

ウイルス学の常識があれば、 新型コロナウイルスは怖くない 「2020作戦」こそ防疫の要諦

京都大学 ウィルス・再生医学科学研究所

宮沢孝幸

Miyazawa
Takayuki

それはもはや「未知のウイルス」ではない

昨年十二月に中国武漢市で始まった新型コロナウイルス（正式名はSARS-CoV-2）騒動であるが、正直私は辟易としている。確かに二月くらいまでは、その正体が分からず不気味な存在であった。しかし、ウイルスの正体が明らかになり、その感染実態がおおよそ分かった今となっても、以前と同じように人々は恐れおののき、平常心を完全に失っている。それは一般市民だけではない。市民を導く役目を負っている医者や知識人すらも、このウイルスの「真の姿」を一切見ずに、国民の心を奈落の底に突き落とされている。それどころか、断崖絶壁から人々を突き落とさずばかりである。

私はこれまでに五〇種以上の動物や人のウイルスを扱い、細胞内レベルのミクロの研究から、霊長類を含めた個

体への感染実験や免疫応答の研究、ワクチン開発やその安全性まで、多岐にわたって研究を行ってきた。英語の原著論文も二〇〇報以上書いてきたし、教科書も何冊も書いている。私は権威が大嫌いだ、世界的に権威があるとされるサイエンス誌や米国科学アカデミー紀要にも論文を発表している。ことウイルス研究に関しては、私は素人呼ばわりされる筋合いはないと考えている。

ウイルスを知らない無責任なウイルス専門家たち

確かにこのウイルスは分からないこともある。しかし、分かっていることも十分過ぎるほどある。私と同程度の研究者は、世の中にあまたいるはずなのに、なぜかダンマリを決め込んでおり、世の中が誤った方向に突き進んでいるのを誰も止めない。私はその状況を嘆き、憤り、他の研究



宮沢孝幸(みやざわたかゆき)

93年、東京大学大学院農学系研究科博士課程修了(短縮)、博士(獣医学)。グラスゴー大学博士研究員、東京大学助手、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン客員研究員、大阪大学微生物病研究所助手、帯広畜産大学助教を経て、05年より京都大学ウイルス研究研究所助教授、16年より京都大学ウイルス・再生医科学研究所准教授。専門は獣医ウイルス学、レトロウイルス学、内在性レトロウイルス学。病原性ウイルスのみならず非病原性ウイルスも研究対象としている。

者にその鬱憤をぶつけたが、なぜか、私を遠巻きに眺めているだけである。

現在の世の中は何かがおかしい。明らかに間違ったことがまかり通り、影響力がある人が白だと言えば、真つ黒も白となり、黒を黒と言ったものが叩かれる。そのような風潮では、ダンマリを決め込んだ方が得策と考えるのも無理はない。しかし、今は非常時だ。白黒つける能力をもっているのであれば、「黒は黒、白は白」とはっきり声を上げるべきだ。

ウイルス学といっても、実は結構広い学問である。ウイルス学者といわれるものですら、実務的なウイルス学を知らない人もいる。皆さんは信じられないかも知れないけれど、今のウイルス学はかなり歪められている。なぜ歪んでしまったのかは、インパクトファクター(雑誌の格を示す指標)を中心とした業績主義である。細かいミクロのことを

研究しているウイルス研究者がもてはやされ、実務的なウイルス研究者が冷や飯を食っている。細胞内の細かいウイルス学の研究も確かに面白いが、ウイルス学の目的の第一はウイルス感染症の征圧のほうである。新しいウイルスが出てきた時は、細胞内の細かいウイルスの知見はすぐには役立たない。

「ウイルス感染」はそんなに簡単に起こらない

今回は、普段私が気になっていることを書きたい。それはウイルスの感染効率のことだ。一例としてエイズを挙げたい。エイズの原因ウイルスは正式にはヒト免疫不全ウイルス(HIV)と呼ぶ。唐突だが、HIV感染者の男性がHIV陰性者の女性と、コンドームなしの性交をした時の感染確率を皆さんは知っているだろうか。それは概ね〇・一%から一%とされている。一〇〇回から一〇〇〇回に一回の性交で感染が成立することになる。もちろん、感染者の精液中にはHIVはたくさん入っているし、HIVに感染しているリンパ球も少なからず入っている。感染リンパ球からは感染性のHIVは数千以上出てくる。しかし、HIVの感染力というのはその程度なのである。

次に皆さんは、ウイルス粒子数を計測する方法を知っているだろうか? 絶対的なウイルス粒子数を知ることしか

なり面倒だ。ウイルスのような大きさの人工微粒子をウイルス溶液に混ぜ、それを電子顕微鏡で観察することで、ウイルス粒子とその微粒子(混ぜた微粒子数は既知の比を調べる)によって、絶対的なウイルス数を知ることができる。

ウイルス粒子が一〇〇個あったら、最大一〇〇個の細胞に感染すると勘違いしている人も多いようだが、それはまったく違う。例えば、HIVのようなレトロウイルス(逆転写酵素をもつウイルス群の総称)では、だいたい一〇〇個に一つが感染性を有していると考えられている。一〇〇個のウイルス粒子を感受性のある細胞に接種すると、だいたひ一個の細胞が感染するということである。しかし、本当のことをいえば、一〇〇個に一つが感染性を有しているという考えも実は「嘘」である。ここでは詳しく述べず、簡単に説明する。実はHIVの場合は、細胞の中に入ってから、細胞内のHIVに対する抵抗因子(これを宿主抵抗因子と呼ぶ)の妨害を受ける。ある程度の数のウイルスが集団で細胞内に侵入しないと感染が成立しないのである。これは受精にも似ている。受精においては、卵細胞の周りの防護層を、多数の精子が、精子の頭から出てくる物質で溶かして、タイミング良く到達した精子のみが受精する。

細胞に感染するのに必要なウイルス粒子数は、ウイルスの種類によってもまったく異なる。例えば、中東呼吸器症

候群(MERS)コロナウイルスはウイルス粒子一〇万個で一細胞にしかならないという報告もある。また同じウイルスであっても、ウイルスの「株」によっても性質は異なる。株というのは馴染みがないと思うので補足すると、我々は同一のウイルスでも、別の患者(あるいは患者)から分離されたものを区別して「株」と呼んでいる。面白いことに、同じウイルス株でも、試験管内の細胞で増やし続けていると、その感染性は上がったたり、逆に下がったりする。

専門家でも「ウイルス量」を正しく測定するのは難しい

ウイルス数を知る方法は電子顕微鏡による観察の他にも色々ある。現在よく使われるのは、リアルタイムPCRである。しかし、これも不確定要素がある。まず、リアルタイムPCRを行うにも、ウイルスから核酸(DNAやRNA)を分離するステップが必要であり、その工程での核酸の回収率が厳密には分からない。リアルタイムPCRで核酸のコピー数を数えるのであるが、それも実は条件によって大きく変動する。既知の数の核酸を試料に混ぜてリアルタイムPCRを行い、得られたシグナルの値をもとに「検量線」というものを描く。そして、ウイルス由来の核酸も同様に増幅させてシグナルを得て、検量線と照らし合わせてコピー数を決める。しかし、ここにも罫はある。世の中に



流行っているウイルスというのは、単一のものではなく、常に核酸の変異が生じ多様な集団である。リアルタイムPCRは核酸の変異によって、その増幅率は著しく影響を受ける（増幅効率が下がる）。したがって、最先端のリアルタイムPCRでも、街で流行っているウイルスの量は正確には推定できない。また、論文を読んでいて分かることであるが、明らかに計算を間違えている研究者もいて、ウイルスコピー数が、論文に出ているからといって、全面的に信用できる代物ではないのだ。ここで大事なことは、異なる研究室（極論すれば異なる実験者）の論文の数字を比較するのは、注意が必要ということである。

「感染」するには、一定以上の感染性ウイルスの侵入が必要

次に、個体への感染に必要なウイルス量である。ここでいうウイルス量とは「感染性ウイルス量」であり、絶対的なウイルス粒子数ではない。感染性ウイルス量とは、試験管内（実際には試験管ではなく、プラスチックシャーレである）に入れた細胞の一つに感染するウイルス量を一単位としたものである。この単位も実はさまざまで、TCID₅₀（五〇%の確率で細胞が感染するウイルス量）や、プラック形成ユニット（PFU）（プラックという細胞変性効果を起こすものを一単位とした時のウイルス量）という単位がある。これは試験方法の違いに

よって決まる単位である。TCID₅₀とPFUを単純に比較することはできない。詳しい説明は割愛するが、ここでは単純化するために、これらの値をひっくり返して「感染性ウイルス量」とする。個体にウイルスを感染させる際に、どれだけの感染性ウイルス量が必要かは、動物実験である程度分かっている。ネコの病原性コロナウイルスであるネコ伝染性腹膜炎ウイルスの場合、およそ一万个の感染性ウイルスが必要である。この場合、口からウイルス溶液を接種（投与）する。ネコのエイズウイルスともいえるネコ免疫不全ウイルス（FIV）のワクチンの検定試験においては、ワクチン非接種対照群のネコに七万五〇〇〇の感染性ウイルスを静脈内にダイレクトに接種している。接種ウイルス量が少ないと、ワクチン非接種対照群のすべてのネコが感染せず、一方多すぎるとワクチン効果が見えなくなってしまう。今回の新型コロナウイルスでもアカゲザルなどで感染実験が既に行われているが、およそ一〇〇万个の感染性ウイルス液を肺に直接流し込んでいる。実際には一〇〇万个は不要かも知れないが、そこまで接種しないと感染が成立しないのではないかという研究者の心理がある。

ウイルス量がピーク時の一／一〇〇になれば感染しなくなる

ここまで書いて、皆さん理解していただけたであろう

か。おそらく多くの読者は置いてきぼりになっていると思
うが、ウイルスの粒子数の話はこれくらいにして先に進め
る。

ウイルスが個体間を飛び回るといのは、本当は実に非
効率的であり、ウイルスは数の論理で攻めるしかない。し
かし、宿主というのもこれに対して徹底的に対抗してい
る。長いウイルスと宿主とのせめぎ合いの中で、ウイル
スと宿主は共生関係を構築してきた(たとえ病原性ウイルスで
あっても、集団レベルでは共生しているともいえる)。これは、少
し考えれば分かることも知れない。極めて効率良く感染
し、病原性が高ければ、ウイルスが宿主を早期に殺してし
まったり、動けなくなったりする。それはウイルスにとつて
も都合が悪い。宿主がバタバタと死んでしまえば、ウイル
スも絶えてしまうからである。つまり、ウイルスは宿主と
絶妙のバランスを保たざるを得ない。では、新型コロナウイルス
イルスの場合はどうなのであろうか？

新型コロナウイルスの感染性も冷静になって見てみれ
ば、かなりぎりぎりの線を攻めていることが分かる。基本
再生算数(R0)という値がある。これは、集団が未感染者
だけだった場合に、一人の感染者が何人に感染させ得るか
ということを示す数字である。単純に感染性の指標と考え
てもよい。新型コロナウイルスのR0は、WHOは、一・

四から二・五であることを発表している。国内では一・七程
度と見積もられている。この値は、季節性インフルエンザ
よりも低い。空気感染するウイルスや細菌の場合は、R0
は通常八以上である。麻疹はしかは一二から一六、水ぼうそう(水
痘・带状疱疹ウイルス)は八から一〇、細菌性の百日咳は一二
から一七といわれている。教科書的には、新型コロナウイルス
は空気感染しないと断言してもよいレベルである。

初期のクラスター対策班の解析によっても、このウイル
スは感染者が五人いたとして、他の人に感染させる能力が
ある人は一人とされている。この割合が正確かどうかは症
例数が少ないので結論付けることはできないが、すべての
感染者が他の人に感染させているわけではないことは確か
である。また、感染者が他の人に感染させる時期は、発症
前数日と発症後数日までということも分かっている。もち
ろん、感染しても発症しない人は五〇%以上もいるので、
発症後という数字が導き出せない人もいる。

なぜ、このようなことになっているのかを考えてみよ
う。感染したては、免疫も十分に働いてはおらず、急激に
体内でウイルスは増えていく。増えたウイルスが体を傷害
したり、あるいは免疫応答が起これると、ようやく臨床症
状が出てくる(咳や発熱はその現れである)。発症後免疫が順調
に働くと、体内のウイルス量は徐々に減っていく。例えば

のであれば、確かに石鹼や界面活性剤で丁寧には洗わなければならぬが、「感染確率」をゼロに近づけるのであればその必要はないのである。飛沫感染も同様である。不織布のマスクをすれば比較的大きな飛沫はほとんどなくなる。お互いマスクをしていれば、感染確率はゼロに近づく。空気感染は、先に書いたようにR0の値を考えれば、ほとんど無いといえる。確かに極めて狭い部屋に感染者がいて、何時間も一緒に会話したり、あるいは咳をしていたら、感染リスクは多少は出てくるであろう。それでもマスクをお互いにしていれば、感染確率は極めて低いといえる。中国のレストランのデータであるが、大きな飛沫が飛んだ下流（空調の吹き出し口の下流）では感染者が出ているが、空調の吹き出し口の下流以外の場所（同じ部屋）にいた人には、感染していない。このことから、空气中に長時間漂う極微粒子による感染（エアロゾル感染）は、食事をしている時間程度では起こらないと考えてよい。もし、エアロゾル感染が頻繁に起こっているのだとしたら、R0の値はもっと高いはずであるし、都会においては、通勤電車やバスで密な状態は避けられないので、爆発的な感染が起こってしかるべきである。

敵はウイルスではなく、刷り込まれた思考である

書きたいことはもつともたくさんあるが、誌面の都合もあって、今回はこれだけにしたいと思う。ウイルス専門家にとっては極めて当たり前のことを、思うがまま書いた。ウイルスの教科書に書いてあることは、エッセンス中のエッセンスであり、簡略化するために厳密には嘘といえなくもないこともたくさん書いてある。ウイルス研究者には当たり前のことも、教科書に書いていないことは山ほどある。ウイルス研究者は研究室に配属されてから、朝から晩までウイルスのことを考え研究している。私の話を信じるも信じないも読者の自由であるが、私はウイルス研究の世界に三十三年も生きてきたことは分かっている。今、我々は新型コロナウイルスと闘わなければならないが、私からすると、このウイルスは知識だけで十分防ぐことができる、か弱いウイルスしか見えない。知識で対抗できることが分かっているのに、それができない現在の状態を、とてもどこかしく思っている。私には、人々が暗がりでも柳の枝を幽霊と勘違いし、明るくなって柳を見ても、依然として幽霊だと信じているようにしか思えないのだ。最後に一言つけ加えたい。私が戦っているのは、柳を幽霊と勘違いして、それに凝り固まってしまった人々の思考である。とにかく冷静になって、私が提唱する「二〇〇〇作戦」を実行して欲しい。私も諦めずに啓発活動を続けていく。