

熱平衡状態とはなにか？

量子力学からのアプローチ

田崎 晴明

「発表スライドのルール」研究会

何を話すか？

マクロ系の熱平衡状態

- 熱平衡はマクロ系のマクロな性質
- 単一の量子系が平衡状態を記述しうる

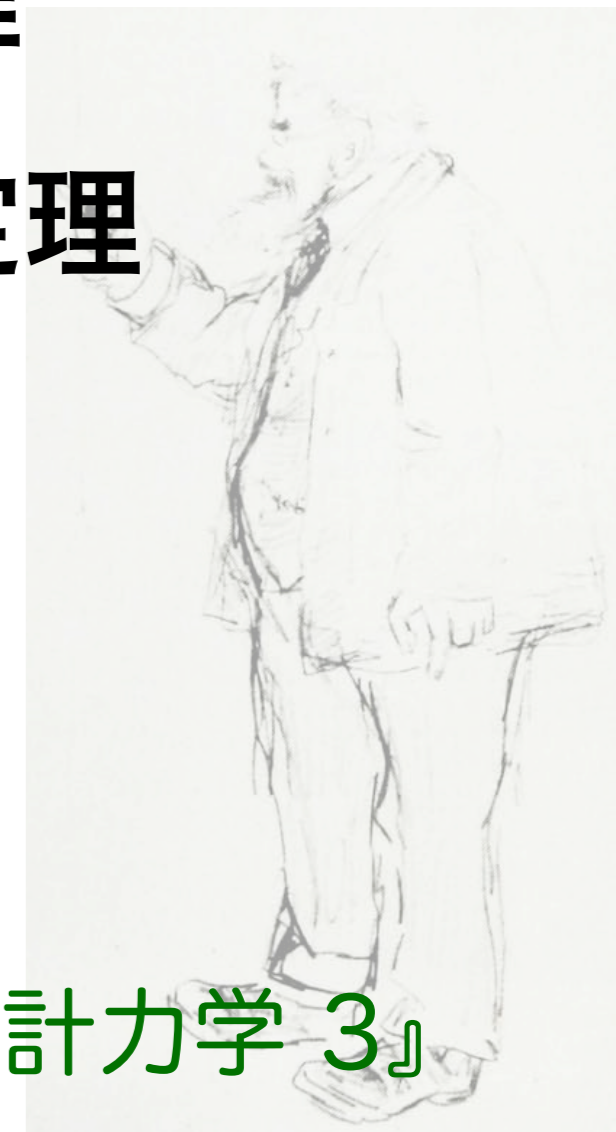
マクロ系で平衡状態への緩和

- 孤立した量子系のユニタリー時間発展によって熱平衡状態への緩和が記述できる
- 時間スケールの問題は全く未解決の難問

当たり前に見える経験事実が量子多体系の難問！

目次

- そもそも熱平衡状態とは何か？
- 孤立した量子系という設定
- 熱平衡状態の典型性についての定理
- 典型的な状態への緩和についての定理
- まとめと展望



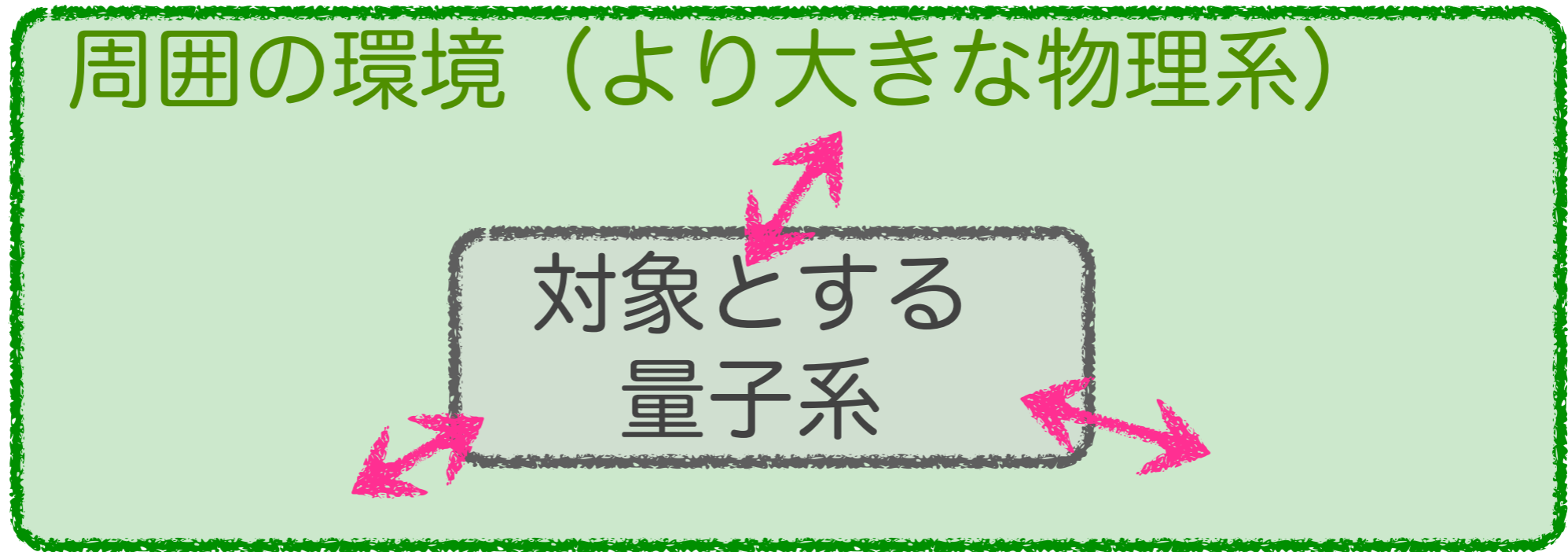
目次

- そもそも熱平衡状態とは何か？
- **孤立した量子系という設定**
- 熱平衡状態の典型性についての定理
- 典型的な状態への緩和についての定理
- まとめと展望

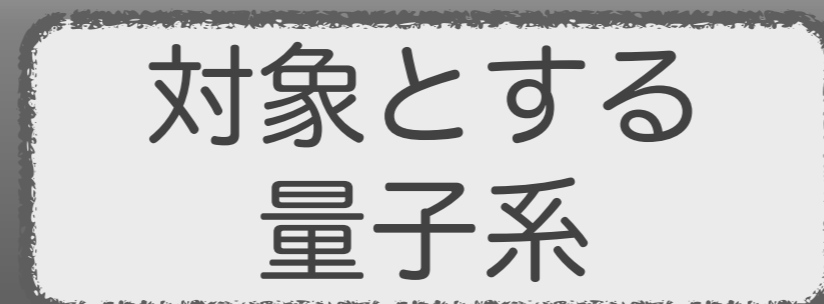


設定についての注意

通常の (現実的な) 設定



われわれの (明らかに非現実的な) 設定



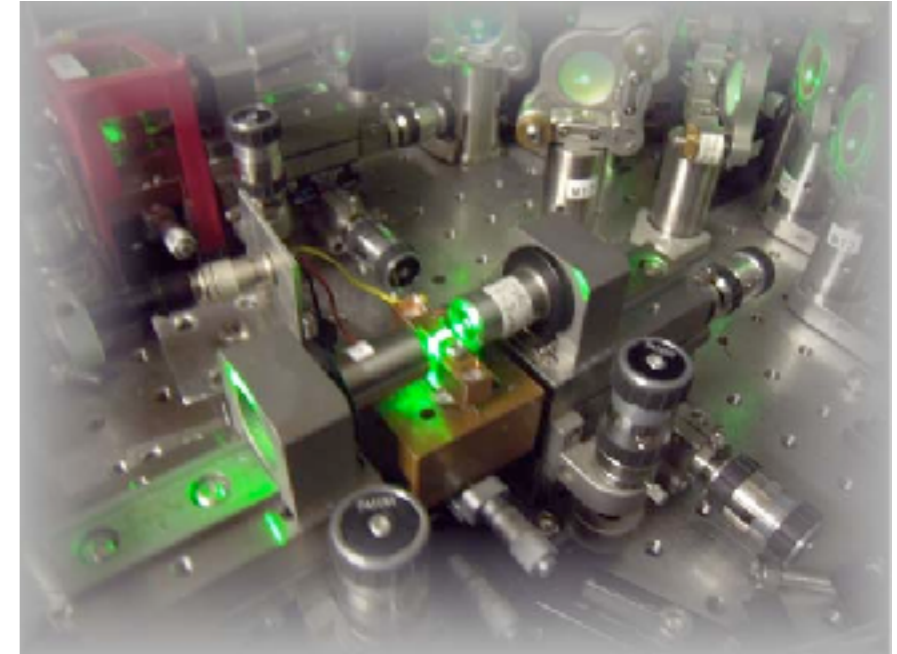
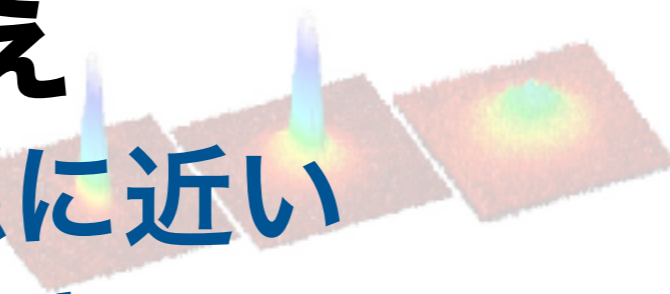
外界から完全に孤立

なぜ孤立量子系か？

普通の（今風の）答え

冷却原子系で、理想に近い
孤立量子系が実現できる

10^7 個の原子集団を 10^{-7} K に冷却

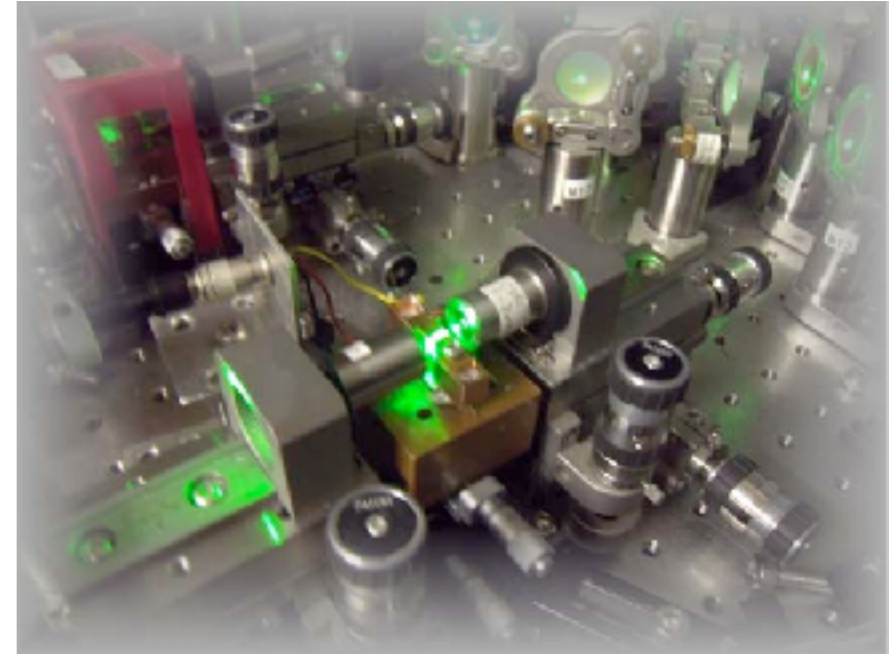


なぜ孤立量子系か？

普通の（今風の）答え

冷却原子系で、理想に近い
孤立量子系が実現できる

10^7 個の原子集団を 10^{-7} K に冷却



私の（今風でない）答え

これは基礎的な研究で、まだ実際の応用からは限りなく遠い

孤立系では何がおこりえて、何がおこりえないのかをまず知りたい

その上で、必要に応じて、環境との相互作用が果たす役割を研究しよう

まとめと展望

- **平衡状態 = 「マクロな系でのありふれた状態の共通の性質」という病像に基づき、孤立量子系の平衡状態を議論した**
- **ミクロカノニカル部分空間のほとんど全ての純粋状態は（似通っており）平衡状態を表す**
- **エネルギー固有状態熱化仮説 (ETH) を認めれば平衡状態への緩和は理解できるが、緩和の時間スケールはわからない**

まとめと展望

- **平衡状態 = 「マクロな系でのありふれた状態の共通の性質」という病像に基づき、孤立量子系の平衡状態を議論した**
- **ミクロカノニカル部分空間のほとんど全ての純粋状態は（似通っており）平衡状態を表す**
- **エネルギー固有状態熱化仮説 (ETH) を認めれば平衡状態への緩和は理解できるが、緩和の時間スケールはわからない**

次世代の難問！！