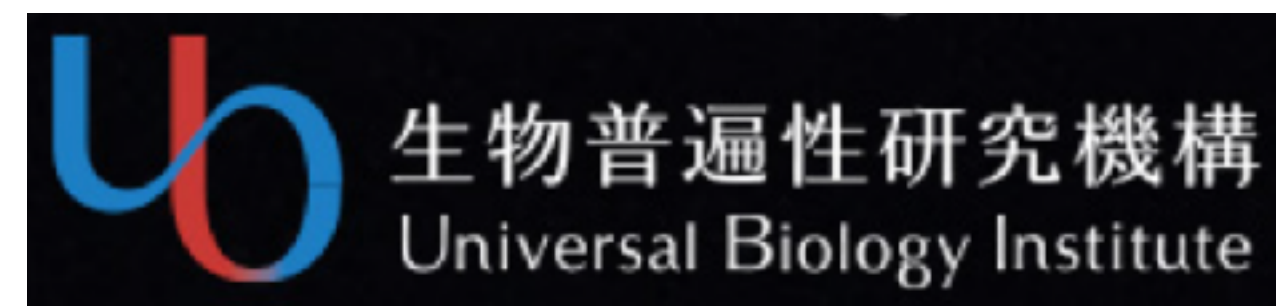


Opening remarks

Workshop OT 2023

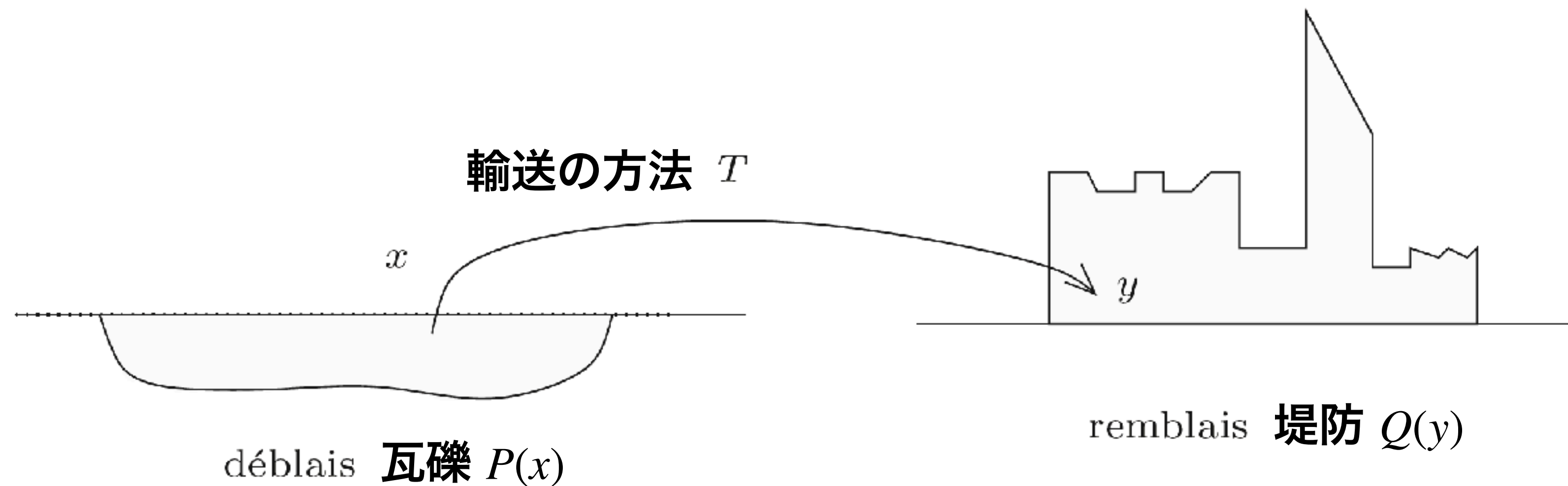
最適輸送とその周辺 - 機械学習から熱力学最適化まで

東京大学 理学系研究科附属生物普遍性研究機構 伊藤 創祐



会議趣旨説明：Optimal transport (最適輸送) とは

- Mongeの最適輸送問題 (1781) - 砂山をいかに低コストで輸送するか



Gaspard Monge
1746-1818

Villani, C. (2009). *Optimal transport: old and new* (Vol. 338, p. 23). Berlin: springer.

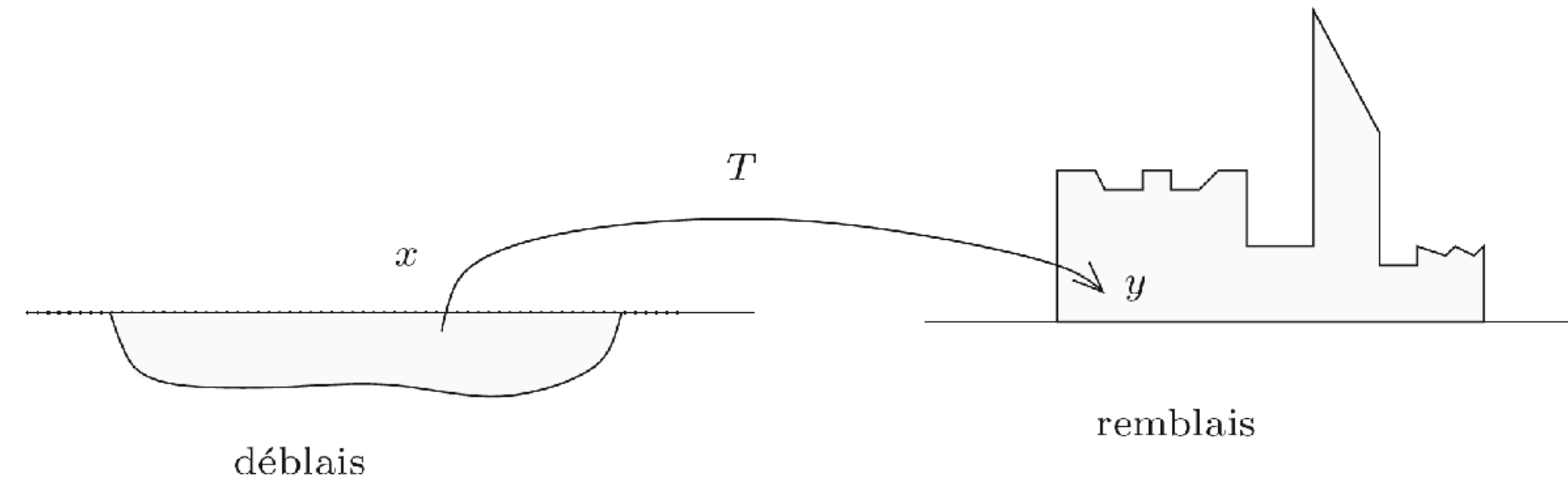
瓦礫の山 $P(x)$ の中の位置 x の砂を、 T という輸送の方法で位置 $y = T(x)$ に動かすことで、堤防 $Q(y)$ を作ることを考える。

移動距離 $\|x - T(x)\|$ に応じたコストがかかるとした時に、瓦礫を堤防に移す総コスト $C(P, Q)$ が最もかからない輸送の方法 T は？

(もしくは、最小のコスト $\min_T C(P, Q)$ は？)

会議趣旨説明: 最適輸送理論の応用範囲

瓦礫 $P(x)$ と堤防 $Q(y)$ を異なる確率分布(もしくはデータの状態)だとみなす



確率分布を最適に運ぶためのコストやダイナミクス、
確率分布間の違い、幾何に関する数理のフレームワーク

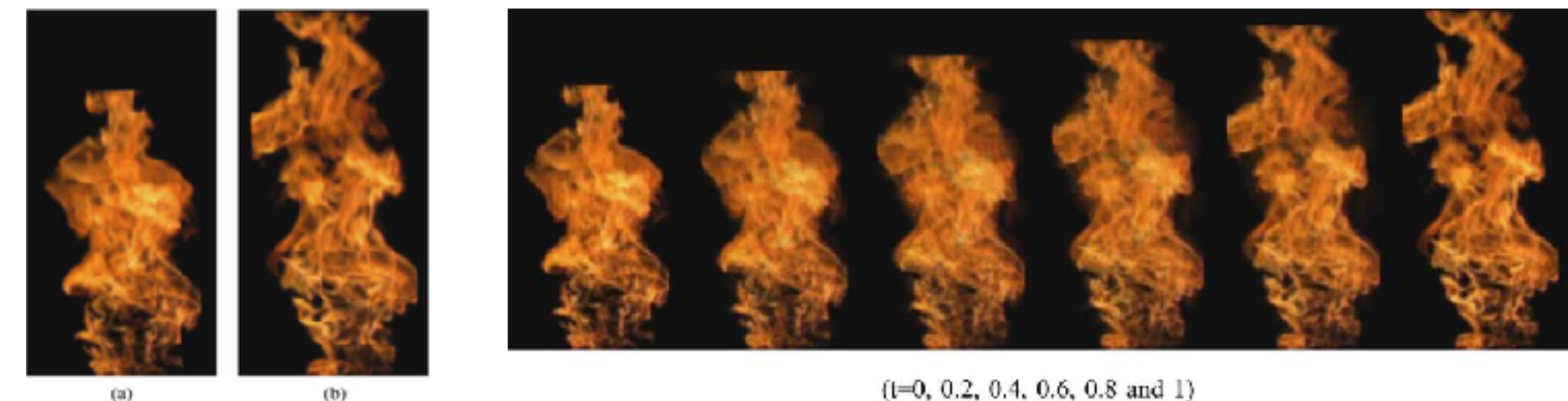
応用範囲の例

数学 - 分布間の距離・幾何構造、偏微分方程式論、最適化問題

機械学習 - データ間の類似度の定量化、データ間の補完、生成モデル

物理学 - ブラウン運動、流体力学、非平衡熱力学

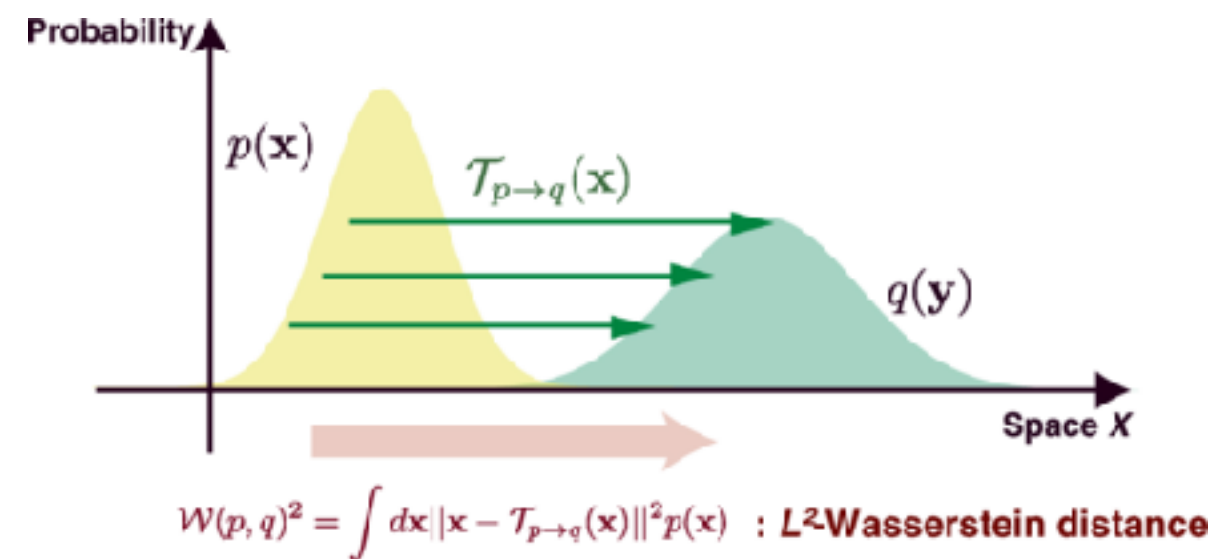
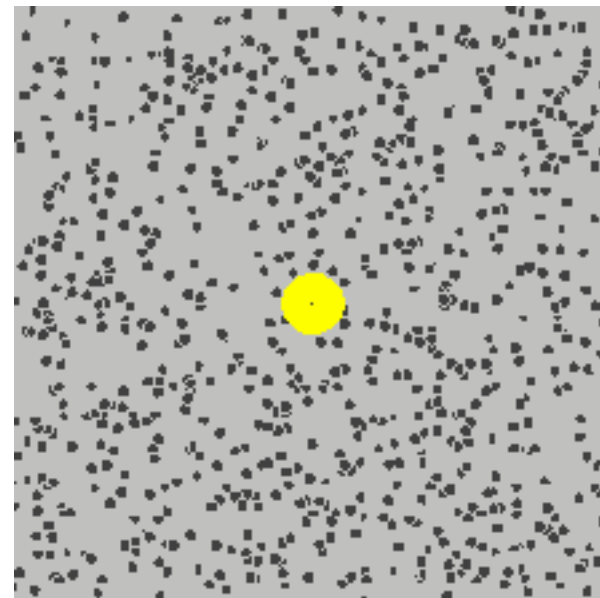
例) 2つの炎の画像の最適輸送



会議趣旨説明: 熱力学的な最適化と最適輸送理論

Fokker-Planck方程式と最適輸送の関係 (例えばJordan- Kinderlehrer-Otto scheme (1998)に端を発する)

Jordan, R., Kinderlehrer, D., & Otto, F. (1998). *SIAM journal on mathematical analysis*, 29(1), 1-17.

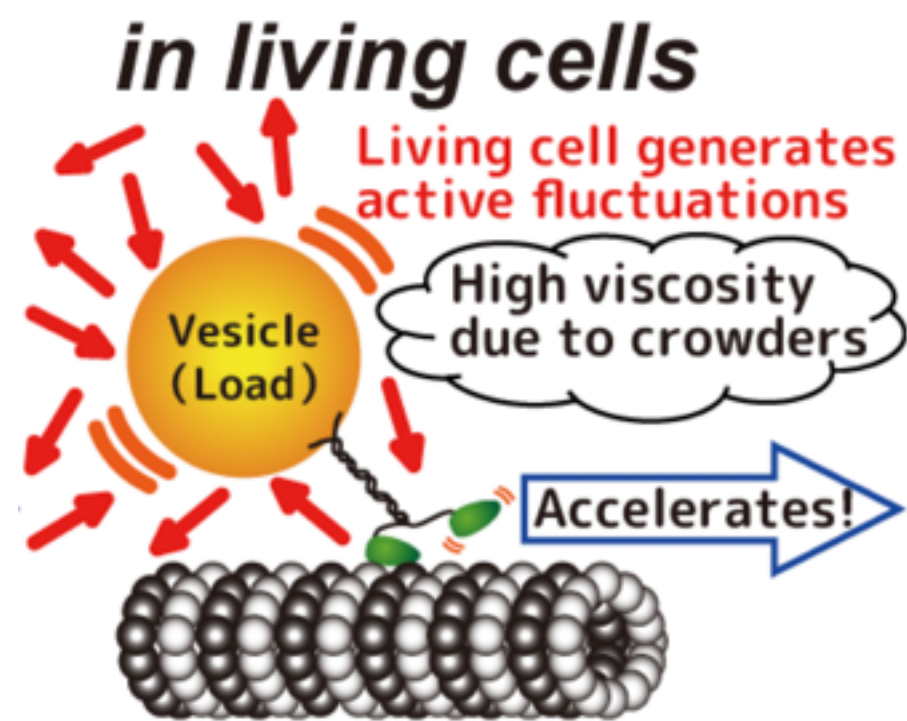


ブラウン運動下でどう粒子 (の分布) を最適に輸送するか
最小化したいコストとしての熱力学的散逸 (= エントロピー生成)

Aurell, E., Gawędzki, K., Mejía-Monasterio, C., Mohayaei, R., & Muratore-Ginanneschi, P. (2012). *Journal of statistical physics*, 147, 487-505.

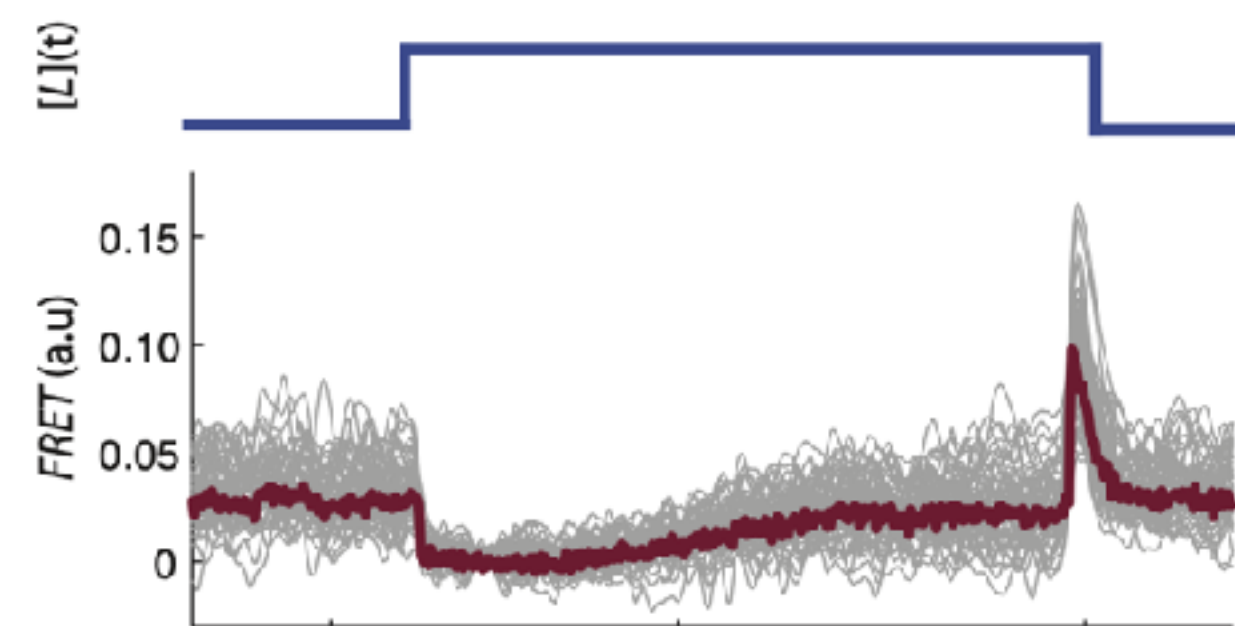
Nakazato, M., & Ito, S. (2021). *Physical Review Research*, 3(4), 043093.

ブラウン運動下でのある種の輸送の最適化に関する周辺分野の例



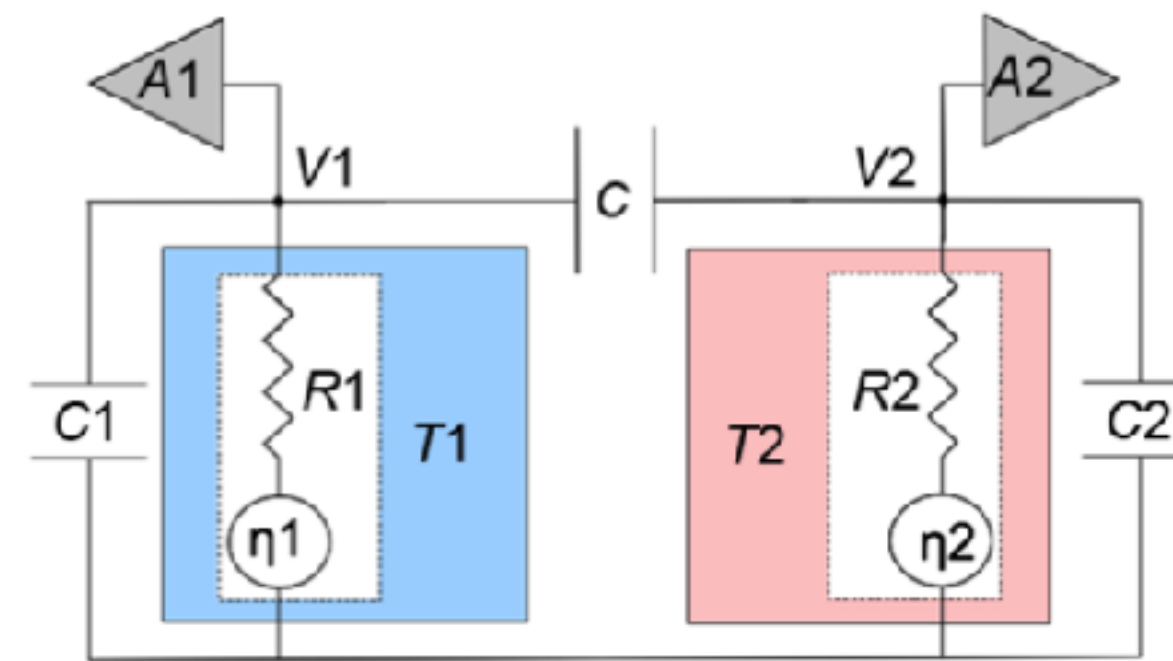
分子モーター系

Ariga, Takayuki, et al. *Physical review letters* 127.17 (2021): 178101.



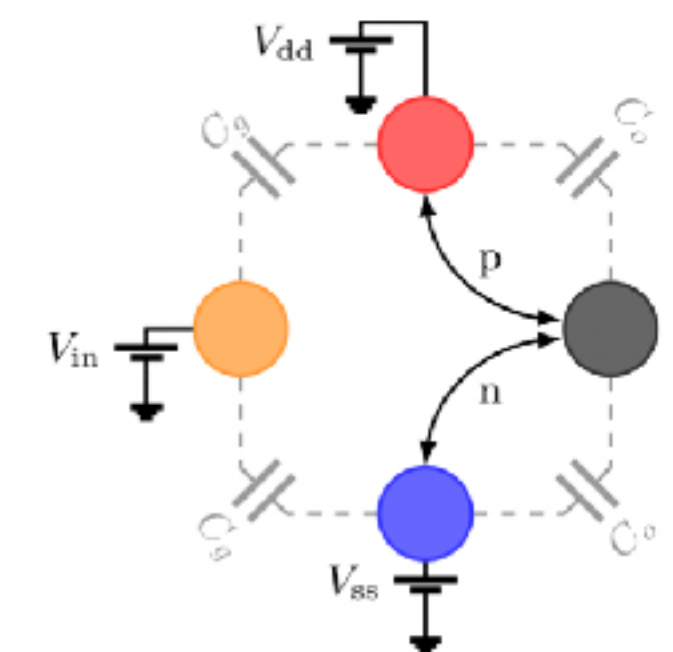
生体シグナル伝達系

Keestra, Johannes M., et al. *Elife* 6 (2017): e27455.



アナログ電気回路

Ciliberto, Sergio. *Physical Review X* 7.2 (2017): 021051.



論理ゲート (CMOS)

Freitas, N., Delvenne, J. C., & Esposito, M. (2021). *Physical Review X*, 11(3), 031064.

講演者：最適輸送やある種の輸送の最適化に関する周辺分野の方々 (敬称略)

