

他の眼科疾患に比べて高い値を示した。この要因についても、やはり状況に依存した抑うつなのか、疾患メカニズムそのものに付随して生じるのかは不明である。

男女別にみた場合、MCS の男性では、有意差は認められなかったものの、初診での平均点が対照群に比べ約 5 点高く、一方再診群ではその差がみられなくなっていることから、女性と同様、抑うつ感は強まるものの、通院により対照群の再診患者と同程度にまで改善するのではないかと思われる。点数の状況が対照群の女性と類似していることが興味深い。

これに対して、女性では、再診で、対照群と有意な差が認められ、MCS の女性患者では、通院を継続しても対照群の女性患者のように抑うつが改善しない可能性が示唆された。したがって、化 MCS の抑うつについては、初診時はもちろんのこと、特に女性では通院中にもその推移に注意を払うことは重要であると思われる。

### 3. 各尺度間の相関について

状態不安検査と特性不安検査についての相関は 1. で述べた通りである。SDS と各尺度間の相関をみると、化学物質過敏症がいずれの尺度とも比較的高い相関を示すのに対して、対照群では、特性不安とのみ高い相関を示していた。特性不安が個人の不安の傾向を反映したものだとする、抑うつ的な気分が自己を内観することを強める傾向に働くことと特性不安が何らかの関連をもって動くことも十分考えられる。MCS で状態不安と SDS が高い相関を持つということは、状況的な不安材料が抑うつ気分と直結する傾向にあるのか、そもそも状況に対する不安や抑うつといった感情がその個人の中で分離されておらず、密接に関連しているなどの可能性が考えられる。

## F. 文献調査から

MCS で生じる精神症状には、注意・集中力の低下、記憶力の低下・健忘、思考力低下、混迷、イライラ感の増強、現実感の喪失、うつ状態、被刺激性亢進、性欲の低下、睡眠障害、(頭痛、疲労)などが挙げられている<sup>5)6)</sup>。Buchwald らの報告では、30 人の MCS 患者で、その 90%に記憶力の低下や健忘、混迷や思考力の低下が認められたとされており、被刺激性亢進や抑うつが 67%に止まっていることに比べ高率で、慢性疲労症候群患者や線維筋肉痛患者と比較しても高いことが述べられている<sup>7)</sup>。

精神疾患との関連では、微量化学物質への曝露

直後に発作様の症状が出現し、同様な環境下では繰り返し症状が発現する病態に類似することから、パニック障害との関連に言及する論文がいくつかある。例えば、Kurt は、MCS の症状発現が、米国精神医学会の診断基準である DSM-IV のパニック発作や不安発作に特に関連性がみられるとし、MCS を「毒性広場恐怖 (toxic agoraphobia) とも呼んでいる<sup>8)</sup>。また、Binkley らは、対象 5 人の MCS 患者全員に乳酸ナトリウムを投与することにより、プラセボの場合と対照的に自覚的な MCS の症状が惹起されたと報告している<sup>9)</sup>。乳酸ナトリウムはパニック発作誘発物質として知られており<sup>10)~12)</sup>、このことから、MCS とパニック障害では生物・神経学的な類似性があるのではないかと述べられている。また、前述の Leznoff<sup>13)</sup> や Lehrer<sup>14)</sup> は、発作様の症状発現に対して、過換気症候群との関連を述べている。この他、MCS を身体化障害のサブグループとするもの<sup>15)</sup>や、うつ病などの気分障害、不安障害、外傷後ストレス障害 (PTSD) などとの症状のオーバーラップに言及しているものがみられる。疾患との関連以外では、Staudenmayer らの身体的・性的虐待の既往が多いとの報告<sup>16)</sup>や中年女性の MCS 患者は父親との関係が疎遠で壊れやすいとする Bell らの調査結果などがある<sup>17)</sup>。

しかし、精神疾患の診断が身体因の有無と DSM-IV などの操作的診断基準をもとに下される以上、MCS の病態が証明されない現状では、MCS と精神疾患の異同を厳密に議論することは不可能である。また、現状で身体的な病態が証明されないことをもって心因性としてしまうことも誤りである。今後は、構造化面接や診断基準に沿った精神症状の調査や、統制された実験上での精神症状の変化や所見について、検討を続ける必要があると思われる。

## G. 結語

本研究では、元来の発生性差に関連して、特に再診の男性化学物質過敏症患者が少ない中での結果である。したがって、今後の調査では、男性患者も十分な数を集めた上で上記の結果や考察を再検討する必要がある。また、化学物質過敏症が、その疾患単位として厳密に規定出来ない現状では調査した集団が均一でなく、今後、更なる診断等の検討が必要と考える。本研究は集団の比較において得られた結論であるため、それを個人の追跡でみた場合、どの程度当てはまるかは確認する必要があると思われる。

今後は、上記に関連し、患者の経時的な変化の

検討と、異なった尺度を使用しての検討と本研究との比較を行う必要がある。また、不安や抑うつの原因を考える上では、統制された実験の前後で患者の症状を比較することがまず必要になると考える。

#### H. 研究発表

##### 1. 学会発表

遠乗秀樹, 弓野香奈子, 尾島正幸, 渡邊光康, 新津谷真人, 杉浦由美子, 相澤好治, 宮田幹夫, 市邊義章, 菊池裕美: 化学物質過敏症患者における不安の検討。第8回日本臨床環境医学会総会(1999.6.4), 東京。

#### I. 文献

- 1) Schottenfeld RS, Cullen MR: Recognition of occupation-induced post-traumatic stress disorders. *J Occup Med* 28: 365-369, 1986.
- 2) Lax MB, Henneberger PK: Patients with multiple chemical sensitivities in an occupational health clinic: presentation and follow-up. *Arch Environ Health* 50: 425-31, 1995.
- 3) 石川 哲: 不定愁訴と微量化学物質—化学物質過敏症診断基準について—。心身医学 38: 96-102, 1998.
- 4) Stewart DE, Reskin J: Psychiatric assessment of patients with "20th century disease"("Total allergy syndrome"). *Can Med Assoc J* 133: 1001-1006, 1985.
- 5) Bolla KI: Neuropsychological evaluation for detecting alterations in the central nervous system after chemical exposure. *Regul Toxicol Pharmacol* 24: 48-51, 1996.
- 6) Buchwald D, Garrity D: Comparison of patients with CFS, FM and MCS. *Arch Intern Med* 154: 2049-2053, 1994.
- 7) Miller CS: Chemical sensitivity: symptom, syndrome or mechanism for disease? *Toxicology* 111:69-86 1996.
- 8) Kurt TL: Multiple chemical sensitivities: a syndrome of pseudotoxicity manifest as exposure perceived symptoms. *Clin Toxicol* 33: 101-105, 1995.
- 9) Binkley KE, Kutcher S: Panic response to sodium lactate infusion in patients with multiple chemical sensitivity syndrome. *J Allergy Clin Immunol* 99: 570-574, 1997.
- 10) Pitts FN Jr, McClure JN Jr: Lactate metabolism in anxiety neurosis. *New Eng J Med*. 277: 1329-36, 1967.
- 11) Fyer AJ, Gorman JM, Liebowitz MR, et al.: Sodium lactate infusion, panic attacks, and ionized calcium. *Biological Psychiatry*. 19:1437-47, 1984.
- 12) Cowley DS, Arana G: The diagnostic utility of lactate sensitivity in panic disorder. *Arch Gen Psychiatry* 47: 277-284, 1990.
- 13) Leznoff A: Provocative challenges in patients with multiple chemical sensitivity. *J Allergy Clin Immunol* 99: 438-442, 1997.
- 14) Gothe CJ, Molin C, Nilsson CG. The environmental somatization syndrome. *Psychosomatics*. 36: 1-11, 1995.
- 15) Gothe CJ, Molin C, Nilsson CG. The environmental somatization syndrome. *Psychosomatics*. 36: 1-11, 1995.
- 16) Staudenmayer H, Selner ME, Selner JC: Adult sequelae of childhood abuse presenting as environmental illness. *Ann Allergy* 71:538-546, 1993.
- 17) Bell IR, Baldwin CM, Russek LG, et al: Early life stress, negative paternal relationships, and chemical intolerance in middle-aged women: support for aneural sensitization model. *J Womens Health* 7: 1135-47, 1998.

表1. MCS群と対照群の対象者内訳

	MCS群			対照群			
	男性	女性	計	男性	女性	計	
初診	21	43	64	32	25	57	121
			(39.1y±12.6)			(46.0±16.6)	(42.3±16.0)
再診	8	30	38	13	23	36	74
			(43.1y±17.7)			(50.8±16.6)	(46.9±17.4)
計	29	73	102	45	48	93	195
	(37.0y±11.0)	(41.7y±14.7)	(40.3y±13.9)	(51.0y±15.8)	(50.3y±16.6)	(50.6±16.1)	(45.3±15.8)

(単位:人、カッコ内は平均年齢±SD)

表2. MCS群と対照群の状態不安比較 (初再診別)

	MCS群	対照群	p値
初診	51.36 (1.48)	44.98 (1.58)	p=0.005
再診	45.98 (1.68)	38.24 (1.72)	p=0.002

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。  
平均値は推定平均値、カッコ内は標準偏差)

表3. MCS群と対照群の状態不安比較 (男女、初再診別)

		MCS群		対照群		p値
		初診	再診	初診	再診	
男性	初診	50.81 (2.66)	44.98 (1.58)			p=0.099
	再診	42.08 (3.93)	39.80 (2.99)			
女性	初診	51.70 (1.75)	44.84 (2.31)			p=0.023
	再診	47.00 (1.85)	37.39 (2.12)			

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。  
平均値は推定平均値、カッコ内は標準偏差)

表4. MCS群と対照群の特性不安比較 (初再診別)

	MCS群	対照群	p値
初診	52.84 (1.45)	45.13 (1.54)	p=0.003
再診	47.33 (1.70)	39.55 (1.75)	p=0.003

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。  
平均値は推定平均値、カッコ内は標準偏差)

表5. MCS群と対照群の特性不安比較 (男女、初再診別)

		MCS群		対照群		p値
		初診	再診	初診	再診	
男性	初診	50.41 (2.35)	42.89 (1.89)			p=0.017
	再診	43.61 (4.23)	40.17 (3.25)			
女性	初診	53.10 (1.85)	47.03 (2.44)			p=0.054
	再診	48.30 (1.85)	39.22 (2.12)			

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。  
平均値は推定平均値、カッコ内は標準偏差)

表6. MCS群と対照群のSDS平均値 (初再診別)

	MCS群	対照群	p値
初診	46.64 (1.23)	41.49 (1.46)	p=0.009
再診	43.22 (1.57)	35.99 (1.55)	p=0.002

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。平均値は推定平均値。

カッコ内は標準偏差)

表7. MCS群と対照群のSDS得点平均 (男女、初再診別)

		MCS群		対照群		p値
		初診	再診	初診	再診	
男性	初診	44.03 (1.86)	39.21 (1.66)			p=0.073
	再診	39.81 (4.44)	37.46 (3.50)			
女性	初診	47.87 (1.59)	44.53 (2.34)			p=0.245
	再診	44.06 (1.61)	35.46 (1.72)			

(年齢、性別を共変量とした共分散分析にて比較。平均値は推定平均値。

カッコ内は標準偏差)

表8. MCS群と対照群の各尺度間相関

		状態不安検査	特性不安検査	HRSとSDS
		とSDS	とSDS	
M	全体	0.716	0.802	0.726
C	男性	0.867	0.908	0.780
S	女性	0.638	0.749	0.696
対	全体	0.545	0.744	0.520
	男性	0.310	0.733	0.641
照	女性	0.740	0.735	0.420

(偏相関、制御因子=年齢)

厚生科学研究費補助金  
分担報告書

平成 11 年度室内空气中の化学物質に関する調査研究

分担研究者 柳沢 幸雄  
東京大学大学院・新領域創成科学研究科・環境学専攻・教授

研究要旨

active sampling 法と passive sampling 法を併用することによって、化学物質過敏症患者に過敏症状を惹起させる化学物質の同定と定量を行う方法を開発した。開発した方法を用いて実測を行った結果、過敏症患者は非常に低濃度のアルデヒド類への曝露で症状を惹起することが分かった。

A. 研究目的

化学物質過敏症は、ある種の化学物質に一定量以上曝露されることにより発症し、発症後は、発症原因となった物質とは異なる物質に対しても、極微量の曝露により目眩・手足の硬直・湿疹等の過敏な症状を示すものである。発症の原因物質としては、カルボニル類と揮発性有機化合物(VOC)が考えられている。しかしながら、これらの物質の日常生活における曝露量レベルと化学物質過敏症状との関係は必ずしも明確にはなっていない。化学物質過敏症の対策のためには、日常生活におけるこれら原因物質への曝露量を実験的に明らかにし、曝露量と症状の関係を確立する必要がある。そして、より安全な環境基準値の設定へとつなげていかねばならない。

本研究は、原因物質としてカルボニル類に着目し、日常生活でのカルボニル

類の個人曝露量測定法を確立すること、さらに実際の化学物質過敏症患者を対象として曝露量測定を行い、曝露量と症状の関係を明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

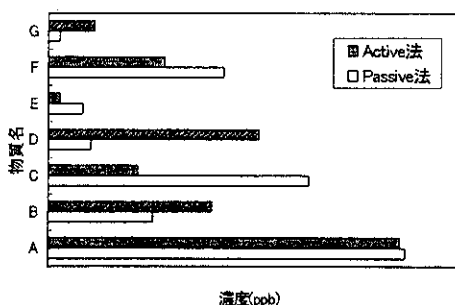
原因化学物質の定性及び定量は Active 法と Passive 法を併用することによって行う。active sampling 法は、低濃度の測定に適している。また、断続的な測定も可能である。しかし、バッテリーのみでのポンプ稼働時間は約8時間であり、長時間の測定にはポンプの交換が必要であったり、ポンプの騒音や重量等、field 調査には不向きな要素も多い。

一方 passive sampling 法は、サンプラーに身をつけるだけでよく、身軽で複雑な操作も要さない。しかし長時間の測定でなければ誤差の比率が大きくなるた

め、短時間の測定には不向きである。

本研究では、passive sampling 法により一週間に曝露されている全化学物質濃度を測定を行い、active sampling 法により症状を感じる時の濃度を測定し、化学物質過敏症患者の症状を感じる時の対象物質の特定とその濃度を測定する。

本法の概念を図 1 を用いて説明する。passive sampling 法と active sampling 法により、A～G までの7種類が検出したとする。症状を感じたときに最も濃度が高い A は、症状を感じないとき(つまり一週間の平均被曝濃度)も同様に高濃度に被曝されていることから、原因物質ではないことがわかる。逆に、B や D や G は、症状を感じるときのみ特異的に検出している(症状を感じているときの濃度が一週間の平均被曝濃度よりも高い)ため、症状に対する原因物質である可能性がある。また、この検出濃度(斜線部)以下



で症状を発現するということがわかる。

図 1 定性・定量原理

### C. 研究結果

確立した過敏症患者の日常被曝量の測定法により、小規模な field 調査を行った。調査の手順は以下の通りである。

①操作手順書、アンケート8枚、ポンプ2台、AC アダプター1台、サンプラー3個、サンプラー保管用の紙袋3枚、輪ゴム3個を被験者に渡し、手順書に従ってサンプリングを行ってもらおう。

②1週間後サンプラーを回収し、わかりにくかった事項や問題点等を挙げてもらおう。

③回収したサンプラーを分析して被曝量・物質と症状の関係を導く。

図 2 に示すように、化学物質過敏症の患者 A の active 法によるホルムアルデヒド濃度は 13.3ppb で、passive 法による測定データより高いことから、A はホルムアルデヒドに対して症状が発現している。他のカルボニル類は、患者 C が日常被曝されている上記の濃度においては、症状に影響を及ぼしていない

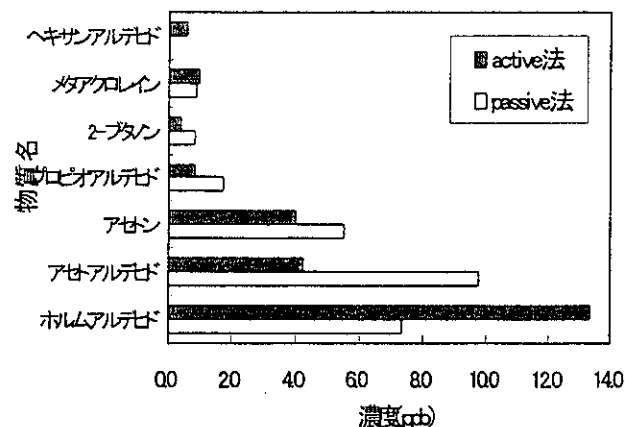


図 2 患者 A の測定例

図 3 は患者 B の測定例である。この場合には active 法の測定値はすべてのカルボニル類で passive 法の測定値より低い。この患者の場合には、カルボニル類以外の揮発性炭化水素類に過敏なのであろう。

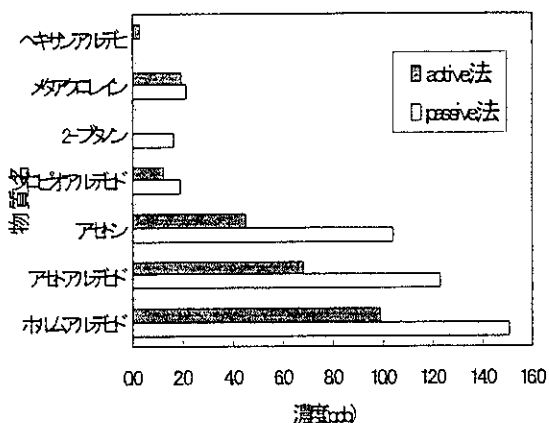


図3 患者Bの測定例

#### D. 考察

今回の被験者全般に、そしておそらく発症からしばらく経過した過敏症患者全てに共通のことだろうが、日常生活における化学物質(ここではカルボニル)被曝濃度が一般に比べて低い。このことは患者が過敏症発症後は、経験上からも化学物質をできるだけ避ける行動をとるようになってきているからであろう。しかし一般の生活をしている以上ある程度の被曝は避けられず、それが今回の測定結果で特定ができたものとなったのであろう。このように、化学物質を避けつつ生活している患者は被曝される機会も少なく、被曝している物質の種類と濃度の特定を行うためには、今回の1週間の測定だけでは不完全で、数回行うべきである。

また、患者の症状を発現している場所や状況からも、カルボニル以外のVOC類に対して反応している事も多いと考えられる。今回確立した手法を応用して、他VOCの物質の測定も早急にすべきであろう。

Field調査の結果、過敏症患者が視力

に異常を持つ人が多いことや、疲れやすい人が多いことがわかった。今後、より操作手順が簡易に理解でき、行えるようビデオによる操作手順マニュアルを加える必要がある。

#### E. 結論

本研究では、Active法とPassive法を併用する事により、化学物質過敏症患者の症状を発現させるカルボニル類の種類と濃度の特定をする測定法を考案、確立し実際にそのField調査を行った。

その結果、この測定法により、過敏症患者の症状を発現させるカルボニル類の物質・濃度の特定が可能となった。又、過敏症患者が日常生活をしている空間は、健常者の生活している空間よりもカルボニル濃度が低いという事も示された。実際に発症した患者は、できる限り化学物質が高濃度になる場所や行動を避けていることもアンケートから確認されたが、その健常者の日常の生活空間と比べても低濃度な場所においても、症状を発現することもわかった。

一方で、症状を感じてもその時にカルボニルの特異的な濃度を示さない被験者もいたが、この患者は、カルボニル以外のVOC類に被曝して症状を発現したと考えられる。

#### F. 研究発表

柳澤幸雄、パッシブ法とアクティブ法の併用による化学物質過敏症調査、室内環境学会、pp 20-23、1999

室内空気中の化学物質に関する調査研究

分担研究者 吉野 博 東北大学大学院工学研究科 都市・建築学専攻 教授

研究要旨

Miller らの研究を基に石川らが作成した「微量化学物質による健康に関する問診票」を用いて、大学学生及び専門学校生徒を対象としたアンケート調査を実施し、Miller らの調査結果と比較した。その結果、我が国におけるコントロールとしての集団の健康状態を把握することができた。次に、微量化学物質による障害患者の居住する住宅5件を対象として室内空気質を詳細に測定すると共に問診票を用いたアンケート調査を実施した。その結果、化学物質による汚染の程度は大きくばらついていること、WHO の許容値以下でも症状が現れることなどが明らかとなった。

A. 研究目的

本調査は二つの内容に分けられる。一つは正常者を対象とした「微量化学物質による健康に関する問診票」を用いたアンケート調査であり、これは正常者の微量化学物質による障害の程度を調べ、障害を持った者の調査結果と比較して、その程度を明らかにすることを目的としている。

二つ目は、微量化学物質による障害患者の居住する住宅を対象とした実測調査であり、これは患者の住宅における室内空気質の実態を明らかにすることを目的としている。

B. 研究方法

1. 問診票を用いたアンケート調査

1.1 調査対象

調査対象は、東北大学工学部建築学科の3年生43名（男子30名、女子13名、年齢20～26才）、宮城学院女子大学短大家政科2年生と大学家政学科3年生69名（年齢19～21才）、三幸学園仙台医療秘書福祉専門学校介護福祉科1年生38名（女子、年齢19～20才）である。

1.2 問診票

Miller らの研究<sup>1)</sup>を基に石川らが作成した「微量化学物質による健康に関する問診票」を用いた。これは微量化学物質による健康上の障害を診断するために開発されたものであるが、5つの質問からなり、それぞれがさらに10項目に分かれていて、各項目に対して1～10の段階で記入してもらうものである。表1に質問項目を示す。

1.3 調査時期

調査時期は平成11年度である。詳細は次の通りである。

東北大学工学部建築学科：平成11年5月

三幸学園仙台医療秘書福祉専門学校介護福祉科：平成11年5月

宮城学院女子大学：平成11年11月及び平成12年1月

1.4 分析方法

表1に示した内容毎に、各項目の得点（1から10）を合計し、各大学（専門学校を含む、以下同様）毎に度数分布としてまとめ、各大学間で比較する。また、3大学の結果の全てをま

とめて度数分布に示し、既往の調査結果と比較する。

## 2. 住宅における室内空気質の測定

### 2.1 調査対象住宅

調査対象住宅は、仙台市内、またはその近郊にある住宅5棟であり、集合住宅3件、一戸建住宅2件である。いずれの住宅にも、居住者の中に、その症状や発症の仕方から化学物質過敏症と医師から診断された方、あるいはそれらしいと推定された方が含まれている。

### 2.2 調査方法

#### (1) 室内環境の測定方法

室内環境の測定項目は、空気質としてホルムアルデヒド、VOCなどの空気汚染物質並びに温度湿度である。窓を閉め切り換気を行わない状態で24時間室内空気をサンプリングする。ホルムアルデヒドはDNPHカートリッジ(24時間パッシブサンプリング)にサンプリングし、アセトニトリルに抽出後、高速液体クロマトグラフにより分析を行った。また、VOCは活性炭管にサンプリング(500ml/minで24時間通気)し、二硫化炭素溶媒に抽出後、ガスクロマトグラフにより分析を行った。なおホルムアルデヒドの分析は国立公衆衛生院建築衛生学部長・池田耕一先生ら、VOCの分析は東北文化学園大学環境計画学助教授・野崎敦夫先生らに依頼した。

#### (2) 建物の概要

住居の構造や平面、内装仕上げ材などについて調査を行った。

#### (3) 健康状態

アンケート調査用紙は、B-1で述べたものを用いて発症者の健康状態について調査を行った。

### 2.3 調査時期

平成11年8月～10月に実施した。詳細は後述する。

## C. 研究結果と考察

### 1. 問診票を用いたアンケート調査

#### 1.1 調査結果

#### (1) 既往の調査との比較

3大学全体の度数分布をMillerらの調査結果<sup>1)</sup>と比較して示すと図1～図5のようになる。点数の高い者ほど問題を持っていることを示す。Millerらの調査結果に示された対象者のグループは、上から①コントロール(正常者)、②何が原因か特定できる多種化学物質過敏症患者、③何が原因か特定できない多種化学物質過敏症患者、④移植を受けた者、⑤湾岸戦争の退役軍人、に分けられている。これをみると、コントロールと他のグループの間では、差が明確に現れている。次に、コントロールと日本の学生を比較してみると、以下のことが指摘できる。

症状：コントロールでは、低い方(Low)に分布が偏っているが、日本の大学生の方は中間の点数まで分布が広がっている。即ち、日本の大学生の方が、症状を示す割合が多いと言える。

化学物質暴露による反応：症状と同様に、コントロールでは低い方(low)に山がみられるが、日本の学生では中間の点数まで分布が広がっている。即ち、日本の学生の方が反応する割合が多いといえる。

その他の化学物質による反応：コントロール、日本の学生ともに低い方に集中しているが、集中の度合いは日本の学生の方が強い。即ち、コントロールの方がその他の化学物質暴露に対する反応の割合が多いといえる。

日常生活の障害の程度：いずれも障害を示す程度は小さい。

マスクング：コントロールでは5に山があるが、日本の学生では4の方に山があり、日本の学生の方がマスクングとなる物質に曝されている度合いが多いと言える。

#### (2) 日本の大学間の比較

図6、図7、図8に東北大学、三幸学園、宮城学院のそれぞれのグループごとにまとめた度数分布を示す。全般的に言えば顕著な差はみられない。各項目毎の差の特徴は以下の通りである。



症状：東北大では低い方に分布の偏りがみられ、三幸学園では低い点数から中間の点数まで広がっている。宮城学院はその中間である。即ち、症状の現れている割合の多い順番は、三幸学園、宮城学院、東北大学であり、前二者は女子のみのグループである。

化学物質暴露による反応：殆ど差は無い。

その他の化学物質による反応：殆ど差は無いが、三幸学園の場合には、低い点数の割合が相対的に小さい。

日常生活の障害の程度：殆ど差は無い。

マスクング：東北大学では比較的低い点数の方に分布が偏っており、宮城学院では高い点数に全体がずれている。三幸学園はその中間である。

### (3) 学生間の比較

「化学物質暴露による反応」、「その他の化学物質暴露による反応」、「日常生活の障害の程度」のグラフでは、東北大、三幸学園、宮城学院の生徒の間にそれほど差は見られなかった。また、「症状」および「マスクング」という質問では、東北大、三幸学園、宮城学院の生徒のグラフには少し差があった。「症状」については三幸学園と宮城学院の生徒のグラフは形態が似ているが、東北大の生徒のグラフはそのグラフより少し点数の低いほうにかたよっていた。「マスクング」については、どのグラフも4点の人が最も多いが、東北大の生徒のグラフは4点より低い点のほうの度数も高くなっており、宮城学院の生徒のグラフは3～7点の度数が高い。このような傾向は三幸学園の場合には見られなかった。

## 2. 室内空気質の調査結果

### 2.1 A 邸

#### (1) 概要

居住者は1998.6.15にマンションの1階から8、9階の住居へ引越した。1998.9に夫人にシックハウスと思われる症状が現れた。引越しの際に9階和室の壁紙と畳を改装した。現在9階の

部屋は使用していない。発症するまで、シックハウスに関する知識がなく、改装の際に内装材に関する情報提供もなかった。

#### (2) 測定概要

調査は1999年8月3日～4日に実施した。調査住宅の概要を表2に、住居プランと測定点を図9に示す。

#### (3) 測定結果

ホルムアルデヒドの濃度は各測定点において0.08ppm (WHO 勧告値/30 分平均値)を下回った。表3、図2にVOCの化学種別の測定結果を示す。TVOC濃度は、全体としてやや高い値となっている。化学種別に見ると和室・洋室ともに芳香族炭化水素が $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えている。この種のVOCは、油性ペイント、油性ニス、床ワックス、防腐剤に使用され、中枢神経に影響を及ぼすものがある。和室では、このうち1,2,3-トリメチルベンゼンの濃度が高いが、これは畳の防腐剤に使用されているためと思われる。洋室では、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン等が壁紙の接着剤に含まれ、めまい等の原因になっていると考えられる。

#### (4) 健康状態 (問診表の調査結果)

図11に発症した夫人のアンケート問診表の結果を示す。発症直後には心循環、胃腸、泌尿器・生殖器、頭部に異常が感じられ、現在は頭部、粘膜・呼吸器、神経・末梢神経、筋肉・間接・筋の異常とやや影響の範囲が変わっている。日常生活における障害も、一般の社会的活動に参加するのがやや困難と答えている。

### 2.2 B 邸

#### (1) 概要

1999年3月にこのマンションを購入したが、現在は入居を見合わせている。化学物質の放散がおさまれば10月から11月に入居を予定していたが、未入居の状態である。強い臭いを感じ、目や皮膚への刺激がおさまらない。

#### (2) 測定概要

調査は、1999年8月25日～26日に実施した。

購入後は、できるだけ窓を開けて換気に努めていた。調査住宅の概要を表 4 に、住居のプランと測定点を図 12 示す。

### (3) 測定結果

ホルムアルデヒドの濃度はすべての測定点で 0.08ppm を上回った。表 5、図 13 に VOC の化学種別の測定結果を示す。新築 1 年未満の建物であり、TVOC 濃度は各測定点ともかなり高い。芳香族炭化水素のトルエンとテルペン類の  $\alpha$ -ピネンが特に高い値で検出された。トルエンは主に塗料や防腐剤などから発生し、神経障害作用を持つ。

$\alpha$ -ピネンは、木材などに含まれる天然成分である。また、芳香族炭化水素のエチルベンゼンが検出され、この物質は皮膚障害、粘膜障害を引き起こし、塗料、合板、防腐剤から発生する。居間で高い濃度で検出されたため、フローリングから発生しているものと考えられる。

### (4) 健康状態 (問診表の調査結果)

図 14 に長女の、図 15 に夫人の問診表の結果を示す。長女は、以前からアトピー性皮膚炎であったが、マンションに 1 泊したあと、全身に包帯を巻くほどひどくなり、同時に気管粘膜異常も訴えている。その他の症状も悪化している。

夫人は、以前は軽い花粉症というアレルギー疾患歴があった。初めてマンションに行ったときから目への刺激、刺激臭、めまい等の症状を感じていた。皮膚の障害は以前は全く無かったにもかかわらず、一度フローリングの雑巾がけをただけで、顔や手などがやけどのように赤く腫れ上がった。

## 2.3 C 邸

### (1) 概要

この住宅が 1994 年の 2 月に完成した直後から、夫人が 6 ヶ月間ここで生活をした。その後は、別荘として年間 40~50 日ぐらい滞在するのみである。今回事情により、問診表の結果が得られず、本人の詳しい症状や家族についての情報は得ることができなかった。

### (2) 測定概要

調査は、1999 年 9 月 2 日~3 日に実施した。調査住宅の概要を表 6 に、住居プランと測定点を図 16 に示す。

### (3) 測定結果

ホルムアルデヒド濃度は 0.08ppm を下回った。表 7、図 17 に VOC の測定結果を示す。築後 5 年経過しているために TVOC 濃度はやや高いが、特に個別に高濃度で検出された物質はない。しかし、建物周辺の外気の濃度が高く、床下からの化学物質の発生が考えられる。

## 2.4 D 邸

### (1) 概要

昨年の 4 月にこのマンションを購入した。当時、夫人は妊娠中であり、引越しの日から、鼻炎のような症状が出て、気分が悪くなった。その後も様々な症状が出てきたため医師の診断を受けたところ、住居を変えることを進められたので、しばらくアパートを借り、マンションとの往復生活を送っていた。アパートでは症状が治まるが、マンションに来るとまた発症したという。現在はマンションで生活を送っている。

### (2) 測定概要

調査は、1999 年 10 月 14 日~15 日に実施した。調査住宅の概要を表 8 に、住居プランと測定点を図 18 に示す。

### (3) 測定結果

ホルムアルデヒド濃度は和室で 0.08ppm であったが、台所、洋室はこれを上回る高めの値を示した。表 9、図 19 に VOC の測定結果を示す。TVOC 濃度は各測定点とも高い。目立った化学物質をあげると全測定点ともにエタノールが  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高い値を示した。エタノールは仕様用途が広く、多数の生活用品に含まれている。今回のケースでは、塗装の際に使用された水性ニス用薄め液に含まれていた可能性がある。高濃度では粘膜障害等を引き起こす。トルエンが洋室で  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  とやや高い値を示した。トルエンの使用用途も実に様々であり、今回は

原因となる建材の特定は出来なかった。

#### (4) 健康状態 (問診表の調査結果)

図 20 に夫人の問診表の結果を示す。夫人は以前から花粉・ハウスダストに対するアレルギー反応が多少あったが、日常生活には何も問題はなかった。今のマンションに入居して以来、筋肉・関節以外のすべての項目において症状が発症または悪化している。

### 2.5 E 邸

#### (1) 概要

13 年前に家を建てて以来、この住居で暮らしている。現在大学生の次女は以前からアトピー性皮膚炎で、食品には気を使ってきた。また、ダニ対策のため室内の観葉植物やじゅうたん等を処分したので、原因物質を取り除いたと思っていた。3 年前に一人暮らしを始めてからは症状はそれほどひどくはなかった。しかし今年の 8 月に帰省し 2 階の洋室に寝た際、体に異常を覚えた。主人、夫人も体に何らかの異常を感じている。

#### (2) 測定概要

調査は、1999 年 10 月 20 日～21 日にかけて行われた。調査住宅の概要を表 10 に、住居プランと測定点を図 21 に示す。

#### (3) 測定結果

築 13 年で建材等からの化学物質の発生は少なくなっていると思われる。ホルムアルデヒド濃度は洋室で 0.03ppm、他は未検出で特に問題となるレベルではないと思われる。

表 11、図 22 に VOC の測定結果を示す。

TVOC の数値だけ見ると、各室とも特に高い値ではない。個別にみると和室の P-ジクロロベンゼンと洋室のエタノールが極端に高い濃度で検出された。症状の原因が VOC にあるとすれば、この二つの物質が原因となっている可能性が高い。P-ジクロロベンゼンは衣類の防虫剤等に使用される物質で、建材由来のものではない。今回の測定時、和室の押入を開放した状態で測定したために、衣料や布団類の保存に使用している防

虫剤が原因と考えられる。

#### (4) 問診表の調査結果

図 23 に夫人の問診表の結果を示す。じんましんや皮膚病などの病歴があり、しばらく治まっていたが、最近になってまた発症した。また、咳が出るなどの呼吸器系の症状、思考力の低下なども訴えている。このような原因物質は、建材のみから発生するのではなく、それ以外の、化粧品、ヘアスプレー、衣類、繊維類の柔軟剤等、化学物質を含む可能性がある日用品についても検討してみる必要がある。また、防虫剤の使用についても見直す必要があるだろう。次女については、寝室として利用した洋室のエタノールが何らかの原因となっている可能性がある。しかし築 13 年も経っていることと、この物質以外はほとんど同定されなかったことから、その他の要因についても考える必要がある。

### 2.6 住宅の比較

住宅の各室におけるホルムアルデヒド濃度と TVOC 濃度の測定値をそれぞれ図 24、図 25 に示す。WHO のガイドライン値と比較すると、ホルムアルデヒドでは、0.08ppm (8 時間平均) の指針値に対し、集合住宅で築後経過年数の浅い B 邸、D 邸でこれを上回った。TVOC 濃度では、 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$  (長期低濃度曝露) の指針値に対し、1 室を除くすべてがこれを上回っていた。また築後年数を経た住宅ほど各汚染物質の濃度が低くなっている傾向も確認された。ただし、今回の測定は各室を閉め切った状態かつ 24 時間連続サンプリングという条件で行われているため、基準値との比較を議論する場合には、そのことを考慮すべきである。

今回、調査の対象とした 5 人の方はすべて主婦であった。在宅時間が長い分、室内の空気汚染の影響を受けやすいものと考えられる。発症の時期については入居前に下見に訪れたときに発症するケースから 10 年以上経って発症するケースまで、人によって様々である。また、家族も含めてシックハウスの症状が現れた人は、9 人中 8 人

が以前に花粉症、アトピー性皮膚炎、じんましん等病歴を持っていた。何らかのアレルギーを持つ人のほうが化学汚染物質の影響を受けやすい傾向にあるといえる。

症状については、ある特定の症状が一つだけ現れるのではなく、身体のような器官の異常が複数、同じ時期に現れていることがわかる。多くの文献から、これがシックハウスの特徴とされている。症状の程度については、今回使用した問診表が、本人の主観により自己申告で点数をつけさせるものだったために、他の回答者との比較が難しく、また、回答者からは答えることが難しく、回答できない項目もあるという声もあった。なお表 12 に各住宅の個別 VOC 濃度の測定結果を示す。

## 2.7 まとめ

室内空気質の調査結果から、シックハウスとなる原因としては、当然のことながら建材または生活用品からの汚染物質の発生と、換気が不十分なことがあげられる。これらの要因は、住居タイプや居住者の生活習慣に大きく左右される。また、シックハウスによる居住者の症状の程度や許容できる化学物質の濃度は個人差があり、許容濃度を明らかにするまでには到っていない。今後とも、居住者の病状、住居の条件、室内空気質の関連を詳細に調査し、データを蓄積していく必要がある。

## 3 結論

Miller らの研究を基に石川らが作成した「微量化学物質による健康に関する問診票」を用いて、大学学生及び専門学校生徒を対象としたアンケート調査を実施し、Miller らの調査結果と

比較した。その結果、我が国におけるコントロールとしての集団の健康状態を把握することができた。

次に、化学物質過敏症であると診断された方、或いはそれらしいと推定された方の住まいの室内空気環境について、ホルムアルデヒドと揮発性有機化合物 (VOC) の測定を継続して行った。

その結果、これらの室内空気質には大きなばらつきがあり、確かに汚染物質濃度が高い住宅もあれば、一方で許容濃度以下の非常に低い濃度の住宅もあった。従って、濃度がいくらであれば問題なのかということを示すための資料としては十分ではなく、逆に言えば、化学物質過敏症の方が反応する空気質には、大きな幅があるということが判った。いずれにしても、まだ不明なことが多く、これらの基礎データの蓄積が重要である。

最後に、当調査にご協力をいただいた居住者の方々、学生の方々に深甚なる謝意を表します。

## 文献

1) Claudia S. Miller and Thomas J. Prihoda: The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory(EESI): A Standardized Approach for Measuring Chemical Intolerances for Research and Chemical Applications, Presented at the symposium "Multiple Chemical Sensitivity: Problems for Science and Society" 216<sup>th</sup> National Meeting of the American Chemical Society, August 23-27, 1998, Boston, MA.

表1. 問診票の質問項目

<p>症状</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 筋肉、関節の痛み、けいれん、こわばり、力が抜ける</li> <li>2. 眼の刺激、やける感じ、しみる感じ。息切れ、咳のような気管や呼吸症状。たん、鼻汁がのどの奥のほうに流れる感じ。風邪にかかりやすい</li> <li>3. どうき、脈のけったい、胸の不安感などの心臓や胸の症状</li> <li>4. お腹の痛み、胃けいれん、膨満感、吐き気、下痢、便秘のような消化器症状</li> <li>5. 集中力、記憶力、決断力低下、無気力などを含めた思考力低下</li> <li>6. 緊張しすぎ、あがりやすい、刺激されやすい、うつ、泣きなくなったり激情的になったりする。以前興味があったものに興味がもてないなどの気分の変調</li> <li>7. めまい、立ちくらみなど平衡感覚の不調、手足の協調運動の不調、手足のしびれ、手足のチクチク感、目のピントが合わない</li> <li>8. 頭痛、頭の圧迫感、いっばいに詰まった感じなどの頭部症状</li> <li>9. 発疹、じんましん、アトピー、皮膚の乾燥感</li> <li>10. 外陰部のかゆみ、または痛み、トイレが近い、尿失禁、排尿困難などの泌尿・生殖器障害 (女性の場合には生理時の不快感、苦痛などの症状)</li> </ol>
<p>化学物質暴露による反応</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 車の排気ガス</li> <li>2. タバコの煙</li> <li>3. 殺虫剤、除草剤</li> <li>4. ガソリン臭</li> <li>5. ペンキ、シンナー</li> <li>6. 消毒剤、漂白剤、バスクリナー、床クリナーなど</li> <li>7. 特定の香水、芳香剤、清涼剤</li> <li>8. コールタールやアスファルト臭</li> <li>9. マニキュア、その除去液、ヘアースプレー、オーデオロン</li> <li>10. 新しいじゅうたん、カーテン、シャワーカーテン、新車の臭い</li> </ol>
<p>その他の化学物質暴露による反応</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水道のカルキ臭、その他の臭い</li> <li>2. キャンディー、ピザ、牛乳、油、てんぷら、肉、バーベキュー、タマネギ、ニンニク、香辛料、およびグルタミン酸ソーダー（味の素など）のような添加物などの特定の食物に対する反応</li> <li>3. 何か習慣性になってしまっていたり、食べないと体調不良となるような特別な食物への反応</li> <li>4. 食後一定時間気持ちが悪い</li> <li>5. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートで気持ちが悪くなる</li> <li>6. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートを食べないと気持ちが悪くなる</li> <li>7. 少量のビール、ワインのような軽いアルコール飲料で気持ちが悪くなる</li> <li>8. 皮膚に触れる繊維もの、メタルの装飾品、化粧品類などで気持ちが悪くなる</li> <li>9. 抗生物質、麻酔薬、鎮痛剤、精神安定剤、X線造影剤、ワクチン、ピルなどの医薬品、インプラント（人工品の体への埋め込み）、入れ歯、避妊薬、避妊器具</li> <li>10. 樹、草、花粉、ハウスダスト、かび、動物のあか、虫刺され、特定の食物などで喘息、鼻炎、じんましん、湿疹のようなアレルギー反応</li> </ol>
<p>日常生活の障害の程度</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. あなたの食事は普通にとっていますか</li> <li>2. 仕事は十分に出来ますか。または学校へ通えていますか</li> <li>3. 新しい家具・調度品に耐えられますか</li> <li>4. 衣類の使用に問題はないですか</li> <li>5. 旅行や車のドライブは大丈夫ですか</li> <li>6. 化粧品や防臭剤などは使えますか</li> <li>7. 集会、レストランなどへ外出するなど、一般の社会的活動に参加できますか</li> <li>8. 趣味やレクリエーションは行えますか</li> <li>9. 配偶者など家族とうまく行っていますか</li> <li>10. 料理・家の掃除、アイロンがけ、庭の手入れなどの仕事は、普通に出来ていますか</li> </ol>
<p>マスキング</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 週に1回以上タバコを吸ったりしますか</li> <li>2. アルコールの入った飲料、ビール、ワインを週1回以上飲みますか</li> <li>3. コーヒー系の飲み物を週1回以上飲みますか</li> <li>4. 香水、ヘアースプレー、香料入りの化粧品を週1回以上使用しますか</li> <li>5. 過去数年内に殺虫剤、防かび剤処理を家や職場で使用しましたか</li> <li>6. 最近仕事や趣味で週1回以上よく化学物質やガス、煙にさらされましたか</li> <li>7. あなたでなくてもいつもタバコを吸う家族や同居人はいますか</li> <li>8. 家庭で燃焼したガスが部屋の中に入るガストーブや石油ストーブを使いますか</li> <li>9. 繊維類を柔らかくする薬をよく使いますか</li> <li>10. ステロイド剤、鎮痛剤、抗うつ剤、精神安定剤、睡眠薬などをよく使いますか</li> </ol>

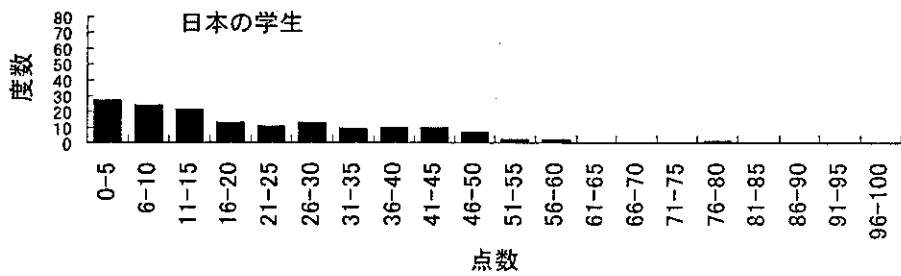
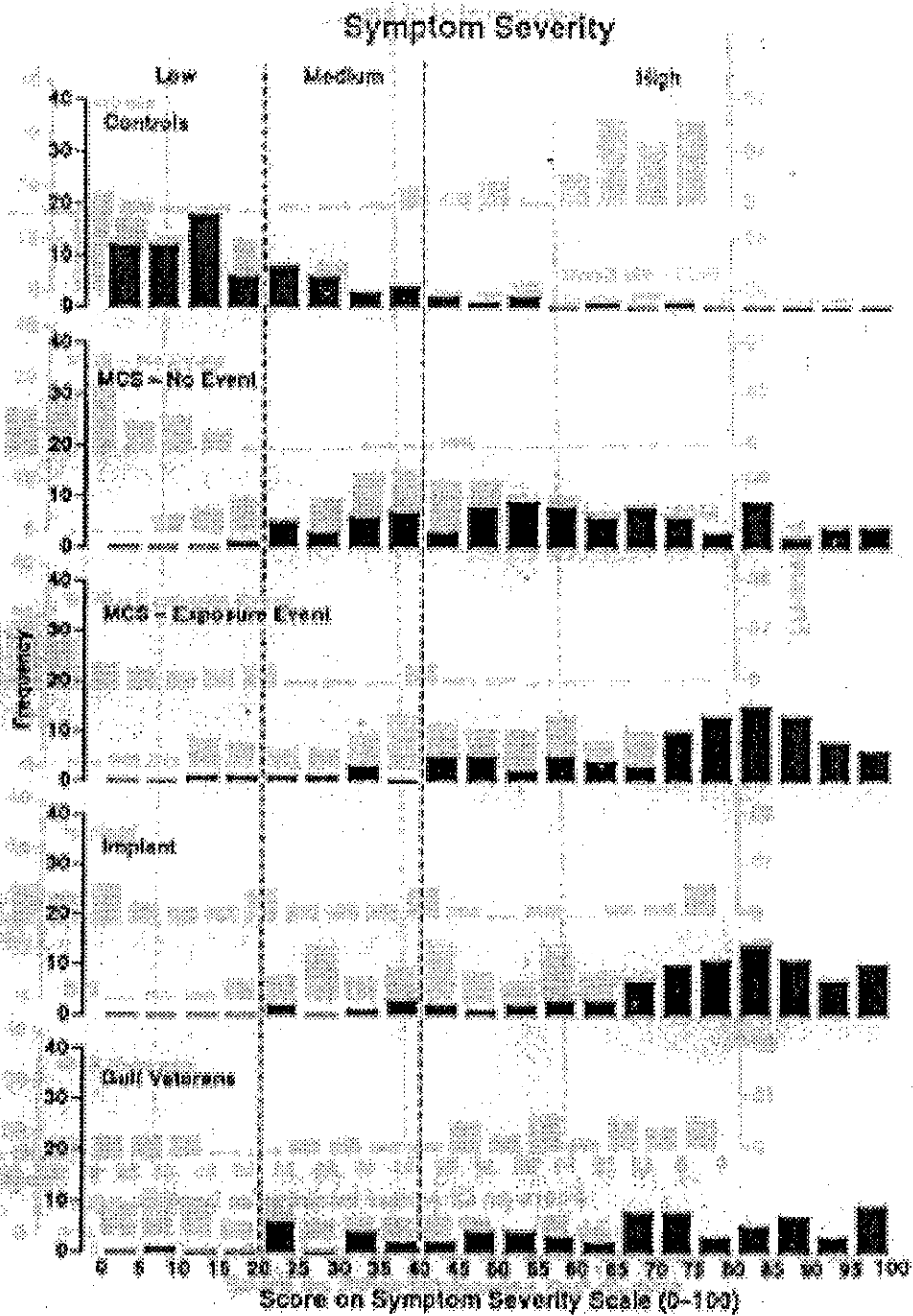


図1 既往の調査との比較 (1)  
症状について

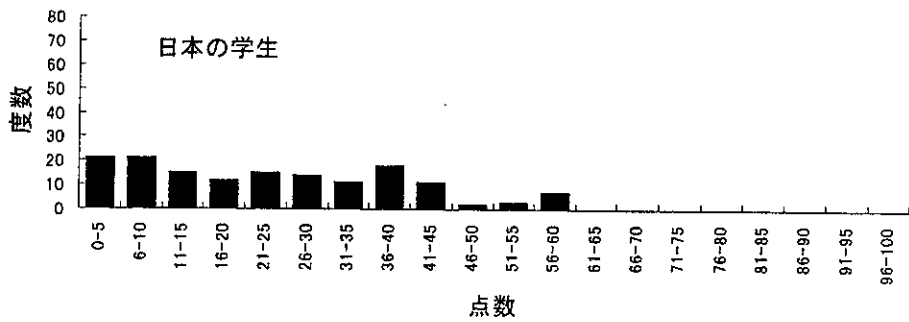
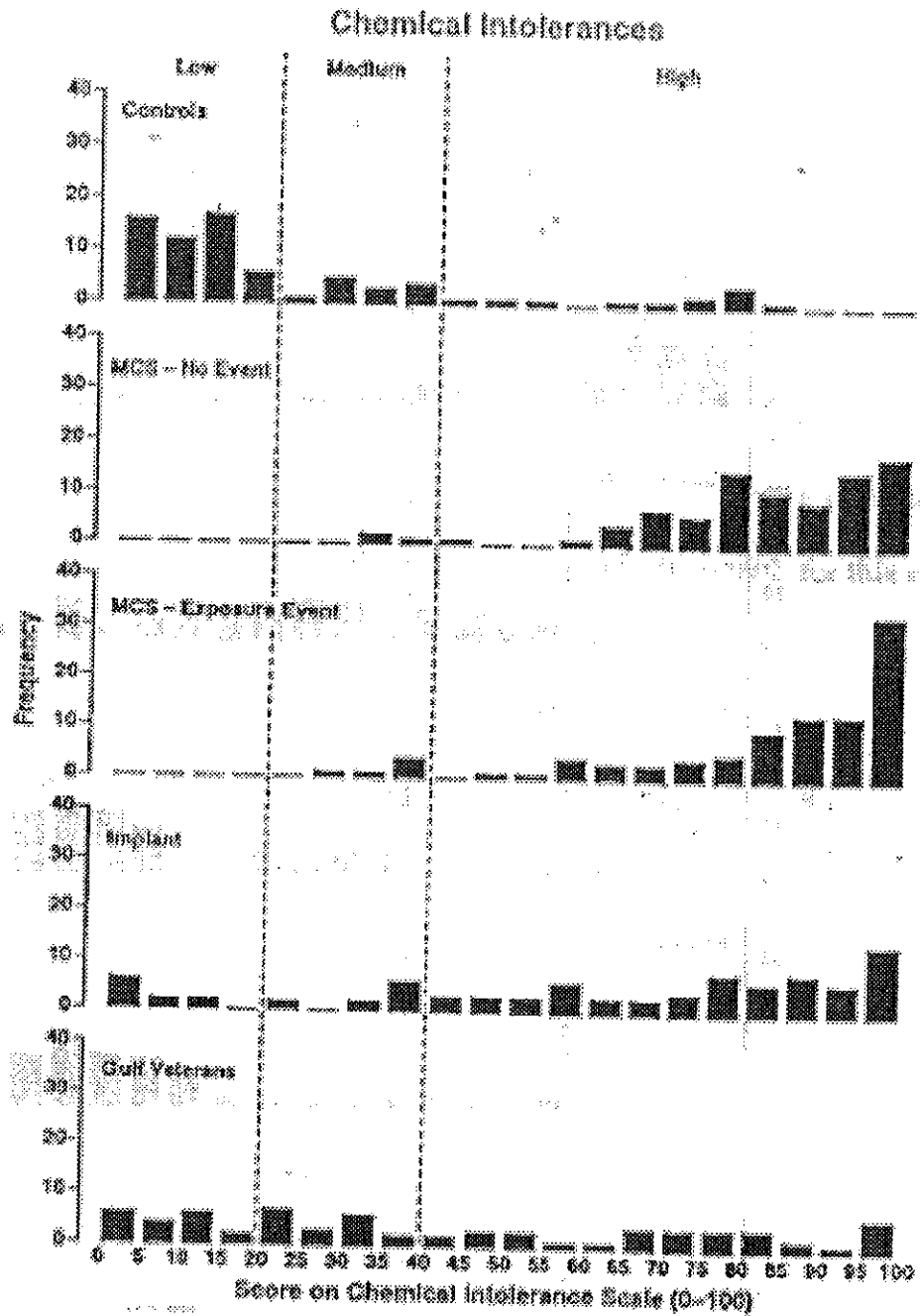


図2 既往の調査との比較 (2)  
化学物質暴露による反応について

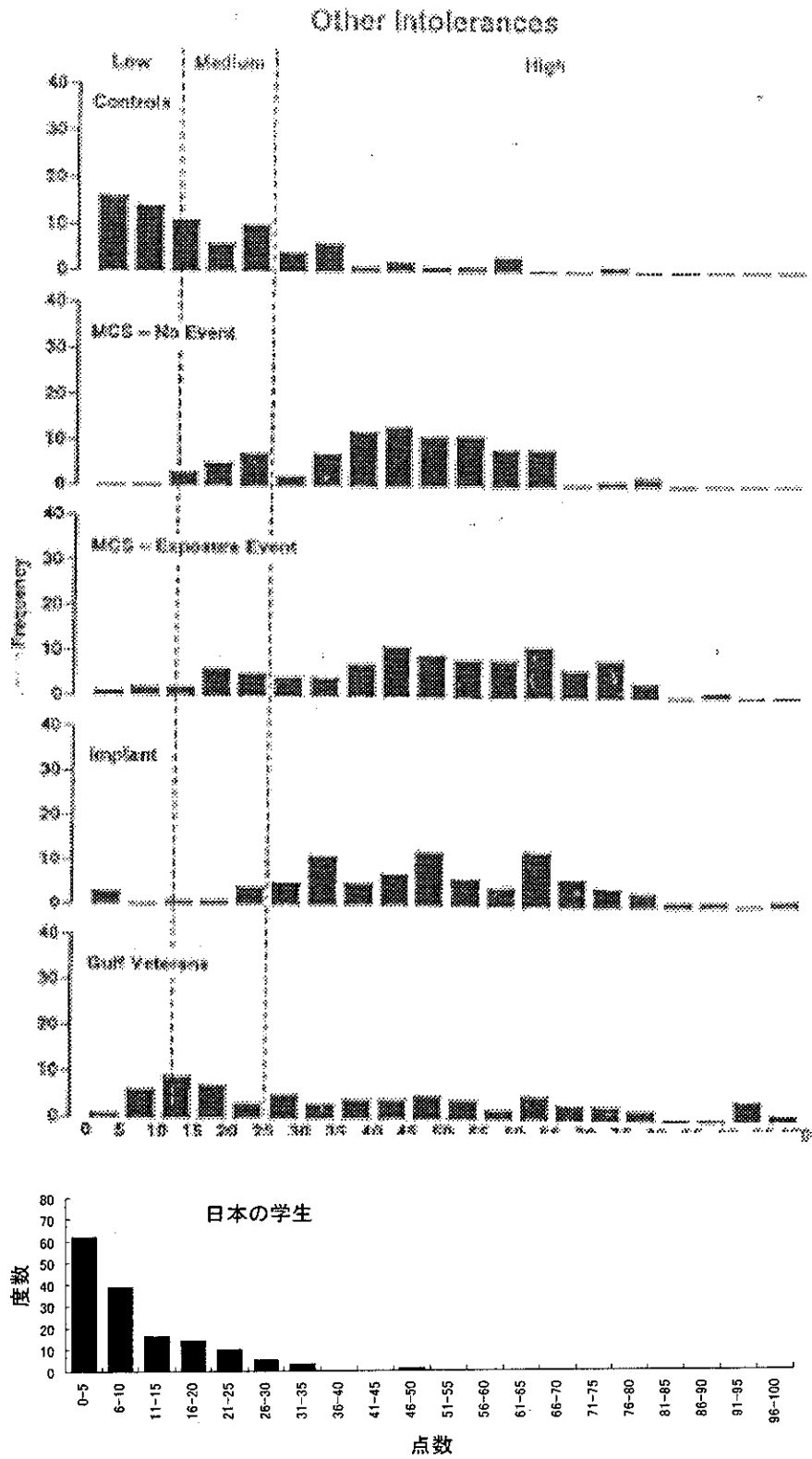


図3 既往の調査との比較 (3)  
 その他の化学物質暴露による反応について



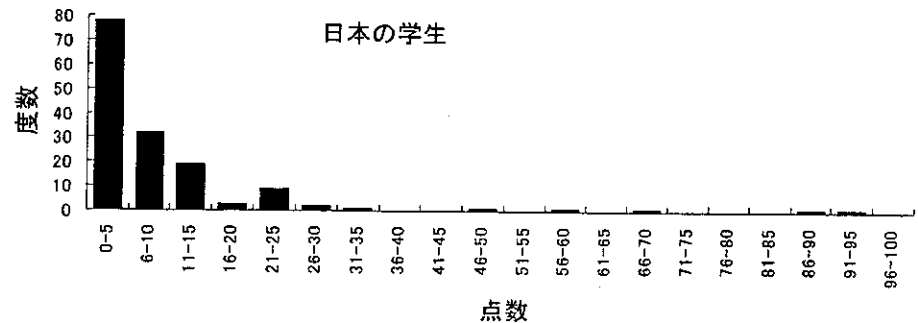
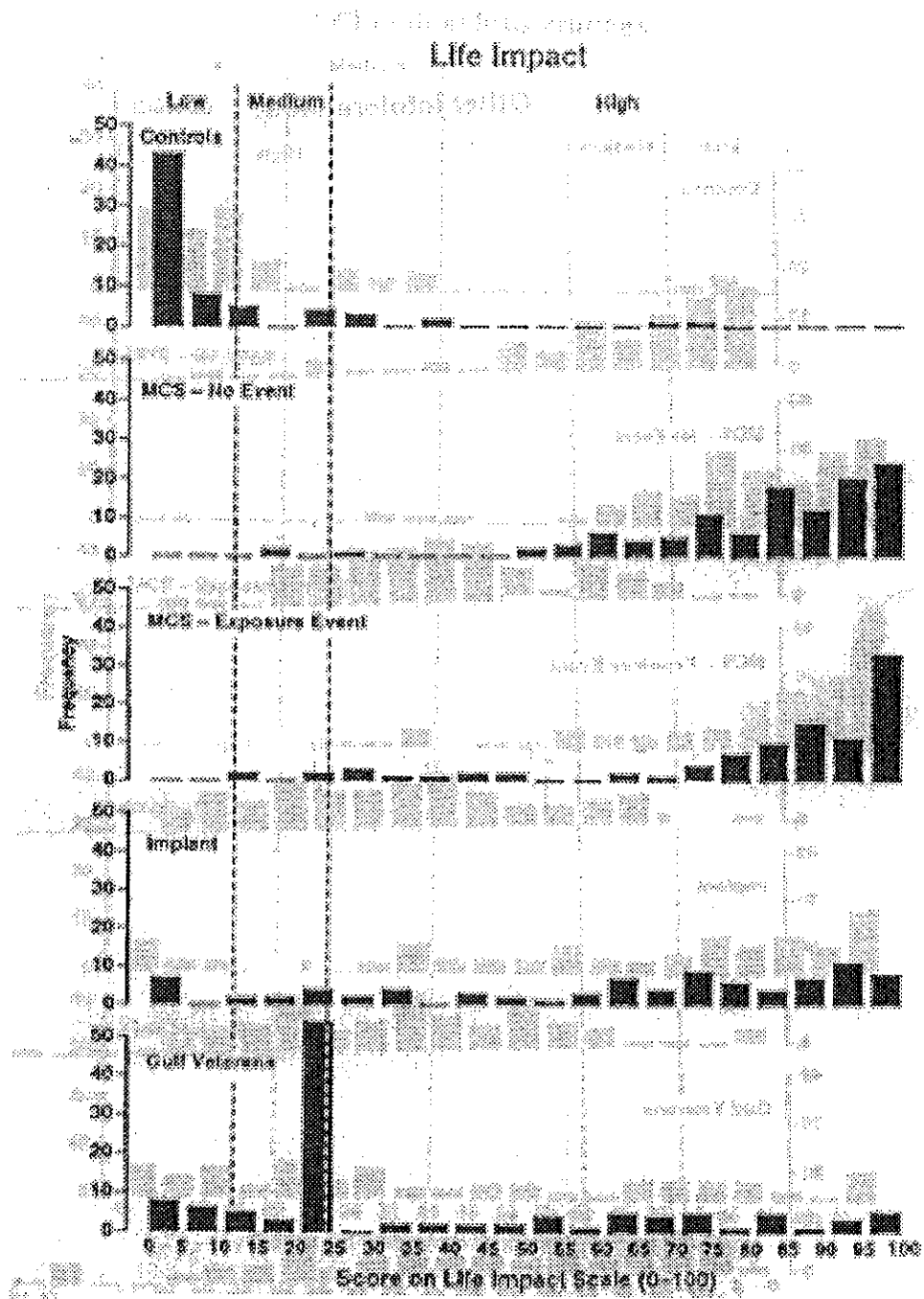


図4 既往の調査との比較 (4)  
日常生活の障害の程度について

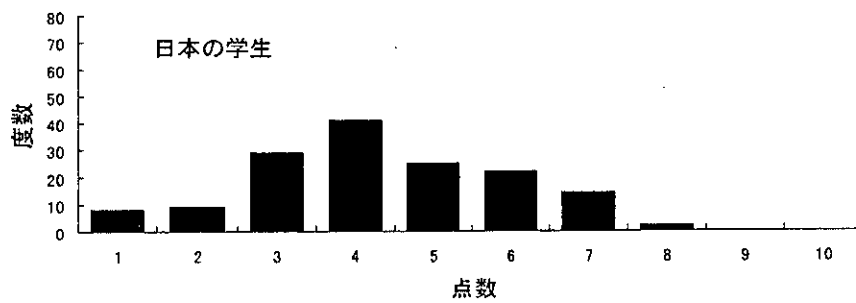
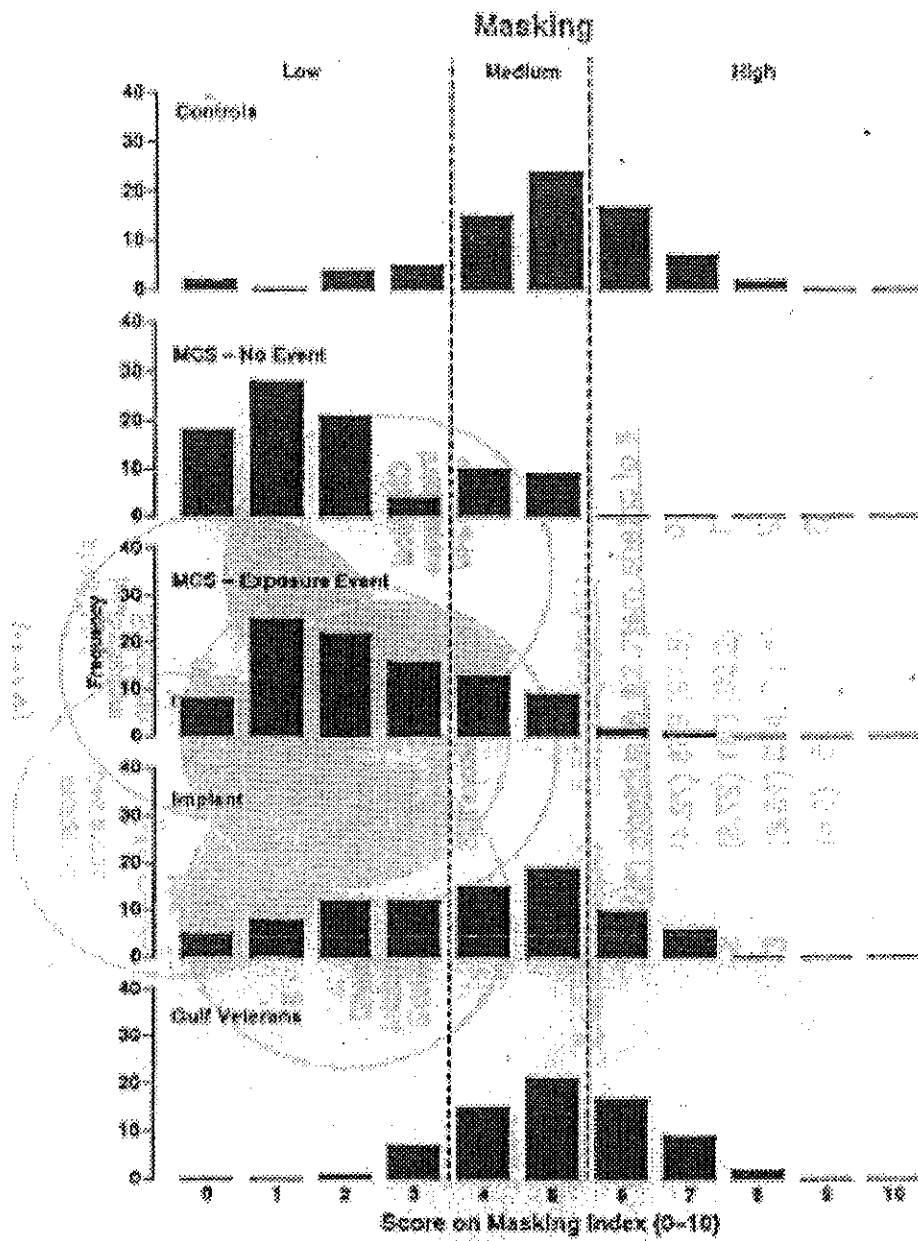


図5 既往の調査との比較 (5)  
マスキングについて

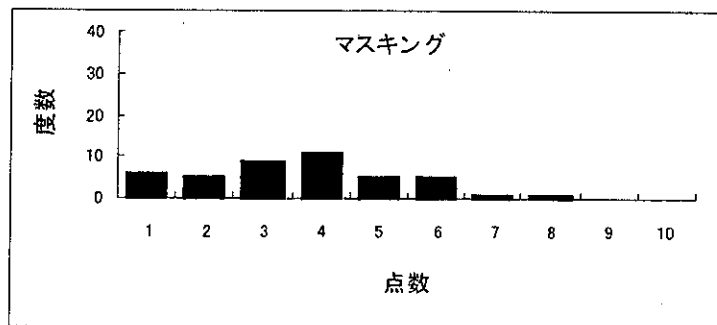
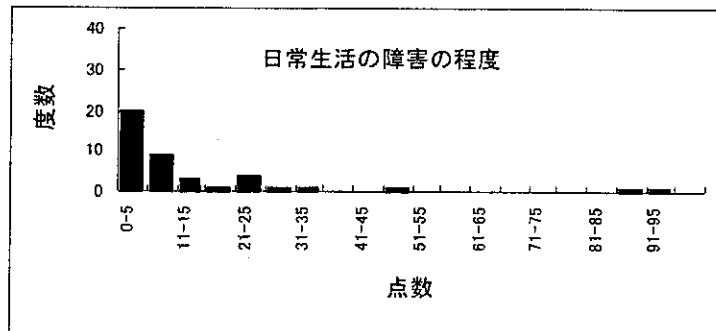
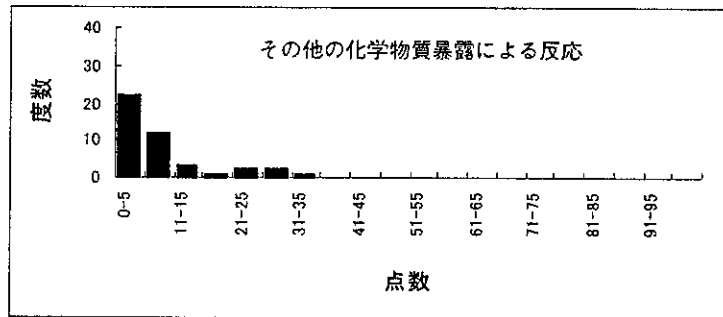
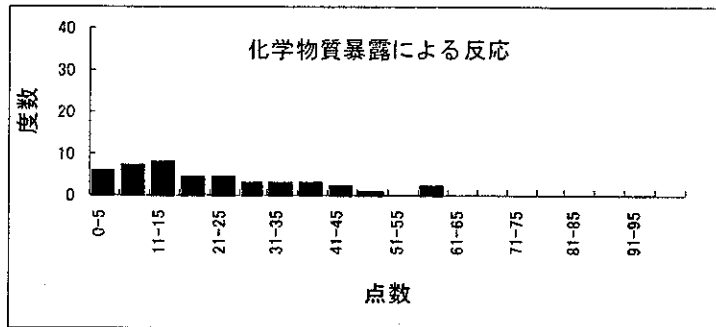
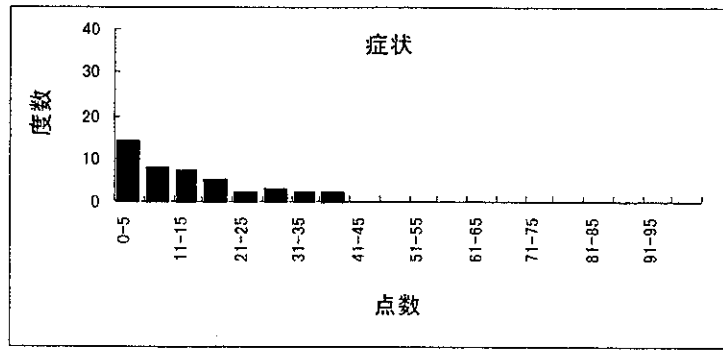


図 6. 東北大学学生を対象とした調査結果

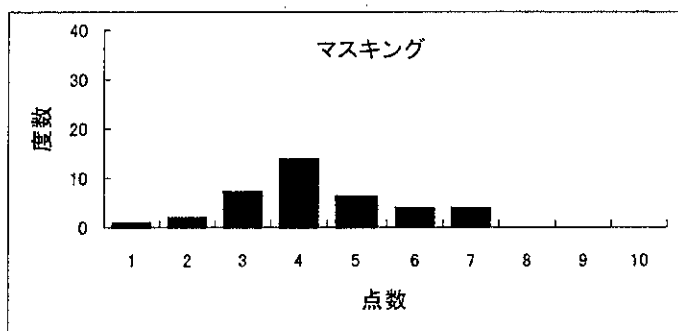
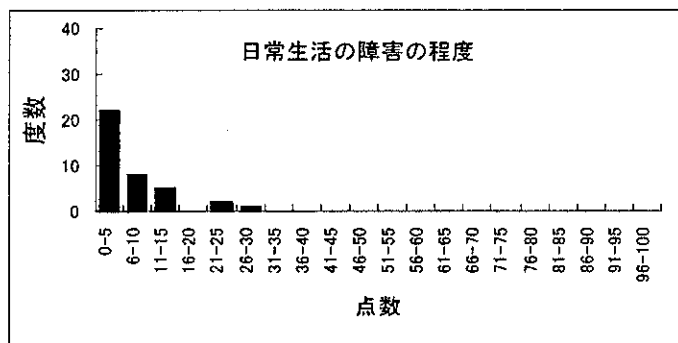
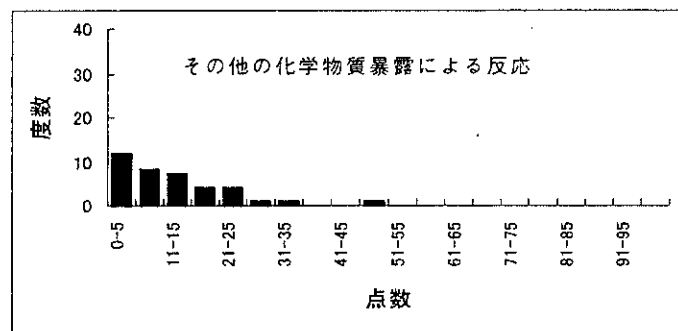
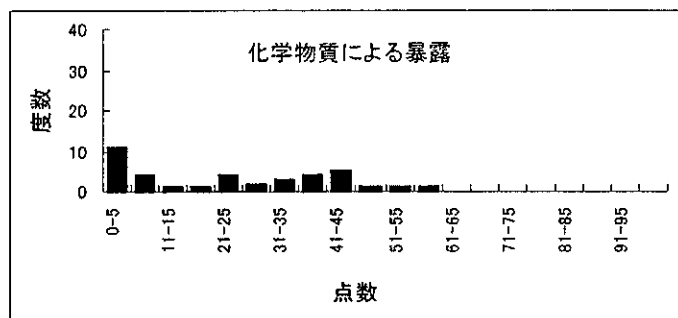
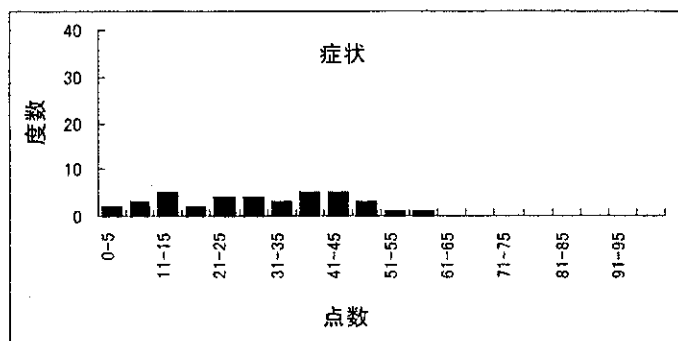


図7. 三幸学園学生を対象とした調査結果