

解答

出射された状態  $|1\rangle$  の光子が BS1 を通過すると以下の状態に変換される。

$$\begin{aligned} \text{BS1}|1\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle) \end{aligned} \quad (1)$$

位相板により、状態は以下のように変換される。

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(\exp(i\theta)|0\rangle - |1\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \exp(i\theta) \\ -1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

さらに、BS2 を通過すると状態は以下のように変換される。

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \exp(i\theta) \\ -1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -\exp(i\theta) - 1 \\ \exp(i\theta) - 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

検出器 D0 で光子を検出する確率は以下で与えられる。

$$\left| \frac{1}{2}[-\exp(i\theta) - 1] \right|^2 = \frac{1}{2}(1 + \cos \theta) \quad (4)$$

検出器 D1 で光子を検出する確率は以下で与えられる。

$$\left| \frac{1}{2}[\exp(i\theta) - 1] \right|^2 = \frac{1}{2}(1 - \cos \theta) \quad (5)$$