

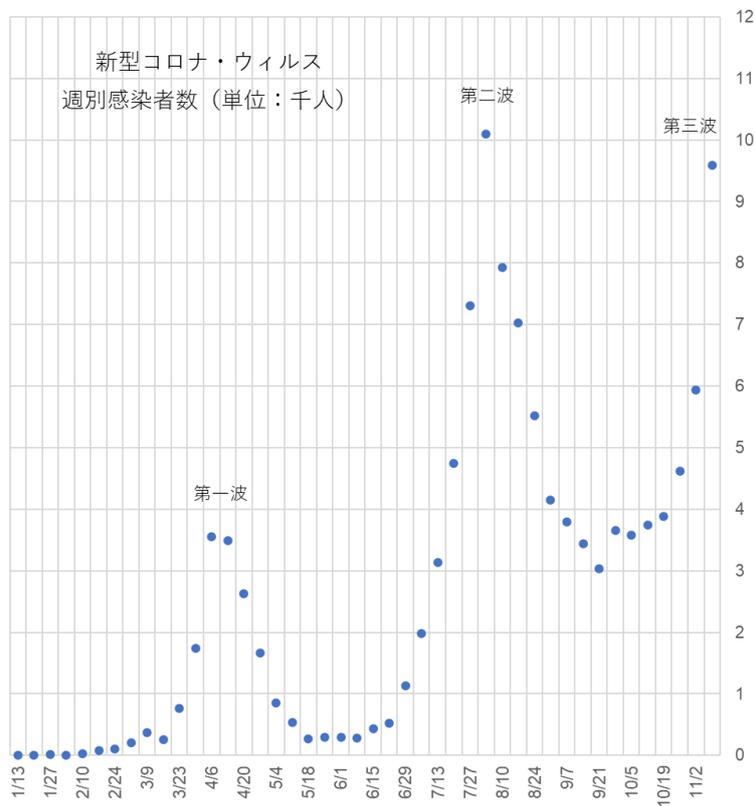
# 新型コロナ・ウィルスの感染者が減らない理由

2020年11月22日

2020年4月16日付のブログ(論文)「新型コロナ・ウィルスの感染者数と外出自粛の相関関係」においてひととひとの接触を減らすことがもっとも即効性のある方法であることを簡単な微分方程式から導いたあと、実際の感染者数は予測どおりに推移したでしょうか？

緊急事態宣言の発出もあり感染者数(週単位)は五月末に一旦収束に向かいましたが、六月末ごろからまた増加しはじめ、八月の中頃には一万人に達しました。その後、減少に転じるも四千人を切ったあたりで停滞し始め、十月以降はまた増加に転じています。図1は厚生労働省が公表している感染者数を週別に集計したものです。

図1



この波打ち現象は当初予測をしていませんでした。なぜならば、以下に述べる理由により感染する可能性があるひとが一定の数を下回ると感染が止まるからです。

- ① ひととは単純に新型コロナ・ウィルスの感染者と未感染者に二分されます。

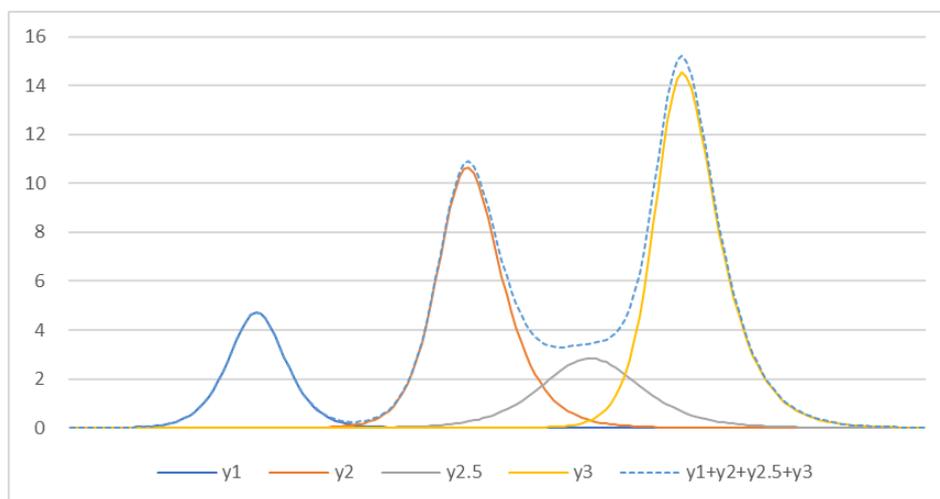
- ② 感染者数はウイルスの感染力によって増えますが、感染したら免疫または死亡によって感染する可能性がなくなります。
- ③ 感染係数  $b$ 、治死係数（治癒するか死亡するかの度合い）を  $c$  とすれば①と②は次の微分方程式によって定義できます。
- 感染する可能性のあるひと  $x$  の変化率 :  $dx/dt = -bxy$  ( $x$ が $y$ と接触して感染することで  $x$  の数が減少することを示しています)
- 感染者の数  $y$  の変化率 :  $dy/dt = bxy - cy$  ( $x$ との接触によって  $y$ が増え、治癒や死亡によって感染者でなくなることを示しています)
- ④  $dy/dt = bxy - cy$  より、感染者数  $y$  は感染する可能性のあるひとの数  $x$  が  $c/b$  を下回ると減少に転じます。

ところが、実際には図1のとおり、減少に転じてもまた増加するという現象がすでに二度起こっています。ウイルスに感染すると抗体ができて二度と同じウイルスには感染しないとすれば、第二波や第三波はコロナ・ウイルス自体の変異によるものであると考えるのが自然です。

ただ、ここでもうひとつ不思議な現象がみられます。第三波が第二波が収束しないうちにはじまっていることです。ウイルスがどのように変異しようとも、それぞれのウイルスに感染するひとの数は上記のとおり  $c/b$  でピークに達し、以降は一方向的に減少し、途中で増加に転じるという現象は起こりません。なにか原因があるはずですが。

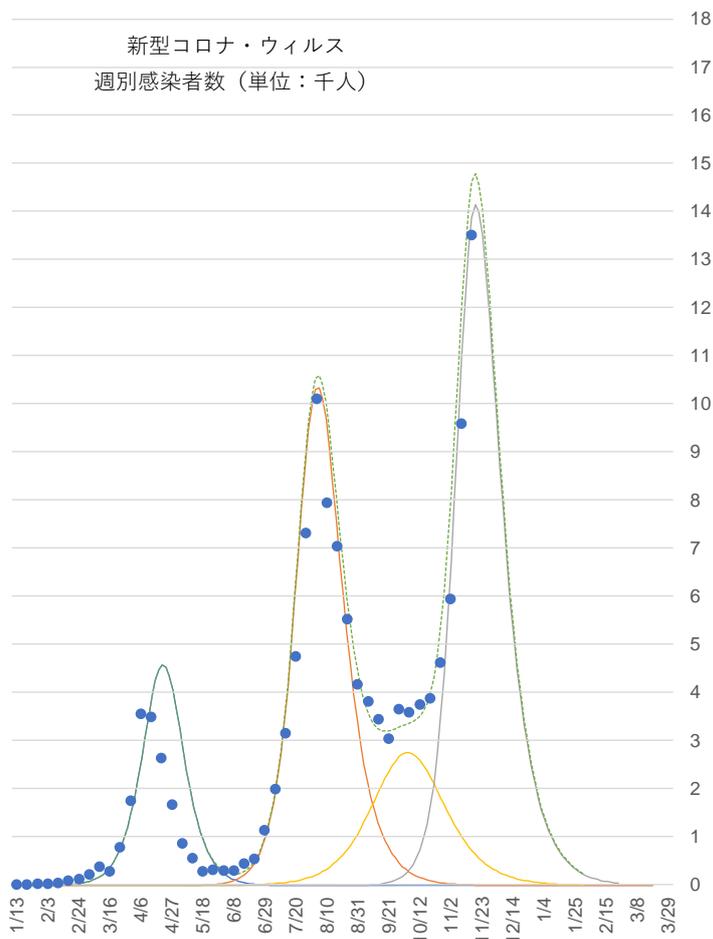
そこで、第二波と第三波の間にもうひとつ別の変異ウイルスが隠れているのではないかという仮説を立ててみました。第二波と第三波の間にもうひとつの波を挿入してみます。第二・五波があったとすれば、感染者数は第二波、第二・五波、そして第三波を合成したものになります。その「合成波」を図2の破線で示しました。

図2



第二・五波の発生時期や感染係数(b)、治死係数(c)を適宜変化させ、実際のデータに合成波(破線)をフィッティングをした結果が図3です。

図3



第二・五波(黄色の実線)の存在をあぶり出すことによって、理論値の合成波が実際のデータとうまく合致しています。

今後とも変異種が出現し続ける可能性を否定することはできませんが、少なくとも、第三波(種)単独の推移については、ピークが11月末、収束は来年の2月ごろである、と予測できます。

ひととひとの接触を減らすことが最も即効性のある対策であることは、実際的にも緊急事態宣言の発出によって証明されましたが、第二波、第三波の到来を予測することはできませんでした。ま

た、感染拡大防止策が経済的なダメージに直結することも同時に明らかになりつ、「接触を減らす」という対策には限界があることもわかりました。

安全且つ有効なワクチンの早期製品化・投与が待たれますが、今後は、ふたつの二律背反的な「副作用」が議論されることになりそうです。すなわち、ワクチンの潜在的な副作用と、感染防止対策の経済への副作用です。ただ、日本の感染者数は欧米のそれに比べると劇的に少なく、上記でみたとおり、今後の推移(感染者数のピークや収束時期)をおおよそ予測できます。毎日の報道に恐怖心を煽られることなく、理論と事実にもとづく冷静な分析と、なるべく副作用の少ない対策を選択する叡智と勇気が求められます。

以上