

格子モデルを用いたCOVID-19等伝染性ウイルスの感染拡大シミュレーション

黒田 研究室

学籍番号: 17251004

氏名 安東紫帆

[背景・目的]

2020年初めから現在にかけて、COVID-19の感染拡大は世界中で大きな問題となっている。多くの国でロックダウンなどの感染拡大防止措置が講じられてきたが、経済活動などの点において長期的な封鎖は難しく、感染者は増加する一方である。どの程度の対策で感染拡大の防止と経済活動を両立させられるかを考慮するために、行政が行う感染症対策下における感染リスクを評価する必要があると考えられる。そこで本研究では、格子モデルを用いた伝染性ウイルスの感染拡大シミュレーションモデルを作成した。

[手法]

一次元の格子上を移動する粒子を用い、社会活動を封鎖および封鎖緩和したときの感染拡大状況をシミュレートすることが可能である。同じ格子上に感染者と未感染者が存在した場合、ある確率で感染が起こる。感染者は未検出である限り、感染期間が終了するまである確率で検出される。感染者数および陽性者数の累計の推移、各ステップにおける新規感染者数および新規陽性者数の解析結果はグラフで確認できる。パラメータには大きく分けて、ウイルス感染を特徴づける設定と行政の対策に対応している設定の2種類があり、移動制限による感染拡大の違いだけでなく、ウイルスの感染や検出の容易さにおいても感染拡大の動きを予測することが可能である。また、ウイルス感染は潜伏期間や感染期間の長さや感染確率といったパラメータによって変更可能であるため、COVID-19に限らず他の伝染性ウイルスに対しても汎用的にこのモデルを使用することができる。

[結果・考察]

粒子数1000、格子数2000、最大移動格子数100として、以下のシミュレーションを行った。

感染確率80%、潜伏期検出確率0%として発症後検出確率と移動制限時の最大移動格子数を変化させた場合、図1の結果が得られた。この結果から、非常に厳しい移動制限が行われた場合は40%程度の検出確率でも大幅に総感染者数を抑えられると考えられる。

また、感染確率80%のまま潜伏期検出確率、発症後検出確率、移動制限時の最大移動格子数を変化させた場合、図2の結果が得られた。この結果から潜伏期検出確率が20%もあれば、検出確率が低いかつ移動制限も緩い状況でも感染者数を大幅に抑えられる可能性が示唆された。

検出確率60%、潜伏期検出確率0%として感染確率と移動制限時の最大移動格子数を変化させた場合は、図3のようになった。感染確率を40%に抑えられることができれば、移動制限が緩い場合でも感染者数を大きく減少させられると考えられる。

今後は異なる最大移動格子数をもった粒子や、年齢層によって異なる感染確率および検出確率等を導入することで、シミュレーションモデルをより現実に近い状況に設定できるものにする。また、現在議論の的になっているワクチンの設定も導入し、ワクチン接種によってどのように感染拡大が抑えられるかのシミュレートが可能なモデルにしていく。



図1) 検出確率と移動制限に伴う総感染者数

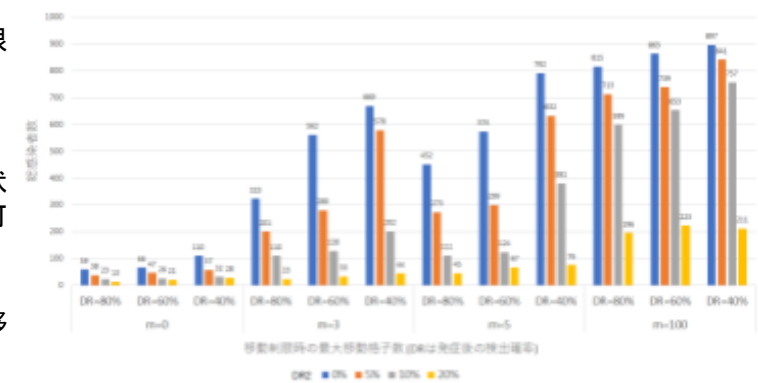


図2) 潜伏期検出確率と移動制限に伴う総感染者数

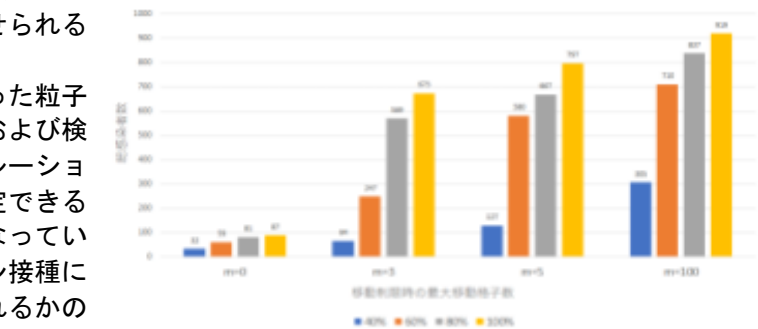


図3) 感染確率と移動制限に伴う総感染者数