

# 本資料について

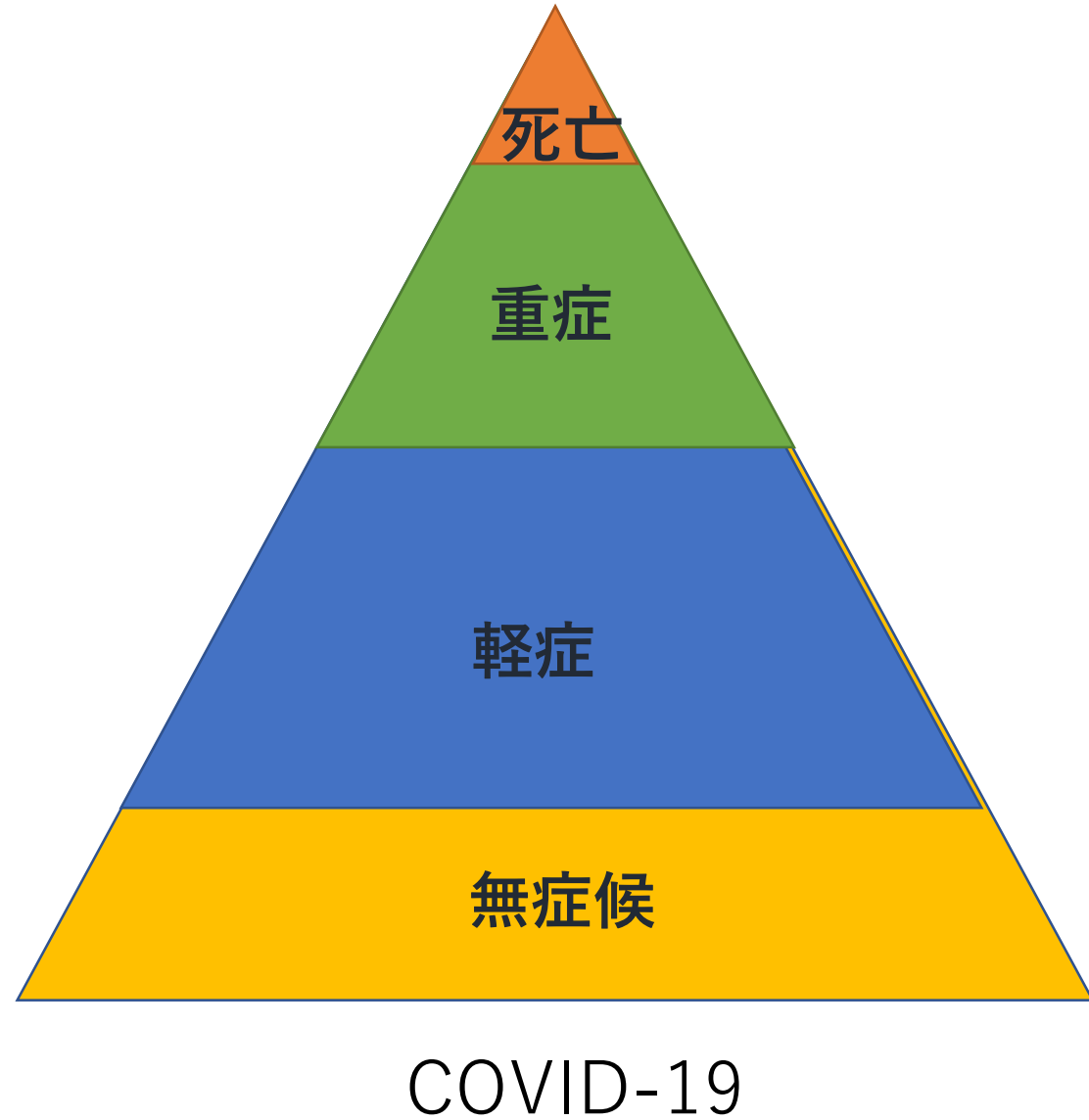
- 本資料は、2020年5月26日に開催された東北大学教職員限定のセミナーの資料であり、個人の立場で作成されたものです。
- 二次使用禁止

# 新型コロナウイルス（COVID-19） の現状と東北大学の果たすべき役割

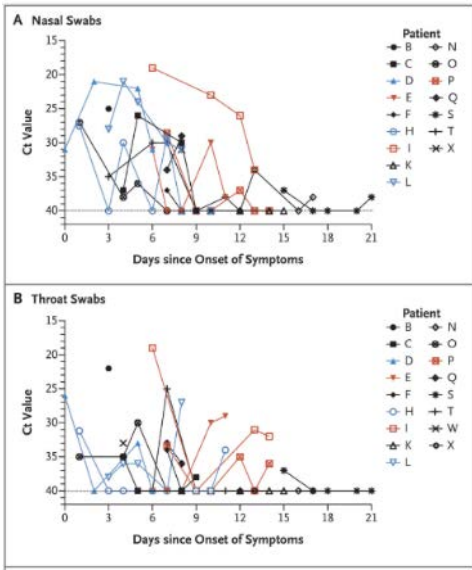
東北大学学内緊急セミナー  
2020年5月26日

大学院医学系研究科  
押谷仁

# SARSとCOVID-19の違い

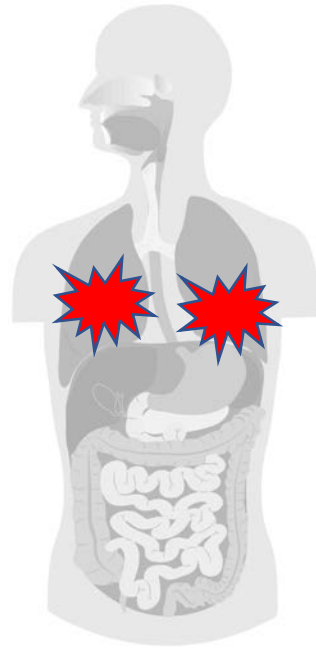


# SARSとCOVID-19の病態の違い



**SARS**  
ワンパターン

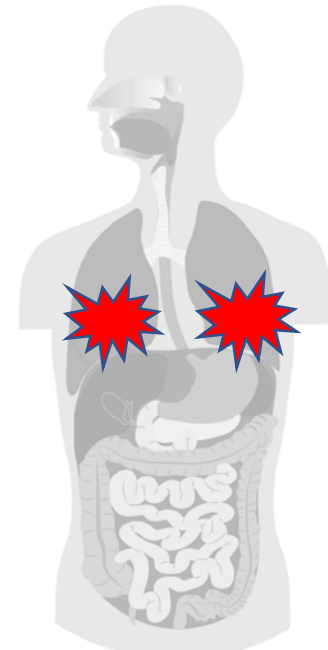
重症度—高  
感染性—低



**SARS**

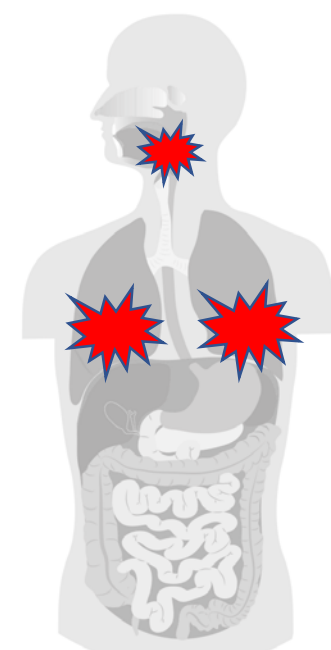
**COVID-19**  
3つのパターン

重症度—高  
感染性—低



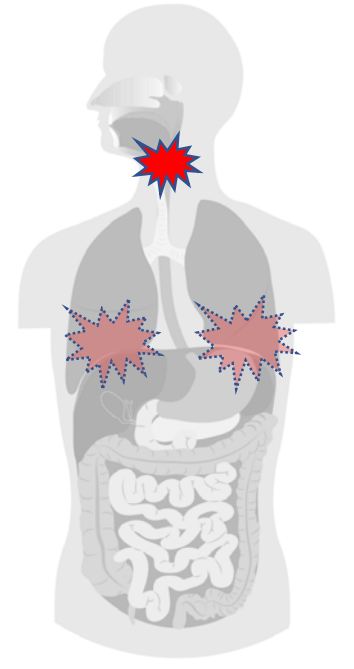
**COVID-19重症例**  
パターン①

重症度—高  
感染性—高



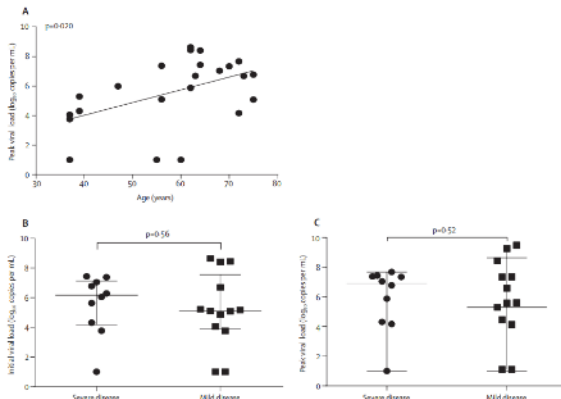
**COVID-19重症例**  
パターン②

重症度—低  
感染性—高



**COVID-19軽症例**

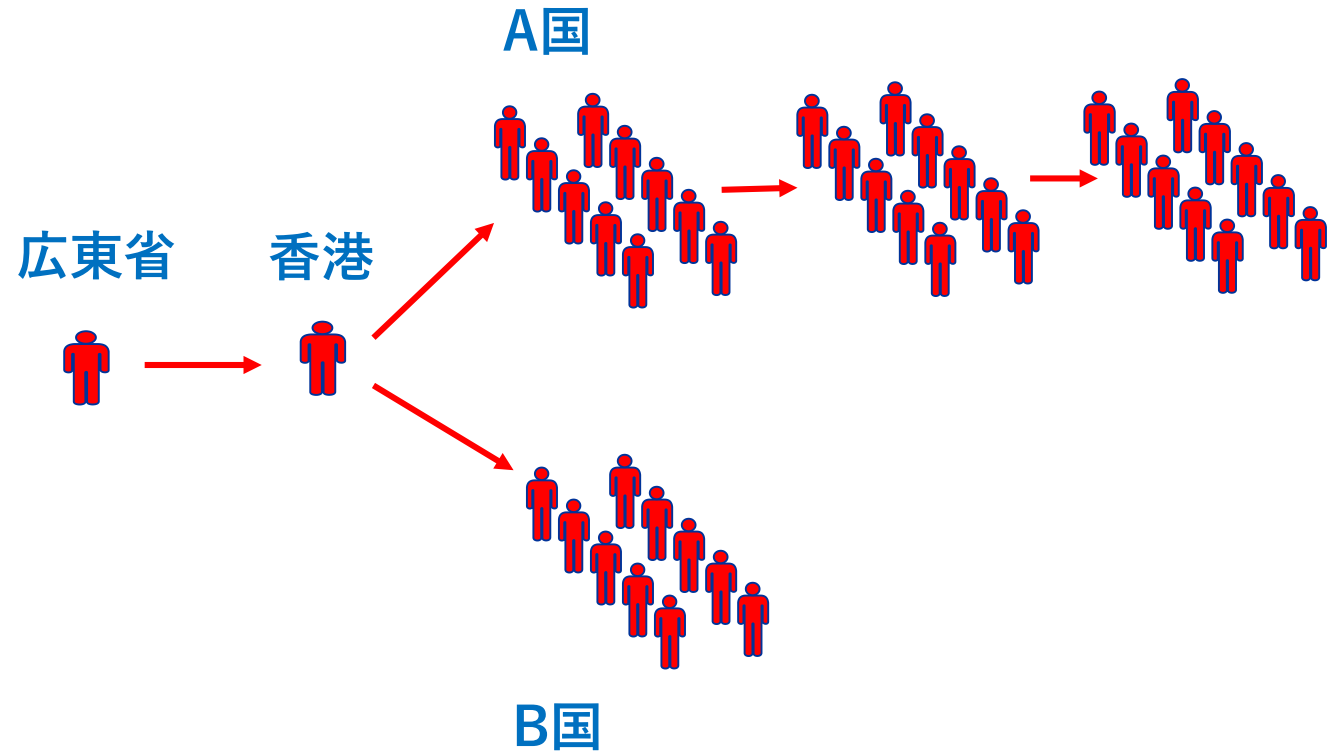
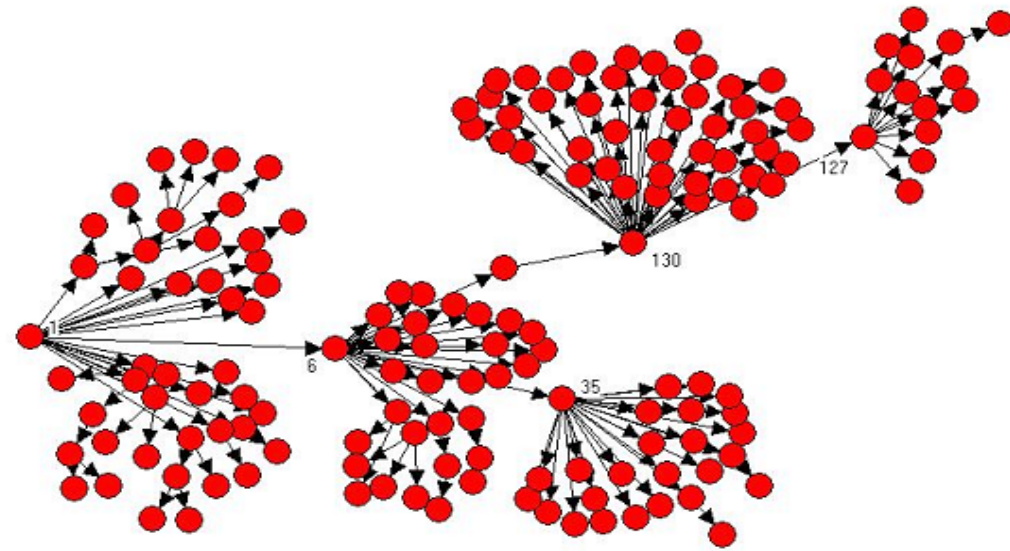
NEJM. February 19, 2020  
DOI: 10.1056/NEJMc2001737



To KK et al. Lancet Infect Dis March 23, 2020  
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30196-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30196-1)

# SARSの場合

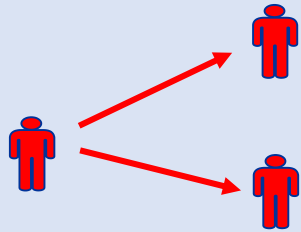
SARS Tree



MMWR May 9, 2003 / 52(18);405-411

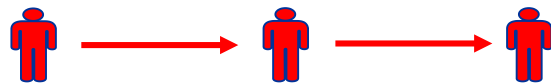
- SARSもクラスター（Superspreading Event）で感染拡大
- ほとんどの感染者が重症化するSARSの場合・ほとんどすべての感染連鎖を広東省までたどることができた。
- そのためすべての感染連鎖を断ち切ることが可能だった。

# 基本再生産係数 ( $R_0$ )



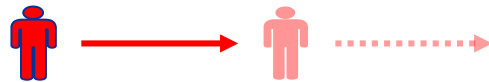
1人の人が**平均で**何人に感染するかという指標  
(左図は1人の人が2人に感染させているので $R_0=2$ )

$R_0=1$ だとすると



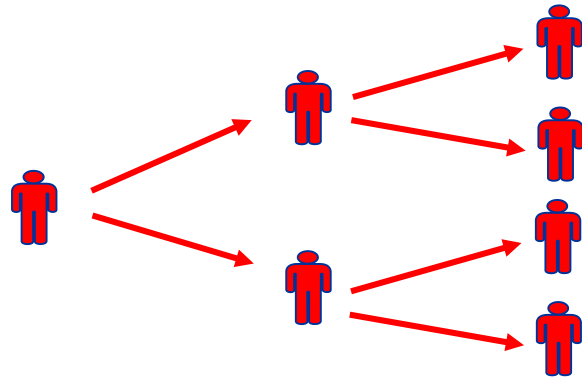
流行にはならずいつまでも定常状態

$R_0<1$ だとすると



流行にはならずウイルスは消えていく

$R_0=2$ だとすると



流行は拡大

ちなみに10世代感染連鎖が続くと  
 $1+2+4+8+16+32+64+128+256+512$   
 $+1024=2047$ 例

# 流行初期の最大の謎

新No.	旧No.	確定日	年代	性別	居住地	周囲の患者の発生※	濃厚接触者の状況
1	1	1/15	30代	男	神奈川県	なし	38名特定 健康観察終了
2	2	1/24	40代	男	中国 (武漢市)	なし	32名特定 健康観察終了
3	3	1/25	30代	女	中国 (武漢市)	なし	7名特定 健康観察終了
4	4	1/26	40代	男	中国 (武漢市)	No.19	2名特定 健康観察終了
5	5	1/28	40代	男	中国 (武漢市)	なし	3名特定 健康観察終了
6	6	1/28	60代	男	奈良県	No.8 No.13	22名特定 健康観察終了
7	7	1/28	40代	女	中国 (武漢市)	なし	2名特定 健康観察終了
8	8	1/29	40代	女	大阪府	No.6	2名特定 健康観察終了
9	10	1/30	50代	男	三重県	なし	3名特定 健康観察終了

濃厚接触者から誰も感染が出ていない



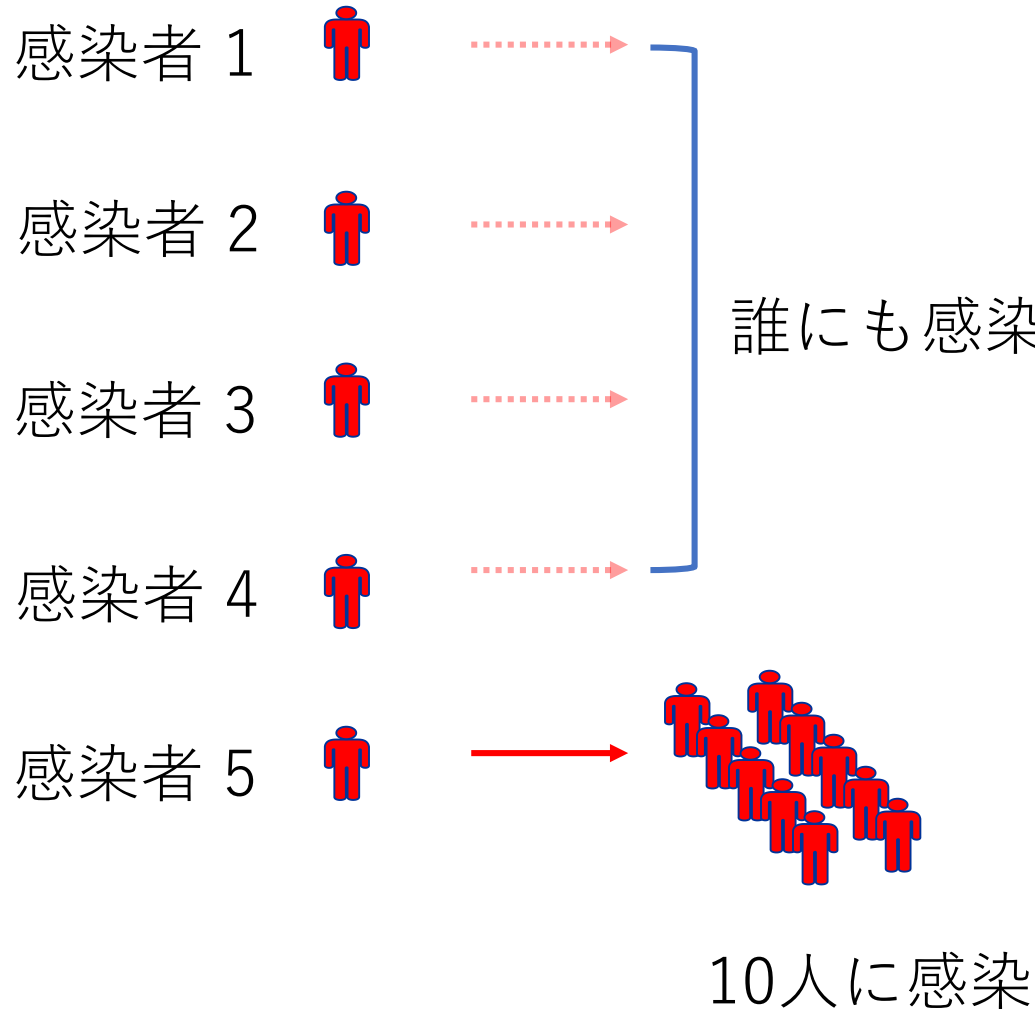
$$R_0=0$$



ではなぜ流行しているのか??

日本だけではなく他の国でも同じ現象が見られていた

# 多くの人々が誰にも感染させていないのになぜ流行が起こるのか？



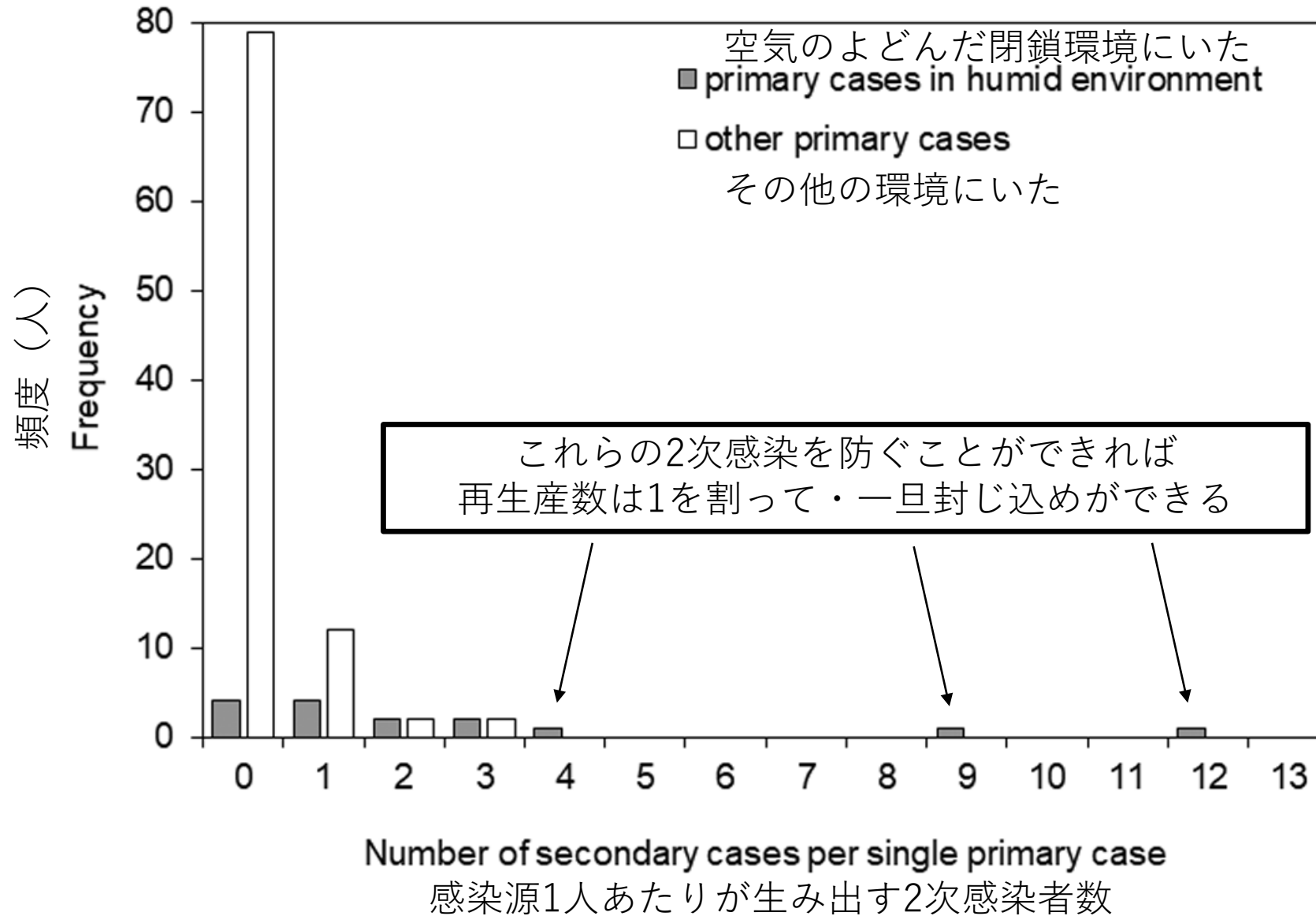
$$R_0 = (0+0+0+0+10) \div 5 = 2$$

多くの人々は誰にも感染させないが一部に1人が多くの人に感染させていると考えないと流行が起きている理由を説明できない

リンクの追えない症例からつながった患者の集積のうち5人以上のものをクラスターとする

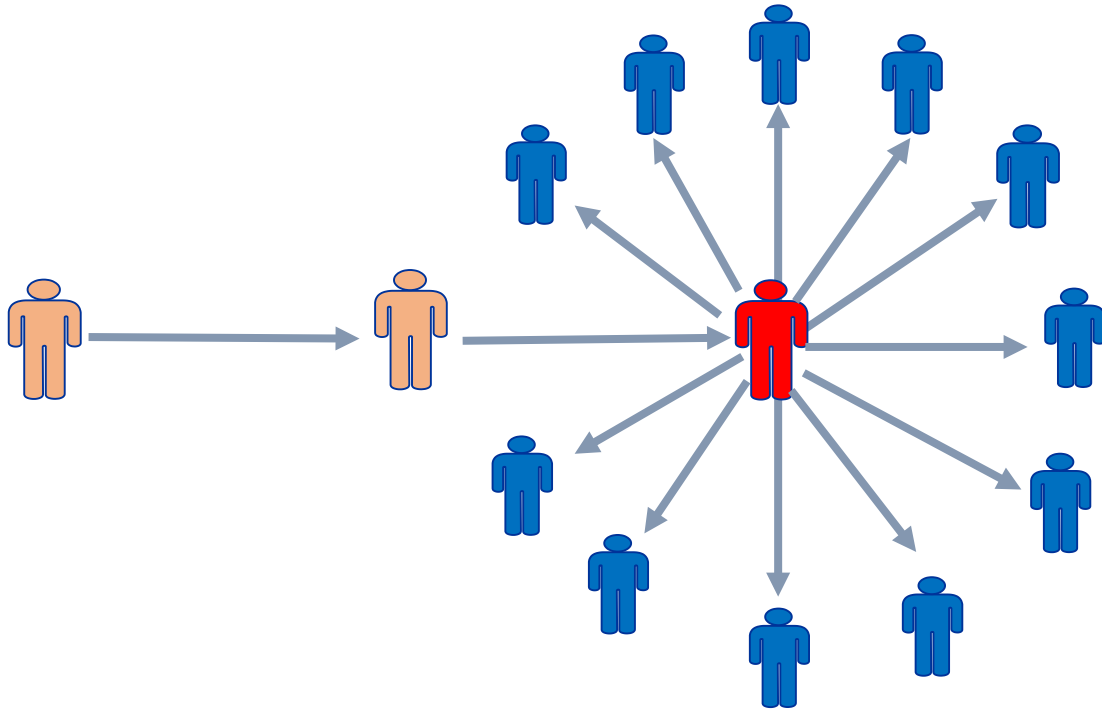


# 1人の感染者が生み出す2次感染者数の頻度 (n=110)



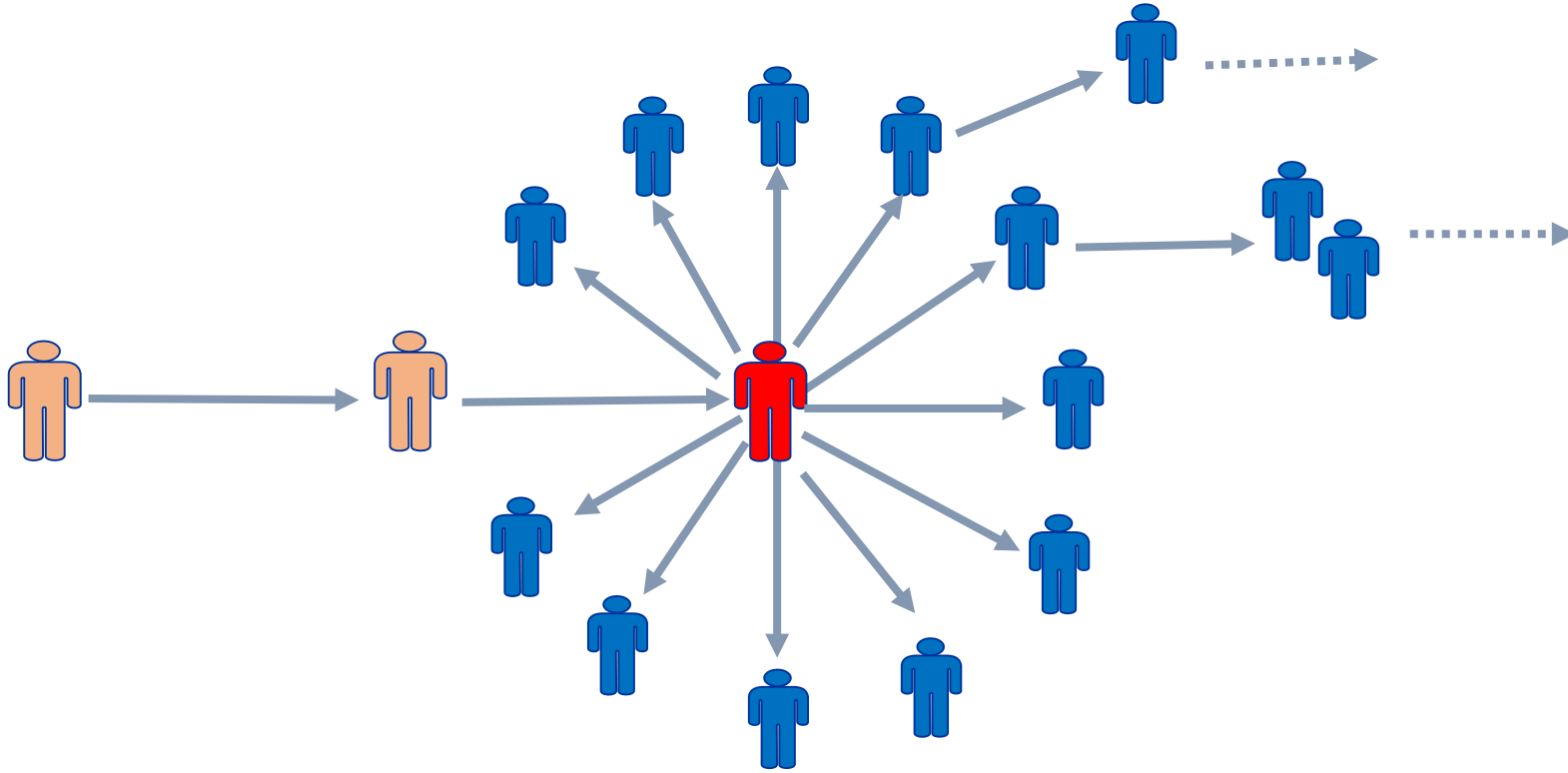
- 北大西浦教授のグループの解析から多くの感染者はだれにも感染させていないことがわかっていた。

# COVID-19の場合



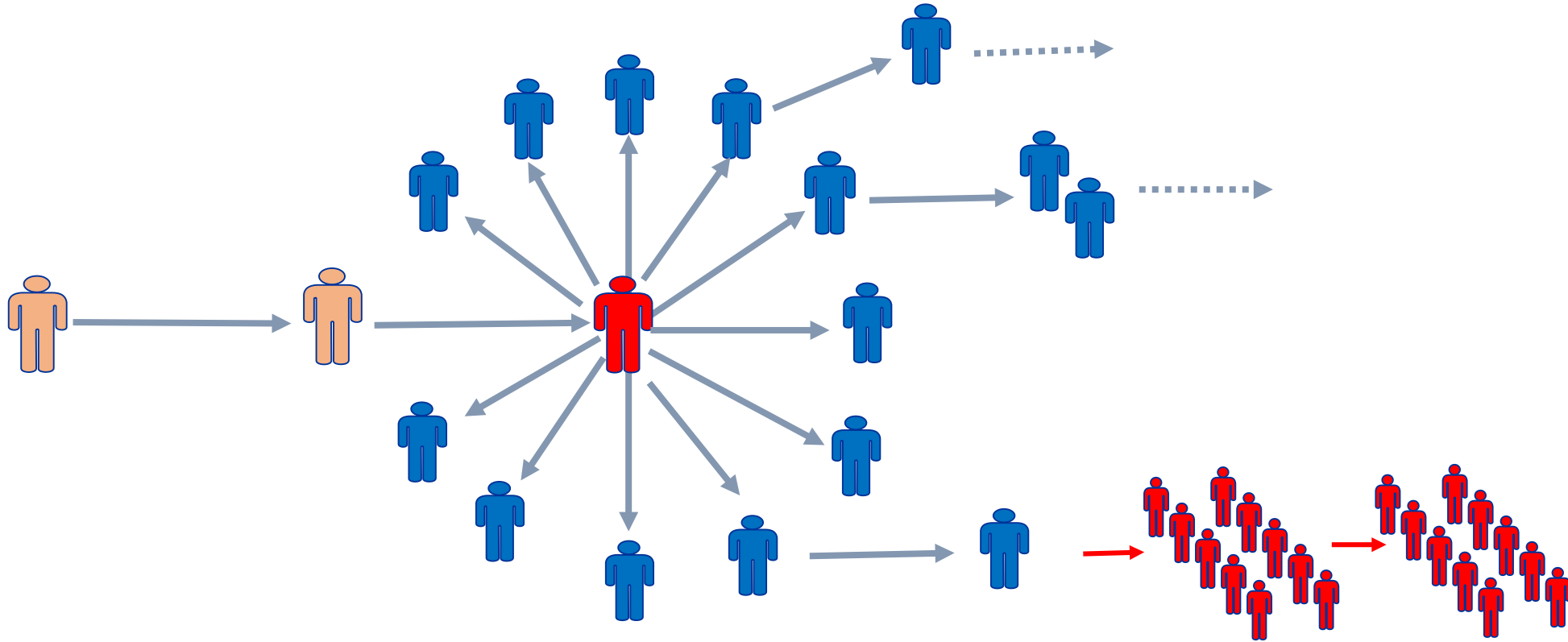
- このようなクラスターがあったと仮定

# COVID-19の場合： 消えるリンク・消えないリンク



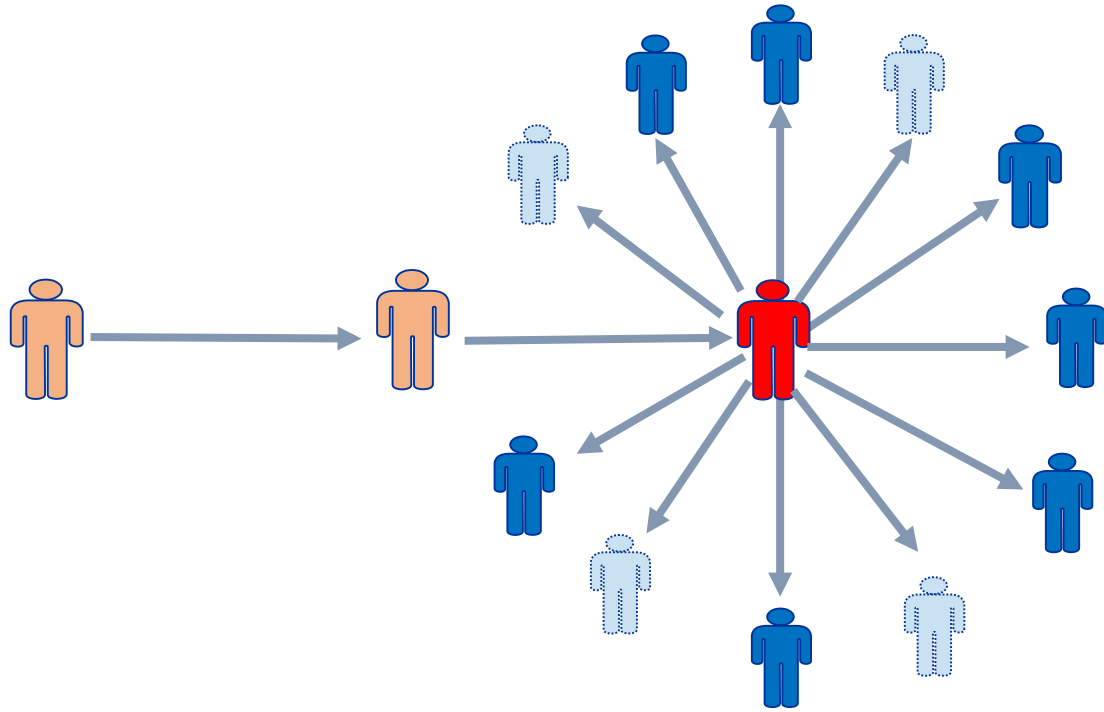
- クラスタを形成する感染者から2次感染（家庭内感染など）が起きてもほとんどの感染連鎖は維持されない

# COVID-19の場合： 消えるリンク・消えないリンク



- 感染連鎖が維持される条件はクラスターが生じそのクラスターがつながっていくこと（クラスター連鎖）

# COVID-19の場合： 見えるリンクと見えないリンク

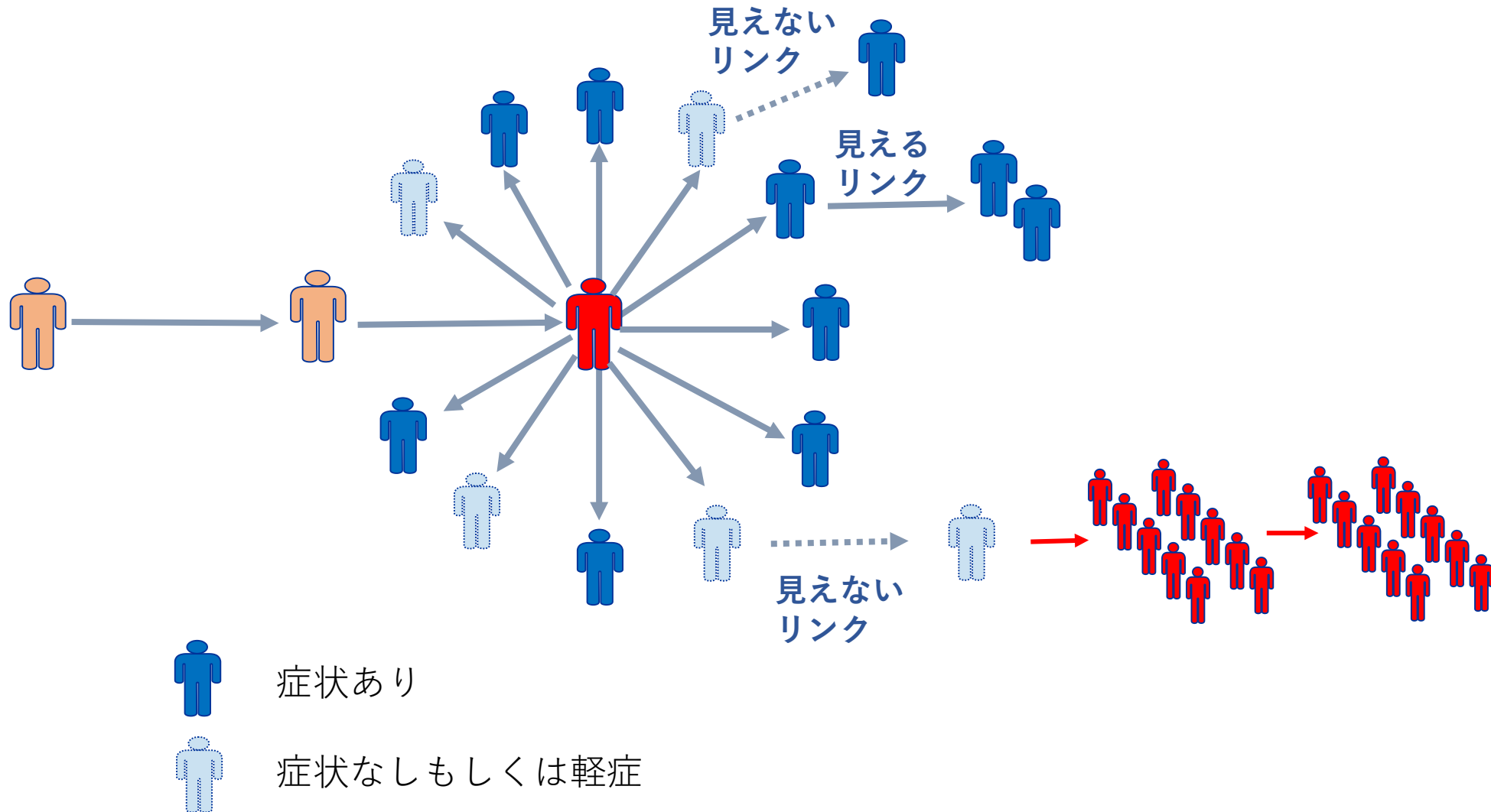


症状あり

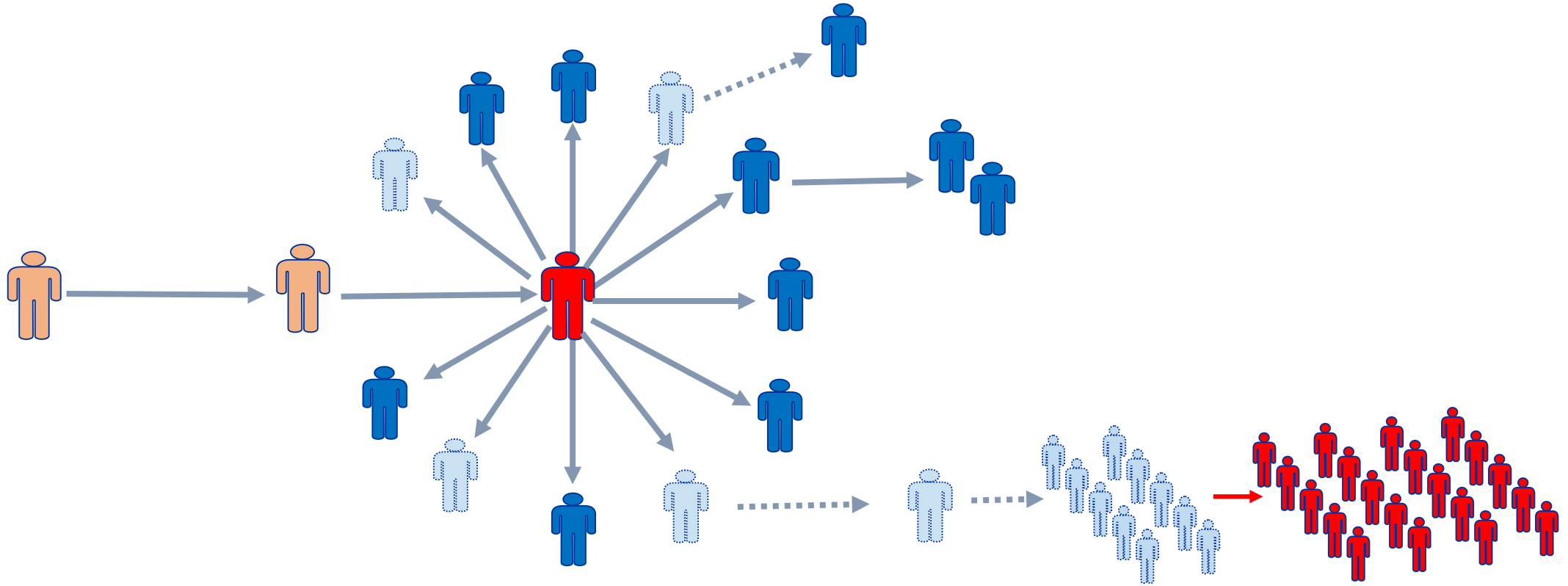


症状なしもしくは軽症

# COVID-19の場合： 見えるリンクと見えないリンク



# COVID-19の場合： 見えるリンクと見えないリンク



症状あり



症状なしもしくは軽症

見えにくいクラスター（青壮年層）が存在するとより大きな感染拡大になる可能性

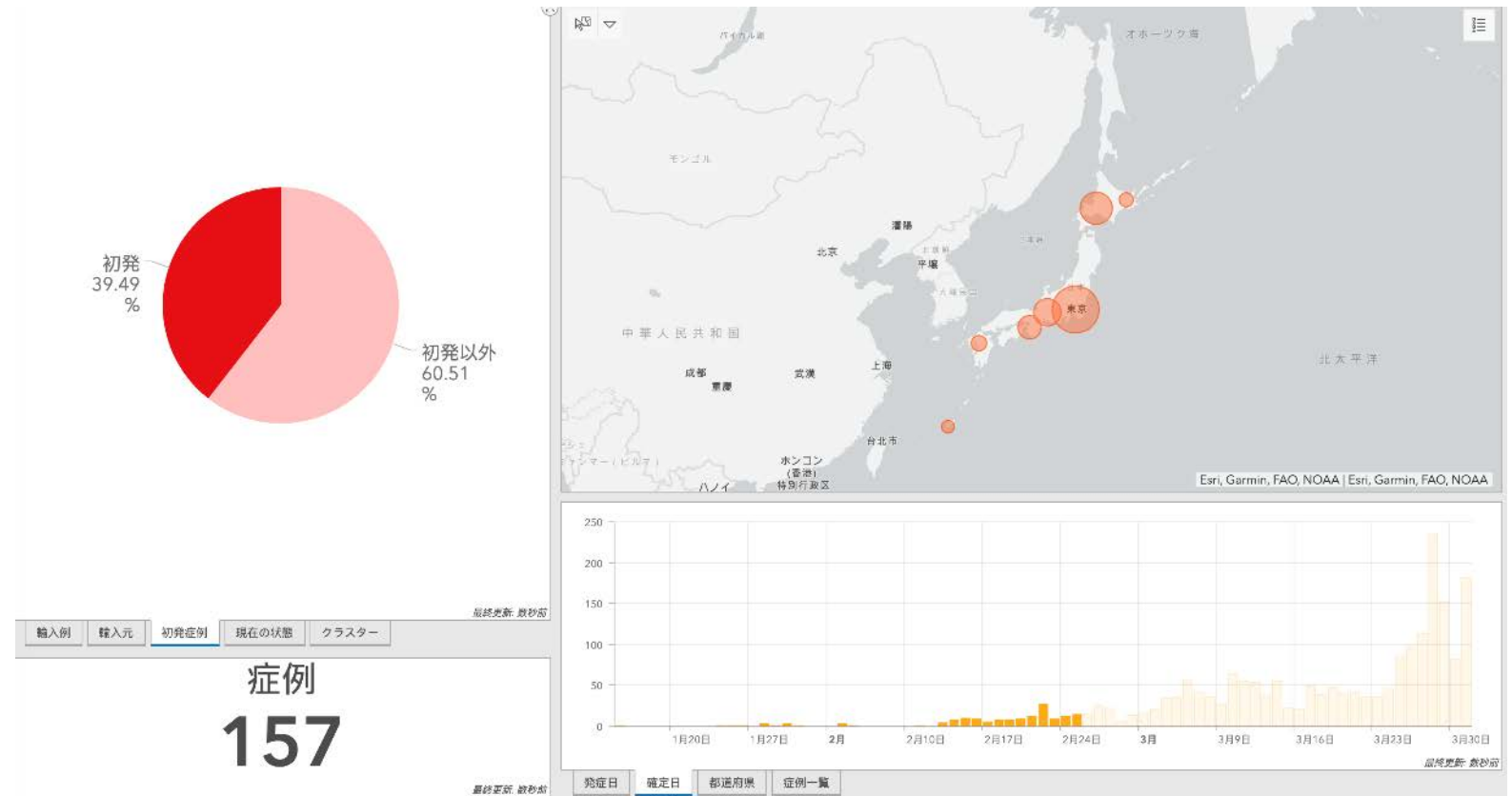
# SARSとCOVID-19の疫学的違い

- SARS: ほとんどすべての感染者が重症化し・そのためにすべての感染連鎖を検出し・それらをすべて断ち切ることで封じ込めに成功した
- COVID-19: 多くの感染者が無症候・軽症であり・すべての感染連鎖を見つけることはほぼ不可能



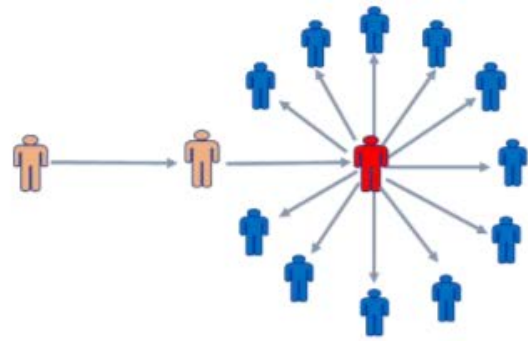
# 突然見えた感染連鎖（2月13日）とクラスター対策班の設置（2月25日）

18	21	2/13	80代 女	神奈川県	No.28	調査中
19	29	2/13	70代 男	東京都	調査中	調査中
20	29	2/13	50代 男	和歌山県	No.31	調査中
21	30	2/13	20代 男	千葉県	調査中	調査中
22	31	2/14	70代 男	和歌山県	No.29	調査中
23	32	2/14	60代 女	沖縄県	調査中	調査中
24	33	2/14	50代 女	東京都	No.28	調査中
25	34	2/14	70代 男	東京都	No.28	調査中
26	35	2/14	60代 男	愛知県	調査中	3名特定 健康観察実施中
27	36	2/14	50代 男	北海道	調査中	4名特定 健康観察実施中
28	37	2/14	30代 男	神奈川県	調査中	調査中

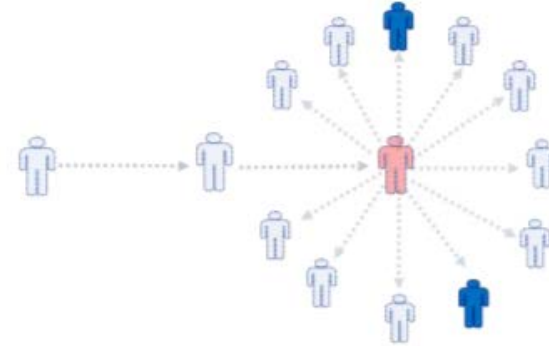


- 感染連鎖が突然見えた段階ですでに感染源のわからない感染連鎖が国内の各地で進行していた
- 軽症・無症候を含めPCR検査で感染連鎖の全体像をつかむことはほぼ不可能

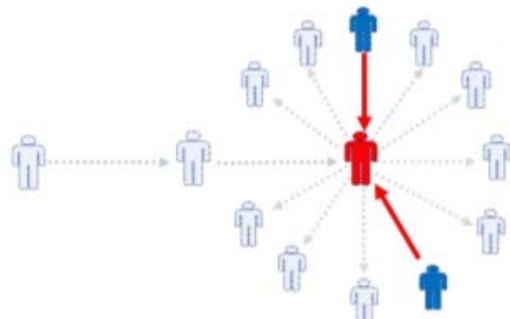
# クラスターの早期探知の方法



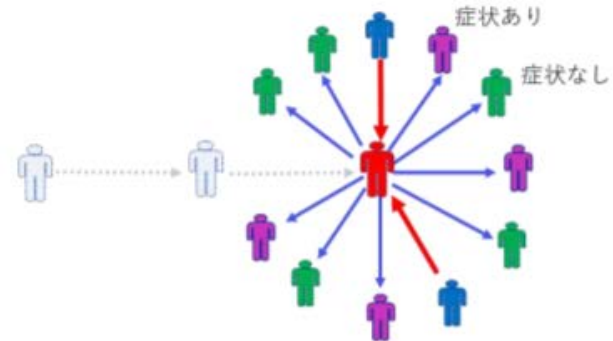
このようなクラスターがあったと仮定する



ある地域でリンクのない感染者が複数見つかった場合クラスターはまだ見えていない場合がほとんど



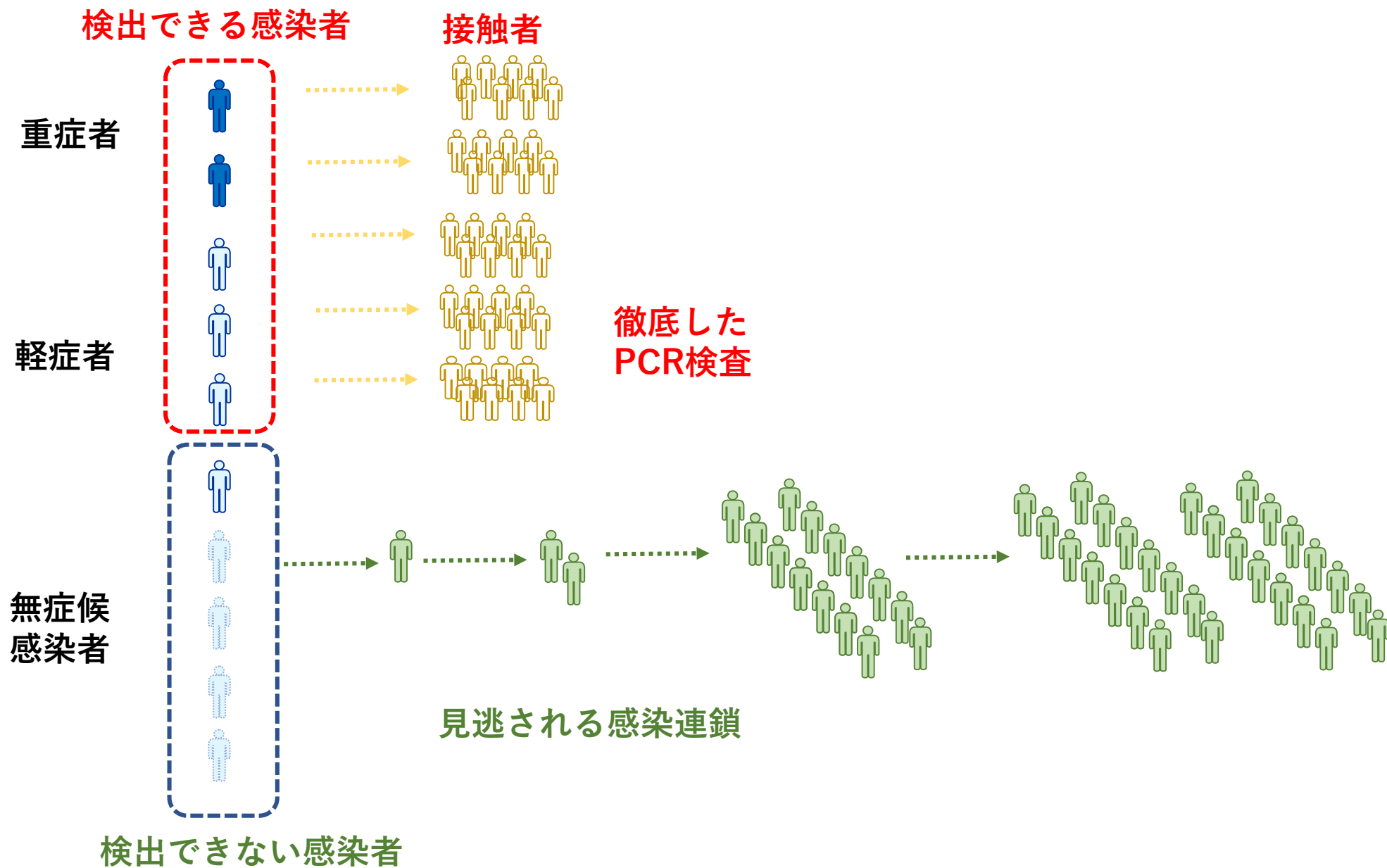
複数のリンクのない感染例の周囲には必ずクラスターがあるという前提でクラスターの感染源を探す



クラスターを形成する感染者をすべて検出し、症状のない人についても自宅待機を要請

図6：クラスターを探索する方法

# 欧米等の対策の基本



# 相談・受診の目安

## 新型コロナウイルス感染症についての相談・受診の目安

### 1. 相談・受診の前に心がけていただきたいこと

- 発熱等の風邪症状が見られるときは、学校や会社を休み外出を控える。
- 発熱等の風邪症状が見られたら、毎日、体温を測定して記録しておく。

### 2. 帰国者・接触者相談センターに御相談いただく目安

- 以下のいずれかに該当する方は、帰国者・接触者相談センターに御相談ください。
  - ・ 風邪の症状や37.5度以上の発熱が4日以上続く方（解熱剤を飲み続けなければならない方も同様です。）
  - ・ 強いだるさ（倦怠感）や息苦しさ（呼吸困難）がある方
- なお、以下のような方は重症化しやすいため、この状態が2日程度続く場合には、帰国者・接触者相談センターに御相談ください。
  - ・ 高齢者
  - ・ 糖尿病、心不全、呼吸器疾患（COPD等）の基礎疾患がある方や透析を受けている方
  - ・ 免疫抑制剤や抗がん剤等を用いている方



政府広報オンライン  
新型インフルエンザの発生に備えて

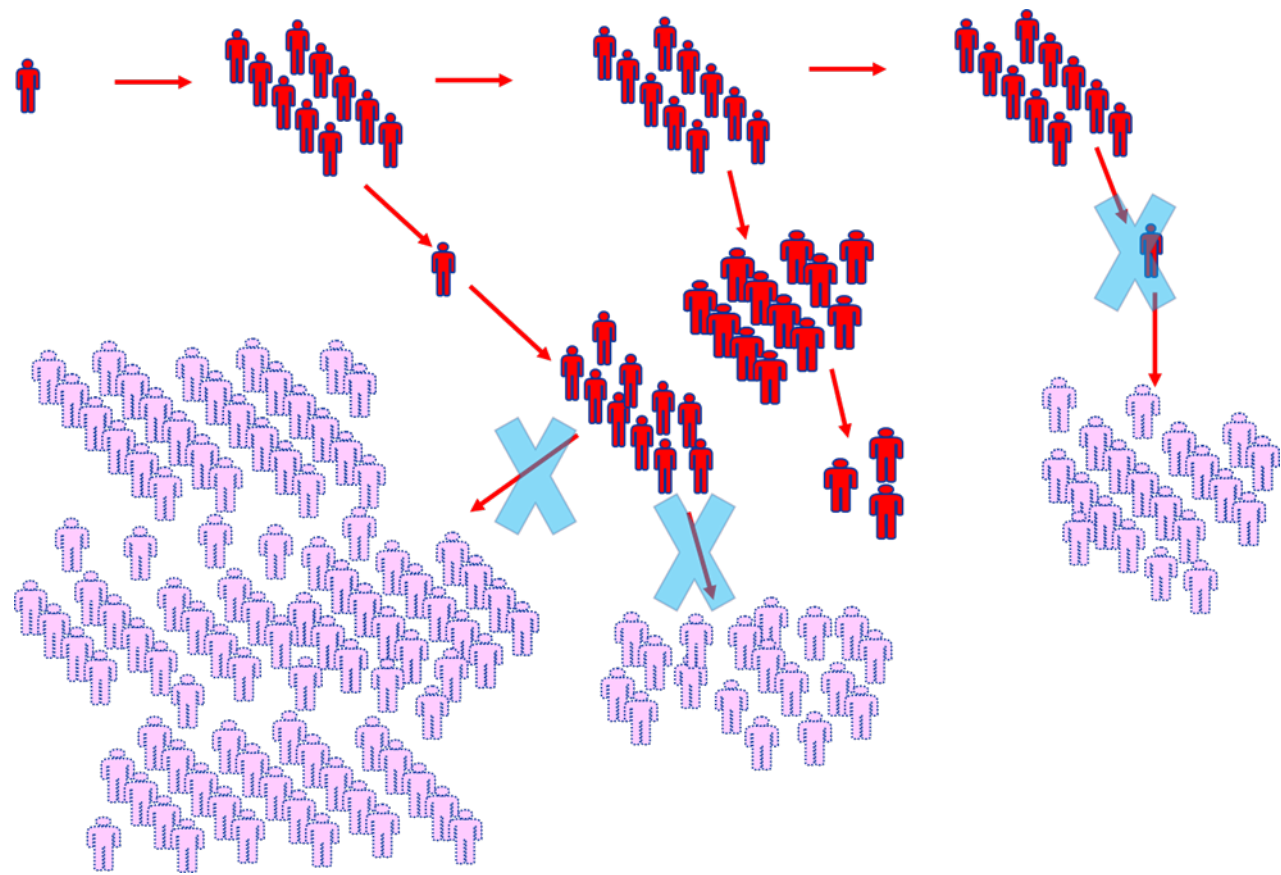
# 日本の対策の3本柱

- クラスター（集団）の早期発見・早期対応
- 患者の早期診断・重症者への集中治療の充実と医療提供体制の確保
- 市民の行動変容

# クラスターを見つける意義

- クラスターの周囲に新たなクラスターや感染連鎖が生じることが防ぐことができる
- クラスターに共通する特徴を明らかにすることができ、クラスターの発生を未然に防ぐような行動変容を効果的に呼びかけることができる
- クラスターと関連づけられない孤発例の存在から流行規模を推計できる

# クラスターの周囲の感染連鎖やクラスター発生を防ぐ

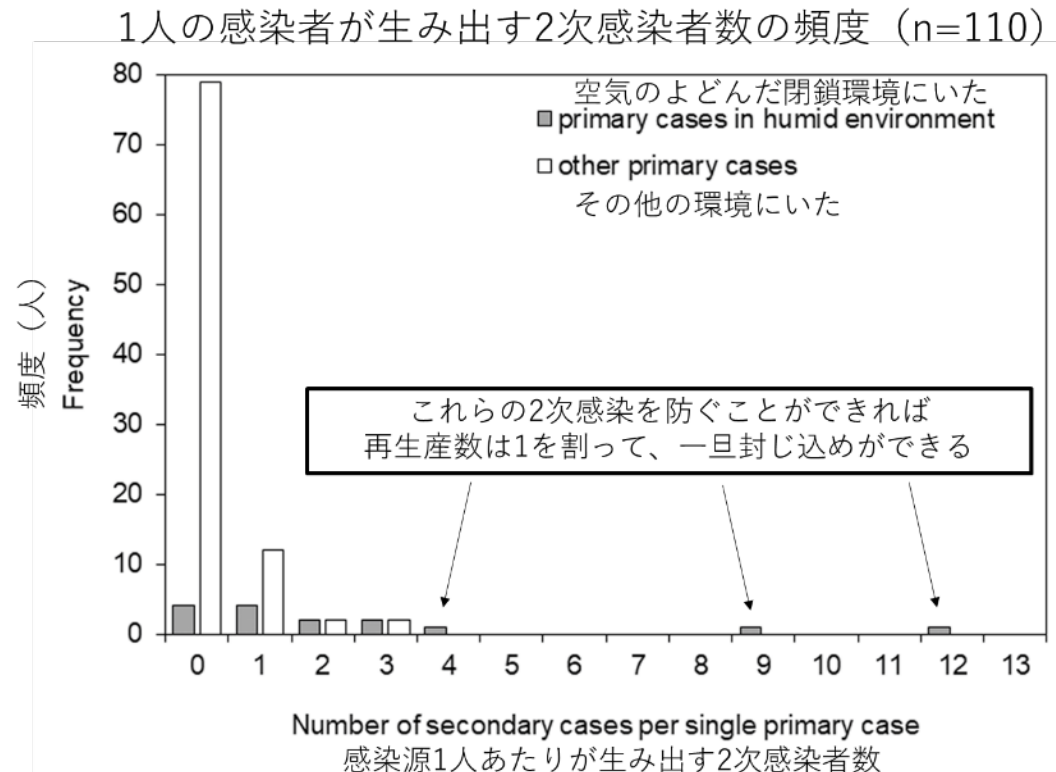
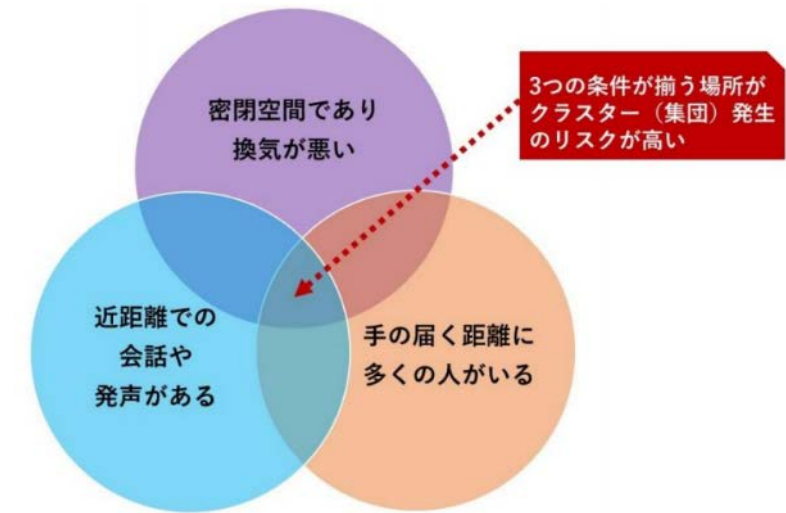




# クラスターに共通する特徴を見つけ出す

## 初期の解析からわかっていたこと

- 3密条件（密閉・密集・密接）





# クラスターに共通する特徴を見つけ出す

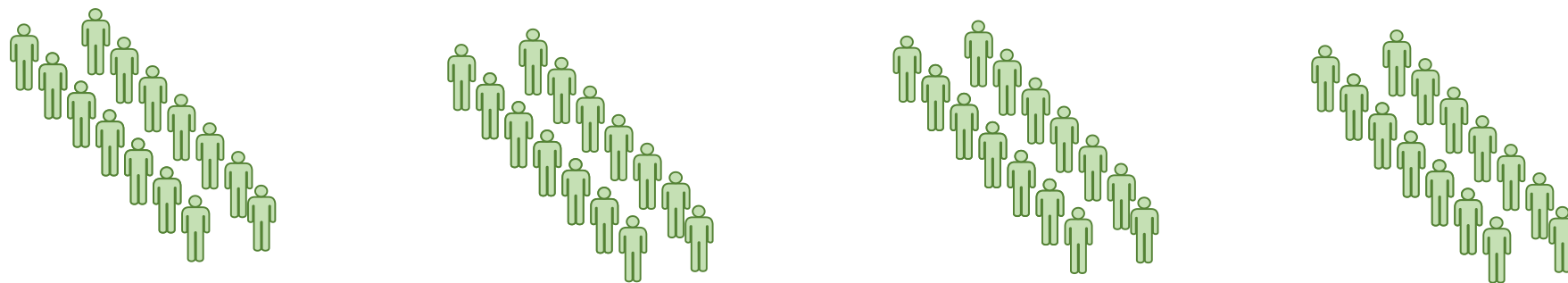
## さらなる解析からわかってきたこと

- 換気量が増大するような活動
- 大声を出す
- 歌う
- 1対複数の密接した接触
- 多くは咳・くしゃみがなく通常の飛沫感染ではない
- 接触感染 (Fomite Transmission)は起こりうる

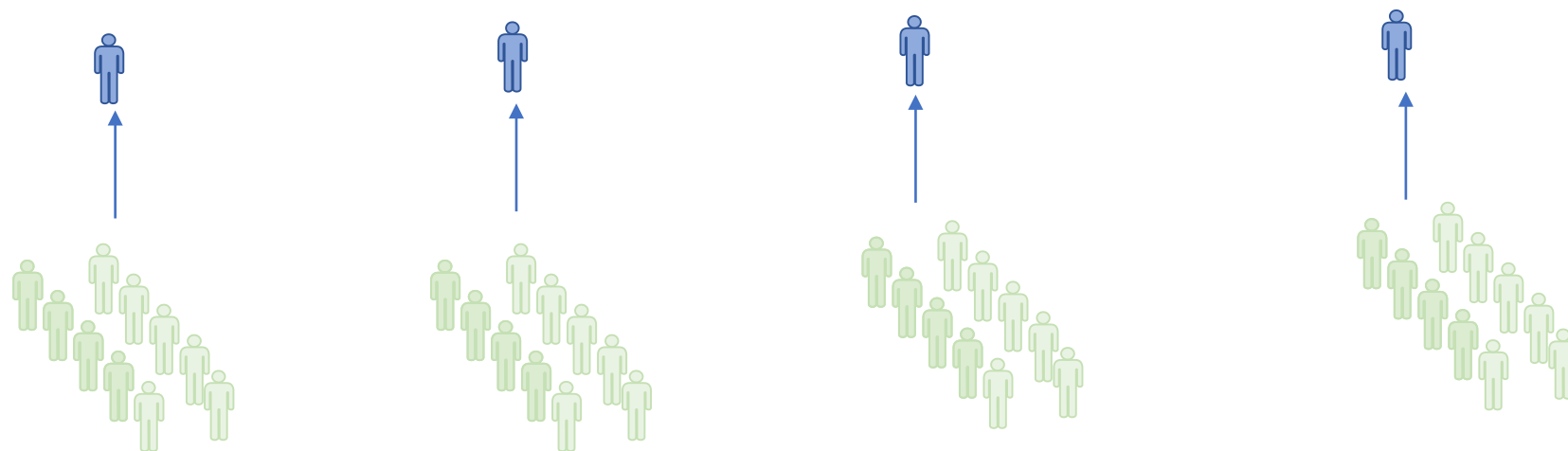


# クラスターに関連づけられない孤発例の意味

クラスター



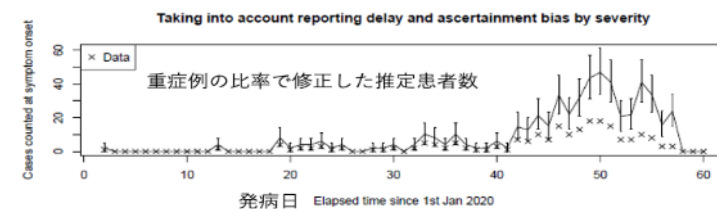
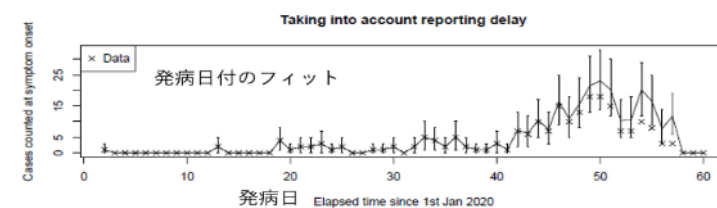
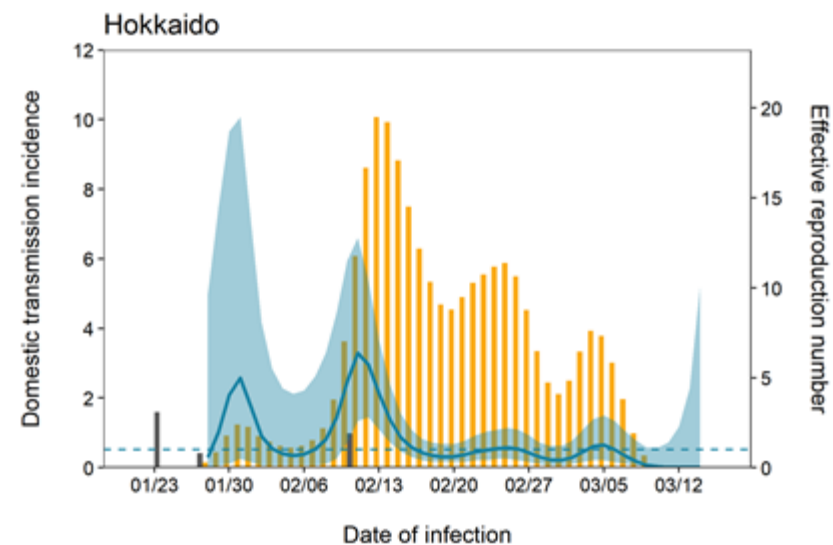
孤発例



見えない感染源

# 地域の流行状況リアルタイムに知る方法

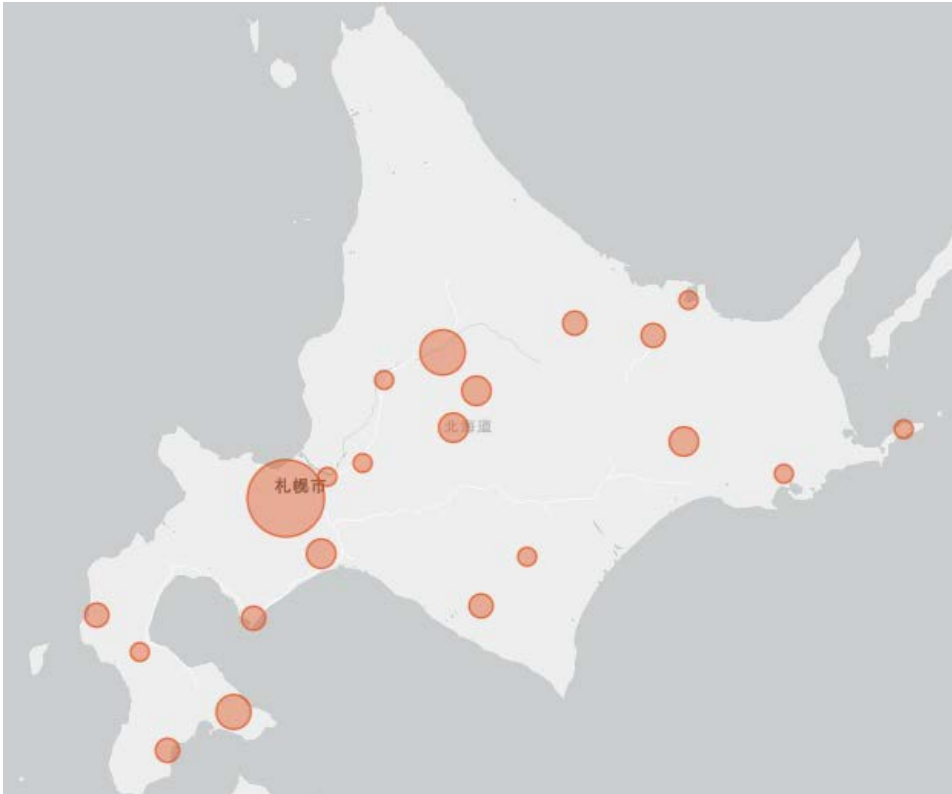
- 感染者数・クラスターおよび孤発例のモニタリング（東北大学を中心とするグループ）
- 実効再生産係数のモニタリング・患者数の推計など数理モデルによるモニタリング（北海道大学を中心とするグループ）



雪まつりクラスターの影響を受けた感染世代がDay 47-51頃（2月19日発病頃）

# 2月27日の北海道の状況

## 2月27日時点での北海道の確定例の分布



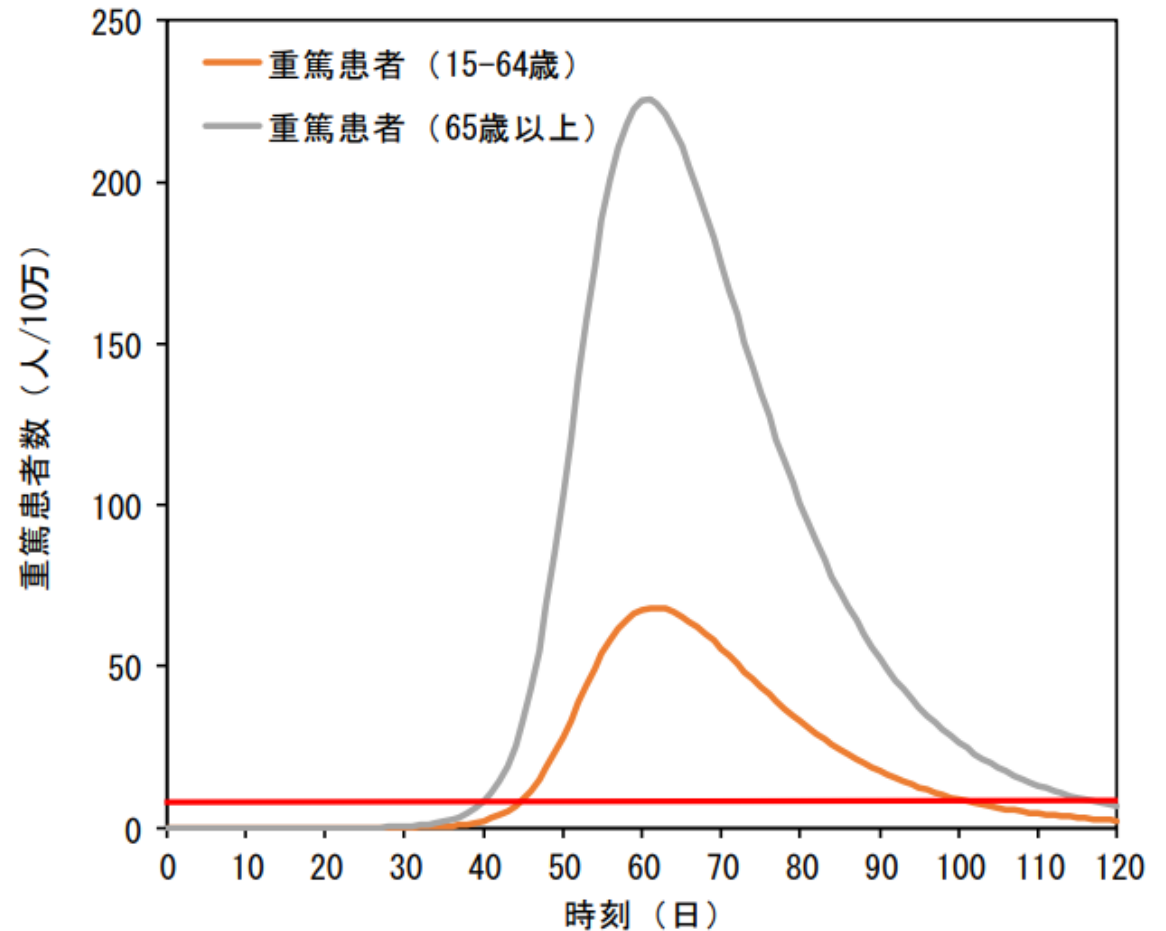
- 2月27日までに北海道各地で孤発例が数多く報告されていた
- クラスター連鎖もしくは大規模クラスターが見逃されていた蓋然性の高い状況
- 北海道知事に提言を行い・2月28日の知事の判断で緊急事態宣言

# 日本の新型コロナウイルス対策の目的

社会・経済機能への影響を最小限としながら・感染拡大の抑制効果を最大限にする

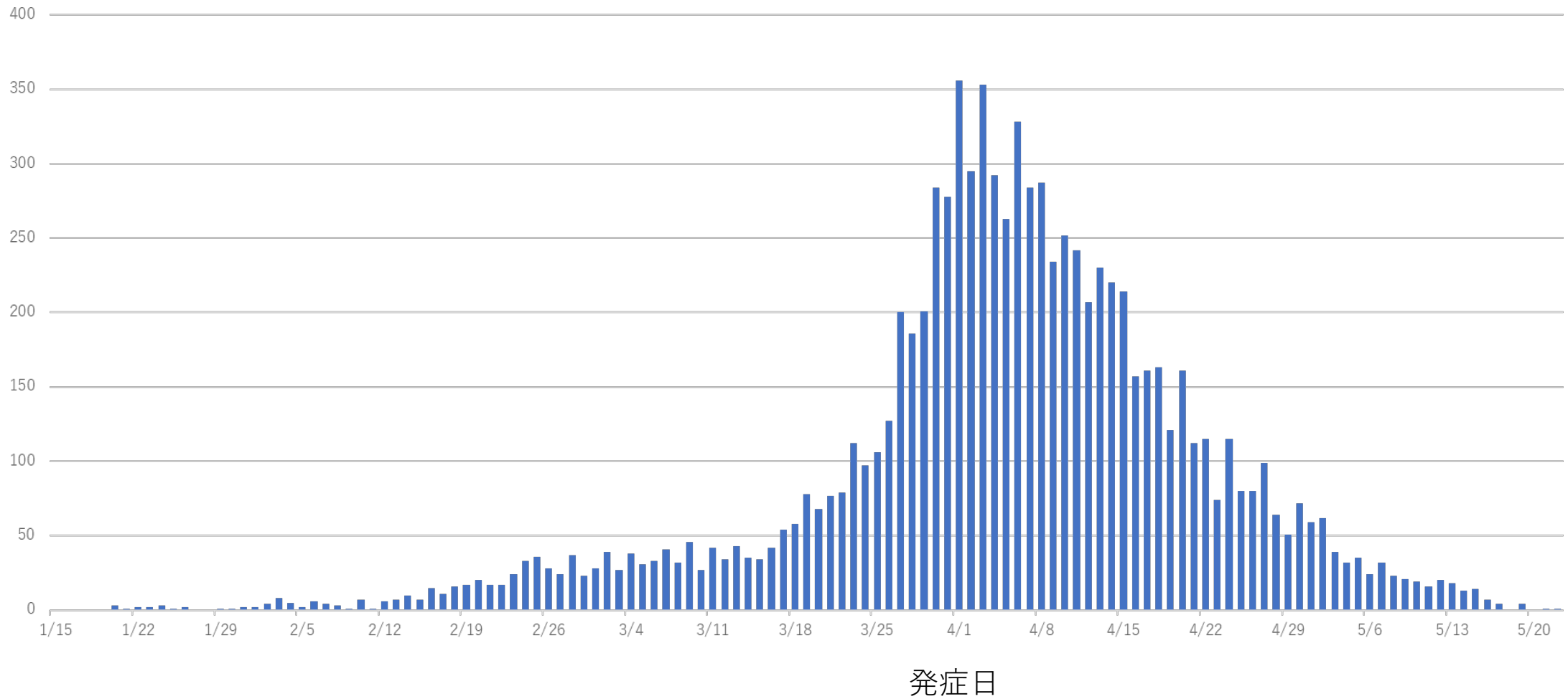
これからとるべき対策の最大の目標は・感染の拡大のスピードを抑制し・可能な限り重症者の発生と死亡数を減らすこと

2020年2月24日 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議



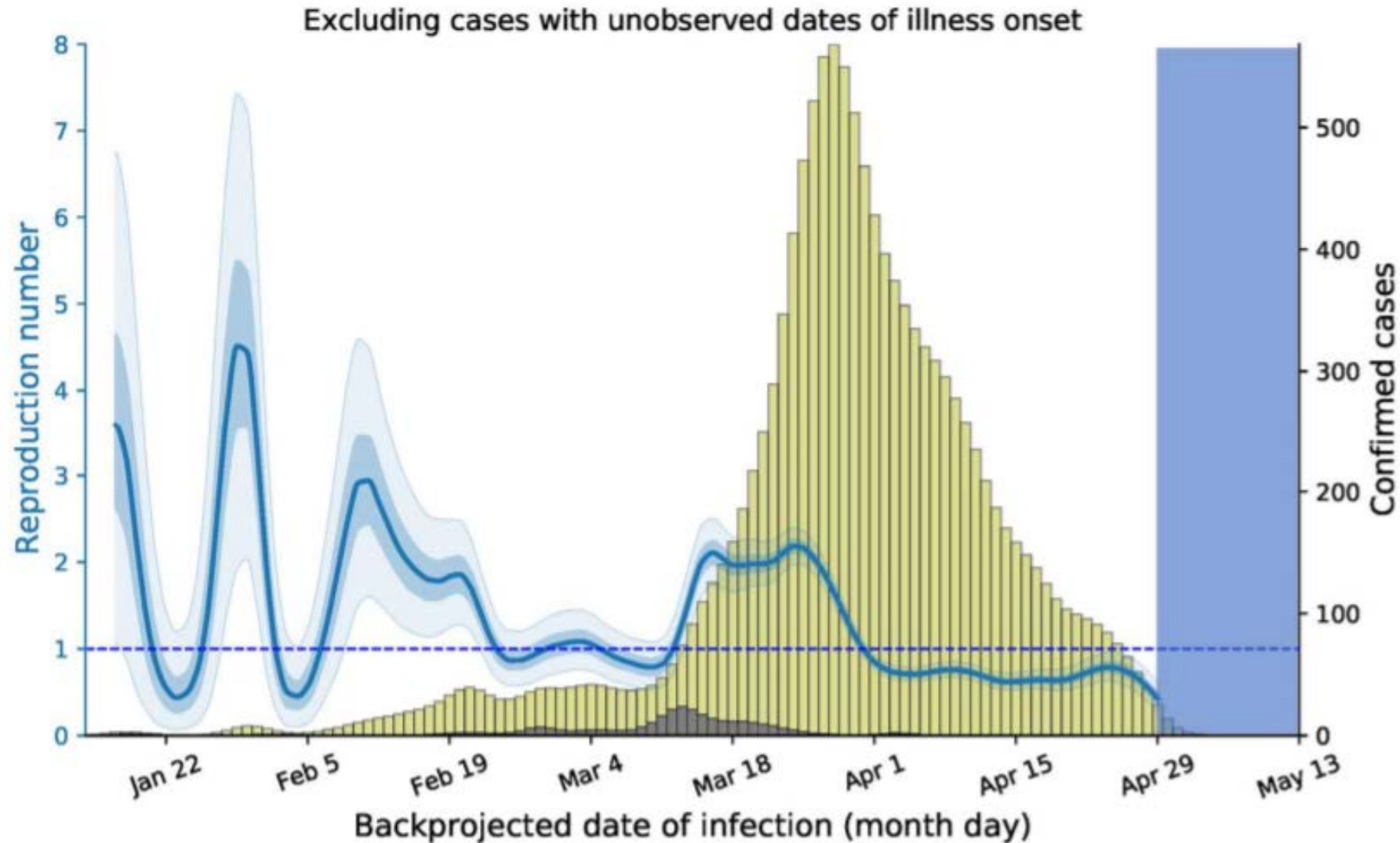
赤実線は日本国内の10万人あたりの使用可能な人工呼吸器台数を示す。

# 日本の流行曲線

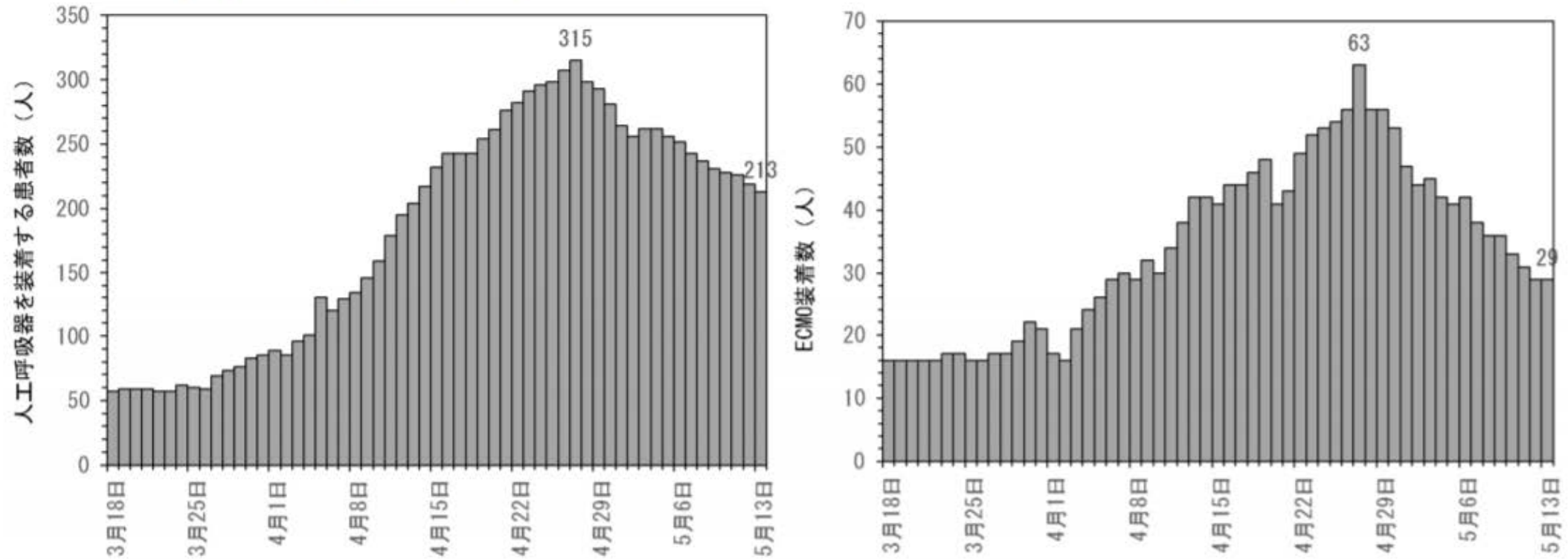


発症日の判明している感染例のみ

# 日本における実効再生産係数



【図4 全国で人工呼吸器を要する確定患者数の推移（左図）、全国で ECMO 装着の患者数の推移（右図）】



※ 日本集中治療医学界の日本 COVID-19 対策 ECMOnet による集計



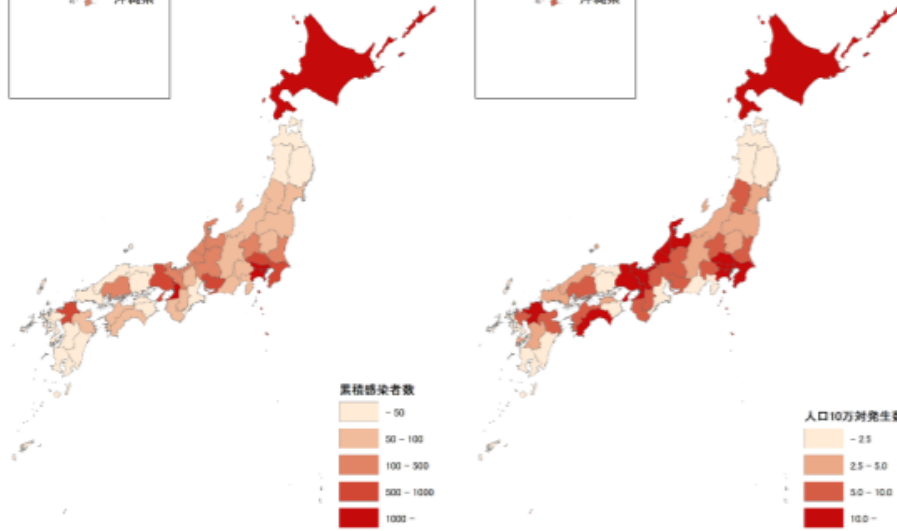
都道府県別のリスクアセスメント視覚化トライアル 5/25 版

現在の感染者の状況

○累積感染者数



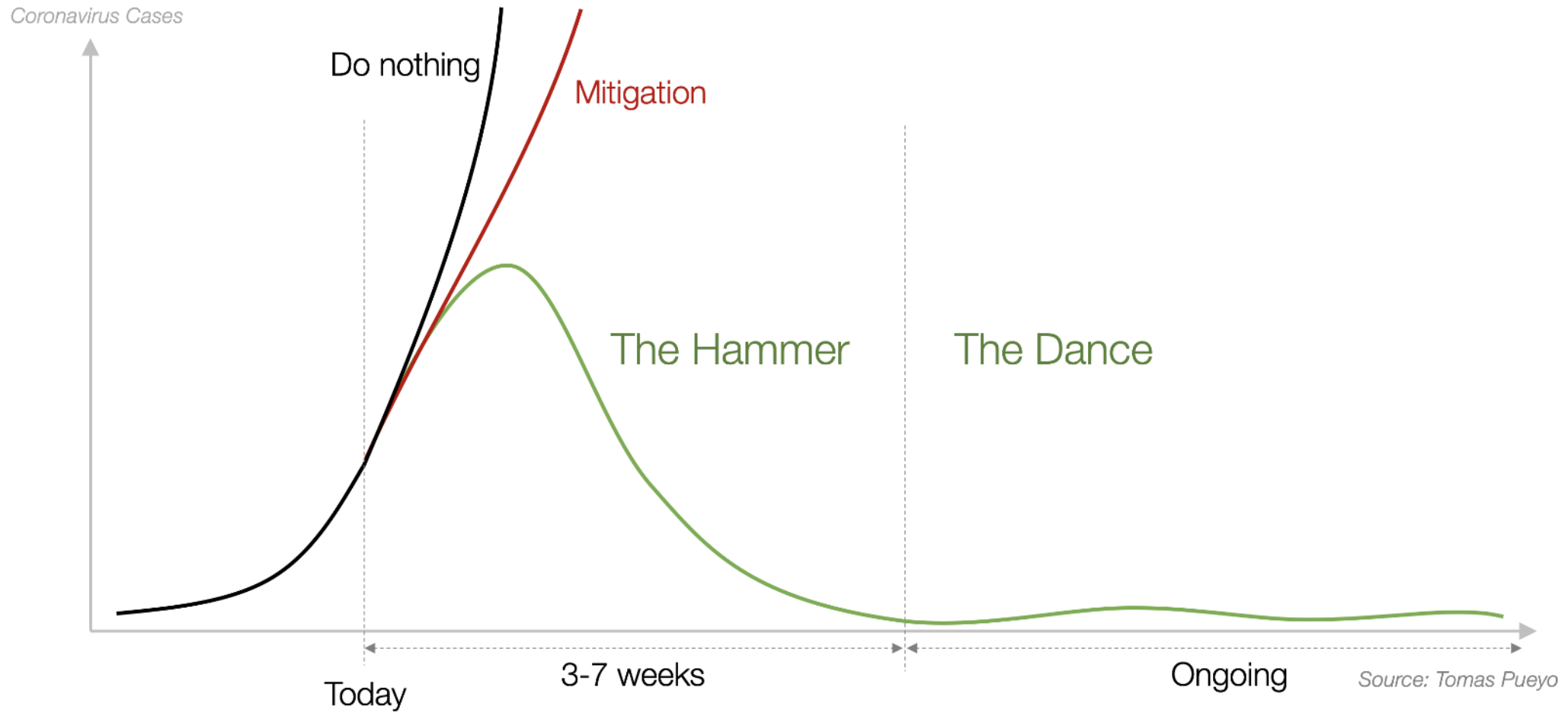
○人口 10 万対発生数



2020年5月23日までに感染が確定した都道府県別患者数をもとに計算

都道府県	累積感染者数	人口10万対発生数(累積)	人口10万対死亡数(累積)
北海道	1025	19.0	1.5
青森県	27	2.1	0.1
宮城県	88	3.8	0.0
山形県	69	6.1	0.0
福島県	81	4.2	0.0
茨城県	168	5.8	0.3
栃木県	64	3.2	0.0
群馬県	149	7.6	1.0
埼玉県	997	13.7	0.6
千葉県	901	14.5	0.7
東京都	5143	38.1	2.0
神奈川県	1327	14.5	0.8
新潟県	82	3.6	0.0
富山県	227	21.3	2.0
石川県	295	25.6	2.1
福井県	122	15.5	1.0
山梨県	60	7.2	0.0
長野県	76	3.6	0.0
岐阜県	150	7.4	0.3
静岡県	74	2.0	0.0
愛知県	504	6.7	0.5
三重県	45	2.5	0.1
滋賀県	100	7.1	0.1
京都府	358	13.7	0.5
大阪府	1779	20.1	0.9
兵庫県	699	12.6	0.7
奈良県	88	6.5	0.1
和歌山県	64	6.6	0.3
鳥根県	24	3.5	0.0
岡山県	24	1.2	0.0
広島県	164	5.8	0.1
山口県	36	2.6	0.0
香川県	28	2.9	0.0
愛媛県	79	5.7	0.3
高知県	74	10.2	0.4
福岡県	660	12.9	0.5
佐賀県	45	5.4	0.0
熊本県	47	2.6	0.0
大分県	60	5.1	0.1
沖縄県	142	9.9	0.4

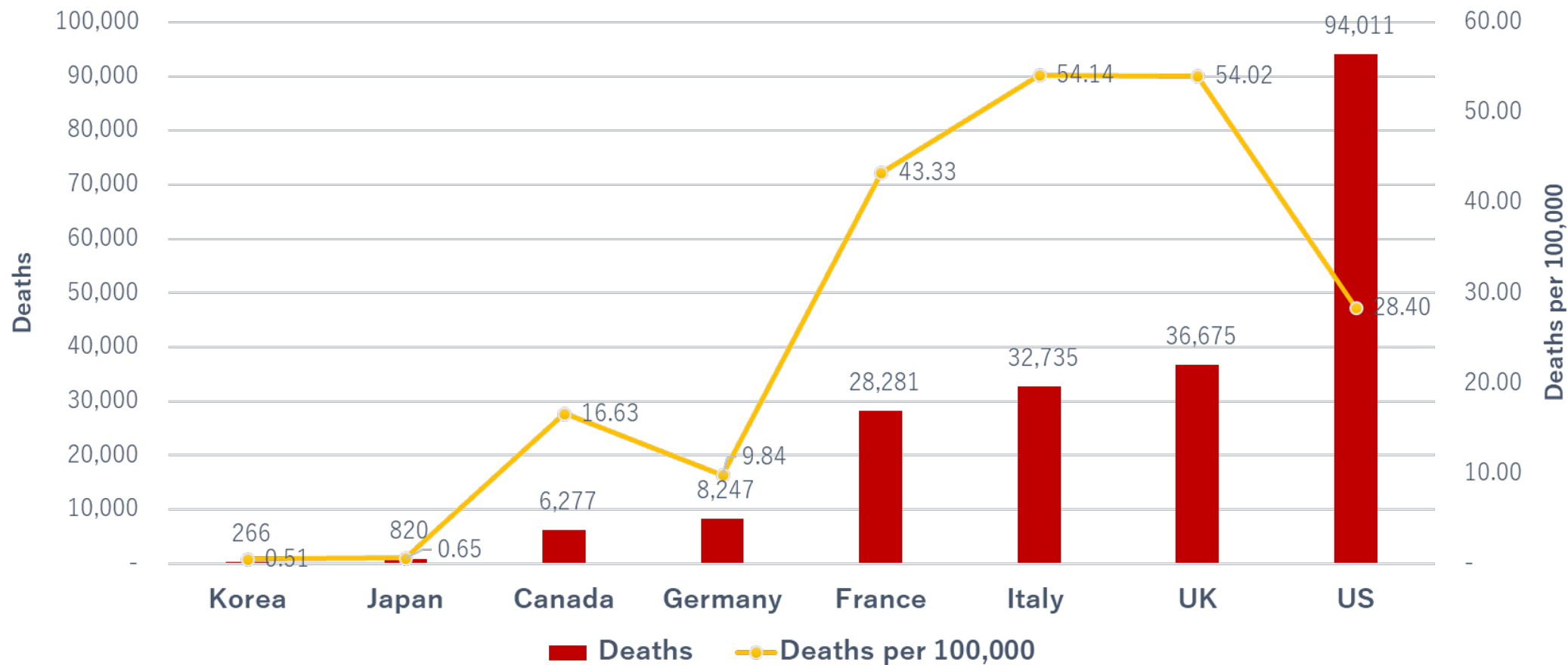
# 今度起こること



Source: Tomas Pueyo

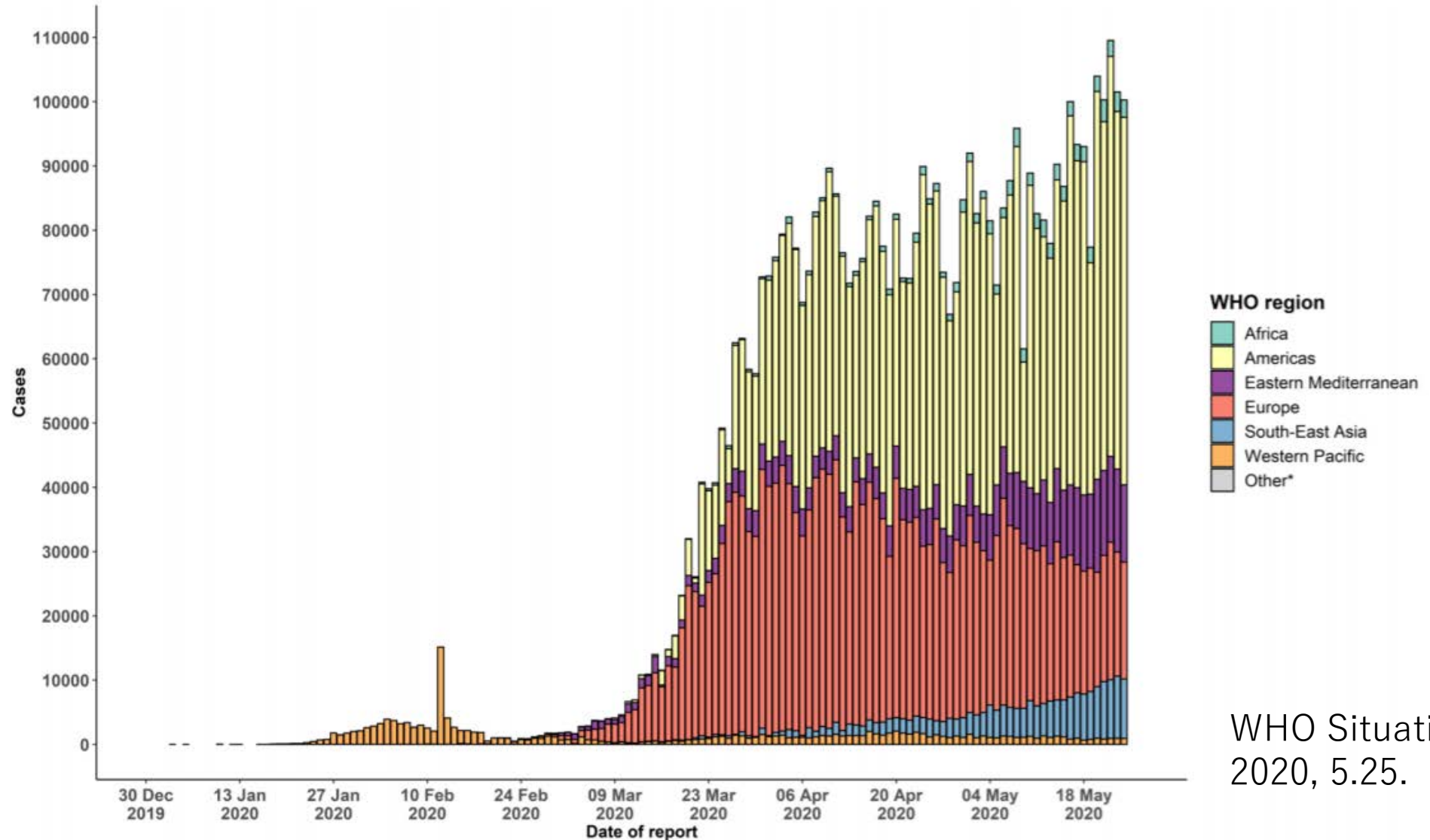
Tomas Pueyo

# 各国の総死亡者数と人口10万人あたりの死亡者数



# WHO地域ごとの感染者の推移

Figure 2. Number of confirmed COVID-19 cases, by date of report and WHO region, 30 December 2019 through 25 May 2020\*\*



WHO Situation Report  
2020, 5.25.

# これからの社会をどう構築していったらいいのか？

- プレコロナの社会
  - グローバル化や東京の一極集中が進み感染症だけではなくさまざまな脅威に非常に脆弱な社会
  - 感染症・経済危機・貧困問題・環境問題・食糧問題など
- ウィズコロナの社会
  - 新型コロナウイルスが短期的に地球上からも日本からもなくなることは考えにくい
  - 当面コロナと共存する社会
  - 欧米型の「コロナを殲滅する」という目標は当面達成不可能
- ポストコロナの社会
  - これからも続く感染症の脅威（新型インフルエンザなど）
  - プレコロナの脆弱な社会に戻すと人類は破滅的脅威にさらされる可能性
  - いかに安全なレジリエントな社会を創っていくかが求められている

# ポストコロナ社会

- これまで世界を牽引してきた欧米中心の論理が通用しない世界。
- 近年加速してきた自国第一主義の通用しない世界。
- 欧米中心の規範を押しつける“ガイドライン”で対応してきたグローバルヘルスの枠組みの破綻した世界。
- 全体主義的な国だけが生き残る世界にしてしまっているのか？
- 強制的な対応ではなく「自粛の要請」を中心にここまでの流行を乗り切ってきた日本が世界に果たすべき役割があるはず。

# これまでの日本の新型コロナウイルス に対する東北大学の貢献

- 医学系研究科・微生物学分野および分野出身者（疫学解析）
- 歯学研究科・小坂健教授（多岐にわたる分野）
- 大学病院・医学系研究科の多くの分野
- 大学本部
- 環境科学研究科・中谷友樹教授のグループ（地理情報解析など）
- 医学系研究科：富田博秋教授（メンタルヘルス）
- 災害科学研究所：國井泰人准教授（メンタルヘルス）
- 文学研究科・法学研究科など人文系の先生方

# 学際研究・国際共同研究の可能性

- なぜ欧米先進国に比べて日本の被害が少なくすんできているのか？
  - 医療システム
  - 数理モデル
  - 社会・経済的インパクトとのバランス
  - 行動変容の受容
  - 宗教観
  - 死生観
  - など……
- アジア地域などの国々との国際共同研究
  - 分断でなく連繋

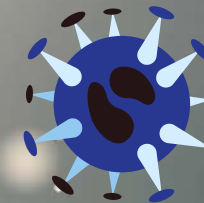
「赤べこ」

当時、疱瘡は「疱瘡神」がとりつくことで発病し、それは“断れない客”と考えられていました。人々は丁重に疱瘡神を迎え、つつがなく送り出すことに心を砕き続けましたが、そのもてなしに赤い色が大きな意味をもっていました。



# 感染症共生システムデザインチーム

## 日本のモデル検証



### 行動経済学・行動心理学

行動経済学などの知見を生かした行動変容と経済活性化。



### 文化・歴史・哲学・宗教

災害や感染症についてのこれまでの文化・歴史・宗教・哲学的視点



### 公衆衛生・医療体制

最新の公衆衛生対策  
スマートホスピタル。



### 生命科学（遺伝子解析）

病原体の起源・国際協調遺伝子解析



### 感染症・微生物学

感染動態研究、検査関連研究。



### 多次元数理モデル・AI

新たな社会的パラメータを入れた予測モデルの構築



### 計測科学（構造解析）GIS

地理情報による感染の広がりなどの予測



### ビッグデータ・アーカイブ

迅速な国際的ビッグデータの構築及びアーカイブの積極的活用

