# 場の量子論 p317check11.4

谷脇 貞善

2024 年 10 月 15 日

## 1　本文

$$\phi(t,\boldsymbol{x}) = \int \frac{d^3\boldsymbol{k}}{\sqrt{(2\pi)^3 2E_{\boldsymbol{k}}}}\{a(\boldsymbol{k})e^{-ik_\mu x^\mu} + a^\dagger(\boldsymbol{k})e^{ik_\mu x^\mu}\} \tag{1}$$

$$= \int \frac{d^3\boldsymbol{k}}{\sqrt{(2\pi)^3 2E_{\boldsymbol{k}}}}\{a(\boldsymbol{k})e^{-iE_{\boldsymbol{k}}t+i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}} + a^\dagger(\boldsymbol{k})e^{iE_{\boldsymbol{k}}t-i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}\} \tag{2}$$

$$(\partial_\mu\partial^\mu + m^2)\phi(t,\boldsymbol{x}) = \int \frac{d^3\boldsymbol{k}}{\sqrt{(2\pi)^3 2E_{\boldsymbol{k}}}}\{a(\boldsymbol{k})(\partial_\mu\partial^\mu + m^2)e^{-iE_{\boldsymbol{k}}t+i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}$$
$$+ a^\dagger(\boldsymbol{k})(\partial_\mu\partial^\mu + m^2)e^{iE_{\boldsymbol{k}}t-i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}\} \tag{3}$$

$$= \int \frac{d^3\boldsymbol{k}}{\sqrt{(2\pi)^3 2E_{\boldsymbol{k}}}}\{a(\boldsymbol{k})(-E_{\boldsymbol{k}}^2 + \boldsymbol{k}^2 + m^2)e^{-iE_{\boldsymbol{k}}t+i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}$$
$$+ a^\dagger(\boldsymbol{k})(-E_{\boldsymbol{k}}^2 + \boldsymbol{k}^2 + m^2)e^{iE_{\boldsymbol{k}}t-i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}\} \tag{4}$$

$$= \int \frac{d^3\boldsymbol{k}}{\sqrt{(2\pi)^3 2E_{\boldsymbol{k}}}}\{a(\boldsymbol{k})(-\boldsymbol{k}^2 - m^2 + \boldsymbol{k}^2 + m^2)e^{-iE_{\boldsymbol{k}}t+i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}$$
$$+ a^\dagger(\boldsymbol{k})(-\boldsymbol{k}^2 - m^2 + \boldsymbol{k}^2 + m^2)e^{iE_{\boldsymbol{k}}t-i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}}\} \tag{5}$$

$$= 0 \tag{6}$$

## 参考文献

[1] 坂本眞人著「場の量子論-不変性と自由場を中心にして」(裳華房,2014,ISBN9784785325114)