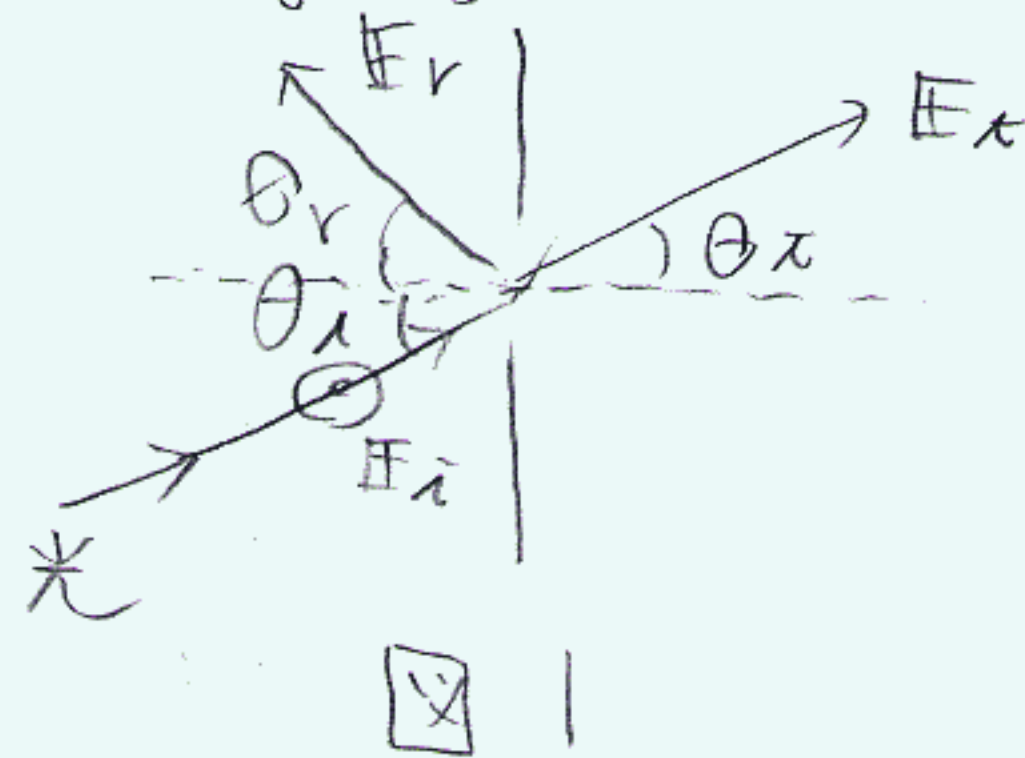


下図のような、真空から屈折率 $n = 2.3$ (∵ 学番 3211211) に入射する系における、TE波、TM波の電場反射率 r 、強度反射率について考える。



まず TE波の電場反射率を考える。問題文から、真空から屈折率 2.3 の誘電体に入射する光について考えることから、誘電体の透磁率 μ が真空中の透磁率 μ_0 として考えることができる。よって Fresnel の公式が適用できる。

$$r_{TE} = - \frac{\sin(\theta_i - \theta_t)}{\sin(\theta_i + \theta_t)} \quad (1)$$

同様の理由で TM波の電場反射率は、

$$r_{TM} = \frac{\tan(\theta_i - \theta_t)}{\tan(\theta_i + \theta_t)} \quad (2)$$

である。

ここで θ_t を求めるために、Snell の法則を用いる。

$$\sin \theta_i = 2.3 \sin \theta_t \quad (3)$$

式変形すると

$$\theta_t = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \quad (4)$$

(4)式を (1)、(2)式にそれぞれ代入すると r_{TE} 、 r_{TM} は、
(1)式より

$$r_{TE} = - \frac{\sin \left\{ \theta_i - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}}{\sin \left\{ \theta_i + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}} \quad (5)$$

$$r_{TM} = \frac{\tan \left\{ \theta_i - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}}{\tan \left\{ \theta_i + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}} \quad (6)$$

(5)(6)式に、 θ_i を $0^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ$ で代入し、図2の $n=2, 3$ のときの入射角に対するTE波の電場反射率 r_{TE} と TM波の電場反射率 r_{TM} のグラフを書いた。このグラフは r_{TE} が紺色で、 r_{TM} がピンクで表されている。

ここで特に注意したのは $\theta_i = 0^\circ$ のときの扱いである。

①式、④式に θ_i を代入すると、それぞれ $\theta_i = \theta_t = 0$ となるので、 $r_{TE} = r_{TM} = 0$ になってしまうため、グラフや自然現象より、そのようなことはありえない。なので、①式の別の表示

$$r_{TE} = \frac{n_1 \cos \theta_i - n_2 \cos \theta_t}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_t} \quad \text{よし!} \quad (7)$$

を考慮してみる。このとき、 $n_1 = 1, n_2 = 2, 3, \theta_i = \theta_t = 0$ を代入すると、 $\cos \theta_i = \cos \theta_t = 1$ であり

$$r_{TE} = -0.3939 \dots = -0.39 \quad (8)$$

が求まる。

同様にして r_{TM} は

$$r_{TM} = \frac{n_2 \cos \theta_i - n_1 \cos \theta_t}{n_2 \cos \theta_i + n_1 \cos \theta_t} \quad (9)$$

より

$$\therefore r_{TM} = 0.3939 \dots = 0.39 \quad (10)$$

と求められることができた。

次に、TE波と、TM波の強度反射率を求める。問題文の強度反射率 R_{TE}, R_{TM} は

$$\begin{cases} R_{TE} = r_{TE}^2 \\ R_{TM} = r_{TM}^2 \end{cases} \quad (11)$$

(12)

で与えられるので、(5)、(6)式より、それぞれ

$$R_{TE} = r_{TE}^2 = \frac{\sin^2 \left\{ \theta_i - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}}{\sin^2 \left\{ \theta_i + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}} \quad (13)$$

$$R_{TM} = r_{TM}^2 = \frac{\tan^2 \left\{ \theta_i - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}}{\tan^2 \left\{ \theta_i + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta_i}{2.3} \right) \right\}} \quad (14)$$

となるので、電場反射率と同様の手法で「図3」を作った。この「図3」は、強度反射率 R_{TE} が紺色、 R_{TM} がピンク色になっている。(終)

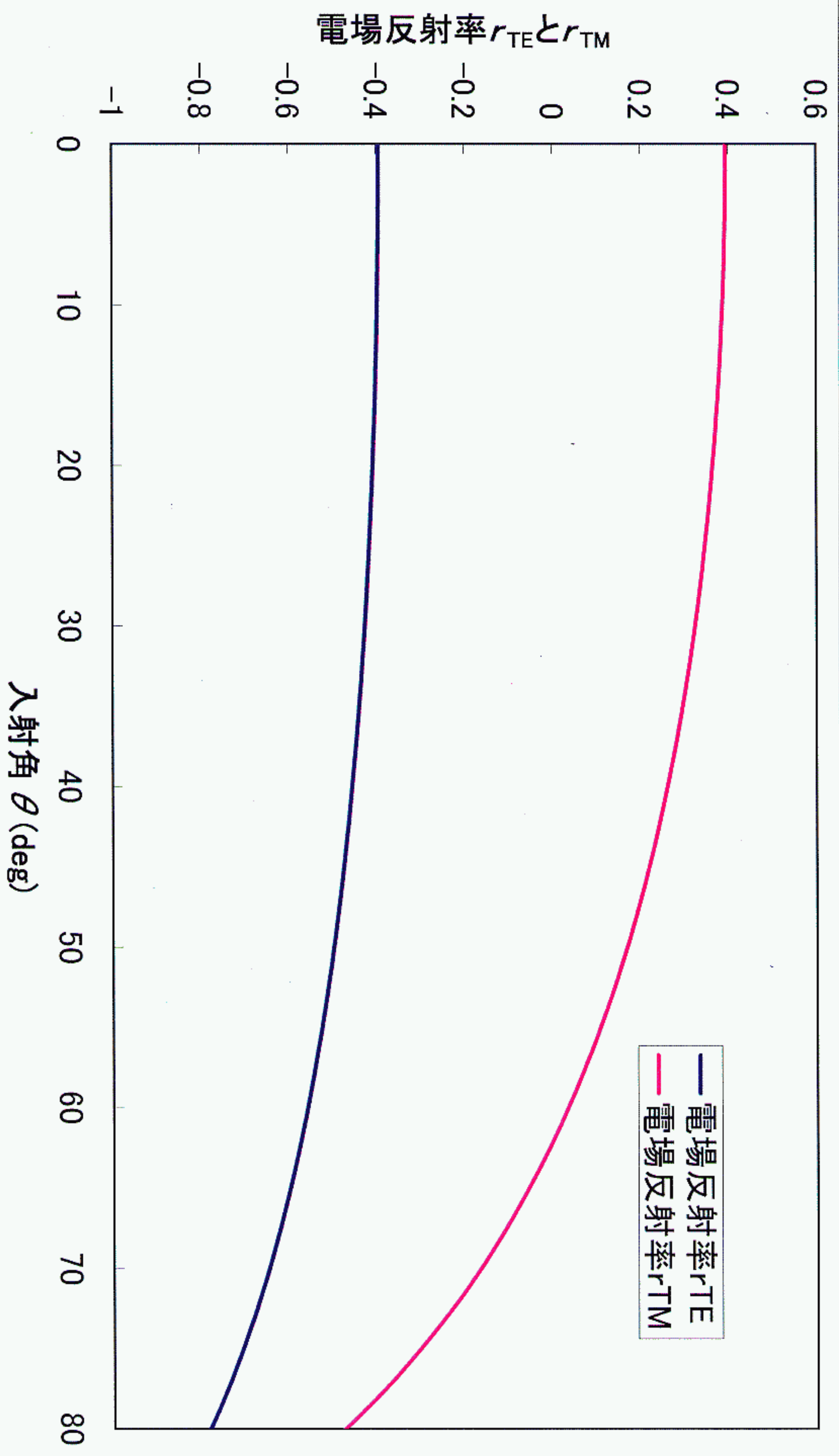


図2、 $n=2.3$ の時の入射角に対するTE波の電場反射率 r_{TE} とTM波の電場反射率 r_{TM}

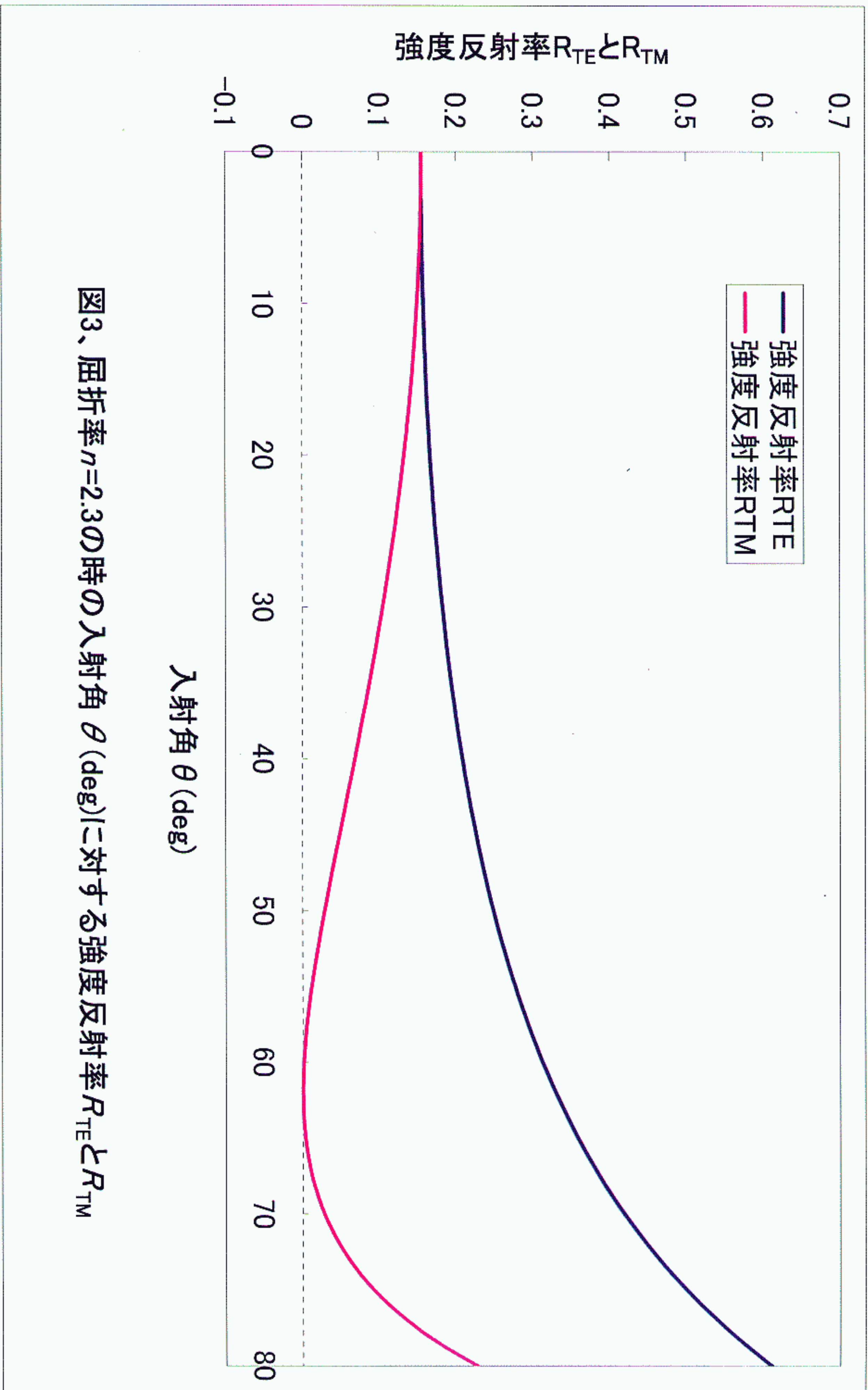


図3、屈折率 $n=2.30$ の時の入射角 θ (deg)に対する強度反射率 R_{TE} と R_{TM}