

# ワクチンの種類とその特性

## ウイルスを体に入れる従来型

ここでワクチンの歴史をひも解いてみよう。有史以来、ウイルスとの戦いを続けていた人類ではあるが、根絶に追い込んだウイルスもある。根絶させたのは天然痘ウイルスだ。1796年、イギリスの医師のエドワード・ジェンナーが、牛の乳しぼりをする人には天然痘患者がいらないことに着目し、8歳の少年に牛痘を接種。病原体を体内に入れることで、感染を防ぐことが

い効果があるが、「生きた」ウイルスを体内に入れるため、感染が成立し、比較的強い副反応が起きるリスクもある。それならば、生きたウイルスではなくウイルスを「殺して」から接種すればよいのではという発想から、「不活化ワクチン」が生まれた。不活化ワクチンは、ウイルスを培養したのちにホルマリンなどで殺し（不活化という）、精製して作られる。現在もインフルエンザウイルスに使用されている方

確認されたのがワクチンの始まりだ（24ページ参照）。

ジェンナーの挑戦から時を経てワクチン開発は進み、生きたウイルスそのものを弱毒化して接種する「生ワクチン」の技術が確立。1980年に天然痘ウイルスは根絶された。また、ポリオでもこの生ワクチンが功を奏し、根絶が目指されている。

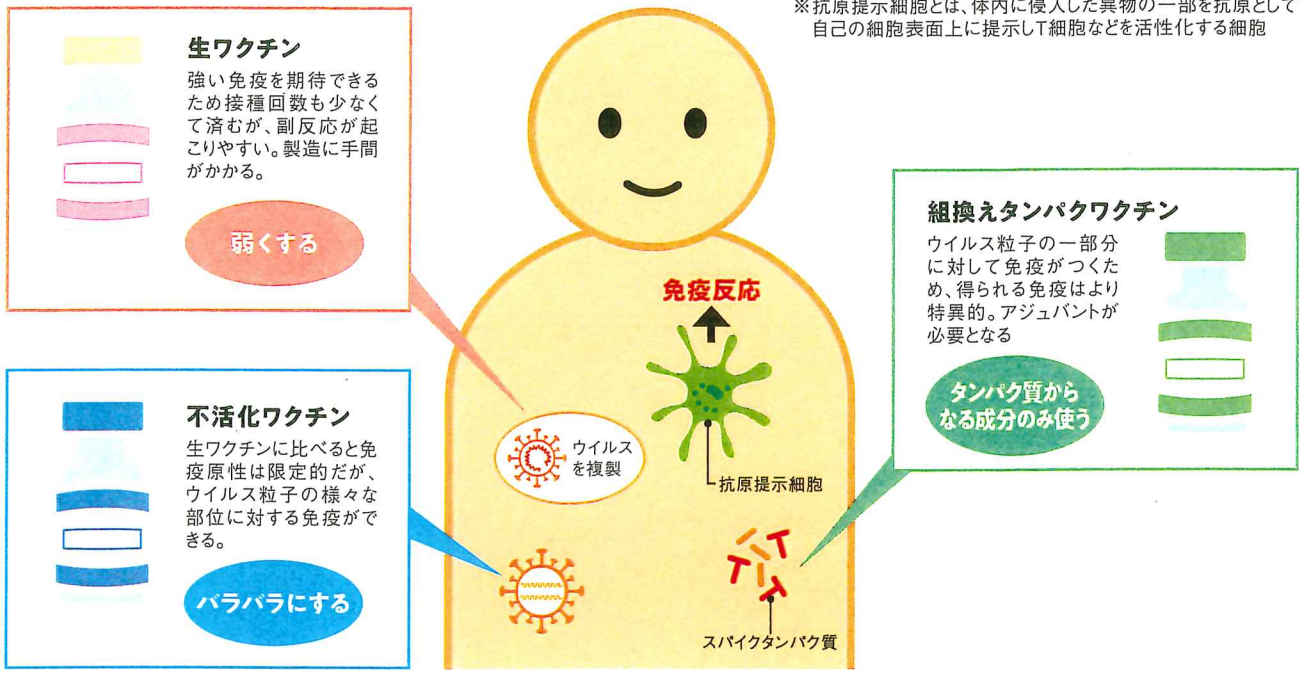
このような生ワクチンには感染を予防するという高

ワクチンの種類				
	特徴	事例	開発速度	COVID-19ワクチンの開発企業
従来型のワクチン	生ワクチン ウイルスを使う (毒性を弱める)	MMRワクチン、水痘ワクチンなど	遅い	コーダジェニクス社(アメリカ)など
	不活化ワクチン ウイルスを使う (感染しなくする)	インフルエンザワクチンなど	中程度	KMバイオロジクス社(日本)、シノバック社(中国)など
	組換えタンパクワクチン ウイルスのタンパク質を使う	肺炎球菌ワクチン、HPVワクチンなど	中程度～速い	シオノギ製薬社(日本)、ノババックス社(アメリカ)など
新しいタイプのワクチン	ウイルス様粒子 遺伝子を埋め込む	エボラ「ウイルス」ワクチン	中程度	IDファーマ社(日本)、アストラゼネカ社(イギリス)など
	DNA 遺伝子を埋め込む	2019年以前に承認されたことなし	速い	アンジェス社(日本)、ザイダスカディア社(インド)
	mRNA 遺伝子を埋め込む	2019年以前に承認されたことなし	速い	第一三共社(日本)、ファイザー社(アメリカ)、モデルナ社(アメリカ)など

これから日本に供給されるのはmRNAワクチンなどだが、ほかにも様々なタイプのワクチンが開発されている。その違いは何なのだろうか？

## 従来のワクチン3タイプ

※抗原提示細胞とは、体内に侵入した異物の一部を抗原として自己の細胞表面上に提示しT細胞などを活性化させる細胞



法だが、生ワクチンと比べると免疫系の反応が弱いという欠点がある。そこでアジュバントという補助剤を用いることでその効果を高めたりすることも行われる。

さらに、ウイルスそのものを培養せずに、ウイルスの一部だけを合成してから精製し、接種する方法も生まれた。これは「組換えタンパクワクチン」と呼ばれる、精製されたタンパク質であるウイルスの成分を作り、これを接種することで体内に免疫を作り出すのだ。不活化ワクチンと同様に免疫系の反応は弱い、副反応は比較的起りにくいことが多い。

新型コロナウイルスのワクチンとしては、のちに述べる新しいテクノロジーを用いたワクチンの開発が主としてされているが、不活化ワクチン、組換えタンパクワクチン、生ワクチンの開発も行われている。

## ウイルスの遺伝子を使う最先端型

前出の生ワクチン、不活化ワクチン、組換えタンパクワクチンは、ウイルスそのもの、あるいはウイルスの断片や成分としてのタンパク質を接種する。これとは異なり、それらの「設計図」を投与する最先端技術も確立されている。新型コロナウイルスにおいても、mRNA（メッセンジャーRNA）ワクチン、DNAワクチン、ウイルスベクターワクチンの3種類の研究開発が進み、先陣を切って実用化された。

これらの最新型ワクチンの仕組みは、ウイルスの一部であるタンパク質の「設計図」だけをヒトに投与し、ヒトの体内でウイルスの成分を作らせ、免疫系を刺激するというものである。これらに突如として起こった新型コロナウイルスのパンデミックにより、感染拡大対策の最大の武器となる最先端ワクチンの開発が急務となったのである。

そこに突如として起こった新型コロナウイルスのパンデミックにより、感染拡大対策の最大の武器となる最先端ワクチンの開発が急務となったのである。

## RNAやDNAを合成して体内へ

2020年12月、世界で最初の新型コロナウイルスワクチンとして、ファイザー社・ビオンテック社の

ワクチンのみならず、医薬品が実用化されるまでには必ず治験が行われる。国の承認を得るには、動物実験の後に実際にヒトに使用して、その治療効果や副作用（ワクチンの場合には副作用という）などを確認し、データを取得して安全性を証明しなくてはならない。今回の新型コロナウイルスワクチンの開発においても、当然、こうした臨床試験が実施されている。

臨床試験は、第1相〜第3相まで段階を経て行われる。第1相試験（臨床薬理試験）は、健康な成人を対象に安全性や吸収・排出の特性を確認する小規模な試験である。次の第2相試験（探索的試験）は、実際に対象となる人に使用して有効性、安全性、使用方法を検討する中規模な試験。そして第3相試験（検証的試験）は、実地に近い状態で

使用して効果を確かめる大規模な試験である。こうした臨床試験の結果は、データ解析されて有効率が示される。日本での供給が予定されているモデルナ社製のmRNAワクチンを見てみると、2020年11月16日に「第3相試験の最終解析において有効率は94・5%」と発表された。では、この有効率とはどういった数値なのだろうか。「大勢の人にワクチンを打って、そのうちの94・5%の人に効果があつた」と考えがちだが、実はそう簡単な話ではない。

臨床試験は、二つのグループに分けて行われる。一つは、検証したいワクチンを接種するグループ、もう一つはワクチンではないプラセボ（偽薬）を接種するグループである。そして、ワクチンを接種した人とプラセボを接種した人を

比較して、発症するリスクがどれくらい違うかを検証するのである。臨床試験参加者も医療従事者も、自分たちがどちらのグループなのかは知らされない。

モデルナ社の臨床試験の試験対象者は約3万人で、1万5000人ずつワクチングループとプラセボグループに分けて実施された。結果は、感染症を発症したのはワクチングループでは5人、プラセボグループでは90人と発表されている。これを確率に計算すると、ワクチングループは約0・033%で、プラセボグループは0・6%となる。この2つの数値を比べると、ワクチングループはプラセボグループの5・5%なので、発症するリスクは94・5ポイント低い、ということになるのだ。ファイザー社のmRNAワクチンも同様の方法で計算され、第3相試験の最終解析の有効率は95%と発表されている。

## ワクチンの「有効率」とは？

### ワクチンの有効率とは？



治験者3万人

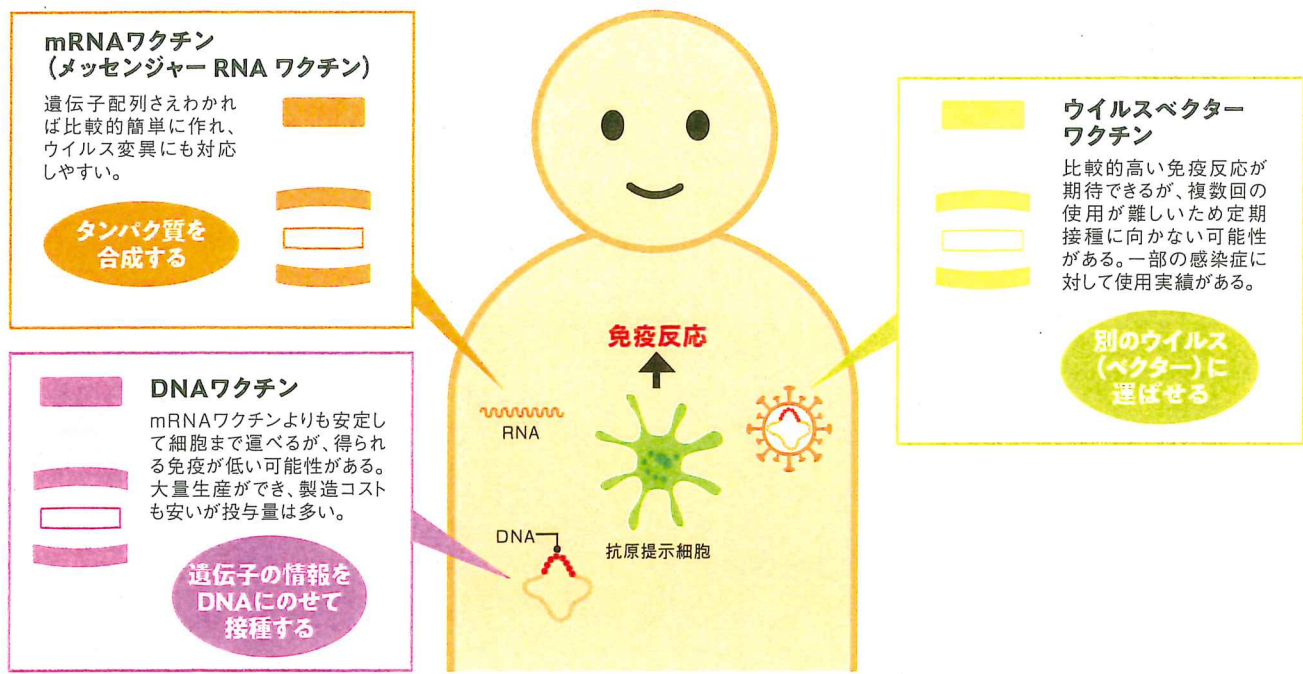


$$\frac{0.6 - 0.033}{0.6} = 94.5\%$$

ワクチンを接種するか、しないかということ以外は条件を同じにして比較した結果、ワクチンの接種によって発症のリスクが94.5%軽減されたということ。

**有効率 94.5%** という計算

## 新しいワクチン3タイプ



ワクチンがアメリカの緊急使用許可を得た。日本でもファイザー社のワクチンが特例承認を得、2021年2月17日より、医療従事者から接種がスタートした。ファイザー社のワクチンは、最先端ワクチンの一つであるメッセンジャーRNA (mRNA) ワクチンだ。このワクチンに使われるのは、ウイルスの設計図ともいえる核酸のRNAである。RNAを合成し、ヒトに接種するというものだ。ヒトの体内に入ったRNAは細胞内に入る。すると、細胞内で、そのRNAを元にしてウイルスの一部のタンパク質が作られる。そのタンパク質に対して動き出すのが免疫系である。免疫細胞が抗体を作り出し、本物の新型コロナウイルスが侵入した時には、いち早く攻撃できる体制ができあがる、というメカニズムだ。

ファイザー社の次に日本

で承認されるといわれているのが、モデルナ社のワクチンだ。こちらも、mRNAワクチンである。合成されたRNAは壊れやすかったり細胞に届けにくかったりするため、脂質粒子で包んでカプセル状にして細胞まで届けるという技術が使われている。

別の最新技術を用いたワクチンとして、ウイルスベクターワクチンと呼ばれるものもある。これはベクターと呼ばれるウイルスに、設計図であるDNAを入れたものだ。アストラゼネカ社などがこの技術を用いたワクチンを開発した。日本でも接種が予定されており、承認が待たれている。アストラゼネカ社のウイルスベクターワクチンには、チンパンジーのアデノウイルス由来のベクターが使われる。ここに新型コロナウイルスのスパイクタンパク質の遺伝子を組み込んで接種すると、免疫細胞が

動き出すという仕組みだ。チンパンジーのアデノウイルスは、感染力はあるがヒトに病気を起こすウイルスではなく、安全性も高いとされる。

このほかに、ウイルスの設計図である核酸を使ったワクチンには、DNAワクチンと呼ばれるものもある。ウイルスの突起（スパイクタンパク質）を作る遺伝子情報をDNAにのせて、それを接種して細胞内に届けるというワクチンだ。日本国内では大阪大学や製薬企業のアンジェス社で開発が進められている。



注 アストラゼネカやモデルナのワクチンは、その後令和三年五月二十一日に、厚生省は正式に承認済。