

Thermo Scientific セルロッカーシステムは、感受性の高い細胞への微生物の侵入を防止します

著者 : Mary Kay Bates, Molly Love Parrucci

概要 :

Thermo Scientific 社の i160 セルロッカーシステムは、感受性の高い細胞培養で、安定的で柔軟かつ保護的な環境を提供します。空気のみを透過させる 0.2µm のメンブレンフィルターを 2 枚備え、微生物の混入を防ぐとともに、1 つのインキュベーターで複数のプロジェクト管理が可能です。セルロッカーシステムおよびセルロッカーチャンバーの設計に関して、独立した試験検証を行いました。この試験では、ネブライザーを使用して *B. diminuta*、*S. aureus*、*M. orale* をチャンバー内に循環させ、セルロッカー内に設置された寒天培地で、セルロッカー内に侵入した微生物が検出されるようにしました。結果として、セルロッカーシステム内に設置されたセルロッカー内部への微生物の侵入は一切見られませんでした。次に、各セルロッカーをセルロッカーシステムから取り出し、オプションの輸送カバーを取り付けて、密閉したキャビネット内に設置し、*B. diminuta* を噴霧しました。これらの試験によって、密閉されたセルロッカー内に微生物が侵入しないことが示されました。以上の結果から、セルロッカーシステムは、安全な細胞培養や、プロジェクトまたは細胞種による個別管理、またクロスコンタミネーションの防止にも繋がることが示されました。

序文 :

細胞生物学やその利用が加速するにつれ、がんや神経学、ウイルス学、免疫学、心臓病、遺伝子治療、幹細胞、軟骨、筋肉などの研究といった先端分野において、感受性が高く、脆弱な細胞を使用する研究が増加しています。こういった利用に対

し、微生物のコンタミネーションは常に培養細胞やその研究においてリスクとなっています。このリスクの認識が、細胞培養に対して画期的なアプローチとなるセルロッカーシステムの開発に繋がりました。i160 CO₂ インキュベーターのセルロッカーシステムは、分割された 6 つのチャンバーを有し、スペースを取らず、一つのインキュベーターで、プロジェクト、細胞種、または個人のストックを個別管理することが可能です。また、THRIVE™ アクティブエアフロー、ドア開後 5 分で ISO クラス 5 の空気清浄度に達するよう設計された HAPA フィルターシステム、安全な内蔵型加湿水リザーバー、Steri-Run™ 180℃ 滅菌サイクルといったコンタミネーション制御テクノロジーを有しています。

セルロッカーシステム(図.1)は、6 つの分割チャンバーを有しており、各チャンバーは隔離された空間として効率的に機能します。適切な無菌操作や消毒剤などを使用することで、セルロッカー内の培養細胞がクロスコンタミネーションから保護される設計になっています。特に、感受性が高く貴重な細胞、すなわち初代細胞や幹細胞、神経細胞、免疫細胞といった、取扱が大変で発育も遅い細胞ではそのリスクはさらに高くなります。従って、こういった細胞に対しては、クロスコンタミネーションからの保護が特に重要です。また、セルロッカーシステムは従来のインキュベーターでは実現できない環境安定性を有しています。これに関しては、別の文献¹で説明しています。セルロッカーは透明なポリカーボネートでできており、運搬中でも培養容器を確認することが可能です。セルロッカーの両側面には、0.2µm メンブレンフィルターが装着されており(図.3)、気流

を妨げず、かつ微生物の侵入を防ぎます。この交換可能なフィルターは疎水性で、高いガス交換効率を有しています。また、疎油性で操作や細胞由来の脂質、体液などの侵入も防ぎます。有機溶媒への耐性もあり、細胞毒性や生体安全性についてもテスト済です。セルロッカーを閉じた場合(シリコンガスケット(パッキン)付輸送カバーおよび0.2 μm メンブレンフィルターを含む)は、極小サイズの微生物の侵入を防ぐことが可能です。最小のウイルスであるパルボウイルス(0.02 μm^2)でも、このフィルターを通過することはできません。これは、疎水性ポリエーテルスルホン(PES)フィルターによるものです。メンブレンフィルターの中には、筒抜けになった孔を持つものもありますが、PES メンブレンはランダムな三次元メッシュ構造で迷路のようになっており、微粒子が浸入しにくくなっています。微粒子の空気中の挙動、つまり、沈降、干渉、衝突、分散、静電引力のような物理法則と、フィルター材料の疎水性により、空気がろ過される際の有効径は実際には 10 倍以上小さく(0.02 μm 以下)なります⁴。従って、この孔径(0.2 μm)であったとしても、空気分子との衝突による速度低下や、静電引力によるメッシュへの吸着によって小さな粒子は捕捉されることになります。図 2 に示すように、様々な孔径やその構造は、様々な効果を有しています。セルロッカーに使用する 0.2 μm PES メンブレンは極めて小さい粒子であっても、100%の捕捉効率を有しています。

保護性能の信頼性を確立するため、セルロッカーシステムについて、2 つの別の試験機関でもテストを行いました^{5,6,7}。これらのテストは、セルロッカーシステムで使用されるセルロッカー内に微生物が侵入しないことを証明するために実施しました。

このテストでは、強制エアネブライザーを使用して、セルロッカーシステム内に微生物を循環さ

せ、適切な寒天培地をセルロッカー内および外に設置しました。微生物がセルロッカー内に侵入しなければ、外部に設置した寒天培地には微生物が捕捉され、内部の寒天培地は無菌状態が保たれることになります。

セルロッカー輸送カバー(オプション)

各セルロッカーにはオプションで輸送カバーおよび作業トレイが付属します。これら 2 つともセルロッカーシステムで使用可能です。この場合、内部ドアのガラスドアを開けてから、輸送カバーの付いた作業トレイを引き出してください(図.1)。輸送カバーは研究室では使用しないケースが多いと思われるため、システムのテストでは使用していません。ただし、セルロッカーをセルロッカーシステムから取り出して、例えば直接バイオハザードセフティキャビネットや別のインキュベーター、あるいは他の研究室へ安全に輸送したいと考えるユーザーにとっては有用です(図.3)。輸送カバーを取り付けた密閉セルロッカーは、研究室内や、廊下、その他の場所の空气中を漂う微生物に培養細胞が曝露することを防ぎます。



図.1 : i160 CO₂ インキュベーターのセルロッカーシステム。複数のプロジェクトや重要な細胞培養に対応するため、一つのインキュベーター内でチャンバーが 6 つに分割されています。

内部ガラスドアは、各セルロッカーチャンバーに対応するよう、1 枚のガラスドアの中でさらに 6 つの個別ガラスドアに分かれています。

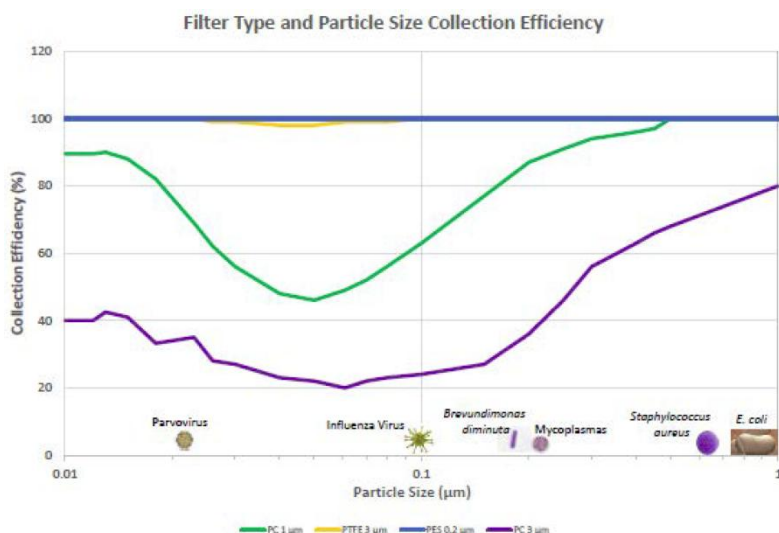


図.2：フィルター材質および孔径による粒子捕捉効率³

セルロッカーで使用される0.2μm径PESメンブレンフィルターは全ての粒子径において100%の捕捉効率を示しました。3μm径ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)メンブレンフィルターは、0.02-0.1μmサイズの粒子に関して僅かに捕捉できないものがありました。

滑らかな円形の筒抜け状の孔を持つポリカーボネート(PC)フィルターでは捕捉できない粒子が多く見られました。

例として対応するサイズ部分に微生物を配置しました。

この技術により、空気を媒介するコンタミネーションから培養細胞を持続的に保護することが可能となります。

このオプションに関し、輸送カバーを付けた状態でのセルロッカーの防御性能についても試験を行いました。この試験では、輸送カバーを装着したセルロッカーを、密閉したキャビネット内に設置し、インキュベーター内の気流速度よりも早い速度で微生物を噴霧しました。繰り返しになりますが、微生物の侵入から保護された場合、セルロッカーはあらゆる場でも空気中の汚染源から培養細胞を保護できるということになります。この試験ではまた、こういったガスケット(パッキン)のデザインが微生物の侵入防止性能に優れているのかも試験しました。

材料及び方法

各試験は3回ずつ行いました。

また、下記3つの微生物を使用しました。

- *Brevundimonas diminuta* : 0.2μmよりわずかに大きいバクテリアで、メンブレンフィルターの孔径試験に使用されます。セルロッカーシステムの試験においては、セルロッカーのデザインが、極めて小さな微生物であっても、その侵入を抑制するということを示すために使用

しました。

- *Mycoplasma orale*(DSM 25590) : 細胞培養における一般的なコンタミネーション源です。マイコプラズマは、0.15-0.3μm⁹と極めて小さく、また自然界に一般的に存在するため、セルロッカーの試験に使用しました。
- *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538) : 0.8μmのサイズで、ヒトの呼吸器や皮膚の常在菌で、また一般的なコンタミネーション源です。

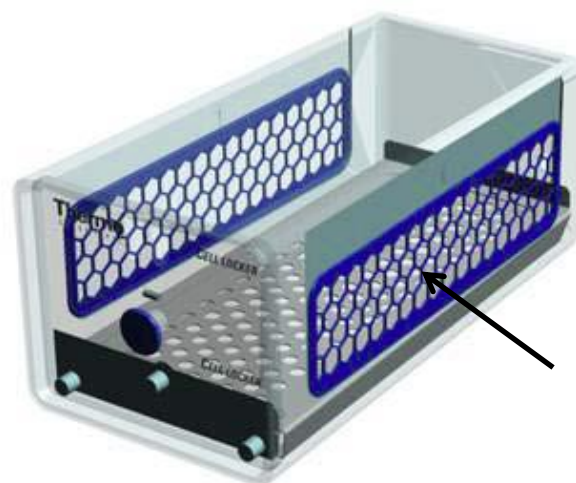


図.3：各セルロッカーは、バイオハザードセフティキャビネットや他のインキュベーター、別の研究室への輸送時には、オプションの輸送カバーと作業トレイを取り付けることができます。セルロッカーの両側には、気流は妨げず、微生物の侵入を防止する0.2μmのメンブレンフィルター(黒い矢印)が装着されています。輸送カバーと、ステンレスチール製(100%銅オプションあり)作業トレイは、オプションで、セルロッカーシステム内では使用しません。また不要の際は簡単に取り外すことができます。

セルロッカーおよびセルロッカーシステム(インキュベーター)の内部は、各試験前に 70%エタノールを噴霧、清拭し、乾燥させました。i160 CO₂ インキュベーターは、Steri-Run 自動滅菌サイクル¹⁰を使用して滅菌した後、37℃に設定しました。なお、CO₂ガスは接続していません。また、空気中の微生物を捕捉してしまうため、インキュベーター内にはHEPA フィルターは設置しませんでした。

微生物循環によるテスト

ネブライザーおよび Thermo Scientific THRIVE アクティブエアフローシステム(HEPA フィルターなし)を使用し、セルロッカーシステム内全体に微生物を循環させました。なお、セルロッカーには輸送カバーは装着しませんでした。*M. orale* および *S. aureus* の試験時には、ウォーターリザーバーに 2L の滅菌水を入れて行いました。

B. diminuta のテスト時には、水は使用しませんでした。ネガティブコントロールとして未開封および滅菌済のもの、ポジティブコントロールとして試験対象菌を塗布したものを使用しました。ネブライザーは圧縮ガスボンベで駆動するもので、インキュベーターのアクセスポートからチューブを接続しました。*B. diminuta* のテストで、ネブライザーは中段の棚の2つのセルロッカーの間に設置し、*M. orale* および *S. aureus* のテストでは上段の2つのセルロッカーの間に設置しました。(図.4A)

適切な寒天培地の滅菌済プレート(ディッシュ)を、セルロッカーの上および内部に設置しました。(図.4B) セルロッカー内にバクテリアが浸入しなかったとしても、上に置かれたプレートには、バクテリアが捕捉されます。プレートの蓋は各テスト開始の直前に外しました。続いてインキュベーターの扉を閉じ、ネブライザーの電源を入れました。1 時間後、ネブライザーを停止しました。

小ガラスドアを開けて、分割チャンバー内のセルロッカーの輸送カバーを同時に開け、無菌操作にて培地に蓋をしました。セルロッカー内のプレートにすべて蓋をした後、インキュベーターの大ガラスドアを開けて、セルロッカー上に設置したプレートに蓋をしました。*B. diminuta* のテストでは、各セルロッカー内に4枚のプレートを設置し、上には1枚のプレートを設置しました。*M. orale* および *S. aureus* のテストでは4枚のプレートを内部に設置し、上には8枚のプレートを設置しました。十分な培養の後、各プレートのコロニー数をカウントし、記録しました。1つのコロニーが1つのバクテリアが存在していたことを示します。300 カウントを超えるプレートについては、多数のため計測不能(TNTC)としました。



図.4A : ネブライザーの設置位置。背面左上のアクセスポートを通してチューブを接続しています。

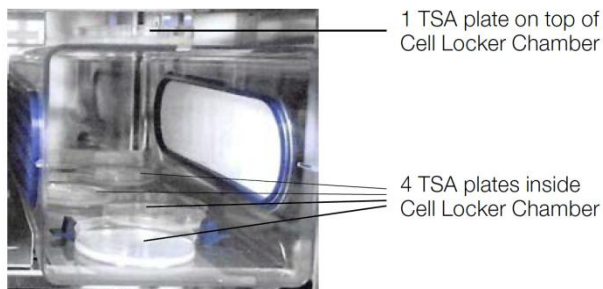


図.4B : セルロッカーシステム内の、セルロッカー内部に設置したプレート的位置。各試験時には、各セルロッカー内に 4 枚のプレートを設置しました。1~8 枚のプレートをセルロッカー上に設置しました。(詳しくは各試験の詳細を参照)

B.diminuta

菌体の新しいサンプルは National Collection of Industrial and Marine Bacteria(英国)から入手しました。良好な増殖能を持った懸濁液を調製し、濃度はトリプトンソーヤ寒天培地(TSA)にて、連続希釈法を用いて決定し、 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ で 48 時間培養し、計測を行いました。懸濁液は最終濃度 $7.10 \times 10^3 \text{CFU/mL}$ に希釈し、ネブライザーから噴霧して使用しました。各テスト前後のネブライザーの重量から決定した噴霧総量は $1.69 \times 10^3 \text{CFU}(21-23 \text{g})$ でした。

S.aureus

良好に増殖する菌体を使用し、 $6 \times 10^3 \text{CFU/mL}$ 濃度の懸濁液を 70mL 調製しました。*S.aureus* は、ベアドパーカー寒天培地で 37°C 、24-48 時間培養し、計測を行いました。1 時間の噴霧で、16mL($9.6 \times 10^4 \text{CFU}$)の懸濁液が噴霧されました。

M. orale

良好に増殖する菌体を使用し、 $5.8 \times 10^3 \text{CFU/mL}$ 濃度の懸濁液を 70mL 調製しました。欧州薬局方 2.6.7 に基づき、 37°C の加湿環境下で、最大 14 日間、寒天培地で培養を行いました。1 時間の噴霧で、16mL($9.28 \times 10^4 \text{CFU}$)の懸濁液が噴霧されました。

輸送カバー付きセルロッカーのテスト

輸送カバーおよび作業トレイを装着した 4 つのセ

ルロッカーをクラスⅢバイオハザードセフティキャビネット内に設置しました。(図.5)

うち 1 つのセルロッカーは、輸送カバーを約 1cm 開けておきました。キャビネットの気流はテスト前に停止させました。各セルロッカー内には、TSA プレートを 4 枚設置し、また、上にも 1 枚 TSA プレートを設置しました。

上述したように濃度 $7.10 \times 10^3 \text{CFU/mL}$ に調製した *B.diminuta* 懸濁液 30mL を噴霧用に使しました。ネブライザーは 1 時間稼働させ、下部に設置したファンにより、菌体がキャビネット内を循環するようにしました。26PSI の圧力で総量 4.2g($2.98 \times 10^4 \text{CFU}$)が噴霧されました。ネブライザーを停止した後、キャビネットのファンを稼働させ、空気中に残った菌体を全て排出しました。続いて、TSA プレートに蓋をし、 30°C で 48 時間培養した後、カウントを行いました。

結果および考察

各テストで、全てのポジティブコントロールにテスト菌体の増殖が観察され、また、ネガティブコントロールでは菌体の増殖は確認されませんでした。(結果は記載していません)



Cell Locker closed with Gasket B
 Cell Locker propped open 1-2 cm, with Gasket B
 Cell Locker Chamber closed with Gasket C
 Cell Locker Chamber closed with Gasket A
 Nebulizer
 Small circulating fan disperses bacteria.

セルロッカーシステムテスト

これらのテストは、3つの極めて小さな微生物 *B.diminuta*、*M. orale* および *S. aureus* と、i160 CO₂ インキュベーターおよびセルロッカーを用いて行いました。各菌体について、別の日程で3回テストを行い、セルロッカーでコンタミネーションを示したものはありませんでした。実際、空気循環中の菌体に1時間曝露した後でも、セルロッカー内の寒天培地は無菌状態が保たれました。対して、セルロッカーの外部に置かれたプレートでは、試験菌体の有意な増殖が見られました。表1,2,3を参照してください。また、これらの結果は、小さい菌体であっても密閉したセルロッカー内に侵入できないことを明示しています。このように、適切に取り扱った場合、i160 CO₂ インキュベーターのセルロッカーシステムは、浮遊している菌体によるコンタミネーションから、密閉セルロッカー内の培養細胞を保護します。セルロッカーシステムは、プロジェクトや細胞株ごとに個別に隔離し、空中に浮遊する微生物によるコンタミネーションを防止します。ただし、他の容器と同様に、セルロッカーの輸送カバーを開けた状態では、コンタミネーションの可能性があります。

輸送カバー装着セルロッカーおよび各ガスケットに対するテスト

培養細胞を安全にバイオハザードセフティキャビネットや、別のインキュベーター、他の研究室へ輸送する場合、輸送カバー(オプション、図.3)を装着することができます。この輸送カバーの保護性能についても試験を行いました。加えて、輸送カバーの密閉に必要なガスケットの要件を試験するために、異なった設計のガスケットについても試験を行いました。同じく、インキュベーター外において、別の方法でメンブレンフィルターガスケットおよびその密閉性についても試験を行いました。この試験では3つのガスケットについて試験を行いました。コントロールのセルロッカーについては少し輸送カバーを開けておきました。

結果(表.4)では、プレート1が最もセルロッカーの輸送カバーに近く、プレート4が最も離れた位置に設置されていました。プレート1および2では、極めて多くのバクテリアが捕捉され、プレート3および4では少ない数のバクテリアが捕捉されました。少しカバーを開いたテストの結果では、多数のバクテリアが約1cmの隙間から侵入でき

ることが示されています。なお、ガスケット B(緩めのガスケットで、全ての面で壁面に接着していない)のセルロッカーに関しては、ネブライザーから一番離れた場所にあったため、バクテリアへの曝露が少ない状態でした。しかし、このセルロッカーでは、コンタミネーションが見られました。ガスケット A および C では、内部へのバクテリアの侵入が見られませんでした。バクテリアの侵入が見られなかったガスケット A および C を装着したセルロッカーは、ネブライザーの近くに置かれており、遠くに置かれていたガスケット B およびガスケット B を装着して輸送カバーを少し開けたものより、バクテリアへの曝露は多い状態でした。

ガスケット A および C はセルロッカーのガスケットのベースです。このテストで、輸送カバーが開いていない場合や、ガスケットが緩んでいない場合はバクテリアが内部に侵入できず、また、メンブレンフィルターを通過できないことが改めて示されました。この設計により、輸送カバーを装着したセルロッカーは、セルロッカーシステムから取り出した状況でも、空気中を浮遊するコンタミネーション源からセンシティブな細胞を保護することができます。

Cell Locker System Test Results, <i>B. diminuta</i>						
7.1 x 10 ³ CFU/mL suspension	Four agar plates opened inside each Cell Locker Chamber			Positive control agar plate opened on top of each Cell Locker Chamber		
Cell Locker Chamber position	Test 1 1.63 x 10 ⁵ CFU	Test 2 1.69 x 10 ⁵ CFU	Test 3 1.50 x 10 ⁵ CFU	Test 1	Test 2	Test 3
Top Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	75	51	108
Top Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	71	59	95
Middle Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	75	135	125
Middle Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	60	142	130
Bottom Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	35	49	24
Bottom Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	47	37	26

表.1 : *B. diminuta* を用いたセルロッカーシステムでの試験結果。セルロッカー内に設置されたプレートでは、バクテリアは検出されませんでした。一方、セルロッカーの上に設置したプレートでは全てに汚染が確認されました。

Cell Locker System Test Results, <i>S. aureus</i>						
9.6 x 10 ⁴ CFU/mL circulated	Four agar plates opened inside each Cell Locker Chamber			Positive control agar plate opened on top of each Cell Locker Chamber		
Cell Locker Chamber position	Test 1	Test 2	Test 3	Test 1	Test 2	Test 3
Top Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Top Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Middle Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Middle Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Bottom Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Bottom Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8

表.2 : *S. aureus* を用いたセルロッカーシステムでの試験結果。セルロッカー内に設置されたプレートでは、バクテリアは検出されませんでした。一方、セルロッカーの上に設置したプレートでは全てに汚染が確認されました。

Cell Locker System Test Results, <i>M. orale</i>						
9.28 x 10 ⁴ CFU/mL circulated	Four agar plates opened inside each Cell Locker Chamber			Positive control agar plate opened on top of each Cell Locker Chamber		
Cell Locker Chamber position	Test 1	Test 2	Test 3	Test 1	Test 2	Test 3
Top Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Top Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Middle Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Middle Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Bottom Left	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8
Bottom Right	0+0+0+0	0+0+0+0	0+0+0+0	TNTC x 8	TNTC x 8	TNTC x 8

表.3 : *M. orale* を用いたセルロッカーシステムでの試験結果。セルロッカー内に設置されたプレートでは、バクテリアは検出されませんでした。一方、セルロッカーの上に設置したプレートでは全てに汚染が確認されました。

Test Results for Cell Locker Chambers With Transport Door, <i>B. diminuta</i>						
2.98 x 10 ⁷ CFU	Individual Cell Locker Chambers with Transport Door Facing Nebulizer in Aerosol Cabinet					
Cell Locker gasket type	Test 1		Test 2		Test 3	
	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside
Gasket A	0+0+0+0=0	124	0+0+0+0=0	277	0+0+0+0=0	217
Gasket B	6+1+0+0=7	34	21+3+0+0=24	TNTC	4+7+5+0=16	218
Open Door	27+103+19+8=157	53	317+210+74+142=734	TNTC	114+409+205+125=853	79
Gasket C	0+0+0+0=0	79	0+0+0+0	TNTC	TNTC x 8	149

表.4 : 輸送カバーおよび 3 種類のカセットを装着したセルロッカーの試験結果。1 つはわずかに輸送カバーを開放。カセット B はカセット A および C と比較して緩いものを使用しました。輸送カバーおよびカセット A および C を装着したセルロッカーでは、無菌状態が保たれました。緩いカセット B と、わずかにカバーを開放したセルロッカーでは、バクテリアの侵入が見られました。

結論

このテストは別の 2 つの産業試験機関^{5,6,7}、にて実施され、適切に使用された場合には、セルロッカーシステムおよび分割チャンバーデザインが、菌体の侵入を防ぐことが示されました。また、輸送カバーを装着したセルロッカーは培養細胞をセフティキャビネットや他のインキュベーター、別

の研究室へ輸送する際に空気中のコンタミネーション源から保護します。

これらの試験は、培養細胞の隔離性や、クロスコンタミネーション防止に対する、分割チャンバー、

輸送カバー、カセット、そしてセルロッカーシステムの完全性を示しています。ルイ・パスツールが証明したように、また毎日世界中で使用されるペトリディッシュで明らかなように、バクテリアの侵入防止に気密構造は不要です。空気中の微生物が直接培養細胞に到達するのではなく、遠回りするようであれば、その途中で捕捉されます。この結果は、PES メンブレンフィルターの複雑な構造やその他の特性、また、空気ろ過の物理的プロセスにより、PES メンブレンフィルターを装着したセルロッカーは、ウイルスのようなより小さい微粒子の侵入も制限するということを示しています。高い保護性能を有するセルロッカーシステムは、感受性の高い細胞を使用されている研究者の方々におすすめの製品です。

参考文献

1. Bates MK, Schneider J, Love Parrucci M. Thermo Scientific Cell Locker System: functional performance and benefits for sensitive cultured cells. Thermo Fisher Scientific, in press.
2. Pattison JR and Patou G. Chapter 64 Parvoviruses. In Medical Microbiology, 4th ed. Baron S, editor. University of Texas Medical Branch at Galveston, Galveston TX, 1996.
3. Lindley WG. Filter pore size and aerosol sample collection. In NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th ed. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 2016.
4. Boomus M. Bacteria and virus retention in air by microporous membrane. Medical Device & Diagnostic Industry Magazine, 2006.
5. Ewen H. Determination of the efficiency of the Thermo Scientific Heracell VIOS 160i CO2 incubator with Cell Locker Solution System to prevent contamination of cell cultures inside the Cell Locker Chambers. Institute für Biotechnische Forschung und Entwicklung, 2017.
6. Moy A, Speight S. Bacterial challenge test to demonstrate the biocontainment of the Thermo Scientific Cell Locker System within a Heracell VIOS incubator, report no. 17/046 C, Public Health England, 2018.
7. Moy A, Speight S. Bacterial challenge test to demonstrate the biocontainment of the Thermo Scientific Cell Lockers, report no. 17/046 A, Public Health England, 2018.
8. McBurnie L, Bardo B. Validation of sterile filtration. Pharmaceutical Technology 2004.
9. Nikfarjam L, Farzaneh P. Prevention and detection of mycoplasma contamination in cell culture. Cell Journal 13(4), 2012.
10. Thermo Fisher Scientific. Thermo Scientific Steri-Run Sterilization Cycle Proves Total Sterilization. ANCO2STERIRUN 0215, 2015.
11. European Directorate for the Quality of Medicines (EDQM), Chapter 2.6.7: Mycoplasmas. In European Pharmacopoeia, 9th Ed., 2016.
12. Weeks BS, Alcamo E. Microbes and Society. Jones & Bartlett Learning, 2008.

詳細は、Thermo Fisher Scientific の URL([thermofisher.com/celllocker](https://www.thermofisher.com/celllocker))を参照してください。

提供 : Thermo Fisher Scientific

文責 : ワケンビーテック株式会社

 **ワケンビーテック株式会社**
WAKEN  TECH CO., LTD.

西日本営業部 〒525-0029 滋賀県草津市下笠町945番地1
TEL(077)568-2911 / FAX(077)568-2944
東日本営業部 〒132-0025 東京都江戸川区松江2丁目10番22号
TEL(03)5661-3220 / FAX(03)5661-3230

サポート
デスク

使用法や修理などに関するご相談・お問い合わせ
TEL **0120-749-810**
携帯電話・PHSからご利用いただけます

営業時間 月曜～金曜 9:00～17:00(祝祭日・弊社休日は除く)



<https://www.wakenbtech.co.jp>

WAKEN  TECH CO., LTD.