NO. 7

DATE

問1. (i) $[\hat{x}, \hat{p}]f = (\hat{x}\hat{p} - \hat{p}\hat{x})f$

（f：任意の微分可能関数）

$= \hat{x}(\hat{p}f) - \hat{p}(\hat{x}f)$

$= x\left(-i\hbar\frac{d}{dx}f\right) - \left(-i\hbar\frac{d}{dx}\right)\cdot xf$

ここで、

$\frac{d}{dx}f = \dot{f}$ と表すと、

（上式）$= -i\hbar x\dot{f} + i\hbar f + i\hbar x\dot{f}$

$= i\hbar f$

$\therefore [\hat{x}, \hat{p}]f = i\hbar f \quad \therefore [\hat{x}, \hat{p}] = i\hbar$ //

(ii) (i)の式は2つの演算子 $\hat{x}$, $\hat{p}$ が表す物理量が不可換であることを意味し、これは量子力学における不確定性原理に関連する。

古典物理学においては演算子は可換である。

（$[A, B] = 0$ つまり AにBを作用させた結果とBにAを作用させた結果は $AB = BA$ で等しい）

このことは、2つの演算子で表される物理量は観測時に双方に対して確定値を与えることができる。

ある時刻t⇨で物質Aの位置と速度を同時に求めることができること。

量子力学では一般に $[A, B] = i\hbar C$（C：定数、$C \neq 0$）で不可換。よって同時に2物理量の確定値を得ることはできない。（たとえば、粒子に対して同時に位置と運動量を決定できない）

(i)の式の意味はこの不確定性である。 //

⇦t 時刻t

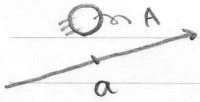


表 ○○ 速度v 位置aにいる （v, aは確定値）

（短かく解答すれば、

「古典力学では $[\hat{x}, \hat{p}] = 0$ で $\hat{x}$, $\hat{p}$ は可換だが、量子力学では $[\hat{x}, \hat{p}] \neq 0$ で不可換であり、これは2つの演算子 $\hat{x}$, $\hat{p}$ で表される物理量が同時に確定値を得ることはできないことを意味する。」

です。）

KOKUYO