



2023年4月10日放送

「ウイルス学と疫学の融合による感染対策」

長崎大学大学院 ウイルス学教授 古瀬 祐気

はじめに

長崎大学の古瀬と申します。ウイルス学と疫学を専門としており、そこで今回は、「ウイルス学と疫学の融合による感染対策」というテーマを頂戴しました。新型コロナウイルス感染症の流行に際して、さまざまな専門家がメディアで発信をしたり、政策に関する提言を行ったりして、一般の医療従事者や市民のかたの目にも留まるようになりました。マスクをしたほうがよいのか、オリンピックの開催は感染拡大を助長しないのか、専門家の間ですら意見が対立しているように見えるものもあり、少し名前の知られたウイルス学者が「政府の対策班にウイルス学者が入っていないのはおかしい」と主張されていたりもします。逆に、「ウイルス学者が、感染対策に口を出すな」という意見も聞いたことがあります。

ウイルス感染症対策の担い手

そもそもウイルス感染症の対策の実際を考えるのは、ウイルス学者と疫学者、どちらの領分なのでしょう。難しい問題かもしれませんが、あえて単純に答えるなら、どちらでもありません。感染対策を担うのは、感染制御学と公衆衛生学になります。ざっくり言うと手洗いやマスクの着用など、個人レベルでの対策が感染制御学、クラスター対策だったりワクチン接種を展開する方法だったり、集団や社会レベルでの対策を考えるのが公衆衛生学です。

そして、この2つの分野を支えてくれるのがウイルス学や疫学です。感染制御によって、日本中の至るところに手洗いのためのアルコールが設置されました。感染経路の話は一旦置いておいて、なぜ、アルコールによる手洗いが有効だと考えられるのでしょうか？新型コロナウイルスが、アルコールによって不活化されることが分かっているからです。このような知見を提供しているのがウイルス学です。ほかにも、どの消毒剤が有効なのか、どれくらいの濃度や時間が不活化に必要なのかといったこともウイルス学

的に検討されます。また、なぜアルコールで不活化できるのか、の答えはエンベロープが破壊されるから。どうしてエンベロープがアルコールに対して脆弱なのか、の答えは脂質膜だから。どうしてウイルスが脂質膜に覆われているのかの答えは、宿主細胞の形質膜に由来しているから。どうして形質膜に由来する成分があるのかは、ウイルスのタンパク質が宿主の ESCRT 複合体をリクルートして形質膜の小胞化を促すからです。

このような一連の基礎的知見が、長年のウイルス学的な研究の蓄積で明らかになってきています。すごいですね。でも、「ウイルスのタンパク質が ESCRT 複合体をリクルートする」という知識から、「アルコールによる手洗いが感染予防に有効だ」という実際の対策にうつるのには、間に大きなギャップがあります。

クラスター対策

視点を変えて、今度はクラスター対策について考えてみましょう。クラスターの発生しやすい場所-人がたくさんいて近距離で会話がされていて喚起のよくないところ-、いわゆる3密を避けましょうということが新型コロナの流行初期から言われてきました。これは、公衆衛生的な助言です。

感染症の伝播はうつす人とうつされる人、2人がいれば成立するはずですが、新型コロナに関してはクラスターが発生しそうな場に絞った重点的な対策が行われました。これは、発端となる感染者と、その周囲の人たちのその後の感染状況を調べた結果、「ほとんどの人は誰にも感染をうつさないけれど、一部の人が多くの人にうつしている」ということがわかったからです。このような知見は、疫学と呼ばれる分野から得られます。

その後も、「飲み会に頻繁に参加する人ほど感染リスクが高い」とか、「医療機関や介護施設でのクラスターは大規模かつ長期化しやすい」といったことが疫学研究から分かっています。ウイルス学に比べると疫学という分野がカバーする概念は少し分かりにくいかもかもしれませんが、一般には「疾患に関する頻度と、それに影響する因子を調べる」学問だとされています。

「3密状態では感染伝播のリスクが高い」を見出すのは疫学ですが、「感染伝播のリスクを下げるために3密状態を避けましょう」を伝えるのは公衆衛生学になります。あくまで一般論であり、細分化を煽りたいわけではありません。

感染対策の根幹ワクチン

さて、感染対策の根幹となるのがウイルス学と疫学だけかということ、もちろんそんなことはありません。つぎに、ワクチンを考えてみましょう。

ウイルスのスパイクタンパク質に対する抗体の存在が、感染そのものや重症化を防ぐのに重要だということがわかっています。ウイルス学と免疫学です。ですので、スパイクタンパク質だけを事前に人体に投与しておいて免疫を作らせて、きたる感染機会に備

えようとワクチンが開発されました。ところが、ウイルスのスパイクタンパク質は体内で形がころころと変わってしまい、うまく抗体を誘導できないことがあります。特定の変異を人工的に導入することで、この安定化に成功しました。遺伝子工学と生化学と構造生物学です。これを人体に効率的に投与するために mRNA ワクチンというプラットフォームを用いることになりました。核酸医学とワクチン学です。ウイルスにはさまざまな変異株が存在しています、どのタイプのスパイクタンパク質を使うのがよいでしょう。分子系統学と情報生物学です。どの程度の量を接種したら、どのくらいの効果が認められるのか、それを確認するためには何人くらいの被験者が必要なのか。統計学が教えてくれます。効果は残念ながら 100%ではありません。値段の高いワクチンを大量に購入する価値はあるのでしょうか。価値があったとして、同時に全員には接種できないので優先順位を決めなくてはなりません。倫理学や医療経済学です。そして、「さあ、ワクチンの接種を推奨して展開していきましょう」とするのが公衆衛生学になります。

感染制御や公衆衛生によって実践される対策

さらに、感染制御や公衆衛生によって実践される対策について、事前に影響を予測したり、事後的に効果を評価するといった解析を行う疫学者もいます。特に、数理モデルによるシミュレーションは新型コロナ流行中に何度も話題になりましたね。このような理由から、国や地方自治体の専門家会議では、感染症診療、感染制御、公衆衛生、そして疫学の専門家が多く集められました。ですが、その専門家たちの考えや判断の大元には、ウイルス学をはじめとする様々な分野の知見が積み重なっているのです。

そのような会議に出席する専門家とよばれる先生たちには、理想としては広大なフィールドの知識が求められるわけですが、日進月歩である最先端の科学情報にキャッチアップするのはなかなか大変です。どうしているのかというと、専門家会議とか分科会とか、みなさんが報道などで見聞きする会議の前の準備段階で、たくさんの人に関わってもらって議論を交わしています。

ウイルス学者や免疫学者といった基礎生物学の人たちに参加してもらうこともありますし、医療工学や経済学などちょっと毛色が違うけれど関係しそうな領域のかたがた、また、保健所・医療機関・介護施設など現場で働いているかたからも積極的に意見を述べてもらっています。

「ウイルス学の専門家が専門家会議に入っていないのはおかしい」とか、「現場を知らない疫学者に何が分かるのか」といった意見が聞かれるのは、そのような事情がきちんと公開されていない、あるいは公開されていても伝えられていないところに問題があるかもしれません。

ウイルス学と疫学の融合

「ウイルス学と疫学の融合」というお題をいただいたのは、逆説的には「うまく融合で

きていないのではないか」という思いが企画担当者にあったからなのでしょう。ですが、ここまで説明させていただいたように、感染症の対策とは、そもそもウイルス学や疫学の知見を踏まえて行われているものです。むしろ、それだけに留まらず、本当に多くの専門分野の知見が集結して感染制御や公衆衛生による現場での対策が行われています。当たり前ですが、どの分野も大切で、ないがしろにはできません。

SNS が普及したことに伴い、専門家や一般のかたも自身の意見を表明してたくさんの人に届けられるようになりました。役に立つ情報も多いですし、なるほどと考えさせられる批判だったり問題提起もあり、対策に関わっている私もよく参考にしています。ですが、残念ながら、すべての人が納得するような対策はおそらくありません。

それでも、少しでもより効果的で、なるべく多くの人々が納得できるような対策を考え実行していくためには、ウイルス学のことも、疫学のことも、ほかのさまざまな科学技術も、そして倫理や文化など社会的な要素も踏まえて考えていく必要があります。科学技術が進歩して、人々の価値観が変化していくなかで、求められる感染制御や公衆衛生の姿も当然変わっていきます。

ウイルス学者かつ疫学者という少し変わった経歴を持つ私が、その中の一ピースとして何ができるのか、未熟ながらこれからも考えていきたいと思えます。