

MLFにおける偏極 ^3He 中性子スピフィルター開発 R&D of ^3He neutron spin filter in MLF

猪野 隆

KEK & J-PARC センター

^3He の原子核はスピに依存した大きな中性子吸収断面積を有する。これをスピ偏極した中性子スピフィルターは、各国の中性子施設や大学で開発及び利用が進められている。 ^3He 原子核のスピ偏極には、主としてスピ交換法 (spin exchange optical pumping or SEOP) あるいは準安定法 (meta-stability optical pumping or MEOP) が用いられる。どちらの手法でも、高強度レーザーを使った光ポンピングにより、まず電子(原子)がスピ偏極され、そのスピがスピ $1/2$ である ^3He 原子核に移行して、 ^3He ガスのスピ偏極が実現される。MLF では、SEOP による偏極 ^3He 中性子スピフィルターの開発及び利用を進展している。SEOP では、不対電子を持つアルカリ金属原子と ^3He ガス、そして光ポンピングのクエンチャー*として N_2 ガスをガラス製のセルに封入し、これに対して円偏光レーザーを照射して ^3He 原子核をスピ偏極させる。過去 10~20 年の間に、市販半導体レーザーの大強度化、外部共振器による発振波長調整技術の発展、新しいセル材料の発見、2 種のアルカリ金属元素を混合したスピ交換の高効率化などが実現され、 ^3He スピ偏極技術は飛躍的な進歩を遂げた。また、時を同じくして ^3He スピ偏極における物理についてもさまざまな研究から深い知見が得られている。一方、 ^3He スピ偏極が失われる機構についてはメカニズムの十分な理解が進んでおらず、 ^3He スピ偏極のさらなる高性能化を目指して研究が進められている。本発表では、 ^3He 原子核偏極技術及び MLF での偏極 ^3He 中性子スピフィルター開発について現状と今後について紹介する。

*クエンチャー: 光ポンピングで励起されたアルカリ金属の不対電子が基底状態に戻るとき不要な光子放出が起きないように N_2 ガスを添加する。