

4月6日に最初の緊急事態宣言が発令されてから一月。今回はその効果を検証します。検証の主な指標は、倍加時間、すなわち、感染者が2倍に増える時間です。倍加時間でしたら簡単に正確な数字を出せます。結論から言いますと、非常事態宣言の効果は明らかです。感染者は確実に減少に向かっています。しかし、3月の連休の結果や北海道の再燃からも分かるように、ここで規制をゆるめると、これまでの成果が無に帰す可能性があります。非常事態宣言の延長はやむを得ない判断だと思います。しかし、政府、専門家会議の対応には意見があります。

その他、前回に続いて、コロナウイルス変異の追跡を報告します。MY Times の記事によると、中国→ヨーロッパ→アメリカ→アジアという世界拡散のメインルートが明らかになってきました。NASA が開発したコロナ用ベンチレータの提供情報もあります。最後に、コロナ秀歌・秀句を紹介します。

*“arXiv”（アーカイブ）は、未発表科学論文の投稿ネットサイトの一般名です。

コロナウイルス arXiv は、山中伸弥先生の「新型コロナウイルス情報発信」サイト (<https://www.covid19-yamanaka.com/index.html>) に掲載されております。バックナンバーも含めて、転送は自由です。

目次

1. 10 週間 (2/14-5/3) のコロナウイルス感染分析
(全国、東京、北海道)
2. コロナウイルスの変異と世界拡散
3. コロナ治療のためのベンチレータ無料提供 (NASA)
4. コロナ秀歌・秀句

情報提供者

宇川彰(学振) 感染指標計算、NYT 記事

吉田光昭(元東大医科研所長) ゲノム

大栗博司(東大 Kavli IPMU 機構長) ベンチレーター

1. 10 週間 (2/14-5/3) のコロナウイルス感染分析

政府は緊急事態宣言を5月31日まで延期することを決めました。4月6日の緊急事態宣言

はどの程度効果があったのでしょうか。5月31日まで延長するのは何故でしょうか。コロナ感染者が100人を超した2月14日から5月3日までの10週間のデータを追跡、検証しました。

今回、分析の方法をいくつかの点で変えています。

- ① 計算する単位を週（月曜から日曜まで）にしました。これは、発表する曜日によって感染者数が大きく違い、「金高月低」になっているためです（図1）。曜日バイアスに影響されないためには、週単位で感染者数をまとめる必要があります。
- ② 倍加時間(日数)を指標にしました。arXiv（4）までは、指数関数の $Y \propto b^x$ の底数(base, b)を指標にしていたが*、分かりやすい倍加時間（doubling time）を計算しました（図2）。
- ③ 感染者数、死亡者数に「確定」という表記を加えるようにしました。PCR検査が著しく制限されている現状では、見逃されている数が相当にあるからです。

*以前は $Y \propto a^x$ と表記していましたが、aをbに変えました。

資料：すべての計算には、東洋経済ONLINE「新型コロナウイルス国内感染の状況」を用いました。<https://toyokeizai.net/sp/visual/tko/covid19/> 残念ながら、国と自治体の公式発表資料には、重要な数字が発表されず、データの示し方の親切ではありません。政府は、データ開示を真剣に考えるべきです。国際的な信用にも関わる問題です。

図1：東京都発表の確定感染者数。赤は金曜日(F)、青は月曜日(M)の発表。明らかな「金高月低」がわかる。

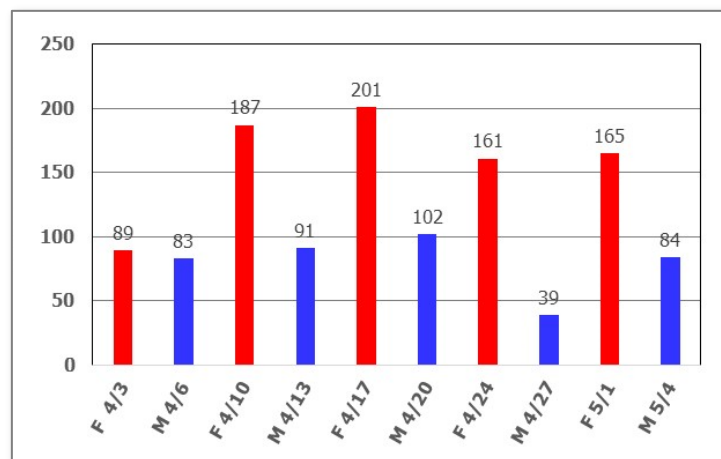
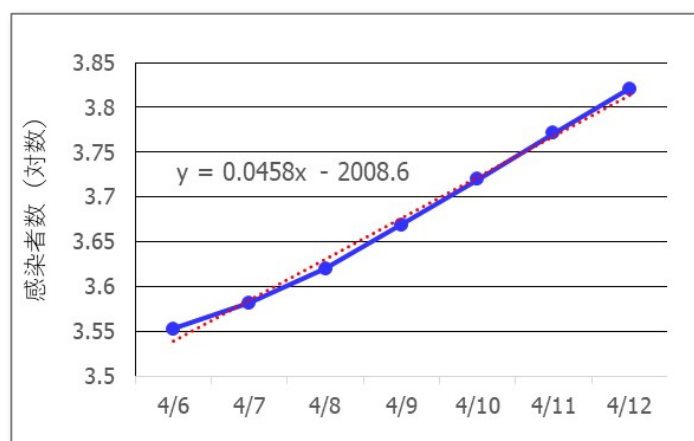


図2：倍加日数の計算。

Excel を用いて感染者

の対数を計算し、グラフ（片対数グラフ）を作る。2倍になる時間を求めるため、2の対数値(0.3010)を勾配の値（図2の場合は0.0458）で割れば、倍加時間、6.8

日が得られる。図は常用対数（底=10）であるが、自然対数（底=2.7182...）でも同じように計算できる。（図は4/6-4/12の全国確定感染者数）。

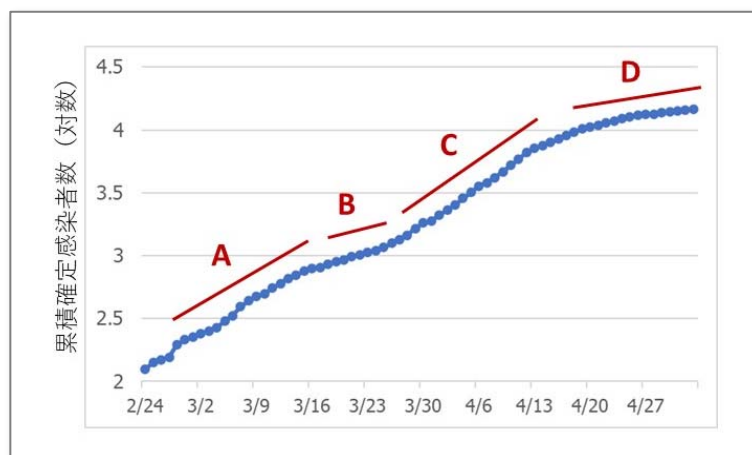


なお、今回、有効再生産数（R）も計算してみましたが、専門家会議の数字と違う結果になりました。どこが違ったのか検証できませんので、発表しないことにしました。専門家会議は、Rの計算式、計算の条件設定などを明らかにしていません。何故8割減が必要かについても、（簡単な計算なのに）説明していません。Rの計算については、近く宇川彰先生の解説を発表予定です。

(1) 全国確定感染者数と確定死亡者数

図3は、2/24から5/3まで10週間の全国確定感染者の片対数グラフです。一見して、A,B,C,Dの4フェーズに分かれることが分かります。3月中旬まで急速に増えていたのが（A）、下旬に一回緩み（B）、4月に入って再び急に増えだし（C）、4月中旬から緩やかになってきました（D）。

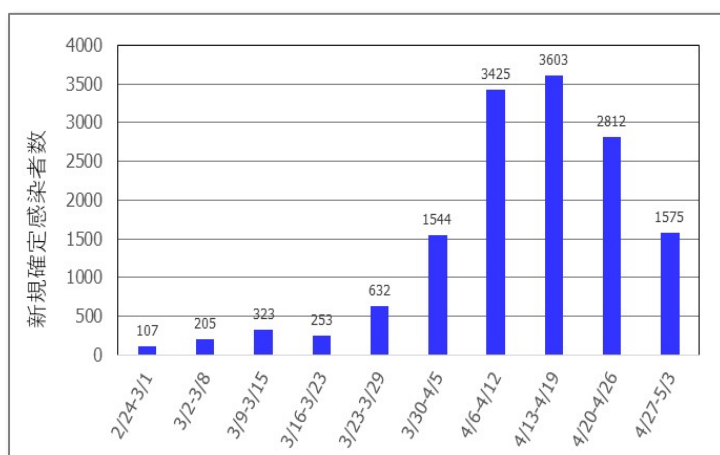
図3：
2/24から5/3まで、10週間の確定感染者数の推移。A,B,C,Dの4つのフェーズに分けられる。



この推移をはっきりと示すため、1週間ごとの新規確定感染者数(図4)と倍加日数(図5)を計算しました。

新規確定感染者数が4月中旬まで増えているのは全体の感染者数の増加(図4)の反映です。大事なのは、4/13-4/19の週を境に減少に転じていることです。

図4:2/24-5/3の10週間の全国新規確定感染者数. 4月中旬から減少に転じている。

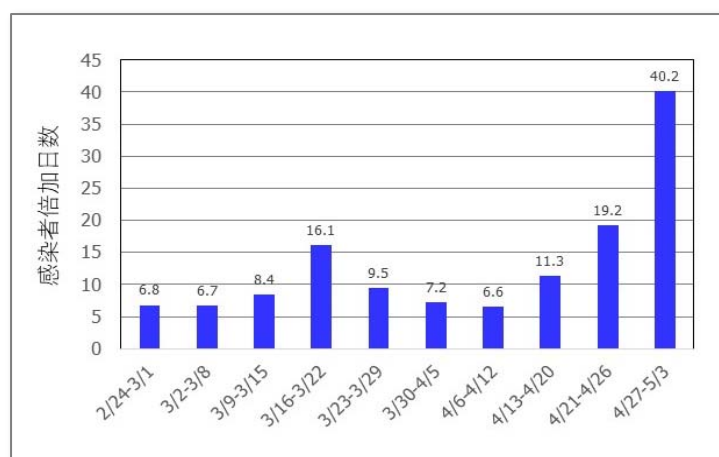


倍加日数 (図5) は、図3のABCDの各フェーズを反映しています。最初の3週間(図3Aに相当)は6-8日の倍加

時間でしたが、3/16-3/22の週(図3B相当)に倍加日数は16日に好転します。連休の後(図3C相当)、再び倍加日数が6-7日に戻りますが、4/6の緊急事態宣言後は、自粛の効果が出て、倍加日数は40日まで伸びました(図3D)。

図5:

2/24から5/3までの1週間ごとの倍加日数の推移。4/26-5/3の週には、倍加日数は40日まで伸びた。

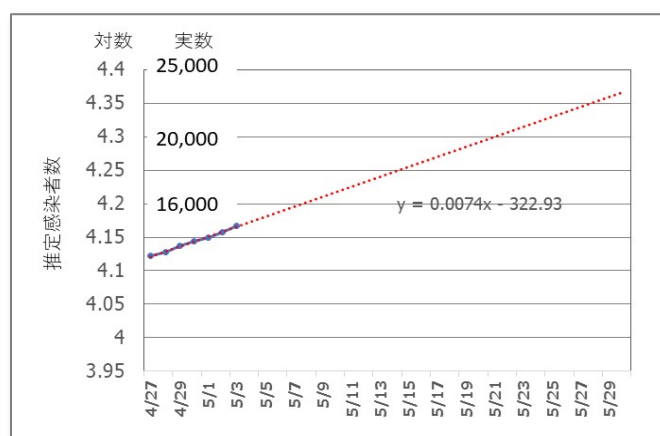


5月末までの外挿

図4, 5から、緊急事態宣言後、コロナ感染の数字はよい方向に向かっています。しかし、決して安心は出来ません。4/27から5/3までの片対数グラフを5月末(第二次緊急事態宣言終了)まで、外挿してみました(図6)。減少しているとしても、指数関数的に増加していることに変わりはなく、このままで行くと、5月末には、今より7,000増えて、22,000人の感染者が出手も不思議ではありません。

図6:

4/27-5/3の感染者カーブを外挿すると、40日倍加日数



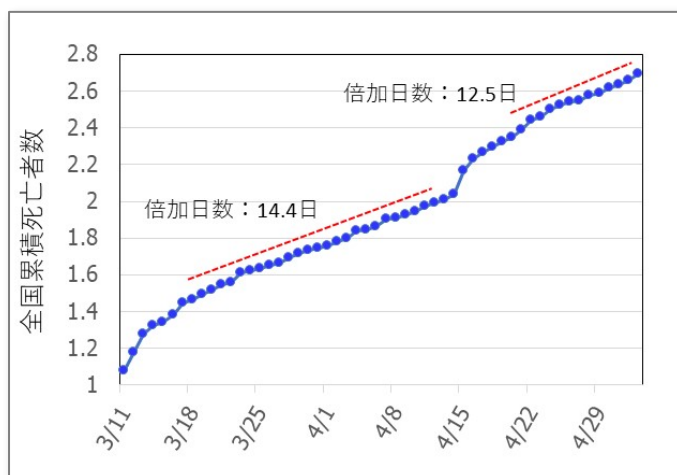
40 日が続けば、5 月末には、確定感染者は **22,000 人** に達する恐れがある。

死亡者数

心配なのは、死亡者数に減少の傾向がみられないことです。死亡者倍加日数を計算すると、3/16-4/12 の 4 週間は 14.4 日、直近の 4/20-5/3 の 2 週間は 12.5 日になります（図 7）。感染者の倍加日数が好転しているのに、死亡者に反映していないのは、介護施設などのクラスターにより、高齢者等ハイリスクグループの感染死亡が増加している可能性が考えられます。今後、注意深く見守る必要があります。

図 7:

全国の死亡者が 10 人を超えた 3/11 以来の死亡者数の増加カーブ。死亡者倍加日数は、この 7 週間で変化なく、倍加日数が 2 週間前後で増加続けている。4/14 に死亡者が急に増えたのは、厚労省内の手続きの変更による。



(2) 東京都の状況

東京都の確定感染者数は、全国とほぼ同じ経過をたどっています（図 8）。倍加時間を計算すると、図 9 のように、4 月中旬から明らかに伸びてきて、4/26 の週には 28 日になりました。同じ時期、全国の感染者の倍加日数は 40 日ですので（図 5）、東京の改善スピードが遅いことが分かります。

図 8: 2/24 から 5/3 まで 10 週間の東京都の確定感染者数の推移。全国（図 3）とほぼ同じ経過をたどり、4 月中旬以降、増加スピードが鈍ってきた。

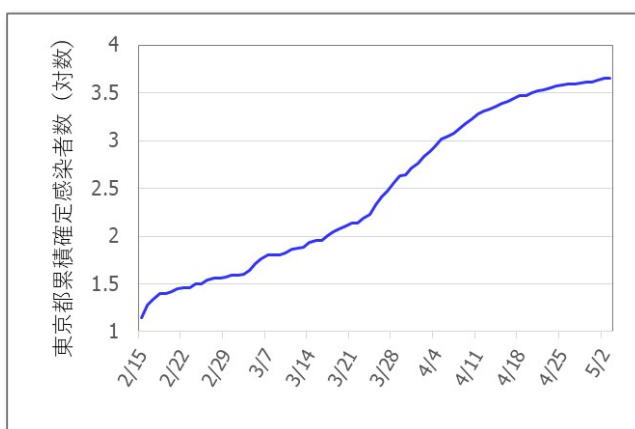
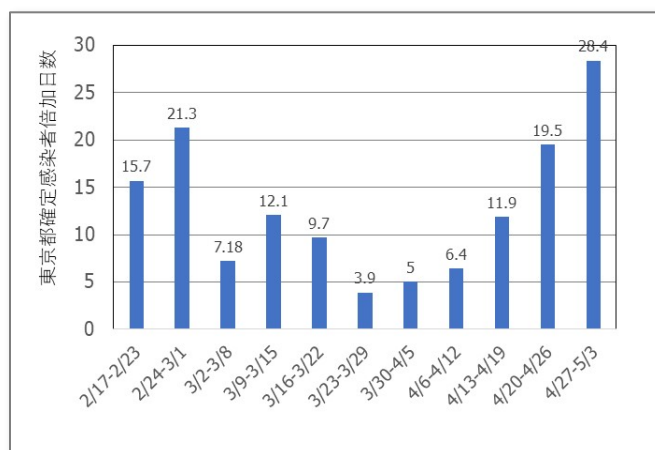


図 9: 1 週間ごとの倍加日数の推移。4 月中旬より、増加スピードは落ちてきたが、直近の倍加日数 28 日は、全国に及ばない。

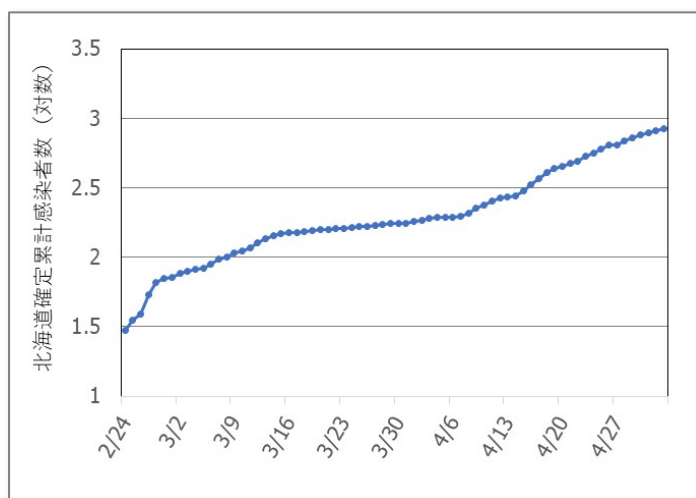
図 9:1 週間ごとの倍加日数の推移。4 月中旬より、増加スピードは落ちてきたが、直近の倍加日数 28 日は、全国に及ばない。



(3) 北海道の状況

北海道のコロナ感染は、3 月に入って一旦改善したのですが、4 月になってから急速に感染者が増えてきました。片対数グラフ（図 10）の傾きからも明らかですが、倍加時間をとるとはっきり分かります（図 11）。3 月中旬には、倍加日数は 60 日以上まで改善しましたが、4 月初めにかけて急速に悪化し、4 月中旬には 8 日まで短くなりました。事態を重視した北海道と札幌市は、4 月 12 日に緊急共同宣言を出しました。北海道の感染再燃は、旅行者によってヨーロッパ株がもち込まれたこと、一時的に押さえ込んだという気の緩みが招いた者と思われます。北海道の例は、外国からも注目されていて、The Economist*、BBC** も記事にしていますし、New York 市長も北海道を例に油断をしないよう呼びかけています。

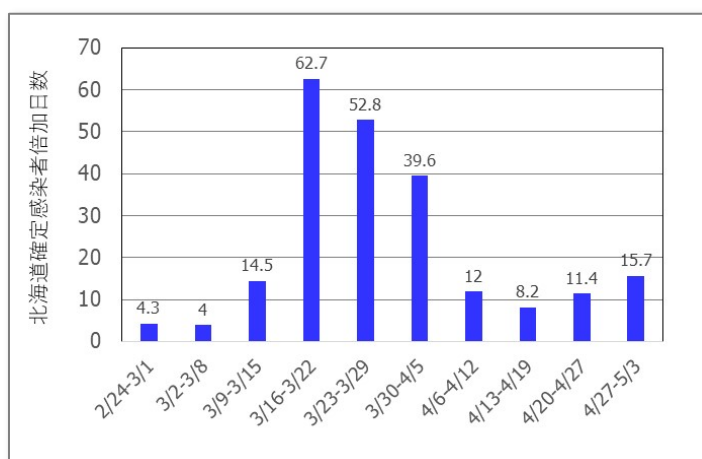
図 10：北海道の確定感染者数の推移。3 月中旬には落ち着いたように見えたが、4 月に入って急速に感染者が増え始めた。



* <https://www.economist.com/asia/2020/04/16/a-second-wave-of-covid-19-hits-northern-japan>

** <https://www.bbc.com/news/world-asia-52305055>

図 11：図 10 の傾向は、倍加日数を計算すると、はっきりと分かる。3/16 の週は 63 日まで伸びていたが、一月後には倍加日数は 8.2 日まで落ち込んだ。



結論

- 4月中旬以降、確認新規感染者は明らかに減少に向かっている。感染者倍加日数も伸びてきている。
- これは、4/7 発動の非常事態宣言により、国民の間に対コロナ意識が共有され、生活と行動の自粛の結果である。
- しかし、指数関数的に増加する傾向に変わりなく、ここで規制を緩めると感染が再燃する恐れがある。3月20-22日の連休、最近の北海道の例に学ばなければならない。
- 死亡者の増加傾向には、好転の兆しが見られない。
- 5月末までの緊急事態宣言の延長は妥当な決定である。
- 政府の対応には、これまでの対策への反省もなければ、説明もないまま少しずつ変えている（たとえばPCR検査）。このため、国民に対して説得力がない。スピード感に欠けている。情報の公開も不十分な上、国際的な発信も遅れている。

2. コロナウイルスの変異と世界拡散

前回、国立感染研のウイルスゲノムによる分析をお知らせしました。それに続いて、4月30日のNY Timesの記事を紹介します（宇川彰先生からの情報です）。この記事により、コロナウイルスがどのように変異し、世界に広がっていったかがわかります。このようなレベルの高い記事を書くアメリカのジャーナリストは、正直すごいと思います。

<https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/30/science/coronavirus-mutations.html>

コロナウイルスの変異

2019年12月26日、武漢の海鮮マーケットで最初の患者が出ました。そのウイルスのゲノム30,000塩基は、2020年1月8日に解読されました。それから、7週間後、二カ所の変異の入ったウイルスが広州で分離されました。ここからさらに変異が加わっていきます。図12は、コロナウイルスRNAゲノムの模式図と2020年4月までに同定された4,400の変異の

場所と数です。ここに示しているのは、アミノ酸の変化を伴った変異ですので、アミノ酸が変化しない変異などを加えると、この何倍にもなるでしょう。数 100 のアミノ酸で構成されるタンパクは、一つくらい変わってもその機能に変化が起こらないことも多く、さらに、ウイルスを壊してしまうような変異もあります。変異の多いのに驚きますが、4,400 の変異が一個のウイルスに起こるわけではなく、ウイルス単位で見ると、多くても 20 カ所、大半のウイルスは 10 カ所かそれ以下の変異を持っているにすぎません。NY Times は、コロナウイルスは“a slow-mutating virus”と呼んでいます。



図 12：コロナウイルスの構造と変異。

ヨーロッパ株が世界を制する

この記事は、コロナウイルスがどのように世界に広がったのかを説明しています。最初にアメリカには、1月16日武漢からシアトルに戻ってきた男性（中国人？）によってもちこまれました。しかし、カリフォルニアに入ったウイルスはシアトルのウイルスでないことは確かですが、起源は分かっていません。ヨーロッパに最初に持ち込んだのは、1月19日上海からミュンヘンに飛んだ中国人女性でした。彼女は、車関係の会社の会議に出席し、ウイルスを広げました。ヨーロッパのウイルスがNew Yorkに入り、さらに広がりました。ヨーロッパ由来のウイルスは、アジアに逆輸出され、前回の感染研のデータでも明らかになったように、いま日本で猛威を振るっているのは、中国のオリジナルコロナではなく、ヨーロッパ由来の変異株なのです。

変異はランダムに起こりますが、分析したウイルスがそこにあるのは、その環境の下で選択された結果です。ヒトからヒトへ感染が広がるのは、ヒトにうつりやすい変異が選択された結果です。ウイルスが猛毒化し、SARSのように、感染間もなく感染者を殺すようになれば、ウイルスは感染者と共に消えていきます。その意味で、コロナウイルスは、ずる賢い、保身

に長けたウイルスと言うことがいえます。決め手はワクチンですが、コロナウイルスは、ワクチンからも逃れるような賢い戦略を持っているかもしれません。

3. コロナ治療のためのベンチレータ無料提供 (NASA)

Kavli IPMU (東大・数物連携宇宙研究機構) の大栗博司機構長 (兼カリフォルニア工科大教授) からのメッセージです。NASA の開発した COVID-19 のためのベンチレータ (右図) のライセンスを使用料無料 (期限付き) で提供したいとのことです。ご興味のある方は、下記 URL にご連絡ください。



<https://medeng.jpl.nasa.gov/covid-19/ventilator/>

4. コロナ秀歌・秀句

5月3日の朝日歌壇・句壇からコロナに関する短歌、俳句を選びました。歌人、俳人の感性から学ぶ点、思うことも多いと思います。

コロナ秀歌 (四)	
ウイルスの形に似たるお日さまが予報に並び春は たけなは	(越谷市) 畠山 水月
土曜日の観光会社の駐車場一〇〇台のバス駐車し たま	(福岡県) 末松 博明
避暑地いま避難地となり時ならね活況呈す地元 スーパ―	(長野県) 山口 恒雄
また一つカレンダーより予定消し家にこもりて ゴブディラン聴く	(栃木県) 川崎 利夫
栃の実の朝四暮三をよろこんだ猿もおどろく (マスクが二枚)	(堺市) 丸野 幸子
手づくりのマスク見せあい週末はドイツの吾子と スカイプかわす	(松戸市) 原 尚子
人間は隔離までだが鶏や牛や豚には殺処分 が待つ	(国立市) 加藤 正文
外出を自粛せる夜 夫は子を十年ぶりの将棋に さそふ	(町田市) 村田知子
記念樹の桜やうやく二、三輪咲いて小一自宅 待機す	(浜松市) 松井 恵
来年も桜は咲く」と言はれてもやっぱり見たい 今年の桜	(岡山市) 梶谷 基一

インタビュー受くるにマスク外したりゴム跡深き
大臣の頬 (広島市) 金田 美羽

「コロナ禍」の恐怖渦巻く春なれど亀ら長閑けく
甲羅干しおり (舞鶴市) 吉富 憲治

予定した行事は全て中止され空欄だけの
ホワイトボード (川崎市) 小島 敦

この家で一番高齢の我に皆毎日の体調問診するなり
(船橋市) 佐々木美彌子

いつの世も前線、後方の別ありて防御服の医師スーツ
の専門家 (大和郡山市) 四方 護

コロナ秀句 (四)

初孫に会へぬ三月四月かな

(横浜市) 正谷 民夫

パンデミックの間の中なる猫の恋

(さいたま市) 久保田恵子

感染のかくれんぼのやま笑ふ

(福島県伊達市) 佐藤 茂

マスクして太郎花子の入社かな

(福岡市) 前原 善之

善いことをしてゐるやうなマスクかな

(小松島市) 岩田 公次

児等の声なく校門の朝桜

(大阪市) 行者 婉