

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，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， 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．