

粉じんのリスク・有機溶剤のリスク

- 粉じん作業と呼吸用保護具
- 有機溶剤の何が怖いか？

茨城大学工学部
久保田俊夫

Yahoo知恵袋で「有機溶剤」「危険性」で検索すると、

有機溶剤中毒に関する質問です。研究室で頻繁に以下の溶剤を使用します。メタノール・n-ヘキサン・ベンゼン・酢酸エチル・クロロホルム これら有機溶剤を大量に使用しますが、換気はエアコンの換気機能に頼り、特別な吸入防止措置を行わずに実験を行っています。なので、常に研究室はこれら溶剤の混合した臭いがしています。また、溶剤を扱う際に直接手にかかったり、溶剤を移し変えるときなど気化した溶剤を大量に吸入したりします。そこで質問なのですが、このような実験を1年間、週4日のペースで続けたとすると健康被害、実際に起こりえる症状を予測できる方がいらっしゃいましたらお聞かせください。

といった質問が...

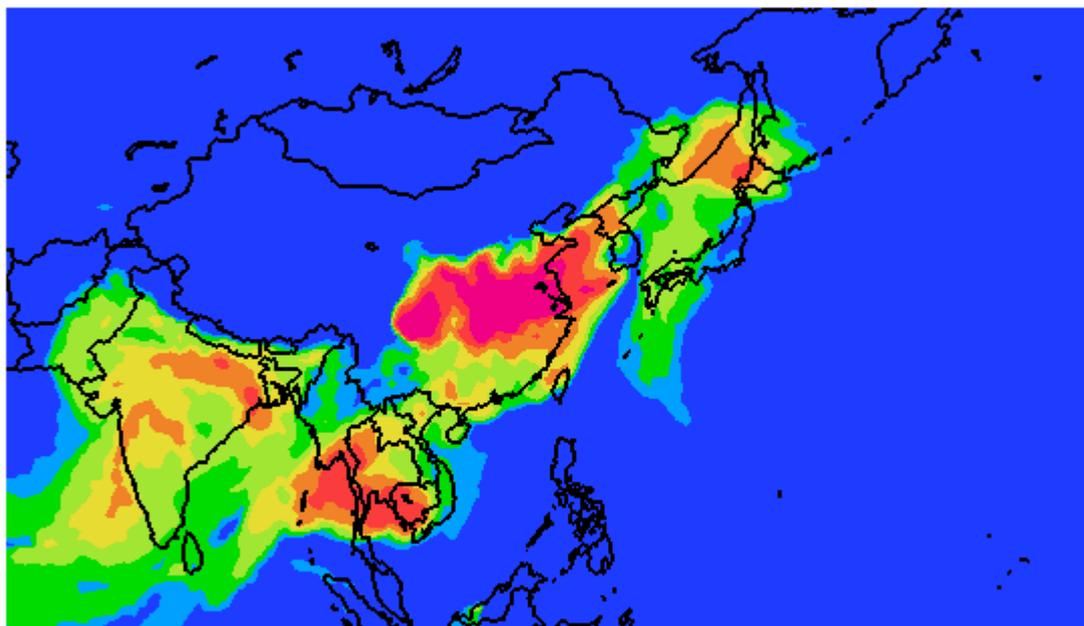
これに対する回答もかなり恐ろしいものが見受けられます。

大学の研究室はドラフト設備も十分ではない環境でその溶媒をじゃんじゃん使っています。それも週6日、3年間以上です。しかし、有機溶媒での中毒症状になったという話は聞いたことありません。

被害が目に見えないので、危機感がなく、「中毒などの災害に遭遇してからでは、遅い。」ということに目が向かない。

中国から飛来する有毒物質「PM2.5」

2013年02月01日15時



SPRINTARS



http://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/forecastj_movie_casu.html

粒子の大きさの比較(参考)

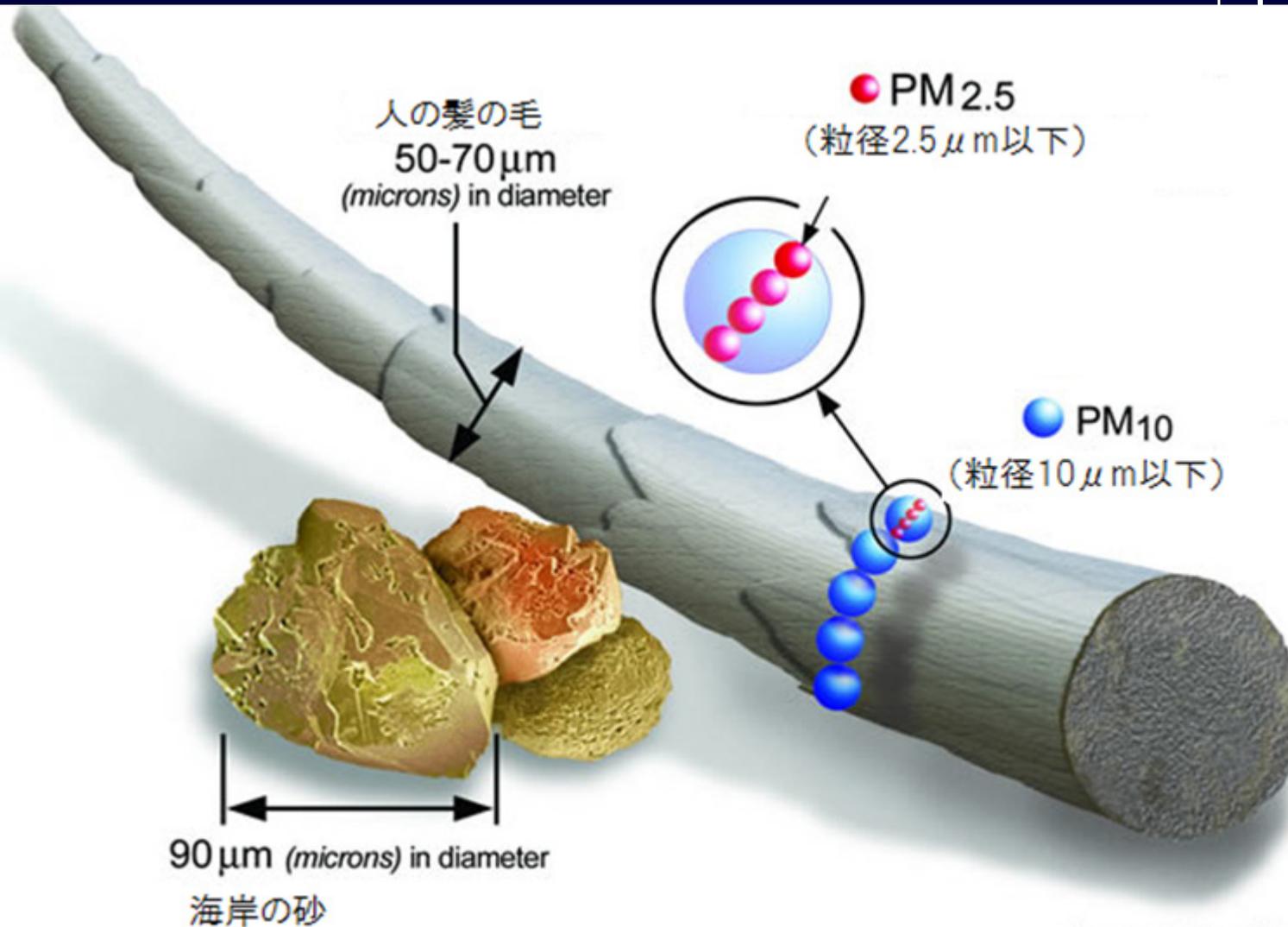
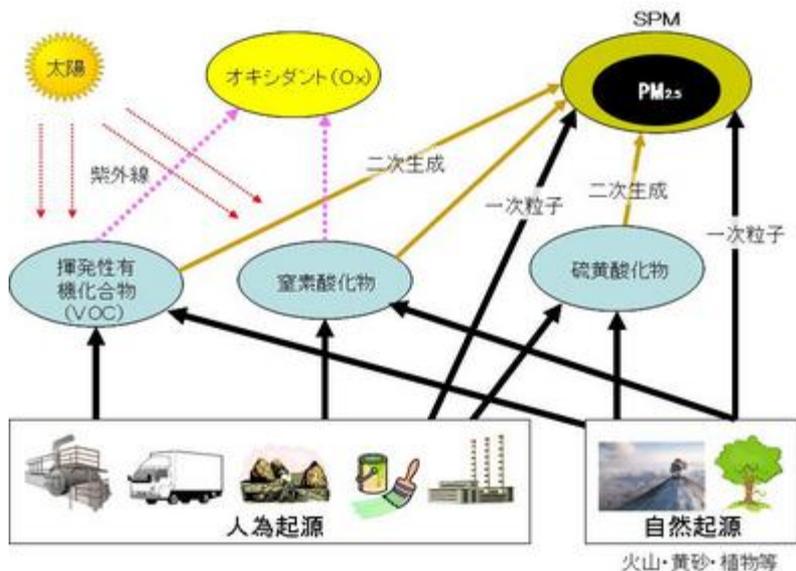


Image courtesy of the U.S. EPA

PMの大きさ(人髪や海砂)の比較 出典:USEPA



PM 2.5などの粒子状物質の発生源

人為起源＝

ボイラー等のばい煙を発生する施設、自動車、船舶等の移動発生源、塗装や印刷等のVOCを発生させるものなど

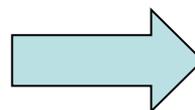
自然起源＝

火山や黄砂の他に、植物から蒸発するVOCなど

http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/assets_c/2012/06/PM2.5_source-thumb-400x290-23217.jpg

花粉を防ぐ市販のマスクも通り抜けてしまう。
普通のマスクでは防げない。

スギ花粉	約0.03mm
黄砂	約0.5～0.001mm
大気浮遊粒子状物質 (SPM)	約0.00001m
m～0.1mm (粒子径)	
微小粒子状物質 (PM2.5)	0.0025mm以下
(粒子径)	



N95規格

中国のスモッグの中身

- ◆PAH(多環芳香族炭化水素):発ガン性
 - ◆DEP(ディーゼルエンジンの排気ガス粒子):アレルギー症状を悪化
 - ◆PM2.5(微小粒子状物質):人体組織の奥に吸入
- ※光化学スモッグとは別物

“硫酸塩エアロゾル”

中国の大気汚染物質の成分「硫酸塩エアロゾルの濃度」が高い時は、空が青くても、眼と気道に刺激を感じ、ひどい時は鼻水や咳が出る。鼻血や結膜炎といったケースも。

硫酸塩エアロゾルは、花粉にも付着して、花粉症の症状を悪化させることが報告されている。

紫外線 + VOC + NOx → 光化学スモッグ
硫酸塩エアロゾル + 光化学スモッグ +
VOC + NOx → 発ガン性物質PAH

◆VOC:トルエン、ベンゼン、フロン類、ジクロロメタン、ホルムアルデヒドなど、

環境省見解 日本側ができる対策3つ

「極力、外出を避ける」

「窓は閉め切った状態にする」

「空気清浄器を利用する」

＜国が定めた基準値＞

1年平均値 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下

1日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下（平成21年9月設定）

つまり、基準値の2倍を超えたときに、
外出を控えるよう各自治体からアナウンスされる。

PM2.5とタバコの関係

禁煙の店舗:	8 (WHO良好)
非喫煙家庭:	17.8 (WHO許容範囲内)
分煙店舗禁煙席:	32 (WHO許容範囲内)
喫煙者家庭:	46.5 (WHO弱者に危険)
分煙店舗喫煙席:	256 (WHO緊急事態)
自由喫煙の店舗:	568 (超・緊急事態)

家庭に喫煙者がいるだけで、許容範囲内を超え、PM2.5の濃度がWHO緊急事態になる。

PM2.5は気になるけれど、禁煙は????

自分の肺をフィルターにして長年喫煙すると、

例外なく肺は黒くなります



香川医科大学・佐藤功

吸わない人のきれいな肺

ヘビースモーカーの肺

演者の肺

喫煙歴 22歳～55歳(33年間)

市のCT肺がん検診 50歳～55歳(6年間) 異常所見無し
60歳(2013年) 肺腫瘍の可能性が高い

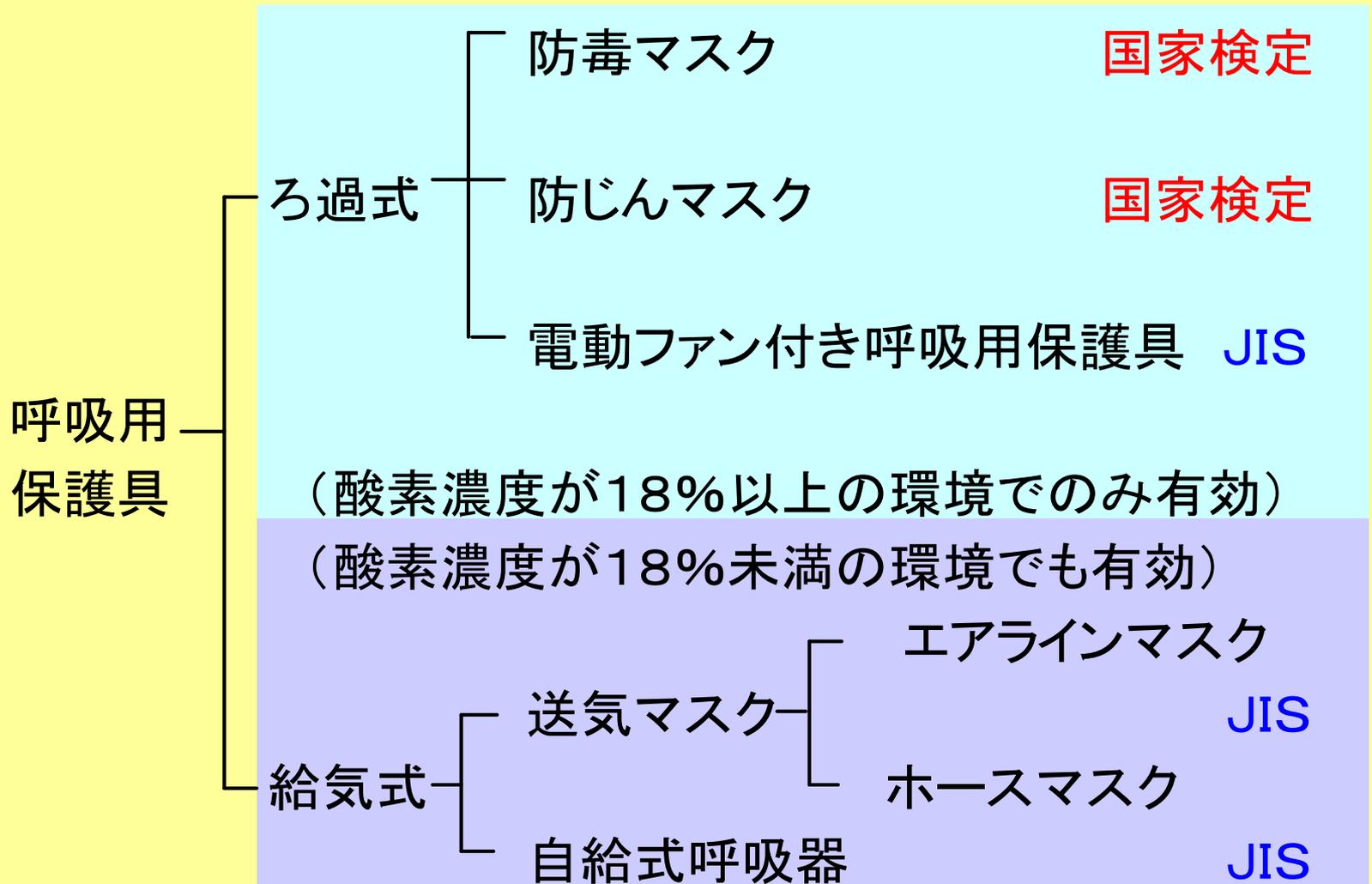
精密検査: 多発性肺がん → 切除手術

術後病理検査の結果: 腺がん(悪性)

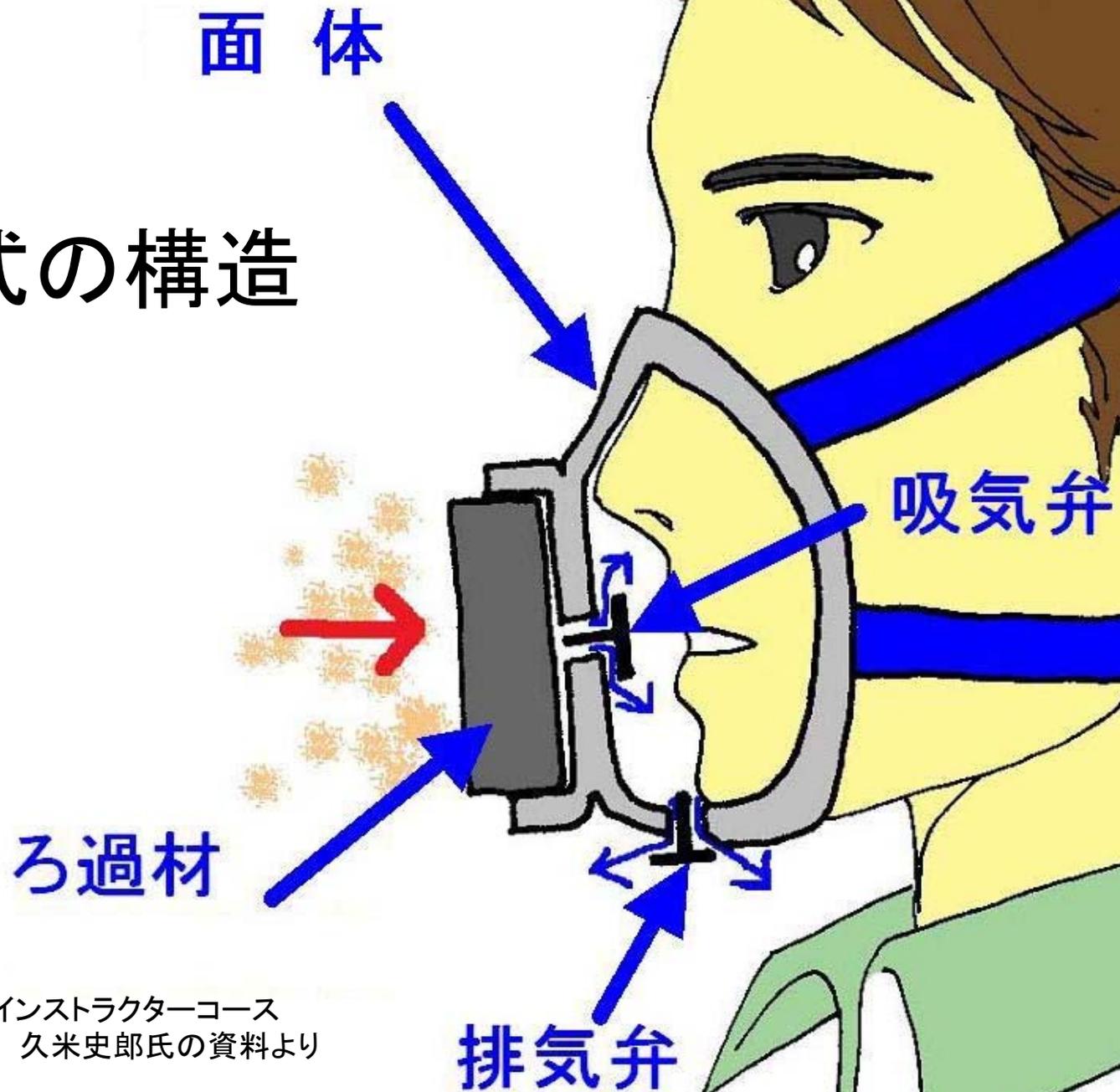
5年生存率95%以上



呼吸用保護具の種類



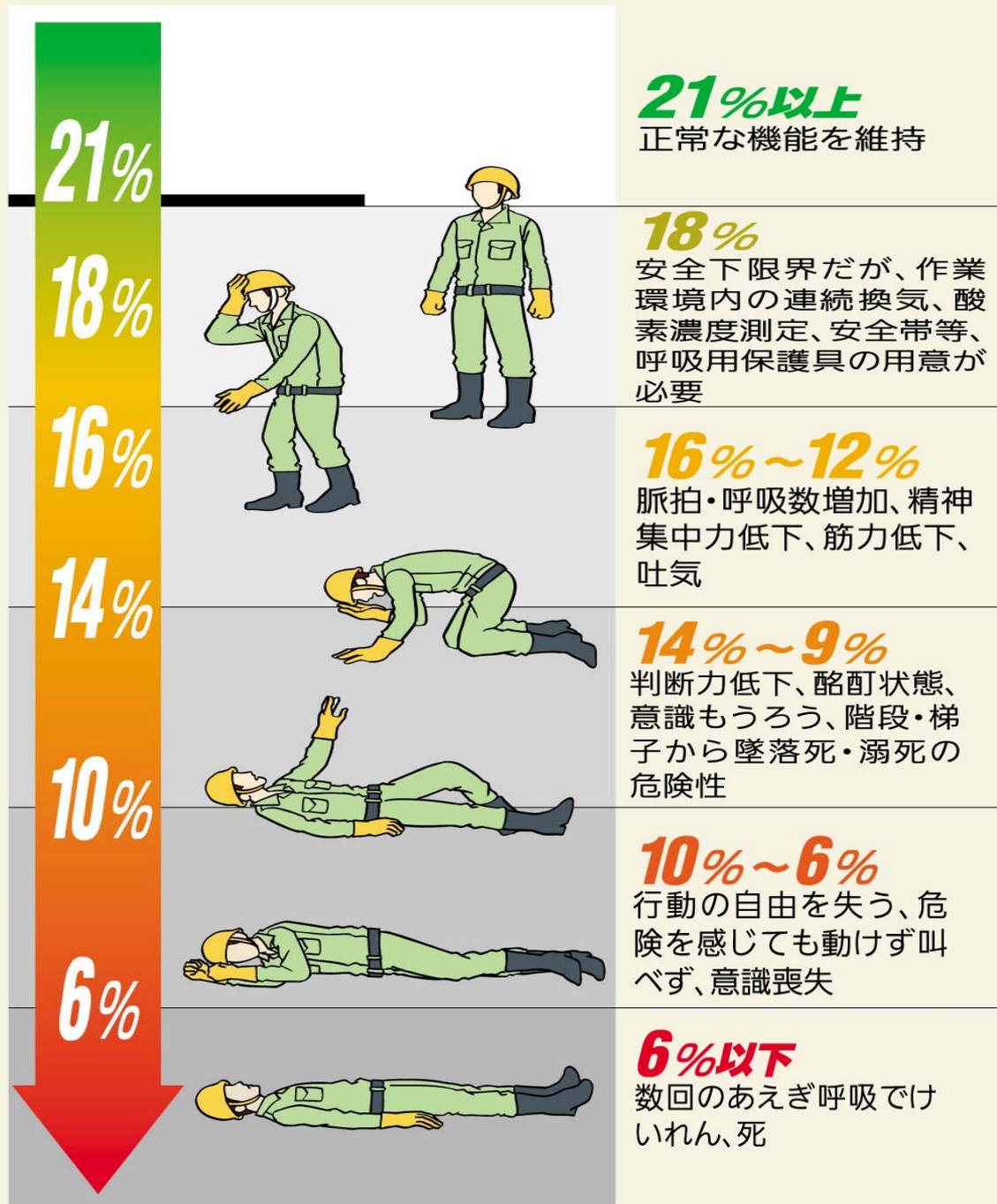
ろ過式の構造



粉じん作業インストラクターコース
重松製作所 久米史郎氏の資料より

酸欠症 による 身体の 変化

中央労働災害防止協会発行
新酸素欠乏症等の防止
(特別教育用テキスト)を参考



2011年(平成23年)5月29日(日曜日)

讀 賣 新 聞

作業員の防護服公開

東京電力は28日、福島第一原子力発電所の作業員が着る防護服の実物を報道陣に公開した。写真。放射性物質が肌に付着したり、吸い込んだりしないように

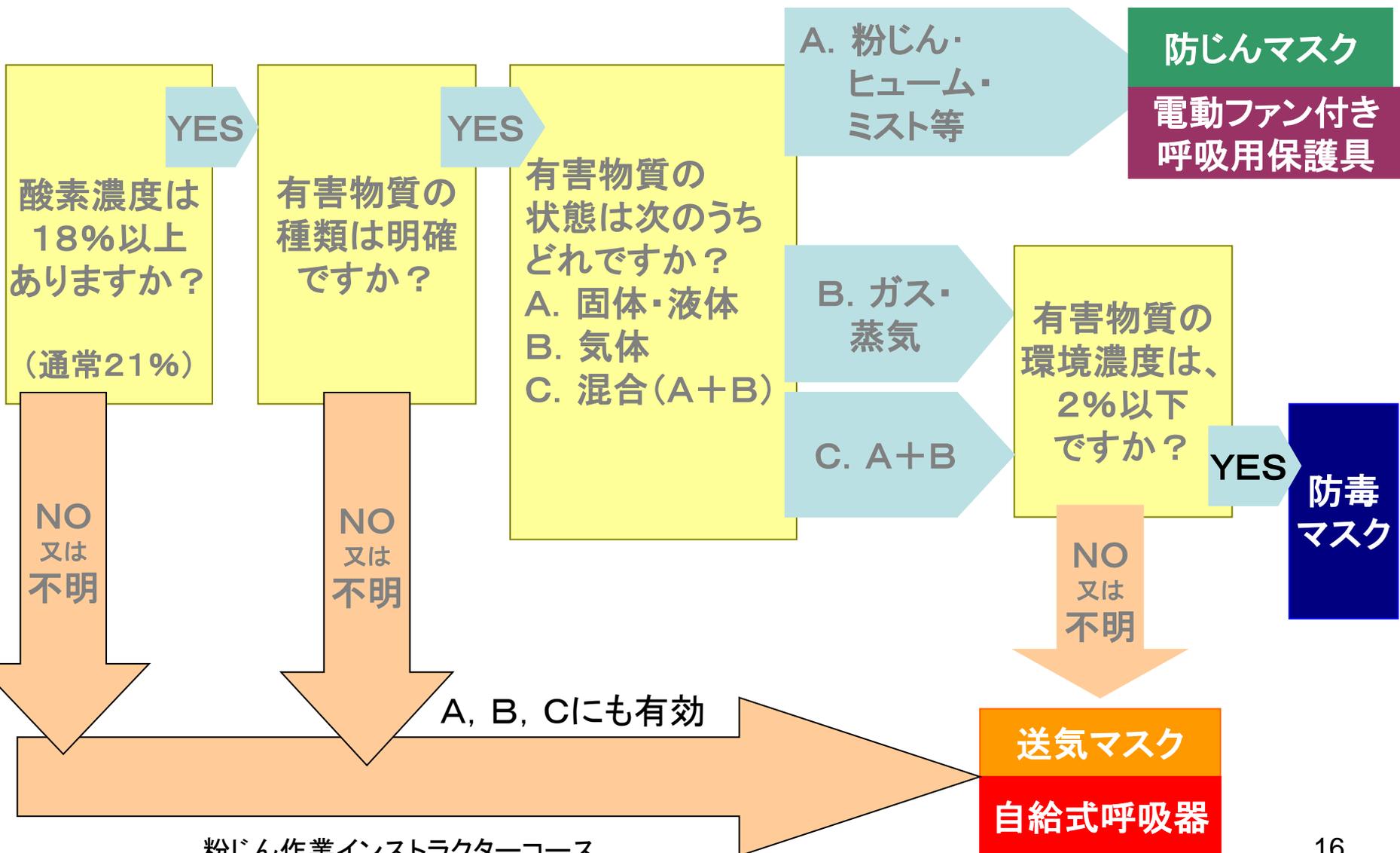


粉じん作業インストラクターコース
重松製作所 久米史郎氏の資料より

有害物質の存在状態(参考)

種類	状態			定義	例
	気体	液体	固体		
ガス Gas	●	—	—	常温常圧(25℃,1気圧)の下で、気体で安定している物質。	アンモニア、硫化水素、塩素
蒸気 Vapor	●	—	—	常温常圧(25℃,1気圧)の下で、液体又は固体でも存在する物質が気化し、気体状態で存在するもの。	有機溶剤蒸気
ミスト Mist	—	●	—	空気中に浮遊する液体粒子。	酸ミスト、オイルミスト、スプレーミスト
ヒューム Fumes	—	—	●	固体が熱せられて気化した後、空気中で凝縮して生成する粒子。	溶接ヒューム、金属ヒューム
粉じん Dust	—	—	●	固体がその化学的組成が変わらないまま物理的な過程で粉砕されたときに生成する粒子。	砕石時、掘削時の粉じん
煙 Smoke	●	●	●	物質の燃焼、熱分解又は化学反応によって生成した空気中の固体、液体粒子及びガス状物質の総称。	たばこの煙、ばい煙
スモッグ Smog	●	●	●	ちりや煤煙が水蒸気などと結びついて霧状になったもの。	汚染された大気(排気ガス等による)

呼吸用保護具選択チャート



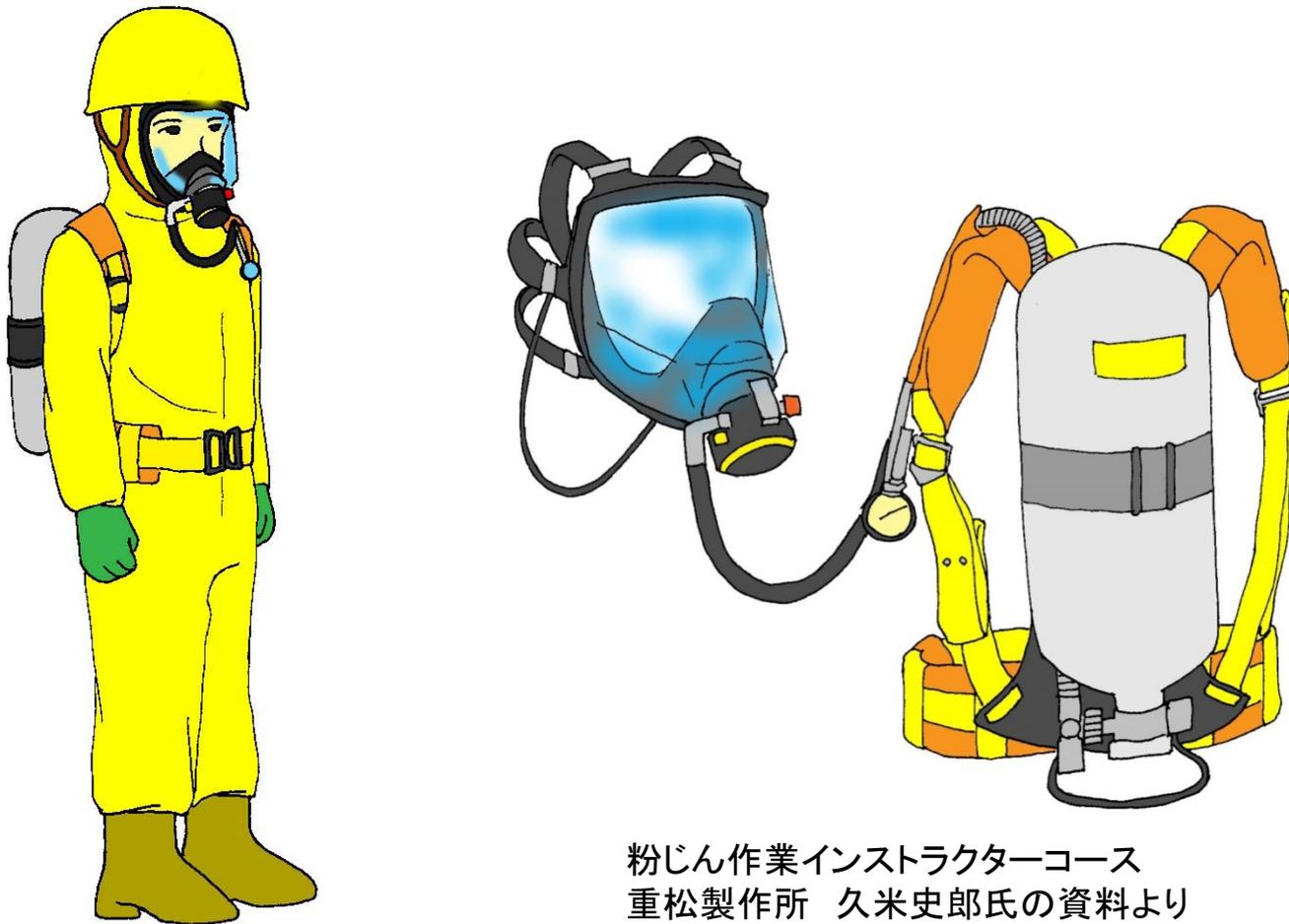
最近のトレンド 電動ファン付き防じんマスク



粉じん作業インストラクターコース
重松製作所 久米史郎氏の資料より

自給式呼吸器

JIS T 8155



粉じん作業インストラクターコース
重松製作所 久米史郎氏の資料より

過信するな！空気呼吸器の使用時間

1.
$$\frac{\text{充てん圧力 (MPa)} \times \text{ボンベの内容積 (リットル)} \times 10}{\text{1分間当たりの呼吸量 (リットル/分)}} = \text{使用可能時間}$$

2. 最高充てん圧力14.7MPaで内容積8.4リットルのボンベがフル充てんの時

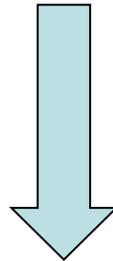
$$\frac{14.7\text{MPa} \times 8.4\text{リットル} \times 10}{40\text{リットル/分}} = 30.87\text{分}$$

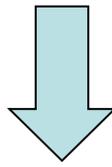
3. このボンベで、警報が鳴ってから

$$\frac{3\text{MPa} \times 8.4\text{リットル} \times 10}{40\text{リットル/分}} = 6.3\text{分}$$

有機溶剤のリスク 疾病と健康管理

化学物質使用の重要な原則





化学物質 → 特定目的に限定して有用
医薬品 原材料 など

それ以外では いつも
暴露濃度、摂取量により
健康に 有害 か 毒
程度の差は有るが健康影響がある！
発症臨界濃度

化学物質（有機溶剤）による健康影響

1 大量摂取 急性中毒

麻酔性 意識喪失 呼吸停止 死亡

2 繰り返し少量摂取 発症

慢性中毒 → 長期間療養 後遺症も

3 発ガン性物質

劇症型 2～3年で末期 ～ 場合によっては20年後
がんによる死亡者数は全死亡数の30%

その多くが 原因不明に……？

講義の中で学生に伝える大切な5項目

- 1 仕事(研究)で使う有機溶剤の毒性・有害性の理解
麻酔性 催炎症性 組織変性
慢性毒性 急性毒性 発がん性
- 2 有機溶剤中毒 ➡ 特に 何に注意して払えばよいのか
食欲が落ちる(栄養障害) 習慣性
- 3 皮膚に着けない! 体に入れない! 引火爆発させない!
取り扱い注意!!! 保護具 防爆(消防法)

4 加熱しなくても 蒸散・揮発する

加熱したら すぐに 乾く（洗浄）

しかも 大量に気化 作業環境に拡散！！！！

5 特別健康診断（受診義務）

異常の早期発見 早期治療

発がん性に留意！！！！ MSDSの活用！

仕事（大学での研究）で健康を害しては ならない！

有機溶剤の怖さ・毒性に関する 5項目

1 蒸散性

吸い込みやすい

2 引火性

燃える! 爆発事故・火災へ

3 芳香 良いにおい 慣れ

作業者の3%~5%に いやじゃない!

においが大好き!!! の人がいる

有機溶剤暴露を拒まない

まずは 換気する!! or 密閉

4 麻醉性

すべての有機溶剤に共通
意識不明 延髄麻痺 呼吸停止
そのまま放置すれば死亡も

5 その他の毒性

皮膚・肝・腎・神経障害

発ガン

- 作業環境管理 環境濃度を低く
- 作業管理 暴露濃度を低く
- MSDS表示 有害性徹底周知

どこかのサークルも…… 無知も罪！！



<http://www.repair-garage.com/200806c1500.html>

この注意事項を全部読んだ人が何人いるでしょうか？

有機溶剤等使用の注意事項

一、有機溶剤の人体に及ぼす作用

(主な症状)

- (1) 頭痛
- (2) けん怠感
- (3) めまい
- (4) 貧血
- (5) 肝臓障害

二、取扱以上の注意事項

- (1) 有機溶剤を入れた容器で使用でないものは、必ずふたをすること。
- (2) 当日の作業に直接必要のある量以外の有機溶剤等を作業場内へ持ち込まないこと。
- (3) できるだけ図上で作業を行い、有機溶剤の蒸気の吸入をさげること。
- (4) できるだけ有機溶剤等を皮膚にふれないようにすること。

三、中毒が発生したときの応急処置

- (1) 中毒にかかった者を速ちに通風のよい場所に移し、すみやかに、衛生管理者その他の衛生管理を担当する者に連絡すること。
- (2) 中毒にかかった者の頭を低くして横向き又は仰向きに寝かせ、身体の保温に努めること。
- (3) 中毒にかかった者が意識を失っている場合は、口中の異物を取り除くこと。
- (4) 中毒にかかった者の呼吸が止まった場合は、すみやかに、人口呼吸を行うこと。

教員も学生も

有機溶剤の分類すら理解していないのが現状！！

第二十五条で定める色分け区分



第一種有機溶剤

赤



第二種有機溶剤

黄



第三種有機溶剤

青

配管
部品



有機E



有機F



有機G

<http://www.haikanbuhin.com/shopping/detail/58219/>

怖い話をするのは効果的？

有機溶剤による

重篤な健康障害の事例

こんなことが

1 ノルマルヘキサン

皮革製品接着剤の溶剤

印刷インクの溶剤

加温金型成型の離型剤

自動車大型軟性バンパー製造

家にあったしみぬきベンジンを使い
やめられず

薬局で買って 吸った！

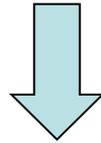
習慣 になり

一日に 1本も 吸引を・・・

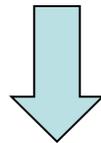


62% n-Hexane

心拍が120bts／分以上
呼吸は浅薄で10回／分以下に
その結果 低酸素血症 に

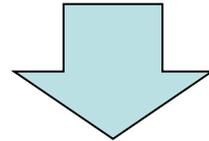


細胞に到達する酸素が大幅に低下

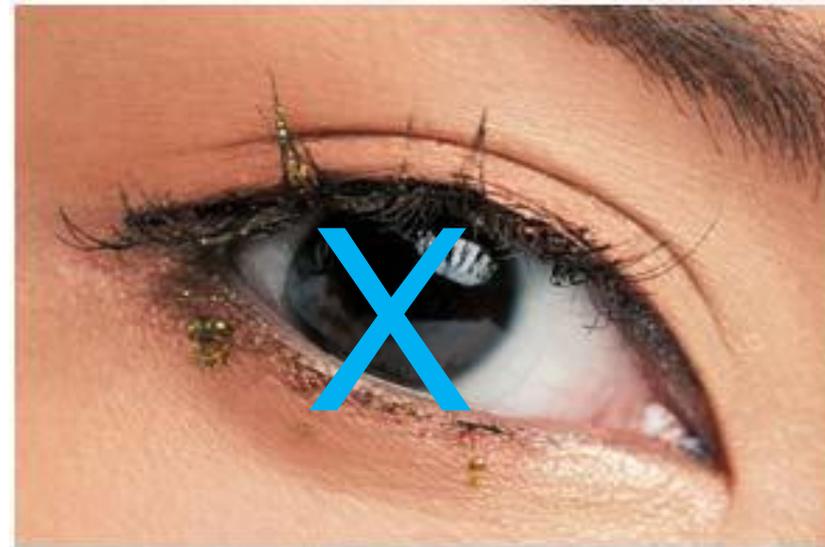


個々の細胞ではミトコンドリアが損傷！！
神経細胞で起こると坐骨神経 崩壊
車いす生活に

2 酢酸エステル 印刷インク 少し強引なサンプル
ある印刷工場の印刷機の近くに事務机
インクの有機溶剤が蒸発して
事務員が吸入（慢性中毒繰り返し暴
露）



手指震顫 手先が震える
眼球震顫 眼が震える
視力低下 → 失明

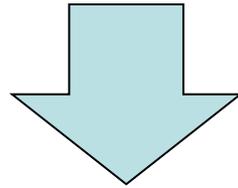


3 ジクロロメタン ➡ 発ガン

燃えない有機溶剤

トリクロロエチレン

テトラクロロエチレン



肝臓ガン・胆管ガン 死亡例

印刷インキ・塗料・接着剤の溶剤など

有機溶剤中毒 主な健康影響と原因物質

麻酔作用 共通

:ベンゼン、トルエン、
トリクロロエチレン、キシレン

中枢・末梢神経

:テトラクロロエチレン、ノルマルヘキサン、
メタノール、クロロホルム、メチルクロロホルム

造血機能障害 : ベンゼン セロソルブ類

肝(腎)障害

: トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、
クロロホルム、メチルクロロホルム、
四塩化炭素、スチレン、(二硫化炭素)

皮膚粘膜 : ベンゼン

どのように**健康障害**はおこるのか？

エタノールを例にして

（お酒も使用に法規制はないが、
有機溶剤の仲間）

暴露による健康影響

有機溶剤が心身に及ぼす影響は、
有機溶剤を多量に吸収してすぐ現れる**急性影響**と、
低濃度で長期に吸収して現れる**慢性影響**
に分けられる。

1. 急性影響（すぐに現れる影響）

- 酩酊作用、麻酔作用、脱水、
酸素欠乏、呼吸麻痺、死亡
- 知覚異常及び幻覚の発作作用
 - ・・・身体移動感、夢想症

有機溶剤の健康影響を
具体的に 日常生活で
解りやすく考えてみると……

例えば **飲 酒**

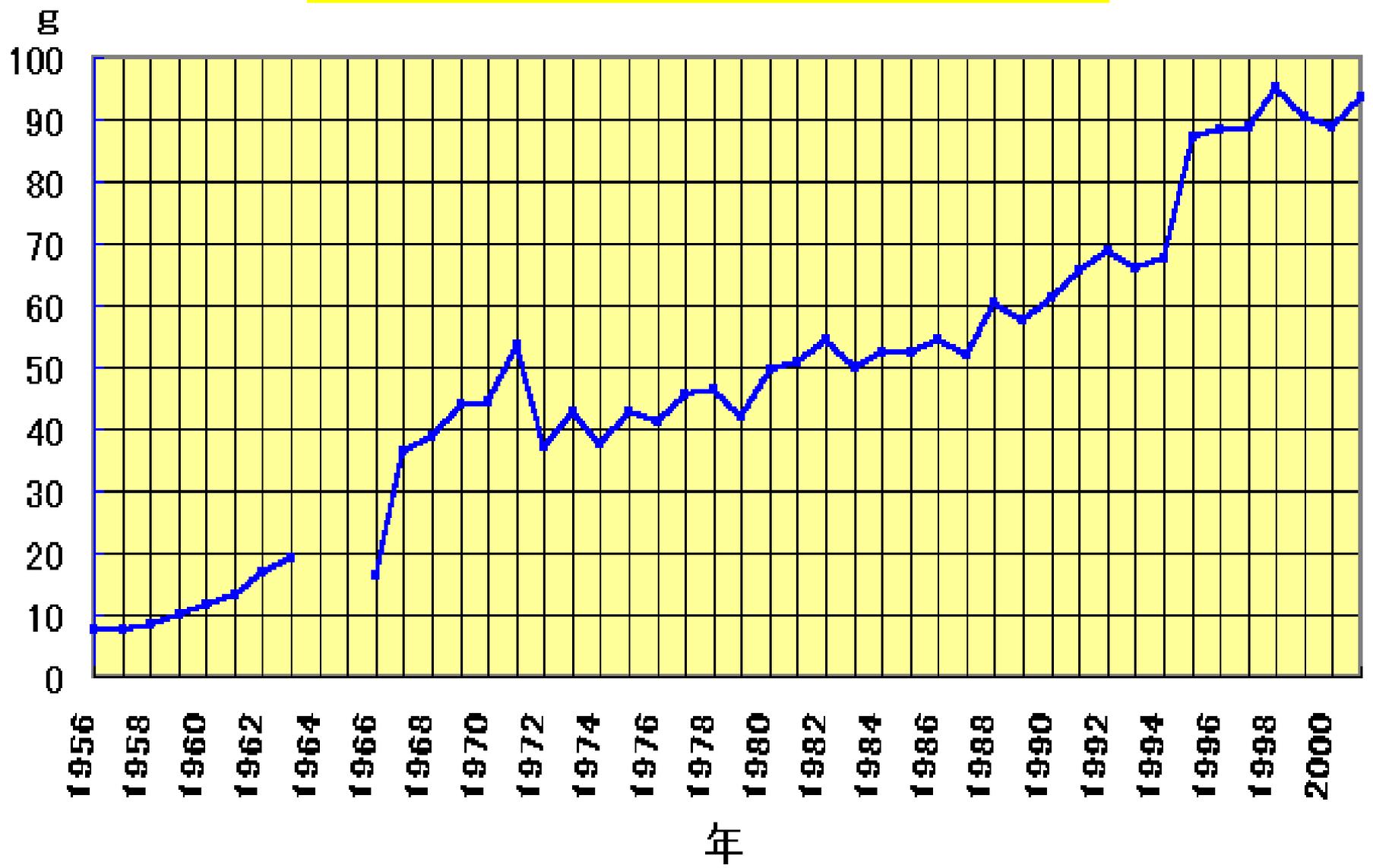
百薬の長！！！！

楽しい酒

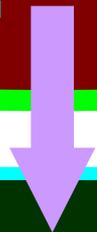
アル中→断酒

飲酒運転による事故

国民一人当たりアルコール摂取量(国民栄養調査)



酒 を 飲む



酔

う

なぜ？

エチルアルコール(エタノール)は
有機溶剤

飲用を法的に禁止されていない化学物質
有規則には指定されていない

有機溶剤による健康影響と類似

麻醉性有り 多くの臓器障害も

使用する有機溶剤との重複

明確な鑑別は・・・困難の場合もある

飲 量

エチルアルコール量

ビール	2 本	64ml
日本酒	2 合	54ml
ワイン	2 杯	54ml
焼 酎	ロック1杯	45ml
ウイスキー	ロック1杯	45ml
老 酒	お猪口5杯	60ml

一回で飲むエタノール量はほぼ同じ

エタノール 飲用摂取量

～60ml ほろ酔い

120ml 酩酊状態

150ml 泥酔状態

230ml 昏睡状態

ほろ酔い状態 ～60ml 摂取

笑み有り 快活 五感正常

陽気 気分良好

受容性 有り 理解度 良

理性 浅薄

意思決定 遅延少

自分で 飲酒停止可

酔った状態 120ml

脈拍 120B/m超 呼吸 浅く 遅い

欠伸 涎(ヨダレ)始まる

会話 ループ化 記憶 浅い

意思決定 大きく遅延

大脳皮質 活性低下 麻酔 中程度

理性 喪失 失見当識 判断過誤

X 自動車運転過失傷害罪 過失致死罪

慢性影響

繰り返し暴露による

気づかない健康障害

器 質 障 害

機 能 障 害

常用飲酒（習慣性 嗜癖 中毒とも言われていた）

日本酒 3合

ビール 3本 を 毎日

焼酎 ロック 3杯

有機溶剤による健康障害 個人差が大きい

皮膚 眼 神経系

肝臓 腎臓 血液の障害

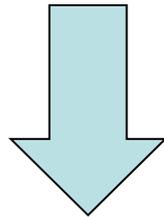
精神神経系 依存

急性中毒 高濃度暴露時

慢性中毒 低濃度長期継続暴露時

学生や教職員にどのような教育をすべきか？

巻き込み、落下、感電・・・怖さが直接伝わる
危険が目に見える、想像できる



リスクの見える化

粉じん災害防止
有機溶剤中毒防止

技術部の能力の利用が効果的！？
リスク低減のための講義や実習
教員と技術職員の協力体制