

# 円偏光レーザーコンプトン散乱ガンマ線による動的スピン磁気計測

坂井 信彦

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 客員研究員

## Dynamic Spin Magnetization Measurements using Circularly Polarized Laser Compton Scattered $\gamma$ rays

Nobuhiko SAKAI

*Laboratory of Advanced and Technology for Industry, University of Hyogo*

It is possible to obtain circularly polarized  $\gamma$  rays by colliding circularly polarized Laser photons with an energetic electron beam. Following a brief report on a recent experiment of spin-dependent Compton scattering using 1.7 MeV circularly polarized Laser Compton Scattering (LCS)  $\gamma$  rays, a new technique for dynamic magnetization measurements with LCS  $\gamma$  rays will be proposed, which can be useful to examine spin-dependent dynamic magnetic phenomena.

はじめに

コンプトン散乱の磁気散乱は、その散乱強度が電子スピン成分にのみ依存して、軌道磁気成分には因らないという特徴がある。また、コンプトン散乱した光子は、散乱前の電子の運動量のドブラー効果を受けて、エネルギーに広がりを持つので、そのエネルギー分布測定から、個体内電子の運動量密度分布が判る。このようなコンプトン散乱の特色は磁性体の電子状態を研究する一手法として利用されてきた。全コンプトン散乱強度から、電子スピンの依存する成分（磁気成分）を分離するには、試料の強磁性体の磁化を反転させ、その前後の変化を差分として得る手法が採られてきた（Magnetization Reverse: MR 法）。他方、円偏光の左右廻りを切替える手法（Helicity Reverse: HR 法）も原理的には可能であったが、シンクロトロン放射光の発生装置を含む光源の制約などから、現実的ではなかった。そのため、一定磁場下での温度変化にともなう磁気相転移、初期磁気ヒステリシス曲線、あるいは時間変化する現象などの測定はなされていない。

現状

最近、Spring-8 地区の New SUBARU 放射光施設で円偏光させた炭酸ガスレーザー（ $\lambda =$

10.6 $\mu$ m) を 1-GeV の放射光用の 200 mA 蓄積電子ビームに照射して、1.7 MeV のガンマ線を得ることが出来た。さらにこのガンマ線を磁化させた鉄で磁気コンプトン散乱させることにより、このガンマ線が円偏光していることが確認できた。スリットで切り出されたガンマ線のエネルギー分解能  $\Delta E/E$  は約 5 %、試料位置での光子数は  $10^7$  個/秒と見積もられた。今回の実験では、レーザー光の偏光切り替えを、 $\lambda/4$  波長板を手動で回転させて行い、磁気コンプトン散乱成分の分離は、MR 法で行った。あわせて、HR 法を試みたが、差分としての磁気成分が正常に得られなかった。原因は  $\lambda/4$  波長板による円偏光切り替えに伴い、直線偏光パラメータもわずかに変化したためと推察している。

#### 今後の展望

HR 法の不備を補うための LCS ガンマ線の直線偏光パラメータの測定は、別途検出器を設置すれば可能であるので、近日中に HR 法を実施する予定である。今後、円偏光切り替えを、たとえば Pockels Cell により電動化すれば、100 kHz までの高速反転が期待できる。こうした LCS 光源の特徴を活用すれば、従来の MR 法ではできなかった磁性現象が測定可能となり、またガンマ線光子数をさらに高めれば、交流磁場に伴う磁化の遅れなどが検出される、いわゆる交流磁化に対応するスピン成分磁化の交流特性も測定可能であると考えられる。この高速偏光切替え技法はコンプトン散乱実験に限らず、他の X 線散乱・吸収実験にも有効と思われる。