

# 相互通信可能な分子通信系シミュレーションによる濃度依存性の検証

## Two-step reinforcement learning for model-free redesign of nonlinear optimal regulator

堀研究室 学籍番号：82411805 川口竜輝

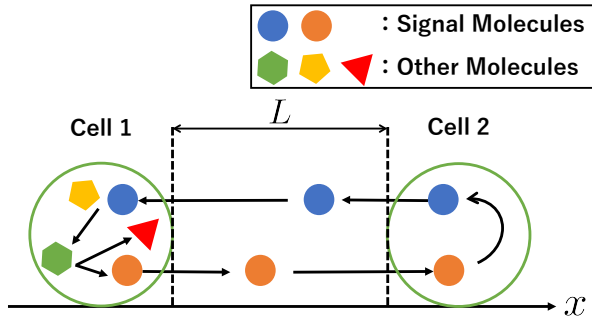


Fig. 1: Image of 1 dimension Molecular Communication System

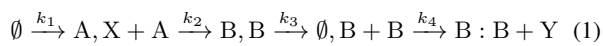
### 1. 研究背景・目的

自然界において、細胞はシグナル分子と呼ばれる伝達物質を別の細胞に送ることで情報の伝達を行っている。このような細胞間の情報伝達を相互に行う系は分子通信系と呼ばれ、系は細胞内での化学反応と細胞間のシグナル分子の伝達によって構成されている。分子通信系では、系内部の細胞の濃度が系全体の状態に影響を与えることが知られているが、その量的な関係を調べた研究は少ない。

### 2. 相互通信可能な分子通信系

### 3. 数値例による検証

Fig. 1 にあるように、細胞が2つ存在する1次元の分子通信系を考える。ただし、系の拡散係数  $\mu = 3.0 \times 10^{-4}$ 、細胞間距離を  $L$  とする。ここで細胞1内部には分子 A, B, X が存在し、次の細胞内部の反応によってシグナル分子 Y を放出する。



細胞2内部には分子 Y が存在し、次の反応によってシグナル分子 X を放出する。



この時、時刻  $t = 0$  において細胞1から分子 Y が  $10^2$  個放出されたとき、細胞1における分子 B の時間発展を1000回シミュレーションし、その平均を  $L = 0.1 \mu\text{m}, 0.2 \mu\text{m}, 0.3 \mu\text{m}, 0.4 \mu\text{m}, 0.5 \mu\text{m}$  に対して計算した。ただし、 $k_1 = 5.0 \text{ mm}^{-1}$ ,  $k_2 = \log(2)/20 \text{ mm}^{-1}$ ,  $k_3 = k_4 = k_5 = 0.02 \text{ mm}^{-1}$  とした。この時、各  $L$  に対する分子 B の時間発展を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、細胞間距離が短いほど分子 B の過渡応答が急峻であり、距離依存性を持つことが確認できる。

### 4. 結論と今後の展望

本稿では、相互通信可能な分子通信系のシミュレーション法による濃度依存性の検証に向けて、相互通信可能な1次元の分子通信系の数値シミュレーションを行った。具体

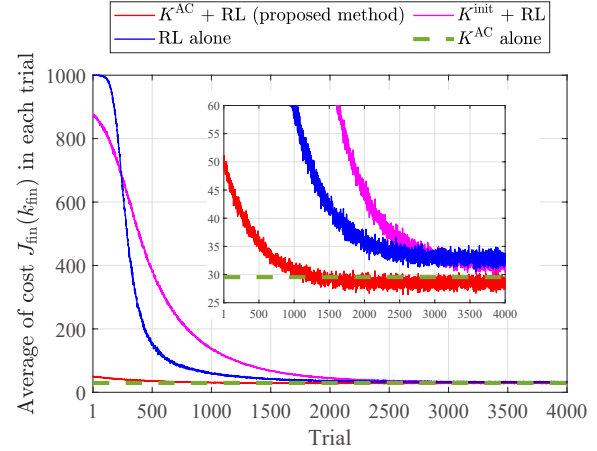


Fig. 2: Comparison of the time evolution of the average number of B among each  $L$

的には、送信細胞と受信細胞が固定されたシミュレーション法に対して、シグナル分子の到達確率分布が分子の放出時刻だけシフトすることを利用して相互通信可能な分子通信系のシミュレーションを提案した。今後の展望としては、現在のシミュレーション法を利用して2次元の相互通信する分子通信系に対して複数の濃度におけるシミュレーションを行い、濃度依存性の検証を行う。

### 参考文献

- [1] R. S. Sutton et al., 2nd ed. *MIT Press*, 2018.
- [2] B. Kiumarsi et al., *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 29, no. 6, pp. 2042–2062, 2018.