

偏極パルス中性子を用いた交流磁場イメージング手法の開発

廣井孝介、篠原武尚、林田洋寿*、及川健一、原田正英、甲斐哲也、新井正敏
(原子力機構 J-PARC センター、*総合科学研究機構)

Development of AC magnetic field imaging technique using polarized pulsed neutrons

K. Hiroi, T. Shinohara, H. Hayashida, K. Oikawa, M. Harada, T. Kai and M. Arai
(J-PARC center, JAEA, *CROSS Tokai)

はじめに

現在我々は偏極パルス中性子を用いた定量的な磁場の可視化手法の開発を行っている。この手法では、中性子の高い物質透過性を生かし、物質内部の磁場強度・方向の空間分布を取得可能である。そのため、従来の磁気イメージング手法において困難であった稼働中の工業製品（モーターやトランス等）内部の磁場の定量評価を可能とする技術として期待されている。このような磁場を観測するためには時間的に変化する動的磁場を検出できる必要がある。本発表では現在開発中である偏極パルス中性子を用いた磁気イメージング法を交流磁場の解析に拡張する手法とその検証実験の結果を報告する。

実験方法

偏極パルス中性子を用いたイメージング実験は、J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)内の BL10 において行った[1]。本手法では中性子スピンの磁場中でのラーモア歳差回転角を偏極度の変化として観測し、偏極度の中性子波長依存性からビーム経路中の磁場の強度を求める。パルス中性子の波長は飛行時間法により決定されるが、J-PARC の繰返し周期 (25Hz) の整数倍の周波数の交流磁場の場合には中性子波長 (飛行時間) と交流磁場の位相の関係が一意に決まってしまうため、偏極度の波長依存性を正確に把握することができない。そこで、磁場の周期を 25Hz の整数倍から一定の割合でずらして測定する手法を考案した。測定試料としては小型のソレノイドコイルを用意し、そのコイルに対して信号発生器と電流増幅器を用いて正弦波電流を印加し、コイル内に生じる交流磁場の測定を試みた。

実験結果

検証実験として、50.5Hz の正弦波電流を位相を変えながらコイルに印加し、交流磁場強度の評価を行った。このとき、磁場の位相と中性子の飛行時間の関係をあらかじめ把握するために、印加電流をパルス中性子の発生時刻に同期させた。図 1 (a) に実験により得られた偏極度分布像を示す。コイル部分に交流磁場により誘起された偏極度の変化が明確に観測された。中性子が検出された飛行時間から、その中性子が試料を通過した際の交流磁場の位相を求め、各位相に関して中性子偏極度の波長依存性を調べた。交流磁場の各位相に関して磁場強度を見積もった結果を図 1 (b) に示す。位相 0 から 2π で一周分分の正弦波波形が再現されていることが確認できた。また、得られた磁場強度の値も印加した電流から予想される値とほぼ一致しており、交流磁場強度の定量評価が可能であることを確認した。

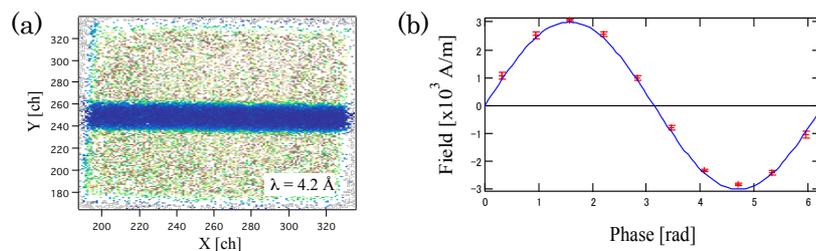


図 1 (a) 得られた偏極度分布像
(b) 偏極度解析により見積もられた交流磁場強度。実線は印加した電流からの予想値

参考文献

- [1] T. Shinohara, et al., Nucl. Instr. and Meth. A **651**, 121 (2011).