

## ビームスプリッターによる量子もつれの生成

発表者: 池田 英之  
指導教官: 賀数 清孝

目的: 2粒子系において、2つの出力モードを A,B とするときの2つの状態ベクトル  $|\psi\rangle_{AB}$  が状態ベクトルの直積で表現できないときを量子もつれの状態という。場が、単一光子状態とコヒーレント状態の場合のウィグナー関数を図示し、またそれらの状態ベクトルをハーフビームスプリッターに入射させるときの出力の状態ベクトルが直積の和で書けることから量子もつれの状態を生成できることを示す。

光子数状態に代わって、振幅や位相もよく決まった波を表す状態が、コヒーレント状態である。消滅演算子  $\hat{a}$  の固有状態 (コヒーレント状態)  $|\alpha\rangle$  と固有値  $\alpha$  は

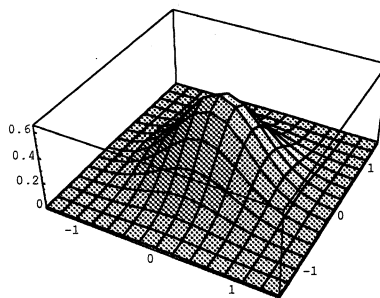
$$\hat{a}|\alpha\rangle = \alpha|\alpha\rangle$$

の関係から求められる。 $\alpha$  は複素数である。そのため、このコヒーレント状態  $|\alpha\rangle$  は直交系を作らない。

粒子が運動量  $p$  を持ち、位置  $x$  に見出される確率分布を表すウィグナー関数を考える。ウィグナー関数とは (密度演算子  $\hat{\rho}$  は状態ベクトル  $|\psi\rangle$  用いて、 $\hat{\rho}=|\psi\rangle\langle\psi|$ )

$$W(x, p) \equiv \frac{1}{2\pi\hbar} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \exp\left(-\frac{i}{\hbar} p\xi\right) \left\langle x + \frac{1}{2}\xi \left| \hat{\rho} \right| x - \frac{1}{2}\xi \right\rangle$$

で表される。



ハーフビームスプリッターとは  $\frac{1}{2}$  の確率で粒子を反射するか、もしくは透過する装置である。この装置に単一光子状態  $|1\rangle$  及びコヒーレント状態  $|\alpha\rangle$  を入射させたときのそれぞれの出力状態を発表の際に示す。

コヒーレント状態では、全ての物理量が不確定であるのに対し、光子数状態はエネルギー固有状態である。純粋に量子力学的状態である。以上よりハーフビームスプリッターへエネルギー固有状態を入力させると2者間の量子もつれの状態が生成可能である。