

本講義資料のご利用にあたって

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

著作権が東京大学の教員等に帰属する著作物については、非営利かつ教育的な目的に限り再利用することができます。

ご利用にあたっては、以下のクレジットを明記してください。

クレジット：

UTokyo Online Education 学術フロンティア講義 2023 香川謙吉





空調メーカーが試行している空気の価値化

2023年5月26日

ダイキン工業株式会社
テクノロジー・イノベーションセンター
香川 謙吉

自己紹介



ダイキン工業株式会社
専任役員

テクノロジー・イノベーションセンター
テクノロジー・イノベーション戦略室
技術戦略担当部長（東大駐在）委嘱
香川 謙吉

1992年3月神戸大学工学部化学工学科卒。
4月ダイキン工業株式会社入社。

1994年～1996年、工業技術院大阪工業試験
所触媒化学研究室に駐在。

触媒技術、プラズマ放電技術に取り組み、
大分大学・大久保利一教授との協業で、直流ス
トリーマ放電安定発生技術に成功。
2004年から住宅用空気清浄機に搭載、
現在も住宅用～業務用空調・空気清浄機に
搭載されている。

研究者生活23年の大半を「空気」に関する研
究に費やし、花粉問題対策事業者協議会の立ち
上げなどに参画。

2018年7月より、東京大学に駐在し、12月に
「空気の価値化」をパーパスとした10年に亘
る包括協創協定を締結。
2021年専任役員に就任。

アブストラクト

私が子供だった**45年前、水は「無料（タダ）」**だった。
厳密には、水道代がかかるので、タダではなかったのだが、
現在のように、**ペットボトルに入った水を買うようになる**
とは夢にも思わなかった。

あれから**45年経った今でも、相変わらず、空気は「無料（タダ）」**だが、**実は、20年以上、買ってもらえる空気作り（空気の価値化）の試行を続けている。**

本日は、この20年間、空調メーカーが試行し続けてきた空気の価値化の取組について紹介させていただき、**どうすれば、空気が価値化できるのか、皆さんと一緒に考えたい。**

空気と水の比較

	空気	水
少ない	<p>“①シックハウスにならない空気” (揮発性有機化合物VOC : ?ppb)</p> <p>“②花粉症にならない空気” (花粉量 : ?個/m³)</p> <p>“③ウイルスに感染しない空気” (ウイルス量 : ?cfu/m³)</p> <p>ものさし、基準値が決まってない</p>	<p>“軟水”</p> <ul style="list-style-type: none"> おいしい水天然水六甲 (硬度 : 40mg/l) ボルビック (硬度 : 60mg/l)
夾雑物	<p>↑ ↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ VOC ・ 花粉 ・ ウイルス ・ 水分 ・ 芳香成分 <p>バラバラ</p>	<p>↑ ↓</p> <p>ミネラル成分 (Ca , Mg)</p>
多い	<p>“うるおいのある空気” (湿度 : 40~60%RH)</p> <p>“香りのある空気” (芳香成分 : ?ppb)</p> <p>高原などの気持ちいい空気を作れないの？</p>	<p>“硬水”</p> <ul style="list-style-type: none"> エビアン (硬度 : 304mg/l) コントレックス (硬度 : 1648mg/l)

本日のアジェンダ

- 1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る）
ものさし、基準値を決めようというトライアル
 - ①シックハウスにならない空気
 - ②花粉症にならない空気
 - ③ウイルスに感染しない空気

- 2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る）
高原などの気持ちいい空気を作るトライアル
 - ①うるおいのある空気
 - ②香りのある空気

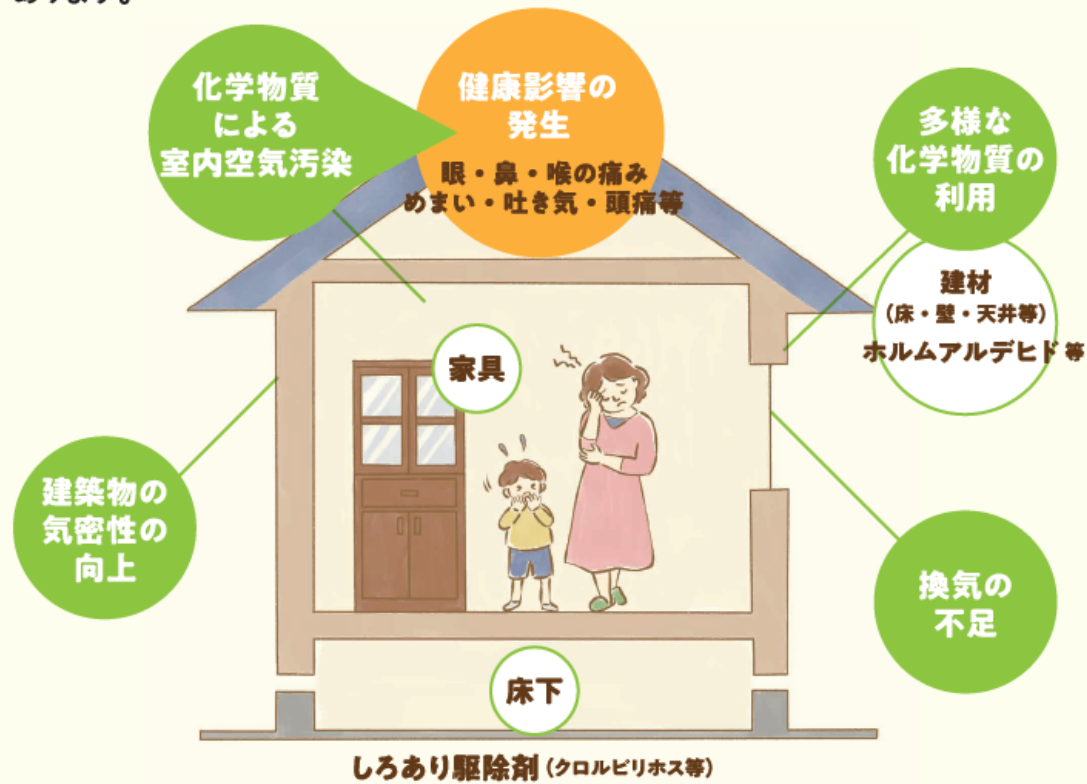
本日のアジェンダ

- 1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る）
ものさし、基準値を決めようというトライアル
 - ① **シックハウスにならない空気**
ペットボトルの販売解禁（1982年）から遅れること18年、
2000年頃のお話
 - ② **花粉症にならない空気**
 - ③ **ウイルスに感染しない空気**

- 2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る）
高原などの気持ちいい空気を作るトライアル
 - ① **うるおいのある空気**
 - ② **香りのある空気**

シックハウス症候群とは

新築やリフォームした住宅に入居した人の、目がチカチカする、喉が痛い、めまいや吐き気、頭痛がする、などの「シックハウス症候群」が問題になっています。その原因の一部は、建材や家具、日用品などから発散するホルムアルデヒドやVOC（トルエン、キシレンその他）などの揮発性有機化合物と考えられています。「シックハウス症候群」についてはまだ解明されていない部分もありますが、化学物質の濃度の高い空間に長期間暮らしていると健康に有害な影響が出るおそれがあります。



出典：国土交通省住宅局「快適で健康的な住宅に暮らすために」
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001465942.pdf>

健康影響を発生する化学物質

化学物質	室内濃度指針値*1	主な用途
① ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)	合板、パーティクルボード、壁紙用接着剤等に用いられるユリア系、メラミン系、フェノール系等の合成樹脂、接着剤、一部ののり等の防腐剤
② アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)	ホルムアルデヒド同様一部の接着剤、防腐剤等
③ トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)	内装材等の施工用接着剤、塗料等
④ キシレン	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)	内装材等の施工用接着剤、塗料等
⑤ エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)	内装材等の施工用接着剤、塗料等
⑥ スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)	ポリスチレン樹脂等を使用した床材等
⑦ パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	衣類の防虫剤、トイレの芳香剤等
⑧ テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	灯油、塗料等の溶剤
⑨ クロルビリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *2 (0.07ppb)	しろあり駆除剤
⑩ フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)	しろあり駆除剤
⑪ ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)	殺虫剤
⑫ フタル酸ジ-n-ブチル	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.5ppb)	塗料、接着剤等の可塑剤
⑬ フタル酸ジ-2-エチルヘシル	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *3 (6.3ppb)	壁紙、床材等の可塑剤
総揮発性有機化合物 (TVOC)	暫定目標値*4 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

出典：

国土交通省住宅局、「快適で健康的な住宅に暮らすために」

表1 室内空气中化学物質の室内濃度指針値／厚生労働省《2021年9月》

<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001465942.pdf>

内装仕上げの制限

建築材料の区分	ホルムアルデヒドの 発散速度	JIS・JAS等の 表示記号	内装仕上げの制限
建築基準法の 規制対象外	少ない 0.005mg/(m ³ ・h) 以下	F☆☆☆☆	制限なしに 使える
第3種ホルムアルデヒド 発散建築材料	0.005mg/(m ³ ・h) ～0.02mg/(m ³ ・h)	F☆☆☆☆	使用面積が 制限される
第2種ホルムアルデヒド 発散建築材料	0.02mg/(m ³ ・h) ～0.12mg/(m ³ ・h)	F☆☆☆	
第1種ホルムアルデヒド 発散建築材料	0.12mg/(m ³ ・h) 超 多い	表示なし	使用禁止

出典：国土交通省住宅局「快適で健康的な住宅に暮らすために」
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001465942.pdf>

換気設備設置の義務付け

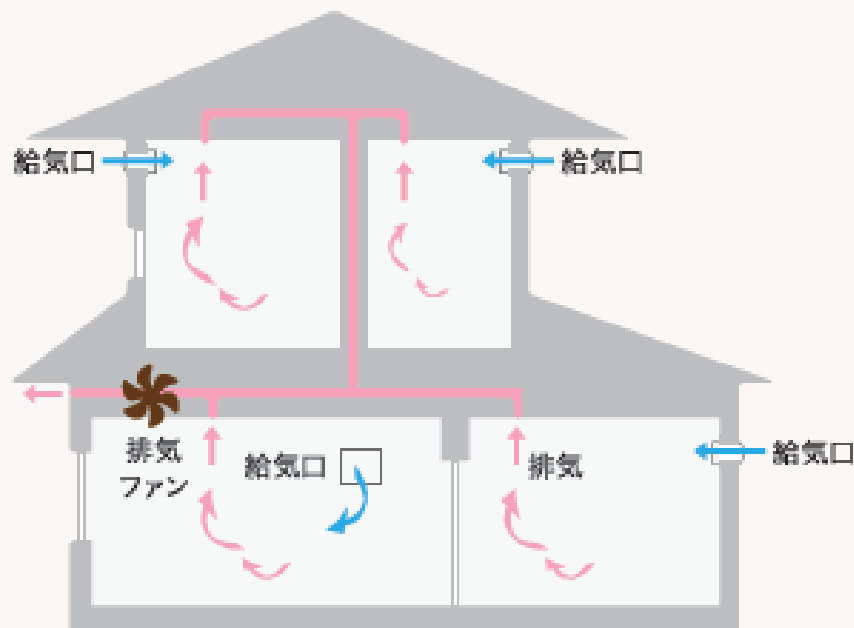
内装の仕上げ等にホルムアルデヒド発散建築材料を使用しない場合であっても、家具等からもホルムアルデヒドが発散されるため、居室を有する全ての建築物に機械換気設備の設置が原則義務付けられています。

居住の種類

換気回数

住宅等の居室

0.5回/h以上

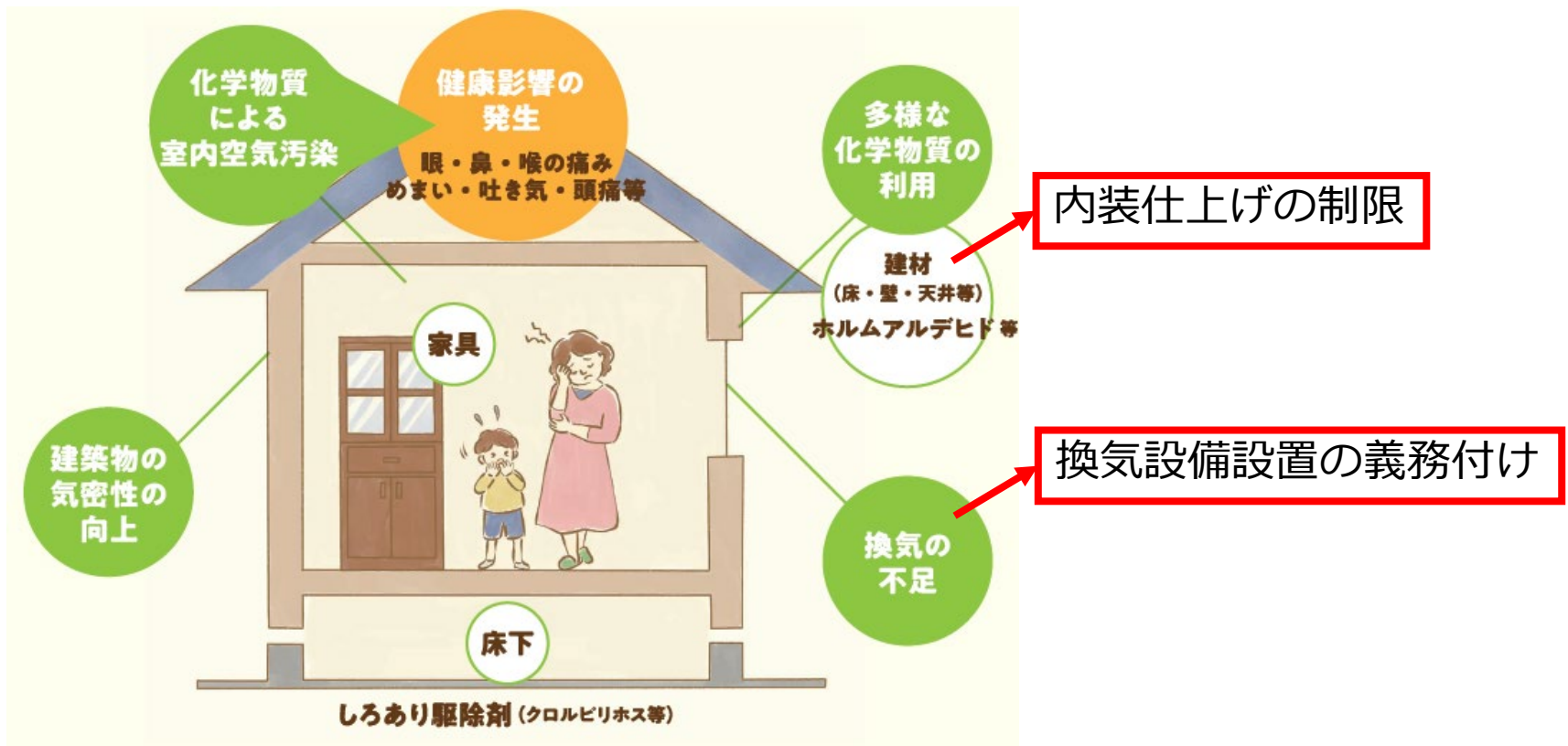


24時間換気システムの一例

出典：国土交通省住宅局「快適で健康的な住宅に暮らすために」
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001465942.pdf>

内装仕上げと換気設備設置で十分？

- シックハウスは化学物質による室内空気汚染が原因なのに、内装仕上げの制限と換気設備設置の義務付けだけで十分？
- 空気清浄機でも室内空気中の化学物質が除去できるけど、どう考えたらいいの？
⇒ものさし、基準値が決まっていない
- 空気清浄機はじめシックハウス対策の効果を定量化する活動（国土交通省シックハウス総プロ）に参画し、**空気清浄機**の効果を換気と同じ土俵で評価できる基準を策定。



空気清浄機の効果を換気と同じ土俵で評価

4. 家庭用空気清浄機の評価試験方法

4.1 初期性能試験

4.1.1 試験準備

(1) 試験室

6畳チャンバー（22～24m³）に清浄空気導入装置を接続し、チャンバー内に拡散ファンを設置する。（図1参照）

(2) ガス供給装置

チャンバー内にホルムアルデヒドを供給するホルムアルデヒド供給装置と、チャンバー内にCO₂を供給するCO₂供給装置をチャンバーに接続する。ここで、ホルムアルデヒドの供給方法はガスボンベ法又はパーミエーター法など、CO₂の供給方法はガスボンベ法とする。

(3) 測定装置

- ① CO₂測定装置をチャンバーのサンプリングポイントに接続する。CO₂測定方法としては赤外線ガス分析計法または同等の精度を有する測定法とする。このとき、CO₂のサンプリングポイントは天井面付近、中央付近、床面付近を含む3点及び外気（チャンバー近傍の点）の4点とする。
- ② ホルムアルデヒド測定装置をチャンバーのサンプリングポイントに接続する。サンプリング位置はチャンバー中央、高さ1200mmとする。ホルムアルデヒド測定方法としてはDNPH-HP LC法または同等の精度を有する測定法とする。

出典：国土交通省 総合技術開発プロジェクト
「シックハウス対策技術の開発」平成15年度報告書（講師作成）

(2) 定常法除去性能の算出

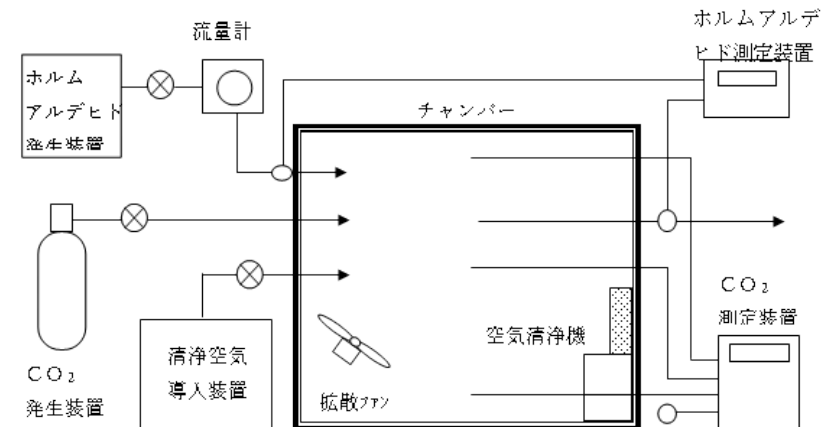
相当換気量 Q_{eq} はホルムアルデヒド供給量をM、換気量Qとすると

$$C_a = \frac{M}{Q} \quad C_b = \frac{M}{Q + Q_{eq}}$$

$$C_a \cdot Q = C_b(Q + Q_{eq})$$

$$C_b \cdot Q_{eq} = Q(C_a - C_b)$$

$$Q_{eq} = Q \left(\frac{C_a}{C_b} - 1 \right)$$



シックハウスにならない空気とは？

■シックハウス症候群：化学物質による室内空気汚染が原因である健康影響の発生であるので、

■健康影響が発生する化学物質（厚生労働省が指定している13物質）の除去が必要



■建材は内装仕上げの制限を守る

■換気回数0.5回/hの機械式換気装置を24h連続運転する

こと（建築基準法）は遵守した上で、



■家具や什器も健康影響が発生する化学物質を含まないものを選ぶ
（規制化学物質の代替物質が使用されることに対する対抗策として）

■空気清浄機など換気（基準となる対策）と同じ土俵で評価できる対策を追加し、換気回数を段階的に増やして、健康影響が発生しない室内空気環境を作る、もしくは総揮発性有機化合物（TVOC）が400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （暫定目標値）以下になるようにする



室内空気環境は、建物の性質（材質など）や性能（気密性など）、家具や什器、在室人数、活動内容などにより、大きく変化するので、**これを守れば絶対に大丈夫ということはない。**



基準となる対策と同じ土俵で**定量的に評価が可能で、継続的に実施可能な対策を複合的に用いて、健康影響が発生しない空気・空間を作る**ことではないかと思います。

本日のアジェンダ

1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る） ものさし、基準値を決めようというトライアル

① シックハウスにならない空気

② 花粉症にならない空気

2000年から更に12年経過した

2012年に設立した花粉問題対策事業者協議会（JAPOC）

での活動を中心としたお話

③ ウイルスに感染しない空気

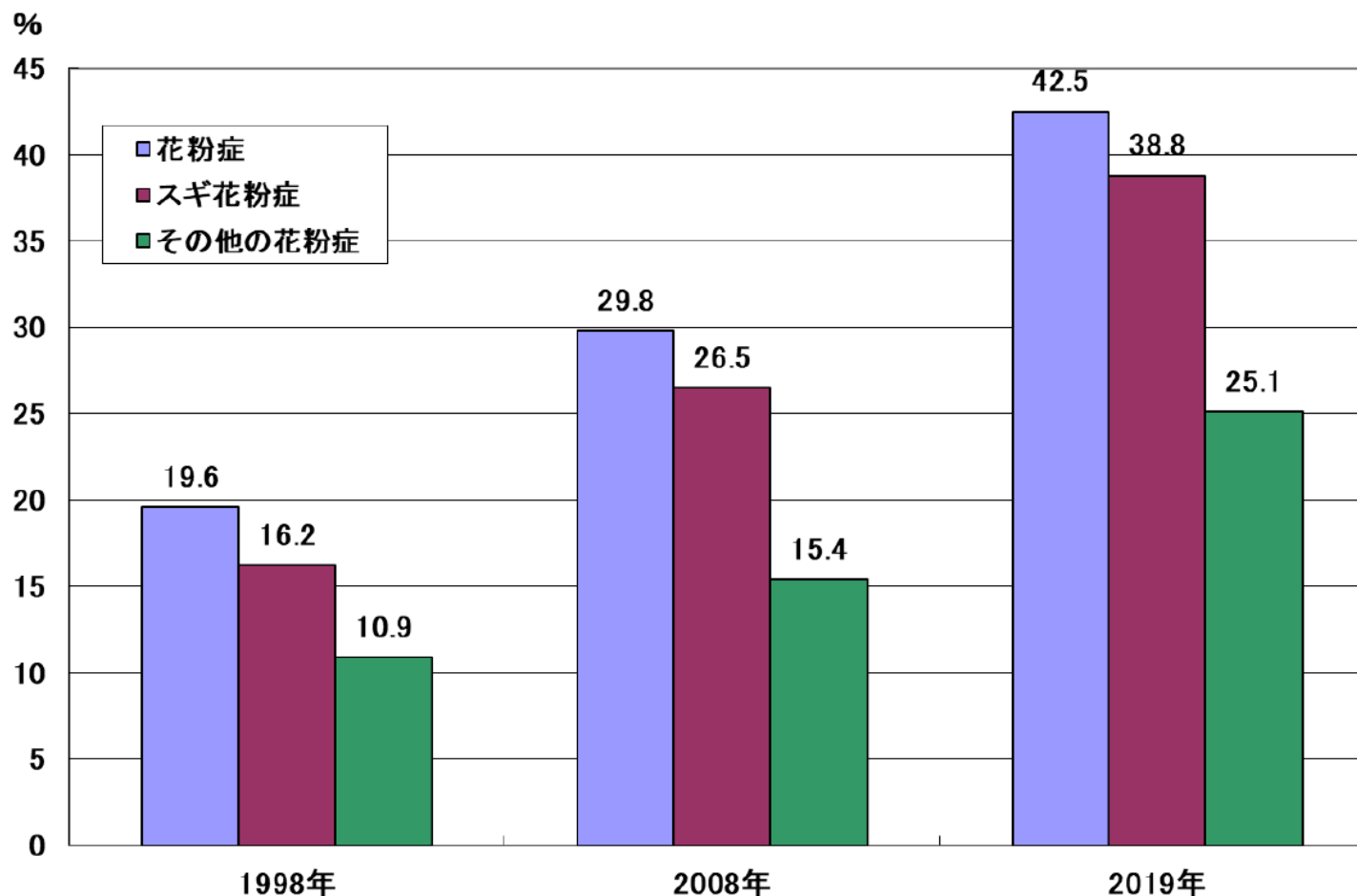
2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る） 高原などの気持ちいい空気を作るトライアル

① うるおいのある空気

② 香りのある空気

花粉症患者数の推移

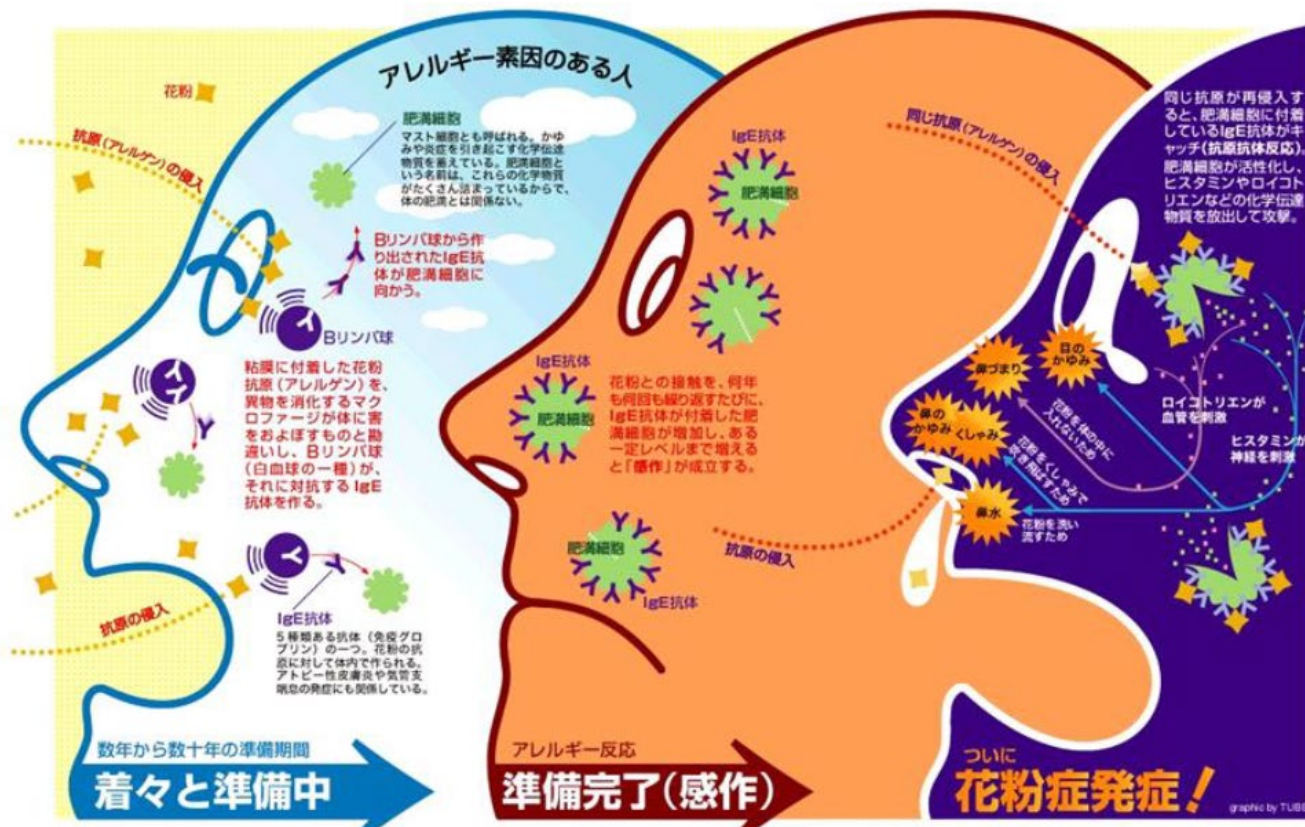
- 1998年→2019年で倍増し、4割の国民が花粉症を発症。
(スギ花粉症患者：21年で2.5倍)



出典：「花粉症環境保健マニュアル2022」p5 厚生労働省
https://www.env.go.jp/chemi/anzen/kafun/2022_full.pdf

花粉症発症のメカニズム

- 身体の中に花粉が入るとアレルギーの素因を持っている人は花粉（抗原）に対応するために抗体を作る。【感作】
- 数年から数十年花粉を浴びるとやがて抗体が十分な量になり、花粉症の症状が出現するようになる。【発症】
- 近年は飛散する花粉量の増加や体質の変化により、感作までの期間、発症するまでの期間が短くなり、小さな子供でも花粉症にかかるようになった。

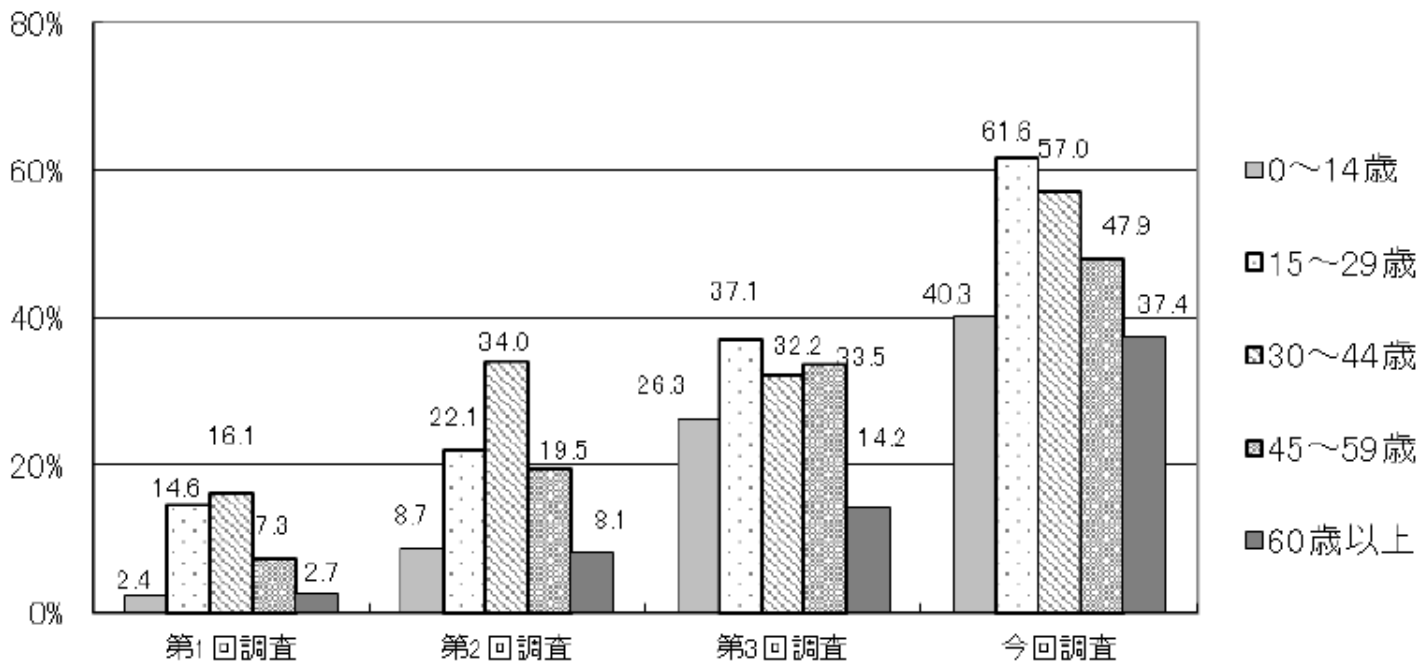


出典：「花粉症環境保健マニュアル2022」 p3 環境省（提供：日本医科大学大学院医学研究科教授 大久保公裕氏）
https://www.env.go.jp/chemi/anzen/kafun/2022_full.pdf

子供の花粉症患者の急増

- 昭和58～62年度→平成28年度で、子供（0～14歳）の花粉症患者は、2.4→40.3%と17倍に増加。
（子供のスギ花粉症患者：33年で17倍）

スギ花粉症
推定有病率



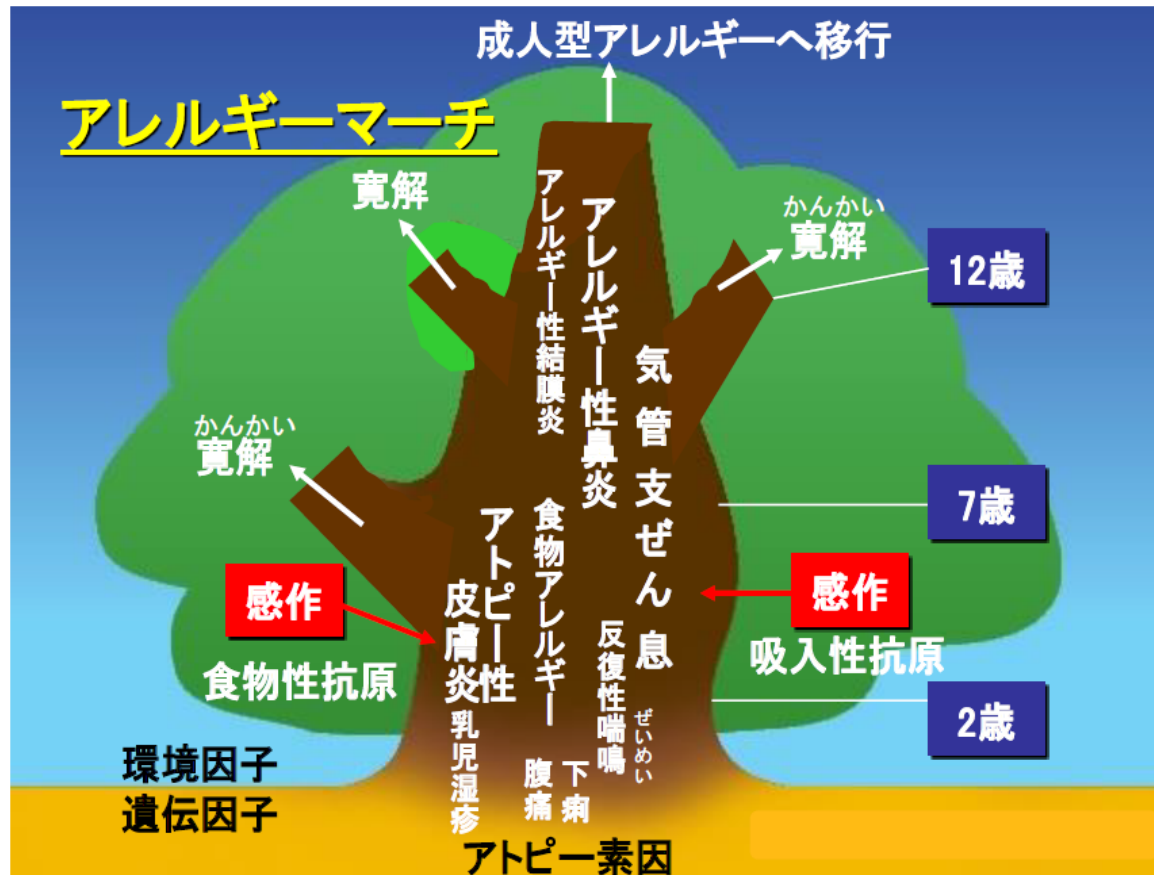
※ 各回の調査では有病判定の基準や推計方法に一部変更点があるため、推定有病率の変化を単純に比較することはできない。

調査実施年度

第1回調査：昭和58年度～昭和62年度、第2回調査：平成8年度、第3回調査：平成18年度、今回調査：平成28年度

なぜ、子供の花粉症増加が問題なのか？

- 子供の頃に花粉症などアレルギー症状を発症してしまうと、気管支喘息やアレルギー性鼻炎など、様々なアレルギー症状になるリスクが高まる。
(アレルギーマーチ)

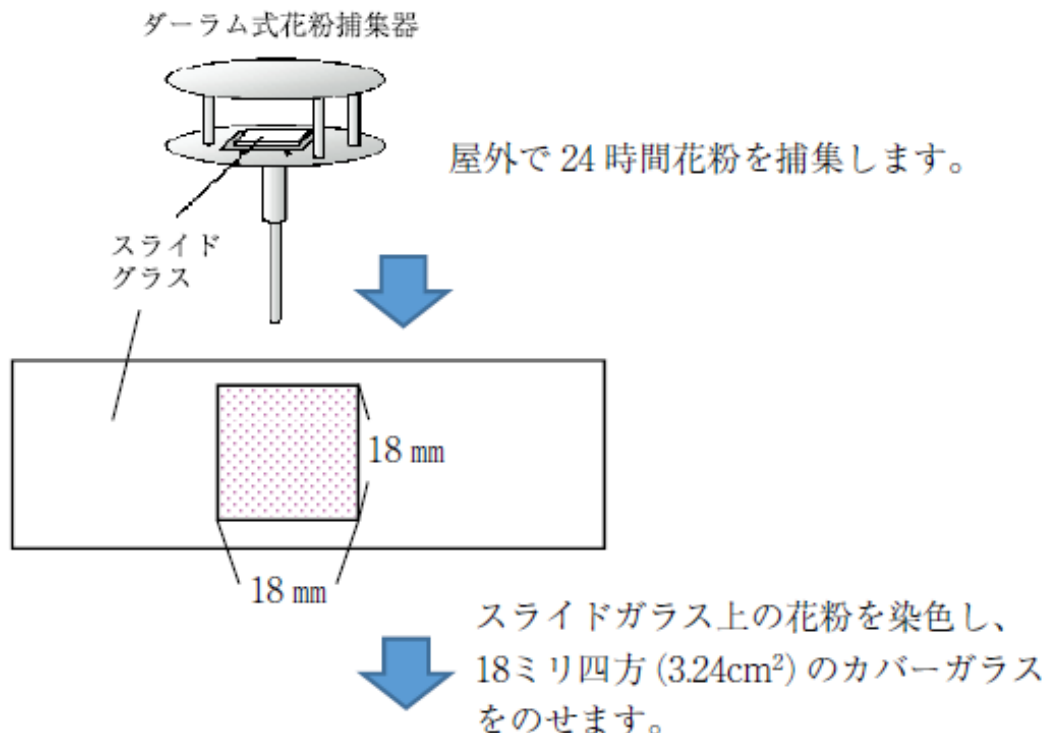


※本図はアレルギー疾患の発症・寛解を図示したもので「再発」については示していない(2010 改編図)。

日本小児アレルギー学会「小児アレルギー疾患総合ガイドライン 2011」(2011年5月)より
(原図：馬場 実、改変：西間三馨)

空気中の花粉の測定方法

【ダーラム法による花粉の計測】



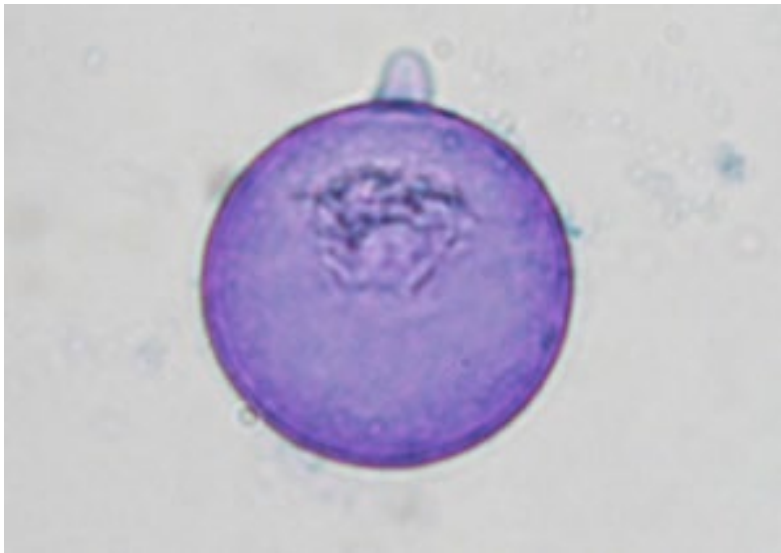
顕微鏡で観察し、
花粉の種類と数を計測します。

【東京都で使用している区分】

区分	ダーラム法による測定 (個/cm ² ・日)
少ない	10個未満
やや多い	10個以上～30個未満
多い	30個以上～50個未満
非常に多い	50個以上～100個未満
極めて多い	100個以上

花粉の大きさと落下速度

- 花粉の大きさ：30~40 μm
(パピラと呼ばれる突起が特徴で、たくさん集まると黄色く見える)
- 花粉の落下速度：3~4cm/s
(1分以内に足元に落下)



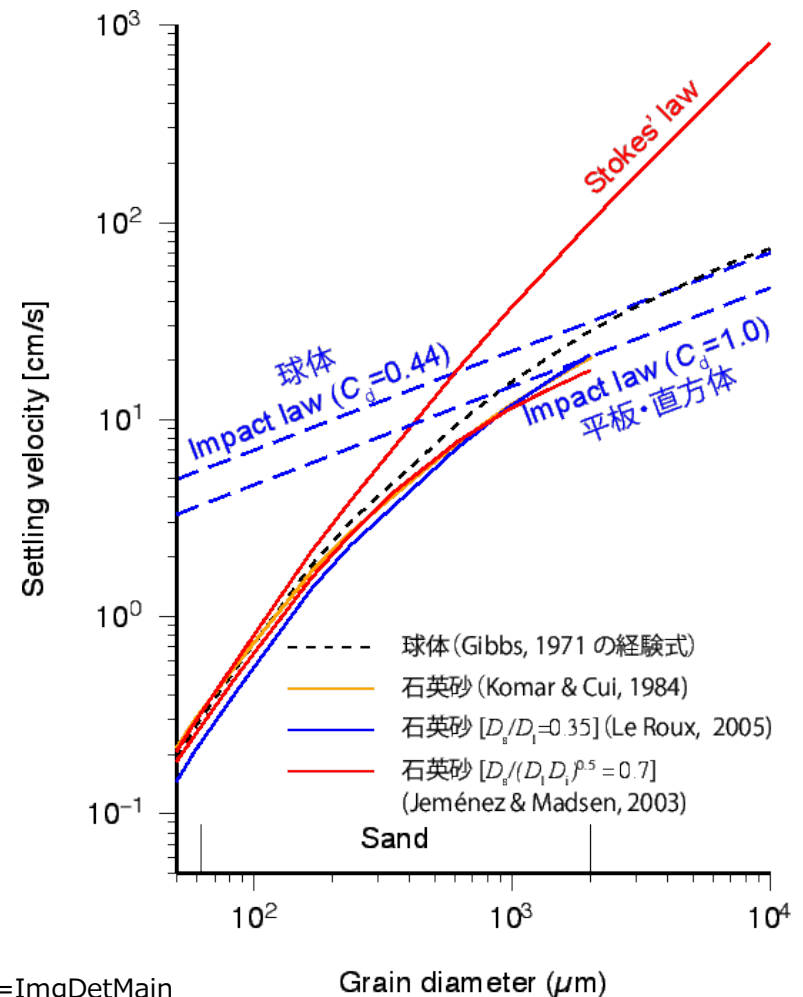
出典：

<左>

東京都保健医療局 東京都アレルギー情報navi 花粉の種類と説明
<https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/allergy/pollen/type.html>

<右>

出典：産業技術総合研究機構
https://th.bing.com/th/id/OIP.Fns69JT7BM4_Qa3TnzmLdgHaJh?rs=1&pid=ImgDetMain



我々が吸い込んでいるいる花粉の大きさ

- 我々が吸い込んでいる花粉アレルゲンの正体は $1.1\mu\text{m}$ 以下の花粉のかげら（花粉片）＜花粉は水に触れると簡単に粉々に割れる＞
- ⇒我々が提供されている花粉情報は、我々が吸い込んでいる花粉片に関する情報ではなく、花粉そのものに関する参考情報。

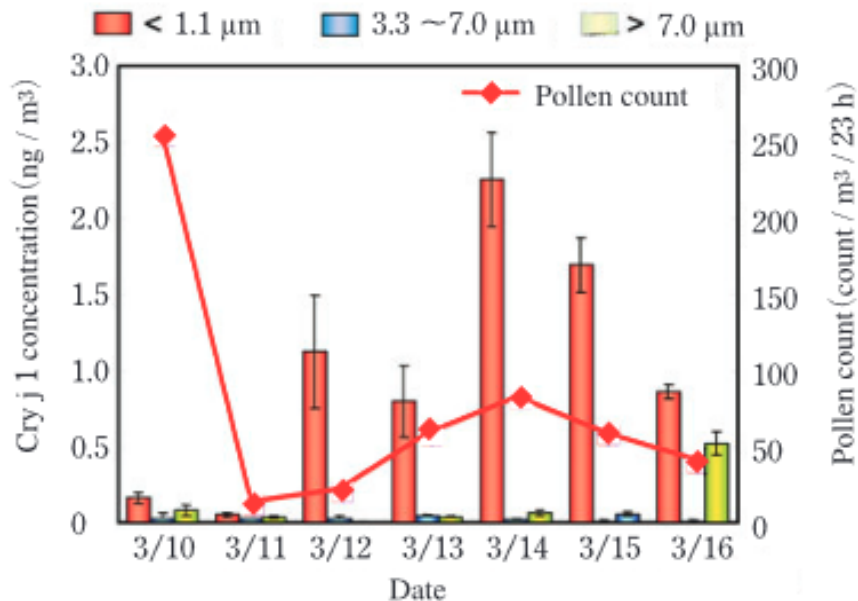


Fig. 4 Daily variation of Cry j 1 concentration (FY 2005). The bar graphs mean the Cry j 1 concentrations. The line graph means pollen counts. The bars mean the standard deviation.

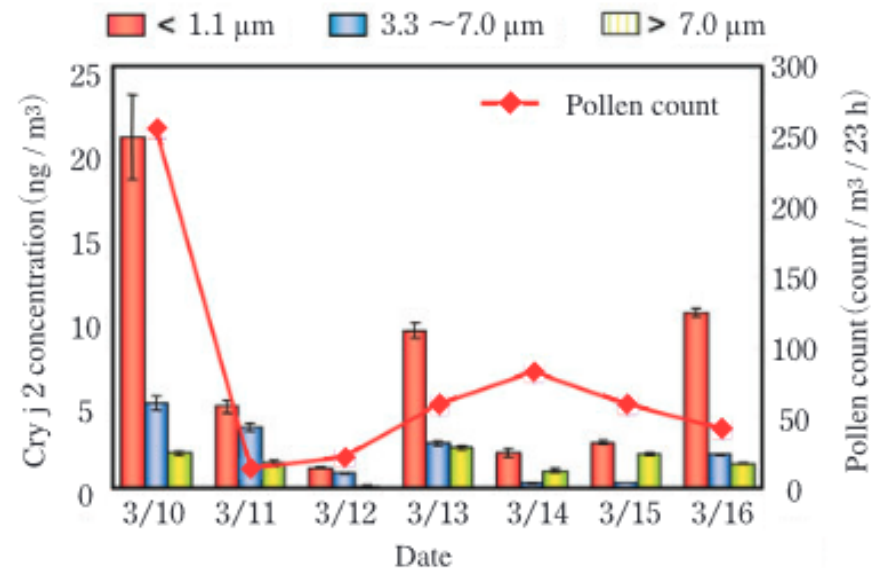


Fig. 5 Daily variation and size distribution of Cry j 2 concentration (FY 2005). The bar graphs mean the Cry j 1 concentrations. The line graph means pollen counts. The bars mean the standard deviation.

現状の花粉対策で十分？

■ 3年～5年かけて毎日薬を飲み続けて治療する舌下免疫療法など、医学的な対策も進んでいるが、花粉症の患者さんは増加し続けており、子供の花粉症が激増していることを考えると、現状の対策では不十分では？

■ 空調機や空気清浄機やマスク、眼鏡、網戸など対策機器が、どのような条件で評価・性能保証されているものなのか、消費者はわからない。

⇒ものさし、基準値が決まっていない

■ 以前、東京大学先端技術研究所特任教授も務められた、経営学者の妹尾堅一郎先生を発起人として、サントリー、三菱電機、ユニ・チャームなど対策機器メーカーが参画する花粉問題対策事業者協議会を立ち上げ、認証システムを構築した。

協議会概要

我が国国民の数人に一人の割合で罹病していると言われる「国民病・花粉症」。その経済的損失は数千億円という試算もあるほどです。また海外でもスギ以外の花粉によるアレルギー疾患があると聞きます。

そこで、花粉問題に取り組む企業や研究機関が中心となり、花粉問題への取り組みを多様な角度から検討し、より効果的・効率的な対策をオールジャパンで進めるために、下記のとおり「花粉問題対策事業者協議会（任意団体）」が結成されました。

本協議会の目的は、花粉問題対策活動（民間事業、研究開発事業、公共事業等）に関わる事業者や花粉問題対策に関連する研究開発を担う研究機関等が情報交換を行い、花粉問題に関する多様な対策（飛散量低減・抑止、受粉防御、症状対応・軽減等）について、より効果的・効率的な活動を協議、様々な研究・実証の共通基盤の形成や政策施策提言等を連携して行うことです。

JAPOCで制定した認証試験規格

規格番号 (試験方法)	規格名	制定/改定日
JAPOC-06	フィルタ付き換気装置による空気中の花粉（花粉片）除去性能評価試験方法 – 屋内空気中に浮遊している花粉および微細な花粉片（花粉アレルギーを含む）を除去して屋内に給気するフィルタを備えた換気装置の性能評価試験方法	2022年3月31日
JAPOC-05	花粉対策衣服用繊維材料の評価試験方法 – 空気中に浮遊している花粉の室内への侵入を抑制することを目的とした衣服の表面を構成する繊維材料（生地）の性能評価試験方法	2018年8月10日
JAPOC-04	網戸の花粉侵入防止性能評価試験方法 – 空気中に浮遊している花粉の室内への侵入を防止する網戸（網部）の性能評価試験方法	2017年11月27日
JAPOC-03	花粉防止メガネ性能評価試験方法 – 空気中に浮遊している花粉の侵入を防止する花粉防止メガネの性能を評価する試験方法	2016年9月16日
JAPOC-02	花粉対策用マスク性能評価試験方法 – 空気中に浮遊している花粉の吸入を抑制する為に使用される花粉対策用マスクを構成するフィルタ材料の試験方法	2016年8月25日
JAPOC-01	空気清浄機による空気中の花粉（花粉片）除去性能評価試験方法 – 室内空気中に浮遊している花粉および微細な花粉片（花粉アレルギーを含む）を除去する空気清浄機の性能評価試験方法	2015年7月15日

JAPOC認証マーク



JAPOC

JAPOC-0000

3～6畳用

(適用床面積は目安です)



JAPOC

JAPOC-0000

6～9畳用

(適用床面積は目安です)



JAPOC

JAPOC-0000

9～18畳用

(適用床面積は目安です)



JAPOC

JAPOC-0000

18～36畳用

(適用床面積は目安です)

このマークは、花粉問題対策事業者協議会（以下、JAPOC）が制定した花粉問題対策のシンボルマークです。そして、JAPOCが制定した規格を満たした製品・用品に付与される**認証マーク**でもあります。

このマークを活用して、消費者の皆さまには、花粉対策製品・用品の購入の際に、その選定基準としてお役立ていただければと思います。

そして、事業者・研究機関の花粉問題対策努力がより一層向上し、関連業界の健全な発展および皆さまの生活の向上に寄与するものと考えます

花粉症にならない空気とは？

- 既に花粉症を発症している人：花粉を吸わない。
- まだ花粉症を発症していない人：体内の花粉抗体量を増やさないために、できるだけ花粉抗原を吸わない。



- 屋外では、花粉の飛散が多い日は、マスク、眼鏡などを着用する。
 - 屋内では、空気清浄機などで、室内空気中の花粉を除去する。
 - 花粉の飛散が多い日は、布団や洗濯物を外に干さない、帰宅時には、衣類に付着した花粉を払ってから室内に入る。
- などの基本対策を実施する上で、



- いずれの対策も「**これだけ使えば花粉症にならない**」といった**完璧なものはない**ことを理解した上で、それぞれの対策が、
 - メーカーの身勝手な条件で評価されたものではないか？
 - 妥当な条件で定量的に評価されているものかどうか？
 - どれだけ自分の花粉吸引量を減らしてくれるのか？
- がわかった上で、**基本対策を実施することではないか**と思います。

本日のアジェンダ

1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る） ものさし、基準値を決めようというトライアル

① シックハウスにならない空気

② 花粉症にならない空気

③ ウイルスに感染しない空気

2012から更に8年後、2020年1月6日の厚労省からリリースのあった新型コロナウイルスのパンデミックを受けて、2021年10月12日に東京大学と共同で策定・発表した「呼吸器感染症の感染リスク低減対策のための教育現場向け参考ガイド」に関するお話

2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る） 高原などの気持ちいい空気を作るトライアル

① うるおいのある空気

② 香りのある空気

新型コロナ 5 類への移行を受けて

5 文科初第 3 4 7 号
令和 5 年 4 月 28 日

各都道府県・指定都市教育委員会教育長
各都道府県知事 附属学校を置く 各国公立大学法人の長
各文部科学大臣所轄学校法人理事長
構造改革特別区域法第 1 2 条第 1 項の認定を 受けた各地方公共団体の長
各指定都市・中核市市長 厚生労働省社会・援護局長 殿

文部科学省初等中等教育局長 藤原章夫

5 類感染症への移行後の学校における 新型コロナウイルス感染症対策について（通知）

新型コロナウイルス感染症は、本年 5 月 8 日付けで、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（平成 10 年法律第 114 号）上の 5 類感染症に移行することとなります。このたび、**5 類感染症への移行を踏まえ、教育委員会や学校等における今後の感染症対策の検討の参考としていただくため、「学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル」の改定を行いました。**主な改定内容及びその留意事項等について、下記のとおりお知らせしますので、これらも参考とした上で、学校における新型コロナウイルス感染症対策の見直しを行い、児童生徒が安心して充実した学校生活を送ることができるよう、積極的な取組をお願いします

出典：文部科学省ホームページ 「5 類感染症への移行後の学校における新型コロナウイルス感染症対策について（通知）」 p.1
https://www.mext.go.jp/content/20230427-mxt_ope01-000004520_1.pdf

学校における新型コロナウイルスに関する衛生管理マニュアル

3. 換気の確保

新型コロナウイルス感染症の感染経路は、接触感染のほか、せき、くしゃみ、会話等のときに排出される飛沫やエアロゾルの吸入等とされており、**換気の確保は、引き続き、有効な感染症対策**となります。このため、換気は、**気候上可能な限り常時、困難な場合はこまめに（30分に1回以上、数分間程度、窓を全開する）、2方向の窓を同時に開けて行う**ようにします。授業中は必ずしも窓を広く開ける必要はありませんが、気候、天候や教室の配置などにより換気の程度が異なることから、必要に応じて換気方法について学校薬剤師等と相談してください。

⑦冬季における換気の留意点

冷気が入りこむため窓を開けづらい時期ですが、空気が乾燥し、飛沫が飛びやすくなることや、季節性インフルエンザが流行する時期でもありますので、換気に取り組むことが必要です。**気候上可能な限り、常時換気に努めてください**（難しい場合には30分に1回以上、少なくとも休み時間ごとに、窓を全開にします。）。

イ) 室温低下による健康被害の防止

換気により室温を保つことが困難な場面が生じることから、室温低下による健康被害が生じないように、児童生徒等に暖かい服装を心掛けるよう指導するなど、学校内での保温・防寒目的の衣服の着用について柔軟に対応してください。また、室温が下がりすぎないように、空き教室等の人のいない部屋の窓を開け、廊下を經由して、少し暖まった状態の新鮮な空気を人のいる部屋に取り入れること（二段階換気）も、気温変化を抑えるために有効です。

出典：文部科学省ホームページ 「学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル」 p.3-4
https://www.mext.go.jp/content/20230427-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf

なぜ、学校では“換気”が足りないのか？

- 厚生労働省の見解：ビル管理法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）における空気環境の調整に関する基準に適合していれば、**必要換気量（一人あたり毎時30m³）**を満たすことになり、**「換気が悪い空間」には当てはまらない**と考えられます。
- 子供が昼間過ごす“学校”だけは、**“学校環境衛生基準”により、環境が規定**されており、家族の中で最も換気量の少ない環境で過ごすことを強いられている。
- しかも、**休憩時間に窓開け換気をすることが前提になっている（そもそも教室には換気装置が付いていない）**ため、授業中、窓を閉めると、十分な換気量が確保できない

	お父さん	お母さん	子供
昼間過ごしている場所	会社	家	学校
環境を規定する法令	建築物における衛生的環境の確保に関する法律(ビル管理法)	建築基準法	学校環境衛生基準
換気に関する基準	二酸化炭素濃度(1000ppm以下) 「一人当たり1時間につき30m ³ 」の換気量が必要	二酸化炭素濃度(1000ppm以下)	二酸化炭素は、1500ppm以下であることが望ましい。

出典：厚生労働省、文部科学省、国土交通省ホームページを参照して講師作成

学校向けコロナ対策ガイドライン



2021年10月12日
 国立大学法人東京大学
 ダイキン工業株式会社
 日本ペイントホールディングス株式会社

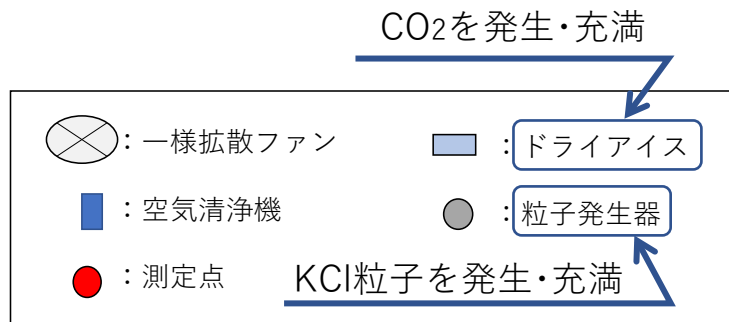
東京大学、ダイキン工業、日本ペイント
呼吸器感染症の感染リスク低減対策のための教育現場向け参考ガイドを共同で策定
 ～ 学校などの既存の教育施設への早期導入を見据えた対策案を具体的に提示 ～

国立大学法人東京大学（総長：藤井 輝夫、以下「東京大学」）とダイキン工業株式会社（本社：大阪府大阪市、代表取締役社長兼 CEO：十河政則、以下「ダイキン工業」）、日本ペイントホールディングス株式会社（本社：東京都中央区 代表執行役共同社長：若月 雄一郎、ウィー・シューキム、以下「日本ペイント」）は共同で、厚生労働省をはじめ政府・行政機関などから発出された新型コロナウイルス感染症（COVID-19）などの呼吸器感染症の感染リスク低減対策に対応する室内環境の整備方法に関して、学校などの教育施設の管理責任者向けの参考資料として、工学的実証に基づく具体的な対策案をまとめた参考ガイドを策定しました。

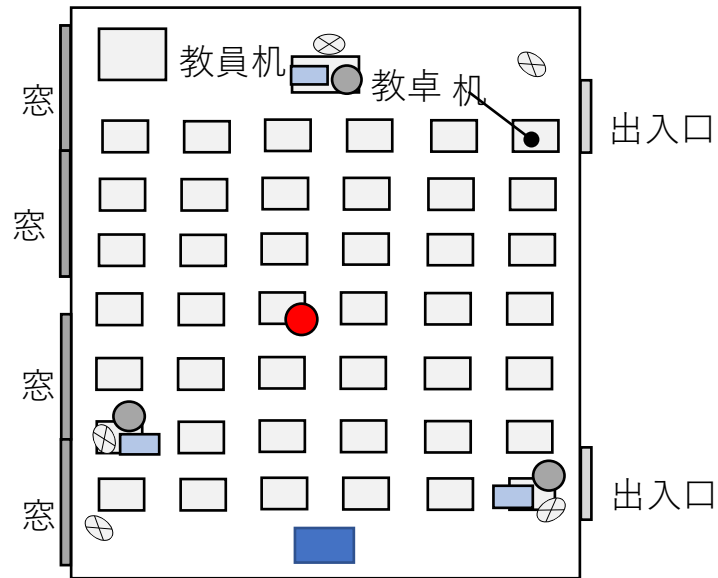
教室での実測による相当換気量測定

換気回数の評価

- ① CO₂濃度の減衰特性から求める方法
- ② 粉塵（KCl粒子）濃度の減衰特性から求める方法



(10 cm開放)



各教室に全熱交換器

粒径 [μm]	自然換気	機械換気	窓開け	空清機	機械換気+空清機
0.05-0.07	0.71	3.85	1.69	2.69	4.90
0.07-0.10	0.56	3.92	1.95	2.55	5.26
0.10-0.15	0.49	3.94	2.10	2.40	5.39
0.15-0.30	0.48	4.19	2.00	2.47	5.41

[単位：回/h]

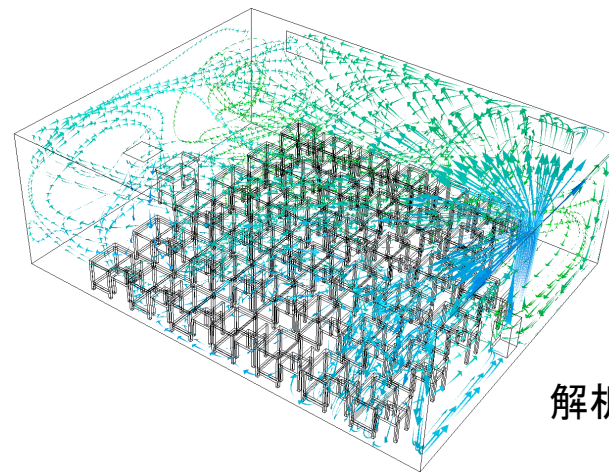
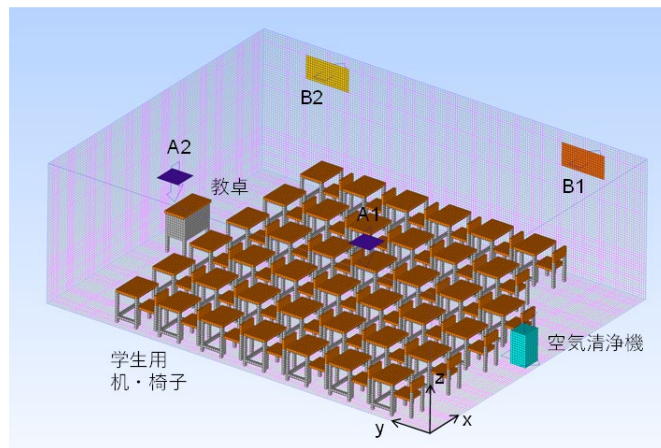
機械換気 3.58 回/h
 空気清浄機 1.95 回/h

気流シミュレーションによる相当換気量予測

空気清浄機の相当換気量の予測

- 40人学級
- 後方中央1カ所に空気清浄機
- 気流と粉塵濃度をシミュレーション

出典：
 ダイキン工業株式会社のサイト ニュースリリース
 東京大学、ダイキン工業、日本ペイント
 呼吸器感染症の感染リスク低減対策のための教育現場向け参考ガイドを共同で策定
<https://www.daikin.co.jp/press/2021/20211012>



解析領域と流線ベクトル

相当換気量の計算値

396 m³/h

2.11 回/h

ほぼ一致

相当換気量の測定値

2.11 回/h (教室A)

1.95 回/h (教室C)

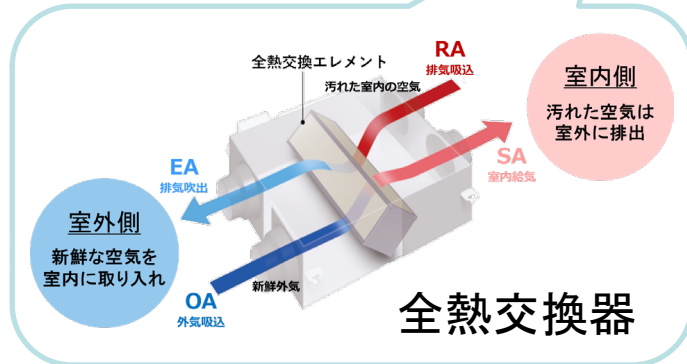
ガイドの考え方

合計換気量

自然換気

他の機械換気

$$Q_{total} = Q_N + Q_{ER} + Q_M + Q_{AC}$$



出典：ダイキン工業株式会社のサイト
https://www.ac.daikin.co.jp/-/media/Project/Daikin/ac_daikin_co_jp/va/images/va_top_img01-png.png?rev=87d77af4a9c74c2e9cd34a3de32b0a05&sc_lang=ja-JP&hash=C32F384E6D90E449E1A7C94CA2EC36E3

出典：ダイキン工業株式会社のサイト
<https://www.ac.daikin.co.jp/cleanair/cz>

$$Q_{total} \geq \text{人数} \times 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{人} = \text{必要換気量}$$

個別の(相当)換気量を合算し、**1人あたり毎時30m³以上の換気量**を実現。

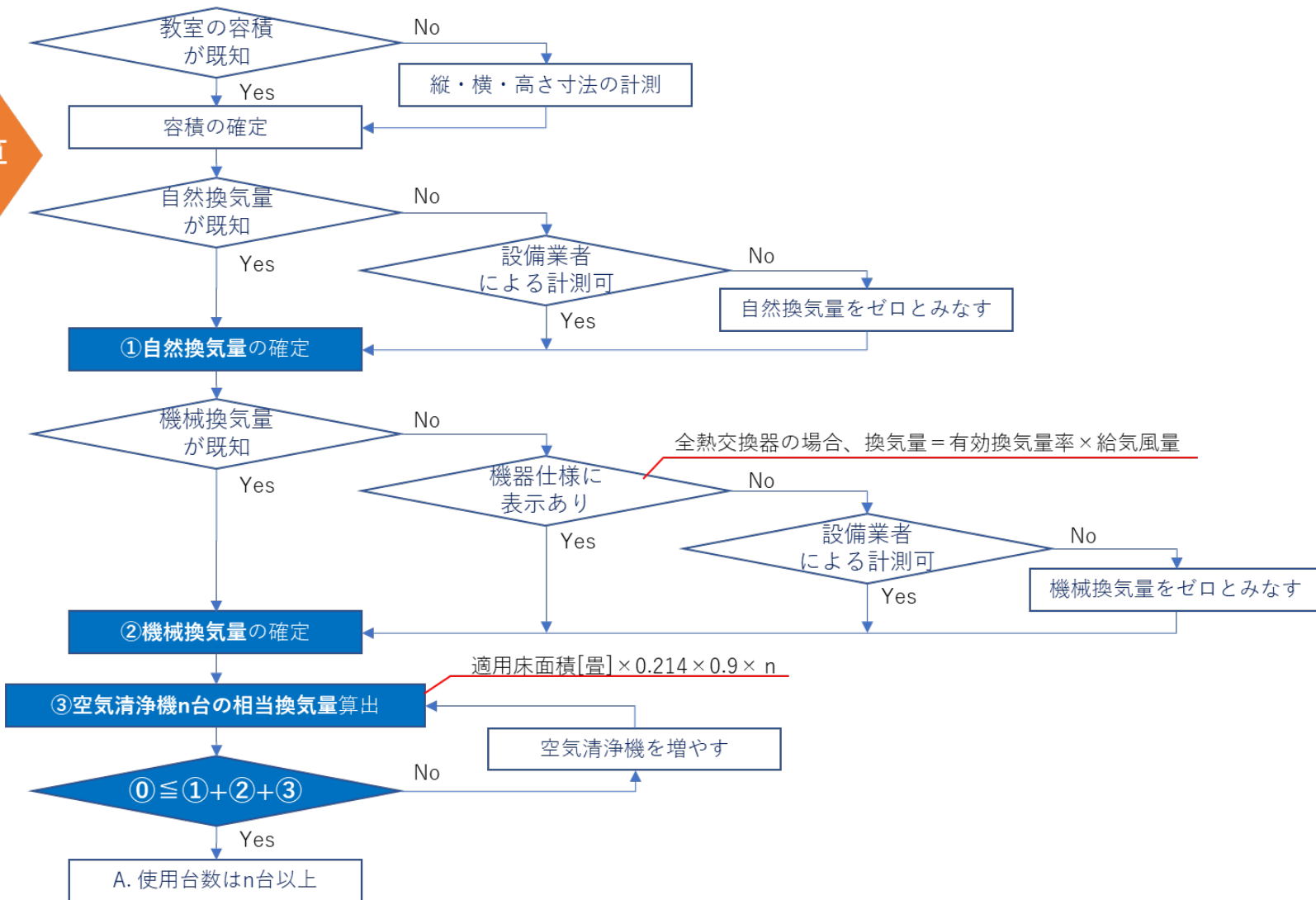
ガイドの内容（必要台数計算フロー）

空気清浄機の使用台数計算用フロー図

目標値の決定

①必要換気量
= 想定人数 × 30[m³/h]

計算



ガイドの内容 (必要台数計算ワークシート)

空気清浄機の使用台数計算用ワークシート

● 教室の条件

空間容積 (A) _____ [m³] ← 縦 _____ [m] × 横 _____ [m] × 高さ _____ [m]

想定人数 (B) _____ [人]

必要換気量 (C) _____ [m³/h] ← (B) × 30

● 相当換気量

自然換気 (D) _____ [m³/h] ← 自然換気回数 _____ [回/h] × (A) ※不明の場合は(2)へ

機械換気 (E) _____ [m³/h] ← i) + ii)

i) 換気扇 _____ [m³/h] ← 実測による

ii) 全熱交換器 _____ [m³/h] ← 有効換気量率 0. _____ × 給気風量 _____ [m³/h]

空気清浄 (F) _____ [m³/h] ← iii) × 安全率 0.9

iii) 相当換気量 _____ [m³/h] ← 適用床面積 _____ [畳] × 0.214

	(1) 自然換気回数が既知の場合		(2) 自然換気回数が不明の場合	
空気清浄機	(D) + (E) + (F) × 台数	判定：(C)以上？	(E) + (F) × 台数	判定：(C)以上？
1台				
2台				
3台				
4台				

ウイルスに感染しない空気とは？

■ウイルスの感染経路は、接触感染、飛沫感染、空気感染（エアロゾル感染、飛沫核感染）の3つの主要な感染経路があり、“空気”で対策可能なのは、空気感染だけなので、**空気の対策だけでウイルス感染を予防することはできない。**

■新型コロナウイルスなど、空気感染が疑われるケースが多い場合、換気など空気の対策が有効に機能する。



■環境を規定する**法律の違いで、子供だけ感染リスクが高い状態で放置されているのは大問題。**
換気装置もしくは空気清浄機の設置を義務化すべき。

■**換気、手洗い、マスク**を必要に応じて（**体内にウイルスがいくつ入ったら感染するのか？**から、**重点強化する対策を理解**した上で）**複合的に実施**することが重要だと思います。

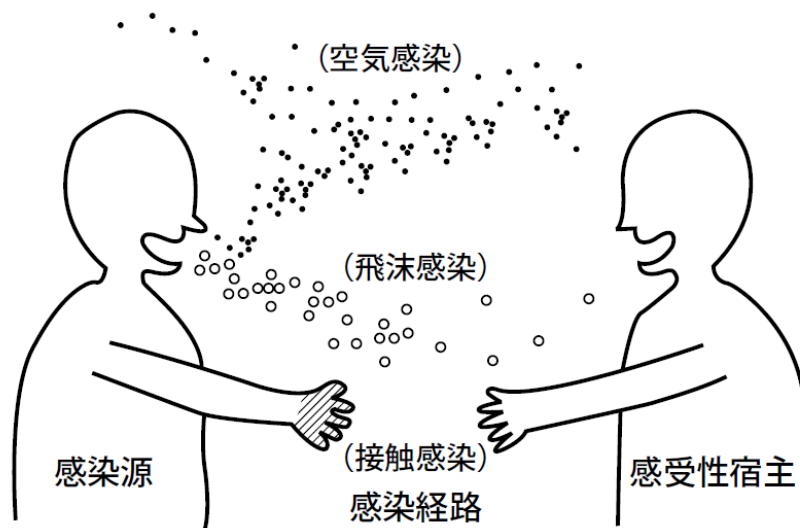


図1 病院感染の3つの主要な感染経路

本日のアジェンダ

1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る） ものさし、基準値を決めようというトライアル

- ① シックハウスにならない空気
- ② 花粉症にならない空気
- ③ ウイルスに感染しない空気

2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る） 高原などの気持ちいい空気を作るトライアル

- ① **うるおいのある空気**
ダイキン工業が最も力を入れてきた空気作りに関するお話。
- ② **香りのある空気**

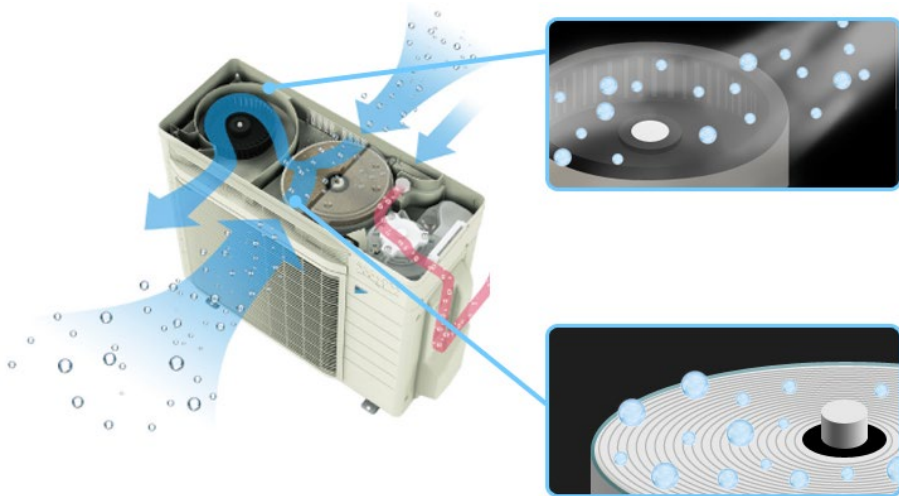
空気中の湿度に関する基準

■換気と違い、湿度に関する基準については、ビル、家庭、学校で、ほぼ同じ基準が設定されている。（学校だけ、なぜ少し、ケチるのか？が気にはなりますが・・・）

	お父さん	お母さん	子供
昼間過ごしている場所	会社	家	学校
環境を規定する法令	建築物における衛生的環境の確保に関する法律(ビル管理法)	建築基準法	学校環境衛生基準
湿度に関する基準	気温が17度以上28度以下、 相対湿度が40パーセント以上70パーセント以下	(中央管理方式の空調設備」が提供すべき性能として) 室内の温度:17~28℃ 室内の相対湿度:40~70%	温度:17℃以上、28℃以下であることが望ましい。 相対湿度:30%以上、80%以下 であることが望ましい。

出典：厚生労働省、文部科学省、国土交通省のホームページを参照して講師作成

ダイキンの湿度コントロール技術



ルームエアコン“うるるとさらら”

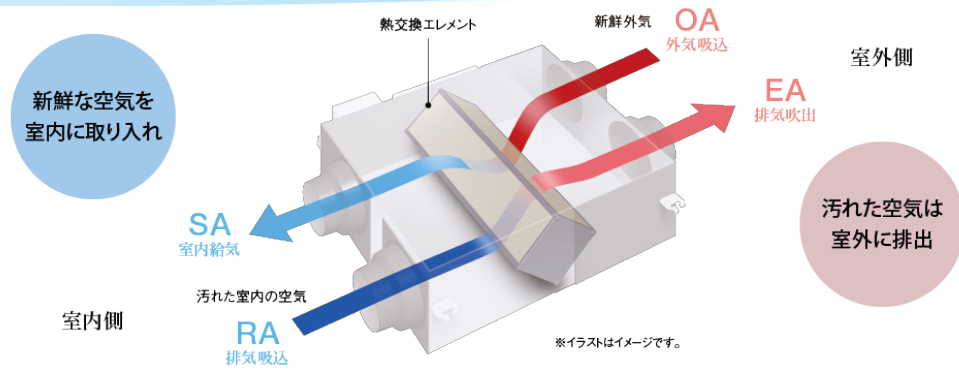
出典：ダイキン工業株式会社のサイト
https://www.daikin.co.jp/air/technology/our-technology/humidification/mechanism?ID=air_technology_our-technology_humidification



- 上から給水**
タンクを外さず
その場で給水
- 洗しやすい給水タンク**
開口部が広く
洗しやすい
- パネルを開けずに**
掃除機で
吸込むだけ

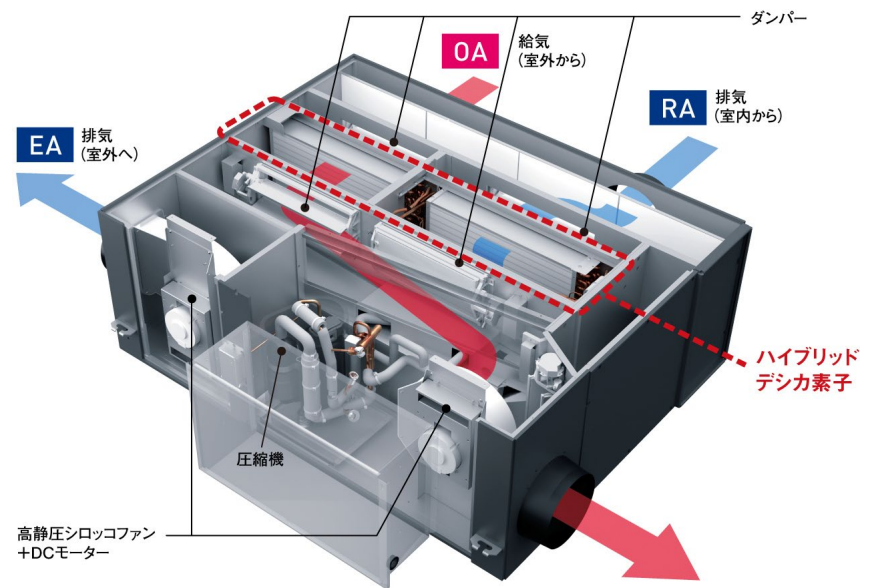
加湿ストリーマ空気清浄機

出典：ダイキン工業株式会社のサイト
<https://www.daikin.co.jp/press/2021/20210916>



全熱交換ユニット“ベンチエール”

出典：ダイキン工業株式会社のサイト
https://www.ac.daikin.co.jp/-/media/Project/Daikin/ac_daikin_co_jp/va/images/va_top_img01-png.png?rev=87d77af4a9c74c2e9cd34a3de32b0a05&sc_lang=ja-JP&hash=C32F384E6D90E449E1A7C94CA2EC36E3

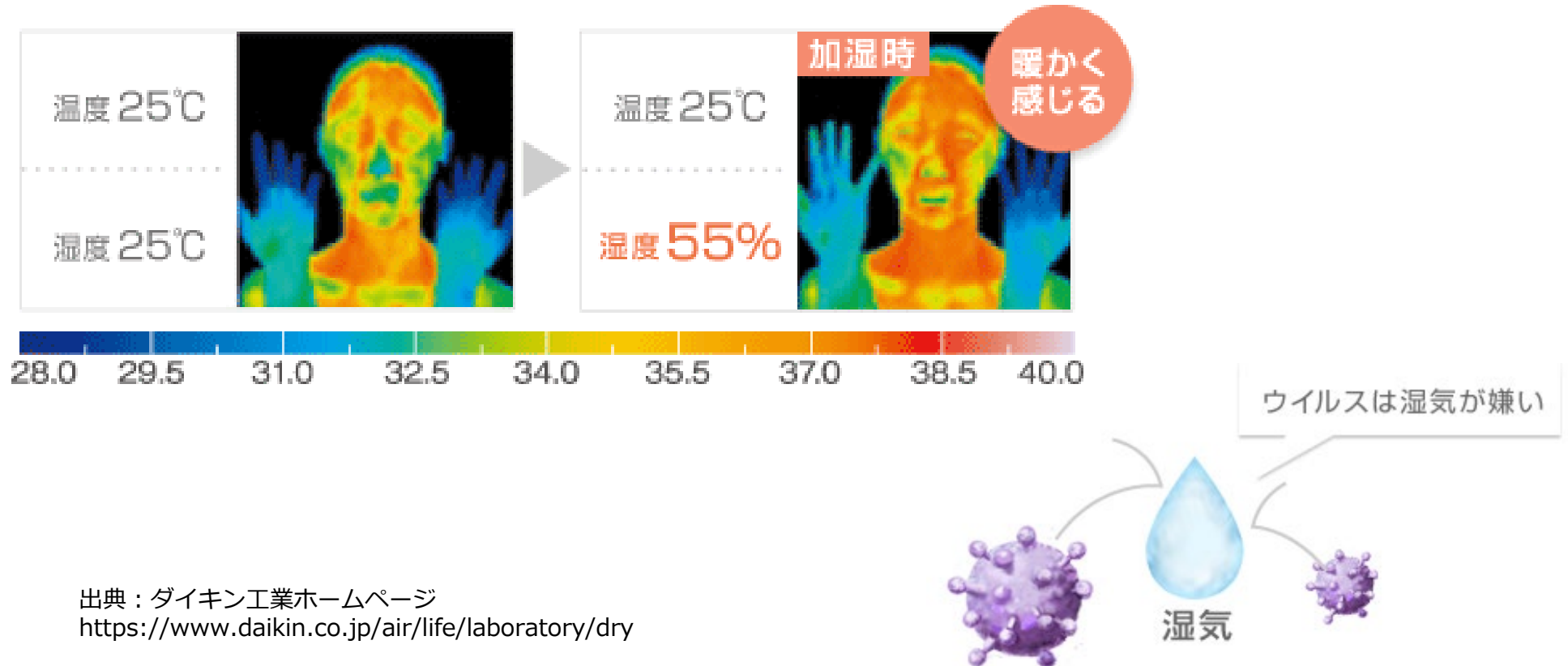


水配管レス調湿外気処理機“DESICA” SA 給気(室内へ)

出典：ダイキン工業株式会社のサイト
<https://www.ac.daikin.co.jp/desica/features>

湿度コントロールの価値

- 湿度コントロールにより、設定温度を上げすぎ/下げすぎなくても快適に感じる。
⇒暑がり/寒がりの人と一緒に居ても、両方とも快適になれる。省エネにもなる。
 - ・夏場、設定温度を下げすぎなくても、涼しく感じる
 - ・冬場、設定温度を上げすぎなくても、暖かく感じる
- ウイルス感染を予防できる。（相対湿度40%以上でウイルス感染リスクを低減できる）



出典：ダイキン工業ホームページ
<https://www.daikin.co.jp/air/life/laboratory/dry>

うるおいのある空気とは？

- 日本の中では、温度：17～28℃、**相対湿度：40～70%RHが、いい空気**という共通認識。米国暖房冷凍空調学会の推奨室内空気質においても、相対湿度40～60%RHが微生物にとって好ましくない環境とされているので、グローバルに見てもおかしくない基準値と考えられる。
- ただ、**季節によって、地域によって、求められる“湿度”は異なる**ので、**ニーズに合わせて、湿度がコントロールされているのが、“うるおいのあるいい空気”**であると思います。

例えば、

- ・梅雨時期はもちろん、**湿度が高くなる夏場、カビが繁殖しない**ように、相対湿度を70%RH以下に。
- ・**湿度が低くなる冬場、肌の乾燥だけでなく、ウイルスの感染を予防する**ため、相対湿度を40%RH以上に。（静電気防止のためにも）
- ・**夏場、設定温度を下げたい男性と、下げたくない女性が、同じ空間でともに快適に過ごす**ために、相対湿度を70%RH以下に。

など。

本日のアジェンダ

1) マイナスからゼロにする（空気の軟水を作る） ものさし、基準値を決めようというトライアル

- ① シックハウスにならない空気
- ② 花粉症にならない空気
- ③ ウイルスに感染しない空気

2) ゼロからプラスにする（空気の硬水を作る） 高原などの気持ちいい空気を作るトライアル

- ① うるおいのある空気
- ② 香りのある空気

アロマテラピーは20世紀初頭、100年前から、美容、健康増進、リラクゼーションなどの効果について検証されてきた歴史のある空気に関するお話。

アロマセラピーとは？

■アロマセラピーとは

花の香り。フルーツの香り。森の香り。

植物の香りは、私たちの心や身体にさまざまに働きかけます。

アロマセラピーは、植物から抽出した香り成分である精油（エッセンシャルオイル）を使って、心身のトラブルを穏やかに回復し、健康や美容に役立てていく自然療法です。

■アロマセラピーのメカニズム

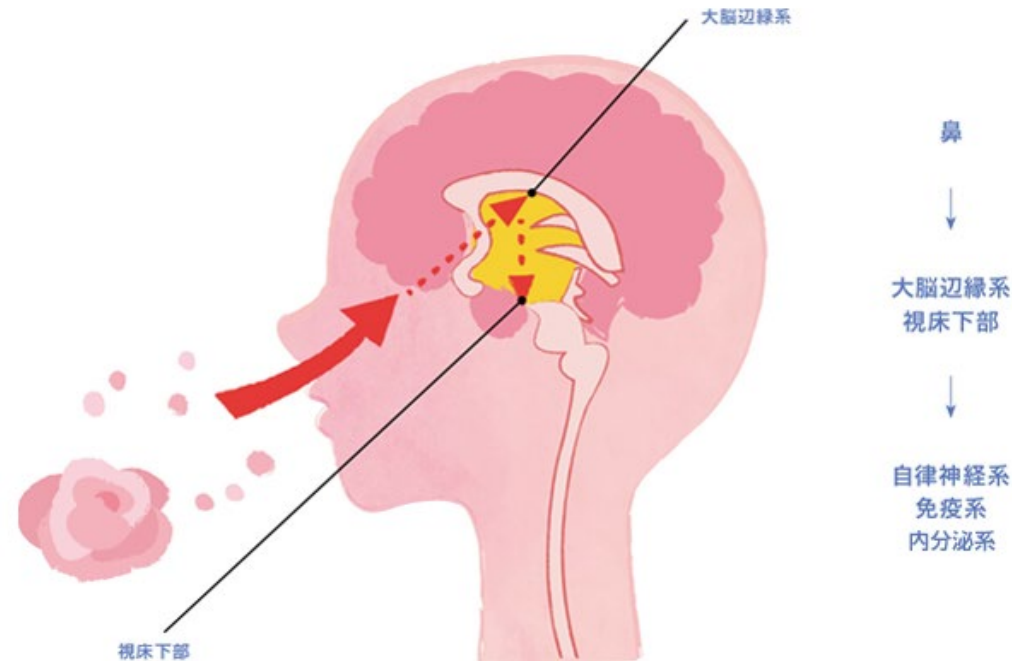
五感の中で唯一脳にダイレクトに伝わるのが「嗅覚」です。

香りの分子を嗅覚がキャッチすると、感情や本能をつかさどる「大脳辺縁系」や、自律神経系をつかさどる「視床下部」にその情報が伝わり、体温や睡眠、ホルモンの分泌、免疫機能などのバランスを整えます。

また、アロマセラピートリートメントなどによって、精油成分が皮膚から身体に働きかけることもわかっています。

出典：日本アロマ環境協会ホームページより

<https://www.aromakankyo.or.jp/basics/introduction/>



出典：日本アロマ環境協会ホームページ

<https://www.aromakankyo.or.jp/basics/introduction/mechanism/>

実はダイキンでもアロマ発生機作ってました。



「香り発生機能」対応機種



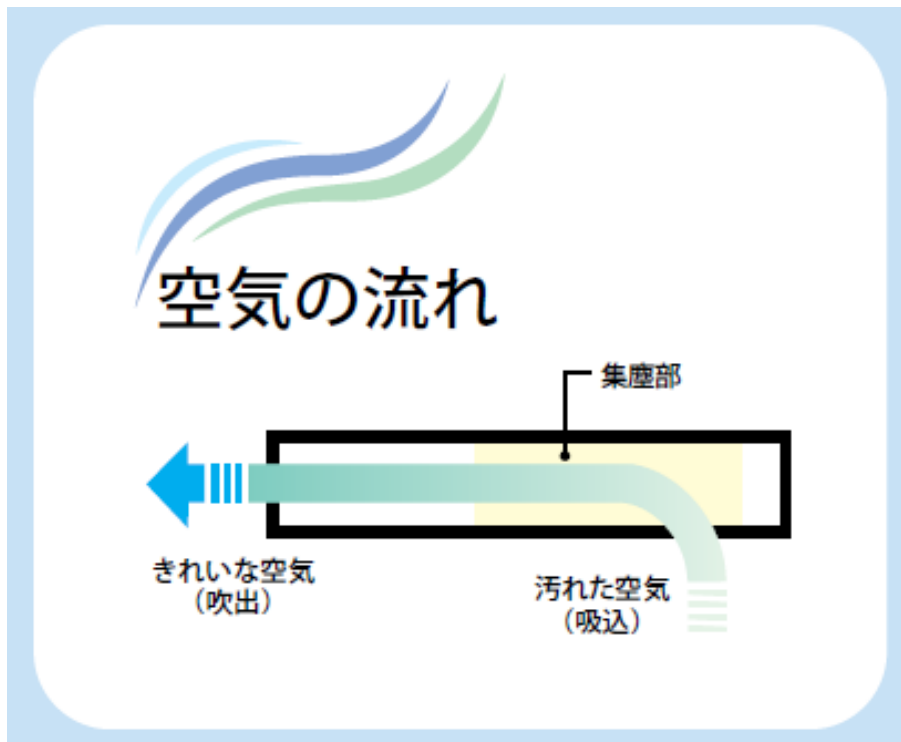
風量
10 m³/min
タイプ

ACEH10D

希望小売価格 **242,000円** (税別)
●外形寸法/高さ215mm×幅980mm×奥行600mm

在庫限り

天井吊り下げ型業務用空気清浄機



「香り」発生機能

別売の「芳香キット」と「香りの成分(芳香剤)」を組み込むと、リモコン操作で好きな香りを発生させることができます。さらに、「香りプログラムリモコン(別売)」を使うと1日の香りをプログラムし、自動運転することができます。香りの持続期間は約4ヵ月です。(香り強さ、“中”の場合。使用条件、香り種類によって異なる場合があります。)

★天井吊形ACEH10D・天井埋込カセット形ACEC5Dに別売対応

■香り機能の別売品はP51～52をご覧ください。

●芳香キット
YKFC40A
希望小売価格
33,000円 (税別)

●芳香剤
フローラル系 (1本) 2,500円 (税別)
フレグランス系 (1本) 4,000円 (税別)

●香りプログラムリモコン
YRPC300A
希望小売価格
33,000円 (税別)

高原などの気持ちいい空気には何が入ってる？

■ いろんなところの空気を測ってみました。

- ・ 研究所のあった、**大阪府堺市の空気**
 - ・ 大阪から最寄りの高原・**高野山の空気**
 - ・ ダイキンの保養施設がある長野県・**蓼科高原の空気**
 - ・ 友人が旅行で訪れた北海道・**美瑛、富良野の空気**
- など



テドラバッグ
(ガスサンプリング用バッグ)

出典：アズワンホームページより
<https://axel.as-1.co.jp/asone/d/1-2711-03/>



フレックスポンプ
(電池駆動小型携帯空気ポンプ)

出典：アズワンホームページより
<https://axel.as-1.co.jp/asone/g/NCG140201/>

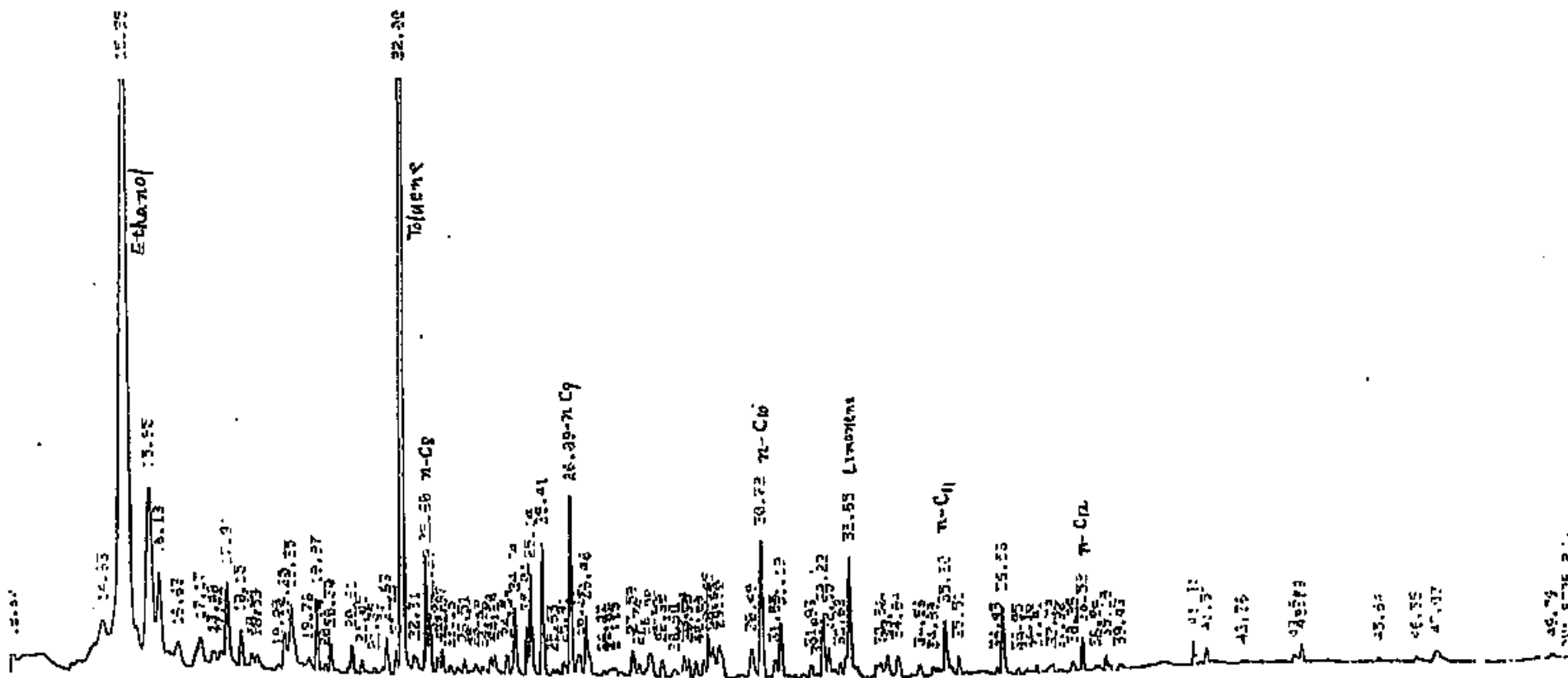


GC-MS
(ガス分析装置)

出典：Agilentホームページより
https://www.agilent.com/newsjp/presrel/fy2022/ca07_asms.shtml

大阪府堺市の空気

- 環境基準を上回るほどの劣悪な（健康被害の出る）空気環境ではないが、
 - ・ 多種多様な揮発性有機化合物（VOC）が含まれている
 - ・ 特に、エタノール、トルエンの濃度が非常に高い
- ⇒ 空気がきれいになったと言われる日本でも、街中の空気には、大量のVOCが含まれ、我々は、日々、その有害物質を吸いながら暮らしている。



GC-MSクロマトチャート

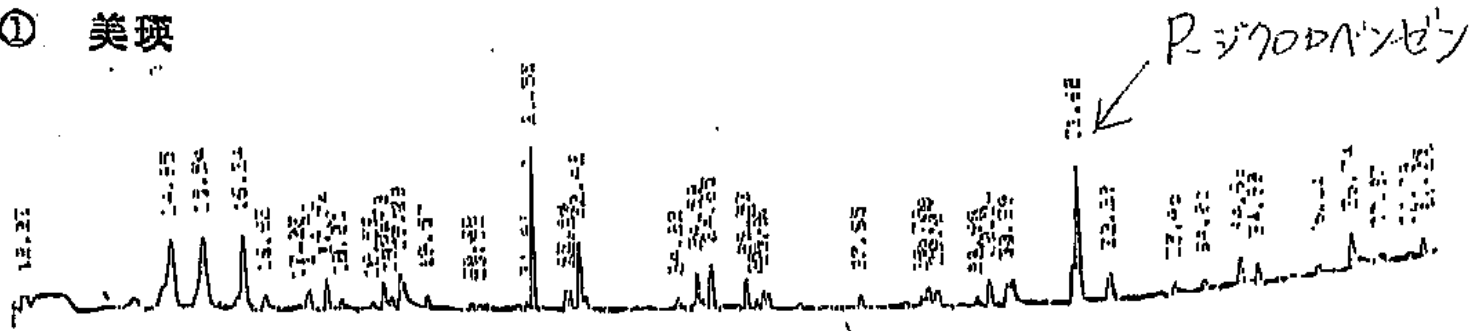
美瑛、富良野の空気

■ 高原などの気持ちのいい空気は、夾雑物のないきれいな空気。

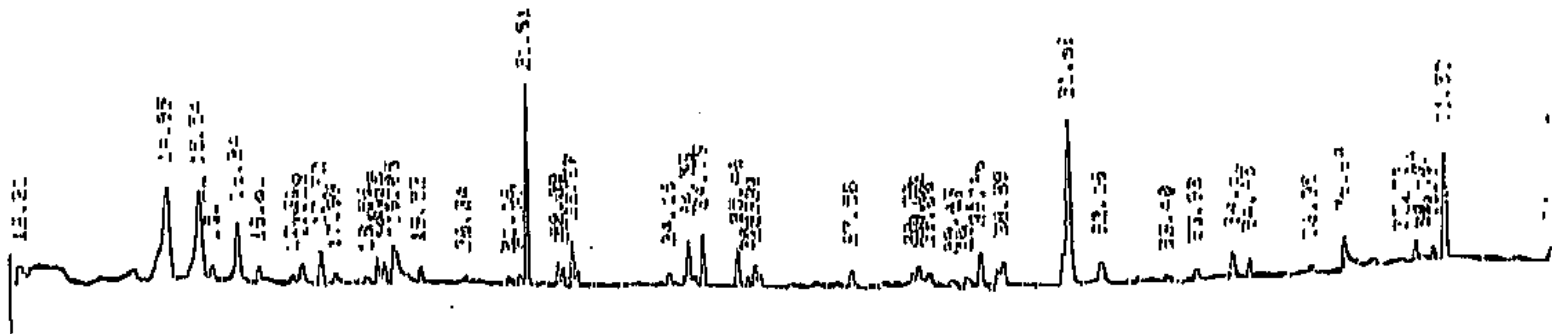
- ・ トルエンなどの揮発性有機化合物（VOC）のピークが立たない。
- ・ フィトンチッドやテルペン類は特定できるほど含まれていない。

⇒ 気持ちのいい空気は測定できて、街中の空気や汚染されている空気と明確に区別できる。

① 美瑛



② 富良野



GC-MSクロマトチャート

香りのある空気とは？

■ アロマセラピーで、香りを楽しんだり、美容・健康に活用しようということは、100年前から行われている。

■ しかしながら、高原などの気持ちのいい空気には、特定できるほど高濃度のフィトンチッドやテルペン類といった森の香り成分は含まれていない。



■ **高原など気持ちのいい空気≠香りのある空気**

・ **自然にある高原などの気持ちのいい空気を作りたいなら、香り成分をプラスするのは間違い。**

・ **あくまでも、香りは楽しむもの・エンターテインメントであり、好きな香りを楽しむことで、美容や健康に繋がる**ことは、アロマセラピーの100年の歴史が証明している。
と思います。

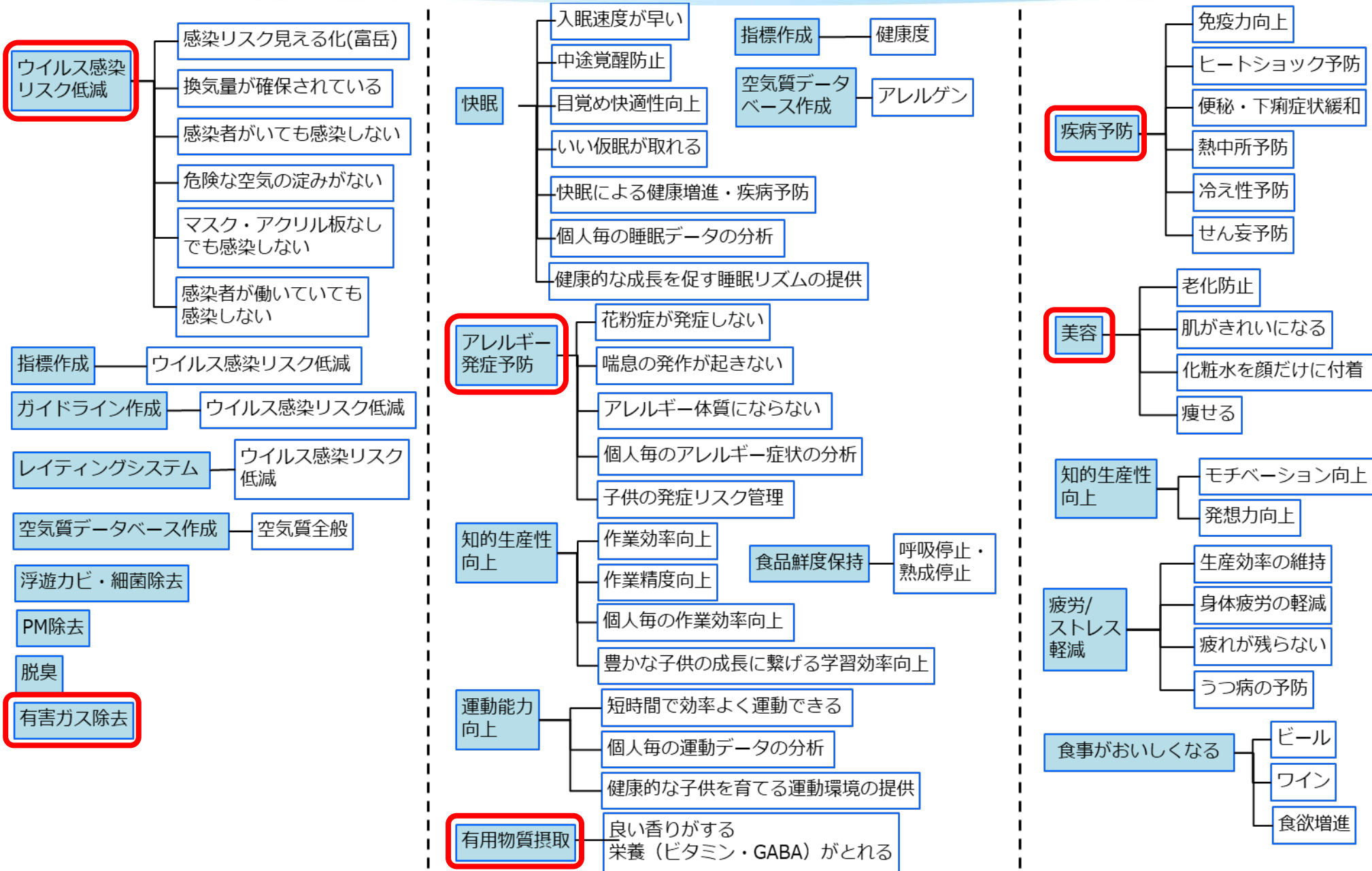


美瑛（セブンスターの木）



富良野

ダイキンメンバーで考えてきた“空気”の価値



終わりに

20年前から取り組んでいる「空気の価値化」にむけた試行（トライアル）について、ご紹介しました。

いろんな試行をしてきましたが、ダイキンメンバーだけで考えていても「空気の価値化」は実現できないのではと考えています。

「どうすれば空気が価値化できるのか？」について、一緒に考えていただける方を大募集中です！

若くて優秀で柔軟な発想をお持ちの皆さん、特に人文系の皆さんの出番です！！

我こそはという方、是非、ご意見・ご連絡をお願い致します！



ダイキン工業株式会社のキャラクター
https://livedoor.blogimg.jp/shirotan_totoro/imgs/2/7/275abf3e.jpg

ご清聴ありがとうございました！