



Miltenyi Biotec

# MACS<sup>®</sup> Cell Separation

Select the best



# MACS®テクノロジー

## 一つのポートフォリオであらゆる細胞の分離に対応

MACSテクノロジーは表面抗原に基づいた特定の細胞集団の磁気分離を可能にします。超常磁性ビーズに結合した特異的な抗体でエピトープを標識することで、機能を保った生細胞を迅速かつ優しく分離する方法です。

MACSテクノロジーのポートフォリオはほぼすべての種類の細胞を分離可能な幅広い選択肢を備えています。そのため、目的の細胞と要望にあわせて最適な細胞分離手法を自由に選択いただけます。MACSテクノロジーは基礎研究から臨床まで、一貫した信頼性の高い細胞分離ソリューションを提供します。

MACSテクノロジーでベストな選択が可能です。最も良いものをお選びください。

### MACS®マイクロビーズ

MACSテクノロジーが細胞分離手法として最も信頼されている理由

P 4



### MACS®カラム

実証され、信頼されているMACSカラムの利点

P 5



### MACS®テクノロジーのメリット

MACSマイクロビーズとカラムを組み合わせたMACSテクノロジーのメリットをご覧ください

P 6



### 細胞分離手法

- 細胞もしくは組織分散を行った単細胞懸濁液からの細胞分離
- 血液サンプルから1ステップで目的細胞の分離
- よりフレキシブルにラベルフリー細胞の分離、デブリが多いサンプルからの分離

P 7-9



### 自動細胞分離

ニーズに合わせて適切な細胞分離方法をお選びください

P 10



### サンプルの種類



**単細胞懸濁液**  
PBMC、組織分散サンプル (がんを含む)



**血液サンプル**  
全血、パフィーコート、アフエーシス産物

分離方法

Positive selection

#### MACS®マイクロビーズ ▶P7

- カラム
- ナノサイズのマイクロビーズ

#### StraightFromマイクロビーズ ▶P8

- カラム
- ナノサイズのマイクロビーズ

Untouched isolation

#### MACS Cell Isolation Kit ▶P7

- カラム
- ナノサイズのマイクロビーズ

#### MACSxpress®ビーズ ▶P8

- カラムフリー
- マイクロサイズのMACSxpressビーズ

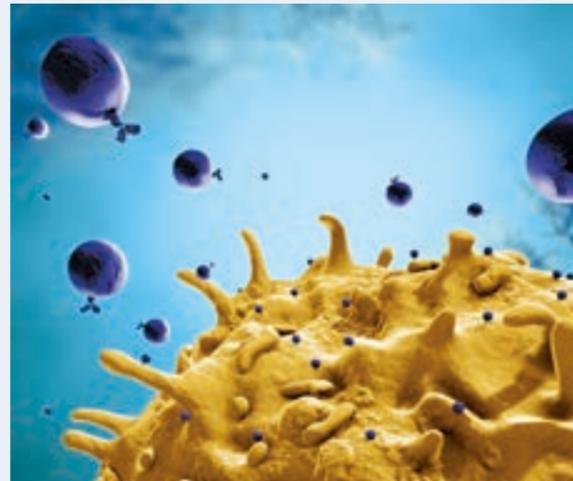
# MACS® マイクロビーズ

## MACS® マイクロビーズ

### 基礎研究から臨床応用まで実証済みのテクノロジー

MACS マイクロビーズは特定の細胞表面抗原に対する特異性の高い抗体と結合した、50 nmの超常磁性ビーズです。ビーズの大きさが小さいため細胞を刺激しません。さらに、MACS マイクロビーズは下流のアプリケーションにおいて除去する必要がありません。

- MACS マイクロビーズテクノロジーは最も柔軟かつ信頼性の高い細胞分離手法です
- ナノサイズのマイクロビーズを用いた最小限の細胞標識により、細胞への影響を最小限にとどめます
- 臨床における55,000件以上の細胞分離に使用されています



LEARN MORE

MACS マイクロビーズのさらに詳しい情報はこちらをご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/microbeads](http://miltenyibiotec.com/microbeads)

MACS マイクロビーズテクノロジーはナノサイズの超常磁性ビーズと強力な磁場を生じるMACSカラムの巧妙な組み合わせにより、長年にわたって多くのユーザーに使用いただいています。この技術によって目的細胞の標識を最小限に抑え、細胞の機能性は損なわれません。MACS マイクロビーズを用いた細胞分離は磁気標識、磁気分離、磁気標識細胞の溶出の簡単な3ステップで完了します (Fig 1)。

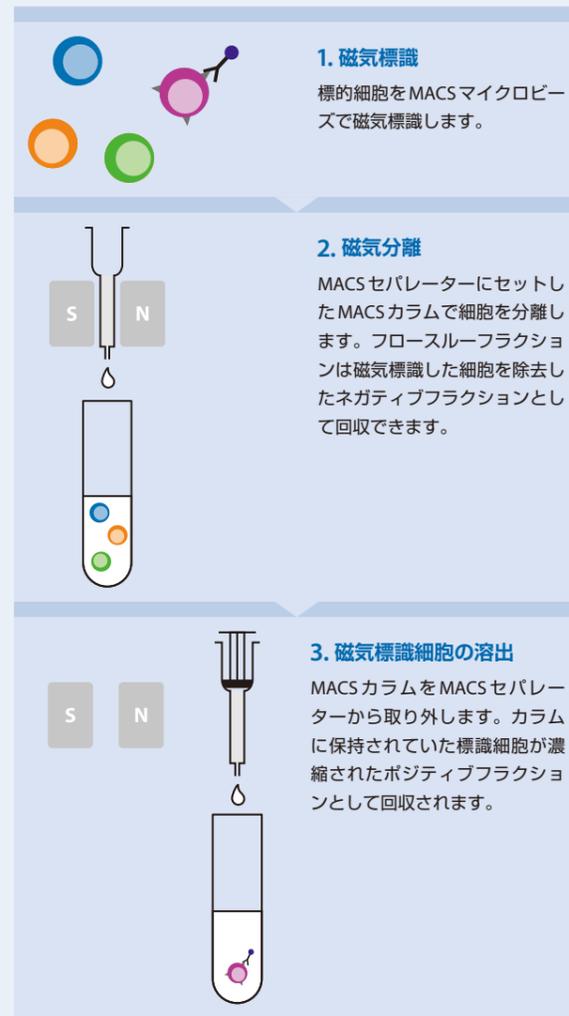


Figure 1 : 簡単な3ステップでサンプルから高収率かつ高純度に生細胞が得られます。

VIDEO

簡単な3ステップによる細胞分離の手順をご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/3-easy-steps](http://miltenyibiotec.com/3-easy-steps)

# MACS® カラム

## MACS® カラム

### 強力な磁力で細胞標識を最小限に

MACS マイクロビーズテクノロジーの中核となるのが細胞に影響を与えないようコーティングされた強磁性の球体で構成されたマトリックスを含む MACS カラムです。



Figure 2 : MACS カラムは MACS マイクロビーズで標識したあらゆる種類の細胞を迅速に分離するために開発されました。

カラムを MACS セパレーターにセットすることで、磁性球体が磁場を1万倍にまで増幅し、カラム内に強い磁力を発生させます。この強い磁場によって、ナノサイズの小さなビーズにより標識された細胞を効率よく保持することができます。



Figure 3 : MidiMACS™セパレーターにセットした MACS カラム。

LEARN MORE

優れた結果をもたらす専用のフォーマット細胞ごとに最適なカラムをお探しいただけます。

▶ [miltenyibiotec.com/column](http://miltenyibiotec.com/column)

MACS カラムのマトリックス内は細胞に十分なスペースが確保されています。そのため、非標識細胞は容易に通過し、標識細胞は効率的かつ刺激されことなくカラム内に保持されます。そのため、細胞へのストレスは最小限に抑えられます。また、細胞の凝集を防ぎ、非標識細胞の効率的な洗浄が可能です。

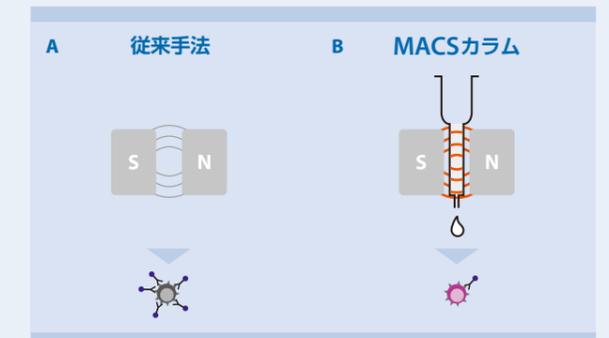


Figure 4 : MACS カラムを使用しない場合、十分な細胞をカラム内に磁気的に保持するためには大量の標識や磁性の強い大きなビーズが必要です。MACS カラムを使用することで磁力が増幅され、ナノサイズのビーズによる最小限の細胞標識で効率的に細胞が保持できます。

## 細胞に優しいMACSカラム 細胞の圧力、詰まり、凝集をふせぐ

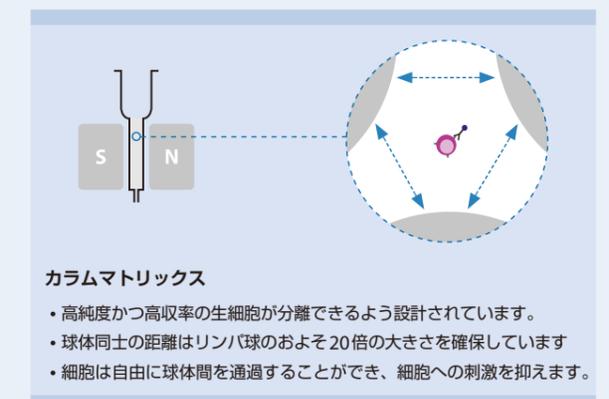


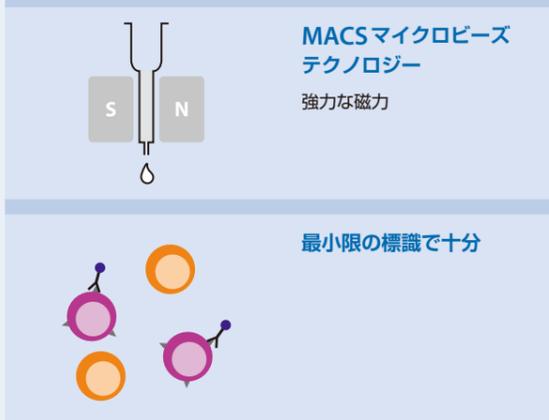
Figure 5 : MACS カラムの概略図。細胞はカラム内において球体間を自由に移動することができます。カラム内で物理的な接触はなく、磁力のみで細胞をカラム内に保持します。

# MACS® テクノロジーのアドバンテージ

# 単細胞懸濁液もしくは分散組織からの細胞分離

## ベストな選択 – MACSカラムとマイクロビーズの組み合わせ

### カラム方式のメリット



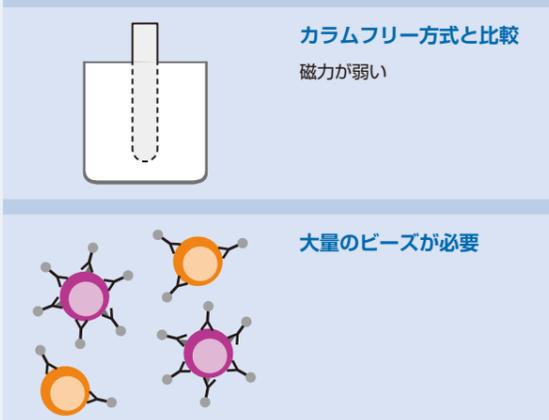
**MACSマイクロビーズテクノロジー**  
強力な磁力

**最小限の標識で十分**

**A** 標識を最小限に抑えるメリット

- 非特異的標識の減少
- 細胞を活性化しない
- 細胞機能への影響を抑える

### カラムフリー方式のデメリット



**カラムフリー方式と比較**  
磁力が弱い

**大量のビーズが必要**

**B** 大量のビーズを用いるデメリット

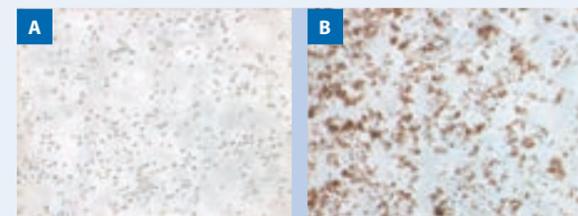
- 非特異的標識細胞の増加
- 細胞の活性化
- 細胞機能への影響

**Figure 6** : MACS CD3マイクロビーズとMACSカラム、もしくは他社ナノサイズビーズとカラムフリー方式を用いてヒトPBMCからT細胞を分離し、比較した。分離後の細胞を走査型電子顕微鏡を用いて観察すると、(A)MACSマイクロビーズとMACSカラムで分離した場合、細胞表面に標識ビーズは見られなかった。(B)他社カラムフリー方式を用いて分離した場合、明らかに過剰な標識が見られた(矢印)。

### YOUR BENEFITS

#### MACSテクノロジーがなぜベストか

- 効率的な分離：高い純度と回収率
- 小さいビーズサイズと最小限の標識：細胞の機能性を維持
- 細胞へのストレスを抑える：高い生存性
- フリーエピソードの残存、凝集しないビーズ、エピソードを架橋しない：下流の実験系を阻害しない



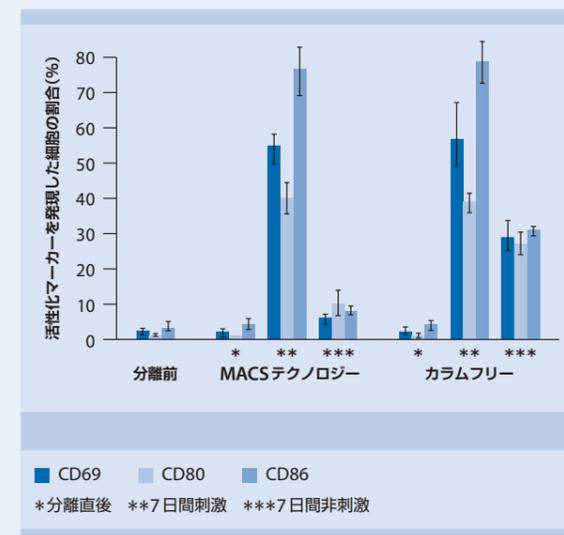
**Figure 7** : MACS CD3マイクロビーズもしくは他社ナノサイズビーズで分離したヒトPBMCを培養し、光学顕微鏡で観察した。(A)MACSマイクロビーズを用いて分離した細胞では、ビーズの蓄積は観察されなかった。(B)他社ビーズで分離した細胞では凝集(茶色の凝集塊)が観察された。

## MACS® マイクロビーズとマイクロビーズキット

### 特異マーカによる目的細胞の簡単なポジティブセレクション

MACSカラムマトリックスの強力な磁場により、ナノサイズマイクロビーズによる最小限のラベリングで目的細胞が分離できます。よってその後の蛍光染色やフローサイトメトリー解析に十分な表面エピソードが細胞表面に残存します。さらに、低濃度かつ小サイズのMACSマイクロビーズによる標識は、細胞を活性化させません(Fig 8)。

- 最小限の操作によるポジティブセレクション
- 細胞機能の維持のために最適な標識
- 生分解性：標識細胞はそのまま下流のアプリケーションに使用できます



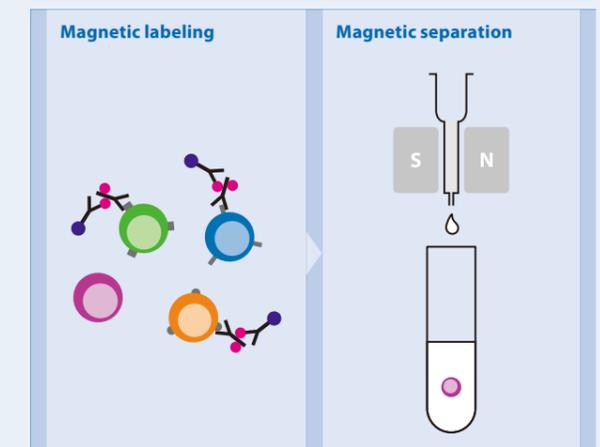
**Figure 8** : MACS CD19マイクロビーズもしくは他社カラムフリー方式を用いてヒトB細胞を濃縮した。その後、B細胞刺激剤であるCD40-Ligand/Anti-His抗体およびIL-4による刺激もしくは非刺激条件で7日間培養を行った。分離直後、刺激あり培養、刺激なし培養の各条件において活性化マーカー(CD69, CD80, CD86)をフローサイトメーターで測定した。

## MACS® Cell Isolation Kits

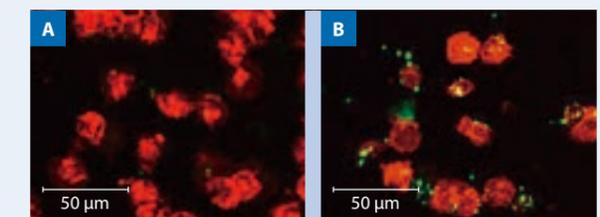
### 標的細胞以外の除去により真に手つかずの細胞を手に入れる

MACS Cell isolation kitは抗体と間接的磁気標識用のMACSマイクロビーズのカクテルです(Fig 9)。抗体が結合していない細胞の回収を目的とする場合の推奨キットです。目的細胞以外を最小限のMACSマイクロビーズによって標識することで、目的細胞への非特異的な標識が回避できます。そのため、目的細胞はそのままの状態が残存します(Fig 10)。他社ナノサイズビーズを用いたカラムフリー方式では高濃度のラベル試薬が必要です。そのため、目的細胞画が非特異的に標識され、収率が減少するおそれがあります。

- 目的細胞を非特異的に標識しない
- 高い純度と回収率
- 下流のあらゆる実験系に対応



**Figure 9** : 目的細胞以外を標識し、除去します。目的の非標識細胞はカラム通過画分として回収されます。目的細胞以外の細胞は標識され、カラム中に残存します。



**Figure 10** : MACS Monocyte Isolation Kit II, human(A)または他社カラムフリー方式キット(B)を用いて不要な細胞を除去し、ヒト単球を濃縮した。分離後の単球(赤)とナノサイズビーズ(緑)を染色した結果を示す。カラムフリー方式キットを用いた場合は目的細胞へのビーズの非特異的結合がみられたが、MACSテクノロジーを用いた場合は真にそのままの状態の細胞が得られた。

## 血液サンプルから直接細胞を分離する

### StraightFrom® テクノロジー

血液サンプルから直接細胞を分離し、密度勾配遠心を用いない

StraightFrom マイクロビーズは全血、パフィーコート、Leukoreduction System Chambers (LRSC) などの血液サンプルから様々な白血球のサブセットを分離できます。

このキットにより白血球サブセットの分離がこれまでになく迅速かつ簡便に実施できます。従来の手法と異なり、StraightFrom テクノロジーでは密度勾配遠心分離を必要としません (Fig 11)。

- 最小限の操作によるポジティブセレクション
- 細胞機能の維持のために最適な標識
- 生分解性：標識細胞はそのまま下流のアプリケーションに使用できます

StraightFrom マイクロビーズプロトコル	従来プロトコル
サンプルの採取と希釈	サンプルの採取と希釈
磁気標識	分離用試薬の添加
細胞分離	密度勾配遠心
<b>30分以内に終了!</b>	PBMCの分離と洗浄
	細胞数測定
	磁気標識
	細胞分離
	<b>2時間以上</b>

Figure 11：StraightFrom マイクロビーズプロトコルと従来プロトコルの比較。簡単かつ短時間のプロトコルで目的細胞が分離できます。

### MACSxpress® テクノロジー

迅速にラベルフリー細胞を分離する

MACSxpress テクノロジーは遠心分離を行わずに、全血からラベルフリー細胞を迅速かつ大量に分離できます。マイクロサイズの MACSxpress ビーズによって目的外細胞を最小限に標識し、目的細胞の非特異的な標識と活性化を防ぎます。目的外細胞は磁気分離により除去されます。同時に赤血球を沈降させ、高純度の目的細胞が分離可能です (Fig 12)。

- 全血から 20 分以内、1 ステップで高純度のラベルフリー細胞を分離
- 密度勾配遠心、赤血球の溶解、細胞数測定は不要です

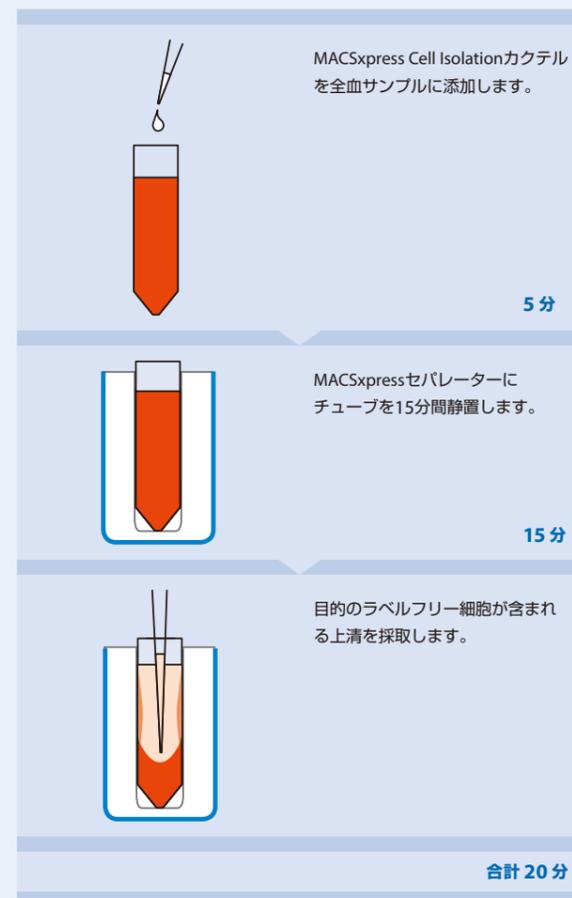


Figure 12：MACSxpress テクノロジーを用いることで、全血からの細胞分離が20分以内に完了します。

## よりフレキシブルに ラベルフリー細胞の分離、デブリが多いサンプルからの分離

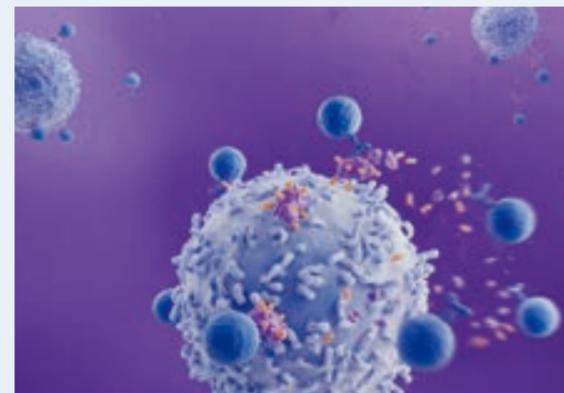
### REAl ease™ テクノロジー

ビーズ、ラベルフリーな細胞を手に入れる

REAl ease マイクロビーズキットはポジティブセレクションによってPBMCから目的細胞を分離するためのキットです。REAl ease マイクロビーズテクノロジーは特定の細胞表面マーカーを標識するために、抗体ではなく、組み換え設計された抗体フラグメントを使用します。抗体フラグメントは単体では細胞表面エピトープに対して低親和性です。しかし、抗体フラグメントが複合体として多量化されるとエピトープと高親和性に結合し、効率的な磁気細胞分離を可能とします。

REAl ease テクノロジーは多量状態での目的細胞を標識して分離したのち、抗体フラグメントを単量体化することで目的細胞の細胞表面から分離させます。これによりビーズ・ラベルフリーな目的細胞を取得できます。

- 磁気ビーズフリーな細胞：回収した細胞を再び磁気標識できます
- ラベルフリー細胞：エピトープが再び、完全に利用可能になります
- 組み換え抗体：ロット間で一貫した性能により、再現性のある結果が得られます



LEARN MORE

REAl ease マイクロビーズテクノロジーについて、より詳しい情報をご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/realease-microbeads](https://miltenyibiotec.com/realease-microbeads)

### UltraPure マイクロビーズ

最小限のデブリで、最大の結果を

UltraPure マイクロビーズは特に難しいサンプルから細胞分離を行うために最適化されています。特に大量の細胞デブリを含むサンプルや目的細胞の数が少ないサンプルから分離を行う際、高純度の目的細胞が得られるように独自に調整しています。UltraPure マイクロビーズは生存している目的細胞を特異的に濃縮し、目的細胞の回収率と純度を大幅に向上させます (Fig 13)。

- デブリを最小限にするように最適化
- デブリが多いなど難しいサンプルからでも高い純度で細胞を回収
- 従来の MACS® マイクロビーズと同様のプロトコルで、使いやすい

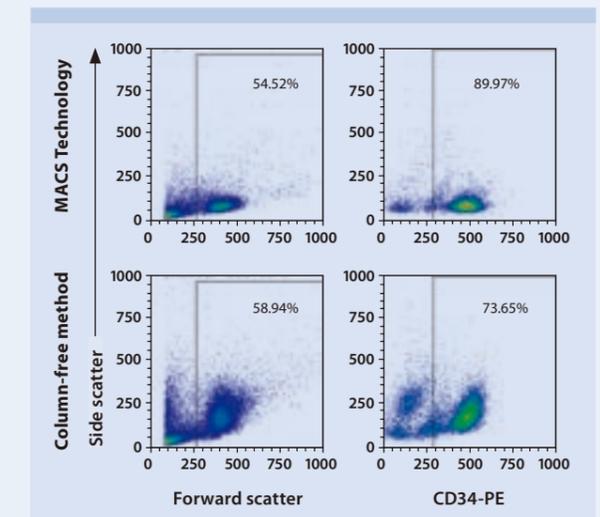


Figure 13：カラムベースの CD34 MicroBead Kit UltraPure (上) ならびに他社カラムフリー方式 (下) で CD34<sup>+</sup> 細胞を分離した。MACS MicroBeads UltraPure で精製した細胞はカラムフリー方式に対してデブリ量が大幅に減少していた。

LEARN MORE

目的に合わせた細胞分離手法の選択方法についてご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/separation-strategies](https://miltenyibiotec.com/separation-strategies)

# 手動から全自動によるハイスループット細胞分離まで

## 手動細胞分離

手動のMACS®セパレーターは使いやすく、すべてのラボでシンプルかつ簡単にセットアップできます。

- 少量の実験系に最適
- 30,000以上の論文で実証済み
- 実験のニーズにあわせた最適なソリューションを提供



Figure 14 : MACSカラムをセットしたMACSセパレーター

LEARN MORE

MACSテクノロジーの第一歩 - MACSセパレーター

▶ [miltenyibiotec.com/separators](https://miltenyibiotec.com/separators)

## autoMACS® Pro Separator

多検体からの全自動磁気細胞分離。

- 最大6サンプルまで、細胞標識から分離まで全自動で実施
- プロトコルの標準化により、再現性よく、ユーザーによらない結果が取得可能
- 直観的で使いやすいソフトウェアにより、マルチユーザーによる使用も容易



Figure 15 : autoMACS Pro Separatorは標識と分離を全自動で行い、最も簡便に高純度な目的細胞を分離できます。

LEARN MORE

autoMACS® Pro Separatorの特徴は以下のビデオをご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/automacs](https://miltenyibiotec.com/automacs)

## MultiMACS™ Cell24 Separator Plus

より大量のサンプルを効率よく、半自動で細胞を分離。

- 24サンプルまで同時かつ容易に分離可能
- あらゆるサンプル種、分離方法に対応
- 標準化されたプロトコルにより再現性のある実験結果を提供



Figure 16 : MultiMACS Cell24 Separator Plusは大量もしくは多検体のサンプルから迅速に細胞を分離するために設計されました。純度な目的細胞を分離できます。

LEARN MORE

MultiMACS Cell24 Separator Plusによる複数サンプルの細胞分離の様子をご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/multimacs](https://miltenyibiotec.com/multimacs)

## MultiMACS™ X

さらにハイスループットなソリューション-次世代の全自動細胞分離。

- MultiMACS Cell24 Separator Plusをリキッドハンドリングロボットと組み合わせ、作業時間を最小限に
- アプリケーションに合わせた設計
- サンプルのトラッキング、実験レポート、LIMS(実験室情報管理システム)に対応



Figure 17 : MultiMACS Xは全自動かつハイスループットで細胞分離が実施可能です。さらに、サンプルトラッキングやレポート機能も備えています。

LEARN MORE

細胞分離を完全に自動化したMultiMACS Xについてご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/multimacsx](https://miltenyibiotec.com/multimacsx)



SUPPORT

ミルテニーバイオテックではすべてのお客様に包括的な技術サポートを提供しています。経験豊富なテクニカルサポートチームが皆様のご質問にお答えします。Eメール、電話、フォーラム、ライブチャットなどご自由な方法でアクセスいただけます。より詳しい情報は、以下のリンクをご覧ください。

▶ [miltenyibiotec.com/support](https://miltenyibiotec.com/support)

▶ [miltenyibiotec.com/cellseparation](https://miltenyibiotec.com/cellseparation)



Miltenyi Biotec

## ミルテニー バイオテック株式会社

〒135-0041 東京都江東区冬木16-10 NEX永代ビル5F  
TEL: 03-5646-8910 (代) FAX: 03-5646-8911  
[www.miltenyibiotec.com](https://www.miltenyibiotec.com) [macsjp@miltenyi.com](mailto:macsjp@miltenyi.com)

学術のお問い合わせ: 03-5646-9606  
機器修理のご相談: 0120-03-5645  
代理店様専用番号: 03-5646-8566

■ 取扱店

特に記載がない限り、Miltenyi Biotecの製品およびサービスは試験研究用です。治療・診断目的で使用することはできません。  
autoMACS、MACS、MACSxpress、MidiMACS、Miltenyi Biotecロゴ、MultiMACS、REAlEASE、StraightFromは、Miltenyi Biotecおよびその関連会社の登録商標または商標です。  
商品のデザイン、仕様、価格等は予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。  
Copyright © 2022 Miltenyi Biotec and/or its affiliates. All rights reserved.