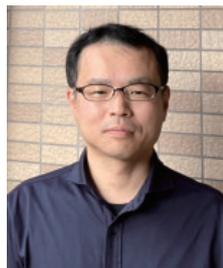


参考文献

- [1] Y. Hikosaka et al., *Nat. Commun.* **10**, 4988 (2019); **12**, 3782 (2021).
- [2] T. Kaneyasu et al., *Phys. Rev. Lett.* **123**, 233401 (2019).
- [3] 金安達夫, 彦坂泰正, 加藤政博, 日本放射光学会誌 **33**, 327 (2020).
- [4] T. Kaneyasu et al., *Sci. Rep.* **13**, 6142 (2023).
- [5] T. Fuji et al., *Optica* **10**, 302 (2023).
- [6] 保坂将人, 金安達夫, 藤貴夫, 加藤政博, 日本放射光学会誌 **36**, 53 (2023).
- [7] T. Kaneyasu et al., *Sci. Rep.* **12**, 9682 (2022).
- [8] Y. Hikosaka et al., *Sci. Rep.* **13**, 10292 (2023).
- [9] T. Kaneyasu et al., *Phys. Rev. Lett.* **126**, 113202 (2021).



かねやす・たつお
2004年東京都立大学大学院理学研究科博士課程修了。東京大学大学院工学系研究科、分子科学研究所での博士研究員を経て、2008年九州シンクロトロン光研究センター研究員。2009年より現職。専門は原子分子物理と光源加速器。

新装置紹介

超伝導量子干渉素子 (SQUID) 型磁束計 MPMS-3

機器センター 中村 敏和

磁性は物性科学や電子材料研究分野において、凝縮系の基本的かつ重要な物理量です。化学や生物分野においても、原子価やスピン状態、結晶場、磁気異方性は分子の電子状態や局所構造を理解する上で重要です。超伝導量子干渉素子 (SQUID) 型磁束計は、超高感度に物質の磁化を測定することが出来ます。温度や磁場などの制御を全自動で行え、分子研の共同利用でも稼働率の高い装置です。優れた操作性で、物性計測や寒剤の取り扱いに不慣れなユーザーでも操作が容易です。ハイスルーブットなデータ収集が行え、マテリアルDXに適しています。文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ (ARIM)」事業の支援により、2023年1月にSQUID型磁束計 Quantum Design社製MPMS-3が導入されました。これで機器センターのSQUID型磁束計は、3台稼働体制になります。

磁化測定モードはDCスキャンモードと後述オプションの交流磁化率モードに対応しています。予算内での最大効果を考えて、VSMモード (Vibrating Sample Magnetometer) の搭載は諦めて、オプション類を充足させていま

す。温度範囲は、1.8 ~ 400 K (スタンダード)、磁場範囲、-70000 ~ 70000 Oeです。

導入したオプション類および特徴は下記になります。

導入したオプション類

オープン: 315 ~ 1000 Kの磁化測定が可能。特殊な試料ホルダーを使用することで、試料空間全体ではなく試料のみを局所的に加熱。オープン用試料ホルダーは原則としてユーザーに準備して頂きます。

超低磁場: フラックスゲートセンサにより、超伝導マグネット内の残留磁場を通常時よりも大幅に低減。低磁場下での超伝導体等の詳細な磁場依存測定が行える。磁場均一性: ± 0.05 Oe, 測定磁場範囲: ± 5 Oe

交流磁化率: 超伝導体、量子スピン系等の様々な試料の磁気応答や緩和の測定が可能。交流周波数範囲: 0.1 Hz ~ 1 kHz, 交流振幅: 0.1 ~ 10 Oe

電気特性: 交流法により電気抵抗、ホール効果等の測定が可能。磁場水平方向または垂直方向に試料を固定。電流範囲: 10 nA ~ 100 mA, 4端子法: 最

大5 M Ω , 2端子法: 2 M Ω ~ 1 G Ω

特徴

MPMS-3は、分子研既存の同社製MPMS-7, MPMS-XLと磁化の検出原理は同じですが、操作性は大きく異なります。

試料セッティング: SQUID型磁束計では、静磁場中で磁化した試料を動かし、ピックアップコイルに生じる誘導起電力でSQUID近傍に微小磁場を発生させ、誘導起電力を検出・換算し試料の磁化を正確に見積もります。そのため、試料を正確に磁場中心で駆動させ、適切なSQUIDレスポンスカーブを得ることが重要です。MPMS-3ではロッドには可動部がなく、試料のセットも治具があるためにユーザーがミスをすることは減っています。リニアトランスモーターも大きな改善が為されています。また、標準試料ホルダー (石英, 真鍮)、ストロー、オプションのホルダーなどはあらかじめ熱収縮の効果が取り込まれていて自動制御されます。そのため、ユーザーは実験を始める前に、試料ホルダーの種類を選択する必要があります。試料のセッティングから実験開始までウィザード形式になってユーザー

がミスをしにくくなっています。

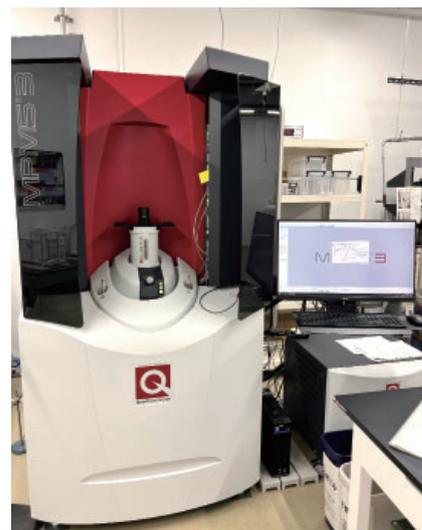
磁場コントロール：多くの超伝導磁石では超伝導スイッチにより、励磁や永久電流モードの設定を行うために1分ほどの待ち時間が生じます。MPMS-3では新規の機構によりスイッチの時間は0.5秒ほどで済み、測定までの時間が劇的に速くなっています。磁場挿引速度も最大700 Oe/secと大幅にスピードアップしています。リアルタイムの磁場が表示され、磁場挿引中にも目標磁場の変更が可能です。

温度コントロール：クライオスタットは極低温時 ($T < 10$ K) とそれ以外 ($T > 11$ K) とで異なる冷却プロセスを行い効率的な冷却を行っています。種々の工夫によりヘリウムの消費が従来機より少なくなっています。試料空間は測定時には陰圧で密閉されているのが特徴です。

既存機との互換性：既存のMPMS-7、MPMS-XLとMPMS-3との互換性は、

ストローが共有出来る以外ほぼありません。オプション類もMPMS-3独自の設備や試料ホルダーを使用する必要があります。シーケンスファイルも互換性がありません (PCからの入力形式は踏襲されているところと更新されているところがあります)。データ形式も大きく異なっています。ただ、データに関しては、従来同様テキスト形式なので、表グラフソフトでインポートすれば簡単にデータ処理できます。また、ARIM事業ではMPMS-7、MPMS-XLはすでにデータ構造化が整備されていますが、MPMS-3でもデータ構造化を進めています。

最後になりますが、分子研の各SQUID装置は共同利用機器として、公開されています。本稿ではMPMS-3の優位性を中心に記述しましたが、MPMS-3、MPMS-XL、MPMS-7各々のハードウェア特性やオプション類が異なります。装置によっ



て、得意としている測定、混雑度、運転スケジュールなどが異なります。まずは『どのような対象に対し、どういう測定を希望されるか』を、お問い合わせ頂ければと思います。機器センターホームページ (<http://ic.ims.ac.jp/tebiki.html>) をご参照下さい。

共同利用・共同研究に関わる各種お知らせ

共同研究専門委員会よりお知らせ

共同利用研究の実施状況 (採択件数) について

種 別	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度 (6月28日現在)
課題研究	2	4	2	2	2	4	1
協力研究	73	45	37	53	47	47	31
協力研究 (マテリアル) (注3)	64	81	69	44	66	38	23
協力研究 (NMRプラットフォーム) (注4)	-	-	-	-	3	0	0
分子研研究会	9	10	7	4	4	5	4
若手研究活動支援	2	1	2	1	2	1	0
岡崎コンファレンス	0	1	2	0	0	0	0
計	150	142	119	104	124	95	59

(注1) 課題研究・協力研究の通年課題は前期と後期の2期分として、1課題を2として年度計に表す。

(注2) 新型コロナウイルスの影響により研究期間を延長した前期課題は後期の件数に計上しない。

(注3) 2021年度まで「協力研究 (ナノテクノロジープラットフォーム)」の件数、2022年度以降は「協力研究 (マテリアル先端リサーチインフラ)」の件数。

(注4) 協力研究 (NMRプラットフォーム) は2021年7月1日から2022年3月31日まで実施。

分子研研究会

開催日時	研究会名	提案代表者	参加人数
2023年6月14日~15日	化学・工学・環境学を例とした持続可能な社会のための産学官民連携のあり方	所 千晴 (早稲田大学理工学術院/東京大学大学院工学系研究科)	49名
2023年7月29日~30日	明日の放射光電子分光研究展開のシーズとニーズ	松井 文彦 (分子科学研究所極端紫外光研究施設)	61名