

## ○COVID-19感染モデル式

単純な反応速度モデルを使用し

$$\frac{dI}{dt} = kI(P - I)$$

特に  $P \gg I$  となる感染拡大期においては

$$\frac{dI}{dt} = kI$$

とみなせるものとした（1次でない可能性については、次の解析で確認）

I	感染者数	人	※1 感染し、未だ完治していない人数（治療期間28 days、死亡者は無視）
t	時間	日	すなわち、他人に対し感染を広げうる可能性が高いものを対象とした
P	非感染者数（既往者は除く）	人	
k	活動度		

さらに活動度kについて、Googleのmobility reports data中の"transit station（公共交通機関による移動）"に比例するものとした  
 ここでtransit stationの定義は、通常時（COVID-19に伴う各種施策の実行以前）に比した各種交通機関による移動量となる  
 （この仮定が妥当でない可能性についても、次の解析で確認）

## ○モデル式の妥当性検証結果

米国、イタリア、日本を対象とし、上記モデル式の妥当性を検証した。

即ち、横軸に感染者数※1と交通機関利用率※2の積をとり、縦軸に感染速度※3をプロットした。

このプロットが直線に乗るのであれば、上記モデル式は（少なくとも現状、3か国については）妥当であると考えられる。

※1 感染し、未だ完治していない人数（治療期間28 days、死亡者は無視）

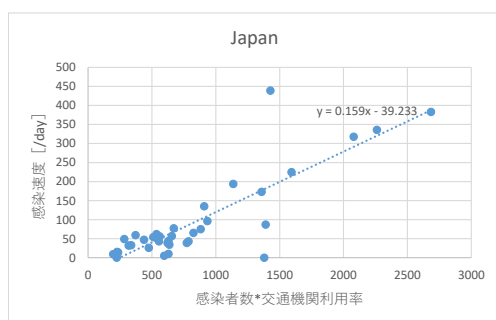
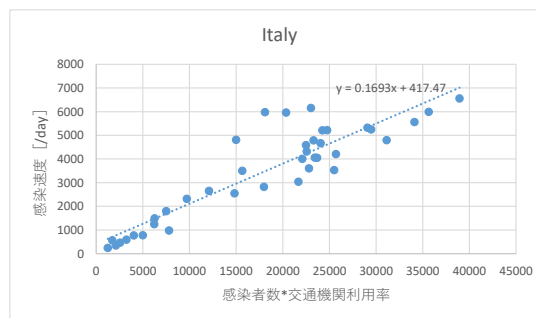
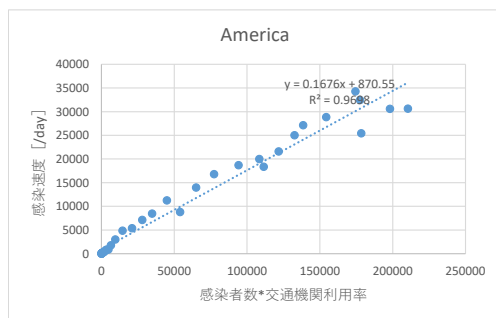
※2 潜伏期間を14日とし、遅らせたデータを使用

※3  $dI/dt$

結果として、いずれの国においても上記モデル式は一定の妥当性を有する事が確認された。

尚、特に日本においてはモデル式との整合性がほか2か国に比して劣った。これは、日本の場合土日祝日に検査が行われない事が大きな要因と考えられる。

この点については移動平均をとる事で平滑化できるとのコメントを得ているが、今回はひとまず下記解析結果を使用する。



#### ○日本国における今後の感染拡大シミュレーション

4/9以降の感染拡大に関し、上記モデルをそのまま使用し、公共交通機関の利用率を変数としたシミュレーションを構築した。

**結果として、公共交通機関利用率を4/9時点からおおむね80%低減しなければ、本ウイルスによる市中感染の影響が長期化する事が示唆された。**

下記にケーススタディをそのまま掲載したので、適宜公共交通機関利用率を変更し確認されたい。

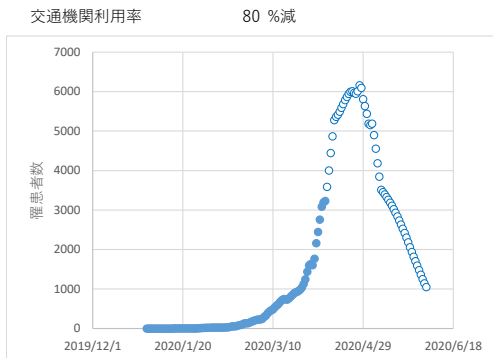
#### <備考>

計算手法として、先ほど得られた感染速度の1次直線フィッティング式を使用し、前日までの感染者数と交通機関利用率（ここは任意）から翌日の感染速度を求め、これを前日までの感染者数に加算する逐次計算手法を使用した。

尚、モデル構築時 $di/dt = ki$ と仮定したが、実計算においては現象の再現度（上記グラフへのフィッティング）を優先し係数項を加味した。

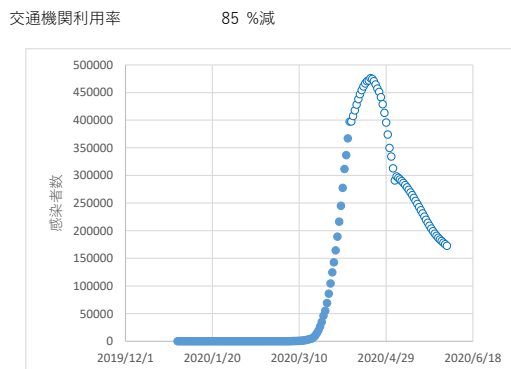
このように、理論式において計上されないパラメータをフィッティング上導入する事は工学モデルにおいてしばしば実用される。

（が、scientificな観点からはこのパラメータが持つ意味まで説明しきる事が望ましいことは言うまでもない）



#### ○感染の蔓延度が感染防止策の有効性に与える影響（米国を例として）

確認のため、同様の推算を米国に対しても実施した。結果として、感染の蔓延度によらず人との接触頻度を目安として8割低減すれば、感染の拡大を収束させる事が示唆された。ただし、感染の蔓延度（人口、地域）が大きくなるほど、接触頻度の制限をかける対象もより大規模となる。従って、可能な限り早期にこれら施策を実行に移す事が望ましいものと考えられた。



#### ○北大 西浦教授の計算に対する整合性について

動画のコメント欄に追記した通り、政府呼びかけの根拠となる試算は北海道大学の西浦教授によるものである。

今回は分かりやすさを極力重視し、ビッグデータという「回答を」もとに簡便なモデルを用いた推算を行った。

より正確な情報として、参考文献にリンクを掲載したので確認されたい。

#### ○参考文献

<https://github.com/datasciencecampus/google-mobility-reports-data>

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ057961860R10C20A4CZ8000/>