

科学的根拠に基づく
シックハウス症候群に関する
相談マニュアル(改訂新版)

平成 26 – 27 年度厚生労働科学研究費補助金
健康安全・危機管理対策総合研究事業
科学的エビデンスに基づく「新シックハウス症候群
に関する相談と対策マニュアル(改訂版)」の作成
研究班

はじめに

最近是一般市民の方でも住環境と健康の関係に関心を持つ方が増えてきています。近代的な社会生活において、私たちは一日の生活時間の多くを室内で過ごします。自宅のみならず、職場、学校、病院や各種施設、そのほか公共あるいは民間の建物など多岐にわたる室内環境中の空気の質は、そこに住まう人やそこで働く人びとの健康に大きな影響を与えます。日本では 1990 年代の後半に、省エネルギー化に向けた換気量の削減により、新築（あるいは改築）工事に伴って、建材や接着剤・塗料などから放散されるホルムアルデヒドや揮発性有機化合物の濃度が高い住宅において、一時的に健康障害を起こし、「シックハウス症候群」が全国的に大きな社会問題となりました。しかしその後、関係省庁により、室内空気に対する化学物質濃度のガイドラインや建築関係の法制度が整備され、最近では環境中の化学物質の濃度は全国的に下がってきています。また、シックハウス症候群に関する相談件数も徐々に減少してきています。しかし、未だ症状を訴える方が引き続きいらっしゃるのも事実です。

私たちは、平成 12 年から 22 年度まで、厚生労働科学研究としてシックハウス症候群ならびに室内空気質と健康問題に関わる全国規模の疫学研究を実施するとともに、平成 19 年度には保健所や第一線の医師などが市民への相談や対応等に用いる際の「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」を作成いたしました。

その後 8 年以上が経過し、この間に新しく論文になった多くの知見があることから、この度、平成 26 年度、27 年度において、厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）を受け、「科学的エビデンスに基づく「新シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル（改訂版）」の作成」を実施し、ここで国内外の情報を体系的に整理し直し、「科学的根拠に基づくシックハウス症候群に関する相談マニュアル（改訂新版）」を作成する運びとなりました。改訂新版作成にあたっては、新たに研究班を組織し、従来の公衆衛生学、環境疫学、衛生学、産業医学の専門家に加えて、建築家やリスク心理学の専門家にも加わっていただくことができました。室内環境と健康の関係について、最新の研究成果を、医学（疫学）および建築学の両面からできるだけわかりやすく書くように努めました。居住者の年齢や季節に応じた予防策、仮設住宅や浸水被害、熱中症などの最近の問題についても整理して記載しました。

このマニュアルは保健所などの住まいの相談窓口の方や、学校、職域などで衛生管理を行っている方、あるいは地域の診療機関の医師などが、市民からの種々の質問や相談を受ける際に、どのようなことを知っておくといいのか？その基本的な答えや説明の方法を上手に見つけられるように工夫してあります。シックハウス症候群に関する正しい知識の普及と、相談に対して科学的根拠をふまえた回答により、現場で役立ち、多くの皆様に活用されることを心より願っています。

平成 26-27 年度 厚生労働科学研究

科学的エビデンスに基づく『新シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル
（改訂版）』の作成

研究代表者

岸 玲子

執筆者一覧（執筆順）

岸 玲子	北海道大学環境健康科学研究教育センター (WHO Collaborating Centre for Environmental Health and Prevention of Chemical Hazards)
吉野 博	東北大学教養研究院
湊屋 街子	北海道大学環境健康科学研究教育センター (WHO Collaborating Centre for Environmental Health and Prevention of Chemical Hazards)
荒木 敦子	北海道大学環境健康科学研究教育センター (WHO Collaborating Centre for Environmental Health and Prevention of Chemical Hazards)
アイツバマイ ゆふ	北海道大学環境健康科学研究教育センター (WHO Collaborating Centre for Environmental Health and Prevention of Chemical Hazards)
西條 泰明	旭川医科大学健康科学講座
東 賢一	近畿大学医学部環境医学・行動科学教室
河合 俊夫	中央労働災害防止協会大阪労働衛生総合センター
大和 浩	産業医科大学産業生態科学研究所健康開発科学研究室
大澤 元毅	国立保健医療科学院生活環境研究部
柴田 英治	愛知医科大学医学部衛生学講座
田中 正敏	環境健康オフィス(福島県立医科大学名誉教授)
増地 あゆみ	北海学園大学経営学部経営情報学科

本マニュアルの概要

シックビルディング症候群・シックハウス症候群とは

室内空気環境の悪化により、皮膚・粘膜刺激症状、頭痛、易疲労、めまい、嘔気・嘔吐などの精神・神経症状が主要症状で、基本的にはその環境を離れるとよくなるもの

P.28

『シックビルディング症候群・シックハウス症候群とは』

目

目がかゆい・あつい・チクチクする、人によって重症度は異なり、コンタクトレンズ装着者はより過敏

鼻

鼻がつまる訴えが最も多く、鼻水・鼻がムズムズする、などアレルギー症状である可能性も

皮膚

顔が乾燥する・赤くなる、顔や耳がかさつく・かゆい、手が乾燥する・かゆい・赤くなる、特に女性に顕著



のど 呼吸器

声がかすれる・のどが乾燥する、咳が出る、深呼吸ができない、など

精神・神経

頭痛の訴えが最も多いまた、頭痛とあわせて易疲労感、だるさ、集中力の欠如、不快感、吐気、嘔吐など

室内環境に関わる要因



ホルムアルデヒド、VOC、SVOC、MVOC など

P. 67 『化学的要因』

真菌(かび)、細菌、ダニアレルゲンなど

P. 89 『生物学的要因』

温度、湿度、気流、輻射など



P. 92 『物理学的要因』

タバコ



P. 95 『喫煙、受動喫煙、三次喫煙』

燃焼器具、調理、粉じん、黄砂など



P. 103 『浮遊粒子、燃焼生成物等』

快適な室内環境の実現



換気

P. 116 『換気的重要性』

温度

P. 120 『高湿度環境への対応』

住居

P. 128 『居住改善』

シックビルディング・シックハウス症候群の予防



【建物】

オフィス・公共ビル



P. 133 『職域・オフィスビル、公共ビルの課題』

学校



P. 138 『学校の課題』

高齢者施設



P. 141 『高齢者施設の課題』

仮設住宅



P. 144 『仮設住宅の環境と健康問題』

【居住者】

乳幼児・子ども



P. 150 『乳幼児など子どもと室内環境をめぐる課題』

高齢者



P. 152 『高齢者と室内環境』

アレルギーを有する人



P. 152 『アレルギーなどを有する人の室内環境』

【その他】

熱中症



P. 153 『室内における熱中症』

冬の室内



P. 162 『冬の室内環境』

症状の訴えへの対応



リスクコミュニケーション



P. 168 『室内空気室汚染のリスクコミュニケーション』

相談への対応



P. 187 『相談を受ける際に注意すること』
P. 191 『相談チェックシート』
P. 193 『症状の出た住宅、職場、学校などへの支援』
P. 196 『住宅や職場で発生した場合の相談機関』
P. 198 『医療機関の役割』
P. 200 『メンタル面のサポート』

本態性環境不耐症



P. 204 『疾病分類と診療における扱い』
P. 207 『電磁過敏症について』

【Q&A】



P. 215 『内容と相談別回答例(Q&A)』

目 次

はじめに.....	2
執筆者一覧（執筆順）	3
本マニュアルの概要	4
目 次	6
第 I 部 序論	14
第1章 室内環境の重要性	15
1.1. 環境と人の健康の関係.....（岸玲子）	15
1.1.1. 環境汚染が引き起こす健康障害と疾病.....	15
1.1.2. 「環境と健康」の関係を探る疫学の役割	15
1.1.3. 室内空気質と健康の関係.....	16
1.1.4. 室内環境因子で健康への影響が生ずる恐れがありうるもの.....	17
1.1.5. シックビルディング症候群・シックハウス症候群に対する各省庁の対策と今後の課題.....	18
1.2. 快適な室内空間とは.....（吉野博）	20
1.2.1. 快適空間と熱、空気、光、音の環境、並びに本マニュアルで扱う対象	20
1.2.2. 建物の用途と快適・健康問題.....	20
a. 住宅	20
(1) 空気の質と湿気に関する問題	20
(2) 低温と高温が原因となる問題	21
b. 学校	21
c. オフィス	21
d. その他の建物	22
第2章 本書の活用方法と相談フローチャート.....（湊屋街子）	24
2.1. 活用方法	24
2.1. 相談フローチャート.....	25

第Ⅱ部 室内環境による健康影響 27

第3章 シックハウス症候群 28

- 3.1. シックビルディング症候群・シックハウス症候群とは (荒木敦子) 28
- 3.2. シックハウス症候群の疫学 (荒木敦子・アイツバマイゆふ) 30
 - 3.2.1. シックハウス症候群の有症率 30
 - 3.2.2. 一般住宅におけるシックハウス症候群 31
 - 3.2.3. オフィスビルにおけるシックハウス症候群 34
 - 3.2.4. 子どものシックハウス症候群 34
 - 3.2.5. シックハウス症候群有症の経年変化 35
- 3.3. シックハウス症候群の主なリスク要因 37
 - 3.3.1. 化学物質 (荒木敦子) 37
 - a. アルデヒド類・VOC 類 38
 - b. 微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial VOC: MVOC) 41
 - c. 準 (半) 揮発性有機化合物 (Semi-Volatile Organic Compounds: SVOC) 41
 - d. その他の化学物質 (アイツバマイゆふ) 45
 - 3.3.2. ダニ・微生物 (西條泰明) 46
 - a. ダニアレルゲンとその他のアレルゲン 46
 - b. 真菌 (カビ) 46
 - c. 細菌 46
 - 3.3.3. 高湿度 (西條泰明) 47
 - 3.3.4. その他 (ライフスタイルなど) (荒木敦子) 48
- 3.4. シックハウス症候群といわゆる化学物質過敏症の違い (岸玲子・荒木敦子) 50
 - 3.4.1. 疾病概念 50
 - 3.4.2. どのような化学物質のばく露に起因するのか? を調べるために 51
 - 3.4.3. 環境化学物質に対する遺伝的感受性 (遺伝子多型) との関係 52
 - 3.4.4. 化学物質過敏状態が引き起こされるメカニズム 53
 - 3.4.5. 化学物質過敏症とされた患者さんに対する適切な治療とケア 54

第4章 室内環境に関わる規制 (東賢一) 55

- 4.1. 日本における室内環境規制 56
 - 4.1.1. 室内空気質に関する規制 57
 - a. 室内濃度指針値 57
 - b. 建築物衛生法 57
 - c. 学校保健安全法 58
 - d. 事務所衛生基準規則 58

4.1.2. 住まいづくりに関する規制	59
a. 建築基準法	59
b. 住宅品質確保促進法	59
4.1.3. その他の関連規制	60
a. 地域保健法	60
b. 健康増進法	60
c. 労働安全衛生法の受動喫煙防止対策	60
4.2. 世界の規制の動向	61
4.2.1. 世界保健機関のガイドライン	61
a. 汚染物質に対する個別の室内空気質ガイドライン	61
b. 湿気とカビの室内空気質ガイドライン	62
c. 室内における家庭用燃料の燃焼に関する室内空気質ガイドライン	62
4.2.2. 諸外国の室内空気汚染に対する取り組み	64
a. 室内空気質ガイドライン	64
b. 商品のラベリング	64

第Ⅲ部 室内の環境に関わる要因の把握と 快適な環境の実現 66

第5章 室内の環境に関わる要因の把握 67

5.1. 化学的要因 (河合俊夫)	67
5.1.1. 主な発生源	68
a. 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素	68
b. ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド	69
c. VOC (Volatile Organic Compounds) 揮発性有機化合物	70
d. 準揮発性有機化合物 (Semi Volatile Organic Compounds: SVOC) と粒子状有機化合物	72
e. 微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC)	73
5.1.2. 化学物質の測定	74
a. デザイン、サンプリング方法	74
(1) 予防として入居前の新規住宅 (増築やリフォーム) の環境濃度を把握するデザイン	74
(2) 入居後に室内の環境濃度を知る場合や環境濃度が気になる (自覚症状がある) 場合のデザイン	76
(3) 個人個人の生活環境の行動範囲でのばく露濃度を知りたいデザイン	76
(4) 生活環境で体内に有害物質が吸収された量を知りたい (生物学的モニタリング) デザイン	80
(5) ある程度の長時間のばく露 (数か月から数日) を知る方法として住居のダストを用いるデザイン	80
b. 分析 (評価)	80
(1) ホルムアルデヒド	80
(2) VOC と MVOC (揮発性有機化合物、微生物由来揮発性有機化合物)	81
(3) SVOC (準揮発性有機化合物)	82

c. 個人ばく露量（濃度）	84
(1) 個人サンプラーの濃度	84
(2) 尿中代謝物を用いた生物学的モニタリングの濃度	85
d. SVOC のダスト中濃度と尿中代謝物濃度の相関..... (アイツバマイゆふ)	86
5.2. 生物学的要因	(西條泰明) 89
5.2.1. 真菌(カビ)	89
a. 室内環境中の真菌	89
b. 真菌評価方法	90
5.2.2. 細菌	90
a. 室内環境中の細菌	90
b. 細菌評価方法	90
5.2.3. ダニアレルゲン他.....	91
a. 室内環境中のダニアレルゲン他.....	91
b. ダニアレルゲン他の評価法.....	95
5.3. 物理学的要因..... (吉野博)	92
5.3.1. 温熱的要因	92
a. 快適な温度条件.....	92
b. 温度分布、輻射の不均一.....	92
c. 適応.....	93
d. 低温・高温と健康.....	93
5.3.2. 湿度	93
5.4. 喫煙、受動喫煙、三次喫煙	(大和浩) 95
5.4.1. 喫煙、受動喫煙によって発生する有害物質と病気	95
5.4.2. 喫煙、受動喫煙による汚染の測定方法	96
5.4.3. 自宅内・自宅周囲で喫煙した場合の受動喫煙の実態.....	96
5.4.4. 職場や公共的な施設での受動喫煙による汚染の実態.....	99
5.4.5. 三次喫煙	101
5.5. 浮遊粒子、燃焼生成物等..... (大和浩)	103
5.5.1. 開放型燃焼器具による汚染とその影響.....	103
5.5.2. 調理で発生する PM2.5 とガス状物質.....	103
5.5.3. 大気中の汚染物質：粉じん（PM2.5）	103
5.5.4. 大気汚染による室内汚染（SOx, NOx, 黄砂など）	103
第 6 章 快適な室内環境の実現	104
6.1. 汚染の少ない建物とは..... (大澤元毅)	105
6.1.1. 発生源と移動経路.....	106
6.1.2. 汚染物質の放散と対策の基本的考え方	108
6.1.3. 内装材からの放散	109

6.1.4. (天井裏等の) 構造部材からの放散	110
6.2. 化学物質の発生源、材料、JIS、自主規制	(大澤元毅) 112
6.2.1. 木質材料	112
6.2.2. 塗料	113
6.2.3. 接着剤	113
6.2.4. 壁装材(壁紙)	114
6.2.5. 家具・住宅設備	114
6.2.6. 防蟻剤	115
6.3. 換気的重要性	(吉野博) 116
6.3.1. 気密化の目的	116
6.3.2. 換気・空調設備	117
a. 必要換気量	117
b. 換気方式	117
c. 換気経路	118
d. 厨房の換気	118
e. シックハウス防除と換気	118
f. 暖冷房システムと換気	119
6.4. 高湿度環境への対応	(大澤元毅) 120
6.4.1. 湿度管理の考え方	122
6.4.2. 結露パターンと対策	123
6.4.3. 浸水被害への対応	124
6.5. 居住改善	(大澤元毅) 128
6.5.1. 清掃と建築の運用管理	128
6.5.2. 保守管理の原則	131

第Ⅳ部 シックビルディング症候群・シックハウス症候群の予防 132

第7章 用途・構造種別に応じた課題 133

7.1. 職域・オフィスビル、公共ビルの課題	(東賢一) 133
7.1.1. 建築室内環境に起因する健康影響とその要因	133
7.1.2. 日本の建築物衛生法と空気環境管理基準	135
7.1.3. 対策	137
7.2. 学校の課題	(柴田英治) 138
7.2.1. 校舎の新築、改修、塗装	138
a. 換気設備	138
b. 建材・塗装・接着	138
c. 新築・改修工事の計画と使用開始時期	139

7.2.2. 学校建築物のメンテナンス	139
7.2.3. 授業及び課外活動など	139
7.3. 高齢者施設の課題	(大澤元毅) 141
7.3.1. 高齢者施設の関連法規とその経緯	141
7.3.2. 高齢者施設の衛生管理実態	142
7.4. 仮設住宅の環境と健康問題	(吉野博) 144
7.4.1. 仮設住宅の概要	144
7.4.2. 室内環境問題に関するアンケート調査	145
7.4.3. 熱環境に関する実測調査	146
7.4.4. 仮設住宅内の空気環境の現状	147
7.4.5. 仮設住宅の熱・空気環境に関する課題	147
a. 温熱環境の改善	147
b. 結露・カビ発生の防止	148
c. 清浄な室内空気環境の維持	148
第8章 居住者の年齢や季節に応じた予防	149
8.1. 乳幼児など子どもと室内環境をめぐる課題	(アイツバマイゆふ) 150
8.2. 高齢者と室内環境	(西條泰明) 152
8.3. アレルギーなどを有する人の室内環境	(西條泰明) 152
8.4. 室内における熱中症	(田中正敏) 153
8.4.1. 熱中症の増加傾向	153
8.4.2. 高齢者の身体機能	155
8.4.3. 熱中症の予防対策	156
8.5. 冬の室内環境	(田中正敏) 162
8.5.1. ヒートショック	162
8.5.2. 室内の空気環境	163
8.5.3. 室内の上下温度差	165
第V部 症状の訴えへの対応	168
第9章 室内環境汚染のリスクコミュニケーション	(増地あゆみ) 168
9.1. リスクコミュニケーションの考え方	169
9.1.1. リスクコミュニケーションの定義と理念	169
9.1.2. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの特徴	171
9.2. 室内空気質汚染のリスク認知	173
9.2.1. リスク認知の特徴	173
9.2.2. 室内空気質汚染にかかわるリスク認知の特徴(化学物質について)	175

9.3. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの留意点	183
9.3.1. 知識の問題	183
9.3.2. 「確率」や「不確実性」をどう伝えるか	184
9.3.3. 自分でリスク対策ができることの重要性	184
第10章 症状の出た住宅や職場などへの支援（相談への対応） ……（柴田英治）	186
10.1. 相談を受ける際に注意すること	187
10.1.1. 相談者の目的、要求を明確にすること	187
10.1.2. 聴き取り必須項目	187
a. どのような症状か？	187
b. いつから発症したのか？発症の原因となったイベントは？	187
c. 症状が強くなるのは、よくなるのはどのようなときか？	188
d. 室内における化学物質の使用	188
e. 暖房器具・設備について	188
f. 住宅内での生活習慣	188
10.1.3. オフィス、学校からの相談への対応での注意事項	188
10.1.4. 症状が典型的でない場合	189
10.1.5. VOC などの測定結果をどう取り扱うか	189
10.2. 相談チェックシート	191
10.3. 症状の出た住宅、職場、学校などへの支援	193
10.3.1. 住宅への支援	193
a. 新築住宅の場合	193
(1) 化学物質の測定	193
(2) ホルムアルデヒド、VOC の測定	193
(3) 建材以外の原因	194
b. 住み続けた住宅の場合	194
10.3.2. 学校への支援	195
10.4. 住宅や職場で発生した場合の相談機関	196
10.4.1. 保健所	196
10.4.2. 地方衛生研究所	196
10.4.3. 民間測定機関・相談機関	196
10.4.4. 医療機関	196
10.4.5. 産業保健総合支援センター	197
10.4.6. 労働衛生コンサルタント	197
10.4.7. 自治体教育委員会	197
10.5. 医療機関の役割	198
10.5.1. 住宅の室内環境との関連が疑われる場合	198
10.5.2. 外来診療でのアドバイス	198

10.5.3. 学校・職場の室内環境との関連が疑われる場合	199
10.5.4. 学校への対応	199
10.5.5. 職場への対応	199
10.5.6. 診断書について	199
10.6. メンタル面のサポート	200
10.6.1. 戸建て新築住宅の場合	200
10.6.2. 幼稚園、小学校、中学校、高等学校の場合	200
10.6.3. 大学、専門学校などの場合	201
10.6.4. 職場の場合	201
10.6.5. 産業保健スタッフがいる事業所では	201
10.6.6. 産業保健スタッフの支援が困難な場合	202
第 11 章 本態性環境不耐症 (東賢一)	203
11.1. 疾病分類と診療における扱い	204
11.2. 「化学物質への過敏な反応」を訴える有症者の割合	205
11.3. MCS における臭いに対する脳の反応と症状の出現	205
11.4. 電磁過敏症について	207
内容と相談別回答例 (Q&A)	209
引用・参考文献	219
巻末資料	236
資料 1 厚生労働省の室内濃度指針値	236
資料 2 室内濃度指針値の考え方	238
資料 3 建築基準法(昭和二十五年五月二十四日法律第二百一号)	240
資料 4 建築物衛生法	242
資料 5 その他のガイドライン	243
資料 6 地方衛生研究所一覧	246

第 I 部 序論

第 1 章 室内環境の重要性

第 1 章 室内環境の重要性

1.1. 環境と人の健康の関係

1.1.1. 環境汚染が引き起こす健康障害と疾病

毎日の生活にとって、環境は人々の健康を考えるうえで最も重要な要因になっています。たとえば水俣病に代表される水質汚染、カドミウムによる土壌汚染がもたらしたイタイイタイ病、四日市喘息（大気汚染）など、身近な環境は我々の健康に重大な影響を与えてきました。最近の日本では従来型の公害問題は克服されてきていますが、世界各国では多様な環境汚染と人々の健康障害が引き続き大きな関心を集めています。一方で、今日では自然環境のみならず、社会経済環境も注目をあびています。また経済活動の水準が高まるにつれ、先進国、開発途上国を問わず、一国の環境問題にとどまらず、地球温暖化やオゾン層破壊、酸性雨、砂漠化など地球規模の環境汚染や有害物質の国を超えた越境問題が深刻になってきています。生態系全体を考えた持続可能な発展が求められている由縁です。

この章では環境と健康の関係を室内環境に焦点をあてながらわかりやすく説明します。

1.1.2. 「環境と健康」の関係を探る疫学の役割

歴史的にみますと、19 世紀後半から 20 世紀の半ばには当時の環境問題としては「流行病（感染症）」の原因や予防法の発見が最も大きな課題でした。従って室内環境としても感染症蔓延の制御が中心課題だったといえます。一方、20 世紀半ば以降、今日に至るまでは感染症以外の病気が非感染症（Non Communicable Disease: NCD）として、あらゆる疾病と健康障害について疾病を引き起こす重要な因子の一つとして環境を考慮した原因の解明が、疫学的手法を用いて進みつつあります。

具体的には、人々の健康障害の原因を、動物実験や実験室的な研究には留まらず、しっかりした調査や研究の手法を用いて調べるのが重視されるようになりました。ここで、疫学は、人の集団における病気や健康障害の分布と頻度、およびそれらに影響を与える諸要因に注目して研究を進めます。人々を対象に、万人が納得する科学的な根拠を見出し、証拠（エビデンス）を示すことが求められるようになってきたのが特徴です。

疫学の歴史は、古くは 1854 年にロンドン市中で起こったコレラ蔓延の原因究明と対策をコレラ発生地域の水質汚染として調べたジョン・スノウの調査事例が疫学研究の端緒として有名ですが、さらにその後、1 世紀を経てイギリスで大きな問題になった公害スモッグなどの大気汚染、あるいは喫煙（タバコ）と肺がんの関係の関係まで、急性、慢性疾患を問わず、すべての疾病や健康障害の原因の究明には疫学の方法論が用いられてきました。時代が進み、20 世紀後半には低濃度の環境化学物質の汚染の影響を探る研究が盛んになりました。また臨床の場面でも、目覚ましい臨床疫学の発展があります。「根拠に基づく医学（Evidence based medicine: EBM）」の普及により最近はその疫学データが一般診療や治療に応用されています。

近年の特徴は、特にがんや循環器疾患などの慢性疾患の原因として、室内あるいは大気、水や土壌、食品などに含まれる環境化学物質あるいは放射線など、あらゆる分野で疫学研究によるリスク評価が進みました。対象とする疾病や健康障害（アウトカム）は重篤な臓器が障害を受ける病気から、自覚症状のみの軽い病気までさまざまです。さらに疫学手法は私たちの生活に密着した健康リスクの原因解明や、治療や予防対策の評価にも用いられるようになりました。さらに最近では健康障害を引き起こすリスクの高い人に対して、リスクを軽減するように働きかけるための科学的な知識

を蓄積することとなっています。

様々な疫学研究がありますが、病気の患者さんを対象にするのみならず予防医学の視点から、人々の住む地域や生活の場面や労働(職域)の場で研究を進めることが重要です。その結果、健康障害を予防し、病気やアレルギー、感染症などの水質汚染や大気・土壌の汚染など環境が引き起こす病気の発症を予防し、発生を遅らせ、あるいは病気の悪化を防ぎ、健康維持に役立てることができるようになってきました。すなわち、“人々”を直接の対象にして疾病や健康障害の原因について、環境を視点にいれて解明する科学的な方法として、20 世紀後半から現代にかけて疫学研究の方法論は大きな発展がなされました。これらの諸研究によって確立された科学的なエビデンスは、まさに一人一人の市民の協力によって成し得る成果ともいえます。

そこで、本マニュアル改訂版の作成にあたっては、国内外の研究について系統的にキーワードを用いて文献検索し、できるだけ客観的な疫学的な評価に基づくマニュアルに近づけるように努力しました。

1.1.3. 室内空気質と健康の関係

さて、近代的な社会生活において、人々は 1 日のうちの 70%以上の時間を室内で過ごします。室内は自宅のみならず、職場、学校、病院や(介護養護)施設、そのほかの公共あるいは民間の建物など多岐にわたります。そこでわかってきたのは、私たちが呼吸によって毎日取り込む建物内の室内空気質は私たちの健康や生活の質に大きな影響をあたえるということです。

WHO(世界保健機関)でも室内空気質の汚染は主要な病因あるいは死因の一つであるとしています。汚染の原因になるのは化学物質や微生物・真菌などの生物、室内の湿気の上昇によるダンプネス(湿度環境の悪化で結露やカビが生え住宅にダメージを与えている状態)など多様な原因があげられます。室内空気質と健康の問題は欧米では 1970 年代、第 1 次オイルショックのころから、冷暖房効率の向上にむけた省エネルギー化に伴い気密性が高まり、室内空気環境問題として、「シックビルディング症候群(Sick Building Syndrome)」と名付けられて問題となっていました。

一方、日本では、1960 年代に不適切な温度調節や浮遊粉じんの増加など室内環境の衛生に対する配慮不足から建築物の維持管理に起因する健康障害が多く報告されました。そこで、1970 年に議員立法により建築物における衛生的環境の確保に関する法律、いわゆる「ビル管理法」が制定されました。一定面積以上の建築物では室内粉じんなどの測定、室内の機械換気による制御が適切に行われたため、オフィスビルにおけるシックビルディング症候群の頻度は少なく、ほとんど問題にならなかったのは幸いでした。

しかし日本でも 1990 年代から個人住宅において省エネルギー化に向け換気量の削減や、住宅の高気密化や高断熱化が進み、シックビルディング症状と同じような状態が報告されるようになり、「シックハウス(病気の家)症候群、Sick House Syndrome」として全国的に大きな社会問題となりました。当時の住宅とビルの相違として、住宅には機械換気の設備はほとんどなく、建築資材に合板やプラスチック系の建材使用が進み、汚染物質発生量が増大してきたのがシックハウス症候群の原因と考えられます。なお、基本的にはシックビルディング症候群が一般住宅で生じたものがシックハウス症候群と考えられますが、シックハウス症候群は和製英語で欧米ではシックビルディング症候群と一括して呼称されています。シックビルディング症候群・シックハウス症候群の定義は、①眼、鼻、喉、皮膚の刺激症状、頭痛、倦怠感などです。②建物内で同じ空気を吸う人の中で複数の人が同じような症状を呈します。③問題となる建物を離れると症状は軽快します。④シックビルディング症候群・シックハウス症候群の診断には環境因子の何が問題かを環境化学物質などばく露(曝露)データから確認し、

原因に応じた対策をとることが重要です。⑤シックビルディング症候群・シックハウス症候群は住宅や職域のみならず学校、病院、デイケアセンターなどでも問題が生じる可能性があります。⑥私たちが行ったシックハウス症候群に関する疫学調査では、症状によっては幼児や高齢者はハイリスク集団と思われますので注意が必要です。

また室内空気質が原因で医学的な病名がつくものがあり、それらをシックビルディング関連病と呼びます。この中にはアレルギーやレジオネラ細菌感染症、過敏性肺臓炎や有機溶剤中毒症などがあります。たとえばレジオネラ細菌症で有名な事例はアメリカ・ペンシルベニア州での米国在郷軍人会の参加者と周辺住民 221 人が原因不明の肺炎にかかり抗生剤治療を行いましたが 34 人が死亡しました。新種の細菌（グラム陰性桿菌）が患者の肺から多数分離され、この菌は在郷軍人（legionnaire）にちなんで *Legionella pneumophila* と名づけられました。会場近くの建物の冷却塔から飛散した空気の微粒子（エアロゾル）の中に含まれていたとされています。

このほか化学物質過敏症（Multiple Chemical Sensitivity: MCS）があります。この病気を紹介した Miller によれば「化学物質高濃度ばく露イベントがあり（第 1 段階）、その後、化学物質に耐性がなくなり毎日の低いレベルのばく露でも MCS を引き起こす（第 2 段階）と言われ、過敏性を獲得した人では普通の人では症状が出ないような極めて低い濃度でも多様な症状が出現し、かつ原因物質以外の種々の環境要因で症状が発現する」とされます。しかしなぜ過敏性を獲得し、原因物質以外にも反応するのか？本態（病気の原因とメカニズム）が明らかではありません。またシックビル関連病やシックビルディング症候群に比べて、環境を変えてもなかなか治らないのが特徴ですので WHO/ IPCS では「本態性環境不耐症（Idiopathic Environmental Intolerance: IEI）」とよんでいます。（詳細は第 3 章と第 11 章に記述）

1.1.4. 室内環境因子で健康への影響が生ずる恐れがありうるもの

人々の健康に及ぼす室内空気質など環境要因の影響についてはさまざまな研究がなされています。それぞれ専門家が各章で詳しく述べますが、本章では全体像をつかんでいただくために、先に概略を述べます。まず、

①二酸化炭素：人々が呼吸で発散する化学物質として二酸化炭素があり、換気状況の代替指標とされます。通常はそれ自体で毒性や生理的な影響を示すものではありません。新鮮な外気に比べ濃度が上がると相対的に酸素不足になり頭痛や耳鳴りなど症状を起こしますので、建築物衛生法や建築基準法などで基準がつけられています。

②室内の燃焼物：暖房器具や調理器具などで使われる石油やガスなどの燃焼によって生じる一酸化炭素、窒素酸化物、粒子物質（Particle Matter、PM2.5 や PM10 など）、多環芳香族炭化水素などがあり、呼吸器系疾患の増加が報告されています。

③喫煙：喫煙そのものに加え、受動喫煙の影響が無視できません。受動喫煙は喫煙者の呼気や副流煙により室内空気が汚染されます。数多くの化学物質が含まれ、子どもの喘息や呼吸機能低下やがんなどのリスクの増加が指摘されています。

④様々な化学物質：近年特に注目されているのは、室内にある塗料、接着剤、防腐剤、殺虫剤、防虫剤、香料、可塑剤（「可塑」とは「柔らかく形を変えやすい」の意味で合成樹脂に加えて柔軟性などを改良する添加薬品類の総称、フタル酸エステル類等）、難燃剤などさまざまな化学物質の存在です。これらの生活の場での化学物質が徐々に揮発して室内空気質が汚染されていく場合があります。ホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（Volatile organic compounds: VOC）などです。

⑤生物学的要因：化学物質ばかりでなく、室内空気質の関係する生物学的要因（真菌やダニアレルギーなど）はシックビルディング症候群・シックビルディング関連病の原因になりうる各国の

研究で指摘されています。真菌はどこにでも存在し、真菌自体が病気を引き起こすこともあります、アレルギー源ともなります。また微生物の代謝によって生じる揮発性有機化合物（microbial VOC）や細胞膜構成成分（グルカン）が健康に悪影響を及ぼす可能性もあります。ダニアレルゲンは温暖で湿度が 50%以上になると繁殖しやすく、ダニの死骸や排せつ物がシックビルディング症候群・シックハウス症候群の原因になります。

⑥気流や温・湿度環境など。特に水漏れやダンプネス（湿気）は各国の疫学調査でシックビルディング症候群や喘息との関係が示唆されています。微生物起源のアレルゲンやカビを増やし喘息を引き起こすなどの健康影響が考えられます。日本でも厚生労働科学研究など過去の研究ではシックビルディング症候群・シックハウス症候群の原因となる種々の環境要因と症状の関係についてデータが得られています。私たち、本マニュアル作成に関わっている研究者の多くは平成 12 年度から 22 年度に渡って全国規模で疫学調査を実施しました。その結果、シックビルディング症候群・シックハウス症候群については詳しく症状をみてみますと、その原因は多岐にわたることがわかりました。

全国規模の疫学調査でわかったことを概要として表 1.1.1. にまとめました（厚生労働科学研究総括分担研究報告書、平成 26 年度）。◎は統計的な有意水準 $P<0.05$ でオッズ比が 2 以上で有意のリスクになるもの、○はオッズ比が 1 以上 2 以下で有意水準が $P<0.05$ のもの、△は $P<0.1$ の有意水準であったものを示します。この表 1.1.1. から、シックハウス症候群の原因となる環境要因は、鼻、喉・呼吸器、眼、皮膚、精神・神経症状で、比較して大きな違いがあることがわかります。北海道から九州まで全国の 6 地域共通でアレルギー歴はシックハウス症候群と有意の関連を示しました。気候、住宅の気密性などの違いにかかわらず、アレルギー素因はシックハウス症候群のリスク要因になると考えられます。アレルギー歴は、鼻、喉・呼吸器、眼、皮膚の症状で有意です。住宅のダンプネスも有意に原因になっています。一方、化学物質は喉・呼吸器、眼の症状に強く関係しています。ダニアレルゲンは、鼻、眼の症状と有意の関係が認められました。精神・神経症状はストレスが原因になっていることがわかります。性差は皮膚の症状で有意に女性の方がリスクが高くなりました。化学物質一辺倒のシックビルディング症候群・シックハウス症候群対策では片手落ちであること、症状に沿って環境改善が必要であることを示しています。

表 1.1.1. シックビルディング症状・シックハウス症状と原因となる環境要因

	鼻	喉・呼吸器	眼	皮膚	精神神経
性（女性）				◎	△
アレルギー既往	◎	○	◎	○	
ストレス				△	◎
ダンプネス	○	○	○	△	△
化学物質	◎	○	◎		○
真菌			△		
ダニアレルゲン	○		○		

◎, オッズ比 ≥ 2 かつ $p<0.05$; ○, オッズ比 >1 かつ $p<0.05$; △, $p<0.1$. あいはい個別のモデルでは $p<0.05$

1.1.5. シックビルディング症候群・シックハウス症候群に対する各省庁の対策と今後の課題

過去 20 年、我が国のシックビルディング症候群・シックハウス症候群に対して各省庁が対策を行ってきました。厚生省（現厚生労働省）が事務局となった「快適で健康的な住宅に関する検討会議」で、1997 年 6 月に中間報告としてホルムアルデヒドの室内濃度指針値を公表し、2002 年には厚生労働省による 13 種の室内化学物質濃度指針値が示されました。2003 年には建設省および引き継いだ国土交通省

による建築基準法の改正（建築材料ホルムアルデヒドの発散速度によって区分し使用を制限、換気設備設置の義務付け、天井裏等の建材の制限、防蟻剤クロルピリホスに関する規制など）がされ、また 2009 年には文科省による学校の環境基準の設定、住宅や学校新築時には濃度評価して引き渡すように法制度改正がなされました。このような有効な規制政策がとられた結果として室内環境中のアルデヒド類やトルエンなど VOC 類の濃度は徐々にではありますが減少してきています。

一方、シックビルディング（ハウス）症候群はアルデヒドや揮発性の高い VOCs 等、化学物質によってのみ起こるわけではありません。最近世界的に内装材や家電商品の難燃剤などに使用されているいわゆる揮発性が低い準（半）揮発性物質（Semi-Volatile Organic Compound: SVOCs）に注目が集まっています。厚生労働科学研究でもハウスダスト（家のほこり）中のフタル酸エステル類など SVOCs 濃度が高い住居ほどシックハウス症状を訴えるものが多いという結果が得られています。高断熱・高気密の住宅で換気不足の場合は湿度環境が悪化し、壁にも結露やカビが発生し、可塑剤が分解し、より低分子で揮発性の高い物質が発生することもあります。加えて日本では難燃剤として有機リン系化合物使用は海外よりも多く、今後健康への影響の検証も必要になります。

また、シックハウス症候群有訴を症状別に詳しく見て原因を調べると、現時点で、シックビルディング症候群・シックハウス症候群、シックビルディング関連病、化学物質過敏症の 3 つの関係は図 1.1.1. のように示されます。シックビルディング症候群・シックハウス症候群とシックビル関連病は、上記に述べた種々の環境要因で症状が起こり原因の除去により数週から数か月の単位で寛解あるいは治癒にいたります。非特異的な自覚症状が主体で軽いものを一般にシックビルディング症候群・シックハウス症候群と称します。しかし同じ化学物質（たとえば有機溶剤）にばく露しても濃度が高ければそれぞれの化学物質に特有の中毒症状を起こしますので、これはシックビルディング・シックハウスが原因の産業中毒として労働災害に該当します。これに対していわゆる化学物質過敏症はシックビルディング症候群・シックハウス症候群が原因かどうかかわからないのがほとんどです。実際に環境濃度を調べても低い濃度であることが多く、また原因と言われる化学物質のばく露がなくなっても症状が持続し、また原因以外の多種の化学物質で症状が誘発されるのが大きな特徴です。両者の症状や病因の違いに基づくリスク要因の除去を考えながら、健康障害の予防や対策を考えていくことが今後の課題と考えられます。

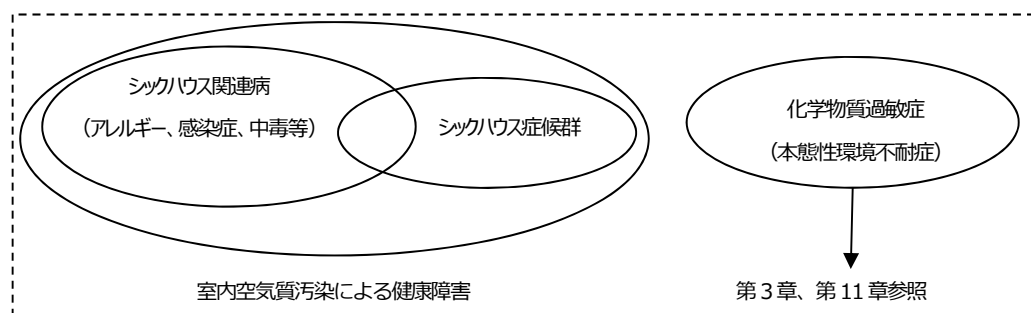


図 1.1.1. シックビルディング症候群・シックハウス症候群と関連疾病(概念図)

1.2. 快適な室内空間とは

1.2.1. 快適空間と熱、空気、光、音の環境、並びに本マニュアルで扱う対象

人々は多くの時間を室内で生活しています。住宅では高齢者や幼児が特に長い時間を室内で過ごします。学校では、児童、生徒らが勉学などのために、またオフィスではワーカーが仕事をするために長い時間を室内で過ごします。そのような室内の環境は、在室者にとって少なくとも衛生的で快適であり、学校では授業に集中できるように、オフィスでは効率が上がるように作られているべきです。室内の環境は、物理的な観点からは、熱、湿気、空気、光、音の環境に分類され、それらの環境条件が、人の生理的、心理的な快適性、健康性に大きな影響を及ぼします。そしてその影響の度合いや最適範囲は在室者側の条件、即ち年齢、性別、健康状態、社会的な背景などによっても大きく異なります。更に、行為の内容、即ち机に座って仕事をしているのか、動きながら仕事をしているのか、団らんしている時か、寝ている時かなどもによっても異なります。

衛生的で快適な環境条件に関する研究については多くの蓄積があり、その成果に基づいて建築物や設備の設計、建設、運用が行われてきています。

しかしながら、例えばシックハウスという言葉が一般化したように、近年の建築物は必ずしも衛生的で快適な環境が実現されているわけではありません。また、住宅の中での不慮の事故死として、高齢者では浴槽の中での溺死が数として多いことが報告¹⁾されています。一方では、暑い夏に室内にいながら熱中症にかかるケースが増加しています。更に集合住宅で生活している人たちは上の階や隣に住戸から様々な生活に伴う音で悩まされる、或いは太陽の光が隣の建物のガラスなどに反射してまぶしいなど様々な問題が存在します。

以上のように室内では多くの環境的な問題や課題がみられます。本報告書では、熱的、空気の環境問題を対象とし、快適で健康な建物を実現する上で必要な基礎的な理論、設計の考え方と方法、建物の使い方、設備の調整の方法や扱い方について解説します。

1.2.2. 建物の用途と快適・健康問題

a. 住宅

(1) 空気の質と湿気に関する問題

シックハウスとは、その中にいると頭が痛い、目がちかちかする、皮膚がかゆいなどの症状を起こし、離れると症状が回復するという建物のことであり、室内の空気が化学物質などによって汚染されていることが原因です。この問題は省エネルギーや快適性の向上等のために建物の断熱性が追及され、気密化されてきたことが原因の一つであり、1990 年頃から問題が顕在化してきました。その後、膨大な調査研究が実施され、厚生労働省からはシックハウスの原因となる 13 の化学物質の濃度指針値が公表され、シックハウス防除のために建築基準法が 2002 年に改正されました。その結果、シックハウス問題は下火になりましたが、未だにこの問題に悩まされている居住者は後を絶ちません。

これらの問題を解決するためには化学物質の発生を抑えることと換気を十分に行うことが必要です。詳細は別の章で述べられます。

また、近年児童のアレルギー症状が増加の傾向にあります。その一因として室内のカビの発生が指摘²⁾されています。この問題も換気が不十分で室内の湿度が高くなり、結露・カビが発生することから生じます。このような建物のことをダンプビル（じめじめした建物）と呼んでいます。

(2) 低温と高温が原因となる問題

住宅の冬期の室温は、地域によりまた部屋の用途により大きく異なります。北海道の住宅は多くの場合、住宅全体が暖房され快適な熱環境が形成されています。また北海道以外の寒冷な地域にある都市部の新築住宅では北海道と同じように住宅全体が暖房される傾向になってきました。しかしながら既存の住宅の多くは、暖房は居間だけで朝と晩の時間帯のみに行われています。したがって、寝室や浴室・トイレは低い温度のままであり住宅の中で場所による室温の差が生じることになります。このことがヒートショックの原因となり、浴室内での溺死につながるわけです。これを防止するためには建物の十分な断熱化、気密化が必要です。

一方、夏期の暑い時期に室内で熱中症に罹る例が増えてきていますが、これを防止するためには日射の遮蔽を十分に行うこと、適切に冷房設備を利用することが必要です。

特に高齢者の場合には、環境の変化に対して鈍感になっていることや抵抗力が落ちていることもその背景にあります。これらの課題に関しては別の章で詳しく記述されます。

b. 学校

学校の室内環境の調整は、文部科学省「学校環境衛生基準」にもとづいて実施されています。しかしながら実際には、暖房時に室内に大きな温度のむらが生じる、冷房設備の運転時に換気が不十分である、児童・生徒がシックハウス症候群にかかることがある、など様々な問題が報告されています。

これらの問題の原因としては、断熱気密性能が十分でない、暖房方式が不適切である、換気設備の運転が不適切である、などが挙げられます。これらの問題を解決するためには、断熱改修、設備更新が必要ですが、多くの場合は設備の運用が適切に行われていないことが背景にあります。したがって、環境を調整する立場にある管理者や教員が、機能を正しく理解したうえで、適切に制御することが重要です。

シックハウス問題に関してはこれまでマスコミなどによっても何度か報道されてきており、現在でも皆無ではないと推定されます。シックハウスの原因は不適切なワックスや仕上り材の使用等です。

一方、熱・空気環境と生徒・児童の知的生産性に関する研究が近年進みつつあり、それらの成果を踏まえた環境調整ということも大切になってきています。

c. オフィス

欧米ではシックビルディングが一時期、大きな問題となりました。その原因は、省エネルギーのために必要換気量を減らしたことであると説明されています。我が国では室内空気の質を表す総合的な指標である二酸化炭素濃度の基準を、省エネルギーの要請が強かった際にも変更しなかったために、必要換気量を減少させることはなく、シックビルディングについて欧米のような問題は発生していません。しかし、新築のビルに入居して間もないときに頭が痛い、気分が悪くなるなどの健康上の問題が発生したということは、ときどき耳にすることです。

また、オフィスにおける環境条件と知的生産性に関する研究が近年、急速に進み、例えば、換気量が多いほど知的生産性が向上するなどの成果³⁾が発表されています。

更に、省エネルギーのために暖房時や冷房時における快適温度の許容範囲に関する研究が実施され、例えば自然換気を行うオフィスの場合には、空調する場合に比べて温度の快適範囲が広がるといった成果が発表⁴⁾されています。

以上のようにオフィスの場合には、快適性・効率性の向上が環境調整の大きな課題となっています。

d. その他の建物

快適性・衛生性の問題が議論されるケースが多い建物としては、以上の他に病院、高齢者施設、最近では仮設住宅があげられます。病院はやや特殊なのでこのマニュアルでは触れていません。ただし、病院等の医療施設には健康の面から問題を抱えている方が多いことから、医療や感染防止のために固有の要求や制約が環境整備を進める上で課されています。換気空調方式や設備設計等も特別に配慮したものとなることから、通常の建築・設備技術者に管理を委ねることは難しいのが実態です。従って、医療従事者については労働安全規定、患者等については施設の医療従事者の専門知識が活用されることが望ましいと思います。

高齢者施設における環境上の課題としては、空気質、特に臭いの問題が挙げられます。高齢者施設における臭いの発生源は、高齢者自身から出る臭い（加齢臭）、排泄物、消毒・薬品などです。これらの問題を解決するためには換気が最も重要です。換気量を増やすことはエネルギー消費の増大や快適性の低下につながるために空気清浄機が設置されるケースが多いようです。この問題に関しては別の章で記述されます。

仮設住宅は、東日本大震災の後に数多く建設されました。居住年数が仮設住宅の場合は 2 年と法律で定められていますが、様々な理由により転居できないケースが多いために、最大 5 年まで認めることに変更されました。そのため土台が腐朽するといった耐久上の問題をはじめとして、様々な問題が発生しており、室内環境の面でも空気汚染、結露の発生、カビの発生といった問題が生じています。環境上の問題は、不十分な断熱、不十分な換気が主な理由ですが、結露やカビの発生は多くの家財道具や寝具、衣類を狭い空間に詰め込んでいることが大きな原因です。これらの問題については別の章で詳述されます。

第 I 部 序論

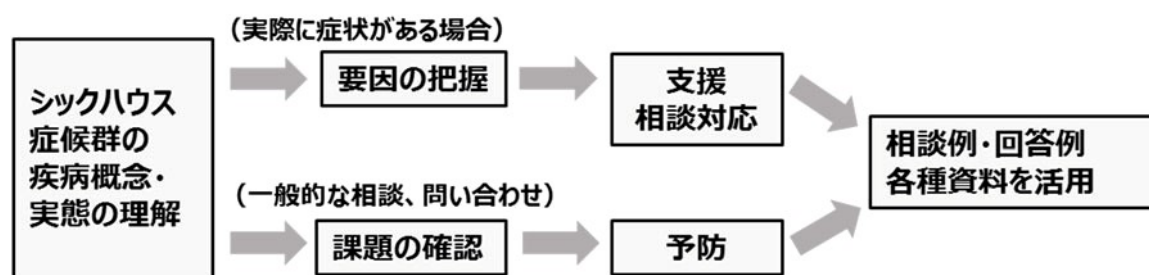
第 2 章 本書の活用方法と相談フローチャート

第2章 本書の活用方法と相談フローチャート

2.1. 活用方法

本書は、室内環境の重要性、本書の活用方法と相談フローチャート、シックハウス症候群の実態、室内環境に関わる規制、室内環境に関わる要因の把握、快適な室内環境の実現、用途・構造種別に応じた課題、居住者の年齢や季節に応じた予防、室内空気室汚染のリスクコミュニケーション、症状の出た住宅や職場などへの支援（相談への対応）、本態性環境不耐症の順番で章立てられています。また巻末には、内容別相談と回答例【Q&A】と、各種資料（室内濃度指針値、建築基準法、その他のガイドライン、地方衛生研究所一覧など）も記載されています。

シックハウス症候群や室内空気環境についての専門的な知識がない場合でも、本書を熟読することで、相談への対応が可能になります。相談フローチャート（次項）を活用いただき、公正かつ適切なアドバイスの提供にお役立てください。



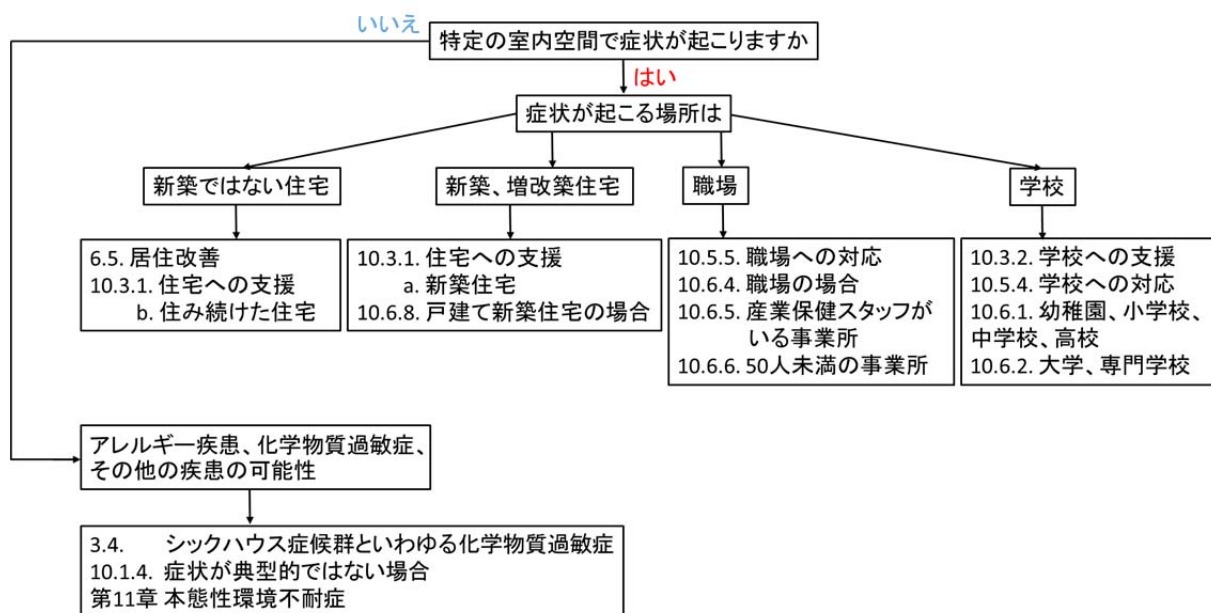
また相談を受ける際に、以下の点に注意すると、相談者の状況を把握しやすくなります。

- ・ 相談内容を整理する対応ではまず、相談者の話をよく聞くことが大切です。相談者によっては、相談したい事項が整理されていない場合や混乱していることもあるので、相談者が知りたいポイントや問題が何であるのかを整理しながら対応することが必要です。相談者の述べた内容を要約し、相談内容をさらに詳細に具体的にたずね、事実関係や問題を把握しましょう。
- ・ 客観的・科学的なデータに基づいてアドバイスする、不確かな情報を伝えない、主観的な判断に基づいたアドバイスをしないように心がけましょう。

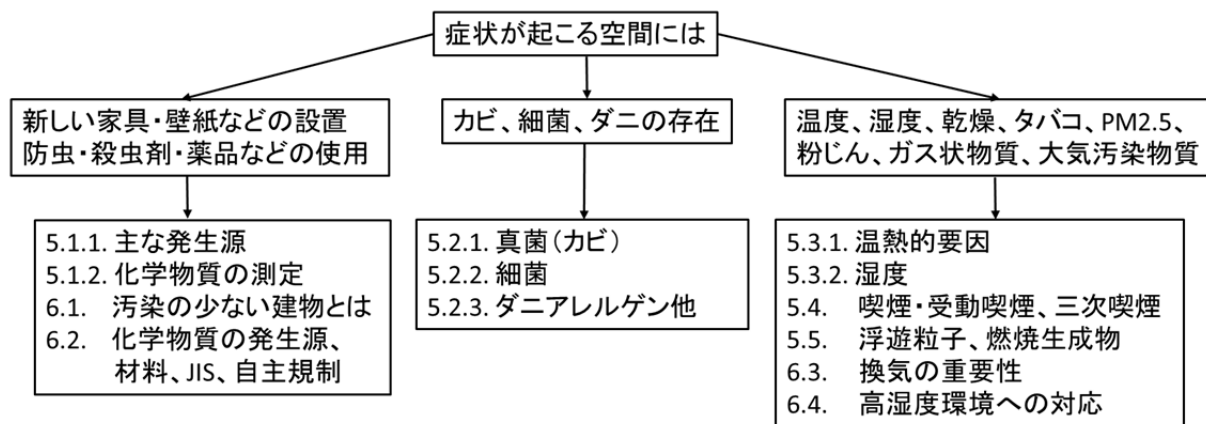
シックハウス症候群であるか否か、またシックハウス症候群の原因や対策などについても、必ずしも原因がひとつとは限らないうえに、環境要因の調査がまだなされていない可能性はあげられるにしても、断定は避ける方がよいでしょう。相談者が医療機関で診断を受けていない場合は、相談者がシックハウス症候群であると思い込んでしまうことがないよう、相談が心理的な誘導にならないように注意しましょう。

2.1. 相談フローチャート

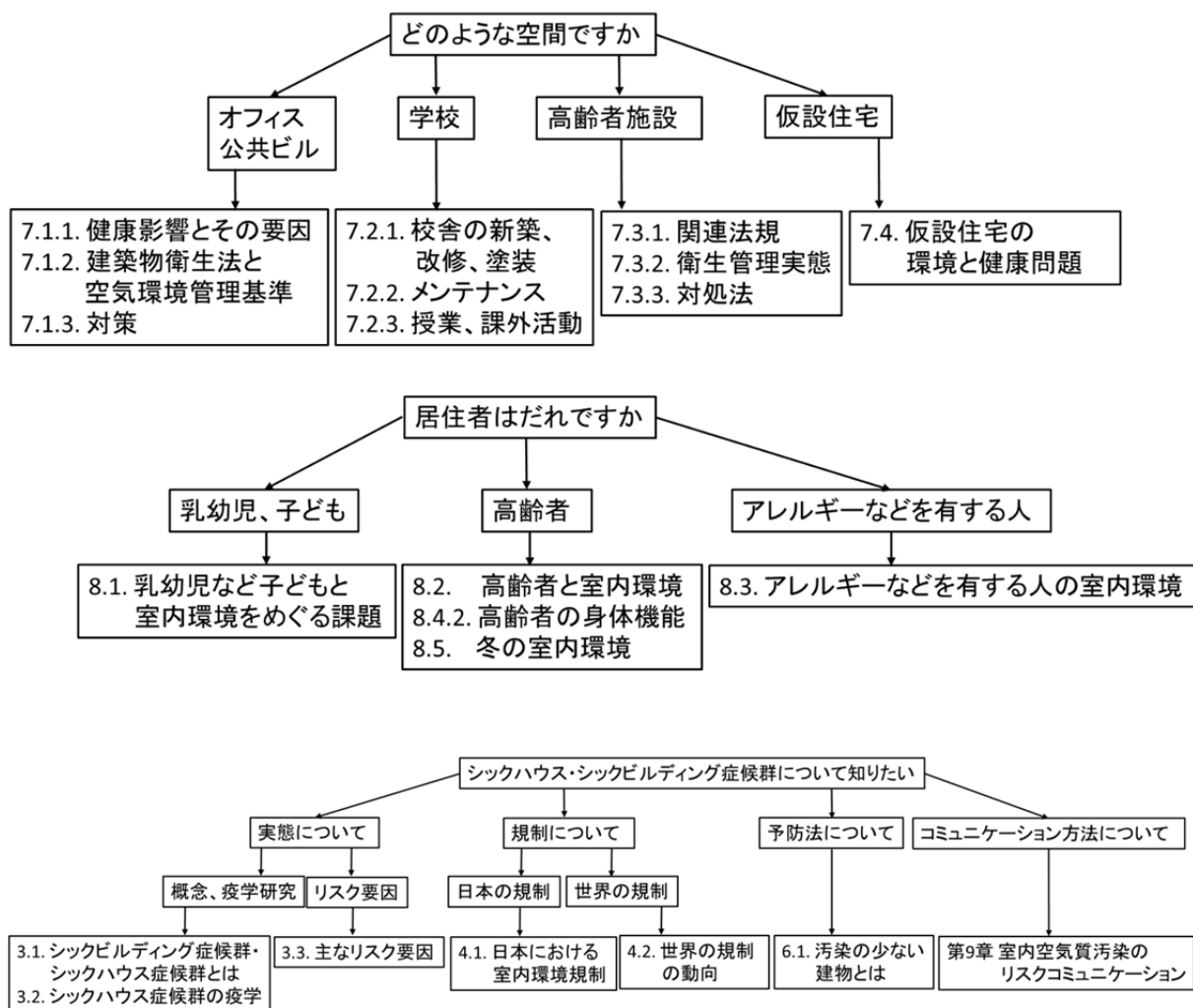
(症状がある、かつ場所が特定できるとき)



(症状がある、かつ疑わしい原因があるとき)



(一般的な相談、問い合わせ、予防法)



第Ⅱ部 室内環境による健康影響

第3章 シックハウス症候群

第3章 シックハウス症候群

3.1. シックビルディング症候群・シックハウス症候群とは

シックビルディング症候群とは、特定の建物の中で、非特異的な症状を呈する状態を言います。産業衛生、毒物学分野の必須参考図書として、国際的に高い評価を得てきたパティの産業衛生 (Patty's Industrial Hygiene and Toxicology) では、シックビルディング症候群を以下のように定義しています。

- ① 一般的な感覚器症状（眼、鼻、喉の刺激症状、頭痛、倦怠感、皮膚刺激症状、集中困難、軽度の神経毒性症状）。
- ② 建物内のある程度以上の人が訴える。
- ③ 建物を離れると症状が改善する。
- ④ 多種の要因が重なって原因になることがあり、詳しく環境を調べても原因が良くわからないことがある。

診断においては、症状の出現とともに、環境に原因があると推定されることが必要となります。

また、原因が明らかで医学的に病名がつくもの（アレルギー、皮膚炎、レジオネラ細菌感染、過敏性肺炎、有機溶剤中毒症状など）はシックビル関連病と呼ばれます。シックビルディング症候群とシックビル関連病ともに同じ室内環境汚染が原因となっており、この二つを合わせた健康障害が広義のシックビルディング症候群となります。

世界保健機関欧州地域事務局 (World Health Organization: WHO 欧州) では、以下の5つのクライテリアによりシックビルディング症候群を定義しています。

- ① 最も頻繁に現れる症状のひとつは眼、鼻、咽頭の刺激症状である。
- ② 気道下部および内臓を含むその他の症状は頻繁ではない。
- ③ シックビルディング症候群と在室者の感受性あるいは過剰反応との関連は明らかではない。
- ④ 症状は、ある建築物あるいは特定部分において特に頻繁に出現する。
- ⑤ 在室者の大多数が症状を訴える。

主な症状としては、図 3.1.1. に示すように皮膚・粘膜刺激症状、頭痛、易疲労、めまい、嘔気、嘔吐などの精神・神経症状があります。

- ① 眼（特に球結膜）、鼻粘膜および喉の粘膜刺激症状
- ② 粘膜の乾燥（唇など）
- ③ 皮膚の紅斑、じんましん、湿疹
- ④ 易疲労感
- ⑤ 頭痛、頻発する気道感染
- ⑥ 呼吸困難、喘鳴
- ⑦ 非特異的な過敏症状（鼻汁あるいは流涙、非喘息患者における喘息様症状）
- ⑧ めまい、吐き気、嘔吐

シックハウス症候群は、基本的にはシックビルディング症候群が住宅で生じたものと考えます。一方、特に住宅で生じる問題として、シックビルディング症候群とは異なる以下のような特徴的な面があります。

- ① シックビルディング症候群の大部分はオフィスの問題となりますので、オフィスで働

く 20～60 歳に生じます。シックハウス症候群は住宅の問題となりますのであらゆる年齢に生じますが、特に 20 歳未満の若い年齢の有症率が、それ以外の年代の有症率よりも多くなっています。

② シックビルディング症候群は休日に消失することが多いですが、シックハウス症候群は住居のため、毎日の問題です。

③ シックビルディング症候群は、職場の多くの人に生じるために環境の問題として理解しやすいですが、シックハウス症候群は少人数の問題となるため、環境の問題として理解されにくくなります。

いずれにしても室内空気環境の悪化により、皮膚・粘膜刺激症状、頭痛、易疲労、めまい、嘔気・嘔吐などの精神・神経症状が主要症状で、基本的にはその環境を離れるとよくなるものがシックビルディング症候群・シックハウス症候群となります。シックビルディング症候群・シックハウス症候群の主な症状を図 3.1.1. に示しています。

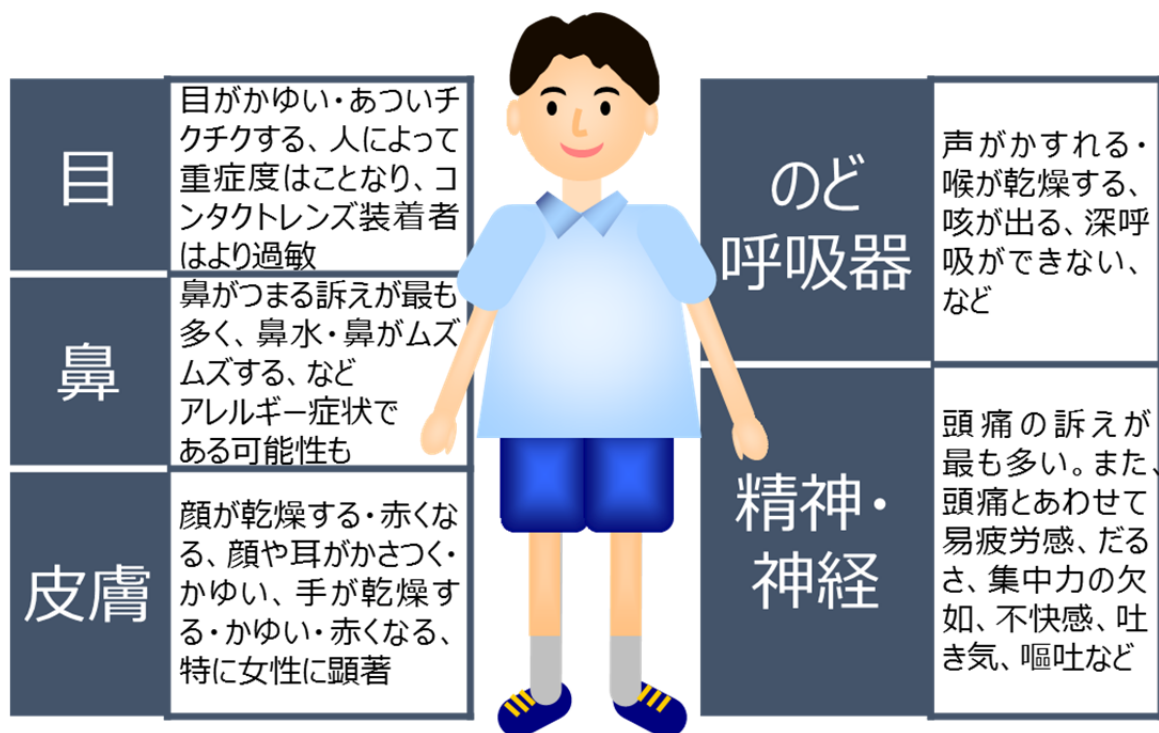


図 3.1.1. シックビルディング症候群・シックハウス症候群の主な症状 (Andersson 1998)

3.2. シックハウス症候群の疫学

世界的には、1991 年からシックビルディング症候群・シックハウス症候群に関する論文が報告されています。国別にみると、スウェーデンとデンマーク、フィンランドなど北欧で多くの論文が発表されています。次いで、アメリカ、イギリス、ドイツからも報告があります。近年は中国や台湾などのアジア諸国からも論文が報告されています。ヨーロッパの研究の多くはオフィスビル、集合住宅、学校などにおいて労働者や居住者のシックビルディング症候群・シックハウス症候群に関する研究が報告されています。日本からは、一般住宅およびオフィスビルにおける研究が報告されています。

3.2.1. シックハウス症候群の有症率

有病率（有症率）とは、ある一時点（調査時）において、集団においてその疾患を持っている人（あるいはある特定の症状を訴える人）の割合のことを表します。有病率を推定するためには、対象とする集団（母集団）から無作為に調査対象者（サンプル）を選定して、その対象者の疾患の有無を調査する必要があります。シックハウス症候群については、その原因及び症状が多様であり、医療機関において医師にシックハウス症候群と診断される人はほとんどいません。従ってシックハウス症候群か否かは、調査対象者自身の自覚症状などを参考に判定する必要があります。そのためシックハウス症候群の場合は、有病率というよりも有症率といった方がふさわしいと考えられます。

シックハウス症候群の有症率は、用いるシックハウス症候群・シックビルディング症候群の定義によって異なります。日本では、当初シックハウス症候群は新築住宅での訴えが注目されたことから、新築や改築に伴う化学物質濃度の問題として論じられることがほとんどでした。過去の規模が大きい調査でも「新築・リフォーム後に発症、増強」したケースや、「にのび臭い」と関係する症状をシックハウス症候群と定めている調査研究があります。しかし、本マニュアルでも述べているとおり、シックハウス症候群との関連を示す室内環境要因は化学物質のみならず、ダンプネス（結露の発生などの室内の部分的な湿度環境が悪化した状態）、真菌やダニなどの生物学的要因も重要な因子とされています。また、有症率そのものは、疫学研究が対象とする集団によっても変わります。従って、数値自体の意味を問うよりも、その研究の中で対象者の属性や室内環境による影響を比較するための指標として利用されます。

シックビルディング症候群の調査票としては、スウェーデンのアンダーソンによって皮膚・粘膜刺激症状、精神神経症状を調査する MM 調査票（MM-Questionnaire、Environmental Medicine のスウェーデン語 Miljomedicin の略）が開発されています。この調査票の日本語版が溝上らによって翻訳されており、シックビルディング症候群やシックハウス症候群をスクリーニングするときに用いることができます（図 3.2.1.）。MM 調査票の質問は 2 段階になっています。第 1 段階では、過去の一定期間に皮膚や粘膜の刺激症状、精神神経症状などのシックビルディング症候群・シックハウス症候群の症状があったか、またその症状の発生頻度として、毎週のようにあるのか、あるいは時々なのかを確認します。第 2 段階では、その症状は建物を離れると改善するか、即ち特定の建物内で生じる症状かどうかを確認します。同じ MM 調査票を用いている研究であっても、シックハウス症候群の定義が研究によって異なりますので、研究間の有症率の数字自体の比較には注意が必要です。MM-Questionnaire が開発されたスウェーデンにおけるシックビルディング症候群は、調査研究によっては第二段階の質問による絞り込みを行っていない場合もあります。「その症状は建物を離れると改善するか」ということについては限定せず、週に少なくとも 1 回はそのような症状がある場合をシックビルディング症候群ありと定義されている研究が多いようです。その場合の有症率は、特定の建物内と限定した場合の有症率 3～6%と比較して、7～13%と約 2 倍の有症率となることが報告されています。

3.2.2. 一般住宅におけるシックハウス症候群

日本の6地域（札幌地区、福島地区、名古屋地区、大阪地区、岡山地区、および北九州地区）において住宅の建築確認申請から無作為に抽出した築6年以内の住宅2282軒を対象とした調査では、図3.2.1.に示すMM調査票が用いられています。各住宅に「何らかの症状がいつもあり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる」居住者がいる割合は全国平均2.0%（地区別には0.6～3.1%）、また「何らかの症状がいつも、あるいは時々あり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる」は全国平均3.7%（地区別には1.4～5.7%）でした。ただし、回答率が41%であったことを考慮し、調査票を回収できなかった住宅には症状がある居住者がいないという可能性を考えた場合は、それぞれの全国平均は0.8%と1.8%でした。症状の訴えが最も多いのは「鼻がつまる、鼻水がでる、鼻がムズムズする」といった鼻症状で、次いで「頭痛、易疲労感、だるさ、集中力の欠如、不快感、吐き気、嘔吐」などの精神・神経症状、「声がかすれる、喉が乾燥する、咳が出る、深呼吸ができない」などの喉・呼吸器の症状となっています。札幌市の新築戸建住宅96軒の全居住者317人に行った調査では、いずれかの症状の有症率が33%でした。これは同一住宅に住む複数の居住者が回答している調査であることから、上記の戸建て住宅あたりの有症率よりも高かったことが考えられます。北海道旭川市では市営および道営の公団住宅480軒を対象に調査が実施されました。シックハウス症候群のいずれかの症状を呈した有症率は19.4%でした。最も多い症状は鼻症状の12.5%でした。日本でMM調査票を用いて行われた研究の有症率を、表3.2.1.に示しました。

最近3ヶ月間、次のような症状はありましたか。 (症状が無くても、すべての質問にお答えください)				「はい」の方は、 その症状は、自宅の環境 と関係している と思いますか？	
	はい よくあった 毎週のように (1)	はい ときどき (2)	いいえ まったくない (3)	はい (1)	いいえ (2)
1. とても疲れる	☐	☐	☐	☐	☐
2. 頭が重い	☐	☐	☐	☐	☐
3. 頭が痛い	☐	☐	☐	☐	☐
4. はきけやめまいがする	☐	☐	☐	☐	☐
5. 物事に集中できない	☐	☐	☐	☐	☐
6. 目がかゆい・あつい・チクチクする	☐	☐	☐	☐	☐
7. 鼻水・鼻づまり、鼻がムズムズする	☐	☐	☐	☐	☐
8. 声がかすれる、のどが乾燥する	☐	☐	☐	☐	☐
9. せきがでる	☐	☐	☐	☐	☐
10. 顔が乾燥したり赤くなる	☐	☐	☐	☐	☐
11. 頭や耳がかさつく・かゆい	☐	☐	☐	☐	☐
12. 手が乾燥する・かゆい・赤くなる	☐	☐	☐	☐	☐

図3.2.1. MM調査票 (Andersson 1998)

表 3.2.1. 日本で実施された住宅のシックハウス症候群の有症率（MM 調査票による）

研究 デザイン	対象集団	調査年度	調査対象者	シックハウス症候群の定義	有症率	文献
横断研究	戸建住宅	2003 年	全国 6 地域（札幌、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州）の戸建住宅 2282 軒（回答率 41.1%）	MM040EA 12 症状。住宅あたりの有症率。 症状がいつもあり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる居住者がいる場合を「有訴あり」と定義。	全国平均 2.0% 札幌地区 2.8% 福島地区 1.6% 名古屋地区 1.8% 大阪地区 3.1% 岡山地区 1.8% 北九州地区 0.6%	岸ら 2009
				MM040EA 12 症状項目。住宅あたりの有症率。 症状がいつも、あるいは時々あり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる居住者がいる場合を「有訴あり」と定義。	全国平均 3.7% 札幌地区 4.7% 福島地区 2.3% 名古屋地区 4.2% 大阪地区 5.7% 岡山地区 3.9% 北九州地区 1.4%	
横断研究	戸建住宅	2004 年	全国 6 地域（札幌、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州）の戸建住宅	MM040EA 12 症状項目。居住者全員の有症率。 症状がいつも、あるいは時々あり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる居住者がいる場合を「有訴あり」と定義。	いずれかの症状 14.2% 鼻症状 7.8% 眼症状 3.4% 喉症状 6.9% 皮膚症状 4.1% 精神・神経症状 2.0%	西條ら 2011
横断研究	戸建住宅	2001 年	札幌市の新築戸建住宅 96 軒の全居住者 317 人	Engval ら 2001 による調査票 12 症状。症状がいつもあり、または「ときどきあり」で、かつその症状が家を離れるとよくなる場合を「有訴あり」と定義。	いずれかの症状 33.1% 鼻症状 13.2% 眼症状 13.2% 喉症状 15.5% 皮膚症状 14.8% 精神・神経症状 11.7%	西條ら 2004
縦断研究	戸建住宅	2004 年 2005 年	全国 6 地域の戸建住宅 260 軒に居住する 871 人	MM040EA 12 症状項目。症状がいつも、あるいは時々あり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる居住者がいる場合を「有訴あり」と定義。	連続する 2 年間 症状の新規発症 6.6% 症状の持続 4.9% 症状の改善 8.6% 症状なし 79.9%	滝川ら 2012
横断研究	集合住宅	2006 年	北海道旭川市の市営および道営の公団住宅 480 軒（回答率 30.3%）	MM040EA 12 症状。症状がいつも、あるいは時々あり、かつその症状は住宅を離れるとよくなる場合を「有訴あり」と定義。	いずれかの症状 19.4% 鼻症状 12.5% 眼症状 5.6% 喉症状 10.0% 皮膚症状 5.6% 精神・神経症状 6.3%	西條ら 2009
横断研究	学童	2007 年	北海道旭川市および名寄市の小学校 8 校に通う学童 1,077 人（有効回答率 61.4%）	MM080school10 症状。症状がいつもある場合を「有訴あり」と定義。	いずれかの症状 25.2% 鼻症状 14.0% 眼症状 4.4% 喉症状 4.8% 皮膚症状 11.3% 精神・神経症状 4.8%	西條ら 2010
横断研究	学童	2008- 2009 年	全国 5 地域（旭川、札幌、福島、大阪、福岡）の国公立小学校 22 校に通う学童 7646 人（回収率 70.6%）	MM080school10 症状。症状がいつもあり、かつその症状は建物を離れるとよくなる場合を「有訴あり」と定義。	旭川地区 5.9% 札幌地区 8.5% 福島地区 8.0% 大阪地区 3.6% 福岡地区 4.4%	厚生労働科学 研究報告書 2010

一方、スウェーデン、デンマーク、フィンランドの住居において行われた研究では、MM-questionnaire またはその類似の調査票を用いており、有症率は 10～30% のようです。これらの研究では、「症状は建物を離れると良くなる」という条件を付けていない場合が多いことから、先述した日本の研究よりも高い有症率が報告されていると言えます。同じくスウェーデンで行われた研究で、「建物を離れると良くなる」という条件を付けている場合の有症率は 3～6% と報告されており、これは日本の研究と同程度であると言えます。また、シックビルディング症候群の眼、鼻、喉、皮膚、一般症状のいずれにおいても女性の有症率の方が高く、女性であること、アトピー性皮膚炎の既往歴があることがリスク要因となることが報告されています。住居の特長に関しては、ダンプネスがあることが眼、鼻、喉、皮膚、一般症状の全ての症状のリスク要因となり、機械換気が眼や鼻症状のリスクを下げることで、一方で複射電熱器や薪ストーブの使用がリスク要因となることが報告されています。スウェーデン、ストックホルムの集合住宅 609 棟、14,235 軒の 18 歳以上の住人を対象とした調査があります。これらの住宅は、1931～1960 年に建てられた集合住宅が 25% と最も多く、古い集合住宅に関する調査であることが特徴です。MM 調査票が用いられ、1 週間に少なくとも 1 回の症状がある割合は、眼症状 8%、鼻症状 13%、喉症状 9%、皮膚症状 8% でした。また、「その症状は建物を離れると改善するか」と特定の建物内での症状に限定した場合は眼症状 4%、鼻症状 6%、喉症状 5%、皮膚症状 4% と報告されています。シックビルディング症候群の有症率の変化については、1992 年から 2002 年の 10 年間で粘膜症状の有症率の減少が認められたものの、皮膚や一般症状には変化はありませんでした。

3.2.3. オフィスビルにおけるシックハウス症候群

日本の 47 都道府県の 315 オフィスとその従業員を対象として実施された調査では、United State Environment and Protection Agency (USEPA) および MM040EA 調査票に基づく 19 症状項目のうち、いずれか一つ以上がいつもある従業員は 24.9%でした。最も訴えが多い症状は「不安・過敏・緊張感」の 8.8%、次いで眼精疲労 8.0%、眼の乾燥や不快感 8.0%でした。

日本以外では、1990 年代から北欧を中心に盛んに実施されています。フィンランドで実施された調査では、鼻症状の有症率が 26~22%と最も高く、次いで一般症状が 22%でした。スウェーデンの調査では、一般症状の有症率が 10~25%と最も高く、次いで目・鼻・喉の症状が 10~20%でした。オフィスビルでは、換気システムの導入により換気率が上昇し、労働者のシックビルディング症候群の有症率が低下したという報告があります。また、換気率の低下がシックビルディング症候群の粘膜症状のリスク要因となることも報告され、換気的重要性が示唆されています。その他、自然換気（窓開け）、機械排気（排気のみ）、機械換気（排気と吸気）、加湿機能のないエアコン（集中冷暖房）、加湿機能を有するエアコン、蒸気式加湿機能を有するエアコン、気化式加湿機能を有するエアコンなどの換気システムの種類によるシックビルディング症候群の有症率について検討がされ、加湿機能の有無に関わらず冷暖房設備を有する換気システムはシックビルディング症候群の眼や鼻の症状のリスク要因となるようです。換気以外の要因としては、職場での受動喫煙を受ける頻度が多いほど、また、ビデオ表示端末装置（VDT: video display terminal）を用いる業務時間が長いほど皮膚、粘膜、一般症状のリスクが増加することが報告されています。その他、VDT や受動喫煙のような労働環境のリスク要因に加えて、心理的ストレスや仕事のデマンド（要求度）・コントロール（自己裁量度）・サポート（上司や部下からの支援）の精神的労働環境とシックビルディング症状との関連も検討され、要求度の高い仕事と低いサポートの組み合わせがシックビルディング症状の眼症状のリスク要因となることや、緊張感が張詰めた仕事と低いサポートの組み合わせが喉症状のリスク要因となることも報告され、重要なリスク要因であることが示唆されています。

オフィスビルにおけるシックビルディング症候群については第7章1節でも詳しく述べていますので、参考にしてください。

3.2.4. 子どものシックハウス症候群

日本の 5 地区（旭川地区、札幌地区、福島地区、大阪地区、および北九州地区）において、（国）公立小学校に通う学童を対象に調査を行いました。MM 調査票の学童版である MM080 School では、シックハウス症候群の症状がいずれか 1 つ以上ある学童は 3.6~8.5%でした。平均すると約 6%の学童がシックハウス症候群を訴えていることになります。自宅または学校の室内環境改善により、学童のこれらの症状を改善することは、公衆衛生学的な視点において重要であるといえます。

中国の 2~6 歳の幼稚園に通う児を対象に実施された調査では、MM 調査票の MM075NA が用いられ、粘膜、皮膚、一般症状の有症率はそれぞれ 47.8%、19.0%、54.6%と高い割合でした。また、同じ中国で大気汚染レベルの最も高い地域の 1 つである Taiyuan 市の中学校の学童を対象に実施された調査の粘膜、皮膚、一般症状の有症率はそれぞれ 33.4%、6.7%、28.6%でした。

3.2.5. シックハウス症候群有症の経年変化

シックハウス症候群を経年で追跡した研究は世界的に見ても多くはありません。先述した日本全国6地域の調査では、同一の住居で全居住者のシックハウス症候群有症と住宅環境調査を継続しています。2004年と2005年の連続する2年間症状が継続していたのは4.9%でした。6.6%は2年目に新たに症状が発生し、8.6%は2年目には症状が消失しました。この調査では、2年間の室内の化学物質アルデヒド類および直鎖状炭化水素類の濃度上昇が新たな症状発生のリスクをあげることが明らかになりました。

スウェーデンで行われた研究では、1989年から1997年の8年間の追跡で、ベースライン時のダンプネス（結露の発生などの室内の部分的な湿度環境が悪化した状態）やカビの発生、女性であること、アレルギー歴があること、炎症マーカーが高いこと、追跡期間中に室内の塗装をすることが、1997年のフォローアップ時にシックビルディング症候群の粘膜症状の新規発症のリスク要因となることが報告されています。一方、ベースライン時と比較してフォローアップ時の有症率は減少していることから、この間のスウェーデンにおける室内環境の向上がその背景にあると示唆されています。同じくスウェーデン、ウプサラ市で、20-44歳の住民3,600名のシックビルディング症候群について、1992年にベースライン調査が行われ、その10年後にフォローアップ調査が実施されました。10年間で粘膜症状の有症率には減少が認められましたが、皮膚、一般症状には変化がありませんでした。一方で、フォローアップ期間中に粘膜、皮膚、一般症状を新規に発症した割合はそれぞれ12.7%、6.8%、8.5%でした。ベースライン調査からフォローアップ調査の間に、室内の水漏れやカビの発育などのダンプネスの改善および喫煙者の減少が認められています。この調査では、女性であること、喫煙者、ベースライン時にダンプネスやカビの発生があること、アレルギー歴があること、炎症マーカーが高いこと、フォローアップ期間中に室内の塗装をすることが特に粘膜症状の新規発症のリスク要因となると報告されています。同じく、スウェーデンの調査で、オフィスビルの室内環境要因と労働者のシックビルディングの有症率について、オフィスビルのダンプネスの改善があり、10年間で労働者の皮膚、粘膜、一般症状の有症率の低下が認められています。

一方、近年シックビルディング症候群・シックハウス症候群に関する研究報告が出始めた中国では、2004年と2006年に中学校で調査が行われました。Taiyuan市の学童の調査で、教室や屋外のSO₂、NO₂、CO₂濃度や湿度環境、ダスト（ほこり）中のダニアレルギーやエンドトキシン、β-グルカン、真菌のDNA等を2年間測定しています。ベースライン時の教室のSO₂、NO₂、CO₂濃度と2年後のフォローアップ時のシックビルディング症候群の発症にはいずれも関連は認められなかったことが報告されています。また、ベースライン時の教室内のPM10が高いことが皮膚、粘膜、一般症状の新規発症のリスクを上げることが報告されています。この間の有症率の増加と、SO₂濃度との関連も検討されていますが、換気率が高いことがリスク要因となるというこれまでの欧米で実施された研究結果とは逆の結果が報告されています。これは、外気のSO₂やNO₂等の汚染レベルの高い地域では、換気により外気の汚染物質を室内に取り込んでしまうため、逆効果となっているようです。

旧厚生省および厚生労働省は、化学物質の室内濃度に関する指針値を定め、国土交通省は建築基準法に建材の内装仕上げの制限や換気設備装置を義務づけるなど、これまでにシックハウス対策を盛り込んだ改正が施行されるなどの対策がなされてきました。この結果、新築・改築住宅の室内ホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds : VOC）濃度などの減少の効果を上げたと言えます。実際に公益財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センターに寄せられたシックハウス症候群に関する相談件数は、2000年以来2003年をピークに減少していることが報告されています（シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会2013年5月28日資料）。一方、依然としてシックハウス症候群の訴えがあることが疫学調査研究によって示されています。世界的にみても、室内空気質を改善する優先項目として、①汚染の発生を抑制すること、②乾燥を保つこと（湿度環境の重要

性)、③換気の向上、④大気汚染の影響を抑制すること、の4つがあげられています(Indoor Air 2013)。従って、シックビルディング症候群・シックハウス症候群の対策としては、化学物質による要因のみならず、湿度環境や生物学的要因を含めて原因を究明し、室内環境汚染を改善することが重要です。



3.3. シックハウス症候群の主なリスク要因

3.3.1. 化学物質

人が住む住宅やオフィスビル、学校には様々な化学物質が使用されています。建材や断熱材、家具や家財の材料そのものに加えて、建設や家具製造の際に利用される接着剤や塗料、壁や床のクロスや合板などの内装材には様々な有機化合物が含まれています。また、木材には昆虫やシロアリといった生物の食害から守る防虫剤や防蟻剤、腐朽菌から木材を守る防腐剤が含まれています。これらの化学物質は徐々に室内に揮発し、室内空気は揮発性有機化合物（Volatile Organic Compound：VOC）によって汚染されていきます。また、揮発性が比較的低い準（半）揮発性有機化合物（Semi Volatile Organic Compound：SVOC）は室内のほこり（ハウスダスト）に吸着します。これらの汚染された空気あるいはダストを吸入・接触することでシックハウス症候群の症状が生じます。シックハウス症候群には様々な要因が考えられますが、室内に存在する揮発性有機化合物はその主たる要因の1つです。

図 3.3.1. に室内で発生する主な化学物質とその発生源をまとめました。

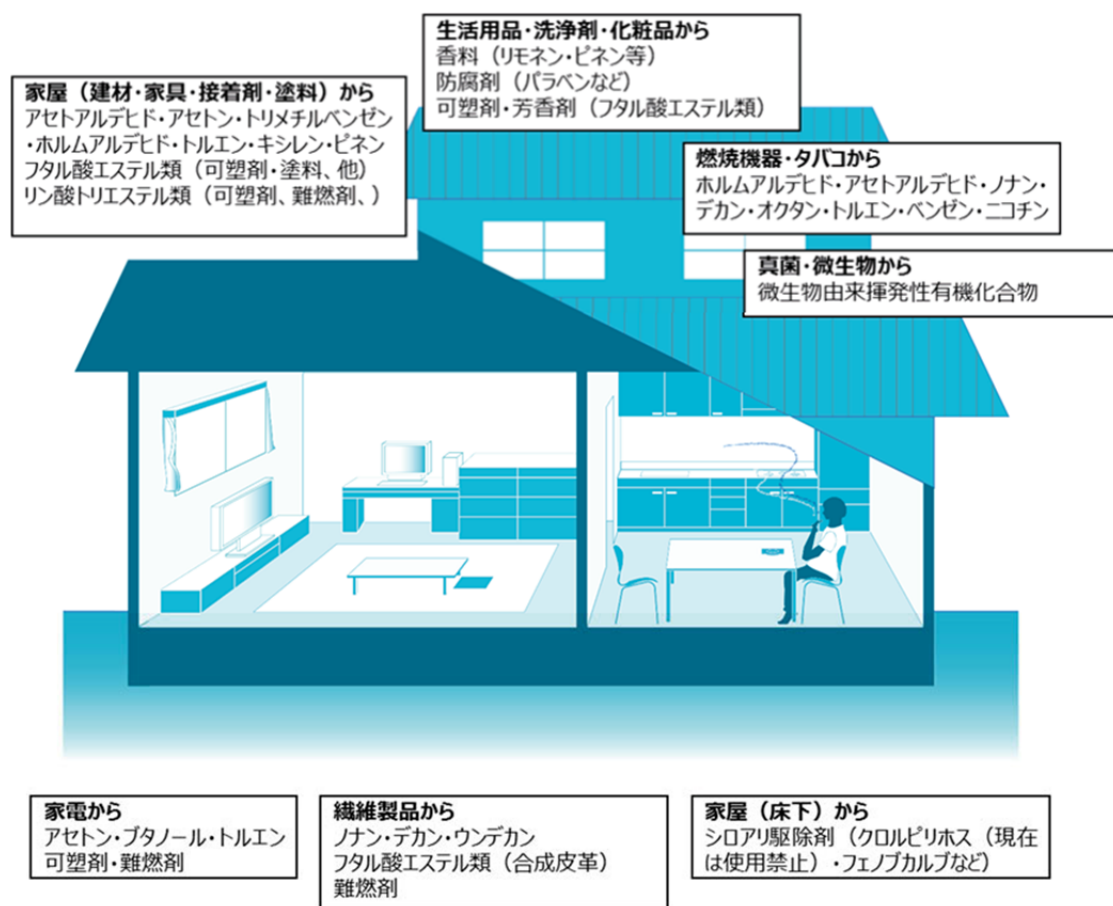


図 3.3.1. 室内で発生する主な化学物質とその発生源

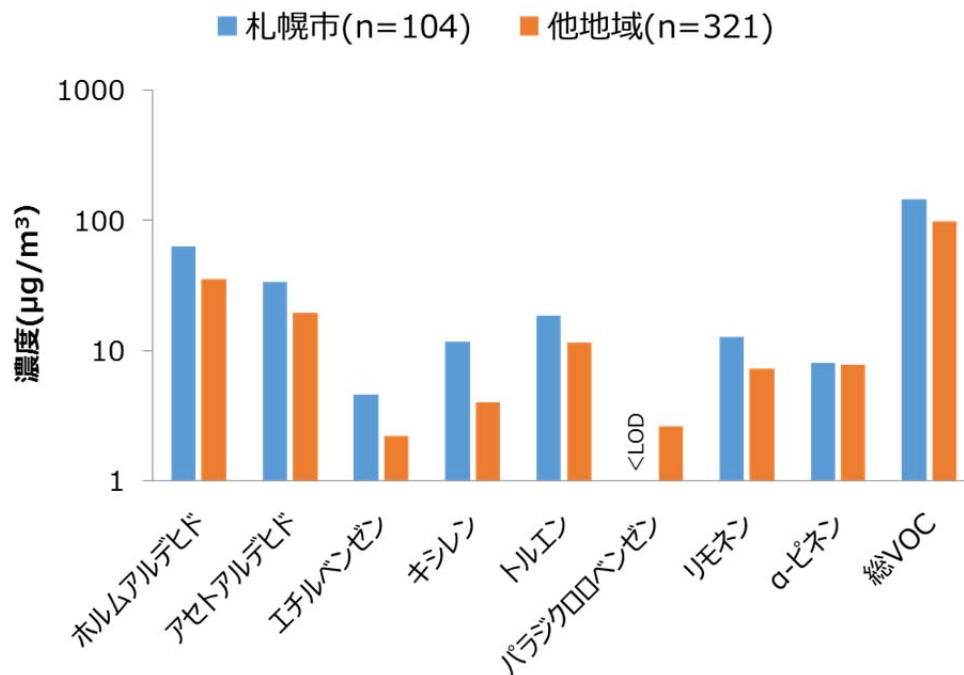
a. アルデヒド類・VOC類

ホルムアルデヒドは「アルデヒド」とよばれる化学物質構造群の中でもっとも単純な構造をしている無色の刺激臭のある気体です。水によく溶ける性質を持っており、その水溶液であるホルマリンは防腐剤として使用されます。ホルムアルデヒドは安価なため、新築・改築時の建材や家具に広く用いられていました。シックハウス症候群が問題となり始めたころは、症状を起こす原因として 最初にあげられた物質でした。VOC 類は、沸点が 50～260℃の揮発性有機化合物の総称です。トルエンやキシレン、ベンゼン、エチルベンゼンは、ホルムアルデヒド同様に塗料や接着材などに、パラジクロロベンゼンは防虫剤に含まれます。現在はホルムアルデヒド、および同じアルデヒド類のアセトアルデヒド、VOC 類のトルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン等に法的規制がかけられています（第4章、第5章参照）。

表 3.3.1. に築6年以内の戸建て住宅における厚生労働省による室内濃度指針値の超過率を示しました（Takigawa ら 2010）。指針値を超える濃度を示した化学物質はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、およびパラジクロロベンゼンのみでした。室内の化学物質濃度は札幌市では他の地域と比較してパラジクロロベンゼン以外は化学物質の濃度が高くなっています（図 3.3.2.）。これは、北海道の寒冷地住宅の高気密性と換気不足が考えられます。北海道のみならず全国の高気密住宅で換気が不足すると室内の化学物質濃度が高くなることが考えられますので注意が必要です。また、札幌市の同一の戸建て住宅で連続する3年間、室内化学物質濃度は、ホルムアルデヒド、アセトン、トルエンは経年で濃度が減少する傾向が見られましたが、リモネンは濃度が増加していました（図 3.3.3.）。リモネンは材木から放散されるほか、柑橘系香料として室内芳香剤や洗剤などの日常生活用品に利用されることから、居住者が発生源になる物品を外部から住宅内に持ち込むことが考えられます。化学物質によるシックハウス症候群の予防対策には、化学物質の持ち込みに対する居住者の意識を高めることも重要です。

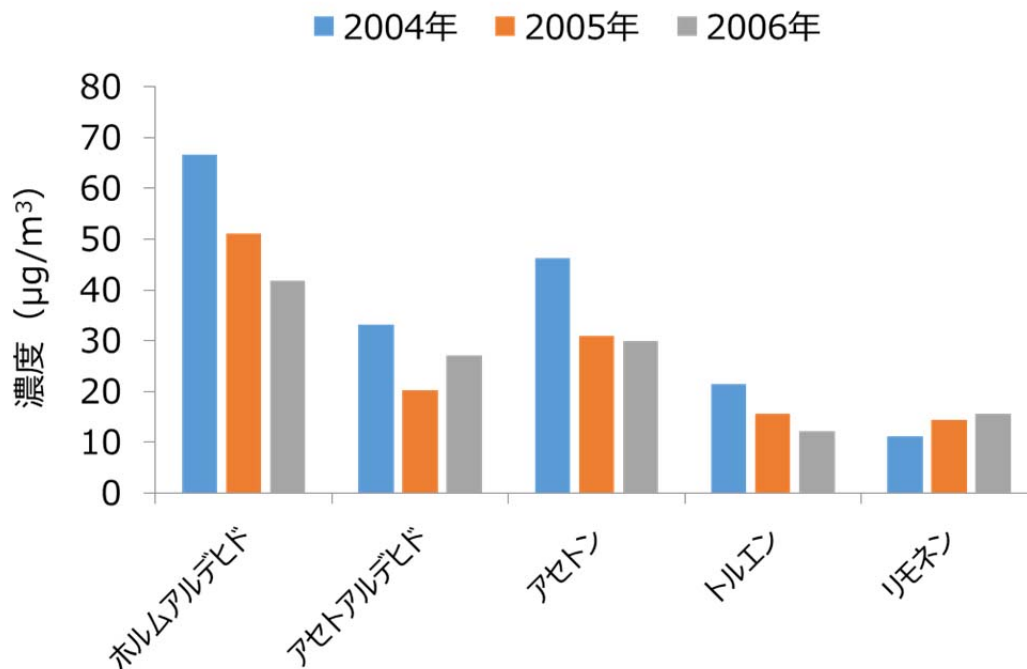
表 3.3.1. 築6年以内の戸建住宅における化学物質室内濃度指針値超過率

	全体 (425 軒)	札幌 (104 軒)	福島 (65 軒)	名古屋 (57 軒)	大阪 (78 軒)	岡山 (71 軒)	北九州 (50 軒)
ホルムアルデヒド	3.50	9.60	1.50	0.00	1.30	1.40	4.00
アセトアルデヒド	12.20	23.10	12.30	10.50	6.40	7.00	8.00
パラジクロロベンゼン	5.60	1.90	13.80	14.00	0.00	1.40	8.00



全国6地域の戸建住宅425軒
ビル管理協会報告書を改変（2008.3月）

図 3.3.2. 札幌市とその他の地域における室内の化学物質濃度の違い



札幌市41軒、2004年調査時に築6年以内、平均3.3年
荒木ら2011より作成

図 3.3.3. 連続する3年間の室内の化学物質濃度の推移

アルデヒド類、VOC 類の室内濃度とシックハウス症候群との関連においては、症状がある人が居住する住宅では、症状がない人が居住する住宅よりもほとんどのアルデヒド類濃度が高いものの、VOC 類についてはそれほどはっきりとした差はみられませんでした。また、ホルムアルデヒド濃度を四分位にしたときに、濃度が高いとシックハウス症候群のリスクが上がるという量－反応関係が見られました（図 3.3.4. 左）。さらに、連続する 2 年間のホルムアルデヒド濃度差とシックハウス症候群の症状の変化の関連を検討したところ、ホルムアルデヒド濃度の 2 年間の差を五分位にしたときに、濃度が上昇すると新たなシックハウス症候群の症状が発症するリスクが上がるということが量－反応関係で見られました（図 3.3.4. 右）。また、ホルムアルデヒドを含む VOC にさらされることは、シックハウス症候群のみならず、児童の喘鳴や喘息症状を増やすリスク要因であると報告されています。ホルムアルデヒドは厚生労働省による室内濃度指針値が設けられており、多くの住宅では指針値濃度を下回っているものの、濃度が高くなると症状を訴えるリスクがあがる関係が見られたことから、特に新築の家屋では室内濃度を下げるために窓をあける、24 時間換気装置を使うなどして部屋の換気を十分に行うことが、シックハウス症候群の予防対策には重要であると言えます。さらに、ホルムアルデヒドについては JIS や JAS で表示記号が定められています。室内に持ち込む家具・製品についても、どんな塗料・接着剤が使用されているかわからないものより、品質が明確なものを購入することが推奨されます。

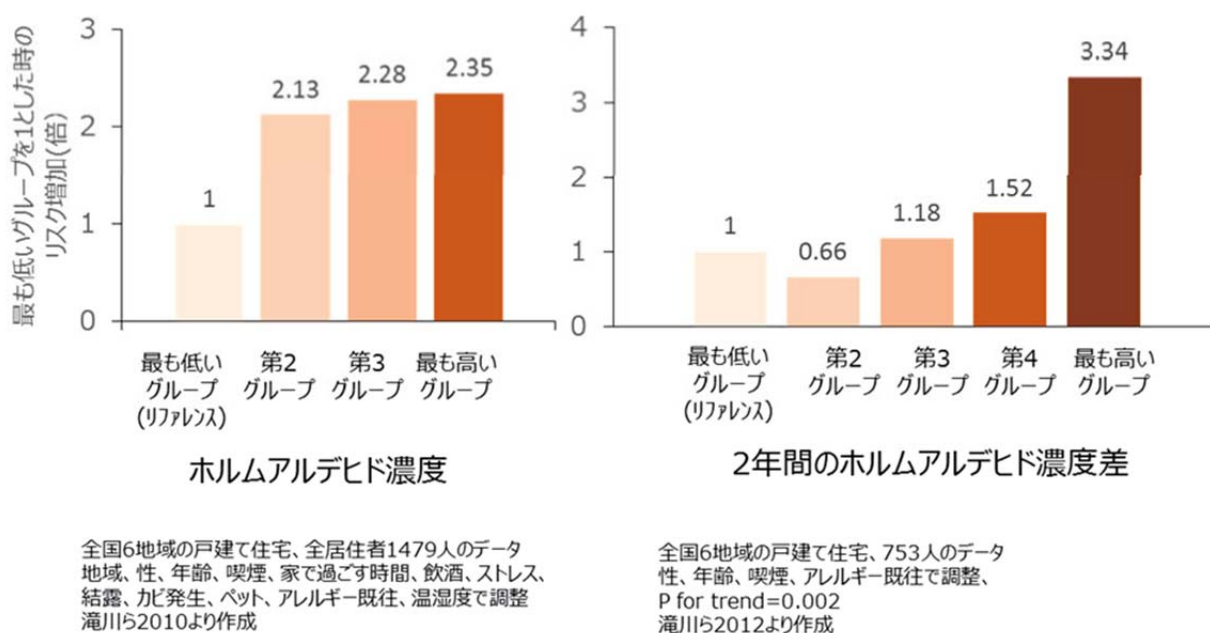


図 3.3.4. ホルムアルデヒド濃度が一番低いグループに対するシックハウス症候群を訴えるリスク

- 左：室内のホルムアルデヒド濃度を四段階に分けたときに、最も濃度が低いグループに対する各濃度グループのシックハウス症候群を訴えるリスク
- 右：連続する 2 年間の室内ホルムアルデヒド濃度差を五段階に分けた時に、最も濃度変化が低いグループに対する各濃度グループのシックハウス症候群を訴えるリスク

b. 微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial VOC: MVOC)

微生物由来揮発性有機化合物 MVOC は、微生物の二次代謝によって産生される揮発性有機化合物の総称です。真菌の培養によって 150 種類以上もの MVOC の産生が報告されていますが、2-メチル-1-ブタノール、3-メチル-1-ブタノール、2-ペンタノール、1-オクテン-3-オール等のアルコール類、2-ヘキサノン等のケトン類、2-ペンチルフラン、3-メチルフランなどのエーテル類が主な MVOC として考えられています。なお、1-ブタノールはシンナーや塗料にも含まれますし、テルピネン-4-オールやリモネンなどは真菌のほか植物からも産生され、香料としても用いられます。従って、発生源が微生物によるものか、あるいは微生物以外の植物や、建材や日用品によるものかは明確に区別できない物質もあります。また、現在のところ室内測定項目の中に MVOC が含まれることは一般的ではありません。

MVOC のうち、1-オクテン-3-オールや 3-メチルフランは、実験的に人にばく露させた研究があります。その結果、鼻粘膜への刺激および鼻汁中の好酸球カチオン性タンパク質、ミエロペルオキシダーゼ、等の炎症マーカーが増加したことが示されています。日本の戸建て住宅における疫学研究では、1-オクテン-3-オール濃度が高いことが、シックハウス症候群のうち鼻・眼・喉の粘膜への刺激症状へのリスクを 4.6 倍上げる結果を示しました。またシックハウス症候群のみならずアレルギーについても、アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎のリスクをそれぞれ 4.1 倍、3.5 倍上げることがわかりました。これらの関連は、室内総真菌量から外気の影響が大きい *Cladosporium* 属を除いた値で調整しても変わらなかったことから、MVOC と真菌量はアレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎への独立したリスク要因でした。海外では、スウェーデンで行われた疫学研究でも、1-オクテン-3-オール濃度が高いことが居住者の粘膜への刺激症状のリスク要因となること、学校での MVOC ばく露が子どもの喘鳴や夜間の呼吸困難のリスク要因となることが報告されています。しかし、前述したようにシックハウス症候群の訴えがあったときに室内の MVOC 濃度を測定することは一般的ではありません。室内の MVOC 濃度は壁や窓に結露がある家でない家よりも高く、また室内総真菌量から外気の影響を受ける *Cladosporium* 属の真菌量を除いた値と共に正の相関をしています。従って、まずは MVOC の発生源となるカビなどの微生物の室内での生育を防ぐことが一番です。結露により、例えば壁紙の裏や床下にカビが発生している可能性があるため、室内の通気を良くして積極的に換気をし、ダンプネスを防ぎ、カビをはじめとする微生物の発生を抑えることが推奨されます。

c. 準（半）揮発性有機化合物 (Semi-Volatile Organic Compounds: SVOC)

準（半）揮発性有機化合物 SVOC は沸点 240～260℃から 380～400℃の物質です。揮発性が高い VOC の多くは室内の空気中に存在しますが、揮発性が比較的低い SVOC は環境中ではガス状物質、浮遊粒子状物質、またはダストに吸着し、平衡状態を保ち存在しています。室内環境汚染の原因となりうる主な SVOC には、フタル酸エステル類や、有機リン酸トリエステル類、殺虫剤などがあります。

フタル酸エステル類は、プラスチックやポリ塩化ビニル (Polyvinyl Chloride: PVC) を加工しやすくするための可塑剤として使用されます。私たちが生活する場には様々なプラスチック製品や PVC 製品が使用されているため、室内環境にはほぼ例外なく各種のフタル酸エステル類が存在します。フタル酸エステル類のうち、もっとも生産量が多いのがフタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP) で、日本では全体の約 65%、次に多いのが DEHP の代替として増加してきたフタル酸ジイソノニル (DiNP) で約 25%となっています。リン酸トリエステル類は、難燃性可塑剤として主に住宅内装材や建材、ウレタン素材、繊維製品、電化製品、ゴム製品等に用いられています。以前は難燃剤としては臭素系化合物が多く用いられていましたが、臭素系難燃剤は内分泌かく乱作用が疑われたことから、日本では欧米に先駆けて 1990 年代初頭には業界の自主規制によりリン系難燃剤へと移行して

きました。2003 年には欧州連合（EU）や米国でも臭素系難燃剤が規制され、現在はリン系難燃剤へと移行してきています。リン酸トリエステルのうちリン酸トリス（ブトキシエチル）（TBOEP）は、可塑剤やフローリングのワックスに配合されることが多い物質です。表 3.2.2. に室内の空気中およびダスト中のフタル酸エステル類、リン酸トリエステル類の濃度を示しました。

表 3.3.2. 戸建住宅の室内 SVOC 濃度（札幌 41 件）

	室内空気中(ng/m ³)			床上のダスト(μg/g ダスト)			床上 35m 以上の棚など(μg/g ダスト)		
	中央値	最大値	検出率(%)	中央値	最大値	検出率	中央値	最大値	検出率
フタル酸エステル類									
DMP	47.9	191	100.0	<LOD	4.9	24.4	<LOD	1.0	30.0
DEP	60.7	203	100.0	0.3	1.9	62.5	0.3	6.3	65.9
DiBP	75.0	321	100.0	2.9	31.1	100.0	2.4	21.8	100.0
DnBP	200	740	100.0	19.8	1476	97.6	22.3	549	100.0
BBzP	<LOD	26.6	25.6	4.2	52.1	97.6	2.4	35.8	92.7
DEHP	147	1660	100.0	880	5850	100.0	1200	10200	100.0
DNP	<LOD	192	12.8	126	1200	100.0	116	13100	100.0
DEHA	<LOD	192	25.6	6.5	196	100.0	6.6	608	100.0
リン酸トリエステル類									
TMP	<LOD	21.1	2.6	<LOD	<LOD	0.0	<LOD	<LOD	0.0
TEP	62.3	511	100.0	<LOD	2.1	20.0	<LOD	2.1	30.0
TPP	<LOD	17.5	73.2	<LOD	<LOD	0.0	<LOD	<LOD	0.0
TNBP	27.1	121	97.5	1.4	15.6	90.0	1.1	2.7	72.5
TCPP	89.2	2660	100.0	18.7	291	100.0	50.9	462	100.0
TCEP	15.5	297	60.0	7.5	308	97.6	9.8	70.7	92.7
TEHP	<LOD	<LOD	0.0	4.3	16.2	90.0	2.1	6.6	70.0
TBOEP	<LOD	159	64.1	1570	5890	100.0	164	749	100.0
TDOPP	23	61.4	37.5	4.0	105	73.2	22.3	127	100.0
TPhP	<LOD	32.1	7.7	5.4	78.4	75.5	14.3	175	97.6
TCPP	<LOD	<LOD	0.0	<LOD	13.9	12.5	<LOD	102	20.0

DMP:フタル酸ジメチル; DEP:フタル酸ジエチル; DiBP:フタル酸ジイソブチル; DnBP:フタル酸ジ-n-ブチル; BBzP:フタル酸ブチルベンジル; DEHP:フタル酸ジ(2-エチルヘキシル); DNP:フタル酸ジイソノル; TMP:リン酸トリエメチル; TEP:リン酸トリエチル; TPP:リン酸トリプロピル; TNBP:リン酸トリブチル; TCPP:リン酸トリス(2-クロロイソプロピル); TCEP:リン酸トリス(2-クロロエチル); TEHP:リン酸トリス(2-エチルヘキシル); TBOEP:リン酸トリス(ブトキシエチル); TDOPP:リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル); TPhP:リン酸トリフェニル; TCPP:リン酸トリクレシル

LOD 検出下限値

有機リン系の殺虫剤は、シロアリ、ゴキブリ、ノミ、アリなどの昆虫に対して効果があることから、シロアリ駆除及び屋内での殺虫を目的として使用されています。なお、クロルピリホスはシロアリ駆除剤として使用されてきましたが、建築基準法改正によって 2003 年 7 月より建材への使用が禁止になりました。ピレスロイド系殺虫剤は、家庭用のスプレー式殺虫剤、くん蒸剤等に含まれます。また、蚊取り線香、液体蚊取り、畳の防ダニシート、電車車両の消毒にも使用されています。ピレスロイド系のエトフェンプロックスおよびカーバメート系のフェノブカルブはシロアリ駆除剤としても使用され、床下から揮発して室内を汚染します。表 3.3.3. に、オフィスビルおよび住宅の気中殺虫剤濃度を測定した結果を示しました。厚生労働省から室内濃度指針値の示されているダイアジノン、クロルピリホスについては、指針値を超えた住宅はありませんでした。クロルピリホスは戸建て住宅のみで検出されましたが、最大でも 9.3ng/m³ と低い結果でした。一方ジクロロボスが、1.7μg/m³ と高濃度を示す住宅がありました。ジクロロボス、ダイアジノンおよびフェニトロチオンはオフィスビル室内が住宅よりも高い濃度で検出されました。居住者が自ら殺虫剤を使用する場合は使用について認識がありますが、シロアリ駆除や畳加工に関しては居住者が認識していない場合もありますので、注意が必要です。

表 3.3.3. 室内気中殺虫剤濃度

	東京都オフィスビル(n=86)*		東京都住宅(n=86)**		戸建住宅(n=95)***	
	中央値	最大値	中央値	最大値	中央値	最大値
ジクロロボス	4.0	130	1.3	18.1	<LOD	1730.0
ダイアジノン	<LOD	52.3	<LOD	3.3	<LOD	<LOD
クロピリホス	<LOD	<LOD	<LOD	9.3	<LOD	73.9
フェントロチオン	<LOD	1480	<LOD	51.3	<LOD	160
ペルメトリン	<LOD	37.9	<LOD	6.4	<LOD	<LOD
フェノカルブ	<LOD	<LOD	<LOD	8.1	<LOD	171

*2000 年、2001 年東京都調査、**2006 年、***2007 年札幌、大阪、岡山、北九州調査
LOD 検出下限値

室内の SVOC の測定には専門的な知識や技術が必要で、MVOC 同様に室内測定項目の中に SVOC が含まれることは一般的ではありません。通常、シックハウス症候群の訴えを聞いた場合に、はじめからフタル酸エステル類やリン酸トリエステル類を原因と推定することもほとんどありません。室内のフタル酸エステル類・リン酸トリエステル類と、シックハウス症候群との関連を調べた疫学研究では、札幌市の戸建て住宅で、気中あるいは床ダスト中のリン酸トリエステル TNBP 濃度が高いことが粘膜への刺激症状のリスクを上げる報告があります。しかし、サンプルサイズが少なく、オッズ比の 95%信頼区間が非常に大きいので、この研究報告のみでリン酸トリエステル類がシックハウス症候群のリスク要因であることを示すには十分とはいえません。

一方、室内のフタル酸エステル類については、アレルギーとの関連が北欧や台湾、日本の研究から報告されています。1990 年後半に PVC 製の内装材が使用されている住居で子どもの喘息や喘鳴が多いことが北欧の研究で報告され、PVC の可塑剤として用いられるフタル酸エステル類がアレルギーのリスク要因の 1 つとして世界的に注目されるようになりました。床材などの内装材に用いられる PVC には、フタル酸エステル類の中でも、生産量・流通量ともに多い DEHP や、BBzP が主な可塑剤として含有されています。一般住宅の約半数が PVC 製の床材を使用しているスウェーデンでは、DEHP や BBzP がハウスダスト（家のほこり）中から検出され、フタル酸エステル類のばく露源となっています。また、スウェーデン、ブルガリア、デンマーク、および台湾の研究から、喘息や鼻炎、湿疹がある子どもが住む家では、ハウスダスト中のフタル酸エステル類 DEHP、BBzP 濃度が、症状のない子どもが住む家よりも高いことが報告されました。日本で居住者のアレルギー有病率とダスト中フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類濃度との関連を調べた研究では、フタル酸エステル類については、喘息で DiBP および DnBP 濃度が高いこと、アレルギー性結膜炎で DEHP 濃度が高いこと、アトピー性皮膚炎で DiBP、BBzP、DEHP 濃度が高いことがリスクを上げる関連性が認められました。リン酸トリエステル類においても、喘息と TNBP 濃度が高いこと、アトピー性皮膚炎は TCiPP、TDCiPP 濃度が高いことがリスクを上げる関連性が見られました。また、14 歳以下の「子ども」と 15 歳以上の「大人」を層別に解析したところ、子どもでよりはっきりとしたフタル酸エステル類ばく露とアレルギーとの関連性が認められました。さらに、これらのアレルギーとフタル酸エステル類、リン酸トリエステル類濃度との関連性は、棚から収集したダストよりも床から収集したダストで関連性が強く、日本では、床に座ってくつろぐ習慣があることから、床のダストの影響をより強く受けている可能性が考えられました。

これまでのところ、個別の症例でフタル酸エステル類やリン酸トリエステル類がシックハウス症候群やアレルギーの原因と確定された報告はありませんが、フタル酸エステル類やリン酸トリエステル類は室内環境汚染物質といえます。フタル酸エステル類やリン酸トリエステル類のばく露を軽

減する対策としては、一般的には PVC やプラスチック製品、香料を含む化粧品や住宅用洗剤などの不必要な使用を控えることが望めます。また、吸着しているダストを掃除機などでこまめに取り除くことが最も有効な方法で、これはダスト中のダニアレルゲンの除去にも共通する対策です。加えて、手に付着したフタル酸エステル類やリン酸トリエステル類の除去には手洗いも有効です。シックハウス症候群やアレルギーの訴えがある家では、特にこれらの化学物質にさらされることを最小限にするための対策として大切です。

部屋の中でダストがたまりやすい場所をイラスト（図 3.3.5.）にしましたので、参考にしてください。

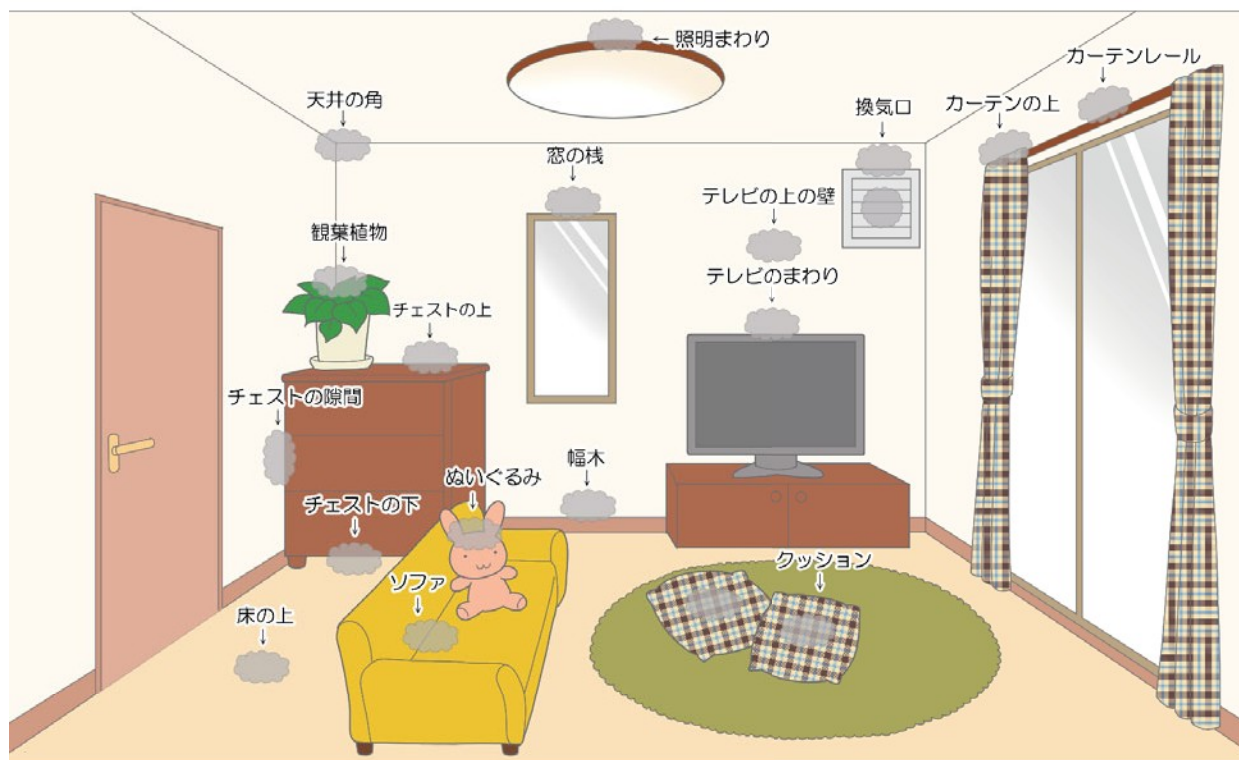


図 3.3.5. ダストのたまりやすい場所

d. その他の化学物質

VOC 以外の化学物質として、室内の SO_2 、 NO_2 、 CO_2 濃度が高いことがシックビルディング症候群のリスク要因となることが海外の疫学研究により示されています。室内の SO_2 濃度が高いことが粘膜、皮膚、一般症状のリスク要因となること、また、 NO_2 濃度が高いことが粘膜症状のリスク要因となることが報告されています。 NO_2 については室内を離れることでその症状が改善するという報告もあります。 CO_2 に関しては、スウェーデンの大学生 355 名を対象にした介入研究において、教室の換気率を高換気率と低換気率に調整した教室に一重盲検法で学生を割り付け後、教室内の室温、相対湿度、ホルムアルデヒド、 CO_2 、 NO_2 、 O_3 濃度、PM10 等の環境測定が行われました。学生は教室内にいた1時間の症状を7段階のスケールで評価し、高濃度の CO_2 すなわち低換気率と高温度であることが、眼、鼻、喉、呼吸器、頭痛、疲労の症状のリスク要因となることが示されています。



3.3.2. ダニ・微生物

a. ダニアレルゲンとその他のアレルゲン

室内環境中のアレルギーの原因である様々なアレルゲン（アレルギーの原因となる物質）はシックハウス症状に関与していると考えられます。シックハウスへの関与のタイプとしては、室内環境の悪化が根本にあるとしても、単独のアレルギーと診断できるものもあれば、複合的に症状の原因となっている場合があると考えられます。日本国内におけるアレルギーの原因の代表となるダニはチリダニで、ハウスダスト（家のほこり）アレルギーの原因となります。ハウスダストアレルギーは通年的に生じるアレルギーであり、主に気管支喘息やアレルギー性鼻炎を生じます。チリダニは温暖湿潤な気候の地域に多く分布しています。気温約 25℃、相対湿度 75%前後で最も良く繁殖し、相対湿度が 50%以下になれば繁殖できなくなります。栄養分として室内塵中のヒトの皮屑、真菌（カビ）、食品カスを摂取しています。ダニから排出される糞や屍骸の破片中に含まれる成分がアレルゲンとなります。

その他、ゴキブリや家の中で飼うイヌ、ネコ、ラットなどのげっ歯類等がアレルゲンとなり健康に影響することがあります。

b. 真菌（カビ）

室内に一定量の真菌が存在することは避けられません。また、真菌の気中真菌濃度は、外気中が室内中より高濃度であることが一般的です。そのため、換気により外気からの取り入れの影響を受けます。しかながら、外気中と室内の真菌の組成は異なって、特にペニシリウム属は室内に多く認める菌になります。また、室内気中真菌の濃度も季節変動があり、一般に春・秋に高く、冬に低くなります。真菌の発生しやすい環境は、(1)高湿度（相対湿度 80%以上）、(2)温度が 25～35℃、(3)有機物の多い汚れの存在、(4)長期間利用のない場所、(5)空気の流れがない、(6)家塵が多い、(7)結露が生じる、などがあげられます。

真菌の健康影響については、真菌自体が感染症の原因となりますが、免疫状態が正常の一般の方に気中の真菌のばく露により真菌感染症が生じることはまれです。シックハウス症状への関与として、ひとつには真菌アレルギーの影響が考えられ、真菌がアレルゲンとなり気管支喘息、アレルギー性鼻炎、アトピー性皮膚炎発症の原因となることがあります。また、真菌由来の成分による影響として、微生物由来揮発性有機化合物（Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC）のような刺激性の化学物質を産生することがあり、その他マイコトキシンというカビ毒を産生します。また菌体成分由来の 1→3-β-D-グルカンも刺激性があり呼吸器などに健康影響を生じる可能性があります。

c. 細菌

人の皮膚やペットなどを由来とする細菌が室内に存在します。室内環境の細菌による重症の感染症として（シックハウス関連病とも分類されます）、レジオネラ・ニューモフィラ（*Legionella pneumophila*）細菌によるレジオネラ感染症による肺炎を生じる細菌感染症があげられます。レジオネラ菌は空調の冷却水、循環式給湯器、加湿器等の水で増殖し、症状は、全身倦怠感、筋肉痛、発熱、咳、呼吸困難、意識障害を生じます。細菌が産生するエンドトキシンによる健康影響も考えられており、エンドトキシンの吸入が喘息、発熱、筋肉痛を生じることが報告されていますが、逆に適度なばく露によりアレルギー性の喘息を減少させる可能性も報告されています。

3.3.3. 高湿度

室内環境が高湿度（高相対湿度）であることにより健康リスクが生じている、もしくは生じる可能性があることは、ダンプネス（結露の発生などの室内の部分的な湿度環境が悪化した状態）としてとらえられています。高湿度により細菌・真菌等の微生物が増加することが、直接の感染症やアレルギーの原因となり、間接的にはダニ・微生物で述べた微生物の成分や代謝物による影響も考えられます。また、建物の構造物に変成をきたすことにより、2-エチル-1-ヘキサノールといった刺激性の化学物質が放出されることも報告されています。

湿度環境の指標としては、

① 結露

窓や壁面に生じ、真菌等の微生物が繁殖しやすい環境となります。また、建物の構造物が化学的変成することにより、化学物質を産生し健康に影響することもあります。

② 水漏れ、洪水による浸水

建物の構造的な欠陥や損傷等による雨漏り、水道管の破裂、水道栓を閉め忘れること、洪水による浸水後などは、構造物に過度の水分を与えることにより、建物の構造物が化学的変成を起し真菌等の微生物が繁殖しやすい環境となります。

③ カビ臭さ

可視範囲に真菌の増殖がなくても、真菌による汚染が生じている指標となります。

④ 可視できるカビの増殖

風呂場ではある程度のカビは生じると思いますが、室内の壁や床などに生じる場合、湿度環境がかなり悪化していると考えられます。

湿度環境の改善には換気を十分行うことが重要で、その他、なるべく洗濯物を室外に干すようにする、乾燥機を使う、多くの観葉植物を室内に置かないこと、などにより結露を防ぐように心がけた方がよいでしょう。台所を使う場合、調理時だけでなく、洗い物や炊飯のときにも換気扇を使います。開放型のガス・石油ストーブの使用は非開放型（排気を外に出すタイプ）に比べて湿度を上昇させる原因となります。また、雨漏りなどには、原因となる部位の工事、また雨漏り、水漏れ、洪水などで損傷を受けた建物構造物にも工事により対策を行うことが有効となります。

3.3.4. その他（ライフスタイルなど）

シックハウス症候群は、これまでに述べた化学物質、ダニや微生物、高湿度に加えて、喫煙、睡眠、飲酒などの様々なライフスタイルとも大きな関連があります。

タバコの中にはニコチンやタール、一酸化炭素のほか 200 種類以上にも及ぶ種々の有害な化学物質が含まれています。喫煙は種々の生活習慣病や肺がんの発症・悪化に関連し、健康に悪い影響を及ぼすことが知られています。同時にシックハウス症候群にも悪い影響を及ぼします。さらに、受動喫煙（タバコを吸っている人の周囲の人がタバコの煙を吸わされること）の影響も大きなものがあります。吸っているタバコの手から流れ出す副流煙には、主流煙よりも多くの種類の有害な化学物質が含まれています。家でタバコを吸う人がいる家では、いない家に比べてホルムアルデヒドを含めた化学物質の濃度が高くなります（図 3.3.5.）。受動喫煙によって、シックハウス症候群のリスクが 2.2～2.7 倍になることがこれまでに報告されています。タバコは吸わないことがご自身やご家族の健康のためにも、シックハウス症候群のリスクを下げるためにも重要です。

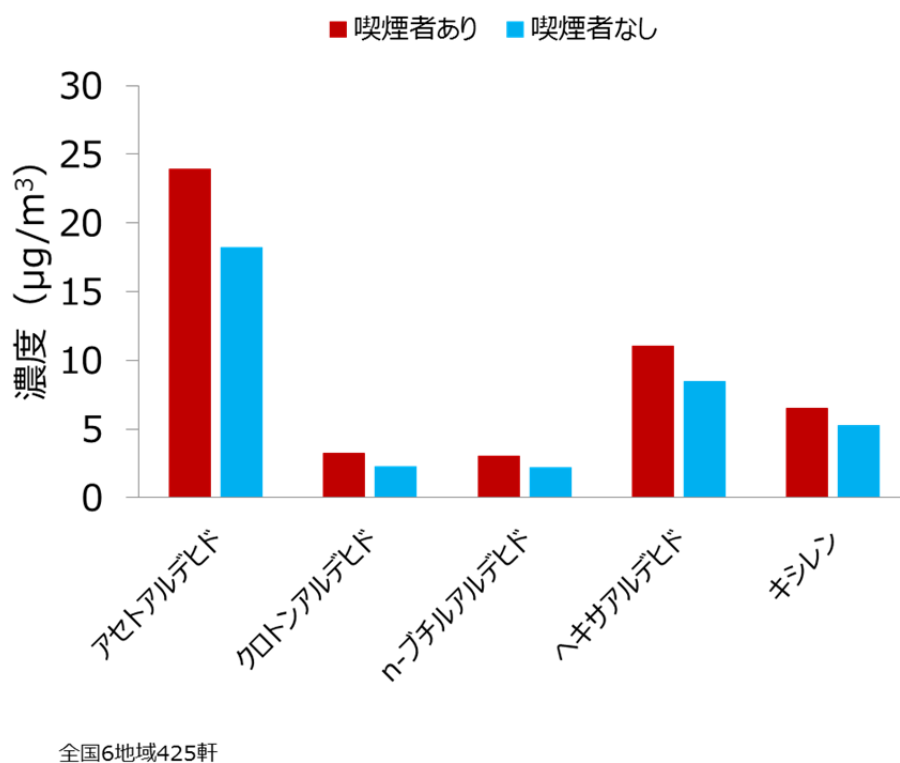


図 3.3.5. 喫煙者の有無と室内の化学物質濃度

飲酒については、飲みすぎると肝機能障害をはじめとする健康障害を引き起こしますが、適度な飲酒はシックハウス症候群のリスクを下げる可能性を示唆する報告もあります。適度な飲酒は、心身をリラックスさせてストレスを緩和することで、シックハウス症候群のリスクを下げるのに役立っているのかもしれない。

睡眠は、人生の約 1/3 の時間を占める、重要なライフスタイルの因子です。睡眠中の脳の中では、覚醒中に情報処理機構として活発に活動していた脳が休息をとる重要な働きが行われています。睡眠は、脳が休息をとるための重要な生活習慣です。睡眠時間が不十分と感じると、シックハウス症候群のリスクが男性で 3.6 倍、女性では 2.6 倍になることが報告されています。個人差はありますが、十分と感じる時間の、規則正しい、質の良い睡眠が大切です。睡眠の「時間・リズム・質」に注意して、「夜はぐっすり眠り、朝はすっきりと目覚められる」ように、自分なりの生活リズムをとることで、良い睡眠をとるように心がけてください。

現代社会はいろいろなストレスにあふれています。多すぎるストレスは種々の疾病の発症・増悪因子の一つでもあり、ストレス関連疾患には多くの疾病が挙げられています。また、ストレスはシックハウス症候群のリスクを上げることが報告されています。特にシックハウス症候群の症状の中でも、頭痛、易疲労感、だるさ、集中力の欠如、不快感、吐き気、嘔吐などの精神・神経症状は、ストレスがあることでそのリスクが 2 倍以上となりました。ストレスの原因をなるべく減らすことが大切ですが、自分ではコントロールできないものも多く、その実行は困難なことが多いものです。原因を減らすことができない場合でも、対処法が大切で、自分なりのストレス解消法を見つけてストレスに過度な注意を払わないことが大切です。また、ご自分のストレスの状態にも気を付けてください。自分でも気づかぬ間にストレスが蓄積していることも多いものです。ストレスを測るためにはいろいろな方法がありますが、厚生労働省ホームページ内には、ストレスのセルフチェックなどのツールがあります。(http://stresscheck.mhlw.go.jp/)

シックハウス症候群は男性よりも女性で訴えが多い傾向があります。中年女性の場合は症状を訴えても「頭が重い」、「疲れ易い」、「集中できない」などの不定愁訴が多いので、更年期障害と診断されることがままあるようです。症状の原因に関する理解が得られないとして、複数の医療機関を受診する患者もいます。従って、原因となる室内環境の調査とともに、環境が与えているストレス状況などについても調べることで、その症状が室内環境汚染によるものかを判断することが重要です。

3.4. シックハウス症候群といわゆる化学物質過敏症の違いについて

本節では、シックハウス症候群といわゆる化学物質過敏症の違いについて、これまでに国内外で行われた調査研究結果や関係機関等における公表情報等を中心に情報収集し、知見を整理しました。

3.4.1. 疾病概念

シックハウス症候群の主な原因としては、建材や内装材、あるいは生活用品等から放散されるホルムアルデヒドやトルエンをはじめとした揮発性の有機化合物があります（第3章3節参照）。原因になりうる主な化学物質の多くについては室内濃度指針値が定められています。それらに加えて、カビやダニ、ダンプネス（結露の発生などの室内の部分的な湿度環境が悪化した状態）があげられます¹⁾。

一方、いわゆる「化学物質過敏症」（以下、化学物質過敏症）についてはシックハウス症候群と混同されることもありますので、ここではシックハウス症候群と化学物質過敏症の違いを中心に述べます。化学物質過敏症は、自律神経系の不定愁訴や精神神経症状をはじめとする多彩な症状を訴えます。例えば、頭痛、筋肉痛（筋肉の不快感）、倦怠感、疲労感、関節痛、咽頭痛、微熱、下痢、腹痛、便秘、羞明・一過性暗点、鬱状態、不眠、皮膚炎（かゆみ）、感覚異常、月経過多、などの症状があげられています。特徴は特定の化学物質ばく露がなくなっても症状が継続したり、全く異なる化学物質に対しても多彩な症状がでることです²⁾。シックハウス症候群でも頭痛や疲労感などの精神神経症状がみられる場合もありますが、鼻や喉・呼吸器、あるいは眼などの粘膜への刺激症状や皮膚の症状が多く、それらが主体になります¹⁾。

シックビルディング症候群・シックハウス症候群は室内環境に由来する健康障害であり、化学的要因、生物学的要因、物理的要因、心理社会的要因等があります。原因を除去できれば、回復や予防が可能です。従って患者さんの治療や予防を考える上で化学物質過敏症とシックハウス症候群は別の疾病概念と考えられます。シックハウス症候群と化学物質過敏症の違いを知っておくことは市民からの相談に的確なアドバイスをするために必要ですので二つを比較します。

いわゆる「化学物質過敏症」（多種化学物質過敏状態、Multiple Chemical Sensitivity: MCS、あるいは Chemical Sensitivity: CS）の概念は 1987 年に米国の Mark Cullen によって提唱されました³⁾。「化学物質過敏症は、多種類の臓器系に対して再発性の症状をきたす後天性疾患であり、その症状は、一般住民で有害な影響が生じる濃度よりもはるかに低い濃度において、多くの科学的に無関係な物質へのばく露によって生じる。また、一般に広く知られている生理作用は症状に関連して見られない」としています³⁾。その後、Ashford と Miller は「化学物質過敏症を呈する患者は、原因と疑われる物質から遠ざけ、厳密に管理された環境状態で適度な間隔をあけた後に再検査（負荷試験）をすることで確認可能である。特定の負荷試験に伴う症状の再発や、原因となっている環境から遠ざけて症状を一掃することで、因果関係が推定される」と報告しています^{4,5)}。1999 年に 24 名の米国の専門医や研究者が化学物質過敏症の概念に関する合意文書として発表したコンセンサス 1999 では、「①慢性疾患である、②再現性をもって現れる症状を有する、③微量な物質のばく露に反応する、④関連性のない多種類の化学物質に反応する、⑤原因物質の除去で改善または治癒する、⑥症状が多臓器にわたる」と記されています⁶⁾。しかし、上述したような化学物質過敏症に関する概念について多くの解説がなされており、化学物質過敏症がシックハウス症候群の一部である、あるいはシックハウス症候群が先にあり、そのあと化学物質過敏症に移行するように書かれている解説はありますが^{4,5)}、この根拠となる、患者に生じている症状の原因について、環境中の化学物質ばく露の種類や濃度との因果関係を明らかにした論文はありません。原因となったとされる環

境ばく露が全くなくなっても症状が続くことなど、従来の中毒症やシックハウス症候群とは病像が異なります。化学物質過敏症の疾病概念自体が未確定ですので、現時点では客観的な臨床検査法や診断基準も確立されていないところです。

このような状況により、いわゆる「化学物質過敏症」に関して、アレルギーぜん息&免疫学会^{7,8)}、米国内科学会⁹⁾、米国カリフォルニア医学協会¹⁰⁾は既存の論文をレビューし、化学物質過敏症を中毒性の身体疾患とする考え、また極微量でも一定の量が体に進入し続けると身体反応を示すようになるいわゆる「総身体負荷量説」や免疫不全によって生じるという説についても、それらを支持する科学的論文はみつからなかった、とする意見表明を学術誌に掲載しています。米国職業環境医学会¹¹⁾、米国医学会¹²⁾、全米研究評議会¹³⁾、米国健康科学会¹⁴⁾、カナダオンタリオ州厚生省¹⁵⁾、英国王立医師協会¹⁶⁾、なども化学物質過敏症の定義、診断法や治療法には科学性な根拠がないとする意見表明や報告を学術誌に発表しています。なお、ドイツ連邦保健省やドイツ環境省などと共同で国際化学物質安全性計画（International Programme on Chemical Safety: IPCS/UNEP-ILO-WHO）が組織したワークショップの報告書では、化学物質過敏症は化学物質ばく露と症状との間に因果関係を示す根拠がないことから「本態性環境不耐症（Idiopathic Environmental Intolerance: IEI）」と呼んでいます¹⁷⁾。日本では、化学物質過敏症の診断基準として、石川らが提示した診断基準が用いられることがあります¹⁸⁾、検査項目として挙げられている症状や検査所見は眼科検査が主体であるうえ、特定の化学物質へのばく露によると特異的に認められるものではないことに注意をする必要があります。

3.4.2. どのような化学物質のばく露に起因するのか？を調べるために

いわゆる「化学物質過敏症」が、ごく微量の環境中の化学物質に反応して生じることを証明するためには、化学物質にばく露した時とばく露していない時にどのくらいの頻度で見られるかを疫学的に検討する必要があります。内外で研究が実施されています。

化学物質過敏症の症状と低濃度の化学物質ばく露との因果関係を検証する目的で実施される研究で、その因果関係証明に一番説得力がある研究とされているのは「二重盲検（ダブルブラインド）法」で割りつけた疫学研究です。古くは米国で 20 人の患者さんにホルムアルデヒド、ガソリン、クリーナーなどの化学物質と新鮮な空気を、被験者もテストをする側もばく露の有無が知られない「二重盲検法」でランダムに負荷する試験が行われました¹⁹⁾。この結果、化学物質と新鮮な空気との差は見られませんでした。また、Bornschein によるドイツの研究も「二重盲検法」による負荷試験です²⁰⁾。化学物質過敏症を訴える患者さん（ケース）20 名と化学物質過敏症のない健康な方（コントロール）17 人に混合溶媒を含む化学物質負荷と含まない空気の両方をランダムにばく露させました。血圧または心拍数が 10%以上変化した場合、発疹、低酸素、あるいは症状の悪化が見られた場合に反応ありと定義して、化学物質にばく露した場合の反応と化学物質にばく露させていないのに生じた反応を検討したところ、ケースとコントロールの反応には全く差は見られませんでした。即ち、これらの研究からは、科学的には化学物質ばく露と患者さんの反応には関連はなく、過敏状態が低濃度化学物質ばく露によることは説明できませんでした。

日本では、患者さんのみがばく露の有無が知らされない「単盲検（シングルブラインド）」の研究デザインでしたが、環境省の研究費で3つの研究がなされました²¹⁾。その一つ、北里大学の宮田らの報告によりますと、化学物質過敏症を訴える患者さん38名を対象とし、専門のクリーンルームにおいて厚生労働省の室内濃度指針値80ppbの1/2濃度（40ppb）と1/10濃度（8ppb）のホルムアルデヒド、およびプラシーボとしてホルムアルデヒドを含まないガス（0ppm）にばく露させる誘発試験を実施しました²²⁾。7名がホルムアルデヒドのみに反応しましたが、他の31名は反応しないかまたはプラシーボにも反応しました。同様に、国立相模原病院の長谷川らはこれまで51名の患者にのべ59回、ホルムアルデヒドまたはトルエンによる負荷試験を行い、最近、論文が報告されています²³⁾。実際に負荷試験を実施した40名のうち、陽性例は18名でしたが、11名は症状が誘発されず、また11名は実際の負荷が始まる前に症状が出たために陰性例とされました。加えて、11名には盲検法で負荷試験を実施し、陽性が4名、陰性が7名でした。さらに、関西労災病院の吉田らは来院した患者7名にホルムアルデヒドを、10名にトルエンを、被験者のみにどの濃度かを知らせない方法でばく露させました²⁴⁾。しかし、自覚症状、一般的生理指標、神経眼科的生理指標において、明らかなばく露による変化を認めることは出来ませんでした²⁴⁾。

3.4.3. 環境化学物質に対する遺伝的感受性（遺伝子多型）との関係

化学物質に関する遺伝的な感受性に関する論文も報告されています。自記式調査票を用いて化学物質への反応が高いと答えたケースとコントロールとの間で、化学物質や薬物の代謝に関与する代表的な遺伝子（CYP2D6、NAT1、NAT2、PON1、PON2、GSTT1、GSTP1、GSTM1 など）について、遺伝子多型 SNPs の分布頻度を比較した論文が6報報告されています²⁵⁻³⁰⁾。このうち3報^{25,29,30)}では、SOD2、CYP2D6、NAT2、GSTM1、SGTT1 の変異の分布に有意な差がある（ $p < 0.05$ ）とされましたが、数多い複数の統計学的な比較検定を行っているにもかかわらず（多重比較を行う際に必須とされる）P 値の補正はされていませんので、結果の意味付けは難しいと思われます。

この中で、最近の Cui らの報告では化学物質過敏症の研究で QEESI（QuickEnvironmentalExposure and Sensitivity Inventory）と呼ばれる自覚症状質問票の得点を用いて化学物質過敏症のケースを定義したところ、SOD2（スーパーオキシドディスムターゼ）の活性が高い型をもつと、QEESI 高得点群になるリスクが高いと報告しています²⁵⁾。SOD2 の活性が高いと酸素ストレスを生じやすく、これが化学物質への過敏性と関係している可能性を示唆していると著者らは述べています。しかし、この研究ではケースの数は11人と少なく、QEESI 得点との量-反応関係はありませんでした。なお、化学物質過敏症を訴える患者さんには、パーソナリティ障害や身体表現性障害などとのオーバーラップも多く、他の身体・精神疾患を考慮すべきとされ^{8,20)}、QEESI の得点のみを用いてケースとして扱って、ほかの精神心理要因などの可能性について除外を行っていない場合は、「多型の違いが化学物質への過敏性を示唆する」という結果の解釈でよいのか、注意が必要です。よりサンプルサイズが大きい Fujimori や Berg の論文では、ケースとコントロールの遺伝子多型の頻度分布には差が見られず、著者らは化学物質過敏症における遺伝子の役割は小さいのではないかと結論づけています^{26,27)}。

一方、化学物質過敏症を訴える患者さんでは、精神神経疾患の合併率が（42～100%）と高いことが報告されています^{31,32}。そのほとんどが不安障害、気分障害、身体表現性障害であるため、いわゆる化学物質過敏症の発症には、環境要因、特に心理社会的ストレスの関与が示唆されると心身医学の専門家は記述しています^{33,34}。たとえば、CYP2D6 は薬物代謝酵素の遺伝子であるとともに、神経伝達物質であるモノアミンやセロトニン代謝にも関与します。しかし、職場環境のような比較的高濃度の化学物質ばく露のもとでもこのようなモノアミンやセロトニン代謝そのものに影響がでることはありませんので、もしもこれらの遺伝子多型が化学物質過敏症に関係していた場合は、化学物質よりもむしろ脳内神経伝達物質の分泌量の違い（異常）によっておこるという説明も示唆されています³⁰。

Binkley らの研究では、化学物質過敏症を訴える患者さんでは CCK-B 受容体アレル7を持つ者がコントロールよりも有意に多いという結果が得られました³⁵。CCK-B はパニック症候群との関連が報告されている遺伝子で、化学物質過敏症の方々の症状のうち、「不安」を引き起こす要因として、パニック障害などの疾病と（神経遺伝学的な）共通点があるのではないかと著者らは考察しています³⁵。しかし、実際この研究もケース、コントロールともに対象者は11人と少なく、著者らは化学物質過敏症への遺伝子の影響は少ないのではないかと結論付けています³⁵。このように現在までの内外の研究では化学物質過敏症を遺伝的な感受性の違いで説明するのは難しい状況です。

3.4.4. 化学物質過敏状態が引き起こされるメカニズム

化学物質過敏状態の発症メカニズムとしては、不快と感じる化学物質に対する条件反応的な「予期（反応）」によるのではないかという説もあります³⁶。プラシーボは薬剤の臨床試験ではしばしば用いられる薬で、乳糖や澱粉、生理食塩水が通常用いられます。薬理作用を持つ成分は含まれていなくても、例えば「痛みを効く」といわれると鎮痛効果がみられることがあります。これとは逆に、例えば、「この薬は副作用として吐き気を起こすことがある」と説明すると、たとえ服用させたものが偽薬でも吐き気を起こしうることをノシーボ効果といい、臨床試験では試験薬のノシーボ効果として不眠や悪心、食欲不振などが報告されています^{37,38}。Bolt と Kiesswetter は化学物質過敏症においては、不安などに感受性が高いグループが、臭い刺激によるノシーボ効果で身体症状を呈している可能性があるとして説明しています³⁶。興味深いことに、Araki らが行った介入研究では、多くの化学物質過敏症の患者さんは香水や芳香剤の臭いを不快としているにもかかわらず、天然の植物から得られる精油の香りには寛容でした³⁹。精油が受け入れられたのは、天然（自然）な香りであるという受け止めがその背景にあったからではないかと考えられます⁴⁰。

化学物質過敏症は、シックハウス症候群と似ているように取り扱われることがありますが、これまで紹介したように、低濃度の化学物質が患者さんの多彩な症状を引き起こしているとする客観的な根拠がありません。一方で、化学物質過敏症は身体表現性障害の診断基準を満たすことから、これらの疾病が背景にあるとする意見もあります^{32,34,35,41-44}。前述したとおり最近、内外から二重盲検法で化学物質に起因することは否定される論文が4編出ていることを考慮して、また職場や家庭でも種々のストレスが重なる場合を考慮して、適切な診断とケアを進めることが患者さんのために最も必要と思われます。

3.4.5. 化学物質過敏症とされた患者さんに対する適切な治療とケア

化学物質過敏症の病因は明らかにはなっていませんが、個々の患者には症状の緩和につながる支援が重要です。これまでに自覚症状改善に向けた対処療法として、グルタチオンなどのいわゆる解毒剤やビタミン剤の投与が有害化学物質の代謝や排泄を促進するために実施されていますが、科学的にその有効性が証明されていないことに注意が必要です⁴⁵⁾。3.4.1. で述べたように、化学物質によることを前提とした解毒療法は既に米国内科学会や米国医学会では否定されています^{9,12)}。すなわち、食事や化学物質の使用制限はする必要がなく、「転居による（現在の環境からの）退避」はむしろ社会とのかかわりを絶ち、患者さんを孤立させる恐れがあるので転居をすべきでないと注意をしています⁷⁾。

一方、近年デンマークの Hauge らから、マインドフルネス認知療法と呼ばれる、「気づき」や「注意コントロール」に基礎をおいた心理療法による治療（介入研究）が報告されています^{43,44)}。この研究では 69 人の化学物質過敏症患者を 2 群に割付け、介入群には 2 時間半のマインドフルネス認知療法を 8 週間実施し、コントロール群はそれまでの生活を継続したのち 1 年後まで追跡を行いました。この結果、マインドフルネス認知療法による症状への効果や症状による社会的影響に対する有意の効果は得られませんでした。患者さんの「認知」や「感情」に対しては前向きな、よい変化が見られました。つまり、マインドフルネス認知療法によって恐怖に対する認知をかえて、病気への対応力を向上させることは可能であると北欧諸国では考えられています。また、日本でも最近、平田と吉田は、化学物質過敏症の発症過程における精神心理要因の関与について面接調査を行い、発症前の心理負荷の関わりを明らかにしています³¹⁾。この結果、化学物質過敏症の発症には心理社会ストレスが関わる可能性を示唆し、化学物質過敏症の患者さんと接する上で精神心理的な治療を発展させることが回復のために重要であると述べています³¹⁾。

一般病院や診療所において、患者さんが自らの症状と化学物質ばく露との関連を訴えて受診された場合、まずは患者さんの訴える症状に耳を傾けながら、職場環境など、ストレスによる体調不良を起こしている可能性などをよく調べます。医学的には、うつ病やパニック障害などの基礎疾患として存在する可能性のある他の類似疾患を専門医の意見を聞き、心理社会的要因を含めて鑑別（除外）診断することは、患者さんへの適切な治療を行うためにも必要です。さらに生活環境に増えているにおい患者さんの身体不調との関係などを逐次検討していきます。最終的にもしも環境化学物質との関係が強く疑われるが、患者さんの住宅や勤務先でばく露に関する実際の測定データや情報があまりない場合には、近隣の保健所や衛生研究所、環境測定機関、あるいは労働衛生機関などに紹介してください。

一方、症状との関係からみてばく露濃度が低いと推定されるとき、あるいはすでに環境が改善されているにもかかわらず症状が続くときには、本当に化学物質が症状に対して問題なのかどうかを再検討する必要があります。環境測定により、化学物質濃度が高い場合はその濃度を低減させる対応が必要です。しかし、実際に自宅などを測定しても厚生労働省のガイドラインを下回るケースが報告されています^{39,46)}。その場合には化学物質ではなくカビやダニアレルゲンなどの生物学的要因、あるいは湿度環境が原因のこともありますので、本書を参考にその点も患者さんにわかりやすくよく説明します。掃除や換気などの住まい方の改善により症状が良くなることもあることも伝えてください。その上で、環境ストレスに患者が対峙するために北欧で行われているマインドフルネス認知療法は（化学物質そのものに対する治療ではありませんが）、症状を和らげて患者の生活の質を向上させるためには役立つ可能性も示唆されています^{43,44)}。

第Ⅱ部 室内環境による健康影響

第4章 室内環境に関わる規制

第4章 室内環境に関わる規制

4.1. 日本における室内環境規制

日本では、第二次世界大戦後、社会経済の発展、人口の都市への集中、建築技術の進歩等に伴って、都市部を中心に大規模な建築物が多数建設されました。生活や活動の場である建築物は、健康で衛生的な環境が確保されなければなりません。1950年代以降、不適切な建築物の維持管理に起因する健康影響の事例がいくつも報告されました。そのため1970年（昭和45年）に「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）」が制定されました。

この法律では、法令で定められた特定建築物における空気環境管理基準などの維持管理基準が定められています。住宅は、個人が管理可能との考えに基づき、特定建築物の対象外となっています。一方、化学産業や建築技術の発達、また省エネや耐震などの要求に伴い、住宅には多種多様の建材や建築工法が使用されるようになり、個人で住宅を管理することが困難となってきました。このような社会状況の変化により、いわゆるシックハウス症候群など、住居衛生に関わる問題が1990年代に大きくなりました。

表 4.1. 建築物の室内空気汚染に関する実態調査と対策の経緯

年代	調査研究	行政の動向
1970	・食器戸棚の合板由来のホルムアルデヒドによる悪臭に関する報告（東京都消費者センター 1970） ・日用品の化学物質と健康影響に関する研究（豊川ら 1971）	・建築物衛生法（厚生省 1970） ・食器戸棚のホルムアルデヒドに関する指導通知（林野庁 1970） ・住宅の内装材のホルムアルデヒドに関する指導通知（林野庁、農林省 1971） ・有害物質を含有する家庭用品の規制法（厚生省 1974）
1980	・室内ホルムアルデヒドと VOCs の小規模実態調査（松村 1980, 林 1982, 三谷ら 1985） ・家具中のホルムアルデヒドの実態調査（佐藤ら 1981）	・住宅の省エネ基準（通産省, 建設省 1980） ・合板等のホルムアルデヒド放散量の日本農林規格(JAS)（農林省 1980） ・パーティクルボード等のホルムアルデヒド放散量日本工業規格(JIS)（通産省 1983） ・クロルデン類の製造・輸入・使用禁止（1986）
1990	・ビルの室内ホルムアルデヒドと VOCs の全国調査（国立公衆衛生院 1996） ・建材、機材等の VOCs の全国調査（国立公衆衛生院 1998） ・ホルムアルデヒドの全国調査（国立衛研 1997） ・居住環境中の VOCs 全国調査（国立衛研 1999）	・住宅の新省エネ基準告示（通産省, 建設省 1992） ・ホルムアルデヒド室内濃度指針値（厚生省 1997） ・住宅の次世代省エネ基準告示（通産省, 建設省 1999）
2000以降	・学校の室内ホルムアルデヒドと VOCs 全国調査（文部科学省 2001, 2004） ・居住環境中のホルムアルデヒドと VOCs 全国調査（国土交通省 2000–2005） ・シックハウス症候群に関する全国規模の疫学調査（岸ら、西條ら 2001–2009） ・住宅の VOCs 全国調査（国立衛研 2011–2013） ・シックビルディング症候群に関する全国規模の疫学調査（東ら 2012–2014） ・住宅の VOCs 全国調査（内山ら 2012–2014）	・12物質室内濃度指針値（厚生省 2000–2002） ・TVOC 暫定目標値（厚生省 2000） ・住宅品質確保促進法（国土交通省 2000） ・改正建築物衛生法（厚生労働省 2003） ・学校環境衛生の基準改訂（文部科学省 2002） ・改正建築基準法（国土交通省 2003） ・地域保健法の基本指針改訂（厚生労働省 2003） ・健康増進法の受動喫煙対策（厚生労働省 2003） ・学校保健安全法（文部科学省 2009）

VOCs：揮発性有機化合物，TVOC：総揮発性有機化合物

このような状況を踏まえて、1997 年以降、住宅におけるホルムアルデヒドと揮発性有機化合物の室内濃度に関する全国規模の調査が実施されました。そして、一部の住宅では室内空気汚染が高いレベルにあることが明らかになり、厚生労働省はホルムアルデヒドを含む 13 の化学物質に対して室内濃度指針値を策定しました。

室内濃度指針値は、生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り、住居（戸建、集合住宅）、オフィスビル（事務所、販売店など）、病院・医療機関、学校・教育機関、幼稚園・保育園、養護施設、高齢者ケア施設、宿泊・保養施設、体育施設、図書館、飲食店、劇場・映画館、公衆浴場、役所、地下街、車両など、あらゆる室内空間に適用されます。そしてその後、室内濃度指針値の策定を踏まえて、建築物衛生法と学校環境衛生の基準が改正されました。これらは室内空気中の化学物質濃度の基準とその維持管理方法を規定しています。そして、住まい作りに関する法規として、建築基準法が改正され、住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅品質確保促進法）ではシックハウス対策が取り入れられました。つまり、室内空気質と住まい作りの双方の面からシックハウス対策に関する規制が導入されました。そしてさらに、地域保健法に基づく「地域保健対策の推進に関する基本的な指針」にシックハウス対策が取り入れられ、行政のシックハウス対策に対する具体的な役割が規定されました。

4.1.1. 室内空気質に関する規制

a. 室内濃度指針値

ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、クロルピリホス、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、テトラデカン、ダイアジノン、アセトアルデヒド、フェノブカルブの 13 物質に対して室内濃度指針値が策定されました（巻末資料1 参照）。

室内濃度指針値は、現時点で入手可能な化学物質の毒性に係わる科学的知見をもとに、人がその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、有害な健康影響が生じないであろうと判断された値です。シックハウス症候群は、症状発生の仕組み等において未解明な部分が多く、シックハウス症候群による体調不良と室内濃度指針値との間に明確な因果関係が証明されたわけではありません。しかし、その因果関係が明確でなくても、現時点で入手可能な科学的知見をもとに指針値を策定し、それを下回る室内空気質を確保することで、より多くの人に対してシックハウス症候群様の体調不良をはじめ、有害な健康影響を生じさせないようにできるはず、という基本理念に基づいています。従って、室内濃度指針値は、シックハウス症候群を発生させない絶対的な値ではありません。化学物質による有害な健康影響を生じさせないうえで、それ以下がより望ましいと判断された値です。

厚生労働省は、13 物質の室内濃度指針値とともに、総揮発性有機化合物（TVOC）の暫定目標値 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を定めました。TVOC は、国内の家屋における室内空気中の VOC の実態調査結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定された値です。従って、この目標値は、健康影響や毒性学的知見から決定したものではなく、室内空気の汚染状態の目安として利用されます。

b. 建築物衛生法

この法律は、1970 年（昭和 45 年）に制定されました。この法律の適用範囲は、建築物の用途及び延べ面積等により定められた「特定建築物」です。具体的には、(1)興行場、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、旅館、学校（(2)を除く）の用途に用いられる建築物のうち、延べ面積が $3,000\text{m}^2$ 以上である建築物、(2)学校教育法第 1 条に規定する学校で、延べ面積が $8,000\text{m}^2$ 以上である建築物です。

1970年に法律が制定された当時は、浮遊粉じん量、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、温度、湿度、気流に関する空気環境の維持管理基準が規定され、2ヶ月以内に定期的にこれらの項目の測定が規定されました。そして2003年の改正において、厚生労働省の室内濃度指針値であるホルムアルデヒド濃度 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下が追加されました（巻末資料4参照）。

ホルムアルデヒドの室内濃度は、高温高湿度になるほど上昇します。そのためホルムアルデヒド濃度の測定は、特定建築物の建築、大規模な修繕、大規模な模様替えが行われ、それから使用開始後の最初の夏期6月1日から9月30日までの間に実施するよう規定されています。

c. 学校保健安全法

日本における学校環境衛生の取り組みは、1958年（昭和33年）の学校保健法から始まっています。1964年（昭和39年）に学校環境衛生の基準が定められ、1992年（平成4年）の改正を経て、二酸化炭素、一酸化炭素、温湿度、気流、浮遊粉じん、落下細菌、熱輻射（熱が空間を伝達する現象）、教室の換気に関する基準値が定められました。そして住宅におけるシックハウス症候群と同様に、学校においても化学物質等による室内空気汚染でシックハウス症候群様の症状を訴える児童生徒が報告されました。

そこで文部科学省は、2002年にこの基準を改正し、厚生労働省の室内濃度指針値に準じて、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンの基準を追加しました。さらに、エチルベンゼン、スチレン、二酸化窒素、ダニまたはダニアレルゲンの基準を2004年に追加しました（巻末資料5参照）。2009年4月に施行された学校保健安全法では、学校環境衛生の基準がより明確に法律の中で規定されました。

この基準は、学校教育法第1条に規定する、小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、大学、高等専門学校、盲学校、聾学校、養護学校および幼稚園に適用されます。しかし、厚生労働省が所管する保育園には適用されないことに留意する必要があります。

d. 事務所衛生基準規則

この規則は、1972年に定められました（昭和47年9月30日労働省令第43号）。この規則は、労働安全衛生法（昭和47年6月8日法律第57号）に基づき定められた、事務所の衛生基準を定めた厚生労働省令です。本規則における事務所とは、建築物において、事務作業に従事する労働者が主として使用するものです。但し、工場現場の一部において、ついで等を経て事務作業を行っているものは本規則の事務所には該当しません。通常、事務所は、有害物や危険物を取り扱うことのない作業場といえます。そのため重篤度の高い労働災害や職業性疾病が発生する可能性は少ないのですが、本規則は、事務所の衛生確保を目的として、環境管理、清潔、休養、救急用具等を定めています。

室内空気汚染に関わる場所では、環境管理として事務室における一酸化炭素と二酸化炭素の濃度をそれぞれ50ppm以下、5000ppm以下と定めています。但し、空気調和設備等を設置している事務所では、浮遊粉じん量、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、温度、湿度、気流、ホルムアルデヒド濃度に関する空気環境の維持管理基準について、建築物衛生法と同じ基準値を定めています。

4.1.2. 住まいづくりに関する規制

a. 建築基準法

建築基準法は、1950 年（昭和 25 年）に制定された法律で、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めたものです。建築基準法の対象は、一般的な建築物は全て適用範囲に含まれます。しかし、文化財保護法の指定建築物、重要美術品の認定を受けた建築物、鉄道の跨線橋や保安施設などは、除外規定により適用範囲に含まれません。

建築基準法を所管する国土交通省は、国土交通省を中心とした室内空気対策研究会が 2000 年に実施した全国調査結果を踏まえて、建築基準法に基づいて、化学物質の室内濃度を厚生労働省が定めた室内濃度指針値以下に抑制するために必要な建築材料や換気設備等に関する構造基準を定める新たな規制を導入すべきと判断しました。

規制対象物質としては、公的機関などの実態調査により、実際の建物で室内濃度指針値を超過し得ることが確認され、化学物質の発生源と室内濃度の関係が科学的に明確になっている化学物質として、合板等の木質建材等に使用されるホルムアルデヒド、木造住宅の床下等に防蟻剤として使用されるクロルピリホスになりました。

ホルムアルデヒドに対する規制は、ホルムアルデヒドを発散する建材の使用制限（巻末資料 3 参照）、換気設備の設置義務、天井裏などへの制限が規定されました。また、室温では揮発性がなく粒子状物質であるクロルピリホスに関しては、換気等の技術的な対策が困難であることから、居室を有する建築物には使用禁止となりました。

b. 住宅品質確保促進法

この法律は、2000 年 4 月に施行されました。従来、住宅を取得する消費者にとって、(1)住宅の性能に関する表示制度がないため業者間の比較が困難、(2)住宅の性能に関する評価や検査の信頼性が不安、(3)住宅の性能に関してトラブルが生じても専門的な処理体制がなく多大な労力がかかる、(4)契約書での瑕疵(かし)担保期間が 1 年から 2 年等と短く瑕疵(かし)が明らかになっても無償修繕等の請求ができない、といった問題がありました。また逆に、住宅の供給者側にとっては、(1)住宅の性能について公平に競争する意識が働かない、(2)消費者から正確かつ客観的な理解を得ることが困難、(3)トラブル処理に多大な労力がかかる、(4)10 年を超える長期の保証ができない、といった問題がありました。この法律は、これらの住宅に係わる問題を解決し、消費者が安心して住宅を取得できる仕組みを作るために制定されました。この法律では、(1)新築住宅の請負または売買契約に関する瑕疵(かし)保証制度の充実、(2)住宅性能表示制度の創設と紛争処理体制の構築、の 2 つが大きな柱となっています。シックハウス対策は、後者の住宅性能表示制度に含まれています。

住宅性能表示制度では、①耐震性、②火災安全性、③柱や土台の耐久性、④配管の維持管理、⑤省エネ対策、⑥シックハウス対策、⑦窓面積、⑧遮音性、⑨高齢者等への配慮の 9 つの分野で表示項目が定められています。シックハウス対策に関しては、前述の改正建築基準法に基づいて、ホルムアルデヒド対策（内装仕上げや天井裏等の建材）の有無、換気設備の有無、室内の化学物質濃度の表示（ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン）が可能となっています。

住宅性能表示制度の利用は、住宅供給者または取得者による任意の選択であり、都道府県に設置された指定住宅性能評価機関により性能評価が行われます。また、その機関から交付された住宅性能評価書を添付して住宅の契約を交わした場合などは、その記載内容が契約内容として保証される仕組みとなっています。さらに、性能評価を受けた住宅に係わるトラブルに関しては、第三者的な立場の弁護士や建築士で構成される指定住宅紛争処理機関に申請することにより、調停・斡旋・仲

裁などが受けられます。

4.1.3. その他の関連規制

a. 地域保健法

保健所のあり方を定めた保健所法が1947年（昭和22年）に制定され、1994年（平成6年）には、地域保健対策の推進に関する基本指針や保健所の設置等の基本事項を定め、地域住民の健康の保持および増進に寄与することを目的とした地域保健法へと改正されました。

そして2003年5月、同法に基づく地域保健対策の推進に関する基本的な指針が改正され、「住宅や建築物における室内空気汚染等による健康影響、いわゆるシックハウス症候群について、知識の普及、啓発を行うとともに、地域住民からの相談等に応じ、必要な指導等を行うこと。」とシックハウス症候群対策に関する都道府県・市町村・保健所の役割が規定されました。これらの行政機関は、シックハウス症候群対策に取り組み、化学物質の測定、パンフレットの作成、相談体制の整備等を行っていますので、シックハウス症候群の相談窓口として重要な位置づけにあります。

b. 健康増進法

タバコの喫煙で発生する化学物質は約4,000種類確認されており、無機ガス、有機酸、アルデヒド、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、ピリジン、フラン、インドール等の複素環化合物、多環芳香族炭化水素など多種類におよんでいます。

タバコの喫煙による健康影響は、喫煙者のもとより、喫煙者が排出するタバコの煙を吸い込む「受動喫煙」（室内またはこれに準ずる環境において、他人のタバコの煙を吸わされることをいう）による非喫煙者への健康影響も深刻で、流涙、鼻閉、頭痛、呼吸抑制、心拍増加、血管収縮、肺がんや循環器疾患等の健康リスクの上昇が確認されています。従って、喫煙者は、受動喫煙を生じさせることにより、非喫煙者の有害な健康影響に対する加害者になることを十分認識しなければなりません。

厚生労働省は、このような受動喫煙による健康への有害な影響を排除するために、2002年8月に健康増進法に受動喫煙の防止に関する条項を規定しました（2003年5月施行）。ここでは、「学校、体育館、病院、劇場、観覧場、集会場、展示場、百貨店、事務所、官公庁施設、飲食店その他の多数の者が利用する施設を管理する者は、これらを利用する者について、受動喫煙を防止するために必要な措置を講ずるように努めなければならない。」と規定されています。

c. 労働安全衛生法の受動喫煙防止対策

厚生労働省は、職場の受動喫煙防止対策として、労働安全衛生法の改正を行いました。この改正に伴い、室内またはこれに準ずる環境下での労働者の受動喫煙を防止するために適切な措置を講じることが、2015年（平成27年）6月1日より事業者の努力義務（第68条の2関係）となりました。この法律の対象となる事業者は、資本金や常時雇用する労働者の数にかかわらず、すべての事業者が対象となります。

4.2. 世界の規制の動向

諸外国では、日本と同様に、室内空気質ガイドラインの策定に重点が置かれています。室内空気質ガイドラインは、日本の室内濃度指針値と同様に、室内空気質の望ましい基準を示したものであり、規制というよりも、むしろ誘導的な方策といえます。

室内環境は、管理責任者が単一ではないこと、室内濃度は温度や発生源からの減衰の影響を受けて大きく変動するため単一の測定結果では判断できないことなどから、室内空気汚染に対する規制は容易ではありません。そのため、行動を起こすべき、あるいは目標とすべき濃度として汚染物質濃度のガイドラインを定め、それを目標に建材や家具等の汚染源に対する放散基準を設定する取り組みが適切だとされています。

室内空気汚染の問題は、欧米諸国では 1970 年代より顕在化し、その対策が講じられてきました。その牽引は、ドイツと北欧諸国を中心とする欧州諸国であり、これらの国々が加盟している世界保健機関欧州事務局（World Health Organization: WHO 欧州）が先導してきました。

4.2.1. 世界保健機関のガイドライン

空気汚染は、世界保健機関（WHO）が 40 年以上にわたり取り組んできた健康影響問題です。WHO 欧州は、1987 年に空気質ガイドラインを公表して以来、室内空気汚染に関する多くの情報や助言を提供してきました。空気質ガイドラインの目的は、人の健康に対して有害である、あるいは有害である可能性がある空気汚染物質による一般住民の健康影響を保護するための基礎資料を提供することにあります。そして、特に環境基準値の設定など、関係諸国のリスク管理における政策決定に利用可能な情報や指針を提供することにあります。空気質ガイドラインは、そのままそれぞれの国の環境基準値とすべきではなく、環境基準値が設定される前に、ばく露状況、環境、社会、経済、文化的な状況が考慮されるべきであるとされています。

室内空気を汚染する有害物質の汚染源は、燃焼生成物、建材、住設機器、生活用品など多数あります。また、多種類の細菌やカビなどの微生物による汚染もあります。室内空気質は、建築設計、材料、維持管理、換気、生活行為などのさまざまな要因の影響を受けるため、そのリスク管理は容易ではありません。WHO の従来のガイドラインは、主に大気の空気質管理に利用されており、多くの諸国において、室内空気質の管理にはほとんど効果のないものでした。そこで WHO 欧州は、2006 年から、世界中において室内空気質の管理が容易に可能となるよう設計された室内空気質ガイドラインの作成に着手しました。

ガイドラインの対象を選定するにあたっては、既存の科学的知見を精査し、定量的に設定できるものと定性的なガイダンスを勧告するものが検討されました。その結果、2009 年に湿気とカビのガイドライン、2010 年に汚染物質に対する個別のガイドライン、2014 年に室内における家庭用燃料の燃焼に関するガイドラインが公表されました。家庭用燃料の燃焼による健康影響は、アフリカや東アジア等の発展途上国で深刻な問題となっており、欧州地域のみならずグローバルな問題です。そこで燃料の燃焼に関するガイドラインは、WHO 本部からガイドラインが公表されました。

a. 汚染物質に対する個別の室内空気質ガイドライン

ガイドライン対象物質の選定基準は、(1)室内汚染源が存在すること、(2)利用可能な毒性及び疫学データ（無毒性量や最小毒性量など）があること、(3)室内濃度が無毒性量や最小毒性量を超えていることの 3 つでした。この基準に基づいて、ホルムアルデヒド、ベンゼン、ナフタレン、二酸化

窒素、一酸化炭素、ラドン、粒子状物質（PM_{2.5}、PM₁₀）、ハロゲン化合物（テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン）、多環芳香族炭化水素（特にベンゾ-*a*-ピレン）が選定されました（表 4.2.1. 参照）。

WHO 欧州は、受動喫煙の原因となる環境タバコ煙（Environmental Tobacco Smoke: ETS）に関しては、安全なばく露レベルに関する証拠が存在しないため、ガイドラインの作成は必要でなく、ETS は室内空間から排除すべきであるとしています。粒子状物質に関しては、2005 年に空気質ガイドラインが公表されており、室内空気にも適用可能です。PM₁₀ の年平均値が $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 時間平均値が $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、PM_{2.5} の年平均値が $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 時間平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ です。

一酸化炭素について、WHO 欧州は、2000 年に公表したガイドラインでは、短期間のピーク値のガイドラインである 15 分値（例えば、換気されていないストーブ）、その他に 1 時間値（例えば、器具の欠陥）、8 時間値（職業性ばく露など）を設定しています。2010 年のガイドラインにおいて、これらの数値は変更されていません。しかし、一酸化炭素への長期間ばく露によって、感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告されてきたことから、24 時間値のガイドラインを新たに作成しました。

ホルムアルデヒドに関しては、近年、鼻咽頭がんと急性骨髄性白血病に関してヒトの発がんに関する証拠が十分であると国際がん研究機関が判断しました。WHO 欧州は、ホルムアルデヒドのガイドラインを作成するにあたり、発がん性に関して検討した結果、非発がん影響から設定した室内空気質ガイドラインの 30 分平均値 $0.1 \text{mg}/\text{m}^3$ は、長期ばく露による肺機能への影響、鼻咽頭がんや骨髄性白血病の発症も防止できると判断しました。また、ホルムアルデヒドの気中濃度は時間帯によって変動するが、いかなる時間帯でもこの値を超えないこと、という一文をガイドラインに加えました。つまり、ホルムアルデヒドのガイドライン 30 分平均値 $0.1 \text{mg}/\text{m}^3$ には、天井値（最大許容濃度）としての意味合いが含まれていることをしっかり認識しなければなりません。

b. 湿気とカビの室内空気質ガイドライン

ウィルス、細菌、カビ、ダニ類、ペットアレルゲン、衛生害虫アレルゲン、花粉などの生物因子へのばく露は広範囲の健康影響を引き起こす可能性があります。また、湿気や換気もこれらの因子に大きく関与します。湿気とカビに関しては、既往の疫学研究を調査したうえで、健康影響との関連性に関する証拠の確からしさを評価しました。その結果、喘息の増悪、上気道の症状、喘鳴、喘息の進行、呼吸困難、1 年以内に発症した喘息、呼吸器感染に関しては、湿気とカビとの関連性が十分であると判断されました。ただし、気管支炎やアレルギー性鼻炎に関しては証拠が限定的、肺機能の変化やアトピー性皮膚炎に関しては証拠が不十分と判断されました。これらの結果を踏まえ、WHO 欧州は湿気とカビのガイドラインを作成しました。

建物内や内装材表面において、過剰な湿気や微生物の増殖を最小限に抑えるべきですが、これまでのところ、科学的知見の不足から、湿気やカビと健康影響に関して定量的な評価を行い、ガイドライン値を勧告することはできないと判断されました。従って、湿気とカビのガイドラインでは、定量的な数値ではなく、建築設計、建築施工、維持管理を適切に行い、過剰な湿気や微生物の増殖を防止するといった室内環境の設計・管理方法に関する指針が提供されました。

c. 室内における家庭用燃料の燃焼に関する室内空気質ガイドライン

粒子状物質や一酸化炭素は、室内空気を汚染する燃料の燃焼生成物として重要です。発展途上国では燃焼生成物による呼吸器系疾患が公衆衛生上の大きな問題となっています。WHO の推計によると、世界中で約 30 億人の人々が、調理、暖房、照明などで、クリーンな燃料や技術が利用できない状態にあり、住居内の空気汚染が原因で 2012 年に全世界で 430 万人が死亡し、そのほとんどが東ア

ジアやアフリカの低中所得の国々と推定されています。また、これらの死因は、脳卒中 34%、虚血性心疾患 26%、慢性閉塞性肺疾患（COPD）22%、小児の肺炎 12%、肺がん 6%と推定されており、これらの疾患の主要な原因として、室内での固形燃料（木、木炭、石炭、動物の糞、農作物の廃棄物）の燃焼による PM2.5 や一酸化炭素へのばく露をあげています。

これを踏まえ WHO 欧州では PM2.5 と一酸化炭素については、これらの物質の空気質ガイドラインを達成するための目標排出基準を設定しました。この目標排出基準を達成すれば、全世界の約 90% の家庭で WHO の空気質ガイドラインを達成できると考えられています（表 4.2.2. 参照）。

4.2.2. 諸外国の室内空気汚染に対する取り組み

欧州、アジア、北米等の諸外国における居住環境の室内空気汚染に対する取り組みの基本概念は情報提供です。その方法には、室内空気質ガイドライン、関係業界等による自主的な建材等のラベリング、一般向けのパンフレットやファクトシートなどが含まれています。有害性が高く幅広く使用され、深刻な公衆衛生問題を引き起こしていると判断された場合のみ、放散源の規制基準勧告や使用禁止措置がなされています。例えば、アメリカ、ドイツ、スウェーデンなどのホルムアルデヒド発散建材の放散基準に基づく規制、カナダの尿素樹脂系発泡断熱材の使用規制、アメリカのクロロピリホスとダイアジノンに対する使用規制などがあります。

居住環境の室内空気汚染は、特定の化学物質に高濃度ばく露する事業場内の労働環境とは異なり、多数の低濃度の化学物質に複合ばく露します。そのため、特定の化学物質を対象とした法的拘束力のある規制よりも、情報提供を基本とした誘導的な方策が採用されています。これらの取り組みは、多種類の低濃度化学物質による複合汚染であり、その汚染濃度には、換気、建築様式、住まい方、維持管理、屋外気候などの要因が複雑に関係している室内空気汚染の最大の特徴であると言えます。

a. 室内空気質ガイドライン

欧州、アジア、北米等の多くの諸外国で室内空気質ガイドラインが策定されています。これらのガイドラインは、気候風土、生活習慣、建物の室内空気汚染の実態等の各国独自の実態と戦略に基づいて策定されています。但しアメリカは、室内空気質のガイドラインの策定を行わず、1989年に連邦省庁間室内空気質委員会を発足して省庁間の連携をはかっています。また、室内環境を所管する米国環境保護庁は、①自ら実例を示して導く、②研究の実施、③教育の提供、④民間の責任の強化など、規制ではなく誘導的な方策を実行しています。米国環境保護庁は、そのホームページ上において、室内空気質に関連する情報を一般向けにパンフレットやファクトシートで多数提供しています。汚染物質や汚染源などの基本情報、汚染時の対策、汚染防止方法などが主な内容です。

b. 商品のラベリング

室内空気を汚染する化学物質の放散源は、内装建材、建具、家具、家庭用品など多種類存在します。室内空気質ガイドラインを達成するためには、建築に使用する、あるいは室内に持ち込むこれらの商品の選定が重要となります。そこで、化学物質の放散速度（単位時間および単位面積あたりに放散される量）に応じて商品を分類したラベリングが諸外国で開発されています。ドイツ、北欧諸国、アメリカ、カナダなどでラベリングが提供されています。これらのラベリングは、主に製品を製造販売している業界が自主的に定めています。日本では、ホルムアルデヒドに関するラベリングが主体ですが、諸外国では、総揮発性有機化合物（Total Volatile Organic Compound: TVOC）や個別の商品毎に特有の化学物質に対して放散基準が定められ、その基準を達成していればラベル表示がなされます。また、アメリカやドイツなどでは、建築物を構成する建築材料のみならず、カーペットやクッション、オフィス機器、電化製品、清掃製品、繊維製品、家具など幅広い商品がラベリングの対象となっています。これらの国では、室内空気中への化学物質の放散源とその化学物質の種類において、より包括的なラベリングシステムが提供されています。

表 4.2.1. WHO 欧州による汚染物質に対する個別の室内空気質ガイドライン

汚染物質	ガイドライン	影響指標
ホルムアルデヒド	0.1 mg/m ³ (30 分平均値) ใดなる時間帯もこの値を超えないこと ※長期ば露による肺機能への影響、鼻咽頭がんや骨髄性白血病の発症も防止できる	感覚刺激
ベンゼン	ユニットリスク: 6.0×10 ⁻⁶ (μg/m ³) ⁻¹ 17 μg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 1.7 μg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 0.17 μg/m ³ (10 ⁻⁶ の発がんリスク)	急性骨髄性白血病 遺伝毒性*
ナフタレン	10 μg/m ³ (年平均値)	動物実験での炎症や悪性を伴う気道損傷
二酸化窒素	200 μg/m ³ (1 時間平均値) 40 μg/m ³ (年平均値)	呼吸器症状、気管支収縮、気管支反応の増加、気道炎症、気道感染の増加をもたらす免疫防御の低下
一酸化炭素	100 mg/m ³ (15 分値) ※1 日のうちで頻繁にこのレベルを超えないこと 35 mg/m ³ (1 時間値) ※1 日のうちで頻繁にこのレベルを超えないこと 10 mg/m ³ (8 時間値) ※算術平均値 7 mg/m ³ (24 時間値) ※算術平均値	急性ば露時の運動負荷試験での運動能力の低下、虚血性心疾患の症状の増加 (心電図の ST 変化等)
ラドン	喫煙者のユニットリスク: 15×10 ⁻⁵ (Bq/m ³) ⁻¹ 67 Bq/m ³ (10 ⁻² の発がんリスク) 6.7 Bq/m ³ (10 ⁻³ の発がんリスク) 非喫煙者のユニットリスク: 0.6×10 ⁻⁵ (Bq/m ³) ⁻¹ 1670 Bq/m ³ (10 ⁻² の発がんリスク) 167 Bq/m ³ (10 ⁻³ の発がんリスク) ※安全なば露レベルは存在しないが健康影響 (肺がん) を最小限にする参照レベルとして 100 Bq/m ³ を推奨	肺がん 白血病や胸郭外気道の癌に関する示唆的証拠
トリクロエチレン	ユニットリスク: 4.3×10 ⁻⁷ (μg/m ³) ⁻¹ 230 μg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 23 μg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 2.3 μg/m ³ (10 ⁻⁶ の発がんリスク)	発がん性 (肝臓、腎臓、胆管、非ホジキンリンパ腫)
テトラクロエチレン	250 μg/m ³ (年平均値)	神経行動障害、腎機能への影響
ベンゾ-a-ピレン	ユニットリスク: 8.7×10 ⁻⁵ (ng/m ³) ⁻¹ 1.2 ng/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 0.12 ng/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 0.012 ng/m ³ (10 ⁻⁶ の発がんリスク)	肺がん

* 生物の遺伝子に障害を与える性質

表 4.2.2. WHO 欧州の室内空気質ガイドラインにおける燃焼生成物の目標排出基準

物質	器具	目標排出基準
PM2.5	煙突や排気フードを有する器具	0.80 mg/分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.23 mg/分以下
一酸化炭素	煙突や排気フードを有する器具	0.59 mg/分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.16 mg/分以下

第Ⅲ部 室内の環境に関わる要因の把握 と快適な環境の実現

第 5 章 室内の環境に関わる要因の把握

第5章 室内の環境に関わる要因の把握

5.1. 化学的要因

世界保健機関（World Health Organization: WHO）は 2002 年世界保健報告「Children's Environmental Health」で子ども、住宅と健康に関して室内環境における重要な因子として、気候と熱、騒音と光、多数の化学的、物理的および生物学的汚染物質と危険因子へのばく露が問題であるとしています。この第5章では室内汚染の化学的要因について述べます。

化学的要因には有機化合物と無機化合物があります。有機化合物（Organic Compounds）は炭素原子（C）を含んだ化合物で、無機化合物は炭素を含まない化合物の総称とされています。有機化合物は建築材料、日用品、工業製品、医薬製品などに広く用いられ、およそ 1000 万の種類があるとされています。WHO は大気中の放出される有機化合物を沸点範囲で分類しています。高揮発性有機化合物（Very Volatile Organic Compound: VVOC）は氷点下（<0℃）から 50～100℃。揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds: VOC）は 50～100℃から 240～260℃。準揮発性有機化合物（Semi Volatile Organic Compounds: SVOC）は 240～260℃から 380～400℃、粒子状有機化合物（Particulate Organic Matter: POM）は 380℃以上としています。表 5.1.1. に WHO の分類を示しました。ホルムアルデヒドは沸点では VVOC ですが WHO の分類では VOC に示されています。

WHO の分類ではありませんが細菌やカビなどの微生物が介在して生成する揮発性有機化合物を総称して微生物由来揮発性有機化合物（Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC）と分類することが行われています。

表 5.1.1. WHO の有機化合物分類

有機化合物分類名	英語(略語)	沸点範囲(℃)	有機化合物例
高揮発性有機化合物 (超揮発性有機化合物)	Very Volatile Organic Compounds (VVOC)	氷点下(< 0) から 50-100	プロパン, ブタン, 塩化メチル
揮発性有機化合物	Volatile Organic Compounds (VOC)	50-100 から 240-260	ホルムアルデヒド, d-リモネン, トルエン, アセトン, エタノール, 2-プロパノール, ヘキサナール
準揮発性有機化合物 (半揮発性有機化合物)	Semi Volatile Organic Compounds (SVOC)	240-260 から 380-400	殺虫剤 (DDT, クロルデン), 可塑剤 (フタル酸エステル化合物) 難燃剤 (PCB, PBB)
粒子状有機化合物 (粒子状有機物)	Organic compound associated with particulate matter or Particulate Organic Matter (POM)	380 以上	

すべてのVOCを総称する語として、総揮発性有機化合物（TVOC; Total Volatile Organic Compounds）も用いられています。

5.1.1. 主な発生源

a. 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素

地球の酸素濃度は約 21%で、私たちが生きるのに無くてはならないものです。人間は呼吸で酸素を取り入れ、体内で消費して二酸化炭素(CO₂)を放出しています。酸素は、燃料を燃やすときに、大量に使われています。この酸素は植物や海藻類などがつくり出し、使われる量とのバランスがとれています。けれども、最近では、使われる酸素の量や、酸素が燃えてできる二酸化炭素の量が増え、空気中の成分の割合も変化することが心配されています。酸素による中毒は酸素が少なくなった時に起こります。労働安全衛生法に基づく酸素欠乏症等防止規則では酸素欠乏を「空気中の酸素の濃度が十八パーセント未満である状態」と定められています。この酸素欠乏が起こりうる場所は、風通しが悪く、酸素を消費する物質がある場所です。例えばマンホールの内部、井戸の内部では酸素が少なくなる可能性があります。住居では石油ヒーターやストーブ、ガスファンヒーターなど、燃料を直接燃やすことは酸素を使って燃やしているわけですから、密閉された室内で長時間の燃焼を続ければ酸素欠乏になる可能性があります。もちろん一酸化炭素や二酸化炭素も増加します。一酸化炭素、二酸化炭素の関係は、物を燃やした時や人間の呼吸で、二酸化炭素(CO₂)が発生し、物を燃やす時に不完全燃焼を起こすと一酸化炭素(CO)が発生します。室内では火を使う所(台所、冬場ではストーブ等、換気の悪い部屋)で酸素の減少と一酸化炭素、二酸化炭素の増加が起こります。しかし、二酸化炭素は飲料水のサイダーやビールにも入っており飲料水として飲んでいきます。二酸化炭素の分子構造は安定しているので、壊れにくい気体です。一酸化炭素は不安定で酸素が一つしかない分子構造のために他の酸素と結合して早く安定した二酸化炭素(CO₂)になります。人への影響は一酸化炭素が肺に入ると血液中で酸素を運ぶ役割のヘモグロビンと結合し、全身に酸素が届かなくなります。短時間の軽い症状では顔色が赤くなる、急な疲労感や頭痛、吐き気、めまいを感じる、手足にしびれを感じます。長時間で重症の場合は、意識消失、心臓、呼吸の停止、更には脳細胞に酸素が行かなくなり脳死となります。図 5.1.1.には東京都の一酸化炭素中毒事故件数を示しています。平成 21 年から 25 年までで住宅で 74 件が発生し、そのうち 12 件はガスコンロやガス湯沸器などのガスを使用する場所で起こっています。特にガスコンロやガス湯沸器を使用する場所では換気が必要です。

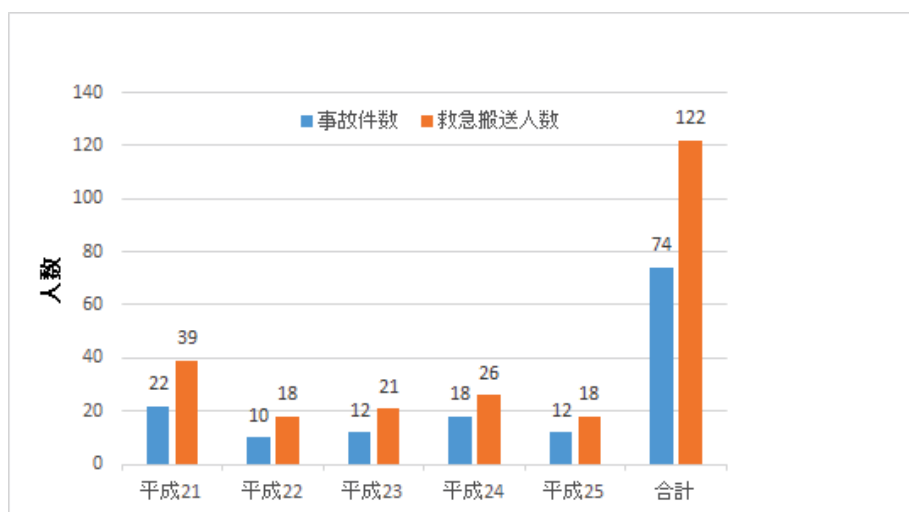


図 5.1.1. 東京都の一酸化炭素中毒

二酸化炭素はごくありふれた物質ですが、空気中の二酸化炭素濃度が 3～4%を超えると頭痛・めまい・吐き気などを起こします。表 5.1.2. は酸素、一酸化炭素、二酸化炭素濃度の症状と基準値を示します。

表 5.1.2. 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素の症状と基準値

酸素 (O ₂)		一酸化炭素 (CO)		二酸化炭素 (CO ₂)	
濃度%	症状	濃度ppm	症状	濃度%	症状
21	空気中に存在	0.01～0.2	空気中に存在	0.03	空気中に存在
18	安全限界だが連続換気が必要	200	比較的に強度の筋肉労働 時間呼吸促迫、時に軽い頭痛	0.55	6時間暴露で、症状なし
16	頭痛、吐き気	400	1時間から2時間で前頭痛・吐き気、2時間30分から3時間30分で後頭痛	1～2	不快感が起こる
12	目まい、筋力低下	800	45分間で頭痛・めまい・吐き気・けいれん、2時間で失神	3～4	呼吸中枢が刺激されて呼吸の増加、腕拍・血圧の上昇、頭痛、めまい等の症状が現れる
8	失神昏倒、7～8分以内に死亡	1600	20分間で頭痛・めまい・吐き気、2時間で死亡	6	呼吸困難となる
6	瞬時に昏倒、呼吸停止、死亡			7～10	数分間で意識不明となり、チアノーゼが起こり死亡する
規則	酸素欠乏症等防止規則	基準値	建築物における衛生的環境の確保に関する法律	基準値	目まい、筋力低下
基準値	18%以上	基準値	10ppm以下	基準値	0.5%以下

注:1000ppmは0.1%です。

b. ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド

ホルムアルデヒドはシックハウス症候群を引き起こす主要原因物質の一つとされています。ホルムアルデヒドはフェノール樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂などの原料になります。安価で殺菌、防虫、防腐作用があることから接着剤、塗料、建材の殺菌、防虫、防腐剤として用いられています。その為に合板やパーティクルボード、家具などから放散することがありました。天然素材からもわずかながら放出されています。

アルデヒド類の仲間の、アセトアルデヒドも室内空気汚染源の大きな危険因子とされています。アセトアルデヒド類は合成樹脂、合成ゴムなどの原料として用いられ、飲酒によって体内でも生成されます。またタバコの煙にも沢山含まれています。アセトアルデヒドは法的な測定の義務はありませんが、一部地方の市町村では公営住宅での測定を義務付けています。アセトンはアルデヒドではありませんが同じ捕集、測定方法で分析されます。アセトンは付け爪用除光液に使われています。アクロレインは加熱された食用油から発生して「油酔い」を起こします。ベンズアルデヒドはTVOCの計算に含めるVOCsリストとして示されています。

学校環境衛生基準（平成 21 年文部科学省告示第 60 号）では年一回の検査としてホルムアルデヒド（夏期に行うことが望ましい）とトルエンの測定を行い、必要に応じて、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンを測定することとしています。住宅性能表示制度（平成 13 年国土交通省告示第 1346 号）では室内空気中の化学物質の濃度等として新築住宅について、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン及びスチレンの測定が義務付けられています。表 5.1.3. にはアルデヒド類とアセトン等の用途を示しました。

表 5.1.3. アルデヒド、アセトン等の用途

	名前	分子量	沸点	CAS番号	用途
1	ホルムアルデヒド	30.03	-19.3	50-00-0	37%以上の水溶液はホルマリンと呼ばれる。フェノール樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂などの原料。家具や建築資材、壁紙の接着剤などに使用
2	アセトアルデヒド	44.05	20.2	75-07-0	合成樹脂、合成ゴムなど原料として用いられる。タバコの煙にも含まれ、飲酒によって人体内でも生成される。
3	アセトン	56.06	56.5	67-64-1	メタクリル酸メチル (MMA) の原料、付け爪用除光液、スプレーペイントや染み抜きなど、体内で自然に生成される
4	アクロレイン	58.08	52.6	107-02-8	医薬品、繊維処理剤、溶剤、抽出に用いる。殺菌剤、ガソリンエンジンの不完全燃焼、タバコから発生。「油酔い」は加熱分解された油脂から発生するアクロレインが原因
5	ベンズアルデヒド	106.12	179	100-52-7	アーモンド、杏仁（アズノの種）の香り成分。香料、や医薬品の合成原料、息香酸になる
6	クロトンアルデヒド	70.08	104	123-72-3	塗料用シンナーとして、揮発性の小さい溶剤としてカラー塗料等にも用いられる
7	ヘキサアルデヒド	100.16	131	66-25-1	食品用香料や、建材の防汚剤

c. VOC (Volatile Organic Compounds) 揮発性有機化合物

VOC は WHO の分類によると、沸点が 50～100℃から 240～260℃までの有機化合物です。揮発性を有し、大気中で気体状となる有機化合物です。塗料、印刷インキ、接着剤、洗浄剤、ガソリン、シンナーなどに含まれています。トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカンシックハウス問題に関する検討会（以後、検討会）で指針値として示されています。その他、ベンゼンなどよく知られている物質 100 種類以上が色々なところで使用されています。

VOC の種類については、検討会で示されている物質と国の委託などを受けて室内濃度の実態調査した物質を含めて、個々の有機化合物の用途を表 5.1.4. に示しています（表は沸点の低い有機物質から高い有機化合物となっています）。シックハウスに総揮発性有機化合物 (TVOC) という言葉があります。これは個々の有機化合物量を表す物ではなく VOC のトータル量を表したもので、室内の環境を維持管理に使用するための物です。室内 VOC の実態調査結果をもとに、達成が可能な限り低い範囲で指針値が設定されています。

表 5.1.4. VOC の用途と分類 (MVOC と TVOC を含む)

VOC	分類	分子量	沸点	CAS番号	用途
2-ベンチルフラン	複素環式芳香族	138	57	3777-69-3	
クロロホルム	ハロゲン	119	62	67-66-3	有機化合物の溶剤, フロンの原料
2-メチルフラン	複素環式芳香族	82	65	534-22-5	香料原料
3-メチルフラン	複素環式芳香族	82	66	930-27-8	
n-ヘキサノール	T, 脂肪族	86	68	110-54-3	食用油脂抽出溶剤、接着剤の溶剤、塗料、インキ溶剤
1, 1, 1-トリクロロエタン	T, ハロゲン	133	74	71-55-6	金属部品の脱脂・洗浄剤, ドライクリーニング洗浄剤
四塩化炭素	ハロゲン	153	76	56-23-5	油脂、ワックス樹脂の原料、農薬原料 (駆虫剤)
酢酸エチル	T, エステル	88	77	141-78-6	溶剤、塗料・印刷インキ、接着剤
メチルエチルケトン	T, ケトン	71	79	78-93-3	溶剤、印刷インキ溶剤、洗浄剤化粧品原料 (爪化粧品)
2, 4-ジメチルペンタン	脂肪族	102	80	108-08-7	溶媒
ベンゼン	T, 芳香族	78	80	71-43-2	合成原料、合成樹脂塗料、農薬、医薬品など溶剤
1, 2-ジクロロエタン	ハロゲン	99	83	107-06-2	溶媒、殺虫剤、熏蒸剤
トリクロロエチレン	T, ハロゲン	131	87	79-01-6	金属部品の脱油脂洗浄、羊毛の脱脂洗浄、抽出剤(香料)
1, 2-ジクロロプロパン	ハロゲン	113	96	78-87-5	金属洗浄剤, 油脂・樹脂・ゴムの溶剤, ドライクリーニング溶剤
2, 2, 4-トリメチルペンタン	脂肪族	114	99	540-84-1	燃料、溶剤、洗浄剤
2-ペンタノン	T, 脂肪族, MVOC	86	101	107-87-9	溶剤
トルエン	T, 芳香族	92	111	108-88-3	医薬品、塗料・インキ溶剤、洗浄剤
n-ドデカン	T, 脂肪族	184	111	629-50-5	石油中に含まれる
1-ブタノール	T, アルコール	74	117	71-36-3	塗料溶剤安定剤、化粧品原料、入浴用化粧品
メチルイソブチルケトン	T, ケトン	100	118	108-10-1	塗料・インキ・接着剤溶剤
2-ペンタノール	T, MVOC	88	119	6032-29-7	溶剤、洗浄剤、合成中間体、可塑剤、着香料
クロロジプロモetan	ハロゲン	208	121	124-48-1	農薬原料、殺菌消毒剤原料、水処理剤原料
テトラクロロエチレン	T, ハロゲン	166	121	127-18-4	ドライクリーニング、金属の脱脂洗浄、一般溶剤、駆虫剤
n-オクタン	T, 脂肪族	114	125	111-56-9	抽出溶剤、燃料、洗浄剤
酢酸ブチル	T, エステル	116	126	123-86-4	溶剤、ラッカーの製造、天然ゴム、果実エッセンス
2-ヘキサノール	MVOC	100	127	591-78-6	溶剤、香料、有機ゴム薬品 (老化防止剤)
2-メチル-1-ブタノール	アルコール	88	128	137-32-6	スズメバチやカリバチ等の誘引剤。果物やワインに含まれる。食品の香料
オルト、メタ、パラキシレン	T, 芳香族	106	128	1330-20-7	溶剤、合成樹脂の原料、EPS建材に不純物として微量混入する
3-メチル-1-ブタノール	MVOC	88	130	123-51-3	反応溶媒として使用、エステル誘導体の原料
エチルベンゼン	T, 芳香族	106	136	100-41-4	洗浄剤、有機合成、溶剤、希釈剤である
1-ペンタノール	MVOC	88	138	71-41-0	食品添加物、香味料
スチレン	T, 芳香族	104	145	100-42-5	ポリスチレン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、AS樹脂、合成樹脂塗料
α-ピネン	T, テルペン	136	155	7785-26-4	マツ、ヒノキ、スギなどの針葉樹に含まれ、香りを持ち香料や医薬品の原料
n-ノナン	T, 脂肪族	128	161	111-84-2	無臭溶剤として機械洗浄用、ドライクリーニング用、ペイント用シンナー
1,3,5-トリメチルベンゼン	T, 芳香族	120	164	108-67-8	燃料やガソリンに含まれる、溶剤、塗料うすめ液、家庭用塗料に含まれる
3-オクタン	T, MVOC	128	167	106-68-3	ラベンダー香水の成分、キノコとチーズの香味料
1,2,4-トリメチルベンゼン	T, 芳香族	120	169	95-63-6	ガソリンに含まれている、染料、香料などの原料として使用
n-デカン	T, 脂肪族	142	174	124-18-5	石油系中沸点溶剤 (印刷インキ溶剤・塗料溶剤の希釈剤など)
パラジクロロベンゼン	T, 芳香族	147	174	106-46-7	殺虫剤 (燻蒸剤)、室内の防臭剤、プラスチックの製造における中間体
1-オクテン-3-オール	アルコール	128	175	3391-86-4	ミントあるいは野菜類のフレーバー用としてまたラベンダー用香料
3-オクタノール	T, MVOC	130	175	589-98-0	
1,2,3-トリメチルベンゼン	芳香族	120	176	526-73-8	染料や顔料、医薬品などの中間体となる
リモネン(D,L体がある)	T, テルペン	136	176	136-66-3	柑橘類の果皮やハッカ油、テレピン油等に含まれ、香料や虫よけとして使用
2-エチル-1-ヘキサノール	T, アルコール	130	185	104-76-7	可塑剤、合成潤滑剤
硫酸ジメチル		126	188	77-78-1	香料ネロリンの合成、芳香族炭化水素の抽出溶剤、化学物質の安定剤
ノナノール	T, アルデヒド	142	191	124-19-6	食品、化粧品調合香料、花や果実の香りの成分として使用
n-ウンデカン	T, 脂肪族	156	196	1120-21-4	昆虫界、植物界に散見し、フィロモンとして利用。合成原料、溶剤、活性剤
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	芳香族	134	196	95-93-2	硬化剤、接着剤およびコーティング剤アルキド樹脂の架橋剤。
デカノール	アルコール	156	209	112-31-2	甘い柑橘果実的な香気を必要とするあらゆる合成精油、調合香料に使用
n-ドデカン	T, 脂肪族	170	216	112-40-3	溶剤、有機合成、ジェット燃料の研究
n-ヘプタン	T, 脂肪族	130	223	111-14-8	工業用の溶剤、洗浄剤
n-テトラデカン	T, 脂肪族	198	253	629-59-4	石油中に含まれる
n-ペンタデカン	T, 脂肪族	212	271	629-62-9	石油中に含まれる
n-ヘキサデカン	T, 脂肪族	226	287	544-76-3	溶剤

TはTVOC (総揮発性有機化合物) を求めるのに必須VOCsリストである。

MVOCは微生物由来揮発性有機化合物

表は沸点の低い物質から高い物質の順に並べています。

TVOCは表 5.1.4. の分類に示された T 記号と表 5.1.5. の TVOC を求めるのに必須 VOC の合計の有機化合物が TVOC として推奨されています。

表 5.1.5. TVOC を求めるのに必須 VOC 類

TVOC の分類	物質名
○芳香族炭化水素	n-プロピルベンゼン、2-エチルトルエン、ナフタレン
	4-フェニルシクロヘキセン
○脂肪族炭化水素 (n-C6~C16)	3-メチルペンタン、1-オクテン、1-デセン
○環状アルカン	メチルシクロペンタン、シクロヘキサン、
	メチルシクロヘキサン
○テルペン	3-カレン
○アルコール	2-プロパノール
○グリコール／グリコールエーテル	2-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール
	2-ブトキシエタノール、1-メトキシ-2-プロパノール
○アルデヒド	ブタナール、ペンタナール、ヘキサナール
○ケトン	シクロヘキサノン、アセトフェノン
○ハロゲン化炭化水素	1,4-ジクロロベンゼン
○酸	ヘキサン酸
○エステル	酢酸イソプロピル、酢酸 2-エトキシエチル
	デキサノールイソブチレート
○その他	テトラヒドロフラン

これ以外に「表 5.1.4. VOC の用途と分類 (MVOC と TVOC を含む)」の、分類列に「T」と記載されている物質が含まれる。

d. 準揮発性有機化合物 (Semi Volatile Organic Compounds: SVOC) と

粒子状有機化合物 (Particulate Organic Matter: POM)

WHO の分類では準揮発性有機化合物 (Semi Volatile Organic Compounds: SVOC) は沸点 240 ~ 260℃ から 380 ~ 400℃ の物質、粒子状有機化合物 (Particulate Organic Matter: POM) は 380℃ 以上となっています。SVOC は難燃剤 (可燃性の素材に化学を燃えにくくするために加える化学物質)、可塑剤 (物質を柔らかくしたり、加工しやすくしたりするために加える化学物質) として使用されています。有機化学物質の種類はフタル酸化合物やリン酸化合物があります。検討会で指針値として示されている物質はフェノブカルブ、ダイアジノン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルなどです。なお、WHO が殺虫剤として示している DDT、クロルデンは現在日本では製造、使用されていません。クロルピリホスは白色の結晶で、水には溶けにくく常温での揮発性は低く、POM と考えられますが 2003 年からこれを含んだ建築材料は使用されていません (使用禁止)。表 5.1.6. は SVOC として知られているフタル酸化合物とリン酸化合物の用途等を示しています。

表 5.1.6. SVOC（フタル酸化合物、リン酸化合物）

物質名	略語	分子量	沸点	CAS	用途
可塑剤					
フタル酸ジメチル	DMP	194.2	284	131-11-3	可塑剤, 顔料, 塗料, 香料, 殺虫剤, 防虫剤,
フタル酸ジエチル	DEP	222.2	298	84-66-2	可塑剤, 香料の保留剤
フタル酸ジイソブチル	DiBP	278.3	320	84-69-2	可塑剤, セルロイド, ネイルポリッシュ, 爆発物, 塗料製造に利用
フタル酸ジ-n-ブチル	DnBP	278	340	84-72-2	可塑剤, 接着剤や印刷インクの添加剤としても利用
フタル酸ブチルベンジル	BBP	312.4	370	85-88-7	可塑剤プラスチック可塑剤, 床壁用タイル, 塗料用, 人造皮革・室内装飾用
フタル酸ジエチルヘキシル	DEHP	390.6	230	117-81-7	可塑剤塗料, 顔料, 接着剤, 潤滑油の添加剤
フタル酸ジイソノニル	DINP	418.6	403	28553-12-0	可塑剤
アジピン酸ジエチルヘキシル	DEHA	370.5	214	103-23-1	可塑剤, 塩化ビニル, 合成ゴム用の軟化剤, 合成潤滑剤
難燃剤					
リン酸トリメチル	TMP	140	197	512-56-1	難燃剤, 合成繊維の染色防止剤, 弱極性溶媒, 農薬や医薬品の中間原料
リン酸トリエチル	TEP	182	215	78-40-0	難燃剤, ゴムやプラスチックの強化剤, 農薬の合成の中間体としても利用
リン酸トリプロピル	TPP	224.2	120	513-08-6	
リン酸トリブチル	TBP	266.3	289	126-73-8	難燃剤, 触媒, 安定剤 (樹脂・繊維), 可塑剤
リン酸トリス (2-クロロイソプロピル)	TCIP	327.5		6145-73-9	
リン酸トリス (2-クロロエチル)	TCEP	285.5	300	115-96-8	難燃剤, ウレタン樹脂用難燃剤, 潤滑油添加剤
リン酸トリス (2-エチルヘキシル)	TEHP	434.6	215	78-42-2	難燃剤, 電線被覆, 冷蔵庫用器具, レインコート生地用, 合成ゴム用可塑剤
リン酸トリス (ブトキシエチル)	TBEP	398.5	220	78-51-3	
リン酸トリス (1,3-ジクロロ-2-プロピル)	TDPCP	430	315	13674-87-8	難燃剤 (プラスチック発泡材, 樹脂および乳濁液)
リン酸トリフェニル	TPhP	326.3	370	115-86-6	難燃剤, 可塑剤
リン酸トリクレシル	TCP	368.4	420	1330-78-5	難燃剤, 樹脂の可塑剤, ゴムの軟化剤, ガソリン添加剤, 潤滑油添加剤
その他					
4-ノニルフェノール	4-NP	220.3	295	25154-52-3	界面活性剤, 樹脂の安定剤, 石油製品の酸化防止剤及び腐食防止剤等
ジブチルヒドロキシルエン	BHT	220.3	265	128-37-0	化粧品・ボディソープ・医薬品・ジェット G5:G27 燃料・ゴム・石油製品にも使われる
S-421	S-421				

e. 微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC)

室内に生育する微生物（細菌やカビ）などによって室内の有機物質は代謝や分解され、アルコール類やケトン類、カビ臭のもととなるジェオスミン（有機化合物の一種）等の化合物を生成します。これらの化合物は微生物由来揮発性有機化合物（Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC）と言われ、症状との検討がなされ、150 種類以上存在すると言われています。代表的な 1-オクテン-3-オールは室内空気中濃度がアレルギー性鼻炎の発症率に関与するとの報告があります。MVOC の発生を確認する為に *Alternaria alternata*, *Eurotium herbariorum*, *Aspergillus penicillioides* の 3 種類の真菌（カビ）を用いて行った実験例（培地を含む）では、エタノール、2-ペンタノン、1-オクテン-3-オール、3-オクタノールの発生が見られています。表 5.1.4. の VOC の用途と分類 (MVOC と TVOC を含む) に代表的な MVOC を示しました。測定された化学物質が MVOC であるかどうかを確実にするには室内のカビの測定も必要だと思っています。

5.1.2. 化学物質の測定

環境測定に関し作業環境の定義では測定をデザイン、サンプリング及び分析（解析）と定義しています。「デザイン」は実態を明らかにするために測定計画を立てることです。「サンプリング」は捕集等に適したサンプリング機器をその用法に従って試料を採取し、分析を行うための前処理を行うことです。「分析（解析）」は測定しようとする物を分離し、定量し、又は解析（評価）することをいいます。シックハウスの測定で必要なことは測定の目的をはっきりして行うことです。すなわち、実態を明らかにするための測定計画「デザイン」が重要です。シックハウスの測定計画の「デザイン」には次の5種が考えられます。

- 1) 予防として入居前の新規住宅（増築やリフォーム）の環境濃度を把握するためのデザイン
- 2) 入居後に室内の環境濃度を知る場合や環境濃度が気になる場合のための（自覚症状がある場合）デザイン
- 3) 個人個人の生活環境の行動範囲でのばく露濃度を知りたい場合のためのデザイン
- 4) 生活環境で体内に有害物質が吸収された量を知りたい場合のための（生物学的モニタリング）デザイン
- 5) ある程度の長時間のばく露（数か月から数日）を知る方法として住居のダストを用いるデザイン

「サンプリング」は化学物質の性状（粉じん、液体、気体）によって捕集方法が異なります。例えば一般的に粉じんならろ過材に捕集、気体なら個体に（活性炭やシリカゲル）吸着捕集、液体なら液体に捕集します。捕集時間もポンプを用いる場合（ポンプ法）、ポンプを使用しない場合（拡散法：(2)で説明）により異なります。捕集条件は、部屋の開放、密閉、測定位置などにより異なります。

「分析（解析）」は化学物質の成分や構造によって方法が異なり、精度や感度も異なり、検討委員会では液体クロマトグラフ（HPLC）、ガスクロマトグラフ質量分析（GC/MS）が用いられています。また、解析をするための評価は一部の物質について指針値が公表されています。

以下に、デザイン、サンプリング方法、分析等の例を示しますが、実際にデザイン、サンプリングをするには上記に述べた様に色々な条件を考慮する必要があり、一般的には専門家の力をかりて測定をする場合が少なくありません。依頼者は測定するデザインを良く話し合っていくことが必要です。

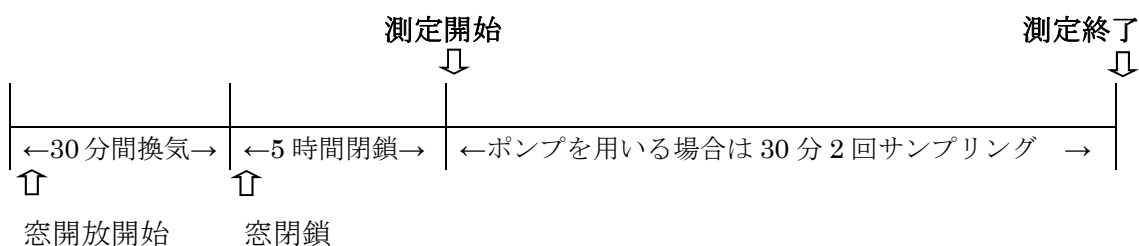
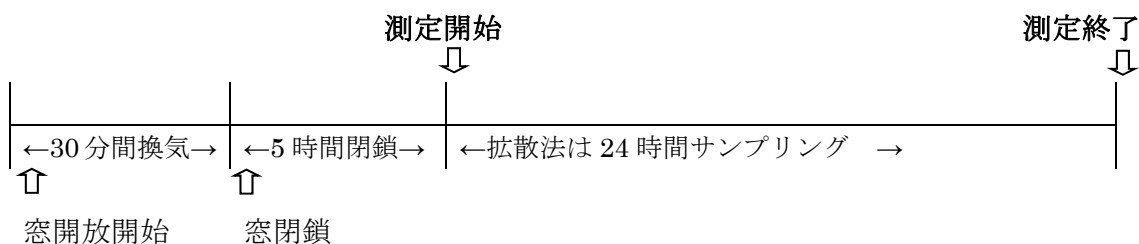
a. デザイン、サンプリング方法

(1) 予防として入居前の新規住宅（増築やリフォーム）の環境濃度を把握する場合のデザイン

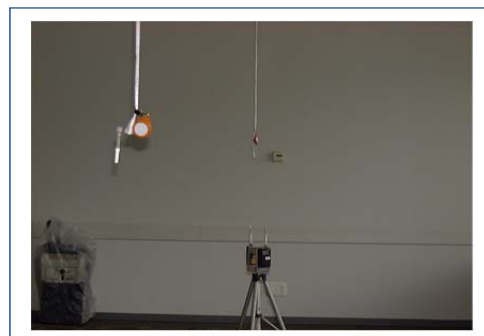
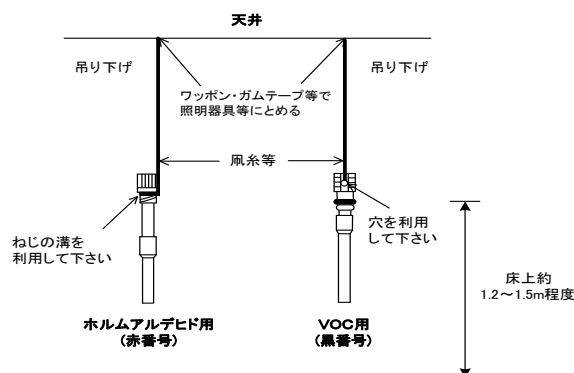
室内に放散される VOC の最大濃度を推測します。このデザインは入居前（生活前）ですから家具や生活用品（備え付け家具クローゼットなどは省く）などの持ち込みが無い、生活実績のない住宅を想定しています。一般的な手順を次に示します。ポンプを用いる場合と拡散法を示します。

手順測定開始前

- (1) 測定開始前に、まず、すべての窓と扉（物入れなどの扉を含む）を開放して下さい（30 分間換気します）。
- (2) その後、外気に面した窓、扉等を閉鎖し、部屋の扉も閉めます。この時、押入れ・クローゼットなどの扉は開放のままにしておきます。窓、扉を閉めて 5 時間以上閉鎖します。

ポンプを用いる場合拡散法は住居者でも可能です測定開始（拡散サンプラーを用いて住居者が行う例）

- (1) 測定器材保存容器を取り出します。
- (2) 次に保存容器からサンプラーを取り出して下さい。サンプリング部分には触れないでください。
- (3) サンプラーは風糸等を利用して部屋の中央で、頭の位置（床から 1.2m～1.5m）に吊り下げて下さい（粘着シール、ガムテープ等で）。棚の上などに置かないで下さい。



試料採取時刻は、任意の時点で開始し、原則 24 時間採取とします。（24 時間以上でもかまいません。）採取開始時刻と終了時刻を記録して下さい。あわせて測定開始時と終了時の部屋の温度と湿度の記録をお願いします。

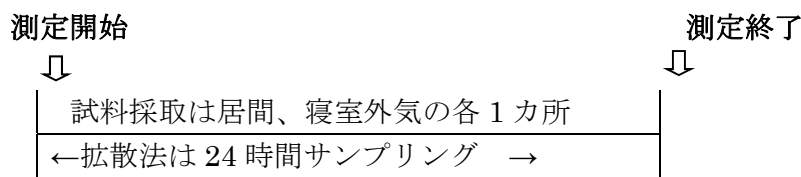
測定終了後

- (4) 保存容器に入れ、アルミホイルで包んでください。
- (5) 測定終了後、サンプラーと記録用紙を忘れずに、測定機関まで直ちにクール便でお送りください。

(2) 入居後に室内の環境濃度を知る場合や環境濃度が気になる（自覚症状がある）場合のデザイン

居住状態（日常生活状態）での化学物質濃度を把握する為の試料採取方法を示します。この場合は住居者自身が行うことが多いです。

方法は拡散型サンプラー（有害物質の拡散の原理を応用した）を用いてサンプリングします。ポンプを用いないために小型で、軽量、騒音がありません。通常の生活の状態を想定して 24 時間測定して下さい。



しかし、この方法はすべての物質の測定が可能ではありませんので、測定項目などは専門家に相談してください。

入居後に室内の環境が気になる（自覚症状がある）場合は、部屋の測定時の状態としては家具が存在しますので開閉を必要に応じて行ってください。注意事項としては、サンプリングの間の記録を付けることが必用です。測定記録シートを参考にしてください。

(3) 個人個人の生活環境の行動範囲でのばく露濃度を知りたい場合のデザイン

ばく露濃度は、被験者が 1 日をとおして、どのような化学物質にさらされているかを測定するものです。自宅の化学物質濃度と個人の化学物質濃度の両方を測定することで、ご住居以外の場所、通勤、仕事場、習い事やクラブなどの課外活動を含めた化学物質との接触を明らかにすることを可能にします。

ばく露濃度は労働環境で用いられています。シックハウス症候群のばく露測定はこれを参考に下記の様にまとめました。

- (1) 幅広い人が測定（会社勤務者、主婦、子ども等）するので目立たないサンプラーが必要、小型、軽量であること
- (2) 本来ばく露濃度は人の呼吸域に装着するが、行動範囲が広いので一日で最も長い間身

に着ける物に取り付ける（子どもならランドセル、女性ならハンドバック等）

(3) 原則、自宅では服の襟元に着け、睡眠時は寝室に装着すること

(4) 装着時間は原則 24 時間（一日の行動が終わるまで）

取扱い方法は平成 22 年度厚生労働科学研究『シックハウス症候群の原因解明のための全国規模の疫学研究－化学物質及び真菌・ダニ等による健康影響の評価と対策－』の中で、小学生を対象に実施した例を示します。

測定方法（小学生の測定事例を示します）

測定は、平日学校に行く日に実施してください。（お渡しするサンプラーは、開封するまで、青い袋は室温で、赤い袋は冷凍庫で保存して下さい。）

朝学校に行く前に取り付け、翌朝学校に行く前に回収してください。

（24 時間測定）



取り付け方法

①袋の中からサンプラーを取り出し、ひもをサンプラーに通してください。



②ランドセルなど、お子さまが使うカバンに取り付けてください。



③家にいるときには、なるべく近くに置いてください。あるいは、お子さまに取り付けてください。



④お子さまの就寝の際には枕元にサンプラーを吊るしてください。



⑤取り外したサンプラーはカップに入れてしっかりと蓋をし、「赤いシールのものは赤い袋」「青いシールのものは青い袋」に入れて、赤い袋のものは冷凍庫に、青い袋は冷蔵庫で保管して下さい。（赤はホルムアルデヒドの測定用、青はVOC測定用です）



注意事項：

- 白いフィルター部分に触らないようご注意ください。
- 可能な限り持ち歩き、なるべくお子さまの身近な場所にあるようにしてください。



一日の行動記録を作成して頂く様よろしくお願い致します。

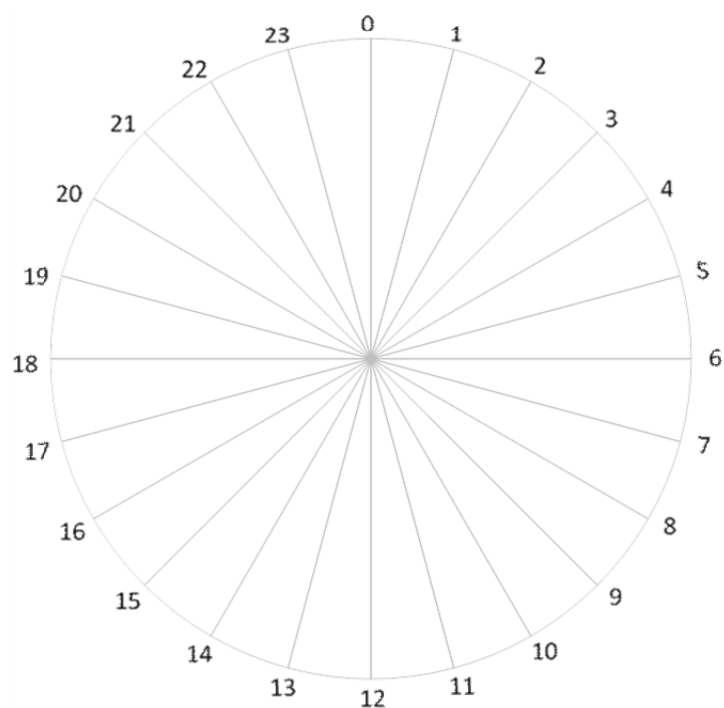
いちにち こうどうひょう ねん がつ にち なまえ

一 日 の 行 動 表 2015 年 ____ 月 ____ 日 名前 _____

サンプラーを付け始めた時刻、付け終わった時刻
 ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分 ~ ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分

※ID _____

下記の表の中に 1 日の行動を記入してください。



(4) 生活環境で体内に有害物質が吸収された量を知りたい場合の（生物学的モニタリング）デザイン

生物学的モニタリング検査は労働衛生の分野で活用されています。生体試料中の有害物質の濃度からばく露濃度や症状との関連を求めています。検査材料としては血液、尿、髪の毛、呼吸、その他が用いられます。検査材料の採集は一般に医師など医療従事者によって行われます。検査材料の中で被験者への負担がなくよく利用されているのは尿で、これを用いた活用が期待されます。しかし、この尿を用いた検査のルールは決められていません。

尿を用いた研究例を紹介します。シックハウスとして問題になっている可塑剤、難燃剤に含まれるフタル酸エステル、リン酸トリエステル類はばく露によって体内に入り、血液や体内でモノフタル酸エステル類、リン酸ジエステル類に代謝され尿中に排泄されます。排泄された代謝物濃度と人の健康状態との関係を比較することによって生体への影響が明らかになります。この研究によってフタル酸エステル類、リン酸トリエステル類は人への影響が明らかになりました。用いられた尿は朝のスポット尿を-20℃で保存し、使用しています。

シックハウスで比較的高濃度のばく露を受ける防虫剤のパラジクロロベンゼンは室内でばく露を受け体内から排泄されることが報告されています。

(5) ある程度の長時間のばく露(数か月～数日)を知る方法として住居のダストを用いる場合のデザイン

住居のダストは一般にほこりと言われ、その中には土・砂、綿ほこり、繊維くず、人の毛髪・フケ、食べかす、ペットの抜け毛、花粉、昆虫の死骸やフン、カビ、細菌、ダニの死骸やフン、タバコの煙や排気ガスなど様々な物質が含まれています。ほこりは空気中の化学物質を吸着しています。このほこりは風邪や人、物の動きによって空気中に舞い上がります。舞い上がったほこりは呼吸により吸収され生体への影響が問題となります。また室内のほこりは長時間存在（数日から数か月）することから恒常的なばく露を受ける事になります。シックハウスに関連する物質としては難燃剤、可塑剤としてのフタル酸エステルやリン酸トリエステルおよび農薬（WHO の分類では SVOC に属する化学物質）は、このほこりと共に室内に存在します。

この室内のほこり（ハウスダスト）中のフタル酸エステル類のばく露によるアレルギー症状への影響が報告されています。ダストの採集方法はハンディクリーナーを用いて居間の床全面や床より上の棚や家具の表面のハウスダストを採取します。分析に不要な毛髪や紙屑、食べ物屑などをその場でピンセットを用いて取り除き、あらかじめアセトンでフタル酸エステルの汚染を除去された共栓付きガラス試験管に入れ、フッ素テープで口を塞ぎ、アルミホイルで包み、分析まで - 20℃の冷凍庫で保管します。

b. 分析（評価0）

(1) ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドの分析方法はシックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会中間報告書 第1回/第3回のまとめで詳細に説明されています(巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧2)参照)。この方法はシリカゲルにDNPH(2,4-ジニトロフェニルヒドラジン)をコーティングした捕集剤を空気が通過するとホルムアルデヒドはDNPHへと誘導化されます。この誘導化された物質をアセトニトリルで抽出し、分析機器として高速液体クロマトを用いて測定します。他のアルデヒド類も同じ方法で測定されます。表5.1.7.には有機化合物の捕集、抽出、分析機器、採取条件を示します。

表 5.1.7. 有機化合物の捕集、抽出、分析機器、採取条件

物質名	捕集剤	抽出	分析機器等	採取条件
ホルムアルデヒド, (アセトアルデヒド,アセトン, アクロレイン,ベンズアルデヒド, 等)	DNPH (2,4-Dinitrophenylhydrazine) をコーティングしたシリカゲル	DNPH誘導化したサンプル をアセトニトリルで抽出	高速液体クロマトグラフ, 移動相: アセトニトリル: 水(6:4) 検出器: UV 360nm	高さ1.2~1.5m, 30分間採取 流量1 L/min
トルエン,キシレン,エチルベンゼン, スチレン,パラジクロロベンゼン, テトラデカン,ノナール (その他の溶剤,MVOC)	活性炭	二硫化炭素 (アセトン含有二硫化炭素) 加熱脱着,容器採取法	ガスクロマトグラフ/質量分析法 検出: SIM	高さ1.2~1.5m, 30分間採取 流量0.1~1.0/min
クロルピリホス, ダイアジノン, フェノバルブ	スチレンジニルベンゼン共重合体 または オクタデシルシリル化シリカゲル	アセトン	ガスクロマトグラフ/質量分析法 検出: SIM	採取は2時間, 高さ床上約30cm~ 1.5mの範囲内 流量1L/min程度(24時 間), 1~10L/min程度 (約2時間)
フタル酸ジ-n-ブチル, フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	カーボン系吸着剤, オクタデシルシリル化シリカゲル, または スチレンジニルベンゼン共重合体	アセトン,加熱脱着, 容器採取法	ガスクロマトグラフ/質量分析法 検出: SIM	1~10L/min程度の流量 で概ね30分間採取

測定値の評価は指針値としてホルムアルデヒド $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アセトアルデヒド $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が示され、この値以下であればほとんどの人に影響を及ぼさないとする値です。私共が実際に測定したアルデヒド類の事例を表 5.1.8. に示します。表は札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅（居間、寝室）室内 535 室の平均濃度と最大濃度および当該物質が住宅で検出された件数を示しています。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトンはほとんどの室内で検出されます。それ以外のアルデヒドは表 5.1.8. の検出数と平均濃度を参考にしてください。

表 5.1.8. 札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅（居間、寝室）535 室の濃度

番号	名前	平均濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	標準偏差	最大値	検出数
1	ホルムアルデヒド	42.1	30.6	232	534/535
2	アセトアルデヒド	18.9	17.4	132	522/535
3	アセトン	31.5	39.1	538	525/535
4	アクロレイン	0.1	1.1	23	6/535
6	クロトンアルデヒド	3.1	5.8	63	157/535
7	ベンズアルデヒド	0.3	0.8	6	22/535
8	ヘキサアルデヒド	4.3	12.1	174	200/535

定量下限値は $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1440分の捕集で空気を 0.5m^3 以上吸引した場合

検出率は $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ の半分 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ までとした。

(2) VOC と MVOC（揮発性有機化合物、微生物由来揮発性有機化合物）

WHO の分類では VOC は化学物質の沸点範囲が $50\sim 100^\circ\text{C}$ から $240\sim 260^\circ\text{C}$ の化学物質としています。指針値が示されている揮発性有機化学物質は、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、スチレン、エチルベンゼンがあります。これらの捕集、分析方法は巻末の引用参考文献第 5 章参考ウェブ一覧 1) から 4) を参照して下さい。MVOC は室内に生育する微生物などによって室内の有機物質が代謝や分解されて増加する有機化合物です。この MVOC の種類は現在 100

種類以上が報告されています。MVOCをWHOの沸点範囲で分類するとほとんどはVOCに属します。VOCの室内濃度は沢山の種類が報告されています。私共が実際に測定したVOC類の測定事例を表5.1.9.に示します。51種類のVOC・MVOCの室内濃度平均値と最大値を示しました。測定を実施された場合は参考にしてください。なお、この51種類の物質のサンプリング、分析方法は巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧1)から5)を参照してください。トルエン、キシレン、エチルベンゼンは多くの室内で検出されています。その他、リモネン、n-デカン、n-ウンデカン、 α -ピネンや酢酸ブチル、酢酸エチルも多くの室内で検出されています。

また検討会はTVOCの管理目標として暫定目標値を400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。表5.1.9.に示す2009年度調査の平均値をすべてプラスすると171 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり暫定正勧告値以下です。

(3) SVOC（準揮発性有機化合物）

WHOの分類ではSVOCは沸点範囲240～260℃から380～400℃の有機化合物とされています。これに属する有機化合物は殺虫剤（DDT、クロルデン）、可塑剤（フタル酸化合物）、難燃剤（PCB, PBB）として使用されています。指針値はフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル、ダイアジノン、クロルピリホス、フェノブカルブの5種類が示されています。分析方法は巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧3)、4)を参照してください。

一方、沸点の高いSVOCは、浮遊粉じんやハウスダストなどの表面に付着し、室内に蓄積することが懸念されています。難燃剤や可塑剤として使用されている有機化合物のフタル酸エステル類やトリリン酸エステル類はハウスダストに付着すると言われています。私共が室内から採集したダストに存在するフタル酸エステル類とトリリン酸エステル類濃度を表5.1.10.に示します。

室内ダスト中のフタル酸エステル類ではフタル酸ジエチルヘキシル（DEHP）が最も多く存在しています。リン酸トリエステル類ではリン酸トリス（ブトキシエチル）が多く存在します。分析方法は巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧6)を参照してください。

表 5.1.9. VOC・MVOC 濃度調査事例

VOC/名	2013年個人住宅濃度		2013年屋外の濃度			2009年住宅濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	平均値	最大値	平均値	最大値		平均値	最大値	検出数
2-ベンチルフラン						0.3	1.8	6/131
クロロホルム						1.0	5	47/533
2-メチルフラン					*	0.3	2.3	11/131
3-メチルフラン					*	0.3	0.6	2/131
n-ヘキサン	2.3	17.0	2.6	96.0		1.7	78	102/533
1,1,1-トリクロロエタン	0.5	26.0	0.0	0.0		0.2	10	7/533
四塩化炭素						0.2	3	1/533
酢酸エチル	2.0	56.0	0.5	18.0		10.0	200	399/533
メチルエチルケトン						3.0	39	236/533
2,4-ジメチルペンタン	0.1	1.5	0.6	38.0		0.1	9	1/533
ベンゼン	1.6	10.0	1.4	4.1		1.8	37	94/533
1,2-ジクロロエタン	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	10	4/533
トリクロロエチレン	0.1	1.7	0.0	0.8		0.1	3	2/533
1,2-ジクロロプロパン	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	1	0/533
2,2,4-トリメチルペンタン					*	0.3	2.1	5/131
2-ペンタノン	MVOCとしての取り扱い				*	0.3	2.0	8/131
トルエン	8.3	53.0	5.4	55.0		13.1	71	513/533
n-トリデカン					*	4.4	151.5	102/131
1-ブタノール						1.0	13	77/533
メチルイソブチルケトン						1.3	41	56/533
2-ペンタノール	MVOCとしての取り扱い				*	0.5	3.4	29/131
クロロジプロモメタン	0.0	0.0	0.0	0.0		1.4	133	10/533
テトラクロロエチレン	0.3	9.3	0.0	0.0		0.7	61	158/533
n-オクタン	2.4	110.0	0.1	0.9		3.5	200	158/533
酢酸ブチル	1.7	14.0	0.2	1.8		5.2	242	302/533
2-ヘキサノン	MVOCとしての取り扱い				*	0.3	0.7	2/131
2-メチル-1-ブタノール					*	0.4	4.0	29/131
メタ・パラキシレン	4.5	16.0	2.8	6.3		5.3	28	378/533
オルトキシレン	1.8	7.4	1.0	4.4		2.2	13	162/533
3-メチル-1-ブタノール	MVOCとしての取り扱い				*	2.1	19.0	77/131
エチルベンゼン	2.2	6.5	1.4	4.3		4.1	27	334/533
1-ペンタノール	MVOCとしての取り扱い					0.6	10.5	32/131
スチレン						2.2	28	151/533
α -ピネン	7.8	120.0	0.1	1.6		22.9	445	404/533
n-ノナン	3.8	38.0	0.4	2.7		5.2	71	222/533
1,3,5-トリメチルベンゼン	1.0	6.2	0.5	1.8		1.2	54	62/533
3-オクタノン	MVOCとしての取り扱い				*	2.2	58.3	75/131
1,2,4-トリメチルベンゼン	3.2	21.0	1.5	4.2		3.6	34	246/533
n-デカン						10.4	315	375/533
パラジクロロベンゼン	2.9	1600.0	0.9	34.0		18.2	3718	218/533
1-オクテン-3-オール	MVOCとしての取り扱い				*	0.9	16.5	40/131
3-オクタノール	MVOCとしての取り扱い				*	0.3	3.1	6/131
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.8	7.0	0.3	1.0		1.4	55	70/533
リモネン	22.0	200.0	0.2	3.3		13.9	261	418/533
2-エチル-1-ヘキサノール					*	2.3	43.6	115/131
硫酸ジメチル					*	0.3	0.6	5/131
ノナノール					*	2.2	26.8	130/131
n-ウンデカン	9.6	140.0	2.1	8.7		10.0	139	353/533
デカノール					*	0.4	7.8	16/131
n-ドデカン					*	4.6	71.2	128/131
n-ヘプタン	1.9	32.0	0.1	1.0		3.9	339	44/533

2013年年度厚生労働科学研究補助金横浜市周辺の公共住宅と個人住宅における室内環境中化学物質の冬季実態調査

室内、室外(n=77) 定量下限不明

* 2009年秋から冬(札幌、北九州の住宅(居間、寝室)の131室濃度

2009年の平均値は定量下限値(0.5)の半分 $0.25\mu\text{g}/\text{m}^3$ を代入して計算した

533件数は札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅(居間、寝室)の濃度

表 5.1.10. 住宅室内ダスト中のフタル酸エステル類とトリリン酸エステル類

物質名	記号	平均値	最大値	最小値	LOQ
可塑剤					
フタル酸ジエチル	DEP	0.88	15.86	LOQ以下	0.68
フタル酸ジメチル	DMP	0.49	11.77	LOQ以下	0.28
フタル酸ジイソブチル	DiBP	7.42	205.18	0.67	0.31
フタル酸ジ-n-ブチル	DnBP	77.08	1084.23	2.22	0.48
フタル酸ブチルベンジル	BBP	5.26	119.53	LOQ以下	0.15
アジピン酸ジエチルヘキシル	DEHA	28.49	1670.19	LOQ以下	0.74
フタル酸ジエチルヘキシル	DEHP	1726.78	17081.46	LOQ以下	0.57
フタル酸ジイソノニル	DINP	147.03	3096.50	2.03	0.66
難燃剤					
リン酸トリメチル	TMP	0.18	13.37	LOQ以下	0.40
リン酸トリエチル	TEP	0.08	2.39	LOQ以下	0.13
リン酸トリプロピル	TPP	0.60	11.19	LOQ以下	0.18
リン酸トリブチル	TBP	1.39	36.21	LOQ以下	0.26
リン酸トリス (2-クロロエチル)	TCEP	6.54	756.08	LOQ以下	0.25
リン酸トリス (2-クロロイソプロピル)	TCIP	2.76	68.60	LOQ以下	0.20
リン酸トリス (1, 3-ジクロロ-2-プロピル)	TDCPP	5.74	313.69	LOQ以下	0.28
リン酸トリス (ブキシエチル)	TBEP	99.25	1507.90	LOQ以下	0.15
リン酸トリフェニル	TPhP	0.61	13.27	LOQ以下	0.52
リン酸トリス (2-エチルヘキシル)	TEHP	0.53	8.05	LOQ以下	0.18
リン酸トリクレシル	TCP	0.43	17.94	LOQ以下	0.23
その他					
4-ノニルフェノール	4-NP	0.18	7.56	7.77	0.58
S-421	S-421	5.39	1116.18	LOQ以下	0.18
ジブチルヒドロキソトルエン	BHT	2.70	268.70	LOQ以下	0.44

測定事例207件数

単位 $\mu\text{g/g}$

c. 個人ばく露量（濃度）

(1) 個人サンプラーの濃度

個人サンプラーでは VOC の捕集が可能です。一般的には拡散型のサンプラーを用いて捕集が行われ、その捕集剤に吸着された有機化合物を分析します。これを求めるには個々の有機化合物が捕集剤に吸着される捕集速度や捕集剤から溶剤を用いて抽出する条件を検討しておく必要があります。ここでは測定事例として私共が開発したサンプラーを使用して測定された個人ばく露濃度について示します。なお、サンプラーの捕集、分析については巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧 6) を参照してください。

表 5.1.11. ばく露濃度測定事例

		定量下限 ug/m3	計算に用いた 定量下限	算術平均	標準偏差	最大値	検出数
1	ホルムアルデヒド	9	4.5	25	14	73	42/45
2	アセトアルデヒド	8	4	12	8	41	29/45
3	アセトン	8.7	4.35	27	25	147	44/45
4	メチルエチルケトン	34.7	17.35	19	9	70	2/45
5	1-ブタノール	51.8	25.9	-	-	26	0/45
6	ベンゼン	51.8	25.9	10	3	19	41/45
7	トルエン	5.9	2.95	38	54	328	40/45
8	エチルベンゼン	6.9	3.45	9	20	102	11/45
9	キシレン	6.9	3.45	13	12	66	24/45
10	α -ピネン	8.4	4.2	14	22	106	17/45
11	p-パラジクロロベンゼン	6.9	3.45	9	17	91	7/45
12	2-エチル-1-ヘキサノール	21	10.5	28	16	58	26/45
13	リモネン	10.4	5.2	28	27	136	39/45

北海道小学生の曝露濃度（24時間測定）

表 5.1.11. には小学生の一日の行動（住居－通学－学校－塾や習い事－帰宅－自宅、食事－睡眠）のばく露を測定しています。この測定事例の平均値から見ると比較的高いばく露はトルエン、2-エチル-1-ヘキサノール、リモネン、アセトン、ホルムアルデヒドが見られます。なお、2-エチル-1-ヘキサノールはビニルタイルなどの接着剤に使用されている DEHP の加水分解物質だと言われています。

(2) 尿中代謝物を用いた生物学的モニタリングの濃度

シックハウスに関連する物質として可塑剤、難燃剤の有機化学物質であるフタル酸ジエステル類と尿中代謝物についての多くの報告があります。例えばフタル酸ジエステル類は生体内で加水分解や代謝を受けて尿中にフタル酸モノエステル類として排泄されます。トリリン酸エステル類はジリン酸エステル類として排泄されます。巻末の引用参考文献第5章参考ウェブ一覧6) には5種類のフタル酸エステル類(①フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、②フタル酸ジブチル、③フタル酸ブチルベンジル、④フタル酸ジイソブチル、⑤フタル酸ジノルマルオクチル)の尿中代謝物8種類の同時分析する方法を示します。フタル酸ジエステルから遊離されたアルキル基は脂肪族のアルコール(2-エチル-1-ヘキサノール)になります。またフタル酸ジエステルは分析時に無水フタル酸になります。

表 5.1.12. 小学生とその両親の尿中フタル酸エステル代謝物濃度の平均値($\mu\text{g/L}$)

親化合物	代謝物	小学生(7-12 歳) n=178		両親 (27-56 歳) n=215	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
DnBP	MnBP	4.95	5.05	6.28	7.85
DiBP	MiBP	231.29	803.47	233.59	734.67
BBzP	MBzP	35.17	123.23	21.06	39.77
	MEHP	45.91	73.14	49.60	70.62
DEHP	MEOHP	85.71	228.79	53.92	38.22
	MECPP	74.77	400.96	21.25	38.46

表 5.1.12. には 7～12 歳児とその両親のフタル酸ジエステル代謝物の平均値を示しました。DEHP は沢山の代謝物質が知られていますがここでは 3 種類の代謝物質を調べています。フタル酸モノ-2-エチルヘキシル (MEHP) が一次代謝物でそこからさらに代謝物され、フタル酸-2-エチル-5-モノオキシヘキシル (MEOHP)、フタル酸-2-エチル-5-モノカルボキシペンチル (MECPP) となります。

d. SVOC のダスト中濃度と尿中代謝物濃度の相関

室内中の化学物質は、分子量や揮発性等、物質の性質によってガス状で気中に存在していたり、室内のダスト（ほこり）にも吸着した状態で存在したりしています。私たちは一日の大半を室内で過ごしているため、室内の化学物質濃度が高いと個人のばく露（体の中に取り込まれること）濃度も高い、という相関関係はありますが、室内の化学物質濃度がそのまま個人のばく露濃度になる（ダスト中化学物質濃度＝個人ばく露濃度）わけではありません。従って、室内中の空気やダスト中の化学物質から実際にはどのくらいの量（濃度）がばく露されているのかということについて考える必要があります。1 つの方法として、空気やダスト中の化学物質濃度から、個人の性別および年齢で異なる呼吸、接触率等の係数を用いて実際の体内への取り込み量（ばく露量）を推定する方法が用いられています。このような係数は、米国の環境保護庁（United States Environmental Protection Agency: EPA）より出版されている『Child Specific Exposure Factors Handbook』に載っていますので参考にしてください。

実際に私たちは室内環境からの化学物質のばく露のみならず、食事や薬品、日用品等からもばく露を受けています。では実際にどのくらいの量のばく露を受けているのでしょうか。一般的には、体内に取り込まれた化学物質は、加水分解や代謝を受けて尿中に排泄されます。また、脂溶性の高い物質であれば、血液中や組織に蓄積します。従って、個人の尿や血液中の化学物質あるいは化学物質の代謝物の濃度を測定することで、個人の化学物質ばく露濃度を把握することができます。また、尿中の化学物質濃度や室内の化学物質濃度を基に、分子量等の化学物質の特性、個人の身長、体重、年齢、尿への排泄率もしくは呼吸率等の係数を用いて、化学物質の 1 日摂取量を推定することもできます。

ここでは、平成 22 年度厚生労働省科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合研究事業および平成 23 年度環境省環境研究総合推進費で実施した室内環境からのフタル酸エステル類のばく露に関する調査の結果を例にあげて、ダスト中濃度と尿中代謝物濃度の相関について述べます。フタル酸エステル類は、半揮発性有機化合物（5 章 1 節 1 項 d 参照）に分類され、建材や日用品等、多くの製品に含まれています。ばく露源としては食品からのばく露の寄与が最も大きいといわれています。食品パッケージに含まれるフタル酸エステルが食品に移行し、その食品を私たちが摂取することでばく露されていると考えられているからです。しかし、フタル酸エステル類は、食事の他、玩具や容器などのプラスチック製品、化粧品、シャンプー、ボディローションなどのパーソナルケア製品、塗料、電気ケーブル、合成皮革などにも含まれているため、これらの製品を使用することによってもばく露します。これらの製品から徐々に揮発したフタル酸エステル類は、ダストや気中に存在しています。

室内のフタル酸エステル類がどのくらい体内に取り込まれているかということを調べるために、一般住宅の居間のダストとその住人の尿を採取し、ダストに含まれるフタル酸エステル類の濃度とその尿中代謝物濃度の相関を見たところ、いくつかの化合物でダスト中濃度と住人の尿中代謝物濃度との間に正の相関があることがわかりました。さらにその相関は、棚などの高い場所にあるダストよりも、床面などの低い場所にあるダストとの間で認められました。ここで、「正の相関」とは、ダスト中の濃度が高いと、尿中の濃度も高いことを示してい

ます。すなわち、室内のダスト中の濃度が高い住宅では、体内に取り込まれる量も多いということになります。すなわち、食事を介したばく露に加え、床面など低い場所のダストが、重要なばく露源となりうることを示しています。また、この「正の相関」は大人（両親）よりも子ども（小学生）、さらに父親よりも母親で強く見られ、特に子どもで最も強い相関が認められました。つまり、一般的に日中はほとんど家にいない父親より、比較的家にいる時間が長い母親のほうが自宅の化学物質により多くばく露されていることを示しています。また、子どもは大人よりさらに多くのばく露を受けていることを示しています。子どもは体重当たりの吸気量は大人より多く、さらに乳幼児は、床を這う、手や物を口に入れるという行動等により成人よりも多くの化学物質のばく露を受ける機会があり、また代謝機能も未熟です。そのため、子どもは大人よりも環境中の化学物質に対して脆弱（もろくて弱いこと）であるといわれています。ダストに含まれるフタル酸エステル類は住宅の床材やプラスチック製の玩具にも含まれています。近年、日本や諸外国では、玩具や育児用品への一部のフタル酸エステル類の使用は規制されるようになりました。しかし、住宅の建材や内装材に対する使用規制は未だ行われていません。フタル酸エステル類のうち、最も使用されている DEHP のばく露源は食事由来の他に、室内の PVC 製の建材や内装材由来であることが欧米や日本の研究により報告されています。また、PVC 製の床材の他、複合（複層）フローリングの床材においてもダストに含まれる DEHP の濃度が高いことが報告されています（図 5.1.2.）。したがって、室内環境中からのフタル酸エステル類の取り込みを軽減する方法としては、PVC 製や複合フローリングの床材をできるだけ使用しないようにすることが効果的であると言えるでしょう。また、ハウスダストの取り込みを軽減するためには、① 1 m² あたり 20 秒くらいでゆっくり掃除機をかける、② 水拭きをして室内のダストを除去する、③ 手洗いで手に付着したダストを除去することが効果的です。

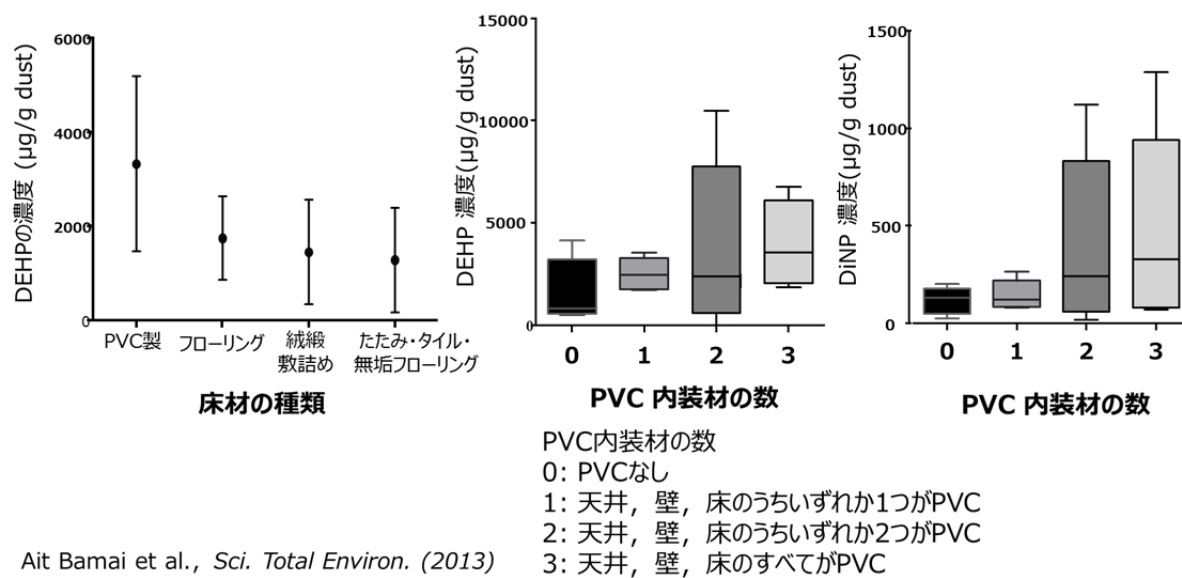


図 5.1.2. 住宅の床材種類および PVC 内装材の数とダスト中フタル酸エステル類濃度との関連



5.2. 生物学的要因

5.2.1. 真菌 (カビ)

a. 室内環境中の真菌

室内中に真菌は必ず存在します。職業性の大量ばく露は確実に呼吸器系などの健康影響を与えることが報告されていますが、通常の居住室内環境における気中真菌濃度の上昇によるシックハウス症状への影響はよくわかっていません。一方、真菌は微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC) のような刺激性の化学物質を産生することがあり、マイコトキシン (カビ毒) を産生することがあります。また菌体成分の 1 $\rightarrow$ 3- β -D-グルカンも刺激性があり呼吸器などに健康影響を生じる可能性があります。室内中の真菌には以下のような種類があります。

①クラドスポリウム (Cladosporium)

俗称はクロカビ。室内や外気中において最も高頻度に検出されます。中温性・好湿性で、湿性、水系環境に多く、土壌、植物、繊維、紙、木材、皮革、体表、家塵、油剤、プラスチック、穀類など様々な場所に存在します。アレルギーの原因となり、医療機関の検査では血液検査による特異 IgE (特定の物質がアレルギーの原因となるかを推定する血液検査) の測定が行うことができ、皮膚テスト用アレルゲンによる検査も行われています。

②アスペルギルス (Aspergillus)

俗称はコウジカビ。自然界に広く検出され、中・高温性の耐乾性から好乾性であり、家塵、土壌、穀類、繊維、紙、皮革などに存在します。アレルギーに関連し、医療機関では血液検査による特異 IgE の測定が行うことができ、皮膚テスト用アレルゲンによる検査も行われています。この真菌による特殊なアレルギーとして、アレルギー性気管支肺アスペルギルス症という喘息とアレルギー性の肺炎が合併する病気の原因となります。免疫機能が低下している人には肺アスペルギルス症という感染症の原因となります。

③ペニシリウム (Penicillium)

俗称はアオカビ。生活環境では、ハウスダスト (家のほこり)、水系・乾燥性環境、空中などに多く、とくに室内空中に広く存在します。温度感受性が強く、多くは 30℃ 以上で発育不良の中温性です。アレルギーの原因となり、医療機関では血液検査による特異 IgE の測定が行うことができ、皮膚テスト用アレルゲンによる検査も行われています。

④アルテルナリア (Alternaria)

俗称はススカビ。中温性、好湿性真菌で、木材、空中、土壌などに存在します。アレルギーの原因となり、医療機関では血液検査による特異 IgE の測定が行うことができ、皮膚テスト用アレルゲンによる検査も行われています。

b. 真菌評価方法

一般的に利用できる有効な評価方法は少ない状況です。気中の真菌数を直接、定量的に評価する方法として、落下真菌をシャーレで培養する方法、エアーサンプラーで一定量の室内空気を吸引して、顕微鏡により真菌数をカウントすることや、培養される真菌数をカウントして、一定空気量（1 m³あたりのコロニー（菌の集落）数(colony forming unit: cfu)など）に含まれる真菌量を定量化する方法があります。培養後に、真菌の種類とその量の定量化も可能になります。しかしながら、ばく露量を直接リスク評価に利用することは難しく、職業ばく露では10⁵-10⁷cfu/m³ のレベルで呼吸器症状などが生じるとされますが、一般室内環境の気中真菌量とシックハウス症状の関係ははっきりしていません。そのため、WHO の報告書などでも、一般室内環境のガイドライン値の設定はできないとしています。

測定法については、研究室レベルとなりますが、室内の塵^{ちり}を集めて真菌を培養定量することや、Polymerase Chain Reaction: PCR 法という分子生物学的手法で真菌遺伝子を検出定量することも行われています。しかしながら、これらとシックハウス症状との関連ははっきりしていません。また、室内気中の微生物由来揮発性有機化合物（Microbial Volatile Organic Compounds: MVOC）を測定することにより真菌の影響を推定する方法があり、シックハウス症候群の指標となる可能性が報告されています。MVOCはいくつかの研究でシックハウス症候群などの健康影響が報告されていますが、未だ関連ははっきりしていません。

以上のように真菌について環境から定量的に評価するのは難しい状況ですが、個人について真菌の影響を医療機関で判断する方法として、特定の真菌に対するアレルギーが存在するか確認するには、先に述べたクラドスポリウム、アスペルギルス、ペニシリウム、アルテルナリアについて血液検査で特異 IgE を測定することにより、アレルギー症状に影響しているか推定することができます。

5.2.2. 細菌

a. 室内環境中の細菌

一般環境では室内に細菌が存在することは避けられません。感染症としては、室内に結核等の呼吸器感染症発症者がいる場合や、空調の冷却水、循環式給湯器のメンテナンス不良などによるレジオネラ感染症といった疾病と関係します。細菌が産生するエンドトキシン（細菌の細胞壁に含まれる毒素）は呼吸器系に影響する物質として知られています。

b. 細菌評価方法

真菌と同様に、気中の細菌数を定量的に直接評価する方法として、落下細菌をシャーレで培養する方法、エアーサンプラーで一定量の室内空気を吸引して細菌量を定量化する方法があります。しかしながら、一般居住室内環境において気中細菌量が増えたことによるシックハウス症状への影響は認められていません。エンドトキシンは、一般の室内環境ではシックハウス症状に影響を与えるとは考えにくく、逆に適度にばく露するとアレルギー性の喘息が減少することが報告されています。

5.2.3. ダニアレルゲン他

a. 室内環境中のダニアレルゲン他

日本国内のアレルギーの原因の代表となるダニは、チリダニ科ヒョウダニ属のヤケヒョウダニ (*Dermatophagoides pteronyssius*) とコナヒョウダニ (*Dermatophagoides farinae*) で、これらがハウスダストアレルギーの原因となります。ハウスダストアレルギーは通年的に生じるアレルギーであり、主に気管支喘息やアレルギー性鼻炎を生じます。

その他、ゴキブリや家の中で飼うイヌ、ネコ、ラットなどのげっ歯類等がアレルゲンとなりアレルギー症状に影響することがあります。

b. ダニアレルゲン他の評価法

ダニアレルゲンについてはいくつかの種類が同定・分類されていますが、Der p1/ Der f1、Der p2/ Der f2 が主要なアレルゲンと考えられ、環境測定において精密な測定法として受託検査としてエライザ (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: ELISA) による測定法が行われていますが、その他定量ダニアレルゲン測定キットが市販品として発売されており、一般家庭などでも測定が可能です。

その他、ゴキブリでは Bla g1、ネコでは Fel d1、イヌでは Can f1、ラットでは Rat n1、といったものが代表的ですが研究室レベルの測定として行われており、受託検査による測定も一般になっていません。

以上のアレルゲンについては、個人への影響の医療機関での検査として、血液検査で特異 IgE を測定することにより、アレルギー症状に影響しているか推定することができます。



5.3. 物理学的要因

5.3.1. 温熱的要因

a. 快適な温度条件

熱環境の快適性に影響する条件は、温度、湿度、風速、輻射です。人は食べものを食べてエネルギーを生産しますが、生産するエネルギー（代謝量）と身体から発散するエネルギーは、健常の時は常に等しい状態になっています。このバランスが壊れそうになったときに寒さ、暑さを感じるようになります。この4つの条件は快適環境を実現する際には相互に関連します。例えば、温度が低いときは温度を上げなくとも輻射量を増やせば寒さを感じなくなるし、温度が高く暑いときは扇風機で風を受ければ涼しく快適と感じるということになります。

また、作業の状態によって代謝量は異なるので、同じ環境条件でも代謝量が多いときは暑く感じ、安静にしているときは寒く感じます。寒いときは着衣の量を増やして暖かくし、暑いときは薄着にして涼しさを得ることができます。このように快適条件の要因は温度、湿度、風速、輻射に加えて代謝量、着衣量の6つになります。

これらの条件をすべて考慮し、温熱環境の総合的な指標としてデンマークのファンガーが提唱した Predicted Mean Vote: PMV¹⁾ が今日では利用されています。PMV は6つの快適条件が定めれば計算で求めることができるので、空調設計や温熱環境の評価でよく利用されるようになってきています。計算の結果、PMV の値が0であれば暑くも寒くもない、+2であれば暑い、+1であればやや暑い、-2であれば寒い、-1であればやや寒い、の評価となります。また、人によって快適と感じる条件は異なり、PMV が0の条件でも、5%の人は不満を感じるという実験結果¹⁾が示されています。

また、空調設備が設置される建物では、建築基準法に決められた室内環境条件（温度、湿度、風速等）の範囲に入るように建物を設計し室内環境を調整しなければなりません。学校の場合には、先に述べたように学校環境衛生基準に従う必要があります。住宅の場合に、室内環境の基準は法律上定められてはいませんが、日本建築学会では1994年に室内温度の推奨値を提案²⁾しております。

いずれも輻射の条件が示されていませんが、輻射による暖房・冷房は、温風・冷風を送る暖房・冷房方式に比べて快適であるとよく言われており、輻射利用の暖冷房が今後、増えていく可能性があります。

b. 温度分布、輻射の不均一

空調された室内において、温度が上下方向で、或いは水平方向で異なることはよく経験します。例えば、暖房している場合には、窓近くや足元が寒く感じます。断熱・気密性能が不十分な場合には、窓や床からの熱のロスが大きく、ロスの大きい場所の近くは温度が低くなるために温度の（不均等）が生じやすくなります。また、窓表面や床表面の温度が低い場合には輻射の作用によって人体から熱が逃げていくために不快に感じます。これらの問題を解消するためには断熱・気密性能を高めることが最も有効です。

学校の教室では、温風暖房器が普及していますが、暖房器からは高い温度の空気が吹き出されるので、その近くに座っている児童にとっては暑くてたまらないということが生じます。その場合には当然、暖房器から机を離さなければなりません。或いはこの問題を解決するには輻

射方式の暖房方式を採用することが確実ですが、断熱・気密性能を高めて熱ロスを低くすれば、高い温度の空気を吹き出すことはなくなり局所的な分布も少なくなると推察されます。

c. 適応

快適温度の範囲についてみると、夏は相対的に高く冬は低くなっています。これは季節により変化する外気温に体が慣れることによるものであり、適応と呼びます。また、先に自然換気を行うオフィスの場合には、空調する場合に比べて温度の快適範囲が広がるという研究成果について述べましたが、一種の適応であり省エネルギーを進める上では重要な研究成果です。

また、転勤や大学入学のために北海道から南の地域に移動した人たちは冬の室内の温度が低く風邪をひいてしまったという話をよく聞きます。これは適応ができないことが原因で健康への影響にかかわる問題ですが、まだ研究は十分に進んでいません。

d. 低温・高温と健康

低温と高温が健康に与える問題に関しては既に触れましたが、低温の問題に関して追加して説明します。筆者らは2015年の冬に山形県の3つの町の住宅それぞれ約80軒を対象に室内の温度を測定しました。その結果、暖房している住宅は主に居間だけであり、12℃から24℃の間で分布があるものの平均で約20℃となっていること、寝室の温度は分布が大きく約8℃と約20℃を中心とした山が2つ見られること、トイレは8℃を中心とした山がみられるが16℃まで分布していること、などの特徴がみられました。居間などの暖房している部屋と暖房していないスペースでの温度差は大きく、その間を移動する場合には居住者に熱的なストレス（ヒートショック）が加わることになります。

このような室内の温度の特徴、特に暖房している居間と暖房していない寝室やトイレとの温度差が大きいことやそのことが脳卒中の発症に影響していることが明らかになっています³⁾。

断熱・気密性能の高い住宅に移った後には、それまで暮らしていた住宅で症状のあった気管支喘息、喉の痛み、せき、アトピー性皮膚炎などについては居住者の約60%が回復したことが調査で明らか⁴⁾にされています。

夏期の住宅内の高温に対しては、冷房設備の運転で対応することが望ましいのですが、冷房設備を運転して睡眠をとった場合には、冷房しない場合よりも睡眠障害、疲労感の度合いが高いという調査結果⁵⁾が得られており、冷房を適切に使用することが大切であるといえます。

5.3.2. 湿度

相対湿度は温熱快適性に関連するだけでなく健康に対しても各種の影響を及ぼします。夏期においては同じ温度でも湿度が低いほど快適に感じます。しかし相対湿度が低すぎる場合には特に冬期においては皮膚の乾燥、ドライアイ、呼吸器疾患、アレルギー鼻炎・喘息などの原因となります。インフルエンザウイルスは低湿度ほど活性化することが明らかとなっています⁶⁾。一方、高湿度の場合には、カビ・ダニが繁殖し、その結果、アレルギー疾患など健康への影響が出てきます。高湿度で結露やカビが発生している建物はダンプビルという言葉で呼ばれていることは、先に述べました。また、高湿度の場合には化学物質の蒸発作用が促進されシックハウスを引き起こす可能性が大きくなります。

高断熱住宅では冬期の乾燥が問題として指摘されることが多くなっていますが、これはそれまでの住宅に比べて同じ量の水蒸気が発生しても温度が全体的に高くなっているために相対湿度が低くなることが原因の一つではないかと推察されます。また化学物質が乾燥感を引き起こす可能性のあることが指摘⁷⁾されています。

一方、空気質にも湿度は影響し、湿度が高いと臭いの強度が強くなり、低いと空気を新鮮に感じるということが、研究によっても明らかにされています⁸⁾。

いずれにしても相対湿度は高すぎないようにまた低すぎないように調整することが大切です。しかしながら、一般の住宅の場合には湿度の調整は難しく、居住者が加湿器や除湿機を持ち込んで対応していることが多い状態です。湿度の調整は、これからの大きな課題です。

5.4. 喫煙、受動喫煙、三次喫煙

5.4.1. 喫煙、受動喫煙によって発生する有害物質と病気

喫煙者が吸い込む煙を主流煙、タバコの先端から立ち上る煙を副流煙と呼ぶことは広く知られるようになりました。タバコを吸わない人が、副流煙と喫煙者の口から吐き出された煙の混合物を吸わされることを受動喫煙と呼びます。

喫煙によって発生する煙は、粒子状成分（ミスト状のタール）とガス状成分（一酸化炭素、ホルムアルデヒドなどの気体）の混合物です。タバコ煙が視認できるのは粒子状成分が光を乱反射するからです。タバコ煙の粒子の直径は $1\mu\text{m}$ （ミクロン）以下で、中国からの越境汚染で問題となった微小粒子状物質（PM2.5）よりも小さいため、ガス状成分とともに空気の流れに乗って肺の最深部まで到達します。

粒子とガスには約 4000 種類の化学物質が含まれており、そのうち約 200 種類は人体に有害で、約 70 種類には発がん性物質があります。そのため、まず、肺の炎症を起こし、その炎症は血液を通じて全身の動脈硬化を起こし、心筋梗塞や脳卒中、末梢動脈の閉塞などの血管系の病気になります。また、発がん性物質は、肺からだけでなく、口腔粘膜～咽頭にもばく露されますし、消化管からも吸収されるので、肺がん、舌がん、咽頭・喉頭がん、食道がん、胃がん、大腸がん、膀胱がんなどのリスクも高くなります。近年、糖尿病や慢性関節リウマチ、免疫の異常の原因になることも分かってきました。

受動喫煙にばく露された場合も上記の喫煙関連疾患のリスクが高くなります。例えば、長期間の受動喫煙のばく露を受けた人の肺がんや心筋梗塞のリスクは、ばく露のない人よりも 20～30% も高くなります。また、口腔粘膜や衣服に付着した粒子状物質からガス状成分が長期間にわたって揮発します。その場で喫煙していないのに喫煙者の口臭や衣服がタバコ臭いこと、吸わない人が喫煙可能な飲食店等を利用すると衣服や毛髪がタバコ臭くなる現象を三次喫煙と呼びます。健常人には「迷惑」ですみませんが、気管支喘息や化学物質過敏症の患者さんでは発作の原因となりますし、つわりの時期の妊婦では嘔気を催します。

シックハウス症候群を避けるためには、自宅内を完全禁煙にするだけでなく、玄関・通用口や窓に面した庭先、集合住宅の場合は隣家や下の階のベランダを含めて居住空間の周囲における受動喫煙を避けること、さらに、三次喫煙を避けるために同居している家族に禁煙させることが必要です。自宅外であれば、屋内で喫煙している飲食店等には立ち入らないこと、公共施設等の喫煙室の周囲には近づかないこと、屋外であっても喫煙コーナーの風下は避けることが大切です。さらに、集合住宅では上下左右に隣接する住居との壁や床・天井の隙間、コンセントの隙間などからガス状物質が流入することも指摘されており、今後の検討課題とされています。



5.4.2. 喫煙、受動喫煙による汚染の測定方法

タバコの燃焼により発生する微小粒子状物質とガス状物質の測定方法は以下の通りです。

①微小粒子状物質（PM2.5）

PM2.5 のリアルタイムモニタリング（5 秒毎）は、TSI 社製のデジタル粉じん計 Sidepak AM510 を用い、換算係数（0.295）によりタバコ煙濃度を算出しました。柴田科学社製のデジタル粉じん計 LD-3K を用いた測定では、質量濃度換算係数は $0.0008(\text{mg}/\text{m}^3)/\text{cpm}$ を用いました。

②ガス状物質（総揮発性有機化合物 Total Volatile Organic Compounds: TVOC）

Figaro 技研株式会社製パーソナル TVOC モニタ FTVR-01 を用いました。

5.4.3. 自宅内・自宅周囲で喫煙した場合の受動喫煙の実態

①個室で喫煙した場合

6 畳の個室で 1 本の喫煙をした場合の PM2.5 濃度は $600\sim 700\mu\text{g}/\text{m}^3$ に達しました。これは、大気汚染がひどい日の北京市の PM2.5 の汚染状況に相当します。ドアや襖の隙間から隣のリビングに拡散した PM2.5 濃度も $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ に達しました（図 5.4.1.）。

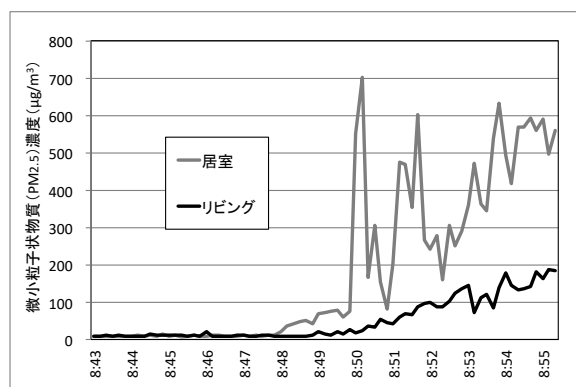


図 5.4.1. 個室で喫煙した場合のリビングの汚染（受動喫煙）

②台所換気扇の下で喫煙した場合

換気扇の下に置いた椅子に座って喫煙している状態で、平面レーザーを照射したところ、煙の一部はフードからはみ出していることが視認されました。ダイニングテーブルの上で測定した PM2.5 濃度が上昇したことから、換気扇の近くで喫煙することは受動喫煙を避ける対策にはならないことが分かりました（図 5.4.2.）。

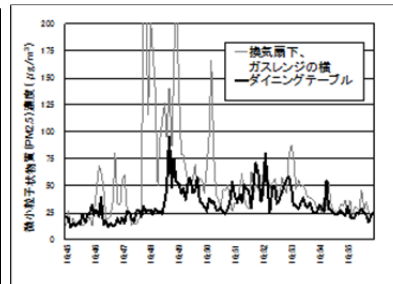
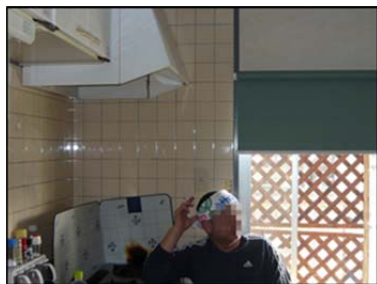


図 5.4.2 換気扇からはみ出すタバコ煙によるリビングの汚染（受動喫煙）

③ベランダで喫煙した場合

いわゆる「ホテル族」です。サッシを閉めて喫煙した時のベランダ、サッシの内側、室内のテーブルの上でPM2.5の濃度を測定しました。サッシを閉めているにもかかわらず、サッシの内、そして、室内のテーブル上のPM2.5の濃度が上昇し、タバコ煙が室内に流入していることが分かりました。平面レーザー光線の照射により、タバコ煙の流入経路はサッシとレールの隙間であることが分かりました（図 5.4.3.）。



図 5.4.3. ベランダで喫煙した際のリビングの汚染（受動喫煙）と煙の流入経路

④玄関先で喫煙した場合

玄関のドアを閉め、屋外で喫煙しても屋内のPM2.5濃度が上昇しました。平面レーザーを照射したところ、ドアの隙間が流入経路であることが分かりました（図 5.4.4.）。



図 5.4.4. 玄関先で喫煙した際のリビングの汚染（受動喫煙）と煙の流入経路

⑤喫煙後の呼気に吐出されるタバコ煙

成人男性の肺の容積は約5リットルで、1回の呼吸量は約500ミリリットルです。喫煙終了後の呼気には、肺内に充満していたタバコ煙が含まれています。図 5.4.5. は喫煙を終了し、タバコの火を消した後の呼気に平面レーザーを照射すると大量の煙が視認されました。粉じん計で確認したところ、喫煙後の粉じんの吐出は約30～40呼吸すなわち150～200秒ほど続くことが分かりました。



図 5.4.5. 喫煙後の呼気に含まれるタバコ煙

⑥台所での喫煙後、リビングでの受動喫煙

換気扇のフードにできる限り近づいて、吐き出す煙はすべて換気扇に向かって吐き出す実験を行いました。喫煙を終了するまで室内のPM2.5の濃度は上昇しませんでした。喫煙者がリビングに戻ってきた瞬間にリビングのPM2.5が大きく上昇し、その後、台所PM2.5濃度が上昇し、さらにキッチンカウンターの濃度が上昇しました（図 5.4.6.）。

リビングのPM2.5濃度がまず上昇した原因は、リビングに移動した喫煙者の肺内に充満していたタバコ煙が呼気とともに吐き出されたためです。台所のPM2.5濃度が上昇したのは、喫煙後ただちに換気扇のスイッチを切ったため、排気しきれなかったタバコ煙が台所全体に拡がり、その煙がキッチンに拡散したためです。ベランダや玄関先で喫煙して、その直後に室内戻った場合にも同じ現象が発生します。喫煙者と同居している限り、受動喫煙を防止することは出来ません。

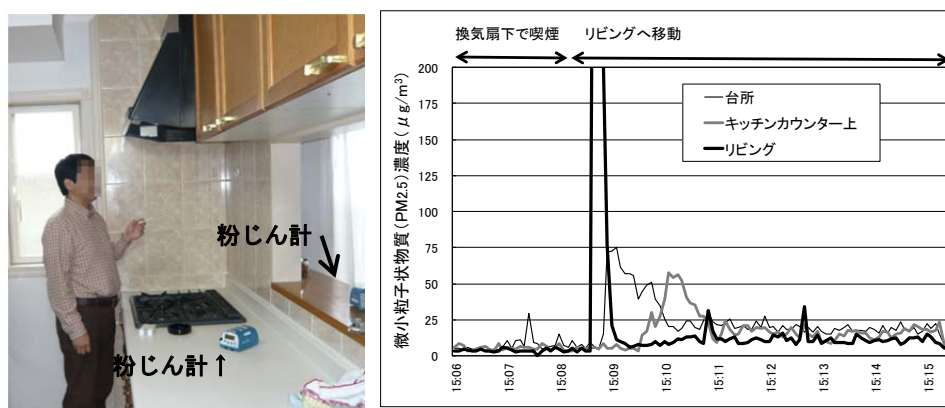


図 5.4.6. フードの真下に立ち、煙は換気扇に向かって吐き出した実験

⑦隣家のベランダからの受動喫煙

アパートやマンションのベランダでの喫煙による受動喫煙が社会問題となっています。2012年12月、「被告が、原告（隣家）に対する配慮をすることなく、自室のベランダで喫煙を継続する行為は、原告に対する不法行為になる」「後から居住したことをもって、原告が被告のベランダでの喫煙によるタバコの煙を受忍すべきということとはできない」という判決が下され、5万円の慰謝料が認められました。

この裁判の原因となった状況を再現するために、集合住宅のベランダで喫煙を行って実験をしたところ、水平方向の隣家のベランダでも、1フロア上のベランダでもPM2.5が上昇し、それぞれ、開けていた窓から屋内にタバコ煙が流入することも確認できました（図 5.4.7.）。



図 5.4.7. 集合住宅のベランダで喫煙した際の上階と隣家のベランダと室内の汚染（受動喫煙）

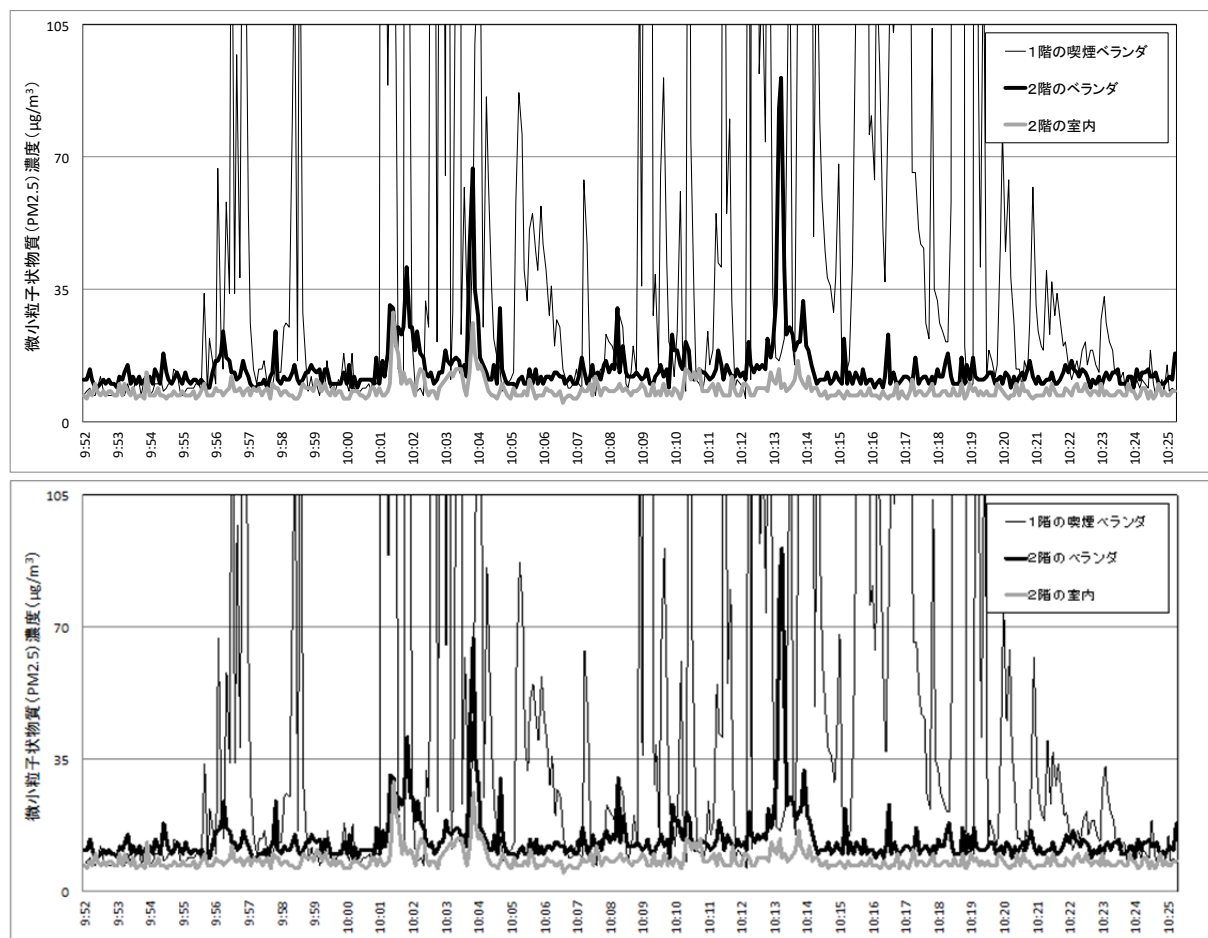


図 5.4.7. 集合住宅のベランダで喫煙した際の上階と隣家のベランダと室内の汚染（受動喫煙）

5.4.4. 職場や公共的な施設での受動喫煙による汚染の実態

①喫煙席からの拡散

ファミリーレストラン等では喫煙席と禁煙席の設定をしている店舗が増えてきました。しかし、空間が連続している場合、エアコンで攪拌されて禁煙区域も汚染されます（図 5.4.8.）。このような場所には立ち入らないことが症状を悪化させないために重要です。

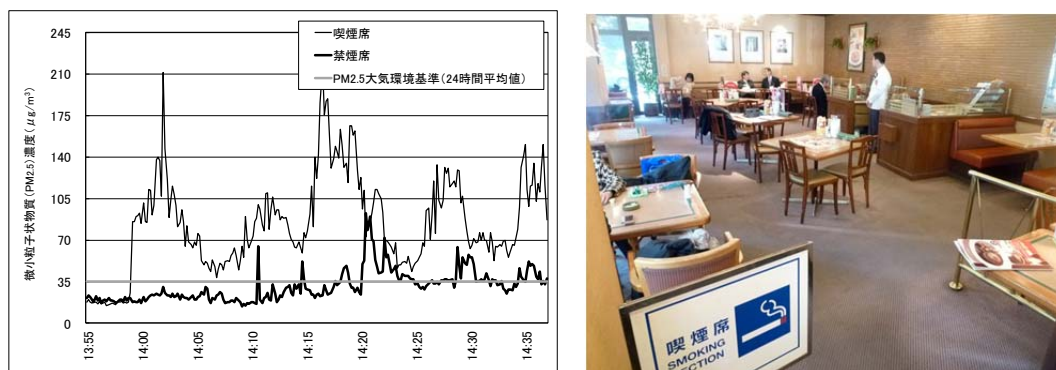


図 5.4.8. 喫煙席・禁煙席があるレストランの汚染（受動喫煙）

②喫煙室からの漏れ

あるオフィスの喫煙室とその周囲のPM2.5を測定したところ、内部は劣悪な環境で、廊下にも明らかにタバコ煙が漏れていました（図 5.4.9.）。ここでは、喫煙室の外に漏れたタバコ煙はフロア全体を汚染していることが分かります。

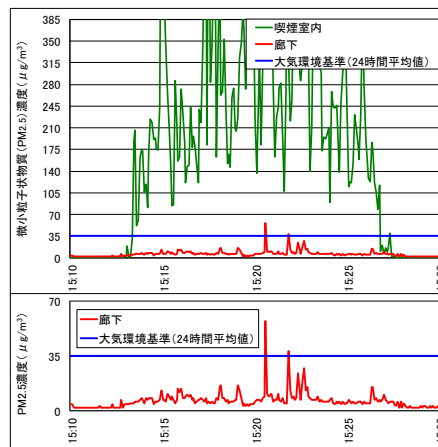


図 5.4.9. 喫煙室から廊下に拡散する汚染（受動喫煙）

③屋外の喫煙コーナーからの流入

出入口に灰皿があるこの施設では、屋内に大量のタバコ煙が入ってきていました（図 5.4.10.）。このような施設には灰皿の撤去を申し出ること、撤去されるまでは利用しないことが症状を悪化させないために大切です。

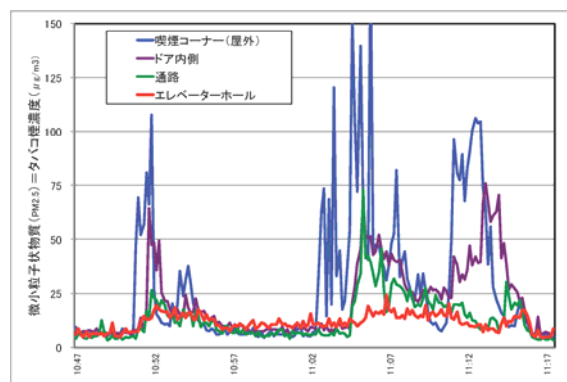


図 5.4.10. 出入口の喫煙による建物内の汚染（受動喫煙）

④屋外の喫煙コーナーの風下での受動喫煙

路上喫煙禁止区域にある喫煙コーナーの風下で PM2.5 濃度を測定したところ、25 メートル先でも明らかな受動喫煙が発生することを確認しました（図 5.4.11.）。喫煙コーナーがある場所には可能な限り近づかないようにすることが大切です。

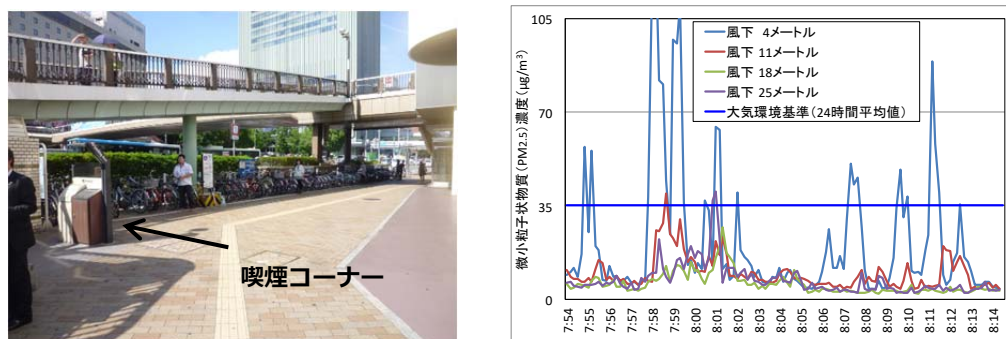


図 5.4.11. 喫煙コーナーの風下 25 メートルでも発生する汚染（受動喫煙）

5.4.5. 三次喫煙

喫煙室の中には、大変混み合う喫煙室があります。喫煙室の内外で PM2.5 濃度を測定したところ、内部は劣悪な環境で、大量のタバコ煙が地下街に漏れていること、喫煙室内の TVOC 濃度と PM2.5 濃度はよく相関することが認められました。

水洗いした新品のタオルを 3 本、喫煙室内に 5 分間、10 分間、15 分間静置し、それぞれ、密閉バッグに封入して清浄な空気環境の場所へ移動した後で、密閉バッグ内の TVOC 濃度を 4 分間測定し、その最高値を記録した結果をグラフに示します（図 5.4.12.）。5 分間静置しただけで、タオルは強いタバコ臭の発生源となることが認められました。布類や喫煙者の口腔粘膜に付着したタバコの粒子状物質からガス状物質が揮発する現象は、学術論文で三次喫煙（thirdhand smoke）と定義されています。列車や飛行機などの閉鎖空間に喫煙室を使用した人が隣に座った時の三次喫煙は特に問題になります。2010 年に発出された厚生労働省健康局長通知「受動喫煙防止対策について」には、「残留タバコ成分」として啓発に努めるべきことが述べられています。気管支喘息やシックハウス症候群の患者さんでは発作の原因となります。同居する家族が喫煙する場合、衣服や呼気から発生する三次喫煙は避けられません。喫煙する家族は禁煙させること、自力での禁煙が困難な人は禁煙外来を受診させることが必要です。



図 5.4.12. 喫煙室に静置したタオルから発生するガス状の汚染物質（三次喫煙）

5.5. 浮遊粒子、燃焼生成物等

5.5.1. 開放型燃焼器具による汚染とその影響

屋外排気のない開放型の石油ファンヒーターを使用する場合、大量の汚染物質（窒素酸化物、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、アンモニア等）が発生します。シックハウス症候群の患者さんが居る家庭では使用しないことが重要です（図 5.5.1.）。

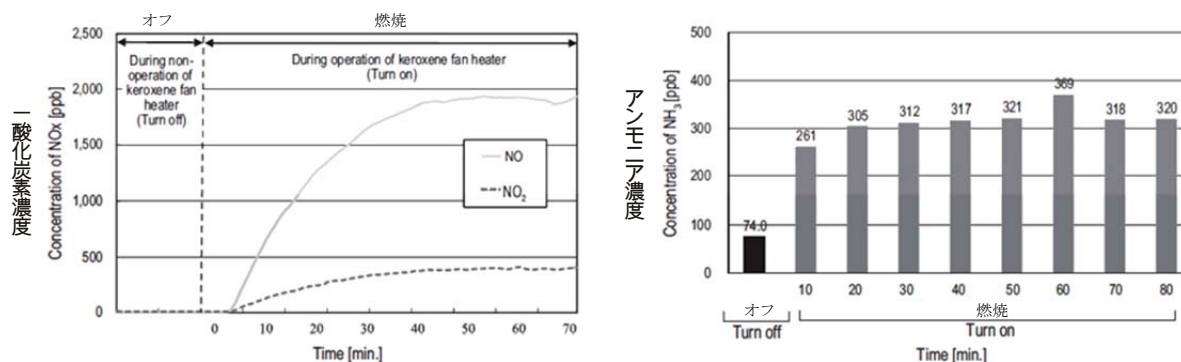


図 5.5.1. 石油ファンヒーターの使用で発生するガス状の汚染物質
(左：窒素酸化物、右：アンモニア)

5.5.2. 調理で発生する PM2.5 とガス状物質

調理で発生する煙も PM2.5 とガス状物質の混合物です。調理の煙をなるべく吸い込まないようにするためには、換気扇のフードに磁石で固定できる天ぷらガードなどで延長し、側面にはアルミホイルを磁石やテープで固定すると排気効率が改善します（図 5.5.2.）。



図 5.5.2. 台所の換気扇の排気効率を改善する工夫

5.5.3. 大気中の汚染物質：粉じん（PM2.5）

2009 年、環境省は「人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準」として、PM2.5 の大気環境中の基準を「1 年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1 日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること」とされました。さらに、2013 年、工業化が進む中国からの越境汚染が社会問題となり、表に示す指針が示されました。環境省は、PM2.5 濃度が高い日には、不織布で作られた高性能で、顔の大きさに合った粉じんマスクを着用すること、屋内では PM2.5 を除去できる空気清浄機を使用することを推奨しています。

表 5.5.1. 注意喚起のための大気中の PM2.5 の暫定的な指針

レベル	暫定的な指針となる値	行動の目安	備 考
	日平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		1 時間値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ※3
II	70 超	不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らす。(高感受性者 ※2 においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる。)	85 超
I	70 以下	特に行動を制約する必要はないが、高感受性者では健康への影響がみられる可能性があるため、体調の変化に注意する。	85 以下
(環境基準)	35 以下 ※1		

※1 環境基準は環境基本法第 16 条第 1 項に基づく人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準。

環境基準の短期基準は日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、日平均値の年間 98 パーセンタイル値で評価。

※2 高感受性者は、呼吸器系や循環器系疾患のある者、小児、高齢者等。

※3 暫定的な指針となる値である日平均値を一日の早めの時間帯に判断するための値。

5.5.4. 大気汚染による室内汚染（SOx , NOx , 黄砂など）

大気汚染の原因となる代表的な粒子状物質は PM2.5 や黄砂で、ガス状物質は硫黄酸化物 (SOx) や窒素酸化物 (NOx) です。PM2.5 は大気中ではガス状物質とほぼ同じ動きをする上に、容易にリアルタイムモニタリングが出来るので、PM2.5 を測定することで大気汚染による室内汚染を推測することが出来ます。

中国からの黄砂や PM2.5 が飛来する 4 月、西九州（長崎、佐賀、福岡）の 5 ヶ所の事務所で延べ 60 回にわたり、大気中と室内の PM2.5 の濃度を比較した田口らの調査により、屋内の PM2.5 の濃度は屋外の約 8 割であることが分かりました。大気汚染物質が高い日の対策は、窓を開けないこと、ドアの開閉は最小限にすることが大切です。

第Ⅲ部 室内の環境に関わる要因の把握と 快適な環境の実現

第 6 章 快適な室内環境の実現

第6章 快適な室内環境の実現

6.1. 汚染の少ない建物とは

室内空気汚染は、健康に影響を及ぼす物質が室内空气中に滞留して起きる現象ですから、汚染濃度の低い環境をつくり、維持することが快適な室内環境づくりの当面の目標になります。

話を簡単にするため、吸着・分解など複雑な現象を無視すると、対策の基本は「汚染発生の発生・流入を抑える」と、「換気により速やかに希釈・排出・排除を図る」の二つの方策に尽きると言えるでしょう（図 6.1.1.）。

ここでは、汚染物質発生の源である建物の内装や構造体の選定・設計が室内空気健康性にどのように係わっているかを、環境工学の視点から換気対策と関係づけながら説明していきます。換気に係わる気密性や換気・空調設備については「第6章3節 換気的重要性」、建築法規制については「第4章室内環境に関わる規制」、カビなど生物汚染については「第6章4節 高湿度環境への対応」を参照して下さい。

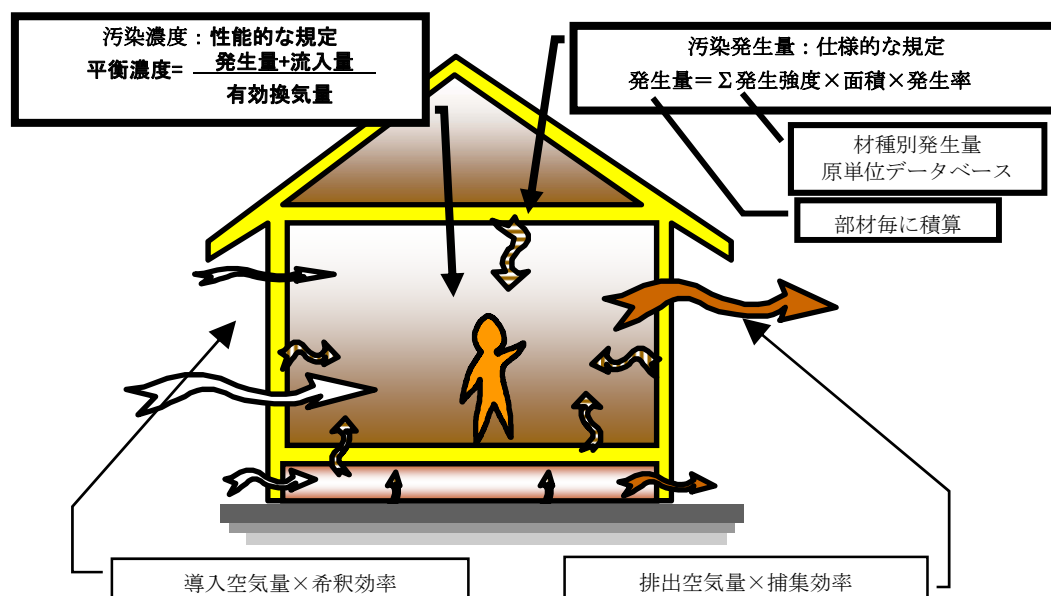


図 6.1. 建築における室内空気汚染の経路と指標の基本

従来から建築分野では、外界の大気汚染、ストーブ・調理機器等からの燃焼排気、人体からの呼気などを汚染源として扱い、建築基準法でも換気や通風の手だてが論じられてきました。しかし、現代の建築物には構造強度、接着、可塑、防虫・防蟻、防腐・防菌・防黴、防災、防汚など様々な性能・効果を実現するため、多くの薬剤・人工化合物が用いられています。近年ではそれらなしに効率的で快適な建築の足元を支える材料製造、設計施工を行うことは、技術的にもコスト的にも非常に難しくなっています。一方、家具や電気機器、装飾品など持込み品からの発生も日常化して汚染発生を完全に断つことが難しくなる中、発生源や発生メカニズムを踏まえて、定量的・科学的に健康影響を防ぐ方法を考えていく必要が高まっています。

また省エネルギー対策の一環として 1980 年代から先進諸国で進められた建築物の過激な換気削減策等が建築物内の居住者に及ぼす健康影響が「シックビルディング症候群（Sick Building Syndrome）」として顕在化したことも忘れてはいけません。わが国でも当時の調査

研究により、微粒子や気体の形で室内空気中に様々な物質が検出されて、その対応が社会的な課題となりました。しかし、幸い、わが国の一般建築物（公共性が高い特定用途で延床面積が一定以上の建築物が対象）においては建築物衛生法により室内の二酸化炭素濃度を 1000ppm 以下に保つことが定められ、行き過ぎた換気量削減に歯止めがかけられていました。本来、二酸化炭素濃度は全体的な空気の汚れの総合指標として採用された項目で、今日のシックハウス防止を意識したものではなかったのですが、結果的に大型施設の空気環境の維持に効果を挙げました。

一方で、住宅においては、自然換気の減少によりシックハウスの問題が生じてしまいました。

日本のシックハウス問題は、欧米諸国とは異なる固有の背景の中で生じています。我が国の伝統的な住まいでは、多雨で高温多湿な気候にあわせ、冬の寒さより夏の暑さ対策を旨とした開放的な構造、天井裏・床下の大きな緩衝空間、庇が深く大きな開口部を備えた特有の様式が培われましたが、そこには「気密」の発想が欠けていました。

意図して設けた隙間ではないので詳細は明らかではありませんが、昭和 30～40 年代の隙間量（C 値：「床面積当たりの相当開口面積」で評価します）は、平均して近年建つ住宅の数倍あるいはそれ以上あったと考えられています。1980 年代の石油危機以降、省エネルギー化をめざして暖冷房の効率と快適性の改善を図るとともに、断熱材・構造躯体での結露（躯体内で生じるため、室内表面での結露と区別して「内部結露」と呼ばれる）を防ぐため、シート等を用いた気密・防湿の強化が急速に進行しました。当然、汚染物質希釈に一定の効果があつた隙間換気などが確保されなくなるなか、世帯人数の減少や共働きの増加、生活時間の変化、外界環境の劣化等が引き金となって、通風換気の習慣が失われていったことも汚染物質の滞留を加速しました。

このような「化学物質発生の増大」と「換気量の減少」とが相乗的に作用し、わが国においても特に住宅を中心にシックハウスの危険が高まったと考えられています（図 6.1.2. 参照）。

以下、本章の冒頭に示した「汚染発生の発生・流入を抑える」対策に係る主な発生源とその対策について述べていきます。

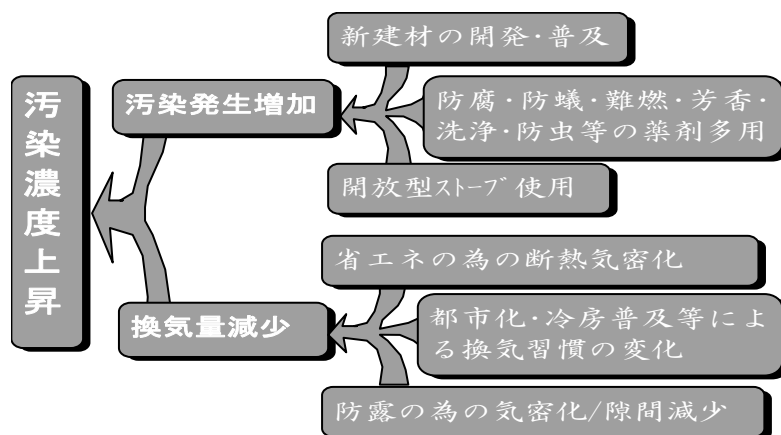


図 6.1.2. 住宅におけるシックハウス問題発生の構図

6.1.1. 発生源と移動経路

一般に建築物は、外界からの気象（熱湿気、風圧、日射等）、害虫獣、騒音、犯罪などのストレスに対抗する屋根・外壁・外部建具などの外装と、室内の空間を包みこんで生活空間を形成・維持する天井面・壁面・床面などの内装、荷重や外力を負担し外装や室内空間を支持する木材やコンクリートなどの構造躯体、そして給排水・衛生・調理や暖冷房・給湯・照明等に係わる住宅設備により構成されています。さらに、外観からは識別できない断熱材、防水材、気密材、配線・配管材のほか、塗料、シーリング材、接着剤をはじめとする様々な素材にも本来機能の実現と耐久性・生産性改善のために薬剤が使われその影響が居住空間に現れます。薬

剤・成分と健康影響の詳細については第5章で詳しく触れていますので、ここでは部位・用途の観点から発生と移動メカニズムを分類して表 6.1.1. に示しました。汚染物質の発生部位が居住者の視野に入っていれば分かりやすいのですが、現れていない構造躯体内部や補助資材からの汚染は、施工時期や移行経路・メカニズムに影響されるため、発見が困難なうえ、対応方針も一様ではなく注意が必要です。従って、汚染物質の発生・移動（流入）を考え、対策を練るには、部位別に加えて、発生に係る行為の段階別（設計、施工、居住、災害時、改修時など）、移動経路・要因別（材料選択、養生不足等の施工ミス、高温高湿等による加速、暖冷房・換気設備による圧力分布、建具性能、気密性など）などを把握しておかなくてはなりません。

以下、表 6.1.1. を参照しながら、発生メカニズムや対策に係る特徴について述べます。

表 6.1.1. 部位・用途と発生・移動メカニズム

発生部位	主な用途・目的	関連する発生移行性状と配慮事項
建物内装	天井材 壁材(壁紙、左官材、室内塗料) 床材(木質系、ビニル系)	室内表面に敷設され直接放散されるが、検出や原因追究は比較的容易。 一部の低沸点化合物は表面から埃などに移行する場合がある 基材と共に表面膜材やワックスに要注意 安全性配慮等にバラつきが大きい
構造躯体 (天井裏等)	軸組み木材 (柱、梁、土台等) 合板・集成材・木質繊維板 断熱材 コンクリート 防蟻剤、防腐剤	躯体内から室内に侵入する場合があるが移行経路・発生源追求は難しい 接着剤はユリア系からフェノール系等に移行している 水分発生源として要注意 金網・材種選別など物理対策が模索中
建物外装	塗装(溶剤・樹脂・添加剤等) 防水材(溶剤・樹脂等)	外気経由や近隣汚染にも注意が必要 陸屋根、ベランダ防水等
補助資材 (室内、屋外)	接着剤 シーリング材	VOC 放散規格が設定され、VOC フリー材が普及してきた。
生活用品 (室内)	殺虫剤、芳香剤 家電、家具 開放型燃焼器具、喫煙 カーテン、衣服、印刷物	室内に直接放散されるため影響が大きい 海外未対応品や農薬に要注意 持ち込まないことが原則 有害物質の残留（吸脱着）等に要注意

6.1.2. 汚染物質の放散と対策の基本的考え方

図 6.1.3. に建築基準法改正に際して作成した、ホルムアルデヒド発生と被害に係る建築的要因の連鎖を示します。ホルムアルデヒドは当時最も被害が大きく、国土交通省の実態調査(2001年)においても厚生労働省の濃度指針値(0.08ppm)を25%以上の住宅で超過していた代表的汚染物質です。左端の被曝被害から右に向かって、係わっている指標・要因と、その制御のための物理的条件(対策)が示され、法的対応を想定したポイントは破線で囲まれた記述と矢印で記しました。ここでは時間経過や発生部位の詳細に立ち入ることなく、住宅全体の定常(平衡)状況を簡略に表現しています。室内濃度を抑えるには、この連鎖をどこかで断ち切ることが必要です。本章の冒頭に示した汚染発生の抑制と汚染排出の確保に加えて、(発生量当たりの)室容積を増やす、或いは吸着(分解)を促すなどの手段が挙げられています。前者は建物自体を改造(設計変更)しなくてはなりませんし、後者は居住者による機器や部材の導入によらなければならないため建築基準法では規制対象にはできません。さらに汚染の発生源の対策として規制の必要がある「汚染発生量」から右に追うと、「使用面積」「発生の強さ」に加えて「他の発生源(ストーブ他)」「隣室からの流入」が挙げられています。「他の発生源」としては開放型燃焼(石油ストーブや携帯型ガスコンロ、喫煙、厨房からの廃ガス漏気)、「隣室からの流入」としては外気や構造体内、居住していない部屋からの流入などを想定しています。前者に建築基準法が介入することは難しいと判断する一方、後者に対しては「天井裏等」という形で規制をかけることとしています。

なお、建築基準法では使用面積算定の煩雑さを避けるため、表面積が全体の1/10以下となる線状或いは点状の材は規制対象としないので、設計図から発生源を探す時には注意が必要です。

シックハウス対策の歴史の中では、平成11年制定の「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(以後「住宅品質法」)が当初、表面材に限った壁紙とその下地材(一般に石膏ボードまたは合板)のみを対象とする評価からスタートしました。しかし、2003年7月の建築基準法改正に先立って国土交通省が行った研究プロジェクト(国土交通技術総合研究開発プロジェクト「シックハウス対策技術開発(2001～2003年)」等)において、この方法ではホルムアルデヒド室内濃度の変化を評価できないことが指摘されました。現行の建築基準法・住宅品質法は、表面材だけでなく構造体内部も含めて建物全体の汚染源を総合的に考慮するよう改められています。

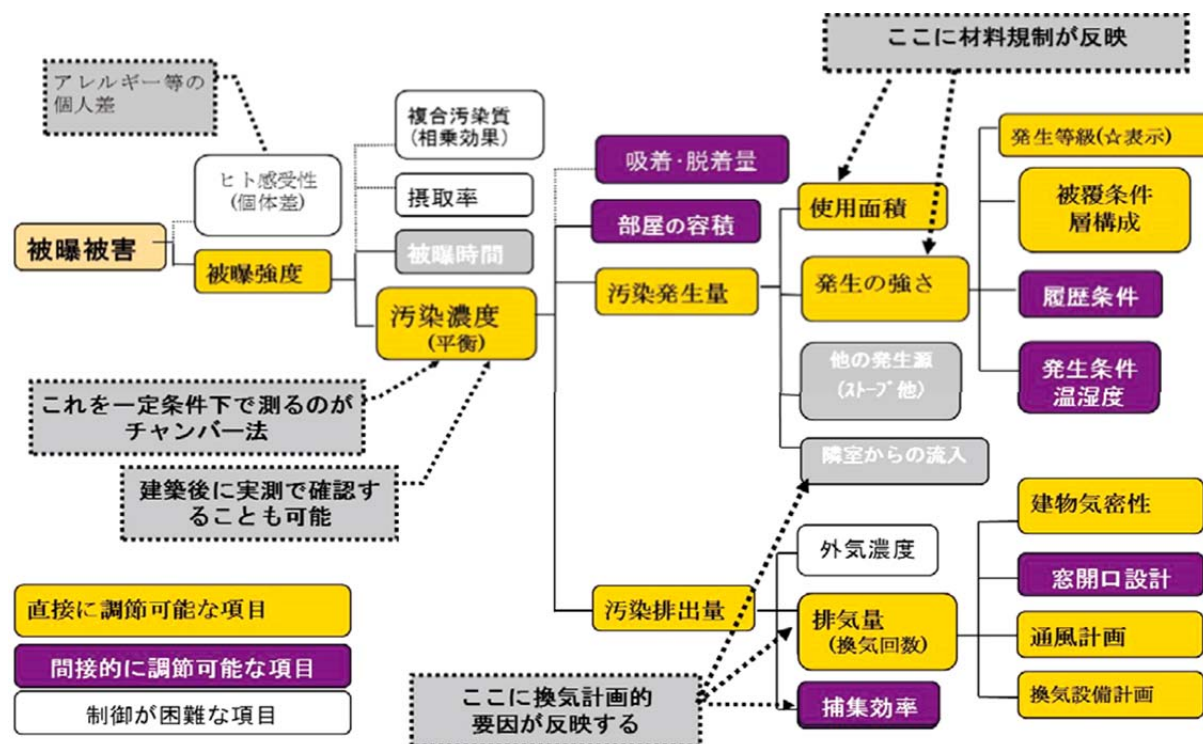


図 6.1.3. ホルムアルデヒド発生と被害に係る要因の連鎖

6.1.3. 内装材からの放散

室内に直接接する部材は「内装」と呼ばれ、室内との位置関係と機能から、「天井」「壁」「床」に大別することができます。内装材は多くの住宅において基本的な汚染発生源ですから、表 6.1.1. の中でも非常に重要な項目です。

「天井」は、大きな強度を要しない、下地と表面材からなる比較的単純な構造の部位です。一般に人体が触れたり、物理的に損耗する機会はなく、発生した汚染物質が呼吸器に入る危険も比較的小さい部位と言えます。ただ、近年は照明器具をはじめとする様々な機材が取り付けられるなど機能が多様化してきています。なかでも暖冷房や換気関係の設備・開口が設けられる場合には、清掃点検が難しくなったり高温部位が生じるなど管理が難しくなります。

軽量性、吸音性、耐火性、断熱性などが要求され、クロス（ポリ塩化ビニル・紙・布）、木質系（無垢（むく）・合板・繊維板）、無機質系（ロックウール板・石膏ボード）などの乾式工法、漆喰・モルタル・塗装・左官などの湿式工法があります。乾式では素材からの放散に加えて接着剤が、湿式では溶剤等が放散源となる場合があります。

「壁」は外観も多様ですが、それ以上に様々な構造・材質と機能を持つ部位です。住宅の場合、構造体や配管・配線が内部に収められているほか、断熱・気密・遮音・建具の取付下地などの機能が限られた空間に圧縮されているため、表面から内部がどうなっているかは専門家でも分かり難いものです。しかも気密と配管・配線、構造材と断熱材などは空間の取り合いとなって本来の機能を果たせない場合がしばしば生じます。また、模様替えなどで新たな汚染が生じる機会の多い部位でもあるので注意が必要です。クロス（壁紙）、塗壁、木、タイルなどが主な素材です。

その層構成は「木造軸組構法」「枠組み壁構法（ツーバイフォー）」「鉄筋コンクリート構法」などの構法・構造形式（その他にも鉄骨構造、ログハウス、組積造などがあります）によって異なるため、設計時・居住時の対策にそれぞれ配慮が必要です（第6章4. 高湿度環境への対応参照）。

「床」は生活に最も密着した部位です。室内家具・生活活動の荷重を支え、移動・行動に必要な安全性・快適性を保つことが第一に求められるので、強固な構造と表面の耐久性・衛生性のほか、遮音性や断熱性、滑りにくさなどを実現するための材料選択と設計がされています。なお、壁にも共通の課題ですが、幼児・小児が直接に接する機会が多くなるため、空気を介した摂取だけでなく、表面から口への摂取にも配慮が必要です。

近年の主流は木質フローリングですが、合成樹脂シート、畳、カーペット、コルクなども多く使われています。

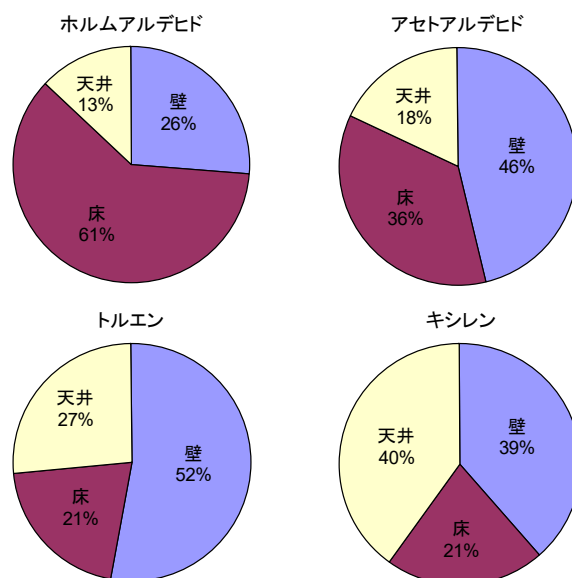
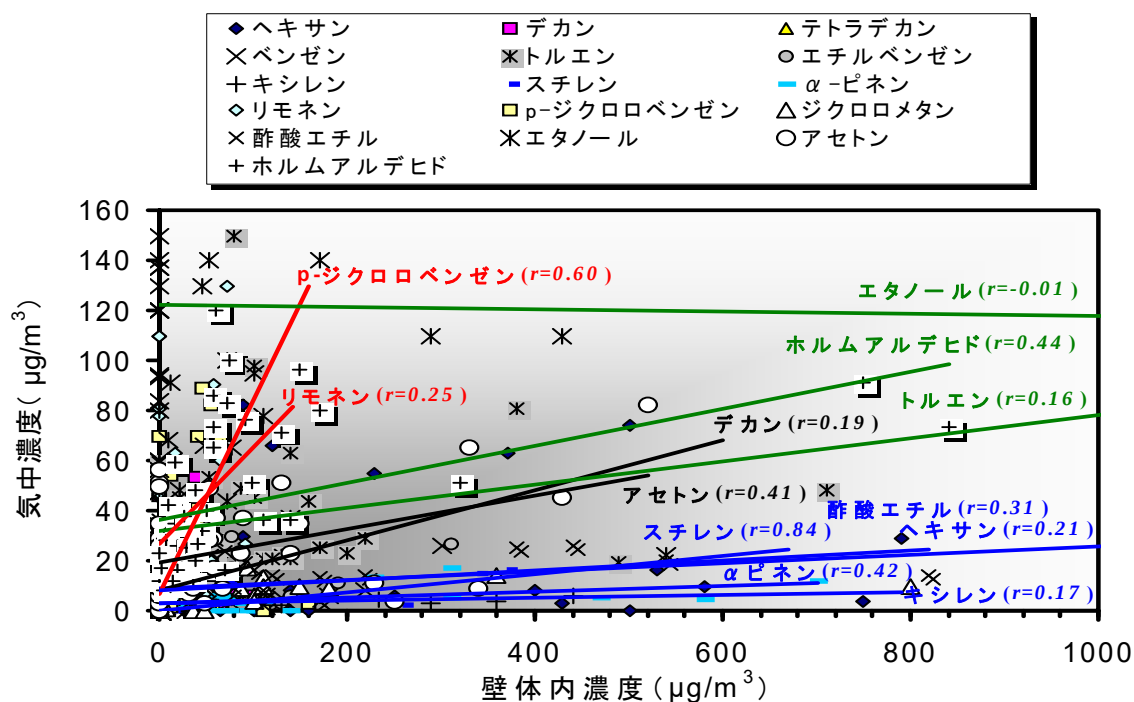


図 6.1.4. 物質別部位別の発生量の一例

放散物質の部位別割合は室の形状（部屋の広さや天井高など）や面積規模次第で様々ですが、図 6.1.4. はある実態調査から、部位ごとに放散量を推定（測定した放散強度と放散面積の積）した結果です。ホルムアルデヒドでは過半が床から発生しているのに対し、トルエンでは壁からが過半を占めるなど大きな差異が認められるなど一般的な状況を示しています。

6.1.4. (天井裏等の) 構造部材からの放散

表 6.1.1. に示した「構造躯体（天井裏等）」に分類されているのは、室内に面していない壁体内部や床下、小屋裏等の空間から汚染物質が侵入してくる状況です。住宅の外装と内装の狭間に生じてしまう床下・壁内・天井裏や下屋等は、意図的に作られたものではありませんからしばしば不整形な納まりの悪い空間です。内装材の裏面やコンセント開口周りには内部結露防止のために気密層施工が一般化していますし、一部では相当隙間面積（床面積当たりの隙間面積）の小ささを競う風潮さえありますが、完全に気密にすることはできません。我が国の住宅の気密性は近年急速に上昇していますが、目に見えない隙間の封鎖を担保することは難しいことから、リスク管理上は躯体内で発生した汚染物質がこれら様々な経路を通ってある程度は室内に流入することを前提に発生源対策を講じておくことが合理的です。建築基準法では、このルールを厳格に適用して微量でも健康影響が顕著な防蟻剤（床下空間に散布）のクロルピリホスに対しては使用禁止とする一方、ホルムアルデヒドについては、気密層や通気止めが適切に設けられ、或いは換気設備などにより圧力差を設けて室内への流入が阻止できる場合には材料規制を免れることができる例外規定を設けるなどして運用しています。



6.1.5. 室内気中濃度と壁体内濃度の関係

図 6.1.5. は木造住宅において室内と近傍の壁体内部の空気をサンプリングし物質種ごとに比較したものです。ホルムアルデヒドやエタノールのように測定場所に偏りの少ない物質がある一方、接着剤に含まれる酢酸エチル、発泡プラスチック系断熱材のスチレン、木質材の α-ピネンのように壁体内の方が濃度の高い物質や、殺虫剤に使われる p-ジクロロベンゼンのように室内の方が高い物質も見られます。このように木造住宅では、躯体内での発生と室内への移行が疑われる場合が多いのですが、建物構造形式などによって様相は一律ではありません。

具体的な発生源としては、木質の合板、集成材、パーティクルボードなどのほか、接着剤、防蟻剤、防腐剤などが主なものですが、近年は躯体内にエアコンを設けたり、躯体内空間を蓄熱・送風・集熱などに活用しようとする試みも見られ事態を複雑にしています。これらは省エネルギーや温熱環境改善には効果がありますが、衛生管理上の課題を生じさせない適切な清掃・消毒などの配慮が必要になる場合があります。

6.2. 化学物質の発生源、材料、JIS、自主規制

ここでは発生源の分類に沿って、その分析・評価方法と基準について述べます。シックハウスが社会問題化した 1990 年代当時はホルムアルデヒドが主要な汚染物質と認識されていましたが、調査研究が進むにつれ揮発性の高い様々な物質（VOC）の存在と有害性が明らかになり、それに伴って発生源として多様な建材や製品に関心が広がりました。法規制や基準整備はホルムアルデヒド中心に進みましたが、その他の物質については、建築基準法改正に際して「室内空気汚染による健康影響が生ずると認められる化学物質については、全て規制対象とするよう、室内空気中の化学物質の濃度の実態や発生源、発散量等の調査研究を進め、その結果が得られたものから、順次、規制対象に追加すること」「建築材料及び換気設備の技術的基準については、室内空気中の化学物質の濃度を厚生労働省の指針値以下に抑制するために通常必要な基準を適切に定めるとともに、本法施行後に実態調査を行い、必要に応じてその見直しに努めること」「化学物質による室内空気汚染問題について、今後とも、関係省庁が連携して、原因分析、基準設定、防止対策、情報提供、相談体制整備、医療・研究対策及び汚染住宅の改修等に関する総合的な対策を推進すること。あわせて、カビ、ダニ等に由来する室内空気汚染による健康被害及びその対策についても、その調査研究を推進すること」などの附帯決議がつけられています。近年は、細菌・カビなど微生物に由来する MVOC（Microbial Volatile Organic Compound）の他、常温では揮発性が低く、従来の VOC とは物性や移行経路が異なる準（半）揮発性物質（SVOC: Semi Volatile Organic Compound）も健康阻害要因として注目を集めています。

6.2.1. 木質材料

木質材料は形状・製法や用途によって合板、木質系フローリング、集成材、MDF（Medium Density Fiber Board、中密度繊維板）、パーティクルボードなどに分類され、その代表的な空気汚染物質はホルムアルデヒドです。1970 年代には食器棚等の家具に用いられる合板からのホルムアルデヒドが社会問題になり、1980 年にデシケーター法（ガラス容器内に規定の試験片と蒸留水を設置し、溶解したホルムアルデヒド濃度から放散速度を推定する測定法）による JAS の F 規格分類（F0～3）が当時の農林省により制定され先行普及しました。2000 年には上位規格を設けて合板、木質系フローリング、集成材などを対象とした農林省の Fc₀～Fc₂ 分類、MDF、パーティクルボードなどを対象とした日本工業規格（JIS）の E₀～E₂ 分類に改定整備されています。

一方測定法としては、JISA1460「建築用ボードのホルムアルデヒド放散量の試験方法—デシケーター法」JISA1901「建築材料の揮発性有機化合物（VOC）、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チャンバー法」が建築基準法改正に歩調を合わせて 2003 年に制定され、放散等級格付け（F ☆（スター）表示、2～4 個の☆数で表示することを義務付け）に活用されています。デシケーター形状や負荷率・養生条件が異なる旧 JAS と整合をとるため、読み換え措置も用意されました。なおこの際に、規制対象を精査して木質材料以外の接着剤・塗料や断熱材なども含める一方、当初から放散が想定されないガラスや「無垢（むく）の木材」についてはこの表示と規制の対象外である旨も明示されています。

JISA1901 は建築基準法のホルムアルデヒドに関する F ☆表示はもとより、トルエン、キシレン、スチレン、エチルベンゼン等の品確法対象物質、さらに沸点の高い物質にも対応しますが、試験条件が 28℃とわが国の基準法に沿ったものとなっています。測定対象の汎用性は広

く、床材、建築用接着剤、建築用塗料、断熱材、上塗材の塗膜などに及びます。木質製品についても後述する「4VOC 基準適合」の任意表示制度が広く活用されています。

6.2.2. 塗料

建築現場においては、外装・内装を問わず様々な塗料（JIS にはK5658 建築用耐候性上塗り塗料、K5960 家庭用屋内壁塗料（かつてのK5961 家庭用屋内木床塗料、K5962 家庭用木部金属部塗料も統合）、K5970 建物用床塗料など）が用いられます。建築基準法の規制対象であるホルムアルデヒドについては当初からF☆（スター）規格に則った表示がされて対策が進んでいますが、塗料に特有な「安定した塗膜を形成・保持する」ための様々な成分が、用途や施工要求に応じて配合・添加されており、一律の表示や規制は馴染まないと考えられています（水性塗料を除く）。

社団法人日本塗料工業会では 2005 年より、主な揮発成分である芳香族溶剤（トルエン、キシレン及びエチルベンゼン）をそれぞれ重量比 0.1%以上含まない製品に統一的に「非トルエン・キシレン塗料」の表示を行う活動を行っています。これは原材料情報に基づく配合計算値（SDS）或いは既定の測定法により判定するものですが、各社の自主判定に基づくもので義務的なものではありません。さらに 2006 年からは溶剤組成・塗装方法などの改良により VOC 成分が 30%以下の溶剤型塗料に「低 VOC 塗料（溶剤形）」の自主表示を行う取り組みも行っています。環境省資料によると塗料からの VOC 大気放出は平成 12 年からの 10 年で 40%以上減少しています。

6.2.3. 接着剤

接着剤も施工時に一般に揮発が生じますが、ホルムアルデヒドについては JIS または日本接着剤工業会の自主規格 JAI-16：接着剤成分試験方法 - 接着剤中の揮発性有機化合物（VOC）の測定等により格付けと表示が行われています。また、住宅設備については後述の「建材からの VOC 放散速度基準」に準じた「JAIA 4VOC 基準適合」の制度にも対応しています。なお、130 m²の住宅には 200 kg以上の接着剤が使用されているとの報道があります(接着剤新聞 2010. 1)。

6.2.4. 壁装材（壁紙）

壁紙の汚染物質管理は建築基準法のホルムアルデヒド規制（F☆制度）と日本壁装協会が1995年（マーク表示制度は1996年から）に独自に設けたISM（Interior Safety Material）制度に則っています。その基準は、厚生労働省の室内濃度指針値対象物質より広範で基準値はより厳しくなっています。http://www.soumu.go.jp/main_content/000142629.pdf

表 6.2.1. ISM 対照物質と基準値

物質名	ISM基準値	厚生労働省指針値
ホルムアルデヒド	5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
アセトアルデヒド	10 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)
トルエン	15 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
キシレン	30 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
エチルベンゼン	30 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
スチレン	25 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
パラジクロロベンゼン	25 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
テトラデカン	35 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
TVOC	100 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$	暫定目標値400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
クロロピリホス	原材料に使用しない	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) 但し、小児の場合は 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)
フェノブカルブ		33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)
ダイアジノン		0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル		220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル		120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
塩化ビニルモノマー	0.1 mg/kg	

出典：日本壁装協会HPを基に作成

6.2.5. 家具・住宅設備

容積或いは負荷率の制約から上述の小型チャンバー法での測定が困難な対象については、JISS1911「建築材料などからのホルムアルデヒド放散測定方法-大型チャンバー法」が適用されています。大規模な測定施設を要するため、特異な試験室、空気供給源、捕集システムや養生・処理のプロトコルが規定されました。一方、揮発性有機化合物（VOC）に対しては A1912「建築材料などからの揮発性有機化合物（VOC）及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物放散測定方法-大型チャンバー法」が適用されます。

JIS の環境整備を受けて、2008 年に財団法人建材試験センターに事務局を置く「建材からの VOC 放散速度基準化研究会（委員長：村上周三）により「建材からの VOC 放散速度基準」が制定されました。これに基づき（一社）日本建材・住宅設備産業協会、（一社）リビングアメニティ協会、キッチン・バス工業会、全国天然木化粧合板工業協同組合連合会、日本プリント・カラー合板工業組合の 5 団体が、同基準への対応を目的とし、業界の自主的取組として制定したのが「住宅部品 VOC 表示ガイドライン」です。対象は「木質建材の VOC 放散性能判断のための根拠」に示されている材料、木質建材等から構成される住宅部品（設備機器・建具・収納等）、具体的には、キッチン、洗面化粧台、カップボード、内装ドア（引戸・折戸を含む）、開閉式間仕切り、クローゼット扉、据置収納、玄関収納、掘りこたつ、天井収納用梯子、屋内階段等としています。会員企業は、構成材料に関する業界団体の表示制度への登録を行ったうえで、製造者等は管理規程と構成材料を照合できる品質管理体制を整えるほか、ユーザーから

の開示請求に誠意をもって応えること、「4VOC 基準適合」と表示することなどが規定されています。

http://www.kensankyo.org/kankyo/4voc/voc_hyojigaidrain_kaisetu.pdf

6.2.6. 防蟻剤

防蟻剤は厚生労働省の指針値対象にクロルピリホス、ダイアジノン、フェノブカルブが登場するなど、シロアリ対策のため木造住宅等の床下に散布・施工される薬剤です。構造を担う木材が被害されると生命・財産の危険にもつながるため非常に重要な役目を負っていますが、クロルピリホスは微量でも毒性が大きいことから、床下から室内や近隣へ輸送されるおそれがあるとして建築基準法で使用が禁止されました。シロアリ対策の効果と安全性は、適切な薬剤の選択と、的確な調査・施工能力にかかっており、公益社団法人日本シロアリ対策協会が薬剤認定、工法・材料や検査員の登録を行っています。

今日では薬剤を用いず、細メッシュを用いる方法、基礎断熱として床下を遮断する方法などの物理的対策も提案されていますが、必ずしも普及していません。新しい防蟻法としてはシロアリが好む餌を仕掛けて定期的に観察し、検知した時点でベイト薬剤（対象虫獣鳥等を誘引し給餌して駆除する薬剤）に取り換えて退治するシステムがあります。こちらは薬剤の放散・流出の恐れが少なく、近隣環境にもペットにも安全と謳われていますが監視や設置に手間がかかるためやや高価です。

6.3. 換気の重要性

ここでは住宅を対象とした気密性と換気について述べます。

6.3.1. 気密化の目的

気密性能とは、その建物がどの程度気密であるか、またはどの程度隙間があるかを示す住宅性能の 1 つです。近年、新築住宅の気密性能は格段に向上してきていますが、気密化の目的を示せば以下のとおりになります。

- 1) 隙間風の防止による快適性の向上
- 2) 隙間風による暖冷房負荷の低減
- 3) 壁体内部での結露の防止
- 4) 設計で意図した換気性能の確保

上記の 1)、2) の目的に関して特に異論はないと思います。3) の壁体内結露とは、暖房時に室内側から侵入する水蒸気が壁体内で冷えて水滴となることです。その結果、断熱材によっては水分を含んでしまい性能が低下したり、断熱材が重くなって下の方にずれたり、木材が湿気を含んで腐朽する可能性がでてくるので、これは避けなければいけません。しかしながら壁の中での現象であり外からは見えませんので、内部結露の防止策を施工の段階でしっかりと施す必要があります。それが防湿層の設置です。隙間をなくするための気密層は、防湿層の役割も兼ねていますので、壁体内結露の防止のために気密化が重要になります。4) についてですが、気密性能が十分に確保されない場合には、設計時に意図したとおりに室内での空気の通り道（換気経路）が確保されず、そのために十分に換気されない空間がでてくる可能性が生じます。

1992 年に改正された住宅に係わる省エネルギー基準（住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主及び特定建築物の所有者の判断の基準（1992 年に改正されたものを通称「新省エネルギー基準」と呼ぶ））では気密性能に関する規定が盛り込まれ、地域区分Ⅰ（北海道）では気密住宅（床面積当たりの相当隙間面積（以下、隙間面積と略称する）が $5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 以下）とすること、地域区分Ⅱ（青森県、秋田県、岩手県）では気密住宅とするよう努めるものとする、とされました。また、その後の新築住宅における断熱・気密化の高まりや、地球温暖化問題などを背景に 1999 年に改正された通称「次世代省エネルギー基準」では、日本全国一律に気密住宅とすること、すなわち隙間面積を $5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 以下とすること、地域区分Ⅰ、Ⅱでは $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 以下とすること、が盛り込まれています。また、住宅の気密性能に関する評価制度が一般社団法人住宅・建築省エネルギー機構で 1992 年度より開始され、気密住宅として認められた工法は 1999 年 8 月までで 93 件となっています。なお、この制度は 1999 年で終了しています。

現実の新築住宅において寒冷な地域では隙間面積が $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ を下回ることは珍しいことではなく、工務店や住宅メーカーの一部では気密化の技術を工夫して、いかに小数点以下の小さな値が出るかを競っているところもあります。

どの程度の気密性能が要求されるべきかについては、現実の環境条件の下で設計の意図どおりに換気が行われるかどうかで判断する必要がありますが、寒冷地では換気システムにもよりますが $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ もあれば十分だと考えます。なお、2010 年 4 月の住宅の省エネルギー基準の改正によって、気密性能に関する規定が削除されました。これは、新築住宅の気密性能が全般的に高まっていることが背景にあります。

6.3.2. 換気・空調設備

a. 必要換気量

換気計画とは、必要な換気量を必要な場所に供給するための換気システムを建物全体として計画することです。そのためには必要換気量を決定することがまず必要です。

必要換気量は、人体に影響の無いレベル、すなわち許容濃度と汚染物質の発生量が明らかであれば算出できます。しかしながら、許容濃度と汚染物質発生量の両方が明らかになっている物質は極めて少ないのが現状です。主な汚染物質の許容濃度に関しては、空気調和・衛生工学会の換気規格¹⁾の中に表 6.3.1. のようにまとめられています。同表の下欄には、ホルムアルデヒドと TVOC の値が示されています。しかし、これらの物質の発生量データは十分でないため個々の物質に対する必要換気量を求めることは現状では不可能です。そこで室内の空気質の総合的な指標である CO₂ の許容値である 1,000 ppm を根拠として算定しますが、その場合には 1 人当たり 20~30m³/h が必要換気量になります。

また、シックハウス防除のために改正された建築基準法では、住宅等の居室における必要換気量は換気回数で原則として 0.5 回と規定されています。

表 6.3.1. 室内空気汚染の設計基準濃度

(a) 総合的指標としての汚染質と設計基準濃度		
汚 染 質	設計基準濃度	備 考
二酸化炭素	1,000ppm	ビル管理法の基準を参考とした。
(b) 単独指標としての汚染質と設計基準濃度		
汚 染 質	設計基準濃度	備 考
二酸化炭素	3,500ppm	カナダの基準を参考とした。
一酸化炭素	10ppm	ビル管理法の基準を参考とした。
浮遊粉塵	0.15mg/m ³	〃
二酸化窒素	210ppb	WHOの1時間基準値を参考とした。
二酸化硫黄	130ppb	WHOの1時間基準値を参考とした。
ホルムアルデヒド	80ppb	WHOの30分基準値を参考とした。
ラドン	150Bq/m ³	EPAの基準を参考とした。
アスベスト	10本/L	環境省大気汚染防止法の基準を参考とした。
総揮発性有機化合物 (TVOC)	300 μg/m ³	WHOの基準値を参考とした。

b. 換気方式

換気方式としては、送風機を用いる第1種、第2種、第3種の機械換気と送風機を用いないパッシブ換気があります。第1種機械換気は外気を供給するための給気機と室内空気を排出する排気機の両方を備えたシステムで強制給排気システムとも呼んでいます。ダクトを利用し、熱交換機を組み込んで空気を分配する例が多く、寒冷地では普及が進んでいます。第2種は給気機のみで換気口から室内空気を排出する方式ですが、室内の方が外気よりも圧力が高く湿気が壁体の中に侵入し内部結露の発生する可能性が高いので住宅には殆んど利用されていません。第3種は排気機のみを、外壁に設けた給気口から外気を導入するシステムで集中強制排気シス

テムとも呼びますが、最も普及しているタイプです。外気を壁から直接導入するので、冬季は快適性を損なう恐れがあるので、給気口の形状、位置を工夫する必要があります。放熱器の脇に給気口を設けて余熱する方法もあります。ただし、気密性能が十分ではない住宅では、外気温度が低く浮力効果が大きいときに2階の外壁に設けた給気口から外気が十分導入されず、換気不足となる場合があります。

パッシブ換気は排気筒を設けた自然換気システムであり、送風機を用いずに室内外の温度差による浮力効果を利用して換気を行うシステムです。ただし、建築基準法では機械換気の設置が義務付けられていますので、パッシブ換気だけでは建築許可が下りません。実際には機械換気も併設し運用するときに使い分けるようにしています。

寒冷地では、第3種機械換気やパッシブ換気の場合に、予熱のために外気を直接室内に導入しないで床下を経由させたり、地中のパイプを通したりする例もありますが、その際には床下の空間やパイプの中で汚染の発生がないような処置が必要です。

c. 換気経路

換気経路とは、屋外からどの部屋に外気を取り入れ、その外気をどのように各スペースに經由させ、室内の空気をどこから排気するかという空気の通る道筋のことです。基本的には、汚染物質や臭い、水蒸気、熱などの発生が少ない居間、寝室などの居室に外気を導入し、それらの発生が多い空間、すなわち台所、浴室、便所などから排気します。また、結露防止やシックハウス防止のために押入などの収納スペースにも空気が通っていくように換気経路を考える必要もあります。床下空間からの汚染の室内への侵入が心配される場合には居室の空気を床下に導き、床下空間に設けた排気口から直接、外に排出するという方法も有効です。換気経路に従って空気が流れるためには最初に述べたように気密性能を確保することが重要です。

d. 厨房の換気

厨房用の必要換気量は建築基準法に則り調理用の燃焼器具の容量に応じて算出されますが、その値は $300 \sim 400 \text{ m}^3/\text{h}$ となります。この値は他のスペースの必要換気量に比べて圧倒的に大きいので、厨房換気扇を運転した場合には厨房以外の部屋の温熱快適性を損なう可能性があります。また、運転時は室内圧が低下しますので暖房用の半密閉型燃焼器具（部屋の空気を燃焼のために使用し、排気ガスをパイプで直接外部に排出するタイプで、浮力により換気される）からの逆流が起こり不完全燃焼の生じる可能性が大きくなります。そこで、最近は厨房に給気口を設けて住宅全体の換気経路とは独立させる例が多くなっています。

e. シックハウス対策と換気

シックハウス対策のために改正された建築基準法では、シックハウスの主な原因物質であるホルムアルデヒドの濃度が許容値である 0.08 ppm を超えないようにするために3つの方策が示されています。1つ目は、居室における必要換気量を0.5回として機械換気設備を設けることです。2つ目は、ホルムアルデヒドを発生する建材の使用面積を発生量に応じて制限することです。例えば、ホルムアルデヒド発生量が星3つの場合（F☆☆☆のように建材に表示されている）、内装材として使用できる建材の面積は床面積の2倍までとなります。F☆☆☆☆の場合には、使用面積の制限はありません。3つ目は、天井裏や、1階と2階の間の空間を対象とした処理の方法で、換気設備を設置するか、F☆☆☆以下の発生量の建材を使用するかのどちら

らかを採用することが規定されています。以上の3つはすべて満たす必要があります。詳細は巻末資料3を参照してください。

f. 暖冷房システムと換気

暖房・冷房を行っているときには窓が閉じられているので、機械換気を運転して空気を常に入れ替える必要があります。また、石油やガスを燃料とする暖房設備で、開放型燃焼方式（部屋の空気を燃焼に使い、排ガスがそのまま室内に放出されるもので持ち運びが可能）を使用する場合には、目安として換気回数で1～2回の換気が必要です。

エアコンを使用する場合には、そのための換気は不要ですが、エアコンに換気の機能も備わっているという誤解を持っている人がいます。エアコンの使用中也常時換気をする必要があります。

最近では、ダクトセントラル式の暖冷房設備（または暖房設備）が設置される場合がありますが、その設備の多くは換気機能を備えています。

いずれの暖冷房設備を利用する場合にしても換気には十分に注意する必要があります。

6.4. 高湿度環境への対応

湿度形成にかかわる水は様々な形で姿を現して役割を果たしますが、一方では建築躯体や内外装、室内環境に影響を与え、甚だしい場合には耐久性や美観を損なって、居住者の健康と安全を脅かす場合もあります。特に結露とそれに伴うカビ発生はダンプネス状況を招き、空気環境を悪化させることから、合理的な対策を行うには、建築物内の水の素性と動きを知っておく必要があります。

図 6.4.1. には建物に係わる設計と性能の連鎖を示しました。熱と水分と空気は伝搬の機構と媒体に共通な部分が多く、本マニュアルの目的である健康性(図 6.4.1. 右下)にも様々な形で影響を及ぼします。なお特に断らない限り、文中では「相対湿度」を「湿度」と称します。

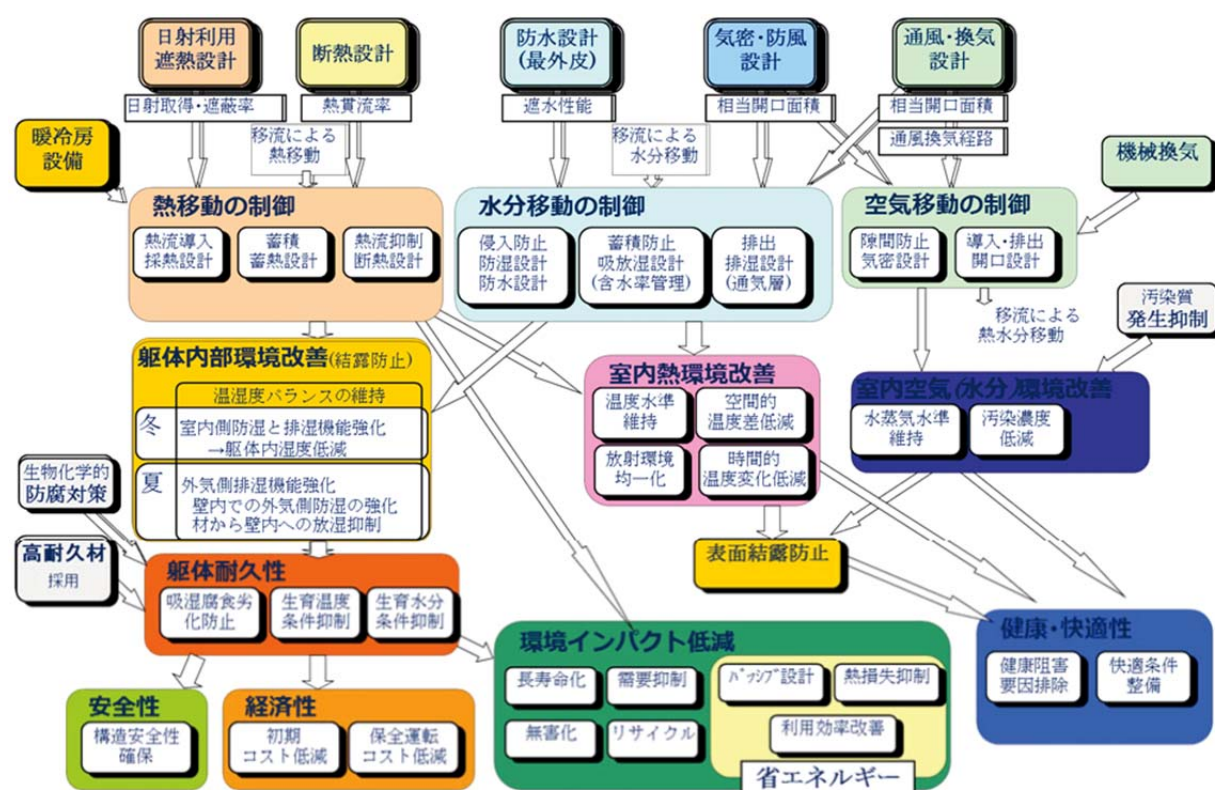


図 6.4.1. 建物の熱・空気・水分に係る設計と性能の連鎖

注意点は移動のメカニズムにもあります。液水を動かす力が重力、水圧、毛細管現象（細い管や隙間内の液体が内表面との親和力で引き上げられる現象）、運動エネルギー（移動する物体が持つ動き続けようとするエネルギー）などであるのに対し、気体である水蒸気では、分圧差による拡散と、温度差（密度差）や風圧（全圧差）による移流（空気移動）が主役となるため、機械換気設備の運転やダクト/隙間の形状と量、防水・防湿の抵抗と配置なども考慮しなくてはなりません。一旦結露が起きると液水は思わぬ部位に移動し、場合によっては壁内や土台材上にトラップされて滞留・蓄積を生じ被害を大きくします。

様々な恵みをもたらす水ですが、四つの形に変身します。水の第一の顔は、トイレ・洗面・湯沸し・厨房や散水などで日常的に接する、液体（液水）です。その多くは上水道或いは中水道から供給され、洗浄・洗面・飲用・調理や雑用に供された後、排水設備を通じて処理されています。問題はこのような飼いならされた水が、想定から逸脱したとき、或いは思わぬ所から、想定されない形で侵入してきたときに生じます。漏水、浸水、溺水、結露などが主なトラブル要因です。

第二の顔は、気体となった「水蒸気」です。建築物とは室内湿度としてかわり、多すぎれば結露・生物汚染や不快感、少なすぎれば粘膜/皮膚/眼の乾燥、ウィルスの生存、静電気の発生などに関係すると言われています。身の回りの空気中には蒸発した水分子が気体の形で含まれ、液水と共存（平衡）しています。結露対策ではその移動の管理と相変化（凝縮）の阻止がポイントです。空気中の水蒸気は、少ない冬季(気温 20℃、湿度 40%)には 1 m³当り約 5 g、多い夏季(28℃、60%)でも約 11 g 程度と、量的にはわずかですが、挙動や影響が特異なため環境工学分野では、水蒸気と乾燥空気の混合物を「湿り空気」と呼んで別格に扱います。乾燥空気と共存できる水蒸気量の上限である「飽和水蒸気圧」或いは「飽和絶対湿度」は、温度と圧力につれて増減するので、その飽和の程度である「（相対）湿度」も温度と圧力によって変化します。一般に温度と水蒸気量との関係は「湿り空気線図」として表現され、温度変化や結露現象などが線図上で説明されます。

第三の顔は、固体となった「氷」です。近代建築では冷媒配管や冷蓄熱などで目にする機会が増えています。一方、寒冷地では転倒の危険や「すが洩り」（屋根上氷堤からの浸水）、建具の開閉障害、配管や外装の凍結破損、コンクリート等の凍害（凍結融解に伴う障害）などが今も身近な問題です。人工的な手段で防止・解消するにはそれなりの施設とエネルギーを要するため、一般にはそれらが滞留する箇所が氷点下にならないような形態（設計）の配慮や、保温・熱配分による温度維持を優先しなくてはなりません。

最後の第四の顔は、材料内の「含水」です。目に触れる機会も少なく存在に気づきにくいのですが、建築内の水の大半は、躯体（コンクリートや木材）や内外装材（木質製品、多孔質材や家具・什器）の中に当初から存在し、空気中の水蒸気との間で吸放湿しながら安定していきます。多くの場合、吸放湿には室内水蒸気の急な変化を緩和して湿度を安定させる働きが期待できるのですが、高含水状態が続けば害虫・害獣や微生物の増殖を招いたり、乾燥しすぎれば材の収縮や変形などトラブルの原因となる危険もあります。また、カビの生育には、酸素と適切な温度のほか、材料の水分もかかわっていることが知られています。

このように、一口に「水」と言っても、ひたすら封じ込めてしまいたい「液水」「氷」もあれば、生理的・衛生的に適量(必要量)があつて管理が必要な「水蒸気(湿度)」や「含水率」もあり、経路も多様ですから、取扱いは一筋縄ではいきません。表 6.4.1. に水に係わる問題と対策の概略を示しました。以下、ここでは結露に伴う被害に注目して状況判断と対策について述べていきます。

表 6.4.1. 「水」にかかわる問題と対策（給排水・衛生設備関連は省略）

	発生源	主な障害	一般的対策
液水	雨水、空調機器、地下水、結露水	浸水滞水による衛生問題(微生物・カビ・害虫増殖等) 汚損・悪臭	(防水・防湿・保温等による) 水・浸水・結露(冠水・滞水)の防止 速やかな排水・乾燥・排気の促進
水蒸気	外気、液水・氷・含有水の蒸発、人体呼気、空調	高湿に伴う結露・含水の誘発 低湿に伴う衛生問題 (過乾燥、ドライアイ、ウィルス繁殖)	湿度/温度/換気状況の監視・制御 蒸発・放湿源の管理(排除・低減・加湿) (発生源の隔離・外気処理・局所排気・乾燥材使用・換気量制御)
氷	雨水、外気、空調	転倒危険、すが残り、 建具の開閉障害、凍結破損	部材温度と空気湿度(露点温度)の管理 (適切な保温・開口部設計、空調/暖房計画)
含有水	(打設・成長・製造時の)初期含水、液水流入、水蒸気の吸放湿	害虫・小動物・微生物・カビ等の生育による汚損・健康影響 腐朽・腐食・劣化の進行 収縮・変形・亀裂	適切な乾燥処理或いは乾燥材の選択 適切な薬剤使用による生育防止 施工前・打設時・施工後の養生確保

6.4.1. 湿度管理の考え方

湿度の管理は、上記のような様々な障害をバランスよく避けながら効率的に行うことが目標になります。VOC 等の汚染物質と水蒸気は、発生源・凝縮仕組や成分に違いはありますが、どちらも気体ですから発生低減や気密化など対策には共通部分があります。一方、汚染濃度は低いほど望ましいのに対し湿度は低すぎても高すぎても問題を生じるため、めざす目標の設定方法は異なってきます。例えば、建築物衛生法に管理すべき温度、湿度範囲が基準として示されていますが、建築環境工学の観点から住宅に「適切な温湿度」の目標を一律に決めることは容易ではありません。

温熱快適性や作業性、健康性などの目標によって変わる上、結露対策や管理などを考えると建物・設備の性能や構造にも左右されることになるためです。さらに言えば、居住者の年齢・代謝や着衣、使えるエネルギーや資材・技術の資源にも制約されますから、条件を決めつけることは難しいと言えるでしょう。但し、室内湿度(水蒸気)に起因する直接的な生理影響はシックハウス症候群のように重篤なものは少なく、居住者が冷暖房によって対応できる部分が大きくなります。但し、室内湿度は直接的な生理影響以外の、建物内外の結露・水分蓄積や生物環境(カビ・腐朽菌等)にも大きな影響を与え、間接的な障害を生じさせるおそれがあります。

以下、本マニュアルのシックハウス対策に資する結露防止の基本について述べていきます。

6.4.2. 結露パターンと対策

「結露」はカビ、害虫獣の繁殖や腐食を促進する要因として室内環境の健康性・衛生性を大きく損なう危険性を持っています。湿り空気(水蒸気を含んだ空気)と、その空気の露点温度より低温な物体との出会いで生じる単純な物理現象ですが、現代に至っても紛争処理支援機関に持ち込まれる相談のワースト3から抜け出せないことが建築から追放するには多くの困難があることを物語っています。

①表面結露対策の原則

対策原理は、空気中の水分(水蒸気圧)を管理して低く保つか、建築の表面温を湿り空気が飽和する露点温度より高く保つことの二点に尽きます。しかし、居住者が勝手なふるまいをしても全ての部材、全ての空間、全ての季節を通して結露しない住宅を提供することは、現実のコストやエネルギー制約を考えると難しいのが実情です。また、近年の省エネ施策により断熱性が向上しましたが、暖房空間の範囲が広がったことにより、かえって部屋と部屋との間の温度差や温度変化が大きくなって結露危険を増す場合も見られます。

「水分管理」に係る水分供給源には、生活行為(調理・入浴・植栽・洗濯物干)や人体発生、外気(降雨)、地盤などがあります。室内の水分は、発生量を控えた上で、空調換気設備があればそれを適切に運用して、用途・目的に応じた管理をするのが居住者には最も実用的な対処法です。

居住者人体への生理影響を生じない範囲を見極めて、日常の知恵と工夫でできる限り低め(例えばインフルエンザ感染を考慮すると40%など安全側)の湿度制御をすることが勧められます。一方、「表面温度」に係る建物側の熱性能を、必要な表面温度が保てる水準に設計し施工するアプローチがもう一本の柱です。こちらの方が生活上の自由度・満足度は高いのですが、設計段階からの準備と初期投資も必要となります。また、室間の温度差や家具配置などによる裏側壁面の低温化などを防ぐため室内の熱(暖気)を均質に届けることも必要条件ですが、変動する外界気象や多様な室内熱環境への要求に静的(固定的)な断熱気密で対応するのが難しい状況も懸念されます。しかし、かつては断熱性が低く弱点と言われた開口部も、近年は高性能ガラス・サッシなどの普及により、保温性能の底上げがされて採用が容易になってきています。コストとエネルギー制約、建築特有の立地条件や不確実性はなくなりませんが、変動や多様性に耐える結露防止の基礎体力を高めて対処する余地は広がってきています。二つの戦略の何れかで完璧を期すのではなく、これらの対策原理を場所と時間、生活要求に応じて組み合わせ、使い分けることが不可欠です。

②内部結露対策

水蒸気は熱よりも速やかに広がりやすく、通常の表面結露では室内(ゾーン)の水蒸気量は均一と考えて大きな誤りはないのですが、木造やRC(Reinforced Concrete:鉄筋コンクリート)構造の住宅などでは躯体内に断熱層が設けられたため、熱と湿気の流れが偏り、「内部結露」状況が生じやすくなっています。

「内部結露」とは、湿気は通すが熱を遮るグラスウールなどの断熱材が温度と湿度のバランスを崩し、局所的な温度分布を生じて結露に至る現象です。極論すれば、熱と湿気が揃って流れている時は結露を生じなかった壁内に、断熱材・気密材・防湿材が入りこみ、その足並みが

そろわなくなったためにおこります。戦後の建築界では、先ずサッシ登場などによる室内の気密化が先行して「表面結露」が誘発されました。次いで省エネを意図して進められた断熱化が「内部結露」を誘発し、それらを防湿設計や通気工法が後を追って繕ってきたという苦い経験があります。断熱材などが入った構造内部に湿気を侵入させない「防湿構造」をしっかりと設けて守るとともに、構造用金物などの多用が進む今日、断熱層を非断熱建材の熱橋（熱を通しやすい部材）が貫通するのを防ぐことも重要です。また、冒頭でも触れたように、実際の建築空間では、「第四の顔」である材内含有水分を介しての吸放湿が、水分の流れに大きな影響を及ぼすことも重要です。

③非定常結露対策

「非定常結露」は、先に述べた結露原因である「水蒸気量」や「表面温度」が通常と違う動きをした時に生じる結露です。多くの場合、冷え込んだコンクリートなど熱容量が大きく、温度変化しにくい部材に湿った空気が接して起こります。例えば梅雨の時期、日の当たらない床下の基礎やコンクリート壁に湿気を含んだ暖気が急に侵入するなどが典型例でしょう。これには熱容量を抑えたり、暖気侵入を阻止するなどの対策がありますが、顕著な被害が生じない部位であれば、乾燥を促すなどで対処する場合も多いようです。

④実用的な対応

このようにいずれの対策も長所短所を併せ持ち万能の決め手とはいきません。また、実際の建築は個々の技術や部品の足し算で成り立っているわけではありません。

常識的ですが推奨できる現実的な管理上の戦術を列举してみました。

- 1) 湿度水準、水分発生抑制、室内温湿度条件に即して全般湿度の低減を図る、居住者の温熱快適性と作業効率の条件内で低めに
- 2) 過剰な水分の速やかな排出局所の水分発生源を管理し、換気を活用して速やかな排出を図る
- 3) 室内及び室間の温度差縮小と最低水準確保 建築内各部の温度差縮小と、温湿度管理水準に即した最低表面温度の確保を図る
- 4) 結露しても被害を出さない配慮窓や凹凸部位における結露危険部位を予め特定し、構造安全・衛生保健等に支障・被害を生じないよう設計或いは運用上の配慮を行う
などが挙げられます。

6.4.3. 浸水被害への対応

蒸暑気候に開放的な設えを旨として対処してきた我が国の住宅は近年、省エネ・快適をめざし急速に変化し、基礎周辺の密閉化と断熱化が著しく進んでいます。一方、地球温暖化の影響で局地的降雨の増加が危惧され、水害は激甚化傾向にあることから、建物と居住者の健康に大きな影響を及ぼさないよう適切な対応が求められています。なお、ここでの「浸水」は特記しない限り、「津波」に起因するものと「洪水等」に起因するものをまとめて記述しています。

①浸水被害の特性

浸水は、以下に挙げるような被害により地域の人命や物理的・経済的・社会的基盤を損ない、

住民及び地域社会の「健康性」の急激な低下を招くことが知られています。

- 人命喪失・受傷等による身体・精神的被害
- 建造物・都市などの損傷・損壊・流出等と経済基盤毀損による経済・精神的被害
- 短期・中期のインフラ途絶（排水・廃棄の停滞、給水・ガス・電気・水道の停止）
- 構造安全性、居住利便性の低下と不安
- 被災拡大・復旧遅延等の不安
- 清掃・復旧・改修等の労力と経済的・時間的負担

浸水は、堤防整備等による治水措置や地盤かさ上げにより、防止或いは減災が可能な災害です。

しかし、社会資本として莫大な投資と長期間の整備・管理努力を要することから、個人レベルでの対処は困難な場合が多い上、そのリスクは多様で、認知されていても解消することは難しいことも事実です。

②被災住宅の環境的な問題点

被害には、構造体・財物等の損壊や、内装等の汚損・劣化など認識が容易なものと、躯体内部の木材や断熱材の含水や菌繁殖に伴う機能・性能低下など、その認知が速やかにできないものがあります。なかでも腐朽による耐久性劣化や、微生物繁殖などによる不快や健康影響の発生には多くの要因が絡んで予測も評価も難しいことから、居住環境に係わる主な懸念状況とその機序・要因を列記し整理しておきます。

1) 温熱環境

- 繊維系・吹込み系断熱材などの変形脱落に伴う断熱性能の低下による夏季の暑さ、冬季の寒さの問題が特に懸念される。
- 清掃・リフォームに際して保温仕様、暖房仕様が変更・省略される場合もある。
- 木質構造・コンクリート・畳・繊維板・土壁等の含水・変形・破損に伴う断熱・気密性能の低下が室内温熱環境に影響を与える可能性が大きい。
- 内装材・電気設備・配管等の解体・点検・清掃・補修・交換等に際して断熱気密性が損なわれ、（別貼り防湿シートなどが）復元できない可能性が大きい。

2) 結露

- （既出）繊維系・吹込み系断熱材などの変形脱落に伴う断熱性能の低下により、冬季の室内側表面温度の低下が生じ、表面結露発生の危険性が増大する。
- （既出）内装材・電気設備・配管等の解体・点検・清掃・補修・交換等に際して、防湿気密性が損なわれ、復元できない可能性が大きい。
- リフォームに際して、暖房設備が変更・省略され、開放型器具などが導入される場合もある。含水あるいは乾燥不十分な構造材・下地材などをそのまま用いた場合、壁内・床下での内部結露発生を助長するおそれがある。
- 通気層・通気口等の清掃が難しい場合、本来の通気・排湿が妨げられ、結露を助長するおそれがある。

3) 室内空気環境とダンプネス発生

- 浸水・含水した内装材・構造材・家具等の使用継続によって、真菌類の繁殖が促され、室内気中の微生物環境が悪化する懸念がある。
- 浸水時に流入・付着した未知の化学物質が内装材・構造材・家具等に残留していた場合、居住時に再放出され、健康影響を及ぼす恐れがある。
- （既出）リフォームに際して、暖房設備が変更・省略され、開放型器具などが導入

されることによる排気ガス汚染の危険性がある。

4) 害虫の侵入

- 地盤・基礎まわりの湿潤化と、建具接合部等の変形などにより、外周及び床周りの隙間から害虫獣の侵入が懸念される。

5) 排水処理

- 特に近年の基礎断熱・剛床構造や床下暖房を有して躯体密閉性の高い住宅において、床下空間の観察・評価が難しい事態が想定され、排水・清掃・消毒・乾燥が的確に行われない事態が懸念される。

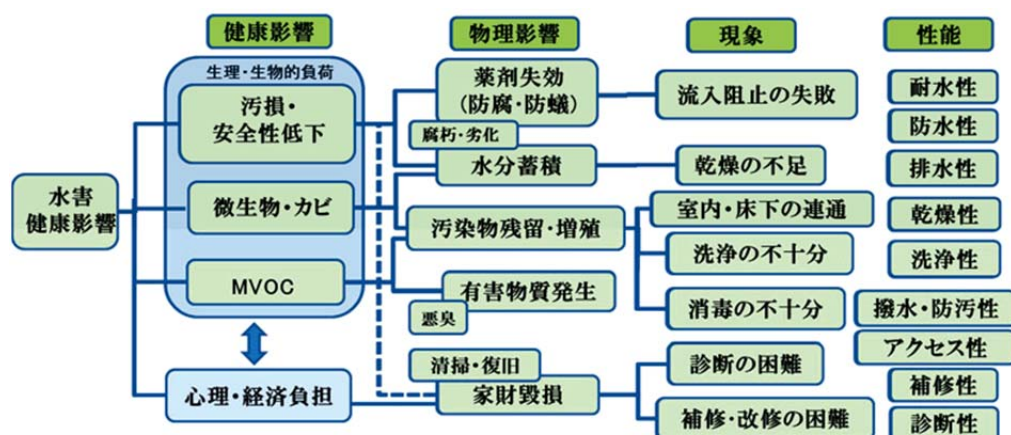


図 6.4.2. 水害に係わる影響要因

③対処方法とその課題

1) 速やかな排水と浸水状況の記録

被災後に生じる被害の多くは、含水の程度や付着物の多寡と強い関係があります。被害発生時には、人命と財産の保護が優先されますが、後の対処を効果的に行うには、生じてしまった被害（浸水・冠水の部位や継続時間、水質など）の状況把握・記録と、可能な限り速やかに排水を行うことが望まれます。（保険請求、保障算定とも関連）

2) 被害状況の観察評価・対策検討

吸水・腐朽や生物被害を低減するためにも、人命・財産に関する切迫した危険がなくなり次第、建築専門職による構造開削など早期の介入と診断が必要です。

- 床下の浸水・汚染状況：水質や臭気に応じて保健所・衛生研などの介入も考慮
 - ・ 断熱・電気絶縁等の被害（床下点検）
 - ・ 生物汚染（物質種・毒性・悪臭）
 - ・ 化学汚染
 - ・ 含水・吸水状況
- 壁体の浸水・汚染状況：漏電は感電・失火のおそれがあり緊急性が高い
 - ・ 断熱・電気絶縁等の被害（壁内点検）
 - ・ 生物汚染（物質種・毒性・悪臭）
 - ・ 化学汚染
 - ・ 含水・吸水状況
- 設備機器・家財被災状況

- ・ 電気絶縁・設備機器等の被害（機材点検）
- 3)（観察評価に基づく）廃棄・清掃・消毒：必要に応じて清掃担当部局・保健所の介入
- 継続使用・回復可能性の判定：廃棄、清掃、改修
 - ・ 判断基準は個別に定められますが、内装の汚損、構造体の含水、断熱材の吸水変形、化学物質臭等の回復・継続利用は一般に困難・扇風機・サーキュレーターを利用し、室内の空気を循環させることが効果的
 - 廃棄清掃は自治体の処理体制、地域の公助共助体制、ボランティア等と連携した地域レベルでの実施
 - ・ 特に高齢者・障がい者・単身者らに配慮し、地域での一体的・集中的処理が必要。
 - ・ 過労・怪我・脱水等の事故防止に配慮することが重要（作業時間管理・装備の手配）
 - ・ 清掃は洗浄水が使えるようになった時点で速やかに着手すべき（排水処理にも配慮）
 - 床下・壁内等の清掃には、建築職による躯体等の解体・開削が不可欠
 - 自家の消毒は個人実施が原則ですが、保健所等の公的作業と連携して実施（盗難等にも配慮）
- 4)（観察評価に基づく）清掃・復旧・改修と、必要に応じた建築・電気分野の専門家の介入
- 専門的な診断と清掃・処置
 - ・ 絶縁を確認のうえ、設備機器の動作と性能の調査診断
 - ・ 内装材・構造材・断熱材等の被災状況を調査診断し、構造安全性を確認したうえで継続使用を決めたものには専門的な清掃・乾燥等の応急処置を行う
 - ・ 継続使用不可と判定した部分や部位については、撤去保全措置
 - 撤去保全計画に基づいた、中長期的対応（居住継続、退去、改修など）
- 5) 改修（救援資金や制度に配慮）：工事手順・設計施工要件などは水害浸水と同様
- 改修計画を検討し、期間中の生活、資金・資材調達・施工の工程を立案
 - 改修工事は残留汚染や局所の含水状況、結露危険性等に配慮して計画・実施
 - ・ 上記の「②被災住宅の環境的な問題点」に配慮した設計施工を行うことが望ましい。
 - ・ 以降の住まい方等は一般の改修住宅のそれに準じるが、突発的な環境変化を強いられることから、生活様式の急激な変化に配慮が必要。

6.5. 居住改善

この章では、住宅内で健康影響を生じる有害な物質量を減らすための手段として、「発生源管理と発生低減」と「換気による排出と希釈」の二つの方法を中心に述べてきました。しかし、表 6.5.1. に示すように有害物質は発生源から室内空気を介して人体に直接取り込まれる気体ばかりではありません。例えば、アレルギーを引き起こす物質としてはダニに由来する物質やカビに由来する孢子、外気中の花粉などもあります。そのほか、建材から移行した可塑剤などが溶出・付着したほこり、外界からの粉じんなどによっても健康影響が生じると言われています。

このようにそれぞれの発生原因や摂取経路に応じた、個別の発生源対策が必要ですがその多くは固形粒子の形で人体に入ることから、対策としては、①建材・部品等の選択や居住改善による発生低減、②換気設備とフィルター等による侵入防止、③通風・清掃等による除去・堆積防止、など居住行動と居住環境改善に係るものが中心となります。

ここではそれら対策のうちでも、居住者が対応できる代表的な活動として「清掃」と「保守管理」をとりあげ、カビとダニへの対策を中心にポイントを述べていきます（非住宅建築物に係る清掃や厨房保守業務は対象としません）。

表 6.5.1. 主な健康影響物質と関連要因

	ホルムアルデヒド VOC	SVOC	ダニ	カビ	花粉症
主な被害	アレルギー				
	シックハウス症候群		刺咬、吸血 疾病媒介	感染症 中毒、汚損	鼻炎、 目のかゆみ
原因	建物内の建材・薬剤・ 家具等からの化学物質 揮発	微粒子			
		可塑剤、 難燃剤等	ダニの虫体（死 骸）、フン	菌糸、孢子	建物外の花粉
伝搬	換気・漏気による気流 （透過、吸脱着）	接触 局所散乱	人間活動、換気等による 局所散乱・浮遊		人の持込 換気・通風
対策	発生源規制 排出の促進（換気） 空気清浄	材料選択 接触防止	ダニ駆除 アレルゲン除去	結露防止 薬剤防黴	侵入防止
		清掃・空気清浄			

6.5.1. 清掃と建築の運用管理

一般に「清掃」は、居住者が日常的に行う、ゴミ・ほこりなどの固形物や汚れを除去し、清潔感を保つ行為全般を指します。吸引式の掃除機や化学雑巾をかける場合もあれば、床・家財やガラスを拭いて透明・清潔を保ったり、落葉や屑を集めて掃き清める作業など、様々な行為と目的がイメージされます。美観や清潔感の維持はシックハウス対策を意図した本書の趣旨ではなく、室内の清掃が衛生状況に直結するとは限りませんが、健康影響のおそれがある微小な粒子や汚染物質の存在を示す間接的な目安となる場合があります。栄養や水分が蓄積されて微生物やカビ・昆虫等の温床となる事態も考えられることから対策上、お勧めされる行為です。

しかし、汚れの発生量や成分は家族構成や生活習慣、建物の気密性や換気方式、室内の建材や家具、ペットの存在などが関係するため、対策や基準を一律に決めることはできません。そこで筆者らは建物情報と住まい方情報を関連づけて対策に結びつけるため、全国的に2回のアンケート調査（冬期 348 票、夏期 257 票）、2回の一般調査（316 戸、236 戸）、4回の詳細調査（29 戸、21 戸、21 戸、20 戸）という3種類の調査研究を行いました（数値は有効数、対象住宅は共通）。一般測定では採取の簡便さを重視し、カビには「壁・床表面カビ数」、ダニには「床表面ダニ数」を汚染の目安に用いました。一方、詳細測定ではカビ密度に『エアーサンプラーを用いた捕集』による培養コロニー数（cfu/m², cfu:colony forming unit（カビコロニー）の密度）の計量、ダニアレルゲンに『塵サンプルからの ELISA（酵素抗体）法分析』を用いています。

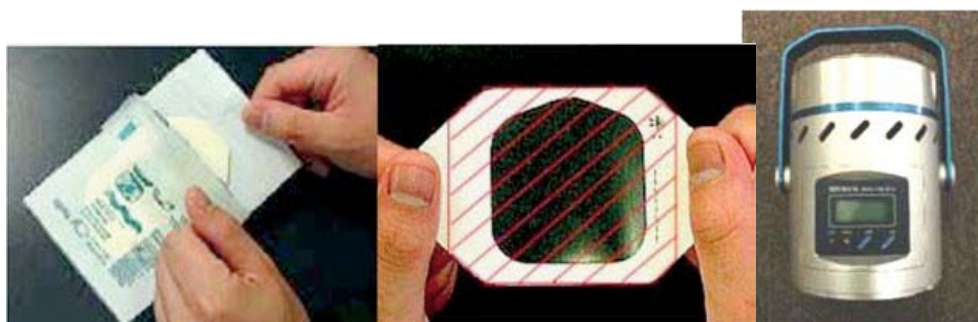


図 6.5.1. カビ採取方法

（左：壁床表面簡易測定用ドレッシングテープ、右：空中捕集用エアーサンプラー）



図 6.5.2. 床表面のダニ採取方法
（粘着クリーナー法）

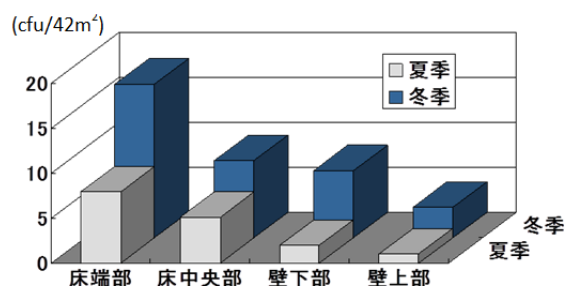


図 6.5.3. 部位・季節別の表面カビ数（平均値）

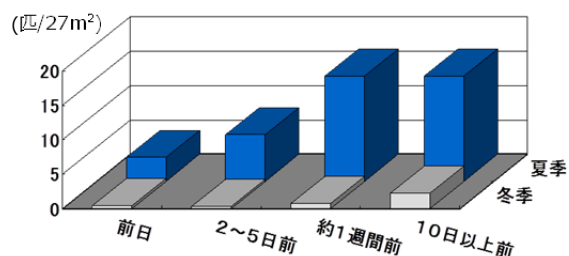


図 6.5.4. 清掃時期・季節別のダニ数（平均値）

詳細調査では、分析対象 20 戸における表面カビ数（壁上、壁下、床中央、床端のカビ数の合計）、空中カビ数とも集合住宅より戸建の方に多いこと、築年数別で見ると床ダニ数は築 13 年以上の住宅において 10 匹以上と最も多いこと、総じてダニ数が多く、糞由来或いは虫体由来のアレルゲンが多い場合にカビも多いことなどが分かりました。

築年数は断熱性・気密性の近年の向上と関係していると考えられます。一般調査では、冬期の平均表面カビ数（採取面 42cm² あたり 30.8cfu/m²）は夏期（15.1cfu/m²）より高いのに対し、ダニ数は夏期（0.27m² あたり 6.6 匹）が冬期（0.6 匹）より著しく高い。調査時期や天候のばらつきを考えると、カビに対しては低温となりやすい床の周辺端部、ダニに対しては夏期に清掃頻度が低い場合にリスクが大きくなっていることが分かります。

「壁面結露あり」の住宅では冬期の平均表面カビ数が「なし」の住宅の 2.1 倍、夏期には 1.5 倍に、床面ダニ数が冬期に 4.0 倍、夏期に 2.5 倍になっていました。また、冬期に「窓面結露あり」の住宅におけるダニ数は「なし」の住宅の 1.7 倍を示し、いずれも結露と強い相関関係を持つことが分かります。表面カビ数は絶対湿度（空気中の水分量）と明確な関係が見られませんが、空中カビ数は絶対湿度と共に増加、床ダニ数は絶対湿度が 15g/kg を超える辺りから増加する傾向がうかがえます。一方この調査では、敷物の有無、暖房方式、洗濯の室内干しなどと、表面カビ・床ダニ数との間に目立った関係は見られませんでした。

このような調査結果や既往研究（生ダニ数の変化を示す図 6.5.5. など）をもとに、カビ・ダニの数が多住宅や部屋の属性を整理してみると、以下のことが言えます。

- ・換気機能や断熱性が不十分などの原因で壁や窓に結露が発生している。
- ・掃除が頻繁でない場合には、特にダニ数に大きく影響する。
- ・在室時間が短く、温度差・温度変化が大きかったり換気の少ない部屋はダニが多くなりやすい。

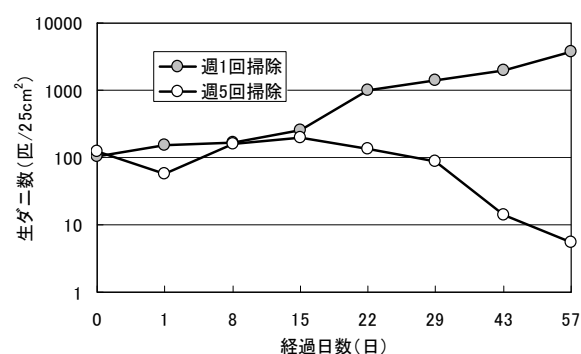


図 6.5.5. 掃除回数と生ダニ数

6.5.2. 保守管理の原則

上記の調査結果などを踏まえて示唆を記します。

- 地域の気象条件よりも室内の温湿度環境が要因として強いので、暖冷房機を適切に用いた室内温湿度管理が重要です。室内空気を汚すファンヒーターや開放型燃焼器具の使用は控えましょう。
- ダニの密度を下げるには清掃が最も効果的です。清掃の頻度が下がるにつれてダニ数や表面のカビは増大します。
- 冬季には室温を維持して湿度を抑え、結露防止を図ることがカビ・ダニ数を抑える上で効果的です。
- 同様の理由から、夏季には通風・除湿などに心掛け、湿度を抑えることがカビ・ダニ数を抑える上で効果的です。
- 屋内ペットがいても、清掃を頻繁にしさえすればカビ・ダニ数は増えないようです。
- 室内空気が滞らないよう、換気設備の管理（フィルター保守など）や、通風にも配慮しましょう。
- 空気清浄機の導入には、部屋の大きさに応じた機種選定とフィルターの管理が不可欠です。

第Ⅳ部 シックビルディング症候群・ シックハウス症候群の予防

第 7 章 用途・構造種別に応じた課題

第 7 章 用途・構造種別に応じた課題

7.1. 職域・オフィスビル、公共ビルの課題

7.1.1. 建築室内環境に起因する健康影響とその要因

日本や欧米の先進諸国では、経済や産業の発達とともに、人口の都市部への集中が起こり、建築技術の進歩も相まって、都市部を中心に大規模な建築物が多数建設されました。建築物は、風雨や寒暑などの好ましくない外部環境から居住者を守り、外敵の侵入を防ぐシェルターであるとともに、そこで過ごす居住者の生活や活動を支える重要な生活基盤です。従って、安全性のみならず、健康で衛生的な環境が保持されていなければなりません。しかし、このような建築物において、建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響が報告され、これらの先進諸国を中心に、その実態調査や対策が進められてきました。いわゆるシックビルディング症候群と呼ばれています。

シックビルディング症候群の症状は、眼・鼻・喉の刺激、粘膜や皮膚の乾燥感、皮膚の紅斑、倦怠感、頭痛、気道感染や咳の頻発、声のかすれ、喘鳴、かゆみ、非特異的な過敏症状、吐き気、めまいなどの特徴があり、ある集団でこれらの症状の発生頻度が高く、それぞれの発症事例において、室内環境との関係を特定するのは困難です。また、シックビルディング症候群は、建築物の新築や改築直後に発生する一時的なものと、およそ年単位で持続的に発生するものがあり、前者の症状は、建築物の新築や改築直後に建築材料や塗料などから放散される揮発性有機化合物によるもので、症状は時間の経過とともに改善し、およそ半年後には大半の症状が消失します。しかし後者の症状の多くは、室内空気や換気設備などの調査を行っても明白な原因がみあたりません。シックビルディング症候群の症状は、特定の建築物や居室内で就業中に増悪し、これらの場所から離れると改善または消失するのが特徴とされています。

シックビルディング症候群に関する疫学研究は、主に欧米で 1980 年代以降に報告されています。1980 年代初めに英国の 9 つのオフィスビルに従事する 1,385 名の事務員を調査したところ、頭痛、倦怠感、粘膜刺激の症状を呈する従業員が多く、その有症率は自然換気方式の建物よりも空調設備が設置された建物で有意に高かったと報告されています。続いて 42 のオフィスビルに従事する 4,373 名の事務員を調査したところ、約 50% の従業員で倦怠感、鼻づまり、喉の渇き、頭痛などの症状を呈していました。胸部圧迫感、呼吸困難などの下気道症状を呈する従業員は 9% でした。そして、空調設備が設置された建物での有症率は、自然換気方式の建物の 2 倍以上であった報告されています。

デンマークで 14 のオフィスビルに従事する 4,369 名の事務員を調査したところ、目や鼻や喉などの粘膜刺激症状が 20～30%、頭痛や倦怠感や不快感などの症状が 26～41% であり、男性よりも女性で有意に有症率が高かったと報告されています。また、これらの症状は、床のダストや敷物、換気方式などの建築室内環境、ノーカーボン紙や複写機や VDT（ビデオ表示端末装置）を用いる作業、職場のストレスや仕事の質に関連していたと報告されています。

これらの研究以降、欧米を中心に大規模な疫学研究が実施され、シックビルディング症候群の要因などが研究されてきました。特に米国環境保護庁は、BASE（Building Assessment Survey and Evaluation Study）と名付けた大規模な疫学研究を 1994 年から 1998 年の間に 25 州 37 都市から無作為抽出された 100 の大規模オフィスビルに対して実施しました。これらの欧米における研究などから、シックビルディング症候群に関連する要因を表 7.1.1. にまとめました。

日本では、2012 年の冬期に 315 のオフィスビルと 3,335 名の従業員、夏期に 307 のオフィスビルと 3,024 名の従業員に対してシックビルディング症候群に関連する症状とそのリスク要因に関する調査が実施されました。その結果、職場環境に強い疑いのあるシックビルディング症候群に関連する主症状の有症率は、冬期で非特異症状 14.4%、目の刺激 12.1%、上気道症状（のどの渇きや痛み、鼻水・鼻づま

り、せき、くしゃみ 8.9%、下気道症状（呼吸時にヒューヒュー・ゼーゼーする、胸部の圧迫感）0.8%、皮膚症状 4.5%でした。夏期ではそれぞれ 18.3%、14.1%、6.7%、0.9%、2.2%でした。1990 年代に実施された米国の BASE 研究よりも低い有病率ではありますが、シックビルディング症候群の問題が少なからず残っていることがわかりました。

これらの症状の関連するリスク要因については、冬期・夏期ともに、温湿度環境、薬品・不快臭、ほこりや汚れ、騒音などの環境要因とシックビルディング症候群に関連する症状との関係が示唆されました。さらに夏期では、カーペットの使用や 3 ヶ月以内の壁の塗装との関連性が示唆されました。建築物の維持管理項目では、冬期の湿度基準の不適合と目の症状や上気道症状や皮膚症状、冷却加熱装置の汚れと上気道症状との関連性が示唆されました。また、夏期の二酸化炭素基準の不適合と非特異症状との関連性が示唆されました。ここでいう維持管理項目の基準とは、後述する建築物衛生法の管理基準であり、不適合とは、管理基準に適合していないことを示しています。労働安全衛生総合研究所の調査結果でも、冬期に湿度の管理基準値 40%を下回ると鼻症状、息切れ、めまい等のシックビルディング症状のリスクが上昇することから、現行基準の妥当性を示唆しました。

表 7.1.1. シックビルディング症候群に関連する要因（欧米の調査結果より）

分類	要因
個人	・性別 ・アトピー体質、気道過敏症
作業	・単純労働（下働きの要素がより強い仕事） ・コンピュータの使用頻度が高い
室内汚染	・室内汚染物質（揮発性有機化合物、オゾン、タバコの煙、ダストや微粒子、 燃焼生成物、真菌や細菌などの微生物） ・外気からの汚染物質（自動車排ガス、建物からの排ガス）
建物	・カーペット使用、改装後 ・低湿度、高い室内温度、不十分な温度管理 ・不十分な照度管理 ・空調設備が設置された建物、不十分な換気 ・不十分な清掃や設備の維持管理 ・水害
心理・社会	・仕事の満足度、ストレス ・社会構造

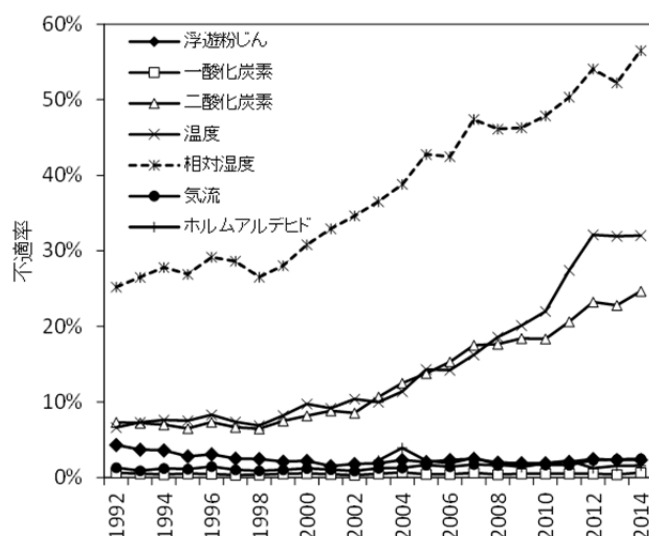


図 7.1.1. 特定建築物における空気環境管理基準の不適合率の年次推移

7.1.2. 日本の建築物衛生法と空気環境管理基準

日本では、戦後、経済の発展、人口の都市への集中、建築技術の目覚ましい進歩等に伴って、都市部を中心に大規模な建築物が多く建設され、ビル等の建築物の中で1日の大半を過ごす人々が飛躍的に増大しました。そして、不適切な建築物の維持管理に起因する健康への影響事例が1960年代にいくつも報告されたことから、建築物の維持管理に関し環境衛生上必要な事項等を定めることにより、建築物における衛生的な環境の確保をはかり、公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）が1970年（昭和45年）に制定されました。

この法律では、建築物環境衛生管理基準を規定し、空気環境の調整、給水および排水の管理、清掃、ねずみ・昆虫等の防除に関し、環境衛生上良好な状態を維持するために必要な措置を規定しました。空気環境の調整に関する基準では、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドに対して管理基準が設定されました。

建築物環境衛生管理基準は、建築物内部の人工的な総合環境を網羅した管理基準であり、この管理基準を遵守するため、建築物の所有者は権原者として管理技術者を選任し、管理項目に沿った維持管理を実施する義務が課せられています。日本では、この法律の施行によって、シックビルディング症候群の発生が抑えられてきたと考えられています。しかし、温度、相対湿度、二酸化炭素について、建築物衛生法の管理基準に適合しない特定建築物の割合（不適率）が1999年頃から上昇しています（図7.1.1.）。

表 7.1.2. シックビルディング症候群に関連する要因（日本の調査結果より）

症状	要因		
	建築物	環境（作業、室内空気）	ストレス
目の刺激			
冬期	・個別／中央併用方式の空調システム ・湿度基準の不適合	・寒すぎる ・乾きすぎる ・静電気の刺激 ・エアコンの風	・身体愁訴
夏期	・鉄道の近く	・カーペットの使用 ・コンピュータの使用 ・薬品の使用 ^a ・室温の変化 ・乾きすぎる ・静電気の刺激 ・不快な薬品臭 ^a	・仕事負担量 ・身体愁訴
非特異症状			
冬期		・寒すぎる ・乾きすぎる ・騒音 ・ほこりや汚れ ・その他不快臭 ^b	・活気の低下 ・イライラ感 ・不安感 ・身体愁訴 ・対人ストレス
夏期	・二酸化炭素基準の不適合	・勤務時間の長さ ・カーペットの使用 ・空気の流れ不足 ・騒音 ・その他不快臭 ^b	・イライラ感 ・抑うつ感 ・身体愁訴
上気道症状			
冬期	・冷却加熱装置の汚れ ・湿度基準の不適合	・乾きすぎ ・ほこりや汚れ ・不快な薬品臭 ^a 、その他不快臭 ^b ・職場の勤務者数の多さ	・身体愁訴
夏期	・鉄道の近く	・3ヶ月以内の壁の塗装 ・空気の流れ不足 ・乾きすぎ ・エアコンの風 ・不快な薬品 ^a 、その他不快臭 ^b	・身体愁訴
下気道症状			
冬期	・鉄道の近く	・室温の変化 ・騒音	仕事の適性度の低さ
夏期		・ほこりや汚れ	
皮膚症状			
冬期	・地下階数 ・温度基準不適合	・乾きすぎる ・騒音 ・その他不快臭 ^b	・疲労感 ・身体愁訴
夏期		・空気の流れ不足 ・乾きすぎ ・不快な薬品臭 ^a	

^a 洗剤、接着剤、修正液、他の臭いのする薬品、^b 体臭、食品臭、香水等

7.1.3. 対策

シックビルディング症候群に関連する要因は、欧米と日本でほぼ同じです。室内を汚染するガス状物質やダスト、カーペットの使用、温湿度、不十分な換気、不十分な清掃や設備の維持管理です。日本の調査では騒音もリスク要因でした。これらの結果から、建築物室内における空気環境の適切な維持管理が対策として重要です。日本では、建築物衛生法によって、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドの管理基準が設定されています。しかし、冬期の湿度基準の不適合と目の症状や上気道症状、冬期の温度基準の不適合と皮膚症状、夏期の二酸化炭素基準の不適合と非特異症状との関係が示唆されています。一方、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加しています。これらの増加が生じている原因として、省エネルギー対応に関わっているとの報告があります。具体的な例としては、空調機や換気設備の誤った使用方法による外気の導入不足、加湿器や空調機や換気設備のメンテナンス不良など、空気調和設備の維持管理に関わる問題が主な原因としてあげられています。従って、これらの維持管理に関わる問題を解決し、建築物環境衛生管理基準の不適合率を減少させることが特に重要です。

7.2. 学校の課題

学校におけるシックハウス症候群の発生は将来を担う子供たちの教育に重大な影響を及ぼす恐れがあるという意味で大変重要な問題です。発症させないための様々な予防対策は、新築校舎に限るものでなく、建物全体のメンテナンスや物品管理にも関連があります。また、学校で学ぶ児童生徒自身も予防に関わることになり、教員とともに建物の利用者全体の努力が予防につながることも認識すべきです。

7.2.1. 校舎の新築、改修、塗装

近年の小中学校の校舎は鉄筋コンクリート造りのものから木造の校舎への建て替えもみられるようになり、使用される建材に変化が出てきています。しかし、塗装や接着などで VOC(Volatile Organic Compounds)を含む様々な材料が使用されることに変わりはなく、シックハウス症候群の発生には引き続き、注意を怠ることはできません。

a. 換気設備

オフィスビルなどは窓をはめ殺しにして、換気は機械換気装置を用いて全館で行うことが普通ですが、学校の場合、手動によって窓の開閉ができるようにして、外気の取り入れをするのが一般的です。シックハウス症候群の予防には、換気は最も重要になりますので、施工の段階で十分な打ち合わせをしなければなりません。また、換気装置に付属しているフィルターは定期的に洗浄または交換する必要がありますが、既存の学校の中にはフィルターのある換気口が容易に手の届かない位置にあるためにメンテナンスが十分にできない事例もみられます。換気口の位置についてもメンテナンスを考慮し、設計の段階で周到に検討しておくことが求められます。特に新築校舎では使用開始後間もなく、シックハウス症候群の訴えが始まることが繰り返されていますので、この時期の換気については特別の配慮を必要とします。また、手動による窓の開閉は、普段教室にいる児童生徒が行うことになることが多く、健康教育の意味も含めて適切な指導をすることが大切です。

b. 建材・塗装・接着

校舎などの設計・施工を請け負う業者とはあらかじめ、シックハウス症候群発症のない施工方法について十分な打ち合わせをしておくべきです。ホルムアルデヒドの発散に関しては発散等級区分に伴う使用基準が定められていますが、その他の VOC についてもより発散の少ない建材を使用するような配慮を指示しておくことも重要です。また塗料はこれまでしばしばシックハウス症候群を発症させた VOC が含まれていますので、その選定についても慎重を期することが必要です。接着剤も同様であり、使用場所、使用量については把握しておくべきです。

c. 新築・改修工事の計画と使用開始時期

多くの学校では、新学期とともに新校舎の使用を開始しています。学年の区切りや授業のやりくりなどを考えれば当然のことですが、4 月初旬からの使用開始は決まっていますので、工事に遅れが出るようなことがあると、竣工後直ちに使用が始まることもあります。しかし、使用開始にあたっては十分に時間をとって換気に関連する事項、すなわち空調換気システムの特徴や操作法、特に児童生徒が行うことになる窓の開閉の仕方などについてはしっかりと確認する時間が必要です。また、予想に反して VOC の発生が大きかった場合はベイクアウト（半日ほど室内を高温にさらし、VOC の揮発を促して建材などに残る VOC を排出させること。トルエン、アルコール類などには有効、ホルムアルデヒドなどアルデヒド類の排出には効果は少ない）の措置を講じる必要が出てくるかもしれません。

また、これまでの報告事例から床のコンクリートが十分に乾ききらないうちに使用を開始したために床材のタイルカーペットの下地に含まれるフタル酸エステルが生乾きのコンクリートの強アルカリと反応して、2-エチル-1-ヘキサノールが長期間にわたって発生し続け、シックハウス症候群による健康被害が発生することわかっています。コンクリートの乾燥には十分な時間が必要ですが、その余裕がなかったために問題が発生したことを考えると、余裕を持った工期の設定が必要で、学校行事の年間サイクルを見ながら、慎重に工事の計画を検討することが必要になります。

7.2.2. 学校建築物のメンテナンス

学校の校舎に設置されている換気空調システムに付属するダクト、フィルターなどにはメンテナンスが必要になります。これを怠った場合、十分な換気が行われず、様々な微生物によって室内の空気が汚染されるなどの室内空気環境上の問題が出てきます。これらの設備の定期的点検、清掃は良好な室内環境を維持する上で不可欠なものと考えなければなりません。学校の場合は授業に支障のないように年間計画を立てて、これらのメンテナンスを確実に行うことが必要です。

なお、学校内の定期清掃を外部の業者に依頼する場合、清掃と同時に床のワックスがけを行う場合があります。シックハウス症候群の原因としてワックスから発生する化学物質が挙げられています。使用するワックスについて業者と打ち合わせを行い、VOC の発生を最小限にするか、ワックスがけを行わないという選択肢も検討対象になります。

7.2.3. 授業及び課外活動など

化学物質は理科や化学の実験など授業で使うことがあります。その際はとりわけ、火傷、薬傷、皮膚ばく露など安全面の配慮は欠かすことができませんが、揮発性を有する有機化合物の使用にあたっては、シックハウス症候群の発症にも注意する必要があります。通常、学校教育の場で VOC の発生を伴う実習などは行っていないですが、燃焼などに伴う排気の処理については細心の注意が必要です。安全のため、ドラフト内での作業が求められる場合には、排気の操作も含め、教育に際しては十分な注意をしなければなりません。教員として児童生徒の安全と衛生には大きな責任があります。教育の活動がシックハウス症候群の発症につながることをないように常に注意を払うことが求められます。理科、化学などの実習室の隣には通常、実習準備室があり、実習で使用する様々な試薬や VOC の発生があり得る化学物質関連の物品が保管されています。これらの管理は担当の教員が責任をもって行っていますが、時にチェックが行われず、担当者に任せきりになると、管理がずさんになることもあり、試薬瓶のラベルが剥がれる、フタの破損・紛失、長年使用されない試薬が廃棄されないなどの問題が起こることがあ

ります。このような状態は、直接シックハウス症候群の発生につながるものではありませんが、思わぬ事故、化学物質の漏えい、放散につながります。同様の問題は理科・化学実習準備室のほか、消毒薬などの薬剤が保管されている保健室、塩素剤が消毒に使用されるプール及び関連施設、消毒剤・殺菌剤等が使用される調理室、日常的に営繕作業を行うための倉庫でも起こりえます。化学物質管理の専門家である学校薬剤師との連携をとりつつ、ときどき学校内の物品管理のための巡視を行うなどしてチェックを怠らないようにしましょう。また、学校では課外活動や体育祭・文化祭などの行事で、普段の授業ではほとんど使用することのない化学物質を含む様々な材料や薬品を使用することもあります。例えば文化祭や学園祭でモニュメントや張りぼてなどを作ることになれば、まとまった量の塗料や接着剤を使用することもあります。これらの使用に際しても児童、生徒、学生らには教員が注意を喚起しておかなければなりません。新築の校舎での問題はすでに述べましたが、学校の場合には、時にまれにしか使用しない部屋を使用することがあり、換気が不十分なまま使用を始めるとシックハウス症候群の発症を招くことがあります。どんな部屋でも使用前に十分な換気をしておくことは教員全員にとっての基本事項と言えます。



7.3. 高齢者施設の課題

わが国では、医療・保健水準の向上や社会福祉制度の整備などを背景に、平均寿命の上昇と出生率の低下が進行しており、高齢化と少子化への安定的かつ効率的な対応が健全な社会の構築と運営に欠かせなくなっています。なかでも多様化し増大が予想される高齢者への福祉サービス需要を受けとめることができる、体制と環境・施設の整備が大きな課題です。一方、高齢者は免疫力や感受性、環境調整力に個人差が大きくなりがちで、体調不良や日和見感染症などを招き、甚大な健康被害を生じさせる危険があることから、不適切な室内環境や衛生状況を避ける慎重な対応と配慮が望まれています。

7.3.1. 高齢者施設の関連法規とその経緯

戦前の救護法以来、老人福祉法、老人保健法、介護保険法、住生活基本計画と続いてきた施策の積み重ねにより、多様な制度や施設が混在していること、公共性と個人生活、施設運営と療養介護など多様な側面がかかわりあっていることが実態把握や介入を難しくしています。一方、公共性の高い特定用途・規模を有する建築物については、不特定多数の衛生環境を守ることにより社会防衛を図る観点から制度設計された、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、「建築物衛生法」）があります。「建築基準法」が建設時における品質・性能の水準を作る側から担保するのに対し、使って管理する側からその利用時における水準確保の役割を負っています。

衛生関連業者の自主管理、建物所有者（管理技術者）の自主管理、保健所の監視指導、都道府県・国の指導調整など多重に入念な制度設計の下、1970 年の制定以来、事務所や学校、店舗、ホテルなど、公益性やリスクの高い建築物における環境の衛生性を支えてきました。しかし、建築物衛生法は社会全体の衛生水準の底上げを意図しているため、ハイリスクな高齢者グループを扱う考え方をとることはなく、規制対象とする「特定建築物」に高齢者等が利用する社会福祉施設等を含んでいません。

表 7.3.1. 入所型の社会福祉施設等の施設数と定員概況（2015、阪東調べ）

施設の種類の	根拠法	施設数	定員
保護施設(救護施設、厚生施設、宿泊提供施設)	生活保護法	215	18,914
老人福祉施設(養護老人ホーム、軽費老人ホーム)	老人福祉法	3,135	156,587
障害者支援施設等(障害者支援施設、福祉ホーム)	障害者総合支援法等	2,827	148,034
婦人保護施設	売春防止法	46	1,286
児童福祉施設(乳児院、児童養護施設、障害児入所施設(福祉型)、障害児入所施設(医療型)、情緒障害児短期治療施設、児童自立支援施設)	児童福祉法	1,266	71,932
母子生活支援施設	児童福祉法	259	5,338
その他の社会福祉施設(宿泊提供施設、盲人ホーム、有料老人ホーム)	社会福祉法、老人福祉法	7,820	324,659
介護保険施設等(介護老人福祉施設、介護老人保健施設、介護療養型医療施設、地域密着型介護老人福祉施設)	介護保険法、老人福祉法、老人保健法	13,234	929,527
計		28,802	1,656,277

注) 厚生労働省「社会福祉施設等調査」「介護サービス施設・事業所調査」(2012)から、入所型施設のみについて再集計した。老人福祉施設のうち、特別養護老人ホームは介護保険施設等の欄に算入した。母子生活支援施設の定員は世帯数で示されているため、定員の合計には含めていない。

浴室など衛生上の課題が多い部分についてはそれぞれ、生活衛生関連法規を適用して保健所の検査・指導の介入が行われていますが、基本的な衛生管理が建築物管理について専門知識・経験を有さない施設管理・運営者にゆだねられていることは懸念されるところです。

なお、かつて社会福祉施設の設置・許認可等は省令によって全国一律に運用されていましたが、2012年に制定された地方分権改革一括法「地域の自主性及び自立性を高めるための改革の推進を図るための関係法規の整備に関する法律」により、基準等は地方自治体の条例に委任されました。省令には所要室や一人当たり居室面積、避難・消火設備等が規定されていますが、温熱・空気質等の室内環境に関して具体的規定はなく、自治体の条例にもほとんど見あたりません。

ここでは筆者らが実施したアンケートと実測資料を引用しながら、その現状について概観します。

7.3.2. 高齢者施設の衛生管理実態

健常者の場合より衛生や快適に配慮した高品質な環境を提供する必要性は誰も認めるところですが、同様に建築物衛生法の対象外である病院と比べると重篤度・緊急性が低いとみなされ、衛生工学・環境工学からの物理的アプローチが十分綿密に行われていない場合があります。

また、利用者側の特徴としては、

- ①一般の建築物に比べて任意に長時間・長期間「居住」している場合が多い
- ②健常者と比べて免疫力や調整力の低い方が多い
- ③自身の判断で環境調整・整備ができない方が多い（適温・適湿にも個人差が大きい）

一方、施設側の特徴としては、

- ④環境衛生管理技術者の設置が規定されておらず、管理技術・管理基準も未整備な場合が多い
- ⑤保健所など第三者機関の監視指導（介入）が少ない
- ⑥保健・医療に専門知識を有する者がいない場合（時間帯）がある
- ⑦入居者を集団として扱うことが多く、個人対応は限定される
などが挙げられます。

これらからそれぞれに固有の課題が示唆されますが、①②③に対しては空調換気設備の自動化・知能化、躯体・開口部の断熱気密性改善による居住環境の快適制御など、建築・設備技術によって対策可能な部分も見受けられます。一方、④⑤の課題は建築物衛生法の対象となる「特定建築物」の対象外という制度及び、環境管理基準や技術が未整備で普及していないという二点に集約されます。

制度については既にふれたので、以下、④の実態について述べていきます。

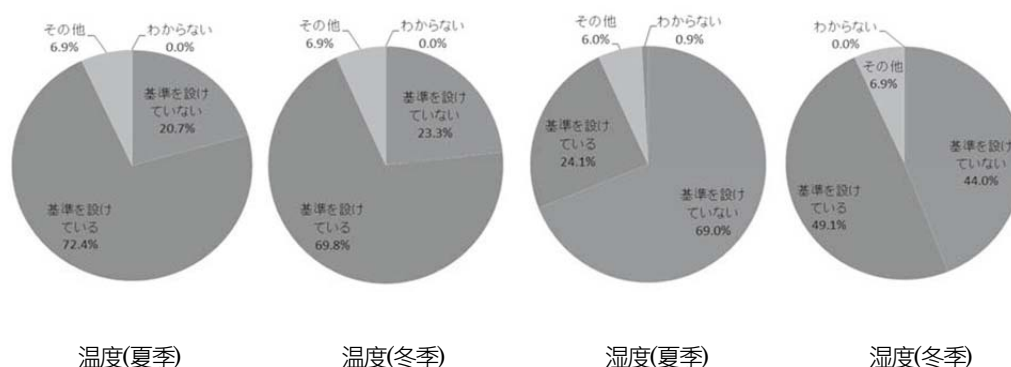


図 7.3.1. 温度・湿度を管理する基準の整備状況（介護保険施設）

図 7.3.1.は筆者らが東京都内の社会福祉施設のうち、高齢者・障害者等要援護者を対象とする入所型施設 1,507 か所を対象に行った、運営管理実態に関する質問紙調査結果の一部です。地域的に限定された調査ですが、温湿度及び空気環境の調節に特段の配慮が払われていない施設が多く、感染や微生物制御体制にも課題のある施設が多数ある実態を明らかにしました。ハイリスクな不特定多数の利用に備え、日頃から自施設のリスクを把握し、的確に対処できる体制とリテラシーを構築・涵養することが必要と考えられました。

また、関東地方の 5 施設における冬期実測では、温度及び CO₂ 濃度は概ね良好で、居室の平均温度は約 21～26℃の範囲内で管理されている一方、施設によって目標管理温度に差があることが明らかとなりました。全般に感染症対策を考慮して個別加湿器まで持ち込んでの努力が行われていましたが能力が不足しており、いずれの施設においても相対湿度は 40%RH に至っていませんでした。また、全国 5,878 施設を対象に行った質問紙調査(回収率 13%)で以下の実態が明らかになりました。

- ①中央式換気設備が約 2 割、個別換気扇が 7 割以上を占める
- ②換気基準の設定率は 3～4 割と温湿度基準の場合より低い
- ③換気基準は夏季より冬季の設定率が高い、寒冷地域がその他の地域より低い
- ④換気タイミングは「定期的に換気する」より「気づいた・気になったとき」が多い
- ⑤中央式・個別式空調、熱交換器など換気設備に対する知識不足や認識に問題がある

③は、寒い時期は感染症対策、結露、においなどに対応できる外気導入が難しいことを示唆しています。また④は、においや温度上昇など空気環境の悪化を認識してからの感覚或いは経験的な対処が多いことを示しています。⑤は予防保全が機能しませんし、障害が生じた時に最も問題を大きくするパターンです。室内環境管理者への教育・情報提供の徹底、専任者（専門業者）設置など保健衛生管理体制の整備が必要となります。

また、環境衛生に関する専門的知識や技術を持つ職員が少ない社会福祉施設において活用することができるマニュアルの整備が望まれます。⁸⁾

7.4. 仮設住宅の環境と健康問題¹⁾

7.4.1. 仮設住宅の概要

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、地震や津波によって多くの人々が家を失いました。それらの人々は、災害公営住宅や自立再建による住宅等が完成するまでは、応急仮設住宅（以下、仮設住宅と略す）などでの生活を強いられています。合計で約 53,000 戸の仮設住宅が建設されており 2015 年 1 月現在でも、39,000 戸、83,000 人が暮らしています。

仮設住宅の建設に当たっては各都道府県知事が必要となる収容施設数を取りまとめて（社）プレハブ建築協会に発注する体制が整えられており、プレハブ建築協会の規格建築部会と住宅部会の会員が施工に当たりました。その他、（社）日本住宅協会への依頼、地元企業を対象とした公募も実施し、早期に建設が行われました。

図 7.4.1. に 2DK の平面図の例、表 7.4.1. に震災における規格建築部会の仮設住宅の仕様例を示します。暖冷房設備としては、当初エアコンが一台設置されていましたが、その後、希望に応じてエアコン、コタツ、電気カーペットのいずれかが支給されています。表 7.4.1. の断熱仕様は岩手県の例です。他の地域はこれに満たない住宅も多く、建設後にそれらの住宅に対しては不十分ながら断熱改修が行われています。また小屋裏の結露が過去の仮設住宅において問題となったため、原則として小屋裏換気扇が設けられていますが、換気口のための住戸も多くみられます。

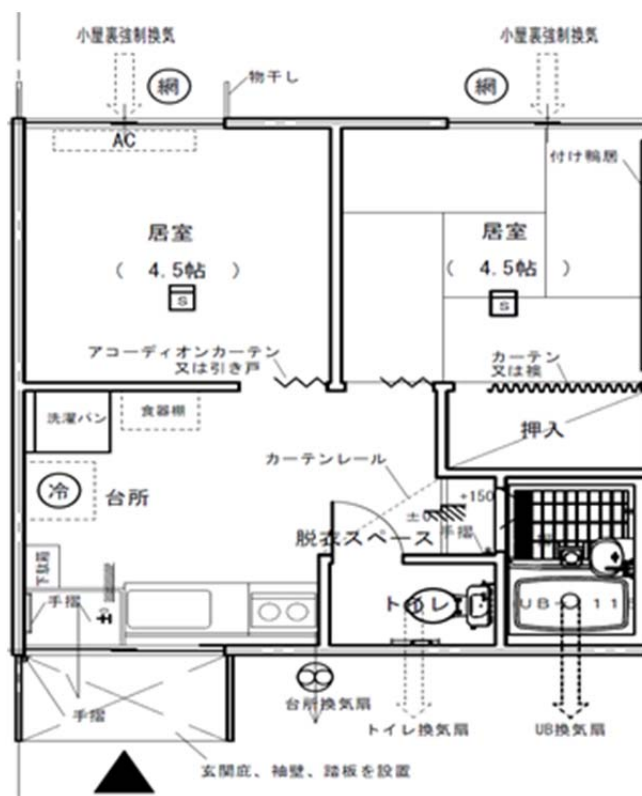


図 7.4.1 仮設住宅の平面図

表 7.4.1. 仮設住宅仕様例

①面積：	単身用	：1DK タイプ (約 19.8 m ²)
	2 ～ 3 人	：2DK タイプ (約 29.7 m ²)
	4 人以上	：3K タイプ (約 39.6 m ²)
②構造：	軽量型鋼ブレース構造	
③間取り：	玄関・台所・居室・浴室・トイレ	
④設備：	暖冷房設備：エアコン (各戸居室に 1 台)	
	家電製品	：テレビ、洗濯機、冷蔵庫、炊飯器、電子レンジ、電気ポット (日本赤十字社から寄付)
	換気扇	：台所はプロペラ扇 (フード付き) トイレ及び浴室は天井埋め込み型
⑤断熱仕様：	天井	：グラスウール 10K 100mm
	壁	：グラスウール 10K 100mm
	床	：グラスウール 10K 50mm
	開口部	：二重サッシ又はペアガラス
⑥結露防止対策：	小屋裏強制換気、天井目貼テープ	

住宅全体からの熱損失の大きさを表す床面積当たりの熱損失量 (熱損失係数) は、仙台市のユニット式 2DK 仮設住宅の場合を例にとると、中間住戸で 3.4W/m²K、妻側住戸では 3.6W/m²K です。この値は東北地方南部の気候条件に対応する新省エネルギー基準 (平成 4 年) である 3.3W/m²K よりもやや大きくなっています。

未入居の住宅において気密性能の測定を行ったところ、床面積当たりの相当隙間面積は中間住戸で 5.4～5.9cm²/m²、妻側住戸で 6.2～6.3cm²/m²でした。

7.4.2. 室内環境問題に関するアンケート調査

生活の上で問題と感ずる点について、筆者らは簡易アンケート調査 (2011 年 8 月と 9 月に仙台市内の仮設住宅地 12 団地、758 件を対象に仙台市と町内会の了解を得た上で、ハガキを投函し、150 件の有効回答を得た (回収率 19.8%)) により尋ねました。その結果、「居室の暑さ」を指摘した居住者が多く、8 割に上りました。「部屋の広さ」に関しても 7 割を超え、「居室の湿気」、「周囲の騒音」、「虫の侵入」に関しては 6 割の居住者が指摘していました。「その他」としては、「玄関に屋根がない」、「収納スペースが少ない」、「台所に窓がない」、プライバシーの問題等が挙げられました。

また、詳細アンケート調査 (仙台市内 95 世帯、南三陸町 4 世帯の計 99 世帯を対象。2011 年 12 月までに 80 世帯 181 名からの有効回答を得た (回収率 80.8%)) では、夏期における風通しについて、「やや不満」「かなり不満」の回答を合わせると全体の半数近くとなっており、風通しへの不満が目立ちました。これは仮設住宅の隣棟間隔が狭いことが大きな原因であると推察されます。温熱快適性については、冷房を使用しないときには不満側の回答が 7 割程度と多くなっていますが、冷房を使用しているときは「満足」と回答した割合が 41%となっています。総合的な温熱快適性に関しては、「不満」、「やや不満」、「どちらともいえない」がそれぞれ 3 割を占めていました。

結露、カビ、水シミの発生に関する調査結果によれば、半数を超える住居で結露が発生しており、部位別では窓・サッシでの発生が 50%と最も多くなっていました。一方、カビ、水シミに関しては 10%程度でした。

7.4.3. 熱環境に関する実測調査

各地の仮設住宅を対象として夏期や冬期に熱空気環境の測定を実施しました。その中から仙台市の仮設住宅 2 軒の冬期における三日間の測定例を示します。これらの住戸では暖房の時期の前に壁に断熱材（宮城県の場合グラスウール 10cm）が付加されており、断熱性能は建設当初よりも高くなっています。

A 住宅（図 7.4.2.）では、開放型石油ストーブを居間で 2 台使用しています。また、空気清浄機を使用し、換気扇を必要に応じて運転しています。温度の変化は大きく、暖房運転しているときは 25℃程度まで上昇し、明け方は外気温が -5℃位のときに 5℃近くまで下がっています。また、暖房時における床上 10cm の温度は、他の住宅と比べて低くはありませんが、これは扇風機で空気を攪拌しているためです。絶対湿度は暖房時に上昇しており、開放型ストーブからの水蒸気の発生によるものと考えられます。

B 住宅（図 7.4.3.）の居住者は、電気使用量を節約するために極力暖房運転を控えています。暖房設備は電気カーペットの上にこたつ机を置き、こたつ布団を被せて暖を採るのみです。また、厳寒期であっても南北の窓を開けて、定期的に空気の入れ換えをしています。ただし、聞き取りによれば居住者は特に寒さを問題であるとは考えていないとのことでした。しかし居間温度は 10℃前後で推移しており、寒冷な室内環境であるといえます。

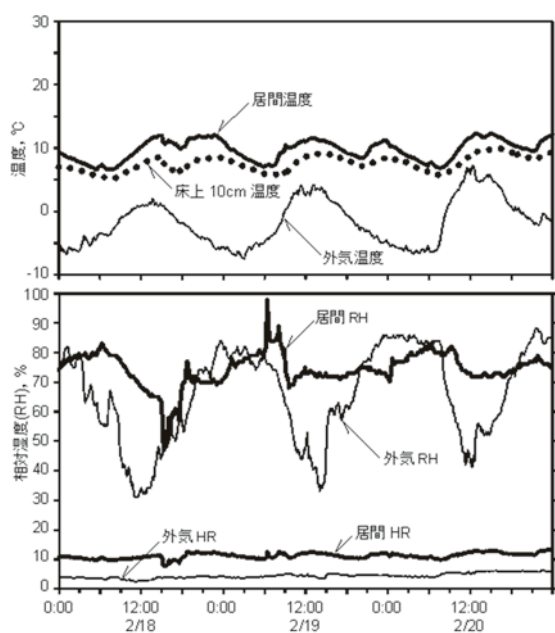


図 7.4.2. 住宅 A における冬季の室内熱環境

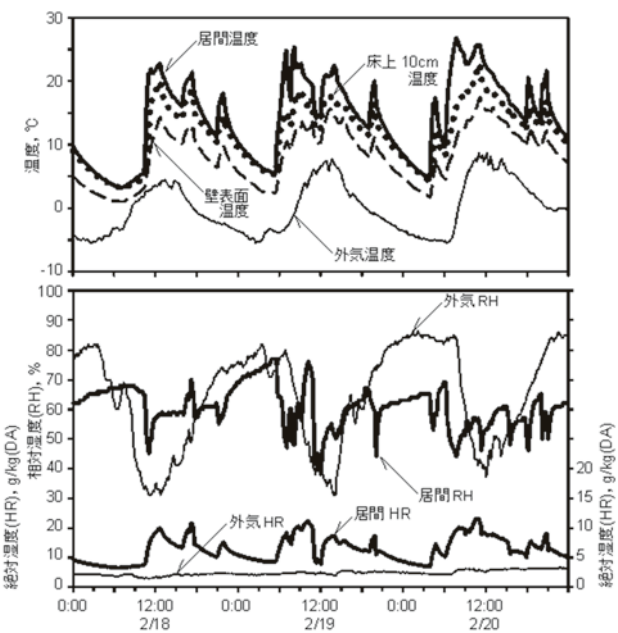


図 7.4.3. 住宅 B における冬季の室内熱環境

以上の二例を含めて多くの測定結果によりますと、暖房時における室内の温度湿度の状況は、暖房の使用頻度、暖房方式などによって大きく異なることが分かりました。これらのことは、既に筆者らによる長年の調査研究からも予想されたことですが、同様の建物性能の住宅の間でもこれだけの違いがあることは驚くべきことです。室内の温度が低いこと、また、室内で温度の高い場所と低い場所があることは、健康を維持する上で問題があるといえます。十分な断熱性能を確保し適切に温度を維持することが大切です。

7.4.4. 仮設住宅内の空気環境の現状

27 戸の仮設住宅の居間において 8 月末から 11 月中旬にかけて室内の空気汚染の程度を二酸化炭素の測定によって調べました。それによりますと、二酸化濃度は全体的に高く、1000ppm（オフィスの許容濃度）を超える時間の割合が 75%以上となっている住宅が 74%に上っていました。また、最大値が 5000ppm を超えている住宅数は 17 件 (63%)、そのうち 5 件では 10000ppm を超えていました。これらの住宅では開放型燃焼器具（ガスレンジや暖房器具）の使用があったものと推察されました。このように多くの住宅の多くの時間帯において換気が不足している状況が明らかになりました。

一方で、終日、機械換気を運転している住宅の場合には、二酸化炭素濃度が 1000ppm を上回ることはありませんでした。

次に、27 戸の住宅で訪問時に揮発性有機化合物を測定しました。その結果によると、中央値が厚生労働省の指針値を上回った揮発性有機化合物はアセトアルデヒドだけでしたが、総揮発性有機化合物濃度（TVOC）の中央値は $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、暫定目標値 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を大幅に上回っていました。これらの傾向は新築の住宅における測定結果と同様でした。

更に仙台市内の 40 戸の仮設住宅内で真菌の測定を行いました。40 住宅 66 室のうち、45 室 (68%) で室内浮遊真菌濃度が目安である $1000\text{cfu}/\text{m}^3$ を超えていました。

7.4.5. 仮設住宅の熱・空気環境に関する課題

仮設住宅の環境的課題、設計法、住まいの工夫についてまとめますと以下の通りになります。

a. 温熱環境の改善

夏季において室内を涼しくするためには、日射の徹底的な遮蔽、通風の確保が必要です。仮設住宅は狭い敷地に多くの住宅が収容されるために最小限の隣棟間隔しか設けられていませんが、可能な限り隣棟間隔をとることや、連続する住宅の数を減らして通風の得られやすい配置にするなどの工夫が望まれます。室内が 30°C 以上に暑くなる場合には冷房を運転し、熱中症の予防に配慮する必要があります。

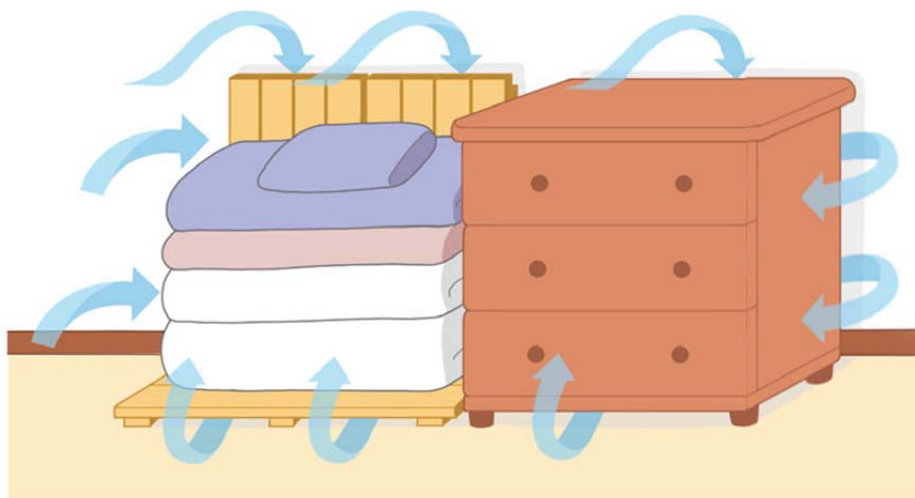
冬期の室内環境を快適に維持するためには、断熱・気密性能を十分に確保することが大切であり、最低限のレベルとして、次世代省エネルギー基準を満たすことが必要であると考えます。計画の段階から十分な断熱・気密性能を確保する必要があります。

b. 結露・カビ発生防止

室内の壁表面が結露し、カビが生えている例が数多く見られました。結露の防止のためには、換気が第一ですが、洗濯物を室内で干さない、開放型の燃焼器具を用いないなど、水蒸気の発生を抑えることが生活の面では大切です。しかし換気口が居室に設けられていないケースもみられました。また、換気口を閉鎖したり、換気扇を殆ど運転しない例も見られました。カビで悩まされている住宅では、室内に家具や寝具、衣類が壁や窓に接して積み重ねられており、壁や床の表面の空気が動かない状態となっています。湿気はそのような狭い場所にも侵入していくので、スペースを設けて空気の流通を良くすることが結露やカビの発生の防止には重要です。

c. 清浄な室内空気環境の維持

今回の測定では、多くの仮設住宅で、二酸化炭素の濃度が望ましいとされる基準を超えていました。その理由は、換気が不十分であること、暖房用に開放型器具が使用されていることです。換気扇はトイレ、浴室にも設置されていますが、多くの場合それらはトイレ、浴室の使用時のみ運転されています。仮設住宅は気密ではないというものの、隙間だらけの住宅とは違うので常に換気扇を運転して換気を行う必要があります。また、換気口はすべての居室に設置しなければなりません。



**第Ⅳ部 シックビルディング・
シックハウス症候群の予防**

**第 8 章 居住者の年齢や季節に
応じた予防**

第8章 居住者の年齢や季節に応じた予防

8.1. 乳幼児など子どもと室内環境をめぐる課題

これまでの章で既に解説されているように、室内環境中の化学物質や湿度環境により引き起こされるシックハウス症候群が日本でも 1990 年代に問題となり、ホルムアルデヒドやアセトアルデヒド、トルエン、キシレンなどの化学物質について室内濃度指針値が厚生労働省により定められました。その結果、室内の建材や内装材、家具等への使用が減り、近年はこれらの化学物質によるシックハウス症候群は減少しました。しかし、その他の化学物質については、室内濃度指針値などの規制はなく、未だ室内の建材など他、多くの製品に使用されています。子どもは、成人よりも体重当たりの吸気量は多く、さらに乳幼児は、床を這う、手や物を口に入れるという行動などから、化学物質に対して脆弱（もろくて弱いこと）であるといわれています。したがって、子どもの背丈から床面までの比較的低い空間に存在する化学物質は、特に子どもにとって重要なばく露源になる可能性があります。以下の項では、未だ室内濃度や建材などへの使用規制や指針値がない化学物質や温度や湿度等の物理的要因による子どものシックハウス症候群やアレルギー症状に対する予防や室内環境をめぐる課題について紹介します。

シックハウス症候群の有症率は、成人よりも未成年で高く、特にその傾向はシックハウス症候群の鼻症状で強く見られます。国内外の疫学研究より、住宅室内や学校の教室の湿度環境の悪化が子どもの咳症状や頭痛、疲労感、吐き気等のシックハウス症候群の一般症状、および鼻症状のリスクを上げると言われています。子どもは日中を学校や幼稚園、保育園など自宅以外の室内で過ごす時間も長いため、自宅以外の室内環境も非常に重要です。また、教室内の SO_2 や NO_2 の濃度が高いことが子どものシックハウス症候群の粘膜症状や鼻症状のリスクになるため、 SO_2 や NO_2 の発生源となる燃焼性の暖房器具を使用する際には、 SO_2 や NO_2 等を室内から除去するために換気システムを利用する、または定期的に窓を開けて換気を行うことが必要です。特に冬季は外の冷たい空気を室内に入れないため換気口を締め切っていたり、また冬季以外にも電気代節約のために換気システムの電源を切っている例が多く見られます。換気は室内の有害物質を屋外に排出する重要な設備ですので、適正に使用することが必要です。室内の換気システムについては、『第6章3節 換気的重要性』で詳しく述べていますので参考にしてください。 SO_2 や NO_2 の発生源となる燃焼性の暖房器具には、FF 式 (Forced draught balanced Flue type: 燃焼用空気を室外から給排気筒を通して燃焼用送風機の力で強制的に取り入れ、発生した熱を送風ファンで室内へ送り出し、排気は給排気筒を通して室外に出す方式) や FE 式 (Forced Exhaust: 室内の空気を使って燃焼、排気のみ屋外へ出す構造) で燃焼により生じた排気を屋外へ排出する方法があります。暖房器具の導入の際には、ガスや灯油の燃焼性の燃料の暖房器具ではなく電気の暖房器具を導入する、もしくは、燃料が燃焼性の場合は室内に排気をする開放型燃焼器具ではなく、FF 式や FE 式の暖房器具を導入が望ましいでしょう。開放型燃焼器具については『第5章 5.5 開放型燃焼器具による汚染とその影響』で詳しく紹介していますので参考にしてください。その他、室内に喫煙者がいることも子どものシックハウス症候群のリスクとなるため、子どもが生活する空間での喫煙は避けるべきでしょう。同様に室内の湿度環境の悪化、燃焼性暖房器具の使用、換気をしないことがアトピー性皮膚炎や喘息のアレルギー症状のリスクになると言われています。したがって、子どものシックハウス症候群のみならずアレルギー症状の予防のためには学校や住居の適正な湿度管理および暖房器具や換気システムの導入と使用、または定期的な換気などの室内環境の改善に努めることは非常に重要です。

室内に存在する化学物質のうち、未だ室内濃度や建材などへの使用規制や指針値がない化学物質のひとつに、フタル酸エステル類やリン酸トリエステル類があります。フタル酸エステル類は、プラスチック

クを柔軟にし、加工しやすくするために使用される可塑剤ですが、ポリ塩化ビニル (polyvinyl chloride: PVC) 製品の他、塗料、接着剤、化粧品、薬品等、多くの日用品に使用されています。リン酸トリエステル類は難燃剤として建材や家具、家電、カーテンなどの内装材に使用されています。したがってフタル酸エステル類とリン酸トリエステル類は室内に非常に多く存在していることになります。これらの化学物質は、製品から徐々に揮発し、室内空気としてガス状、およびダストに吸着して存在しています。分子量の特に小さいものは気中に存在し、分子量が比較的大きいフタル酸エステル類はダスト中に存在するという性質があるため、私たちは、室内環境中で気中やダストからもフタル酸エステル類やリン酸トリエステル類にばく露されています。

前述のように、子どもは、成人よりも体重当たりの吸気量は大人より多く、代謝機能が未熟であり、さらに乳幼児は、床を這う、手や物を口に入れるという行動などから、子どもは大人と比較して脆弱です。これらの物質が含まれている製品を室内環境から完全に除去することはできませんが、プラスチック製の家具・内装材や玩具を使用しない、合板にも接着剤や塗料として含まれるため極力使用しないようにする、塗料は天然成分の塗料を用いる等が可能であれば室内環境からのばく露を極力抑えることができるでしょう。また、電化製品は静電気でダストが付着しやすいためこまめにダストを拭き取る、特に子どもの背丈より低い場所のダストをしっかりと拭き取ることは普段の生活でも可能な方法ですので推奨します。

8.2. 高齢者と室内環境

これまでのシックハウス症候群の疫学研究からは、加齢によりシックビルディング症状の有病率の変化については明確な結論はでていません。実験として行われた研究結果から、化学物質の鼻の刺激閾値についてはは高齢者では上昇している（若年より高い濃度から刺激される）ことが考えられ、嗅覚についても加齢により低下することなどから、化学物質の臭いによる症状の悪化、化学物質自体の鼻への刺激症状が軽減している可能性が考えられていますが、そのことがシックハウス症状の緩和につながるかまではわかっていません。したがって、現時点ではシックハウス症候群について高齢者の特徴を考えた対策をとることは考えにくい現状です。（温度環境については、「第8章4節 室内における熱中症、第8章5節 冬の室内環境」を参照してください）

8.3. アレルギーなどを有する人の室内環境

気管支喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎などは室内環境からのアレルゲンに反応する場合があります。血液検査（特異IgE）等により判明した原因となるアレルゲンを除去・減じることが求められます。一般的なダニアレルゲンや真菌アレルゲンなどへの対策は、適切に換気を行い、掃除の励行をし、湿度環境の改善を行うことが必要で（3.3.3.参照）、できればカーペット・絨毯を使用せずにフローリングで生活する、暖房器具も室内排気のものを使用しないなどがあげられます。また、ペットの動物もアレルゲンとなることがあり、ペットの飼育についても主治医と相談が必要です。

喘息に対するアメリカのガイドライン（米国心臓肺血液研究所（National Heart, Lung, and Blood Institute: NHLBI））米国喘息教育・管理プログラム（National Asthma Education and Prevention Program: NAEPP）「喘息診断・管理ガイドライン」によると、ダニアレルゲンへの特に有効な対策として、（1）ベッドマットに防ダニシーツを使用する、（2）枕に防ダニカバーを使用する、もしくは約55℃の温水で洗う（毎週、冷水であれば洗剤と漂白剤を使用）、（3）シーツと毛布も温水で洗う（毎週）、その他、有効と考えられる対策として（4）湿度を60%以下、できれば30～50%とする、（5）布張りのクッションや家具に横にならない、（6）ぬいぐるみについても寝床にもちこまない、毎週洗う、乾燥すること、などが述べられています。

一方、アトピー性皮膚炎については、日本アレルギー学会のアトピー性皮膚炎診療ガイドラインでも、ダニアレルゲン対策は必要としているが、乾燥による症状への影響を考慮して湿度は40～50%が望ましく、保湿剤を使用することを推奨しています。がん治療中、免疫抑制剤を治療中など免疫状態が低下している場合などについても、換気を励行し、細菌・真菌の繁殖を防ぐ湿度環境対策を行い、特殊な感染症であるレジオネラ対策のために、一般家庭では加湿器、24時間風呂などの衛生管理、冷却塔（温度の上がった冷却水を空冷する装置）や温泉設備のある建物でもレジオネラ防止指針（第3版 財団法人ビル管理教育センター）などを参照して管理していく必要があります。

8.4. 室内における熱中症

8.4.1. 熱中症の増加傾向

熱中症は、地球温暖化や都市部でのヒートアイランド現象などもあって、年々増加傾向がみられます。以前には炎天下での作業や運動時の事例が多かったのですが、最近は家の中で熱中症になる事例が、特に高齢者において多くみられます。1990 年後半から、熱中症による死亡数は、男女ともに増加傾向にあり、特に熱波の年には一段と増加が顕著です（図 8.4.1.）。

年齢別には熱中症による死亡数は、20 歳未満では少なく、全体の数%に過ぎず、20～44 歳、45～64 歳でも経年的に低下傾向がみられます。しかし、65 歳以上の高齢者で多くなり、全体の 70% 台を占め、急増しています。

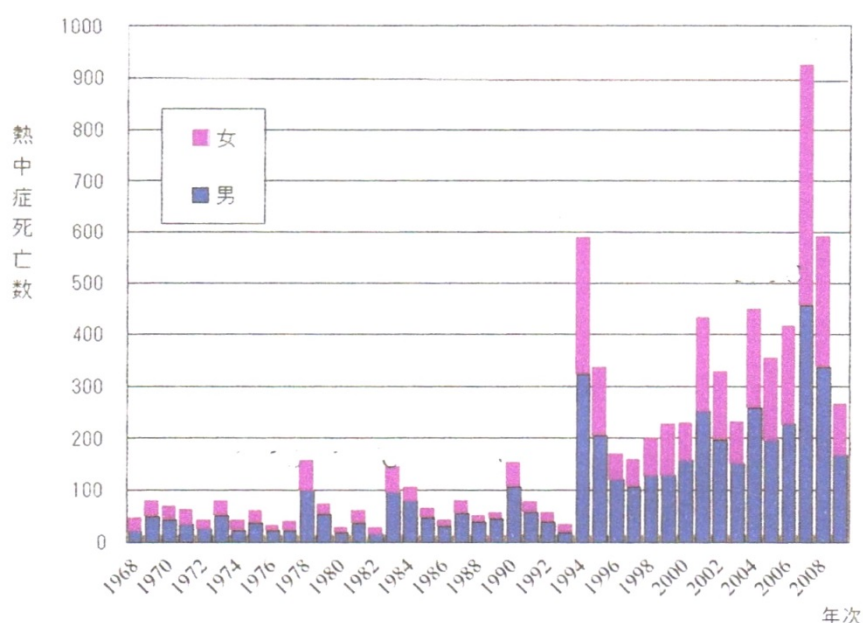


図 8.4.1. 熱中症死亡数の経年変化（1968～2012 年）厚生労働省人口動態統計より¹⁾

ここ数十年間の年齢別の熱中症の総死亡数は、0 歳児でやや多く、その後は、女性は年齢とともに次第に増加傾向がみられ、80 歳前半には男女ともに死亡が最も多くなっています。男女別では 70 歳前半までは男性の死亡が女性よりも多く、特に、中年層では男性が女性の数倍から数十倍を占めて多く、しかし、75 歳以上の後期高齢者になると、女性が男性を上回っています（図 8.4.2.）。

熱中症の原因は、体温調節機能が未発達の乳幼児期では、閉め切った自動車内や日向などの暑さにばく露され発生し、児童や学生では、炎天下の屋外での行動・運動の場合での発生が多くみられます。中年層では仕事中に、屋外や冷房のない場所での発生が多くみられます。そして、高齢者では、日常生活、家の中での熱中症の発生が多くみられます（図 8.4.3.）。

熱中症の発生場所については、地域差がみられ、救急搬送された統計からは、南の沖縄では搬送数のうち仕事中が 70% 以上を占め、次いで運動による場合が多く、住宅内は数%と少なくなっています。逆に北国の札幌市や日本海側の新潟市では、住宅内での発症が 40% 以上を占め最多となっています。その他の地域でも住宅内での発症が多く、これには高齢者の家の中での熱中症の発生が大きく関与しています。全体的に「住宅内での事故」が 40% 弱を示し最多で、次いで道路・駐車場や仕事場での発症が多く

なっています。

日本は近年、高齢化のスピードが著しく、世界でもトップレベルの高齢社会、さらには75歳以上の後期高齢者が多く超高齢化し、夏季の高齢者の室内における熱中症の発生が多くみられます。ヨーロッパの先進福祉社会では「福祉は住居にはじまり、住居に終わる」とされて、良質な住宅なしには福祉は成り立たないと考えられます。日本は今では65歳以上の老年人口が25%以上を占め、65歳以上の者のいる世帯の全世帯に占める割合が、平成元年に27%であったものが、最近では40%以上と、年々増加しています。福祉に関連し高齢者の室内環境が重視されなければなりません。

高齢者のみの世帯も多くなり、高齢者の単独世帯、すなわち独居老人も増加傾向にあります。室内において高齢者が自分でも気づかず、他の人にも気づかれずに、夏には熱中症、そして冬にはヒートショックや低体温化により死に至る場合もみられます。特に独居老人が死後に発見されるといった事例がみられ、社会的対応が必須となります。

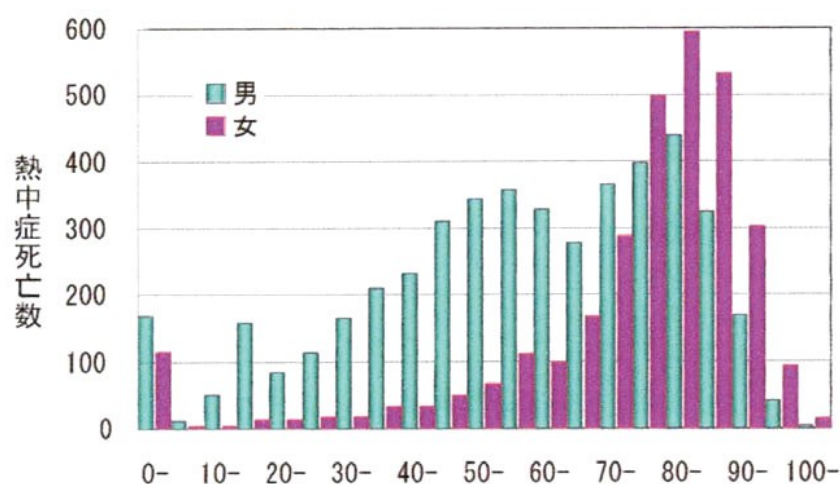


図 8.4.2. 熱中症死亡数の年齢階級別累積 (1968～2012 年) 厚生労働省人口動態統計より¹⁾

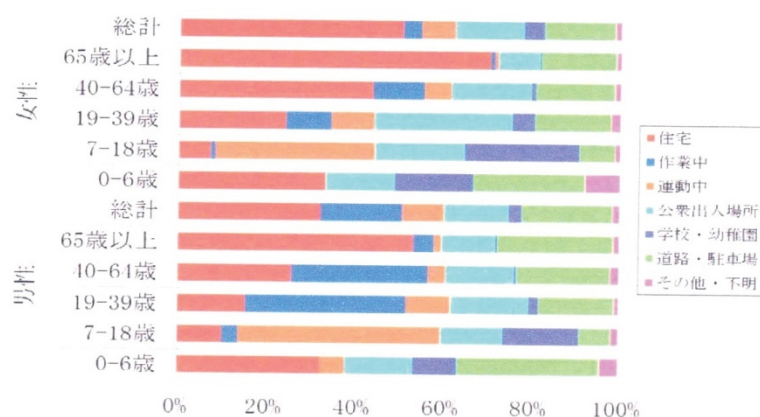
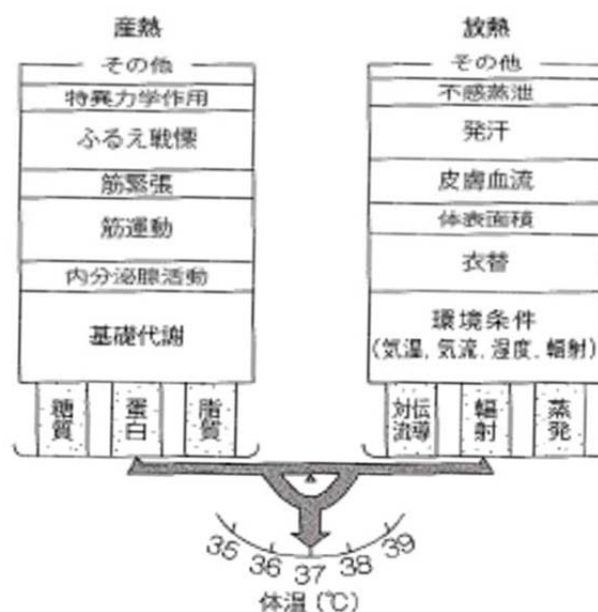


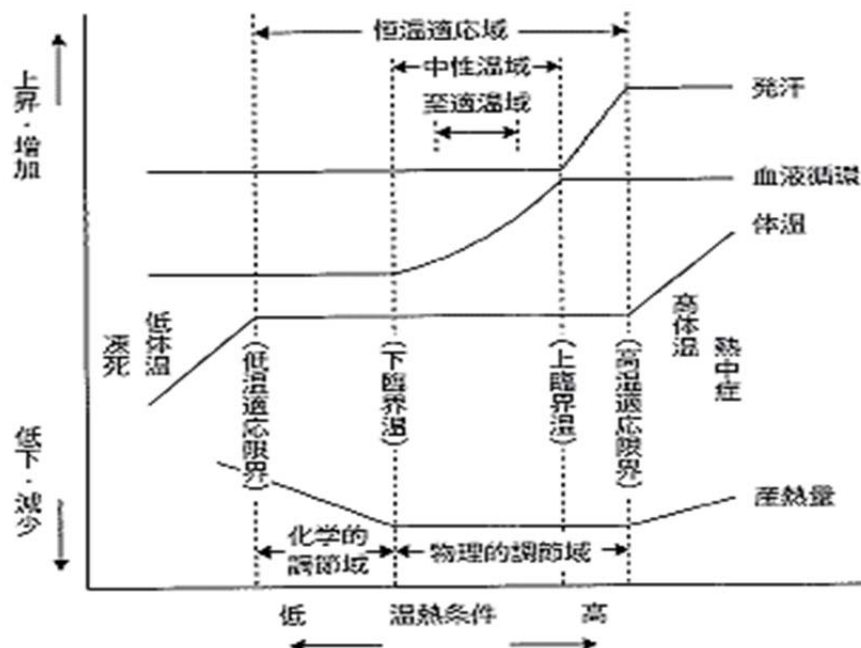
図 8.4.3. 年齢階級別・発生場所別の熱中症患者数割合 (2010 年) 国立環境研究所¹⁾

8.4.2. 高齢者の身体機能

人は、食物摂取によって、日常活動のエネルギーを得て、体温はほぼ 37°C の恒温状態に調節され、身体機能が円滑に維持されます。脳の体温調節中枢は、身体でつくりだされた熱エネルギーを調節し、過剰となったエネルギーを体外に放散させ、体温を一定に保つ働きをしています。エネルギーの源は食物です。食物に含まれる糖質、脂肪、蛋白質が、胃や腸などの消化器で消化・吸収され、エネルギー源となります。安静時の肺での呼吸機能や心臓での循環機能などの普段の動きの際にも最少のエネルギー（基礎代謝）が必要となります。運動などの筋肉活動の場合には、活動のレベルによって、より大きなエネルギーが発生します。産熱量が多すぎると体温は上がります。余分な熱を体外に放熱し、常にバランスを取る事によって、体温は一定に保たれます。熱を体外に放出するには、汗などの蒸発による放熱や周りの空気の流れによる対流、さらには輻射（放射）、伝導による放熱が柱となります。暑熱環境や運動時には、皮膚に多く分布している汗腺から発汗となり水分が蒸発し放熱量が大きくなります。放熱には外部の温熱条件による影響が大きく、身体表面などからは知らず知らずのうちに絶えず水分が蒸発（不感蒸泄）し、放熱が起こり体内のエネルギーを調節しています（図 8.4.4.）。

図 8.4.4. 身体の産熱と放熱のバランス³⁾

身体に適した温熱環境としては、生理機能からみると体温を維持するのに身体に負担が少なく、体温調節のためのエネルギー消費が少ない環境と言えます。暑い環境では、皮膚血管が拡張し皮膚からの発汗による放熱作用が盛んになります。逆に気温の低い環境では、血管が収縮し身体からの熱の発散が抑えられ、筋肉の緊張やふるえなどにより産熱が増加します。こうした働きが活発になる温度を下臨界温と言い、逆に上臨界温は、血管が拡張し血流が最大の状態となり、蒸発が盛んになる時点です。そして、これら上下の臨界温にはさまれた範囲が、「暑くもない、寒くもない」中性温域で、この温域の中でさらに狭い範囲が、エネルギー消費の最も少ない生理的な至適温域です（図 8.4.5.）。

図 8.4.5. 温熱条件と体温調節反応³⁾

乳幼児は体温調節機能が未発達で、外部の温熱状態に影響されやすく、暑い環境に居ると、熱中症や発熱を起こしやすくなります。高齢者の場合には、身体機能が加齢により劣化が起こり、外部環境の影響を受けやすく、体温調節機能も不安定となり、身体の機能を一定に保つ体温の恒常性が崩れ、熱中症になりやすくなります。

身体と環境との熱の交換に影響を与える主な外部の要素は、気温、気湿、気流、輻射（放射温度）の温熱環境要素、そして、人体側の主要要素は、身体のエネルギー代謝と着衣です。体温を一定に保つ体温調節機能には、身体内の機能による「自律性調節」と、人の身近な生活行為による「行動性調節」に大別されます。行動性調節は、暑熱時には冷房をつけ、薄着になるといった行為や行動で、寒冷時には暖房をつけ、着衣を着込むなどの行動による調節です。

自律性調節は、身体内部で産熱・放熱を調節する体温調節機能による調節で、そのうち、熱エネルギーを産生する産熱に関する調節を「化学的体温調節」といい、一方で末梢血管の拡張・収縮、そして、皮膚や呼吸による汗、水分の放散などによる体熱の調節を「物理的体温調節」といいます。

高齢者は温度刺激に対し、体温調節を行う自律反応の開始が遅れがちになり、或いは過剰に反応を起こしやすくなります。適切に身体機能が調節されないことから、高齢者の体温は変動しやすく、暑熱環境では体温が高くなりすぎ、寒冷環境では低体温化します。外部からの温熱ストレスに対する反応の予備能力が少なく、身体全体への負荷が大きくなり健康障害を起こしやすくなります。

8.4.3. 熱中症の予防対策

一日の最高気温が 30℃以上にもなる真夏日、そして最低気温が 25℃以上の熱帯夜が、近年は多くみられます。都市部では、木陰となる緑も少なく、コンクリートの建築物が多く、日中に暖められた建物や道路が夜になっても冷えずに、都心部は暑熱地帯となりヒートアイランド現象がみられます。こうした地域では夜になっても家のなかに熱がこもり、知らず知らずに熱中症になり、特に高齢者は寝ている

うちに体調を崩し、死に至る場合もみられます。

熱中症の発生には、環境条件や生活活動、そして着衣状態が大きく影響します。熱中症が増加する梅雨前からの予防対策が必要です。日が当たる窓ぎわに朝顔やヘチマなどの植栽や、スタレなどを窓の外に設置し、輻射熱の室内への侵入を防ぐことが効果的です。庭がある場合には樹木を植えると、緑陰とともに微風を伴って、窓からの自然の涼しさが期待できます。

家の中では、ほどよい風の流れが居心地を好くします。窓から入った空気が他方の窓やドアから出る空気の通路です。部屋に窓や換気孔が一つですと、空気の流れは滞りがちになります。

衣服面では少し緩めの衣服を着用すると衣服内で空気の流れができ、皮膚からの放熱を促すことになります。ノーネクタイが省エネリックとして定着しています。社会的マナーを損なうことのない程度の軽装にして、衣服内気候に配慮しましょう。身体に密着した衣服では、空気の流れが滞り、放熱効果が限定的になります。ノーネクタイやループタイの着用により、首筋から衣服内の空気が流出し皮膚から熱の放散を促し熱中症の予防に効果的です。住まいにも衣服にも空気の流れは大切です。

湿度が低くカラリとした環境で、木陰からの微風も加われば、気温が少々高くても体感温度は低く、快適です。同じ気温であっても多湿・無風ですと不快になり、更には放熱が円滑に行われないので、熱中症の危険性が増します。

日本の蒸し暑い夏に冷房は必須化しています。しかし、一方で適切に使用しないと冷房病などによって体の調子を損ないます。また熱帯夜で暑いからといって、就寝時には冷房の温度を下げすぎないようにしましょう。お腹にブランケットを掛けるなり、寝具への配慮も必要です。

冷房によって部屋の温度は、不均一となり天井付近の温度が高く、床付近は冷えすぎになっていることがしばしば起こります。扇風機を部屋の隅に置き、人に風が直接当たらない様にして、空気を攪拌することが効果的です。室内に温湿度計を備え、身近な生活域の室温湿のチェックが必要となります。

表 8.4.1. 体感温度と不快指数¹⁾

不快指数	体感
～ 55	寒い
55～60	肌寒い
60～65	何も感じない
65～70	快い
70～75	暑くない
75～80	やや暑い
80～85	暑くて汗が出る
85～	暑くてたまらない

その場所の暑熱状態を知るには、温度だけでは不十分で、湿度や風速、そして太陽光のような輻射熱の測定が大切です。これら気温、湿度、風速、輻射熱の因子を組み合わせた各種の指数があります。温度と湿度を組み合わせ、蒸し暑さによる不快度を示す不快指数（あるいは温湿指数）があります。

不快指数の計算には、乾球温度（気温）と湿球温度（湿度指標）から、次の式が用いられます。

$0.4 \times (\text{乾球温度} + \text{湿球温度}) + 15$ ----- 温度が華氏 (° F) の場合

$0.72 \times (\text{乾球温度} + \text{湿球温度}) + 40.6$ ----- 温度が摂氏 (° C) の場合

気温と湿度の関係からは、気温（乾球温度）を T_d (° C)、湿度を H (%) として、

$$0.81 \times T_d + 0.01 \times H (0.99 \times T_d - 14.3) + 46.3$$

で計算されます

不快指数が 75 を越えると人々の一割が温熱的に不快になり、不快指数 80 を越えると全員が不快になるとされ、高温多湿の風土に生活する日本人の場合には、不快指数が 77 になると不快に感じる人が出はじめ、85 になるとほとんどの人が暑さによる不快を感じるとされます。体感温度と不快指数との関係は一般的に表 8.4.1. に示されるようになります。

近年では輻射の因子を取り入れた暑さ指数（WBGT 指数）が、スポーツ、運動や産業分野で多用され、計器も開発されています。日本体育協会の基準では、暑さ指数が 31°C になると、「運動は原則中止」、気温にして 35°C に当たります。暑さ指数 28～25°C では「熱中症に警戒し、積極的休憩を」で、気温にして 31～28°C になります（表 8.4.2.）。

表 8.4.2. 熱中症予防のための運動指針¹⁾

暑さ指数 WBGT(℃)	湿球温 (℃)	乾球温 (℃)	熱中症予防のための運動指針	
			運動は 原則中止	特別の場合以外は中止。 特に、子供の場合は中止すべき。
31	27	35	厳重警戒 激運動中止	激運動・持久走は避ける。積極的に休息をとり、水分補給。 体力のない者、暑さに慣れていない者は運動中止。
28	24	31	警戒 積極的休息	積極的に休息をとり、水分補給。激しい運動では、 30 分おきぐらいに休息。
25	21	28	注意 積極的水分補給	死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意。 運動の合間に水分補給。
21	18	24	ほぼ安全 適宜水分補給	通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分補給を行う。 市民マラソンなどではこの条件でも要注意。

(日本体育協会、2013 より抜粋)

日本生気象学会では、気温と湿度の関係から簡易的に暑さ指数を求め、暑さ指数 31 以上で「危険」とし、暑さ指数 28～31 の範囲を「厳重警戒」としています。室内の気温が 25℃であっても、湿度が高く 100%の条件での暑さ指数は 28 となり「厳重警戒」、逆に気温が 30℃と高くても、湿度が 40%の条件では暑さ指数は 25 未満の「注意」となります(表 8.4.3.)。

日本産業衛生学会では、作業の強さと暑さ指数(WBGT)から暑熱時の作業条件を定めています。適切な休憩時間を取り、継続 1 時間の作業、および断続 2 時間作業を適用の前提条件としています。作業の強さによって許容される暑さ指数を定めています(表 8.4.4.、表 8.4.5.)。通常の産業現場では、デスクワークなどの極軽作業(RMR が 1.0 前後)の継続作業が多く、手作業が主となります。そのため作業の強さはほとんどが軽作業(RMR が 2 まで)となります。しかし、作業現場での中程度の作業(RMR4 まで)は継続作業が可能であるため、中程度の作業は継続 1 時間作業を基本としています。重作業(RMR4 以上の作業)は、継続 1 時間作業は困難であるため、断続作業を基本としています。

したがって、ここにいう作業時間については、作業形態を継続作業と断続作業とに分け、継続作業は、1 時間連続して暑熱ばく露を受ける作業で、正常な 8 時間作業中の 1 時間で評価できるようにしています。断続作業は、2 時間内に断続して暑熱ばく露を受ける作業で、同様に 2 時間の断続作業で評価できるようにしています。それは、産業現場の実態にできるだけ合致するように配慮したことと、短時間で評価できるように配慮しています。

		相対湿度 (%)																	
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
気温(℃)	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	35	35	35	36	37	38	39	40	41	
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39	
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38	
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37	
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36	
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35	
	31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34	
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33	
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32	
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31	
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29	
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	
	24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26		
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25		
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24		

WBGT値	危険 (31℃以上)	厳重警戒 (28～31℃)	警戒 (25～28℃)	注意 (25℃未満)
-------	---------------	------------------	----------------	---------------

表 8.4.3. 気温と湿度から求めた暑さ指数²⁾

環境省では省エネルギーの観点からクールビズ、および室内温度 28℃を推奨し、この場合の湿度は 50%を目安としています。温度が同じ 28℃であっても、湿度条件が多湿になると暑さ指数も高く熱中症の危険性があります。

いずれにしても実際の場での温度、湿度、風速、輻射の測定・評価が大切です。日射、輻射のある場合には黒球温度計（銅製の中空の球で中心に温度計のセンサーが位置する様に調節しゴム栓で密閉し、球の表面を黒く塗装、輻射によって黒球内の温度は高くなり輻射計として有用）で測定する輻射が重要となります(図 8.4.6.)。

表 8.4.4. 高温の許容基準表⁴⁾

作業の強さ	許容温度条件 WBGT(°C)
RMR...1(極軽作業)	32.5
RMR...2(軽作業)	30.5
RMR...3(中等度作業)	29.0
RMR...4(中等度作業)	27.5
RMR...5(重作業)	26.5

表 8.4.5. 作業の強さと代謝エネルギー⁴⁾

作業の強さ	代謝エネルギー(kcal/h)
RMR...1(極軽作業)	~ 130
RMR...2(軽作業)	~ 190
RMR...3(中等度作業)	~ 250
RMR...4(中等度作業)	~ 310
RMR...5(重作業)	~ 370

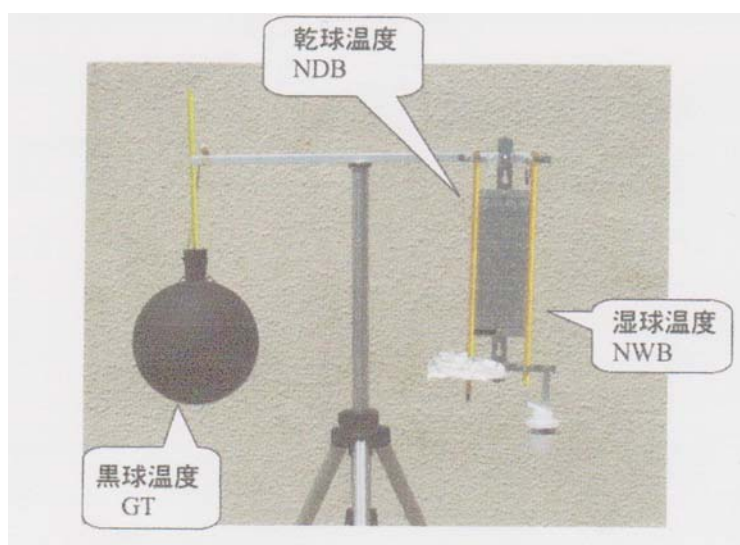


図 8.4.6. 黒球温度計、乾球温度計、湿球温度計

最近はいろいろな指数計が製品化されています。室内で風速や輻射が大きな因子にならない場合には、風速、輻射の測定ができなくても、温度計と湿度計を備え測定をしましょう。

熱中症の発生が疑われる場合には、その人の状態や症状によって、早急の対処、措置が必要となります。意識のある場合には、木陰など涼しい場所に移し、体内の熱を逃がすように脱衣、風を送り氷水などで身体の冷却を行ない、水分を摂取させます。症状が改善しない場合や意識のない場合、自力で水分摂取の出来ない場合には、医療機関への迅速な搬送が必要となります。

こうした場合にも現場での体温の測定が大切です。日本では腋体温が一般的ですが、測定に手間と時間がかかります。病院などでは中核部の体温として、舌下温や直腸温などの測定がされます。最近では鼓膜温度計として外耳道からの耳内体温計が普及しており、迅速な測定が可能です。熱中症の際には、その場での体温が把握でき、応急措置の判断として有用です。

8.5. 冬の室内環境

8.5.1. ヒートショック

ヒートショックとは、急激な温度刺激がストレスとなり、身体に過激な反応や影響を与える事です。冬季の入浴の際には、暖かい居間から寒い脱衣室で裸になり、浴室では心地よい浴槽に浸り温度差が大きく、また、夜間には暖かい布団から冷たい廊下、トイレに行き、用便をたす際にも、大きな温度変化となり、ヒートショックをうけます。皮膚は温度に敏感に反応します。心地よい環境における皮膚温は、ほぼ $33\sim 34^{\circ}\text{C}$ です。寒くなると、皮膚温は低下し身震いが自然とおこり、血管は収縮し、血圧は上昇します。逆に高温環境では、皮膚温は上昇し血管は拡張し血圧が低下します。身体はある程度の周りの温熱変化には、血管の収縮や拡張で対応しますが、急激で過剰な温度変化は、心臓・循環器系に大きな負担となります。動脈硬化のある人や身体機能の低下した高齢者は、ヒートショックで心臓・脳血管の発作や意識障害が生じ、死に至る場合があります。冬には家庭でこうした事故が増加しています。

室温は、気候や住宅の構造、各室の配置、暖房機器などによって大きく異なります。家庭内での事故の多くが、温度変化に関係しています。最近の調査で、家庭内での不慮の事故死のうち、多くの割合を占めているのが、浴槽やトイレでの事故です。

一般家庭での入浴時の温度環境と血圧についての調査で、夏季の湯温は 40°C 前後が多く、浴室の気温は約 29°C 。収縮期血圧は入浴前には約 130mmHg で、入浴時は 135mmHg と、入浴による血圧の変化は大きくありません。同じ人達を対象にした冬季の調査で、入浴時の湯温は約 41°C 、浴室の気温は 13.5°C で、湯温は夏季より高く、室温は 15°C 以上低い状態でした。収縮期血圧は入浴前に 140mmHg でしたが、脱衣時には 150mmHg 以上の高い値を示しました。冬季の湯温と室温との温度差が 27°C 以上にもなり、ヒートショックを受け、血圧への影響が大きくなっています(図 8.5.1.)。

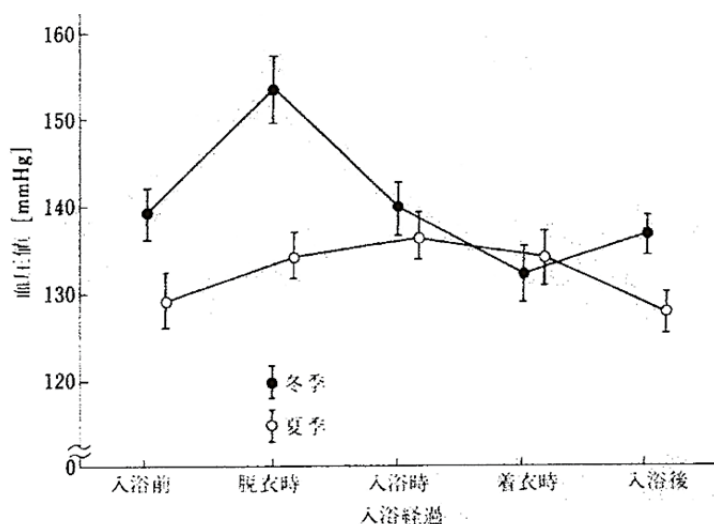


図 8.5.1. 入浴時の温度変化による血圧の変化¹⁾

高齢者は風呂好きで、それも熱い湯に入浴しがちです。皮膚には温感・冷感センサーである温点や冷点が数多く分布しています。これらのセンサーの機能が加齢とともに減少します。個人差は大きいのですが、全体的には温度を識別する能力が低下します。温度の異なった二つの箇所を手を触れて温度差を識別する感覚検査で、若い人は 1°C 以下の温度差を識別できますが、60 歳以上になると温度感覚の鈍くなる人が多くなります。高齢者でも 1°C くらいの温度差を識別できる人もいれば、 5°C の差になって識

別する高齢者もいます（図 8.5.2）。入浴時には、自分の感覚のみで室温や湯温を判断せずに、温度計や時計で客観的に温度や入浴時間をチェックすることも必要です。

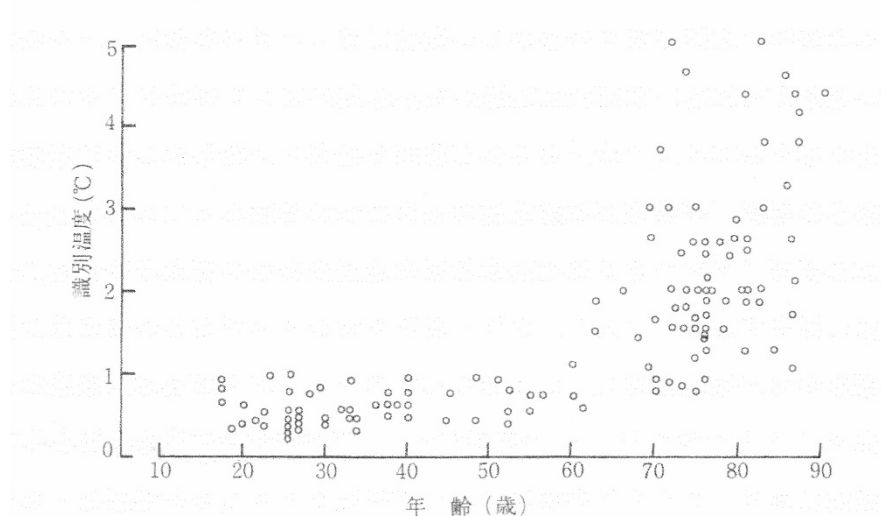


図 8.5.2. 年齢による温度の識別能力（Collins ら 1981）²⁾

ヒートショックの予防として、冬には各室温の差が大きく、特に暖房のない脱衣室や浴室、トイレなどは外気温度並みの低温になっている場合があります。家全体を暖房する全体暖房が望ましいのですが、少なくとも、これらの場所には暖房機器を設置し使用時に暖房を行ない、温度差を少なくすることが大切です。浴槽の湯温は40℃くらいにして、脱衣室や浴室の室温は、低くても15℃程度以上に保ちましょう。浴室やトイレは狭い空間で、使用時に短時間で局所暖房でも暖まります。しかし、石油ストーブなどによる暖房では、空気が汚染され危険です。冬季は窓や戸を閉め切り気密な空間となり、室内は二酸化炭素濃度が高くなり、さらには一酸化炭素中毒になり、死に至る危険性もあります。換気、空気清浄に配慮しましょう。

8.5.2. 室内の空気環境

冬季の寒さ対策には当然のこととして、寒冷の北国と温暖な南国では大きな違いがあります。北海道では家全体を暖める全体暖房で、窓も二重窓が多く、三重窓の場合もみられます。これに対して本州、東北地方ではこたつやストーブなどの局所暖房が多く、窓も一重窓が一般的です。しかし、近年は、省エネルギー対策として、冬季の寒さ対策、改修において、窓の二重サッシやペアガラス、床や壁の断熱などが多く行われています。

福島市内の仮設住宅の環境調査において、冬季に使用されている暖房用の機器としては、こたつやエアコンの使用が多く、なかでも電気こたつと電気カーペットの併用が多くみられました。石油ファンヒーター（煙突なし）や小型石油ストーブの使用もみられ、寝室の暖房については、就寝前の短時間のエアコン使用が多くみられました。エアコンの設定温度については、各戸の設定温度はまちまちで、温度幅は14～30℃と広いのですが、25℃の設定温度が多くみられました。

この調査において、住まいの温熱的快適性に関する満足度については、暖房をしていない場合には「か

なり不満」が約 15%、「やや不満」が 30%、「どちらともいえない」40%で、不快側が多くみられました。暖房をしている場合には「満足」が 45%、「どちらともいえない」40%で、多くが満足側でした。広さや住みやすさなど総合的な室内の快適性については、快適側、不快側が各々約 30%を示し、「どちらともいえない」が 40%でした。

図 8.5.3 は一事例として気温の低い 1 月の M 家の居間の 1 日の経時変化です。早朝に室温は 10℃と低く、日中は 15～20℃を示し夜間には次第に低下していました。湿度（相対湿度）は日中には 30%台の低いレベルで変動がみられ、夜間には 40%台でした。これらの変化は、暖房の使用による影響と考えられます。

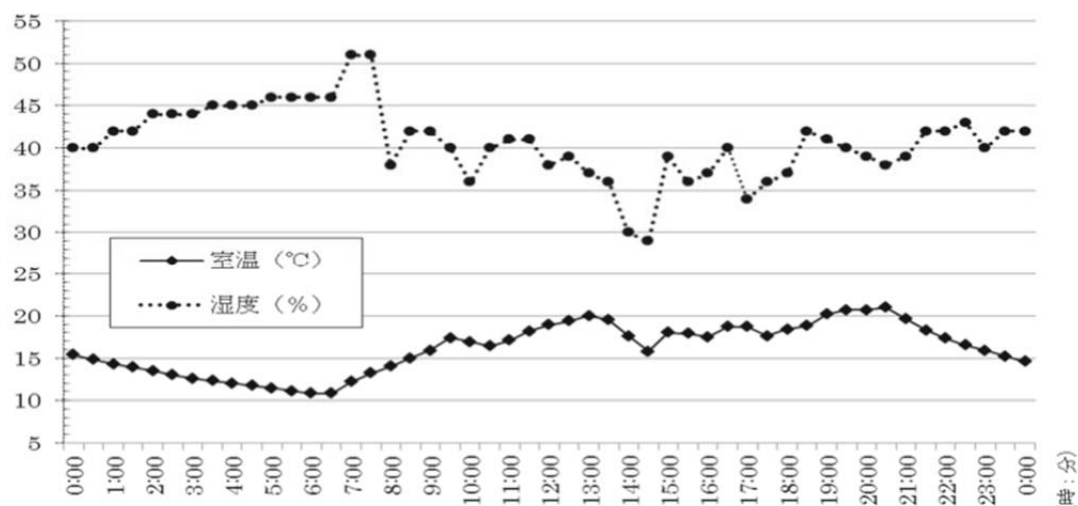


図 8.5.3. M 家の居間の 1 日の温度と湿度の経時変化³⁾

空気汚染の指標とした室内の二酸化炭素の測定において、事例として図 8.5.4.に、T 家の台所での二酸化炭素の 24 時間の測定結果を示しました。一般的な場合の二酸化炭素の許容濃度は、1000ppm (0.1%) です。この事例では、二酸化炭素濃度は夕刻、夜間の多くは 1000ppm 以下でしたが、朝方に上昇し 2500ppm 超の場合もみられ、炊事におけるガスコンロや換気扇の使用の有無などによる影響と考えられます。

東北地方では、一般的に窓はサッシなどにより気密性が高く、冬季には寒さ対策から窓や戸を閉め切りとして、換気には配慮されずに、石油ストーブやプロパンガス機器などの使用により二酸化炭素濃度が高く、室内の空気汚染が生じているものと考えられます。

換気の目的は、室内の汚れた空気を新鮮な空気に置き換え、室内の空気を清浄に保つことです。換気の悪い狭い部屋に多数の人間が滞在していると、呼吸に伴い二酸化炭素が多くなり空気は汚染されます。燃焼器具の使用の際に不完全燃焼が生ずると、一酸化炭素などの有害ガスの排出がみられます。

室内空気の汚染度は、日常的には二酸化炭素濃度などを基準として判定されます。19 世紀後半にドイツの衛生学者のペッテンコーヘル教授が、室内の二酸化炭素の許容濃度を 0.1% (1000ppm) とし、現在もこの値が用いられています。

室内の換気回数とは、その部屋の空気量が 1 時間に入れ換わる回数で、1 時間の換気量をその部屋の容積（気積）で割り求められます。必要換気回数の場合も同様で、部屋の空気を清浄に保つのに必要な換気回数です。

窓や戸口の隙間などから、自然に生じる換気は自然換気です。これには室の内外の温度差や外部の風

速による影響が大きく、一般に木造家屋では自然換気量が多いのですが、鉄筋コンクリート造りの建物では気密性が高く自然換気量が少ないことから、換気扇、排気装置による人工換気が必須となります。人工換気の方式としては、台所の換気扇のように汚れた空気を室外に排除する排気式換気法（第三種換気）と、新鮮な空気を送り込む送気式換気法（第二種換気）、および両者を併用した送排気式換気法（第一種換気）があります。

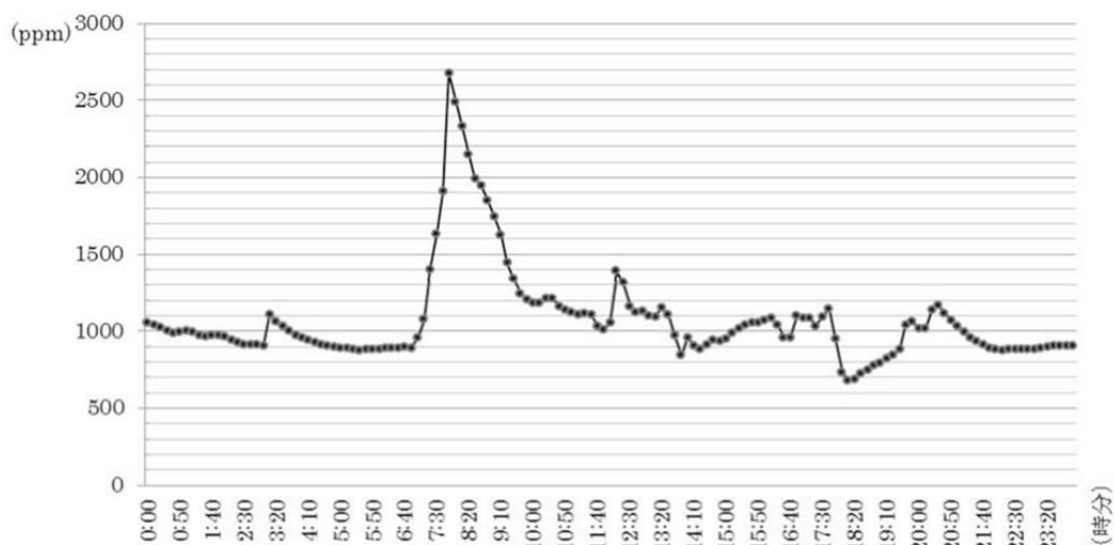


図 8.5.4. T 家の台所での二酸化炭素の 24 時間の測定結果³⁾

ビルなどの大きい建物で行なわれている空気調和方式では、除塵した空気を適度の温・湿度に調整しダクトによって各室に送気し、空気清浄と暖房、または冷房が同時に行なわれます。一般家庭では、台所や浴室での排気式換気法（第三種換気）です。冬季の暖房時には暖められた空気は上方へ移動し外部に出てゆき、冷たい空気は部屋の下部から自然に入ってきます。

8.5.3. 室内の上下温度差

室内の気温の上下分布は、暖房方式によって異なります。床や壁などを暖め、部屋全体を暖める輻射暖房、そして、石油ストーブなどにより周りの空気を暖め循環させる対流式暖房などがあります。対流式暖房の場合には、空気は暖められて軽くなり天井付近に上昇し、足元の床面には冷たい空気が停留しやすくなります。素足で畳の生活環境において、特に高齢者は、冷たい床面により足は冷え、感覚が鈍くなり、床に段差があるとつまずき転倒しやすくなります。

東北地方の古い民家での室内温度の上下分布に関する調査で、冬季の日常生活活動時の居間として使用している畳の部屋（A 室）と隣室の夏季に居間として使用している天井の高い吹き抜けの板の間（B 室）を対象に、床面・床上 0.5m・1.2m・2m の 4 点での温度測定を行いました。暖房は、コタツや開放型の石油ストーブの使用です。

室温は部屋や時刻によりかなり異なり、天井板のある畳の部屋（A 室）では、日中の時間帯には、床温が最も低く 10℃以下を示し、上部になるにつれて室温は高くなり、いずれの高さにおいても A 室の平均気温は、吹き抜けの板の間の B 室より高く、各測定点でのばらつきが大きい結果でした。最高温度は床からの高さが高くなるに伴って高値を示し、A 室の 2m での高さの室温は 20℃台を示しました。

一方、最低温度は、いずれの高さでも 7°C 以下と低く、しかし時間帯によっては、床温が他の室温よりも高い値を示す場合もみられました（図 8.5.5）。

A 室の時間的にみた一般的な傾向として、最も高い室温を示した時間帯は 17 時で、床温は 9.6°C 、床上 0.5m で 13.7°C 、床上 1.2m で 15.5°C 、床上 2m で 16.2°C を示し、最高・最低の上下温度差は 6.6°C でした。同じ場所で、最も低い温度を示したのは、暖房をしていない時間帯の夜間 3 時で、この場合は、床温は相対的に高く 4.3°C 、床上 0.5m では 3.5°C と低く、床上 1.2m は 4.8°C 、床上 2m は 6.8°C であり、最高・最低の上下温度差は 3.3°C と日中に比較し小さい結果でした。

板の間の吹き抜けで天井の高い部屋（B 室）の場合には、全体として室温が低く、高い室温レベルを示す夕方の 17 時でも、床温は 7.3°C 、床上 0.5m で 8.2°C 、床上 1.2m で 8.5°C 、床上 2m で 9.3°C であり、上部の温度が高いが、いずれも 10°C 以下を示し、最高・最低の上下温度差は 2.0°C でした。同じ場所で最も低い温度を示した時刻は、朝方の 5 時 30 分であり、床温が 1.9°C 、床上 0.5m の室温が 0.8°C 、床上 1.2m では 1.2°C 、床上 2m で 1.5°C でした。最高・最低の上下温度差は少なく、室温が比較的高い場合には上下温度分布差が大きい結果でした。暖房を行っていない夜半には、部屋全体の室温は低下し、それに対し床温の低下は緩慢で、床温が高い傾向がみられました。

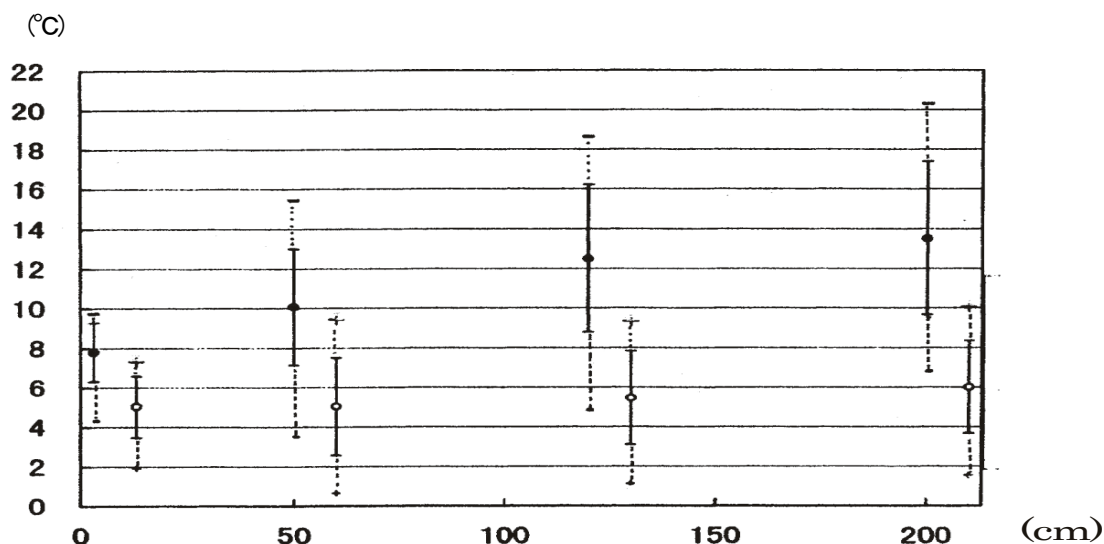


図 8.5.5. 茅葺き家屋の室内の高さによる室温の比較⁴⁾

（左側黒マーク A 室、右側白マーク B 室（吹き抜けの間）実線；平均値、標準偏差値、点線；最高・最低室温）

室内の上下温度差による身体の影響についての人工気候室での実験において、被験者の腰から下を、 30°C に設定した大きなこたつに入ってもらい、室温のみを 15°C から 35°C まで 5°C 刻みの 5 段階に変化させて、それぞれ 1 日 90 分間ずつ 5 日間の実験を、数名の人について行いました。計算や感覚などについての結果では、温熱感覚については上半身 15°C では寒すぎて不快、 35°C では暖かすぎて不快、それも長時間の 90 分時にはさらに不快感が増し、上半身 25°C 、 20°C で快適とした結果でした。

実験の 5 分後と 90 分後に行った計算テストの成績では、上半身 15°C と 20°C で成績がよく、 25°C 以上では成績が落ち、90 分時にはさらに低下し、 25°C では計算ミスが多くなりました。実験結果からはくつろぐ場合には上半身 25°C の条件が良く、そして、デスクワークや学習の場合には上半身 15°C 、 20°C の条件が推奨され、頭寒足熱状態で、頭を冷静に物事は速く判断する「頭冷足暖」が好いと言えます。

最近では床暖房などの輻射暖房が、一般家庭でも普及しています。一般的に床暖房の場合には床面の

温度が最も高く、室内の気密性が高い場合には、床付近から部屋上部の室温にあまり温度差がみられず、時間とともにほぼ均一な室温の垂直分布がみられます。

洋間を設定しスリッパ使用時の床温度と快適感についての実験では、20～28℃の床温度において90%の人が「ほぼ快適」としており、床温度23～25℃でさらに多く95%の人が「快適」としています。床温度が15℃と低い場合には20%の人が冷たさで不快を覚え、逆に床温度が高く32℃位になると20%の人が暑さで不快を覚えるとしています（図8.5.6）。

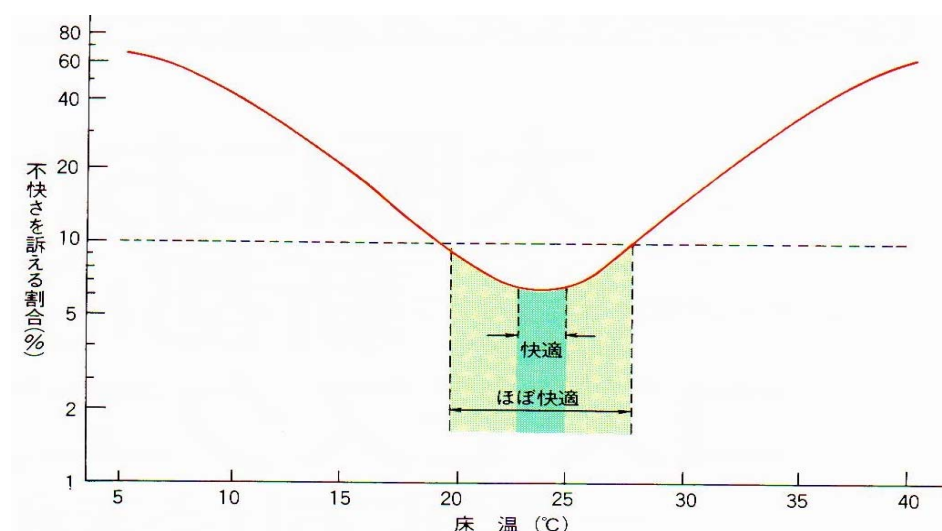


図 8.5.6. 床温度と快適・不快感についての実験 (Olesen ら)⁵⁾

床暖房は床面を広く使える利点とともに、バリアフリーの視点からも、高齢者にとってのメリットが大きくなります。但し、電気カーペットによる床暖房の際には、低温熱傷に注意する必要があります。前後不覚に寝込んでしまい、温度感受性の低下している高齢者や酩酊者などは、熱さに気付かず長時間、同じ身体部位を電気カーペットに接触して、身体の接触部位に熱が次第に蓄積され、皮膚の表面よりも身体の深部に重傷の熱傷となる低温火傷の事例がみられます。温水が循環する温水式床暖房の場合には流体の熱源がたえず流動し、温度分布の均一性が得られ、身体部位に熱が蓄積されることはなく安全側にあります。

部屋の出入りが頻繁で室内の気密性があまり保てない場合や、外から帰宅し冷えた室内で、室温、床温を上げたいような場合には、電気カーペットも有用です。また床暖房のみで部屋の暖かさを得るのではなく、床を暖かく保つのに主眼をおき、他の暖房方式の全体暖房の空調機やストーブなどを併用する方が効果的です。

冬季には温度のみでなく湿度が低くなりがちで、暖房していると低湿になります。一般的に推奨されている40～70%の湿度レベルより低く、湿度40%以下になっている場合がみられ、乾燥から喉などの呼吸器や肌荒れなどの皮膚を傷害しやすくなります。室内に植栽を置いて湿度に配慮するなりして、冬の暖房時には、温度のみでなく加湿についても留意する必要があります。

第Ⅴ部 症状の訴えへの対応

第 9 章 室内環境汚染の リスクコミュニケーション

第9章 室内環境汚染のリスクコミュニケーション

9.1. リスクコミュニケーションの考え方

9.1.1. リスクコミュニケーションの定義と理念

第9章では、室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの問題を取り上げます。わが国においてリスクコミュニケーション（Risk Communication）という用語が使われるようになったのは1980年代に入ってからです。それ以降30年ほどの間に、自然災害や疾病、科学技術に伴う危険性など様々なリスク事象を対象とし、実践的な取り組みも含め数多くの研究が行われ、その用語も広く知られるようになってきました。

リスクコミュニケーションは「人、機関、集団間での、リスクに関する情報や意見の相互的な交換の過程」^{1,2)}と定義されます。科学技術をはじめとする多くの事象は利便性と同時に危険性をともないます。そのような事象の「ポジティブな側面だけではなく、ネガティブな側面についての情報、それもリスクはリスクとして公正に伝え、関係者が共考しうるコミュニケーション」³⁾であると考えられています。

これらの定義において重要なのは、リスクコミュニケーションは専門家から一般市民への一方向の情報提供にとどまらず、双方向のコミュニケーションを通じた、リスクの理解と問題解決のための協調のプロセスであることが明示されている点です。このような定義の背景には、社会の変化、そしてリスクに関する情報をめぐる考え方の変化があります²⁾。かつて、リスクに関する情報は専門家が占有し、専門家が重要な決定を行い、その分析結果や決定は一方的に一般市民に伝えられるのが当然のことと考えられてきました。そこには、リスクについて知識のない一般市民に合理的な決定はできないという前提があったといえます。一方、リスクコミュニケーションには、リスクに関する情報の共有、自己決定、社会的な合意形成など民主主義的な意味合いが強く含まれています。多くのリスクの問題は複雑であるため、専門家が持っている情報が全て正確であり、専門家の決定が全て合理的であるという保証はなく、私たちにできるのは、リスクの情報を専門家や市民など関係者が共有したうえで、より多くの関係者が納得できる合意点を見出す作業を丁寧に進めていくことであるという考え方です。この点は医療場面でのインフォームドコンセント（十分に説明を受けた上での合意）の理念にも通じるといえます。

リスクコミュニケーションの目的と戦略

リスクコミュニケーションが行われる目的と戦略としては、一般的に次のように整理されています⁴⁾。このような指針を参考に、目標と戦略を具体化することで、リスクコミュニケーションの効果をより高めることができると考えられています²⁾。

- ① リスクやリスク分析、リスク管理について人々をよりよく教育すること。
- ② 特定のリスクについて、またはそれらを低減するための行動について、人々に十分に知らせること。
- ③ 個人的なリスクを低減する手段を奨励すること。
- ④ 人々が持っている価値や関心についてよりよく理解すること。
- ⑤ 相互の信頼と信憑性を促進すること。
- ⑥ 葛藤や論争を解決すること。

現在のところ、リスクコミュニケーションの手法として確立されたものがあるとは言えない状況です。対象となるリスクの事象や事態に合わせて、適切な方法を考えることが求められます。たとえば、化学物質のリスクコミュニケーションについては、そのリスク事態の特徴をふまえた実施ガイドを学会（日

本化学会・エコケミストリー研究会) が示しています⁵⁾。薬物治療のリスクコミュニケーションの手続きを明確にし、その効果を評価する試みも報告されています⁶⁾。

リスクコミュニケーションの効果に影響する要因

どのような手法で実施する場合でも、リスクコミュニケーションの効果には多くの要因が影響し、その成否を左右します。おもな要因は情報の送り手、受け手、メッセージ、媒体の4つに整理されます³⁾。送り手側の要因でもっとも重要なのは「信頼性」です。信頼できる送り手からのメッセージは受け入れられる傾向があります。多くの調査研究で、大学・研究所の専門家、Non-Governmental Organizations: NGO など中立の機関に対する信頼性評価は非常に高い一方、行政や企業に対しての市民からの信頼性評価は低いことが報告されています^{7,8)}。中立であり、自らの利益や威信は度外視する送り手に対して、受け手からの信頼性の評価は高まることが実証されています⁹⁾。また、送り手側の要因として、専門家のバイアスを認識しておくことも重要です。9.2 節でも述べるように、専門家にも、専門家の陥りやすい問題があることが指摘されています。受け手側の要因としては、知識や認知バイアス、感情バイアス、個人属性の影響が挙げられます。メッセージの送り手が受け手側の様々な要因を理解しておくことは、リスクコミュニケーションの効果を向上させるために不可欠となります。これらの点については9.2 節で述べます。

メッセージの問題は、何をどのように伝えるかということです。多くの市民にとって、専門用語はなじみのないもので理解に苦勞するものです。また、リスクの概念には確率や不確実性が含まれます。このようなリスクの性質や大きさを効果的に伝えるには、さまざまな工夫が必要です。リスクの表現の仕方(フレーミング)も影響します。受け手の状況をよく確認し、伝え方を考える必要があるといえます。これらの点については9.3 節で詳しく述べます。そして、媒体の要因です。リスクコミュニケーションの媒体としては新聞、テレビ、インターネット、対面での会話など、多くのものが利用されます。テレビや新聞などのマスメディアは一斉にリスクメッセージを伝達することができるため、注意喚起のためのリスクコミュニケーションに適しています。最近ではインターネットの普及により、インターネットを重要な情報源としている人が増えています。インターネットには、画像や動画も含め一度に多くの情報が発信できる、最新の情報が提供できる、リスク情報を持っている人が誰でも情報発信できる、市民がそのニーズに応じて検索できる、ネット上で関係者間の意見交換ができる、など多くの利点があります。一方、情報の信頼性の保証が難しい、古い情報と新しい情報が混在し区別が難しいことがある、などの問題点もありますが、リスクコミュニケーションには有効なツールであるといえます。対面でのコミュニケーションは、相互的なやりとりが可能なので、リスクの問題に直面する人々への相談対応や問題解決、関係者間の合意形成に適しているといえます。



9.1.2. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの特徴

ここでは、室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの特徴について考えます。効果的なリスクコミュニケーションを実現するには、対象となるリスク事象の性質を把握し、何を目的としてリスクコミュニケーションを実施するか、またどのような手法や進め方が適切であるかを考えることが不可欠です。

社会的論争と個人的選択

リスクコミュニケーションが実施される場面は、社会的論争（public debate）の事態と個人的選択（personal choice）の事態に分けて考えることができます¹²⁾。前者に該当するのは、たとえば原子力発電所、遺伝子組み換え技術の問題や環境問題です。社会的論争の事態では、利害の異なる立場の人々が多く関わるため、その解決のためには関係者間で公平に情報を共有することが求められます。そのうえで、当該事象のメリットとデメリットについて議論し、社会的な合意形成を目指します。一方、個人的選択の事態に該当するのは消費生活用品、健康や医療のリスクです。たとえば、個人が健康のために禁煙するかどうか、任意の予防接種を受けるかどうかといった問題です。この場合、個人はその事象がもたらす利益やリスクについての情報を得たうえで、リスク回避のための行動をとるかどうかなを選択することになります。

シックハウス症候群をはじめとする室内空気質汚染の健康リスクは、個人住宅の場合、基本的には個人的選択の問題とみなすことができます。リスクコミュニケーションは「一対一」の個別的な対応が基本となり、その目標は、個人が室内空気質汚染のリスクを理解し、必要に応じてリスク回避の行動をとるなどリスクへの対抗策を実行できること、と設定することができます。

ただし、社会的論争か個人的選択かの区別は厳密なものではなく、室内空気質汚染の問題においても社会的な側面が存在します。シックハウス症候群の原因とされる化学物質の室内濃度基準値の妥当性や建築材料に対する規制の是非に関しては、多くの関係者が参加して社会的に議論され、その決定は社会全体に影響します。また、職場の室内環境が問題となる場合も、組織的な対応が必要です。

室内空気質汚染の健康リスクそのものについての社会的な認識が不十分であれば、「一対多」の情報提供と一般市民の啓発が必要となります。9.2 節でも紹介しますが、2015 年に実施されたインタビュー調査では、シックハウス症候群は「新築の建物の問題」あるいは「塗料や接着剤が原因となるもの」という限定的な認識を持っている人が少なくないことがわかっています。シックハウス症候群はダニやカビなどの生物的な原因によって生じる場合もありますので、室内で何らかの症状を経験しても、その原因が室内環境にあることに考えが至らず、適切な対応がとれなかったり、対応が遅れてしまったりするケースが生じる可能性があります。シックハウス症候群のおもな症状や原因について偏りのない知識を持つことは重要です。

室内空気質汚染のリスクの捉え方

室内空気質汚染のリスクコミュニケーションで扱うリスクそのものの性質についても、整理しておく必要があります。リスクの概念や定義は一義的なものではなく、研究領域によって、また研究者によって異なることが指摘されています¹⁰⁾。狭義に定義されるリスクとは、望ましくない事象の発生頻度が確率で与えられる場合で、望ましくない結果の大きさとその発生確率の積（期待損失）によって評価されます。従って、狭義には、その発生確率が定量的に評価できる事象のみを「リスク」と呼ぶことになります。一方、世の中には発生確率を定量的に評価できない事象も数多く存在します。望ましくない結

果とその大きさは明確であるが、確率が明確ではない事象は狭義の「リスク」と区別し、「不確実性（uncertainty）」と呼ばれます。発生確率に不確実性の残る事象まで含めてリスクとする場合もあり、この場合のリスクはより広義の概念として捉えられることになります。

このように、不確実性の残る事象すなわち広義のリスクに対して、どのような対策をとっていくかについては異なる立場が存在します。社会としてのリスク対策を定量化されたリスクに限定する立場と、定量化できないリスクも含めて対応すべきとする立場です。後者は「予防原則（precautionary principle）」と呼ばれ、欧州圏やカナダでは、リスク評価に不確実性が残り、科学的に因果関係が明確に検証できない段階でも、予防的措置がとられる場合もあります¹¹⁾。予防原則が適用される事象としては、たとえば環境リスクが挙げられます。室内空気質汚染のリスクの場合、多くは広義のリスクであると考えられます。化学物質の多くはその健康影響が完全には解明されていないのが現状です。リスク評価に不確実性の残る段階でのリスクコミュニケーションとなります。このような場合の留意点については9.3節で考えます。

このような特徴をふまえ、それぞれの場面に適したリスクコミュニケーションの進め方を考えていくことになります。特に、リスク情報の受け手の状況やニーズは多様（リスク認知、知識、リスクへの感受性）であることを十分に把握したうえで、何を伝えるべきかを考えることが重要です。

伝えられるべきリスクメッセージ

リスクコミュニケーションで伝えられるべきリスクメッセージとしては、一般的に次のように整理することができます¹²⁾。

- ① リスクはどのような性質のものか（どのような被害や損失が生じるか）
- ② リスクの大きさや影響範囲はどの程度か
- ③ 緊急に回避する必要があるか、あるいは受容可能か
- ④ 緩和策としてとりうる選択肢とそれぞれのメリット・デメリットは何か
- ⑤ リスク管理者はどのような意思決定をしているか

室内空気質汚染のリスクコミュニケーションを実施するにあたり、上記の分類に照らしてリスクメッセージを整理することが重要です。特に個人的選択として考える場合、リスクの性質をわかりやすく伝え、同時にリスクへの対処法や症状の緩和策に関する情報を具体的に示すことが不可欠であるといえます。

9.2. 室内空気質汚染のリスク認知

9.2.1. リスク認知の特徴

多くのリスク事象において、そのリスク評価（risk assessment）は年間死亡率や余命損失（余命がどの程度短縮されるか）、罹患率（ある疾病に罹患した患者の割合）などの客観的指標を用いて行われます。一方、専門家ではない一般市民がもつリスクに対する主観的な認識やイメージはリスク認知（risk perception）と呼ばれています。一般市民の多くにとって、リスクの中心概念である確率や不確実性は理解が難しいため、主観的リスクは客観的リスクとしばしば異なることが知られています¹³⁾。

認知バイアス

一般市民のリスク認知がしばしば専門家の認識とは異なるのは、一般市民は簡便な方略を使って直観的にリスクを判断するためと考えられています。人間の認知的資源には限界があるため、認知的にコストのかからないやり方で、大まかに判断しようとしています。その結果として認知に歪みが生じます¹⁴⁾。このような判断の一つに、思い出しやすい事例や衝撃の強い出来事については、その生起確率を高く見積もるという傾向があります。たとえば、航空機の墜落事故が報道された直後は事故のイメージが鮮明であるため、航空事故の生起確率は過大に評価されます。合わせて、心臓病で亡くなった方などがその都度報道されることはないため、心臓病による死亡率は過小に見積もられるといったバイアス（歪み、偏り）として生じます。

また、フレーミング効果と呼ばれる現象もリスク情報の解釈や判断においてみられることが指摘されています。フレーミング効果とは、同じ確率でも、たとえば死亡率として示すか生存率として示すかによって、リスクに対する判断が変わってしまう現象のことで、このような効果は専門家のリスク判断にもみられることが報告されています¹⁵⁾。

このほかにも多くのバイアスの存在が指摘されており、このようなバイアスは、社会や文化にかかわりなく普遍的な傾向として存在していると考えられています。広瀬¹⁶⁾は次の5つのバイアスを指摘しています。

- ① 正常性バイアス：異常事態におかれても、心の平静を保つために、なるべく正常の範囲内で見てしまおうとする。
- ② 楽観主義バイアス：異常事態をより楽観的にとらえ、事態の明るい側面を見ようとする。
- ③ カタストロフィー・バイアス：きわめて稀な事態でも、起きれば大きな被害をもたらす可能性のあるリスクを過大視する。
- ④ ベテラン・バイアス：経験が豊富であることから生じる。リスクの過小評価につながる。
- ⑤ バージン・バイアス：未経験ゆえに生じる。

これらのバイアスはリスク認知やリスクに対する行動に影響します。また、リスク認知に影響するリスク事象の特徴について、これまでに以下のような要因が指摘されています^{7,13,17)}。

- ① 自発性：自発的にかかわるリスクは過小評価され、非自発的なリスクは過大評価される傾向。
- ② コントロール可能性：結果を個人でコントロールできるかどうか。コントロールできないリスクは過大評価される傾向。
- ③ 平等かどうか：すべての人に被害の可能性があるか、特定の人やグループのみか。後者の方がリスクは過大視される傾向。
- ④ 影響の範囲の広さ：被害の範囲が広い狭いか。広範囲にわたるリスクは過大視されやすい。
- ⑤ 一度に多くの被害者がでるかどうか：被害者が少ないリスクよりも、多いリスクは過大視されや

すい。

- ⑥ 致死性：死につながる可能性のあるリスクは過大評価されやすい。
- ⑦ まれなリスクか：滅多に発生しないリスクかしばしば生じるリスクか。前者は過大視される傾向がある。
- ⑧ 次世代への影響の有無：次世代への影響の可能性のあるリスクは過大評価されやすい。
- ⑨ 進行過程が見えやすいかどうか：進行過程が見えにくいリスクは過大視されやすい。
- ⑩ よく知られたリスクかどうか：あまり知られていないリスクは過大視される傾向がある。
- ⑪ 人為的か自然発生的か：人為的なリスクは過大視されやすい。
- ⑫ 新奇なリスクか：古くからあるリスクよりも新しいリスクは過大視されやすい。

室内空気質汚染のリスクの場合、広範囲にわたって一度に多数の人々に影響が生じるものではなく、致命的な症状であることも稀ですが、その原因の発生源は多くの人々にとって、自ら自発的に受け入れたものではなく、どちらかといえば人為的に発生し、健康影響との因果関係が全て解明されていないという点では、今後、室内空気質汚染による健康影響の可能性や関連する研究の現状が周知されると、リスクへの関心が高まり、過大評価される可能性はあるといえます。ただし、未知のリスクや自分の目で確かめることができないリスク、因果関係が未解明の健康影響に対して不安を感じるのは、人間が身を守るための反応としては自然なことです。現代社会において、リスク事象の多くはその定量化が難しく、リスクそのものの定義も曖昧であることを考えると、一般市民のリスク認知が不合理なものであると断定することはできません。一方、室内空気質汚染のリスクの場合、個人レベルの健康リスクであることから、正常性バイアスや楽観主義バイアスが働き、実際よりも過小評価され、リスクにさらされていて、適切なリスク対策が取られない事態になる可能性も十分に考えられます。

知識とリスク認知

リスクについての知識の量や質とリスク認知との関わりもしばしば指摘されてきました。ただし、知識量とリスク認知の関係は単純ではありません。たとえば、原子力発電のリスクに関しては、知識量とリスク認知の間にはU字型の関係がみられ、リスクを過大評価するのも過小評価するのも知識の豊富な人で、知識の少ない人のリスク認知は中程度でした⁷⁾。リスク情報の提供側は、知識さえあればリスク認知は適正化し、理解してもらえらるはずと考えるかもしれませんが、実際にはそれほど単純ではないようです。シックハウス症候群に関連する知識とリスク認知の関連については9.3節で述べます。

リスク認知の性差もしばしば報告され、女性のリスク認知は男性に比べると高いことが多いことが明らかになっています。ただし、なぜ女性の方が高い傾向があるのかはよくわかっていません。

専門家のバイアス

一般市民に比べ、専門家のリスク判断は客観的リスク評価に近いことが知られていますが、専門家の判断にもバイアスが存在することを認識しておく必要があります²³⁾。専門家は、専門分野の技術的側面を重視する傾向があり、その技術を用いる人間や組織のエラーの問題を見落としがちであることが指摘されています¹⁸⁾。また、リスクを管理する専門家の組織の意思決定にも、集団合議の過程で、合意や早急な決定にこだわるあまりに重要な情報を見落としたり、過度に楽観的で無責任な決定をしてしまう判断ミスが生じる可能性はあります²⁾。このような人間にとって不可避なエラーに対して一般市民が感じる不安を不合理なものとはみなすのではなく、ヒューマンエラーや組織のエラーの可能性を前提としたリスク対応をすることが重要です。

また、専門家も認知バイアスの影響を受けることがあり、実際にサンプルサイズ（分析対象となるデータの数）の無視や偶発的事象の過大評価などが確認されています¹⁹⁾。先にも述べたように、臨床経験を積んだ医師であっても、治療法の選択において、患者や医学生と同様にフレーミング効果の影響を受け、死亡率として示すか生存率で示すかによって選択が変わることも報告されています¹⁵⁾。

専門家も専門分野を離れば素人と同じような判断をすることもあります。小杉・土屋²⁰⁾が一般市民、原子力専門家、バイオの専門家を対象に行った調査によると、原子力の専門家は原子力発電のリスクは低く評価する一方、遺伝子組み換えのリスクについては一般市民と同じレベルのリスク評価をしました。バイオ専門家は遺伝子組み換えのリスクを低く評価する一方、原子力発電のリスクについては一般市民と同様の判断をしました。さらに、専門分野であっても立場の違いによってリスク評価が異なる場合もあります²¹⁾。Mertz, Slovic, & Purchase²²⁾は、化学物質のリスクに対する評価を製薬会社の上級管理職、毒物学会のメンバー、一般市民とで比較し、製薬会社の上級管理職のリスク認知が最も低いことを明らかにしました。さらに、同じ毒物学会のメンバーであっても、企業や行政機関で働く研究者と大学の研究者とでは見解が異なり、企業や行政機関で働く研究者のリスク評価は製薬会社の上級管理職に近いことが報告されています。このような専門家同士のリスク評価の不一致は市民の不信を招く要因となります。

9.2.2. 室内空気質汚染にかかわるリスク認知の特徴（化学物質について）

シックハウス症候群のリスク認知を調べた研究はこれまでのところ国内外であまり報告がないため、ここでは、化学物質の健康リスクの認知に関する先行研究の結果をもとに、その特徴をまとめます。

化学物質（perchloroethylene: PCE）のばく露影響についての知識とリスク認知

化学物質ばく露による健康リスクに関して、国外では、ドライクリーニングに用いられる perchloroethylene: PCE／テトラクロロエチレンのリスク認知に関する研究報告がいくつかあります²³⁻²⁶⁾。テトラクロロエチレンは主にヨーロッパでその有害性が指摘されながら、特に小規模のクリーニング業者で使用され続けている物質です。これらの研究報告では、ドライクリーニングの作業従事者の PCE／テトラクロロエチレンの健康リスクに対する認知の特徴が明らかになっています。これらの報告において共通して確認されている知見を次のように要約することができます。

- ① 作業従事者の化学物質の健康リスクに対する関心は高く、危険性もある程度認識している。
- ② ばく露による急性影響（頭痛、ふらつき、発疹など）については自ら体験していることが多いため、その症状やリスクは具体的に理解している。
- ③ 作業従事者は PCE ばく露の長期的影響に関心を持ちながらも、具体的にどのような影響があるかについては知識が不足している。実際には慢性的な健康リスクについてはあまり信じていないようであるが、自分も含めて身近に被害を受けた者がいないからなど、不確かで誤った仮定に基づく判断である。
- ④ 公式のリスク情報は難しく理解できないという理由であまり参考にせず、自らの経験や同僚の体験談などに頼る傾向が見られる。自ら健康影響の経験があると、長期的影響の不確実性も減らしたいという要望をもつようになっている。
- ⑤ リスク管理者の発信するリスク情報はあまり信用していない。

これらのリスク認知は、多くの点で専門家の見解と異なっています。急性影響として専門家は皮膚炎

を重視し、慢性影響としては中枢神経抑制、肝臓や腎臓への影響、記憶障害を重視し、生殖系への影響と発がん性の可能性についても言及していますが、作業従事者がこれらの具体的な健康影響に言及することはありませんでした。

一方、作業現場には、専門家の想定を超えるリスクが存在している現状も明らかになりました。専門家が考える以上に、現場の作業従事者はさまざまな作業工程のなかで広く PCE にばく露する経験をしており、また手袋の装着など推奨されるばく露対策は、作業従事者にとっては面倒で作業の妨げになることから、ほとんど実践されていないことが、調査の結果わかっています。

現場でのリスクコミュニケーションの担い手であるはずのリスク管理者はあまり信用されておらず、マニュアルを通して提供されるリスク情報も、マニュアルの難解さから、十分に伝わっていないようでした。

これらの調査結果から、多くの作業従事者は、具体的な危険性の経験がないとリスクへの関心をあまり持たず、さらに現場でリスク情報に関するコミュニケーションが不足していると、作業従事者は適切なリスク情報をもたずにリスクのある作業を行ってしまうといえます。現場の作業従事者は、現場の作業工程に即した具体的な予防策を求めています。また、安全行動の重要性は理解しても、現場で実践するには制約が多いなどの理由から、行動を変えようという意識にはつながらない傾向も指摘されています。専門家には、現場の複雑な作業工程に即した、有効な予防策を提案し、それを現場での行動変容につなげていくための包括的なアプローチを継続していくことが求められます。

一方、クリーニング利用者の PCE に対する関心は非常に低く、ドライクリーニングの作業過程を知らないために、そもそもなぜ PCE が問題であるかを理解するのが難しいようでした。

化学物質についての知識状況

窪田・他²⁷⁾において、専門家と人々の化学物質（ベンゼン）に対する理解の違いが具体的に明らかにされています。たとえば、ベンゼンの発生源として、専門家はガソリンスタンドやタバコの煙、石油ストーブを挙げますが、一般の人々は塗料や接着剤、クリーニングを挙げていました。健康影響についても、一般の人々は頭痛のほかに呼吸器への影響やアレルギーを想起する一方、専門家は骨髄への蓄積の影響として貧血や白血病の可能性を考えるといった違いがみられています。また、人々には化学物質について様々な誤解があることも明らかになっています。たとえば、「化学物質はすべて体内に蓄積される」、「臭いがなければ大丈夫」といった誤解です。

シックハウス症候群についての知識状況

2015 年にはシックハウス症候群に関する知識状況を把握するために、札幌市民 12 名（20～60 代、男性 6 名、女性 6 名）を対象として個別のインタビュー調査を実施しました（未公表）。インタビューでは、①シックハウス症候群の原因や発生源となるもの、②症状として考えられること、③症状の出やすさの個人差と関係のあると思われる要因、④症状の低減や予防に有効と考えられる対策、⑤情報源、⑥シックハウス症候群の問題への関心度などについて質問し、連想されること、イメージされることを自由に回答してもらいました。調査の概要を表 9.2.1. に、おもな調査の結果を表 9.2.2～表 9.2.7. に示します。

まず、シックハウス症候群の原因や発生源（表 9.2.2.）について、言及の多かった回答は「壁紙・壁・クロス（11 名）」と「接着剤（8 名）」でした。また「新築・新しい建物（7 名）」や「化学物質・化

学的なもの(6名)」も多く挙げられています。「ダニ(8名)」や「カビ(6名)」、「換気(5名)」、「塗料(4名)」、「布団・寝具(4名)」、「木材・建材(4名)」、「臭い(4名)」にも言及が比較的多くなっています。また発生源については、「家全体・部屋全体(5名)」、「カーペット・じゅうたん(5名)」が挙がっています。原因として具体的な化学物質名(ホルムアルデヒドなど)を挙げた方も4名いました。少数ではありますが、「空気・悪い空気(3名)」や「ほこり(2名)」、「湿度・温度(2名)」にも言及されています。

対象者の多くは、建物の内装に使われる物質(塗料や接着剤)に原因があると考えており、なかにはダニやカビを原因とは全く考えず、全ては建材に原因があると考えている人もいました。ダニやカビに言及した人のなかにも、シックハウス症候群との関係に疑問を示しながら回答した人もいます。一方、迷うことなく原因としてダニやカビに言及した対象者に共通するのは、自宅が古いために結露やカビに悩んでいた、古いホテルや建物で、あるいは職場での換気が悪いために、くしゃみや咳などアレルギー症状を経験したことがあるなど、シックハウス症候群に関連する何らかの症状の経験が自らあるという点でした。そのような方たちは、室内の換気、湿気、清掃の問題、あるいは寝具や家具の材質の問題に関心が高く、様々な関連商品を試し、対策をとっていました。シックハウス症候群の症状(表9.2.3.)としては、「アレルギー(10名)」という回答が多く、次いで「咳・咳込む(7名)」、「目がチカチカ・しばしば・痛む(6名)」、「鼻水・鼻づまり(5名)」といった回答が多く挙げられました。このほか、くしゃみ、頭痛、めまい、じんましん、発疹、吐き気、気分が悪くなる、だるさ、身体の重さなどが言及されています。

表 9.2.1. 個別インタビュー調査の実施概要

(n=12)

調査概要	
対象者	札幌市住民 20～60 代の 12 名（男性 6 名、女性 6 名）
実施期間	平成 27 年 8 月 27 日～9 月 1 日
対象者の抽出	調査会社の調査モニター（札幌市在住 43,581 名）からシックハウス症候群に関する質問 3 問への回答により、協力可能な 148 名を抽出したうえで、ランダムに調査協力を依頼し、12 名の協力を得た。電話による調査への協力依頼、日時の調整、事前確認の連絡は調査会社を通して行われた。
抽出のための質問	1. シックハウス症候群（またはシックビルディング症候群）について、あなた自身はどの程度ご存知ですか。 〔a. 人に説明できる、b. 知っている、c. 言葉だけは聞いたことがある、d. 聞いたことはない〕 ⇒ d は対象外 2. シックハウス症候群（またはシックビルディング症候群）に、あなたはどの程度関心がありますか。 〔a. とても関心がある、b. やや関心がある、c. どちらともいえない、d. あまり関心はない、e. 全く関心はない〕 ⇒ c,d,e は対象外 3. シックハウス症候群（またはシックビルディング症候群）に関して、テレビや新聞、雑誌などで取り上げられているのを目にしたとき、その内容を見たり読んだりしたことがありますか。あるいは、自分で書籍や Web などに関連する情報を探したことがありますか。 〔a. よくある、b. ときどきある、c. ない〕 ⇒ c は対象外
所要時間	24 分～66 分（平均 42.1 分）
質問項目	1. シックハウス症候群全般（この言葉から連想されることを自由に話す） 2. シックハウス症候群の原因、発生源 3. シックハウス症候群の個人差の要因、発生プロセス 4. シックハウス症候群のリスク管理、対策 5. シックハウス症候群への関心度 6. シックハウス症候群に関連する用語（13 の用語について）

表 9.2.2. シックハウス症候群の原因・発生源についての自由回答（2名以上言及）

(n=12)			
原因・発生源	言及人数	原因・発生源	言及人数
壁紙・壁・クロス	11	サッシ・窓	3
接着剤	8	空気・悪い空気	3
ダニ	8	寝室・リビング	3
新築・新しい建物・新しい部屋	7	カーテン	3
化学物質・化学的	6	断熱材	2
カビ	6	本棚・古い本	2
換気	5	防腐剤	2
家全体・部屋全体	5	ほこり	2
カーペット・じゅうたん	5	押入れ	2
有害物質・物質	4	温度	2
塗料・塗装・ペイント	4	湿気・湿度	2
臭い	4		
水回り・トイレ・キッチン	4		
布団・寝具	4		
木材・建材	4		
ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・アルデヒド	4		

表 9.2.3. シックハウス症候群の症状についての自由回答（2名以上言及）

(n=12)			
症状	言及人数	症状	言及人数
アレルギー	10	アトピー	3
咳・咳込む	7	めまい	3
目が痛い・チカチカ・なみだ目	6	吐き気	3
鼻水・鼻づまり	5	気分悪くなる	2
くしゃみ	4	発疹	2
目がかゆくなる	4	体調崩す・身体の症状	2
頭痛	4	だるい・身体重い	2
じんましん	4		

症状の個人差と関連する要因（表 9.2.4.）については、対象者の多くが「免疫力（7名）」の問題に言及しています。その他、体質、抵抗力の低下、アレルギー体質、遺伝的な要因、子どもやお年寄りには反応しやすい、さらには普段の食事（生活習慣）、ストレス、運動習慣によって影響を受けるという回答もありました。なかには、性別は関係ない、年齢は関係ない、違いについてはよくわからないという回答もありました。調査では、発症のメカニズムについても質問していますが、あまりよくわからない、イメージは漠然としていると回答する人が多く、回答としては「異物に対する防衛反応、異物を排除しようとする反応」、「異物に免疫で負け、症状がでる」、「体内に悪いものがたまって、許容量をこえると症状が出る」といった回答がみられました。症状の低減または予防に有効と考えられる対策（表

9.2.5.) については、「掃除（6名）」と「建材などの原因を特定し取り除く（6名）」、「換気・空気の入れ替え（5名）」が多く挙げられました。免疫力を上げる、ダニやカビの対策、食事に気をつけるといった回答もありましたが、本人や家族に症状の経験がないと、あまり具体的な対策は思い浮かばないような印象でした。

表 9.2.4. シックハウス症候群の個人差についての自由回答

(n=12)

個人差の要因	言及人数	個人差の要因	言及人数
免疫力の高低	7	睡眠しっかりとれているかどうか	1
体質	6	家にいる時間が長い主婦	1
抵抗力・体力・弱っているとき・疲れ	5	敏感な人	1
アレルギー体質	5	ぜんそくやアトピーを持っている人	1
遺伝	4	食べ物の添加物と関連	1
子ども・お年寄り	3	性別は関係ないのでは	1
栄養・食事	3	男性の方がにぶい（夫は大丈夫だから）	1
環境	3	違いはよくわからない	1
ストレス	2	年齢は関係ないのでは	1
運動習慣があるかどうか	2		

表 9.2.5. シックハウス症候群の対策についての自由回答

(n=12)

対策として考えられること	言及人数	対策として考えられること	言及人数
掃除	6	保健所に相談	1
建材などの原因特定、取り除く	6	ほこり・チリを測定してもらう	1
換気・換気をよくする・空気の入れ替え・空気清浄器	5	医療で診断できるのか疑問 （原因は特定されないのでは）	1
免疫力を上げる	3	空調の風の向きを変える	1
カビ・ダニ対策	3	特に対策はしていない	1
病院・薬	3	規則正しい生活	1
食事に気をつける・添加物避ける	2	睡眠しっかりと	1
		芳香剤は天然のものに	1

情報源については、ほとんどの対象者がテレビ（ニュース、特集、医学や健康のバラエティ番組）を挙げました。ネットも多く言及されています。また、内装業者やハウスメーカーの情報、シックハウス症候群の対策をアピールする物件の広告も参考にされていました。

シックハウス症候群の問題への関心度については、全体としてはあまり高くなく、「特に気にしていない」という回答が多く得られましたが、自ら症状を経験したことがある人は「よく考えている」と回答しています。

全体的に、もともとアレルギー症状が出やすい人あるいはシックハウス症候群と思われる症状を経験したことがある人は、関連する情報に対して比較的高い関心を持っていますが、そうではない人の関心はあまり高くなく、漠然とした知識にとどまる傾向がみられました。関心がある人は、テレビの健康情

報番組やネットを通して自発的に関連情報を探し、対策まで含めて詳細に把握している様子が伺えました。

インタビュー調査では、自由回答の質問に加え、シックハウス症候群に関連する用語（表 9.2.6.）について、知っているかどうか、またどのようにシックハウス症候群と関連すると認識されているか尋ねました。VOC と MVOC については知っているという回答した人はいませんでした。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドについてはほぼ全員が聞いたことがある、知っているという回答し、多くが「身体によくない影響がある」という連想をしていました。トルエンとベンゼンについては、2、3人は聞いたことがないとなりましたが、それ以外は知っているという回答で、揮発性、シンナー系のものを連想するという回答が多く得られました。真菌については、カビという回答と何かわからないという回答に分かれました。ダニアレルゲンやペットアレルゲンについては、多くの人は「アレルゲン」という言葉にあまり馴染みがないという反応でしたが、アレルギーに関連する用語ではないかという推測をする人が多くみられました。化学物質過敏症については、あまり聞いたことはないが、その言葉の意味することはなんとなく推測することができる、という回答がみられました。テレビの特集で化学物質過敏症の患者の様子を見たことがあり、よく覚えているという人も2名いました。

シックハウス症候群と温度・湿度、二酸化炭素、粉じんと関連（表 9.2.7.）については、温度・湿度はシックハウス症候群と関連があり、症状が出やすくなると回答する人が多くみられましたが、二酸化炭素とタバコの煙については、シックハウス症候群との結びつきは思い浮かばないという回答が多く示されました。特にタバコの煙に対しては、アレルギー体質の方にとっては苦手な不快だろうとしながらも、シックハウス症候群と関連させて考えたことはないという回答が目立ちました。回答者本人が喫煙者である場合は、全く気にしたことがない、という回答でしたが、アレルギー症状の経験がある人はタバコの煙の有害性や健康影響の可能性を指摘しています。

表 9.2.6. シックハウス症候群の関連用語についての自由回答

				(n=12)				
関連用語		知っている/聞いたことがある		なんとなく聞いたことがある		わからない/聞いたことがない		
住宅の化学物質 (VOC,MVOC)		0	－	0		12		
ホルムアルデヒド		10	新築の家で発生、接着剤、建築資材、人体に影響あるもの	1		よくわからない		1
アセトアルデヒド		9	ホルムアルデヒドと似たようなもの、お酒、アルコール、聞いたことはあるがよくわからない	3		除光液、二日酔いの成分		0
トルエン		9	揮発性のシンナー、溶剤、塗料、ボンド、発がん性物質、臭いがきつい、身体によくない	0		－		3
ベンゼン		7	塗料をふくもの、身体に悪い、発がん性物質、溶剤、詳しくはわからない、揮発するもの	3		よくわからない、揮発性の化学物質、ベンジン		2
真菌		7	かじ、猫がかかる病気、水虫、吸い込むとぜんそくのような症状	1		病原菌、皮膚病、水虫		4
ダニアレルゲン		8	ダニの死骸、布団やカーペットにいる、アレルギーの原因、ダニによるアレルギー	3		よくわからない、ダニの抗体か、ダニによるアレルギー		1
ペットアレルギー		7	ペットが原因のアレルギー、ペットの毛やフケ、猫や犬や鳥	4		ペットによるアレルギー		1
粉塵		11	ほこり、塵、吸ってはいけない、スパイクタイヤ、爆発のイメージ、言葉はわかるがよくわからない	0		－		1
PM2.5		9	中国でひどい、北海道ではそうでもない、空が白くなる、セメントのような臭い	0		－		2
化学物質過敏症		5	アレルギーの総称、化学物質に反応、北里研究所の患者の様子を NHK 番組でみたことがある、バイト先のお客さんに過敏症の人がいて対応が必要	4		普通の人は反応しないアレルギー、新しい服や塗料で痒くなる、免疫弱い人、接着剤に反応		3

表 9.2.7. シックハウス症候群との関連で連想されること

(n=12)				
関連用語		関連がある	わからない／関連は思いつかない	
温度・湿度	9	温度・湿度が高いと症状が出やすい、影響がより増すのでは、関連すると思う	3	関連するイメージはない、結びつきは思いつかない、わからない
二酸化炭素	2	濃度が高いと身体に負担がかかる、空気の新鮮さに影響する	10	関連はないと思う、気にしたことがない、わからない、意識したことがない
タバコの煙	4	咳が出る、不快、有害物質、吸っていない人のアレルギー、副流煙で肺や呼吸器に影響がある	8	関連は思いつかない、他の病気との関連はあると思う、良くないと思うが関連はないイメージ、よくわからない

9.3. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションの留意点

9.3.1. 知識の問題

前節で紹介したシックハウス症候群に関するインタビュー調査の結果から、一般市民の知識状況にはいくつかの特徴が見出されました。調査のサンプル数が少ないため、結果をただちに一般化することはできませんが、多くの市民が示すと予想される反応や回答として、下記のようにまとめることができます。

- ① シックハウス症候群は「新築の問題」と考える傾向がある。なかには、10年ほど前に話題になったが既に解決した問題と思っていた、という回答もあった。
- ② 原因や発生源としては、多くが壁や床などの内装とそこで用いられる塗料や接着剤（化学物質）を連想している。壁や床など目につく場所に原因を求める傾向があるといえる。
- ③ アレルギー症状の経験者は、壁や床からの「臭い」を気にする傾向、室内に化学物質が存在しているかどうかを「臭い」を手がかりに判断する傾向がある。
- ④ アレルギー症状の経験が本人または家族にある場合は、ダニやカビもシックハウス症候群の原因であると考え、室内の換気や結露対策をこまめに行っている傾向がある。
- ⑤ アレルギー症状の経験があると、経験がない人に比べてシックハウス症候群の原因や症状についての知識は豊富だが、自らの経験に基づく知識であるため、知識の範囲や質に偏りも見られる（自分が経験のない症状には言及しないなど）。
- ⑥ シックハウス症候群の問題は多くの対象者にとって緊急に解決しなければならない問題ではないが、そうした問題があることはよく認識しており、特にアレルギー症状の経験がある人は自分の問題として事あるごとに考えている。
- ⑦ アレルギー症状の経験がある人も、経験のない人も、テレビやネットがおもな情報源である。症状が出た場合の相談先としては病院を挙げる人が多かった。実際に、アレルギー症状でかかりつけの皮膚科や耳鼻科がある人もおり、医師から情報を得ているが、医師からは対症療法的なアドバイスの多い印象であった。アレルギー症状の経験がある人のなかには、自宅の改装や新築の際に、業者にシックハウス対策の相談をしたり、広告を参考にしたり、業者から具体的なアドバイスを得たことがある人もみられた。

以上のように、シックハウス症候群にある程度関心のある人々のなかでも、その知識には多かれ少なかれ偏りがあるため、何らかの症状を経験しても、住居が新築ではない、室内では「臭い」がない、ダニやカビが原因とは考えていない、といったことから、室内環境に原因を求めず、なぜそのような症状が生じているか因果関係の推測を誤ったり、適切な相談先に相談しないなど対応が遅れる可能性がある点に注意が必要といえます。また、アレルギー症状の経験者の多くは経験がない人に比べ、知識は豊かで自分なりの解決法を持っていますが、その知識は自らの経験と強く関連しているため、ときに偏りがみられることもあります。対策については、テレビやネットの情報に加え、業者の情報（広告）が情報源となっている場合もあり、必ずしも科学的な根拠にもとづくものとは言えない方法をとっている可能性もあります。こうした受け手の多様な知識状況、ニーズをふまえた情報提供が必要です。

9.3.2. 「確率」や「不確実性」をどう伝えるか

シックハウス症候群をはじめとする室内空気質汚染の健康影響については、多くの疫学的研究が進められ、本マニュアルでも紹介されているように現在でも新たな知見の報告が続いています。多くの一般市民にとって、確率自体が理解の難しい概念です。疫学研究の成果に基づくリスク評価はその確率的な側面が数値で表現されるだけでなく、そこに不確実性が含まれる場合も少なくありません。このようなリスク評価に関する情報を伝える際に、留意すべき点について考えます。確率を伝える際に、もっとも正確に表現できるのは数値ですが、一般市民にとっては、必ずしもわかりやすいものとは限りません。その数値がどのようなデータに基づいて算出されたものなのか、その数値の高さは何を意味しているのか、など数値の解釈を丁寧に伝える必要があります。

現在、日常生活において馴染みのある確率表現としては、天気予報の降水確率があります。田中・吉井²⁸⁾によると、降水確率を参考にしている人の割合は、調査対象者 465 名のうち、「毎日のようにみる」が 7 割、「ときどきみる」が 2 割を超え、全く見ない人は 3%に過ぎませんでした。傘を持って出かける人の割合は、降水確率が 30%で 2 割、40%で 5 割、50%になると 7 割に達するということです。このように、確率の情報が日常的な行動決定に生かされる例があることを考えると、数値の意味を理解し、個々人の行動決定の基準として利用される状況は実現可能であるといえます。降水確率の例からも明らかなように、確率が行動決定の基準となっている場合でも、その基準には個人差がありますので、個人のリスク対策へのニーズや価値観をふまえたリスク情報の提供が重要となります。

また、確率表現の仕方によって、一般市民のリスク認知は影響を受けることもよく知られています。たとえば、喫煙による肺がんのリスクを「1 日に 20 本以上タバコを吸う人の死亡率は非喫煙者に比べて約 5.5 倍大きい」と表現すると、非常に危険を感じる人は 41%に上りますが、同じことを「喫煙によって平均寿命は約 1 年あまり縮まる」と表現したときには、同じ値が 16%に減少したという調査結果があります³⁾。このように、表現方法によって主観的なリスクの大きさが変わる場合もあることから、あるリスクについて伝える際、同じ事実を複数の表現方法で伝えるなどの工夫が必要です。同様のことはフレーミング効果への対処においても有効です。

わかりやすさのために、数値ではなく言語表現を使う場合も、言語表現の仕方によって伝わり方が違うことが報告されています¹¹⁾。薬品の副作用の頻度を伝える表現として、たとえば、「ときに発疹が現れます」と「まれに発疹が現れます」では、その頻度の推測値に 2 倍以上の違いが生じます（「ときに」<「まれに」）。数値と言語表現を併用することも有効な工夫の一つですが、その際にもこのような幅のある解釈や曖昧さが生じることを知っておく必要があります。

さらに、リスク評価に「不確実性」が残る状況では、リスクの大きさを明確な数値で表現すること自体が難しい場合もあります。そのような場合は、望ましくない事態として何が起き得るかを伝え、次に述べるように、そのような事態を避けたい人は具体的な回避策がとれるよう助言すること も有効であるといえます。

9.3.3. 自分でリスク対策ができることの重要性

リスク評価に不確実性がともなう状況であっても、望ましくない事態を避けるための行動は予めとりたいと考える場合があります。このようなアプローチは「予防原則（precautionary principle）」と呼ばれ、何か問題がありそうなら、リスクが正確には評価されていなくても、予防的な対策をとる方針のことを意味します。現在では、欧州圏やカナダのように、このような原則に基づきリスク対策を進める国や機関も多くあります。個人のレベルでも、リスクに対して不安を感じている人やそのリスクに反応

しやすい人はリスクが明確ではない状況でも、予防的な対策を選択できると不安の低減につながると考えられます。予防的な対策が具体的に明示され、必要に応じて自分で実行できると認識されることが重要です。保健行動のモデルである「防衛動機理論 (protection motivation theory)」²⁹⁾においても、個人が対処行動をとることができるかと知覚する程度である「自己効力感 (self-efficacy)」が高まることで、保健行動の実行率は高まることが示されています。不確実性を含むリスク評価にとどまる段階では、「リスクが明らかになるまで待つ」のではなく、予防的な対策を求める人に対し、具体的な回避策を明示できることが望ましいといえます。

一方、個人レベルの健康リスクに対しては、楽観主義バイアスが働きやすいことも知られています。インタビュー調査の結果においても、自ら症状を経験したことのない対象者の多くは、あまり自分の問題として考えていない傾向が見られました。客観的に、明らかに個人がリスクを過小評価していると判断できる場合は、「防衛動機理論」に基づく恐怖喚起と自己効力感に働きかけることで、適切なリスク対策を促すことも必要です。



第Ⅴ部 症状の訴えへの対応

第10章 症状の出た住宅や職場 などへの支援(相談への対応)

第 10 章 症状の出た住宅や職場などへの支援（相談への対応）

10.1. 相談を受ける際に注意すること

ここでは保健所など地域保健機関の担当者が、室内環境に関わる体調不良に関する相談を受けるという場面を想定しています。

10.1.1. 相談者の目的、要求を明確にすること

相談に来られる方々は、漠然とした体調不良を訴え、何とかしてこの状態を元に戻したいという強い気持ちを持っています。相談することで事態が改善するのではないかと期待は大きいと思われます。また、すでに自身で様々な交渉や、原因追求のための活動をされた上でそれでも解決への道が拓けず、困り果てた上での相談という場合もあることでしょう。また、自身の体調不良が室内環境によるものと考えて相談に訪れているはずですが、実際の原因は他のものが関連していることもあるかも知れません。相談を受けるにあたり、的確で無駄のない対策につながるような助言をするためには、相談者に共感しつつ、話を聞くことはもちろん大切ですが、相談者の話す内容から問題点を整理し、全体像を迅速かつ正確に描き出すことが求められます。そのためにはシックハウス症候群に関するある程度の知識とこれまでの解決事例、失敗例に関する経験の蓄積、それぞれの地域の実情に応じた対策依頼先などについて十分な知識とネットワークがあることが望ましいと言えます。本マニュアルの内容を理解するとともにシックハウス症候群に関する地域の実情も把握しておくことで、相談者にとって満足の得られる対応が可能になります。また、相談者の目的も可能な限り聴き取っておくことが望ましいと考えられます。単に自身の症状の原因を知りたいというだけでなく、提訴や労災申請など、検討している法的措置の準備としての相談もあるかも知れません。その場合は保健所などの公的機関の相談対応にあたる者の発言は重みをもって受け取られることにも注意が必要になります。

10.1.2. 聴き取り必須項目

a. どのような症状か？

本マニュアルではシックハウス症候群の症状について詳しく書かれています。例えばシックハウス症候群の症状として代表的なものに眼・喉が痛い、鼻水が出る、くしゃみが出るなどの粘膜刺激症状があります。また、皮膚への刺激症状ともいえる皮膚が赤くなる、かゆみ、乾燥などがあり、さらに頭痛、頭が重い、吐き気、めまい、集中力低下などの精神・神経症状がありますが、それらのうちどの症状がみられるかを明らかにしておくことは、単にシックハウス症候群に典型的な症状を持っていることを確認するだけでなく、シックハウス症候群以外の疾病が隠れていないかを考える上で重要になります。

b. いつから発症したのか？発症の原因となったイベントは？

シックハウス症候群は環境から受けた刺激によって発症するものですから、新築住宅への入居後、職場や学校で行われた新築・改修後からの発症が一般的です。相談者の多くはすでに新築、改修などの後に現われた体調不良についての相談であることを理解して、相談機関を訪れているはずですが、中には

シックハウス症候群に対する理解が乏しい場合もあるかも知れません。対話を進める中でシックハウス症候群への理解に疑問が感じられる場合は、改めてその定義などについて確認することも必要です。

さらに、シックハウス症候群の発症には新築、改修、塗装、換気不良の部屋の使用など、発症の原因を思わせる何らかのイベントが起こっているのが普通です。イベントと発症との時間経過も聴き取りのポイントになります。但し、住宅のメンテナンス不良を原因とする場合などはそれがはっきりしないこともあります。

c. 症状が強くなるのは、よくなるのはどのようなときか？

シックハウス症候群の定義の中で重要なものの一つは原因となる室内環境にさらされると症状が現れ、その室内から出ることにより、症状が改善するというものです。特に問題のある室内から退出することで症状が軽くなるか、症状そのものがなくなるという変化は重要で、このような特徴がみられなければ、訴えている症状がシックハウス症候群であることに疑問が出てきます。建物や室内へ出入りに伴う症状の変化はしっかりと確認しておくべき最重要事項と言ってもいいでしょう。

d. 室内における化学物質の使用

一般住宅でも様々な化学物質が使用され、それらがシックハウス症候群の原因になることもあります。例えば、殺虫剤、防虫剤、芳香剤、ワックス、マニキュア落とし、染み抜きなどがありますが、これらの使用状況もシックハウス症候群の原因を考える上で重要な情報です。疑いが強いと思われるものがあれば、さらに詳しい情報を聴き出すことが必要になります。

e. 暖房器具・設備について

暖房器具の中には排気を室内にそのまま排出するタイプのものがあります。このような暖房器具は時々換気をしなければ、室内空気質は悪化していきます。冬期の室内空気環境に及ぼす影響は大きく、症状発症の時期によっては重要な情報になります。

f. 住宅内での生活習慣

シックハウス症候群は新築住宅に発生するとは限りません。すでに述べたように最近ではむしろ住宅のメンテナンスや生活習慣にある問題がシックハウス症候群の原因になることがわかっています。下記の「住み続けた住宅の場合」に列記したシックハウス症候群発症に関連する様々な生活習慣についても一つ一つ確認することによって、症状の原因が明らかになることもあります。

10.1.3. オフィス、学校からの相談への対応での注意事項

一般住宅とは違い、建物（オフィス、学校等）はビルとしての特徴を持っていることを踏まえた対応が必要になります。一般住宅では家族のうちの1人だけから症状の訴えがあることはよくありますが、ビルでの発症では複数名の体調不良が出ることは珍しくありません。新築ビルの場合、使用し始めて間もなく症状の訴えが出てくるのが一般的です。新築直後に室内空気中のアルデヒド類、揮発性有機化合物（Volatile Organic Compound: VOC）を測定すると極めて高い値が出るがありますが、空調シ

システムを作動させることでほぼ問題のない空気環境になるのが普通です。しかし、それでも室内の環境が改善しないとすると、建材、床材、壁材、施工法、その他什器や空調設備の不具合なども視野に入れた検討が必要になります。

近年の新築ビルは建材中のホルムアルデヒドの発散量に関する等級区分が作られ、等級によって使用面積の基準が設けられていますので、大きな問題は生じなくなりました。一方、わが国のビルでは2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染の報告がありますが、これは新築や改修後長期にわたり床からの持続的な VOC 発生がみられるという特徴があります。原因は乾燥が不十分なコンクリートと可塑剤含有の塩化ビニル材との直接接触ですが、このような場合には床材と建物構造にコンクリートを使用しているという情報及び施工時期などが重要な情報になります。また、ビルの場合はメンテナンスや管理を専門の会社に委託していることもしばしばあり、その会社との契約内容や管理の実情などもチェックが必要になります。学校の場合は校内の換気は職員はじめ児童生徒が行うのが普通です。また、窓もいわゆるはめ殺しではなく、ほとんどの場合、手動で開閉しますので、換気の状態は窓の開け閉めの影響を受けることも考慮する必要があります。

10.1.4. 症状が典型的でない場合

マニュアル通りの症状とそのきっかけとなる新築や改修工事、生活習慣があれば比較的容易に訴えの症状がシックハウス症候群であることはわかります。しかし、このようなわかりやすい例はむしろ少なく、ご本人も周囲の人たちも体調不良の原因がはっきりせず、室内にいることとの関連が漠然と感じられるという程度のものであることがしばしばあります。

また、上述したように相談者自身のシックハウス症候群に対する理解が十分でない場合もあり、いわゆる化学物質過敏症の状態をシックハウス症候群と同じものとしてとらえている場合も少なくありません。化学物質過敏症の場合には問題となる室内を出ても症状の改善がないこともある一方、必ずしも室内にいるときに症状が出るとは限りません。さらに、化学物質へのばく露と相前後して、メンタルヘルス上の問題が重なるとシックハウス症候群と同様の頭が痛い、なんとなく気分が悪いなどの症状が現れることがあり、ご自身も自らの症状をシックハウス症候群ではないかと考えることにもなります。このような相談を受けた場合にはひとまずシックハウス症候群として原因を考えることにはなりますが、結論が出るに至らず、相談者にとっては不満の残る結果になってしまうかも知れません。

相談機関としては相談に来られた方々に対しては他の機関へ回ってもらうことなく、その場で解決の道を示すこと、いわゆるワンストップのサービスができることを目標にしなければなりません。背景に室内空気環境以外の要因が関連していることが疑われる場合にはシックハウス症候群に対応できる医療機関を紹介することも必要になります。

10.1.5. VOC などの測定結果をどう取り扱うか

すでに書いたように、症状が発生する建物や室内のアルデヒド類や VOC の濃度を測定することができれば、現れたシックハウス症候群の症状の原因を考えるうえで有力な手掛かりが得られます。また、ダニやカビなどの生物学的な環境についても、例えば室内空气中に浮遊するカビの胞子の測定、カーペットの単位面積あたりのダニアレルゲンの数の測定などにより、定量的な評価が可能です。法的な手続きを行う場合にはこのような測定も行わなければならない場面も出て来るでしょう。しかし、こうした定量的な評価をするには十万円単位の費用がかかり、簡単にできるものではありません。測定を行わなくても、現場の状況、これまでに挙げた様々なシックハウス症候群発症要因の有無を検討し、原因とし

て考えられるものについてはおおよその見当がつけられれば、解決に向けての対策もある程度はつきりしてくるのではないのでしょうか。

また、たとえば室内の VOC などを測定し、ある物質の濃度が厚生労働省が設定する室内濃度指針値を超えていた場合はその物質が原因として有力ではありますが、原因とは限らないこともあります。その室内の特徴、化学物質の使用状況など総合的に判断する必要があります。指針値は室内空気環境評価の目安として使うことはできますが、測定値がこの値を超えたからと言ってシックハウス症候群が発症するとは限りません。一方、指針値より低くても発症する場合があります。また、ある物質が指針値を超えていたとしてもその物質単独で症状を起こしているとは言い切れません。個別の物質に対する指針値の他に、室内空気質の暫定目標値として設定されている総揮発性有機化合物 (Total Volatile Organic Compounds: TVOC) というものがあり、 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ という値が設定されています。これは住宅竣工後居住を開始してある程度時間が経過した状態における目安ですが、これを超える結果が出た場合はその室内の換気の状態が良くないことは明らかですので、まずは対策として換気の改善を行うことが必要になります。原因をはっきりとは特定できなくても換気をよくすることで、症状が良くなれば、相談の目的は達成できたといえます。

10.2. 相談チェックシート

相談チェックシート(住宅用) (例)

相談日	年 月 日			担当者										
相談者	住所 氏名													
	性	年 齢	シックハウス アレルギー歴	在宅時にあり、外出時によくなる症状。いつも(週 1 度以上)-○、時々-△								発症年月		
				眼	鼻	喉	皮膚	頭痛	吐気	喘息	他			
				シックハウス症状 有無 アトピー・花粉症・他										
				シックハウス症状 有無 アトピー・花粉症・他										
				シックハウス症状 有無 アトピー・花粉症・他										
				シックハウス症状 有無 アトピー・花粉症・他										
			シックハウス症状 有無 アトピー・花粉症・他											
推定原因	新築・改築・家具・ダニ・カビ・不明			リフォーム	年 月									
築年	年 ヶ月			持ち主	持ち家・借家									
住宅概要	一戸建て・集合住宅(階建ての 階)			構造	木造・鉄骨・鉄筋コンクリート・その他									
部屋数	()部屋 (バス・トイレ除く)													
暖房設備	熱源:石油・ガス・電気・その他() 排気:屋外・屋内(居間・寝室・子供部屋・他)													
換気設備	機械換気(熱交換式)・換気扇(台所・風呂・洗面所・他) 換気口のある部屋(台所・風呂・洗面所・他)													
換気時間	常時・定期的(回/日)・炊事時・掃除時・その他													
結露	なし・あり(場所:)													
カビ発生	なし・あり(場所: 押し入れ・タンスの裏・壁または床<寝室・居間・台所・洗面所・浴室・その他													
カビ対策	特にしていない・発生時にしている・定期的にしている(回/年:具体的に)													
ダニ対策	床の清掃頻度 寝具の乾燥、清掃の頻度													
新品家具	購入後 2, 3 年の家具(有・無)													
ペット	なし・あり(犬・猫・鳥・その他			薬剤使用	防虫剤殺虫剤ワックス芳香剤)									
周辺環境	住宅地・商業地・工業地・その他() 幹線道路からの距離(m) 工場からの距離(m)													
その他														

相談チェックシート(一般住宅以外) (例)

相談日	年 月 日	担当者	
相談者		物件建物との関係	
相談内容			
シックハウス症候群 発生状況	人中 人 主な症状: 眼・鼻・喉・皮膚・精神神経・その他 ()		
建物名称	(業種:)		
使用目的	集合住宅・オフィスビル・店舗・公共施設(役所・教育施設・医療施設・福祉施設・運動施設) その他()		
建物概要	階建て 総床面積 m ² または 坪 築年数: 年 (新築未入居・入居済み)		
収容人数	人 または 1 日の利用者数 平均 人/日 主な利用者		
建物構造	木造・コンクリート(鉄筋・鉄骨)・その他() 難燃剤使用(なし・あり)		
床	タイル・じゅうたん・フローリング・長尺シート・その他() 難燃剤使用(なし・あり)		
壁	ビニルクロス・布クロス・合板・珪藻土・その他() 難燃剤使用(なし・あり)		
天井	ビニルクロス・石膏ボード・合板・その他() 難燃剤使用(なし・あり)		
暖房設備	熱源: 石油・ガス・電気・その他() 排気: 屋外・屋内(居間・寝室・子供部屋・他)		
換気設備	機械換気・換気扇(設置状況) 換気口設置状況() 窓の開閉(有・無)		
換気頻度	常時・定期的(回/日)	換気設備の清掃	定期的(回/月・ 回/年)・不定期
床清掃	床(掃き掃除・掃除機)頻度: 毎日・定期的(回/週)・不定期 ワックス使用: 定期的(回/月・ 回/年)・不定期		
結露	なし・あり(場所:)		
換気時間	常時・定期的(回/日)・炊事時・掃除時・その他		
カビ発生	なし・あり(場所:)		
カビ対策	カビ除去: 定期的(回/週・ 回/月・ 回/年)・発生時 方法:		
薬剤の使用	防虫剤(場所) 殺虫剤(場所) 芳香剤(場所)		
ダニ対策	床の清掃頻度 寝具の乾燥・清掃の頻度		
周辺環境	住宅地・商業地・工業地・農地・酪農地・その他() 幹線道路からの距離(m) 工場からの距離(m)		
その他			

10.3. 症状の出た住宅、職場、学校などへの支援

10.3.1. 住宅への支援

a. 新築住宅の場合

新築住宅には 24 時間換気システムの設置が義務付けられていますので、これを稼働させることにより、通常、室内の換気は十分に保たれます。このため、近年は新築住宅でシックハウス症候群の発症はかなり少なくなっています。しかし、それでも発症者が出た場合、まずは建築を担当した工務店、ハウスメーカーにクレームを申し入れることとなりますが、発生した症状が本当にシックハウス症候群と言えるのかについては建築者側の理解が不十分であれば、しっかりとした対応は期待しにくくなります。また、シックハウス症候群であることを証明することも実は容易ではありません。しかし、シックハウス症候群として一般的な症状が確かにあり、家を離れると症状はなくなることがはっきりしているという典型的なものであれば、その旨建築者にきちんと説明し、対応を求めます。

(1) 化学物質の測定

新築住宅での発症に関連するのは、ほとんどの場合アルデヒド類や揮発性有機化合物（VOC）であり、使用された建材や接着剤などに問題があることが考えられます。1990 年代にシックハウス症候群が多発して社会問題になった時には、ホルムアルデヒドやトルエンなどがしばしば原因となりましたが、現在は各工務店・ハウスメーカーで VOC 対策が進んでおり、これらが原因となることはかなり考えにくくなっています。したがって原因の究明は単純でなく、専門的な技術を導入して室内空気中 VOC 濃度を測定する必要も出てきます。前述したように、VOC 測定にかかる費用は高額に及ぶもので、気軽にできるものではありません。このような状況もあり、新築住宅で問題が発生した時の対応は、むしろ以前より困難になった面もあります。

(2) ホルムアルデヒド、VOC の測定

ホルムアルデヒドは以前、シックハウス症候群の原因としては主要なものであったこともあり、測定機器の開発も進み、現在では 0.01ppm 単位でリアルタイムの測定が可能な機器もありますので、比較的容易に測定できます。しかし、アルデヒド類以外の VOC については、作業環境測定レベルの濃度であれば測定は容易ですが、室内濃度指針値レベルの濃度を測定することになれば、専門の測定業者に依頼することになり、費用がかかります。

学校などで問題になった 2-エチル-1-ヘキサノールのように、室内空気中の VOC を測定してみて飛び抜けて高い値が出ているような物質が見つければ、原因はすぐにわかります。しかし、多くの場合は VOC の中にある程度高い値が出たものがあつたとしても、それが原因といえるかははっきりしないことも実は多いのです。その場合は、出てきた症状がシックハウス症候群であるか、別の病気によるものなのかが争われることになってしまい、問題の解決に時間がかかることにもなります。

(3) 建材以外の原因

建材が原因として主要な位置を占めていた頃から、室内に置かれる様々な家具に原因があったことも指摘されてきました。建材に対してはかなりの対策が取られている現在、症状が出ている場合には家具についても十分な目を向ける必要があります。家具は住宅全体に影響が及ぶのではなく、それが置かれている特定の部屋に限って症状が発生するという特徴がありますので、原因を考える際には症状が特にある部屋で発生しやすいなどの特徴があれば原因として検討する必要があります。新築住宅で、家具も新しいものを使用する場合には、家具にも注意を向けましょう。

b. 住み続けた住宅の場合

新築住宅の場合には住環境全体がこれまで経験したことの無い新しいものですので、原因として考えられるのは建材、新規購入の家具などから発生する VOC を疑わなければなりません。長年住み続けてきた住宅でもシックハウス症候群は発生することがあります。居住者の住宅のメンテナンスや生活習慣、例えばペットを飼う、リビングに敷いたカーペットの上での飲食、掃除の頻度などによって、室内の湿度条件、ダニ、カビなどの発生といったシックハウス症候群の原因となる条件が生まれることがあります。これらの住まい方の問題が発症と関連していることがこれまでの研究から明らかになっています。また、建材以外を発生源とする VOC も生活の中から発生することがあります。下記の各チェックポイントについて見直してみるといいでしょう。

- 水漏れはないか？
- 入浴後の浴室の湿気を換気扇で追い出しているか？
- 室内で洗濯物を頻回に干していないか？かび臭さを感じる場所はないか？
- 暖房器具を使って室内でお湯を沸かしていないか？
- 結露はないか？
- 壁紙などにカビは生えていないか？
- リビングでカーペットの上で菓子などを食べていないか？
- 室内でペットを飼っているか？
- 床の掃除は週 2 回以上しているか？
- マニキュア落とし、染み抜きなどの有機溶剤を含む液体を閉め切った室内で使用していないか？
- 防虫剤を使用している簾笥を開けっ放しにしていないか？
- 24 時間換気システムの電源は常に ON になっているか？
- 24 時間換気システムのフィルターは定期的に掃除しているか？

これらの項目を見直すことで、シックハウス症候群のリスクの有無がある程度わかります。もし該当する項目があれば、より詳しく検討し、改善が可能ならその後の生活の仕方を見直すことで症状が軽くなることもあるかも知れません。

上記の取り組みによっても解決しない場合には、第 10 章 4 節に示す様な機関に相談することになります。

10.3.2. 学校への支援

学校での発生はいわゆるシックスクールとして問題になることがあり、子供たちの教育や心の問題にまで影響する点で、深刻です。住宅とも共通しますが、新築の校舎などを使用し始めた時に発生することが多く、したがって原因は VOC であることが多いのが特徴です。下記にも述べるようにシックハウス症候群の発症は子供たちからの訴えがなければわかりません。しかし、小学校の低学年などでは自分の症状をうまく伝えることができない子供たちも多く、校舎の新築、改修工事が行われ、当該の建物や場所で授業を行い始めてしばらくの間は担任の教員は子供たちの様子を特に注意深く見守る必要があります。症状を訴えるのはクラスの中でも 1 割に満たないことが普通ですので、それらの子供たちが孤立しないような配慮も必要です。

新築での発生の場合、症状を訴える児童生徒は原因となる教室や実習室などに入室できない事態になることもあります。ただし、VOC が原因であれば、室内の換気を強化することで症状が軽快することも期待できます。まずは休み時間や室内を使用しないときなどには窓を開放して換気を促すこと、さらに財政が許せば機械換気のシステムを新たに設置するなどの対策を講じた上で症状の変化を見ます。もし、第 10 章 4 節に示す相談機関で VOC の測定ができるようなら、対策前と対策後の室内 VOC 濃度を比較することでその効果を定量的に評価できますので、より説得力のある対策になります。

なお、シックハウス症候群の発症を早期にキャッチすることとともに、これらの対策もできるだけ早期に行う必要があります。症状を持ちながら、室内に入り続けることで本人に苦痛を与え、教育の効果が落ちることはもちろん、当該児童生徒が孤立することで様々な心の傷を負わせてしまうことになりかねません（第 10 章 6 節「メンタル面のサポート」参照）。

すでに換気システムの設置について触れましたが、対策には設備投資を必要とするものが出てきます。その場合、特に公立の学校では財政上の条件が厳しく、思うように対策が進められないことも考えられます。しかし、たとえ少数でも室内環境によって体調を崩す児童生徒がいる状況は放置できないものです。都道府県、市町村などの教育委員会に実情を説明して対応を求めなければならない場面も出てくる場合があります。すでに述べたように対策を求める際には VOC の測定データを準備するなど客観的なデータを用いることが大変重要です。自治体であれば衛生研究所などの測定技術を持った機関を動かすことも必要になってくるでしょう。

10.4. 住宅や職場で発生した場合の相談機関

10.4.1. 保健所

地域保健機関として最も重要なもので、本マニュアルも多くの記述が保健所の担当者による相談業務を念頭に置いています。保健所は管轄地域の健康に関する様々な業務を行っていますが、保健所の事業については、地域保健法第 6 条第 4 号に「住宅、水道、下水道、廃棄物の処理、清掃その他の環境の衛生に関する事項」とあり、また、同法に基づく基本指針では、シックハウス症候群への相談業務が位置付けられています。また、市町村には市町村保健センターも設置され、住民に対する健康相談事業を行っています。行政機関としての権限を持ち、保健師などの専門家が常駐しています。

10.4.2. 地方衛生研究所

都道府県、政令市には地方衛生研究所が設置され、「衛生研究所」「保健環境センター」「健康安全研究センター」などの名称がついています。これらの研究所では様々な測定項目で機器分析などが行われています。空気中 VOC 測定の専門家もいて、シックハウス症候群に関する相談に応じてくれるところもあります。ただし、地方衛生研究所でも室内空気環境測定の専門家がいないところもありますので、全ての地方衛生研究所で同じような対応ができるわけではありません。あらかじめ電話などで相談内容の概要を伝え、対応してもらえるかを確認しておいた方がいいでしょう。

10.4.3. 民間測定機関・相談機関

一般に民間測定機関では、主に作業環境測定、水質調査、石綿含有検査などを業務としていますが、シックハウス症候群に関連する室内空気環境測定を行っているものもあります。設定されている料金を支払って特定の室内空気の測定を依頼することになりますので、あらかじめ十分に相談した上で、必要性を明確にして測定を依頼するのがいいでしょう。

また、シックハウス症候群が社会問題になり、健康な室内環境の実現が健康に生活するための基本的な事項であるとの認識が広まる中で、シックハウス症候群に関する啓発活動、相談活動を行う NPO 法人もいくつか設立されています。。

10.4.4. 医療機関

シックハウス症候群の症状を訴えた人が最初に相談するのが多くの場合、医療機関になります。しかし、一般的に医療機関では症状をなくすための根本的な治療は難しく、症状を一時的に抑えることが中心になります。したがって、発症した人が室内環境を原因と認識している場合には、医療機関を受診することなく、室内環境改善に向けて具体的な対策を進める方向で動いた方が解決は早くなることもあります。

10.4.5. 産業保健総合支援センター

主に職場で発生したさまざまな安全衛生の問題の相談に対応するために各都道府県に設置された（独）労働者健康安全機構の機関です。産業保健の各分野の専門家を相談員として登録しています。もちろん、オフィスで発生したシックハウス症候群対策についても相談にのります。ただし、全都道府県に室内空気環境の専門家が配置されているわけではありませんので、あらかじめ相談内容を電話で伝え、対応について確認しておいた方がいいでしょう。従来 50 人未満の事業所からの相談については地域産業保健センターと呼ばれる機関が担当していましたが、平成 26 年度からこれら 2 つのセンターは一元化され、事業所規模に関わらず相談に応じることになっています。但し、あらかじめ、相談体制や訪問回数等のサービス内容に留意する必要があります。

10.4.6. 労働衛生コンサルタント

職場での労働衛生管理などに関する相談に応じて、対策などを提案する国家資格の専門職です。保健衛生と労働衛生工学という 2 つの分野に別れています。保健衛生分野は医師、保健師などの医療職、労働衛生工学分野は工学系の技術職が多くを占めています。シックハウス症候群に関しては症状に関する相談は保健衛生分野のコンサルタントが、換気システムなど工学的な対策に関する相談には労働衛生工学分野のコンサルタントが主に対応します。多くの労働衛生コンサルタントは個人開業の形態をとり、事務所を開設しています。

10.4.7. 自治体教育委員会

地方自治体の教育行政機関で公立学校の教育に関する様々な業務を執行しています。園児、児童、生徒の保健、教育機関の環境衛生も主要な職務の 1 つになっています。公立学校で発生したシックハウス症候群の問題では 10.4.2. に示した地方衛生研究所などと連携して室内空気環境測定を行い、問題解決に向けて具体的な対策を行うことができます。

10.5. 医療機関の役割

シックハウス症候群でしばしばみられる症状を感じた場合に最初に相談先になるのが、医療機関となることが多いようです。訴えはいわゆる不定愁訴で、シックハウス症候群を疑わなければ対症療法を行うだけですませることもしばしばありますが、シックハウス症候群の場合にはそのような対応では症状はよくなりません。診察した医師が問診の中で室内環境が原因であることが聴き取れるかが診断のポイントになります。本人が受診時に症状と室内環境との関連を訴えれば、シックハウス症候群の可能性を念頭に置いて問診を進めることとなりますが、患者自身が室内環境と自らの症状との関連に気づいていない場合には、診断に至ることは難しくなります。粘膜刺激症状、頭痛、頭重など、耐え難いとはいえないものの、表情などに深刻さが見られる場合には室内環境との関連に関わる問診ができるかどうか、特に問題になる建物、室内を出た場合に症状が改善するかどうかを聴き取ることは特に重要です。担当医師の問診が不十分でシックハウス症候群の可能性を考えることなく、漫然と内服薬などによる治療を続けることになれば、問題の解決にならないばかりか、症状の重症化、抑うつ傾向が現れるなどの問題が加わることもなり、本人にとっては生活の質(Quality of Life: QOL)を下げることになってしまいます。

10.5.1. 住宅の室内環境との関連が疑われる場合

住んでいる住宅の室内環境に問題があることが疑われる場合には、それが新築であるか、すでに長年住み続けているのかという点もシックハウス症候群の原因を考える上では重要です。すでにこれまでの疫学調査で明らかになっているように、シックハウス症候群の訴えは、アトピー性皮膚炎、花粉症などのアレルギー性疾患を持っている人でより多く見られますので、既往歴としてのこれらの疾患の有無もポイントになります。長年住み続けている家で最近になって室内環境と関連を持った症状が出ている場合には、その住宅での住まい方、メンテナンスなどに問題があることも考えられます。

治療として一般に行われるのは症状に応じた対症療法をしながら経過を観察するというものです。しかし、シックハウス症候群そのものは医療機関が治療を行えば、快方に向かうというものではありませんので、患者さんはドクターショッピングに走ることも珍しくありません。また、症状がよくなりませんことへの不安から、過呼吸、不眠などの症状を呈することもあり、メンタルヘルス不調者、うつ病、不安障害などの精神科領域の疾患として、さらに女性の場合には更年期障害として治療されていることもあります。

10.5.2. 外来診療でのアドバイス

診療所の忙しい外来診療の中で、時間をかけた室内環境に関する問診をしている時間はあまりないと思われますので、上記のポイントになる問診で、室内環境の関連が考えられた場合には、その旨を患者さんに伝え、室内環境を見直して、症状との関連についてより注意深く、検討してみることをアドバイスすることができれば、回り道をすることなく、問題解決へ向かうことができることでしょう。医療機関は、個々の発症者にとって最初の相談先であることが多く、重要性は高いといえます。対応する医師は不定愁訴を聴いたら、シックハウス症候群もその原因の候補として検討の対象にすることが求められます。

10.5.3. 学校・職場の室内環境との関連が疑われる場合

しばしばみられるのは、学校や職場でリフォームや新築が行われたのを機に、症状が出現するという経過です。例えば本人が職場や学校にいるときに限って粘膜刺激症状を訴える場合には、最近新築、改修、塗装などの工事が職場・学校或いはその近辺で行われたかを聴き取り、それがあればかなりシックハウス症候群の可能性が高くなります。そのような場合には、主治医として問題解決に向けたアドバイスが求められます。



10.5.4. 学校への対応

本人又は保護者には、今の症状が学校の室内環境に問題があるために生じている疑いがあることを伝え、まずは担任の教員にそのことを相談してもらうようにします。室内の VOC が原因であれば、換気に努めることでかなりの確率で症状は改善します。また、直接学校管理者などに連絡を取り、対策の検討を申し入れること、学校の医学的な責任を負う校医に連絡することも選択肢に入ります。

10.5.5. 職場への対応

患者さんから依頼があれば、診療情報提供書に準じて職場の産業医をはじめとする産業保健スタッフに対して対応を求める文書を作成することで、問題解決に向けて事態が動き出すことが期待できます。まず職場における衛生管理の状況を尋ねます。重要なのは産業保健スタッフがいて、本人からアプローチすることが可能かどうかという点です。50 人以上の事業所には産業医が選任されており、1,000 人以上の事業所には専属産業医がいますので、まずは産業医に連絡します。また、産業医がいなくても常勤で産業看護職がいることがあり、その場合には文書の宛先を看護職にします。いずれにしても、従業員の体調に職場の室内環境に関連していることが疑われるため、対応を求めるという趣旨のものになります。

50 人未満の事業所では通常、産業保健スタッフは選任されていないため、対応が難しくなります。この規模の事業所への産業保健サービス提供のための機関として労働者健康安全機構が各都道府県に設置している産業保健総合支援センターがあります（「第 10 章 4 節 住宅や職場で発生した場合の相談機関」参照）。

10.5.6 診断書について

診断名を「シックハウス症候群」として診断書を書くという対応も考えられますが、シックハウス症候群であれば、医療機関が主体的に治療して症状が快方に向かうことはありませんので、診断書の提出によって本人が療養するという意味はなく、通常の診断書としての役割は期待できません。シックハウス症候群は職場の室内環境を変えない限り、症状はよくなりません。この点について本人に十分理解してもらう必要があります。

10.6. メンタル面のサポート

シックハウス症候群を発症する人は、職場、学校、住宅を問わず、常に少数派です。発症するとすでに述べたような様々な症状を訴えるようになりますが、周囲の人たちには症状がなく、発症者の訴えが理解しにくい場合もあります。本人にとっては頭痛、めまい、喉や目の痛みなどの問題があってもその原因が建物であることが理解されないと、次第に発症者が孤立しがちになります。特に職場や学校でこのような状況になると働き続けること、登校が困難になってしまうという深刻な事態を招くことになります。室内環境の改善による対策は不可欠ですが、発症した人へのメンタル面のサポートは大変重要な課題です。

10.6.1. 戸建て新築住宅の場合

新築住宅でのシックハウス症候群の発生は以前と比べ、かなり減少しましたが、発症はなくなっているわけではありません。新築住宅は施主が工務店やハウスメーカーと契約して高額の出費を伴う、人生の中でも大きなイベントと言えますが、その住宅にすることで、体調不良を起こすことになれば、精神的な負担感は極めて大きなものになります。すでに述べたように、クレームを行い、早期に問題が解決できれば、メンタルヘルスの問題になることは少ないと思われますが、原因が不明、または原因がわかっているにもかかわらず、早期に解決できない場合には、メンタルヘルスへのサポートが必要になる場合があります。住宅での発生では、対応は例えばメンタルヘルスに対応する診療所への受診などが考えられますが、シックハウス症候群というメンタルヘルス不調の原因となる問題への理解を外来受診の際に多忙な担当医に求めることはかなり難しいのが実情です。しかし、不眠などの症状に対しては対症療法としての薬剤治療も有効なこともあり、受診時にはできるだけ情報を伝えることが必要です。また、時間をかけて訴えを聴いてもらうことで症状の改善が期待できると判断されれば、カウンセリングをしてもらえる診療所もあり、この点についても主治医と十分に相談してみることが大切です。

新築戸建て住宅はほとんどの場合、家族で住みますので、発症者のメンタルヘルスのサポートで最も重要なのは家族にほかなりません。家族が症状についての情報を本人から得るとともに、必要があれば、メンタルヘルス対応医療機関への受診支援、さらに保健所、保健センターなど地域保健機関も重要な相談先になります。

10.6.2. 幼稚園、小学校、中学校、高等学校の場合

学校では養護教員、学生の保健管理担当の部署の担当者はもちろん、学校の管理者はシックハウス症候群の原因と症状について特に深い理解をしておく必要があります。周囲の無理解が症状を悪化させ、新たな症状を引き起こすこともあり、少なくとも発症者に対しては担当者を決めてメンタル面のサポートを粘り強く続けなければ、職場や学校からの離脱など不幸な結果を招くこともあります。

シックハウス症候群に限ることではありませんが、小学校の低学年では自分の症状をうまく伝えられないこともあり、担任の教員は常に子供たちの体調に注意を向けていることが求められます。欠席についてはその原因を把握することは基本的なことですが、学校に登校、出席できていても、行動が消極的になる、元気がない、根気が続かない、成績が急に振るわなくなるなど、何らかの異変があった場合には本人からじっくりと話を聞くことも必要でしょう。本人自身が自らの症状の原因が建物と気づいてい

ない場合もあります。第 10 章 2 節のチェックシートを参考にしながら、本人、場合によっては保護者も含め、十分な聴き取りの機会も持ちましょう。

シックハウス症候群が疑われた場合は原因の除去に向けて行動を始めますが、本書でも繰り返し触れている様々な相談機関を利用しつつ、解決を図ります。本人の訴えとシックハウス症候群を発症させている状況の改善に向けて対策を行うことが本人の気持ちを安定させることにつながります。一般にシックハウス症候群では対策がうまく行き、原因を取り除くことができれば症状は快方に向かいます。しかし、症状が原因で子供たちの間で仲間はずれ、いじめなどの問題が新たに生まれることもあり、建物への対策を進める一方で発症した児童生徒の状況を注意深く観察し、症状以外に新たに発生した問題への対応も怠ることはできません。これらシックハウス症候群発症に関わって発生する問題から本人に心の問題が生まれることも十分にある得ることを念頭に、保護者との連絡を密にしつつ、本人の気持ちに寄り添ったケアも必要になります。

10.6.3. 大学、専門学校などの場合

学生はかなりの部分がすでに成人となっています。校舎、教室、講義室などでシックハウス症候群ではないかと学生が気づいた場合に相談先となるのは、担当教員、保健管理センター、学生相談室などの名称を持つ健康管理や相談対応部門になります。シックハウス症状を訴える学生にメンタルヘルス上の問題として現れるのは、シックハウス症候群によって勉学が思うようにできない、就職など将来への不安を感じるというものが多いと思われます。上記と同様、シックハウス症候群の原因を除去する努力をする一方で、学生には十分な面接の機会を持ち、本人の気持ちを話してもらうことが、気持ちを落ち着けることにつながり、その後うつ症状に発展するなどの事態回避につながります。最近は学生のメンタルヘルスサポートを重視する大学も少なくなく、臨床心理士などの専門職との契約があれば、その力も大いに利用することが必要です。

10.6.4. 職場の場合

様々な原因で発生するシックハウス症候群は、もともと個人の住宅での発生を念頭に置いたものです。わが国では建築物衛生基準により室内の二酸化炭素濃度が 1000ppm を超えてはならないとされ、これにより換気が促され、我が国のビルではオイルショック後のシックビルディング症候群は欧米ほどの問題にはなりません。しかし、それでも少数ながらオフィスなどの職場になっている建物でのシックハウス症候群の発生は続いています。学校での発生でも同様ですが、少数の発症者に対しては、職場の無理解から怠け病などの陰口がささやかれることもあります。このような声がさらに症状を強くすることになり、難治性の不定愁訴が続いてしまうようになると、長期的なケアが必要になります。

10.6.5. 産業保健スタッフがいる事業所では

産業医、産業看護職などの産業保健スタッフがいる職場ではまずは症状に気づいた本人が相談することになりますが、症状の原因を明らかにして、早期の対策に努めることが何より必要です。対策のところで述べましたが、化学物質の濃度など客観的な指標などで、誰の目にも明らかな形で対策が進むとは限りません。問題となる部屋で症状が出ることが明らかになっている場合でも原因がはっきりせず、

結局その部屋に立ち入ることを避けるしかなかったという事例も報告されています。対策が進まず、症状がなかなか治まらなくなるにしたがって本人の精神的な負担が大きくなり、メンタル面のサポートの重要性が高くなります。常勤の産業医又は産業看護職がいる規模の事業所であれば、これらの専門職は本人と密に連絡とる、面接を行うなどして症状の内容、その頻度と程度の強さ、職務への支障の有無などについて把握する必要があります。オフィス労働の場合が多いと思われませんが、普段の職場の人間関係が良好でシックハウス症候群へ理解があれば、様々な形でサポートすることが可能ですので、職場の管理監督者と相談の上、症状の推移を見ながら、可能であれば職務内容や作業場所の調整を図ります。

しかし、一般には職場が本人に支持的な対応をするとは限りません。シックハウス症候群では典型的な症状とその原因が眼に見える形で存在していれば、対応は比較的簡単に進めることができますが、症状が典型的でなく、また、原因も明確とは言えない場合、本人が症状を訴える度に孤立感を深めてしまうこともあるでしょう。産業保健スタッフは、メンタルヘルスの対策として管理監督者への支援依頼、メンタルヘルスに対応する医療機関へ受診も視野に入れながら、本人のサポートに努めます。このような努力を発症者にもよくわかるように進めることが重要です。

10.6.6. 産業保健スタッフの支援が困難な場合

（独）労働者健康福祉機構は平成 26 年度から窓口一元化を打ち出し、産業保健に関わる様々な相談にワンストップで対応するとしています事業所内のメンタルヘルスについても相談の対象になりますので、事業所内の室内空気に関する問題とともに、相談することができます。

ただし、あらかじめサービス内容について確認の上、限られた相談時間、相談回数を十分に活かして、効果を上げられるような検討をしておくよう留意する必要があります。。

第Ⅴ部 症状の訴えへの対応

第11章 本態性環境不耐症

第 11 章 本態性環境不耐症

本章では、本態性環境不耐症について、これまで国内外で行われた調査研究結果や関係機関等における公表情報等を中心に情報収集し、知見を整理しました。本症は、化学物質や電磁波など、さまざまな環境要因に対して、通常であれば許容できるレベルに対して不耐性を示す状態を示します。シックハウス症候群といわれる「化学物質過敏症」の疫学、疾病概念、予防や対策等の違いについては第 3 章に述べられていますが、本章では、化学物質過敏症と、近年頻繁に取り上げられてきた電磁過敏症について、概説します。

11.1. 疾病分類と診療における扱い

世界保健機関（WHO: World Health Organization）は、国際的に統一した疾病、傷害および死因の統計分類の体系として、国際疾病分類（正式名称「疾病及び関連保健問題の国際統計分類」ICD: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems）を公表しています。ICD は、死因や疾病の統計などに関する情報の国際的な比較や医療機関における診療記録の管理などに活用されています。現時点での最新版は国際疾病分類第 10 版（ICD-10）です。

ICD-10 において、多種化学物質過敏症（MCS: Multiple Chemical Sensitivity）や本態性環境不耐症（IEI: Idiopathic Environmental Intolerances）（第 3 章 4 節 参照）は傷病名として分類されていません。WHO は、ICD-10 の解説（WHO/SDE/OEH/99.11）において、労働と関連が疑われる詳細不明の健康問題、例えばシックビルディング症候群、MCS、電気的アレルギーなどが混在した状態についてのコード化方法を解説しています。そして、明確に定義された診断基準を定めることや、病因論に関して結論を出すには時間が掛かるが、このような新しい問題を特定可能にする、あるいは何らかのかたちで分類することは、実態調査等を行うにあたりとても重要であるとしています。そのため、それらの状態に対しては、ICD-10 の一般原則に従って、最も重大な症状について、一次診断（primary diagnosis）としてまずコード化し、他の症状は二次診断（secondary diagnosis）としてコード化する必要があると書かれています。

日本では 2002 年、ICD-10 に対応した傷病名とマスター（診療報酬明細書請求用）及び標準病名マスター（電子カルテ用）において、「シックハウス症候群／シックビルディング症候群」が登録され、基本分類コードとして ICD-10 の T529（有機溶剤の毒作用：有機溶剤、詳細不明）が付与されています。また、2009 年には「化学物質過敏症」が傷病名マスター及び標準病名マスターに登録され、基本分類コードとして ICD-10 の T65.9（詳細不明の物質の毒作用）が付与されています。従って、日本でシックハウス症候群や MCS を診療している医療機関では、保険診療が行われています。但し、これらの病態の診断は、問診等に基づいた医師の判断に委ねられているのが現状です。

11.2. 「化学物質への過敏な反応」を訴える有症者の割合

「化学物質への過敏な反応」を訴える人たちや、MCS の有症者はどの程度の割合で存在するのでしょうか。これに関する調査や諸外国間の比較は容易ではありません。「化学物質への過敏な反応」への訴えを調査するための自記式質問票は複数存在します。「化学物質の臭いで健康を害しますか?」といった軽度な質問では、米国、オーストラリア及び北欧諸国で 25~33% の有訴率でした。「化学物質の臭いに耐えられない、あるいは、すぐに身体が反応する」といった生活の質に影響するような質問では、米国、ドイツ及びスウェーデンで 9~16% の有訴率に低下しました。信頼性や妥当性があるとされており、カットオフ値が決定されている自記式質問票としては、化学臭不耐指標 (Chemical Odor Intolerance Index)、化学物質過敏性スケール (Chemical Sensitivity Scale)、化学臭過敏性スケール (Chemical Odor Sensitivity Scale)、化学物質以外の環境要因も考慮した環境過敏症状インベントリー (Environmental Hypersensitivity Symptom Inventory) や環境関連症状属性スケール (Environmental Symptom-Attribution Scale) が開発されています。これらのどの質問票を使うかによって、調査結果が異なることに留意しなければなりません。

日本では、米国で開発されたクイック環境ばく露過敏性インベントリー (Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory: QEESI) がよく使用されてきました。この自記式質問票は、もともと MCS の診断を補助するために開発されたものです。「症状の重篤さ」、「化学物質による反応」、「他の物質による反応」、「マスクング」、「日常生活の障害の程度」の 5 項目を評価します。これらの項目に対しては、いくつかの研究でカットオフ値が提案されています。従って、どの項目に対して、どのカットオフ値を使うかによって、調査結果が異なることに留意しなければなりません。そのうち最も検査スクリーニングの感度と特異度が高かったデンマークの Skovbjerg らのカットオフ値 (「化学物質による反応」35 以上および「日常生活の障害の程度」14 以上の 2 項目) を使用した全国規模の調査では、18 歳以上の 2,000 名に対して実施したデンマークでは 8.2%、7245 名の成人に対して実施した日本では 7.5% の有訴率でした。若干日本の有訴率が低いようですが、ほぼ同程度とみて良いでしょう。

MCS や IEI に関する有症率については、いくつかの研究報告があります。スウェーデンでは IEI の基準を満たす成人が 6.7% でした。IEI には化学物質だけでなく、他の要因も加わります。医師による MCS の診断経験を有する人たちがドイツで 0.5%、日本で 1.0%、2 つのオーストラリア地域で 0.9~2.9%、カナダで 2.4%、スウェーデンで 3.3%、2 つのアメリカの地域で 2.5~3.9% でした。スウェーデンで MCS の基準を満たす人たちは、3.6% という報告もあります。MCS の診断については、診断基準が確立されていないことや、診断を行っている医療機関数の状況が各国で異なりますので、各研究間の値を単純には比較できません。そのような状況であったとしても、先進国で数% 程度は MCS の診断経験を有する人たちが存在する状況にあるのかもしれませんが、但し、これまで提唱されてきた MCS の疾患概念や診断基準には、既存の疾患概念で把握可能な疾患や、MCS と臨床徴候が類似し鑑別が必要な疾患が少なからず含まれているとの指摘があります。従って、より慎重にこれらの数値をみていく必要があります。

11.3. MCS における臭いに対する脳の反応と症状の出現

諸外国では 50 年以上にわたり、MCS の病態解明に関する研究が行われてきました。MCS の発症や症状の増悪には、免疫システム、中枢神経システム、嗅覚や呼吸器システム、代謝能の変化、行動学的な条件付け、情動制御等の関与が示唆されてきました。

MCS を呈する患者は、特に、臭いに対する反応が過敏であるのが特徴です。MCS が化学物質のばく露強度の高さなどの特性では評価できないとする報告もありますが、臭い負荷 (臭いの閾値以上の濃度

の化学物質を嗅覚にばく露)による脳機能イメージング評価が近年行われてきました。Orriols らは臭いの閾値以上の濃度の塗料、香水、ガソリン、グルタルアルデヒドをチャンバー室内で MCS 患者が症状を訴えるまで全身ばく露させ、MCS 患者の症状が持続している間に脳機能イメージング評価を行ったところ、神経認知の問題がとりわけ脳の臭いの処理領域で観察されており、MCS では病因には脳神経が関与している可能性が示唆されました。

Hillert らはバニリン、アセトン、ブタノールと植物油の混合物、Azuma らは香水、ヒノキやメントールによる臭い負荷試験を行い、MCS を呈する患者の前帯状皮質や前頭前皮質における神経の活性化を観察しました。前帯状皮質は、前頭前皮質等と接続して刺激のトップダウンとボトムアップの処理や他の脳領域への適切な制御の役割を担っています。従って、過去の臭い刺激による記憶が前頭前皮質や前帯状皮質等に認識され、その後の臭い負荷では、そこからのトップダウン制御が中枢神経系等に作用し化学物質過敏症患者でさまざまな症状を引き起こしているのではないかと推測されています。このような臭い処理プロセスでの反応は、脳における認識や記憶にも関連しており、臭いを嗅いだときに作用する物質とそうでない物質の違いを区別できると生じると考えられています。このことは、このような反応の作用機序が何らかの化学物質そのものに特有なものというよりも、化学物質ばく露などの過去の出来事などに基づくものに関連しており、多種類の化学物質に反応することも、このような作用機序が関係しているかもしれないと考えられています。このことに関連して、近年、Nordin らのスウェーデン等の北欧と日本の Azuma らは、化学物質が刺激となって生じる感覚モデルに注目しています。このモデルでは、有害と認識された物質に対する大脳辺縁系を介した作用機序に着目しています。

11.4. 電磁過敏症について

電気・電子産業の発達により、電磁界（EMF: Electromagnetic Fields）の発生源の数と種類はかなり増加しました。こうした発生源には、電気毛布、電気カーペット、ヘアドライヤー、電気掃除機、コンピュータのディスプレイ装置などの家電製品、電気を動力源とする鉄道、医療機器、送電線や配電線や変電所などの電力設備、電子タグや IC カードの読み取り装置、携帯電話とその基地局などが含まれます。

電磁界とは、電流が流れている電線などのまわりに発生する「電界」と「磁界」が組み合わされたものです。電磁波とは、電界と磁界が交互に発生しながら空間を伝わっていく波のことです。電磁界には、体内に電界を生じて閃光などを感じさせる「刺激作用」と生体組織中で温度を上昇させる「熱作用」があります。電子レンジが食品を加熱するのは、この熱作用の原理を応用しています。日常生活で電磁界にばく露される機会が増えていることを背景に、刺激作用や熱作用を生じるよりもはるかに低いレベルの電磁界にばく露されることにより、皮膚症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱性及び自律神経系の症状（疲労、疲労感、集中困難、めまい、吐き気、動悸、消化不良）等の不特定症状を生じる、いわゆる「電磁過敏症（EHS: Electromagnetic Hypersensitivity）」（電磁波過敏症）を訴える人たちが報告されています。

電磁過敏症は、本態性環境不耐症の 1 つと考えられています。電磁界に起因する本態性環境不耐症（IEI-EMF: Idiopathic Environmental Intolerance attributed to Electromagnetic Fields）とも呼ばれています。通常であれば許容できるレベルの電磁界に対して不耐性を示し、軽い症状では、できる限り電磁界を避けることで対応されていますが、影響が深刻なため仕事を辞めて生活スタイル全体を変えている場合もあります。

WHO は、2005 年（平成 17 年）に電磁過敏症に関する「ファクトシート（概況報告書）No.296」を公表しました。WHO は、2004 年 10 月に電磁過敏症に関する国際ワークショップをプラハで開催しており、ここでの結論がファクトシートに反映されています。このファクトシートでは、電磁界ばく露の条件を十分制御した多くの実験において、電磁過敏症を訴える人たちが電磁界ばく露を検知できなかったこと、同様にばく露条件を十分制御した二重盲検法の実験において、電磁過敏症の症状と電磁界ばく露の関連性が示されなかったことなどから、電磁過敏症を訴える人たちが体験する症状は、蛍光灯のちらつきやディスプレイ装置の眩しさ等の視覚問題、人間工学的配慮を欠いたコンピュータ作業、劣悪な室内空気質、職場や生活環境のストレスなど、電磁界とは無関係の環境因子で生じている可能性を指摘しています。また、電磁過敏症を訴える人たちの症状は、電磁界ばく露そのものではなく、以前から存在する精神医学的状态や、電磁界の健康影響を恐れる結果としてのストレス反応（いわゆるノセボ効果）によるものかもしれないと指摘しています。

これらの結果も踏まえ、このファクトシートでは、「電磁過敏症は、人によって異なる多様な非特異的症状が特徴である。それぞれの症状は確かに現実のものではあるが、それらの重症度の変化は幅広い。電磁過敏症は、その原因が何であれ、影響を受けている人にとっては日常生活に支障をきたすほどの問題となり得る。電磁過敏症には明確な診断基準がなく、電磁過敏症の症状を電磁界ばく露と結び付ける科学的根拠はない。電磁過敏症は医学的診断でもなければ、単一の医学的問題を表しているかどうか不明である。」と報告しています。そのうえで、臨床医に対しては、影響を受ける人々に対する処置は、症状と臨床像に焦点をあてるべきであり、職場や家庭における電磁界の低減や除去を求める認知上の要求に焦点をあてるべきではないと勧告しています。また、医師と患者の間に効果的な関係を確立し、患者の状況に対処するための方策の立案を援助し、患者が職場復帰して通常の社会生活を送れるよう促すことを処置の目標とすべきと勧告しています。各国政府に対しては、政府は電磁過敏症の人々、医療従事者、雇用者に対して電磁界の潜在的な健康への有害性に関して、適切に的を絞りバランスのとれた情

報を提供すべきであり、その情報には、電磁過敏症と電磁界ばく露を結びつける科学的根拠は現在までのところ存在しないという明確な声明を含めるべきと勧告しています。

WHO のファクトシート公表後も、電磁過敏症と電磁界ばく露との関係については、電磁過敏症の誘発研究や症状との関係、携帯電話基地局からの電磁界ばく露と健康影響との関係などについて、系統的レビューの調査論文が公表されましたが、いずれも否定的な調査結果となっています。また、欧州科学技術研究協力機構 (COST: Cooperation in Science and Technology) が 2011 年、英国保健保護庁 (HPA: Health Protection Agency) の非電離放射線に関する諮問グループが 2012 年、スイス連邦環境局 (BAFU: Bundesamt für Umwelt) が 2012 年、スウェーデン労働生活・社会研究評議会 (FAS: Swedish Council for Working Life and Social Research) が 2012 年、ノルウェー公衆衛生研究所 (Folkehelseinstituttet) が 2012 年に WHO のファクトシートと同様の見解を公表しています。

電磁過敏症を確認するための基準は、MCS よりもさらに研究者間で著しく異質の状況にあります。従って、研究目的だけでなく、診療面で利用するためにも、コンセンサスのある疾患概念や診断基準を作成する必要があるとされています。

2004 年にプラハで開催された WHO の電磁過敏症に関する国際ワークショップでは、ワーキンググループレポートとして各国の政府は本態性環境不耐症を呈する人たちが本当に症状に苦しんでいることを無視すべきではないと報告書に記載しています。このワークショップの報告書では、「現在までのところ、電磁界ばく露と電磁過敏症を結びつける科学的根拠はないが、政府は本態性環境不耐症を呈する人たちの症状が実在することに留意すべきであり、新しい技術で問題を未然に防止し、適切なリスクコミュニケーションを実施し、バランスのとれた情報を提供し、関連する課題に関する対話を促進すべき」と報告しています。

内容と相談別回答例（Q&A）

Q1. 家に帰ってくると目がかゆくなることが多いのですが、これはシックハウス症候群と関係があるのでしょうか。

A ある特定の建物内で症状が出るのであれば、その症状は室内環境が原因のシックハウス症候群である可能性が考えられます。本マニュアルではさまざまなシックハウス症候群の要因とその対策が述べられていますので、室内環境改善に役立ててください。

Q2. 「シックハウス症候群」と「化学物質過敏症」の違いは何でしょうか？

A シックハウス症候群は室内環境に由来する健康障害です。化学物質のみならずダニ・真菌などの生物学的要因、湿度、心理社会要因などがあります。主に粘膜への刺激症状や、皮膚の症状が多く、頭痛や疲労感などの精神神経症状が見られる場合もありますが、その原因がなくなれば症状は改善します。一方、いわゆる「化学物質過敏症」は、「ごく微量の化学物質ばく露により、自律神経系の不定愁訴や精神神経症状とする多彩な症状を訴える」とされますが、疾病概念自体が未確定です。相談を受けたときの治療や予防を考える上で、シックハウス症候群と化学物質過敏症は異なる疾病として考えることが必要です。詳しくは、第3章4節を参照してください。

Q3. 室内で発生する化学物質にはどんなものがありますか？

A 本マニュアルの第3章3節の『図3.1.1. 室内で発生する主な化学物質とその発生源』を参考にしてください。

Q4. F☆☆☆☆とはなんですか？

A 「F」は、ホルムアルデヒドの頭文字を表しており、エフ・フォースターと呼びます。「改正建築基準法（2003年7月1日から実施）」では、ホルムアルデヒドを発散する建築材料が、その発散速度（放散量）に応じて、次の4つの等級（規制対象外建材、第三種、第二種、第一種ホルムアルデヒド発散建築材料）に分類されました。この区分に応じて使用できる面積に制限がかかります。ホルムアルデヒド発散速度とは、28℃の温度条件において、1時間で建築材料1m²当たりから発散されるホルムアルデヒドの量を示したものです。例えば、F☆☆☆☆の建材は、1時間に、1m²当たりの面積から発散されるホルムアルデヒドの量が、5μg(0.005mg)以下です。最近では建材に「F☆☆☆☆」、「F☆☆☆」というようにラベル表示されています。詳しくは、第6章2節を参照してください。

Q5. 住宅用建材や内装材のホルムアルデヒド基準について教えてください。

- A 健康な生活を維持するには室内濃度が厚生労働省の指針値（0.08ppm）を超えないようにすることです。改正建築基準法（2003 年）で定められたホルムアルデヒド対策を守れば、通常はこの指針値を超えることはないと考えています。居室の種類やその室内の換気回数（状態）に応じて、内装仕上げなどに使用するホルムアルデヒドを発散する建材の種類を選ぶ必要があります。ホルムアルデヒドを発散する建材は JIS・JAS 及び大臣認定によって、発散量の少ない順に F☆☆☆☆、F☆☆☆、F☆☆、（F☆）と等級づけされ、その等級によって使用できる面積が異なります。詳細は、第 6 章 2 節および資料 5（資）表-8 を参照してください。また、国土交通省のホームページに「シックハウス対策に係る技術的基準(政令・告示)について」が掲載されていますので以下の URL を参考にしてください。

www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.files/setumeishiryoku.pdf

Q6. F☆☆☆☆の建材を使ったのにシックハウス症候群になることはありますか？

- A 木質建材からの最も典型的な空気汚染物質はホルムアルデヒドで、F☆☆☆☆の建材を使用することでシックハウス症候群の予防につながります。しかし、シックハウス症候群の原因にはホルムアルデヒド以外にも、様々な化学物質やダニアレルゲン、湿度環境、ストレスやライフスタイルなどが報告されています。従って、シックハウス症候群の予防には、ホルムアルデヒド以外の要因も考慮することが必要です。

Q7. 塗装による化学物質の影響を受けそうな気がして心配です。

- A 塗装は一般的には塗料を希釈剤で薄めて行います。この塗料や希釈剤にはホルムアルデヒドやトルエン、キシレンなどの揮発性有機化合物（VOC）が含まれており、シックハウス症候群やアレルギーの要因となります。これらを取り扱う時は防毒マスクなどを使用する必要があります。また、塗装後は十分に換気を行い乾燥することが必要です。最近では、これらを含まない塗料や希釈剤が市販されていますが、取り扱いには必ず使用する物質の成分表を調べてください。また取扱説明書には有害性と取り扱い方法が書かれています。不明の場合は販売店やメーカーに訪ねることが必要です。

Q8. 子供が使う家具を選ぶとき、塗装について注意したほうが良い事がありますか？

- A 室内の化学物質濃度は、使用した材料（建材・施工材など）ばかりでなく、備品・什器によっても大きく影響を受けます。家具の選択には、ホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（VOC）を含有していない物や、良く乾燥した物を選ぶ必要があります。家具の選定においては、カタログや製品資料などにより、ホルムアルデヒド等の揮発性有機化合物の放散量などの表示について確認することが重要です。また、家に搬入した時は机の引き出しなどの密閉された空間に VOC 類が籠っていることがありますので、しばらく引き出しを開いて VOC 類を発散させるようにすると良いでしょう。またその際は、窓を開けるなど換気を十分に行ってください。

Q9. 家庭用品の購入や使用に際して気を付けることはありますか？

- A 「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律施行規則（平成 27 年 7 月 9 日厚生労働省令第 124 号）」では家庭用品（衣料品や住宅用洗剤など私達が日常生活で使用する多くのいろいろな生活用品のことです）これに含まれる化学物質による健康被害を未然に防止するために必要な規制を行っています。家庭用品の性能や機能、品質の向上のためにいろいろな化学物質が用いられています。しかし、使用方法によってはこれらが原因で健康被害を起こしてしまうこともあります。各製品の取り扱い説明書をよく読んで、その方法を守ることが重要です。

Q10. 洗剤にはどのような化学物質が使われていますか？

- A 洗剤の主な化学物質の主成分は界面活性剤として直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテルが使用されています。台所用、衣服用漂白剤には次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素、薬用石鹸、トイレそうじ用洗剤には次亜塩素酸ナトリウム、柔軟仕上げ剤やヘヤーリンスはジアルキルジメチルアンモニウムクロリド、台所用クレンザーには炭酸カルシウムやケイ酸アルミニウムが使われています。これらは過剰量が体の中に入ると悪影響がありますが、表示の注意事項を守って取り扱いえば問題ありません。洗剤ラベルには商品名や成分、用途、液性などの項目を表示することが義務となっています。詳細は、環境省の「かんたん化学物質ガイド 洗剤と化学物質」
<https://www.env.go.jp/chemi/communication/guide/senzai/index.html> を参考にしてください。

Q11. 除菌や抗菌スプレーなど使い続けているうちに化学物質過敏症になる可能性はありますか？

- A ごく微量の化学物質が原因でいわゆる「化学物質過敏症」をひきおこすという客観的な根拠はありません。しかし、過度の使用により室内空気中の化学物質濃度が高くなるとシックハウス症候群の症状を訴える可能性がありますので、十分な換気を心がけてください。

Q12. アロマなどのおいのきつい柔軟剤は子供に影響はないでしょうか？

- A 柔軟剤などに含まれるにおい成分は、揮発性が高い化学物質です。また、香りが長く留まるように保留剤としてフタル酸エステル類が利用されることもあります。室内濃度が高くなるとシックハウス症候群の原因となる可能性がありますので、過度な使用は避け、換気不足にならないように注意してください。

Q13. 可塑剤のフタル酸エステル類のばく露をできるだけ抑えるようにするためには、日常生活ではどのようなことに気をつけると良いのでしょうか？

- A 日常生活におけるフタル酸エステル類のばく露は、フタル酸エステル類を含むプラスチック製の食品容器の使用による寄与が大きいと言われています。また、子どもにおいては、プラスチック製の玩具を口に入れたり、玩具を触った手を口に入れると、体内にフタル酸エステル類を取り込んでしまいます。そのため、普段の生活の中でできるだけプラスチック製の食器や食品容器、玩具を使用しないようにすることで、大部分のフタル酸エステル類のばく露を減らすことができます。室内では、ポリ塩化ビニル（PVC）製の床や壁などの内装材が発生源となります。室内のフタル酸エステル類はハウスダスト（家のほこり）に吸着して存在している

ため、床面や家具の上などにほこりを溜めないようにすることも重要な対策です。特に小さなお子さまがいる場合は、床を這ったり座って遊ぶことも多いため、床上のほこりは水拭きできれいに取り除くと良いでしょう。基本的なことですが、こまめな手洗いも手についたフタル酸エステル類を除去する有効な方法です。

Q14. ダニアレルゲンとはどんなものですか？

- A 室内に生息するダニは直接の人体への病原性はありませんが、ダニの糞や虫体などに含まれる特定のタンパク質に対し、「感作」といって免疫が過剰に反応するようになってアレルギー症状が出現するようになります。そのようなダニ由来のアレルギーを生じる原因物質をダニアレルゲンといいます。生きているダニのみでなく、死んだダニや、ダニの糞も含んでいます。詳しくは第3章3節2項を参照してください。

Q15. ダニアレルゲンを減らすにはどうしたら良いのでしょうか？

- A 一般に床面の種類によるダニアレルゲンの量は、カーペット・絨毯＞畳＞フローリングになります。できれば絨毯・カーペットは使用せずフローリングにして、掃除機を毎日かけるようにするのが良いでしょう。さらに、湿気が影響しますので室内の湿度を50%以下に保つ様にしたほうが、ダニ対策には良いと考えられます。

Q16. アレルギーがある場合、室内環境ではどのような事に気をつけたいですか

- A 一般には掃除をまめに行い、室内の湿度を上げすぎないようにしてください。特定のアレルギーの原因がわかっている場合は、その原因をなるべく除去するようにしましょう。一般には室内の原因はダニアレルゲンが多いので、Q14、Q15の対策を、ペットについてはQ17を参考にしてください。また、主治医にアレルギーの原因と対策を相談するようにしてください。詳しくは、第8章3節を参照してください。

Q17. 室内でペットを飼う上で注意した方がよいことはありますか？

- A 喘息などのアレルギー症状がある場合は、室内のペット（犬、ネコ、ハムスター、モルモット、マウスなど）が影響する場合があります。ペットから一定期間離れると症状が良くなる場合は原因として考えられます。血液検査により特定の動物にアレルギー反応があるかどうか調べるができる場合がありますので、アレルギーで医療機関を受診している場合は主治医に相談して下さい。

Q18. 布団はどのように掃除するのがよいのでしょうか？

- A 喘息予防では、寝具のカバーを外し、両面を1週間に1回は20秒/m²で掃除機をかけることが推奨されています（喘息予防・管理ガイドライン2012）。その他、防ダニ加工されたシーツの喘息低減効果も報告されています。最近の布団専用クリーナーが通常の家庭用の掃除機より明らかに喘息を予防するかについては、医学的に断定するはっきりとした証拠はない段階と考えています。

Q19. 布団や洗濯物の外干しすることで、余計にくしゃみやかゆみなどが出るのですが、花粉やほこりを吸い込んでいるのでしょうか？

- A すぐに生じるくしゃみはアレルギー反応とは異なり、ほこり等に鼻やのどが物理的に反応しているものと考えますが、喘息症状などにつながる場合はマスク等により、なるべくほこり等の吸入を少なくした方がよいと考えられます。

Q20. アレルギーがある場合は外干ししない方がいいのでしょうか？

- A 花粉など明らかなアレルギーの原因がわかっているのであれば、飛散している間は外干をしないほうがよいでしょう。室内アレルゲンが原因であれば影響はないと考えられます。アレルギーの原因については主治医に相談するようにして下さい。

Q21. シックハウス症候群の対策として、空気清浄器はどの程度効果がありますか？

- A 高性能集じんフィルター（HEPA：High Efficiency Particulate Air Filter）を装着した機種であれば、0.3μmの粒子を99.97%除去することができます。PM2.5のような粒子状物質を除去して室内の空気をきれいにすることができます。ただし、シックハウス症候群の原因がガス状物質の場合、空気清浄機の効果はあまり期待できません。また、喫煙ではホルムアルデヒドや、一酸化炭素などのガス状物質が大量に発生するため、空気清浄機は喫煙対策にはなりません。

Q22. 室内においては空気清浄器以外にできることはありますか？

- A ほこりを舞い上げないように注意しましょう。掃除の際には濡れた雑巾で拭き取る、布団やコートなどを床の上に乱暴に落とさないようにしましょう。掃除機をかける場合には、本体を椅子の上に置いたり手で持ち上げて排気ではこりを舞い上げないこと、ハンディタイプの掃除機を用いることも有効です。

Q23. 室内のほこりを減らすにはどうしたら良いのでしょうか？

- A 室内のほこりは掃除機では十分に取り除けないことが多いので、床面や家具の上等の掃除の際には水拭きが有効です。また、室内に物が多いとその分ほこりが溜まりやすくなるため、収納などを工夫しできるだけ物を置かないようにすると、掃除もしやすく室内のほこりを減らすことができるでしょう。普段手の届かない棚やカーテンレール、照明器具の上、吸気口、テレビなどの家電の上の壁や天井も、定期的に掃除をするといいでしょう。

Q24. 職場での完全禁煙、もしくは分煙を勧めたいと思いますが、誰に相談し、どのような方法で進める必要がありますか？また分煙の場合、どのような設備が必要でしょうか？

- A 喫煙室を設置する「分煙」では受動喫煙を防止することは不可能であり、少なくとも建物内を全面禁煙にする必要があります。建物の周囲に喫煙場所を設置した場合、出入口や窓からの流入により受動喫煙が発生します。また、勤務の合間に喫煙すると、息や洋服から発生するタバコ臭（三次喫煙）は、快適職場の妨げとなります。これらの問題を解決するために、敷地内禁煙と勤務時間中の喫煙を禁止している企業もあります。設備の設置ではなく、安全衛生委員会などの会議の中で、敷地内禁煙と勤務時間中の喫煙禁止を討議して下さい。

Q25. 家の中の PM2.5 の発生源はどこですか？

- A タバコの煙、仏壇のお線香や蚊取り線香の煙、お香の煙などはすべて PM2.5 です。また、調理から発生する油煙も PM2.5 です。

Q26. PM2.5 によって、どのような影響が出てくる可能性がありますか？

- A 気管支喘息の場合、ごくわずかなばく露であっても発作の原因となります。職場や家庭で長期間にわたって受動喫煙にばく露されると、肺がんや心筋梗塞が約 25%増加することが知られています。ばく露濃度が高いほど、ばく露期間が長いほど悪影響が大きくなることも分かっています。

Q27. PM2.5 はどのように測定できるのでしょうか？

- A 研究用・環境測定用として PM2.5 を測定する粉じん計はありますが、数十万円します。一般家庭であれば、空気清浄機に内蔵されているセンサーが目安になります。

Q28. 室内のPM2.5を防ぐ方法がありますか。

- A 室内でタバコやお線香を使用しないことが大切です。調理の際にはフライパンを加熱する前に換気扇をオンにすること、換気扇のフィルターを定期的に交換して性能を保つこと、アルミホイルや天ぷらガードなどでフードの性能を高める対策が考えられます。また、屋外のPM2.5が高い日にはPM2.5が室内に入るのを防ぐために窓を開けないこと、ドアの開閉は最小限にすることも大切です。

Q29. 換気の方法と目安を教えてください

- A 換気には①外気の取り入れ、②汚染物質の排出、③熱や空気の運搬などの働きがありますが、ここでは人体からの呼気や調理・開放型ストーブの排気ガス、臭気、ホルムアルデヒドなど建材・家具由来の化学物質、結露の引き金となる過剰な水分などが係る、②を念頭にお答えします。多すぎる換気は、冷暖房を妨げてエネルギーを浪費するばかりか、冬季には乾燥しすぎて健康影響を招く場合もありますから、原因を見極めそれに応じた対策をとることが大切です。排気ガスや過剰な水分発生は家中に広がる前に、その時その場所から機械換気で排出してしまうのが原則です。一方、発生場所や時期が特定できない人体、建材や家具、生活行為などには、全般換気の連続運転（建築基準法では毎時0.5回以上換気）での対応が義務付けられています。連続機械換気が設けられていない場合には、窓を少し開けたままにする対応も可能ですが、換気量は外部の風速・風向、窓の配置などに依存するため一律に示すことはできません。詳しくは、第6章3節を参照してください。

Q30. 室外の大気汚染に対する換気はどのように考えるのが良いでしょうか。

- A 空気清浄器や中性能以上のフィルターを持たない一般住宅等の換気設備は希釈と排出のために設けられており、基本的に微粒子・気体の除去は期待できません。PM2.5や真菌(カビ)など外気の汚染濃度が室内濃度より高い場合には希釈できないばかりか、かえって汚染を呼び込むこととなります。個人や私企業での対策が難しいこれらに対しては、国・自治体や地域が「環境問題」として取り組む必要があります。

Q31. 薪やペレットストーブを使うときの注意事項はありますか？

- A 薪やペレット（木質粉等を固化し扱いやすくした燃料）を用いるストーブは、再生可能な木材を有効利用する手段として注目されています。「炎が見える」「新たなCO2を排出しない」などが謳われますが、燃焼時に煤、PAH、（多環芳香族炭化水素、polycyclic aromatic hydrocarbon）やVOCを発生すること、（特に薪の）調達・保管・廃棄物処理に手間がかかること、火の粉・炭化対策等防火上の配慮などに注意が必要です。

Q32. ファンヒーター、開放型ストーブ等を使う時の注意事項は何かありますか？

- A 近年、開放型ストーブやファンヒーターも急速に進化して、着火・消火時の異臭や、燃焼管理を改善した製品が増えています。しかし、第5章5節、第6章にもある通り燃焼廃ガスや水分を室内に放出して室内空気を汚染し、結露の危険性も高めている事態に変わりはありません。住宅自体が高気密化する中、室内に排気ガスを放出する機器の使用は是非控えるべきです。

Q33. エアコン使用時における注意事項を教えてください。

- A エアコン内部はカビが繁殖しやすくなる場合があります。カビ対策には冷房停止後、一定時間送風運転にして内部を乾燥されることが有効と考えられます。また、フィルターの定期的な清掃を行う必要があります。

Q34. どのようにしたら、家の結露を少なくできるでしょうか？

- A 冬季の表面結露を念頭にお答えします。対策原理は、水分を低く保つか、表面温を露点温度より高く保つことの二点に尽きます。水分の主な供給源は、室内での生活行為（調理・入浴・植栽・洗濯物干）や人体発生、外気（降雨）、地盤などなので、これらを見直した上で、空調換気設備があればそれを運用して管理することが最善の方法です。健康影響を生じない範囲を見極めてできる限り低めの湿度制御をする必要があります。また、2番目の対策原理「表面温度を高く保つこと」については、建物や窓の断熱を改善すること、暖房の行き届かない空間や壁面を作らないことをお勧めします。原因、発生場所、状況などによってアドバイスも多岐にわたります。詳しくは第6章4節を参照してください。

Q35. 家の中のカビを防ぐ方法をおしえてください。

- A カビ（真菌）の生育条件は人間と重なっているため、居住空間によく現れます。既に発生している部位は薬剤等で除去・処理するとともに、「結露を防いで材料を湿潤させない」「清掃をまめに行う」のが基本的な戦略です。浴室・洗面などの水回りも暖房や換気で濡れたまま放置しないようにします。

Q36. 仮設住宅での生活で特に気をつけなければならないことは何でしょうか？

- A 仮設住宅で結露やカビの発生が多いことが報告されており、換気に気を付ける必要があります。具体的には、トイレの換気扇を常に運転しておく。また、移動できる開放型の灯油やガスのストーブは使用しないほうが望ましいです。詳しくは第7章4節を参照してください。

Q37. 家の改修築をしたいけれど、業者選定にあたって注意することは何ですか。

- A 改修の経験が豊富で、省エネルギーやシックハウス問題、健康問題に関心のある業者を選ぶとよいでしょう。さらに、より高い安全性を望むなら、使用建材や施工材（接着剤、塗料など）の組成仕様や放散性状を熟知し、換気情報も提示できる業者ならなお良いです。

Q38. 家の中でも熱中症になる可能性がある、というのは本当ですか？

- A 熱中症は、以前には炎天下の屋外での作業やスポーツ、運動の際に多くみられました。しかし、最近では、特に高齢者が、家の中で熱中症になる場合がみられます。高齢者は、加齢により身体機能が低下し、環境の影響を受けやすく、体温調節機能も低下しています。また、温度感覚も鈍く暑さ寒さを感じにくくなっている場合もあります。暑さに身体が対応出来ず、熱中症になりやすいのです。日本は高齢社会で、高齢者のみの世帯も多く、独居老人も増加しています。室内において気づかれずに熱中症により死に至る場合もみられます。室内環境面、そして、社会的対応が重要となります。（詳しくは第8章4節を参照してください。）

Q39. エアコンはなるべく使いたくないのですが、熱中症を防ぐにはどうしたらよいですか？

- A 熱中症の防止には、温度のみでなく、風速や湿度、輻射の環境面、そして、着衣も影響します。室内での暑さ対応には、エアコンだけではなく、扇風機や除湿機も有効です。風土や地域にもよりますが、自然環境を取り入れての対応が大切です。屋外の暑さ、日射を室内に入れない様に工夫しましょう。日光の当たる窓ぎわやベランダに、朝顔やヘチマなどの植栽、また、スタレなどを窓の外に設置し、太陽光の輻射熱を室内に入らない様にすることも効果的です。ベランダや庭に樹木を植えると、緑陰とともに微風を伴って、窓からの自然の涼しさが期待できます。家の中では、ほどよい風の流れが必要です。窓から入った空気が他方の窓やドアから出る空気の通路です。部屋に窓や換気孔が必要です。湿度が低くカラリとした環境で、木陰からの微風も加われば、気温が少々高くても快適に過ごせます。室内に温・湿度計を備え、身近な生活域の温熱環境をチェックすることも大切です。（詳しくは第8章4節を参照してください。）

Q40. 学校でシックハウス症候群の学童がいます。どのように対応したらよいですか？

- A その学童の症状について本人からよく話を聞くことが必要です。症状が出始めた時期、症状が出る場所、症状の内容についての情報を得ることで症状を来した原因がある程度わかる場合があります。また、学童の担任、学校管理者とも情報を共有し、症状を軽減、解消するための方法について、できれば建築に関わった業者、さらに専門家も交えて検討することが大切です。多くの場合、学校の新築、改築、再塗装などがきっかけとなって症状が始まりますが、学校の室内環境を良くするための方法としてベイクアウト（半日ほど室内を高温にさらし、VOCの揮発を促して建材などに残るVOCを排出させること）、換気の強化などの方法があります。いずれもお金がかかるため、予算が必要になります。学校管理者、公立学校であれば教育委員会などとも連携して対応にあたらなければならない場合もあるでしょう。一方、症状を訴える学童がクラスなどで孤立してしまわないような配慮も必要です。他の学童にもシックハウス症候群に関する理解を深めるような教育とともに、当該学童を精神的にも支えるサポートの方法なども養護教員などと話し合っておいてください。なお、揮発性化学物質以外の原因でもシックハウス症候群の発症はあり得ることも念頭に、原因がはっきりしない場合には本書にも記された専門家への相談をお勧めします。詳しくは第10章を参照してください。

Q41. 職場でシックハウス症候群の訴えがあった時に注意することはありますか？

- A 製造業などの現場では様々な揮発性の化学物質が使用されていますが、現場で働く作業員からシックハウス症候群の訴えが出てくることはむしろ少なく、深刻な症状を訴えるのはオフィスなどの固定した場所で働く人たちに多いようです。職場となる建物の改築、改装などを機に発症することがありますので、これらの出来事があった場合にはその後しばらくはシックハウス症候群の訴えが出ないか注意しておく必要があります。産業保健スタッフがいる職場であれば、本人に症状について相談してもらうとともに、会社としての対応についても協議し、本人、産業保健スタッフ、会社が十分に意思疎通を図る必要があります。対策については建築関係の専門的な知識も必要とされる場合もありますので、上記の工事関係者、建築関連業者とも連携する必要が出てくる場合もあります。産業保健専門職が身近にいない場合は地域を管轄する保健所など、本書に紹介されている相談先への相談をお勧めします。原因となる揮発性有機化合物の同定や濃度などは明らかにできればそれに越したことはありませんが、高額な費用が掛かる場合がありますので、財政状況を検討しつつ、費用がかからない対策を優先させるのが適切です。詳しくは第 10 章を参照してください。

Q42. シックハウス症候群の患者さんの相談を受ける上で、気を付けることはありますか？

- A 重要なのは、患者さんの話を受容的な態度でよく聴くことです。また、誤解を避けるために、聞いた話の要点を整理して復唱し、内容を確認してもらうことも大切です。このようなやり取りが信頼感につながり、相談業務を進めやすくします。患者さんは症状の原因として、目につきやすく、気づきやすい発生源に注意を向ける傾向があることにも留意し、患者さんの訴えから、様々な原因の可能性を探ることも重要でしょう。詳しくは第 10 章を参照してください。

引用・参考文献

第 1 章

1.1. 参考文献

- 1) 岸玲子,古野純典, 大前和幸, 小泉昭夫編 NEW 予防医学・公衆衛生学改訂 3 版(南江堂) 2012.
- 2) 岸玲子,荒木敦子, シックハウス症候群に関する研究の現状と今後の課題,公衆衛生 74(4) 295-299,2010.
- 3) 荒木敦子, 岸玲子, 産業安全保健ハンドブック(小木和孝ほか編) 第 5 章 4,8 有害ばく露によって起こる健康障害と管理室内空気質による健康障害 2013.
- 4) 平成 26 年度厚生労働科学費研究報告書 科学的エビデンスに基づく「新シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル(改訂版)」の作成 2015.

1.2. 引用文献

- 1) 厚生労働省・人口動態統計、2014 年.
- 2) 吉野博, 長谷川兼一, 阿部恵子, 池田耕一, 三田村輝章, 柳宇, 児童のアレルギー性症状と居住環境要因との関連性に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 695 号, 107-115, 2014 年 1 月.
- 3) P. Wargocki, D.P. Wyon, P.O. Fanger, The performance and subjective responses of call-centre operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates, Indoor Air 14 (Suppl. 8) (2004) 7e16.
- 4) R.J. de Dear and G. S. Brager: Development an adaptive model of thermal comfort and preference, ASHRAE Trans. 104 (1998).

第 3 章

3.1.~3.3 参考文献

- 1) 荒木敦子, アイツバマイゆふ, 岸玲子(2014). "室内環境汚染とアレルギーに関する疫学的知見-特に室内空気質に焦点をあてて."アレルギー 63 (8):1075-1084.
- 2) 荒木敦子, アイツバマイゆふ, 岸玲子(2014)."住環境におけるフタル酸エステル類・リン酸トリエステル類の曝露実態と居住者への健康影響."空気清浄, 52(3):170-177.
- 3) 荒木敦子, 金沢文子, 西候泰明,岸玲子 (2011)."札幌市戸建住宅における 3 年の室内環境とシックハウス症候群有症の変化." 日本衛生学雑誌 66(3): 589-599.
- 4) 岸玲子,荒木敦子 (2010). "特集 環境リスク シックハウス症候群に関する研究の現状と今後の課題." 公衆衛生 74(4): 295-299.
- 5) 岸玲子 (2006). "厚生労働科学研究費補助金 健康科学総合研究事業 全国規模の疫学研究によるシックハウスの実態と原因の解明." 総合研究報告書.
- 6) 岸玲子 (2008). "厚生労働科学研究費補助金 地域健康危機管理研究事業 シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策に関する研究." 総合研究報告書.

- 7) 岸玲子 (2011). "厚生労働科学研究費補助金 健康科学総合研究事業「シックハウス症候群の原因解明のための全国規模の疫学研究-化学物質および真菌・ダニ等による健康影響の評価と対策」 総合研究報告書.
- 8) 斎藤育江、大貫文、瀬戸博、上原真一、加納いつ(2003)"室内空气中化学物質の実態調査(可塑剤、殺虫剤およびビスフェノール A 等)."東京都衛生研究所年報 54: 531-535.
- 9) 中山邦夫、森本兼囊 (2009). "シックハウス症状に及ぼすライフスタイル・住まい方のリスク 全国疫学調査より." 日本衛生学雑誌 64(3): 689-698.
- 10) 厚生労働科学研究「シックハウス症候群の実態解明および具体的対応方策に関する研究班 (2009). シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」 日本公衆衛生協会.
- 11) Andersson, K.(1998). Epidemiological approach to indoor air problems. *Indoor Air* 8(suppl 4): 32-39.
- 12) Harris, R., Ed. (2001). *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology* Fifth edition. Chapter 65 "Indoor Air Quality in Nonindustrial Occupational Environment". Indianapolis, John Wiley & Sons.
- 13) Saijo Y, Sata F, Mizuno S, Yamaguchi K, Sunagawa H, Kishi R. Indoor airborne mold spores in newly built dwellings. *Environmental health and preventive medicine*. 2005;10(3):157-61.
- 14) Europe WHO.WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould 2008.
- 15) Takeda M, Saijo Y, Yuasa M, Kanazawa A, Araki A, Kishi R. Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *International archives of occupational and environmental health*. 2009;82(5):583-93.
- 16) Takigawa T, Wang BL, Sakano N, Wang DH, Ogino K, Kishi R. A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. *The Science of the total environment*. 2009;407(19):5223-8.
- 17) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, Morimoto K, Nakayama K, Takigawa T, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor air*. 2011;21(3):253-63.
- 18) Nevalainen A, Taubel M, Hyvarinen A. Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor air*. 2015;25(2):125-56.
- 19) Michel O, Ginanni R, Sergysels R. Relation between the bronchial obstructive response to inhaled lipopolysaccharide and bronchial responsiveness to histamine. *Thorax*. 1992;47(4):288-91.
- 20) Michel O, Nagy AM, Schroeven M, Duchateau J, Neve J, Fondu P, et al. Dose-response relationship to inhaled endotoxin in normal subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1997;156(4 Pt 1):1157-64.
- 21) Saijo Y, Kishi R, Sata F, Katakura Y, Urashima Y, Hatakeyama A, et al. Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings. *International archives of occupational and environmental health*. 2004;77(7):461-70.
- 22) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environmental health and preventive medicine*. 2009;14(1):26-35.
- 23) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environmental health*

- and preventive medicine. 2010;15(5):276-84.
- 24) Saijo Y, Nakagi Y, Sugioka Y, Ito T, Endo H, Kuroda H, et al. Comparative study of simple emiquantitative dust mite allergen tests. *Environmental health and preventive medicine*. 2007;12(5):187-92.
 - 25) Doty RL, Shaman P, Dann M. Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol Behav*. 1984;32(3):489-502.
 - 26) Eriksson NM, Stenberg BG. Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment. *Scand J Public Health*. 2006;34(4):387-96.
 - 27) Jowaheer V, Subratty AH. Multiple logistic regression modelling substantiates multifactor contributions associated with sick building syndrome in residential interiors in Mauritius. *Int J Environ Health Res*. 2003;13(1):71-80.
 - 28) Runeson R, Norback D, Stattin H. Symptoms and sense of coherence--a follow-up study of personnel from workplace buildings with indoor air problems. *International archives of occupational and environmental health*. 2003;76(1):29-38.
 - 29) National Heart, Lung, and Blood Institute. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Full Report 2007.
 - 30) Bjornsson E, Janson C, Norback D, Boman G. Symptoms related to the sick building syndrome in a general population sample: associations with atopy, bronchial hyper-responsiveness and anxiety. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 1998(2): 1023-1028.
 - 31) Bourbeau J, Brisson C, Allaire S. Prevalence of the sick building syndrome symptoms in office workers before and after being exposed to a building with an improved ventilation system. *Occup Environ Med* 1996(53): 204-10.
 - 32) Engvall K, Norrby C, Bandel J, Hult M, Norback D. Development of a multiple regression model to identify multi-family residential buildings with a high prevalence of sick building syndrome (SBS). *Indoor Air* 2000(10): 101-10.
 - 33) Engvall K, Norrby C, Norback D. Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int Arch Occup Environ Health* 2001(74): 270-8.
 - 34) Engvall K, Norrby C, Norback D. Ocular, nasal, dermal and respiratory symptoms in relation to heating, ventilation, energy conservation, and reconstruction of older multi-family houses. *Indoor Air* 2003(13): 206-11.
 - 35) Jaakkola JJ, Miettinen P. Type of ventilation system in office buildings and sick building syndrome. *Am J Epidemiol* 1995a(141): 755-65.
 - 36) Jaakkola JJ, Miettinen P. Ventilation rate in office buildings and sick building syndrome. *Occup Environ Med* 1995b(52): 709-14.
 - 37) Jaakkola MS, Jaakkola JJ. Office equipment and supplies: a modern occupational health concern? *Am J Epidemiol* 1999(150): 1223-8.
 - 38) Kubo T, Mizoue T, Ide R, Tokui N, Fujino Y, Minh PT, et al. Visual display terminal work and sick building syndrome--the role of psychosocial distress in the relationship. *J Occup Health* 2006(48): 107-12.
 - 39) Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG. Building health: an epidemiological study of "sick building syndrome" in the Whitehall II study.

- Occup Environ Med 2006(63): 283-9.
- 40) Runeson-Broberg R, Norback D. Sick building syndrome (SBS) and sick house syndrome (SHS) in relation to psychosocial stress at work in the Swedish workforce. *Int Arch Occup Environ Health* 2013(86): 915-22.
- 41) Runeson R, Wahlstedt K, Wieslander G, Norback D. Personal and psychosocial factors and symptoms compatible with sick building syndrome in the Swedish workforce. *Indoor Air* 2006(16): 445-53.
- 42) Sahlberg B, Gunnbjornsdottir M, Soon A, Jogi R, Gislason T, Wieslander G, et al. Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS). *Sci Total Environ* 2013(444): 433-40.
- 43) Sahlberg B, Mi YH, Norback D. Indoor environment in dwellings, asthma, allergies, and sick building syndrome in the Swedish population: a longitudinal cohort study from 1989 to 1997. *Int Arch Occup Environ Health* 2009(82): 1211-8.
- 44) Sahlberg B, Norback D, Wieslander G, Gislason T, Janson C. Onset of mucosal, dermal, and general symptoms in relation to biomarkers and exposures in the dwelling: a cohort study from 1992 to 2002. *Indoor Air* 2012(22): 331-8.

3.4. 引用文献

- 1) Kishi, R., et al., Regional differences in residential environments and the association of dwellings and residential factors with the sick house syndrome: a nationwide cross-sectional questionnaire study in Japan. *Indoor Air*, 2009. 19(3): 243-54.
- 2) Sparks, P.J., Idiopathic environmental intolerances: overview. *Occup Med*, 2000. 15(3): 497-510.
- 3) Cullen, M.R., Multiple chemical sensitivities: summary and directions for future investigators. *Occupational Medicine*, 1987. 2(4): 801-4.
- 4) Miller, C.S., Chemical sensitivity: symptom, syndrome or mechanism for disease? *Toxicology*, 1996. 111(1-3): 69-86.
- 5) Ashford, N.A. and C.S. Miller, Low-level chemical sensitivity: current perspective. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1996. 68: 367-376.
- 6) Multiple chemical sensitivity: a 1999 consensus, 1999. 54: 147-149.
- 7) American Academy of Allergy and Clinical Immunology Executive Committee. Position statements: Clinical ecology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 1986. 78(2): 269-271.
- 8) American Academy of Allergy and Clinical Immunology Board of Directors, Idiopathic environmental intolerances. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 1999. 103(1): 36-40.
- 9) American College of Physicians. Clinical ecology. *Ann Intern Med*, 1989. 111(2): 168-78.
- 10) California Medical Association Scientific Board Task Force on Clinical Ecology. Clinical ecology—a critical appraisal. *West J Med*, 1986. 144(239-245).
- 11) Multiple Chemical Sensitivities: Idiopathic Environmental Intolerance. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 1999. 41(11): 940-942.

- 12) Council on Scientific Affairs, American Medical Association. Clinical ecology. JAMA, 1992. 268(24): 3465-7.
- 13) National Research Council, Multiple chemical sensitivities. National Academy Press, Washington (DC), 1992.
- 14) Barret, S. MCS: multiple chemical sensitivity. New York: American Council on Science and Health, 1994.
- 15) Committee on Environmental Hypersensitivities. Ministry of Health, T.O., Report of the ad hoc committee on environmental hypersensitivities disorders. 1985.
- 16) Royal College of Physicians and Royal College of Pathologists, Good allergy practice—standards of care for providers and purchasers of allergy services within the National Health Service. Clin Exp Allergy, 1995. 25(586-595).
- 17) Report of multiple chemical sensitivities (MCS) workshop: International Programme on Chemical Safety (IPCS) German Workshop on Multiple Chemical Sensitivities - Berlin, Germany, 21-23 February 1996. International Archives of Occupational and Environmental Health, 1997. 69(3): 224-226.
- 18) 石川哲, 化学物質過敏症. アレルギー, 2001. 50(4): 361-364.
- 19) Staudenmayer, H., Selner, J.C., and Buhr, M.P., Double-Blind Provocation Chamber Challenges in 20 Patients Presenting with "Multiple Chemical Sensitivity". Regulatory Toxicology and Pharmacology, 1993. 18(1): 44-53.
- 20) Bornschein, S., et al., Double-blind placebo-controlled provocation study in patients with subjective Multiple Chemical Sensitivity (MCS) and matched control subjects. Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.), 2008. 46(5): 443-9.
- 21) 総括坂部貢, 三重盲検法による微量化学物質曝露試験. 平成 16 年度 本態性多種化学物質過敏状態の調査研究 研究報告書, 2005.
- 22) 宮田幹夫ら, 「環境医学と神経眼科」 多種類化学物質過敏症患者の三重盲検ホルムアルデヒド負荷試験と瞳孔. 神経眼科, 2002. 19(2): 155-161.
- 23) 長谷川真紀ら, 化学物質過敏症の診断 化学物質負荷試験 51 症例のまとめ. アレルギー, 2009. 58(2): 112-118.
- 24) 吉田辰夫ら, 特発性環境不耐症(いわゆる「化学物質過敏症」患者に対する単盲検法による化学物質曝露負荷試験. 日本職業・災害医学会会誌, 2012. 60(1): 11-17.
- 25) Cui, X., et al., Evaluation of genetic polymorphisms in patients with multiple chemical sensitivity. PLoS One, 2013. 8(8): e73708.
- 26) Fujimori, S., et al., Factors in genetic susceptibility in a chemical sensitive population using QEESE. Environ Health Prev Med, 2012. 17(5): 357-63.
- 27) Berg, N.D., et al., Genetic susceptibility factors for multiple chemical sensitivity revisited. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2010. 213(2): 131-139.
- 28) Wiesmüller, G.A., et al., Sequence Variations in Subjects with Self-Reported Multiple Chemical Sensitivity (sMCS): A Case-Control Study. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 2008. 71(11-12): 786-794.
- 29) Schnakenberg, E., et al., A cross-sectional study of self-reported chemical-related sensitivity is associated with gene variants of drug-metabolizing enzymes. Environ Health, 2007. 6:p.6.
- 30) McKeown-Eyssen, G., et al., Case-control study of genotypes in multiple chemical sensitivity: CYP2D6, NAT1, NAT2, PON1, PON2 and MTHFR. Int J Epidemiol, 2004.

- 33(5):971-8.
- 31) 平田衛、吉田辰夫、特発性環境不耐症患者(いわゆる「化学物質過敏症」)の発症における心理負担. 日本職業・災害医学会会誌, 2015. 63(2): 109-115.
- 32) Black, D.W., et al., Multiple chemical sensitivity syndrome - Symptom prevalence and risk factors in a military population. Archives of Internal Medicine, 2000. 160(8): 1169-1176.
- 33) Skovbjerg, S., et al., Negative affect is associated with development and persistence of chemical intolerance: a prospective population-based study. J Psychosom Res, 2015. 78(5): 509-14.
- 34) Skovbjerg, S., et al., The association between idiopathic environmental intolerance and psychological distress, and the influence of social support and recent major life events. Environ Health Prev Med, 2012. 17(1): 2-9.
- 35) Binkley, K., et al., Idiopathic environmental intolerance: increased prevalence of panic disorder-associated cholecystokinin B receptor allele 7. J Allergy Clin Immunol, 2001. 107(5): 887-90.
- 36) Bolt, H.M. and E. Kiesswetter, Is multiple chemical sensitivity a clinically defined entity? Toxicology Letters, 2002. 128(1-3): 99-106.
- 37) Häuser, W., E. Hansen, and P. Enck, Nocebo Phenomena in Medicine. Dtsch Arztebl International, 2012. 109(26): 459-65.
- 38) Frisaldi, E., A. Piedimonte, and F. Benedetti, Placebo and Nocebo Effects: A Complex Interplay Between Psychological Factors and Neurochemical Networks. American Journal of Clinical Hypnosis, 2015. 57(3): 267-284.
- 39) Araki, A., et al., The feasibility of aromatherapy massage to reduce symptoms of Idiopathic Environmental Intolerance: a pilot study. Complement Ther Med, 2012. 20(6): p. 400-8.
- 40) 荒木敦子、岸玲子、いわゆる化学物質過敏症 その国際的動向とアロマテラピーを使った症状緩和研究. Aroma Research, 2013. 14(2): 111-115.
- 41) Bornschein, S., et al., Psychiatric and somatic disorders and multiple chemical sensitivity (MCS) in 264 'environmental patients'. Psychological Medicine, 2002. 32(8): 1387-94.
- 42) Poonai, N., et al., Carbon dioxide inhalation challenges in idiopathic environmental intolerance. J Allergy Clin Immunol, 2000. 105(2 Pt 1): 358-63.
- 43) Hauge, C.R., et al., Mindfulness-based cognitive therapy (MBCT) for multiple chemical sensitivity (MCS): Results from a randomized controlled trial with 1 year follow-up. Journal of Psychosomatic Research, 2015. 79(6): 628-634.
- 44) Skovbjerg, S., et al., Mindfulness-based cognitive therapy to treat multiple chemical sensitivities: a randomized pilot trial. Scand J Psychol, 2012. 53(3): p. 233-8.
- 45) Sparks, P.J., Diagnostic evaluation and treatment of the patient presenting with idiopathic environmental intolerance. Occup Med, 2000. 15(3): 601-9.

第 4 章 参考文献

- 1) 東賢一、内山巖雄、池田耕一: 諸外国の室内空気質規制に関する調査研究. 日本建築学会

- 環境系論文集, 第 597 号, 89-96, 2005.
- 2) 東賢一: 医学からみた住環境. 住居医学(IV), 米田出版, 千葉, 2010.
 - 3) 東賢一: 室内空気汚染対策に関する世界的動向と今後の対策. 公衆衛生 78(8): 533-540, 2014.
 - 4) 東賢一: 室内化学物質規制に関する国内外の動向. ビルと環境, 第 148 号, 6-19, 2015.
 - 5) WHO Europe: WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009.
 - 6) WHO Europe: WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2010.
 - 7) WHO: WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. World Health Organization, Geneva, 2014.

第 5 章

5.1. 参考文献

- 1) Ait Bamai Y, Araki A, Kawai T, Tsuboi T, Saito I, Yoshioka E, et al. Associations of phthalate concentrations in floor dust and multi-surface dust with the interior materials in Japanese dwellings. Science of the Total Environment 2014; 468: 147-157.
- 2) Ait Bamai Y, Araki A, Kawai T, Tsuboi T, Yoshioka E, Kanazawa A, et al. Comparisons of urinary phthalate metabolites and daily phthalate intakes among Japanese families. Int J Hyg Environ Health 2015; 218: 461-70.
- 3) U.S.EPA. Child Specific Exposure Factors Handbook, 2011.

5.1. 参考ウェブ一覧

- 1) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会、中間報告書 第 4 回/第 5 回のまとめについて
http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1212/h1222-1_13.html (2016 年 1 月 5 日確認)
- 2) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会、中間報告書 第 1 回/第 3 回のまとめ
www1.mhlw.go.jp/houdou/1212/h1222-1_13.html (2016 年 1 月 5 日確認)
- 3) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会、中間報告書 第 6 回/第 7 回のまとめについて
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/0107/h0724-1.html> (2016 年 1 月 5 日確認)
- 4) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会、中間報告書 第 8 回/第 9 回のまとめについて
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/02/h0208-3.html> (2016 年 1 月 5 日確認)
- 5) 厚生労働科学研究費補助金(地域健康危機管理研究事業)分担研究報告書 VOC・MVOC の同時定量条件に関する検討 分担研究者 河合俊夫 中央労働災害防止協会・大阪労働衛生総合センター
<http://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD00.do?resrchNum=201036008B> (2016 年 1 月 21 日確認)
- 6) 5C-1511 可塑剤・難燃剤の曝露評価手法の開発と小児アレルギー・リスク評価への応用
(1) 可塑剤・難燃剤の環境曝露評価および尿中代謝物測定による生体曝露評価手法の開発

中央労働災害防止協会 大阪労働衛生総合センター 河合俊夫・坪井樹

https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/kadai/syuryo_report/h25/pdf/5C-1151.pdf (2016年1月21日確認)

5.2. 参考文献

- 1) Saijo Y, Sata F, Mizuno S, Yamaguchi K, Sunagawa H, Kishi R. Indoor airborne mold spores in newly built dwellings. *Environmental health and preventive medicine*. 2005;10(3):157-61.
- 2) Europe WHO. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould 2008.
- 3) Takeda M, Saijo Y, Yuasa M, Kanazawa A, Araki A, Kishi R. Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *International archives of occupational and environmental health*. 2009;82(5):583-93.
- 4) Takigawa T, Wang BL, Sakano N, Wang DH, Ogino K, Kishi R. A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. *The Science of the total environment*. 2009;407(19):5223-8.
- 5) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, Morimoto K, Nakayama K, Takigawa T, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor air*. 2011;21(3):253-63.
- 6) Nevalainen A, Taubel M, Hyvarinen A. Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor air*. 2015;25(2):125-56.
- 7) Michel O, Ginanni R, Sergysels R. Relation between the bronchial obstructive response to inhaled lipopolysaccharide and bronchial responsiveness to histamine. *Thorax*. 1992;47(4):288-91.
- 8) Michel O, Nagy AM, Schroeve M, Duchateau J, Neve J, Fondu P, et al. Dose-response relationship to inhaled endotoxin in normal subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1997;156(4 Pt 1):1157-64.
- 9) Saijo Y, Kishi R, Sata F, Katakura Y, Urashima Y, Hatakeyama A, et al. Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings. *International archives of occupational and environmental health*. 2004;77(7):461-70.
- 10) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environmental health and preventive medicine*. 2009;14(1):26-35.
- 11) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environmental health and preventive medicine*. 2010;15(5):276-84.
- 12) Saijo Y, Nakagi Y, Sugioka Y, Ito T, Endo H, Kuroda H, et al. Comparative study of simple semiquantitative dust mite allergen tests. *Environmental health and preventive medicine*. 2007;12(5):187-92.
- 13) Doty RL, Shaman P, Dann M. Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol Behav*. 1984;32(3):489-502.
- 14) Eriksson NM, Stenberg BG. Baseline prevalence of symptoms related to indoor

- environment. Scand J Public Health. 2006;34(4):387-96.
- 15) Jowaheer V, Subratty AH. Multiple logistic regression modelling substantiates multifactor contributions associated with sick building syndrome in residential interiors in Mauritius. Int J Environ Health Res. 2003;13(1):71-80.
 - 16) Runeson R, Norback D, Stattin H. Symptoms and sense of coherence--a follow-up study of personnel from workplace buildings with indoor air problems. International archives of occupational and environmental health. 2003;76(1):29-38.
 - 17) National Heart, Lung, and Blood Institute. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Full Report 2007.
 - 18) Norback D, Markowicz P, Cai GH, et al. Endotoxin, ergosterol, fungal DNA and allergens in dust from schools in Johor Bahru, Malaysia--associations with asthma and respiratory infections in pupils. PLoS One 2014; 9:e88303.

5.3. 引用文献

- 1) P.O.Fanger: Thermal Comfort,(1970), Danish Technical Press.
- 2) 日本建築学会編：高齢者のための建築環境、彰国社、1994 年.
- 3) 吉野博：脳卒中の発症と住宅条件、公衆衛生、第 48 巻、第 2 号、1984 年.
- 4) 岩前篤：断熱性能と健康、日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会、第 40 回熱シンポジウム、2010 年 10 月.
- 5) 鳴海大典：7. 暑熱環境が睡眠問題や疲労感にどう影響するか、健康に暮らすための住まいと住まい方エビデンス集、健康維持増進研究委員会／健康維持増進住宅研究コンソーシアム編著、技報堂出版、2013 年.
- 6) G. J. Harper: Airborne micro-organisms: survival tests with four viruses, J Hyg (Lond). 1961 Dec; 59(4): 479-486.
- 7) Sundell, J., Lindvall, T. (1993): "Indoor Air Humidity and Sensation of Dryness as Risk Indicators of SBS" , Indoor Air, 3.
- 8) Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O. (1998) "Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality" , Indoor Air, 8.

5.4.～5.8. 参考文献

- 1) 新版 喫煙と健康―喫煙と健康問題に関する検討会報告書. 保健同人社 2002.
- 2) 大和浩. タバコ煙という微小粒子状物質(PM2.5)への曝露の実態 日本小児禁煙研究会雑誌 2014; 4(2): 91-103.
- 3) 野崎淳夫、成田泰章、三科妃里、一候佑介、山下佑希. 開放型石油暖房器具使用時の室内空気汚染に関する研究―石油ファンヒーターからの VOC, NOx, NH3 の発生―室内環境 2015; 18: 33-44.
- 4) 田口信康、前田康寿、田吹光司郎、川棚浩三、島田幸吉、陣内耕也、吉永三郎、榎本孝紀、中村剛. 屋外の PM2.5 が作業環境中の粉じん濃度に与える影響について 労働衛生工学 2015; 54:27-33.

第 6 章

6.1.～6.2. 参考文献

- 1) Haruki Osawa. Wall Construction in Warm and Humid Area: The State of The Art, Japan/Canada Housing R&D Proceedings of 2nd Conf. 225-234, 1994.
- 2) 大澤元毅他共著.住宅作りのためのシックハウス対策ノート.(財)住宅リフォーム紛争処理支援センター、2006.3
- 3) 大澤元毅.わが国の住宅における室内空気環境の実態 日本建築学会建築雑誌.20・21、2002.7.
- 4) 林基哉他.天井裏等の建物内部空間からの汚染物質の室内侵入.空気調和衛生工学会講演論文. 833-6、2005.8.
- 5) 大澤元毅他.戸建て住宅の内部建材からの化学物質放散が室内空気質に与える影響その1 戸建て住宅を用いたホルムアルデヒドの測定.日本建築学会学術講演梗概集 D-2 869-870、2003.9.
- 6) 国土交通省委託:住宅のカビ・ダニ等の実態調査 2005・2006 年報告書.財団法人住宅リフォーム紛争処理支援センター.
- 7) 国土交通省総合技術開発プロジェクト:シックハウス対策技術の開発 2001・2003 年報告書.国土技術政策総合研究所.
- 8) 大澤元毅.シックハウス対策の経緯とこれからの課題.国立保健医療科学院保健医療科学.2010:59(2) 145-51.

6.3. 引用文献

- 1) 空気調和・衛生工学規格 HASS102-1996:換気基準・同解説,1996.

6.4.～6.5. 参考文献

- 1) 「快適で健康的な住宅に関するガイドライン」、厚生労働省生活衛生局快適居住研究会監修、1999.2、ぎょうせい.
- 2) 「ダニ対策ガイドライン」、厚生省生活衛生局監修、1993.10、同日本環境衛生センター.
- 3) 「微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理規準・同解説 J」、日本建築学会、2005.1.
- 4) 高島浩介:住環境にみる普遍的な真菌、臨床環境医学 Volume15 Number2 2006.
- 5) 大澤元毅他.カビ・ダニの実態と建築的要因に関する調査研究 日本建築学会.2007.

第 7 章

7.1. 参考文献

- 1) 東賢一: 建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因 日本におけるシックビルディング症候群の現状. 保健医療科学 63(4): 334-341, 2014.
- 2) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究. 平成 24 年度総括・分担研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 厚生労働省, 東京, 2013.
- 3) 中川普也ら: 特定建築物における三酸化炭素濃度不適率上昇の原因と対策. 東京都健康安

- 全研究センター研究年報 第 62 号, pp.247-251, 2011.
- 4) 斎藤宏之ら: 冬季オフィス環境における低湿度と自覚症状との関連性. 平成 27 年室内環境学会 学術大会抄録集, pp.222-223, 2015.
 - 5) 労働者健康福祉機構広島産業保健推進センター: 冬季における事務所の湿度環境の実態と改善方策に関する研究. 平成 22 年度調査研究報告書, 2011.
 - 6) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: relationships among work environment, indoor air quality, and occupational stress. *Indoor Air* 25(5):499-511, 2015.
 - 7) Burge PS. Sick building syndrome. *Occup Environ Med* 61:185-190, 2004.
 - 8) Hodgson MJ. Sick Building Syndrome. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, International Labor Organization, Geneva, 2011.
 - 9) Redlich CA, Sparer J, Cullen MR. Sick-building syndrome. *Lancet* 349:1013-1016, 1997.
 - 10) U.S.EPA. Sick Building Syndrome. *Indoor Air Facts* No. 4 (revised), 1991.
 - 11) WHO Europe: Indoor air pollutants: exposure and health effects. *EURO Reports and Studies* 78, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 1983.

7.2. 参考文献

- 1) 近藤博一: 知っていますか? シックスクール 社団法人農山漁村文化協会 東京 2013

7.3. 参考文献

- 1) 厚生労働省、“平成 24 年社会福祉施設等調査の概況”、
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/fukushi/12/index.html>
- 2) 厚生労働省、“平成 24 年介護サービス施設・事業所調査の概況”、
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kaigo/service12/index.html>
- 3) 総務省統計局、“平成 22 年国勢調査”、<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/>
- 4) 厚生労働省、“高齢者介護施設における感染対策マニュアル”、2013
- 5) 東京都、“社会福祉施設管理者のための環境衛生設備自主管理マニュアル 維持管理の手引き”、2005
- 6) 松浦十四郎、新田則行・中山厚子、“保健所における介護保険施設の感染予防の企画立案に関する研究 介護保険施設に対する感染症等予防指導マニュアル”、2006
- 7) 阪東美智子、金勲、大澤元毅、“特別養護老人ホームにおける環境衛生管理の現状と課題”、*保健医療科学* 2014;63(4):359-367.
- 8) 川崎市健康福祉局. 高齢者施設の環境衛生維持管理読本. 2015.3

7.4. 引用文献

- 1) 吉野博、柳宇、長谷川兼一、猪野琢也: 第 18 章 仮設住宅における熱空気環境の現状と課題、今を生きる東日本大震災から明日へ! 復興と再生への提言、5. 自然と災害、東北大学出版会、2013 年.

第 8 章

8.1. 参考文献

- 1) Cooley JD, Wong WC, Jumper CA, Straus DC. Correlation between the prevalence of certain fungi and sick building syndrome. *Occup Environ Med* 1998; 55: 579-84.
- 2) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, Morimoto K, Nakayama K, Takigawa T, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor Air* 2011; 21: 253-63.
- 3) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environ Health Prev Med* 2010; 15: 276-84.
- 4) Takigawa T, Wang BL, Saijo Y, Morimoto K, Nakayama K, Tanaka M, et al. Relationship between indoor chemical concentrations and subjective symptoms associated with sick building syndrome in newly built houses in Japan. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2010; 83: 225-235.
- 5) U.S.EPA. Child Specific Exposure Factors Handbook, 2011.

8.2. 参考文献

- 1) Saijo Y, Sata F, Mizuno S, Yamaguchi K, Sunagawa H, Kishi R. Indoor airborne mold spores in newly built dwellings. *Environmental health and preventive medicine*. 2005;10(3):157-61.
- 2) Europe WHO WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould 2008.
- 3) Takeda M, Saijo Y, Yuasa M, Kanazawa A, Araki A, Kishi R. Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *International archives of occupational and environmental health*. 2009;82(5):583-93.
- 4) Takigawa T, Wang BL, Sakano N, Wang DH, Ogino K, Kishi R. A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. *The Science of the total environment*. 2009;407(19):5223-8.
- 5) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, Morimoto K, Nakayama K, Takigawa T, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor air*. 2011;21(3):253-63.
- 6) Nevalainen A, Taubel M, Hyvarinen A. Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor air*. 2015;25(2):125-56.
- 7) Michel O, Ginanni R, Sergysels R. Relation between the bronchial obstructive response to inhaled lipopolysaccharide and bronchial responsiveness to histamine. *Thorax*. 1992;47(4):288-91.
- 8) Michel O, Nagy AM, Schroeve M, Duchateau J, Neve J, Fondu P, et al. Dose-response relationship to inhaled endotoxin in normal subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1997;156(4 Pt 1):1157-64.
- 9) Saijo Y, Kishi R, Sata F, Katakura Y, Urashima Y, Hatakeyama A, et al. Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings. *International archives of*

- occupational and environmental health. 2004;77(7):461-70.
- 10) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environmental health and preventive medicine*. 2009;14(1):26-35.
 - 11) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environmental health and preventive medicine*. 2010;15(5):276-84.
 - 12) Saijo Y, Nakagi Y, Sugioka Y, Ito T, Endo H, Kuroda H, et al. Comparative study of simple semiquantitative dust mite allergen tests. *Environmental health and preventive medicine*. 2007;12(5):187-92.
 - 13) Doty RL, Shaman P, Dann M. Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol Behav*. 1984;32(3):489-502.
 - 14) Eriksson NM, Stenberg BG. Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment. *Scand J Public Health*. 2006;34(4):387-96.
 - 15) Jowaheer V, Subratty AH. Multiple logistic regression modelling substantiates multifactor contributions associated with sick building syndrome in residential interiors in Mauritius. *Int J Environ Health Res*. 2003;13(1):71-80.
 - 16) Runeson R, Norback D, Stattin H. Symptoms and sense of coherence--a follow-up study of personnel from workplace buildings with indoor air problems. *International archives of occupational and environmental health*. 2003;76(1):29-38.
 - 17) National Heart, Lung, and Blood Institute. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Full Report 2007

8.4. 引用文献

- 1) 環境省：熱中症 環境保健マニュアル、環境省環境保健部環境安全課、改訂 2014.
- 2) 日本生気象学会：防ごう熱中症、2009.
- 3) 田中正敏（共著）：環境と健康、杏林書院、2009.
- 4) 日本産業衛生学会：日本産業衛生学会雑誌、53 巻 5 号、191～193、2011.
- 5) 日本医師会：特集 熱中症、141 巻 2 号、245～311、2012.

8.5. 引用文献

- 1) 日本建築学会：高齢者のための建築環境、彰国社、1994.
- 2) 吉田敬一、田中正敏：人間の寒さへの適応、技報堂出版、1986.
- 3) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会：東日本大震災合同調査報告 建築編、2015.
- 4) 田中正敏ら：温熱衛生からみた茅葺き家屋の居住性能、日本衛生学雑誌、55（2）500～507 p、2000.
- 5) 田中正敏：特集：住まいの床暖房、住まいにおける床暖房の効果、住 SUMAI、14（1）、11～13 p、日本工業出版株式会社、1993.
- 6) M.TANAKA, T.OHNAKA, S.YAMAZAKI, Y.TOCHIHARA : The Effects of different vertical air temperatures on mental performance. *Am.Ind.Hyg.Assoc.J*.48, 494～498, 1987.

第 9 章 引用文献

- 1) National Research Council (1989). Improving Risk Communication. Washington, DC: National Academy Press.
- 2) 吉川肇子 1999 リスク・コミュニケーション 相互理解とよりよい意思決定をめざして 福村出版.
- 3) 木下富雄 2000 リスク認知とリスクコミュニケーション リスク学事典 260-267.
- 4) Keeny, R. L. and von Winterfeldt, D. 1986 Improving Risk Communication. Risk Analysis, 6(4), 417-424.
- 5) 浦野紘平 2000 環境化学物質のリスクコミュニケーションガイド リスク学事典 Pp. 292-293.
- 6) 古川綾、上沢仁、古賀竜矢、真野俊樹、平井俊樹 2011 薬物治療におけるリスクコミュニケーションの課題と評価の試み 医療と社会, 21, 41-53.
- 7) 木下富雄 1997 科学技術と人間の共生ーリスク・コミュニケーションの思想と技術. 有福考岳編著, 環境としての自然・社会・文化 京都大学学術出版会
- 8) 増地あゆみ 2007 環境ホルモンのリスクに対する認知と受容判断プロセスの構造分析 北海学園大学学園論集, 131, 43-64.
- 9) Aronson, E. 1992 The Social Animal, Sixth Edition, Freeman and Company (古畑和孝監訳, ザ・ソーシャル・アニマル, サイエンス社, 1994 年)
- 10) 山本明、大坪寛子、吉川肇子 2004 リスクおよび関連概念における定義の不一致に見る論点 日本リスク研究学会誌, 15(1), 45-53.
- 11) 吉川肇子 2009 健康リスク・コミュニケーションの手引き ナカニシヤ出版.
- 12) 前田恭伸 2000 リスクコミュニケーションの情報支援システム リスク学事典 Pp. 290-291.
- 13) Slovic, P. 1987 Perception of Risk, Science, 236, 280-285.
- 14) Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. 1982 Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge University Press.
- 15) 福井次矢 1988 臨床医の決断と心理 医学書院.
- 16) 広瀬弘忠 1993 リスク・パーセプション 日本リスク研究学会誌, 5(1), 78-81.
- 17) Bennet, P. & Calman, K. 2010 Risk Communication and Public Health, 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.
- 18) Fiorino, D. J. 1989 Technical and Democratic Values in Risk Analysis. Risk Analysis, 9, 293-299.
- 19) Tversky, A. & Kahneman, D. 1974 Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 185, 1124-1131.
- 20) 小杉素子、土屋智子 2000 科学技術のリスク認知に及ぼす情報環境の影響 専門家による情報提供の課題 電力中央研究所報告 経営 Y00009.
- 21) 中畝菜穂子 2000 専門家のリスク認知 リスク学事典 pp. 274-275.
- 22) Mertz, C. K., Slovic, P., & Purchase, I. F. H. 1998 Judgments of Chemical Risks: Comparisons Among Senior Managers, Toxicologists, and the Public. Risk Analysis, 18, 391-404.
- 23) Cox, P., Niewöhner, J., Pidgeon, N., Gerrard, S., Fischhoff, B., and Riley, D. 2003 The Use of Mental Models in Chemical Risk Protection: Developing a Generic Workplace

- Methodology. Risk Analysis, 23(2), 311-324.
- 24) Hambach, R., Mairiaux, P., François, G., Braeckman, L., Balsat, A., Van Hal, G., Vandoorne, C., Van Royen, P., and Van Sprundel, M. 2011 Workers' Perception of Chemical Risks: A Focus Group Study. Risk Analysis, 31(2), 335-342.
 - 25) Kovacs, D. C., Fischhoff, B., Small, M. J. 2001 Perceptions of PCE use by dry cleaners and dry cleaning customers. Journal of Risk Research, 4(4), 353-375.
 - 26) Niewöhner, J., Cox, P., Gerrard, S., and Pidgeon, N. 2004 Evaluating the Efficacy of a Mental Models Approach for Improving Occupational Chemical Risk Protection. Risk Analysis, 24(2), 349-361.
 - 27) 窪田ひろみ、小杉素子、横山隆壽、土屋智子 2006 ベンゼンの健康リスクに関する提供情報内容の抽出. 電力中央研究所報告 研究報告 Y05030.
 - 28) 田中淳、吉井博明 1999 長期確率評価情報が防災意識に及ぼす効果 情報研究, 21, 79-94.
 - 29) Rogers, R. W. 1975 Protection motivation theory of fear appeals and attitude change. Journal of Psychology, 91, 93-114.

第 10 章 参考文献

- 1) 上島通浩、柴田英治、酒井潔、大野浩之、石原伸哉、山田哲也、竹内康浩、那須民江・2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染 室内濃度、発生源、自覚症状について 日本公衆衛生雑誌 2005;52:1021-1030.
- 2) 大阪府シックハウス対策庁内連絡会議:子どもにも配慮したシックハウス対策マニュアル改訂版 2005.
- 3) 暮らし方チェックシート 住環境価値向上事業協同組合(SAREX) 東京 2009.
- 4) Kamijima M, Sakai K, Shibata E, Yamada T, Itohara S, Ohno H, Hayakawa R, Sugiura M, Yamaki K, Takeuchi Y. 2-Ethyl-1-hexanol in indoor air as a possible cause of sick building symptoms. Journal of Occupational Health 2002;44:186-191.

第 11 章 参考文献

- 1) 環境省環境保健部: 身のまわりの電磁界について.2013 年 3 月.
- 2) 東 賢一: 脳科学的見地からみた化学物質過敏症. アレルギーの臨床 36(6):21-25, 2016.
- 3) Azuma K, Uchiyama I, Takano H, Tanigawa M, Azuma M, Bamba I, Yoshikawa T: Changes in cerebral blood flow during olfactory stimulation in patients with multiple chemical sensitivity: a multi-channel near-infrared spectroscopic study. PLoS ONE 8(11): e80567, 2013. doi:10.1371/journal.pone.0080567.
- 4) Azuma K, Uchiyama I, Tanigawa M, Bamba I, Azuma M, Takano H, Yoshikawa T, Sakabe K: Assessment of cerebral blood flow in patients with multiple chemical sensitivity using near-infrared spectroscopy--recovery after olfactory stimulation: a case-control study. Environ Health Prev Med 20(3):185-194, 2015.
- 5) Azuma K, Uchiyama I, Katoh T, Ogata H, Arashidani K, Kunugita N: Prevalence and characteristics of chemical intolerance: a Japanese population-based study. Arch Environ Occup Health 70:341-353, 2015.
- 6) BAFU: Elektromagnetische Hypersensibilität. Bewertung von wissenschaftlichen Studien. Bundesamt für Umwelt, 2012.

- 7) Baliatsas C, Van Kamp I, Lebrete E, Rubin GJ: Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): a systematic review of identifying criteria. *BMC Public Health* 2:643, 2012. doi: 10.1186/1471-2458-12-643(電磁過敏症の基準に関する系統的レビュー)
- 8) Baliatsas C, Van Kamp I, Bolte J, Schipper M, Yzermans J, Lebrete E: Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: can we get more specific? A systematic review. *Environ Int* 41:15-28, 2012.(一般住民の非特異的身体症状と電磁界曝露に関する系統的レビュー)
- 9) COST: Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) or 'Electromagnetic Hypersensitivity'. Fact Sheet, COST Action BM0704, Cooperation in Science and Technology, 2011.
- 10) Dantoft TM, Andersson L, Nordin S, Skovbjerg S: Chemical intolerance. *Curr Rheumatol Rev* 11(2):167-184, 2015.(MCS に関する包括的なレビュー論文)
- 11) Das-Munshi J, Rubin GJ, Wessely S: Multiple chemical sensitivities: A systematic review of provocation studies. *J Allergy Clin Immunol* 118(6):1257-1264, 2006.(MCS の誘発研究に関する包括的なレビュー論文)
- 12) FAS: Radiofrequency electromagnetic fields and risk of disease and ill health: Research during the last ten years. Swedish Council for Working Life and Social Research (FAS), Stockholm, 2012.
- 13) Frías Á: Idiopathic environmental intolerance: A comprehensive and up-to-date review of the literature. *CNS* 1(1):31-37, 2015.(IEI に関する包括的なレビュー論文)
- 14) Folkehelseinstituttet: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis. Utgitt av Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo, 2012.
- 15) Hillert L, Musabasic V, Berglund H, et al.: Odor processing in multiple chemical sensitivity. *Hum Brain Mapp* 28:172-82, 2007.
- 16) HPA: Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields. Report of the independent Advisory Group on Non-Ionising Radiation, Health Protection Agency, 2012.
- 17) Kipen HM, Fiedler N: The role of environmental factors in medically unexplained symptoms and related syndromes: conference summary and recommendations. *Environ Health Perspect* 110 (Suppl 4): 591-595, 2002.
- 18) Lacour M, Zunder T, Schmidtke K, Vaith P, Scheidt C: Multiple chemical sensitivity syndrome (MCS) - suggestions for an extension of the U.S. MCS-case definition. *Int J Hyg Environ Health* 208(3): 141-151, 2005.
- 19) Nordin S: Central sensitization as a possible underlying mechanism in idiopathic environmental intolerance attributed to chemicals. 31st International Congress on Occupational Health, May 31-June 5, Seoul, Korea, 2015.
- 20) Orriols R, Costa R, Cuberas G, et al.: Brain dysfunction in multiple chemical sensitivity. *J Neurol Sci* 287:72-8, 2009.
- 21) Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S: Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics* 31(1):1-11, 2010.(電磁過敏症の誘発研究の系統的レビュー)
- 22) Rubin GJ, Hillert L, Nieto-Hernandez R, van Rongen E, Oftedal G: Do people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields display

- physiological effects when exposed to electromagnetic fields? A systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics* 32(8):593-609, 2011.(電磁過敏症の誘発研究の系統的レビュー)
- 23) Rösli M: Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. *Environ Res* 107(2):277-287, 2008.(高周波電磁界と非特異症状に関する系統的レビュー)
- 24) Rösli M, Frei P, Mohler E, Hug K: Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bull World Health Organ* 88:887-896G, 2010.(携帯電話基地局の高周波電磁界曝露による健康影響に関する系統的レビュー)
- 25) WHO: International statistical classification of diseases and related health problems (ICD-10) in occupational health. WHO/SDE/OEH/99.11, World Health Organization, Geneva, 1999.
- 26) WHO: Electromagnetic Hypersensitivity. Proceedings International Workshop on EMF Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004.
- 27) WHO: Electromagnetic fields and public health. Fact Sheet No. 296, World Health Organization, Geneva, 2005.

巻末資料

資料 1 厚生労働省の室内濃度指針値

a 室内濃度に関する指針値の概要

室内空気中に存在する化学物質はヒトの健康に影響を及ぼす可能性があるため、公衆衛生の観点から化学物質の不必要なばく露を低減させる必要があります。ここで示した指針値は、現状において入手可能な毒性に係る科学的知見から、ヒトがその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響を受けないであろうと判断される値を算出したものであり、その設定の趣旨はこの値まで良いとするのではなく指針値以下がより望ましいということです。この指針値は、新しい知見やそれらに基づく国際的な評価作業の進捗などに伴い、将来、必要があれば変更され得るものです。

b 個別物質の室内濃度指針値と TVOC 暫定目標値

(資)表－ 1 に示した個別物質の指針値は、ホルムアルデヒドの場合は短期間のばく露によって起こる毒性を指標に、その以外の物質の場合は長期間のばく露によって起こる毒性を指標として、それぞれ策定しています。しかし、実際には(資)表－ 1 に示した化学物質以外に多数の化学物質が存在しています。それらの物質について指針値を決めていくには多大な時間を要すること、またその間に指針値を決めていない有害物質による汚染の進行を未然に防ぐ目的から化学物質の総量すなわち、総揮発性有機化合物(TVOC)濃度の目安を示して、個別物質の指針値を補足しています。TVOC の暫定目標値は、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値であり、毒性学的知見から決められたものでないので、個別物質の指針値とは独立に、室内空気の状態の目安として利用されます。

c 室内濃度指針値を超過した場合の対応

室内濃度指針値を継続的に超えている場合は、関係の相談機関や専門家と相談し、その家屋の状況などを総合的に勘案して、必要に応じ、次のような対応を検討することが望ましいと考えられます。

1. その化学物質の室内濃度の再測定
2. 換気の実施など、室内環境の改善
3. 発生源の特定と発生源対策の実施

(資)表ー 1 厚生労働省の室内濃度指針値

物質名	室内濃度指針値		主な使用場所、発生源等
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.08 ppm	合板、接着剤、防かび剤
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.07 ppm	シンナー、塗料、接着剤、ラッカー
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.20 ppm	塗料、芳香剤、接着剤、油性ペイント
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.04 ppm	防虫剤、防臭剤
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.88 ppm	塗料、接着剤
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.05 ppm	断熱材、畳、接着剤、発泡スチロール
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^{322}$ (但し、小児の場合は、 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.07 ppb (但し、小児の場合は、 0.007 ppb)	殺虫剤、防虫剤、防蟻剤
フタル酸ジ-n-ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.02 ppm	プラスチック可塑剤、塗料、顔料
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.04 ppm	灯油、塗料
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7.6 ppb	可塑剤、壁紙、床材
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.02 ppb	殺虫剤
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.03 ppm	接着剤、防腐剤、写真現像用
フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.8 ppb	殺虫剤、防蟻剤
総揮発性有機化合物 (TVOC)	暫定目標値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

(気中濃度 ppm は 25℃換算)

ppm、ppb は量の単位ではなく、濃度や割合を示す単位です。ppm は 100 万分の 1、ppb は 10 億分の 1 を示す単位です。

資料 2 室内濃度指針値の考え方

化学物質のヒトへの影響を明らかにするための方法として、疫学的評価法(集団を対象とした調査研究)と毒性試験(実験動物、培養細胞、微生物等を使用)があります。複数の種類の毒性試験を行い、その濃度以下では何の影響も観察されない量が無毒性量(NOEL)、それ以上で有害な影響が起こり始める量が最少毒性量(LOEL)です。動物を使った評価結果を人間にあてはめる際には、種の違いによる感受性の差(種差)が重要な問題となります。ヒトでの NOEL が明らかでない場合には、動物試験で得た NOEL を種差に由来する不確実係数 10 で割った値をヒトの値として採用します。さらに、個体差に由来する不確実係数 10 で割り、加味すべき要因があればさらに妥当と考える不確実係数で割った数値が基準値や指針値として採用されています。

資)表－ 2 化学物質室内濃度指針値の考え方について

揮発性有機化合物	毒性指標	不確実係数	室内濃度指針値	他の基準等
ホルムアルデヒド	ヒト吸入ばく露における鼻咽頭粘膜への刺激		100 µg/m ³ (0.08ppm)	100 µg/m ³ WHO-Euro
トルエン	ヒト吸入ばく露における神経行動機能及び生殖発生への影響	10 個体差 10 LOAEL 使用 3 ヒトの中枢神経系及び生殖発生に与える影響を考慮	260 µg/m ³ (0.07ppm)	260 µg/m ³ WHO-Euro 376 mg/m ³ (100ppm) ACGIH 188mg/m ³ (50ppm) 日本産業衛生学会
キシレン	妊娠ラット吸入ばく露における出生児の中枢神経系発達への影響	10 種差 10 個体差 10 LOAEL 使用	870 µg/m ³ (0.20ppm)	100 ppm ACGIH 日本産業衛生学会
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口ばく露における肝臓及び腎臓への影響	10 種差 10 個体差	240 µg/m ³ (0.04ppm)	25 ppm ACGIH TWA
エチルベンゼン	マウス及びラット吸入ばく露における肝臓及び腎臓等への影響	10 種差 10 個体差	3800 µg/m ³ (0.88ppm)	100 ppm ACGIH TWA
スチレン	ラット吸入ばく露における脳や肝臓への影響	10 種差 10 個体差 10 LOAEL 使用	220 µg/m ³ (0.02ppm)	260 µg/m ³ WHO-Euro
クロルピリホス	母ラット経口ばく露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	10 種差 10 個体差 10 LOAEL 使用	1 µg/m ³ (0.07ppb)	
フタル酸-n-ブチル	母ラット経口ばく露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	10 種差 10 個体差 10 LOAEL 使用	220 µg/m ³ (0.02ppm)	
テトラデカン	C8-C16 混合物のラット経口ばく露における肝臓への影響 (TPHCWG の RfD から吸入ばく露に換算)	10 種差 10 個体差 10 短期試験の影響を長期ばく露での影響に外挿	330 µg/m ³ (0.04ppm)	
フタル酸ジエチルヘキシル	ラット経口ばく露における精巣への病理組織学的影響	10 種差 10 個体差	120 µg/m ³ (7.6ppb)	
ダイアジノン	ラット吸入ばく露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	10 種差 10 個体差 3 LOAEL、ただし全身毒性ではなくChE 活性阻害のみに基づく	0.29 µg/m ³ (0.02ppb)	
アセトアルデヒド	ラットの経気道ばく露における鼻腔嗅覚上皮への影響	10 種差 10 個体差 10 遺伝毒性の懸念、試験期間が短期、動物実験で発がん	48 µg/m ³ (0.03ppm)	45 mg/m ³ (25ppm) ACGIH TLV-CEILING 90 mg/m ³ (50ppm) 日本産業衛生学会 最大許容濃度
フェノブカルブ	ラットの経口ばく露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	10 種差 10 個体差 4 経口と吸入の毒性差	33 µg/m ³ (3.8ppb)	5 mg/m ³ 日本産業衛生学会許容濃度

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists

TWA: Time Weighted Average

ACGIH および日本産業衛生学会の許容濃度は職業性ばく露の基準値

資料3 建築基準法(昭和二十五年五月二十四日法律第二百一号)

建築基準法は、昭和25(1950)年に「建築物の敷地、構造、設備および用途に関する最低の基準を定めることによって国民の生命や健康を保護する」ことを目的として施行された法律です。対象はいわゆる「建築物」全般であり、建築物の設計や設備の内容などの基準が示されています。

建築基準法では、シックハウス対策の対象となる化学物質をクロルピリホスとホルムアルデヒドとし、それぞれについて建築材料としての使用における制限を示しています。

- 1) 内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを発散する建材の制限
- 2) 全ての建築物に機械換気設備の設置の義務付け
- 3) 天井裏、床下、壁内、収納スペースなどからの居室へのホルムアルデヒドの流入を防ぐための措置の義務付け
- 4) クロルピリホス(シロアリ駆除剤)の使用禁止

クロルピリホスは、有機リン系殺虫剤で、農薬の他、防蟻剤として土台や柱などの木部に吹き付けたり、床下土壌の前面に散布する方法で使用されていました。しかしながら、シックハウス症候群を引き起こす可能性があるため、居室を有する建築物ではクロルピリホス添加建築材料が使用できなくなりました。

ホルムアルデヒドは、接着剤、塗料、防腐剤などの成分であり、建築材料に広く用いられている有機化合物です。常温で気化しやすく、低濃度でも人体に悪影響を及ぼすことから、改正建築基準法では、居室と居室に通気路を通してつながっている廊下やその他の場所でホルムアルデヒド発散建築材料を使用することを制限しています((資)表-3)。制限を受ける箇所は、壁、床、天井だけでなく、扉や建具等の内装も含まれます。

またこの法律では、換気設備の設置についても規定しています。但し、一定基準以上の床面積を持ち、中央管理方式の空気調和設備を設けている建築物や、一年を通じて居室内のホルムアルデヒド濃度が $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下に保たれると認められる居室は、この規定は適用されません。

建築基準法に基づくシックハウス対策に係わる規制は平成15(2003)年7月1日以降に着工された建築物に適用され、それ以前に着工されたものには適用されていません。

(資)表-3 ホルムアルデヒド発散建築材料に関する規制

(ホルムアルデヒド発散建築材料を使用した際に、確保されるべき床面積の算出に用いる乗数^a)

		第一種 (0.12mg/時を 超える) ^b	第二種 (0.02-0.12mg/時) ^b	第三種 (0.005-0.02mg/時) ^b
住居等の居室 ^c	換気回数が0.7/時以上の機械換気あるいは同等の換気が確保されている居室		1.2	0.2
	その他の居室		2.8	0.5
住居等の居室以外の居室	換気回数が0.7/時以上の機械換気あるいは同等の換気が確保されている居室	使用できない	0.88	0.15
	換気回数が0.5/時以上0.7/時未満の機械換気あるいは同等の換気が確保されている居室		1.4	0.25
	その他の居室		3.0	0.5

a. 居室において該当する建築材料を使用する際には、内装の仕上げの部分の表面積に各数値を乗じた値以上の床面積を確保する

b. 夏季における、建築材料の表面積1m²あたりのホルムアルデヒド発散量

c. 住宅の居室、下宿の宿泊室、寄宿舍の寝室、家具等の店舗売り場

資料4 建築物衛生法

生活や活動の場である建築物は、健康で衛生的な環境が確保されなければなりません。そこで、1970年（昭和45年）に「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）」が制定されました。1970年に法律が制定された当時は、浮遊粉じん量、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、温度、湿度、気流に関する空気環境の維持管理基準が規定され、2ヶ月以内に定期的にこれらの項目の測定が規定されました。その後、2003年（平成15年）に、シックハウス対策を盛り込んだ改正が施行され、建築物の建築、大規模修繕、大規模な模様替えを行った際のホルムアルデヒド濃度の測定が義務付けられました（(資)表－4）。

(資)表－4 建築物衛生法における空気環境の維持管理基準

項目	基準
浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下
一酸化炭素の含有率	10 ppm（厚生労働省令で定める特別の事情がある建築物にあっては、厚生労働省令で定める数値）以下
二酸化炭素の含有率	1000 ppm 以下
温度	17℃以上 28℃以下 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと
相対湿度	40%以上 70%以下
気流	0.5 m/秒以下
ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ (0.08 ppm)以下

資料5 その他のガイドライン

厚生労働省の室内濃度指針値は住宅に限らず、オフィス、学校や公共施設等の建築物全てにおいて、その室内空気中の化学物質濃度が指針値以下であることがより望ましいという目安であるのに対して、各省庁が関連の法規制、基準値および業界団体が独自に自主基準を設けています。

a 文部科学省によるガイドライン

文部科学省は学校環境を衛生的に維持するためのガイドラインである「学校環境衛生の基準」を改訂し、ホルムアルデヒド、トルエンについて測定を実施し、必要な場合にはキシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンの測定の実施を定めています（(資)表－5）。

(資)表－5 学校保健安全法における学校環境衛生の基準

定期検査項目		基準値
温度		望ましい：冬季 10℃以上、夏期 30℃以下 最も望ましい：冬季 18～20℃、夏期 25～28℃
相対湿度		30～80%が望ましい
熱輻射		黒球／乾球の温度差 5℃未満が望ましい
二酸化炭素		1500 ppm 以下が望ましい
一酸化炭素		10 ppm 以下が望ましい
二酸化窒素		0.06 ppm 以下が望ましい
気流		0.5 m／秒以下が望ましい
浮遊粉じん		0.1 mg／m ³ 以下が望ましい
落下細菌		平均 10 コロニー／教室以下が望ましい
ダニまたはアレルゲン（夏期が望ましい）		ダニ数は 100 匹／m ² 以下、またはこれと同等のアレルゲン量以下
ホルムアルデヒド（夏期が望ましい）		100 µg／m ³ 以下であること
トルエン		260 µg／m ³ 以下であること
キシレン（必要時）		870 µg／m ³ 以下であること
パラジクロロベンゼン（必要時）		240 µg／m ³ 以下であること
エチルベンゼン（必要時）		3800 µg／m ³ 以下であること
スチレン（必要時）		220 µg／m ³ 以下であること
換気回数	幼稚園、小学校	2.2 回／hr 以上
※40 人在室 180m ³ の教室	中学校	3.2 回／hr 以上
	高等学校	4.4 回／hr 以上

b 建材に関するガイドライン

改正建築基準法によりホルムアルデヒドに関して使用制限される建材は、木質建材(合板、木質フローリング、パーティクルボード、MDF など)、壁紙、断熱材、塗料、仕上塗材などで、(資)表-6に示すようにホルムアルデヒドの発散速度により JIS または JAS の規格等級が表示されています(JIS、JAS 以外では国土交通大臣認定による等級もあります)。

その他、財団や業界団体が建材に対して自主基準を設けており、基準に合致した製品の認定を行っています。主なものは以下のとおりです。

①新建築技術認定((財)日本建築センター)：ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン等、室内空気汚染物質を低減させる建材と認められる製品に対して認定

②エコマーク((財)日本環境協会)：木材ボード、廃材製品、再生材料製品について、ホルムアルデヒドの放出量の他、防蟻剤の使用禁止等の基準を満たしたものを認定

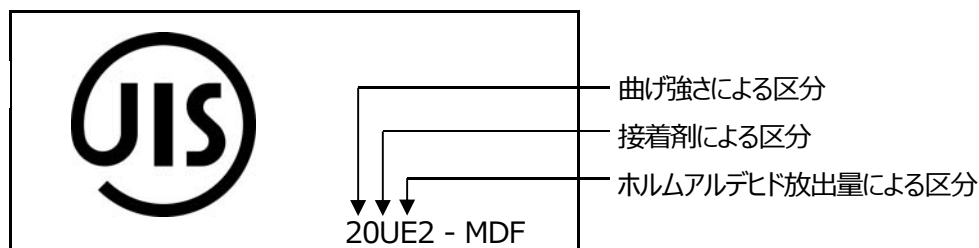
③SM(日本壁装協会)：壁紙、カーテン、カーペット、塗料、接着剤について、ホルムアルデヒド、TVOC、塩化ビニルモノマー、重金属が自主基準を満たしたものを認定

(資)表－6 日本農林規格 (JAS)

表示区分	ホルムアルデヒド放散量			
	普通合板、構造用合板等		修正材、構造用修正材	
	平均値	最大値	平均値	最大値
F _{C0}	0.5 mg/ℓ 以下	0.7 mg/ℓ 以下	0.5 mg/ℓ 以下	0.7 mg/ℓ 以下
F _{C1}	1.5 mg/ℓ 以下	2.1 mg/ℓ 以下	1.5 mg/ℓ 以下	2.1 mg/ℓ 以下
F _{C2}	5.0 mg/ℓ 以下	7.0 mg/ℓ 以下	3.0 mg/ℓ 以下	4.2 mg/ℓ 以下

(資)表－7 日本工業規格 (JIS)

MDF とパーティクルボード	
表示区分	ホルムアルデヒド放出量
E ₀	0.5 mg/ℓ 以下
E ₁	1.5 mg/ℓ 以下
E ₂	5.0 mg/ℓ 以下



(資) 図-1 JIS に基づく表示の例

(資) 表－8 内装仕上げの使用制限

建築材料の区分	ホルムアルデヒド の発散	JIS, JAS などの表示記号	内装仕上げ の制限
建築基準法の規制対象外	少ない ↑ ↓ 多い	F☆☆☆☆	制限なしに使える
第3種ホルムアルデヒド発散建築材料		F☆☆☆	床面積の2倍以内
第2種ホルムアルデヒド発散建築材料		F☆☆	床面積の約0.3倍以内
第1種ホルムアルデヒド発散建築材料		旧 E ₂ , F _{C2} または表示なし	使用禁止

詳細はシックハウス対策に係る技術的基準(政令・告示)について

www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.files/setumeishiryoku.pdf を参照してください。

資料6 地方衛生研究所一覧

注)実際の室内空気質(化学物質、真菌、ダニなど)測定実施状況に関しては、直接各機関にお問い合わせ下さい。

(地方衛生研究所全国協議会名簿より 2017年1月現在)

支部	機関名称	〒	住所	電話番号	FAX
北海道・東北・新潟地区	北海道立衛生研究所	060-0819	札幌市北区北19条西12丁目	011-747-2718	011-736-9476
	札幌市衛生研究所	003-8505	札幌市白石区菊水9条1丁目5番22号	011-841-2341	011-841-7073
	函館市衛生試験所	040-0001	函館市五稜郭町23-1	0138-32-1540	0138-32-1505
	青森県環境保健センター	030-8566	青森市東造道1丁目1番1号	017-736-5411	017-736-5419
	秋田県健康環境センター	010-0874	秋田市千秋久保田町6番6号	018-832-5005	018-832-5938
	岩手県環境保健研究センター	020-0857	盛岡市北飯岡一丁目11番16号	019-656-5666	019-656-5667
	宮城県保健環境センター	983-0836	仙台市宮城野区幸町四丁目7-2	022-352-3862	022-352-3866
	仙台市衛生研究所	984-0002	仙台市若林区卸町東2丁目5番10号	022-236-7722	022-236-8601
	山形県衛生研究所	990-0031	山形市十日町1丁目6番6号	023-627-1108	023-641-7486
	福島県衛生研究所	960-8560	福島市方木田字水戸内16番6号	024-546-2837	024-546-8364
	新潟県保健環境科学研究所	950-2144	新潟市西区曾和314番1号	025-263-9411	025-263-9410
	新潟市衛生環境研究所	950-2023	新潟市西区小新2151-1	025-231-1231	025-230-5818
関東・甲信・静地区	茨城県衛生研究所	310-0852	水戸市笠原町993番2号	029-241-6652	029-243-9550
	栃木県保健環境センター	329-1196	宇都宮市下岡本町2145番13号	028-673-9070	028-673-9071
	宇都宮市衛生環境試験所	321-0974	宇都宮市竹林町972番地	028-626-1119	028-626-1121
	群馬県衛生環境研究所	371-0052	前橋市上沖町378番地	027-232-4881	027-234-8438
	埼玉県衛生研究所	355-0133	比企郡吉見町江和井410-1	0493-59-9284	0493-59-8143
	さいたま市健康科学研究センター	338-0013	さいたま市中央区鈴谷7丁目5番12号	048-840-2250	048-840-2267
	千葉県衛生研究所	260-8715	千葉市中央区仁戸名町666番2号	043-266-6723	043-265-5544
	千葉市環境保健研究所	261-0001	千葉市美浜区幸町1丁目3番9号	043-238-1900	043-238-1901

関東・甲・信・静地区	東京都健康安全研究センター	169-0073	新宿区百人町3丁目24番1号	03-3363-3231	03-5386-7427
	世田谷区衛生検査センター	154-0017	世田谷区世田谷1-11-18	03-3706-5211	03-3706-6656
	杉並区衛生試験所	168-0072	杉並区高井戸東3丁目20番3号	03-3334-6400	03-3334-6232
	足立区衛生試験所	120-0011	足立区中央本町一丁目5番3号	03-3880-5370	03-3880-5371
	江戸川区保健衛生研究センター	133-0052	江戸川区東小岩3-23-3	03-3658-3177	03-3671-5798
	神奈川県衛生研究所	253-0087	茅ヶ崎市下町屋1-3-1	0467-83-4400	0467-89-5211
	横浜市衛生研究所	235-0012	横浜市金沢区富岡東二丁目7番1号	045-370-8460	045-370-8462
	川崎市健康安全研究所	210-0821	川崎市川崎区殿町3-25-13	044-276-8250	044-288-2044
	相模原市衛生研究所	252-0236	相模原市中央区富士見1丁目3番41号	042-769-8348	042-750-4664
	横須賀市健康安全科学センター	238-0006	横須賀市日の出町2丁目14番地	046-822-4057	046-822-5540
	山梨県衛生環境研究所	400-0027	甲府市富士見1丁目7番31号	055-253-6721	055-253-5637
	長野県環境保全研究所	380-0944	長野市大字安茂里字米村1978番地	026-227-0354	026-224-3415
	長野市環境衛生試験所	380-0928	長野市若里6-6-1	026-226-9980	026-226-9983
	静岡県環境衛生科学研究所	420-8637	静岡市葵区北安東4丁目27番2号	054-245-7655	054-245-7636
	静岡市環境保健研究所	422-8072	静岡市駿河区小黒1丁目4番7号	054-285-2131	054-283-3119
	浜松市保健環境研究所	435-8642	浜松市東区上西町939-2	053-411-1311	053-411-1313
東海・北陸地区	富山県衛生研究所	939-0363	射水市中太閤山17丁目1番	0766-56-5506	0766-56-7326
	石川県保健環境センター	920-1154	金沢市太陽が丘1丁目11番地	076-229-2011	076-229-1688
	福井県衛生環境研究センター	910-8551	福井市原目町39番4号	0776-54-5630	0776-54-7667
	愛知県衛生研究所	462-8576	名古屋市北区辻町字流7番6号	052-910-5619	052-913-3641
	名古屋市衛生研究所	467-8615	名古屋市瑞穂区萩山町1丁目11番地	052-841-1511	052-841-1514
	岐阜県保健環境研究所	504-0838	各務原市那加不動丘1-1	058-380-2100	058-371-5016
	岐阜市衛生試験所	502-8585	岐阜市三田洞東5-6-1	058-236-1050	058-237-2351
	三重県保健環境研究所	512-1211	四日市市桜町3684-11	059-329-3800	059-329-3004

近畿地区	滋賀県衛生科学センター	520-0834	大津市御殿浜 1 3 番 4 5 号	077-537-3050	077-537-5548
	京都府保健環境研究所	612-8369	京都市伏見区村上町 3 9 5 番地	075-621-4067	075-612-3357
	京都市衛生環境研究所	604-8845	京都市中京区壬生東高田町 1 番地 2 0	075-312-4941	075-311-3232
	大阪府立公衆衛生研究所	537-0025	大阪市東成区中道 1 丁目 3 番 6 9 号	06-6972-1321	06-6972-2393
	大阪市立環境科学研究所	543-0026	大阪市天王寺区東上町 8 番 34 号	06-6771-3043	06-6772-0676
	堺市衛生研究所	590-0953	堺市堺区甲斐町東 3 丁目 2 番 8 号	072-238-1848	072-227-9991
	東大阪市環境衛生検査センター	578-0947	東大阪市西岩田 3 - 3 - 2	06-6787-5021	06-6787-7404
	兵庫県立健康生活科学研究所健康科学研究センター	652-0032	神戸市兵庫区荒田町 2 丁目 1 番 2 9 号	078-511-6640	078-531-7080
	神戸市環境保健研究所	650-0046	神戸市中央区港島中町 4 丁目 6 番地	078-302-6197	078-302-0894
	姫路市環境衛生研究所	670-8530	姫路市坂田町 3 番地	079-289-1855	079-289-1899
	尼崎市立衛生研究所	661-0012	尼崎市南塚口町 4 丁目 4 番 8 号	06-6426-6355	06-6428-2566
	奈良県保健研究センター	633-0062	桜井市粟殿 1 0 0 0 番地	0744-47-3160	0744-47-3161
	和歌山県環境衛生研究センター	640-8272	和歌山市砂山南 3 丁目 3 番 4 5 号	073-423-9570	073-423-8798
中国・四国地区	和歌山市衛生研究所	640-8422	和歌山市松江東 3 丁目 2 番 6 7 号	073-453-0055	073-454-7831
	鳥取県衛生環境研究所	682-0704	東伯郡湯梨浜町南谷 5 2 6 - 1	0858-35-5411	0858-35-5413
	島根県保健環境科学研究所	690-0122	松江市西浜佐陀町 5 8 2 番地 1 号	0852-36-8181	0852-36-8171
	岡山県環境保健センター	701-0298	岡山市南区内尾 7 3 9 号 1 番	086-298-2682	086-298-2088
	岡山市保健所衛生検査センター	700-8546	岡山市北区鹿田町一丁目 1 番 1 号	086-803-1268	086-803-1268
	広島県立総合技術研究所保健環境センター	734-0007	広島市南区皆実町 1 丁目 6 番 2 9 号	082-255-7131	082-252-8642
	広島市衛生研究所	733-8650	広島市西区商工センター 4 丁目 1 番 2 号	082-277-6575	082-277-0410
	山口県環境保健センター	753-0821	山口市葵 2 丁目 5 番 6 7 号	083-922-7630	083-922-7632
	香川県環境保健研究センター	760-0065	高松市朝日町 5 丁目 3 番 1 0 5 号	087-825-0400	087-825-0408
	徳島県立保健製薬環境センター	770-0855	徳島市新蔵町 3 丁目 8 0	088-625-7751	088-625-1732
	愛媛県立衛生環境研究所	790-0003	松山市三番町 8 丁目 2 3 4 番地	089-931-8757	089-947-1262
	高知県衛生研究所	780-0850	高知市丸の内 2 丁目 4 番 1 号	088-821-4960	088-872-6324

九州地区	福岡県保健環境研究所	818-0135	太宰府市大字向佐野3 9	092-921-9941	092-928-1203
	福岡市保健環境研究所	810-0065	福岡市中央区地行浜2丁目1番3 4号	092-831-0660	092-831-0726
	北九州市環境科学研究所	804-0082	北九州市戸畑区新池1丁目2番1号	093-882-0333	093-871-2535
	佐賀県衛生薬業センター	849-0925	佐賀市八丁畷町1番2 0号	0952-30-5009	0952-30-5033
	長崎県環境保健研究センター	856-0026	大村市池田 2 丁目1306 番地 11	0957-48-7560	0957-48-7570
	長崎市保健環境試験所	852-8104	長崎市茂里町2番3 4号	095-846-3163	095-846-4103
	大分県衛生環境研究センター	870-1117	大分市高江西2丁目8番	097-554-8980	097-554-8987
	熊本県保健環境科学研究所	869-0425	宇土市栗崎町1 2 4 0-1	0964-23-5771	0964-23-5260
	熊本市環境総合センター	862-0946	熊本市東区画図町所島4 0 4番地1	096-379-2511	096-379-7783
	宮崎県衛生環境研究所	889-2155	宮崎市学園木花台西2丁目3番2号	0985-58-1410	0985-58-0930
	鹿児島県環境保健センター (1)	892-0836	鹿児島市錦江町1 1 - 4 0	099-224-2612	099-224-2614
	鹿児島県環境保健センター (2)	892-0835	鹿児島市城南町18 番地	099-225-5131	099-225-5140
	沖縄県衛生環境研究所	901-1202	南城市大里字大里2 0 8 5番地	098-945-0781	098-945-9366

※ 鹿児島県環境保健センター(1)：微生物・食品薬事
 鹿児島県環境保健センター(2)：庶務・環境保健・大気・水質・放射線

シックハウスについての最新動向や、その他の計測サービス機関などの情報は、以下のサイトからも閲覧できます。

<http://www.sumai-info.jp/sick/index.html>