

## Pipetting

## Finntip 10 mLピペットチップの機能性と性能の向上

## はじめに

本テクニカルノートでは、再設計されたThermo Scientific™ Finntip™ 10 mLフィルターピペットチップの性能、再現性、およびピペティングの人間工学的性について考察します。また、最新デザインがお客様にとってどのような利点をもたらすかを明らかにします。

サーモフィッシャーサイエンティフィックでは、お客様の要望に細心の注意を払い、継続的に製品の改善に努めています。大容量ピペットチップは、液体容量1~10 mLで作業する研究室で日常的に使用されています。高性能マクロボリュームのピペットチップに対するお客様の要望に応じて、Finntip 10 mLフィルターピペットチップを再設計しました。再設計されたチップは、優れた信頼性、正確度、および精密度で、より大きな容量を迅速、安全、効率的に取り扱うことを可能にします。実験室で使用する口の細い培養フラスコや試薬ボトルに使用可能で、サンプルの損失を防ぐための高度な設計を備えています。再設計されたFinntipマクロボリュームピペットチップは、高レベルの人間工学的快適性を提供し、大きなモーター付きピペットコントローラーと長いセロロジカルピペットの代わりに使用することで、バイオセーフティキャビネット内のスペースを節約するのに役立ちます。

## 製品改良

Finntip 10 mLピペットチップの改良点と、それらがもたらす利点について以下に示します。

- 上部のチップ壁を薄くし、チップカラーを小型化することにより、チップの取り付けと取り外しに要する力の量を低減しました。これらの変更により、チップを手で取り付ける必要がなくなり、液漏れの危険性が少なくなります。
- 再設計されたチップは、より少ない液体を保持するため、サンプルの損失を防ぎ、精度の向上に役立ちます。
- チップ先端の口径を58%大きくし、高粘性液体の取り扱いをより効率的にしました。口径が広いほど吸引・分注が早く、チップの人間工学的利点が高まります。

- チップには、Human DNA、RNase、DNase、ATP、エンドトキシン、PCR inhibitorsは含まれていません。これらは、PCR、次世代シーケンシング (NGS)、および他の高感度分子生物学アプリケーションに適しています。
- 再設計したチップラックは、可視性を改善し、電子線滅菌後も透明なままである樹脂でできています。
- チップラックは、前部に固定クラスプを備え、ヒンジを改良しました。これらの改良により落としたり誤った取り扱いをした場合でも、フタが開いてしまうことを防止するのに役立つ、ラックは片手で簡単に開けることができます。

ここでは、新しいFinntip 10 mLピペットチップを「再設計されたFinntip 10 mLチップ」、既存のチップを「改良以前のチップ」と呼びます。最小限のチップ取り付け力、最小限のチップ取り外し力、粘性溶液の排出時間、吸引時間、およびプランジャー力を測定することにより、再設計されたFinntip 10 mLピペットチップと改良以前のチップを比較しました。また、Finntip 10 mLピペットチップとThermo Scientific™ Nunc™セロロジカルピペットによるピペティングの正確度と精密度も比較しました。

## 方法

## チップの取り付け力と取り外し力

チップの取り付けにかかる力の量は、ピペットの正確度および精密度に影響を及ぼす可能性があります。反復性のストレス障害のリスクを最小限に抑えるためにピペットを選択する際には、取り付け力も考慮すべき重要な因子です。最小限の取り付け力とは、使用中に液体がリークしないように十分にしっかりとピペットにチップを取り付けるのに必要な最小の力です。ピペットからチップを取り外すために必要な最小の力は、最小限の取り外し力として示します。Thermo Scientific™ Finnpipette™ F1およびF2容量可変ピペットとThermo Scientific™ Finnpipette™ Novus電動シングルチャンネルピペットを用いて、再設計および改良以前のFinntip 10 mLチップを取り付け、取り外しするのに必要な最小限の力を測定しました。試験の各セットは、10本の再設計および10本の改良以前のFinntip 10 mLチップで実施しました。比較のため、同じテストを他2メーカーのピペットとメーカー推奨の10 mLチップを用いて実施しました。

最小限の取り付け力を決定するために、最初に約2 kgの力でチップをピペットに取り付けました。チップに水を吸引し、チップの先端部分からのリークがないか20秒間、観察を行いました。次にチップを空にし、容器の内壁上でチップ先端部分を左右に動かして拭き取り、チップ外側の滴残りを確実に容器内に移すようにしました。拭き取り後、同じチップを水で満たし、リーク評価を行い、拭き取りによって、チップの取り付けが緩んでいないかを確認しました。チップの拭き取り前後にリークテストに合格しなかった場合は、チップが両方のリークテストに合格するまで、より大きな取り付け力でテストを繰り返しました。最小限の取り付け外し力を決定するために、必要最小限の取り付け力でピペットにチップを装着しました。次にChatillon™フォースゲージを用いて最小限の取り付け外し力を測定しました。

### 粘性液体の分注

粘度とは、液体が周囲に対して相対的に動きに抵抗すること、または流れに反対することです。正確さを得るためには、粘性液体をピペッティングする際に特別な注意が必要です。ピペッティングの速度は人間工学的側面とピペットの精度に影響し、チップ先端口径はピペッティングの速度に影響します。チップ先端口径の大きさが粘性液体の分注速度に及ぼす影響を評価するため、再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで粘性液体を分注するのにどのくらいの時間を要したかを測定する試験を実施しました。

緑色素が混合された25%および50%のグリセロールを含む溶液を試験に使用しました。適切なピペット法でThermo Scientific™ Finn timer™ F1容量可変ピペットを用いて、試験液10 mLのアリコートを各チップに吸引し、排出開始からチップが空になるまでの時間を記録しました。再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップを用いて、各溶液を2回ずつ測定しました。

### プランジャー力

ピペットのプランジャーは、最上部の構成部品です。ピペットのシリンダー内の空気の量を調節し、チップに液体を吸い込んで分注できるようにします。プランジャー力とは、シリンダー内の空気を移動させるのに必要な力の量であり、ピペットチップ内の液体または空気を移動させます。Chatillonフォースゲージを用いて、Finn timer™ F1およびThermo Scientific™ Finn timer™ F2 容量可変ピペットとThermo Scientific™ Finn timer™ Novus電動シングルチャンネルピペットの下部モジュールにおけるプランジャー力を、再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップから脱イオン (DI) 水を排出することで測定しました。フォワード法を用いてピペッティングを行いました。使用者は、ピペットのプランジャーを押し下げの際に、2つのストップポジションを確認できますが、1つは設定容量で、もう1つはエアギャップを吐き出します。本試験 (図1) では、開始ポジションAと最初のストップポジションBまでのプランジャー力が測定されました。ただし、Chatillonフォースゲージにより、ポジションAからポジションCでの第2ストップポジションまでの全範囲にわたってプランジャー力が測定されました。

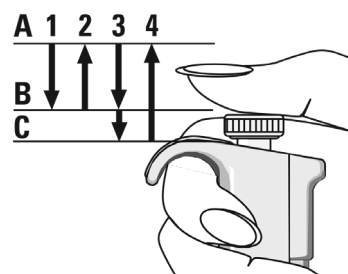


図1. ピペットプランジャーの開始ポジションとストップポジション

### 吸引時間

ピペットで一定量の液体を吸引するのに必要な時間を吸引時間と呼びます。吸引時間に影響する因子は数多くあり、最も重要なものの1つはピペットチップです。Finn pipette F1ピペットを用いて、10 mLのDI水を再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで吸引するのに要した時間を記録しました。

最小限の取り付け力を適用して各ピペットチップをピペットに装着しました。ピペットのプランジャーを最初のストップポジションまで押し下げて空気を排出しました。その後、チップを水に浸し、液体がピペットチップに自然に入るようにプランジャーを解放しました。プランジャーの解放からピペットチップ内の液面が安定するまでの経過時間をストップウォッチで測定しました。測定は5本の再設計されたチップと5本の改良以前のチップのFinntip 10 mLピペットチップを用いて実施しました。平均吸引時間を比較し、差を記録しました。

### Finntip 10 mLピペットチップおよびセロロジカルピペットでのピペッティングの正確度と精密度

セロロジカルピペットは、1 mLを超える容量に対して日常的に使用されていますが、異なるユーザーによってピペッティングされた容量には大きなばらつきがあるため、高い正確度と精密度を必要とするワークフローには理想的ではありません。大容量ピペットチップは、より大量の液体 (1~10 mL) を扱うためのより信頼性の高い選択肢です。最初に、再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップを装着したFinn pipette F1ピペットを用いて、ピペットの正確度と精密度を比較しました。DI水を吸引し、1 mL、5 mL、10 mLの容量で排出し、それぞれのチップで各容量当たり10回の測定値を記録しました。

また、10 mLの固定容量のセロロジカルピペットでピペットの正確度および精密度を評価しました。Thermo Scientific™ S1ピペットフィルターを用いて、2通りの方法で水を吸引し、排出しました。第一は、排出を開始したり、止めたりすることを繰り返す連続分注の方法でした。10 mLのDI水をピペットに吸引し、1 mLずつ10回または5 mLずつ2回排出しました。また、1 mLおよび5 mLの容量を1回のフォワード分注法を用いて複数回吸引し、排出しました。各試験の精度を個別に評価し、その結果をメーカーの規格およびFinn pipette F1ピペットで得られた結果と比較しました。

## 結果

### チップの取り付け力と取り外し力

Finnpipette F1およびF2 容量可変ピペットおよびFinnpipette Novus電動ピペットの取り付け力および取り外し力を、10本の再設計されたFinntip 10 mLピペットチップおよび10本の改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで10回記録しました。次に平均取り付け力と取り外し力を計算しました。異なるメーカーからの他の2種類のピペットの平均取り付け力と取り外し力も比較のために決定しました。

再設計されたFinntip 10 mLピペットチップの取り付けに必要な平均力は、改良以前のFinntip 10 mLピペットチップの取り付けに必要な平均力より約35%低い結果でした (図2A)。平均取り付け力は再設計されたチップで約15%低くなりました。A社のピペットとチップ、および再設計されたチップを有するFinnpipetteピペットで測定した平均取り付け力は同等でした。B社のピペットとチップでは、取り付け力に統計的に著しい差を確認できました。再設計されたFinntip 10 mLチップを装着したFinnpipetteピペットで測定した平均取り外し力は、A社およびB社のピペットおよびチップで測定した取り外し力よりも有意に低い結果でした ( $p < 0.05$ ) (図2B)。Finnpipetteピペットの再設計されたFinntip 10 mLピペットチップは、A社ピペットとB社ピペットのチップよりも取り外し力が平均約48%および約63%少なく済むことがわかりました。再設計されたFinntip 10 mLチップは、取り付け・取り外しに要する力が少なく、ピペット操作中の使用者負担が軽減されるという明確な人間工学的利点をもたらしました。

### 粘性液体の分注

粘性液体の分注を正確に行うにはテクニックと根気を要するため、通常は困難です。ピペッティングの粘性液体をより速くするために、科学者はしばしば、そのピペットチップの先端を切り取り、口径を大きくします。しかし、これによりピペッティングが不正確になり、ばらつきが大きくなる可能性があります。再設計されたFinntip 10 mLピペットチップによる水および粘性液体の分注は、改良以前のFinntip 10 mLピペットチップによる分注よりも速いです。チップ先端口径を大きくし、内面をより疎水性にすることで、ピペット効率が向上しました。再設計されたFinntip 10 mLピペットチップによる分注は、改良以前のチップによる分注よりも25~50%速い結果でした (図3)。ユーザーは、チップの壁厚が薄くなった再設計されたFinntip 10 mLピペットチップの方が軽く感じられ、より人間工学的な価値が追加されたことに注目しました。

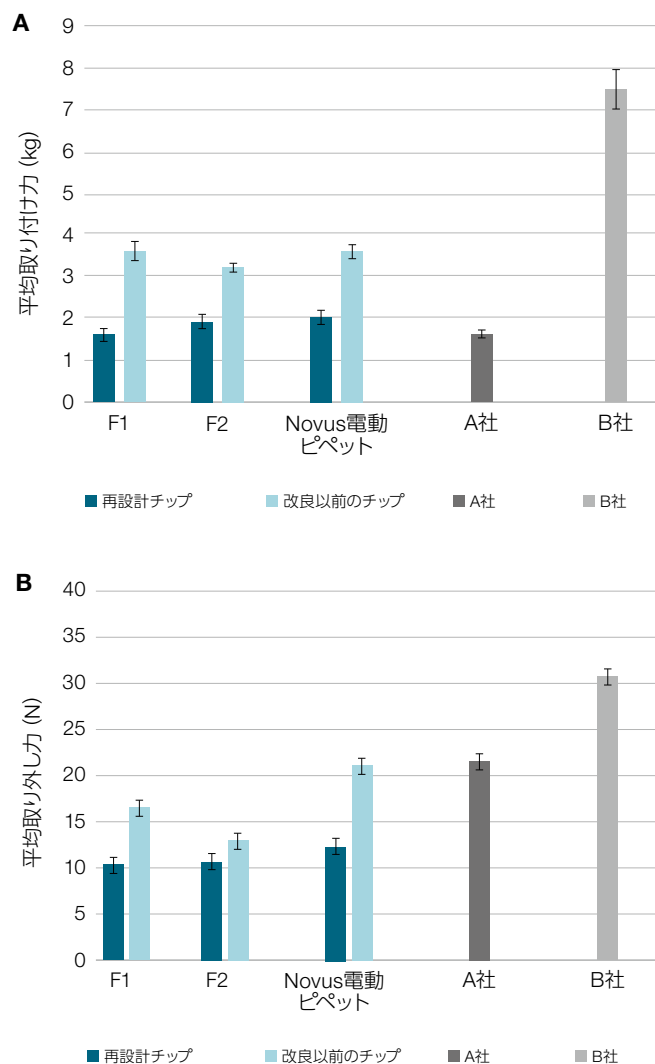


図2. Finnpipetteピペットと他メーカーピペットの取り付け力、取り外し力の比較

(A) Finnpipette F1, F2, Novusピペットに再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップおよび他2メーカーのピペットとチップで測定した平均取り付け力。(B) Finnpipetteピペットに再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップと、他メーカーのピペットとチップで測定した平均取り外し力。棒グラフは平均的な取り付け力と取り外し力を示す。誤差バーは±1標準偏差を表す。

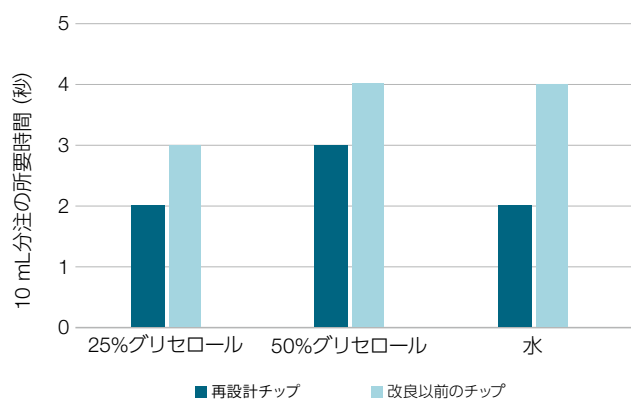


図3. 再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで、さまざまな粘度の液体を分注するのに必要な時間

## プランジャーカ

プランジャーカは、再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで測定し、比較しました。分注は4段階で行いました(図1)。該当するポジションは、分注開始時のポジションA、設定容量に到達する最初のストップポジションB、エアギャップブローアウト後のストップポジションCの3つでした。プランジャーカはポジションAとBの間で測定しました。

試験した全てのピペットのプランジャーカの統計データを比較しました(図4)。再設計されたFinntip 10 mLピペットチップによる分注は、改良以前のチップによる分注よりもわずかに少ないプランジャーカを必要としました。Chatillonフォースゲージで測定したプランジャーカの差は小さいように思われましたが、スチューデントのt検定では、再設計されたものと改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで測定したプランジャーカの差は、試験した3種類の全てのFinnpipetteピペットで、開始ポジションから最初のストップまで有意でした( $p < 0.05$ )。再設計されたチップは、より少ないプランジャーカが必要とされ、ユーザーの負担が軽減されたため、分注を容易にしたと言えます。

## 吸引時間

10 mLのDI水を吸引するのに必要な時間を、ピペットプランジャーが押し込まれたポジションから解放された時から、吸引された液体がチップを満たし、止まるまでの時間を測定しました。吸引には、再設計されたFinntip 10 mLピペットチップで平均1.1秒を要したのに対し、改良以前のチップでは平均3.21秒を要しました(図5)。再設計された10 mLピペットチップは、吸引時間を約65%短縮し、検査室での貴重な時間を節約できることを示しました。

## ピペッティングの正確度・精密度

試料や他の液体の分注の正確度と精密度は、ほとんどの検査室のワークフローで重要です。本テクニカルノートでは、10 mLセロロジカルピペット、再設計されたFinntip 10 mLピペットチップを装着したFinnpipette F1 ピペット、および改良以前のチップを装着した同じFinnpipette F1 ピペットを用いて、ピペッティングの正確度および精密度を評価しました。1 mL、5 mL、10 mLのDI水のピペッティングの平均正確度および精密度を算出し、互いに比較し、メーカーの規格と比較しました。

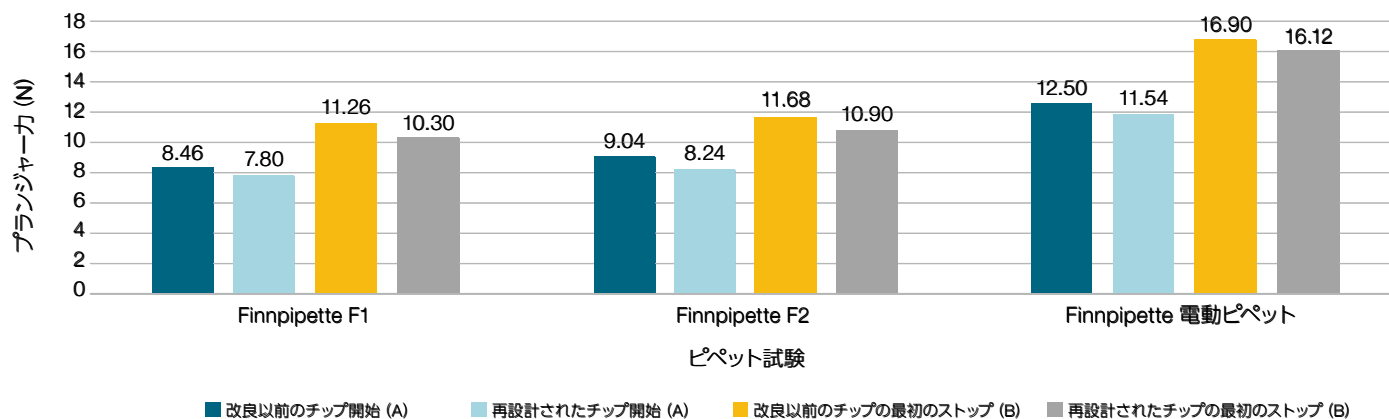


図4. 再設計および改良以前にFinntip 10 mLピペットチップで測定されたプランジャーカ

分注開始時のポジションAからポジションBの最初のストップまで力を採用。プランジャーカの差は、スチューデントのt検定で決定したように統計学的に有意であった。

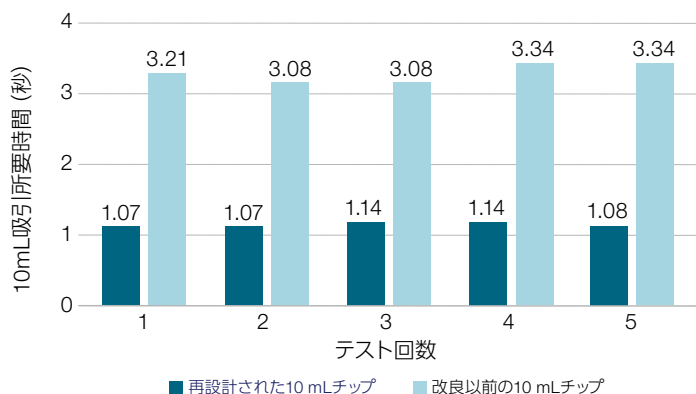


図5. DI水10 mLを再設計および改良以前のFinntip 10 mLピペットチップで吸引するのに必要な時間

再設計されたFinntip 10 mLピペットチップを使用したピペッティングが最も正確であり、再設計または改良以前のFinntip 10 mLチップによるピペッティングは、セロロジカルピペットによるピペッティングよりも正確でした(図6)。吸引排出1回または連続分注のためにセロロジカルピペットを用いた場合、繰り返し間でより大きなばらつきが観察されました。したがって、セロロジカルピペットによる分注は、特に少量分注の場合、一貫性がありませんでした。この結果から、再設計されたFinntip 10 mLピペットチップは、改良以前のチップまたはセロロジカルピペットよりも、正確かつ精密な液体移送を必要とする作業に適していることが確認されました。

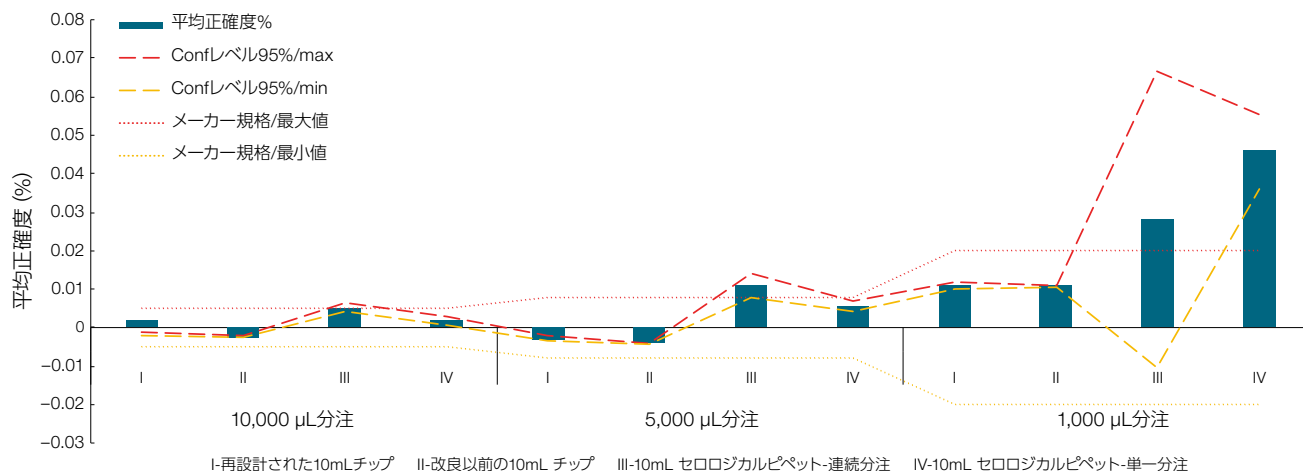


図6.分注の正確度

再設計されたFinntip 10 mLピペットチップによる分注がより正確であった。再設計されたFinntipチップのメーカー規格の最小値と最大値をグラフに示す。4つのテストは次の通りである。(I) F1ピペットを用いた再設計された10 mLチップ、(II) F1ピペットを用いた改良以前の10 mLチップ、(III) S1ピペットフィルターを用いた10 mLセロロジカルピペット(1回吸引で連続分注)、(IV) S1ピペットフィルターを用いた10 mLセロロジカルピペット(単一吸引および排出)

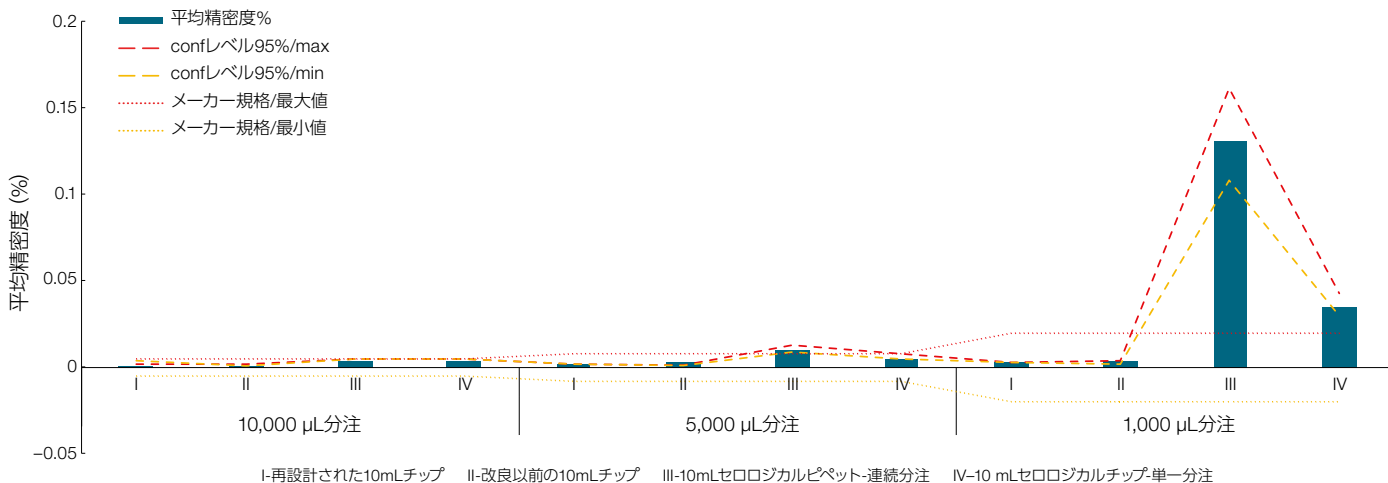


図7.再設計されたFinntip 10 mLピペットチップおよびセロロジカルピペットでの分注精密度の比較

セロロジカルピペットは、特に少量を分注した場合、はるかに精密度が低下した。再設計されたFinntip 10 mLチップの最小値および最大値のメーカー規格をグラフに示す。4つのテストは次の通りである。(I) F1ピペットを用いた再設計された10 mLチップ、(II) F1ピペットを用いた改良以前の10 mLチップ、(III) S1ピペットフィルターを用いた10 mLセロロジカルピペット(1回吸引で連続分注)、(IV) S1ピペットフィルターを用いた10 mLセロロジカルピペット(単一吸引および排出)

## 品質管理

再設計されたFinntip 10 mLピペットチップは、厳しい品質管理試験を行い、Human DNA、RNase、DNase、エンドトキシン、ATP、PCR inhibitorsを含まないことが証明されています。再設計されたチップの各ロットは、表1に示す判定基準を満たさなければなりません。再設計されたチップの製造は、PCRベースのワークフローで使用されるピペットチップの認められた基準に適合しています。

表1. 再設計されたFinntip 10 mL滅菌済フィルターチップの適合証明書

汚染物質	数量
Human DNA	<30 pg
RNase	<10 <sup>-9</sup> Kunitz/μL
DNase	<10 <sup>-7</sup> Kunitz/μL
エンドトキシン	<0.06 EU/μL
ATP	<10 <sup>-13</sup> mg/μL
PCR inhibitors	フリー

## Ordering information

製品名	製品番号
Finnpipette F1 容量可変ピペット、1~10 mL	4641120N
Finnpipette F2 容量可変ピペット、1~10 mL	4642110
Finnpipette Novus電動シングルチャンネルピペット、1~10 mL	46200800
Finntipフィルターピペットチップ、10 mL、滅菌済（改良以前）	94052600
Finntipピペットチップ、10 mL、未滅菌、ノンフィルター（改良以前）	9402163
Finntipピペットチップ、10 mL、未滅菌、ノンフィルター（改良以前）	9402160
Finntipピペットチップ、10 mL、滅菌済、フィルター（再設計）	94052800
S1ピペットフィルター	9501
Nuncセロロジカルピペット、10 mL	170356N

詳細はこちらをご覧ください [thermofisher.com/finntips](https://thermofisher.com/finntips)

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。これらの製品は一般的なラボでの使用を目的としています。

製品の性能がお客さまの用途やアプリケーションに適しているかどうかはお客さま自身でご確認ください。

© 2024 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.

Chatillon is a trademark of AMETEK, Inc.

実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。

価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。

標準販売条件はこちらをご覧ください。 [thermofisher.com/jp-tc](https://thermofisher.com/jp-tc) **LHC061-A2407OB**

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

お問い合わせはこちら [thermofisher.com/contact](https://thermofisher.com/contact)

## 結論

お客さまからの要望を受け、ピペッティングの性能と効率を向上させるため、Finntip 10 mLピペットチップを再設計しました。再設計されたFinntip 10 mLピペットチップは、セロロジカルピペットよりも正確かつ精密に1~10 mLの容量を確実に分注します。再設計されたチップラックは、現代的な外観を持ち、透明度が高く、蓋を開けずにチップが上から見えるようになっています。新しい樹脂は透明のままでも、電子線下で滅菌しても黄ばみません。ラックが片手で開けられるだけでなく、新しいクラスプと再設計されたヒンジにより落としたり誤った取り扱いをした場合でもフタが開かないような設計になっています。

ベータテスト中に実施された顧客調査では、参加者全員が再設計されたFinntip 10 mLチップの形状と機能が改良以前のチップのものより優れていることに注目しました。再設計されたチップを取り外するのに必要な最小限の力は大幅に低減し、より広いチップ先端口径はより速い吸引を可能にし、サンプルの損失を最小限に抑えるのに役立ちます。より厳しい品質管理基準の下で製造された再設計チップは、細胞培養およびPCRに使用できます。これらの改善は、検査室スタッフの生産性と検査室ワークフローの全体的な効率を高めるのに役立ちます。