


AP SEIKO — スプリント生物 No.5


神経・筋肉を"シグナル伝達"として読む

—— 活動電位から筋収縮まで一本化

 **今日のゴール**：神経興奮（活動電位）と筋収縮（興奮収縮連関）を「刺激→電気シグナル→化学シグナル→機械的収縮」の一本の流れとして理解し、Na⁺/K⁺ポンプ・シナプス伝達・アクトミオシン機構を定量的に読む。

 この授業の問い

1. 神経細胞はなぜ「静止電位」を持ち、刺激でどう変化するか？
2. 神経から筋肉へシグナルはどのように伝わるか？
3. 筋収縮の分子メカニズムはどこにATPを使うか？

 静止電位と活動電位 静止電位のメカニズム

- **静止時**：Na⁺/K⁺ポンプが3Na⁺を外へ・2K⁺を内へ（ATP消費）。K⁺チャンネルが開いてK⁺が流出し、細胞内が**-70mV**（内側がマイナス）。
- **興奮閾値**：-55mV程度まで脱分極すると電位依存性Na⁺チャンネルが一気に開く。
- **全か無かの法則**：閾値以上の刺激では常に最大応答の活動電位が発生。強さは振幅ではなく頻度（発火率）でコードされる。

 活動電位の3段階

1. **脱分極**（0~+30mV）：Na⁺チャンネル開 → Na⁺流入 → 膜電位急上昇
2. **再分極**（+30→-70mV）：Na⁺チャンネル不活性化 + K⁺チャンネル開 → K⁺流出
3. **後過分極**（-70mV以下）：K⁺チャンネルが遅れて閉じる → 一時的に過分極。絶対不応期（Na⁺チャンネル不活性）と相対不応期が存在し、興奮の一方向伝導を確保。

💡 シナプス伝達の仕組み

神経－神経間・神経－筋間の情報伝達は化学シナプスで行われる：

1. 活動電位が軸索末端に到達 → 電位依存性 Ca^{2+} チャンネルが開く
2. Ca^{2+} 流入 → シナプス小胞がエキソサイトーシス → 神経伝達物質（例：アセチルコリン）を放出
3. 伝達物質が後シナプス膜の受容体に結合 → イオンチャンネル型受容体（ligand-gated）が開く
4. 後シナプス電位（EPSP/IPSP）発生 → 加重（時間的・空間的）で閾値を超えれば活動電位発生
5. アセチルコリンエステラーゼによる分解（シグナル終了）

💡 **有機リン系農薬・サリン**はアセチルコリンエステラーゼを阻害 → アセチルコリン蓄積 → 過剰興奮 → 痙攣・麻痺。解毒薬はアトロピン（ムスカリン受容体ブロック）。

💡 神経筋接合部と興奮収縮連関

運動神経終板でアセチルコリンが筋細胞（筋繊維）に放出 → 筋細胞の活動電位発生 → T管を伝導 → 筋小胞体から Ca^{2+} 放出 → トロポニンに Ca^{2+} 結合 → トロポミオシンがアクチンの結合部位を開放 → ミオシン頭部がアクチンに結合（クロスブリッジ） → ATP加水分解でパワーストロークが起き収縮 → Ca^{2+} が筋小胞体に回収（ Ca^{2+} ポンプ：SERCA） → 弛緩。

🔑 ATP消費の2カ所

①ミオシン頭部（クロスブリッジサイクル・収縮力発生）、②SERCA（ Ca^{2+} の筋小胞体への回収・弛緩）。死後硬直はATP枯渇によりクロスブリッジが解離できなくなるため起きる。

採点者の視点

採点者はここを見ている —— 神経・筋肉・シグナル伝達の問題で合格答案はこういう「構造」をしている

① なぜ同じ答えでも評価が違うのか

清光学院の講師陣は、これまでに皆さんと同じ志を持った先輩受験生たちの答案を何千枚も採点し、合格・不合格の判定を下してきました。その経験から言えることが一つあります。

「正しい答えを出していても、なぜそう考えたのかが見えない答案は、採点者の印象に残らない。」

神経・筋肉・シグナル伝達の問題では、活動電位の発生根拠の理解が答案の質を大きく左右します。

② 神経・筋肉・シグナル伝達の問題で採点者が見ているポイント

「 Na^+ の流入による脱分極」と根拠を示した答案が採点者に「電気生理学的に理解している」と映る

 この授業の使い方

各問題のワンポイントには「採点者がどこを評価するか」の視点が含まれています。答えを出すだけでなく、根拠を一文添える習慣を意識しながら取り組んでください。

③ 総合型選抜・口頭試問でも同じ構造が問われる

採点者（大学教員）が口頭試問で確認したいのは「答えが出るか」ではなく「思考の構造を説明できるか」です。この授業で習得する「上から俯瞰する」視点は、あらゆる試験形式に通用します。

続きは講義でご覧いただけます

この教材には、採点者の視点・核心的な解法・入試問題・演習・まとめがさらに収録されています。

大学教授陣が設計した「普通の授業では出会えない接続点」を体験できる完全版は講義でご提供いたします。

清光学院 AP SEIKO 理系講座 © 清光教育総合研究所