

Ion Source Temp.: 230°C
Ionize Voltage: 70eV
Ionize Mode: EI
(2) VOC
Column: HP-1、60m × 0.32mm i.d.、1.0 μm thickness
Oven: 40°C (4min) → (5°C/min) → 140°C → (15°C/min) → 240°C hold (1min)
Column Pressure: 15psi (0.3min) → (-11psi/min) → 4psi
Carrier: He、1.0ml/min、splitless
Injection Temp.: 220°C
Outlet Temp.: 260°C
Mass Temp.: 160°C
Ionize Voltage: 70eV
Ionize Mode: EI

C. 研究結果と考察

C-1 プラスチック可塑剤濃度

C-1-1 室内濃度

環境庁が、内分泌かく乱作用を有する疑いがあるとしてリストアップした化学物質の中にはフタル酸エステル 8 物質 (DEP、DnPP、DnBP、DnAP、DnHP、BBP、DcHP、DEHP) 及びアジピン酸エステル 1 物質 (DEHA) が含まれている¹⁾。また、平成 9 年 2 月の大気汚染防止法一部改正の際に環境庁が示した HAPs の中にフタル酸エステル 4 物質 (DMP、DEP、DnBP、DEHP) が含まれている。今回、これらの物質に DnOP を加えた 11 物質について実態調査を行った。

対象住宅は I~N の 6 戸で、いずれも様式は戸建、構造は木造であり、築後経過年数はモデル住宅として 2 年以上経過した I を除いて 6 ヶ月未満であり、居住については L のみが既住居であった。

室内からは図 4 に示したように DMP、DEP、DnPP、DnBP、DEHP 及び DEHA の 6 物質が検出され、中でも DnBP はすべての住宅で厚生省の室内濃度指針値 ($220 \mu\text{g}/\text{m}^3$)³⁾ を越えていた。また、屋外との比較ではそれぞれの中央値を図 5 に

示したが、いずれも屋外に比べて高い値であり、特に DnBP では屋外の約 30 倍の濃度が検出された。I はモデル住宅として竣工後 2 年以上経過しているにも関わらず、各物質とも高濃度であった。このように、室内と屋外との比較から、各物質の室内での高値は住宅自体に要因があると考えられた。

C-1-2 自動車内濃度

図 6 に自動車内の可塑剤濃度を示したが、DMP、DEP、DnPP、DnBP、BBP、DEHP 及び DEHA の 7 物質が検出され、その濃度は一部を除いて屋外を大きく上回る結果であったことから、自動車内の高値は自動車自体に要因があると考えられた。次に室内との比較では、室内で検出されないか或いは低値であった BBP と DEHA が自動車内から検出され、それ以外の可塑剤もほとんど自動車内の方が高い値であった。また、自動車間の比較では、製造から 6 年 3 ヶ月経過した Cc が、検出したすべての物質で Bc を上回り、DMP、DEP、DnPP 及び DEHA では 3 車の中で最も高濃度であった。

C-2 VOCs 濃度

C-2-1 室内濃度

近年、化学物質によるシックハウス症候群や化学物質過敏症など健康に関する問題が指摘されるようになり、厚生省⁴⁾では地方衛生研究所の協力のもと平成 9 年、10 年に全国の一般家屋における実態調査を実施するなど、多くの調査結果が報告されている^{5)~13)}。これらの結果に基づき、厚生省では平成 12 年 6 月にトルエン、キシレン及び p-ジクロロベンゼン等について、また同年 9 月にはエチルベンゼン、スチレン、DnBP 等について室内濃度指針値を策定した^{3,14)}。

今回測定した住宅 14 戸、延べ 20 件の結果を表 4 に、奈良盆地北東部にある当研究所(商業地域)で測定した屋外の結果を表 5 に、また室内、屋外それぞれの比較を表 6 に示した。室内と屋外の中央値を比較した I/O 値では、ベンゼンを除く芳香族炭化水素、アクリロニトリル、

1,3-ブタジエン、塩化エチル及び塩化ビニルモノマーが高い値を示し、発生源が住宅にある可能性が示唆された。中でも芳香族炭化水素のm,p-キシレン、o-キシレン及びスチレンではI/O値が9を越え、発生源が住宅にあることが明らかであった。

I/O値が高く発生源が住宅にあることが示唆された物質の中で、室内の最大値が平均値の10倍を越えた物質はトルエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、4-エチルトルエン、p-ジクロロベンゼン、1,2-ジクロロエタン及びフロン11の7物質であった。この中でp-ジクロロベンゼンを除く6物質について最高濃度を検出した住宅は、いずれも竣工後測定まで1ヶ月前後の新築でBが鉄筋造の集合、K、Mは木造の戸建であった。一方、p-ジクロロベンゼンが $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上を示したC、D、Fはいずれも中古住宅であり、特にC及びFでは厚生省が示した室内濃度指針値($240\mu\text{g}/\text{m}^3$)を越えていた。p-ジクロロベンゼンは多くの報告^{4)~12)}でみられるように、家庭で使用する防虫剤や消臭剤が原因と考えられる。また、トルエン、キシレン、エチルベンゼン及びスチレンについて厚生省が示した室内濃度指針値と比較したとき、トルエンではA、E、K、Mのいずれも築6ヶ月以内の新築住宅で指針値($260\mu\text{g}/\text{m}^3$)を越える値が検出され、同じくスチレンでも新築住宅2戸(A、E)で指針値($225\mu\text{g}/\text{m}^3$)を越える値が検出された。これに対し、キシレン及びエチルベンゼンではいずれも指針値($870\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3,800\mu\text{g}/\text{m}^3$)を下回っていた。

次に、ベンゼン、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの室内濃度を環境基本法で設定された環境基準値と比較すると、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンはいずれも基準値を下回ったが、ベンゼンではE、F、I-3、J-3及びMが基準値($3\mu\text{g}/\text{m}^3$)を越えていた。ベンゼンについてはI/O値も1.7と1を越え、発生源が室内に存在する可能性もあるが、

他の芳香族炭化水素のI/O値に比べてはるかに小さい値であり、外気からの寄与も大きいと考えられる。

全国調査⁴⁾との比較では、トルエン、エチルベンゼン、m,p-キシレン、o-キシレン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼンの平均値が全国調査を上回った。これらの物質は住宅建設の際、塗装工事、内装工事、断熱・防露・防音工事等ほとんどの工程で使用されており⁶⁾、しかも今回これらの物質が高濃度であった住宅はいずれも築1ヶ月前後で、全国調査に比べて築後年数の短い住宅が多かったために、全国平均を上回ったと考えられる。なお、ベンゼンは全国平均($7.2\mu\text{g}/\text{m}^3$)を下回った。また、WHOにおいて空気質ガイドライン値が示されているトルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、ジクロロメタン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン及びテトラクロロエチレンと比較すると、平均値ではトルエンだけがガイドライン値($260\mu\text{g}/\text{m}^3$)を上回っていた。また、スチレン及びクロロホルムでガイドライン値を越える事例がみられた。

室内における平均濃度の大きかった上位10物質について、築後6ヶ月未満の新築住宅とそれ以上の中古住宅を比較した(図7)。その結果p-ジクロロベンゼンを除くすべての物質で新築住宅の方が明らかに高濃度であった。その他、様式(集合、戸建)、構造(鉄骨・鉄筋、木造)、部屋の用途等での比較は例数が少なく困難であった。

塗装工程で使用されるキシレン溶剤やガソリン燃料車排ガス中には、エチルベンゼン、o,m,p-キシレンのC8芳香族が含まれており、これら化合物が環境でも同様の挙動を示すことが知られている¹⁵⁾。そこで今回、これらC8芳香族に同じ炭素数のスチレンと、溶剤としてよく使用されるトルエンを加えた5物質について、室内及び屋外での物質間の相関を調べた。結果を表7に示したが、相関係数0.6以上の高い相関を示したのは、室内ではエチルベンゼン

と m, p-キシレン、m, p-キシレンとスチレン、m, p-キシレンと o-キシレン、屋外ではエチルベンゼンと m, p-キシレン、エチルベンゼンと o-キシレン、m, p-キシレンとスチレン、m, p-キシレンと o-キシレン、スチレンと o-キシレンであった。内山ら⁵⁾は、エチルベンゼンとキシレンについては高い相関があるが、スチレンでは相関性はないと報告している。今回、室内でスチレンがキシレンと高い相関を示した原因としては、キシレン系の溶剤と同時にスチレンが溶剤等として使用され、しかもスチレンが高濃度検出された住宅はいずれも築後1ヶ月前後であることから、使用された溶剤等が充分揮散しない時点で測定したことが考えられる。

今回、3戸の住宅(F、I、J)について経日変化を調べたが、夏季に測定した2回目の値が11月に測定した3回目の値より低い物質も多く、時間とともに減衰していくなどの傾向はみられなかった。

C・2・2 自動車内濃度

車内濃度及び屋外との比(I/O値)を表8に示した。I/O値が1より大きければ車内に発生源のある可能性が考えられるが、中でもI/O値が10を越えたものはエチルベンゼン、m, p-キシレン、o-キシレン、スチレン、1, 3, 5-トリメチルベンゼン、1, 2, 4-トリメチルベンゼン、4-エチルトルエン、p-ジクロロベンゼン、アクリロニトリル及び1, 2-ジクロロエタンの10物質であり、Acではこれら10物質すべてがI/O値10以上であった。これに対しBcでは1, 3, 5-トリメチルベンゼン、1, 2, 4-トリメチルベンゼン及び1, 2-ジクロロエタンの3物質が、Ccではアクリロニトリル及び1, 2-ジクロロエタンの2物質がそれぞれI/O値が10を越えていた。特にAcで検出されたアクリロニトリルは、室内で検出された最高値のさらに約9倍の濃度であった。

今回の測定結果を、吉田らがワンボックス型車を用いて測定した納車翌日の結果¹⁶⁾と比べ

たとき、Acでは製造から1年近く経過しているにも関わらず、p-ジクロロベンゼン及び1, 2-ジクロロエタンが高濃度で検出された。

自動車間の比較では、プラスチック可塑剤と異なり、ほとんどの物質の濃度がAc、Bc、Ccの順に低下し、製造年月の順と一致した。

D. 結論

今回、住宅及び自動車内空気中のプラスチック可塑剤及びVOCs濃度を測定し、屋外の一般環境大気中濃度と比較した。その結果、プラスチック可塑剤では室内からDMP、DEP、DnPP、DnBP、DEHP及びDEHAが検出され、中でもDMP、DnBP、DEHPが屋外に比べて高い濃度で検出された。車ではDMP、DEP、DnPP、DnBP、BBP、DEHP及びDEHAがいずれかの車から検出され、室内との比較ではほとんど自動車内の方が高濃度であった。

次に、VOCsでは室内からベンゼンを除く芳香族炭化水素、p-ジクロロベンゼン、ジクロロメタン、1, 2-ジクロロエタン及びフロン11が高濃度で検出され、中でもスチレン、1, 3, 5-トリメチルベンゼン、1, 2, 4-トリメチルベンゼン、4-エチルベンゼンではI/O値が100を越えた。厚生省が示した室内濃度指針値と比較したとき、キシレン及びエチルベンゼンではいずれの住宅も指針値を下回っていたが、トルエンでは4戸の新築住宅が、スチレンでは同じく2戸の新築住宅が、p-ジクロロベンゼンでは2戸の中古住宅が指針値を越えていた。また、環境基本法で設定された環境基準値と比較したとき、トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンはいずれも下回っていたが、ベンゼンでは5戸が基準値を越えていた。この原因としてI/O値(1.7)だけからみれば、室内に発生源が存在することも考えられるが、中古住宅からも検出されており、外気からの寄与が大きいと考えられる。今回は特に竣工直後の新築住宅を中心に、建材や施工材に使用されたVOCsが充分揮散しない状態を知ることを目的の一つとし

て測定したため、多くの VOCs が高濃度で検出された。

一方、車内からはエチルベンゼンなど 10 物質が、I/O 値 10 以上の高濃度で検出され、特に、製造後 1 年近く経過した国産高級乗用車 Ac から多くの物質が高い濃度で検出された。

E. 参考文献

- 1) 環境庁：外因性内分泌攪乱化学物質問題への環境庁の対応方針について(1998)
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル(平成 9 年 2 月)
- 3) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室：室内空気汚染に係るガイドライン案について(2000. 9. 25)
- 4) 安藤正典：平成 9、10 年度暴露評価研究揮発性有機化合物の全国実態調査報告 (1999)
- 5) 内山茂久ら：千葉市環境保健研究所年報、5、89～96 (1998)
- 6) 内山茂久ら：千葉市環境保健研究所年報、5、97～103 (1998)
- 7) 八木正博ら：尼崎市立衛生研究所報、25、29～46 (1998)
- 8) 斉藤育江ら：東京都立衛生研究所年報、49、225～231 (1998)
- 9) 斉藤育江ら：東京都立衛生研究所年報、50、235～239 (1999)
- 10) 鈴木行夫：神戸市環境保健研究所報、28、47～55 (2000)
- 11) 寺倉宏美ら：滋賀県衛生環境センター所報、35、61～63 (2000)
- 12) 青柳由美子ら：新潟県保健環境科学研究所年報、15、119～125 (2000)
- 13) 近藤文雄ら：愛知県衛生研究所報、50、7～12 (2000)
- 14) 厚生省生活衛生局長：生衛発第 1093 号、平成 12 年 6 月 30 日
- 15) 田中敏之：資源と環境、5(1)、27～35 (1996)
- 16) 吉田利明ら：平成 12 年度室内環境学会総会講演集、3(2)、52～55 (2000)

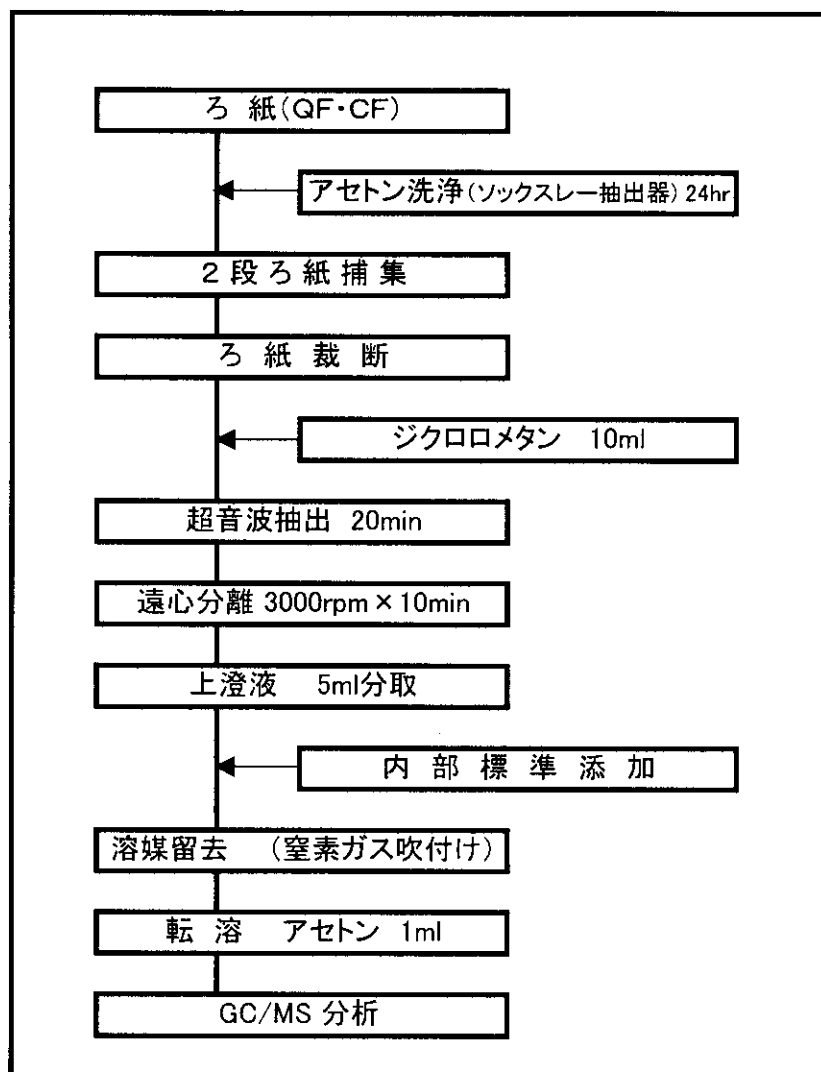


図1 可塑剤の分析フローチャート

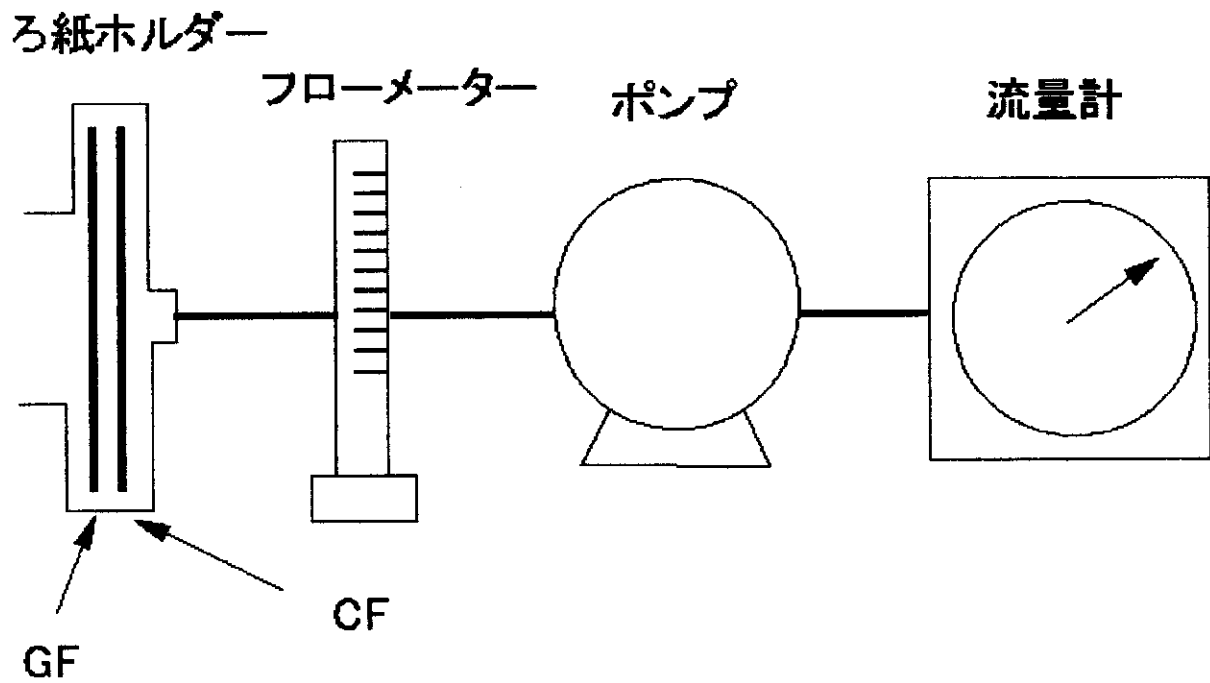


図2 可塑剤捕集装置

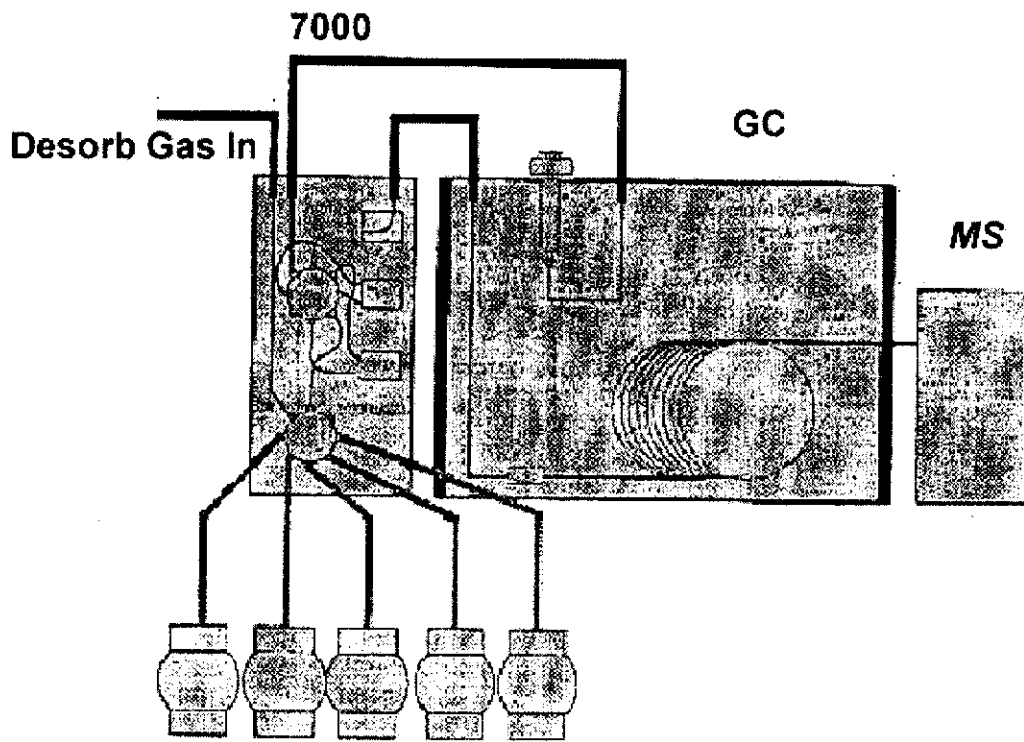
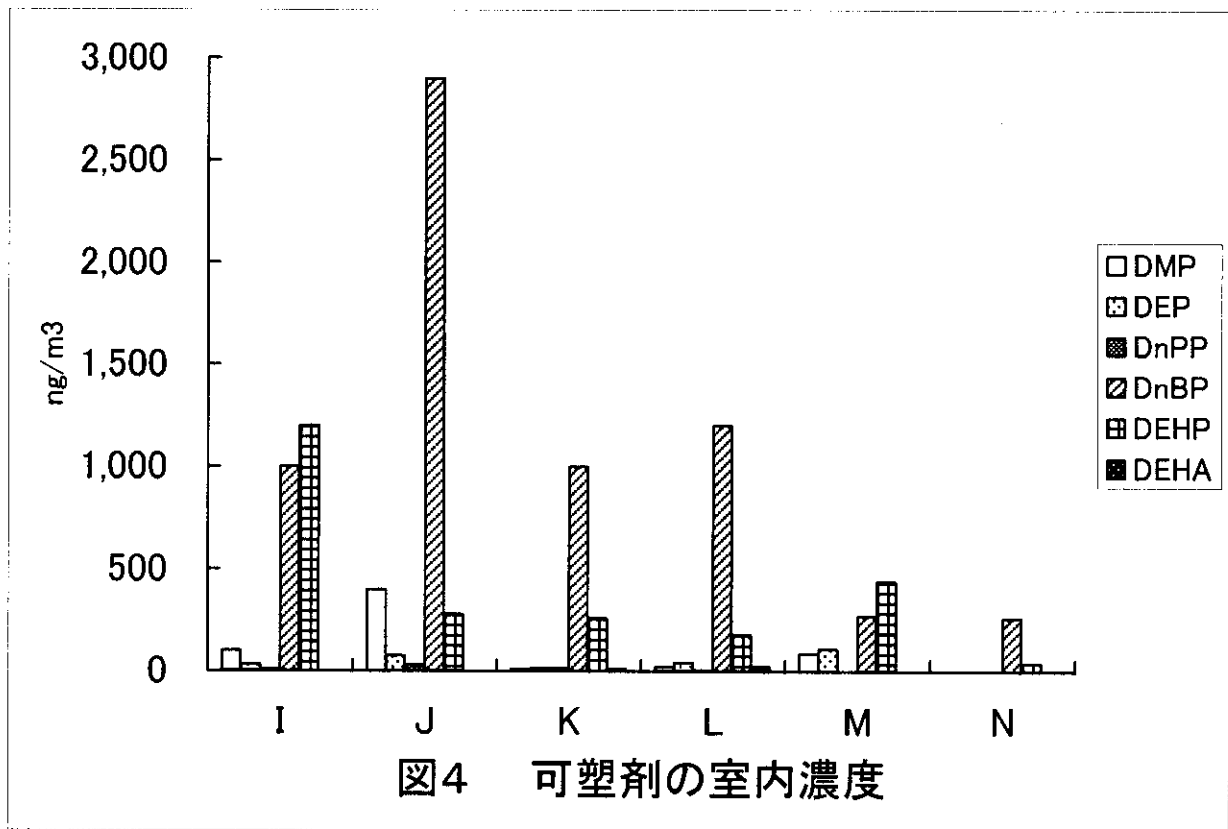
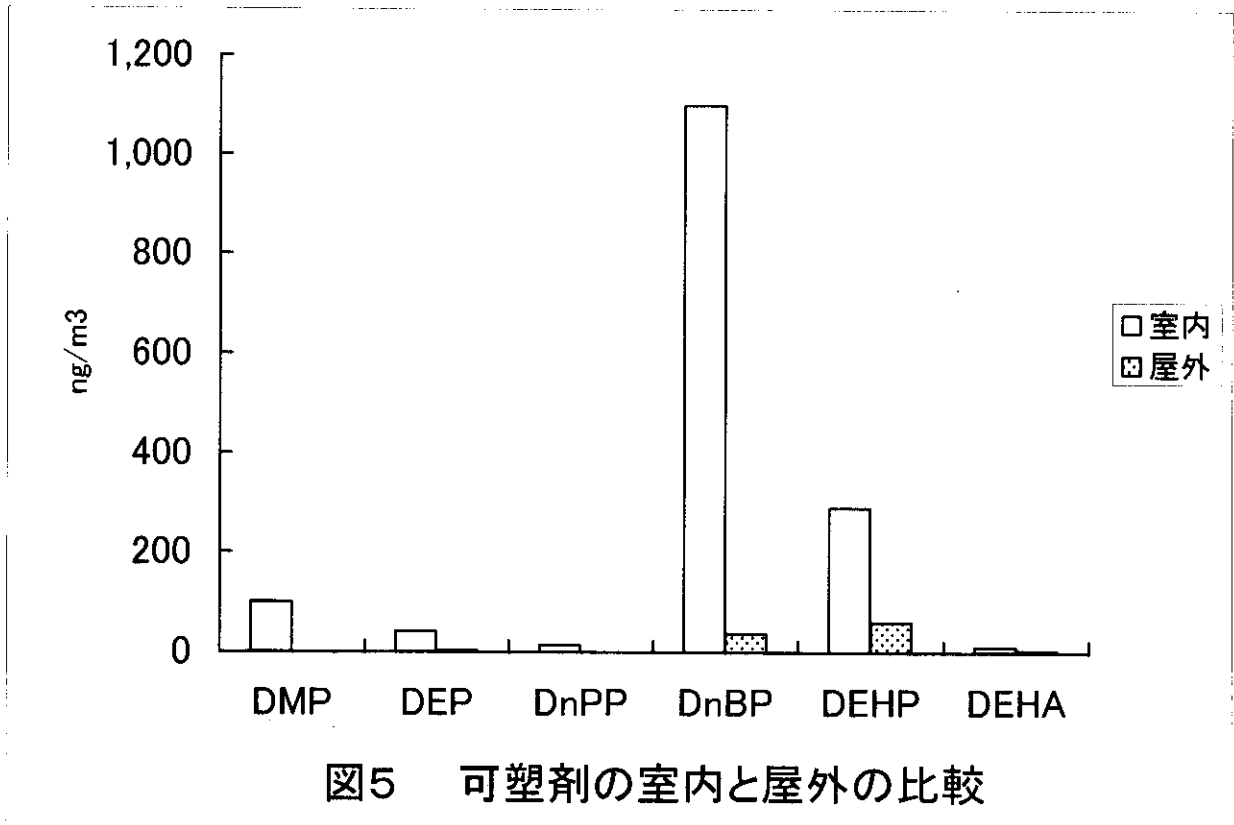
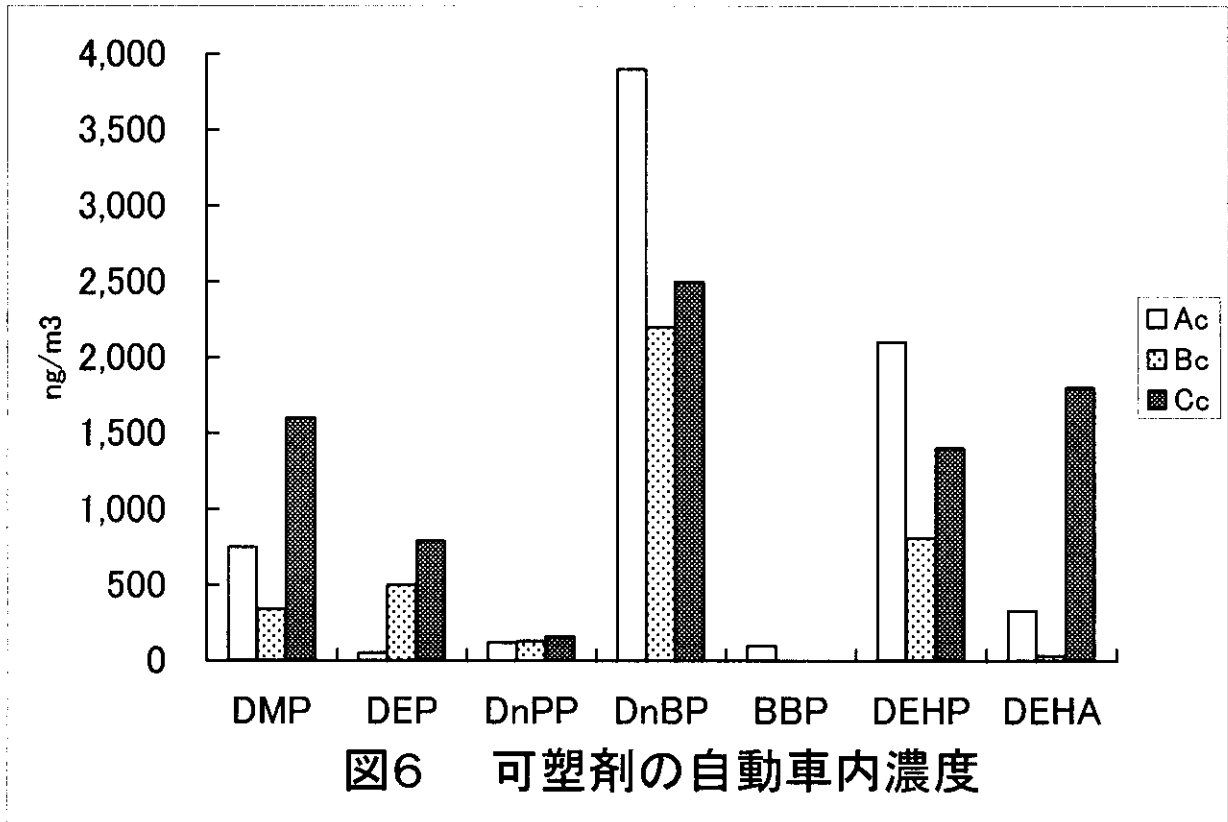


図3 VOC測定システム







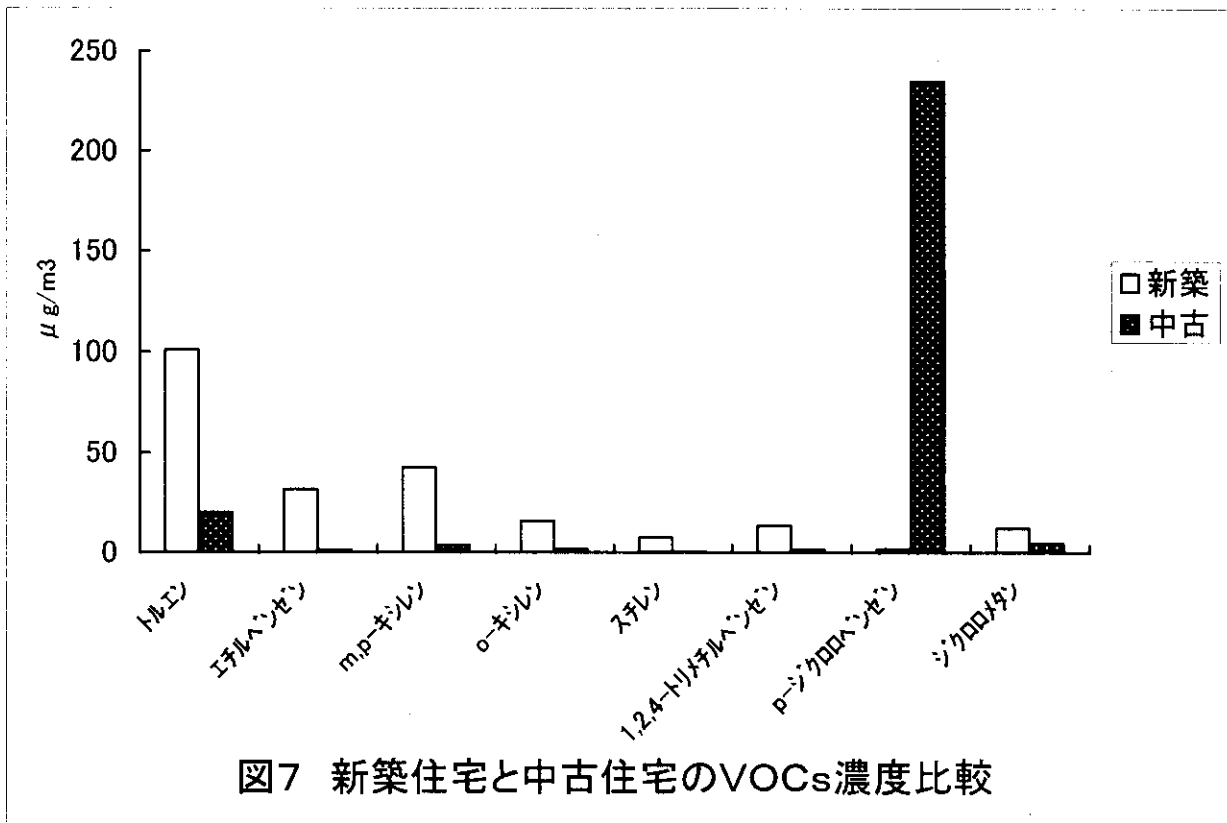


表1 測定対象住宅の様式・構造等

	試料採取日	築年数	様式	構造	居住者	部屋の用途
A	4/19 ~ 4/20	0.1	集合	軽量鉄骨造	無	洋室
B	4/19 ~ 4/20	0.1	集合	鉄筋4階建	無	洋室
C	5/16 ~ 5/17	25	戸建	木造	有	洋室
D	5/18 ~ 5/19	26	戸建	木造	有	洋室
E	6/7 ~ 6/8	0.1	集合	木造	無	LDK
F-1	6/3 ~ 6/4	0.8	戸建	木造	有	和室
F-2	8/22 ~ 8/23	1				
F-3	11/7 ~ 11/8	1.3				
G	6/3 ~ 6/4	0.1	戸建	木造	無	LDK
H	6/3 ~ 6/4	0.1	集合	軽量鉄骨造	無	洋室
I-1	9/4 ~ 9/5	2.3	戸建	木造	無	LDK
I-2	9/19 ~ 9/20	2.3				
I-3	11/1 ~ 11/2	2.5				
J-1	9/4 ~ 9/5	0.3	戸建	木造	無	LDK
J-2	9/19 ~ 9/20	0.3				
J-3	11/1 ~ 11/2	0.6				
K	10/12 ~ 10/13	0.1	戸建	木造	無	LDK
L	11/9 ~ 11/10	0.5	戸建	木造	有	LDK
M	12/7 ~ 12/8	0.1	戸建	木造	無	LDK
N	12/7 ~ 12/8	0.1	戸建	木造	無	LDK

表2 則定対象自動車

	Ac	Bc	Cc
タイプ	セダン	ステーションワゴン	セダン
排気量(cc)	2,500	1,800	2,000
製造年月	'99.11	'99.9	'94.7
測定日	00.10.11		
車内温度(°C)	50.2(24~58)	38.6(24~43)	43.0(28~46)
車内湿度(%)	17.4(14~35)	29.6(22~62)	26.5(22~54)
捕集空気量(m ³)	3.62	3.54	3.78

表3 調査対象プラスチック可塑剤

物質名	略称	分子量	外観等	融点 (°C)	沸点 (°C)	生産量 (t/y)
フタル酸ジメチル	DMP	194.19	無色油状液体	0	282	1,500 ('95)
フタル酸ジエチル	DEP	222.24	無色油状液体	-40	295	700 ('95)
フタル酸ジ n -プロピル	D n PP	250.29	無色油状液体	<25	304	(国内)0 ('95)
フタル酸ジ n -ブチル	D n BP	278.35	無色油状液体	-35	340	17,631 ('97)
フタル酸ジ n -アミル	D n AP	306.44	無色油状液体	-55	342	(国内)0 ('95)
フタル酸ジ n -ヘキシル	D n HP	334.50	無色油状液体	-58	350	(国内)0 ('95)
フタル酸ブチルベンジル	BBP	312.37	無色油状液体	-35	370	3,000 ('95)
フタル酸ジシクロヘキシル	DcHP	330.42	白色結晶性粉末	61	340	100 ('95)
フタル酸ジエチルヘキシル	DEHP	390.56	無色油状液体	-55	386	480,903 ('97)
フタル酸ジ n -オクチル	D n OP	390.56	無色油状液体	-25		
アジピン酸ジエチルヘキシル	DEHA	370.22	無色油状液体	-65	417	25,400 ('95)

表4-1 VOCsの室内濃度

		(μg/m ³)											
分類	No	物質名	A	B	C	D	E	F-1	F-2	F-3	G	H	
芳香族炭化水素	C ₆	1	ベンゼン	1.7	1.7	2.0	1.2	3.4	3.2	3.5	9.2	3.0	2.5
	C ₇	2	トルエン	410	190	21	7.2	730	34	12	57	110	39
	C ₈	3	エチルベンゼン	200	140	1.4	1.1	0.005	0.005	1.0	4.5	63	15
		4	m,p-キシレン	130	88	1.7	2.0	180	4.8	2.3	6.1	51	21
		5	o-キシレン	41	185	0.67	0.94	87	2.1	0.93	2.1	18	11
	C ₉	6	スチレン	230	48	0.16	0.26	280	2.7	0.29	1.4	150	47
		7	1,3,5-トリメチルベンゼン	52	480	0.31	0.52	24	0.98	0.40	0.88	1.6	0.48
		8	1,2,4-トリメチルベンゼン	250	2300	1.3	1.7	110	3.3	1.1	3.3	6.6	2.0
		9	4-エチルトルエン	30	830	0.42	0.90	37	1.1	2.6	2.0	3.0	0.9
芳香族ハロゲン化合物	C ₈	10	クロロベンゼン	0.65	0.29	0.096	0.066	0.20	1.1	0.28	0.086	0.035	0.050
		11	o-ジクロロベンゼン	0.045	0.092	0.075	0.023	0.079	0.32	0.33	0.15	0.048	0.068
		12	m-ジクロロベンゼン	0.007	0.007	1.9	0.038	0.036	0.043	0.31	0.007	0.007	0.007
		13	p-ジクロロベンゼン	1.5	1.3	300	11	2.8	1300	170	350	2.5	9.6
		14	1,2,4-トリクロロベンゼン	0.028	0.028	0.028	0.028	0.23	0.16	0.41	0.081	0.028	0.028
脂肪族炭化水素	C ₅	15	アクリロニトリル	0.059	0.18	0.11	0.053	0.012	0.11	0.34	0.39	0.47	0.98
		16	1,3-ブタジエン	0.40	1.9	0.080	0.035	0.005	0.68	0.27	4.6	0.011	0.043
脂肪族ハロゲン化合物	C ₁	17	ジクロロメタン	240	200	3.9	2.8	200	5.7	5.3	11	45	4.3
		18	クロロホルム	2900	0.82	0.85	0.23	0.58	1.4	0.22	2.3	0.20	0.35
		19	四塩化炭素	0.16	0.26	0.25	0.23	0.46	0.40	1.1	0.79	0.34	0.59
		20	臭化メチル	0.23	0.30	0.014	0.014	0.13	0.14	0.25	0.068	0.099	1.4
	C ₂	21	塩化エチル	0.012	0.012	0.012	0.012	0.113	0.012	0.012	0.093	0.036	0.16
		22	塩化ビニルモノマー	0.016	0.091	0.022	0.006	0.037	0.016	0.14	0.093	0.070	0.14
		23	1,1-ジクロロエタン	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.26	0.012	0.012	0.012
		24	1,2-ジクロロエタン	0.074	0.69	0.12	0.094	0.12	0.068	0.084	0.28	0.52	0.12
		25	1,1-ジクロロエテン	0.015	2.3	0.015	0.015	0.015	0.015	0.18	0.015	0.015	0.015
		26	cis-1,2-ジクロロエテン	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.16	0.014	0.014	0.014
		27	1,1,1-トリクロロエタン	0.016	0.075	0.15	0.11	0.22	0.25	0.48	0.39	0.18	0.29
		28	1,1,2-トリクロロエタン	0.019	0.019	0.24	0.019	0.38	0.019	0.32	0.019	0.040	0.019
		29	トリクロロエチレン	0.44	0.32	1.0	0.50	0.70	1.2	1.6	3.4	1.2	1.4
		30	テトラクロロエチレン	0.26	0.58	0.58	0.56	0.42	0.50	0.81	2.5	0.57	0.60
		31	1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.44	0.023	0.007	0.018	1.2	0.055	0.42	0.007	0.034	0.041
		32	1,2-ジブromoエタン	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.43	0.007	0.007	0.007
	C ₃	33	1,2-ジクロロプロパン	0.013	0.013	0.057	0.028	0.013	0.013	0.21	0.095	0.075	0.10
		34	cis-1,3-ジクロロプロペン	0.005	0.005	0.005	0.005	0.019	0.005	0.15	0.005	0.033	0.005
		35	trans-1,3-ジクロロプロペン	0.007	0.007	0.023	0.007	0.061	0.007	0.14	0.007	0.15	0.028
C ₄	36	ヘキサクロロブタジエン	0.065	0.065	0.065	0.065	0.188	0.065	0.57	0.065	0.065	0.065	
フロン類	C ₁	37	フロン11	1.1	230	1.9	2.7	0.026	0.026	0.94	6.4	1.2	1.7
		38	フロン12	1.9	2.7	4.1	3.5	2.0	3.3	2.1	9.8	2.8	3.5
		39	フロン113	0.017	0.12	0.20	0.23	0.25	0.52	0.77	0.73	0.28	0.49
		40	フロン114	0.038	0.038	0.12	0.18	0.077	0.30	0.44	0.16	0.098	0.11

表4-2 VOCsの室内濃度

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

分類	No	物質名	I-1	I-2	I-3	J-1	J-2	J-3	K	L	M	N
芳香族炭化水素	C ₆	1 ベンゼン	0.61	1.9	4.5	1.1	1.9	7.3	1.2	2.9	6.1	1.5
	C ₇	2 トルエン	42	25	38	92	42	110	730	19	3700	79
	C ₈	3 エチルベンゼン	5.5	4.6	4.0	170	47	120	16	3.6	100	2.0
		4 m,p-キシレン	3.1	5.4	4.6	56	34	93	18	9.1	79	1.8
		5 o-キシレン	2.9	2.2	1.8	32	13	34	7.6	3.5	23	0.50
		6 スチレン	1.2	1.0	0.8	4.9	1.9	6.0	29	0.45	8.8	0.80
	C ₉	7 1,3,5-トリメチルベンゼン	0.24	0.37	0.29	5.5	6.8	13	0.033	0.83	11	0.16
		8 1,2,4-トリメチルベンゼン	1.1	1.4	1.2	20	24	41	1.7	0.56	42	0.54
		9 4-エチルトルエン	0.46	0.62	0.47	8.7	9.0	16	0.67	1.3	6.7	0.36
芳香族ハロゲン化合物	C ₆	10 クロロベンゼン	0.020	0.065	0.049	0.079	0.042	1.3	0.018	0.51	0.32	0.013
	11 o-ジクロロベンゼン	0.009	0.17	0.009	0.048	0.059	0.041	0.048	0.009	0.019	0.028	
	12 m-ジクロロベンゼン	0.007	0.13	0.007	0.007	0.042	0.007	0.017	0.007	0.007	0.007	
	13 p-ジクロロベンゼン	1.6	1.9	1.8	2.6	1.6	3.5	1.3	0.27	0.27	0.34	
	14 1,2,4-トリクロロベンゼン	0.028	0.68	0.028	0.073	0.072	0.028	0.108	0.058	0.028	0.028	
脂肪族炭化水素	15 アクリロニトリル	0.011	0.25	0.28	0.28	0.38	0.94	0.18	0.12	0.012	0.22	
	16 1,3-ブタジエン	0.28	0.16	1.2	0.059	0.17	2.0	0.22	0.087	0.48	0.43	
脂肪族ハロゲン化合物	C ₁	17 ジクロロメタン	0.41	1.2	6.9	14	11	13	7.5	0.2	25	0.048
		18 クロロホルム	0.36	0.21	0.50	0.63	0.27	0.63	10	0.19	0.16	0.098
		19 四塩化炭素	0.65	0.41	0.68	0.61	0.38	0.75	0.69	0.83	0.31	1.4
		20 臭化メチル	0.014	0.014	0.73	0.089	0.014	0.080	0.053	0.014	0.014	0.18
	C ₂	21 塩化エチル	0.084	0.028	0.13	0.059	0.048	0.14	0.26	0.012	0.066	0.012
		22 塩化ビニルモノマー	0.012	0.009	0.170	0.008	0.006	0.149	0.067	0.012	0.26	0.010
		23 1,1-ジクロロエタン	0.012	0.012	0.012	0.012	0.029	0.012	0.037	0.055	0.012	0.012
		24 1,2-ジクロロエタン	0.031	0.066	0.22	0.075	0.073	0.31	13	0.075	1.1	0.037
		25 1,1-ジクロロエテン	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
		26 cis-1,2-ジクロロエテン	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.068	0.014	0.014	0.014
		27 1,1,1-トリクロロエタン	0.26	0.20	0.25	0.24	0.18	0.28	0.27	0.29	0.12	0.50
		28 1,1,2-トリクロロエタン	0.048	0.059	0.019	0.019	0.042	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		29 トリクロロエチレン	0.076	0.48	1.4	0.20	0.33	1.5	0.57	0.27	0.19	0.13
		30 テトラクロロエチレン	0.16	0.29	0.89	0.34	0.31	0.92	0.20	0.15	0.13	0.14
		31 1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.007	0.071	0.007	0.007	0.35	0.007	0.052	0.28	0.050	0.007
		32 1,2-ジプロモエタン	0.015	0.058	0.007	0.013	0.036	0.007	0.014	0.019	0.007	0.007
	C ₃	33 1,2-ジクロロプロパン	0.013	0.043	0.050	0.044	0.047	0.082	0.081	0.013	0.125	0.013
		34 cis-1,3-ジクロロプロパン	0.005	0.012	0.005	0.005	0.015	0.016	0.005	0.027	0.005	0.005
		35 trans-1,3-ジクロロプロパン	0.023	0.018	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.029	0.007
	C ₄	36 ヘキサクロロブタジエン	0.065	0.244	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
フロン類	37 フロン11	1.6	1.0	1.7	1.5	0.9	1.9	1.6	2.6	0.8	3.3	
	38 フロン12	3.2	2.3	3.5	3.0	1.9	3.8	3.0	4.6	1.4	16	
	39 フロン113	0.63	0.56	0.61	0.69	0.52	0.70	0.85	0.90	0.24	1.3	
	40 フロン114	0.15	0.12	0.12	0.21	0.15	0.16	0.14	0.36	0.04	0.25	

表5 VOCsの屋外濃度

			($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
分類	No	物質名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
芳香族炭化水素	C ₆	1 ベンゼン	2.1	1.6	1.6	1.1	1.1	1.4	1.9	1.9	2.8	
	C ₇	2 トルエン	20	7.5	19	12	6.3	7.3	7.7	23	1.8	
	C ₈	3 エチルベンゼン	1.0	1.3	0.005	2.1	0.28	0.90	0.85	1.2	1.0	
		4 m,p-キシレン	1.2	1.4	3.5	1.5	0.7	0.7	1.2	1.9	1.6	
		5 o-キシレン	0.48	0.54	1.34	0.63	0.24	0.57	0.49	0.62	0.56	
	C ₉	6 スチレン	0.003	0.32	0.66	0.11	0.06	0.24	0.34	0.23	0.29	
		7 1,3,5-トリメチルベンゼン	0.16	0.26	0.59	0.15	0.07	0.28	0.16	0.30	0.32	
		8 1,2,4-トリメチルベンゼン	0.66	0.57	1.52	0.53	0.29	0.65	0.61	0.59	0.95	
			9 4-エチルトルエン	0.84	0.40	0.88	0.24	0.51	0.34	0.19	0.34	0.38
芳香族ハロゲン化合物	C ₆	10 クロロベンゼン	0.002	0.153	0.16	0.099	0.008	0.24	0.014	0.27	0.029	
		11 o-ジクロロベンゼン	0.009	0.27	0.35	0.15	0.020	0.32	0.029	0.36	0.021	
		12 m-ジクロロベンゼン	0.007	0.28	0.23	0.12	0.016	0.30	0.007	0.36	0.007	
		13 p-ジクロロベンゼン	0.68	2.9	9.3	1.6	0.8	1.3	0.783	2.5	0.85	
		14 1,2,4-トリクロロベンゼン	0.028	1.1	1.0	0.50	0.061	0.60	0.028	0.68	0.028	
脂肪族化合物		15 アクリロニトリル	0.030	0.044	0.048	0.29	0.061	0.082	0.039	0.028	0.051	
		16 1,3-ブタジエン	0.57	0.065	0.005	0.061	0.076	0.017	0.36	0.51	0.98	
脂肪族ハロゲン化合物	C ₁	17 ジクロロメタン	5.9	1.6	3.5	3.4	2.3	1.4	0.7	3.6	5.7	
		18 クロロホルム	0.87	0.16	0.12	0.21	0.20	0.38	0.18	0.17	0.19	
		19 四塩化炭素	0.83	0.30	0.58	0.66	0.55	0.93	0.51	1.3	1.1	
		20 臭化メチル	0.68	0.014	0.014	0.014	0.014	0.269	0.037	0.28	0.10	
	C ₂	21 塩化エチル	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.160	0.012	0.176	0.012	
		22 塩化ビニルモノマー	0.050	0.006	0.006	0.12	0.003	0.003	0.009	0.009	0.012	
		23 1,1-ジクロロエタン	0.012	0.051	0.012	0.075	0.012	0.255	0.012	0.31	0.012	
		24 1,2-ジクロロエタン	0.094	0.12	0.053	0.054	0.007	0.043	0.053	0.043	0.045	
		25 1,1-ジクロロエテン	0.015	0.099	0.015	0.047	0.015	0.21	0.015	0.27	0.015	
		26 cis-1,2-ジクロロエテン	0.014	0.068	0.014	0.043	0.014	0.17	0.014	0.22	0.014	
		27 1,1,1-トリクロロエタン	0.29	0.32	0.22	0.38	0.16	0.55	0.19	0.92	0.43	
		28 1,1,2-トリクロロエタン	0.019	0.083	0.054	0.019	0.019	0.32	0.019	0.34	0.02	
		29 トリクロロエチレン	0.68	0.28	1.2	0.74	0.45	0.25	0.14	0.25	0.14	
		30 テトラクロロエチレン	1.1	0.44	0.79	0.36	0.16	0.18	0.30	0.41	0.25	
		31 1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.007	0.22	0.11	0.071	0.007	0.43	0.007	0.17	0.007	
		32 1,2-ジブロモエタン	0.007	0.40	0.007	0.087	0.007	0.34	0.007	0.54	0.007	
		C ₃	33 1,2-ジクロロプロパン	0.013	0.14	0.013	0.110	0.013	0.27	0.013	0.33	0.026
			34 cis-1,3-ジクロロプロペン	0.005	0.10	0.043	0.041	0.005	0.16	0.005	0.17	0.005
			35 trans-1,3-ジクロロプロペン	0.007	0.098	0.047	0.036	0.007	0.15	0.007	0.18	0.007
		C ₄	36 ヘキサクロロブタジエン	0.065	1.5	0.67	0.23	0.065	0.66	0.065	1.1	0.065
フロン類		37 フロン11	2.9	1.7	0.026	1.4	2.1	1.9	1.3	2.2	2.8	
		38 フロン12	6.3	2.6	4.0	2.5	2.0	3.0	2.7	3.7	6.8	
		39 フロン113	1.1	0.50	1.7	0.85	0.50	1.4	0.68	1.4	1.2	
		40 フロン114	0.038	0.26	0.15	0.22	0.04	0.45	0.09	0.66	0.22	

表6 室内と屋外のVOCs濃度の比較

(μg/m³)

分類	No	物質名	有害	室内		屋外		I/O値 (中央値)		
				平均値	中央値	平均値	中央値			
芳香族炭化水素	C ₆	1	ベンゼン	◎	3.0	2.3	1.7	1.6	1.4	
	C ₇	2	トルエン	○	320	50	12	7.7	6.4	
	C ₈	3	エチルベンゼン	○	45	5.1	0.95	0.99	5.1	
		4	m,p-キシレン	○	40	14	1.5	1.4	9.6	
		5	o-キシレン	○	23	5.6	0.60	0.56	9.9	
	C ₉	6	スチレン	○	41	2.3	0.25	0.24	9.6	
		7	1,3,5-トリメチルベンゼン	○	30	0.86	0.26	0.26	3.3	
		8	1,2,4-トリメチルベンゼン	○	140	2.7	0.71	0.61	4.3	
		9	4-エチルトルエン		48	1.7	0.45	0.34	4.9	
芳香族ハロゲン化合物	C ₆	10	クロロベンゼン	○	0.26	0.083	0.11	0.099	0.83	
		11	o-ジクロロベンゼン	○	0.083	0.048	0.17	0.15	0.32	
		12	m-ジクロロベンゼン		0.13	0.007	0.15	0.12	0.058	
		13	p-ジクロロベンゼン	○	110	2.2	2.3	1.3	1.7	
		14	1,2,4-トリクロロベンゼン	○	0.11	0.028	0.45	0.50	0.056	
脂肪族化合物		15	アクリロニトリル	◎	0.27	0.20	0.075	0.048	4.2	
		16	1,3-ブタジエン	◎	0.66	0.25	0.29	0.076	3.2	
脂肪族ハロゲン化合物	C ₁	17	ジクロロメタン	◎	40	7.2	3.1	3.4	2.1	
			15	アクリロニトリル	◎	0.27	0.20	0.075	0.048	4.2
			16	1,3-ブタジエン	◎	0.66	0.25	0.29	0.076	3.2
			18	クロロホルム	◎	1.1	0.43	0.28	0.19	2.3
			19	四塩化炭素	○	0.56	0.53	0.75	0.66	0.80
	C ₂	20	臭化メチル		0.19	0.085	0.16	0.037	2.3	
		21	塩化エチル		0.066	0.042	0.047	0.012	3.5	
			22	塩化ビニルモノマー	◎	0.067	0.030	0.024	0.009	3.3
			23	1,1-ジクロロエタン	○	0.029	0.012	0.084	0.012	1.0
			24	1,2-ジクロロエタン		0.86	0.11	0.057	0.053	2.0
			25	1,1-ジクロロエテン	○	0.14	0.015	0.078	0.015	1.0
			26	cis1,2-ジクロロエテン	○	0.021	0.014	0.063	0.014	1.0
			27	1,1,1-トリクロロエタン	○	0.24	0.25	0.38	0.32	0.77
			28	1,1,2-トリクロロエタン	○	0.069	0.019	0.099	0.019	1.0
			29	トリクロロエチレン	◎	0.85	0.54	0.46	0.28	1.9
			30	テトラクロロエチレン	◎	0.55	0.46	0.44	0.36	1.3
			31	1,1,2,2-テトラクロロエタン	○	0.15	0.038	0.11	0.071	0.53
		32	1,2-ジブromoエタン	○	0.034	0.007	0.16	0.007	1.0	
	C ₃	33	1,2-ジクロロプロパン	○	0.057	0.046	0.10	0.026	1.8	
			34	cis1,3-ジクロロプロペン		0.017	0.005	0.059	0.041	0.12
		35	trans1,3-ジクロロプロペン		0.028	0.007	0.060	0.036	0.19	
C ₄	36	ヘキサクロロブタジエン		0.11	0.065	0.49	0.23	0.28		
フロン類		37	フロン11		13	1.6	1.8	1.8	0.89	
		38	フロン12		3.9	3.1	3.7	3.0	1.0	
		39	フロン113		0.84	0.54	1.0	1.1	0.49	
		40	フロン114		0.16	0.15	0.24	0.22	0.66	

○:有害大気汚染物質、

◎:優先取組物質

表7 室内、屋外におけるVOC間の相関性*

物質名	トルエン	エチルベンゼン	m,p-キシレン	o-キシレン	スチレン
トルエン		0.27	0.51	0.45	0.08
エチルベンゼン	0.27		0.64	0.79	0.05
m,p-キシレン	0.36	0.94		0.94	0.78
o-キシレン	0.10	0.59	0.66		0.83
スチレン	0.10	0.58	0.81	0.42	

* ; 斜線より上段が屋外、下段が室内

表8 VOCsの自動車内濃度

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

分類	No	物質名	Ac		Bc		Cc		
			濃度	I/O	濃度	I/O	濃度	I/O	
芳香族炭化水素	C ₆	1	ベンゼン	7.4	4.3	2.6	1.5	2.6	1.5
	C ₇	2	トルエン	110	9.7	34	2.9	28	2.4
	C ₈	3	エチルベンゼン	11	11	4.4	4.6	2.3	2.4
		4	m,p-キシレン	36	24	13	8.4	4.0	2.7
		5	o-キシレン	13	21	4.5	7.4	1.5	2.6
		6	スチレン	6.3	25	0.75	3.0	0.92	3.7
	C ₉	7	1,3,5-トリメチルベンゼン	6.6	26	3.3	13	1.2	4.7
		8	1,2,4-トリメチルベンゼン	32	45	17	24	6.2	8.7
		9	4-エチルトルエン	6.9	15	3.4	7.4	1.4	3.1
芳香族ハロゲン化合物	C ₆	10	クロロベンゼン	0.11	1.0	0.036	0.33	0.11	1.0
		11	o-ジクロロベンゼン	1.1	6.6	0.10	0.62	0.056	0.33
		12	m-ジクロロベンゼン	0.022	0.15	0.007	0.047	0.007	0.047
		13	p-ジクロロベンゼン	42	18	9.9	4.3	4.6	2.0
		14	1,2,4-トリクロロベンゼン	1.3	3.0	0.056	0.13	0.028	0.062
脂肪族化合物		15	アクリロニトリル	8.6	120	0.40	5.3	0.87	12
		16	1,3-ブタジエン	0.69	2.3	0.29	1.0	0.31	1.1
脂肪族ハロゲン化合物	C ₁	17	ジクロロメタン	5.1	1.6	3.7	1.2	3.2	1.0
		18	クロロホルム	0.28	1.0	0.26	1.0	1.2	4.2
		19	四塩化炭素	0.75	1.0	0.69	0.92	0.51	0.68
		20	臭化メチル	0.11	0.68	0.072	0.46	0.089	0.56
		21	塩化エチル	0.012	0.26	0.012	0.26	0.012	0.26
	C ₂	22	塩化ビニルモノマー	0.026	1.1	0.010	0.43	0.031	1.3
		23	1,1-ジクロロエタン	0.012	0.14	0.012	0.14	0.012	0.14
		24	1,2-ジクロロエタン	18	310	0.59	11	0.83	15
		25	1,1-ジクロロエテン	0.015	0.20	0.015	0.20	0.015	0.20
		26	cis1,2-ジクロロエテン	0.014	0.22	0.014	0.22	0.014	0.22
		27	1,1,1-トリクロロエタン	0.38	1.0	0.28	0.72	0.21	0.55
		28	1,1,2-トリクロロエタン	0.019	0.19	0.019	0.19	0.047	0.47
		29	トリクロロエチレン	1.8	3.9	1.8	4.0	1.4	3.1
		30	テトラクロロエチレン	1.1	2.6	0.79	1.8	0.66	1.5
		31	1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.21	1.9	0.11	1.0	0.019	0.17
	32	1,2-ジブromoエタン	0.007	0.042	0.007	0.04	0.007	0.042	
	C ₃	33	1,2-ジクロロプロパン	0.133	1.3	0.063	0.62	0.075	0.74
		34	cis1,3-ジクロロプロペン	0.005	0.077	0.005	0.077	0.005	0.077
		35	trans1,3-ジクロロプロペン	0.007	0.12	0.007	0.12	0.007	0.12
	C ₄	36	ヘキサクロロブタジエン	0.065	0.13	0.065	0.13	0.065	0.13
フロン類		37	フロン11	1.7	0.93	1.6	0.89	1.2	0.66
		38	フロン12	3.4	0.91	3.2	0.84	2.3	0.62
		39	フロン113	2.5	2.4	0.76	0.72	0.69	0.66
		40	フロン114	0.13	0.57	0.12	0.50	0.091	0.38