

おける必要換気量(20~30[m³/h])に近い値を示し、これらの空気清浄機は、室内空気環境の改善に寄与できるものと考えられる。

AC-1~5における相当換気量(Q_{eq})の一例を、図-4に示す。

b) AC-6~10のVOC成分毎の相当換気量

チェンバー内の濃度測定により求められたAC-6~10の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で0.01~55.1[m³/h]であった。

中でも、AC-9の相当換気量(Q_{eq})は7.45~55.1[m³/h]であり、ほとんどの成分で30[m³/h]を超える大きな除去性能が示された。この機器は比較的多量の活性炭を用いたフィルタを使用しており、これが大きな除去性能をもたらした要因と考えられる。

AC-7、AC-9は建築基準法、ビル管法における必要換気量(20~30[m³/h])に相当し、室内汚染低減対策上、有効であることが示された。

VOC成分毎の相当換気量(Q_{eq})を、表-3に示す。

表-3 AC-6~10のVOC成分毎の相当換気量(2002年製)

Classification	Substance	相当換気量Q _{eq} [m ³ /h]				
		AC-6	AC-7	AC-8	AC-9	AC-10
Alkanes	Hexane	5.43	28.9	7.25	40.9	9.86
	2,4-dimethylpentane	5.45	21.0	7.40	46.0	10.0
	Heptane	5.28	33.1	6.61	36.1	11.7
	Octane	8.10	34.7	43.1	25.8	11.8
Aromatics	Benzene	6.40	19.8	6.54	46.2	11.9
	Toluene	5.53	31.7	7.27	28.7	15.0
Halogenes	Dichloromethane	0.01	5.60	5.94	27.3	3.55
	Chloroform	2.52	12.8	6.71	38.1	6.87
	1,1,1-trichloroethane	2.27	13.0	6.63	39.1	6.40
	Carbon tetrachloride	2.90	13.7	6.72	39.7	6.82
	1,2-dichloroethane	1.77	19.0	7.27	33.7	8.17
	Trichloroethylene	4.51	20.2	5.77	31.9	11.2
	1,2-dichloropropane	6.85	25.1	6.28	35.6	10.9
	tetrachloroethylene	3.25	20.7	3.98	27.2	11.7
Esters	Ethylacetate	17.5	28.8	5.34	55.1	10.5
Alcohol	Ethanol	28.6	24.3	14.6	7.45	-
Aldehyde or Ketones	Acetone	0.48	18.8	5.96	40.5	7.32
	Methyl ethyl ketone	8.69	29.9	7.81	50.1	13.6
	Methyl isobutyl ketone	9.65	37.4	7.50	42.4	12.9
	TVOC	4.26	18.3	6.42	40.5	7.55

3) VOCの室内濃度予測値と実測値との比較

実験室実験により求められた家庭用空気清浄機の相当換気量(Q_{eq})を(4)式に代入し、AC-1~5について室内VOC濃度の予測を行った。

予測条件は、濃度減衰法を用いているためM=0[μg/h]、n=0.006[1/h]、R=4.98[m³], V,S=0[m³/h]、aA=0[1/h]とした。

ただし、AC-3は相当換気量がほぼ0[m³/h]であり予測対象とはしていない。

VOC濃度予測値と実測値に関する結果の一例を、図-5に示す。

機器非運転期間において、VOC濃度の実測値と濃度予測値の濃度変化はほとんど示されなかったが、機器運転期間では時間の経過に伴い、AC-3を除く全ての機種で濃度減少が示された。

実測値と濃度予測値との符合率は、全機種で66.8~98.8[%]、平均で90.5[%]と高い精度で符合した。ただし、AC-5は実験回数を重ねる毎に実測値が濃度予測値を上回る現象が示されたが、この要因としては、フィルタからのVOC成分の再放出が考えられる。

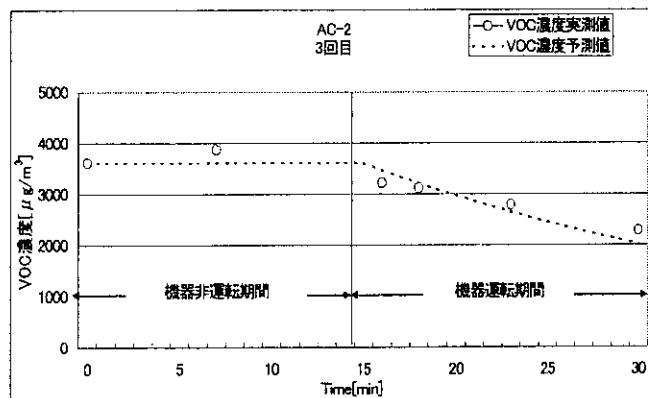


図-5 VOC濃度の実測値と予測値との比較(AC-2 3回目)

5. 本章のまとめ

本研究では、家庭用空気清浄機の揮発性有機化合物除去性能を求める実験室実験を行った。また、空気清浄機使用室における汚染物質濃度式を提案し、同式を用いて濃度予測を行った。これにより以下の①~⑥の知見を得た。

- ①野崎らが提案した「相当換気量(Q_{eq})」という機器の評価指標を用いて、家庭用空気清浄機のVOC除去性能を明らかにした。
- ②機器フィルタ部における使用活性炭量に依存したVOC除去性能が確認できた。
- ③静電集塵式の空気清浄機に関しては、相当換気量(Q_{eq})はゼロに等しく、除去効果は認められなかった。
- ④家庭用空気清浄機使用室の汚染物質濃度予測式を提案した。
- ⑤VOC濃度の実測値と濃度予測値の符合率は、平均で90.5[%]であり、高精度の室内VOC濃度予測法を提案した。
- ⑥定常発生活法における家庭用空気清浄機のガス状汚染物質除去性能の評価式(相当換気量算定式)を提案した。
- ⑦家庭用空気清浄機のVOC除去性能に関する基礎的資料を得ることができた。

6. 今後の課題

今後の課題としては以下の①、②が挙げられる。

- ①機器汚染物質除去性能の持続性を検討する必要がある。
- ②室吸着力に応じたVOCの濃度予測値を提示し、理論式との比較を行う必要がある。

7. 謝辞

本研究を遂行するに当たり、御協力をいただいた工藤彰訓君(東北文化学園大学大学院生)に謝意を表す。

8. 引用文献

- 1) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄のガス状物質除去特性に関する研究(その1)ホルムアルデヒドに対する除去効果、日本建築学会計画系論文集No.554, pp.35~40, 2002年
- 2) 野崎淳夫、飯倉一雄、工藤彰訓、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機の化学物質除去特性に関する研究(1)、日本建築学会大会学術梗概集, pp.1001~1002, 2003年
- 3) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、坊垣和明、桑原保夫、吉澤晋：家庭用空気清浄機の化学物質除去特性に関する研究(2)、日本建築学会大会学術梗概集, pp.1003~1004, 2003年
- 4) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋：家庭用空気清浄機を使用する室内のガス状汚染物質濃度予測法に関する研究：室内環境学会講演集, pp.78~79, 2003年

第1章 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能

3.1.2 VOC

野崎淳夫(東北文化学園大学)

飯倉一雄(東北文化学園大学)

3.1.2.1 序論

1) 研究の背景

近年、室内化学物質汚染の低減対策として家庭用空気清浄機が注目されており、いくつかの研究が成されている。

例えば、吉澤らは家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性を求める試験・評価法に関する研究を行っており、この中で初めて「相当換気回数」という有用な機器浄化指標を提案している。

日本工業規格(JIS)では、ガス状汚染物質除去性能を求める試験法を実現しており、フィルタ部の前方側と後方側の濃度測定により、フィルタのガス状汚染物質除去率を求める性能試験法(One-pass法)を示している。ところが、家庭用空気清浄機のガス状物質処理容量は、業務用空気清浄機に比較して小さく、フィルタ層は数mm～十数mmの活性炭や吸着剤で構成されているものが多い。その為、機器のガス状物質除去率は、設置環境や処理対象空気量の影響を受けやすい。これにより、One-pass法による値を室内濃度予測式に外挿した濃度予測値は、予測精度に欠ける側面を有している。

この点を踏まえ、野崎らは1995年に家庭用空気清浄機のSPMとガス状物質(ホルムアルデヒド、NO_x、CO、SPM、NMHC)除去性能を相当換気回数を用いて評価しており、ガス状物質の相当換気回数は、SPMに比較して著しく小さく除去性能は期待できない旨の報告を行っている。

本研究を契機にガス状物質除去を目的とした機器開発が積極的に行われ多くの空気清浄機が登場し、これらのガス状物質除去性能に関心が高まっている。

野崎らは、家庭用空気清浄機の定量的な室内空気浄化指標として「相当換気量」を提案し、2000年製の家庭用空気清浄機を用いてホルムアルデヒドの除去性能を求めることに成功したが、揮発性有機化合物(VOC)の除去性能については着手出来なかった。

小峯らは、ホルムアルデヒドを対象としOne-pass法と相当換気量から求めた除去率との関連性について報告しており、ホルムアルデヒドの機器性能試験に関する基礎研究を行っている。

また、L. Erdingerらは化学吸着方式の空気清浄機について真菌、SPM、また、ポリ塩化ビフェニール(PCB)の除去率をOne-pass法により求めている。

ただし、これらいずれの研究例においてもVOC除去率を定量的に求め、その値をもって室内濃度予測の実現に至る研究は見当たらない。

2) 既往の研究

関連する既往の研究例を①～③に示す。

①野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄のガス状物質除去特性に関する研究(その1)、ホルムアルデヒドに対する除去効果、日本建築学会計画系論文集、No. 554、pp. 35～40、2002年4月

化学物質除去機能を有する最新の家庭用空気清浄機を対象として実験室実験を行い、家庭用空気清浄機の室内空気浄化指標として「相当換気量」を提案し、実験結果からホルムアルデヒ

ド除去性能について明らかにしている。

②羽田崇秀、長谷川麻子、小峯裕己：家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒド(HCHO)除去性能の評価に関する研究(その1)、化学物質除去基本性能評価用試験装置の性能について、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 865～866、2000年3月

ホルムアルデヒド除去機能を有する空気清浄機の除去性能に関する性能試験方法の検討を行っている。ホルムアルデヒド除去性能を有する空気清浄機の試験方法を検討した結果、ワンパス除去率、再循環試験による相当換気回数を評価指標とすることが適当であることを示している。

③野崎淳夫、清澤裕美、吉澤晋：家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究、環境タバコ煙に関する研究、日本建築学会環境系論文集、No. 576、pp. 37～42、2004年2月

家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性について、タバコ煙を用いた実験室実験を行い、「相当換気量」を用いて機器性能の評価を行っている。また、空気清浄機設置室の濃度予測式を提案し、実験値と予測値との比較を行っている。

フィルタ濾過式の家庭用空気清浄機の相当換気量は、0.3 μm粒子で59.1～125.7[m³/h]、0.5 μm粒子で115.5～188.7[m³/h]と比較的大きな除去性能が示されているが、静電集塵式の相当換気量は、0.3 μm粒子で3.9 [m³/h]、0.5 μm粒子で14.8 [m³/h]であり、フィルタ濾過式に比べ著しく小さい値を示した旨の報告をしている。

実験値と予測値は、特に0.3 μm粒子で減衰傾向が一致し、理論式の予測精度の高さを確認している。

3) 研究の目的

家庭用空気清浄機の開発サイクルが短く、続々と新製品が販売されているが、家庭用空気清浄機のガス状汚染物質に関する性能評価試験方法が確立されおれず、VOC除去性能に関する定量的資料も不足している。この様な実状から機器の化学物質除去性能の実態を把握するには困難を極める。

そこで、本研究では以下の①～⑥を明らかにするものである。

- ①化学物質除去機能を有する空気清浄機の揮発性有機化合物除去性能の解明。
- ②相当換気量を用いた空気清浄機の揮発性有機化合物除去性能の評価。
- ③機器の違いと除去性能の検討。
- ④空気清浄機使用室のVOC濃度予測式の提案。
- ⑤提案した理論式から室内VOC濃度予測を行い、予測値と実測値との比較検討。
- ⑥定常発生法における空気清浄機のガス状汚染物質除去性能評価式の提案。

これらにより、最適な室内空気汚染低減対策に資する基礎的資料を得るものである。

3.1.2.2 実験概要

1) 測定対象機器

測定対象の家庭用空気清浄機は、カタログ中に化学物質除去が記載されているものから、除去方式やフィルタの違いを考慮して選定した。

測定対象機器は、2000年製のフィルター濾過式3台、1998年製フィルター濾過式1台、静電集塵式1台、2002年製の最新式フィルタ濾過式3台、フィルタ清浄式1台、1995年製のフィルタ濾過式1台を含めた計10台であり、機器の対象汚染物質、風量、フィルタ構成、除去原理等は表-3.1.2.1、3.1.2.2に示される。

2) 測定対象物質

測定対象物質は表-3.1.2.3に示すVOC24成分とした。

3) 実験室概要

実験は、東北文化学園大学空気環境実験室に設置された実験チェンバーで行われた。実験チェンバーは、4.98[m³]の気積を有したステンレス製である。実験チェンバーでは、温湿度(温度: -10 ~ 40 [°C]、相対湿度: 20 ~ 80 [%])と換気量(換気回数: 0 ~ 5.0 [1/h])の制御が可能である。実験チェンバーの概要を図-3.1.2.1に示す。

尚、実験チェンバー内には一様拡散を図る為に拡散ファンを設置した。

表-3.1.2.1 AC-1 ~ 5の空気清浄機の概要(2000年製)

機種	対象汚染物質	風量 (m ³ /a(n))		フィルタの構造	適用面積 (畳)	製造 (年)
		強	弱			
AC-1	粉塵, VOC, HCHO, NO _x , 臭気	3.1	1	プレ+活性炭+ULPA	~21	2000
AC-2	粉塵, HCHO, NO _x , 臭気	3.4	0.6	プレ+静電+ULPA	~20	2000
AC-3	粉塵	-	-	静電	~18	2000
AC-4	粉塵, HCHO, NO _x , 臭気	3	0.5	プレ+抗菌+HEPA	~20	2000
AC-5	粉塵, VOC, HCHO, NO _x , 臭気	4	1.9	プレ+静電+活性炭	~18	1998

*上記の概要はカタログより抜粋したものをまとめたものである。

表-3.1.2.2 AC-6 ~ 10の空気清浄機の概要(2002年製)

機種	除去対象汚染物質	風量(m ³ /h)					フィルタの構成	除去原理	適用面積 (畳)	製造(年)
		標準	急速	強	標準	弱				
AC-6	ウイルス/カビ胞子/NO _x /タバコ臭・タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ/HCHO	312	246	158	72	36	プレフィルタ+活性炭フィルタ+プラズマULPAフィルタ	プラズマ方式+フィルター濾過	~24	2002
AC-7	ウイルス/カビ胞子/ダニの死骸/ホコリ・チリ/花粉/生活臭/体臭/ペット臭/タバコ臭・タバコ煙/花粉	/	258	180	120	18	プレフィルタ+除菌フィルタ(ハイオゾン&カチオン)+高集塵フィルタ+炭素フィルタ(ゼオライト&活性炭)	プラズマ方式+フィルター濾過	~20	2002
AC-8	ウイルス/カビ胞子/NO _x /タバコ臭・タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ	/	240	180	102	30	プレフィルタ+再生活性炭フィルタ+アパタイト抗菌フィルタ+ULPAフィルタ	除菌イオン+フィルター濾過	~10	2002
AC-9	VOC(トルエン、ベンゼン、HCHO等)/ウイルス/カビ胞子/ホコリ・チリ/花粉/ダニの死骸	/	/	110	95	75	プレフィルタ+脱臭剤系フィルタ+活性炭フィルタ	フィルター濾過	/	2002
AC-10	カビ胞子/NO _x /タバコ臭・タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ	/	180	/	132	88	プレフィルタ+活性炭フィルタ	静電集塵+フィルター濾過	~24	1995

*上記の概要はカタログより抜粋したものをまとめたものである。

表-3.1.2.3 測定対象物質の概要

	Classification	Substance	Chemical formula	Molecular weight	Boiling point	Specific gravity
1	Alkanes	Hexane	n-C ₆ H ₁₄	86.2	68.7	0.659
2		2,4-dimethylpentane	2,4-(CH ₃) ₂ C ₅ H ₁₀	100	80.5	1.382
3		Heptane	n-C ₇ H ₁₆	100	98.4	0.684
4		Octane	n-C ₈ H ₁₈	114	126	0.703
5	Aromatics	Benzene	C ₆ H ₆	78.1	80.1	0.879
6		Toluene	C ₇ H ₈	92.1	111	0.866
7		Ethylbenzene	(C ₂ H ₅)C ₆ H ₅	106	136	0.867
8		p-xylene	p-C ₈ H ₁₀	106	139	0.868
9		m-xylene	m-C ₈ H ₁₀	106	139	0.861
10		o-xylene	o-C ₈ H ₁₀	106	144	0.880
11	Halogenes	Dichloromethane	CH ₂ Cl ₂	84.9	40.1	1.34
12		Chloroform	CHCl ₃	119.0	61.2	1.49
13		1,1,1-trichloroethane	1,1,1-C ₂ H ₃ Cl ₃	133	75.0	1.330
14		Carbontetrachloride	CCl ₄	153.8	76.5	1.590
15		1,2-dichloroethane	1,2-C ₂ H ₄ Cl ₂	99.0	58.0	1.42
16		Trichloroethylene	C ₂ HCl ₃	131	86.7	1.46
17		1,2-dichloropropane	1,2-CH ₂ H ₃ Cl ₂	113	96.0	1.16
18		Dibromochloromethane	CHClBr ₂	208.29	120	2.44~2.451
19		Tetrachloroethylene	C ₂ Cl ₄	166	121	1.63
20	Esters	Ethylacetate	CH ₃ COOC ₂ H ₅	88.1	77.0	0.895
21	Alcohol	Ethanol	C ₂ H ₅ OH	46.1	78.3	0.816
22	Aldehyde or Ketones	Acetone	(CH ₃) ₂ CO	58.1	56.2	0.792
23		Methylisobutylketone	CH ₃ COC ₂ H ₅	72.1	79.6	0.805
24		Methylisobutylketone	CH ₃ COC(C ₂ H ₅) ₂	100	116	0.804

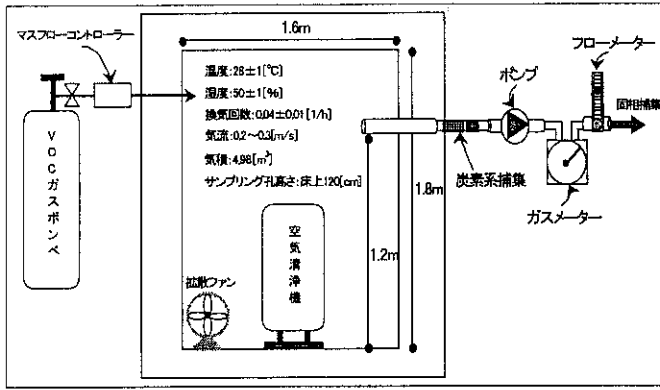


図-3.1.2.1 実験チェンバーの概要

4) VOC の測定法と測定機器

VOC の測定法と測定機器を以下に示す。

- a) 固相捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法(以下、GC/MS法)
 - ・VOC 捕集管-炭素系捕集管 (Spelco 社製、充填剤: Air toxics)
 - ・定流量ポンプ (SIBATA 社製、Model: MP-Σ 30H 型)
 - ・積算流量計 (シナガワ社製、Model: DC-1A 型)
 - ・加熱導入装置 (Perkin Elmer 社製、Model: Turbo Matrix ATD)
 - ・GC/MS (Perkin Elmer 社製、Model: Turbo Mass Gold)
- b) 光音響法
 - ・マルチガスモニター(B&K 社製、Model: 1312 型)

5) VOC の捕集・分析方法

VOC の捕集・分析方法を以下に示す。

a) 固相捕集-加熱脱着-GC/MS 法

試料空気の捕集は炭素系捕集管を用いて行い、捕集流量は 0.5 [l/min]、採取時間は AC-1~5 で 2 [min]、AC-6~10 で 6 [min] とし、これを分析試料とした。炭素系捕集管に捕集された VOC は、加熱導入装置を用いて GC/MS に導入し、定性・定量分析を行った。

b) 光音響法

試料空気をマルチポイントサンプラーを通して、マルチガスモニターに導入し、チェンバー内 VOC 濃度の経時変化をモニタリングした。

6) 汚染ガス発生法

汚染ガスは、ポンペに充填された既知濃度の標準ガスを用いた。汚染ガスは、マスフローコントローラーを用いて、それぞれ一定量をチェンバーに導入した。

汚染ガスと発生制御装置の概要を以下に示す。

a) 発生汚染ガスの概要

VOC 標準混合ガス(高千穂科学工業社製(VOC 成分と各成分濃度は、表-3.1.2.4 参照のこと。))

b) 発生制御装置

マスフローコントローラー(エステック社製(SEC-B40、PAC-D2、標準流量レンジ: 100 [ml/min] ~ 10 [l/min]、精度: 1 [%] F.S 以内、耐圧: 1000 [kPa] (10 [kgf/cm²g])、使用温度: 5 ~ 50 [°C]))

表-3.1.2.4 VOC 混合標準ガスの概要

Classification	Substance		Chemical formula	Chemical formula	Boiling point	Specific gravity	Conc. [ppm]
	English	Japanese					
Alkanes	Hexane	n-ヘキサン	n-C ₆ H ₁₄	86.2	68.7	0.659	97.0
	2,4-dimethylpentane	2,4-ジメチルペンタン	2,4-(CH ₃) ₂ C ₅ H ₁₀	100	80.5	1.382	98.1
	Hepthane	n-ヘプタン	n-C ₇ H ₁₆	100	98.4	0.684	99.2
	Octane	n-オクタン	n-C ₈ H ₁₈	114	126	0.703	97.5
	Decane	n-デカン	n-C ₁₀ H ₂₀	128	151	0.722	96.7
	Nonane	n-ノナン	n-C ₁₀ H ₂₂	142	174	0.730	98.4
Aromatics	Benzene	ベンゼン	C ₆ H ₆	78.1	80.1	0.879	98.2
	Toluene	トルエン	C ₇ H ₈	92.1	111	0.866	97.1
	Ethylbenzene	エチルベンゼン	(C ₂ H ₅)C ₆ H ₅	106	136	0.867	98.5
	p-xylene	p-キシレン	p-C ₈ H ₁₀	106	139	0.868	97.9
	m-xylene	m-キシレン	m-C ₈ H ₁₀	106	139	0.861	98.2
	o-xylene	o-キシレン	o-C ₈ H ₁₀	106	144	0.880	98.2
	Styrene	スチレン	(C ₂ H ₃)C ₆ H ₅	104	145	0.900	99.6
	1,3,5-trimethylbenzene	1,3,5-トリメチルベンゼン	1,3,5-(CH ₃) ₃ C ₆ H ₃	120	165	0.863	97.6
1,2,4-trimethylbenzene	1,2,4-トリメチルベンゼン	1,2,4-(CH ₃) ₃ C ₆ H ₃	120	236	0.957	98.0	
1,2,3-trimethylbenzen	1,2,3-トリメチルベンゼン	1,2,3-(CH ₃) ₃ C ₆ H ₃	120	176	0.894	98.3	
Terpenes	α-pinene	α-ピネン	α-C ₁₀ H ₁₆	136	160	0.862	97.6
	Limonene	リモネン	C ₁₀ H ₁₆	136	176	0.842	98.1
Halogenes	Dichloromethane	ジクロロメタン	CH ₂ Cl ₂	84.9	40.1	1.34	96.0
	Chloroform	クロロホルム	CHCl ₃	119.0	61.2	1.49	95.8
	1,1,1-trichloroethane	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,1-C ₂ H ₃ Cl ₃	133	75.0	1.330	97.2
	Carbon tetrachloride	テトラクロロメタン	CCl ₄	153.8	76.5	1.59	95.9
	1,2-dichloroethane	1,2-ジクロロエタン	1,2-C ₂ H ₄ Cl ₂	99.0	58.0	1.42	98.5
	Trichloroethylene	トリクロロエチレン	C ₂ HCl ₃	131	86.7	1.46	97.1
	1,2-dichloropropane	1,2-ジクロロプロパン	1,2-CH ₃ H ₅ Cl ₂	113	98.0	1.16	96.8
	Dibromochloromethane	クロロジブロモメタン	CHBr ₂ Cl	208.29	119.5	2.44~2.451	95.7
	Tetrachloroethylene	テトラクロロエチレン	C ₂ Cl ₄	166	121	1.63	96.7
	p-dichlorobenzene	p-ジクロロベンゼン	p-C ₆ H ₄ Cl ₂	147	174	1.458	90.5
Esters	Ethylacetate	酢酸エチル	CH ₃ COOC ₂ H ₅	88.1	77.0	0.895	96.2
	Butylacetate	酢酸ブチル	CH ₃ COOC ₄ H ₉	116	126	0.883	97.3
Alcohol	Ethanol	エタノール	C ₂ H ₅ OH	46.1	78.3	0.816	96.6
	i-Butanol	i-ブタノール	2-(CH ₃) ₂ C ₂ H ₅ OH	74.1	108	0.800	97.7
	n-Butanol	n-ブタノール	n-C ₄ H ₉ OH	74.0	117.7	0.813	97.7
Aldehyde or Ketones	Acetone	アセトン	(CH ₃) ₂ CO	58.1	56.2	0.792	96.0
	Methyl ethyl ketone	メチルエチルケトン	CH ₃ COC ₂ H ₅	72.1	79.6	0.805	97.4
	Methyl isobutyl ketone	メチルイソブチルケトン	C ₇ H ₁₄ CO(i-C ₄ H ₉)	100	116	0.804	96.4

7) 実験手順

実験手順を以下に示す。

- ①実験チェンバーの内壁、空気清浄機、ミキシングファン等の洗浄を行う。さらに、空気清浄機、ミキシングファンの空運転を行う。
- ②実験チェンバー内に空気清浄機、ミキシングファンをセットする。
- ③チェンバー内を数時間換気した後、空気環境実験室とチェンバー内の温湿度、換気回数を調整する。(温度: 28 ± 1 [°C]、相対湿度: 50 ± 1 [%]、換気回数: 0.04 ± 0.01 [1/h])
- ④チェンバー供給空気の化学物質濃度を測定する。
- ⑤実験チェンバー内のVOCの初期濃度を測定する。
- ⑥機器設置時のチェンバー内VOC濃度の経時変化を測定する。
- ⑦室内をミキシングファンで攪拌しつつ、汚染ガスを導入する。(VOCは、ガスポンペを使用しマスフローコントローラーにより流量を制御し導入する。)
- ⑧汚染濃度をマルチガスモニターでモニタリングし、定常濃度に達したことを確認する。
- ⑨機器非運転期間のチェンバー内VOC濃度の測定を行う。
- ⑩空気清浄機を運転させ、機器運転期間のチェンバー内VOC濃度の測定を行う。

3.1.2.3 家庭用空気清浄機的气体状汚染物質除去性能の評価法

家庭用空気清浄機的气体状汚染物質除去性能の評価は、「相当換気量(Q_{eq}) [m^3/h] (ECAR:Equivalent Clean Air Rates)」を用いて行った。以下に、相当換気量の定義と本指標を用いた評価法について示す。

空気浄化設備を有する室内定常濃度 C_{ss} [$\mu g/m^3$] は、次式(1)にて表される。

$$C_{ss} = C_0 + \frac{M}{(Q + F)} \quad (1)$$

ここで、 C_0 : 外気濃度 [$\mu g/m^3$]、 M : 汚染物質発生量 [$\mu g/h$]、 Q : 室換気量 [m^3/h]、 F : 空気浄化能力 [m^3/h]

一般の空調システムにおいて、 F はフィルタ部の浄化能力を示すものであり、次式(2)が成立する。

$$F = \eta \times Q_0 \quad (2)$$

ここで、 η : 機器の汚染物質除去率 [%]、 Q_0 : 機器の処理風量 [m^3/h]

1) 濃度減衰法における相当換気量(Q_{eq})算定式

濃度減衰法における家庭用空気清浄機の性能評価式について示す。

家庭用空気清浄機では、フィルタ部における室内空気通過回数が大きいため、One-pass法により得られた汚染物質除去率(除去性能)を外挿した室内濃度予測値は、実際の室内濃度と容易に符合しない側面を有している。

そこで、家庭用空気清浄機の評価に用いられるのが、相当換気回数 N [1/h] である。相当換気回数は、実験で一義的に求められる機器浄化指標である。

すなわち、実験チェンバー内に汚染物質を導入し、空気清浄機非運転時の対象汚染物質濃度の濃度減衰により得られる換気回数(機器非運転期間の換気回数: N_1 [1/h])と空気清浄機を運転する場合の対象汚染物質の濃度減衰による換気回数(機器運

期間の換気回数: N_2 [1/h])を求めらるものである。 N_1 、 N_2 と相当換気回数 N は、次式(3)にて表わされる。

$$N_2 = N_1 + N \quad (3)$$

換気回数 N_1 (機器非運転期間の換気回数)、 N_2 (機器運転期間の換気回数)は、トレーサーガスを用いた濃度減衰法により、次式(4)、(5)式にて求まる。

$$N_1 = 2.303 \times \frac{1}{t_1} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \quad (4)$$

$$N_2 = 2.303 \times \frac{1}{t_2} \times \log \left\{ \frac{(C_3 - C_0)}{(C_4 - C_0)} \right\} \quad (5)$$

ここで、 t_1 : 機器非運転期間の測定時間[h]、 t_2 : 機器運転期間の測定時間[h]、 C_1 : 機器非運転期間の測定開始時における対象汚染物質濃度 [$\mu g/m^3$]、 C_2 : 機器非運転期間の測定開始から t_1 時間後の対象汚染物質濃度 [$\mu g/m^3$]、 C_3 : 機器運転期間の測定開始時における対象汚染物質濃度 [$\mu g/m^3$]、 C_4 : 機器運転期間の測定開始から t_2 時間後の対象汚染物質濃度 [$\mu g/m^3$]、 C_0 、 C_0' : チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度 [$\mu g/m^3$]

上式により、機器の対象汚染物質除去性能が明らかとなる。

さらに、実験チェンバーの気積 Re [m^3] と実験によって求まる相当換気回数 N [1/h] を用いて、空気清浄機の浄化力を室換気量に相当させることが出来る。

尚、このときの室換気量を相当換気量 Q_{eq} [m^3/h] と言い、次式(6)にて表す。

$$Q_{eq} = N \times Re \quad (6)$$

ちなみに、(1)式の F (空気浄化能力) が Q_{eq} と等しくなり、次式(7)が成立する。

$$F = Q_{eq} \quad (7)$$

2) 空気清浄機使用室における汚染物質濃度予測式

空気清浄機使用室における汚染物質濃度予測式の検討を行った。以下に理論式を示す。

ある任意の時間における室内濃度を C [$\mu g/m^3$] とすると、ある限られた短時間 dt [h] における室内VOC濃度の変化 dc [$\mu g/m^3$] は、次式(8)で表される。

$$dt(M + QC_0 - QC - V_1SC - \alpha RC - Q_{eq}C) = dc \quad (8)$$

ここで、 M : 汚染物質発生量 [$\mu g/h$]、 Q : 室換気量 [m^3/h]、 C_0 : 外気濃度 [$\mu g/m^3$]、 V_1 : 汚染物質落下速度 [m/h]、 S : 床面積 [m^2]、 α : 室の汚染物質吸着率 [1/h]、 R : 室の気積 [m^3]、 Q_{eq} : 相当換気量 [m^3/h]

また、対象汚染物質の吸着面への吸着速度 a [m/s]、室の全吸着面積 A [m^2] とすると、次式(9)が成立する。

$$\alpha = \frac{aA}{R} \quad (9)$$

$t=0$ [h] の時、室内VOC濃度を C_1 [$\mu g/m^3$] とし、 $C=C_1$ として(9)式を解くと、次式(10)が得られる。

$$C = C_i e^{-\frac{(Q+VS+aA+Q_{eq})t}{R}} + \frac{M+QC_0}{Q+VS+aA+Q_{eq}} (1 - e^{-\frac{(Q+VS+aA+Q_{eq})t}{R}}) \quad (10)$$

対象ガス状物質の分子量が小さく、自然落下による影響が無視できる場合には、 $V_i=0$ [m/h] となり、次式(11)が得られる。

$$C = C_i e^{-\frac{(Q+aA+Q_{eq})t}{R}} + \frac{M+QC_0}{Q+aA+Q_{eq}} (1 - e^{-\frac{(Q+aA+Q_{eq})t}{R}}) \quad (11)$$

3) 定常発生法における相当換気量 (Q_{eq}) 算定式

空気清浄機使用室の室内濃度予測式(11)式を用いて、室内で汚染物質が定常発生する場合の機器の相当換気量 (Q_{eq}) を求めることが出来る。

(11)式で、 $t=\infty$ [h] とし、 $C=C_{ss}$ とすると、次式(12)が得られる。

$$C_{ss} = \frac{M + QC_0}{Q + aA + Q_{eq}} \quad (12)$$

ここで、 C_{ss} : 定常発生濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

(12)式を展開することにより、次式(13)が得られ、これを用いて定常発生法における機器の相当換気量 (Q_{eq}) が求められる。

$$Q_{eq} = \frac{M}{C_{ss}} + Q \left(\frac{C_0}{C_{ss}} - 1 \right) - \alpha R \quad (13)$$

3.1.2.4 結果と考察

1) 濃度減衰法による家庭用空気清浄機のVOC除去性能

a) AC-1～5のチェンバー内濃度減衰性(2000年製)

家庭用空気清浄機のVOC除去性能を求めるために、機器運転に伴うチェンバー内VOC濃度の変化について明らかにした。

空気清浄機を運転しない機器非運転期間と、空気清浄機を運転する機器運転期間におけるチェンバー内総VOC濃度の経時変化を図3.1.2.2～3.1.2.6に示す。

図中では、横軸に時間 [min]、縦軸にチェンバー内総VOC濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] を示している。

機器非運転期間において、約2500 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] から5000 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] までのVOCの濃度変位を測定し、機器運転期間においては、約4800 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] から1500 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] までの濃度変位を測定した。

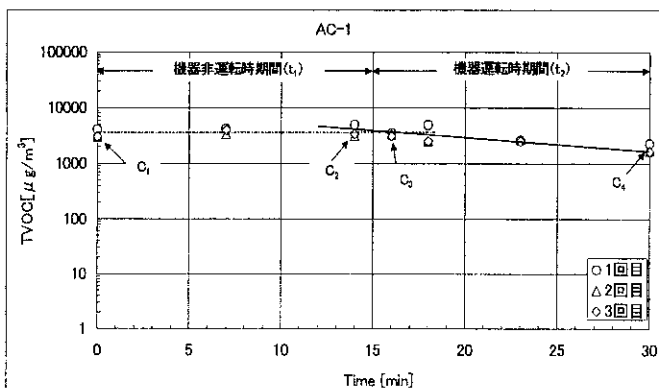


図3.1.2.2 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-1)

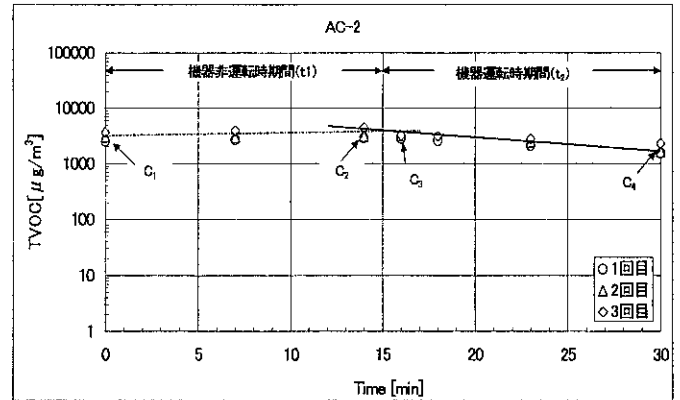


図3.1.2.3 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-2)

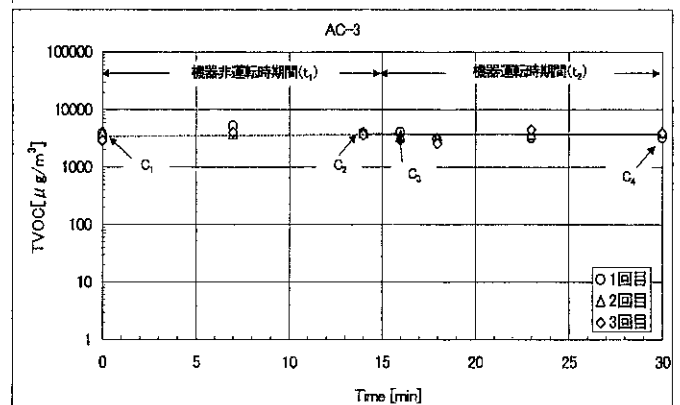


図3.1.2.4 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-3)

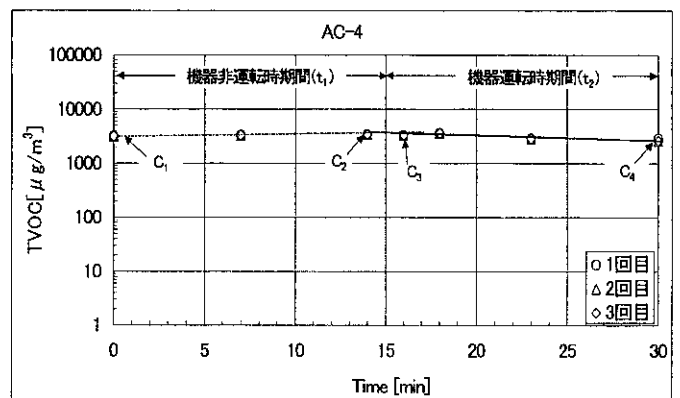


図3.1.2.5 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-4)

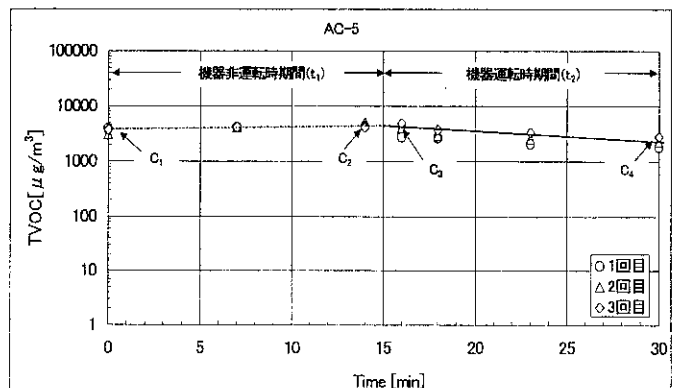


図3.1.2.6 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-5)

b) AC-6 ~ 10 のチェンバー内濃度減衰性(2002年製)

AC-1 ~ 5 と同様に、家庭用空気清浄機の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の変化について明らかにした。機器非運転期間と機器運転期間におけるチェンバー内の VOC 濃度の経時変化を図-3.1.2.7 ~ 3.1.2.106 に示す。

図中では、横軸に時間[min]、縦軸にチェンバー内 VOC 濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] を示している。

機器非運転期間において AC-6 では一時的な濃度減少が示され、その後、濃度が上昇する傾向が示された。また、濃度上昇に伴い初期濃度よりも高い値が示された。この要因としては、機器発生の可能性が考えられた。AC-8 では微小な減少を示した。AC-7、AC-9、AC-10 については、各成分とも濃度変移はほとんど見られなかった。

機器運転期間において、AC-6 については機器運転に伴い急激な濃度減少を示した。AC-7、AC-9 については、顕著な濃度減少を示した。特に AC-9 では、Methylethylketone、Ethylacetate、Benzene の濃度がほぼ $0 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ となった。AC-10 については、機器運転直後から濃度減少を示したが、機器運転後 23 分 ~ 33 分間に濃度はむしろ上昇した。

Ethanol (エタノール)

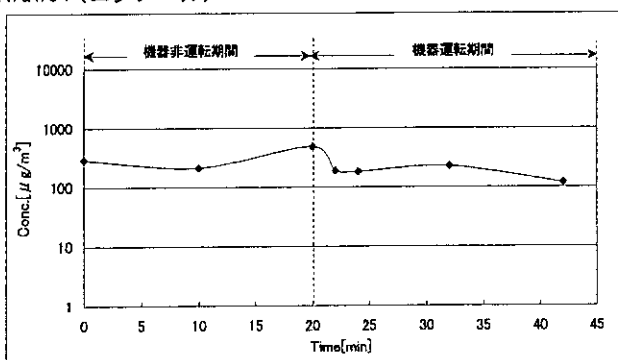


図-3.1.2.7 空気清浄機運転に伴う Ethanol 濃度の経時変化(AC-6)

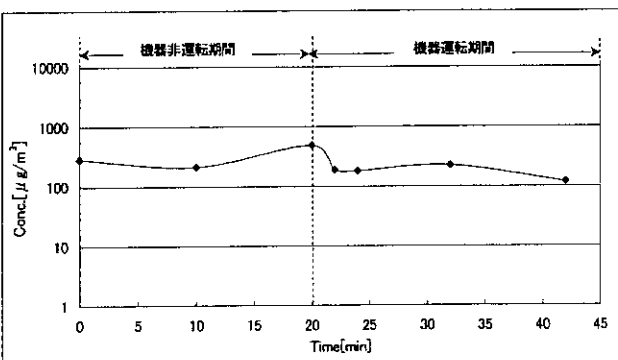


図-3.1.2.8 空気清浄機運転に伴う Ethanol 濃度の経時変化(AC-7)

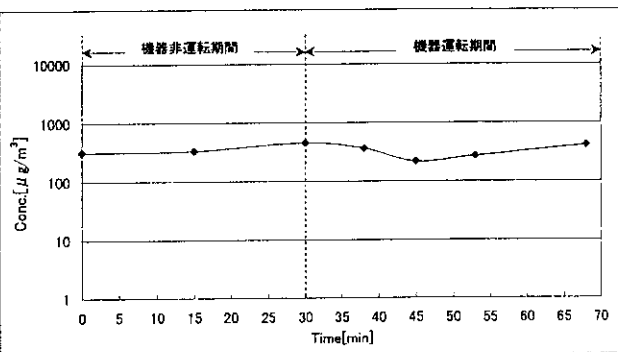


図-3.1.2.9 空気清浄機運転に伴う Ethanol 濃度の経時変化(AC-8)

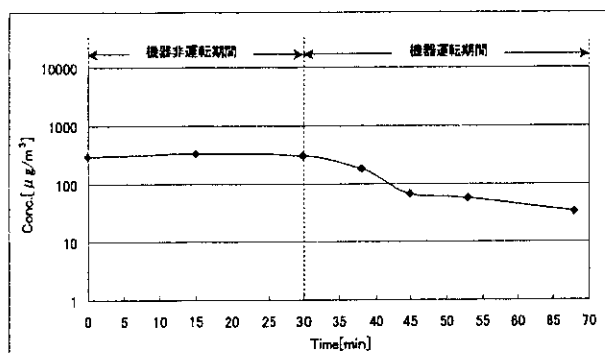


図-3.1.2.10 空気清浄機運転に伴う Ethanol 濃度の経時変化(AC-9)

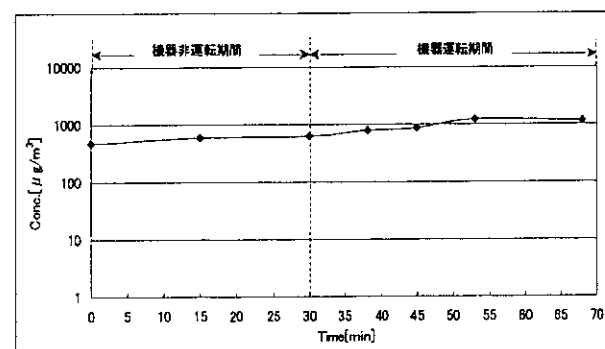


図-3.1.2.11 空気清浄機運転に伴う Ethanol 濃度の経時変化(AC-10)

Acetone (アセトン)

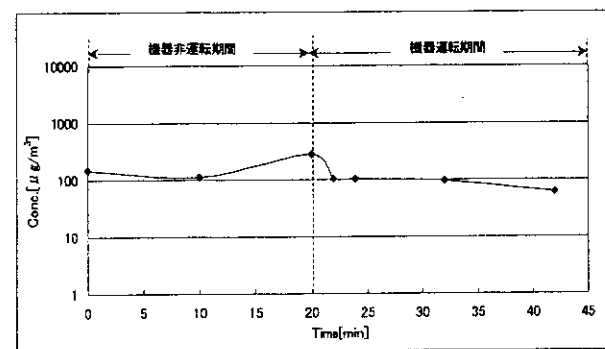


図-3.1.2.12 空気清浄機運転に伴う Acetone 濃度の経時変化(AC-6)

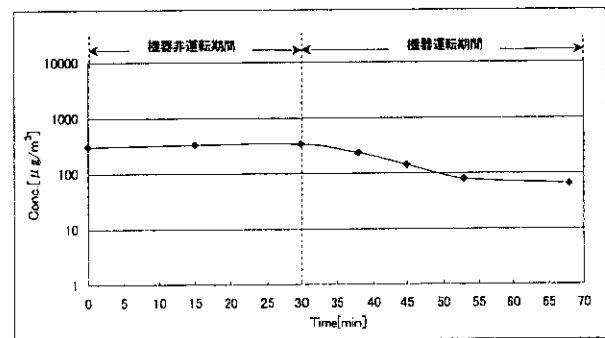


図-3.1.2.13 空気清浄機運転に伴う Acetone 濃度の経時変化(AC-7)

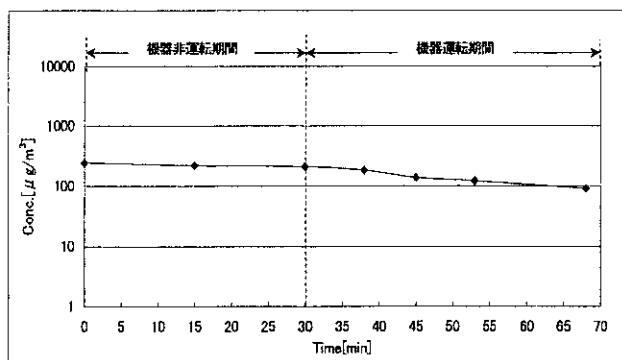


図-3.1.2.14 空気清浄機運転に伴うAcetone濃度の経時変化(AC-8)

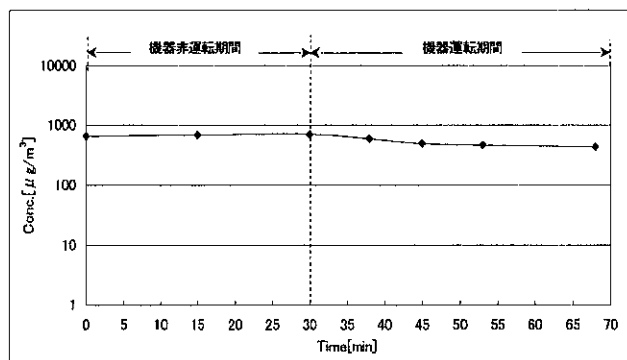


図-3.1.2.18 空気清浄機運転に伴うDichloromethane濃度の経時変化(AC-7)

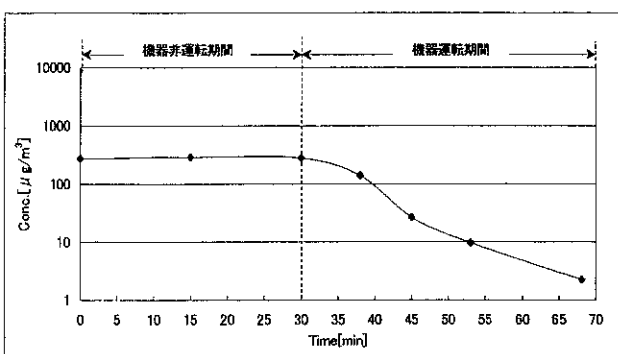


図-3.1.2.15 空気清浄機運転に伴うAcetone濃度の経時変化(AC-9)

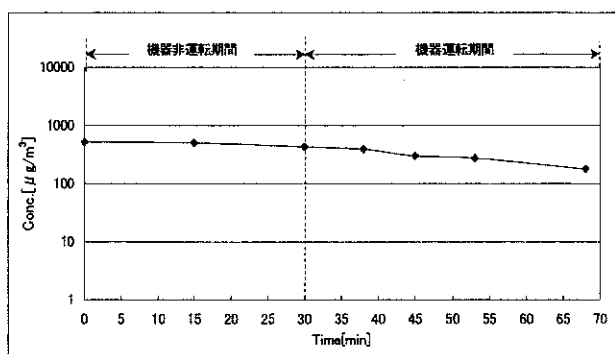


図-3.1.2.19 空気清浄機運転に伴うDichloromethane濃度の経時変化(AC-8)

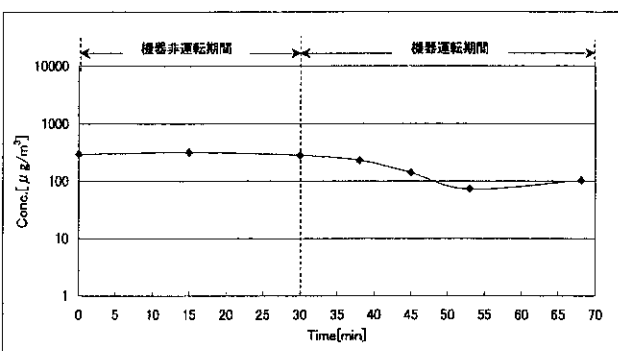


図-3.1.2.16 空気清浄機運転に伴うAcetone濃度の経時変化(AC-10)

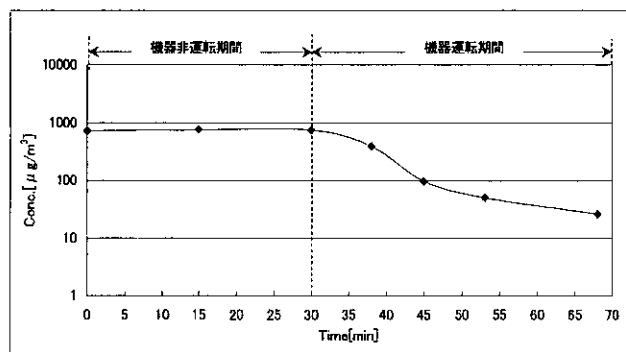


図-3.1.2.20 空気清浄機運転に伴うDichloromethane濃度の経時変化(AC-9)

Dichloromethane (ジクロロメタン)

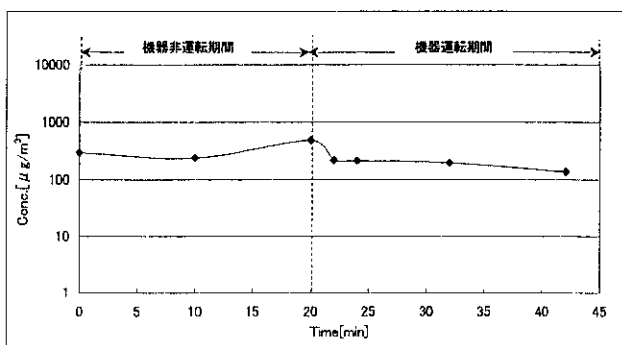


図-3.1.2.17 空気清浄機運転に伴うDichloromethane濃度の経時変化(AC-6)

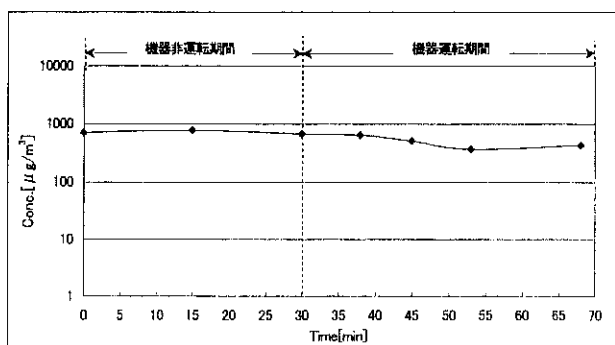


図-3.1.2.21 空気清浄機運転に伴うDichloromethane濃度の経時変化(AC-10)

Methylethylketone(メチルエチルケトン)

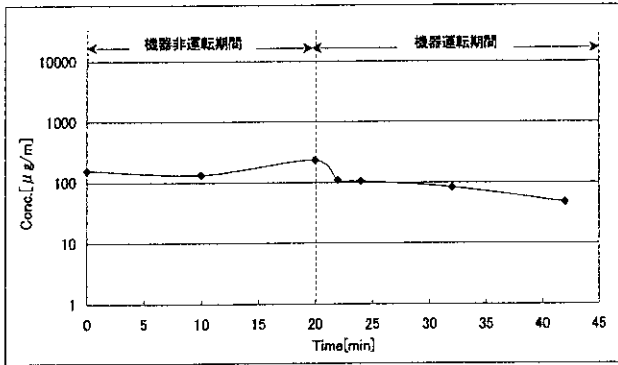


図-3.1.2.22 空気清浄機運転に伴うMethylethylketone濃度の経時変化(AC-6)

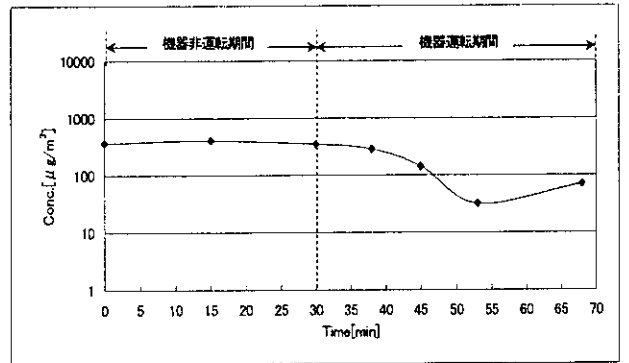


図-3.1.2.26 空気清浄機運転に伴うMethylethylketone濃度の経時変化(AC-10)

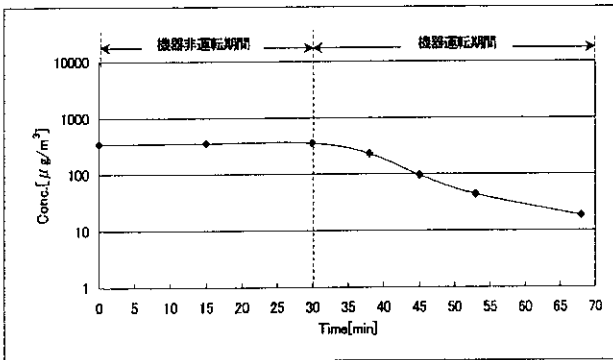


図-3.1.2.23 空気清浄機運転に伴うMethylethylketone濃度の経時変化(AC-7)

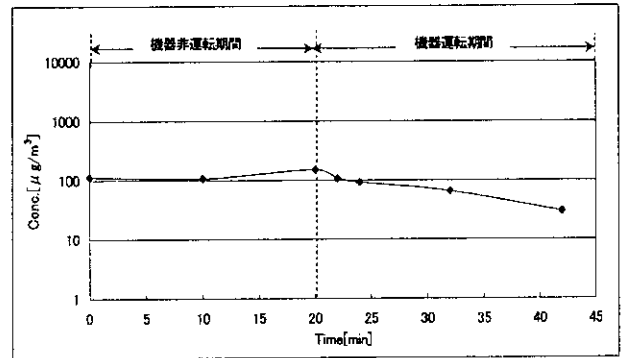


図-3.1.2.27 空気清浄機運転に伴うEthylacetate濃度の経時変化(AC-6)

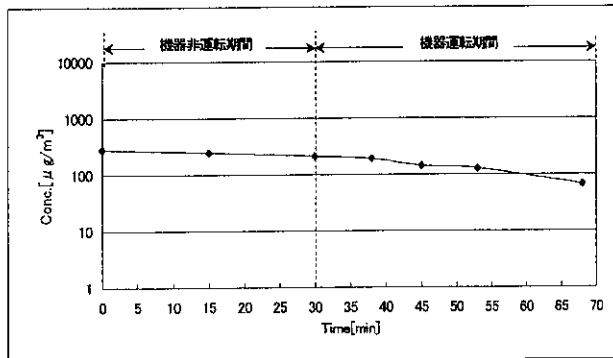


図-3.1.2.24 空気清浄機運転に伴うMethylethylketone濃度の経時変化(AC-8)

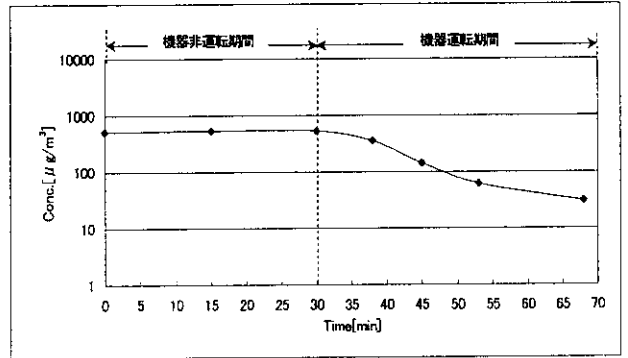


図-3.1.2.28 空気清浄機運転に伴うEthylacetate濃度の経時変化(AC-7)

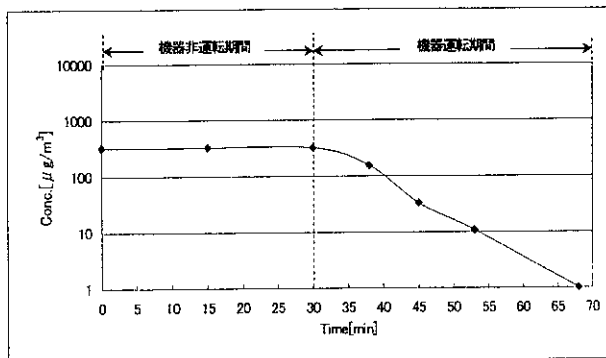


図-2.3.3.25 空気清浄機運転に伴うMethylethylketone濃度の経時変化(AC-9)

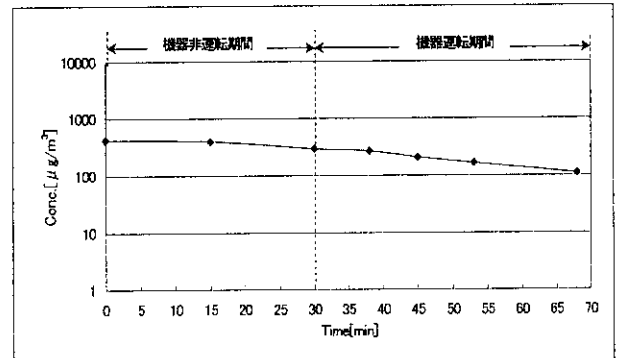


図-3.1.2.29 空気清浄機運転に伴うEthylacetate濃度の経時変化(AC-8)

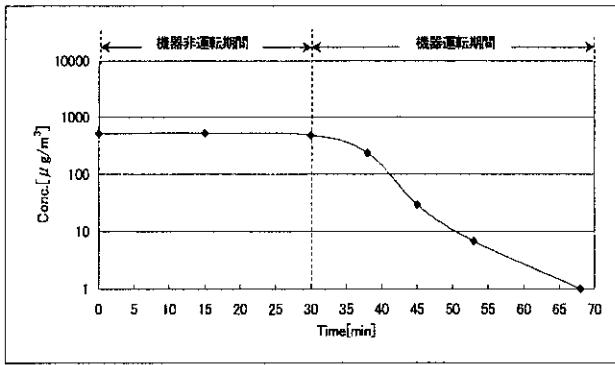


図-3.1.2.30 空気清浄機運転に伴うEthylacetate濃度の経時変化(AC-9)

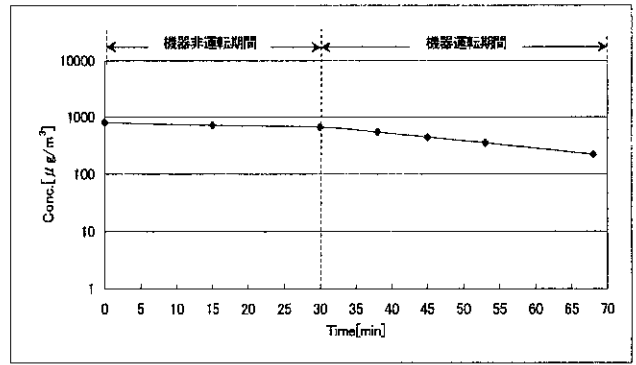


図-3.1.2.34 空気清浄機運転に伴うHexane濃度の経時変化(AC-8)

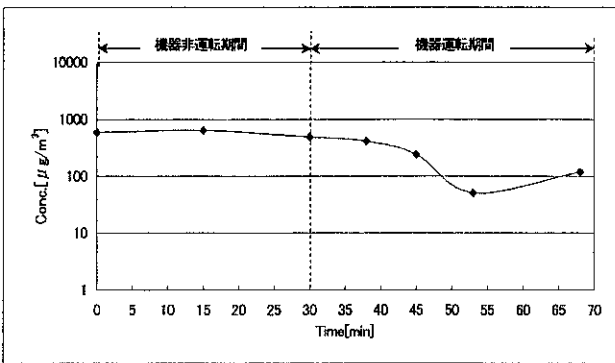


図-3.1.2.31 空気清浄機運転に伴うEthylacetate濃度の経時変化(AC-10)

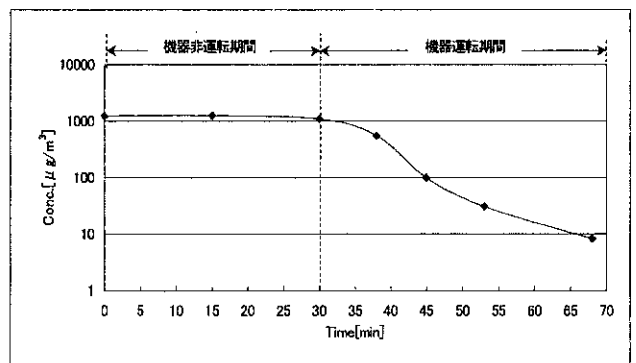


図-3.1.2.35 空気清浄機運転に伴うHexane濃度の経時変化(AC-9)

Hexane (ヘキサン)

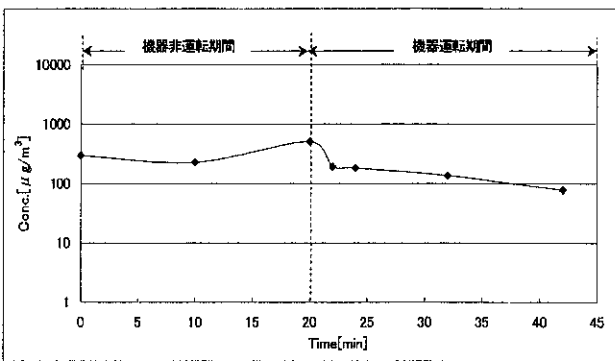


図-3.1.2.32 空気清浄機運転に伴うHexane濃度の経時変化(AC-6)

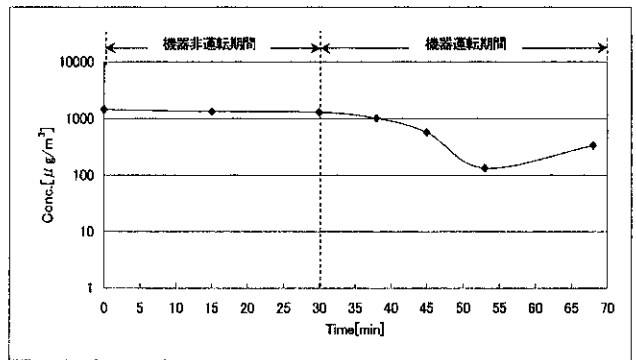


図-3.1.2.36 空気清浄機運転に伴うHexane濃度の経時変化(AC-10)

Chloroform (クロロホルム)

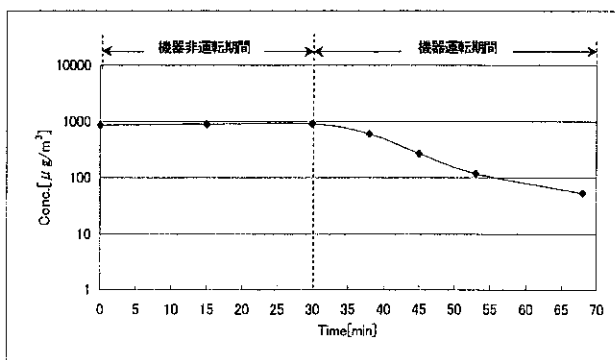


図-3.1.2.33 空気清浄機運転に伴うHexane濃度の経時変化(AC-7)

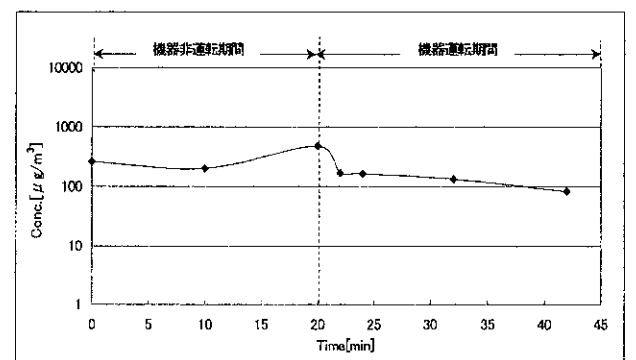


図-3.1.2.37 空気清浄機運転に伴うChloroform濃度の経時変化(AC-6)

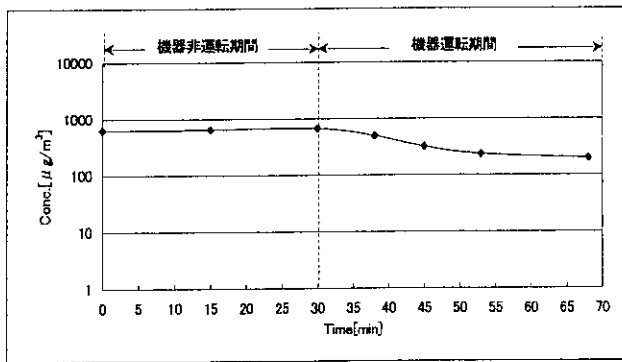


図-3.1.2.38 空気清浄機運転に伴うChloroform濃度の経時変化(AC-7)

1,2-dichloroethane(1,2-ジクロロエタン)

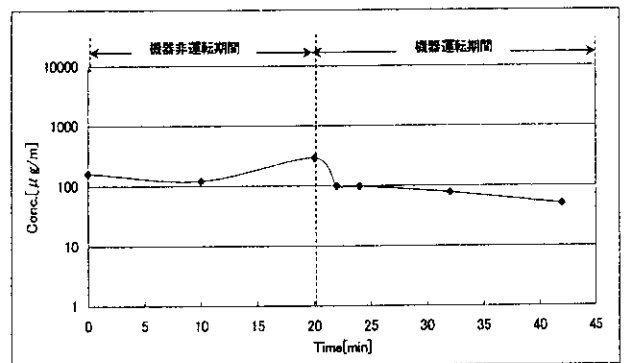


図-3.1.2.42 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloroethane濃度の経時変化(AC-6)

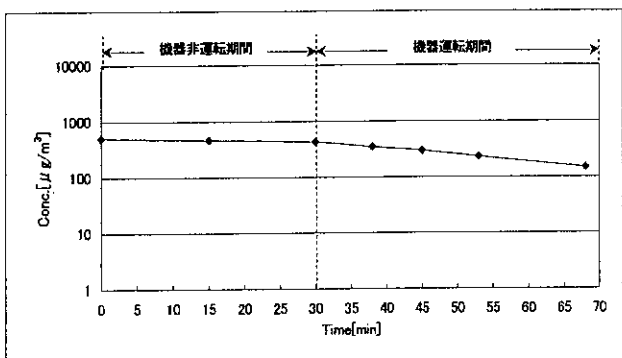


図-3.1.2.39 空気清浄機運転に伴うChloroform濃度の経時変化(AC-8)

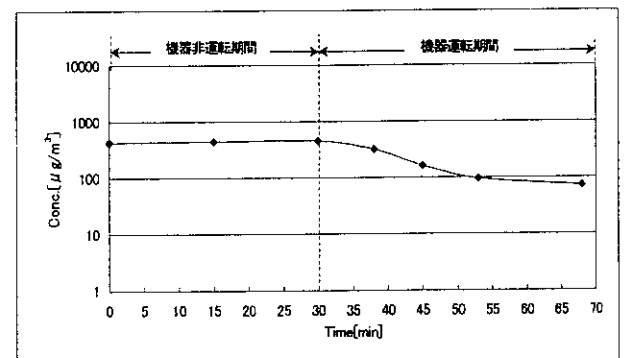


図-3.1.2.43 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloroethane濃度の経時変化(AC-7)

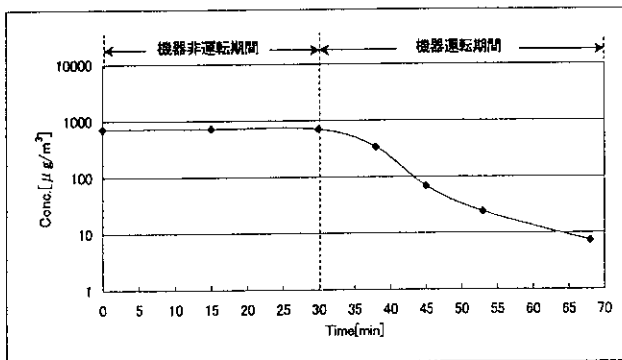


図-3.1.2.40 空気清浄機運転に伴うChloroform濃度の経時変化(AC-9)

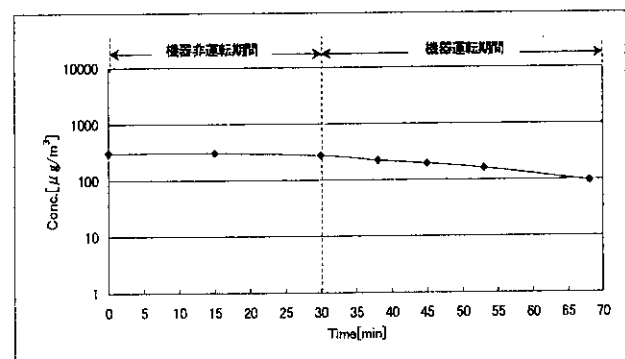


図-3.1.2.44 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloroethane濃度の経時変化(AC-8)

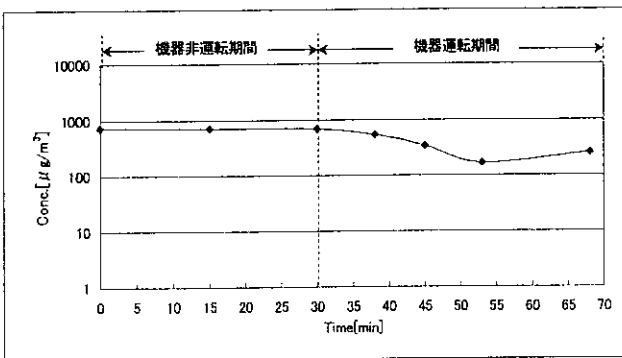


図-3.1.2.41 空気清浄機運転に伴うChloroform濃度の経時変化(AC-10)

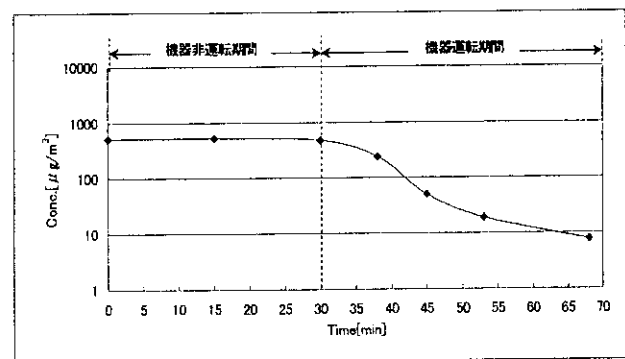


図-3.1.2.45 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloroethane濃度の経時変化(AC-9)

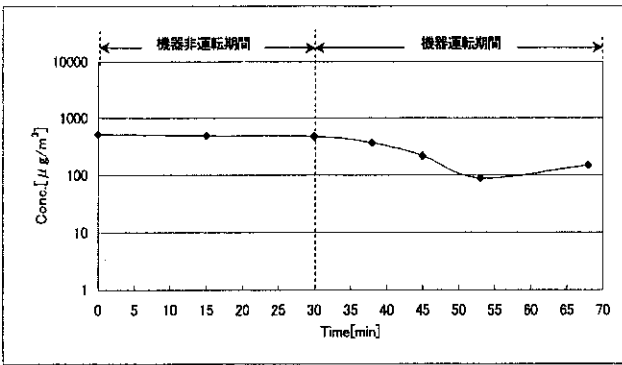


図-3.1.2.46 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloroethane濃度の経時変化(AC-10)

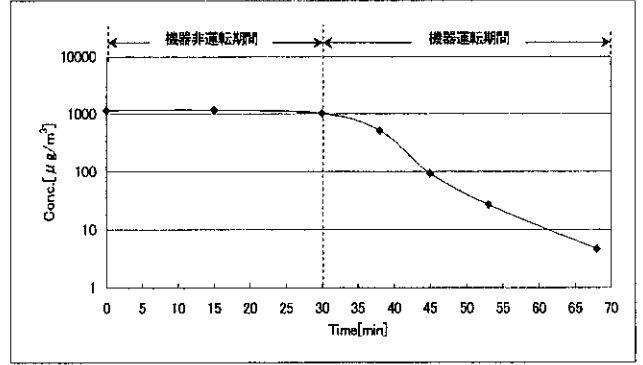


図-3.1.2.50 空気清浄機運転に伴う2,4-dimethylpentane濃度の経時変化(AC-9)

2,4-dimethylpentane (2,4-ジメチルペンタン)

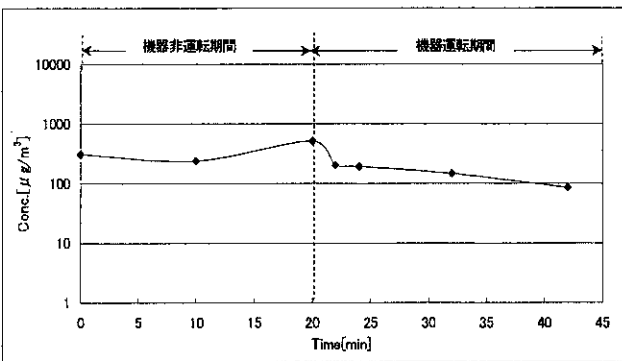


図-3.1.2.47 空気清浄機運転に伴う2,4-dimethylpentane濃度の経時変化(AC-6)

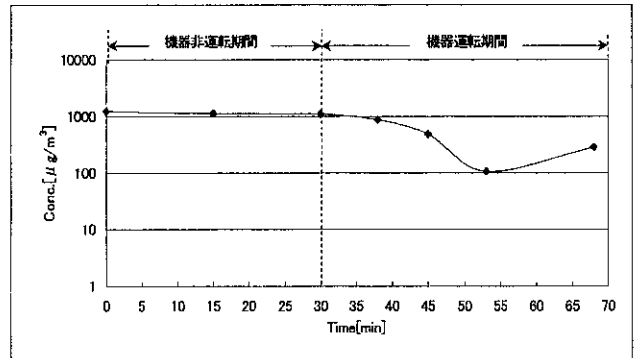


図-3.1.2.51 空気清浄機運転に伴う2,4-dimethylpentane濃度の経時変化(AC-10)

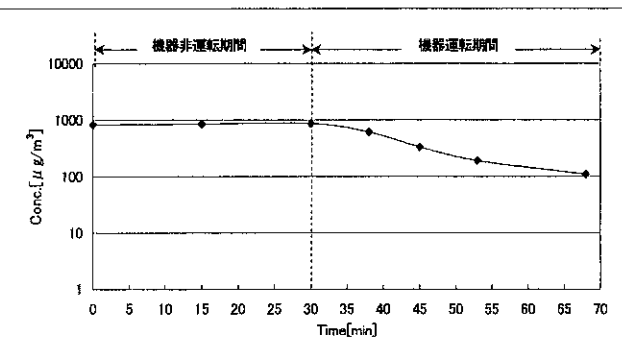


図-3.1.2.48 空気清浄機運転に伴う2,4-dimethylpentane濃度の経時変化(AC-7)

1,1,1-trichloroethane (1,1,1-トリクロロエタン)

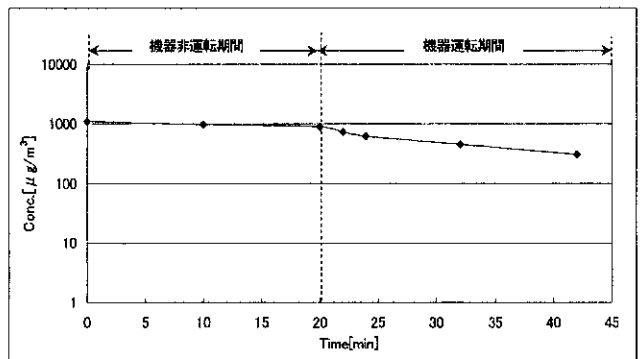


図-3.1.2.52 空気清浄機運転に伴う1,1,1-trichloroethane濃度の経時変化(AC-6)

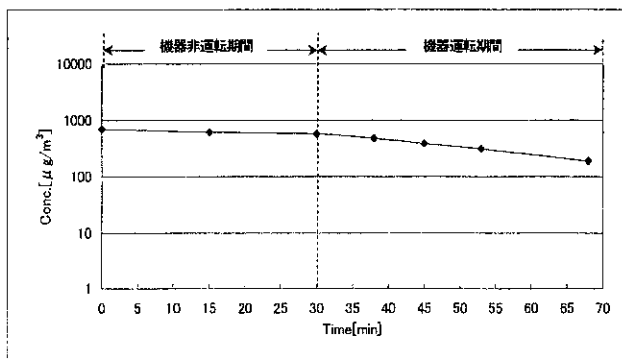


図-3.1.2.49 空気清浄機運転に伴う2,4-dimethylpentane濃度の経時変化(AC-8)

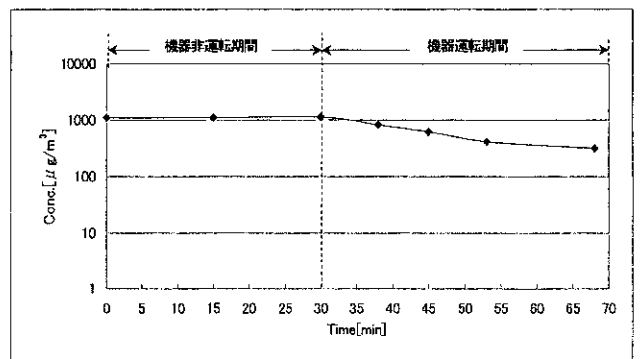


図-3.1.2.53 空気清浄機運転に伴う1,1,1-trichloroethane濃度の経時変化(AC-7)

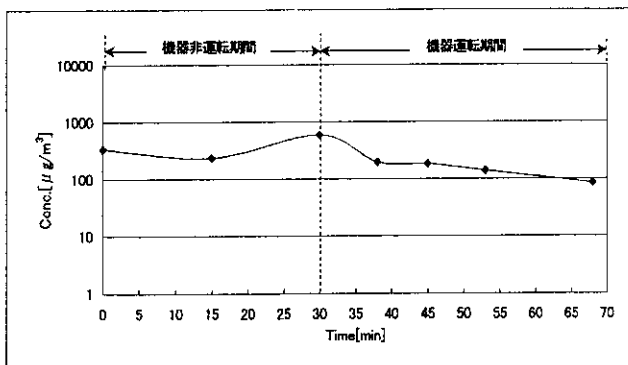


図-3.1.2.54 空気清浄機運転に伴う1,1,1-trichloroethane濃度の経時変化(AC-8)

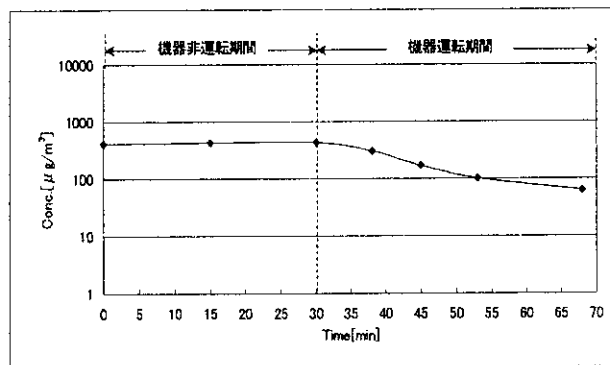


図-3.1.2.58 空気清浄機運転に伴うBenzene濃度の経時変化(AC-7)

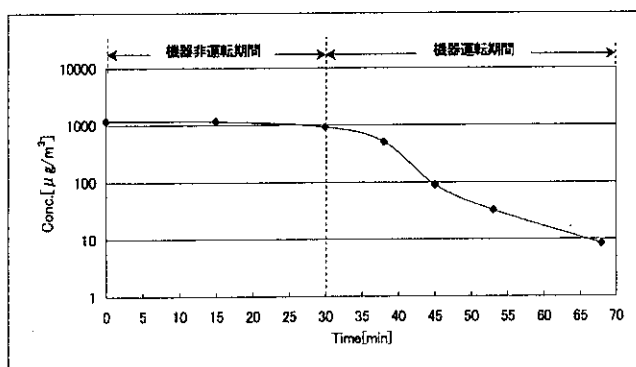


図-3.1.2.55 空気清浄機運転に伴う1,1,1-trichloroethane濃度の経時変化(AC-9)

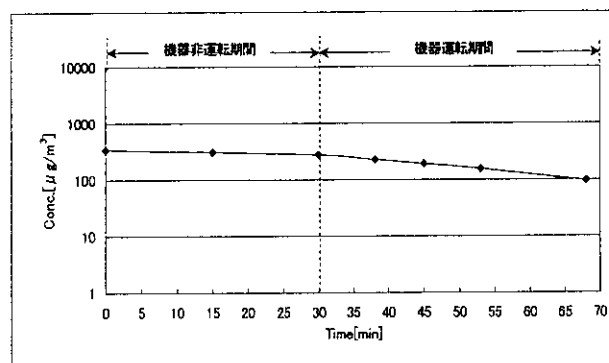


図-3.1.2.59 空気清浄機運転に伴うBenzene濃度の経時変化(AC-8)

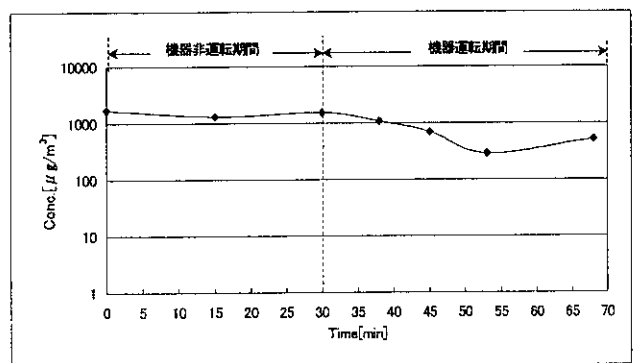


図-3.1.2.56 空気清浄機運転に伴う1,1,1-trichloroethane濃度の経時変化(AC-10)

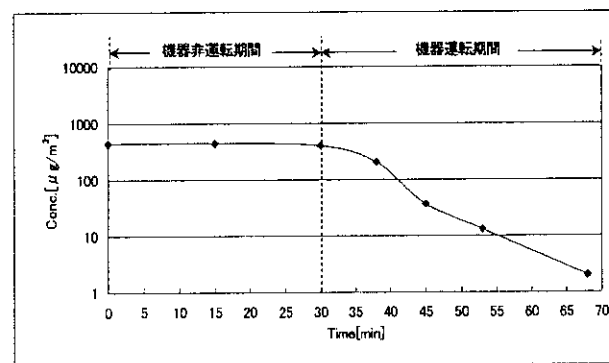


図-3.1.2.60 空気清浄機運転に伴うBenzene濃度の経時変化(AC-9)

Benzene (ベンゼン)

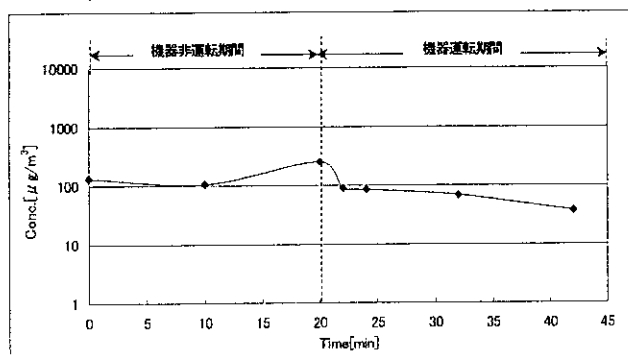


図-3.1.2.57 空気清浄機運転に伴うBenzene濃度の経時変化(AC-6)

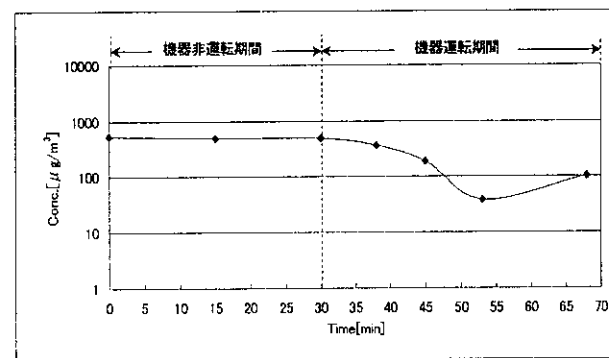


図-3.1.2.61 空気清浄機運転に伴うBenzene濃度の経時変化(AC-10)

Carbon tetrachloride (カルボンテトラクロロイド)

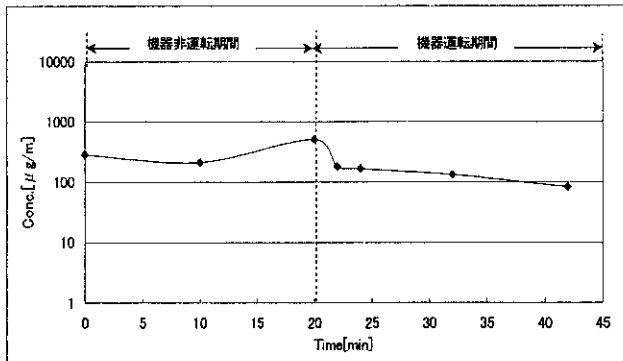


図-3.1.2.62 空気清浄機運転に伴うCarbon tetrachloride濃度の経時変化(AC-6)

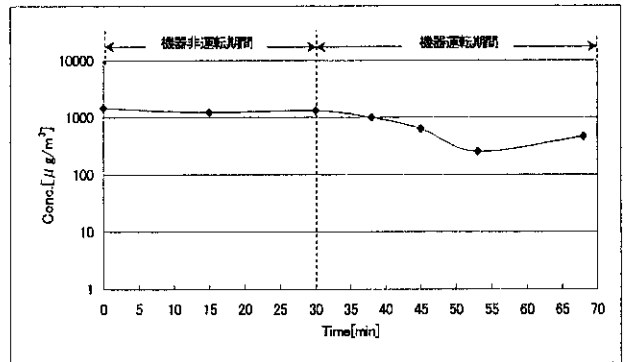


図-3.1.2.66 空気清浄機運転に伴うCarbon tetrachloride濃度の経時変化(AC-10)

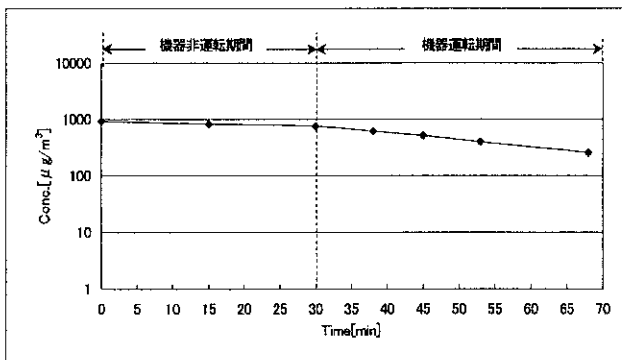


図-3.1.2.63 空気清浄機運転に伴うCarbon tetrachloride濃度の経時変化(AC-7)

1,2-dichloropropane (1,2-ジクロロプロパン)

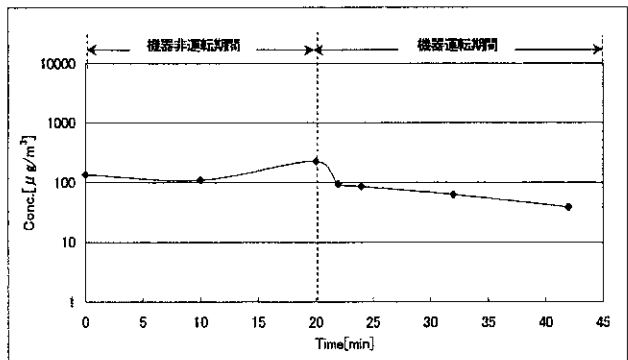


図-3.1.2.67 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloropropane濃度の経時変化(AC-6)

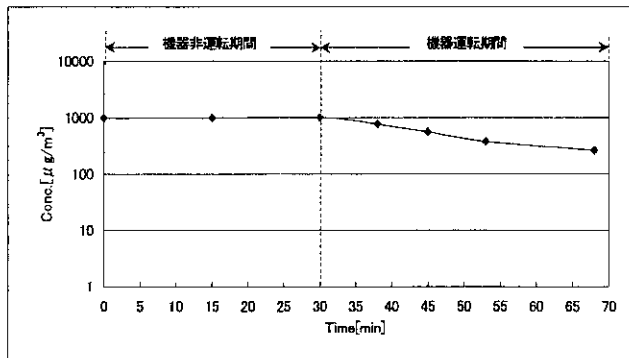


図-3.1.2.64 空気清浄機運転に伴うCarbon tetrachloride濃度の経時変化(AC-8)

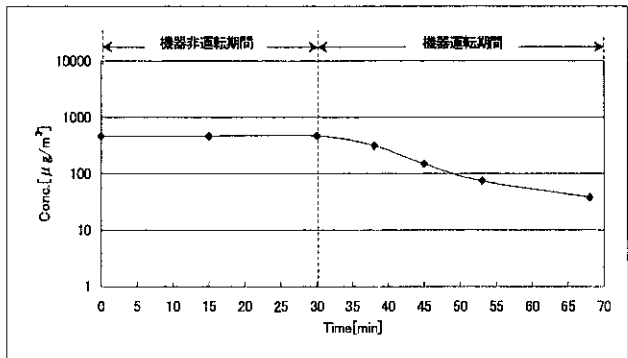


図-3.1.2.68 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloropropane濃度の経時変化(AC-7)

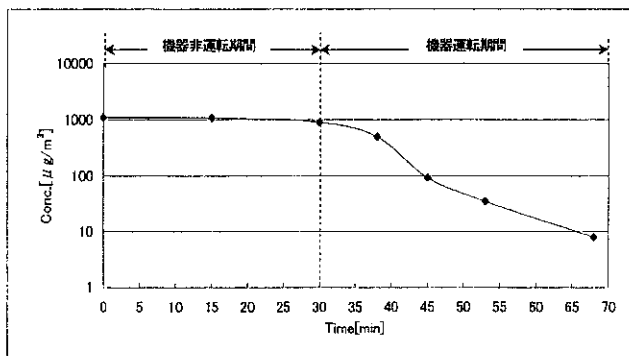


図-3.1.2.65 空気清浄機運転に伴うCarbon tetrachloride濃度の経時変化(AC-9)

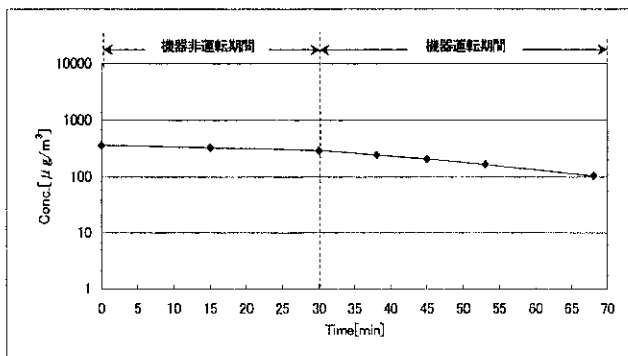


図-3.1.2.69 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloropropane濃度の経時変化(AC-8)

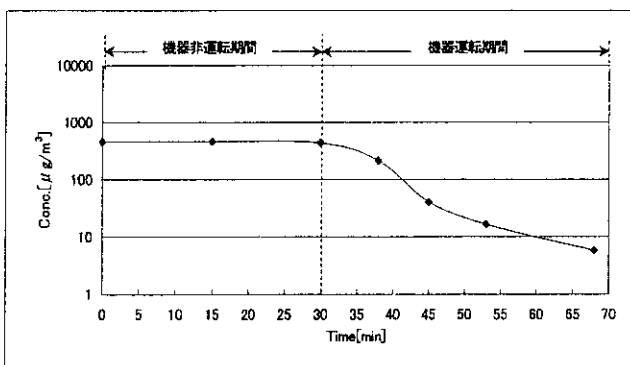


図-3.1.2.70 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloropropane濃度の経時変化(AC-9)

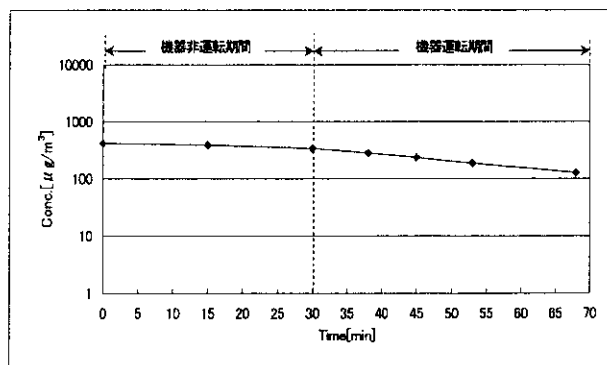


図-3.1.2.74 空気清浄機運転に伴うTrichloroethylene濃度の経時変化(AC-8)

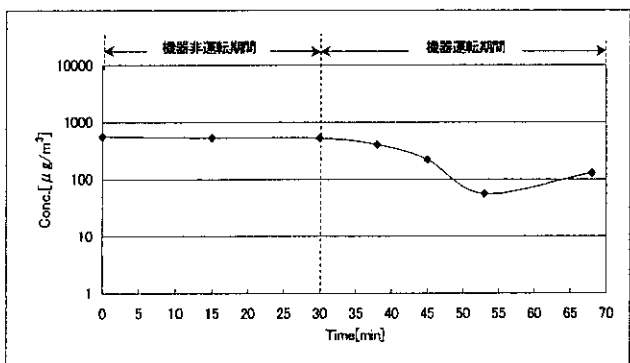


図-3.1.2.71 空気清浄機運転に伴う1,2-dichloropropane濃度の経時変化(AC-10)

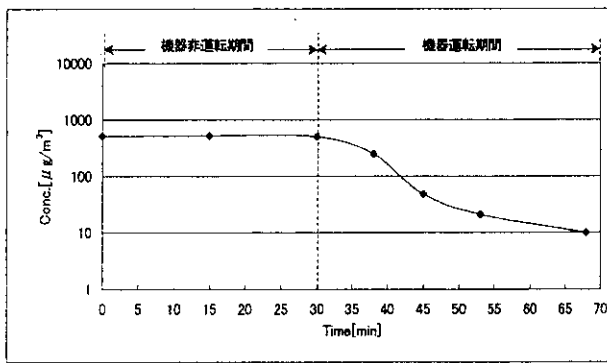


図-3.1.2.75 空気清浄機運転に伴うTrichloroethylene濃度の経時変化(AC-9)

Trichloroethylene(トリクロロエチレン)

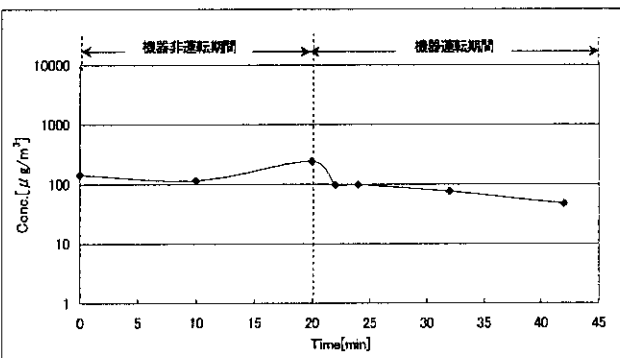


図-3.1.2.72 空気清浄機運転に伴うTrichloroethylene濃度の経時変化(AC-6)

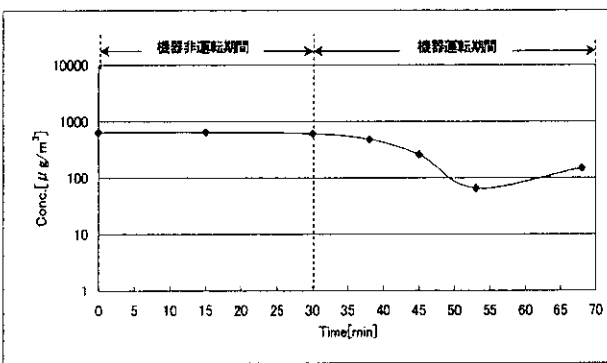


図-3.1.2.76 空気清浄機運転に伴うTrichloroethylene濃度の経時変化(AC-10)

Hepthane(ヘプタン)

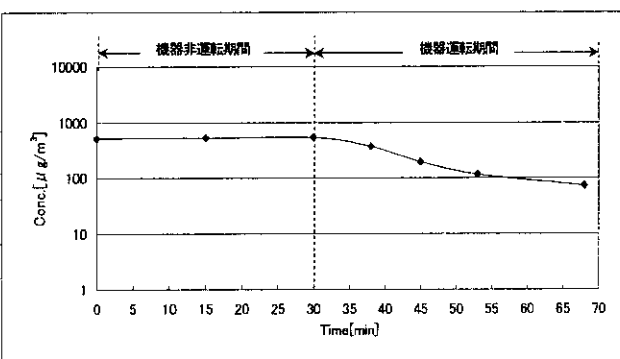


図-3.1.2.73 空気清浄機運転に伴うTrichloroethylene濃度の経時変化(AC-7)

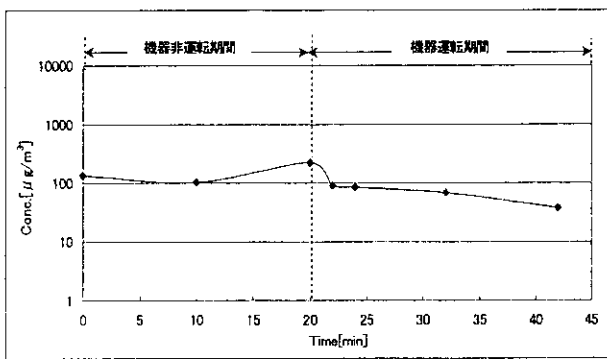


図-2.3.3.77 空気清浄機運転に伴うHeptane濃度の経時変化(AC-6)

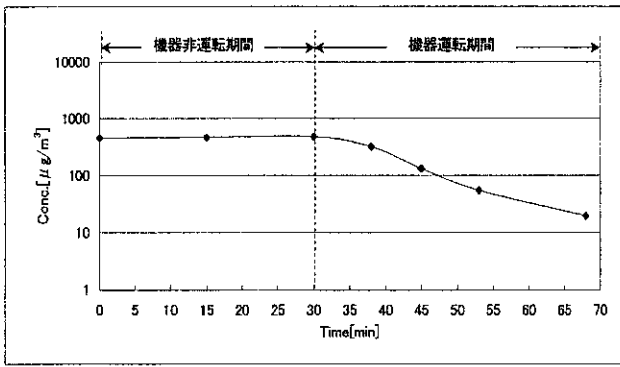


図-3.1.2.78 空気清浄機運転に伴うHeptane濃度の経時変化(AC-7)

Methyl isobutyl ketone(メチルイソブチルケトン)

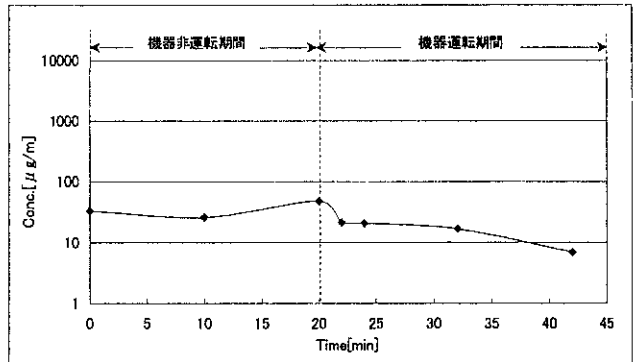


図-3.1.2.82 空気清浄機運転に伴うMethyl isobutyl ketone濃度の経時変化(AC-6)

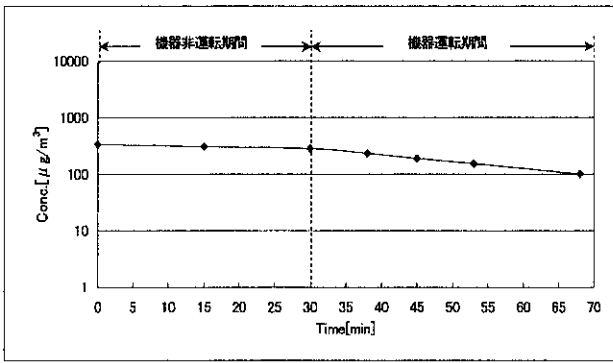


図-3.1.2.79 空気清浄機運転に伴うHeptane濃度の経時変化(AC-8)

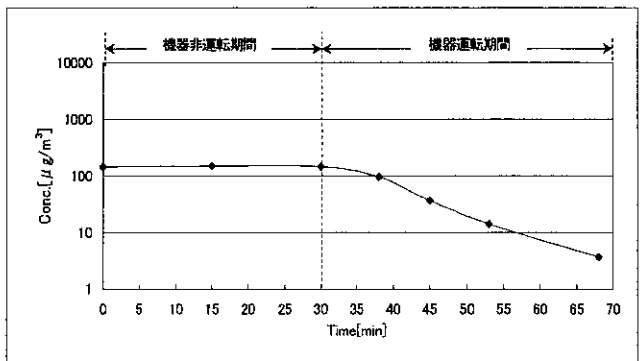


図-3.1.2.83 空気清浄機運転に伴うMethyl isobutyl ketone濃度の経時変化(AC-7)

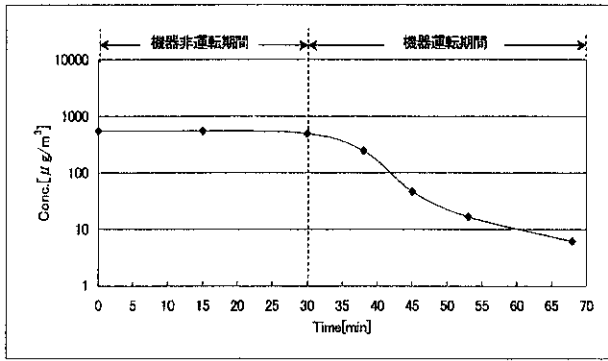


図-3.1.2.80 空気清浄機運転に伴うHeptane濃度の経時変化(AC-9)

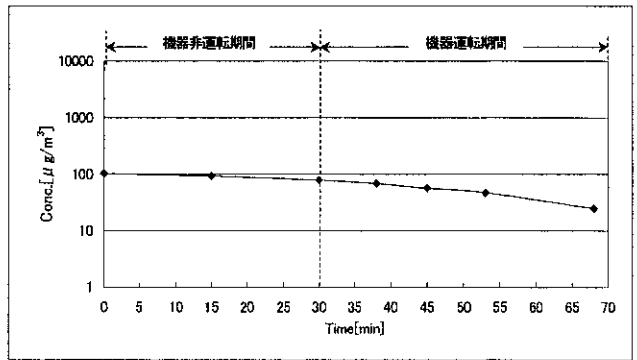


図-3.1.2.84 空気清浄機運転に伴うMethyl isobutyl ketone濃度の経時変化(AC-8)

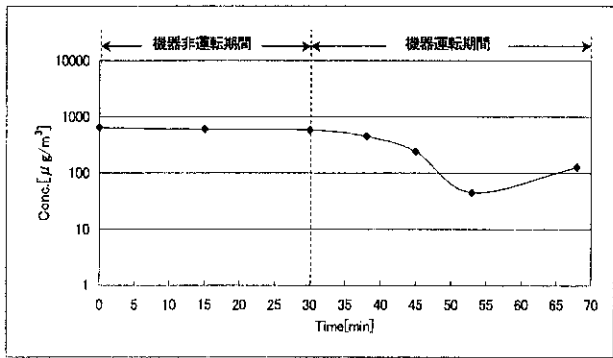


図-3.1.2.81 空気清浄機運転に伴うHeptane濃度の経時変化(AC-10)

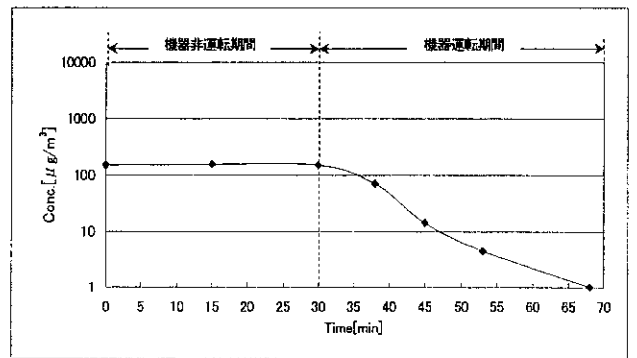


図-3.1.2.85 空気清浄機運転に伴うMethyl isobutyl ketone濃度の経時変化(AC-9)

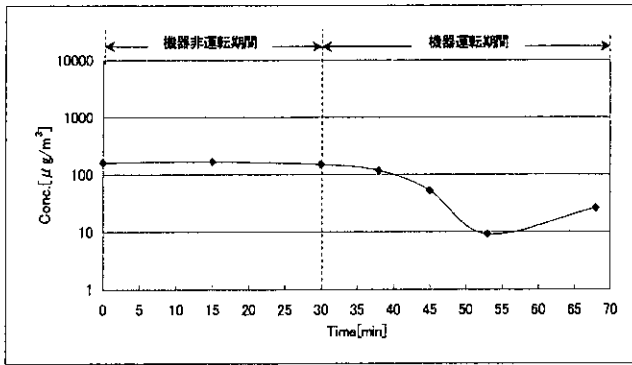


図-3.1.2.86 空気清浄機運転に伴うMethylisobutylketone濃度の経時変化(AC10)

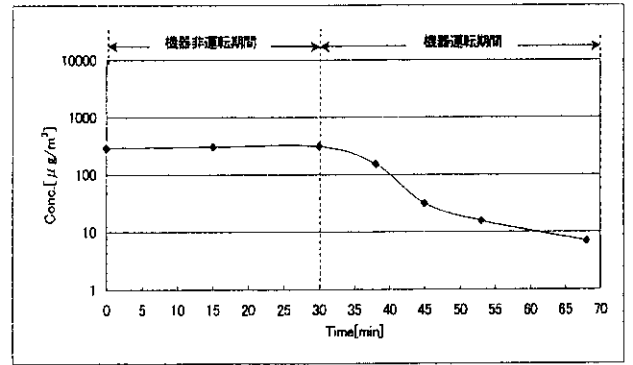


図-3.1.2.90 空気清浄機運転に伴うToluene濃度の経時変化(AC-9)

Toluene (トルエン)

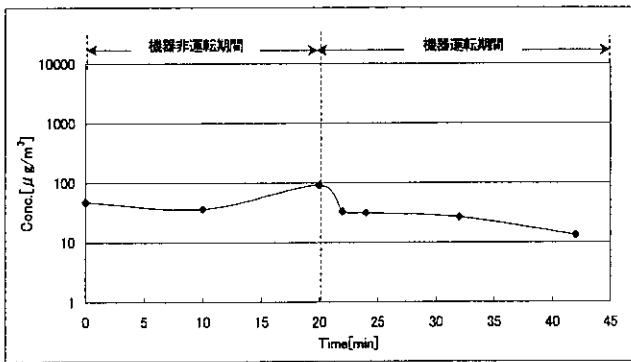


図-3.1.2.87 空気清浄機運転に伴うToluene濃度の経時変化(AC-6)

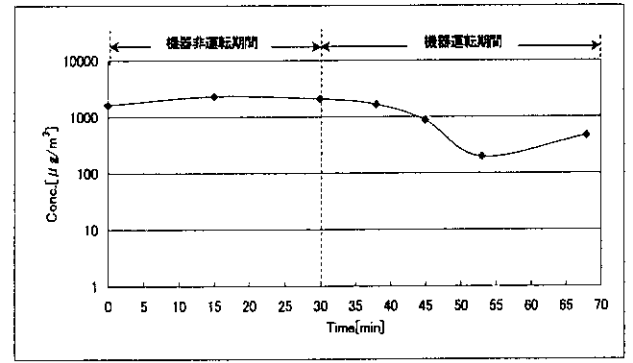


図-3.1.2.91 空気清浄機運転に伴うToluene濃度の経時変化(AC-10)

Octane (オクタン)

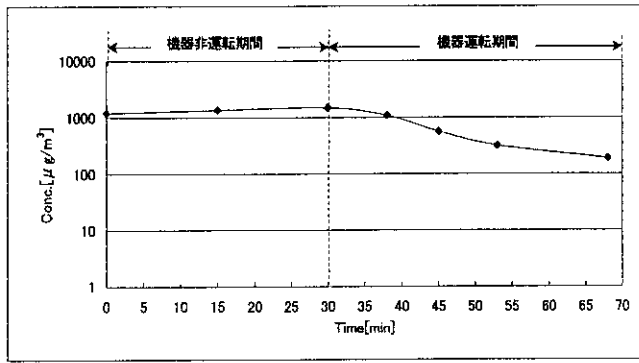


図-3.1.2.88 空気清浄機運転に伴うToluene濃度の経時変化(AC-7)

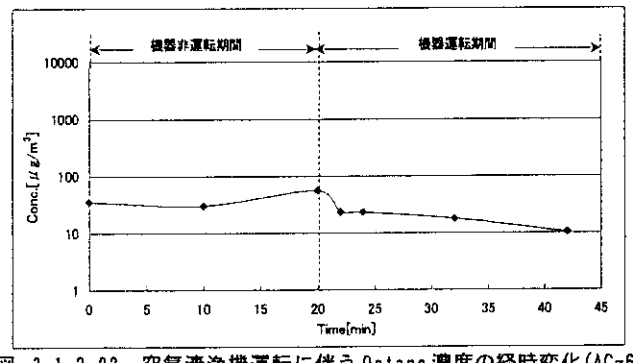


図-3.1.2.92 空気清浄機運転に伴うOctane濃度の経時変化(AC-6)

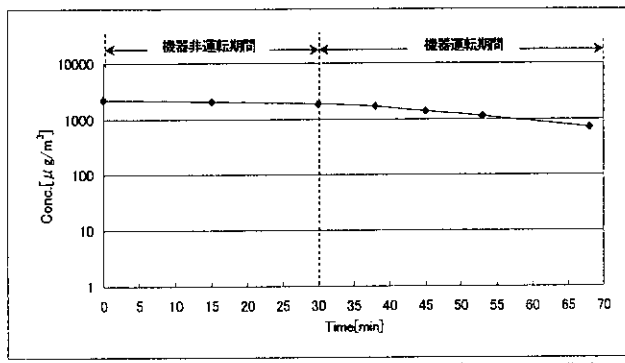


図-3.1.2.89 空気清浄機運転に伴うToluene濃度の経時変化(AC-8)

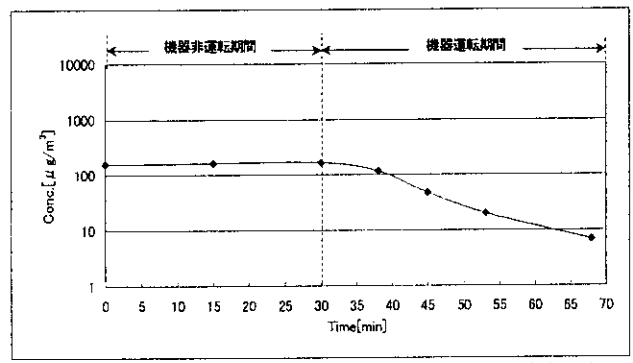


図-3.1.2.93 空気清浄機運転に伴うOctane濃度の経時変化(AC-7)

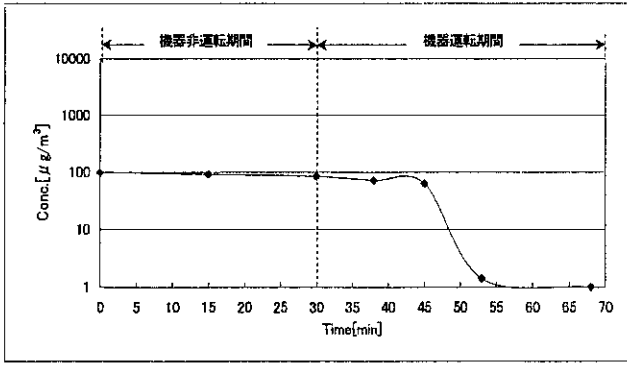


図-3.1.2.94 空気清浄機運転に伴う Octane 濃度の経時変化(AC-8)

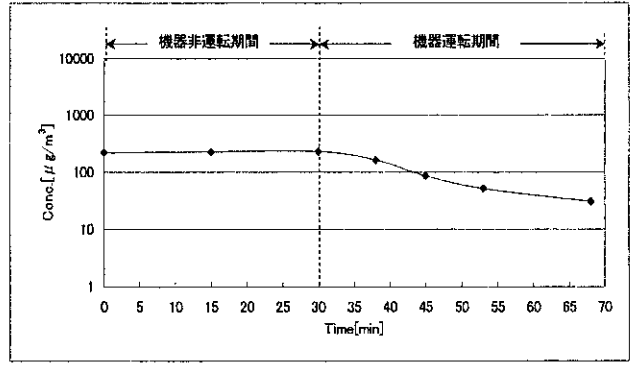


図-3.1.2.98 空気清浄機運転に伴うTetrachloroethylene濃度の経時変化(AC-7)

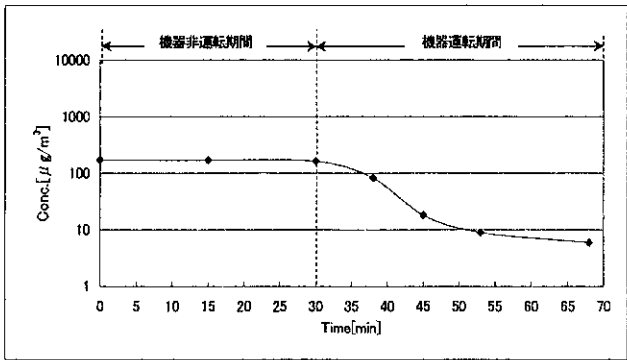


図-3.1.2.95 空気清浄機運転に伴う Octane 濃度の経時変化(AC-8)

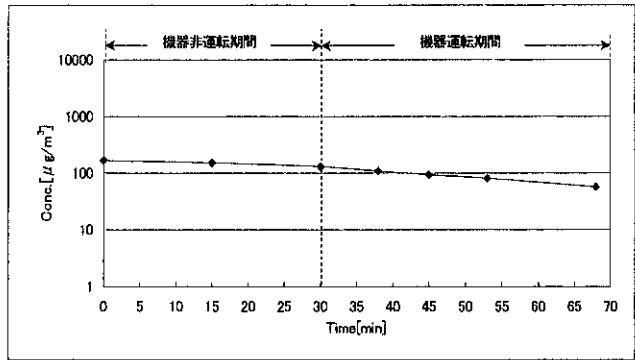


図-3.1.2.99 空気清浄機運転に伴うTetrachloroethylene濃度の経時変化(AC-8)

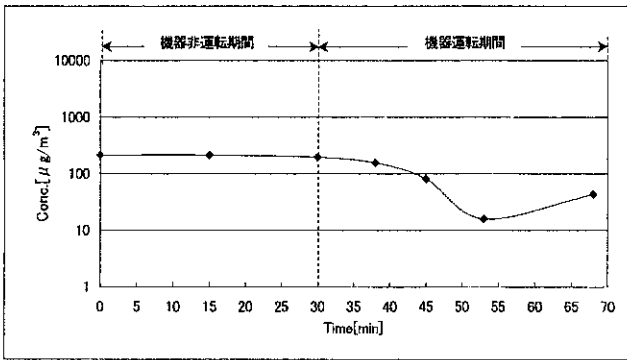


図-3.1.2.96 空気清浄機運転に伴う Octane 濃度の経時変化(AC-10)

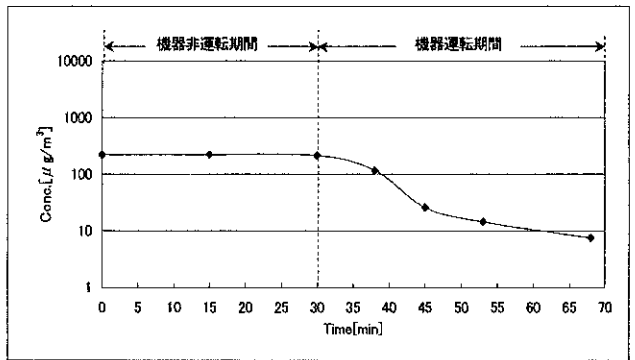


図-3.1.2.100 空気清浄機運転に伴うTetrachloroethylene濃度の経時変化(AC-9)

Tetrachloroethylene(テトラクロロエチレン)

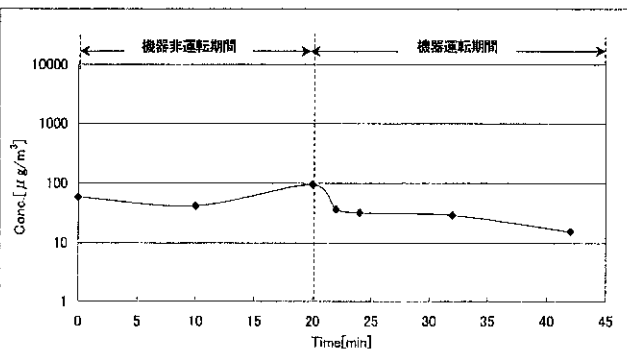


図-3.1.2.97 空気清浄機運転に伴うTetrachloroethylene濃度の経時変化(AC-6)

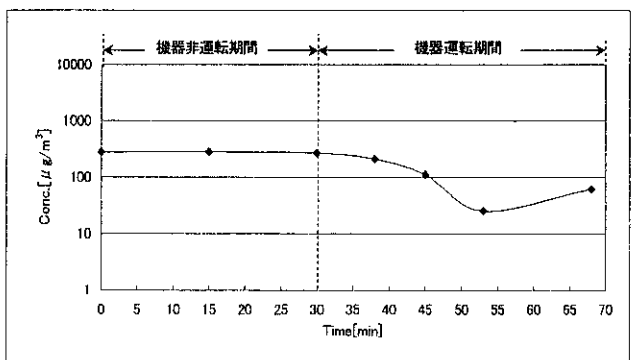


図-3.1.2.101 空気清浄機運転に伴うTetrachloroethylene濃度の経時変化(AC-10)

TVOC (揮発性有機化合物)

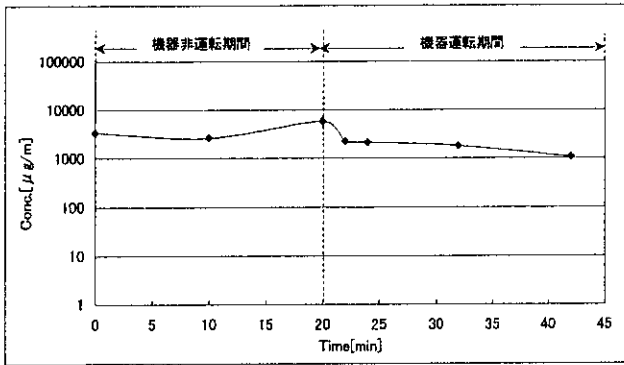


図-3.1.2.102 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-6)

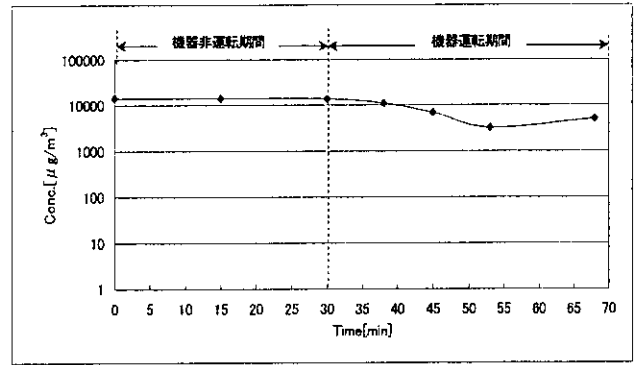


図-3.1.2.106 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-10)

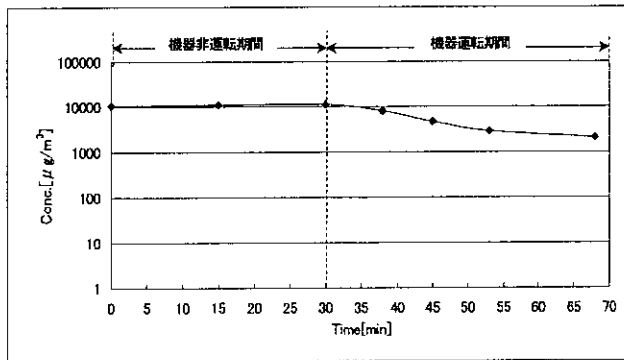


図-3.1.2.103 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-7)

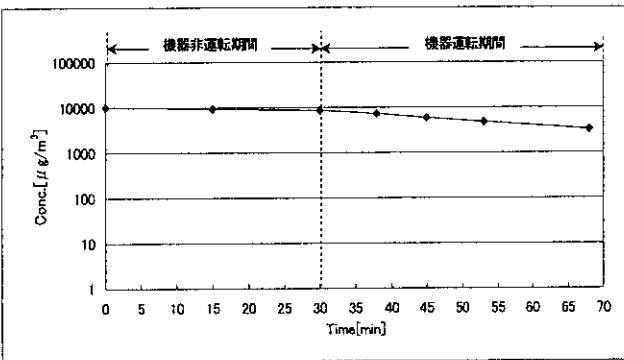


図-3.1.2.104 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-8)

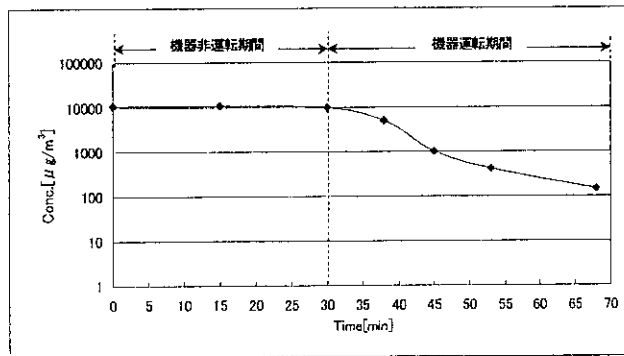


図-3.1.2.105 空気清浄機運転に伴う総VOC濃度の経時変化(AC-9)

2) VOC 成分毎の相当換気量

a) AC-1 ~ 5 の VOC 成分毎の相当換気量(2000 年製)

チェンバー内の濃度測定により求められた家庭用空気清浄機の相当換気量(Q_{eq})を、表 3.1.2.5 ~ 3.1.2.9 と図 3.1.2.107 ~ 3.1.2.111 に示す。

AC-1 の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で 8.36 ~ 26.0 [m^3/h] であった。この機器は、ヘキサン、ヘプタン、オクタン等の脂肪族炭化水素やベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン類(m, p, o-)の芳香族炭化水素に対し高い除去性能を示した。

AC-2 の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で 10.0 ~ 17.4 [m^3/h] であった。

静電集塵式の AC-3 の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で 0.88 ~ 5.76 [m^3/h] であり、ほぼゼロに等しく、VOC 除去性能は、ほとんど期待できない結果となった。

AC-4 の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で 2.04 ~ 15.2 [m^3/h] であった。この機器のフィルタ部には、活性炭等の吸着剤が用いられていないため、他のフィルタ濾過式に比べ小さな除去性能が示されたと考えられる。

AC-5 の相当換気量(Q_{eq})は、平均値で 10.0 ~ 23.8 [m^3/h] であった。

除去方式がフィルタ濾過式の家庭用空気清浄機は、フィルタ部における吸着剤の使用量に依存した VOC 除去性能が期待できるものの、静電集塵式の機器ではこのような除去性能がほとんど期待できない結果となった。

また、AC-1、AC-2、AC-5 については建築基準法、ビル管法における必要換気量(20 ~ 30 [m^3/h])に近い値を示し、これらの空気清浄機は、室内空気環境の改善に寄与できるものと考えられる。

表-3.1.2.5 VOC 成分毎の相当換気量(AC-1)

Classification	Substance	相当換気量 [m^3/h]			
		1回目	2回目	3回目	平均値
Alkanes	Hexane	15.5	17.4	18.2	17.0
	2,4-dimethylpentane	16.6	17.7	19.7	18.0
	Hepthane	15.5	17.8	20.3	17.9
	Octane	16.8	21.5	21.7	20.0
Aromatics	Benzene	17.7	17.8	17.6	17.7
	Toluene	22.6	18.8	19.1	20.1
	Ethylbenzene	21.6	21.2	20.9	21.3
	m-xylene	24.0	19.1	20.9	21.3
	o-xylene	23.0	22.2	31.7	25.6
Halogenes	Dichloromethane	6.95	9.96	8.16	8.36
	Chloroform	13.7	14.5	15.1	14.4
	1,1,1-trichloroethane	14.5	13.2	17.4	15.1
	Carbontetrachloride	13.9	14.0	15.4	14.4
	1,2-dichloroethane	14.9	17.6	13.2	15.2
	Trichloroethylene	15.6	17.8	16.4	16.6
	1,2-dichloropropane	15.5	16.0	18.4	16.7
	Dibromochloromethane	12.7	13.5	19.9	15.4
	Tetrachloroethylene	15.9	18.8	19.2	18.0
Esters	Ethylacetate	9.75	19.0	17.7	15.5
Alcohol	Ethanol	3.02	9.68	14.0	8.92
Aldehyde or Ketones	Acetone	8.31	12.5	7.38	9.39
	Methylethylketone	14.1	16.8	16.3	15.7
	Methylisobuthylketone	23.3	25.8	28.9	26.0
	TVOC	13.8	15.5	15.9	15.1

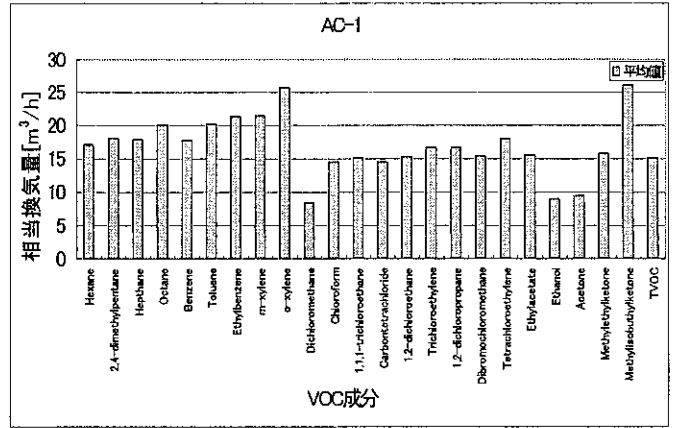


図 3.1.2.107 VOC 成分毎の相当換気量(AC-1)

表-3.1.2.6 VOC 成分毎の相当換気量(AC-2)

Classification	Substance	相当換気量 [m^3/h]			
		1回目	2回目	3回目	平均値
Alkanes	Hexane	16.3	14.7	13.6	14.9
	2,4-dimethylpentane	16.4	13.0	13.0	14.1
	Hepthane	15.8	16.9	12.5	15.0
	Octane	18.3	12.7	14.3	15.1
Aromatics	Benzene	15.2	12.3	11.9	13.1
	Toluene	16.6	8.12	13.4	12.7
	Ethylbenzene	14.7	10.6	15.1	13.5
	m-xylene	16.7	7.01	6.19	10.0
	o-xylene	14.2	14.9	6.05	11.7
Halogenes	Dichloromethane	14.4	9.64	11.6	11.9
	Chloroform	17.2	14.0	13.1	14.7
	1,1,1-trichloroethane	16.0	14.6	11.1	13.9
	Carbontetrachloride	14.8	11.6	8.97	11.8
	1,2-dichloroethane	14.8	14.6	9.41	13.0
	Trichloroethylene	16.8	13.5	4.35	11.6
	1,2-dichloropropane	16.3	15.8	13.1	15.1
	Dibromochloromethane	15.2	15.4	3.33	11.3
	Tetrachloroethylene	13.4	14.7	5.97	11.3
Esters	Ethylacetate	25.1	12.0	15.2	17.4
Alcohol	Ethanol	16.0	14.7	11.6	14.1
Aldehyde or Ketones	Acetone	16.7	4.23	15.9	12.3
	Methylethylketone	12.1	16.1	9.72	12.6
	Methylisobuthylketone	15.3	13.7	17.7	15.6
	TVOC	15.9	15.1	11.5	14.2

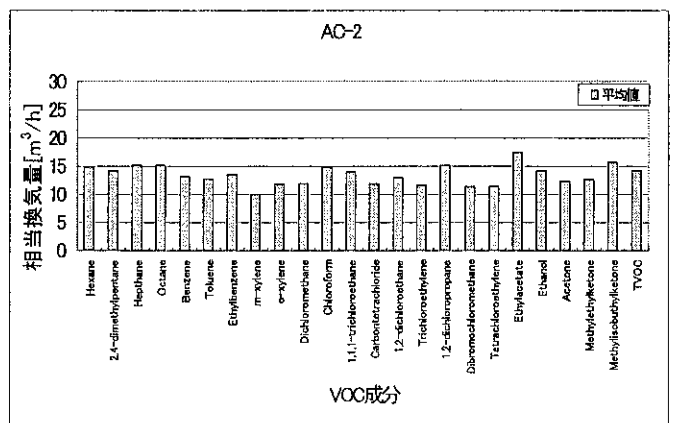


図 3.1.2.108 VOC 成分毎の相当換気量(AC-2)