

外排気のない石油等の暖房器具(ポータブル石油ストーブ等)の使用」「室内に目に見えるカビの生育がある」「室内でカビ臭がする」「冬季に窓の結露がある」と回答した児童は、そうでない児童に比べ、アトピー性皮膚炎有病率が有意に高い結果が得られた (OR:1.22～1.56)。(いずれも性、学年、両親のアレルギー既往、同胞の数、長子かどうか、で調整)

喘息の有病は、電気の暖房機器に対して石油を燃料とした暖房器具の利用で、また排気管がある暖房器具に対して排気管がない暖房器具を使用していると、これまでに知られている喘息のリスク要因で調整後も有意に喘息のリスクを上げた(表5)。

最後に、暖房の燃料と排気管の有無、機械換気の有無を組み合わせで電気の暖房器具を使用している場合との喘息との関連を図1、2に示す。この結果症状のリスクは、電気の暖房器具を使用している場合と比較して、ガスや石油などの暖房器具で排気管(煙突)はあるが機械換気はない場合に1.62倍、排気管はないが機械換気はある場合は1.77倍、排気管も機械換気もない場合は2.23倍高かった(図1)。さらに、これまでも喘息のリスクであることが知られているダンプネスで層別化したところ(図2)、ダンプネスがなく電気暖房を使用している家と比較して、ダンプネスが無くても、排気管がないが機械換気はある場合の喘息のリスクは2.42倍、排気管も機械換気もない場合は3.26倍高かった。さらにダンプネスがある場合は、排気管があり換気もある場合のリスクは2.02倍位、排気管はあるが機械換気はない場合は2.47倍、排気管はないが機械換気はある場合は2.35倍、排気管も機械換気も無い場合は2.89倍だった。電気の暖房器具と比較して、ガスや石油の暖房器具を使用した場合に喘息のリスクが高くなった。

D. 考察

今回の調査対象となった札幌市内の小学生

のアトピー性皮膚炎と喘息の有病率は、ISAAC 運営委員会(1998)が報告した日本の有病率と同程度であった[5]。

これまでに報告がなかった、児童の喘息と暖房器具の排気管、および機械換気の有無の組合せと喘息症状との関連を解析した。電気の暖房器具と比較して、ガスや石油の暖房器具を使用した場合に喘息のリスクが高くなった。その理由としては、燃料を燃焼することにより放出される二酸化窒素(NO_2)、二酸化硫黄(SO_2)、および粒子状物質(PM)などが喘息症状の要因となっていることが考えられる[6-8]。さらに、排気管がない暖房器具を使用する場合、または暖房を使用している時に機械換気をしないことも児童の喘息症状に大きな影響があった。したがって、ガスや石油等の暖房器具に排気管がない場合や機械換気がない場合には、児童の喘息に影響する可能性について十分注意することが必要である。

また、小学生のアトピー性皮膚炎についても、喘息同様にカビや結露を含めた湿気との関連や、暖房の排気ガスである NO_x (窒素酸化物)との関連を初めて明らかにした。ダンプネスによる湿気は、真菌の増殖に必要である[9]。真菌の多くはアレルギーとなり[10]、IgEによる感作を引き起こす *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* は札幌の室内空气中で同定される真菌である[11]。従って、ダンプネスによる真菌量の増加が皮膚の炎症や感作を引き起こしている可能性がある。

アレルギー性鼻結膜炎は、調整後も有意な関連が見られたのは木造以外の住宅や5年以内の改築で、ダンプネスや暖房器具との関連はなかった。改築に伴う化学物質の放散などが症状を引き起こしている可能性がある。

本研究の限界としては、横断研究であり因果関係を証明できないことがある。加えて、室内の化学物質濃度や真菌量、ダニアレルギー量など実際の住宅環境調査を行っていない。従って、症状を引き起こしている可能性

がある要因そのものを明らかにできていない。また調査票は保護者が記入しているため、報告バイアスや誤分類の可能性が挙げられる。

E. 結論

札幌の冬は零下の気温になるため、高断熱で気密性が高い住宅が多い[12]。アトピー性皮膚炎、喘息の予防や対策として、室内の結露およびカビの生育を防ぐ対策を講じるとともに、特に冬期間は暖房の排気ガスを室外に放出させるなど、十分な換気を行うことが有用と考えられる。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Cong S., Araki A., Ukawa S., Ait Bamai Y., Tajima S., Kanazawa A., Yuasa M., Tamakoshi A., Kishi R. Association of Mechanical Ventilation and Flue Use in Heaters With Asthma Symptoms in Japanese Schoolchildren: A Cross-Sectional Study in Sapporo, Japan. *J Epidemiol*, 24 (3):230-238, 2014.
- 2) Ait Bamai Y., Araki A., Kawai T., Tsuboi T., Saito I., Yoshioka E., Kanazawa A., Tajima S., Cong S., Tamakoshi A., Kishi R. Associations of phthalate concentrations in floor dust and multi-surface dust with the interior materials in Japanese dwellings. *Sci Total Environ*, 468-469:147-157, 2014.
- 3) Tajima S., Araki A., Kawai T., Tsuboi T., Ait Bamai Y., Yoshioka E., Kanazawa A., Cong S., Kishi R. Detection and intake assessment of organophosphate flame retardants in house dust in Japanese dwellings. *Sci Total Environ*,

478:190-199, 2014.

- 4) 深田一剛, 嶋田貴志, 多島秀司, 岸玲子, 榎本雅夫, 安枝浩. ネコアレルギー Fel d 1 測定 Enzyme-Linked Immunosorbent Assay の確立. *アレルギー・免疫*, 21 (3):522-529, 2014.
- 5) 荒木敦子, アイツバマイゆふ, 岸玲子, 住環境におけるフタル酸エステル類・リン酸トリエステル類の暴露実態と居住者への健康影響. *空気清浄*, 52 (3):170-177, 2014.
- 6) 荒木敦子, アイツバマイゆふ, 岸玲子, 環境汚染とアレルギーに関する疫学的知見-特に室内空気質に焦点をあてて-. *アレルギー*, 63 (8):1075-1084, 2014.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

特になし

引用文献

1. Organization, W.H., WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. 2009.
2. Organization, W.H., WHO guidelines for indoor air quality; selected pollutants. 2010.
3. Schafer, T., et al., Indoor risk factors for atopic eczema in school children from East Germany. *Environmental Research*, 1999. 81(2): p. 151-158.
4. 西間, 三. and 博. 小田嶋, 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*, 2002. 16(3): p. 207-220.
5. Beasley, R., Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. *The Lancet*, 1998.

- 351(9111): p. 1225-1232.
6. Kumie, A., et al., Sources of variation for indoor nitrogen dioxide in rural residences of Ethiopia. *Environmental Health*, 2009. 8(1): p. 51.
 7. Liu, M.-M., et al., Effects of Outdoor and Indoor Air Pollution on Respiratory Health of Chinese Children from 50 Kindergartens. *Journal of Epidemiology*, 2013. 23(4): p. 280-287.
 8. Zota, A., et al., Ventilation in public housing: implications for indoor nitrogen dioxide concentrations. *Indoor Air*, 2005. 15: p. 393 - 401.
 9. Eggleston, P., Environmental control for fungal allergen exposure. *Current Allergy and Asthma Reports*, 2003. 3(5): p. 424-429.
 10. Green, B.J., T. Zinovia Mitakakis, and E.R. Tovey, Allergen detection from 11 fungal species before and after germination. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 111(2): p. 285-289.
 11. Takeda, M., et al., Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2009. 82(5): p. 583-593.
 12. 荒木敦子, et al., 特集 シックハウスと寒冷地 III. 住宅の環境測定結果からみた北海道の住宅と本州地域の比較. *ビルと環境*, 2009. 125: p. 17-22.

表1 喘息、アレルギー性鼻結膜炎、アトピー性皮膚炎と児の特徴

	Asthma			Allergic rhino-conjunctivitis			Atopic dermatitis		
	Yes (n=538)	No (n=3482)	P	Yes (n=608)	No (n=3412)	P	Yes (n=672)	NO (n=3348)	P
Sex									
Boys	316(58.7)	1644(47.2)	<0.001	305(50.2)	1655(48.5)	0.45	328(48.1)	1632(48.8)	0.98
Girls	222(41.3)	1838(52.8)		303(49.8)	1757(51.5)		344(51.2)	1716(51.2)	
Grade									
1st grade	93(17.3)	565(16.2)	0.005	57(9.4)	601(17.6)	<0.001	121(18.0)	537(16.0)	0.03
2nd grade	102(19.0)	588(16.9)		87(14.3)	603(17.7)		140(20.8)	550(16.5)	
3rd grade	114(21.2)	566(16.2)		114(18.7)	566(16.6)		110(16.4)	570(17.0)	
4th grade	79(14.7)	634(18.2)		122(20.1)	591(17.3)		113(16.8)	600(17.9)	
5th grade	83(15.4)	542(15.6)		111(18.3)	514(15.1)		94(14.0)	531(15.9)	
6th grade	67(12.4)	587(16.9)		117(19.2)	537(15.7)		94(14.0)	560(16.7)	
Number of siblings	2(2-3)	2(2-3)	0.21	2(2-3)	2(2-3)	0.71	2(2-3)	2(2-3)	0.38
Firstborn child									
Yes	290(54.3)	1856(53.9)	0.87	343(57.1)	1803(53.4)	0.1	320(48.0)	1826(55.2)	<0.001
No	244(45.7)	1585(46.1)		258(42.9)	1571(46.6)		347(52.0)	1482(44.8)	
Number of family members	4(3-5)	4(4-5)	0.008	4(4-5)	4(4-5)	0.64	4(4-5)	4(4-5)	0.75
Parental histroy of allergy									
No	73(14.1)	1353(39.8)	<0.001	78(13.2)	1348(40.6)	<0.001	120(18.4)	1306(40.1)	<0.001
Mother only	172(33.2)	787(23.2)		206(34.8)	753(22.7)		190(29.1)	769(23.6)	
Father only	73(14.1)	467(13.7)		67(11.3)	473(14.2)		86(13.2)	454(13.9)	
Both	200(38.6)	790(23.3)		241(40.7)	749(22.5)		258(39.5)	732(22.4)	

Values are expressed as median (25th-75th) or number of children (percentage).

P values were calculated by Mann-Whitney U test or χ^2 test.

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

表2 学童の喘息と住環境との関連

Variable	n(%)	Asthma (n=538)	Without asthma (n=3482)	P-value	COR (95%CI)	AOR ^a (95%CI)
Housing type						
Solitary	1752(43.7)	198(37.1)	1554(44.8)	<0.001*	1	1
Other	2254(56.3)	336(62.9)	1918(55.2)		1.37(1.14-1.66)*	1.40(1.15-1.71)*
Architecture						
Wooden	2064(51.8)	259(51.4)	1805(52.2)	0.12	1	1
Other	1924(48.2)	274(48.6)	1650(47.8)		1.16(0.69-1.39)	1.13(0.93-1.37)
Age of house						
Years	12(6-20)	14(8-20)	12(6-20)	0.001*	1.09(1.04-1.13)*	1.10(1.05-1.15)*
Home renovation within 5 years						
No	3367(86.9)	430(83.3)	2937(87.4)	0.01*	1	1
YES	509(13.1)	86(16.7)	423(12.6)		1.39(1.07-1.78)*	1.44(1.09-1.87)*
Living near a crowded street						
No	939(23.6)	106(20.0)	833(24.1)	0.03*	1	1
YES	3042(76.4)	425(80.0)	2617(75.9)		1.28(1.02-1.61)*	1.21(0.96-1.54)
Mechanical ventilation in the living or bed room						
No	1378(34.8)	210(40.0)	1168(34.0)	0.01*	1	1
YES	2584(65.2)	325(60.0)	2269(66.0)		0.77(0.64-0.93)*	0.76(0.63-0.93)*
Wall-to-wall carpeting in the home						
No	1719(43.0)	191(35.8)	1528(44.1)	<0.001*	1	1
YES	2279(57.0)	343(64.2)	1936(55.9)		1.42(1.17-1.72)*	1.43(1.17-1.74)*
Heating system						
Electronics	336(8.6)	30(5.9)	306(9.1)	0.001*	1	1
Other with a ventilation duct to the outside	2783(71.5)	352(69.0)	2431(71.9)		1.48(1.02-2.23)*	1.68(1.13-2.59)*
Other without a ventilation duct to the outside	772(19.9)	128(25.1)	644(19.0)		2.03(1.35-3.14)*	2.34(1.52-3.70)*
Furry animals or bird in the home						
No	2998(74.7)	410(76.6)	2588(74.4)	0.24	1	1
YES	1014(25.3)	125(23.4)	889(25.6)		0.89(0.71-1.10)	0.92(0.73-1.15)
Indoor smoker at home						
No	2087(52.0)	241(45.1)	1846(53.1)	<0.001*	1	1
YES	1924(48.0)	293(54.9)	1631(46.9)		1.38(1.15-1.65)*	1.53(1.26-1.86)*
Visible mold						
No	2607(65.1)	326(61.3)	2281(65.7)	0.049*	1	1
YES	1399(34.9)	206(38.7)	1193(34.3)		1.21(1.00-1.46)*	1.21(0.99-1.17)
Moldy odor						
No	3792(94.7)	484(90.5)	3308(95.3)	<0.001*	1	1
YES	213(5.3)	51(9.5)	162(4.7)		2.15(1.54-2.97)*	2.08(1.45-2.93)*
Water leakage						
No	3556(88.9)	445(83.7)	3111(89.7)	<0.001*	1	1
YES	446(11.1)	87(16.3)	359(10.3)		1.69(1.31-2.18)*	1.60(1.22-2.08)*
Condensation on windowpanes						
No	1916(47.8)	211(39.5)	1705(49.1)	<0.001*	1	1
YES	2090(52.1)	323(60.5)	1767(50.9)		1.48(1.23-1.78)*	1.42(1.17-1.72)*
Dampness index						
	0	1637(40.8)			1	1
	1	1017(25.3)			1.38(1.09-1.74)*	1.35(1.05-1.73)*
	2	993(24.7)			1.25(0.98-1.59)	1.22(0.95-1.57)
	3	327(8.2)			2.42(1.79-3.28)*	2.35(1.70-3.22)*
	4	41(1.0)			2.68(1.23-5.37)*	2.17(0.98-4.44)
P for trend					<0.001*	<0.001*

Values are expressed as median (25percentile-75percentile). COR, crude odds ratio; AOR, adjusted odds ratio; CI, confidence interval. *P<0.05

^aAdjusted for sex, grade, parental history of allergies, number of siblings, and firstborn child yes or no.

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

表3 学童のアレルギー性鼻結膜炎と住環境との関連

Variable	n(%)	Allergic rhino- conjunctivitis (n=608)	Without allergic rhino- conjunctivitis (n=3412)	P-value	COR	AOR* (95%CI)
Housing type						
Solitary	1752(43.7)	251(41.5)	1501(44.1)	0.23	1	1
Other	2254(56.3)	354(58.5)	1900(55.9)		1.11(0.94-1.33)	1.12(0.93-1.34)
Architecture						
Wooden	2064(51.8)	285(47.4)	1779(52.5)	0.02*	1	1
Other	1924(48.2)	316(52.6)	1608(47.5)		1.23(1.03-1.46)*	1.24(1.03-1.49)*
Age of house						
Years	12(6-20)	12(6-20)	12(6-20)	0.32	1.02(0.98-1.06)	1.02(0.97-1.07)
Home renovation within 5 years						
No	3367(86.9)	496(83.8)	2871(87.4)	0.02*	1	1
YES	509(13.1)	96(16.2)	413(12.6)		1.35(1.05-1.71)*	1.34(1.03-1.72)*
Living near a crowded street						
No	939(23.6)	139(23.2)	800(23.7)	0.79	1	1
YES	3042(76.4)	461(76.8)	2581(76.3)		1.03(0.84-1.27)	0.96(0.77-1.19)
Mechanical ventilation in the living or bed room						
No	1378(34.8)	215(35.7)	1163(34.6)	0.6	1	1
YES	2584(65.2)	387(64.3)	2197(65.4)		0.95(0.80-1.14)	0.95(0.79-1.15)
Wall-to-wall carpeting in the home						
No	1719(43.0)	245(60.6)	1474(43.4)	0.19	1	1
YES	2279(57.0)	359(56.4)	1920(56.6)		1.12(0.94-1.34)	1.09(0.91-1.31)
Heating system						
Electronics	336(8.6)	41(7.0)	295(9.0)	0.16	1	1
Other with a ventilation duct to the outside	2783(71.5)	419(71.3)	2364(71.5)		1.28(0.92-1.82)	1.28(0.90-1.85)
Other without a ventilation duct to the outside	772(19.9)	128(21.7)	644(19.5)		1.43(0.99-2.11)	1.34(0.91-2.02)
Furry animals or bird in the home						
No	2998(74.7)	439(72.4)	2559(75.1)	0.16	1	1
YES	1014(25.3)	167(27.6)	847(24.9)		1.15(0.94-1.39)	1.15(0.93-1.41)
Indoor smoker at home						
No	2087(52.0)	315(52.1)	1772(52.0)	0.99	1	1
YES	1924(48.0)	290(15.1)	1634(48.0)		1.00(0.84-1.19)	1.10(0.91-1.32)
Visible mold						
No	2607(65.1)	395(65.3)	2212(65.0)	0.91	1	1
YES	1399(34.9)	210(34.7)	1189(35.0)		0.99(0.82-1.18)	0.91(0.75-1.10)
Moldy odor						
No	3792(94.7)	561(92.9)	3231(95.0)	0.04*	1	1
YES	213(5.3)	43(7.1)	170(5.0)		1.46(1.02-2.04)*	1.41(0.97-2.01)
Water leakage						
No	3556(88.9)	514(85.5)	3042(89.4)	0.01*	1	1
YES	446(11.1)	87(14.5)	359(10.6)		1.43(1.11-1.84)*	1.31(0.99-1.70)
Condensation on windowpanes						
No	1916(47.8)	256(62.4)	1660(48.8)	0.003*	1	1
YES	2090(52.1)	348(57.6)	1742(51.2)		1.30(1.09-1.54)*	1.17(0.97-1.41)
Dampness index						
	0	1637(40.8)			1	1
	1	1017(25.3)			1.28(1.03-1.59)*	1.20(0.95-1.51)
	2	993(24.7)			1.14(0.91-1.43)	1.03(0.81-1.30)
	3	327(8.2)			1.40(1.01-1.90)*	1.24(0.88-1.73)
	4	41(1.0)			2.68(1.30-5.20)*	1.92(0.91-3.84)
P for trend					0.008*	0.16

Values are expressed as median (25percentile-75percentile). COR, crude odds ratio; AOR, adjusted odds ratio; CI, confidence interval.*P<0.05

aAdjusted for sex, grade, parental history of allergies, number of siblings, and firstborn child yes or no.

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

表4 学童のアトピー性皮膚炎と住環境との関連

Variable	n(%)	Atopic dermatitis (n=672)	Without atopic dermatitis (n=3348)	P-value	COR (95%CI)	AOR* (95%CI)
Housing type						
Solitary	1752(43.7)	292(43.5)	1460(43.8)	0.9	1	1
Other	2254(56.3)	379(56.5)	1875(56.2)		1.01(0.86-1.20)	1.01(0.85-1.21)
Architecture						
Wooden	2064(51.8)	343(51.4)	1721(51.8)	0.85	1	1
Other	1924(48.2)	324(48.6)	1600(48.2)		1.02(0.86-1.20)	0.98(0.82-1.16)
Age of house						
Years	12(6-20)	13(6-20)	12(6-20)	0.43	1.01(0.97-1.06)	1.02(0.97-1.06)
Home renovation within 5 years						
No	3367(86.9)	562(86.1)	2805(87.0)	0.5	1	1
YES	509(13.1)	91(13.9)	418(13.0)		1.09(0.84-1.38)	1.09(0.84-1.40)
Living near a crowded street						
No	939(23.6)	143(21.4)	796(24.0)	0.14	1	1
YES	3042(76.4)	526(78.6)	2516(76.0)		1.16(0.95-1.43)	1.10(0.89-1.35)
Mechanical ventilation in the living or bed room						
No	1378(34.8)	233(35.1)	1145(34.7)	0.83	1	1
YES	2584(65.2)	430(64.9)	2154(65.3)		0.98(0.82-1.17)	1.03(0.86-1.24)
Wall-to-wall carpeting in the home						
No	1719(43.0)	290(43.4)	1429(42.9)	0.81	1	1
YES	2279(57.0)	378(56.6)	1901(57.1)		0.98(0.83-1.16)	0.98(0.82-1.17)
Heating system						
Electronics	336(8.6)	44(6.7)	292(9.0)	0.07	1	1
Other with a ventilation duct to the outside	2783(71.5)	468(71.3)	2315(71.6)		1.34(0.97-1.89)	1.39(0.99-1.98)
Other without a ventilation duct to the outside	772(19.9)	144(22.0)	628(19.4)		1.52(1.06-2.21)*	1.56(1.08-2.30)*
Furry animals or bird in the home						
No	2998(74.7)	508(75.6)	2490(74.6)	0.57	1	1
YES	1014(25.3)	164(24.4)	850(25.4)		0.95(0.78-1.14)	0.99(0.77-1.15)
Indoor smoker at home						
No	2087(52.0)	356(53.1)	1731(51.8)	0.56	1	1
YES	1924(48.0)	315(46.9)	1609(48.2)		0.95(0.81-1.12)	1.02(0.86-1.22)
Visible mold						
No	2607(65.1)	402(60.0)	2205(66.1)	0.002*	1	1
YES	1399(34.9)	268(40.0)	1131(33.9)		1.30(1.10-1.54)*	1.24(1.05-1.49)*
Moldy odor						
No	3792(94.7)	620(92.7)	3172(95.1)	0.01*	1	1
YES	213(5.3)	49(7.3)	164(4.9)		1.53(1.09-2.11)*	1.50(1.06-2.11)*
Water leakage						
No	3556(88.9)	578(86.8)	2978(89.3)	0.06	1	1
YES	446(11.1)	88(13.2)	358(10.7)		1.27(0.98-1.62)	1.15(0.88-1.48)
Condensation on windowpanes						
No	1916(47.8)	285(42.5)	1631(48.9)	0.002*	1	1
YES	2090(52.1)	386(57.5)	1704(51.1)		1.30(1.10-1.53)*	1.22(1.02-1.45)*
Dampness index						
0	1637(40.8)				1	1
1	1017(25.3)				1.06(0.85-1.32)	1.02(0.80-1.27)
2	993(24.7)				1.34(1.09-1.65)*	1.26(1.01-1.57)*
3	327(8.2)				1.62(1.20-2.17)*	1.48(1.08-2.01)*
4	41(1.0)				1.85(0.85-3.69)	1.48(0.67-3.00)
P for trend	41(1.0)				<0.001*	0.003*

Values are expressed as median (25percentile-75percentile). COR, crude odds ratio; AOR, adjusted odds ratio; CI, confidence interval.*P<0.05

aAdjusted for sex, grade, parental history of allergies, number of siblings, and firstborn child yes or no.

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

表5. Multivariate analyses for association between heating systems and mechanical ventilation (ventilation) and asthma

Variable	n (%)	Asthma n(%)	Crude OR (95% CI)	Model 1 OR ^a (95% CI)	Model 2 OR ^b (95% CI)	Model 3 OR ^c (95% CI)
Use of heating fuels						
Electric	331 (8.5)	27 (8.2)	1	1	1	1
Gas	584 (15.1)	74 (12.7)	1.63 (1.04-2.64)*	1.75 (1.08-2.91)*	1.57 (0.97-2.62)	1.45 (0.89-2.43)
Kerosene	2835 (73.2)	379 (13.4)	1.74 (1.18-2.67)*	1.94 (1.29-3.04)*	1.75 (1.15-2.74)*	1.58 (1.03-2.49)*
Other	124 (3.2)	16 (12.9)	1.67 (0.85-3.18)	1.90 (0.94-3.74)	1.78 (0.88-3.50)	1.62 (0.80-3.20)
Heater flue (except electric heaters)						
Flued heaters	2775 (78.3)	343 (12.4)	1	1	1	1
Unflued heaters	768 (21.7)	126 (16.4)	1.39 (1.11-1.73)*	1.36 (1.08-1.71)*	1.32 (1.04-1.65)*	1.29 (1.02-1.63)*
Ventilation						
Presence	2533 (65.4)	302 (11.9)	1	1	1	1
Absence	1341 (34.6)	194 (14.5)	1.25 (1.03-1.52)*	1.24 (1.01-1.52)*	1.22 (1.00-1.50)	1.19 (0.97-1.45)

Values are expressed as numbers (percentage). OR, odds ratio; CI, confidence interval

*P < 0.05

^aAdjusted for sex, school grade, parental history of allergies, and schools

^bAdjusted for sex, school grade, parental history of allergies, schools, residence <200 meters from a main road, presence of wall-to-wall carpeting in the house, and presence of smoker in the house

^cAdjusted for sex, school grade, parental history of allergies, schools, residence <200 meters from a main road, presence of wall-to-wall carpeting in the house, presence of a smoker in the house, and presence of indoor dampness.

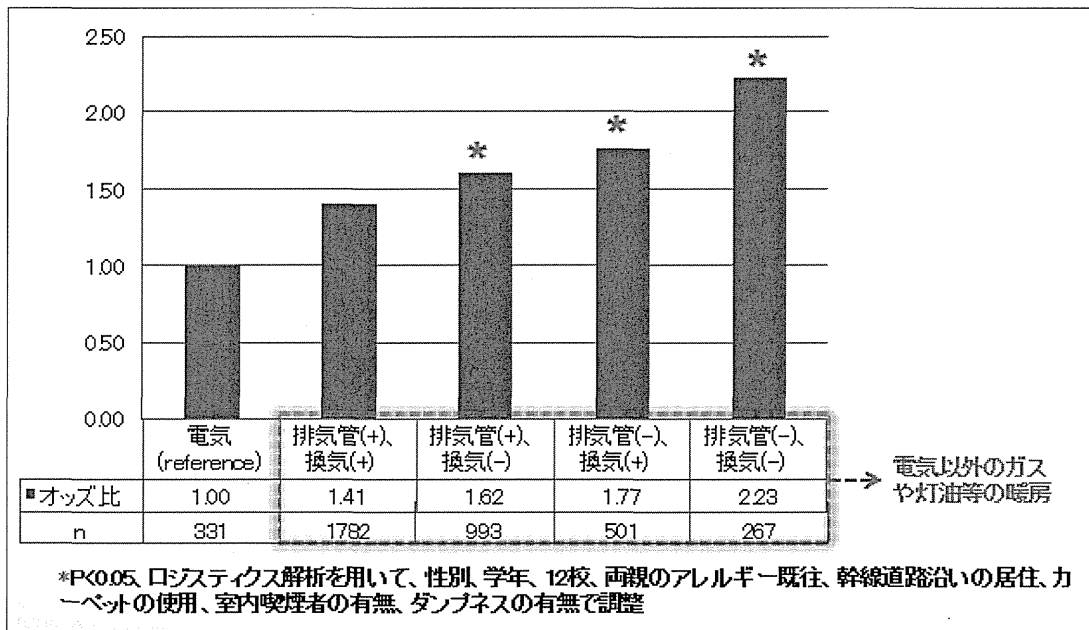


図1 暖房燃料、排気、および強制換気の組み合わせと現在の喘息症状の関連

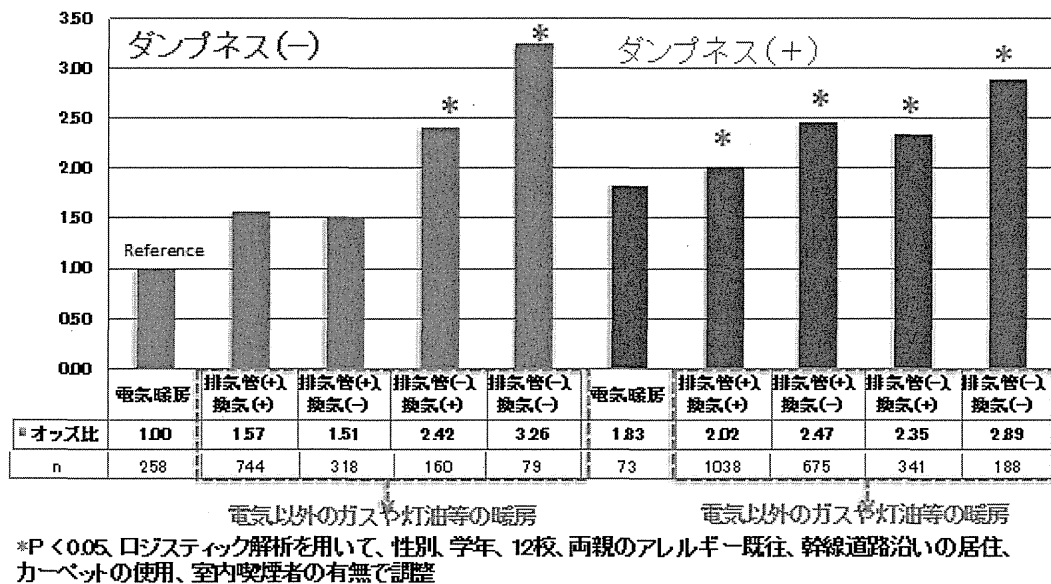


図2 ダンプネスで層別した暖房燃料、排気、および強制換気の組み合わせと喘息症状の関連

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

研究分担者 東 賢一 近畿大学医学部 講師

研究要旨

本研究では、新マニュアルの目次のうち、「室内環境規制に関する国内外の動向」、「化学物質過敏症の疾患概念」、「シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題」について調査を行った。室内環境規制に対する取り組みでは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれており、世界保健機関、ドイツ、フランス、カナダ、日本の状況を取りまとめた。また、曝露経路が多経路であるフタル酸エステル類については、発生源対策として、室内用途製品の使用禁止をデンマークが進めたが、手続き上の問題やリスクに関する科学的根拠の不足等の指摘により撤回されている。今後、リスクに関する科学的知見の充実がなされれば、欧州連合で規制が強化される可能性が示唆されている。化学物質過敏症は、日本では2009年10月に傷病名マスター等に登録されたが、その病態を説明可能な検査所見や臨床所見に関する研究成果が乏しいことや、既存の精神疾患との類似性が指摘されていることが問題となっている。近年、脳神経系（臭いの処理）や免疫系における特徴が示唆されており、さらなる研究が必要である。シックビルディング症候群（SBS）については、近年、日本で実態調査がなされている。1999年頃より、温度、相対湿度、二酸化炭素について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合が上昇傾向にあることが明らかとなっている。また、全国規模のアンケート調査の結果などから、SBSの有症率は、1990年代に調査された米国の大規模オフィスビルほどではないが、日本でもSBSの問題が少なからず残っており、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、居室の改装、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆されている。これらの不適合率の改善は、今度の課題の1つと考えられる。

A. 研究目的

平成18年から平成19年にかけて作成された「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」以降に蓄積された科学的知見や国内外の動向を体系的にレビューし、新マニュアル(改訂版)に追加すべき項目を整理する。

本研究では、研究班全体で作成した新マニュアル(改訂版)の目次のうち、「室内環境規制に関する国内外の動向」、「化学物質過敏症の疾患概念」、「シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題」について分担した。

B. 研究方法

B.1 室内環境規制に関する国内外の動向

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した。平成20年以降に主だった活動が見受けられた世界保健機関、ドイツ、フランス、カナダを主な調査対象国とした。

B.2 化学物質過敏症の疾患概念

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

B.3 シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題

本研究者は、平成21年度から平成22年度までの厚生労働科学研究「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究」、平成23年度から平成25年度までの厚生労働科学研究「建築

物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究」を通じて、建築物環境衛生管理における課題の調査、シックビルディング症候群に関する疫学調査を実施してきた。そこで、これらの研究で得られた課題を整理し、新マニュアルに反映する。

（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を取り扱うものではなく、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た。

C. 研究結果および考察

C1. 室内環境規制に関する国内外の動向

日本では、1997年から2002年にかけて策定された厚生労働省の室内濃度指針値が、関係省庁等の規制のもととなっている。その後約10年が経過した間に、指針値を定めた化学物質以外の代替物質による健康影響、半揮発性有機化合物（SVOC）による健康影響、細菌由来の揮発性有機化合物（MVOC）類に関する研究の進展、世界保健機関（WHO）の空気質基準の改廃の動向との整合性の必要性などが課題としてあげられてきている¹⁾。そのため厚生労働省は、最新の知見に基づいた室内濃度指針値の設定等の検討を2012年9月から開始した。とりわけ室内濃度指針値策定対象物質の選定にあたっては、対象となる化学物質の候補を初期リスク評価により優先付けたうえで指針値の設定を検討する予定となっている。これまでのところ、ベンゼンがその候補としてあげられている²⁾。

諸外国における取り組みでは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。室内環境は、大気や労働環境とは異なり管理責任者が単一ではないこと、室内濃度は温度や発生源からの減衰の影響を受けて大きく変動するため単一の測定結果では判断できないことなどから、

室内空気汚染に対する規制は容易ではない。そのため、行動を起こすべき、あるいは目標とすべき濃度として汚染物質濃度のガイドラインを定め、それを目標に建材や家具等の汚染源に対する放散基準を設定する取り組みが適切だとされている²⁾。そこでWHO、ドイツ、フランス、カナダを中心に室内空気質ガイドラインの設定状況を調査した。

WHO 欧州は、2009年に湿気とカビのガイドライン、2010年に9つの汚染物質のガイドライン、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。ドイツ連邦環境庁は、1977年に制定されたホルムアルデヒド以降、2014年までに45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いる。また、毒性情報に基づく指針値設定を行うには科学的知見が不足している物質として、二酸化炭素、総揮発性有機化合物（TVOC）、微小粒子状物質に対してはガイダンス値が定められている。ドイツでは、今後も継続的に指針値の策定が予定されている。フランスでは2007年以降、環境労働衛生安全庁（ANSES）が9物質について室内空気指針値（VGAI）を定めている。フランスも今後継続的に指針値の策定が予定されている。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作業を行っている。現在までに9物質の室内空気質ガイドラインが追加または改正されている。今後も引き続き追加や改正作業が予定されている。

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おり、室内では家庭用品や建材などに幅広く使用されている。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。また、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。そこでデンマークは、4種のフタル酸エステル類に対して、室内で使用される製品中の含有量を0.1%

未満とし、その基準を超える室内用途製品の輸入と使用を禁止する政令を2012年に公布した。しかし、手続き上の問題などの指摘を欧州連合から受け、現在は撤回している。最近では、スウェーデンが成形品中のフタル酸エステル類の含有量をREACHで規制するよう提案している。

住宅に関連する健康リスクには、室内空気汚染による呼吸器系や循環器系疾患、極度な温熱による疾患や死亡、不衛生な環境による感染症、社会病理、精神疾患、家の中での傷害（転倒や落下）など、その要因は多数存在する。そこでWHOは、良質な設計、建築、維持管理、立地環境等を通じて、これらのリスクを低減する健康な住宅のためのガイドラインの開発に取り組んでいる。このような住宅と健康に関する概念は、イギリスの公衆衛生法に端を発する。イギリスでは、公衆衛生法から住居法へと変遷し、2004年に住宅健康安全格付けシステムを導入している。このシステムは、29のリスク要因に起こりうる疾病や傷害の階級に応じて自治体の担当官がリスク定性的に評価を行い、処置等を勧告するシステムである。このシステムは、2012年から米国にも展開がなされている。

C2. 化学物質過敏症の疾患概念

化学物質過敏症は、最初にある程度の量の化学物質に曝露されるか、あるいは低濃度の化学物質に長期間反復曝露されて一旦過敏状態になると、その後極めて微量の同系統の化学物質に対しても過敏症状をきたす病態とされている。しかしながら、未だに化学物質との因果関係や発生機序については未解明な部分が多い。化学物質過敏症は、2009年10月1日から傷病名マスターと標準病名マスターに登録され、「詳細不明の物質の毒作用」（ICD-10: T65.9）に分類された。従って、早急に化学物質過敏症の病態を解明し、その評価方法を明確にする必要があるが、それらについて学会等でオーソライズされたものはなく、問診等に基づいた医師の判断に委ねられているのが現状である。

化学物質過敏症は、既存の毒性学的概念で説明することが困難であり、その病態を説明可能な検査所見や臨床所見に関する研究成果が乏し

いことや、既存の精神疾患との類似性が指摘されていることが問題点となっている。従って、これまで化学物質過敏症の特徴を把握するために有効な客観的な評価法や検査法が見いだされおらず、近年、脳神経系や免疫系に関する研究が進められている。特に、化学物質に対して過敏な状態にあるものは、日常生活において、健常者に比べてさまざまな匂いに敏感に反応する。そのため、臭い物質を負荷した際の脳の状態について、ポジトロン断層法（PET）³⁾、単一光子放射断層撮影法（SPECT）⁴⁾、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）⁵⁾、機能的近赤外線分光法（fNIRS）⁶⁾を用いた脳機能イメージング法による研究が実施されており、脳内で臭いを処理する皮質や神経回路における特徴が示唆されている。免疫系の研究では、化学物質過敏患者の免疫反応はアレルギーとは異なり、免疫系に歪みが生じていることが示唆されている⁷⁻⁹⁾。その他、全国レベルの調査において非アレルギー性皮膚炎がみられたこと¹⁰⁾や、遺伝的感受性要因は低いことが示唆された報告¹¹⁾も近年なされている。

今後、化学物質過敏症の病態学的意義を明らかにするうえで、脳機能や免疫系の変化に対するさらなる研究が必要と考えられる。

C3. シックビルディング症候群：職域・オフィスビル、公共ビルの課題

欧米では1970年代後半頃より、建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響や不快感の問題が報告された。いわゆるシックビルディング症候群（SBS）と呼ばれているものである。

SBSの症状は、粘膜の刺激、皮膚の乾燥や紅斑等の症状、頭痛やめまいなどの非特異症状などがあり、特定の建築物や居室内で就業中に増悪し、これらの場所から離れると改善または消失するのが特徴である。臨床的に診断が可能な喘息や過敏性肺炎やレジオネラ症などを含むビル関連疾患とは明確に区別される。これまでの疫学調査の結果から、SBSの要因については、諸外国における研究によって、性別やアトピー体質などの個人要因、ダスト・揮発性有機化合

物・微生物などの室内空気汚染物質、温湿度・照度・空調設備・換気・清掃・設備の維持管理などの建築物に関わる要因が報告されている¹²⁾。

日本では、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）や労働安全衛生法に基づく事務所衛生基準規則によって、SBSの発生が防止されてきたといわれている。しかしながら、1999年頃より、「温度」、「相対湿度」、「二酸化炭素」について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合（不適率）が、特に事務所において上昇傾向にあることが明らかとなっている^{13),14)}。また、室内の微生物汚染や大気中の超微小粒子汚染、VDU（パソコン等のディスプレイ装置）作業に与える低湿度の影響など、室内環境や建物外の大気汚染による健康影響が近年示唆されており、これらの要因による事務所労働者の健康影響が懸念される¹²⁾。

著者らは、2012年から2014年にかけて、建築物の管理者や利用者に対する全国規模のアンケート調査およびオフィスにおける温湿度や化学物質や微生物の測定調査を行い、SBSの有症率やリスク要因を明らかにしてきた^{12),15)-17)}。

SBSの有症率は、1990年代に調査された米国の大規模オフィスビルほどではないが、日本でもSBSの問題が少なからず残っており、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、居室の改装、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆された。近年、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加しており、公衆衛生学的見地からも、今後、これらの要因に関する詳細な調査を行い、より一層の対策を検討していく必要がある。

D. 総括

室内環境汚染に対しては、国内外において、室内濃度指針値の策定を中心とした対策が行われている。しかし、曝露経路が多経路であるフタル酸エステル類については、発生源対策として、室内用途製品の使用禁止をデンマークが進めたが、手続き上の問題などで撤回されている。今後、リスクに関する科学的知見の充実がなさ

れば、欧州連合で規制が強化される可能性が示されている。

化学物質過敏症は、日本では2009年10月に傷病名マスター等に登録されたが、その病態を説明可能な検査所見や臨床所見に関する研究成果が乏しいことや、既存の精神疾患との類似性が指摘されていることが問題となっている。近年、脳神経系（臭いの処理）や免疫系における特徴が示唆されており、さらなる研究が必要である。

シックビルディング症候群（SBS）については、近年、日本で実態調査がなされている。1999年頃より、温度、相対湿度、二酸化炭素について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合が上昇傾向にあることが明らかとなっており、全国規模のアンケート調査の結果などからも、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、居室の改装、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆されている。これらの不適合率の改善は、今度の課題の1つと考えられる。

参考文献

- 1) 東 賢一. 室内化学物質規制に関する国内外の動向. ビルと環境, 第148号, in press, 2015.
- 2) 東 賢一. 室内空気汚染対策に関する世界的動向と今後の対策. 公衆衛生 78(8):533-540, 2014.
- 3) Hillert L et al. Odor processing in multiple chemical sensitivity. Hum Brain Mapp 28: 172-182, 2007.
- 4) Orriols R et al. Brain dysfunction in multiple chemical sensitivity. J Neurol Sci 287: 72-78, 2009.
- 5) Miki T et al. Enhanced brain images in the limbic system by functional magnetic resonance imaging (fMRI) during chemical exposures to patients with multiple chemical sensitivities. Kitasato Medical Journal 40: 27-34, 2010.
- 6) Azuma K et al. Changes in Cerebral

- Blood Flow during Olfactory Stimulation in Patients with Multiple Chemical Sensitivity: A Multi-Channel Near-Infrared Spectroscopic Study. *PLoS ONE* 8(11): e80567. doi:10.1371/journal.pone.0080567, 2013.
- 7) Dantoft et al. An elevated pro-inflammatory cytokine profile in multiple chemical sensitivity. *Psychoneuroendocrinology* 40:140–150, 2014.
- 8) Tanigawa et al. Profiles of immunological function tests among patients with the so-called multiple chemical sensitivity. *Proceedings of the the Japanese Society for Immunology* 41:121, 2012
- 9) Tanigawa et al. Characteristics of immunological function tests in patients with multiple chemical sensitivity. *Proceedings of the the Japanese Society for Immunology* 43:169, 2014
- 10) Berg et al. Non-allergic cutaneous reactions in airborne chemical sensitivity—a population based study. *Int J Hyg Environ Health* 214(3):239–245, 2011.
- 11) Berg et al. Genetic susceptibility factors for multiple chemical sensitivity revisited. *Int J Hyg Environ Health* 213(2):131–139, 2010.
- 12) 東 賢一. 建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因—日本におけるシックビルディング症候群の現状—. *保健医療科学* 63(4):334–341, 2014.
- 13) 大澤元毅ら. 建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究, 平成 21~22 年度総括・分担総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2011 年 3 月
- 14) 大澤元毅ら. 建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究, 平成 21 年度総括・分担総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2010 年 3 月
- 15) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究, 平成 25 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2014 年 3 月
- 16) Azuma et al. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress. *Indoor Air*, Epub ahead of print. DOI: 10.1111/ina.12158.
- 17) Azuma et al. Nonspecific building-related symptoms of office employees and indoor air quality of the work environment: a surveillance study for their relevance in office buildings in Japan. *Proceedings of the Healthy Buildings 2015 Europe*, in press, 2015.

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 室内空気汚染対策に関する世界的動向と今後の対策. *公衆衛生* 78(8):533–540, 2014.
- 2) 東 賢一. 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, 2014.
- 3) 東 賢一. 建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因—日本におけるシックビルディング症候群の現状—. *保健医療科学* 63(4):334–341, 2014.
- 4) 東 賢一. 室内化学物質規制に関する国内外の動向. *ビルと環境*, 第 148 号, in press, 2015.

2. 学会発表

未定

H. 知的財産権の出願・登録状況

予定なし

調査資料のまとめ

1. 世界保健機関のガイドライン

1. 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 Headquarters, 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

1. 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 of 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ものが検討された。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1）、室内空気にも適用可能である（WHO Europe, 2006a）。表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 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

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

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/m³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 (μg/m ³) ⁻¹ 17 μg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 1.7 μg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 0.17 μg/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 μg/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 μg/m ³ (1時間平均値) 40 μg/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：15×10 ⁻⁵ (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：0.6×10 ⁻⁵ (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：4.3×10 ⁻⁷ (μg/m ³) ⁻¹ 230 μg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 23 μg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 2.3 μg/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 μg/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：8.7×10 ⁻⁵ (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（PM_{2.5}、PM₁₀）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が公表されおり、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4に示す燃焼生成物の目標排出基準を設定した(WHO, 2014)。

表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

1. 3 世界保健機関の住宅と健康ガイドライン

住宅が関連する健康リスクとしては、室内空気汚染による呼吸器系や循環器系疾患、極度な温熱による疾患や死亡、不衛生な環境による感染症、社会病理、精神疾患、家の中での傷害（転倒や落下）などがある。そこでWHOは、良質な設計、建築、維持管理、立地環境等を通じて、これらのリスクを低減する健康な住宅のためのガイドライン（Housing and health guidelines）の開発に取り組んでいる(WHO, 2013)。

2. 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を除した値、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、2014年までに45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いる。表5に2014年までに作成された室内空気質ガイドラインを示す（IRK, 2015）。今後も、酢酸エステル類、アセトン、テキサノール、エンドトキシンなどに対してガイドラインを定める予定となっている。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6に二酸化炭素、表7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7）。

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

表5 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
トルエン	3	0.3	1996
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)	6 (30分)	1997
	15 (8時間)	1.5 (8時間)	
ジクロロメタン	2 (24時間)	0.2	1997
二酸化窒素	0.350 (30分)	—	1998
	0.06 (1週間)		
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