

表3 188家屋における室内空気中の化学物質の濃度

	n	平均値	中央値	幾何平均	最大値	90%
Benzene	171	2.740	1.786	2.084	46.385	4.385
Toluene	186	95.856	25.531	26.286	3793.315	130.048
Ethylbenzene	186	19.616	6.247	7.604	578.958	28.857
m-Xylene	186	20.375	7.311	8.173	509.421	36.732
o-Xylene	186	8.127	3.455	4.556	145.099	16.409
Isopropylbenzene	159	0.523	0.000	0.432	6.347	1.489
1-Propenylbenzene(C&T)	140	0.347	0.000	0.152	15.971	0.000
(1-Propenylbenzene(C&T))	146	0.294	0.000	0.214	5.000	0.811
n-Propylbenzene	180	1.559	0.600	1.068	34.026	3.604
1,2,4-Trimethylbenzene	186	9.680	3.618	4.767	299.901	17.628
1,3,5-Trimethylbenzene	186	3.135	1.267	1.907	83.284	6.675
1,2,3-Trimethylbenzene	186	3.135	1.146	1.966	65.480	6.621
1,2,4,5-Tetramethylbenzene	186	0.607	0.053	0.463	7.517	2.140
1-Methyl-3-propylbenzene	160	1.242	0.256	0.860	14.865	2.872
n-Butylbenzene	160	0.693	0.000	0.478	10.158	1.960
1,3-Diisopropylbenzene	159	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000
1,4-Diisopropylbenzene	159	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000
Ethynylbenzene	159	0.156	0.000	0.102	4.709	0.000
o-Methylstyrene	159	0.333	0.000	0.177	10.447	0.000
m-Methylstyrene	82	0.312	0.000	0.156	9.050	0.007
p-Methylstyrene	108	0.426	0.000	0.263	10.439	1.436
α -Methylstyrene	134	0.097	0.000	0.066	6.933	0.000
2-Ethyltoluene	180	3.142	1.188	1.857	78.338	7.460
Styrene	186	2.346	0.196	1.093	82.807	5.511
Naphthalene	186	1.852	0.000	0.693	128.914	3.281
4-Phenylcyclohexene	179	0.090	0.000	0.076	2.572	0.009
n-Hexane	77	7.748	2.626	3.657	109.397	16.514
2-Methylhexane	141	1.028	0.120	0.739	9.536	2.603
3-Methylhexane	141	1.029	0.000	0.748	9.850	2.750
n-Heptane	157	4.170	1.550	2.265	97.153	9.024
n-Octane	179	5.557	1.231	2.578	123.208	14.239
n-Nonane	179	12.318	2.390	4.370	334.916	29.377
2-Methyloctane	160	3.203	0.391	1.583	45.772	8.997
3-Methyloctane	160	2.954	0.378	1.539	49.905	7.582
2-Methylnonane	160	2.056	0.476	1.243	33.795	5.163
3,5-Dimethyloctane	159	0.524	0.000	0.389	8.502	1.758
n-Decane	186	16.243	5.107	6.752	365.675	38.159
n-Undecane	186	10.281	3.293	4.864	115.751	25.975
n-Dodecane	186	7.325	3.159	4.050	151.258	18.863
n-Tridecane	186	5.147	2.334	2.932	67.320	13.729
n-Tetradecane	185	3.450	2.380	2.421	44.600	6.780
n-Pentadecane	186	1.477	0.523	1.002	30.240	3.266
n-Hexadecane	181	1.168	0.263	0.804	21.806	2.529
2-Methylpentane	139	1.904	0.706	1.314	23.459	5.405
3-Methylpentane	77	1.878	0.796	1.361	12.797	5.181
1-Octene	173	3.418	0.000	0.541	227.695	2.065
1-Decene	180	0.590	0.000	0.357	23.739	1.390
2,4-Dimethylpentane	106	0.352	0.000	0.264	7.517	0.675
2,2,4-Trimethylpentane	158	0.825	0.000	0.404	25.711	1.135
Methylcyclopentane	90	1.692	0.527	1.055	37.871	4.676
Cyclohexane	138	1.848	0.400	1.056	26.315	4.812
1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	159	1.494	0.000	0.828	28.050	5.316
cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	152	0.227	0.000	0.145	6.862	0.265
trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	143	0.404	0.000	0.290	9.306	1.440
Methylcyclohexane	168	1.884	0.259	0.999	84.737	4.317
3-Carene	163	6.414	0.963	2.568	164.534	14.611
alpha-Pinene	186	24.323	4.109	6.133	736.499	47.018
(+/-)-Camphene	156	0.603	0.000	0.379	19.280	1.300
beta-Pinene	180	1.855	0.279	1.032	40.356	4.306
Longifolene	147	0.441	0.000	0.334	6.312	1.772
Caryophyllene	154	0.397	0.000	0.278	8.828	1.903
Limonene	186	17.527	9.510	9.276	369.951	35.951

	n	平均值	中央值	幾何平均	最大值	90%
Camphor	151	0.717	0.000	0.445	13.286	2.062
Menthol	151	0.631	0.000	0.437	11.876	1.980
1-Propanol	79	0.157	0.000	0.083	7.417	0.000
2-Propanol	60	3.607	0.000	1.107	88.725	6.719
2-Methyl-2-propanol	59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-1-propanol	137	2.104	0.000	0.617	97.733	2.608
1-Butanol	185	4.536	0.140	1.236	452.221	4.720
1-Pentanol	150	0.103	0.000	0.089	1.846	0.170
1-Hexanol	159	0.829	0.000	0.143	74.272	0.000
Cyclohexanol	154	1.220	0.000	0.376	53.818	0.653
1-Octanol	159	0.543	0.000	0.228	33.333	0.528
2-Ethyl-1-hexanol	172	1.305	0.000	0.786	33.037	4.212
Phenol	159	0.013	0.000	0.011	1.010	0.000
Texanol	160	2.817	0.000	1.464	62.178	8.120
2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	159	0.103	0.000	0.078	3.801	0.000
Methyl-t-butylether	136	0.122	0.000	0.085	5.917	0.000
Ethanol	173	68.873	0.000	5.850	1184.257	190.553
Propylene glycol	0	-	-	-	-	-
Dimethoxymethane	0	-	-	-	-	-
Dimethoxyethane	151	0.461	0.000	0.098	60.209	0.000
2-Methoxyethanol	144	0.053	0.000	0.036	5.143	0.000
2-Ethoxyethanol	146	0.298	0.000	0.193	14.837	0.629
2-Butoxyethanol	164	4.277	0.000	0.585	445.338	1.541
1-Methoxy-2-propanol	172	0.375	0.000	0.268	9.029	0.972
2-Butoxyethoxyethanol	173	0.441	0.000	0.239	15.082	0.281
2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	87	0.018	0.000	0.016	0.822	0.000
Acetone	59	16.339	10.356	9.099	122.978	33.631
3-Methyl-2-butanone	159	0.669	0.000	0.217	60.296	0.070
Methylethylketone	176	6.229	1.731	2.567	198.585	12.054
Methylisobutylketone	178	3.111	0.847	1.407	119.148	5.437
Acetophenone	180	0.538	0.000	0.330	18.194	1.061
Dichloromethane	117	9.399	1.153	2.095	622.775	7.618
Carbon tetrachloride	186	0.707	0.000	0.291	44.976	0.654
1,2-Dichloroethane	185	0.088	0.000	0.058	8.427	0.065
Trichloroethylene	186	0.799	0.000	0.446	21.195	2.312
Tetrachloroethylene	186	1.142	0.000	0.540	37.942	2.146
1,1,1-Trichloroethane	186	0.307	0.000	0.164	22.510	0.287
1,4-Dichlorobenzene	181	85.784	3.076	6.903	4200.000	116.502
1,2-Dichloropropane	185	0.089	0.000	0.052	6.529	0.000
Chlorodibromomethane	185	0.039	0.000	0.035	1.469	0.003
Chloroform	185	0.956	0.000	0.558	28.433	1.842
Methylacetate	90	2.632	0.518	1.636	27.774	6.728
Vinylacetate	142	4.980	0.000	0.983	206.205	4.212
Butylformate	155	0.077	0.000	0.056	5.366	0.000
Isobutylacetate	160	1.041	0.000	0.447	81.972	1.241
Ethylacetate	164	7.325	2.872	3.255	122.490	15.627
Propylacetate	159	0.256	0.000	0.182	6.653	0.644
Butylacetate	185	7.222	2.394	2.928	296.276	10.806
Isopropylacetate	179	0.159	0.000	0.110	4.607	0.000
2-Methoxyethylacetate	159	0.254	0.000	0.128	13.029	0.000
2-Ethoxyethylacetate	179	0.315	0.000	0.186	14.261	0.380
2-Ethylhexylacetate	160	0.371	0.000	0.226	10.108	0.089
Linaloolacetate	159	0.104	0.000	0.082	2.957	0.059
Methacrylic acid methyl ester	154	0.312	0.000	0.097	38.440	0.000
TXIB	180	2.278	0.000	0.881	67.809	3.737
Dimethyl phthalate	159	0.078	0.000	0.063	2.175	0.000
Dibutyl phthalate	133	0.344	0.000	0.276	4.440	1.207
1,4-Dioxane	179	0.013	0.000	0.011	1.546	0.000
n-Methyl-2-pyrrolidone	159	0.941	0.000	0.178	69.825	0.000
Caprolactam	142	1.577	0.000	0.461	56.424	1.045
Indene	159	0.071	0.000	0.061	1.810	0.012
2-Pentylfuran	180	0.186	0.000	0.151	6.976	0.811
THF(Tetrahydrofuran)	179	0.238	0.000	0.169	11.293	0.563

表4 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した化学物質

20~100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n		平均値		中央値		幾何平均		最大値		最小値	
	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外
Toluene	186	185	95.856	15.490	25.531	8.699	26.286	9.241	3793.315	268.999	0.000	0.000
Ethanol	173	173	68.873	0.717	0.000	0.000	5.850	0.215	1184.257	65.936	0.000	0.000
1,4-Dichlorobenzene	181	180	85.784	0.709	3.076	0.180	6.903	0.511	4200.000	15.000	0.000	0.000

10~20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n		平均値		中央値		幾何平均		最大値		最小値	
	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外
Ethylbenzene	186	185	19.616	4.206	6.247	1.731	7.604	2.243	578.958	224.446	0.000	0.000
m-Xylene	186	185	20.375	5.061	7.311	2.220	8.173	2.582	509.421	308.600	0.000	0.000
n-Nonane	179	178	12.318	0.950	2.390	0.319	4.370	0.699	334.916	13.816	0.000	0.000
n-Decane	186	185	16.243	1.392	5.107	0.800	6.752	1.073	365.675	11.674	0.000	0.000
n-Undecane	186	185	10.281	0.717	3.293	0.275	4.864	0.590	115.751	7.291	0.000	0.000
alpha-Pinene	186	185	24.323	0.912	4.109	0.057	6.133	0.686	736.499	9.420	0.000	0.000
Limonene	186	185	17.527	0.117	9.510	0.000	9.276	0.105	369.951	1.832	0.000	0.000
Acetone	59	59	16.339	1.817	10.356	0.000	9.099	1.237	122.978	13.570	0.000	0.000

5~10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n		平均値		中央値		幾何平均		最大値		最小値	
	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外
o-Xylene	186	185	8.127	1.815	3.455	1.040	4.556	1.265	145.099	70.908	0.000	0.000
1,2,4-Trimethylbenzene	186	185	9.680	1.746	3.618	1.165	4.767	1.396	299.901	25.018	0.000	0.000
n-Hexane	77	77	7.748	3.350	2.626	1.153	3.657	1.983	109.397	38.531	0.000	0.000
n-Octane	179	178	5.557	0.821	1.231	0.000	2.578	0.447	123.208	46.345	0.000	0.000
n-Dodecane	186	185	7.325	0.878	3.159	0.190	4.050	0.627	151.258	10.890	0.000	0.000
n-Tridecane	186	185	5.147	0.366	2.334	0.000	2.932	0.319	67.320	4.718	0.000	0.000
3-Carene	163	162	6.414	0.048	0.963	0.000	2.568	0.039	164.534	2.690	0.000	0.000
Methylethylketone	176	176	6.229	1.744	1.731	0.000	2.567	0.831	198.585	33.153	0.000	0.000
Dichloromethane	117	116	9.399	1.678	1.153	0.568	2.095	1.186	622.775	20.003	0.000	-0.515
Ethylacetate	164	164	7.325	2.092	2.872	0.000	3.255	1.181	122.490	34.483	0.000	0.000
Butylacetate	185	185	7.222	0.914	2.394	0.000	2.928	0.466	296.276	59.328	0.000	0.000

1~5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n		平均値		中央値		幾何平均		最大値		最小値	
	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外	室内	室外
Benzene	171	169	2.740	1.705	1.786	1.306	2.084	1.491	46.385	9.304	0.000	0.000
n-Propylbenzene	180	179	1.559	0.353	0.600	0.069	1.068	0.310	34.026	5.432	0.000	0.000
1,3,5-Trimethylbenzene	186	185	3.135	0.752	1.267	0.410	1.907	0.639	83.284	8.006	0.000	0.000
1,2,3-Trimethylbenzene	186	185	3.135	0.554	1.146	0.170	1.966	0.456	65.480	6.004	0.000	0.000
2-Ethyltoluene	180	179	3.142	0.507	1.188	0.133	1.857	0.419	78.338	7.577	0.000	0.000
Styrene	186	185	2.346	0.141	0.196	0.000	1.093	0.113	82.807	5.157	0.000	0.000
n-Heptane	157	156	4.170	0.816	1.550	0.313	2.265	0.641	97.153	9.791	0.000	0.000
n-Tetradecane	185	185	3.450	0.252	2.380	0.000	2.421	0.215	44.600	2.341	0.000	0.000
2-Methyloctane	160	160	3.203	0.106	0.391	0.000	1.583	0.091	45.772	2.657	0.000	0.000
3-Methyloctane	160	160	2.954	0.131	0.378	0.000	1.539	0.115	49.905	2.343	0.000	0.000
2-Methylnonane	160	160	2.056	0.104	0.476	0.000	1.243	0.094	33.795	1.990	0.000	0.000
n-Pentadecane	186	185	1.477	0.251	0.523	0.000	1.002	0.197	30.240	6.511	0.000	0.000
2-Methylpentane	139	149	1.904	1.693	0.706	0.691	1.314	1.210	23.459	22.091	0.000	0.000
3-Methylpentane	77	99	1.878	1.434	0.796	0.430	1.361	1.057	12.797	11.438	0.000	0.000
Methylcyclopentane	90	90	1.692	1.028	0.527	0.247	1.055	0.711	37.871	12.716	0.000	0.000
Cyclohexane	138	143	1.848	0.529	0.400	0.000	1.056	0.377	26.315	11.506	0.000	0.000
beta-Pinene	180	179	1.855	0.046	0.279	0.000	1.032	0.043	40.356	0.670	0.000	0.000
2-Propanol	60	59	3.607	0.193	0.000	0.000	1.107	0.160	88.725	2.703	0.000	0.000
1-Butanol	185	185	4.536	0.093	0.140	0.000	1.236	0.072	452.221	5.004	0.000	0.000
Texanol	160	160	2.817	0.603	0.000	0.000	1.464	0.343	62.178	14.280	0.000	0.000
Methylisobutylketone	178	178	3.111	0.266	0.847	0.000	1.407	0.218	119.148	5.128	0.000	0.000
Methylacetate	90	90	2.632	0.096	0.518	0.000	1.636	0.067	27.774	3.077	0.000	0.000

表5 特異的な化学物質

化学物質	n		平均値			中央値			幾何平均			最大値			90%値	
	室内	室外	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外
					#DIV/0!			#DIV/0!			#DIV/0!			#DIV/0!		
1-Propenylbenzene(C&T)	140	141	0.347	0.000	1357.100	0.000	0.000	#DIV/0!	0.152	0.000	595.962	15.971	0.025	650.922	0.000	0.000
1,3-Diisopropylbenzene	159	160	0.000	0.011	0.025	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.008	0.031	0.014	1.630	0.009	0.000	0.000
1,4-Diisopropylbenzene	159	160	0.000	0.001	0.185	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.001	0.187	0.008	0.068	0.121	0.000	0.000
Ethylbenzene	159	160	0.156	0.003	57.347	0.000	0.000	#DIV/0!	0.102	0.003	38.506	4.709	0.215	21.930	0.000	0.000
o-Methylstyrene	159	160	0.333	0.004	85.452	0.000	0.000	#DIV/0!	0.177	0.004	46.969	10.447	0.311	33.588	0.000	0.000
α-Methylstyrene	134	137	0.097	0.001	128.849	0.000	0.000	#DIV/0!	0.066	0.001	88.168	6.933	0.065	106.803	0.000	0.000
1-Propanol	79	79	0.157	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.083	0.000	#DIV/0!	7.417	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000
1-Hexanol	159	160	0.829	0.006	149.169	0.000	0.000	#DIV/0!	0.143	0.005	29.070	74.272	0.858	86.551	0.000	0.000
Phenol	159	160	0.013	0.002	7.143	0.000	0.000	#DIV/0!	0.011	0.002	6.434	1.010	0.134	7.517	0.000	0.000
2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	159	160	0.103	0.022	4.767	0.000	0.000	#DIV/0!	0.078	0.018	4.353	3.801	1.773	2.144	0.000	0.000
Methyl-t-butylether	136	144	0.122	0.069	1.752	0.000	0.000	#DIV/0!	0.085	0.044	1.915	5.917	5.556	1.065	0.000	0.000
Dimethoxyethane	151	152	0.461	0.115	3.997	0.000	0.000	#DIV/0!	0.098	0.088	1.122	60.209	2.324	25.907	0.000	0.000
2-Methoxyethanol	144	143	0.053	0.041	1.297	0.000	0.000	#DIV/0!	0.036	0.026	1.383	5.143	4.898	1.050	0.000	0.000
1,2-Dichloropropane	185	185	0.089	0.027	3.353	0.000	0.000	#DIV/0!	0.052	0.018	2.878	6.529	4.096	1.594	0.000	0.000
Butylformate	155	156	0.077	0.003	24.896	0.000	0.000	#DIV/0!	0.056	0.003	18.303	5.366	0.181	29.643	0.000	0.000
Isopropylacetate	179	179	0.159	0.006	24.646	0.000	0.000	#DIV/0!	0.110	0.006	17.670	4.607	0.278	16.586	0.000	0.000
2-Methoxyethylacetate	159	160	0.254	0.002	119.690	0.000	0.000	#DIV/0!	0.128	0.002	63.215	13.029	0.308	42.267	0.000	0.000
Methacrylic acid methyl ester	154	155	0.312	0.021	14.615	0.000	0.000	#DIV/0!	0.097	0.016	6.155	38.440	2.844	13.518	0.000	0.000
Dimethyl phthalate	159	160	0.078	0.009	8.660	0.000	0.000	#DIV/0!	0.063	0.007	8.474	2.175	1.409	1.544	0.000	0.000
1,4-Dioxane	179	182	0.013	0.019	0.664	0.000	0.000	#DIV/0!	0.011	0.016	0.682	1.546	1.581	0.978	0.000	0.000
n-Methyl-2-pyrrolidone	159	160	0.941	0.094	10.047	0.000	0.000	#DIV/0!	0.178	0.051	3.483	69.825	7.720	9.045	0.000	0.000

表6 室外における化学物質の濃度範囲

化学物質	n	平均値	中央値	幾何平均	最大値	90%
Benzene	169	1.705	1.306	1.491	9.304	3.538
Toluene	185	15.490	8.699	9.241	268.999	36.117
Ethylbenzene	185	4.206	1.731	2.243	224.446	5.869
m-Xylene	185	5.061	2.220	2.582	308.600	6.846
o-Xylene	185	1.815	1.040	1.265	70.908	3.150
Isopropylbenzene	160	0.072	0.000	0.065	1.308	0.175
1-Propenylbenzene(C&T)	141	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000
(1-Propenylbenzene(C&T))	146	0.004	0.000	0.004	0.259	0.000
n-Propylbenzene	179	0.353	0.069	0.310	5.432	1.129
1,2,4-Trimethylbenzene	185	1.746	1.165	1.396	25.018	3.944
1,3,5-Trimethylbenzene	185	0.752	0.410	0.639	8.006	2.123
1,2,3-Trimethylbenzene	185	0.554	0.170	0.456	6.004	1.626
1,2,4,5-Tetramethylbenzene	185	0.108	0.000	0.091	3.752	0.432
1-Methyl-3-propylbenzene	160	0.278	0.000	0.193	7.799	0.888
n-Butylbenzene	160	0.071	0.000	0.061	2.174	0.059
1,3-Diisopropylbenzene	160	0.011	0.000	0.008	1.630	0.000
1,4-Diisopropylbenzene	160	0.001	0.000	0.001	0.068	0.000
Ethynylbenzene	160	0.003	0.000	0.003	0.215	0.000
o-Methylstyrene	160	0.004	0.000	0.004	0.311	0.000
m-Methylstyrene	83	0.001	0.000	0.001	0.030	0.000
p-Methylstyrene	108	0.012	0.000	0.012	0.457	0.000
α -Methylstyrene	137	0.001	0.000	0.001	0.065	0.000
2-Ethyltoluene	179	0.507	0.133	0.419	7.577	1.444
Styrene	185	0.141	0.000	0.113	5.157	0.533
Naphthalene	185	0.081	0.000	0.071	2.287	0.247
4-Phenylcyclohexene	179	0.034	0.000	0.027	1.837	0.000
n-Hexane	77	3.350	1.153	1.983	38.531	7.654
2-Methylhexane	141	0.308	0.000	0.234	8.647	0.820
3-Methylhexane	141	0.358	0.000	0.271	9.074	0.831
n-Heptane	156	0.816	0.313	0.641	9.791	2.205
n-Octane	178	0.821	0.000	0.447	46.345	1.429
n-Nonane	178	0.950	0.319	0.699	13.816	2.249
2-Methyloctane	160	0.106	0.000	0.091	2.657	0.323
3-Methyloctane	160	0.131	0.000	0.115	2.343	0.447
2-Methylnonane	160	0.104	0.000	0.094	1.990	0.441
3,5-Dimethyloctane	160	0.019	0.000	0.018	0.473	0.000
n-Decane	185	1.392	0.800	1.073	11.674	3.587
n-Undecane	185	0.717	0.275	0.590	7.291	1.979
n-Dodecane	185	0.878	0.190	0.627	10.890	2.021
n-Tridecane	185	0.366	0.000	0.319	4.718	1.059
n-Tetradecane	185	0.252	0.000	0.215	2.341	1.256
n-Pentadecane	185	0.251	0.000	0.197	6.511	1.350
n-Hexadecane	180	0.305	0.000	0.221	5.952	1.518
2-Methylpentane	149	1.693	0.691	1.210	22.091	4.686
3-Methylpentane	99	1.434	0.430	1.057	11.438	4.092
1-Octene	172	0.271	0.000	0.203	3.587	0.914
1-Decene	179	0.109	0.000	0.095	1.996	0.495
2,4-Dimethylpentane	115	0.341	0.000	0.234	10.722	0.608
2,2,4-Trimethylpentane	157	0.379	0.000	0.327	5.517	1.203
Methylcyclopentane	90	1.028	0.247	0.711	12.716	3.262
Cyclohexane	143	0.529	0.000	0.377	11.506	1.284
1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	160	0.190	0.000	0.119	6.140	0.100
cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	153	0.008	0.000	0.008	0.442	0.000
trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	143	0.093	0.000	0.078	1.510	0.000
Methylcyclohexane	167	0.509	0.000	0.358	10.740	1.025
3-Carene	162	0.048	0.000	0.039	2.690	0.000
alpha-Pinene	185	0.912	0.057	0.686	9.420	2.480
(+/-)-Camphene	148	0.024	0.000	0.023	0.470	0.000
beta-Pinene	179	0.046	0.000	0.043	0.670	0.165
Longifolene	148	0.004	0.000	0.004	0.216	0.000
Caryophyllene	155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Limonene	185	0.117	0.000	0.105	1.832	0.389

	n	平均值	中央値	幾何平均	最大值	90%
Camphor	151	0.043	0.000	0.038	2.010	0.074
Menthol	151	0.053	0.000	0.044	1.700	0.000
1-Propanol	79	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Propanol	59	0.193	0.000	0.160	2.703	0.786
2-Methyl-2-propanol	61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-1-propanol	135	0.312	0.000	0.171	7.750	0.017
1-Butanol	185	0.093	0.000	0.072	5.004	0.252
1-Pentanol	151	0.001	0.000	0.001	0.041	0.000
1-Hexanol	160	0.006	0.000	0.005	0.858	0.000
Cyclohexanol	155	0.129	0.000	0.104	2.121	0.000
1-Octanol	160	0.006	0.000	0.006	0.172	0.000
2-Ethyl-1-hexanol	172	0.027	0.000	0.022	2.636	0.000
Phenol	160	0.002	0.000	0.002	0.134	0.000
Texanol	160	0.603	0.000	0.343	14.280	1.959
2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	160	0.022	0.000	0.018	1.773	0.000
Methyl-t-butylether	144	0.069	0.000	0.044	5.556	0.000
Ethanol	173	0.717	0.000	0.215	65.936	0.000
Propylene glycol	0	-	-	-	-	-
Dimethoxymethane	0	-	-	-	-	-
Dimethoxyethane	152	0.115	0.000	0.088	2.324	0.000
2-Methoxyethanol	143	0.041	0.000	0.026	4.898	0.000
2-Ethoxyethanol	145	0.048	0.000	0.042	2.177	0.076
2-Butoxyethanol	164	0.028	0.000	0.025	1.769	0.000
1-Methoxy-2-propanol	171	0.064	0.000	0.048	5.442	0.086
2-Butoxyethoxyethanol	172	0.241	0.000	0.162	4.626	0.146
2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	87	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Acetone	59	1.817	0.000	1.237	13.570	5.236
3-Methyl-2-butanone	160	0.210	0.000	0.121	5.736	0.000
Methylethylketone	176	1.744	0.000	0.831	33.153	4.585
Methylisobutylketone	178	0.266	0.000	0.218	5.128	0.810
Acetophenone	179	0.067	0.000	0.056	3.206	0.075
Dichloromethane	116	1.678	0.568	1.186	20.003	4.223
Carbon tetrachloride	185	0.169	0.000	0.151	3.490	0.513
1,2-Dichloroethane	185	0.032	0.000	0.027	2.857	0.044
Trichloroethylene	185	0.858	0.000	0.458	23.093	2.324
Tetrachloroethylene	185	0.321	0.000	0.238	7.005	1.059
1,1,1-Trichloroethane	185	0.155	0.000	0.108	10.483	0.260
1,4-Dichlorobenzene	180	0.709	0.180	0.511	15.000	1.506
1,2-Dichloropropane	185	0.027	0.000	0.018	4.096	0.000
Chlorodibromomethane	185	0.003	0.000	0.003	0.214	0.000
Chloroform	185	0.686	0.000	0.364	17.895	1.241
Methylacetate	90	0.096	0.000	0.067	3.077	0.000
Vinylacetate	143	1.083	0.000	0.441	71.532	2.078
Butylformate	156	0.003	0.000	0.003	0.181	0.000
Isobutylacetate	160	0.106	0.000	0.095	1.530	0.402
Ethylacetate	164	2.092	0.000	1.181	34.483	5.336
Propylacetate	160	0.041	0.000	0.038	1.103	0.053
Butylacetate	185	0.914	0.000	0.466	59.328	1.946
Isopropylacetate	179	0.006	0.000	0.006	0.278	0.000
2-Methoxyethylacetate	160	0.002	0.000	0.002	0.308	0.000
2-Ethoxyethylacetate	182	0.014	0.000	0.013	0.562	0.000
2-Ethylhexylacetate	160	0.012	0.000	0.009	1.782	0.000
Linaloolacetate	160	0.003	0.000	0.003	0.088	0.000
Methacrylic acid methyl ester	155	0.021	0.000	0.016	2.844	0.000
TXIB	179	0.273	0.000	0.079	40.150	0.000
Dimethyl phthalate	160	0.009	0.000	0.007	1.409	0.000
Dibutyl phthalate	124	0.025	0.000	0.021	2.130	0.011
1,4-Dioxane	182	0.019	0.000	0.016	1.581	0.000
n-Methyl-2-pyrrolidone	160	0.094	0.000	0.051	7.720	0.000
Caprolactam	142	0.090	0.000	0.074	3.980	0.208
Indene	160	0.027	0.000	0.024	0.884	0.000
2-Pentylfuran	179	0.135	0.000	0.099	3.000	0.000
THF(Tetrahydrofuran)	179	0.031	0.000	0.027	1.851	0.009

表7 化学物質の室外濃度に対する室内濃度(I/O比)

	平均値	中央値	幾何平均	最大値	90%
Benzene	1.607	1.368	1.397	4.985	1.239
Toluene	6.188	2.935	2.845	14.102	3.601
Ethylbenzene	4.663	3.610	3.390	2.579	4.917
m-Xylene	4.026	3.293	3.166	1.651	5.365
o-Xylene	4.476	3.322	3.603	2.046	5.210
Isopropylbenzene	7.296	#DIV/0!	6.616	4.852	8.518
1-Propenylbenzene(C&T)	1357.100	#DIV/0!	595.962	650.922	#DIV/0!
(1-Propenylbenzene(C&T))	66.645	#DIV/0!	49.651	19.331	#DIV/0!
n-Propylbenzene	4.414	8.707	3.445	6.263	3.192
1,2,4-Trimethylbenzene	5.542	3.104	3.414	11.987	4.470
1,3,5-Trimethylbenzene	4.169	3.090	2.982	10.403	3.144
1,2,3-Trimethylbenzene	5.664	6.742	4.312	10.905	4.072
1,2,4,5-Tetramethylbenzene	5.641	#DIV/0!	5.083	2.004	4.955
1-Methyl-3-propylbenzene	4.461	#DIV/0!	4.451	1.906	3.234
n-Butylbenzene	9.828	#DIV/0!	7.796	4.672	33.093
1,3-Diisopropylbenzene	0.025	#DIV/0!	0.031	0.009	#DIV/0!
1,4-Diisopropylbenzene	0.185	#DIV/0!	0.187	0.121	#DIV/0!
Ethynylbenzene	57.347	#DIV/0!	38.506	21.930	#DIV/0!
o-Methylstyrene	85.452	#DIV/0!	46.969	33.588	#DIV/0!
m-Methylstyrene	430.684	#DIV/0!	216.709	300.222	#DIV/0!
p-Methylstyrene	34.238	#DIV/0!	22.180	22.826	#DIV/0!
α -Methylstyrene	128.849	#DIV/0!	88.168	106.803	#DIV/0!
2-Ethyltoluene	6.203	8.927	4.434	10.339	5.168
Styrene	16.688	#DIV/0!	9.638	16.057	10.342
Naphthalene	22.986	#DIV/0!	9.763	56.359	13.288
4-Phenylcyclohexene	2.647	#DIV/0!	2.779	1.400	#DIV/0!
n-Hexane	2.313	2.279	1.844	2.839	2.157
2-Methylhexane	3.338	#DIV/0!	3.156	1.103	3.173
3-Methylhexane	2.872	#DIV/0!	2.759	1.085	3.308
n-Heptane	5.109	4.955	3.533	9.922	4.092
n-Octane	6.770	#DIV/0!	5.761	2.659	9.965
n-Nonane	12.970	7.482	6.249	24.242	13.063
2-Methyloctane	30.257	#DIV/0!	17.374	17.229	27.851
3-Methyloctane	22.504	#DIV/0!	13.341	21.297	16.969
2-Methylnonane	19.816	#DIV/0!	13.264	16.982	11.699
3,5-Dimethyloctane	28.104	#DIV/0!	21.866	17.968	#DIV/0!
n-Decane	11.668	6.384	6.291	31.325	10.637
n-Undecane	14.329	11.975	8.250	15.876	13.127
n-Dodecane	8.344	16.628	6.455	13.890	9.332
n-Tridecane	14.065	#DIV/0!	9.193	14.270	12.959
n-Tetradecane	13.678	#DIV/0!	11.246	19.049	5.398
n-Pentadecane	5.881	#DIV/0!	5.094	4.644	2.420
n-Hexadecane	3.834	#DIV/0!	3.641	3.664	1.666
2-Methylpentane	1.124	1.023	1.086	1.062	1.153
3-Methylpentane	1.310	1.852	1.288	1.119	1.266
1-Octene	12.614	#DIV/0!	2.667	63.486	2.259
1-Decene	5.405	#DIV/0!	3.758	11.894	2.810
2,4-Dimethylpentane	1.034	#DIV/0!	1.126	0.701	1.110
2,2,4-Trimethylpentane	2.179	#DIV/0!	1.234	4.660	0.944
Methylcyclopentane	1.646	2.136	1.483	2.978	1.434
Cyclohexane	3.491	#DIV/0!	2.806	2.287	3.748
1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	7.862	#DIV/0!	6.951	4.569	53.163
cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	26.989	#DIV/0!	18.193	15.529	#DIV/0!
trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	4.322	#DIV/0!	3.703	6.163	#DIV/0!
Methylcyclohexane	3.697	#DIV/0!	2.793	7.890	4.213
3-Carene	132.998	#DIV/0!	65.572	61.165	#DIV/0!
alpha-Pinene	26.671	72.399	8.946	78.185	18.958
(+/-)-Camphene	25.000	#DIV/0!	16.599	41.021	#DIV/0!
beta-Pinene	40.346	#DIV/0!	24.007	60.233	26.041
Longifolene	122.621	#DIV/0!	94.972	29.246	#DIV/0!
Caryophyllene	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Limonene	150.348	#DIV/0!	88.408	201.984	92.520

	平均值	中央値	幾何平均	最大値	90%
Camphor	16.611	#DIV/0!	11.593	6.610	27.961
Menthol	11.845	#DIV/0!	9.964	6.986	#DIV/0!
1-Propanol	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2-Propanol	18.723	#DIV/0!	6.898	32.828	8.545
2-Methyl-2-propanol	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2-Methyl-1-propanol	6.742	#DIV/0!	3.604	12.610	151.956
1-Butanol	48.900	#DIV/0!	17.118	90.380	18.718
1-Pentanol	174.888	#DIV/0!	151.378	44.691	#DIV/0!
1-Hexanol	149.169	#DIV/0!	29.070	86.551	#DIV/0!
Cyclohexanol	9.423	#DIV/0!	3.622	25.375	#DIV/0!
1-Octanol	89.821	#DIV/0!	38.348	193.491	#DIV/0!
2-Ethyl-1-hexanol	47.472	#DIV/0!	35.556	12.532	#DIV/0!
Phenol	7.143	#DIV/0!	6.434	7.517	#DIV/0!
Texanol	4.672	#DIV/0!	4.267	4.354	4.145
2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	4.767	#DIV/0!	4.353	2.144	#DIV/0!
Methyl-t-butylether	1.752	#DIV/0!	1.915	1.065	#DIV/0!
Ethanol	96.063	#DIV/0!	27.163	17.961	#DIV/0!
Propylene glycol	-	-	-	-	-
Dimethoxymethane	-	-	-	-	-
Dimethoxyethane	3.997	#DIV/0!	1.122	25.907	#DIV/0!
2-Methoxyethanol	1.297	#DIV/0!	1.383	1.050	#DIV/0!
2-Ethoxyethanol	6.266	#DIV/0!	4.600	6.816	8.322
2-Butoxyethanol	154.501	#DIV/0!	23.803	251.787	#DIV/0!
1-Methoxy-2-propanol	5.894	#DIV/0!	5.562	1.659	11.354
2-Butoxyethoxyethanol	1.831	#DIV/0!	1.470	3.260	1.921
2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Acetone	8.994	#DIV/0!	7.357	9.062	6.423
3-Methyl-2-butanone	3.189	#DIV/0!	1.793	10.511	#DIV/0!
Methylethylketone	3.571	#DIV/0!	3.090	5.990	2.629
Methylisobutylketone	11.703	#DIV/0!	6.457	23.234	6.711
Acetophenone	8.069	#DIV/0!	5.864	5.676	14.219
Dichloromethane	5.600	2.029	1.767	31.134	1.804
Carbon tetrachloride	4.185	#DIV/0!	1.933	12.889	1.276
1,2-Dichloroethane	2.726	#DIV/0!	2.146	2.949	1.464
Trichloroethylene	0.932	#DIV/0!	0.974	0.918	0.995
Tetrachloroethylene	3.555	#DIV/0!	2.267	5.416	2.028
1,1,1-Trichloroethane	1.975	#DIV/0!	1.519	2.147	1.105
1,4-Dichlorobenzene	120.924	17.088	13.511	280.000	77.359
1,2-Dichloropropane	3.353	#DIV/0!	2.878	1.594	#DIV/0!
Chlorodibromomethane	15.110	#DIV/0!	13.982	6.865	#DIV/0!
Chloroform	1.395	#DIV/0!	1.532	1.589	1.483
Methylacetate	27.507	#DIV/0!	24.321	9.026	#DIV/0!
Vinylacetate	4.599	#DIV/0!	2.230	2.883	2.027
Butylformate	24.896	#DIV/0!	18.303	29.643	#DIV/0!
Isobutylacetate	9.835	#DIV/0!	4.705	53.578	3.087
Ethylacetate	3.501	#DIV/0!	2.756	3.552	2.929
Propylacetate	6.249	#DIV/0!	4.836	6.029	12.057
Butylacetate	7.903	#DIV/0!	6.286	4.994	5.552
Isopropylacetate	24.646	#DIV/0!	17.670	16.586	#DIV/0!
2-Methoxyethylacetate	119.690	#DIV/0!	63.215	42.267	#DIV/0!
2-Ethoxyethylacetate	22.802	#DIV/0!	14.231	25.366	#DIV/0!
2-Ethylhexylacetate	32.167	#DIV/0!	24.819	5.671	#DIV/0!
Linaloolacetate	36.358	#DIV/0!	28.966	33.464	#DIV/0!
Methacrylic acid methyl ester	14.615	#DIV/0!	6.155	13.518	#DIV/0!
TXIB	8.357	#DIV/0!	11.120	1.689	#DIV/0!
Dimethyl phthalate	8.660	#DIV/0!	8.474	1.544	#DIV/0!
Dibutyl phthalate	13.754	#DIV/0!	13.407	2.085	107.741
1,4-Dioxane	0.664	#DIV/0!	0.682	0.978	#DIV/0!
n-Methyl-2-pyrrolidone	10.047	#DIV/0!	3.483	9.045	#DIV/0!
Caprolactam	17.560	#DIV/0!	6.265	14.177	5.024
Indene	2.579	#DIV/0!	2.503	2.048	#DIV/0!
2-Pentylfuran	1.380	#DIV/0!	1.518	2.325	#DIV/0!
THF(Tetrahydrofuran)	7.575	#DIV/0!	6.296	6.100	65.010

パーセンタイルグラフ

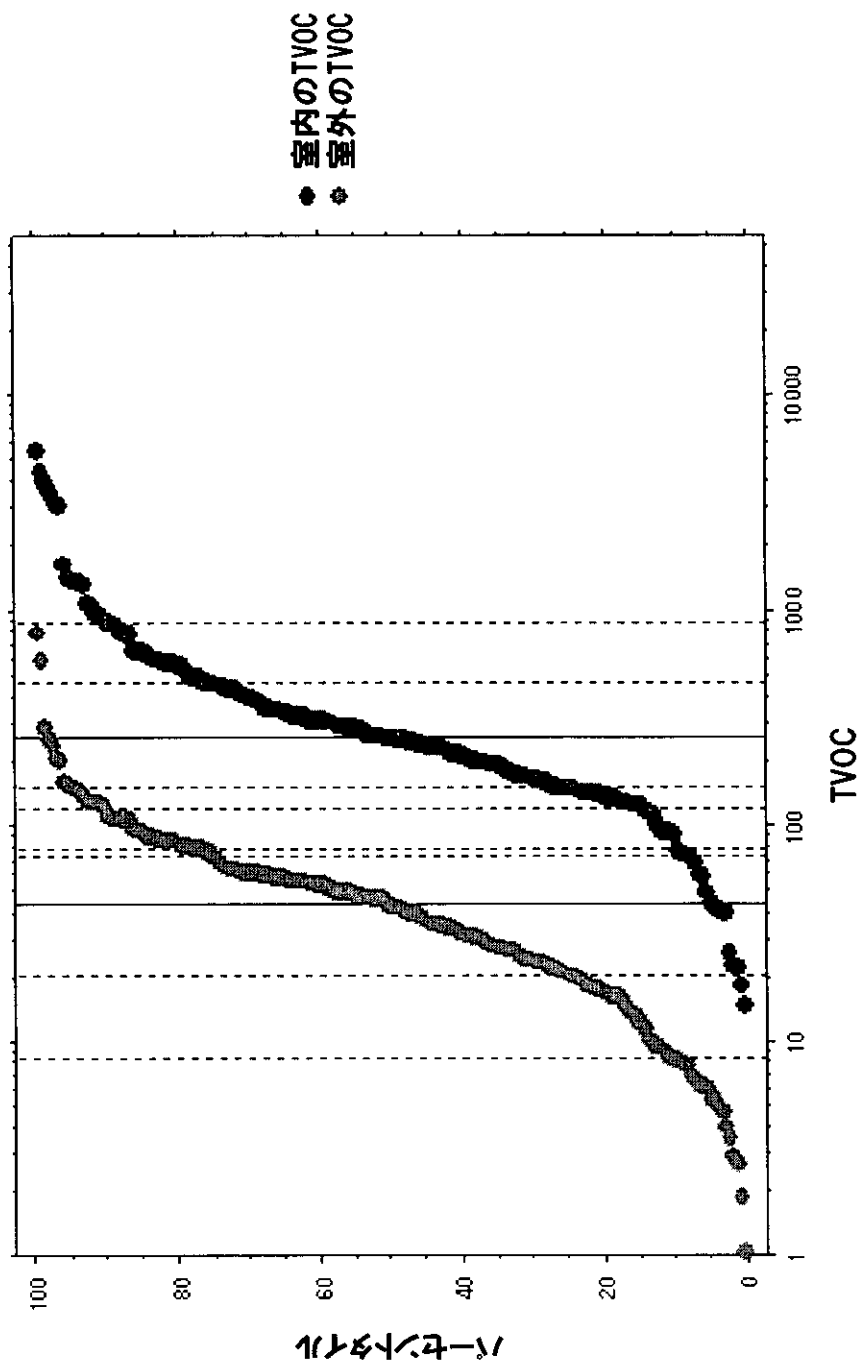


図1 全国居住環境における室内・室外のTVOCのヒストグラム

表8 室内・室外におけるTVOCの測定結果

	全化学物質濃度の合計量			全化学物質合計量からエタノールを除いた合計量			H9, 10年度に実施した測定対象化学物質の合計量			今回の測定結果よりPick upした化学物質の合計量		
	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比
n	186	186	-	186	186	-	186	186	-	186	186	-
平均値	529.289	59.902	8.836	465.912	59.242	7.864	398.552	49.478	8.055	393.156	43.980	8.939
中央値	286.917	43.137	6.651	252.277	42.301	5.964	210.380	32.218	6.530	206.594	28.815	7.170
幾何平均値	260.998	33.675	7.751	221.150	33.206	6.660	181.526	27.226	6.667	174.659	24.449	7.144
最大値	5491.408	788.371	6.966	5491.408	788.371	6.966	5205.732	773.075	6.734	5223.058	762.925	6.846
最小値	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!
10%値	107.618	7.816	13.770	73.512	7.816	9.406	58.842	6.257	9.404	52.365	5.472	9.569
90%値	1091.012	112.294	9.716	873.575	112.294	7.779	751.838	91.812	8.189	721.578	82.291	8.769

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）
分担研究報告書

Ⅲ. 室内空気中の測定対象化学物質の選定に関する研究

分担研究者：安藤	正典	国立医薬品食品衛生研究所	
研究協力者：三浦	通利	岩手県環境保健研究センター	
	菅野	猛	仙台市衛生研究所
	片平	大造	福島県衛生研究所
	酒井	洋	新潟県保健環境科学研究所
	山口	貴史	群馬県衛生環境研究所
	小川	政彦	埼玉県衛生研究所
	中山	和好	千葉県衛生研究所
	長谷川	一夫	神奈川県衛生研究所
	北爪	稔	横浜市衛生研究所
	小川	時彦	川崎市衛生研究所
	小林	浩	山梨県衛生公害研究所
	澤田	道和	石川県保健環境センター
	近藤	文雄	愛知県衛生研究所
	小林	博美	滋賀県立衛生環境センター
	古市	裕子	大阪市立環境科学研究所
	荒木	万嘉	兵庫県立衛生研究所
	八木	正博	神戸市環境保健研究所
	谷口	秀子	姫路市環境衛生研究所
	山本	貴基	姫路市環境衛生研究所
	立野	幸治	山口県環境保健研究センター
	川田	常人	高知県衛生研究所
	中村	又善	福岡県保健環境研究所
	山崎	誠	福岡市保健環境研究所
	大和	康博	北九州市環境科学研究所
	菅本	康博	熊本市環境総合研究所
	平良	淳誠	沖縄県衛生環境研究所
	与儀	和夫	沖縄県衛生環境研究所
委託研究者：皆川	直人	グリーンブルー株式会社	
	長宗	寧	
	牧原	大	

研究要旨

室内空気中に存在する可能性が高い対象化学物質 160 物質から、TVOC 測定対象化学物質の選定を検討した。標準溶液として用いる事が不可能な化学物質として、脂肪酸類 10 種類および反応性の高いアルデヒド類 18 種類は化学物質自身の不安定性のため濃度が低下あるいは増加する可能性が高いものだった。これらの結果より、160 化学物質から 28 種を除き、132 種を候補としてあげ、さらに標準物質の純度あるいは異性体等の問題から 124 化学物質を選定した。これらの化学物質についてキャピラリーカラムの分離能、溶媒による妨害、モニターイオンの

重なりを検討したところ、124 化学物質を精度良く測定するには極性および無極性の両方のカラムによる測定が必要であることが明らかとなった。また、124 化学物質における全国の居住環境での測定結果では、検出率が 10%程度および中央値が $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の化学物質を抽出したところ、56 化学物質が存在量および濃度が少ないことがみられた。しかも、これら存在量の少ない化学物質はこの条件での測定が困難な化学物質と重複していることがみられた。

これらの事実から、溶媒抽出法ならびに加熱脱離法による TVOC 測定には、現在の段階では芳香族炭化水素類、脂肪族炭化水素類、テルペン類、ハロゲン化炭化水素類等を中心とした化学物質を標準化学物質として選定して測定することによって、我が国における TVOC 指標として十分であることが認められた。

A. はじめに

室内空气中化学物質の暴露による健康影響については、化学物質過敏症に関する臨床情報が蓄積しているにもかかわらず、未だ不明確なままである。また、室内空气中の化学物質が増加することは、人にとって不快な状態を表すことは明らかであるが、健康影響に至ることについての報告例は数は少なく、社会的に疾病としての位置を確保したとは言い難い。このことには、疾病の診断方法が明確でないこと、客観的な他覚的診断基準が確立されていないこと、診断のための施設が整備されていないこと等に加えて、発症原因としての化学物質が不明なこと、用量-反応の評価がなされていないこと、人によって再現し難いこと、今までの健康影響評価手法ではその網にかからないこと等、種々のことが考えられる。このように、疾病と化学物質との因果関係追求を困難にしている背景には、いろいろなことが考えられるが、本疾病で明らかなのは、今までの毒性や健康影響に関する指標では、論じられないこと、極めて低濃度の化学物質で人に反応することおよび疾病が単独化学物質とは限らないことなどが挙げられている。このようなことから、室内空気に関わる疾病を単独化学物質による評価ではなく、複合的な化学物質の暴露として捉える試みが、研究者の間でなされている。この室内空气中の化学物質による暴露の一つの指標として総揮発性有機物質 (TVOC) として表すことが試みられている。そのため、TVOC 指標としての測定方法の開発を目的として溶媒抽出法と加熱脱離法との比較検討し、課題を整理した。なお、本分担研究報告書を含め、以下の IV, V, VI, VII は一連の共通した課題を整理したものである。

室内空气中化学物質の健康影響については、厚生労働省では、平成 9 年度から検討を重ね、今までに 13 種の化学物質の室内濃度の指針値を示してきた。また、建築物に関わる省庁では、厚生労働省の指針値に基づいて次々と施策を講じ、それぞれの室内の化学物質濃度は低下する傾向が認められている。しかしながら、厚生労働省が設定した化学物質は、室内空気汚染化学物質のうち、ほんの僅かにすぎず、その他にも多くの化学物質が存在しているものと考えられる。事実、ISO では室内空气中で汚染する可能性を有する化学物質として、150 以上を挙げている。そこで、今回は、室内空气中に存在する可能性のある化学物質 150 以上のうち、アルデヒド類および有機酸類を除く 124 化学物質について、全国の居住環境における化学物質の実態を調査すると共に、TVOC の定義を確定するための基礎資料を得るために溶媒抽出法と加熱脱離法との比較検討を行うこととした。

B. 実験方法

全国居住環境における実態調査を実施するため、本研究ではその測定方法の基盤的研究として、溶媒抽出法と加熱脱離法による空气中化学物質の測定方法の技術的課題を整理するため、以下の方法従って実施した。

1. 溶媒抽出法

1. 1. 試薬および溶液

- (1) メタノール：1 μl を GC/MS に注入したとき、測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。
- (2) 過塩素酸マグネシウム：元素分析用（粒径 300~700 μm ）
- (3) 標準溶液（100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ）：標準原液の一

定量をメタノールを用いて10倍に希釈した。この溶液1mlは各々の標準物質100 μ g/mlを含む。

本研究では、全国状況を把握するため、表1に示すように、d8-トルエン（内部標準液）を含む134化学物質の溶液を同一濃度の標準溶液を作成し、共同研究機関に配布した。

- (4) 混合標準溶液（100 μ g/ml）：各標準原液のそれぞれの一定量（1ml）をメスフラスコ10ml）に入れ、メタノールを用いて10倍に希釈した。この溶液1mlは各々の標準物質100 μ g/mlを含む。
- (5) 内標準原液（1000 μ g/ml）：内標準物質（トルエン-d8）の100mgを精秤し、メタノール100mlに溶解した。
- (6) 内標準溶液（100 μ g/ml）：内標準原液をメタノールで10倍に希釈した。この溶液1mlは内標準物質100 μ gを含む。

1. 2. 器具

- (1) 抽出瓶：溶媒抽出法で使用するもので、スクリーキャップバイアル（容量 2ml）加熱脱離法で使用するものを用いた。
- (2) マイクロシリンジ：容量1~10 μ lまたは10~100 μ lが計りとれるものを用いた。
- (3) ガスタイトシリンジ：容量1mlから100mlが計りとれるものを用いた。
- (4) 捕集管：内径3~4mm程度のガラス管にて測定対象物質を吸着・保持し、且つ加熱による脱着が十分に行うことができる粒径60~80メッシュの0LB091L吸着剤を充てんし、両端を石英ウールで押さえ両端を溶融密閉した市販されているもの、または測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するものを用いた。
- (5) 除湿管：捕集管と雨よけを接続できるように両端を外径4~6mmに絞ったガラス管（内径20mm程度、長さ100mm程度）に過塩素酸マグネシウムを約15g充てんし、両端を石英ウールで押さえたもので、両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存した。
- (6) マスフローコントローラー：流量を10~500ml/minの範囲で制御でき、設定流量に対して $\pm 10\%$ 以内の制御精度を有するものまたはこれと同等以上の性能を有す

るものを用いた。

- (7) ポンプ：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで10~100mlの捕集流量が確保できるものまたはこれと同等以上の性能を有するものを用いた。
- (8) ガスメータ：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するものを用いた。
- (9) 高純度窒素ガス：測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないものを用いた。

1. 3. 装置

- (1) 試料採取装置：試料採取装置は、除湿管、捕集管、マスフローコントローラ、ポンプ、ガスメータとを連結したものから成り、試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染を低減させた。試料採取に当たって装置を組み立てた後、漏れないことを確認し、試料空気で採取装置を洗浄・置換して汚染や吸着をできる限り低減させた。
- (2) ガスクロマトグラフィー質量分析計（GC/MS）
 - a) 試料注入口：スプリット/スプリットレス注入が可能なものとした。
 - b) カラム恒温槽：恒温槽の温度制御範囲が35~300 $^{\circ}$ Cであり、測定対象物質の最適分離条件に温度制御できるような昇温プログラムが可能なものとした。
 - c) 分離管：内径0.25~0.32mm、長さ25~60mの溶融シリカ製のものであって、内面にポリエチレングリコールを被覆したキャピラリーカラム、またはこれと同等の分離性能を有するものを用いた。
 - d) インターフェース部：温度を200~300 $^{\circ}$ C程度に保つことができるものとした。
 - e) イオン源：温度を160~300 $^{\circ}$ Cに保つことができ、イオン化電圧は70eV程度のもの。
 - f) 検出器（MS）：EI法が可能で、SIM検出法が可能なものとした。
 - g) キャリヤーガス：ヘリウム（純度99.999vol%以上）。1ml/min
 - h) 測定質量数：各測定対象物質の測定用質量数は原則として表1を用いた。

(3) GC/MSの分析条件の設定と機器の調整
a) 機器の調整:MSに質量校正用標準物質(PFTBA またはPFK)を導入し、質量校正用プログラムにより、マスパターン、分解能{質量数(m/z)=18~300程度の範囲で1質量単位(amu)以上}等を測定目的に応じて所定の値に校正した。質量校正結果は測定結果と共に保存した。

b) GC/MSの分析条件:GC/MSの分析条件は以下に示す例を参考にして適宜設定した。
使用例

カラム:ポリエチレングリコール被覆
キャピラリーカラム(内径
0.25mm、長さ60m、膜厚0.25 μ m)
(10 $^{\circ}$ C/min)

カラム温度:40 $^{\circ}$ C(1分間保持)
----- \rightarrow 200 $^{\circ}$ C

注入口温度:200 $^{\circ}$ C

試料注入法:スプリット(スプリット
比1:20~1:100)

インタフェース温度:220 $^{\circ}$ C

イオン源温度:200 $^{\circ}$ C

検出法 :SIM検出法

1.4. 空気の採取

(1) 採取場所

空気試料の採取は、室内では居間及び寝室2カ所ならびに室外1カ所について2試料づつを採取した。試料採取に際しては、トラベルブランクとして捕集管を密栓したまま状態で試料採取と同様に持ち運んだ。

(2) 採取方法

サンプリングは厚生労働省室内ガイドラインに準拠して実施した。溶媒抽出法によるVOCの採取は、吸引前に両端を切り、空気を吸引する向きに従って流量0.1L/minで24時間吸引した。

① 室内空気の採取:居住住宅における試料の採取(24時間採取):試料採取装置を用いて捕集管に除湿管を付けて捕集管が破過をおこさない程度の流量で24時間採取した。捕集管はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集管の両端を密栓し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存した。

② トラベルブランク:トラベルブランク試験用として未使用の密栓した捕集管を用い、

試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集管と同様に持ち運び、取り扱う。溶封した捕集管では試料の採取時に開封後、密栓して分析時まで同様に保存した。この操作は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で実施した。

③ 2重測定用の捕集管:室内の2カ所及び室外1カ所における試料の採取は、2重測定用の捕集管として、同一条件で2つ以上の試料を同時に採取した。2重測定のための試料採取は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で行った。

1.5. 保管

採取前のORBO91Lは開封前はそのまま室温で保管した。採取終了後は捕集管両端に付属のふたを押し込み、密封した。汚染防止のためラミジップの中に活性炭シートを入れて保管した。

1.6. 試験液の調製

(1) 試料空気試験液の調製:捕集管から吸着剤を抽出瓶に取り出し、メタノール1mlを加えて栓をし、泡が出なくなるまで時々振り混ぜた後、内標準溶液(100 μ g/ml)を1 μ l加えたものを試験液とした。

(2) 操作ブランク試験液の調製:試料空気用の捕集管と同一捕集管について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製した。

(3) トラベルブランク試験液の調製:トラベルブランク試験用の捕集管について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験液を調製した。

(4) 2重測定用試験液の調製:2重測定用の捕集管について1)の操作を行い、2重測定用試験液を調製した。

1.7. 測定方法

(1) 試料空気の試験

(a) 測定:1.6.(1)で調製した試験液の1 μ l程度をGC/MSに注入した。

(b) 対象化学物質の確認:1.3.(2)のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラム

を記録し、両者の強度比を求めた。

- (c) 定量:検出された各測定対象物質の定量用質量数および内標準物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比から、あらかじめ8)により作成した検量線を用いて、注入した試料液中の各測定対象物質の重量 (As : ng) を求めた。
- (2) 操作ブランク試験:1.6.(2)で調製した操作ブランク試験液について(1)の操作を行い、各測定対象物質の操作ブランク値を求めた。
- (3) トラベルブランク試験:1.6.(3)で調整したトラベルブランク試験液について(1)の操作を行い、注入した試験液中の各測定対象物質の重量を測定する。本試験は3試料以上を測定し、平均値をトラベルブランク値 (At : ng) とした。
- (4) GC/MS装置の感度試験:混合標準濃度系列の中から中間程度の濃度のものを選び、(a)の操作を行って感度の変動を確認した。この確認は1日に1回以上行った。
- (5) 2重測定:1.6.(4)で調製した2重測定用試験液について(1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定した。

1. 8. 検量線の作成

(1) 混合標準濃度系列の調製:混合標準溶液を用いて、GC/MSの感度に合わせて混合標準濃度系列を調製した。

(2) 検量線の測定

- (a) 測定:(1)で調製した混合標準濃度系列の1 μ l程度をGC/MSに注入し、1.3.(2)のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録した。
- (b) 測定対象物質の確認:(1)で調製した検量線用混合標準濃度系列の中から各測定対象物質のGC/MSへの注入量が検量線の中間程度のものを選び、各測定対象物質毎に定量用質量数および確認用質量数のピーク面積またはピーク高さを用いて強度比を算出した。
- (c) 測定対象物質の検量線作成用質量数の決定:混合標準濃度系列毎に各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数の強度比を求め、(b)で求めた各測定対象

物質毎の強度比と一致することを確認した。

- (d) 検量線の作成:各測定対象物質の定量用質量数と内標準物質のピーク面積またはピーク高さの比を求め、そのピーク面積またはピーク高さの比と各測定対象物質の重量とにより検量線を作成した。

1. 9. 検出下限値、定量下限値の測定

検量線作成時の最低濃度(定量下限値付近)の混合標準濃度系列について、1.8.(2)操作を行って測定値(A : ng)を求め、(As-At)にAを代入して、1.10.の濃度の算出式より空気濃度を算出した。(但し、V=144l、t=20 $^{\circ}$ C、P=101.3kPaとした)5試料以上を測定して求めた標準偏差(s)から次式により、各測定対象物質の検出下限値及び定量下限値を算出した。ただし、操作ブランク値のある物質では操作ブランク値を測定し、混合標準濃度系列と操作ブランク値のうち、大きい方の標準偏差を用いて計算した。

この測定は機器の分析条件を設定した場合など必要に応じて必ず1回以上行った。

検出下限値 = 3s (mg/m³)

定量下限値 = 10s (mg/m³)

1. 10. 濃度の算出

7)で得られた結果から次式を用いて空気中の各測定対象物質の濃度を算出した。

$$(A_s - A_t) \times E \times 1000$$

$$C = \frac{\quad}{v \times V \times 293 / (273 + t) \times P / 101.3}$$

C : 20 $^{\circ}$ Cにおける空気中の各測定対象物質の濃度 (mg/m³)

As : GC/MSに注入した試料中の各測定対象物質の重量(ng)

At : 各測定対象物質のトラベルブランク値(ng)

操作ブランク値と同等と見なせる場合は操作ブランク値を用いた。

E : 試験液量(ml)

v : GC/MSへの注入液量(μ l)

V : ガスメータで測定した捕集量(L)

t : 試料採取時の平均の気温 ($^{\circ}$ C)。湿式積算流量計を使用しているときには、積算流量計の平均水温 ($^{\circ}$ C)

P : 試料採取時の平均大気圧(kPa)。湿式型

積算流量計の場合には(P-Pw)を用いた。
ここで、Pwは試料採取時の平均気温tでの飽和水蒸気圧(kPa)

2. 加熱脱離法

2. 1. 試薬および溶液

溶媒抽出法と同様のものを用いた。

2. 2. 標準原ガス(1 μ g/ml) :

(a) 標準原ガス:市販のボンベ入りの標準ガスを使用した。

(b) 真空瓶による方法:真空瓶(1 μ l)を高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻し、これに、単独または混合で標準物質の100mgを精秤して液体シリンジを用いて注入口から注入し、真空瓶を60 $^{\circ}$ C以上に加熱して標準物質を気化、混合し、100 μ g/ml標準原ガスとした。100 μ g/ml標準原ガス10mlを高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して100倍に希釈し、1 μ g/ml標準原ガスを調整した。

(c) 混合標準ガス(0.1 μ g/ml) :以下に示すいずれかの方法によって調整した。

① 標準原ガスを用いた真空瓶による方法:各標準原ガスの一定量(100ml)を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して10倍に希釈し、混合標準ガスを調整した。このガス1mlは各標準物質0.1 μ g/mlを含む。

② 標準原液を用いた真空瓶による方法:各標準原液(10mg/ml)の一定量(10 μ l)を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して混合し、混合標準ガスを調整した。このガス1mlは各標準物質0.1 μ g/mlを含む。

③ 標準原ガスを用いた容量比混合法による方法:

(1) 流量比混合法による方法:高純度窒素ガスに加湿器を通した高純度窒素ガスと標準原ガスにマスコントローラをそれぞれに接続し、さらにこれらを混合させて、その先に真空にした採取容器または真空瓶等で混合ガスを採取できるように接続した。標準原ガス1に対して加湿高純度窒素ガスを一定の割合になるように両方のマスコントローラで流量を

調節して、真空にした採取容器または真空瓶に採取して調製した。

(2) 容量比混合法による方法:高純度窒素ガスに加湿器を通した高純度窒素ガス流路にバルブ、ガスタイトシリンジが注入できるガス希釈用T字管接続させ、その先に真空にした採取容器または真空瓶等に混合ガスが採取できるように接続した。流路内の空気を高純度窒素ガスで置換した後、窒素ガスを止め、バルブを閉じた。ついで、採取容器の栓を開け、ガス希釈用T字管からガスタイトシリンジを用いて複数の測定対象物質の標準原ガスを所定量ずつ、真空にした採取容器に注入した。さらに、高純度窒素ガスを大気圧まで加圧して混合標準ガスを調製した。

(d) 内標準ガス:内標準原液(10mg/ml)の一定量(10 μ l)を高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して混合し、内標準ガスを調整した。このガス1mlは各標準物質0.1 μ g/mlを含む。メタノール10mlに溶解した。

2. 3. 器具

(1) 真空瓶:1Lのガラス製の真空瓶で内容積が正確に計算されたもので二酸化炭素で抽出できるもの。高純度窒素ガスで置換して60 $^{\circ}$ Cに加熱して1時間放置した後、真空にした。この操作を数回繰り返した後、高純度窒素ガスで置換して保存した。使用にあたっては、新しい高純度窒素ガスで置換した後、真空にして使用した。

(2) マイクロシリンジ:容量1~10 μ lまたは10~100 μ lが計りとれるものを用いた。

(3) ガスタイトシリンジ:容量1mlから100mlが計りとれるものを用いた。

(4) 検量線作成用T字管:注入口のセプタム、捕集管及び高純度窒素ガスが接続できるもので、高純度窒素ガスを30~50ml/minの流速で3~5分間通気させることができるものを用いた。

(5) 捕集管

a) 捕集管:内径3~4mm程度のガラス管にて測定対象物質を吸着・保持し、且つ加熱による脱着が十分に行うことができる粒径60~80メッシュの吸着剤を充てんし、

両端を石英ウールで押さえたもの、または測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するものとした。

- b) 調整：300℃程度にできる加熱炉に捕集管を装着し、高純度窒素等を毎分50ml程度に流して捕集管内の空気を十分置換した後、高純度窒素等を流したまま300℃程度で2時間空焼き洗浄し冷却後、両端を密栓した。調製した捕集管は活性炭入り密閉できるガラスまたは金属管に保存した。
- (6) 除湿管：捕集管と雨よけを接続できるように両端を外径4～6mmに絞ったガラス管（内径20mm程度、長さ100mm程度）に過塩素酸マグネシウムを約15g充てんし、両端を石英ウールで押さえたもの。両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存した。
- (7) マスフローコントローラー：流量を10～500ml/minの範囲で制御でき、設定流量に対して±10%以内の制御精度を有するもの。または、これと同等以上の性能を有するものとした。
- (8) ポンプ：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで10～100mlの捕集流量が確保できるもの、またはこれと同等以上の性能を有するものを用いた。
- (9) ガスメータ：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するものとした。
- (10) 高純度窒素ガス：測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないものを用いた。

2. 3. 装置

1) 試料採取装置：試料採取装置は、除湿管、捕集管、マスフローコントローラ、ポンプ、ガスメータとを連結したものから成り、試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染を低減した。試料採取に当たって装置を組み立てた後、漏れのないことを確認し、試料空気で採取装置を洗浄・置換して汚染や吸着をできる限り低減した。

2) ガスクロマトグラフー質量分析計 (GC/MS)

a) 加熱脱離装置：空気採取用捕集管が

装着できるものを用いた。

b) ガスクロマトグラフー質量分析計：溶媒抽出法と同様とした。

2. 4. 空気採取方法

- (1) 採取場所：溶媒抽出法と同様とした。
- (2) 採取方法：加熱脱離法によるVOCの採取は、厚生労働省室内ガイドラインに準拠して吸引前に両端を切り、空気を吸引する向きに従って流量0.01L/minで24時間吸引した。

トラベルブランクおよび2重測定用の捕集管の操作は溶媒抽出法と同様の要領で実施した。

2. 5. 保管

ORBO91Lは開封前はそのまま室温で保管した。採取終了後は捕集管両端に付属のふたを押し込み、密封した。汚染防止のためラミジップの中に活性炭シートを入れて保管した。

2. 6. 試験液の調製

- (1) 採取した捕集管は、内部標準ガス(100 μ g)を添加した後、加熱脱離装置に装着し、自動測定を行った。
- (2) 操作ブランク試験液の調製：試料空気用の捕集管と同一捕集管について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製した。
- (3) トラベルブランク試験液の調製：トラベルブランク試験用の捕集管について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験液を調製した。
- (4) 2重測定用試験液の調製：2重測定用の捕集管について1)の操作を行い、2重測定用試験液を調製した。

2. 7. 測定

- (1) 試料空気の試験
 - (a) 測定：2.3.の2)の操作によってGC/MSに注入した。
 - (b) 対象化学物質の確認、定量操作は溶媒抽出法と同様に操作して値を求めた。
- (2) 操作ブランク試験、トラベルブランク試験、GC/MS装置の感度試験、2重測定操作についても溶媒抽出法と同様に操作した。

2. 8. 検量線の作成

(1) 混合標準濃度系列の調製

a) 混合標準ガスを用いる場合:混合標準ガスを用いる場合は厚生労働省が示した検査方法の例のように、検量線作成用T字管及び高純度窒素ガスを連結した捕集管に、毎分10~30ml程度の高純度窒素等を流して、混合標準ガス(0.1 μ g/ml)の0~10mlをガスタイトシリンジを用いて捕集管に吸着させた後、2.7.と同様な操作を行い、溶液濃度として0~1 μ g/mlの範囲で5段階程度の混合標準濃度系列を調製した。

b) 混合標準溶液の場合:(1)標準溶液、または混合標準溶液を用いる場合は、厚生労働省が示した検査方法の例のように、検量線作成用T字管及び高純度窒素ガスを連結した捕集管に標準溶液のX~Y μ lを段階的に採り、空気取り入れ側に添加した後、ゼロガスの20~50mlの流速で3分間通気して標準物質捕集管数本を調整し、2.7.の操作を行い5段階程度の混合標準濃度系列を調製した。

(2) 検量線の作成

混合標準ガスを用いて、測定操作を行い、溶媒抽出法と同様に値を求めた。

C. 全国調査実施要領

1. 配布器具および装置

本研究では、全国の種々の居住環境における状況の室内空気を採取して把握するため、サンプラー、ポンプ及び標準溶液等を国立医薬品食品衛生研究所で装置及び器具を統一して、各衛生研究所に配布した。

1) 標準溶液および捕集管

(1) 第1次送付分:43化合物混合液(関東化学製)

(2) 第2次追加送付分:73化合物混合液(10月下旬の送付予定)(和光純薬製)

(3) d8-トルエン:内部標準液(和光純薬製:家田化学送付)

(4) 捕集管:ORBO91L(スperl製)およびTO17

1) ポンプ/溶媒抽出法に用いる活性炭捕集管(スperl製)ORBO91L 25本(1箱)

2) ポンプ/加熱脱着法に用いる捕集管

Tenax GR混合(パーキン・エルマー製)

AirToxics(パーキン・エルマー製)32本

2) ポンプ

(1) 溶媒抽出用:100ml/minで吸引できるもの。その例として SP204-500Dual、SP204-20L(GLサイエンス製)または5ライン採取装置(東洋理工製)

(2) 加熱脱離法用:

1) SP204-500Dual(GLサイエンス製)

2) SP204-20L(GLサイエンス製)

3) 東洋理工製5ライン採取装置 2台

2. 結果の記録と報告

1) 記録情報

(1) 測定対象建物の概要

(2) 測定年月日

(3) 測定結果(室内及び外気)

(4) 定量下限値

(4) 建物及び生活行為に関する情報

(5) 記録

所定の記録紙には採取開始時、途中点検時、採取終了時の他、測定上の問題を記録した。

2) 記録方法

送付したサンプリングの記録紙及びアンケートは「アンケート調査の記入にあたって」に従って記入した。

3) ポンプ採取

所定の記録紙に従って必要事項を記入した。原則として、記録は採取開始時、途中点検時、採取終了時の3回とした。

東洋理工5ライン採取装置は全ライン、マスフローコントローラを装着しているため、途中点検を1回とした。サンプリング終了後は積算値を読みとり、吸引量として記入した。この積算値は20 $^{\circ}$ C、1atmの値であるため温度換算はしなかった。

3. 全国におけるサンプリング

1) サンプリング機関およびサンプル件数

全国における居住環境及びその周辺大気のサンプリング地点は、表2に示すように2001年度には25衛生研究所の協力によって、各衛生研究所の所在都市におけるボランティア家屋を中心として試料採取した。居住環境およびその外気のサンプリング数は、溶媒抽出法、加熱脱離法による採取は、共に63カ所、室外空気63カ所を採取した。

2) サンプリング場所と方法

全国衛生研究所において選定したボランティア家屋の室内空気は、それぞれの日時に衛生研究所が、溶媒抽出方法および加熱脱離法によるサンプリング方法に従って空気を採取した。

3) 試料採取方法

室内の採取は、室内の中央の床から1.5m付近に吸引口がくるように設置し、24時間ポンプ捕集を行った。外気の場合は、軒下の室内空気の影響がなく、かつ雨等を避けた場所に機器を設置し、24時間採取した。

4. 測定機関

VOCの固相吸着／溶媒抽出法による捕集管試料は、各衛生研究所で測定した。加熱脱離法による捕集管試料はグリーンブルー（株）で実施した。

5. 統計処理

個々の化学物質のデータは、各衛生研究所による分析条件、定量下限、データ算出上の問題から、不検出あるいは異常値を算出する例がみられた。このような場合は、各衛生研究所に対して異常値の確認、再計算あるいは棄却等によって修正した。

個々の化学物質の濃度の評価には、正規分布は得られなかったことから、低濃度領域に偏る非正規性の実数によるヒストグラムではなく、対数変換による正規性の検討を行った。ただし、各化学物質には定量下限値あるいは検出下限値以下および“0”の測定値が多くあることから、数値として表すことができない値については0とした。また、これら“0”の測定値は対数変換できず、統計解析を実施した場合、解析から削除されることになるので、全てに任意の数字を加算した値として対数に変換し、これらをヒストグラムとして求めた。

D. 結果および考察

1. 対象化学物質

室内空気中に存在する可能性のある化学物質は、その発生源の多様性からすると多岐にわたると考えられる。室内空気中に存在する化学物質を総合的に把握するためには、存在する可能性のある化学物質の選定が必要である。このため、室内空気中の対

象化学物質について、表3示すように既往の文献等からリストを作成した。第1には、国立医薬品食品衛生研究所が既往の文献から選定して平成10および11年度に全国実態調査を実施した72化学物質、ヨーロッパ共同体機関のECA-WG13がかかげる61化学物質およびISO/DISが室内空気中に確認される可能性が高いとして選定した153化学物質およびその他の空気汚染物質7化学物質を加えた合計160化学物質を選定した。今回の室内空気中化学物質の研究は、室内空気中化学物質の実態把握ばかりでなく、TVOCの対象化学物質の選定を視野に入れていることから、ISO/DISの160化学物質を対象とすることとした。ただし、160種の中にはアルデヒド・ケトンなどのカルボニル化合物と有機酸18化学物質が含まれているが、これらは以下に述べる種々の課題を生ずる可能性が高いことから、対象化学物質から除外した。また、得られる標準液が異性体などで混合割合が不明なものを除いて、124化学物質を対象とした。

2. 標準溶液の安定性

TVOCの測定は、多成分一斉分析法であることから、標準溶液の取り扱いについていくつかの検討が必要である。その第1には、複数の標準物質が存在する溶液の中で各化学物質の物理的性質によって分解が考えられること、第2には化学的性質に基づいた反応性によって他の標準物質と反応することが考えられること、第3には標準物質と溶剤との反応性が考えられること、第4には、標準物質が触媒作用を有する可能性があること、第5には標準物質の入手の可能性であることなどによって、それぞれの標準物質の濃度が低下したり増加したりすることが考えられる。まず、複数の標準化学物質の共存下における反応性を検討するにあたり、それぞれの単独化学物質における経時的安定性を検討したところ、安定性に欠けると考えられるアルデヒド類でも大きな変化はみられなかった。

つぎに、室内空気中化学物質やTVOCを測定するには、多成分の一斉分析による方法が最も有効であると考えられることから、一斉分析に用いる混合標準溶液の作成として不安定と考えられる化学物質を含めて72種の混

合標準溶液を作成し安定性の試験を実施した。その結果、図1に示すように、標準溶液の調整後50時間程度でも標準物質が減少したり、増加したものがみられた。Propanal, 2-Butenal, 2-Pentanal, trans-2-Heptanal, 2-Furancarboxaldehyde, 2-Undecenal 等のアルデヒド類では明らかに3日以内に極端に濃度が低下することが認められた。一方、Dimethoxymethane, 2-Methyl-2-propanol, Isobutylacetate, Octanal 等では増加がみられ、溶液としてのメタノールが酸等を触媒として新しい物質の生成に関与している可能性が観察された。これらの事実より、混合標準溶液として用いることが不可能な化学物質として、脂肪酸類10種および反応性の高いアルデヒド類18種は化学物質自身の不安定性のため濃度が低下あるいは増加するものあるいはその可能性が高いものであった。また、異性体等のうちで、分離・定量が不可能な化学物質については除外することとした。

3. 対象化学物質と分離カラムの検討

対象化合物を測定するためのキャピラリーカラムには、DB-1系とWAX系が分離能の点から有効であると考えられる。対象とした124化学物質について、ガスクロマトグラフによる分離とその定性の可能性を検討として、その保持時間とモニターイオンをDB1カラム、WAXカラムについての特性を検討した。

DB-1系カラムでは、各化学物質の保持時間とモニターイオンを表4に、そのチャートを図2に示した。2-Methylpentane ではその保持時間が12.32分で、Vinylacetate 12.21分であり、かつモニターイオンには43が第1選択イオンとなっているため、測定が困難な場合が想定された。1,2-Dichloroethane 16.67分に対して、Methylcyclopentane 16.72分ではモニターイオン27が重なっていた。Diethoxyethane 17.67分、3-Methyl-2-butanone 17.79分、また Benzen および Isopropylacetate 18.66分、1-Butanol 18.45分が重なり、かつモニターイオン41および43が重複していた。1,4-Dioxane 21.70分に対して、2,2,4-Trimethylpentane 21.95分では、モニターイオン29、43が重なっていた。Methacrylic acid methylester 22.38分、Propylacetate 22.53分ではモニターイオ

ン43が重複していた。2-Ethoxyethanol 22.25分、n-Heptane 22.76分では、モニターイオン29が重なっていた。Methylcyclohexane 24.73分に対して Methylisobutylketone 24.55分では、モニターイオン27、39、41、42が重なっていた。p-Xylene 35.74分、m-Xylene 35.82分、Ethylbenzene, Camphene 42.50分に対して Phenol 43.14分では、モニターイオン27が重なっていた。2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol 43.70分、2-Pentylfuran 44.22分、1-Propenylbenzene 44.32分、 β -Pinene 44.34分、cis-1-Methyl-4-isopropylcyclohexane 44.44分では、モニターイオン27が重なっていた。m-Methylstyrene 44.50分、o-Methylstyrene 44.63分、1,2,4-Trimethylbenzene 44.72分、1-Decene 44.68分、p-Methylstyrene 44.78分では、モニターイオン27が重なっていた。

保持時間が重なるまたは接近している化学物質群は、Dichloromethane の保持時間が9.30分であるのに対して、Methylacetate では9.21分と接近していたがモニターイオンは異なることがみられ、分離は可能であった。Ethylacetate が14.51分で、Chloroform が14.68分であった。

m-Xylene と p-Xylene とが重なり分離測定が不可能であり、m-Xylene として定量した。また、2-Methylpentane、1-Octene、1-Decene および Vinylacetate は互いに重なりが見られ測定不可能であった。Mentol、1-Propanol、2-propanol、2-Methyl-2-propanol も重なりを示し、測定はできなかった。Methyl-t-butylether、Ethanol、Propylene glycol、Dimethoxymethane、2-Methoxyethanol、は測定不可能であった。Acetone は溶媒と重なりを示した。2-Methoxyethanol、2-Ethoxyethanol、2-Butoxyethoxyethanol は感度が不足していた。Dichloromethane は保持時間が12.32分で、Vinyl acetate 12.21分であり、また溶媒によって測定できなかった。Methylacetate、Vinylacetate、Butylformate は測定不可能であった。そのほか、1,2,4-Trimethylbenzene、1,3,5-Trimethylbenzene、1,2,3-Trimethylbenzene も測定不可能であ