

p-17

cis-polyacetylene の巨視的量子核形成における トンネル現象

近畿大学 理工学部 数学物理学科 小川 伸一郎, 中原 幹夫
京都大学 理学研究科 物理学 大見 哲巨

Abstract

結合した boson-fermion 系におけるトンネル現象の例として, *cis-polyacetylene* における準安定相 (*trans-cisoid*) の安定相 (*cis-transoid*) への崩壊を考える. サイズが無限大で絶対零度の系では, これは準安定相の中に安定相の "島" を量子的に形成して起ると考えられる. 本発表ではこの "量子核形成" を WKB 近似の範囲で解析する.

cis-polyacetylene を記述する Hamiltonian は

$$H = \int dx \left[\frac{\dot{\Delta}^2(x)}{\omega_Q^2 \pi v_F \lambda^2} + \frac{\Delta^2(x)}{\pi v_F \lambda} + \sigma_s \Psi_s^\dagger(x) \{-i v_F \partial_x + [\Delta(x) + \Delta_e] \sigma_1\} \Psi_s(x) \right]$$

で与えられる. $\Delta_e > 0$ は安定相と準安定相の間にエネルギー差をもたらす. $\Delta(x)$ が一定値 Δ_0 のとき, 系のエネルギーが極小になるとすると, $\Delta_0 > 0$ の解が安定相で, $\Delta_0 < 0$ の解が準安定相である. これらの解を結ぶ $\Delta(x)$ として, polaron 解

$$\Delta(x; x_0, k_0) = \Delta_0 - k_0 v_F \{ \tanh [k_0(x + x_0)] - \tanh [k_0(x - x_0)] \}$$

を考える. ここに, $\Delta_0 < 0$ で, $k_0 > 0, x_0 < 0$ は polaron のプロファイルを表わすパラメーターである. 我々は任意のプロファイルにおいて, そのエネルギーを求めた. 本発表ではこれをポテンシャルとし, $\int \dot{\Delta}^2(x) dx$ を運動エネルギーとするトンネル問題を数値的に解く. すなわち, ポテンシャルエネルギー = 0 の等高線上の各点を通るトンネル経路を求め, その経路に付随するトンネル確率を WKB 近似で解析する.

本発表ではこの導出過程の詳細と, トンネル確率がある点に集中しておりトンネル現象は1次元的とみなされるのか, それとも経路の空間の中である程度の幅を持っており, 本質的に2次元の現象かなどについて議論する. また, 仮想束縛状態を考慮した量子的核形成のトンネル経路についても議論する.