

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説明 ~未検査の感染者の移動による感染拡大~

中桐齊之* 佐藤一憲** 泰中啓一***
 兵庫県立大学環境人間学部*, 静岡大学工学部**, 創造科学技術大学院***

①はじめに

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)

- 多くの人々に感染拡大している
- 一度、感染爆発が起こると多くの人々が脅威に晒される
- 感染した人の多くは軽度または無症状と報告

(Zou et al. 2020, He et al. 2020)

- 感染していない人々と同じように振る舞っている
- 感染力はかなり高い
- これがCOVID-19の特徴かもしれない
- 感染症の拡大については数理モデルで研究
 - SIRモデル等(Kermack-MCKendrick 1927 など)
 - SIQRモデル(Odagaki 2020)
 - エージェントベースモデル(ABM)...コンピュータによるモデルの1種
 - 個体などのエージェントの相互作用をシミュレート
- SIRモデルを発展させたABM
- COVID-19の感染伝播に対し数理モデルで考慮されていない空間の効果を考慮した新モデルを構築

ランダムウォークを用いたABMのシミュレーションにより軽症・無症状者の重要な役割を報告

②モデル(100×100格子)

SNQRモデル

- S: 健康な人
- N: 無症状の未検査の感染者
- Q: 発表される感染者(検査済)
- R: 回復者(R_N, R_Q)

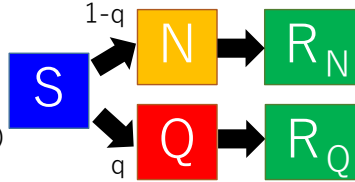


図1. SNQRモデル

$S + N \rightarrow i + N$ (感染率: β_N)

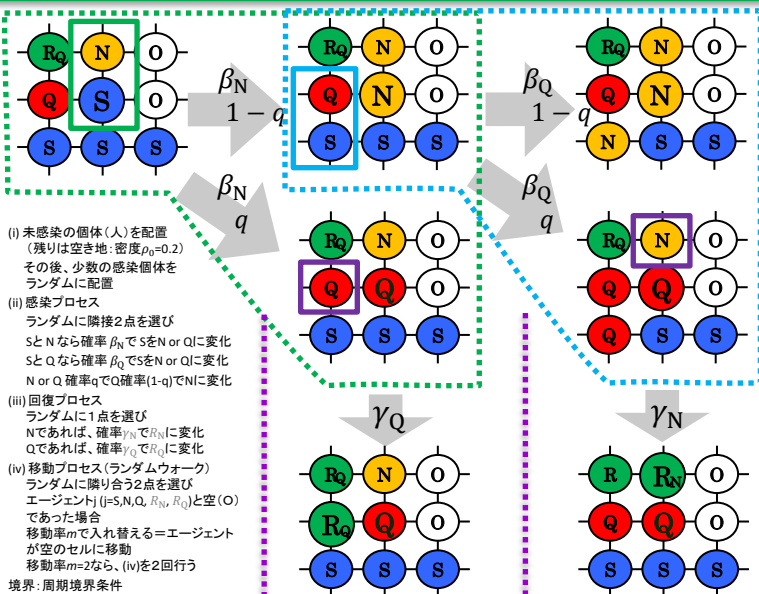
$S + Q \rightarrow i + Q$ (感染率: β_Q)

ただし $i \rightarrow N, Q$ (検査率: $1 - q, q$)

$N \rightarrow R_N$ (回復率: γ_N)

$Q \rightarrow R_Q$ (回復率: γ_Q)

③シミュレーション方法



⑤まとめ

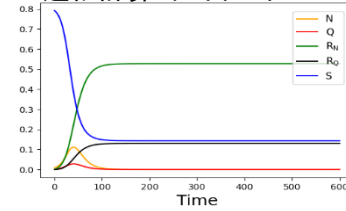
検査されていない無症状の感染者が移動すると感染者数が増加する

検査を減らすと発表される感染者数は減るが、総感染者数は増える

検査はできる限り行って感染者を隔離した方が良い

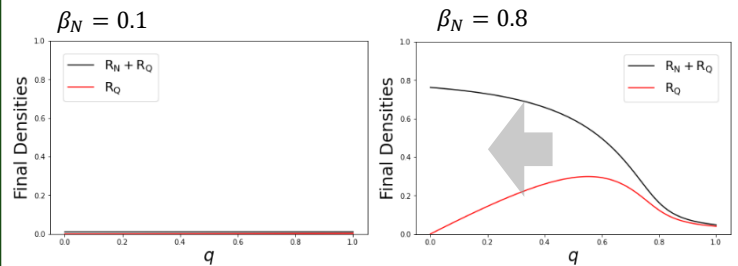
④結果(個体数)・考察

1: 近似計算・ダイナミクス



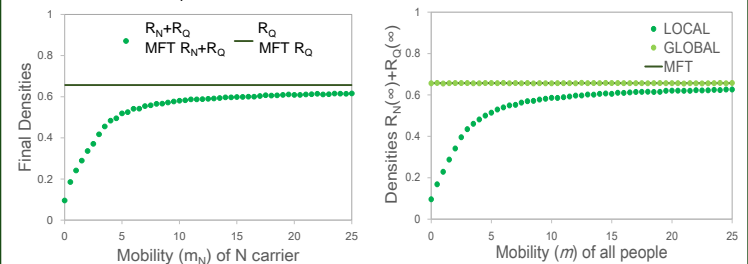
ある一定数まで、感染者数は増え、その後、感染者数は減少してある一定の値で落ち着く

2: 近似計算 検査率 q を変化

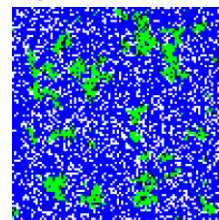


検査率 q を減らすと、感染率が高いとき
 総感染者数: 増加 検査済み感染者数: 増加後減少する

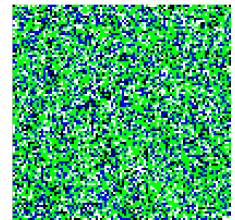
3: 移動率 m_N, m を変化



$(m_S, m_N) = (10, 10)$

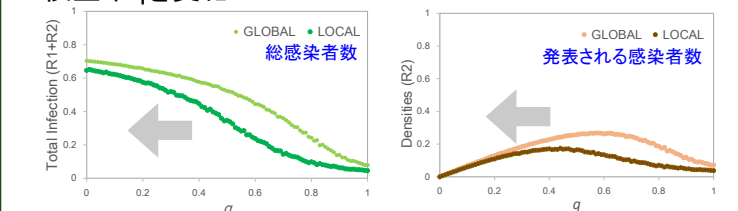


$(m_S, m_N) = (10, 0)$



検査されていない感染者が移動すると総感染者数が増える

4: 検査率 q を変化



検査率 q を減らすと 検査率0.4以下のとき
 発表される感染者数は減るが、総感染者数は増える