



ウイルスとは何か？ 次に 来そうなウイルスは何か？ —— 知っておきたいウイルスの知識 ①

様々な病原体

新型コロナウイルスが世界中で流行しています。これまでに様々なウイルスが流行して、問題になってきましたが、今回ほど、社会生活に影響を与えたものは近年なかったのではないのでしょうか？

もちろん、私たちが生まれる前には、恐ろしいウイルスや細菌の流行がありました。明治時代末には結核が流行して、今の日本人の人口に換算すると、毎年20万人の方が亡くなっていました。それも数年流行するというものでもなく、かなり長い間流行し、結核は不治の病と考えられていました。

ウイルスでは天然痘が大きな被害を与えました。日本には6世紀に侵入し、江戸時代には日本に定着していました。感染力はインフルエンザやコロナウイルスよりも高く、致死率も数十パーセントにのびります。

たとえ治っても後遺症が残りました。天然痘はワクチンによって地球上から根絶されました。1977年に最後の患者がみつかり、1980年にWHOから根絶宣言が出されたのです。

病原体には様々なものがあります。皆さん、どれくらい知っていますでしょうか？ ウイルス以外にも細菌、マイコプラズマ、プリオン（BSE・牛海綿状脳症、いわゆる狂牛病の原因ウイルス）、寄生虫です。寄生虫にも様々な仲間がいます。原虫や線虫、回虫などです。これらの中で、ウイルスとプリオンには他の病原体と決定的な違いがあります。それは一体何でしょうか？

答えは「ウイルスとプリオン以外の病原体は、条件さえ揃えば、自分で増殖できますが、ウイルスとプリオンは自分で増殖できない」ということです。ウイルスもプリオンもタンパク質で出来ていますが、ともにタンパク質合成系をもっていないのです。



京都大学ウイルス・再生医科学研究所
准教授

宮沢 孝幸

。 [みやざわ・たかゆき] 1964年東京都出身。1984年東京大学理Ⅱ入学、同大学院で獣医学博士号を取得。英国留学等を経て2005年より京都大学ウイルス研究所。著書は『京大おどろきのウイルス学講義』（PHP新書）。『ウイルス学者の責任』（PHP新書）が3月25日に発売予定。

ウイルスは感染した細胞の中に、自分のタンパク質の設計図である「核酸（DNAまたはRNA）」を送りこみます。その核酸の情報をもとにして、細胞がタンパク質を合成し、細胞の中でウイルスが出来ています【図1】。

プリオンはどうでしょうか？ プリオンはなんと設計図すらもっていません。特殊な構造になったタンパク質が、細胞内にある正常型のプリオンタンパク質と結合して、構造変換を誘起して、異常型プリオンタンパク質に変えていくのです。驚くべきことにタンパク質だけで感染性をもっていて、設計図である遺伝情報は正常な細胞にあるのです。

他の病原体の性質も気になると思いますが、今回のお題はウイルスなので、この辺りでとどめておきます。

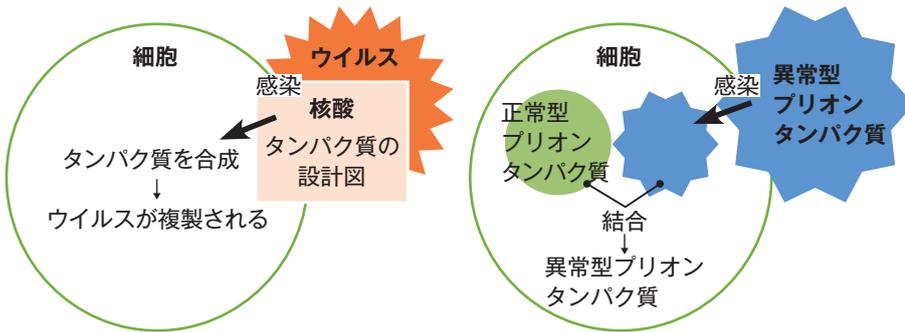
ウイルスと細菌の違い

よくウイルスと細菌を混同している人がい

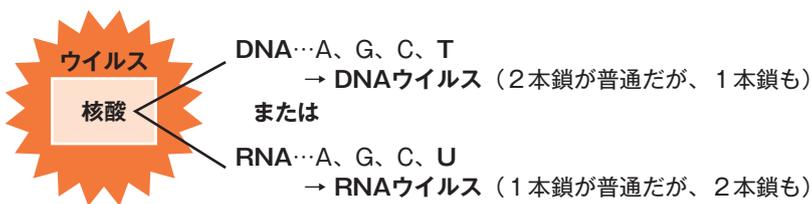


>>> 知っておきたいウイルスの知識

【図1】 ウイルスとプリオンの感染



【図2】 ウイルスの遺伝情報による分類



ます。新型コロナウイルスのことをコロナ菌
と言う人がいますが、その呼び方は明らかに
間違っています。先ほど書いたように、**ウイ
ルスは自分で増えることができません。あ
くまでも生きた細胞に感染して、細胞内に
侵入しないと増えることはできません。**
これでもピンと来ないかもしれないので、
実例を挙げましょう。ウイルスによる風邪
を引いた人の口の中には、もともといる雑
菌とともに風邪の原因となるウイルスもい
ます。その人がペットボトルに入っている透

明のリンゴジュースを飲んだとしましょう。
そのジュースを暖かい部屋の中に1日置い
ておくと、ジュースの中で雑菌が増えて、
ペットボトルの下に沈殿が出来ます。それ
では風邪のウイルスはどうでしょうか？
風邪のウイルスは感受性のある細胞に感染
しないと増殖しません。リンゴジュースには
人の細胞も動物の細胞も入っていませんの
で、ペットボトルを放置しておいてもウイル
スは増えていきません。

今回の新型コロナウイルス騒動では、一般
の方からたくさん質問を受けました。そ
の中に「スーパーで買って来た野菜についた
コロナウイルスは大丈夫ですか？」という
ものがありました。私は「微量だから大丈
夫だけれど、心配なら外側を水洗いしたら
どうですか」と答えました。そうしたらさら
に質問が来て「冷蔵庫に入れっぱなしにし
た野菜は大丈夫ですか？」と聞いてくるの
です。私は驚いたのですが、質問者は野菜
についた新型コロナウイルスが野菜で増え
て、冷蔵庫に広がらないのかということ
を聞きたかったのです。

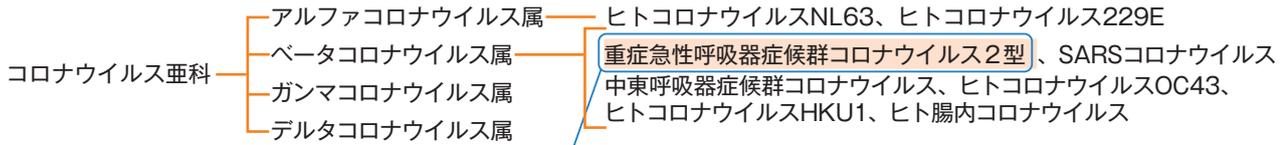
新型コロナウイルスは人や動物の細胞に
感染して増えるものです。野菜についた新型
コロナウイルスは野菜には感染しないし、牛
肉や豚肉も生きているとは言えないので、た
とえ新型コロナウイルスが生肉について肉に
感染したとしても（もちろんありえないので
すが）、ウイルスが増えることはありません。
このように、世間ではウイルスが自分で

増殖すると勘違いする人が意外に多いとい
うことに気がつきました。ウイルス研究者
はいつもウイルスのことを考えているので、
一般の方がウイルスをどのようにとらえてい
るのかわかりません。

ウイルスの種類

次にウイルスの種類について説明しましよ
う。ウイルスは何百種類にも分類されてい
ます。まず、**ウイルスがもっている遺伝情
報の種類によって2つに分けられます。遺
伝情報は「核酸」という物質に含まれてい
ます。核酸は「DNA」と「RNA」に分
けられます。どちらも「塩基」という物質
がつながっていますが、DNAとRNAは塩
基にくっついている糖の種類が異なります。
DNAの塩基にはアデニン（A）、グアニン
（G）、シトシン（C）、チミン（T）の4種
類が使われているのですが、RNAはチミン
のかわりにウラシル（U）が使われています。
ウイルスは遺伝情報としてDNAをもつて
いるものと、RNAをもつているものに2分
され、「DNAウイルス」「RNAウイルス」
と呼ばれます【図2】。DNAは普通2本鎖な
のですが、DNAウイルスの中には1本鎖
DNAをもっているものがあります。RNAは
通常1本鎖なのですが、RNAウイルスの
中には2本鎖RNAをもっているものもい
ます。なお、新型コロナウイルスはRNA
ウイルスです。**

【図3】ヒトコロナウイルスの分類



現在流行している新型コロナウイルス。アルファ株、デルタ株、ガンマ株、オミクロン株もここに属する

遺伝情報は一続きのDNAやRNAに書かれているのですが、ウイルスの中にはその情報がいくつかの固まり（分節）に分かれているものがあります。そのようなウイルスは「分節型ウイルス」と呼んでいます。ここまでは、遺伝情報の媒体（核酸）での分類を説明しました。

もう一つ大きな分類があります。ウイルスは細胞に感染して、遺伝情報からウイルスに必要なタンパク質を細胞に作らせます。作られたウイルスタンパク質は自動的に集めて粒子になります。その粒子の中にはウイルスの遺伝情報（核酸）が入っていき、完全なウイルス粒子になります。ウイルス由来の核酸は細胞の中で複製されます。

複製されたウイルスは細胞の外に出ていくのですが、その飛び出し方にもいろいろあります。一つはウイルスの感染細胞が死んで壊れ、そこからウイルスが飛び出していくものです。もう一つは、感染細胞の表面から粒子が飛び出していくものです。この場合、細胞は死ななくても良いのです。感染細胞の表面（これを細胞膜と呼びます）から飛び出すときに、細胞膜をかぶって出てくるものがあります。細胞から出てきたウイルスは細胞膜をかぶったウイルスと、細胞膜をかぶっていないウイルスの2種類に分けられます。前者を「エンベロープウイルス」と呼び、後者を「ノンエンベロープウイルス」と呼んでいます。エンベロープウイルスにはインフルエンザウイルスやコロナウイルスがあります。ノンエンベロープウイルスにはノロウイルスやアデノウイルスがあります。

細胞膜は脂質二重膜で出来ていて、有機溶媒で溶けてしまいます。新型コロナウイルスが流行して、エタノールで手を消毒してくださいと言われるようになりましたが、**コロナウイルスがエタノールに弱いのは、ウイルスの外側の膜が脂質二重膜で出来ているからです。**一方、ノンエンベロープウイルスは有機溶媒に抵抗性で、エタノールはほとんど無効です。ウイルスの種類が違えば、**ウイルスを消毒する方法が違つのです。**逆にウイルスの種類さえわかれば、たとえばそれが新型であろうが、どの消毒法が有効かわかります。

コロナウイルスの分類

ここまででウイルスの性質と分類法について説明しました。ウイルスは種 (Species) の概念が不明確なのですが、分類学上は他の生物と同じように、種、属、科、目という順番に細かい側から分類されています。

今流行している新型コロナウイルスの正式名は「重症急性呼吸器症候群コロナウイルス2型」(英語名ではSARSCoV-2)と呼んでいます。これが種名となります。SARSCoV-2はベータコロナウイルス属に分類されます。ベータコロナウイルス属には他にSARSコロナウイルス (SARSCoV)、

中東呼吸器症候群コロナウイルス (MERS-CoV)、ヒトコロナウイルスOC43、ヒトコロナウイルスHKU1、ヒト腸内コロナウイルスがあります。この上の分類(上位分類)はコロナウイルス亜科で、コロナウイルス亜科はアルファコロナウイルス属、ベータコロナウイルス属、ガンマコロナウイルス属、デルタコロナウイルス属に分類されます【図3】。

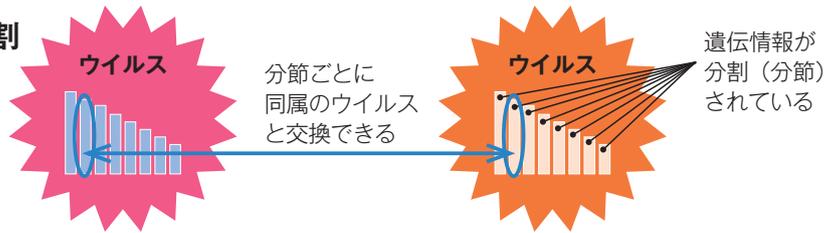
ヒトに感染するコロナウイルスはアルファコロナウイルス属にもあります。ヒトコロナウイルスNL63とヒトコロナウイルス229Eです。新型コロナウイルスで突然脚光を浴びたコロナウイルスですが、**ヒトはもともと7種類のコロナウイルスをもっています。**今回が8番目のヒトに感染するコロナウイルスになります。NL63、229E、OC43、HKU1は毎年冬に流行する季節性の風邪コロナウイルスでした。

これらヒトに感染しているコロナウイルスは、すべて動物からやって来ています。SARSCoVやSARSCoV-2はとくにキクガシラコウモリからやって来たと考えられています。MERS-CoVはアブラコウモリかタケコウモリと考えられています。ヒト腸内コロナウイルスはウシから、OC43の由来はわかりませんが、近縁のウイルスはイヌやブタに存在します。HKU1はネズミやリスなど齧歯類からやって来たと考えられています。NL63はミツマタカグラコウモリに近縁種があるので、ミツマタカグラコウモリかそれに近いコウモリ由来と考えられます。



>>> 知っておきたいウイルスの知識

【図4】 ウイルスの遺伝情報の分割



遺伝情報が分割（分節）されている

2019Eはラクダに近縁種がいますが、おそらくコウモリからやって来たと考えられています。これを聞いてわかるのは、多くのヒトのコロナウイルスはコウモリからやって来ています。

ヒトの新興ウイルス感染症は動物からやって来ます。私たちはイヌやネコなどのペット（伴侶動物）、ウシやブタ、ニワトリなどの家畜、コウモリやシカなどの野生動物に取り囲まれています。それらの動物にもウイルスがたくさん感染しています。おそらく1種類の動物に数種から数十種類のウイルスが常に感染しているのだと思います。それらは動物と共存状態にあります。

ウイルスの伝播

特定の種の動物に共存しているウイルスが、別の種の動物に感染することがあります。これを「種間伝播」と言います。種間伝播は頻繁に起こっていると思われませんが、たいていは別種に感染してもうまく増殖せず、感染した動物から同じ動物種に感染せず、感染は広がらずに消えてしまいます。

ところが稀に、種間伝播して次の動物種でよく増える場合があり、それが新しい種内で広がって、病気を起こすようになります。新興ウイルス感染症と認識されます。今回のコロナウイルスも、キクガシラコウモリで共存していたウイルスが変異によってヒトに感染するようになったのです。

一般に新興ウイルス感染症は初期の頃（種間伝播して広がるようになった頃）の病原性が高く、徐々に病原性が低くなっていきます。特に急性の感染症は病原性が早く低くなっていきます。これは、種間伝播したウイルスが徐々に宿主になじんでいくためです。ウイルス自体に意思はなく、遺伝情報を複製するときエラーが生じて、ランダムに変異が入っていき、宿主と共存していくウイルスが選択されて残っていくからです。ウイルスも宿主と共存する方が都合が良いのです。

RNAウイルスはDNAウイルスと比べて複製時に変異が入りやすいウイルスです。一説には100倍程度違うと考えられています。ですので、RNAウイルスは特に早く宿主となじんでいきます。新型コロナウイルスも当初は病原性が高かったのですが、オミクロン変異体（株ともいう）ではかなり病原性が落ちてきました。今後も病原性は落ちていき、やがて普通の風邪ウイルスになるのだと思います。

RNAウイルス、特に1本鎖RNAウイルスは変異しやすいので、宿主になじむのも早いのですが、新たに種間伝播するウイルスにも変わりやすいです。ノロウイルスもそうです。ノロウイルスに近縁なウイルスであるカリシウイルスがネコにあって呼吸器感染症を起こしますが、時々、高病原性のウイルスが出現します。同じくノロウイルスと近縁なウサギのウイルスには出血病

を起こすものがあります。ノロウイルスも高病原性になる可能性は否定できません。

また、遺伝情報が分割されている分節型RNAウイルスは、分節ごと同属のウイルス（近縁な別種のウイルス）と交換することができると【図4】。そうすると、まったく新しいウイルスとして生まれ変わり、新しい種の動物に感染し新興ウイルスになることができます。今、大きな問題になりつつある重症熱性血小板減少症候群ウイルスもインフルエンザウイルスも分節型ウイルスです。DNAウイルスもゆつくりと変異して、新興ウイルスとなりえます。

人の周りには、たくさん動物がいて、おびただしい数のウイルスと共存しています。どのウイルスが次のヒトの新興ウイルスとなるかは予想はつきにくいですが、いくつかはリストアップされ警戒されています。しかし、たいていの新興ウイルスはまったく未警戒の動物ウイルスからやって来ます。それはなぜかと言うと、新興ウイルスはもとの動物では非病原性である場合がほとんどだからです。

ところが、非病原性ウイルスは病気を起こさないために、研究の対象になりません。予算申請をしても予算はまったくつくことはありません。しかし、新興ウイルス感染症にいち早く対処するためには、次にヒトにやってくるようなウイルスの研究も重要です。その意味で、私は非病原性の動物由来ウイルスの研究も重要であると訴え続けています。