

セルロッカーシステムは、コンタミネーションを防ぎ、 環境を安定させながら幹細胞を隔離します。

著者：Mary Kay Bates, Jürgen Schneider, Molly Love, and Lindsey Low, Thermo Fisher Scientific

概要

幹細胞やプライマリーセルなど繊細な培養は、腫瘍学、免疫学、神経学などにおいて、細胞療法の研究開発で
使用される機会がますます増えています。通常、これらの
細胞は毎日操作する必要があり、それによりコンタミネ
ーションの危険が増します。そのような細胞はまた、環境の
変化に対し比類なく反応します。これらの課題に対処す
るため Thermo Scientific セルロッカーシステム、つまり 6
つのセルロッカーチャンバーを持った新しいデザインの CO₂ イ
ンキュベーターを開発しました。セルロッカーシステムは 1 つ
のインキュベーターに保管されている不安定な細胞タイプや
繊細なプロジェクトをそれぞれ隔離し、安定性/コンタミネ
ーション制御/柔軟性を高めることが検証されています。各
セルロッカーチャンバーには 2 つの 0.2µm メンブレンフィルタ
ーが備わっており、空気と湿度を循環させることができる
一方で、微生物の通過を防ぐことができます。

1 つのセルロッカーチャンバーを開いていても、他のセルロッ
カーチャンバー内では温度、湿度、二酸化炭素/酸素の
環境が安定しており、標準インキュベーターでは不可能な
理想的な状態を維持することが、機能研究で示されまし
た。また、ガスの使用と培地の蒸発が 50% 削減されま
す。

さらに、異なるドナーからの人工多能性幹 (iPS) 細胞に
よるクローンが、事前に条件や操作を最適化したコントロ
ールインキュベーターで行われたものと区別ができないくらい
であると評価され、セルロッカーシステムが最適な細胞増
殖を促進したことが証明されました。セルロッカーシステ
ムは、幹細胞の培養や、細胞療法の応用で使用されるそ
他の繊細な培養への新しいアプローチです。



序文

幹細胞は、何十年もの間人々が培養を経験してきた不死化細胞株
に比べて、回復力が低く脆弱で、感受性が高く、またコンタミネ
ーションへの耐性が低いです。そのため幹細胞は日々の操作とケアが必要
です。そして従来の細胞株よりもはるかに多くのケアを必要とします。こ
のように毎日取り扱う細胞は、空気やラボ労働者の常在菌叢² から
のコンタミネーションへの曝露¹ のリスクがあり、それは 3 日置きに取扱
を必要とするような細胞株よりもさらに大きなものになります。また、幹
細胞の培養に使用される培地と試薬は、標準細胞タイプ用よりもは
るかに高価であり、一般的に少なくとも 10 倍以上かかります。コン
タミネーションにより幹細胞を廃棄して実験を再度行う必要になった場
合には、さらに多くの費用がかかります。そして、幹細胞は条件変化
にとっても敏感なため、分化のきっかけとなる要因に反応し、多機能性
を失います。

幹細胞を含むプライマリーセルは、培養源または一次分離プロセスから汚染物質を運ぶ可能性があり、クロスコンタミネーションの危険があります。そのためラボに持ち込まれた培養物は、マイコプラズマなどの微生物汚染がないことをテストで確認できるまで隔離する必要があります。しかし幹細胞は繊細なため、他の細胞タイプとは異なるインキュベーターで長期間隔離することを、ほとんどのラボで推奨しています。残念ながら、インキュベーター1 台全てを少数の培養物の隔離専用を使用することはいつでも出来るのではなく、ラボのスペースや他の細胞培養のインキュベーターを購入するための資金が限られている場合もあります。

Thermo Scientific セルロッカーシステムは、幹細胞などの感受性が高い培養物の培養を改善するために、Thermo Scientific の HERAcCell CO₂インキュベーターおよびフォーマスチライクル CO₂インキュベーター i160 に組み込まれた革新的な製品です。図 1 に示すように、セルロッカーシステムは、ポリカーボネート材の 6 つのセルロッカーチャンバーで従来のインキュベーターを分割し、それぞれのセルロッカーチャンバーごとに出入りできるようにになっています。各セルロッカーチャンバーには小さなドアがありますが、クリーニング用にインキュベーター全体を一度に開くことができる内部ドアもあります。インキュベーターの機能としては、無菌性保証水準 12 log の乾熱滅菌サイクル³、チャンバー内蔵 HEPA フィルターおよびセンサー、カバー付きの貯水槽を備えています。また、全体を純度 100% の銅で構成されたインキュベーターにすることも可能です。各セルロッカーチャンバーは、ほとんどのシャーレで使われているのと同じタイプのポリカーボネートで作られており、チャンバーをインキュベーターからフードまたはラボに移動させる場合のために細胞を保護する輸送カバーも用意されています。セルロッカーチャンバーは、121°C で最大 12 回までオートクレーブ可能です。各セルロッカーチャンバーの両側面には、簡単に交換可能な 0.2μm のメンブレンフィルターが付いており、空気の循環ができる一方で、ドアが閉じている間はセルロッカーチャンバーへの粒子の出入りを防ぎ、各セルロッカーチャンバーをプロジェクト毎、ユーザー毎、または細胞タイプ毎に隔離することができます。



図 1: セルロッカーシステムは、培養やプロジェクトを隔離します。

セルロッカーシステムは、Heracell VIOS 160i または Forma i160 Steri-Cycle CO₂ インキュベーター内の 6 つの個別保護チャンバーで構成されています。0.2μm フィルターは空気交換を可能にしますが、クロスコンタミネーションから細胞を守り、理想的な状態を維持します。

セルロッカーシステムは、ラボの作業に合わせてセルロッカーチャンバーを構成することが容易です。異なる細胞タイプ、ユーザー、または実験ごとに隔離したり、他のプロジェクトから隔離して保護することも可能です。たとえば、以前に人工多能性幹（iPS）細胞専用のインキュベーターを 1 つ持っていた場合、それらの細胞を他の細胞タイプと同じインキュベーターに入れたまま隔離できるため、インキュベーターの設置数を減らしてラボのスペースを節約できます。

各セルロッカーのトレイには、T-75 フラスコを 9 個、またはマイクロウェルプレート（最大 28 枚）を最大 28 枚、設置できます。スライド式作業トレイを使用すると、フラスコ、シャーレ、プレートを簡単に取り出すことが可能です。参照：図 2



図 2: 各セルロッカーチャンバーには、空気交換が可能で微生物の出入りを制限する 2 枚の 0.2μm メンブレンフィルターが備わっています。チャンバーには、9 個の T-75 フラスコまたは最大 28 枚のマイクロウェルプレートが設置できます。

セルロッカーシステムは培養物を隔離し、汚染物質の混入を防ぎます。

細胞培養のコンタミネーションは、細胞を扱う人にとって悩みの種です。ほぼ全員が毎年少なくとも 1 回のコンタミネーションを経験し、複数回経験する研究者も少なくありません。これらの汚染物質の多くは私たち人間からのものです。人間の皮膚は平均で 1 cm² あたり 10,000 の微生物を持っています。⁴ 私たちの正常細菌叢と環境下に存在する微生物を合わせると、屋内の空気ですえ 30-1000 微生物/m³ が存在します。⁵ マイコプラズマ種は、最も一般的な細胞培養汚染物質であり、米国で行われている培養の最大 15% がこれらの細菌を保有しています。⁶ 他の地域では、マイコプラズマ汚染率はさらに高く、日本では最大 80%、ヨーロッパおよびその他の地域では平均 35% 汚染されています。⁷

マイコプラズマは広範囲に影響を及ぼします。それらの遍在性と細胞への影響のため、培養細胞にとって最も深刻な汚染物質といえます。この小さな細菌は、宿主細胞の代謝に影響を与え、成長を遅らせ、形態に影響を与える可能性があります。⁸ また染色体の変化を引き起こし、DNA を損傷し、細胞変性効果を引き起こします。⁹ これらの変化はすべて、下流の分析で細胞が正常に反応しないことを意味します。培地で一般的に使用される広域スペクトル抗生物質はマイコプラズマ⁶ に対して効果がないため、それらと戦う唯一の方法は定期的にテストすることです。統計では、マイコプラズマ汚染の発生率はテストの量に反比例することが示されています。なぜなら、早期発見することによりコンタミネーションの広がりやダメージを制限できるためです。⁷

マイコプラズマの発生が研究室全体に広がっているなかで細胞の生存率が低い原因を特定しようとするのは、時間と費用が非常にかります。ある研究室は、マイコプラズマの発生に対処するために 10 万ドルもの費用がかかっていると述べました。¹⁰

より典型的な例として、1 か月かけてヒト幹細胞のマイコプラズマ汚染に対処する幹細胞研究者について考えてみます。新しい細胞は 1,000 ドル、マイコプラズマテストキットは 300 ドルです。実験とテストを繰り返すために、その月に材料と試薬に 2,000 ドル以上を費やすかもしれません。その研究者の月給は 4,000 ドルかもしれず、コンタミネーションに対処するために働いている間、他のすべての仕事を止めることになります。このような例は、細胞をコンタミネーションから保護するセルロッカーシステムにいかほど価値があるかを示します。

2 つの商用試験ラボで実施された独立したテストでは、閉じたセルロッカーチャンバーには微生物が入り出できないことが示されました。¹¹ 非常に小さな下記 3 つの細菌を使用して、15 回のテストが行われました。

- 黄色ブドウ球菌：直径約 0.8µm。
- ブレバンディモナス・ディミヌタ：直径約 0.2µm、細孔径 0.2µm のテスト用生体として認められています。
- マイコプラズマ・オラーレ：直径 0.1-0.6µm、最も一般的な細胞培養汚染物質の 1 つです。

表 1 に要約されているこれら全てのテストの結果では、1 つの細菌コロニーですえ、閉じられたセルロッカーチャンバーに入ることができませんでした。一方で、数百の微生物がセルロッカーチャンバーの外側（インキュベーター内）で採取されました。当テストおよびその他のテストの詳細については、別資料を参照してください。¹¹

表 1. 非常に小さな細菌を使用した複数のテストで、すべての培地はセルロッカーチャンバー内で無菌のままでしたが、数百の微生物がセルロッカーチャンバーの外（インキュベーター内）で収集され、微生物が閉じたセルロッカーチャンバーを貫通できないことが示されました。

セルロッカーシステムの設計は、微生物がセルロッカーチャンバーに侵入することを防ぎます。

セルロッカー チャンバー	循環微生物濃度					
	黄色ブドウ球菌 ATCC 6538 9.6 x 10 ⁴ CFU		ブレバンディモナス・ディミヌタ ATCC 19144 1.6 x 10 ⁵ CFU		マイコプラズマ・オラーレ DSM 25590 9.3 x 10 ⁴ CFU	
	内部	外上部	内部	外上部	内部	外上部
場所	内部	外上部	内部	外上部	内部	外上部
上部左側	0	>300	0	78	0	>300
上部右側	0	>300	0	75	0	>300
中心部左側	0	>300	0	112	0	>300
中心部右側	0	>300	0	111	0	>300
下部左側	0	>300	0	36	0	>300
下部右側	0	>300	0	37	0	>300

セルロッカーシステムは、比類ない培養環境の安定性を提供します。

あらゆるタイプの細胞が外部環境を絶えず確認し、温度/大気/湿度/栄養素/培地中の刺激剤または抑制剤の状態に応じて常に反応しています。細胞の反応はそれらの要素によって変わります。これらのバリエーションは、遺伝子やタンパク質の発現差、または細胞が成長サイクルに入るか、より速くまたはより遅く成長するか、静止状態にとどまるかなど反応の違いを起こす可能性があります。セルロッカーシステムの2つめの目的は、ドアを開けているときでも、可能な限り環境条件を維持することです。

培養物を取り出すためにドアを開けたとき、通常のインキュベーターと比較して、セルロッカーシステムでは何が起るのでしょうか。もし隣接するセルロッカーチャンバーのドアが開いたとしても、ドアが閉じているセルロッカーチャンバーの環境は安定したままです。たとえば、初代肝細胞を1つのセルロッカーチャンバーで培養し、iPS細胞を別のセルロッカーチャンバーで培養していると、継代または分析のために初代肝細胞を取り出しても、iPS細胞は温度/二酸化炭素/湿度の低下を経験しません。図3は、典型的な実験室で従来の幹細胞インキュベーターのドアを開いたときに起こることと、セルロッカーシステムで隣接するセルロッカーチャンバーを開いたときに閉じたセルロッカーチャンバー内で起こることを比較しています。実験室は、室温：20～22℃、大気中の二酸化炭素：0.04%、相対湿度：30～60%、大気中の酸素：21%です。

Heracell VIOS インキュベーターでは、幹細胞の環境は通常 37℃、二酸化炭素 5%、湿度 93%以上、酸素は例えば 1%とします。しかし、インキュベーターのドアを開くと、内部の環境が流出して研究室の空気と混合し、ドアが 30 秒間開いていた場合、インキュベーターの温度が約 30℃、二酸化炭素が 1%未満、相対湿度が 30%未満に低下し、酸素濃度は大気中の 19～21%に近づきます。Heracell VIOS インキュベーターの場合、酸素条件以外の条件はすべて、30 秒間のドア開放後 10 分で事前設定された環境に回復しますが、ほとんどのインキュベーターでは、回復がそれよりはるかに遅くなります。¹² 1%の酸素濃度の復元には 20 分以上かかります。幹細胞などの敏感な細胞にとって、このようなドアの開放による環境の大きな変化は重大です。そして、インキュベーターのドアが開くたびにその影響が倍増していきます。したがって、この例を複数のユーザー使う1つのインキュベーターに置き換えると、典型的な日常の中であっても、培養されている細胞が理想的な条件下で多くの時間を過ごせないことは明確です。

では、セルロッカーシステムで何が起るか見てみましょう。1つのセルロッカーチャンバーが開けられた時、図3に示すように、閉じたチャンバーは37℃、二酸化炭素5%、湿度93%を維持し、酸素は1～3%と非常に低いままです。

図3: 通常のラボの環境条件は、典型的な CO2 インキュベーターの内部環境とは大きく異なります。ドアが開くと、インキュベーターの内部は周囲の部屋の環境に近づきます。この例では、CO2 インキュベーターは 37℃、二酸化炭素 5%、酸素 1%、湿度 93%に設定されていますが、30 秒間ドアを開くと各数値が急速に低下します。セルロッカーシステムでは、隣接するセルロッカーチャンバーを開いて培養物を取り出しても、他のチャンバーは理想的な状態が維持されます。



典型的な研究室
環境：
22℃
二酸化炭素 0.04%
湿度 30-60%
酸素 21%



標準の Heracell VIOS 160i CO2 インキュベーター
開扉時の環境：
30℃未満
二酸化炭素 1%未満
湿度 30%未満
酸素 約 19-21%

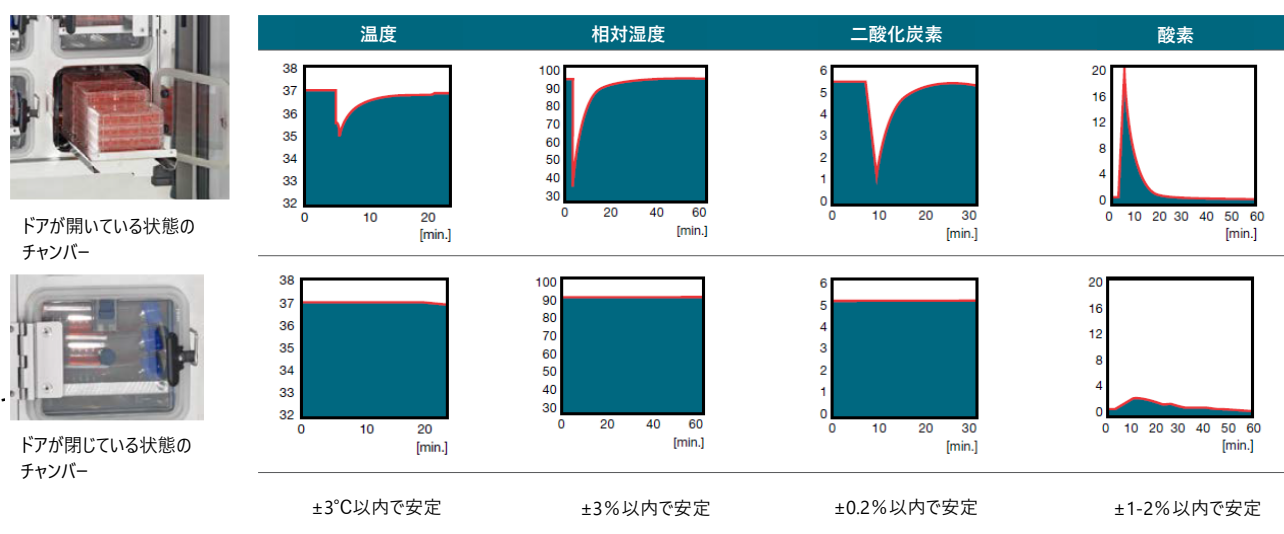


セルロッカーシステムで1つのセルロッカーチャンバーが開いている時の閉まっているチャンバー維持される数値：
37℃±0.3℃
二酸化炭素 5%±0.2%
湿度 ≧93%±3%
酸素 1-3%

1つのセルロッカーチャンバーを開いたときの他の5つのセルロッカーチャンバーの安定性は、経過表をグラフィック形式で示すとより明確になります。図4の上の行は、1つのセルロッカーチャンバーを30秒間というとても長い時間開いたときの回復を分単位で示しています。開いたセルロッカーチャンバーでは、温度が下がり、37℃まで急速に回復します。相対湿度と二酸化炭素でも同様に急速に回復します。開いたセルロッカーチャンバー内の酸素については、急速に上昇して大気の21%に近づき、その後急速に低下して1%に戻ります。

図4の下の方は、開いていないセルロッカーチャンバーの状態を示しています。経過表は、温度、相対湿度、および二酸化炭素が安定した平坦な線になっています。酸素は1%を超えて1-2%のわずかな隆起を示しますが、幹細胞にとっては21%まで上昇するよりもはるかに優れた環境になります。これは1%の酸素で培養する極端な例ですが、ほとんどの幹細胞科学者はおそらく3-5%の酸素で培養しており、ほとんど変化を見ないでしょう。敏感な幹細胞にとって、標準的なインキュベーターで培養するよりもはるかに安定した環境を提供します。セルロッカーシステムの安定性と回復に関する詳細情報は、オンラインの電子書籍に詳しく記載されています。¹³

図 4: セルロッカーチャンバーを 1 つ開けると、他のインキュベーターのドアを開けたときと同様に、セルロッカーチャンバー内の温度、二酸化炭素、湿度、酸素が周囲の部屋の状態に近づきます。対照的に、閉じているセルロッカーチャンバーは設定環境またはそれに近い状態で維持されます。



セルロッカーシステムはガスを節約し、蒸発量を減らします。

セルロッカーシステムのもう1つの利点は、セルロッカーシステムを組み込んでいない同じ設計のインキュベーターと比較して、設定条件によっては、ガスの使用と培養液の蒸発を少なくとも50%削減できることです。

窒素ガスを使用してインキュベーター内を低酸素状態にする場合、酸素濃度を大気の21%に対して1-6%に維持するには、大量の窒素ガス(N₂)を使用します。表2で示すように、インキュベーターのドアをまったく開けない場合のセルロッカーシステムは、各ドアのガスケットがわずかなガス漏れを引き起こすため、標準のインキュベーターよりわずかに多くのガスを使用します。

しかし、より現実的なシナリオであるラボの従業員が1日を通して開扉する場合では、セルロッカーシステムは開扉数と必要な酸素濃度に応じて、ガスの使用量が少なくとも50%程になります。

最も一般的な例として、1日6回（毎回30秒間）の開扉で3%の酸素濃度の場合、セルロッカーシステムは60%少ない窒素を使用します。したがって、典型的なラボでは5.7日で使いきる8,500リットルの窒素ガスのタンクを14日間使用でき、大幅なコストを節約します。CO₂ガスの使用量も約50%削減されましたが、CO₂ガスタンクは通常のラボで最大2か月持続するほど、もともとのCO₂ガス使用量は窒素と比べるとはるかに少ないです。（結果表示なし。）

表 2. 標準的な低酸素インキュベーターでの 1 日あたりの窒素ガス使用量を、低酸素セルロッカーシステムと比較します。典型的な幹細胞実験室の環境として、二酸化炭素 5%および酸素 3%で 6 回（各 30 秒間）の開扉があった場合、セルロッカーシステムの窒素使用量が 60%少ない結果となりました。

1日の開扉回数と酸素量	1日のN2ガス消費量	
	標準的なCO2/O2インキュベーター	セルロッカーシステム
開扉 0 回、酸素 3%	70 L	120 L
開扉 1 回（30 秒間）、酸素 3%	236 L	80 L
開扉 3 回（各 30 秒間）、酸素 3%	778 L	360 L
開扉 3 回（各 30 秒間）、酸素 5%	548 L	224 L
開扉 3 回（各 30 秒間）、酸素 1%	1325 L	840 L
開扉 6 回（各 30 秒間）、酸素 3%	1486 L	600 L

図 5 に示すように、セルロッカーシステムは、筐体が小さいことと設計された空気の流れによって、標準的なインキュベーターと比較して成長培地の蒸発を 50%以上削減します。6 個すべてのセルロッカーチャンバー内に 3 つの 10cm シャーレを設置し、それぞれに 15g の水を入れた状態でテストを実施しました。平均蒸発率は、ドアを開かない状況で 0.6 g/24 時間の水分損失でした。

これは、1 日あたり 1.3 g という少ない蒸発量を持つ標準の Heracell VIOS インキュベーターと比較できます。また、各セルロッカーチャンバーの奥側での蒸発量の方が、ドアの付近よりもさらに少ないことが分かりました。エッジ効果または乾燥が測定結果に影響する 96 ウェルおよび 384 ウェル スクリーニングアッセイを使用している研究者のために、セルロッカーシステムは蒸発を 50%削減し、より迅速な実験結論のための、より明確で正確な再現性を提供します。

iPS 細胞は理想的な成長特性を示します

人工多能性幹細胞（iPS 細胞）を生産して目的の細胞タイプに分化させている研究室で、新しいセルロッカーシステムと事前に最適化されたインキュベーターとを並べてテストを行いました。4 人の異なるドナーから細胞を採取し、2 つの集団に分割させ、それぞれ異なるインキュベーターで並行して成長させました。¹⁴ その結果、最適化されたインキュベーターと比較して、セルロッカーシステムで培養した iPS 細胞は同じ品質を示しました。どちらの場合も 50 以上のコロニーがテストおよび比較され、分化のゼロスポットが見つかりました。表 3 に結果をまとめます。すべて並行して培養された細胞は同じ速度で成長し、すべての継代は同じ日に行われました。



図 5：セルロッカーチャンバーでの蒸発による水分の損失は、蓋を開けたシァーレ全量 15 g に対し 0.6 g /日でした。図の各正方形は、セルロッカーシステムインキュベーターの 1 つのセルロッカーチャンバーを表し、その中の 3 つの数字は、3 つのシァーレそれぞれからの 24 時間での蒸発量を表します。これに対して、セルロッカーシステムを使用しない標準的な CO2 インキュベーターで実行した同じテストでは、平均損失が 1.3 g /日でした（結果は表示されていません）。

表 3：最適化されたインキュベーターとセルロッカーシステムでは、iPS 細胞の培養後の品質は同じでした。細胞は 4 人の異なるドナーから採取し、2 つの集団に分け、2 つのインキュベーターで並行して成長させました。このテストは、Thermo Scientific Forma 3130 ウォータージャケットインキュベーターを使用して行われました。

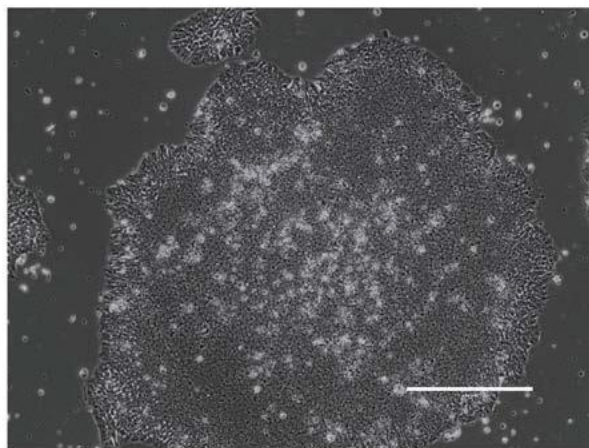
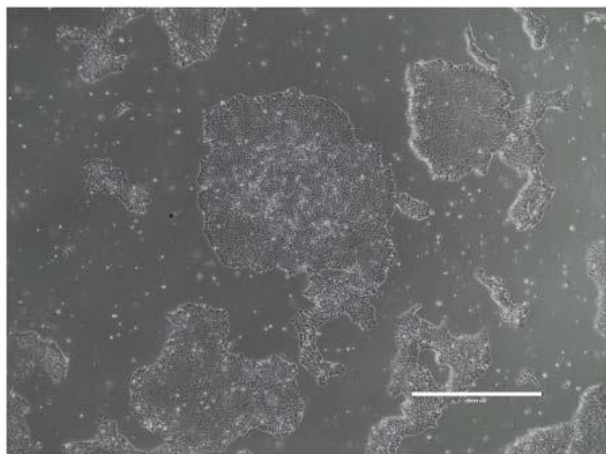
iPS細胞	セルロッカーシステム	Thermo Scientific Formaインキュベーター
観測されたコロニー	> 50	> 50
細胞分化スポット	0	0

次に、各システムから細胞を収穫し凍結保存しました。

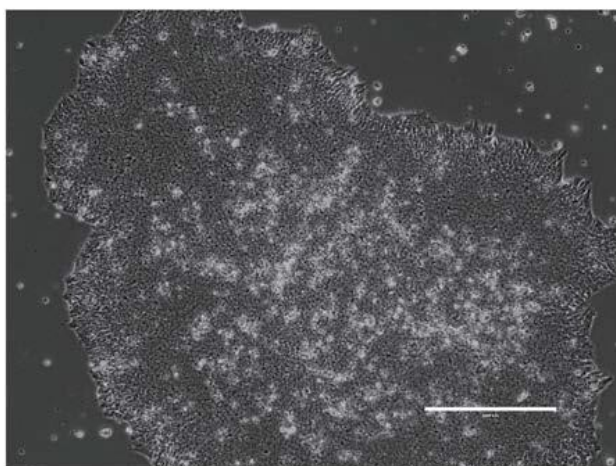
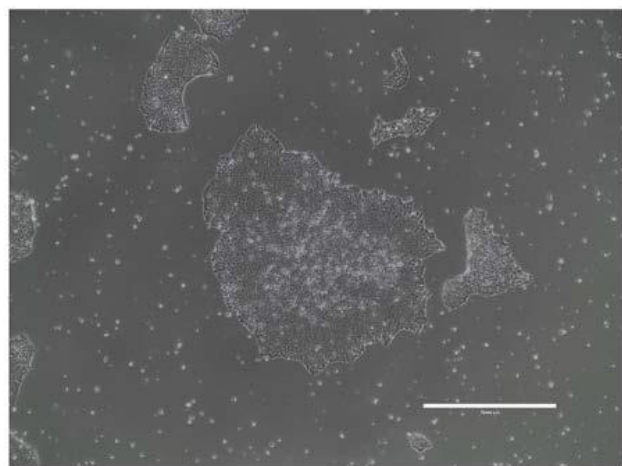
図 6 に示すように、最適化されたインキュベーターとセルロッカーシステムの細胞を融解、再播種、評価すると、培養にかかわらず iPS 細胞コロニーは同じ品質を示しました。これ
が示すように、セルロッカーシステムは開梱してすぐに、注意深くデザインされたシステムで時間とコストをかけて得られた
のと同じ環境を提供できます。

図 6：凍結保存とセルロッカーシステム（A）および最適化されたインキュベーター（B）での再培養後、典型的な iPS 細胞コロニーが同じ品質を示しました。

A. セルロッカーシステムで培養された iPS 細胞コロニー



B. 最適化されたインキュベーターで培養された iPS 細胞コロニー



結論

セルロッカーシステムは、プライマリーセルや幹細胞、その他多くの敏感な細胞タイプの培養条件を改善するための新しいアプローチです。この特許取得済みの設計は、生理学的条件を模倣する環境で細胞がより多くの時間を費やすことができるよう、望ましい条件を維持します。そのような条件下では、培養された細胞は、インタクトな生体で見られるものにより近い反応を示します。それによって、再生医療/細胞療法/腫瘍学/神経科学/免疫学などの研究のための、薬に対する人間の反応や、疾患モデリングに対して、より良い予測を得ることができます。閉じたセルロッカーチャンバーは微生物が入ることを防ぎます。セルロッカーシステムは、優れた条件を備えた CO2 インキュベーターと比較しても、安定性がより高く、回復が早く、水分蒸発が 50% 少なく、また低酸素条件下でもガス使用量が 50% 少なくなります。そしてセルロッカーシステムで培養された幹細胞は、最適化された従来のインキュベーターと同じ理想的な特性を示しました。

参考文献

1. Inamdar MS, Healy L, Sinha A. Global solutions to the challenges of setting up and managing a stem cell laboratory. Stem Cell Rev and Rep 8, 2012.
2. Cobo F, Cortés JL, Cabrera C, Nieto A, Concha A. Microbiological contamination in stem cell cultures. Cell Biol Int 31, 2007.
3. Thermo Fisher Scientific. Thermo Scientific Steri-Run sterilization cycle proves total sterilization. ANCO2STERIRUN 0215, 2015.
4. Grice, EA et al. A diversity profile of the human skin microbiota. Genome Res 18, 2008.
5. Stryjawska-Sekulska M et al. Microbiological quality of indoor air in university rooms. Polish J Environ Stud 16(4), 2007.
6. Drexler HG, Uphoff, CC Mycoplasma contamination of cell cultures: Incidence, sources, effects, detection, elimination, prevention. Cytotechnology. 39 (75), 2002.
7. Ryan J. Understanding and managing cell culture contamination. Corning Inc. Life Sciences, 2008.
8. Nikfarjam L and Farzaneh P. Prevention and detection of mycoplasma contamination in cell culture. Cell J 13(4), 2012.
9. Rottem S, Kosower NS and Kornspan JD. Contamination of tissue cultures by mycoplasmas. In Biomedical Tissue Culture, chapter 3, InTech 2012.
10. Callaway E. Contamination hits cell work. Nature 511, 2014.
11. Bates MK, Love Parrucci M. Thermo Scientific Cell Locker System prevents entry of microorganisms for protection of sensitive cell cultures. Thermo Fisher Scientific ANCELLLOCKER 0119, 2019.
12. Thermo Fisher Scientific. Smart Note: Which incubation parameters are most important for proper cell growth and expression? PFCO2SMARTNOTE 0715, 2015.
13. Bates MK, Schneider J, Love Parrucci M. Protected chambers for your most sensitive cells. https://s3-us-west-1.amazonaws.com/tfs.dig/COL17064-Cell_Locker_Solutions-r/index.html Thermo Fisher Scientific, 2019.
14. Bates MK, Schneider J, Love Parrucci M. Thermo Scientific Cell Locker System segregates stem cells and other delicate cultures, protecting from contamination and enhancing environmental stability in a shared incubator. Presented at Bioprocessing International conference, Boston MA, 2018.

詳細は、Thermo Fisher Scientific の URL(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 B 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
0120-749-810
携帯電話・PHSからもご利用いただけます
営業時間 月曜～金曜 9:00～17:00(祝祭日・弊社休日除く)



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

WAKEN B TECH CO., LTD.