

【基礎】湧き出しがある拡散

概要： 湧き出しがある拡散とは、ある場所から物質が供給され続けてそれが拡散する場合を指します。たとえば分子量が比較的小さいインポーチンが関与しないタンパク質の核移行や、細胞膜にあるチャンネル型受容体が開き、細胞外に高濃度で存在するカルシウムイオンが細胞内へ流入する場合などがこれに相当します (図 1)。

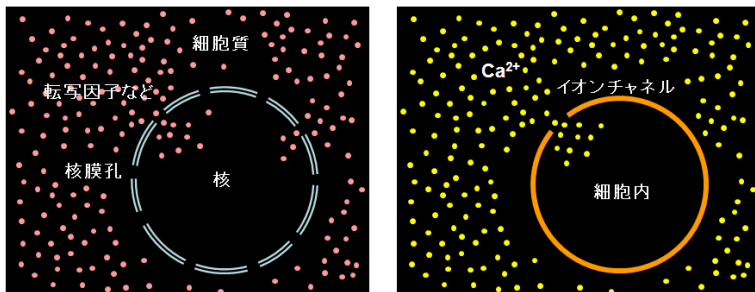
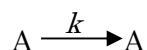


図 1 湧き出しのある拡散の現象

ポンチ絵と A-Cell モデル：

単純拡散の場合と同じようにダミーの反応式を作成して、拡散領域全体に割り付けます。



やはりポンチ絵を描くことができないくらい単純です。 k の値は何でも構いません (単純拡散と同じ)。湧き出しをどのように A-Cell でモデル化するかですが、Stimulation 機能を使います。A-Cell モデルの概要を

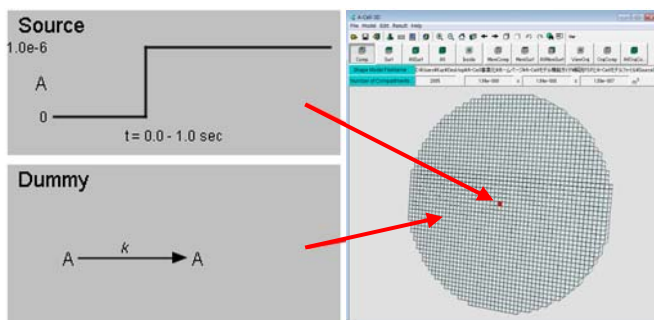


図 2 湧き出しのある拡散の A-Cell モデル

図 2 に示す。このモデルでは直径 $1\mu\text{m}$ の円形形態の中心の 1 つのコンパートメントが湧き出しになっており、 $t=0$ から 1 秒間ここから物質 A が湧き出し続けるという設定になっています。シミュレーション結果を図 3 に示します。拡散定数は $10^{-11}\text{m}^2/\text{s}$ で 51 分割です。

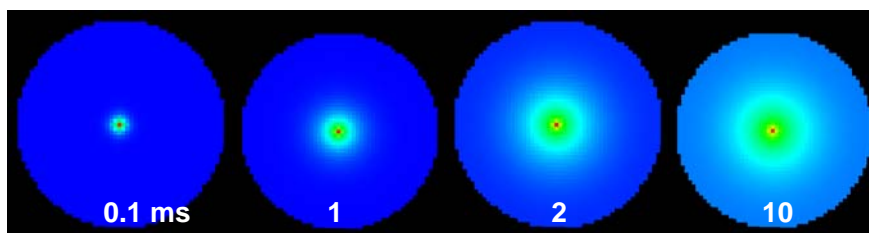


図 3 湧き出しのある拡散のシミュレーション結果

結果は単純拡散と大きく違います。 $t=0$ で中心コンパートメントにおける A の濃度が $1\mu\text{M}$ に固定されるので、A が湧き出し続けることになり、その結果単純拡散のときのようにピーク濃度が低下することなく、A が全体に広がります。しかし A の湧き出しが $t=1$ 秒で終了して以降は $0\mu\text{M}$ に固定されるので今度は中心コンパートメントが吸い込みとなり、濃度が徐々に低下します。これは試してみてください。また湧き出しが複数ある場合や、湧き出しと吸い込みが別の場所に同時に存在する場合なども試すと面白いと思います。