

11月の末になって、また中国武漢肺炎の感染が拡大しはじめて、Go to キャンペーンをどうするのかという議論がやかましい。新しい感染症はその正体がわからない。ウィルスが変異したり、人の行動が変化したり、有効な治療法が出て来たり出てこなかったりするから、はっきりと将来を見通せない。こういう見通しの悪い場面で何をどう判断するかというのが知恵であり、それが出来る人が賢い人なのだが、賢い人がいない。テレビなどに出てきて利いた風なことを言っている連中は全くの役立たずだ。感染拡大の防止を優先すべきか、経済の維持を優先すべきか、どちらの立場に立つにしても、2者択一的ではなくて、その時点においてどちらを優先すべきなのかという議論でなければ建設的ではない。つまりある時点の状況をどのように判断するかということとその判断根拠とともに示さなければならない。何をすれば将来どうなるのかを見通せればよいのだが、未知の新しい感染症がどうなるかなどということは、まさに「神のみぞ知る」ことであって、それを「科学的」論じてみたところでその辺の占い師の予言程度の正確さしかない。こういう場面では、水産屋の知恵が役に立つかもしれない。海の中の環境の変化など分かっていることは少ないし、生態系のシステムは複雑で、魚に資源がどうなるかなどという予測は精度の高いものにはなりえない。長期的な予想などはしょせんある前提に基いた予測程度のもので、悪く言えばその辺の占い程度の意味しかない。そういう状況で何をどうすべきかを考えるのが水産屋の仕事だ。

経済のことを考えて、疾病の流行を受け入れながら経済活動を行うのであれば、爆発的・破壊的な状況にならないよう流行の速度を制御したうえで、経済活動を適度に行い収束に向かわせることを考えることになるが、そもそも、制御しているとはどんな状態で、制御できていないとはどんな状態を言うのか、これを定義して共有し納得しなければ議論が進まない。この小論では、疾病の流行を制御しているということを定義して、制御状態の指標を提案する。多くの人が前提にしているのは、途中経過的にどんな悲惨なことが起こるのかは別にして、疾病の流行とというのはどこかで収束するといういわゆる SIR モデルの理論だ。ここでは話の前提として、SIR モデルの理論を受け入れる。SIR モデルの実務上の問題点は、パラメータを感染者数のデータのみから推測することは實際上困難だということである。だから、近似的に感染者数のデータのみで作られる簡易モデルを作って、感染の制御状況を描いて、制御されているとはどんな状態なのかを考える。

SIR モデル

まず、SIR モデルから説明する。SIR モデルでは、集団の中の人を、未感染の人(Susceptible)、感染者 (infected:その時点で感染していて、感染させることが出来る人、離脱者(Removed:感染から回復して抗体を持って感染することがない人、死亡者を含む)にわけ、それぞれの人数を S_t 、 I_t 、 R_t とあらわす。集団の人数を N とすると、

$$N = S_t + I_t + R_t \quad \text{式1}$$

この式が SIR モデルの基本となる考え方である。集団への人の出入りがなく、 N が一定だ

とすれば、

$$\frac{dN}{dt} = \frac{dS_t}{dt} + \frac{dI_t}{dt} + \frac{dR_t}{dt} = 0$$
$$\frac{dI_t}{dt} = -\frac{dS_t}{dt} - \frac{dR_t}{dt} \quad \text{式2}$$

N が一定で特定できるという条件が常に満たされるかどうかは重大な現実問題なのだが、それについては後で議論するとして、とりあえず、式2を受け入れて理論的な話を進める。次に、集団の中で人の行動は一様で、人々が他者と接触する機会も一様だとする。手段の中で感染者の割合は $\frac{I_t}{N}$ だから、一人の未感染者が単位時間内に接触する人の数を m とすると、その人は、 $m\frac{I_t}{N}$ の感染者と接触することになる。その内一回の接触で感染する確率を p とすれば、その人が単位時間内に感染する確率は $m\frac{I_t}{N}p$ であり、未感染者の数は S_t だから、全体として、微小時間 Δt に

$$m \frac{I_t}{N} p S_t \Delta t = S_t I_t \frac{mp}{N} \Delta t$$

だけ感染者が増加する。反対に言えば、未感染者は減少する

$$S_{t+\Delta t} - S_t = -S_t I_t \frac{mp}{N} \Delta t$$

$$\frac{S_{t+\Delta t} - S_t}{\Delta t} = -S_t I_t \frac{mp}{N}$$

微分式に書き換えると

$$\frac{dS_t}{dt} = -\frac{mp}{N} S_t I_t$$

$$\beta = \frac{mp}{N} \text{として}$$

$$\frac{dS_t}{dt} = -\beta S_t I_t \quad \text{式3}$$

一方、感染者の中の一定の割合(γ)の者が回復するか死ぬが、これを離脱者とするとき微小時間 Δt における R_t の増加量は式3、式4、式5

$$R_{t+\Delta t} - R_t = \gamma I_t \Delta t$$

微分式にすると、

$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma I_t \quad \text{式4}$$

式2から式4までの微分方程式を並べると、

$$\frac{dI_t}{dt} = -\frac{dS_t}{dt} - \frac{dR_t}{dt} \quad \text{式2}$$

$$\frac{dS_t}{dt} = -\beta S_t I_t \quad \text{式3}$$

$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma I_t \quad \text{式4}$$

式2を変形

$$\frac{dI_t}{dt} = \beta S_t I_t - \gamma I_t \quad \text{式5}$$

この連立微分方程式を解析的に解くことを考える。式が3つあるので、3元連立微分方程式に見えるが、Nが外生的に既知のものとして与えられれば、式1を使って、

$$\frac{dS_t}{dt} = -\beta S_t(N - S_t - R_t)$$

$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma(N - S_t - R_t)$$

未知数が β と γ の正則の2元連立微分方程式になる。

この式を辺々割にすると、

$$\frac{dS_t}{dR_t} = -\frac{\beta}{\gamma} S_t$$

$$\frac{1}{S_t} dS_t = -\frac{\beta}{\gamma} dR_t$$

$$\log_e S_t = -\frac{\beta}{\gamma} R_t + C_1$$

$$S_t = C_2 e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t}$$

$t = 0$ のとき、 $R_t = 0$, $S_t = N$ だから、

$$S_t = N e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t}$$

式2から、

$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma(N - N e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t} - R_t) = \gamma(N \left(1 - e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t}\right) - R_t)$$

$$\frac{1}{N \left(1 - e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t}\right) - R_t} dR_t = \gamma dt$$

結局、

$$\int \frac{1}{N \left(1 - e^{-\frac{\beta}{\gamma} R_t}\right) - R_t} dR_t$$

この積分を解くという数学の問題になる。この積分の解析的な解を求めるのは大変そう

だ。筆者は浅学にしてこの積分を解析的に解く方法を思いつかない。悔しいから、SIR モデルは集団免疫という現象を理論的に説明する優れたモデルだが、解析的に厄介で実用的には不便だという負け惜しみを言って、SIR モデルに近似した代替モデルを提案しその妥当性検討する。

SIR モデルの解説はネット上にもたくさんあるが、それらもこの積分を解析的に解くことはしていない。ネット上の解説の多くは、集団免疫のメカニズムを説明するために SIR モデルを使っているの、外生的に N 、 β 、 γ を与えて、差分の式を作って表計算でシミュレーションして、 S_t 、 I_t 、 R_t を求めて、グラフを作図している。例えば、集団の大きさが 10000 人で、一人が 1 日 10 人と濃厚接触し、1 回の濃厚接触で感染する確率が 0.02 で。感染者のうち 0.1 が 1 日の内に回復するとすると、 $N = 10000$ 、 $m = 10$ 、 $p = 0.02$ 、 $\beta = \frac{mp}{N} = 0.00002$ 、 $\gamma = 0.1$ で $t=1$ の時に 10 人の感染者が現れたとすると、表 1 のように計算して、図 1 のようなグラフが得られる。

表 1、SIR モデルのシミュレーションの例

	A	B	C	D	E
t	S_t	I_t	R_t	$\beta S_t I_t$	γI_t
0	10000	0	0	0	0
1	9990	10	0	1.998	1
2	9988.002	10.998	1	2.19696	1.0098
3	9985.805	12.09516	2.0998	2.4156	1.209516
以下同様					

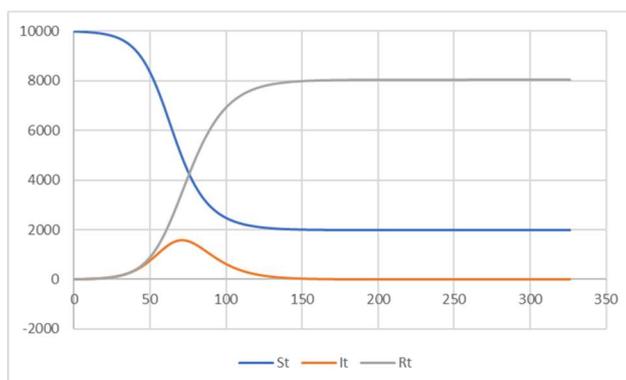


図 1. SIR モデルによるシミュレーション

このシミュレーションでは、 $I_t = 1576.59$ が I_t のピークである。式4で $\frac{dR_t}{dt} = \gamma I_t$ だから、

$\frac{dR_t}{dt}$ もこの時点でピークになるが、この時、 $R_t = 3512.511$ である。ところで、東京都で第二波の新規陽性者の数がピークを迎えたのは、2020年8月5日で、新規陽性者（7日移動平均）は、346人であり累積陽性者数は14,285人であった。我々専門外の人間が得られるデータは、1日ごとの新規コロナ肺炎ウイルス陽性者の数だけである。これは実際の感染者数ではない。感染のPCRの診断を受けるのは感染して症状が出てからだからタイムラグがあるし、無症状の感染者多くは診断を受けないだろうから、PDR新規陽性者の数よりも実際の感染者の数は多いはずだ。死んでしまうにしても治癒するにしても、新規感染者はいずれは離脱者になるのだから、ある時点での累積感染者数はその何日か後の累積離脱者数になるだろう。だから、累積感染者数を累積離脱者の代替変数と考えても良いだろう。実際、陽性と診断された患者は病院やホテルあるいは各家庭の中で隔離されるはずだから、診断された瞬間とほぼ同時に隔離されてほぼ離脱者となるはずである。無症状の感染者はおそらくかなり早く治癒して免疫を獲得して離脱者となっているだろう。どうせこの辺りの細かい数値はわからないのだから、ここでは乱暴に、診断されるまでの時間と、未症状の感染者が自然治癒するまでの時間が同じだと仮定する。その上で、PCR検査による新規陽性者の数は、離脱者の数の代替変数で、新規陽性者の数の μ 倍の離脱者が発生していると考えて実際のデータを眺めてみる。東京都の第二波のピーク時の累積陽性者数14,285人を離脱者数だから、表1のシミュレーションと同様に累積感染者数が推移するものだとすると、調査対象の手段の大きさを考えると、シミュレーションの集団の大きさが10,000人だから、東京都のデータの対象となった集団の大きさは、 $10000 \times \frac{14285}{3513} = 90607$ 人である。実際の東京都の人口は14,000,000人である。集団の大きさとして計算された値は東京都の人口の150分の1に過ぎない。実際の感染者の数は陽性者の数の μ 倍になるが、仮に $\mu=5$ としても、データ対象の集団の大きさは人口の30分の1に過ぎない。ここでは、 $m=10$, $p=0.02$, $\gamma=0.1$ と仮定してシミュレーションを行った。1日の濃厚接触者10人、感染確率0.02というのはどちらかと言えば控えめな想定であり、1日に回復する確率が0.1というのもそう無理のある想定ではないだろう。感染確率を小さく、濃厚接触者の数をもっと小さく想定すれば、集団の大きさは大きくなるが、そんなに感染確率が低くなれば、そもそも、感染症は流行しないから、元々大した病気ではないということになる。仮想的な集団サイズの推定値が小さいのは、おそらく、クラスター対策が機能して、実際に感染者の集団が小さな集団に限定されていたからだろう。感染者を含む集団を囲い込んで小さな集団として隔離することは、古典的で基本的な感染症対策だ。このことから、データから推測される集団のサイズが一定のサイズに限定されていることを、感染症が適切に制御されていることだと定義できる。

次に考えるのは、今考え方を使って現状がどのようになっているのかを把握する方法で

ある。そこで、図1の R_t の曲線に注目すると、この曲線は、化学反応や生物の成長を表すときにでてくる、いわゆるS字曲線の形をしている。S字曲線になる関数にはいろいろあるが、代表的なのは累積正規分布密度関数やロジスティック曲線である。この二つは、確率0.5の点で点対称で、その微分は左右対称になる。これは少し不自然なので、変曲点が、中間点にならないようなS字曲線の方がよさそうに思う。そこで、考えたのはゴンペルツ曲線である。後で説明するが、微分した曲線が左右対象でないということ以上に、ゴンペルツ曲線には解析的に扱いやすい優れた特徴がある。

ゴンペルツ曲線は次の関数で表される。

$$f(t) = Ka^{b^t}$$

$$a < 1, \quad 0 < b < 1$$

両辺の対数をとると

$$\log_e f(t) = \log_e K + b^t \log_e a \quad \text{式1}$$

$$\log_e f(t+1) = \log_e K + b^{t+1} \log_e a \quad \text{式2}$$

$$\Delta \log_e f(t) = \log_e f(t+1) - \log_e f(t) = b^t \log_e a (b - 1) \quad \text{式3}$$

式1から、

$$b^t \log_e a = \log_e f(t) - \log_e K$$

これを式3に代入

$$\Delta \log_e f(t) = (\log_e K - \log_e f(t))(1 - b)$$

$$\Delta \log_e f(t) = (1 - b) \log_e K - (1 - b) \log_e f(t)$$

$$Y = \Delta \log_e f(t)$$

$$X = \log_e f(t)$$

$$A = (1 - b) \log_e K$$

$$B = (1 - b)$$

とすれば、式3は以下の直線式となり

$$Y = A - BX$$

となるので、 $\log_e f(t)$ に対して、 $\Delta \log_e f(t)$ をプロットすれば、回帰計算によって、

$$A = (1 - b) \log_e K, \quad B = (1 - b)$$

を求めることが出来る。これで、 b 、 K が得られるが、 $b^0 = 1$ だから、

$$f(0) = Ka$$

として、 a が得られる。つまり、 a は $t = 0$ をどこにとるかによって決まる。

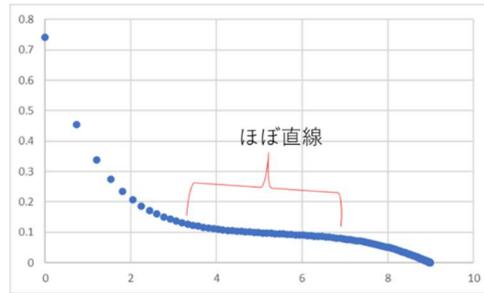


図 2. SIR モデルの $\log_e R_t$ に対して $\log_e R_{t+1} - \log_e R_t$ をプロット

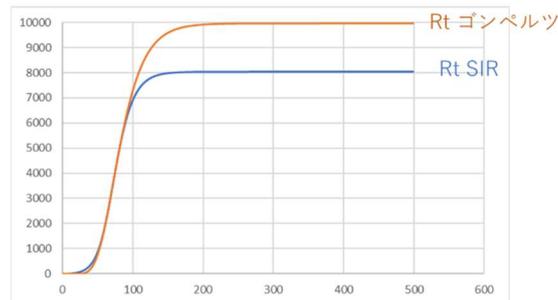


図 3. SIR モデルとゴンベルツ曲線の比較

対数計算はあまりなじみがないかもしれないが、離脱者の対数をとると、その差分と離脱者の関係が直線関係になる。これは扱いやすい。何よりも、境界条件等を外生的に与えることなく、データのみから内生的にパラメータを推定できることが最大の魅力である。そこで、SIR モデルによる R_t をゴンベルツ関数で代替することを考える。

まず、表 1 のシミュレーションの結果得られる R_t の値を対数に変換し、

$$X = \log_e R_t, Y = \log_e R_{t+1} - \log_e R_t$$

として、 X に対して Y をプロットすると、図 2 のようになる。全体的に見ると、直線には見えないが、単調減少関数であり、部分的にはほぼ直線になっていて、特に中間部は直線的である。部分的にはゴンベルツ関数で近似的に表せそう。この中間部を直線とみなして、新規感染者がピークとなった時点をも $t = 0$ として、その前後 2 1 日間のデータで直線回帰によって、ゴンベルツ関数の、 b, K を推定し、SIR モデルの R_t と重ね合わせたのが図 3 である。 R_t が小さい場合、大きい場合には 2 つの曲線は大きく違っているが、回帰したデータの付近ではほぼ 2 つの直線は一致している。つまり、ゴンベルツ関数による代替モデルは、いつどのレベルで収束するかというような未来の占いには使えないが、現時点でやがて収束に向かう形で制御されているかいないかという評価には使える。図 4 には、東京都の感染者数のデータを使って、2 月 1 2 日から 11 月 25 日までの累積陽性者数の対数とその差分の関係をプロットした。東京都全体で一様に感染が起こり、ウィルスの感染力や人々の行動に変化がなければ、この関係は単調減少のカーブになるはずだが、実際には対策も含めて様々な変化があるので単調減少にはならない。まず、2 月 1 2 日から、3 月 12 日の期間は、急速に右下がりに変化している。当時はまだ感染者数が少なく、極めて限

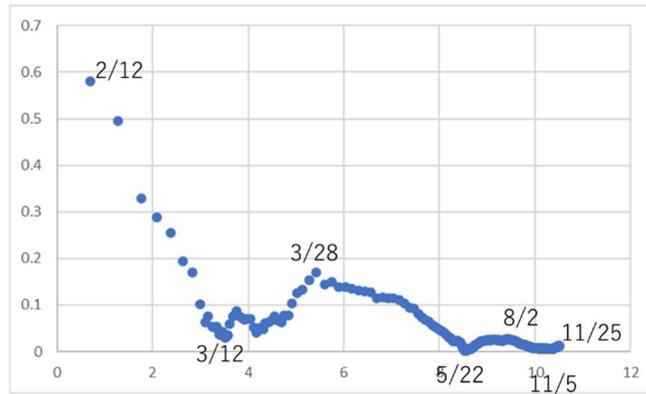


図4.東京都における累積陽性者数の対数とその差分の関係 (2/12-11/25)

られた人たちだけが感染のリスクにさらされており、クラスター対策が有効に機能して、小さな集団内に感染が閉じ込められていた。その集団の中で、SIR モデルにしたがって感染の広がりが推移して収束に向かっていたと考えられる。その後関係が変わり右上がりに上昇するが、これは感染力の強い変異したウイルスがある程度まとまって日本に侵入し、感染集団を拡大していったためであろう。この上昇は3月28日まで続くが、やがて集団ある範囲に限定されて右肩下がりに変化した。4月7日の緊急事態宣言以後、この右下がりの勾配はさらに急な傾斜となるが、東京都が緊急事態宣言地域から外れた5月21日の翌日から、再び、右肩上がりに変化する。対策を緩めたのだから右肩上がりに変化し感染が広がることはある程度予測可能なことであるが、緩やかに上昇しながら、7月後半には一定の範囲で上下に変動し8月2日に再び下降に転じた。その後8月5日に新規感染者の数がピークとなり、以後、細かい変動がありながら全体として下降して、11月5日に極小値となり、以後、再び上昇している。ここで、提案したいのは、簡易的なモデルとしてゴンペルツ関数を使い、図4に示した累積陽性者数の対数とその差分の関係図を作成して、ほぼリアルタイムで状況を把握する手法である。絶対値ではなくて、上昇しているか下降しているかという見方をしなければならぬというわかりにくさはあるが、近未来的に収束に向かっているか、拡大に向かっているかということを、全体としてかなり正確に表している。この方法は短期間の近未来的な変化あるいは現状どのようになっているのかを知



図5. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (2/15-3/11)

る手法なので、短い時間に区切って、この図を詳細に見ていく。図5は2月15日から、3月11日の期間のプロットである。比較のために赤線で実効再生産数を示した。実効再生産数は、平均世代時間を5日と考えると、前7日間の新規陽性者の移動平均でその5日後のまでの7日新規陽性者数の移動平均を割って求めた。普通、実効生産数が1より大きい場合は、感染者数が増加傾向にあると判断する。注目すべきは、2月17日以前の実効再生産数で、2月17日以前は実効生産数が1より大きい。実際、2月19日まで新規陽性者の数は増加していた。しかし、この時点で青で示した累積陽性者数の対数の差分は減少し続けている。つまり、感染者の数は増加しているが、一定の集団の中での増加であり、青線はやがて収束に向かうということを示している。実際、2月19日以降、3月2日まで新規感染者の数は減少した。実効生産数が1より小さくなった日は2月18日なのだが、この日の実効再生産数を計算するには、2月23日のデータが必要である。したがって、実効生産数が収束方向に向かっていると判断できるのは2月23日になる。これに対して、ゴンペルツ関数モデルでは、2月17日以前に、感染が居て値の集団内に閉じ込められ隔離されているということがわかる。感染症は一旦爆発的に感染集団が拡大するとおそらく全く手が付けられなくなり、経済活動どころではなくなる。そうならないためには、できるだけ早めにどんな状態にあるのかを判断して適切に対応しなければならない。ゴンペルツ関数モデルは、遠い将来どうなるかという占いには適さないが、現状どのようになっているのか、近未来はどうなるのかについてはかなりの精度で迅速な判断が可能だ。図6には3月12日から4月17日までの変化を示した。この期間のほとんどで実効再生産数は1より大きい。実効再生産数が1より小さくなったのは4月14日であり、それまで新規陽性者の数は増加し続けた。一方、累積陽性者数の対数の差分は3月28日をピークに減少に転じており、新規感染者の数は増加し続けているものの、一定の集団の中にそれらが隔離されていたことを示している。また、4月7日に緊急事態宣言が発令されると、その4日後からさらに差分の低下速度が増したことがわかる。図7には、4月18日から6月10日までの変化を示した。この間、5月21日に東京が緊急宣言区域から外れるが、5月22日以後差分は上昇し実効再生産数は1以上となった。図8には、6月11日から7月15日までの変化を示した。この間実効再生産数はほとんど1以上であり、新規感染者数は増加し続

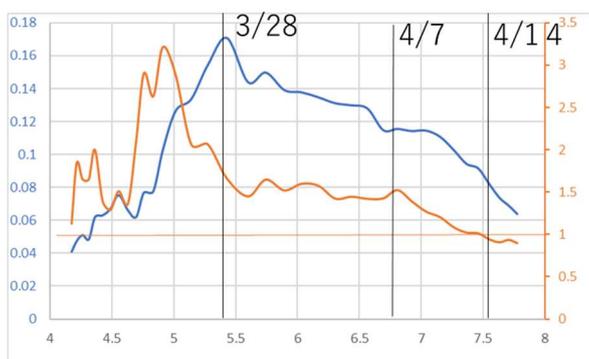


図6. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (3/12-4/17)

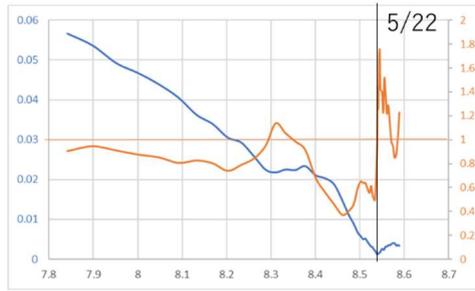


図 7. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (4/18-6/10)

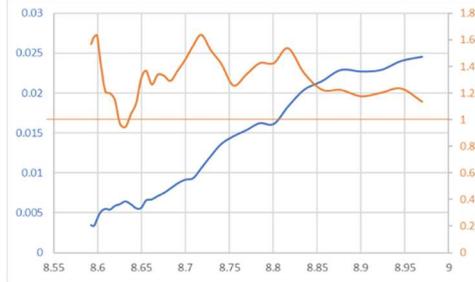


図 8. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (6/11-7/15)

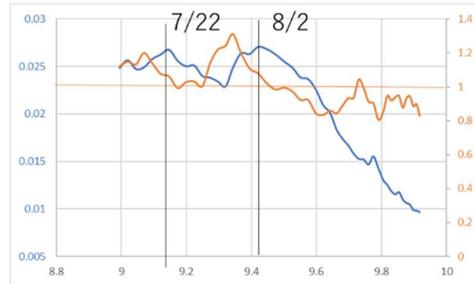


図 9. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (7/16-8/31)

けた。7月に入ると差分の上昇は緩やかになり、7月22日に一旦ピークを迎えるが、その後、再び上昇し、8月2日にピークとなる(図9)。これは、新規感染者のピーク(8月5日)の3日前である。7月27日から8月2日にかけての差分の急激な上昇は、7月22日から始まったGo to トラベルが上昇のきっかけを与えたかもしれない。ただし、このころPCR検査の数も増加しておりその影響の可能性も否定できない。いずれにしても、7月27日から8月2日の上昇が短期的な要因によるものだったとすれば、7月22日時点で、感染が囲い込まれた状況に入ったことを認識できる。つまり、新規陽性者数を指標とするよりも、累積感染者の対数の差分を指標とする方が敏感で早めに現状を認識することが出来たことになる。また、感染の囲い込みを緩めれば、感染が拡大することは当然のことだから、Go to トラベルによってある程度感染が拡大することは読み込み済みだったとすれば、8月2日から、収束方向に向かったことは結果的に政策が成功したと言える。9月に入ると、9月7日以後、短期的な差分の増加は見られたが、9月27日まで全体としては差分が低下し続けた(図10)。それ以後やや上昇するが10月の広範囲はやや低下し(図11)、全体的に見ると一定値で推移した。この間実効再生産数は1前後で変動していた。11月5日以降は、急激な上昇に転じ、実効再生産数も1以上の値が続いた。このような中

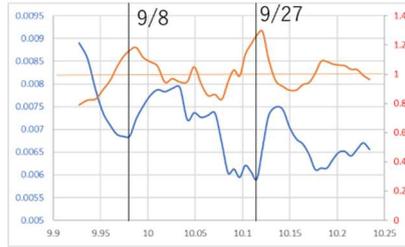


図 10. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (9/1-10/15)

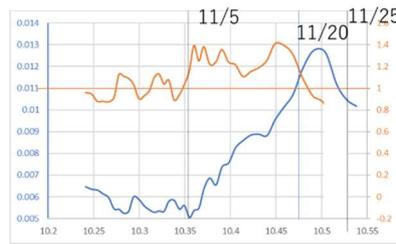


図 11. 累積陽性者数の対数の差分と実効再生産数 (10/16-11/27)

で東京都では11月20日にGo to eatキャンペーンがはじまり、ほぼ同時に新規陽性者数が急激に増加したため、飲食店の時短営業が要請され、キャンペーンを中断した。新規感染者の数は依然として上昇しているが、実効再生産数、差分ともに若干低下の兆候を示しているが、今後どのようになるかはここ数日の推移を見なければわからない状態にある。

SIRモデルは現状を分析するモデルではなくて、原理的な説明のためのモデルでSIR理論という方が正しいかもしれない。この理論では、感染の拡大に対策を取ろうが取るまいが、感染はやがて収束する。小さなグループという大きさであれ、町という大きさであれ、国という大きさであれ、集団が他と隔離されていて孤立していれば、何処かで感染は収束する。理論的にはそうだが、町や国には様々なサブ集団が存在して、サブ集団の境界を超えて人々が一様に接触しているわけではないから、集団の大きさというのはわからない。仮に、SIRモデルの微分方程式が解けたとしても、積分定数を決めるときには境界条件を使うから、集団の大きさは外生変数として式の外から与えなければならない。実際、感染がどんな集団で起きているのかはわからないから、かなり無理な仮定を置いて集団の大きさを与えることになる。ゴンベルツ関数ならば、パラメータのすべてを累積陽性者数を使って内生的に推定できる。これがゴンベルツ関数を使う意味である。SIRモデルで行ったシミュレーション結果と、第二波のピーク次の累積陽性者数を比べると、感染が起きている集団はかなり小さいことがわかった。どこかでコロナ肺炎にかかった人が居るといううわさは聞かすが、実際に筆者の周りに感染者・陽性者はいない。ところが芸能人などはかなり感染している。ということは筆者と遠いどこかで感染が広がっているのだろう。シミュレーションの結果と東京都のデータの比較は、このような筆者の実感に近い。極めて正直に言えば、制御された状態で感染を受け入れるということは、このように遠く離れたところの小集団に感染を閉じ込めておくということであり、制御とはある範囲に感染が閉

じ込められていることを言うところでは定義する。もちろん実際には、集団の拡大速度は様々な条件で変わり、手段の範囲は徐々に広がっていくので、その速度が許容範囲に制御されているという意味である。緊急事態宣言を解除して飲食店等の通常営業を再開しても、第二波のピークがあつた程度で済んだということは、マスクの着用や不要不急の外出の自粛、ソーシャルディスタンスの確保等の対策で、あの程度の範囲に集団の大きさをとどめておくことが出来たということである。SIR モデルの理論通りに実際の現象は進んだ。実際にホテルの従業員にも感染者は出ているから、Go to トラベルが感染拡大を招かなかったというのは厳密には正しくない。しかし、感染の拡大がある程度のレベルに収まって、爆発的にならなかったというのも事実である。一方、ある程度の犠牲者が出たことも事実で、この犠牲を受け入れることを政策的に決定したのであり、少人数の犠牲にとどめるということに成功した。政府の対応は結果的に適切であったことになる。それは正しいとか正しくないとかいうことではない。政治的判断とはそういうものだ。こういう見方をすると、今度の第3波に対する対応は、政治的判断として批判されるべきだ。もし、集団の囲い込みが成立していて、SIR モデルのように、陽性者の数が推移したとすれば、9月27日以後も、差分は低下しているはずである。あるいはもっと理想的にはある一定のところで0となり動かなくなっているはずである。実際には一定の範囲で変動していた。この状態は囲い込みが徐々に崩れて集団が拡大しているということを意味する。つまり、制御されていない状態にある。この状態で、Go to eat のような感染を拡大させる政策をとれば、制御されていない状態で感染が爆発的に拡大する可能性がある。実際、感染者は急激に増えた。9月27日から11月5日まで、実効再生産数は1を挟んで一定の範囲で上下に変動している。この実効再生産数を見て、関係者は一定の状態に感染範囲が保たれていると判断したのかもしれない。しかし、この状態はゆっくりと手段が拡大している状況であり、収束に向かうのか爆発的な感染拡大に向かうのか両方の可能性があつた。この状態でも集団の拡大を少しでも抑制すれば、SIR 理論で徐々に収束に向かい始めたはずである。その段階になって、少しずつゆっくりと Go to eat をやれば、ゆっくりとでも感染を縮小させながら経済活動を活性化することが可能であつただろう。最も悪いタイミングで判断をしている。世代時間を考慮して何日後の新規感染者数との比をとれば、実効再生産数を計算できる。実際、図6から11を見ると、実効再生産数は差分の変化に先立って変化している。早く現状を把握できるという意味では、実効再生産数の方が優れているようにも見える。しかし、これは実効再生産数の計算をその5日後の感染者数を使って計算しているからである。早く傾向をつかむという上では実効再生産数も差分も変わらない。差分を計算することの利点がよくわかるのは図6である。3月28日から4月7日まで、実効再生産数は1.5前後と比較的高い値で推移し、新規感染者数も増加していた。しかしこの時点で青線の差分は明らかに低下の傾向にあり、やがてピークが来て収束に向かうことを示していた。実効再生産数がある値のレベルにとどまって一定の範囲で変動すると、収束に向かうのか拡大していくのか判断が出来ない。このような場合には、差分を見れば傾向がわ

かる。幸い、11月の末になってここ数日、わずかではあるが差分が小さくなる傾向がある。まだ運に見放されていない。これが続けば、徐々に収束に向かう可能性が高い。飲食店の営業時間の短縮要請があった。これがどの程度の効果を上げるのかわからないが、差分が引き続き小さくなっていくようであれば、これを2週間ほど継続すれば、Go to ear キャンペーンを再開すべきかどうかはともかくとして、通常営業にもどれるのではないだろうか。

今回の騒動で西村担当大臣が出てくると、目が宙に浮いて言葉があいまいで、明確に判断したくないという気分が明瞭に伝わってくる。あれを見ると大衆が不安になる。疫学も経済学も知らないから仕方がないというのかもしれないが、東大法学部はそんなに馬鹿なのか。灘高出身なんですよ。いくら法学部で文系でも、常微分方程式ぐらい解けるよね。対数の意味も分かるよね。後は自分の言葉で説明する自信だ。馬鹿じゃないんだっただ自分なりのロジックを考えて自分の判断基準を説明しろ。一定の制御のもとに経済活動を活性化するのであれば、一定の制御とは何かを必死に考えるのだ。政治家は利害対立の中で何かを判断しなければならない。常に誰かにとって悪人だ。科学者のように真理を追究する必要もないし、哲学者のように正義を語る必要もない。イデオロギーなんて下らんものに拘束される必要はさらさない。ただ必要・適切な場面で明確に判断して決断し、結果責任を取ればよい。別にゴンベルツ関数でなくても良いから、自分なりに制御状態にあるとはどんなことなのかを考えて、その基準で政策的な決定をすればよいだろう。4月上旬に、新規感染者数が増加し死者が何人か出ても、感染は一定の制御下にあるからやがて収束に向かうので問題ないと言い、11月に飲み屋が倒産して経済学者が文句を言っても、今は経済活動を活性化するタイミングではないと明確に言い切る。「そういう人に私はなりたくないけど、貴方はなりなさい。」

どうせどのように判断しても批判は免れない。イデオロギー的な正義を語るのは思想家や哲学者の仕事だ。今回のように、防疫か経済かのような二律背反的な事象についての彼らが何を言うかなどはどうでも良いことだ。こういう場合、適切なタイミングではっきりと明確に勇気を持って判断することが政治家の仕事だ。その上で、もしその判断が結果的に間違っていれば結果責任を取ればよい。それが政治家のありかただろう。根拠があろうとなかろうと失敗するときは失敗する。ただ、どう考えたのか根拠は説明しなければならない。