

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）
分担研究報告書

住宅・生活環境とダスト中SVOC濃度

研究分担者	金 勲	国立保健医療科学院
研究分担者	林 基哉	国立保健医療科学院
研究分担者	稲葉 洋平	国立保健医療科学院
研究分担者	戸次 加奈江	国立保健医療科学院
研究分担者	樺田 尚樹	国立保健医療科学院

研究要旨

ハウスダストを収集するとともに、住居と室内環境、健康・アレルギー症に関するアンケートを実施し、得られた住宅や室内環境要素とダスト中SVOC濃度との相関解析を行った。

SVOCの総検出量（SUM）は、粒径100 μm 未満から平均1,983 $\mu\text{g/g}$ 、100～250 μm から平均3,028 $\mu\text{g/g}$ と100～250 μm の方が高い濃度を示した。粒径別成分比はDEHPが83～84%、DINPが13%と二つの成分がSVOC全体（9成分）の96～97%を占め、成分比に粒径による差はなかった。

立地条件が住宅地である住宅はDEHP（100～250 μm ）とSUM（100～250 μm ）で有意さが認められ、両成分の濃度が低くなる傾向を示した。建築年数や居住年数と100～250 μm 粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てに有意さが認められ、年数が長いほど濃度が高く検出された。

木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向を示した。塩ビシートはDEHP、SUM濃度を高くする要素として統計的には有意さが認められたが、塩ビシートを使用している住宅数 $n=2$ と数が少ないことからデータ拡充が必要である。壁材においては、リビングに塗り壁材を使用した住宅はDEHP（100～250 μm ）とSUM（100～250 μm ）濃度が高くなる傾向を示した。

石油ストーブ/ファンヒーターを暖房に使用している住宅でDINP濃度が高くなる傾向を示したが、他の冷暖房方式やエアコンからは有意な相関は得られなかった。排気のみ換気ファン（第3種換気）が設置されている住宅で100～250 μm ダスト中DEHPとSUM濃度に有意さが認められた。

掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

芳香剤を使用する住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向が見られた。

A 目的

ハウスダストを収集するとともに、住居と室内環境、健康・アレルギー症などに関するアンケートを実施した。ここでは、住宅及び室内環境とダ

スト中 SVOC 濃度に関する相関解析結果をまとめた。

B 研究方法

実態調査のためにハウスダスト収集を依頼する際、居住者代表に住宅と室内環境に関するアンケートを回答してもらい、家族構成員にアレルギー症の人がいる場合はアレルギー症に関する個人アンケートを該当人数分作成してもらった。

住宅と室内環境に関する設問としては、周辺環境、家族構成員の属性、建築年数、在住年数、床面積、構造、階数、開口部材料、改築や設備交換、床・壁・天井の内装材、冷暖房換気設備、換気行動、湿度環境と結露、加湿器使用、掃除頻度、ペット、除湿剤・防虫剤、芳香・消臭剤、子供の授乳方法と乳幼児期の病気、家族構成員の健康状態などである。

アンケートデータは本研究の分担研究者である稲葉らが報告したダスト中SVOC成分濃度との関係について、単純集計から相関関係までの統計解析を行った。有意水準5%、解析にはSAS-JMP11を用いた。

C 結果及び考察

C.1 建築や住宅の概要

アンケートは71家庭から回収された。ダスト中SVOC分析はこれよりやや少ない59軒分、粒径100 μ m未満と100～250 μ mの2種類のダスト濃度を分析している。また、アンケートの設問項目によっては重複回答や無回答があるため、合計が必ずしも71にはならないことがある。

C.1.1 住宅立地条件と周辺環境

住宅の立地条件や周辺環境に関する集計結果を図1～3に示す。関東地域が45件で最も多く、南東北が10件、九州6件、北海道と北東北地域はそれぞれ5件ずつで計71件である。

立地条件や周辺施設に関する設問は重複回答可としている。立地条件としては住宅地が60件で最も多く、田んぼ・山林が13件、商店・事務所が7件、などである。住まいの周辺施設では、農地・緑地が29件、幹線道路が23件、飲食店18件、電車線路が17件、などであった。

C.1.2 建築年数と居住年数

住宅の建築年としては1995～2005年の間に建てられた建物が最も多く、2010年以降に建てられた新しい物件は14件で全体の20%を占めている。1980年代以前の建物が11件あり、最も古いものとして1964年築の住宅が1件あった。

現在住んでいる住宅での居住年数は20年以上が13件、10年～20年が22件、5～10年16件、5年未満が19件で、10年以上と10年未満の居住が半々であった。

住宅のインテリアや内装材、空間構成などに関する好みや流行が時代と共に変遷するため、建築年度や居住年数、家族構成員の年齢などによって建材の種類及びそれから発生する化学物質の種類や傾向が異なることが考えられるため、関連項目は屋内空気質の実態を把握する上で重要な考慮事項になりうる。

C.1.3 住宅概要と居住条件

居住形態は、集合住宅（共同住宅）が50%強、一戸建てが若干少ない40%強であった。建築構造は木造が35%（25件）で最も多く、次いで鉄骨造27%（19件）、コンクリート造14%（18件）であった。国内の戸建て住宅はほとんどが木造や軽量鉄骨であることから、戸建て住宅の構造の割合がそのまま反映されている。

C.1.4 室内内装材

床及び壁の仕上げを図8と図9にまとめた。床材にはリビング、寝室共に木材フローリングが60～70%と最も大きな割合を占めており、カーペットを使用する住宅も多数存在した。リビングで30%（21件）程度がカーペットを使用しており、主寝室11%（8件）、子供部屋21%（15件）と主寝室より子供部屋でカーペットの使用割合が高い結果となった。他に、ござ、リノリウム、塩ビシートなどが少数存在した。

壁材としては、リビングと主寝室・子供部屋に

大きな違いはなかったが、リビングでの塗り壁（漆喰、珪藻土など）割合が少し多かった。壁材全体からは、壁紙が90%に近い割合を見せており、壁紙としてはビニールクロスと紙クロスがおおよそ半々の割合であった。木質系壁材は3～4件程度と少ない。

C.1.5 冷房・暖房・換気設備

リビングの暖房設備としては、石油ストーブ/ファンヒーターが25%（18件）と最も多く、床暖房18%（13件）、電気カーペットと電気こたつがそれぞれ11%（8件）と次いだ。主寝室の場合、暖房を行っていないが11%（8件）と最も多く、石油ストーブ/ファンヒーターが7件、電気ストーブ/ファンヒーターが4件であった。床暖房は3件とリビングの13件に比べると少ない。子供部屋も主寝室と大きくは変わらず同様の内訳を示した。

冷房設備には、リビング、寝室共にエアコンが絶対多数を占めており、リビングにおける冷房無しが4%（3件）であるのに対し主寝室と子供部屋では18%（13件）、20%（14件）と寝室で冷房を行っていない住宅が多いことが分かった。冷房設備にはエアコン以外の選択肢がないのが冷房機器偏重の原因である。

換気装置に関する設問では、排気のみ機械換気（第3種換気）が32%（23件）、給排気ともに機械換気（第1種換気）13%（9件）、熱交換器3件、全館空調が3件の回答があった。

C.1.6 掃除機使用頻度と加湿器を使用

掃除機の使用頻度についての設問からは、毎日使用16件、1週間に2～3回が29件、1週間に1回19件であった。掃除機を使用せず、ほうきやモップなどを使っている家庭が3件、その他が1件あった。

加湿器の使用有無に関しては、約半々の回答となった。

C.1.7 ペット、芳香剤及び薬剤の使用

ペットの有無に関する設問からは、ペット無しが73%（52件）、ペットを飼っている家庭が27%（19件）で4世帯に1世帯がペットを飼っていることが分かった。

除湿剤、防虫剤、芳香剤、消臭剤やスプレー式消臭・消毒剤を使用しているかについての設問では、除湿剤や防虫剤を使用している家庭が76%（54件）あった。その内訳として、防湿剤を使用している家庭が27%（19件）、防虫剤は63%（45件）の家庭で使用していた。

芳香・消臭剤の使用に対しては、59%（42件）が使用していると回答し、その内訳としては芳香剤21%（15件）、消臭剤13%（9件）、スプレー式消臭・消毒剤が25%（18件）と、防虫剤や防湿剤に比べ使用率が低い。

C.2 ダスト中SVOC濃度間の相関

100 μ m未満と100～250 μ mダストの粒径別SVOC成分比を図19に示す。総検出量において100 μ m未満が平均1,983 μ g/g、100～250 μ mが平均3,028 μ g/gと、100～250 μ mの方が高い濃度を示した。粒径別成分比においてはDEHPが83～84%、DINPが13%と二つの成分が全体の96～97%を占め、粒径による成分比に大きな差がなかった。

図18に示す国内可塑剤の生産量に関する統計データからフタル酸系可塑剤の90%以上をDEHPとDINPが占めていることから妥当な結果ではあるが、グラフから見える生産量の割合に比べるとDINPの検出量が低い。ダスト中濃度でDEHPが80%以上、DINPが13%の割合であり、これは最近の生産量の割合ではなく、今までの累積生産量と使用量からDEHPが圧倒的に多いのが原因と考えられる。

図20に粒径別DEHP、DINP、SVOC 9成分の濃度合計値（SUM）の相関図を示す。

SUM-DEHP、SUM-DINP、DEHP-DINP、DEHP-DBPの解析から、SUM-DEHPのみ $R^2=0.98$ と高い相関関係を示した。DEHPが全体

SVOC検出量の80%以上を占めることから、DEHPがSUMに最も大きく影響を与えており、回帰式の傾きも100 μm 未満で、 $a = 0.92$ 、100～250 μm で $a = 0.93$ となっている。

DEHP、DINP、SUM以外のSVOC成分の組み合わせで有意な相関関係は観察されなかった。

C.3 DEHP、DINP、SUM (SVOC濃度の合計値) と住宅環境との相関分析

2つの粒径のダスト分析から検出量の大部分を占めたDEHP、DINPの個別成分とSVOC 9成分の濃度を合算したSUMの6項目 (3項目 \times 2種類の粒径) を目的変数、住宅要素と生活環境に関するアンケート項目を説明変数とし二変量解析を行った。

ただし、結果表 (表1～表9) の陰影で暗く処理した要素は、統計からは有意さが認められているが n 数が少ないため参考値として示している内容である。

周辺環境とSVOC濃度の関係 (表1) では、立地条件が住宅地である場合DEHP (100～250 μm) とSUM (100～250 μm) で有意さが認められ、河川・湖はDINP (100～250 μm) と有意さが認められた。住宅地の場合、成分濃度が低く現れ、河川・湖周辺は成分濃度が高くなる傾向を示している。

周辺施設との関係 (表2) からは、電車線路がDINP (100～250 μm) と有意さが観察され、濃度が高くなる傾向を示している。

建築要素 (建築年数、延べ床面積、住居形態、構造、階数) との関係 (表3) では、建築年数や居住年数と100～250 μm 粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てにおいて有意さが認められた。建築年数と居住年数が長いほど濃度が高く現れている。建築年数は年数をそのまま使用し、居住年数には図5に示したよう6区分にして統計処理に用いた。

内装材の種類及びSVOC濃度との相関解析結果を表4～表6に示す。木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向

に有意さが得られた。たたみはDEHPとSUM濃度に有意に作用する結果となった。一方、塩ビシートはDEHP、SUMに対して濃度が高くなる傾向として有意な結果を示したが、 $n = 2$ の少ない数から信頼性の高い結果ではなく参考値として提示した。

壁材においては、リビングに塗り壁材を使用した住宅はDEHP (100～250 μm) とSUM (100～250 μm) 濃度が高くなる傾向を示し、有意さが認められた。主寝室の壁材との相関分析から有意さは得られなかった。

冷暖房方式では、石油ストーブ/ファンヒーターを使用している住宅でDINP濃度との有意さが認められた。リビングの冷暖房方式及びエアコンからは有意な相関は得られなかった。

換気方式では、排気のみ換気ファン (第3種換気) が設置されている住宅が100～250 μm ダストのDEHP及びSUM濃度に有意さが認められた。掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

防虫剤及び芳香剤などとの解析から、芳香剤とSUM (<100 μm)、スプレー式消臭・消毒剤とDINP (100～250 μm) で有意さが見られた。芳香剤を使用すると回答した住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向を示した。

D. まとめ

調査依頼住宅からのアンケート回収は71件であり、ダスト中SVOC分析結果の有効数は59件であった。住宅概要、住居及び室内環境に関するアンケート調査の結果とダスト中SVOC濃度との相関分析を行った結果は以下の通りである。

1) 総検出量において粒径100 μm 未満のダストから平均1,983 $\mu\text{g/g}$ 、100～250 μm が平均3,028 $\mu\text{g/g}$ と、100～250 μm の方が高い濃度を示した。粒径別成分比においてはDEHPが83～84%、DINPが13%と二つの成分が全体の96～97%を占め、粒径による成分比に大きな差がなかった。

2) 立地条件が住宅地と回答した住宅はDEHP (100~250 μ m) とSUM (100~250 μ m) で有意さが認められ、両成分の濃度が低くなる傾向をしめした。

3) 建築年数や居住年数と100~250 μ m粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てに有意さが認められた。建築年数と居住年数が長いほど濃度が高く検出された。

4) 木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向を示した。塩ビシートはDEHP、SUM濃度を高くする要素として統計的には有意さが認められたが、塩ビシートの住宅数n = 2と数が少ないことからデータ拡充が必要である。

5) 壁材においては、リビングに塗り壁材を使用した住宅はDEHP (100~250 μ m) とSUM (100~250 μ m) 濃度が高くなる傾向を示したが、主寝室の壁材からは有意さは得られなかった。

6) 石油ストーブ/ファンヒーターを暖房に使用している住宅でDINP濃度が高くなる傾向を示した。他の冷暖房方式やエアコンからは有意な相関は得られなかった。

7) 排気のみ換気ファン (第3種換気) が設置されている住宅で100~250 μ mダスト中DEHPとSUM濃度に有意さが認められた。

8) 掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

9) 芳香剤とSUM (<100 μ m) 、スプレー式消臭・消毒剤とDINP (100~250 μ m) で有意さが見られた。芳香剤を使用すると回答した住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向が見られた。

E 参考文献

1) http://www.vec.gr.jp/lib/lib2_6.html#cc、塩ビ工業・環境協会 HP、参照：2015.01.16.

F 研究発表

無し

G 知的財産権の出願・登録状況
なし

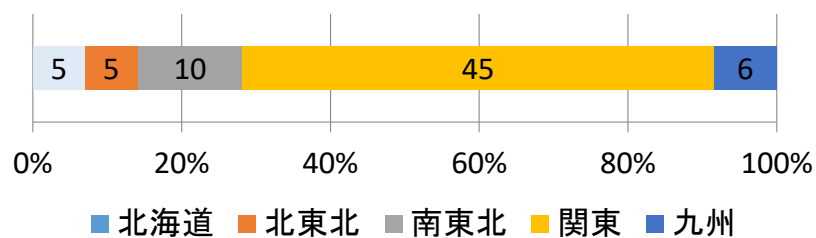


図1 住宅の所在地域 (n=71)

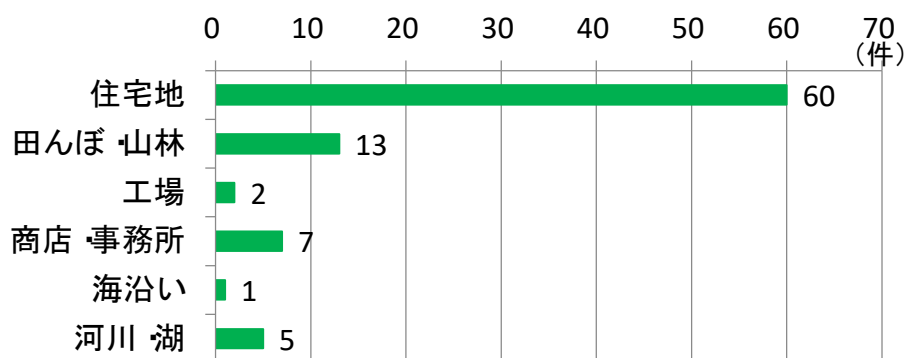


図2 住宅の立地環境 (重複回答あり)

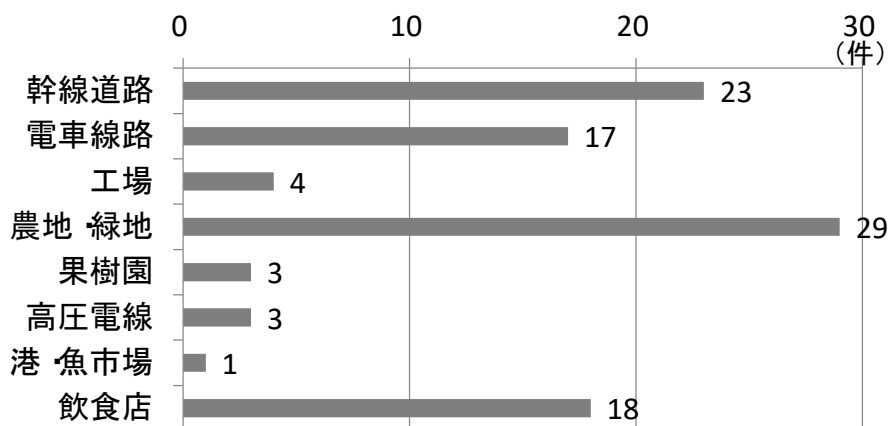


図3 住まいの周辺施設 (重複回答あり)

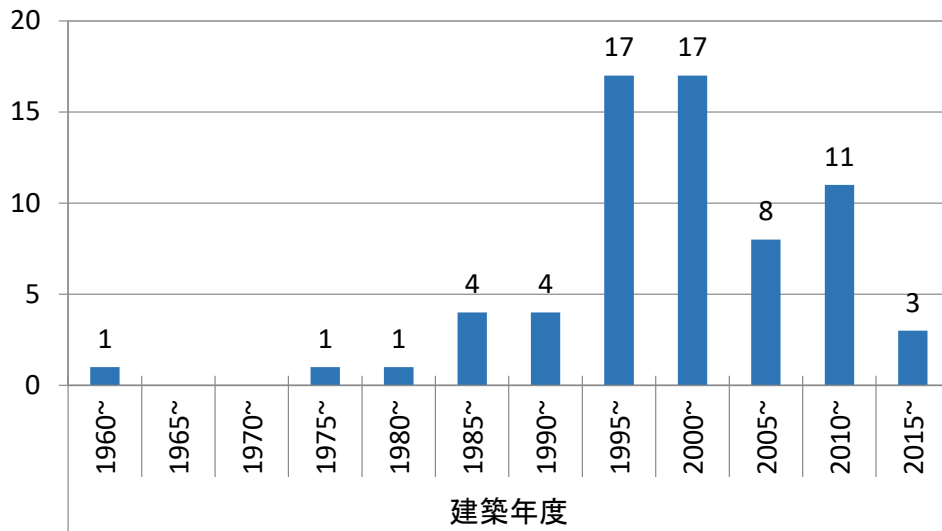


図4 建築年度（5年単位）

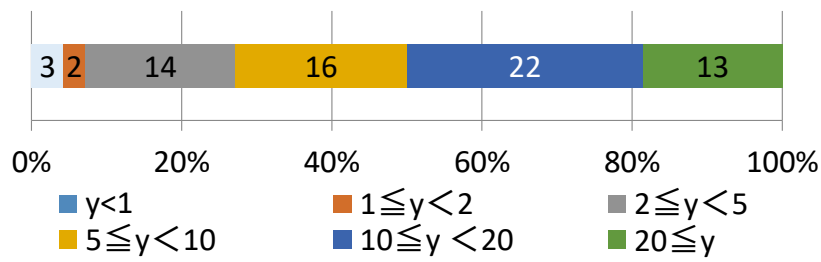


図5 居住年数（年）

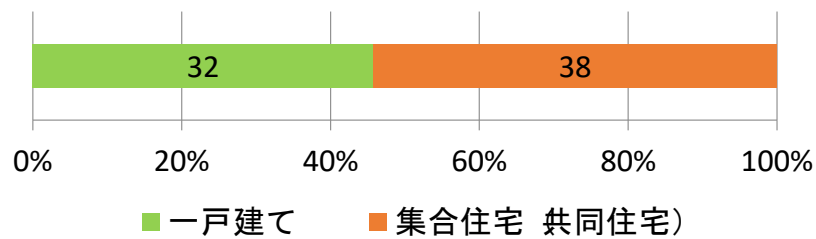


図6 住居形態

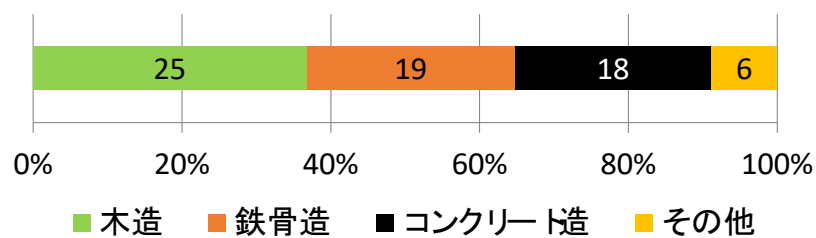


図7 建築構造

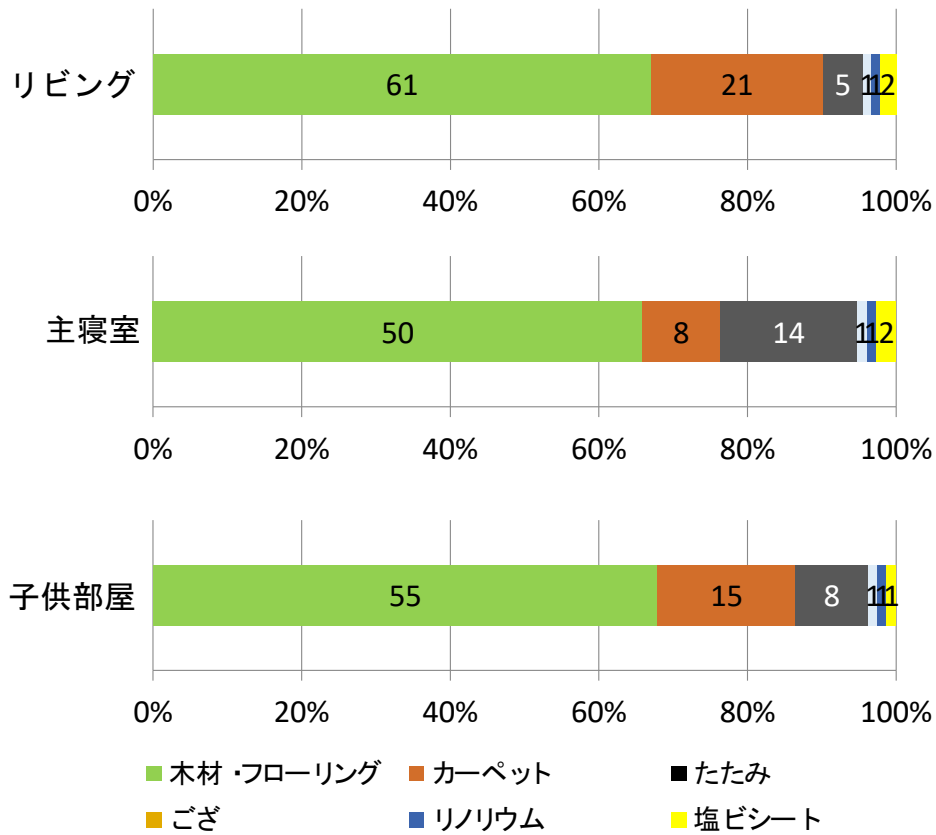


図8 床材

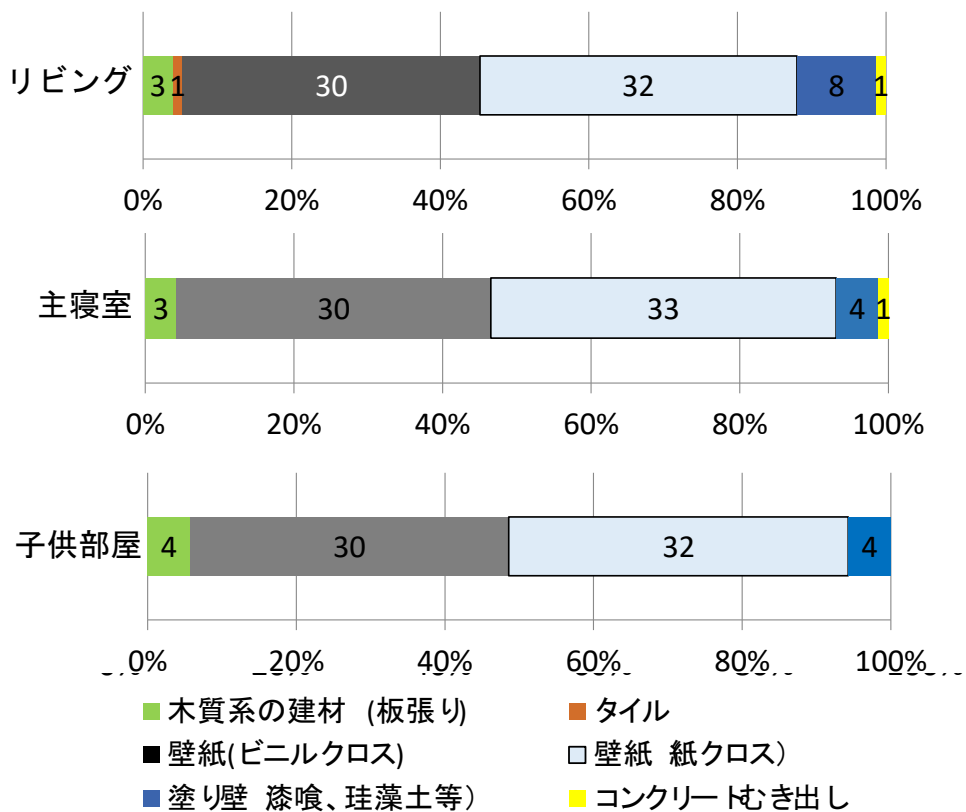


図9 壁材

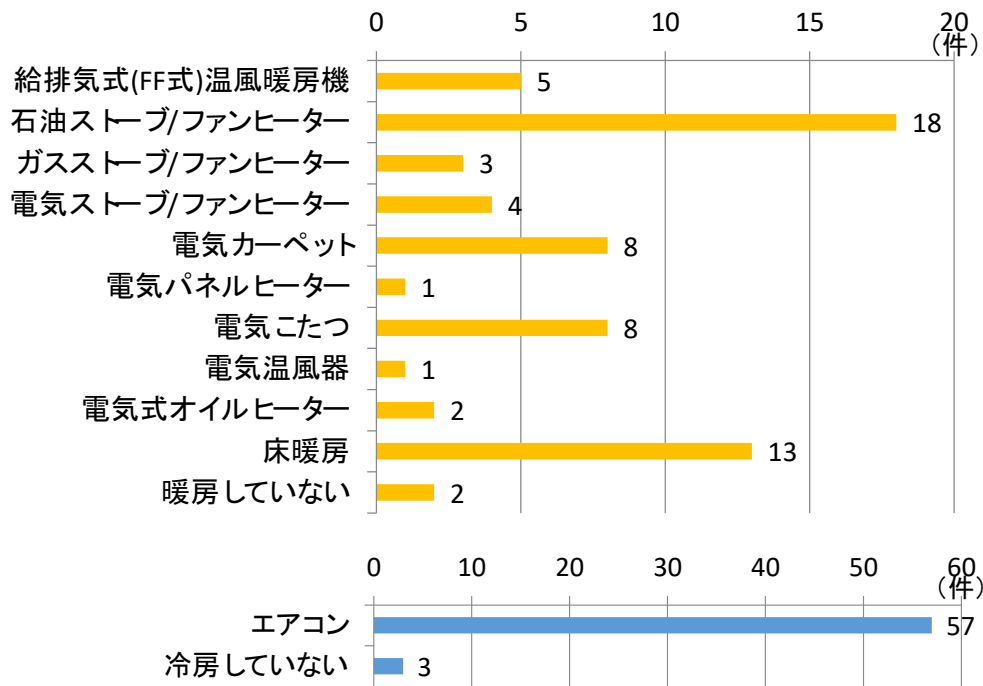


図10 リビングの冷暖房設備

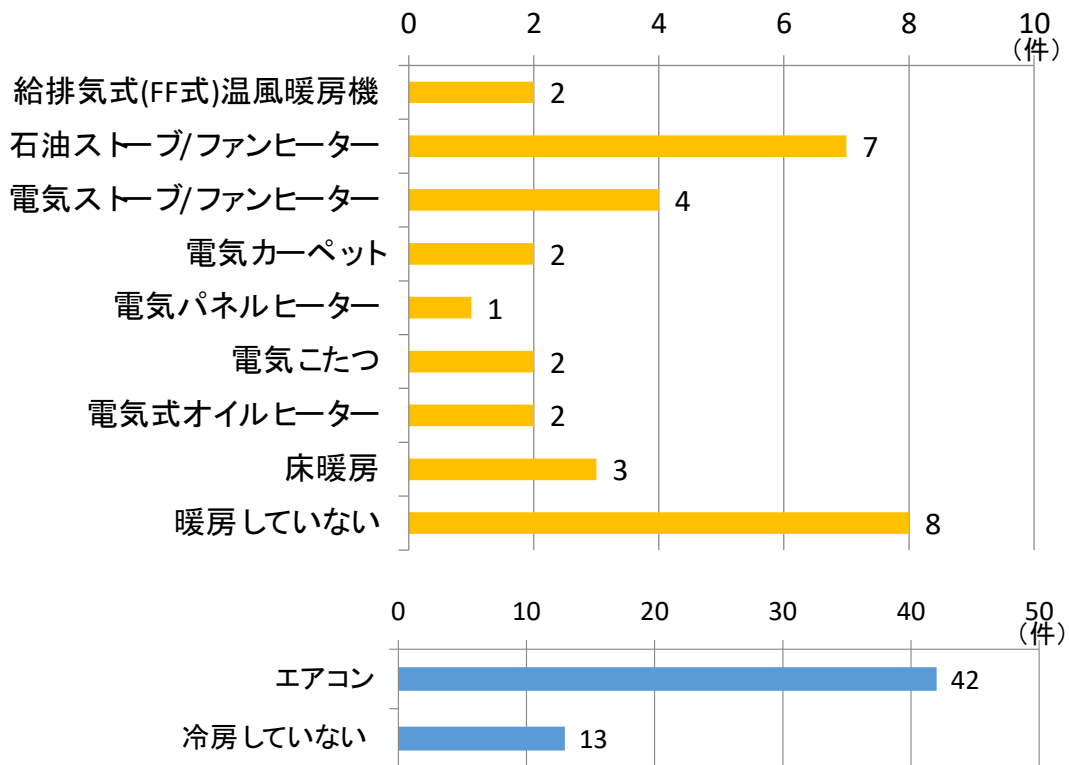


図 11 主寝室の冷暖房設備

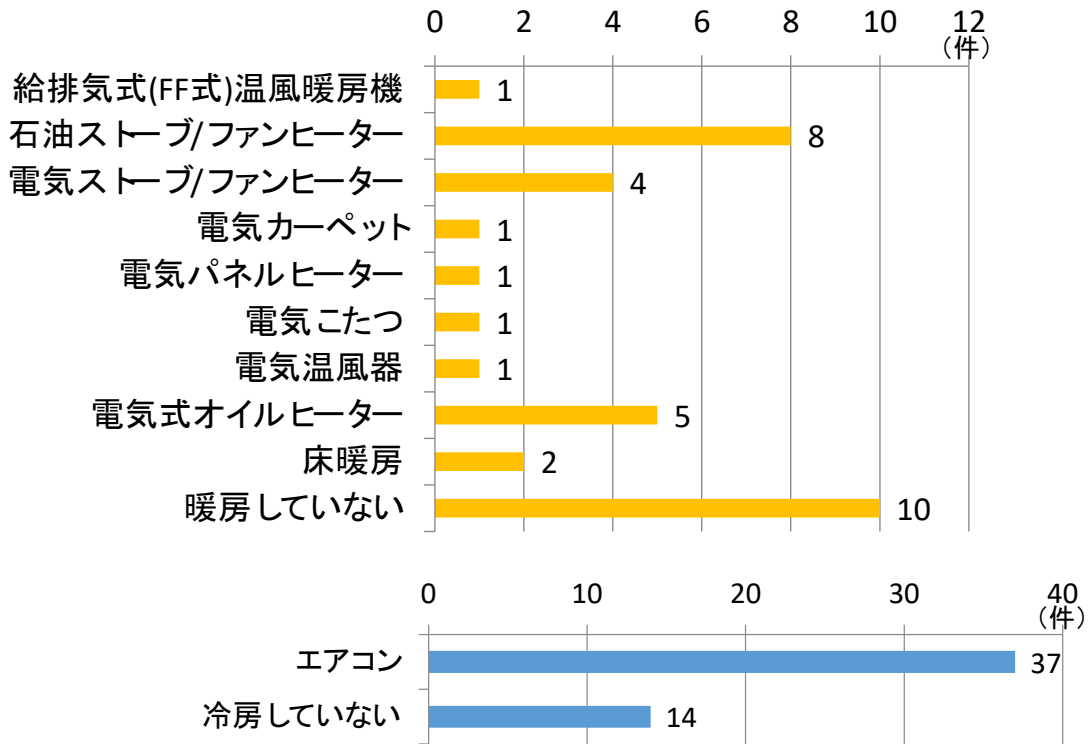


図 12 子供部屋の冷暖房設備

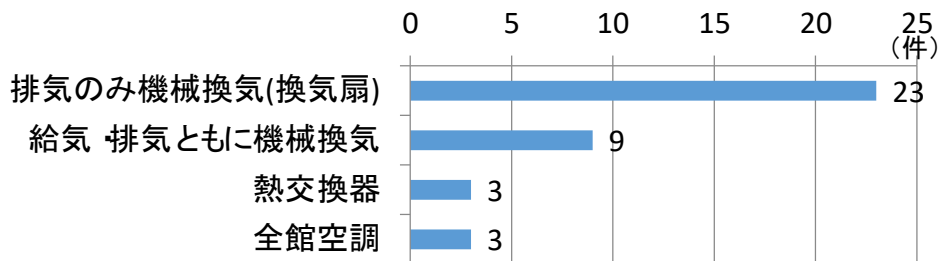


図 13 住宅の換気設備

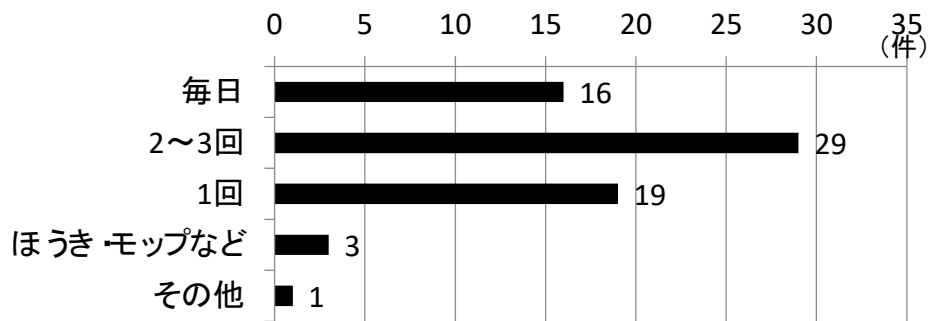


図 14 掃除機使用と頻度

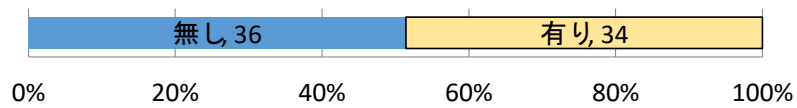


図 15 加湿器使用



図 16 ペット有無

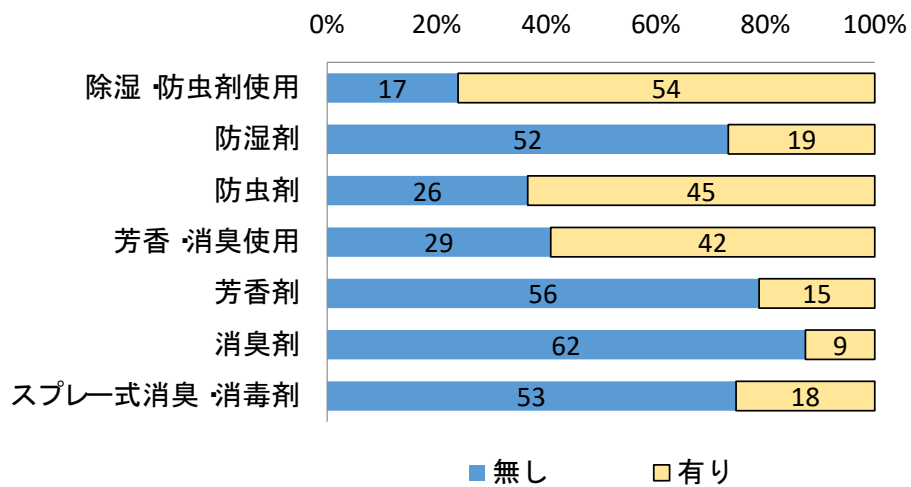


図 17 除湿剤、防虫剤、芳香剤、消臭剤の使用

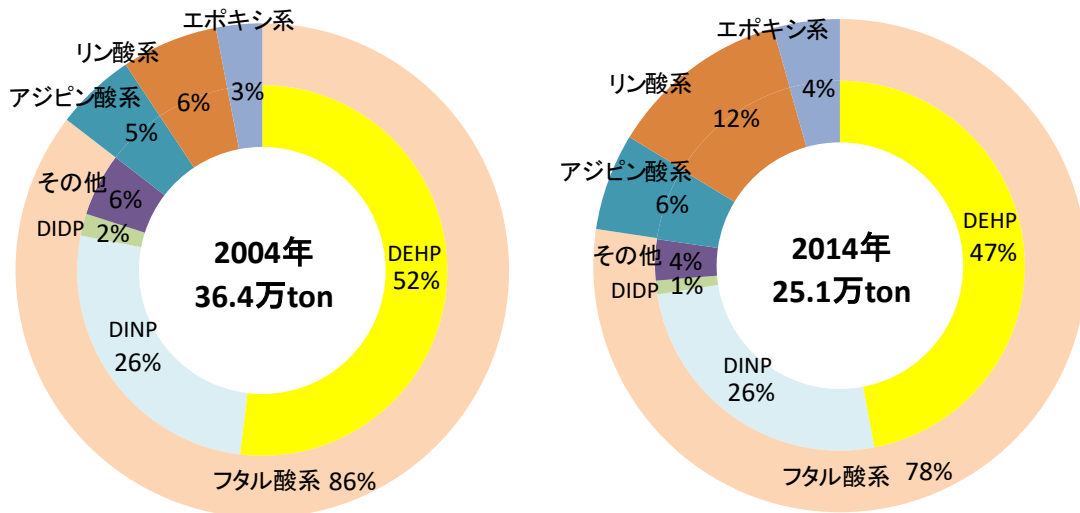


図 18 国内における可塑剤の生産量とその割合¹⁾

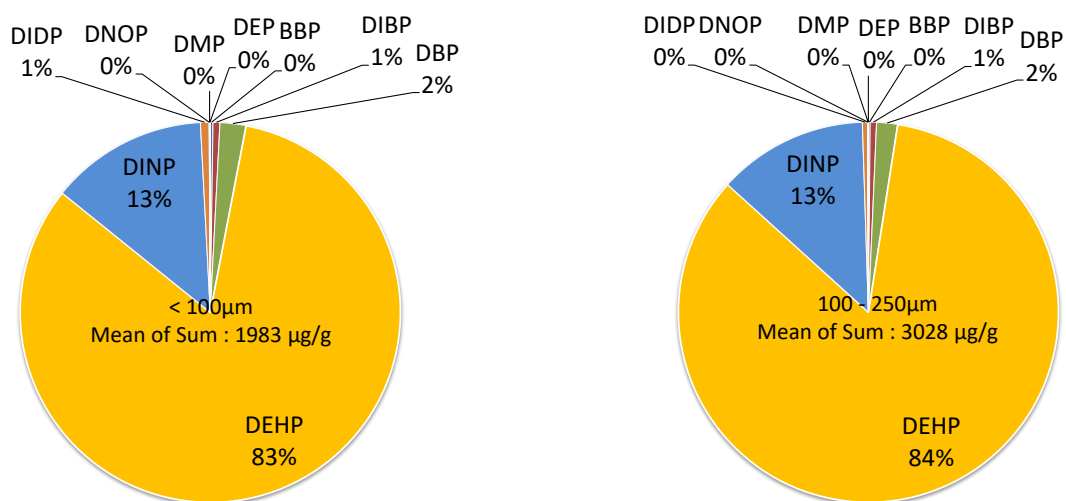


図 19 ダスト粒径別 SVOC 成分比 (100μm 未満、100~250μm)

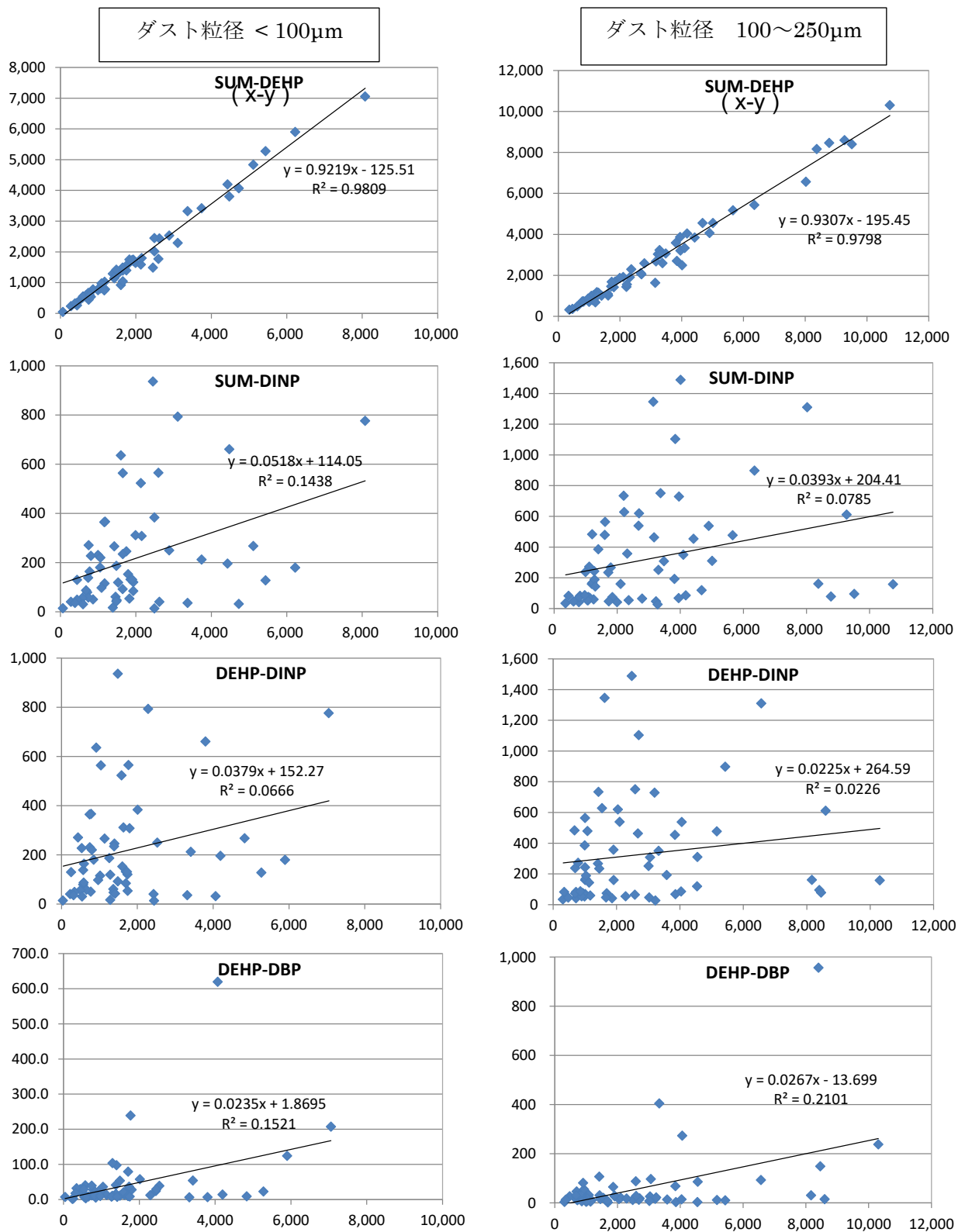


図 20 DEHP、DINP、SUM (SVOC 合計値) の相関 (縦・横軸単位 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])

表1 周辺環境とSVOC濃度の相関分析

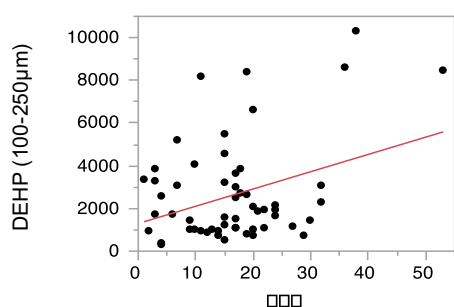
目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 P(Prob> t)
DEHP 100-250 μ m	住宅地	-1846	762	-2.42	0.018
DINP 100-250 μ m	河川・湖	362	172	2.10	0.040
SUM 100-250 μ m	住宅地	-1985	809	-2.45	0.017

表2 周辺施設とSVOC濃度の相関分析

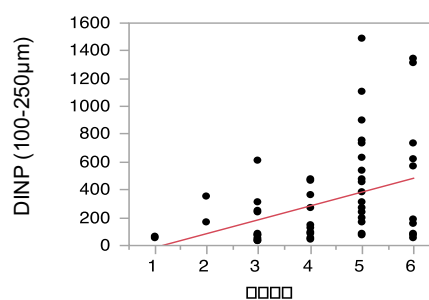
目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 P(Prob> t)
DINP 100-250 μ m	電車線路	223	104	2.15	0.035

表3 建築要素（建築年数、延べ床面積、住居形態、構造、階数）とSVOC濃度の相関分析

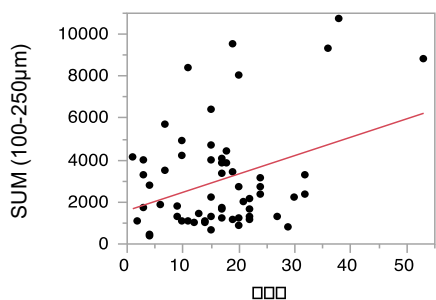
目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 P(Prob> t)
DEHP 100-250 μ m	建築年数	81	30	2.74	0.008
DINP 100-250 μ m	居住年数	100	32	3.13	0.003
SUM 100-250 μ m	建築年数	88	31	2.79	0.007



	建築年数	延べ床面積	t	p(Prob> t)
DEHP	81.0	30	2.74	0.008 *



	電車線路	階数	t	p(Prob> t)
DINP	223	104	2.15	0.035



	建築年数	延べ床面積	t	p(Prob> t)
SUM	88.0	31	2.79	0.007 *

図 21 建築年数及び居住年数と DEHP、DINP、SUM の相関 (100~250 μm)

表 4 リビングの床材と SVOC 濃度の相関分析

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
DEHP <100 μm	LF-木材・フローリング	-1430	528	-2.71	0.009
DEHP <100 μm	LF-塩ビシート	2128	1023	2.08	0.042
DEHP 100-250 μm	LF-木材・フローリング	-3389	669	-5.07	<.0001
DEHP 100-250 μm	LF-たたみ	2144	1042	2.06	0.044
DEHP 100-250 μm	LF-塩ビシート	3727	1592	2.34	0.023
SUM 100-250 μm	LF-木材・フローリング	-3590	713	-5.04	<.0001
SUM 100-250 μm	LF-たたみ	2333	1107	2.11	0.039
SUM 100-250 μm	LF-塩ビシート	3701	1703	2.17	0.034

表 5 主寝室の床材と SVOC 濃度の相関分析

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
DEHP <100 μm	BF-塩ビシート	2128	1023	2.08	0.042
DEHP 100-250 μm	BF-塩ビシート	3727	1592	2.34	0.023
SUM 100-250 μm	BF-塩ビシート	3701	1703	2.17	0.034

表 6 リビングの壁材と SVOC 濃度の相関分析

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
DEHP 100-250 μm	LW-塗り壁 (漆喰、珪藻土等)	2000	891	2.24	0.028
SUM 100-250 μm	LW-塗り壁 (漆喰、珪藻土等)	2133	948	2.25	0.028

※ 主寝室の壁材と SVOC 濃度の相関 - 有意差無し

表 7 冷暖房方式と SVOC 濃度の相関

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
DINP <100 μ m	B-石油ストーブ/ファンヒーター	218	97	2.25	0.028
SUM <100 μ m	B-給排気式(FF式)温風暖房機	2561	1100	2.33	0.023
DINP 100-250 μ m	B-石油ストーブ/ファンヒーター	293	143	2.05	0.045

※ Living の冷暖房方式とは有意差無し

※ Aircon とは有意差無し

表 8 換気方式と SVOC 濃度の相関

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
DEHP 100-250 μ m	排気のみ機械換気(換気扇)	1676	588	2.85	0.006
SUM 100-250 μ m	排気のみ機械換気(換気扇)	1796	625	2.87	0.006

※ 掃除頻度及び掃除方法とは有意差無し

※ ペット相関有意差無し

表 9 除湿剤・防虫剤・芳香剤・消臭剤と SVOC 濃度の相関

目的変数	説明変数	推定値	標準誤差	t値	p値 Prob> t)
SUM <100 μ m	芳香剤	-954	470	-2.03	0.047
DINP 100-250 μ m	スプレー式消臭・消毒剤	198	97	2.05	0.045