

フランスでの研究発表と“相互作用”

大学院工学研究科 博士前期課程工学専攻

創造工学プログラム 応用物理分野

中村 泰晴

この度は、貴会の海外研究発表給付金の対象者としてご採択いただき、大変嬉しく存じます。私は 2024 年 12 月 2 日から 5 日間、フランス・リヨンにて開催された “Traffic and Granular Flow(TGF) 2024” に参加させていただきました。本国際会議は、交通流(人や自動車などの流れ)や粉体気体、群集行動に関連する物理学を網羅的に議論するものであり、私は「異なる近接判定がもたらす Vicsek(ヴィチェック)モデルの群集運動の違い」(原題: Cooperative phenomena in active matter systems with alternative interaction of neighbors)について口頭発表いたしました。

Vicsek モデル[1]とは、集団運動を引き起こす最小要素を取り出した標準模型です。このモデルでは、各個体の近く of 他個体を見て向きを揃えていくという相互作用ルールを定めており、これによって集団運動が創発されます。一見堅苦しい言葉が並んでおりますが、皆さんも一度はスズメが大きな群れを作って飛んでいたり、水族館でイワシがトルネード状の構造を作っている様子をご覧になった経験があるかと思います。彼らは群れを作る際、特定のリーダーに率いられているわけでもなく、もちろん予め打ち合わせをしているわけでもなく、自分の周りのみを見て行動を決定しています。この“自分の周り”をどのように定義して群れを作っているのか、このメカニズムを Vicsek モデルという単純化された群集モデルを用いて明らかにするのが私の研究テーマです。

一言に“自分の周り”と言っても、一定の距離内で見えるのか、一定の個数で見えるのか等、様々な考え方があり一意に定義されるものではありません。Vicsek モデルをはじめ様々な数理モデルでは当初、一定の距離に基づいた近接判定を考えていました。ところが自然界に生息する動物たちの行動を詳細に分析すると、彼らは距離に基づかず一定の個体数に基づいて判定していることが近年明らかになりました[2]。そこで私は、これまでに提案されてきた距離に依存しない幾何学的な判定法を網羅した上で、任意のパラメータを必要とせず、非相反的(判定がお互いに双方向とは限らない)というこれまでに提案されてこなかった条件を満たす手法として新たに 2D SANNex 法[3]を開発し、Vicsek モデルに導入しました。本会議では、2D SANNex 法を導入したことによって生じた群れの性質の違いを糸口として、Vicsek モデルがもたらす協調現象のより詳細かつ系統的な分析結果と共にその本質的な性質について新たな主張を行いました。

会期中は、世界中から集まった研究者らと何度か議論をさせていただきました。私のように群れに関する物理を専門とする研究者だけでなく、交通流分野の方々からも近接判定を題材とした私の研究に対してポジティブなフィードバックをいただき、また踏み込んだ議論ができました。豊かな水と 2000 年の長い歴史を感じることができるこの素敵ナリヨンという街で、さまざまな研究者と実りある“相互作用”ができた経験は私にとって強いモチベーションとなり、忘れられない経験となりました。

改めまして、貴会からの支援に深く感謝申し上げます。また、これまでご丁寧に研究を指導してくださいました礒部雅晴准教授、ならびに計算統計物理学研究室のメンバーに感謝申し上げます。

[1] T. Vicsek, A. Czirok, E. Benjacob, I. Cohen, and O. Shochet, *Physical Review Letters* **75**, 1226 (1995).

[2] M. Ballerini *et al.*, *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105**, 1232 (2008).

[3] D. Mugita, K. Souno, H. Koyama, T. Nakamura, and M. Isobe, *The Journal of Chemical Physics* **160**, 174104 (2024).

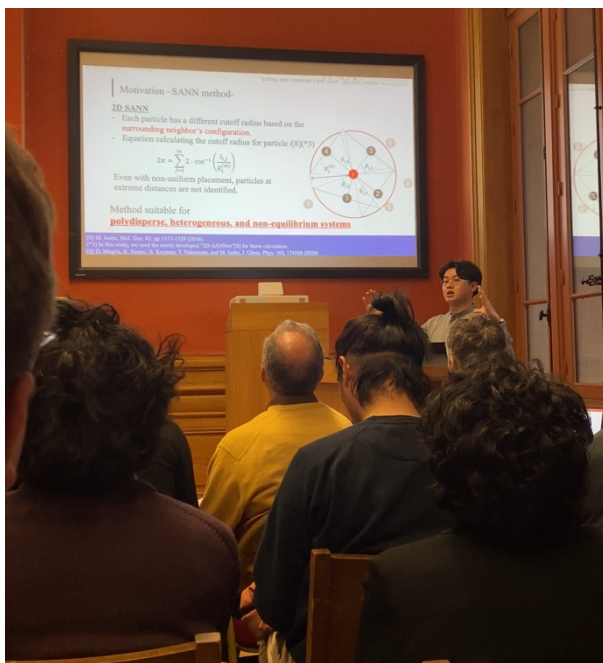


写真 1, 2 : TGF24 会場にて、筆者が発表している様子。



写真 3 : 会議の休憩時間における筆者の様子。休憩時間には飲み物と共にアミューズやマカロン等のお菓子が振舞われました。