

【技術分類】 3－1－7 施設、機械、器具／共通施設、機械、器具／きのこ栽培用クリーンルーム

【技術名称】 3－1－7－1 きのこ栽培用クリーンルーム

【技術内容】

ISO の規格で、クリーンルームとは、「浮遊粒子濃度が制御されており、室内における微少粒子の流入、生成及び停滞を最小限にするように建設され、使用され、また、例えば、温度、湿度及び圧力など、他の関連パラメーターが必要に応じて制御されている部屋」と定義されている。このようなクリーンルームをより具体的に示すと、HEPA(high efficiency particulate air)フィルタ（3－1－7－2を参照）またはULPA(ultra low penetration air)フィルタを通した空気を供給して室内の浮遊微粒子を制御している部屋ということができる。

クリーンルームには、主に工業製品の製造工程で使用される Industrial clean room（ICR）と、医療分野や食品製造工場等で使用される Biological clean room（BCR）があるが、きのこの栽培プロセスで使用されるクリーンルームは後者に属する。これらのクリーンルームは気流形成の方式により、「水平一方向流方式」「垂直一方向流方式」「非一方向流方式」「混合方式」等のタイプに分けられる。

クリーンルームの規格には、日本工業規格（JIS B 9920）、アメリカ合衆国連邦規格（Fed.Std.209 E：但し 2001 年に廃止）、アメリカ合衆国航空宇宙局規格（BHB 5340-2）、英国規格協会規格（BS 5295-1）、ドイツ規格（VDI2083）、国際標準化機構規格（ISO14644-1）と様々な規格が存在するが、一般に BCR については、NASA の規格（表 1）が適用されている。

きのこの栽培工程でクリーンルームを必要とするのは、菌床栽培における放冷、接種、培養の各工程であるが、これらの工程は、それぞれ放冷室、接種室、培養室という独立した部屋とされている。

これらの各部屋に必要な清浄度は、放冷室と接種室はクラス 7（10,000）、培養室ではクラス 7－8（10,000－100,000）が必要であるとされている。きのこの類の胞子の大きさは、概ね 3－13 μ m（ミクロン）程度なので、HEPA フィルタとプレフィルタを併用することが望ましいとされている。

また、クリーンルーム内の空気圧は概して陽圧とし、外部からの汚染空気の侵入を防止するようにされている。

なお、クリーンルームの内装材は、気流形成方式や求められる清浄度合に応じて異なるが、一般に表 2 に示すような条件が求められる。したがって、その素材としては、金属や樹脂が使用されることが多い。

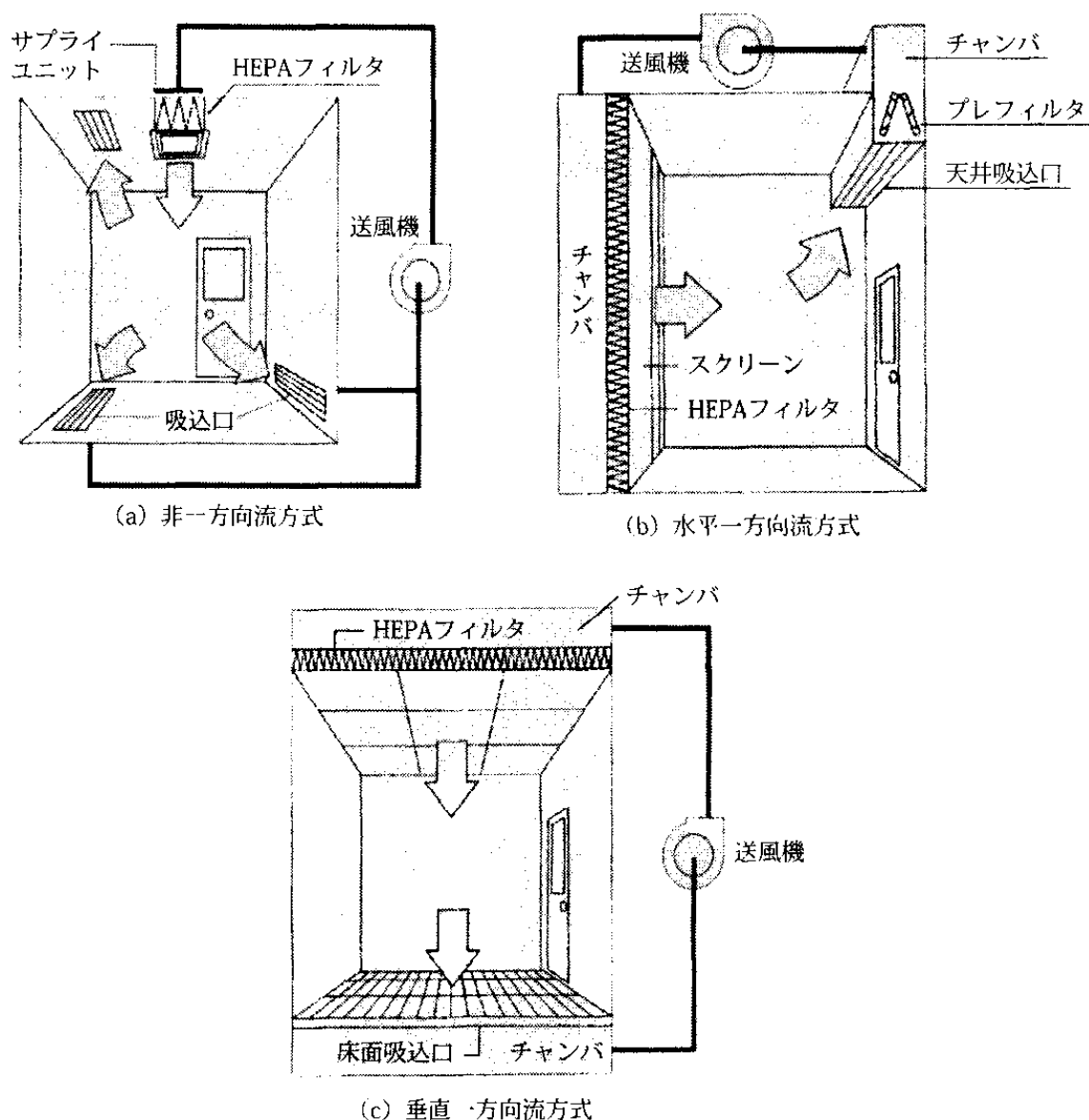
【図】

表 1 NASA の規格要旨

清浄度クラス		粒子		生物粒子		圧力 [PA]	温度 [℃]	湿度 [%]	気流 [m/s] (換気回数)
ISO	BCR クラス	粒径 [μm]	粒子数 [個/m³]	浮遊菌 [CFU/m³]	落下菌 [CFU/m²/週]				
クラス 5	(100)	0.5 以上	3,500 以下	3,500 以下	12,900 以下	12.5 以上	指定値	40 ～45	一方向流形式 0.45±0.1
		5.0 以上	29 以下						非一方向 流形式 20 回/時以上
クラス 7	(10000)	0.5 以上	350,000 以下	17.6 以下	64,600 以下				非一方向 流形式 20 回/時以上
		5.0 以上	2,900 以下						
クラス 8	(100000)	0.5 以上	3,500,000 以下	88.4 以下	323,000 以下				
		5.0 以上	29,000 以下						

出典：「第 1 章クリーンルーム設計の予備知識 1.1 クリーンルームとは」、一初心者のためのクリーンルーム入門、2005 年 9 月 30 日、菊池栄著、クリーンテクノロジー編集委員会編、日本工業出版株式会社、10 頁 表 1.3 NASA（米国航空宇宙局）規格要旨

図1 クリーンルームの方式



出典：「第1章クリーンルーム設計の予備知識 1.1 クリーンルームとは」、一初心者のためのクリーンルーム入門、2005年9月30日、菊池栄著、クリーンテクノロジー編集委員会編、日本工業出版株式会社、11頁 図1.6 クリーンルームの分類

表2 クリーンルーム内装材の必要条件

- 1) 表面が平滑で隙間が少なく、塵埃の付着・発塵が少ない
- 2) 耐久性・耐食性・耐摩耗性がある
- 3) 容易に剥離や割れが起こらない
- 4) 必要な導電性がある
- 5) 清掃が容易である
- 6) 耐酸・耐アルカリ性に優れている
- 7) 均一な材質で、施工しやすい
- 8) 必要な不燃性を有している
- 9) 脱ガスが少ない

出典：本標準技術集のために株式会社流通システム研究センターが作成（なお、本表の作成に際し

ては【出典／参考資料】1) の記述を参照した)

【出典／参考資料】

- 1) 「－初心者のための－クリーンルーム入門」、2005 年 9 月 30 日、クリーンテクノロジー編集委員会編、日本工業出版株式会社
- 2) 「クリーンルーム環境の計画と設計（改訂 2 版）」、2005 年 7 月 20 日、社団法人日本空気清浄協会編、株式会社オーム社発行
- 3) 「第 67 回研究例会講演録 キノコ生産における新しい人工環境栽培技術及び施設」、農流技研会報 No.132（月刊食品流通技術）、1990 年 9 月 1 日、青木伸雄著、株式会社流通システム研究センター発行、50－60 頁
- 4) 「付録 2 菌舎の設計と注意点」、きのこハンドブック、2000 年 1 月 20 日、青木伸雄、衣川堅二郎著、衣川堅二郎、小川眞編、株式会社朝倉書店発行、404－409 頁
- 5) 「恒温恒湿の実際（後編 1） 7.3 食用キノコ空調栽培プラント」、冷凍 61 巻 706 号、1986 年 8 月 15 日、田中光長著、社団法人日本冷凍空調学会発行、14－22 頁

【技術分類】 3-1-7 施設、機械、器具／共通施設、機械、器具／きのこ栽培用クリーンルーム

【技術名称】 3-1-7-2 フィルタ

【技術内容】

HEPA フィルタや ULPA フィルタを含めて、クリーンルームで使用される浮遊粒子を除去するエアフィルタは、粒子径と捕集効率から、「粗塵フィルタ」「中性能フィルタ」「HEPA フィルタ」「ULPA フィルタ」の 4 種類に分けられる。

表 1 にフィルタの種類と粒子径、効率表示方法と捕集効率の関係を示すが、粗塵用、中性能エアフィルタとそれ以外のフィルタでは、効率表示方法が異なる。重量法とは、上流と下流の塵埃の重さの比較によって除去効率を表示する方法で、比色法は、上流と下流に設けた濾紙の汚れ具合を色で比較する表示法である。これに対して計数法とは、上流と下流の塵埃数の比較により除去効率を表示する方法で、DOP 法等の手法がある。フィルタを選定する際には、対象粒子径と捕集効率以外にも、圧力損失、処理風量、寿命、アウトガス量等を考慮する必要がある。

きのこ栽培用のクリーンルームで使用されるフィルタとしては、HEPA フィルタや中性能フィルタが多く、ULPA フィルタが使用されることはほとんどない。HEPA フィルタは、JIS Z 8122 によって、「定格風量で粒径が $0.3\mu\text{m}$ の粒子に対して 99.97%以上の粒子捕集率をもち、かつ初期圧力損失が 245Pa 以下の性能を持つエアフィルタ」と規定されている。

HEPA フィルタの濾紙は主に直径 $1\sim 10\mu\text{m}$ 以下のガラス繊維でできている。繊維の充填率は 10%程度であり、空隙は数 $10\mu\text{m}$ の大きさをもつ。

【図】

表 1 エアフィルタの種類

名称	粒子径	効率表示方法と捕集効率
粗塵用エアフィルタ	$\sim 5\mu\text{m}$ 以上	重量法 50～90%程度
中性能エアフィルタ	$\sim 1\mu\text{m}$ 以上	比色法 95%以下程度
HEPA フィルタ	$0.3\mu\text{m}$	計数法 99.97～99.999%
ULPA フィルタ	$0.1\mu\text{m}$	計数法 99.9995%以上

出典：「第 1 章クリーンルーム設計の予備知識 1.2 クリーンルームに使用される構成部材・関連設備」、一初心者のためのークリーンルーム入門、2005 年 9 月 30 日、西村浩一著、クリーンテクノロジー編集委員会編、日本工業出版株式会社、22 頁 表 1.7 エアフィルタの種類

図 1 HEPA フィルタ



出典：標準 HEPA フィルタ、ミドリ安全エア・クオリティ株式会社ホームページ、ホーム>エアフィルタ>ULPA・HEPA フィルタ、検索日 2006 年 2 月 27 日

<http://www.midori-maq.com/filt/m1.html>

【出典／参考資料】

- 1) 「第 1 章クリーンルーム設計の予備知識 1.2 クリーンルームに使用される構成部材・関連設備」、
ー初心者のためのークリーンルーム入門、2005 年 9 月 30 日、西村浩一著、クリーンテクノロジー
編集委員会編、日本工業出版株式会社、17－36 頁
- 2) HEPA、フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』、検索日 2006 年 2 月 6 日、
<http://ja.wikipedia.org/wiki/HEPA>
- 3) 「第 67 回研究例会講演録 キノコ生産における新しい人工環境栽培技術及び施設」、農流技研会報
No.132 (月刊食品流通技術)、1990 年 9 月 1 日、青木伸雄著、株式会社流通システム研究センター
発行、50－60 頁
- 4) 「付録 2 菌舎の設計と注意点」、きのこハンドブック、2000 年 1 月 20 日、青木伸雄・衣川堅二郎
著、衣川堅二郎・小川眞編、株式会社朝倉書店発行、404－409 頁

【技術分類】 3－1－7 施設、機械、器具／共通施設、機械、器具／きのこ栽培用クリーンルーム

【技術名称】 3－1－7－3 空気清浄機

【技術内容】

単体で使用される空気清浄機は、クリーンルームシステムの補助装置というべきものであるが、ファンフィルタユニットとして、クリーンルームシステム本体に組み込まれる場合もある。

空気清浄機の浄化装置には、粘性式濾過器、乾式濾過器、遠心式除塵器、静電気式除塵器等があるが、きのこ栽培施設には、乾式濾過器のものが適当であるといわれている。単体使用のものとしては、床置型、天吊方、ブース型等の機種がある¹⁾。

また、通常の空気清浄機とは異なるが、空気中の空中浮遊殺菌を目的としたオゾン発生装置が、きのこ栽培用の空気清浄機として利用されている。オゾンを人工的に発生させるには、放射線による方法、紫外線による方法、コロナ放電(無声放電)による方法がある。

【図】

図1 壁掛型空気清浄機



出典：株式会社星光技研ホームページ、HOME>酸素クラスター脱臭・除菌装置、単独設置型 壁掛専用酸素クラスター脱臭・除菌装置、検索日 2006 年 2 月 27 日、
http://www.seiko-giken.jp/products_scl.html

図2 オゾン発生機



出典：八尋産業株式会社ホームページ、HOME>事業内容>特産品加工機器>オゾン製造装置・クリーンエース、CL-B 型、検索日 2006 年 2 月 27 日、
<http://www.yahiro.co.jp/work/machine/ozon.html>

【出典／参考資料】

- 1) 「第4章 きのこ栽培の施設と資機材 3.施設栽培型きのこの施設・資機材」、2005年版きのこガイドブック、中村公義著、2005年4月1日、株式会社特産情報発行、113－135頁
- 2) 「クリーンルーム環境の計画と設計(改訂2版)」、2005年7月20日、社団法人日本空気清浄協会編、株式会社オーム社発行

【技術分類】 3－1－7 施設、機械、器具／共通施設、機械、器具／きのこ栽培用クリーンルーム

【技術名称】 3－1－7－4 エアシャワー

【技術内容】

エアシャワーは、クリーンルームの入口に設けられ、人が入退室する際に、このエアシャワーを必ず通過することになる。エアシャワーは、入室時に作業者の衣服に付着した塵埃を除去するために用いられるとともに、クリーンルーム内の空気とクリーンルーム外の空気が直接混ざらないようにするため、一般に、両方のドアが同時に開かないようにインターロック機能が持たせられる（エアロック効果）。また、エアシャワーのドアは、自動式のものと手動式のものがある。

エアシャワーの内部は、側面や天井面にパンカールーバ式の吹出口が、通過する人に対して効果的に気流が当たるように配置され、空気は内部で循環し、循環系に設置した HEPA フィルタで粒子を除去した清浄空気を吹き出す。

エアシャワーは、きのこ栽培用のクリーンルームにおいても、設置すべき設備である。

【図】

図 1 エアシャワー



出典：クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME＞クリーン機器
＞エアシャワー、CAS－81P、検索日 2006 年 2 月 27 日、
http://www.csc-biz.com/okiba/aw/cas81p2_1.jpg

【出典／参考資料】

- 1) 「第 1 章クリーンルーム設計の予備知識 1.2 クリーンルームに使用される構成部材・関連設備」、
ー初心者のためのークリーンルーム入門、2005 年 9 月 30 日、西村浩一著、クリーンテクノロジー
編集委員会編、日本工業出版株式会社発行、17－36 頁
- 2) 「恒温恒湿の実際（後編 1） 7.3 食用キノコ空調栽培プラント」、冷凍 61 巻 706 号、1986 年 8
月 15 日、田中光長著、社団法人日本冷凍空調学会発行、14－22 頁
- 3) クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME＞クリーン機器＞エア
シャワー、CAS－81P、検索日 2006 年 2 月 27 日、
http://www.csc-biz.com/okiba/aw/cas81p2_1.jpg

【技術分類】 3－1－7 施設、機械、器具／共通施設、機械、器具／きのこ栽培用クリーンルーム

【技術名称】 3－1－7－5 クリーンベンチ、クリーンブース

【技術内容】

クリーンベンチは、作業台上を高レベルの清浄度に保つための装置で、一般的にはクリーンルーム内で、特に清浄度を上げるために使用するが、きのこ栽培においては、クリーンルーム設備を持たない生産者が、クリーンルームの代替として使用するケースがみられる。

クリーンベンチには、クリーンルームと同様に、ファン、フィルタ、照明等が設置されており、気流の方向も、垂直一方向流、水平一方向流のものがある。また、内部の清浄度を高めるため、陽圧で管理される点もクリーンルームと同様の仕組みになっている。

クリーンブースは、周囲をビニールカーテン等で覆った簡易方式のクリーンルームで局所的に清浄度を高めることができる。天井の構造は清浄度に応じて異なり、単一方向クリーンブースでは、天井全面にフィルタあるいはファンフィルタユニットを設置するが、非単一方向流クリーンブースでは、パネルまたは鋼板製の天井を設置し、その上にファンフィルタユニットを設置する。

きのこ栽培でクリーンブースが使用されるケースも、やはりクリーンルーム設備を持たない生産者が、簡易なクリーンルームとして使用するケースがみられる。

【図】

図1 クリーンベンチ



出典：クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME>クリーン機器
>クリーンベンチ、CSクリーンベンチ、検索日 2006 年 2 月 27 日、
<http://www.csc-biz.com/csc%20bland/booth/bench/csbench1.jpg>

図2 クリーンブース



出典：クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME>クリーン機器
>クリーンブース、クリーンブース、検索日 2006 年 2 月 27 日、
<http://www.csc-biz.com/csc%20bland/booth/booth5a.jpg>

【出典／参考資料】

- 1) 「第 1 章クリーンルーム設計の予備知識 1.2 クリーンルームに使用される構成部材・関連設備」、
ー初心者のためのークリーンルーム入門、2005 年 9 月 30 日、西村浩一著、クリーンテクノロジー
編集委員会編、日本工業出版株式会社発行、17－36 頁
- 2) 「恒温恒湿の実際（後編 1） 7.3 食用キノコ空調栽培プラント」、冷凍 61 巻 706 号、1986 年 8
月 15 日、田中光長著、社団法人日本冷凍空調学会発行、14－22 頁
- 3) クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME>クリーン機器>クリ
ーベンチ、検索日 2006 年 2 月 27 日、
<http://www.csc-biz.com/csc%20bland/booth/bench.htm>
- 4) クリーンルームポータルサイト シーズシー有限会社ホームページ、HOME>クリーン機器>クリ
ーンブース、検索日 2006 年 2 月 27 日、<http://www.csc-biz.com/csc%20bland/booth/boothtop.htm>