

要旨

感染症の拡大を防ぐためには人の集団が密になる状況を回避する必要があるが、どのように集団の密化が発生するのか、そのメカニズムはよくわかっていない。対人接触の履歴は、ウェアラブルRFID (Radio Frequency Identification) デバイスを使って収集することができる。本研究では、RFIDデータを利用し、各個人を頂点、接触関係を辺とした動的な接触ネットワークとして集団の振る舞いを観察し、集団の密度変化を引き起こす要因を推定する手法を開発した。

集団密度が上昇するメカニズムとしては大別して2種類あり、一つは場の「人口」が増加するにつれて接触回数が増加すること、もう一つはその場に存在する人々の「活動量」が増加して接触が増加する要因である。例えば小中学校を考えると、登校時間帯は教室における生徒数の増加が原因となって接触数が増加する一方、休み時間では生徒数は変わらないものの生徒の動きが活発化することを通じて接触数が増加する。今回の発表では、密度変化をもたらすこれら2つのメカニズムが、観察された接触ネットワークにおける頂点と辺の数の関係性に2種類のスケールリング則を発現させることを説明する。また、2種類の密化メカニズムが常に変化する状況を許容し、各時点における場の潜在人口および活動量を推定するための数値最尤法を提示する。

近年、社会ネットワーク研究では情報通信技術を用いて収集されたデータが盛んに利用されているが、ほとんどの解析においては、個人間のやりとり（通話や対人接触など）が発生した時間や個人IDなど詳細な機密データを必要とする。我々の手法は、ネットワーク科学における隠れ変数モデル（あるいはフィットネス・モデル）を用いることで、総人数と接触ペア数という基本的な集計量のみから集団のダイナミクスを解明することを可能にした。集計量のみを使用することでプライバシー問題を回避できることが大きな利点であり、感染症対策や人間・動物の集団行動の解明において広く活用されることが期待される。