

MSイメージング分析をもっと簡単に。
 トータルMSイメージングシステムで
 あなたをサポートします。

株式会社島津製作所 分析計測事業部

質量顕微鏡とは

光学顕微鏡



形はわかるが
 含まれている
 物質が分からない

従来の質量分析計 (MS)

含まれている物質はわかるが
 分布が分からない



iMScope 顕微鏡 + 質量分析計



- ✓ 位置情報を残したまま直接質量分析
- ✓ イオンの信号強度とその分布により画像化

“観察” と “分析” の重ね合わせが可能に！

SHIMADZU

イメージング質量分析の原理

切片の分析領域を数 μm 各の小さな領域（ピクセル）に分けて、ピクセル毎にMALDI質量分析を実施することで、注目分子の分布を画像として表示させています。

レーザー

イオン化された分子

マトリックス

組織切片

MALDI TOF Mass Spectrometry

Intensity (%)

m/z

600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900

616.106

684.541

794.411

850.091

866.823

928.047

3

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング (MSI) ワークフロー

蒸着装置
iMLayer™

自動スプレー装置
iMLayer™ AERO

高速・光学MS
iMScope™ QT

IMAGEREVEAL™ MS

再現性
自動化
結晶の微細化

高空間分解能
高速
高精度

簡便性
多彩
汎用性

4

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■MSイメージング (MSI) ワークフロー

The diagram illustrates the MSI workflow in three stages:

- 前処理 (Pre-treatment):** Includes the 蒸着装置 iMLayer™ (Evaporation device) and 自動スプレー装置 iMLayer™ AERO (Automatic spray device). Key features listed are 再現性 (Reproducibility), 自動化 (Automation), and 結晶の微細化 (Crystal refinement).
- MSI分析 (MSI Analysis):** Features the 高速・光学MS iMScope™ QT (High-speed optical MS). Key features listed are 高空間分解能 (High spatial resolution), 高速 (High speed), and 高精度 (High accuracy).
- データ解析 (Data Analysis):** Utilizes the IMAGEREVEAL™ MS software. Key features listed are 簡便性 (Simplicity), 多彩 (Diversity), and 汎用性 (Versatility).

5

SHIMADZU

イメージング質量顕微鏡 iMScope QT

LCMS Q-TOFに顕微MALDIユニットを取り付けたMSイメージング装置

The image shows the iMScope QT mass spectrometer, a tall, black, rectangular unit with a silver-colored front panel and a small display on the right side.

特徴

- ✓顕微鏡観察位置のイメージング
- ✓高空間分解能イメージング
- ✓超高速イメージング
- ✓高精度イメージング
- ✓LCMS Q-TOFとの切替が容易

6

SHIMADZU

顕微鏡観察位置のイメージング

The screenshot displays the Imaging MS Solution software interface. Key components are labeled as follows:

- (1) 光学画像**: The main optical image showing a sample surface.
- (2) スライド全体像**: A smaller image showing the entire slide with three circular spots.
- (3) 対物レンズ倍率**: Objective lens magnification control panel.
- (4) 照明選択**: Illumination selection panel with options for reflection and transmission.
- (5) CCDカメラ**: CCD camera control panel.
- (6) サンプルステージ移動**: Sample stage movement control panel with directional buttons.
- (7) 撮影ボタン**: The capture button located in the top toolbar.

7

SHIMADZU

顕微鏡観察位置のイメージング

The screenshot displays the Imaging MS Solution software interface with analysis settings. Key components are labeled as follows:

- (1) 矩形選択**: A red box highlights the selection tools in the top toolbar.
- (2) 空間分解能設定**: A panel for setting spatial resolution, with a note: "レーザ照射面積を設定".
- (3) レーザ照射条件設定**: A panel for setting laser irradiation conditions.
- (4) MS分析条件設定**: A panel for setting mass spectrometry analysis conditions.
- (5) 分析スタートボタン**: The analysis start button in the top toolbar.

Point: 顕微鏡画像上で直接分析領域を指定可能!

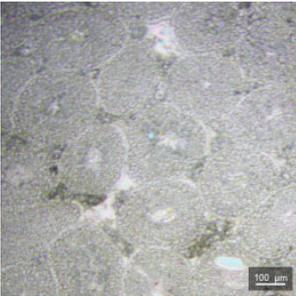
光学画像上に分析領域を指定⇒直感的でやさしい操作性

8

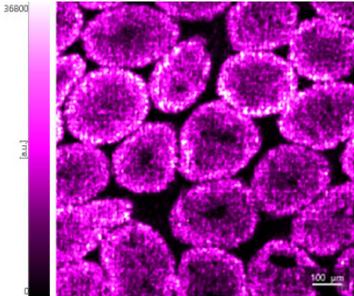
SHIMADZU

顕微鏡観察位置のイメージング

顕微鏡画像



MSイメージング

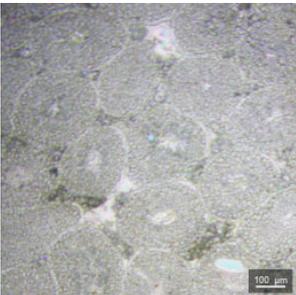


9

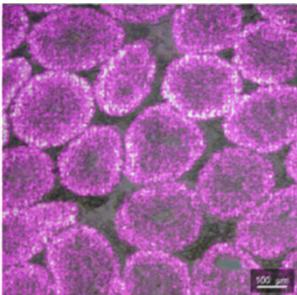
SHIMADZU

顕微鏡観察位置のイメージング

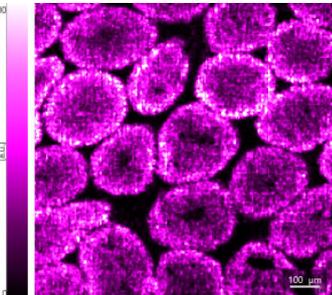
顕微鏡画像



光学画像とMSイメージングの重ね合わせ



MSイメージング



光学画像とMSイメージを恣意的な操作なく正確に重ね合わせることができる

10

SHIMADZU

イメージング質量顕微鏡 iMScope QT

LCMS Q-TOFに顕微MALDIユニットを取り付けたMSイメージング装置



特徴

- ✓顕微鏡観察位置のイメージング
- ✓高空間分解能イメージング
- ✓超高速イメージング
- ✓高精度イメージング
- ✓LCMS Q-TOFとの切替が容易

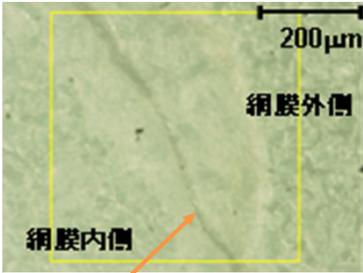
11

SHIMADZU

高空間分解能イメージング

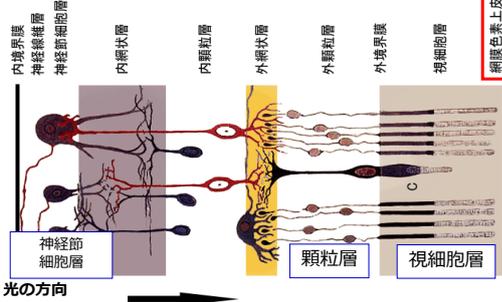
ラット網膜上でのMSイメージング

網膜の光学顕微鏡写真

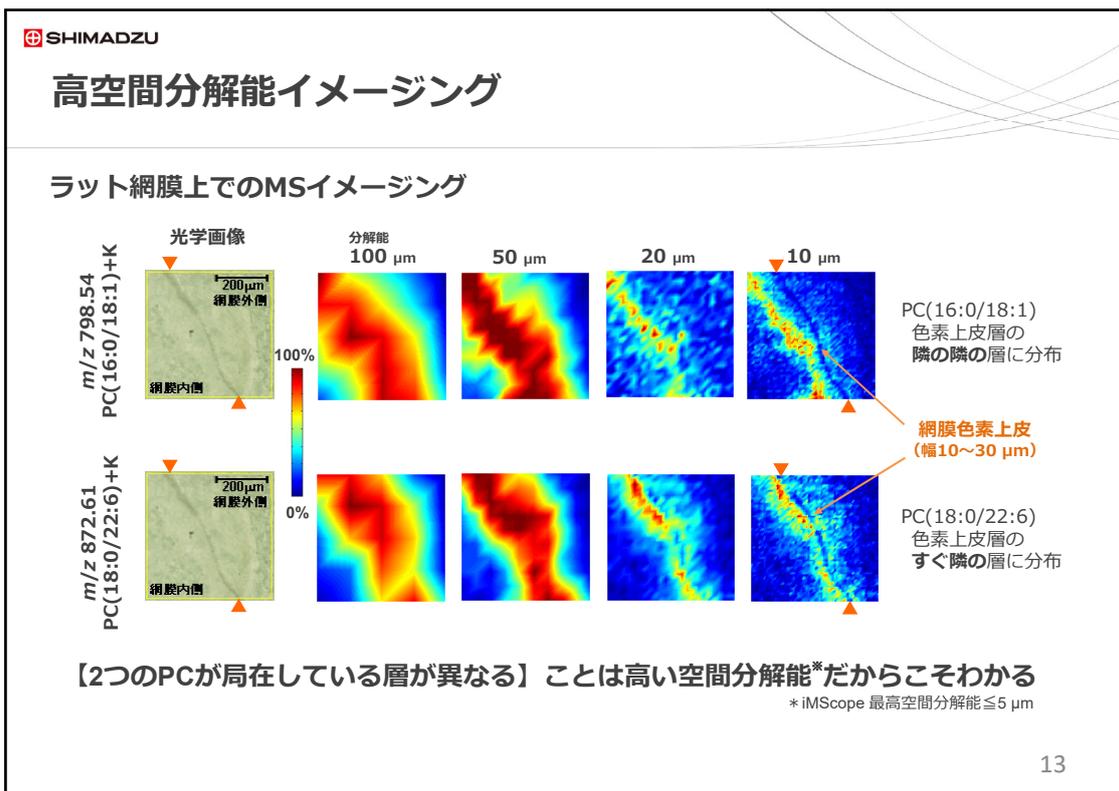


網膜色素上皮
(幅10~30 μm)

網膜の構造(Wikipediaより)
視細胞層、顆粒層など多層構造になっている



12



SHIMADZU

イメージング質量顕微鏡 iMScope QT

LCMS Q-TOFに顕微MALDIユニットを取り付けたMSイメージング装置

特徴

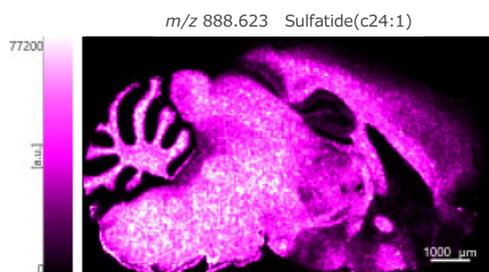
- ✓ 顕微鏡観察位置のイメージング
- ✓ 高空間分解能イメージング
- ✓ 超高速イメージング
- ✓ 高精度イメージング
- ✓ LCMS Q-TOFとの切替が容易

14

SHIMADZU

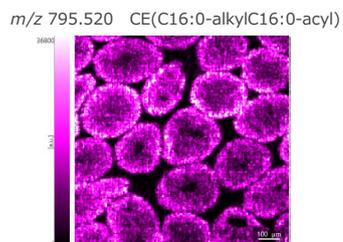
超高速イメージング

マウス脳切片全体 (10.35 mm × 6.1 mm) を
50 μm ピッチで分析 (25,254ピクセル)



切片全体のMSIが約**19**分で終了

対物レンズ10倍で観察した
マウス精巣 (1.0 mm × 1.0 mm) を
5 μm ピッチで分析 (40,000ピクセル)



高空間分解能のMSIが約**15**分で終了

15

SHIMADZU

イメージング質量顕微鏡 iMScope QT

LCMS Q-TOFに顕微MALDIユニットを取り付けたMSイメージング装置



特徴

- ✓顕微鏡観察位置のイメージング
- ✓高空間分解能イメージング
- ✓超高速イメージング
- ✓高精度イメージング
- ✓LCMS Q-TOFとの切替が容易

16

SHIMADZU

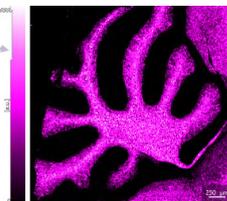
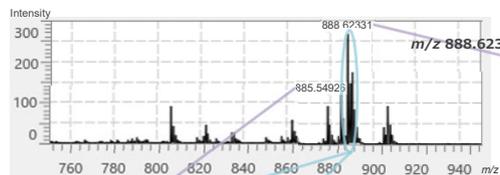
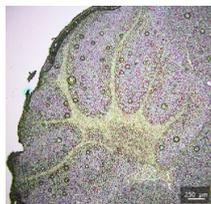
高精度イメージング

マウス小脳上でのMSイメージング 9-AAを蒸着しネガティブモードで分析

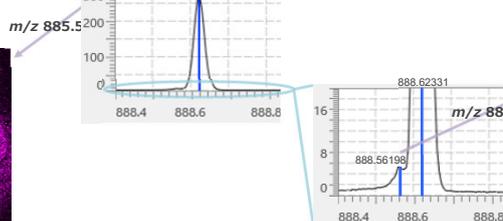
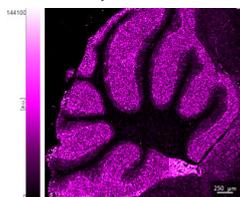
質量精度 0.6 ppm

Sulfatide(C24:1)
理論 m/z 888.6235

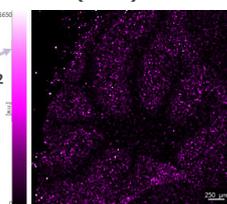
光学画像



質量精度 0.1 ppm

PI(38:4)
理論 m/z 885.5492

PI(38:4)の同位体



近接ピークを分離して高精度イメージングが可能

17

SHIMADZU

イメージング質量顕微鏡 iMScope QT

LCMS Q-TOFに顕微MALDIユニットを取り付けたMSイメージング装置



特徴

- ✓顕微鏡観察位置のイメージング
- ✓高空間分解能イメージング
- ✓超高速イメージング
- ✓高精度イメージング
- ✓LCMS Q-TOFとの切替が容易

18

 SHIMADZU

LCMS Q-TOFとの切替が容易



iMScope™ QT

19

 SHIMADZU

LCMS Q-TOFとの切替が容易

ユーザー様ご自身で iMScope QTとLCMS Q-TOFへの切替が可能



iMScope™ QT

LCMS™ -9030

20

SHIMADZU

LCMS Q-TOFとの切替が容易

ユーザー様ご自身で iMScope QTとLCMS Q-TOFへの切替が可能

LCMS™ -9030

iMScope™ QT

DPiMS™ QT

LCMS Q-TOFをハブとして iMScope™ QTやDPiMS™ QTの分析が可能²¹

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング (MSI) ワークフロー

前処理

蒸着装置
iMLayer™

自動スプレー装置
iMLayer™ AERO

再現性
自動化
結晶の微細化

MSI分析

高速・光学MS
iMScope™ QT

高空間分解能
高速
高精度

データ解析

IMAGEREVEAL™ MS

簡便性
多彩
汎用性

22

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング (MSI) ワークフロー

前処理



蒸着装置
iMLayer™

自動スプレー装置
iMLayer™ AERO

再現性
自動化
結晶の微細化

MSI分析



高速・光学MS
iMScope™ QT

高空間分解能
高速
高精度

データ解析



IMAGEREVEAL™ MS

簡便性
多彩
汎用性

23

SHIMADZU

マトリックス蒸着装置 iMLayer

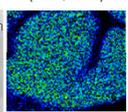


光学画像



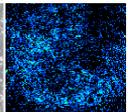
蒸着 500μm

m/z 772.52
PC(16.0/16.0)+K⁺



スプレー





- ✓ 前処理の自動化
⇒作業拘束時間の短縮
- ✓ マトリックス結晶の微細化・均一化
⇒高空間分解能イメージングを可能に
- ✓ 最適化された蒸着プログラム搭載
⇒時間と労力がかかる条件検討が不要
- ✓ マトリックス膜厚制御機能搭載
⇒再現性の向上

高空間分解能イメージングには
必須のアイテム

24

SHIMADZU

自動スプレー装置 iMLayer AERO

ノウハウの必要な前処理を自動化

温度の影響を受けない

N₂バージ

二段階蒸着法で空間分解能と感度の両立

試料プレート
生体組織
マトリックス
加熱
昇華
スプレー

蒸着法 スプレー法

サンプルステージ・噴霧ノズル
新規開発した噴霧ノズルを使用することで繊細な噴霧が可能です。サンプルノズル間の距離は5~10 cmの範囲で調整可能です。

制御ソフトウェア
ウィザード画面により、誤りことなく動作を完了可能です。また、標準プロトコルを実装しており初心者の方でも安心してお使いいただけます。

25

SHIMADZU

二段階蒸着法による滲みのない検出

マウス肝臓のADPのMSイメージング

9-AA結晶

結晶：極小◎

結晶は小さく高空間分解能抽出効果が弱いため、検出感度が足りない

蒸着法 + iMLayer

感度：×

100
50
0

426.02

100 μm

5 μm

スプレー法 || iMLayer AERO

感度：×

100
50
0

100 μm

32 μm

結晶：大×

溶媒を使うため、組織の外に滲みが発生（100-150 μm）
結晶が大きく空間分解能低下

二段階蒸着法

感度：○、滲み：○

100
50
0

100 μm

32 μm

結晶：小○

滲みの影響を大幅に軽減
高空間分解能と高感度を両立

26

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング (MSI) ワークフロー

前処理



蒸着装置
iMLayer™

自動スプレー装置
iMLayer™ AERO

再現性
自動化
結晶の微細化

MSI分析



高速・光学MS
iMScope™ QT

高空間分解能
高速
高精度

データ解析



IMAGEREVEAL™ MS

簡便性
多彩
汎用性

27

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング (MSI) ワークフロー

前処理



蒸着装置
iMLayer™

自動スプレー装置
iMLayer™ AERO

再現性
自動化
結晶の微細化

MSI分析



高速・光学MS
iMScope™ QT

高空間分解能
高速
高精度

データ解析



IMAGEREVEAL™ MS

簡便性
多彩
汎用性

28

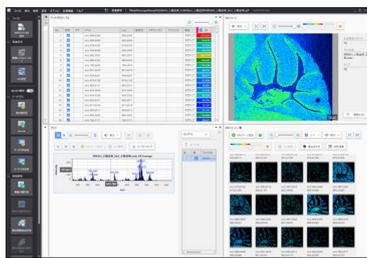
SHIMADZU

IMAGEREVEAL MSの特徴



- ✓ 多彩な機能により目的のMSイメージを効率的に抽出
⇒網羅的な変動成分解析、局在解析が効率的に
- ✓ 画像に関する各種機能を搭載
⇒見やすい画像の生成、重ね合わせ、
フィルタリング補間、画像間演算が可能

✓ アシスタントバーを順に進むと解析完了
⇒高機能を簡単に



✓ 最短3ステップで簡単に解析

通常の解析フロー

- Step 1 解析モード選択
- Step 2 データ入力
- Step 3 データ行列作成
- Step 4 検定実行
- Step 5 PCA実行
- Step 6 PLS実行
- Step 7 MSイメージ作成

「まとめて解析」を使ったフロー

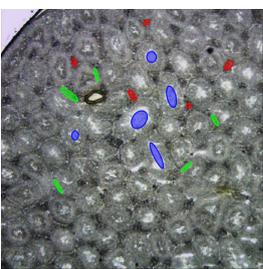
- Step 1 解析モード選択
- Step 2 データ入力
- Step 3 「まとめて解析」を実行

29

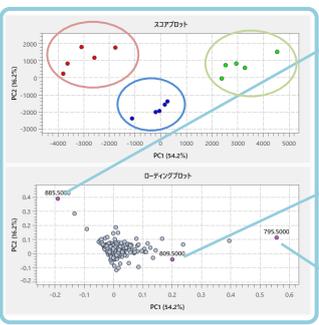
SHIMADZU

最適な画像を効率よく抽出、作成 (PCA)

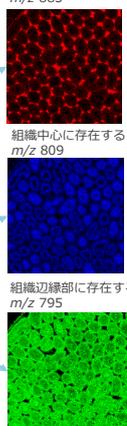
サンプル：マウスの精巣
 ROI：赤：組織間、青：組織中心、緑：組織辺縁部
 目的：組織間、組織中心、組織辺縁部に特徴的に分布するMSイメージを抽出したい。



各ROIの平均スペクトルでPCA



PCAの実行結果



組織間に存在する
m/z 885
 組織中心に存在する
m/z 809
 組織辺縁部に存在する
m/z 795

PCAの実行結果から、組織間、組織中心、組織辺縁部に特徴的に分布するMSイメージを抽出できた。

30

SHIMADZU

最適な画像を効率よく抽出、作成（類似画像抽出）

サンプル：非アルコール性肝炎マウス肝臓切片
目的：参照画像と似た分布を示すMSイメージを抽出したい。

類似画像抽出機能を実行

参照画像
参照画像は何でも構わない。
ex) 組織染色像、蛍光像、他装置で取得したイメージ等

抽出されたMSイメージ

比較

抽出

MSイメージデータ

参照画像（求めたい局在パターン）と似た分布を示すMSイメージを自動抽出できた。
※従来はユーザが大量のMSイメージから似ているMSイメージを目視で抽出

31

SHIMADZU

島津の提供するMSイメージングトータルシステム

■ MSイメージング（MSI）ワークフロー

前処理 **MSI分析** **データ解析**

蒸着装置 iMLayer™

島津 iMScope IMAGEREVEAL 検索

iMLayer™ AERO

IMAGEREVEAL™ MS

高解像度イメージングの迅速データ解析

組み合わせることで高空間分解能分析を達成

顕微鏡による観察とMSイメージの融合（オンリーワン）
正確かつ高速な高解像度MSイメージの取得
1台の装置で、イメージングMS+LC-MS
位置情報 定性+定量

32

The logo consists of a red square with a white cross inside, followed by the word "SHIMADZU" in a bold, black, sans-serif font.The logo consists of a red square with a white cross inside, followed by the word "SHIMADZU" in a bold, black, sans-serif font, and the tagline "Excellence in Science" in a smaller, black, sans-serif font below it.

iMScope, iMLayer, IMAGEREVEAL, LCMS, DPIMSは株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。
本発表内に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
なお、本発表中では「TM」、「®」を明記していません。

33