

令和4年度化学物質健康問題に関する講習会

子どもが利用する施設における化学物質対策

防衛医科大学校 衛生学公衆衛生学講座

角田正史

子どもが利用する施設：室内環境と健康に影響する要因



室内環境：閉鎖的な空間（特に近年では気密化、高断熱化などで閉鎖の度合いがあがっている）という特徴



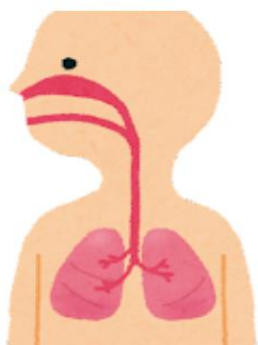
健康に影響する要因

化学的要因

物理的要因

生物的要因

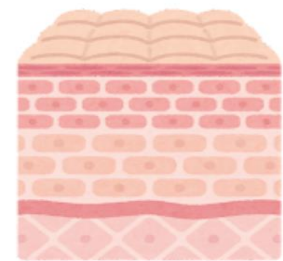
化学物質の人体への侵入経路



室内環境において、最も重要なのが気道からの侵入

我々は空気を常にとりこまなければならないので、化学物質が空気に含まれていれば必然的に気道から肺へ侵入

血液に酸素を取り入れるために肺は血流に極めて富み、吸収性も高い



ついで皮膚を介する侵入（水溶性、または脂溶性の物質が侵入しやすい）

口からの侵入（消化管の吸収）は食事を介する場合

室内における化学物質の発生源となりうるもの



建築物自体や建材

室内家具・調度品

料理、暖房、喫煙、清掃等の人の活動

汚染空気の外部からの侵入

日用品（柔軟剤、芳香剤、塗料、生活用品、おもちゃ等）

室内環境における化学的要因となる主な化学物質

汚染物質であるもの：

一酸化炭素(不完全燃焼による)

窒素酸化物

二酸化硫黄

オゾン(室内ではコピー機、レーザープリンターなどから発生)

ホルムアルデヒド(建材、樹脂などから発生)

トルエン (塗料など、様々な用途)

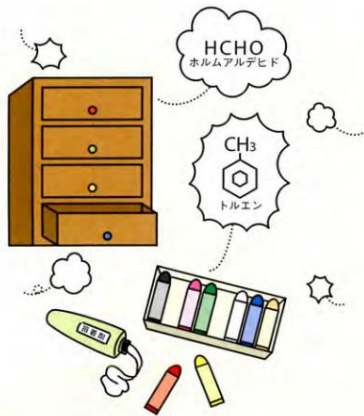
揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds, VOCs, 様々な有機化合物の総称)

浮遊粉じん

たばこ煙

空気の組成の変化によるもの：

二酸化炭素：人間の呼吸による。換気の指標としても使用される



集団における化学物質の影響の現れ方(量・反応関係)

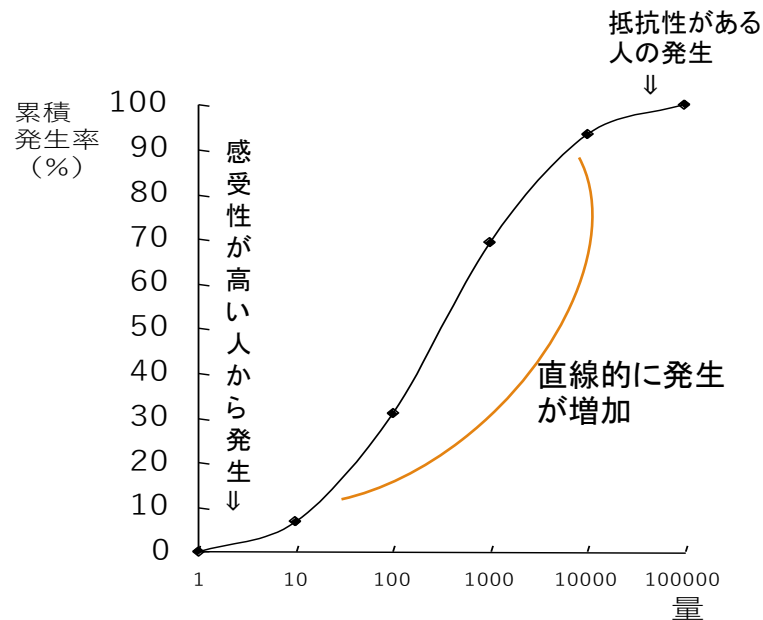
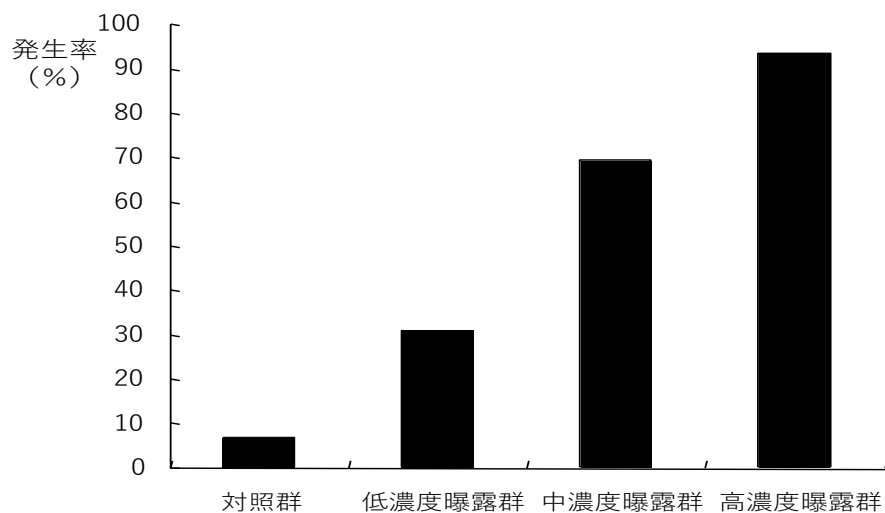


図 量－反応関係

図 化学物質の量と累積発生率

化学物質に曝露される量が増加するに従って、ある特定の影響の発生率が増加。

図で横軸を化学物質の量(対数目盛)、縦軸を累積反応率としてグラフにすると、量－反応関係は最初に感受性の高い集団から発生がなだらかに始まり、量が増えると直線状に発生が増え、最後は抵抗性のある集団となるためなだらかになり、S字状曲線 sigmoid curveをなす

子どもの化学物質に対する反応

一般に子どもの化学物質に対する感受性は高いとされている

↓ 様々な要因が関連している

発達段階にあり、色々な器官が発達しているため影響を受けやすい
体重が軽いために、体重当たりでは比較的化学物質の量が大
代謝が盛ん

脳の毛細血管にある血液脳関門は、神経細胞に影響を及ぼす物質をブロックするが、小児では血液脳関門が未熟とされている

(また子どもは、成人に比べ症状を訴えにくい)



室内環境における化学的要因による健康障害：低濃度曝露による影響



様々な生産を行う産業職場においては、有機溶剤など有機化合物による皮膚や粘膜の障害、神経障害などが知られている



このような障害は、比較的高濃度で起きるため、産業職場では、ほとんど全ての労働者で健康障害が起こらない空気中の濃度、許容濃度を基準に対策を立てている。例えば、ホルムアルデヒドの許容濃度を越える曝露で、粘膜障害などが起こった場合は、ホルムアルデヒドの急性中毒となるが、急性中毒を起こさない対策が立てられている



一般の環境では、高濃度曝露は稀である。しかし、労働者であれば殆ど全ての人に健康影響が起こらないはずの低濃度で健康影響が起こることが懸念されている

室内環境における化学物質による健康障害： シックハウス症候群と化学物質過敏症

いずれも一般の環境、特に室内環境で起こり得る、化学物質による健康障害

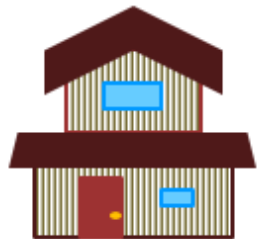
許容濃度よりも低レベルの曝露で起こり得るとされている。

但し、共に医学的にその概念のコンセンサスが得られている疾患ではない。

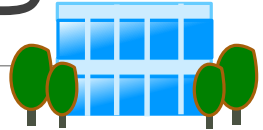
現実には症状を訴える患者がいるので、疾患概念を理解した上で対処は必要

シックハウス症候群

シックハウス症候群は、複数の要因及び機序に起因する複数の症状を包含した概念であり、住宅などにおける生物的要因や物理・化学要因など室内環境因子を改善することにより、発症予防や症状の改善が見込まれる健康障害である（日本衛生学会の提言、2005）。



シックハウス症候群が問題となるまで： 欧米におけるシックビル症候群から



1970年代、オイルショック(中東戦争をきっかけとした石油価格の上昇)の後、欧米において省エネを目的に換気量の低減及び建造物の気密化が図られた。



換気不足が過度となり、室内空気環境が悪化し、事務所建築物で働く人々に目の刺激、頭痛、喉の刺激など様々な症状が見られた。症状は該当の建物を離れると消失した。

このような症状を示す疾患が**シックビル症候群**と名付けられた。原因は同定されなかったが汚染化学物質の蓄積が原因と考えられた。



日本でもシックビル症候群の発生が懸念されたが、日本では社会問題にならなかった。(一説には日本では建築物衛生法が施行(特定建築物における換気基準などが定められている)されており、建築物内の空気の衛生が保たれていたために、問題にならなかったとされる)

シックハウス症候群： 日本独自の概念

1990年代より、日本では住居に起因する健康障害が社会問題化

木造家屋が多く、建材に含まれる樹脂などに様々な有機化学物質が含まれていた。

木造住宅でも気密化が進んだなどの背景が考えられている

シックハウス症候群の原因、 症状、発生場所及び患者

原因は明確になっていないが、ホルムアルデヒドなどの揮発性のある有機化合物などの化学物質の他、ダニ、カビなどの生物学的要因とも関連するとされる。化学物質については、オフィスの改装時や新築の家屋、家屋の改装時において、建材や家具から化学物質が放出される。

症状：粘膜刺激症状（眼がチカチカする、眼球結膜の充血）、咳、頭痛、めまい、皮疹などの皮膚症状、気分不快など。

感受性の高い人のみが症状を訴える。

一般に家庭での発生が多いが、職場で発生することも。

シックハウス症候群の問題点

現時点では医学的概念の一致がなく、様々な原因による健康障害の集合したものと考えて良い

シックハウスについて提案された分類では1)化学物質による中毒(急性中毒レベル、または中毒の後遺症)、2)化学物質の曝露の可能性が大きい(新築改築などをきっかけ)、3)心理的関与が考えられる(精神疾患の影響、化学物質の曝露が想定しにくい)、4)アレルギーや他の疾患によるもの となっている

化学物質の関与が考えられるものについても、家庭で起こる場合に、化学物質の測定記録はほとんどないために、どのようなレベルで起こるか、わかっていない

客観的な診断法がない

化学物質過敏症 (多種化学物質過敏症)

Cullenが1987年に提唱:「過去に大量の化学物質に一度曝露された後、また長期慢性的に化学物質の曝露を受けた後に、非常に微量な化学物質に再接触した際に見られる不快な臨床症状」



後年、過去に大量の化学物質の曝露を条件としない考え方も出てきた

「非常に低いレベルの様々な関連性のない(共通の化学構造を示さない)化学物質によって、一つ以上の器官系におこる症状により、特徴づけられる疾患」(微量の化学物質曝露によって症状が起こるかどうかを重視)

シックハウス症候群との違いは、シックハウス症候群は該当の家屋(部屋)を離れば消失するが、化学物質過敏症は化学物質に接触すれば起こりうることとされている

表 化学物質の室内濃度指針値(シックハウス症候群を念頭においたもの)

揮発性有機化合物	指針値策定の基となった毒性指標	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	ヒト曝露における鼻咽頭粘膜への刺激	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
トルエン	ヒト曝露における神経行動機能及び生殖発生への影響	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
キシレン	ヒトにおける長期間職業曝露による中枢神経系への影響	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬曝露における肝臓及び腎臓等への影響	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
エチルベンゼン	マウス及びラット曝露における肝臓及び腎臓への影響	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
スチレン	ラット曝露における脳や肝臓への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
クロルピリホス	母ラット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	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) 但し小児の場合は 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル	ラットの生殖・発生毒性についての影響	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.5ppb)
テトラデカン	C ₈ -C ₁₆ 混合物のラット曝露における肝臓への影響	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
フタル酸ジ-n-エチルヘキシル	ラットの雄生殖器系への影響	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.3 ppb)
ダイアジノン	ラット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	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
アセトアルデヒド	ラット経気道曝露における鼻腔嗅覚上皮への影響	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)
フェノブカルブ	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	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)
総揮発性有機化合物量 (TVOC)	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	暫定目標値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

シックハウス症候群、化学物質過敏症 が起こった可能性があるときの対策

化学物質が比較的高濃度になっている可能性がある



換気を徹底する: 窓の開閉、空調設備の点検

窓その他の開口部の換気に有効な部分の面積は居室の床面積に対し1/20以上

換気設備における換気量: 一人当たり1時間につき 20m^3

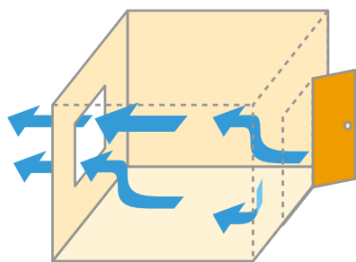
改装用建材や、新しく持ち込まれた家具、遊具などの点検

不調を訴えた該当者に対して、該当する部屋の使用を制限

個人の感受性の差が大きいことを認識、不調を訴えた該当者の話を良く聞く(心身ともにチェック)

特に子供は自分の症状を表現しにくいことに留意

保健所に相談窓口がある場合も



シックハウス症候群、化学物質過敏症 が起こった可能性があるときの注意点

やってはいけないこと、効果がないこと

精神症状と決めつけた対応は絶対にしない
(保護者を含めて)



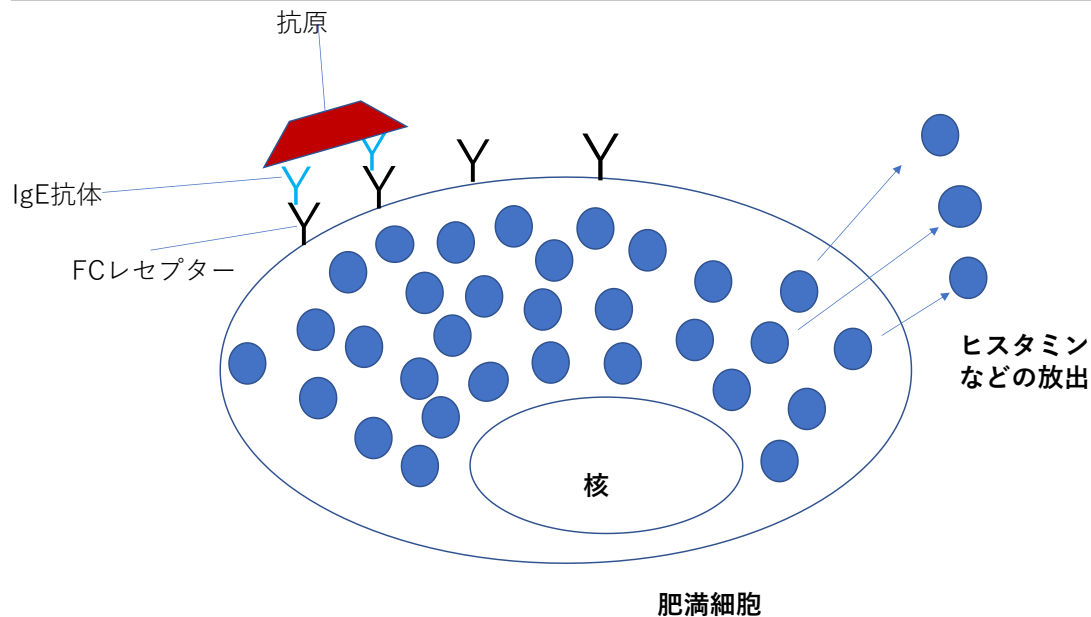
空気清浄器の効果は薄い。

通常のマスクは化学物質の除去効果がほとんどなく十分ではない。



つまり**換気の徹底**で化学物質濃度の低減を図るのが**重要**

その他の室内環境の健康 問題：アレルギー



アレルギー：
人に引き起こ
される有害な
免疫反応

免疫グロブリンE (IgE) を介するアレルギー反応：アレルギー反応のひとつ。IgEを介してアレルギーとなる物質（抗原）により肥満細胞から各種化学物質放出。アレルギー性鼻炎や気管支ぜんそくの症状はこの機序による。
抗原（アレルギー）に対する抗体や、対応する白血球がいったん生じ、再度抗原が侵入した時に過剰な免疫反応を生じ、有害反応となる。

代表的なアレルギー疾患と室内環境におけるリスク

代表的なアレルギー疾患：アレルギー性鼻炎、花粉症、アトピー性皮膚炎、気管支喘息など

気管支喘息：アレルギーの侵入により、化学物質放出、気管支の内腔が狭くなり、喘息発作

アレルギー性鼻炎：アレルギーの侵入により、炎症が起こり、鼻水、くしゃみ

アレルギーとなるもの：ハウスダスト（家屋じん、ダニが主成分）、ダニ、真菌（かび）、花粉、ペットの毛など

室内環境の変化によるリスクの増大

高湿度：真菌の増殖

低湿度：アトピー性皮膚炎、気管支喘息の増悪



室内環境において留意する アレルギー対策



室内湿度の適正化：真菌
(かび)の増殖防止



カーペットは必要以上に
使用しない(カーペットは
ダニの増殖を促すため)



清掃の励行(ハウスダスト
の除去)

結論：子どもが利用する施設 における化学物質対策



室内環境において化学物質対策を行う必要があることを理解し、特に子供は化学物質に感受性が高い可能性があることを理解する。

シックハウス症候群や化学物質過敏症といった問題があることを、医学的な概念の統一がないことを含めて理解する。

化学物質に対しては、個々の感受性が大きく異なる可能性があるため、精神的な問題と決めつけず、該当者(患者)の話をしっかり聞き、必要な場合専門家のアドバイスを求める。

換気の徹底は、化学物質対策として極めて重要。

室内環境の適正化(適切な湿度を保つ、清掃の徹底を行うなど)は、アレルギーの防止にも効果がある。