

「量子情報処理システムの実現を目指した新技術の創出」

平成15年度採択研究代表者

高橋 義朗

(京都大学大学院理学研究科 助教授)

「原子アンサンブルを用いた量子情報処理の基盤技術開発」

1. 研究実施の概要

本研究は原子アンサンブルを用いた量子情報処理を実現することを目標に、様々な基盤技術の開発研究を行うことを目的としている。

まず第一のアプローチとして、原子気体のボース・アインシュタイン凝縮体やフェルミ縮退状態、さらには分子のボース凝縮体などの多様な量子縮退原子集団を対象とし、強相関量子多体系の量子シミュレーションを行うことを計画している。本年度は特に、光格子中への冷却原子の導入技術の開発をはじめとする量子シミュレーションにおいて必要となる様々な超低温原子操作技術の開発を行い、今後は様々な量子縮退原子集団において強相関系を実現し量子情報処理への応用を目指していく。

第二のアプローチとして、ボース凝縮体のような特殊な系が持つ性質をあえて利用しないやりかたで、量子もつれあい状態を生成することを試みることを計画している。これはひとえに、固体への拡張を念頭においているが故である。本年度は、真空スクイーズド状態を電磁誘起透明化を用いて超低速度伝搬させることに成功している。つまり光の連続量についてはそれを原子スピン系に保存し再生するまで秒読みの状態となっている。さらにここに来て、単一光子と原子アンサンブルとの相互作用を実験出来る状況が出てきた。今後は、本プロジェクトにおいて、単一光子の保存再生や、それを利用した量子情報処理を目指していく。

また、光子対は量子相関の非局所性の検証、量子テレポーテーション、量子暗号などに利用される非常に重要な要素である。そこで、第三のアプローチとして、偏光選択性二光子吸収を用いた光子対の生成を計画している。本年度は、偏光選択性2光子吸収とコヒーレント光の相互作用についての理論的考察とルビジウム原子のS-S間遷移を用いた実験の準備を行い、今後これをもとに光子対生成の実現を目指していく。

2. 研究実施体制

高橋グループ

- ① 研究分担グループ長：高橋義朗（京都大学大学院理学研究科、助教授）
- ② 研究項目：量子縮退原子集団を用いた量子情報処理の基礎研究

- 光格子への冷却原子の導入
- 散乱長制御可能なイッテルビウム原子3重項状態への原子の励起
- 高次量子渦の生成

上妻グループ

- ③ 研究分担グループ長：上妻 幹男（東京工業大学 大学院理工学研究科、助教授）
- ④ 研究項目： 希薄な原子集団を用いた量子情報処理
 - 真空スクイズド状態の電磁誘起透明化を用いた超低速度伝搬
 - パラメトリック過程を利用した非古典的な相関を持つ光子対の生成と、その原子との相互作用による遅延

北野グループ

- ⑤ 研究分担グループ長：北野 正雄（京都大学工学研究科、教授）
- ⑥ 研究項目：偏光選択性2光子吸収による光子対の生成
 - 偏光選択性2光子吸収とコヒーレント光の相互作用についての理論的考察
 - RbのS-S間遷移を用いた実験の準備
 - 実験条件（パラメータ）の考察
 - 780nmレーザの準備