

ISSP 学術奨励賞を受賞して

小濱 芳允

この度は、ISSP 学術奨励賞という栄誉ある賞を受賞することができ、大変うれしく思っております。金道浩一教授を初めとして、研究に協力して頂いた皆様のお力添えがあり、この賞を賜ることができたと思います。この場を借り、皆様にお礼を述べさせていただきます。受賞対象となった研究は、「パルス強磁場下における物性測定 of 深化とそれを用いた物性研究」であり、これまで不可能であった測定をパルス磁場下で可能にしたという内容です。授賞式の講演では磁場発生や回転プローブについてなど、パルス磁場に関わる研究を広く紹介しましたが、この物性研だよりには私がここ 10 年取り組んでいる“パルス磁場下の熱測定”について述べさせていただきます。

[パルス磁場下の熱測定の歴史]

もっとも古いパルス磁場下での比熱測定は、ロスアラモス研究所(米国)にて 2000 年に報告され、その成果は Nature 誌で発表された[1]。彼らはロングパルス磁場と呼ばれる極めて長い時間スケールを持つパルス磁場を発生させ、測定に時間がかかる比熱測定に成功していた。しかしながらロスアラモスでは、ロングパルス磁石が運用できなくなったこともあり、このような比熱測定は 2000 年以降 1 回しか報告されていない。ロスアラモス以外では、ドレスデンのパルス強磁場施設でも比熱測定が行なわれたが、ここでは 30 T 程度の弱磁場領域での報告があるのみであった[2]。これは彼らの用いている比熱測定技術が 10-30Hz 程度と非常に遅いことと、肝心のロングパルス磁場の発生が難しいためと推察できる。このようにパルス磁場の比熱測定は確立した技術ではなく、残念ながら一般ユーザーが簡単に利用できる状況ではなかった。

[ミリ秒パルス磁場下での比熱測定技術]

秒オーダーのパルス幅を持つロングパルスは運用が難しかったが、一方、パルス強磁場施設で一般的に使われているミリ秒オーダーの時間スケールを持つパルス磁場(ミリ秒パルス磁場)は簡単に利用できる。このためミリ秒パルス下で測定が可能となれば、比熱測定を高磁場で測定したい全てのユーザーの要求に応えられると考えた。実現例が無い研究であったので困難が予想されたが、ミリ秒パルス下での比熱測定に向けて、高速比熱測定技術の開発を進めた。

一般的に熱量計は、熱を与えるヒータ、温度を測定する温度計、そして試料台で構成され、ヒータと温度計はそれぞれ試料台に取り付けられている。このヒータと温度計がサンプルに対して強く熱接触していないのが問題であり(通常は熱伝導度がさほど高くないアピエゾングリースなどで取り付けられる)、この熱接触を改良する実験を集中して行った。かなりの試行錯誤があったが、最終的には NiCr 薄膜をサンプルに直接スパッタし、温度計は銀ペーストで張り付けることで、およそ 1-10kHz の高速比熱測定が、 $\sim 100 \mu\text{m}$ 程度の極小サンプルで行えるようになった[3]。さらに早く精密な測定を目指し、その後 AuGe 温度計の成膜や、自作のロックイン装置の製作などを行った。これにより過去の比熱測定手法より 2 ケタ程度の早い測定が可能となり、図に示すような 60 T 以上のミリ秒磁場下でも、比熱測定を行えるようになった [4]。目標でもあった”全てのユーザーの期待に応える実験”は未だに達成できていな

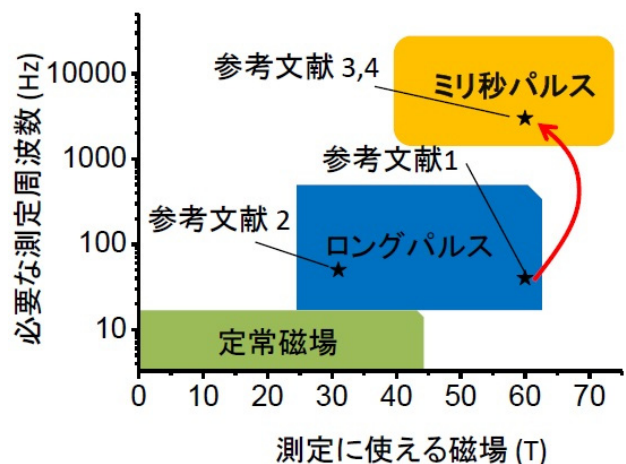


図 比熱測定が可能な磁場。研究に使用された磁場および測定周波数を星印で示した。

いと思われるが、ユーザーのリクエスト以上のデータを取れるように、今後も測定技術の深化に力を入れていきたいと考えている。

おわりに

この物性研だよりでは、運用が難しかったロングパルス磁場を避け、簡単に使用できるミリ秒パルス磁場下での研究を紹介した。しかしながらロングパルス磁場は、測定に利用できる時間スケールが 100 倍ほど長いいため、より高精度な実験を行える利点がある。最近ではロングパルス磁場の整備がかなり進んでおり、~45 T までなら物性研で利用出来る状況となっている。このため、これまで培った技術をロングパルス磁場下で応用することで、より精密で、より複雑な測定も可能となるであろう。実際、ロングパルス磁場下では熱伝導の測定にも世界で初めて成功しており、これまでパルス磁場下で行うことが出来なかった測定が、高磁場環境で可能となりつつある。

参照論文

- [1] M. Jaime *et al.*, *Nature* **405**, 160 (2000).
- [2] F. Weickert *et al.*, *Meas. Sci. Technol.* **23**, 105001 (2012).
- [3] Y. Kohama *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **81**, 104902 (2010).
- [4] Y. Kohama *et al.*, *Meas. Sci. Technol.* **24**, 115005 (2013).