たのしいサイエンス通信

2020 年度

1

感染シミュレーション

コロナウイルスが猛威を振るっていますが、このような疫病がどのように広がってどのように収束していくのかを研究する学問を**疫学**といいます。

こういう数理モデルのひとつに SIR モデルというものがあります。

S:未感染者　I:感染者　R:免疫保持者　とし,

「S は I から感染する」→「I は時間が経つと治って R になる」

というモデルです。このモデルは微分方程式を使って表されていますが，これを差分で考えてみたいと思います（こうすると表計算アプリでシミュレーションも容易)。

S,I,R それぞれのある日 t での人数を$S(t),I(t),R(t)$とし，1 日で増減する S,I,R のをそれぞれ $\Delta S,\Delta I,\Delta R$（人）とします。

また，人口は N で一定とします。　$S(t)+I(t)+R(t)=N$

1 日にある一人の S がある一人の I から感染する確率を p とします。1 日に $S(t)$人の S がそれぞれ平均 m 人の人と会うとすると，彼らが接触する I の人数の平均は$m\times S(t)\times\frac{I(t)}{N}$ 。これに p を乗じたもの，すなわち $\frac{mp}{N}S(t)I(t)$ が彼らが 1 日に感染する平均人数であり，この分 S が減り I が増えることになります。

また，SIR モデルでは 1 日に一定の割合 γ で I が治って R になるとされていますので $\gamma I(t)$ だけ I から減り R が増えます。整理すると

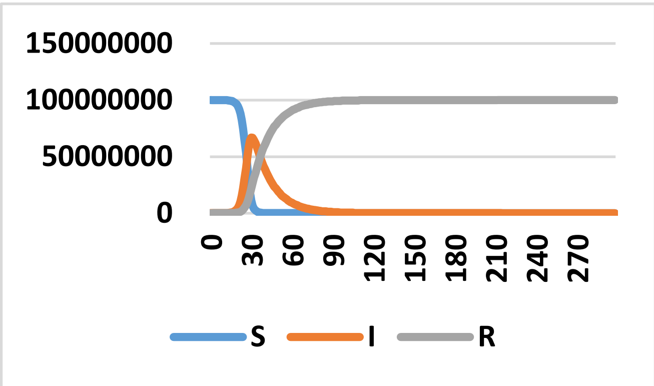
$$\Delta S=-\frac{mp}{N}S(t)I(t)\ ,\qquad \Delta I=\frac{mp}{N}S(t)I(t)-\gamma I(t)\,,\qquad \Delta R=\gamma I(t)$$

また，$S(t+\Delta t)=S(t)+\Delta S\,,I(t+\Delta t)=I(t)+\Delta I\,,R(t+\Delta t)=R(t)+\Delta t$ です。これを表計算アプリに入力して計算し，グラフにしてみます。

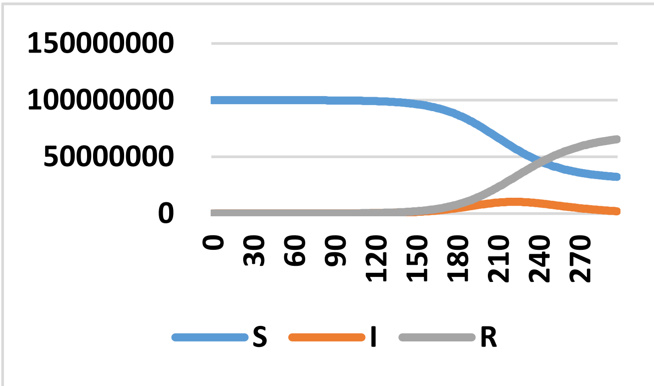
t=0 のときの S,R,I をそれぞれ$S(0) = 99{,}999{,}000, I(0) = 1000, R(0) = 0$ とします(N は 1 億)。$p = 0.03$ として,$m = 20$ のときと$m = 4$ のときのグラフを作ってみました。

m=20 すなわち 1 日に 20 人と出会うとすると，I のピークは 30 日後に 6700 万人に達します。このうちの何パーセントかが発症したら間違いなく医療崩壊です。

m=4 すなわち 1 日に 4 人と出会うとすると，I のピークは 222 日後に 1000 万人あまり。出会う人数を減らすことによってピークが後ろに下がり医療の進歩に余裕ができ，また感染者の数そのものも減っていることがわかりますね。外出自粛や密から回避することは有用です。



m=20 のとき



m=4 のとき

あとはもちろん手洗い等の対策をして感染する確率 p の値を下げることも大事です。

極端な値が出ましたが，もちろんこれは細かいことを全く考えずに（各数値すら適当に）作った単純なモデルであり，実際はもっと複雑な要因が絡み合った式になります。また新型コロナウイルス自体に不明な点も多く，例えば免疫ができるのかどうかもわからない（R じゃなく S に戻るだけ）ので，あくまで結果は傾向として見るだけで過信は禁物です。　　（逸）

参考：ウイルス流行のシミュレーション計算
https://rad-it21.com/%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%82%A8%E3%83%B3%E3%82%B9/michikoshi-shugo_20200331/