

新型コロナウイルス感染症  
流行シミュレーション作成事業  
補足説明資料（2020年5月6日）

群馬大学大学院医学系研究科公衆衛生学分野

内田 満夫

# 実効再生産数について

- ウイルスが持つ感染力の強さ（1人の感染者が平均何人に感染させるか）を表す指標を**基本再生産数(Basic reproduction number:  $R_0$ )**という。
  - COVID-19は約2.5であり，感染対策を何も行わなかった場合，1人から平均2.5人に感染する。
- しかし感染対策を講じた場合1人の感染者が次に感染させる人数は減少する。この値を**実効再生産数(Effective reproduction number:  $R_t$ )**という。
  - 対策によって感染伝播する人数は変動し，2.5を下回る値となる。この値が1を下回ると感染の流行は収束する可能性がある。

# 実効再生産数の計算方法について

- 実効再生産数の“概念”は確立されており，各種対策の効果を確認するために利用されている。
- しかしその“計算方法”は複数存在し，方法によって用いる仮定や計算プロセスが異なる。
- 本資料では，群馬県の施策を検討する判断材料に利用できる以下の3つの方法を説明する。
  - ①報告日から発症日を推定して感染伝播を計算
  - ②理論値と観察値の相違から計算
  - ③報告者の増減のトレンドを用いて計算

# ①報告日から発症日を推定して感染伝播を計算

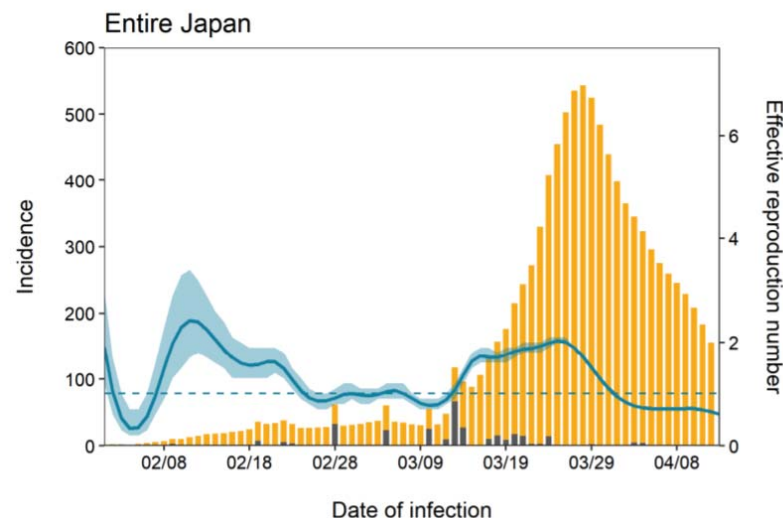
- 実効再生産数は，**SARS**の疫学データをもとに評価した**Wallinga\***らの計算式がしばしば用いられる。現在，専門家会議でも利用されている。

\*Wallinga J, Teunis P. different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. American Journal of Epidemiology. 2004;160:509-516.

- この方法では，症例の報告日の情報から尤度関数を用いて発症日を推定し，1次感染者から2次感染者に伝播させた人数の平均値を計算する。
- **SARS**のモデルのパラメータを**COVID-19**のウイルス特性の情報に置き換え，計算式をバージョンアップしている。

# ①解説のポイント

【図3. 全国における実効再生産数】



専門家会議資料 (5/1)  
(4/10時点)  
全国 : 0.7  
東京都 : 0.5

- 概要：COVID-19のPCR陽性者の発症日を数学的に推定し，1人の感染者から平均何人に感染させたか計算する方法。
- 利点：発症日の推定と感染伝播した人数を計算しているので精度が高いといえる。
- 留意点：追加の報告があると予想される直近2週間のデータは利用されず最新値は示されない。

## ②理論値と観察値の相違から計算

- 東京工業大学のAsoらのHP\*において、日本全国の実効再生産数の情報を公開している。

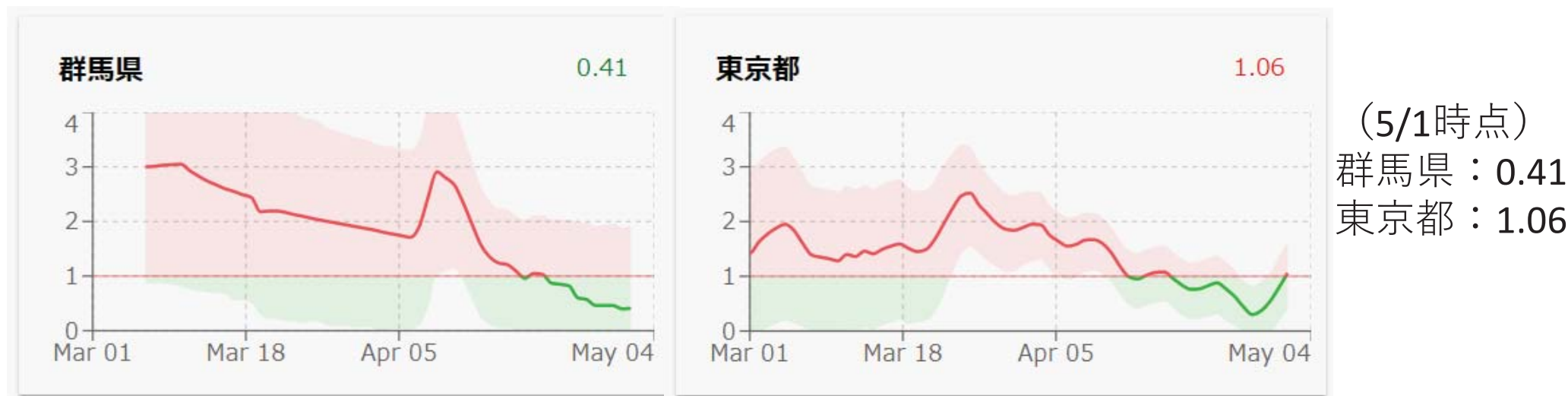
\* Rt Covid-19 Japan

- オリジナルはKevin Systromらによるモデル。理論値の $R_0$ に基づく感染者数と現実の観察データを比較し、ベイズ推定を用いて実効再生産数を計算している#。

# Bettencourt LMA, Ribeiro RM. Real time Bayesian estimation of the epidemic potential of emerging infectious diseases. PLoS one. 2008;3:e2185.

- 東工大のHPでは上記をアレンジしてWEBで公開している。また計算方法も全て示されている。

## ②解説のポイント



- 概要：理論値と観察データを比較し，実効再生産数を推定する方法。
- 利点：リアルタイムに自動計算され，都道府県の流行状況を相対的に比較できる。
- 留意点：推定に用いるサンプル数が少ないと90%信信頼区間で示される範囲が広くなる。群馬県の最新値は0.41(0.00~1.92)と範囲が広い。

### ③報告例の増減のトレンドを用いて計算

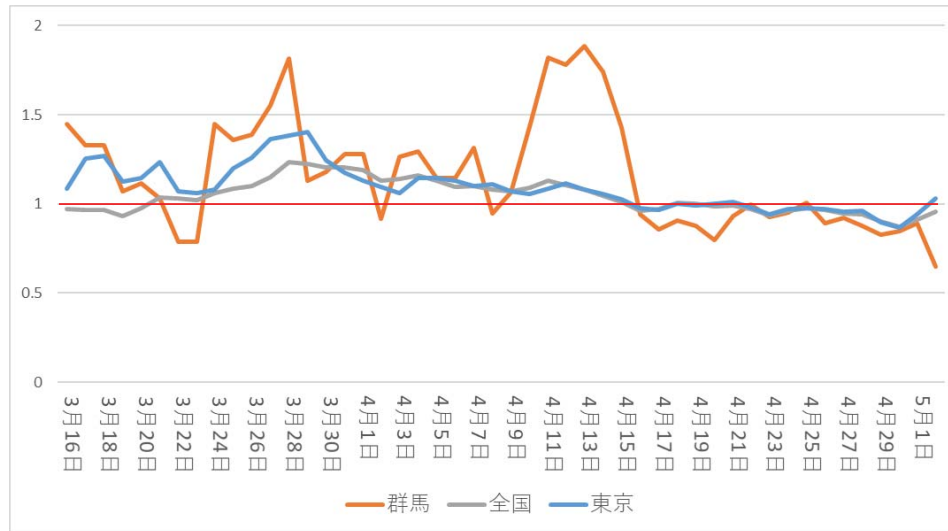
- 群馬県における公開データを用い、日々のPCR陽性者を連鎖した発症者と仮定し、ある時点の発症者数を直前の発症者数で除して計算\*する。

\*Giesecke J (山本太郎, 門司和彦 訳) . Modern Infectious Disease Epidemiology. 2006;pp94-106.

- 報告数の変動から得られる増減のトレンドを用いて流行を評価するため、報告者数の移動平均値（5日前から報告日までの平均）を用いる。
- 発症～PCR陽性までのタイムラグは考慮されていないため、計算値が必ずしも最新の現状を示すわけではない。



### ③解説のポイント



(5/2時点)

群馬県：0.65

全国：0.95

東京都：1.03

- 概要：PCR陽性者数の増減のトレンドから実効再生産数を計算する方法。
- 利点：計算過程がシンプルであり直感的に理解しやすい（陽性の報告が増えれば1を超え，減れば1を下回る）。
- 留意点：クラスターに影響を受けやすく，またタイムラグは考慮していない。

# まとめ

- 実効再生産数は“1を超えるか下回るか”という流行動態の評価に利用されている。
- 今回紹介した実効再生産数を計算する3つの方法はすべてプロセスが異なるため、その値は少しずつ異なる。
- それぞれの方法の間で直接的に比較することはできないが、同じ方法で計算する限り経時的な比較を行うことは可能である。
- 計算方法は異なっても、すべての手法で4月以降の全国の実効再生産数は1を下回っており、現在COVID-19の流行は抑制できていると判断できる。