

新型コロナウイルスの収束予測に役立つK値について

平 田 嘉 宏 (北海道札幌月寒高等学校)

hirata@hokkaido-c.ed.jp

要約

K値は新型コロナウイルス感染症の地域ごとの収束予測などに役立つ優れた指標である。誰にでも簡単に計算できて、値が日ごとに直線的に減少する線形性が特徴である。感染の収束時には値が0に近づく。こうしたわかりやすさから、統計教育の中で生徒に紹介することもできる。また、厳密な定義は二重指数関数であるため、生徒に数学的な興味・関心を高めさせる目的で紹介することも可能である。本稿では、その定義及び北海道に当てはめたグラフを紹介する。

キーワード：K値、統計教育、二重指数関数

1 K値とそのメリット

K値とは、中野・池田(2020)によって発表された、新型コロナウイルスの収束予測などに役立つ画期的な優れた指標である。その定義は一見誰でもわかるきわめて簡単なもののため、従来の分析を補完するものとして期待されている。値域は0～1で、日ごとに直線的に減少する線形性や収束時には0に近づくという性質をもつ。注目度は高く、5月14日に開催された政府の新型コロナウイルス感染症対策専門家会議でも参考資料として提出され、翌15日にはテレビ番組でも取り上げられた。

新型コロナの感染者数は当初は幾何級数的に増えることが一般的には多いことから、通常複数の国などいくつかの集団の感染者数を比較する場合は、縦軸を対数目盛にすることが多い。このとき各国の推移は曲線となるため、変化を比較しにくい。これに対して、K値は、 $0.25 < K < 0.9$ の範囲では単調減少の直線で近似できるため、変化が読み取りやすい。さらには、例えばある国でロックダウンをしたときにその効果があったかといったことを読み取ることは対数目盛の曲線からは難しいが、K値であれば直

線の傾きがある時点から変化として現れるので読み取りやすい。

このように、K値は定義のわかりやすさと線形性から、役立つ可能性があると注目されたのである。

2 K値の定義（簡単バージョン）

K値は、ある集団における新型コロナウイルスの感染者全体の数に対する直前1週間の感染者数の割合である。即ち

$$K = (\text{直前1週間の感染者数}) / (\text{感染者全体の数})$$

例えば、直前1週間の感染者数が感染者全体の数の半分なら $K = 0.5$ 、1割なら $K = 0.1$ となる。

3 K値についての補足

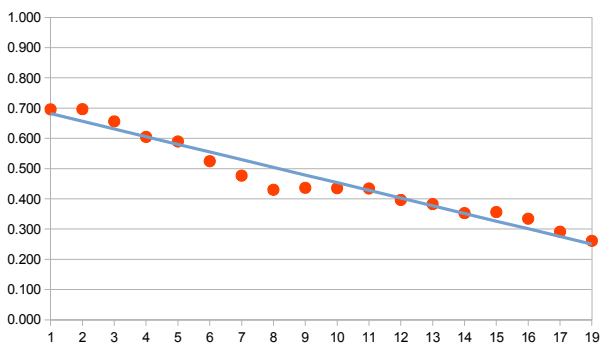
厳密には、K値は後述する二重指数関数という複雑な式で定義される。しかし、Kが0.25より大きい範囲を調べるのであれば、2の定義で十分である。

なお、感染者全体の数は、感染拡大が始まってからの感染者数とすることが多い。例えば、次に取り扱う北海道の第2波の感染について調べるときには、第1波の感染者数は感染者全体の数から除く。

4 北海道の第2波の感染におけるK値

北海道の第2波のK値を調べる。本稿では、第2波の始まった4月6日以降の数を感染者全体の数とする。

このときのK値を求め、グラフ化すると、次のようになる。



横軸は1目盛りが1日であり、4月6日の2週間後の4月19日が横軸の1、その18日後の5月7日が横軸の19である。縦軸はK値である。直線は、回帰直線である。5月7日までとしたのは、8日になると $K < 0.25$ となり、線形近似の範囲を超えるためである。

$K = 0.25$ ということは、直前の1週間で25%も増加したということになる。確かに5月1日からの感染者数は、順に23,33,25,31,12,23,14と、相当な数であった。

なお、なぜこの式で予測できるのかについては本稿の意図とは異なるので取り上げないが、参考文献をみていただきたい。

5 K値の厳密な定義と予測グラフ

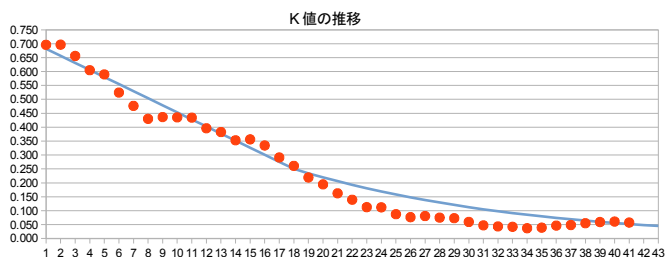
K値の厳密な定義は次の関数で表されるのだが、詳しくは中野・池田(2020)と秋山(2020)を参照願う。ここでは、二重指数関数の形になっていることだけご理解いただきたい。

$$K(t) = 1 - e^{-L(0)e^{-(1-k)t}}$$

※ t は日にち、 k は近似直線の傾き k' を用いた $k = 1 + 2.88k'$ という計算で求められる値、 $L(t)$ は倍加率の対数

K値が0.25を下回ったあとは、この厳密な定義による計算で予測曲線を描くことになる。

5月29日現在のK値とその予測曲線を含むグラフを描くと次のとおりである。



なお、横軸19までの直線は先ほどのものを用い、厳密な定義による曲線との接続は、グラフがつながるように係数 $L(0)$ を自分なりに計算した。その具体的な計算は本稿の趣旨から外れるので割愛させていただく。

横軸の20以降をみると、一旦予測よりも感染者数が減っている。

しかしながら、横軸の41の5月29日に至っては、予測曲線どおりになっている。危惧されるのはK値が上昇気味なことであるが、これは本稿の目的とは異なる専門家の分析の内容となるので、素人が考えを述べることは差し控える。

こうしてみると、生徒への統計教育における関係係数の発展としての回帰直線に言及することがあれば、最初の事例を簡単な定義とともに伝えることで、生徒に数学の統計分野がまさに今世の中で問題となっていることの解決に役立っていることが伝えられるのではないだろうか。

また、厳密な二重指数関数の定義は、生徒に数学的な興味・関心を高めさせる目的で紹介することも可能である。

6 K値の厳密な定義の補足

$$K(t) = 1 - e^{-L(0)e^{-(1-k)t}}$$

の $-L(0)$ は、 $K = 0.25$ 付近で近似直線とこの曲線に連続性を持たせるために調整する値と捉えている。

参考文献等

新型コロナウイルス感染症対策専門家会議（第14回）(2020). shidai_r020514.pdf. 10-39
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/senmonkakaigi/sidai_r020514.pdf

中野貴志・池田陽一(2020). Novel indicator of change in COVID-19 spread status
medRxiv preprint doi:
<https://doi.org/10.1101/2020.04.25.20080200>

秋山泰(2020). 累積感染者数の変化に関する新たな指標「K値」の利点と欠点について
http://www.bi.cs.titech.ac.jp/COVID-19/Mathematical_analysis_of_K_indicator.html

http://www.bi.cs.titech.ac.jp/COVID-19/Mathematical_analysis_of_K_indicator.pdf

安田洋祐(2020). K値が導く収束への道
<https://note.com/yagena/n/n22215ecd9175>