

201429021A

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

平成26年度 総括・分担研究報告書

## 研究代表者

北海道大学環境健康科学研究教育センター

岸 玲子

## 研究分担者

近畿大学医学部環境医学・行動科学教室

東 賢一

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

旭川医科大学医学部健康科学講座

西條 泰明

産業医科大学産業生態科学研究所

大和 浩

東北大学大学院工学研究科

吉野 博

国立保健医療科学院生活環境研究部

大澤 元毅

愛知医科大学医学部衛生学講座

柴田 英治

北海学園大学経営学部経営情報学科

増地あゆみ

北海道大学環境健康科学研究教育センター

荒木 敦子

## 研究協力者

福島県立医科大学

田中 正敏

平成27（2015）年3月

# 目 次

I. はじめに	1
II. 総括研究報告書 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 （岸 玲子ほか）	3
III. 分担研究報告書	
1. シックハウス症候群の症状別のリスク要因 （岸 玲子、荒木 敦子、西条 泰明、柴田 英治、河合 俊夫、田中 正敏）	19
2. 学童のアレルギーと自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具）との関連について再解析 （岸 玲子、荒木 敦子）	39
3. 室内環境規制、化学物質過敏症の疾患概念およびシックビルディング症候群の 課題に関する調査 （東 賢一）	51
4. VOC、MVOC、SVOC 分析法、代謝物を用いた生物学的モニタリング方法の 評価に関する研究 （河合 俊夫）	73
5. シックハウス症候群における生物学的要因の評価 （西条 泰明）	87
6. 微小粒子状物質（PM2.5）、総揮発性有機化合物（TVOC）を指標とした 室内の受動喫煙曝露 （大和 浩）	97
7. 震災関連住宅の室内空気環境問題 （吉野 博）	109
8. 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生に関する研究 （大澤 元毅）	113
9. 仮設住宅の居住環境に関する研究 （田中 正敏）	119
10. 2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染と健康影響に関する文献的考察 （柴田 英治）	131
11. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションに関する研究動向調査 （増地 あゆみ）	143

## はじめに

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「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」の平成 26 年度総括研究報告書を取りまとめました。

我が国ではシックハウス症候群（SHS）は、従来は建材等の化学物質が主たる問題として取り上げられ、ホルムアルデヒドなど 13 化学物質については厚生労働省や国土交通省による対策がなされました。しかし、室内空気質の問題は化学物質には留まりません。私どもは、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。この度、平成 20 年以降に新しく論文になった多くの最新知見を加え、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室内空気質およびシックハウス症候群に関する「新相談マニュアル（改訂版）」を作成することになりました。新相談マニュアルは保健所職員、地域・職域・学校の保健担当者、あるいは個人、一般医師、住宅産業関係者の方々に利用いただく事により、我が国のシックハウス症候群の予防や室内空気質対策に役立てることを目的としています。

本研究班は、研究体制として公衆衛生学、環境疫学、衛生学、産業医学に加えて、建築家やリスク心理学の専門家からなっております。平成 26 年度は、新マニュアルに追加する項目として、主に以下に示すこれまでの知見の整理と情報収集を行いました。

1. 研究代表者ら旧厚生労働科学研究班が実施した全国規模の疫学研究から得られたデータの整理と再解析。特に、症状別のリスク要因、換気や暖房排気と SHS やアレルギーへの影響
2. 諸外国の室内環境規制や SHS 研究の世界的な動向
3. 化学物質のリスク評価と SHS 対策の新しい考え方
4. 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生
5. 震災関連住宅における室内空気質環境問題と対策
6. タバコ煙による室内空気質汚染
7. 化学物質や SHS に関するリスクコミュニケーションの考え方

本研究の成果が、人々の健康な生活環境の確保に役立てば幸いです。

研究代表者 岸 玲子

平成 27 年 3 月

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 北海道大学・環境健康科学研究教育センター 特任教授

**研究要旨**

研究代表者らは平成 12-22 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した。平成 19 年には保健所などで一般市民への相談や対応等に用いるための「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」を作成した。このマニュアルは全 110 ページで、平成 19 年当時の知見は最大限網羅されていたが、平成 20 年以降今日まで、さらに数多くの重要な知見を得ている。そこで、本研究班では、これまでの公衆衛生、環境衛生、環境疫学の専門家に、新たに建築学、建築衛生、リスク・コミュニケーションの専門家等も加え、日本発の最新の知見や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および室内空気質に関する新相談マニュアルに改訂する。

平成 26 年度は、改訂作業として、国内外の室内空気質に関連する研究成果に基づく知見、リスク要因としてのエビデンスに関する包括的なレビュー等を行い、「新相談マニュアル（改訂版）」に追加すべき課題について検討した。次頁に示す通り、「新相談マニュアル（改訂版）」の構成案を作成した。

以下、「新相談マニュアル（改訂版）」構成案の順番に沿って各分担研究として実施した項目を示す。

- 1) 過去に実施した全国規模の疫学研究により得られた知見の整理
- 2) 室内環境規制、化学物質過敏症の疾患概念、およびシックビルディング症候群の課題に関する調査
- 3) VOC、MVOC、SVOC 分析法・代謝物を用いた生物学的モニタリング方法の評価に関する研究
- 4) シックハウス症候群における生物学的要因の評価
- 5) 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）、総揮発性有機化合物（TVOC）を指標とした室内の受動喫煙曝露
- 6) 震災関連住宅の室内空気環境問題
- 7) 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生に関する研究
- 8) 仮設住宅の居住環境に関する研究
- 9) 2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染と健康影響に関する文献的考察
- 10) 室内空気質汚染のリスクコミュニケーションに関する研究動向調査

平成 27 年度は、これらの成果をマニュアルとして執筆する。また、引き続きデータの再解析と情報収集を継続、国立保健医療科学院や医薬品食品衛生研究所などが実施した調査結果も加え、従来のマニュアルが主な対象層としていた保健所等の相談窓口担当者や一般市民に加え、地域・職域・学校の保健担当者、さらに建築関係者にも有益な情報として科学的な根拠のある提案と対策を示し、改訂版を完成させる。

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
総括研究報告書

「新相談マニュアル（改訂版）」構成案

as of 2015/1/27					
新マニュアル(仮題)の目次案					
	執筆担当案		執筆担当案		
はじめに	岸・荒木	2. 室内環境汚染と対策	吉野・大澤		
本書の内容早わかり(仮名)	岸・荒木	(1) 汚染の少ない建物とは	吉野・大澤		
第Ⅰ部 序論	岸・荒木	①(天井・内装。床等の)内装	吉野・大澤		
		②(天井裏等の)構造	吉野・大澤		
第1章 室内空気質の重要性		(2) 換気的重要性	吉野・大澤		
1. 室内空気質の健康における重要性	岸・荒木	①気密性	吉野・大澤		
2. 建築家からみた快適な室内空間とは(仮)	吉野	②換気・空調設備	吉野・大澤		
第2章 本書の活用方法と相談フローチャート		③自然換気設計	吉野・大澤		
		(3) 湿度環境(ダンプネス)への対応	吉野・大澤		
1. 活用方法	岸・荒木	①適切な湿度調整	吉野・大澤		
2. 相談フローチャート	岸・荒木	②結露対策	吉野・大澤		
第Ⅱ部 室内空気質による健康影響		③浸水被害への対応	大澤		
		(4)居住改善	吉野・大澤		
第3章 疾病概念・自覚症状・疫学・世界の動向		①清掃	吉野・大澤		
1. シックビルディング症候群・シックハウス症候群とは	岸・荒木	②保守管理	吉野・大澤		
2. シックハウス症候群の現状	岸・荒木	第Ⅲ部 シックビル症候群・シックハウス症候群の予防	第6章 用途・構造種別に応じた課題		
3. 概念と症状の特徴	岸・荒木			1. 一般個人住宅(戸建および集合住宅)	岸・荒木
4. 有病率・有訴率の推定	岸・荒木			2. 特別養護施設など高齢者の住環境の課題	大澤
5. 日本における室内環境規制	東			3. 学校の課題	柴田
6. 世界の規制の動向	東			4. 職場・オフィスビル、公共ビルの課題	東
第4章 いわゆる「化学物質過敏症」				5. 「仮設住宅」の環境と健康問題	吉野・田中
1. 疾病概念と世界の動向	東	第7章 居住者の年齢や季節に応じた予防	第7章 居住者の年齢や季節に応じた予防		
2. 化学物質過敏症と受動喫煙	大和			1. 乳幼児など子どもと室内環境をめぐる課題	岸・荒木
第5章 室内空気質に関する要因とその対策		2. 高齢者と室内環境	西條		
		1. 主要な室内環境汚染物質			
(1) 有機化合物	河合	3. アレルギーなどを有する人への注意	西條		
① 主な発生源	河合	4. 室内における熱中症	田中		
1) 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素	河合	5. 室内温度差	田中		
2) ホルムアルデヒド	河合	第8章 症状の出た住宅や職場などへの支援	第8章 症状の出た住宅や職場などへの支援		
3) VOC	河合			1. 症状の出た住宅、職場、学校などへの支援	柴田
4) SVOC	河合	2. 住宅や職場で発生した場合の相談機関	柴田		
5) MVOC	河合	3. 医療機関の役割	柴田		
② 化学物質の測定	河合	4. メンタル面のサポート	柴田		
1) 環境中濃度	河合	第9章 室内空気質汚染のリスクコミュニケーション	第9章 室内空気質汚染のリスクコミュニケーション		
(ア) ホルムアルデヒド	河合			第10章 市民や患者さんからの相談への対応	第10章 市民や患者さんからの相談への対応
(イ) VOC	河合	1. 相談を受ける際に留意すること	柴田		
(ウ) SVOC(気中およびダスト)	河合	2. 相談チェックシート	柴田		
(エ) MVOC	河合	3. 保健医療従事者から市民へのアドバイス	柴田		
2) 個人曝露量(濃度)	河合	4. 建築・工業会側から市民へのアドバイス	大澤		
(オ) 個人サンプラー	河合	第11章 シックハウス症候群の予防による費用対効果	第11章 シックハウス症候群の予防による費用対効果		
(カ) 尿中代謝物をもちいた生物学的モニタリング	河合			第12章 内容別相談と回答例【Q & A】	第12章 内容別相談と回答例【Q & A】
(キ) ダスト中濃度と尿中代謝物濃度の相関	岸・荒木		全員		
(2) 生物学的要因	西條	参考資料	参考資料		
① 真菌	西條			巻末資料	巻末資料
1) 室内環境中の真菌	西條	資料1 地方衛生研究所一覽	岸・荒木・東 岸・荒木		
2) 真菌評価方法	西條	資料2 都道府県建築協会			
② 細菌	西條	資料3 相談窓口			
1) 室内環境中の真菌	西條	他追加			
2) 細菌評価方法	西條	索引	全員		
② ダニアレルゲン、他	西條	本マニュアルの執筆者・執筆協力者(章ごとに記載)			
1) 室内環境中のダニアレルゲン、他	西條				
2) ダニアレルゲン他の評価方法	西條				
(3) 喫煙・受動喫煙による汚染	大和				
(4) 開放型燃焼器具 による汚染	大和				
(5) 粉じん(PM2.5など)	大和				
(6) 大気汚染による室内汚染(SOx, NOx, 黄砂など)	大和				

## 【研究分担者】

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
西條 泰明	旭川医科大学医学部・健康科学講座地域保健疫学分野
大和 浩	産業医科大学・産業生態科学研究所
吉野 博	東北大学大学院工学研究科
大澤 元毅	国立保健医療科学院
柴田 英治	愛知医科大学医学部・衛生学講座
増地 あゆみ	北海学園大学経営学部
荒木 敦子	北海道大学環境健康科学研究教育センター

## 【研究協力者】

田中 正敏	福島県立医科大学
森本 兼曩	大阪大学大学院
中山 邦夫	大阪大学大学院
滝川 智子	岡山大学大学院
吉村 健清	福岡県保健環境研究所
力 寿雄	福岡県保健環境研究所
酒井 潔	名古屋市衛生研究所
上島 道浩	名古屋市立大学大学院
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
湊屋 街子	北海道大学・環境健康科学研究教育センター
金澤 文子	北海道大学・環境健康科学研究教育センター
叢 石	北海道大学大学院医学研究科
鶴川 重和	北海道大学大学院医学研究科

## A. 研究目的

シックハウス症候群（SHS）は、日本では従来は建材等の化学物質が主たる問題として取り上げられた。ホルムアルデヒドなど13化学物質については厚生労働省による室内濃度指針値が示され、一定の対策がなされたが、室内空気質の問題は化学物質に留まらない。そこで研究代表者らは、平成12-22年度、

厚生労働科学研究「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大規模疫学研究」を実施し、化学物質のみならず微生物やダニアレルゲン等の生物学的要因やダンプネスも含めて室内環境要因と、シックハウス症候群に関する全国規模の疫学研究を実施した。平成19年度に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」を作成した。本研究では、平成20年以降今日までに得た、さらに数多くの重要な知見を追加、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室内空気質およびシックハウス症候群に関する「新相談マニュアル（改訂版）」を作成する。研究体制としてこれまでの公衆衛生学、環境疫学、衛生学、産業医学に、建築家やリスク心理学の専門家を加え、建築環境による室内環境汚染や、シックハウス症候群に関するリスクコミュニケーションの考え方にも言及する。保健所職員、地域・職域・学校の保健担当者、あるいは個人、一般医師、住宅産業関係者の利用により、シックハウス症候群の予防や室内空気質対策に役立てることを目的とする。

## B. 研究方法

## 1. 過去の全国規模の疫学研究により得られた知見の整理

新マニュアルに主に追加する項目として、これまでの知見の整理と情報収集を行う。具体的には、研究代表者ら旧厚生労働研究班で実施した2つの疫学研究：①全国6地域で、新築戸建て住宅6080軒と継続する3年間の自宅環境調査（425軒とその全居住者1479人）、②全国5地域の国公立小学校22校で調査票調査（10871人）と学童の自宅環境調査（178軒）から得られたデータを整理し、平成20年以降の科学的知見として、以下を新マニュアルに追加する。

- 1) シックハウス症候群の症状別のリスク要因

平成 16 年に、札幌、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州の全国 6 地域で実施した、室内環境調査 425 軒とその全居住者 1479 人のデータを用いる。シックハウス症候群（以下 SHS）は、Andersson[1]によるシックビル質問票日本語版に合わせて、12 項目のうちのうちいずれか 1 つ以上の項目が「よくあった」、あるいは「ときどき」、かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合を「SHS いずれか症状あり（any）」と定義する。加えて、鼻、喉・呼吸器、眼、皮膚、精神神経の 5 症状を定義する。室内環境は、気中アルデヒド類・VOC 類、室内空気中真菌、ダスト中ダニアレルゲン量が測定されている。測定した化学物質 29 化合物のうち、症状との関連の解析には検出率が 50%以上の物質を用いた。真菌量については、*Cladosporium* 属と *Cladosporium* 属以外の属の和を変数として用いた。

## 2) 学童のアレルギーと自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具）との関連について再解析

平成 20 年度に、札幌市の公立小学校に通う学童を対象とし、健康（SHS やアレルギー）と自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具と排気、他）に関する調査を行なった。本報告では学童のアレルギーと自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具）について、データを再解析した結果を示す。

札幌市公立小学校 12 校の全校生徒 6393 人に平成 20 年 12 月から平成 21 年 1 月に質問紙調査票を配付した。回収した調査票 4445（回収率 69.5%）のうち、アレルギーに未記入を除く 4020 人を解析対象とする。

その他、ダンプネスの問題、ヒトでの室内アルデヒド濃度と SHS への影響、半揮発性有機化合物（SVOC）・微生物由来有機化合物（MVOC）の曝露実態と SHS やアレルギーとの関連について新マニュアルに追加する。

## 2. 室内環境規制、化学物質過敏症の疾患概念およびシックビルディング症候群の課題に関する調査

### 1) 室内環境規制に関する国内外の動向

「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」以降に蓄積された科学的知見や国内外の動向を国際機関や国内外の室内環境規制に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースを用い体系的にレビューし、新マニュアル（改訂版）に追加すべき項目を整理する。室内環境規制に対する取り組みでは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれており、世界保健機関、ドイツ、フランス、カナダ、日本の状況を取りまとめる。

### 2) 化学物質過敏症の疾患概念

医学論文検索サイトの PubMed で「chemical sensitivity」の用語で論文検索を実施し、近年報告されている化学物質過敏症に関連する研究をレビューする。

### 3) シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題

本研究者は、平成 21 年度から平成 22 年度までの厚生労働科学研究「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究」、平成 23 年度から平成 25 年度までの厚生労働科学研究「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」を通じて、建築物環境衛生管理における課題の調査、シックビルディング症候群に関する疫学調査を実施してきた。そこで、これらの研究で得られた課題を整理し、新マニュアルに反映する。

## 3. VOC、MVOC、SVOC の分析法、代謝物を用いた生物学的モニタリング方法の評価に関する研究

以下の研究資料を用いて、過去の知見の整理と再解析を行った。

1) シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会の報告書、2) 厚生労働科学研究「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」研究報

告書より、2005 と 2006 年度に札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州地区で調査測定された寝室と居間の室内濃度データの再解析を行った。またこの調査で開発した超軽量、小型の個人用サンプラーの有用性と測定事例を示す。

3) 「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」報告書より可塑剤・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検討を行う。

#### 4. シックハウス症候群における生物学的要因の評価

シックハウス症候群における生物学的要因について近年のエビデンスをまとめ、今後のシックハウス対策の資料となることを目的としている。PubMed を用い、住居、学校等の特殊な職業曝露のない通常環境における生物学的要因の曝露評価とアウトカム評価が行われているものについて 2005/1/1-2014/11/25 に出版された論文のサーチを行う。

#### 5. 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>)、総揮発性有機化合物 (TVOC) を指標とした室内の受動喫煙曝露

受動喫煙はシックハウス症候群の一因と考えられているが、2009 年に出版された「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」には、屋内や建物周囲で喫煙がおこなわれた場合の受動喫煙（2次喫煙）の曝露指標に関する記載が十分には行われていない。本研究では、同居者が喫煙した場合に曝露される受動喫煙の曝露濃度、および、離れた場所であっても喫煙室を使用した場合でも、衣類から発生するガス状物質（残留タバコ成分、3次喫煙）による影響が発生しうることについて検討を行う。

#### 6. 震災関連住宅の室内空気環境問題

東日本大震災の後に建設された①仮設住宅、②津波で浸水した住宅、③災害公営住宅にお

ける空気環境について、主としてレビュー調査によって現状の問題点を明らかにする。

#### 7. 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生に関する研究

シックハウス症候群の建築学的要因は、シックハウス状況の発現から健康影響に至るまでの物理環境形成に深くかかわるが、その機序や工学的対応に関する知見蓄積は遅れている。近年の知見並びに動向の収集・整理を行い、効果的な相談や対策立案に役立つマニュアルコンテンツの整備を行う。具体的には、シックハウス問題を公衆衛生にかかわる課題として位置付けるため、近年のトラブル発生状況、相談事例の内容と推移などを整理するとともに、従来のマニュアルでやや手薄で具体性にかけていた結露対策、高齢者施設対応などの情報収集を開始し、ひな形を提示する。

#### 8. 仮設住宅の居住環境に関する研究

東日本大震災により岩手、宮城、福島県の沿岸部を中心に多くの被害が発生し、各地で多くの人々が避難を余儀なくされ、プレハブ仮設住宅が建設された。福島では地震、津波に加え、原発事故により、浜通り地域などの放射能高度汚染地域からの人々が仮設住宅などで生活している。福島県の浜通り地域で福島第一原発に近く、未だに帰還困難地域のある地域の仮設住宅の状況、特に温熱環境を中心に調査を行い仮設住宅の居住環境について調査研究を行う。

#### 9. 2-エチル-1-ヘキサノール(2E1H)による室内空気汚染と健康影響に関する文献的考察

PubMed、医学中央雑誌から 2E1H、室内空気汚染のキーワードによって検索し、得られた文献を調査、さらにそれらの引用文献からさらにいくつか 2E1H に関する文献を調査する。



## 10. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーション

対策マニュアル改訂版の「室内空気質汚染のリスクコミュニケーション」の執筆内容を検討するため、今年度は国内外の室内空気質汚染のリスクコミュニケーションならびに関連領域に関する研究の動向を調査する。

### （倫理面への配慮）

過去に実施した疫学研究は、すべて北海道大学並びに各大学の倫理委員会で承認され、インフォームドコンセントを得て実施した。データ解析は、すべて匿名化したデータを用いており、管理する個人情報、個人のデータは施錠された場所に保管され、担当者以外はアクセスできない。

## C. 研究結果

### 1. 2つの全国規模の疫学研究により得られた知見の整理

旧厚生労働研究班の2つの疫学研究の知見の整理および情報収集により得られた知見は以下の通りである：

1) シックハウス症候群の症状別のリスク要因  
本研究の対象住宅では、室内空気指針値を超える Formaldehyde 濃度が測定された住宅は 3.3%、Acetaldehyde は 22%、p-dichlorobenzene は 5.4% だったが、その他の Toluene、Ethyl benzene、Styrene、および Xylene は指針値超の住宅はなかった。SHS の症状別の要因として、これまでに報告されている SHS の要因をモデルに投入し、室内環境要因との関連を症状別に検討した結果、個人特徴としてアレルギー既往は SHS のリスク要因であった。また、ダンプネスがあることも共通の独立したリスク要因であった。化学物質の曝露は鼻、喉・呼吸器、および眼など粘膜への刺激を起こすことで、SHS 症状を起こす可能性が示唆された。また、ダニアレルゲンも鼻や眼の症状のリスクであった。一方、SHS 精神神経症状は主観的ストレスがあることがリスクを 3.7 倍に上げた。

2) 学童のアレルギーと自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具）との関連について再解析

対象者は女兒の方が若干多く 51.2%、学年は 652 人から 713 人でほぼ均一に分布していた。ISAAC の定義に基づくアレルギー有病は、喘息 15.5%、アレルギー性鼻結膜炎 17.8%、アトピー性皮膚炎 20.1% で、ISAAC 運営委員会 (1998) が報告した日本の有病率と同程度であった [2]。喘息は、「集合住宅に住んでいる（戸建て住宅と比較）」「築年数の増加」「5 年以内に自宅を改築した」「カーペットを敷き詰めた部屋がある」「ガス・石油等の暖房器具を室内で使用している」「室内で喫煙する人がいる」「室内でカビ臭がする」「5 年以内に自宅で水漏れがあった」「冬季に窓の結露がある」と回答した児童は、そうでない児童に比べ、有病率が有意に高かった (OR:1.10~2.34)。一方、居間または寝室で換気扇等の機械換気を使用していると回答した児童では、喘息有病率が有意に低かった (OR:0.76)。アレルギー性鼻結膜炎は、「(木造住宅と比較して) その他の構造」「5 年以内に自宅を改築した」と回答した児童は、そうでない児童に比べ、有病率が有意に高かった (それぞれ OR:1.24, 1.34)。アトピー性皮膚炎は、「屋外排気のない石油等の暖房器具(ポータブル石油ストーブ等)の使用」「室内に目に見えるカビの生育がある」「室内でカビ臭がする」「冬季に窓の結露がある」と回答した児童は、そうでない児童に比べ、有病率が有意に高かった (OR:1.22~1.56) [3]。

さらに、喘息症状のリスクは、電気の暖房器具を使用している場合と比較して、ガスや石油などの暖房器具で排気管（煙突）はあるが機械換気はない場合に 1.62 倍、排気管はないが機械換気はある場合は 1.77 倍、排気管も機械換気もない場合は 2.23 倍高くなった。またダンプネスがあってもなくても電気の暖房器具を使用している場合と比較して、排気管がない場合、機械換気がない場合には喘息のリスクを上げた [4]。

この他、旧厚生労働科学研究班が実施した

全国規模の疫学研究から得られた科学的知見として、以下の内容をマニュアルに追加する。

- 1) 住宅あたりの SHS の有訴率は 3.7%で、ダンプネスの項目が増えるとそのリスクは上がる[5]。
- 2) 室内環境要因としてホルムアルデヒド 13 化合物、VOC 類 29 化合物、半揮発性有機化合物 (SVOC)、微生物由来 MVOC の測定法、および日本の住宅における曝露実態を示す[6-10]。
- 3) 新築戸建て住宅でアルデヒド濃度が指針値を超過していた住宅は 3.5%だった。濃度が最も低い住宅の群に対し、濃度が高い群では SHS のリスクが上がり、量反応関係を示した。指針値は動物実験により定められた値であるが、本研究ではヒトでのリスク評価をしている[10]。
- 4) 最近世界的にも関心が高い SVOC のうち、フタル酸エステル類 DEHP やリン酸トリエステル類 TBOEP は日本で諸外国よりも室内ダスト中濃度が高い[6, 8, 11, 12]。
- 5) 連続する 3 年間でホルムアルデヒドやトルエン濃度は減少したが、リモネン濃度はむしろ増加し、化学物質によっては居住者の持込みにも注意が必要である点を啓発する[13]。

## 2. 室内環境規制、化学物質過敏症の疾患概念およびシックビルディング症候群の課題に関する調査

- 1) 室内環境規制に関する国内外の動向  
室内環境規制に対する取り組みでは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれており、世界保健機関、ドイツ、フランス、カナダ、日本の状況を取りまとめた。また、曝露経路が多経路であるフタル酸エステル類については、発生源対策として、室内用途製品の使用禁止をデンマークが進めたが、手続き上の問題やリスクに関する科学的根拠の不足等の指摘により撤回されている。今後、リスクに関する科学的知見の充実がなされれば、欧州連合で規制が強化される可能性が示唆さ

れている。

## 2) 化学物質過敏症の疾患概念

化学物質過敏症は、日本では 2009 年 10 月に傷病名マスター等に登録されたが、その病態を説明可能な検査所見や臨床所見に関する研究成果が乏しいことや、既存の精神疾患との類似性が指摘されていることが問題となっていた。

## 3) シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題

シックビルディング症候群 (SBS) については、近年、日本で実態調査がなされていた。1999 年頃より、温度、相対湿度、二酸化炭素について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合が上昇傾向にあることが明らかとなっている[14, 15]。また、全国規模のアンケート調査の結果などから、SBS の有症率は、1990 年代に調査された米国の大規模オフィスビルほどではないが、日本でも SBS の問題が少なからず残っており、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、居室の改装、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆されている。これらの不適合率の改善は、今後の課題の 1 つと考えられる。

## 3. VOC、MVOC、SVOC 分析法、代謝物を用いた生物学的モニタリング方法の評価に関する研究

札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の居間と寝室のアルデヒド類 15 種類の測定調査結果より、室内で検出された主なアルデヒド類はホルムアルデヒド、アセトン、アセトアルデヒドの 3 種類でその濃度も他の濃度に比べて高い値で、検出率も高かった。VOC32 物質で平均濃度が高い順から並べると、 $\alpha$ ピネン>パラジクロルベンゼン>リモネン>トルエン>n-デカン>エチルアセテート>n-ウンデカンであり、平均値が  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えていた。MVOC 8 種類の 208 室濃度の平均値はいずれも  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  未満であった。

個人曝露サンプラーとして大きさ 2.2 cm<sup>3</sup>、重さ 1.5g、定量下限値は 24 時間の捕集で 1ppb～47ppb まで測定可能を製作した。測定した 22 名の曝露濃度は住宅環境で測定した値よりも VOC は高い濃度の傾向を示し、ベンゼンは約 3 倍あった。アルデヒド類は室内濃度と変わらなかった。

尿中のフタル酸エステル類は分析によりすべてが無水フタル酸となることが明らかになり、この値はすべてのフタル酸エステル類の合計と関連する。最も低い DEHP の NOAEL を用いて無水フタル酸の生物学的曝露指標を計算すると 130 $\mu$ g/gCr となる。尿中 2-エチル-1-ヘキサノールは生物学的許容値として 0.08 $\mu$ g/mL となる。ベンゼンの曝露の最大値は 13.1 $\mu$ g/m<sup>3</sup> (4.1ppb) でありこの濃度に対応する t, t'-ムコン酸濃度は 60 $\mu$ g/L となった。

#### 4. シックハウス症候群における生物学的要因の評価

25 論文が該当した。真菌については 14 論文が該当した。真菌をエアースンプラーで集め、直接 spore を顕微鏡で観察するもの 3 論文 [16-18]あり、Total では逆に有意にリスク低下となるものや、有意差を認めていないが [16, 18]、Aspergillus や Basidiospores、Aspergillus と Penicillium の合計が有意に喘息に関連するとの報告があった [16]。MVOC については、各種の MVOC の濃度を元に Index を作成し喘息との誘因関連を報告 [19, 20]や、MVOC の個別の成分について症状との関連が報告 [18, 21]されており、曝露評価として有用な可能性がある。真菌曝露マーカーとしての (1,3)- $\beta$ -D-glucan や Ergosterol はシックハウスの一般的な曝露評価としては意義があると言える段階ではないと考える。細菌については 11 論文が該当した。細菌曝露マーカーとして Endotoxin、Extracellular polysaccharides (EPS)、Muramic acid (MuA)があるが、有意なアレルギーのリスク低下を報告するものがいくつかあった [22, 23] [24, 25]。ダニアレルゲンについては 3 論文で有意なオッズ比の上昇が報告され [26-28]、5

論文で有意差なしと報告 [21-23, 29, 30]されていたが、日本でも半定量測定による有用性が報告されていた。

#### 5. 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>)、総揮発性有機化合物 (TVOC) を指標とした室内の受動喫煙曝露

受動喫煙 (2次喫煙) を完全に防止するためには、建物内だけでなく、建物周囲でも喫煙を禁止すべきことが認められた。また、環境の悪い喫煙室を使用した場合、その衣服に付着したタバコ粒子から発生するガス状物質 (残留タバコ成分) により 3次喫煙が発生することから、離れた場所にある喫煙室を使用した者と同居することもシックハウス症候群の発症の原因になり得ることが考えられた。

#### 6. 震災関連住宅の室内空気環境問題

仮設住宅および津波で浸水した住宅では、特に冬期調査において、ダンプビル問題の発生がアンケート調査により数多く報告されていた。また、仮設住宅では断熱性能の不足による夏期の暑さ、冬期の寒さが問題であった。天井裏において結露が発生しやすいため、天井裏に換気扇を設置することが設計図書には示されているが、実際に設置されている例は多くなかった。仮設住宅では室内の狭い空間に多くの家財道具などが、壁に接して置かれており、また換気も常時運転されていることは少ないので、結露の発生しやすい環境が形成されていた。

仙台市、石巻市にある津波で浸水した住宅 (349 件) と被害を受けていない住宅 (190 件) を対象としたアンケート調査より、床上浸水被害のある住宅では、結露発生、カビの発生、臭い、じめじめ感の指摘率が被害のない住宅よりも高かった。

津波被害を受けることが、「呼吸器の症状」、「皮膚の症状」、「鼻の症状」、「頭痛・めまい」、「ストレス」の発生リスクを有意に高めた。また、津波被害を受けることは、「湿気」、「結露」、「カビ」、「異臭」の発生リスクを有意に

高め、さらに、カビの発生に長期間にわたって影響を及ぼす恐れがあることが認められた。災害公営住宅における室内空気質のアクティブ法による TVOC 値測定では、厚生労働省が示す濃度指針値は満足していた。

## 7. 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生

建築物衛生法に規定されたホルムアルデヒド測定値とその不適率から推定した非住宅建築物におけるシックハウス問題の出現状況は、平成 15 年度から平成 25 年度にかけて安定して推移しており、特定建築物における発生源は概ねコントロールされている。

住宅におけるシックハウス問題については、シックハウス問題の引き金となったホルムアルデヒドの室内濃度は、平成初頭にピークを迎えたと見られ、以後一貫して低下傾向にある。この平均室内濃度の変化は、換気による希釈ではなく、発生源の抑制によるものであることが推定された。

建築物における結露防止手法の簡略化に関する研究においては、近年の技術動向や生活環境変化を反映させ、主に住宅居住者が適切な対応を支援するための基礎的メカニズムと対策のシナリオを提案しフローを試作した。高齢者施設における室内環境維持管理の実態に関する研究においては、高齢者施設の温湿度や換気の管理および室内環境の実態を明らかにするため、全国の特別養護老人ホームに対して実施した横断調査結果を吟味した。

## 8. 仮設住宅の居住環境に関する研究

住宅は、畳敷き、二重窓、掃出し窓、断熱化などの改装が行われ、温熱的には居住性能は増していた。一方で窓サッシなどにより室内の気密性が高くなり、冬季には暖房などの火気の使用により室内汚染がみられ、ガスコンロや煙突なしストーブなどの使用により二酸化炭素が高濃度レベルとなっている場合もみられた。

## 9. 2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染と健康影響に関する文献的考察

2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染の事例が日本、スウェーデンなどから報告されていた。被害は学校[31]、公共施設[32, 33]などの利用者であり、住宅での事例も少数の報告があった。床からの発生によるとの報告[33-36]が多く、その発生源は建材、微生物の代謝産物、フタル酸エステルの分解などが考えられていた。2E1H の低減化対策としては湿度を下げる、換気を行う、床のコンクリートを乾かすなどの方法が行われていた。

## 10. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーション

これまでのところ、室内空気質汚染の健康リスクに特化したリスク認知・リスクコミュニケーションの研究は数少ないが、化学物質曝露リスクに関する情報提供のあり方を心理学的観点から検討した研究はいくつか報告されていた。これらの報告では、化学物質曝露リスクに対する認知の特徴が明らかにされ、情報の受け手の「メンタルモデル」をふまえたリスク情報の提供方法についての検証がなされていた。「メンタルモデル」とは、あるリスク事象についての知識構造のことである[37]。専門家と一般市民のメンタルモデルを図式化し、両者を比較することにより、一般市民に不足している知識や、関心を明らかにすることができ、これらをふまえ、一般市民が必要とする情報を効果的に提供できると考えられていた。

## D. 考察

### 1. 2 つの全国規模の疫学研究により得られた知見の整理

#### 1) シックハウス症候群の症状別のリスク要因

室内のダンプネス対策は SHS の予防において重要である。また、ダニアレルゲンも鼻や眼の症状のリスクであり、頻回の掃除による

ダニアレルゲン対策は SHS の予防において重要だろう。一方、SHS 精神神経症状がある場合には、まずはストレス要因を取り除く必要がある。SHS の症状によってその要因となる個人特性や室内環境が異なることが明らかになったため、SHS 相談への対応においては、有する症状について明らかにし、症状別の対策案を提案することが重要である。

## 2) 学童のアレルギーと自宅環境（ダンプネスや換気・暖房器具）との関連について再解析

ガスや石油の暖房器具を使用すると、燃焼により二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、および粒子状物質 (PM)などが放出されることから、電気の暖房器具と比較して、喘息のリスクを上げる結果となったことが考えられる。さらに、排気管がない暖房器具を使用する場合、または暖房を使用している時に機械換気をしないことも児童の喘息症状のリスクを上げた。したがって、ガスや石油等の暖房器具に排気管がない場合や機械換気がない場合には、児童の喘息に影響する可能性について十分注意する必要性が示された。

これらの結果から、アトピー性皮膚炎、喘息の予防や対策として、室内の結露およびカビの生育を防ぐ対策を講じるとともに、気以外の石油やガスを燃焼させる暖房を使う場合、特に排気管がない家では、十分に換気をする注意が必要である。

## 2. 室内環境規制、化学物質過敏症の疾患概念およびシックビルディング症候群の課題に関する調査

化学物質過敏症は、日本では傷病名マスター等に登録され、近年、脳神経系（臭いの処理）や免疫系における特徴が示唆されているが、その病態を説明可能な検査所見や臨床所見に関する研究成果が未だ乏しいことや、既存の精神疾患との類似性が指摘されていることから、さらなる研究が必要である。

シックビルディング症候群 (SBS) について

は、近年、日本で実態調査がなされ、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、居室の改装、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆されており、これらの不適合率の改善が今度の課題の1つと考えられた。

## 3. VOC、MVOC、SVOC 分析法、代謝物を用いた生物学的モニタリング方法の評価に関する研究

室内測定の場合、マニュアルでは分析方法の記載は主ではなく、市民相談者等が分析方法を理解する事と、分析できる測定機関を知り指導すること、また、実際に測定する場合の室内等空気を適切な条件で採取するかを示す事が重要であると考えられる。

健康症状との関連を明らかにするには個人曝露量を測定する。症状との関連では医師との連携が必要である。

生物学的モニタリング検査については、現在検査が可能である、フタル酸エステル類の代謝物質、リン酸エステル類の代謝物質の例、ベンゼンの代謝物である t, t-μコン酸濃度などの生物学的モニタリング検査を示すことが必要である。

## 4. シックハウス症候群における生物学的要因の評価

真菌については真菌をエアーサンプラーで捕集し評価するものでは、Aspergillus や Penicillium がリスクの指標となる可能性が考えられた。total の真菌曝露量の評価では、症状との関連がはっきりしなかった。真菌の評価は、真菌属まで評価しなければならない可能性があるが、実用面では、専門の環境検査機関に依頼するなど手間はかかると考えられる。MVOC については、各種の MVOC の濃度を元にした Index や個別の成分が曝露評価として有用な可能性がある。しかしながら、曝露評価としては研究室レベルと考えられ、一般には向かないと考えられる。その他、真菌曝露マーカーとしての(1,3)-β-D-glucan、

mold、子供の早期の indoor microbial exposure、Ergosterol のマーカーについてシックハウスのルーチンの曝露評価として意義があると言える段階ではないと考える。

真菌と同様に細菌も現時点では、有用なリスク評価とはならない可能性が高い。その他、曝露マーカーとしての Endotoxin、EPS、MuA などがあるが、専門の環境検査機関の依頼や研究室レベルの測定が必要となっており、シックハウスのルーチンの曝露評価として意義があると言える段階ではないと考える。

ダニアレルゲンについては、ELISA のキットによる測定が行われており、研究レベルか、環境の検査機関に依頼することが必要になる場合が多いと考えられるが、半定量評価法は学校保健の評価にも使われており、さらにその場で比較的簡便に評価可能であるため、シックハウスのルーチンの評価としても使用できると考えられた。

#### 5. 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）、総揮発性有機化合物（TVOC）を指標とした室内の受動喫煙曝露

受動喫煙（2次喫煙）を完全に防止するためには、建物内だけでなく、建物周囲でも喫煙を禁止すべきことが認められた。また、環境の悪い喫煙室を使用した場合、その衣服に付着したタバコ粒子から発生するガス状物質（残留タバコ成分）により3次喫煙が発生することから、離れた場所にある喫煙室を使用した者と同居することもシックハウス症候群の発症の原因になり得ることが考えられた。

#### 6. 震災関連住宅の室内空気環境問題

東日本大震災の後に建設された仮設住宅、津波で浸水した住宅ではダンプビル問題が発生しており、これらの問題解決には、適切な断熱施工と常時換気、津波浸水住宅では、被災後の換気が重要である。特に仮設住宅においては、結露の発生しやすい環境が形成されているため、熱交換換気扇の設置が望ましい。

#### 7. 建築物の特性・用途別の環境特性と環境衛生

建築物における発生源は概ねコントロールされていると言える。但し、毎年のように公共施設等の改修後の濃度超過事例がマスコミに取りあげられることがあり、設計者・施工者に対する継続的な啓発や注意喚起の必要性は依然高いと思われる。建築基準法改正に際して検討対象としたホルムアルデヒドとトルエン、エチルベンゼン等に限って言えば、室内濃度水準の改善は、主に製造者・設計者ら供給側の努力により進んでおり、最終的な被害件数も減少傾向にあると考えられる。

暖冷房による温度管理の重要性は多くの施設で認識されているが、湿度管理に関してはその水準や必要性について認識が不十分な状況がうかがわれた。エアコンなど個別式設備には、湿度管理や清掃の難しさなど、中央式とは異なる衛生管理上の配慮が必要とされることが近年指摘されてきており、その功罪を踏まえた適正管理体制と運用技術の整備が必要と考えられる。

#### 8. 仮設住宅の居住環境に関する研究

今後は復興住宅の促進など住生活での環境整備と共に精神面や社会制度面からの整備が必要と考える。

#### 9. 2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染と健康影響に関する文献的考察

一般環境でのヒトへの健康影響では、多くの報告が一般室内で2E1Hが呼吸器官に影響を与えることを示唆していた。しかし、他の要因の寄与が不明であるので、上記の報告から2E1Hによる呼吸器官への影響を結論付けることはできない。

また、2E1Hによる室内空気汚染の実態に関して、日本は欧米と比較して高濃度であった原因の一つとして、以下のことが考えられた。日本での調査は夏季に行われている場合が多かったのに対して、欧米では冬季に行われていたこと。また、測定は通常の使用条件

で行われたと推定されるが、換気条件に関する記述はほとんどなかったため、換気が2E1H室内濃度に及ぼした影響は不明であった。

室内空気中 2E1H の継続的な発生機序としては、可塑剤のアルカリ加水分解だけではなく微生物の代謝生成物の寄与もあると考えられるが、高濃度の事例では前者の影響が大きいと考えられた。

室内空気中 2E1H 濃度低減化対策として、(1)コンクリート下地の乾燥、(2)換気による希釈、(3)コンクリート下地との遮蔽、(4)空気中 2E1H の分解除去が有効であると考えられた。

#### 10. 室内空気質汚染のリスクコミュニケーション

「メンタルモデル」に関する先行研究成果のレビューをもとに、室内空気質汚染のリスクコミュニケーションのあり方やリスク情報提供にあたっての留意点を考察する。先行研究より明らかになった、化学物質のリスクコミュニケーションの課題として、専門家と一般市民では化学物質に対する理解度が異なる。懸念される健康影響について、曝露源や対策を伝えることで関心が高まり、理解も深まる。リスク対処の支援には、具体的な情報が求められる。

#### E. 結論

「新相談マニュアル（改訂版）」に追加すべき課題について検討し、構成案を作成した。平成 27 年度は、これらの成果をマニュアルとして執筆する。また、引き続きデータの再解析と情報収集を継続、国立保健医療科学院や医薬品食品衛生研究所などが実施した調査結果も加え、従来のマニュアルが主として対象層としていた保健所等の相談窓口担当者や一般市民に加え、地域・職域・学校の保健担当者、さらに建築関係者にも有益な情報として科学的な根拠のある提案と対策を示し、改訂版を完成させる。

#### F. 健康危険情報

特になし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

(各分担研究の該当ページを参照)

##### 2. 学会発表

(各分担研究の該当ページを参照)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

#### 引用文献

1. Andersson, K., *Epidemiological approach to indoor air problems*. Indoor Air, 1998. 8(suppl 4): p. 32-39.
2. Beasley, R., *Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC*. The Lancet, 1998. 351(9111): p. 1225-1232.
3. Ukawa, S., et al., *The relationship between atopic dermatitis and indoor environmental factors: a cross-sectional study among Japanese elementary school children*. Int Arch Occup Environ Health, 2013. 86(7): p. 777-87.
4. Cong, S., et al., *Association of Mechanical Ventilation and Flue Use in Heaters With Asthma Symptoms in Japanese Schoolchildren: A Cross-Sectional Study in Sapporo, Japan*. Journal of Epidemiology, 2014. 24(3): p. 230-238.
5. 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): p. 243-254.

6. Ait Bamai, Y., et al., *Exposure to house dust phthalates in relation to asthma and allergies in both children and adults*. Science of The Total Environment, 2014. 485–486(0): p. 153-163.
7. Araki, A., et al., *Relationship between selected indoor volatile organic compounds, so-called microbial VOC, and the prevalence of mucous membrane symptoms in single family homes*. Science of the Total Environment, 2010. 408(10): p. 2208-2215.
8. Araki, A., et al., *Phosphorus flame retardants in indoor dust and their relation to asthma and allergies of inhabitants*. Indoor Air, 2014. 24(1): p. 3-15.
9. Kanazawa, A. and R. Kishi, *Potential Risk of Indoor Semivolatile Organic Compounds Indoors to Human Health (in Japanese with English Abstract)*. Japanese Journal of Hygiene, 2009. 64(3): p. 672-682.
10. Takigawa, T., 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(2): p. 225-235.
11. Ait Bamai, Y., 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. 468–469(0): p. 147-157.
12. Tajima, S., et al., *Detection and intake assessment of organophosphate flame retardants in house dust in Japanese dwellings*. Science of The Total Environment, 2014. 478(0): p. 190-199.
13. 荒木敦子, et al., *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訴の変化*. 日本衛生学雑誌, 2011. 66(3): p. 589-599.
14. 大澤元毅ら, *建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究*. 平成21年度総括・分担総合研究報告書、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, 2010.3.
15. 大澤元毅ら, *建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究*. 平成21～22年度総括・分担総合研究報告書、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, 2011.3.
16. Chen, C.H., et al., *Current asthma in schoolchildren is related to fungal spores in classrooms*. Chest, 2014. 146(1): p. 123-34.
17. Jones, R., et al., *Association between indoor mold and asthma among children in Buffalo, New York*. Indoor Air, 2011. 21(2): p. 156-64.
18. Kim, J.L., et al., *Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in schools--associations with asthma and respiratory symptoms in pupils*. Indoor Air, 2007. 17(2): p. 153-63.
19. Flamant-Hulin, M., I. Annesi-Maesano, and D. Caillaud, *Relationships between molds and asthma suggesting non-allergic mechanisms. A rural-urban comparison*. Pediatr Allergy Immunol, 2013. 24(4): p. 345-51.
20. Hulin, M., et al., *Positive associations between respiratory outcomes and*



- fungus index in rural inhabitants of a representative sample of French dwellings.* Int J Hyg Environ Health, 2013. 216(2): p. 155-62.
21. Araki, A., et al., *The relationship between exposure to microbial volatile organic compound and allergy prevalence in single-family homes.* Sci Total Environ, 2012. 423: p. 18-26.
22. Norback, D., 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(2): p. e88303.
23. Zhao, Z., et al., *Asthmatic symptoms among pupils in relation to microbial dust exposure in schools in Taiyuan, China.* Pediatr Allergy Immunol, 2008. 19(5): p. 455-65.
24. Tischer, C., et al., *Respiratory health in children, and indoor exposure to (1,3)-beta-D-glucan, EPS mould components and endotoxin.* Eur Respir J, 2011. 37(5): p. 1050-9.
25. Karadag, B., et al., *Environmental determinants of atopic eczema phenotypes in relation to asthma and atopic sensitization.* Allergy, 2007. 62(12): p. 1387-93.
26. Saijo, Y., 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): p. 253-63.
27. Jeedrychowski, W., et al., *Risk of wheezing associated with house-dust mite allergens and indoor air quality among three-year-old children. Krakow inner city study.* Int J Occup Environ Health, 2007. 20(2): p. 117-26.
28. Miyake, Y., et al., *Home environment and suspected atopic eczema in Japanese infants: the Osaka Maternal and Child Health Study.* Pediatr Allergy Immunol, 2007. 18(5): p. 425-32.
29. Diette, G.B., et al., *Home indoor pollutant exposures among inner-city children with and without asthma.* Environ Health Perspect, 2007. 115(11): p. 1665-9.
30. El-Sharif, N., et al., *Childhood asthma and indoor aeroallergens and endotoxin in Palestine: a case-control study.* J Asthma, 2006. 43(3): p. 241-7.
31. Putus, T., A. Tuomainen, and S. Rautiala, *Chemical and microbial exposures in a school building: Adverse health effects in children.* Archives of Environmental Health, 2004. 59(4): p. 194-201.
32. Norback, D., et al., *Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction, and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air.* International Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2000. 4(11): p. 1016-1025.
33. Wieslander, G., A. Kumlin, and D. Norback, *Dampness and 2-Ethyl-1-hexanol in Floor Construction of Rehabilitation Center: Health Effects in Staff.* Archives of Environmental & Occupational Health, 2010. 65(1): p. 3-11.
34. Andersson, B., K. Andersson, and C.A. Nilsson, *MASS-SPECTROMETRIC*

- IDENTIFICATION OF 2-ETHYLHEXANOL IN INDOOR AIR - RECOVERY STUDIES BY CHARCOAL SAMPLING AND GAS-CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS AT THE MICROGRAMS PER CUBIC METER LEVEL.* Journal of Chromatography, 1984. **291**(MAY): p. 257-263.
35. Wieslander, G., et al., *Nasal and ocular symptoms, tear film stability and biomarkers in nasal lavage, in relation to building-dampness and building design in hospitals.* International Archives of Occupational and Environmental Health, 1999. **72**(7): p. 451-461.
36. Walinder, R., et al., *Nasal lavage biomarkers: Effects of water damage and microbial growth in an office building.* Archives of Environmental Health, 2001. **56**(1): p. 30-36.
37. Fischhoff, B., A. Bostrom, and A. C., *Risk communication: a mental models approach.*, ed. M.G. Morgan. 2002: Cambridge University Press.

## シックハウス症候群の症状別のリスク要因

研究代表者	岸 玲子	北海道大学・環境健康科学研究教育センター	特任教授
分担研究者	荒木 敦子	北海道大学・環境健康科学研究教育センター	准教授
分担研究者	西條 泰明	旭川医科大学医学部・健康科学講座	教授
分担研究者	柴田 英治	愛知医科大学医学部・衛生学講座	教授
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	上席専門役
研究協力者	田中 正敏	福島県立医科大学	名誉教授

### 研究要旨

平成 15 年度から全国規模の疫学研究を開始し、平成 16 年には全国戸建住宅 425 件の訪問と環境調査を実施した。これまでに SHS 症状と化学物質、真菌およびダニアレルゲンとの関連について個別に検討している (Takigawa et al., 2010; Saijo et al., 2011)。室内の気中化学物質については、ホルムアルデヒドは濃度を四分位にしたときに濃度が高い群で SHS いずれかの症状のリスクが両-反応的に有意に上がる。気中真菌については *Aspergillus* および *Rhodotorula* 量、ダスト中ダニアレルゲンが、SHS のリスク要因となることを報告した。本報告では過去のデータを再解析し、SHS の症状別のリスク要因を明らかにすることを目的とする。

平成 16 年に、札幌、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州の全国 6 地域で実施した、室内環境調査 425 軒とその全居住者 1479 人のデータを用いた。シックハウス症候群（以下 SHS）は、Andersson らによるシックビル質問票日本語版に合わせて、12 項目のうちのうちいずれか 1 つ以上の項目が「よくあった」、あるいは「ときどき」、かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合を「SHS いずれか症状あり (any)」と定義した。加えて、鼻、喉・呼吸器、眼、皮膚、精神神経の 5 症状を定義した。室内環境は、気中アルデヒド類・VOC 類、室内空気中真菌、ダスト中ダニアレルゲン量を測定した。測定した化学物質 29 化合物のうち、症状との関連の解析には検出率が 50%以上の物質を用いた。真菌量については、*Cladosporium* 属と *Cladosporium* 属以外の属の和を変数として用いた。

本研究の対象住宅では、室内空気指針値を超える Formaldehyde 濃度が測定された住宅は 3.3%、Acetaldehyde は 22%、p-dichlorobenzene は 5.4%だったが、その他の Toluene、Ethyl benzene、Styrene、および Xylene は指針値超の住宅はなかった。SHS の症状別の要因として、これまでに報告されている SHS の要因をモデルに投入し、室内環境要因との関連を症状別に検討した結果、個人特徴としてアレルギー既往は SHS のリスク要因であった。また、ダンプネスがあることも共通の独立したリスク要因であり、室内のダンプネス対策は SHS の予防において重要である。化学物質の曝露は鼻、喉・呼吸器、および眼など粘膜への刺激を起こすことで、SHS 症状を起こす可能性が示唆された。また、ダニアレルゲンも鼻や眼の症状のリスクであり、頻回の掃除によるダニアレルゲン対策は SHS の予防において重要だろう。一方、SHS 精神神経症状は主観的ストレスがあることがリスクを 3.7 倍にあげた。SHS 精神神経症状がある場合には、まずはストレス要因を取り除く必要がある。

SHS の症状によってその要因となる個人特性や室内環境が異なることが明らかになったため、SHS 相談への対応においては、有する症状について明らかにし、症状別の対策案を提案することが重要である。

研究協力者

森本 兼曩 大阪大学大学院  
中山 邦夫 大阪大学大学院  
滝川 智子 岡山大学大学院  
吉村 健清 福岡県保健環境研究所  
力 寿雄 福岡県保健環境研究所  
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

湊屋 街子 北海道大学・環境健康科学研究教  
育センター

金澤 文子 北海道大学大学院医学研究科

## A. 研究目的

シックビル症候群（Sick Building Syndrome：SBS）は、非特異的な感覚器症状（眼、鼻、喉等の粘膜への刺激症状、皮膚刺激症状、および頭痛、倦怠感、軽度の神経症状、等）で、建物内のある程度以上の人が訴え、建物を離れると改善する[1]。多種の要因が重なって症状が現れることもある。シックビル関連病は原因が明らかで医学的に病名がつくもので、アレルギーや皮膚炎が含まれる。従って、アレルギー様の症状であっても、住居あるいは学校や職場などの特定の建物を離れると症状が軽快するような場合には、何らかの室内空気質が関与している可能性がある。従って、室内空気質に起因する症状は環境改善により原因を除去できれば回復や予防が可能である。

我国では 1990 年代後半から住宅の新築・改築にともない SBS と同様の症状が一般住宅で観察されるようになり、これをシックハウス症候群（Sick House Syndrome：SHS）と呼んだ。SHS の要因としては化学物質の問題として論じられることが多かったが、欧米では結露の発生などの室内の局所の湿気（ダンプネス）や真菌などの生物学的要因もその重要な因子として報告されていた。研究代表者らが札幌で行った調査でも、化学物質のみならずダンプネスや真菌と SHS 有訴との関

連が明らかになった[2, 3]。そこで、我々は平成 15 年度から全国規模の疫学研究を開始した。平成 16 年には全国戸建住宅 425 件の訪問と環境調査を実施し、これまでに SHS 症状と化学物質、真菌およびダニアレルゲンとの関連について検討した。この結果、居住者に SHS 症状がいつも、または時々ある住宅は 3.7%（1.7-5.4）、結露・カビ発生・浴室の湿気などダンプネスは、北日本よりも西日本地域でより多く、またダンプネスの訴えが多いと SHS の訴えが多い[4]。室内の気中化学物質については、厚生労働省が定める室内濃度指針値を超過していた住宅はホルムアルデヒド 3.5%、アセトアルデヒド 12%、p-ジクロロベンゼン 5.6%、TVOC（暫定指針値）8.0%。ホルムアルデヒドは濃度を四分位にしたときに濃度が高い群で SHS いずれかの症状のリスクが両-反応的に有意に上がる[5]。気中真菌については *Aspergillus* および *Rhodotorula* 量、ダスト中ダニアレルゲンが、SHS のリスク要因となることを報告した[6]。しかし、化学物質、真菌、ダニアレルゲンに加えてダンプネスやストレスも含めて、SHS のそれぞれの症状への影響については粗解析をおこなったのみであった。

そこで、本報告では過去のデータを再解析し、SHS の症状別のリスク要因を明らかにすることを目的とする。

## B. 研究方法

### B.1 研究対象

平成 15 年に、札幌、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州の全国 6 地域で、建築確認申請を閲覧し、無作為に抽出した戸建て住居 6080 軒に、住環境と居住者の健康状態についての自記式調査票を郵送した。築 6 年以上の住宅および宛先不明で返送された 491 軒を除く 5599 軒のうち、2297 より回答を得た（有効回答率 41.1%）。また、翌平成 16 年には、環境調査への承諾を得て、スケジュール調整が可能であった 425 軒を対象に環境測定と質