

名誉会員推戴に寄せて

## 室内汚染研究を振りかえって

日本大学理工学部 上席客員研究員 松村年郎

### 1. はじめに

我々が生活する居住環境(他の建物も含む)を見渡すと天井、壁、床、タンス、本棚、食器棚、ソファー、絨毯、テレビ、ファックス、衣類、化粧品、台所用品、防虫剤等、あらゆる製品に化学物質が使用され、その数は5000万種に及ぶとも言われている。現代社会は化学物質の時代とも言われる所以であり、我々が生活する上で大きな利便性(生活水準の向上)をもたらしている。わが国は昭和30年代に高度経済成長期に入り、重厚長大産業の進展に伴い世界に類をみない経済発展を遂げた。従って、昭和30年代は豊かな社会の一員に入り掛けた時代でもあった。その反面、昭和30年代中期以降になると、特に、子供を中心としたアレルギー性疾患(微生物及び化学物質)が増大してきた。この一因として、石油化学工業より製造される種々の製品(化学物質を原料)が居住環境に進出したためと思われる。

これら工業製品からはある種の化学物質が室内に放散され、我々は知らずの間に呼吸を通して体内に取り込み(勿論、化学物質の取り込みは、食品、水、皮膚等がある)、上記のような疾患が発生したものと推測される。しかしながら、当時は化学物質による室内汚染の認識(労働環境は除外)は乏しい時代でもあった。昭和40年代に入ると、わが国の至る所で異臭家具問題が発覚した。すなわち、家具類から有害物質(ホルムアルデヒド)が放散し、健康に危害を及ぼしていることがマスコミ等で報道された。これらの事件を契機に有害化学物質による室内空気汚染が世間的に認知されるに至った。

当時、私は厚生省の研究機関である国立衛生試験所(現、国立医薬品食品衛生研究所)に勤務しており、大気汚染の調査研究を行っていた。その後、昭和46年に環境庁が発足すると、大気汚染業務の一元化の指摘を受け、厚生省本来の業務に「移るべし」と言う

縦割り行政のあおりを受け、大気汚染から室内空気汚染への業務の転換を図った。

当初、室内汚染研究を開始するに当たって、何から手を付けてよいのかが判らず戸惑った。当時、室内汚染研究を行っていた先生は、建築衛生の観点から国立公衆衛生院の吉沢晋先生や東京都衛生局の村松学先生らがおられた。私は先ず村松先生に相談し、室内空気汚染の調査研究を開始した。表1に著者の室内汚染研究の変遷を示した。

### 2. 研究活動状況

#### 2.1 NOx汚染の調査研究

大気汚染の調査研究の経験から、始めに、室内環境内のNOx汚染の調査研究から開始した。対象は大規模建築物内及び居住環境内におけるNOx汚染の実態調査とした。調査はザルツマン法自動計測器を各種建築物内に持ち込み調査を行った。大規模建築物の調査<sup>1)</sup>は東京都内の4カ所(1カ所はデパート)のビルで床面積は11,299~64,447 m<sup>2</sup>、Coarse filterを用いて浄化空気を導入していた。調査期間は1978年2月~11月にかけて実施し、室内外の空気を同時に測定した。測定結果は8時間平均値(労働環境を考慮)で整理した。3カ所のビルの中で最高値は0.033 ppm(外気0.056 ppm)、8時間平均値のI/O ratioの最高値は0.80で何れも外気より低い値であった。一方、デパートの食堂の8時間平均値は0.022 ppm、調理場は0.063 ppmであった。I/O ratioは食堂で0.58 ppm、調理場で4.5 ppmと当然の事ながら燃焼器具の影響を受けていた。

一方、一般住宅内(集合住宅、床面積70 m<sup>2</sup>、気積160 m<sup>3</sup>)で暖房器具(石油ファンヒーター、開放型石油ストーブ、FF(Forced Flue type: 強制排気型)式ガスストーブ、ガスストーブ)を変えながら1984年11月~1985年2月にかけて調査を実施<sup>2)</sup>した。その結果

受付：2018年6月14日 (Received: 14 June 2018)

受理：2018年6月21日 (Accepted: 21 June 2018)

表1 室内汚染研究の変遷

対象物質及びその他	活動項目
1. 窒素酸化物(NOx)	NOx汚染の調査研究(大規模建築物及び一般住宅内の調査)
2. ホルムアルデヒド	HCHO汚染の調査研究(測定法の開発, 建築物内の調査及び個人曝露量調査)
3. ニトロソアミン	ニトロソアミンの調査研究(測定法の開発, 一般住宅内調査, 大気調査)
4. パラジクロロベンゼン	一般住宅内調査(測定法の開発, 一般住宅内の調査)
5. 有機リン酸エステル	一般住宅内調査(測定法の開発, 一般住宅内及び全国規模の調査研究)
6. フタル酸エステル	一般住宅内調査(測定法の開発, 全国規模の調査研究)
7. 揮発性有機化合物	一般住宅内調査(測定法の開発, 大規模建築物内調査)
8. 多環芳香族炭化水素(PAHs)	ビルで使用している浄化フィルタ中のPAHsの大規模調査
9. 呼気中のアルデヒド	測定法の開発
10. 新規物質(指針値予定物質)	測定法の開発, 放散量測定への適用
11. 化学物質分科会活動	室内汚染の調査及び講演会の開催
12. 学会及び委員会活動	公的機関等の委員会活動

表2 暖房器具別による室内汚染物質濃度の測定結果

ガス：ppm, 粒子： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

暖房器具の種類 の種類	測定期間 期間	汚染物質 物質	測定日数 日数	1時間 の最高	日平均値 の最高	測定期間中 の平均値
非暖房期	1984.11.18	SO <sub>2</sub>	11	0.020	0.016	0.011
		SPM	11	130	69	29
	1984.11.28	NO <sub>2</sub>	11	0.070	0.022	0.017
		NO	11	>0.5	0.209	0.135
		CO	9	7.0	4.0	2.0
		CO <sub>2</sub>	9	2600	1639	1223
石油ファン ヒーター	1984.12.07	HCHO	11	0.070	0.049	0.033
		SO <sub>2</sub>	12	0.028	0.012	0.010
	1984.12.18	SPM	12	120	68	35
		NO <sub>2</sub>	12	0.275	0.054	0.039
		NO	12	>0.5	0.249	0.180
		CO	12	11.0	5.0	3.1
石油ストーブ	1984.12.27	CO <sub>2</sub>	12	3900	1829	1438
		HCHO	12	0.068	0.047	0.042
	1985.01.07	SO <sub>2</sub>	12	0.028	0.012	0.011
		SPM	12	117	42	23
		NO <sub>2</sub>	12	0.220	0.062	0.042
		NO	12	>0.5	0.264	0.123
排気型 ガスストーブ	1985.01.13	CO	12	21.0	5.0	3.2
		CO <sub>2</sub>	12	>5000	2329	1908
	1985.01.23	HCHO	12	0.082	0.043	0.036
		SO <sub>2</sub>	11	0.023	0.009	0.008
		SPM	11	115	44	25
		NO <sub>2</sub>	11	0.184	0.037	0.025
ガスストーブ	1985.01.29	NO	11	>0.5	0.155	0.117
		CO	11	8.0	3.0	1.9
	1985.02.07	CO <sub>2</sub>	11	3000	1723	1367
		HCHO	11	0.048	0.034	0.030
		SO <sub>2</sub>	10	0.026	0.011	0.009
		SPM	10	109	42	25
1985.02.07	NO <sub>2</sub>	10	0.210	0.058	0.047	
	NO	10	>0.5	0.172	0.130	
	CO	10	11.0	4.0	3.1	
	CO <sub>2</sub>	10	>5000	2339	1976	
		HCHO	10	0.063	0.043	0.035

測定場所：東京都多摩地域に建立する集合住宅

を表2に示した。約11日間にわたるNO<sub>2</sub>の1時間値の全平均値についてみると、FF式ガスストーブが0.025 ppm、石油ファンヒーターの0.039 ppm、石油ストーブの0.042 ppm、ガスストーブの0.047 ppmとなっており、FF式ガスストーブは排気ガスを室外に排気しているのが当然の結果である。因みに非暖房時のNO<sub>2</sub>は0.017 ppmであった。また、NO<sub>2</sub>濃度に及ぼす環境条件(暖房器具の使用時間、ガスコンロ使用時間、換気扇の使用時間、窓の開放時間、温度、湿度)の影響を、重回帰分析を用いて検討した。その結果、NO<sub>2</sub>濃度に及ぼす暖房器具別の寄与率はFF式ガスストーブが最も低く56%に対して他の機種は83~86%の寄与率であった。FF式は排気を外に出すので当然の結果である。室内の環境条件から重回帰分析を用いて濃度予測を試みたが、ホルムアルデヒドに関してはある程度予測は可能であったが、NO<sub>2</sub>に関しては可能性が示唆される程度であった。

## 2.2 ホルムアルデヒド汚染の調査研究

次いで、取り組んだテーマはホルムアルデヒド汚染の調査研究であった。私共は昭和40年代前半にアセチルアセトン試薬を用いたホルムアルデヒド自動計測器の開発<sup>3,4)</sup>を行い、大気中のホルムアルデヒドの実態調査<sup>5)</sup>を行っていた。この間、本計測器を利用して各種建築物内で調査研究を行った。NO<sub>x</sub>汚染調査時と同じ住宅内にHCHO自動計測器を搬入し、1984年11月~1985年2月にかけて、暖房器具を変えながらHCHO汚染を調査<sup>2)</sup>した。約11日間の1時間値の全平均値についてみると、石油ファンヒーター使

用時が0.042 ppm、石油ストーブの0.036 ppm、ガスストーブ使用時の0.035 ppm、FF式ガスストーブの0.030 ppm、非暖房時が0.033 ppmとなっていた。ホルムアルデヒドの場合、石油系燃料を用いた暖房器具の場合に高い傾向を示していた。また、非暖房時においても比較的濃度が高い原因として、室内温度の上昇に伴って建築資材、家庭用品、その他からホルムアルデヒドの放散が進み、(この住宅は築後3年で、床、壁紙、その他が比較的新品である)濃度が上がったものと考えられた。因みに1時間値の最高値は0.082 ppm(石油ストーブ使用時)であった。

同様に各種建築物内で手分析法(アセチルアセトン・インピンジャー法)及び自動計測器を用いて実態調査<sup>6)</sup>を行ったので紹介する。調査は1979年~1981年にかけて行った。対象建築物は多種にわたっている。デパートの場合、カーペット売り場が高く0.089 ppm、スーパーマーケットでは雑貨売り場の0.065 ppm、一般住宅の子供部屋で0.290 ppm、病院の待合室で0.025 ppm、映画館で0.035 ppm、プレハブ内では>0.20 ppmであった。

次いで、個人曝露濃度調査ではパッシブサンプラーを開発<sup>7,8)</sup>し、これを用いて集合住宅に居住する主婦を対象に個人曝露濃度の調査を実施した。同時に室内環境条件も調査し、個人曝露濃度に及ぼす環境条件の影響を検討した。その結果、個人曝露濃度は室内濃度及び室内滞在時間との間に正の相関、窓の開放時間との間に負の相関が認められた。これらの変数に温度・湿度の変数を加えて重回帰分析を行った結果、重相関係数は0.826、決定係数は0.682を示し、

表3 室内及び外気のホルムアルデヒド濃度の測定結果(全国調査)

	全域		北海道・東北		甲信越		関東	
	室内	外気	室内	外気	室内	外気	室内	外気
試料数	230	238	48	48	5	4	39	44
平均値	0.062	0.008	0.056	0.008	0.096	0.005	0.051	0.007
最大値	0.480	0.096	0.292	0.048	0.274	0.005	0.310	0.018
中央値	0.043	0.006	0.038	0.005	0.061	0.005	0.028	0.006
最小値	0.004	0.001	0.006	0.001	0.043	0.005	0.007	0.001

	東海・中部		近畿		九州・沖縄	
	室内	外気	室内	外気	室内	外気
試料数	29	29	88	92	21	21
平均値	0.058	0.008	0.076	0.009	0.041	0.011
最大値	0.13	0.016	0.48	0.038	0.121	0.096
中央値	0.038	0.008	0.059	0.006	0.025	0.005
最小値	0.012	0.004	0.014	0.002	0.004	0.001

この変数によって個人曝露濃度の変動を約70%説明できることが明らかとなった。

厚生労働省と国立医薬品食品衛生研究所(安藤, 松村)は1996年に全国の衛生研究所と共同で一般住宅内のホルムアルデヒド汚染の実態調査<sup>9)</sup>を行った。その結果を表3(日平均値)に示した。全国平均で0.062 ppm, 50%タイル値は0.043 ppm, 75%タイル値は0.087 ppmであった。また, 地域的には甲信越地域が最も高く0.096 ppm, 次いで, 近畿地域の0.076 ppm, 最も低い地域は九州・沖縄地域の0.041 ppmであった。

一方, 松村, 池田<sup>10)</sup>らは全国の病院を対象に17成分のアルデヒド類の実態調査を行ったがホルムアルデヒド, アセトアルデヒド以外は殆ど検出されなかった。

### 2.3 ニトロソアミンの調査研究

次いで, ニトロソアミンの調査研究へと進んだ。国立衛生試験所内には食品添加物部が存在し, 唾液中の亜硝酸と食品摂取に伴うアミンとの反応によって生成する発ガン性のニトロソアミンの研究を食品の観点から研究を行っていた。

一方, 大気中においてもニトロソアミンの存在が指摘されていることから, 著者らも我が国における空気中の実態究明を目的として, 先ず, 測定法の開発から始めた。当時, ニトロソアミン専用の熱エネルギー分析計(TEA)が開発され, 著者らもTEA分析計を用いて空気中のニトロソアミンの分析法の開発<sup>11)</sup>を行い, 実試験に適用した。測定場所は東京都内の大気及びオフィスビル内で試料空気を採取した。大気中からはニトロジメチルアミンがN.D.~32 ng/m<sup>3</sup>の範囲, オフィスビル, 特に喫煙者在室時は22~560 ng/m<sup>3</sup>の範囲で検出されていた。

その後, 著者らはSolid Phase Micro Extraction (SPME)を用いたニトロソアミンの測定法の開発<sup>12)</sup>を行い, 本法を用いて空気中(喫煙時)のニトロソアミンの測定を行った。その結果, ニトロソジメチルアミンが400~1300 ng/m<sup>3</sup>, ニトロソジエチルアミンが130~520 ng/m<sup>3</sup>, ニトロソモルホリンが2680~3270 ng/m<sup>3</sup>の範囲で検出されていた。

### 2.4 パラジクロロベンゼンの調査研究

次に, 防虫剤の一つであるパラジクロロベンゼン(*p*-DCB)の調査研究を行った。現在でも防虫剤の一

つである*p*-DCBは使用されているが, 当時(1992年)は*p*-DCBが主流を占めていた。*p*-DCBは動物実験で発ガン性が確認されており, 厚生労働省においても室内濃度指針値を設定している。本研究では, 始めにパッシブサンプラーを開発<sup>13)</sup>し, これを用いて個人曝露濃度の実態調査を行った。その結果, 主婦は0.03~0.205 ppm, サラリーマンは0.008~0.020 ppm, 小・中・高校生は0.007~0.073 ppmの範囲で曝露を受けていた。特に, 室内滞在時間の多い主婦が高い曝露を受けていた。

### 2.5 有機リン酸エステルの調査研究

有機リン酸エステル類は内装材のビニルクロス等の難燃防止剤として利用されており, 一部発ガン性が指摘されている。1990年代中期に米国では室内環境内で使用されている壁装材から有機リン酸エステル類が室内に放散し, ヒトの健康影響が懸念され社会問題となった。これを受けて, 我が国の厚生労働省においても緊急課題として取り上げられ国立医薬品食品衛生研究所に実態調査の依頼があり, 著者らが担当することになった。まず, 測定法の開発から始まり, 石英フィルターとEmpore Diskフィルターを捕集剤とし, 分析にはGC/FPD法によりガス状と粒子状の分別測定法<sup>14)</sup>を確立した。本法を用いて居住環境内のガス状及び粒子状物質の実態調査を行った。その結果を表4に示した。それによると, Tributyl phosphate(TBP)のガス状は8.5~20.2 ng/m<sup>3</sup>, 粒子状は2.5~25.8 ng/m<sup>3</sup>の範囲, Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)のガス状は4.0~9.8 ng/m<sup>3</sup>, 粒子状はN.D.~37.0 ng/m<sup>3</sup>, Tris( $\beta$ -chloroisopropyl)phosphate (TICPP)はガス状がN.D., 粒子状は一軒のみ3.7 ng/m<sup>3</sup>が検出されていた。

一方, ハイボリウムアンダーセンエアサンプラーを用いて有機リン系化合物の粒径別(>5.7, 2.8~5.7, 1.6~2.8, 0.92~1.6, <0.92  $\mu$ m)の調査を全国規模(健康被害補償予防協会の調査研究の一環)で行った。その結果, TBP, TCEP, TICPP, Tris(butoxyethyl)phosphate(TBEP), Tris(2-ethylhexyl)phosphate(TEHP), Tricresyl phosphate(TCP)の各物質とも粒径0.92  $\mu$ m以下の濃度が圧倒的に高く, Total質量の90%程度は0.92  $\mu$ m以下の粒子が占めていた。即ち, PM<sub>2.5</sub>以下の粒子濃度が高いことを示していた。

表4 室内空气中的有機リン化合物の形態別測定結果

対象住宅及び 捕集期間	化学物質 (ng/m <sup>3</sup> )							
	TBP	TCEP	TCIPP	DZ	CP	CPM	FT	TCP
集合住宅居間	11.4	3.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.5
居間改築 1997.6.13~14	20.2	4.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
戸建住宅居間	25.8	3.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.2
改築直後 1998.2.10~11	15.4	6.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
戸建住宅住居間	19.4	37.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
改築(6カ月) 1998.3.5~6	8.5	7.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
集合住宅居間	8.5	6.5	N.D.	N.D.	5.6	N.D.	N.D.	N.D.
改築(6カ月) 1998.3.18~19	14.3	9.8	N.D.	N.D.	10.5	N.D.	N.D.	N.D.
戸建住宅居間	2.5	N.D.	3.7	1.8	4.1	N.D.	N.D.	N.D.
改築(10カ月) 1998.3.25~26	10.6	4.0	N.D.	N.D.	N.D.	1.3	10.0	N.D.

Tributyl phosphate (TBP)

Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)

Tris ( $\beta$ -chloroisopropyl)phosphate (TCIPP)

Diazinon (DZ)

Chlorpyrifos (CP)

Chlorpyrifos-methyl (CPM)

Fenitrothion (FT)

Tricresyl phosphate (TCP)

## 2.6 フタル酸エステルの調査研究

フタル酸エステルは塩化ビニル等の可塑剤として使用されており、可塑剤を含有した家庭用品、その他の製品からはフタル酸エステルが室内に放散し、室内汚染を引き起こしていることが指摘されている。このフタル酸エステルは一部環境ホルモン作用が指摘されており、我が国においても一時社会問題となった。本研究は公害健康被害補償予防協会<sup>15)</sup>の調査研究の一環として、測定法の開発と実態調査を行った(委員長, 松下秀鶴)。

本研究では石英フィルターとCarbon diskフィルターを用いて粒子状とガス状に分けてサンプリングした。更に、粒径別粒子状物質の捕集にはパーソナルカスケードインパクター(雨谷敬史氏の開発)を用いて3段階捕集(2.5  $\mu\text{m}$ 以下, 2.5~10  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ 以上)で行った。定量操作はサンプリング済みのフィルターを混合溶媒(アセトン:トルエン=7:3)で抽出、遠心分離後、GC/MS(Splitless)で分析した。対象物質は以下の11物質である。Dimethyl phthalate(DMP), Diethyl phthalate(DEP), Diallyl phthalate(DAP), Di-n-propyl phthalate(DPP), Di-iso-butyl phthalate(DisoBP), Di-n-butyl phthalate(DBP), Butyl benzyl phthalate(BBP), Di-n-hexyl phthalate(DHP), Dicyclohexyl

phthalate(DCHP), Di-(2-ethylhexyl)Phthalate(DEHP), Di-nonyl phthalate(DNP)。

表5に粒子状とガス状物質、表6に粒径別の測定結果をそれぞれ示した。粒子状及びガス状物質濃度についてみると、ガス状はDMPが1311.6 ng/m<sup>3</sup>と圧倒的に濃度が高い傾向、一方、粒子状はDBPが各住居とも高い傾向で最高値は2400 ng/m<sup>3</sup>であった。

表6に示した粒径別濃度は各住居とも>10  $\mu\text{m}$ のDEHPが高い傾向で、最高値は新築集合住宅の5205 ng/m<sup>3</sup>であった。粒径分布の最高値はDEHPの2.5~10  $\mu\text{m}$ の5386 ng/m<sup>3</sup>であった。

## 2.7 TVOCの調査研究

著者らが総揮発性有機化合物(TVOC)の調査研究を開始したのは1970年代後半(昭和50年後半)である。当時、大気汚染関係ではnon-CH<sub>4</sub>自動計測器を用いてメタン以外の炭化水素を測定しており、光化学オキシダントを抑制する観点から測定が行われていた。著者らは、この計測器を参考にTVOC計を開発<sup>16,17)</sup>し、室内TVOC調査に乗り出した。本計測器は一定量の試料ガスをカラムに導入し、C<sub>1</sub>~C<sub>5</sub>炭化水素(目安としてn-C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)が溶出した後に、カラムをバックフラッシュして、C<sub>6</sub>以上の炭化水素をひとかたまりの

表5 室内空気中のフタル酸エステル類の測定結果

濃度 建築物	濃度(ng/m <sup>3</sup> )									
	集合(中古) <sup>1</sup>		戸建(新築) <sup>2</sup>		戸建(中古) <sup>3</sup>		戸建(中古) <sup>4</sup>		外気 <sup>1</sup>	
形態	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状
DMP	177.2	1311.6	135	235	23.2	43.1	18.4	28.2	N.D.	5.1
DEP	25.9	70.5	120	450	55.2	60.4	170	310	N.D.	4.1
DAP	6.2	N.D.	4.6	12.5	N.D.	N.D.	4.1	8.2	N.D.	N.D.
DPP	N.D.	50.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DIBP	2.9	N.D.	3.4	N.D.	N.D.	N.D.	3.6	N.D.	N.D.	N.D.
DBP	118.2	194	2400	58.2	760	16.3	2200	176	N.D.	N.D.
BBP	2.0	0.4	3.0	1.6	N.D.	N.D.	140	12.4	N.D.	N.D.
DHP	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.0	N.D.	N.D.	6.4
DCHP	N.D.	31.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	11.0	24.4	N.D.	N.D.
DEHP	464	27.1	784	11.2	710	18.8	2300	101	17.4	22.7
DNP	1.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.1	1.7

1 : 2001.6.24~6.25, 28°C, 65%, 居間, 14.4 m<sup>2</sup>2 : 2001.8.15~8.16, 29°C, 62%, 居間, 14.4 m<sup>2</sup>3 : 2001.9.12~9.13, 25°C, 56%, 居間, 14.4 m<sup>2</sup>4 : 2001.8.24~8.25, 27°C, 68%, 居間, 14.4 m<sup>2</sup>

DMP : Dimethyl phthalate

DEP : Diethyl phthalate

DAP : Diallyl phthalate

DPP : Di-*n*-Propyl phthalateDIBP : Di-*iso*-butyl phthalateDBP : Di-*n*-butyl phthalate

BBP : Butyl benzyl phthalate

DHP : Di-*n*-hexyl phthalate

DCHP : Dicyclohexyl phthalate

DEHP : Di-(2-ethylhexyl)phthalate

DNP : Di-nonyl phthalate

表6 パーソナルカスケードインパクター方式によるフタル酸エステル類の粒径分布測定結果

濃度 建物	濃度(ng/m <sup>3</sup> )								
	集合住宅(新築) <sup>1</sup>			集合住宅(改築後) <sup>2</sup>			集合住宅(中古) <sup>3</sup>		
粒径	>10 μm	2.5~10 μm	<2.5 μm	>10 μm	2.5~10 μm	<2.5 μm	>10 μm	2.5~10 μm	<2.5 μm
DMP	N.D.	N.D.	N.D.	0.5	N.D.	N.D.	5.1	6.4	9.0
DEP	1.8	2.0	2.2	3.7	N.D.	N.D.	13.8	16.2	22.1
DAP	0.4	N.D.	0.7	0.4	0.2	0.1	N.D.	N.D.	N.D.
DPP	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DIBP	3.6	4.6	5.2	6.5	8.9	17.0	8.0	12.0	23.2
DBP	304	327	532	130	202	359	201	437	506
BBP	3.9	N.D.	N.D.	5.1	0.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DHP	3.1	3.8	10.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DCHP	N.D.	N.D.	N.D.	0.9	0.2	N.D.	5.8	0.3	N.D.
DEHP	5205	5386	1492	831	30.5	6.8	465	18.4	7.2
DNP	4.5	1.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	12.9	N.D.	N.D.

1 : 2001.7.15~7.22, 30°C, 67%, アパート, 居間

2 : 2001.2.15~2.22, 16°C, 52%, アパート, 居間

3 : 2001.11.15~11.22, 18°C, 62%, 集合住宅, 居間

DMP : Dimethyl phthalate

DEP : Diethyl phthalate

DAP : Diallyl phthalate

DPP : Di-*n*-propyl phthalateDIBP : Di-*iso*-butyl phthalateDBP : Di-*n*-butyl phthalate

BBP : Butyl benzyl phthalate

DHP : Di-*n*-hexyl phthalate

DCHP : Dicyclohexyl phthalate

DEHP : Di-(2-ethylhexyl)phthalate

DNP : Di-nonyl phthalate

表7 改装工事別TVOC濃度の測定結果

工事内容及び状況	試料採取日	環境条件		TVOC濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		温度( $^{\circ}\text{C}$ )	湿度(%)	
改装前	2007.8.11	27.0	52.0	191
床, 天井, 壁等の取り壊し及び撤去	2007.8.21	31.7	48.3	123
押入の床(合板), 壁(石膏ボード)を貼る。コンクリートはむき出し状態。材木がコンクリートの上に積載状態	2007.8.25	29.8	51.0	2837
部屋全体に床を貼る	2007.9.05	28.3	56.5	10106
部屋全体に壁紙を貼る。新品の食器棚及びシステムキッチンを設置	2007.9.09	28.5	56.0	11304
改装後1カ月	2007.10.02	27.7	61.0	3998
改装後2カ月	2007.11.02	24.4	56.0	3100
改装後3カ月	2007.12.17	22.3	51.3	2148
改装後6カ月	2008.3.10	21.8	48.6	560

ピークとしてFIDで検出する方式で、検出信号はインテグレーターで演算処理し、 $n\text{-C}_6\text{H}_{14}$ 換算濃度としてプリントアウトする計測器で1測定15分の自動計測器である。この計測器を用いて各種建築物内で実測試験(1996.4~1996.10)を行った。その結果、TVOC(トルエン換算)濃度は211~1818  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ( $n=14$ )の範囲で検出された。

更に、可搬型のダブルバーナー方式(FID検出器を2個搭載)のTVOC計測器を開発<sup>18)</sup>、次いで、半導体検出器を用いた「手のひらサイズ」のTVOC計の開発<sup>19)</sup>を行った。これを用いて各種建築物内の実態調査を行うと共に改築後の集合住宅内のTVOC濃度の経時変化を追跡した。その結果、表7に示した如く、改築前の濃度は191  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、改築直後(2007年9月)に11304  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に跳ね上がり、1カ月後で3998  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、3カ月後で2148  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、6カ月後で560  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に戻った。自然なベイクアウト(夏季)経ても約6カ月程度経過しないとTVOC濃度が減少しないことが判った。

## 2.8 揮発性有機化合物の調査研究

国立医薬品食品衛生研究所と全国の衛生研究所がタイアップして、居住環境内のVOCs汚染の実態調査<sup>20)</sup>を実施した。サンプリングは活性炭捕集、二硫化炭素抽出、GC/MSで測定する方式を検討・採用した。これらの成果は後に厚生労働省が室内濃度指針値設定の際の基礎資料として活用された。表8に全国調査結果の一例を示した。

著者らは、その後、新たなVOCs測定手法を検討した。すなわち、SPME(Solid-Phase Micro Extraction)法<sup>21)</sup>を用いる方法である。SPMEはカナダの

Pawliszynが開発したサンプリング器具で、注射針の先端がフェーズドシリカ製のファイバーになっており、このファイバーにポリジメチルシロキサンをコーティングしたもので、この部分にVOCsを吸着・濃縮後、このファイバーをGCの注入口に差し込み、加熱脱着-GC/MSで測定する方式である。著者らはサンプリングに1 L真空ビンを用いた。この真空ビンを減圧にし、内部標準のトルエン- $d_8$ を添加し、現場に持参する。現場で減圧を解除することにより現場空気を採取する。捕集ビンを試験室に持ち帰り、これにSPMEを差し込み40 $^{\circ}\text{C}$ の恒温槽に30分間放置後、VOCsを吸着したSPMEをGCの注入口に差し込み、加熱脱着-GC/MS分析を行う。本法は38成分のVOCsが測定可能である。また、サンプリングは2 L程度のテドラーバッグを用いて現場空気を採取し、試験室で真空ビンに移し替えて分析することも可能である。図1にSPME法のクロマトグラムの一例を示した。

## 2.9 多環芳香族炭化水素(PAHs)の調査研究<sup>22)</sup>

一般的なオフィスビルディングでは空調システムを導入し、ビル内で働く人々の健康管理を行っている。その一環として浄化空気をビル内に導入し、ビル衛生管理法に基づく衛生管理規準の維持に努めている。このシステムの大きな柱として空調機にエアフィルターを組み込み、粒子状物質を除去し新鮮空気を館内に取り込んでいる。本研究では、このフィルターに捕集された粉塵中のPAHsを分析することにより、全国各地の有害物質の特性を把握できると考え、全国各地で使用している外調機のフィルターを回収、分析を行い、PAHsの地域特性(PAHsの構成成分、濃度分布)及び発生源を明らかにすることを

目的とした。定量はフィルター中の粉塵を溶媒で抽出後、GC/MSで分析し、 $\mu\text{g/g}$ で表示した。対象成分はUS EPA AO-213に記載されている18成分を選定した。測定結果を表9に示した。成分別ではベンゾ(k)フルオランテン(4.463  $\mu\text{g/g}$ )、フルオランテン(2.479  $\mu\text{g/g}$ )、インデノ[1,2,3-cd]ピレン[1.513  $\mu\text{g/g}$ ]が高い傾向を示していた。一方、地点別(18成分の

平均値)では佐賀唐津が最も高く0.986  $\mu\text{g/g}$ 、次いで、名古屋の三宮0.802  $\mu\text{g/g}$ 、福岡住吉の0.595  $\mu\text{g/g}$ となっていた。Lima, Yunkerらの指標を使用し、発生源の推定を行った結果、福岡住吉は植物由来、福岡千代は石油燃焼由来、佐賀唐津は石炭燃焼由来、名古屋は両地域とも石炭燃焼由来の影響が大きかった。

表8 揮発性有機化合物の全国調査(平成9年度及び10年度)

物質名	平成9年度			平成10年度		
	最大値	平均値	I/O	最大値	平均値	I/O
ヘキサン	138.2	7.4	3.4	97.5	7.0	2.1
ヘプタン	427.0	7.7	7.0	163.2	7.8	8.6
オクタン	477.7	11.5	14.4	257.7	12.7	10.3
ノナン	590.5	20.9	17.4	346.9	20.8	9.6
デカン	572.3	23.1	12.2	342.7	21.0	6.0
ウンデカン	268.4	14.6	13.3	228.6	13.0	6.3
ドデカン	232.4	9.5	8.6	141.6	10.2	5.7
トリデカン	182.4	7.3	5.2	453.1	13.1	2.6
テトラデカン	75.0	5.7	3.8	1114.8	18.7	8.9
ペンタデカン	42.0	2.0	0.8	316.3	5.3	12.2
ヘキサデカン	59.8	1.3	0.4	77.5	2.3	1.8
2,4-ジメチルペンタン	61.5	1.2	3.0	13.0	0.5	1.6
2,2,4-トリメチルペンタン	38.3	0.9	2.0	1095.6	7.1	12.0
ベンゼン	65.8	5.9	2.0	433.6	7.2	2.2
トルエン	2375.0	93.3	4.6	3389.8	98.3	4.6
エチルベンゼン	723.0	21.6	3.0	501.9	22.5	4.6
<i>m,p</i> -キシレン	717.0	26.7	5.7	424.8	24.3	5.6
<i>o</i> -キシレン	380.0	11.5	6.4	144.4	10.0	4.5
スチレン	183.8	4.5	15.0	132.6	4.9	25.1
1,3,5-トリメチルベンゼン	1085.6	9.6	5.3	231.3	4.2	4.9
1,2,4-トリメチルベンゼン	2988.6	29.0	11.6	577.2	12.8	5.4
1,2,3-トリメチルベンゼン	155.9	5.8	6.4	53.2	3.1	5.3
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	122.4	1.5	3.8	16.8	0.7	2.9
クロロホルム	154.8	2.1	5.3	12.8	1.0	2.6
1,1,1-トリクロロエタン	58.3	1.7	5.7	65.1	3.0	6.2
四塩化炭素	283.5	3.6	2.4	18.5	1.5	1.5
トリクロロエチレン	1864.4	7.9	11.3	104.7	2.4	2.1
テトラクロロエチレン	83.5	1.8	3.6	43.4	1.9	2.9
1,2-ジクロロエタン	61.0	1.2	4.0	11.5	0.5	0.9
1,2-ジクロロプロパン	37.4	1.1	5.5	19.9	0.5	1.6
ジブロモクロロメタン	490.1	5.3	17.7	313.0	2.0	10.0
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	6058.7	128.4	47.6	2246.9	123.3	25.1
酢酸エチル	149.2	9.0	3.9	288.0	11.9	4.3
酢酸ブチル	441.9	10.3	7.9	340.9	11.7	8.6
アセトン	361.2	32.3	5.8	*	*	*
ノナール	73.9	5.9	3.9	421.2	15.8	11.3
デカール	46.6	3.1	2.4	169.0	9.7	3.6
メチルエチルケトン	129.6	6.6	4.1	101.0	5.8	3.7
メチルイソブチルケトン	473.9	7.3	10.4	179.1	4.8	4.8
ブタノール	82.6	5.1	6.4	174.5	6.8	7.8
$\alpha$ -ピネン	296.5	12.9	6.5	2231.8	77.6	13.6
リモネン	690.8	26.5	10.2	554.8	421	39.3

\* : 平成10年度は測定せず



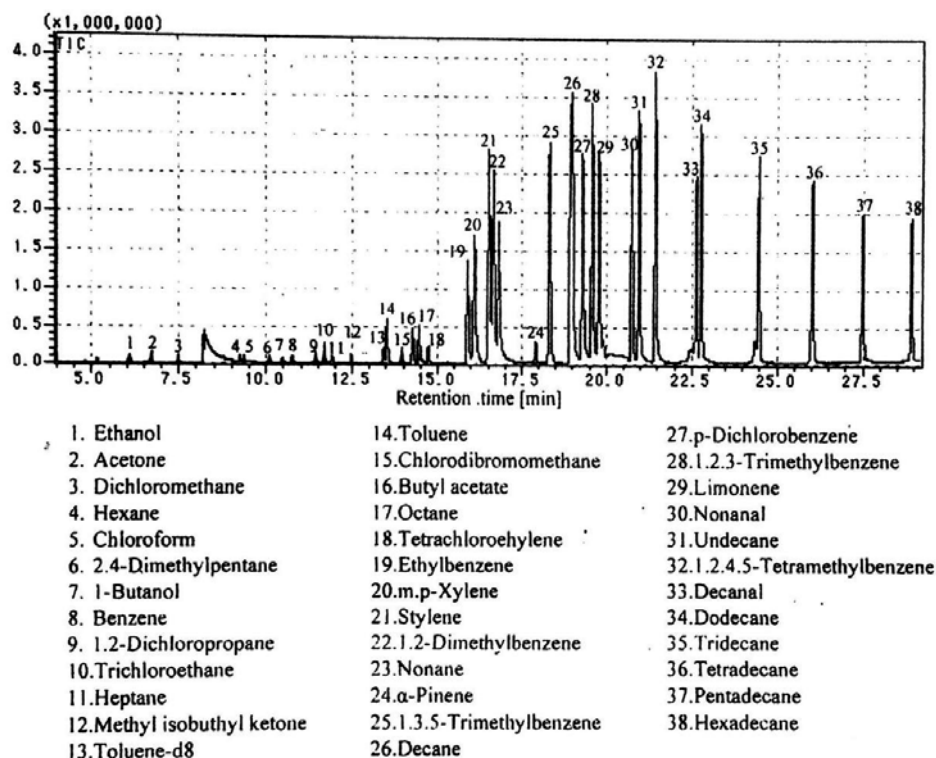


図1 揮発性有機化合物のクロマトグラムの一例 (SPME)

表9 空調フィルターに捕集された粉塵中の多環芳香族炭化水素濃度測定結果

物質名	(μg/g)					
	福岡県 博多区 住吉	福岡県 博多区 千代	東京都 品川区 広町	佐賀県 唐津 石志	愛知県 名古屋市 三宮	愛知県 名古屋市 吹上
	フィルタ使用期間					
	2012.7- 2014.4	2012.10- 2014.1	2013.9- 2014.9	2012.10- 2014.1	2010.2- 2014.1	2010.10- 2014.1
ナフタレン	0.409	0.158	0.28	1.193	0.33	0.231
2-メチルナフタレン	0.331	0.064	0.212	0.237	0.124	0.063
1-メチルナフタレン	0.306	0.065	0.505	0.233	0.143	0.069
アセナフチレン	0.032	<LOQ	0.069	0.047	0.039	<LOQ
アセナフテン	0.101	<LOQ	0.074	<LOQ	0.024	<LOQ
フルオレン	0.108	0.519	0.279	0.069	0.078	0.039
フェナンスレン	0.689	0.029	0.489	1.197	0.927	0.267
アントラセン	0.067	1.271	0.045	0.063	0.051	0.03
フルオランテン	0.76	<LOQ	0.448	2.479	1.704	0.456
ピレン	0.634	1.042	0.515	1.447	1.314	0.379
ベンゾ[a]アントラセン	0.171	0.102	0.133	0.269	0.213	0.075
クリセン	0.86	0.733	0.312	1.716	1.224	0.578
ベンゾ[k]フルオランテン	3.038	1.294	1.277	4.463	4.135	1.578
ベンゾ[b]フルオランテン	0.305	0.189	0.145	0.427	0.368	0.15
ベンゾ[a]ピレン	0.523	0.397	0.513	1.013	0.859	0.202
インデノ[1,2,3-cd]ピレン	1.201	0.59	0.337	1.447	1.513	0.594
ジベンツ[a,h]アントラセン	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
ベンゾ[g,h,i]ペリレン	1.097	0.598	0.356	1.413	1.367	0.448

\*1 : LOQ(μg/g) : アセナフチレン, アセナフテン=<0.011, フルオランテン=<0.013, ジベンツ[a,h]アントラセン=<0.028

\*2 : 回収されたフィルタは恒温, 恒湿室内に放置後, 秤量, 粉塵重量を確定し, g/m<sup>2</sup>に換算整理した。尚, 各地の粉塵捕集量は25~91 g/m<sup>2</sup>の範囲であった。

## 2.10 呼気成分の分析法

近年、生体より発生する生体ガスを検出し、疾病診断に応用する研究が世界的に進展している。特に、呼気中のある種のガス成分が、ガンや臓器疾患のマーカーになるとの指摘がある。即ち、一酸化窒素は喘息、アセトンは糖尿病、二硫化炭素は統合失調症、エチルメルカプタン及びジメチルスルファイドは肝硬変、トリメチルアミンは尿毒症、アンモニアは肝炎、肝硬変、ピロリ菌、エタン及びペンタンは喘息患者に高濃度で検出、水素及びメタンは腸内嫌気性菌の異常、アセトアルデヒドは肺ガン、一酸化炭素は脳梗塞、ホルムアルデヒドは前立腺ガン、プロパナール、ブタナール、ペンタナール、2-メチルペンタナール、ベンズアルデヒド等は肺ガン、ヘキサナール、ヘプタナール、オクタナール、ノナナール等は乳ガン等のマーカー物質として指摘されている。

我々はガンの診断に非侵襲的診断法の確立を目的として、高価な装置を用いず、かつ、簡易な測定法の確立を目的として、SPME法を用いて測定法の開発<sup>23,24)</sup>を行った。

サンプリングは呼気採取装置を用いて終末呼気をバッグに採取する。次いで、50 mLの真空ビンを減圧にし、これに内部標準であるトルエン-*d*<sub>8</sub>を添加後、終末呼気を採取したバッグと真空ビンを接続し、真空ビンの減圧を解除することによって呼気を真空ビンに移す。この真空ビンにSPMEを差し込み、被検成分をSPMEに吸着する。SPMEを40℃の恒温槽に30分間放置し、被検成分を吸着後、SPMEをGCの注入口に差し込み、加熱脱着GC/MS分析を行う。図2

に対象成分のクロマトグラムの一例を示した。本法の繰り返し精度は相対標準偏差で5%以下、定量下限値も6成分を含めて20 ng/L以下である。なお、呼気成分の測定結果は倫理委員会の承認を経ていないので公表は控える。

## 2.11 新規物質の実態調査

### 2.11.1 アクリルアミド(AA)

柴田科学2016年度調査研究助成による研究として「アクリルアミドの捕集法及び定量法の検討」<sup>25,26)</sup>と題して研究を実施した。内容としてはガス状と粒子状のAAの捕集方法とGC/MSを用いた定量法の基礎的検討である。具体的にはガス状のAAを活性炭tubeに捕集し、溶媒で抽出し、GC/MSで測定する方法である。一方、ガス状と粒子状AAの分別測定法は、粒子状AAは石英フィルター、ガス状AAは活性炭フィルターに捕集し、それぞれ溶媒で抽出後、GC/MSで測定する方法を検討した。

本項では活性炭tubeで捕集するガス状AAについて記述する。活性炭tubeは柴田科学製の単層型を用い、毎分1.0 L/minで24時間サンプリングを行った。捕集率は捕集管1本で95.6%(1 L/min × 24 h=14460 L)、回収率は103.5%、繰り返し精度は相対標準偏差で4.6%、定量下限値は2.4 ng/m<sup>3</sup>である。本法を用いて一般住宅内で調査を行ったが定量下限値以下であった。一方、喫煙室(気積25 m<sup>3</sup>)で置きタバコ(10本/h)を行った場合、6133 ng/m<sup>3</sup>、蚊取り線香使用時で23 ng/m<sup>3</sup>が検出された。

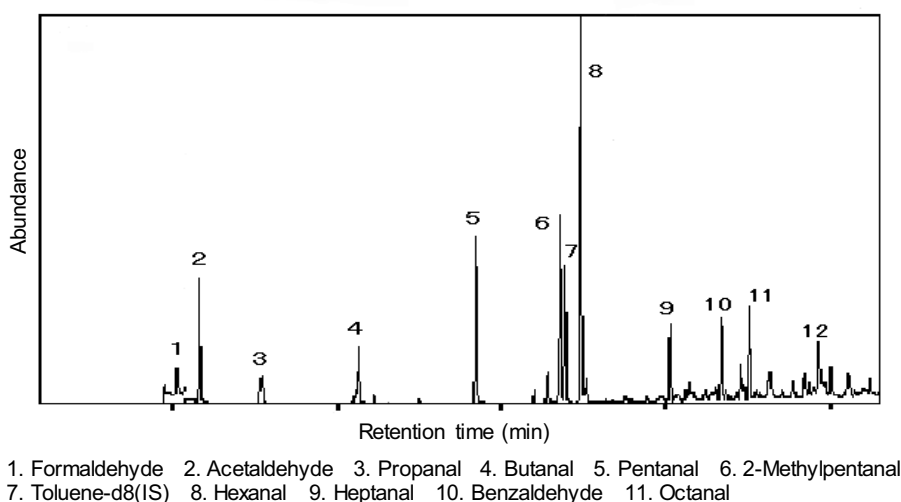


図2 アルデヒド標準ガスのクロマトグラム(SPME法)

### 2.11.2 2-エチル-1-ヘキサノール(2-EH), 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート(TXN), 2,2,4-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート(TXIB)の分析法及び放散量測定への適用

従来、2-EHや他の2物質については活性炭捕集・溶媒抽出-GC/MS分析、或いはTenax TA及びCarboxen 1000を充填した2層サンプラー捕集・加熱脱着-GC/MS法等で分析を行っている。上島<sup>27)</sup>らは大学校内の室内で2-EHが1.22~1902  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、一方、小林<sup>28)</sup>らは学校の図書室、体育館等で2-EHが120~290  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で検出されたと報告している。

著者<sup>29)</sup>らは、壁紙等から放散する2-EH, TXN, TXIBを、SPMEを用いて簡易に測定する方法を開発した。図3にSPMEを用いた簡易放散量の測定風景を示した。本法は壁紙を7 cm × 7 cm=49 cm<sup>2</sup>に切り取り、これを約700 mLの耐熱製ビン(チャンバー)の上部から吊し、これにSPMEを挿入し、40℃の恒温槽に30分間放置し、被検成分をファイバーに吸着させる。吸着後、SPMEをGCの注入口に差し込みGC/MSで分析する方法である。本法の回収率は2-EHが116.3%、TXNが102.3%、TXIBが93.6%であった。また、定量下限値は2-EHが1.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 、TXNが



図3 SPMEによる放散量測定風景

1.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 、TXIBが4.26  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ であった。本法を壁紙の放散量試験に適用した。その結果、2-EH, TXNの放散が確認された。一方、TXIBは定量下限値以下であった。

### 3. 室内環境学会化学物質分科会の活動

室内環境研究会(現、室内環境学会)発足当時、健康で快適な室内環境の創造を目指して、本会に幾つかの分科会が設置され、化学物質分科会もその一つである。著者は平成8年から平成19年にかけて化学物質分科会の世話人として活動を行ってきた。表10

表10 化学物質分科会活動状況

年 度	活動状況
平成8年度	東海地方に建立する住居内で暖房器具使用時における燃焼生成物及びVOCsの調査
平成9年度*	
平成10年度*	
平成11年度	東京都内のアパート内で喫煙時における粒子状物質、NO <sub>x</sub> 、HCHO、VOCsの調査
平成12年度	東京都内のプレハブ住居内で喫煙実験を行い、各種自動計測器等を用いて調査、non-CH <sub>4</sub> 、TVOC、CO、CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、HCHO、PM <sub>2.5</sub> 、多環芳香族炭化水素の実態調査を行った。
平成13年度	新築南国リゾートマンションにて、室内外空気質の実態調査を初年度分として実施した。有機リン化合物、リン酸エステル類の測定を実施した。
平成14年度	新築南国リゾートマンションにて、室内外空気の同時測定を実施した。測定項目は、HCHO、リン化合物、フタル酸エステル類、気象条件等の実態調査を実施した。
平成15年度	建築基準法の改正に伴い、測定法及び簡易測定器の認定がなされた。それに伴い、関係者、即ち、工務店の人、一般住民を対象にシンポジウムを開催した。
平成16年度	平成16年度に学校環境衛生基準の改定がなされ、それに伴い、基準項目としてNO <sub>2</sub> 、エチルベンゼン、スチレンが追加された。これら項目中のNO <sub>2</sub> の簡易測定器の評価試験試験を行い、学校薬剤師等が簡易にNO <sub>2</sub> を測定できるように指導した。
平成17年度	Indoor Air 2005が北京で開催された。今年度は発表論文を、5つのカテゴリーに分けて文献を整理した。特に、化学物質と燃焼生成物に特化し文献をまとめた。
平成18年度	今年度は注目されているTVOCについて、自動計測器を用いて改築後のTVOCの調査を実施した。更に、半導体検出器のTVOCモニターを用いて個人暴露量調査を行い、個人暴露量に及ぼす環境条件の影響を調査し、室内濃度、ガスコンロの使用時間が正の相関、窓の開放時間、散歩時間に負の相関がみられた。
平成19年度	改築中の集合住宅を対象に改装工程別に、個々のVOCs及びTVOCの実態調査を実施した。改装前後では $\alpha$ -ピネン、デカン、ノナンが1104 - 1662 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示した。TVOCは改装前は191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が改装後は10106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示していた。

\*: 資料不足に付き空欄

に年度別の活動状況を記した。化学物質分科会と燃焼分科会と合同で実態調査を行ったり、他に講演会の開催、文献調査等も行い本学会で報告した。本活動を行うことにより 本学会の発展に少しでも貢献できたと思っている。

#### 4. 委員会活動

著者は学会及び公的機関等における各種委員会活動を行ってきた。表11にその概要を示した。中でも厚生労働省のホルムアルデヒド及びパラジクロロベンゼンの専門家会議の報告資料は厚生労働省の室内指針値策定に利用された。更に、国土交通省関係の委員会報告は建築基準法の改正、また、長年、JISの

専門委員として活動し、標準測定法作成に貢献した。これら委員会及び学会活動に伴って学会賞を受賞したのでその一端を紹介した。

#### 5. まとめ

室内汚染研究を始めて2~3年後、化学物質濃度のI/O(室内濃度/外気濃度)比のデータを整理中、殆どの化学物質でI/O比が1以上で中には200を超える物質が存在し、驚愕を覚えた。早速、日本人の成人男女の呼吸量(15 m<sup>3</sup>/day)と室内濃度レベル(数μgレベルと仮定)を基に、1カ月間の化学物質摂取量を計算すると、天秤で測れる程度(mg/month)の化学物質を体内に取り込んでいることが解った。これを契機

表11 著者の室内環境に関する委員会活動等

期間	委員会活動等
平成7年4月1日 平成8年3月31日	快適で健康的な住宅に関する検討会議, 健康住宅関連 規準等専門部会委員
平成8年6月11日 平成9年3月31日	健康住宅専門委員会, 内装・実験分科会委員(国土交通省, 厚生労働省, 農林水産省, 経済産業省)
平成9年6月1日 平成10年3月31日	家庭用品専門家会議, p-ジクロロベンゼンのリスク評価 委員会(厚生労働省)
平成15年4月1日 平成17年3月31日	中央環境審議会環境部会, 化学物質評価専門委員(環境省)
平成16年8月13日 平成17年3月31日	シックハウス症候群に関する研究委員会(文部科学省)
平成13年4月1日 平成14年3月31日	排ガス中のホルムアルデヒドの分析法JIS原案作成 委員会(経済産業省)
平成11年4月1日 平成20年3月31日	室内空気質関連JIS原案作成委員会(国土交通省) JIS A 1901, JIS A 1960, JIS A 1961, JIS A 1962, JIS A 1963, JIS A 1964, JIS A 1965, JIS A 1966, JIS A 1967, JIS A 1968, JIS A 1969
平成3年 平成5年	日本公衆衛生学会編集委員
平成9年 平成12年	大気環境学会評議委員
平成10年 平成11年	室内環境学会編集委員
平成11年 平成12年	室内環境学会会長
平成23年 平成29年	室内環境学会評議委員 (平成19~22年は会計担当)
平成10年4月1日 平成11年6月10日 平成12年5月20日 平成16年4月12日	第24回建築物環境管理全国発表会優秀賞受賞 第26回環境賞受賞 平成11年度空気清浄会賞論文賞受賞 第21回空気清浄とコンタミネーションコントロール 研究大会会長奨励賞受賞
平成18年4月11日	第23回空気清浄とコンタミネーションコントロール 研究大会会長奨励賞受賞
平成19年5月30日 平成26年12月5日 平成29年12月13日 平成29年12月13日	平成18年度空気清浄協会賞論文賞受賞 室内環境学会論文賞受賞 平成28年度室内環境学会学術大会会長奨励賞受賞 室内環境学会名誉会員推戴

に室内汚染研究の重要さを改めて痛感し、表1に示した調査研究へと邁進することになった。

近年、生体ガスを測定し、ヒトの疾病診断に応用する試みが世界的に注目を集めている。最近、呼気中のVOCsがガンのマーカー物質になるとの指摘があり、著者らも呼気中のVOCsの測定を行ってきたが、最近、ターゲットをアルデヒドに絞り、肺ガンや乳ガンの早期発見に寄与すべく測定法の開発を行っている。ところが、測定法が確立してもガン患者の呼気を採取するのに困難(倫理問題を含めて)を伴い、必然的に医者との共同研究が必要となる。一方、医者の立場からすると測定法の開発が困難を来し、測定法の専門家の協力が必要と訴える。こう考えると室内環境学会の専門家は両者の言い分が理解でき、今後、生体ガスの測定技術の面で協力し、両者の協力のもと、非侵襲的疾患診断法を用いて、特に、ガンの早期発見に貢献できればと考えている。

## 6. 謝辞

最後に私の室内汚染研究に終始ご協力を頂いた、室内環境学会名誉会員の村松 学氏、(元)東亜・DKK千葉営業所所長の長田英二氏、(元)国立衛研・財団法人東京顕微鏡院の生田実香氏、GLサイエンス(株)の今中努志氏、(株)ガステックの松延邦明氏に感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 松村年郎, 樋口英二, 村松 学, 谷村顕雄, 亀谷勝昭, 河上一美: 室内空気汚染に関する研究(第1報), 大規模建築物内における窒素酸化物濃度について, 衛生試験所報告, 98, 26-32 (1980).
- 2) 松村年郎, 長田英二, 小嶋茂雄: 冬季一般家庭における室内汚染について, -暖房器具による影響を中心に-, 大気汚染学会誌, 28(3), 140-152 (1993).
- 3) 山手 昇, 松村年郎, 外村正治: 大気中ホルムアルデヒドの比色法による連続測定について, 衛生試験所報告, 86, 58-64 (1968).
- 4) 松村年郎, 樋口英二, 谷村顕雄, 山手 昇, 亀谷勝昭: 大気中のホルムアルデヒド自動計測器の改良, 日本化学会誌, 4, 639-644 (1980).
- 5) 松村年郎, 井上哲夫, 樋口英二, 山手 昇: 東京都内霞ヶ関における空気中のホルムアルデヒド濃度, 日本化学会誌, 4, 540-545 (1979).
- 6) 松村年郎, 村松 学, 亀谷勝昭: 室内空気汚染に関する研究(第3報), -室内空気中のホルムアルデヒド濃度について-, 日本公衆衛生雑誌, 30(7), 303-308 (1983).
- 7) E. Osada, T. Matsumura, S. Muramatsu: Development of a passive sampler of formaldehyde and its application to exposure measurement, Proceeding of Indoor Air, 93(2), 317-322 (1993).
- 8) 松村年郎, 亀谷勝昭, 村松 学, 他: 室内空気汚染に関する研究(第4報), ホルムアルデヒドの個人暴露濃度について, 日本公衆衛生雑誌, 32(6), 287-295 (1985).
- 9) 平成8年度暴露評価研究報告書(ホルムアルデヒドの全国実態調査), 厚生労働省.
- 10) 松村年郎(主任研究者): 医療機関における室内空気質に関する研究, 平成14年度 総括・分担研究報告, 厚生労働科学研究費補助金, 厚生労働科学特別研究事業.
- 11) 松村年郎, 谷村顕雄, 樋口英二, 山手 昇, 坂田 衛: ガスクロマトグラフィー熱エネルギー分析計による空気中のニトロソジメチルアミンの定量, 日本化学会誌, 10, 1410-1414 (1979).
- 12) 浅井慎平, 松村年郎, 吉川賢治, 森田孝節, 櫻川昭雄: 平成24年度室内環境学会学術大会講演要旨集, 102-103 (2012).
- 13) 松村年郎, 河田 浩, 長田英二, 村松 学, 関田 寛, 小嶋茂雄: 揮発性有機化合物のパッシブサンプラーの開発と個人暴露量測定への適用-パラジクロロベンゼン-, 空気清浄, 30(6), 37-44 (1993).
- 14) 松村年郎, 濱田実香, 伊藤健司, 安藤正典, 磯崎昭徳: 室内空気中の有機リン化合物の測定法の検討とそのアプリケーションについて, 室内環境学会誌, 1(1), 11-17 (1998).
- 15) 松村年郎, 濱田実香, 今中努志: 室内外空気中のフタル酸エステル類の分析法, 生活環境中の汚染物質測定マニュアル, 独立行政法人環境再生保全機構, 126-146 (平成16年3月).
- 16) 松村年郎, 安藤正典, 角野政弥, 村松 学: TVOC計の性能評価試験と室内VOCの実測結果について, 室内環境研究会, 第3回研究発表会講演抄録集, 74-75 (1997).
- 17) T. Matsumura, K. Otsuka, M. Hamda: Development

- of the TVOC automatic analyzer and test to evaluate its performance, *Indoor Air* 99, 4, 432-436 (1999).
- 18) 濱田実香, 松村年郎, 安藤正典, 野中知行: 可搬型TVOC計の開発, *室内環境学会誌*, 4(1), 206-207 (2001).
  - 19) 松村年郎, 瀬戸口泰弘, 森田孝節, 松延邦明, 海福雄一郎, 有本雄美, 色摩 操: 半導体検出器を用いたTVOCモニターの開発とアプリケーションについて, *作業環境*, 37(3), 114-124 (2016).
  - 20) 居住環境内における揮発性有機化合物の全国実態調査 (平成9年度, 平成10年度), 厚生労働省.
  - 21) 五木田夏歩, 松村年郎, 吉川賢治, 森田孝節, 櫻川昭雄: SPMEを用いた室内空気中のVOCsの定量法について, *空気清浄*, 52(6), 53-58 (2015).
  - 22) 松村年郎, 生田実香, 森田孝節, 大場俊哉, 富岡孝宏, 田中正尚, 今中努志: 日本の各都市で回収されたエアフィルタ中の多環芳香族炭化水の測定結果について, *空気清浄*, 54(5), 35-43 (2017).
  - 23) T. Matsumura: Determination method of aldehyde in breath sample using SPME -GC/MS method, The 4<sup>th</sup> International workshop of sensing technology —Sensing technology for health care application—, Nagoya (10<sup>th</sup> Feb. 2017).
  - 24) 小口陽信, 松村年郎, 吉川賢治, 森田孝節, 櫻川昭雄, 今中努志: 固相マイクロ抽出-GC/MSによる呼気中のアルデヒドの定量, 平成28年度室内環境学会学術大会講演要旨集, 196-197 (2016).
  - 25) 松村年郎, 鈴木 聡, 色摩 操: 空気中のアクリルアミドの捕集法及び定量法の検討, 柴田科学2016年度調査研究助成研究成果報告書 (2017.3.31).
  - 26) 松村年郎, 鈴木 聡, 色摩 操, 山下洋一, 生田実香: 空気中のアクリルアミドの捕集法と定量法の検討, 平成29年度室内環境学会学術大会ポスター抄録集, p-48 (2017).
  - 27) 上島道浩, 柴田英治, 酒井 潔, 大野浩之, 那須民江: ビル建築の空気中2-エチル-1-ヘキサノールの発生源に関する検討, 平成15年度室内環境学会総会講演集, 160-163 (2003).
  - 28) 小林 智, 武内伸治, 小島弘幸, 高橋哲夫, 神和夫, 秋津裕志, 伊佐治信一: 水性塗料成分1-メチル-2-ピロリドン及びテキサノールによる新築小学校の室内空気汚染, *室内環境*, 13(1), 39-54 (2010).
  - 29) 松村年郎, 生田実香: 壁紙から放散する提案・新指針値物質 (2-エチル-1-ヘキサノール, 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート, 2,2,4-トリメチルペンタンジオールジイソブチレート) の簡易放散量試験法に関する研究—固相マイクロ抽出・加熱脱着-GC/MS法—, 平成29年度壁装協会報告書 (平成29年3月16日).