

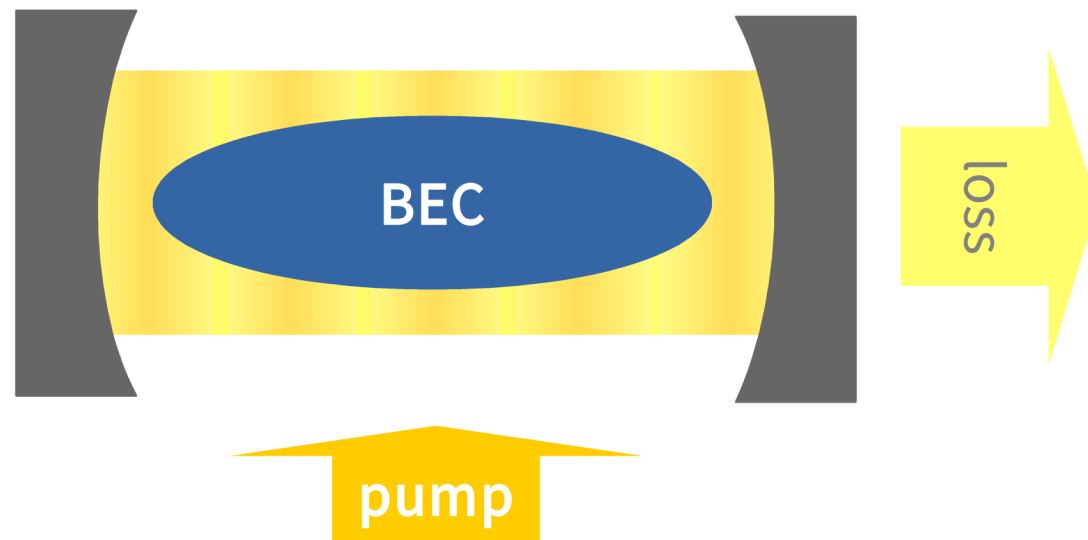
冷却原子 – 共振器系における Dicke 転移の解析

早稲田大学 基幹理工学研究科 電子物理システム学専攻

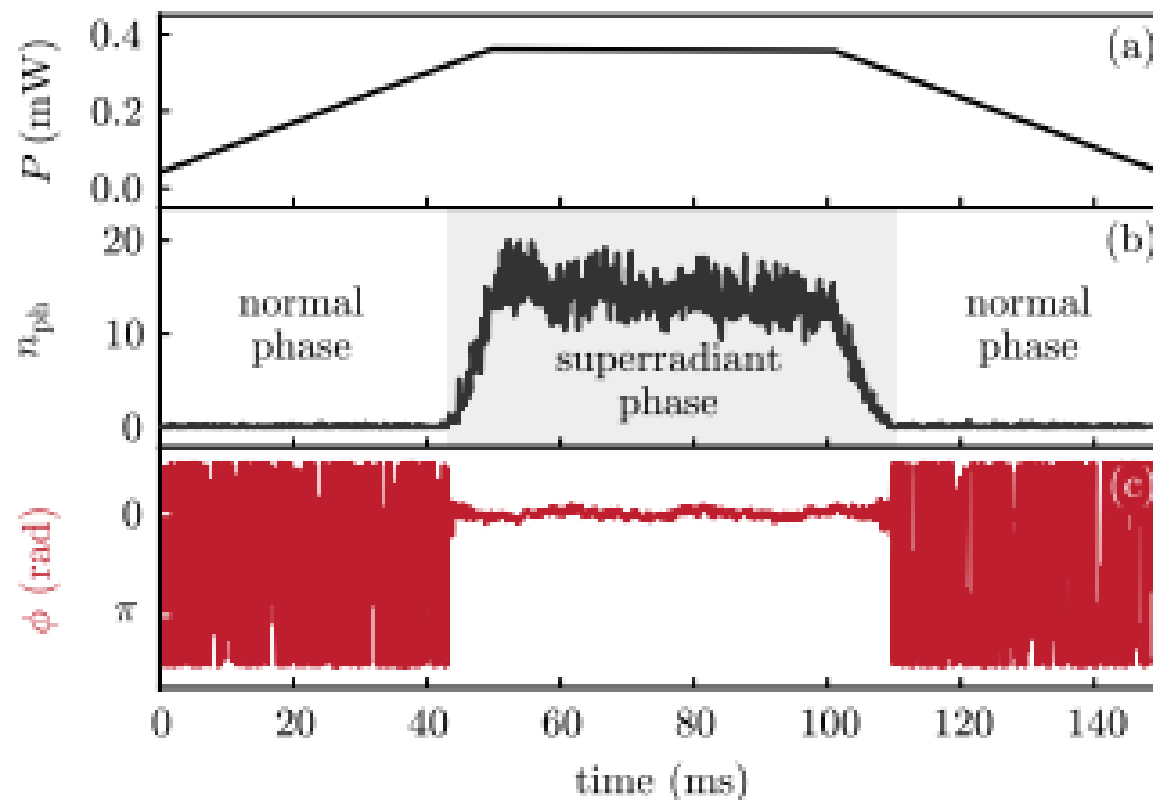
今井 良輔, 山中 由也

Cavity 内に Bose 凝縮をした原子集団を入れる (cQED-BEC)

- 量子化された電磁場（共振器）と凝縮体が相互作用する系
- 実験で実現 [F. Brennecke, nature (2007)]
- 外部レーザーによる駆動とフォトンの散逸がある



実験 : K. Baumann, PRL 107 (2011)



原子と電磁場の結合を強める



超放射転移

モデル化

原子 + 共振器モードの相互作用を含んだ複雑な系

から有効ハミルトニアンを導出…

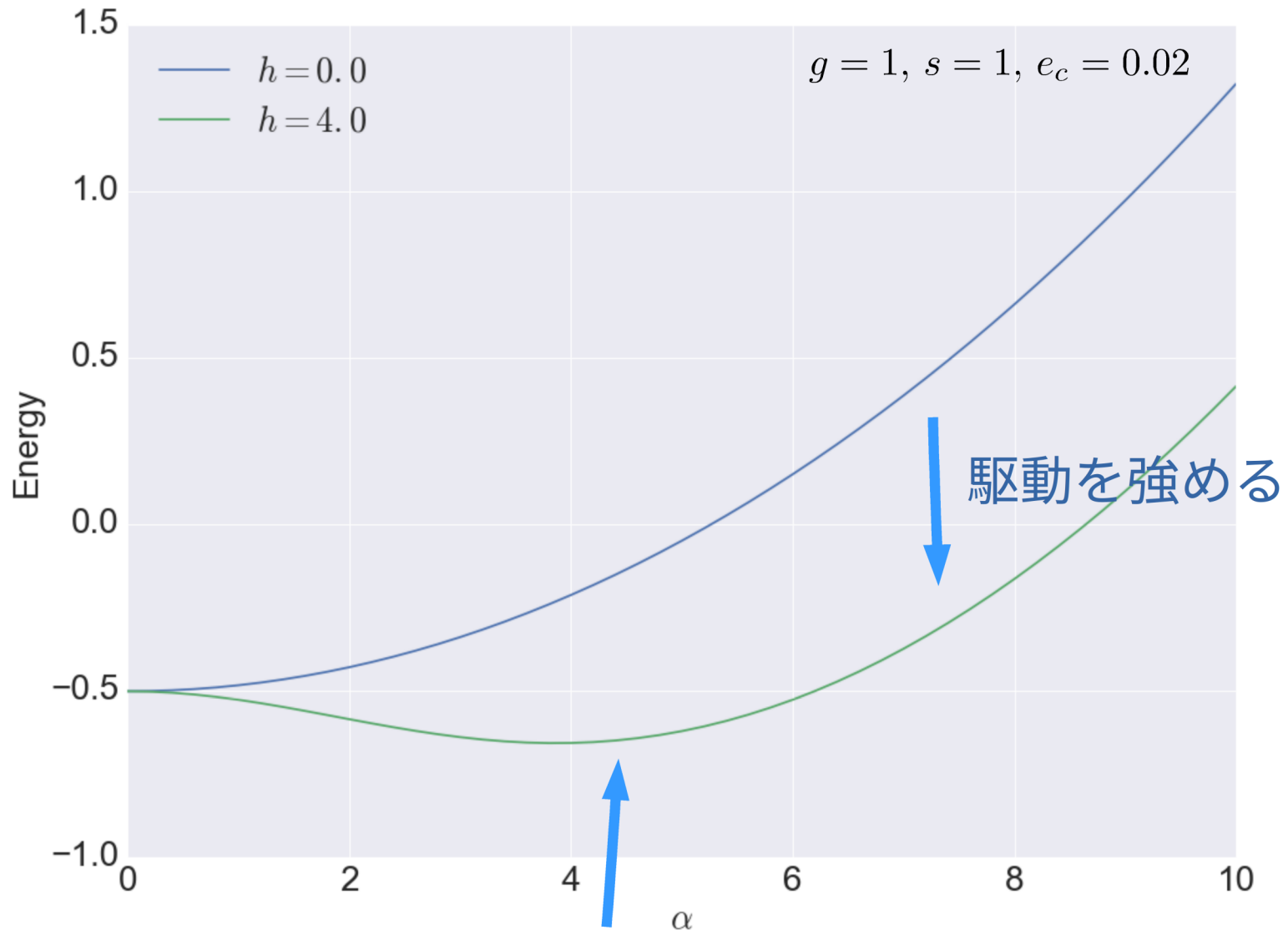
- 射影演算子法
- Van Hove 極限

$$H(t) = -\hbar\Delta_c a^\dagger(t)a(t) + \int dx \psi^\dagger(x,t) \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \mu + \frac{g}{2} \psi^\dagger(x,t)\psi(x,t) \right. \\ \left. + \frac{\hbar}{\Delta_a} \left\{ h^2 + \sqrt{\frac{2}{L}} h s \sin(x) (a(t) + a^\dagger(t)) + \frac{2s^2}{L} \sin^2(x) a^\dagger(t)a(t) \right\} \right] \psi(x,t)$$

空間依存性を取り入れたハミルトニアン

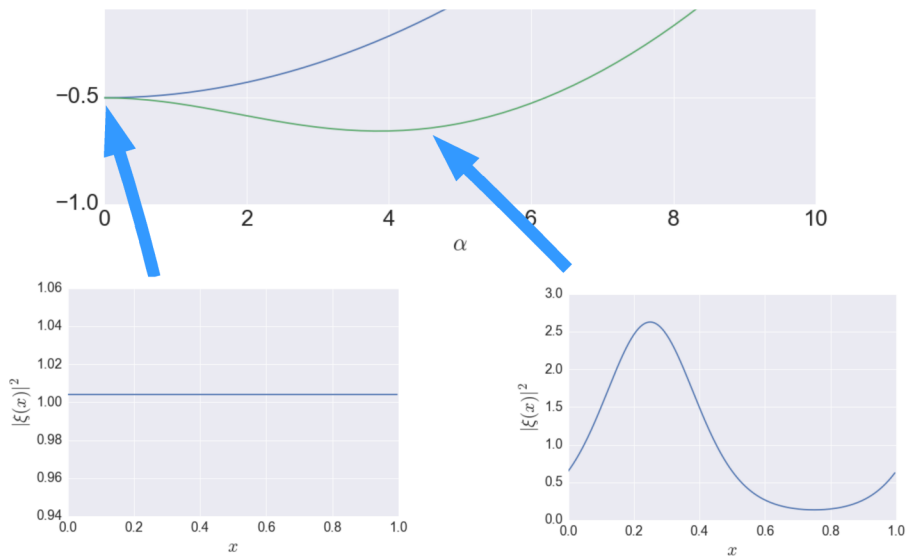
→ 2準位系を超えた解析へ

古典場解析による Dicke 転移の解釈



古典場解析の結果：

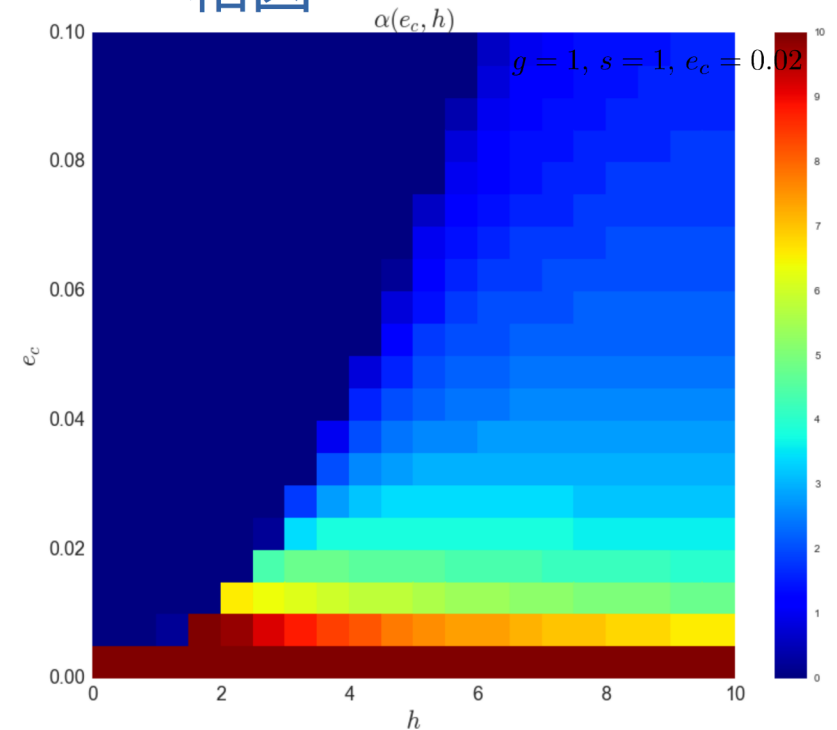
Dicke 転移と超流動 - 超固体相転移 の対応



通常相 = 一様解
(超流動相)

超放射相 = 周期解
(超固体相)

相図



詳しくはポスターで！