

算数疫学で解く新型コロナ感染

長田区・神戸協同病院 上田 耕蔵（医師）

新型コロナは疑問と困惑の連続であった。最も困惑したのは基本再生産数であった。一人が平均で何人の感染者を生み出すのか？ 数理疫学の式は見ただけでブラックボックス、心が拒絶反応。煙に巻かれてしまう。その値は実感できない。そうですよと言われて信じるしかない、ちょっと待って。なんとか考えてみようということで、算数でコロナ流行の推定を行うことにした。

(1) 新型コロナの感染モデル：感染サイクルは4日間とした。潜伏期は平均5日間、診断までの期間は4日から9日間、報告までの期間は2日、計（最大）16日とした。ある日の新規感染数はその日より遡った4日間の平均とする。ある時期の発症者は3世代前、2世代前、1世代前の感染者から出現すると考える。

増加率＝現感染数（ある日の4日間平均感染数）／前感染数（世代前平均感染数）となるが、前感染数を主に2世代前とした。前感染数＝1世代前感染数×0.25＋2世代前感染数×0.5＋3世代前感染数×0.25。増加率は8日間の感染数との比較となる。

(2) 曜日変動への対策：東京都の新規感染数は7月27日には131まで低下していたが、その後急増、31日に463、8月1日は472まで増加した。日月曜に最低へ、木金曜に最高になる。曜日変動があるとは聞いていたが、これはあまりに大きい変動だ。曜日変動を消失させるためには、ある日の感染数は1週間の平均値とすればよい（これは「7日間移動平均」と呼ばれるが、私は「曜均」と称する）。ある日の感染数は曜均4日間の平均となる。現世代／1世代前を曜均10増加率、現世代／2世代前を曜均20増加率、1世代前／2世代前を曜均21増加率と称する。

次図にあるように現世代（0世代）は0日から3日前までの4日間の曜均の平均であるので、その中心は5、6日前となる。曜均20増加率は13-14日前の段階の8日後である5-6日前の増加状況を見ている。曜均21増加率は2週前の4日後の増加率であるので、実効再生産数とほぼ一致するのではないかと思われる。

各曜均の検討時点とその後の増減状況

	前感染時期	後感染時期
曜均10増加率	9-10日前	(約4日後である) 5-6日前
曜均21増加率	13-14日前	(約4日後である) 9-10日前
曜均20増加率	13-14日前	(約8日後である) 5-6日前

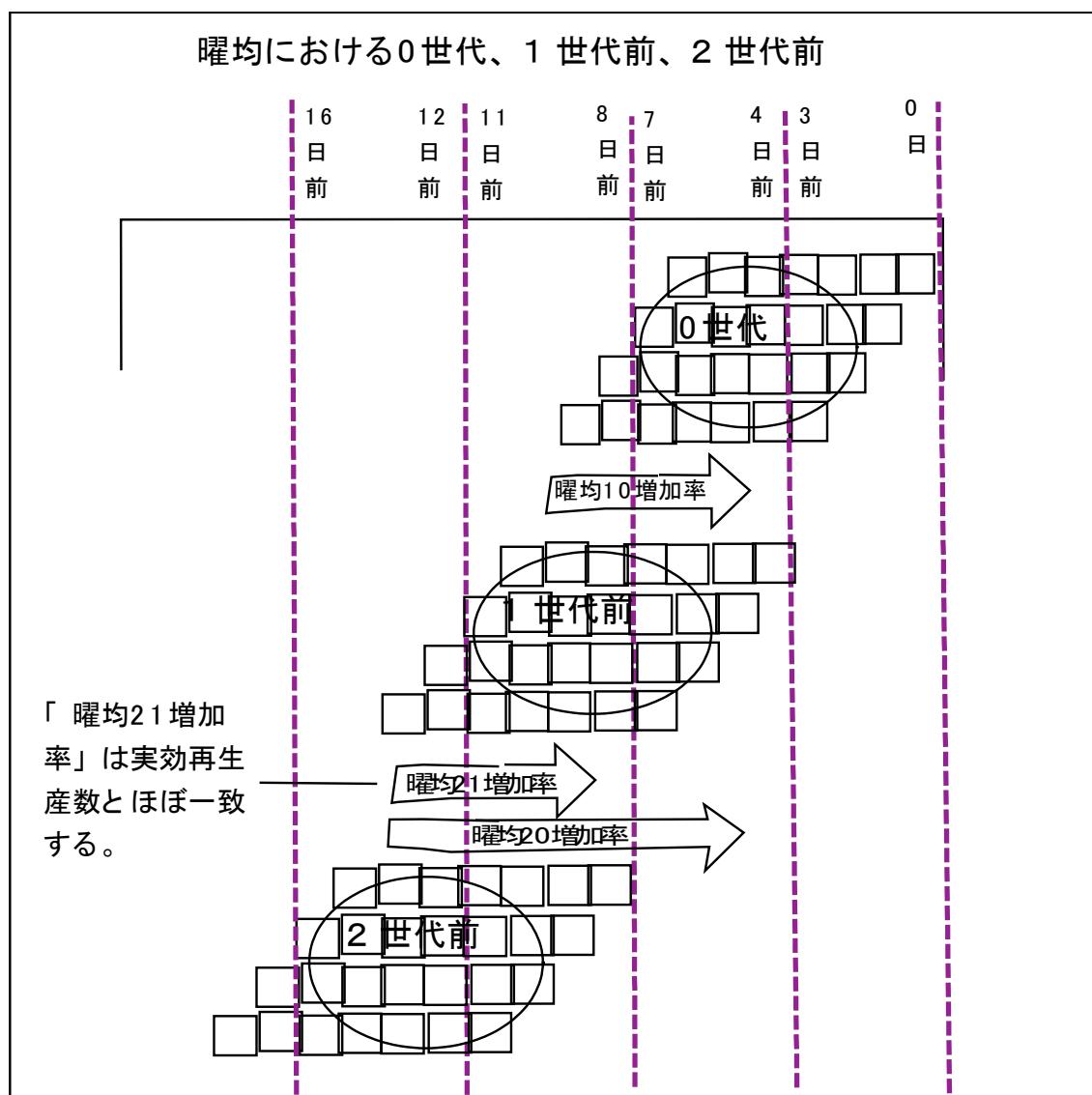
(3) 曜均増加率の意義

①高度な数学の知識は不要、算数とエクセルが使えるなら誰でも計算可能。18日前までの新規感染数が判明すれば、曜均21、曜均20、曜均10増加率を求めることができる。算数により求めているのでその数字は実感できる。欠点は95%信頼区間が分からないこと。

②曜均21増加率（14→10日前）が実効再生産数に該当すると思われる。

③ピークの推定が容易。8日後の変動をみる曜均20グラフを使用する。

④曜均10>曜均21なら増加傾向が推測される。

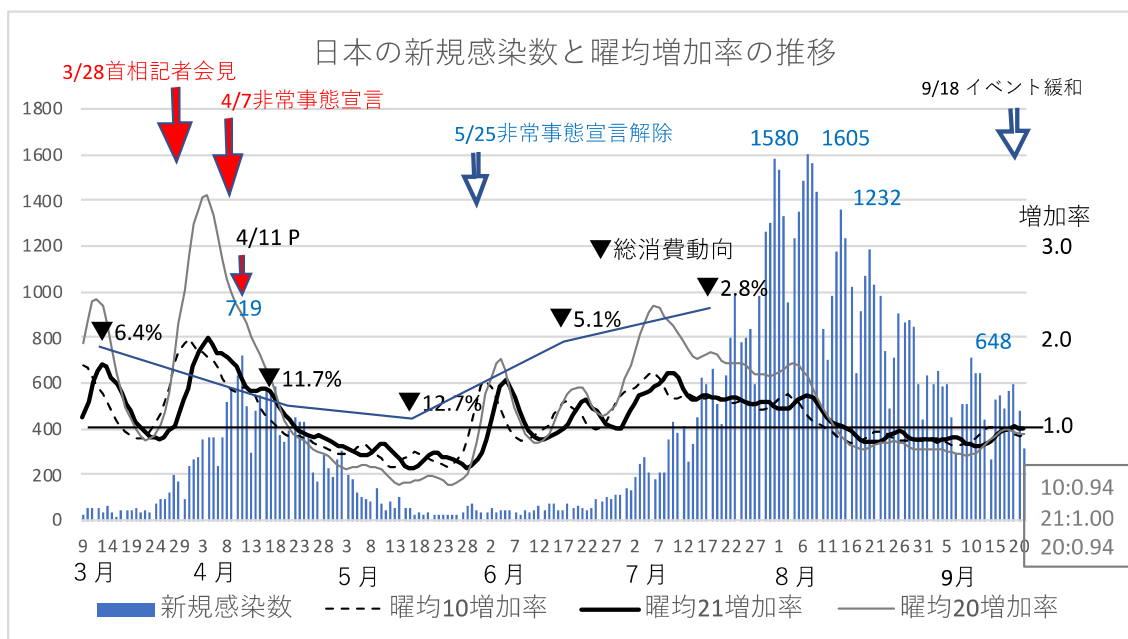


(4) 日本の曜均増加率と総消費動向の推移

日本の曜均20増加率が1.0未満になったのは8月13日(0.98)であるが、この2週間前、7月30日前後に報告日グラフはピークに達したと推定される。

3-4月(第2波)は「3密+8減」により感染は大きく抑制された。曜均21増加率は0.6まで低下、東京都以外ではほぼ収束させることができたが、経済の落ち込みは著明となった。しかし東京新宿区に温存されたコロナは再び増加、全国に拡散し7-8月(第3波)が発生した。「3密+PCR拡大+コロナ集積地集検」により、曜均増加率(≒実効再生産数)は0.8-0.9と緩やかであったが減少に転じた。より少ない自粛と経済減退により感染抑制に成功しつつあると言えよう。

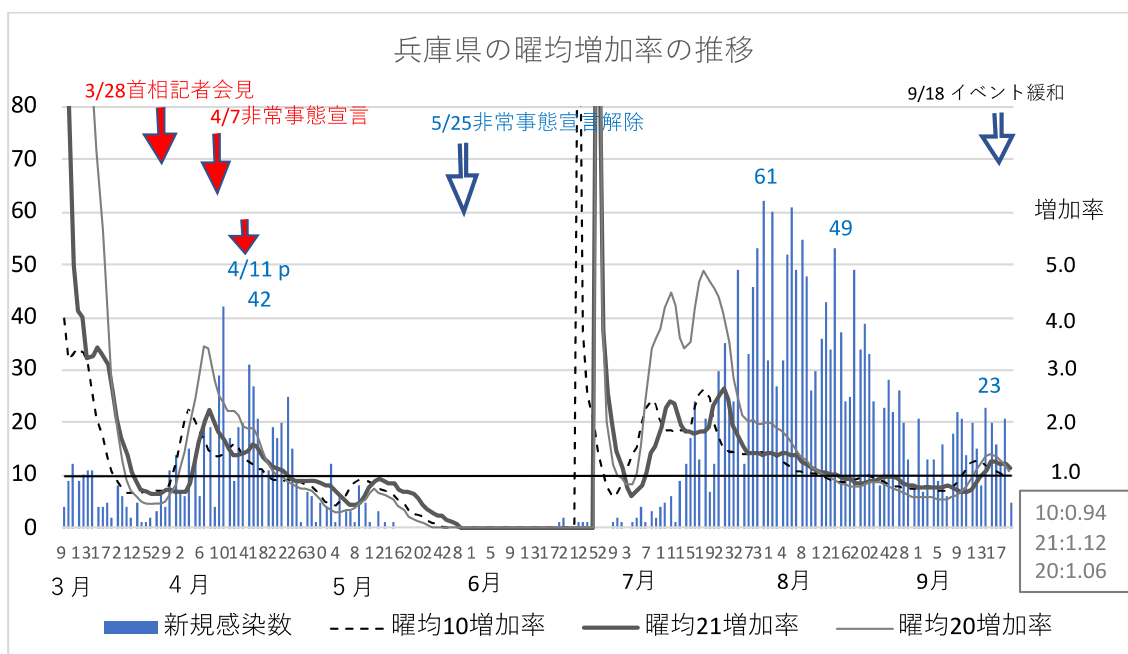
曜均21増加率(≒実効再生産数)は減少傾向で推移したが、9月18日より1.0を超えだした。9月18日イベントが緩和されたが、国民の自粛習慣(3密大声回避)は減退し、増加傾向に転じる可能性が高いと思われる。



(5) 兵庫県の曜均増加率の推移

兵庫県の曜均 20 増加率が 1.0 未満になったのは 8 月 14 日 (0.93) であるが、この 2 週間前、7 月 31 日前後に報告日グラフはピークに達したと推定される。

3-4 月 (第 2 波) は「3 密 + 8 減」により感染は大きく抑制された。曜均 21 増加率は 5 月 30 日に 0 に至った。新規感染数は 5 月 17 日より 6 月 18 日まで約 1 ヶ月間 0 が持続した。7 月より明瞭に増加となったが、3 密対策だけで、曜均増加率 (= 実効再生産数) は 0.8-0.9 と緩な減少に転じたが、9 月 15 日より 1.0 を超えだしている。



1 新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリー・ボード令和2年8月6日、新型コロナウイルス SARS-CoV-2 のゲノム分子疫学調査 2 (2020/7/16 現在)