

大学院工学研究科・物理工学専攻（工学部・物理工学科）

量子光学・レーザー分光グループ

スタッフ：熊倉 光孝（准教授）

研究テーマ

原子光学・レーザー冷却技術の開拓と原子物理・精密計測への応用

- ・ 絶対周波数安定化した狭帯域レーザーを用いた原子の運動制御・冷却
- ・ 極低温原子気体、量子縮退原子気体の基礎物理と応用の開拓

要素技術・開発内容

レーザー計測・分光、超高真空、エレクトロニクス、電磁場制御

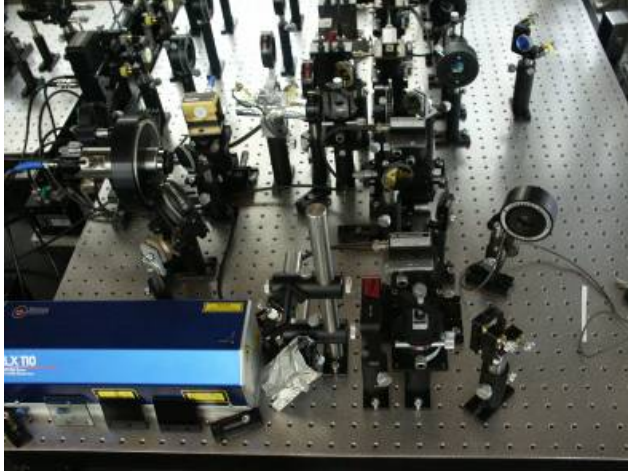
- ・ 周波数線幅 < 100 kHz の周波数安定化半導体レーザー光源の開発
（光帰還法、非線形光学効果、安定化共振器、相関分光など）
- ・ 連続発振レーザーの絶対周波数安定化（飽和吸収分光、FM分光）
- ・ 超高真空装置（ $\sim 10^{-11}$ Torr）
- ・ 原子密度の時間分解イメージング測定装置（高速画像取込・処理）
- ・ 磁気トラップ装置の開発
（300Aの磁場発生コイル・高速制御エレクトロニクス）

教育

物理に基づく確かな理解・分析力と、応用展開・問題解決力の育成

- ・ 専門分野
量子力学、原子物理学、電磁気学・光学、統計物理学
- ・ 講義・ゼミ内容
物質と光の相互作用、量子エレクトロニクス、レーザー冷却・トラップ、原子物理学、量子統計理論
- ・ PBL（Project Based Learning）で実施した学習テーマ
極低温原子磁気トラップの数値シミュレーションによる設計
周波数安定化半導体レーザーシステムの製作
遅延自己ヘテロダイン法によるレーザー周波数線幅の測定

Rb原子のレーザー冷却・ボース凝縮体生成装置

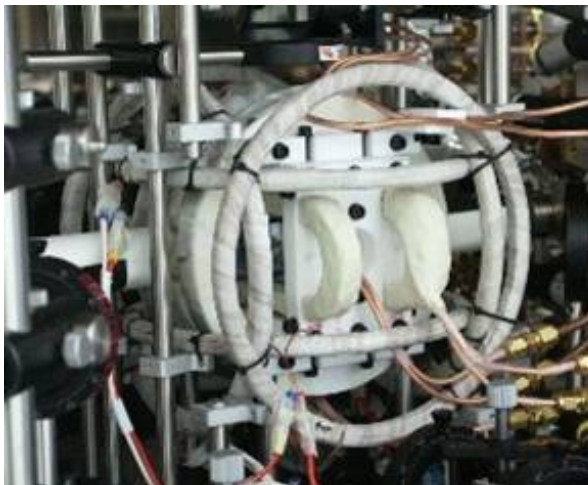


レーザー周波数安定化システム

波長780 nmのレーザー光 (1 W) を、吸収飽和分光とFM分光により1 MHz程度の線幅にまで狭窄化。一台の光源からのレーザー光を4本に分岐し、それぞれの周波数と強度を音響光学変調器で制御して、Rb原子のレーザー冷却、イメージング計測に利用している。

Rb原子の磁気光学トラップ

原子の共鳴から精密に周波数制御されたレーザー光と四重極磁場を組み合わせ、Rb原子をmK以下の温度にまで冷却し、真空中に保持(トラップ)することができる。右図のガラスセル(真空容器)中で光っている部分が、トラップされた温度 ~ 1 mK、原子数 8×10^8 個の極低温Rb原子気体である。



極低温Rb原子の磁気トラップ装置

mK以下の温度にまでレーザー冷却したRb原子を、300 A程度の電流によって発生させた不均一磁場によって超高真空中にトラップする。閉込磁場は、中心磁場 ~ 1.9 Gで、動径方向 171 G/cm、軸方向 205 G/cm² の磁気勾配によってトラップ中心に極低温原子を保持する。