

## 2010年医学部第4問

4 ある感染症の対策について考える．感染症の防御のためには感染拡大の試算が必要であり，感染拡大は自然にはその感染症の感染力と，致死性によって予測される．感染経路は，飛沫，接触，飲食などいろいろあり，感染力の制御，つまり感染を広げないために，ワクチン開発はもちろんであるが，外出規制（イベントの自粛や学級閉鎖など），手洗い呼びかけ，などが有効である．

ここでは簡単のために，1つの感染症のみを考え，ある一定の集団（たとえば1000人程度の島）を対象とし，外部との接触，出入りがないと仮定する．最初の時点での過去感染者，未感染者，現在感染者の割合をそれぞれ  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$  とする．現在感染者は1か月後にはすべて過去感染者となり，一度感染した人はもう感染しない．また幸いなことにこの感染により死者は生じず，また簡単のために他要因による死者，あるいは出生，転入出もないとする．

1か月ごとの変動を見ることとし， $i$ か月後の時点の上記の割合をそれぞれ  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$  で示す．症状は丁度1か月続くので，一人の人が現在感染者として数えられるのは1回のみである．

過去感染者は，それまでの過去感染者に，1か月前の現在感染者を足したものである．また，現在感染者は，1か月前の未感染者と1か月前の現在感染者の接触頻度と，この感染症の感染力によって決まる．接触頻度の係数を  $a$ ，感染力の係数を  $b$  とすると，現在感染者の割合は1か月前の現在感染者の割合，未感染者の割合， $a$ ,  $b$  の4つをかけたもので求められる．

$x_0 = 0$ ,  $y_0 = 0.9$ ,  $z_0 = 0.1$  として，以下の問いに答えよ．計算は小数点以下第4位を四捨五入して求めよ．

- (1)  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$  を， $x_{i-1}$ ,  $y_{i-1}$ ,  $z_{i-1}$ ,  $a$ ,  $b$  で表せ．
- (2)  $a = 1$ ,  $b = 1$  として， $x_1$ ,  $y_1$ ,  $z_1$ ,  $x_2$ ,  $y_2$ ,  $z_2$ ,  $x_3$ ,  $y_3$ ,  $z_3$  をそれぞれ求めよ．
- (3)  $a = 1$ ，感染力の係数  $b$  を2とした時の  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  を求めよ．
- (4) 手洗いの徹底や外出規制が最初からなされたとして， $a = 0.5$ ,  $b = 1$  とした時の， $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  を求め，(2), (3)の結果と共に，縦軸を過去感染者の割合，横軸を時間として，3つの場合の変化を同一座標上にグラフで示せ．