


スプリント生物 No.1

膜電位を"電気化学"で読む —— ネルンスト式を高校生向けに還元する

 導入

「静止膜電位は約 -70 mV」と覚えているだけですか？ネルンスト式を使えば、なぜその値になるのかが定量的に理解できます。

 講義概要

イオンの濃度勾配と電気化学ポテンシャルのバランス（ネルンスト平衡）から静止膜電位を導出し、活動電位の発生機構（Hodgkin-Huxley モデルの入口）まで扱います。

 授業目標（この授業が終わったらできること）

- ネルンスト式 $E = RT/zF \times \ln([X]_{\text{out}}/[X]_{\text{in}})$ から各イオンの平衡電位を計算できる
- 静止膜電位が K^+ の平衡電位に近い理由を膜透過性の観点から説明できる
- 活動電位の立ち上がり (Na^+ チャネル開口) と再分極 (K^+ チャネル開口) を説明できる

 授業構成

1. 電気化学ポテンシャルとネルンスト式の導出
2. K^+ ・ Na^+ の濃度勾配と平衡電位の計算
3. 静止膜電位とゴールドマン方程式の入口
4. 活動電位の発生機構と閾値

 課題

K^+ の細胞内濃度 140 mmol/L、細胞外濃度 5 mmol/L のとき、 $37^\circ C$ でのネルンスト電位を計算せよ。さらにこれが静止膜電位 (-70 mV) と異なる理由を説明せよ。