

新型コロナウイルスの感染拡大と 感染防止対策

神戸大学附属病院 感染制御部
部長・特命教授 宮良高維

SARS流行時（2003年3月）

ベトナム、ハノイのバクマイ病院の医療スタッフが着用した個人防護具



不織布キャップ
(頭髪を含めて全体をカバー)

N95マスクとフェイスシールド

使い捨てガウン、手袋

※ **PPE**をしっかり使用して、**窓を開放した換気**で、この病院では、院内感染はなかったとのこと。

※ ベトナムは、**4月28日**にSARS症例がいなくなった最初の国としてWHOに認定されています。

**新型コロナウイルスから
君たち自身と社会を護る感染防止対策**

神戸大学附属病院 感染制御部

部長・特命教授 宮良高維

2020年4月1日

新型コロナウイルスの特徴

- ・**感染経路**: (1) 会話、歌唱、咳、くしゃみ等で生じる**飛沫による感染**。
(2) 手指や物(ドアノブ、PC等)を介した**直接・間接の接触による感染**。
- ・**潜伏期間**: **平均5.2日**(最長14日)。
- ・**感染経過**: **約15%**が重症化し、**数週間以上入院**。**1~3%前後**が死亡。
軽症でもウイルス消失まで数週間以上入院。
10~20代に無症候感染者が多く、感染拡大の原因と考えられている。
高齢の罹患者は、死亡率が高い。
(※病院は、高齢者や免疫力の低下した症例の比率が一般社会よりも高い)
- ・**治療薬** : 現時点で有効性が確定した薬剤はない。
- ・**公衆衛生学的対応**: 感染率低下目的で**社会的距離の拡大など**が求められている。

スペイン、新型コロナウイルス感染4万人突破・死者2700人 スケート場が遺体安置所に

2020年3月25日(水)09時36分

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2020/03/66002700.php> より抜粋

スペイン保健当局は24日、**新規感染者が一晩で約6600人増加**したと発表した。

感染者の累計は**約4万人**に達した。

死者も500人増加し計2696人と、欧州ではイタリアに次ぐ深刻な状況。

首都マドリード市は23日、**市内のスケート場を遺体安置所に転用**することを決定。

また、**国内感染者の約14%が医療従事者**となっており、防護具が十分に

行き渡っていない状況が浮き彫りとなった。

外出禁止措置、完全解除まで半年以上 英政府

3/30(月) 6:06配信

<https://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20200330-00000005-jij-eurp>



【ロンドン時事】英国のハリエス政府副首席医務官は29日の記者会見で、新型コロナウイルス感染拡大を受けて**23日から導入されている外出禁止措置**について、**生活の正常化には半年もしくはもっと長くかかる可能性があるとの見通しを示した。**

[29日、ロンドンの英首相官邸で記者会見するハリエス政府副首席医務官（首相官邸提供）](#)

基本再生産数 (R₀)

- 免疫が無い集団中に流入した1名の感染者が全感染期間において発生させる二次感染者の期待数（言い換えると感染力の指標）。
- $R_0 = \beta \times \kappa \times D$: $R_0 > 1$ で感染が拡大。 $R_0 < 1$ で感染が収束。
- 集団免疫を誘導するための**集団免疫閾値**を決定する指数。

各項の意味

各項を低下させる因子

β : 接触一回あたりの感染確率

マスク着用（気道が侵入門戸となる病原体）
ワクチンを接種（ワクチンがある場合）

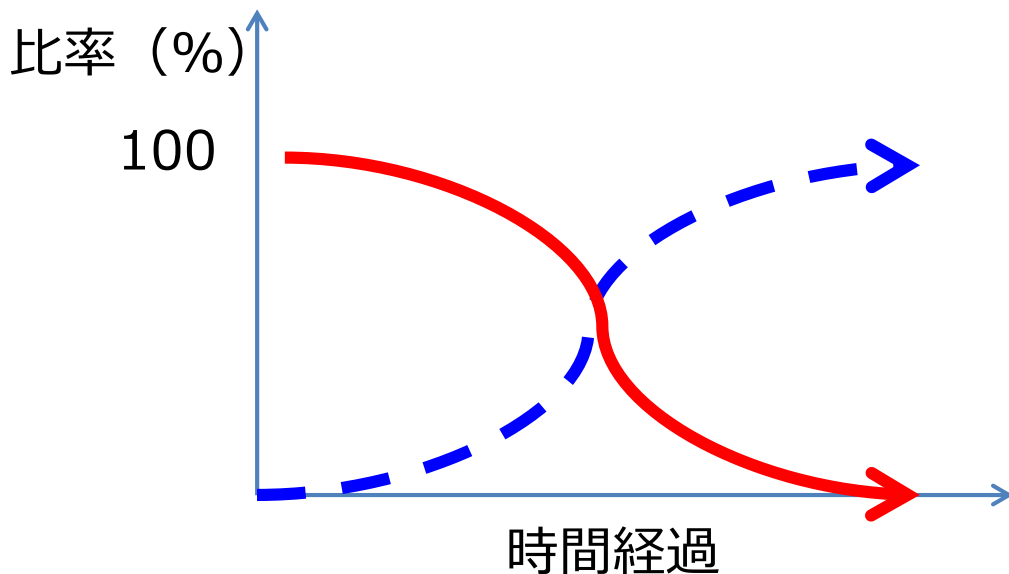
κ : 単位時間当たりの
集団内での接触回数

集団内での距離を確保する
外来でのトリアージ（早く隔離して診る）

D : その疾患が感染させる期間

治療により短縮可能（有効薬がある場合）

Herd immunity threshold (集団免疫閾値)



感染後の免疫獲得者数
= 非感受性者 (もう, 感染しない人)

未感染で免疫を獲得していない
= 感受性者

Herd immunity threshold

$$H = (1 - (1/R_0)) \times 100$$

麻疹の $R_0 = 12 \sim 18$ なので

$$\begin{aligned} H_{\text{麻疹}} &= (1 - (1/18)) \times 100 \\ &= (1 - (0.056)) \times 100 \\ &= \mathbf{94.4\%} \end{aligned}$$

疾患	R_0	HI threshold
百日咳	12~17	92-94%
風疹	6~7	83-86%
パンデミックインフルエンザ	1.5~1.8	33-44%

※ WHOは麻疹排除国の認定要件として
国民の**95%以上**へのワクチン2回接種を
求めている。

新型コロナウイルス肺炎の疫学数理モデルによる発症数予測

Herd immunity threshold

$$HI = (1 - (1/R_0)) \times 100$$

R₀ = 2.2 (肺炎発症者に限定した武漢市データ: Li QらNEJM 1月29日号)

$$HI = (1 - (1/2.2)) \times 100$$

$$= (1 - (0.45)) \times 100$$

= **55%** が感染するまで、その集団内の感染は進展する。

R₀ = 2.5 (集団免疫モデルを想定した英国政府の試算指標のひとつ)

$$HI = (1 - (1/2.5)) \times 100$$

$$= (1 - (0.4)) \times 100$$

= **60%** が感染するまで、その集団内の感染は進展する。

わが国では、

人口1億2000万人 × **0.6** = **7,200万人**が罹患するまで、感染拡大は持続する。

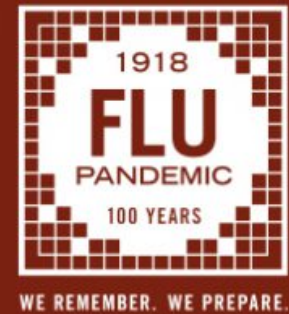
(症状が無い or 軽微な症例を含む)

7,200万人 × 15% = **1,080万人**が重症化する可能性がある。

7,200万人 × 1% = **72万人**が死亡する可能性がある。

* 感染拡大の速度を遅らせる努力に**全ての国民が協力する必要がある。**

スペイン・インフルエンザのパンデミック (1918年秋、1919年冬)



- * 第一次世界大戦中の1918年の秋から数カ月で、全世界に流行が拡大した。
- * 日本で25万人以上(当時の人口;5600万人の0.4%)がインフルエンザ関連で死亡。
- * 米国で50万人が死亡、全世界では3000万人~5000万人が死亡した。
(インドだけで1700万人死亡)

100年に1回の世界規模の危機下で、君たちがなすべきこと

1. 社会的距離の確保 (Social Distancing) への協力

新入生歓迎会など私的な集まりの中止、海外旅行の中止、
ライブハウスなどヒトが集まるイベントへの出入り中止、
「密閉空間」、「ヒトの密集」、「近距離での会話・発声がある」場所を避ける。
⇒「Stay at Home」への協力。

2. 基本的感染対策への理解と習熟

手指衛生、咳エチケットを含む標準予防策、感染経路別予防策の実践。

3. 自らの体調管理

37.5℃以上の発熱、筋肉痛、関節痛、咳嗽の持続などがある際の休業。

上記が、4日以上持続する場合の保健所などへの連絡。

体調管理(食事や睡眠をしっかりとる、疲れすぎない様に過ごす)。

英国の感染対策(報道記事より抜粋)

3/12: リスクの少ない若者らに自然感染を緩やかに広げ**集団免疫を得る戦略**が披露され、学校閉鎖や大規模イベントの中止はしないと宣言された。

しかし、その週末に急遽発表された**数理モデルによる分析**では、**政府の方針のままでは、約25万人が死亡**し、NHS(国民保健サービス)の受け入れ可能な患者数の少なくとも8倍の患者が殺到する可能性を示した。

3/16(死亡者;55人、陽性者;1543人)

ジョンソン首相は方針を大幅に転換した。

症状のある人は自宅待機、高齢者の外出自粛、イベント中止、学校閉鎖を決定。

3/20(死亡者;180人)

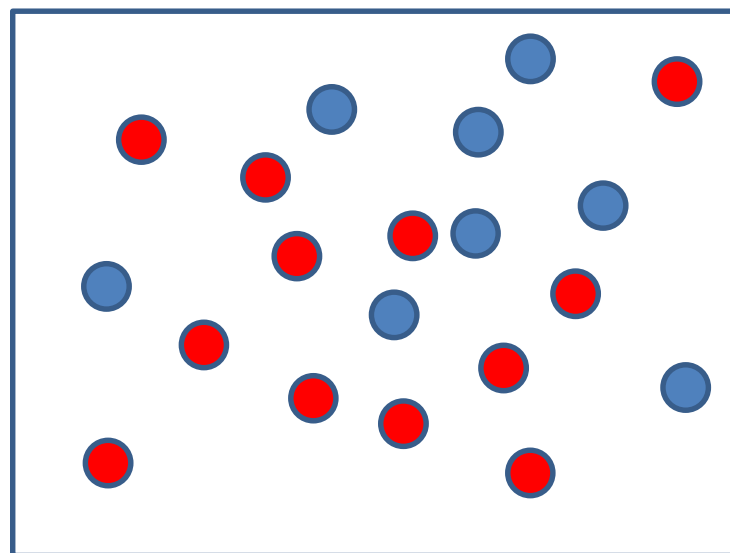
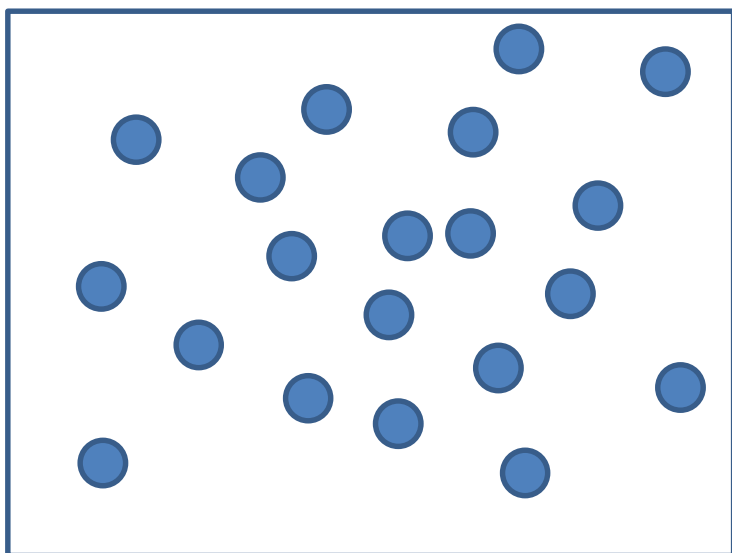
飲食店、スポーツジム等の閉鎖。地下鉄の運行は継続。

3/23: 午後8時30分(死亡者;335人)

ジョンソン首相は、全国民に向かってロックダウン(都市封鎖)を宣言。

3週間の外出禁止。生活必需品の買い物や運動、医療関係の外出、通勤のための移動は今後も許可されるが、医療品や電子機器の販売店や図書館、遊び場、礼拝場は閉鎖されると説明した。結婚式や洗礼式も禁止されるが、葬式は許可される。

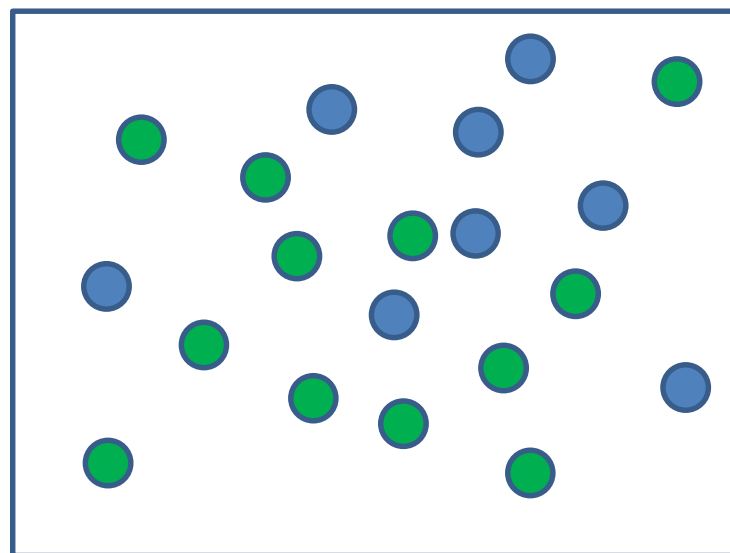
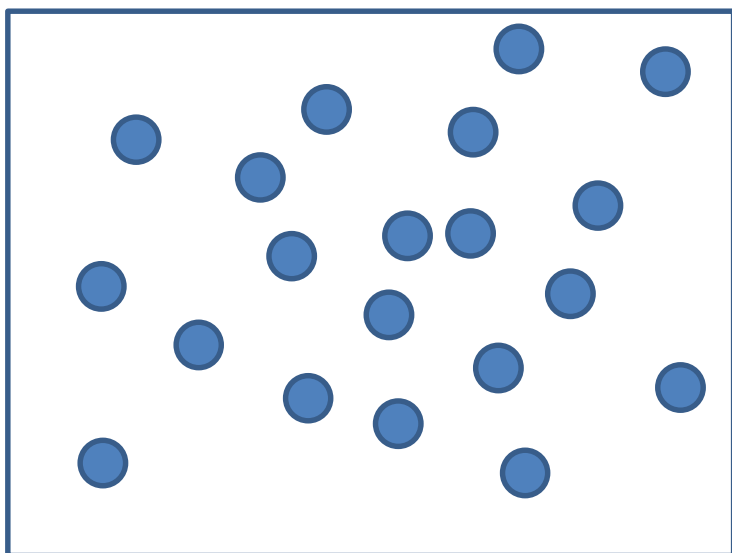
感染症が集団内で広がる自然経過



$R_0=2.5$ の場合

集団の6割が感染するまで、
感染は拡大する。

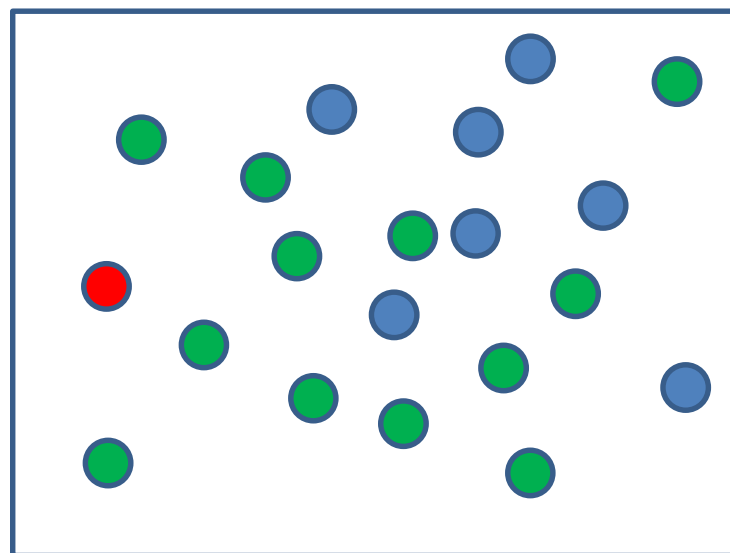
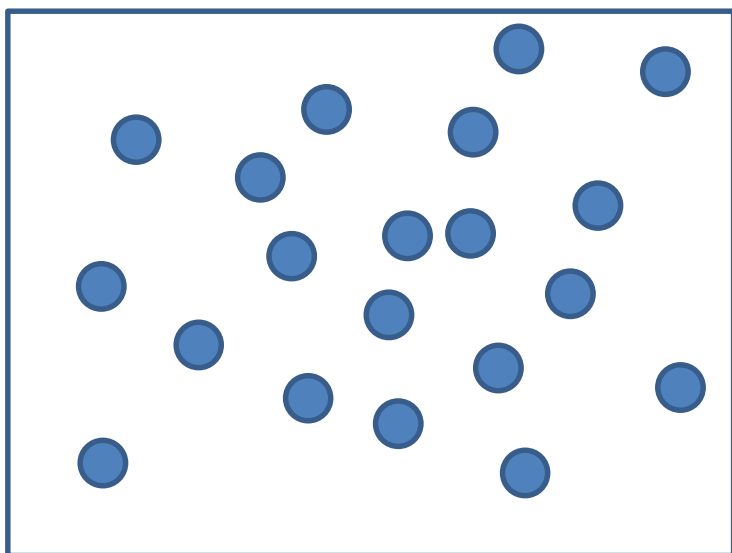
感染症が集団内で広がる自然経過



$R_0=2.5$ の場合

集団の6割が感染して、免疫が獲得されると

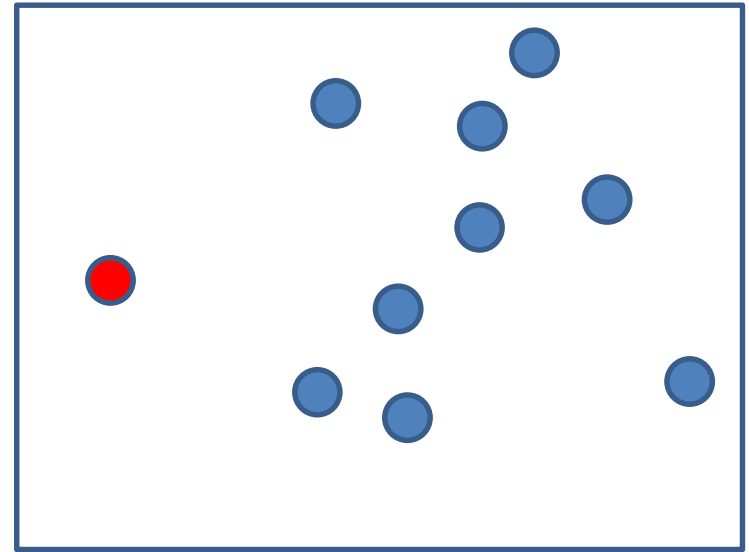
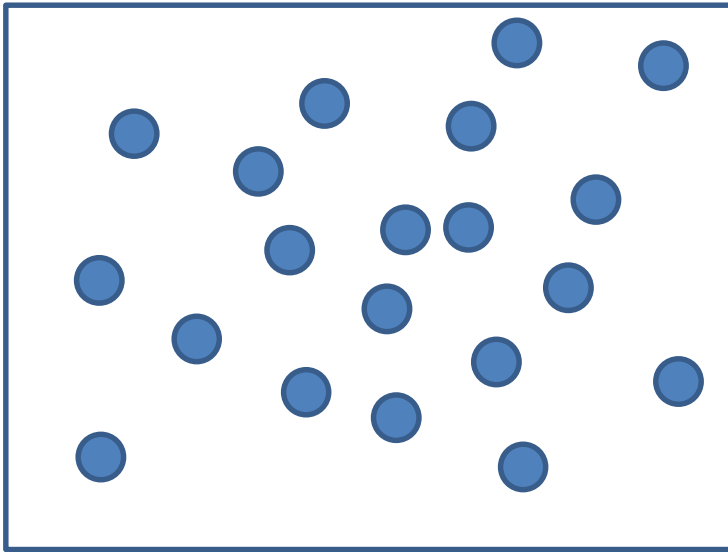
感染症が集団内で広がる自然経過



$R_0=2.5$ の場合

集団の6割が感染して、免疫が獲得されると、新たな感染例が発生しても集団内で感染は広がりにくくなる。

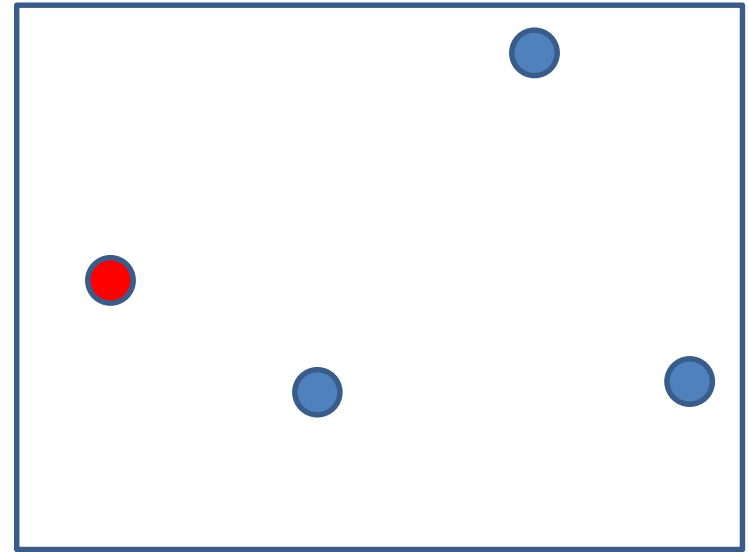
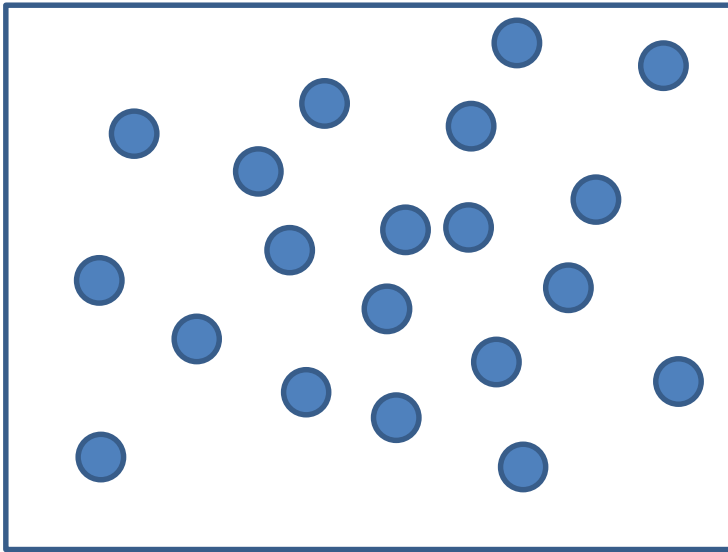
感染症が集団内で広がる自然経過に 公衆衛生学的介入を行う場合



外出自粛で他者との接触を50%減

単位時間当たりの感染者との接触確率が低下する(⇒ R_0 が低下する)。

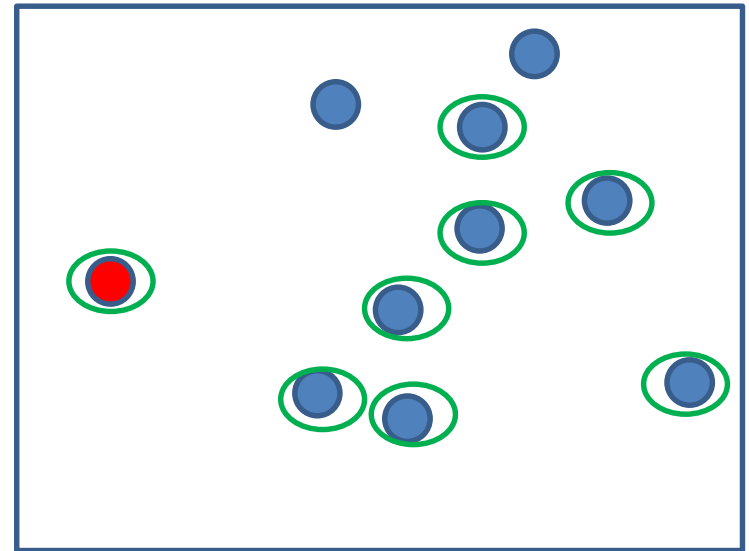
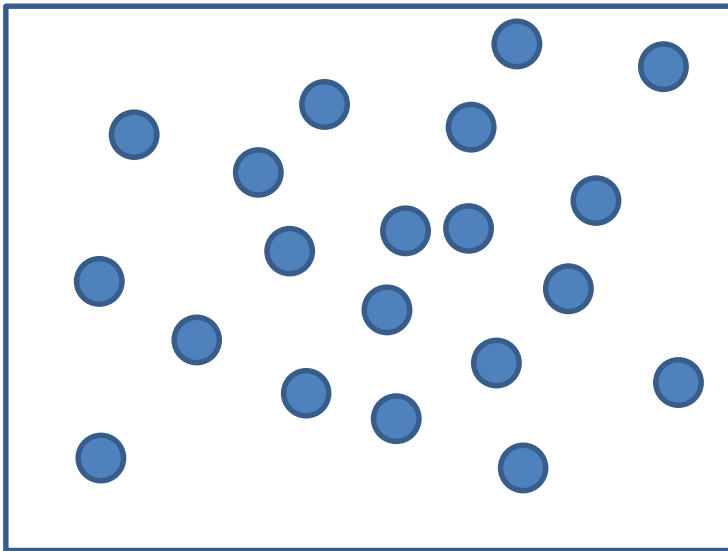
感染症が集団内で広がる自然経過に 公衆衛生学的介入を行う場合



外出自粛で他者との接触を80%減

単位時間当たりの感染者との接触確率がさらに低下する(⇒ R_0 がさらに低下する)

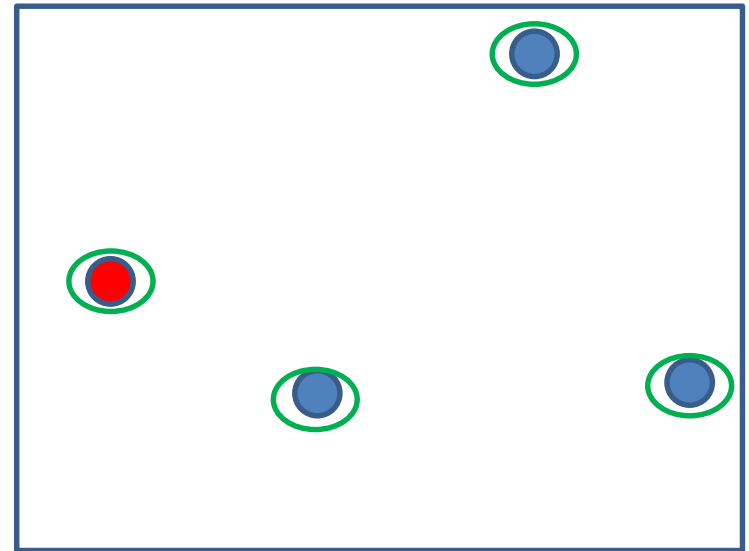
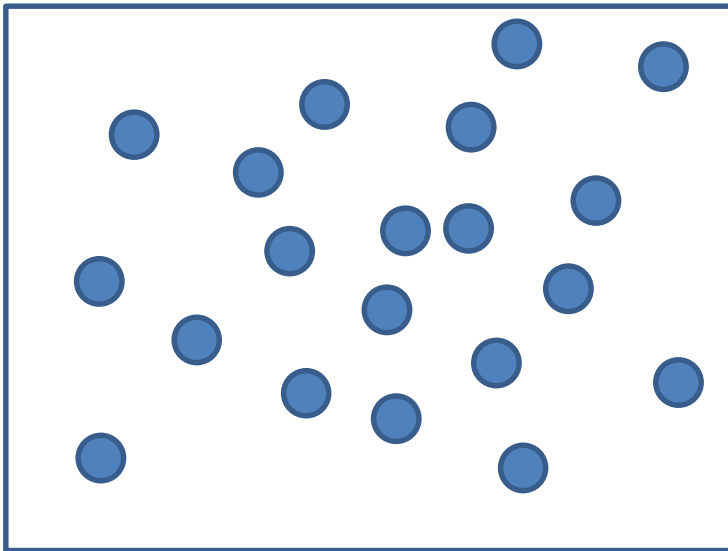
感染症が集団内で広がる自然経過に 公衆衛生学的介入を行う場合



外出自粛で他者との接触を50%減
+マスクの着用

単位時間当たりの感染者との接触確率
接触1回あたりの感染確率が低下？する
(⇒ R_0 がさらに低下する)

感染症が集団内で広がる自然経過に 公衆衛生学的介入を行う場合



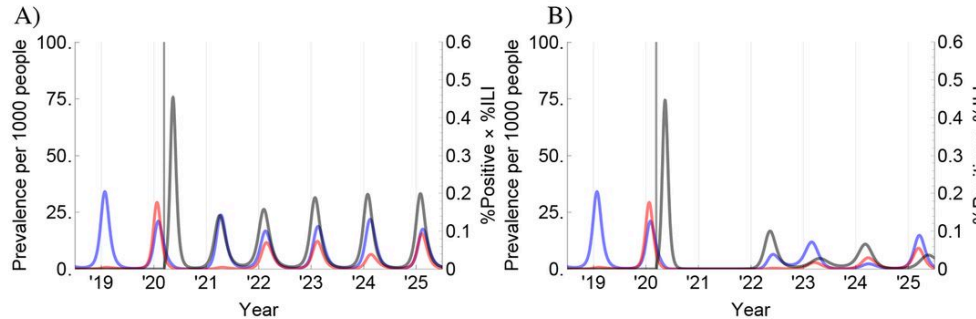
外出自粛で他者との接触を80%減
+マスクの着用

単位時間当たりの感染者との接触確率
接触1回あたりの感染確率が低下？する
(⇒ R_0 がさらに低下する)

Fig. 3 Invasion scenarios for SARS-CoV-2 in temperate regions.

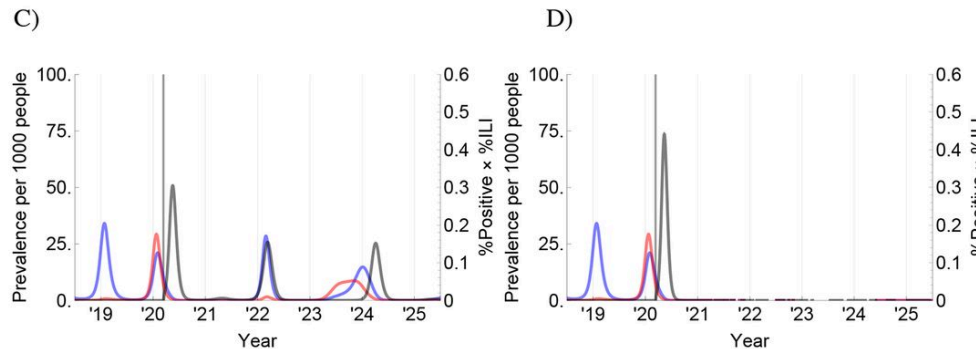
温帯地域での新型コロナウイルスの流行シナリオ

A) 免疫持続が短期間
(40週間)の場合:
毎年の流行が起こる。

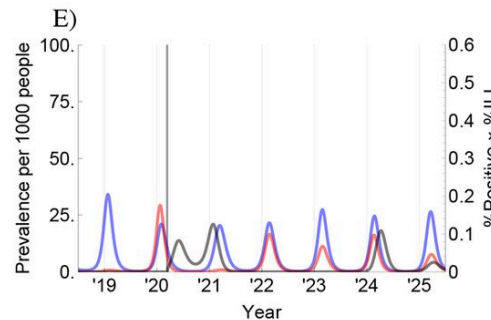


B) 免疫持続が長期間
(104週間)の場合:
2年毎の流行が起こる。

C) 季節性影響を強く
受ける場合:
ピークは低下するが、
冬により厳しい流行を
生じる。



D) 終生免疫が持続すれば、
ウイルスは、排除される。



E) 免疫持続が104週間で、ヒトコロナ
ウイルス(OC43/HKU1)との交差免疫が
SARS-CoV-2に対してある場合。
2024年以降に再流行が起こり得る。

— OC43
— HKU1
— SARS-CoV-2

Fig. 4 One-time social distancing scenarios in the absence of seasonality.
季節性がない場合の単回の社会隔離シナリオ(ウイルスの感染性は $R_0=2.2$)

外出自粛等の
継続期間

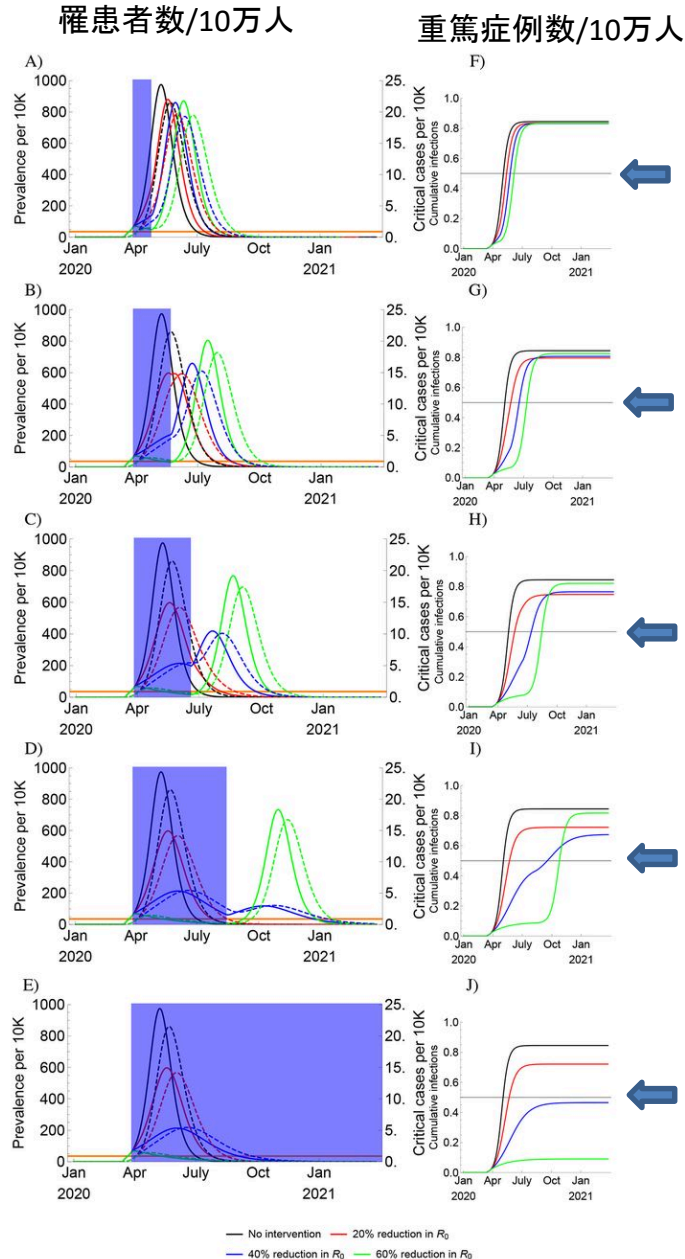
4週間

8週間

12週間

20週間

期限なし



社会隔離介入で

黒: 介入なし

赤: R_0 を20%減ずることが出来た場合 ($R_0=1.76$)

青: R_0 を40%減ずることが出来た場合 ($R_0=1.32$)

緑: R_0 を60%減ずることが出来た場合 ($R_0=0.88$)

Herd immunity threshold line (集団免疫閾値)
 ($R_0=2.2$ の場合、55%となる)

左列グラフA)~E)

実線; 感染者数

点線; 重症者数

Fig. 5 One-time social distancing scenarios with seasonal transmission.

季節性が有る場合の単回の社会隔離シナリオ ($R_0=2.2$)

外出自粛等の
継続期間

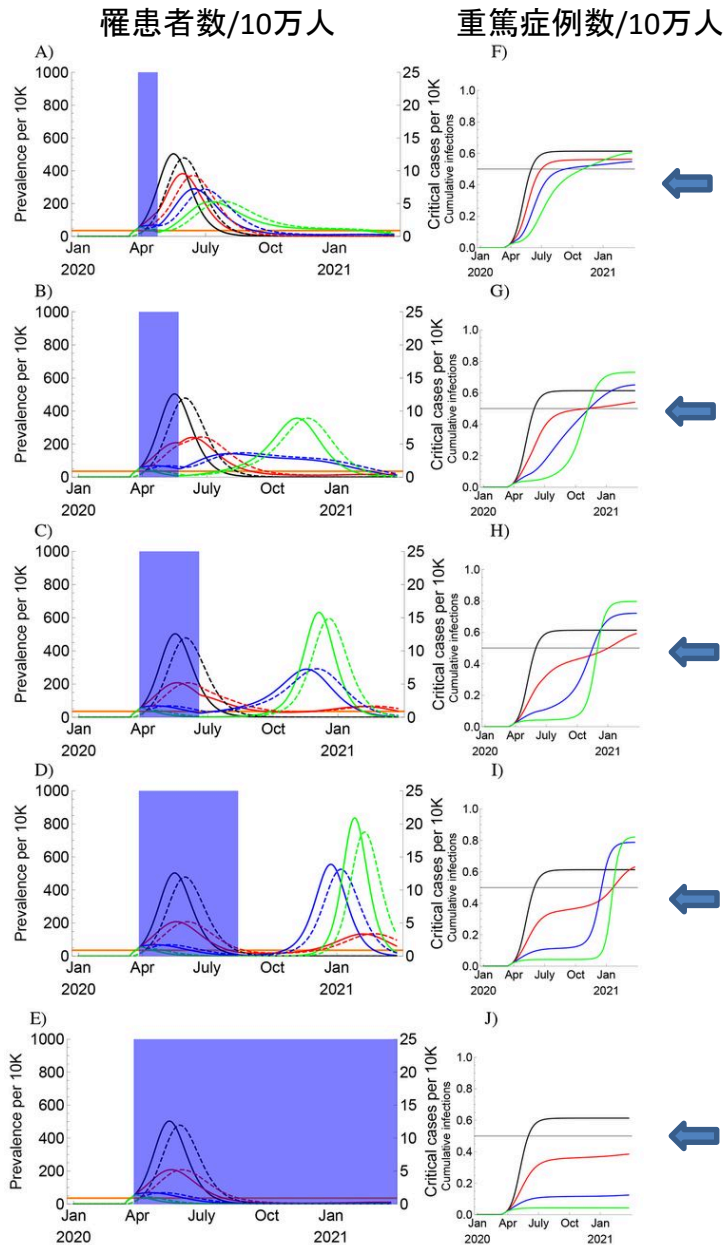
4週間

8週間

12週間

20週間

期限なし



社会隔離介入で

黒: 介入なし

赤: R_0 を20%減ずることが出来た場合 ($R_0=1.76$)

青: R_0 を40%減ずることが出来た場合 ($R_0=1.32$)

緑: R_0 を60%減ずることが出来た場合 ($R_0=0.88$)



Herd immunity threshold line (集団免疫閾値)
($R_0=2.2$ の場合、55%となる)

左列グラフA)~E)

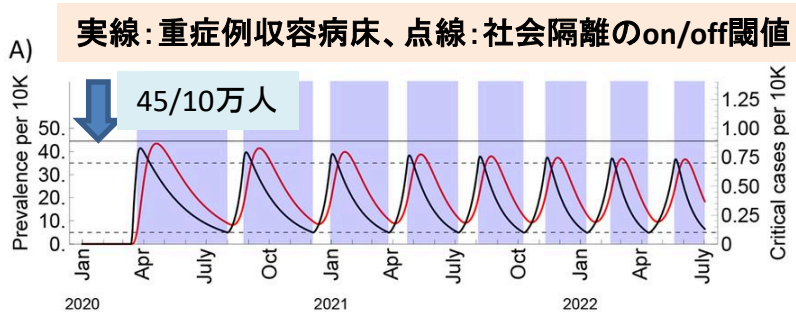
実線; 感染者数

点線; 重症者数

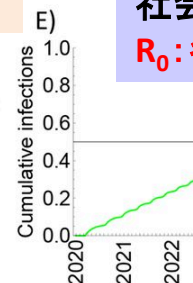
Fig. 6 Intermittent social distancing scenarios with current and expanded critical care capacity.

間歇的社会隔離シナリオ(集中治療病床の現時点と拡大時)

季節の影響無し

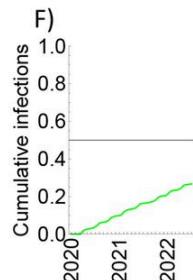
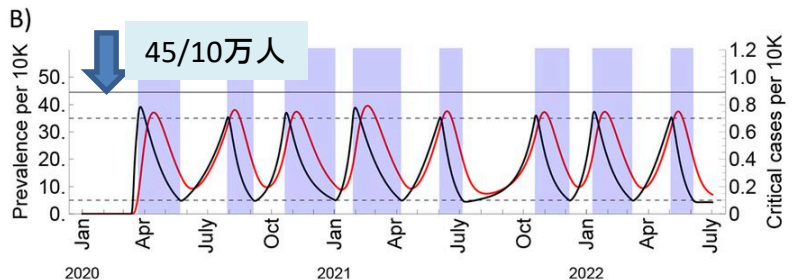


社会隔離の効果目標: R_0 の60%減
 R_0 : 冬季; 2.2、夏季; 1.3



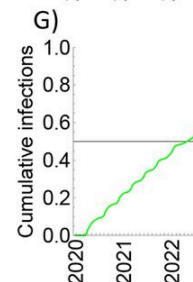
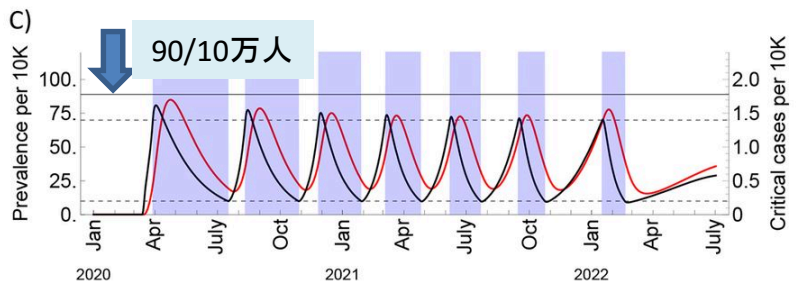
集団免疫閾値
 ($R_0=2.2$ の場合は、55%となる)

季節の影響有り

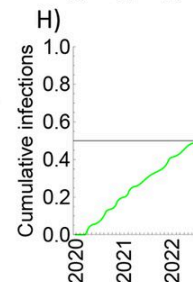
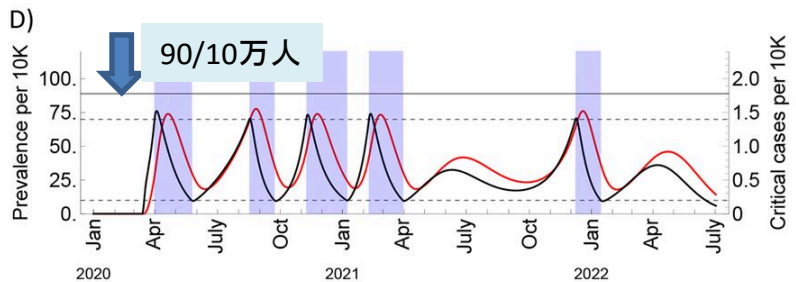


緑線: 集団免疫比率

季節の影響無し

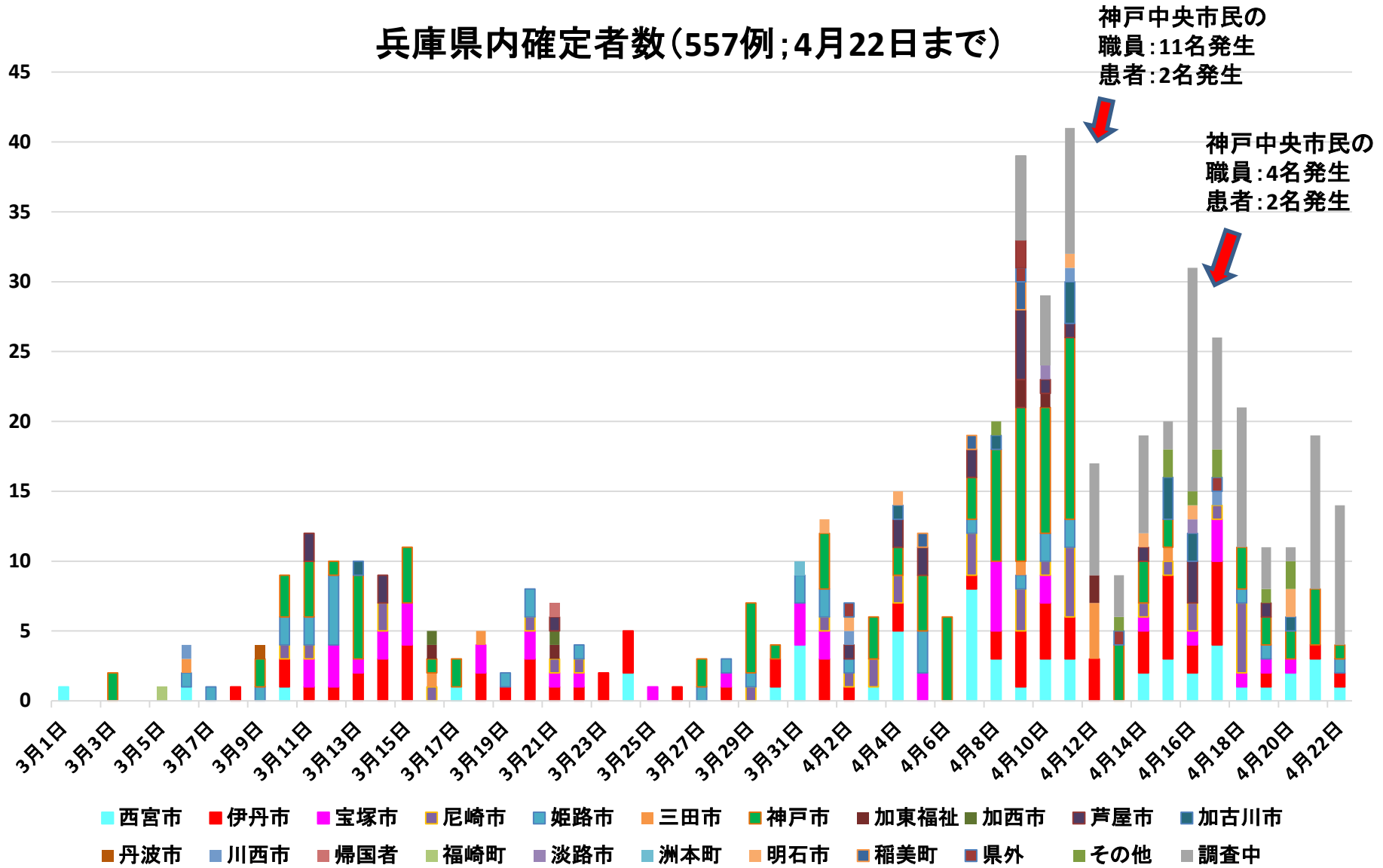


季節の影響有り



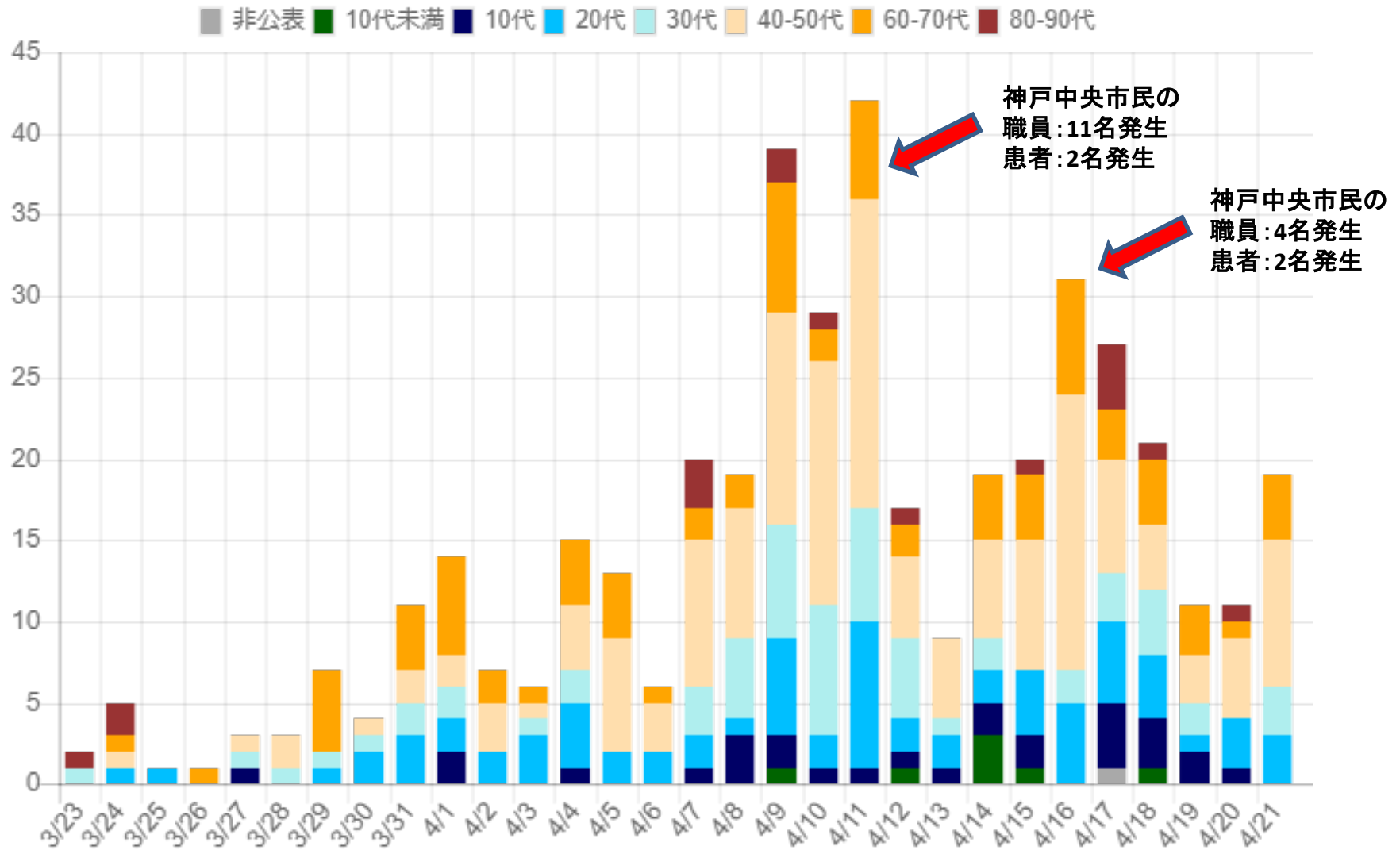
黒線: 有病率、赤線: 重症例の有病率

兵庫県内確定者数(557例;4月22日まで)



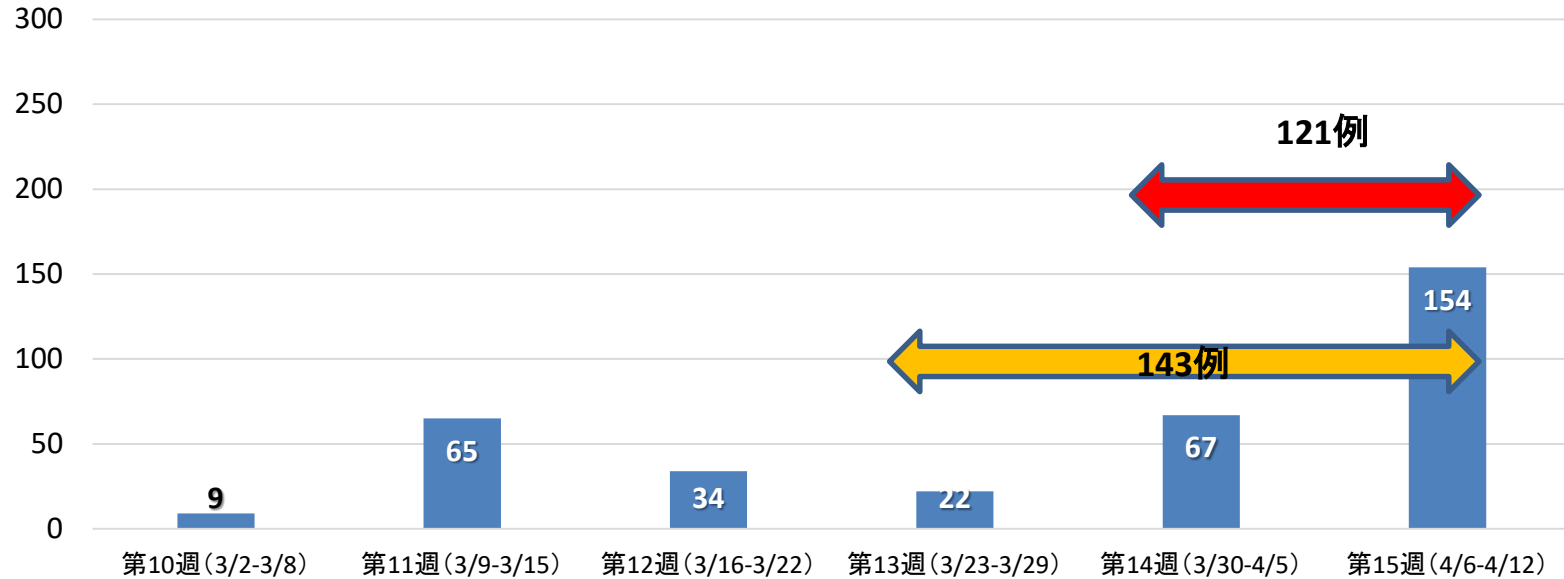
* 西宮、宝塚、伊丹、神戸は持続的に発生がみられている。

兵庫県内確定例(年代別;兵庫県発表データ, 4月21日まで)

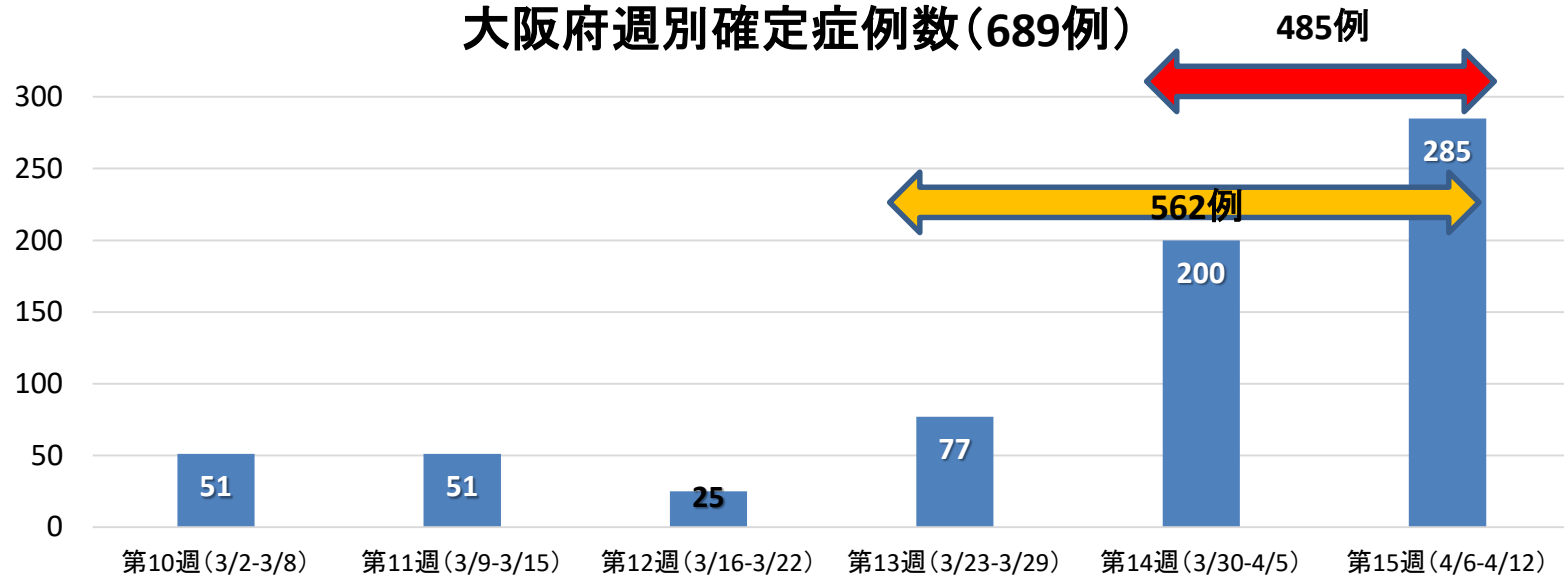


- * 3月中は伊丹のデイケア施設のクラスターで高齢者が多かった。
- * 4月以降は、30代~50代の就労者の発症比率が増大。
- * 10代、20代が少ないのは、休校と無症状~軽症多く、診断が付きにくいからと考えられる。

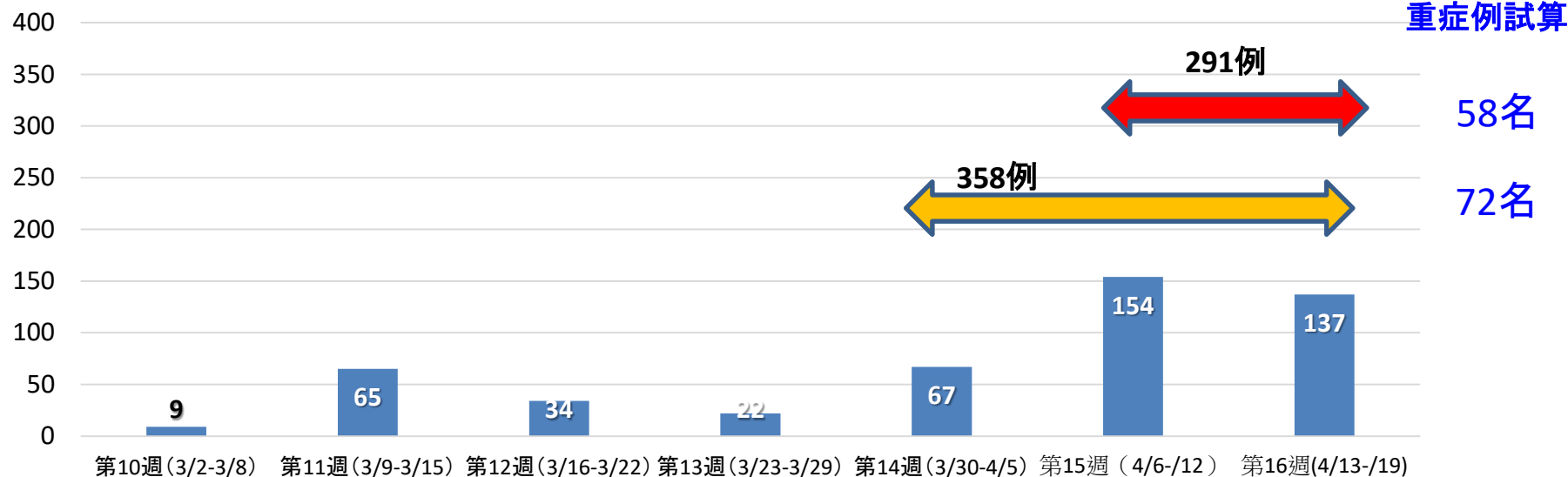
兵庫県週別確定症例数(375例;4月12日)



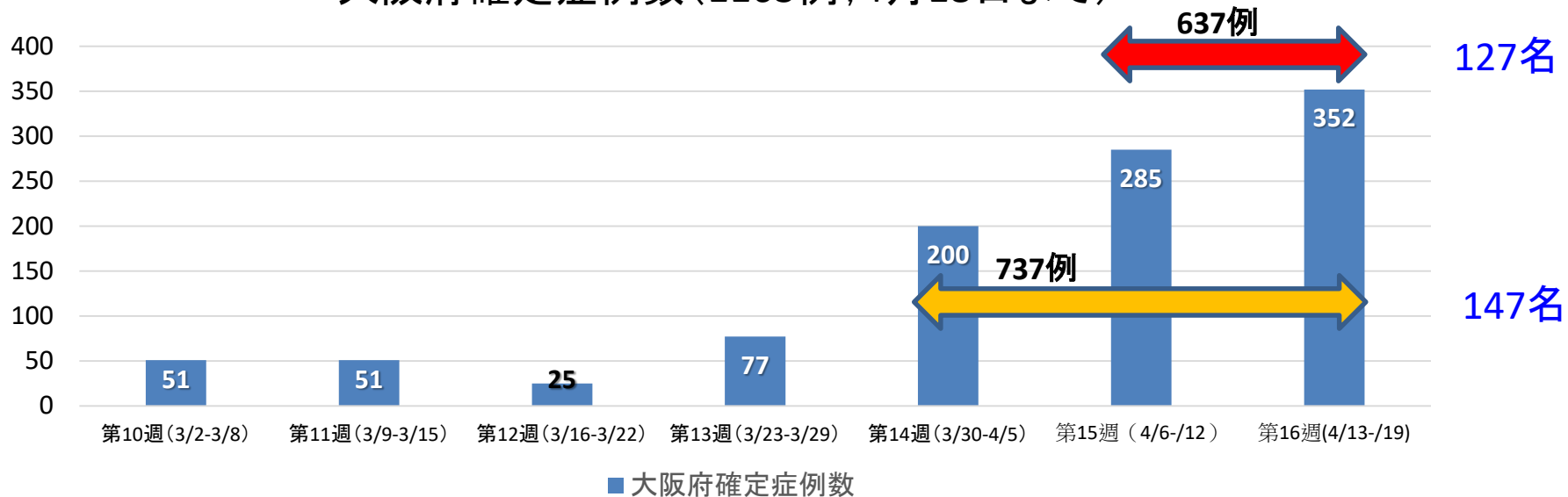
大阪府週別確定症例数(689例)



兵庫県週別確定症例数(513例(4月19日現在))



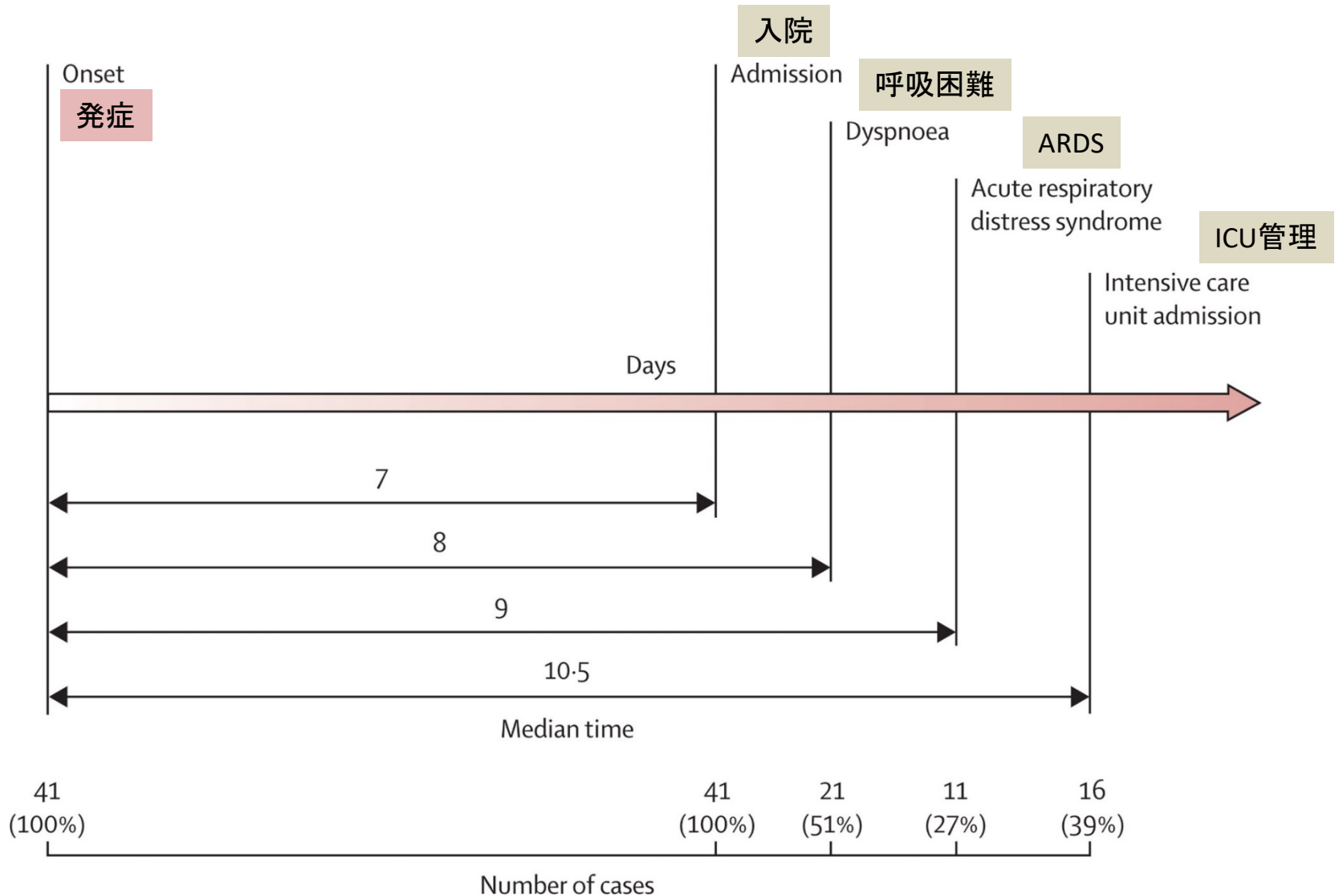
大阪府確定症例数(1163例;4月18日まで)



受診時点の臨床症状	Huang Cら (武漢;41例) 文献2	Chen Nら (武漢;99例) 文献3	Wang Dら (武漢;138例) 文献6	Xu X-Wら (浙江省;62例) 文献7	国立感染症研究所 (日本;375例)
発熱	98% (37.3°C以上)	83%	98.6%	77% (37.3°C以上)	79%
咳	76%	81%	59.4% (dry)	81%	76%
息切れ	55%	31%	31.2%	3% (2例)	
喀痰	28%		26.8%	56%	
血痰	5%			3%	
筋肉痛・倦怠感	44%	11%	34.8%・69.6%	52%	47%・14%
意識障害		9%			
頭痛	8%	8%	6.5%	34%	24%
咽頭痛		5%	17.4%		29%
鼻汁		4%			25%
胸痛		2%			
食思不振			39.9%		
下痢	3%	2%	10.1%	8%	19%
悪心・嘔吐		1%	10.1%・3.6%		6%
めまい			9.4%		
症状、症候が一つ以上		90%			
両側性肺炎	98%	75%	100%	84% (肺炎98%)	肺炎・63%
酸素補充療法	66%	75%	76.8%	記載なし	
人工呼吸管理	29%	17%	23.2%	2% (1例)	13%以下
ECMO	5%	3%	2.9%		5.6%以下
持続透析	7%	9%	1.45%		
抗菌薬治療	100%	70%		45%	
抗真菌薬治療		15%			
抗ウイルス治療	93%	75%	89.9%	89% (含むIFN-α吸入)	
副腎皮質ステロイド	22%	19%	44.9%	26%	
免疫グロブリン静注		27%		26%	
退院	68%	31%	34.1% (2/3迄)	2%	51% (3/23時点)
死亡	15%	11%	4.3% (2/3迄)	0例	2% (3/23時点)

(2) Huang C et al. Lancet 2020. doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5. (3) Chen N et al. Lancet 2020, doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7. (6) Wang D et al. JAMA 2020, doi:10.1001/jama.2020.1585. (7) Xu X, W et al. BMJ 2020, doi: 10.1136/bmj.m606

Timeline of 2019-nCoV cases after onset of illness



感染症発生動向調査及び積極的疫学調査により報告された 新型コロナウイルス感染症確定症例516例の記述疫学(2020年3月23日現在)

国立感染症研究所 (掲載日 2020/4/6)

▪ ICU入室:	35例 (/323 = 11%)
▪ 侵襲的換気(気管内挿管等):	49例 (/347 = 14%)
▪ ECMO:	18例 (/323 ? = 5.6%)
▪ 死亡:	10例 (/516 = 2%)
▪ 退院:	261例 (/516 = 51%)
▪ 平均入院期間	16.6日 (±7.9日)
▪ 無症状病原体保有者:	91例 (/516 = 18%)
▪ 発症せず(3月23日現在):	40例 (/91; 44%、/516; 8%)
▪ 侵襲的換気(気管内挿管等):	6例 (/91 = 7%)
▪ ECMO:	3例 (/91 = 3%)

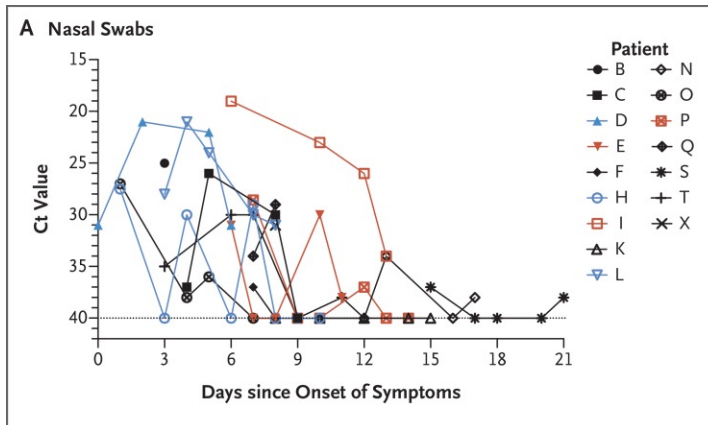
ICUケア症例と非ICUケア症例で有意差がある検査項目のみを抜粋

Huang C et al. Lancet 2020. doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5の表2より

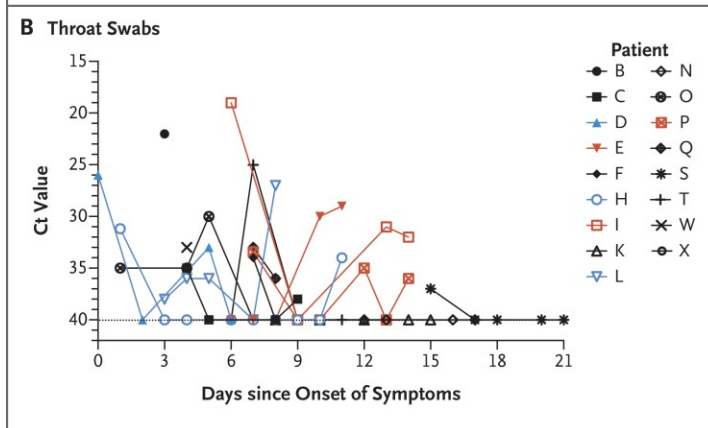
	全体 (n=41)	ICU care (n=13)	非ICU care (n=28)	p値
WBC数	6,200	11,300	5,700	0.011
好中球数	5,000	10,600	4,400	0.00069
リンパ球数	800	400	1,000	0.0041
プロトロンビン時間	11.1	12.2	10.7	0.012
D-dimer	0.5	2.4	0.5	0.0042
アルブミン(g/L)	31.4	27.9	34.7	0.0066
AST	34	44	34	0.1
ALT	32	49	27	0.038
LDH	286	400	281	0.0044

(χ^2 , Fisher's exact test, Mann-Whitney U test)

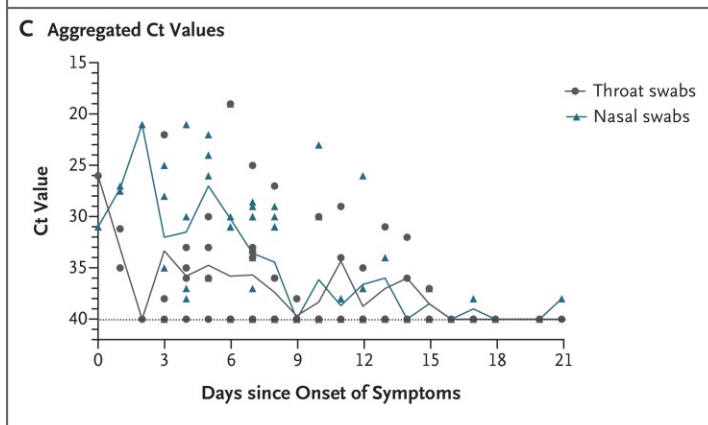
SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients



A: 鼻腔拭い液



B: 咽頭拭い液

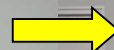
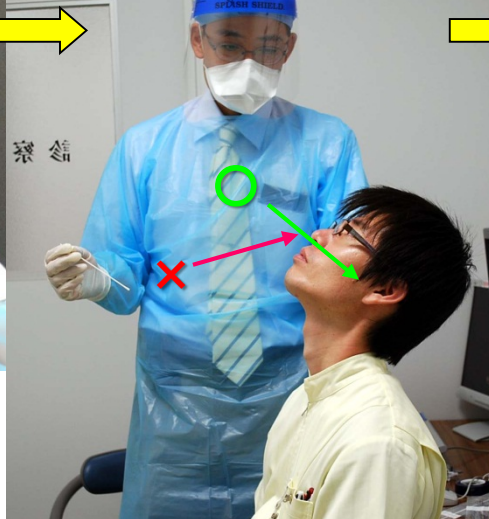
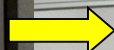
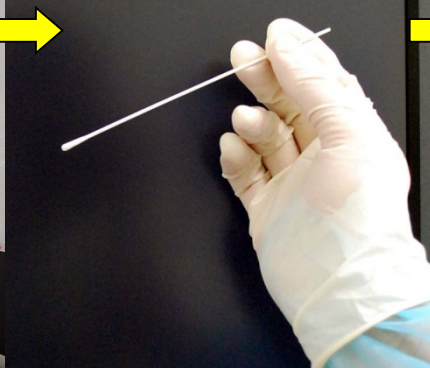


C: 統合Ct (Cycle threshold) 値

* 青い三角(▲)の方がウイルス量が多い。

* この結果からは、鼻腔検体の方が陽性率が高そう。

Zou Rirong et al. NEJM 2020 Mar 19;382(12):1177-1179.Epub 2020 Feb 19



**4. 鼻咽頭拭い液採取用綿棒は写真のように軽く把持する。
(咳などで急な体動があっても外れやすく安全)**

5. 左手は、患者の肩に軽くあてて支え、右手で綿棒を軽く左右に回転させながら鼻腔から外耳道の方へ咽頭後壁に接するまで緩徐に挿入する（鼻梁方向は×）。

**1. 検体採取時は、患者さんの横に立つ。
(正面には立たない)
患者には診察室の壁側を向くよう指示。**

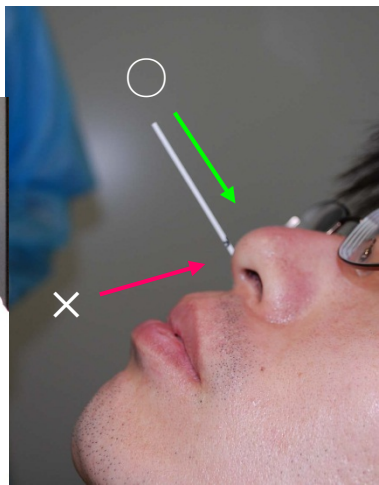
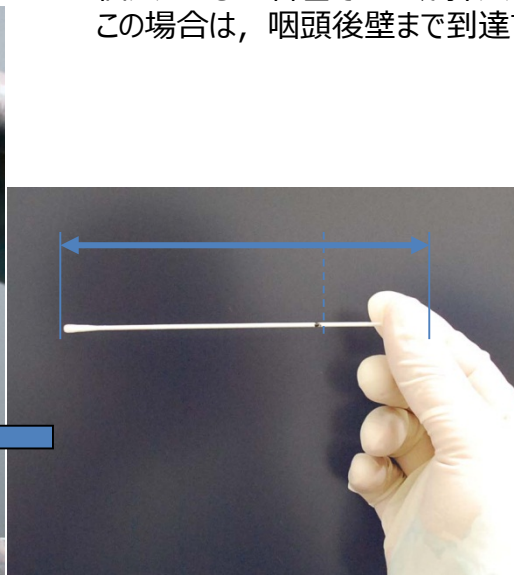
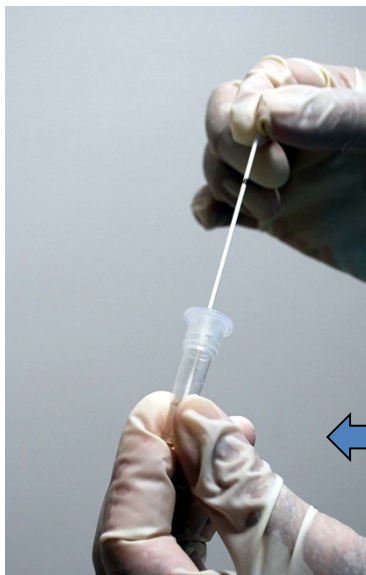
2. 採取中や採取後のくしゃみや咳に備えてティッシュペーパーを数枚渡す。

**3. 両手は膝の上におき、首や肩の力を抜いてリラックスするように指示。
(両手を持ち上げていると力が入る)**

8. 抗原溶出液中で強く綿棒を揉む様に溶出。

6. 成人は綿棒の3/4程度と結構入ります（下図）。

7. 片方から採取したら、もう片方の鼻腔からも採取するが、個人による左右差で一方が挿入しにくい場合もある。この場合は、咽頭後壁まで到達する側で検体とする。



**安全・確実な
インフルエンザ抗原採取法**

2009年の新型インフルエンザ診療の標準化用に近畿大学で作成

個人防護具（PPE）使用後の脱ぎ方

フェイスシールド等を着用

キャップは、不織布等でできた大きめの柔らかいキャップなどで耳も含めて頭部全体をカバーしてください。手術用の頭部カバーでも代用可です。

インフルエンザ等の
気道検体採取時に
正面に立たない

気道検体採取時には、
患者も正面は壁などの
ヒトのいない方向に向かわせる

診療作業で共通して

1. 最も汚染されるのは**手袋**。
 2. 次に**肘までの前腕**（特に利き手）。
 3. その次が、**胸部下部から腹部**。
- PPE使用後にはこれらの汚染部位に
触れないようにPPEを外してください。

PPEの外し方（1）最初に外すのは最も汚染される手袋から

- ①一方の手袋の手首側を外からつまむ。
- ②そのまま、指先側にひき下ろして外す
- ③外した方は、小さく丸めて持つておく。
- ④次に、脱いだ方の手の指を手袋の手首側から中に指を入れて掛ける。
- ⑤そのまま、裏返ししながら引き下げる。
- ⑥最初に外した手袋も中に包み込む。
- ⑦廃棄boxに廃棄して、**手指消毒あるいは洗浄。**



PPEの外し方 (2) プラスチックガウンの外し方と廃棄法

髪の毛や耳が出ないようにしっかりキャップ内に収納してください。手術用の頭部カバーでも代用可です。



①手袋を外した後に、汚染度の低い両肩近辺をつかみ、前に引き破って首から外す。
(髪はまとめるか、帽子の中へ入れる)

②両腕を抜き、腰の高さで中表に巻き取る。
(特に腹部の表側には触れない様に注意する)

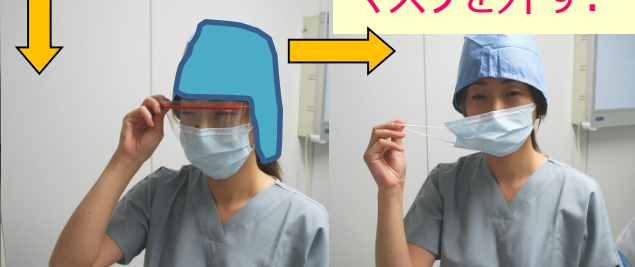


③巻き取ったら、腰の紐部分を引き破ってガウンを外し、
④小さくまとめて廃棄する。



再度！！
手指を消毒し。

それから
シールドと
マスクを外す。



⑤マスク、シールドは、横側を持って外す。

新型コロナウイルスの感染拡大と感染防止対策：総括

- 先行して流行した国の R_0 から、わが国の罹患者数が予測される。
- 疫学的介入により、感染拡大速度の抑制は可能。
- ただし、疫学的介入（外出自粛など）の成否は、行政から国民に対するメッセージが、明確で強力である必要がある。また、国民の自発的行動変容にも拠り、収束には数年を要すると予測される。
- 重症例（約2割）に対する医療提供体制の確保と支援。
- 感染防止対策は、飛沫予防策、接触予防策が中心で、エアゾール発生が予測される状況では、N95マスク等の使用が勧められる。