

理数生物 代謝 酵素2 番号 氏名

●酵素の反応速度の考え方

酵素の反応速度と親和性

ミカエリス・メンテン Michaelis-Menten 式の簡単な解説

k_1 は E (酵素) + S (基質) が ES (酵素基質複合体) になる速度

k_{-1} は ES が E + S に戻る速度

k_2 は ES が E と P (生成物) になる速度

反応速度 V は $V = k_2 [ES]$ であらわされる [] は濃度をしめす

$$k_{-1} [ES] + k_2 [ES] = k_1 [E] [S]$$

$$[ES] = \frac{k_1}{k_{-1} + k_2} [E] [S] = \frac{k_1}{k_{-1} + k_2} ([E_0] - [ES]) [S]$$

$E + S \rightleftharpoons ES$ の反応が平衡に達しているとする

$$[E] = [E_0] - [ES]$$

$$K_m = \frac{[E] [S]}{[ES]} \quad K_m \text{ミカエリス定数これを酵素の親和性という}$$

k_2, k_1, k_{-1} で表すと

$$K_m = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1} \quad [ES] = \frac{[E_0] [S]}{K_m + [S]}$$

$$V = k_2 [ES] \quad ([ES] = V / k_2)$$

ミカエリス・メンテン式

$$V = \frac{k_2 [E_0] [S]}{K_m + [S]}$$

酵素の最大反応速度 $V_{max} = k_2 [E_0]$ ($[ES] = [E_0] - [E]$)

$$V = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]} \quad \text{---①}$$

K_m の意味 K_m 値は v が V_{max} の 1/2 のときの基質濃度。

ES 複合体の解離定数 \rightarrow E と S の親和性を示す。 K_m 値が低いほど、親和性が高い。低濃度の基質でも複合体を形成する。 K_m 値が高いほど、親和性が低く複合体の形成が起こりにくい。

V_{max} の意味 最大反応速度。

大過剰の基質存在下 $[S] \gg K_m$ での反応。複合体を形成していない E が無いような極限状態での反応速度であるから、単位時間に何回酵素が反応できるか、代謝回転数を示す。

・ $[S] \gg K_m$ の場合: $v = V_{max}$ となり、反応速度は $[S]$ に依存せず、0次反応になる。一般に V_{max} は酵素濃度に比例するが、酵素濃度一定の条件で測定すれば、 V_{max} は定数と見なせる。

・ $[S] \ll K_m$ の場合: $v = (V_{max} / K_m) [S]$ となり、基質濃度に関して一次反応になる。

K_m と V_{max} の求め方—Lineweaver-Burk プロット

ミカエリス・メンテンの式—①を変形すると、 $1/v$ と $1/[S]$ のプロットは次のように直線となる。これをラインウィーバー・バーク Lineweaver-Burk の式という。

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} [S]} + \frac{1}{V_{max}}$$

$1/[S]$ に対して $1/v$ をプロットすると、直線の X 切片から K_m , Y 切片から V_{max} が求まる。 V_{max} は直線の傾き (= K_m / V_{max}) から求めてもよい。

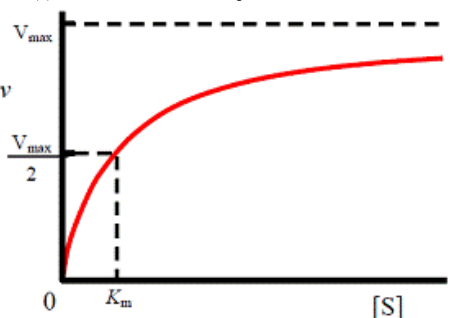
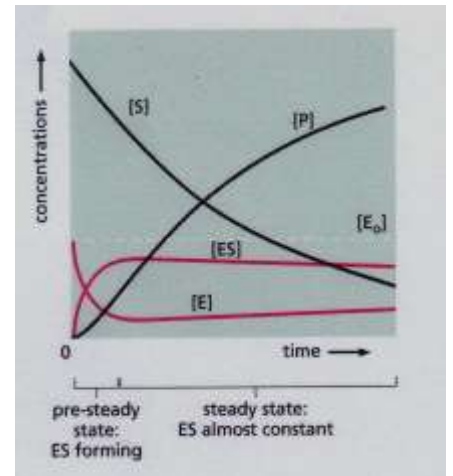
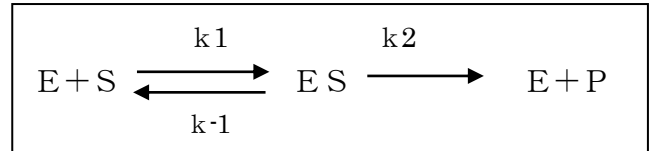


図1 基質濃度と酵素反応速度の関係

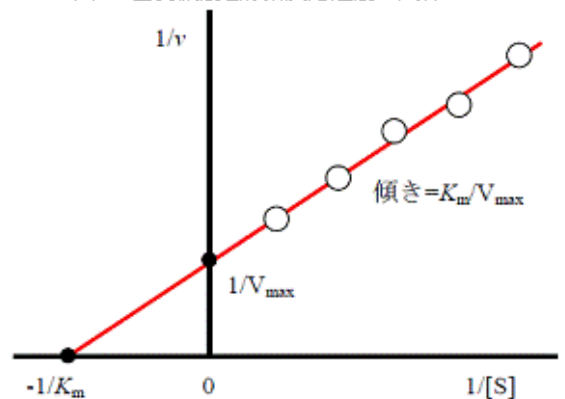


図2 Lineweaver-Burkプロット