad - (2)$$

すなわち、換気回数 $30 \text{ l} / 65 \text{ l} = 0.46 (1/h)$ が実験時の換気条件となる。

(5) 測定対象塗料の仕様

測定対象塗料の仕様を表-2.1.3に示す。

表-2.1.3 測定対象塗料の仕様

対応表	製品名	用途	成分	乾燥時間	容量
A	水性スプレー	木製、鉄部、スレート、プラスチック、ガラス、発砲スチロール、コンクリート	水溶性合成樹脂(アクリル)、顔料、水、有機溶剤、DME(可燃性)	夏20～30分 冬40～60分	300ml
B	メタリックスプレー	電気器具、家具、自転車	合成樹脂(アクリル)、ニトロセルロース、顔料、有機溶剤	夏20～30分 冬40～60分	300ml
C	ラッカースプレー	電気器具、家具、自転車、鉄部、木部	ニトロセルロース、合成樹脂、顔料、有機溶剤	夏20～30分 冬40～60分	420ml
D	皮靴用塗装スプレー	本皮製品及び合成皮製品、くつ、カバン	合成樹脂(ウレタン樹脂)、ニトロセルロース、顔料、有機溶剤	夏期10～20分 冬期10～20分	180ml
E	マーキングスプレー	鉄部、木部、コンクリート	合成樹脂(アクリル)、有機溶剤、顔料	夏期10～30分 冬期30～60分	300ml
F	メタルプライマー	アルミニウム、ステンレス、クロームメッキ、ブリキ、銅、真鍮	合成樹脂(アクリル)、有機溶剤、ニトロセルロース	夏期15～20分 冬期30～40分	300ml
G	木部用プライマー	木工品、工作品、ガーデンファニチャー	合成樹脂(ビニル)、ニトロセルロース、有機溶剤	夏20～30分 冬40～60分	300ml
H	プラスチック用プライマー	ポリプロピレン、ナイロン、ABS、FRP、硬質塩ビ、アクリル	合成樹脂(ビニル)、ニトロセルロース、有機溶剤	夏期30～60分 冬期1～2時間	300ml
I	耐熱塗料	自動車	合成樹脂(シリコン)、顔料、有機溶剤	夏20～30分 冬30～50分	300ml
J	CREATIVE COLOR	鉄、木工品、プラスチック、ガラス、コンクリート	合成樹脂(アクリル)、顔料(クリヤーには含まず)、有機溶剤	夏40～50分 冬1～2時間	100ml
K	メッキ調スプレー	屋内装飾品の木部、鉄部、ガラス	合成樹脂(アクリル)、顔料、有機溶剤	夏20～30分 冬40～60分	300ml
L	皮革スプレー	靴、バック、ベルト、皮細工	合成樹脂(アクリル)、ニトロセルロース、顔料、有機溶剤	温度 20℃ 湿度 65%	300ml
M	どこでもスプレー	鉄部、木部、プラスチック	水溶性合成樹脂(アクリル)、顔料、水、有機溶剤、DME(可燃性)	夏20～30分 冬40～60分	100ml
N	蛍光スプレー	鉄部、木部、コンクリート、ガラス、スレート、プラスチック	合成樹脂(アクリル)、有機溶剤、DME、LPG(可燃性)	温度 20℃ 湿度 65%	120ml
O	細吹きマーキングスプレー	鉄部、木部、コンクリート	水溶性合成樹脂(アクリル)、顔料、水、有機溶剤、DME(可燃性)	温度 20℃ 湿度 65%	300ml
P	スプレーラッカー	家具、電化製品	ニトロセルロース、合成樹脂、顔料、有機溶剤	夏 30分 冬 60分	300ml
Q	スプレーラッカーアクリル	玩具、機械器具、自転車、電化製品	合成樹脂(アクリル)、顔料、有機溶剤	夏 20分 冬 40分	300ml
R	アルミカラーズスプレー	アルミ建材、金属用	合成樹脂(アクリル)、顔料、有機溶剤	夏 15分 冬 30分	300ml
S	ニュースプレー	鉄、木、ガラス、コンクリート、プラスチック	合成樹脂(アクリル)、顔料、有機溶剤	夏40～50分 冬1～2時間	300ml
T	TAMIYA COLOR	プラスチックモデル、模型、工作、硬質プラスチック、木、金属	合成樹脂(アクリル)、ニトロセルロース、顔料、有機溶剤、染料、DME、LPG		100ml
U	反射塗料	コンクリート、プラスチック	合成樹脂(アクリル)、顔料、ガラスビーズ、有機溶剤、DME、LPG		100ml

* カタログに掲載されている内容をまとめた。

(1) 各塗料の VOC 濃度

Sample	TVOC Concentration (μg/m³)
A	2,000
B	3,000
C	10,000
D	45,000
E	52,000
F	3,000
G	26,000
H	43,000
I	39,000
J	24,000
K	31,000
L	2,000
M	3,000
N	63,000
O	75,000
P	18,000
Q	15,000
R	74,000
S	30,000
T	3,000
U	66,000

Bar chart showing VOC concentrations (μg/m³) for various materials. The y-axis ranges from 0 to 1800 μg/m³. The x-axis lists materials. A note indicates $n=0.46$ (1/h).

Material	VOC Concentration (μg/m³)
その他(1) (検出限界値未満)	0
TC6	0
1-ブチオール	0
1-オクタン	0
1-ドデカン	0
1-トリデカン	0
2-ブチオール	0
2-オクタン	0
2-ドデカン	0
2-トリデカン	0
3-ブチオール	0
3-オクタン	0
3-ドデカン	0
3-トリデカン	0
4-ブチオール	0
4-オクタン	0
4-ドデカン	0
4-トリデカン	0
5-ブチオール	0
5-オクタン	0
5-ドデカン	0
5-トリデカン	0
6-ブチオール	0
6-オクタン	0
6-ドデカン	0
6-トリデカン	0
7-ブチオール	0
7-オクタン	0
7-ドデカン	0
7-トリデカン	0
8-ブチオール	0
8-オクタン	0
8-ドデカン	0
8-トリデカン	0
9-ブチオール	0
9-オクタン	0
9-ドデカン	0
9-トリデカン	0
10-ブチオール	0
10-オクタン	0
10-ドデカン	0
10-トリデカン	0
11-ブチオール	0
11-オクタン	0
11-ドデカン	0
11-トリデカン	0
12-ブチオール	0
12-オクタン	0
12-ドデカン	0
12-トリデカン	0
13-ブチオール	0
13-オクタン	0
13-ドデカン	0
13-トリデカン	0
14-ブチオール	0
14-オクタン	0
14-ドデカン	0
14-トリデカン	0
15-ブチオール	0
15-オクタン	0
15-ドデカン	0
15-トリデカン	0
16-ブチオール	0
16-オクタン	0
16-ドデカン	0
16-トリデカン	0
17-ブチオール	0
17-オクタン	0
17-ドデカン	0
17-トリデカン	0
18-ブチオール	0
18-オクタン	0
18-ドデカン	0
18-トリデカン	0
19-ブチオール	0
19-オクタン	0
19-ドデカン	0
19-トリデカン	0
20-ブチオール	0
20-オクタン	0
20-ドデカン	0
20-トリデカン	0
21-ブチオール	0
21-オクタン	0
21-ドデカン	0
21-トリデカン	0
22-ブチオール	0
22-オクタン	0
22-ドデカン	0
22-トリデカン	0
23-ブチオール	0
23-オクタン	0
23-ドデカン	0
23-トリデカン	0
24-ブチオール	0
24-オクタン	0
24-ドデカン	0
24-トリデカン	0
25-ブチオール	0
25-オクタン	0
25-ドデカン	0
25-トリデカン	0
26-ブチオール	0
26-オクタン	0
26-ドデカン	0
26-トリデカン	0
27-ブチオール	0
27-オクタン	0
27-ドデカン	0
27-トリデカン	0
28-ブチオール	0
28-オクタン	0
28-ドデカン	0
28-トリデカン	0
29-ブチオール	0
29-オクタン	0
29-ドデカン	0
29-トリデカン	0
30-ブチオール	0
30-オクタン	0
30-ドデカン	0
30-トリデカン	0
31-ブチオール	0
31-オクタン	0
31-ドデカン	0
31-トリデカン	0
32-ブチオール	0
32-オクタン	0
32-ドデカン	0
32-トリデカン	0
33-ブチオール	0
33-オクタン	0
33-ドデカン	0
33-トリデカン	0
34-ブチオール	0
34-オクタン	0
34-ドデカン	0
34-トリデカン	0
35-ブチオール	0
35-オクタン	0
35-ドデカン	0
35-トリデカン	0
36-ブチオール	0
36-オクタン	0
36-ドデカン	0
36-トリデカン	0
37-ブチオール	0
37-オクタン	0
37-ドデカン	0
37-トリデカン	0
38-ブチオール	0
38-オクタン	0
38-ドデカン	

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

2. 1-6

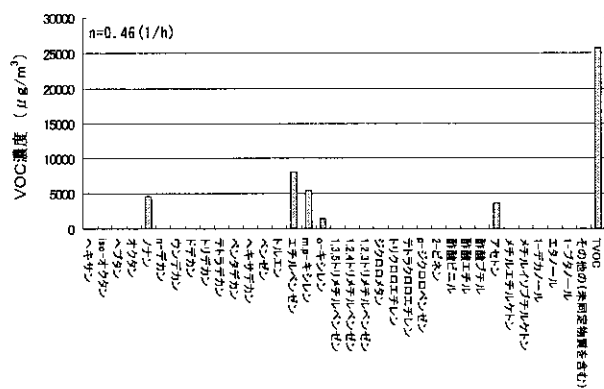


図-2.1.11 塗料GからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

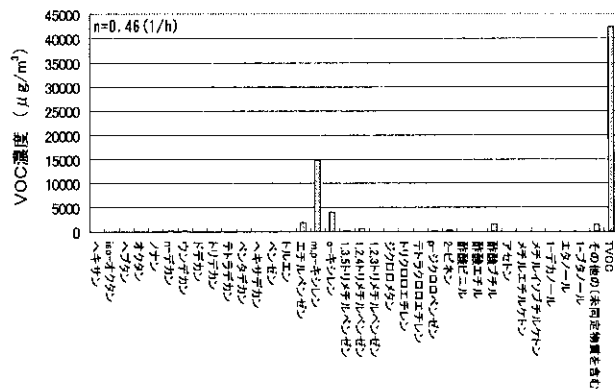


図-2.1.12 塗料HからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

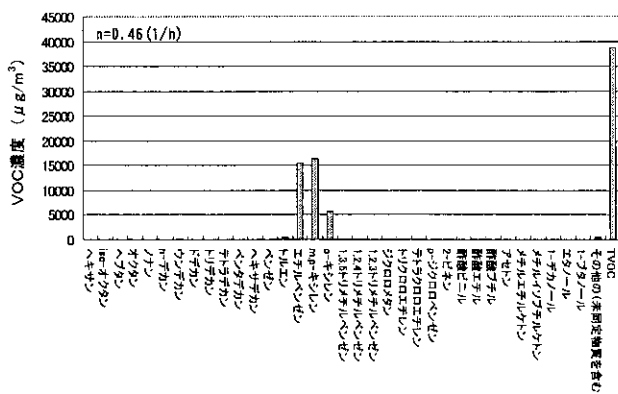


図-2.1.13 塗料IからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

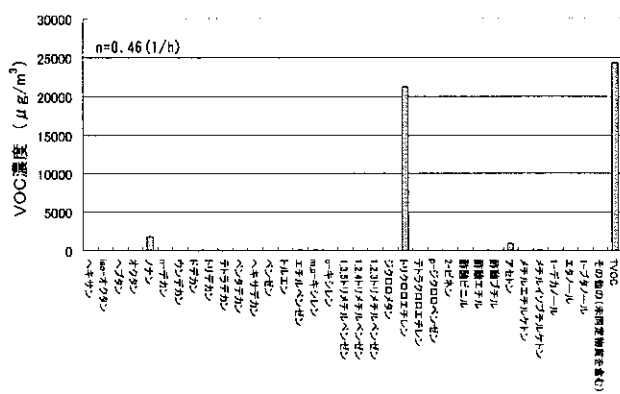


図-2.1.14 塗料JからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

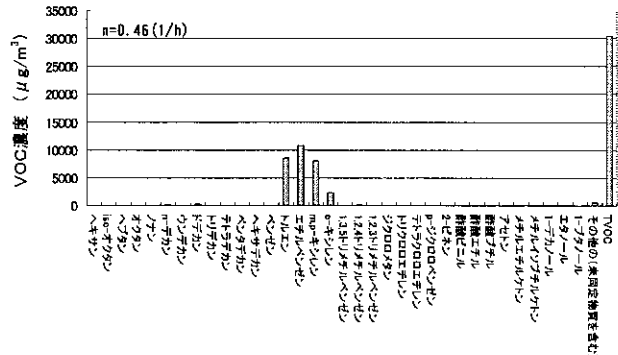


図-2.1.15 塗料KからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

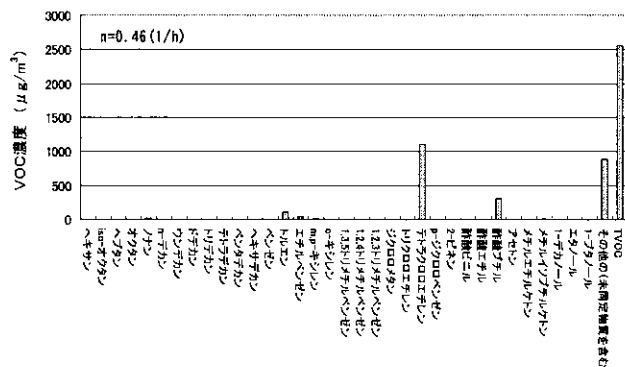


図-2.1.16 塗料LからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

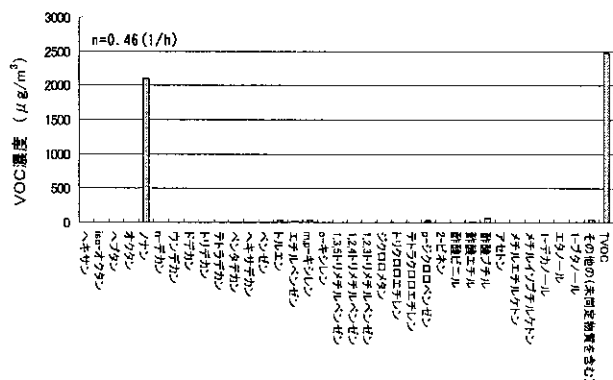


図-2.1.17 塗料MからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

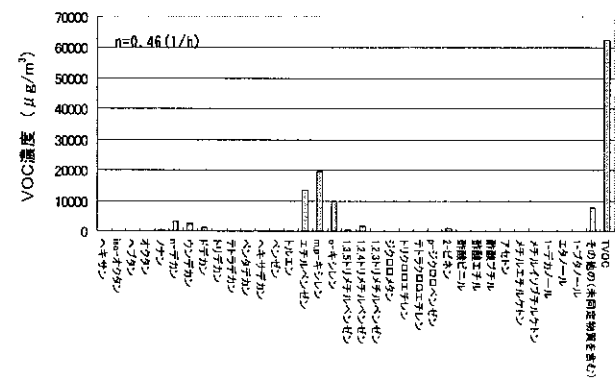


図-2.1.18 塗料NからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

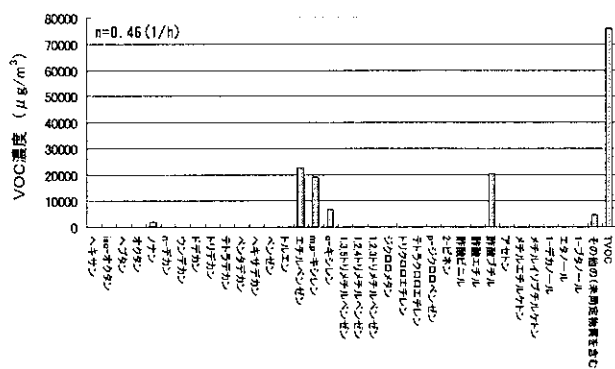


図-2.1.19 塗料0からのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

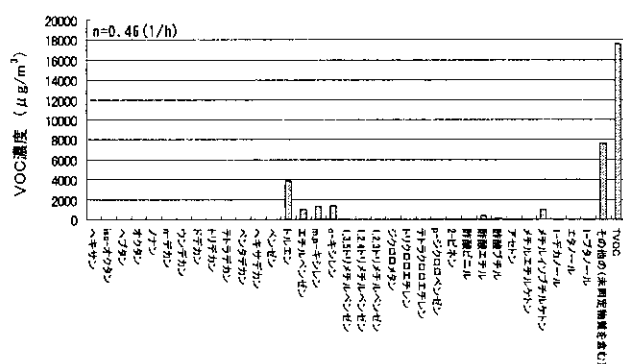


図-2.1.20 塗料PからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

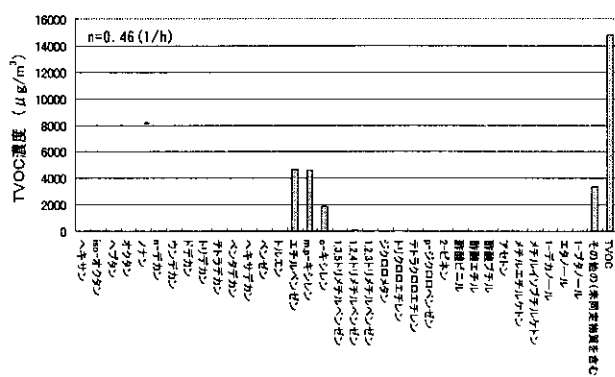


図-2.1.21 塗料QからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

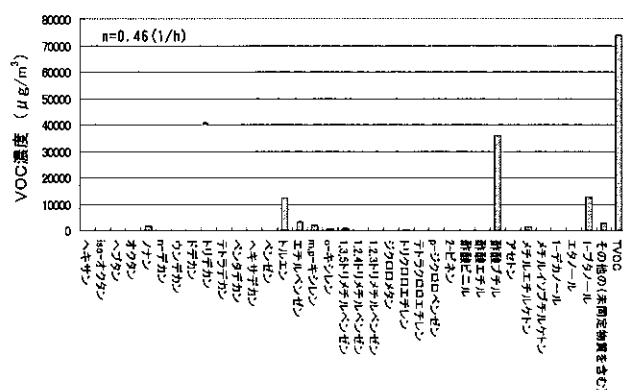


図-2.1.22 塗料RからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

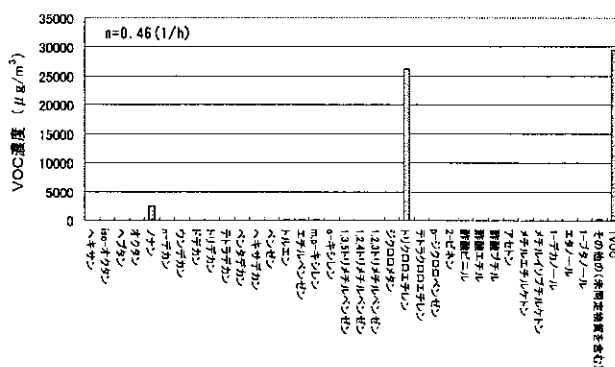


図-2.1.23 塗料SからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

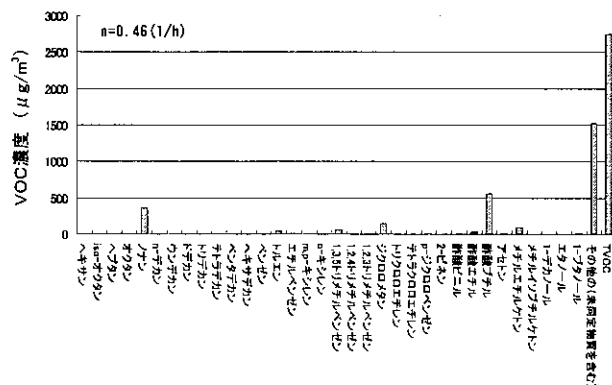


図-2.1.24 塗料TからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

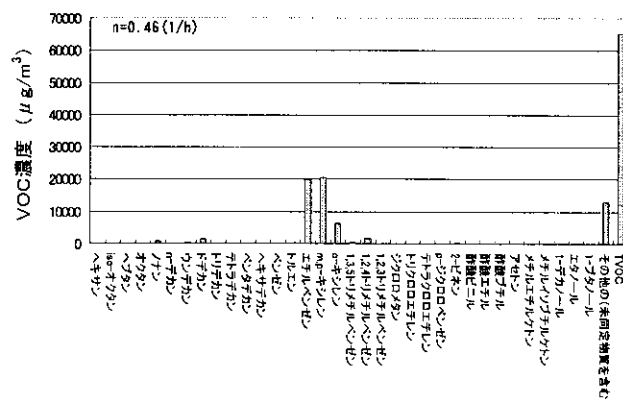


図-2.1.25 塗料UからのVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(2) 成分ごとの測定濃度順位

測定塗料の順位付けを行い、結果を表-2.1.4に示した。各成分において、高い頻度で高濃度のVOCが測定された塗料は、塗料N（蛍光塗料）、塗料P（ラッカー塗料）、塗料R（アルミ塗料）、塗料U（反射塗料）であった。

表-2.1.4 測定濃度順位

成分		1	2	3	4	5
ヘキサン	製品名					
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
iso-オクタン	製品名	P				
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2				
ヘプタン	製品名	G				
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6				
オクタン	製品名	U	F	N	P	Q
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27	16	11	9	5
ノナン	製品名	G	S	M	O	J
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4611	2492	2102	1945	1829
n-デカン	製品名	N	H	K	U	O
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3311	146	92	53	50
ウンデカン	製品名	N	U	H	I	Q
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2105	308	197	194	62
ドデカン	製品名	U	N	Q	I	K
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1361	1334	44	42	25
トリデカン	製品名	P	N	U		
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	2	1		
テトラデカン	製品名	P	N	E		
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16	7	1		
ペンタデカン	製品名	P	E			
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6	2			
ヘキサデカン	製品名	E	N	Q		
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	4	2		
ベンゼン	製品名					
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
トルエン	製品名	R	K	P		
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12452	8599	3843		
エチルベンゼン	製品名	O	U	H	I	D
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22538	19959	18624	15451	14405
m,p-キシレン	製品名	U	N	O	I	H
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20687	19467	18996	16414	14810
o-キシレン	製品名	N	O	U	D	I
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9945	6849	6359	5941	5711
1,3,5-トリメチルベンゼン	製品名	R	N	U	H	T
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	729	619	540	225	67
1,2,4-トリメチルベンゼン	製品名	N	U	H	K	Q
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1842	1581	686	81	81
1,2,3-トリメチルベンゼン	製品名	U	N	H	E	S
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39	37	35	35	29
ジクロロメタン	製品名					
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
トリクロロエチレン	製品名	E	S	J	R	Q
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33251	26190	21221	193	58
テトラクロロエチレン	製品名	L	U	N	R	P
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1104	102	36	24	16
p-ジクロロベンゼン	製品名	H	U	N	O	E
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	184	107	105	103	92
2-ピネン	製品名	N	H	U	I	Q
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1020	252	173	43	19
酢酸ビニル	製品名	R				
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13				
酢酸エチル	製品名	P	T	M	O	
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	335	29	22	9	
酢酸ブチル	製品名	R	O	H	F	T
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	35852	20419	1523	737	562
アセトン	製品名	E	G	J	P	S
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5969	3697	897	82	70
メチルエチルケトン	製品名	E	R	D	T	J
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12508	1495	1146	97	7
メチルイソブチルケトン	製品名	P	B	J	E	
	測定濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1093	104	51	31	

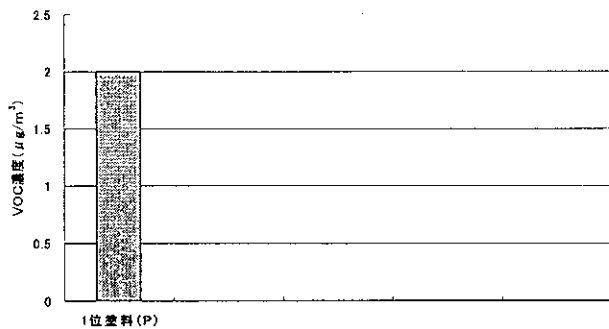


図-2.1.26 iso-オクタンにおける測定濃度順位

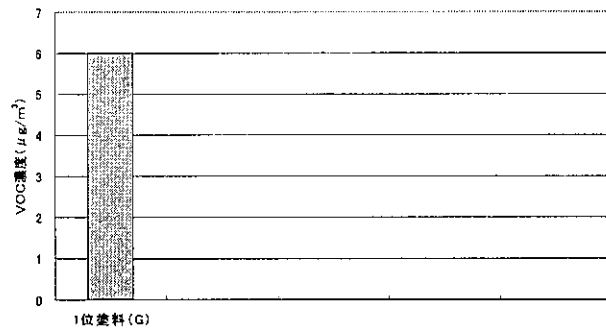


図-2.1.27 ヘプタンにおける測定濃度順位

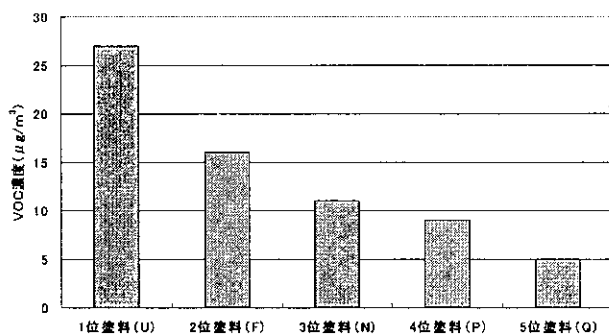


図-2.1.28 オクタンにおける測定濃度順位

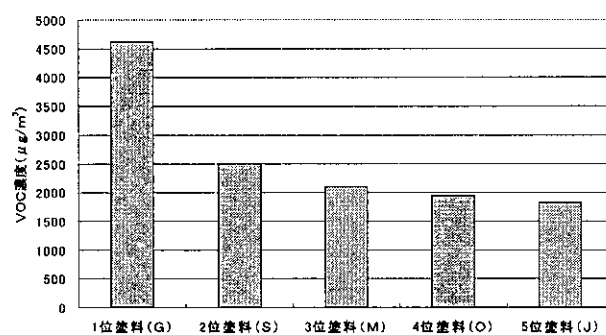


図-2.1.29 ノナンにおける測定濃度順位

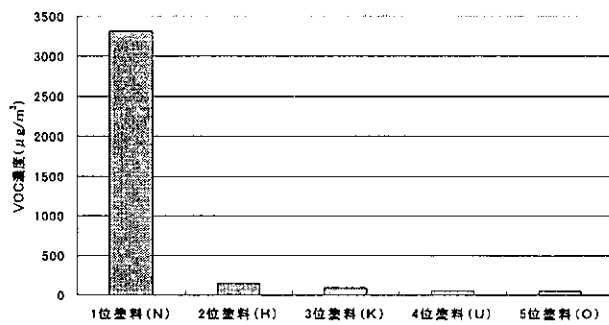


図-2.1.30 n-デカンにおける測定濃度順位

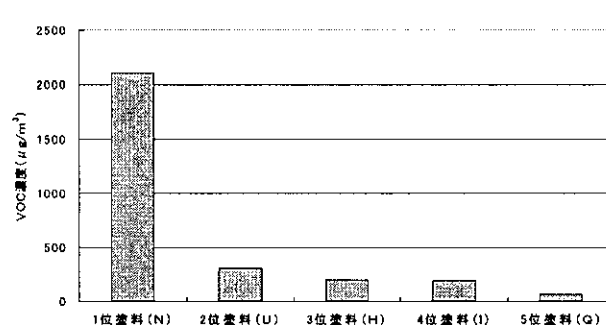


図-2.1.31 ウンデカンにおける測定濃度順位

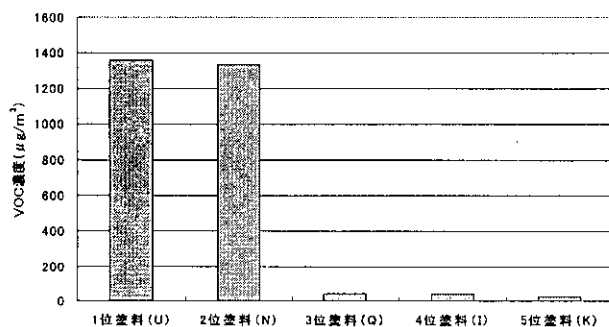


図-2.1.32 ドデカンにおける測定濃度順位

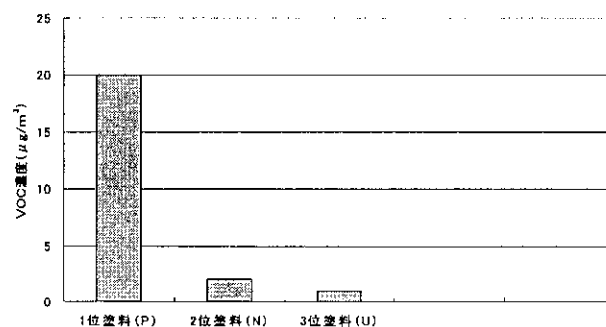


図-2.1.33 トリデカンにおける測定濃度順位

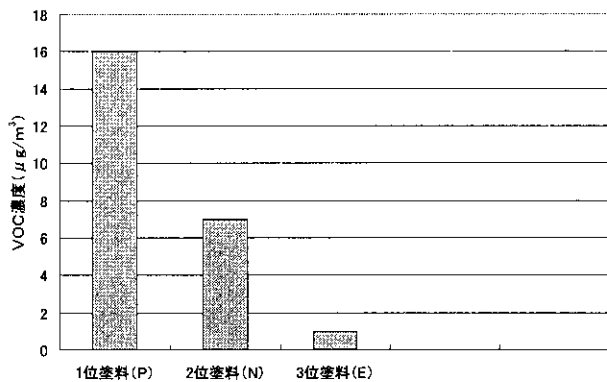


図-2.1.34 テトラデカンにおける
測定濃度順位

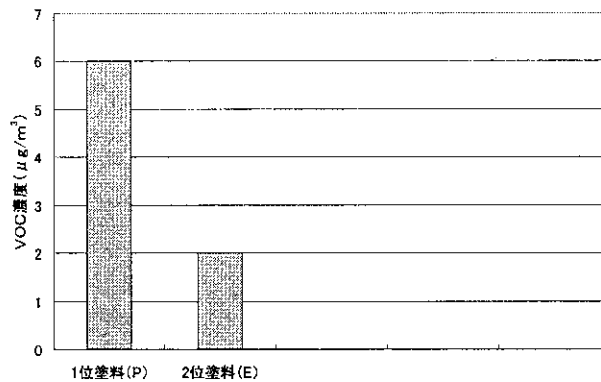


図-2.1.35 ペンタデカンにおける
測定濃度順位

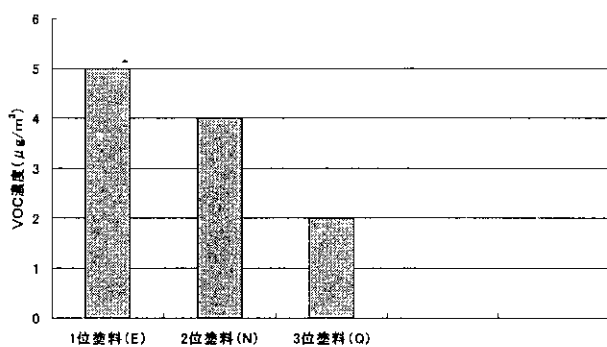


図-2.1.36 ヘキサデカンにおける
測定濃度順位

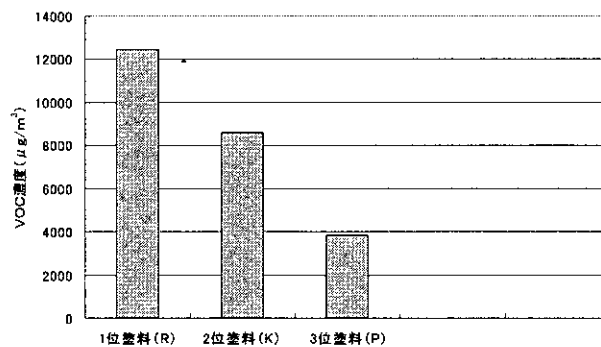


図-2.1.37 トルエンにおける
測定濃度順位

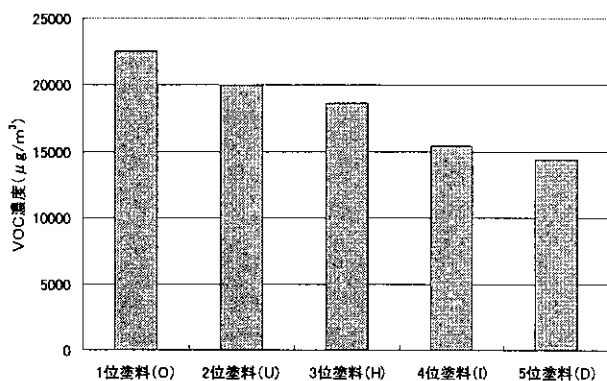


図-2.1.38 エチルベンゼンにおける
測定濃度順位

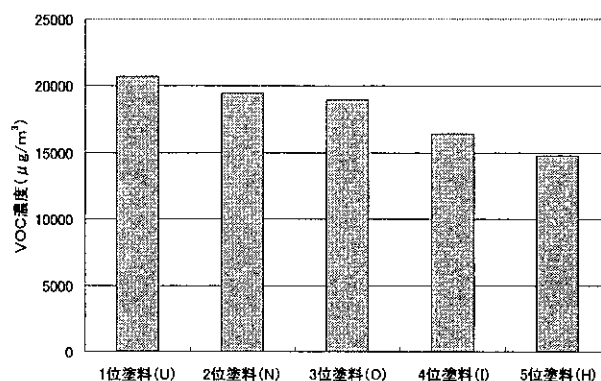


図-2.1.39 m, p-キシレンにおける
測定濃度順位

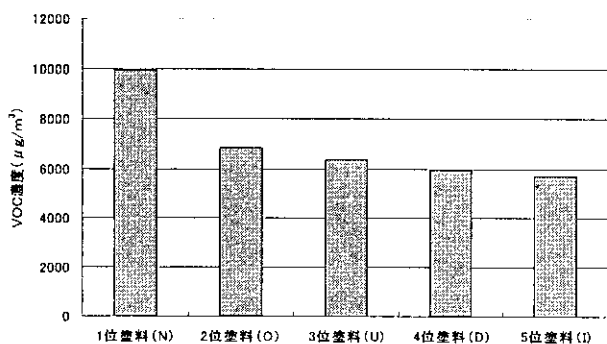


図-2.1.40 o-キシレンにおける
測定濃度順位

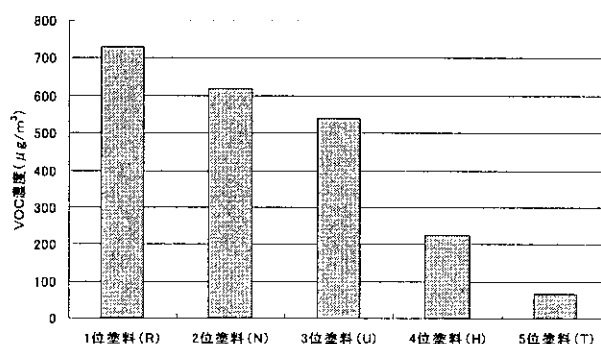


図-2.1.41 1,3,5-トリメチルベンゼンにおける
測定濃度順位

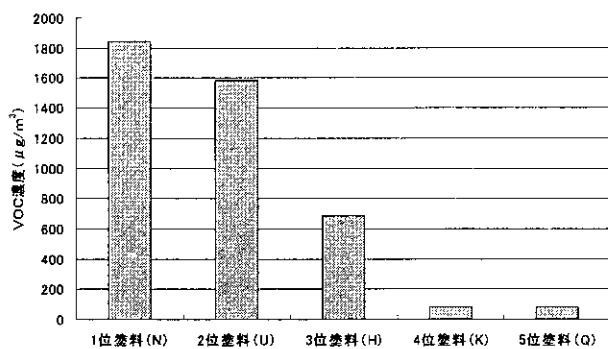


図-2.1.42 1,2,4-トリメチルベンゼンにおける
測定濃度順位

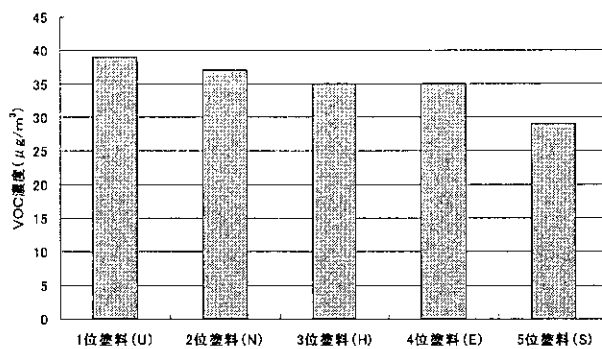


図-2.1.43 1,2,3-トリメチルベンゼンにおける
測定濃度順位

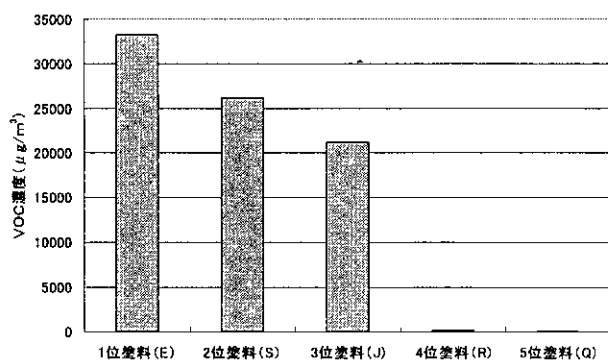


図-2.1.44 トリクロロエチレンにおける
測定濃度順位

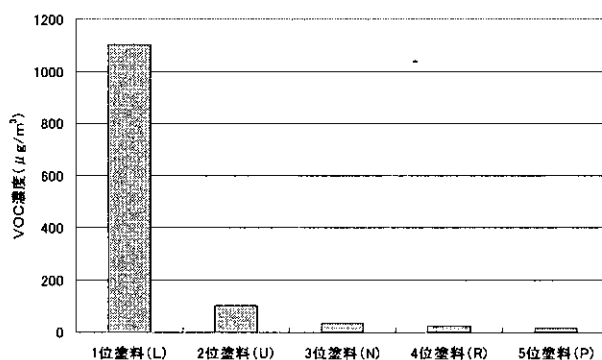


図-2.1.45 テトラクロロエチレンにおける
測定濃度順位

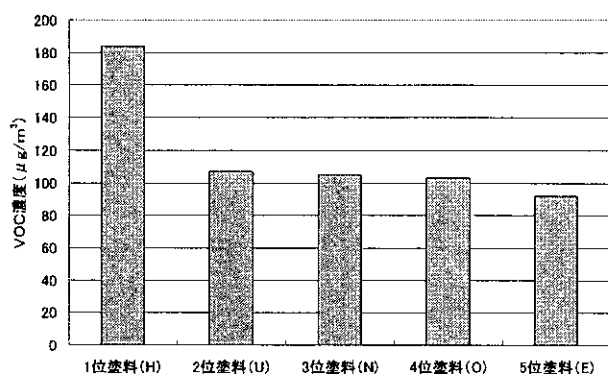


図-2.1.46 p-ジクロロベンゼンにおける
測定濃度順位

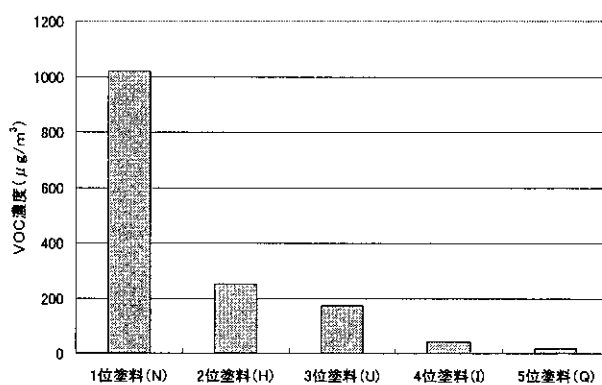


図-2.1.47 2-ピネンにおける
測定濃度順位

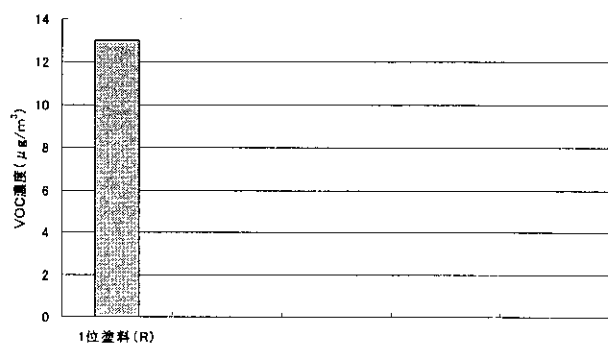


図-2.1.48 酢酸ビニルにおける
測定濃度順位

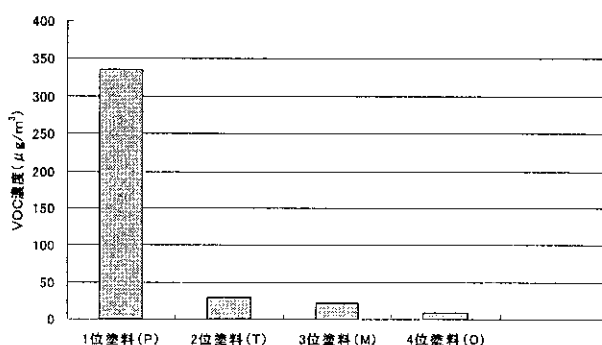


図-2.1.49 酢酸エチルにおける
測定濃度順位

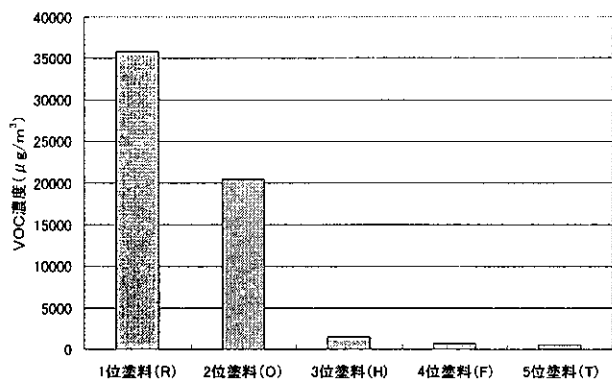


図-2.1.50 酢酸ブチルにおける測定濃度順位

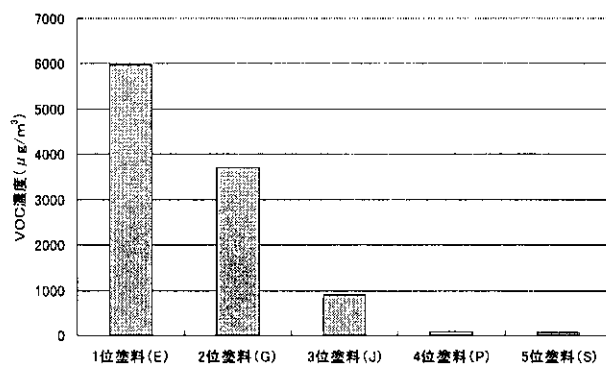


図-2.1.51 アセトンにおける測定濃度順位

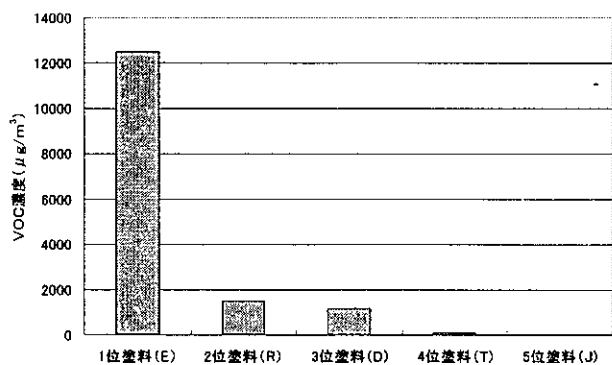


図-2.1.52 メチルエチルケトンにおける測定濃度順位

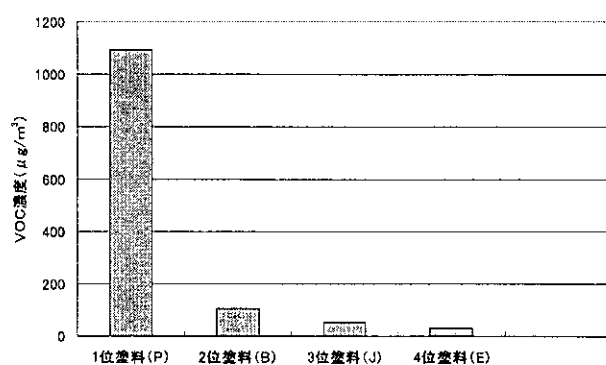


図-2.1.53 メチルイソブチルケトンにおける測定濃度順位

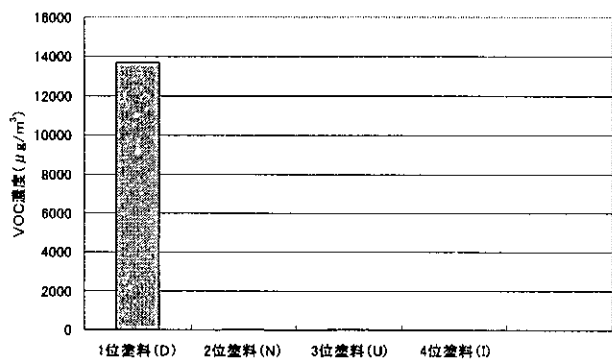


図-2.1.54 1-デカノールにおける測定濃度順位

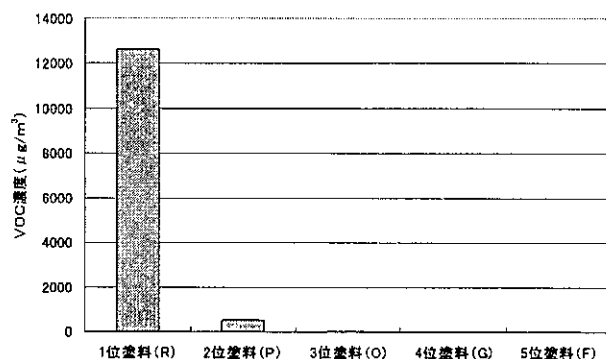


図-2.1.55 1-ブタノールにおける測定濃度順位

(3) 合成樹脂系（アクリル）における VOC 濃度の経時変化

合成樹脂系（アクリル）の塗料Rを塗布したアルミ板を実験チェンバーに挿入し、チェンバー内試料空気を1時間毎に捕集した。（図-2.1.56）各時間ごとのVOC濃度を図-2.1.57～図-2.1.64に示す。塗料を塗布したアルミ板からのVOCの発生は、実験開始から1時間において、測定濃度はピークに達した。また、1～2時間においてのVOC測定濃度は1/2以下になり、その後、徐々に減少した。実験開始1時間において、脂肪族炭化水素のドデカン、テトラデカン、ペンタデカン、ヘキサデカンのVOCの発生が確認されたが、塗布後1時間を経た試験片からは、脂肪族炭化水素のドデカン、テトラデカン、ペンタデカン、ヘキサデカンは検出されなかった。

塗料発生実験で8時間捕集したTVOC濃度と1時間毎に捕集したTVOC濃度の統計が等しくなるはずである。8時間捕集したTVOC濃度は、 $73737 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、1時間毎の測定濃度を統計したものは $74069 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。両者の比較を行ったところ、98%の一致が示されている。

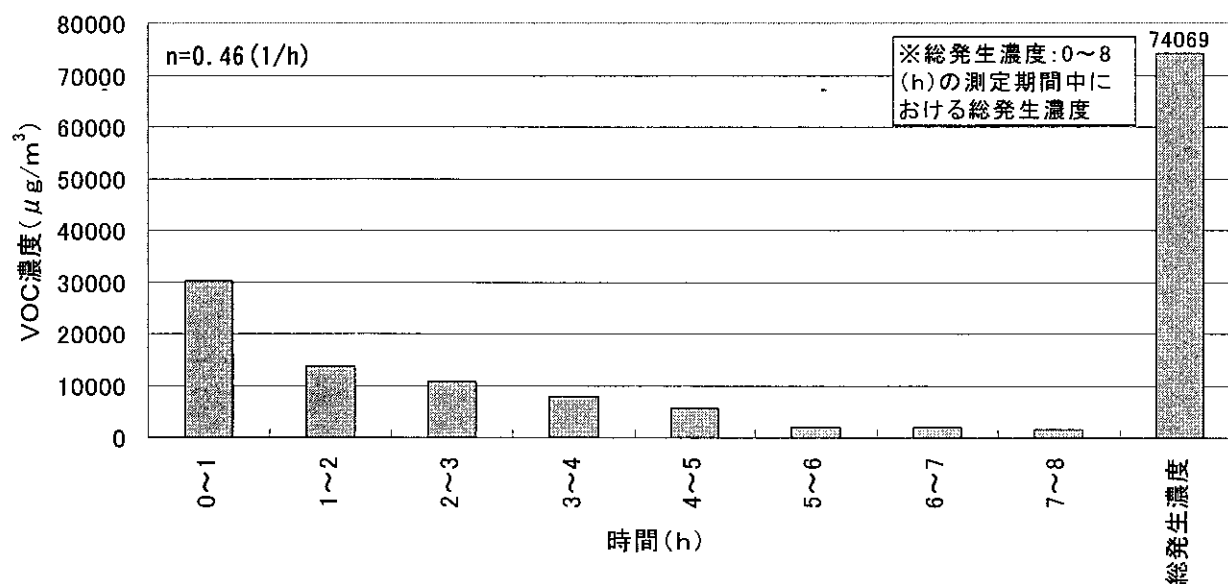


図 2.1.56 VOC 濃度の経時変化

(4) 各時間ごとの VOC 濃度

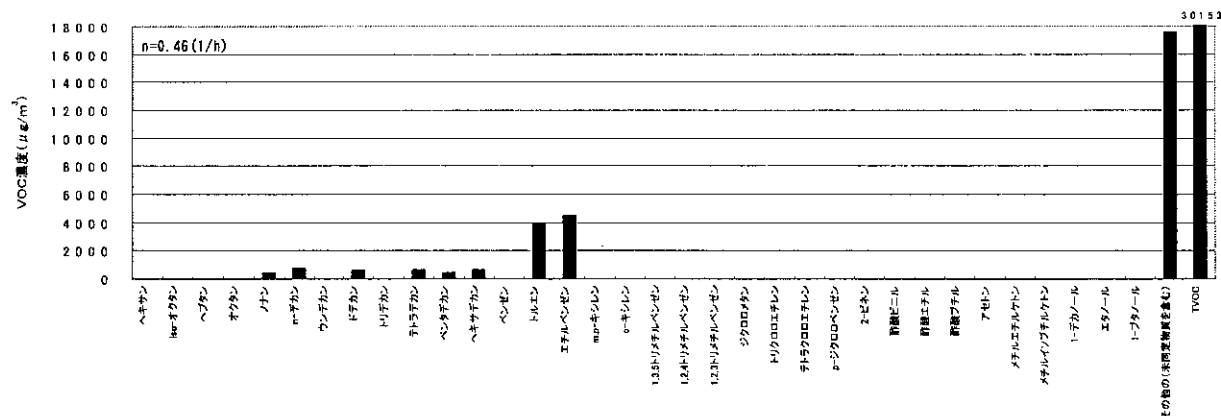


図-2.1.57 塗料Rからの0～1(h)のチェンバー内における VOC 濃度

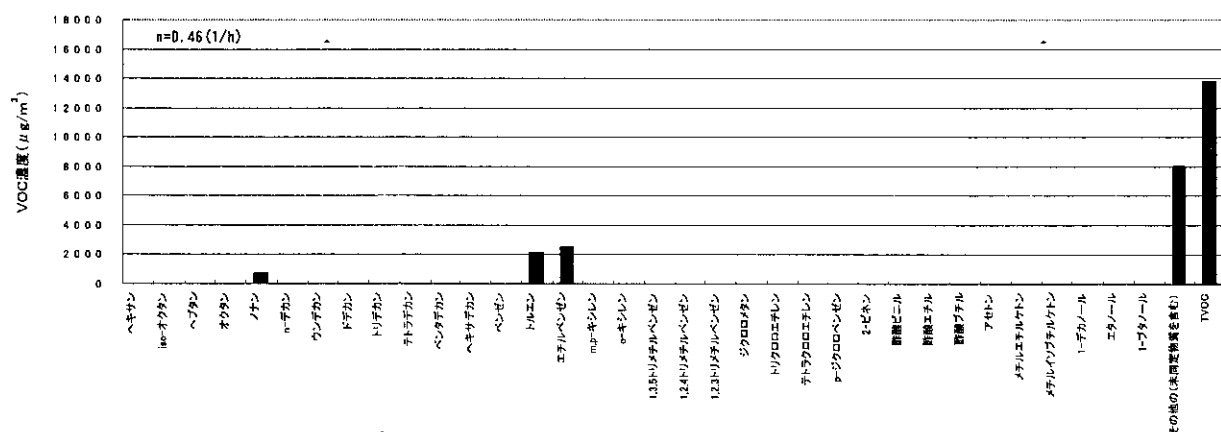


図-2.1.58 塗料Rからの発生1～2(h)のチェンバー内における VOC 濃度

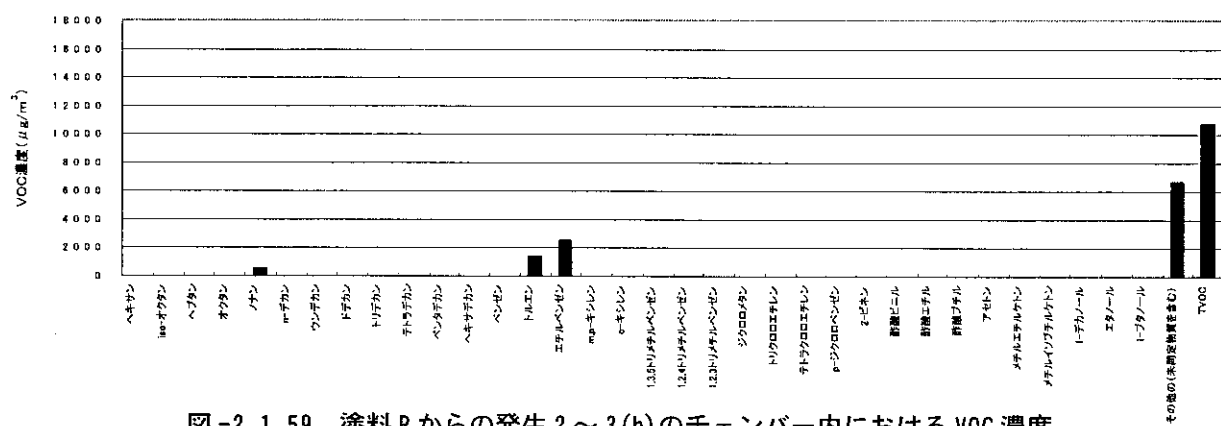


図-2.1.59 塗料Rからの発生2～3(h)のチェンバー内における VOC 濃度

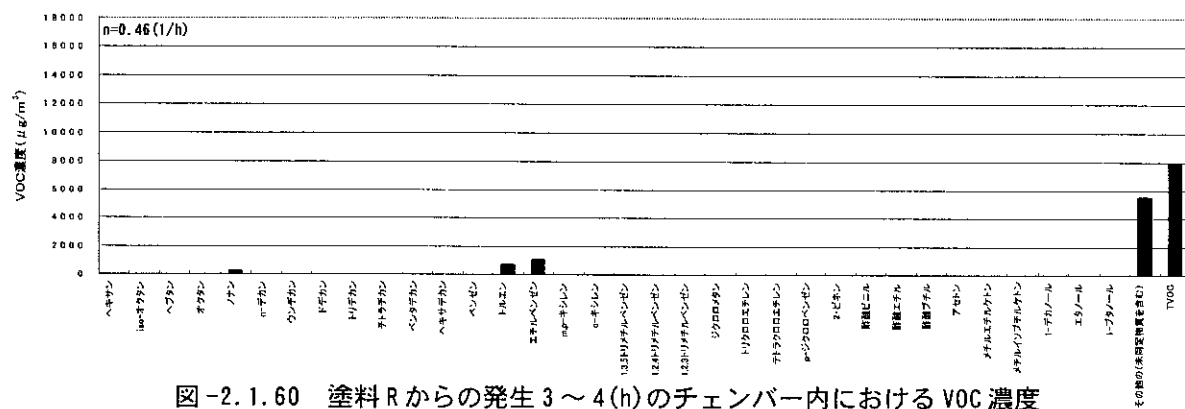
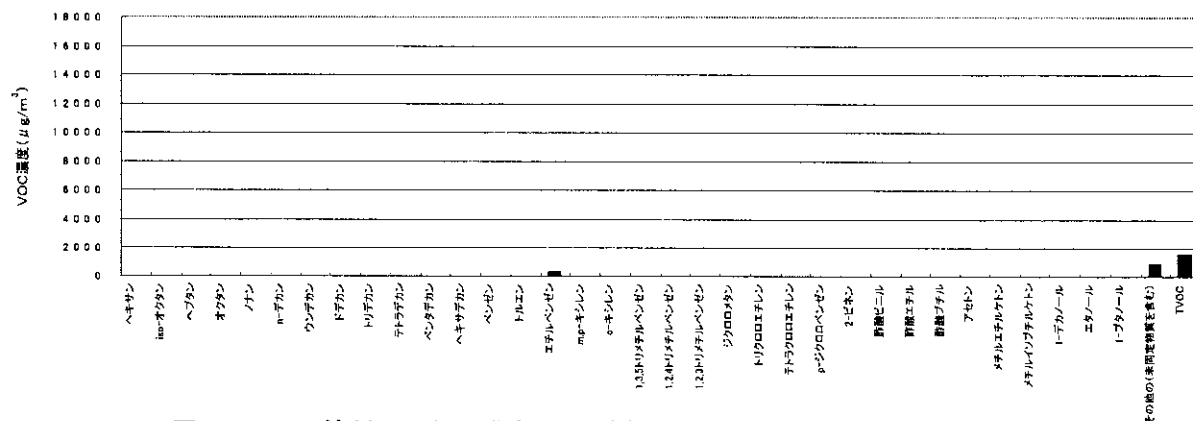
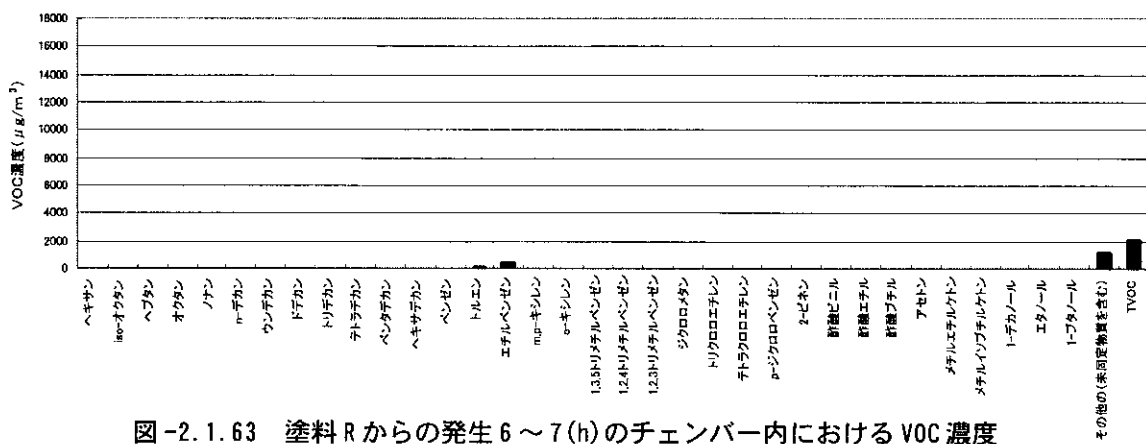
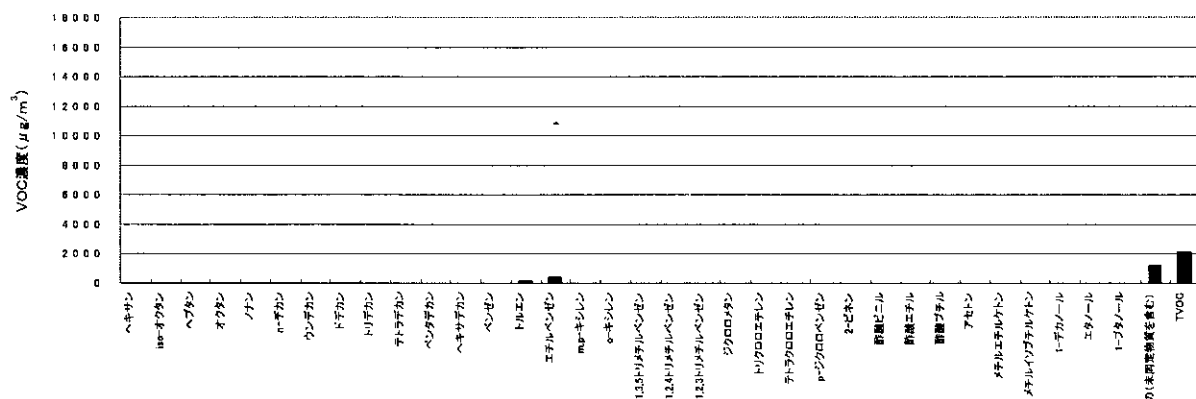
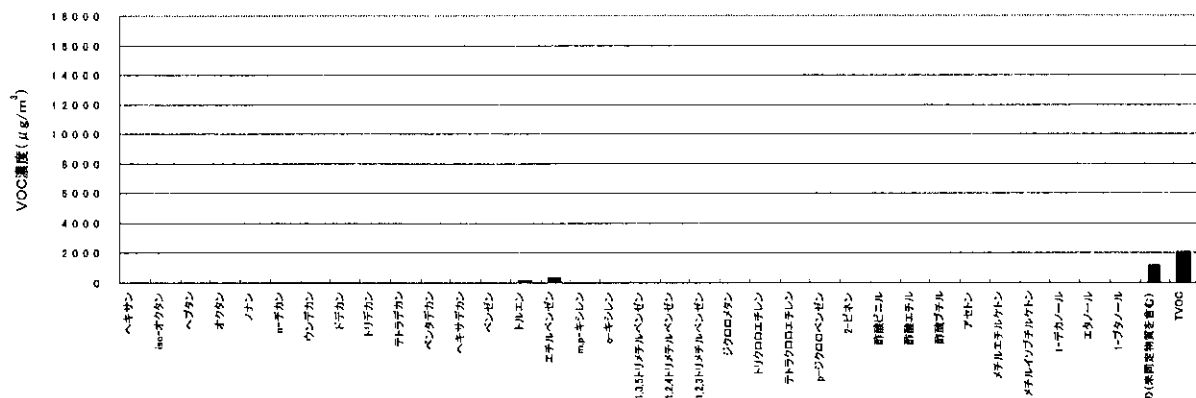


図-2.1.60 塗料Rからの発生3～4(h)のチェンバー内における VOC 濃度



(5) 各物質ごとの経時変化

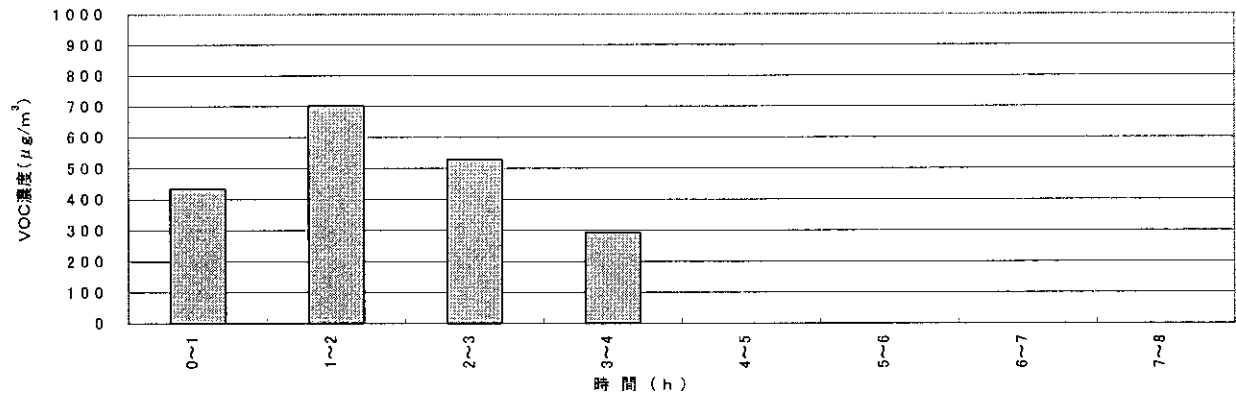


図-2.1.65 VOC濃度の経時変化（ノナン）

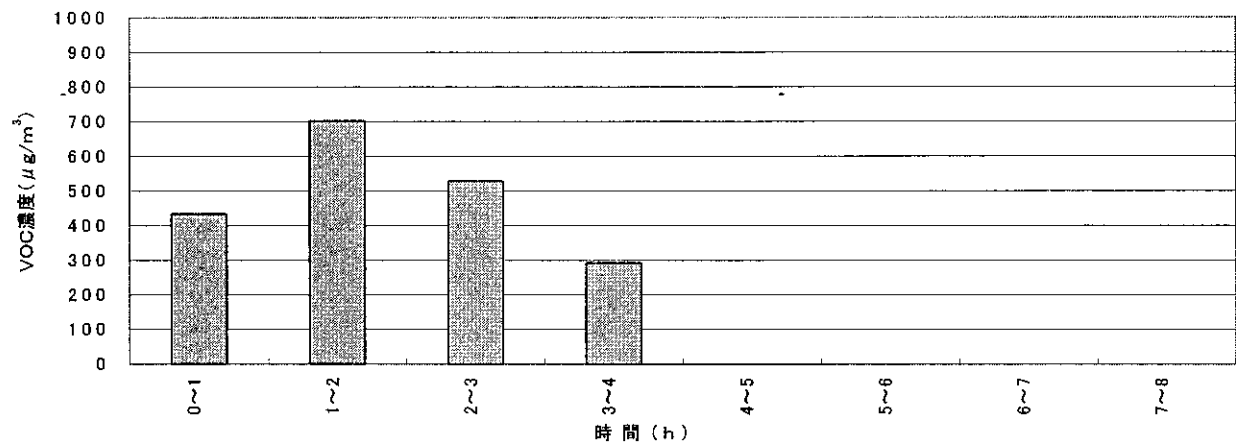


図-2.1.66 VOC濃度の経時変化（n-デカン）

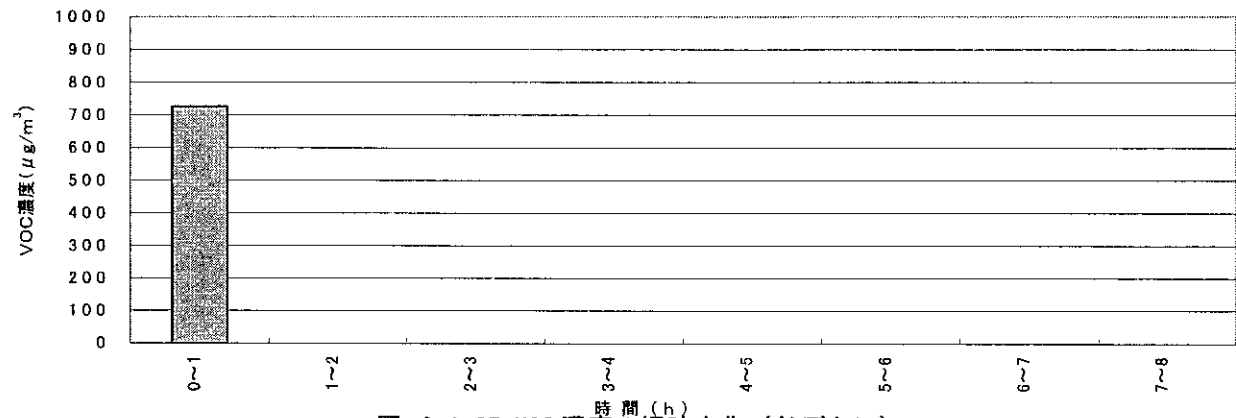


図-2.1.67 VOC濃度の経時変化（ドデカン）

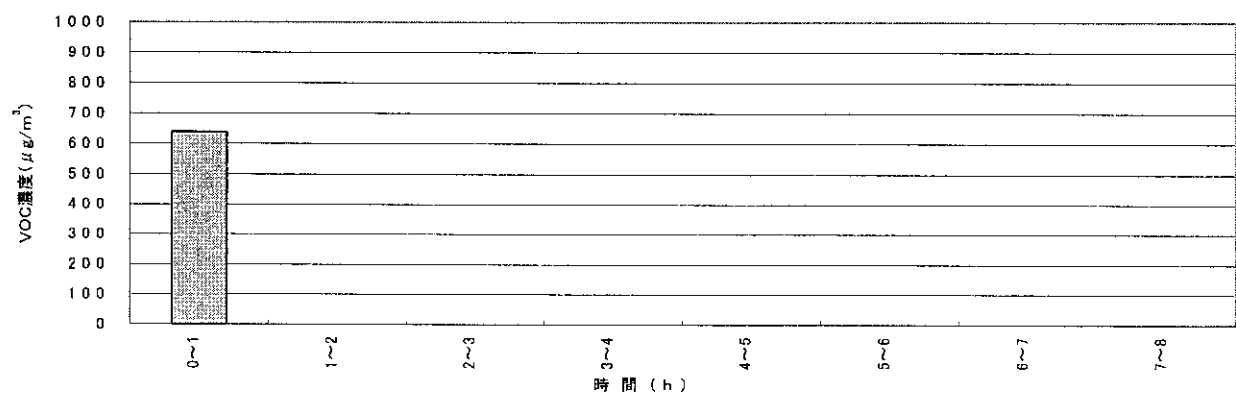


図-2.1.68 VOC濃度の経時変化（テトラデカン）

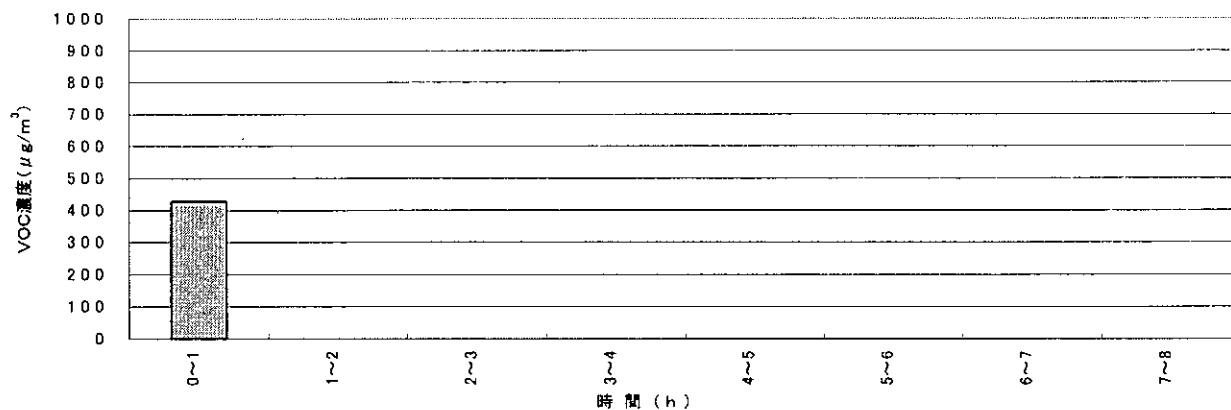


図-2.1.69 VOC濃度の経時変化（ペンタデカン）

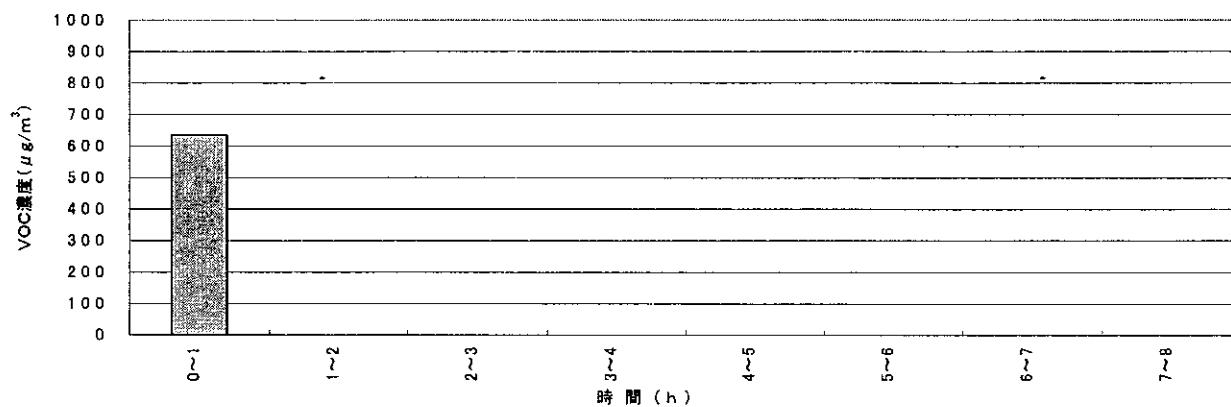


図-2.1.70 VOC濃度の経時変化（ヘキサデカン）

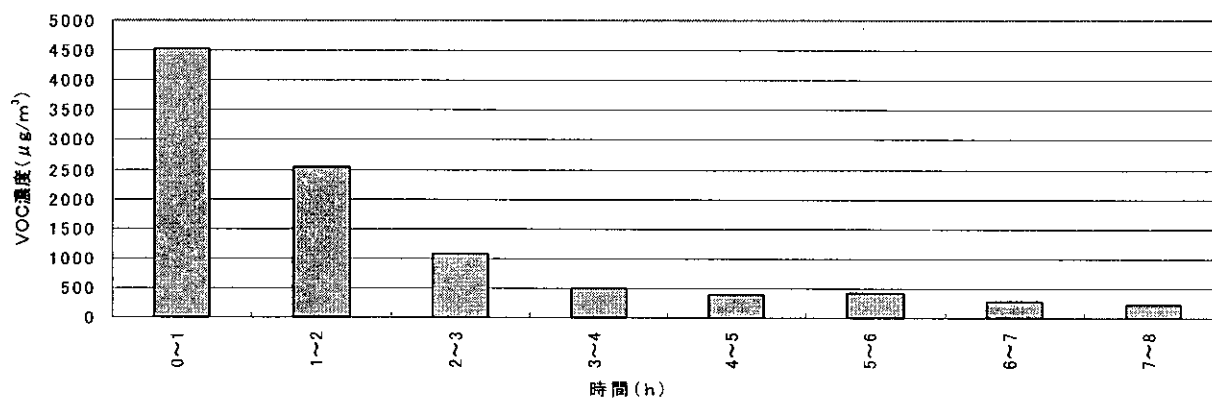


図-2.1.71 VOC濃度の経時変化（トルエン）

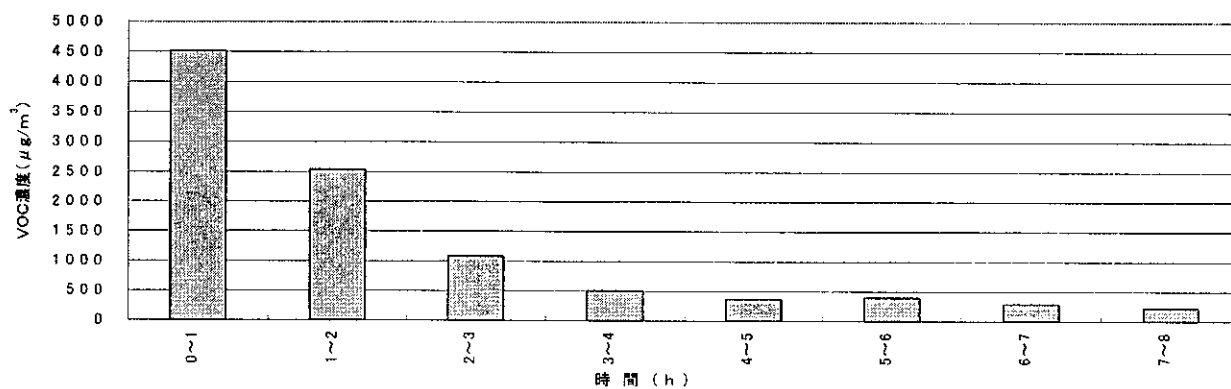


図-2.1.72 VOC濃度の経時変化（エチルベンゼン）