

森田紀夫(助教授)

A-1) 専門領域：レーザー分光学、量子エレクトロニクス

A-2) 研究課題：

- a) 液体ヘリウム中の原子・イオンのレーザー分光
- b) ヘリウム原子のレーザー冷却・トラップの研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 液体ヘリウム中の原子・イオンのレーザー分光:液体ヘリウム中に注入された原子やイオンは泡を作ってその中に納まっていると考えられるが,それらの原子やイオンのスペクトルを測定することによって,そのような特殊な環境に置かれている原子やイオンの状態や泡の挙動,さらには液体ヘリウムそのものの性質を微視的に調べることが出来る。本年度は,以前の実験で得られた液体ヘリウム中のマグネシウム原子に関する結果の検証を行った。アルカリ土類原子は価電子を2個持つためアルカリ金属原子に比べてヘリウム原子との励起錯体(エキサイプレックス)を作り難いとされているが,以前の我々の実験では,超流動液体ヘリウム中にドーブしたマグネシウム原子に関し,その $3p$ 励起状態において $Mg(3p)He_{10}$ なる励起錯体が形成されているという結論を出した。しかし,当然ながらこれには異論が唱えられたため,今回これの検証を目的として,低温ヘリウムガス中($\sim 10\text{ K}$)のマグネシウム原子のスペクトルを測定した。その結果得られたスペクトルは,理論計算から求めた $Mg(3p)He_{10}$ のスペクトルと極めて良い一致を示した。これにより,少なくともマグネシウム原子に於いては,励起されていないもう一つの価電子($3s$ 電子)の存在にもかかわらず,それに阻害されることなくアルカリ原子と同様に励起錯体を形成できることが確かめられた。同様のことは液体ヘリウムの泡の中でも当然可能と考えられるので,以前の液体ヘリウム中のマグネシウム原子に関する我々の実験の結論は確かめられたと言える。
- b) ヘリウム原子のレーザー冷却・トラップの研究:本年は昨年までに製作した新しい装置の性能を検証した。原子線源から出た準安定ヘリウム原子線は直ちにレーザーによって横方向の速度を減じてコリメートする必要があるが,本装置ではその目的のために縦横5個ずつ合計10個の直径10 cmのコーナーキューブプリズム列を用いて,ビーム軸に沿って長さ30 cmにわたってコリメートする。このコリメート系の特性を実際に測定してみた結果,シミュレーションの結果と同様の極めて良い性能を示すことが分かった。これにより,以前の装置の場合よりも飛躍的に高い原子線強度が得られるものと期待される。

B-6) 受賞、表彰

森田紀夫, 松尾学術賞 (1998).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

応用物理学会量子エレクトロニクス研究会幹事 (1984-1987).

C) 研究活動の課題と展望

液体ヘリウム中の原子・イオンのレーザー分光については、フォノンサイドバンドの観測を圧力や温度など様々なパラメーターを変えて行い、その特性を明らかにして行きたい。ヘリウム原子のレーザー冷却・トラップについては、準安定ヘリウム原子気体におけるボーズ凝縮の実現を目指したい。さらに、ヘリウム-3とヘリウム-4の混合気体の冷却も行い、ボーズ・フェルミ両気体の混合状態の物性なども調べたい。