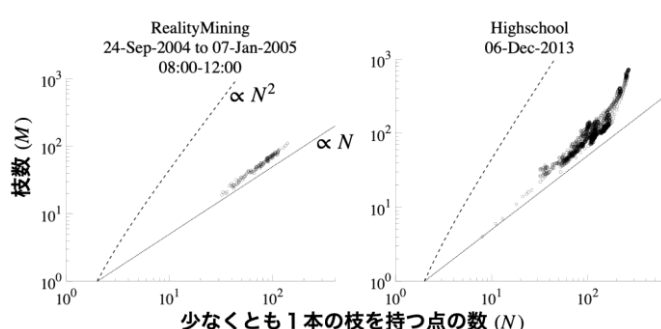
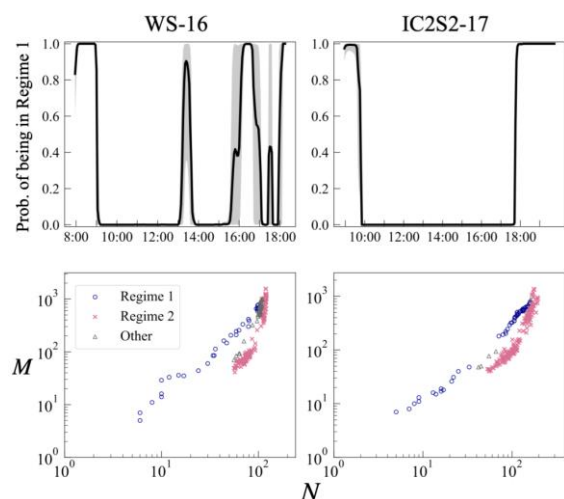


感染症拡大の恐れがある場合、人々が集う場所では密になる事態を避ける必要がある。近年では近距離で接触した二者のIDをデータから得ることで接触ネットワークを作成することができるが、一般にこの接触ネットワークは密になったり疎になったりと時間とともに密度が変化する。こうした密度変化の要因には大別して2種類あり、一つはその場所の「人口」が変化するにつれて接触ペア数が増えること、もう一つは人口が不変でも人々の活動量が増加して接触ペア数が増えることである。例えば学校の会話ネットワークを考えると、登校時には生徒の人数が増加することで接触数も増加する一方、授業の間の休み時間には、生徒の数は変わらないものの生徒の移動が活発化することを通じて接触数が増加する。



我々の論文 (Kobayashi and Génois, 2020, Physical Review E)では、この密度変化をもたらす2つの要因が2種類のスケーリング則を発現させていることを発見した。左上図は、大学生同士の携帯電話の会話ネットワーク (RelityMining)と、フランスの高校で記録された接触ネットワーク

(Highschool)における枝数と点の数の関係を図示したものである。携帯電話のネットワークでは枝数は点の数とほぼ線形関係があるのに対し、高校の接触ネットワークでは指数関数的に枝数が増加している。本研究では、前者は人口変化に起因する密度変化、後者は活動量に起因する場合にそれぞれ発生する現象であることを示した。



ただし、密になるメカニズムは上記2つのうち「どちらか」ではなく「どちらも」要因となっている可能性がある。左図は、ドイツで開催された国際学会で記録された参加者の接触データを基に、2種類のメカニズムが時間とともに切り替わる過程を推定した結果である

(Kobayashi and Génois, 2021, Scientific Reports)。上段は人口変化が主な要因となっている (Regime 1 と呼ぶ) 確率で、下段はその結果をもとに各接触ネットワークを分類した結果である。明らかなのは、線形的なスケー

リングが人口変化要因に対応している一方、非線形的な部分は活動量の変化に起因 (Regime 2 と呼ぶ) している様子が見てとれる。人口変化が主となる時間帯は早朝と夕方、あるいは昼休みやポスターセッションといった流動性の高い時間帯に対応しており、直感的にも理解

できる。このように点の数と枝数という基本的な量だけからネットワーク形成のダイナミクスが解明可能であることを示したのは初めてであり、様々な動的なネットワークの分析で活用されることが期待される。