シンポジウムⅠ関連総説

ケミレスタウン・プロジェクトフェーズ３の目指すもの 2017年―2022年の展望

中岡宏子[1)]，鈴木規道[1)]，中山誠健[1)]，
高谷一成[1)]，下田美智子[1)]，戸髙恵美子[1)]，
花里真道[1)]，森　千里[1)2)]

1）千葉大学予防医学センター
2）千葉大学大学院医学研究院環境生命医学

Objective and future plans of Chemiless Town Project Phase 3 2017-2022

Hiroko Nakaoka[1)], Norimichi Suzuki[1)], Yoshitake Nakayama[1)], Kazunari Takaya[1)], Michiko Shimoda[1)] Emiko Todaka[1)], Masamichi Hanazato[1)] and Chisato Mori[1)2)]

1) Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University
2) Dept of Bioenvironmental Medicine, Graduate School of Medicine, Chiba University

要約

2017年４月に開始されたケミレスタウン・プロジェクトフェーズ３は、環境を改善して疾病を予防する環境改善型予防医学の実践であるとともに、心と身体の健康を維持、増進させ、快適に暮らせる住環境を創造することを目的としたプロジェクトである。今後５年間の予定で大学キャンパス内に建設する実証実験棟を使用した実験において室内空気中化学物質の総量を低減した住環境がシックハウス症候群やアレルギー様症状の発症を予防できるかどうかを検証する。さらにその発症機序の解明と心身の健康維持、増進のために必要な環境を探索する。同時に分析装置などの技術開発を行い、成果を社会に還元していく予定である。プロジェクトは産学共同プロジェクトであると同時に、多方面の領域の研究者の協力を得た学際的研究のアプローチ方法で「持続可能で健康な環境の創造」を目指す。

《キーワード》ケミレスタウン、室内空気質、シックハウス症候群、アレルギー、健康増進

Abstract

Chemiless Town Project, phase 3 started in April 2017. The objective of the project is to implement the concept of “Environmental Preventive Medicine (EPM),” which attempts to prevent possible adverse

受付：平成29年9月19日　採用：平成29年11月28日
別刷請求宛先：森千里
千葉大学大学院医学研究院環境生命医学
〒260-8670　千葉市中央区亥鼻1-8-1
E-mail：cmori@faculty.chiba-u.jp

health effects caused by environmental pollutants by reducing chemicals in the environment. In addition, the project will focus on creating the better environment which can protect and promote human's physical and mental health. In five years, we would like to clarify the aetiology of symptoms of Sick Building Syndrome (SBS) by the experiments in laboratory houses which will be constructed with fewer chemicals in the Chemiless Town in the campus of Chiba University, Japan. We will also try to develop a portable and real-time VOC (volatile organic compounds) analyser to know the accurate levels of chemicals in the air which can be the cause of SBS.

Through Chemiless Town Project phase 3, we would like to investigate the method to make the society sustainable and people's lives healthier, safer and more comfortable.

(Jpn J Clin Ecol 26 : 108－113, 2017)

《**Key words**》 Chemiless Town, Indoor Air Quality, Sick Building Syndrome, Allergy, Health Promotion

はじめに

現代の先進国では、一部の人を除いて人は１日のうちのおよそ90% の時間を屋内で過ごす[1,2]ため、室内環境が人の健康に及ぼすウエイトは大きい。なかでも空気環境は、そこに滞在する人間の健康影響に大きく関わっており、人が健康に生活するための重要な要素となっている。

室内空気中の化学物質曝露が主な原因とされているシックハウス症候群は厚生労働省の2004年室内空気質健康影響研究会報告書によると「問題のある住宅においてみられる健康障害の総称」[3]と定義されている。また、2008年には厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）合同研究班[4]で、シックハウス症候群の狭義の定義として「建物内環境における化学物質の関与が想定される、皮膚・粘膜症状や、頭痛・倦怠感等の多彩な非特異的症状群で、明らかな中毒、アレルギーなど、病因や病態が医学的解明されているものを除く。」としている。

一方、化学物質、特に建物内に存在する化学物質の曝露は、既存のアレルギー疾患の再発、再燃、悪化として表出する場合があり[5]、すでにあるアレルギー疾患を増悪させる、あるいは顕在化させる可能性がある[6]、との報告がある。特異抗原に対する反応を基礎とするアレルギーの発症機序と多種の化学物質に反応するシックハウス症候群の発症機序が等しいとは考えにくいが、何らかのアレルギー機序を介していることが考えられ[7]、室内環境を改善してシックハウス症候群を予防することが、アレルギーを悪化、顕在化させないことにつながる可能性がある。加えて、室内環境によって認知機能の発揮の度合いが異なってくるという報告[8]もあり、健やかに暮らしていくためには室内の環境調節が重要である。

千葉大学予防医学センターでは、これまでのケミレスタウン・プロジェクトでの実証実験をとおして室内空気中の揮発性有機化合物（VOC: Volatile Organic Compounds）の濃度がある程度以上高くなると、シックハウス症候群などの症状を訴える人が有意に多くなり、また臭気についても臭気強度が強くなれば粘膜などの刺激症状を訴える人が多くなるということを明らかにしてきた[9]。この成果を基に2017年４月からケミレスタウン・プロジェクトフェーズ３（第３期）が開始された。フェーズ３では、化学物質を低減した空間がアレルギー様症状の発現も含めたシックハウス症候群の発症を予防しうることを検証し、シックハウス症候群の発症機序の解明を進めて室内空気環境が及ぼす健康影響を予防することに加え、心と身体の健康を維持、さらに増進させ、持続可能で快適に暮らせる住環境を創造することを目的としている。本稿ではこのケミレスタウン・プロジェクトフェーズ３の目指すものと今後５年間の展望について述べる。

Ⅰ　実証実験：室内空気質を考慮した住空間の健康効果の検証

千葉大学予防医学センターにおいて2017年４月

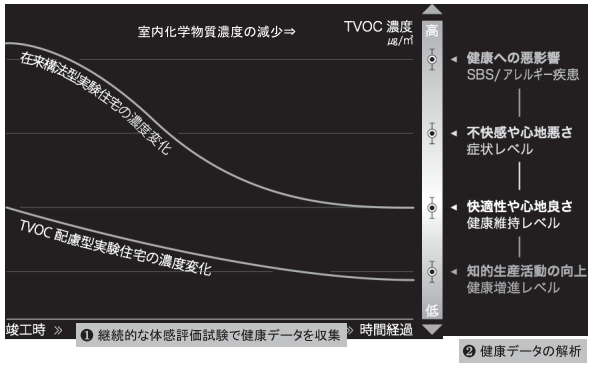

図1　経時変化に伴う各室内環境と健康影響の推移（仮説）
TVOC:　Total Volatile Organic Compounds（総揮発性有機化合物）
SBS:　Sick Building Syndrome（シックビルディング症候群，日本では一般住宅での発症が問題となりシックハウス症候群と称される）

図2　新実証実験棟群：　それぞれ違う建材、構法を使用して建設

から2022年３月までの５年間の予定で積水ハウス株式会社による寄附研究部門が設置され、新たにケミレスタウン・プロジェクトフェーズ３がスタートした。フェーズ３ではまず、これまでの研究で明らかになった室内空気中の化学物質の総量と臭気を低減させることでシックハウス症候群等の症状の発現を予防できること[9]、つまり環境を改善することで環境汚染から引き起こされる疾病を予防する環境改善型予防医学[10, 11]を検証することに加えて、健康を維持・増進し、知的生産活動の向上ができるという仮説（図１）を新しい実証実験棟を用いて検証する。実験棟は千葉大学柏の

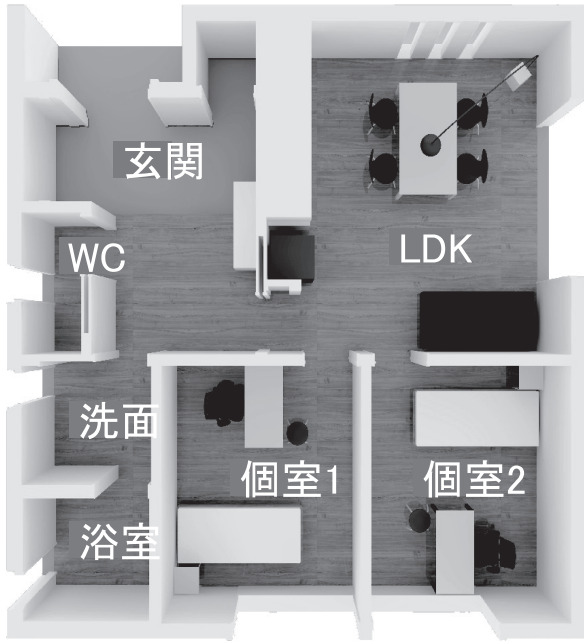

図3　実証実験棟の間取り展開図：2棟とも同じ間取り

葉キャンパスにあるケミレスタウンの敷地内に２棟、新築する予定である（図２）。どちらの棟も８メートル四方の南向き戸建平屋で間取り（図３）や内装仕上げなどの見た目を統一しているが、構造材や内装材、接着剤などは違ったものを使用し、１棟は軽量鉄骨工法、もう１棟は木造軸組工法で建築される。そのためそれぞれの棟の室内空気中の化学物質の濃度や組成と臭気の種類、強度は違ってくる。また、換気量、温熱環境などもコントロールができるようになっている他、光環境など視覚的な影響はブラインドや調光設備により統一し、実験参加者がストレスなく滞在出来るような動線や測定機材の配置を考えている。これらの実験棟では、室内の空気環境（空気中化学物質濃度やホコリなどの測定・分析、温熱環境、騒音、照度の測定など）を調査するとともに実際に滞在してもらって、ヒトの感覚で室内空気環境を評価する体感評価試験を行う。

空気中の化学物質の調査については千葉大学予防医学センター内の分析室で GC/MS、LC/MS を使用して測定、分析をしていく予定であるが、フェーズ３においてはリアルタイムで多種類の VOC と TVOC が測定、分析できる可搬型の VOC

分析装置の開発に着手する予定である。このリアルタイム VOC 分析装置の開発により、シックハウス症候群の発症やアレルギー様症状の増悪原因となる化学物質が実際にどの程度の気中濃度で発症や増悪原因となるかを特定できる可能性があり、ひいては曝露経路の特定にもつながる可能性がある。

体感評価試験は、参加者には空気質の情報や空気中の化学物質の濃度、種類は伝えず、滞在して感じるままの主観的評価（質問紙調査）と客観的評価（脳波、心拍変動、呼気 NO などの計測）を行ってもらい空気環境との関連を調査する。

体感評価試験の協力者は、2017年度は100人程度の18歳以上の健康なボランティアを募り、実験への参加を依頼する予定である。評価試験では、インフォームドコンセントを取得したのち、それぞれの実験棟に90分程度滞在して、課題をこなしたり、リラックスしながら脳波、心拍変動を測定する、質問票に答えるなどの調査を行う。体感評価試験はプロジェクト期間中、継続的に行い、２年目、３年目以降は、協力者として小児やアレルギーの既往歴がある人なども対象とする予定である。

Ⅱ　シックハウス症候群発生機序および健康増進要素の解明

シックハウス症候群は、これまで客観的なバイオマーカーが見あたらずまだその原因および発生機序を明確にできておらず、そのため根本的な治療法、介入方法、予防法の確立にいたっていない。このような化学物質に敏感と考えられる症状の原因としては、①神経学的な機序、②免疫学的機序、③心理的機序などが考えられているが、加えて化学物質の体内での代謝不全、という観点からも研究調査を行い、シックハウス症候群等の予防のための介入の可能性を検討していく予定である。加えて、疾患を予防するだけではなく、健康を増進させ、人が快適に健やかに暮らせる空気環境を創造するために、精神的、心因的に心地よさ、快適、安心を与える環境や木・緑のストレス軽減効果なども併せて検討する。方法としてはⅠの実証実験で得られるエビデンスを整理すること、特に脈波計を用いて心拍や血圧の変動から交感神経と副交感神経の活動を定量解析することでヒトが感じるストレスや癒しなど自律神経系を評価すること、さらに専門家のアドバイスを得て質問紙を用いた心理的機序の調査も進める。また、予防医学センターで行っている疫学調査、胎児期に始まる子どもの健康と発達に関する調査（Chiba study of Mother and Child Health : C-MACH）[12]のデータを併せて室内環境と子供の認知機能や健康との関係を調査することも計画している。

これらの調査をもとに環境改善と健康増進のための介入方法を検討し、室内条件、建築条件、方法を開発する。また、介入方法の産業界における実用化・応用化を推進する。

Ⅲ　医療診断を追加したシックハウス症候群対策住宅のコンサルティングシステム構築

これまでケミレスタウン・プロジェクトでは得られたエビデンスをもとにケミレス規準や認証制度の設定、さらに様々な関連技術が開発された（図４）。シックハウス症候群にかかりやすいかをセルフチェックできる「ケミレス必要度テスト[13,14]」や「空気中化学物質を低減した室内空間の計画・設計支援ツール[15]」（図５）である。後者は、プロジェクトで得られたデータを数量化分析し、住宅の TVOC 濃度に寄与する建築構造、竣工時の季

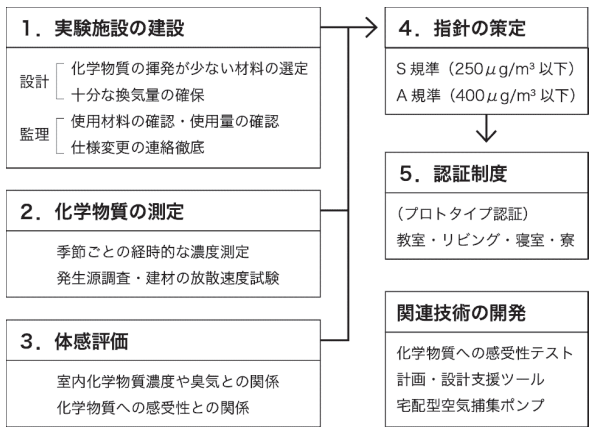

図4　ケミレスタウンプロジェクトフェーズ１，２の流れ

図5　空気中化学物質を低減した室内空間の計画・設計支援ツール

節、温湿度、建築材料の種類などを導き、これら変数の組み合わせに応じた室内濃度のシミュレーションを可能としたものである。フェーズ３では、これらの知見や技術を生かして、低 TVOC 建材のデータベース化、低 TVOC 住宅の施工方法のマニュアル化を進めていく。

実証実験や発症機序に関する研究などを通してデータやエビデンスの蓄積を行い、５年後には医療従事者の立場から居住空間の空気環境に関する相談者への建材、施工の提案ができるコンサルティングシステムの構築を図る。

おわりに

ケミレスタウン・プロジェクトフェーズ１および２ではその成果をもって、フィールドをキャンパスの外に移して環境予防医学の実践を行った事例がある。2010年の柏の葉アーバンデザインセンター（Urban Design Center, Kashiwa-no-ha : UDCK）（千葉県柏市）の移転に伴う新事務室の建設および2012年のフィットネスクラブ（千葉県柏市）の新築においては床材、壁材、接着剤等の建築材料を推奨した。いずれにおいても民間企業である施主、設計者、施工者との調節を行い実施した事例で、両施設とも室内空気濃度は厚生労働省が定める暫定目標値400 μg/m^{3}を下回り、シックハウス症候群をおこしにくい室内空間が実現された。さらに、2014年に千葉県内で新築された銀行店舗では材料、構法選定から施工監理までを行い、空気中の化学物質が十分低減された室内環境を創造することを可能にした。

フェーズ３では実証実験、エビデンスの蓄積、システムの構築およびリアルタイム VOC 分析装置などの技術開発を通して、上記の事例のように「研究を社会に生かす」プロジェクトを進めていく計画である。さらに、領域横断型の「コレクティブインパクト」というアプローチ法を用いることで最終的な課題である「持続可能で健康な環境を創造」の実現を目指したい。

引用文献

1）塩津弥生，吉澤晋 他．生活時間調査による屋内滞在時間量と活動量　室内空気汚染物質に対する曝露量評価に関する基礎的研究　その１．日本建築学会計画系論文集，511, 45-52, 1998
2）Leech, J.A, Nelson W.C, et al. It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns. J Expo Anal Environ Epidemiol 12 (6), 427-432, 2002
3）厚生労働省健康局生活衛生課：平成16年室内空気質健康影響・研究会報告書～シックハウス症候群に関する医学的知見の整理～ http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/02/h0227-1.html　(2017.11.13)
4）厚生労働科学研究厚生労働科学研究（健康安全危機管理対策総合研究事業）「シックハウス症候群の診断・治療法及び具体的対応方策に関する研究」総括・分担研究報告書，2008
5）高野裕久．シックハウス症候群，化学物質とアレルギー．週刊日本医事新報 No.4742，18-22，2015
6）長谷川眞紀，大友守　他．化学物質過敏症可能性例の検討－アレルギーの観点から－．アレルギー 54(5)，478-484，2005
7）子安ゆうこ，酒井菜穂 他．本邦におけるシックハウス症候群の大規模疫学調査．アレルギー 53(5)，484-493，2004
8）橋本圭司．心理的アプローチ，今日のリハビリテーション指針，東京，医学書院，559-564．2013
9）Nakaoka H, Todaka E, et al. Correlating the symptoms of sick-building syndrome to indoor VOCs concentration levels and odour, Indoor Built Environment 23, 804-813, 2013

10）戸高恵美子，森千里．環境改善型予防医学の実践―ケミレスタウン・プロジェクト．医学のあゆみ 228(7)，749-753，2009
11）森千里，戸高恵美子．へその緒が語る体内汚染―未来世代を守るために．技術評論社，東京，2008
12）Sakurai K, Miyaso H, et al. Chiba Study of Mother and Children's Health (C-MACH): cohort study with omics analyses. BMJ Open doi: 10.1136/bmjopen-2015-010531, 2016
13）森千里，戸高恵美子．環境改善型予防医学による化学物質問題対策－ケミレスタウンとケミレス必要度テストを用いて－．アレルギー 57(7)，828-834，2008
14）森千里，中岡宏子　他．シックハウス症候群予防のための化学物質感受性セルフチェック「ケミレス必要度テスト」の開発：環境改善型予防医学による化学物質問題対策の実践例．臨床環境医学 21(1)，1-8，2012
15）花里真道，鈴木弘樹，他．住空間における総揮発性有機化合物濃度の予測と計画支援ツールの開発．日本建築学会環境系論文集，78(683)，p81-88．2013