

レーザー冷却：さらなる発展に向けて

光 永 正 治

(熊本大学)

私の大学では、毎年8月上旬にオープンキャンパスが開かれ、千人規模の県内外の高校生が見学を訪れて大学での研究とは何かを学んで帰る。私の研究室の演示は「ナトリウム原子のレーザー冷却」の実演だが、これがすこぶる評判が良い。真っ暗な実験室に縦横にレーザービームが走り、その中心の真空チャンバーの中で人だまのようにオレンジ色に光る物体が磁場のオンオフと共に浮かんだり消えたりするのを見て、「これが捕まえられたナトリウム原子です。温度は200 マイクロ度です」と説明されると、原理がまったく理解できない高校生でも、何かすごいことが起きているんだなあ、と思ってしまうようである。(実際にこれを見て感動して、熊大を志望し、私の研究室に来た学生もいた。)

このように、レーザー冷却というのは(超伝導のマイスナー効果で空中に浮かぶ磁石もそうだが)、最先端の物理トピックスの中でも、データや計測器の画面上でなく、実際に現物を肉眼で見せて、人を感動させることができる数少ない例のひとつであろう。私が1990年代初頭にSteven Chuのレーザー冷却の講演を見たときも、何かすごいことが始まろうとしているなという胎動のようなものを実感したものである。それからほどなくして、1995年には、理論の予測通りにボーズ・アインシュタイン凝縮(BEC)が実現され、この分野の裾野はさらに大きく広がった。その後のこの分野の繁栄は周知の通りで、雑誌や学会においても一大勢力を形成しており、話題の豊富さにおいても、高分解分光と原子時計、量子干渉効果、光記録と量子メモリー、アトムチップ、量子渦、スピノール BEC、超流動-Mott 絶縁体転移、光会合、Feshbach 共鳴、分子の BEC、フェルミ縮退、BEC-BCS クロスオーバー等々、近年ますます拡大の一途をたどる傾向にある。

ただ、応用、実用化の問題となると、光格子時計の例外を除けば、研究人口の割には豊富だとはいえないのが現状である。私にとって印象的な「夢をもたせてくれる」応用といえば、「原子光学」と「原子レーザー」であった。前者は、従来の光学系における光を原子波(ドブロイ波)で置き換えてしまおうというアイディアで、原子干渉計もこれにあたるだろう。後者は、BECを位相のそろった原子波として出力しようというものである。が、両者ともまだ実用化までには至っていない。この特集号で、レーザー冷却の現状とさらなる発展が見えてくることを、私自身も楽しみにしている。