

## 問題番号[19] <情報生物学>

遺伝子発現の強さを可視化するのに、いくつものレポーターが使用されている。例えば、GFP と呼ばれるタンパク質はある特定の励起波長を照射すると、それとは異なる波長の蛍光を発する。この性質を利用し、細胞などを生きたままの状態でも遺伝子発現の強さを可視化することができる。しかし、GFP の蛍光強度が遺伝子発現の強さをそのまま反映しているわけではない。そこで、プロモーター活性の強さと GFP の蛍光強度（発現量）を近似した一次の常微分方程式モデル（図1）について、以下の問いに答えなさい。（計50点）

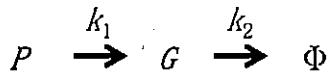


図1 GFP レポーター制御の模式図  
 $\Phi$ は無（何もない）を、 $G$ は GFP の蛍光強度を、 $P$ はプロモーター活性を、 $k_1$ ,  $k_2$ はそれぞれ GFP の成熟（合成を含む）、分解を示す。

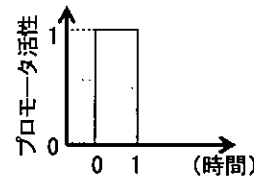


図2 プロモーター活性の時間波形  
 横軸は時間、縦軸はプロモーター活性を示す。プロモーター活性は0で最大値（1）に到達し、1時間で元に戻る。

- (1) GFP の蛍光強度  $G$  の時間変化率  $\frac{d[G]}{dt}$  を  $G, P, k_1, k_2$  を用いて記述しなさい。（10点）
- (2) 時刻  $t=0$  の時  $G(0)=0$  とした場合  $G(t)$  を  $k_1, k_2$  を用いて記述しなさい（部分点あり）。ただし、 $P$  の値は1とする。（15点）
- (3) GFP の蛍光強度が定常状態に達するのに1時間以上かかる場合、図2で示すパルス状のプロモーター活性を示した時（最大値1）の GFP の蛍光強度の大まかな時間変化を横軸を時間、縦軸を GFP の蛍光強度として作図しなさい。（10点）
- (4) (3) の通り、プロモーター活性と GFP の蛍光強度の時間変化は一致しない場合がある。一致するような理想のレポーターを作成するためにはどうしたらよいか？理想のレポーターを作成するための問題点に触れながら、(2) をできるだけ参考に、 $k_1, k_2$  を用いて記述しなさい。（15点）