

なぜ COVID の集団免疫を獲得することが不可能なのか

Why herd immunity for COVID is probably impossible

予防接種の取り組みが本格化 COVID-19 を打ち負かす

理論上の閾(しきい)値に到着できないように思える

Even with vaccination efforts in full force, the theoretical threshold
for vanquishing COVID-19 looks to be out of reach.

C. Aschwanden: Nature, 591(18 March 2021): 520-522 (2021)

COVID-19 ワクチンの接種率は世界中で上昇してきていますが、人々は当然のことながら、このパンデミックはどのくらい続くのか、と尋ねはじめました。それは不確実性に包まれた問題です。しかし、じゅうぶんな数の人が、最終的に感染の大部分をブロックする SARS-CoV-2 に対する免疫を得ること——すなわち集団免疫閾(しきい)値の獲得——がありそうに見えるはじめてということが、一時話題になりました。

閾(しきい)値は一般的に高い接種割合でのみ達成され、多くの科学者は人々が一斉に予防接種を受けはじめることで集団免疫ができ、社会を正常な状態に戻すだろうと考えていました。推測の多くが、閾(しきい)値は住民の 60~70% がワクチンを接種したか、またはウイルスに感染した場合ということでした。しかし、パンデミックが 2 年目に入ったので、考え方が変わってきました。2 月に、独立のデータ科学者 Y. Gu 博士は、彼の COVID-19 の予測モデルの呼び名を「集団免疫への道」から「正常への道」へと変更しました。彼は、ワクチン忌避の風潮、新たな変異株の出現及び子供へのワクチン接種の遅れのため、集団免疫の閾(しきい)値への到達はありそうにないと述べています。

Gu 博士はデータ科学者ですが、彼の考えは多くの点で疫学者グループのそれと一致します。「私たちは集団免疫の閾(しきい)値に達することで、パンデミックから永遠に遠ざかるという考えから離れつつある」と、テキサス大学オースチン校の COVID-19 モデル化コンソーシアム(共同体)の事務局長で、疫学者の L.A. Meyers 博士は述べています。「この態度の変化はパンデミックの複雑さと課題を反映しているが、ワクチン接種は免疫の助けになっているという事実を覆い隠すべきではない。ワクチンを接種することは、ウイルスが自然に消えて無くなるということを意味する」と、Meyers 博士は述べています。しかし、新しい変異株が出てきているので、感染症に対する免疫力が低下する可能性があり、「私たちはここ数ヶ月か 1 年、いつのまにかまだ依然、脅威とたたかう道を進んでおり、将来の急増に対処する必要がある」とも述べました。

パンデミックに関する長期的な見通しは、COVID-19 もインフルエンザのように風土病になってくるというものです。しかし、短期的には、科学者は集団免疫の成立を含まない新たな日常を描いています。この考え方の背後にはいくつかの理由があり、それはパンデミック後の世界に関係しています。

ワクチンが感染を防ぐかどうかは不明

たとえ人が感染してもウイルスが伝染を維持するには、ウイルスに無防備なホストの存在が欠かせません。周囲にワクチンを接種したか、すでに感染した人が大多数になってしまうと、ウイルスは拡散することができなくなります。このようにウイルスの影響を受けやすいホストを少なくすることが、集団免疫を成立させるための鍵です。モデルナ及びファイザー - BioNTech が開発した COVID-19 ワクチン

は、例えば症候性疾患の予防に特に効果がありますが、感染自体を防ぐことや他人にウイルスを拡散することを防ぐか否かについては、まだ明らかではありません。このことは集団免疫に対する問題を引き起こします。

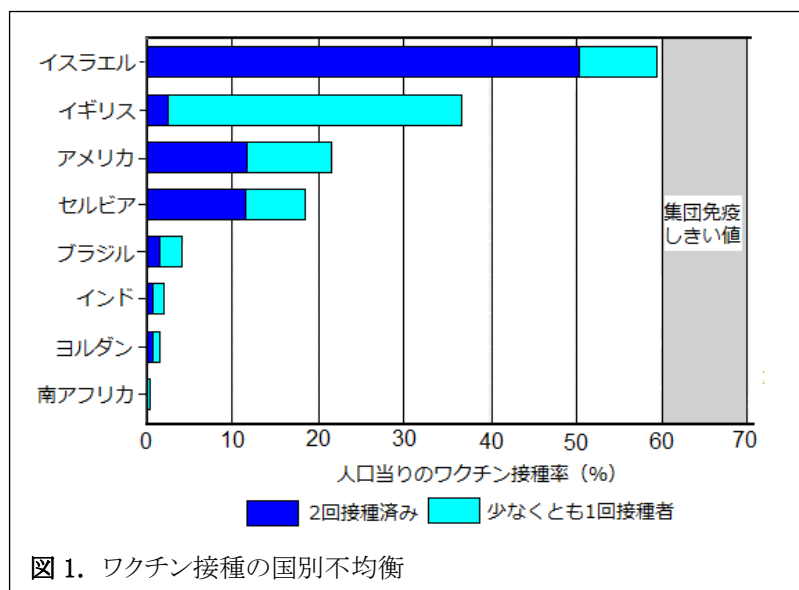
「集団免疫は、伝染をブロックするワクチンが開発されるかどうかにかかっている。もし私たちがそのようなワクチンを持っていないならば、住民の中で集団免疫を成立させる唯一の方法は、全ての人にワクチンを接種することしかない」と、ワシントン DC にあるジョージタウン大学の数理生物学者 S. Bansal 博士は述べています。伝染を止めるためのワクチンの効能は、集団免疫の確立にとっては「かなり高い」ことが必要ですが、「現時点ではデータは決定的なものではない。モデルナとファイザーのデータはとても励みにはなるが」と彼女は言います。しかし、これらのワクチンや他のワクチンがどれだけ効果的に人々の間でのウイルスの伝染を止めていくかは、集団免疫の確立に大きな影響を及ぼします。

伝染を止めるためのワクチンの効能は、100%である必要はありません。たとえ効能が 70%であっても「すごい」ことだ、とマサチューセッツ州ボストンのノーザンイースト大学で感染症を研究しているネットワーク科学者の S. Scarpino 博士は述べています。しかし、かなりの量のウイルスが拡散することは、伝染の鎖を断ち切ることを非常に難しくします。

ワクチンの展開が不均一

「ワクチンの接種の実施速度と分布は、さまざまな理由で重要だ」と、ユニバーシティ・パークにあるペンシルベニア州立大学の感染症ダイナミックセンターの疫学者 M. Ferrari 博士は指摘しています。「完璧に調整された世界的運動のもとで、少なくとも理論的には COVID-19 を排除した」と、彼は言っています。「それは技術的に実現可能なことである。しかし、地球規模でそれを達成することは、実際には非常にありそうもないことなのだ」と彼は言います。国によって(図 1.「ワクチン接種の国別不均衡」を参照)、さらに国の中でもワクチンの接種の分布に大きなバラツキがあるからです。

イスラエルは 2020 年 12 月から市民へのワクチン接種を始め、ファイザー- BioNTech 社とワクチン接種に関するお互いのデータを交換し、シェアするという取引があったことで、世界に先駆けてワクチン接種を進めています。キャンペーンの初期には、毎日、イスラエルの人口の 1%を越す医療従事者が接種したと、ハイファにあるテクニオン-イスラエル工科大学の生物医学者 D. Aran 博士が言っています。



3 月中旬までに国民の約 50%が、感染予防に必要な 2 回のワクチン接種を終えました(訳註: 2021 年 3 月 26 日現在のワクチン必要回接種数は 470 万人、一回接種者数 50 万人となっている。

なお人口は 919 万人)。「今の問題は、若い人達だ。彼らはワクチンの接種を拒んでいる」と Aran 博士は言い、そこで、地方自治体が彼らにピザとビールを提供することでワクチン接種をするよう誘動しています。一方、イスラエルの隣国のレバノン、シリア、ヨルダン及びエジプトでは、ワクチンを接種したのは未だそれぞれの国の人口の 1%未満にすぎません。

アメリカ全土では、ワクチンへのアクセスは不均一です。ジョージア州やユタ州では完全な接種をした人は住民の 10%以下でしたが、アラスカ州やニューメキシコ州では 16%以上になっています。

ほとんどの国で、ワクチンの分配は年齢によって層別化され、COVID-19 の感染で死亡するリスクがもっとも高い高齢者を優先しています。子供達に接種するワクチンの分配がいつあるかという問題が残ったままです。ファイザー-BioNTech 社及びモデルナ社はいま、10 代の若者をワクチンの臨床試験に取り込み、オックスフォード-アストラゼネカ及び中国のシノバック・バイオテック社のワクチンは 3 歳の子供も臨床試験の対象としています。

しかし、結果が出てくるのは数ヶ月先です。もし子供にワクチン接種することができないならば、集団免疫を構築するためには、より多くの大人が免疫を持つようになることが必要だろう、と Bansal 博士は言っています(ファイザー-BioNTech 社のワクチンでは 16 歳以上が、他のワクチンは 18 歳以上で使える)。例えば、アメリカでは 18 歳未満の人口は全人口の 24%(2010 年国勢調査のデータ)です。もし、18 歳未満の大部分がワクチン接種を受けないならば、全人口の 76%がワクチン接種を受けるためには、18 歳以上の 100%の人がワクチン接種をしなければなりません。

考慮すべきもうひとつのことは集団免疫の地理的構造にかんすることで、「コミュニティは島ではない。そして、コミュニティを取りこむことが本当に重要な免疫環境なのだ」と Bansal 博士は指摘しています。「COVID-19 は人々の挙動や地域政策の結果として、アメリカ全土に集団で出現した。これまでのワクチン接種の努力は、その取りこみかたで地理的にクラスター化する傾向がある」と Bansal 博士は付け加えました。イスラエルのように高いワクチン接種率の国であっても、もし回りの国が同等ではなく、国境を越えて人の移動ができるのであれば、新たな発生の潜在的可能性は残ります。

新しい変異株は集団免疫方程式を変える

ワクチン接種の実施計画は、配布と割り当ての問題に直面するとともに、より伝染力が強くワクチンへの抵抗性が強いかもしれない SARS-CoV-2 の新しい変異株の出現にも直面しています。「私たちは新しい変異株との競争をしている。これら変異株が出現し、拡散するにはあと少しの時間しかない」と、ニューメキシコ州のロスアラモス国立研究所の数理疫学者の S. Del Valle 博士は指摘しています。

ブラジルで起きていることに、注視すべきです。5 月から 10 月の間にマナウス市での COVID-19 の感染者数減少は、集団免疫効果に起因したのかもしれないと、Science 誌に掲載された研究報告は述べています(L. F. Buss et al. Science371, 288–292; 2021)。この地域は感染で大打撃を受け、ブラジルのサンパウロ大学の免疫学者 E. Sabino 博士と共同研究者は、2020 年 6 月までに住民の 60%以上が感染したと計算しました(訳註:2021 年 3 月 26 日までのマナウス市を含むアマゾナス州の感染者数は 35 万人弱で、マナウス市の人口は約 200 万人)。

いくつかの見積もりによると、それは集団免疫成立のための閾(しきい)値をえるのに十分な住民の数でしたが、マナウスでは 1 月に感染者数の大きな拡大がみられました。この急速な増加は P.1.

株として知られている新たな変異株の出現の後に生じ、以前の感染はこの変異ウイルスに対して免疫を与えなかったのではないかと推定されています。「1月のマナウスでの感染はP.1株によるものだ」と、Sabino 博士は指摘しています。Scarpino 博士は、「60%と言う数字は過大評価だったのかもしれない。そうであっても高いレベルの免疫に対してまだ再活している」と、彼は語っています。

「住民のあいだで免疫を育むために取り組むべきもうひとつの課題がある」と Ferrari は言っています。「高い免疫比率は、免疫を獲得した人に感染可能な変異株を許容する選択的圧力を生む。だから、迅速で徹底したワクチン接種が、そうした変異株を防ぐ足がかりとなる。ワクチン接種の実施の不均一性がこうした課題を生み出しているのだ」と Ferrari 博士は指摘しています。「あなたがたは高い免疫力を持っている。しかし、まだかなりの感染が認められるため、身動きが取れなくなっている」とも言っています。「ワクチンは、変異株を生み出すという進化の避けられない圧力を新たにもたらすので、そのことが変異株を監視するインフラとプロセスを構築しなければならない大きな理由になっているのだ」と彼は指摘しています。

免疫は永遠に続くことはないかもしれない

集団免疫の獲得を計算するには、個人の免疫の2つの源泉、ワクチン接種と自然の感染を考慮します。SARS-CoV-2に感染した人は、ウイルスに対して一定の免疫を獲得するに思われますが、「その免疫がどのくらい長く残るのかという疑問がある」と Bansal 博士は指摘しています。他のコロナウイルスそして SARS-CoV-2 については、感染による免疫が時間とともに衰えるという予備的証拠が知られており、そのことは集団免疫の確立に関する計算に考慮されています。「免疫力の低下に関する決定的なデータはまだ不足している。しかしそれは0でもないし100でも無いことが分かっている」と、Bansal 博士は述べています。集団免疫の閾(しきい)値を計算するとき、そのモデルの作成に携わっている人達は、患者がいつ感染したのか全員を把握することはできません。さらに、ワクチンの効能は100%ではないという事実を計算に入れなければならないでしょう。もし感染による免疫がここ数ヶ月持続しているならば、ワクチンの配布に厳しい締め切りを設定する必要があります。ワクチンによって形成された免疫がどのくらい長く続くのか、そして時間の経過とともに追加が必要となることを理解することは、また重要になるでしょう。これら両方の理由から、COVID-19はインフルエンザのようになるでしょう。

ワクチンは人間の行動を変えるかもしれない

「現在のワクチン接種率で、イスラエルは理論的集団免疫の閾(しきい)値に近づいている」と Aran 博士は言っています。「課題は、より多くの人々がワクチン接種したとき、集団免疫方程式は、相互の関連性が増加し、何人のひとがウイルスに曝されているかということに部分的に依存したものに変わるだろう。ワクチン接種は防弾システムではない」と、彼は言っています。ワクチンが90%の防御を提供するというイメージは、「もしあなたがワクチン接種してから、ワクチン接種以前に会ったほとんどの人のうち10人に会ったとすると、あなたの免疫は振り出しに戻ってしまう」とも語っています。

「COVID-19のモデリングの最も困難な側面は、社会学的要素だ」と Meyers 博士は言っています。「今日までの人間の行動について私たちが知っていることは、本当に窓から外にほうり出される。なぜなら私たちは前例のない時代に生きており、前例のない方法で行動するからだ」とも語っています。

す。Meyers 博士らはマスクの着用や社会的距離を取るというような行動の変化を説明するために、急いでモデルを調整しようとしています

「マスクの着用や社会的距離を取るというような非薬理的介入は、感染を抑えるための重要な部分を担い続けるだろう」と Del Valle 博士は指摘しています。「重要なことは、伝染経路を遮断することだ。そして、ワクチン接種が進められている間に、社会的接触を制限し、マスクの着用のような防御の行動を続けることが、新しい変異株の拡散を減らす助けになる」と彼女は述べています。

しかし、人々がパンデミック前の行動に戻ろうとするのを止めることが、難しくなってきたつあります。「アメリカのテキサス州をはじめ他の州の政府は、その人口のかなりの割合が保護されていないままなのに、すでにマスクの義務を解除している。人々がいまこれらの防御行動を緩和しているのを見るのはイライラする」と Scarpino 博士は述べています。「屋内の集まりを制限するなど、パンデミックを終わらせるのに大いに役立っていると思える対策をこれからも継続することだ。集団免疫閾(しきい)値は、『私たちは安全』という閾(しきい)値にすぎない」と Scarpino 博士は指摘しています。「閾(しきい)値がクリアしたとしても、個別的な感染はひきつづき発生する」のだと言っています。

生活行動と免疫については、付加的効果があったと思われます。この冬のインフルエンザの流行はこれまでになく少なかったことから、それは了解されるでしょう。「インフルエンザは COVID-19 よりも伝染性が低く、何故、今年インフルエンザが現れなかったのかということの理由は、住民の 30% が前年までに感染することですすでに免疫を持っており、さらに他の 30% の人がワクチン接種で免疫をもっていたためだということはおそらく確かだろう。その結果、おそらく 60% くらいの人に、免疫が成立している。加えて、マスク着用と社会的距離をとることで、インフルエンザは感染する機会を奪われたのだろう」と、Scarpino 博士は指摘しています。大雑把な計算では、人々の行動はどのように方程式を変えるのか、なぜ人々が社会的距離をとるなどの行動をやめた場合、集団免疫を達成するためにより多くの人々が予防接種を受ける必要があるのかを示していました。

ウイルスの伝染の終結は、正常への回帰の一つの道筋です。しかしもう一つの道筋は、重度の病気や死を防ぐことができることにあります。これまでのところ、COVID-19 について何がわかっているのかを考慮すると、「ワクチン接種だけでは集団免疫を構築することはできそうではない。より現実的な想定をするときだ」とロンドン大学衛生熱帯医学大学院のワクチン疫学者 S. Flasche 博士は言っています。「ワクチンは『全くびっくり仰天させる開発』だが、拡散を完全に止めることはなさそうだ。そこで、私たちはワクチンと共にどのように生活していくのかを考えることが求められている」と、Flasche 博士は指摘しています。このことは思ったほど厳しくはありません。たとえ集団免疫がなくても、高齢者や基礎疾患を持つ人などに予防接種をする効果は、COVID-19 による入院と死亡を減らすことになるでしょう。病気はすぐに消えないかもしれませんが、その脅威は衰える可能性があります。

(完)

(飯山賢治：訳)