

MPMS[®]3

製品紹介

MPMS3 は、SQUID (Superconducting QUantum Interference Device: 超伝導量子干渉素子) 磁気測定の世界において、30 年以上の開発と設計の歴史を有するカンタム・デザイン社の最高傑作です。

MPMS3 は、ユーザーから高い評価と信頼を得ている従来のカンタム・デザイン社の SQUID 磁力計の要素を受け継ぐ一方、SQUID 磁力計の高感度と複数の測定モードを搭載することで、磁気研究においてより高いパフォーマンスを提供します。

MPMS3 は、データ取得、温度制御、そして磁場制御 (感度 $\leq 10^{-8}$ emu) において大きな進歩を遂げました。また、デザインでの受賞歴を誇るカンタム・デザイン社 MPMS3 は、ソフトウェア機能を拡大したユーザーフレンドリーな MultiVu インターフェイスで利用できます。これまで利用可能であったすべての MPMS 測定オプションを統合した最高レベルのシステム性能を誇るカンタム・デザイン社の MPMS3 は、SQUID 磁気測定における革新的な次世代製品です。

データ取得

MPMS3 では、DC スキャンモード、VSM モード、およびオプションの AC 磁化率モードの、3 種類の測定モードを利用できます。

DC スキャンモード：静磁場および温度について、生データポイントを連続的に取り込みます。このデータ取得モードは、カンタム・デザイン社 MPMS XL の従来の測定モードと同様ですが、より高速になっています。

VSM モード：カンタム・デザイン社の DC SQUID センサーと試料振動型磁力計 (VSM) 技術の組合せにより、ゼロ磁場で $<1 \times 10^{-8}$ emu の感度を達成します。

さらに、ノイズ低減設計により、MPMS3 は、7 テスラの最大磁場で前例のない $<8 \times 10^{-8}$ emu の感度を実現します。

AC 磁化率モード (オプション)：振動磁場を利用するこの測定では、MPMS3 の SQUID と VSM リニアモーターを使用して、試料の AC 磁化率を測定します。基本制御ソフトである MultiVu インターフェイス上から自動制御が可能です。

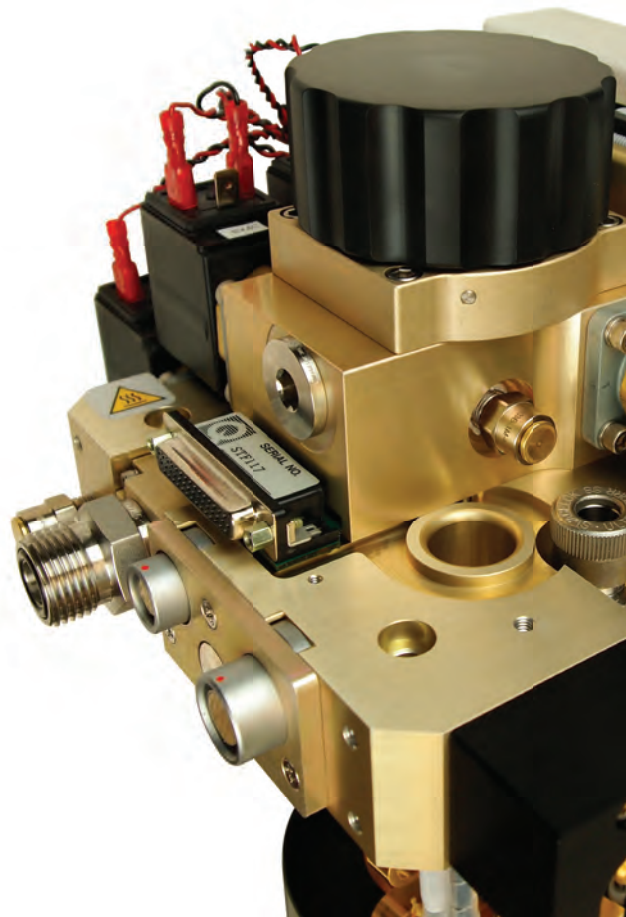
温度制御

MPMS3 は、革新的な温度制御設計を採用することにより、通常 30 分未満で、試料を室温から 1.8 K の安定状態まで下げることができます。

MPMS3 の温度制御インサートは、可変フローバルブを通じてヘリウムを汲み上げる真空断熱チャンバーとなっています。ヘリウムをポンピングすることで、サンプルチャンバーの温度を最低 1.8 K まで冷却します。

微調整されたフローインピーダンスと洗練された温度制御ソフトウェアにより、1.8 K での連続運転が可能であり、また液体ヘリウムの沸点 4.2 K を挟んでスムーズに温度制御を行うことができます。サンプルチャンバーのヒーター温度は、400 K まで上げることが可能です。液体窒素タンクに固定されたサーマルシールドは、温かいサンプルチャンバーからの熱を遮断し、高温運転時でも液体ヘリウムの消費を最小限に抑えます。サーマルシールドにより温度勾配を小さくすることで、インサート全体を比較的短い形状にすることができました。その結果、熱容量が最小に抑えられ、迅速な温度調節が可能になります。

温度制御インサートの直径は、9 mm の試料空間を設けられるように、また最小径のピックアップコイルが磁力計の感度を最適化できるように設計されています。



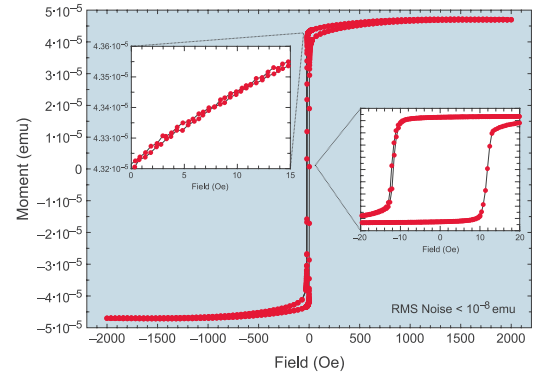
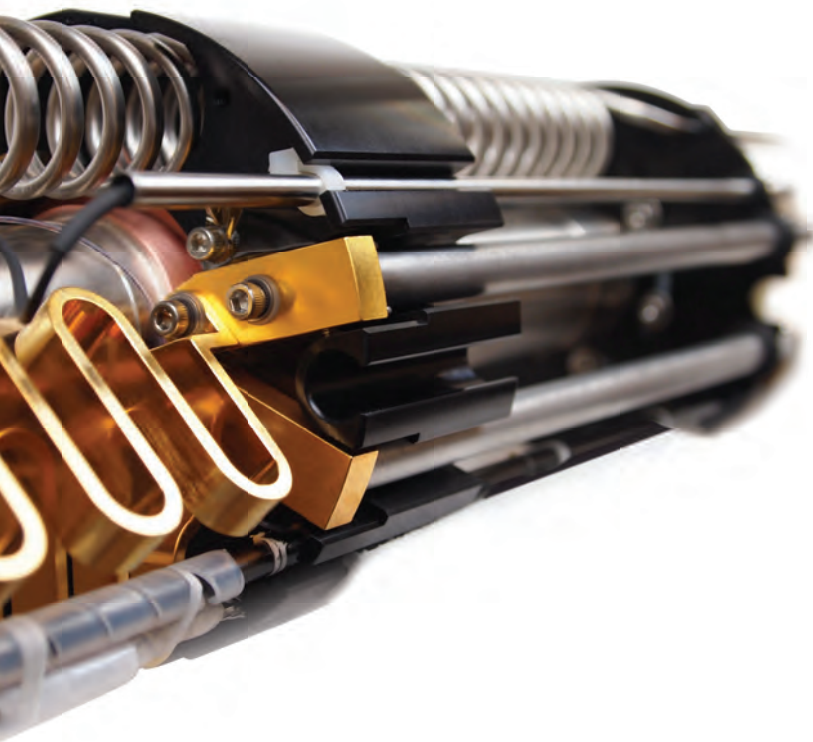


図 1. Harvey Mudd College の Eckert 教授により提供された薄膜強磁性試料の 5 K におけるモーメントの磁場依存性。左の挿入図は、2 kOe からゼロフィールドに至るときの再現性を示しています。また、右の挿入図は、特に新しい MPMS® 3 マグネット電源の微細な磁場設定分解能を実証しています。

磁場制御

MPMS3 は、専用に設計された 7 テスラの超伝導マグネットと、ハイブリッドデジタル／アナログマグネットコントローラーを採用することで、磁場を正確かつ低ノイズで制御します。

磁気測定において SQUID の精度を維持するには、安定した磁場が必要です。MPMS3 は、特許取得済みの独自の超伝導スイッチング素子により、磁場掃引状態と静磁場状態を急速に切り替えることを可能にしており、超伝導状態と通常の状態の切り替えを、1 秒程度で行います。これにより迅速に高精度データの収集ができます。

また、MPMS3 の QuickSwitch™ はオープン状態の抵抗が高く、熱容量が小さくなるように設計されていますので、従来型の超伝導永久電流スイッチ技術と比較して、磁場を印加する際の液体ヘリウムの消費量を最小限に抑えることができます。さらに、高温超伝導 (HTS) マグネットリード線が液体窒素タンクに熱的にリンクされています。この為、窒素シールドはヘリウム容器に流入する多量の熱を吸収し、ヘリウム消費量がさらに低減されます。

また、MPMS3 は一体型の環境磁気シールドを装備しています。このシールドは、磁気ノイズが過剰な場所においても高感度な測定を可能にします。さらに、システムの超伝導マグネットに対する磁場リターンパスの役割も果たすため、システムを他の高感度機器の近くでも使用することができます。

カンタム・デザイン社は、高温超伝導の研究、開発、および設計に 30 年以上にわたり貢献しています。この最新鋭の MPMS プラットフォームのリリースにより、これからも研究者のお役にたちたいと思っております。

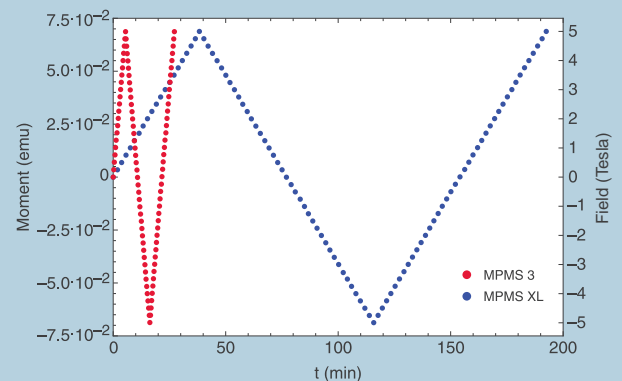


図 2. 特許取得済みの独自技術 QuickSwitch™により、磁場掃引速度と磁場安定性が向上しました。これにより測定間のタイムラグが短くなるため、測定頻度が向上します。

MPMS[®]3

A History of Innovation
Industry Leading Sensitivity
Award Winning Design
Automated Operation
Precision & Speed



MPMS3 の特徴

- 3 種類の SQUID 測定モード
- ヘリウム消費量を抑えた設計
- 豊富な測定オプション

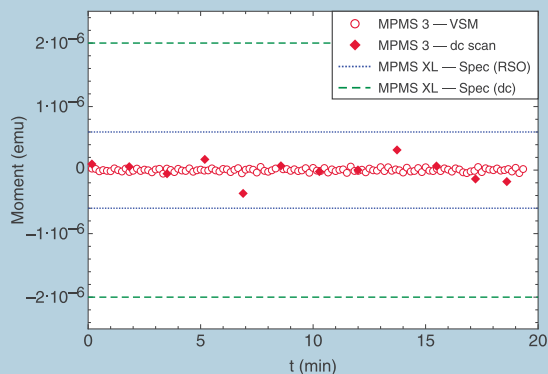


図 3. MPMS3 は、カンタム・デザイン社の SQUID 磁気計史上で最も低いノイズを実現しています (DC スキャンと VSM 測定モードの双方ともに)。^[MPMS3 のノイズデータは、コールドヘッドを稼働した状態の EverCool システムにおいて最大磁場で収集しました。]

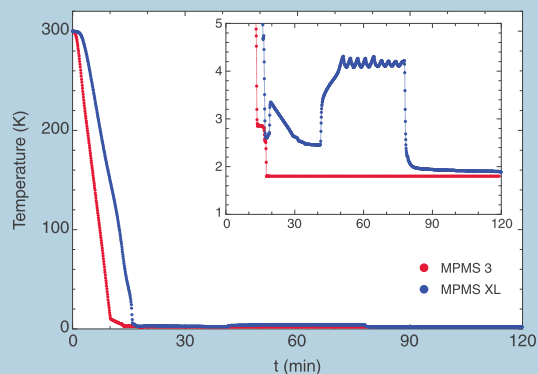


図 4. MPMS3 と MPMS XL の室温からの冷却性能の比較を示しています (各システムの最低温度をそのまま入力し、最速レートで降温しています)。MPMS3 は、温度安定に達する速さだけでなく、温度履歴が極めて直線的であることにも注目してください (挿入図を参照)。

MPMS[®] 3 仕様

温度制御

特徴	新たな TCM 設計、Rapid Temp [™]
温度範囲	1.8 K ~ 400 K
冷却速度	30 K/min (300 K から 10 K 安定状態までの標準時間 15 分) 10 K/min (10 K から 1.8 K 安定状態 までの標準時間 5 分)
温度安定度	+/- 0.5%
温度精度	+/- 1% または 0.5 K 以下
試料空間	φ9mm

磁場制御

特徴	QuickSwitch [™]
磁場範囲	-70 kOe ~ + 70 kOe
磁場均一度	4 cm の範囲で 0.01%
磁場可変速度	4 Oe/sec ~ 700 Oe/sec
磁場可変精度	0.33 Oe
残留磁場	~ 5 Oe(標準)、最大磁場からオシレートモードでの消磁時

測定感度

特徴	SQUID ベースの磁気測定 / 磁化率測定
最大レンジ	10 emu
感度	2,500 Oe 以下 : $< 1 \times 10^{-8}$ emu(時間平均 10 秒未満) 2,500 Oe 超 : $< 8 \times 10^{-8}$ emu(時間平均 10 秒未満)
振幅	0.1 ~ 8 mm(peak to peak)

システム概要 *

電源	200 VAC ~ 230 VAC、50/60 Hz、最大 10A
液体ヘリウム消費量	4 リットル / 日(標準) + 0.05 リットル / 試料冷却 **
液体ヘリウム容量	65 リットル
液体窒素消費量	5 リットル / 日(標準)
液体窒素容量	60 リットル
最大保持時間	12 日(標準)

* 仕様は、EverCool[®] 機能が組み込まれていない構成に適用されます。

** オープンを使用すると、液体ヘリウム消費量が増します。

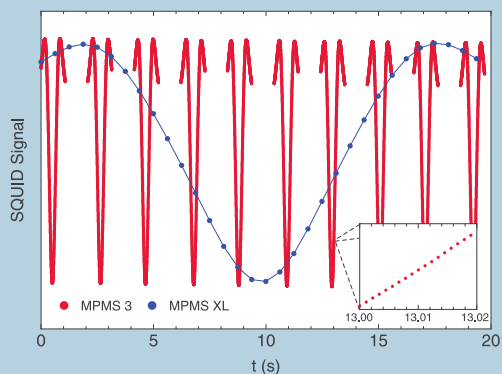


図 5. 従来機 MPMS XL の標準的 DC スキャンと比較して、MPMS3 の新しい DC スキャン測定モードは、速度とポイント密度が大幅に向上しています。ポイント密度が増し、取得時間が短縮されることで、生データを解析するための測定点が増えるだけでなく、ノイズと SQUID ドリフトの影響をより回避することが出来ます。



QuantumDesignJapan

日本カンタム・デザイン株式会社

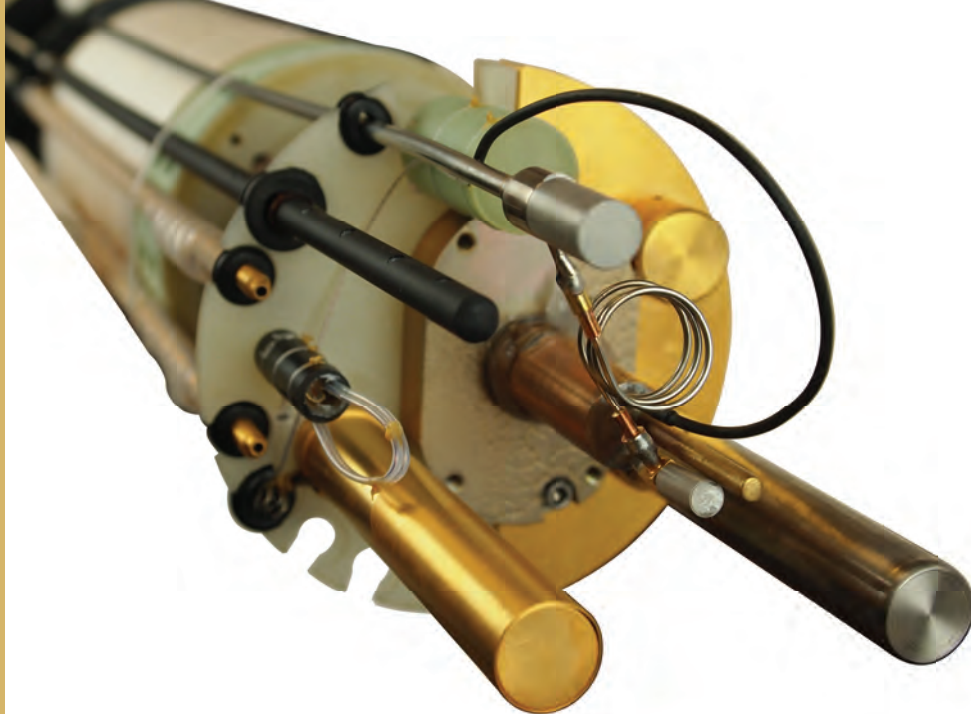
〒171-0042 東京都豊島区高松 1-11-16 西池袋フジタビル 2F

TEL: 03-5964-6622

FAX: 03-5964-6621

E-mail: info@qdj.co.jp

URL: <http://www.qd-japan.com/>



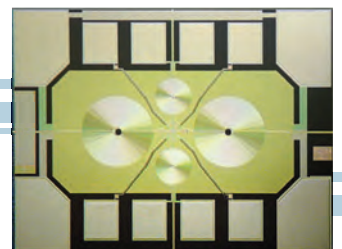
MPMS[®] 3 EverCool[®] オプション

カンタム・デザイン社の MPMS3 EverCool デュワーは、液体ヘリウムのトランスファーが不要で、事実上、MPMS3 磁力計システムのヘリウム損失を完全に回避します。この一体式のパルスチューブ型冷凍機デュワーシステムは、EverCool デュワー内で直接ヘリウムを再凝縮するだけでなく、ヘリウムガスから直接初期冷却出来るので、MPMS3 のオペレーションに必要な冷媒の取り扱いは一切ありません。

MPMS3 EverCool システムのすぐれた特徴：

- 冷凍機コンプレッサーはわずかなスペースで設置できます。
- 装置始動から測定開始可能な液体ヘリウム量が充填されるまで、最短 30 時間で済みます。
- MPMS3 MultiVu ソフトウェアに、すべての EverCool 機能が組み込まれているため、EverCool デュワーのヘリウムレベル制御を含む、すべての機能が自動制御可能です。

MPMS3 EverCool デュワーは、カンタム・デザイン社の MPMS3 のオプションとしてラインナップしています。水冷式コンプレッサー用の冷却水と、所定条件（試料空間のパーキング、過酷な条件下でのシステムの使用など）において失われるヘリウムガスを自動充填するための外付けヘリウムガス供給源の接続が必要です。



MPMS® 3 EverCool® 仕様

モデル：	C060 MPMS3 EverCool
ヘリウム再凝縮能力	～ 9 リットル / 日。これは、システム運転時の冷却能力であり、システムの 1 日の通常使用量以上の液体ヘリウムを生成できることを示しています。
液体ヘリウム容量	～ 16 リットル。ヘリウムレベルがマグネットの底部に達する状態を液面 100% と定義しています。
冷却時間概算	熱的安定状態になり、通常のシステム運転が可能になるまでにおよそ 30 時間。冷却のために液体ヘリウムは不要です。通常のヘリウムレベルに達するまで、さらに 20 時間必要です。
システム感度に対する影響	EverCool は常時連続稼働の冷凍機を備え、これはシステムの仕様に影響を与えません。耐ノイズ性能は、通常の MPMS3 と同じです。
物理構成	(a) コールドヘッドを備える EverCool デュワーは、既存の標準型 MPMS3 キャビネットに収納されています。 (b) ポンピングモジュール、ガス制御装置、および EverCool コントローラが、既存の標準型 MPMS3 ポンプコンソールに収納されています。 (c) コンプレッサーは、ステンレス製ホースによりメインキャビネットに接続されています。
外形寸法	
メインキャビネット (キーボードアームとコンプレッサーホースを除く)：	84 x 104 x 199 cm ³ (L x W x H)、重量：400 kg
ポンプコンソール：	71 x 61 x 61 cm ³ (L x W x H)、重量：65 kg
コンプレッサー：	46 x 48 x 62 cm ³ (L x W x H)、重量：120 kg
コンプレッサーホース(1 組)：	20m(長さ)、重量：35 kg(1 組)
水冷式コンプレッサー	
電源 & 使用電力	
コンプレッサー電源：	3 相、220/230VAC、最大 33A @ 60Hz 3 相、200/220VAC、最大 33A @ 50Hz 最大消費電力 9 kW、定常消費電力 7.2 kW
冷却水条件	≥9 リットル / 分 @ 28 °C、または ≥3 リットル / 分 @ 10 °C ※チラーを用いる場合：熱量 9kW 相当
コンプレッサーのメンテナンス時間	20,000 運転時間毎 (コンプレッサーのタイマーにて記録)
コールドヘッドのメンテナンス時間	30,000 運転時間毎

注：詳細な構成情報については、「MPMS3 EverCool 構成ワークシート」をご覧ください。