

【初級】簡単な反応拡散：細胞外からの  $\text{Ca}^{2+}$  流入とそのバッファリング

**概要:** カルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$  は細胞のシグナル伝達や機能維持に重要で、その濃度は厳密に制御され、細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  濃度は細胞外に比べて4桁以上低くなっています。細胞内の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の制御には細胞膜の  $\text{Ca}^{2+}$  透過性チャネルの開閉、細胞内での ER からの放出、 $\text{Ca}^{2+}$  バッファによる制御などいくつかの要因がありますが、ここでは細胞膜の  $\text{Ca}^{2+}$  透過性チャネルが開いたことによる  $\text{Ca}^{2+}$  流入とそのバッファリングについて例を示します (図 1)。

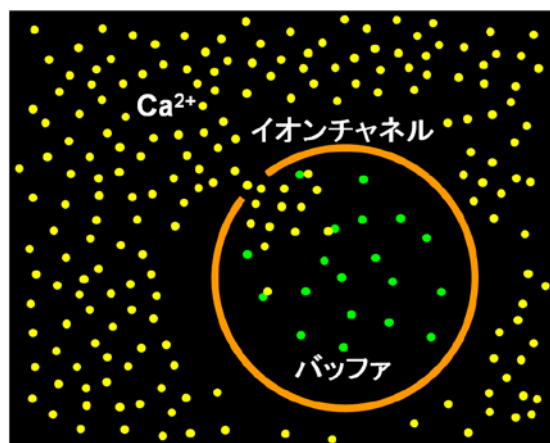


図 1  $\text{Ca}^{2+}$  流入とバッファリングの模式図

**ポンチ絵と A-Cell モデル:**  $\text{Ca}^{2+}$  とバッファとの結合解離反応についてポンチ絵を図 2 左に、その A-Cell モデルを中に、円形形態モデルを右に示します。  $\text{Ca}^{2+}$  流入は A-Cell の”Stimulation”でモデル化し、形態モデルの一番上の赤い 5 コンパートメントに割り付けました。  $\text{Ca}^{2+}$  のバッファ反応はすべてのコンパートメントに割り付けました。

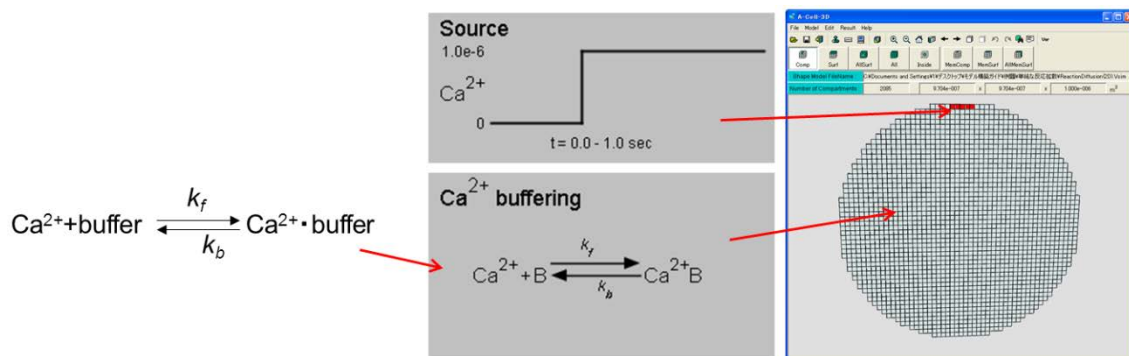


図 2 ポンチ絵と A-Cell モデル

シミュレーション結果を図 3 に示します。  $t=0$  から  $\text{Ca}^{2+}$  が流入し、バッファ分子 B と反応しながら細胞内を拡散します。  $\text{Ca}^{2+}$  の拡散定数は  $10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$  で、バッファ分子 B は拡散

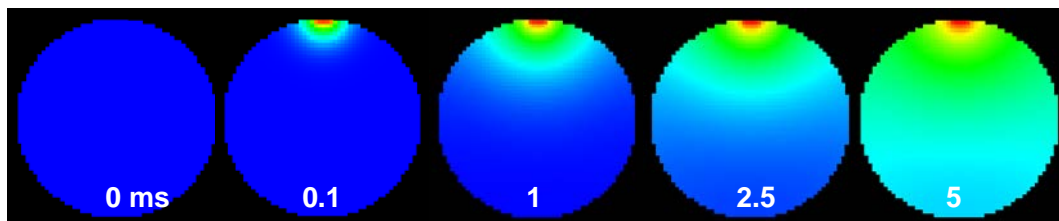


図 3 シミュレーション結果 ( $\text{Ca}^{2+}$ )

させていません。バッファ分子 B がない場合 (これは同じモデル集の中の単純拡散です) と比較してみてください。