

SEIRモデルによる新型コロナウイルス抑制政策に関する考察

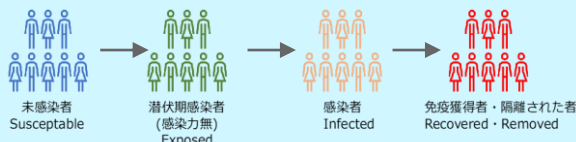
竜ヶ崎第一高等学校 2年 三瓶 一冴

動機・目的

私たちから多くの日常を奪い去っていった新型コロナウイルスに悔しさを感じた。

いまだ猛威を振るうコロナウイルスに対し、これまで政府が行ってきた政策について、どのような効果があったのかをSEIRモデルを用いたシミュレーションを通じて考察する。

SEIRモデルについて



$$S(t + \Delta t) = S(t) - \beta(t) \frac{S(t)}{S(0)} (I(t) + \text{Flow}(t)) \Delta t$$
$$E(t + \Delta t) = E(t) + \beta(t) \frac{S(t)}{S(0)} (I(t) + \text{Flow}(t)) \Delta t - \sigma E(t) \Delta t$$
$$I(t + \Delta t) = I(t) + \sigma E(t) \Delta t - \gamma I(t) \Delta t$$
$$R(t + \Delta t) = R(t) + \gamma I(t) \Delta t$$

Flow(t): t日における県外から県内に流入した感染者数
 $\beta(t)$: t日において1人の感染者が未感染者を感染させる人数
 γ : 回復・隔離率
 σ : 感染症の発症率

時刻tにおける
未感染者数: $S(t)$
潜伏期感染者数: $E(t)$
感染者数: $I(t)$
除外(回復・隔離)者数: $R(t)$

倉橋ら(2021)の手法を取り入れてモデルを作成した。
左辺は知りたい時刻[$t + \Delta t$]の情報、
右辺はそれ以前のとある時刻[t]の情報をあらわしている。
特定の時刻[t]の段階で、それぞれ4種のステージ(上図参照)を移動した人数を足し引きすることでモデルを作成する。

使用するデータについて

Bonifazi G ら(2021)の簡易的な計算方法を使用し、
ある日にちtの実効再生産数 R_t を算出。

※実行再生産数…一人の感染者が新たに作り出した感染者の人数

$$\text{実行再生産数 } R_t = \frac{\text{茨城県における直近7日間の新規陽性者数}}{\text{茨城県における世代期間(5日)前の7日間の新規陽性者数}}$$

首都圏+東京における日毎の感染者数と流入人口からFlow(t)を算出。
倉橋ら(2021)と同様に回復率 γ は0.2、

感染症の発症率 σ は0.217とした。
 $\beta(t)$ はt日における実行再生産数×回復率で算出。

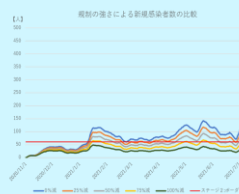
実験1:人流抑制政策について

県外からの流入者への規制と、県民への規制を行った場合の2パターンについてシミュレーションを行った。

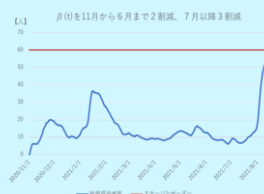
※【図1】、【図2】

各政策の特徴として、県外の人への規制は減少幅が控えめだが、実施コストも低く済む。ということと、県民への規制は減少幅が大きめだが、実施するのに大きな経済的リスクが伴う。ということが考えられた。

【図1】



【図2】



実験2:実行再生産数との関連

新型コロナウイルスの実行再生産数の推移をグラフにまとめると、2021年9月から、実行再生産数が減少する傾向が見られた。※【図3】

9月は、県内の学校が一斉休校になったり、国民のワクチン接種が普及したりした時期だ。そこで、そのような対策が起こらなかった場合を想定し、実行再生産数を増加させるシミュレーションを行った。

※【図4】

ワクチン接種によって実行再生産数が約8割に減少したという研究結果も出ている。もし先に挙げた対策が9月に行われていなかったら、【図4】の黒や黄で示するような感染爆発が起こっていたことが容易に想像できるだろう。

【図3】



【図4】



今後の展望

今回のシミュレーションで得られた結果を生かし、今後の感染拡大を抑えるのに有効な政策案を考えていきたい。政策を考えるにあたって、経済活動や娯楽を制限しすぎないように、実用的な政策を考えることが課題である。

参考文献

S.Kurahashi, et al., Assessment of the Impact of COVID-19 Infections Considering Risk of Infected People Inflow to the Region. EasyChair Preprint, 2021.
Bonifazi G, et al., The European Physical Journal Plus 136 (4) : 1-14, 2021