

量子力学 I 演習 問題 (第 3 回)

樋口 さぶろお*

1996 年 5 月 2 日

[3-1] 運動量表示の波動関数

テキストの問題 1-4[4] を参照せよ. 規格化された波動関数

$$(1) \quad \psi(x) = (2\pi\hbar)^{-1/2} \int_{-\infty}^{\infty} dp \phi(p) \exp(ipx/\hbar)$$

を考える. 関数 $\phi(p)$ を, 波動関数 ψ であらわされる状態の, 運動量表示の波動関数という.

1. 運動量の期待値 $\langle \psi | -i\hbar(d/dx) | \psi \rangle$ を (p の一重積分の形に) 求めよ.
2. 位置の期待値 $\langle \psi | x | \psi \rangle$ を (p の一重積分の形に) 求めよ.
3. 位置表示の波動関数 $\psi_k(x) = \exp(ikx)$ を運動量表示にせよ.

上の過程で, おそらく, δ -関数の積分表示 (テキストの問題 1-5[4] 参照)

$$(2) \quad \delta(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} dp \exp(ipx)$$

および δ -関数の性質

$$(3) \quad \int_{-\infty}^{\infty} dx \delta(x - x_0) f(x) = f(x_0) \quad (f \text{ は任意の関数})$$

を用いることになるだろう.

参考文献

- [1] 中嶋, 吉岡, 例解 量子力学演習, 物理入門コース / 演習 3 (1991) 岩波書店.
- [2] 中嶋, 量子力学 II, 物理入門コース 6 岩波書店.
- [3] L. I. Schiff, *Quantum Mechanics*, 3rd edition, McGraw-Hill (1968). 訳書は吉岡書店.
- [4] J. J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, Benjamin (1985). 訳書は吉岡書店.

*Internet address: hig@rice.c.u-tokyo.ac.jp URL: <http://rice.c.u-tokyo.ac.jp/~hig/>,
へや: 駒場 4 号館 413B(学生室の隣) 氷上研究室, でんわ: (03)54.54.67.35