1.

⑴ 準定常電磁界では，$\left|\vec{J}\right| >> \left|\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right|$ である．

$\vec{J} = \sigma \vec{E}$, $\vec{D} = \varepsilon \vec{E}$ を上式に代入して，$\left|\sigma \vec{E}\right| >> \left|\varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right|$

さらに、$\frac{\partial}{\partial t} = j\omega$ を代入すると、$\left|\sigma \vec{E}\right| >> \left|j\omega \varepsilon \vec{E}\right| \Leftrightarrow \frac{\sigma}{\omega\varepsilon} >> 1$

＊準定常磁界とは、ほとんど電流の時間的変化がない磁界のこと。
近似的に定常電流とみなせる。

(2) $\left|\vec{J}\right| >> \left|\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right|$ なので、$\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$. $\therefore \oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$

＜参考＞　微分形：$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$,　積分形：$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I + I_d$

(3) ヒント１の式に左から外積の形で∇を作用させると，左辺，右辺はそれぞれ，

$$\nabla \times (\nabla \times \vec{H}) = (\nabla \cdot \vec{H})\nabla - (\nabla \cdot \nabla)\vec{H} = \nabla(\nabla \cdot \frac{\vec{B}}{\mu}) - \nabla^2 \vec{H} = -\nabla^2 \vec{H}$$

（∵ヒント２及び近似的に$\left|\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right| = 0$ であることを利用した．）

$\nabla \times J = \nabla \times \sigma \vec{E} = -\sigma \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\sigma\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$ となる． $\therefore \nabla^2 \vec{H} = \sigma\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$

＊ベクトル三重積については公式１参照のこと～。

2.

⑴ $\rho = \frac{Q}{S} = \frac{1}{S}\int i dt = -\frac{I_0}{\omega S}\cos\omega t$

(2) ガウスの法則$Q = \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S}$ より $D = \frac{Q}{S} = \rho$. $\therefore$ 変位電流密度$J_d = \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{I_0}{S}\sin\omega t$