

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）  
分担研究報告書

健康増進に向けた住宅環境整備のための研究  
子どもの喘息・アレルギー症状と築年および換気との関連

研究分担者	池田 敦子	北海道大学 大学院保健科学研究所	教授
研究協力者	安田 彩夏	北海道医療大学大学院 薬学研究科	博士課程 1年
研究協力者	曾 怡	北海道大学 大学院保健科学院	博士課程 3年
研究協力者	茅森 柊弥	北海道大学 医学部保健学科	4年
研究協力者	富永 歩美	北海道大学 医学部保健学科	4年
研究協力者	岸 玲子	北海道大学環境健康科学研究教育センター	
研究協力者	アイツバマイゆふ	北海道大学環境健康科学研究教育センター	

研究要旨

近年、喘息、アレルギー性鼻結膜炎、アトピー性皮膚炎といったアレルギー疾患が増加傾向にある。これらアレルギー症状の要因として、遺伝的要因はもちろんのこと、室内環境は重要な規定因子の一つである。多くの人は一日の多くの時間を室内で過ごし、特に子どもは自宅にて過ごす時間が長い。したがって、子どものアレルギー症状の予防において健康住宅は重要な課題であるといえる。そこで本研究では築年数および換気とアレルギー症状との関連に加え、築年数におけるダンプネスによる媒介効果を明らかにすることを目的とし、健康住宅と子どものアレルギー予防対策の一助とする。

本研究は出生コホート「環境と子どもの健康に関する北海道研究に参加する 7 歳児を対象とし、アレルギーに関する調査項目と住宅環境調査票への回答があった 3462 人のデータを解析対象とした。喘鳴、アレルギー性鼻結膜炎、湿疹は International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) 調査票に基づき定義した。住宅の築年数は、5 年ごとに区切った順位変数とし、カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露の 4 つをダンプネス指標とした。換気は、室内強制換気装置ありの有無、および一カ月あたりの窓を開けの回数と一回あたりの窓を開ける時間の各回答を用いた。統計解析は、各アレルギー症状を目的変数とし、各室内環境を説明変数としたロジスティック回帰分析、築年数との関連が認められた喘鳴については、ダンプネス指数と換気回数を中間変数として媒介分析を行った。

喘鳴の有訴は 13.3%、アレルギー性鼻結膜炎が 13.1%、湿疹が 23.7% だった。対象者が居住する住宅は、築年数は平均 15.6 年、中央値は 12 年であった。ダンプネス指数は、カビ発生 45.8%、カビ臭 5.3%、水漏れ 13.5%、結露 58.4% であった。強制換気があるのは 59.5%、窓開け頻度は月 12 回未満と 12 回以上はそれぞれ 51.9% と 48.1%、窓開け時間は 1 回につき 5 分以内が 32.3%、30 分以内が 29.5%、一方 1 時間以上開ける家も 29.2% あった。築年が 5 年古くなるごとに、喘息、アレルギー性鼻結膜炎、湿疹のオッズ比がそれぞれ 1.31 (1.26-1.37)、1.40 (1.28-1.53)、1.46 (1.38-1.54) で有意に高かった。また、喘鳴は水漏れなしに対してありのオッズ比は 1.42 (1.08-1.86) と有意だった。また、湿疹はカビ臭なしにたいしてありのオッズ比は 1.68 (1.68-2.34) だった。機械換気及び窓開けと喘鳴・アレルギーとの関連に統計学的有意差は認められなかった。築年数が 5 年増加するごとの喘鳴への総合効果は 1.05 (1.00-1.05)、直接効果は 1.02 (0.97-1.02) といずれも統計学的には有意ではなかったが、築

年数からカビ臭と水漏れを介した間接効果では 1.02 (1.01-1.02) と、統計学的有意なリスクの上昇を認め、総合効果における間接効果の割合は 45.7%であった。

本研究では、築年と喘鳴との関連は、カビ臭と水漏れによる媒介効果が明らかになった。従って、まずは築年が経過してもカビ臭と水漏れを予防することが重要である。一方、室内強制換気装置の有無や一回当たりの窓を開ける時間はアレルギー症状とに有意な関連がみられなかった一方、一回あたりの時間は短くともこまめに窓を開けることが湿疹の予防的効果が得られる可能性が示唆された。

## A. 概要

近年、我が国では、喘息、アレルギー性鼻結膜炎、アトピー性皮膚炎といったアレルギー疾患は増加傾向にある。平成27年にはアレルギー疾患対策基本法が施行され、アレルギー疾患に関する啓発及び知識の普及とともにアレルギー疾患の予防のための施策に関する事項等が定められている（アレルギー疾患対策基本法平成27年12月）。2021-2022年の成人（18-50歳）

18706人を対象とした調査では、喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎のそれぞれの有訴割合は14.7%、15.6%、47.4%となっており

1)、全人口の約2人に1人が何らかのアレルギー疾患に罹患していることを示している1)。子どもにおいても、環境省「子どもの健康と環境に関する全国調査（通称：エコチル調査）」では親が報告する1歳児の湿疹の有訴割合は16.8%、喘鳴は14.3-20.6%と報告されている

2)。これらアレルギー症状の要因として、遺伝的要因はもちろんのこと、社会経済的要因、栄養あるいは食品摂取、薬品摂取、母の健康、化学物質曝露、大気汚染や黄砂が報告されており、さらには室内環境は重要な規定因子の一つである2)。現代社会において多くの人は一日の多くの時間を室内で過ごし3)、特に子どもは自宅にて過ごす時間が長い。したがって、良好な住環境は子どものアレルギー症状の予防において重要であるといえる。

住環境と子どものアレルギーについては、札幌市に居住する小学生において、ダンプネスがあること、また屋外排気のないストーブや、機

械換気の不使用が子どもの喘鳴のリスクを上げること4)、電気に対する屋外排気の無いストーブの使用やカビ臭、カビの生育および結露が湿疹のリスクを上げること5)が報告されている。特にダンプネスについては、2003年の住宅基準法の改正と施工により換気設備の設置が義務付けられたことによる改善が見込まれるが、住宅の築年数とダンプネスや換気との関連については不明である。そこで本研究では築年数および換気とアレルギー症状との関連に加え、築年数におけるダンプネスによる媒介効果を明らかにすることを目的とした。

## B. 調査方法

本研究は出生コホート「環境と子どもの健康に関する北海道研究（以下、北海道スタディ）」6-9)に参加する7歳児を対象とした。2011年12月から2020年7月までに、アレルギーに関する調査項目と住宅環境調査票への回答があった3462人のデータを解析対象とした。

### B1. アレルギー症状の定義

アレルギー症状の有無は International Study on Asthma and Allergies in Childhood: ISAAC 調査票に基づき評価した喘鳴、アレルギー性鼻結膜炎、湿疹を定義した10,11)。ISAACは、気管支喘息有症率や死亡率の上昇から、国際的、地域的に比較検討するために作られたものである。具体的に用いた項目として、喘鳴の評価は「あなたのお子様は最近12ヶ月間に、胸がゼーゼー、またはヒューヒューといったことがありますか？」に「ある」と答えた人を「喘鳴あり」、鼻炎については、「最近12カ月間にあなたのお子様はカゼやインフルエンザにかかっていないときに、くしゃみ、

鼻水、鼻づまりで困ったことはありますか？「最近 12 ヶ月間にこれらの鼻症状に伴って眼がかゆくなったり、涙がとまらなくなったりしたことがありますか？」の両方に「ある」と答えた人を「鼻炎あり」、湿疹については、「あなたのお子様は最近 12 ヶ月のあいだに、そのような（出たりひっこんだりする）かゆみを伴う湿疹は出たことがありますか？「それらのかゆみを伴った湿疹は下記のような箇所に起こったことがありますか【肘の屈曲面、膝の裏側、足首の前面、臀部（おしり）の下面、首や耳や目のまわりなど】？」の両方に「ある」と答えた人を「湿疹あり」、と定義した。

### B2. 築年数

住宅の築年数に関しては、5 年ごとに区切った順位変数と築年数 20 年を基準に二分した二値変数とした。

### B3. ダンプネス

住宅のダンプネス項目として「風呂場以外にカビが生えているか（以下、カビ発生）」、「家の中がかび臭いか（以下、カビ臭）」、「5 年以内に水漏れや雨漏りがあったか（以下、水漏れ）」、「冬の間窓や壁はよく結露するか（以下、結露）」の 4 つを指標とし<sup>12)</sup>、「はい」と回答したものをダンプネスありとした。

### B4. 室内換気

室内強制換気装置の有無は Hou ら<sup>13)</sup>の研究を参考に「全室に強制換気装置あり」、「寝室に強制換気装置あり」、「居間に強制換気装置あり」、「子ども部屋に強制換気装置あり」のいずれかに「はい」と回答した場合を「室内強制換気装置あり」と定義した。自然換気については、一カ月あたりの窓を開ける回数を 12 回未満と 12 回以上の二値変数とした。一回あたりの窓を開ける時間は「5 分以内」「30 分以内」「1 時間以内」「1 時間以上」の各回答を用いた。

### B5. 統計解析

各アレルギー症状、ダンプネス（カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露）と基本属性、築年数、窓開け時間についてカイ 2 乗検定を行った。その後、築年数および換気とアレルギー症状との関係についてロジスティック回帰分析を行った。築年数との関

連が認められた喘鳴については、ダンプネス指数（カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露）、およびカビ臭と水漏れのインデックス化、換気回数のインデックス化を中間変数として媒介分析を行った。有意水準は  $P < 0.05$  とし、媒介分析は SPSS を、それ以外の解析は JMP Pro 17 を使用した。

### B6. 倫理面の配慮

北海道大学環境健康科学研究教育センター（研究課題名：環境と子どもの健康に関する北海道研究（北海道スタディ：全道大規模コーホート）、研究代表者：岸玲子、承認日：2022 年 8 月 30 日、承認番号 22-139）および北海道大学大学院保健科学院（研究課題名：北海道における室内環境と子どものアレルギー症状の関連、研究責任者：池田敦子、承認日：2023 年 6 月 29 日、承認番号 23-46）の倫理委員会の承認を得て実施した。本研究対象者は未成年であるため、保護者による調査票への回答をもって同意とみなした。

## C. 結果

表 1 に参加者の基本属性とアレルギーの有無を示す。研究参加者 3462 人のうち男女の割合はそれぞれ 51.8%、48.2%だった。喘鳴の有訴は 460 人（13.3%）、アレルギー性鼻結膜炎が 454 人（13.1%）、湿疹が 819 人（23.7%）だった。母のアレルギー既往歴があるものはそれぞれ 61.4%、54.2%だった。

対象者が居住する住宅の特徴を表 2 に示す。築年数は 5 年以内、5-10 年以内、10-15 年以内、15-20 年以内がそれぞれ 20.5%、24.2%、14.7%、12.6%で合計すると 80%以上を占めた。築年数の平均は 15.6 年、中央値は 12 年であった（表なし）。自宅は戸建てが 73.3%、構造は木造 74.3%、持ち家が 72.6%と多かった。ダンプネス指数については、カビ発生 1585 人（45.8%）カビ臭がある 185 人（5.3%）、水漏れ 467 人（13.5%）、結露 2017 人（58.4%）であった。喫煙者がいる、犬あるいは猫のペットがいるのはそれぞれ 1456 人（42.1%）、566 人（16.0%）だった。強制換気があるのは 2060 人（59.5%）、窓開け頻度は月 12 回未満と 12 回以上はそれぞれ 51.9%と 48.1%、窓開け時間は 1 回

につき5分以内が32.3%、30分以内が29.5%、一方1時間以上開ける家も29.2%あった。

表3には、喘息・アレルギー有訴と個人属性および住環境との関連を示した。喘息およびアレルギー性鼻結膜炎は、女児よりも男児で有訴が多かった。また、喘息およびアレルギー性鼻結膜炎とも、喫煙者が過去にいたあるいはいる家で有訴が多かった。父母のアレルギー既往はいずれも喘息・アレルギー性鼻結膜炎、湿疹が多かった。住環境においては、カビ臭が喘息と湿疹、水漏れが喘息、結露がアレルギー性鼻結膜炎の児の住宅で多かった。機会換気と喘息・アレルギーとの関連は認められなかったが、湿疹の児がいる家では窓を開ける頻度が12回よりも少なかった。

ダンプネス指標と住環境との関連を表4に示した。カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露とも築年が古い井出で有意に多かった。また、戸建てよりも集合住宅で、木造よりも鉄筋・鉄骨の住宅で、持ち家よりも借家・社宅でカビ発生、カビ臭、結露が有意に多かった。カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露のいずれも、機械換気がない家で多かった。窓を開ける回数が多い家でカビ発生、カビ臭、結露が多かった。

表5には、住環境と喘息・アレルギーのオッズ比(95%信頼区間)を示す。築年が5年古くなるごとに、喘息、アレルギー性鼻結膜炎、湿疹のオッズ比がそれぞれ1.31(1.26-1.37)、1.40(1.28-1.53)、1.46(1.38-1.54)で有意に高かった。また、喘息は水漏れなしに対してありのオッズ比は1.42(1.08-1.86)と有意だった。また、湿疹はカビ臭なしにたいしてありのオッズ比は1.68(1.68-2.34)だった。一方、月当たりの窓開けが10回以下に対して20回よりも多いと有意にオッズ比が低かった0.75(0.61-0.93)。機械換気の有無は喘息・アレルギーとの関連に統計学的有意差は認められなかった。

最後に、築年によってダンプネスの増加が生じることが喘息のリスク上昇の中間(媒介)因子になっているかを検討した結果を表6に示す。喘息をアウトカム、築年数を曝露、カビ臭と水漏れの2項目をインデックス化して中間変数に設定し、媒介分析を実施した結果、築年数が5年増加するご

とでの総合効果はオッズ比が1.05(1.00-1.05)、直接効果は1.02(0.97-1.02)といずれも統計学的には有意ではなかったが、築年数からカビ臭と水漏れを介した間接効果では1.02(1.01-1.02)と、統計学的有意なリスクの上昇を認め、総合効果における間接効果の割合は45.7%であった(表6)。さらに、喘息をアウトカム、築年数を曝露、ダンプネス指数4項目(カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露)をインデックス化し中間変数に設定した媒介分析の結果は、総合効果のオッズ比1.05(1.00-1.05)、直接効果1.03(0.97-1.03)、間接効果1.01(0.99-1.01)、総合効果における間接効果の割合は30.2%であったが、いずれも統計学的有意差は認めなかった(表7)。最後に、喘息をアウトカム、築年数を曝露、換気回数を中間変数とした媒介分析の結果においても、総合効果1.05(1.00-1.05)、直接効果1.04(1.00-1.05)、間接効果1.00(1.00-1.00)、総合効果における間接効果の割合は1.1%であり、いずれも統計学的有意差を認めなかった(表8)。

#### D. 考察

本研究参加者のアレルギー症状の有症率は、喘息13.3%、アレルギー性鼻結膜炎13.1%、湿疹23.7%であった。先行研究で札幌市の学童は喘息12.8%、湿疹16.7%であり<sup>4,5)</sup>、喘息は同レベルであるが、湿疹は本研究の方が高い有訴率であった。これは、学童が1-6年生を対象にしていることに対し、本研究は7歳児(1年生)を対象にしたことによると考えられる。他の集団では、東北地方で2011年の東日本大震災後に宮城県の公立小学校を対象に実施された研究があり、2年生の喘息は12.4%、湿疹は20.1%と本研究の結果と類似していた<sup>14)</sup>。東京都で2005年に実施された研究では7歳児の喘息の有訴率15.7%、アレルギー性鼻結膜炎22.5%、アトピー性皮膚炎17.4%と、本研究対象の方が喘息とアレルギー性鼻結膜炎は少ないが、アトピー性皮膚炎は多い結果であった<sup>15)</sup>。

本研究では、築年数と喘息の間に関連が認められた。一方、築年数そのものは喘息のリスク因子としての説明ができないことから、媒介する因子

としてのダンプネスと機会換気について検討した。その結果、築年と喘鳴との関連における総合効果は有意ではなかった一方で、カビ臭と水漏れを経由した間接効果には統計学的有意差が認められた。さらに本研究では築年数と喘鳴との関係において、築年数 5 年ごとに分類して連続数で用いたモデルでは、オッズ比は (95%信頼区間) が 1.05 (1.00-1.10) だった。また、カビ臭と水漏れがあることが築年数と喘鳴の関係の 45.7%を占めたことから、築年の経過によって古い住宅ではカビ臭と水漏れが生じることから喘鳴のリスクをあげることが示された。

一方の換気については中国における先行研究で、部屋の換気率を改善することで鼻炎の予防的効果があることが報告されていた<sup>13)</sup>。2003 年の住宅基準法の改正と施工により換気設備の設置が義務付けられたが、築年が経過したことによる喘鳴・アレルギーのリスク上昇には換気設備がないことが媒介している可能性は棄却された。本研究では強制換気装置の有無と自然換気のいずれの場合においても、換気状況と鼻炎の有症率に有意な相関はなく、また一カ月あたりの窓開け回数は、統計学的有意差はみられないものの回数が「少ない」と比較して「中程度」「多い」で有病率が高い傾向にあり、仮説とした窓開けの換気による有訴率の低下とは異なる結果を示した。本邦では、平成 5 年に本研究では換気状況の定義を過去一カ月の平均、アレルギー症状は過去 12 カ月としたこと、さらに、北海道は冷帯地域であり住宅の気密性が高く、また冬季に窓を開ける時間や頻度が少なくなる可能性がある。しかし、本研究の結果から、一回の窓を開けている時間は湿疹の有症率と有意な相関がみられなかった一方、窓を開ける回数が多いことが湿疹のリスクを下げる可能性が示唆されたため (表 3)、湿疹の予防として、短い時間でもこまめに窓を開けることを推奨することができるという結果が得られた。しかし、本研究は横断研究であることから、すでにアレルギー症状を発症している人が症状を緩和させるために積極的に換気を行っているという因果の

逆転が起こっている可能性も考慮する必要がある。

本研究の限界として、第一に横断研究であり、築年およびダンプネスの有無や換気と喘鳴・アレルギーとの因果関係を示すことはできない。前述の通り、特に換気についてはすでにアレルギー症状を発症している人が症状を緩和させるために積極的に換気を行っているという因果の逆転が起こっている可能性も考慮する必要がある。一方、築年数やダンプネスについては喘鳴・アレルギーのある児が古い住宅、あるいはダンプネスのある家にわざわざ住むことは考えにくく、因果逆転の可能性は低いのではないかと。第二に、北海道スタディの参加者を対象としたが、7 歳時調査票と住宅環境調査票の 2 つのアンケートに回答があった者を対象としているため、研究に協力的な者、すなわちアレルギーがある、あるいは住環境に興味があるものが積極的に調査に参加している可能性がある。喘鳴・アレルギーの有訴率については東北の同年代の児と大きな違いは認められなかったが、集団の偏りがある可能性については考慮が必要である。第三に、本研究では室内環境由来の化学物質として近年アレルギーとの関連が報告されているフタル酸エステル類やリン系難燃剤曝露による影響が検討できていない<sup>16-19)</sup>。また、胎児期曝露として喘鳴・アレルギーのリスクとして報告されている防虫剤使用も検討できていない<sup>20)</sup>点は限界である。

## E. 結論

本研究では、北海道の 7 歳児における住宅の築年数、ダンプネス、換気状況と喘鳴・アレルギー症状の関連について検討した。築年と喘鳴との関連は、カビ臭と水漏れによる媒介効果が明らかになった。従って、まずは築年が経過してもカビ臭と水漏れを予防することが重要である。室内強制換気装置の有無や一回当たりの窓を開ける時間とアレルギー症状の間には統計学的に有意な関連がみられなかった。これらの結果から、一回あたりの時間が長くなくともこまめに窓を開けることを推奨

することで湿疹の予防的効果が得られる可能性があることが示唆された。

(謝辞)

「環境と子どもの健康に関する北海道スタディ」の参加者の皆様に、感謝の意を表します。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

### 3. 本の章

- 1) 池田敦子「5-6 シックハウス症候群」編集：一般社団法人 室内環境学会、室内環境の辞典、朝倉書店 224-225 (2023.9.1)

### 4. 講演

- 1) Atsuko Ikeda “Indoor Environment and Inhabitants’ Health”, Hokkaido Summer Institute Side Event Seminar “Environmental Experience Design to Improve Residents’ Health and Wellbeing” Sapporo (2023.7.11)
- 2) 池田敦子 「健康的な学習環境とは-自宅環境と健康に関する調査研究を参考に-」令和5年度埼玉県学校薬剤師研修会 Zoom によるオンライン配信 (2023/9/3)
- 3) 池田敦子 Academic Fantasista 2023「健康に暮らすための室内環境とは」札幌日本大学高等学校、北広島市 (2024.2.7)

## 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) Ito Y, et al. Prevalence of Allergic Diseases across All Ages in Japan: A Nationwide Cross-Sectional Study Employing Designated Allergic Disease Medical Hospital Network. *JMA J.* 2023;6(2):165-174.
- 2) Yamamoto-Hanada K, et al. Overviewing allergy epidemiology in Japan - Findings from birth cohorts (JECS and T-Child study). *Allergol Int.* 2024;73(1):20-30.
- 3) Schweizer C, et al. Indoor time—microenvironment—activity patterns in seven regions of Europe. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2007;17(2):170-181.
- 4) Cong S, et al. Association of Mechanical Ventilation and Flue Use in Heaters With Asthma Symptoms in Japanese Schoolchildren: A Cross-Sectional Study in Sapporo, Japan. *J Epidemiol.* 2014;24(3):230-238.
- 5) Ukawa S, et al. The relationship between atopic dermatitis and indoor environmental factors: a cross-sectional study among Japanese elementary school children. *Int Arch Occup Environ Health.* 2012.
- 6) Reiko K, et al. Ten years of progress in the Hokkaido birth cohort study on environment and children's health: cohort profile—updated 2013. *Environmental Health and Preventive Medicine.* 2013;18(6):429-450.
- 7) Kishi R, et al. Cohort Profile: The Hokkaido Study on Environment and Children's Health in Japan. *Int J Epidemiol.* 2010;40(3):611-618.
- 8) Kishi R, et al. Hokkaido birth cohort study on environment and children's health: cohort profile 2021. *Environmental Health and Preventive Medicine.* 2021;26(1):59.
- 9) Kishi R, et al. The Hokkaido Birth Cohort Study on Environment and Children's Health: cohort profile—updated 2017. *Environmental Health and Preventive Medicine.* 2017;22(1):46.
- 10) Asher M, et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J.* 1995;8(3):483-491.
- 11) 西間三馨, et al. ISAAC(International Study of Asthma and Allergies in Childhood) 第I相試験における小児アレルギー疾患の有症率. *日本小児アレルギー学会誌 The Japanese Journal of Pediatric Allergy and Clinical Immunology* 2002;16(3):207-220.
- 12) 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;136:293-301.
- 13) Hou J, et al. Associations between ventilation and children's asthma and allergy in naturally ventilated Chinese homes. *Indoor Air.* 2021;31(2):383-391.
- 14) Miyashita M, et al. Eczema and Asthma Symptoms among Schoolchildren in Coastal and Inland Areas after the 2011 Great East Japan Earthquake: The ToMMo Child Health Study. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine.* 2015;237(4):297-305.
- 15) Futamura M, et al. Age-related Prevalence of Allergic Diseases in Tokyo Schoolchildren. *Allergol Int.* 2011;60(4):509-515.
- 16) Ait Bamai Y, et al. Exposure to phthalates in house dust and associated allergies in children aged 6-12years. *Environ Int.* 2016;96:16-23.
- 17) Ait Bamai Y, et al. Effects of prenatal di(2-ethylhexyl) phthalate exposure on childhood allergies and infectious diseases: The Hokkaido Study on Environment and Children's Health. *Sci Total Environ.* 2018;618:1408-1415.

- 18) Araki A, et al. Associations between allergic symptoms and phosphate flame retardants in dust and their urinary metabolites among school children. *Environ Int.* 2018;119:438-448.
- 19) Ketema RM, et al. Phthalates mixture on allergies and oxidative stress biomarkers among children: The Hokkaido study. *Environ Int.* 2022;160:107083.
- 20) Ait Bamai Y, et al. Prenatal risk factors of indoor environment and incidence of childhood eczema in the Japan Environment and Children's Study. *Environ Res.* 2024;252:118871.

表 1 参加者の基本属性(N=3462)

		n	%
性別	男	1795	51.8
	女	1667	48.2
喘鳴	ある	460	13.3
	ない	3002	86.7
アレルギー性鼻結膜炎	ある	454	13.1
	ない	3008	86.9
湿疹	ある	819	23.7
	ない	2643	76.3
母アレルギー	ある	2126	61.4
	ない	1336	38.6
父アレルギー	ある	1875	54.2
	ない	1587	45.8

表2 住宅の特徴 (N=3462)

		n	%
築年数	0<築年≤5	704	20.5
	5<築年≤10	832	24.2
	10<築年≤15	505	14.7
	15<築年≤20	432	12.6
	20<築年≤25	260	7.6
	25<築年≤30	271	7.9
	30<築年	429	12.5
自宅種類	戸建	2538	73.3
	集合住宅	915	26.4
	その他	9	0.3
自宅構造	木造	2568	74.3
	鉄筋・鉄骨	840	24.3
	その他	46	1.3
所有者	持ち家	2513	72.6
	借家・社宅	947	27.4
カビ発生	はい	1585	45.8
	いいえ	1877	54.2
カビ臭	はい	185	5.3
	いいえ	3277	94.7
水漏れ	はい	467	13.5
	いいえ	2987	86.5
結露	はい	2017	58.4
	いいえ	1435	41.6
喫煙者	いない	1648	47.6
	過去に居た	358	10.3
	いる	1456	42.1
ペットの有無と種類	犬・猫	566	16.0
	その他	2154	62.0
	無	742	21.0
調査実施時期	春(3~5月)	682	20.0
	夏(6~8月)	791	23.0
	秋(9~11月)	796	23.0
	冬(12~2月)	1193	34.0
強制換気あり	あり	2060	59.5
窓開け頻度	月12回未満	1736	51.9
	月12回以上	1612	48.1
窓開け時間	5分以内/回	1116	32.3
	30分以内/回	1022	29.5
	1時間以内/回	312	9.0
	1時間以上/回	1009	29.2

表3 子供のアレルギー症状と基本属性の関係

		喘鳴					アレルギー性鼻炎					湿疹				
		ある		ない		p	ある		ない		p	ある		ない		p
		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%	
性別	男	284	15.8	1511	84.2	<.001	269	15.0	1526	85.0	<.001	423	23.6	1372	76.4	0.896
	女	176	10.6	1491	89.4		185	11.1	1482	88.9		396	23.8	1271	76.2	
喫煙者	いない	185	11.2	1463	88.8	0.003	202	12.3	1446	87.7	0.032	373	22.6	1275	77.4	0.086
	以前居た	57	15.9	301	84.1		63	17.6	295	82.4		101	28.2	257	71.9	
	いる	218	15.0	1238	85.0		189	13.0	1267	87.0		345	23.7	1111	76.3	
母アレルギー	ある	341	16.0	1785	84.0	<.001	347	16.3	1779	83.7	<.001	581	27.3	1545	72.7	<.001
	ない	119	8.9	1217	91.1		107	8.0	1229	92.0		238	17.8	1098	82.2	
父アレルギー	ある	283	15.1	1592	84.9	<.001	306	16.3	1569	83.7	<.001	530	28.3	1345	71.7	<.001
	ない	177	11.2	1410	88.8		148	9.3	1439	90.7		289	18.2	1298	81.8	
ペット	哺乳類、 鳥類	89	14.9	507	85.1	0.314	74	12.4	522	87.6	0.448	132	22.2	464	77.9	0.548
	それ以外	22	15.1	124	84.9		24	16.4	122	83.6		38	26.0	108	74.0	
	なし	347	12.8	2365	87.2		352	13.0	2360	87.0		644	23.8	2068	76.3	
築年数	0-≦5	81	11.5	623	88.5	0.375	80	11.4	624	88.6	0.276	176	25.0	528	75.0	0.588
	5-≦10	111	13.3	721	86.7		113	13.6	719	86.4		184	22.1	648	77.9	
	10-≦15	59	11.7	446	88.3		69	13.7	436	86.3		108	21.4	397	78.6	
	15-≦20	59	13.7	373	86.3		60	13.9	372	86.1		111	25.7	321	74.3	
	20-≦25	42	16.2	218	83.8		36	13.8	224	86.2		61	23.5	199	76.5	
	25-≦30	40	14.8	231	85.2		44	16.2	227	83.8		65	24.0	206	76.0	
	30 以上	64	14.9	365	85.1		45	10.5	384	89.5		107	24.9	322	75.1	
自宅種類	戸建	336	13.2	2202	86.8	0.969	322	12.7	2216	87.3	0.455	588	23.2	1950	76.8	0.308
	集合住宅	123	13.4	792	86.6		131	14.3	784	85.7		230	25.1	685	74.9	
	その他	1	11.1	8	88.9		1	11.1	8	88.9		1	11.1	8	88.9	
自宅構造	木造	333	13.0	2235	87.0	0.419	333	13.0	2235	87.0	0.094	584	22.7	1984	77.3	0.057
	鉄筋鉄骨	115	13.7	725	86.3		118	14.0	722	86.0		219	26.1	621	73.9	
	その他	9	19.6	37	80.4		2	4.3	44	95.7		15	32.6	31	67.4	
保有者	持ち家	324	12.9	2189	87.1	0.295	315	12.5	2198	87.5	0.117	579	23.0	1934	77.0	0.177
	借家社宅	135	14.3	812	85.7		138	14.6	809	85.4		239	25.2	708	74.8	
カビ発	はい	224	14.1	1361	14.1	0.179	224	14.1	1361	85.9	0.103	394	24.9	1191	75.1	0.127
生	いいえ	236	12.6	1641	87.4		230	12.3	1647	87.7		425	22.6	1452	77.4	
カビ臭	はい	35	18.9	150	81.1	0.027	32	17.3	153	82.7	0.095	62	33.5	123	66.5	0.002
	いいえ	425	13.0	2852	87.0		422	12.9	2855	87.1		757	23.1	2520	76.9	
水漏れ	はい	82	17.6	385	82.4	0.004	67	14.3	400	85.7	0.390	122	26.1	345	73.9	0.102
	いいえ	376	12.6	2611	87.4		385	12.9	2602	87.1		696	23.3	2291	76.7	
結露	はい	273	13.5	1744	86.5	0.668	284	14.1	1733	85.9	0.035	474	23.5	1543	76.5	0.784
	いいえ	187	13.0	1248	87.0		167	11.6	1268	88.4		343	23.9	1092	76.1	
機会換	あり	280	13.6	1780	86.4	0.521	726	36.4	534	38.2	0.085	494	24.0	1566	76.0	0.589
気	なし	180	12.8	1222	87.2		1328	64.7	726	36.4		325	23.1	1977	76.8	
窓開け	11 回以下	223	12.8	1513	87.2	0.430	215	12.4	1521	87.6	0.196	437	25.2	1299	74.8	0.049
頻度/ 月	12 回以上	222	13.8	1390	86.2		224	13.9	1388	86.1		359	22.3	1253	77.7	
窓開け	5 分以内	151	13.5	965	86.5	0.669	130	11.7	986	88.4	0.240	274	24.6	842	75.5	0.665
時間/ 回	30 分以内	127	12.4	895	87.6		147	14.4	875	85.6		247	24.2	775	75.8	
	1 時間以内	47	15.1	265	84.9		38	12.2	274	87.8		69	22.1	243	77.9	
	1 時間以上	135	13.4	874	86.6		139	13.8	870	86.2		229	22.7	780	77.3	

カイ 2 乗検定で解析

表4 ダンプネスと基本属性、窓年数、窓開け時間の関係

窓年数	カビ発生				カビ臭				水濡れ				結露			
	ある		ない		ある		ない		ある		ない		ある		ない	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0<窓年≤5	124	17.6	590	82.4	4	0.6	700	99.4	21	3.0	683	97.0	202	28.8	499	71.2
5<窓年≤10	305	36.7	527	63.3	13	1.6	819	98.4	47	5.7	782	94.3	410	49.3	421	50.7
10<窓年≤15	275	54.5	230	45.5	16	3.2	489	96.8	69	13.7	436	86.3	309	61.3	195	38.7
15<窓年≤20	260	60.2	172	39.8	42	9.7	390	90.3	83	19.3	347	80.7	316	73.3	115	26.7
20<窓年≤25	173	66.5	87	33.5	26	10.0	234	90.0	44	16.9	216	83.1	207	80.2	51	19.8
25<窓年≤30	168	62.0	103	38.0	26	9.6	245	90.4	71	26.5	197	73.5	223	82.6	47	17.4
30<窓年	267	62.2	162	37.8	56	13.1	373	86.9	124	28.9	305	71.1	333	77.8	95	22.2
戸建	1069	42.1	1469	57.9	99	3.9	2499	96.1	348	13.7	2189	86.3	1342	52.9	1193	47.1
集合住宅	510	55.7	405	44.3	84	9.2	831	90.8	117	12.9	791	87.1	669	73.7	239	26.3
その他	6	66.7	3	33.3	2	22.2	7	77.8	2	22.2	7	77.8	6	66.7	3	33.3
木造	1117	43.5	1451	56.5	107	4.2	2461	95.8	357	13.9	2209	86.1	1429	56.7	1135	44.3
鉄筋・鉄骨	440	52.4	400	47.6	72	8.6	768	91.4	99	11.9	735	88.1	556	66.7	278	33.3
その他	21	45.7	25	54.3	5	10.9	41	89.1	7	15.2	39	84.8	24	52.2	22	47.8
持ち家	993	39.5	1520	60.5	74	2.9	2439	97.1	309	12.3	2203	87.7	1268	50.5	1242	49.5
借家・社宅	591	62.4	356	37.6	111	11.7	836	88.3	157	16.7	783	83.3	747	79.5	193	20.5
哺乳類、鳥類	276	46.3	320	53.7	33	5.5	563	94.5	94	15.8	501	84.2	340	57.1	225	42.9
それ以外	80	54.8	66	45.2	9	6.2	137	93.8	19	13.0	127	87.0	100	69.4	44	30.6
飼っていない	1224	45.1	1488	54.9	143	5.3	2569	94.7	353	13.1	2352	87.0	1571	58.1	1134	41.9
月12回以下	727	41.9	1009	58.1	66	3.8	1670	96.2	249	14.4	1484	85.6	945	54.5	789	45.5
月12回以上	800	49.6	812	50.4	114	7.1	1498	92.9	203	12.6	1404	87.4	1011	63.0	593	37.0
5分以内/回	508	45.5	608	54.5	49	4.4	1067	95.6	146	13.1	968	86.9	630	56.6	484	43.4
30分以内/回	470	46.0	552	54.0	56	5.5	966	94.5	144	14.1	874	86.9	585	57.4	434	42.6
1時間以内/回	136	43.6	176	56.4	15	4.8	297	95.2	42	13.5	269	86.5	179	57.6	132	42.4
1時間以上/回	468	46.4	541	53.6	65	6.4	944	93.6	135	13.4	873	86.6	621	61.8	384	38.2

\*カイ2乗検定で解析

表5 築年数とアレルギーとの関連

	喘鳴				アレルギー性鼻炎				湿疹				
	オッズ比	95%信頼区間		p-value	オッズ比	95%信頼区間		p-value	オッズ比	95%信頼区間		p-value	
築年数 <sup>a</sup>	1.05	1.00	1.10	0.069	1.00	0.95	1.05	0.893	1.01	0.97	1.05	0.590	
カビ発生 <sup>a</sup>	なしvsあり	1.13	0.93	1.38	0.228	1.16	0.95	1.41	0.157	1.11	0.95	1.30	0.193
カビ臭 <sup>a</sup>	なしvsあり	1.44	0.96	2.15	0.078	1.26	0.83	1.91	0.269	1.68	1.21	2.34	0.002
水漏れ <sup>a</sup>	なしvsあり	1.42	1.08	1.86	0.012	1.06	0.79	1.42	0.686	1.11	0.88	1.40	0.373
結露 <sup>a</sup>	なしvsあり	0.93	0.75	1.15	0.495	1.17	0.94	1.44	0.158	0.89	0.76	1.06	0.187
強制機械換気 <sup>b</sup>	あり	1.14	0.91	1.42	0.248	0.87	0.74	1.01	0.074	1.05	0.87	1.25	0.632
窓開け回数/月 <sup>b</sup>	少ない (10<=)	1.00				1.00				1.00			
	中程度 (10<回数<=20)	1.22	0.93	1.60	0.155	1.18	0.97	1.44	0.101	0.92	0.74	1.15	0.470
	多い (20<)	1.11	0.85	1.44	0.443	1.18	0.98	1.42	0.083	0.75	0.61	0.93	0.009
窓開け時間/回 <sup>b</sup>	5分以内	1.00				1.00				1.00			
	30分以内	0.88	0.68	1.15	0.368	1.14	0.94	1.37	0.180	0.94	0.76	1.16	0.568
	1時間以内	1.09	0.73	1.61	0.678	0.84	0.63	1.13	0.247	0.78	0.56	1.10	0.161
	1時間以上	0.99	0.71	1.39	0.953	1.04	0.82	1.32	0.760	0.89	0.68	1.17	0.419

<sup>a</sup>、性、母および/または父の喫煙、両親のアレルギー既往により調整

<sup>b</sup>、性、母親・父親のアレルギー歴、母親・父親の喫煙歴、築年数、ペットの有無の種類、アンケート時期により調整

表6 カビ臭と水漏れを中間因子とした築年数と喘鳴の関連

	オッズ比	95%信頼区間	割合(%)
総合効果	1.05	1.00	1.05
直接効果	1.02	0.97	1.02
間接効果	1.02	1.01	1.02
			45.7

築年数と喘鳴との間の中間変数として、カビ臭と水漏れを合わせたインデックスを設定し、媒介分析をおこなった

インデックスの定義：カビ臭、水漏れそれぞれの項目で「ある」=1、「ない」=0とし、合計点(0~2)をインデックスとした。

表7 ダンプネス指数(カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露)を中間因子としたときの築年数と喘鳴の関連

	オッズ比	95%信頼区間	割合(%)
総合効果	1.05	1.00	1.05
直接効果	1.03	0.97	1.03
間接効果	1.01	0.99	1.01
			30.2

築年数と喘鳴との間の中間変数として、ダンプネス指数（カビ発生、カビ臭、水漏れ、結露）を合わせたインデックスを設定し、媒介分析をおこなった

インデックスの定義：カビ臭、水漏れそれぞれの項目で「ある」=1、「ない」=0とし、合計点(0~2)をインデックスとした。

表8 換気回数を中間因子としたときの築年数と喘鳴の関連

	オッズ比	95%信頼区間	割合(%)
総合効果	1.05	1.00	1.05
直接効果	1.04	1.00	1.05
間接効果	1.00	1.00	1.00

築年数と喘鳴との間の中間変数として、換気回数を設定した。

換気回数の定義: 窓開け回数/月「なし」= 0, 「10回以下」= 1, 「11回以上19回未満」= 2, 「20回以上」= 3とした。