# 新型コロナウイルス感染者数推移の予測　（中村モデル）補足資料

2020-05-04
シムサーキット有限会社　森下

自然現象は、基本的に変化します。その変化を数式で表すには、微分方程式が必要です。
この方程式を求めたい変数について解いたものが、Simulation（シミュレーション）の基本式となります。

感染者数Ｎの日々の変化は、式(1)のような簡単な微分方程式で表すことができる。

$$\frac{dN}{dt}=kN-k'N=N(k-k') \quad \text{----------} (1)$$

ただし
Ｎ（人）：市中の感染者数（感染から陽性判明の間に他人に感染させせえる感染者の数）
ｔ （日）：基準日からの経過日数
k（1/日）：感染者１人が陽性判明までの間に平均して１日に感染させる人数。感染率。または、ある感染者が他者一人に感染させるのに掛かる日数の逆数。
k’（1/日）：感染者が市中から病院に収容されることによる、市中感染者の減少率。 または、感染から陽性判明まで の期間 τ 日の逆数（k’ =1/τ）。 τ=10 と仮定し、k’=0.1 とする。

微分方程式(1)を解く

$$dN=N(k-k')dt$$

$$\frac{1}{N}dN=(k-k')dt$$

$$\int_{N_0}^{N}\frac{1}{N}dN=(k-k')\int_{0}^{t}dt \quad \text{----------------} (2)$$

ここで$N_0$は、初期値であり、解析開始日時点（基準日）の感染者数（治った人数は含まない。累積ではない）。

$$\ln(N)-\ln(N_0)=(k-k')t$$

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)=(k-k')t$$

$$\frac{N}{N_0}=e^{(k-k')t}$$

$$N=N_0e^{(k-k')t} \quad \text{--------------------------} (3)$$

（考察）

ｋとｋ’が分かりにくい場合は、以下のように考えても良いと思います。 実行再生産数$R_t$を使った場合がもっとも理解しやすいように感じます。

〇　実行再生産数$R_t$：感染者がすでに存在するかもしれない集団内で、1人の感染者が何人に感染を広げる可能性があるか。

基本再生産数Ｒ₀：感染者がまったく存在しない集団内で、１人の感染者が何人に感染を広げる可能性があるか。

現状は、実行再生産数を考えた方が実体に合っていると思います。

・感染者１人が１日（単位時間）当り平均 β 人と感染を生み出す接触をすると仮定する。

・感染性期間（感染から陽性判明までの期間）が平均 τ 日であると仮定する。

このとき実行再生産数Ｒ$_t$は、以下の式で表される。

$$R_t = \beta\tau \quad \text{------------------ (4)}$$

このＲ$_t$を(1)式に当てはめると、現象を表す式は以下のようになる。

$$\tau\frac{dN}{dt} = R_t - 1 \quad \text{------------ (1)'}$$

(1)’式を解いて

$$N = N_0 e^{\frac{1}{\tau}(R_t - 1)t} \quad \text{----------- (3)'}$$

ここで前記のように τ=10（日）と仮定する。

○　或いは、(3)式に k=1/τ と k’=1/τ’を代入して、パラメータを τ，τ’としても良いと思う。

$$N = N_0 e^{(1/\tau - 1/\tau')t} \quad \text{----------------------- (3)''}$$

この場合

τ（日）：ある感染者が別の人一人に感染させるのにかかる平均日数。日数が少ないほど感染率が高いことを意味する。（一定の日数で治癒することは考慮しないこととする。）

τ’（日）：ある感染者が感染から陽性判明まで かかる平均日数。日数が少ないほど感染率を下げることができることを意味する。