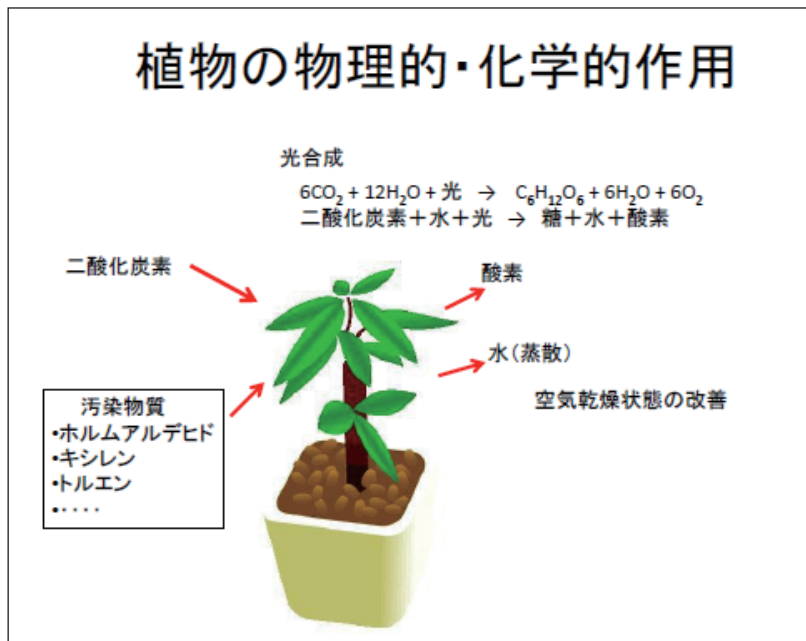


「植物の物理的、化学的、生物学的効果の総括」

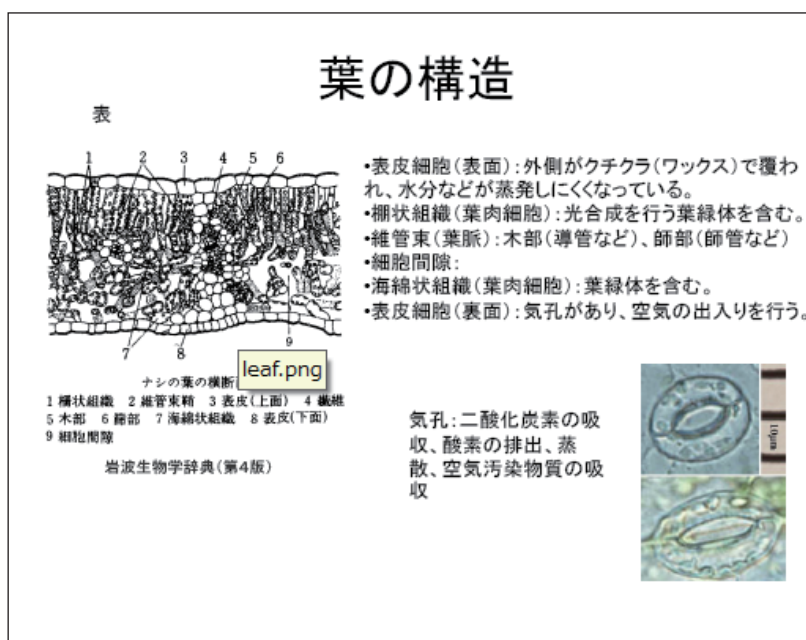
東京大学大学院農学生命科学研究科 助教
大森 宏



東京大学の森と申します。私は植物が持つ物理的、化学的、生物学的効果。高校などで勉強されたと思いますが、その復習みたいなことをちょっとしてみようと思います。



光合成をすることによって植物というのは生長しているわけですが、具体的には二酸化炭素を吸収して、そこに光が当たって、酸素が出てくる。屋内の緑化ということで、期待されたとしたら、こういう汚染物質の吸収や蒸散効果、空気の乾燥状態の改善などではないではないでしょうかということになります。



これらは葉で行うことが多いわけですが、葉の表面には表皮。テカテカした感じで水分が蒸発しないようになっている。裏面には穴が開いていて、これが気孔。10マイクロメートルという非常に小さい穴ボコで、ここを開閉することによって、二酸化炭素の吸収、酸素の排出、蒸散それに空気汚染物質の吸収も、こういう口で行っています。光合成はといいますと、葉肉細胞があり、この中に葉緑体が含まれていて、表面のところにギッシリ詰まっています。光が上から当たるので、ここでたくさん光合成をしようというわけです。

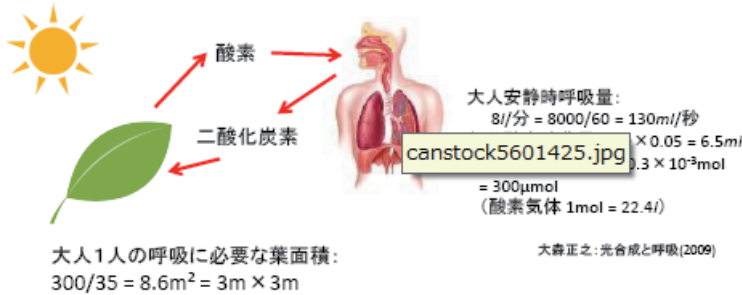
光合成のパワー

光合成: 二酸化炭素+水+光エネルギー → 糖+酸素

呼吸: 糖+酸素 → 二酸化炭素+水+活動エネルギー

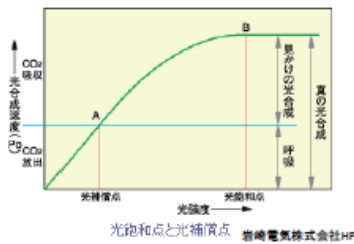
最適条件で、1m²あたり毎
秒 35μmol の酸素発生可能

呼吸1回: 酸素21% → 16% (5%消費)



とになります。ですから光合成によって植物が二酸化炭素が吸収してくれるというような効果を目に見える形にするためには、相当量の緑化が必要ということになります。

光の強さと光合成の関係



・陽性植物: 明るい場所に生育する。光合成量呼吸量とも大きく、生育が旺盛。光補償点、光飽和点も高い。
・陰性植物: 日陰で生育する。光補償点、光飽和点が低い。耐陰性があるとも言える。
→ 屋内植物に適する。

	光飽和点 (klx)	光補償点 (klx)
イネ	40~50	0.5~1
陽性植物		
ナス	40	2
レタス	25	1.5~2
ブドウ(巨峰)	40	0.4
セントポーリア	5~10	0.5
シンビジウム	10	0.3
陰性植物		
シクラメン	15	0.3
プリムラ・マラコイダス	10	0.4
アザレア	5	0.1

(岩崎電気株式会社HPより改変)



セントポーリア



シンビジウム



プリムラ(オトメザクラ)



アザレア(セイヨウツツジ)

晴天屋外	100
曇天屋外	30
晴天室内	10
室内窓から1m内側	3~5
百貨店売場	0.5~0.7
蛍光灯照明事務所	0.4~0.5
30W蛍光灯と灯使用八畳間	0.3
蛍光灯下	0.05~0.1

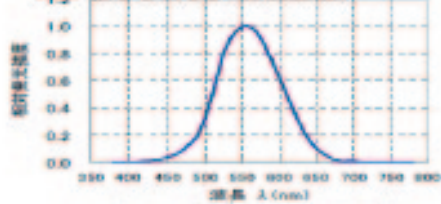
(大阪市立科学館HPより改変)

今度は光の強さです。光合成量というのは、光が強くなっていきますと、だんだん上がっていくわけですが、いくらでも強くなっていかっていうと、そうではありません。光飽和点と呼ばれるものであり、これは植物によって違います。それから、もう一つ、重要なのが光補償点。これは植物の呼吸と自分が生成するCO₂が釣り合う点で、結局、これ以上暗いと呼吸の方がどんどん多くなってしまい、植物は枯れていってしまうわけで、当然光補償点より強い光が存在しないと植物は生育不可能ということになります。例えば明るさの単位ルクス (lx)。例えばイネ、ナス、レタスなど外で育つものですがけれど

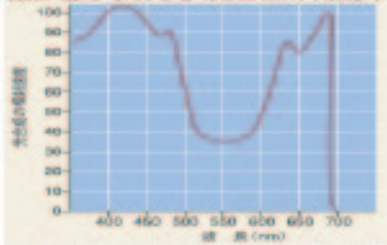
も、この場合だと4000lxくらいまでは光合成量が上がっていく。しかし、こういう日当たりを好む植物は、光補償点がかかなり高めで、2000lxとか1000lx以上の光が当たらないと育たないと。したがって、かなり強い光がないと育たない。これを陽性植物と言います。もう一方、日陰で生育する植物も当然でございませう。陽性植物がバーっと伸びていって、その隙間にできたところで木漏れ日を浴びてこじんまり生活するような植物。いわゆる陰性植物の場合では、光飽和点が1000lxくらい。日が強すぎると害になり、葉焼けを起こしたりする。その分、光補償点は低くて300lxくらいでもなんとか生活ができる。照度計を使って計測しますと、昼間の太陽光で100000lxですね。したがって、イネでも使い切れないうえですね。曇っていると32000lxです。木陰になりますと大体10000lxということですね。明るい室内というのを考えてみますと、大体、窓から1mちょっとのところとしますと、木陰の半分、5000かそのくらい。陽性植物でも光補償点を超えますから、十分育つということになります。ところが、完全密閉空間ではどうなるかという。百貨店はかなり明るいんですけども、それでも売り場が大体500から700lx。それから蛍光灯照明の事務所が大体400から500。ここ(図)で見てもみますと、アザレアだったらかかなり暗いところでも大丈夫という結果が出ていて、室内で育ちますが、あくまでギリギリですから、あんまり育たない。育たないということはどういうことかという、CO₂の減少効果が非常に限られたものになってしまうということになります。

葉と目での光の感じ方の違い

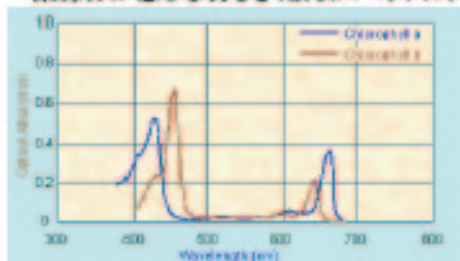
人が感じる明るさ(比視感度)



葉が感じる明るさ(光合成作用効率)

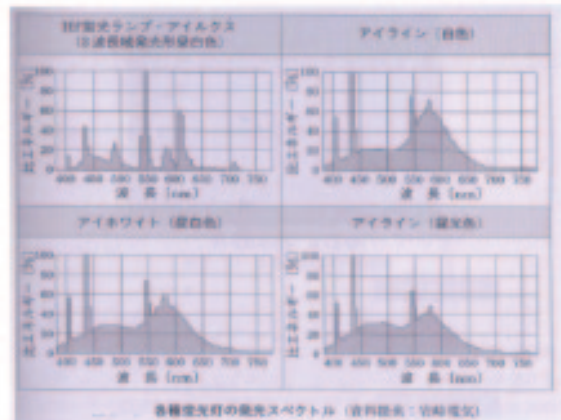
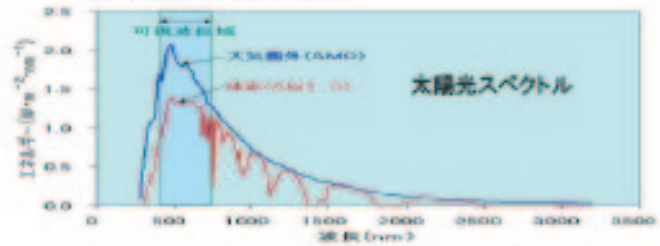


葉緑体を感じる明るさ(吸収スペクトル)



人: 緑が明るく感じ、青や赤は暗く感じる。

ペチュニア: 青色光→花芽分化+開花、赤色光→栄養成長の継続

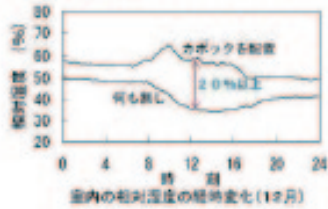


蛍光灯は植物の好む赤色成分(660nm 近辺)が少ない

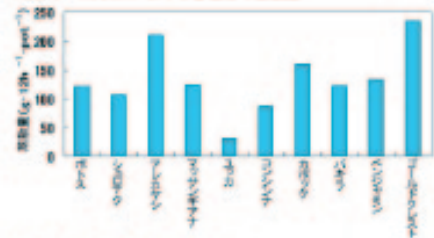
実は、人間が感じる光と葉っぱが感じる光というのは全然別物です。人間ていうのは、緑色を一番明るいと感じて、赤や青は暗く感じます。一方、葉が緑色に見えるのは緑色を反射するということ、つまり、葉っぱにとっては緑色はあんまり必要ない。半分くらいの効率になります。葉緑体の吸収スペクトルをみてください、青い部分と赤い部分に大きなピークが存在しています。室内を緑化するときには蛍光灯を使うわけですが、蛍光灯の発光スペクトルをみてくださいと人間の目にとって明るい緑色の成分の波長が多く、660nmの赤成分が少ないですから植物の生長には不利ということになります。最近では、いわゆる植物工場みたいなのがございまして、レタスなどを作ったりするのに赤色LEDを設置することによって、植物の生長を促進させていくというような方法があります。先ほど山下先生のお話にもございましたように、そういうLEDを組み合わせれば蛍光灯でも育てていけるのではないかとわかっていきます。

蒸散による室内湿度上昇効果

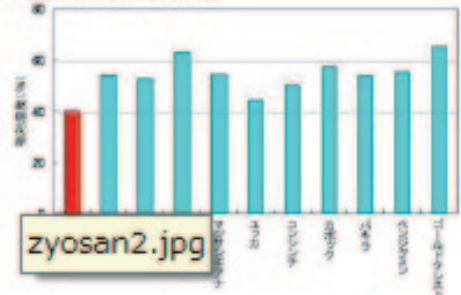
▼一方の部屋にはポットを窓際に一列配置し、もう一方の部屋には植物を配置しない場合の実験結果



▼22℃・5000Lにおける各種物の蒸散量



▼観葉植物の種類と室内の湿度



愛媛大学農学部緑化感性工学研究室HP

蒸散によって、どのくらい室内湿度が上昇するかを調べた研究例があります。それをご紹介しますと、イポメアや花木を窓際に一列配置したところ、何も無い場合に比べて冬の乾燥した12月に20%以上の上昇という効果がありました。この蒸散の効果は、当然植物ごとに全然違っているわけであレカヤシとかゴールドクレストっていうのは非常に高く、ここ(会場)にあるポトスとベンジャミンなどは、真ん中辺りの蒸散能力があります。

室内汚染物質

表1 室内濃度指針値

化合物名	室内濃度指針値 ^{※1}		室内における用途と推定される発生源
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.08 ppm	合板、接着剤、防カビ剤
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.07 ppm	シンナー、塗料、接着剤、ラッカー
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.20 ppm	塗料、芳香剤、接着剤、油性ペイント
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.04 ppm	防虫剤、防臭剤
エチルベンゼン	8800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.88 ppm	塗料、接着剤
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.05 ppm	断熱材、畳、接着剤、発泡スチロール
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (但し、小児の場合は0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.07 ppb (但し、小児の場合は130,107 ppb)	殺虫剤、防虫剤、防霉剤
フタル酸ジ-n-ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.02 ppm	プラスチック可塑剤、塗料、顔料、接着剤
テトラチカロン	880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.04 ppm	灯油、塗料
フタル酸ジ-n-エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7.6 ppb	可塑剤、壁紙、床材
ダイアジノン	0.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.02 ppb	殺虫剤
アセトアルデヒド	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.03 ppm	接着剤、防霉剤、写真現像用
フェノバルブ	88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.8 ppb	殺虫剤、防霉剤

※1 両単位の変換は25℃の

table.png

愛知県衛生研究所HP

それから、屋内汚染物質がどのくらい減少するかということについてご紹介します。室内にあるとよくないと言われている物質はこの表の通りです。

植物による汚染物質除去

気孔からの汚染物質の吸収

蒸散による水蒸気の放出

plant.jpg

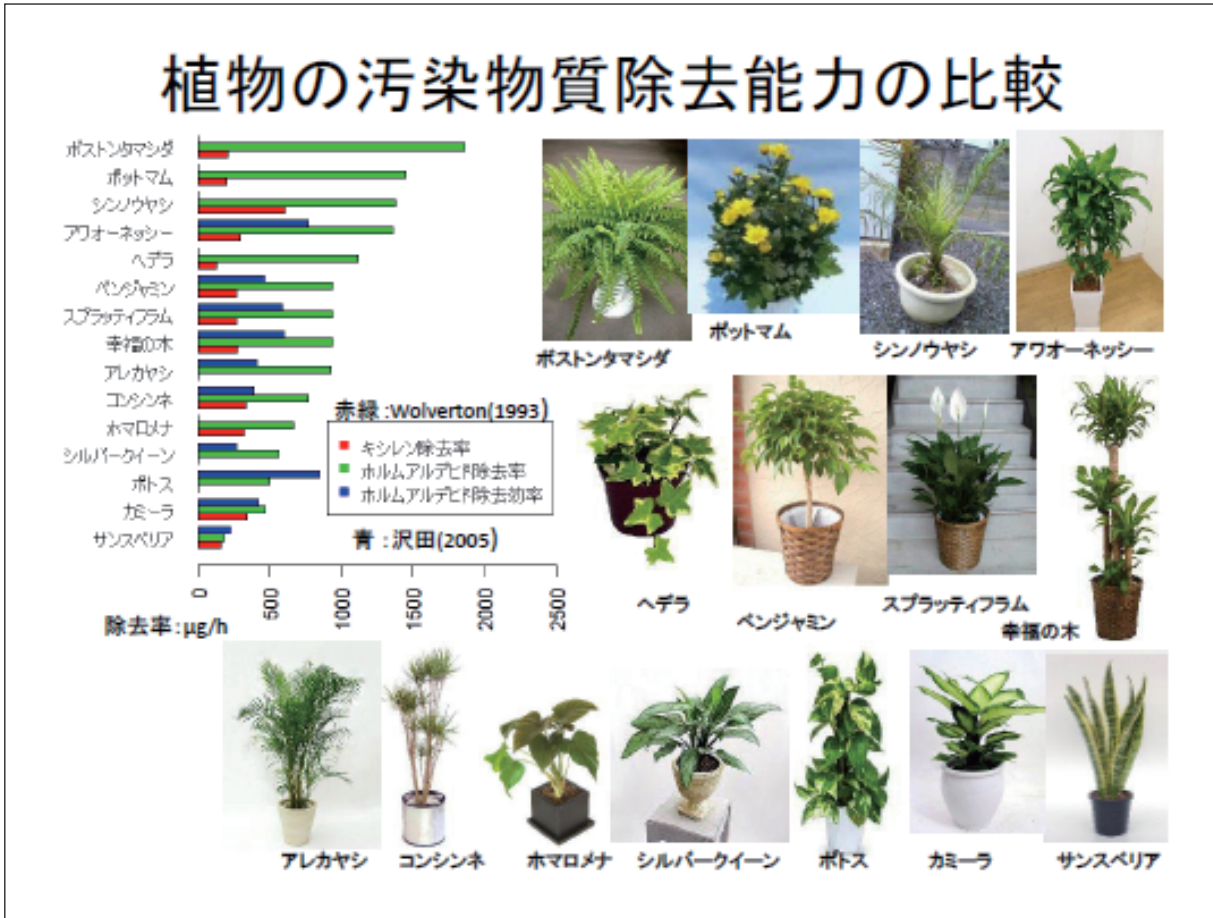
蒸散による対流が汚染物質を根圏に運ぶ。

土壌細菌による汚染物質の分解

除去実験システム、チャンバー
(575×510×1000mm)、(沢田, 2005)

NASAバイオホーム

それで、植物の汚染物質除去ということで、例えばこういうチャンバーを使った実験で、具体的にこの中に汚染物質を入れて、どのくらい吸収されるかというのを調べるというもの。もう一つ(右下)は先ほどのお話にあったNASA。究極の密閉空間である宇宙空間で、人間が育っていくために植物が使えるかというのを調べたNASAの実験棟。



それで、具体的にどのくらい能力があるかっていうことを研究したんですけども、グラフの赤のキシレンと、青のホルムアルデヒドがよく除去されるというデータになっています。

植物と土壌微生物

B. C. Wolverton and J. D. Wolverton (1993)

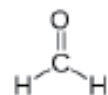
	ホルムアルデヒド除去		土壌細菌数	
	μg/hour	μg/hour	cfu/g	cfu/g
	7日後	5ヶ月後	7日後	5ヶ月後
植物体無しポット(土壌のみ)	46	280	9.00×10^3	4.13×10^2
ベンジャミン+ポット	335	940	5.22×10^3	5.00×10^3
スプラッティフラム+ポット	300	839	4.37×10^3	5.50×10^3
サンスベリア+ポット	97	189	7.56×10^3	5.70×10^3
カラコエ+ポット	142	188	7.38×10^3	7.50×10^3

根圏にグラム陰性菌を増やす植物

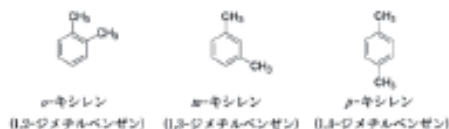
	露出土壌	殺菌砂で覆った土壌	土壌分
ホルムアルデヒド除去			
シルバークイーン	564	188	33.3
ディフェンバキア	754	281	37.3
ネフロレピス	1027	409	39.8
キシレン除去			
ディフェンバキア	325	154	47.4
ネフロレピス	208	103	49.5

分子量の大きな物質は気孔の穴(10μm)から入りにくい?

ホルムアルデヒド:分子量30.03

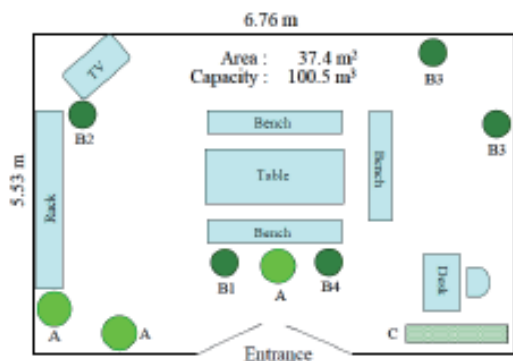


キシレン:分子量106.17



植物体だけではなく、ポットに入っている菌も大事。要するに植物体が無い土壌だけでも、結構アルデヒドは除去できる。そして植物体を加えるとグーッと除去できる。グラム陰性菌というのが仲の良い植物だと、化学的物質をよく吸収するということが考えられます。それから、土壌が露出している場合と、殺菌砂で覆って、土壌の効果をなくした場合について効果を比較したところ土壌の除去分が結構大きい。で、さらによく見てみるとホルムアルデヒドに比べてキシレンの方が土壌の効果は大きいということになります。一つ考えられるのは例えば、ホルムアルデヒドは分子量30くらいの小さい物質なんですけれども、キシレンは106でちょっと大きいです。そうしますと、植物の気孔からは大きくて吸収しにくいということになります。

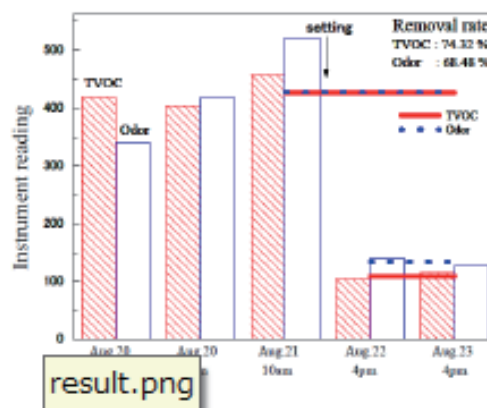
オフィスビルでの応用事例(沢田2005)



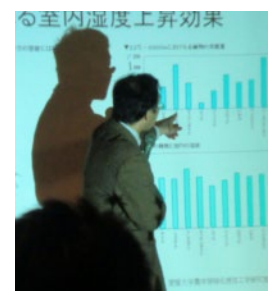
A~C: 植物設置場所



TVOC (Total Volatile Organic Compounds)
総揮発性有機化合物
Odor(臭気)



オフィスの事例なんですけれども、オフィスにこういう植物を置いてみたら、置いた瞬間に総揮発性有機物とか臭気っていうのは少なくなります。以上です。



山下 ありがとうございます。盛りだくさんの内容をまとめていただきました。

続いてご紹介いたしますのは国立の豊橋技術科学大学大学院工学研究科教授、松本博先生です。松本先生は、トルエンの化学物質除去の実際ですとか、観葉植物が人間の知的生産性に及ぼす影響、植物を置くことによって知的生産性、つまり仕事の能率が上がるということを実証されている研究者でいらっしゃいます。よろしくお願いたします。