

Lyncée Transmission Series

生命科学および材料科学向けリアルタイム定量イメージング



Park
SYSTEMS

Lyncée Transmission シリーズは、デジタルホログラフィック顕微鏡法 (Digital Holographic Microscopy, DHM) を基盤とし、透明および半透明試料の定量イメージングと測定を、干渉計レベルの分解能で実現します。ホログラムを取得した後、デジタル再構成によって 3D 情報を抽出し、専用ソフトウェアで解析することで、生命科学および材料科学のアプリケーションに有用な情報を提供します。

生命科学分野では、DHM はラベルフリーイメージングを可能にし、形態および細胞内含有量 (乾燥質量) を測定します。これらのパラメータは、細胞の健康状態や生物学的プロセスを示す内因性マーカーとして利用でき、細胞生存性、動態モニタリング、4D 細胞トラッキングなどに応用できます。

材料科学分野では、DHM は表面トポグラフィ情報を提供し、厚さ変化や、欠陥・屈折率変化などの試料内部特性を測定します。また、時間経過に伴う動的変化や 3D 位置も追跡できます。ストロボスコープモジュールとの互換性により、光 MEMS、ディスプレイ、音響流体デバイスの測定にも対応します。

主な特長

DHM 性能

- 単一ショットによる全視野イメージング
- 最大 100 kfps の取得レート
- ミリ秒レベルの時間分解能

実験ニーズへの対応

- 複数対物レンズ、複数波長
- 特定用途向けの幅広いオプション
- アップグレード可能な構成



生命科学



材料科学

- Non-invasive live-cell phenotyping
- Time-lapse imaging (ms to days)
- Cell health and functional diagnostics

細胞培養モニタリング

細胞健康状態、細胞毒性、遊走、増殖

細胞ダイナミクス

心筋細胞の拍動および細胞運動

光学的電気生理

ニューロン、チャネル、CFTR 活性

4D トラッキング

細菌、精子細胞、鞭毛

- Surface and in-sample characterization
- Measurement in air, liquid, or gas
- Time-resolved response to external stimuli

マイクロオプティクス

トポグラフィ、自由曲面、高 NA 部品、光ファイバー

マイクロフルイディクス

マイクロポンプ、濡れ性、流体ダイナミクス

ディスプレイ

3D スクリーン、LCD、ホログラフィックデバイス

4D トラッキング

粒子画像流速測定 (PIV)



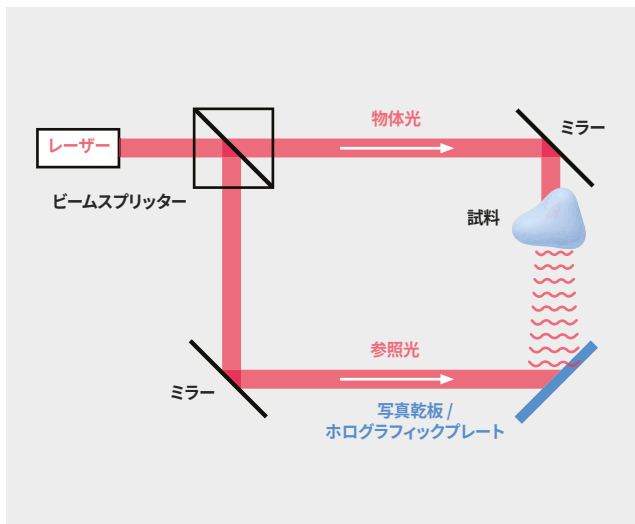
Lyncée Transmission Series

DHM 技術

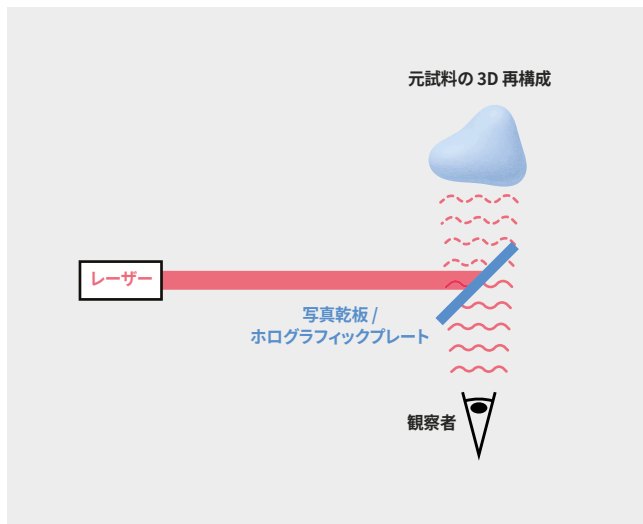
古典的ホログラフィーの原理

試料は相干光で照射され、その光が試料を透過した後、参照光と干渉してホログラムを生成します。このホログラムには、試料によって生じる位相変化と強度変化の情報が含まれます。これらの変化は、単一取得により専用のホログラフィック記録媒体に記録されます。同じ相干光を記録媒体に照射することで、元の試料の 3D 画像表現が再構成されます。

Hologram Recording on Holographic Plate

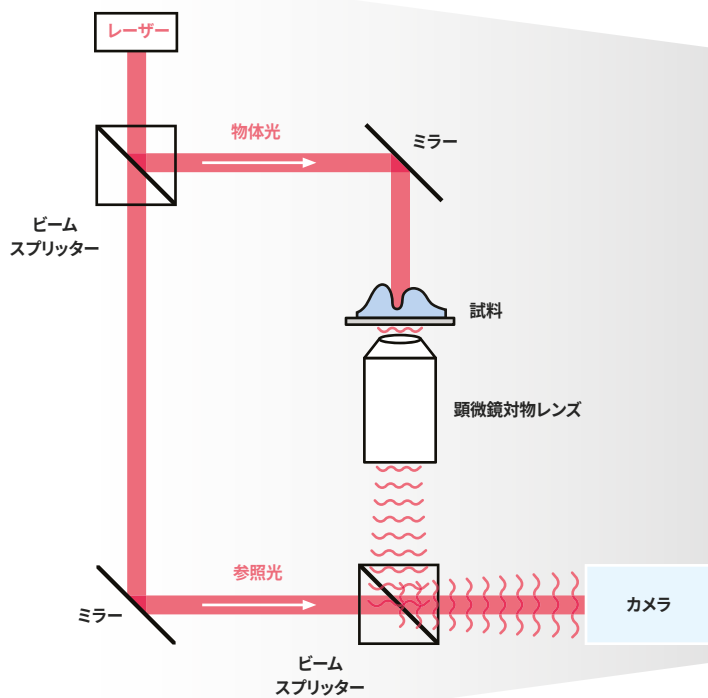


Hologram Reconstruction



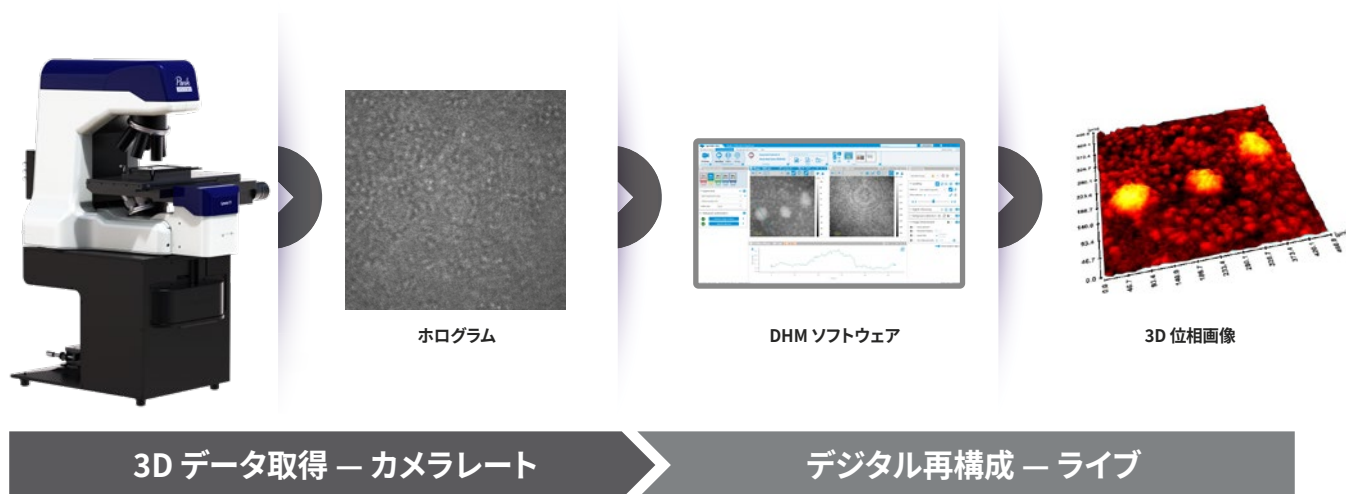
Lyncée Transmission Series: ワークフロー

データ取得では、試料に関する全情報がカメラレートで単一ショットのホログラムに記録されます。記録されたホログラムはリアルタイムで数値再構成されます。数値再構成により、取得後に位相画像を再フォーカスし、観察対象試料に関する定量情報を得ることができます。



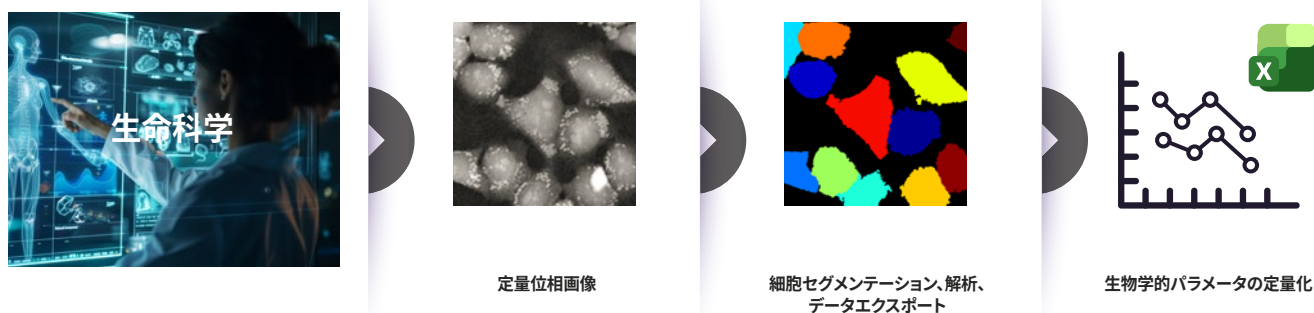
Lyncée Transmission Series: ワークフロー

データ取得では、試料に関する全情報がカメラレートで単一ショットのホログラムに記録されます。記録されたホログラムはリアルタイムで数値再構成されます。数値再構成により、取得後に位相画像を再フォーカスし、観察対象試料に関する定量情報を得ることができます。

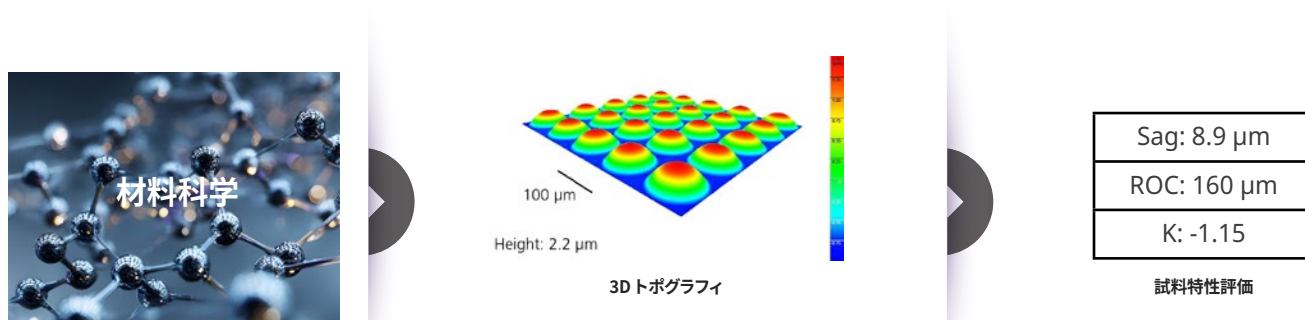


Lyncée Transmission Series: データ解釈

生命科学アプリケーションでは、Lyncée Transmission シリーズは生細胞のリアルタイム定量位相イメージング (QPI) を提供します。セグメンテーションにより、生存性、コンフルエンス、細胞ダイナミクスなど、個々の細胞に関する生物学的パラメータを取得できます。



材料科学アプリケーションでは、3D トポグラフィおよび材料特性情報と、その時間変化を提供します。これらの情報は、研究および品質管理に関連する指標を得るために処理されます。

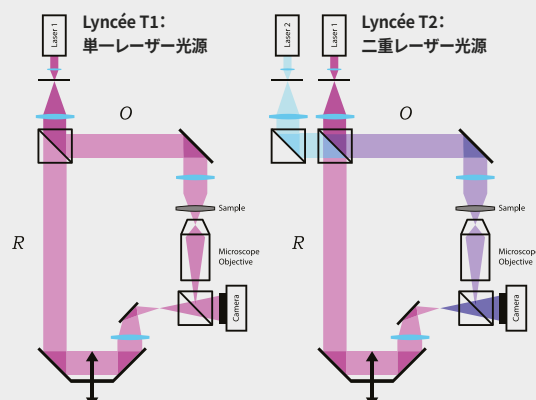


Lyncée Transmission Series

実験ニーズへの適応

Transmission DHM モデル

Lyncée Transmission シリーズ (Lyncée T1、T2) は、精密な光学トポグラフィに最適化された単一レーザーおよび二重レーザー光源構成を提供します。Lyncée T1 は多くのアプリケーションに、Lyncée T2 は大きな段差高さを持つ試料に適しています。



対物レンズセット

対物レンズターレットは、1.25× から 100× までの最大 6 本の対物レンズ (空気および油浸) をサポートします。広視野観察と高倍率検査を容易に切り替えることができます。

電動ステージ

オプションの電動ステージにより、事前定義された XYZ 位置での自動取得が可能となり、ユーザー操作なしで複数地点を記録できます。また、複数取得画像のスティッチングによって、より大きな視野で大型試料を調査できます。生命科学では、標準マルチウェルプレート (最大 384 ウェル) に対応し、ハイコンテンツおよびハイスループットスクリーニングアッセイに利用できます。



蛍光モジュール

Lyncée Transmission シリーズと組み合わせることで、オプションの蛍光モジュールは、同一対物レンズを通じて定量位相イメージングと落射蛍光観察を同時に実施できます。これにより、ラベルフリー DHM 測定と蛍光リファレンスアッセイを直接関連させることができ、心毒性スクリーニングや単一細胞解析などに適用できます。プラグアンドプレイモジュールは複数の光源とカメラをサポートし、専用フィルターによりクロストークを抑制します。

環境チャンバー

複数日にわたるタイムラプス実験に適した追加オプションです。温度、O₂、CO₂、湿度をフルインキュベーターと同等レベルの精度で制御できます。低酸素および高酸素実験用に、オプションのガスミキサーで O₂ 制御を追加できます。



柔軟なアップグレードオプション

Lyncée Transmission シリーズはモジュール性を考慮して設計されており、ハードウェアはアプリケーションや予算に合わせて随時アップグレードできます。

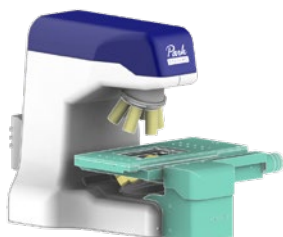
□ T1、標準 DHM	◇ T2、二波長 DHM	○ アップグレード部品
■ 単一对物レンズ	◆ 複数対物レンズへの拡張	● コンデンサー・対物レンズターレット
■ 単一レーザー光源	◆ 二重レーザー光源	● 電動ステージ
◆ 複数対物レンズへの拡張		● 蛍光モジュール
		● 環境チャンバー



Lyncée T1,
Standard DHM



Lyncée T1,
Standard DHM



Lyncée T1,
Standard DHM



Lyncée T1,
Standard DHM



Lyncée T1,
Standard DHM



Lyncée T2,
Dual-wavelength DHM

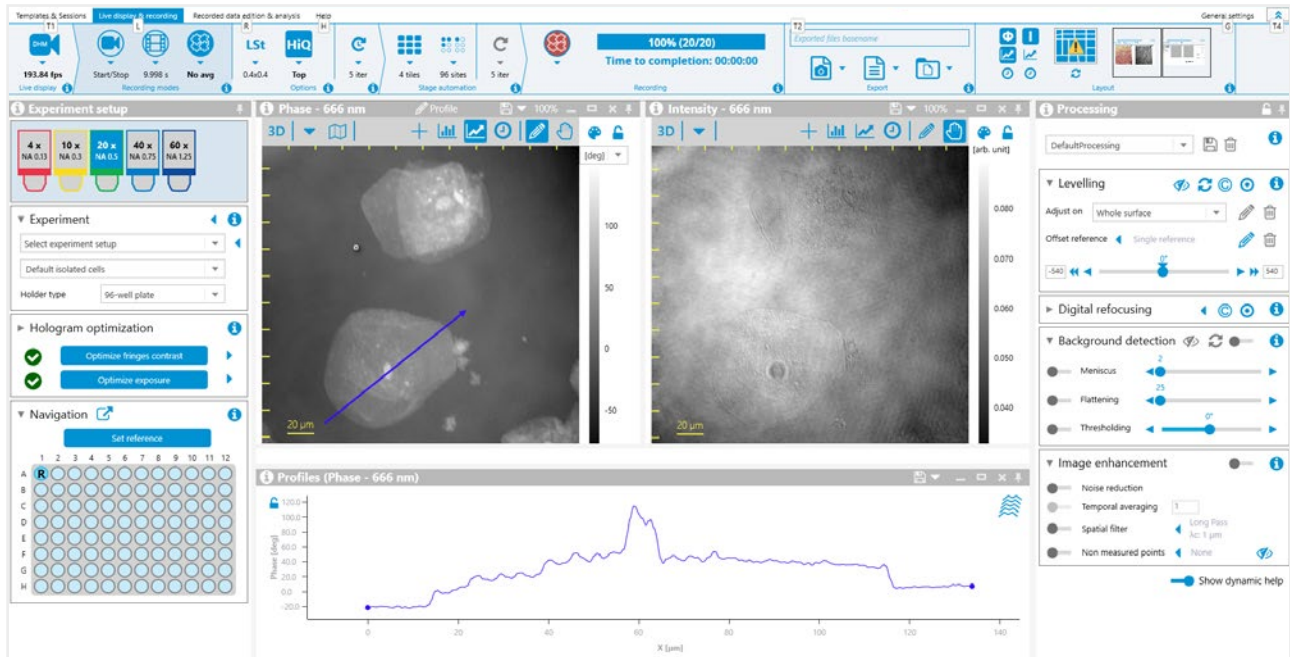


Lyncée Transmission Series

試料ハンドリングからデータ解析までのトータルソリューション

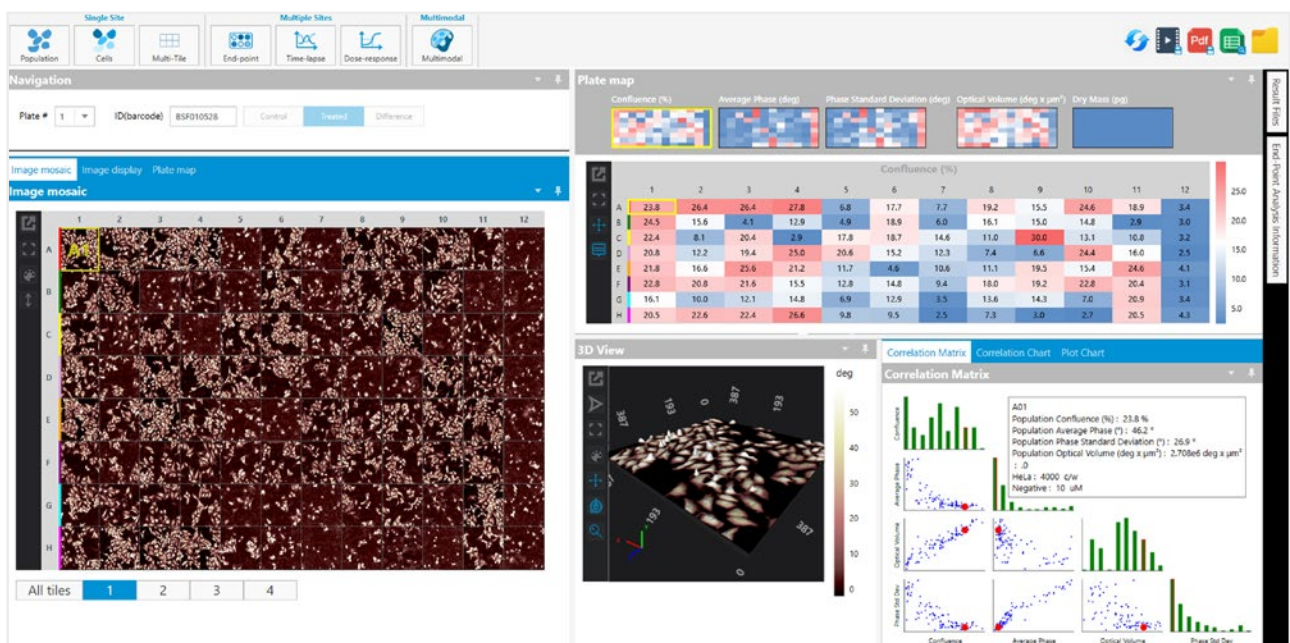
Koala 取得・解析ソフトウェア

Koala は、DHM ハードウェア制御、画像取得、処理、データ可視化の中心プラットフォームです。リアルタイムで使いやすいインターフェースを備え、GPU 加速性能と、画像および解析データの柔軟なエクスポートを提供します。



Cell Analysis Tool (CAT) 生物解析ソフトウェア

CAT は生命科学実験向けに設計された解析ソフトウェアです。独自の取得ソフトウェア Koala とシームレスに連携し、画像取得からデータ可視化、レポート生成までの包括的なワークフローを提供します。ホログラフィックタイムラプス実験中に細胞を自動再フォーカスおよび追跡し、ハイコンテンツスクリーニング用のマルチウェルプレート実験を処理できます。また、二重モダリティワークフローにおける位相・蛍光統合解析にも対応します。



Lyncée Transmission Series

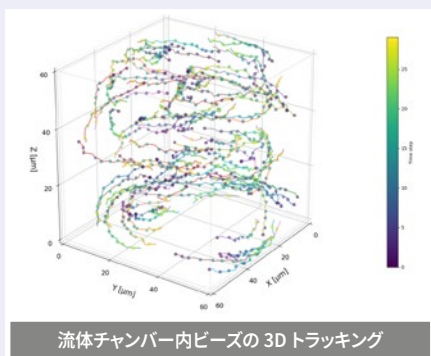
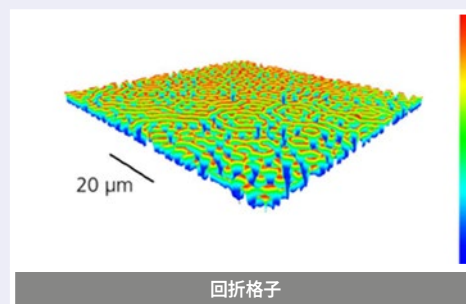
アプリケーション設計

Materials Science

マイクロ-optics

自由曲面光学素子、グレーティング、従来レンズ、Fresnel レンズなどの光学伝達関数を評価できます。形状、曲率半径、円錐定数、理想形状からの二乗平均平方根偏差などを測定できます。浸液を使用することで、レトロリフレクターなど非常に高い NA を持つ部品に関する情報を取得できます。

透過型干渉計としての応用



マイクロfluidics and PIV

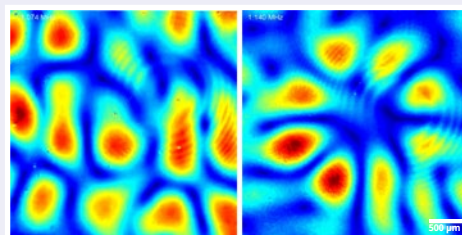
機能化表面上の液体の広がり、微小気泡、マイクロ流体デバイス内の粒子軌跡、液体間界面、マイクロラフトによる水面変形、システムに対する熱力学パラメータの影響などを静的・動的に評価できます。

単一ホログラム取得による 3D 位置特定

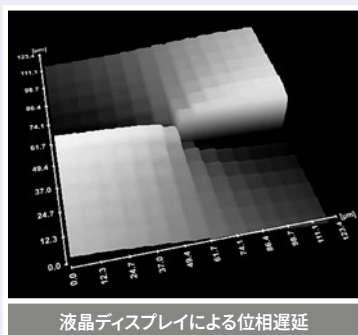
音響流体

ストロボスコープモジュールを用いて Transmission DHM を同期させることで、最大 25 MHz の周波数で圧電駆動により生成される力場を測定できます。高速カメラを備えた DHM では最大 100,000 fps の取得が可能で、音場が試料に及ぼす非可逆的影響を解析できます。

マイクロ秒および秒スケール現象の同時観察



正方形(左、1.074 MHz)および円形(右、1.140 MHz)共振器流体チャンバー内に誘起された音響場のカヒートマップ



ディスプレイ

ディスプレイ部品は、動的マイクロ・ナノパネル、バイオインスパイアード適応光学、メタレンズ、回折導波路、複屈折部品、液晶デバイスなどへ進化しています。Transmission DHM は、これらのシステムの開発および品質管理に使用できます。

強度、位相、偏光、光学伝達関数の評価

Lyncée Transmission Series

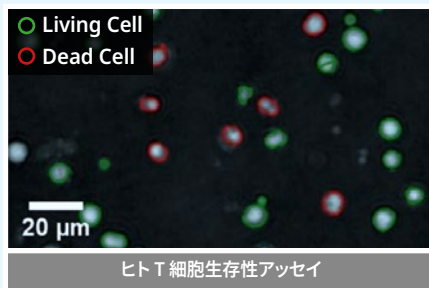
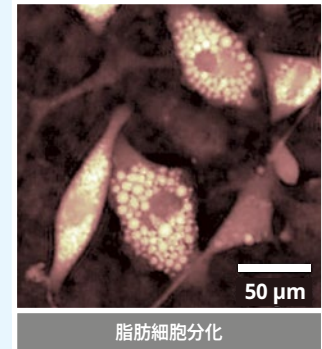
応用分野

Life Sciences

脂肪滴定量

DHM は、生細胞の形状、形態、細胞内含有量を 2D および 3D で連続的かつラベルフリーに測定できます。この例では、Lyncée Transmission シリーズを用いて、脂肪細胞における脂肪滴生成を 6 日間、染色や洗浄なしで定量しました。

細胞内オルガネラの同定と定量



ラベルフリー細胞生存性評価

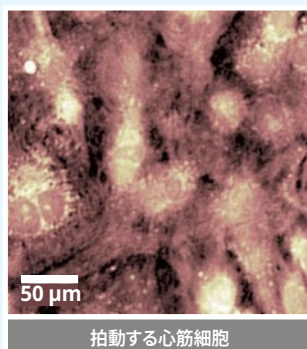
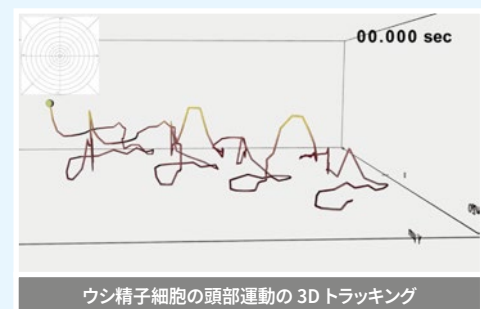
DHM と機械学習の組み合わせにより、形態特徴に基づいて生細胞（緑）と死細胞（赤）を分類し、蛍光検証標準との相関84%以上を達成し。Lyncée Transmission シリーズは非侵襲細胞解析を可能にし、細胞・遺伝子治療分野における細胞健康モニタリングに利用できます。

ラベルなしで生存性を評価する方法

ライブセル追跡

DHM の高速取得により、3D 空間内の特定細胞運動を分離・追跡できます。この例では、Lyncée Transmission シリーズを用いて、自由遊泳するウシ精子細胞の 2.5 秒間の軌跡を追跡しました。緑マーカーは頭部を示し、色分けされた経路は z 位置と時計回りのらせん運動を示します。

4D 運動追跡



細胞ダイナミクス

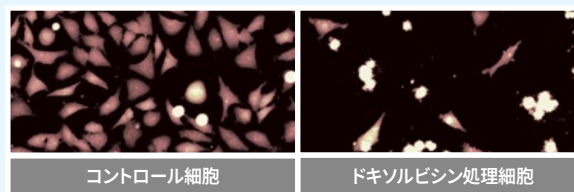
DHM の高速取得とラベルフリー能力により、in vitro の高速細胞ダイナミクスを可視化・定量できます。Lyncée Transmission シリーズは筋細胞の形態変化調査に使用できます。この例では、Lyncée Transmission を用いて心筋細胞の機械的変化および細胞内カルシウム放出を調査しました。

高速細胞ダイナミクスの低擾乱モニタリング

ラベルフリー細胞毒性スクリーニング

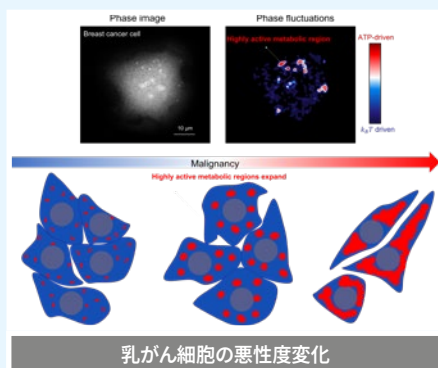
標準蛍光法との比較検証により、ラベルフリー DHM は細胞毒性アッセイにおけるハイコンテンツスクリーニング (HCS) 手法として使用できます。Lyncée Transmission シリーズは、初期創薬および毒性プロファイリング向けのソリューションを提供します。

創薬向けハイコンテンツスクリーニング



コントロール細胞

ドキソルビシン処理細胞



乳がん細胞の悪性度変化

早期がん検出

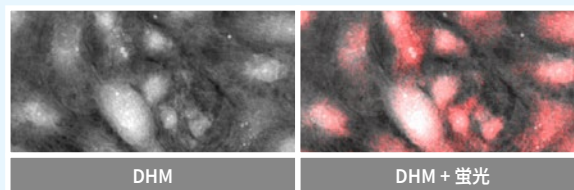
単一取得により、DHM はカメラ速度に応じた高速イメージングが可能です。この例では、細胞内 ATP 駆動の位相揺らぎを 0.05 秒間隔で 100 秒間記録しました。DHM 解析結果は、試料調製なしで、細胞内揺らぎが悪性度および代謝状態の指標となり得ることを示しています。

代謝および腫瘍学的情報の組み合わせ

DHM と蛍光の相関

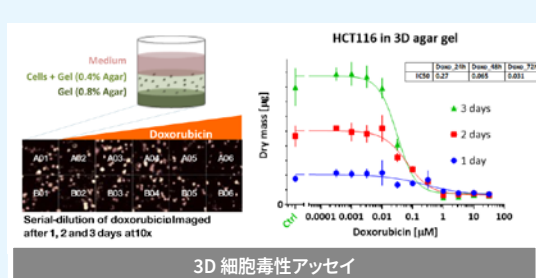
DHM と蛍光を用いた同時二重記録により、14 種のパラメータを通じて心筋細胞収縮ダイナミクスを精密に定量できます。このマルチモーダルアプローチは、新規治療薬開発における心毒性評価のための生理学的情報を提供します。

相補的入力に関連付けるマルチモーダル機能



DHM

DHM + 蛍光



3D 細胞毒性アッセイ

3D 薬物試験

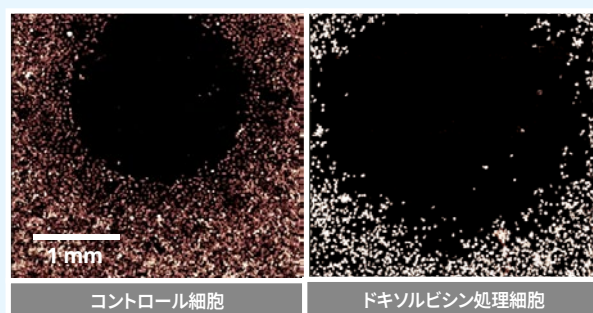
Lyncée Transmission は、生理学的に関連する 3D 寒天モデルにおいて、薬物処理下のスフェロイド成長をモニタリングできます。定量位相イメージングにより、乾燥質量生成および成長ダイナミクスをラベルフリーで測定でき、経時的な薬物応答と効果評価に利用できます。

1 ウェルあたり単一取得画像で 3D 情報を取得

細胞遊走スクリーニング

ラベルフリー DHM イメージングは、細胞遊走および増殖阻害剤のスクリーニングに対し、迅速で費用効率の高い方法を提供します。直接 QPI 画像解析により、効力、表現型、細胞毒性に基づいて化合物を同時に分類できます。

大視野での遊走/増殖定量



コントロール細胞

ドキソルビシン処理細胞

Lyncée Transmission Series

技術仕様

Lyncée T1

- Number of laser sources: 1
- Operating wavelength (± 1.0 nm): 666 nm
- Sample illumination: down to $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
- Operation modes: single wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6
- Vertical resolution: 2.0 nm
- Vertical measuring range:
 - Continuous structure: up to 500 μm
 - Discrete structure:
 - up to 1.0 μm (air)
 - up to 3.5 μm (water)
- Accuracy: 1.0 nm
- Repeatability: 0.02 nm

Lyncée T2

- Number of laser sources: 2
- Operating wavelengths (± 1.0 nm)
 - 666 nm
 - 794 nm
- Sample illumination: down to $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Long synthetic 8 μm wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6
- Vertical resolution
 - 1.0 nm (single wavelength)
 - 10.0 nm (synthetic wavelength)
- Vertical measuring range:
 - Continuous structure: up to 500 μm
 - Discrete structure:
 - up to 7.0 μm (air)
 - up to 22 μm (water)
- Accuracy:
 - 1.0 nm (single wavelength)
 - 5.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability:
 - 0.02 nm (single wavelength)
 - 0.05 nm (synthetic wavelength)

Standard Camera

- Acquisition time standard: 500 μs
- Acquisition rate standard: 190 fps @ 1024×1024 pixels
- Reconstruction rate: up to 200 fps @ 1024×1024 pixels

Optional High-Speed Camera

- Acquisition time standard: 10 μs @ 256×256 pixels
- Acquisition rate standard: up to 100,000 fps @ 256×256 pixels

Motorized Stage

- Travel range (X $\times$ Y $\times$ Z): 114 $\times$ 76 $\times$ 38 mm
- X, Y min step size: 0.01 μm
- X, Y max speed: 60 mm/s
- Maximum load: 10 kg

Dimensions and Weight

- Dimensions (L $\times$ W $\times$ H): 600 $\times$ 350 $\times$ 500 mm
- Weight: 30 kg

Power Requirements

- Input voltage: 85-260 VAC, 50/60 Hz
- Power: 250 W (maximum)

Environmental Control Chamber

- Temperature range: ambient temperature $+3^\circ\text{C}$ to 45°C
- O_2 and CO_2 control
- Humidity: up to 95%

Objective Lenses (Life Sciences)

Mag.	Numerical Aperture	Working Distance (mm)	Field of View (μm) (square)	Lateral Resolution (μm)
1.25	0.04	3.7	4,200	19
2.5	0.07	11.2	2,100	11
5	0.15	13.7	1,050	5.3
10	0.32	11.1	525	2.7
20	0.55	1.20	260	1.4
40	0.80	0.40	130	0.78
63*	1.30	0.16	83	0.53
100*	1.32	0.18	52	0.47

* Requires oil immersion

Objective Lenses (Materials Science)

Mag.	Numerical Aperture	Working Distance (mm)	Field of View (μm) (square)	Lateral Resolution (μm)
1.25	0.04	3.7	5,280	8.50
2.5	0.07	11.2	2,640	4.90
5	0.12	14.0	1,320	2.85
10	0.30	11.0	660	1.15
20	0.40	1.15	330	0.85
40	0.75	0.37	165	0.45
63	0.75	0.50	132	0.43
100	0.9	1.0	66	0.38

