

新型コロナウイルス感染予防対策としてご提案

紫外線除菌機能付サーキュレーター

HERSCHEL ヘルシエル

紫外線のカでウイルスを不活化へ

製造：平川製作所

販売：株式会社RCC文化センター

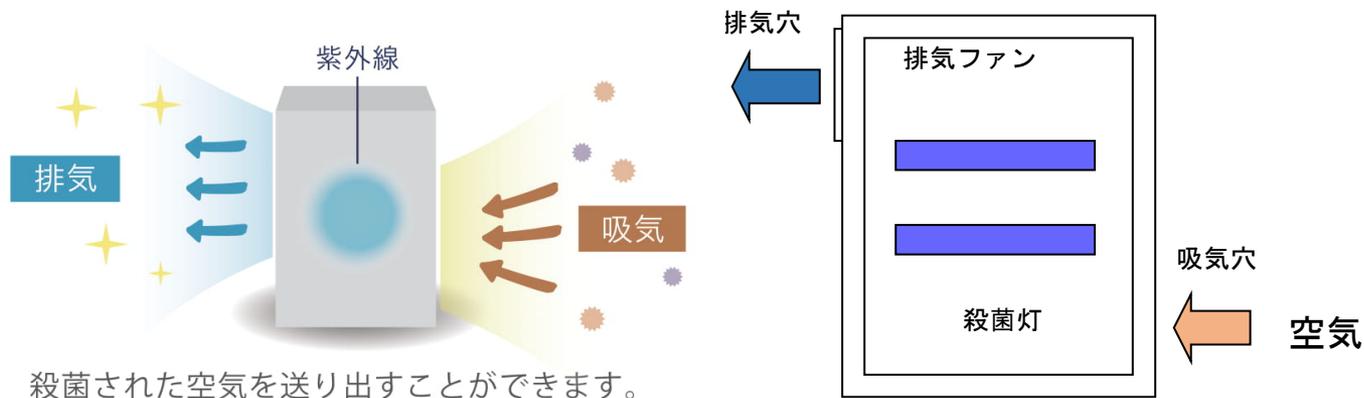
紫外線除菌機能付サーキュレーター 「HERSCHCEL」とは

～紫外線のチカラ～



機械の内部に紫外線灯6W2灯が設置されています。内蔵のファンで室内の空気を吸い込み紫外線の中を透過させ、室内に戻すことで、**紫外線(UV-C)**のエネルギーを取り込んだ空気全てに大量に浴びせ、空気中のウイルスを不活化しています。

中身、見た目はシンプルですが、光科学の応用が詰まっています！



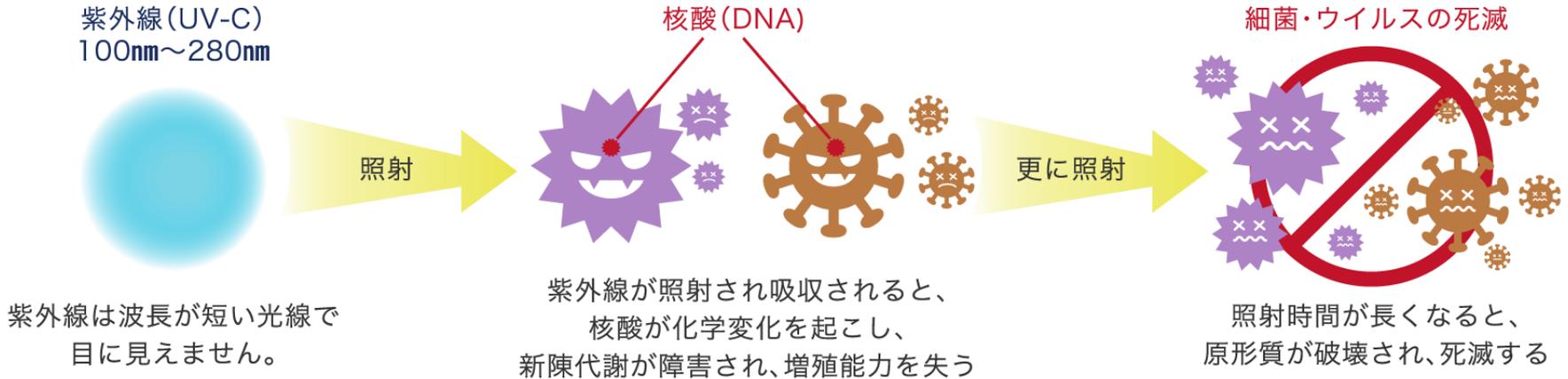
ウイルス・雑菌対策 **紫外線除菌機能付きサーキュレーター**

紫外線(UV-C) のチカラ

～ウイルスを不活化～

紫外線(UV-C)の特徴

地球上の全ての生命体の遺伝情報を最もよく破壊する有害な紫外線
例外なく細菌・ウイルスのDNAの鎖を断ち切ります。



【メリット】

- 物理的殺菌。化学反応により食品などの対象物を変質させる心配がありません。
⇒食品衛生の観点から食品生産工場で活用されています。
- 例外なく細菌・ウイルスに有効
⇒地球生命体の遺伝情報の鎖の基本構造は全て同じ。効かない細菌、ウイルスなし。

【デメリット】

- 逆に全ての生物に有害。さらに有機物の多くを分解する。開放空間での強照射ができない。
- 物質透過力が弱く、固型物内部の殺菌などはできない。

例1) インフルエンザウイルスの場合、約7 (mJ / cm²) の紫外線Cのエネルギーを与えると不活化。(Kaufman, J.E, IES Lighting Handbook 5th Ed., 1972)

例2) 結核菌の場合、約18 (mJ / cm²) の紫外線Cのエネルギーを与えると殺菌される。(Water Environment Federation, Wastewater Disinfection. Manual of Practice FD-10,1996)

(波長254ナノメートルの紫外線照射)

微生物	99.9%不活化に必要な紫外線照射量(mj/平方cm)
大腸菌	5.4
インフルエンザウイルス	6.6
コレラ菌	10.2
ロタウイルス	24
アデノウイルス	90

(出典元 東芝林間病院など調べ) 2

紫外線(UV-C)はどれくらいのパワーで空気中の細菌・ウイルスを不活性化できるか。

紫外線の中でも波長の短いUV-Cは「殺菌線」と呼ばれるもので、その中でも波長254ナノメートルの光は地球上の全ての生物の遺伝情報(DNA、RNA)を物理的に直接に破壊します。

細菌、ウイルスにはこの紫外線に強いもの弱いものがあり、
コロナウイルスはわずか10 (mJ / cm^2) で十分に無効化できます。
(ボストン大学発表<査読済み>)

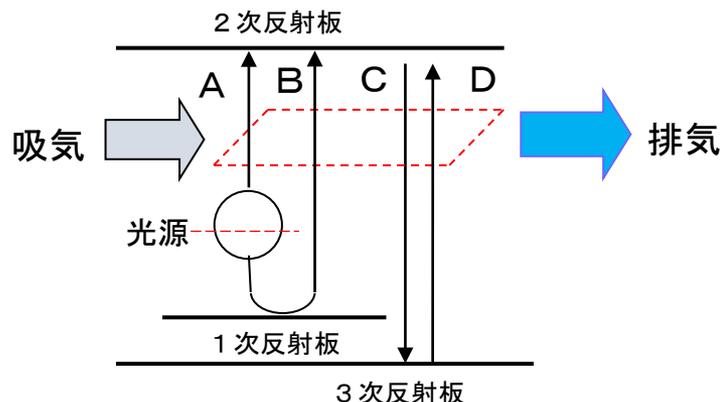
※査読済論文とは複数の専門家により追試験等を経て内容に間違いがないと認められた論文であり全世界に公開されます。

しかし、微生物の中でも最もこの紫外線に強いカビの孢子などは700 (mJ / cm^2) 程度の紫外線被曝をさせないと無効化できません(東芝林間病院など)。

本機では、波長254ナノメートルの紫外線で、最低でも1000 (mJ / cm^2) のエネルギーを取り込んだ空気の全てに及ぼすものとしてあります。
計算上これは、体が大きく紫外線に強い原生動物である線虫をも殺すに十分であり
(N.Masamoto, et al., Removal Methods of Nematoda contained in the effluent of activated carbon, 2001W.W.C. of Int.Wat.Assoc., 2001)
よって計算上、その空気中に含まれる、現在確認されているおよそ全ての細菌やウイルスを無効化できます。

独自の光効果倍増システムと最適バランス設計

強力な空気への紫外線照射を生む、本製品内部の光学構造は以下の通りです。



【本製品の反射板の仕事】

全放射を100%の1、反射板損失を50%の0.5とすると

A光：0.5

B光：0.5×0.5=0.25

2次反射板へのA光、B光の到達は

0.5+0.25=0.75

C光：A光+B光に反射板損失50%

0.75×0.5=0.375

D光：C光の反射板損失50%

0.375×0.5=0.1875

流れる空気を透過する反射板の仕事は

0.75+0.375+0.1875=1.3125倍

×線レーザーを作るための理論を応用

【本製品の紫外線照射の最悪の値を定格としました】

最適ではなく最悪を想定した定格

本製品の紫外線灯GL6[※] 2灯の定格寿命寸前の紫外線の仕事2386(mW) ×反射板の仕事2386(mW)×1.313=3133(mW) ⇒空気の通過する1秒を乗じて3000(mJ/cm²)程度。

平川製作所の厳しい性能評価において、過度に使用し続け、紫外線灯1灯が消灯もしくは紫外線灯や反射板が極端に汚れる等で紫外線が減弱し、最悪の場合1/3になると想定。本製品の定格を最悪の値である1000(mJ/cm²)以上としています。

【紫外線を機内に閉じ込め外に漏らさない】

厳しい独自基準の下、決して漏らさぬ構造で、安全性を確保します



本製品では、強力頑丈な遮蔽箱を採用しています。弱いX線も漏らさず遮蔽する鋼鉄製の箱を用いることで、強力な紫外線を内部の狭い範囲に閉じ込め安全性も確保。全体を小型化。

また紫外線殺菌灯は電源をOFFにすると直ちに紫外線の発生が停止します。扉が開くと電源がOFFになるようスイッチが付いており仮にユーザーが通電中に誤って遮蔽箱の扉を開けても直ちにその全動作が停止する安心の設計をしています。

一切の無駄を削ぎ落とし、ひたすら機能に特化してこのカタチになりました。ここに平川製作所のこだわりが表れています！

機械内部でしか紫外線が発生しないように安全対策はきちんと取られています。

紫外線空気清浄機1台でどの大きさの部屋に有効なのか

一律に言えません。「場合によってはの計算」が必要なのです。

本機の有効性を考えるとき、様々な環境下において状況は変わってくるため、なかなか一律で有効性を申し上げるのが難しいのが現状です。

一般的に「病原体を受けて病気になる、ならない」は、受けた病原体の「量と毒性」により決まります。

いかに猛毒であっても、大量の水に溶かして、その水のごく一部だけを飲むのであれば特に人体に影響がないこともあります。

つまり、「何をどのくらい体に取り込むか」によって、病気になる、ならないが決まることから、「**体に取り込む病原体の量を減らす**」ことが感染防止の基本と考えます。

空気中にある病原体に備えるためには、今あると仮定される病原体を溶かし込む空気の量を増やすことによって、相対的に体に取り込む病原体の量を減らすことが、感染防止に繋がります。これが「**換気**」という作業になります。

厳密には、病原体それぞれによって換気量を変えなければならないのですが、それは現実的に不可能ですので、あらゆる病原体の毒性を考えての概ねのところでの基準、指針や指令があるのです。

紫外線空気清浄機1台でどの大きさの部屋に有効なのか<概要>

■「補助換気装置」として効果を狙う

◆厚生労働省の指針に沿った場合

「比較的密」の条件でも概ねの効果を狙う場合。（カラオケボックスなど）
6畳の部屋では4人まで。（本製品の定格適用。部屋の天井高によらない。）

◆JIS規格「ガス除去」基準に沿った場合

会議室で人が快適に自由に行動できる程度に、まばらに部屋にいる場合、
天井高2mの空気の流れの悪い閉ざされた部屋については15～16畳まで。

天井高2mの空気の流れの良い閉ざされた部屋については60畳まで。

■「部分換気装置」として効果を狙う

◆高度医療の現場での効果を狙う場合

現行 米国CDC指令などから医師などの有資格者が算出した基準もクリア。

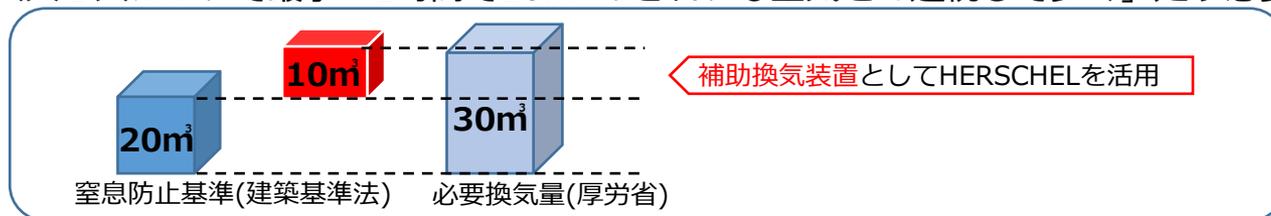
■「補助換気装置」として効果を狙う

厚生労働省の指針に沿った場合

～空気がきれいになる範囲～

「比較的密」の条件でも概ねの効果を狙う場合。（カラオケボックスなど）
6畳の部屋なら4人まで。（本製品の定格適用。部屋の天井高によらない。）

- ◆厚生労働省の【冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法】によると②の機械換気による方法の中で**必要換気量を一人あたり毎時30m³を確保**すること。と示しています。
 - ◆建築基準法施行令第20条の2 第2号に窒息事故などとならないための部屋の**最小換気量を一人あたり毎時20m³**と規定されています。
- ⇒<厚生労働省の指針 必要換気量と建築基準法で定められた最小空気換気量の差を埋めるために>
概ね大人1人について最小 1時間で10m³のきれいな空気を「連続して多く」足す必要があります。



また、厚生労働省では「空気清浄機を併用する場合の留意点」として
◆人の居場所から10m²(6畳:8.66m²)程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。と示しています。

では、厚生労働省の指針に沿って考えた場合、
6畳の部屋に本製品を設置した場合何人まで居ることができるのでしょうか。

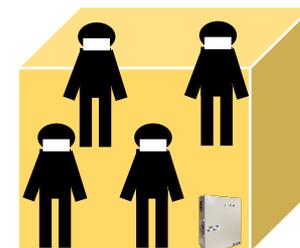
$$\text{総換気量} = 20\text{m}^3 + 60\text{m}^3 = 80\text{m}^3$$

(窒息防止基準) (本製品)

これを天井高2mと仮定して平面に戻すと $80\text{m}^3 \div 2\text{m} = 40\text{m}^2$ (平面上での換気面積)

一人あたり必要な空間は6畳(8.66m²)のため
 $40\text{m}^2 \div 8.66\text{m}^2 = 4.61$

よって4人まで対応可能となります。



6畳(8.66m²)

■「補助換気装置」として効果を狙う

JIS規格に沿った場合①

～空気がきれいになる範囲～

JIS規格：日本の産業製品に関する規格や測定法などが定められた日本の国家規格

会議室で人が快適に自由に行動できる程度に、まばらに部屋にいる場合、**天井高2mの空気の流れの悪い閉ざされた部屋については16畳まで。**

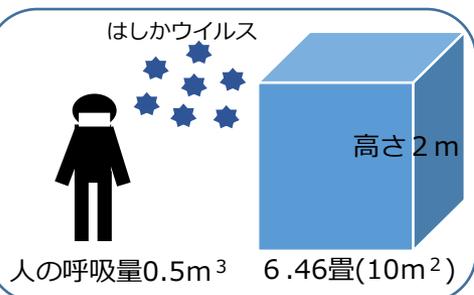
JISの規格 J I S C 9 6 1 5 - 1 9 9 5の「ガス除去」基準に従い、ガスの発生に対して、拡散したものを1時間当たりどのくらいの広さまで浄化できるか考えます。

国土交通省が発表している「住生活基本計画」において、人が快適に自由に活動できる程度の限度は 10m^2 であり、天井高は最低でも2mとなっています。会議室などの定員は概ねこの規定に沿っています。

コロナウイルス等の感染症対策を考えるために「ガス」をウイルスでも最も危険な部類に入る「はしかウイルスガス」と仮定します。（インフルエンザウイルスを「1」とすると、はしかウイルスの感染力は「14」倍の強さがあります）

一人当たりの呼吸量は1時間当たり 0.5m^3 であり、その全量が危険な「はしかウイルスガス」の場合。この条件では14人に感染させるだけの力がある。つまり、空気流通がなければ、 140m^2 を超える広さがないと危険ということになり、必要空気量としては、1時間当たり、 280m^3 以上必要となります。

【はしかウイルスガスと仮定】 感染力の強いウイルスに対してどのくらいの空気が必要か



■ 「補助換気装置」として効果を狙う

JIS規格に沿った場合①

～空気がきれいになる範囲～

JIS規格：日本の産業製品に関する規格や測定法などが定められた日本の国家規格



本製品の定格は最小で1時間で60m³の空気処理能力があります。

1時間あたり280m³の空気換気が必要な場合、 $280\text{m}^3 \div 60\text{m}^3 = 4.666$

よってHERSCHELは5台必要となります。

280m³の空間に5台設置した場合の一台当たりの処理面積は

$280\text{m}^3 \div 5 \text{ (台)} \div 2 \text{ (高さ)} = 28\text{m}^2$

28m²は15.3畳のため

1台当たりの空気処理は15.3畳

空気流通の悪い部屋への本製品の適用は患者ひとりで15畳から16畳の広さまで適用されます。

■ 「補助換気装置」 として効果を狙う

JIS規格に沿った場合②

～空気がきれいになる範囲～

空気の流れの良い閉ざされた部屋については天井高2mの60畳まで。

屋内の部屋で強制換気システムや窓を開閉できるなど空気流通がよく、「部分的な濃度上昇」が生じない部屋の場合、どれくらいの広さまで空気処理できるのでしょうか。JIS規格の毎分、1/2000以上の空気浄化能力があると考えられます。



本製品（標準機）の空気処理量は、1時間あたり60m³。つまり毎分1m³のですので室内2,000m³まで空気浄化が対応可能となります。

但し、ウイルスの空気感染は空気流通がよくても罹患者が入室してから最悪10分弱で起こることがあり概ねJIS規格に定められる7倍の空気浄化能力が必要になることも考えられます。

$$2000 / 7 = 285.7\text{m}^3$$

これは平川製作所が独自の計算根拠とした「はしかウイルス」をガスと仮定した場合の280m³と一致します。

60畳は、97.2m²の床面積であり、天井高2mで空気量は194.4m³となります。

■「部分換気装置」として効果を狙う

◆高度医療の現場での効果を狙う場合

～空気がきれいになる範囲～

米国CDCガイドラインにおける換気要求について。

CDCとはアメリカの疾病対策予防センター（Centers for Disease Control and Prevention）。健康に関する種々の決定の根拠となる信頼できる情報の提供と国民の健康の増進を図る連邦機関です。

CDCからは様々なガイドラインが刊行されており、世界中で参考にされています。日本においても医療従事者の方は「CDCガイドライン」という言葉をよく耳にされてるはず。日本の法律で決められているわけではありませんので、遵守義務はありませんが医療界としての常識や水準として広く取り扱われています。

「医療施設における環境感染管理への勧告」によると「IV.空気感染隔離室のための感染管理と換気要求」の中で新築および改築された病室には1 2 ACH以上または既存の空気感染隔離室には6 ACH以上の換気を行うこと【カテゴリー I B・ I C】とされています。簡単にいうと1 2 ACHは、1時間あたり1 2回空気を換気することになります。

■1時間あたり換気回数（ACH）と99%、99.9%空気汚染粒子除去効率

1時間あたりの換気回数（ACH）**	99%除去に必要な時間	99.9%除去に必要な時間
2	138	207
4	69	104
6	46	69
8	35	52
10	28	41
12	23	35
15	18	28
20	14	21
50	6	8

出典：CDC医療施設におけるヒト型結核菌の伝播防止のためのガイドラインMMWR1994;43(No.RR-13)
Mutchler JE.換気の原理 国立労働安全衛生研究(NIOSH)
産業環境-その評価と管理 ワシントンDC：米国保健教育福祉省公衆衛生局 1973保健社会福祉省発行no.(NIOSH) 74-117

■格付けの分類

カテゴリー I A	導入を強く推奨し、良く計画された実験的、臨床的あるいは免疫学的な研究により強力に支持された勧告。
カテゴリー I B	導入を強く推奨し、いくつかの実験的、臨床的あるいは免疫学的な研究により、強力な理論的根拠により支持された勧告。
カテゴリー I C	州政府あるいは連邦政府の規制によって要求されているか、あるいは確立された協会標準を代表している勧告。(注：連邦政府機関と規制引用例の略語は必要に応じて記載されている州レベルで採用されている規制からの勧告も注記されている。AIAからの勧告は規格の適切な箇所を挙げてある)
カテゴリー II	導入を推奨し、示唆に富む臨床研究または疫学的研究あるいは理論的根拠により支持された事項。
未解決の課題	いかなる勧告も提供されていないもの。根拠が不十分あるいは効果について意見がまとまっていない事項。

■「部分換気装置」として効果を狙う

◆高度医療の現場での効果を狙う場合

～空気がきれいになる範囲～

3 m³の範囲を3分で空気処理します。部分換気にも最適です。

病室や診察室などカーテンやパーテーションで区切った空間において有効かどうかについて。

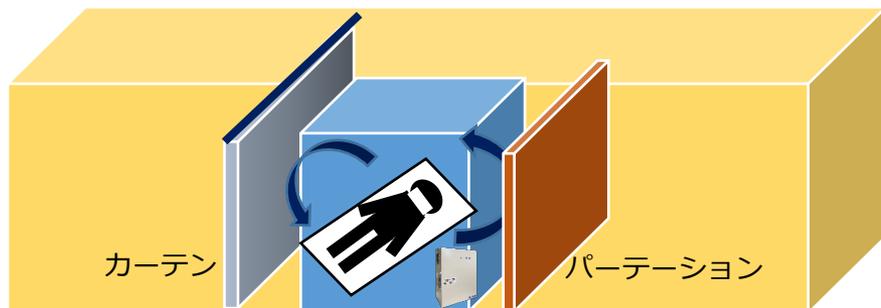
本製品（標準機）の空気処理量は、1時間あたり60 m³。

つまり毎分1 m³のですので、ベットを含めた範囲の空気環境が1.5 m³の場合は2分で空気処理できます。

それを1時間あたりで考えた場合、理論上、1時間あたり30回空気処理したこととなり30 ACHとなります。

カーテンやパーテーションの場合は一般的に50%くらいが入れ替わりますので15 ACH程度になります。

隔離の程度が高ければ高いほど理論上の効果が期待できます。



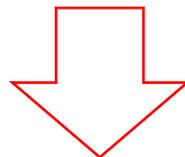
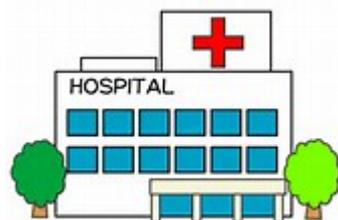
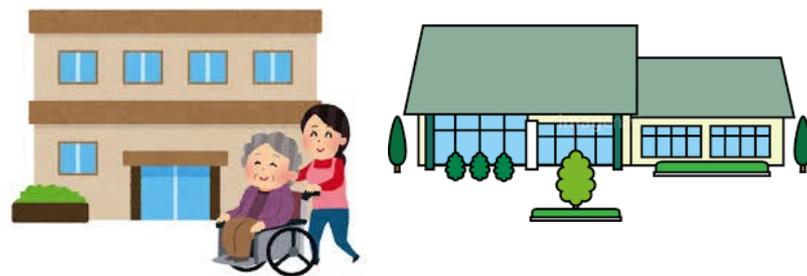
※イメージ図

具体的な設置状況

～こんなところで使っています～

紫外線除菌機能付サーキュレーター設置 例

- ・貸会議室全室に設置(RCC文化センター)
- ・楽屋・控室に設置(広島県文化藝術ホール)
- ・公民館(庄原市総領町)
- ・老健施設では訪問介護時にヘルパーさんが持参。



適切なウイルス・雑菌対策

製品ラインアップ

①標準タイプ据え置き型



②標準タイプ取っ手付き



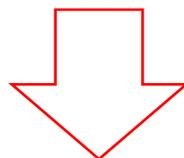
③静音アルミ箱タイプ

標準タイプと比べ
ファンの音を半減。
排気口を2か所にし
風量を確認していま
す。静かな環境下で
ご利用いただけます。



④大型タイプ

ホール・ロビーなどに
最適です。広さに合わ
せてオーダーメイドし
ます



適切なウイルス・雑菌対策

「HERSCHEL」

Friedrich Wilhelm Herschel



フリードリッヒ・ウィルヘルム・ハーシェルは、1738年11月15日にドイツのハノーバーで生まれました。

天王星を発見したことで有名な天文学者です。

ハーセルの功績は多々ありますが、太陽光の赤外線を発見したことも有名です。

「目に見えない、物に熱を与える光線」は、可視光と同じように屈折や反射の法則が適用されることを実験で証明しました。

論文：「熱を起こす太陽と地球の光線に関する実験」

平川製作所の「HERSCHEL」は科学者として物事を奥深く探求している Herschel先生に由来しています。敢えてドイツ語での読み方「ヘルシェル」にさせていただいています。