

## 新型コロナの診断はベイズに聴け

日本の第一波は過ぎたようですが、皆様お元気ですか。

新型コロナより感染力の強い麻疹（はしか）には、「咳のない麻疹はない」という格言があります。10秒足らずの間診で咳は確認できますが、とても有用な「検査」です。麻疹なら咳をします<sup>1</sup>。麻疹には、新型コロナのようなステルス感染<sup>2</sup>がほとんどありません。新型コロナは、本人も気づかないうちに他人に感染させます。

前回、新型コロナウイルスのPCR検査は精度が良くないこと、それを「漏らさない度」「濡れ衣度」で表しました。あれから少し経ってメディアは「感度」や「特異度」という専門用語を使うようになりました。

まとめますと、

- ①新型コロナのPCR検査は、精度が高くない。
- ②検査精度には、感度（感染者をどのくらい見つけ出せるか（漏らさない度））と特異度（健常者をどのくらい排除できるか（濡れ衣度の反対））の二つがある。
- ③新型コロナPCR検査の感度は50%くらい（今回は7-8割と書いたが、いずれにしても低い。値は流動的で、後述）で特異度は99%くらい<sup>3</sup>（今回は濡れ衣度「数%」と書いた。100%から濡れ衣度を除くと特異度になる）。
- ④できるだけPCR検査をすべきだが、偽陽性（健常者なのに感染者とされてしまう）と偽陰性（感染者なのに健常者とされてしまう）に注意。日本の全妊婦に対するHIV検査がそうだが、一般人に広くPCR検査を行えば陽性者のほとんどが偽陽性になる事態が予想できる。

次世代の抗原検査は簡便ですが、PCR検査より精度は落ちることがわかっています。実は医学（おそらく医学以外も）の検査の多くはそれぞれに精度がよくありません。新型コロナのPCRが特に悪いのではなく、多くの検査がそうです。精度100%は理想ですが、ほとんど存在しません。

「検査が診断をしている。だから検査をしてくれ」と人は考えます。これは間違いです。検査でなく、では何が病気を診断するのか。

---

<sup>1</sup>麻疹は熱や発疹が有名だが、咳もほぼ必発。格言の逆は成り立たず、「咳をすれば麻疹」ではない。咳をする病気は山のようにあるからだ。

<sup>2</sup>私の造語で正式には不顕性感染。先日のNHKの番組に出た米国の医者も使っていたからもう鮮度はない。麻疹の不顕性感染は1割以下。

<sup>3</sup>日本プライマリケア連合学会参照

曖昧な所見、曖昧な検査結果からできるだけ正確に診断を絞り込んでいく技法、それを考えた人がいます。ベイズという 300 年前の英国人です。曖昧を扱う曖昧な確率論であるため、長く顧みられませんでした。100%を求める人々にベイズの理論は不要だったのです。

ところが 1980~2000 年頃、ファジーや複雑系、それにネットの曖昧検索が注目されるようになると曖昧推論のベイズが俄然、脚光を浴びるようになりました。そして診断学こそ、もっと早くからベイズの曖昧推論を活用すべき分野だったのです。

さっそく、ベイズ先生の力で新型コロナを診断してみましよう。三人のケースを考えます。

- ①東京に千人の感染者が出た。自分も感染している可能性は千/一千万で、0.01%だ<sup>4</sup>。
- ②感染者とは知らず、密に 5 分間話をした。感染した可能性が 10%くらいある<sup>5</sup>。
- ③熱が続き倦怠感が強くて、コロナか否か五分五分と医者は見立てた。

三人にこれから「曖昧な」PCR 検査をしますが、その前にベイズの力を借ります。ベイズは PCR 検査の「感染肯定力<sup>6</sup>」は 50 倍<sup>7</sup>と教えます。曖昧な PCR ですが、特異度は高いので病気を肯定する力が強力です。逆に陰性と出た場合の「感染否定力<sup>8</sup>」は 0.51 倍<sup>9</sup>で、感染の可能性は少ししか下がりません。感度が低なので、コロナを否定する力が乏しいのです。冒頭の「咳という麻疹の検査」は、このコロナの PCR と逆で「咳」に感染肯定力はありませんが感染否定力が大きく、10 秒で麻疹がほぼ否定できます<sup>10</sup>。

三人の診断を続けましよう。

- ① 感染確率 0.01%の一般人に PCR 検査をして陽性と出れば、コロナの感染確率は 0.5%に<sup>11</sup>なる。逆に陰性が出れば、感染確率は 0.005%に<sup>12</sup>なる。
- ② 感染の確率が 10%だった人が、PCR で陽性と出れば、感染確率は 85%に<sup>13</sup>なる。逆に陰性

<sup>4</sup>検査前確率、あるいは事前確率という。

<sup>5</sup>10%がどこから出てきた数字かは、ベイズ理論ではあまり問題にしない。適当な数字から出発しても、多くの検査（あるいは診察所見）のたびに、ベイズがその精度を上げてくれる。新型コロナの感染力は強烈と言われているので「10%」もそんなに過大ではないだろう。実はこの根拠不十分の事前確率の設定に関しては 300 年前から議論されていて、ここで論じきれることではない。ベイズの推理は完璧ではないが、今日の現代統計学までベイズに代わるものがない、ベイズ以上のものがないことは確かだ。

<sup>6</sup>正式名称は陽性尤度比。

<sup>7</sup>感度 ÷ (1 - 特異度) = 0.5 / (1 - 0.99) = 50

<sup>8</sup>正式名称は陰性尤度比。

<sup>9</sup>(1 - 感度) ÷ 特異度 = 0.5 / 0.99 = 0.505

<sup>10</sup>咳の感度は 9 割。ちなみに発熱と発疹は 10 割

<sup>11</sup> $0.0001/0.9999 \times 50 = (0.005/1.0049) \div (0.9999/1.0049)$  分子の 0.50%が事後確率  
つまり陽性でも 99.5%の確率でコロナではない

<sup>12</sup> $0.0001/0.9999 \times 0.51 = (0.000051/0.999953) \div (0.9999/0.999953)$  分子の 0.00531 が事後確率

<sup>13</sup> $0.1/0.9 \times 50 = (5/5.9) \div (0.9/5.9)$  分子の 84.7%が事後確率

と出れば、感染確率は5%に<sup>14</sup>減る。

- ③ 感染確率五分五分の人が、PCR 陽性と判明したら、コロナの確率は98%に<sup>15</sup>なる。陰性なら、感染確率は34%に<sup>16</sup>減る。

以上がベイズの診断<sup>17</sup>です。詳しくみましょう。

①は何の症状もなく接触歴もない人が、コロナが不安で検査を受けた場合です。あるいは行政による全数チェックが行われた場合です。注目すべきは、検査の結果で陽性になっても(もちろん陰性でも)、実際に感染している可能性はほとんどありません。偽陽性の確率は99.5%です。ほぼ疑陽性ですからそもそもPCR検査をした意味がありません。陽性でも感染確率は0.5%なのに陽性だからとこの人を隔離することは、緊急事態宣言で全住民を「隔離」するのと同等の対応です<sup>18</sup>。

また全数チェックの場合、正しく患者を探し出すことは望めません。全数チェックは、世にどのくらいの感染者がいるかの統計学的推定が目的です。

②の人が陽性と出れば、①と違ってコロナに感染している可能性は非常に高まります。感染していると推定できます。胸部CT検査など次の対応が必要です<sup>19</sup>。逆に陰性と出ても5%は感染の可能性が残るので、まだまだ安心はできません。

③の人は、陽性と出ればコロナがほぼ確実です。陰性でも、コロナの可能性はまだ高いといえます。

繰り返しになりますが、咳という麻疹の「検査」と新型コロナのPCR検査は、診断力がさかさまです。麻疹の咳は否定力が強いが、肯定力は無い。コロナのPCRは肯定力が強いが、否定力は弱い。さらにPCR検査は事前の確率がとても低い場合、その高い肯定力さえ発揮できません。

ベイズが教えるものは、日々診断にあたる医者感覚にきわめて近いものです。検査で出た診断確率を基に、次の所見・検査を考え、徐々に診断確率を高めていきます<sup>20</sup>。

日本を始めアジアで新型コロナの患者数がなぜ少ないのか、話題になっています。はたしてBCG接種が関連しているのでしょうか<sup>21</sup>。結核の多いアジアではBCGワクチン接種が行

---

<sup>14</sup> $0.1/0.9 \times 0.51 = (0.051/0.951) \div (0.9/0.951)$  分子の5.36%が事後確率

<sup>15</sup> $0.5/0.5 \times 50 = (25/25.5) \div (0.5/25.5)$  分子の98.0%が事後確率

<sup>16</sup> $0.5/0.5 \times 0.51 = (0.255/0.755) \div (0.5/0.755)$  分子の33.8%が事後確率

<sup>17</sup>ベイズの定理を考えたトーマス・ベイズは医者ではなく、数学者で哲学者

<sup>18</sup>大量にPCR検査を行っている諸外国は、為政者がベイズ理論を承知の上で無差別検査をしている、と信じたい。

<sup>19</sup>日本ではなかなかPCR検査ができないので、先にCTを撮る逆転現象が起きている

<sup>20</sup>一つ一つ電卓をたたいて計算しているわけではなく、高感度か低感度か、高特異度か低特異度かで、病気が高確率か低確率か概算する。

<sup>21</sup>今日見た記事では「セレン欠乏が原因」とあった。セレンは必須ミネラルのひとつだが、日本人はもともとセレンを過剰気味に摂っている。このほか何百もの仮説が吟味されている。

われています。ワクチンの有無が結核の診断に大きく影響することを、ベイズが教えます。どういふことでしょうか。

英語の医学書では、結核の診断の中心はツベルクリン反応です。簡単で速くて値段が安く、しかも精度の高い検査です。ところが日本の医学書にはツベルクリン反応が書いてありません。その理由がBCGです。BCGを受けた人は、ツ反が陽性になりやすいのです（偽陽性）。ツ反の感度は8割ありますが、日本での特異度は3割程度しかありません<sup>22</sup>。感度8割は新型コロナのPCR検査より優秀ですが、特異度が低いのでベイズの感染肯定力はおおよそ<sup>123</sup>、感染否定力もおおよそ<sup>124</sup>になります。これではツ反が陽性でも陰性でも、事後確率が変わりません。ツ反検査の結果が診断に影響しないのです<sup>25</sup>。たとえ米国で標準の検査でも、日本では有害無益とベイズは教えます<sup>26</sup>。

日本語と英語の医学書が違うのは、患者群が違うからです。ベイズの診断のかなめは感度と特異度ですが、特異度だけでなく、感度も病気の状態<sup>27</sup>、検査の手技<sup>28</sup>、検査試薬<sup>29</sup>、検査技師の技<sup>30</sup>で大きく変化します。現時点で新型コロナのPCR検査の感度の報告に、3割〜7割と広がりがあるのはやむをえません。

「インフルエンザでないことの診断書があるので、検査をして欲しい」との要望に応えることは医学的に不可能です。否定する検査がないからです。同様に、コロナを否定する検査も今はありません。ただコロナにも「否定のための検査」はいろいろあります。たとえば胸部CT<sup>31</sup>は感度も特異度も高い、高精度の検査です。肺炎を否定する力も肯定する力も抜群です。問題は「肺炎は確定、でもコロナと確定できない」という点ですが、肺炎とわか

---

<sup>22</sup>国によって検査の感度と特異度が変わるのは結核だけとは限らない。新型コロナも、国によって感度と特異度が異なる可能性もあり、今後の検討が待たれる。診断は二重に曖昧なのだ。

<sup>23</sup> $0.8 \div (1 - 0.3) \div 1.1$

<sup>24</sup> $(1 - 0.8) \div 0.3 \div 0.7$  1より小さいので陰性の場合、事後確率は少し下がるが、その後の診療に影響するレベルではない。

<sup>25</sup>結果が陽性でも本当か間違い（偽陽性）かわからないし、陰性となっても本当か間違い（偽陰性）かわからない。

<sup>26</sup>その代りにTスポットという血液検査が行われている。感度98%、特異度99%、感染肯定力（陽性尤度比）100倍、感染否定力（陰性尤度比）0.02。肯定力も否定力も強力だ。新型コロナでもこんな検査が望まれる。

<sup>27</sup>ウイルスの型の違いなど。あるいは人種差、患者の背景因子の違いなど。感染すればすべての患者で必ず上咽頭にたくさんのウイルスがずっと出現し続けるのか、まだよくわからない。

<sup>28</sup>綿棒をきちんと奥まで挿入して上咽頭の粘液をうまくこすり取っているか、など。

<sup>29</sup>海外で検査キット不良のニュースがあるのはこの部分。

<sup>30</sup>臨床検査は手技の連続で、素人にはできない。技師不足もPCR検査が充分にできない理由の一つになっている。

<sup>31</sup>日本は他の先進国と比較し、4倍（人口比）もCTがある。コロナの肺炎は、胸部レントゲンではわかりにくい、CTなら簡単である。

れば PCR 検査の出番です。事前確率の高い人に PCR を使えば、とどめの確定診断が可能になります。あるいは、D ダイマーという血液検査もあります。コロナでは様々な臓器に血栓（血管炎）ができて、脳梗塞や心筋梗塞の危険性が高まることがわかってきました。血栓を疑えば、この D ダイマーを調べます。感度は抜群で血栓症を強力に否定します。新型コロナウイルスのステルス感染を否定することは不可能ですが、コロナの肺炎やコロナの血栓症を否定することは容易です。

冒頭の格言は、麻疹を疑わない人には何の役にも立ちません。しかし麻疹を疑った患者には、咳の有無が強力な「検査」となります。新型コロナウイルスの PCR 検査に限らずすべての検査は、対象を適切に選ぶことでその能力を発揮します。ベイズが 300 年前に教えてくれました。