

演習課題3 chattering neuron モデルのシミュレーション

exercise 3.1 fig 3.1 のような発火パターンになるように、モデルのパラメータ g_{SK} と g_{cat} を調節しなさい。

exercise 3.2 あるパラメータを変化させていくと細胞の発火パターンが fig 3.2a、fig 3.2b のように変わります。それぞれのパラメータを変化させればよいかを調べなさい。

以上が終われば、その他のパラメータを変更した時の細胞の発火パターンを確認してみてください。例えば、 E_{cat} はここでは -42mV としていますが、-20mV とする説もあります。

また、MATLAB でのプログラミングに知識のある人は、2つの細胞をシナプスでつないでみてください。2つの細胞の同期発火への引き込みが、バーストの状態に依存すること確かめられるはずです。

Chattering neuron のモデル

$$\begin{aligned}
 C_m \frac{dV}{dt} &= -g_{Na} m^3 h (V - E_{Na}) - g_K n^4 (V - E_K) - m_{Ca}^2 I_{GHK} \\
 &\quad - g_{SK} m_{SK} (V - E_K) - g_{cat} m_{cat} (V - E_{cat}) - g_{leak} (V - E_{leak}) + I_{app} \\
 \frac{dm}{dt} &= \Phi_m [\alpha_m (1 - m) - \beta_m m] \\
 \frac{dh}{dt} &= \Phi_h [\alpha_h (1 - h) - \beta_h h] \\
 \frac{dn}{dt} &= \Phi_n [\alpha_n (1 - n) - \beta_n n] \\
 \frac{dm_{Ca}}{dt} &= \Phi_{m_{Ca}} [\alpha_{m_{Ca}} (1 - m_{Ca}) - \beta_{m_{Ca}} m_{Ca}] \\
 I_{GHK} &= \frac{P_{max} V ([Ca^{2+}]_i - [Ca^{2+}]_o) e^{-FV/RT}}{1 - e^{-FV/RT}} \\
 \frac{dm_x}{dt} &= \frac{m_x^\infty ([Ca^{2+}]_i) - m_x}{\tau_x ([Ca^{2+}]_i)} \quad (x = SK, cat) \\
 m_x^\infty ([Ca^{2+}]_i) &= \frac{[Ca^{2+}]_i}{([Ca^{2+}]_i + K_{d,x})} \quad (x = SK, cat) \\
 \tau_x ([Ca^{2+}]_i) &= \frac{\Psi}{([Ca^{2+}]_i + K_{d,x})} \quad (x = SK, cat) \\
 \frac{d[Ca^{2+}]_i}{dt} &= -\eta I_{Ca} + k_- [B] O_c - k_+ [Ca^{2+}]_i [B] (1 - O_c) \\
 &\quad - g_{pump} \frac{[Ca^{2+}]_i}{[Ca^{2+}]_i + K_{m,pump}} \\
 \frac{dO_c}{dt} &= -k_- O_c + k_+ [Ca^{2+}]_i (1 - O_c)
 \end{aligned}$$

各パラメータ値はプログラムを参照

fig 3.1

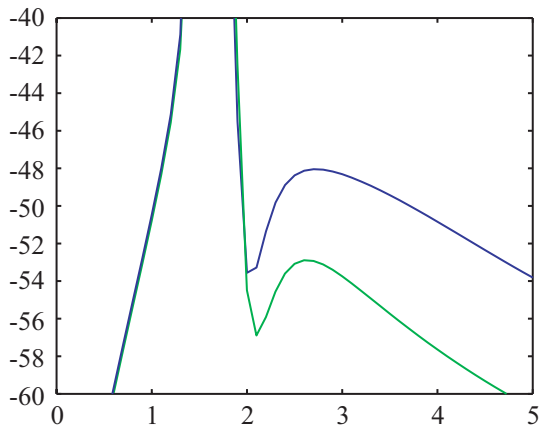
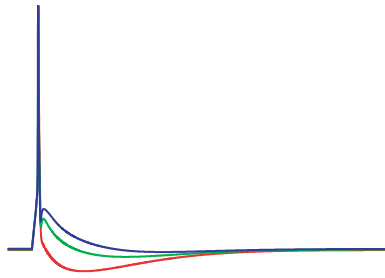
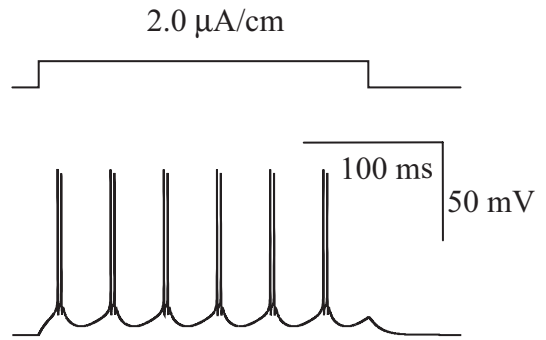
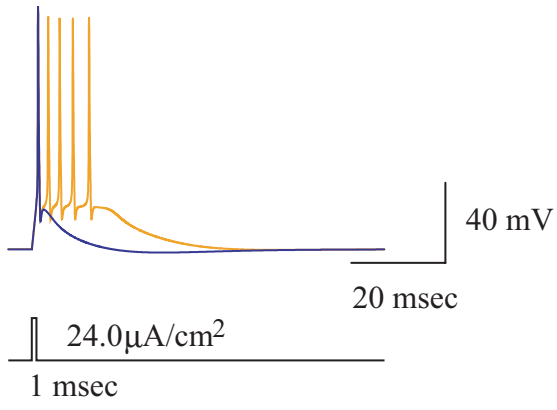


fig 3.2a

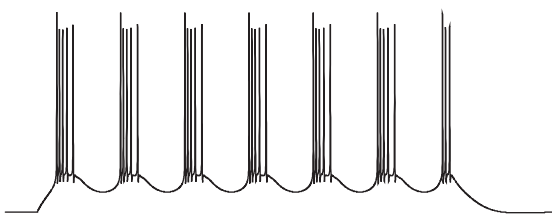
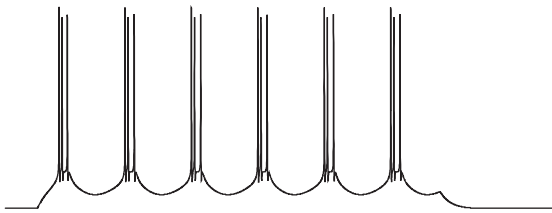
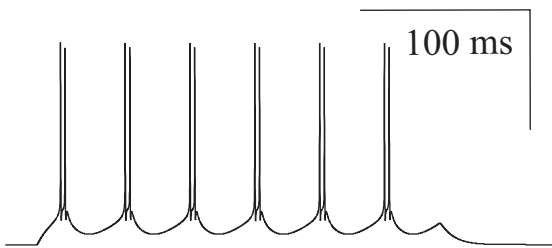
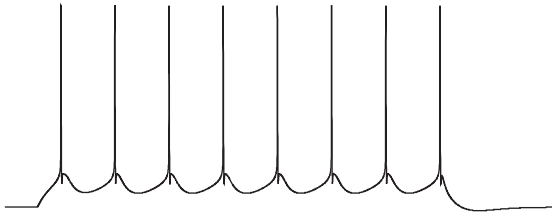


fig 3.2b

