中性気体原子のレーザー冷却と液体ヘリウム中の原子・イオンのレーザー分光

森田　紀夫（助教授）

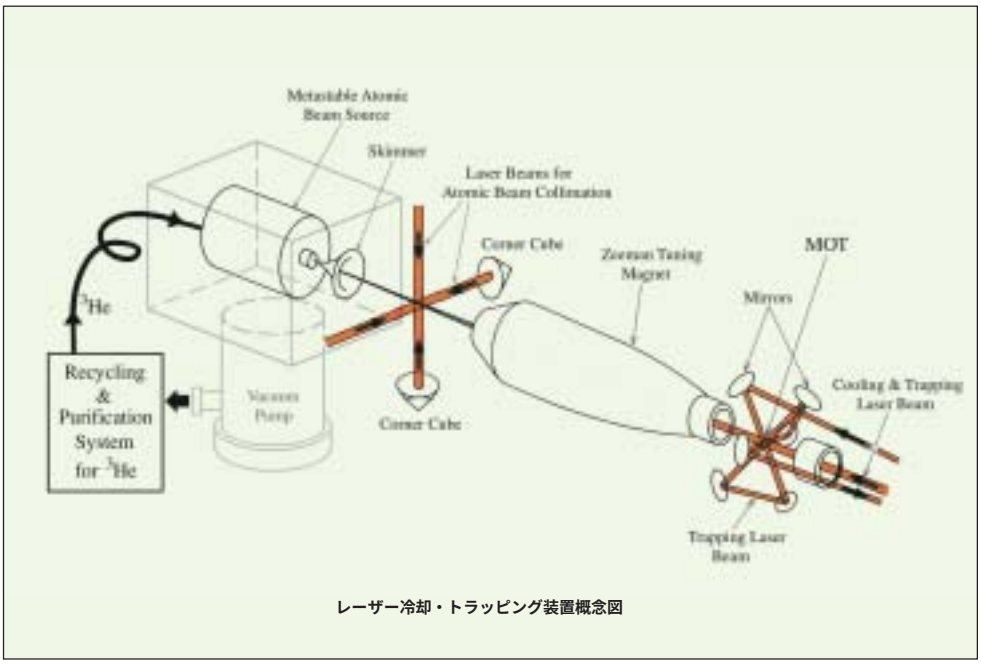
1974年東京大学理学部物理学科卒　1979年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士　東京大学物性研究所助手を経て現職
TEL: 0564-55-7321
FAX: 0564-54-2254
電子メール: morita@ims.ac.jp

[中性気体原子のレーザー冷却・トラッピングとその応用] 常温の気体原子は非常に速い速度（数百m/s）で空中を乱雑に動き回っており、通常そのような原子の位置や運動を制御することは極めて難しい。しかし、それらの原子にレーザー光をうまく照射してやると、原子の速度を著しく低下させることができ（数cm/s、温度で言えば数μK）、さらには、原子を空間中の狭い領域に閉じ込めたり自由に動かしたりすることが出来るようになる。このような手法をレーザー冷却およびレーザートラッピングと呼んでおり、本研究グループではこの手法で冷却された気体原子の挙動やその応用を研究している。極低温に冷却された気体原子は、常温の状態とは著しく異なった性質を帯びて来ることが期待される。例えば、原子のド・ブロイ波長が非常に長くなり、原子の「波」としての性質が巨視的なサイズで顕著に現われるようになる。このことから、原子を集光（？）するレンズや原子波の干渉計あるいは共振器というようなものが可能になって来る。また、ド・ブロイ波長が平均原子間隔より長くなると、ボーズ・アインシュタイン凝縮が起こることも期待される。一方、超低速化された原子の運動はレーザー光の作り出す僅かなポテンシャルエネルギーの変化にも強く影響されるので、原子の運動をレーザーによって自在に制御することが出来るようになる。このことは、衝突や固体表面での反応などをはじめとするさまざまな研究に対して幅広い応用性があると考えられる。

[液体ヘリウム中の原子・イオンのレーザー分光] 液体ヘリウム中に不純物原子を散在させると，その原子内の電子と周囲のヘリウム原子内の電子との反発力によってヘリウムの泡が作られ，不純物原子はその中に閉じ込められると考えられる。また不純物イオンの場合は，周りのヘリウム原子に対して強い分極作用を引き起こすために，イオンの周りに固体のヘリウムの氷の殻を形成することも予想される。このような状態の原子やイオンがどのような振る舞いをするかはそれ自身興味深いことであると同時に，それを調べることによって液体ヘリウム中の素励起などの性質も調べることが出来ると考えられる。このような興味から液体ヘリウム中の不純物原子・イオンのレーザー分光学的研究を行っている。

参考文献

1) M. Kumakura and N. Morita, “Laser trapping of metastable ^{3}He atoms: Isotopic difference in cold Penning collisions,” *Phys. Rev. Lett.* **82**, 2848 (1999).
2) Y. Moriwaki and N. Morita, “Ultraviolet Spectra of Mg in Liquid Helium,” *Eur. Phys. J. D* **5**, 53 (1999).



レーザー冷却・トラッピング装置概念図