

物理学特論 AII

講師：田中 章詞 上級研究員（理化学研究所 革新知能統合研究センター）

9月3日(木), 4日(金), 7日(月, 予備日) **（講義室 理-9番講義室）**（2～4限）

タイトル：拡散モデル入門

講義要旨：

本集中講義では、近年の生成AIおよび機械学習において新たな定式化である拡散モデルとフロアマッチングの数理を、物理学の視点を織り交ぜつつ体系的に紐解きます。

まず機械学習と確率論の基礎を確認したのち、連続変数ドメインにおいてデータ変形を記述するFokker-Planck方程式から導かれる時間反転ダイナミクスを議論します。これにより、データ分布から自明な分布への変形と、その逆過程としてのデータ生成が数理的にどう結びつくかを明かします。また、決定論的な流動を支配するフロアマッチング手法が流体力学における「連続の方程式」に基づいていることを説明します。さらに、この連続時間の数理を離散変数ドメインへと拡張します。

担当：道下 佳寛

物理教室セミナー

講師：田中 章詞 上級研究員（理化学研究所 革新知能統合研究センター）

9月4日(金)（講義室 理-9番講義室）(5限)

タイトル：拡散モデルと量子力学

要旨：

本セミナーでは、画像生成などで高い成果を上げる「拡散モデル」を、量子力学の「ファインマンの経路積分」を用いて定式化する新たなアプローチを紹介します。スコアベースの拡散モデルにおける逆時間確率微分方程式や損失関数の導出を包括的に記述するほか、決定論的・確率的サンプリングのスキームを繋ぐパラメータが量子力学のプランク定数に対応することを示します。この物理学的な対応関係により、量子力学の強力な手法であるWKB展開の類似手法を適用し、負の対数尤度の評価による性能差の解析が可能になります。また、余裕があれば近年取り組んでいる機械学習と物理学の融合が生み出すAIの新たな枠組みについても触れる予定です。

担当：道下 佳寛