

厚生労働行政推進調査事業費補助金

厚生労働科学特別研究事業

健康増進のための住環境についての研究

令和元年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 林 基哉

令和2（2020）年6月

厚生労働行政推進調査事業費補助金

厚生労働科学特別研究事業

健康増進のための住環境についての研究

令和元年度 総括・分担研究報告書

研究代表者	林 基哉	国立保健医療科学院	統括研究官
研究分担者	佐伯 圭吾	奈良県立医科大学	教授
	杉山 大典	慶應義塾大学	教授
	荒木 敦子	北海道大学	特任准教授
	長谷川兼一	秋田県立大学	教授
	羽山 広文	北海道大学大学院	教授
	桑沢 保夫	国土技術政策総合研究所	住宅情報システム研究官
	東 賢一	近畿大学	准教授
	阪東美智子	国立保健医療科学院	上席主任研究官
	開原 典子	国立保健医療科学院	主任研究官
	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
	小林 健一	国立保健医療科学院	上席主任研究官

令和2年（2020）年6月

目 次

I. 総括研究報告

健康増進のための住環境についての研究 -----	1
林基哉	

II. 分担研究報告

1. 住居内の温熱・光環境と健康に関する文献調査と課題抽出 -----	11
佐伯圭吾	
2. 気象データと人口動態統計を用いた疾病による死亡の季節依存性に関する 経時的分析 -----	21
羽山広文	
3 住居環境と循環器疾患に関する文献調査と課題抽出 -----	35
杉山大典	
4. 温湿度環境及び住宅構法と健康に関する文献調査と課題抽出 -----	51
開原典子	
5. 室内環境とシックハウス症候群等の健康影響に関する文献調査と課題抽出 -----	69
荒木敦子	
6-1. 住宅における室内温湿度と健康の関連性についての既往の調査研究 -----	87
長谷川兼一	
6-2. 住宅の温熱環境に関わる暴露要因と健康の関連性についての分析 -----	95
長谷川兼一、阪東美智子	
7. 化学物質の健康影響と指針値に関する分析と課題抽出 -----	105
東賢一	
8. 室内空気質と健康影響において住宅室内で考慮すべき汚染物質 -----	135
金勲	
9. 建設省及び国土交通省による調査研究の動向に関する情報の収集・整理 -----	149
桑沢保夫	
10. 室内環境が高齢者・障害者等に及ぼす健康影響に関する文献調査 -----	163
阪東美智子	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 -----	175
---------------------------	-----

健康増進のための住環境についての研究

研究代表者 林 基哉 国立保健医療科学院 総括研究官

研究要旨

住居環境に起因する健康影響・健康増進に係る過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集し、住宅及び健康影響等の関連する統計データを収集して整理した。今後の調査研究に向けた基礎情報とし、健康影響・健康増進に資する科学的エビデンスの利活用方法について提言する。

住居環境の実態・動向、住居環境に起因する健康影響の実態及び機序に関する国内外のエビデンスを入手し整理することで、我国の現状と将来の住居環境に起因する健康影響を把握する材料を得た。また、住宅の省エネルギー化に伴う断熱気密化や暖冷房換気設備の普及の効果や新しい住宅における住まい方や健康リテラシーに関する基礎情報を得た。また、これらの収集された科学的エビデンスの利活用方法についての提言により、今後の研究の進むべき方向性を示した。

建築物の省エネルギー基準の強化にともなって、住宅の断熱気密化が急速に進み居住環境の向上が期待される一方で、常時換気設備や暖冷房装置の使用に関する理解不足、エネルギー節約のための誤った使用など、建物性能を活かしていない居住環境によるシックハウスやヒートショック等の問題、旧来の非気密低断熱におけるダンプネス及びヒートショック等による影響が改めて確認された。本研究によって、居住環境における様々な健康リスク要因に関するエビデンスが収集され、研究デザインの要素が明らかになった。住居内の温熱光環境は、循環器疾患等の健康リスクの重要な要因であり、地域の気象条件の影響も看過できない。また、音環境の影響に関する指摘もあり、居住環境に起因する健康リスクに関する研究課題が挙げられる。SHS、SBS、ダンプネス等の空気環境に係る健康影響に関する知見は多いが、居住環境との関係についての課題が挙げられる。

住宅の構法、省エネレベル、地域によって居住環境は多様性であり、高齢者などのハイリスク者への対応、居住リテラシーの必要性に関する指摘がある。

今後は、エビデンスの追加と整理、居住環境の実態把握、居住環境に起因する健康リスクの想定、居住環境の改善による効果を、QOL、医療費の側面から推定することが必要である。

研究分担者

佐伯 圭吾・公立学校法人 奈良県立医科大学 医学部

東 賢一・近畿大学 医学部

杉山 大典・慶應義塾大学 看護医療学部

阪東 美智子・国立保健医療科学院 生活環境研究部

荒木 敦子・北海道大学 環境健康科学研究教育センター

開原 典子・国立保健医療科学院 生活環境研究部

長谷川 兼一・秋田県立大学 システム科学技術学部

金 勲・国立保健医療科学院 生活環境研究部

羽山 広文・北海道大学 大学院工学研究院 空間性能システム部門

小林 健一・国立保健医療科学院 医療・福祉サービス研究部

桑沢 保夫・国土技術政策総合研究所 住宅研究部

A. 研究目的

近年、住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、住居環境に起因する健康影響が憂慮されている。シックハウス症候群、化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー、室内温度がリスク因子となる高血圧症、脂質異常症、温度差が原因で発症する虚血性心疾患、脳血管疾患（ヒートショック）等の多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されている。

住居環境は、住居者の経験や地域によって異なる暮らし方に左右されるが、同時に住宅性能によって制限される。住居環境に起因する健康影響や健康増進を踏まえると、必要な住宅性能と適切な暮らし方の両輪が必要となる。具体的には、断熱気密性能等の躯体性能、適切な暖冷房換気設備、建材や生活用品への配慮、気象条件に適合した生活習慣などの複数の要素が必要となる。しかし、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともなって、各要素それぞれに変化が見られ、多様な住居環境が存在していることが指摘されている。

我国は、すでに超高齢社会となっており、住居に係る健康影響の観点でハイリスク対象が多い可能性があることが指摘されているが、これらの健康影響は、住居者の年齢や体質などの住居者の健康状態など、住居環境以外の要素が関与していることも指摘されている。このために、住居環境に係る健康影響・健康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究が必要であるとともに、その機序を解明することは簡単ではない。

本研究では、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関係する過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。また、住宅及び健康影響等の関連する統計データを収集して整理する。これによって、今後の調査研究に向けた基礎情報とし、健康影響・健康増進に資する科学的エビデンスの利活用方法について提言することを目的とする。

本研究では、住居環境の実態・動向、住居環境

に起因する健康影響の実態及び機序に関する国内外のエビデンスを入手し整理することで、我国の現状と将来の住居環境に起因する健康影響を把握する材料を得ることが出来る。また、住宅の省エネルギー化に伴う断熱気密化や暖冷房換気設備の普及の効果や新しい住宅における住まい方や健康リテラシーに関する基礎情報を得ることが出来る。また、これらの収集された科学的エビデンスの利活用方法についての提言により、今後の研究の進むべき方向性が示される。

建築物の省エネルギー基準の強化にともなって、住宅の断熱気密化が急速に進み住居環境の向上が期待されている。一方で、常時換気設備や暖冷房装置の使用方法に関する理解不足、エネルギー節約のための誤った使用など、建物性能を活かしていない居住環境によるシックハウスやヒートショック等の問題が指摘されている。また、旧来の非気密低断熱におけるダンプネス及びヒートショック等による影響が従来指摘されている。これらの対策を早急に確立することが急務となっており、我国の住宅の住居環境の実態と動向、健康影響に関するエビデンスにもとづく、居住に係る健康増進に資する研究デザインを示すことができる。

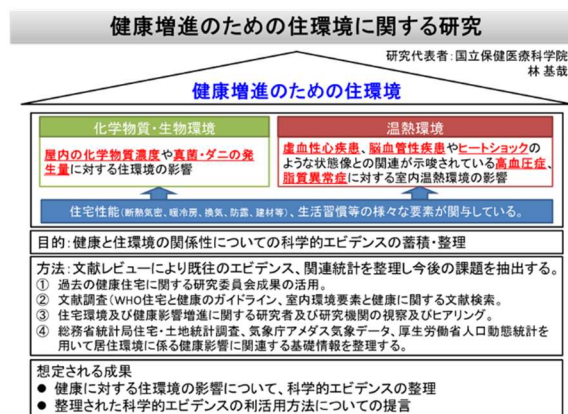


図1 研究の構造

B. 研究方法

I. 住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の最新動向に関する情報を

収集して整理する。

- 1) 過去の研究委員会成果（建設小省委託業務「住宅生産イノベーションプロジェクト健康で快適な住宅開発業務・健康阻害要因とその性能水準」H2、建設省建築研究所「健康的な住居環境形成技術の開発」H10、国土技術総合研究所「シックハウス対策技術の開発」H13、国土交通省住宅局「住宅のカビ・ダニ等のアレルギー源に係る実態把握及び情報提供に係る検討」H19、一般社団法人日本サステナブル建築協会健康維持増進住宅研究委員会・コンソーシアムH23、日本サステナブル建築協会スマートウエルネス住宅等推進調査委員会研究企画委員会H30等）の活用
 - 2) 研究文献調査（世界保健機関（WHO）住宅と健康のガイドライン（Housing and Health Guidelines）及びそのエビデンス、PubMed検索で室内温熱環境及び空気環境等の室内環境要素と健康影響に関する文献を取得する。
 - 3) 住居環境及び健康影響増進に関する研究者及び研究機関の視察及びヒアリングにより、近年の調査研究の現状と動向に関する情報を収集する。
- II. 総務省統計局住宅・土地統計調査、国土交通省気象庁アメダス気象データ、厚生労働省人口動態統計を用いて、住宅の省エネ法対応、暖冷房換気設備の普及、気象条件、室内環境に関連する可能性がある疾病の状況等に関する基礎情報を整理する。なお、アメダス気象データと人口動態統計については、関連付けする手法を用い、心疾患、脳血管疾患等の関係性に関する整理の方法を検討する。
- III. 以上を用いて、収集された科学的エビデンスの利活用方法について提言を行い、今後の研究の進むべき方向性を示す。

以上のように、本研究は既往の文献および公表

データに基づいており、個人情報を全く使用せず、倫理面の問題は発生しない。

C. 研究結果及び考察

C1. 住居内の温熱・光環境と健康に関する文献調査と課題抽出

冬には脳血管疾患、心疾患、呼吸器感染症による死亡率が上昇する。近年、分析法の進歩によって、外気温の変化に関連する死亡率を曝露からイベントまでの潜時を考慮して正確に推計できるようになった。わが国の寒冷曝露関連死亡は、総死亡の9.8%にのぼり、1年あたり9.4万人と推計され、これは高血圧症による過剰死亡（10.4万人）に匹敵する。外気温の24時間平均値が26℃未満となる軽度の寒冷曝露から、死亡率が上昇し始めることがわかった。既存の生態学的研究は、室温が暖かく保たれている北欧諸国の冬の死亡率上昇が、南欧諸国より小さいことから、外気温関連死亡は、室温の調整によって予防可能なことが示唆した。室温環境を介入した無作為化比較試験は、室温調整によって血圧が有意に低下し、着衣の調整では血圧上昇を防げないことを示した。暖房指示介入効果による無作為化比較試験は、早朝血圧を有意に低下させる効果を示したが、室温の上昇は予測より少なく、暖房設備や断熱性能といった住宅性能の整備の必要性を示唆した。大規模コホート研究の横断解析は、室温低値が、血圧高値、入眠潜時延長、血小板高値、夜間頻尿と関連することを示した。

ヒトの神経・精神・循環・代謝などの生理機能には概日リズムが存在し、網膜で受容される光情報によって、外部環境と同調されている。人工照明や電子機器による夜間の光曝露の増加が、生体リズム障害を介して、肥満、糖尿病、うつ、心血管疾患の危険因子となっている可能性が指摘されている。わが国の高齢者を対象とした前向きコホート研究は、世界で初めて光曝露量を実生活下で測定し、夜間の光曝露量が多い者で、メラトニン分泌量が少なく、夜間のメラトニン分泌の低値が、夜間頻尿の有病割合、動脈硬化、認知機能障害、うつ症状、筋力低値と関連することを示して

いる。さらに夜間の光曝露が多いことが、夜間高血圧、睡眠障害、動脈硬化、全身炎症と関連することを示した。またベースライン時の夜間の光曝露が多い対象者では、少ない対象者と比べて肥満の進行とうつ症状の新規発症が有意に多い縦断的関連を示した。この関連は既知の交絡要因とは独立していた。

先行研究は、住居内の温度や光環境が生活習慣病の重要な環境要因であることを示唆しており、住環境の温度や光環境は介入可能で、多くの国民に関連する要因である点に着目すべきである。今後は死亡やがん、認知症、心血管疾患発症との関連に関する研究を促進することと、予防策立案にむけての研究が必要である。

C2. 気象データと人口動態統計を用いた疾病による死亡の季節依存性に関する経時的分析

日本人の死因で心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、不慮の溺死溺水は冬季に増加するという報告が多い。本研究では1972～2015年の人口動態統計死亡票と気象データの関係を整理し、健康で安全な建築、都市計画の指標とすることを目的とする。

1972年～2015年の人口動態統計死亡票とアメダス気象データから得た死亡者と死亡日の日平均外気温のリストを用いて(1)CSVM、(2)Death Index、(3)死亡数重み付け月平均外気温と月別死亡割合による分析を行った。その結果、下記の知見を得た。

- 1) 日本におけるCSVMは1998年に増加のピークを迎え、呼吸器疾患において顕著であった。また、日本と欧州に共通し温暖地よりも寒冷地の方がCSVMは低くなった。
- 2) Death Indexについて、1950年までの東京と北海道のDeath Indexは違う傾向を示し、それ以降は似た傾向を示すようになった。
- 3) 北海道以外の多くの地域で、外気温による月別死亡割合の変動は1980年頃よりも改善していた。また、温暖地では寒冷地よりも、低外気温であるほど月別死亡割合が高い傾向

が顕著であった。

C3. 冬期住居環境と健康影響、気象データと人口動態統計に関する分析と課題抽出

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。そこで、本研究では健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えられと考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住居環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

WHOの関連ガイドライン（WHO Housing and health guidelines および Noise guidelines for the European Region）を参考にした検索式にてPubMedを用いた文献検索を行い、1047件の対象文献を抽出した（文献数固定日：2019年11月25日）。これに加えて、前述のガイドラインやreview文献を用いたハンドサーチを行った。評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、1) 室内温度と循環器疾患の関連 2) 各種騒音と循環器疾患の関連 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連 4) 1)～3)の複数の因子と循環器疾患の関連 以上の4カテゴリーに先行研究を大別することとした。英語以外で書かれた文献や学術論文化されていないthesis および学会抄録は最終的な評価対象から除外した。また、アウトカムである循環器疾患については虚血性心疾患・脳卒中の発症もしくは死亡・循環器疾患による救急受診・循環器疾患による服薬（除く降圧薬のみ）といったハードエンドポイントを扱ったものに対象を絞って検討を行った。

文献検索の結果、1) 室内温度と循環器疾患について1件、2) 各種騒音と循環器疾患について28件、3) その他の居住環境因子と循環器疾患について3件、4) 1)～3)を複数評価した研究について9件抽出された。特に騒音と循環器疾患の関連については、騒音曝露と循環器疾患の発症・死亡などとの間に統計学的な有意差は別にして概ね正の関連が見られた。しかしながら、今回

抽出された研究の中に日本国内で行われた研究は抽出されず、わが国においては虚血性心疾患よりも脳卒中の方が発症頻度が多いという特性も鑑み、今後は国の公的データを利用した研究を行い、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

C4. 温熱環境（温湿度、皮膚、住宅構法）に関する文献調査と課題抽出

住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されているとともに、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともない多様な住居環境が存在していることが指摘されている。住居環境に係る健康影響・健康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究を行うことが必要である。その中から、本報告では、温熱環境、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を行うとともに、住宅の構法に関する状況を紹介する。

検索を行うデータベースについて、CiNii Articles、J-STAGE、メディカルオンライン、医中誌 Web、メディカルオンライン、最新看護索引 Web、MedicalFinder、JDream III、PubMed、Web of Science Core Collection の 9 つとし、温湿度環境と健康に関する文献検索が行われた。検索のワードについて、温度、湿度、温湿度、健康、室内、住宅、皮膚として検索を行ったところ、湿度の論文のうち低湿度を対象にしているものは少ないこと、湿度と健康、特に低湿度と健康の論文数は少ないものの、2000 年に入ってからのもが多いことなどの傾向が得られた。

これらの全体論文数の概要のほか、日本の傾向、日本の室内湿度と健康に関する実態調査と生理・心理量の研究、日本の住宅の構法・構法について、紹介を行っている。これらの情報収集を通して、住宅の室内環境に起因する設備機器の運転などは個人の好みなどに任されていることもあり湿度に対する調整法や管理方法などの情報が広く共有されるとまでは言えないこと、室内湿度環境

と健康との関係について明快な説明は得られていないと思われること、住宅の構法・工法、住宅の種類、省エネルギー対策による新旧住宅性能の違い、住宅形態の地域性などにより住宅は多様性に富んでいることなどが紹介された。

温湿度環境と健康、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を通して、一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、健康維持及び健康増進などを目指し、湿度と健康に関するエビデンスの構築が十分になされているとは言いがたい。湿度管理目標の設定は、目的により異なるといわれており、特に、高齢化が急速に進展している我が国では、高齢者に向けた湿度管理の情報発信も重要となる。今後、より一層、多面的な情報の整備や議論が必要となるだろう。

C5. 室内環境とシックハウス症候群等の健康影響に関する文献調査と課題抽出

シックビルディング症候群 (SBS) /シックハウス症候群 (SHS) は、特定の建物で生じる非特異的症状と定義されている。欧米では SBS は建物の高气密化が急速に進んだ 1970 年代に問題になった。日本では特に新築あるいは改築した住宅で問題になった。SBS、SHS はともに室内環境に起因する症状であり、その建物を離れると改善する。そこで、本課題では、①過去の SBS/SHS に関する科学研究の概要を把握する、②これまでに報告された自宅環境と SHS に関する文献調査、を実施した。これらの研究報告をまとめ、今後の SHS 研究の課題を検討することを目的とした。

①過去の SBS/SHS に関する科学研究の概は、PubMed を用いて検索したところ 380 編の論文が抽出された。このうち、症例報告、患者を対象とした研究、環境測定のみで健康アウトカムを含まない研究、in vitro および in vivo 研究を除き、年代別に 1980 年代、1990 年代、2000 年代、および 2010 年以降の研究報告をまとめた。②自宅環境と SHS に関する文献調査は、PubMed を用いて検索したところ、80 編の論文が抽出された。このうち、アウトカムが SBS でないもの、原著論文でないもの、質的研究、住環境でないもの、

個人特性のみをばく露とした論文を除外した 25 編について要約をまとめた。

①過去の SBS/SHS に関する研究の概要では、1980 年代にはじめて SBS という言葉が論文上で使用された。最も古い論文は英国で 1984 年、次いでデンマークで 1989 年に報告された。1990 年代には SBS の有訴に関する多くの研究が職場で実施された。要因は HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) や換気・温湿度、ダンプネスなど一般的な室内環境が多く、塗料や化学物質、バイオエアロゾールも注目された。2000 年代は北欧、米国や日本で研究が実施された。有訴に関する記述的な研究に加えて、リスク要因として HVAC、換気、ダンプネス、心理社会要因、コピー機や PC 等のオフィス機器について報告がある。2010 年以降には、日本、スウェーデン、中国、マレーシア等でも研究が報告された。住環境における調査研究が 16 報と増加し、SBS の他、鼻汁バイオマーカーなどの客観的指標も測定された。曝露としてはアルデヒド類や VOC (Volatile Organic Compounds 化学物質等の化学物質、ガス状物質、生物因子等の環境実測も実施されるようになった。

②自宅環境と SHS に関する文献調査では、SBS/SHS に関する論文 25 報のうち、横断研究は 18 編、縦断研究は 6 報だった。研究は、日本、スウェーデン、中国が中心だった。共通してリスク要因として挙げられるのがダンプネスである。化学物質については 2010 年以降に多くの研究がなされるようになった。日本ではホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼンについては数件の住宅で指針値濃度を超過している場合があったが、その他化学物質についてはいずれも指針値超過は無く、室内濃度レベルは低い。一方、ガイドライン値以下の濃度であっても、ホルムアルデヒド、室内の塗装、ベンゼンが SBS/SHS と関連していた。カビ臭やダンプネスは明らかな SBS のリスク要因であるが、真菌や微生物については SBS のリスク要因としての結論は難しい。Microbial VOC (MVOC) もリスクとして報告された。準揮発性有機化合物 Semi-

VOC (SVOC) は、tri-n-butyl phosphate が SBS 粘膜症状のリスクを上げたが、むしろリスクを下げる方向の関連も認められた。一方、加水分解による 2-エチル-1-ヘキサノール放散が増加させる可能性がある。

多くの研究が縦断研究であり、因果関係を結論づけることは難しい。一方、ダンプネスのない住環境づくりが最も重要であり、既存の住宅においてもダンプネスを改善できるような介入が望まれ、ダンプネスの改善による SBS 改善効果を検証できるような研究が、今後求められる。化学物質については引き続き室内の化学物質濃度を低く抑えることは SHS の予防において重要だろう。MVOC や SVOC と SBS との関連の報告は数えるほどで、ダンプネスとの関連も含めて、これらがリスク要因となり得るかを明らかにすることも今後の研究課題である。

C6. ダンプネス等の室内環境及び健康影響調査に感ずる文献調査と課題抽出

C6.1. 住宅における室内温湿度と健康の関連性についての既往の調査研究

住宅を取り巻く健康影響要因には多くの様相があるが、本研究では、熱環境、過乾燥とダンプネスと健康との関連性についての既往研究をレビューし、それぞれの環境要因が人の健康にどのように関わっているに着目して概説した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 脳血管疾患を含む循環器系疾患の発症は、高血圧が危険因子の一つとされているが、家庭内での血圧変動には暴露温度の関与は無視できない。高齢者には 15°C 以上の室温が望ましいとする知見があるが、最近の WHO によるガイドラインでは、循環器系や呼吸器系の疾患の発症率を低減させるためには、住宅内の室温を 18°C 以上に維持することを推奨している。
- 2) 国土交通省が展開する「スマートウェルネス住宅等推進調査事業」により、居住者の血圧は部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高いことや、断熱改修後で

は、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下していることなど、重環境整備に資する有益な知見が提示されている。

- 3) 住環境において知覚される乾燥感は、低湿度のみが影響している訳ではないといわれている。しかしながら、居住者の健康維持や建物へのダメージ軽減の観点から見ると、極端に湿度が低い環境を緩和することは意義あるといえる。低湿度な環境への暴露が健康に影響するという可能性が指摘されているが、どのような環境条件により乾燥感を申告し、健康影響に至るのかについての知見は少ない。
- 4) 住宅のダンプネスと喘息やアレルギー性鼻炎などの健康影響との関係に着目した先行研究は多く、ダンプネスが健康に影響する可能性が高い。湿度が高い状態(ダンプネス)が原因となり室内環境の汚染が生じるとすれば、汚染が防除できる湿度の範囲や閾値が存在する可能性がある。いずれにしても、現況ではダンプネスによる室内環境の汚染の全体像を示した知見は少ない。

C6.2. 住宅の温熱環境に関わる暴露要因と健康の関連性についての分析

住宅内における健康リスク要因についての知見を得るために、過去に実施したアンケート調査のデータを用いて、室内での環境暴露と健康との関連性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 冬期の脱衣所・浴室の寒さは、東北・福井、東京と長崎の方が寒さを感じる傾向が見取れ、「やや寒」「寒い」が30%程度、「非常に寒い」が長崎では21.7%となっている。北海道では、「どちらでもない」との回答の割合が36.9%と本州や長崎よりも高く、室内で寒さを感じる割合は相対的に低い。
- 2) 過去一年間に室内で結露やカビが発生した世帯の割合は、結露が50~60%、カビが30%程度である。また、冬期における乾燥による身体等への影響として「のどが渇く」「くちびるが渇く」などが、各地域とも20%前後の

世帯で申告されている。

- 3) 通院中の症状として、「喘息」が3%前後、「アレルギー性鼻炎」が10%前後である。「花粉症」は、北海道で低く、東京では22.2%と最も割合が高い。「高血圧」は10%前後である。
- 4) 断熱等級が高いほど脱衣室やトイレで寒さを感じる世帯の割合が低下し、結露・カビの発生も発生割合が低い。また、換気設備を有する住宅ほど、結露・カビの発生割合が低い。換気設備を有しても28.0%の世帯ではカビの発生が認められている。
- 5) ロジスティック回帰分析による解析結果により、「アレルギー性鼻炎」「アレルギー性皮膚炎」「喘息」のいずれも、室内でのカビの発生箇所が増えるにつれて、症状を有する可能性が有意に高くなる。「高血圧」では、個人属性の影響が大きく、室内環境による暴露要因との関連性を確認することができないが、のどや鼻の乾燥への申告が症状と有意に関連している。

C7. 化学物質の健康影響と指針値に関する分析と課題抽出

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。このうち室内環境化学物質については、国際機関や国内外で室内空气中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。本分担研究では、室内環境中の化学物質について、近年における国際機関や国内外の取り組みに関する情報を収集・整理し、今後の課題をとりまとめた。

室内環境中の化学物質による健康影響に対する国内外の取り組みは、室内空气中濃度の指針値(またはガイドライン)の作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。世界

保健期間（WHO）は、各国の取り組みにおいて利用可能な情報や指針を提供する目的で、空気質ガイドラインを1987年から提供し始め、既存物質のガイドラインのアップデートや新たな物質に対するガイドラインの作成等を継続している。これまでのガイドラインは、単一の曝露経路かつ単一の物質を主眼においたガイドラインであった。しかしながら、室内環境においては、単一の物質であっても吸入、経口、経皮等の複数の曝露経路（aggregate exposure）を有する物質や、類似した有害性を有する複数の共存物質に複合曝露（combined exposure）することによる健康リスクが懸念されており、このことを考慮したリスク評価やリスク管理が欧州連合ではすでに一部で始まっている。この問題は、日本においても同様であり、これらの健康リスクに対するリスク評価及びリスク管理手法の検討が必要であると考えられる。また、指針値を策定すると、指針値が策定されていない物質に代替されることにより、新たな健康影響を生じることがあることや、製品に含まれず施工後の建築物で二次生成する化学物質による健康影響も報告されている。このような問題に対する対応も今後検討する必要があり、継続的な住居用建築物における実態調査はその1つの方法と考えられる。

C8. 空気環境（化学物質、生物汚染、空調設備）に関する文献調査と課題抽出

室内空気質は大気の影響に加え、室内における人間活動、燃焼によって発生する汚染物質が加わる。また、建材から発生する化学物質、什器や生活用品からも粉塵、化学物質などが1次的に発生するものもあり、入浴・調理・人体から発生する水蒸気や断熱・換気不足による結露などの生活習慣はDanpnessとカビを発生させる。

本章では室内空気質と健康に関する文献調査と実態把握に際し考慮すべき空気汚染項目を選別して纏めた。

WHO「Housing and Health Guidelines (2018)」、厚労省室内濃度指針値、厚生労働省のシックハウスに関する検討会資料、環境省大気環境

基準、WHO(室内)空気質ガイドライン、日本建築学会管理基準値などを参考にして、汚染物質候補を選定、国内住宅事情を鑑みて考慮すべき項目を選別した。

結果、住宅で考慮すべき項目として、シックハウスに関連した厚生労働省の室内指針13物質及び総揮発性有機化合物(TVOC)、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、TXIB、ベンゼン、ナフタレン香り成分（芳香剤、洗剤など）、防虫・殺虫剤成分（ナフタレン、p-ジクロロベンゼン、ピレスロイド系）、浮遊真菌、PM2.5が挙げられた。

C9. 住宅の省エネ性能、室内環境レベルに関する現状と動向に関する分析と課題抽出

本特別研究における全体の研究目的にある、「住居環境に起因する健康影響・健康増進に係る過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。」に対して、本章では、建設省及び国土交通省による委員会成果からの、住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行った。以下に示すような結果となった。2000年前後に実施された研究では主にシックハウス問題に対応し、室内空気質に注目した研究内容となっていた。当時の住宅の断熱・気密性能、暖冷房・換気設備のレベルに対しての一般的な状況や、一定の効果を上げることができる対策等が示されているが、その後の建築物省エネルギー法の施行や住宅および住設機器の変化もあることから、「シックハウスに関する事例検討・調査委員会」の成果等により最新の状況を確認する必要がある。

その後、2010年頃からの研究では、温熱環境と健康性の関連を中心とした研究例となっており、広範な調査結果などから地域別の室温の推計方法やその健康性との関連が示されており、今後の研究に対して大いに参考となる内容となっている。

C10. 居住リテラシー、ハイリスク対象、ケアに

関する文献調査と課題抽出

本研究では、ハイリスク者を対象とした住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献をレビューし、研究デザイン、対象者と環境要素（条件）、健康影響の3つの観点から考察した。研究デザインは、国内・海外の研究とも横断研究が主体でエビデンスレベルが低いものが多く、比較試験は、住宅改造の効果の検証に限定されていた。

ハイリスク者を扱う研究の中では高齢者を対象としたものが多数であった。

高齢者を対象とした温熱環境に関する調査では、血圧、睡眠、フレイル、転倒、過活動膀胱症状、血小板数、熱中症、呼吸器疾患などが、また、子どもを対象としたダンプネスに関する調査では、喘息、アレルギーなど呼吸器疾患が主要なアウトプットであった。

今後の研究の方向性としては、医療コストに反映されるような疾患・障害をアウトプットとした研究、熱環境以外の環境要素（条件）の健康影響に関する研究や住まい方・リテラシーに介入した研究などが考えられる。

C11. 住居環境と QOL・医療費に関する文献調査と課題抽出

QOL,医療費の観点で、現状のデータベースの可能性を調査し、医療データの活用に関する課題を抽出するための準備を行った。

D. 総括

本研究によって、居住環境における様々な健康リスク要因に関するエビデンスが収集され、研究デザインの要素が明らかになった。

住居内の温熱光環境は、循環器疾患等の健康リスクの重要な要因であり、地域の気象条件の影響も看過できない。また、音環境の影響に関する指摘もあり、居住環境に起因する健康リスクに関する研究課題が挙げられる。

SHS、SBS、ダンプネス等の空気環境に係る健康影響に関する知見は多いが、居住環境との関係についての課題が挙げられる。

住宅の構法、省エネレベル、地域によって居住環境は多様性であり、高齢者などのハイリスク者への対応、居住リテラシーの必要性に関する指摘がある。

今後は、エビデンスの追加と整理、居住環境の実態把握、居住環境に起因する健康リスクの想定、居住環境の改善による効果を、QOL、医療費の側面から推定することが必要である。

E. 研究業績等

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 健康リスクの立場からみた環境過敏症の予防について. 室内環境; 22(2), 203–208, 2019.
- 2) 東 賢一. 今後の室内空気汚染物質. 空気清浄; 57(2), 15–20, 2019.
- 3) 東 賢一. 室内化学物質汚染の現状と今後の対策. クリーンテクノロジー; 30(2), 41–45, 2020.
- 4) 東 賢一. 建築物環境衛生管理基準の設定根拠と近年の科学的知見. 空気清浄; 57(5), 4–13, 2020.
- 5) [Editorial book] Kishi R., Norback D., Araki A., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, Nov. 2019
- 6) Reiko Kishi, Atsuko Araki. Chapter 1: Importance of Indoor Environmental Quality on Human Health toward Achievement of the SDGs. Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p3-17
- 7) Atsuko Araki, Rahel Mesfin Ketema, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi, Chapter 7: Aldehydes, volatile organic compounds (VOCs), and health., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p129-158
- 8) Araki A., Ait Bamai Y., Bastiaensen M., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Miyashita

C., Itoh S., Goudarzi H., Konno S., Covaci A., Combined exposure to phthalate esters and phosphate flame retardants and plasticizers and their associations with wheeze and allergy symptoms among school children., *Environmental Res*, 183:109212, 2020

- 9) Ait Bamai Y, Bastiaensen M, Araki A, Goudarzi H, Konno S, Ito S, Miyashita C, Yao Y, Covaci A, Kishi R, Multiple exposures to organophosphate flame retardants alter urinary oxidative stress biomarkers among children: The Hokkaido Study, *Environ Int*, 131:105003, 2019
- 10) Bastiaensen M., Ait Bamai Y., Araki A., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Kishi R., covaci A. Biomonitoring of organophosphate flame retardants and plasticizers in children: associations with house dust and housing characteristics in Japan. *Environ Res*, 172:543-551, 2019
- 11) Rahel Mesfin Ketema, Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Takeshi Saito and Reiko Kishi. Lifestyle behaviors and home and school environment in association with sick building syndrome among elementary school children: a cross-sectional study, *Environmental Health and Preventive Medicine* volume 25, Article number: 28 2020

2. 書籍

- 1) Azuma K. *Guidelines and Regulations for Indoor Environmental Quality, Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All.* Springer, Singapore, pp.303-318, 2019.
- 2) 東 賢一. [対策] 室内汚染対策／室内環境指針値、[物質編] マンガン及びその化合物. 大気環境の事典. 朝倉書店, 東京, 2019.
- 3) 東 賢一. WHO、諸外国の空気質ガイドライ

ン. 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術. テクノシステム, 東京, 2019.

3. 学会発表

- 1) Azuma K, Inaba Y, Kim H, Bekki K, Hayashi M, Uchiyama I, Kunugita N. Health risk assessment of human exposure to phthalates-contaminated indoor dust in the environment of homes. 31st annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Utrecht, The Netherlands, 25-28 August 2019.
- 2) 東 賢一、稲葉洋平、金 勲、戸次加奈江、林基哉、内山巖雄、樺田尚樹. 一般住宅の室内ダストに含まれるフタル酸エステル類による居住者の健康リスク評価. 第 90 回日本衛生学会学術総会, 盛岡, 2020 年 3 月 26 日-28 日.
- 3) Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi. Exposure to organophosphate esters in Japan: associations among their concentrations in house dust, urinary metabolite levels, and allergies: ISESISIAQ-2019 (Kaunas, Lithuania, 18-22 August 2019)

F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

健康増進のための住環境についての研究

住居内の温熱・光環境と健康に関する文献調査と課題抽出

研究分担者 佐伯 圭吾 奈良県立医科大学 医学部 教授

研究協力者 大林 賢史 奈良県立医科大学 医学部 特任准教授

研究要旨

冬には脳血管疾患、心疾患、呼吸器感染症による死亡率が上昇する。近年、分析法の進歩によって、外気温の変化に関連する死亡率を曝露からイベントまでの潜時を考慮して正確に推計できるようになった。わが国の寒冷曝露関連死亡は、総死亡の9.8%にのぼり、1年あたり9.4万人と推計され、これは高血圧症による過剰死亡（10.4万人）に匹敵する。外気温の24時間平均値が26℃未満となる軽度の寒冷曝露から、死亡率が上昇し始めることがわかった。既存の生態学的研究は、室温が暖かく保たれている北欧諸国の冬の死亡率上昇が、南欧諸国より小さいことから、外気温関連死亡は、室温の調整によって予防可能なことが示唆した。室温環境を介入した無作為化比較試験は、室温調整によって血圧が有意に低下し、着衣の調整では血圧上昇を防げないことを示した。暖房指示介入効果による無作為化比較試験は、早朝血圧を有意に低下させる効果を示したが、室温の上昇は予測より少なく、暖房設備や断熱性能といった住宅性能の整備の必要性を示唆した。大規模コホート研究の横断解析は、室温低値が、血圧高値、入眠潜時延長、血小板高値、夜間頻尿と関連することを示した。

ヒトの神経・精神・循環・代謝などの生理機能には概日リズムが存在し、網膜で受容される光情報によって、外部環境と同調されている。人工照明や電子機器による夜間の光曝露の増加が、生体リズム障害を介して、肥満、糖尿病、うつ、心血管疾患の危険因子となっている可能性が指摘されている。わが国の高齢者を対象とした前向きコホート研究は、世界で初めて光曝露量を実生活下で測定し、夜間の光曝露量が多い者で、メラトニン分泌量が少なく、夜間のメラトニン分泌の低値が、夜間頻尿の有病割合、動脈硬化、認知機能障害、うつ症状、筋力低値と関連することを示している。さらに夜間の光曝露が多いことが、夜間高血圧、睡眠障害、動脈硬化、全身炎症と関連することを示した。またベースライン時の夜間の光曝露が多い対象者では、少ない対象者と比べて肥満の進行とうつ症状の新規発症が有意に多い縦断的関連を示した。この関連は既知の交絡要因とは独立していた。

先行研究は、住居内の温度や光環境が生活習慣病の重要な環境要因であることを示唆しており、住環境の温度や光環境は介入可能で、多くの国民に関連する要因である点に着目すべきである。今後は死亡やがん、認知症、心血管疾患発症との関連に関する研究を促進することと、予防策立案にむけての研究が必要である。

A. 研究の背景と方法

1980年代より冬には他の季節と比べて、総死亡率が上昇することから寒冷曝露を緩和する住

居内の温熱環境の重要性は指摘されてきたが、近年の分析の進歩により、外気温の上昇や低下による過剰死亡数が正確に推定されたことから、その

重要性はさらに注目されている。光環境の重要性は、生体リズムの観点から指摘されている。ヒトの睡眠、代謝、免疫機能、血圧といった生理機能は、地球の自転のサイクルにはほぼ一致する概日リズムを備えている。眼で受容する光は、外部環境と生体リズムを同期する最も重要なシグナルであり、外部環境と生体リズムの不一致は、様々な疾病リスクと関与する可能性が指摘されている。本研究の目的は住居内の温熱・光環境と健康の関連や、そのメカニズムを示す先行研究をレビューすることによって、既存の知見を整理し、今後必要となる研究課題を検討することである。

B. 研究方法

本研究では、住居内の温熱・光環境と健康の関連や、そのメカニズムを示す先行研究をレビューし、今後の課題について考察した。

C. 結果結果および考察

C1. 住居内の温熱環境と健康の関連

C1.1. 冬の死亡率上昇

冬の死亡率上昇は、室内温熱環境の重要性を示唆している。1990年に、Curwenらは、国連が公表した国際死亡統計に基づいて、冬の総死亡上昇が世界的な問題であることを示した。英国（イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランド、アイルランド）、スカンジナビア（デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン）、西ヨーロッパ（ベルギー、フランス、西ドイツ、イタリア、オランダ、ポルトガル、スペイン、スイス）、東ヨーロッパ（オーストリア、ブルガリア、東ドイツ、チェコスロバキア）、北米（カナダ、米国）、アジア（日本）、および南半球（オーストラリア、ニュージーランド）で共通して、冬の死亡率が他の季節よりも高い結果であった。同報告によると、冬の死亡率の上昇の起因疾患は低体温症ではなく、脳血管疾患や虚血性心疾患などの心血管疾患およびインフルエンザを含む呼吸器疾患であった。1976年から1983年のイングランドとウェールズのデータによると、冬季の

過剰死亡の55%が心血管疾患によるもので、33%が呼吸器疾患によるものであった。(1)

C1.2. 外気温変化と死亡率の関連

Currieroらは、1973年から1994年までの20年間のデータを用いて、米国北部の6都市（シカゴ、ボストン、ニューヨーク、フィラデルフィア、ボルチモア、ワシントン）と南部の5都市（シャーロット、アトランタ、ジャクソンビル、タンパ、およびマイアミ）における日ごとの外気温と死亡率の関連を分析した。彼らは、最も死亡率が低値となる外気温（minimum mortality temperature: MMT）を推計し、散布図を用いて、MMTより外気温の低下した場合の死亡率の上昇と、MMTより高い温度になった場合の死亡率の変化を検討した。北部6都市の平均MMTは20.5°Cで、南部5都市の平均MMTは27.2°Cであった。南部の都市において外気温がMMTから1°C低下した場合に、上昇する死亡リスクは4.50%で、北部の都市の3.39%よりも大きかった。(2)。つまり比較的温暖な南部の都市のほうが、同じ程度の寒冷曝露で死亡率が大きく上昇する現象が確認された。

Healyらは欧州各国の比較から、冬の平均外気温が低いフィンランド(-3.5°C)、オーストリア(1.4°C)、ルクセンブルク(1.5°C)、ドイツ(1.6°C)と比べて、冬の平均気温が穏やかなポルトガルなどの国(13.5°C)やギリシャ(11.6°C)で冬の死亡率が高いことを示したことから、住環境の質が、季過剰死亡と関連する可能性を指摘した(3)。

近年、外気温への曝露と疾病発生までの潜時を考慮して正しく影響を定量するあらたな分析法（distributed lag nonlinear model :DLNM）が開発され、外気温変動に起因する疾病罹患や死亡の重要性が報告されている(4)。Gasparriniらは13か国の死亡データと日ごとの気象データを用いて、外気温が総死亡に及ぼす寄与危険割合を報告した。この寄与危険割合は、外気温が1年中MMTであった場合に、減少すると推定される死亡割合と解釈できる。寄与危険割合が最も高かったのは中国(11.0%)で、次いでイタリア

(10.97%)、日本 (10.12%)、英国 (8.78%)、および韓国 (7.24%) の順であった。最も寄与危険割合が少ないのはタイ (3.37%) でブラジル (3.53%)、スウェーデン (3.87%)、台湾 (4.75%) が続いた。

わが国においては、外気温の MMT (外気温が最も低い 24 時間平均値) は 26°C で、MMT より外気温が低下することによる寄与危険割合、は総死亡の 9.8% と推計され、約 9.4 万人/年に相当す

る。これは池田らが推計した喫煙による過剰死亡 (12.9 万人/年) や高血圧症による過剰死亡 (10.4 万人/年) に匹敵していることから (図 1)、寒冷曝露による死亡率上昇対策が重要な課題といえる。一方、外気温が MMT から上昇することに関連する寄与危険割合は 0.3% で、約 2900 人/年の過剰死亡と推計され、寒冷曝露より少ないことが分かった(5)。

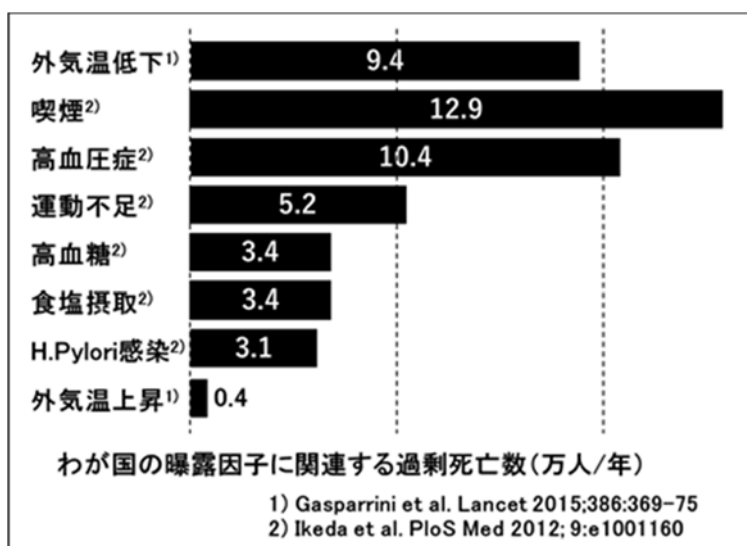


図 1

Onozuka らは、2006 年から 2014 年の日本の全国的救急医療データを用いて、外気温変動が院外心停止に及ぼす影響を検討した。659,752 件の院外心停止のうち、21.9%が軽度の外気温低下による寒冷曝露によるもので、0.29%が外気温上昇によるものと推計した(6)。

C1.3. 外気温関連死亡率の推移

Gasparri et al. らは DLNM を用いて、オーストラリア、カナダ、日本、韓国、スペイン、英国、米国を含む 7 か国の 1993 から 2006 年のデータから、外気温上昇と関連する死亡の変化を調査した。日本では、死亡率が最も低値となる MMT と比べて、屋外温度の 99 パーセントイル値に関連する死亡の相対リスクは、16.1%から 6.2%へ有意に減少していた ($p < 0.001$) (7)。Chung らは、

日本、韓国、台湾の 15 の都市で、1972 年から 2009 年にかけての外気温変動に起因する死亡率の変化を評価した。日本では、外気温上昇に起因する死亡リスクは 1970 年代には 10%から 20%で推移していたが、1980 年代には 10%未満に減少した。一方、外気温低下に起因する死亡リスクの減少は見られなかったことから、地球温暖化が進む現在でも、依然として重要な課題であることが分かった(8)。

C1.4. 室温の健康の関連

Euro-winter group は、北部フィンランド、南部フィンランド、ドイツ、オランダ、ロンドン、北部イタリア、ギリシャ、パレルモにおいてに抽出した家庭の 17 時時点の室温を測定したところ、各年の平均屋外冬温度と有意な負の相関 (P

<0.001) みられた。また各都市の室温の平均値と総死亡率に有意な負の関連を示す生態学的研究結果を報告し、室温低下による屋内寒冷曝露による冬の死亡率上昇を示唆した(9)。

C1.5. 室温と血圧・血液凝固能の関連

寒冷曝露が心血管疾患を引き起こすメカニズムは完全には確立されていないが、おもに血圧の上昇、凝固能亢進が考えられる。寒冷曝露は皮膚温度を低下させ、皮膚血管収縮、内臓血管収縮、および血圧上昇を引き起こすことが生理学実験で示されている(10, 11)。Stergiou らは、血圧の日内変動と脳血管疾患発生の日内変動の類似性を示し、ともに早朝と夕方に二峰性を認めることを指摘した(12)。以前から外気温低下時に健診血圧が高いことや(13, 14)および自由行動下血圧が高いことが示されていたが(15)、室温低下が血圧に及ぼす影響は明らかではなかった。近年わが国の大規模観察研究から、Umishio らは室温低下と家庭血圧高値の有意な関係を報告し(16, 17)、Saeki らは日中の自由行動下血圧や血圧モーニングサージが外気温と独立して室温と有意に関連することを示した(18, 19)。さらに Saeki らは室温環境を介入 (24°C vs. 14°C) による自由行動下血圧への影響に関する無作為化比較試験を実施し、収縮期血圧 (+5.7mmHg) および血圧モーニングサージの有意な上昇を認めた。本研究は、対象者が自由に着衣量を調整できる条件の実施されていることから、10°Cの室温低下による血圧上昇の効果は、着衣の調整では抑制できないことが示された。

寒冷曝露による血液凝固能への影響については、Keatinge らは、10 m/s の風によって体表面を冷却する生理学実験によって、血小板数が増加し、血液の粘度が増加することを報告した(20)。また Woodhouse らは、観察研究から、冬に血中フィブリノーゲンの上昇と第 VII 因子活性の上昇を報告した(21)。また Ghebre らは、大規模疫学研究からプラスミノーゲン活性化因子、von Willebrand 因子、D-dimer が冬に増加することから、寒冷曝露によって凝固能が亢進する可能性

を示した(22)。また Saeki らは住宅の室温が低い者で、血小板数が多い有意な関連を認め、その関連は外気温とは独立していることを報告した(23)。

C1.6. 住環境・健康行動介入の健康影響

生態学的研究は、セントラルヒーティングの配備が寒冷曝露による死亡率低値に関連し、エアコンの設置が外気温上昇に関連する死亡率の低下と関連する可能性を示唆している。セントラルヒーティングの使用者割合が少ない地域で脳卒中および虚血性心疾患による死亡率および総死亡率が多い関連を示され(24)、エアコンの普及が、外気温上昇に起因する死亡率の低下と関連する可能性が指摘されている(2, 8)。これらの地域単位で調査した生態学的研究の結果を、個人レベルでセントラルヒーティングやエアコン使用と死亡率の関連を確認する必要がある。

ニュージーランドの Howden-Chapman らは、住宅の断熱改修と暖房設備の改善からなる介入の効果について、4407 人、1350 世帯を対象にクラスター無作為化比較試験を実施した。介入群では対照群と比べて、冬季の寝室の平均室温が 0.5°C 上昇する効果を認めた。また介入群では児童の学校欠席や医療機関受診のオッズ比が有意に減少していた(25)。さらに Howden-Chapman らは、409 名の 6~12 歳の児童の住宅に暖房設備の設置する介入に関する無作為化比較試験を行い、学校の欠席や喘息による医療機関受診回数が減少したことを示した(26)。しかしこのような住宅改修が致死的な心血管疾患や総死亡に及ぼす長期的影響を無作為化比較試験で明らかにすることは倫理的な観点から、困難と考えられる。

Saeki らは、冬季に対象者への暖房指示介入が早朝血圧に及ぼす影響に関する無作為化比較試験を行った。高齢者に対し、翌日の予定起床時刻の 1 時間前にタイマー式暖房機をセットするように指示した効果を検証した。介入群において起床後 2 時間の居間室温は 2.09°C 有意に上昇し、収縮期血圧は 4.43mmHg 有意に低下した(27)。早朝の暖房指示による効果はみられたものの、室

温の上昇は予測より少なく、暖房設備や断熱性能といった住宅性能の整備の必要性が示唆された。

C2. 住居内の光環境と健康の関連

C2.1. 光曝露と生体リズム

ヒトの睡眠、内分泌・代謝、循環機能、精神機能などさまざまな生理機能は一定ではなく、約1日を周期とする概日リズム（サーカディアンリズム）を呈することが知られている(28)。体内のサーカディアンリズムは、視交叉上核の時計中枢やすべての体細胞に備わった時計遺伝子によって制御されているが、時計中枢のリズムと外部環境の同調をもたらす最も重要なシグナルは、網膜で受容される光刺激であることが分かっている。

人類は、日中は太陽光に曝露し、夜間は日没とともに暗くなる地球環境に適応して進化してきたと考えられるが、現代人が生活する光環境は、日中に屋内で過ごす時間長いため光への曝露が少なく、夜間には人工照明に曝露することが多くなっており、進化の過程から考えると不自然な環境といえる。明暗サイクルを制御した生理学実験は、外部環境と生体リズムの不一致が、耐糖能以上や高血圧を引き起こすことを示しており(29)、

先行疫学研究は、夜間交代勤務が肥満症(30, 31)・糖尿病(32)・脂質異常症・高血圧・睡眠障害・うつ・脳卒中・虚血性心疾患(33-36)・がん(37-39)と関連することを示した。

C2.2. 日中の光曝露とメラトニン分泌量

先行研究から、日常生活で曝露する光環境の重要性が想定されたが、実生活下で曝露する光環境を測定し、健康指標との関連を検討した研究はみられなかった。Obayashiらは、1127名の一般高齢者を対象とするコホート研究（平城京スタディ）において、日常生活下で曝露する日中および夜間の光を測定し、健康指標との関連を報告した。手関節に装着した照度計で測定した日中の光曝露は、夜間蓄尿法で測定したメラトニン分泌量と有意な正の関連を認めた(40)。これはMishimaらが少数の高齢者を対象とする実験研究で、日中の

光照射が夜間のメラトニン分泌量が増加させるとした研究結果と一致するものであった(41)。さらにObayashiらは、夜間のメラトニン分泌の低値が、夜間頻尿の有病割合(42)、動脈硬化(43)、認知機能障害、うつ症状(44)、筋力低値(45)と関連することを示した。

C2.3. 夜間の光曝露と健康の関連

Obayashiらは夜間の光曝露高値が、夜間血圧高値(46)、睡眠障害(47)、動脈硬化(48)、全身炎症(49)と有意な横断的関連することを示し、またベースライン時の夜間の光曝露が多いた対象者では、少ない対象者と比べて肥満の進行(50)とうつ症状の新規発症(51)が有意に多い縦断的関連を示した。この関連は既知の交絡要因とは独立した関連であった。

D. 総括

国内外の先行研究は、住居内の温度や光環境が生活習慣病の重要な環境要因であることを示唆しており、住環境の温度や光環境は介入可能で、すべての国民に関連する要因である点に着目すべきである。今後は死亡やがん、認知症、心血管疾患発症との関連に関するエビデンスや、温度や光環境による影響を受けやすいハイリスク者や環境閾値の同定など、予防策立案に向けた研究が必要と考える。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

1. Curwen M. Excess winter mortality: a British phenomenon? *Health Trends*. 1990-1991;22(4):169-75.
2. Curriero F, Heiner K, Samet J, Zeger S, Strug L, Patz J. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol*. 2002;155:80-7.
3. Healy JD. Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. *J Epidemiol Community Health*. 2003;57(10):784-9.
4. Gasparrini A. Modeling exposure-lag-response associations with distributed lag non-linear models. *Stat Med*. 2014;33(5):881-99.
5. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.
6. Onozuka D, Hagihara A. Out-of-hospital cardiac arrest risk attributable to temperature in Japan. *Sci Rep*. 2017;7:39538.
7. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Kinney PL, Petkova EP, Lavigne E, et al. Temporal Variation in Heat-Mortality Associations: A Multicountry Study. *Environ Health Perspect*. 2015;123(11):1200-7.
8. Chung Y, Noh H, Honda Y, Hashizume M, Bell ML, Guo YL, et al. Temporal Changes in Mortality Related to Extreme Temperatures for 15 Cities in Northeast Asia: Adaptation to Heat and Maladaptation to Cold. *Am J Epidemiol*. 2017;185(10):907-13.
9. Group. TE. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease,

- cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. The Eurowinter Group. *Lancet*. 1997;349(9062):1341-6.
10. Holowatz LA, Kenney WL. Peripheral mechanisms of thermoregulatory control of skin blood flow in aged humans. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985). 2010;109(5):1538-44.
 11. Wilson TE, Sauder CL, Kearney ML, Kuipers NT, Leuenberger UA, Monahan KD, et al. Skin-surface cooling elicits peripheral and visceral vasoconstriction in humans. *J Appl Physiol* (1985). 2007;103(4):1257-62.
 12. Stergiou GS. Parallel Morning and Evening Surge in Stroke Onset, Blood Pressure, and Physical Activity. *Stroke*. 2002;33(6):1480-6.
 13. Alperovitch A, Lacombe JM, Hanon O, Dartigues JF, Ritchie K, Ducimetiere P, et al. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. *Arch Intern Med*. 2009;169(1):75-80.
 14. Brennan PJ, Greenberg G, Miall WE, Thompson SG. Seasonal variation in arterial blood pressure. *BMJ*. 1982;285(6346):919-23.
 15. Modesti PA, Morabito M, Bertolozzi I, Masetti L, Panci G, Lumachi C, et al. Weather-related changes in 24-hour blood pressure profile: effects of age and implications for hypertension management. *Hypertens*. 2006;47(2):155-61.
 16. Umishio W, Ikaga T, Kario K, Fujino Y, Hoshi T, Ando S, et al. Cross-Sectional Analysis of the Relationship Between Home Blood Pressure and Indoor Temperature in Winter: A Nationwide Smart Wellness Housing Survey in Japan. *Hypertens*. 2019;74(4):756-66.
 17. Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M. Seasonal variation of blood pressure and its relationship to ambient temperature in an elderly population. *J Hypertens*. 1993;11(11):1267-74.
 18. Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months. *J Hypertens*. 2014;32(8):1582-9.
 19. Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. The relationship between indoor, outdoor and ambient temperatures and morning BP surges from inter-seasonally repeated measurements. *J Hum Hypertens*. 2014;28(8):482-8.
 20. Keatinge WR, Coleshaw SR, Cotter F, Mattock M, Murphy M, Chelliah R. Increases in platelet and red cell counts, blood viscosity, and arterial pressure during mild surface cooling: factors in mortality from coronary and cerebral thrombosis in winter. *BMJ*. 1984;289(6456):1405-8.
 21. Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M, Foley A, Meade TW. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet*. 1994;343(8895):435-9.
 22. Ghebre MA, Wannamethee SG, Rumley A, Whincup PH, Lowe GD, Morris RW. Prospective study of seasonal patterns in hemostatic factors in older men and their relation to excess winter coronary heart disease deaths. *J Thromb Haemost*. 2012;10(3):352-8.

23. Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N. Platelet count and indoor cold exposure among elderly people: A cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study. *J Epidemiol.* 2017;27(12):562-7.
24. Aylin P, Morris S, Wakefield J, Grossinho A, Jarup L, Elliott P. Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986-1996. *Int J Epidemiol.* 2001;30(5):1100-8.
25. Howden-Chapman P, Matheson A, Crane J, Viggers H, Cunningham M, Blakely T, et al. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community. *BMJ.* 2007;334(7591):460.
26. Howden-Chapman P, Pierse N, Nicholls S, Gillespie-Bennett J, Viggers H, Cunningham M, et al. Effects of improved home heating on asthma in community dwelling children: randomised controlled trial. *BMJ.* 2008;337:a1411.
27. Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N. Short-term effects of instruction in home heating on indoor temperature and blood pressure in elderly people: a randomized controlled trial. *J Hypertens.* 2015;33(11):2338-43.
28. Czeisler C, Duffy J, Shanahan T, Brown E, Mitchell J, Rimmer D, et al. Stability, Precision, and Near-24-Hour Period of the Human Circadian Pacemaker. *Science.* 1999;284:2177-81.
29. Scheer FA, Hilton MF, Mantzoros CS, Shea SA. Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2009;106(11):4453-8.
30. Karlsson B, Knutsson A, Lindahl B. Is there an association between shift work and having a metabolic syndrome? Results from a population based study of 27,485 people. *Occupational and environmental medicine.* 2001;58(11):747-52.
31. Pietroiusti A, Neri A, Somma G, Coppeta L, Iavicoli I, Bergamaschi A, et al. Incidence of metabolic syndrome among night-shift healthcare workers. *Occup Environ Med.* 2010;67(1):54-7.
32. Morikawa Y, Nakagawa H, Miura K, Soyama Y, Ishizaki M, Kido T, et al. Shift work and the risk of diabetes mellitus among Japanese male factory workers. *Scand J Work Environ Health.* 2005;31(3):179-83.
33. Brown DL, Feskanich D, Sanchez BN, Rexrode KM, Schernhammer ES, Lisabeth LD. Rotating night shift work and the risk of ischemic stroke. *Am J Epidemiol.* 2009;169(11):1370-7.
34. Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Manson JE, Speizer FE, et al. Prospective study of shift work and risk of coronary heart disease in women. *Circulation.* 1995;92(11):3178-82.
35. Knutsson A, Akerstedt T, Jonsson BG, Orth-Gomer K. Increased risk of ischaemic heart disease in shift workers. *Lancet.* 1986;2(8498):89-92.
36. Vyas MV, Garg AX, Iansavichus AV, Costella J, Donner A, Laugsand LE, et al. Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2012;345:e4800.
37. Kolstad HA. Nightshift work and risk of breast cancer and other cancers--a critical review of the epidemiologic evidence. *Scand J Work Environ Health.* 2008;34(1):5-22.
38. Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE, Willett WC, Hunter DJ, Kawachi I, et al.

- Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the nurses' health study. *Journal of the National Cancer Institute*. 2001;93(20):1563-8.
39. Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE, Willett WC, Hunter DJ, Kawachi I, et al. Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst*. 2003;95(11):825-8.
 40. Obayashi K, Saeki K, Iwamoto J, Okamoto N, Tomioka K, Nezu S, et al. Positive effect of daylight exposure on nocturnal urinary melatonin excretion in the elderly: a cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(11):4166-73.
 41. Mishima K, Okawa M, Shimizu T, Hishikawa Y. Diminished melatonin secretion in the elderly caused by insufficient environmental illumination. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86(1):129-34.
 42. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Association between melatonin secretion and nocturia in elderly individuals: a cross-sectional study of the HEIJO-KYO cohort. *J urol*. 2014;191(6):1816-21.
 43. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Association between urinary 6-sulfatoxymelatonin excretion and arterial stiffness in the general elderly population: the HEIJO-KYO cohort. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(9):3233-9.
 44. Obayashi K, Saeki K, Iwamoto J, Tone N, Tanaka K, Kataoka H, et al. Physiological Levels of Melatonin Relate to Cognitive Function and Depressive Symptoms: The HEIJO-KYO Cohort. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(8):3090-6.
 45. Obayashi K, Saeki K, Maegawa T, Iwamoto J, Sakai T, Otaki N, et al. Melatonin Secretion and Muscle Strength in Elderly Individuals: A Cross-Sectional Study of the HEIJO-KYO Cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016;71(9):1235-40.
 46. Obayashi K, Saeki K, Iwamoto J, Ikada Y, Kurumatani N. Association between light exposure at night and nighttime blood pressure in the elderly independent of nocturnal urinary melatonin excretion. *Chronobiol Int*. 2014;31(6):779-86.
 47. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Association between light exposure at night and insomnia in the general elderly population: the HEIJO-KYO cohort. *Chronobiol Int*. 2014;31(9):976-82.
 48. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Light exposure at night is associated with subclinical carotid atherosclerosis in the general elderly population: The HEIJO-KYO cohort. *Chronobiol Int*. 2015;32(3):310-7.
 49. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Higher melatonin secretion is associated with lower leukocyte and platelet counts in the general elderly population: the HEIJO-KYO cohort. *J Pineal Res*. 2015;58(2):227-33.
 50. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Ambient Light Exposure and Changes in Obesity Parameters: A Longitudinal Study of the HEIJO-KYO Cohort. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(9):3539-47.
 51. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Bedroom Light Exposure at Night and the Incidence of Depressive Symptoms: A Longitudinal Study of the HEIJO-KYO Cohort. *Am J Epidemiol*. 2018;187(3):427-34.

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
気象データと人口動態統計を用いた疾病による死亡の
季節依存性に関する経時的分析

研究分担者 羽山 広文 北海道大学 大学院工学研究院 教授
研究協力者 森 太郎 北海道大学 大学院工学研究院 准教授
研究協力者 長谷川 舞 北海道大学 大学院工学院修士課程

研究要旨

日本人の死因で心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、不慮の溺死溺水は冬季に増加するという報告が多い。本研究では 1972～2015 年の人口動態統計死亡票と気象データの関係を整理し、健康で安全な建築、都市計画の指標とすることを目的とする。

1972 年～2015 年の人口動態統計死亡票とアメダス気象データから得た死亡者と死亡日の日平均外気温のリストを用いて(1)CSVM、(2)Death Index、(3)死亡数重み付け月平均外気温と月別死亡割合による分析を行った。その結果、下記の知見を得た。

(1)日本における CSVM は 1998 年に増加のピークを迎え、呼吸器疾患において顕著であった。また、日本と欧州に共通し温暖地よりも寒冷地の方が CSVM は低くなった。

(2)Death Index について、1950 年までの東京と北海道の Death Index は違う傾向を示し、それ以降は似た傾向を示すようになった。

(3)北海道以外の多くの地域で、外気温による月別死亡割合の変動は 1980 年頃よりも改善していた。また、温暖地では寒冷地よりも、低外気温であるほど月別死亡割合が高い傾向が顕著であった。

A. 研究の背景と目的

日本の年間死亡総数は約 120 万人である。その死因は疾病、事故等による外傷、溺死溺水など多岐にわたる。そのうち、疾病では新生物、循環器疾患、呼吸器疾患などが死因として分類され、新生物では悪性新生物、循環器疾患では心疾患、脳血管疾患などさらに細分化される。悪性新生物、心疾患、脳血管疾患は 3 大死因と言われており、特に死亡数の多い疾患である。またこのうち、心疾患、脳血管疾患は季節により死亡数が変化し、冬季に死亡数が増加するという報告が多くされており¹⁾、室温、気圧、外気温などの気象条件の変化によって、心拍数や血圧などが変化することが関係していると考えられている。特に、寒さ

が高齢者の健康状態に与える影響は大きく、日本での高齢化進行を考慮すると寒さへの対応は急務である。しかし、外気温と疾病による死亡の関係や、低外気温が死亡に与える影響に関して長期的に分析した研究は少ない。そこで、1972～2015 年(44 年間)の人口動態統計死亡票と気象データを用いて外気温と死亡との関係を経時的に分析する。初めに、1970 年以前の死亡の季節依存性と近年の状況を比較するために、Death Index²⁾を用いた分析を行う。

次に、冬期の死亡数についての日本における状況を確認し、加えて欧州の状況との比較をするため、CSVM³⁾を用いた分析を行う。最後に、日本における外気温の変化による死亡数への影響を

地域別に確認するため、月平均外気温と月毎の死亡割合との相関を分析する。以上により、低外気温度下で疾患による死亡に至らないための対策を住環境の点から検討する萌芽となることを目的とする。

B. 既往の研究

靱山による既往研究²⁾では1930～1934年と1952～1956年における季節病カレンダーを作成し、1930～1934年では夏期と冬期に傷病の発生が多く、1952～1956年では夏の傷病が減り、冬期に集中するようになったことを報告している。その後、1970年に近づくにつれて死亡率が減少し、冬のピークも緩慢化していることが見受けられる。本研究では、靱山が用いた月ごとの死亡割合を示す指標であるDeath Indexを1972年以降のデータについて算出する。

外気温と死亡を分析した研究には山中ら⁴⁾による研究がある。月単位での脳血管疾患による死亡率と平均外気温の関係を分析しており、石川県より外気温の低い地域では22～25℃の間で、和歌山県より外気温の高い地域では25～28℃の間で死亡率が最小となったことを報告している。また、伊香賀ら⁵⁾の研究では住宅の断熱性能が健康に与える影響を評価するため、アンケート調査により断熱、気密性能の高い住宅に転居した時の有病率について分析しており、転居後には対象とした10の疾病全てにおいて改善の傾向が見られたと報告している。

川久保ら⁶⁾の研究でも戸建住宅の環境性能が健康に与える影響を分析しており、調査結果から住環境の改善により疾病を予防しうると示唆している。これらの研究は住宅の性能が与える健康への影響を評価したものであるが、本研究では外気温に着目しその健康影響について分析する。また、本研究で用いる人口動態統計死亡票を用いた既往研究は、松村ら⁷⁾、濱田ら⁸⁾、三上ら⁹⁾による研究がある。松村らによる既往研究では2003～2006年の人口動態統計死亡票を用いて死亡数の季節依存性、死亡数と外気温の関係を整理している。2003年において死亡数の多い死因のうち、

新生物、脳血管疾患、心疾患を対象とし、日本全国を9エリアに区分してそれぞれの月別死亡数を算出したところ、脳血管疾患、心疾患において冬期の死亡数が高くなるが、北海道と沖縄においては季節変動が小さいことを報告している。また、濱田らは2003～2006年の人口動態統計死亡票とアメダス気象データを用いて、呼吸器疾患における地域、気象条件、死亡場所と死亡率の関係について分析している。その結果、外気温、絶対湿度が低くなるほど死亡率が高くなり、温暖な地域ほどその傾向が顕著にみられたと述べている。

三上らによる既往研究では、2003～2011年の人口動態統計死亡データについて、CSVMという指標を用いて日本と欧州のCSVMと暖房デグリーデー(HDD)の比較、日本のCSVMと窓性能の関係について分析を行っている。その結果、日本と欧州に共通してCSVMとHDDには負の相関があり、CSVMと窓等の高断熱化にも負の相関があったことから、寒冷地ほど断熱に配慮した建築が普及しているため、冬期の死亡数が少ないと結論付けている。

ここで、CSVMとはJD Healy³⁾が提案した冬期の死亡数変動を示す指標である。JD Healyは既往研究で欧州14か国について1988～1997年のCSVMを算出し、死亡数と外気温の関係について分析している。その結果、寒冷地ではCSVMが低い、即ち冬期の死亡数が少ない傾向が見られたと報告している。

C. 調査資料・分析概要

C1. 分析対象

本研究では1972～2015年(44年分)の人口動態統計死亡票⁹⁾(Table.1)、市町村別のアメダス気象データ¹⁰⁾(Table.2)を用いて統計分析ソフトR¹¹⁾により分析を行った。

C2. 日本における人口と死亡の推移

Fig.1に示したように、日本の人口は1970年～2015年で約4千万人増加しており、そのうち65歳以上の高齢者の割合は7.1%から26%までに増加している¹²⁾。また、日本における年間の総死亡数は1972～2015年でFig.2のように推移し

ている。1972年の総死亡数は約70万人であるのに対し、2015年ではおよそ2倍の130万人となっている。特に、高齢化の進行により65歳以上の人の死亡割合は年々増加しており、1972年では6割程度であったのが、2015年では約9割まで増加している。また、死亡場所の推移はFig.3のようになっており、1977年以前では病院の死亡割合よりも自宅の死亡割合が大きい、それ以降は逆転していることが分かる。

C3. 分析データの構築

人口動態統計死亡票から、死亡場所、生年月日、年齢、性別、死因を得た。死亡場所は市区町村コードで表され、死因はWHOの定める国際疾病分類(ICD-8,9,10)で表される。Table.1に示したように、死亡場所、死因分類は年により改正されている。また、気象庁のホームページから日平均外気温を得た。これらを用いて死亡データと気象データのマッチングを行った。

以下にその方法を述べる。気象庁のホームページの「過去の気象データ」のページからWebスクレイピングを用いて全国の気象データ(日平均外気温)をダウンロードし、行が場所、列が日付(1972~2015年)の表、過去の市町村合併分を含む市区町村コードと緯度経度の関係、アメダス観測所の緯度経度データを作成した。GISソフト(QGIS)を用いて、市区町村コードの位置から近距離15番目までのアメダス観測所のリストを作成した。これらを用いて、死亡データを1行ずつ順に取り出し、死亡日の気象データを取り出す。また、市区町村コードから最も近傍の気象データを取り出す。この時、気象データがない場合は、次に近いアメダス観測所のデータを調べるということを最大15番目まで繰り返し検索し、それでもない場合はNAとする。気象データがある場合は、そこから1週間前までのデータを表に埋める。1週間前までのデータがない場合はNAとする。以上を繰り返すことで死亡データと気象データで構成されるデータベースを構築した。

D. Death Indexを用いた分析

Death Index²⁾は年平均死亡数を100とした月々の死亡割合であり、月々の死亡数変動を表す指標である。(1)式にDeath Indexの算出式を示す。

$$Death\ Index = \frac{100f_a(Jan)}{f_a(Jan + Feb + \dots + Nov + Dec)/12} \quad (1)$$

f_a : 各月の死亡数

既往の研究では、北海道と東京について1890年代から1960年代までのDeath Indexが求められている(Fig.4)。これに、Fig.5に示す1970年代から2010年代までのDeath Indexを求め算出したグラフを加えた。東京では1920年代までは7~9月のDeath Indexが高くなったが1930年代以降は低くなった。

一方、北海道では1940年まで7月~9月のDeath Indexが高く1950年以降低くなり始め、その後4月~6月のDeath Indexも低くなった。北海道より東京の方が早く7月~9月のDeath Indexが下がったのは、インフラ整備、特に水道の整備時期の違いによるものと考えられる。東京では1590年代から水道の整備が行われ、1911年には改良水道の工事が完了したが、北海道では1940年頃に水道の整備が完了する都市もあった¹⁴⁾。

これにより、1910年代以前には毎年夏から秋にかけて大流行していたコレラや赤痢等の消化器系伝染病による死亡者が、東京の方が早く少なくなったことが原因と考えられる。近年では東京、北海道共に1~3月、10~12月に上昇し4~6月、7~9月に減少するという似た傾向を示すようになったが、これは2都市共にインフラ、暖房習慣が同程度に根付いたためであると推察できる。

E. CSVMを用いた分析

E1. CSVMの定義

CSVM(coefficient of seasonal variation in mortality)³⁾は死亡の季節変動を表す係数であり、冬期でない期間の死亡数に対する冬期の死亡数の割合で表される。Table.3に示すように1年を4か

月毎に区分し、冬期を12月と翌年の1～3月、冬期でない期間を4～7月及び翌年の8～11月と定義する。欧州における既往研究³⁾¹⁵⁾ではこの期間で1年間を区分けしCSVMを算出しており、本研究でもこの結果を用いて日本と欧州の冬期の死亡割合の状況を比較するため、同じ期間で分けてCSVMを算出する。そのCSVMの算出式を(2)式に示す。CSVMが上昇するほど冬期の死亡数が多いことを示す。

$$CSVM = \frac{(f_{a1} - \frac{f_{a2}}{2})}{(\frac{f_{a2}}{2})} \quad (2)$$

f_{a1} : 冬期の死亡数

f_{a2} : 冬期でない期間の死亡数

E2. 日本におけるCSVMの経時的分析

1972～2014年における東京、北海道のCSVMを算出し分析したものをFig.6に示す。年により変動が見られたが、全国的に1998年に増加のピークがあることが分かった。これについて、心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、悪性新生物の4疾患について疾患別のCSVMを算出したところ、Fig.7、8、9、10に示したように、悪性新生物、心疾患ではCSVMの変動が小さく、呼吸器疾患において1998年のCSVMが著しく増加していることが分かった。

Kawaiらによると¹⁶⁾1994年の予防接種法改正により、それまで強制であった小中学生のインフルエンザワクチン接種が自由化し、1998年まで小中学生のインフルエンザワクチン接種率が下がったことが、全年齢におけるインフルエンザやそれに起因する疾病による死亡率を高めており、今回の結果もその影響であると言える。

現在、新型コロナウイルス(COVID-19)の感染が拡大しているが(2020/3)、建築学の範囲を建物の運営まで含む領域とするならば、学校の感染をコントロールすることで呼吸器系疾患による死亡数を減らすことができるということは貴重な知見と考えられる。

E3. 日本と欧州のCSVM

欧州30か国¹³⁾と日本の6都市での、1980～2013年におけるCSVMと月平均外気温の関係について、各都市の平年の月平均外気温を用いて

12月～3月の4か月平均外気温を求めFig.11に示した。月平均外気温の平年値は、気象庁ホームページ⁷⁾の「世界の天候データツール(Climate View 月統計値)」から各国の首都のデータを得て用いた。ただし、キプロス、イタリア、スイス、オランダ、ラトビア、スロバキアについては首都の月平均外気温の平年値が得られなかったため、それぞれ別の代表都市のデータを用いた。Fig.11から、日本と欧州に共通して、CSVMと4か月平均外気温には正の相関が見られ、北海道やフィンランドのような寒冷地ではCSVMが低く、三重やキプロスのような温暖地では高い傾向があることが分かった。これは、温暖な地域に比べ寒冷地では暖房習慣が根付いていること、建物の断熱性能が関係していると考えられる。

F. 外気温と月別死亡割合を用いた分析

都道府県別に、(3)式で年間死亡数に占める月別の死亡割合を求め、(4)式で、死亡数で重み付けした月平均外気温を求めた。

$$R_d = \frac{N_i}{\sum(N_j + N_F + \dots + N_D)} \quad (3)$$

$$\theta_i = \sum_{m=1}^{N_i} \theta_m / N_i \quad (4)$$

R_d : 月別死亡割合

$N_i, N_j, N_F, \dots, N_D$: 各月の死亡数

θ_i : 月平均外気温

θ_m : 死亡者に紐づいた日平均外気温

自宅での死亡者を対象とし、47都道府県それぞれについて月別死亡割合と月平均外気温の関係を算出した。ただし、災害による死亡数への影響を考慮し、岩手、宮城、山形については2011年のデータ、兵庫については1995年のデータを除いた。また、十分なデータ数を得るためにその年から5年間のデータをまとめて用いた。これにより得られたグラフがFig.12のようなグラフである。また、ここから得られた回帰係数の経時変化をFig.13に示す。

北海道では1972年から2011年で大きな変動は見られなかったが、東京などの関東以南の多くの地域で、1995年以降に回帰係数が0に近づく、

即ち、外気温による月別死亡割合の変動が小さくなっている一方で、山梨など一部の地域では近年に近づくにつれて外気温による月別死亡割合の変動が大きくなっていることが分かった。44年間の月別死亡割合と月平均外気温の関係を分析したところ、低外気温のときと高外気温のときに月別死亡割合が高くなる傾向が見られた。そこで、低外気温時と高外気温時に回帰直線の傾きが変わるブレイクポイント(以下、BP1、BP2)がそれぞれ1点あるものとし、外気温の最低値～BP1、BP1～BP2、BP2～外気温の最高値で範囲を分け(以下、低温域、中温域、高温域)、それぞれで回帰直線を算出した。BPの算出はRのsegmentedパッケージ¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾を用いて行った。北海道、岩手、山形、新潟ではBP1が正しく検出されなかったためBP2のみを境界とし、範囲を低温域と高温域の2つに分けて回帰直線を算出した。その結果から抜粋してFig.14に示す。また、47都道府県における結果をまとめたものをTable.4に示す。Fig.13で示した結果が「1972-2011の回帰係数の経時変化」と題した列に示されており、Fig.14で示した結果が「segment1」～「segment3」の列に示されている。

Fig.14、Table.4から、北海道では他の地域に比べ低温域の傾きが緩やかとなっており、地域によりバラつきはあるが、全体の傾向として北海道よりも南の地域になるほど、低温域と中温域の傾きが急になっていることが分かった。また、低温域と中温域の回帰係数の差から47都道府県を*で分類した。Table.4において、segment2の回帰係数からsegment1の回帰係数を引き、0未満の時は記号なし、0以上0.1未満の時は*、0.1以上0.2未満の時は**、0.2以上0.3未満の時は***、0.3以上の時は****とした。*が多い地域ほど、中温域に比べ低温域での回帰直線の傾きが大きい、即ち外気温が低いほど死亡割合が高くなっている地域と言える。

特に四国、九州地方において低温域の傾きを取り分け急な地域が多く、北海道、東北地方では低温域と中温域で傾きの変化は微小、あるいは見受けられなかった。これは北海道のような寒冷地では

他の温暖な地域に比べ、外気温が20℃以下になったときに室内温度を高くする傾向があり防寒対策がなされているため²¹⁾、20℃以下、即ち低温域と中温域での回帰直線の傾きは緩やかであり、一様であるといえる。

一方でその他の地域では、外気温が20℃以下と低くなくても暖房を始めず、低温域でも十分に暖房していないために寒さの影響を受けて特に低温域での死亡割合が高くなっていると考えられる。また、高温部については、比較的寒冷地では回帰係数が小さく温暖地では大きい傾向がやや見られるが、長崎などの地域では小さく、埼玉、東京などの地域では高いことが分かった。

既往研究²²⁾では、高外気温が与える死亡への影響は、低外気温の与える影響よりも小さいことが分かっており、今回の結果においても、高温部の死亡数増加は外気温差よりも地域差によるものと考えられる。

G. 総括

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 東京と北海道では、東京の方が早く夏のDeath Indexが減少した。また、1950年までの東京と北海道のDeath Indexは違う傾向を示したが、それ以降は似た傾向を示すように変化した。
- 2) CSVMは1998年に増加のピークを迎え、呼吸器疾患においてその傾向が顕著に見られた。また、欧州30か国と日本6都市について、CSVMと冬期の外気温の間には正の相関が見られた。
- 3) 月別死亡割合の外気温による変動は北海道では他の地域に比べ小さく、北海道以外の地域でも1980年頃より改善の傾向が見られた。また、月別死亡割合は低外気温であるほど高くなっており、その傾向は北海道のような寒冷地ではあまり見受けられず、温暖地ほど顕著であった。以上から、死亡には低外気温が関与しており、インフラの整備、予防接種、建築性能の向上、暖房習慣の改善により防ぎ得ると考えられる。

H. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 長谷川舞, 羽山広文, 林基哉: 人口動態統計を用いた疾病発生の季節依存性に関する経時的分析, 日本公衆衛生学会総会, P-2101-4, 2019.10
- 2) 長谷川舞, 羽山広文, 森太郎, 林基哉: 気象データと人口動態統計を用いた疾病発生の季節依存性に関する経時的分析, 空気調和・衛生工学会学術講演会, G-9, pp.113-116, 2019.9
- 3) 長谷川舞, 羽山広文, 森太郎, 林基哉: 気象データと人口動態統計を用いた疾病発生の季節依存性に関する経時的分析, 日本建築学会大会学術講演会, DII, pp.281-282, 2019.9

I. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) 三上遥, 羽山広文, 菊田弘輝, 森太郎, 二村伊玖磨: 人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その9 CSVMを用いた疾病の季節性と地域特性に関する分析, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.133-136, 2014.10
- 2) 靱山政子: 疾病と地域・季節, 大明堂, 1971
- 3) JD Healy: Excess Winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors, J Epidemiol Community Health, Vol.57, pp.784-789, 2003
- 4) 山中伸一, 中村泰人: 脳血管疾患死亡率と環境温度との関係に関する一考察, 日本建築学会計画系論文集, 62巻, 502号, pp.79-85, 1997.12
- 5) 伊香賀俊治, 江口里佳, 村上周三, 岩前篤, 星旦二, 水石仁, 川久保俊, 奥村公美: 健康維持がもたらす間接的便益(NEB)を考慮した住宅断熱の投資評価, 日本建築学会環境系論文集, 76巻, 666号, pp.735-740, 2011.8
- 6) 川久保 俊, 伊香賀 俊治, 村上 周三, 星 旦二: 戸建住宅の環境性能が居住者の健康状態に与える影響, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp441-444, 2012.9
- 7) 松村亮典, 羽山広文, 絵内正道, 菊田弘輝, 森太郎: 人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その1 9都道府県の疾病発生について, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp209-512, 2008.1
- 8) 濱田麻里, 羽山広文, 釜澤由紀, 町口賢宏, 斉藤雅也, 森太郎, 菊田弘輝: 人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その4 呼吸器疾患と地域性, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.999-1002, 2011.2
- 9) 厚生労働省: 人口動態統計, 2018
- 10) 気象庁: 気象統計情報, 2018
- 11) R Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing,

- Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>, 2018
- 12) 総務省統計局：国勢調査, 2019
 - 13) 榎山政子：世界における死亡の季節変動形態の研究(第1報), 地理学評論, 42 卷, 1 号, 1969
 - 14) 日本水道史編纂委員会：日本水道史, 日本水道協会, 1967
 - 15) Christine Liddell et: Excess winter deaths in 30 European countries 1980 - 2013: a critical review of methods, *Journal of Public Health*, Vol.38, No.4, pp.806-814, 2015
 - 16) Shioko Kawai et: Influenza Vaccination of Schoolchildren and Influenza Outbreaks in a School, *Clinical Infectious Diseases*, Vol.53, Issue 2, pp.130-136, 15 July 2011
 - 17) Vito M. R. Muggeo: Estimating regression models with unknown break-points. *Statistics in Medicine*, 22, 3055-3071, 2003
 - 18) Vito M. R. Muggeo: segmented: an R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships, *R News*, 8/1, 20-25. URL <https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>, 2008
 - 19) Vito M. R. Muggeo: Testing with a nuisance parameter present only under the alternative: a score-based approach with application to segmented modelling, *J of Statistical Computation and Simulation*, 86, 3059-3067, 2016
 - 20) Vito M. R. Muggeo: Interval estimation for the breakpoint in segmented regression: a smoothed score-based approach, *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 59, 311-322, 2017
 - 21) 中村泰人, 横山真太郎, 都築和代, 宮本征一, 石井昭夫, 堤純一郎, 岡本孝美：日常生活で生じる気候適応を把握するための居住環境温度の多地域同時計測法, *人間と生活環境*, 15 卷, 1 号, p.5-14, 2008
 - 22) Antonio Gasparrini et: Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study, *Lancet*, 386(9991), 369-75, 2015 July 25

Table.1 Mortality Data from Vital Statistics

調査年	現住所	性別	死亡時刻	死亡場所(疾病)			年齢	死因分類		
				1972~1988年	1989~1994年	1995~2015年		1972~1978年	1979~1994年	1995~2015年
年	都道府県 市区町村	男性 女性	年/月/日/時/分	1.病院 2.診療所 3.助産所 4.自宅 5.その他	1.病院 2.診療所 3.老人保健施設 4.助産所 5.自宅 6.その他	1.病院 2.診療所 3.老人保健施設 4.助産所 5.老人ホーム 6.自宅 7.その他	歳	ICD-8に基づく 疾病分類	ICD-9に基づく 疾病分類	ICD-10に基づく 疾病分類

Table.2 AMeDAS Weather Data

調査年	観測所	観測項目	対象項目
1972~2015年 (44年分)	全国843か所	約21km間隔 で、降水量、 風向・風速、 気温、日照時 間を観測	日平均外気温度

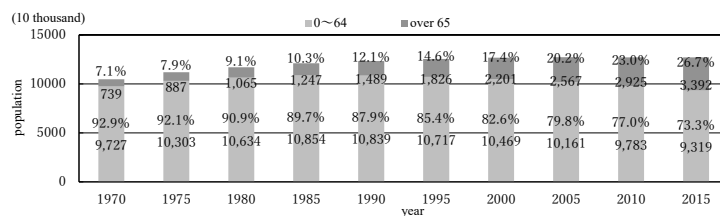


Fig.1 Population of Japan

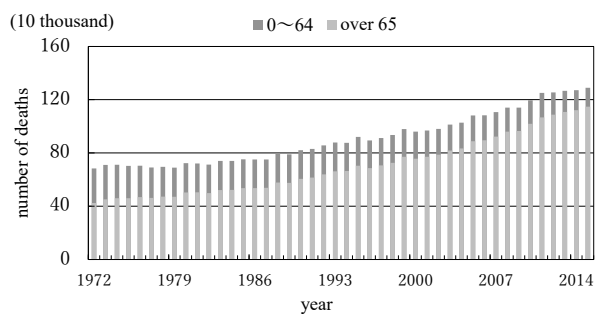


Fig.2 Number of Deaths in Japan

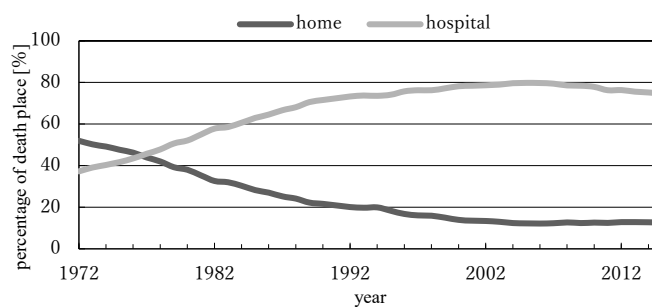


Fig.3 Percentage of Death Place

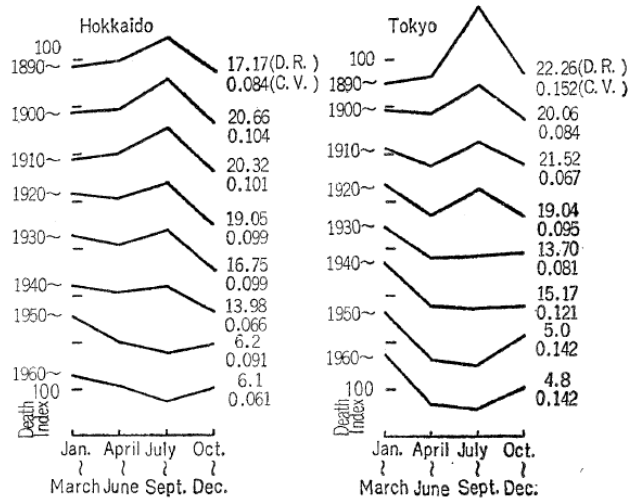


Fig.4 Death Index of Hokkaido and Tokyo (1890s-1960s)¹³⁾

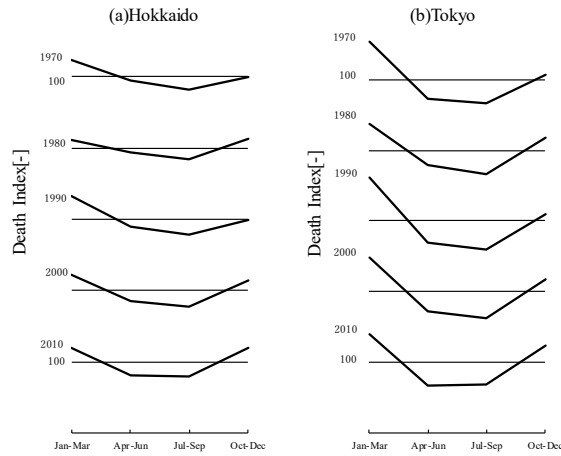


Fig.5 Death Index of Hokkaido and Tokyo (1970s-2010s)

Table.3 Winter Period and Non-winter Period of CSVM

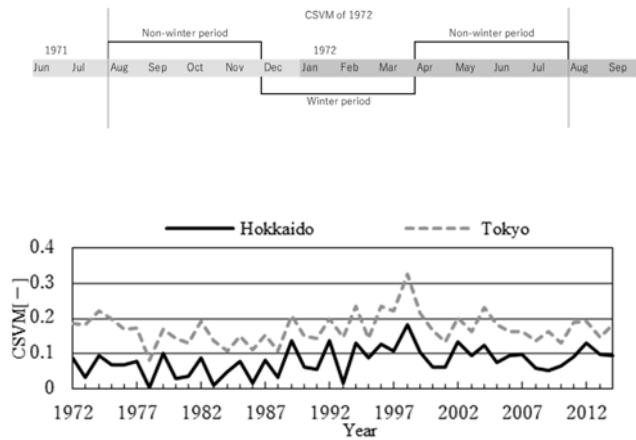


Fig.6 Yearly Change of CSVM (All Disease)

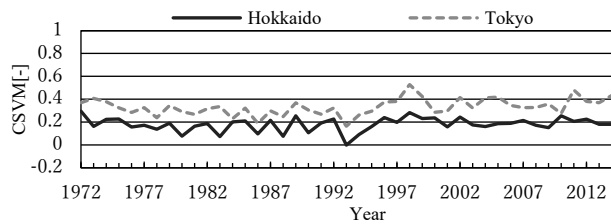


Fig.7 Yearly Change of CSVM (Heart Disease)

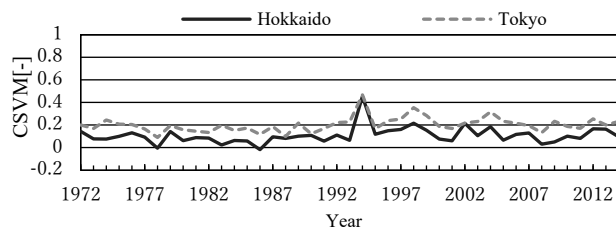


Fig.8 Yearly Change of CSVM (Cerebrovascular disease)

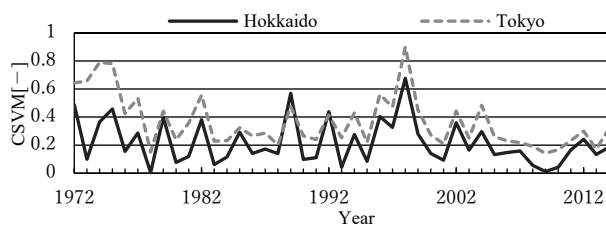


Fig.9 Yearly Change of CSVM (Respiratory Disease)

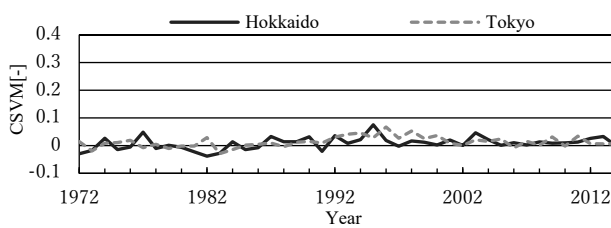


Fig.10 Yearly Change of CSVM (Malignant neoplasms)

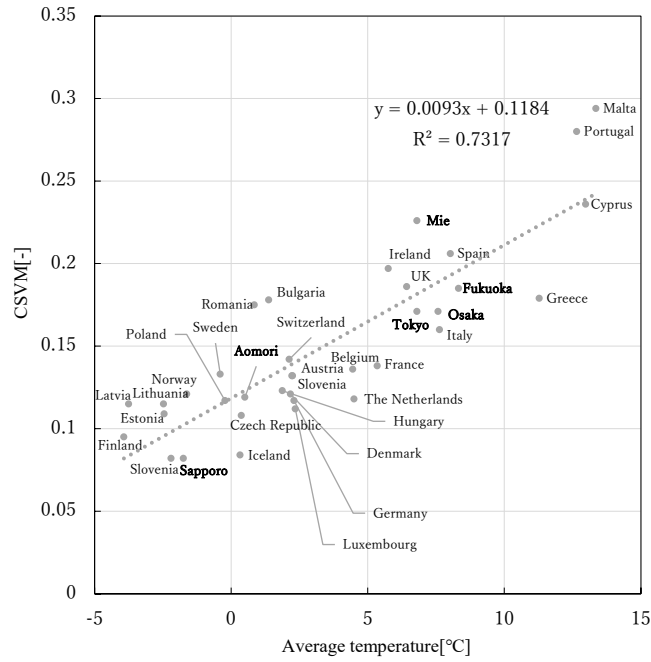


Fig.11 Relationship between CSVM and Average Temperature from December to March

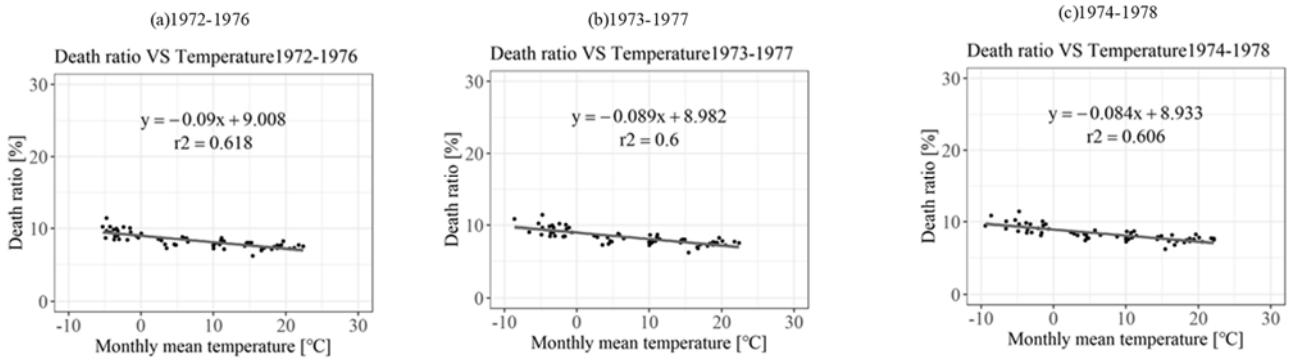


Fig.12 Relationship between Death ratio and Monthly mean temperature in Hokkaido

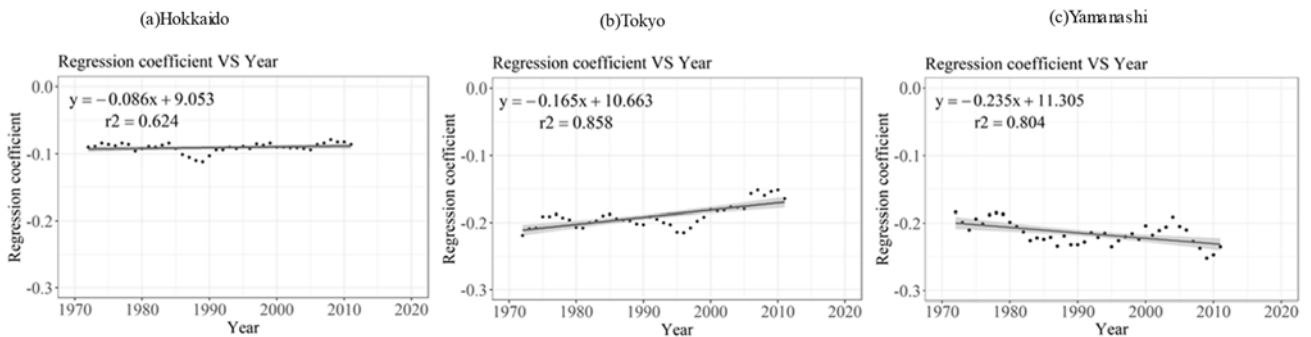


Fig.13 Relationship between Regression coefficient and Year

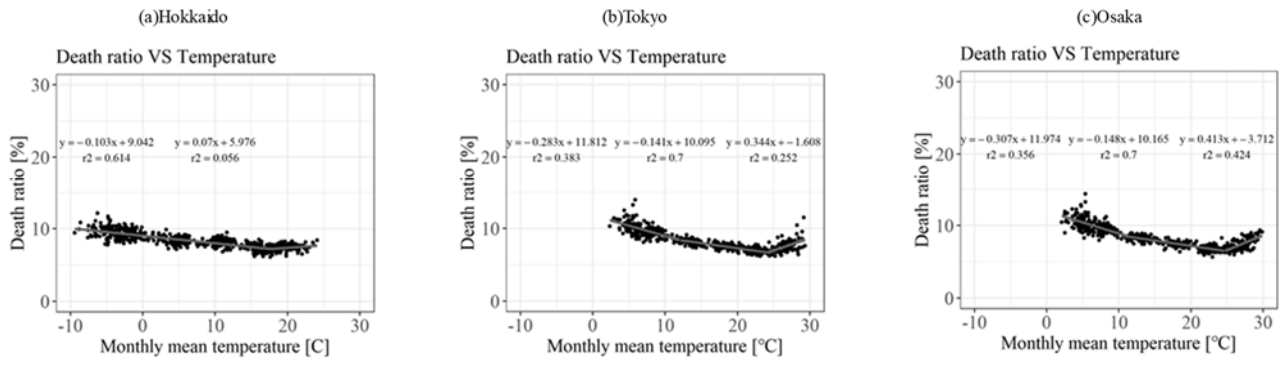


Fig.14 Relationship between Death ratio and Temperature (segment regression)

Table.4 Relationship between Death ratio and Temperature by Prefectures

都道府県	segment1		BP1[°C]	segment2		BP2[°C]	segment3		1972-2011の 回帰係数の経時変化	
	回帰係数	決定係数		回帰係数	決定係数		回帰係数	決定係数	回帰係数	決定係数
北海道				-0.10	0.61	17.6	0.07	0.06	0	0.03
青森県 *	-0.18	0.20	6.5	-0.14	0.41	19.7	0.19	0.14	-0.001	0.35
岩手県				-0.19	0.71	19.2	0.09	0.06	0	0.05
宮城県 *	-0.24	0.31	8.4	-0.19	0.63	19.4	0.05	0.03	0	0.01
秋田県	-0.15	0.47	14.4	-0.20	0.29	20.8	0.17	0.13	-0.001	0.71
山形県				-0.17	0.70	19.9	0.06	0.03	-0.001	0.55
福島県 *	-0.26	0.28	7.8	-0.18	0.66	20.3	0.02	0.01	-0.001	0.53
茨城県 ***	-0.39	0.39	9.2	-0.18	0.64	22.5	0.18	0.14	-0.001	0.20
栃木県 **	-0.32	0.46	10.1	-0.17	0.49	20.7	0.06	0.04	-0.001	0.23
群馬県 **	-0.31	0.36	9.7	-0.18	0.61	22.3	0.18	0.20	-0.001	0.13
埼玉県 **	-0.34	0.46	10.4	-0.15	0.66	23.8	0.32	0.27	0	0.01
千葉県 **	-0.35	0.38	10.8	-0.18	0.68	22.2	0.09	0.08	0	0.01
東京都 **	-0.28	0.38	12.1	-0.14	0.70	24.2	0.34	0.25	0.001	0.45
神奈川県 **	-0.33	0.38	11.9	-0.16	0.63	22.2	0.12	0.13	0.001	0.09
新潟県				-0.18	0.78	21.9	0.16	0.17	-0.001	0.70
富山県 *	-0.24	0.21	9.5	-0.16	0.46	22.4	0.18	0.11	-0.001	0.17
石川県 *	-0.27	0.21	9.9	-0.18	0.47	21.9	0.08	0.03	-0.001	0.44
福井県 **	-0.38	0.12	4.9	-0.19	0.59	22.9	0.13	0.07	-0.001	0.08
山梨県 **	-0.35	0.37	9.2	-0.17	0.44	21.1	0.07	0.02	-0.001	0.31
長野県 *	-0.22	0.27	5.6	-0.15	0.59	19.5	0.03	0.01	0	0.09
岐阜県 **	-0.29	0.33	9.3	-0.15	0.62	23.4	0.18	0.15	0	0.03
静岡県 **	-0.36	0.47	12.6	-0.17	0.61	23.2	0.15	0.12	-0.001	0.17
愛知県 **	-0.34	0.47	11.4	-0.14	0.65	24.9	0.37	0.32	0	0.01
三重県 ***	-0.39	0.37	10.2	-0.16	0.61	24.0	0.23	0.18	0	0.03
滋賀県 **	-0.29	0.36	10.7	-0.17	0.47	21.9	0.09	0.05	-0.001	0.16
京都府 **	-0.31	0.29	10.0	-0.16	0.62	23.6	0.19	0.22	0	0.01
大阪府 **	-0.31	0.36	11.4	-0.15	0.70	24.7	0.41	0.42	0	0.01
兵庫県 **	-0.31	0.37	11.0	-0.15	0.68	24.1	0.23	0.32	0	0.03
奈良県 **	-0.32	0.31	8.7	-0.16	0.57	22.7	0.29	0.16	-0.001	0.43
和歌山県 **	-0.32	0.33	13.1	-0.15	0.44	23.3	0.16	0.16	-0.001	0.39
鳥取県 ***	-0.42	0.10	5.2	-0.22	0.65	21.5	0.05	0.02	-0.001	0.42
島根県 **	-0.31	0.22	10.8	-0.18	0.45	22.5	0.02	0.00	-0.001	0.34
岡山県 **	-0.34	0.41	11.0	-0.15	0.58	24.5	0.20	0.14	0	0.10
広島県 **	-0.33	0.35	9.9	-0.16	0.64	23.7	0.22	0.24	0	0.03
山口県 ***	-0.37	0.31	10.7	-0.17	0.51	23.7	0.17	0.11	-0.001	0.40
徳島県 **	-0.27	0.45	15.1	-0.13	0.18	25.0	0.36	0.12	-0.001	0.58
香川県 ***	-0.46	0.29	10.3	-0.18	0.50	23.6	0.20	0.17	-0.001	0.22
愛媛県 ***	-0.38	0.41	12.1	-0.17	0.56	25.1	0.34	0.23	0	0.00
高知県 ***	-0.41	0.43	13.7	-0.16	0.32	25.5	0.45	0.17	0	0.02
福岡県 **	-0.35	0.36	11.6	-0.17	0.64	24.4	0.19	0.20	0	0.01
佐賀県 ****	-0.62	0.20	7.0	-0.21	0.64	24.9	0.35	0.14	0	0.02
長崎県 **	-0.37	0.33	12.0	-0.20	0.41	22.3	0.05	0.01	0	0.02
熊本県 ***	-0.52	0.22	7.6	-0.23	0.68	22.7	0.11	0.08	0	0.00
大分県 ***	-0.38	0.29	10.2	-0.17	0.50	23.7	0.17	0.08	-0.001	0.08
宮崎県 ****	-0.65	0.30	8.9	-0.21	0.58	23.9	0.19	0.10	0.001	0.08
鹿児島県 ****	-0.50	0.42	13.4	-0.18	0.51	25.4	0.33	0.14	0.001	0.58
沖縄県 ****	-0.61	0.28	19.8	-0.15	0.15	28.3	1.93	0.35	0.009	0.88

令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助基金
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
住居環境と循環器疾患に関する文献調査と課題抽出

研究分担者 杉山 大典 慶應義塾大学 看護医療学部 教授

研究要旨

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。そこで、本研究では健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えられと考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住居環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

WHO の関連ガイドライン (WHO Housing and health guidelines および Noise guidelines for the European Region) を参考にした検索式にて PubMed を用いた文献検索を行い、1047 件の対象文献を抽出した (文献数固定日: 2019 年 11 月 25 日)。これに加えて、前述のガイドラインや review 文献を用いたハンドサーチを行った。評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、1) 室内温度と循環器疾患の関連 2) 各種騒音と循環器疾患の関連 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連 4) 1) ~ 3) の複数の因子と循環器疾患の関連 以上の 4 カテゴリーに先行研究を大別することとした。英語以外で書かれた文献や学術論文化されていない thesis および学会抄録は最終的な評価対象から除外した。また、アウトカムである循環器疾患については虚血性心疾患・脳卒中の発症もしくは死亡・循環器疾患による救急受診・循環器疾患による服薬 (除く降圧薬のみ) といったハードエンドポイントを扱ったものに対象を絞って検討を行った。

文献検索の結果、1) 室内温度と循環器疾患について 1 件、2) 各種騒音と循環器疾患について 28 件、3) その他の居住環境因子と循環器疾患について 3 件、4) 1) ~ 3) を複数評価した研究について 9 件抽出された。特に騒音と循環器疾患の関連については、騒音曝露と循環器疾患の発症・死亡などとの間に統計学的な有意差は別にして概ね正の関連が見られた。しかしながら、今回抽出された研究の中に日本国内で行われた研究は抽出されず、わが国においては虚血性心疾患よりも脳卒中の方が発症頻度が多いという特性も鑑み、今後は国の公的データを利用した研究を行い、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

A. 研究目的

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。その中でも、WHO 欧州事務局の housing and health 部門によって、不適切な住宅の状態による居住者の疾病負荷についての検討が行われ、例えば「室内が-1℃低下すると冬季の過剰死亡率が 1.5%増加する」「交通騒音によって虚血性心疾患の相対リスクが 10dB あた

り 1.17 上昇する」といった曝露因子と健康障害の関が報告されており¹⁾、これらの知見を基にして WHO が HOUSING AND HEALTH GUIDELINE を発表している²⁾。また、騒音についてはやはり欧州を中心にして道路騒音・鉄道騒音・航空機騒音による健康影響を評価する研究が行われており、虚血性心疾患など心血管系疾患への影響を示唆する結果が発表されており、こちらも WHO Environmental Noise Guidelines for

the European Region という形のガイドラインがまとめられている³⁾。

本研究では、健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えると考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

B. 研究方法

居住環境と循環器疾患の関係について、WHOの関連ガイドライン（WHO HOUSING AND HEALTH GUIDELIN²⁾ および Noise guidelines for the European Region³⁾）を参考にした検索式("Living environment" OR "dwelling environment" OR "environmental temperature" OR "indoor temperature" OR "heat wave" OR "room heating" OR "noise exposure") AND (cardiovascular OR stroke OR "myocardial infarction" OR "blood pressure")にてPubMedを用いた文献検索を行い、1047件の対象文献を抽出した(データベースによる文献検索数固定日：2019年11月25日)。これに加えて、前述のガイドラインやreview文献を用いたハンドサーチを行った。

評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、

- 1) 室内温度と循環器疾患の関連
- 2) 各種騒音と循環器疾患の関連
- 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連
- 4) 1)～3)の複数の因子と循環器疾患の関連

以上の4カテゴリに先行研究を大別することとした。

居住環境と循環器疾患の関係についての文献調査では、英語以外で書かれた文献や学術論文化されていないthesisおよび学会抄録は最終的な評価対象から除外する事とした。また、研究デザインは横断研究・生態学的研究・症例対照研究・コホート研究など研究デザインによる除外は行わなかったが、レビュー論文についてはシステム

ティックレビュー／メタアナリシスではないレビュー論文は除外した。

アウトカムである循環器疾患については、今回の文献調査においては、虚血性心疾患・脳卒中を含む循環器疾患の有無・発症・死亡、循環器疾患による救急受診、循環器疾患による服薬(除く降圧薬のみ)といったハードエンドポイントをアウトカムとして含む研究のみを対象とし、高血圧・糖尿病などのソフトアウトカムのみをアウトカムにした研究は除外した。

C. 研究結果

「付表：住居環境と循環器疾患に関する文献調査のまとめ」に今回の文献調査結果をまとめた。

1) 室内温度と循環器疾患の関連

症例対照研究が1件抽出された⁴⁾。

この研究では、循環器疾患による救急受診と室内温度との関連が評価されていたが、有意な関連は見られなかった。

2) 各種騒音と循環器疾患の関連

28件の文献が抽出され、その内訳は横断研究5件^{5),6),9),13),20)}、生態学的研究2件^{12),24)}、ケースクロスオーバー研究1件²³⁾、症例対照研究5件^{7),14),15),16),29)}、Retrospective cohort study 2件^{19),21)}、コホート研究8件^{8),17),18),26),27),28),30),31)}、メタアナリシス5件^{10),11),22),25),32)}であった。

全体の傾向として、虚血性心疾患・脳卒中共に罹患・死亡・有病問わず相対リスク(オッズ比・罹患率比・ハザード比含む)で評価した場合、各種騒音との間に1.1～1.3程度の軽度な正の関連が見られ、メタアナリシスや対象人数が多い研究では有意な関連として観察された。

3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連

住居周囲の緑地環境との関連を評価した研究2件^{33),34)}、住居単位での大気汚染物質との関連を評価した研究1件³⁵⁾。いずれもコホート研究を基盤とした研究であった。

心血管の有無もしくは死亡に対する住居周囲の緑地環境の影響は調整オッズ比で評価した場合 0.96~0.97 と若干負の関連を示す傾向にあった^{33), 34)}。

一方、住居単位で測定した各種大気汚染の指標 (PM2.5、黒炭、NO₂) と心血管死亡の関連はハザード比で 1.1~1.3 程度の軽度の正の関連を示した。

4) 1) ~ 3) の複数の因子と循環器疾患の関連
9 件の文献が抽出され、大気汚染と各種騒音の影響を評価した研究が 8 件³⁶⁾⁻⁴³⁾、大気汚染・各種騒音・住居周囲の緑地環境の影響を評価した研究が 1 件である⁴⁴⁾。研究デザインは 7 件がコホート研究^{36)-39), 41)-43)}、2 件が横断研究^{40), 44)}であった。

それぞれの因子を単独で評価した場合は、2) や 3) の結果とほぼ同様であった。

騒音と大気汚染の組み合わせ評価を行った場合、両者が高曝露の場合では心疾患に対する影響が増強されると報告している研究⁴⁰⁾⁻⁴²⁾がある一方、

片方の因子を解析モデルに加えて統計学的に調整すると、もう片方の心血管疾患に対する影響が減弱するという報告もあった^{36), 43)}。

D. 考察

室内温度については WHO HOUSING AND HEALTH GUIDELIN²⁾にて、冬季は 18℃以上にすることを推奨にしているが、これは低い室温と血圧上昇の関係を反映させたものである。血圧上昇は循環器疾患の重要なリスクファクターであることは間違いないが、今回の文献調査では室内環境と循環器疾患の罹患や死亡との関連を直接評価した研究は見いだせなかった。

各種騒音については、曝露評価が地域単位のものから研究対象者単位 (住居単位) のものまで様々なものが混在しているものの、概ね循環器疾患の罹患や死亡と各種騒音には弱いながらも正の関連が認められた。また、研究結果のところにも述べたように、統計学的な有意性については研

究対象人数に左右されるため、研究によって統計学的に有意か否かは異なるものの、騒音曝露と循環器疾患イベントが弱いながらも正の関連にある傾向については、交通・鉄道・飛行機といった騒音源の違い、研究デザインの違い、罹患・死亡といったイベントの種類、また虚血性心疾患や脳卒中といった疾病の違いによっても大きな違いは見られなかったため、騒音が循環器疾患の発症などに少なからず影響を与えている事が推察される。ちなみに、疾患については脳卒中の方が虚血性心疾患よりも controversial と述べている研究もあるが、今回抽出された研究の大半が欧州で行われたもので、欧米諸国は脳卒中の発症頻度そのものが虚血性心疾患よりも高くいため、統計学的有意差が見いだせにくくなっている事に起因していると思われる。

一方、騒音については、騒音そのものがストレスとなって交感神経系を賦活化させ動脈硬化の進展に寄与するという系が考えられる一方で、騒音そのものではなく、特に自動車などの排ガスによる大気汚染が主たる影響で、騒音はいわば交絡として介在しているに過ぎないという考えもある。騒音と大気汚染の複合要因について検討した研究では、相乗的に循環器疾患のリスク上昇に繋がると推察している研究⁴⁰⁾⁻⁴²⁾もあれば、大気汚染の影響を統計モデル調整すると騒音と循環器疾患の関連は減弱したという研究³⁶⁾や、逆に騒音は大気汚染の影響は受けない循環器疾患の独立した危険因子であると結論付けている研究⁴³⁾もあり、明確な結論は現時点では出せない。

今回抽出した文献は全て欧州を中心とした海外からの報告であり、少なくとも英文誌に発表されたレベルでのわが国発の研究は見つからなかった。わが国は欧米各国とは循環器疾患の発現頻度が大きく異なり、また虚血性心疾患に比べて脳卒中の方が多いという特徴を鑑みると、わが国においても循環器疾患の発症・死亡といったハードアウトカムと今回取り上げた住居環境関連因子との関連を評価する必要があると思われる。しかしながら、喫煙や高血圧・糖尿病・脂質異常症といった循環器疾患の古典的危険因子と比べると、騒

音や大気汚染などの環境因子の影響は小さく、統計学的有意差を期待して環境因子と循環器疾患の関連を行うとなると、数万～数十万単位での調査が必要となると予想される。また、既存の国内コホート研究と協働して研究を行う場合には、曝露因子の評価を住居単位で行う事はかなりの困難を伴うと思われる、実現可能性が高いとは言えない。したがって、現状ではまず国の公的データを利用した生態学的研究などからアプローチするのが現実的ではないかと考える。

E. 結論

本文献調査の結果から、住居環境（特に騒音）と循環器疾患の発症・死亡といったハードアウトカムの関連について一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、日本国内で行われた研究成果はほぼ皆無であり、今後は国の公的データを利用した研究を進め、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) WHO Europe. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. Summary report. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011.
- 2) WHO Housing and health guidelines. 2018. ISBN 978-92-4-155037-6
- 3) Kempen EV, et al. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. Int J Environ Res Public Health. 2018. 22;15(2).
- 4) Uejio CK, et al. Summer indoor heat exposure and respiratory and cardiovascular distress calls in New York City, NY, U.S. Indoor Air. 2016; 26:594–604.
- 5) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk. The Caerphilly study, first phase. Outdoor noise levels and risk factors. Arch Environ Health. 1988;43:407-14.
- 6) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, second phase. Risk estimation, prevalence, and incidence of ischemic heart disease. Arch Environ Health. 1993;48:406-13.
- 7) Babisch W, et al. The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise—The Berlin case-control studies. Environ. Int. 1994;20:469–474.
- 8) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase--10-year follow up. Arch Environ Health. 1999;54:210-6.

- 9) Belojevic G, et al. Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure. *Noise Health* 2002;4:33-7.
- 10) van Kempen EE, et al. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2002;110:307-17.
- 11) Babisch W, et al. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med.* 2003;60:739–745.
- 12) Grazuleviciene R, et al. Traffic Noise Emissions and Myocardial Infarction Risk. *Polish Journal of Environmental Studies.* 2004;13:737-741.
- 13) Franssen EAM, et al. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. *Occup Environ Med.* 2004;61:405–413.
- 14) Babisch W, et al. Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology.* 2005;16: 33–40.
- 15) Willich SN. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2006;27:276-82.
- 16) Selander J, et al. Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Myocardial Infarction. *Epidemiology.* 2009;20: 272–279.
- 17) Sørensen M, et al. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J.* 2011;32:737-44.
- 18) Sørensen M, et al. Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study. *PLoS One.* 2012;7(6):e39283.
- 19) Correia AW, et al. Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study. *BMJ.* 2013 Oct 8;347:f5561.
- 20) Floud S, et al. Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study. *Environ Health.* 2013;12:89.
- 21) Hansell AL, et al. Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *BMJ.* 2013 Oct 8;347.
- 22) Banerjee D. Association between transportation noise and cardiovascular disease: a meta-analysis of cross-sectional studies among adult populations from 1980 to 2010. *Indian J Public Health.* 2014;58:84-91.
- 23) Tobías A, et al. Noise levels and cardiovascular mortality: A case-crossover analysis. *Eur J Prev Cardiol.* 2015;22:496-502.
- 24) Evrard AS, et al. Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France. *Noise Health.* 2015; 17: 328–336.
- 25) Dzhambov AM, et al. Exposure-response relationship between traffic noise and the risk of stroke: a systematic review with meta-analysis. *Arh Hig Rada Toksikol* 2016;67:136-151.
- 26) Héritier H, et al. Transportation noise exposure and cardiovascular mortality: a nationwide cohort study from Switzerland. *Eur J Epidemiol.* 2017;32:307–315.
- 27) Dimakopoulou K, et al. Is aircraft noise exposure associated with cardiovascular disease and hypertension? Results from a cohort study in Athens, Greece. *Occup Environ Med.* 2017;74:830-837.

- 28) H eritier H, et al. Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221:556-563.
- 29) Seidler AL, et al. The Effect of Aircraft, Road, and Railway Traffic Noise on Stroke – Results of a Case–Control Study Based on Secondary Data. *Noise Health*. 2018; 20: 152–161.
- 30) Br auner EV, et al. Long-term wind turbine noise exposure and incidence of myocardial infarction in the Danish nurse cohort. *Environ Int*. 2018;121:794-802.
- 31) Pyko A, et al. Long-term transportation noise exposure and incidence of ischaemic heart disease and stroke: a cohort study. *Occup Environ Med*. 2019;76:201-207.
- 32) Weihofen VM, et al. Aircraft Noise and the Risk of Stroke-A Systematic Review and Meta-analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 237–44.
- 33) Picavet HS, et al. Greener living environment healthier people? Exploring green space, physical activity and health in the Doetinchem Cohort Study. *Prev Med*. 2016;89:7-14.
- 34) Vienneau D, et al. More than clean air and tranquillity: Residential green is independently associated with decreasing mortality. *Environ Int*. 2017;108:176-184.
- 35) Hvidtfeldt UA, et al. Long-term residential exposure to PM2.5, PM10, black carbon, NO2, and ozone and mortality in a Danish cohort. *Environ Int*. 2019;123:265-272.
- 36) Beelen R, et al. The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occup Environ Med* 2009;66:243–250.
- 37) Huss A, et al. Aircraft Noise, Air Pollution, and Mortality From Myocardial Infarction. *Epidemiology* 2010;21: 829–836.
- 38) Gan WQ, et al. Association of Long-term Exposure to Community Noise and Traffic-related Air Pollution With Coronary Heart Disease Mortality. *Am J Epidemiol*. 2012;175:898–906.
- 39) de Kluizenaar Y, et al. Road traffic noise, air pollution components and cardiovascular events. *Noise Health*. 2013 ;15:388-97.
- 40) S orensen M, et al. Combined effects of road traffic noise and ambient airpollution in relation to risk for stroke? *Environ Res*. 2014;133:49-55.
- 41) Bodin T, et al. Road traffic noise, air pollution and myocardial infarction: a prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016. 89:793–802.
- 42) Yang WT, et al. Road Traffic Noise, Air Pollutants, and the Prevalence of Cardiovascular Disease in Taichung, Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Aug 9;15(8).
- 43) H eritier H, et al. A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland. *Eur Heart J*. 2019;40:598-603.
- 44) Klompaker JO, et al. Associations of Combined Exposures to Surrounding Green, Air Pollution, and Road Traffic Noise with Cardiometabolic Diseases. *Environ Health Perspect*. 2019 Aug;127(8):87003.

付表：住居環境と循環器疾患に関する文献調査のまとめ

付表 1) 室内温度と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Uejio, et al .2016 ⁴⁾	New York での症例対照研究 (心血管疾患 291 例、対照群 471 例)	室内温度> 26℃ か否か	循環器疾患による救急受診と室内温度に有意な関連は見られず (オッズ比 0.85 (0.55-1.31))。

付表 2) 各種騒音と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Babisch, et al. 1988 ⁵⁾	Caerphilly に住む男性 2512 名を対象とした横断研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	虚血性心疾患と道路騒音に有意な関連見られず
Babisch, et al. 1993 ⁶⁾	Caerphilly に住む男性 2512 名、Speedwell に住む男性 2348 名を対象とした横断研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	66-70dB の高曝露群では 51-55dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患罹患の相対リスクが若干上昇 (ただし有意ではない)
Babisch, et al. 1994 ⁷⁾	Berlin traffic noise studies 内での 2 つの症例対照研究 (急性心筋梗塞群 109/645 例、対照群 134/3390 例)	51-60,61-70,71-80db の 3 カテゴリーの道路騒音	71-80dB の高曝露群では 51-60dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患のオッズ比はそれぞれの研究で 1.3 (0.5-3.8)、1.2(0.8-1.7)
Babisch, et al. 1999 ⁸⁾	Babisch, et al. 1993 の対象者を 10 年追跡したコホート研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	66-70dB の高曝露群では 51-55dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患罹患の調整オッズ比は Caerphilly で

			1.1 (0.6-1.9)、Speedwell で 1.2(0.8-1.7)。
Belojevic, et al. 2002 ⁹⁾	Pancevo の男性 1243 名、女性 1631 名を対象とした横断研究	騒音の程度を Not at all, Slightly, Moderately; Very, Extremely の 5 段階で主観的に評価。	Extreme 以上の場合、Slightly 以下と比べて心筋梗塞（自己報告）ありに対する調整オッズ比が男性 1.7 (1.0-2.9)、女性 1.0 (0.4-2.0)
Kempen, et al. 2002 ¹⁰⁾	既存の研究 3 件を対象としたメタアナリシス	道路騒音 5 dB 毎増加に対する影響	心筋梗塞に対する統合オッズ比 1.03 (0.99-1.09)、虚血性心疾患に対する統合オッズ比 1.09 (1.05-1.13)
Babisch, et al. 2003 ¹¹⁾	Babisch, et al. 1999 の追加解析	騒音による睡眠障害などの障害（主観的評価）	既往歴がなく、何らかの騒音による障害を良く感じている場合、感じていない場合と比べて虚血性心疾患発症に対する調整オッズ比が 1.7~3.0 と上昇傾向あり。
Grazuleviciene, et al. 2004 ¹²⁾	Kaunas city を対象とした生態学的研究	<60,60-64,65-69,≥70db の 4 カテゴリーの道路騒音	<60dB の地域と比べ、≥70dB の地域における心筋梗塞発症の相対リスクは 1.33 (0.76-2.32)
Franssen, et al. 2004 ¹³⁾	Amsterdam の空港 周囲 25km に住む 11812 名を対象とした横断研究	航空機騒音の 10 dB 毎増加に対する影響	循環器疾患に対する処方有りの調整オッズ比は 1.13 (0.94-1.35)
Babisch, et al. 2005 ¹⁴⁾	Berlin 市内の病院をベースにした症例対照研究（心筋梗塞群	≤60,61-55,66-70,≥70dB の 4 カテゴリーの道路騒音	≥70dB の高曝露群では≤60dB の低曝露群と比べて心筋

	1811 例、対照 2234 例群)		梗塞の調整オッズ比は 1.3 (0.88-1.8)
Willich, et al. 2006 ¹⁵⁾	Berlin 市内の病院をベースにした症例対照研究 (心筋梗塞群 4115 例と性・年齢でマッチングさせた対照群、男性は 1:1、女性は 1:2 でマッチング)	日中騒音 ≤ 60 (基準), $>60-65, >65-70, >70$ dB、夜間騒音 ≤ 50 (基準), $>50-55, >55-60, >60$ dB のそれぞれ 4 カテゴリーで定義	心筋梗塞に対する最高位騒音カテゴリーに対する調整オッズ比は日中騒音で男性 1.48 (1.17-1.89)、女性 1.24 (0.55-2.80)、夜間騒音で男性 1.54 (1.04-2.28)、女性 2.73 (1.09-6.84)
Selander, et al. 2009 ¹⁶⁾	Stockholm での Population ベースの症例対照研究 (心筋梗塞 1571 例、対照群 2095 例)	$\leq 50, 50-54, 55-59, \geq 60$ dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	≥ 60 dB の高曝露群では ≤ 50 dB の低曝露群と比べて心筋梗塞に対する調整オッズ比は 1.21 (0.83-1.77)
Sørensen, et al. 2011 ¹⁷⁾	Copenhagen/Aarhus の住民 57 053 名を対象としたコホート研究 (平均追跡期間 6 年)	道路騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	脳卒中発症に対する罹患率比は 1.14 (1.03-1.25)
Sørensen, et al. 2012 ¹⁸⁾	Copenhagen/Aarhus の住民 57 053 名を対象としたコホート研究 (平均追跡期間 6 年)	道路騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心筋梗塞発症に対する罹患率比は 1.12 (1.02-1.22)
Correia, et al. 2013 ¹⁹⁾	米国 89 の空港近くに住む 6027363 名を対象とした retrospective (cohort) study、2009 年度の claim データを利用。	航空機騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は空港単位	循環器疾患の入院は航空機騒音 10 dB 毎増加に 3.5% (0.2%-7.0%)増加
Floud, et al. 2013 ²⁰⁾	欧州 6 カ国の空港近くに住む住民 4712 名を対象とした横断研究	航空機騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心疾患・脳卒中ありに対する調整オッズ比は 1.25 (1.03-1.51)

Hansell, et al. 2013 ²¹⁾	2001-5年のLondon, Heathrow 空港近隣住民約360万人を対象とした retrospective (cohort) study、claim データを利用。	航空機騒音を≤51～>63dBを3dB刻みでカテゴリーライズ	≤51dBと比較して、>63dBでは脳卒中入院の調整相対リスク1.24 (1.08-1.43)、冠動脈疾患入院の調整相対リスク1.14 (1.08-1.20)
Banerjee, 2014 ²²⁾	横断研究12件のメタアナリシス	交通騒音全般、各研究の基準 vs 最高位カテゴリー	循環器疾患有りに対する相対リスクは1.04 (0.96-1.12)
Tobias, et al. 2015 ²³⁾	2003-5年のMadridの住民 case-crossover 研究	市内の騒音を Noise Pollution Monitoring Grid を使って測定	全日1dBA増加あたり、心血管疾患死亡に対する相対リスク増加は6.6% (2.2-11.1%)
Evrard, et al. 2015 ²⁴⁾	フランスの3つの空港周辺地域161か所での生態学的研究	航空機騒音10 dBA 毎増加に対する影響	心血管疾患死亡に対する調整死亡比は1.18 (1.11-1.25)
Dzhambov, et al. 2016 ²⁵⁾	脳卒中と騒音の関連についてのメタアナリシス (道路騒音6件、飛行機騒音5件)	各種騒音10 dB 毎増加に対する影響	道路騒音の影響は統合相対リスク1.01 (0.96-1.06)、飛行機騒音の影響は統合相対リスク1.01 (1.00-1.02)
Heritier, et al. 2017 ²⁶⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者441万人 (3385万人年)	SiRENE project に基づいて推定された、道路・鉄道・航空機騒音各10 dBA 毎増加に対する影響	心血管死亡に対する道路騒音の影響は調整ハザード比1.038 (1.019-1.058)、鉄道騒音の影響は調整ハザード比1.018 (1.004-1.031)、飛行機騒音の影響は調整ハザード比1.026 (1.004-1.048)

Dimakopoulou, et al. 2017 ²⁷⁾	アテネ国際空港近隣住人 420 名を対象としたコホート研究 (横断研究の 7-9 年後のフォローアップ)	航空機・道路騒音各 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心筋梗塞発症に対する飛行機騒音の影響は調整オッズ比 0.69 (0.29-1.63)、道路騒音の影響は調整オッズ比 0.96 (0.60-1.53)、脳卒中発症に対する飛行機騒音の影響は調整オッズ比 1.02 (0.30-3.54)、道路騒音の影響は調整オッズ比 1.33 (0.59-3.03)
Heritier, et al. 2018 ²⁸⁾	Heritier, et al. 2017 の追加解析、時間帯による違いを詳細に分析	SiRENE project に基づいて推定された、道路・騒音 1 標準偏差増加に対する影響	深夜帯での虚血性心疾患に対する調整ハザード比 1.025 (1.016-1.034)、昼間での虚血性心疾患に対する調整ハザード比 1.018 (1.009-1.028)、
Seidler, et al. 2018 ²⁹⁾	Frankfurt 空港近隣住民での症例対照研究 (脳卒中 25945 例、対照群 827601 例)	航空機・道路・鉄道騒音各 10 dBA 毎増加に対する影響	航空機騒音による有意なリスク増加は見られず。道路騒音によるリスク増加は 1.7% (0.3-3.2%)、鉄道騒音によるリスク増加は 1.8% (0.1-3.3%)
Brauner, et al. 2018 ³⁰⁾	コホート研究 Danish Nurse Cohort の参加者 23944 名	11 年間の平均タービン騒音 10dB 増加毎の影響	心筋梗塞発症に対する調整ハザード比は 0.99 (0.77-1.28)
Pyko, et al. 2018 ³¹⁾	Stockholm の住民 20012 名 (245 000)	交通・道路・航空機騒音各 10 dB 毎増加に対する影響	女性では虚血性心疾患発症に対する道路騒音の調整ハ

	人年) を対象とした コホート研究		ザード比 1.11 (1.00-1.22)、飛行 機騒音の調整ハザ ード比 1.25 (1.09- 1.44)。男性及び交 通騒音全体では有 意な関連見られ ず。
Weihofen, et al. 2019 ³²⁾	脳卒中と飛行機騒音 の関連についての7 件の研究を用いたメ タアナリシス	航空機騒音各 10 dB 毎 増加に対する影響	脳卒中に対する飛 行機騒音の影響は 統合相対リスク 1.013 (0.998- 1.028)

付表3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Picavet, et al. 2016 ³³⁾	コホート研究 Doetinchem Cohort Study のフォローア ップ調査参加者	住居周囲の緑地環境 の有無	心血管疾患の有無と 住居周囲の緑地環境 の有無には有意な関 連見られず (調整オ ッズ比 0.97(0.93- 1.01))
Vienneau, et al. 2017 ³⁴⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の 対象者 441 万人 (3385 万人年)	住居周囲の緑地環境 を Normalised difference vegetation index (NDVI)で定量化	NDVI 四分位範囲あ たり、心血管疾患死 亡に対する調整オッ ズ比 は 0.96 (0.95- 0.98)
Hvidtfeldt, et al. 2019 ³⁵⁾	コホート研究 Danish Cohort の参 加者 49564 名 (平 均追跡期間 18.1 年)	PM _{2.5} 5 μ g/m ³ 増加 あたり、黒炭 1 μ g/m ³ 増加あた り、NO ₂ 1 μ g/m ³ 増加あたりの曝露で 評価 (測定は住居単 位)。	心血管死亡に対する PM _{2.5} の調整ハザ ード比 1.29 (1.13- 1.47)、黒炭の調整 ハザード比 1.16 (1.05-1.27)、NO ₂ の 調整ハザード比 1.11 (1.04-1.17)

付表 4) 複数の住居環境因子と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Beelen, et al. 2009 ³⁶⁾	コホート研究 Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer の参加者 117 528 名 (観察期間 10 年)。	交通密度は 10 000 自動車/24 h 増加当たりの影響で評価 (地区単位の評価)。黒煙濃度は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの影響で評価 (地区単位の測定)、道路騒音は 50-55 (基準), 55-60, 60-65, >65db の 4 カテゴリーで評価 (個人単位の測定)	虚血性心疾患死亡に対する交通密度の調整相対リスク 1.11(1.03-1.20)、循環器疾患死亡に対する黒煙濃度の調整相対リスクは 1.39(0.99-1.94)。虚血性心疾患に対する >65db の最高位騒音域の調整相対リスクは 1.15 (0.86-1.53)で、黒煙濃度・交通濃度でさらに調整すると減弱した。
Huss, et al. 2010 ³⁷⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者 4,580,311 名 (22,512,623 人年)	航空機騒音は<45 (基準), 45-49, 50-54, 55-59, ≥60db の 5 カテゴリーで評価するとともに、同一地域での居住期間の長さも評価。PM _{2.5} は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの影響を評価。	急性心筋梗塞に対する ≥60db の最高位騒音域の調整相対リスクは 1.3 (0.96-1.7)、15 年以上同じ場所に住んでいた場合の調整相対リスクは 1.5 (1.0-2.2)、PM _{2.5} の調整相対リスクは 0.98 (0.97-1.00)。脳卒中に対しては明らかな関連性なし。
Gan, et al. 2012 ³⁸⁾	Vancouver 住民 445868 名を対象としたコホート研究 (曝露期間 5 年間、追跡期間 4 年)	騒音 ≤58 (基準), 59-62, 63-70, >50dB および黒炭濃度 0-0.83 (基準), 0.84-1.02, 1.0-1.80, 1.81-4.98 ×10 ⁻⁵ /m の組み合わせに	基準に対し、騒音・黒炭ともに最高位の場合、冠動脈疾患死亡に対する調整相対リスクは 1.45 (1.14-1.85)

		よる影響、騒音の測定は参加者単位	
de Kluizenaar, et al. 2013 ³⁹⁾	コホート研究 GLOBE study の対象者 18213 名	道路騒音、PM ₁₀ 、元素状炭素、NO ₂ 、いずれも 95%-5%範囲増加分に対する影響を評価（測定は住居単位）。	循環器疾患入院に対する道路騒音の調整相対リスクは 1.03 (0.88-1.20)、PM ₁₀ の調整相対リスクは 1.04 (0.90-1.21)、元素状炭素の調整相対リスクは 1.05 (0.91-1.20)、NO ₂ の調整相対リスクは 1.12 (0.96-1.32)
Sørensen, et al. 2014 ⁴⁰⁾	コホート研究 DanishDiet,Cancerand Health cohort の対象者 57053 名（平均追跡期間 11.2 年）	NO ₂ 10 μ g/m ³ 増加あたり、道路騒音 10dB 増加あたりの評価（いずれも居住地で測定）。重複曝露については、それぞれ 3 カテゴリーに分けて評価。	NO ₂ , 道路騒音単独曝露モデルでの虚血性脳卒中に対する罹患率比はそれぞれ 1.11 (1.03-1.20)、1.16 (1.07-1.24)。重複曝露モデルでは、NO ₂ >15.7 μ g/m ³ ・道路騒音 >62.1dB の高曝露群で罹患率比 1.28 (1.09-1.52)
Bodin, et al. 2016 ⁴¹⁾	Skåne の住民を対象としたコホート研究の参加者 13512 名（観察期間 10 年）	道路騒音 10dB 増加あたり、NO _x 10 μ g/m ³ 増加あたりの評価。重複曝露については、道路騒音は<55/>55dB、NO _x は<20/>20 μ g/m ³ でそれぞれ 2 値化して評価	道路騒音、NO _x 単独曝露モデルでの心筋梗塞に対する罹患率比はそれぞれ 0.99 (0.86-1.14)、1.02 (0.86-1.21)。重複曝露モデルでは、NO _x ・道路騒音共に高曝露群で共に低曝露の場合と比較して罹患率比 1.21(0.90-1.64)
Yang, et al. 2018 ⁴²⁾	台湾の基幹道路沿いの住民 663 名を対象とした横断研究	道路騒音 5dBA 増加あたり、PM ₁₀ 1 μ g/m ³ 増加あた	道路騒音、PM ₁₀ 、NO ₂ 単独曝露モデルでの心血管疾患と

		り、NO ₂ 1ppb 増加あたりの評価。	の関連は調整オッズ比でそれぞれ 2.23 (1.26-3.93)、1.26 (0.45-3.54)、0.82 (0.33-2.04)。重複曝露モデルで検討した場合は、道路騒音 2.96 (1.41-6.3)、PM ₁₀ 1.04 (0.36-3.04)、NO ₂ 0.96 (0.37-2.49)
Heritier, et al. 2019 ⁴³⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者 441 万人 (3385 万人年)	道路・鉄道・飛行機騒音各 10 dBA 増加あたり、PM ₁₀ および NO ₂ 10 μg/m ³ 増加あたりの評価。	大気汚染の影響を加味しても各種騒音と心筋梗塞死亡の関連は大きく変化せず、道路騒音 1.034 (1.014-1.055)、鉄道騒音 1.020 (1.007-1.033)、飛行機騒音 1.025 (1.005-1.046)。一方、各種大気汚染指標と心筋梗塞死亡の関連は各種騒音の影響を調整すると減弱する傾向にあった。
Klompaker, et al. 2019 ⁴⁴⁾	オランダで健康調査に参加した 387195 名を対象とした横断研究	住居周囲の緑地環境 (NDVI で定量化)、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂ 、道路騒音。	PM _{2.5} (0.83μg/m ³ 増加あたり) のみ、脳卒中・心臓発作と有意な関連がみられ、調整オッズ比はそれぞれ 1.05 (1.01-1.09)、1.07 (1.05-1.10)

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
温湿度環境及び住宅構法と健康に関する文献調査と課題抽出

研究分担者 開原 典子 国立保健医療科学院 生活環境研究部 主任研究官

研究要旨

住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されているとともに、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともない多様な住居環境が存在していることが指摘されている。住居環境に係る健康影響・健康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究を行うことが必要である。その中から、本報告では、温熱環境、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を行うとともに、住宅の構法に関する状況を紹介する。

検索を行うデータベースについて、CiNii Articles、J-STAGE、メディカルオンライン、医中誌 Web、メディカルオンライン、最新看護索引 Web、MedicalFinder、JDream III、PubMed、Web of Science Core Collection の 9 つとし、温湿度環境と健康に関する文献検索が行われた。検索のワードについて、温度、湿度、温湿度、健康、室内、住宅、皮膚として検索を行ったところ、湿度の論文のうち低湿度を対象にしているものは少ないこと、湿度と健康、特に低湿度と健康の論文数は少ないものの、2000 年に入ってからのものが多いことなどの傾向が得られた。

これらの全体論文数の概要のほか、日本の傾向、日本の室内湿度と健康に関する実態調査と生理・心理量の研究、日本の住宅の構法・構法について、紹介を行っている。これらの情報収集を通して、住宅の室内環境に起因する設備機器の運転などは個人の好みなどに任されていることもあり湿度に対する調整法や管理方法などの情報が広く共有されるとまでは言えないこと、室内湿度環境と健康との関係について明快な説明は得られていないと思われること、住宅の構法・工法、住宅の種類、省エネルギー対策による新旧住宅性能の違い、住宅形態の地域性などにより住宅は多様性に富んでいることなどが紹介された。

温湿度環境と健康、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を通して、一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、健康維持及び健康増進などを目指し、湿度と健康に関するエビデンスの構築が十分になされているとは言い難い。湿度管理目標の設定は、目的により異なるといわれており、特に、高齢化が急速に進展している我が国では、高齢者に向けた湿度管理の情報発信も重要となる。今後、より一層、多面的な情報の整備や議論が必要となるだろう。

A. 研究目的

住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されているととも

に、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともない多様な住居環境が存在していることが指摘されている。このために、住居環境に係る健康影響・健

康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究が必要である。

本報告では、温熱環境のうち、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を行うとともに、住宅の構法に関する状況の把握を通して、今後の研究デザインを提案するための一助とする。

B. 研究方法

温湿度環境と健康について、文献検索を行った。検索を行ったデータベースは、日本の論文を対象として CiNii Articles、科学技術振興機構が国内の学協会の学術誌の電子化を推進し約 250 万件的雑誌論文をデータベースにもつ J-STAGE、メディカルオンライン、CiNii 掲載誌などへのリンク機能が搭載されている医中誌 Web、国内の医学論文の全文の検索と閲覧ができるメディカルオンライン、日本看護協会図書館が編集する国内発行の看護文献データベースの最新看護索引 Web、医学書院が提供する医学・医療分野の電子ジャーナルサービスで約 42 万件（2017 年 10 月現在）の論文を収録している MedicalFinder、科学技術文献情報データベース JDream III、米国国立医学図書館作成の世界最大の医学データベース PubMed、自然科学・社会科学・人文科学に関する主要な学術雑誌・会議録・書籍から集録した 5,500 万以上の書誌情報をもつ Web of Science Core Collection の 9 つである（以降、9 つのデータベースという）。検索は、湿度、湿度 and 低、低湿度、健康、健康 and 湿度、健康 and 湿度 and 低、低湿度 and 健康の 7 つの組み合わせで行った（以降、7 つの組み合わせという）。検索の際、登録されている論文の様々な情報（論文名、著者名、抄録 など）のどこかに合致した論文を論文数としてカウントするものとし、データベース情報の誤記などによる重複については排除していない。

C. 研究結果

1) 概要

図 4-1～図 4-2 に、9 つのデータベースにおいて、7 つの組み合わせの検索を行った結果を示す

（2020 年 2 月時点）。なお、この結果は、査読の有無の区別をつけていない。

7 つの組み合わせ検索のうち、湿度、湿度 and 低、低湿度の 3 つの検索は、湿度の研究論文数を把握するために行った。湿度の検索結果は、9 つのデータベースのうち JDream III で最も多く約 13 万件であり、次いで J-STAGE で約 10 万件、Web of Science Core Collection で約 10 万件である。9 つのデータベースにおいて、低湿度の検索結果の場合、湿度の検索結果に比べて 9 つ全てのデータベースで論文数が少ない。また、PubMed と Web of Science Core Collection を除く 7 つのデータベースにおいて、湿度の検索結果に比べて、湿度 and 低の論文数は少なく、低湿度の検索結果はさらに少なくなる。このように、湿度の論文に比べて、低湿度を対象にしたものは少ない。

一方、7 つの組み合わせ検索のうち、健康、健康 and 湿度、健康 and 湿度 and 低、低湿度 and 健康の 4 つの検索は、湿度と健康に関する論文数を把握するために行った。健康の検索結果は、9 つのデータベースのうち PubMed で最も多く約 467 万件であり、次いで Web of Science Core Collection で約 188 万件、JDream III で約 58 万件、医中誌 Web で約 45 万件である。しかし、健康 and 湿度の検索結果になると、最も多いものでも J-STAGE の約 1 万 2 千件であり、次いで PubMed の約 6 千 500 件となる。さらに、低湿度 and 健康の検索結果では、論文数も減り、Web of Science Core Collection で最も多く約 1,500 件であり、次いで PubMed の約 1,200 件、MedicalFinder の約 500 件となる。このように、湿度と健康、特に低湿度と健康の論文数は少ないものの、そのほとんどが 2000 年に入ってからのものであり、比較的新しい課題であるという傾向にある。

2) 日本における傾向

日本の気候や生活空間において、温度及び湿度と健康に関する論文数の傾向を把握するため、CiNii Articles を用いて検索を行った。検索のキーワードは、温度、湿度、温湿度、健康、室内、住宅、皮膚とした。室内の温湿度の人体影響の観

点から、人体表面（皮膚）を加えている。前述の検索キーワードの組み合わせと検索結果の論文数は以下のとおりである。

温度 and 健康・・・925 件
湿度 and 健康・・・355 件
温度 and 健康 and 室内・・・100 件
湿度 and 健康 and 室内・・・115 件^{1)~109)},

注 1)

温度 and 健康 and 住宅・・・51 件
湿度 and 健康 and 住宅・・・60 件
温度 and 皮膚・・・1,867 件
湿度 and 皮膚・・・445 件
温度 and 湿度 and 皮膚・・・202 件
温湿度 and 皮膚・・・123 件^{110~149)}, 注 2)

このように、温度や湿度の物理要素と健康との論文数は、温度との組み合わせの論文数に対して、湿度との組み合わせの論文数は半分以下の数となる。また、室内や住宅との組み合わせとなると、さらにその数は少ない。人体表面に人体周囲の温度や湿度との組み合わせで検索される論文数は、温度のみの場合約 2,000 件近くになるものの、湿度のみの場合で約 500 件となり、温度と湿度の両方の組み合わせとなると約 200 件となる。

3) 日本の室内湿度と健康に関する実態調査と生理・心理量の研究

日本の室内湿度と健康に関するいくつかの研究を大略的に紹介する。住宅について、湿度に関する多くの実態調査研究^{例えば 150~157)}がある。しかしながら、住宅の室内環境に起因する設備機器の運転などは、個人の好みなどに任されていることもあり、湿度に対する調整法や管理方法などの情報が広く共有されるとまでは言えない。低湿度環境下における生理・心理量に関する研究について、多くの研究^{例えば 158~174)}がなされているものの、室内湿度環境と健康との関係について、明快な説明は得られていないと思われる。

4) 日本の住宅の構法・構法

本節では、文献検索で結果が得られなかったため、その他の収集方法によるものから日本の住宅

について、構法・工法や種類、断熱性能の違いなどによる多様性を紹介する。

住宅の構法・工法について、主に、木造系と鉄骨系に分けられるといわれている。木造系には、木造軸組工法、ツーバイフォー工法、木質パネル工法などがあり、鉄骨系には、軽量鉄骨ブレース構造、重量鉄骨ラーメン構造、鉄骨ユニット工法、プレキャストコンクリート工法などがある。

住宅の種類について、主に、持ち家と借家に分けられるといわれている。持ち家には、戸建て住宅、分譲マンションなどがあり、それぞれ新築と中古の物件に分けられる。さらに、戸建ての新築では、建設と建売にわけられる。借家には、民間賃貸住宅、公的賃貸住宅などがあり、前者はさらに共同住宅や戸建て住宅などに分けられ、後者はさらに公共住宅や公的賃貸住宅などに分けられる。

省エネルギー対策について、住宅の省エネルギーに関する基準は、旧省エネルギー基準（昭和 55 年基準、1980 年）、新省エネルギー基準（平成 4 年基準、1992 年）、次世代省エネルギー基準（平成 11 年基準、1999 年）、平成 25 年省エネルギー基準（2013 年）、平成 28 年建築物省エネ法（2016 年）などと強化されている。これらは、無断熱の住宅から高い断熱性能まで、新旧の住宅性能を持つ住宅が混在していることを示している。

住宅形態の地域性について、都市型と地方型に大別すると、前者は狭小敷地、3 階建て、防耐火構造などの条件や特徴があり、後者は広い敷地、平屋から 2 階建て、ゆったり設計などの特徴があるといわれている。それぞれの長所もあるものの、高齢になったときには、都市型・地方型とも暮らし方に工夫も必要となるといわれている。その暮らしの工夫には、都市型の場合、高さ方向に居住スペースが伸びることもあることから、エレベーターなどの昇降機の利用、地方型の場合、平面方向に居住スペースを取る傾向にあることから、コンパクトな導線の見直しなどがなされることもある。

住宅内の部屋を暖める方法にも変化があり、昭和 30 年代以前から一部現在、暖身という体の一

部を暖め寒さをしのぐ方法、昭和 30 年代以降から現在、採暖という大きな温度むらのある状態で局部的に高温となる方法、現在は暖房という比較的均一な温度分布が形成される方法などから居住者が選択している状況にある。

このように、住居環境は多様であるとともに、住宅の構法・工法と健康について整理した論文はみあたらなかった。

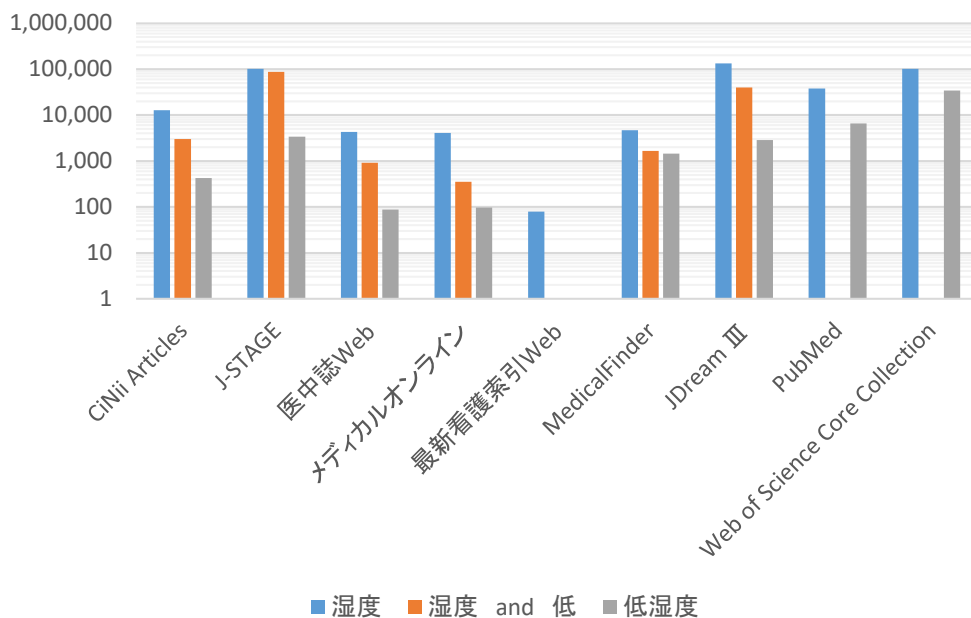


図 4-1 データベース検索論文数(検索は、湿度、湿度 and 低、低湿度、2020 年 2 月時点)

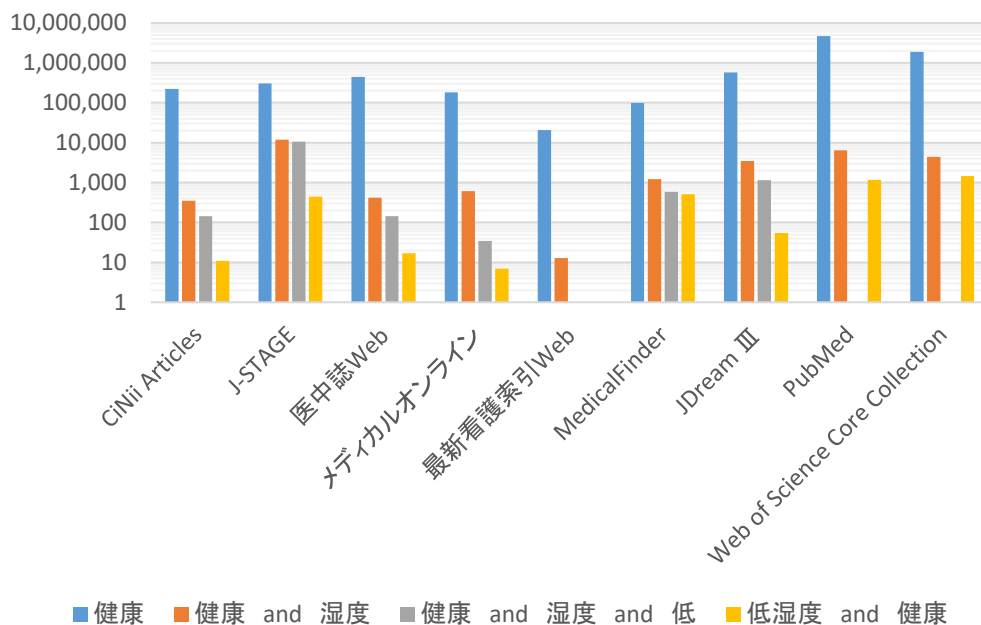


図 4-2 データベース検索論文数(検索は、健康、健康 and 湿度、健康 and 湿度 and 低、低湿度 and 健康、2020 年 2 月時点)

D. 考察

我が国の冬期室内において、湿度が低いことにより、違和感や不快感などがあると答える人は少なくない。室内空気の湿度の下限値について、人の生理反応、ウイルス・風邪への影響などの観点から多くの研究がなされている^{例えば 175)}。

ASHRAE Standard 55-2004 における温熱快適域では、PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied, 予測不快者率 (その温熱環境に不満・不快さを感じる人の割合)) 10%以内の条件を満たす **acceptable range** として湿度の上限を定めているが、湿度の下限についての記述はない。また、L. Fang ら¹⁷⁶⁾ によって、低湿度の実験条件に曝露するとシックハウス症候群の症状を悪化させる傾向にあるとの報告がある。しかしながら、健康維持や健康増進の観点から、これらの研究や規格は、住まいの湿度環境づくりに関する方法や数値などを明快にしているものではない。湿度が人体に与える影響は、多様な観点から多くの研究がなされ始めているものの、健康を保つための条件としてのエビデンス構築が望まれている。

E. 結論

温湿度環境と健康、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を行った結果、一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、健康維持及び健康増進などを目指し、湿度と健康に関するエビデンスの構築が期待されている。湿度管理目標の設定は、目的により異なる。特に、高齢化が急速に進展している我が国では、高齢者に向けた湿度管理の情報発信も重要となる。今後、より一層、多面的な情報の整備や議論が必要となるだろう。

<注釈>

注 1) 重複論文を除き、原著論文、発表論文などの抄録のあるものを抽出している。

注 2) 重複論文を除き、原著論文などを中心として抽出している。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) 渡辺 麻衣子,室内環境の微生物に関わる最近の話題(5):災害時住環境における真菌汚染の実態と対策,室内環境,1882-0395,一般社団法人 室内環境学会,2020,23,1,11月19日
- 2) Derby Melanie M.,Pasch Roger M.,山田 敏弘,海外文献紹介 低湿度が健康,快適性,室内環境質に与える影響,空気調和・衛生工学,0386-4081,空気調和・衛生工学会,Aug-19,93,8,723-726
- 3) 長谷川 兼一,吉野 博,三田村 輝章,住宅における乾燥感の実態と乾燥による健康影響に関する調査研究,日本建築学会環境系論文集,1348-0685,日本建築学会,Jun-19,,760,587-596
- 4) 伊庭 千恵美,開原 典子,本間 義規,京町家における室内温熱環境の実態と健康リスク,住総研研究論文集・実践研究報告集,2433-801X,一般財団法人 住総研,2019,45,,35-46
- 5) 水野 一枝,水野 康,前田 亜紀子,高校生と母親の睡眠の関連:予備的報告,東北福祉大学研究紀要,1340-5012,東北福祉大学,2019,43,,85-94
- 6) 小柴 朋子,杉山 智子,内田 幸子,森本 美智子,田辺 文憲,荒川 創一,防護服内着用肌着の素材特性と着用感との関係,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2018,70,,70-70
- 7) 萬羽 郁子,大学生を対象とした生活行動と揮発性有機化合物暴露に関する実態調査,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2018,70,,50-50
- 8) 羽山 広文,片岡 みさ,北海道における社会福祉施設の建物断熱性能とエネルギー消費量に関する研究,保健医療科学,1347-6459,国立保健医療科学院,2017,66,2,127-135
- 9) 開原 典子,林 基哉,大澤 元毅,金 勲,阪東 美智子,小林 健一,本間 義規,巖 爽,菊田 弘輝,羽山 広文,高齢者施設における健康リスク低減のための室内環境衛生管理 その6 寒冷地における冬期の室内温湿度およびCO₂濃度の実態,環境工学 I,,日本建築学会,2016/8/24,,2016,1223-1224
- 10) 開原 典子,巖 爽,林 基哉,大澤 元毅,金 勲,本間 義規,菊田 弘輝,羽山 広文,阪東 美智子,小林 健一,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第9報) 寒冷地における二酸化炭素濃度を用いた加湿の分析,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2016,2016,,113-116
- 11) 金 勲,林 基哉,大澤 元毅,開原 典子,阪東 美智子,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第10報) 全国の特別養護老人ホームにおける施設及び設備の実態について,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2016,2016,,117-120
- 12) 林 基哉,開原 典子,金 勲,大澤 元毅,阪東 美智子,小林 健一,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第7報) 小型加湿器による居室の湿度改善に関する試行,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2016,2016,,105-108
- 13) 大澤 元毅,巖 爽,林 基哉,開原 典子,金 勲,本間 義規,菊田 弘輝,羽山 広文,阪東 美智子,小林 健一,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第8報) 寒冷地における冬期室内温湿度特性,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2016,2016,,109-112
- 14) 佐々 尚美,東 実千代,久保 博子,磯田 憲生,夏期の室内温熱環境の実測調査:一高齢者と若齢者の一日の経時変化と活動量との関係一,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2016,68,,121
- 15) 北村 恵理奈,柴田 祥江,松原 斎樹,居住者視点によるヒートショック対策の検討,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,2016,53,1,13-29

- 16) 開原 典子,大澤 元毅,阪東 美智子,金 勲,林 基哉,40539 高齢者施設における健康リスク低減のための室内環境衛生管理：その 2 冬期の室内温湿度(高齢者施設,環境工学 I,学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 I,18839363, 日本建築学会,2015/9/4,,2015,1141-1142
- 17) 大澤 元毅,金 勲,阪東 美智子,開原 典子,林 基哉,40538 高齢者施設における健康リスク低減のための室内環境衛生管理：その 1 研究方法と調査対象の概要(高齢者施設,環境工学 I,学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 I,18839363, 日本建築学会,2015/9/4,,2015,1139-1140
- 18) 吉野 博,柳 宇,長谷川 兼一,後藤 伴延,鍵直樹,岩前 篤,張 晴原,大竹 徹,40472 中国における居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究：第 3 報 冬期における温熱環境の実態と評価(健康(3),環境工学 I,学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 I,18839363, 日本建築学会,2015/9/4,,2015,991-992
- 19) 林 基哉,金 勲,大澤 元毅,開原 典子,阪東 美智子,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第 4 報) 室内温湿度および CO₂ 濃度を用いた加湿と換気に関する分析,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2015,2015,,117-120
- 20) 金 勲,林 基哉,大澤 元毅,開原 典子,阪東 美智子,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第 3 報) 室内温湿度及び CO₂ 濃度の冬期実測,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2015,2015,,113-116
- 21) 開原 典子,林 基哉,大澤 元毅,金 勲,阪東 美智子,小林 健一,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第 6 報) 出張美容の施術環境と被施術者の生理量の測定,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2015,2015,,125-128
- 22) 川上 梨沙,山口 一,富岡 一之,温湿度が在室者の生理・心理反応に及ぼす影響に関する研究 高齢者のケーススタディ,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2015,2015,,133-136
- 23) 久保 博子,頼田 未来,東 実千代,佐々 尚美,磯田 憲生,冬期における高齢者の日常生活と室内温熱環境に関する実態調査,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2015,67,,76
- 24) 三田村 輝章,長谷川 兼一,坂口 淳,鍵直樹,篠原 直秀,白石 靖幸,40471 ダンプビルディングの室内環境と健康に関する研究：その 11 Dampness の度合いに対する自己申告と実測結果との対応(健康,環境工学 I,2014 年度日本建築学会大会(近畿)学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 I,18839363,日本建築学会,2014/9/12,,2014,983-984
- 25) 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 (特集 建築衛生),保健医療科学,1347-6459,国立保健医療科学院,Aug-14,63,4,359-367
- 26) 東 賢一,建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因 (特集 建築衛生),保健医療科学,1347-6459,国立保健医療科学院,Aug-14,63,4,334-341
- 27) 堰内 宏香,長谷川 兼一,柳 宇,東 賢一,大澤 元毅,鍵直樹,篠原 直秀,長谷川 麻子,大竹 徹,吉野 博,A-07 津波による浸水住宅における室内環境と居住者の健康に関する調査研究：その 4 浸水被害住宅を対象とした室内環境と高湿度状態の緩和策に関する実測調査(環境 II),日本建築学会東北支部研究報告集. 計画系 ,1345-6695, 日本建築学会,2014/6/21,,77,23-26
- 28) 金 勲,大澤 元毅,阪東 美智子,高齢者施設における室内環境と健康性に関する調査 (第 2 報) 冷暖房・換気設備及び運用実態,空

- 気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2014,2014,,133-136
- 29) 東 賢一,鍵 直樹,柳 宇,大澤 元毅,金 勲,池田 耕一,建築物利用者の健康と職場環境の空気質との関係に関する調査,空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集,1880-3806,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2014,2014,,125-128
- 30) 柴田 祥江,北村 恵理奈,松原 斎樹,B-5 住宅内温熱環境の実態と居住者の意識に関する研究(その 8): 高齢者のヒートショック対策意識と行動(セッション B),人間・生活環境系シンポジウム報告集,,人間・生活環境系会議,2014,38,,41-44
- 31) 三田村 輝章,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,柳 宇,北澤 幸恵,40535 居住環境における健康維持増進に関する研究 その 67: 居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究(16) 実測調査での湿度緩和手法の効果に関する検討(健康,環境工学 I,2013 年度日本建築学会大会(北海道)学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 I,18839363, 日本建築学会,2013/8/30,,2013,1085-1086
- 32) 岩船 昌起,関根 良平,松本 宏明,石井 佳世,白井 祐浩,津波被災地での仮設住民の健康と生活環境:岩手県宮古市での体力・心理・行動にかかわる実証的研究,日本地理学会発表要旨集,,公益社団法人 日本地理学会,2013,2013,,100067
- 33) 岩船 昌起,岩手県宮古市における仮設住宅の生活環境と住民の健康:東日本大震災による被災地の再建にかかわる研究グループによる共同研究,日本地理学会発表要旨集,,公益社団法人 日本地理学会,2013,2013,,314
- 34) 豊島 正幸,岩船 昌起,東日本大震災における仮設住宅の生活環境と住民の健康(趣旨説明):パーソナル・スケールでの実証的研究に基づく提言,日本地理学会発表要旨集,,公益社団法人 日本地理学会,2013,2013,,307
- 35) 新谷 益巳,木村 朗,投球における肘関節角度の違いが投球側肘関節皮膚表面温度に及ぼす影響:予防に関わる運動条件の探索,理学療法学 Supplement,,公益社団法人 日本理学療法士協会,2013,2012,,48101896-48101896
- 36) 森 郁恵,都築 和代,G-5 窓の断熱改修が住宅の温熱環境と居住者の生活および健康に及ぼす影響に関する研究(セッション G),人間・生活環境系シンポジウム報告集,,人間・生活環境系会議,2013,37,,241-242
- 37) 東 実千代,佐々 尚美,都築 和代,久保 博子,磯田 憲生,P-7 夏期の日常生活における温熱環境と生理量の実態調査:(その 2)高齢者と若齢者の皮膚温および活動量(ポスターセッション D),人間・生活環境系シンポジウム報告集,,人間・生活環境系会議,2013,37,,61-64
- 38) 北澤 幸絵,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,加藤 則子,熊谷 一清,三田村 輝章,柳 宇,浜田 健佑,40483 居住環境における健康維持増進に関する研究 その 55: 居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究(15): 実測調査(Phase3)での室内温湿度と微生物濃度に関する重回帰分析結果,環境工学 I,18839363, 日本建築学会,2012/9/12,,2012,1003-1004
- 39) 三田村 輝章,長谷川 兼一,坂口 淳,鍵 直樹,篠原 直秀,白石 靖幸,41410 ダンプビルディングの室内環境と健康に関する研究: その 83 年の室内温湿度及び空気質に関する実測調査のまとめ(空気環境の実態調査,環境工学 II,2012 年度大会(東海)学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 II,18839363,日本建築学会,2012/9/12,,2012,827-828
- 40) 姜 燕,龍 有,41138 高齢者居住空間の湿度及び乾燥感と加湿器利用状況に関する研究(空調と室内湿度,環境工学 II,2012 年度大会(東海)学術講演会・建築デザイン発表会),環境工学 II,18839363, 日本建築学会,2012/9/12,,2012,275-276
- 41) 北澤 幸絵,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,加藤 則子,熊谷 一清,三田村 輝

- 章,柳 宇,浜田 健佑,B-19 居住環境と健康障害との関連性に関する調査：その 12 実測調査(Phase3)での室内温湿度と微生物濃度に関する重回帰分析結果(環境工学 III),日本建築学会東北支部研究報告集. 計画系,13456695,日本建築学会,2012/6/16,,75,221-224
- 42) 深沢 太香子,若年男子と若年女子における温熱的快適感閾値の違い,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2012,64,,194
- 43) 長門 五城,藤田 聡香,渡部 一郎,車いす座位での胸郭下支持が姿勢及び呼吸機能に与える影響,理学療法学 Supplement,,公益社団法人 日本理学療法士協会,2012,2011,,Eb0648-Eb0648
- 44) 浜田 健佑,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,加藤 則子,熊谷 一清,三田村 輝章,柳 宇,安藤 直也,40565 居住環境における健康維持推進に関する研究 その 38：居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究(12)住宅の室内環境に起因する健康影響に関する実測調査(Phase3)の温湿度と微生物濃度の分析結果(健康維持増進(1),環境工学 I),学術講演梗概集. D-1, 環境工学 I, 室内音響・音環境, 騒音・固体音, 環境振動, 光・色, 給排水・水環境, 都市設備・環境管理, 環境心理生理, 環境設計, 電磁環境,13414496,日本建築学会,2011/7/20,,2011,1169-1170
- 45) 浜田 健佑,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,加藤 則子,熊谷 一清,三田村 輝章,柳 宇,安藤 直也,A-29 居住環境と健康障害との関連性に関する調査：その 8 住宅の室内環境に起因する健康影響に関する実測調査(Phase 3)の温湿度環境およびダスト中微生物濃度の分析結果(環境工学 V),日本建築学会東北支部研究報告集. 計画系,13456695,日本建築学会,2011/6/25,,74,93-96
- 46) 越宗 久美子,篠原 陽子,清潔で気持ちのよい着方を考える小学校家庭科授業,日本家庭科教育学会大会・例会・セミナー研究発表要旨集,,日本家庭科教育学会,2011,54,,89-89
- 47) 水野 一枝,水野 康,山本 光璋,白川 修一郎,夏期の睡眠温熱環境が子供の睡眠および心臓自律神経活動に及ぼす影響,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2011,63,,237-237
- 48) 深沢 太香子,栃原 裕,温熱的快適性における身体部位差,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2011,63,,234-234
- 49) 近藤 照彦,武田 淳史,小林 功,谷田貝 光克,森林浴が生体に及ぼす生理学的効果の研究,日本温泉気候物理医学会雑誌,0029-0343,一般社団法人 日本温泉気候物理医学会,2011,74,3,169-177
- 50) 三田村 輝章,長谷川 兼一,坂口 淳,鍵 直樹,篠原 直秀,白石 靖幸,41431 ダンプビルディングの室内環境と健康に関する研究：その 3 寒冷地における夏期の調査結果(住宅実測,環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用,1341450X,日本建築学会,2010/7/20,,2010,877-878
- 51) 板谷 俊郎,千葉 脩,袴谷 秀幸,三浦 勇雄,井出 義雄,井福 武志,宮崎 正文,ゼオライトを混入した消臭塗料の開発:その 1 病院内の実態調査および室内実験,日本建築仕上学会 大会学術講演会研究発表論文集,,日本建築仕上学会,2010,2010,,17-17
- 52) 五十嵐 由利子,学生アパートにおけるホルムアルデヒド濃度の実測調査,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2010,62,,156-156
- 53) 水野 一枝,水野 康,山本 光璋,白川 修一郎,夏期の睡眠温熱環境が子供の睡眠に及ぼす影響,繊維製品消費科学,0037-2072,一般社団法人 日本繊維製品消費科学会,2010,51,12,930-936
- 54) 山口 育子,山崎 卓也,長田 久雄,下肢のマッサージがデイサービス利用高齢者の心理および生理状態に及ぼす影響,理学療法学

- Supplement,,公益社団法人 日本理学療法士協会,2010,2009,,E3O2219-E3O2219
- 55) 斎藤 育江,大貫 文,上原 眞一,瀬戸 博,栗田 雅行,小縣 昭夫,木造新築住宅における揮発性有機化合物及びアルデヒド類の発生源調査,室内環境,1882-0395,一般社団法人 室内環境学会,2010,13,1,55-64
- 56) 太田 昌宏,宇野 勇治,堀越 哲美,G-4 小型実験棟を用いた土壁断熱手法に関する実験的研究(セッション G 住まいの環境・デザイン),人間-生活環境系シンポジウム報告集,,人間-生活環境系会議,2010,34,,155-158
- 57) 森 郁恵,都築 和代,松本 太,G-3 窓の断熱改修を行った住宅の温熱環境と高齢者の健康に関する研究(セッション G 住まいの環境・デザイン),人間-生活環境系シンポジウム報告集,,人間-生活環境系会議,2010,34,,153-154
- 58) 森戸 直美,西宮 肇,都築 和代,冷房の気流が睡眠と皮膚温に及ぼす影響:被験者実験による冷房方法の比較,空気調和・衛生工学会 論文集,0385-275X,公益社団法人 空気調和・衛生工学会,2010,35,161,19-27
- 59) 高松 真理,吉野 博,長谷川 兼一,阿部 恵子,池田 耕一,加藤 則子,熊谷 一清,長谷川 あゆみ,三田村 輝章,柳 宇,松田 麻香,安藤 直也,40474 居住環境の健康維持増進住宅に関する研究 その8:居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究(3):住宅の室内環境に起因する健康影響に関する実測調査(Phase 3)の概要と途中結果(健康維持増進(1),環境工学 I),学術講演梗概集. D-1, 環境工学 I, 室内音響・音環境, 騒音・固体音, 環境振動, 光・色, 給排水・水環境, 都市設備・環境管理, 環境心理生理, 環境設計, 電磁環境 ,13414496, 日本建築学会,2009/7/20,,2009,999-1000
- 60) 森本 尚揮,青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,326 幼稚園の室内環境の実態と改善に関する研究:幼児の健康問題に着目した冬季実測調査(3.環境工学),東海支部研究報告集 ,13438360, 日本建築学会,2009/2/14,,47,389-392
- 61) 西條 泰明,室内の湿度環境・生物学的汚染 , 日本衛生学雑誌,215082,,2008/3/1,63,2,326
- 62) 水野 一枝,水野 康,山本 光璋,白川 修一郎,季節差が幼児と母親の睡眠に及ぼす影響,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2008,60,,77-77
- 63) 朴 昭英,Jin-Su Song,Hyoung-Deug Kim,山根 健治,Ki-Cheol Son,室内植物景観が教室の環境および高校生のストレス度に及ぼす影響,園芸学会雑誌,1882-3351,一般社団法人園芸学会,2008,77,4,447-454
- 64) 深沢 太香子,栃原 裕,HAVENITH George,皮膚濡れ率を指標とした全身および局所温熱的快適性の評価,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2007,59,,8月8日
- 65) 水野 一枝,水野 康,山本 光璋,白川 修一郎,高温環境が幼児と母親の睡眠および寝床内気候に及ぼす影響,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2007,59,,161-161
- 66) 佐々 尚美,梁瀬 度子,冷え改善に関する研究:-身体各部位に蒸気温熱シートを使用した場合-,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2007,59,,241-241
- 67) 長谷川 兼一,黒木 康輔,松本 真一,源城 かほり,吉野 博,41445 住宅の湿度環境と健康影響に関する研究:その4健康被害が見られる住宅を対象とした事例調査の概要と室内温湿度の測定結果(住宅における空気環境実態調査(1),環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用 ,1341450X, 日本建築学会,2006/7/31,,2006,907-908

- 68) 植竹 桃子,正地 里江,紙おむつのつけ心地を理解させるための授業時実験法,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2006,58,,233-233
- 69) 佐々 尚美,梁瀬 度子,夏期の冷え改善に関する研究:−蒸気温熱シートを使用した場合−;一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2006,58,,45-45
- 70) 岩下 剛,特集にあたって:学校環境における空気環境・臭気の問題,におい・かおり環境学会誌,1348-2904,社団法人 におい・かおり環境協会,2006,37,4,233-233
- 71) 井須 紀文,住空間材料の表面技術,日本化粧品技術者会誌,0387-5253,日本化粧品技術者会,2006,40,3,187-194
- 72) 宮西 良太,高田 暁,松下 敬幸,41211 室内の化学物質濃度およびにおいに及ぼす湿度の影響(健康影響,環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用 ,1341450X, 日本建築学会,2005/7/31,,2005,451-452
- 73) 嵯峨崎 千尋,青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,41213 幼児が居住する住宅の室内温湿度環境の実態把握:夏期の地域差による住まい方の差異(健康影響,環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用 ,1341450X, 日本建築学会,2005/7/31,,2005,455-456
- 74) 衣笠 奈々恵,久保 博子,佐々 尚美,磯田 憲生,高齢者の夏期における至適温度範囲に関する実験的研究,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2005,57,,232-232
- 75) 長谷川 兼一,吉野 博,石川 善美,松本 真一,三田村 輝章,室内の湿度環境と関連した健康被害の実態:東北地方の住宅を対象とした事例調査,環境の管理:日本環境管理学会誌 = Journal of RIEMAM,,2004/10/1,52,,174-177
- 76) 荒木 拓恵,後藤 純一,作業用ズボンから考える林業作業者の労働環境の向上,日本林学会大会発表データベース,,日本森林学会,2004,115,,P2109-P2109
- 77) 和田 環,本橋 健司,浦上 忠,逢坂 太志,的場 康浩,キトサン複合樹脂を用いた室内塗料のホルムアルデヒドの吸着と再放散性,日本建築仕上学会 大会学術講演会研究発表論文集,,日本建築仕上学会,2004,2004,,8月8日
- 78) 水野 一枝,都築 和代,性差が夏期の睡眠および寝床内気候に及ぼす影響,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人 日本家政学会,2004,56,,209-209
- 79) 川島 庸,垣鍔 直,夏期の睡眠時における気流曝露の影響に関する実験的研究,人間と生活環境,1340-7694,人間・生活環境系学会,2004,11,1,25-30
- 80) 青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,41211 夏期におけるアレルギー患者宅の温熱環境の解析(健康害,環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用,1341450X, 日本建築学会,2003/7/30,,2003,443-444
- 81) 林 応州,水谷 章夫,青木 哲,大澤 徹夫,41210 異なる湿度環境下における皮膚水分に関する基礎的研究(健康害,環境工学 II),学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用 ,1341450X, 日本建築学会,2003/7/30,,2003,441-442
- 82) 青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,須藤 千春,矢田 史織,322 健康者宅およびアレルギー患者宅の室内温湿度変動の比較:夏季における実態調査(環境工学),東海支部研究報告集 ,13438360, 日本建築学会,2003/2/15,,41,493-496

- 83) 長谷川 兼一,Damp Building における室内環境と健康に関する研究,住宅総合研究財団研究年報,0916-1864,住宅総合研究財団 ; 東京,2003,,30,169-180
- 84) 土井 正,柴田 貴弘,岩田 三千子,高齢者の日常生活における光環境暴露に関する研究:その2 高齢者住宅における実態測定,照明学会 全国大会講演論文集,,一般社団法人照明学会,2003,36,,99-99
- 85) 水野 一枝,都築 和代,低温環境が高齢者の睡眠および体温に及ぼす影響,一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集,,一般社団法人日本家政学会,2003,55,,204-204
- 86) 橋口 暢子,栃原 裕,高山 真一,浴室内の暖房方法の違いが生理心理反応に及ぼす影響,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,2003,10,2,101-107
- 87) 青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,須藤 千春,317 室内温湿度環境の実態調査から見た住宅の温熱性能の評価:冷暖房が温湿度に与える影響について,東海支部研究報告集 ,13438360, 日本 建築 学会,2002/2/16,,40,429-432
- 88) 戸矢崎 紀紘,公衆衛生から見たハウスダストの真菌相,マイコトキシン,2851466,日本マイコトキシン学会,2002/1/31,52,1,45-55
- 89) 大塚 建次,松村 年郎,松村 年郎,居住環境内における化学物質汚染の実態調査,室内環境学会誌,,一般社団法人 室内環境学会,2002,5,1,23-35
- 90) 高橋 奈緒子,吉野 博,池田 耕一,三田村 輝章,40538 東北地方を中心とした高断熱・高气密住宅における室内湿度・空気質と居住者の健康性に関する夏期調査(住宅環境評価,環境工学 I),学術講演梗概集. D-1, 環境工学 I, 室内音響・音環境, 騒音・固体音, 環境振動, 光・色, 給排水・水環境, 都市設備・環境管理, 環境心理生理, 環境設計, 電磁環境 ,13414496, 日本 建築 学会,2001/7/31,,2001,1093-1094
- 91) 高橋 奈緒子,吉野 博,三田村 輝章,池田 耕一,東北地方を中心とした戸建住宅における室内湿度・空気質と居住者の健康性に関する夏期調査(環境工学 I),日本建築学会東北支部研究報告集. 計画系,13456695,日本建築学会,2001/6/16,,64,19-22
- 92) 青木 哲,水谷 章夫,大澤 徹夫,須藤 千春,343 住宅構造および住まい方と室内温湿度環境との関連(環境工学),東海支部研究報告集 ,13438360, 日本 建築 学会,2001/2/10,,39,509-512
- 93) 青木 哲,水谷 章夫,須藤 千春,室内気候の実態および居住空間の温熱性能評価,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,2001,38,3,71-88
- 94) 庄司 健,西原 美敬,落合 嗣郎,斎藤 浩一,小川 充洋,田村 俊世,戸川 達男,土屋 喜一,在宅健康管理のための独居高齢者の行動モニタリング,電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティクス,9135685,一般社団法人電子情報通信学会,2000/3/14,99,687,85-90
- 95) 深井 喜代子,新見 明子,田中 美穂,痛みの指標としての局所発汗量測定部位の検討,川崎医療福祉学会誌,9174605,川崎医療福祉大学,Dec-99,9,2,289-292
- 96) 須藤 千春,チリダニ類の生態および温湿度変動からみた室内環境の乾燥化とアトピー性疾患,環境技術 = Environmental conservation engineering,3889459,環境技術学会,1999/3/20,28,3,167-173
- 97) 房家 正博,雨谷 敬史,松下 秀鶴,相馬 光之,空気清浄機から発生するオゾンとその室内濃度に与える要因,環境化学: journal of environmental chemistry,9172408,一般社団法人 日本環境化学会,1998/12/15,8,4,823-830
- 98) 砥堀 雅信,土田 了輔,榊原 潔,成人女子における運動時皮膚温の部位差について,上越教育大学研究紀要,9158162,上越教育大学,Sep-98,18,1,389-395

- 99) 西脇 美春/関島 英子/中村 理恵,新生児の出生後 12 時間の体温変化と環境要因,山梨医科大学紀要 = 山梨医科大学紀要,0910-5069,山梨医科大学,1998,,15,28-34
- 100) 申 正和,田村 照子,温暖環境下での人体の局所加温刺激が温熱生理・感覚反応に及ぼす影響,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,1996,3,1,45-55
- 101) 石井 好二郎,山崎 昌廣,村木 里志,小村 堯,菊地 邦雄,宮側 敏明,藤本 繁夫,前田 如矢,上肢運動時における脊髄損傷者の鼓膜温及び皮膚温,体力科学,0039906X,日本体力医学会,1995/8/1,44,4,447-456
- 102) 寺野 真明,片山 弘典,釜谷 周滋,久野 覚,脚部放射加熱時の温熱快適性に関する研究,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,1995,2,1,48-57
- 103) 入來 正躬,土家 清,長谷部 ヤエ,田辺 新一,高橋 和子,心電図 R-R 間隔検査を用いた熱的快適性の評価,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,1993,30,2,57-63
- 104) 鄭 運仙,登倉 尋実,日中の実際の室内生活をシミュレートした条件下での 2 種の異なった型の衣服着用が中核温に与える影響[英文],日本家政学会誌,9135227,日本家政学会,Feb-90,41,2,p143-148
- 105) 松田 光司,健康成人男性の赤外サーモグラフィ所見,日本皮膚科学会雑誌,0021-499X,公益社団法人 日本皮膚科学会,1984,94,3,245
- 106) 石樽 清司,永田 久紀,室内冷房と尿中 17-KS, 17-OHCS, VMA, 日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,1984,21,1,11月 20 日
- 107) 鈴木 勝己,河村 憲一,門司 幸一,中島 清春,伊地知 正光,小林 靖幸,松木 孝行,伊藤 謙三,鴨川 盛秀,松下 隆,関 昭夫,田中 宏道,手と環境 (4) :—10 才代女子の局所振動負荷および冷水浸漬による手の機能の変化—,産業医大誌,0387-821X,学校法人 産業医科大学,1982,4,1,33-40
- 108) 勝浦 哲夫,種々の気温における長時間運動時の心拍出量、一回拍出量、および心拍数の変化について,人類学雑誌,0003-5505,日本人類学会,1981,89,3,351-362
- 109) 鈴木 勝己,伊地知 正光,松木 孝行,関 昭夫,田中 宏道,門司 幸一,中島 清春,手と環境 (2) :— 2 環境条件下で,冷水浸漬負荷を行った 2 年令群の手の機能の生理学的変動—,産業医大誌,0387-821X,学校法人 産業医科大学,1981,3,4,347-362
- 110) 開原 典子,高田 暁,室内滞在時の皮膚含水率と温湿度の関係についての実態調査,日本建築学会環境系論文集,1348-0685,日本建築学会,Apr-17,82,734,337-345
- 111) 奥山 真由美,西田 真寿美,特別養護老人ホームに入居中の要介護高齢者の脱水前段階の身体徴候—腋窩皮膚温・湿度,口腔内水分量,唾液成分との関連—,日本老年医学会雑誌,0300-9173,一般社団法人 日本老年医学会,2016,53,4,379-386
- 112) 大野 秀夫,帯電微細水分粒子(ミスト)が皮膚の潤いと柔らかさに及ぼす効果,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,2016,53,4,113-121
- 113) 仲吉 信人,ラグランジアン人間気象学:解説シリーズ「都市気象学の体系化に向けた最近の研究から」,水文・水資源学会誌,0915-1389,水文・水資源学会,2016,29,4,238-250
- 114) 東 賢一,建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因(特集 建築衛生),保健医療科学,1347-6459,国立保健医療科学院,Aug-14,63,4,334-341
- 115) 張 静風,田村 照子,環境温湿度が人体に与える暑熱ストレスに関する基礎研究:— 生理・心理・自律神経・唾液アミラーゼ反応から—,繊維製品消費科学,0037-2072,一般社団法人 日本繊維製品消費科学会,2014,55,10,756-765
- 116) 薩本 弥生,川村 友希,杉本 千佳,暑熱環境下で熱中症予防に適した剣道用稽古着の検討,繊維製品消費科学,0037-2072,一般社団法人

- 人 日本繊維製品消費科学会,2013,54,3,226-236
- 117) 水越 興治,二川 朝世,山川 弓香,日本人女性における皮膚状態の長期的変化と地域差,個人差に対する検討,日本化粧品技術者会誌,0387-5253,日本化粧品技術者会,2013,47,2,119-127
- 118) 岩橋 尊嗣,カビによる環境汚染問題,におい・かおり環境学会誌,1348-2904,社団法人におい・かおり環境協会,2012,43,3,183-183
- 119) 櫻井 博紀,佐藤 純,吉本 隆彦,大道 裕介,森本 温子,大道 美香,西原 真理,新井 健一,牛田 享宏,運動器慢性痛患者への環境温曝露試験:温度感覚異常を訴える症例の検討,理学療法学 Supplement,,公益社団法人日本理学療法士協会,2011,2010,,AbPI2053-AbPI2053
- 120) 上前 知洋,上條 正義,皮膚近傍における温湿度変化がもたらす快適感の変動,Journal of textile engineering,13468235,一般社団法人日本繊維機械学会,2010/4/15,56,2,55-63
- 121) 山口 育子,山崎 卓也,長田 久雄,下肢のマッサージがデイスサービス利用高齢者の心理および生理状態に及ぼす影響,理学療法学 Supplement,,公益社団法人日本理学療法士協会,2010,2009,,E3O2219-E3O2219
- 122) 青木 哲,須藤 千春,水谷 章夫,大澤 徹夫,冬季の室内温湿度変動からみた温熱性能・環境:一般住宅とアトピー性皮膚炎患者宅の比較,日本建築学会環境系論文集,1348-0685,日本建築学会,2009,74,637,305-314
- 123) 都築 和代,磯田 憲生,夏期における日射のある屋外温熱環境が運動時の人体に及ぼす影響,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,2009,16,1,1月9日
- 124) 青木 哲,須藤 千春,水谷 章夫,大澤 徹夫,室内温湿度からみた冷房の効果に関する研究:一般住宅とアトピー性皮膚炎患者宅の比較,日本建築学会環境系論文集,1348-0685,日本建築学会,2006,71,605,55-62
- 125) 中村 智子,諸岡 晴美,中橋 美幸,諸岡 英雄,ウエストニッパー素材の水分特性が衣服内温湿度,心拍数,口腔温,皮膚温および主観評価に及ぼす影響,繊維学会誌,0037-9875,社団法人繊維学会,2005,61,9,241-246
- 126) 林 応州,青木 哲,大澤 徹夫,水谷 章夫,室内温湿度変動と皮膚水分含有および皮膚温との関係,Journal of ecotechnology research : official journal of International Association of Ecotechnology Research,1881-9982,エコテクノロジー研究会,Aug-03,9,1,29-34
- 127) 松永 和彦,持田 徹,等価温度の分析と検討,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,2003,10,1,40-48
- 128) 大堀 彩,原田 昌幸,久野 覚,夏期に屋外から室内へ移動後の生理・心理反応に関する研究,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,2002,9,2,70-78
- 129) 根本 和彦,大庭 茂男,福元 剛智,二見 亮弘,田中 治雄,星宮 望,皮膚の複素インピーダンス解析に関する基礎的検討,電子情報通信学会技術研究報告.MBE,MEとバイオサイバネティックス,9135685,一般社団法人電子情報通信学会,2001/11/22,101,478,63-70
- 130) 青木 哲,水谷 章夫,須藤 千春,室内気候の実態および居住空間の温熱性能評価,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,2001,38,3,71-88
- 131) 五十嵐 由利子,高橋 啓子,梁瀬 度子,高齢者の住まいにおける暖房方法と健康との関連に関する研究,住宅総合研究財団研究年報,0916-1864,住宅総合研究財団;東京,2000,,27,231-242
- 132) 前田 亜紀子,山崎 和彦,飯塚 幸子,吉田 燦,雨天想定下における作業時の衣服内気候について,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,1999,36,2,103-111
- 133) 中里 喜子,古松 弥生,中村 健一,高年女子の安静時の皮膚温・衣服内気候と快適性・環境温・湿度 30[°] C・R.H.80%, 30[°] C・R.H.45%, 20[°] C・R.H.45%の場合-,日本衛生学雑誌,215082,一般社団法人日本衛生学会,1998/7/15,53,2,477-488

- 134) 崔 正和,韓国におけるハウス病予防のための作業環境改善に関する研究 I I,日本農村医学会雑誌,0468-2513,一般社団法人 日本農村医学会,1997,45,5,647-658
- 135) 神田 学,柳本 記一,宇梶 正明,新しい屋外用温熱感指標の提案,土木学会論文集,0289-7806, 公益社団法人 土木学会,1996,1996,545,1月10日
- 136) 長田 泰公,高野倉 睦子,藤田 光子,下田 邦枝,中川 千穂,着衣・運動時における生理的反応と主観的応答との関係:パスマデルによる解析,人間と生活環境,1340-7694,人間-生活環境系学会,1996,4,1,34-41
- 137) 志村 欣一,宮本 征一,堀越 哲美,各種温湿度条件下の平均皮膚温と温冷感・快適感との関係,日本生気象学会雑誌,3891313,,1995/10/27,32,3,S61
- 138) 林 千穂,登倉 尋実,手袋の素材の違いが農薬散布用防除衣着用下の手袋内温湿度に及ぼす影響,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,1995,32,4,151-157
- 139) 志村 欣一,宮本 征一,堀越 哲美,217 各種温湿度条件下の平均皮膚温と温冷感・快適感との関係,日本生気象学会雑誌,0389-1313,日本生気象学会,1995,32,3,S61-S61
- 140) 林 千穂,登倉 尋実,保冷具を用いた躯幹部上部冷却による農薬散布用防除衣着用時の発汗量抑制の効果,日本家政学会誌,0913-5227, 一般社団法人 日本家政学会,1994,45,12,1137-1144
- 141) 川端 厚子,登倉 尋実,歩行時と休息時の体温調節反応と被服気候に与える異なったタイプの靴の影響〔英文〕,日本家政学会誌,9135227,日本家政学会,Aug-93,44,8,p665-670
- 142) 清水 裕子,清水 義雄,弓削 治,温熱条件変化に伴う衣内温湿度の変化に対する被覆状態の異なる被服の影響について,繊維製品消費科学,0037-2072,一般社団法人 日本繊維製品消費科学会,1993,34,5,238-248
- 143) 川端 厚子,登倉 尋実,歩行時と休息時の体温調節反応と被服気候に与える異なったタイプの靴の影響,日本家政学会誌,0913-5227,一般社団法人 日本家政学会,1993,44,8,665-670
- 144) 清水 裕子,清水 義雄,弓削 治,高齢者の気温変化に対する温熱反応に及ぼす衣服の役割,日本家政学会誌,0913-5227,一般社団法人 日本家政学会,1992,43,7,677-685
- 145) 36) 清水 裕子,清水 義雄,日野 精二,新開 省二,富田 直明,広瀬 昌博,鳥居 順子,渡部 誠一郎,渡辺 修一郎,渡辺 孟,運動負荷による衣服間各層の温湿度の変化 3種類のアウトウェア着用時:3種類のアウトウェア着用時,日本衛生学雑誌,0021-5082,一般社団法人日本衛生学会,1989,43,6,1130-1139
- 146) 菅井 清美,中島 利誠,身体左右の衣服気候の同時比較,繊維学会誌,0037-9875,社団法人 繊維学会,1988,44,4,204-211
- 147) 大野 盛秀,飯田 宏,広瀬 統,小島 肇,長谷川 和富,皮膚生理機能におよぼす気温,湿度,季節,および洗顔の影響,日本皮膚科学会雑誌,0021-499X,公益社団法人 日本皮膚科学会,1987,97,8,953
- 148) 清水 裕子,日野 精二,新開 省二,黒河 佳香,富田 直明,和田 武,渡辺 孟,清水 義雄,運動負荷による衣内各部位の温湿度変化,日本衛生学雑誌,0021-5082,一般社団法人日本衛生学会,1987,42,3,721-731
- 149) 吉国 好道,田上 八朗,井上 邦雄,山田 瑞穂,生活環境の気温,湿度が生体の角層水分含有量に与える影響,日本皮膚科学会雑誌,0021-499X,公益社団法人 日本皮膚科学会,1985,95,5,591
- 150) 長谷川雅浩, 福島明: 北海道の住宅における冬季の室内環境と乾燥感に関する研究, 日本建築学会北海道支部研究報告集 No.82, pp.303-306, 2009
- 151) 長谷川兼一, 吉野博, 石川善美, 三田村輝章: 住宅の低湿度環境の実態と過乾燥に起因する健康影響に関するアンケート調査, 空

- 気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, I-56, pp.2095-2098, 2012
- 152) 長谷川兼一, 吉野博: 高断熱高気密住宅における居住者の乾燥感に関する冬期調査, 日本建築学会計画系論文集, 63 巻 509 号, pp.91-96, 1998
- 153) 青木哲, 須藤千春, 水谷章夫, 大澤徹夫: 室内温湿度環境とアトピー性皮膚炎, 日本建築学会環境工学委員会 熱環境運営委員会 第 35 回熱シンポジウム, pp.69-72, 2005
- 154) 青木哲, 水谷章夫, 須藤千春: アレルギーをはじめとした各種症状と冬季湿度環境との関連, 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, pp.13-18, 2010
- 155) 唐木千岳, 松橋秀明, 鮮于裕珍, 栃原裕: 低湿度が人間に与える影響の調査研究 (その 3) 暖房時の低湿度が人間の生理心理反応に与える影響, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.625-628, 2004
- 156) 長谷川兼一: 住宅の湿度とシックハウス症状の因果関係, 日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会第 48 回熱シンポジウム「湿気の仕組み・制御・評価」, pp.67-70, 2018.10
- 157) 青木哲: 皮膚の乾燥・かゆみのメカニズムと室内湿度, 日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会第 48 回熱シンポジウム「湿気の仕組み・制御・評価」, pp.71-76, 2018.10
- 158) 伊藤宏, 深井一夫, 佐々木真希: 温熱的中立付近の環境における湿度の快適限界に関する実験的検討 その 2 夏季被験者実験による高湿側の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1349-1350, 1993
- 159) 深井一夫, 伊藤宏, 佐々木真希: 温熱的中立付近の環境における湿度の快適限界に関する実験的検討 その 1 冬季被験者実験による低湿側の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1347-1348, 1993
- 160) 小関敬子, 田辺新一, 今村寿子, 鈴木孝佳: オフィスにおける湿度が熱的快適性に与える影響 その 1 オフィス環境試験室における被験者実験結果, 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, pp.433-436, 1994
- 161) 堤仁美, 田辺新一, 秋元孝之, 鈴木孝佳: 夏季における低湿度環境とコンタクトレンズ装用が在室者に与える影響に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 564, pp.17-23, 2003
- 162) Tsutsumi H, Hoda Y, Ohashi H, Ezaki Y, Harigaya J, Tanabe S, Ishizawa T: Effects of extremely low humidity on comfort and fatigue of Japanese occupants, Proc. 6th Int. Conf. IAQVEC, 2007
- 163) 大野盛秀, 飯田宏, 広瀬統, 小島肇, 長谷川和富: 皮膚生理機能におよぼす気温, 湿度, 季節, および洗顔の影響, 日皮会誌 97(8), pp.953-964, 1987
- 164) Sunwoo Y, Chou C, Takeshita J, Murakami M, Tochiwara Y.: Physiological and subjective responses to low relative humidity, Journal of Physiological Anthropology 25 1, pp.7-14, 2006
- 165) 磯部政周, 岩前篤: 温湿度変動の肌水分に与える影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.609-610, 2010
- 166) 藤田友香, 山本亨, 田村照子, 福岡義隆: 皮膚に及ぼす気象要素の影響-夏季・秋季について-, 地球環境研究, 10, pp.49-67, 2008
- 167) 松尾朋浩, 窪田英樹, 鎌田紀彦, 若松伸司: 暑熱環境における湿度感に関する基礎的実験, 日本建築学会計画系論文集 第 532 号, pp.12-21, 2000
- 168) 深沢太香子: 着衣における温熱的快適性評価, 被服衛生学, 30, pp.2-9, 2010
- 169) 潮田ひとみ, 仲西正, 中島利誠: 湿度刺激と湿潤感覚の関係, 繊維製品消費科学会誌, 45, 5, pp.322-329, 2001
- 170) 高田暁: 乾燥感と室内温熱環境条件に関する基礎的研究, 日本建築学会環境系論文集 第 78 巻 第 693 号, pp.835-840, 2013.11

- 171) 開原典子, 高田暁, 松下敬幸: 室内湿度変化に対する皮膚含水率の非定常応答のモデル化, 日本建築学会環境系論文集 第 79 巻 第 697 号, pp.233-239, 2014.3
- 172) 開原典子, 高田暁: 室内滞在時の皮膚含水率と温湿度の関係についての実態調査, 日本建築学会環境系論文集, 82 巻, 734 号, pp.337-45, 2017.4
- 173) 開原典子: 生活環境における室内湿度の現況と居住者の健康意識, 日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会第 48 回熱シンポジウム「湿気の仕組み・制御・評価」, pp.61-66, 2018.10
- 174) 高田暁: 低湿度曝露時における被験者の心理反応と健康, 日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会第 48 回熱シンポジウム「湿気の仕組み・制御・評価」, pp.83-88, 2018.10
- 175) Harper. G. J. The Influence of Environment on the Survival of Airborne Virus Particles in Laboratory. Archiv of Gesamt Virusforschung. 1963; 13, 64, 64-71.
- 176) L. Fang, D.P. Wyon, P.O. Fanger. Sick building syndrome symptoms caused by low humidity. Healthy Buildings 2003 - Proceedings 7th International Conference (7th-11th December 2003) - National University of Singapore -. 2003; 3: 1-6.

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究

室内環境とシックハウス症候群等の健康影響に関する文献調査と課題抽出

研究分担者 荒木 敦子 北海道大学環境健康科学研究協力センター 特任准教授
研究協力者 岸 玲子 北海道大学環境健康科学研究協力センター 特別招へい教授
研究協力者 アイツバマイゆふ 北海道大学環境健康科学研究協力センター 特任講師
研究協力者 Rahel Mesfin Ketema 北海道大学大学院保健科学院

研究要旨

シックビルディング症候群（SBS）/シックハウス症候群（SHS）は、特定の建物で生じる非特異的の症状と定義されている。欧米では SBS は建物の高气密化が急速に進んだ 1970 年代に問題になった。日本では特に新築あるいは改築した住宅で問題になった。SBS、SHS はともに室内環境に起因する症状であり、その建物を離れると改善する。そこで、本課題では、①過去の SBS/SHS に関する科学研究の概要を把握する、②これまでに報告された自宅環境と SHS に関する文献調査、を実施した。これらの研究報告をまとめ、今後の SHS 研究の課題を検討することを目的とした。

①過去のSBS/SHSに関する科学研究の概は、PubMedを用いて検索したところ380編の論文が抽出された。このうち、症例報告、患者を対象とした研究、環境測定のみで健康アウトカムを含まない研究、in vitroおよびin vivo研究を除き、年代別に1980年代、1990年代、2000年代、および2010年以降の研究報告をまとめた。②自宅環境とSHSに関する文献調査は、PubMedを用いて検索したところ、80編の論文が抽出された。このうち、アウトカムがSBSでないもの、原著論文でないもの、質的研究、住環境でないもの、個人特性のみをばく露とした論文を除外した25編について要約をまとめた。

①過去のSBS/SHSに関する研究の概要では、1980年代にはじめてSBSという言葉が論文上で使用された。最も古い論文は英国で1984年、次いでデンマークで1989年に報告された。1990年代にはSBSの有訴に関する多くの研究が職場で実施された。要因はHVAC（Heating Ventilation and Air Conditioning）や換気・温湿度、ダンプネスなど一般的な室内環境が多く、塗料や化学物質、バイオエアロゾールも注目された。2000年代は北欧、米国や日本で研究が実施された。有訴に関する記述的な研究に加えて、リスク要因としてHVAC、換気、ダンプネス、心理社会要因、コピー機やPC等のオフィス機器について報告がある。2010年以降には、日本、スウェーデン、中国、マレーシア等でも研究が報告された。住環境における調査研究が16報と増加し、SBSの他、鼻汁バイオマーカーなどの客観的指標も測定された。曝露としてはアルデヒド類やVOC（Volatile Organic Compounds）化学物質等の化学物質、ガス状物質、生物因子等の環境実測も実施されるようになった。

②自宅環境とSHSに関する文献調査では、SBS/SHSに関する論文25報のうち、横断研究は18編、縦断研究は6報だった。研究は、日本、スウェーデン、中国が中心だった。共通してリスク要因と

して挙げられるのがダンプネスである。化学物質については2010年以降に多くの研究がなされるようになった。日本ではホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼンについては数件の住宅で指針値濃度を超過している場合があったが、その他化学物質についてはいずれも指針値超過は無く、室内濃度レベルは低い。一方、ガイドライン値以下の濃度であっても、ホルムアルデヒド、室内の塗装、ベンゼンがSBS/SHSと関連していた。カビ臭やダンプネスは明らかなSBSのリスク要因であるが、真菌や微生物についてはSBSのリスク要因としての結論は難しい。Microbial VOC (MVOC) もリスクとして報告された。準揮発性有機化合物Semi-VOC (SVOC) は、tri-n-butyl phosphateがSBS粘膜症状のリスクを上げたが、むしろリスクを下げる方向の関連も認められた。一方、加水分解による2-エチル-1-ヘキサノール放散が増加させる可能性がある。

多くの研究が縦断研究であり、因果関係を結論づけることは難しい。一方、ダンプネスのない住環境づくりが最も重要であり、既存の住宅においてもダンプネスを改善できるような介入が望まれ、ダンプネスの改善による SBS 改善効果を検証できるような研究が、今後求められる。化学物質については引き続き室内の化学物質濃度を低く抑えることは SHS の予防において重要だろう。MVOC や SVOC と SBS との関連の報告は数えるほどで、ダンプネスとの関連も含めて、これらがリスク要因となり得るかを明らかにすることも今後の研究課題である。

A. 研究目的

今日、特に都市部においては、人々は一日のうちの約90%の時間を室内で過ごす。そのうち自宅で過ごす時間が50-60%を占め、学校または職場で過ごす時間は30%程度である。また、平均的な成人男性（75Kg）の場合は固形食品の摂取量や約0.75g、水分が1.5kgとされるが、これに対して呼吸による空気摂取量は15Kgにも上る。従って、世界保健機関（WHO）は室内環境を健全に保つことは、健康に生活する上で重要な要素であるとしている。

「シックビルディング症候群（SBS）」は、特定の建物で生じる非特異的症状と定義されている。欧米ではSBSは建物の高气密化が急速に進んだ1970年代に問題になった。これに対して日本では同様の問題が1990年に、特に新築あるいは改築した住宅で問題になったことから、あるいは「シックハウス症候群（SHS）」と呼ばれるようになった。SHSはSBSとほぼ同義であるが、SHS固有の課題も存在する。例えば、①SBSは主に職場で問題になるため、20-60代の成人がリスク集団である。一方SHSは自宅住居内で生じるため、年齢を問わず生じる。特に20歳未満の未成年の有訴割合はほかの年齢層よりも多く、子どもはSHS

のハイリスク集団であるといえる。②SBSは仕事のない週末にはその症状が緩和することが多いが、SHSは週末も含め毎日の問題である。③職場には一定数の労働者がいるため、SBSは環境の問題として認識されやすい。一方、一般的に住宅の住居者数は比較的少人数であるため、SHSは認識されにくい。

いずれにしても、SBS、SHSはともに室内環境に起因する症状であり、その建物を離れると改善する。そこで、本課題では、まずは①過去のSBS/SHSに関する科学研究の概要を把握すること、②特に自宅環境に限定して、これまでに報告されてきた自宅環境とSHSに関する文献調査を実施した。さらに、これらの研究報告から、今後のSHS研究の課題を検討することを目的とした。

B. 研究方法

B1. 過去のSBS/SHSに関する研究の概要

PubMed を用いて「("Sick Building Syndrome"[Mesh]) not (Review[ptyp]) + limit (English, Human, Abstract)」の条件で検索したところ380編の論文が抽出された。このうち、症例報告、患者を対象とした研究、環境測定のみで健康アウトカムを含まない研究、in vitroおよび

in vivo研究を除いた。年代別に1980年代、1990年代、2000年代、および2010年以降の研究報告をまとめた。

B2. 自宅環境とSHSに関する文献調査

PubMed を用いて「("Sick Building Syndrome"[Mesh] or "sick house syndrome") and ("house" or "home" or "residence" or "dwellings" or "apartment" or "family" or "inhabitant*" or "housing") not (Review[ptyp])+ limit (English, Human, From 2000/01/01)」の条件で検索したところ、80編の論文が抽出された。このうち、アウトカムがSBSでないもの、原著論文でないもの、質的研究、住環境でないもの、個人特性のみをばく露とした論文を除外した24編に、分担者が知りえる論文2編を追加した26編について要約をまとめた。

(倫理面の配慮)

本研究はすでに公開されている文献に基づく調査であるため、該当しない。

C. 研究結果

C1. 過去のSBS/SHSに関する研究の概要

過去のSBS/SHSに関する研究の概要を表1に示す。1980年代にはじめてSBSという言葉が論文上で使用された。最も古い論文は英国で1984年[1]に、次いでデンマークで1989年[2]の論文であった。英国の論文では、無作為に抽出されたオフィスビルで、SBSと関連する項目が報告された[1]。空調設備は労働者の快適性を考慮して設置されたものだったが、過剰な空調と換気はむしろSBSの有訴を上昇させた。加えて、温度、湿度、放射熱、気流、空気の入力、イオン濃度がオフィス環境の快適性において考慮されるべき項目として示された[1]。

1990年代にはSBSの有訴に関する多くの研究が職場で実施された。換気設備の導入、清掃、職場移転の前後比較による調査がデンマークやスウェーデンなど北欧やカナダで実施された。研究は11報がスウェーデン、カナダが8報と多く、ヨーロッパや英国に加えて、アジアでは台湾とシン

ガポールから論文が報告されている。全53報のうち42報は職域でなされた研究で、その他は病院、保育園、学校および住宅は各3報以内だった。付随して研究対象は労働者あるいは学童であった。アウトカムとしてはSBSに加えて、呼吸器症状や皮膚刺激、炎症バイオマーカー等のSBS関連症状に加えて、労働における満足度やウェルビーイング、パフォーマンス、病欠なども調査された。検討された要因は冷暖房空調設備HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) や換気・温湿度、ダンプネスなど一般的な室内環境が多いが、その他にも塗料や化学物質、バイオエアロゾールも注目された。

2000年代に入ると北欧に加えて米国や日本で研究が実施された。総論文数は87報であり、換気やダンプネス問題の生じたビルからの転居による前後比較による実験的研究や、換気や熱快適性によるパフォーマンスへの影響に関する実験研究が新たに実施された。職場の45報に加えて住宅における研究が22報と増加し、学校(12報)や商業施設(1報)でも研究が行われた。これに伴い、労働者に加えて、居住者や幼児等を対象に研究が実施された。健康アウトカムとしては質問紙調査票によるSBSに加えて鼻汁など客観的バイオマーカーを用いた研究も開始された。有訴に関する記述的な研究に加えて、リスク要因としてHVAC、換気、水害による建物のダンプネス、心理社会要因、コピー機やPC等のオフィス機器についても検討が進められた。

2010年以降には、日本やスウェーデンがそれぞれ9報と最も多かったが、中国8報、マレーシア5報、台湾、韓国、シンガポール等のアジア、およびエジプトやイランなどのアラブ諸国でも研究が開始した。職場の報告14報に対し、住環境における調査研究が16報と増加し、その他は学校(9報)、病院(2報)であった。対象者も労働者のみならず子どもや幼児を対象とした研究も報告された。アウトカムとしてはSBSに引き続き、喘息・アレルギーや、職域の調査ではパフォーマンス、鼻汁バイオマーカーなどの客観的指標も測定された。曝露としてはホルムアルデヒドや揮発性

有機化合物（VOCs：Volatile Organic Compounds）等の化学物質、ガス状物質（CO₂, SO₂, NO_x）、生物因子等の環境の実測も実施されるようになった。換気システムに加えて物理因子、外気汚染、心理社会要因、個人特性もSBSの要因として検討されてきている。

C2. 自宅環境とSHSに関する文献調査

SBS/SHSに関する論文30報のうち、横断研究は20編、縦断研究は6報だった。研究が実施された国は、日本が最も多く12報、次いでスウェーデン6報だった。中国は

2012年以降5報だった。この他は米国が1報、欧州が1報だった。対象とした集団は、少ない研究は100人台、多い研究では14,000人であった。多く検討されているリスク要因は化学物質が10報、湿気やダンプネスが9編だった。この他のリスク要因としては、換気、外気や交通による汚染[3-5]、真菌やバクテリアなどの微生物[6-10]、家において、ライフスタイル等だった。

多くの研究で共通するリスク要因としてはダンプネスや湿気の多さが挙げられる。縦断研究においても、フォローアップの期間中のダンプネスがSBSの要因として報告された[7]。また、アルデヒド類の濃度の増加やベンゼン、室内の塗装などVOCと関連する項目が新たなSBS有訴のリスクを上げることが報告された。

日本では、北海道札幌市、福島県福島市、愛知県名古屋市、大阪府、岡山県岡山市、福岡県北九州市の6地域を対象とした研究が2003年から厚生労働科学研究費を得て開始した。2003年に住宅確認申請台帳から無作為に抽出した逐年未満の戸建て住宅約6,000軒に調査票を発送し、2297軒から回答を得た[11]。さらに、翌2003年、2005年、2006年の継続する3年にわたり、同意を得られた家庭を訪問し、気中ホルムアルデヒド類とVOC類、気中真菌同定、床ダスト中ダニアレルゲン量の測定を行った[8, 12]。対象住宅は2004年が425軒に居住する1479人を対象としており、地域における結果は、岡山地域、大阪地域、札幌地域からも報告されている[5, 9, 10, 13, 14]。加えて、2004年と2005年年の化学物質濃度の増減

とSHSの新規発症または症状緩和に関する縦断研究も報告されている[10, 15]。2006年には微生物から放散される揮発性有機化合物であるMVOC（Microbial Volatile Organic Compounds）や準揮発性有機化合物SVOC（Semi-volatile Organic Compounds）とSHSとの関連も報告されている[16, 17]。この他の日本からの報告については、Takaokaらが中学生を対象に行った研究[18]、Kishiらによる学童とその家族を対象に実施した研究[19]があった。

中国では、保育園児とその親を対象とした大規模な研究、CCHH（China, Children, Homes, Health）研究がおこなわれている。中国の10都市で2010-2012年に1-8歳の保育園児48,219人を対象にアレルギーやSBSに関する横断調査が実施された[14, 20]。この調査では、保育園児の親を対象にSBSと建物の特徴や外気汚染[4]、幹線道路沿いの住宅[3]、臭気[21]とSBSとの関連が報告されている。

スウェーデンでは、特に集合住宅においてダンプネスとの関連の研究が実施された[22, 23]。また、ウプサラ周辺に居住する住宅における3報の縦断研究があった。ベースラインとその10年後のフォローアップにおいて、SBSの新規発症と関連する住宅の特徴としてダンプネスや真菌の生育、塗装が報告されている[7, 24, 25]。

米国からは1報の縦断研究が報告されている[26]。Bostonの共同住宅で、緑化地域の住宅と従来型の住宅におけるSBSや喘息関連症状について、2012年にベースラインと1年後の2013年にフォローアップを行った。この結果、従来型の住宅よりも喘息症状や喘息に伴う病欠が少ない結果が認められた[26]。

D. 考察

SBS/SHSの研究において、スウェーデン、日本、中国の複数の研究でして共通してリスク要因として挙げられるのがダンプネスである[4, 6, 7, 11, 18, 22, 25, 27, 28]。欧米においては1990年からダンプネスが課題として検討されてきた。しかし、日本においては、SHSは新築、改築後の健康

影響として報告されたことから、SHSのリスク要因としては化学物質のみが検討されることが多い。逆に化学物質、特にホルムアルデヒド濃度が低ければSHSにはならないといった広告がされることも多い。しかし、先行研究からも明らかのように、ダンプネスは日本においてもSHSの重要なリスク要因と考えられる。言い方を変えると、化学物質や真菌など様々なリスク要因が検討されてきた中で、ダンプネスは一貫してリスク要因として認められてきた。従って、ダンプネスのない住環境づくりが最も重要であり、既存の住宅においてもダンプネスを改善できるような介入が望まれる。加えて、ダンプネスの改善によるSBS改善効果を検証できるような研究が、今後求められるといえる。

化学物質については2010年以降に多くの研究がなされるようになったが、近年機器分析の技術が向上したことがその理由の一つと考えられる。日本では1997年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室内化学物質濃度指針値が示された。2003年には建設省および骨度交通省による建築基準法の改正により、住宅新築時には濃度評価して引き渡しが行なわれるように法制度が改正された。空気室ガイドラインが定められたことにより、規制対象となった化学物質の室内濃度は低下したと考えられる。全国6地域で実施した戸建て住宅における化学物質の測定においても、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼンについては数件の住宅で指針値濃度を超過している場合があったが、その他化学物質についてはいずれも指針値超過は無く、室内濃度レベルは低い[12]。一方、ガイドライン値以下の濃度であっても、ベースライン時と比較してフォローアップ時にホルムアルデヒドの濃度が高いとSBSの新たな有訴のリスクになることが示され[15]、また室内の塗装[24]やベンゼンとの関連[9]も報告されていることから、引き続き室内の化学物質濃度を低く抑えることはSHSの予防において重要だろう。また、Kishiらの論文では2-エチル-1-ヘキサノール濃度が高いとSHS症状有

訴が多い関連が認められた[19]。2-エチル-1-ヘキサノールは実験研究でも粘膜刺激が報告されている[29]。2-エチル-1-ヘキサノールはPVCの可塑剤DEHPの加水分解で生じ、Kishiらの報告でも2-エチル-1-ヘキサノール濃度はPVCの床材の家でそうでない家よりも濃度が高く、またダンプネス指数との相関も認められた[19]。多くの研究で報告されているダンプネスによるSBSのリスク上昇の背景には2-エチル-1-ヘキサノール濃度の増加の可能性がある、今後の研究が必要である。同じ住宅で連続する3年間の化学物質濃度を測定したところ、建材由来と考えられるホルムアルデヒド、アセトン、トルエンの濃度は経年で低下した一方、リモネン濃度は増加した[30]。リモネンは木材から放散される一方、洗浄剤や芳香剤などの日用品に香料として添加される。従って、居住者が生活用品を購入することで濃度が上昇した可能性が考えられた[30]。リモネンはSBSとの発症との関連性は認められなかった化学物質ではあるが、SBSのリスク要因として化学物質を考えるとときには、顕在のみならず居住者の行動も考慮する必要があるだろう。

カビ臭やダンプネスは明らかなSBSのリスク要因であるが[11, 18, 21, 23]、真菌や微生物については結果は一貫性が無い。Saijoらによると、気中真菌の同定を行った結果、*Rhodotorula*、*Aspergillus*、*Eurotium*がSBSのリスクを増やしたが、総真菌数CFU (Colony forming units) はむしろリスクを下げた[8]。真菌など微生物が放散するMVOCは、日本およびスウェーデンの住宅で測定された[6, 16]。いずれの研究でも、1-オクテン-3-オールおよび2-ペンタノール濃度が上がると、居住者のSBS有訴のリスクが上昇した[6, 16]。1-オクテン-3-オールはスウェーデンの実験的研究で、曝露による目の刺激症状が生じ瞬きの回数が増加したことが報告されている[31]。一般の住宅における濃度は実験研究よりも低濃度ではあるが、ダンプネスやカビの生育と併せて今後とも検討する必要があるだろう。

フタル酸エステル類やリン系難燃剤は、可塑剤あるいは可塑性難燃剤として床や壁などの内装

材に用いられる。フタル酸エステル類については、スウェーデンではPVCの床材およびそこに含まれるDEHP（フタル酸ジ2(エチルヘキシル)）とアレルギーとの関連が2004年に報告された[32, 33]。日本でもフタル酸エステル類の床ダスト中濃度が高いとアレルギーのリスクが増加し、その関連は大人よりも子どもで大きいことを報告している[34, 35]。リン系難燃剤についても、ダスト中濃度、またはその尿中代謝物濃度が高いとアレルギーのリスクが上がるということが報告されている[36, 37]。フタル酸エステル類とリン系難燃剤の混合曝露を検討した結果、鼻結膜炎症状とリン系難燃剤TCIPP（リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)）とTPHP(リン酸ジフェニル)曝露の相加効果が認められた[38]。加えて、これらのダスト中濃度とアレルギーとの関連は、興味深いことに、皮膚のバリア機能が脆弱なFlg遺伝子の変異を持つ子どもではなく、むしろ変異のない子どもで明確に認められた[39]。これは、アレルギーがある場合により部屋の掃除頻度が増えることでダスト中濃度が下がることによる因果の逆転が起きている可能性がある。一方、これらフタル酸エステル類やリン系難燃剤とSBSとの関連についての報告は2報のみである[17, 19]。TNBP（リン酸トリ-n-ブチル）がSBS粘膜症状のリスクを上げたが、TEP（リン酸トリエチル）とTBOEP（リン酸トリス(2-ブトキシエチル)）はむしろリスクを下げたが[17, 19]、これらの研究はサンプルサイズが少ないことが限界である。フタル酸エステル類およびリン系難燃剤とSBSとの関連を明らかにすることは今後の研究課題である。特に、ダンプネスによる加水分解で2-エチル-3-ヘキサノール等のVOC類の放散増加にも注目する必要がある。

E. 結論

SBS/SHSは、特定の建物で生じる非特異的症状と定義される。1980年代からSBSに関する研究が報告され始め、当初は報告の中心は北欧であったが、その後日本や中国でも実施されている。リスク要因としては換気に加え、化学物質、生

物学的要因（ダニや真菌等微生物）、心理社会因子や外気汚染も検討されている。SBSの明らかなリスク要因としてはダンプネスがある。この他、化学物質や微生物については各研究で曝露レベルも異なるが、ホルムアルデヒドや新たな塗装については複数の研究でリスク因子として報告されている。ダンプネスはSVOC類の加水分解による2-エチル-1-ヘキサノールの放散やMVOC類を増加させる可能性があり、ダンプネスと化学物質濃度との関連も検討も今後の課題である。多くの研究が縦断研究であり、因果関係を結論づけることは難しい。

F. 研究発表

1. 論文発表

[Editorial book] Kishi R., Norback D., Araki A., *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All*. Springer, Singapore, Nov. 2019

[Book chapters]

1. Reiko Kishi, Atsuko Araki. Chapter 1: Importance of Indoor Environmental Quality on Human Health toward Achievement of the SDGs. *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All*. Springer Singapore, 2019; p3-17

2. Atsuko Araki, Rahel Mesfin Ketema, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi, Chapter 7: Aldehydes, volatile organic compounds (VOCs), and health., *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All*. Springer Singapore, 2019; p129-158

[Original papers]

Araki A., Ait Bamai Y., Bastiaensen M., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Miyashita C., Itoh S., Goudarzi H., Konno S., Covaci A., Combined exposure to phthalate esters and phosphate flame retardants and plasticizers

and their associations with wheeze and allergy symptoms among school children., *Environmental Res*, 183:109212, 2020

Ait Bamai Y, Bastiaensen M, Araki A, Goudarzi H, Konno S, Ito S, Miyashita C, Yao Y, Covaci A, Kishi R, Multiple exposures to organophosphate flame retardants alter urinary oxidative stress biomarkers among children: The Hokkaido Study, *Environ Int*, 131:105003, 2019

Bastiaensen M., Ait Bamai Y., Araki A., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Kishi R., covaci A. Biomonitoring of organophosphate flame retardants and plasticizers in children: associations with house dust and housing characteristics in Japan. *Environ Res*, 172:543-551, 2019

2. 学会発表

Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi. Exposure to organophosphate esters in Japan: associations among their concentrations in house dust, urinary metabolite levels, and allergies: ISESISIAQ-2019 (Kaunas, Lithuania, 18-22 August 2019)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

<引用文献>

1. Finnegan, M.J., C.A. Pickering, and P.S. Burge, The sick building syndrome: prevalence studies. *British medical journal (Clinical research ed.)*, 1984. 289(6458): p. 1573-1575.
2. Skov, P., O. Valbjorn, and B.V. Pedersen, Influence of personal characteristics, job-related factors and psychosocial factors on the sick building syndrome. Danish Indoor Climate Study Group. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 1989(4): p. 286-295.
3. Li, L., et al., Effect of Traffic Exposure on Sick Building Syndrome Symptoms among Parents/Grandparents of Preschool Children in Beijing, China. *PLoS One*, 2015. 10(6): p. e0128767.
4. Lu, C., et al., Outdoor air pollution, meteorological conditions and indoor factors in dwellings in relation to sick building syndrome (SBS) among adults in China. *Sci Total Environ*, 2016. 560-561: p. 186-96.
5. Wang, B.L., et al., Prevalence of and risk factors for subjective symptoms in urban preschool children without a cause identified by the guardian. *Int Arch Occup Environ Health*, 2012. 85(5): p. 483-91.
6. Sahlberg, B., 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: p. 433-40.
7. Sahlberg, B., et al., 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(4): p. 331-8.
8. 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.
 9. Takeda, M., et al., Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *Int Arch Occup Environ Health*, 2009. 82(5): p. 583-93.
 10. Takigawa, T., et al., A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. *Sci Total Environ*, 2009. 407(19): p. 5223-8.
 11. 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. 243-54.
 12. Takigawa, T., et al., Relationship between indoor chemical concentrations and subjective symptoms associated with sick building syndrome in newly built houses in Japan. *Int Arch Occup Environ Health*, 2010. 83(2): p. 225-35.
 13. Nakayama, K. and K. Morimoto, Relationship between, lifestyle, mold and sick building syndromes in newly built dwellings in Japan. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 2007. 20(2 Suppl 2): p. 35-43.
 14. Wang, B.L., et al., Symptom definitions for SBS (sick building syndrome) in residential dwellings. *Int J Hyg Environ Health*, 2008. 211(1-2): p. 114-20.
 15. Takigawa, T., et al., A longitudinal study of aldehydes and volatile organic compounds associated with subjective symptoms related to sick building syndrome in new dwellings in Japan. *Sci Total Environ*, 2012. 417-418: p. 61-7.
 16. 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.
 17. Kanazawa, A., et al., Association between indoor exposure to semi-volatile organic compounds and building-related symptoms among the occupants of residential dwellings. *Indoor Air*, 2010. 20(1): p. 72-84.
 18. Takaoka, M., K. Suzuki, and D. Norback, Sick Building Syndrome Among Junior High School Students in Japan in Relation to the Home and School Environment. *Glob J Health Sci*, 2015. 8(2): p. 165-77.
 19. Kishi, R., et al., Indoor environmental pollutants and their association with sick house syndrome among adults and children in elementary school. *Building and Environment*, 2018. 136: p. 293-301.
 20. Zhang, Y., et al., Ten cities cross-sectional questionnaire survey of children asthma and other allergies in China. *Chinese Science Bulletin*, 2013. 58(34): p. 4182-4189.
 21. Wang, J., et al., Odors and sensations of humidity and dryness in relation to sick building syndrome and home environment in Chongqing, China. *PLoS One*, 2013. 8(8): p. e72385.
 22. Engvall, K., C. Norrby, and D. Norback, Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int*

- Arch Occup Environ Health, 2001. 74(4): p. 270-8.
23. Engvall, K., C. Norrby, and D. Norback, Ocular, nasal, dermal and respiratory symptoms in relation to heating, ventilation, energy conservation, and reconstruction of older multi-family houses. *Indoor Air*, 2003. 13(3): p. 206-11.
24. Sahlberg, B., Y.H. Mi, and D. Norback, 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(10): p. 1211-8.
25. Sahlberg, B., G. Wieslander, and D. Norback, Sick building syndrome in relation to domestic exposure in Sweden—a cohort study from 1991 to 2001. *Scand J Public Health*, 2010. 38(3): p. 232-8.
26. Colton, M.D., et al., Health Benefits of Green Public Housing: Associations With Asthma Morbidity and Building-Related Symptoms. *Am J Public Health*, 2015. 105(12): p. 2482-9.
27. Saijo, Y., et al., Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings. *Int Arch Occup Environ Health*, 2004. 77(7): p. 461-70.
28. Smedje, G., et al., SBS symptoms in relation to dampness and ventilation in inspected single-family houses in Sweden. *Int Arch Occup Environ Health*, 2017. 90(7): p. 703-711.
29. Ernstgård, L., et al., Acute effects of exposure to 1 mg/m³ of vaporized 2-ethyl-1-hexanol in humans. *Indoor Air*, 2010. 20(2): p. 168-175.
30. 荒木敦子ら, 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.
31. Wålinder, R., et al., Acute effects of 1-octen-3-ol, a microbial volatile organic compound (MVOC)—An experimental study. *Toxicology Letters*, 2008. 181(3): p. 141-147.
32. Bornehag, C.-G., et al., Phthalates in Indoor Dust and Their Association with Building Characteristics. *Environmental Health Perspectives*, 2005. 113(10): p. 1399-1404.
33. Kolarik, B., et al., The concentrations of phthalates in settled dust in Bulgarian homes in relation to building characteristic and cleaning habits in the family. *Atmospheric Environment*, 2008. 42(37): p. 8553-8559.
34. Ait Bamai, Y., et al., Exposure to phthalates in house dust and associated allergies in children aged 6–12 years. *Environment International*, 2016. 96: p. 16-23.
35. 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: p. 153-163.
36. Araki, A., et al., Associations between allergic symptoms and phosphate flame retardants in dust and their urinary metabolites among school children. *Environment International*, 2018. 119: p. 438-446.
37. 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.
38. Araki, A., et al., Combined exposure to phthalate esters and phosphate flame retardants and plasticizers and their

associations with wheeze and allergy symptoms among school children. *Environmental Research*, 2020. 183: p. 109212.

39. Ait Bamai, Y., et al., Association of filaggrin gene mutations and childhood eczema and wheeze with phthalates and phosphorus flame retardants in house dust: The Hokkaido study on Environment and Children's Health. *Environment International*, 2018. 121: p. 102-110.
40. Guo, P., et al., Sick building syndrome by indoor air pollution in Dalian, China. *Int J Environ Res Public Health*, 2013. 10(4): p. 1489-504.

表1 過去のSBS/SHS1に関する研究の概要

出版時期	研究デザイン	国/地域	セッティング	対象者	アウトカム	ばく露・関連要因
1984-1989 (2編)	調査 横断研究	デンマーク (1) 英国 (1)	職場 (2)	労働者	シックビルディング症候群 (SBS)	個人特性、心理社会要因
1990-1999 (53編)	調査 (前後比較) 横断研究 縦断研究 介入研究/実験研究 症例対照研究	スウェーデン (11) カナダ (8) デンマーク (5) イタリア、ノルウェー、台湾、米国 (4) 英国 (3) フランス、ドイツ、シンガポール、南アフリカ (2) ニュージーランド、オランダ (1)	職場 (42) 病院 (3) 保育園 (2) 学校 (2) 住宅 (1)	労働者 学童	SBS 呼吸器症状 皮膚刺激 炎症バイオオマーカー 一 満足度、ウェルビーイング パフォーマンクス 病欠	HVAC、換気、温湿度、ダンプネス、一般的な室内気候、ビデオ表示端末装置、密度、繊維とテキスタイル、カーペット、微粒子、塗装、化学物質、心理社会因子、バイオエアロゾール (微生物、真菌、エンドトキシン、βグルカン)、個人特性 (性別、不安、アトピー、他)
2000-2009 (87編)	調査 (前後比較) 横断研究 縦断研究 介入研究/実験研究	スウェーデン (24) デンマーク (17) 米国 (14) 日本 (10) フィンランド (6) ノルウェー、ドイツ (4) モリシヤス、英国 (2) ブラジル、クロアチア、フランス、イタリア、スペイン、台湾 (1)	職場 (45) 住宅 (22) 学校 (12) 商業施設 (1)	労働者、居住者 幼児、大学職員 他	SBS 喘息、呼吸器症状 バイオオマーカー (鼻汁、IgG、IgE) 課題とパフォーマンス	HVAC、空気フィルターと換気、ダンプネス、水漏れ、生物因子 (真菌等)、化学物質、熱的快適性、副流煙、心理社会因子とストレス、オプティクス機器 (コピー機、パソコン等)、ペット、ライフスタイル、臭気、外気、オゾン、個人特性 (性別、アレルギー既往、他)、等
2010- (45編)	調査 横断研究 縦断研究 介入研究/実験研究	日本、スウェーデン (9) 中国 (8) マレーシア (5) 米国 (3) デンマーク、台湾 (2) エジプト、イタリア、韓国、シンガポール、スペイン、複数地域 (北欧) (1)	住宅 (16) 職場 (14) 学校 (9) 病院 (2) 商業施設 (1) 非特定 (1)	労働者、居住者、学童、保護者、教員、他	SBS 喘息とアレルギー パフォーマンス バイオオマーカー (鼻汁、FeNO)	化学物質、生物因子 (真菌、アレルゲン)、物理因子 (熱、heat、温度、空調)、ガス状物質 (CO ₂ 、SO ₂ 、NO _x)、換気、心理社会因子、個人特性 (性別、アレルギー既往、他)、等

()の中は論文数

表2 自宅環境とSISに関する文献調査

著者・年		曝露		アウトカム		結果	Ref.
横断研究							
1.	Engvall et al., 2001 スウェーデン	ストックホルムの 609 棟の集合住宅 14,235 軒	住人密度、ダンプネス	SBS		カビのにおいと高い湿気の組合せは全ての症状のリスクを上げた(OR = 3.7-6.0)。同様にカビ集とダンプネス (水漏れ) がすべての症状との関連が認められた(OR = 2.9 5.2)。ダンプネス項目が多くなると、症状有訴が上がる関連が認められた。すべての4項目のダンプネスがあると、口腔のOR= 6.5、鼻 OR= 7.1、喉 OR= 19.9、皮膚OR= 5.8、咳OR= 6.1、頭痛OR= 9.4、疲労 OR= 15.0 だった。	[22]
2.	Engvall et al., 2002 スウェーデン	1961 年以前にストックホルムで建てられた集合住宅 231 棟の 4,815 軒	建物のダンプネス、臭い	SBS		臭いと高い湿気は全ての症状有訴を上げる (OR = 2.2-3.6)。類似の知見が臭いと過去 5 年以内の水漏れでも認められた (OR = 1.2-4.4)。ダンプネスの項目が多くなると症状有訴も上がる。住宅のダンプネスおよび臭気の発生は SBS の有訴を上げる。	[23]
3.	Saijo et al., 2004 日本	札幌市、戸建住宅居 住者 317 人	ホルムアルデヒド、アセ トアルデヒド、17VOCs、 ダンプネス	SBS		総 VOCs は喉および呼吸器 SBS OR=2.38; 95% CI 1.0-5.48 と関連。ダンプネスインデックス、窓枠の結露は全ての症状と関連、カビの生育は全ての SHS 症状と関連。ダンプネス指数が上がる と、鼻症状 SBS の OR = 4.36, 95% CI 1.60-11.9)。	[27]
4.	Wang et al., 2008 日本	岡山市新築戸建て住 宅	化学物質	SBS MM040EA		TVOC および職場でのストレスが高いことがSBSのリスクを上げる関連を示した。	[14]
5.	Nakayama et al., 2007 日本	大阪市新築戸建て住 宅	真菌とライフスタイル	SBS MM040EA		女性では総真菌の ORs が 2.90 と 2.90 (W); <i>Cladosporium</i> は 2.25 (W) 、 <i>Penicillium sp</i> は 3.60 and 7.69 (W)。男性では <i>Alternaria alternata</i> が 4.08 と 8.82 (W) だった。女性では <i>Penicillium sp.</i> 、男性では <i>Alternaria alternata</i> と不十分な睡眠と中程度の飲酒がSBSのリスクを上げ、女性では短い労働時間がSBSのリスクを下げた。	[13]
6.	Takeda et al., 2009	札幌市戸建て住宅の 居住者 343 人、104	ホルムアルデヒド、アセ トアルデヒド、VOCs、	SBS MM040EA		ダンプネスインデックス(OR) = 1.50; 95% CI: 1.06-1.11]、log ホ ルムアルデヒド (OR = 23.79, 95% CI: 2.49-277.65)、log α -ピネ	[9]

							ン (OR = 2.87, 95% CI: 1.36-6.03) は SHS の ORs を上げた。他の VOCs、気中真菌、ダニアレルゲンと SHS の有意な関連は認められなかった。		
日本	Kishi et al., 2009 日本	軒 日本 6 地域 2,297 軒、2003-2004 年	気中真菌、ダニアレルゲン	SHS MM040EA	SHS	SHS はダンプネスインデックス、臭い、空気の悪さとの関連が認められた。	[11]		
	Araki et al., 2010 日本	日本の 620 人の居住者、住宅 182 軒	Microbial VOC	SBS	SBS	1-オクテン-3-オールと 2-ペンタノールは、それぞれ濃度が 10 倍になったときの SBS 粘膜への刺激症状のリスクが OR=6 (95%CI: 2.1-14.8)、OR=2.3 (1.0-4.9) だった。しかし、濃度そのものは動物実験による影響が認められるであろう濃度よりも低く、MVOC 曝露による直接的影響かどうかについてはさらなる研究が必要である。	[16]		
	Kanazawa et al., 2010 日本	札幌市 134 人の居住者 41 軒	可塑剤 8 化合物、リン系難燃剤 11 化合物、抗酸化アルキルフェノール 2 化合物、塩化共力剤 s-421	SBS MM040EA	SBS	リン酸トリブチルと s-421 は SBS の粘膜症状との関連が認められた。リン酸ジエチルと TBEP は SHS の OR と負の関連が認められた。	[17]		
	Takigawa et al., 2010 日本	日本の 1,479 人の居住者、住宅 425 軒	アルデヒド類と VOCs	SBS MM040EA	SBS	ホルムアルデヒドは SBS との量-反応関係が認められた。	[12]		
	Saijo et al., 2011 日本	日本の 1,479 人の居住者、住宅 425 軒	ダニアレルゲン (Der 1)、気中真菌、アルデヒド類、VOCs	SBS MM040EA	SBS	Der 1 は鼻症状の有訴を上げた。Rhodotorula はいずれかの SBS の OR を上げ、Aspergillus は目の症状の OR を上げた。総 CFU (colony-forming units) は喉および呼吸器の OR を下げた。Eurotium は皮膚症状の OR を下げた。ダニアレルゲンと室内気中 Rhodotorula と Aspergillus が新築家屋の SBS の要因になっていると考えられる。	[8]		
	Wang et al., 2012 中国	中国の都市の保育園 児 n=661	住環境、保育園および屋外環境	subjective symptoms without an identified cause	subjective symptoms without an identified cause	多変量解析の結果、家具の材質、交通による汚染、保育園の環境とアレルギーが関連していた。	[5]		

				by the guardian (SSWICG), MM075NA				
13. Wang et al., 2013 中国	重慶の保育園で無作為に抽出された1-8歳児の親 n=4,530	過去3か月間の家のにおい、不快なおい、刺激臭、たばこ臭、湿気、乾燥	過去3か月間の家のにおい、刺激臭、たばこ臭、湿気、乾燥	SBS 症状	幹線道路沿いの居住、家の改修、新しい家具はにおいの感知、湿気または乾燥との関連を示した。ダンプネス関連項目（カビ、水漏れ、結露）はにおいと関連を示し、湿気や乾燥はゴキブリ、ネズミ、蚊や蚤、蚊よけ、線香との関連を示した。子どもの寝室を毎日掃除し、布団を日に当てることは保護要因だった。	[21]		
14. Guo et al., 2013 中国	台湾	ホルムアルデヒド HCHO、NO2、揮発性有機化合物(VOCs)	ホルムアルデヒド HCHO、NO2、揮発性有機化合物(VOCs)	SBS	症状がある人が住む家では、寝室あるいはキッチンのHCHO、ブタノール、1,2-ジクロロエタンの濃度がそのほかの家よりも高かった。1~2つの症状がある人が住む家では、寝室あるいはキッチンの1,1,1-トリクロロエチレン、キシレン濃度がそうでない家よりも高かった。HCHO、NO2、VOCsはすべての部屋で検出された。	[40]		
15. Sahilberg et al., 2013 欧州	European Community Respiratory Health Survey (ECRHS II)のフォローアップ、成人 n=159	MVOCs、気中バクテリア、真菌、アルデヒド、可塑剤	MVOCs、気中バクテリア、真菌、アルデヒド、可塑剤	SBS	参加者の30.8%が何らかのSBSを訴え(粘膜炎20%、一般10%、皮膚症状8%)、41%の家でダンプネスまたは真菌の問題があった。いずれかのSBSと2-ペンタノール (P=0.002)、2-ヘキサノール (P=0.0002)、2-ペンチルフラン (P=0.009)、1-オクテン-3-オール (P=0.002)、ホルムアルデヒド (P=0.05)、2,4-トリメチル-1,3-ペンタジオールモノイソプロプレート (Texanol) (P=0.05)との関連を示した。1-オクテン-3-オール (P=0.009)と3-メチルフラン (P=0.002)は粘膜炎との関連を示した。ダンプネスと真菌のある家では、総バクテリア (P=0.02)、総真菌 (P=0.04)、生真菌 (P=0.02)、3-メチルフラン(P=0.008)、およびエチルイソプロプレート (P=0.02)が高かった。いくつかの1-オクテン-3-オールなどのMVOCs、ホルムアルデヒド、およびTexanol可塑剤はSBSのリスク要因である。気中真菌、バクテリア、MVOCsはダンプネスやカビの多い家が高かった。	[6]		

16.	Li et al., 2015 中国	2011年1-3月、北京11地域の保育園でのリクルート、5,487人の調査票を回収	交通による曝露(高速道路または幹線道路から200m以内の居住)	過去3か月間の12SBS症状	[3] 5487人が回答(回答率65.0%)。高速道路付近の居住は、多変量解析後も一般症状との有意な関連を示した(aOR = 1.39; 95% CI = 1.21; 1.59)。
17.	Takaoka et al., 2015 日本	中学生 12-15歳 n=1,056	ダンプネス、家のおい等の家や学校の環境、および個人特性	SBS	[18] 最も一般的な症状は、粘膜症状(45.4%)、一般症状(38.9%)、および皮膚症状(22.6%)。合計8.8%が猫アレルギー、6.1%が犬アレルギー、6.0%が真菌アレルギー、25.7%が花粉症があると答えた。アトピー、窓枠の結露、床のダンプネス、および家のおいがSBSとの関連を示した。
18.	Lu et al., 2016 中国	2011年1-3月、北京11地域の36保育園でのリクルート、親4,988人に調査票を配付、3,897人から回収	住宅建物の特徴 屋外要因として過去3か月間のPM10、SO ₂ 、NO ₂ 、外気温、相対湿度(RH)、風速、	SBS (毎週)	[4] 喘息またはアレルギー性鼻炎(アトピー)は疲労以外のSBSと関連を示した。室内要因では、カビ/床および天井のダンプネスが疲労OR=1.60 (1.11-2.30) および頭痛OR=1.80 (1.07-3.04)と関連を示した。カビ臭は疲労OR=1.59 (1.07-2.37) と皮膚症状OR=1.91 (1.21-3.02)との関連を示した。冬季の窓枠の結露は疲労OR=1.73 (1.30-2.31)、およびどの症状OR=1.53 (1.01-2.31)との関連を示した。湿った布団はどの症状OR=1.62 (1.09-2.40)との関連を示した。家の改修は疲労OR=1.49 (1.07-2.06)との関連を示した。頻繁に窓を開けることは花症状の軽減OR=0.54 (0.36-0.82)、浴室の機械換気は皮膚症状の緩和OR=0.66 (0.44-0.99)と関連を認めた。女性は男性よりも改修と窓枠の結露に感受性が高かった。SO ₂ 、温度、およびRHは個々のモデルではSBSとの関連はあったものの、多変量モデルではSBSと屋外要因や湿度との関連は認めなかった。
19.	Smedje, 2017 スウェーデン	Swedish BETSI study, 戸建て住宅605軒、居住している成人 n=1,091	建物のダンプネスと換気	SBS	[28] 過去3か月のSBS有病率は23%。合計40%の家でダンプネスの問題あり、これらの有訴がSBSおよびSBS粘膜、SBS皮膚症状との関連あり。さらに、室内の高湿度(絶対湿度)は相対湿度よりも多くの症状との関連あり。自然換気と比較して、機械換気と排気設備がある住宅で、SBSおよびSBS一般症状有訴が低かった。

20.	Kishi, 2018 札幌市	札幌市の128軒に居住する学童184人とその家族283人	ダンプネス、気中アルデヒド類、気中VOC類、ダスト中SVOC類、ダスト中ダニアレルゲン、エンドトキシン、 β グルカリン	SBS (MM080school、MM040EA)	[19] 小学生以下の学童と、中学生以上の大人を層別して解析した。大人では、気中2-エチル-1-ヘキサノールの濃度が高いとSBSのリスクが有意に上昇した。一方、ダスト中TBOEP濃度とSBSには負の相関が認められ、さらにDiNP濃度、TBOEP濃度とSBS粘膜への刺激症状、エンドトキシンとSBS皮膚症状に負の相関が認められた。子どもではダスト中DiBP濃度とSBS粘膜への刺激症状とに負の相関が認められた。
縦断研究					
21.	Sahlberg et al., 2009 スウェーデン	スウェーデンの3地域で、人口の0.1%の無作為抽出ペースライイン時の年齢は20-65歳(n = 466)。348(75%)がフォローアップ調査に回答	住宅環境、学歴	SBSの発症あるいは改善	[24] フォローアップ期間中に室内の塗装と、新たなSBS有訴との関連が認められた。
22.	Takigawa et al., 2009 日本	岡山市に居住する170人ペースライイン2004年とフォローアップ2005年	室内化学物質、真菌、ダニアレルゲン	SBS	[10] 調査した化学物質および真菌の中では、ベンゼンとAspergillusが新たなSBS発症との関連を示した。
23.	Sahlberg et al., 2010 スウェーデン	スウェーデンの一般住人から無作為に抽出された1,000人ペースライイン1991年、フォローアップ2001年	ダンプネス	SBS有訴の変化	[25] フォローアップの期間中に、住宅にダンプネスや真菌があった場合は、新たな皮膚症状有訴(RR)2.32, 1.37-3.93)、粘膜症状の有訴(RR 3.17, 1.69-5.95)、一般症状の有訴(RR 2.18, 1.29-3.70)の増加が認められた。ダンプネスのある住宅の居住者には、一般症状および皮膚症状の改善が少なかった。
24.	Takigawa et al., 2012 日本	日本6地域の871人の居住者と260軒の戸建て住宅2004年と2005年	ペースライインと1年後のaldehyde類とVOC濃度の差	SBS MM040EA	[15] aldehyde類とaliphatic hydrocarbons濃度が高くなると、SBSの新たな発症が増えた。

25. Sahlberg et al. 2012 スウェーデン	ウブサラに居住する452人の成人、1992年と2002年のフローアープ European Community Respiratory Health Survey (ECRHS).	ダンプネス、個人特徴	10年後のSBS新規発症	10年後の新たなSBSは一般症状8.5%、粘膜症状12.7%、皮膚症状6.8%だった。ペースライン時のダンプネスまたは室内の真菌は一般症状発症(RR = 1.98)、粘膜症状(RR = 2.28)、皮膚症状(RR = 1.91)発症の予測因子だった。女性是一般症状(RR = 1.74)と粘膜症状(RR = 1.71)が多かった。室内の塗装は一般症状を増加した(RR = 1.62)。ペースライン時の気管支反応性、血中好酸球数、総IgE、eosinophilic cationic protein (ECP)は、SBSの予測因子だった。フローアープ時の気管支反応性、総IgE、C-reactive protein (CRP)は、SBS有訴の増加との関連が認められた。ペースライン時の喘息診断は一般症状(RR = 1.65)と粘膜症状(RR = 1.97)との関連が認められた。.	[7]
26. Colton et al., 2015 Boston, MA, USA	共同住宅 Boston、2012年3月と1年後の2013年5月にフローアープを行った縦断研究	緑地と従来型の低所得住宅	SBS症状と、喘息関連疾患	緑化地域の成人では、1.35 (95% confidence interval [CI] = 0.66, 2.05) SBSの有訴が従来型の住宅よりも少なかった(P < .001)。さらに、喘息疾患のある子どもは緑地に居住していると喘息症状(OR = 0.34; 95% CI = 0.12, 1.00)、喘息発作(OR = 0.31; 95% CI = 0.11, 0.88)、受診(OR = 0.24; 95% CI = 0.06, 0.88)、および喘息に伴う学校の病欠(OR = 0.21; 95% CI = 0.06, 0.74)がより少なかった。	[26]

SBS, Sick House Syndrome; SBS, sick building syndrome; OR, odds ratio; RR, relative risk

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
住宅における室内温湿度と健康の関連性についての既往の調査研究

研究分担者 長谷川 兼一 秋田県立大学システム科学技術学部 教授

研究要旨

住宅を取り巻く健康影響要因には多くの様相があるが、本研究では、熱環境、過乾燥とダンプネスと健康との関連性についての既往研究をレビューし、それぞれの環境要因が人の健康にどのように関わっているに着目して概説した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 脳血管疾患を含む循環器系疾患の発症は、高血圧が危険因子の一つとされているが、家庭内での血圧変動には暴露温度の関与は無視できない。高齢者には 15℃以上の室温が望ましいとする知見があるが、最近の WHO によるガイドラインでは、循環器系や呼吸器系の疾患の発症率を低減させるためには、住宅内の室温を 18℃以上に維持することを推奨している。
- 2) 国土交通省が展開する「スマートウェルネス住宅等推進調査事業」により、居住者の血圧は部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高いことや、断熱改修後では、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下していることなど、重環境整備に資する有益な知見が提示されている。
- 3) 住環境において知覚される乾燥感は、低湿度のみが影響している訳ではないといわれている。しかしながら、居住者の健康維持や建物へのダメージ軽減の観点から見ると、極端に湿度が低い環境を緩和することは意義あるといえる。低湿度な環境への暴露が健康に影響するという可能性が指摘されているが、どのような環境条件により乾燥感を申告し、健康影響に至るのかについての知見は少ない。
- 4) 住宅のダンプネスと喘息やアレルギー性鼻炎などの健康影響との関係に着目した先行研究は多く、ダンプネスが健康に影響する可能性が高い。湿度が高い状態(ダンプネス)が原因となり室内環境の汚染が生じるとすれば、汚染が防除できる湿度の範囲や閾値が存在する可能性がある。いずれにしても、現況ではダンプネスによる室内環境の汚染の全体像を示した知見は少ない。

A. 研究目的

日本人は一日のうち約 6 割の時間を住宅内で過ごすといわれている。その室内では建築内装仕上げや家具などから化学物質が放散され、また生活に伴って水蒸気が発生するため、気密性の高い住宅で適切に換気されていない場合には室内空気が汚染され、また結露が発生してカビやダニ等の微生物の繁殖を許すことになる。このような状態では、住まい手は化学物質や微生物のような健康を阻害する要因に絶えず曝露されて生活を送

ることになる。また、住宅内に大きな温度差のある空間が存在する場合には、その間を行き来する際に、住まい手に熱的なストレスを与えて血圧が変動し健康に影響を与えることになる。

WHO によれば健康とは、単に疾病または病弱の存在しないことではなく、肉体的にも、精神的にも、社会的にも、すべてが満たされた状態であると定義している。したがって、日常生活そのものが健全でなければならないが、日々の生活を営む器となる住宅は、住まい手が健康で快適に生活

できる環境を提供する必要がある。

どのような室内環境の要因が健康を阻害する可能性があり、どの程度の環境レベルを維持すべきかということ、科学的知見に基づいたエビデンスとして示すことは、健康で快適に暮らす上で、また適切な住宅を設計するために重要である。図-1に示すように、住宅を取り巻く健康影響要因¹⁾は様々あり、既に数多くの研究報告がなされている。本研究では、住宅の温湿度環境に着目し、ヒートショックの問題や湿気の問題として過乾燥とダンプネスの問題について、主に最近の調査研究の動向を把握することを目的にして、既往研究をレビューする。

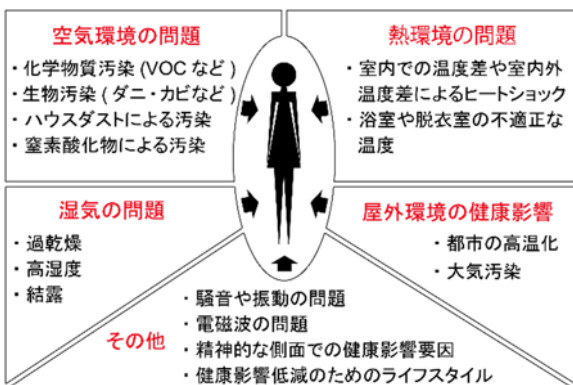


図-1 健康影響の原因となる各種要因

B. 研究方法

住宅の温湿度環境と健康との関連性を示唆している既往の調査研究を抽出するが、系統的なプロセスを経る手法は適用していない。住宅において、それぞれの環境要因が人の健康にどのように関わっているに着目して、概説することとする。

C. 研究結果および考察

C1. 熱環境に関する調査研究

脳卒中は高齢者の死亡原因において常に上位に位置しており、特に東北3県(岩手県、秋田県、山形県)ではその死亡率が高い^{注1)}。季節別にみると冬季に死亡率が高くなる²⁾といわれており、冬の寒さが大きく影響している。一方、北海道は東北地方よりも冬の寒さは厳しいにも関わらず、脳卒中の死亡率は全国平均程度である。よって、外

気温よりも室内温度による影響が大きいと推察される。

脳血管疾患を含む循環器系疾患の発症は、高血圧が危険因子の一つとされている^{例えば 3)}。早朝に心血管系疾患が覚醒起床後の午前中に集中して発症していることと早朝の血圧上昇との関連⁴⁾⁵⁾が注目されており、家庭内での血圧変動には暴露温度の関与は無視できない。寶澤ら⁶⁾は、福島県西会津町の住民を対象にした3年間の調査により血圧の季節的な変動を捉え、外気温が10℃以上の時には収縮期血圧が外気温の上昇とともに低下する傾向にあることを示した。外気温が10℃以下では、外気温1℃の低下につき収縮期血圧が0.06 mmHgのみ減少する程度と両者の関連性は希薄であり、外気よりも暖房された室内の影響が大きいといえる。伊香賀ら⁷⁾⁸⁾は、起床時の血圧に及ぼす室温の影響を明らかにするために高知県内の住民を対象に調査し、居間室温1℃は、収縮期血圧0.57mmHg、拡張期血圧0.50mmHgの変化をもたらすことを示した。Collinsら⁹⁾は高齢者と若年者の被験者に対して、室温6~15℃に2時間暴露した後の血圧上昇を観察し、高齢者には15℃以上の室温が望ましいとしている。一方、最近のWHOによるガイドライン¹⁰⁾では、循環器系や呼吸器系の疾患の発症率を低減させるためには、住宅内の室温を18℃以上に維持することを推奨している。

住宅では、居間と浴室、トイレの温度差が家庭内事故の一因といわれている。吉岡は¹¹⁾入浴中突然死の原因の一つに、浴室の寒さを挙げており、このような事故を防ぐために暖房環境の改善が必要としている。高崎ら¹²⁾は、秋田と大阪の高齢者世帯の住宅を対象に調査し、居間と浴室やトイレとの温度差が大きいと血圧が上昇することや、浴室やトイレの寒さには注意が払われない傾向にあることを示した。大中ら¹³⁾は浴室での溺死率が高い福岡県内の地区での住宅の特徴を分析し、築年数が少ない住宅や段差がない住宅の方が溺死率が低いことなどを示唆している。これらは、最近の住宅ほど保温性やバリアフリーへの配慮がなされていることを説明していると推察され

る。我が国では、北海道を除き大半の住宅が一室暖房型に分類でき、暖房室と非暖房室の温度差が大きくなり易い。そのような温熱環境では、居間から、脱衣所・トイレなどに移動した場合、大きな温度差に曝されることになるため血圧変動が生じ、これが、循環器系疾患の発症に強く関連していると推察される。ニュージーランドで実施された大規模な疫学調査¹⁴⁾のように、断熱改修による健康状態の改善効果を検証した研究事例や、断熱性能が高い住宅へ転居した後の各種疾患の有病率の低下を示す例¹⁵⁾が報告されている。これらの研究例のように、住宅の暖房環境を改善することによる健康リスクの低減が期待できるため、それらを裏付ける知見の蓄積は意義深い¹⁰⁾。

吉野ら¹⁶⁾は、1982年と1983年の冬に山形県郡部の住宅を対象として、脳卒中の発症と住環境との関連性についての疫学調査を実施し、住宅内の温度差の大きさなど冬の温熱環境の質が脳卒中死亡に影響している可能性を指摘した。この調査を踏まえ、住宅の断熱性能を高めることや便所・脱衣室の温度が極端に低くならないように簡易な暖房器具を設置するなどの改善策¹⁶⁾をまとめ、調査報告会、高血圧学級、健康際、広報の配布を通して町民に情報を提供した。その結果の変化を明らかにするために4年後に同じ住宅を対象として再度、調査を実施した。その結果、①便所での暖房使用率は7%から21%に増加、②居間での電気こたつの使用率が70%から53%に減少し密閉燃焼型石油ストーブの使用が37%から47%と増加したが、居間の室温の平均値は17.1°Cのまま変化がなく、寝室の室温は6.1°Cから7.3°Cにやや上昇したものの、寝室の室温は低いままであり、啓発活動の効果は期待されたほどには見られなかった¹⁷⁾。その後、これらの地域における室内環境に関する調査が実施¹⁸⁾されているが、住宅の温熱環境は過去の様子と類似しており、居間の暖房には、依然として開放型ストーブが多く世帯で使用されていることがわかった。脳卒中死亡率が高い地域の住環境の特徴として、室温が低い環境に曝されているにも関わらず、室内の寒さに対する意識が薄いことや、相対的に薄着で

あることなどが挙げられる。また、居間の隙間風を感じる割合が高いこと、従前から指摘されているように食習慣として、味噌汁に代表されるような塩分摂取の頻度が高いことなどが脳卒中死亡率の高い地域を特徴づけていることがわかった。

国土交通省は厚生労働省と連携し、2014年から「スマートウェルネス住宅等推進調査事業」に取り組み、住宅の断熱改修による温熱環境の改善が居住者の健康に与える効果を検証している。既にいくつかの知見が提示されており、主なものを以下に示す¹⁹⁾。①室温が年間を通じて安定している住宅では居住者の血圧の血圧差が顕著に小さい、②居住者の血圧は部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高い、③断熱改修後では、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下している、④室温が低い家ではコレステロール値が基準範囲を超える人、心電図の異常所見がある人が有意に多い、⑤就寝前の室温が低い住宅ほど、過活動膀胱症状が有意に多いが、断熱改修後に就寝前居間雄室温が上昇した住宅では、過活動膀胱症状が有意に緩和する、⑥床近傍の室温が低い住宅ではさまざまな疾病・症状を有する人が有意に多い、⑦断熱改修に伴う室温上昇によって暖房習慣が変化した住宅では、住宅内身体活動時間が有意に増加する。

C2. 乾燥感に関する調査研究

住宅における低湿度な環境は冬季に発生しやすく、それは皮膚、喉、目、粘膜の乾燥感と関連^{20)~23)}している。栃原ら²⁴⁾は、男子大学生を対象に被験者実験を行い、室内温度が25°Cにおいて相対湿度20%以下では、鼻腔内の繊毛が乾燥して粘膜浄化作用が低下することを示した。また、同実験において目の乾燥をまばたき回数により定量化し、相対湿度が30%以下の環境で眼球粘膜が乾燥し、眼球に水分を供給する作用を持つまばたき回数が増加することを示している。三浦²⁵⁾は口腔粘膜の乾燥が絶対湿度によると論じている。また、口腔粘膜が乾燥する範囲²⁶⁾を温度と相対湿度にて示し、気温11.5°C以下であればいかなる湿度であっても乾燥が生じ、21°Cでは相対湿度54%以下で乾燥が生じるとしている。高田²⁷⁾は、乾燥

による不快感に着目した調査を実施し、対象の半数以上が冬期に不快感を抱いていることを示した。また、乾燥感の生起は気温や風速の影響も無視できないことを指摘した。一方、青木ら²⁸⁾が過度な乾燥状態がアトピー性皮膚炎の悪化の一因になることを指摘しているように、乾燥が居住者の健康に直接影響する場合や、Harper²⁹⁾³⁰⁾やShaman³¹⁾が示す通り、インフルエンザウィルス生存率を増加させる二次的な影響にも関与しているといわれている。

室内においてヒトが知覚する乾燥感、低湿度のみが影響している訳ではないといわれている^例 (例えば³²⁾³³⁾)。住宅における低湿度な環境や居住者の乾燥感と健康影響との関連性に関する国内での調査例として、東北地方の高断熱高気密住宅を対象としたアンケート調査および温湿度測定³⁴⁾では、全体の67%の住宅において、居住者は冬期の乾燥を申告していることが報告されている。また、長谷川ら³⁵⁾が北海道の住宅を対象として調査を行い、全体の55%が乾燥感を申告しその内の77%が乾燥を健康面で問題と捉え、築年時期が新しい住宅でより強く乾燥を感じていることを報告している。

空気の汚れと臭気を知覚する場合、乾燥による健康上の問題を申告する割合が高くなっている。J. Sundellら³⁶⁾は、乾燥感はシックハウス症状との間に有意な関連性があることを示唆するとともに、乾燥感や臭気の知覚が粘膜部位の症状や皮膚症状の申告と関連がある³⁷⁾ことを示している。

C3. ダンプネスに関する調査研究

住宅のダンプネス(高湿度環境)と喘息やアレルギー性鼻炎などの健康影響との関係に着目した先行研究は多い^例 (例えば^{38)~40)})。WHOは2009年にダンプネスと真菌に関する室内環境ガイドライン⁴¹⁾をまとめ、その時点までのダンプネスに関する知見を整理している。その上で、ダンプネスと健康影響との関連には解明されていない点があるもののダンプネスを無視できない室内環境上の問題としている。また、ASHRAEにおいてもダンプネス問題に対する立場を明確にするた

めに声明を出し、健康影響との関連性については不明な点が多いことを認めつつ、継続的な高湿度環境による微生物汚染を防除すべきであることに言及している⁴²⁾。

ダンプネスにより汚染された室内環境には真菌や化学物質などの具体的な曝露要因が存在し、それらが健康に影響するという因果関係が成立するものと仮定できる。しかしながら、多くの既往研究ではダンプネスの評価を、観察できる結露や真菌の発生などの有無を指標として、それらとの関連性を確認する機会が多い。すなわち、ダンプネスというものは室内環境の汚染を包括的に表現しているが、その室内環境の特徴が明らかにされている訳ではない。ダンプネスから健康に連鎖する因果構造は、図-2に示すように、真菌や化学物質などの発生による室内環境の汚染が介在していると考えられる。このような構造が明らかになれば、ダンプネスによる問題に対する建築的な防除策の構築につながることを期待できる。特に、真菌の繁殖はダンプネスと関連が深く、居住者の健康にも影響する要因と考えられる⁴³⁾⁴⁴⁾。しかしながら、臨床調査の範囲では、室内の浮遊真菌と喘息やアレルギー症状との関連性は希薄なままであるため、真菌汚染が適切に捉えられるような解析方法や真菌種の特定に課題が残されている⁴⁵⁾。また、ダンプネスの室内環境の特徴として、室内の湿度が高いことが挙げられるが、湿度と喘息や呼吸器症状などとの関連性は明確ではない⁴⁶⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾。そもそも湿度が高いことが直接、症状に影響するとは考えにくい。そのため、図-2に示した通り、健康に影響する真菌などの環境要因が介在していると想定される。このような室内環境の汚染が生じた原因は、湿度が高い状態(すなわちダンプネス)であるとすれば、汚染が防除できる範囲や閾値が存在する可能性がある。いずれにしても、現況ではダンプネスによる室内環境の汚染の全体像を示した知見は極めて少ないといえる。

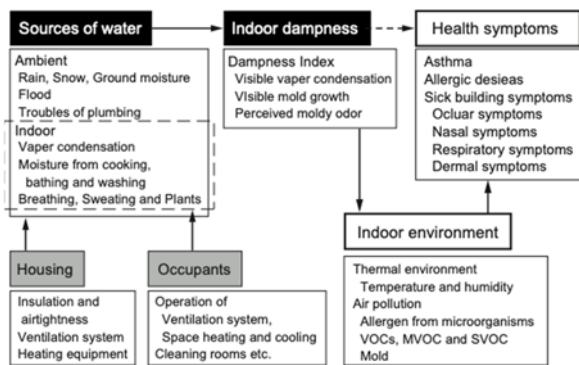


図-2 ダンプネスと健康影響の因果関係

D. まとめ

住宅を取り巻く健康影響要因には多くの様相があるが、本研究では、熱環境、過乾燥とダンプネスと健康との関連性についての既往研究をレビューして、それぞれの環境要因が人の健康にどのように関わっているに注目して概説した。その結果、以下のことがわかった。

- ①脳血管疾患を含む循環器系疾患の発症は、高血圧が危険因子の一つとされているが、家庭内での血圧変動には暴露温度の関与は無視できない。高齢者には 15℃以上の室温が望ましいとする知見があるが、最近の WHO によるガイドラインでは、循環器系や呼吸器系の疾患の発症率を低減させるためには、住宅内の室温を 18℃以上に維持することを推奨している。
- ②東北地方の調査では、脳卒中死亡率が高い地域の住環境の特徴として、室内の寒さに対する意識が薄いことや、相対的に薄着であること、味噌汁に代表されるような塩分摂取の頻度が高いことなどが挙げられている。国土交通省が展開する「スマートウェルネス住宅等推進調査事業」により、居住者の血圧は部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高いことや、断熱改修後では、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下していることなど、重環境整備に資する有益な知見が提示されている。
- ③住環境において知覚される乾燥感は、低湿度のみが影響している訳ではないといわれている。しかしながら、居住者の健康維持や建物へのダメージ軽減の観点から見ると、極端に湿度が低い環境

を緩和することは意義あるといえる。低湿度な環境への暴露が健康に影響するという可能性が指摘されているが、どのような環境条件により乾燥感を申告し、健康影響に至るのかについての知見は少ない。

④住宅のダンプネスと喘息やアレルギー性鼻炎などの健康影響との関係に着目した先行研究は多く、ダンプネスが健康に影響する可能性が高いことが共有されている。湿度が高い状態(ダンプネス)が原因となり室内環境の汚染が生じるとすれば、汚染が防除できる湿度の範囲や閾値が存在する可能性がある。いずれにしても、現況ではダンプネスによる室内環境の汚染の全体像を示した知見は少ない。

<注>

- 1) 平成 29 年の厚生労働省による人口動態統計によると、脳血管疾患の死亡率は、1 位：秋田県(162.8 人/10 万人)、2 位：岩手県(155.6 人/10 万人)、3 位：山形県(143.5 人/10 万人)となっている。北海道の死亡率は 91.0 人/10 万人、全国平均は 88.2 人/10 万人である。

E. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

<参考文献>

- 1) 吉野博, 長谷川兼一, 村上周三: 居住環境における健康維持増進に関する研究(その 3)健康影響要因に関する既往研究レビュー, 日本建築学会学術講演梗概集, D1, pp.1217-1218, 2008.9.
- 2) 羽山広文, 釜澤由紀, 斉藤雅也, 坂倉恵美子, 菊田弘輝, 村上智彦: 住環境の変化が身体へ与える影響の実態把握 その1 全国の疾患発生と住宅の建築時期・構造解析, 日本建築学会北海道支部研究報告集, pp.539-542, 2011.7.
- 3) 鈴木 康子, 桑島 巖, 三谷 健一, 宮尾 益理子, 宇野 彩子, 松下 哲, 蔵本 築: 早朝高血圧における血圧変動と活動度, 日本老年医学会雑誌, 30 卷 10 号, pp.841-848, 1993.10.
- 4) Muller, JE., Ludmer, PL., Willich, SN., Tofler, GH., Aylmer, G., Klangos, I., Stone, PH. Circadian variation in the frequency of sudden cardiac death, *Circulation*, Vol 75, No. 1, pp.131-138, 1987.1.
- 5) 島田和幸, 山本啓二: 概日リズムと心血管系疾患, *心臓*, Vol. 32, No.12, pp.1001-1011, 2000.12.
- 6) Hozawa, A., Kuriyama, S., Shimazu, T., Ohmori-Matsuda, K., Tsuhu, I. Seasonal variation in home blood pressure measurements and relation to outside temperature in Japan, *Clinical and Experimental Hypertension*, Vol. 33, No. 3, pp.153-158, 2011.1.
- 7) 海塩渉, 伊香賀俊治, 大塚邦明, 安藤真太郎: 個人因子別の家庭血圧上昇量に関する分析-冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査-, 日本建築学会環境系論文集, 第 701 号, pp.571-577, 2014.7.
- 8) 海塩渉, 伊香賀俊治, 大塚邦明, 安藤真太郎: マルチレベルモデルに基づく室温による家庭血圧への影響-冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査(その 2)-, 日本建築学会環境系論文集, 第 715 号, pp.703-710, 2015.9.
- 9) Collins, KJ., Easton, JC., Belfield-Smith, H., Exton-Smith, AN., Pluck, RA. Effects of age on body temperature and blood pressure in cold environments, *Clinical Science*, Vol. 68, No. 4, pp.465-470, 1985.10.
- 10) WHO: WHO Housing and Health Guidelines, 2018.
- 11) 吉岡尚文: 秋田県における入浴中突然死の現状, 日本温泉気候物理医学会雑誌, 第 72 卷, 1 号, pp.31-35, 2008.11.
- 12) 高崎 裕治, 大中 忠勝, 栃原 裕, 永井 由美子, 伊藤 宏充, 吉竹 史郎: 冬期の浴室とトイレにおける寒冷暴露と高齢者の反応, *人間と生活環境*, 17 卷 2 号, pp.65-71, 2010.11.
- 13) 大中忠勝: 福岡県内の市町村別溺死の状況と生活環境との関係, *人間と生活環境*, 19 卷 1 号, pp.3-7, 2012.5.
- 14) Howden-Chapman, P., Matheson, A., Crane, J., Viggers, H., Cunningham, M., Blakely, T., Cunningham, C., Woodward, A., Saville-Smith, K., O'Dea, D., Kennedy, M., Baker, M., Waipara, N., Chapman, R., Davie, G. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community, *BMJ*, Vol. 334, No. 7591, pp.460-464, 2007.3.
- 15) 伊香賀俊治, 江口里佳, 村上周三, 岩前篤, 星旦二, 水石仁, 川久保俊, 奥村公美: 健康維持がもたらす間接的便益(NEB)を考慮した住宅断熱の投資評価, 日本建築学会環境系論文集, 第 666 号, pp.735-740, 2011.8.
- 16) 長谷川房雄, 吉野博, 新井宏朋, 岩崎清, 赤林伸一, 菊田道宣: 脳卒中の発症と住環境との関係についての山形県郡部を対象とした調査研究, 日本公衆衛生雑誌, 第 32 卷, 第 4 号, pp.181-193, 1985.4.
- 17) 吉野博, 新井宏朋, 岩崎清, 牧田一志, 宮崎英子: 積雪寒冷地の山形県八幡町における住宅の暖房実態と室温の 4 年後の変化, 日本公衆衛生雑誌, 第 34 卷, 第 12 号, pp.774-

- 18) 長谷川兼一, 吉野 博, 後藤伴延: 脳卒中死亡に関連する住環境要因に関する調査研究—山形県郡部を対象としたアンケート調査—, 日本建築学会環境系論文集, Vol.768, pp.169-176, 2020.2.
- 19) 村上周三, 伊香賀俊治: 住環境と“健康日本21(第二次)”, 医学のあゆみ, Vol.271, No.10, 2019.12.
- 20) Toftum J, Jorgensen AS, Fanger PO. Upper limits of air humidity for preventing warm respiratory discomfort. *Energy and Buildings* 1998; 28: 15-23.
- 21) Toftum J, Jorgensen AS, Fangcr PO. Upper limits for indoor air humidity to avoid uncomfortable humid skin. *Energy and Buildings* 1998; 18: 1-13.
- 22) Reinikainen LM, Jaakkola JJK. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. *Indoor Air* 2003; 3(4):344-352.
- 23) Sato M, Fukayo S, Yano E. Adverse environmental health effects of ultra-low relative humidity indoor air. *Journal of Occupation Health* 2003; 45(2): 133-136.
- 24) 鮮于裕珍, 栃原裕, 唐木千岳, 松橋秀明: 低湿度が人間に与える影響の調査研究(その5): 生理反応からみた低湿度環境の許容値に関する研究, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.1677-1680, 2005.8.
- 25) 三浦豊彦: 湿度と健康, 労働科学, 第47巻1号, pp.1-11, 1971.
- 26) 三浦豊彦: 湿度と人間, 労働科学, 第54巻4号, pp.165-177, 1978.
- 27) 高田暁: 乾燥感と室内環境条件に関する基礎的研究, 日本建築学会環境系論文集, No.693, pp.835-840, 2013.11.
- 28) 青木 哲, 須藤千春, 水谷章夫, 大澤徹夫: 冬季の室内温湿度変動からみた温熱性能・環境: 一般住宅とアトピー性皮膚炎患者宅の比較, 日本建築学会環境系論文集, No.637, pp.305-314, 2009.3.
- 29) G. J. Harper. Airborne microorganisms: Survival tests with four viruses. *J. Hyg., Camb.* 59: 479-486. 1961.
- 30) G. J. Harper. The influence of environment on the survival of airborne virus particles in the laboratory, *Archives of Virology*, Volume 13, Numbers 1-3: 64-71, 1963.
- 31) Jeffrey Shaman and Melvin Kohn. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol.106, No.9: 3243-3248, 2009.
- 32) Peder Wolkoff: The mystery of dry indoor air - A overview, *Environmental International*, 121, pp.1058-1065, 2018.
- 33) Melanie M. Derby, Roger M. Pasch: Effects of low humidity on health, comfort and IEQ, *ASHRAE Journal*, September, pp.44-51, 2017.
- 34) 長谷川兼一, 吉野博: 高断熱高気密住宅における居住者の乾燥感に関する冬期調査, 日本建築学会計画系論文集, No.509, pp.91-96, 1998.7.
- 35) 長谷川雅浩, 福島明: 日常生活における乾燥感に関する研究, 北海道立北方建築総合研究所 調査研究報告, No.256, pp.1-16, 2010.3.
- 36) Jan Sundell and Thomas Lindvall: Indoor air humidity and sensation of dryness as risk indicators of SBS, *Indoor Air*, Vol. 3, Issue 4, pp. 382-390, 1993.12.
- 37) Juan Wang, Baizhan Li, Qin Yang, Wei Yu, Han Wang, Dan Norback, Jan Sundell: Odors and sensations of humidity and dryness in relation to sick building syndrome and home environment in Chongqing, China, *PLOS ONE*, August 2013, Vol. 8, Issue 8, pp.1-11, 2013.8.
- 38) Fisk, W.J, Lei-Gomez, Q. and Mendell, M.J.: Meta-analyses of the associations of

- respiratory health effects with dampness and mold in homes, *Indoor Air*, 17(4), pp.284-296, 2007.
- 39) C.G.Bornehag, J.Sundell, T.Sigsgaard: Dampness in buildings and health (DBH): Report from an ongoing epidemiological investigation on the association between indoor environmental factors and health effects among children in Sweden, *Indoor Air* 2004, 14, pp.59-66, 2004.
- 40) 金澤文子, 西條泰明, 田中正敏, 吉村健清, 力寿雄, 滝川智子, 森本兼囊, 中山邦夫, 柴田英治, 岸玲子 : シックハウス症候群についての全国規模の疫学調査研究－寒冷地札幌市と本州・九州の戸建住宅における環境要因の比較－, *日本衛生学雑誌*, pp.447-458, 2010.
- 41) WHO: WHO Guidelines for Indoor Air Quality; Dampness and Mould, 2009.
- 42) ASHRAE: ASHRAE Position Document on Limiting Indoor Mold and Dampness in Buildings, 2018.6.
- 43) Richard A. Sharpe, Nick Bearman, Christopher R. Thornton, Kerry Husk, Nicholas J. Osborne: Indoor fungal diversity and asthma: A meta-analysis and systematic review of risk factors, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Vol.135(1), pp.110-122, 2015.1.
- 44) Mark J. Mendell and Rachel I. Adams: The challenge for microbial measurements in buildings, *Indoor Air*, Vol.29(4), pp.523-526, 2019.2.
- 45) C. Oshikata, M. Watanabe, A. Saito, M. Ishida, S. Kobayashi, R. Konuma, J. Terajima, J. Cho, M. Yanai, N. Tsurikisawa: Allergic Bronchopulmonary Mycosis due to Exposure to *Eurotium herbariorum* after the Great East Japan Earthquake, *Prehospital and Disaster Medicine*, Vol.32, No.6, pp.688-690, 2017.8.
- 46) D. P. Strachan and C. H. Sanders: Damp housing and childhood asthma: respiratory effects of indoor air temperature and relative humidity, *Journal of Epidemiology and Community Health*, Vol.43(1), pp.7-14, 1989.3.
- 47) Ross, A., Collins, M., Sanders, C.: Upper respiratory tract infection in children, domestic temperatures, and humidity, *Journal of Epidemiology and Community Health*, Vol.44(2), pp.142-146, 1990.6.
- 48) Williamson, I.J., Martin, C.J., McGill, G., Monie, R. D., Fennerty, A. G.: Damp housing and asthma: a case-control study, *Thorax*, Vol.52(3), pp.229-234, 1997.3.
- 49) 長谷川兼一, 鍵直樹, 坂口淳, 篠原直秀, 白石靖幸, 三田村輝章 : 住宅のダンプネスのアンケートによる評価法の提案と子供のアレルギー疾患に及ぼす影響に関する全国調査, *日本建築学会環境系論文集*, 第723号, pp.477-485, 2016.5.
- 50) Melia, R.J., Florey, C.V., Morris, R.W., Goldstein, B.D., John, H.H., Clark, D., Craighead I.B., Mackinlay J.C.: Childhood respiratory illness and the home environment. II. Association between respiratory illness and nitrogen dioxide, temperature and relative humidity, *International Journal of Epidemiology*, Vol.11(2), pp.164-169, 1982.6.

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
住宅の温熱環境に関わる暴露要因と健康の関連性についての分析

研究分担者 長谷川 兼一 秋田県立大学システム科学技術学部 教授
研究分担者 阪東 美智子 国立保健医療科学院 上席主任研究官

研究要旨

住宅内における健康リスク要因についての知見を得るために、過去に実施したアンケート調査のデータをを用いて、室内での環境暴露と健康との関連性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 冬期の脱衣所・浴室の寒さは、東北・福井、東京と長崎の方が寒さを感じる傾向が見て取れ、「やや寒」「寒い」が30%程度、「非常に寒い」が長崎では21.7%となっている。北海道では、「どちらでもない」との回答の割合が36.9%と本州や長崎よりも高く、室内で寒さを感じる割合は相対的に低い。
- 2) 過去一年間に室内で結露やカビが発生した世帯の割合は、結露が50～60%、カビが30%程度である。また、冬期における乾燥による身体等への影響として「のどが渇く」「くちびるが渇く」などが、各地域とも20%前後の世帯で申告されている。
- 3) 通院中の症状として、「喘息」が3%前後、「アレルギー性鼻炎」が10%前後である。「花粉症」は、北海道で低く、東京では22.2%と最も割合が高い。「高血圧」は10%前後である。
- 4) 断熱等級が高いほど脱衣室やトイレで寒さを感じる世帯の割合が低下し、結露・カビの発生も発生割合が低い。また、換気設備を有する住宅ほど、結露・カビの発生割合が低い。換気設備を有しても28.0%の世帯ではカビの発生が認められている。
- 5) ロジスティック回帰分析による解析結果により、「アレルギー性鼻炎」「アレルギー性皮膚炎」「喘息」のいずれも、室内でのカビの発生箇所が増えるにつれて、症状を有する可能性が有意に高くなる。「高血圧」では、個人属性の影響が大きく、室内環境による暴露要因との関連性を確認することができないが、のどや鼻の乾燥への申告が症状と有意に関連している。

A. 研究目的

林ら^{1),2)}は、戸建住宅の居住環境に関する全国規模のアンケート調査を通じて、居住リテラシーの取得や室内での環境暴露による健康リスクに関する知見の蓄積を目的とした研究を展開している。住宅で適切に住まう知識や行動を居住リテラシー(本来は言語の識字率や読解記述力を意味するものであるが、最近では「何らか表現されたものを適切に理解・解釈・分析し、改めて記述・表現する」能力という意味に使われている)と定

義すると、健康リスクの原因の多くは、居住リテラシーの欠如が関連していると考えられる。従って、住宅内での健康リスクを低減させるためには、居住リテラシーの涵養は不可欠である。最近、住宅関連技術の進歩や施工レベルは向上しつつあるが、断熱性能や設備性能が高くとも、技術の使用や住まい方に誤りがあれば、意図した環境性能を発揮することができず、逆に、環境汚染を招くことが想定される。例えば、断熱気密性能が高い住宅において、開放型ストーブを使用すれば、結

露の発生や空気汚染を引き起こすことは容易に想像できる。

住宅での健康リスク要因には、空気汚染によるシックハウス症状やヒートショックによる循環器系の疾患、寒冷環境への曝露による低体温症、過度な温度上昇に伴う熱中症など、いくつか挙げられる。本研究では、既に得られているアンケート調査データを用いて、室内での環境暴露と健康との関連性を評価し、どのような室内環境要因に配慮すべきかの知見を提示することを目的とする。特に、得られたデータの特徴を示すとともに、ロジスティック回帰分析を通じて、環境暴露要因と室内環境や健康との関連性に着目して考察する。

B. 研究方法

B1. 調査の概要

インターネットを通じて、2,000世帯以上の標本を対象にWeb調査を2018年2月に実施した。調査対象は、戸建住宅に居住している世帯のうち、1)乳幼児あるいは高齢者(65歳以上)と同居する世帯、2)乳幼児あるいは高齢者を含まない家族世帯、3)単身世帯、を抽出できるようコントロールした。表-1に示す通り、対象地域を北海道、宮城県、秋田県、東京都、福井県、長崎県の6都道県とした。

先に示した条件に見合う世帯をインターネットユーザより抽出し5,891世帯が該当することを確認した。その後、それらの世帯に調査への回答を依頼し、目標とした標本数(2,000世帯)に回答数が到達した時点で調査を終了した。その結果、2,085世帯からの有効回答を得ることができた(回収率は35.4%)。

B2. 調査項目

表-2に質問内容を示す。質問は、「回答者属性」「住宅属性」「設備」「住まい方」「知識・対策」に大別される。断熱等級に関しては、居間の窓ガラスの枚数と窓枠の材質を組み合わせで判別³⁾した。居室の換気方式については、第1種機械換気(ノンダクト)、第1種機械換気(熱交換器付き)、第3種機械換気(ダクト式)、第3種機械換気(ダク

トなし)、第3種機械換気に分類できると想定した。調査対象住宅にこれらの換気設備が設置されているかを把握するために、アンケートでは、換気扇(換気ファン)の設置位置と給気口の設置の有無と位置を尋ね、それらの組み合わせにより、換気設備の方式を振り分けて判別⁴⁾した。

なお、回答者の職業・年齢・性別・家族構成については、インターネット調査会社から情報を得ている。

C. 研究結果および考察

C1. 基本属性に関する単純集計結果

表-3に主な結果を地域別に示す。

回答者の性別は、男性の割合が若干高い。年代については、40代と50代の割合が高く、全体の半数を占め、60代以上の回答者は全体の30%近くになっている。

住宅の建築年は、「昭和61～平成7年」「平成8年～平成15年」「平成16年～平成25年」がそれぞれ20%程度ある。断熱等級については、東京と長崎では「断熱等級2」が50%以上を占めているが、北海道や東北・福井の寒冷な地域では、「断熱等級1」の割合が高い。各地域とも、「断熱等級3」が30%前後、「断熱等級4」が7%程度となっている。このような傾向には、断熱等級の判別に用いた方法では、寒冷な地域ほど、水準が厳しく設定されていることが影響している。居室の換気方式では、換気設備の「設置なし・不明」の住宅の割合が東北・福井、東京では40%前後、長崎では52.2%となっている。北海道と本州では、「3種ダクトなし」の割合が最も高く30%前後、次いで「3種ダクト式」となっている。「1種熱交換」の保有割合は10%程度である。

24時間換気システムの使用頻度について、「1年中常に使用」の割合は、北海道では25.8%、東北・福井では20.9%、東京では18.1%であるのに対して、長崎では8.7%である。冬期の暖房時間について、東京と長崎では、居間の暖房を80%前後の世帯が「在室時のみ」としている。北海道では、「一日中暖房する」割合が59.3%と他の地域と比べて高い。寝室については、「1日中」「就寝

時「起床時」に暖房をしている世帯の割合がそれぞれ20%以下であり、居間よりは暖房時間が短い。

冬期の脱衣所・浴室の寒さは、東北・福井、東京と長崎の方が寒さを感じる傾向が見て取れ、「やや寒」「寒い」が30%程度、「非常に寒い」が長崎では21.7%となっている。北海道では、「どちらでもない」との回答の割合が36.9%と本州や長崎よりも高く、室内で寒さを感じる割合は相対的に低いことは興味深い。過去一年間に室内で結露やカビが発生した世帯の割合は、結露が50～60%、カビが30%程度となっている。結露やカビの発生は北海道の割合が若干低くなっている。

冬期においては、室内の過乾燥への知覚が健康と関連深いことが指摘されている^{5),6)}。乾燥による身体等への影響として「のどが渇く」「くちびるが渇く」などが、各地域とも20%前後の世帯で申告されている。「特になし」との回答は長崎で最も割合が低く30.4%、東北・福井では39.3%と最も高い。また、通院中の症状として、「喘息」が3%前後、「アレルギー性鼻炎」が10%前後である。「花粉症」は、北海道で低く、東京では22.2%と最も割合が高い。「高血圧」は10%前後である。

C2. クロス集計結果

図-1に断熱等級と室内での寒さ、結露・カビの発生のカロス集計の結果を示す。脱衣所・浴室・トイレの寒さについては、断熱等級が高いほど寒さを感じる世帯の割合が低下する傾向が見られた。また、結露・カビの発生についても、断熱等級が高いほど発生割合が低い傾向が見られた。いずれの場合も、 χ^2 検定によれば断熱等級との間に有意な関連性が認められている。従って、断熱性能が高い住宅では、室内環境の質も向上する傾向が窺える。しかしながら、断熱等級4の住宅であっても、室内の寒さや結露・カビの発生を訴えているため、居住リテラシーの欠如が原因であるとするならば、居住者への情報の共有が必要になるだろう。

図-2に24時間換気設備の有無と結露・カビの発生状況のカロス集計の結果を示す。換気設備を有する住宅ほど、結露・カビの発生割合が低くな

っており、両者の関係は統計的に有意である。図-1の場合と同様に、24時間換気設備を備えていても、それを使用しなければ室内環境は適切に維持されない。図-2においても、換気設備を有していても、49.6%の世帯では結露が発生し、28.0%の世帯ではカビの発生が認められている。

図-3にヒートショックに関する知識と寒さの感じ方のクロス集計の結果を示す。脱衣所・浴室・トイレの寒さについて、ヒートショックに関する知識がある人の方が寒いと感じている割合が高い傾向が見られた。知識がある人は寒さする閾値が低く、問題意識が相対的に高いことが予想される。一方、「非常に寒い」と感じている割合は、知識のない人の方が若干高い。ヒートショックに対する備えが十分でない状態で劣悪な環境に暴露されているとすれば、居住環境の健康リスクは高いことになる。

C3. 暴露環境と健康についての統計分析

室内環境のうち温熱環境に関連する暴露要因が、医師に診断された症状にどの程度影響するかを把握するために、交絡要因の影響を除いた上でロジスティック回帰分析を行った。ここでは、従属変数に「アレルギー性鼻炎」「アレルギー性皮膚炎」「喘息」「高血圧」の有無、独立変数には、室内の寒さやカビの発生状況、乾燥感、臭いの知覚の有無を投入して調整オッズ比(AOR)を算出した。なお、交絡要因として、性別、年齢、喫煙状況、ペットの有無、地域を投入したが、「高血圧」のロジスティックモデル作成の際には、地域のみを交絡要因とした。解析には、IBM SPSS Statistics v23を用いた。

アレルギー性鼻炎に対する分析結果を表-4に示す。室内でのカビの発生が「3カ所以上」(AOR=2.26, $p<0.05$)世帯では、症状を有意に有していることがわかる。カビの発生は室内のダンプネスによる汚染を代表しているが、目視される箇所が多いほど、症状を有する可能性が高くなるといえる。また、「室内での乾燥感」を有する(AOR=2.05, $p<0.001$)ほど、症状を有意に有していることも確認された。先の、ダンプネスに伴うカビの発生とともに、乾燥感の知覚との関連が深

いことが示され興味深い。乾燥感の知覚は、必ずしも低湿度な状態と関連する訳ではないことは既に指摘^{5),6)}されており、この結果は既往の知見を裏付けることになる。恐らく、ダンプネスの汚染とドライネス(乾燥感)な環境とは共存する可能性があることが窺える。「室内での臭気」を知覚(AOR=1.50, $p<0.05$)する方がアレルギー性鼻炎を有意に訴えているが、室内空気環境の清浄性が低下することが症状に関連することも確認できる。

アレルギー性皮膚炎に対する分析結果を表-5に示す。浴室の寒さに対して「寒い」(AOR=3.37, $p<0.05$)と認識する方が、症状を有意に有している。アレルギー性鼻炎の場合と同様に、室内でのカビの発生が「3カ所以上」(AOR=2.26, $p<0.05$)の世帯では、症状を有意に有している。オッズ比のトレンドを見ると、発生箇所が多くなるにつれて、症状を有する可能性が高くなることが示される。また、アレルギー性皮膚炎では、室内環境の暴露要因として浴室の寒さとカビの発生が有意に関連していることが確認される。

喘息に対する分析結果を表-6に示す。喘息については、症状の有意に関連する暴露要因が少なく、カビの発生のみが該当する。室内でのカビの発生が「3カ所以上」(AOR=2.28, $p<0.05$)の世帯では、症状を有意に有する。また、発生箇所が多くなるほど、症状を有する可能性も高くなることを確認できる(p for trend, $p<0.05$)。喘息の症状と室内でのカビの発生とは関連性が深いことは既往研究と整合しており、本調査においても同様の結果を得ることができた。

高血圧に対する分析結果を表-7に示す。症状の発症については、個人属性の影響が大きいと判断し、性別、年代、喫煙の頻度、飲酒の頻度を独立変数としたモデルを作成した。性別は「男性」(AOR=2.81, $p<0.001$)、年代は「60才代以上」(AOR=11.82, $p<0.001$)、飲酒の頻度は「毎日」(AOR=1.95, $p<0.01$)であることが、有意に高血圧の症状を有することがわかる。室内環境による暴露要因との関連性を確認することができないが、室内での乾燥感が「ある」(AOR=1.72,

$p<0.001$)方が、有意に高血圧の症状を有する。乾燥感については、個人の知覚により判断されるため、症状を有する居住者の方が、のどや鼻などの乾燥を訴える可能性が高いことが示唆される。

D. まとめ

住宅内における健康リスク要因についての知見を得るために、過去に実施したアンケート調査のデータを用いて、室内での環境暴露と健康との関連性を評価した。ここでは、どのような室内環境要因に配慮すべきかに着目して、得られたデータの特徴を示すとともに、ロジスティック回帰分析を通じて、環境暴露要因と室内環境や健康との関連性に着目して考察した。その結果、以下のことがわかった。

①住宅の断熱等級について、北海道や東北・福井の寒冷な地域では温暖な地域と比べて「断熱等級1」の割合が高いが、各地域とも「断熱等級4」が7%程度である。居室の換気方式では、換気設備の「設置なし・不明」の住宅の割合が40%~50%となっている。北海道と本州では、「3種ダクトなし」の割合が30%前後と最も高く、次いで「3種ダクト式」となっている。「1種熱交換」の保有割合は10%程度である。24時間換気システムの使用頻度について、「1年中常に使用」の割合は、北海道では25.8%、東北・福井では20.9%、東京では18.1%であるのに対して、長崎では8.7%であった。

②冬期の暖房時間について、東京と長崎では、居間の暖房を80%前後の世帯が「在室時のみ」としている。北海道では、「一日中暖房する」割合が59.3%と他の地域と比べて高い。冬期の脱衣所・浴室の寒さは、東北・福井、東京と長崎の方が寒さを感じる傾向が見て取れ、「やや寒」「寒い」が30%程度、「非常に寒い」が長崎では21.7%となっている。北海道では、「どちらでもない」との回答の割合が36.9%と本州や長崎よりも高く、室内で寒さを感じる割合は相対的に低い。

③過去一年間に室内で結露やカビが発生した世帯の割合は、結露が50~60%、カビが30%程度となっている。結露やカビの発生は北海道の割合

が若干低くなっている。冬期における乾燥による身体等への影響として「のどが渇く」「くちびるが渇く」などが、各地域とも20%前後の世帯で申告されている。

④通院中の症状として、「喘息」が3%前後、「アレルギー性鼻炎」が10%前後である。「花粉症」は、北海道で低く、東京では22.2%と最も割合が高い。「高血圧」は10%前後である。

⑤断熱等級が高いほど脱衣室やトイレで寒さを感じる世帯の割合が低下する傾向が見られる。また、結露・カビの発生についても、断熱等級が高いほど発生割合が低い。また、換気設備を有する住宅ほど、結露・カビの発生割合が低くなっているが、換気設備を有していても、49.6%の世帯では結露が発生し、28.0%の世帯ではカビの発生が認められている。

⑥ロジスティック回帰分析による解析結果により、「アレルギー性鼻炎」「アレルギー性皮膚炎」「喘息」のいずれも、室内でのカビの発生箇所が増えるにつれて、症状を有する可能性が有意に高くなることが確認された。「アレルギー性鼻炎」に対しては乾燥感や臭気の知覚、「アレルギー性皮膚炎」に対しては浴室の寒さにも関連性があるが、カビの発生がいずれの症状にも関連していることは注目すべきである。

⑦「高血圧」に対するロジスティック回帰分析の解析結果より、症状には個人属性の影響が大きく、性別、年齢、飲酒の頻度との関連性が確認された。室内環境による暴露要因との関連性を確認することができないが、室内での乾燥感が「ある」場合に有意に高血圧の症状を有する。乾燥感については、個人の知覚により判断されるため、症状を有する居住者の方が、のどや鼻などの乾燥を訴える可能性が高いことが示唆される。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) 阪東美智子, 長谷川兼一, 林基哉: 戸建住宅居住者の居住環境と生活習慣に関する WEB 調査, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 建築社会システム, pp.355-356, 2018 年 9 月.
- 2) 長谷川兼一, 三澤彩乃, 竹内仁哉, 阪東美智子, 林基哉: 戸建住宅居住者の居住環境と生活習慣に関する WEB 調査その 2 室内環境の形成要因に関する統計解析, 日本建築学会東北支部研究報告集, 計画系, 第 82 巻, pp.37-40, 2019 年 6 月.
- 3) 伊香賀俊治, 江口里佳, 村上周三, 岩前篤, 星且二, 水石仁, 川久保俊, 奥村公美: 健康維持がもたらす間接的便益(NEB)を考慮した住宅断熱の投資評価, 日本建築学会環境系論文集, Vol.76, No.666, pp.735-740, 2011 年.
- 4) Kenichi Hasegawa and Hiroshi Yoshino: National Survey on Ventilation Systems and Occupants' Health in Japanese Homes, The International Journal of Ventilation, Vol. 13, No.2, pp.141-152, 2014.
- 5) Peder Wolkoff: The mystery of dry indoor air - An overview, Environment International, No.121. pp.1058-1065, 2018.
- 6) 長谷川兼一, 吉野博, 三田村輝明: 住宅における乾燥感の実態と乾燥による健康影響に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, No.760,, pp.587-596, 2019 年 6 月.

表-1 アンケート調査の配付数と回収数

地域	目標標本数	配付対象数	有効回答数	回収率
北海道	2,000	5,891	528	35.4
秋田県			112	
宮城県			214	
東京都			1078	
福井県			61	
長崎県			92	
合計			2,000	

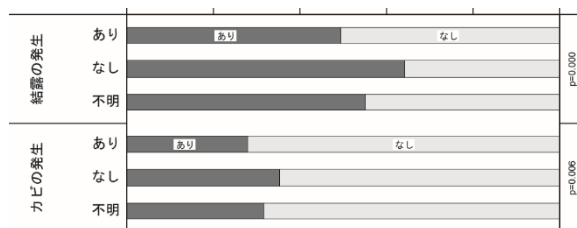


図-2 24時間換気システムとのクロス集計

表-2 アンケート調査の項目

回答者属性	年齢, 性別, 職業
住宅属性	建築年, 工法, 床材, 窓構成
設備	換気扇・給気口の設置場所, 暖房器具, 熱交換機能, 24時間換気システム, 浴室暖房設備
住まい方	設備の使用・清掃状況, 設定温湿度
室内環境	寒さの感じ方, 結露・カビ・臭気の発生, 室内での危険箇所
知識・対策	カビ・湿気・ダニ・入浴事故・空気汚染・インフルエンザ・熱中症への対策, ヒートショック・シックハウス・熱中症についての知識
体調	乾燥による身体的症状, 住宅内の体調不良

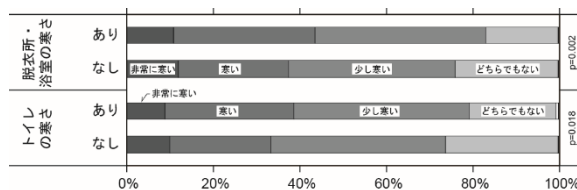


図-3 ヒートショックの知識とのクロス集計

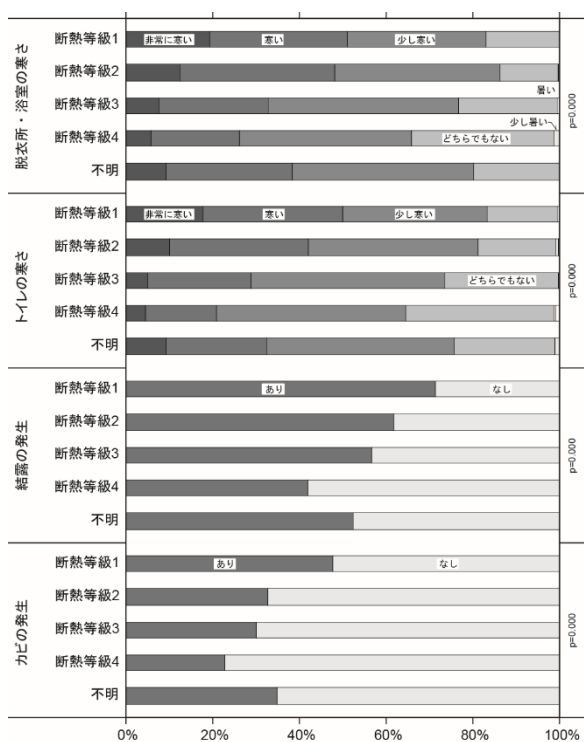


図-1 断熱等級とのクロス集計

表-3 主な質問に対する集計結果

調査項目		北海道 N=528	東北・福井 N=387	東京 N=1,078	長崎 N=92	全体 N=2,085	
		度数 (%)	度数 (%)	度数 (%)	度数 (%)	度数 (%)	
性別	男性	283 (53.6)	210 (54.3)	644 (59.7)	48 (52.2)	1185	(56.8)
	女性	245 (46.4)	177 (45.7)	434 (40.3)	44 (47.8)	900	(43.2)
年代	20-29歳	20 (3.8)	22 (5.7)	46 (4.3)	9 (9.8)	97	(4.7)
	30-39歳	71 (13.4)	52 (13.4)	83 (7.7)	14 (15.2)	220	(10.6)
	40-49歳	127 (24.1)	112 (28.9)	243 (22.5)	23 (25.0)	505	(24.2)
	50-59歳	162 (30.7)	110 (28.4)	393 (36.5)	23 (25.0)	688	(33.0)
	60-69歳	148 (28.0)	91 (23.5)	313 (29.0)	23 (25.0)	575	(27.6)
住宅の建築年	昭和50年以前	42 (8.0)	42 (10.9)	98 (9.1)	11 (12.0)	193	(9.3)
	昭和51年～昭和60年	70 (13.3)	56 (14.5)	98 (9.1)	9 (9.8)	233	(11.2)
	昭和61年～平成7年	140 (26.5)	84 (21.7)	217 (20.1)	24 (26.1)	465	(22.3)
	平成8年～平成15年	105 (19.9)	73 (18.9)	263 (24.4)	13 (14.1)	454	(21.8)
	平成16年～平成25年	90 (17.0)	77 (19.9)	269 (25.0)	17 (18.5)	453	(21.7)
	平成26年以降	33 (6.3)	25 (6.5)	73 (6.8)	5 (5.4)	136	(6.5)
	不明	48 (9.1)	30 (7.8)	60 (5.6)	13 (14.1)	151	(7.2)
断熱等級	断熱等級1	89 (16.9)	159 (41.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	248	(11.9)
	断熱等級2	181 (34.3)	128 (33.1)	635 (58.9)	53 (57.6)	997	(47.8)
	断熱等級3	185 (35.0)	69 (17.8)	316 (29.3)	31 (33.7)	601	(28.8)
	断熱等級4	37 (7.0)	12 (3.1)	98 (9.1)	6 (6.5)	153	(7.3)
	不明	36 (6.8)	19 (4.9)	29 (2.7)	2 (2.2)	86	(4.1)
換気方式	1種個別	41 (7.8)	39 (10.1)	52 (4.8)	12 (13.0)	144	(6.9)
	1種熱交換	48 (9.1)	52 (13.4)	65 (6.0)	12 (13.0)	177	(8.5)
	3種ダクト式	140 (26.5)	66 (17.1)	195 (18.1)	8 (8.7)	409	(19.6)
	3種ダクトなし	180 (34.1)	78 (20.2)	330 (30.6)	12 (13.0)	600	(28.8)
	設置なし・不明	119 (22.5)	152 (39.3)	436 (40.4)	48 (52.2)	755	(36.2)
24時間換気システム使用頻度	1年中常に使用	136 (25.8)	81 (20.9)	202 (18.7)	8 (8.7)	427	(20.5)
	寒い時期のみ使用	7 (1.3)	2 (0.5)	9 (0.8)	3 (3.3)	21	(1.0)
	暑い時期のみ使用	17 (3.2)	6 (1.6)	18 (1.7)	3 (3.3)	44	(2.1)
	在宅時のみ使用	3 (0.6)	4 (1.0)	14 (1.3)	1 (1.1)	22	(1.1)
	使用していない	2 (0.4)	5 (1.3)	54 (5.0)	3 (3.3)	64	(3.1)
冬期暖房時間	居間は1日中暖房	313 (59.3)	110 (28.4)	156 (14.5)	13 (14.1)	592	(28.4)
	居間は人がいる時のみ暖房	172 (32.6)	250 (64.6)	760 (70.5)	63 (68.5)	1245	(59.7)
	寝室は1日中暖房	89 (16.9)	18 (4.7)	21 (1.9)	2 (2.2)	130	(6.2)
	寝室は就寝時に暖房	65 (12.3)	92 (23.8)	238 (22.1)	13 (14.1)	408	(19.6)
	寝室は起床時に暖房	59 (11.2)	53 (13.7)	153 (14.2)	10 (10.9)	275	(13.2)
	ほとんど暖房していない	14 (2.7)	15 (3.9)	93 (8.6)	10 (10.9)	132	(6.3)
冬の脱衣所・浴室の寒さ	非常に寒い	28 (5.3)	65 (16.8)	121 (11.2)	20 (21.7)	234	(11.2)
	寒い	79 (15.0)	126 (32.6)	408 (37.8)	29 (31.5)	642	(30.8)
	やや寒い	222 (42.0)	134 (34.6)	432 (40.1)	33 (35.9)	821	(39.4)
	どちらでもない	195 (36.9)	60 (15.5)	115 (10.7)	10 (10.9)	380	(18.2)
	やや暑い	3 (0.6)	2 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	5	(0.2)
	暑い	1 (0.2)	0 (0.0)	2 (0.2)	0 (0.0)	3	(0.1)
結露の発生(過去一年以内)	あり	281 (53.2)	258 (66.7)	644 (59.7)	59 (64.1)	1,242	(59.6)
	なし	247 (46.8)	129 (33.3)	434 (40.3)	33 (35.9)	843	(40.4)
カビの発生(過去一年以内)	あり	173 (32.8)	151 (39.0)	334 (31.0)	32 (34.8)	690	(33.1)
	なし	355 (67.2)	236 (61.0)	744 (69.0)	60 (65.2)	1,395	(66.9)
乾燥による身体等への影響	のどが渇く	143 (27.1)	111 (28.7)	318 (29.5)	29 (31.5)	601	(28.8)
	くちびるが渇く	144 (27.3)	117 (30.2)	337 (31.3)	22 (23.9)	620	(29.7)
	肌がかさつく	131 (24.8)	106 (27.4)	281 (26.1)	22 (23.9)	540	(25.9)
	肌がかゆくなる	118 (22.3)	64 (16.5)	214 (19.9)	23 (25.0)	419	(20.1)
	目が乾く(ドライアイ)	52 (9.8)	68 (17.6)	133 (12.3)	12 (13.0)	265	(12.7)
	静電気がおこる	119 (22.5)	83 (21.4)	249 (23.1)	18 (19.6)	469	(22.5)
	特になし	197 (37.3)	152 (39.3)	364 (33.8)	28 (30.4)	741	(35.5)
通院中の主な症状	喘息	17 (3.2)	11 (2.8)	37 (3.4)	4 (4.3)	69	(3.3)
	アトピー性皮膚炎	16 (3.0)	15 (3.9)	27 (2.5)	6 (6.5)	64	(3.1)
	花粉症	34 (6.4)	51 (13.2)	239 (22.2)	13 (14.1)	337	(16.2)
	アレルギー性鼻炎	56 (10.6)	45 (11.6)	84 (7.8)	11 (12.0)	196	(9.4)
	高血圧	55 (10.4)	50 (12.9)	119 (11.0)	10 (10.9)	234	(11.2)
	糖尿病	28 (5.3)	16 (4.1)	42 (3.9)	6 (6.5)	92	(4.4)
	特になし	352 (66.7)	228 (58.9)	615 (57.1)	48 (52.2)	1,243	(59.6)

表-4 アレルギー性鼻炎に対する関連要因のオッズ比

要因	度数	アレルギー性鼻炎(n=193) AOR ^a (95%CI)	
浴室の寒さ			
どちらでもない	376	1.00	
やや寒い	819	0.68	(0.40-1.14)
寒い	874	0.58	(0.32-1.05)
p for trend			p=0.192
トイレの寒さ			
どちらでもない	448	1.00	
やや寒い	844	1.46	(0.87-2.45)
寒い	777	1.42	(0.77-2.61)
p for trend			p=0.351
室内でのカビの発生箇所			
なし	1,382	1.00	
1カ所	333	1.05	(0.68-1.62)
2カ所	184	1.44	(0.88-2.36)
3カ所以上	167	2.26 ***	(1.42-3.59)
p for trend			p<0.05
室内での乾燥感			
なし	835	1.00	
あり	1,234	2.05 ***	(1.41-2.96)
室内での臭気			
なし	1,480	1.00	
あり	589	1.50 *	(1.08-2.09)

^a 交絡要因: 性別, 年代, 喫煙状況, ペットの有無, 地域
CI = confidence interval; * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

表-6 喘息に対する関連要因のオッズ比

要因	度数	鼻炎(n=68) AOR ^a (95%CI)	
浴室の寒さ			
どちらでもない	376	1.00	
やや寒い	819	0.94	(0.40-2.22)
寒い	874	0.80	(0.30-2.14)
p for trend			p=0.873
トイレの寒さ			
どちらでもない	448	0.28	
やや寒い	844	1.46	(0.68-3.70)
寒い	777	0.63	(0.47-3.45)
p for trend			p=0.514
室内でのカビの発生箇所			
なし	1,382	1.00	
1カ所	333	1.46	(0.76-2.79)
2カ所	184	1.55	(0.70-3.43)
3カ所以上	167	2.28 *	(1.07-4.85)
p for trend			p<0.05
室内での乾燥感			
なし	835	1.00	
あり	1,234	1.07	(0.62-1.82)

^a 交絡要因: 性別, 年代, 喫煙状況, ペットの有無, 地域
CI = confidence interval; * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

表-5 アレルギー性皮膚炎に対する関連要因のオッズ比

要因	度数	アレルギー性皮膚点(n=63) AOR ^a (95%CI)	
浴室の寒さ			
どちらでもない	376	1.00	
やや寒い	819	2.75	(0.93-8.12)
寒い	874	3.37 *	(1.05-10.8)
p for trend			p=0.120
トイレの寒さ			
どちらでもない	448	1.00	
やや寒い	844	0.56	(0.25-1.24)
寒い	777	0.41	(0.17-1.02)
p for trend			p=0.155
室内でのカビの発生箇所			
なし	1,385	1.00	
1カ所	333	1.76	(0.91-3.42)
2カ所	184	1.77	(0.78-4.03)
3カ所以上	167	2.82 **	(1.33-5.98)
p for trend			p<0.05
室内での乾燥感			
なし	835	1.00	
あり	1,234	1.62	(0.85-3.06)
室内での臭気			
なし	1,480	1.00	
あり	589	1.59	(0.92-2.74)

^a 交絡要因: 性別, 年代, 喫煙状況, ペットの有無, 地域
CI = confidence interval; * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

表-7 高血圧に対する関連要因のオッズ比

要因	度数	高血圧(n=234) AOR ^a (95%CI)	
性別			
女性	896	1.00	
男性	1,173	2.81 ***	(1.94-4.08)
年代			
20代	97	1.00	
30代	216	0.64	(0.10-3.91)
40代	503	1.93	(0.44-8.40)
50代	682	4.40	(1.05-18.5)
60代以上	571	11.82 ***	(2.83-49.4)
p for trend			p<0.001
喫煙の頻度			
吸わない	1,160	1.00	
以前喫煙していた	436	0.95	(0.64-1.39)
時々	40	1.85	(0.71-4.80)
毎日	436	1.37	(0.96-1.94)
p for trend			p=0.145
飲酒の頻度			
飲まない	451	1.00	
毎日	353	1.95 **	(1.29-2.94)
週3~6日	273	1.38	(0.87-2.19)
週1~2日	306	0.98	(0.57-1.68)
ほとんど飲まない	686	0.97	(0.56-1.67)
p for trend			p<0.01
浴室の寒さ			
どちらでもない	376	1.00	
やや寒い	819	1.10	(0.67-1.78)
寒い	874	1.24	(0.69-2.22)
p for trend			p=0.763
トイレの寒さ			
どちらでもない	448	1.00	
やや寒い	844	1.11	(0.70-1.75)
寒い	777	1.04	(0.59-1.84)
p for trend			p=0.895
室内でのカビの発生箇所			
なし	1,385	1.00	
1カ所	333	0.85	(0.56-1.29)
2カ所	184	1.01	(0.60-1.70)
3カ所以上	167	0.86	(0.47-1.60)
p for trend			p=0.860
室内での乾燥感			
なし	835	1.00	
あり	1,234	1.72 ***	(1.26-2.34)

^a 交絡要因: 地域

CI = confidence interval; * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

健康増進のための住環境についての研究

化学物質の健康影響と指針値に関する分析と課題抽出

研究分担者 東 賢一 近畿大学医学部 准教授

研究要旨

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。このうち室内環境化学物質については、国際機関や国内外で室内空气中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。本分担研究では、室内環境中の化学物質について、近年における国際機関や国内外の取り組みに関する情報を収集・整理し、今後の課題をとりまとめた。

室内環境中の化学物質による健康影響に対する国内外の取り組みは、室内空气中濃度の指針値（またはガイドライン）の作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。世界保健期間（WHO）は、各国の取り組みにおいて利用可能な情報や指針を提供する目的で、空気質ガイドラインを1987年から提供し始め、既存物質のガイドラインのアップデートや新たな物質に対するガイドラインの作成等を継続している。これまでのガイドラインは、単一の曝露経路かつ単一の物質を主眼においたガイドラインであった。しかしながら、室内環境においては、単一の物質であっても吸入、経口、経皮等の複数の曝露経路（aggregate exposure）を有する物質や、類似した有害性を有する複数の共存物質に複合曝露（combined exposure）することによる健康リスクが懸念されており、このことを考慮したリスク評価やリスク管理が欧州連合ではすでに一部で始まっている。この問題は、日本においても同様であり、これらの健康リスクに対するリスク評価及びリスク管理手法の検討が必要であると考えられる。また、指針値を策定すると、指針値が策定されていない物質に代替されることにより、新たな健康影響を生じることがあることや、製品に含まれず施工後の建築物で二次生成する化学物質による健康影響も報告されている。このような問題に対する対応も今後検討する必要がある、継続的な住居用建築物における実態調査はその1つの方法と考えられる。

A. 研究目的

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。このうち室内環境化学物質に

ついては、国際機関や国内外で室内空气中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。

本分担研究では、室内環境中の化学物質について、近年における国際機関や国内外の取り組みに関する情報を収集・整理し、今後の課題をとりま

とめる。

B. 研究方法

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で調査する。近年、主だった活動が見受けられた世界保健機関(WHO)及びその欧州地域事務局(WHO 欧州)、欧州と北米を主な調査対象国とする。また、国際シンポジウムや国際ワークショップに参加し、国際的な動向や諸外国の動向に関する情報収集や情報交換を実施する。

(倫理面での配慮)

本研究は、公表されている既存資料を中心とした情報収集を行った後、それらの整理を客観的におこなうものであり、特定の個人のプライバシーに係わるような情報を取り扱うものではない。資料の収集・整理にあたっては、公平な立場をとり、事実のみにもとづいて行う。本研究は、動物実験および個人情報扱うものではなく、研究倫理委員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

C. 研究結果及び考察

C1. 厚生労働省の室内濃度指針値の状況

厚生労働省は、主としてシックハウス症候群への対策として、室内濃度指針値を策定してきた。室内濃度指針値は、現時点で入手可能な化学物質の有害性に関する科学的知見をもとに、有害性の量反応評価から、人がその濃度の空気を一生涯にわたって吸入しても有害な影響が何ら生じないであろうと判断された値である。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はないが、因果関係が明確になっていなくても、現時点で入手可能な有害性に関する科学的知見をもとに室内濃度指針値を策定し、それを下回る室内空気質を確保することによって、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することができるであろうという基

本理念に基づいている。

厚生労働省は、2000年から2002年にかけて13種類の化学物質に対して室内濃度指針値を策定した。その結果、2000年から2005年にかけて、ホルムアルデヒドで28.7%から1.5%、トルエンで13.6%から0.3%と室内濃度指針値を超えている家屋の割合は、5年間で大幅に減少した。しかしその後約10年が経過し、指針値が設定されている化学物質の代替物質として新たな化学物質が使用されているとの指摘が国内であること、揮発性有機化合物(VOC)よりも揮発性が低い準揮発性有機化合物(SVOC)による室内汚染が報告されてきたこと、細菌由来の揮発性有機化合物(MVOC)類が検出されてきたこと、WHOの室内空気質ガイドラインとの整合性について検討する必要があることなどが課題としてあげられた。そして、これまで策定された室内濃度指針値の超過実態を改めて把握するとともに、化学物質の発生源と室内濃度との関係に係る科学的知見を踏まえ、室内濃度指針値の設定のあり方や見直し方法などを検討するため、2012年にシックハウス問題に関する検討会が再開され、検討が実施されている。

これまで検討会では、指針値の見直し方法とそのスキームを新たに提案し、そのスキームに基づいて全国規模の室内環境中化学物質の実態調査を実施し、初期リスク評価を実施した。その結果、2-エチル-1-ヘキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレートに対して室内濃度指針値案が提示され、キシレン、エチルベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル(DnBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP)の室内濃度指針値改正案が提示された。その後パブリックコメントを経て、キシレン、DnBP、DEHPの室内濃度指針値が2019年1月17日に改正され、その他の物質は検討継続となっている。

C2. WHOの空気質ガイドラインの状況

WHOは、1987年、2000年、2005年に空気質ガイドラインを公表してきた。WHOの空気質ガイドラインは、大気と室内の両方に適用可能とさ

れている。しかしながら、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る。また、多種類の細菌やカビなどの微生物による汚染もある。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ない。WHOのこれまでのガイドラインは、主に大気の大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あった。

これらのことを踏まえ、室内空気質の管理は、大気とは異なったアプローチが必要であることから、2006年より室内空気質ガイドラインの作成に着手し、2009年に湿気とカビの室内空気質ガイドライン、2010年に汚染物質の室内空気質ガイドライン、2014年に室内における燃料の燃焼に関するガイドラインを公表した。

その後WHOは、空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたり、近年のエビデンスのレビューを2015年に実施し、10月にボンで開催された専門家会合での評価結果を公表した。喫緊に再評価が必要なグループ1の物質は、粒子状物質（特にPM_{2.5}）、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素とした。再評価が強く推奨されるグループ2の物質は、カドミウム、クロム、鉛、ベンゼン、ダイオキシン類、多環芳香族炭化水素類（ベンゾ-a-ピレン）とした。その次に再評価が必要（再評価のエビデンスが存在）なグループ3の物質は、ヒ素、マンガン、白金、バナジウム、ブタジエン、トリクロロエチレン、アクリロニトリル、硫化水素、塩化ビニル、トルエン、ニッケルとなっている。再評価が不要と判断されたグループ4の物質は、水銀、石綿、ホルムアルデヒド、スチレン、テトラクロロエチレン、二酸化硫黄、フッ化物、ポリ塩化ビフェニル、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタンとされた。

なお、2018年10月30日から11月1日にかけてスイスのジュネーブで開催された「大気汚染と健康に関する世界会合」において、2016年以降空気質ガイドラインのアップデートを進めており、粒子状物質、二酸化窒素、オゾン、二酸化

硫黄、一酸化炭素、自然起源のミネラルダストのガイドラインを現在検討中と報告している。

C3. 諸外国の室内空気質指針値

ドイツ連邦環境庁は、2020年2月までに56の物質または物質群に対して室内空気質ガイドラインを定めており、2015年以降だけでも、トリクロロエチレン、2-ブタノンオキシム（メチルエチルケトキシム）、2-クロロプロパン、キシレン、C₇~C₈のアルキルベンゼン、プロピレングリコール、テトラクロロエチレン、2-フェノキシエタノール、1,2-ジクロロエタンに室内濃度指針値を定めていた。またこの間、ホルムアルデヒド、トルエン、二酸化窒素については再評価も実施している。なお、トルエンの再評価の際に、C₇~C₈のアルキルベンゼンの共存曝露の評価基準として、トルエン、キシレン、エチルベンゼンの各室内濃度指針値に対する各曝露濃度の比を足し算して1未満とすることが示された。これは、この3つの物質が類似した神経毒性を有することから、毒性の相加則が成立すると仮定したことによる。

フランスでは2020年2月までに14物質の評価を行っており、2014年以降、アセトアルデヒドとエチルベンゼンの室内空気指針値を定めている。また、この間にホルムアルデヒドの再評価を実施している。

カナダでは、2020年2月までに10物質の評価を行っている。室内空気質ガイドラインは、カナダの住宅で頻りに検出される物質に対して設定されてきたが、その他の物質のリスクを公衆衛生専門家がスクリーニングするための評価値として、室内空気評価値（Indoor Air Reference Levels: IARLs）を2018年2月から提供し始めた。この評価値は、カナダの室内空気質ガイドラインの付属データとして位置づけられており、米国環境保護庁のIRIS、米国カリフォルニア環境保護庁の有害性評価値、米国毒物疾病登録庁（ATSDR）の最小リスクレベルなどをそのまま用いることにより、25の物質（1,3-ブタジエン、1,4-ジクロロベンゼン、2-ブトキシエタノール、2-エトキシエタノール、3-クロロプロペン、アセトン、アクロレイン、アニリン、四塩化炭素、ク

ロロホルム、シクロヘキサン、ジクロロメタン、エピクロロヒドリン、エチルベンゼン、酸化エチレン、イソプロパノール、イソプロピルベンゼン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、プロピオンアルデヒド、酸化プロピレン、スチレン、テトラクロロエチレン、トルエンジイソシアネート、キシレン) に対して IARLs を設定している。

その他では、台湾の室内空気質法の概要をまとめた。

C4. フタル酸エステル類に対する室内環境規制

フタル酸エステル類は多くの製品で利用されており、揮発性が低いことから準揮発性有機化合物 (SVOC) に分類され、一般住宅の居住者は、フタル酸エステル類に対して、吸入曝露 (室内空気、大気)、経口曝露 (ダスト、飲食物)、経皮曝露 (室内空気、ダスト) の3つの経路から多経路多媒体曝露を受けている。従って、これらの複数の曝露経路に対してリスク管理を行うことが求められている。

このような状況において、欧州連合では、フタル酸エステル類に対する規制が 2020 年 7 月から REACH で強化される。フタル酸ジ-n-ブチル (DnBP)、フタル酸ジ-イソブチル (DiBP)、フタル酸ベンジルブチル (BBzP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP) は室内用途で全面的に規制される。また、DBP、BBzP、DEHP、フタル酸ジ-イソノニル (DINP) には共通の生殖毒性を有すると考えられることから、これらの4つのフタル酸エステルを対象としたグループ TDI (グループ耐容一日摂取量) が欧州食品安全庁 (EFSA) から提案された。これら4つの物質の総量 (共存曝露) を規制することが目的である。以上のように、欧州連合では、単一の物質を対象とした規制から、多経路多媒体曝露や類似した毒性を有する複数の物質の共存曝露を考慮した健康リスク評価およびリスク管理を導入するようになってきた。このことは、化学物質の規制において、大きな転換期になると考えられる。

C5. ドイツ連邦環境庁のリスク評価国際シンポジウム

2018 年 9 月に室内空気汚染物質の健康リスク評価の国際シンポジウムに出席した。このシンポジウムでは、WHO、ドイツ、フランス、アメリカ、カナダ、ベルギー、オーストリア、イギリスから、各国におけるガイドライン等の状況、その他、汚染源対策としての建材ラベリングについての講演と議論がなされた。詳細は、国際雑誌に論文として公表され、すでに 2020 年 2 月の時点で日本からの論文を含めて 3 報が公表されている。

C6. 2-エチル-1-ヘキサノールと水性塗料中の有機溶剤による室内汚染と健康影響について

1) 2-エチル-1-ヘキサノール

2-エチル-1-ヘキサノールは、それそのものが建築材料等に使用されているのではなく、建物に建材を施工した際の積層構造から特異的に二次生成した揮発性有機化合物である。具体的には、塩化ビニル樹脂の可塑剤として使用されるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP) とコンクリートのアルカリ成分の反応があり、コンクリートの床スラブに塩化ビニル樹脂製の床材を敷設する際に生じる。

このような二次生成物は、実態調査の際に測定対象物質になりにくく、1996 年から 1998 年にかけて全国規模で実施された戸建住宅の実態調査では、検出対象物質ではなかった。また、コンクリート製の床下地材の上に塩化ビニル樹脂製床材を施行する仕様は、戸建住宅ではなく、集合住宅、事務所、学校等の規模の大きい建築物に多くみられる。従って、実態の把握が遅れたと考えられる。2001 年以降に規模の大きい建築物を対象に名古屋地域を中心に行われた調査では、2-エチル-1-ヘキサノールの室内濃度が特異的に高い建物が見いだされ、シックハウス症候群様の症状との関係が報告されている。

2) 水性塗料中の有機溶剤

2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート (TMPD-MIB) と 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート (TMPD-DIB) は、主として水系エマルジョン塗料の造膜助剤や合成樹脂の可塑剤として利用されている。水系エマルジョン塗料は、いわゆる水

性塗料と呼ばれている。水性塗料に含まれている有機溶剤は、油性塗料ほどは多くないため、シックハウス症候群対策として、室内で使用される油性塗料は水性塗料に置き換えられてきた。しかしながら、水性塗料使用後の室内でシックハウス症候群様の症状を呈し、室内からは高い TMPD-MIB 濃度が検出された事例が複数報告されている。

室内濃度指針値が策定されると、関係業界は、指針値が策定された物質の使用を避け、指針値が策定されていない物質へと置き換えることで、室内空気汚染対策とすることがある。しかしながら、置き換えられた物質の健康リスクを適切に評価しなければ、置き換えられた物質によって新たに健康被害が生じる可能性がある。このことは、シロアリ防除剤でも以前からみられる傾向であり、今後の重要課題であると考えられる。

D. 総括

室内環境中の化学物質による健康影響に対する国内外の取り組みは、室内空気中濃度の指針値（またはガイドライン）の作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。WHO は、各国の取り組みにおいて利用可能な情報や指針を提供する目的で、空気質ガイドラインを 1987 年から提供し始め、既存物質のガイドラインのアップデートや新たな物質に対するガイドラインの作成等を継続している。これまでのガイドラインは、単一の曝露経路かつ単一の物質を主眼においたガイドラインであった。しかしながら、室内環境においては、単一の物質であっても吸入、経口、経皮等の複数の曝露経路（aggregate exposure）を有する物質や、類似した有害性を有する複数の共存物質に複合曝露（combined exposure）することによる健康リスクが懸念されており、このことを考慮したリスク評価やリスク管理が欧州連合ではすでに一部で始まっている。この問題は、日本においても同様であり、これらの健康リスクに対するリスク評価及びリスク管理手法の検討が必要であると考えられる。また、

指針値を策定すると、指針値が策定されていない物質に代替されることにより、新たな健康影響を生じることがあることや、製品に含まれず施工後の建築物で二次生成する化学物質による健康影響も報告されているこのような問題に対する対応も今後検討する必要がある、継続的な住居用建築物における実態調査はその 1 つの方法と考えられる。

- ・製品に含まれず施工後の建築物で二次生成する化学物質による健康リスク
- ・室内濃度指針値が策定されていない代替物質による健康リスク
- ・単一物質における多経路多媒体曝露（特に SVOC）による健康リスク
- ・類似した有害性を有する複数の化学物質の共存曝露（VOC、SVOC、PM などの揮発性に依存しない）による健康リスク

E. 研究業績等

（著者氏名・発表論文・学協会誌名・発表年（西暦）・巻号（最初と最後のページ））

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 健康リスクの立場からみた環境過敏症の予防について. 室内環境; 22(2), 203–208, 2019.
- 2) 東 賢一. 今後の室内空気汚染物質. 空気清浄; 57(2), 15–20, 2019.
- 3) 東 賢一. 室内化学物質汚染の現状と今後の対策. クリーンテクノロジー; 30(2), 41–45, 2020.
- 4) 東 賢一. 建築物環境衛生管理基準の設定根拠と近年の科学的知見. 空気清浄; 57(5), 4–13, 2020.

2. 書籍

- 1) Azuma K. Guidelines and Regulations for Indoor Environmental Quality, Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, pp.303–318, 2019.
- 2) 東 賢一. [対策] 室内汚染対策／室内環境指

針値、[物質編] マンガン及びその化合物. 大気環境の事典. 朝倉書店, 東京, 2019.

- 3) 東 賢一. WHO、諸外国の空気質ガイドライン. 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術. テクノシステム, 東京, 2019.

3. 学会発表

- 1) Azuma K, Inaba Y, Kim H, Bekki K, Hayashi M, Uchiyama I, Kunugita N. Health risk assessment of human exposure to phthalates-contaminated indoor dust in the environment of homes. 31st annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Utrecht, The Netherlands, 25-28 August 2019.
- 2) 東 賢一、稲葉洋平、金 勲、戸次加奈江、林 基哉、内山巖雄、櫻田尚樹. 一般住宅の室内ダストに含まれるフタル酸エステル類による居住者の健康リスク評価. 第 90 回日本衛生学会学術総会, 盛岡, 2020 年 3 月 26 日-28 日.

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

調査結果

1. 厚生労働省の室内濃度指針値

1996年に全国230戸の住宅で実施されたホルムアルデヒドの室内濃度の実態調査において、当時、世界保健機関欧州地域事務局（WHO 欧州）が公表していた室内空気質ガイドライン 0.1 mg/m^3 (0.08 ppm) を超えていた住宅の比率が約25%強であった。この結果を踏まえて、1997年にホルムアルデヒドの室内濃度指針値が策定された。また、1997年から1998年にかけて44の揮発性有機化合物（VOC）の室内濃度に関する全国規模の実態調査が行われ、一部の家屋では室内空気汚染が高いレベルにあることが明らかとなった。そのため厚生労働省は、室内空気汚染の問題に対応するため、2000年から2002年にかけて「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会」を開催し、13種類の化学物質に対して室内濃度指針値を策定した。

厚生労働省の室内濃度指針値は、現時点で入手可能な化学物質の有害性に関する科学的知見をもとに、有害性の量反応評価から、人がその濃度の空気を一生涯にわたって吸入しても有害な影響が何ら生じないであろうと判断された値である。一方、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はない。しかしながら、因果関係が明確になっていなくても、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によって、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することができるはず、というのが指針値の概念である。従って、室内濃度指針値は、化学物質による有害な影響を生じさせないうえで、それ以下が望ましいと判断された値である。室内濃度指針値は、居住環境のみならず、オフィスビル、教育施設、公共施設、医療機関、福祉施設、宿泊施設、飲食店、交通機関、地下街などを含め、原則として全ての室内空間に適用される。

厚生労働省がホルムアルデヒドとトルエンの室内濃度指針値を策定した後、これら2つの物質の室内濃度指針値を超えている家屋の割合は、2000年から2005年にかけて、ホルムアルデヒドで28.7%から1.5%、トルエンで13.6%から0.3%と5年間で大幅に減少した。しかしその後約10年が経過し、指針値が設定されている化学物質の代替物質として新たな化学物質が使用されているとの指摘が国内であること、VOCよりも揮発性が低いSVOCによる室内汚染が報告されてきたこと、細菌由来の揮発性有機化合物（MVOC）類が検出されてきたこと、世界保健機関（WHO）の室内空気質ガイドラインとの整合性について検討する必要があることなどが課題としてあげられた。そして、これまで策定された室内濃度指針値の超過実態を改めて把握するとともに、化学物質の発生源と室内濃度との関係に係る科学的知見を踏まえ、室内濃度指針値の設定のあり方や見直し方法などを検討するため、2012年にシックハウス問題に関する検討会が再開された。

これまで検討会では、関係省庁や関係団体等のシックハウス問題への取り組みに関するヒアリングを行い、並行して諸外国等の室内空気質規制の調査や居住環境におけるVOC等の実態調査を実施してきた。そして、表1-1に示す指針値の見直し方法とそのスキーム（図1-1）が提案された。このスキームに基づき初期リスク評価を行った結果、2-エチル-1-ヘキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレートに対して室内濃度指針値案が提示され、キシレン、エチルベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル（DnBP）、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル（DEHP）の室内濃度指針値改正案が提示された。その後パブリックコメントを経て、キシレン、DnBP、DEHPの室内濃度指針値が2019年1月17日に改正され、その他の物質は再検討を行うことになっている。これまでに室内濃度指針値が策定された物質を表1-2に示す。

表 1-1 室内濃度指針値の見直し方法

項目	内容
(1) 新たに指針値を設定する化学物質の選定基準	<p>1) WHO の室内空気質ガイドライン 例えばベンゼンやナフタレンなど、WHO が室内空気質ガイドラインを設定している化学物質については指針値の設定を検討する。但し、居住環境内における実態調査等で室内濃度がこれらのガイドラインを十分に下回っている場合には対象外とする。</p> <p>2) 居住環境内における揮発性有機化合物の実態調査等 居住環境内における実態調査等で検出された化学物質について、詳細な曝露濃度データを収集する。そして高濃度かつ高頻度で検出された化学物質を対象に指針値の設定を検討する。但し、室内発生源の寄与が低いと考えられる化学物質は対象外とする。</p> <p>3) 家庭用品等からの検出結果やシックハウス関連研究の知見等 家庭用品の調査結果やシックハウス症候群の実態調査結果などから指針値設定対象物質を選定する。</p>
(2) 指針値の設定手順	<p>上記の選定基準から指針値設定候補となった化学物質に対して曝露評価および初期リスク評価を行い、これまでに指針値が設定された化学物質の主要な用途や発生源を考慮しつつ、個別の化学物質の詳細な曝露評価およびリスク評価を行う。これらの結果を踏まえ、さらに指針値設定候補となる物質を絞り込んで優先付けを行い、指針値の設定を検討する。これらの手順をフローにしたものが図 1 のスキーム案である。また、指針値の設定にあたっては、実効性のある設定数とすること、健康影響の種類別にカテゴリー分けすること、慢性及び急性影響を別々に検討することなども考慮される。</p>
(3) 総揮発性有機化合物 (TVOC) の暫定目標値について	<p>TVOC の暫定目標値については、最新の知見等を踏まえ、その取扱いや測定の意義などについて検討するとともに、試験法の見直しを行う。</p>
(4) その他の課題	<p>その他としては、小児等の高感受性集団に関する不確実性への対応方法、室内空気やハウスダスト中の化学物質を監視するシステムの構築、SVOC の曝露評価方法などがあげられている。</p>

表 1-2 厚生労働省の室内濃度指針値

化学物質	室内濃度指針値 (µg/m ³)	主な排出源
ホルムアルデヒド	100 (0.08)	合板、接着剤
トルエン	260 (0.07)	接着剤、塗料
キシレン	200 (0.05)*	接着剤、塗料
パラジクロロベンゼン	240 (0.04)	防虫剤
エチルベンゼン	3800 (0.88)	断熱材、塗料、床材
スチレン	220 (0.05)	断熱材、塗料、床材
クロルピリホス	1 (0.00007)※小児 0.1	シロアリ駆除剤
フタル酸ジ-n-ブチル (DnBP)	17 (0.0015)*	軟質塩ビ樹脂、塗料
テトラデカン	330 (0.04)	接着剤、塗料
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)	100 (0.0063)*	軟質塩ビ樹脂、塗料
ダイアジノン	0.29 (0.00002)	シロアリ駆除剤
アセトアルデヒド	48 (0.03)	合板、接着剤
フェノブカルブ	33 (0.0038)	シロアリ駆除剤
ノナナール	41 (0.007) 暫定値	合板、接着剤
総揮発性有機化合物 (TVOC)	400 暫定目標値	内装材、家具、家庭用品

* 2019年1月17日改正

() 内は 25°C換算時の体積濃度 ppm

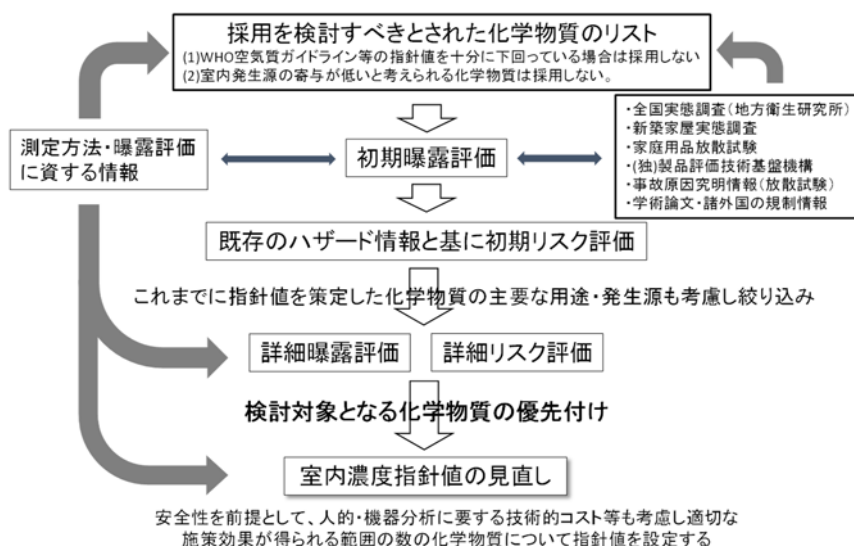


図 1-1 室内濃度指針値見直しスキーム

2. 世界保健機関の空気質ガイドライン

2. 1 欧州空気質ガイドラインのグローバル・アップデート

WHO 欧州は、欧州空気質ガイドライン第2版 (WHO Europe, 2000) を公表後、2002 年から 2004 年にかけて欧州地域で調査した報告等に基づき、2005 年に粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄の空気質ガイドラインの改訂作業を行った (WHO Europe, 2006a)。特に発展途上国

では、固形燃料の燃焼から生じるこれらの汚染物質によって、毎年多くの死亡者が発生している。本アップデートは、これらの汚染物質による公衆衛生問題に対処するために作成された。このガイドラインは、欧州諸国のみならず、世界中の国々におけるリスク評価や政策立案において利用されるよう、WHO 本部からも公表された (WHO, 2006)。表 1 にグローバル・アップデートのガイドラインを示す。

表 2-1 グローバル・アップデートのガイドライン

汚染物質	ガイドライン値($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	曝露時間
PM _{2.5}	25	24 時間平均値
	10	年間平均値
PM ₁₀	50	24 時間平均値
	20	年間平均値
オゾン	100	8 時間平均値
二酸化窒素	200	1 時間平均値
	40	年間平均値
二酸化硫黄	500	10 分間平均値
	20	24 時間平均値

2. 2 室内空気質ガイドライン

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る。また、多種類の細菌やカビなどの微生物による汚染もある。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ない。WHO のこれまでのガイドラインは、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あった。

室内空気質の管理は、大気とは異なったアプローチが必要である。そこで WHO 欧州事務局は、2006 年より、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た (WHO Europe, 2006b)。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のが検討された。その結果、このガイドラインは以下の 3 つのカテゴリーに分類された。2009 年に湿気とカビのガイドライン (WHO Europe, 2009)、2010 年に汚染物質に対する個別のガイドライン (WHO Europe, 2010)、2014 年に室内における燃料の燃焼に関するガイドラインが公表されている (WHO, 2014)。なお、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ある。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ている。

A : 汚染物質に対する個別のガイドライン
pollutant-specific guidelines

B : 湿気とカビのガイドライン guidelines for dampness and mould

C : 室内における燃料の燃焼に関するガイドラ

イン guidelines for indoor combustion of fuels.

(1) 汚染物質

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つであった。この基準に基づいて表2-2に示す物質が選定された。グループ1は、ガイドラインの作成が必要とされる物質である。グループ2は、現時点では科学的根拠に対して不確実性がある、または科学的根拠が十分ではない物質である。従って、今後の新しい科学的知見に応じて、将来ガイドラインの作成が必要と

なる可能性のある物質である。WHO 欧州事務局は、環境たばこ煙（ETS）のガイドラインに関する議論も行っている。WHO 欧州事務局は、ETSには安全な曝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の結論を示している(WHO Europe, 2006b)。

グループ1の物質のうち、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（表2-1）、室内空気にも適用可能である(WHO Europe, 2006a)。表2-3にこれらの物質の室内空気質ガイドラインを示す(WHO Europe, 2010)。表2-3のガイドラインのうち、特に一酸化炭素とホルムアルデヒドについては、新しい知見をもとに追加または修正された。

表2-2 汚染物質の一覧

グループ1	グループ2
ホルムアルデヒド	トルエン
ベンゼン	スチレン
ナフタレン	キシレン
二酸化窒素	アセトアルデヒド
一酸化炭素	ヘキサン
ラドン	一酸化窒素
粒子状物質 (PM _{2.5} , PM ₁₀)	オゾン
ハロゲン化合物	フタル酸エステル類
(テトラクロロエチレン, トリクロロエチレン)	殺生物剤、殺虫剤
多環芳香族炭化水素(特にベンゾ-a-ピレン)	難燃剤
	グリコールエステル類
	アスベスト
	二酸化炭素
	リモネン、ピネン
	総揮発性有機化合物 (TVOC)

一酸化炭素について、WHO 欧州事務局は、2000年に公表した一酸化炭素のガイドライン(WHO Europe, 2000)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（職業性曝露など）を作成

している。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ない。しかし、一酸化炭素への長期間曝露によって、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

ンを新たに作成した。

ホルムアルデヒドに関しては、近年、発がん性に関する評価が WHO の国際がん研究機関 (IARC) と米国保健福祉省の国家毒性計画 (NTP) で実施され、その結果が公表された。IARC は、2009 年 12 月に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し、グループ 1 に再評価した (IARC, 2009)。NTP も同様の報告書を 2010 年 1 月に公表した (NTP, 2010)。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っては、発がん性に関する IARC や NTP の評価結果も考慮したうえで、最近までの科学的知見を包括的にレ

ビューしている。WHO 欧州は、室内空気質ガイドラインを作成するにあたり、非発がん影響と発がん影響に分けて評価を行った。そして、発がん影響を考慮したうえで、30 分平均値で 0.1 mg/m^3 のガイドラインを公表した。このガイドラインは、長期曝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している。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、いかなる時間帯もこの値を超えないこととしている。つまりホルムアルデヒドのガイドラインには、天井値としての意味合いが含まれている。

表 2-3 WHO 欧州事務局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) いかなる時間帯もこの値を超えないこと ※長期曝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} ($\mu\text{g/m}^3$) ⁻¹ $17 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) $1.7 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-5} の発がんリスク) $0.17 \mu\text{g/m}^3$ (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	$10 \mu\text{g/m}^3$ (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	$200 \mu\text{g/m}^3$ (1 時間平均値) $40 \mu\text{g/m}^3$ (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	急性曝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： $15 \times 10^{-5} (\text{Bq/m}^3)^{-1}$ 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： $0.6 \times 10^{-5} (\text{Bq/m}^3)^{-1}$ 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) ※安全な曝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
トリクロロエチレン	ユニットリスク： $4.3 \times 10^{-7} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$ 230 $\mu\text{g/m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) 23 $\mu\text{g/m}^3$ (10^{-5} の発がんリスク) 2.3 $\mu\text{g/m}^3$ (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)
テトラクロロエチレン	250 $\mu\text{g/m}^3$ (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： $8.7 \times 10^{-5} (\text{ng/m}^3)^{-1}$ 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

(2) 湿気やカビ

ウイルス、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曝露は広範囲の健康影響を引き起こす可能性がある。また、湿気や換気もこれらの因子に大きく関与する。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ている。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ている。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ている。

これらの結果を踏まえ、湿気とカビのガイドラインが作成された。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は最小限に抑えるべきである。しかしこれまでのところ、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た。従って、湿気とカビのガイドラインでは、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た。

(3) 室内における燃料の燃焼

粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10})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ある。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る。

粒子状物質に関しては、2005年に空気質ガイドライン(WHO, 2006)が公表されており、室内空気にも適用可能である。一酸化炭素のガイドラインは、グループ1で公表された。しかし、定量的なガイドラインが示されても、特に発展途上国では、これらの物質の気中濃度を測定することが技術的及び経済的に困難である。そこで燃料の燃焼

に関するガイドラインでは、燃料の種類や不純物、暖房器具の種類、換気、排気口などに関する技術的な指針の提供を行っている。燃料に関する対策としては、特に低中所得の発展途上国において、液化石油ガス（LPG）、バイオ（生物）ガス、天

然ガス、エタノール、電気式などのよりクリーンな燃料に改善するよう推奨している。また、表2-4に示す燃焼生成物の目標排出基準を設定した(WHO, 2014)。

表2-4 燃焼生成物の目標排出基準

物質	器具	目標排出基準
PM _{2.5}	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

2.3 空気質ガイドラインのアップデート計画

WHOが空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたり、近年のエビデンスのレビューを2015年に実施し、10月にボンで開催された専門家会合での評価結果を公表した(WHO, 2016)。表2-5その結果を示す。喫緊に再評価が必要なグループ1の物質は、粒子状物質(特にPM_{2.5})、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素であった。再評価が強く推奨されるグループ2の物質は、カドミウム、クロム、鉛、ベンゼン、ダイオキシン類、多環芳香族炭化水素類(ベンゾ-a-ピ

レン)であった。その次に再評価が必要(再評価のエビデンスが存在)なグループ3の物質は、ヒ素、マンガン、白金、バナジウム、ブタジエン、トリクロロエチレン、アクリロニトリル、硫化水素、塩化ビニル、トルエン、ニッケルであった。再評価が不要と判断されたグループ4の物質は、水銀、石綿、ホルムアルデヒド、スチレン、テトラクロロエチレン、二酸化硫黄、フッ化物、ポリ塩化ビフェニル、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタンであった。

表2-5 空気質ガイドラインの今後のアップデートにあたってのエビデンスの評価結果

<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> (Group 1)	<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> (Group 2)	<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> (Group 3)	<i>Recent evidence does not justify need for re-evaluation</i> (Group 4)
Particulate Matter	Cadmium	Arsenic	Mercury
Ozone	Chromium	Manganese	Asbestos
Nitrogen dioxide	Lead	Platinum	Formaldehyde
Sulfur dioxide	Benzene	Vanadium	Styrene
Carbon monoxide	PCDDs & PCDFs	Butadiene	Tetrachloroethylene
	PAHs*	Trichloroethylene	Carbon disulfide
		Acrylonitrile**	Fluoride
		Hydrogen sulfide	PCBs
		Vinyl chloride	1,2-dichloroethane
		Toluene	Dichloromethane
		Nickel	

なお、2018年10月30日から11月1日にかけてスイスのジュネーブで開催された「大気汚染

と健康に関する世界会合：FIRST GLOBAL CONFERENCE ON AIR POLLUTION AND

HEALTH: Improving Air Quality, Combatting Climate Change - Saving Lives」においては、2016 年以降空気質ガイドラインのアップデートを進めており、粒子状物質、二酸化窒素、オゾン、二酸化硫黄、一酸化炭素、自然起源のミネラルダストのガイドラインを現在検討中と報告していた (WHO, 2018)。自然起源のミネラルダストは、粒子状物質に関連して、砂漠のダストを意図しているようであった。

3. 諸外国の室内空気質指針値

3-1. ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン

1984 年に設立された連邦環境庁の室内空気衛生委員会 (Indoor Air Hygiene Commission: IRK) が、室内空気の保健衛生を所管している。1993 年 12 月には、室内空気質ガイドラインを作成するために、連邦保健省の室内空気ワーキンググループと合同で Ad-hoc ワーキンググループが発足された。このガイドラインの適用範囲は、1) 居間・寝室・趣味室・運動部屋・地下室・台所・浴室を有する住居、2) 有害物質に関する事務所衛生基準規則 (Ordinance on Hazardous Substances: GefStoffV) の規制対象外である建物の作業区域 (事務所や店舗など)、3) 公共施設 (病院、学校、幼稚園、スポーツ施設、図書館、レストラン、劇場、映画館、イベント開催施設など)、4) 自動車や公共輸送機関の室内である。

室内空気質ガイドラインには、指針値 I (RW I) と指針値 II (RW II) の 2 つの値が定められている (IRK, 1996; IRK, 2012)。RW II は、既知の毒性および疫学的な科学的知見に基づき定められた値であり、不確実性が考慮されている。RW II を越えていたならば、特に、長時間在住する感受性の高い居住者の健康に有害となる濃度として、即座に濃度低減のための行動を起こすべきと定義されている。RW I は、長期間曝露したとしても健康影響を引き起こす十分な科学的根拠がない値である。従って、RW I を越えていると、健康上望ましくない平均的な曝露濃度よりも高くなるため、予防のために、RW I と RW II の間

の濃度である場合には行動する必要があると定義されている。RW I は、RW II に不確実係数 10 を除いた値、つまり RW II の 10 分の 1 の値が定められている。不確実係数 10 は慣例値を使用している。RW I は、改善の必要性を示す値としての役割を果たすことができる。可能であれば、RW I の達成を目指すのではなく、それ以下の濃度に維持することを目指すべきであるとされている (IRK, 1996; IRK, 2012)。

ドイツでは、室内空気汚染の変化に対応すべく、継続的な調査と対策を進めており、1977 年に制定されたホルムアルデヒド以降、これまで 50 を超える物質または物質群に対して室内空気質ガイドラインを定めている。表 3-1 に 2019 年までに作成された室内空気質ガイドラインを示す (IRK, 2019)。また、空気中の濃度上昇に伴い愁訴や健康影響の可能性が増加しているが、毒性情報に基づく指針値設定を行うには現在の知見が不足している物質については、衛生学に基づいた評価値として個々の物質または物質群を対象としたガイダンス値が設定されている。これまでに二酸化炭素、総揮発性有機化合物 (TVOC)、微小粒子状物質にガイダンス値が設定されている。表 3-2 に二酸化炭素、表 3-3 に総揮発性有機化合物のガイダンス値を示す。

PM_{2.5} は毒性情報に基づく指針値設定を行うには知見が不足しているとの判断より、衛生的な評価を行うためのガイダンス値として 25 µg/m³ を設定している。この値は、室内に特有のダスト発生源がない住宅の室内空間で 24 時間平均値として適用される。

総揮発性有機化合物については、室内空気には数多くの有機化合物が含まれているが、個々に指針値が設定されている揮発性有機化合物は比較的少ないことから、Ad hoc ワーキンググループは、揮発性有機化合物の合計を用いることによって室内空気中の揮発性有機化合物を評価するための評価基準を開発した。そして、指針値導出における不確実性を例示するために、単一の数値ではなく、濃度範囲で示す方法が採用された。総揮発性有機化合物濃度の評価のために 5 段階の濃

度区分が定義され、各濃度区分に対して特定の対策が勧告されている（表3-3）。

なお、C₇~C₈のアルキルベンゼンについては、トルエン、キシレン、エチルベンゼンは、類似の神経毒性を有していることから、それぞれの指針値に対する室内濃度の割合を合計した値（リスクの総和）が1未満になるように評価するよう2016年に勧告している（IRK, 2016）。

$$x/GVtol + y/GVxyl + z/GVeth < 1$$

※x,y,zはそれぞれトルエン、キシレン、エチルベンゼンの測定濃度。

トルエンの指針値（GVtol）：0.3 mg/m³

キシレンの指針値（GVxyl）：0.1 mg/m³

エチルベンゼンの指針値（GVeth）：0.2 mg/m³

表3-1 ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン

物質	指針値 II (mg/m ³)	指針値 I (mg/m ³)	制定年
ホルムアルデヒド	0.12		1977 2006 再評価
ホルムアルデヒド（2016年改正最新版）		0.1 (30分間値かつ 1日の天井値)	2016
トルエン	3	0.3	1996 2016 再評価
ペンタクロロフェノール（PCP）	0.001	0.0001	1997
一酸化炭素	60 (30分) 15 (8時間)	6 (30分) 1.5 (8時間)	1997
ジクロロメタン	2 (24時間)	0.2	1997
二酸化窒素	0.350 (30分) 0.06 (1週間)	—	1998
スチレン	0.3	0.03	1998
水銀（金属蒸気として）	0.00035	0.000035	1999
ジイソシアネート	数値設定なし		2000
リン酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP)	0.05	0.005	2002
二環式テルペン（主にα-ピネン）	2	0.2	2003
ナフタレン	0.03	0.01	2013 改訂
C ₉ ~C ₁₄ の低芳香族含量の炭化水素混合物 （アルカン/イソアルカン類）	2	0.2	2005
ダイオキシン様のポリ塩化ビフェニール	5 pg PCB-TEQ/m ³		2007
C ₄ ~C ₁₁ の飽和脂肪族非環式アルデヒド類	2	0.1	2009
単環モノテルペン（主にd-リモネン）	10	1	2010
ベンジルアルコール	4	0.4	2010
ベンズアルデヒド	0.2	0.02	2010
トリクロラミン	0.2		2011

環状シロキサン (三量体から六量体)	4 (合計値)	0.4 (合計値)	2011
2-フルアルデヒド	0.1	0.01	2011
フェノール	0.2	0.02	2011
メチルフェノール (クレゾール)	0.05	0.005	2012
C ₉ -C ₁₅ アルキルベンゼン	1	0.1	2012
エチルベンゼン	2	0.2	2012
メチルイソブチルケトン (MIBK)	1	0.1	2013
エチレングリコールメチルエーテル (EGME)	0.2 (0.05 ppm)	0.02	2013
ジエチレングリコールメチルエーテル (DEGME)	6 (1 ppm)	2	2013 暫定
ジエチレングリコールジメチルエーテル (DEGDME)	0.3 (0.06 ppm)	0.03	2013
エチレングリコールエチルエーテル (EGEE)	1 (0.4 ppm)	0.1	2013
エチレングリコールモノエチルエーテルア セテート (EGEEA)	2 (0.4 ppm)	0.2	2013
ジエチレングリコールエチルエーテル (DEGEE)	2 (0.4 ppm)	0.7	2013 暫定
エチレングリコールブチルエーテル (EGBE)	1 (0.3 ppm)	0.1	2013
エチレングリコールブチルエーテルアセテ ート (EGBEA)	2 (0.3 ppm)	0.2	2013 暫定
ジエチレングリコールブチルエーテル (DEGBE)	1 (0.2 ppm)	0.4	2013 暫定
エチレングリコールヘキシルエーテル (EGHE)	1	0.1	2013
2-プロピレングリコール 1-メチルエーテル (2PG1ME)	10	1	2013
ジプロピレングリコールメチルエーテル (DPGME)	7	2	2013 暫定
2-プロピレングリコール 1-エチルエーテル (2PG1EE)	3	0.3	2013
プロピレングリコール 1-tert-ブチルエーテ ル (2PG1tBE)	3	0.3	2013
データが不十分なグリコールエステル類	0.05 ppm	0.005 ppm	2013 デフォルト 値

2-エチルヘキサノール	1	0.1	2013 暫定
アセトアルデヒド	1	0.1	2013
1-ブタノール	2	0.7	2014
1-メチル-2-ピロリドン (NMP)	1	0.1	2014
酢酸エチル	6	0.6	2014
トリクロロエチレン		20 µg/m ³ (UR 6.4×10 ⁻⁵ (mg/m ³) ⁻¹ , 10 ⁻⁶ risk)	2015
2-ブタノンオキシム (メチルエチルケトキシム)	0.06	0.02	2015
2-クロロプロパン	8	0.8	2015
キシレン	0.8	0.1	2015
C ₇ ~C ₈ のアルキルベンゼン	上述 (IRK, 2016)		2016
プロピレングリコール	0.6	0.06	2016
テトラクロロエチレン	1.0	0.1	2017
2-フェノキシエタノール	0.1	0.03	2018
二酸化窒素	0.25 (60 分値)	0.08 (60 分値)	2019
1,2-ジクロロエタン	実態調査の室内濃度の 95th より 1.0 µg/m ³ (暫定値) (発がんリスクからは 0.37 µg/m ³ (10 ⁻⁶ risk))		2019
ベンゼン	実態調査の室内濃度の 95th より 4.5 µg/m ³ (暫定値) (発がんリスクからは 0.1 µg/m ³ (10 ⁻⁶ risk))		2020

表3-2 室内空気中の二酸化炭素のガイダンス値

区分	濃度範囲 (ppm)	衛生的な評価
1	< 1,000	無害
2	1,000~2,000	衛生面の懸念が上昇
3	> 2,000	容認できない

表 3-3 総揮発性有機化合物のガイダンス値

区分	濃度範囲 (mg/m ³)	衛生的な評価
1	≤0.3	支障なし
2	> 0.3~1	支障なし。ただし、個々の物質やグループ物質 ための指針値は超過しないこと
3	> 1~3	衛生面の懸念あり
4	> 3~10	大きな支障あり
5	> 10	容認できない状況

3-2. フランス環境労働衛生安全庁 (ANSES)

フランスでは室内空気指針値 (VGAI) が定められている。浮遊粒子状物質 (PM₁₀、PM_{2.5}) 及びシアン化水素についても設定が検討されたが、数値の設定はされなかった。なお、PM₁₀ 及び PM_{2.5} については世界保健機関 (WHO) の空気質ガイドラインを政府が活用することが推奨されている (Afsset, 2010b)。VGAI (valeurs guides de qualité d' air intérieur, 室内空気指針値) とは、一般に対して基本的に健康に対する直接的な影響、間接的な影響もしくは不快感 (臭気を伴う場合) が発生しない化学物質の最大濃度であると定義されている (Afsset, 2007a)。

二酸化炭素の室内濃度の管理は、閉鎖空間における室内空気質の指標としては使用可能である。しかし、これまでの疫学データからは、閉鎖空間における健康影響、快適性、認知能力に対する影響から居住者を保護するための二酸化炭素濃度の閾値を設定することが不可能であるため、二酸化炭素の VGAI は推奨されなかった。最近の研究では、二酸化炭素固有の影響として、意思決定や問題解決能力の低下が 1000 ppm で生じる可能性が報告されている。しかし、その作用機序も不明であり、さらなる検証が必要である。また、その濃度を超えた学校の教室において、子供の喘息関連症状の増悪が報告されている。従って、現時点で ANSES としては、窓や扉の開放等の換気など、閉鎖空間におけるこれらの影響を効果的に改善する手段や知識を自治体や学校関係者に周知することの重要性を指摘している (ANSES, 2013c)。

ANSES の室内空気指針値は、健康影響に関する科学的知見に基づいて推奨された値であるが、モニタリング等の運用を行うための規制値ではない。そこでフランス保健省 (Ministry of Health) は、ANSES の室内空気指針値に基づいて、閉鎖空間における空気質を管理するための参照値を提案するようフランス高等公衆衛生審議会 (French High Council of Public Health : HCSP) に諮問している。フランス高等公衆衛生審議会は、実用性、規制への適性、適法性、社会や経済への影響等を考慮し、ホルムアルデヒド、ベンゼン、テトラクロロエチレン、ナフタレン、トリクロロエチレンに対する勧告を公表してきた。しかし最終的には、2008 年 8 月に制定された環境賠償責任に関する法律に従い、エコロジー省 (Ministry of Ecology) が室内空気質の参照値を策定してきた。これは環境基準の一部であり、法的拘束力があるものである。これまで、ホルムアルデヒドとベンゼンに対して以下の値が策定されてきた (2011 年 12 月の法令 2011-1727)。

- ・ホルムアルデヒド：長期曝露の指針値 30 µg/m³ (2013 年 1 月施行)、2023 年 1 月に 10 µg/m³ に変更予定
- ・ベンゼン：長期曝露の指針値 5 µg/m³ (2013 年 1 月施行)、2016 年 1 月に 2 µg/m³ に変更予定

ANSES は健康影響の科学的知見に基づいて室内空気指針値 (IAQGs) を提案する。HCSP は、ANSES の評価、他の技術的・社会的・経済的問

題に基づいて、室内空気質の管理を支援するための参照値を提案する。エコロジー省は、HCSP の評価結果に基づいて、室内空気指針値 (IAQGs) の規制に関する法令を制定する。室内空気質のモニタリングは、徐々に実行されている。具体的には、2011年12月に施行された法令 2011-1728 に基づき、子供が居住する住宅で実行されている。

換気システムの評価、ホルムアルデヒド、ベンゼン、二酸化炭素の測定は、特定の建築物 (6歳児以下のデイケア施設、幼稚園、小学校、キャンプ施設、学校教育や職業教育用の中等学校) における室内空気質のモニタリングの一部として実施されている (2012年1月施行の法令 Decree 2012-14)。

表3-4 フランスにおける室内空気指針値のまとめ

物質	室内空気指針値 (VGAI*)		制定
ホルムアルデヒド	短期 VGAI (2 時間)	50 µg/m ³	2007 年
	長期 VGAI (1 年以上)	10 µg/m ³	
ホルムアルデヒド (2016 年改正最新版)	VGAI (1~4 時間)	100 µg/m ³ ※WHO (2010)の室内 空気質ガイドラインに あわせた	2018 年
一酸化炭素	短期 VGAI 8 時間曝露 1 時間曝露 30 分曝露 15 分曝露	10 mg/m ³ 30 mg/m ³ 60 mg/m ³ 100 mg/m ³	2007 年
ベンゼン	短期 VGAI: 1~14 日間	30 µg/m ³	2008 年
	中期 VGAI: 14 日~1 年間	20 µg/m ³	
	長期 VGAI: 一年間以上	10 µg/m ³	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁶	0.2 µg/m ³	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁵	2 µg/m ³	
ナフタレン	長期 VGAI: 一年間以上	10 µg/m ³	2009 年
トリクロロエチレン	中期 VGAI: 14 日~1 年間	800 µg/m ³	2009 年
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁶	2 µg/m ³	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁵	20 µg/m ³	
テトラクロロエチレン	短期 VGAI: 1~14 日間	1380 µg/m ³	2010 年
	長期 VGAI: 一年間以上	250 µg/m ³	
PM _{2.5} PM ₁₀	VGAI: 無し	—	2010 年
シアン化水素	VGAI: 無し	—	2011 年
二酸化窒素	短期 VGAI: 2 時間	200 µg/m ³	2013 年
	長期 VGAI: 一年間以上	20 µg/m ³	
アクロレイン	短期 VGAI: 1 時間	6.9 µg/m ³	2013 年
	長期 VGAI: 一年間以上	0.8 µg/m ³	
二酸化炭素	VGAI: 無し	—	2013 年
アセトアルデヒド	短期 VGAI: 1 時間	3000 µg/m ³	

	長期 VGAI: 一年間以上	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2014 年
エチルベンゼン	短期 VGAI: 24 時間	22 mg/m^3	2016 年
	長期 VGAI: 一年間以上	1.5 mg/m^3	
トルエン	VGAI (24 時間および年間)	20 mg/m^3	2018 年

ANSES は、室内ダスト中化学物質のガイドラインの検討を行っている。但し、その方法論を検討するにあたり、各国の専門家からの意見を収集しており、2019 年 9 月に非公開の国際ワークショップを開催した。私は健康リスク評価の専門家として招聘されて本ワークショップに出席した。

ANSES では、フタル酸エステル類と鉛のガイドラインの検討を行っており、本ワークショップでの議論を踏まえてさらに検討中である。

3-3. カナダ保健省

1987 年にカナダ保健省 (Department of National Health and Welfare Canada: DNHC) の環境と労働衛生に関する諮問委員会 (Federal/Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health :CEOH) が室内空気質ガイドライン (DNHC, 1989) を公表した。このガイドラインの主な目的は、(1) 特別なリスクを有する集団の感受性、汚染源、汚染物質の動態などの因子を考慮して住居用の室内空気中濃度のガイドライン値を開発すること、(2) 家屋の空気質を改善あるいは維持する実行可能な手段の勧告や指針を開発することである。

ガイドラインを作成するにあたり、17 の化学物質または物質群と 1 つの放射性物質が詳細な評価を行う汚染物質として選択された。これらの汚染物質が選択された理由は、人の健康影響を引き起こす可能性および室内に存在する可能性からである。そして、これらの汚染物質のうち、定量的評価が可能でない物質、あるいは人の曝露限

界値に関するデータが不適切と思われる物質を除く 9 つの汚染物質 (アルデヒド類、二酸化炭素、一酸化炭素、二酸化窒素、オゾン、粒子状物質、二酸化硫黄、湿気、ラドン) に対して室内濃度のガイドラインが定められた。

ホルムアルデヒドに関しては、発がん性の疑いがあるため、人の健康影響に基づいたデータだけでは室内濃度のガイドラインを設定することができないと判断された。そこで、費用と技術的実現可能性が考慮された。行動値は、現時点で実現可能な最小濃度である。目標値は、将来、改善策がとられ、室内濃度低減に向けてあらゆる努力がなされる値である。

曝露範囲の設定が適切に行えず、それが実行不可能な汚染物質 (生物因子、塩素化炭化水素、繊維状物質、鉛、殺虫製品、多環芳香族炭化水素、エアゾール製品、たばこ煙) に関しては、曝露低減が可能な実行手段に関するガイドラインが作成された。

その後、カナダ保健省では、1987 年に定めた室内空気質ガイドラインの追加や改正を行っている。本報では 1987 年のガイドライン以降に追加または改正された物質の室内空気質ガイドラインを表 3-5 にまとめた。ただしこれらのうち、カビ (細菌)、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の 2 物質 (群) についても検討されたが、数値の設定は行われなかった。また、1987 年に定められた二酸化炭素、二酸化硫黄、受動喫煙、相対湿度の検討結果については現時点でカナダ保健省のホームページ等に公表されていない。

表 3-5 カナダにおける室内空気指針値のまとめ

物質	最大ばく露限界	制定年
ホルムアルデヒド	長期 [8 時間] : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (40ppb) 短期 [1 時間] : 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 ppb)	2006 年
カビ (細菌)	カナダ保健省は、以下を勧告する。 湿度を制御すること、カビの増殖を防ぐために水で傷ついた住宅の修復をこまめにすること、 住宅用建物の中で繁殖しているカビ (見えないものも含む) を十分に除去すること	2007 年
一酸化炭素	長期 [24 時間] : 11.5 mg/m^3 (10 ppm) 短期 [1 時間] : 28.6 mg/m^3 (25 ppm)	2010 年
二酸化窒素	長期 [24 時間] : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm) 短期 [1 時間] : 480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppm)	1987 年
ラドン	200 Bq/ m^3	2007 年
オゾン	長期 [8 時間] : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 ppb)	2010 年
トルエン	長期 [24 時間] : 2.3 mg/m^3 (0.6 ppm) 短期 [8 時間] : 15 mg/m^3 (4.0 ppm)	2011 年
微小粒子状物質 (PM _{2.5})	カナダ保健省は、以下を勧告する。 室内の PM _{2.5} 濃度は可能な限り低く保たなければならない。 室内の主要な排出源に対応するため、料理の際には換気扇を使用し、室内での喫煙は許容しないこと。	2012 年
ナフタレン	長期 [24 時間] : 0.010 mg/m^3 (0.0019 ppm)	2013 年
ベンゼン	カナダ保健省は、以下を勧告する。 ベンゼンの室内濃度を可能な限り低く維持すること	2013 年
アセトアルデヒド	長期 [24 時間] : 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 短期 [1 時間] : 1420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2017 年

室内空気質ガイドラインは、カナダの住宅で頻りに検出される物質に対して設定されてきたが、その他の物質のリスクを公衆衛生専門家がスクリーニングするための評価値として、室内空気評価値 (Indoor Air Reference Levels: IARLs) を 2018 年 2 月から提供し始めた (Health Canada, 2018)。この評価値は、カナダの室内空気質ガイドラインの付属データとして位置づけられてい

る。カナダの室内空気評価値の概要を表 3-6 に示す。但し、この評価値は、カナダ保健省で独自に導出したものではなく、米国環境保護庁の IRIS、米国カリフォルニア環境保護庁の有害性評価値、米国毒物疾病登録庁 (ATSDR) の最小リスクレベルなどをそのまま用いており、数ヶ月から年単位の長期間曝露に適用される。

表3-6 カナダにおける室内空気評価値

化学物質 (CAS No.)	IARL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	影響		Reference
		発がん	非発がん	
1,3-ブタジエン (106-99-0)	1.7	白血病	-	EC/HC (2000)
1,4-ジクロロベンゼン (106-46-7)	60	-	鼻腔の変性	ATSDR (2006)
2-ブトキシエタノール (111-76-2)	11 000	-	血液学的影響	EC/HC (2002)
2-エトキシエタノール (110-80-5)	70	-	生殖影響	CalEPA (2000)
3-クロロプロペン (107-05-1)	1	-	神経毒性	US EPA (1991)
アセトン (67-64-1)	70 000	-	発達影響	VCCEP (2003)
アクロレイン (107-02-8)	0.35	-	気道上皮の変性	CalEPA (2008)
アニリン (62-53-3)	1	-	脾臓への影響	US EPA (1990a)
四塩化炭素 (56-23-5)	1.7	副腎腫瘍	-	US EPA (2010)
クロロホルム (67-66-3)	300	-	肝臓と腎臓への影響	CalEPA (2000)
シクロヘキサン (110-82-7)	6000	-	発達影響	US EPA (2003a)
ジクロロメタン (75-09-2)	600	-	肝臓への影響	US EPA (2011)
エピクロロヒドリン (106-89-8)	1	-	鼻腔の変性	US EPA (1994)
エチルベンゼン (100-41-4)	2000	-	腎臓、脳下垂体、肝臓への影響	CalEPA (2000)
酸化エチレン (75-21-8)	0.002	リンパ系がん、 乳がん	-	US EPA (2016)
イソプロパノール (67-63-0)	7000	-	腎臓の変性	CalEPA (2000)
イソプロピルベンゼン (98-82-8)	400	-	腎臓と副腎の変性	US EPA (1997)
メチルエチルケトン (78-93-3)	5000	-	発達影響	US EPA (2003b)
メチルイソブチルケトン (108-10-1)	3000	-	心奇形	US EPA (2003c)
プロピオンアルデヒド (123-38-6)	8	-	嗅上皮の萎縮	US EPA (2008)
酸化プロピレン (75-56-9)	2.7	鼻腔がん	-	US EPA (1990b)
スチレン (100-42-5)	850	-	神経毒性	ATSDR (2010)
テトラクロロエチレン (127-18-4)	40	-	神経毒性	US EPA (2012), ATSDR (2014)
トルエンジイソシアネート (26471-62-5)	0.008	-	肺機能の低下	CalEPA (2016)
キシレン (1330-20-7)	100	-	神経毒性	US EPA (2003d)

3-4. 台湾

台湾では、室内空気質法「Indoor Air Quality Act」が2012年11月に施行され、表3-7に示

す室内空気質基準及び表3-8に示す適用場所が定められている。

表3-7 台湾室内空気質法における室内空気質基準

化学物質	測定時間	基準値
一酸化炭素	8時間平均	9 ppm
二酸化炭素	8時間平均	1000 ppm
オゾン	8時間平均	0.06 ppm
総揮発性有機化合物 (TVOC)*	1時間平均	0.58 ppm
ホルムアルデヒド	1時間平均	0.08 ppm
PM ₁₀	24時間平均	75 µg/m ³
PM _{2.5}	24時間平均	35 µg/m ³
細菌	ピーク値	1000 CFU/m ³ または I/O<1.30
真菌	ピーク値	1500 CFU/m ³

* ベンゼン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロベンゼン、1,4-ジクロロベンゼン、ジクロロメタン、エチルベンゼン、スチレン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、トルエン、キシレン

表3-8 室内空気質基準の適用場所

第一グループ (2014年1月から)	第二グループ (2017年1月から)
大学、図書館、病院、社会福祉施設、行政機関 鉄道駅、空港 (利用客 100万人/年以上)、 大量高速輸送機関の駅 (床面積 10000m ² 以上 または利用客 1000万人/年以上) 展示場 (床面積 5000m ² 以上) 店舗 (床面積 3000m ² 以上) 合計 455 箇所	博物館・美術館 (床面積 2000m ² 以上) 金融機関 興行場 映画館 (床面積 1500m ² 以上) カラオケ (床面積 600m ² 以上) フィットネスセンター (床面積 2000m ² 以上) 合計 985 箇所

4. フタル酸エステル類に対する室内環境規制

近年、室内ダスト中のフタル酸エステル類と子どもの喘息やアレルギーとの関連性が報告されている。フタル酸エステル類は、プラスチックを柔らかくする材料として、主に塩化ビニル樹脂に使用されてきた。室内では、壁紙、床材、テーブルクロス、電線被覆材、子供用玩具などにフタル酸エステル類を使用した製品がある。近年、フタル酸エステル類の室内濃度と成人の尿中代謝物濃度との関連性が示唆されており、室内におけるフタル酸エステル類への曝露の重要性が指摘されている(東, 2014)。

室内ダスト中の化学物質に関しては、測定方法の標準化が容易ではなく、室内ダスト中の化学物質に対する基準値を設定している諸外国はみあ

たらない。しかしながら、室内で多くの製品に利用され、経気道、経口、経皮といった複数の曝露経路がある物質については、発生源対策が重要となる。デンマークでは、2013年12月1日より、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ブチルベンジル、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジイソブチルの1つ以上を0.1%以上含む室内で使用される製品及び皮膚や粘膜経由で曝露する製品の輸入と使用を禁止する決定(室内で使用される特定フタル酸エステルの含有制限を定めた政令)を行った(Retsinformation.dk, 2012)。一般的に、プラスチックに対するフタル酸エステル類の含有量は、数%から数十%必要であるため、0.1%の基準は実質的には使用禁止に相当する行政措置である。デンマークは、この規制を欧州連合(EU)

全体に適用するよう求めたが、関係業界等からの反発があり、デンマークでのみ実施することとした。しかしながら、欧州委員会は、これら4種のフタル酸エステル類の制限手続きについて検討した結果、REACH規則の制限手続きが行われた化学物質について、その製造や使用、上市の禁止はREACH規則に基づいてEU域内で共通化されるものであり、一度制限手続きが最終化されれば、加盟国が最終化されたEUレベルでの決定と異なった国内法の継続や新設はできないと報告した(European Commission, 2014)。また、欧州連合司法裁判所は、フィンランドに対して、REACH規則の制限手続きの結論に反する独自の国内法を制定することはできないとの判決を行った。これらのことから、デンマークは本政令の施行を断念して撤回した。但しEUは、今回対象となった4種のフタル酸エステル類以外のフタル酸エステル類に対する懸念や、4種のフタル酸エステル類のリスクを示す新たな科学的証拠が示された場合には、新たに制限手続きを実施する可能性を示唆している(European Commission, 2014)。

欧州におけるその後の動きとしては、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限に関する欧州連合(EU)による指令であるRoHS指令において、2015年6月よりフタル酸エステル類の4物質(DEHP、BBP、DBP、DIBP)が規制対象として正式に追加された(European Union, 2015)。EU加盟国は、2016年12月31日までに上記指令に対応する国内法の整備が求められる。各物質の最大許容濃度は、DEHPが0.1wt%、BBPが0.1wt%、DBPが0.1wt%、DIBPが0.1wt%となっている。カテゴリ8および9以外の電気・電子機器は2019年7月22日以降上市分から、カテゴリ8および9の医療機器、監視制御機器は2021年7月22日以降の上市分から適用が開始される。

EUはその後、4種のフタル酸エステル類に関する再評価を行った結果、EUのREACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals: 化学品の登録、評価、

認可及び制限に関する規則)において規制することを決定した(European Union, 2018)。具体的には、DnBP、DiBP、BBzP、DEHPの1つ以上を0.1重量%以上含む全ての成形品(フタル酸エステル類で可塑化された材料)について、欧州の市場に導入することを2020年7月7日から規制することとした。ここでの可塑化された成形品には、塩化ビニル樹脂、塩化ビニリデン樹脂、酢酸ビニル樹脂、ウレタン樹脂、その他の樹脂(シリコンゴムと天然ラテックスコーティングを除く)、表面コーティング材、滑り止めコーティング材、仕上げコーティング材、ステッカー、印刷材、接着剤、シーラント、塗料、インクが含まれる。但し、ヒトの粘膜に接触しない、またはヒトの皮膚と長時間接触(1日あたり10分を超える持続的な接触、または1日あたり30分以上の断続的な接触)しないことを条件とした産業用、農業用あるいは屋外使用品は規制対象外となっている。なお、自動車と航空機用途に関しては、少し遅れて2024年1月7日から規制が実施される。

一般的に、プラスチックに対するフタル酸エステル類の含有量は、数%から数十%必要であるため、0.1%の基準は実質的には使用禁止に相当する措置である。室内で多くの製品に利用され、吸入、経口、経皮といった複数の曝露経路がある物質については、発生源対策が重要となる。

5. ドイツ連邦環境庁主催室内空気汚染物質のリスク評価国際シンポジウム

2018年9月16日から18日にかけてドイツのベルリンで開催されたドイツ連邦環境庁主催の「International Conference on Risk Assessment of Indoor Air Chemicals」に参加し、日本の状況について講演を行った。以下のドイツ連邦環境庁のホームページで各講演資料がpdfファイルで公開されている。

International Conference on Risk Assessment of Indoor Air Chemicals

<https://www.umweltbundesamt.de/en/indoor-air-toxicology-start>

本シンポジウムでは、WHO、ドイツ、フランス、アメリカ、カナダ、ベルギー、オーストリア、イギリスから、各国におけるガイドライン等の状況、その他、汚染源対策としての建材ラベリングについての講演と議論がなされた。このシンポジウムの内容の一部は、査読付き論文として国際雑誌「International Journal of Hygiene and Environmental Health」に掲載される。日本の状況については、本分担研究者である東が論文を作成した。以下に現在までに公表されている論文を示す。

- Azuma K, Jinno H, Tanaka-Kagawa T, Sakai S. Risk assessment concepts and approaches for indoor air chemicals in Japan. *Int J Hyg Environ Health* 225, 113470, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113470>, 2020.
- Wolkoff P. Indoor air chemistry: Terpene reaction products and airway effects. *Int J Hyg Environ Health* 225, 113439, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113439>, 2020.
- Salthammer T. Emerging indoor pollutants. *Int J Hyg Environ Health* 224, 113423, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113423>, 2020.

6. 2-エチル-1-ヘキサノールと水性塗料中の有機溶剤による室内汚染と健康影響について

1) 2-エチル-1-ヘキサノール

2-エチル-1-ヘキサノールは、塩化ビニル樹脂の可塑剤として使用されるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)、アクリル樹脂系の粘接着剤や塗料として使用されるアクリル酸-2-エチルヘキシルやメタクリル酸-2-エチルヘキシルの原料等に使用される。これらの化合物は化学構造内にエステル結合を有し、フタル酸エステル類やアクリル酸エステル類に含まれる。

コンクリート製の床下地材の上に塩化ビニル樹脂製床材を施行すると、コンクリートに含まれる水分が床材に移行して塩化ビニル樹脂に含ま

れる DEHP のエステル結合が加水分解し、2-エチル-1-ヘキサノールが生成する。実験室実験では、室温が高い夏場で約 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、室温が低下した冬場で約 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の室内濃度が報告されている(栗木ら, 2011)。実際に建築された大学校舎の建物では、築4年後にも関わらず、夏場で約 65~1,080 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬場で約 30~160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の室内濃度が報告されており、翌年の夏場に再び濃度が上昇している(上島ら, 2005)。これは、エステル加水分解が、気温の高い夏場に進行しやすいためであり、合板に使用されるホルムアルデヒドを原料とする接着剤の加水分解で見られる傾向と同様である(東ら, 2002)。従って、このような加水分解生成物は、夏場を中心に長期間にわたって継続的に放散されることが大きな特徴である。

居住者への影響では、化学物質過敏症患者が発生した建物の室内において、2-エチル-1-ヘキサノールの濃度が 408~1,086 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と突出して高く、この濃度の高低は、粘膜刺激症状等からなるシックビルディング症候群の症状の出現状況と関係していたと報告されている(Kamijima M et al, 2002)。また、これらの結果を含め、集団として粘膜刺激症状が過剰に出現する閾値は、65.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から 336 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間にあると推定されている(上島ら, 2005)。

厚生労働省のシックハウス対策では、1996年にホルムアルデヒド(安藤, 1997)、1997年から1998年にかけて44の揮発性有機化合物(厚生省, 1999)の室内濃度に関する全国規模の実態調査を行った結果を踏まえ、1997年から2002年にかけて13の物質に室内濃度指針値を策定してきた。しかしながら、これらの調査において、2-エチル-1-ヘキサノールは検出対象物質に含まれていなかった。また、これらの調査は戸建住宅に対して実施されているが、コンクリート製の床下地材の上に塩化ビニル樹脂製床材を施行する仕様は、戸建住宅ではなく、集合住宅、事務所、学校等の規模の大きい建築物に多くみられる。2003年2007年にかけて名古屋市内の61軒の特定建築物(事務所、百貨店、店舗、学校、遊技場、興行場)で室内濃度を調査したところ、99%の室内で2-エ

チル-1-ヘキサノールが検出されており、400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた建物もみられ、床の構造は建物の躯体に直接ビニルシートが敷設されていた(酒井ら, 2010)。

これらの状況を鑑みると、ホルムアルデヒド同様に、1990年代よりもかなり前から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は生じていた可能性が考えられる。しかしながら、2-エチル-1-ヘキサノールそのものが建築材料等に使用されていたわけではなく、2-エチル-1-ヘキサノールは建物に建材を施工した際の積層構造から特異的に二次生成した揮発性有機化合物である。そのため測定対象物質になりにくく、実態の把握が遅れたと考えられる。

2) 水性塗料中の有機溶剤

2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート (TMPD-MIB) と 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート (TMPD-DIB) は、主として水系エマルジョン塗料の造膜助剤や合成樹脂の可塑剤として利用されている。TMPD-MIB はテキサノール、TMPD-DIB は TXIB として市販されており、一般的にはテキサノールや TXIB と呼ばれている。

エマルジョンとは、塗料の主成分である合成樹脂の粒子が水中に均一に分散している液体で、一般的には白色や乳白色である。主要な溶剤が水であることから、一般的には水性塗料として扱われている。しかしながら、溶剤である水に合成樹脂の粒子を安定して分散させるために、少なからず有機溶剤が含まれており、TMPD-MIB と TMPD-DIB もそのために水性塗料に使用されている。水性塗料であるため、塗料を塗布して乾燥させると、水だけが揮発すると思われているかもしれないが、実際には造膜助剤や凍結防止剤として使用されている有機溶剤も同時に揮発する。油性塗料には水が使用されておらず、乾燥させると有機溶剤が揮発する。水性塗料に含まれている有機溶剤は、油性塗料ほどは多くないため、シックハウス症候群対策として、室内で使用される油性塗料は水性塗料に置き換えられてきた。

居住者への影響では、竣工後約1ヶ月が経過し

た小学校の新築校舎において、目、鼻、喉の痛み、頭痛、吐き気を訴える複数の児童や教職員が発生したことから、竣工後約7ヶ月が経過した6月初旬に校舎内の室内濃度を測定したところ、一般教室とつながっているメディアセンターで120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、図書室で290 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ のTMPD-MIBが検出された(小林ら, 2010)。粘膜刺激症状等が発生してから約半年後の測定であったため、新築校舎使用開始時の濃度を推定したところ、図書館の濃度は約10,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定された。ビルの居住者で異臭や頭痛が発生した小部屋の室内からは、320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ のTMPD-MIBが検出されており、壁の塗装に使用されたアクリル樹脂系エマルジョンの水性塗料には、造膜助剤としてTMPD-MIBが5~10%含まれていたと報告されている(斎藤ら, 2011)。

室内濃度指針値が策定されると、関係業界は、指針値が策定された物質の使用を避け、指針値が策定されていない物質へと置き換えることで、室内空気汚染対策とすることがある。しかしながら、置き換えられた物質の健康リスクを適切に評価しなければ、置き換えられた物質によって新たに健康被害が生じる可能性がある。1950年代から1970年代にシロアリ防除剤として有機塩素系化合物のクロルデンが使用されていたが、高い有害性を有することから日本国内での製造、使用、輸入が1986年に禁止された。そのため有機リン系化合物のクロルピリホスへと置き換えが進み、1987年におけるシロアリ防除剤の製造割合は76%がクロルピリホスとなっている。しかしながら、クロルピリホスに室内濃度指針値が策定され、建築基準法で住宅への使用が2002年に禁止されると、次はネオニコチニル系やピレスロイド系のシロアリ防除剤の使用が増加している(Azuma et al., 2008, Salthammer, 2020)。ネオニコチニル系殺虫剤によるヒトへの影響は十分把握されておらず、近年の研究によると、先天性心疾患のファロー四徴症、無脳症、記憶障害、手指の振戦などの生殖および神経系の影響が報告されている(Cimino et al., 2017)。

規制等の取り組みが実施された物質の代替物

質による健康影響は、かなり以前からの問題ではあるが、同様のことが繰り返されないよう、何らかの対応を検討する必要があると考えられる。

<参考文献>

- Afsset (2007a) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le formaldéhyde. Avis de l'Afsset, Rapport du groupe d'experts.
- Afsset (2007b) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le monoxyde de carbone. Avis de l'Afsset, Rapport du groupe d'experts.
- Afsset (2008) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le benzène. Avis de l'Afsset, Rapport d'expertise collective.
- Afsset (2009a) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le naphthalène. Avis de l'Afsset, Rapport d'expertise collective.
- Afsset (2009b) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour le trichloroéthylène (TCE), AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Afsset (2010a) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le tétrachloroéthylène (perchloroéthylène), AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Afsset (2010b) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour les particules, AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- ANSES (2013a) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, Le dioxyde d'azote, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2013b) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, L'acroléine, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2013c) Concentrations de CO2 dans l'air intérieur et effets sur la santé, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2014) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, L'acétaldéhyde, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- Azuma K, Uchiyama I, Ikeda K. (2008) The regulations for indoor air pollution in Japan: a public health perspective, *J Risk Res* 11:301–314.
- Cimino AM, Boyles AL, Thayer KA, Perry MJ. (2017) Effects of Neonicotinoid Pesticide Exposure on Human Health: A Systematic Review. *Environ Health Perspect* 125:155–162.
- David Suzuki Foundation (2014) Revisiting Canada's radon guideline. David Suzuki Foundation, Vancouver, BC.
- DNHWC (1989) Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality, A Report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Cat. H46-2/90-156E.
- European Commission (2014) INFORMATION FROM EUROPEAN UNION INSTITUTIONS, BODIES, OFFICES AND AGENCIES: on the finalisation of the restriction process on the four phthalates (DEHP, DBP, BBP and DIBP) under Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH). Official Journal of the European Union, 2014/C 260/01.
- European Union (2015) COMMISSION DELEGATED DIRECTIVE (EU) 2015/863 of 31 March 2015. Official Journal of the European Union, L 137/10-12.
- European Union (2018) Commission Regulation (EU) 2018/2005 of 17 December 2018. Official Journal of the European Union, L 326/1-12.

- Union, L 322/14.
- Health Canada (2006) Residential Indoor Air Quality Guideline: Formaldehyde.
- Health Canada (2007) Residential Indoor Air Quality Guideline: Moulds.
- Health Canada (2010a) Residential Indoor Air Quality Guideline: CARBON MONOXIDE.
- Health Canada (2010b) Residential Indoor Air Quality Guideline: OZONE.
- Health Canada (2011) Residential Indoor Air Quality Guideline: TOLUENE.
- Health Canada (2012) GUIDANCE FOR FINE PARTICULATE MATTER (PM_{2.5}) IN RESIDENTIAL INDOOR AIR.
- Health Canada (2018b) Indoor Air Reference Levels. available at <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/indoor-air-reference-levels.html>, accessed at 21 April 2020.
- Health Canada (2013a) Residential Indoor Air Quality Guideline: Naphthalene.
- Health Canada (2013b) Guidance for Benzene in Residential Indoor Air.
- IARC Monograph Working Group (2009) A review of human carcinogens—Part F: Chemical agents and related occupations. *The Lancet Oncology* 10(12):1143–1144.
- IRK (1996) Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. *Bundesgesundheitsblatt* 39:422–426.
- IRK (2012) Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas. *Bundesgesundheitsbl* 55:279–290.
- IRK (2016) Richtwerte für Toluol und gesundheitliche Bewertung von C7-C8-Alkylbenzolen in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsblatt* 59:1522–1539.
- IRK (2020) Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte. available at <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppen-innenraumrichtwerte>, accessed at 21 April 2020.
- Kamijima M, et al (2002) 2-Ethyl-1-hexanol in indoor air as a possible cause of sick building symptoms. *J Occup Health* 44:186–191.
- National Toxicology Program (2010) Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde, Research Triangle Park, NC.
- Retsinformation.dk (2012) Bekendtgørelse om forbud mod import og salg af varer til indendørs brug, som indeholder ftalaterne DEHP, DBP, BBP og DIBP, og varer hvor dele med disse stoffer kan komme i kontakt med hud eller slimhinder. BEK nr 1113 , 26 November, 2012.
- Salthammer T (2020) Emerging indoor pollutants. *Int J Hyg Environ Health* 224:113423. doi: 10.1016/j.ijheh.2019.113423.
- WHO Europe (2000) Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen.
- WHO Europe (2006a) Air Quality Guidelines – global update 2005, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO Europe (2006b) Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Report on a Working Group Meeting. Bonn, Germany, 23-24 October 2006.
- WHO (2006) WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, Geneva.
- WHO Europe (2009) WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

- WHO Europe (2010) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2014) WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. World Health Organization, Geneva.
- WHO Europe (2016) WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report. Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2018) First WHO Global Conference on Air Pollution and Health, Improving air quality, combatting climate change – saving lives, 30 October – 1 November 2018, Available at Join and view the conference sessions remotely: <https://www.who.int/airpollution/events/conference/en/>
- 東 賢一 (2014) ダスト中の汚染物質による公衆衛生上の問題. 空気清浄 52(3):164-169.
- 東 実千代, 他 (2002) 戸建て住宅におけるホルムアルデヒドおよび揮発性有機化合物濃度の継続的実測調査. 日本建築学会計画系論文集, 第 552 号, pp. 29-35.
- 粟木 茂, 他 (2011) コンクリート直貼工法における 2-エチル-1-ヘキサノールの発生に関する研究, その 2 実大試験室における濃度の経時変化と官能評価に関する実験. 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 617-618.
- 安藤正典 (1997) 平成 9 年度厚生科学研究: 化学物質のクライシスマネジメントに関する研究. pp. 82-87.
- 上島通浩, 他 (2005) 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 52:1021-1031.
- 厚生省(1999) 居住環境中の揮発性有機化合物の全国実態調査について. 1999年12月14日.
- 小林 智, 他 (2010) 水性塗料成分 1-メチル-2-ピロリドン及びテキサノールによる新築小学校の室内空気汚染. 室内環境 13:39-54.
- 斎藤育江, 他 (2011) 近年の室内空気汚染問題について: 未規制物質による健康リスク. 日本リスク研究学会誌 21:91-100.
- 酒井 潔, 他 (2010) 特定建築物における揮発性有機化合物による室内空気汚染 2002 年建築物衛生法改正後の実態と残された問題点. 日本公衆衛生雑誌 57(9):825-834.

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
室内空気質と健康影響において住宅室内で考慮すべき汚染物質

研究分担者	金 勲	国立保健医療科学院	首席主任研究官
研究協力者	谷川 力	(公社) 日本ペストコントロール協会	
研究協力者	渡邊 康子	(公社) 全国ビルメンテナンス協会	
研究協力者	奥村 龍一	東京都健康安全研究センター	
研究協力者	齋藤 敬子	(公財) 日本建築衛生管理教育センター	
研究協力者	杉山 順一	(公財) 日本建築衛生管理教育センター	

研究要旨

室内空気質は大気の影響に加え、室内における人間活動、燃焼によって発生する汚染物質が加わる。また、建材から発生する化学物質、什器や生活用品からも粉塵、化学物質などが1次的に発生するものもあり、入浴・調理・人体から発生する水蒸気や断熱・換気不足による結露などの生活習慣はDanpness とカビを発生させる。

本章では室内空気質と健康に関する文献調査と実態把握に際に考慮すべき空気汚染項目を選別して纏めた。

WHO「Housing and Health Guidelines (2018)」、厚労省室内濃度指針値、厚生労働省のシックハウスに関する検討会資料、環境省大気環境基準、WHO(室内)空気質ガイドライン、日本建築学会管理基準値などを参考にして、汚染物質候補を選定、国内住宅事情を鑑みて考慮すべき項目を選別した。結果、住宅で考慮すべき項目として、シックハウスに関連した厚生労働省の室内指針 13 物質及び総揮発性有機化合物(TVOC)、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、TXIB、ベンゼン、ナフタレン香り成分（芳香剤、洗剤など）、防虫・殺虫剤成分（ナフタレン、p-ジクロロベンゼン、ピレスロイド系）、浮遊真菌、PM2.5 が挙げられた。

A. 研究目的

住宅内のリスク要因として空気質の問題がある。特に空気中化学汚染によるシックハウス症候群は1996年国会で取り上げられ、2000年代初頭には関連指針値、基準、法律の整備が行われた。特に、厚生労働省による13物質の指針値及びTVOC暫定目標値の策定、2003年の海底建築基準法の施行は室内空気質を劇的に改善した。

一方、2012年に厚生労働省が「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会」を再開し、指針値の強化や新しい物質の追加などの検討に

入っている。既存の指針値が最後に策定され10年が経った時点で、室内空気質の現状が変わっていること、代替物質の台頭、可塑剤・難燃剤成分(SVOC)の健康リスク、殺虫剤・芳香剤など生活用品からのリスクを検討するとともに国際基準と齟齬が生じないような試みである。また、PM2.5、ダンプネス、真菌・細菌など空気環境として考慮すべき要素も増えてきている。

そこで本項では、室内空気の汚染物質と健康リスクを考える上で、当面優先的に考慮すべき汚染物質に関する情報を収集・検討し、実態把握の際

に優先的に取り組むべき空気汚染物質を提案することを目的とした。

B. 研究方法

WHO「Housing and Health Guidelines (2018)」、厚労省室内濃度指針値、厚生労働省のシックハウスに関する検討会資料、環境省大気環境基準、WHO(室内)空気質ガイドライン、日本建築学会管理基準値などを参考にして、汚染物質候補を選定、国内住宅事情を鑑みて考慮すべき項目を選別した。

C. 住宅内の空気汚染による健康リスク

化学物質が主な原因とされるシックハウス症候群の症状としては、目・喉・鼻への刺激、頭痛、鬱、吐き気、だるさ、目眩、咳が出る、手足の冷えなどが報告しているが、重症化するとアレルギー症や化学物質過敏症に繋がる恐れがある。

室内空気質は大気の影響に加え、室内における人間活動、燃焼によって発生する汚染物質が加わる。また、建材から発生する化学物質、什器や生活用品からも粉塵、化学物質などが1次的に発生するものもあり、入浴・調理・人体から発生する水蒸気や断熱・換気不足による結露などの生活習慣はDanpnessとカビを発生させる。

WHO「Housing and Health Guidelines (2018)」¹⁾では室内空気質における汚染要素として、換気システム、住宅構造、調理・照明・暖房方式、家具、内装材、外気汚染とタバコ等を挙げており、またダンプネスとそれによるカビの発生による被害に言及している。

好ましくない室内空気質はアレルギー症、免疫力の低下、がん、肌・目・鼻・喉の刺激を引き起こし、更に生殖、神経、心臓血管系に悪影響を及ぼす。

世界諸国で問題となっている室内空気汚染を重要な要素から言及しており、特に途上国で石炭、灯油、自然燃料を室内の開放型かまどや燃焼器具で使うことのリスクを重く見ている。

日本国内事情を勘案して項目を選ぶ必要があるが、共通要素として揮発性有機化合物(VOCs)、

PM2.5、ダンプネスとカビ、タバコと受動喫煙などを重点的に考える必要がある。

また、Housing and Health Guidelines (2018)では室内空気質における selected pollutants としてベンゼン、CO、ホルムアルデヒド、ナフタレン、NO₂、PAHs(多環芳香族炭化水素)、ラドン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを挙げているが、当該物質のなかでわが国の住宅室内で問題になる可能性があるものは、CO、ホルムアルデヒドぐらいである。

D. 日本における室内空気汚染に関連した法律及び規定

シックハウス症候群は1996年、国会で取り上げられ大きな社会反響を引き起こし、実態調査や法律、指針、基準など整備が行われた。

室内の化学汚染が問題となった背景としては、

- ① 新素材の開発と普及に伴い、建材、家具、什器、生活用品などからも従来とは異なる化学物質が放散され、放散量も増加した
- ② 省エネルギーや温熱快適性向上のために住宅の高気密・高断熱化が進んだが、換気に対する配慮が足りず十分な換気が行われなかった
- ③ 化学物質への高感受性者が増えたこと等が挙げられる。

国内で住宅の室内空気質に関連する法規および指針については、主に3つ存在し、この内義務化して施行されているのは、建築基準法(国土交通省)である。

- 室内濃度指針値(厚生労働省)
- 建築基準法(国土交通省)
- 住宅品質確保促進法(国土交通省)

この他にも特定用途の面積が3000m²以上である特定建築物に対しては建築物衛生法(厚生労働省)、学校に対しては学校保健安全法(文部教育省)が室内空気に関する基準を設けている。また、住宅のシックハウスと直接関連する項目ではないが、農薬規制法、家庭用品規制法、地域保健法

で空気質に関連した内容を扱っている。

表 1 の指針値は 2019 年 1 月に一部改訂が行われ、既存 3 成分「キシレン、フタル酸ジ-n-ブチル (DBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)」の濃度基準が強化された。また、新しい指針物質としては TXIB(2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol Diisobutyrate), Texanol, 2E1H (2-ethyl-1-hexanol) を中心に議論が続けられている。

ここで指針値とは「通常この濃度以下であればヒトが一生涯に渡って曝露しても、健康影響が現れないと考えられる値」である。但し、遺伝的或いは後天的要因、感受性などの個人差による特殊な事情がある場合を除く。

日本厚生労働省により指針値が策定されている 13 物質に関する毒性指標²⁾を表 2 に示す。

E. 国内の住宅室内空気汚染に関連した報告

図 1 に示すが、シックハウス関連の相談は建築基準法が改訂された 2003 年に最も件数が多く、それ以降は減少傾向が続いたが、2015 年から再度増え続けている。住宅の新築や改修が増えたことも影響していると考えられるが、シックハウス関連相談が増えていることは事実である。

(1) 指針値制定当時の住宅の化学物質濃度実態

表 3 及び図 2、図 3 に改訂建築基準法が施行された 2003 年前後に国土交通省により行われた新築住宅における室内空気質の全国調査結果^{3), 4)}を示す。ホルムアルデヒドや溶剤系 VOCs の指針対象物資を中心に 2003 年を境に急激な濃度改善が見られる。一方、アセトアルデヒドだけは濃度低減の効果が見られない。天然木材からも発生することがある上、アルコールの酸化物であり生活から発生する分もあることから室内濃度がなかなか改善されないと考えられた。金、林らはアセトアルデヒドに対して近來行われた調査からも指針値を超える物件が多数存在すると報告しており、依然と濃度低減されにくい物質となっている。

図 3 の追跡調査では溶剤系 VOCs 物質は初期現巢が速いがホルムアルデヒドは初期に少し減衰してからは、ずっと同水準の濃度を季節ごとに繰り返すことが示されているが、合成木材によく使われていたホルムアルデヒドは、長年放散し続ける特性を持つ。

近年は F☆☆☆☆が主流となりホルムアルデヒドを大量に放散する木材は殆ど見られなくなったが、ホルムアルデヒドを含め木材から発生するアセトアルデヒド、テルペン類などは長期間放散し続ける傾向を示すため、室内使用时には注意する必要がある。

(2) 近年の室内空気汚染に関する報告

2012 年 9 月に再開されたシックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会では、以下の内容が発表されている⁵⁾。

2011 年度冬期の調査では、ホルムアルデヒド指針値を超える住宅は 0 件、VOC (Volatile organic compounds、揮発性有機化合物) の中から指針値を超過する物質は p-ジクロロベンゼンのみで 3 件が存在した。TVOC (Total VOC、総揮発性有機化合物) は測定対象全体の寝室とリビングルームでの中央値が 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ および 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度、最高値は 2330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、4800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と対象住宅の 47%が暫定目標値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。

2012 年度の夏期調査では、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンの指針値を超過する住宅は存在しなかったが、ホルムアルデヒド 7%、パラジクロロベンゼンは 10 件ほどあった。夏期の TVOC 暫定目標値超過率は 51%であった。

改正建築基準法が施行された翌年の 2004 年度の実態調査では、ホルムアルデヒドの指針値超過率 1.6%、トルエン 0.6%であり、当該実態調査のホルムアルデヒド超過率が以前より高くなっている。

また、金・林らはパッシブ換気住宅における室内濃度の追跡調査^{6), 7)}、関東圏新築住宅 11 軒を対象に排気ファンによる負圧環境が化学物質の放散にどのように影響するのかを調べている^{8), 9)}。

パッシブ住宅ではホルムアルデヒド濃度は低いが、アセトアルデヒドは指針値を若干超えていたが、木材由来の成分としている。また、初期減衰が速い溶剤系 VOCs とゆっくり減衰する木材系 VOCs の濃度減衰に明確な違いが確認された。木材由来の VOCs の影響で当初 TVOC 濃度は $2,300\sim 3,300\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていたが、1年6ヶ月が経過した時点では $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後まで減少し、竣工初期は溶剤系 VOCs の影響が大きく6ヶ月後には低くなったが、木材系 VOCs は1年6か月以上し、夏場を2回経験してから低くなることを示している。

また、関東圏新築住宅11軒を対象にした負圧環境と化学物質放散に関する研究では、キッチンフード、浴室などの排気ファンを稼働することで室内に負圧が発生し、床下・壁内などから汚染物質が室内に流入し、室内化学物質濃度が上昇することを明らかにしている。第3種換気（排気式）が主流となっている国内住宅事情から、新築住宅では特に注意すべきと指摘している。

F. 継続して調査が必要な化学物質

(1) ベンゼン

ベンゼンは白血病を誘発する発がん性物質であるが、国内では室内濃度が高くないことや開放型燃焼器具以外に室内での放散源が殆どないことから、室内濃度指針値は策定されていない。一方、再検討会の報告(11)では夏期に大気環境基準値 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える住宅が6%程度存在している。発生源としては外気由来、室内喫煙が疑われるとしているが、外気濃度が低く喫煙者がいない住宅でも環境基準を超えることがあることから他の室内発生源が存在する可能性に言及している。加えて、芳香性のお香、防虫・殺虫用お香からもベンゼンが発生する事例があると報告している。

住宅室内では自動車排ガス、工場などから発生する外気由来が疑われるが、室内には他にも発生源存在可能性があり、人体への有害性からベンゼンに関する追跡調査は必要と考えられる。

(2) 代替物質

指針値が策定されている物質は使用量や含有量も減り、室内濃度の低減が進められてきたが、その代わりとなる物資（代替物質）へ移行している。従来から溶剤として多用されているトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン等はベンゼン環にメチル基（CH₃）が1つ乃至は2つ結合している物質であるが、指針値策定物質に指定された後はメチル基3つ、4つのベンゼン系（ジエチルベンゼン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン、エチルトルエン等）へと代替物質に移行している。

代替物質は多岐に渡り、成分分析に難しくなる傾向にあるため、定量定性はもちろん用途を特定することも難しくなっている。このような難しさから個別物質の空气中濃度の推移と有害性データとともに総揮発性有機化合物TVOCを活用し、全体的な室内汚染物質濃度を下げてゆく努力が必要である。

(3) 木材由来成分

伝統的に日本住宅には木造が多様され、近代の住宅にもスギ、ヒノキ、赤松、メープルなどの天然木材が好んで使われている。天然木材から放散されるピネン（pinene）、リモネン（limonene）、カレンなどのテルペン類は森の香りと防虫効果など肯定的な機能も有するが、空気質ではTVOC濃度を高める要因となる。テルペン類は酸化されやすく刺激性アルデヒド類を生成することが知られており、テルペン類自体も高い濃度では粘膜刺激等の症状を引き起こす。そのため、木材の使用量が多い住宅ではTVOC濃度が高く測定されることがあり注意が必要である。

(4) SVOC（可塑剤・難燃剤）

床材や壁紙等の内装建材を始め家電、玩具、化粧品、繊維製品に至るまであらゆる家庭用品に使われ、その使用量も膨大である。これらの物質は、SVOC（Semi VOC、半揮発性有機化合物）に属される成分が多く、沸点が高く（ $240\sim 260^\circ\text{C}$ から $380\sim 400^\circ\text{C}$ ）揮発性が低いため空気中で観察される濃度は低いことが多い。

中でも可塑剤として使われてきた DEHP

(Diethylhexyl phthalate)、DBP (Dibutyl phthalate)、BBP (Benzyl butyl phthalate) のようなフタル酸エステル類は内分泌かく乱作用が疑われる¹⁰⁾。更に、プラスチック、合成樹脂・繊維など可塑剤含有製品の使用増大とその難分解性による長期に渡る健康影響が懸念されている¹¹⁾。

EU (欧州連合) では、以前からフタル酸エステル類に関する規制の動きがあり、デンマークはフタル酸 4 物質規制を表明したが REACH (Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) からの指摘で施行目前で撤回した経緯がある。しかしながら、その後もスウェーデンやフランス等がフタル酸類の健康影響に懸念を示し、規制の必要性を表明するなど規制の動きは続いている。その後、RoHS (有害物質使用制限指令) で規制が決定された¹³⁾。

図 5 に示すように、国内における可塑剤生産量はフタル酸が 8 割以上を占めている。全体量はここ 20 年間半減しており、フタル酸の中でも DEHP の割合が徐々に減少するとともに DINP の生産量が急激に上がっている。

このように、可塑剤は DEHP が DINP (Di-isononyl phthalate) や DINCH (1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester) へ、難燃剤では PBDE (PolyBrominated Diphenyl Ether) から HBCD (1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane) へ代わりつつある。しかしながら、膨大な既存生産分 (レガシー) や中国やインドなど新興国における使用量増加は環境や人間に脅威となっている。

2013 年度厚生労働科学研究¹⁴⁾では建材からの放散量を測定し、クッションフロア、テーブルクロスから DEHP の放散が多く、カーペットタイルや一部の壁紙からも高放散が見られると報告している。また、DBP は壁紙、EVA 樹脂タイル、イグサシートなどから放散されるとしているが、DINP は分析対象外であったためデータは示されていない。

SVOC は揮発性が低いものが多く、気中にガス

状として存在しにくい。シックハウス検討会⁵⁾で報告された現場実測からも DBP、DEHP の室内空气中濃度は指針値 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対して、わずか 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と極めて低い濃度であった。2017 年度厚生労働科学研究¹⁵⁾では、空气中から DBP 及び DEHP が検出されたが平均 0.2~0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低く、ハウスダスト中濃度は 9 物質の SVOC 総量として平均 2,000~3,000 $\mu\text{g}/\text{g}$ 程度、そのなかでも DEHP が最も多くの割合を占めるとしている。次いで DINP の検出量が多かったが、両物質の合計量が分析した全 SVOC 成分の 9 割以上を占めていると報告している。

(5) 防虫剤・殺虫剤成分

家庭用防虫剤は樟脳、ナフタレンから p-ジクロロベンゼンやピレスロイド系に置き換えられている。これらの物質は居住者の生活習慣により、高濃度で検出される家庭が存在する。P-ジクロロベンゼンは 2000 年に指針値が策定されて以降ピレスロイド系製剤が普及し、その濃度も低くなっているが未だに p-ジクロロベンゼン製品が多く販売されている^{16),17)}。

近來、殺虫剤成分としてはピレスロイド (Pyrethroid) 系とネオニコチノイド (Neonicotinoid) 系成分がよく使われている。住宅の床下・基礎部にシロアリの防虫・殺虫目的で使用されていたクロルピリホス (Chlorpyrifos) は有機リン系物質であり人体への毒性が強いため、指針値制定と建築基準法で住宅内での使用が禁止された。一方、蚊、ハエ、ゴキブリなど住環境で使われる殺虫剤はピレスロイド系成分へと移行した。ピレスロイドは除虫菊から得られる成分で蚊取り線香の有効成分としてよく知られる物質である。人間を始め哺乳類への毒性は弱い、昆虫や爬虫類には強力な神経毒として作用する。しかし、使用頻度が高い住宅や適量以上の使用、使用時における換気や清掃不足など、間違った使い方による人体への有害性は否定できない。防虫・殺虫剤は室内でよく使われる生活用品のひとつであり、一般生活でも曝露されやすいものであるため、住宅内の濃度実態を把握してゆく必要がある。

(6) 香り成分 (芳香剤、消臭剤、洗剤・柔軟剤)

洗剤や芳香剤の香り成分としてよく検出される物質として、D-リモネン、ノナナールなどがあるが、自然由来成分を謳う製品が多く出回っている。昨今はマイクロカプセル技術による強い香りが長時間持続する製品も増えている。繊維柔軟剤の香り成分による学内トラブルが報道されるなど健康への影響が懸念されている。

(7) TVOC (総揮発性有機化合物)

TVOCとは Total Volatile Organic Compounds (総揮発性有機化合物) の略称で、多くの化学物質の総称である VOCs を評価するための指標である。TVOC 濃度の人体への影響を表 4 に示す¹⁸⁾。

毒性学的知見に基づいた TVOC 指針値設定は現段階では困難であり、日本では室内空気質の TVOC に対して暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を設定している。TVOC 暫定目標値は、毒性学的知見から決定したものではないため、個別の VOC 指針値とは独立した概念で捉える必要がある。

個別 VOC 指針値はリスク評価に基づいた健康指針値であるが、室内には経済性や作業性などの合理的な判断から定性定量が行われない数多い成分が存在する。その限界から分析時の C6 から C16 までの各成分のピーク面積を合算して一つの統合化した概念として表すのが TVOC である。

天然材使用により、指針知策定物質以外のテルペン類やアルデヒド類の天然成分が高濃度で検出される可能性がある。TVOC 値が高い場合には、個別物質の種類や由来を確認した上で、個々成分の良否の評価を行うべきである。

指針値策定以降、指針値が策定された個別物質の濃度は低く抑えられたが、TVOC は依然と高い住宅が存在する。TVOC 自体に有害性を判断できる根拠は乏しく有害性に基づいた指針にすることは難しいが、屋内化学汚染の可能性を知らせる指標として機能することができると考えられる。

G. 住宅室内で検討すべき汚染物質

表 5 は WHO ガイドライン、厚生労働省・の室内濃度指針値 (提案中、議論中含む)、文部科学

省の学校環境衛生の基準、日本建築学会規準を参考にして選定した住宅室内空気中汚染物質の項目である。その中で、日本国内の事情を踏まえて考慮すべき項目を陰影付けして記している。

項目として挙げているのは、室内指針値 13 物質、総揮発性有機化合物(TVOC)、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、TXIB、ベンゼン、ナフタレン香り成分 (芳香剤、洗剤など)、防虫・殺虫剤成分 (ナフタレン、p-ジクロロベンゼン、ピレスロイド系)、浮遊真菌、PM2.5 である。

SVOC 成分は空気中よりは室内表面やハウスダストに付着して存在することが多く、空気からの健康リスク要素として挙げるのは難しい。二酸化硫黄、二酸化窒素、オゾン、PAHs (ベンゾ-a-ピレン) は日本の住宅においては外気由来が主であり、一般的に室内発生は多くないと考えられる。ラドンはガンバ・土壌から発生するが、日本国内では自然発生量が少ない。

住宅内での浮遊細菌は発生源が少ないと考えられることや健康影響に基づいた濃度指針がない。浮遊粉じん (SPM) は特定建築物を対象にする建築物衛生法で室内濃度基準を定めているが、現代の住宅内では大きな発生源が少ないことから、調理・暖房など燃焼や加熱行為等の居住者生活により室内で大量に発生する PM2.5 を対象に挙げた。

H. まとめ

室内空気質が健康に大きく影響することは明らかであるが、燃焼ガスや建材由来の化学物質 (VOCs、アルデヒド類を含む)、香り成分、防・殺虫剤、浮遊粒子状物質 (SPM、PM2.5)、微生物など様々な物質が存在し、住宅によってその強度や曝露頻度・時間なども異なる。また、建材への代替物質の使用、可塑剤・難燃剤成分、芳香剤・洗剤の香り成分、防虫・殺虫剤など今まで考慮されなかった化学物質が生活に深く浸透し、その影響が懸念されている。

今回ここで挙げている我が国の一般居住環境で注意すべき室内汚染物質としては「厚生労働省が策定している室内指針値 13 物質及び総揮発性

有機化合物 (TVOC) をメインにして、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、TXIB、ベンゼン、香り成分 (芳香剤、洗剤など)、防虫・殺虫剤成分 (ナフタレン、p-ジクロロベンゼン、ピレスロイド系)、浮遊真菌、PM2.5」を挙げた。

物質の種類が多く物性や測定法が異なるため、網羅して調べることは難しいと考えられるため、住宅内空気質と健康に関する実態調査を行う際には、これらの空気中汚染物質に対して優先順位を付けて調べる必要がある。

I. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

J. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) WHO, Housing and Health Guidelines (2018), <https://www.who.int/publications-detail/who-housing-and-health-guidelines> (accessed on 2020.3.15)
- 2) 厚生労働省：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回のまとめについて、第4回～第5回のまとめについて、第6回～第7回のまとめについて、第8回～第9回のまとめについて、<http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/situnai/kentoukai.html> (accessed on 2020.3.15)
- 3) 国土交通省住宅局住宅生産課，平成17年度室内空気中の化学物質濃度の実態調査の結果について，平成18年11月30日。
- 4) Osawa a, Hayashi, M. (2009) Building and Environment 44 (7): 1330–1336.
- 5) 厚生労働省：シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会、第11回～第17回議事録、https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-iyaku_128714.html (accessed on 2020.3.20)
- 6) 林基哉，金勲，本間義則，松永潤一郎．パッシブ換気住宅における換気特性と室内環境その1 サーマルダンパーを用いたパッシブ換気特性，日本建築学会大会学術講演梗概集；2018.9；仙台．pp.693-4.
- 7) 金勲，林基哉，本間義則，松永潤一郎．パッシブ換気住宅における換気特性と室内環境その2 室内空気質の追跡調査，日本建築学会大会学術講演梗概集；2018.9、pp.695-6.
- 8) 金勲，林基哉，大澤元毅，竹熊美貴子．負圧環境下における住宅内化学物質濃度特徴，平成29年室内環境学会学術大会；2017.12、A-14 (2pages)
- 9) Hoon Kim, Mikiko Takekuma, Motoya Hayashi. Increase of Chemical Concentration by Indoor Negative Pressure in Japanese Detached Houses, 8th ICEERB 2018, 2018.11; E084

- (Electronic file)
- 10) C. Bornehag, J. Sundell, C. J. Weschler,: The Association between Asthma and Allergic Symptoms in Children and Phtalates in House Dust: A Nested Case-Control Study, Environmental Health Perspectives, Vol. 112, No. 14, pp.1393-1397, 2004.10
 - 11) Plastics that may be harmful to children and reproductive health, EHHI - Environment & Human Health, Inc, 2008
 - 12) 塩ビ工業・環境協会：可塑剤出荷量統計データ、http://www.vec.gr.jp/lib/lib2_6.html#cc (参照：2018.09.15.)
 - 13) European Union：Official Journal of the European Union -Commission Delegated Directive (EU) 2015/863 of 31 March 2015-、L 137/10-12、2015.04.
 - 14) 神野透人、金勲 ほか. 室内環境中の準揮発性有機化合物放散源探索手法の開発. 厚生科学研究費補助金化学物質リスク研究事業「室内環境における準揮発性有機化合物の多経路曝露評価に関する研究」(主任研究者：神野透人. (課題番号：H24-化学—指定-007)) 平成 24 年度研究報告書 2013.3 ; pp.107-126.
 - 15) 稲葉洋平, 金勲, 樺田尚木. 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「半揮発性有機化合物をはじめとした種々の化学物質曝露によるシックハウス症候群への影響に関する検討」(研究代表者：樺田尚木) 平成 28 年度分担総合研究報告書 ; 2017.3
 - 16) 安藤正典：厚生科学研究費補助金生活安全総合研究事業「化学物質過敏症等室内空气中化学物質に係わる疾病と総化学物質の存在量の検討と要因解明に関する研究」平成 13 年度総括・分担研究報告書 (2002)
 - 17) 長谷川一夫、仲野富美、辻清美、伏脇裕一：木造住宅室内空気中におけるパラジクロロベンゼン濃度の推移、神奈川県衛生研究所研究報告、36、pp.30-32、2006
 - 18) ECA Report 11 : Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1992.

表1 シックハウスに関連した指針値（厚生労働省）

成分	指針値	設定日
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1997.6.13
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2002.1.22
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.6.26
キシレン	870 \rightarrow 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.6.26/2019.1.17
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.6.26
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.12.15
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.12.15
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001.7.5
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (小児 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2000.12.15
フタル酸ジ-n-ブチル	220 \rightarrow 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.12.15/2019.1.17
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 \rightarrow 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001.7.5/2019.1.17
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001.7.5
フェノブガルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2002.1.22
TVOC(暫定目標値)	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000.12.15

表 2 13 物質の毒性指標

(厚生労働省シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会中間報告書 2002) 2)

揮発性有機化合物*	毒性指標
ホルムアルデヒド	ヒト吸入曝露における鼻咽頭粘膜への刺激
アセトアルデヒド (1) (2)	ラットの経気道曝露における鼻腔嗅覚上皮への影響
トルエン (1) (2)	ヒト吸入曝露における神経行動機能及び生殖発生への影響
キシレン (1) (2)	妊娠ラット吸入曝露における出生児の中枢神経系発達への影響
パラジクロロベンゼン (1) (2)	ビーグル犬経口曝露における肝臓及び腎臓等への影響
エチルベンゼン (1) (2) (3)	マウス及びラット吸入曝露における肝臓及び腎臓への影響
スチレン (1) (2)	ラット吸入曝露における脳や肝臓への影響
テトラデカン (2) (6)	C ₈ -C ₁₆ 混合物のラット経口曝露における肝臓への影響
クロルピリホス (4) (5)	母ラット経口曝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
フタル酸ジ-n-ブチル (1) (3) (5)	母ラット経口曝露における新生児の生殖器の構造異常等の影響
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (3) (5)	ラット経口曝露における精巣への病理組織学的影響
ダイアノジン (4) (5)	ラット吸入曝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
フェノブカルブ (3) (5)	ラットの経口曝露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響
総揮発性有機化合物量 (TVOC) (1) (3)	国内の室内 VOC 実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定

注1：フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの蒸気圧については $1.3 \times 10^{-5} \text{Pa}$ (25°C) ~ $8.6 \times 10^{-4} \text{Pa}$ (20°C) など多数の文献値があり、これらの換算濃度はそれぞれ 0.12~8.5ppb 相当である。

注2：* 番号は各物質の選定理由を示す。

- (1) 海外で指針が提示されているもの
- (2) 実態調査の結果、室内濃度が高く、その理由が室内の発生源によると考えられるもの
- (3) パブリックコメントから特に要望のあったもの
- (4) 外国で新たな規制がかけられたこと等の理由により、早急に指針値策定を考慮する必要があるもの
- (5) 主要な用途からみて、万遍なく網羅していること
- (6) 主要な構造分類からみて、万遍なく網羅していること

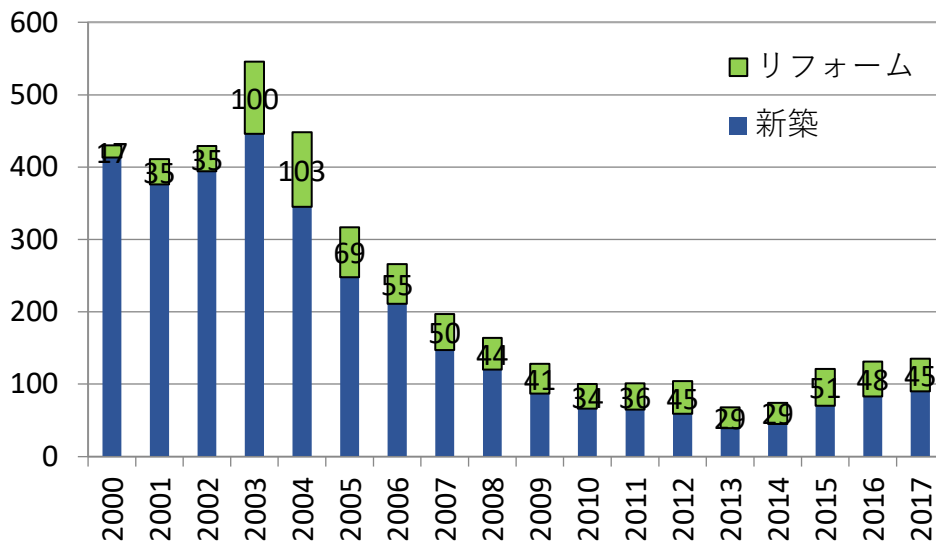


図1 新築及びリフォーム住宅のシックハウス関連の相談件数
 (資料：住宅リフォーム・紛争処理支援センター、<http://www.chord.or.jp/tokei/tokei.html>)

表3 各年の気中平均濃度と指針値超過率（国土交通省、2006）

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
ホルム	平均濃度 [ppm]	0.073	0.050	0.043	0.040	0.028	0.025
	指針値超過率 [%]	28.7	13.3	7.1	5.6	1.6	1.5
トルエン	平均濃度 [ppm]	0.041	0.023	0.017	0.017	0.004	0.003
	指針値超過率 [%]	13.6	6.4	4.8	2.2	0.6	0.3
キシレン	平均濃度 [ppm]	0.006	0.009	0.005	0.004	0.002	0.001
	指針値超過率 [%]	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0
エチル ベンゼン	平均濃度 [ppm]	0.010	0.005	0.003	0.004	0.001	0.001
	指針値超過率 [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
スチレン	平均濃度 [ppm]	-	0.0020	0.0005	0.0002	0.0003	0.0010
	指針値超過率 [%]	-	1.1	0.0	0.1	0.1	0.6
アセト アルデヒド	平均濃度 [ppm]	-	-	0.017	0.015	0.018	0.017
	指針値超過率 [%]	-	-	0.0	0.0	0.1	0.1

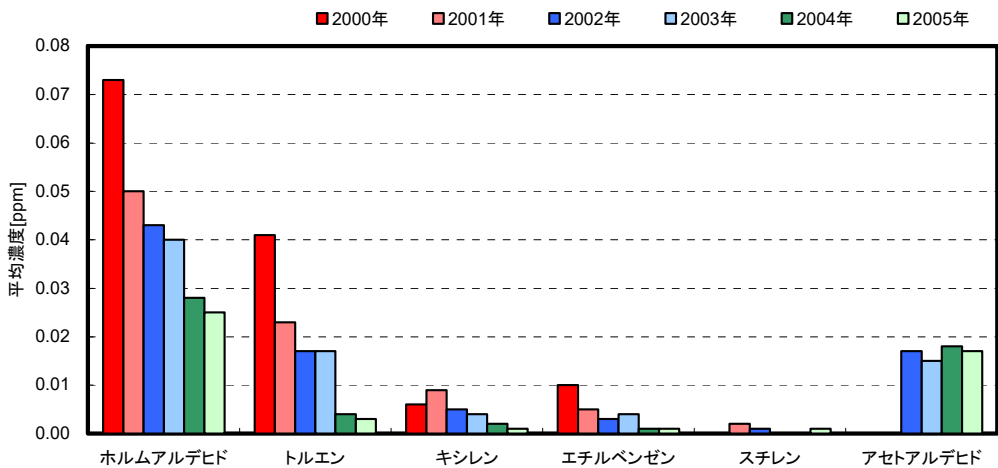


図2 国土交通省による新築住宅の空気質実態調査

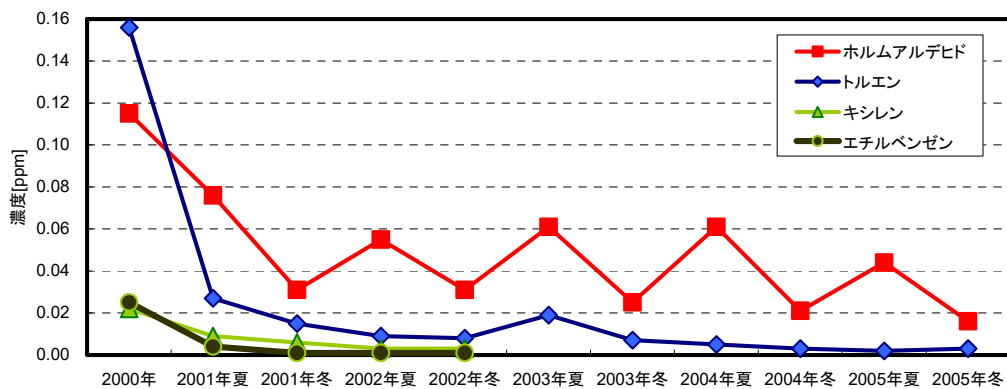


図3 国土交通省による空気質実態調査（追跡調査）

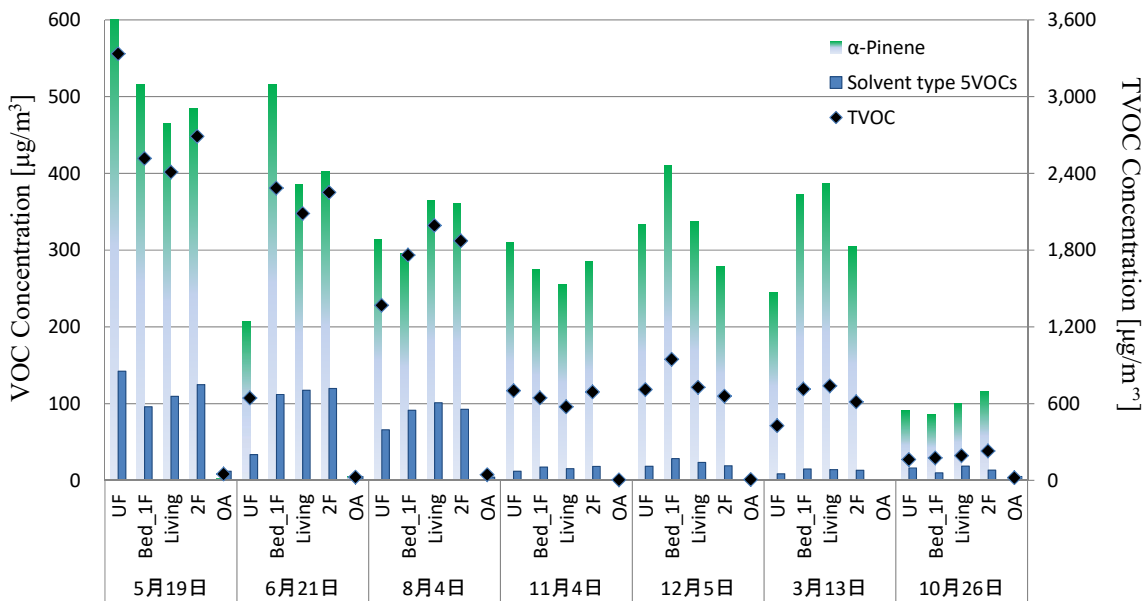


図4 溶剤系成分と木材由来成分の放散特性の違い（金、林ら）^{6), 7)}

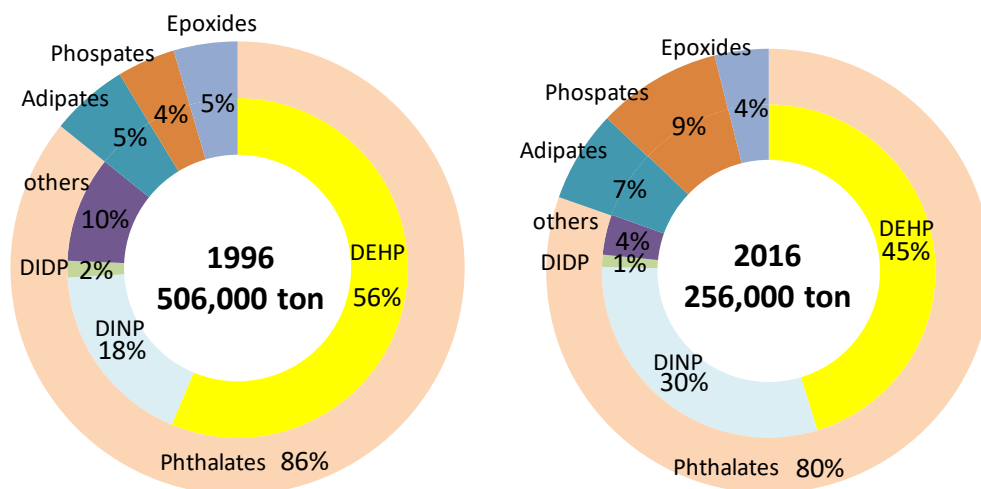


図5 可塑剤の国内生産量 (資料：塩ビ工業・環境協会) ¹²⁾

表4 TVOC 濃度の人体影響 (ECA, 1992) ¹⁸⁾

TVOC 濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	分類	健康への影響
< 200	快適範囲	刺激も不快感も感じない
200-300	問題の生じる 可能性あり	何らかの影響を引き起こす可能性はかなり低い
300-3000		様々な物質への曝露が相互に影響しあう場合、炎症・不快感が生じる可能性がある
3000-5000	不快範囲	においも検知され、居住者からの苦情が起こる
5000-8000		目・鼻・喉の炎症が起こるなど、生理的な影響が見受けられる
8000-25000		頭痛が起こる可能性がある
25000 <	毒性範囲	頭痛よりも神経毒的な影響が起こる可能性がある

出典：ECA Report 11 : Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings

表5 住宅室内空気でも考慮すべき汚染物質

項目	主な発生源	参考基準値
室内指針値13物質		厚労省策定値あり
総揮発性有機化合物(TVOC)		暫定400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下***
2-エチル-1-ヘキサノール	塩ビ樹脂とモルタルの反応生成物	130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下***
テキサノール	水性塗料	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下***
TXIB	水性塗料	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下***
香り成分	消臭剤、芳香剤、洗剤、柔軟剤	
フタル酸エステル類 (SVOC)	プラスチック、人工皮革など可塑剤	DEHP、DBPは厚労省指針値あり
ピレスロイド系	防虫剤、殺虫剤	
二酸化硫黄	燃料の燃焼（脱硫化でほぼ改善済）	0.04 ppm以下*
石綿	吹き付け石綿等の残存箇所	0.05～0.5 f/L以下**
二酸化窒素	燃料の燃焼	0.04～0.06 ppm以下*
ベンゼン	燃料の燃焼	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下*
ナフタレン	家庭用防虫剤	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下**
トリクロロエチレン	工業用有機溶剤	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下*
テトラクロロエチレン	クリーニングの洗浄溶剤	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下*
オゾン	大気中光化学反応、レーザープリンタ	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下*
多環芳香族炭化水素 (PAHs)	自動車排ガス、大気汚染	
ベンゾ-a-ピレン	燃焼生成物	0.12 ng/ m^3 以下**
ラドン	石造建築物	100 Bq/ m^3 以下**
浮遊真菌		50 cfu/ m^3 以下****
浮遊細菌		500 cfu/ m^3 以下****
浮遊粉じん(PM10)	化石燃料、燃焼、じん埃	0.15 mg/ m^3 以下***
浮遊粒子状物質(PM2.5)	自動車、工場、調理・燃焼	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下（日平均）**

* 環境省大気環境基準

** WHO(室内)空気質ガイドライン

*** 厚労省室内濃度指針値（案含む）

**** 日本建築学会管理基準値

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
建設省及び国土交通省による調査研究の動向に関する情報の収集・整理

研究分担者 桑沢 保夫 国土技術政策総合研究所

研究要旨

本特別研究における全体の研究目的にある、「住居環境に起因する健康影響・健康増進に関係する過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。」に対して、本報では、建設省及び国土交通省による委員会成果からの、住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行っている。

調査の対象は、建設省及び国土交通省による委員会活動を対象とし、報告書等が確認できたプロジェクト等である。これらの文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行った結果、以下に示すような結果となった。

2000年前後に実施された研究では主にシックハウス問題に対応し、室内空気質に注目した研究内容となっていた。当時の住宅の断熱・気密性能、暖冷房・換気設備のレベルに対しての一般的な状況や、一定の効果を上げることができる対策等が示されているが、その後の建築物省エネルギー法の施行や住宅および住設機器の変化もあることから、「シックハウスに関する事例検討・調査委員会」の成果等により最新の状況を確認する必要がある。

その後、2010年頃からの研究では、温熱環境と健康性の関連を中心とした研究例となっており、広範な調査結果などから地域別の室温の推計方法やその健康性との関連が示されており、今後の研究に対して大いに参考となる内容となっている。

A. はじめに

本特別研究における全体の研究目的にある、「住居環境に起因する健康影響・健康増進に関係する過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。」に対して、本章では、建設省及び国土交通省による委員会成果からの、住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行った。

B. 調査対象

建設省及び国土交通省による委員会活動を対象とし、報告書等が確認できた以下のプロジェクト等を調査対象とした。

表 1 調査対象

プロジェクト等（参照文献等、実施年度等）
室内空気汚染の低減に関する調査研究 （1998年3月_室内空気汚染の低減に関する調査研究_報告書_健康住宅研究会、1996-1997）
健康的な居住環境形成技術の開発 （2000年10月_健康的な居住環境形成技術の開発_A課題からC課題まで_最終年度（平成11年度）報告書、1997-2000）
シックハウス対策技術の開発 （2004年7月_総プロ「シックハウス対策技術の開発」平成15年度_国土技術政策総合研究所、2000-2003）
シックハウスに関する事例検討・調査委員会（令和元年度シックハウスの発生予防対策の取り組みに関する調査と関連動向調査業務報告書ほか、2007- ）
健康維持増進住宅研究_第一フェーズ （2010年3月_健康維持増進住宅研究_第一フェーズ報告書、2007-2009）
健康維持増進住宅研究_第二フェーズ （2013年3月_平成24年度「健康維持増進住宅研究 委員会・コンソーシアム」報告書、2010-2012）
スマートウェルネス住宅研究開発委員会 （2019年2月_住宅の断熱化と居住者の健康絵の影響に関する全国調査第3回中間報告会、2014-2018）
住まいの健康性評価ツール CASBEE 健康チェックリスト（2011年公開）
コミュニティの健康性評価ツール CASBEE コミュニティの健康チェックリスト（2013年公開）

C. 調査結果

C1. 室内空気汚染の低減に関する調査研究

C1.1. 概要

健康に影響を与える可能性がある揮発性の有機化合物に関して物性、基準、試験方法並びに室内空気汚染の対策方法について調査・検討し、健康影響を低減する住まい方を提案するためのユーザーマニュアルを策定することを目的とし、1996-1997年度に実施された。委員会として健康住宅研究会があり委員長は今泉勝吉工学院大学名誉教授である。本委員会の下に幹事会があり、さらにその下に、「内装材等分科会」、「木質材料分科会」、「設計・施工分科会」があった。

C.1.2. 主な成果

住宅に関連した空気汚染物質の発生源として、住宅建築材料、部品とその他生活に起因する空気

汚染物質の発生源として、建材施工材と含有している有害性が高い物質、また建材・施工材以外の発生源を示した。

主要な化学物質による健康影響を調査し、学会等による許容濃度、短期間暴露による人体影響評価などの値を示した。

室内空気環境の状況として、ホルムアルデヒド、TVOC（トルエン、キシレン）可塑剤、有機リン系化合物の測定事例を調査し室内濃度を示した。

木質建材からの優先取組物質の揮散に関する実験・検討を実施し、デシケータ値から室内のホルムアルデヒド気中濃度を推定する理論式、木質建材のホルムアルデヒド放散能測定法として逆デシケータ法を提案、保存処理木質建材の気中揮散に関する実証実験から揮散量がきわめて微量であることを確認した。

内装材料からの優先取組物質の揮散に関する実験・検討を実施し、換気の有効性を確認した。建材・施工材の選定における配慮事項として、ホルムアルデヒド放散量等の各種表示区分等を示した。

漏気、室内空気汚染物質考慮した必要換気量、換気計画、気密測定方法を示した。

材料からの放散性能および室内濃度の測定方法について調査した。

ホルムアルデヒド気中濃度の推定方法を検討し、現実の住宅では床下や壁の裏面から放散された物質の室内への侵入や、放散量が不均一、変動するなどがあるためこれらの問題をクリアする必要があるとした。

設計・施工ガイドライン、ユーザーズマニュアルを作成した。

課題として以下の事項を重要な検討課題として整理した。

- (1) 室内濃度の予測式の必要性
- (2) 優先取組物質の放散量表示の必要性
- (3) 放散量に関するデータベース作成の必要性
- (4) より精度の高い簡易測定機器の開発
- (5) 測定方法の標準化の必要性
- (6) 優先取組物質の簡便な除去手段の開発の必要性
- (7) より低放散能の建材・施工材の供給体制の整備の必要性
- (8) より低放散能の建材・施工材の開発の必要性
- (9) 人体影響についての研究を進める必要性
- (10) 相談窓口を整備する必要性
- (11) 優先取組物質以外の物質の低減対策の必要性
- (12) 居住者の生活意識を変革していく必要性

C1.3. まとめ

シックハウスが顕在化して問題視されるようになってきた当初の研究委員会であり、産官学の関係者が多く集まって多角的に検討を進め、室内

空気質に関して大変多くの成果が示された。これらの成果は、その後のシックハウス対策技術としての低放散材料の使用、換気による低濃度化という、建築基準法による規制の基礎的な情報となった。

C2. 健康的な居住環境形成技術の開発

C2.1. 概要

建物構造・材料選択、換気設備設計及び住まい方など、健康的な室内環境を形成していく上で拠り所となる、設計施工者のための設計施工ガイド、居住者のためのユーザーズガイドの提案を行うことを目的として、1997-2000年度に実施された。委員長は吉野博東北大学教授である。全体委員会の下に、「実態調査部会」、「測定法部会」、「設計施工部会」があった。

C2.2. 主な成果

既往の実態調査資料をもとに室内環境実態調査方法を検討して、標準となる現場測定法を設定するとともに、それら成果を踏まえつつ、実際の住宅(新築・既築、戸建・集合)を対象として調査を平行して実施し、測定機器による濃度のばらつきや気温、築年数等との関連を示した。

建築物における汚染物質発生量評価手法の研究として、発生量測定方法を検討・整備し、測定データを蓄積、材料のラベリングシステムに対する考え方を検討した。

健康影響の少ない設計施工法の整備として、室内の気中濃度予測手法、適切な住宅用換気システム、ベイクアウト効果の検討を行った。また、モデルハウス(木造戸建て、RC集合)で内装仕様、換気条件などの比較評価を実施した。それらを踏まえて設計施工ガイド、ユーザーズガイドを作成した。

室内における気中濃度予測手法の開発を検討し、デシケータ法、チャンパー方による材料の放散速度データから気中濃度を予測する方法の開発及び簡易なシミュレーションによる気中濃度

の予測手法を開発し、その問題点を整理した。

一般換気を適切に行うことは室内空気汚染防止対策の中で重要であるものの、従来は実務家が参考にできる資料が極めて少なかった。そこで、戸建住宅及び集合住宅において推奨される換気方式の特徴と設計計画上の注意点に関してガイドラインとしてまとめた。ガイドライン作成に際しては、気象条件や建物の気密性など多様な条件下における換気性状や室内空気汚染状況に関する換気シミュレーションを用いた予測、及び実験住宅における換気性状の確認実験を行って換気の有効性を検証した。

有効な室内化学物質汚染低減化対策の確立が急務とされていることから、ベイクアウトについてその具体的な実施手順、評価法について調査・検討を行った。

実大モデル住宅に、材料選択や気密水準/換気量の制御など、既存技術や本プロジェクトで開発された対策手法を適用して、それら効果の検証を行った。

健康的な住宅の供給・選択・利用に活用できるように、一般計施工者のための「健康な住まいづくりのための設計施工ガイド」、その利用者である住宅購入者・居住者のための「健康な住まいづくりのためのユースーズガイド」を作成した。

C2.3. まとめ

シックハウス問題を契機として先行して実施された「3.1. 室内空気汚染の低減に関する調査研究」の成果を参照し、室内空気質についてさらに内容を進めている。実態調査からは室内の化学物質濃度に大きなばらつきがあり、予測が難しいことが示された。一方、実験や調査結果をもとに、一般計施工者のための「健康な住まいづくりのための設計施工ガイド」、その利用者である住宅購入者・居住者のための「健康な住まいづくりのためのユースーズガイド」を作成しており、何も指針がなかった当時に実務的な情報を示した。

C3. シックハウス対策技術の開発

C3.1. 概要

シックハウスの原因と目される室内空気汚染現象は、その発生伝搬機構、測定・評価方法、被害実態、対策技術等に関する技術的・学術的知見は全く不十分であることから、学術的基礎の構築と技術資料の整備を目指すことを目的に、国土交通省の研究予算（総合技術開発プロジェクト）に基づき 2000-2003 年度に実施された。委員長は吉澤晋東京理科大学教授である。全体委員会の下に、「室内空気環境詳細調査部会」、「測定評価部会」、「設計施工部会」、「評価表示部会」があった。

C3.2. 主な成果

68 戸の住宅を対象とした実態調査を行い、主要化学物質の濃度、発生源の所在、換気状況等につき把握した。その結果、検出された物質毎に気中濃度と壁体内・押入内等の濃度を比較すると、大別して、①気中濃度と押入内・壁体内濃度で検出される物質が類似している場合、②気中濃度と押入内・壁体内濃度で検出される物質が異なる場合の 2 つに分類できることがわかった。前者では壁体内、押入内が汚染源となっている可能性、後者では建材の表面や持ち込み家具などの汚染源の影響が大きいと考えられ、おおよその汚染源を特定できる可能性について検討した。

汚染物質濃度の測定法・予測法の開発として、測定方法の標準化、濃度測定手順の簡略化法の提案、測定機器の検証を行った。

対策試験評価方法開発として、新築時の対策手法、換気システム、改修診断・評価システム、設計施工支援システムの評価を行った。

総合性能評価・表示手法の開発として、ホルムアルデヒドの濃度予測方法（建材と換気条件より予測）を検証し、建築基準法規制の裏付けを行った。

換気設備基準原案作成、マニュアル類作成に必要な技術的知見を実験・計算により整備した。

C3.3. まとめ

シックハウス問題を契機として先行して実施された「3.1. 室内空気汚染の低減に関する調査研究」、「3.2. 健康的な居住環境形成技術の開発」の成果を参照して検討を進め、建築基準法における建材の規制、換気の義務化というシックハウス対策の裏付けとなる技術的知見を整備した。

C4. シックハウスに関する事例検討・調査委員会

C4.1. 概要

シックハウスに関する材料、換気、設計、施工、運用などの面に関する事例検討・調査の活動として、2007年度から実施されている。委員長は田辺新一早稲田大学教授である。年ごとにテーマを変えて各種の調査を実施するとともに、基準値や規制などの変遷を追っている。

C4.2. 主な成果

シックハウス問題の関連動向調査として、日本国内における、これまでのシックハウス問題の動向について一覧表としてまとめた。内容は、(財)住宅リフォーム・紛争支援処理センターへの相談件数の推移で、2003年度の546件を最高にその後低下し、10年前程度から100件程度の件数となっていることが示された。

SVOCであるフタル酸ジ-n-ブチルやフタル酸ジ-2-エチルヘキシルなど可塑剤は、海外の知見では、空気中の塵と結合し子供の喘息やアレルギーとの関連性を指摘されている。こうした知見と、日本での使用実態や、健康被害の報告がないかなど整理した。

プラスチックやゴム、織物などの可燃性物質に添加することにより燃えにくくする「臭素系難燃剤」は、海外では規制が行われている。厚生労働省の室内空気指針値を定めた13物質には含まれないが、こうした海外動向も踏まえ、国内での使用実態や健康影響について整理した。

シックハウス対策のために用いられる製品には様々なものがある。どのような製品が上市されているかに関して、インターネット等を用いて調査した。製造者、販売者の記述内容をそのまま収録したため、有効性などに関しては確認できていないが、流通している製品の傾向を、封止材、吸着・分解、空気清浄機として整理した。

設計時の判断材料の調査として、シックハウスとの関係が深い内装仕上げ材を中心に、設計時にどのような書類が準備され、入手可能で、理解しやすくなっているのか、建材メーカーにアンケート調査を実施した。全体的な問題としてシックハウス問題が発生した場合、材料の問題か施工の問題かの判断が難しく、責任の所在がはっきりしないといった点が挙げられた。

換気と室内関係に関する論文検索では、24時間換気による室内空気質への影響に関する論文は見られなかった(H.25年度当時)。換気機器メーカーへのヒアリングでは、設計風量と実際の風量に関する注意、外気が清浄でない場合には換気と空気清浄機の組み合わせによる対策などが示された。工務店へのヒアリングでは、換気設備の維持管理に関する必要性、PM2.5対策のフィルター活用などが示された。機械換気を設置している居住者へのヒアリングでは、設計段階ではシックハウス対策としての24時間換気の意味合い、運用段階ではフィルター等の清掃方法に関する施行者等による説明の必要性、室内空気環境に関する情報提供の必要性等が示された。

新築カリフォルムか、戸建て住宅か集合住宅か、持ち家か賃貸かという組み合わせにより、それぞれの設計・施工者を対象にアンケート、ヒアリングを実施した。その結果、シックハウス対策とはホルムアルデヒド対策が一般的である点、そのほかの4VOCの指針値などの情報提供が求められている点などが示された。

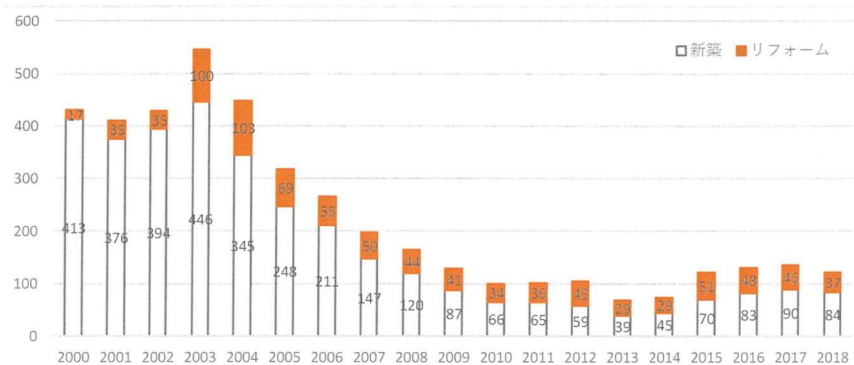


図 3-1: シックハウスに関する相談件数の推移
(出典: 住宅リフォーム・紛争処理支援センター住宅相談統計年報 2019 資料編)

図 1 シックハウスに関する相談件数の推移

(2020年3月_「令和元年度シックハウスの発生予防対策の取り組みに関する調査と関連動向調査業務」報告書より)

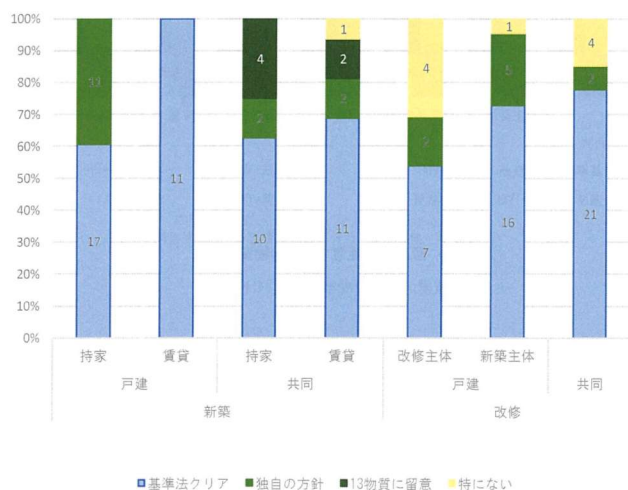


図 2.4.1 シックハウス対策に対する社の基本的な方針

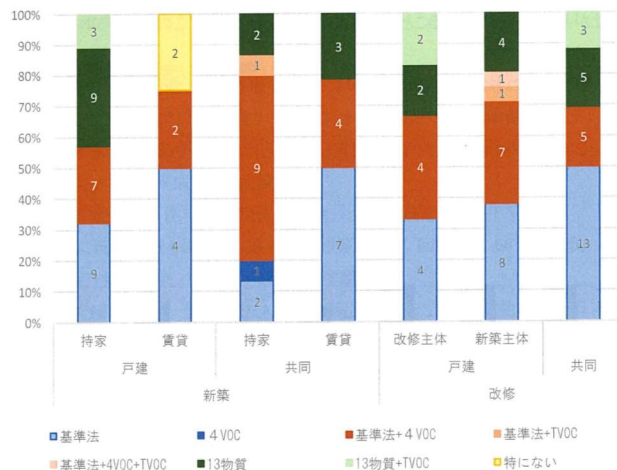


図 2.4.2 注意する化学物質

図 2 シックハウスに関する設計・施工者へのアンケート・ヒアリング結果

(2020年3月_「令和元年度シックハウスの発生予防対策の取り組みに関する調査と関連動向調査業務」報告書より)

C4.3. まとめ

建築基準法の対策によりシックハウス問題が収束してきた頃から委員会が始まり、その後のシックハウス全般にかかる情報をウォッチしている。現在も継続しており現状やその変遷を知る上では有用な情報源である。

C5. 健康維持増進住宅研究 第一フェーズ

C5.1. 概要

住宅や地域の健康環境品質を向上し、生涯健

康・生涯現役を実現するための、新たな住宅環境やコミュニティのあり方を検討するため、関連する産・学・官の協力体制のもとに、今後の住宅市場におけるイノベーション達成を視野に入れつつ、市場改革・学術改革・政策改革を目指して、健康維持増進を実現する住宅環境に関する研究を行うことを目的に、2007・2009年度に実施された。委員長は村上周三建築研究所理事長である。全体委員会の下にある開発企画委員会と「健康維持増進住宅研究コンソーシアム」に設けられた

「健康影響低減部会」、「健康増進部会」、「設計部会」、「健康コミュニティ推進部会」が連携して研究が進められた。

C5.2. 主な成果

健康影響低減について、室内空気質・湿気、室内温熱環境、屋外環境の影響、ライフスタイルの各面から調査・検討を行い、健康影響低減のための要素技術の開発に関する基礎的検討を行った。室内空気質・湿気問題の検討では、児童のアレルギー性疾患の有症率上昇を背景に、居住環境要因と健康影響との関連性に関する疫学的調査を実施し、アレルギー性疾患の有病率は 49.9%等の結果を得た。

室内熱環境問題の検討では、人口動態統計に基づく家庭内事故の内訳・件数と地域の関連等を示した。

夏季の室内外温度差と生理・心理反応については被験者実験により、エアコンが苦手な人とそうでない人皮膚温や自覚症状の特徴を明らかにした。

人口動態統計を使用した福岡県市町村別入浴死の検討として、市町村間の死亡率の違いを、生活環境（人口、人口密度、高齢化率、公営住宅世帯率、介護状況など）との関係から検討し、公営住宅世帯比率や老人保健施設数が低い市町村での溺死死亡率が高いこと等を示した。

高齢者の冬季入浴環境に関する全国調査を実施し、設備や居住者の温冷感、冬期の住宅内の各場所における室温との関連性について分析した。屋外環境の影響検討としては、外気温上昇が睡眠障害に及ぼす影響では、睡眠時に冷房を使用しなかった場合、0 時外気温が 24.7℃から 30.0℃において、1℃上昇するごとに睡眠障害者が 7.3%増加すると推定され、夏季晴天日におけるヒートアイランド現象に伴う大阪府全体の睡眠障害の健康被害影響は 172,660 [万円/日]と評価された。また、外気温上昇が疲労に及ぼす影響では、26.4℃以上の範囲で 1℃あたり 0.17 点増加する

気温感度が確認された。さらに、ヒートアイランド現象が人間健康全般に与える影響の定量化として、最も被害の大きい健康影響は睡眠障害の 172,660 [万円/日]であり、次いで熱ストレスによる死亡の 14,830 [万円/日]となった（いずれも夏季晴天日の大阪府における被害）。

アンケート調査から、ライフステージと個人の健康度を示し、住宅に対する生理的要求だけではなく、精神的な安寧への要求があることがわかった。最低基準である建築基準法を満たし、その上で住宅性能表示制度を活用した住宅においても、必ずしも健康維持増進面の評価がなされているといえない状況がある。

健康維持増進住宅の有効な設計手法に結びつけるためのベースとして位置づけられる「健康維持増進住宅構成要素リスト」をまとめた。要素は、「① 住まい手の健康に関するニーズ・配慮事項」、「②空間、部位、メンテナンス時」、「③ 基本・推奨・選択」に分類されている。

健康とコミュニティの調査では、「地方都市 - 郊外農山村（梶原町）」→「地方都市 - まちなか（小布施町）」→「都市圏 - 郊外住宅地（北九州市）」となるにつれ、『住まい』から『健康』への影響が小さくなり、逆に『コミュニティ』から『健康』への影響が大きくなる傾向が見られるなど、都市形態・規模による健康要因の異質性等が確認できた。

C5.3. まとめ

住宅内の空気質、温熱環境さらには屋外環境、コミュニティと健康との関連を検討しており、屋外環境の影響を金額へ換算する手法や、「最低基準である建築基準法を満たし、その上で住宅性能表示制度を活用した住宅においても、必ずしも健康維持増進面の評価がなされているといえない状況がある。」との結論など、今後の研究上参考にするべき点が多くある。

C6. 健康維持増進住宅研究 第二フェーズ

C6.1. 概要

住宅や地域の健康環境品質を向上し、生涯健康・生涯現役を実現するための、新たな住宅環境やコミュニティのあり方を検討するため、関連する産・学・官の協力体制のもとに、今後の住宅市場におけるイノベーション達成を視野に入れつつ、市場改革・学術改革・政策改革を目指して、健康維持増進を実現する住宅環境に関する研究を行うことを目的に、2010-2012年度に実施された。委員長は村上周三建築研究所理事長である。第一フェーズと同様に全体委員会の下にある開発企画委員会と「健康維持増進住宅研究コンソーシアム」に設けられた「健康影響低減部会」、「健康増進部会」、「設計部会」、「健康コミュニティ推進部会」が連携して研究が進められた。

C6.2. 主な成果

室内空気質・湿気、室内温熱環境、屋外環境の影響、健康住宅のための生活・技術情報の各面から調査・検討を行い、健康影響低減に関連する健康影響要因、今後開発すべき要素技術、室内環境ガイドラインに関する情報を整理した。室内空気環境・湿気環境と健康影響では、「気道過敏症」と「目指息様症状」にて Dampness Index が増加するほど調整オッズ比が 1.0 より大きくなる傾向、「無断熱」の方が健康被害を訴える傾向にある等を示した。

戸建て住宅と集合住宅の室内熱環境の相違、及び入浴実態との関連性に注目したアンケート結果の分析では、冬季においては脱衣場所や浴室に窓の少ない集合住宅が保温性の観点から入浴には望ましい、等としている。

浴室・脱衣室温の許容値は、一般で 20℃（冬季）～30℃（夏季）、高齢者が 22℃（冬季）～30℃（夏季）、推奨値は、一般・高齢者ともに、24℃（冬季）～28℃（夏季）を提案した。

屋外気温が睡眠や疲労に与える影響に関する主観申告調査から、暑熱側では 18℃が関値とな

る分岐が認められた一方で、寒冷側では分岐が認められなかった、等の結果を示している。

自律神経機能等に及ぼす影響に関する被験者実験では、エアコンを就寝時に使用しないほうが、日々の疲労の得点が有意に高いことが示された（図 3）。

大阪府において、過去 35 年間の気温上昇によって生じる人間健康全般に与える影響を DALY (disability adjusted life year : 障害調整生命年) を基にして各疾病の被害量を金銭価値で評価し、通年では 207 億円 [Eco Index Yen] の健康被害が増加していることを示した。

腰痛/肩こりと生活行動・住環境についてのアンケート調査を行い、CASBEE 健康チェックリスト総合スコアが高く、住環境満足度が高い回答者はストレスが低く、健康度が高い結果が得られた。

健康維持増進住宅構成要素リストの更新を行い、基本構成は、「予防・安全」等の 9 つのキーワード、「空間の計画」等の 10 の部位で分類を行ったマトリクスとし、各構成要素に対して「基本」「推奨」「選択」の重み付けを行った。

健康コミュニティに関して、調査対象地域を拡張（東京都千代田区）し、「都心部ほど健康と住環境の関係が希薄」という推察を強固づける結果となった。

住まいを考慮したコミュニティの健康チェックリストスコアと健康の関連について、コミュニティの健康チェックリストのスコアの 4 分位と、CASBEE 健康チェックリスト（住まいチェックリスト）スコアの 4 分位の双方を考慮した 16 分位の健康指標の値について検証し、住まいとコミュニティの双方のスコアが上昇するに応じて、健康な住民（風邪や関節痛などの自覚症状のない人や、QOL の高い人）が増加することが確認できた（図 4）。

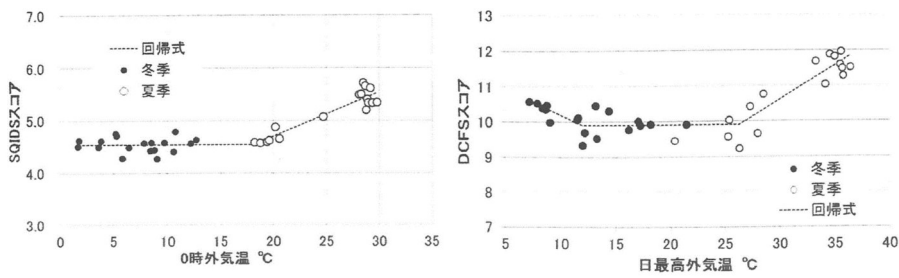


図 4.1 外気温と健康被害の関係（左：睡眠問題、右：疲労）

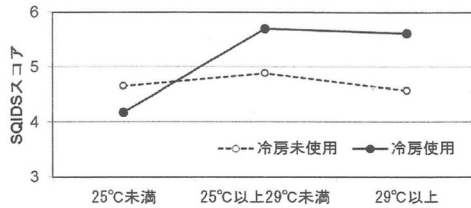


図 4.2 冷房利用が睡眠問題の発生に与える影響

図 3 外気温と健康被害（図上）、就寝時のエアコン利用と睡眠の問題の関係（図下）

（2013年3月_平成24年度「健康維持増進住宅研究 委員会・コンソーシアム」報告書より）

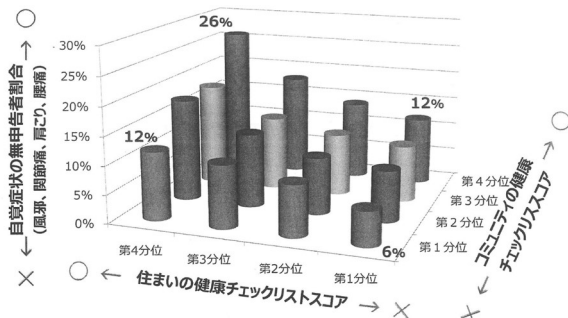


図 3-11 住まいとコミュニティ双方のチェックリストスコア 16 分位別の
自覚症状の無申告者割合（対象症状は風邪と関節痛、肩こり、腰痛の全て）

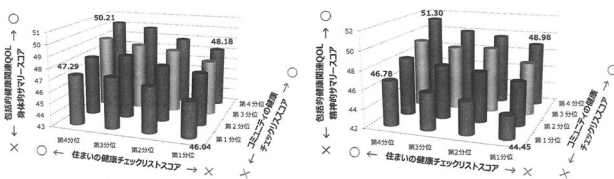


図 3-12 住まいとコミュニティ双方のチェックリストスコア 16 分位別の
包括的健康関連 QOL（左：身体的サマリースコア、右：精神的サマリースコア）

図 4 健康チェックリスト、コミュニティの健康チェックリストスコアと健康の関連

（2013年3月_平成24年度「健康維持増進住宅研究 委員会・コンソーシアム」報告書より）

C6.3. まとめ

第一フェーズにて実施されていた内容を継続して成果を上げている。浴室・脱衣室温の許容値や屋外気温の影響などについては具体的な数値

が挙げられており、住宅の健康性評価に活用できる。

C7. スマートウェルネス住宅研究開発委員会

C7.1. 概要

ICT 技術の活用による生活サービスの向上や、低炭素で無駄が無く充足性の高いスリムな住生活へのパラダイムシフトを図り、人々が健康かつ生きがいを持ち、安心安全で豊かな生活を営むことのできるウェルネス社会の構築を目指した研究の推進を目的に、2014-2018 年度に実施された。委員長は村上周三建築環境・省エネルギー機構理事長である。日本サステナブル建築協会に (JSBC) 設けられた全体委員会の下に作業委員会、さらにその下に「将来ビジョン部会」、「健康・生活サービス部会」、「エネルギー・情報・設備部会」、「住宅産業部会」があり、同じく JSBC に設けられたウェルネス住宅研究開発コンソーシアムと連携して研究が進められた。

C7.2. 主な成果

断熱改修などによる生活空間の温熱環境の改善が、居住者の健康にどのような影響を与えるかについて、改修前後の健康調査結果等を用いて、医学・建築環境工学の観点から検証し、以下の知見が確認された。

室温が年間を通じて安定している住宅では、居住者の血圧の季節差が顕著に小さい。

居住者の血圧は、部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高い。

断熱改修後に、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下する。

室温が低い家では、コレステロール値が基準範囲を超える人、心電図の異常所見がある人が有意多い。

就寝前の室温が低い住宅ほど、過活動膀胱症状を有する人が有意に多い。断熱改修後に就寝前居間室温が上昇した住宅では、過活動膀胱症状が有意に緩和する。

床近傍の室温が低い住宅では、様々な疾病・症状を有する人が有意に多い。

断熱改修に伴う室温上昇によって暖房習慣が変化した住宅では、住宅内身体活動時間が有意に増加。

断熱改修レベルと室内温湿度：改修範囲が大きいほど、断熱改修による室温上昇の効果も大きい。

地域別推計室温の重回帰式を調査結果から作成した。

居間平均室温[°C] = 14.76 + 0.33 × (世帯人数) + 0.79 × (世帯年収) + 1.87 × (住宅形態) + 1.41 × (断熱改修経験)

-0.05 × (築年数) + 0.31 × (平均外気温) - 1.41 × (省エネルギー基準地域区分)

上記結果に加えて、住宅・土地統計調査(国交省)をもとに市町村ごとの冬季推計室温を算出した。その結果、2,3 地域は 4~7 地域より外気温が 0°C の時の室温が高かった (図 5)。

地域別推計室温と健康指標について、16°C を閾値として、冬季の居間平均推計室温が 16°C 以上の住宅割合で各二次医療圏を 3 つの群に分別し、それぞれの群の循環器疾患患者数を比較した結果、それぞれの群の平均値は、冬季の居間平均推計室温が 16°C 以上の住宅割合が少ない群から順に 645 人、551 人、505 人 (10 万人対) であった。16°C 以上の住宅割合が高い二次医療圏の方が、循環器疾患患者数が少ない傾向があり、群間には有意な差があることが確認された。さらに、高血圧性疾患の患者数を抽出して同様の方法で分析を行った結果、冬季の居間平均推計室温が 16°C 以上の住宅割合が高い二次医療圏の方が、高血圧性疾患患者数が少ない傾向があり、群間には有意な差があることが確認された (図 6)。

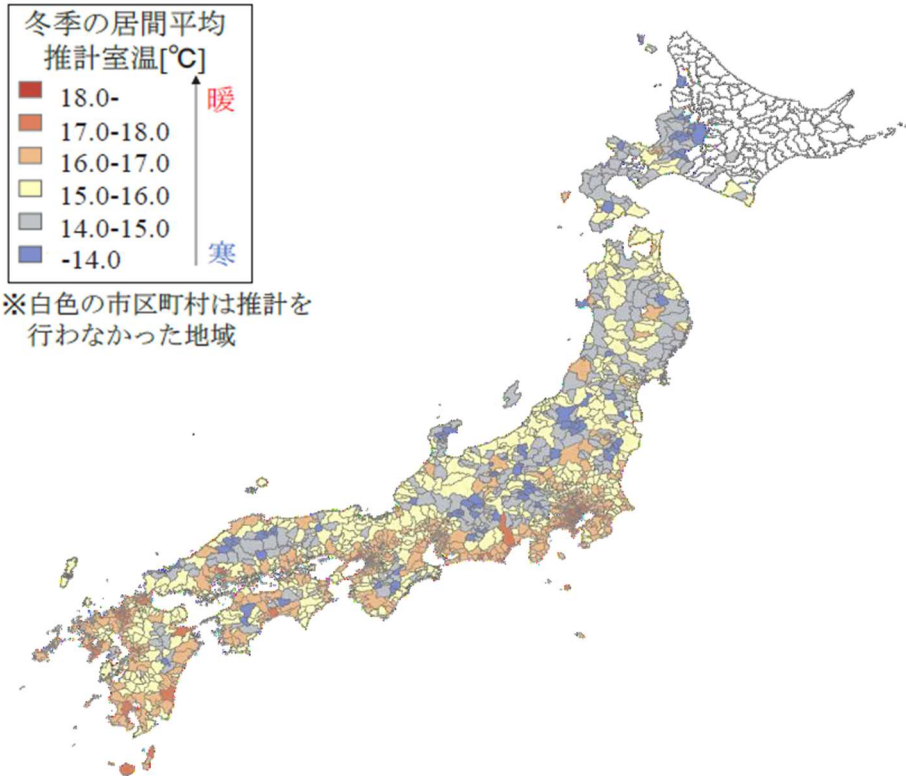


図 5 地域別室温の推計結果

(2019年2月_住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する全国調査第3回中間報告会資料より)

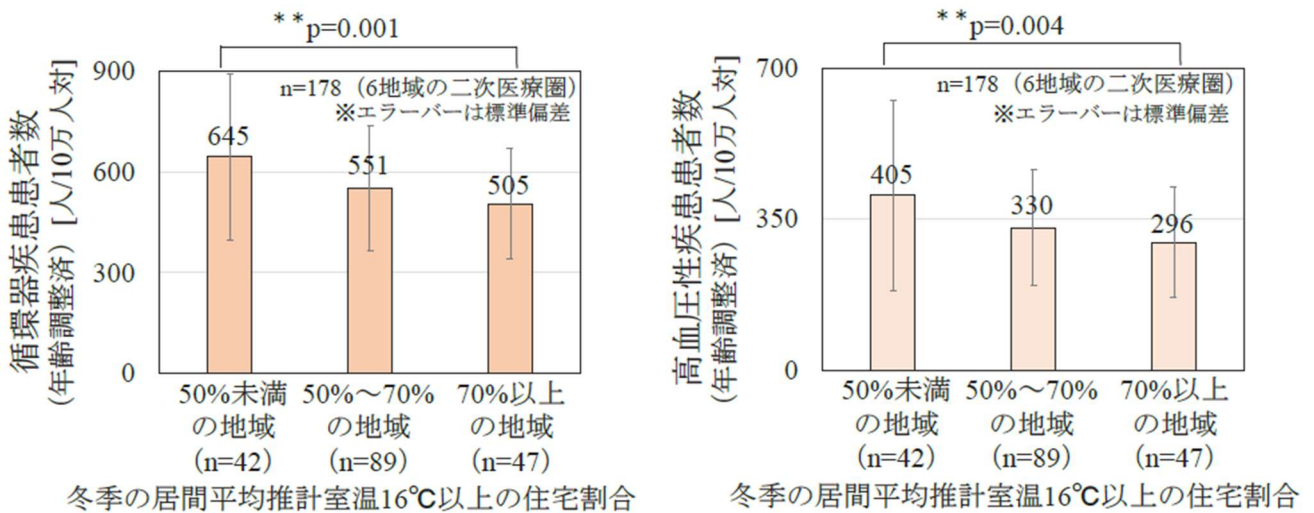


図 6 冬季の居間室温と疾患患者数の関係

(2019年2月_住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する全国調査第3回中間報告会資料より)

C7.3. まとめ

室内の温熱環境に注目し、健康との関連を調査・検討している。その結果、地域別室温の推計方法、さらに推計された室温をもとに疾患患者数

との関連も明らかにするなど、今後の調査・研究の上で大変参考になる。

C8. 住まいの健康性評価ツール CASBEE 健康チェックリスト

C8.1. 概要

住まいの環境が健康に大きな影響を与えることから、健康に悪影響が及ばない居住環境を実現するために活用できる「CASBEE 健康チェックリスト」が開発され 2011 を年に公開された。一般社団法人日本サステナブル建築協会のホームページで公開されており、健康維持増進住宅研究

委員会 CASBEE 健康・検討 WG（主査：村上周三建築環境・省エネルギー機構理事長）が企画・編集を担当した。

C8.2. 主な成果

部屋・場所ごとの健康に関するチェック項目に答えていくと、健康に影響を与える要素をみつけることができる。また、全国 6,000 軒の戸建住宅に対して行ったアンケート調査に基づき、自宅の健康ランキングを知ることができる。

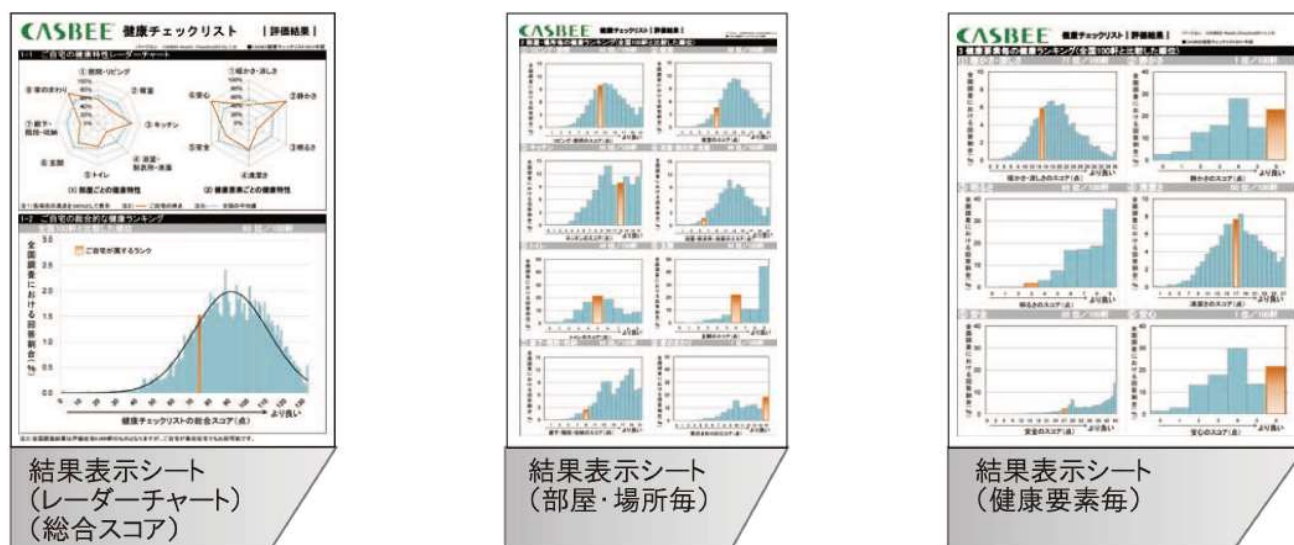


図 7 住まいの健康性評価ツール CASBEE 健康チェックリスト出力例

C8.3. まとめ

健康維持増進住宅研究委員会における成果を活用し、簡単なインターフェースで自宅の居住環境の健康性を判断できるツールである。

建築協会のホームページで公開されており、健康維持増進住宅研究委員会 健康コミュニティガイドライン部会（部会長：伊香賀俊治慶応大学教授）が企画・編集を担当した。

C9. コミュニティの健康性評価ツール CASBEE コミュニティの健康チェックリスト

C9.1. 概要

先に公開された、すまいのための「CASBEE 健康チェックリスト」のコミュニティ版として、地域における健康面の問題点に、居住者が事前に気づくことができるよう、簡易診断ツール（コミュニティの健康チェックリスト）が開発され 2013 年に公開された。一般社団法人日本サステナブル

C9.2. 主な成果

全部で 36 問あるアンケートに回答することで、合計スコアが算出され、コミュニティを構成する要素ごとのスコアを全国の平均値と比較することができる。

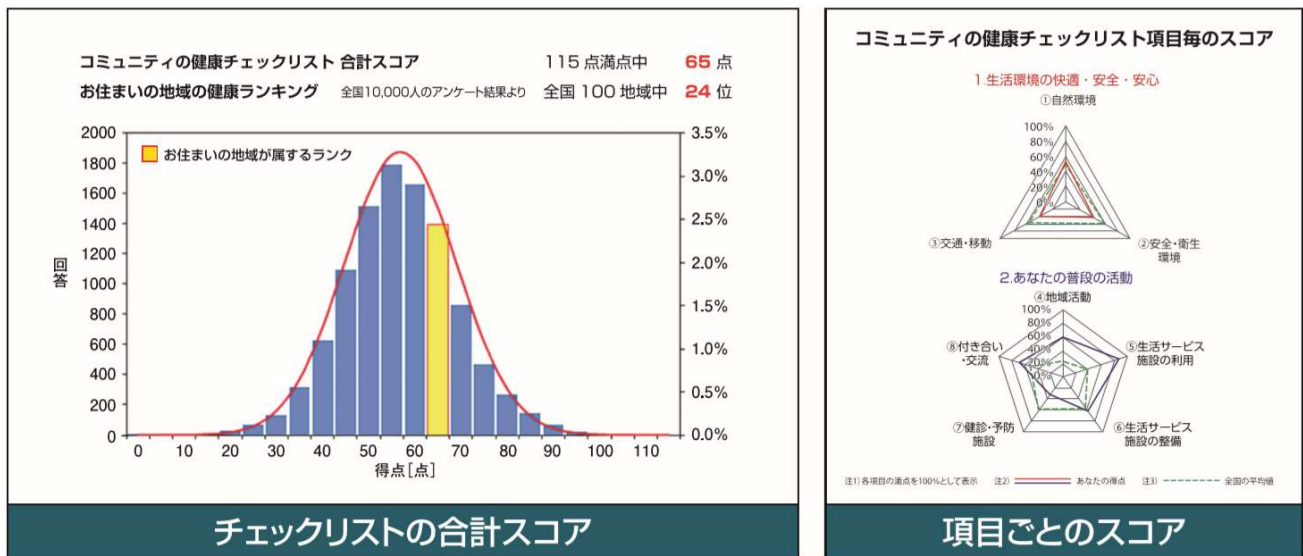


図 8 コミュニティの健康性評価ツール CASBEE コミュニティの健康チェックリスト出力例

C9.3. まとめ

健康維持増進住宅研究委員会における成果を活用し、自宅のおかれたコミュニティの状況から地域における健康面の問題を判断できるツールである。

D. おわりに

建設省及び国土交通省による委員会成果からの、住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行い、以下に示すような結果となった。

2000 年前後に実施された研究では主にシックハウス問題に対応し、室内空気質に注目した研究内容となっていた。当時の住宅の断熱・気密性能、暖冷房・換気設備のレベルに対しての一般的な状況や、一定の効果を上げることができる対策等が示されているが、その後の建築物省エネルギー法の施行や住宅および住設機器の変化もあることから、「シックハウスに関する事例検討・調査委員会」の成果等により最新の状況を確認する必要がある。

その後、2010 年頃からの研究では、温熱環境と健康性の関連を中心とした研究例となっており、広範な調査結果などから地域別の室温の推計方法やその健康性との関連が示されており、今後の研究に対して大いに参考となる内容となっている。

E. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
室内環境が高齢者・障害者等に及ぼす健康影響に関する文献調査

研究分担者 阪東美智子 国立保健医療科学院 生活環境研究部 上席主任研究官

研究要旨

本研究では、ハイリスク者を対象とした住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献をレビューし、研究デザイン、対象者と環境要素（条件）、健康影響の3つの観点から考察した。

研究デザインは、国内・海外の研究とも横断研究が主体でエビデンスレベルが低いものが多く、比較試験は、住宅改造の効果の検証に限定されていた。

ハイリスク者を扱う研究の中では高齢者を対象としたものが多数であった。

高齢者を対象とした温熱環境に関する調査では、血圧、睡眠、フレイル、転倒、過活動膀胱症状、血小板数、熱中症、呼吸器疾患などが、また、子どもを対象としたダンプネスに関する調査では、喘息、アレルギーなど呼吸器疾患が主要なアウトプットであった。

今後の研究の方向性としては、医療コストに反映されるような疾患・障害をアウトプットとした研究、熱環境以外の環境要素（条件）の健康影響に関する研究や住まい方・リテラシーに介入した研究などが考えられる。

A. 研究目的

住宅は健康の社会的決定要因の一つである。WHO欧州支局の報告書（2011）では、システマティックレビューにより、住宅にまつわる13の曝露要因とその健康影響や環境疾病負荷が整理されている。特に子どもへの健康影響は大きく、カビや湿気の曝露では子どもの喘息が、ホルムアルデヒドの曝露では子どもの下気道症状が示されている。

また、WHOのICF（国際生活機能分類）やWHOの高齢化と健康に関するワールドレポート（2015）は、環境は人間の行動の促進要因にも阻害要因にもなると述べ、住宅など環境の整備を行うことが、人の機能的能力を発達・維持させ、健康状態の維持・向上につながると謳っている。

そこで、本研究では、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機

序に関するエビデンスを収集して整理する。これによって、今後の調査研究に向けた基礎情報とし、整理された科学的エビデンスに基づいて今後の研究デザインを提案することを目的とする。

特に、超高齢社会である日本では、住居に係る健康影響の観点でハイリスク対象が多い可能性があることが指摘されていることから、本稿ではハイリスク対象を中心に扱う。

B. 研究方法

国立情報学研究所論文情報ナビゲーター（CiNii）、独立行政法人科学技術振興機構のJ-Dream III、米国国立医学図書館のPubMedを用い、ハイリスク対象者と健康に関連するキーワードで検索を行い文献・資料を入手した。検索は、原則として過去5年間（2014-2019年）に公表されたものに限定した。そのうえで、抄録や本文が入手できるものに絞った。また、上記検索で入手

した文献や資料に掲載されている参考文献等のうち、過去5年間に公表されたものを収集した。入手した資料・文献の内容を表にまとめ整理した。

(倫理面への配慮)

文献検索調査であり個人情報とは扱わない。

C. 研究結果

(1) 検索結果の概要

CiNii、J-Dream III、PubMed の検索結果を表1～表3に示す。検索キーワードは、ハイリスク対象者として「高齢者」「障害者」「子ども」を基本とし、「住宅」「住環境」に加えて、「健康」「介護」「ケア」を使用した。また、健康・疾病の具体例として「アレルギー」「認知症」を取り上げた。PubMed については、環境要素をさらに具体化し、「mould」「dampness」「tobacco smoke」「indoor temperature」「Sick house syndrome(SHS)」「air quality」「formaldehyde」「household crowding」「noise」で検索した。また、「risk factors」「hazard」の用語も使用した。健康や疾病の具体例には、「asthma」「dementia」のほかに「injury」「cardiovascular disease」を加えた。また、フィルタリング機能から、「Aged:65+years」「Infant: birth-23 months」を選択し文献を絞った。

まず、国内の文献が多い CiNii、J-Dream III、について全体的な傾向を見ると、「高齢者」は「障害者」や「子ども」よりも検索結果数が圧倒的に多かった。ただし、サービス付き高齢者向け住宅や高齢者施設に居住する高齢者を対象としたものが多く含まれており、特に「ケア」を検索ワードにした場合は大半が一般住宅以外の高齢者用住宅や施設を対象としていた。

PuMed では、検索用語を具体化・特定化して検索したが、海外文献を中心に多数の文献が検出された。「Sick house syndrome(SHS)」「air quality」「household crowding」の検索ワードで検索結果数が多かった。

表1 CiNii による検索結果

検索キーワード	検索年月日	合計件数	備考
高齢者 住宅 健康	2019/11/28	90件	
高齢者 住宅 ケア	2019/11/28	138件	(※本支体)
高齢者 住環境	2019/12/20	34件	
高齢者 住宅 認知症	2019/11/28	24件	(※本支体)
障害者 住宅 健康	2019/11/28	8件	(※本支体)
障害者 住宅 ケア	2019/11/28	6件	(※本支体)
認知症者 住宅	2019/12/16	19件	
障害者 住環境	2019/12/20	26件	
子ども 住宅 健康	2019/11/28	8件	
子ども 住環境	2019/12/20	49件	
アレルギー 住宅	2019/12/13	6件	
housing health care	2019/12/16	46件	
indoor environment Senior	2019/12/16	10件	
認知症 住宅	2020/1/17	64件	

表2 J-Dream IIIによる検索結果

検索キーワード	検索年月日	合計件数	備考
高齢者 住宅 健康	2019/11/29	120件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯)
高齢者 住環境 健康	2019/12/23	143件	(※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯) (※「老人」として付帯して取り込み)
高齢者 住宅 ケア	2019/11/29	109件	(※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯)
障害者 住宅 健康	2019/12/2	260件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯)
障害者 住宅 ケア	2019/12/2	33件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯)
障害者 住宅 ケア	2020/1/10	58件	(※9件は付帯文献のみ) (※国連関係の付帯)
高齢者 住環境 健康	2020/1/10	23件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※「健康」として「住環境」で取り込み)
子ども 住宅 健康	2019/12/2	45件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯)
子ども 住環境 健康	2019/12/23	174件	(※9件は付帯文献のみ) (※日本医誌のみ) (※国連関係の付帯) (※「老人」として取り込み)
housing health care	2019/12/16	46件	(※9件は付帯文献のみ) (※国連関係の付帯) (※「老人」として取り込み)
Living environment: health care Senior	2019/12/23	26件	(※9件は付帯文献のみ) (※国連関係の付帯) (※「老人」として取り込み)
Living environment: health care Infant	2019/12/23	29件	(※9件は付帯文献のみ) (※国連関係の付帯)

表4 主要文献の主な内容 (CiNii、J-DreamⅢ、一部の関連文献を含む)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	条件	結果
温度	高齢者	地域在住高齢者の要介護認定年齢と冬季住宅内温熱環境の多変量解析 冬季の住宅内温熱環境が要介護状態に及ぼす影響の実態調査 その2	中島 侑江, 伊香賀 俊治, 小野 万里, 星 旦二, 安藤 真太郎	日本建築学会環境系論文集 (763), 795-803, 2019-09 日本建築学会	地域在住の高齢者205名に対する横断研究(アンケート調査)	冬季の室内温度	要介護認定を受けた年齢は冬季の室内温度が低い群の方が低い。 健康寿命は冬季の室内温度が低い群の方が2.9年短い。
温度	高齢者	要介護高齢者の冬季住宅内温熱環境とFrailの構成概念に関する実態調査	中島 侑江, 伊香賀 俊治, Schmidt Steven, 小野 万里, 星 旦二, 安藤 真太郎	空気調和・衛生工学会大会 學術講演論文集 2018.6(0), 113-116, 2018 公益社団法人 空気調和・衛生工学会	要介護高齢者264名に対する横断研究	冬季の室内温度	主観評価(寒いと感じる頻度)と転倒リスクに関連がある。
温度	高齢者	高齢者の健康に及ぼす居間の床暖房設置を伴う断熱改修の効果	野本 茂樹, 小川 まどか, 石岡 良子, 都築 和代, 坂本 雄三, 高橋 龍太郎	日本生気象学会雑誌 55(4), 135-154, 2019 日本生気象学会	高齢者42名とその居宅29棟を対象とした縦断研究(断熱改修の施工と健康状態の測定、アンケート調査)	室内温度(床暖房設置を伴う断熱改修)	全日と夜間の血圧が有意に低下。 起床後と朝食後の血圧が有意に低下。 過活動動脈硬化症とアレルギー症状が有意に改善。
温度	高齢者	高齢者の健康課題と居住環境(バリアフリー化)に関する調査研究:「ヒートショック」「熱中症」対策のための温熱環境改善	松原斎樹, 柴田祥江, 北村恵理奈	大阪ガスグループ福祉財団調査・研究報告書 27, 31-37, 2014 大阪ガスグループ福祉財団	高齢者住宅11軒を対象とした横断研究(訪問実測調査、インタビュー調査)	夏期、冬期の温熱環境	温熱環境の調整がうまくできていない例が多い(酷暑期には熱中症、厳寒期にはヒートショックの危険域となっている)。
温度	高齢者	高齢者の夏季室内温熱環境実態と熱中症対策-体温温度の認知(見える化)による行動変容の可能性-	柴田祥江, 北村恵理奈, 松原斎樹	日本生気象学会雑誌 55(1), 33-50, 2018 日本生気象学会	在宅高齢者74軒を対象とした横断研究(アンケート調査、実測調査)	夏期の室内温熱環境	居間の居間は熱中症の警戒～危険域。 熱中症対策の意識は高いが実行がない。 温度認知に誤りがあり、正しい温度認知で行動変容が出現する。
温度	高齢者	住宅内温熱環境と居住者の介護予防に関するイベントヒストリー分析-冬季の住宅内温熱環境が要介護状態に及ぼす影響の実態調査-	林 侑江, 伊香賀 俊治, 星 旦二, 安藤 真太郎	日本建築学会環境系論文集 81(729), 901-908, 2016 日本建築学会	デイサービスを利用する高齢者を対象とした横断調査(アンケート調査80名、実測調査37名)	住環境(築年数、窓ガラスの枚数、サッシの種類)、温湿度	温熱環境の主観評価と室温にずれがない。 脱衣所の室温が高い群の方が要介護認定開始年齢が高い。
温度	高齢者	窓の断熱改修が住宅の温熱環境と高齢者の生活および健康に及ぼす影響に関する研究	森 郁恵, 都築 和代, 安岡 純子, 坂本 雄三, 高橋 龍太郎	日本建築学会環境系論文集 79(706), 1061-1069, 2014 日本建築学会	高齢者8名とその居宅8軒を対象とした縦断研究(断熱改修の施工と健康状態の測定、アンケート調査)	室内温度(窓の断熱改修)	健康との有意差はなかったが、歩行速度が速くなり活動量が増加した。
温度	高齢者	建築設備と衛生管理の現状と課題	大澤 元毅	保健医療科学 66(2), 113-117, 2017 国立保健医療科学院	高齢者施設を対象とした設備環境や温湿度調整に関する横断研究(アンケート調査(292施設+767施設)と実測調査(11施設))	施設の管理形態、冷暖房・換気設備の有無と運用温湿度、CO2濃度	個別式空調の普及、管理者の知識不足や不適切な設備管理などから、加湿能力低下等の障害が見られた。
温度	高齢者	居住者視点によるヒートショック対策の検討	北村恵理奈, 柴田祥江, 松原斎樹	日本生気象学会雑誌 53(1), 13-29, 2016 日本生気象学会	①83軒を対象とする縦断研究(アンケート、温湿度の実測)。アンケート回答者は59歳以下23名, 60歳代以上50名。 ②2軒を対象とする縦断調査(簡易断熱前後のアンケート、温湿度の実測) ③2軒を対象とする縦断研究(簡易断熱前後のヒアリング、温湿度の実測)	温湿度の認知 簡易断熱	①高齢者の温度認知はあまり正しくない。 ②対象者の住戸の冬季の温度は17度以下で、高齢者は10度以下が多い。 ③簡易断熱ではわずかな熱的性能と居住者の熱的快適感の向上がみられる。
温度	高齢者	Understanding the thermal experience of elderly people in their residences: Study on thermal comfort and adaptive behaviors of senior citizens in Crete, Greece	Giamalaki Marina, Kolokotsa Dionysia	Energy and Buildings, Vol.185 Page.76-87 (2019)	ギリシャの高齢者30人を対象とする横断調査(アンケート)	温熱環境	高齢者の暖房費は冷房費よりも多い。温冷感(TSV)、温熱快適性(TCV)、温熱満足度(TSAV)からは、冷房時より暖房時の熱環境を高齢者は好んでいた。
温度	高齢者	Living environment, heating-cooling behaviours and well-being: Survey of older South Australians	VeronicaSoebartoa, HelenBennetssa, AlanaHansenb, JianZuoa, TerenceWilliamsona, DinoPisaniellob, Joostvan Hoofcd, RenukaVisvanathane	Building and Environment Volume 157, 15 June 2019, Pages 215-226	南オーストラリアの高齢者250人を対象とする横断調査(電話インタビュー)	住宅のタイプと冷暖房行動	大多数が健康であると回答したが、多くは最小限の日陰で断熱材のない住宅に居住し、ヒーターやクーラーの使用に依存しており、冷暖房費コストに懸念があった。
温度	高齢者・若齢者	夏の日常生活における温熱環境と生理学的実態調査-高齢者と若齢者の人体周囲温度と皮膚温-	東実千代, 佐々尚美, 都築和代, 久保博子, 磯田憲生	人間-生活環境系シンポジウム報告集 39, 147-148, 2015 人間-生活環境系会議	高齢者・若齢者各12名を対象とする横断研究	人体周囲温湿度、皮膚温	くつろぎ時の高齢者の人体周囲温度は高齢者が若年者より2度高い(31.5度で、WBGT値28度以上が約50%)。
温度	高齢者・若齢者	Ten questions concerning thermal comfort and ageing	Jvan Hoofa, L.Schellenbc, V.Soebartod, J.K.Wongee, J.K.Kazakf	Building and Environment Volume 120, 1 August 2017, Pages 123-133	文献レビュー	温熱環境	現在の熱快適性モデルは高齢者に対しては適さない。 高齢者は若年者と比べて適応・制御に制限がある。 高齢者の経済的限界は、生活の最適化の支障となり、罹患率と死亡率に影響する可能性がある。 スマートホームや高齢者にIT技術の使用を訓練することで冷暖房のためのエネルギー需要を減らすことができる。
温度	高齢者・若齢者	夏期における室内温熱環境および皮膚温・活動量の実測調査-高齢者と若齢者の比較-	清水克美	生活環境学研究 2016; 4: 86-87.	高齢者男女65名、若年女性34名を対象とした横断研究(アンケート調査と皮膚温や活動量の測定)	WBGT、冷房器具の使用状況	高齢者の住居はWBGTが高く警戒域から厳重警戒域に達する時間帯もある。高齢者は厳重警戒や危険域の環境での活動量が多い。
温度	精神障害者	都内在住の精神障がい者の住宅環境の実測調査-精神障がい者の住宅環境に関する研究(その2)	川鍋 哲平, 石川 博康, 鈴木 弘樹	人間・環境学会誌 20(1), 10, 2017 人間・環境学会	6か月以上の単身在宅生活をしている精神障害者53名を対象とした横断研究(アンケート調査)	部屋の空間要素、温湿度、照度、騒音	部屋の騒音の実測55-60dBに対し全員が不満と回答した。
温度	中年	アンチエイジングの観点における住環境の課題に関する研究: 睡眠環境要因の影響、定量化に関する基礎実験	岩城未美, 秋元孝之, 岩前篤	人間-生活環境系シンポジウム報告集 39, 201-204, 2015-11-20 人間-生活環境系シンポジウム実行委員会	40-50代の男女15名を対象とした横断研究(アンケート調査と実測)	睡眠時の寝室の温熱環境、照度	女性は皮膚含水率と絶対湿度の相関傾向が見られた。 身体周囲の湿度と睡眠量は相関は見られないが影響を及ぼしている可能性がある。
ダンプネス	子ども	住宅のダンプネスの経年変化が小児・児童のアレルギー性症状に及ぼす影響に関する全国調査	長谷川兼一, 鍵直樹, 坂口 淳, 篠原直秀, 白石靖幸, 三田村輝章	日本建築学会環境系論文集 Vol.83 No.754 Page.1025-1032 (2018.12.30)	小学生以下の子どもを持つ世帯に対する縦断調査(アンケート, 1年目5,071世帯・子供7,374名, 2年目3,262世帯・子供4,343名)	ダンプネス	眼症状、鼻症状、のど症状に関連有。眼症状はその時点のダンプネスの曝露環境で発症し、鼻・のど症状は2年間に継続してダンプネスが重篤化している場合に発症している。
ダンプネス	子ども	住宅のダンプネスのアンケートによる評価法の提案と子供のアレルギー疾患に及ぼす影響に関する全国調査	長谷川 兼一, 鍵直樹, 坂口 淳, 篠原 直秀, 白石 靖幸, 三田村 輝章	日本建築学会環境系論文集 81(723), 477-485, 2016 日本建築学会	小学生以下の子どもがいる5,071世帯、子供7,374名を対象とする横断調査(アンケート調査)	冬期の室内環境・ダンプネス(暖房・換気設備、温湿度、結露・カビ)	ダンプネスの程度とアレルギー疾患の有病率に関連がある。 喘息とアレルギー性鼻炎は、ダンプネスの程度が重篤化するほど健康リスクが大きい。

表4 (続き)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	条件	結果
微生物	高齢者	高齢者住居の微生物環境と健康影響	柳 宇	保健医療科学 66(2), 136-140, 2017 国立保健医療科学院	高齢者施設5施設10室を対象に室内環境中の微生物を測定	夏季における各施設の浮遊細菌、浮遊真菌	病原菌のCorynebacterium durum, Eubacterium biforme, Prevotella intermedia, P. melaninogenica, Propionibacterium acnes, P. granulosum, Roseomonas mucosa, Rothia aeriaが室内空中、テレビのリモコン表面、エアコンフィルタの表面から検出された。
空気質・化学物質	一般・子ども	室内環境中のハウスダストによる健康影響	荒木敦子, アイツバマイ ゆふ, KETEMA Rahel Mesfin, 岸玲子	日本衛生学雑誌(Web) Vol.73 No.2 Page.130-137(J-STAGE) (2018)	①全国6地域の新築戸建住宅を対象とする疫学調査。2003年にベースライン調査(アンケート2282軒)。2004年から3年間訪問実測調査(2004年425軒, 2005年270軒, 2006年186軒)。②学童を対象とする疫学調査。全国5都市の22国公立小学校合計10,816人の学童にベースライン調査(アンケート)。2009-2010年に128軒を訪問実測調査。	ダスト中汚染物質(ダニアレゲン, Endotoxin, β -1,3-d-Glucan, フタル酸エステル類, リン酸トリエステル類)	ハウスダスト中ダニアレゲンとシックハウス症候群との関連は, Der 1が10倍で鼻症状と眼症状のオッズ比(95%信頼区間)が1.45(1.01-2.10), 1.47(1.14-1.88)。ダニアレゲンとアレルギーとの関連はなかった。エンドキシンと β -1,3-d-グルカン, シックハウス症候群との関連はなかった。SVOCは, フタル酸エステル類とPFRのレベルが増加すると, アレルギーのリスクが増加した。フタル酸エステル類とアレルギーのリスクの増加との関連は, 成人よりも子供たちのほうが明確であった。
空気質・化学物質	子ども	住環境と子どもの健康(第10回)子どもの健康と住環境に関する埼玉県鳩山町での取り組み例	齋藤 芸路	保健の科学 61(10), 687-691, 2019-10 杏林書院	小学生以下の子どもがいる世帯を対象にした横断研究(アンケート調査493世帯, 実測調査32世帯)	住環境と住まい方(アンケート)化学物質6物質とダニアレゲン(実測)	アンケート結果ではアレルギーと住環境に有意差はなかったが, 猫の飼育, 築10年未満, 絨毯の使用, 換気の不足, 結露の発生, 子ども部屋の使用, 石油ファンヒーターや空気清浄機の使用の場合に, アレルギーの優勝率が高い傾向がある。ダニアレゲンは過半の世帯で指針値を超過。
空気質・化学物質	子ども	生活の場としての児童福祉施設における住環境整備—子どもの健康環境—	佐々木 唯	生活科学研究 (40), 153-159, 2018-03-30 文教大学	1-2歳の乳幼児4名を対象に1年間の参与観察	キッズルームの空気質と滞在時間	梅雨の始まる5月に刺激反応(目を拭く・払う)を観察した。
建築計画	高齢者	障害高齢者の居住継続と住環境との関係—自宅退院後の住環境に対する認識が及ぼす影響—	太田 智之, 榎 宏朗, 橋本 美芽	作業療法 38(5), 567-574, 2019 一般社団法人 日本作業療法士協会	退院し6か月以上経過した障害高齢者214名を対象とした横断研究(アンケート調査)	住まいの種類, 居住階, 築年数, 段差の有無	居住階が2階以上であること, 水まわり・屋内に段差がないと認識していること, 玄関から敷地内に段差がないと認識していること, 住まいや地域への愛着があることが, 居住継続期間と有意な関連がある。
建築計画	高齢者	介護支援専門員への調査に基づく認知症高齢者への住まいの工夫の実施状況と効果(原著論文)	大島 千帆	日本認知症ケア学会誌 15(2), 522-529, 2016 日本認知症ケア学会	認知症要介護高齢者を担当する介護支援専門員を対象とする記述的研究(アンケート調査による1459件の事例収集)	住宅改修	認知症の住宅改修には, 手すり, 直火の出ない冷暖房機器, つまづき防止のための床の上の整理の実施率が高い効果が高いと評価されている。
建築計画	高齢者	The lived experience of bathing adaptations in the homes of older adults and their carers (BATH-OUT): A qualitative interview study.	Whitehead PJ, Golding-Day MR.	Health Soc Care Community, 2019 Nov;27(6):1534-1543. doi: 10.1111/hsc.12824. Epub 2019 Aug 2.	イギリスの住宅改修サービスに関するランダム化比較試験。21人の高齢者と5人の介護者を対象に半構造化面接。	入浴環境の住宅改修	住宅改修は, 使いやすさ, 安全, 清潔さ, 自立・自律, 生活の質と自信に影響を与えている。
建築計画	高齢者	Fall Hazards Within Senior Independent Living: A Case-Control Study	Kim Daejin, Portillo Margaret	HERD: Health Environments Research & Design Journal .Vol.11 No.4 Page.65-81 (2018)	2つの建物における449件の転倒事故レポートの選別分析。88名の高齢者に対する横断研究(アンケートとインタビュー)。	環境ハザード	転倒履歴からは, 浴室で発生した転倒が入院と有意に関連していた。観察研究では, 浴室での事故が最も多く, 加齢と移動補助具の使用の増加に伴い, 環境ハザードの総数が増加した。家庭の危険性は, 転倒の発生率と有意かつ独立して関連していた。
建築計画	高齢者	医療機関ネットワーク事業からみた家庭内事故—高齢者編—	独立行政法人国民生活センター	独立行政法人国民生活センター	医療機関ネットワーク事業に参画する13医療機関から2年間の事故情報(9,889件)を収集。	家庭内事故	65歳以上の事故は669件。65歳以上の高齢者の事故は重症化している傾向。65歳以上の住宅内の事故は, 居室が45%で最多。
建築計画	高齢者	Home modification and prevention of frailty progression in older adults: a Japanese prospective cohort study	Mitoku K and Shimanouchi S	J Gerontol Nurs 2014; 40(8): 40-47.	低・中レベルのケアを必要とする65歳以上の高齢者574人を対象とする縦断研究(前向きコホート研究)。	住宅改修	34%が自宅を改造, 廊下に手すり設置が最多, 死亡率は, 2年(調整ハザード比[HR]=0.52, 95%信頼区間[CI] [0.32, 0.87]), 3年(HR=0.57, 95%CI [0.54, 0.81]), 4.7年(HR=0.65, 95%CI [0.65, 0.91])で, 住宅改修を行った高齢者のほうが有意に低い。
建築計画	高齢者	Home modifications to reduce injuries from falls in the home injury prevention intervention (HIPI) study: a cluster-randomised controlled trial	Keall MD et al	Lancet 2015; 385(9964): 231-238.	ニュージーランドのタラナキ地方の世帯を対象に単一盲検クラスター無作為化比較試験。842世帯のうち, 436世帯(950人)を介入グループ, 406世帯(898人)を対照グループに割り当てた。	住宅改修	観察期間の中央値は1148日(IQR 1085-1263), 1人あたりの年間転倒外傷粗率は, 介入群で0.061, 対照群で0.072(相対率0.86, 95%CI 0.66-1.12)。1人あたりの介入に固有の年間負傷粗率は, 治療群<0.018, 対照群>0.028(0.66, 0.43-1.00)。年齢等を調整した結果, 転倒率は28%減少すると推定され(相対率0.74, 95%CI 0.58-0.94)。住宅改修による負傷は1年あたり39%減少(0.61, 0.41-0.91)。
建築計画	認知症高齢者	在宅認知症高齢者の生活状況調査 認知症高齢者のBPSDを緩和する住宅改善手法 その1	井元 大樹, 新谷 雅之, 後藤 義明	建築計画 (2018), 1287-1288, 2018-07-20 日本建築学会	在宅認知症高齢者93名を対象とする横断研究(アンケート調査)	住宅の種類, 築年数, 玄関ドアの形状	徘徊行動が対象者の3割程度にみられ, 徘徊行動に対して玄関や出入口に工夫を施した住宅が11件であった。

表 4 (続き)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	条件	結果
建築計画	子ども	住環境と子どもの健康(第7回)高層集合住宅居住における乳幼児の安全と子育て	三木 祐子	保健の科学 61(7), 475-479, 2019-07 杏林書院	乳幼児を持つ親764名を対象とした横断研究(アンケート調査)	居住形態(集合住宅・戸建住宅)	事故防止として、室内の転倒・転落、室外の転倒・転落に配慮しており、実際にこれらに事故が発生している。
建築計画	子ども	住環境が子どもの心身と行動に及ぼす影響—21世紀出生児縦断調査データ分析—	藤澤美恵子	都市住宅学 2017(99), 154-161, 2017 公益社団法人 都市住宅学会	厚生労働省の「21世紀出生児縦断調査」のデータ(パネルデータ, 28,370サンプル)を用いた縦断研究	住宅エリア、住宅形態(建て方、階数)、所有形態、子ども部屋の有無	戸建住宅や持ち家住宅の変数で、学習時間を減少させる。所在階数が高いほど家庭学習時間は長くなり、罹患数も減少する。
建築計画	子ども	医療機関ネットワーク事業からみた家庭内事故—子ども編—	独立行政法人国民生活センター	独立行政法人国民生活センター	医療機関ネットワーク事業に参画する13医療機関から2年間の事故情報(9,889件)を収集。	家庭内事故	12歳以下の子どもの事故情報は7,997件。「住宅」での事故は67.4%(5,390件)。年齢が高くなるほど住宅内での事故の割合は減少。
建築計画	精神障害者	都内在住の精神障がい者に対する住環境アンケート調査:精神障がい者の住環境に関する研究(その1)	石川 博康, 川鍋 哲平, 鈴木 弘樹	人間・環境学会誌 20(1), 9-9, 2017 人間・環境学会	6か月以上の単身在宅生活をしている精神障害者3名を対象とした横断研究(実測調査)	部屋の空間要素	部屋の内装(床、壁、天井)素材、音や臭いに関する改善を求めるものが多い。
建築計画	精神障害者	コミュニケーション困難な人の住宅・住環境におけるバリアの存在とその除去の可能性について「自閉症スペクトラム障害者の住宅・住環境の困難点」に関する研究から(解説/特集)	園田 眞理子	老年精神医学雑誌 26(5), 479-486, 2015-05 ワールドプランニング	高機能自閉症・アスペルガー症候群を持つ障害当事者の手記16冊の内容を質的分析	当事者が困難と感じる建築に関係する環境要因	感覚過敏(視覚、聴覚、触覚)と音環境、温熱環境、色環境との摩擦が多い。
建築計画	発達障害児	発達障がい児が安全で快適に過ごすことができる住環境の提案:家庭内事故の防止及び二次障害防止の視点から	徳田 克己, 水野 智美, 西館 有沙, 西村 美穂	住総研研究論文集・実践研究報告集 44(0), 61-71, 2018 一般財団法人 住総研	3歳以上の発達障害傾向のある幼児の保護者30名を対象とした横断研究(ヒアリング調査)および3歳以上の幼児の保護者594名を対象とした横断研究(アンケート調査)	家庭内事故	発達障がい傾向のある子どもは家具等に頭をぶつける、転ぶ、高所から転落する、指をはさむ等の行為が定型発達の子どもに比べて多い。
住環境	高齢者	Cross-sectional and Longitudinal Associations of Environmental Factors with Frailty and Disability in Older People	Robbert J.J.Gobbensabc	Archives of Gerontology and Geriatrics Volume 85, November-December 2019, 103901	オランダの高齢者を対象とする横断調査(アンケート)の継続比較。ベースラインは429人、2.5年後は355人が参加。	環境要因(7つのスケールからなるバロメーター)	すべての環境要因が2時点のADL, IADLに係る心身の虚弱や障害に関連していた。2時点で作成された3つのアウトカム指標(社会的脆弱性、ADL障害、IADL障害)に関連する唯一の環境要因は住宅であった。
住環境	高齢者	Housing options for the future: Older people's preferences and views on villages with care and support.	Aitken D, Cook G, Lawson A.	Health Soc Care Community, 2019 Sep;27(5):e769-e780. doi: 10.1111/hsc.12805. Epub 2019 Jun 25.	イギリス北部地域の高齢者41人の住意識・志向に関する横断調査(アンケート)。	(高齢時の理想とする住環境)	高齢者が住環境において優先する4つの事項(介護者とその対応、提供される介護サービスの優先順位、専用施設、アクセシビリティ)が明らかになった。
住環境	子ども	住環境と子どもの健康 第6回高層住環境と子どもの疾患—感染症を中心として—	織田 正昭	保健の科学 Vol.61 No.6 Page.407-412 (2019.06.01)	横断研究	居住スタイル(戸建て/集合住宅、低層/高層)	高層階の出生児は戸建て住宅の出生児より出生体重が100g程度大きい。高層階は低層階より早期産の割合が低い。
近隣環境	子ども	地域在住高齢者の骨密度に近隣環境は影響を与えるのか	代田 武大, 柴 喜崇, 上出 直人, 坂本 美喜, 佐藤 春彦	応用老年学 13(1), 37-43, 2019-08 日本応用老年学会	要支援・要介護認定を受けていない65歳以上の地域在住高齢者121名を対象とした縦断研究(自記式アンケートと1年間の骨密度の測定)	近隣環境の評価(IPAQ-E)	骨密度の変化量と居住密度(P<0.01)に関連があった。居住密度が高い地域での居住は歩行速度を上昇させ骨密度を上昇させる。
近隣環境	高齢者	地域在住高齢者の骨密度に近隣環境は影響を与えるのか	代田 武大, 柴 喜崇, 上出 直人, 坂本 美喜, 佐藤 春彦	応用老年学 13(1), 37-43, 2019-08 日本応用老年学会	要支援・要介護認定を受けていない65歳以上の地域在住高齢者121名を対象とした縦断研究(自記式アンケートと1年間の骨密度の測定)	近隣環境の評価(IPAQ-E)	骨密度の変化量と居住密度(P<0.01)に関連があった。居住密度が高い地域での居住は歩行速度を上昇させ骨密度を上昇させる。
近隣環境	高齢者	居住環境が要介護認定に及ぼす影響の分析—国民健康保険データベースを用いて—	佐野静香, 高山純一, 藤生慎, 柳原清子, 西野辰哉, 寒河江雅彦, 平子 益平	土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.57 Page.ROMBUNNO.37-03 (2018.05.28)	高齢者を対象に国民健康保険データベースのデータを用いた縦断研究	居住環境(アンケートにより4分類)	適院が不便な地域では介護状態が悪化する。
所有形態	高齢者	Precariously placed: Home, housing and wellbeing for older renters	Bates L., Wiles J., Kearns R., Coleman T.	Health and Place	オークランドで賃貸住宅に住む高齢者13人の横断調査(インタビュー)	住宅の不安定性(借家居住)	賃貸と高齢化は、住居、コミュニティ、健康、経済的・個人的状況に影響している。
所有形態	高齢者	Outpatient primary and tertiary healthcare utilisation among public rental housing residents in Singapore	Seng JJB, Lim VZK, Kwan YH, Thumboo J, Low LL	BMC Health Serv Res. 2019 Apr 15;19(1):227. doi: 10.1186/s12913-019-4047-8.	シンガポールの地域保健医療システムのケアを受けている患者を対象とした選定的コホート研究	公営住宅居住	公営住宅に居住する患者には高齢者(54.8±18.0対49.8±17.1, p<0.001)と男性[5279(50.8%)対56,892(41.6%), p<0.001]が多い。高血圧や高脂血症などの併存症は、公営住宅の患者に多く見られた。(p<0.05)。外来への診察頻度とは関連がなかった(p>0.05)。救急診察の回数の増加(OR: 2.41, 95%CI: 2.12-2.74)と頻繁な入院(OR: 1.56, 95%CI: 1.33-1.83)と関連していた。
シエルトナー	高齢者	Residing in sheltered housing versus aging in place – Population characteristics, health status and social participation.	Corneliusson L, Sköldunger A, Sjögren K, Lövhelm H, Wimo A, Winblad B, Sandman PO, Edvardsson D.	Health Soc Care Community, 2019 Jul;27(4):e313-e322. doi: 10.1111/hsc.12734. Epub 2019 Mar 1.	スウェーデンでシエルトナー住宅に住居する高齢者と対照群(n=3,805)とのコホート研究調査。	シエルトナー住宅居住	シエルトナー住宅の高齢者は自己申告による健康状態が低く(M=64.68/70.08, p<0.001)、自己申告による生活の質が低い(M=0.73/0.81, p<0.001)。ADLの低下(M=5.19/5.40, p<0.001)、IADLの低下(M=4.98/5.42, p<0.001)、抑うつの可能性が高い(M=0.80/0.58, p<0.001)。

表5 主要文献の主な内容 (PubMedの一部)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	概要	条件	健康影響
健康	高齢者	Feasibility and Efficacy of a Multi-Factorial Intervention to Prevent Falls in Older Adults With Cognitive Impairment: Living in Residential Care (Prof-Cog), A Feasibility and Pilot Cluster Randomised Controlled Trial	Whitney J, Jackson SHD, Martin FC.	BMC Geriatr. 2017 May 30;17(1):115. doi: 10.1186/s12877-017-0504-6.	英国ロンドンの介護施設で実施されたクラスター無作為対照試験。9つの高齢者施設(191人)を対象。5つの施設(103人)を介入群、4つの施設(88人)を対象群に割り当て。介入群には転倒予防プログラムと転倒リスク評価を実施。	バランススコアは対照群では平均3.9、介入群では5.1減少し、有意差はない(p=0.9)。転倒率も差はない(IRR = 1.59 95% CI 0.67-3.76)。	リネーション	転倒
健康	高齢者	The environmental temperature of the residential care home: Role in thermal comfort and mental health?	Cleary M, Raeburn T, West S, Childs C.	Gontemp Nurse. 2019 Feb;55(1):38-46. doi: 10.1080/10376178.2019.1583068. Epub 2019 Feb 27.	オーストラリアの介護施設に居住する高齢者5人を対象に記述的定性的研究(半構造化面接)。温度管理、温熱快適性、および介護の認識を調査。	介護と居住者の自治のバランス、温度に対処するための移動性の確保、体温調整に対処するための習慣的な行動への依存が課題として抽出された。	温度・リネーション	自律的行動・ケア
健康	高齢者	User experience and care for older people transitioning from hospital to home: Patients' and carers' perspectives.	Allen J, Hutchinson AM, Brown R, Livingston PM.	Health Expect. 2018 Apr;21(2):18-32. doi: 10.1111/hex.12646. Epub 2017 Nov 9.	オーストラリア。患者(n=19)と介護者(n=7)を対象とする定性的調査(半構造化面接)。病院から自宅への移行経験を調査。	家庭での自立をサポートする社会的プロセスとして、介護者との支援関係、医療従事者との関係、情報収集、移行期医療計画の交渉・相談、セルフケアに向けた学習、などの課題が抽出された。	施設から在宅への移行	自律的行動・ケア
健康	高齢者	Resident-centred care and architecture of two different types of caring residences: a comparative study	Nord C.	Int J Qual Stud Health Well-being. 2018 Dec;13(1):1472499. doi: 10.1080/17482631.2018.1472499.	スウェーデンの2つの高齢者介護施設のスタッフと居住者への個別インタビューと観察研究。居住者中心のケアと空間構成との関連を調査。	居住者中心のケアは2つの施設の異なる空間で類似しているが、多様かつ矛盾する方法で出現することもある。	建築計画	ケア
健康	高齢者	Indoor Levels of Volatile Organic Compounds and Formaldehyde From Emission Sources at Elderly Care Centers in Korea	Lee K, Choi JH, Lee S, Park HJ, Oh YJ, Kim GB, Lee WS, Son BS.	PLoS One. 2018 Jun 7;13(6):e0197495. doi: 10.1371/journal.pone.0197495. eCollection 2018.	揮発性有機化合物(VOC)とホルムアルデヒド(HCHO)の屋内と屋外のレベルを、韓国のソウル市と釜山道にある30の高齢者ケアセンター(EO)の室内排出源を特定することを目的とした実測調査。	全揮発性有機化合物(TVOC)レベルとHCHOレベルは、屋内環境と屋外環境で大きく異なり(p<0.05)、1/0はそれぞれ1.67±2.48、寝室の室内VOCとHCHOは、リビングルームとダイニングルームよりも高く(p<0.05)。室内のVOCとHCHOは、カーペットと塗料の使用と有意に関連していた(p<0.05)。	空気質	—
健康	高齢者	Senior caregivers in different housing arrangements: comparison of health and care profiles.	Oliveira NA, SouzaEN, Brígola AG, Rossetti ES, Terassi M, Luchesi BM, Inouye K, Pavarini SCI.	Rev Gaucha Enferm. 2019 Jul 29;40(20180225). doi: 10.1590/1983-1447.2019.20180225. Portuguese, English.	ブラジル。高齢介護者を対象とした定量的および横断的研究。サンプルは349人の介護者から構成。世帯構成別に高齢介護者の身体的、認知的、心理的健康プロフィールと介護状況を比較。	単一世帯世帯の高齢介護者は、高齢でADLが自立していた。多世代世帯では、高齢介護者は、家族の収入が不十分であると感じ、心理的援助を受けており、圧力やストレスを感じている割合が顕著に高かった。	(世帯構成)	自立度・ケア
健康	高齢者	Variations among Medicare Beneficiaries Living in Different Settings: Demographics, Health Status, and Service Use	Degenholtz HB, Park M, Kang Y, Nadash P.	Res Aging. 2016 Jul;38(5):602-16. doi: 10.1177/0164027515589557. Epub 2015 Aug 12.	アメリカのメディケア受給者調査インタビュー(2002年から2010年)に参加し、1年間生存した65歳以上のすべてのメディケア受給者(n=83,507)を対象に、健康状態とヘルスケアの使用に関する全体的な横断的分析を実施。	健康状態、身体的および認知的機能と、ヘルスケアの使用・支出の間に互換性がある。	(ヘルスケア)	健康状態
健康	高齢者	[Residents in supported housing and factors related to moving towards independent living].	Lodder M, Schrijvers AJP, Termorshuizen F, de Leeuw JRJ, Gahn W.	Tijdschr Psychiatr. 2018;60(12):817-826. Dutch.	オランダ。精神障害者がサポート付き住宅から自立住宅に移行する予測因子を、1569人のデータを用いて分析。	人格障害、アルコール乱用、入院前外来診療を受けた人は、自立した生活様式に移行する可能性が最も高かった。入院前に臨床ケアを受けた人、サポート付き住宅で入院した人、物質依存の既往がある人は、臨床再発の確率が最も高かった。	施設から在宅への移行	自律的行動・ケア
健康	高齢者	The association between the physical environment and the well-being of older people in residential care facilities: A multilevel analysis.	Nordin S, McKee K, Wijk H, Elf M.	J Adv Nurs. 2017 Dec;73(12):2942-2952. doi: 10.1111/jan.13358. Epub 2017 Jul 7.	スウェーデン。20の介護施設の横断調査。各施設から10人の居住者をサンプリング。医療記録と面接、アンケートとインタビュー、環境の実測調査から、施設の物理的環境の高齢者の心理的・社会的幸福度との関連を調査。	物理的環境における認知的サポートは居住者の社会的幸福に関連しているが、心理的幸福との間には有意な関連はなかった。	建築計画	ケア・心理的幸福
健康	高齢者	Stigma and Discontinuity in Multilevel Senior Housing's Continuum of Care.	Roth EG, Eckert JK, Morgan LA.	Gerontologist. 2016 Oct;56(5):869-78. doi: 10.1093/geront/gmv055. Epub 2015 May 4.	2つの定性的研究による。7段階のケアを提供する施設で367人が対象。	複数段階のケアを提供する高齢者住宅では、居住者は機能レベルごとにルーティン化される環境に置かれるため、偏見と世帯を離れ、移転の恐れから健康と認知状態を悪く傾向にある。	建築計画(施設)	心理的影響
健康	高齢者	The physical environment, activity and interaction in residential care facilities for older people: a comparative case study	Nordin S, McKee K, Wallinder M, von Koch L, Wijk H, Elf M.	Scand J Caring Sci. 2017 Dec;31(4):721-739. doi: 10.1111/scs.12391. Epub 2016 Nov 16.	スウェーデン。物理的環境が2つの在宅ケア施設の居住者の活動と相互作用にどのように影響するかを、混合手法アプローチを使用して調査。合計で83人が対象(居住者n=54、スタッフn=25、親類n=4)。	物理的環境の設計が住民の活動と相互作用に影響を与えている。安全性は高く支持されている。環境の質は全般的に高いが、いくつかの要因が居住者の活動を制限していた。	建築計画	活動量
健康	高齢者	Self-reported health outcomes associated with green-renovated public housing among primarily elderly residents.	Breyse J, Dixon SL, Jacobs DE, Lopez J, Weber W.	J Public Health Manag Pract. 2015 Jul-Aug;21(4):355-67. doi: 10.1097/PHH.0000000000000199.	アメリカ。介入比較調査。101ユニットの建物の断熱性能や緑の改修から1年後に居住者にインタビュー。2セクタの居住者の自己報告による精神的および身体的健康の結果を比較(全年齢、中央値、n=40長、中央値、72歳、n=22)。	緑の改修は、精神および一般的身体的健康の改善、転倒の防止、およびタバコの煙への曝露の減少をもたらす可能性がある。	建築計画(改修効果(緑、断熱性能))	主観的健康転倒
健康	高齢者	Linking social and built environmental factors to the health of public housing residents: a focus group study	Hayward E, Ibe C, Young JH, Potti K, Jones P 3rd, Pollack CE, Gudzone KA.	BMC Public Health. 2015 Apr 10;15:351. doi: 10.1186/s12889-015-1710-9.	ポルチモアの低所得層が暮らす公営住宅の居住者28人に対するフォーカスグループインタビュー調査。	公営住宅の不健康な物理的環境は居住者の健康と福祉を制限している。	所有関係(公営住宅)	主観的健康
健康	高齢者	The health of older New Zealanders in relation to housing tenure: analysis of pooled data from three consecutive, annual New Zealand Health Surveys	Pledger M, McDonald J, Dunn P, Cumming J, Saville-Smith K.	Aust N Z J Public Health. 2019 Apr;43(2):182-189. doi: 10.1111/1753-6405.12875. Epub 2019 Feb 6.	ニュージーランド。住宅の所有関係(持家層、民間借家層、公共借家層)別の比較分析。全国健康調査から15,626人の高齢者(55歳以上)についてデータを分析。	最も貧しい健康状態であるのは公営借家層であり、健康状態がもっとも良いのは持家層であった。	所有関係(公営住宅)	主観的健康
健康	高齢者	Variation in Older Adult Characteristics by Residence Type and Use of Home- And Community-Based Services	Emen HH, Washington TR, Emerson KG, Carswell AT, Smith ML.	Int J Environ Res Public Health. 2017 Mar 22;14(3). pii: E330. doi: 10.3390/ijerph14030330.	無作為に選択された60歳以上の在宅高齢者(n=343)。高サービス施設居住者(n=184)、および低サービス施設居住者(n=136)を対象に在宅サービスの利用と住宅タイプとの関係を統計分析。	在宅サービスの利用及び健康状態は住宅タイプと関連があり、低サービス施設居住者は在宅サービスの利用が多健康状態が悪い。	建築計画(施設と在宅)	健康状態・ケア
健康	高齢者	Indoor Air Quality, Ventilation and Respiratory Health in Elderly Residents Living in Nursing Homes in Europe	Bentayeb M, Norback D, Bednarek M, Bernard A, Cai G, Cerasi S, Eleftheriou KK, Gratiouli C, Holst GJ, Lavaud F, Nasliowski J, Sestini P, Sarno G, Sigsgaard T, Wieslander G, Zielinski J, Viegi G, Annesi-Maesano I, GERIE Study.	Eur Respir J. 2015 May;45(5):1228-38. doi: 10.1183/09031936.0000820414. Epub 2015 Mar 11.	GERIE研究に参加した17か国(ベルギー、デンマーク、フランス、ギリシャ、イタリア、ポランド、スウェーデン)それぞれで8施設を無作為抽出し、そこに居住している65歳以上高齢者のうち20人をランダムに選択し、合計50の高齢者施設から600人の高齢者がアンケートに回答。室内空気質と呼吸器疾患との関係を初めて調査。	通常の息切れや咳は、PM10と二酸化窒素の上昇と関係があった。1年前の喘鳴はPM10、慢性閉塞性肺疾患はホルムアルデヒドによる一酸化炭素と関係があった。息切れや咳は、高い二酸化炭素濃度と関連していた。相対湿度は、1年前の喘鳴と通常の咳に反比例した。年齢とともに虚弱は増加した。換気が悪い場合、汚染物質の影響がより顕著になった。	空気質	呼吸器疾患
健康	高齢者	Indoor Air Temperature and Agitation of Nursing Home Residents With Dementia.	Tartarini F, Cooper P, Fleming R, Batterham M.	Am J Alzheimer's Dis Other Demen. 2017 Aug;32(5):272-281. doi: 10.1177/1533317517704898. Epub 2017 Apr 21.	1つの特別養護老人ホームに住んでいる21人の居住者を対象に室内の気温と居住者の興奮との関係を分析。	OMAI Total Frequencyスコアは、室内の平均気温が22.6°Cから外れると大幅に増加。26°C以上や20°C以下の温度への累積曝露は、OMAI合計頻度スコアと直線的に関連していた。	温度・リネーション	精神的健康(興奮度)
健康	高齢者	A pilot study on semivolatile organic compounds in senior care facilities: Implications for older adult exposures.	Arnold K, Teixeira JP, Mendes A, Madureira J, Costa S, Salamova A.	Environ Pollut. 2018 Sep;240:908-915. doi: 10.1016/j.envpol.2018.05.017. Epub 2018 Jun 1.	米国およびポルトガルの高齢者施設14か所で、半揮発性有機化合物(SVOC)の5つのグループ(合計約120の化学物質)の発生を調査。	収集された粉じんの中でOPE, PAH, およびBFRが最も多く、OCPとPCBは、最も少なかった。Σ OPE, Σ PAH, およびΣ BFRの濃度は、米国の施設でポルトガルの施設よりも有意に高かった(P<0.001)が、Σ OCPとΣ PCBの濃度は2か国間で異ならなかった(P<0.05)。	空気質	—
健康	高齢者	Residents' perceptions of the most positive and negative aspects of the housing situation for people with psychiatric disabilities.	Brolin R, Syrén S, Rask M, Sandgren A, Brunt D.	Scand J Caring Sci. 2018 Jun;32(6):603-611. doi: 10.1111/scs.12485. Epub 2017 Aug 22.	精神障害者の住宅状況の違いによる居住者の認識を調査。	一般住宅の居住者は身体的属性が非常に重要であり、サポート付き住宅の居住者は心理社会的側面と身体的属性の両方が重要である。	建築計画(施設と在宅)	居住者の意識
健康	高齢者	Independence and Caregiver Preferences Among Community-Dwelling Older People in Slovenia: A Cross-Sectional Study	Galof Z, Žnidarišič A, Balantič Z.	Inquiry. 2019 Jan-Dec;56:46958019869155. doi: 10.1177/0046958019869155.	スロベニア。65歳から97歳(N=358)の高齢者を対象とする横断研究(アンケート調査)。	IADLよりもADLにおいてより自立していた。トイレの使用、換気、移動については自立度が悪く、入浴については最も低い。都市部と農村部でケアの好みに違いはない。	住宅一般	自立度・ケア
健康	高齢者	Can we identify older people most vulnerable to living in cold homes during winter?	Sartini C, Tammes P, Hay AD, Preston I, Lasserson D, Whincup PH, Wannamethee SG, Morris RW.	Ann Epidemiol. 2018 Jun;28(1):1-7.e3. doi: 10.1016/j.annepidem.2017.11.008. Epub 2017 Dec 5.	英国の統計調査から寒い住宅に居住する74~95歳の1,402人の男性のデータを分析。寒い住宅が21年後の死亡率にどう影響するかを予測。	社会階級、家計維持の困難、および未婚は、寒い住宅の4つの評価尺度と関連していた(P<0.05)。社会的孤立、呼吸器の健康不良、握力の低下も寒い住宅と関連していた。26人の男性が死亡し、入浴できなくなった尺度で寒い住宅に該当する人は死亡率が増加した。	温度(寒さ)	社会的孤立、呼吸器疾患、握力死亡率
健康	高齢者	Short-term effects of instruction in home heating on indoor temperature and blood pressure in elderly people: a randomized controlled trial	Saeeki K, Obayashi K, Kurumatani N.	J Hypertens. 2015 Nov;33(11):2338-43. doi: 10.1097/HJH.0000000000000729.	日本。359人の高齢者を対照群(n=173)と介入群(n=186)にランダムに割り当て。室内温度と歩行時血圧、身体活動量を比較分析した。	介入群はリビングルームの温度を2.09°C上昇させ、SBPとDBPを4.3/2.33mmHg有意に低下させた。	温度	血圧

表5 (続き)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	概要	条件	健康影響
健康	乳幼児	Residential Proximity to Major Roadways at Birth, DNA Methylation at Birth and Midchildhood, and Childhood Cognitive Test Scores: Project Viva(Massachusetts, USA).	Peng C, den Dekker M, Cardenas A, Rifas-Shiman SL, Gibson H, Agha G, Harris MH, Coull BA, Schwartz J, Litonjua AA, DeMeo DL, Hivert MF, Gilman MW, Sagiv SK, de Kluizenaar Y, Eddy JE, Jaddoe	Environ Health Perspect. 2018 Sep;126(9):97006. doi: 10.1289/EHP2034.	ナイジェリア、482組の母子ペアにおいて、出生時の道路への居住地近接性と出生時および小児期におけるDNAメチル化、および小児認知テストのスコアとの関連を分析。	主要道路との近接性は、臍帯血のメチル化と関連していた。臍帯血メチル化は小児期の非言語認知スコアの低下と関連していた。ただし別のコホートではこの結果は再現されなかった。	道路と住宅の近接性	出生時および小児期におけるDNAメチル化、小児認知テストのスコア
健康	乳幼児	Housing materials as predictors of under-five mortality in Nigeria: evidence from 2013 demographic and health survey.	Adebowale SA, Morakinyo OM, Ana GR.	BMC Pediatr. 2017 Jan 19;17(1):30. doi: 10.1186/s12887-016-0742-3.	ナイジェリア。人口統計および健康調査データから40,680世帯の代表的なサンプルを選択して分析。サンプルには、過去5年間に出生した生後年齢の女性18,516人を含む。	USMのハザード比は、不十分な住宅資材や中程度の住宅資材の住宅でそれぞれ1.46 (CI = 1.02-1.47, p < 0.001) および1.23 (CI = 1.24-1.71, p < 0.001) 高くなった。USM率は、不適切、中程度、適切な住宅資材の住宅に住んでいる女性の1000人の出生あたり、それぞれ143.5、127.0、90.8であった。	住宅資材	5歳未満児死亡率
健康	乳幼児	Prenatal and early life exposures to ambient air pollution and development.	Ha S, Yeung E, Bell E, Insaf T, Ghassabian A, Bell G, Muscatello N, Mendola P.	Environ Res. 2019 Jul;174:170-175. doi: 10.1016/j.envres.2019.03.064. Epub 2019 Apr 9.	ニューヨーク。2008年から2010年の間に生まれた4089人の子どもと1016人の双子を対象に主要道路への住宅の近接性と子どもの発達を調査した前向きコホート研究。	主要道路への近接性とPM2.5およびO3への出生前・早産期の暴露が発達の遅れと関連していた。	道路と住宅の近接性	子どもの発達
健康	乳幼児	Pediatric Blood Lead Levels Within New York City Public Versus Private Housing, 2003-2017	Chiofalo JM, Golub M, Crump C, Calman N.	Am J Public Health. 2019 Jun;109(6):906-911. doi: 10.2105/AJPH.2019.305021. Epub 2019 Apr 18.	2003年から2017年の間に保健センターでケアを受けた4693人の子供の間の血中鉛濃度の電子医療記録を検討。	ニューヨーク市の公営住宅に住む子どもは、私営住宅に住む子どもよりも血中鉛濃度が高くなる可能性が有意に低かった。	所有形態 (公営住宅と民間住宅)	子どもの血中鉛濃度
健康	乳幼児	The feasibility of an air purifier and secondhand smoke education intervention in homes of inner city pregnant women and infants living with a smoker	Rice JL, Brigham E, Dineen R, Muqueeth S, O'Keefe G, Regenold S, Koehler K, Rule A, McCormack M, Hansel NN, Diette GB.	Environ Res. 2018 Jun;160:524-530. doi: 10.1016/j.envres.2017.10.020. Epub 2017 Oct 29.	18歳以上の女性で妊婦中の非喫煙者、または生後0-12か月の乳児(喫煙状態)を対象。空気清浄機2台と受動喫煙教育による介入の効果を調査。	介入後、70%が喫煙者が室内で喫煙する可能性が低くなったと報告し、77%が空気清浄機を使用した。参加者の満足度は高く(91%)、98%が空気清浄機を推奨した。室内PM2.5は有意に減少した(P < 0.001)。唾液中ニコチンは非喫煙女性では有意に減少したが(P < 0.01)、乳幼児では減少せず。空気中ニコチンには有意な変化はなかった(P = 0.6)。	喫煙	母子の唾液中ニコチン
健康	乳幼児	Understanding Motivation to Implement Smoking Bans among Mothers with a Hospitalized Infant	Stotts AL, Klawans MR, Northrup TF, Villarreal Y, Hovell MF.	Addict Behav. 2016 Jul;58:60-7. doi: 10.1016/j.addbeh.2016.02.018. Epub 2016 Feb 10.	喫煙または喫煙者と同居していると報告したICUの新生児の母親 (N = 205) を対象とした禁煙行動に関する調査。	大多数の母親が家庭での禁煙の行動段階にあり(55%)、車での禁煙の行動段階は35%にとどまった。POCの使用量は、家庭での禁煙 (p=0.004) と車での禁煙 (p=0.02) の変化の段階によって異なっていた。早期は、変化に対する自己効力感が低く、家庭内禁煙に対する家族やパートナーのサポートが少なく、抑うつ症状が多い。	喫煙	抑うつ症状や不安
健康	乳幼児	Asthma exacerbations and traffic: examining relationships using link-based traffic metrics and a comprehensive patient database.	Lindgren P, Johnson J, Williams A, Yawn B, Pratt GC.	Environ Health. 2016 Nov 3;15(1):102.	ロチェスター疫学プロジェクトの11年間のデータを用い、喘息と診断された19,915人を対象に住宅での交通曝露と喘息増悪との関連を調査。	住宅の近くの交通量が増加するにつれて、喘息の悪化が増加した。	住宅近くの交通量	喘息
健康	乳幼児	The home study to assess whether improved housing provides additional protection against clinical malaria over current best practice in The Gambia: study protocol for a randomized controlled study and	Pinder M, Conteh L, Jeffries D, Jones C, Knudsen J, Kandeh B, Jawara M, Sicuri E, D'Alessandro U, Lindsay SW.	Trials. 2016 Jun 3;17(1):275. doi: 10.1186/s13063-016-1400-7.	ガンビア。800世帯を2群に分けたクラスター無作為化比較試験により殺虫剤ネットと住宅改修のマリアリアに対する効果を検証。	(研究プロトコルのみ)	住宅改修	マリアリア
健康	乳幼児	The Economic Burden of Exposure to Secondhand Smoke for Child and Adult Never Smokers Residing in U.S. Public Housing	Mason J, Wheeler W, Brown MJ.	Public Health Rep. 2015 May-Jun;130(3):230-44.	米国の公営住宅の禁煙居住者を対象に、(1)WHOが推奨する健康アウトカムと方法論、(2)公開されているその他の大規模なデータベース、(3)公表されている罹患率と死亡率の推定値を用いて、SHS曝露に関連する社会的コストを推定。	2011年に推定37,791人の禁煙の子供および成人の米国の公営住宅居住者が自宅でSHS曝露により病気になったり死亡したりしている。その費用は毎年合計1億8,300万ドルおよび2億7,700万ドルで、総費用のうち直接費用(医療および非医療)は、それぞれ1億2,800万ドルおよび1億7,600万ドルを占めた。呼吸器への悪影響は、社会的費用の約半分を占めた。	公営住宅での間接喫煙	呼吸器障害・死亡
健康	乳幼児	Risk factors for elevated blood lead levels among children aged 6-36 months living in Greece	Kapitsinou A, Soldatou A, Tsitsika A, Kossiva L, Tsentidis Ch, Nisianakis P, Theocharis S, Garoufi A.	Child Care Health Dev. 2015 Feb;72(2):114-22. doi: 10.1111/cch.12254. Epub 2015 May 13.	ギリシャ。ランダムに選択された6-36か月の小児814人を含む病院ベースの横断研究において、血中鉛濃度を評価し、人口統計学、社会経済的および住宅条件との関連を評価。	血中鉛濃度が5 μg/dを超えたのは11.7%、10 μg/dを超えたのは15人(1.8%)。幼児であること、ロマ人またはアジア人であること、工業地帯や低所得者層の居住地または古い家に住んでいること、伝統的なハーブや香料を使用していること、母親が肉体的労働者であることは、 BLL上昇の独立した危険因子であった。	社会経済的および住宅条件 (立地、老朽度)	子どもの血中鉛濃度
健康	乳幼児	Increased risk of respiratory illness associated with kerosene fuel use among women and children in urban Bangalore, India	Choi JY, Baumgartner J, Harden S, Alexander BH, Town RJ, D'Souza G, Ramchandran G.	Occup Environ Med. 2015 Feb;72(2):114-22. doi: 10.1136/oemed-2014-102472. Epub 2014 Oct 23.	インドの8つの都市から600世帯(547人の成人女性と845人の子ども)を抽出。現在の家庭用燃料の使用量と居住者の呼吸器症状または病気の有無を調査。	灯油を使用して調理している家庭の女性と子供は、LPGを使用して調理している家庭の女性と比較して、呼吸器症状と病気を発症する可能性が高かった。	灯油の使用	呼吸器疾患
健康	乳幼児	Association of blood lead levels in children 0-72 months with living in Mid-Appalachia: a semiecolgic study	Wiener RC, Jurevic RJ.	Rural Remote Health. 2016 Apr-Jun;16(2):3597. Epub 2016 Apr 12.	アラバマ半島の子どもたちと1950年以前に建てられた米国の住宅との間で血中鉛濃度を比較分析。	アラバマ半島では、子供の血中鉛濃度が全国よりも高く、1950年以前と1940年以前に建てられた住宅の数と逆相関関係があった。	住宅の建築年	子どもの血中鉛濃度
健康	乳幼児	Asthma-Like Symptoms in Homeless Children in the Greater Paris Area in 2013: Prevalence, Associated Factors and Utilization of Healthcare Services in the ENFAMS Survey	Lefevre D, Delmas MC, Marguet C, Chauvin P, Vandentorren S.	PLoS One. 2016 Apr 15;11(4):e0153872. doi: 10.1371/journal.pone.0153872. eCollection 2016.	避難所の0-12歳の子どもの保護者801名にインタビューを行い、横断的調査を実施。また、喘息様症状と医療サービスの利用状況分析。	喘息様症状の有病率は19.9%であったが、ヨーロッパ連合で生まれたこともあり、貧困住宅の衛生状態はALSと大きく関連していた。	ホームレス (避難所の環境)	子どもの喘息様症状

表5 (続き)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	概要	条件	健康影響
ダンプネス	高齢者	Exposure to Indoor Mouldy Odour Increases the Risk of Asthma in Older Adults Living in Social Housing	Moses L, Morrissey K, Sharpe RA, Taylor T.	Int J Environ Res Public Health. 2019 Jul 22;16(14). pii: E2600. doi: 10.3390/ijerph16142600.	英国。社会住宅に住む302人にアンケートを行い、カビと喘息の関係性を調査。若年層と50歳以上を比較分析。	社会住宅に住居している高齢者。特に女性は、カビ臭に曝されると喘息のリスクが高くなる可能性がある。	カビ	喘息
ダンプネス	高齢者	Higher energy efficient homes are associated with increased risk of doctor diagnosed asthma in a UK subpopulation.	Sharpe RA, Thornton CR, Nikolaou V, Osborne NJ.	Environ Int. 2015 Feb;75:234-44. doi: 10.1016/j.envres.2017.11.017. Epub 2014 Dec 9.	社会住宅に住む3867人を対象にアンケートを実施しカビと喘息の関係およびエネルギー効率の影響を調査。	エネルギー効率の良い家に住むことは成人の喘息のリスクを高める可能性がある。カビ汚染は喘息のリスクを増加させる。	カビ エネルギー効率	喘息
ダンプネス	乳幼児	Housing conditions and birth outcomes: The National Child Development Study	Harville EW, Rabito FA.	Environ Res. 2018 Feb;161:153-157. doi: 10.1016/j.envres.2017.11.012. Epub 2017 Nov 14.	イギリス。1927人を対象に、住居の状態(カビの存在/重症度/湿度)、暖房の種類、住宅改造の有無と出産との関連を調査。	カビは、低出生体重児または妊娠期間の短い赤ちゃんを出産する可能性が高かった。早産との一貫した関連は見られなかった。過密は胎児発育遅延とのみ関連していた。	カビ、湿度 暖房の種類 住宅改造 過密	出産状況 (低出生体重、早産)
ダンプネス	乳幼児	Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma	Sauni R, Verbeek JH, Uitti J, Jauhainen M, Kreiss K, Sigsgaard T.	Cochrane Database Syst Rev. 2015 Feb 25(2):CD007897. doi: 10.1002/14651858.CD007897.pub3. Review.	文献レビュー	無作為化比較試験(RCT)、クラスターRCT(cRCT)、中断時系列研究、および呼吸器症状、感染症、喘息に対する建物内の湿度とカビの改善効果の対照前治療(CBA)研究。2件の無作為化比較試験(参加者294人)、1件のクラスター無作為化比較試験(参加者4407人)、9件の対照前治療研究(参加者3327人)を含む12件の研究(参加者8028人)を抽出し評価。介入は、徹底的な改修から清掃のみまで多様であった。	湿度、カビ	喘息、呼吸器疾患
ダンプネス	乳幼児	Statistical associations between housing quality and health among Finnish households with children - Results from two (repeated) national surveys	Turunen M, Iso-Markku K, Pekkonen M, Haverinen-Shaughnessy U.	Sci Total Environ. 2017 Jan 1;574:1580-1587. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.194. Epub 2016 Sep 7.	フィンランド。2007年に1回目と2011年に2回目となる2つの住宅と健康に関するアンケート調査。総回答数2674人。	過密、アクセスのしにくさ、化学物質の使用、室内の空気の質(換気の適切さなど)。湿度やカビなどの問題は、子供のいる家庭ではより満足のいかなる住宅条件を引き起こす。子供がいる家庭では呼吸器症状の報告が少ないが、呼吸器感染症のリスクが高くなっていった。	住宅の質 (過密、アクセスのしにくさ、化学物質の使用、空気質、湿度、カビ)	子どものいる世帯の健康状態
ダンプネス	乳幼児	Household dampness-related exposures in relation to childhood asthma and rhinitis in China: A multicentre observational study.	Cai J, Li B, Yu W, Wang H, Du C, Zhang Y, Huang C, Zhao Z, Deng Q, Yang X, Zhang X, Qian H, Sun Y, Liu W, Wang J, Yang Q, Zeng F, Norbäck D, Sundell J.	Environ Int. 2019 May;126:735-746. doi: 10.1016/j.envint.2019.03.013. Epub 2019 Mar 14.	2010~2012年の間に、中国の7つの都市の40,010人の就学前児童を対象に、家庭環境と健康状態に関する観察研究を実施。	湿度は喘息や鼻炎と有意に関連しており、異なる気候帯においても実質的な違いはなかった。	湿度、カビ、結露	子どもの喘息と鼻炎
ダンプネス	乳幼児	Internal living environment and respiratory disease in children: findings from the Growing Up in New Zealand longitudinal child cohort	Tin Tin S, Woodward A, Saraf R, Berry S, Atatoa Carr P, Morton SM, Grant CC.	Environ Health. 2016 Dec 8;15(1):120.	妊娠中の女性(n = 6822)とその子供6853人のコホートを作成し、家庭環境と小児呼吸器疾患の関連を調査。	幼児期の急性呼吸器疾患の入院のリスクは、特に子供の寝室でのガスヒーターの使用によって増加した。	住宅の質 暖房器具の種類	子どもの呼吸器疾患
ダンプネス	乳幼児	Residential Risk Factors for Atopic Dermatitis in 3- to 6-Year Old Children: A Cross-Sectional Study in Shanghai, China	Xu F, Yan S, Zheng Q, Li F, Chai W, Wu M, Kan H, Norbäck D, Xu J, Zhao Z.	Int J Environ Res Public Health. 2016 May 27;13(6). pii: E537. doi: 10.3390/ijerph13060537.	2010年4~6月に上海で横断調査。6つの地区で就学前の6624人の子供の保護者を対象にアンケート調査。	住宅の新築・改築、家具の新調、室内のカビ、都市部への居住、遺伝性の気質、食物アレルギーが小児期アトピー性疾患の危険因子である可能性が示唆された。	住宅の質	子供のアトピー性疾患
ダンプネス	乳幼児	Determinants of house dust, endotoxin, and β -(1 \rightarrow 3)-D-glucan in homes of Danish children.	Holst G, Hest A, Doekes G, Meyer HW, Madsen AM, Sigsgaard T.	Indoor Air. 2015 Jun;25(3):245-59. doi: 10.1111/ina.12143. Epub 2014 Sep 12.	デンマーク。317人の子供を対象に、床粉じん、エンドトキシン、および β -(1 \rightarrow 3)- α -グルカンの負荷と濃度との関連を調査。	床粉じんとエンドトキシンおよび β -(1 \rightarrow 3)- α -グルカン負荷の間には高い相関が見られた。じゅうたんは、粉塵負荷およびエンドトキシンおよび β -(1 \rightarrow 3)- α -グルカン濃度と明確に関連していた。ペットの飼育、住居のタイプ、住居の場所がエンドトキシン濃度の決定要因であった。	粉塵、エンドトキシン	—

表5 (続き)

分類1	分類2	タイトル	著者	掲載	研究デザインと対象	概要	条件	健康影響
温度	高齢者	Building Vulnerability in a Changing Climate: Indoor Temperature Exposures and Health Outcomes in Older Adults Living in Public Housing during an Extreme Heat Event in Cambridge, MA	Williams AA, Spengler JD, Catalano P, Allen JG, Odeno-Laurent JG.	Int J Environ Res Public Health. 2019 Jul 4;16(13): pii: E2373. doi: 10.3390/ijerph16132373.	公共住宅に住む51人(中央空調24人、非中央空調27人)の低所得高齢者を対象に、室内温度、睡眠、ガバナミック・スキーン・レスポンス(GSR)と心拍数(HR)の生理学的転帰を包括的に評価し、適応行動と健康症状を日常的に調査。	非中央空調ユニットは中央空調ユニットと比較して有意に暖かった。室内温度が高くなると、睡眠がより乱れ、GSRとHRの両方が上昇した(p < 0.001)。異なる建物の居住者間では中等度の健康症状はほとんど報告されなかった。	室内温度	心拍数 睡眠
温度	高齢者	Relationship between Perceived Indoor Temperature and Self-Reported Risk for Frailty among Community-Dwelling Older People.	Nakajima Y, Schmidt SM, Malmgren Fänge A, Ono M, Ikaga T.	Int J Environ Res Public Health. 2019 Feb 20;16(4): pii: E613. doi: 10.3390/ijerph16040613.	日本の65歳以上の高齢者342人を対象とした横断研究。	寒冷性と経済的地位に満足していない群が、有意に高いフレイルティ指数スコアを示した(p = 0.015)。寒い住宅に居住する人のうち経済状況に満足していない人だけが、脆弱性のリスクが高まっていた。	冬季の室内温度	脆弱性 転倒
温度	高齢者	Health symptoms in relation to temperature, humidity, and self-reported perceptions of climate in New York City residential environments.	Quinn A, Shaman J.	Int J Biometeorol. 2017 Jul 6;17(7):1209-1220. doi: 10.1007/s00484-016-1299-4. Epub 2017 Jan 20.	ニューヨーク市のアパート40戸を対象に、夏季と冬季に温度と湿度を測定し、その世帯の居住者から調査データを収集して、各季節の認知、症状、測定条件の関連を調査した。	睡眠の質は、夏季のみ室内温度の測定値と知覚値との間に逆相関があった。熱病症状は、夏季には測定されなかったが、知覚温度と関連していた。冬季の呼吸器感染症と測定・知覚された状態との関連は認められなかった。	室内温度	睡眠 暑さによる疾患 (夏季) 呼吸器疾患 (冬季)
温度	高齢者	Social participation and heat-related behavior in older adults during heat waves and on other days.	Lindemann U, Skelton DA, Oksa J, Beyer N, Rapp K, Becker C, Klenk J.	Z Gerontol Geriatr. 2018 Jul 5(15):543-549. doi: 10.1007/s00391-017-1338-8. Epub 2017 Nov 6.	高齢者施設10か所から81人の居住者(女性84%、平均年齢80.9歳)を対象に、夏季に訪問調査。	室内温度が10℃上昇することに飲酒量が増加した。高齢者では、室内温度と社会生活への参加との間の負の関連は、都市・郡心部や機能的能力が低い場合に強くなった。	室内温度 (高温度)	社会参加
温度	高齢者	Thermal and health outcomes of energy efficiency retrofits of homes of older adults.	Ahrentzen S, Erickson J, Fonseca E.	Indoor Air. 2016 Aug 26(4):582-93. doi: 10.1111/ina.12239. Epub 2015 Aug 31.	53の低所得高齢者向け集合住宅から57人の居住者を対象に、ベースライン(改装前)と改装後1年間のデータを比較分析。	改装後のエネルギー消費量は19%減少した。改装前から改装後1年までの室内温度は有意に安定していた。27.2℃以上の極端な温度の低下は、同期間における居住者の健康状態の改善に対応していたが、居住者の温熱快適性の知覚には対応していなかった。	室内温度 湿度	健康状態 精神的苦痛 睡眠
温度	高齢者	Comparison of built environment adaptations to heat exposure and mortality during hot weather, West Midlands region, UK.	Taylor J, Wilkinson P, Picetti R, Symonds P, Heaviside C, Macintyre HL, Davies M, Mavrogianni A, Hutchinson E.	Environ Int. 2018 Feb;111:287-294. doi: 10.1016/j.envint.2017.11.005. Epub 2017 Nov 16.	英国、都市ヒートアイランド(UHI)と住宅への対策を実施した場合の温度曝露と死亡率への影響を定量化。(既存統計を用いモデル化。)	UHI効果が死亡率の推定21%を占めていることが示された。外付けのシャッターは熱に関連した死亡率を30-40%減少させる可能性があり、エネルギー効率の高い改修工事と併用することで、リスクを最大52%減少させる可能性がある。	ヒートアイランド	死亡率 住宅改修
温度	高齢者	The effect of high indoor temperatures on self-perceived health of elderly persons.	van Loenhout JA, le Grand A, Duijm F, Greven F, Vink NM, Hoek G, Zuurbier M.	Environ Res. 2016 Apr;146:27-34. doi: 10.1016/j.envres.2015.12.012. Epub 2015 Dec 19.	オランダ、113名の高齢者を対象に居間と寝室の室温を測定し、健康状態についてアンケート調査を実施。	暑さに関連した健康問題と室内外気温の間には有意な関係があった。室内温度が1℃上昇すると、暑さによる煩わしさは33%、睡眠障害は24%増加した。暑さによるイライラはそれぞれ13%、睡眠障害は11%であった。	室内温度	睡眠 健康状態
温度	高齢者	Comparison of indoor temperatures of homes with recommended temperatures and effects of disability and age: an observational, cross-sectional study.	Huebner GM, Hamilton I, Chalabi Z, Shipworth D, Oreszczyn T.	BMJ Open. 2018 May 14;8(5):e021085. doi: 10.1136/bmjopen-2017-021085.	635世帯(高齢者、障がい者、普通世帯)を対象とする横断的研究。室温の推奨値と実測値を比較。	居間については、障害者や高齢者の世帯で基準を満たす日数が多かった。多くの世帯で、推奨値を下回る気温が見られた。	冬季の室内温度	—
温度	高齢者	Cold homes are associated with poor biomarkers and less blood pressure check-up: English Longitudinal Study of Ageing, 2012-2013.	Shiue I.	Environ Sci Pollut Res Int. 2016 Apr 23(7):7055-9. doi: 10.1007/s11356-016-6235-y. Epub 2016 Feb 13.	英国、7997人の高齢者を対象に、室温とバイオマーカーとの関連を調査。	英国の50歳以上の高齢者の6人に1人が寒冷な住宅に居住しており、バイオマーカー値が悪かった。血圧が高く、手の震えが強く、ビタミンDのレベルが低く、コレステロールのレベルが高く、インスリン様成長因子のレベルが高く、ヘモグロビンのレベルが高く、白血球のレベルが低く、肺の状態が悪かった。	室内温度	バイオマーカー
温度	高齢者	Indoor cold exposure and nocturia: a cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study.	Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N.	BJU Int. 2016 May;117(5):829-35. doi: 10.1111/bju.13325. Epub 2015 Oct 19.	在宅高齢者861人を対象に、夜間(就寝2時間前)の室内温度と睡眠導入潜時(SOL)の関係を評価した。	夕方の室内温度はSOLと有意な逆相関を示し、性別、不眠症治療、夜間の身体活動、就寝時間などの潜在的交絡因子とは無関係であった。就寝後2時間のベッド温度の上昇は、SOLの短縮と有意に関連していた。	室内温度	睡眠
温度	高齢者	Platelet count and indoor cold exposure among elderly people: A cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study	Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N.	J Epidemiol. 2017 Dec 27(12):562-567. doi: 10.1016/j.je.2016.12.018. Epub 2017 Jun 20.	1095人の高齢者を対象。冬季の室内温度と血小板数の関係を分析。	屋内寒冷曝露は血小板(PLT)数の増加に影響を与えていた。	冬季の室内温度	血小板数
温度	高齢者	Lower Physical Performance in Colder Seasons and Colder Houses: Evidence from a Field Study on Older People Living in the Community	Hayashi Y, Schmidt SM, Malmgren Fänge A, Hoshi T, Ikaga T.	Int J Environ Res Public Health. 2017 Jun 17;14(6): pii: E651. doi: 10.3390/ijerph14060651.	大阪府のリハビリ施設を利用する162名の在宅高齢者対象。住宅特性と身体能力の変化の関係を分析。	高齢者の身体能力には季節的な傾向があり、身体能力は秋に比べて冬に悪化していることがわかった。さらに、寒い家に住んでいる人は身体能力が低下していた。	室内温度	身体能力
温度	高齢者	Daytime cold exposure and salt intake based on nocturnal urinary sodium excretion: A cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study.	Saeki K, Obayashi K, Tone N, Kurumatani N.	Physiol Behav. 2015 Dec 1;152(Pt A):300-6. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.10.015. Epub 2015 Oct 22.	冬季の塩分摂取量と寒冷曝露との関連を調べるために、860人の高齢者を対象とした横断的研究を実施。	昼間の外気温が1℃低いほど、翌朝の尿中ナトリウム排泄量が0.07mmol/h高くなった(p = 0.02)。昼間の室温での最も低い三分位群では、最高三分位群と比較して、夜間尿中ナトリウム排泄量が14.2%高くなっていた。ナトリウム排泄量の高さは、夜間の血圧と関連していた。	室内温度	塩分摂取量
温度	高齢者	The Influence of Thermal Comfort on the Quality of Life of Nursing Home Residents.	Mendes A, Papoila AL, Carreiro-Martins P, Aguiar L, Bonassi S, Caires I, Palmeiro T, Ribeiro AS, Neves P, Pereira C, Botelho A, Neuparth N, Teixeira JP.	J Toxicol Environ Health A. 2017;80(13-15):729-739. doi: 10.1080/15287394.2017.1286929. Epub 2017 May 23.	特別養護老人ホームの130室で室温と快適性を調査。	冬季のPMV指数は温熱感覚尺度で「やや冷たい」「冷たい」を示した。PPD指数はこの不快感を反映しており、不満を感じている居住者の割合が高かった(64%)。PMVが-0.7以上の値は、PMVが-0.7未満の値と比較して高齢者のOoIの平均スコアが高いことが示された。	室内温度	快適性
温度	乳幼児	Environmental exposures and fetal growth: the Haifa pregnancy cohort study	Golan R, Kloog I, Almog R, Gesser-Edelsburg A, Negev M, Jolles M, Shalev V, Eisenberg VH, Koren G, Abu Ahmad W, Levine H.	BMC Public Health. 2018 Jan 12;18(1):132. doi: 10.1186/s12889-018-5030-8.	1998年から2017年の間に生まれた新生児75万人のコホート研究。	(研究プロトコル)	大気汚染 温度 緑地	胎児の発育
温度	乳幼児	Indoor visible mold and mold odor are associated with new-onset childhood wheeze in a dose-dependent manner	Shorter C, Crane J, Pierce N, Barnes P, Kang J, Wickens K, Douwes J, Stanley T, Täubel M, Hyvärinen A, Howden-Chapman P, Wellington Region General Practitioner Research Network.	Indoor Air. 2018 Jan 28;11(8):15. doi: 10.1111/ina.12413. Epub 2017 Sep 11.	1歳から7歳までの喘鳴の子ども150人を対象とした症例対照研究。	目に見えるカビと小児の新規発症の喘鳴との間に強い正の関連が認められた。qPORIによる微生物レベル、湿度および湿度は、新規発症の喘鳴とは関連していなかった。	カビ	喘息
温度	乳幼児	Household indoor air quality and its associations with childhood asthma in Shanghai, China: On-site inspected methods and preliminary results.	Huang C, Wang X, Liu W, Cai J, Shen L, Zou Z, Lu R, Chang J, Wei X, Sun C, Zhao Z, Sun Y, Sundell J.	Environ Res. 2016 Nov;151:154-167. doi: 10.1016/j.envres.2016.07.036. Epub 2016 Jul 29.	中国の上海で454人の子供(喘息の子供186人と非喘息の子供268人)を対象に、自宅検査を伴う症例対照研究を実施。	CO2、培養菌、ホルムアルデヒド、粒子状物質は、症例と対照群の差は有意ではなかった。室内平均CO2濃度と粒子状物質は喘息の既往症と負の関連を持っていた。冬季のみ、室内のCO2濃度は小児喘息のオッズの増加と有意に関連していた。	空気質	喘息
温度	乳幼児	Relationship of ambient air pollutants and hazardous household factors with birth weight among Bedouin-Arabs.	Yitshak-Sade M, Novack L, Landau D, Kloog I, Sarov B, Hershkovitz R, Karakis I.	Chemosphere. 2016 Oct;160:314-22. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.06.104. Epub 2016 Jul 6.	959人の妊婦を対象としたコホート研究。	高レベルの温度とオゾンへの曝露は出生体重の減少と関連していたが、出生体重の減少に対する劣悪な家庭環境指標の寄与は実質的に高かった。	大気汚染 家庭内の環境 ハザード	出生体重

研究デザインは、横断研究が多数を占め、症例対照研究やコホート研究が散見される程度であった。コホート研究は妊婦を対象としたものが多く、乳児の出生体重や発育状況をモニタリングしたものが多かった。

D. 考察

(1) 研究デザイン

国内・海外の研究とも、その多くは横断研究が主体であり、エビデンスレベルが低いものが多かった。コホート研究が散見されるものの、非ランダム化比較試験、ランダム化比較試験などエビデンスレベルの高い研究はごく少数である。

横断研究では、アンケート調査が主体になるため、健康評価は回答者の主観によるものが多く、健康影響はその主観的健康度の相対評価として報告されている。

比較試験は、住宅改造の効果を検証したものに限定されていた。介入の方法が「改修・改造」であるため、扱う環境要素(条件)は住宅改造で解消できるものに限られており、バリアフリーのほか、断熱性能の向上により副次的に温熱環境やダンプネスの改善が期待できる。しかし、直接的にカビや空気質をコントロールできるものではなく、これらの環境要素(条件)の影響をエビデンスレベルの高い研究で実証するのは困難である。結果的に多くの研究が横断研究という研究デザインを取ることはやむを得ない状況であると言える。

一方、介入については、環境要素そのものを調整するのではなく、住まい方・リテラシーに介入することで、曝露を調整している研究も見られる。この方法であれば、大きなコストをかけずに比較試験を行うことが可能であると思われる。

いずれの研究デザインも、医療コストに反映されるような疾病・障害などの健康影響をアウトプットとして扱った研究はほとんどない。

(2) 対象者と環境要素(条件)

検索方法にもよるが、全体的に、ハイリスク者を扱う研究の中では高齢者を対象としたものが

多く、子どもや障害者を対象としたものは少ない。

ハイリスク者と環境要素(条件)の組み合わせには、偏った傾向がある。温熱環境は高齢者を対象としたものが多く、ダンプネスや空気質は子どもを対象としたものが多い。高齢者の場合は、高齢者施設や高齢者向け住宅の居住者を対象としたものも多い。

海外研究では、公営住宅やシェアターの居住者を対象とした調査など、所有関係に着目したのも散見されるが、低所得など居住者の属性バイアスが大きく、その影響が結果に反映されていると思われる。

(3) 健康影響

高齢者施設等を対象とした調査では、物理的環境が主観的健康やケア・自律度に及ぼす影響を評価することを目的としており、アウトプットとして具体的な疾病・症状を取り上げたものは少ない。

高齢者を対象とした温熱環境に関する調査では、血圧、睡眠、フレイル、転倒、過活動膀胱症状、血小板数、熱中症、呼吸器疾患などがアウトプットとして取り上げられている。多様な健康影響を捕捉しているとも解釈できるが、環境要素(条件)の健康影響を具体的に捉え切れておらず、試行錯誤の段階にあると思われる。

一方、子どもを対象としたダンプネスに関する調査では、喘息、アレルギーなど呼吸器疾患が主要なアウトプットである。子どもを対象とした研究では、ほかに血中の鉛濃度をアウトプットにしたものがある。子どもを対象とする研究は高齢者を対象とする研究と比べて、ターゲットとする環境要素と健康影響が絞られている点に特徴がある。

E. 結論

ハイリスク者(高齢者、障害者、子ども)を対象とする住居環境の健康影響・健康増進に関する文献レビューを行い、研究デザイン、対象者と環境要素(条件)との関係、アウトプットとしての健康影響の観点から考察した。

高齢者を対象とした研究は多く、温熱環境に重

点が置かれているが、医療コストに反映されるような疾病・障害をアウトプットとしたものは少ないことが課題である。

今後の研究の方向性としては、上記の課題への対応のほか、温熱環境以外の環境要素（条件）の健康影響に関する研究や住まい方・リテラシーに介入した研究などが考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) WHO Regional Office for Europe, Environmental burden of disease associated with inadequate housing - Methods for quantifying health impacts of selected housing risks in the WHO European Region -, 2011.
- 2) World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health. Geneva: World Health Organization; 2001. (世界保健機関. 国際生活機能分類—国際障害分類改定版. 東京: 中央法規; 2002.)
- 3) World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva: World Health Organization; 2005.

健康増進のための住環境についての研究

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 健康リスクの立場からみた環境過敏症の予防について. 室内環境; 22(2), 203–208, 2019.
- 2) 東 賢一. 今後の室内空気汚染物質. 空気清浄; 57(2), 15–20, 2019.
- 3) 東 賢一. 室内化学物質汚染の現状と今後の対策. クリーンテクノロジー; 30(2), 41–45, 2020.
- 4) 東 賢一. 建築物環境衛生管理基準の設定根拠と近年の科学的知見. 空気清浄; 57(5), 4–13, 2020.
- 5) [Editorial book] Kishi R., Norback D., Araki A., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, Nov. 2019
- 6) Reiko Kishi, Atsuko Araki. Chapter 1: Importance of Indoor Environmental Quality on Human Health toward Achievement of the SDGs. Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p3-17
- 7) Atsuko Araki, Rahel Mesfin Ketema, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi, Chapter 7: Aldehydes, volatile organic compounds (VOCs), and health., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p129-158
- 8) Araki A., Ait Bamai Y., Bastiaensen M., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Miyashita C., Itoh S., Goudarzi H., Konno S., Covaci A., Combined exposure to phthalate esters and phosphate flame retardants and plasticizers and their associations with wheeze and allergy symptoms among school children., Environmental Res, 183:109212, 2020
- 9) Ait Bamai Y, Bastiaensen M, Araki A, Goudarzi H, Konno S, Ito S, Miyashita C, Yao Y, Covaci A, Kishi R, Multiple exposures to organophosphate flame retardants alter urinary oxidative stress biomarkers among children: The Hokkaido Study, Environ Int, 131:105003, 2019
- 10) Bastiaensen M., Ait Bamai Y., Araki A., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Kishi R., covaci A. Biomonitoring of organophosphate flame retardants and plasticizers in children: associations with house dust and housing characteristics in Japan. Environ Res, 172:543-551, 2019
- 11) Rahel Mesfin Ketema, Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Takeshi Saito and Reiko Kishi. Lifestyle behaviors and home and school environment in association with sick building syndrome among elementary school children: a cross-sectional study, Environmental

2. 書籍

- 1) Azuma K. Guidelines and Regulations for Indoor Environmental Quality, Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, pp.303-318, 2019.
- 2) 東 賢一. [対策] 室内汚染対策／室内環境指針値、[物質編] マンガン及びその化合物. 大気環境の事典. 朝倉書店, 東京, 2019.
- 3) 東 賢一. WHO、諸外国の空気質ガイドライン. 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術. テクノシステム, 東京, 2019.

3. 学会発表

- 1) Azuma K, Inaba Y, Kim H, Bekki K, Hayashi M, Uchiyama I, Kunugita N. Health risk assessment of human exposure to phthalates-contaminated indoor dust in the environment of homes. 31st annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Utrecht, The Netherlands, 25-28 August 2019.
- 2) 東 賢一、稲葉洋平、金 勲、戸次加奈江、林 基哉、内山巖雄、樺田尚樹. 一般住宅の室内ダストに含まれるフタル酸エステル類による居住者の健康リスク評価. 第 90 回日本衛生学会学術総会, 盛岡, 2020 年 3 月 26 日-28 日.
- 3) Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi. Exposure to organophosphate esters in Japan: associations among their concentrations in house dust, urinary metabolite levels, and allergies: ISESISIAQ-2019 (Kaunas, Lithuania, 18-22 August 2019)

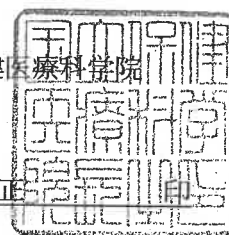
令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 福島 靖正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業

2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究

3. 研究者名 (所属部局・職名) 統括研究官

(氏名・フリガナ) 林 基哉・ハヤシ モトヤ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

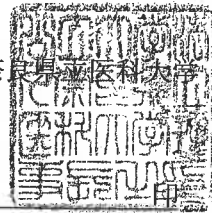
令和2年3月31日

厚生労働大臣 殿

機関名 公立大学法人奈良県立医科大学

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 細井 裕司



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業
- 2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 医学部・教授
(氏名・フリガナ) 佐伯 圭吾・サエキ ケイゴ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

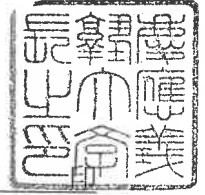
当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 慶應義塾大学
 所属研究機関長 職名 学長
 氏名 長谷山 彰



次の職員の令和元年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助金 厚生労働科学特別研究事業
2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 看護医療学部・教授
 (氏名・フリガナ) 杉山 大典・スギヤマ ダイスケ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

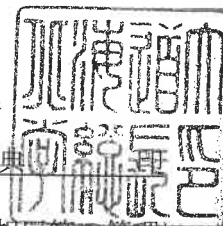
(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
 ・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 北海道大学

所属研究機関長 職名 総長職務代理

氏名 笠原正典



次の職員の令和元年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業
- 2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 環境健康科学研究教育センター・特任准教授
(氏名・フリガナ) 荒木 敦子・アラキ アツコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

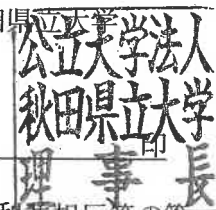
令和2年3月27日

厚生労働大臣
 (国立医薬品食品衛生研究所長) 殿
 (国立保健医療科学院長)

機関名 公立大学法人秋田県立大学

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 小林 淳一



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業
2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) システム科学技術学部 建築環境システム学科 教授
 (氏名・フリガナ) 長谷川 兼一 (ハセガワ ケンイチ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	国立保健医療科学院	<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
 ・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

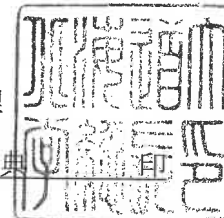
令和2年2月27日

厚生労働大臣 殿

機関名 北海道大学

所属研究機関長 職名 総長職務代理

氏名 笠原正典



次の職員の令和元年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業

2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究

3. 研究者名 (所属部局・職名) 大学院工学研究院・教授

(氏名・フリガナ) 羽山 広文 ・ ハヤマ ヒロフミ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1).		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

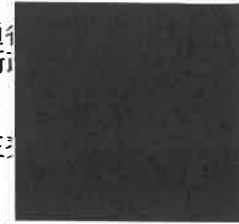
(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。



令和2年 3月19日

厚生労働大臣 殿

機関名 国土交通
国土技術
職名 所長
氏名 伊藤 正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業
- 2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 住宅研究部 住宅情報システム研究官
(氏名・フリガナ) 桑沢保夫 クワサワヤスオ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (無の場合はその理由: 当補助金の研究分担が初めてであるため)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: 国立保健医療科学院)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和 2 年 2 月 12 日

厚生労働大臣 殿

機関名 近畿大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 細井 美穂 印

次の職員の令和元年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反管理について以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働行政推進調査事業費補助金 厚生労働科学特別研究事業

2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究

3. 研究者名 (所属部局・職名) 医学部・准教授

(氏名・フリガナ) 東 賢一 (アズマ ケンイチ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

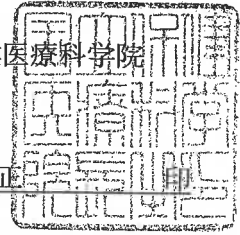
令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 福島 靖正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業
2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官
(氏名・フリガナ) 阪東 美智子・バンドウ ミチコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

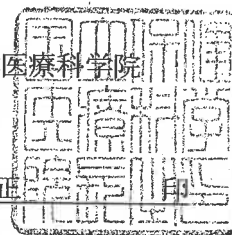
令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 福島 靖正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業

2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究

3. 研究者名 (所属部局・職名) 生活環境研究部・主任研究官

(氏名・フリガナ) 開原 典子・カイハラ ノリコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

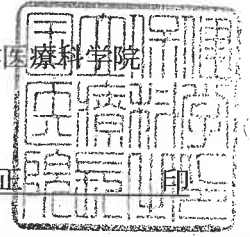
令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 福島 靖正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究3. 研究者名 (所属部局・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官(氏名・フリガナ) 金 勲・キム フン

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

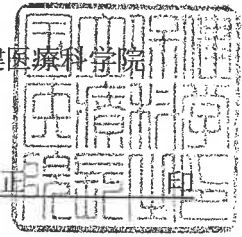
令和2年3月23日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 福島 靖正



次の職員の令和元年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学特別研究事業2. 研究課題名 健康増進のための住環境についての研究3. 研究者名 (所属部局・職名) 医療・福祉サービス研究部・上席主任研究官(氏名・フリガナ) 小林 健一・コバヤシ ケンイチ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。