

それ何！？触診のヒントになることから

テーマ：筋肉が動きだす

7月26日(水)19:00～

・構造 ・電気信号 ・運動

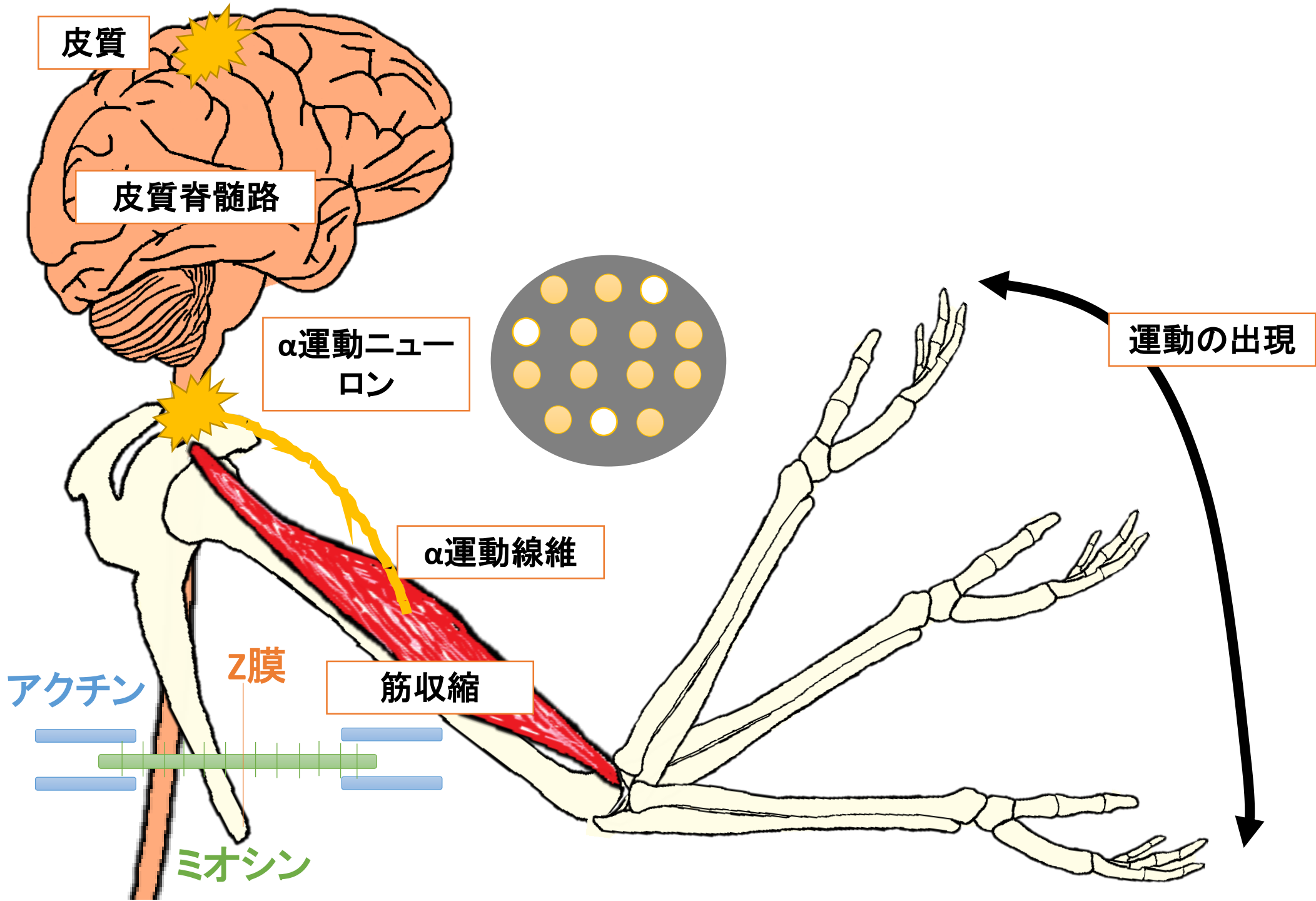
脳外触診セミナー 講師 山上 拓



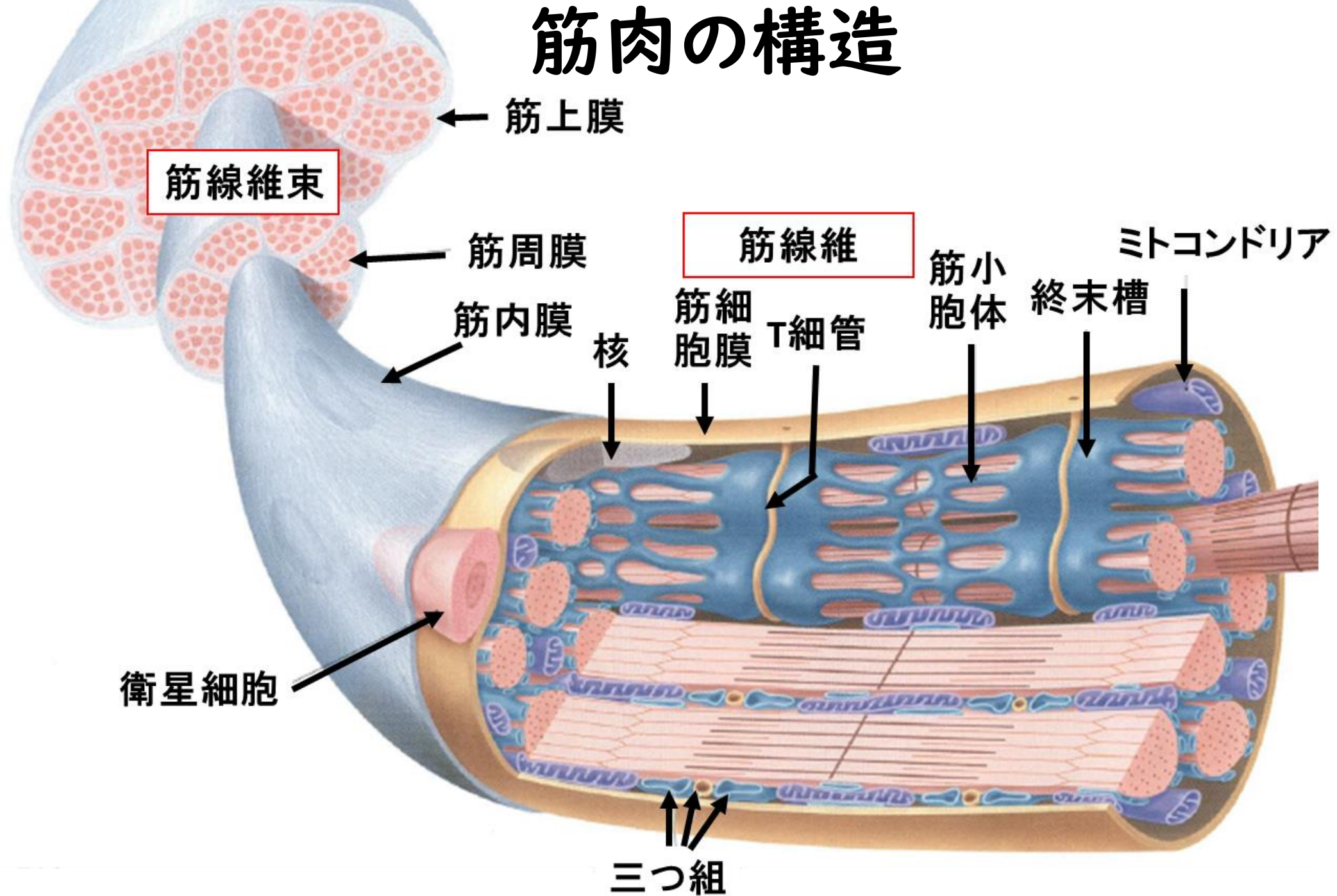
それ何！？触診のヒントになることから

- | | |
|--------|----------------|
| 4月26日 | カラダが動く |
| 5月24日 | 脳の命令 |
| 6月28日 | 脊髄の役割 |
| 7月26日 | 筋肉が動きだす |
| 8月23日 | シナプスの独走 |
| 9月27日 | ネットワーク、脳の連絡 |
| 10月25日 | 大脳皮質の興奮と抑制 |
| 11月22日 | かわりに動き出す、脳の再出発 |
| 12月27日 | 可塑性の基本 |
| 1月24日 | 神経の変性 |
| 2月28日 | 痙縮は味方 |

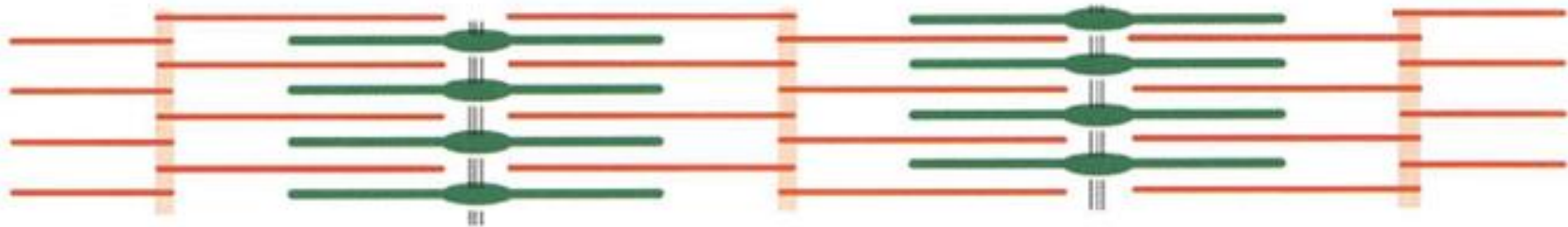
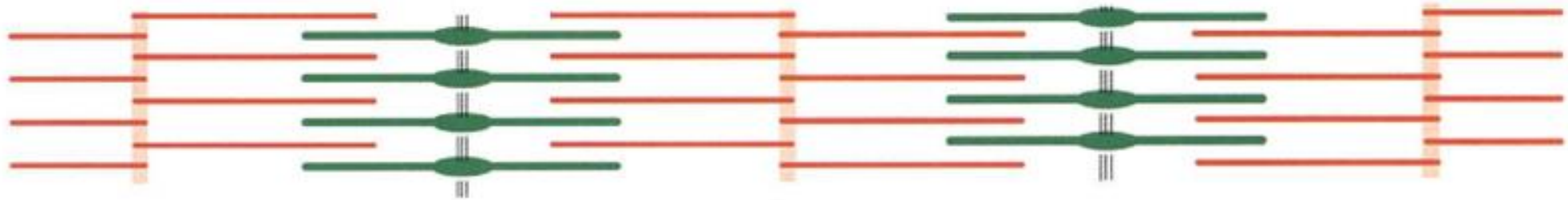
- 筋肉は収縮しかしない
- 筋肉が動き出すためには電気信号が必須



筋肉の構造



筋肉の構造



皮質

皮質脊髄路

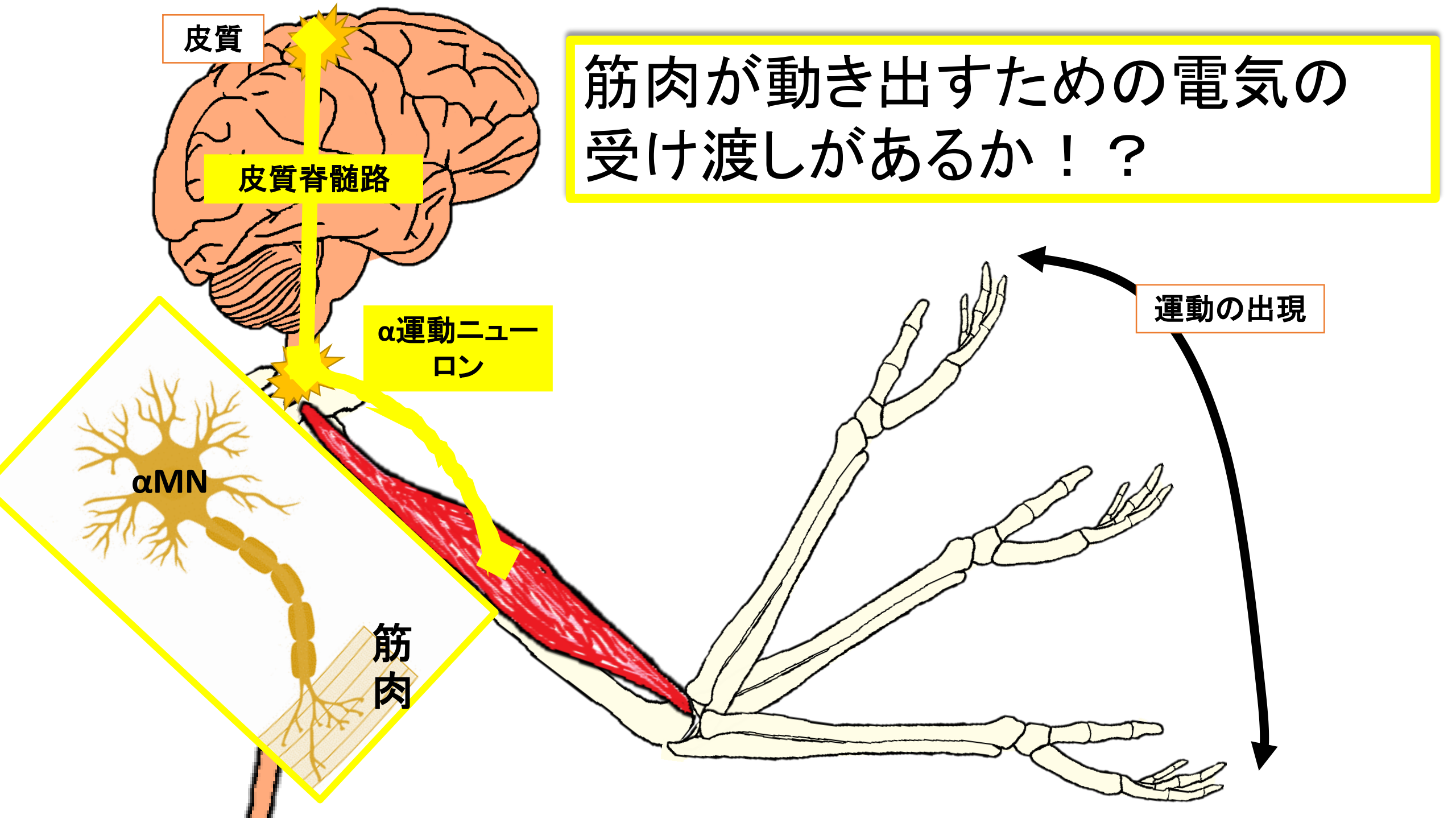
筋肉が動き出すための電気の受け渡しがあるか！？

α 運動ニューロン

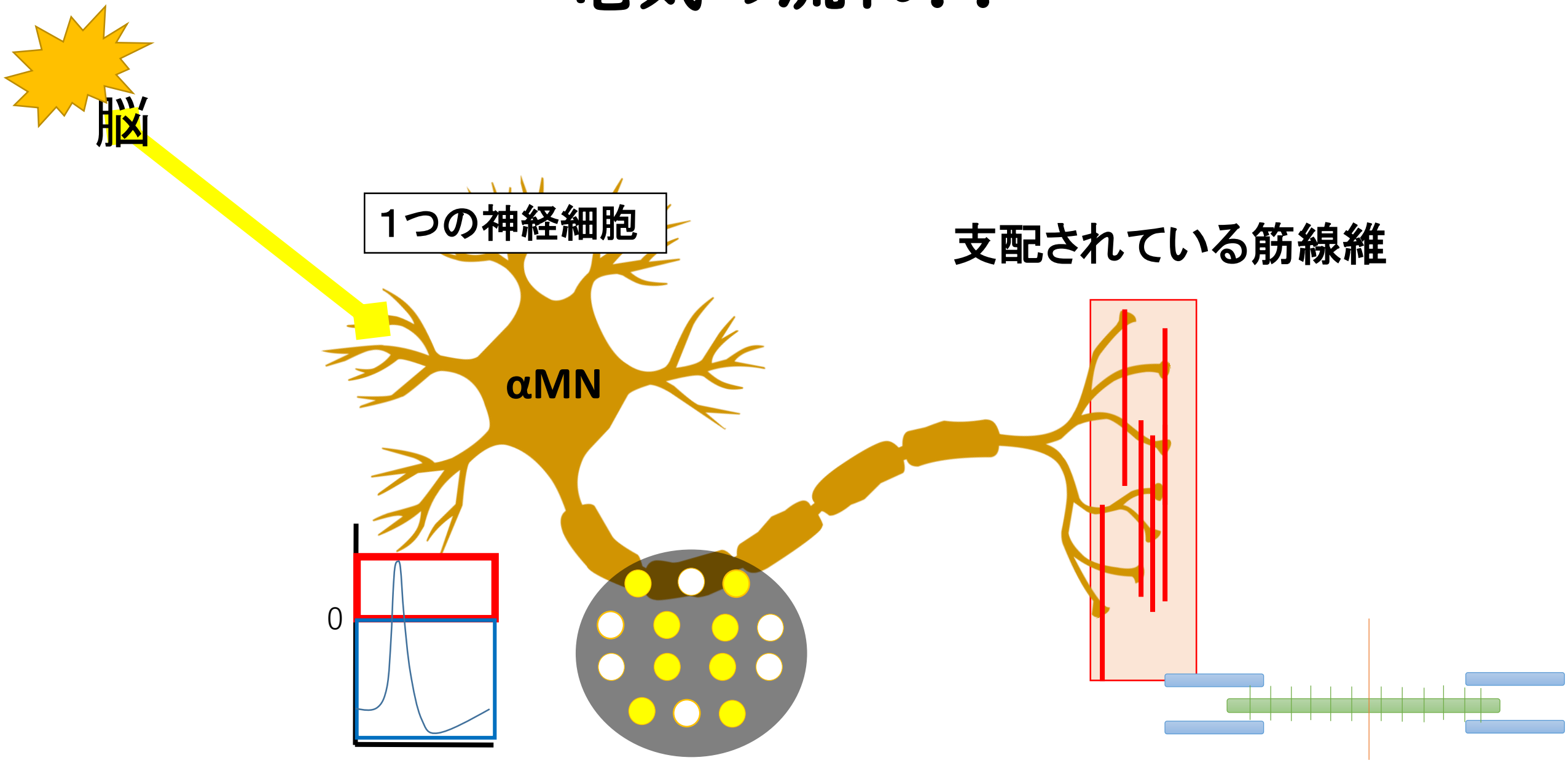
運動の出現

α MN

筋肉



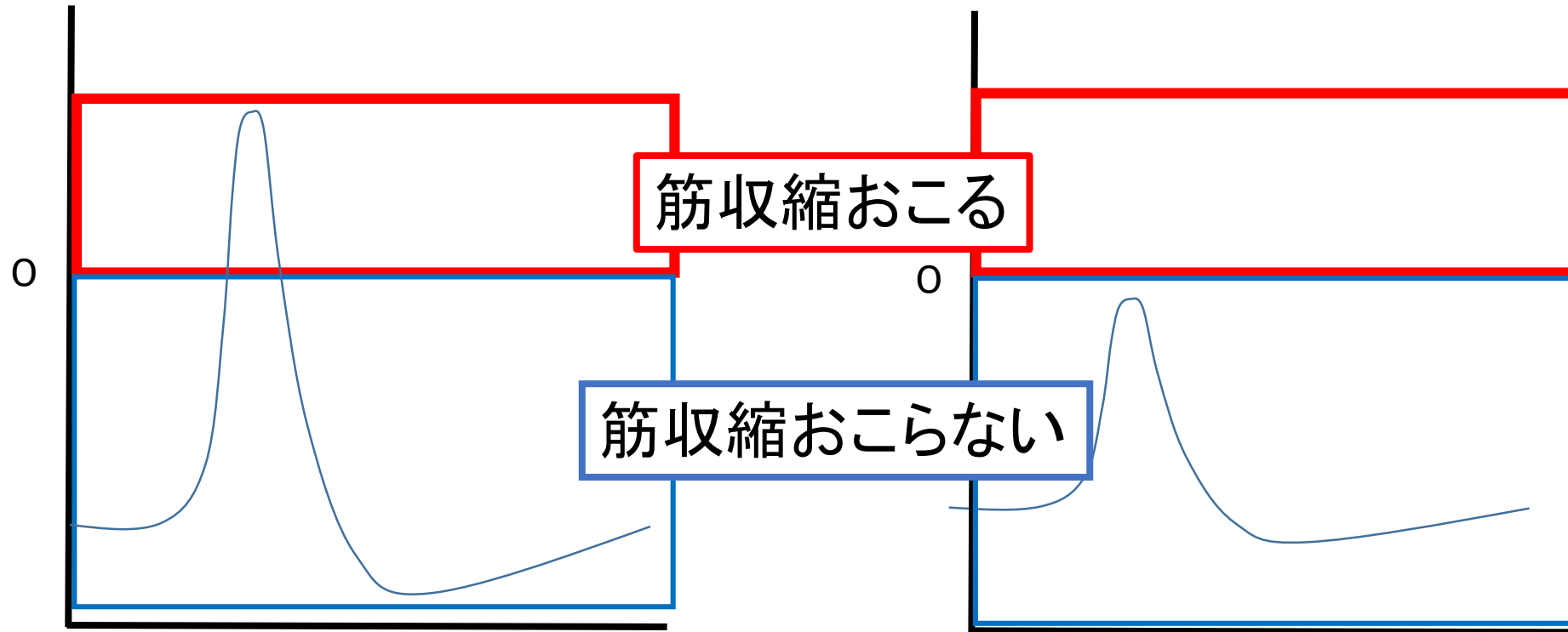
電気の流れ!?



筋肉が動きだすためには電気信号が必要

筋肉が動きだすか・ださないか!?

全か無かの法則



筋肉が動き出すための電位

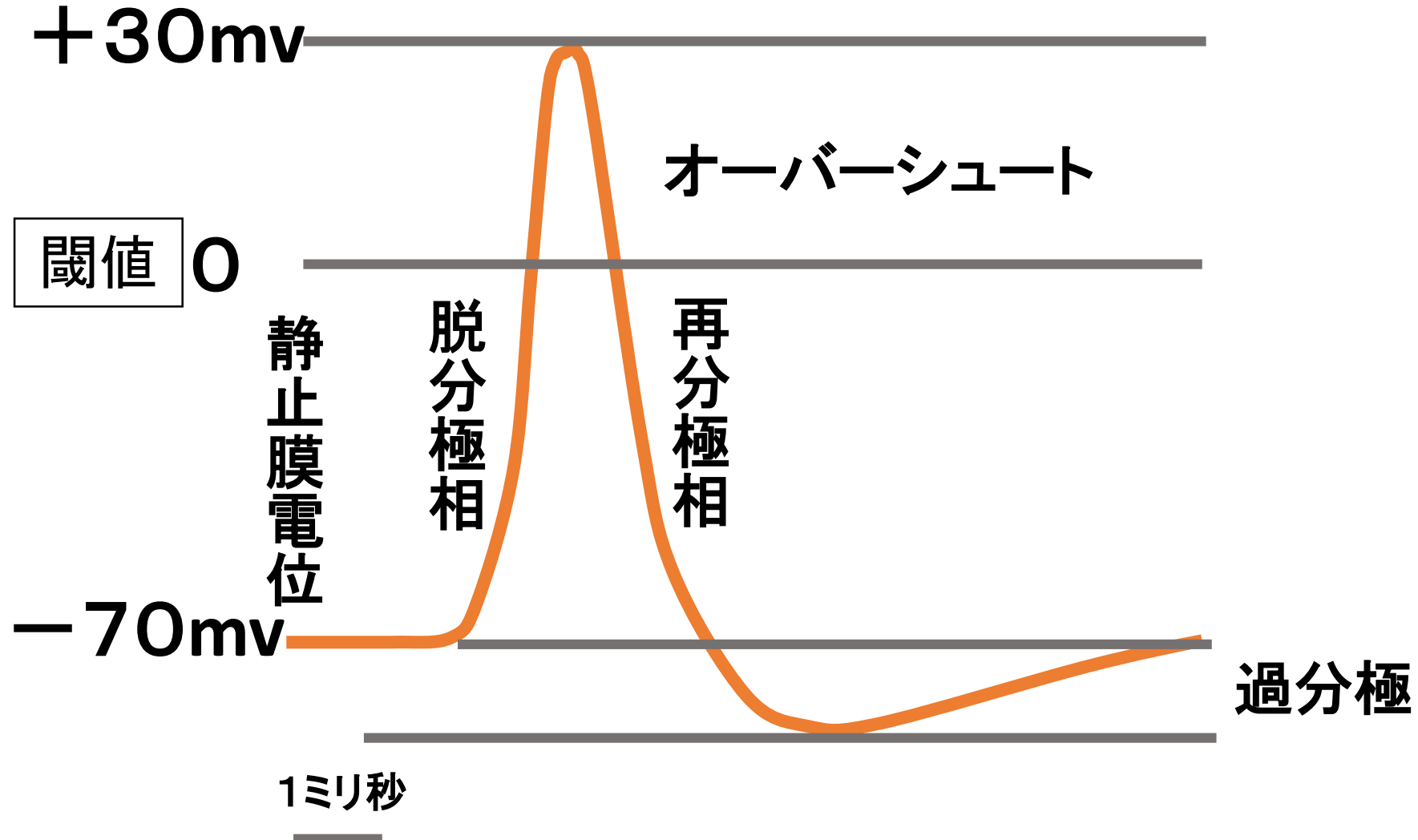
- 活動電位

活動電位とは、なんらかの刺激に応じて細胞膜に生じる一過性の膜電位の変化である。

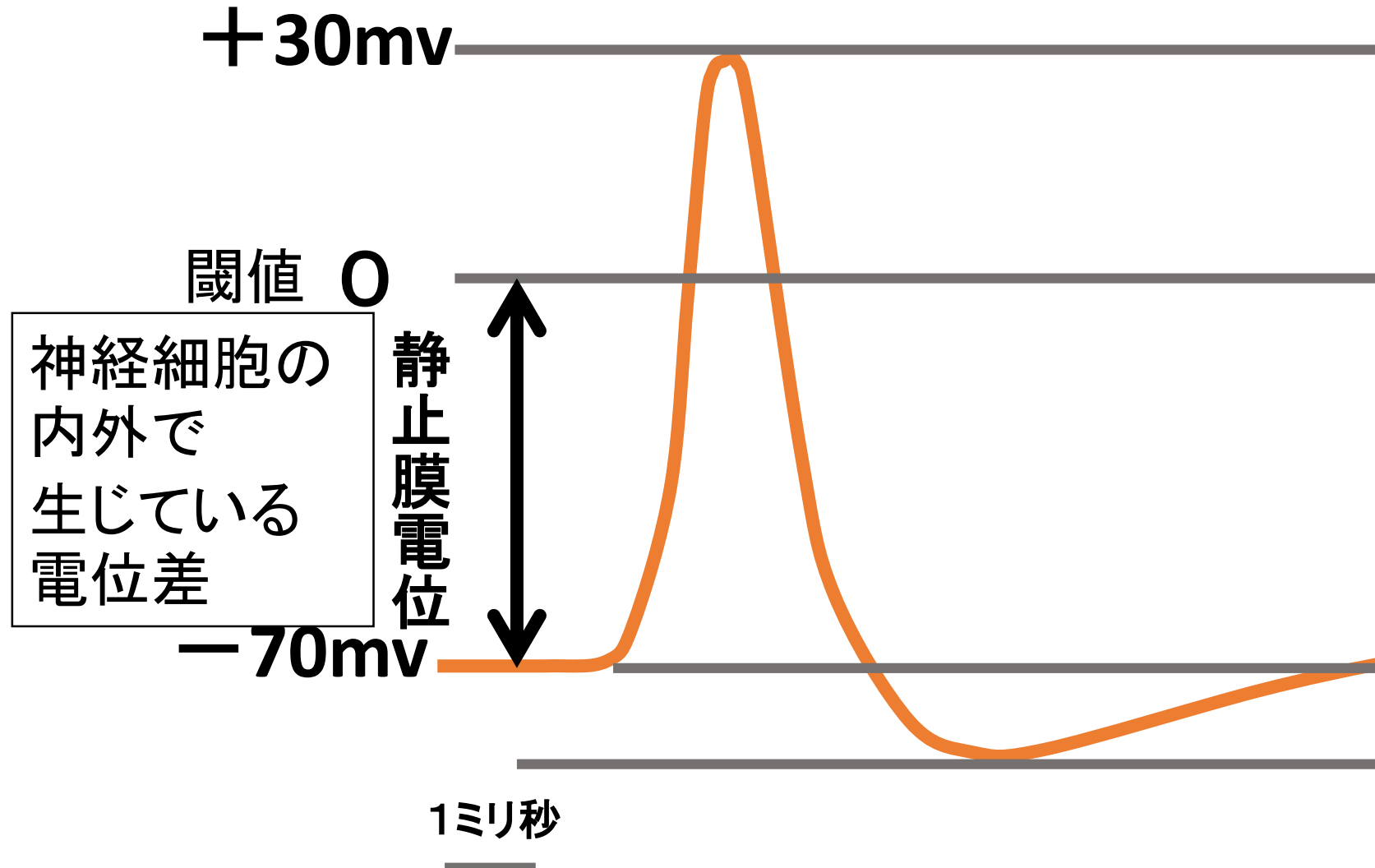
活動電位は、主としてナトリウムイオンやカリウムイオンが、細胞内外の濃度差に従ってイオンチャネルを通じて受動的拡散を起こすことにより、起きるものである。

活動電位は動物の本質的な必要条件であり、素早く組織間・内で情報を伝えることができる。

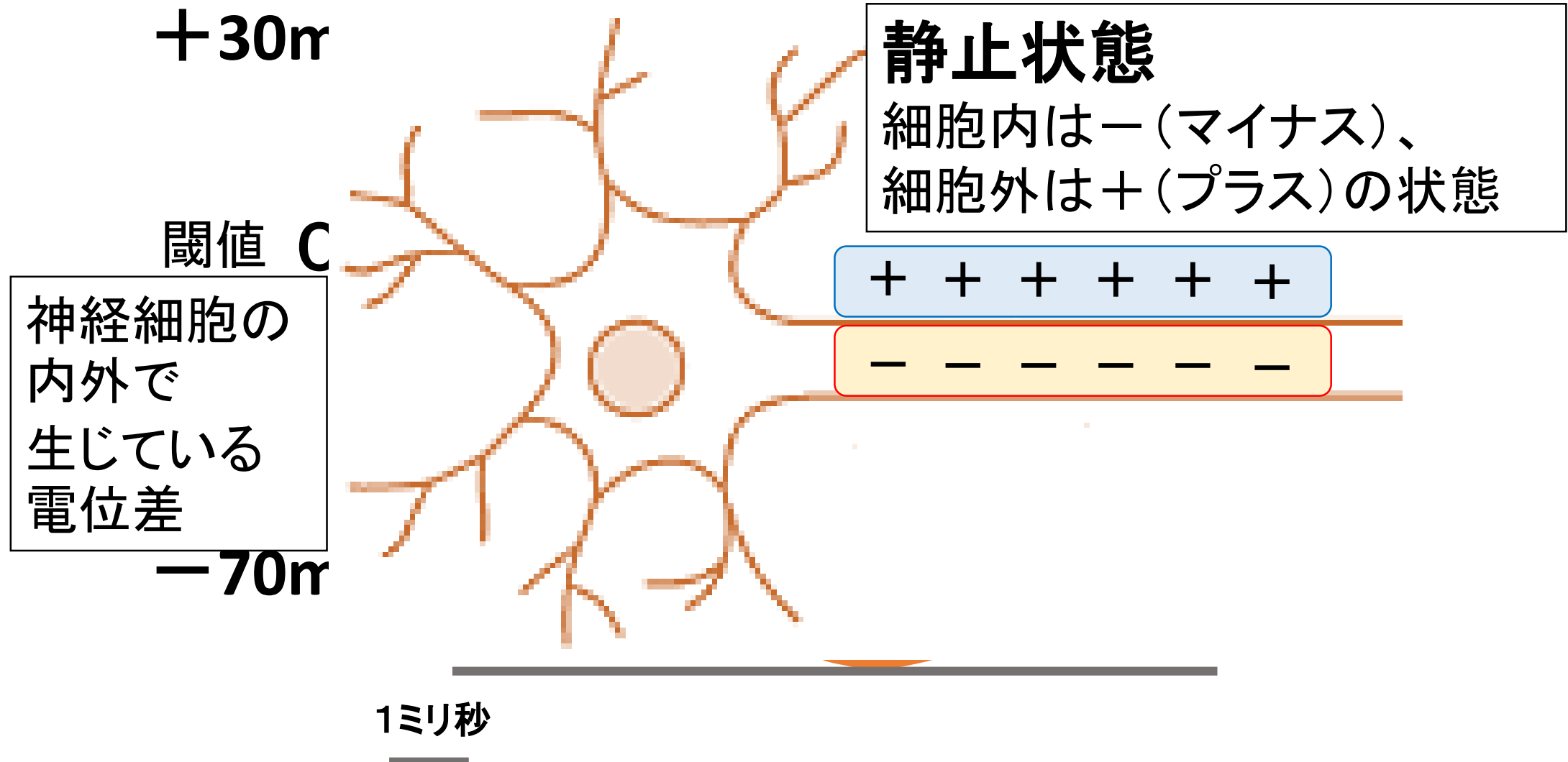
活動電位



活動電位



活動電位



活動電位

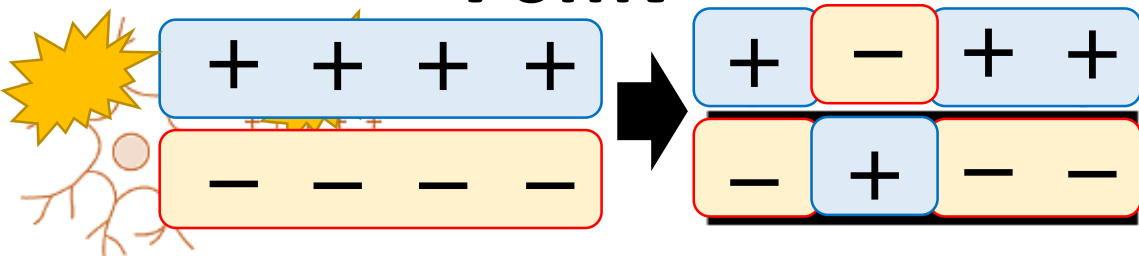
+30mv

閾値 0

神経細胞の
内外で
生じている

静止膜電位

細胞に刺激



細胞に刺激があると、
細胞内外の電位は逆転する。
細胞内が+になる状態を脱分極という。

活動電位



+30mv

閾値 0

神経細胞の
内外で
生じている

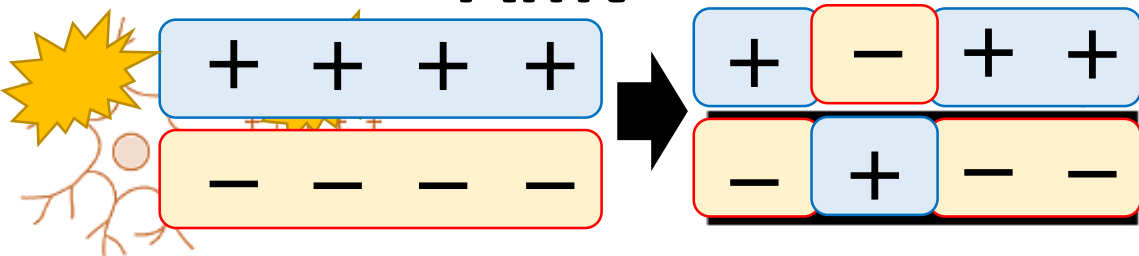
静止膜電位

細胞に刺激

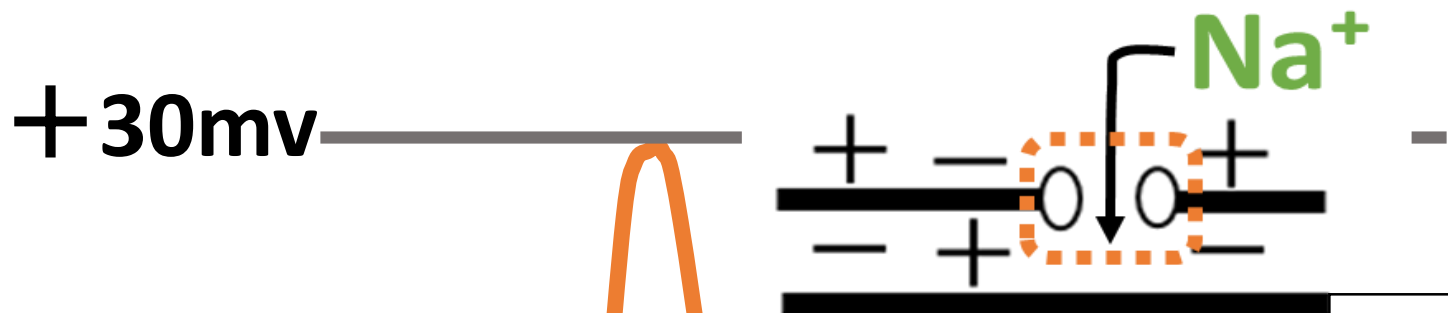
脱分極相

電位が-から+へと移行

細胞に刺激があると、
細胞内外の電位は逆転する。
細胞内が+になる状態を脱分極という。



活動電位



脱分極が
ある閾値を超えると
細胞外に多く存在する
Na⁺(ナトリウム)チャンネル
が開口する。

閾値 0

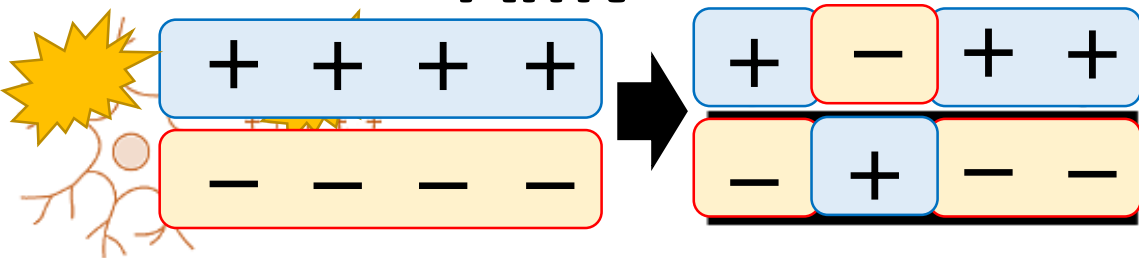
神経細胞の
内外で
生じている

静止膜電位

脱分極相

電位が-から+へと移行

細胞に刺激



活動電位

+イオンが内に入るので、細胞内は+へと移行する。電位が約+30mvまで達するとNa⁺(ナトリウム)チャンネルが閉口する

脱分極がある閾値を超えると細胞外に多く存在するNa⁺(ナトリウム)チャンネルが開口する。

+30mv

閾値 0

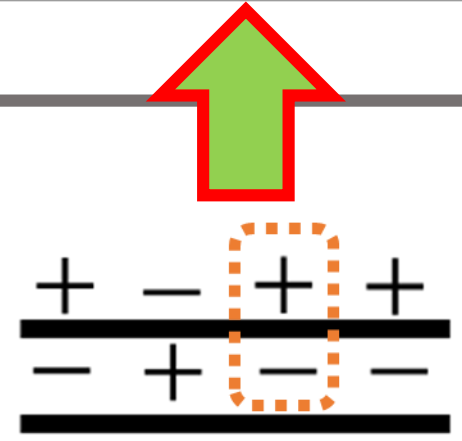
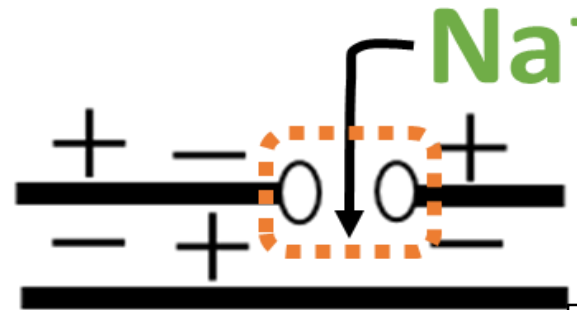
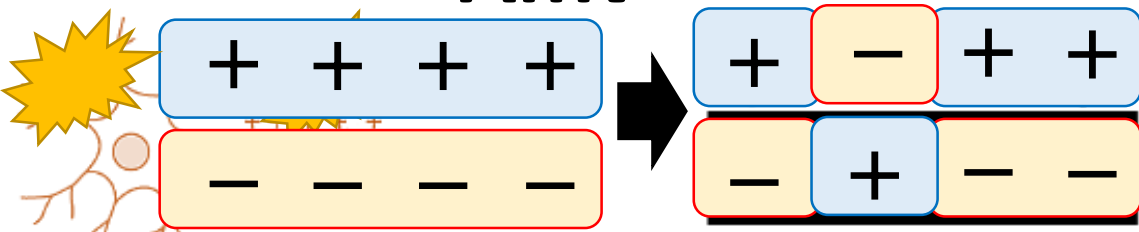
神経細胞の内外で生じている

細胞に刺激

静止膜電位

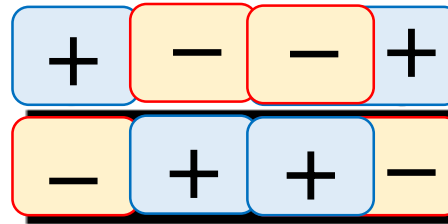
脱分極相

電位が-から+へと移行



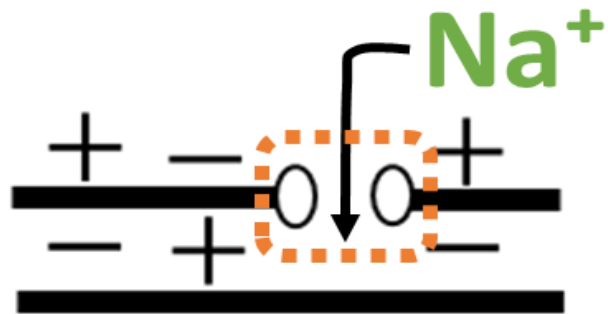
+30mv

閉口したら



オーバーシュート

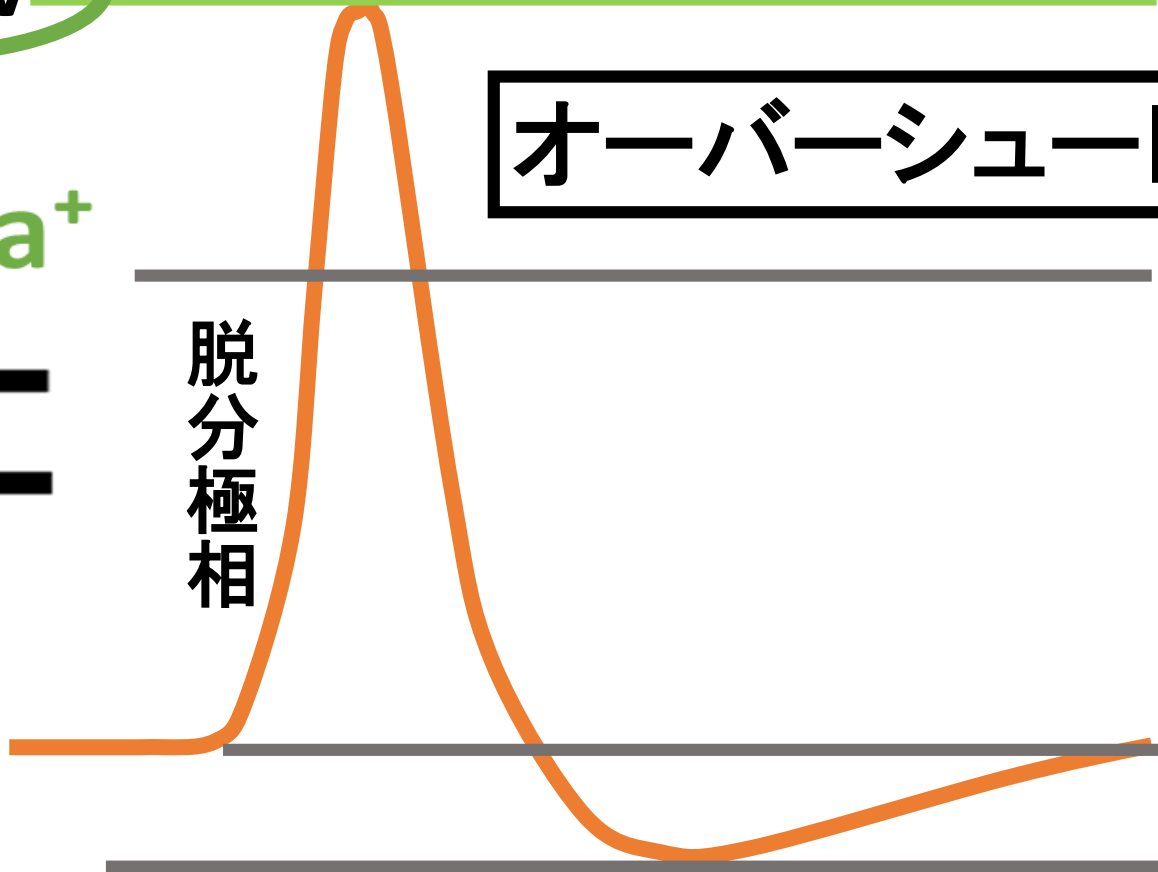
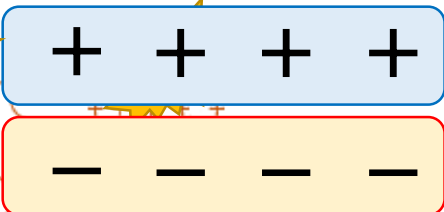
閾値を超過後に定常値・静止膜電位へ戻っていく現象



脱分極相

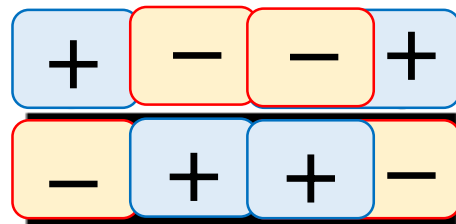
細胞に刺激

70mv

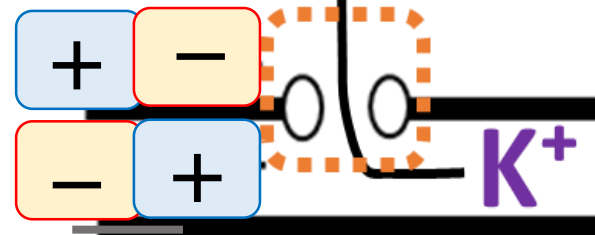
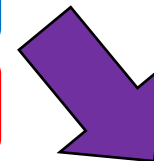




閉口したら



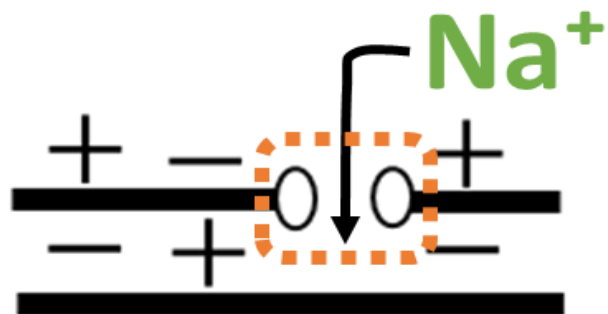
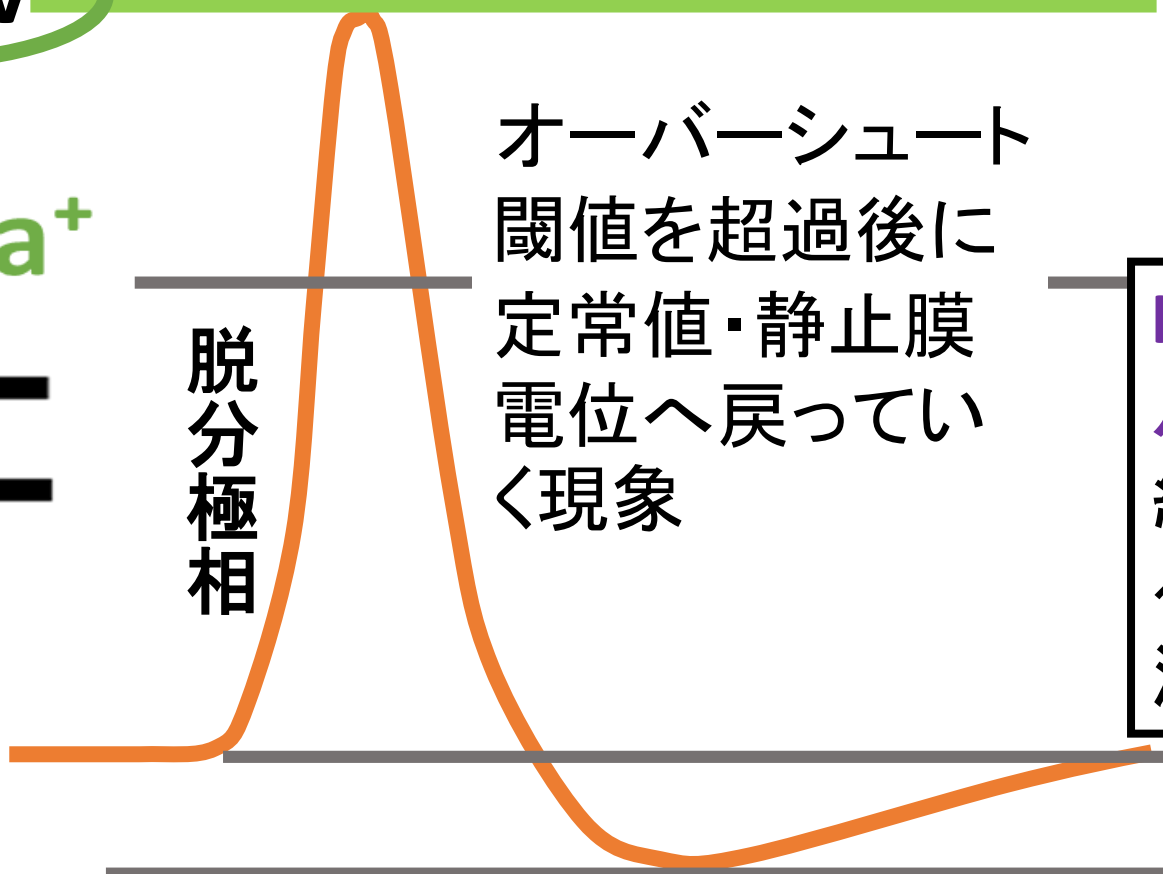
+30mv



オーバーシュート
閾値を超過後に
定常値・静止膜
電位へ戻ってい
く現象

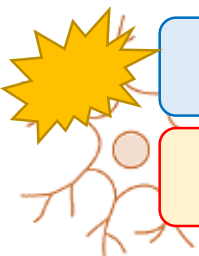
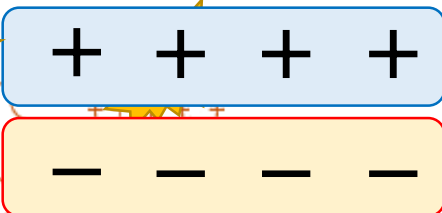
K⁺(カリウム)チャンネル
が開口し
細胞内に多く存在す
るK⁺は細胞外へ
流れ出す。

脱分極相

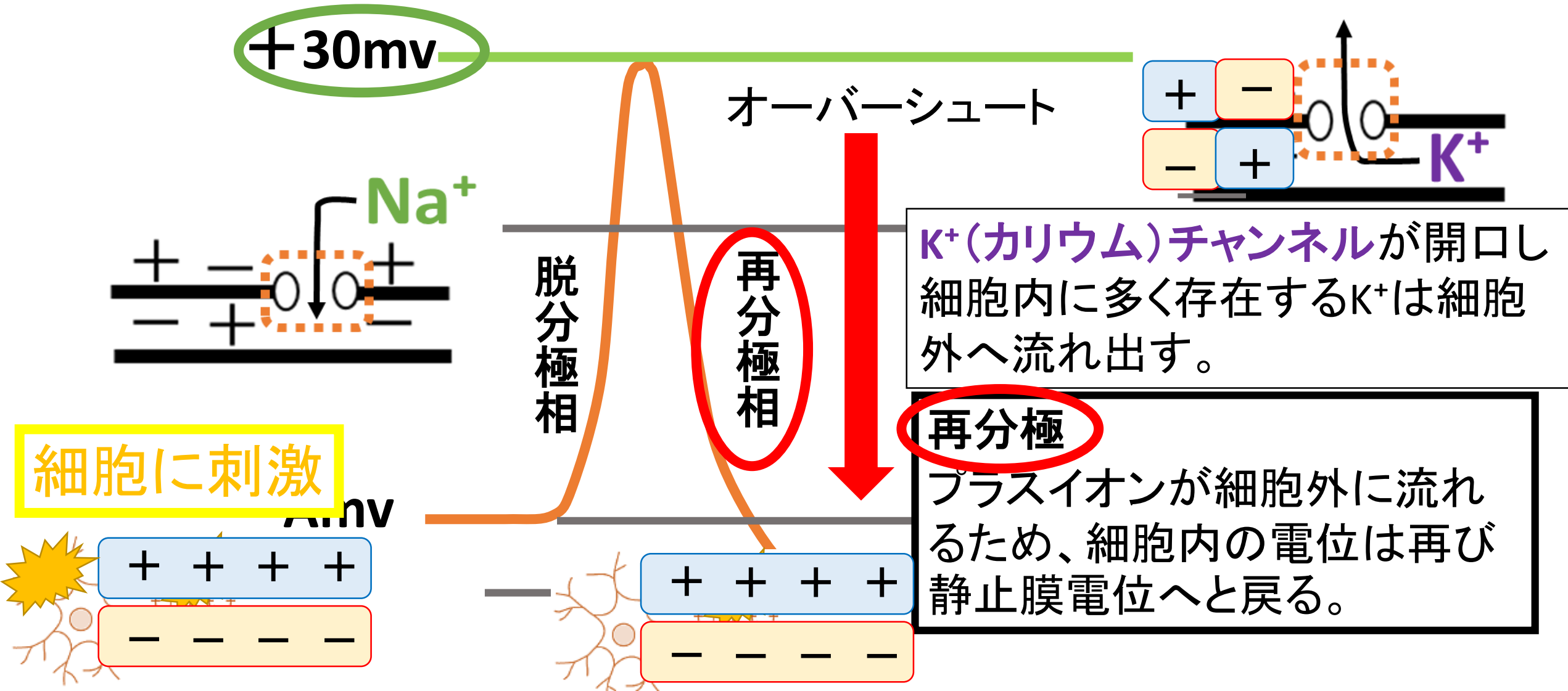


細胞に刺激

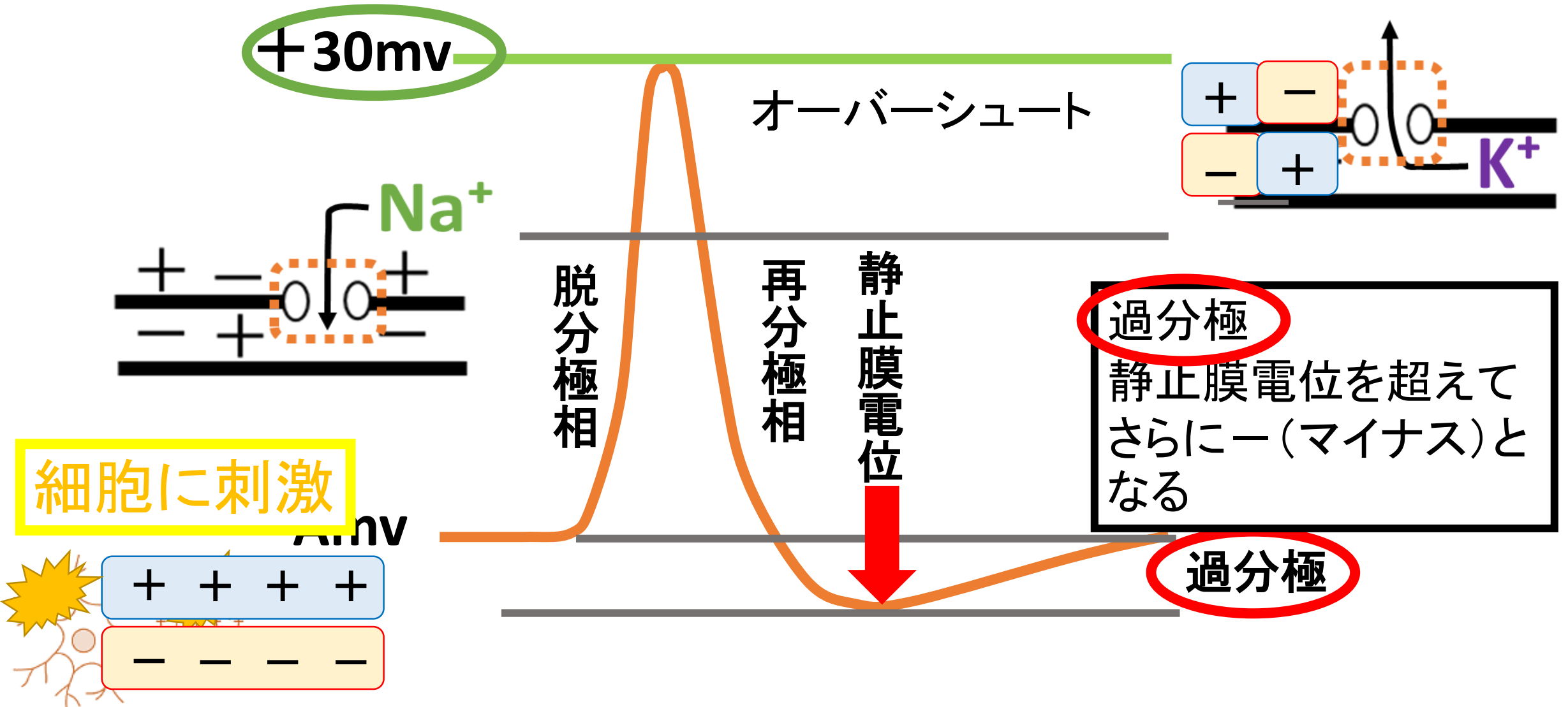
0mv



活動電位



活動電位

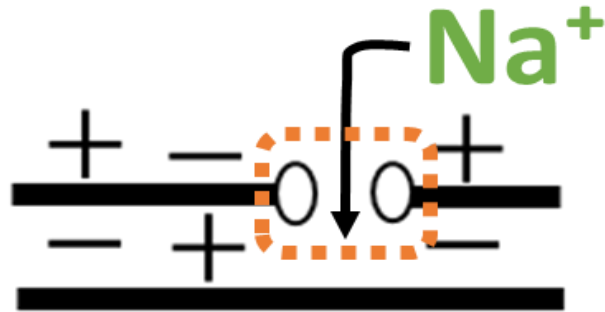
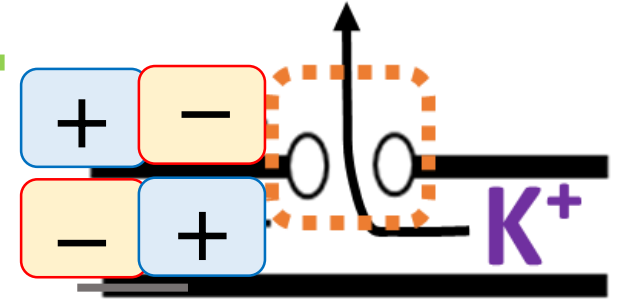


活動電位



+30mv

オーバーシュート



脱分極相

再分極相

静止膜電位

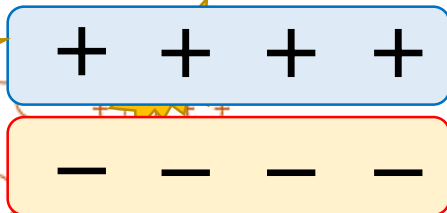
過分極

静止膜電位を超えてさらに- (マイナス) となる

過分極

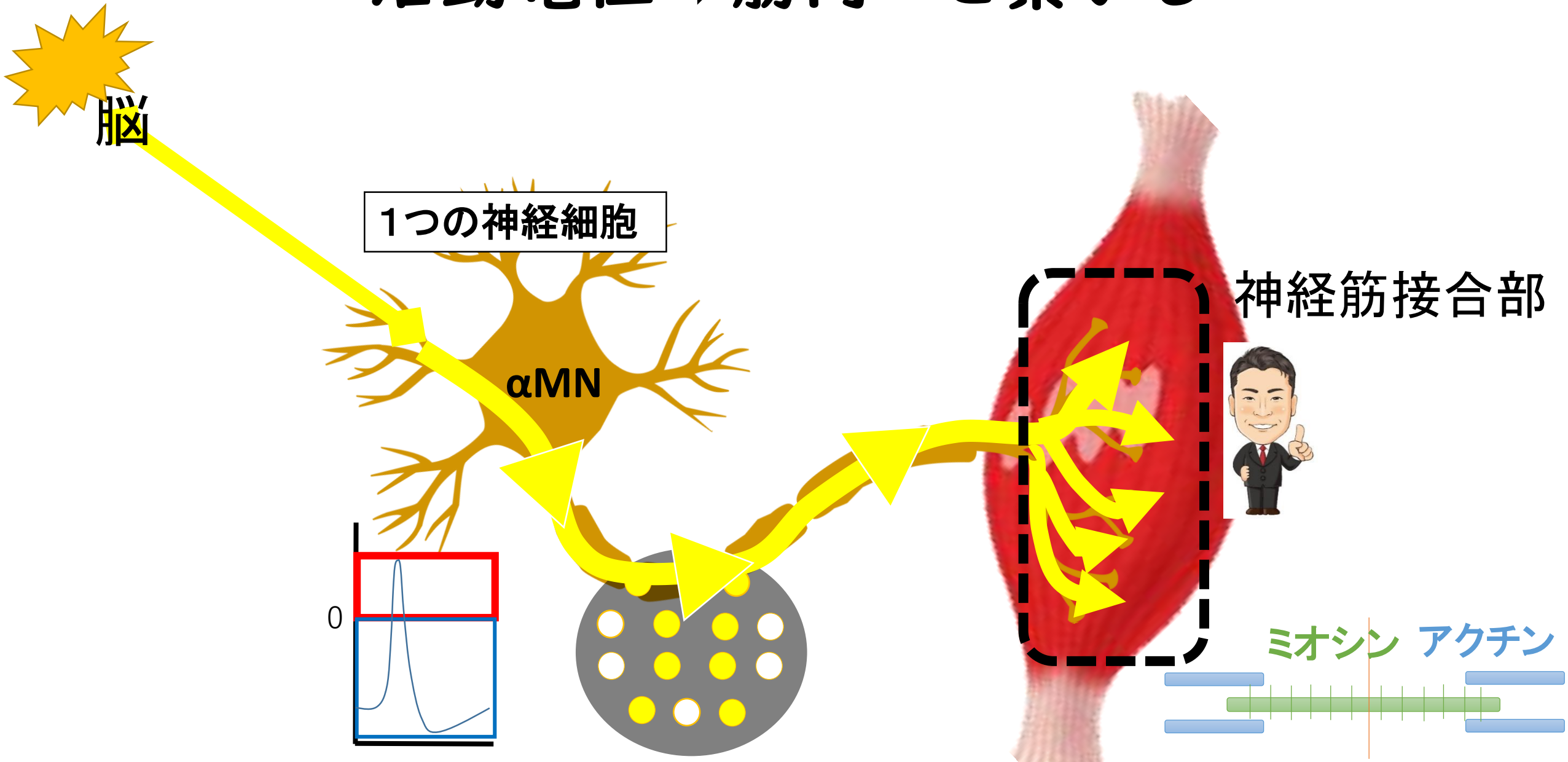
細胞に刺激

70mv

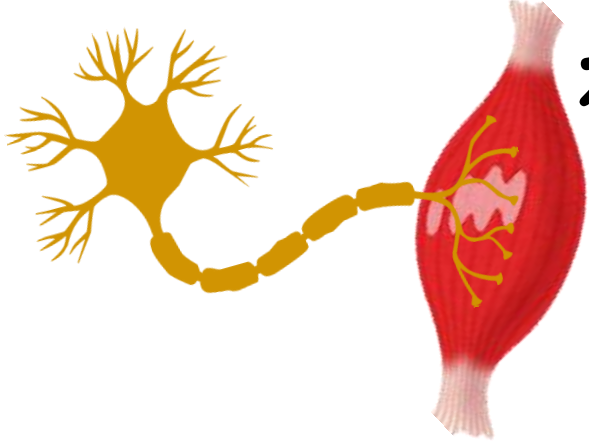


不応期を作る: 刺激があっても反応しない時期

活動電位 → 筋肉へと繋がる



神経筋接合部でおこること



神経

軸索終末

シュワン細胞

シナプス小胞

T細管

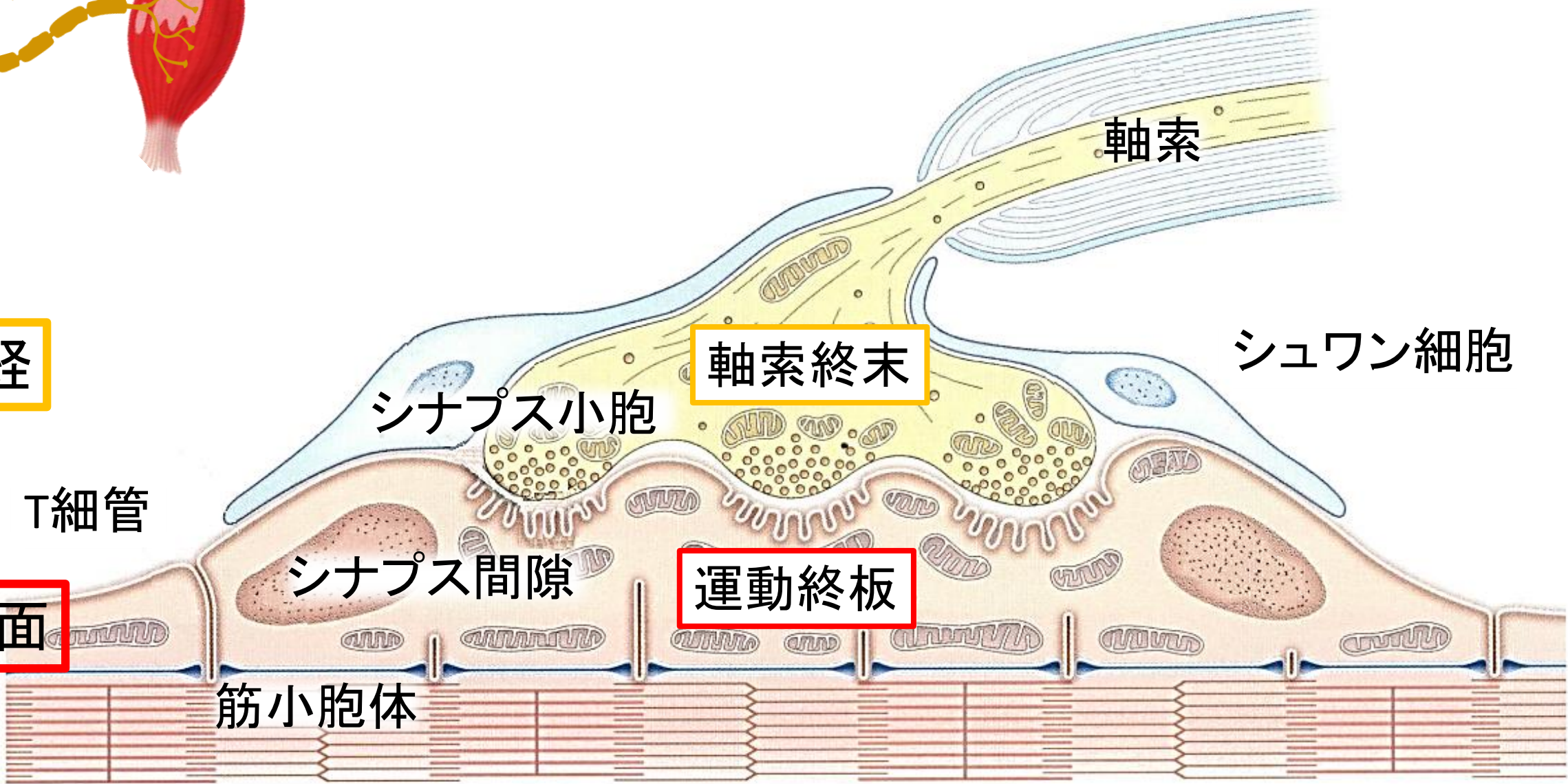
表面

運動終板

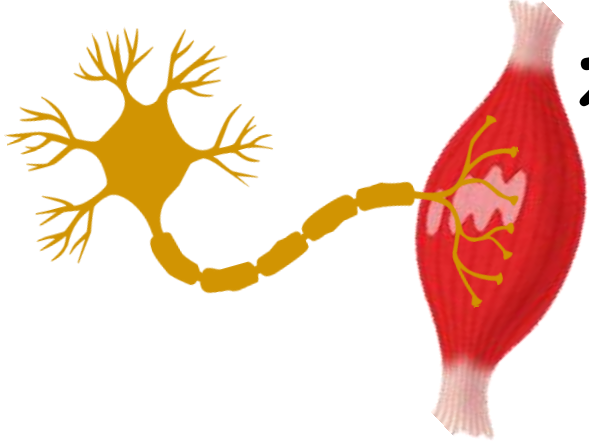
シナプス間隙

筋

筋小胞体



神経筋接合部でおこること



興奮性の電位



神経

軸索

軸索終末

シュワン細胞

シナプス小胞

T細管

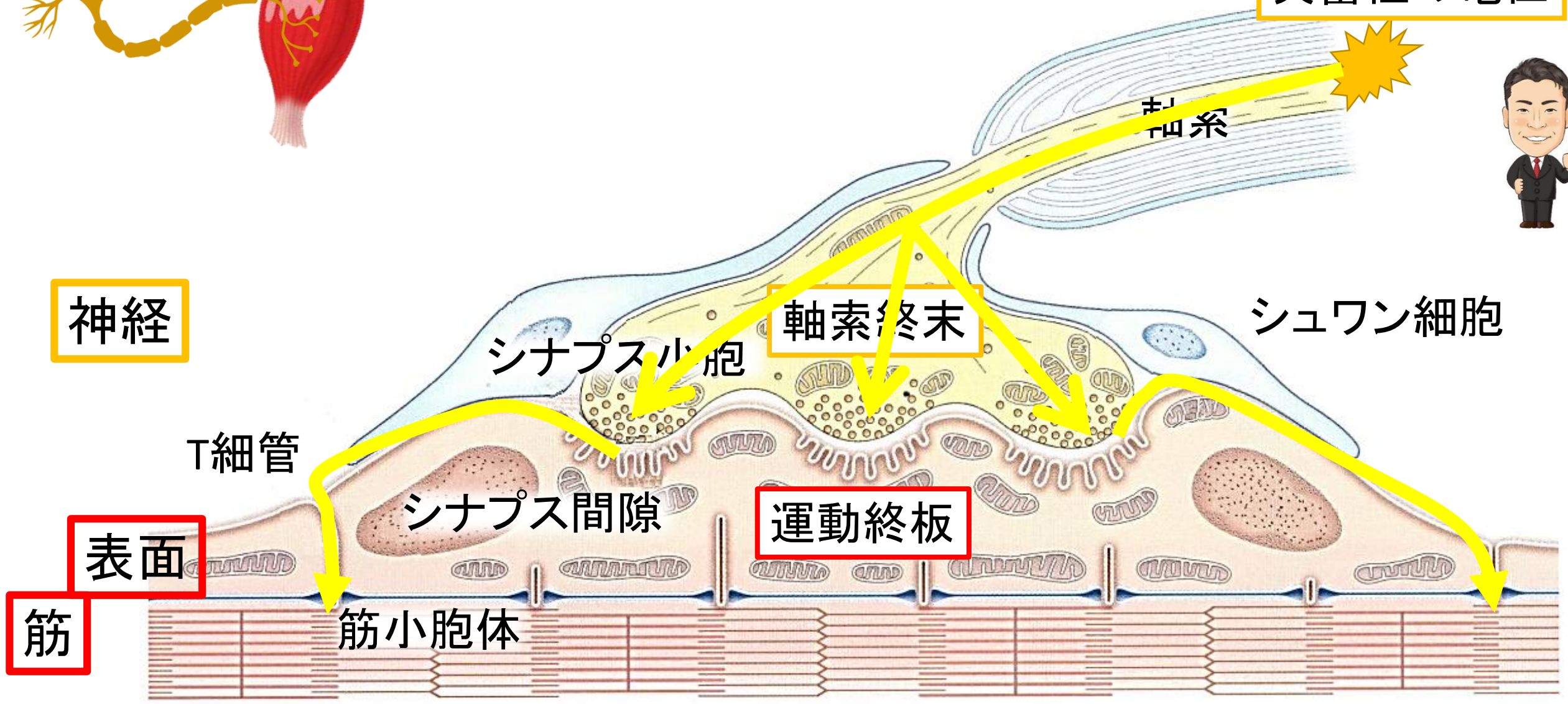
表面

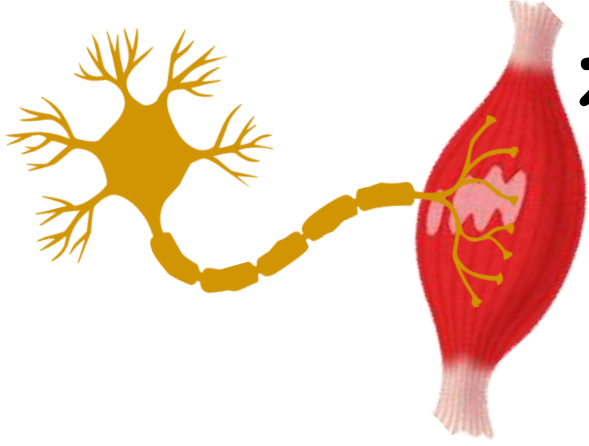
運動終板

シナプス間隙

筋

筋小胞体





神経筋接合部

- 1. 大脳皮質運動野の神経細胞の興奮
- 2. 筋を支配する運動神経の興奮

興奮性の電位

3. 軸索終末部から終末にアセチルコリンが放出

神経

軸索終末

シュワン細胞

シナプス小胞

T細管

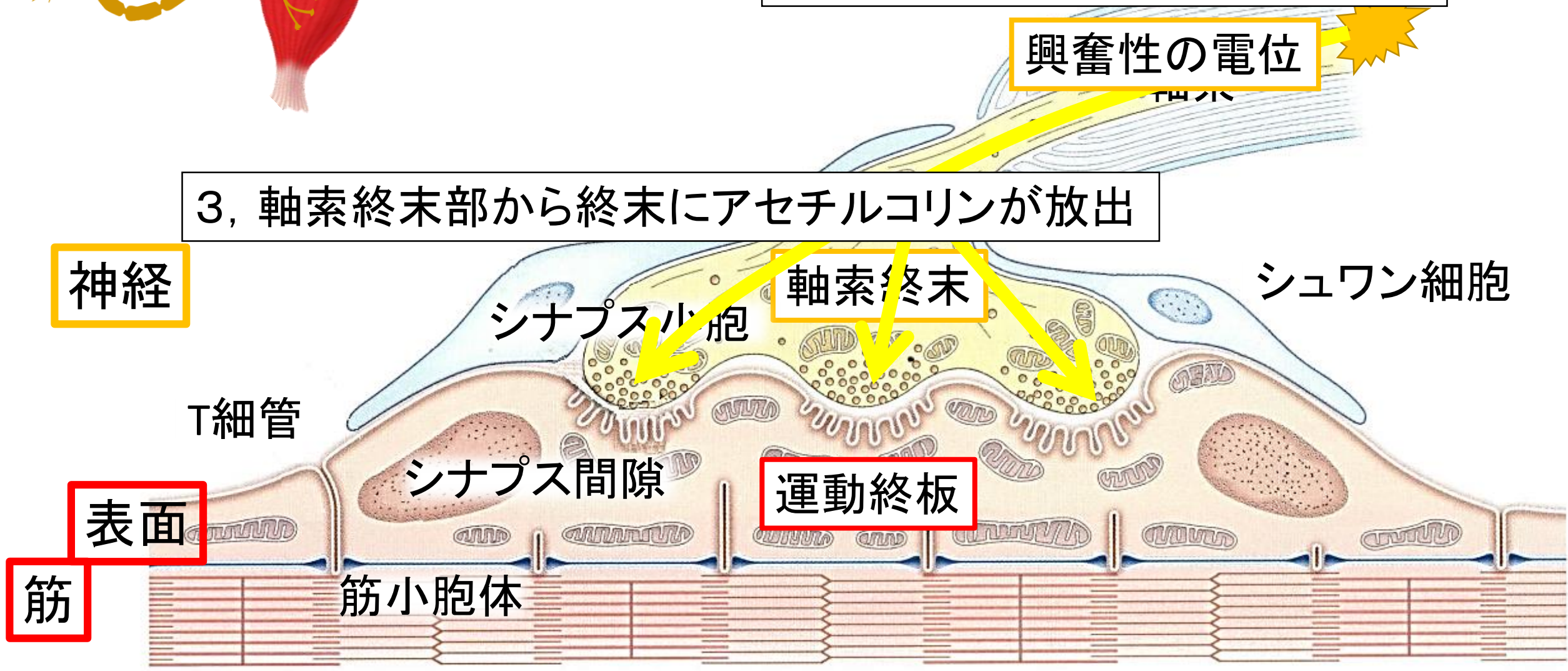
シナプス間隙

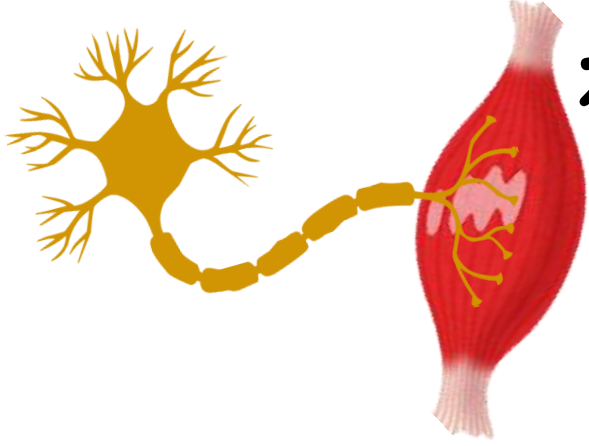
運動終板

表面

筋

筋小胞体





神経筋接合部

- 1. 大脳皮質運動野の神経細胞の興奮
- 2. 筋を支配する運動神経の興奮

興奮性の電位

3. 軸索終末部から終末にアセチルコリンが放出

神経

軸索終末

シュワン細胞

シナプス小胞

4. 終板電位の発生

T細管

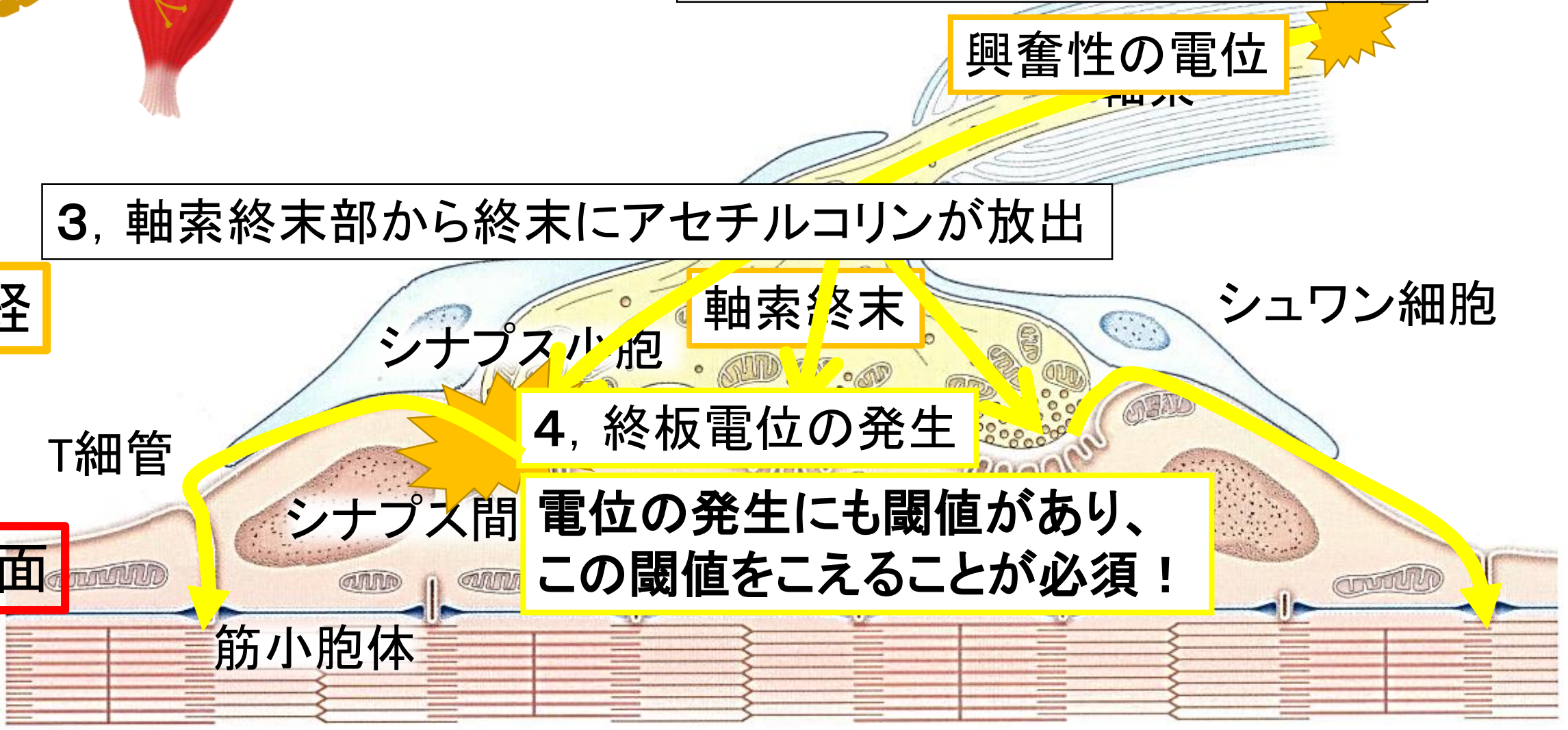
シナプス間

電位の発生にも閾値があり、この閾値をこえることが必須！

表面

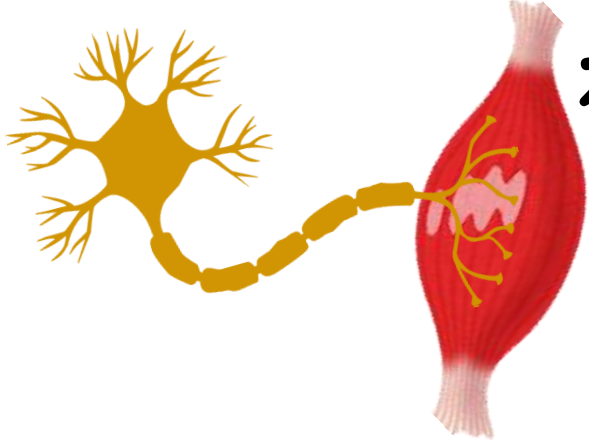
筋

筋小胞体



神経筋接合部

1. 大脳皮質運動野の神経細胞の興奮
2. 筋を支配する運動神経の興奮



興奮性の電位

3. 軸索終末部から終末にアセチルコリンが放出

神経

軸索終末

シュワン細胞

4. 終板電位の発生

シナプス小胞

T細管

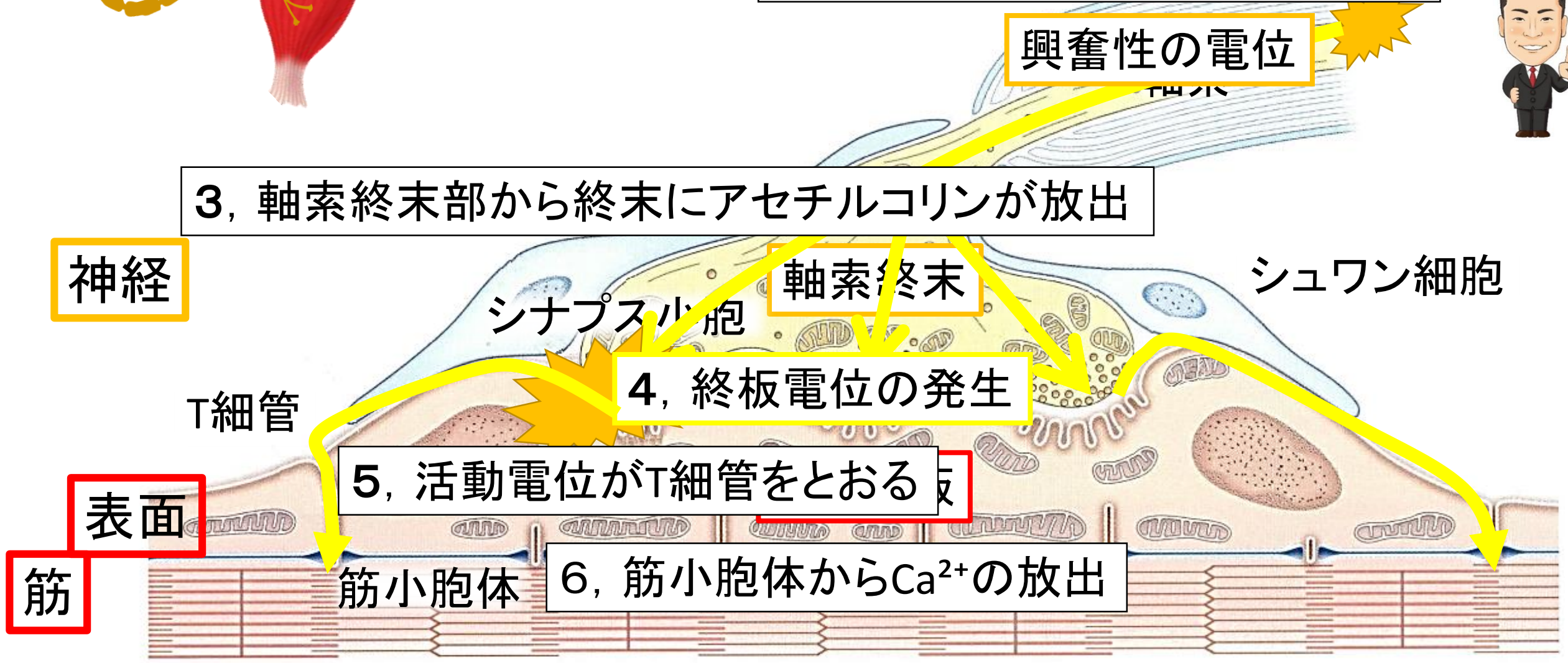
5. 活動電位がT細管をとおり

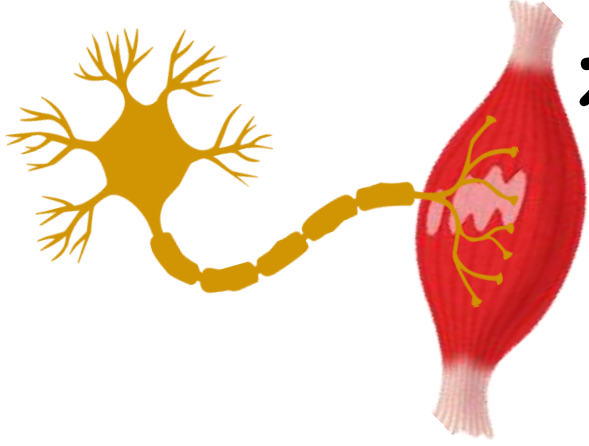
表面

筋

6. 筋小胞体からCa²⁺の放出

筋小胞体





神経筋接合部

- 1, 大脳皮質運動野の神経細胞の興奮
- 2. 筋を支配する運動神経の興奮

興奮性の電位

3, 軸索終末部から終末にアセチルコリンが放出

神経

軸索終末

シュワン細胞

シナプス小胞

4, 終板電位の発生

T細管

5, 活動電位がT細管をとおり

表面

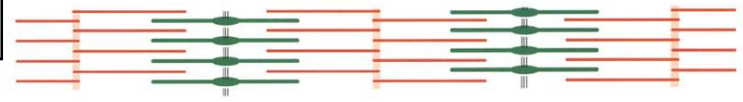
8, アクチンを覆っているトロポミオシンがはずれ、アクチンがミオシンに結合部する

筋

筋小胞体

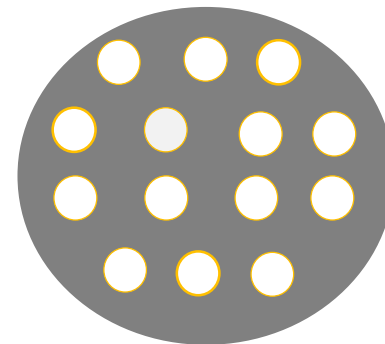
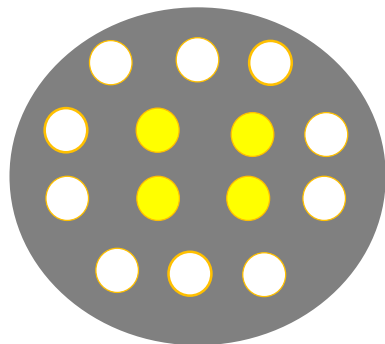
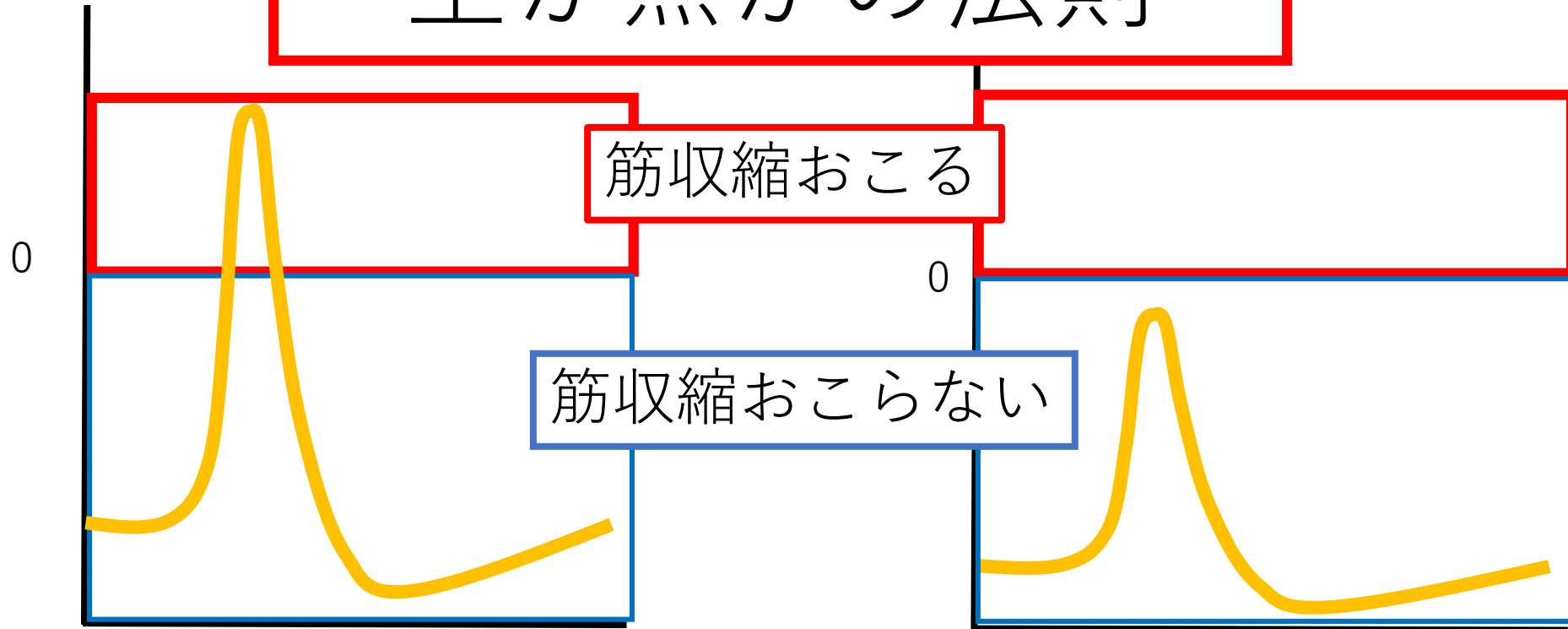
6, 筋小胞体からCa²⁺の放出

7, Ca²⁺とトロポニンとの結合



筋肉が動きだすか・ださないか!?

全か無かの法則

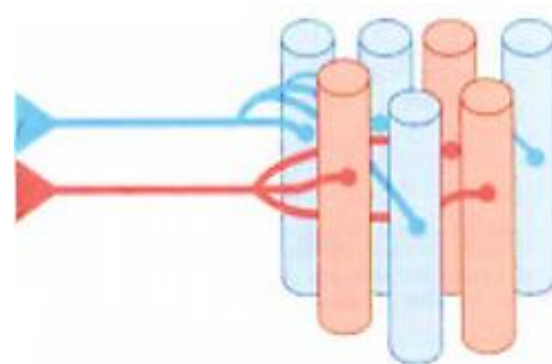
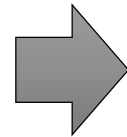
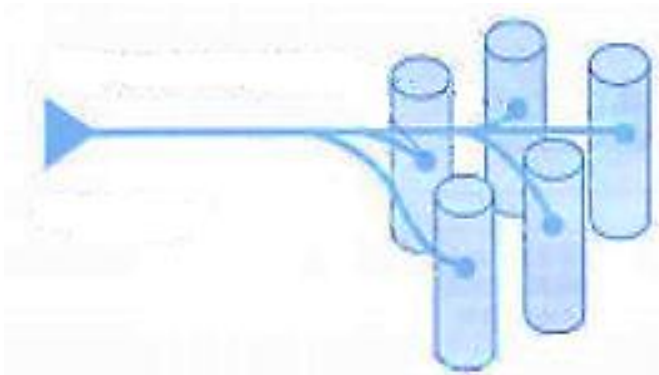


運動単位: motor unit



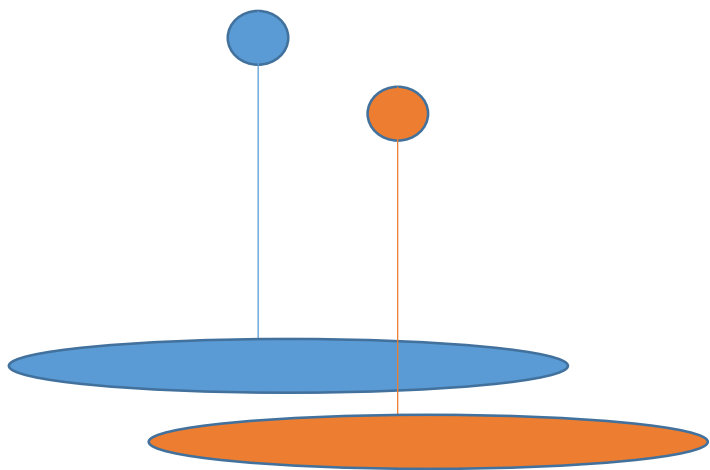
・1つの α 運動ニューロンとその運動ニューロンが神経支配する全ての筋線維のこと。

・最も小さい神経系の機能単位

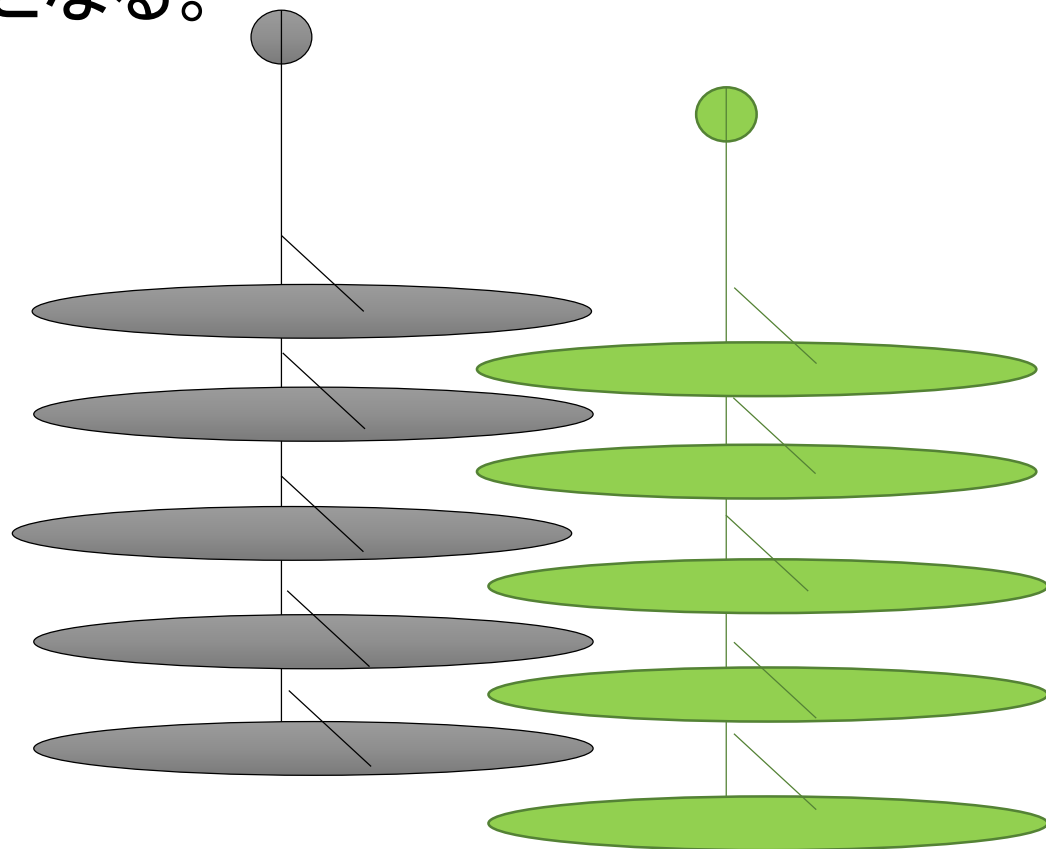


神経支配比

運動ニューロンが1つの筋線維を神経支配している状態: 最小単位

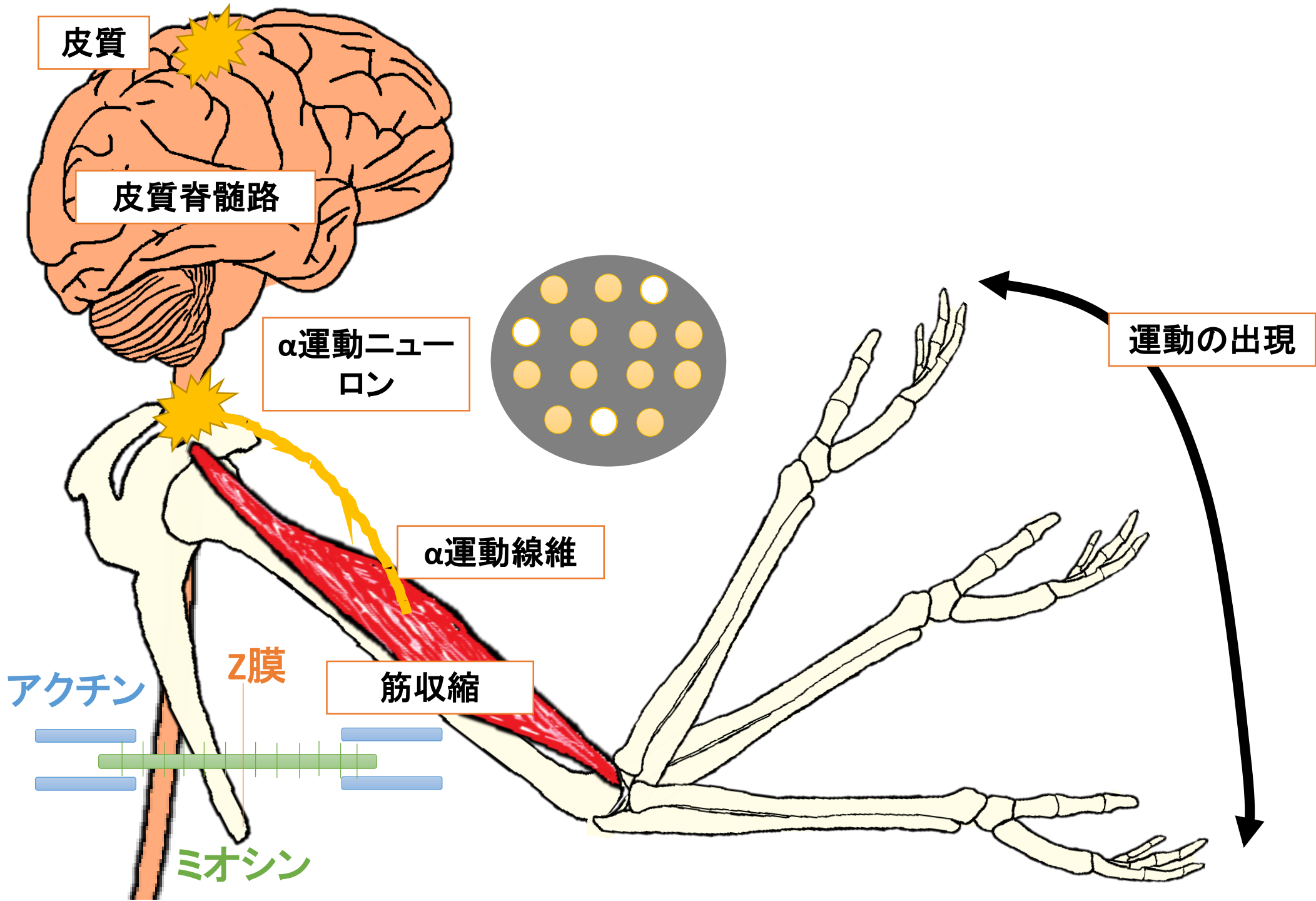


1つ運動ニューロンが複数の筋線維を支配。神経支配比は5となる。



神經支配比

筋	α 運動軸索	筋線維	神經支配比
上腕二頭筋	774	580000	750
腕橈骨筋	333	>129200	>410
腓腹筋内側	579	1042000	1800
前脛骨筋	445	272850	613
虫様筋	96	10269	107
背側骨間筋	119	40500	340
母指対立筋	133	79000	595



皮質

皮質脊髓路

α運動ニューロン

α運動線維

運動の出現

筋収縮

アクチン

Z膜

ミオシン

それ何！？触診のヒントになることから

テーマ：筋肉が動きだす

7月26日(水)19:00～

・構造 ・電気信号 ・運動

脳外触診セミナー 講師 山上 拓

それ何！？触診のヒントになることから

テーマ：シナプスの独走

8月23日(水)20:00～

・構造 ・つながり ・脳卒中後の変化

脳外触診セミナー 講師 山上 拓