

# 新型コロナウイルスの感染拡大機構の数理モデルによる解明

## ～未検査の感染者の移動による感染拡大～

環境人間学部 環境人間学科

○准教授 なかぎりなりゆき  
中桐 齊之

### キーワード

SIRモデル, 格子確率モデル, Covid-19, エージェントモデル, 感染症拡大, PCR検査

### 研究概要

新型コロナウイルス感染症の感染伝播に対し感染症数理モデルにおいて考慮されてこなかった空間の効果を考慮した新たなモデルを構築し、シミュレーション解析により感染拡大のメカニズムを解明した。具体的には、SIRモデルを発展させ、健康な人(S)、感染キャリア(I)、回復者<sup>※</sup>のうち、感染者(I)を無症状の未検査の感染者(N)と検査済み感染者(Q)に拡張するSNQRモデル(図1)を構築する。ここで、空間の効果による感染拡大への影響を考慮し、接触率や人間の行動が感染症伝播に及ぼす影響を解析した。無症状のため検査されなかった感染者(N)や健康な人(S)の移動が感染症伝播に及ぼす影響について、空間移動や検査率(q)等のパラメータを変化させて解析を行った。その結果、健康な人(S)のみが移動するだけでは感染はあまり広がらないが、無症状の未検査の感染者(Q)が移動を行うと、感染が拡大することが分かった(図2)。また、累計感染者数は検査率(q)の増加に伴って単調に減少するが、一方、検査して発表される見かけ上の感染者数は、検査と共に上昇し、ある一定値で最大値をとり、それ以上はqを上げても感染者数は減少する。したがって、感染症の拡大抑制には無症状の人間を検査して感染者を検出・隔離することが重要で検査を行うことが効果的であることが示唆された。

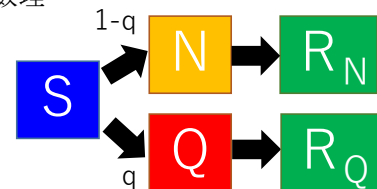


図1. SNQRモデル

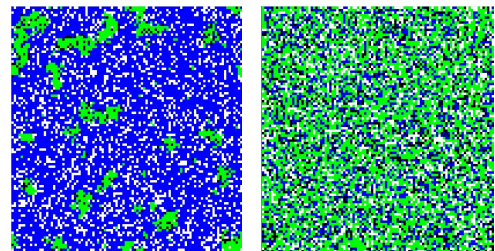


図2. 感染拡大シミュレーションの空間パターンのスナップショット 健康な人Sのみ移動(右) Sと未検査Nの両方が移動(左)

### アピールポイント

新型コロナウイルス感染症の感染者の報告は、実際の感染者の数ではなく、PCRテスト等で確認された者のみの数が報告される。そこで、本研究では、無症状なために、PCRテスト等で検査されない感染者(N)に焦点を当てモデルを構築し解析を行った。空間パターン形成から、検査されない無症状の感染者(N)の移動がないときは感染者はクラスターを形成するが、未検査の感染者(N)の移動がおこると至る所に感染者が発生し感染が拡大すること、さらに、未検査の感染者(N)の移動を抑制することで、感染の拡大を抑制できることが分かった。また、無症状であっても感染者をテストして検出・隔離することが重要であり、検査の拡大が感染拡大の抑制に効果的であることが分かってきた。今後は、検査の拡大とワクチンの投与における年齢層(コミュニティ)の感染伝播への影響を解析していく予定である。