



価値ある免疫マーカーを捉える

新たな疾患促進因子を特定し、より優れた治療法を設計

CyTOF™ XT PRO で、多様で希少な免疫細胞サブセットとその機能を明らかにし、
免疫療法の改善に不可欠なバイオマーカーを捕捉

- ✓メカニズムの証明
- ✓患者層の層別化
- ✓バイオマーカーのトランスレーション

CyTOF™ XT PRO

CyTOF シングルセルプロテオミクス

一度にすべてのマーカーを

CyTOF XT PRO は、高感度・広いダイナミックレンジ・高解像度を備えた強力なサイトメトリープラットフォームです。

細胞表面マーカー、シグナル伝達タンパク質、サイトカインなど、50種類以上のターゲットを同時に解析可能です。

マスサイトメトリー技術により、金属標識抗体を使用することで、蛍光フローサイトメトリーで課題となるスペクトルオーバーラップを回避できます。シングルセルレベルでの表現型や機能の違いを正確に検出できます。

業界最大級の網羅性と同時解析項目数

最大5～10倍

機能性タンパク質

最大2倍

検出マーカー数



臨床研究者のニーズに応える様に設計された CyTOF XT PRO は、マスマイクロメトリーの可能性を次のステージへと引き上げます。

ハイスループットモード21 CFR Part 11モジュール導入可能なソフトウェア、同時解析サンプル数の向上、そして自動化機能の改善により、臨床およびトランスレーショナルリサーチにおけるスループットと規制要件の両方を満たします。

XTra な網羅性

免疫の健全性を示す差別化マーカーを明らかに

XTra な信頼性

あらゆる研究デザインにおいて、安定したシグナルと再現性のある結果を提供

XTra なスピード

データ取得を促進するため、スループットを最大4倍に向上

XTra なコンプライアンス

臨床研究要件に遵守できる21 CFR Part 11モジュールが利用可能



業界最大級の免疫マーカーの網羅性

臨床およびトランスレーショナルリサーチに対応した包括的プロファイリング

免疫力やその持続性、免疫関連副作用、免疫抑制のメカニズムを解明するには、細胞の種類と機能の両方を捉えることが不可欠です。

このため、CyTOF技術は世界中で数百件の臨床試験に採用されており、免疫モニタリングやバイオマーカー探索の分野（がん免疫療法、感染症、自己免疫疾患、神経科学など）で幅広く活用されています。

トップレベルのがん免疫療法では、CyTOF技術によって発見されたユニークなバイオマーカーが活用されています

スペクトル蛍光フローサイト
メトリーによる従来のパネル

25種類の細胞表面マーカー*

CyTOFシステムで更に追加で
同時解析可能なマーカー

+25種類の細胞内・機能性マーカー*



多発性骨髄腫の治療における薬剤ター
ゲット同定のためのバイオマーカー

BMS[†] | ニボルマブ (nivolumab)
Phase 2 試験における治療反応性
予測バイオマーカー（併用投与）

MERCK[†] | ペムブロリマブ
(pembrolizumab) Phase 1
試験における生存予測バイオ
マーカー

NOVARTIS[†] | CAR-T療法
における治療反応性予測バイ
オマーカー

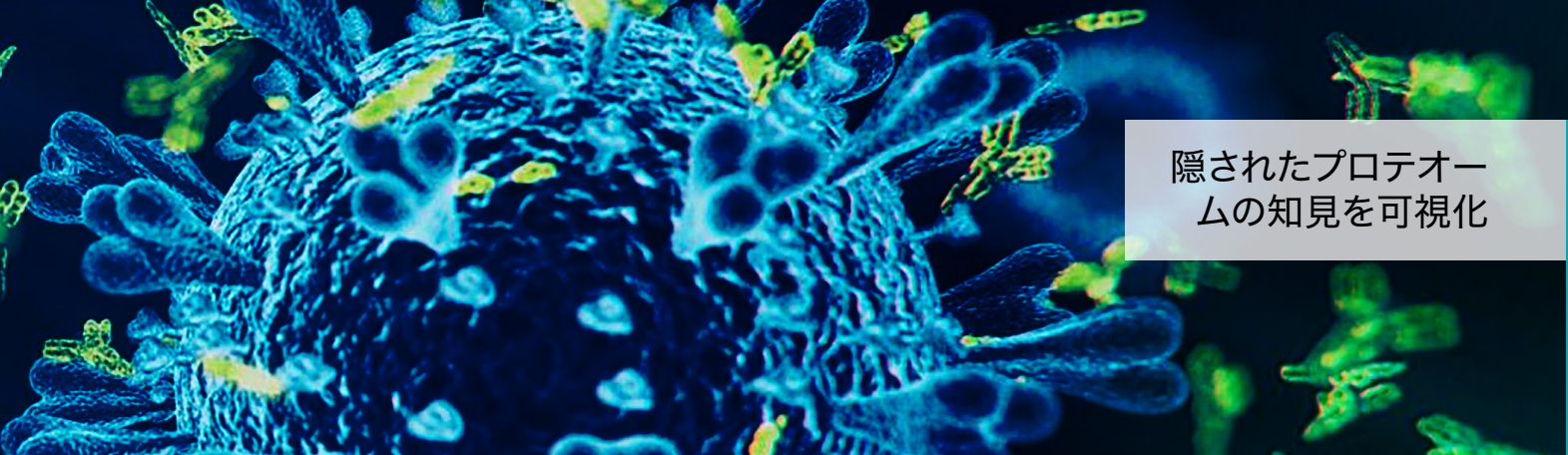
ユニークな
予測バイオ
マーカー

CyTOFは1つのパネルで、50種類以
上の細胞表面および機能性マーカー
を同時にプロファイリング

* 競合他社の25色免疫プロファイリングアッセイ

[†] 記載されている製薬会社は、公表された研究において治療薬を製造および／または販売している企業です

[‡] 2023年の収益に基づく主要ながん免疫療法



隠されたプロテオームの知見を可視化

ユニークなバイオマーカーを特定し、早期の予測的知見を獲得

表現型および機能における生物学的な多様性を理解することで、分子メカニズムや疾患の病因に関する実用的な知見を得ることができ、標的治療の最適化やプレシジョンメディスンの推進につながります。そのため、臨床研究者たちは病気の進行、薬剤応答性や治療結果の予測をより深く理解するために、臨床試験にCyTOF技術を組み込んでいます。

ケーススタディ

ある第1相臨床試験¹において、CyTOF技術は非小細胞肺癌（NSCLC）の免疫チェックポイント療法に対する応答性および生存に関わる予測バイオマーカーを明らかにしました。

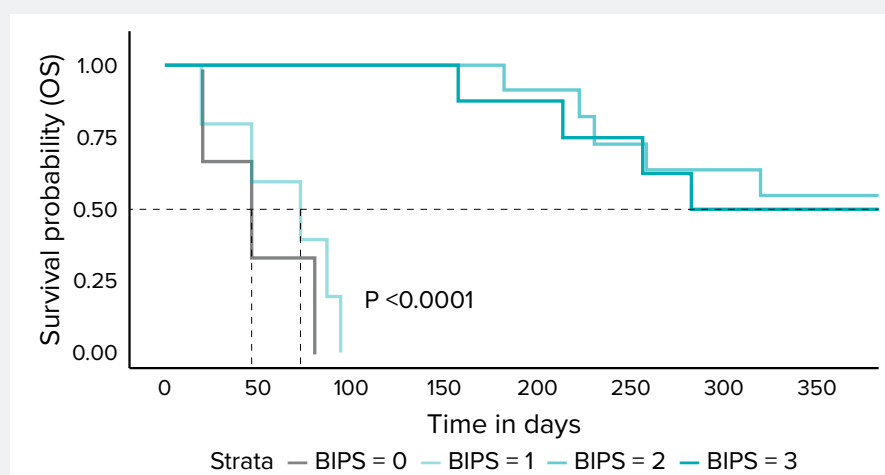


図1. CyTOF技術により、血中のベースラインにおける古典的単球、ナチュラルキラー（NK）細胞とICOS⁺ CD4⁺ T細胞の頻度が、奏効率（ORR）、無増悪生存期間（PFS）、全生存期間（OS）の改善と有意に関連していることが示された。

Rochigneux, P. et al. *Clinical Cancer Research* (2022)

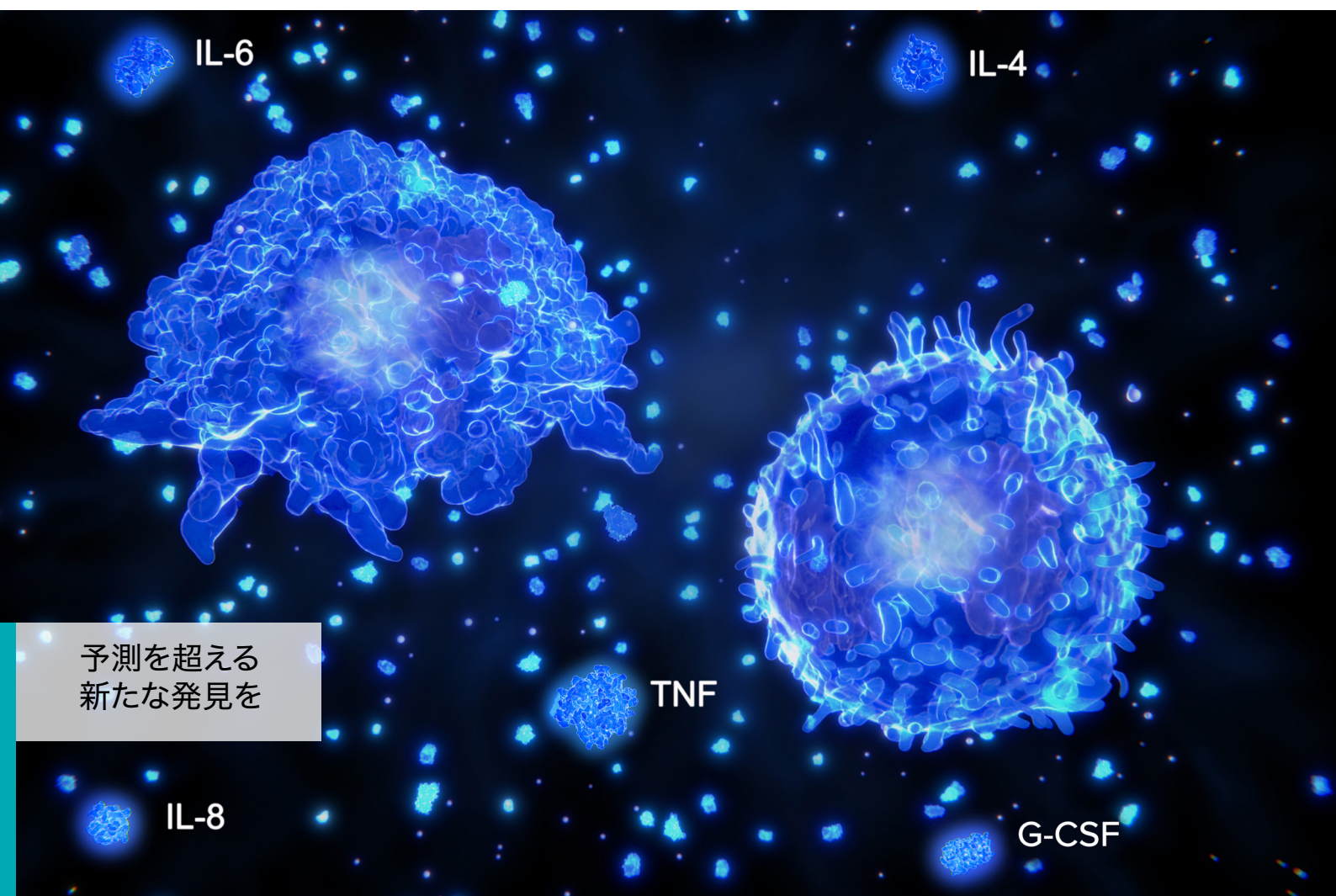
高精度な細胞内解析能力

CyTOF XT PROは、より機能的に多様な細胞サブセットを正確に検出

サイトカインは、免疫活性を示すバイオマーカーの多くを占める重要な指標ですが、蛍光フローサイトメトリーでは自家蛍光やスペクトルオーバーラップの影響により検出が困難です。

CyTOF XT PROは、広範な細胞内マーカーにおいて優れたシグナル分離性を実現し、従来のスペクトルフローサイトメトリーでは明確に検出できなかったマーカーの同時解析が可能です²。サイトカインとそのシグナル伝達経路の複雑なクロストークを、細胞表面マーカーと同時に解析することで、明確な免疫シグネチャーを理解できます。

細胞の「種類」と「機能」の両方を捉えることは、免疫活性やその持続性、免疫関連有害事象、免疫抑制のメカニズムを解明する上で不可欠です。



ケーススタディ

CyTOFは、スペクトルフローサイトメトリーでは検出できない重要な機能性マーカーを捕捉

ボストン大学による比較研究²では、CyTOF XTシステムは、スペクトルフローサイトメトリーと比較して、細胞内マーカーにおけるシグナル対ノイズ比(S/N比)が一貫して優れていることが示されました。特に、サイトカイン、リン酸化タンパク質、転写因子といったあらゆる細胞内カテゴリーにおいて、CyTOFの検出精度は圧倒的でした。

さらに、IL-5、IL-10、IL-13を正確かつ容易に検出できるのは、CyTOF XTだけであると結論づけられています。

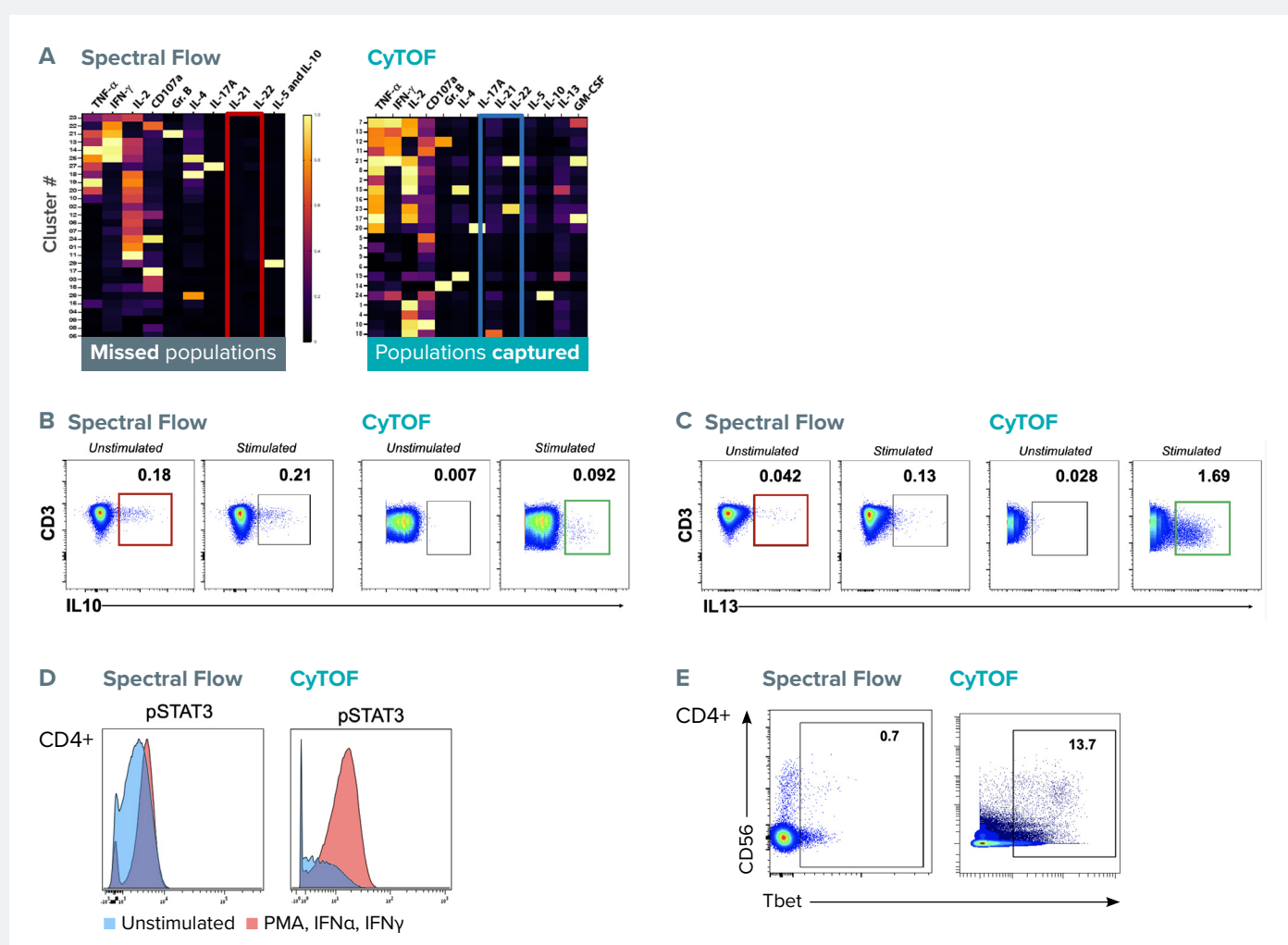


図2.スペクトルフローサイトメトリーとマスマイトメトリーによる、細胞内サイトカイン染色の明確な違い: A) 左:スペクトルフローサイトメトリーによるヒートマップ。赤枠内に注目すると、IL-21およびIL-22のシグナルが確認できない。右: CyTOFによるヒートマップ。青枠内でIL-21およびIL-22の検出が明瞭。B) 左: IL-10の発現に関するスペクトルフローサイトメトリーでゲーティング。ボックス内が陽性発現の集団。右: CyTOFによるIL-10ゲーティング。陽性サイトカイン発現の集団が明瞭に分離。C) IL-13の発現比較でも、B)と同様の違いを確認。D) 刺激群と非刺激群におけるCD4⁺細胞内のpSTAT3発現比較。E) CD4⁺細胞におけるTbet発現の比較。



ウェビナーでより詳細な情報を入手

高速かつ拡張性のある免疫プロファイリング

CyTOFは、標準化された大規模免疫フェノタイピングの実験構想を促進

マスサイトメトリーは、他の手法では実現困難なスケールで免疫応答を解析できます。スペクトル干渉のない離散的な質量シグナルと豊富な抗体の選択肢を併せ持つCyTOFの特長により、パネル設計はシンプルになり、煩雑なスペクトル補正アルゴリズムは不要になります。

さらに、多数の利用可能チャンネルによって実現される「マルチプレックス・サンプルバーコーディング」により、大規模な臨床試験データの一元化と標準化が可能になります。1本のチューブ内で大量のサンプルを同時に染色・測定することで、ワークフローの負担軽減、測定時間の短縮、技術的ばらつきの抑制を実現しながら、貴重な臨床サンプルの消費を最小限に抑えます。

CyTOF XT PROは、一連のワークフローを迅速化し、大規模な免疫プロファイリング研究においてデータの一貫性を向上させます。

ワークフローの比較

CyTOF

30以上のマーカーに必要な時間は1～2週間未満です。

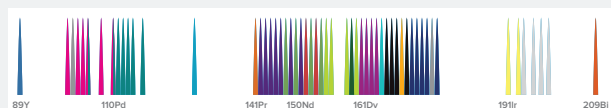
デザインおよび最適化

☑ 解析ツールへのFCSファイルの読み込み

データ取得

CyTOFでは、サンプル調製がシンプルです。

スペクトル重複の分解や補正のための複雑なアルゴリズムを適用する必要はありません。



VS

スペクトルフローサイトメトリー

30以上のマーカーに必要な時間は8～12週間かそれ以上です。

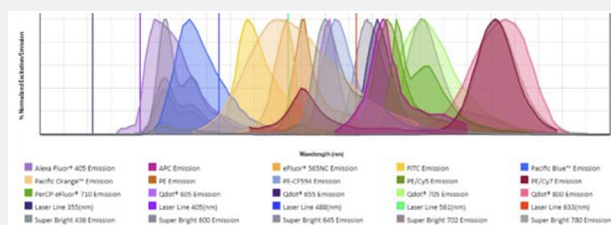
デザインおよび最適化

データ取得

データ評価

- ☑ FCSファイルの手動アンミキシング
- ☑ 28 x 28 プロット (784 プロット) でシグナルの漏れ込みを確認
- ☑ コンペンセーションマトリックスを調整
- ☑ N x N プロットでシグナルの漏れ込みを確認し、必要に応じて繰り返す
- ☑ 解析ツールへのFCSファイルの読み込み

スペクトルフローサイトメトリーでは、蛍光色素の組み合わせに対する厳格な要件があり、これには厳密なテストと最適化、単染色コントロール、追加のサンプル処理およびアルゴリズムが必要です^{7,8,9}。



価値あるデータを
より迅速に

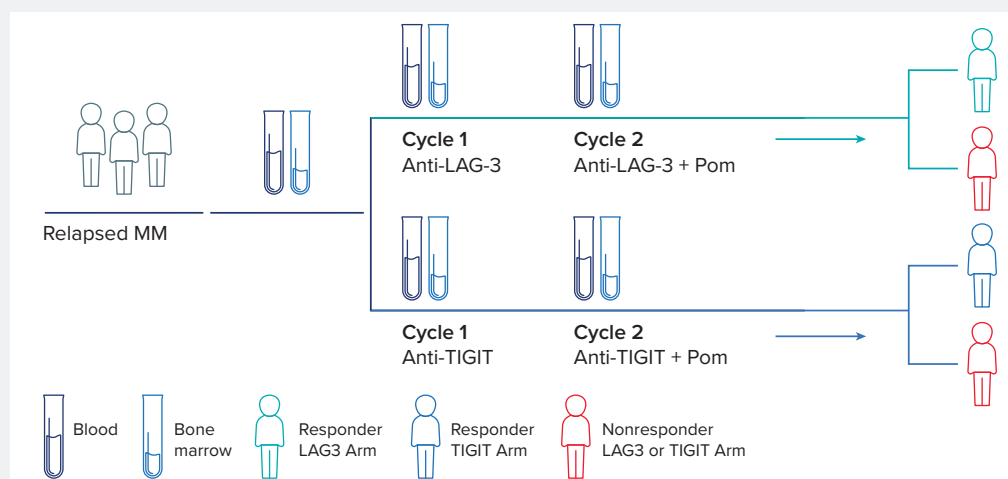
最適化されたパネルと解析テンプレートを使用して、研究時間を短縮

いくつかの臨床試験^{10,11}では、Maxpar™ Direct Immune Profiling Assay (MDIPA)が、その包括的で便利な免疫表現型スクリーニングを単一のアッセイで実施するために使用されました。MDIPAは、凍結乾燥された30マーカー抗体パネルで、拡張パネルや5分間で自動解析できるソフトウェアを手軽に組み合わせて、細胞の種類や細胞の分化状態を迅速に特定できます。

ケーススタディ

CyTOF試薬による臨床試験でのスケールアップ可能な免疫プロファイリング

多発性骨髄腫に関する第I/II相臨床試験¹⁰では、このアッセイに6つの追加マーカーをカスタマイズし、TIGIT-LAG3阻害後の反応と抵抗性の相関を検討しました。



MDIPAのメリット

- ・ 検証済みで即使用可能なアッセイ
- ・ 自動化された5分間のデータ解析

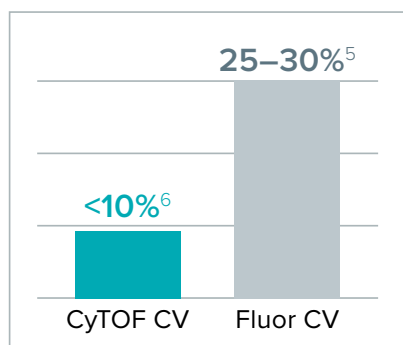
図3. MDIPAを使用した迅速で包括的な免疫表現型解析により、2つの試験群および異なるタイムポイントにおいて、TIGITまたはLAG3阻害耐性に関連する異なる臨床反応経路に関する重要な知見を見出した。

あらゆるワークフローにおける最高の再現性

臨床サンプルの解析には、データ品質、比較可能性、および再現性への厳密な注意が求められます。CyTOF技術は、金属標識した抗体が時間や温度の厳しい制限による影響を受けないため、非常に高い再現性が得られます。光で退色する蛍光タグとは異なり、CyTOF用試薬は、サンプルを保管、冷凍、または輸送する際も非常に安定しています。これにより、特に大規模な臨床試験に必要なサンプル処理時の時間的な制約が軽減されます。

下記に該当する研究にとって理想の技術です：

- 複数施設および長期的な研究
- バイオバンクまたは保存されたサンプル
- 染色・凍結・輸送を含むワークフロー



サイト間および機器間の一貫性

複数の施設で実施した研究において、CyTOF技術は高い再現性を示し、全血中に5%以上の頻度で出現する全ての細胞集団において、変動係数(%CV)が10%未満でした⁶。

融通の利くプロトコルで、常に同等で堅牢な品質を



異なるサンプル収集方法間の一貫性^{4,5}

異なる実験ワークフローとの比較研究において、CyTOFは再現性の高いデータ品質を示しました⁴。頻度が5%以上の32種類の免疫細胞集団すべてにおいて、異なるワークフロー間での各ドナー内の変動係数(%CV)は9.2%未満でした。加えて、凍結抗体カクテルは経時的に安定であり、数週間経っても同等のシグナル強度を得られました。

- 生細胞染色
- 染色後保存
- 保存後染色
- 凍結抗体カクテル

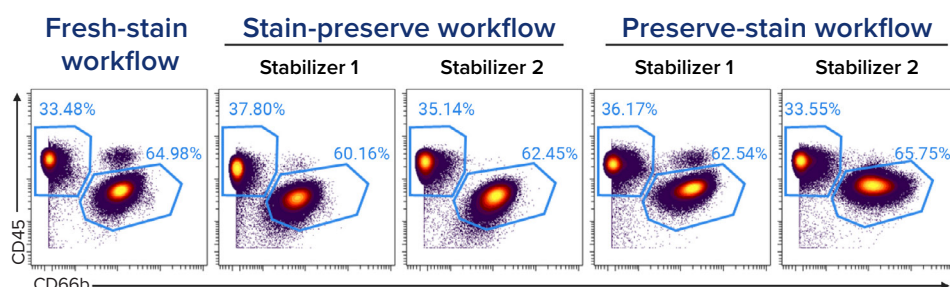


図4. 代表的なドットプロット。安定化試薬とサンプル多重化を用いた3つの異なるワークフローにおける、Human Broad Immune Profiling CyTOF Panel (20種類の抗体)の整合性を示す³。

アプリケーションノートへアクセス



ケーススタディ

長期的な臨床試験の免疫表現型解析戦略の改善

シドニー大学の研究者たちは、リモートでのサンプル収集品質での制約を克服するための堅牢なCyTOFワークフローを開発し、臨床試験においてより多様な集団をより良く再現することを目指しました¹²。

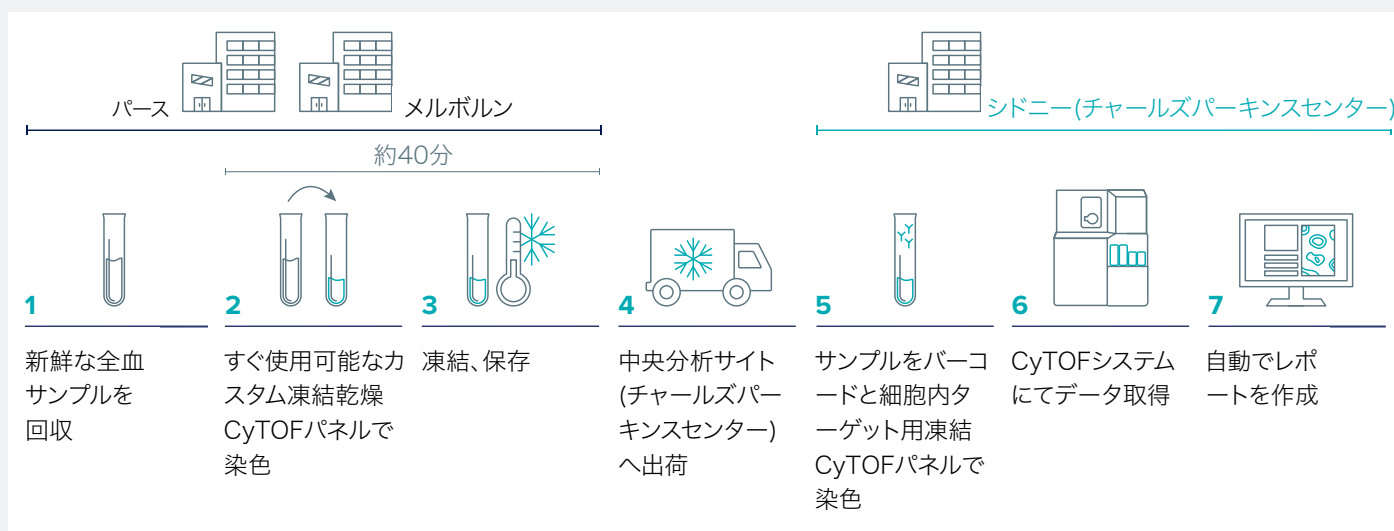


図5. この図は、50種類以上の機能的および表現型マーカーを含むパネルを用いた、再現性と堅牢性の高い「染色-凍結-輸送」CyTOFワークフローを示している。このワークフローにより、複数の施設にわたる治療前後の反応を捉えられる。さらに、CyTOF独自の利点であるサンプルバーコーディングを用いることで、大規模な研究においても、より高いデータの一貫性を実現できる。

CyTOF XTを次のステージへ

最速のスピードで、最大の免疫マーカーを網羅

CyTOF XT PROは、マスサイトメトリーの最新の進化形です。臨床研究のニーズに特化して設計されたこの最新機器は、従来の4倍の速度で測定が可能、21CFR Part 11の要件にも準拠しています。さらに、CyTOF XT PROの強化されたソフトウェアでは、金属同位体の組み合わせによるサンプルパーコーディングの解析が効率化され、大規模な臨床試験に適した多重サンプル解析能力が向上しています。

CyTOF XTおよびCyTOF XT PROでは、研究者はサンプル処理とデータ取得を簡素化でき、サンプルをロードしてそのまま離れることができます。最大13本のチューブを収納できる冷却サンプルカローセルとリアルタイムでのシグナルデータの最適化により23時間の連続稼働でも安定してシグナル検出することができます。また、簡素化されたフロントエンドの組み立てや、日常的なセットアップの容易さ、自動化されたチューニング機能やサンプル希釈機能が実験のスループットを効率化し、より少ない時間で多くの成果を上げることができます。



マスサイトメトリーの
新たな革命が今ここに
CyTOF™ XT PRO

時間内により多くの実験を
多検体でより多くの知見を



スループットの向上

より速いデータ取得と自動化されたサンプル処理の組み合わせ

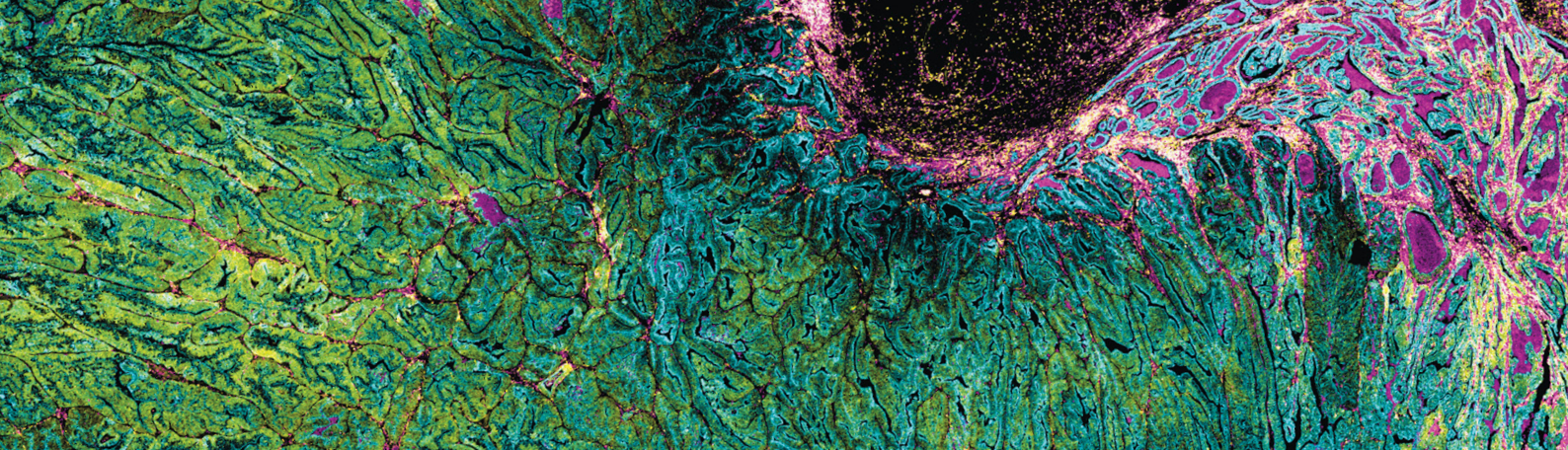
コンプライアンス対応のソフトウェア

臨床試験データの信頼性、整合性、機密性の要件を満たし、21 CFR Part 11に準拠

あらゆる研究段階へのソリューション

基礎研究、トランスレーショナルリサーチ、臨床研究、どのフェーズであっても、我々はみなさまの研究のニーズに合ったソリューションを提供します。

	CyTOF XT PRO	CyTOF XT
21 CFR Part 11 準拠	✓	
スループット強化モード	✓	
従来のCyTOF XTやHelios™と比較して最大4倍高速測定		
オートサンプラーモジュール		
最大13本のチューブをカローセルにセットするだけで、自動でサンプル処理が行え、無人でのデータ取得が可能です。空きスペースがある場合、測定中でもサンプルの追加が可能です。	✓	✓
CyTOF ソフトウェア v9.2		
システムの自動化とデータ解析を強化する主要な機能アップグレードが含まれています。主な改善点は、多重サンプル測定のために強化されたサンプルバーコーディング解析機能と、ハンズフリー操作を向上させるための自動サンプル希釈機能です。	✓	✓
Hyperion™ XTiへのアップグレード		
本システム単体でのご購入はもちろん、後からXTi Tissue Imagerの増設も可能です。	✓	✓



多機能な分析装置

空間プロテオミクス機能を追加して、投資効果を最大化

CyTOF XTまたはCyTOF XT PROにXTi Tissue Imagerを増設することで、Hyperion XTiとして、強力な空間プロテオミクス解析が可能になります。イメージングマスサイトメトリー (IMC™) は、疾患の進行、バイオマーカーの特定、治療法の開発、治療効果のモニタリングにおいて、空間的コンテキストが重要な役割を果たすという証拠が積み重ねられてきたことにより、広く採用されるようになりました。組織の微小環境は動的で非常に不均一であるため、細胞の表現型、相関する位置関係、細胞間相互作用を特性評価することで、空間的な関係性とコンテキストを定量化したデータから予測的知見が得られます。

一台の装置で、二つの機能

Hyperion XTiイメージングシステムは、シングルセル解析と空間プロテオミクス解析のデュアルモードという唯一無二の複合型システムとして活用できます。



Hyperion XTi

イメージングマスサイトメトリー

CyTOF XT PRO

マスサイトメトリー

組織の不均一性を 解明

ケーススタディ

チェックポイント阻害剤併用療法における奏効予測バイオマーカー

イメージングマスサイトメトリー技術は、高リスクな早期トリプルネガティブ乳がん患者280人を対象としたアテゾリズマブ(抗PD-L1抗体)併用療法の第3相臨床試験において、独自の奏効予測バイオマーカーを特定しました。腫瘍微小環境内の細胞組成と空間的構造の両方が、治療前および治療中の患者における奏効を予測しました¹³。

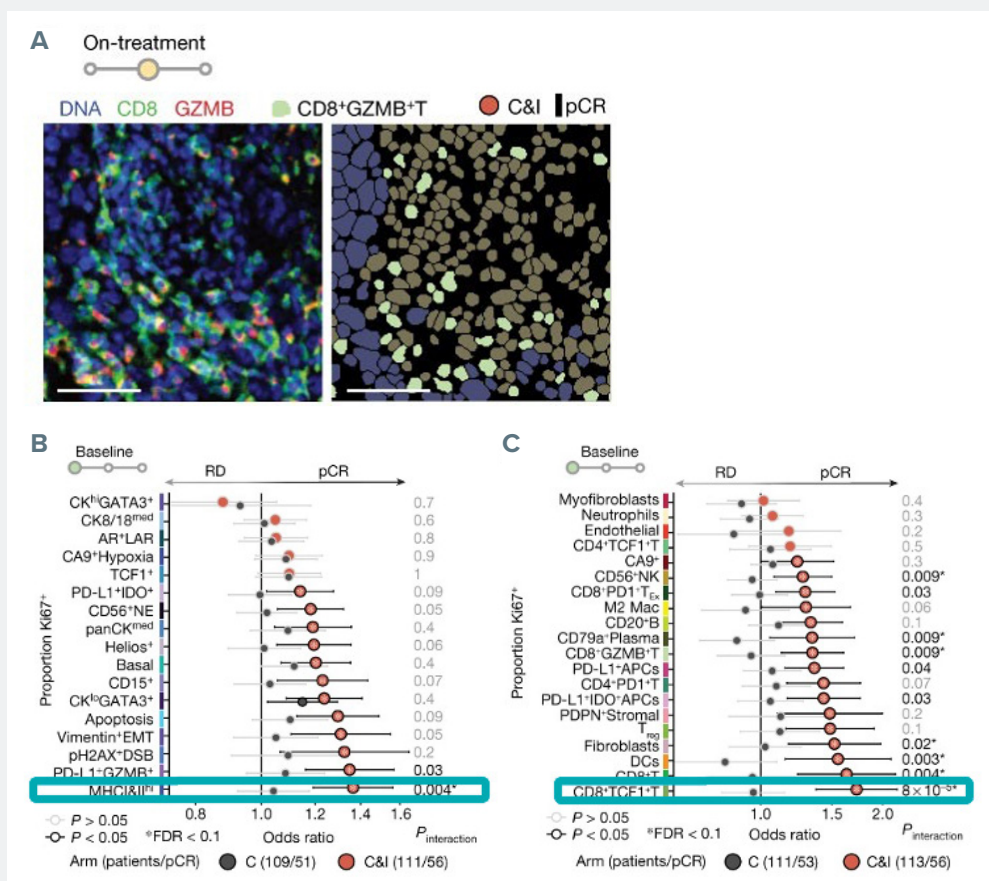


図6. 増殖中の癌細胞と腫瘍微小環境の細胞表現型が免疫療法への奏効を予測 A) 免疫療法治療中の奏効者におけるCD8+GZMB+T細胞の密度を、画像(左)と細胞表現型マスク(右)で示している。スケールバー: 50μm。B, C) 免疫療法で治療された被験者において、12の上皮細胞表現型と16の細胞表現型が奏効を予測した。青い枠線は免疫療法への最も強い奏効予測因子を示しており、上皮細胞(癌細胞)の中ではMHCII高発現細胞の増殖率が最も強く、全体としてはCD8+TCF1+T細胞が最も強い奏効予測因子であった。pCR: 病理学的完全奏効、RD: 残存病変。

製品名	Part No.
Hyperion XTi Imaging System	121701
XTi Tissue Imager	121000
Hyperion XTi Slide Loader	133068
CyTOF XT PRO System	134001
CyTOF XT System	117001

References

1. Rochigneux, P. et al. "Mass cytometry reveals classical monocytes, NK cells, and ICOS+ CD4+ T cells associated with pembrolizumab efficacy in patients with lung cancer." *Clinical Cancer Research* 28 (2022): 5,136–5,148.
2. Boston University poster: Smith, E.L. et al. CYTO poster (2023). Boston University seminar: Snyder-Cappione, J. "Exceptional Resolution of Anti-Inflammatory Cytokines Using CyTOF." CYTO (2024).
3. A 20-Marker Core Immune Flow Cytometry Panel Optimized for Flexible Whole Blood Preservation Workflows Application Note (FLDM-01322).
4. Impact of Cryopreservation on Performance of the Maxpar Direct Immune Profiling System Application Note (FLDM-00089).
5. Lanuti, P. et al. "A standardized flow cytometry network study for the assessment of circulating endothelial cell physiological ranges." *Scientific Reports* 8 (2018): 5,823.
6. Deep Immune Profiling with the Maxpar Direct Immune Profiling System White Paper (FLDM-400247).
7. Supplementary data from Park, L.M. et al. "OMIP-069: forty-color full spectrum flow cytometry panel for deep immunophenotyping of major cell subsets in human peripheral blood." *Cytometry Part A* 97 (2020): 1,044–1,051.
8. Ferrer-Font, L. et al. "Panel optimization for high-dimensional immunophenotyping assays using full-spectrum flow cytometry." *Current Protocols* 1 (2021): e222.
9. Niewold, P. Letter to the editor: "High-dimensional flow cytometry data: goldmine or fool's gold?" *Cytometry Part A* 105 (2024): 425–427.
10. Richard, S. et al., "Clinical response and pathway-specific correlates following TIGIT-LAG3 blockade in myeloma: the MyCheckpoint randomized clinical trial." *Nature Cancer* 5 (2024): 1,459–1,464.
11. Owen, D.H. et al., "A Phase II Clinical Trial of Nivolumab and Temozolomide for Neuroendocrine Neoplasms." *Clinical Cancer Research*, 29 (2023): 731–741.
12. Smith, N.J. et al. AACR Poster. "Comprehensive immunophenotypic strategies to enable equity in remote settings for improved cancer prognosis." AACR (2024).
13. Wang, X.Q. et al. "Spatial predictors of immunotherapy response in triple-negative breast cancer." *Nature* 621 (2023): 868–876.

Learn more at
standardbio.com/cytof.xtpro

お問い合わせ
 スタンダード・バイオツールズ株式会社
 東京都中央区日本橋小伝馬町15-19
 Email | info-japan@standardbio.com
 Web | www.standardbiotools-japan.com

販売代理店



LAB-00002 Rev 2 032025

Capture the immune markers that matter brochure

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures.

Patent and License Information: www.standardbio.com/legal/notices. Trademarks: www.standardbio.com/legal/trademarks.
 Any other trademarks are the sole property of their respective owners. ©2025 Standard BioTools Inc. All rights reserved.