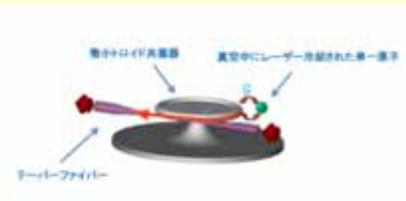


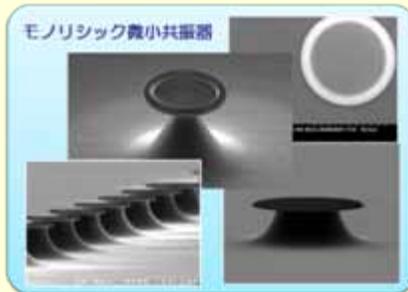
My main interest is in the construction of a theoretical framework for describing non-equilibrium phenomena. Attempts to construct theories of non-equilibrium thermodynamics and statistical mechanics began more than one-hundred years ago, but it is fair to say that these fields are still in their infancy, and the seminal discoveries that will shape their futures have yet to be made. I am presently particularly interested in constructing a formalism for non-equilibrium steady states and extending fluctuation theorems to regimes far from equilibrium. In addition, I am attempting to apply such ideas to the study of biological systems and the earth's climate.

我々が目にする自然現象の殆どはマクロスケールにおいて動的振る舞いを示す非平衡現象です。人間にとって最も親しみのあるものにもかかわらず、非平衡現象を記述する普遍的な理論は現在存在せず、実際のところその実現はまだまだ遠い夢です。今までの、非平衡現象を対象にする理論では、平衡統計力学・熱力学で用いられる概念や扱ひ方を一般化した試みが多く、平衡状態についての描写を少しずつ非平衡の世界に広げることには成功していますが、非平衡現象の特色を明らかにする上では、こういった進め方が最も有効とは思えません。私は、実験的、解析的、数値的な方法を利用して、非平衡現象でしか見られない創発的挙動の発見、そしてその記述を求め、非平衡現象についての普遍的な枠組みの構成を目標とする研究プログラムを行っています。

私の研究では、特にナノスケールの系を対象に、光と物質が強くコヒーレントに相互作用する系を実現し、そこで起こるさまざまな量子現象について研究していきます。すなわち、モード体積が非常に小さくかつQ値が非常に高い光共振器に光を閉じ込め、その光に物質の電子遷移に伴う分極を選択的に結合させることで、光と物質の相互作用を極限まで増強し、通常の系ではさまざまな緩和過程に隠れて見えないような、純粋に光と物質のコヒーレントな相互作用に支配される系のダイナミクスや光学応答を観測します。またこのような系では、光の量子性が顕著に現れる単一光子レベルの微弱光に対しても大きな非線形光学応答を示し、非古典的な光の状態が生成できることも期待されます。



トローイッド型微小光共振器と単一原子が強く結合した系の概念図



実験装置



電話番号: 075-753-3847 (居室 理学部5号館 541号室) 075-753-3766 (実験室 プラズマ実験棟 B11)

「重力・重力波物理学」を研究テーマにし、重力の測定と重力波の観測を通じて、時空の成り立ち、宇宙の始まり、高エネルギー天文現象などに対する知見を得ることを目指しています。一般相対性理論によると、重力は、質量の周りの時空の歪みと解釈され、その歪みの変動が波として伝播するものが重力波と呼ばれます。従って、重力・重力波を測定・観測することは、時空の構造そのものを直接調べることになります。

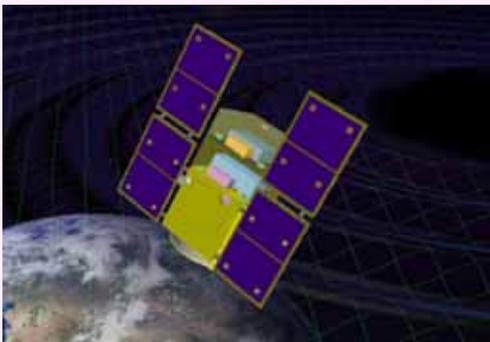
・重力と余剰次元

現在の物理学においては、なぜ重力だけが他の力と比較して圧倒的に弱いのか、ということが問題になっています。その一つの説明として、通常の4次元以外の隠された次元があり、重力は、その「余剰次元」にも伝播するため、見掛け上弱くなっているのだ、という理論が提唱されています。この効果は、0.1mm程度の比較的大きな距離でも起こり得る、ということが示唆されています。当研究室では、重力を測定することで、この余剰次元を直接調べることを目指しています。

・重力波と新しい天文学

重力波は、連星中性子星やブラックホールの合体、超新星爆発など、宇宙の中でも最も激しい天文現象や、初期宇宙から放射されます。重力波は非常に高い透過力を持つため、これらの天文現象や、初期宇宙の様子を直接観測する手段として期待されています。現在、国内外で基線長300mや4kmといった大型の重力波検出器が完成しており、感度の向上が図られています。順調に進めば、6年後頃には、重力波は直接観測されている見込みです。また、重力波望遠鏡を宇宙に打ち上げる計画もあります。当研究室では、地上重力波検出器や、人工衛星を用いた重力波望遠鏡の研究と開発を行っています。

小型重力波観測衛星DPFの概念図



微小距離重力の測定装置

