

アロステリック制御

生物と化学反応

細胞の中ではさまざまな化学反応が進行しています。その中には条件に応じて反応の進み具合が変わるものが多くあり、それによって生命活動の維持に必要な制御が行われています。

単純な化学反応

たとえば、分子 Y (受容体) が 1 個の結合部位を持ち、そこに分子 X (リガンド) が結合するという最も単純な過程



を考えます。ただし、 K_d はこの反応の解離定数です。このとき、平衡状態で Y の結合部位が X に占有される割合 (占有率) を求めると右図のようになります。これより、Y は少ない X にもよく結合し、X が多くなるにつれて占有率が 100% に向かってゆっくりと増加していくことが分かります。

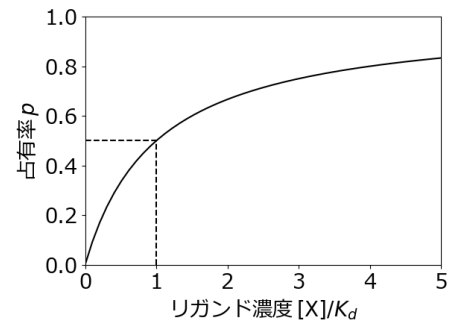


Figure 9. 単純な反応 (3) の場合の占有率.

アロステリック制御

次に、分子 Y が n 個の結合部位を持ち、そこに分子 X が結合する過程を考えます。普通は結合部位一つ一つを X が埋めていくわけですが、ここでは極端な状況として、X が一つでも結合したら Y の状態が変わって、すべての結合部位を X で埋めてしまうと考えます。つまり



という反応が起こるとします。このとき、平衡状態においてすべての Y の結合部位のうち X が占有する割合 (占有率) は右図のようになります。これより、 n が増えるにつれて曲線が S 字に歪み、S 字の中央にあたる X の濃度を境に X の結合と解離が一気に起こるようになります。この S 字カーブは、結合部位一つを X が埋めたときに他の結合部位に影響が出るという効果に由来します。これを **アロステリック効果** といい、これによる反応の制御を **アロステリック制御** といいます。

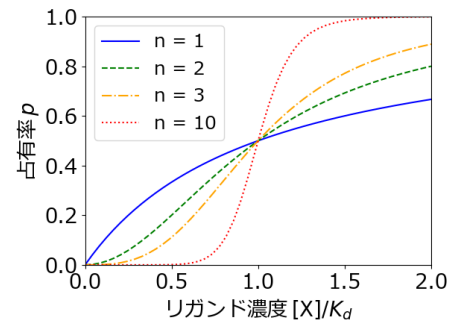


Figure 10. 反応 (4) の場合の占有率 ($n = 1, 2, 3, 10$).

具体例 (ヘモグロビン)

たとえば X として酸素を、Y としてヘモグロビンを考えると、 $n = 2$ と $n = 3$ の中間の S 字になることが知られています。これによりヘモグロビンは、酸素濃度の高い肺胞では酸素を一気に受け取り、酸素濃度の低い末梢の組織ではそれを一気に手放すという酸素の運搬を実現しています。