

量子系ダイナミクスの一般的性質と量子測定の射影仮説とから、量子不安定系が崩壊したか否かを頻繁に測定すると不安定系の崩壊が抑制されるという結論が導かれ、量子ゼノ効果と呼ばれている。また、条件によっては頻繁な測定により不安定系の崩壊が促進される場合もあり、量子逆ゼノ効果と呼ばれている。従来のゼノ効果・逆ゼノ効果の議論では、測定器が崩壊を高効率で検出できることが仮定されていた。何故なら、非効率的な測定では、ゼノ効果・逆ゼノ効果を誘起しにくいと予想される為である。

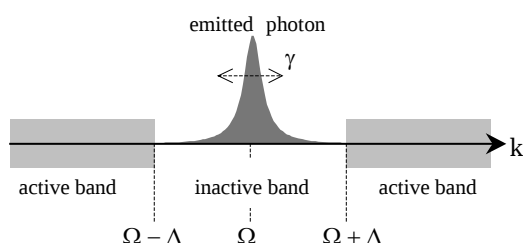


図1: フォトンの線幅と検出エネルギーバンドとの関係. Δ , γ ならば、ほぼ完全に不活性バンド中に光子は放出される.

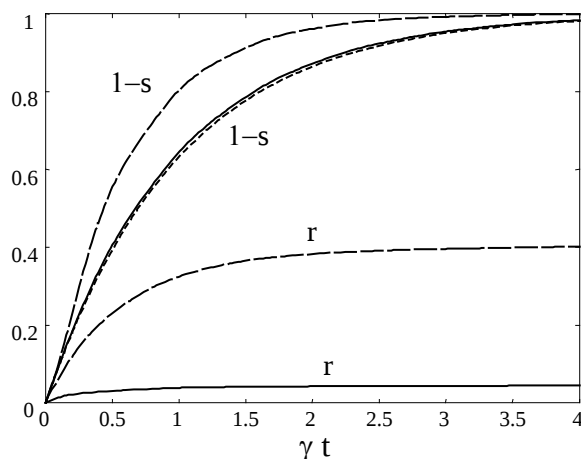


図2: 原子崩壊確率(1-s)と光子検出確率(r)の時間発展. 実線は検出器の応答が速い場合、破線は遅い場合. 点線は測定されない場合の崩壊確率.

が得られる。ところが、応答が速い場合には、原子の崩壊は大きく促進され、光子検出確率が著しく向上することが分かる。即ち、“偽”測定でも測定器の応答が速ければ逆ゼノ効果を引き起こすことが可能である。この現象は、 $t < \Delta^{-1}$ の間だけ仮想的に放出される光子を測定によって“固定”することによって、新しい崩壊チャンネルが作られた、と直感的に理解することができる。

本講演では、測定装置が被測定系と殆ど相互作用しておらず、従って、被測定系の崩壊を殆ど検出できないと予想される“偽”測定について議論する。より具体的には、輻射崩壊する励起原子に対して、崩壊に伴って放出される光子を検出することによって原子の崩壊を測定しようと試みるが、放出される光子のエネルギーが光子検出器の検出エネルギーバンドから外れている状況を議論する。図1で、 Δ (不活性バンド幅) γ (自然放出幅) となっていれば、測定器は殆ど光子を検出できず ($\Delta = 10\gamma$ の場合、3.2%の光子しか活性バンドに入らない) 崩壊ダイナミクスは“偽”測定の影響を殆ど受けないものと予想される。

図2に、原子の崩壊確率(1-s)と測定器が光子を検出する確率(r)の時間発展を示した。実線は検出器の応答が遅い場合の結果、破線は検出器の応答が速い場合の結果である。応答が遅い場合には、原子の崩壊は測定なしの場合(図中の細点線)と殆ど変わらず、光子が殆ど検出されない、という予想通りの結果