

専門家会議の予測データ再現

1, May, 2020

1 専門家会議の予測データ再現

政府専門家会議の4月22日付けの意見交換会資料によれば、日本における感染者数の抑制効果予では以下のパラメータを使っている。

$$R_0 = 2.5, \quad T_g = 4.8, \quad \gamma = 1/T_g = 0.2083 \tag{1}$$

T_g は回復または隔離までの日数である。拙稿 (S-1) で述べたように、基本再生産数を r_0 、接触の削減率を r で表すと、増加率 λ は次の式で表される。

$$\lambda = \gamma(rR_0 - 1) \tag{2}$$

この式を用いて、接触率を8割削減 ($r = 0.2$) や6.5割削減 ($r = 0.35$) した場合の増加率は次のようになる。

$$80\% \text{ 減} \quad \lambda = -0.10417 \tag{3}$$

$$65\% \text{ 減} \quad \lambda = -0.02604 \tag{4}$$

これらのパラメータを使い専門家会議によって描かれたのが次の図である。

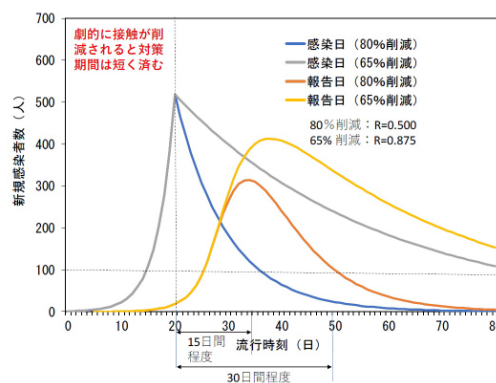


図1 専門家会議図 0422

ここでは、0日目から20日目までは、抑制なしに $\lambda = 0.312$ で指数関数的に増大し、20日目に (3),(4) 式で表される指数的減衰にスイッチしたとして描いた曲線である。観測される感染者数は、約2週間ほど遅れることを考慮して、オレンジと黄色の曲線で書いてある。これは、1日当たりの新規感染者数を $i(t)$ 、遅れて観

測される新規感染者数を $o(t)$ 、時間遅れを表す関数を $f(t)$ として、

$$o(t) = \int_0^t f(s)i(t-s)ds \tag{5}$$

で表される。 $f(t)$ は、潜伏期間 5.0 日、発症から報告までの日数 8 日を考慮して、平均約 13 日遅れるため、 $t = 13$ あたりにピークを持つ関数であるとされている。具体的にどのような関数を使っているかは報告されていないが、潜伏期間や発見までの時間に個人差があることを考慮して、幅を持った関数を仮定していると思われる。以下では次の Weibulle 分布を用いることにする [1, 2]。

$$w(t) = \frac{m}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{m-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m\right) \tag{6}$$

ここでは、Science (2020) の論文 [2] で使われている $m = 2.826$, $\eta = 5.665$ という値を用い、さらに検査にかかる 8 日分を遅らせて、 $f(t) = w(t+8)$ を用いることにする。その結果得られた図が図 2 である。

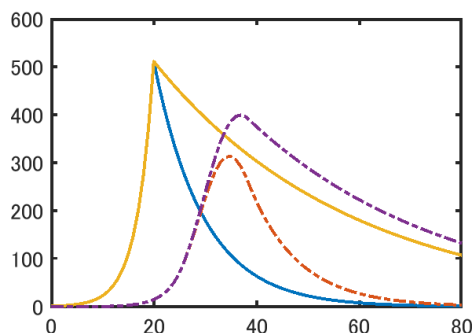


図 2 専門家会議 0422 の再現図 1 (ワイブル分布)

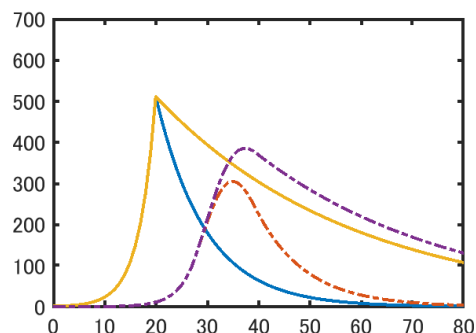


図 3 専門家会議 0422 の再現図 2 (ガウス分布)

オレンジの線と青線は、ほぼ再現されていると思われる。ただ、80 日目での値が、専門家会議の図よりも少し小さくなっている。これは、資料の中の数値が僅かに異なっている可能性が考えられるが、問題ないレベルである。遅れて観測される曲線については、図 1 よりもやや高い値となっている。また、Weibulle 分布は、一人が他の人に感染させるまでの時間分布を表す関数であるが、ここでは単に感染から発症して発見されるまでの時間遅れに分布があることを考慮しているので、より簡単な関数で試して見てよいであろう。

そこで、試しに図 1 に合うように、 $f(t)$ の関数をガウス分布に変更し、平均値 4.8 日、標準偏差 4 日、さらに時間遅れを 8 日として計算しなおしたのが図 3 である。

図 1 の曲線に比べて、立ち上がりがわずかに遅れるが、他はピークの高さや減衰の仕方なども近い値となっていることが分かる。これで、専門家会議の図はほぼ再現できたと言える。

参考文献

- [1] H. Nishiura et al., International Journal of Infectious Diseases 93, 284–286 (2020).
- [2] L. Ferretti et al. , Science 10.1126/science.abb6936 (2020).

佐野 雅己 (Masaki Sano)