

第10回企画展

見えざる ウイルスの世界

東京大学医学部・医学部附属病院
健康と医学の博物館



健康と医学の博物館
Museum of Health and Medicine



第10回企画展 「見えざるウイルスの世界」

展示期間：2016年4月21日(木)～2016年8月31日(水)

企画展概要

当館は、平成23年1月20日の開館より5年が経過しました。おかげさまで、この5年間に、9万人を超える方に来館いただきました。日頃からのご支援・ご協力に、改めて感謝を申し上げます。

第10回企画展では、「ウイルス」を取り上げます。私たちの身の回りでは、インフルエンザやウイルス性食中毒の流行、アフリカにおけるエボラ出血熱の出現、ブラジルにおけるジカウイルス感染症の発症など、ウイルス性疾患の事象が日々紹介されています。

そもそも、このように注目を浴びる「ウイルス」とは、何でしょうか？ 語源的には、「毒液」または「粘液」を意味するラテン語“virus”に由来しているようです。ウイルスの大きさは、ナノメートルの単位で、とても我々の目には見えないサイズです。見えざるウイルスは我々の知らない間にヒトの身体に感染し、病原体としてふるまい疾患を引き起こします。「見えない」ものであることが、我々の対応を難しくしているような気がします。

近年では、ウイルスをがんの治療に利用する取り組みもあります。ウイルスの性質を利用したこのような研究を見ると、ウイルスも扱い方次第では、人間にとって役に立つ存在となりうることを知ることができます。

今回の企画展では、ウイルスの基本的なことから、代表的な疾患、社会的に注目を集めた疾患、そして東京大学の研究まで、医学・医療を軸に紹介します。その中で、見えないウイルスが引き起こす、いろいろな側面を知っていただければと思います。

【ZONE 1】ウイルスの基礎知識

ウイルスに関する基礎知識を紹介します。クイズや映像を通して、見えないウイルスの構造や機能などを紹介します。

【ZONE 2】身近にあるウイルスの病気

我々の身の回りで流行することがある、ウイルス由来の疾患を紹介します。インフルエンザや、ウイルス性食中毒、発がん性ウイルスなど、種類別に紹介します。

【ZONE 3】ウイルスと社会のかかわり

これまで世界で猛威を奮ったウイルス感染症、また近年脅威となっている新興感染症などを取り上げます。また、予防という観点から、ワクチン接種とその前提になる法律（感染症法）を紹介します。

【ZONE 4】東大での取り組み

ウイルスの研究は、多岐に渡ります。ウイルスの性質を調べる基礎的な研究から、ウイルスを使うがん治療まで、また東大病院での新しい肝炎ウイルスの治療や取り組みなどを紹介します。

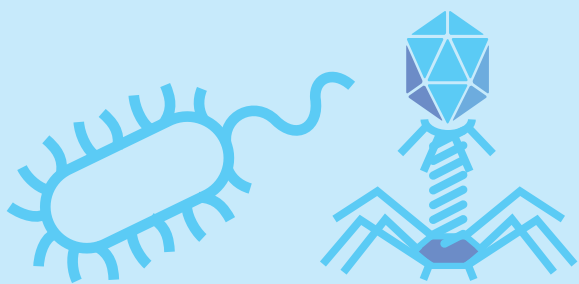
目次

企画展概要	・・・P1
目次	・・・P2
ZONE 1 ウイルスの基礎知識	
ウイルスQ&A (1)	・・・P3
ウイルスQ&A (2)	・・・P4
ウイルスQ&A (3)	・・・P5
ウイルスQ&A (4)	・・・P6
ウイルスの基礎知識 (映像)	・・・P7
動植物に感染するウイルス研究	・・・P8
ウイルスの語源	・・・P9
コンピューター・ウイルスの語源	・・・P10
ZONE 2 身近にあるウイルスの病気	
ガラス模型 (展示)	・・・P11-12
インフルエンザ	・・・P13
胃腸炎を起こすウイルス	・・・P14
ABO式血液型とノロウイルスの感染	・・・P15
ウイルスに関する絵本 (展示)	・・・P16
がんを引き起こすウイルス	・・・P17
発疹性ウイルス感染症	・・・P18
節足動物が媒介するウイルス感染症	・・・P19
顧みられない熱帯病 (NTD)	・・・P20
NTDの一つ、リーシュマニア症への日本の支援	・・・P21
インフルエンザの発生状況を調べられる「インフルくん」	・・・P22
ZONE 3 ウイルスと社会のかかわり	
天然痘との撲滅	・・・P23
初めて可視化されたウイルス-タバコモザイクウイルス	・・・P24
突如流行して終息したSARS	・・・P25
身近な脅威、デングウイルス感染症の流行	・・・P26
西アフリカで大流行したエボラ出血熱	・・・P27
南米で流行が続くジカウイルス感染症	・・・P28
予防接種やワクチンについて知っておこう	・・・P29-30
海外渡航の際の予防接種にも注意を	・・・P31-32
時代とともに変遷する感染症に関する法律	・・・P33-34
インフルエンザの簡便な検査	・・・P35
電子顕微鏡	・・・P36
疱疹に関する歴史資料 (展示)	・・・P37
疱疹、麻疹に関する歴史資料・折り紙とピースで作ったウイルス (展示)	・・・P38
ZONE 4 東大での取り組み	
がんのウイルス療法 (ヘルペス)	・・・P39-40
がんのウイルス療法 (麻疹)	・・・P41
エボラウイルスワクチン	・・・P42
光るインフルエンザウイルスの開発	・・・P43
エボラ出血熱の最前線・光るインフルエンザウイルスの研究 (映像)	・・・P44
感染症の死亡リスク要因の推定	・・・P45
ナノ分子を使った治療	・・・P46
C型肝炎は内服薬で治る時代に	・・・P47
関連情報サイトの紹介	・・・P48
世界におけるウイルス出現マップ	・・・P49-50
本企画展の協力者	・・・P51

ウイルス Q & A

Q1.

ウイルスと細菌はどう違うの？



Q1の答え.

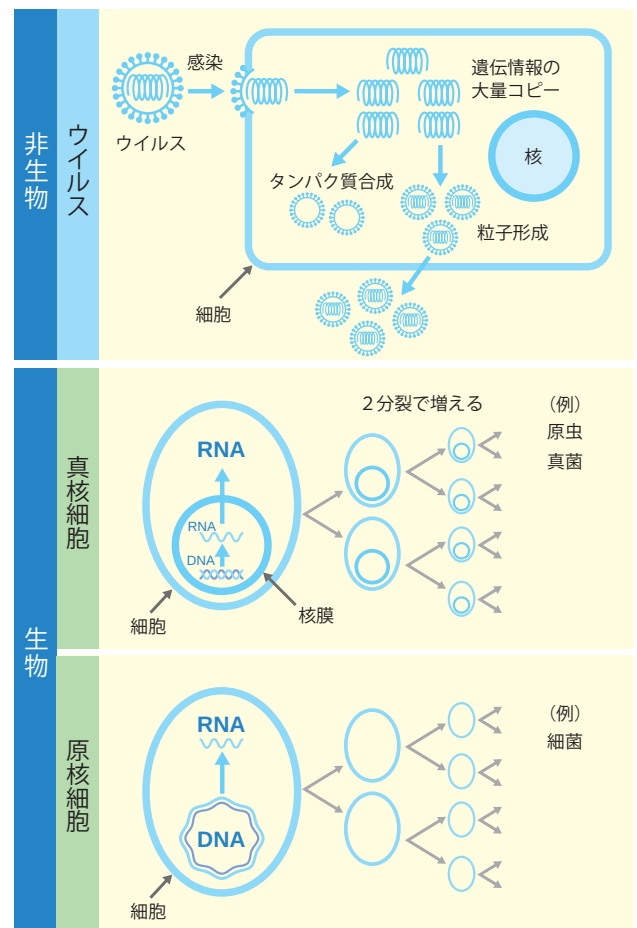
生物学的にはウイルスは非生物、細菌は原核生物です。

ウイルスは生きているもののように思われるかもしれませんが、生物学的には「非生物」に分類されます。なぜなら、細胞を持たないからです。そのため、細胞を持つ細菌とは大きく異なります。

一般的に生物は細胞を持つものとされ、「単細胞生物」と「多細胞生物」に分けられます。単細胞生物には、デオキシリボ核酸 (DNA) とリボ核酸 (RNA) が核に入っている「真核生物」と、核がなく細胞質との区別がない「原核生物」があります。細菌は原核生物です。

ウイルスは細胞も核もなく、タンパク質の殻 (カプシド) の中にDNAかRNAのみを持っていて、生物の細胞に感染して中に入り、そこで必要なエネルギーやタンパク質を経て増殖します。

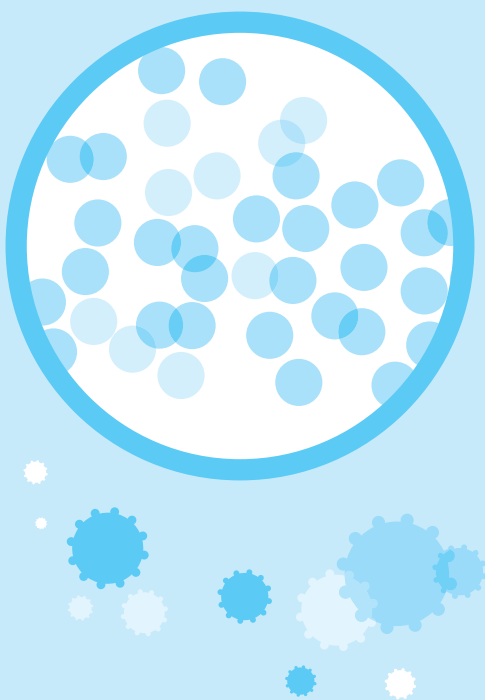
●ウイルスと細菌の増殖様式の違い



ウイルス Q&A

Q2.

ウイルスの大きさはどのくらい？
ウイルスの形は？



Q2の答え.
平均で約100 nm、光学顕微鏡では
見えないくらいです。

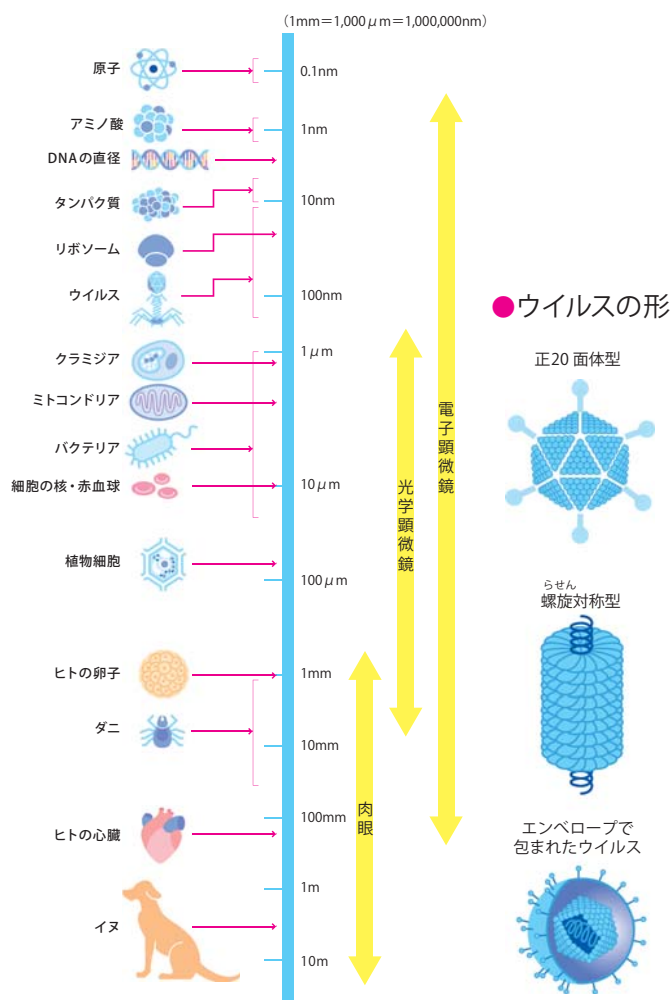
ウイルスにはさまざまな種類があり、大きさもまちまちです。小さなものでは長径が20~40 nm (ナノメートル、1 nmは100万分の1 mmなので0.02~0.04 μm)、平均で100 nm ほどです。最も大きなウイルスは天然痘ウイルス (ポックスウイルス) で長径が約300 nm (0.3 μm) あり、原核生物としては最も小さいマイコプラズマ (200~300 nm=0.2~0.3 μm) よりも大きいのです。

ウイルスは光学顕微鏡では見ることができず、観察には電子顕微鏡が必要になります。電子顕微鏡では電子線を検体に当てるため、ウイルスが入った細胞が死んでしまい、生きた細胞内のウイルスを見ることはできません。

また、ウイルスの形は、タンパク質の殻 (カプシド) の形によります。正20面体型 (立方対称型)、螺旋対称型があり、正20面体型はタンパク質の基本単位 (カプソマー) のタンパク質の数によって大きさが異なります。

カプシドを覆う脂質の膜 (エンベロープ) を持つウイルスもあります。

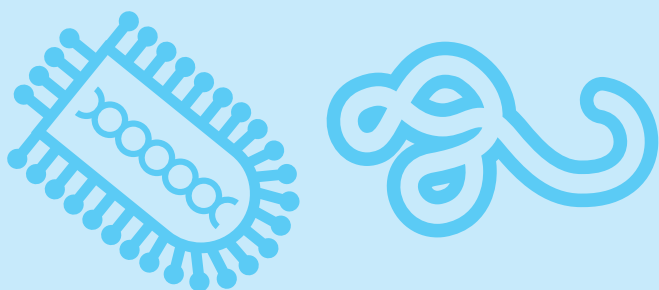
●ウイルス、マイコプラズマ、細菌などの大きさ



ウイルス Q & A

Q3.

ウイルスはどのように分けられて
名前がつけられるのか？



Q3の答え.

国際的なルールに従って、
形や大きさ、性質などによって
分類され、命名されます。

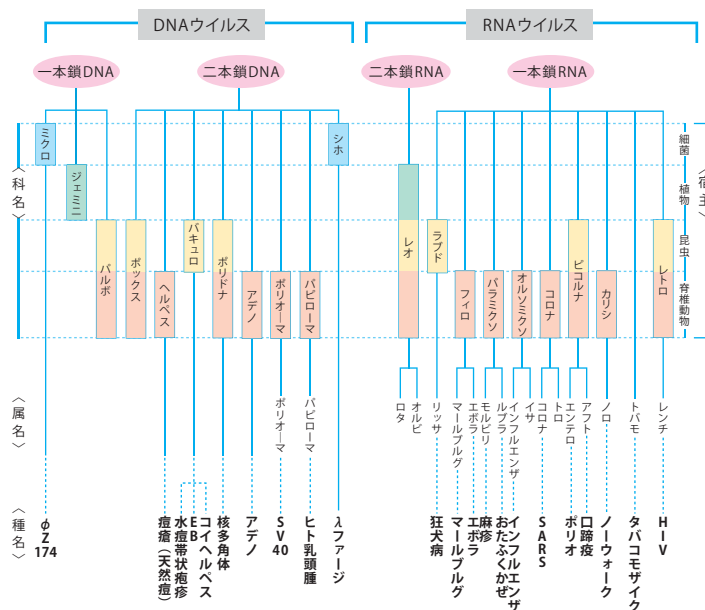
ウイルスの分類方法には国際的なルールがあり、国際ウイルス命名委員会 (International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV) が決定します。

ICTVでは、新しいウイルスが出てきたときに、ウイルスの大きさ、形、タンパク質の殻の中に入っている遺伝情報がDNAかRNAか、それが環状なのか長い鎖状なのか、どのように複製するのか、宿主は何かなどを考慮し、ウイルスを生物と同様に「科」「属」「種」に分類しています。

このようなICTVの作業を通じて、ウイルスの名前が変わることがあります。ノロウイルスは最初に発生した米国の地域の名前から「ノーウォークウイルス」と呼ばれていましたが、その後、原則として地名を使わないというルールから、NorwalkのNorを残して2002年(平成14年)にノロウイルスと統一されました。

今後も観察方法や検査方法の進歩、またそこから作成されるウイルスの系統樹の発展によって、一度決められたウイルスの分類や名前が変わることも想像されます。

●ウイルスの系統樹

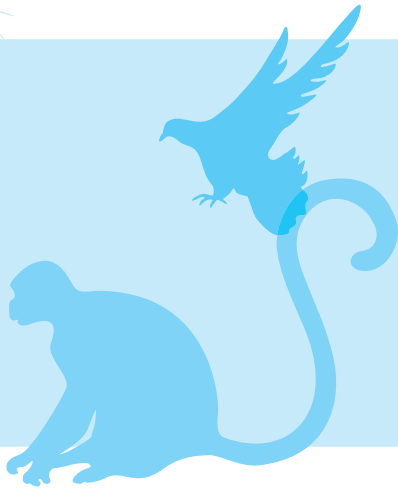


「生物学辞典」を元に作成

ウイルス Q&A

Q4.

ウイルスはヒトに
どのように感染するの？



Q4の答え.
さまざまな感染源から
粘膜や皮膚、血液を通じて
感染します。

ウイルスは、呼吸器や消化器の粘膜、皮膚のように外界とふれ合う部分、あるいは血液からヒトの体内に侵入することがほとんどです。

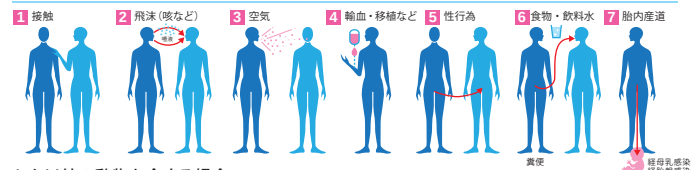
大きく分けて、感染源からヒトに感染し、そこから周囲に広がる「水平感染」と、母体から子どもに感染する「垂直感染」があります。

水平感染は、直接あるいは間接的に感染源に触れることによる接触感染、咳やくしゃみなどによる飛沫感染、飛沫したものの核が空気中に漂って呼吸によって感染する空気感染、汚染された水などによる経口感染、蚊のような節足動物が媒介するベクター媒介感染、注射や輸血による血液感染、性行為による性感染などがあります。

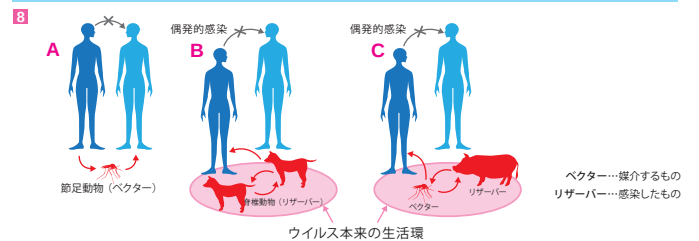
垂直感染には、胎内にいるときの胎盤からの感染、生まれるときに産道を通過するときの感染、母乳による感染の3つがあります。

●感染経路とウイルス感染症の種類

ヒト以外の動物を介さない場合

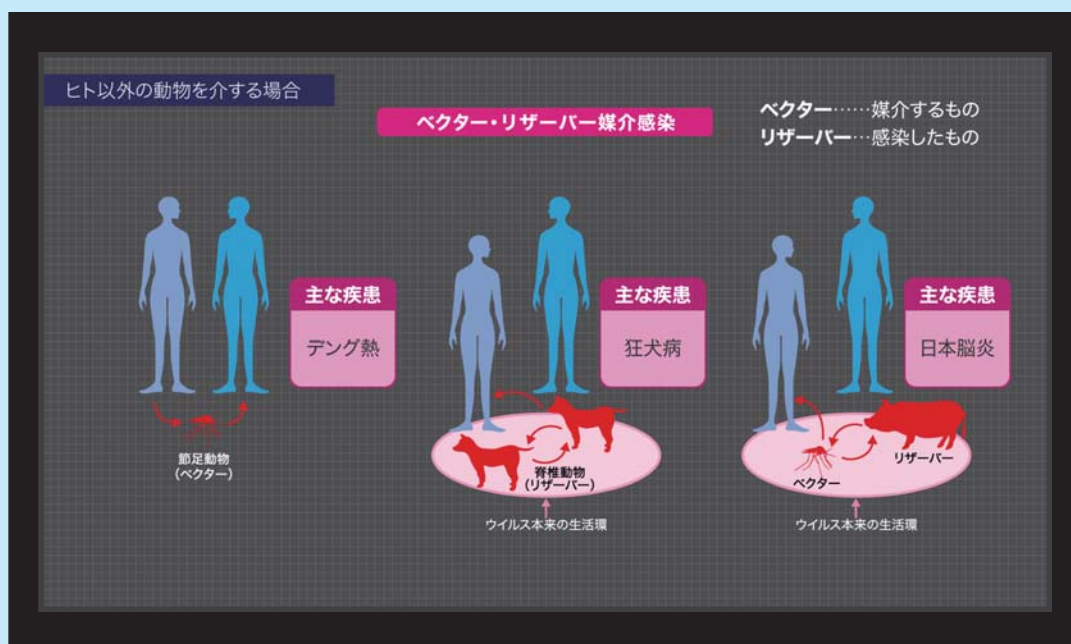
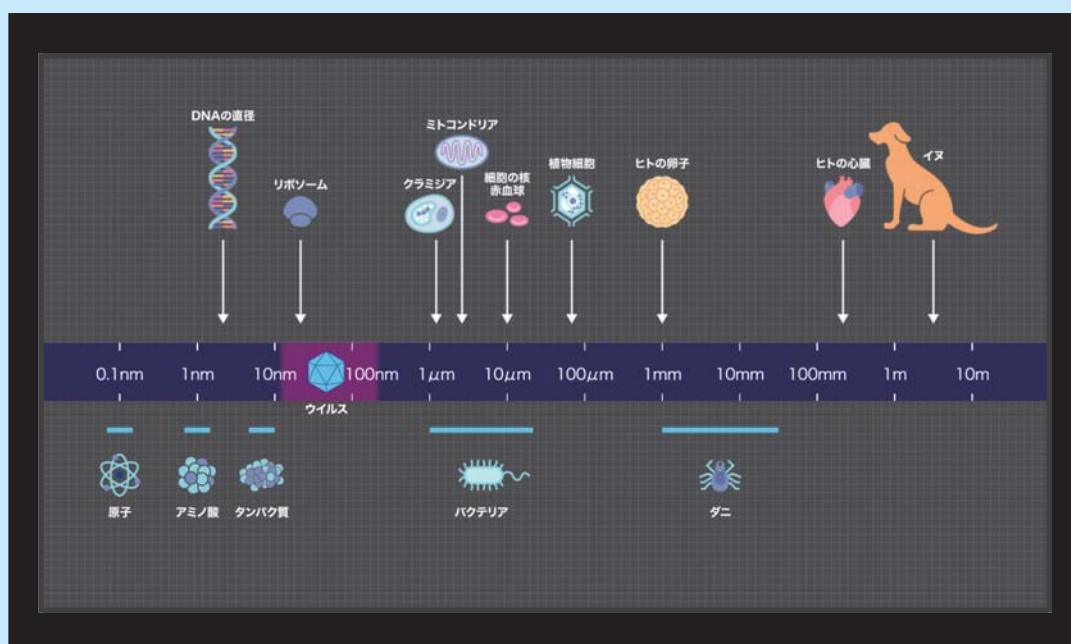


ヒト以外の動物を介する場合



	感染経路	感染の流れ	主な疾患
水平感染	1 接触感染	皮膚などが触れ合うことにより直接感染、ドアノブ・器具等による間接感染	流行性角結膜炎（はやり目）など
	2 飛沫感染	咳やくしゃみなどで飛沫が飛散し粘膜に付着	SARS、インフルエンザ、肺炎など
	3 空気感染（飛沫核感染）	飛沫核が空気中を浮遊し呼吸により吸引	はしか（麻疹）、水痘など
	4 血液感染	注射や輸血による感染	HIV感染症、B型肝炎、C型肝炎など
	5 性感染	性行為などによる感染	HIV感染症、B型肝炎など
	6 経口感染	感染動物由来の肉、糞便で汚染された水など	ノロウイルス、A型肝炎、E型肝炎など
	8 ベクター・リザーバー媒介感染	節足動物や脊椎動物などが媒介者（ベクター・リザーバー）となつて、伝播することで感染	A デング熱、B 狂犬病、C 日本脳炎、など
垂直感染（母児感染）	7 経胎盤感染	胎盤を通過して胎児に感染	風疹、HIV、ヒトサイトメガロウイルスなど
	7 経産道感染	新生児が産道を通過する際に感染	B型肝炎、HIVなど
	7 経母乳感染	母乳を介して感染	成人T細胞白血病

ウイルスの基礎知識



動植物に感染するウイルスの研究

Study of viruses infecting animals and plants

ウイルスに感染するのは、ヒトなど哺乳類だけではなくありません。細菌、植物、魚類をはじめ、ほぼすべての生物には特有のウイルスが感染します。宿主となる生物にとっては、ウイルスの感染や広がりを防ぐ仕組みは非常に重要です。

■養殖魚や家畜のウイルス感染

魚類のウイルスでは、コイや金魚のヘルペスウイルスが知られています。またコイにはコロナウイルスが感染して、動けなくなり、やがて死亡する眠り病もあります。

ウシやブタ、ヤギ、ヒツジなどの家畜では、致死率が高い口蹄疫ウイルスが恐れられています。

■植物ウイルスの細胞間移行の研究が進展

植物では約900種のウイルスが知られています。最近、グローバル化によりウイルスの感染が急激に拡大しつつあり、植物ウイルスの研究は、生物多様性の保全や農業生産における被害抑止の観点から、ますます重要になっています。

東京大学農学部植物病理学教室の難波成任・山次康幸らのグループは、植物ウイルスのゲノムや感染のメカニズムについて調べています。

植物細胞には動物と異なり細胞壁があり、植物ウイルスは細胞から細胞に移る時に細い通路(PD)を通過するために必要なタンパク質(移行タンパク質)を持っています。難波らは、p4とよばれる新たなタイプの移行タンパク質がPDを貫通する管状構造を形成することにより、ウイルス粒子がその中を通して隣接細胞に移行することを明らかにしました。また、植物細胞内では小胞体が細胞骨

格上に沿って輸送されますが、ウイルスのヌクレオカプシドタンパク質(NP)が小胞体に乗って細胞骨格上を高速で移行することを明らかにしました。NPはウイルス粒子のコアを形成しており、p4など自身のほかのタンパク質や植物タンパク質と相互作用してウイルス粒子の隣接細胞への移行が行われると考え、研究を続けています。

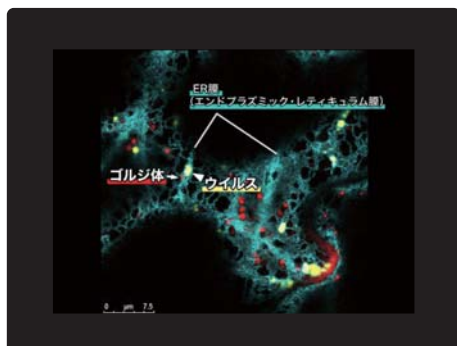
■植物が感染から身を守るためのタンパク質を発見

一方、植物もウイルスに対して抵抗性を持つための特別な成分を持っています。その一つがレクチンと呼ばれるタンパク質で、ヒトでは免疫機能を上昇させることが知られています。

難波らは、植物から、ウイルスに抵抗性を示す新規のレクチンの一種、JAX1を発見しました。そして、JAX1を持たない植物にJAX1遺伝子を発現させたところ、やはりウイルスが感染できなくなりました。しかも、このJAX1は別の数多くのウイルスに対しても広く抵抗性を持つことがわかりました。このような強力な抵抗性タンパク質が発見されたのは世界で初めてです。

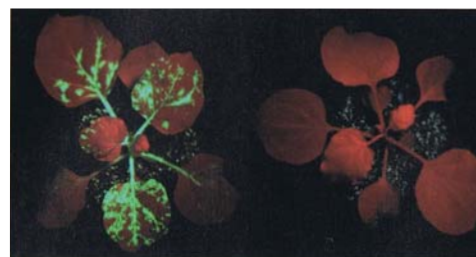
このような植物ウイルスの感染メカニズムや植物の側の抵抗メカニズムの研究により明らかになる成果は、ウイルス病に強い作物の開発につながっていきます。

映像



ウイルスの細胞間移動の様子(植物)
提供: 農学生命科学研究科 植物病理学研究室

●レクチン「JAX1」の劇的ウイルス抵抗性



非形質転換体 JAX1形態転換体
黄緑色は、ウイルスの感染が起っている様子を示す。
JAX1を発現させると、ウイルス感染が起っていないことが分かる。
提供: 農学生命科学研究科

ウイルスの語源

Origin of the word "virus"

1892年にタバコの葉から見つかった小さな病原体が細菌よりも小さいことがわかり、そこから「病毒因子」の意味を持つラテン語の“virus”が使われるようになりました。

■スペイン語ではウイルスが天然痘と関連

ラテン語の“virus”（病毒因子）は、英語の“virus”（ウイルス）や“virulent”（毒性の強い、悪性の）の語源です。英語の“virus”は古くは「動物の出す毒液」の意味でも使われていました。なお、スペイン語の“viruela”（天然痘）は“virus”（毒）から派生したラテン語“virulentus”（有害な）が語源となっているといわれています。

この後、英語では“viral”（ウイルス性の）という新しい単語が生まれました。

■日本語では「ウイルス」が一般的

日本では、ラテン語読み「ウィールス」「ウィルス」、ドイツ語読みの「ビールス」「ヴィールス」などの読みや表記がありました。

1949年（昭和24年）には、現在の日本ウイルス学会の前身となる「ヴィールス談話会」が発足し、1951年（昭和26年）にその会報誌として“VIRUS”が発行されました。そして、1953年（昭和28年）に日本ウイルス学会が設立された際、学会での表記と読みは「ウイルス」に決められました。

なお、現在でも、カタカナでは「ウイルス」「ウィルス」の2つの表記が見られます。新聞などのメディアでは、「イ」は半音文字（捨て仮名）ではなく、直音として大きく書くのが一般的です。

●過去の表記例



出典：読売新聞 1958年2月8日付



出典：読売新聞 1953年12月5日付

コンピューター・ウイルスの語源

Origin of the word “computer virus”

「コンピューター・ウイルス」の概念と言葉は、生物に感染し増殖しながら細胞や生物を破壊していくウイルスと、コンピューターの破壊的なプログラムに似ていることから生まれました。

コンピューター・ウイルスは、コンピューターに入り、ファイルやプログラムを破壊したり、コンピューターの動作を止めたり、さらにネットワークでつながっている他のコンピューターに同様の悪さをしたりするプログラムです。

現在では、宿主となるプログラムファイルを必要としない＝自らが独立して動くプログラムであるマルウェア（ワームなど悪意のあるソフトウェア）も広くウイルスと呼ばれています。

初めて公の文書に「コンピューター・ウイルス」の言葉が登場するのは、1984年（昭和59年）に南カリフォルニア大学の学生だったフレッド・コーエン（Fred Cohen）が書いた論文といわれています。その後、1987年（昭和62年）にこの論文はコーエンの博士論文“Computer Viruses – Theory and Experiments”として学術誌に収載されました。コーエンはこの論文の中で、1981年（昭和56年）に指導教授で暗号の研究者であるレオナルド・マックス・エーデルマン（Leonard Max Adleman）が最初にウイルスという言葉を使ったと書いています。

かつてはフロッピーディスクに入ったファイルやプログラムによって感染しましたが、今やウイルスのキャリアはUSBや外付けHDDになり、また、インターネットの発達によって、メールに添付されたファイルやサイトそのものも感染源となっています。

現在、コンピューター・ウイルスを単に「ウイルス」と呼ぶことは世界でも日本でも一般化しており、日本語の主な国語辞典でも「ウイルス」の項目に「コンピューター・ウイルス」が含まれています。

A Computer Virus

We define a computer 'virus' as a program that can 'infect' other programs by modifying them to include a possibly evolved copy of itself. With the infection property, a virus can spread throughout a computer system or network using the authorizations of every user using it to infect their programs. Every program that gets infected may also act as a virus and thus the infection grows.

The following pseudo-program shows how a virus might be written in a pseudo-computer language. The “:=” symbol is used for definition, the “;” symbol labels a statement, the “,” separates statements, the “=” symbol is used for assignment or comparison, the “~” symbol stands for not, the “[” and “]” symbols group sequences of statements together, and the “...” symbol is used to indicate that an irrelevant portion of code has been left implicit.

```
program virus:=
{1234567;

subroutine infect-executable:=
{loop:file = get-random-executable-file;
if first-line-of-file = 1234567 then goto loop;
prepend virus to file;
}
subroutine do-damage:=
{whatever damage is to be done}
subroutine trigger-pulled:=
{return true if some condition holds}
main-program:=
{infect-executable;
if trigger-pulled then do-damage;
goto next;}
next;}
```

Computer Viruses - Theory and Experiments

Introduction and Abstract

Copyright(c), 1984, Fred Cohen - All Rights Reserved

This paper defines a major computer security problem called a virus. The virus is interesting because of its ability to attach itself to other programs and cause them to become viruses as well. There are two spellings for the plural of virus; 'virusses', and 'viruses'. We use the one found in Webster's 3rd International Unabridged Dictionary. Given the wide spread use of sharing in current computer systems, the threat of a virus carrying a Trojan horse is significant. Although a considerable amount of work has been done in implementing policies to protect from the illicit dissemination of information, and many systems have been implemented to provide protection from this sort of attack, little work has been done in the area of keeping information entering an area from causing damage. There are many types of information paths possible in systems, some legitimate and authorized, and others that may be covert, the most commonly ignored one being through the user. We will ignore covert information paths throughout this paper.

The general facilities exist for providing provably correct protection schemes, but they depend on a security policy that is effective against the types of attacks being carried out. Even some quite simple protection systems cannot be proven 'safe'. Protection from denial of service requires the detection of halting programs which is well known to be undecidable.

The problem of precisely managing information flow within a system has been shown to be NP-complete. The use of guards in the passing of untrustworthy information between users has been examined, but in general depends on the ability to prove program correctness which is well known to be NP-complete.

The Xerox worm program has demonstrated the ability to propagate through a network, and has even accidentally caused denial of services. In a later variation, the game of 'core wars' was invented to allow two programs to do battle with one another. Other variations on this theme have been reported by many unpublished authors, mostly in the context of night time games played between programmers. The term virus has also been used in conjunction with an augmentation to APL in which the author places a generic call at the beginning of each function which in turn invokes a preprocessor to augment the default APL interpreter.

The potential threat of a widespread security problem has been examined and the potential damage to government, financial, business, and academic institutions is extreme. In addition, these institutions tend to use ad hoc protection mechanisms in response to specific threats rather than sound theoretical techniques. Current military protection systems depend to a large degree on isolationism, however new systems are being developed to allow 'multilevel' usage. None of the published proposed systems defines or implements a policy which could stop a virus.

In this paper, we open the new problem of protection from computer viruses. First we

フレッド・コーエンの博士論文より（1987年）

ガラス模型

インフルエンザウイルス



← 約90 ~ 120 nm →

製作：Luke Jerram

ーガラス模型を製作した Luke Jerram についてー (ルーク・ジェラム)

ルーク・ジェラムは彫刻、インスタレーション、パフォーマンスの制作など多分野で活動しているアーティストです。

イギリスに在住し、国際的に活動しているジェラムは、化学現象を描いたアートワークを多く制作しています。主な作品に、「Tide」「Sky Orchestra」「Aeolus」「Play Me I'm Yours」などがあります。彼の作品は、ニューヨーク近代美術館（米国）、東京の森美術館（日本）、ベクスヒルのデ・ラ・ワー・パビリオン、ロンドンのICA、リバプールのFACT（イギリス）などの主要な国際的美術館で展示されているだけでなく、「ネイチャー」「サイエンス」「ランセット」などの科学雑誌にも取り上げられています。

実際のウイルスには、色がありません。それに気づいたルークは、より本物に近づけて作るために、ガラスで製作を始め「近づくのが恐ろしい程だ」と人々に言われるまでのクオリティーを実現しました。

天然痘ウイルス



← 約300 ~ 450 nm →

製作 : Luke Jerram

HPVウイルス



← 約50 ~ 60 nm →

製作 : Luke Jerram

インフルエンザ

Influenza

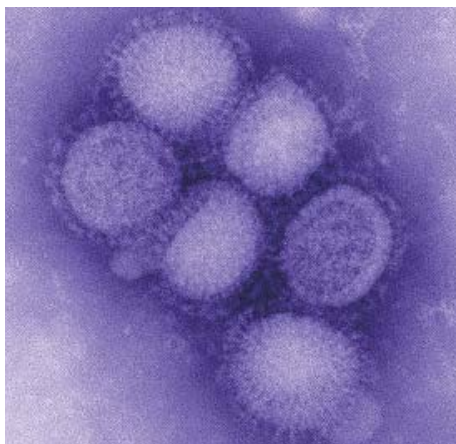


インフルエンザウイルスのうち、ヒトで大流行するのはA型とB型です。インフルエンザウイルスは感染力が強く、また表面の糖タンパクが変異しやすいため、ヒトの免疫が対応できないうちに変異した株が流行します。

■ 飛沫と接触によって感染が広がる

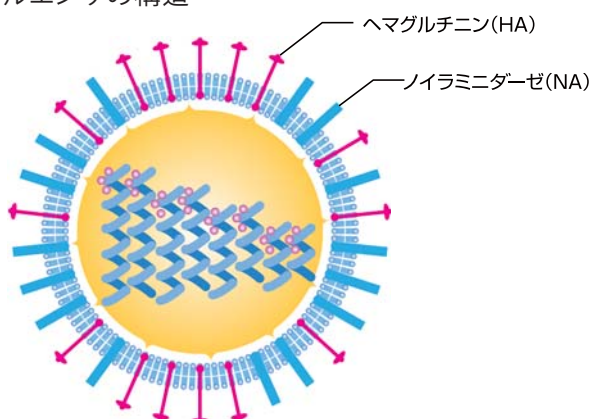
インフルエンザウイルスは、1930年代から40年代に発見されました。

ウイルスの表面には標的とする細胞を出入りするための2つの糖タンパク「ヘマグルチニン (HA)」「ノイラミダーゼ (NA)」があります。インフルエンザウイルスの株がH1N1、H1N5などと区別されるのはこの糖タンパクのタイプによります。インフルエンザウイルスでは、とくにこの2つの糖タンパクの変異が激しく、ヒトの免疫が定着する前に流行する株が変わっていくため、毎年異なる株のウイルスが流行します。



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

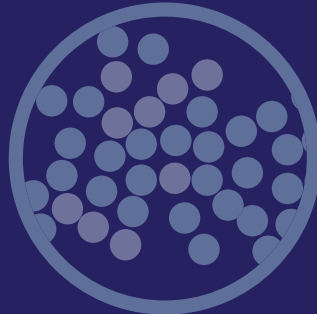
● インフルエンザの構造



- 種類**：A、B、Cの3つの型があり、そのうちヒトに大流行して強い症状を起こすのはA型とB型です。
- 感染経路**：咳やくしゃみに混じったウイルスを吸い込むことによる飛沫感染だけでなく、咳やくしゃみのしぶきに触り、さらにそれが口や鼻に入ることでも感染します。
- 症状**：38度以上の発熱、頭痛、だるさ、筋肉痛や関節痛に続いて、咳や鼻水といった風邪のような症状が現れます。循環器や呼吸器、腎臓などに慢性疾患がある人、高齢者や子どもは重症化しやすいので、注意が必要です。
- 診断**：30分以内に感染の有無やA型かB型を診断できる迅速抗原検出キットが診察時に用いられています。診断や研究の目的で、ウイルスや抗体を調べる別の方法もあります。
- 治療**：自然に治ることがほとんどですが、受診すると、薬効成分が全身を巡る飲み薬や注射薬と、主に気管や肺に効く吸入薬が処方されることがあります。インフルエンザ薬は発症から48時間以内に使うことが原則です。
- 予防**：流行する株を予測して作られるインフルエンザワクチンを接種することによって、感染や重症化が防げることが明らかになっています。流行時期には不必要な外出を控え、人混みを避ける、まめに丁寧に手を洗う、外出後はうがいをする、ドアノブやテーブル、テレビのリモコンなどは拭く、湿度を50～60%に保つなどの方法で感染を少しでも防ぐことができます。

胃腸炎を起こすウイルス

Virus which causes gastroenteritis



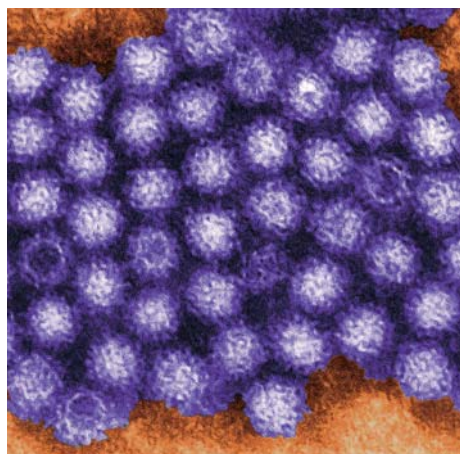
ノロウイルスは激しい下痢や嘔吐を引き起こすウイルスで、冬に感染が広がるのが特徴です。発症してからは、脱水になりやすいので水分摂取を心がけます。症状が強ければ、病院で点滴などの治療を受けます。

■感染力が強く、広がりやすいノロウイルス

ノロウイルスは感染力が非常に強く、ウイルスが数個体内に入っただけでも発症し、日本では毎年数百万人がノロウイルスによる症状を起こしていると考えられています。感染は1年中起こっており、とくに冬に患者さんが増えます(図版参照)。

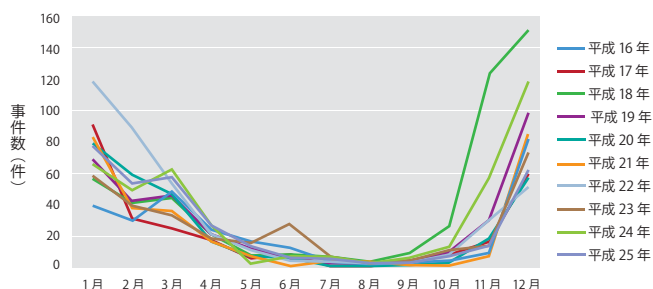
1968年(昭和43年)に米国の小学校で急性胃腸炎が発生した際にこのウイルスが発見され、その後、遺伝子型の研究などからウイルスの分類が進んで、2003年(平成15年)の国際ウイルス学会でノロウイルスという正式名称が決められました。

ノロウイルスは加熱、塩素、アルコールに強いいため、消毒にも手間がかかります。また、培養で増殖ができないこと、また種類が多く、変異もすることから感染経路の特定やワクチン開発が難しいという特徴があります。



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

●ノロウイルスの月別発生状況



種類：ゲノム塩基配列によって5種類のグループがあり、ヒトに感染するのはそのうちの3つで、その中でも流行の主流になるウイルスは変わっていくことが知られています。

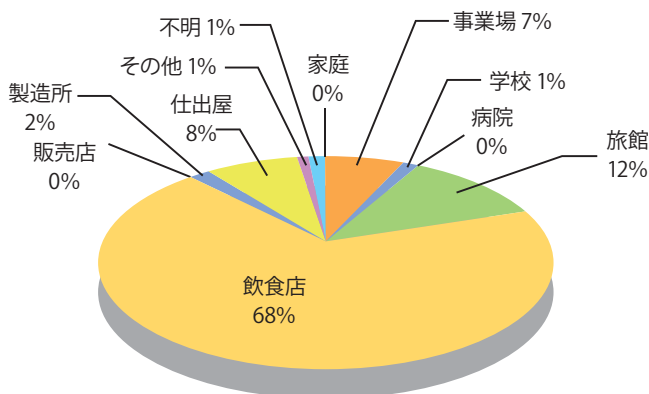
感染経路：①患者の嘔吐物や便から人の手を介しての感染
②嘔吐物などが乾いて舞い上がったウイルスが入った埃を吸い込む飛沫核感染(空気感染)
③飲食店などで食品を取り扱う人が感染して、食品から経口感染
④汚染された二枚貝を食べて感染
⑤ノロウイルスが含まれる井戸水などを消毒が不十分な状態で飲んだとき

症状：吐き気・嘔吐、下痢、腹痛が起こります。熱はあまり上がりません。

治療：脱水になりやすいので、水分摂取を心がけます。症状が強ければ病院で点滴などの治療を受けます。

●ノロウイルスを病因物質とする食中毒発生箇所

(2014年原因施設別発生状況)



—— ABO 式血液型とノロウイルスの感染 ——

ABO式血液型では、細胞表面の抗原の有無によって、①A抗原を持ち、B抗原を持たないA型、②B抗原を持ち、A抗原を持たないB型、③A／Bの両方を持つAB型、④どちらも持たないO型の4つに分類されています。

過去に流行したノロウイルスではO型やA型がかかりやすく、AB型がかかりにくい傾向がありました。この血液型による感染率の違いは、ノロウイルスが小腸に侵入するときに血液型抗原を利用するために生まれたと考えられています。ただし、現在流行しているノロウイルスは種類が変わり、このようなABO式血液型による感染しやすさの差は以前より少なくなっているようです。

ウイルスに関する絵本

インフルエンザウイルスの「フルくん」



「おれさまは、インフルエンザウイルスのフルくんだ。手洗いやうがいをサボっている人間が大好きだ。すぐに体に入り込めるからな。」インフルエンザウイルスについて、わかりやすく説明している絵本です。

おかだはるえ・作
ポプラ社 2012年5月

ノロウイルスの「ノウちゃん」

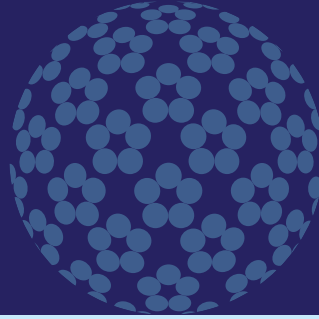


「あたし、ノロウイルスのノウちゃん。かくれんぼが大好き。いろいろなところに隠れて、みんなのお口に入るチャンスを狙ってるの。」ノロウイルスについて、わかりやすく説明している絵本です。

おかだはるえ・作
ポプラ社 2012年3月

がんを引き起こすウイルス

Virus which causes cancer

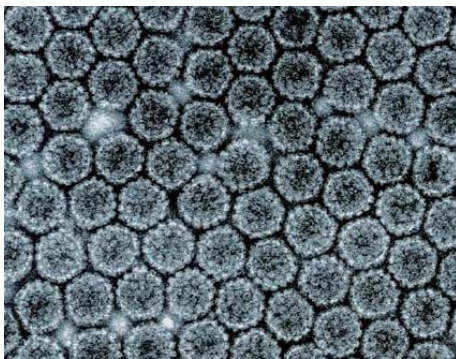


子宮頸がんの原因はヒトパピローマウイルス（HPV）の感染です。HPVはありふれたウイルスで、多くの女性が感染します。日本の女性の約1%が子宮頸がんを発症しますが予防する方法もあります。

■子宮頸がんの原因となるヒトパピローマウイルス（HPV）

ヒトパピローマウイルスは粘膜型と皮膚型があります。このうち粘膜型は性行為によって男女の生殖器に感染し、子宮頸がんの原因になります。また、皮膚型は接触感染し、皮膚がん（有棘細胞がん）やイボを引き起こします。

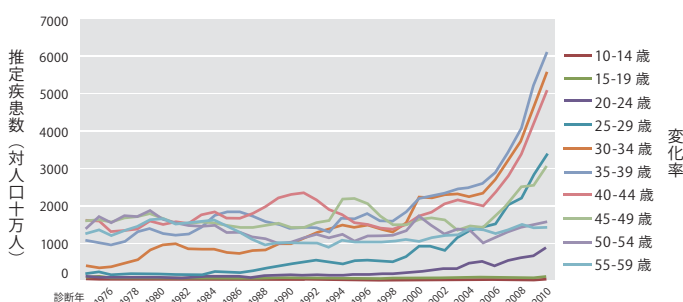
粘膜型ヒトパピローマウイルスは、大部分の成人男女が性行為によって一生に一度は感染するといわれています。子宮頸部でウイルスが長く持続的に増殖すると、子宮頸部の細胞が変化を起こし、前がん状態を経て、がん化することがあります。子宮頸がんのほぼ100%からHPVが検出されることがわかっています。HPVは肛門や膣、陰茎のがんとも関連し、最近、日本で増加している中咽頭がんの約半数はオーラルセックスによるHPV感染が原因と考えられています。



出典：国立感染症研究所

●日本人女性の子宮頸がんの年齢階級別推定疾患数

（上皮内がんを含む）



出典：国立がん研究センター がん情報サービス

種類：HPVは100種類以上が知られています。そのうち、子宮頸がんハイリスク群は15種類ほどです。中でも16型と18型は発がんリスクが高く、子宮頸がん予防のためのHPVワクチンはこの16型と18型に対応しています。

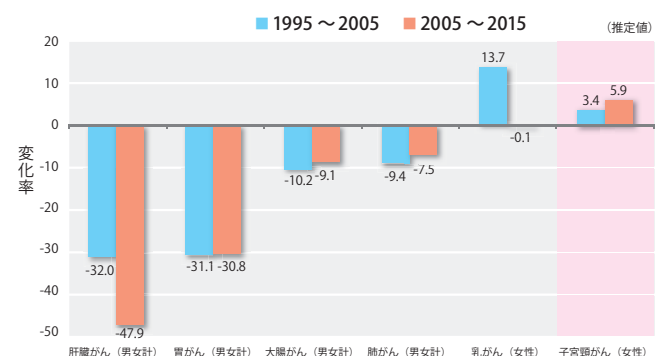
感染経路：感染したときには無症状です。ウイルス増殖が起こっていると子宮頸がん検診で異常を指摘されます。ただし、自覚症状は初期のがんではありません。

診断：子宮頸がんでは検診でも外来診療でも、子宮頸部の細胞を擦り取って細胞検査を行います。HPVのDNA検査も有効なので、行われることがあります。

予防：子宮頸がんにはワクチンがあり、日本では思春期の女性の定期接種となっています。子宮頸がん検診を受けることも重要です。
※定期接種となっていますが、厚生労働省は積極的な接種勧奨を差し控えているのが現状です。

●がんの年齢調整死亡率（75歳未満）の変化率

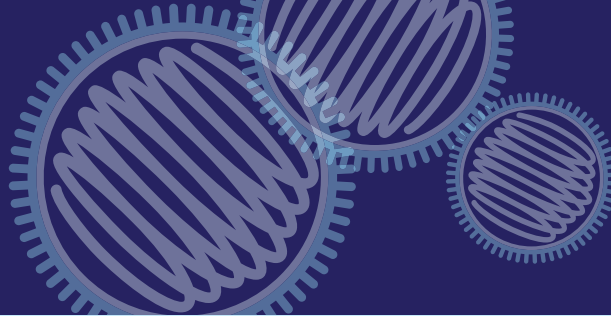
日本では、子宮頸がんの死亡率の増加が予測されている



第51回がん対策推進協議会資料2を元に作成

発疹性ウイルス感染症

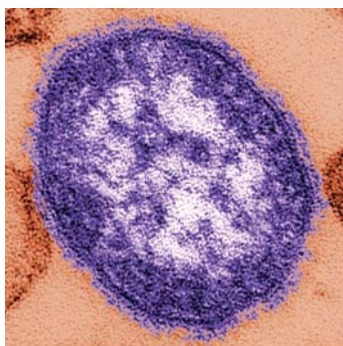
Rash-related virus infectious diseases



発疹を主な症状とする、はしかや風しん、水疱瘡は子どもにはありふれた感染症です。通常は検査は行われず、症状を見ることで診断されます。いずれもワクチンの接種が予防に有効です。

■感染すると高熱が出る麻疹ウイルス

はしかを起こす麻疹ウイルスは、感染力が強く、学校保健法では学校は発症後5日、かつ解熱を2日経過するまで、幼稚園は解熱後3日経過するまでは登校・登園禁止と定められています。



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

感染経路：空気感染、飛沫感染、接触感染とさまざまなルートで感染します。

症 状：発熱やだるさ、咳や鼻水、目の充血や目やにに加え、口の中にコブリック斑と呼ばれる1 mmほどの白い斑点ができます。乳幼児では下痢や腹痛が起こることがあります。その後、いったん下がった熱が再び高くなり、耳の後ろ、首、額などに出はじめた発疹が全身に広がります。発疹は赤く平たい状態から赤黒くなり、隆起して大きくなります。肺炎や中耳炎、心筋炎などとの合併に注意が必要です。1週間から10日後に回復します。

予 防：弱毒性の生ワクチンの接種が有効です。ほとんどの人がワクチンの接種を受けた国では、はしかの流行はなくなります。

■妊娠初期に感染すると胎児に影響する可能性のある風疹ウイルス

はしかと風しんは似ていますが、風しんは、はしかよりずっと軽い病気です。しかし、妊娠20週目くらいまでの妊婦が感染すると胎盤を通して胎児が感染し、白内障、難聴、心臓の奇形などが現れることがあります。男女を問わず子どもの時期にワクチンを受けて、妊婦が感染したり、妊婦にうつしたりしないようにしたいものです。

感染経路：飛沫感染、母から子への経胎盤感染です。

症 状：発熱、発疹に加え、耳の後ろや後頭部、首のリンパ節が腫れます。感染しても気づかない場合が1〜3割ほどあると考えられています(不顕性感染)。

予 防：弱毒性生ワクチンがあります。

■神経に潜伏する水痘・帯状疱疹ウイルス

みずぼうそうを起こすウイルスの感染力は、はしかと風しんの間くらいと考えられています。鼻や口から吸い込んだウイルスがリンパ節で増殖し、症状が出ます。



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

感染経路：空気感染します。水痘が出る1〜2日前からかさぶたができるまでの間は感染します。

症 状：熱が出て、全身に水疱が出ます。子どもが感染しても合併症の心配はほとんどありません。みずぼうそうが治った後、ウイルスが神経節に残り、体力が落ちたときなどに帯状に水疱ができ、強い痛みが出ることがあります(帯状疱疹)。

予 防：弱毒性の生ワクチンがあり、予防に有効です。

節足動物が媒介するウイルス感染症

Arthropod-borne virus infections



日本脳炎やデング熱は、ヒトが節足動物の一つである蚊に刺され、ウイルスに感染して発症するウイルス感染症の代表格です。熱帯・亜熱帯地域に行く場合には、蚊に刺されないように心がける必要があります。

■蚊が媒介する日本脳炎ウイルス

日本脳炎は、日本ではワクチン接種が普及しているため、患者数は激減しています。しかし、日本脳炎ウイルスを持つ蚊は発生しており、毎年日本脳炎にかかる人が出ています。

日本脳炎（英語名Japanese encephalitis）と呼ばれるのは1935年（昭和10年）に初めてこのウイルスがヒトの脳から分離されたのが日本だったからです。

感染経路：ウイルスを持つブタを吸血してウイルスを獲得したコガタアカイエカがヒトを刺したときに感染します。アジアでは別種の蚊が媒介することが知られています。ヒトからヒトへの感染はありません。また、感染しても症状が出るのは50～1,000人に1人と考えられています。

潜伏期間：6～16日

症状：頭痛、悪寒、発熱、めまい、食欲不振といった急性脳症の症状が出ます。症状が重くなると首や筋肉の硬直、運動まひや意識障害に陥ります。運動障害、知能障害、けいれんなどが後遺症として残る場合があります。

治療：日本脳炎自体の治療法はなく、解熱薬など症状に対応した治療を行います。

予防：不活化ワクチンの接種が推奨されています。

■蚊が媒介するデング熱

「顧みられない熱帯病」のひとつであるデング熱は2014年（平成26年）夏に日本で140例以上に感染し、話題になりました。デングウイルスには4つのタイプがあり、感染したタイプには免疫ができるので、同じタイプに再感染しても軽症ですみます。しかし、他のタイプのウイルスに感染したときに、より重症化することがあり、まれに死亡する場合もあります（デング熱出血熱）。

感染経路：ネッタイシマカ、ヒトスジシマカなどの蚊に刺されると感染します。ヒトからヒトへは直接はうつりません。

潜伏期間：2～15日

症状：急に高熱が出て、頭痛、筋肉痛、関節痛、リンパ節の腫れが出る、比較的軽症のデング熱と、軽症と同様の症状が急激に悪化してショック状態に陥り、皮下や鼻、内臓から出血する重症のデング出血熱があります。ほとんど症状が出ないふけんせい不顕性感染が5～8割あると推定されています。

治療：デング熱は出血傾向のない鎮痛薬などで治療し、デング出血熱であれば輸血が必要になります。

予防：蚊の多い場所では長袖長ズボンで刺されないようにします。蚊の忌避剤も有効です。

■マダニが媒介する重症熱性血小板減少症候群（SFTS）

2013年（平成25年）に山口県で国内初の感染者が報告されて以降、主に九州や中国・四国地方など西日本で相次いで感染者が確認されました。

感染経路：森や草むらなど野外にいる、マダニにかまれると感染します。

潜伏期間：6～14日

症状：発熱、食欲低下、嘔吐、下痢といった症状が出ます。検査をすると、白血球減少、血小板減少などの症状が認められます。特に高齢者は重症化することが多く、注意が必要です。

治療：治療法はなく、症状に対応した治療を行います。

予防：有効な薬剤やワクチンがないため、マダニにかまれないように、草むらに入る時は、長袖、長ズボン、長靴などを着用し、首筋にはタオルを巻くなど、露出を避けます。

顧みられない熱帯病（NTD）

Neglected tropical diseases

世界保健機関（WHO）は、デング熱や狂犬病のようなウイルス感染症をはじめ、原虫が媒介するリーシュマニア病やフィラリア、ハンセン菌によるハンセン病など、熱帯地域や貧困地域に蔓延する17の感染症を「顧みられない熱帯病」と定義しています。このうちの2つは、ウイルスによる病気です。

顧みられない熱帯病（NTD: Neglected Tropical Diseases）の感染者数は世界約150か国の約10億人に及び、年間50万人規模の死者が出ているといわれ、30の地域ではこのうち6種類以上の病気が重なっているとされています。それにもかかわらず、世界の三大感染症と呼ばれるエイズやマラリア、結核に比べると関心が向けられず、対策が進んでいません。

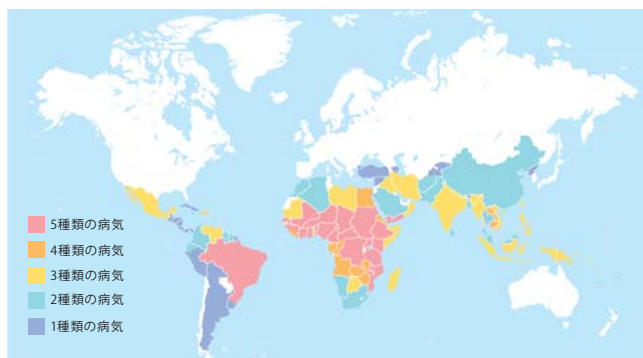
NTDが蔓延する地域は、紛争、スラム、遠隔地といった政治的・経済的・地理的な悪条件があること、またNTDの治療法を開発しても経済的な利益が少ないことなどから、なかなか支援の手が届かず、感染した人が働けなくなることでさらに貧困を長引かせるという悪循環に陥っています。治療薬やワクチンの開発はもちろん、予防の知識や実践、生活水準の向上、衛生環境の改善が重要で、政府や国際機関、NGO、製薬企業などさまざまな立場の人たちの連携が求められています。

●世界における「顧みられない熱帯病」

病原体	疾患名	流行地	感染者数	媒介者
ウイルス	デング熱	全世界	年間100万人	蚊（ヤブカ）
	狂犬病	アジア、アフリカ	年間1,500万人（感染リスク）	肉食系哺乳類（犬など）
細菌	ブルースリヤ症（熱帯性潰瘍）	熱帯、亜熱帯	不明	
	ハンセン病	全世界	22万人	
	トラコーマ	全世界	4,000万人	（ハエ）
	風土病性トリパノマ症（Yawsなど）	アフリカ、アジア、南米	250万人（1995年）	
寄生原虫	シャーガス病	中南米	1,000万人	サシガメ
	アフリカ睡眠病	アフリカ	10,500人	ツェツェバエ
	リーシュマニア症	アジア、中近東、アフリカ、南米	年間160万人	サシチョウバエ
寄生ゼン虫	メジナ虫症（ギニアワーム）	アフリカ	年間3,200人	ミジンコ
	リンパ管フィラリア症（象皮病）	熱帯、亜熱帯	13億人（感染リスク）	蚊
	オンコセルカ症（河川盲目症）	アフリカ、中南米	2,600万人	ブヨ
	住血吸虫症	アフリカ、南米、アジア	2億7,000万人	巻貝
	土壌伝播寄生虫症（回虫など）	全世界	10億人以上	
有鉤糞虫	糞虫症	アフリカ、アジア、南米	4,000万人	豚
単包虫・多包虫	胞虫症	全世界	年間18,000人	犬（排泄物など）
内部寄生性の吸虫	食物媒介吸虫類感染症	アジア	4,000万人（1995年）	淡水産巻貝、魚、甲殻類

世界保健機関（WHO）の情報を元に作成

●顧みられない熱帯病分布



出典：米国疾病予防管理センター（CDC）

■重症化すると怖い狂犬病のウイルス

NTDの一つである狂犬病は、日本ではイヌへのワクチン接種が功を奏し、1957年（昭和32年）以降発生していません。しかし、アジアでは感染が多くみられます。ウイルスを持つイヌやネコ、コウモリの唾液から感染します。

狂犬病ウイルスは感染部位から末梢神経を伝って脳や脊髄に入り、唾液腺を通じて唾液に出ます。

潜伏期間は2～8週間で、発症すると、発熱、だるさ、知覚異常、吐き気・嘔吐、のどのけいれん、興奮、錯乱、幻覚などの症状が出ます。全身まひになると10日以内に死亡します。

発症した場合は、薬はありません。予防には、不活化ワクチンの接種が有効です。

展示

動物由来感染症ハンドブック



NTDの一つ、リーシュマニア症への 日本からの支援が進んでいます

動物やヒトに寄生する原虫リーシュマニアの感染症で、サシチョウバエが媒介します。地域によってリーシュマニアの種類が異なり、皮膚・内臓・粘膜皮膚の3つのリーシュマニア症に分けられています。

このうち内臓リーシュマニア症はサシチョウバエに咬まれた後、1〜2か月の潜伏期間を経て、内臓が腫れ上がり、治療しないと感染者の9割が死亡します。世界で年間30万人が感染しており、アフリカのスーダン、バングラデシュ、インド、ネパールの4カ国での感染者が世界の9割を占めています。

東京大学医学部附属病院血液浄化療法部の野入英世准教授は、東京大学農学部や愛知医科大学などの研究グループとともに、バングラデシュでの内臓型リーシュマニア症の研究拠点の設立（2012年）やその後の研究を支援しています。バイオマーカーの使い方や遺伝子増幅法、感染を媒介するサシチョウバエの発生をコントロールする技術などを伝えるとともに、症例登録や検体のバンキング、治療薬の副作用のモニタリングのシステムも構築しています。

また、東京大学の北潔教授のグループは、2013年にリーシュマニア症と同類の原虫トリパノソーマが血液中で増殖する際に欠かせない酵素TAOとそれを阻害する化合物の構造を突き止めました。トリパノソーマはNTDに含まれるアフリカ睡眠病（進行すると髄膜脳炎から昏睡状態に陥り、死に至る）を引き起こします。アフリカ睡眠病には特効薬がないため、今後の研究の発展が期待されます。

インフルエンザの発生状況を調べられる「インフルくん」

"INFURU-kun" which checks the onset of influenza

インフルエンザの流行をTwitterの投稿（ツイート）から解析する「インフルくん」。感染症の情報をビッグデータから解析する方法として注目されています。

日本では、感染症の発生や流行を防ぐ目的で、1999年（平成11年）に制定された感染症法に基づき、インフルエンザをはじめとする111の感染症に関して、国と都道府県の感染症情報センターが約5,000の医療機関を結んで症例数を把握し、発生動向を1週間単位で情報公開しています。

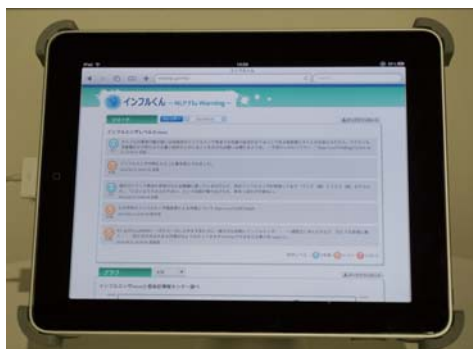
奈良先端科学技術大学院大学研究推進機構ソーシャル・コンピューティング研究室の荒牧英治特任准教授（元・東京大学医学部）は、この感染症情報センターのデータと、Twitterへの投稿を組み合わせ、インフルエンザの発症状況を感染状況が一目で分かるウェブサービス「インフルくん」を作成・運営しています。

「インフルくん」はTwitterの投稿（ツイート）からインフルエンザに関する言葉を自然言語解析技術で自動的に拾い出します。そして、言葉に応じて症状レベルを3段階で判断し、顔のアイコンとともに「ツイート」欄に刻々とツイートを追加していきます。

また、一部のツイートには発信した場所を示す情報が含まれており、それを集計して地図上に表示します。ツイートの数を集計したグラフは、感染症情報センターの発生件数のグラフに先行し、非常に似た形を示しているのがわかります。

自分や周囲の人の症状がインフルエンザかどうかを考えると、出張や旅行に行くときなどに「インフルくん」は役立ちそうです。

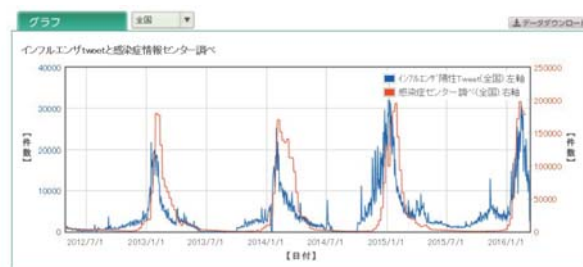
展示 「インフルくん」実際の様子（Twitter）



● ツイート分布MAP



● インフルくんTwitter（実際の画面）



● インフルくんTwitterの投稿数と感染症情報センター調べとの比較



提供：奈良先端科学技術大学院大学

天然痘との撲滅

Annihilate the smallpox

人類は、天然痘との数千年に及ぶ闘いを経て、20世紀後半、ついに封じ込めに成功しました。

■発疹が出て瘢痕が残るのが特徴



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

天然痘は感染力が非常に強く、感染した多くの人が死に至ること、また命は助かっても顔面に瘢痕が残るのが大きな特徴です。飛沫感染後、7～16日の潜伏期間を経て、39度前後の

発熱、頭痛、手足の痛み、腰痛などが出てきます。そして、3～4日後に熱がいったん下がり、それから顔面や頭部を中心に全身に発疹が出ます。発疹は盛り上がり、水疱となり、膿が出て、かさぶたになるという経過をたどります。

■ジェンナーによるワクチンの開発



ジェームス・フィリップスに種痘するジェンナー
(カンバス油彩) 1912年 E.Board画 ウェルカム財団(イギリス)

天然痘は昔からいっただんかかって治った人にはかからない獲得免疫があることが知られていました。

1796年(寛政8年)に英国の医師エドワード・ジェンナーが牛痘にかかった乳搾りの女性の膿を採取し、ジェンナー家の使用人の息子である8歳の少年ジェームス・フィリップスの腕に傷を付けて、その膿を接種しました。そして、12ヵ月後に天然痘の患者から採った膿を付けましたが、ジェームスは天然痘を発症しませんでした。この事実をジェンナーは1798年(寛政10年)に論文として発表します。これが天然痘ワクチンのはじまりです。

天然痘は症状が軽く、致死率が1%以下のタイプ(小痘瘡)と致死率が50%の毒性の強いタイプ(大痘瘡)があります。

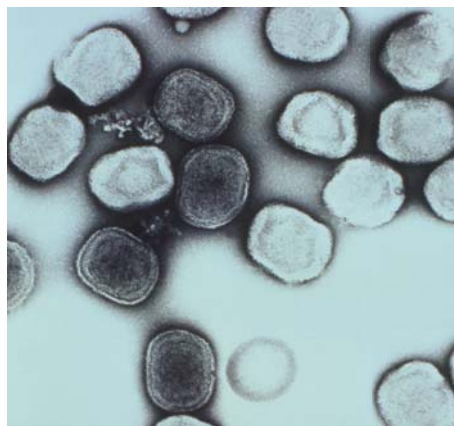
天然痘は昔からいっ

このジェンナーの天然痘ワクチンは日本では「種痘」と呼ばれました。日本でも天然痘の撲滅を目指して、海外から種痘の持ち込みが試みられ、全国各地に種痘所が設けられました。伊東玄朴ら江戸の医師82名が江戸幕府に直訴し、1858年(安政5年)に幕府の勅許を得て開設した「お玉ヶ池種痘所」は東京大学医学部や医学部附属病院のルーツです。

■天然痘の撲滅

こうして天然痘と闘う方法を獲得した人類は、世界保健機関(WHO)を中心にワクチンを普及させます。WHOは、ワクチンの品質保証を徹底的に行い、接種を簡単にし、患者の発見に賞金を出して、その周囲にワクチンを打つことで確実に天然痘患者を減らしていきました。地球上では1977年(昭和52年)のソマリアの患者を最後に天然痘は発生していません。そして2年間の監視を経て、WHOは1980年(昭和55年)に天然痘の世界根絶を宣言しました。日本では1956年(昭和31年)以降は発生していません。

●天然痘ウイルス



出典：米国疾病予防管理センター(CDC)

初めて可視化されたウイルスータバコモザイクウイルス

Tobacco Mosaic Virus visualized for the first time

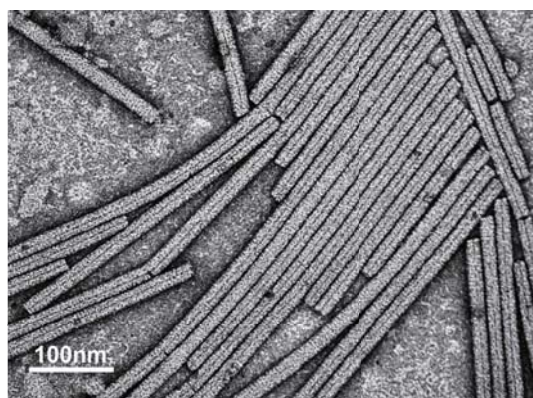


ウイルスの解明に研究材料として、大きく貢献したのが植物ウイルスであるタバコモザイクウイルスです。このウイルスはタバコの葉にモザイク症状を生じ、生産量を激減させるモザイク病の病原体で、ウイルスとして世界で初めて結晶化されたウイルスです。

ウイルスは平均約100nmと細菌や真菌(カビ)よりもずっと小さく、光の波長のおよそ半分以下の大きさであるため、光を当てて観察する光学顕微鏡で見えることはできません。そのため、その存在がわかるまでに時間がかかりました。

1886年(明治19年)、ドイツの農化学者アドルフ・エドゥアルト・マイヤー(Adolf Eduard Mayer)が、タバコモザイク病に感染したタバコの汁液を健康な葉に付けると健康な葉にも感染することを報告しました。そして、1892年(明治25年)にウクライナの研究所にいたロシア出身の生物学者ディミトリー・イオシフォビッチ・イワノフスキー(Dmitri Iosifovich Ivanovsky)が、タバコモザイク病の感染因子は細菌や真菌と異なり、水の浄化などに用いる素焼きフィルターを通り抜けられることを発表しました。この発表はウイルスが細菌や真菌よりも小さいことを示した最初の記述であり、「ウイルス学の起源」といわれています。

●タバコモザイクウイルス



提供：農学生命科学研究科

そして、1898年(明治31年)にオランダの微生物学者で、マイヤーの共同研究者でもあった、マルティヌス・ウィレム・ベイエリンク(Martinus Willem Beijerinck)がタバコモザイクウイルスを液体中の未知の分子として定義し、化学的毒素ではないことを示しました。

1935年(昭和10年)、米国の研究者ウェンデル・メレディス・スタンリー(Wendell Meredith Stanley)がタバコモザイクウイルスの結晶化に成功し、その組成とともに、この結晶が感染する能力を持つことを明らかにしました。結晶化できる物質が細菌のように感染することは当時の人々には大きな衝撃でした。スタンリーはこの功績により、1946年(昭和21年)にノーベル化学賞を受賞しました。

翌1936年(昭和11年)に英国の研修者フレデリック・チャールズ・ボーデン(Frederick Charles Bawden)らは、ウイルスがタンパク質と核酸からできている物質であることを解明しています。



アドルフ・エドゥアルト・マイヤー
提供：ハイデルベルグ大学(ドイツ)



ディミトリー・イオシフォビッチ・イワノフスキー
(切手)

突如流行して終息したSARS

SARS which spread rapidly before coming to an end

2002年から2004年まで、重症化すると呼吸困難で死亡する重症急性呼吸器症候群（SARS）が主にアジアで流行しました。現在は、SARSウイルスの封じ込めによって、流行は起こっていません。

■世界32の国と地域で大流行



出典：米国疾病予防管理センター（CDC）
2002年（平成14年）11月にこれまで知られていない重症の急性肺炎が中国・広東省で集団発生し、重症急性呼吸器症候群（Severe Acute Respiratory Syndrome：SARS）と名付けられました。その後、これが風邪の原因となる一般的なウイルスであるコロナウイルスの新型ウイルスによるものとわかりました。

SARSはインドから東側のアジアを中心とする32の国と地域で流行し、感染者は8,000人超という大流行となりました。

38度以上の発熱、悪寒、筋肉痛のようなインフルエンザに似た症状で始まり、1週間後くらいには7割ほどの患者さんで下痢が見られました。感染者の約8割は治癒していきますが、約2割は急性呼吸逼迫症候群に進行します。治療は、症状を和らげる対症療法のみで、海外で別のウイルスの抗ウイルス薬やインターフェロンの使用などが試みられましたが、治療効果は確認されませんでした。

■感染源はいまだに不明

この新型コロナウイルスの潜伏期間は2～10日、平均5日くらいとみられていますが、感染経路や病原性の強さなどの詳細は現在もはっきりとはわかっていません。感染源は市場で売買されたコウモリやハクビシンなど動物の可能性があります。

感染経路は飛沫および便への接触などが主体ですが、空気感染の可能性もあります。感染症のある血液や体液への直接感染でも感染が起こっていて、実際に感染者の2割ほどが医療・介護施設で働く人でした。

院内感染が多かったということもあって、子どもの患者が少なかった一方で、最大の感染国となった中国では20代が最も多くかかっていました。また、死亡のリスクが高いのは、65歳以上、男性、基礎疾患があることとされています。

日本では、台湾から来た観光客が帰国後に発症し、立ち寄った施設の消毒が行われました。ほかにも感染が疑われる症例があり、SARS対策専門委員会が立ち上げられて診断を精査しました。しかし、実際の感染例はありませんでした。

SARSウイルスは、その後、患者の隔離と検疫によって封じ込められ、2003年（平成15年）7月5日に世界保健機関（WHO）がSARSの終息宣言を出しました。現在では流行は見られません。

なお、2012年（平成24年）に初めて発症が確認され、2015年（平成27年）に韓国で流行した中東呼吸器症候群（Middle East Respiratory Syndrome：MERS）の原因となるMERSコロナウイルスもSARSと同じコロナウイルスの仲間です。



出典：読売新聞
2003年3月17付

身近な脅威、デングウイルス感染症の流行

Dengue virus which posed a threat in urban areas

2014年に国内感染としては約70年ぶりに確認されたデングウイルスの感染は、東京の代々木公園や近隣の公園で蚊に刺された人を中心に広がり、2014年末に178例となりました。現在は国内感染は報告されていません。

■70年ぶりに国内感染が発生

デング熱はヒトスジシマカやネッタイシマカが媒介する感染症で、高熱や頭痛、関節痛や筋肉痛が起こり、症状が悪化すると皮下や鼻、内臓から出血するデング出血熱となります。人から人へは感染しません。

日本では、海外で感染して帰国した人のいわゆる「輸入感染」は毎年発生しています。一方で、国内で感染したデング熱の症例は1940年代以降は報告されていませんでした。ところが2014年(平成26年)8月26日、約70年ぶりにデング熱の症例が見つかりました。その後、海外に行ったことがない人の感染例が次々と報告され、2014年の国内感染の症例数は162例となりました(国外での感染は178例、2015年(平成27年)2月13日の国立感染症研究所の発表)。発症のピークは2014年8月下旬から9月上旬あたりと推定されています。

2014年の最初の国内感染例となった10代の女性は学校の課外活動で行った東京の代々木公園で蚊に刺されており、同じ学校の生徒からも感染者が見つかりました。デング熱はインフルエンザや風邪と症状が似ており、診断が難しいのですが、感染者が代々木公園や近隣の新宿中央公園、明治神宮、神宮外苑などで蚊に刺されたと話したこと、またデングウイルス抗体検査の結果から感染が明らかになりました。



閉鎖される代々木公園の入り口(4日午後2時38分、東京都渋谷区で)＝菊政哲也撮影

出典：読売新聞 2014年9月5日付

そして、実際に9月4日にデングウイルスを保有しているヒトスジシマカが見つかり、公園を閉鎖しての駆除が行われました。東京都福祉保健局がデングウイルスを保有しているヒトスジシマカがいなかったと発表したのは9月26日です。なお、感染者は千葉や兵庫などでも見つかりましたが、流行には至っていません。



出典：読売新聞 2014年9月5日付

■感染例は全例が報告される

デング熱は感染症法では4類感染症の全数把握疾患という分類に入っており、診断した医師はすぐに最寄りの保健所に届ける必要があります。このような国内感染の流行を受けて、国立感染症研究所は、地方公共団体向けにデング熱のような蚊が媒介する感染症の対策の手引きを2015年4月28日に出しました。

また、医師向けに診断や治療、届け出、予防の手順を示したガイドラインが2015年5月22日に公表されました。このガイドラインには、デング熱に感染した人に腹痛や腹部の腫れ、腹水や胸水、粘膜出血のようなデング出血熱様の症状が出てきた場合は入院させることなどが記載してあります。

西アフリカで大流行したエボラ出血熱

Ebola hemorrhagic fever epidemic in West Africa



2014年3月に西アフリカのギニアの保健省が確認した感染例に端を発するエボラ出血熱の流行は、ギニアをはじめ、リベリア、シエラレオネで拡大し、これまで知られているうちで最大のものとなりました。

■致死率が非常に高いのが特徴

エボラ出血熱はエボラウイルスが原因となって起こる感染症です。ラッサ熱、マールブルク病、クリミアコンゴ出血熱、南米出血熱と同様に、発熱後に出血する「ウイルス性出血熱」として、感染症法では危険性が極めて高い一類感染症に分類されていますが、エボラウイルスの感染では必ずしも出血症状を伴わないことがわかっています。

この病気が見つかったのは1976年(昭和51年)で、スーダン(現:南スーダン)とコンゴ民主共和国の2カ所ほぼ同時期に発生しました。そのときのコンゴ民主共和国の発生場所がエボラ川の近くであったためにこの病気の名前がつけました。

フルーツを主食とするオオコウモリが自然宿主と考えられています。血液や体液との接触により、ヒトからヒトへの感染が起こります。アフリカでは死者の埋葬の際に死者の体に直接触ることが感染の大きな原因になりました。また、性行為による感染が懸念されるため、コンドームの使用や男性感染者が回復した後の精子の追跡検査も必要とされています。

潜伏期間は2～21日で、突然発熱して体がだるくなり、頭痛、喉の痛み、筋肉痛などが起こります。その後、嘔吐や下痢といった消化器症状、肝臓や腎臓の異常、発疹が現れて、さらに症状が悪化すると出血が起こります。致死率は25～90%です。

感染力が非常に強いのが特徴で、今回の流行では、ナイジェリアへのたった1人の感染者の空路での移動がきっかけで、ナイジェリア国内で19名が感染し、うち8名が死亡しました。

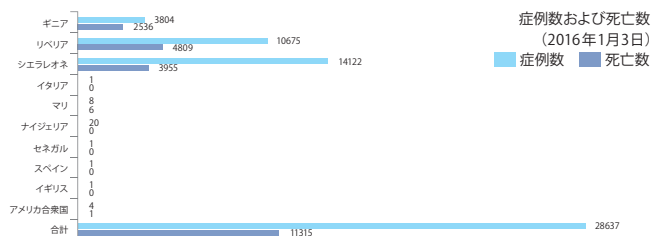
■2年近くの大流行を経て終息へ

今回の大流行の最初は2013年(平成25年)末あたりと推測されています。春にいったん感染の勢いが衰えたものの、再び感染者数が増え、世界保健機関(WHO)は2014年(平成26年)8月8日に「国際的に懸念される公衆保健上の緊急事態」として対応強化を世界に呼びかけました。ここまで流行が拡大したのは、患者の隔離や自らを防御しながら看護する態勢がうまくできなかったことが原因とされています。

その後、世界を挙げての感染封じ込めにより、「終息の目安とする42日間、新たな感染者が確認されなかった」としてWHOは2016年(平成28年)1月14日に西アフリカでの感染の終息を宣言しました。ただし、散発的な症例の発生は続いており、警戒が続いています。今回の流行での感染者は2016年3月27日時点で、2万8,646人、そのうち死者は1万1,323人です。

日本では2014年の大流行では流行国に渡航するのを控えるように勧告が出され、検疫が強化されて、日本での感染者は見つかりませんでした。日本の感染症法ではエボラ出血熱の感染者は全数報告することが決められています。

●エボラ出血熱の世界感染症例の発生状況



出典：世界保健機関 (WHO)

南米で流行が続くジカウイルス感染症

Zika virus infection disease which epidemic continues in South America



ジカウイルスの感染症は流行が広がり始めた2007年以降、2016年3月末までで59の国と地域で報告されています。2015年から南米大陸で流行が拡大し、世界保健機関（WHO）は2016年2月に「国際的に懸念される公衆保健上の緊急事態」を宣言しました。

■日本では国内感染は起こっていない



出典：厚生労働省

ジカウイルスは、1947年（昭和22年）、ウガンダ中南部のジカという森に住むアカゲザルから初めて分離されたことから、この名前がつけました。2013年（平成25年）にはフランス領ポリネシアで約1万人が感染するほど一部地域で流行が続いています。ブラジルでは、2015年（平成27年）5月にジカウイルスの診断が確認され、その年ブラジル保健省は40～130万人が感染したと推定しています。

日本では2013年と2014年にフランス領ポリネシアのボラボラ島、タイのサムイ島からの帰国者3例が見つかり、2015年に南米での流行がはじまってからは、2016年（平成28年）3月末現在で、ブラジルからの帰国者2例が確認されています。いずれも輸入感染例で、国内での発生（発症前2週間以内の海外渡航歴がない）は報告されていません。今回の南米での流行を受けて、ジカウイルス病と、妊娠中の母親の感染から起こる先天性ジカウイルス感染症が感染症法の4類感染症に指定されました。日本感染症学会はホームページでジカウイルス感染症の診断・治療ができる医療機関を掲載しています。

■小頭症との関連が憂慮される

ジカウイルスを媒介するのはデングウイルスと同じくヒトスジシマカやネッタシマカです。蚊に刺されて感染した後の潜伏期間は2～7日、最大12日くらいといわれています。38.5度以下の発熱、関節痛、発疹、頭痛や目の奥の痛みといった風邪やデング熱などによく似た症状が出て、解熱鎮痛薬などの対症療法で2～7日で回復しますが、症状だけでジカウイルス感染を判断するのは難しく、血液中のジカウイルスの遺伝子検査、抗体検査、さらには蚊に刺されたかどうかを診断の決め手になります。一部の国では蚊が存在しない状態での国内感染が報告されており、性行為で感染する可能性があると考えられています。

不顕性感染が80%程度と症状が重くならない人が多いのに大きな問題になっているのは、妊婦が感染すると胎児が小頭症になることがあるからです。ブラジルではジカウイルス感染症との関連が確認された、あるいは関連が疑われる小頭症の症例が5,200例となっています（2016年3月19日付）。最近の研究から、ジカウイルスが神経幹細胞に感染しやすいことが小頭症につながっているのではないかと推測されています。

●ブラジルでのジカウイルス感染と小頭症

小頭症 症例数

小頭症発生地域



出典：世界保健機関（WHO）

予防接種やワクチンについて知っておこう

Vaccines and immunizations

予防接種は、あらかじめウイルスや細菌などの病原体から作られたワクチンを体内に入れて免疫をつけておくもので、実際にその病原体に感染したときに症状が出ない、あるいは出ても重篤化しないようにするための医薬品です。

■不活化ワクチンは複数回の接種が必要

ワクチンの種類には生ワクチン、不活化ワクチン、サブユニットワクチン、トキシイドなどがあります。

生ワクチンは、病原体の毒性を弱めたもので、病原体が体内でゆっくり繁殖し、抗体が体の中にできます。はしか(麻しん)、風しん、おたふくかぜ(流行性耳下腺炎)のワクチンは生ワクチンです。

不活化ワクチンは、病原体を熱やホルムアルデヒドなどで殺したもので、体内で病原体は増えませんが、病原体の外側にあるタンパク質は損傷されないために免疫が認識することができます。生ワクチンに比べて免疫をつける力が弱いので、複数回の接種が必要です。

サブユニットワクチンは病原体の特定のタンパク質や多糖体、核酸を使うもので、B型肝炎ワクチンはこのサブユニットワクチンです。

トキシイドは細菌の出す毒素を弱めたもので、不活化ワクチンに分類されることもあります。破傷風やジフテリアのワクチンはトキシイドです。

■予防接種法改正で定期接種のワクチンが増加

日本における予防接種は、1948年(昭和23年)に施行された予防接種法に基づいて実施されています。

予防接種法では、予防接種を定期接種(A類疾患とB類疾患)と臨時接種に分類しています。

定期接種のA類疾患は、感染すると重篤になりやすく、感染の広がりによって社会に大きな影響が出るために集団防疫を目的としてワクチンの定期接種を努力義務としています。ジフテリア、百日咳、急性灰白髄炎、はしか、風しん、みずぼうそう(水痘)、日本脳炎、破傷風、結核、Hib(ヒブ)感染症、小児に関わる肺炎球菌感染症、ヒトパピローマウイルス(HPV)感染症等が対象です。A類疾患は、ほとんどの自治体で公費助成が行われており、多くは無料で受けられます。

B類疾患は、努力義務がなく、個人の発病やその重症化を防ぐもので、主に高齢者を対象とするインフルエンザと肺炎球菌のワクチンがこれにあたります。

臨時接種は新型インフルエンザのような新しい感染症を対象とします。

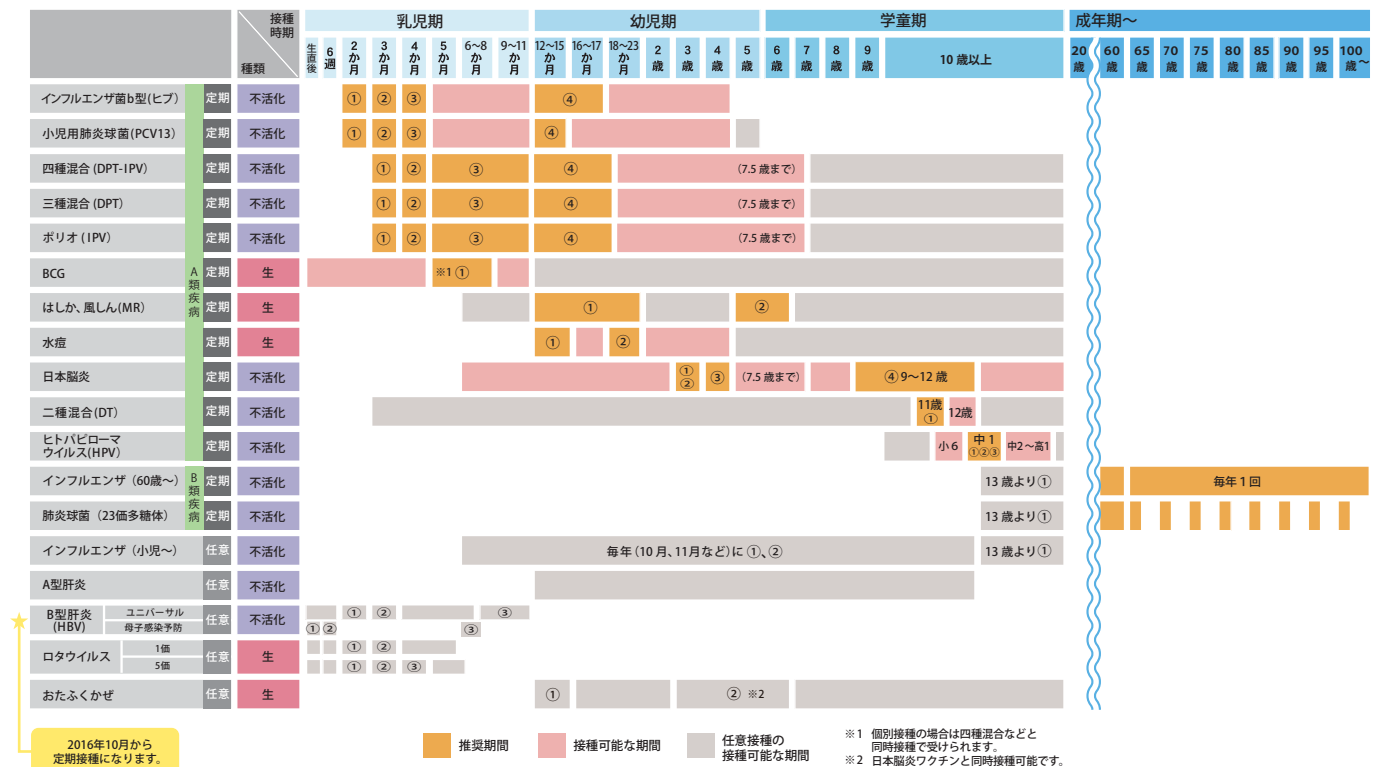
予防接種法では定められていないのですが、できれば受けるべきという任意接種のワクチンもあります。おたふくかぜ、A型肝炎、B型肝炎、ロタウイルス等が任意接種のワクチンです。

予防接種によって健康被害が起こったときは、定期接種と臨時接種は厚生労働省の予防接種健康被害救済制度、任意接種は独立行政法人医薬品医療機器総合機構の医薬品副作用被害救済制度の対象となります。

日本では他の先進国で使われているワクチンが使えないなど世界の予防接種のシステムとの間に「ワクチンギャップ」があること、また、妊婦の風しんの感染から多くの先天性風しん症候群の子どもが生まれた状況などから、政府は2013年(平成25年)から2016年(平成28年)にかけて予防接種法を改正し、予防接種基本計画に基づいて予防接種を行うことになりました。また、この改正時に上記のHib感染症、小児の肺炎球菌感染症、HPV感染症、みずぼうそうの4つを定期接種のA類疾患に入れました。ただし、現在、厚生労働省はHPVワクチンの積極的な接種勧奨を差し控えています。

さらに、2016年2月にB型肝炎ワクチンを2016年10月から定期接種のA類疾患に入れることが決まりました。対象は今年4月以降に生まれる0歳児です。B型肝炎ワクチンはすでに世界の多くの国・地域ですべての新生児や学童に接種する「ユニバーサル・ワクチネーション」の対象となっており、日本もそれに倣った形です。

●現状の予防接種のスケジュール（○の中の数字は、回数とその接種時期です。）



ワクチン	標準的接種年齢と接種期間
インフルエンザ菌b型（ヒブ）	①-②-③の間はそれぞれ3週から8週あける ③-④の間は7か月から13か月あける
肺炎球菌（PCV13）	①-②-③の間はそれぞれ27日以上あける ③-④の間は60日以上あけて、1歳から1歳3か月で接種
四種混合（DPT-IPV）	①-②-③の間はそれぞれ20日から56日までの間隔（③-④の間は6か月以上あけ、標準的には③終了後12か月から18か月の間に接種）
三種混合（DPT）	
ポリオ（IPV）	①-②-③の間はそれぞれ20日以上の間隔（③-④の間は6か月以上あけ、標準的には、③終了後12か月から18か月の間に接種）
BCG	12か月未満に接種、標準的には5か月から8か月未満に接種
はしか、風しん（MR）	①：1歳以上2歳未満 ②：5歳以上7歳未満（小学校入学前の1年間）
水痘	①：生後12か月から15か月 ②：1回目から3か月以上あける
日本脳炎	①、②：3歳、①-②の間は6日から28日までの間隔 ③：4歳 ④：9歳（小学校3年から4年相当） 日本脳炎流行地域に渡航・滞在する小児、最近日本脳炎患者が発生した地域・ブタの日本脳炎抗体保有率が高い地域に居住する小児に対しては、生後6か月から日本脳炎ワクチンの接種を開始することが推奨されます。
二種混合（DT）	①11歳から12歳に達するまで
ヒトパピローマウイルス（HPV）	中学1年生女子 2価ワクチン：①-②の間は1か月、①-③の間は6か月あける ※厚生労働省は、積極的な接種勧奨を差し控えている。 4価ワクチン：①-②の間は2か月、①-③の間は6か月あける
インフルエンザ（60歳～）	60歳以上65歳未満の者であって一定の心臓、腎臓若しくは呼吸器の機能又はヒト免疫不全ウイルスによる免疫の機能障害を有する者。
肺炎球菌（23価多糖体）	60歳以上65歳未満の者であって一定の心臓、腎臓若しくは呼吸器の機能又はヒト免疫不全ウイルスによる免疫の機能障害を有する者。 当該年度内に65歳、70歳、75歳、80歳、85歳、90歳、95歳、100歳になる者。未接種の場合、定期接種として1回接種可能。
インフルエンザ（小児～）	①-②の間は4週（2週から4週）あける
A型肝炎	1歳から接種可能、1回目の2週から4週後に2回目、その半年後に3回目を接種
B型肝炎（HBV）	ユニバーサルワクチン：①-②の間は4週、①-③の間は20週から24週あける 母子感染予防のためのワクチン：①生直後、②1か月、③6か月
ロタウイルス	生後6週から接種可能、①は8週から15週未満を推奨する 1価ワクチン：①-②は、4週以上あける（計2回） 5価ワクチン：①-②-③は、4週以上あける（計3回）
おたふくかぜ	①：1歳以上

日本小児科学会が推奨する予防接種スケジュールを元に作成

海外渡航の際の予防接種にも注意を

Paying special attention to vaccination for overseas travel

海外に行くとき、渡航する国や地域によっては、予防接種を受けたことを証明する書類を求められることがあります。また、海外では日本にはない感染症にかかる可能性があるため、その対策としても予防接種を受けておくことが重要です。

■アフリカや南米への渡航前には黄熱の予防接種を

滞在に必要な予防接種の種類は、国や地域によって異なります。また、渡航期間、年齢、現在の健康状態、これまでの予防接種履歴などによっても変わります。

特に黄熱（黄熱病）、A型肝炎、B型肝炎、破傷風、狂犬病、ポリオ、日本脳炎は重要視されています。主にアフリカや南米の熱帯地域では、黄熱の予防接種の証明書の提示が求められる国がいくつかあります。流行国への入国だけでなく、流行国から

の、あるいは流行国への乗り継ぎの際に調べられる場合もあります。

1か月以上の長期滞在では、短期滞在よりもさらに接種すべきワクチンの種類が増えます。特に子どもの入学や転校では渡航先で予防接種の証明書を要求されることが多いので、注意が必要です。

●ワクチンの接種回数*と有効期間と目安

ワクチン名	接種回数	接種間隔	有効期間
A型肝炎	3回	2～4週間あけて2回、さらに24週間以上あけて1回	5年以上
B型肝炎	3回	4週間あけて2回、さらに20～24週間あけて1回	10年以上
破傷風※1	3回	3～8週間あけて2回、さらに6ヵ月以上あけて1回	10年間
狂犬病※2	3回	4週間あけて2回、さらに6～12ヵ月後に1回	2年間
日本脳炎※3	3回	1～4週間あけて2回、さらにおおむね1年後に1回	4年間
ポリオ※4	3～4回	3週間以上あけて2～3回、さらに6ヵ月以上あけて1回	10年以上
インフルエンザ※5	1回		1年間
黄熱	1回		生涯
髄膜炎菌	1回		

*接種回数：過去に接種歴がない場合

※1 破傷風：1968年以降に生まれた方は、小児期に3種混合ワクチンとして接種を受けていることが多く、その場合は1回だけ接種をします。

※2 狂犬病：海外では0日、1週後、3～4週後の接種間隔をとります。

※3 日本脳炎：大人の場合、通常は1～2回の追加接種のみを行います。

※4 ポリオ：大人の場合、通常は1～2回の追加接種のみを行います。

※5 インフルエンザ：13歳未満で過去に接種歴がない場合は2～4週あけて2回目の接種を行います。

出典：厚生労働科学研究費補助金・新興再興感染症研究事業
海外渡航者に対する予防接種のあり方に関する研究班
平成27年11月改訂版「海外旅行者の予防接種Q&A」を元に作成

■ 渡航が決まったら早めに予防接種の計画を立てる

厚生労働省検疫所は出発の3ヵ月以上前から予防接種の計画を立てることを推奨しています。例えば、3回接種するワクチンは出国までに少なくとも2回受けておき、3回目は現地で一時帰国の際に受けることもできます。ワクチンの副反応が起こる場合があるため、渡航直前に受けるのは避けるほうが無難です。また、黄熱の予防接種は全国24ヵ所の機関で予約しないと受けられないため、計画が必要です。複数のワクチンの同時接種も含めて、検疫所や下記のホームページで紹介していますので、参考にするといいいでしょう。

厚生労働省検疫所 (FORTH)

<https://www.forth.go.jp/useful/vaccination.html>

海外旅行者の予防接種Q&A (川崎医科大学小児科学教室)

<http://www.tramedjsth.jp/pdf/yoboqa.pdf>

日本にない感染症、あるいは渡航先で感染のリスクが高い感染症については、日本にワクチンがある場合には予防接種を受けていくと安心です。なお、日本では腸チフスや流行性髄膜炎のワクチンが認可されていませんが、国内のいくつかの施設では受けることができます。

厚生労働省検疫所のホームページでは、受けるべき予防接種や接種できる施設を検索できます。

● 地域別に推奨される予防接種 (○：推奨する)

地域名	ワクチン名	短期旅行者*		長期滞在者 (短期旅行者でも通常の観光ルート以外に立ち入る場合を含む)							
		A型肝炎	黄熱	A型肝炎	B型肝炎	破傷風	狂犬病	黄熱	日本脳炎	ポリオ	髄膜炎菌
東アジア (中国、韓国など)		○		○	○	○	○		○		
東南アジア (タイ、ベトナムなど)		○		○	○	○	○		○		
南アジア (インド、パキスタンなど)		○		○	○	○	○		○	○	
中近東 (サウジアラビアなど)		○		○	○	○	○			○	○ (メッカ巡礼)
アフリカ (ケニアなど)		○	○ (赤道周辺)	○	○	○	○	○ (赤道周辺)		○	○
東ヨーロッパ (ロシアなど)		○		○	○	○	○				
西ヨーロッパ (イギリス、フランスなど)						○					
北アメリカ (合衆国、カナダなど)						○					
中央アメリカ・カリブ海 (メキシコ、ハイチなど)		○		○	○	○	○				
南アメリカ (ブラジルなど)		○	○ (赤道周辺)	○	○	○	○	○ (赤道周辺)			
南太平洋 (グアム、サモアなど)		○		○	○	○	△ (島による)				
オセアニア (オーストラリアなど)						○					

※短期旅行者：滞在期間が1ヵ月未満で都市部やリゾートなどに滞在する者

出典：厚生労働科学研究費補助金・新興再興感染症研究事業
海外渡航者に対する予防接種のあり方に関する研究班
平成27年11月改訂版「海外旅行者の予防接種Q&A」を元に作成

時代とともに変遷する感染症に関する法律

Infectious disease control laws changing with the times

日本での感染症への対応は、主に「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」（感染症法）に基づいて行われます。感染症に関する法律の内容は、感染症の流行の歴史に伴って変遷しています。

■発症後の措置や予防法を疾患・病原体別に制定

感染症法では、感染症を治療や予防がどのくらいできるのか、その程度とそれを受けた発症後の措置によって分類しています（図参照）。例えば、エボラ出血熱のように、感染力が強く治療法や予防法が確立されておらず、致死率も高い感染症は「一類感染症」として最も警戒すべき感染症に分類されます。

また、病原体は疾患とは別のカテゴリーで分類されており、所持や輸入などの扱いが定められています。所持も輸入も禁止されているものが一類です。

■ジカウイルスなど新興感染症にも対応

感染症法は1998年（平成10年）に制定され、1999年（平成11年）から施行されています。それまでは1897年（明治30年）に制定された伝染病予防法が施行されていました。主な対象になっていたのは、コレラ、赤痢、腸チフス、天然痘、ジフテリアなど10種類の急性の感染症です。

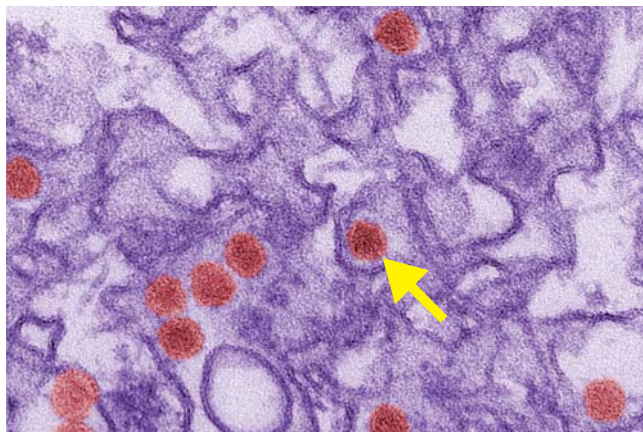
これらの感染症は、上下水道の整備やゴミの収集などで公衆衛生が向上したこと、抗菌剤などによる治療法の開発、またワクチンの登場など予防方法が進化したことなどから、1960年代には日本でも世界でもコントロールできるようになっていました。

しかし、1980年代以降、ヒト免疫不全ウイルス（HIV）による後天性免疫不全症候群（AIDS）、病原性大腸菌O157の感染症など新しい感染症が出てきて、伝染病予防法で定められた患者の隔離を主とする方法では対応できないことが問題となりました。そこで、感染症発生の監視（サーベイランス）のシステムを組み込んだ法律に改定することになったのです。

その後、感染症法は2003年（平成15年）の重症急性呼吸器症候群（SARS）や高病原性鳥インフルエンザ（H5N1）の流行を受けて改定され、2007年（平成19年）には結核予防法と統合されました。さらに、2008年（平成20年）5月には新型インフルエンザ等感染症、2013年（平成25年）5月には中国で感染が続いているH7N9型鳥インフルエンザ、2016年（平成28年）2月にはジカウイルス病と先天性ジカウイルス感染症が追加されるなど、新興・再興感染症に対応して改定されています。

また、2014年（平成26年）に発生したヒトスジシマカが媒介するデング熱の発生を受けて、「蚊媒介性感染症に関する特定感染症予防指針」が告示され、対応が強化されています。

●電子顕微鏡で見た「ジカウイルス」



※矢印が示す部分がジカウイルスです。 出典：米国疾病予防管理センター（CDC）

●地域別に推奨される予防接種（○：推奨する）

（平成23年2月1日改正）

分類	定義	感染症名
一類感染症	感染力や罹患した場合の重篤性などに基づく総合的な観点からみた危険性が極めて高い感染症	エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、痘そう、南米出血熱、ペスト、マールブルグ病、ラッサ熱
二類感染症	感染力や罹患した場合の重篤性などに基づく総合的な観点からみた危険性が高い感染症	急性灰白髄炎、結核、ジフテリア、重症急性呼吸器症候群（SARS）、鳥インフルエンザ（病原体がインフルエンザウイルスA属インフルエンザAウイルスであってその血清亜型がH5N1）
三類感染症	感染力や罹患した場合の重篤性などに基づく総合的な観点からみた危険性は高くないものの、特定の職業に就業することにより感染症の集団発生を起こしうる感染症	コレラ、細菌性赤痢、腸管出血性大腸菌感染症、腸チフス、パラチフス
四類感染症	ヒトからヒトへの感染はほとんどないが、動物、飲食物などの物件を介して人に感染し、国民の健康に影響を与えるおそれのある感染症	E型肝炎、ウエストナイル熱（ウエストナイル脳炎を含む）、A型肝炎、エキノコックス症、黄熱、オウム病、オムスク出血熱、回帰熱、キャサナル森林病、Q熱、狂犬病、コクシジオイデス症、サル痘、ジカウイルス、重症熱性血小板減少症候群（SFTS）腎症候性出血熱、西部ウマ脳炎、ダニ媒介脳炎、炭疽、チクングニア熱、つつが虫病、デング熱、東部ウマ脳炎、鳥インフルエンザ（鳥インフルエンザ（H5N1）を除く）、ニパウイルス感染症、日本紅斑熱、日本脳炎、ハンタウイルス肺症候群、Bウイルス病、鼻疽、ブルセラ病、ベネズエラウマ脳炎、ヘンドラウイルス感染症、発しんチフス、ボツリヌス症、マラリア、野兔病、ライム病、リッサウイルス、リフトバレー熱、類鼻疽、レジオネラ症、レプトスピラ症、ロッキーマウンテン紅斑熱
五類感染症	国が感染症発生動向調査を行い、その結果に基づき必要な情報を国民や医療関係者などに提供・公開していくことによって、発生・拡大を防止すべき感染症	全数把握疾患 アメーバ赤痢、ウイルス性肝炎（E型肝炎及びA型肝炎を除く）、急性脳炎（ウエストナイル脳炎、西部ウマ脳炎、ダニ媒介脳炎、東部ウマ脳炎、日本脳炎、ベネズエラウマ脳炎及びリフトバレー熱を除く）、クリプトスポリジウム症、クロイツフェルト・ヤコブ病、劇症型溶血性レンサ球菌感染症、後天性免疫不全症候群、ジアルジア症、髄膜炎菌性髄膜炎、先天性風しん症候群、梅毒、破傷風、バンコマイシン耐性黄色ブドウ球菌感染症、バンコマイシン耐性腸球菌感染、風しん、麻しん 定点把握疾患 RSウイルス感染症、咽頭結膜熱、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎、感染性胃腸炎、水痘、手足口病、伝染性紅斑、突発性発しん、百日咳、ヘルパンギーナ、流行性耳下腺炎、インフルエンザ（鳥インフルエンザ及び新型インフルエンザ等感染症を除く）、急性出血性結膜炎、流行性角結膜炎、性器クラミジア感染症、性器ヘルペスウイルス感染症、尖圭コンジローマ、淋菌感染症、クラミジア肺炎（オウム病を除く）、細菌性髄膜炎（髄膜炎菌性髄膜炎はのぞく）、ペニシリン耐性肺炎球菌感染症、マイコプラズマ肺炎、無菌性髄膜炎、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症、薬剤耐性アシネトバクター感染症、薬剤耐性緑膿菌感染症
新型インフルエンザ等感染症	新型インフルエンザ：新たにヒトからヒトに伝染する能力を有することとなったウイルスを病原体とするインフルエンザであって、一般に国民が当該感染症に対する免疫を獲得していないことから、当該感染症の全国的かつ急速なまん延により国民の生命及び健康に重大な影響を与えるおそれがあると認められているものをいう。 再興型インフルエンザ：かつて世界的規模で流行したインフルエンザであってその後流行することなく長期間が経過しているものとして厚生労働大臣が定めるものが再興したものであって、一般に現在の国民の大部分が当該感染症に対する免疫を獲得していないことから、当該感染症の全国的かつ急速なまん延により国民の生命及び健康に重大な影響を与えるおそれがあると認められるものをいう。	
指定感染症	一～三類および新型インフルエンザ等感染症に分類されない既知の感染症の中で、一～三類に準じた対応の必要が生じた感染症（政令で指定、1年限定）	
新感染症	ヒトからヒトに伝播すると認められる感染症で、既知の感染症と症状などが明らかに異なり、その伝播力および罹患した場合の重篤度から判断した危険性が極めて高い感染症	〔当初〕 都道府県知事が、厚生労働大臣の技術的指導・助言を得て、個別に急急対応する 〔政令指定後〕 一類感染症に準じた対応を行う（政令で規定）

厚生労働省 感染症法上の感染症の分類を元に作成

インフルエンザの簡便な検査

Quick testing for influenza

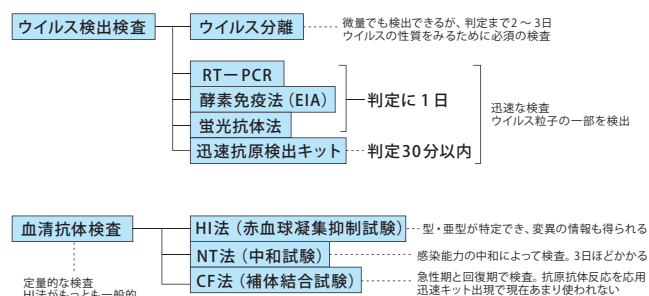
現在使用されているインフルエンザ治療薬（抗ウイルス薬）は、発症してから48時間以内に投与することで、効果的に症状を緩和することが可能です。そのためには、インフルエンザの迅速な検査と診断が必要です。

■インフルエンザの検査

インフルエンザの検査には、大きく2つの種類があります。1つは、身体の中にインフルエンザウイルスに対する抗体ができていのかどうかを見るもの、もう1つはインフルエンザウイルスがあるかどうかを確認するものです。

インフルエンザウイルスがあるかを見る検査では、近年、「迅速抗原検出キット」を用いた方法（迅速診断法）が開発され、短時間でインフルエンザの判定が行うことが可能になりました。最近では、この方法をもとに、他の検査と組み合わせて行う場合もあります。

●さまざまなインフルエンザ検査法



出典：一般社団法人 日本臨床検査薬協会

■現場ですぐ利用できる迅速診断法

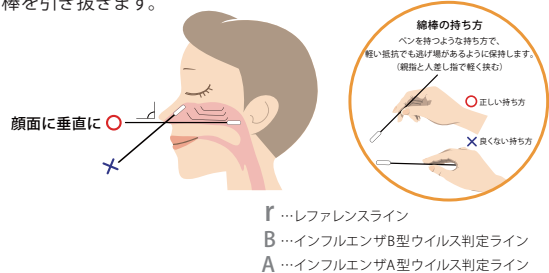
迅速診断法では患者さんの鼻やのどの粘液（吸引液や洗浄液、拭い液など）を検体として採取し、検査します。検査時間も短く、目視で判定できる、A型ウイルスかB型か特定できるなどの利点があり、近年は一般の診療機関でも使用されています。

「迅速抗原検出キット」は、抗原抗体反応を利用したものです。インフルエンザA、B型のそれぞれのウイルス核タンパクに対するマウスモノクローナル抗体がライン状に塗布してあります。検体に含まれるインフルエンザの抗原が判定部の抗体と結合すると青色や赤紫色になります。この方法を「イムノクロマトグラフィー法」と言います。

発色については、酵素免疫測定法や金コロイド法などが用いられていますが、近年、金コロイド法に用いる金コロイド粒子を100倍に増幅し検知感度を高める技術もあり、より確実に診断することが可能になっています。

●「迅速抗原検出キット」による測定方法

外鼻孔から耳孔を結ぶ平面を想定して下鼻甲介に沿わせながら、コトンと行き止まる鼻腔の奥まで挿入したら、数回擦るようにして綿棒を引き抜きます。



検体採取の一例（鼻腔ぬぐい）



展示

迅速抗原検出キット



提供：富士フイルム メディカル 株式会社

ヒトの目で見ることができないものを可視化する顕微鏡

Microscope which visualizes what is invisible to human eyes

ヒトの目で見えないものを観察するために、顕微鏡が使われます。

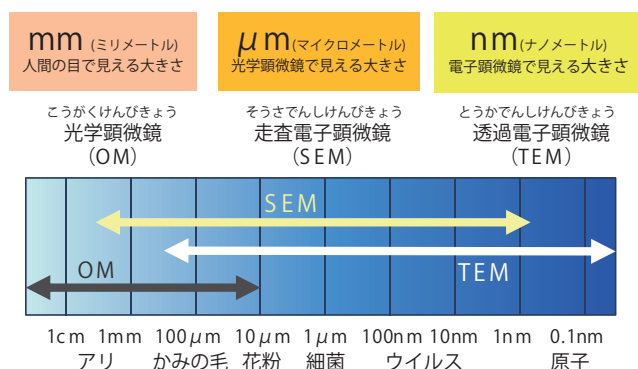
主に生物学の研究で用いられる顕微鏡には、「光学顕微鏡」「電子顕微鏡」の2種類があります。装置の方式が異なり、見える大きさの単位が大きく異なります。

■ウイルスの大きさ

ウイルスは非常に小さいもので、私たちの目で見えることはできません。では、ウイルスを調べるときにどのようにしているのでしょうか？

そこで、研究者は顕微鏡を使用します。生物学で用いる顕微鏡は、光学顕微鏡と電子顕微鏡に大きく分けられ、対象となるものの大きさによって、使い分けます。

ウイルスを取り扱う場合、電子顕微鏡を用いるのが一般的です。



アリ (SEM)

タンポポの花粉 (SEM)

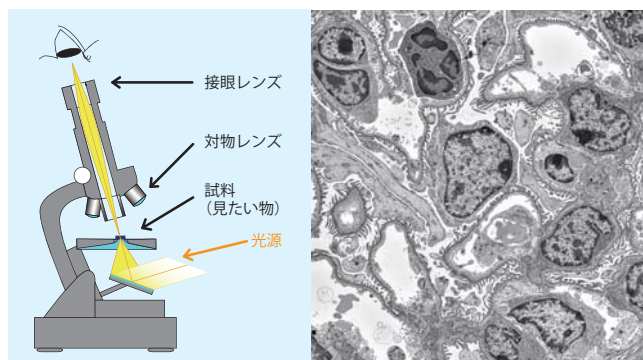
ウイルス (TEM)

提供：日本電子株式会社

■光学顕微鏡と電子顕微鏡

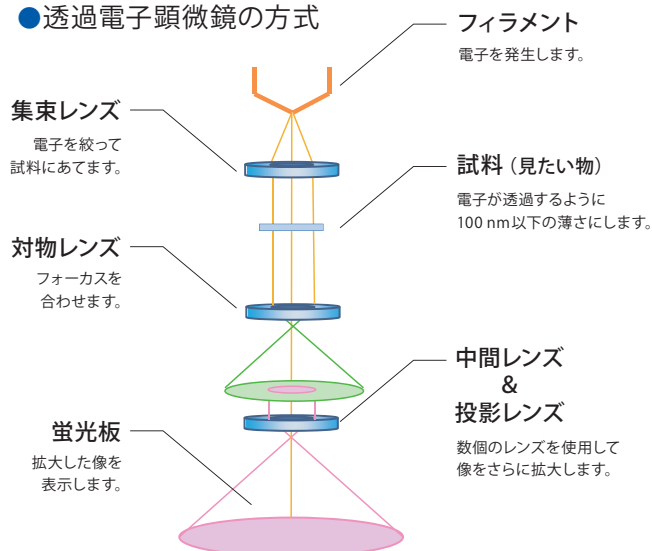
一般的な光学顕微鏡は、接眼レンズと対物レンズの2つのレンズが存在します。この2つのレンズを通して、最大約2,000倍まで拡大して観察することが可能です。

それに対し、電子顕微鏡はフィラメントから発生させた電子を見たい物にあてます。電子顕微鏡には走査電子顕微鏡 (SEM) と透過電子顕微鏡 (TEM) の2つがあり、対象物に電子をあてる方式が異なります。透過電子顕微鏡の方が、より小さいものを見る能力が高く、ウイルスを観察する場合はこちらを用います。



マウスの腎臓 (TEM)

●透過電子顕微鏡の方式



提供：日本電子株式会社

展示

神頼み・神送り

世情も医療事情も不安な世の中で、庶民は神頼みで流行を止むのをひたすら願っていました。また、疫病を防ぐには、疫病神の喜びそうな物を供えたり、踊りを披露してもてなして、病難を避けようと、より力強いものの力を借りて追放しようとする考え方がありました。

古書「痘瘡面部伝」 とうそうめんぶでん



天然痘の症状を図で表した本。あばたの部分は、絵の具を半立体的に盛り上げて塗られている。

出典：内藤記念くすり博物館

「鎮西八郎為朝」の痘瘡絵 一勇斎（歌川）国芳画



為朝と痘瘡神

この絵は、痘瘡（天然痘）に罹った子どもが早く治るようにと祈るために描かれた錦絵です。

左側の人物が源為朝。保元の乱の結果、八丈島に流刑となった 為朝は、痘瘡が流行っていたこの時代に、痘瘡に罹らなかったことや強弓の士だったため、痘瘡に対する守り神とされました。

中央右側、中段の黄色い着物の老人が痘瘡神。（藁船に乗って人の夢の中にやって来て、痘瘡に罹患させたとされている）痘瘡神が手にしているのは、為朝に八丈島を犯さないことを約束した手形。痘瘡神の下には、赤い着物に身を包んだ子どもが赤い餅の様な物を食べている図が描かれている。その他、赤い達磨、赤い玩具用のみみずく、赤いまわしを付けた犬（痘瘡神は犬が嫌いとの諸説がある）、鯛を釣った熊、赤目の白兔が描かれています。

この時代、赤い色には魔除けの効果があるといわれていました。そのため、子供の玩具などに多く使われたようです。

出典：金原出版『錦絵医学民俗志』（1980年）

展示

芳藤画 文久2年(1862年)7月
「麻疹送出しの図」



麻疹神を大きな童子として描き、その顔や手足に斑点をたくさんつけている麻疹童子がいる。この時代、水飴や汁粉などを食べると麻疹にはよいとされてた物によって竹の棒で担がれている。童子は大きな棧俵(米俵の両淵にあてる、丸いわら製のふた)に乗せられて、御幣を立て鏡餅が供えられています。江戸の神送りを描いたものとして貴重な錦絵です。

芳虎画 文久2年(1862年)4月
「麻疹養生心得」



武術に優れた源為朝が流された八丈島には、疱瘡(天然痘)が流行らないと言われ「正一位為朝大明神」として描かれている。為朝は、疱瘡の守護神だけでなく、麻疹(はしか)の守護神も兼ねて、はしか絵にもしばしば登場します。

出典：内藤記念くすり博物館

赤べこ・みみずく・だるま



「赤べこ」の黒い斑点は、本来、疱瘡をあらわしたもので、牛を子どもの身代わりにとの願いがこめられました。そのため、病気に罹った子どもに、赤べこを贈る風習が生まれたといわれています。

「みみずく」と「だるま」も疱瘡が流行っていた江戸時代に、玩具を魔除けとした風習がありました。

だるまの目入れには様々な説がありますが、この時代、疱瘡により多くの子どもが失明したため、だるまは疱瘡除けのおまじないとして利用されるようになりました。だるまを売る人は「目なしだるま」を用意して、だるまに目を入れる事で疱瘡を避けるという風習が生まれたのです。このような歴史から、「だるま」に目を入れる行為は「縁起が良い」と言われるようになったそうです。

折り紙で作ったウイルス多面体



ビーズで作ったウイルス



製作：北村恵子

がんのウイルス療法、脳腫瘍と前立腺がんで臨床開発推進中

Clinical study of virus therapy for cancer applied to prostate cancer and brain tumor

がん細胞だけで増殖し、がん細胞を破壊するウイルスを用いた、がんのウイルス療法。

現在、医学部附属病院と医科学研究所附属病院において、脳腫瘍と前立腺がん、嗅神経芽細胞腫を対象に臨床試験が進められています。

医学部附属病院では、前立腺がんに対する世界初のウイルス療法

医科学研究所 先端がん治療分野(脳腫瘍外科)の藤堂具紀らは、口唇ヘルペスを引き起こす単純ヘルペスウイルス1型の遺伝子3種を人工的に改変した「がん治療用ヘルペスウイルス (G47Δ)」を開発しました。G47Δの治療薬は、医科学研究所の治療ベクター開発センターにおいて、国際基準 (GMP) に準拠して製造され、GMPの品質試験に合格しています。

医学部附属病院 泌尿器科・男性科の福原浩らは、このG47Δを使って2013年(平成25年)より前立腺がんの患者さんを対象にした臨床試験を進めています。遺伝子を組み換えた単純ヘルペスウイルス1型を前立腺に投与するのは世界で初めてであることから、まずは安全性を確認するのが目的です。

前立腺がんでは、男性ホルモンの働きを抑えることでがんの進行を止めるホルモン療法をしばしば行いますが、ホルモン療法を繰り返すうちに効果がなくなり、がんが再び勢いを増す再燃状態に陥ることが少なくありません。

再燃後の平均余命は12～15ヵ月と短く、有効な延命治療がないことから、今回のウイルス療法のような新たな治療の開発が待ち望まれていました。

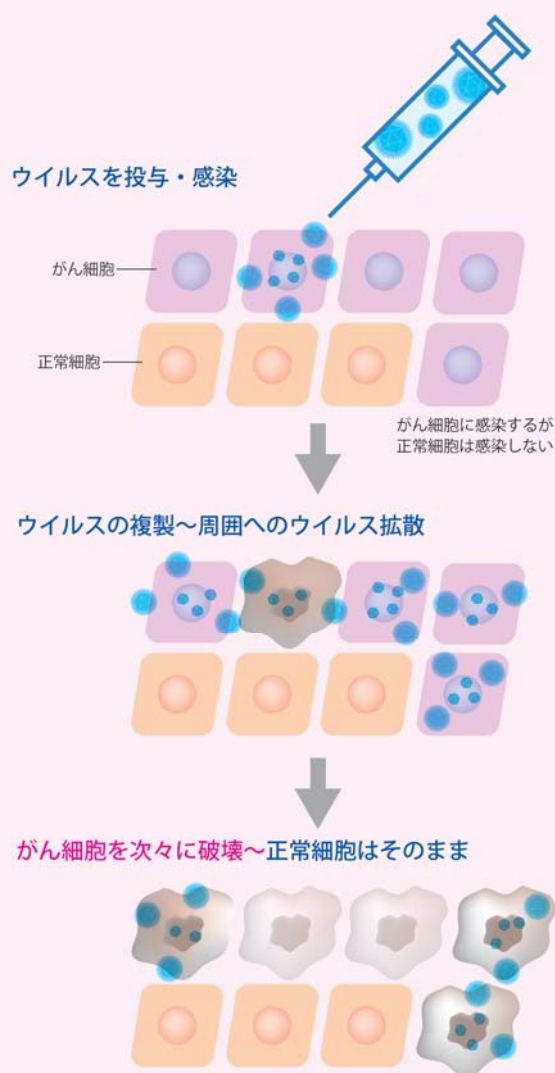
G47Δは各国で開発されているがん治療用ウイルスの中で最も進んだ、第3世代のヘルペスウイルスです。遺伝子工学を用いることで、がん細胞でのみ増殖し、増殖過程で感染したがん細胞を破壊するように設計されています。増えたウイルスは別のがん細胞に感染してさらに増殖と破壊を繰り返し、結果として腫瘍を小さくしていきます。正常細胞では増殖できない仕組みを備えているため、正常組織が傷つくことはありません。

第I相臨床試験では、前立腺を除去しておらず、ホルモン療法後に再燃した患者さん9人を対象に、超音波のガイド下で、会陰部の皮膚からG47Δを前立腺内に注入しました。この注入は2～4回行われました。第I相臨床試験の被験者登録は終了し、現在、臨床経過を調査中です。



提供：医科学研究所 先端がん治療分野

がんのウイルス療法の概念



医科学研究所附属病院では、安全性が確認済みのグリオーマで有効性を検討

一方、藤堂らは、2009年（平成21年）よりG47Δを用いたグリオーマ（神経膠腫）の臨床試験を進め、2015年には治療効果を検討するための第Ⅱ相臨床試験を医師主導治験として開始しています。グリオーマは、脳腫瘍（がんの脳転移を除く）の約4分の1を占める代表的な悪性脳腫瘍です。さらにグリオーマのなかで最も多いグリオブラストーマ（膠芽腫）は、手術後に放射線治療と化学療法を併用しても余命1年程度、5年生存率が10%未満と、きわめて悪性度の高い脳腫瘍です。

第Ⅱ相臨床試験では、放射線治療を終えた時点で腫瘍の残存がある、あるいはその後再発した膠芽腫の患者さんを対象にしています。局所麻酔下での腫瘍内へのG47Δの直接投与を4週間おきに最大6回行います。30人に実施する予定で、現在試験は続行中です。

医科学研究所附属病院では、嗅神経芽細胞腫を対象とした臨床試験も実施しています。G47Δはあらゆる固形がんの有効と考えられており、がんの新しい治療の選択肢として実用化することが期待されます。

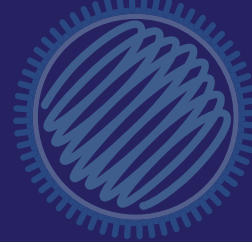
映像 がんのウイルス療法



提供：先進医療推進機構

麻疹ウイルスを改変し、がん細胞に感染させて融解させる新治療

New treatment of cancer cells with modified oncolytic measles virus



予防接種を広く行って来た結果、現在我が国では麻疹の発生はなくなりましたが、自然界の麻疹ウイルスの感染力と破壊力をがん治療に利用しようという、新たな試みが模索されています。

麻疹ウイルスは、膜（エンベロープ）に包まれたカプシドの中に遺伝情報（1本鎖のRNA）をもつ、パラミクソウイルス科に属します。きわめて感染力が強いのが特徴で、感染後は周囲の細胞を巻き込んで細胞死を引き起こします。1970年代に、こうした特性がホジキンリンパ腫などのがん細胞にも発揮されることがわかり、ウイルスのがん治療への転用が考えられるようになりました。医科学研究所 感染症国際研究センターの甲斐知恵子らは、がん細胞に対して、より強力な殺傷力を持つ自然界の麻疹ウイルスを用いた治療法の開発を進めています。

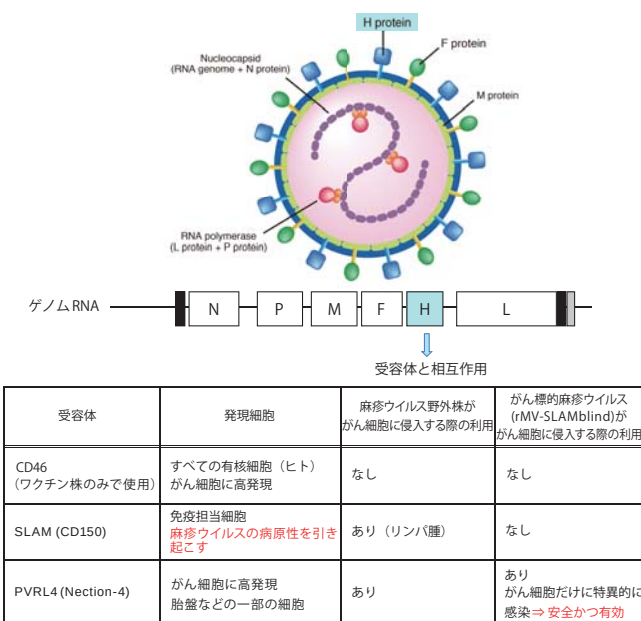
米国では、卵巣がんと骨髄腫を対象に麻疹ワクチン株（ワクチン株は、ヒトの全ての細胞に感染できます）を大量に投与する臨床試験が行われ、一過性で激しい頭痛や高熱などの副作用がみられるものの、骨髄腫が一時消失するなどの成果が得られると報告されています。甲斐らは、自然界の麻疹ウイルス（野生株）を用いる方

ががん細胞を殺す効果がより強いことを見出し、人工的な改変を加えることで、がん細胞にしか感染しない（つまり、麻疹症状を引き起こすことがなく、副作用のきわめて軽い）安全な治療用ウイルスを開発しつつあります。

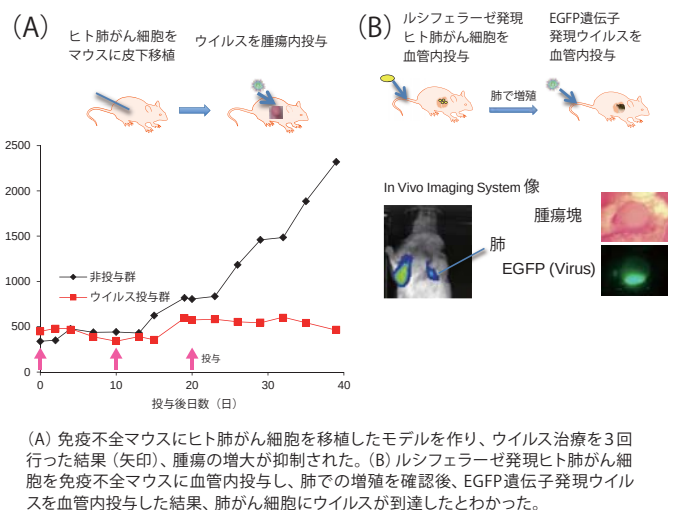
甲斐らは、野生株の麻疹ウイルスが、乳がん、肺がん、卵巣がんなどの細胞表面に過剰に出現して来るNectin-4という受容体のみを利用して感染することを見出しました。そこで、ウイルス遺伝子の特定部位に人工的な変異を入れれば、免疫細胞には感染せずにがん細胞だけに感染させることができると考えて、そのような改変ウイルスを作り出しました。この改変ウイルスは、実際にがん細胞はよく殺しますが、生きたマウスやサルに接種したところ、発熱や発疹といった麻疹の症状はまったくみられず、安全に使えることも確認できました。

現在はヒトでの臨床試験をめざし、製品規格を満たすウイルス作りを進め、並行して安全性の検証を続けています。

●がん標的麻疹ウイルス構築のストラテジー



●がん標的麻疹ウイルスの治療効果



提供：医科学研究所 感染症国際研究センター

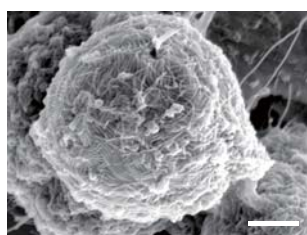
遺伝子を改変したエボラウイルスが有力なワクチン候補に

Genetically modified Ebola virus as a potential vaccine

西アフリカで流行を繰り返すエボラ出血熱は、いまだに有効な治療薬やワクチンがありません。最近になって、遺伝子改変で得られた変異エボラウイルスが「よく効き、安全性も高いワクチン」として使えそうなことがわかりました。

エボラ出血熱は、フィロウイルス科のエボラウイルスに感染することで起きる重い感染症です。高熱、筋肉痛、嘔吐、発疹などがみられ、重症化すると肝臓や腎臓の障害、出血傾向などもみられます。特効薬はなく、日本発の抗ウイルス薬ファビピラビルの臨床試験が行われているところです。また、3種類のワクチンが臨床試験中ですが、一部のワクチンに副作用が認められています。

医科学研究所 感染・免疫部門の河岡義裕らは、独自に開発済みだったエボラウイルスの増殖に必須な遺伝子 (VP30) を欠損した変異ウイルスを用いることで、感染を防ぐ効果の高いエボラウイルスワクチンの開発を急いでおり、すでにサルでの検証を終えています。VP30欠損ウイルスは、正常な細胞では増えませんが、人為的にVP30タンパク質が作り出されるようにした細胞では増殖します。ワクチンとして使う利点は、エボラウイルスを構成するすべてのタンパク質が含まれていることと、臨床試験中のワクチンよりも格段に高い安全性にあります。



細胞に感染させた、エボラウイルスの形状を走査型顕微鏡にて観察しました。写真中のバーは2μm(マイクロメートル)の大きさを示します。



透過型電子顕微鏡で撮影したエボラウイルス。

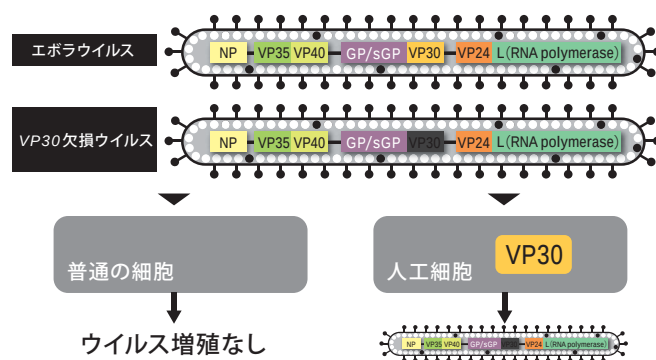
提供：京都大学ウイルス研究所 野田岳志教授

河岡らはまず、サルをVP30欠損ウイルスを1000万個筋肉注射したグループと、注射しないグループに分け、その4週間後に致死量の普通のエボラウイルスを感染させる実験を行いました。すると、未接種群はすべて死亡したのに対し、接種群はすべて生き残りました。次に、ワクチンとしてヒトへ接種することを想定し、VP30欠損ウイルスをガンマ線、あるいは過酸化水素水で不活化したものをサルに2回接種し、その後、同じように致死量のエボラウイルスを感染させる実験を行いました。その結果、ガンマ線で不活化したウイルスを接種したサルはすべて死亡しました。一方、過酸化水素水で不活化したウイルスを接種したサルはすべて生き残り、エボラ出血熱の症状もみられませんでした。

一連の結果は、VP30欠損ウイルスを適切に不活化することで、安全性と有効性を兼ね備えた新たなエボラウイルスワクチンを作ることができることを示しており、エボラ出血熱を制圧するための大きな一歩になると思われます。

●ワクチンとして期待されるVP30欠損ウイルス

増殖性を抑制したVP30欠損ウイルス (増殖に必須のVP30を欠損)



遺伝子工学技術により、エボラウイルスが増えるために必要なVP30遺伝子を欠損したウイルス (VP30欠損ウイルス) を作り出した。このVP30欠損ウイルスは正常な細胞では増殖できないが、エボラウイルスに感染してVP30タンパク質が作られるようになった細胞では効率よく増える。

提供：医科学研究所 感染・免疫部門

光るウイルスの作製やウイルス増殖に重要な宿主タンパク質の研究でインフルエンザの感染を探る

Understanding the mechanism of influenza virus infection:
the generation of 'Color-flu' virus and the identification of host factors
involved in influenza virus replication

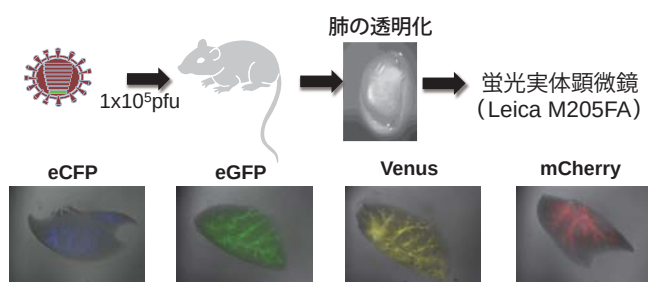
これまで難しかった生きたままの感染細胞の観察を可能にする人工のインフルエンザウイルスが開発されました。また、インフルエンザウイルスの増殖に重要なヒトのタンパク質の解明が大きく進展しました。

■感染を可視化する人工ウイルスを開発

ウイルスの感染や病原性を解明するには、感染した細胞を生きたままみることが重要です。これまでのウイルスの遺伝子に蛍光タンパク質の遺伝子を挿入し、感染細胞内で光らせる研究では、病原性の低下と入れた遺伝子の脱落が大きな壁になっていました。

医科学研究所 感染・免疫部門の河岡義裕らは、インフルエンザウイルスがもつ遺伝子(ゲノム)のある領域(NSセグメント)に黄色(Venus)に蛍光する遺伝子を挿入し、病原性が変わらず、挿入遺伝子も脱落しない変異体ウイルスを選択しました。そして、その変異箇所を突き止めたうえで、すでに独自に開発済みのウイルスを再構成するリバースジェネティクス法を用い、人工的に黄色に蛍光するウイルスを作ることになりました。さらに、青緑(eCFP)、緑(eGFP)、深赤(mCherry)の蛍光タンパク質遺伝子を挿入したウイルスも作製し、これら4色のウイルスをまとめて「Color-flu」(カラフル)と名付けました。実際にColor-fluをマウスに感染させて特殊な顕微鏡で観察したところ、感染細胞は気管支に沿って広がり、感染細胞や免疫細胞の動きをリアルタイムで捉えることができました。高病原性のH5N1ウイルスでは、感染から24時間で肺の末梢にまで広がることができました。

●Color-flu感染マウスの肺における感染細胞の局在

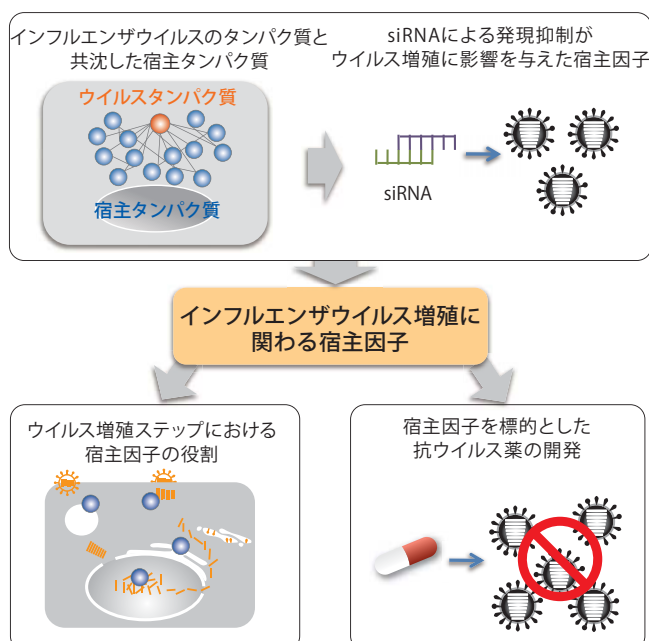


■ウイルス増殖に重要なヒト側のタンパク質を同定

また、河岡らは、11個のインフルエンザウイルスのタンパク質と結合する1,292個のヒトタンパク質を探し出し、これらの発現を抑えた細胞にインフルエンザウイルスを感染させ、323個が増殖に関係することを確認しました。さらに、うち91個がウイルス増殖過程のどこに関わるかを調べ、これらのタンパク質の働きを抑える薬剤を使うとインフルエンザウイルスの増殖が抑えられることを明らかにしました。

このように、Color-fluを用いて体内での感染細胞やウイルスに対する免疫細胞のふるまいを調べたり、宿主細胞でのウイルス増殖メカニズムを解明したりすることによって、新しいワクチンや治療薬の開発につながる事が期待されています。

●インフルエンザウイルスの増殖に関与する宿主因子の同定



提供：医科学研究所 感染・免疫部門

映像

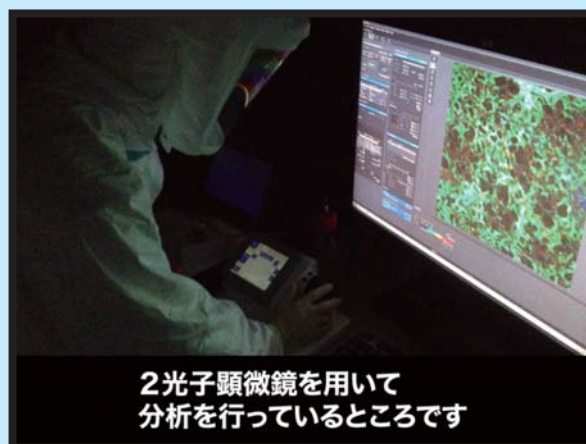
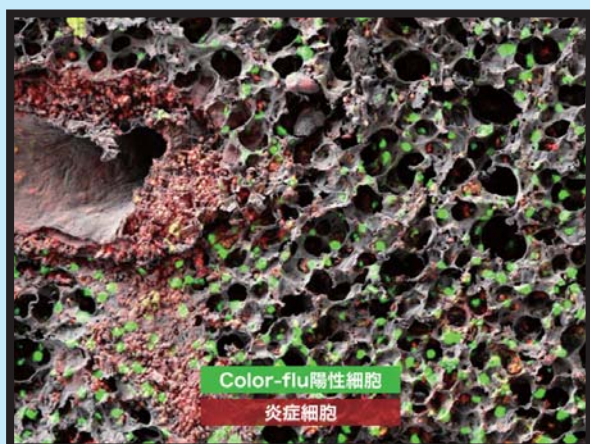
シエラレオネにおけるエボラ出血熱対策の様子



提供：医科学研究所 感染・免疫部門

映像

光るインフルエンザウイルスを使った研究



提供：医科学研究所 感染・免疫部門

小規模な流行でも致死率と死亡リスク要因の推定が可能に

Estimating the case fatality ratio and identifying risk factors of death from a small size outbreak

航空網の発達により、国外の感染症が短時間のうちに国内に侵入する危険性が高くなっています。従来、流行時の致死率や死亡リスク要因の推定には大規模な患者データが必要でしたが、国際保健政策学（現・北海道大学）の西浦博らは患者数が少なくても推定ができる手法を開発しました。

何らかの感染症が大流行に至った過去の事例では、「感染から死亡までの時間を解析する統計学的な手法（生存解析）」によって、致死率や死亡リスク要因の推定が行われてきました。それには1,000人を超えるような多くの患者データが必要で、データ数が少ないと解析できない点が問題でした。例えば、2015年（平成27年）の韓国における中東呼吸器症候群（MERS）流行時には、確定診断された患者数が少なく、生存解析手法が使えませんでした。西浦らは、患者数が少なくても流行途中に推定可能な新たな統計学的手法を開発し、韓国でのわずか185人の患者情報でも「60歳以上で基礎疾患をもつ患者さんでは致死率が48.2%に達する」ことを明らかにしました。

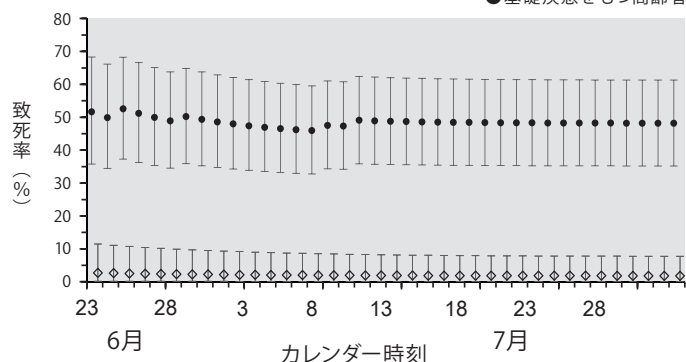
この新手法は、従来の生存解析モデルと「死亡リスクの予測計算式（ロジスティックモデル）」とを数学的に合

体させたもので、小規模な流行でも「どのような集団で死亡リスクが高いか」をリアルタイムで特定できます。韓国の患者データをあてはめた死亡リスク試算では、「60歳以上の高齢者は、他の年代とくらべて9.3倍高い」「何らかの基礎疾患をもつ人は、もたない人よりも7.8倍高い」といったことがわかりました。そして、全患者の死亡リスクは約20%であること、60歳以上で基礎疾患をもつと48.2%と高く、60歳未満で基礎疾患をもたない場合は15%未満であることが明らかになりました。

一連の結果は、MERS対策が、高齢者の多い医療施設や介護施設において、とくに重要であることや、新しい感染症が流行した場合に、早い段階で致死率や死亡リスク要因が特定可能であることを示しており、今後の感染症対策に生かされるものと期待できます。

●患者の特性によって分けたMERSの致死率のリアルタイム推定結果

◇基礎疾患をもたない青年
●基礎疾患をもつ高齢者



縦軸は確定患者が死亡するリスク（確率）を表す。基礎疾患をもたない青年の死亡リスクは10%未満であることが確実である一方、基礎疾患をもつ高齢者の死亡リスクが約50%と高いことを流行途中に明らかにすることができる。

●MERSの死亡リスク要因の検討結果

要因	オッズ比 (95%信頼区間)	p値 (有意差)
年齢 (60歳以上の高齢である場合)	9.3 (5.3, 16.9)	<0.01
性 (女性である場合、男性と比して)	1.3 (0.8, 2.1)	0.57
基礎疾患の有無 (何らかの基礎疾患を有する場合)	7.8 (4.0, 16.7)	<0.01

オッズ比：リスク要因を持つ者の死亡リスクをリスク要因を持たない者の死亡リスクで割ることで得られる比。この比が有意に1より大きいとき、リスク要因と死亡の間に因果関係があるものと示唆される。

提供：国際保健政策学

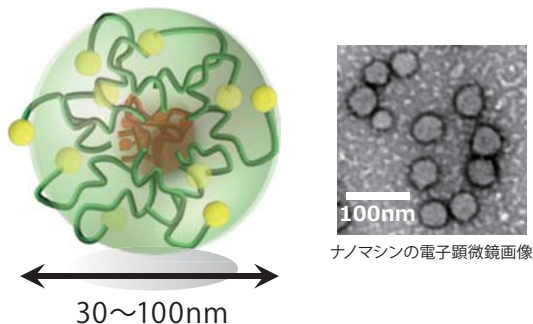
ウイルスを模した小さな粒子を使って 薬を必要な部位に送達

*Delivery of a drug to the target organ (tissues) using
virus-mimicking small particles*

薬や核酸などを内包して患部の組織に送り届ける小さな粒子の研究が成果を上げています。膝関節の軟骨の治療にmRNAを内包した高分子ミセルを使う研究が進んでいます。

薬剤を、「体内で、必要な時に、必要な場所で、必要な機能を発揮するように設計された送達システム」をDDS(ドラッグデリバリーシステム)といいます。工学研究科 マテリアル工学専攻の片岡一則らは、遺伝物質(核酸)を内包したウイルス粒子が、細胞内に取り込まれる仕組みを模し、外側をポリエチレングリコールなどの親水性ポリマーの膜で、内側をポリアミノ酸誘導体からなる膜で覆われた構造体(ミセル)を開発し、DDSに利用する研究を続けています。このミセル内部には、送り届けたい薬剤や核酸を内包させることができます。

●超分子ナノマシン

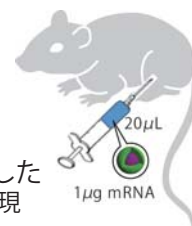


最近ではこの高分子ミセルにmRNAを入れて必要な部位に届け、そこでタンパク質を発現させる遺伝子治療の研究も進んでいます。細胞には直接タンパク質を入れることができず、またDNAを入れると細胞核まで届く効率が悪く、ゲノムを傷つけて発がんさせてしまうリスクもあります。mRNAであれば、安全性が高く、目的に応じて、さまざまなタンパク質を作ることができます。

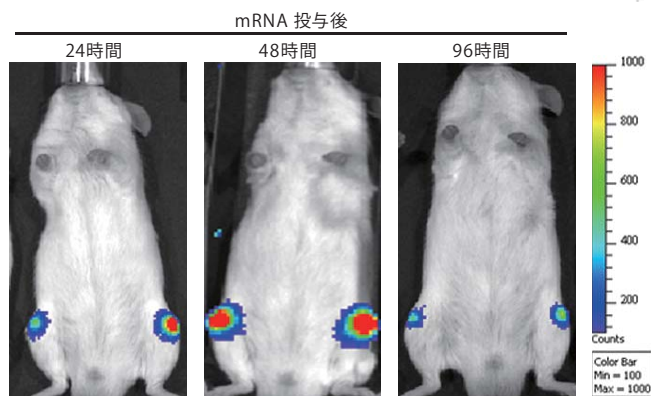
医学系研究科の位高啓史、大庭伸行らは軟骨細胞の働きを高めるmRNAを高分子ミセルに入れて変形性膝関節症のモデルマウスの脚に注射し、膝関節の軟骨の形成が進むことを確認しました。高分子ミセルは、遺伝子治療用の遺伝子の入れ物としても期待が高まっています。

mRNA内包高分子ミセル投与法

mRNA内包高分子ミセル溶液を、3日に1回の間隔で、1ヵ月間膝関節内に注射投与



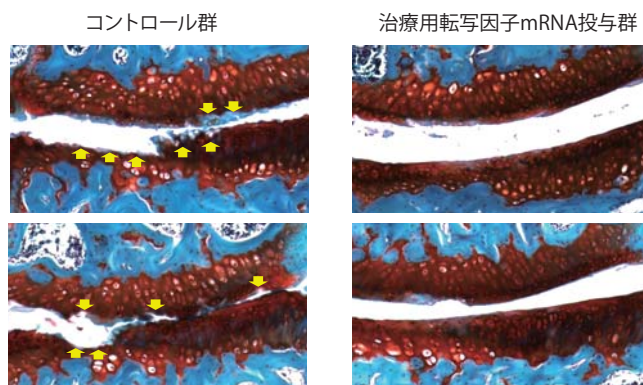
- 高分子ミセルを用いて関節内送達したmRNAにより誘導されるタンパク質発現



発酵酵素mRNA投与後の生体イメージング

48時間経過したとき、mRNAによってタンパク質が作られているのがわかる

- 高分子ミセルを用いた治療用転写因子mRNAの関節内送達による変形性膝関節症の進行抑制



コントロール群で認められる関節軟骨表面のめくれ・変性・摩耗(黄矢印)が治療用転写因子(RUNX1) mRNA投与群で抑制

提供: 疾患生命工学センター

C型肝炎は内服薬で治る時代に

Hepatitis C virus infection can now be cured with oral medicine

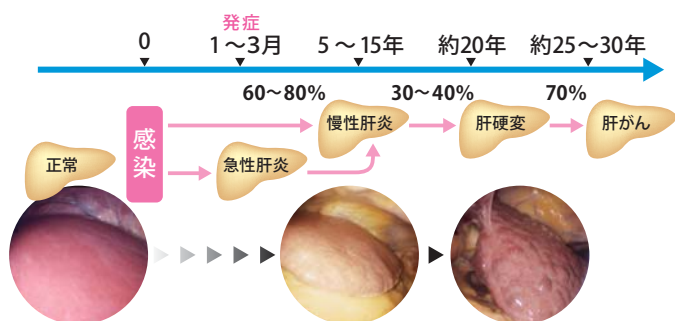
C型肝炎ウイルスは、感染後に放置すると慢性肝炎から肝硬変へと進み、肝臓がんに至る危険性が高いことが知られています。最近になって、副作用が格段に少ない飲み薬が複数認可され、ウイルス排除率と生活の質が飛躍的に向上しています。

日本にはC型肝炎ウイルスの感染者が150万人いると推定されています。ところが、治療を受けているのは20%未満で残りの人は感染に気づいていないか、気づいていても診察や治療を受けていないといわれています。

これまでのC型肝炎の治療では、主にインターフェロンというウイルス増殖を抑える薬剤が使われてきましたが、注射による投薬を半年以上続ける必要があることや、発熱や吐き気などの副作用が強いことが問題となっていました。

2014年(平成26年)以降、副作用が比較的少ない内服タイプの抗ウイルス薬(DAAs)を複数用いた治療が可能になり、「ウイルス陰性が持続する割合(SVR率)」が大幅に向上しています。2014年9月には1型のC型肝炎ウイルスを対象にした2種のDAA(ダクラタシルとアスナプレビル)による治療が厚生労働省に承認されたことでSVR率が80%以上になりました。続いて2015年(平成27年)5月に、国内感染者の3割を占める2型のC型肝炎ウイルスを対象にした2種(リバビリンとソホスブビル)の薬剤併用療法が承認されました。

●C型肝炎の自然経過



多くの場合はこのように病気が進行していく(腹腔鏡写真)

参照: 国立研究開発法人国立国際医療研究センター

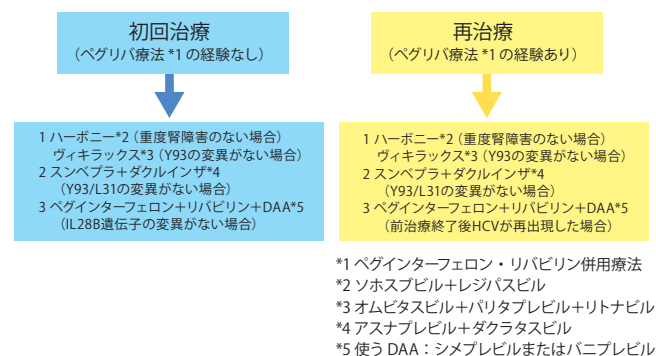
写真提供: 消化器内科・感染症内科

さらに9月には感染者の7割を占める1型を対象にしたレジパスビルとソホスブビルの配合薬が認可されました。この配合薬は、ウイルスが増殖するために必要な2種のタンパク質(NS5A複合体とNS5Bポリメラーゼ)の働きを阻害する薬剤2種類を1錠にまとめたものです。この薬を使えば、副作用の強いインターフェロンを全く使わなくても、SVR率は95~100%ときわめて高いことがわかってきています。

このようにして、患者さんが待ち望んでいた「インターフェロンを使わない治療で、ウイルスをほぼ100%排除できる時代」がやってきました。ウイルスが消えた患者さんの多くで自覚症状が改善し、生活の質が向上していることも報告されはじめています。ただし、腎機能の低下した人や進行した肝硬変の人など、ソホスブビルが適応とならない患者さんもいるため、最新情報をもつ専門医のもとで治療することが重要です。

東京大学医学部附属病院消化器内科・感染症内科では積極的にこのC型肝炎の抗ウイルス薬による治療を行っており、すでに治療をはじめている患者さんの数は2015年末現在、全国の医療機関中2番目となっています。

●経口抗ウイルス薬(DAAs)の治療歴のないC型肝炎(1型)の治療



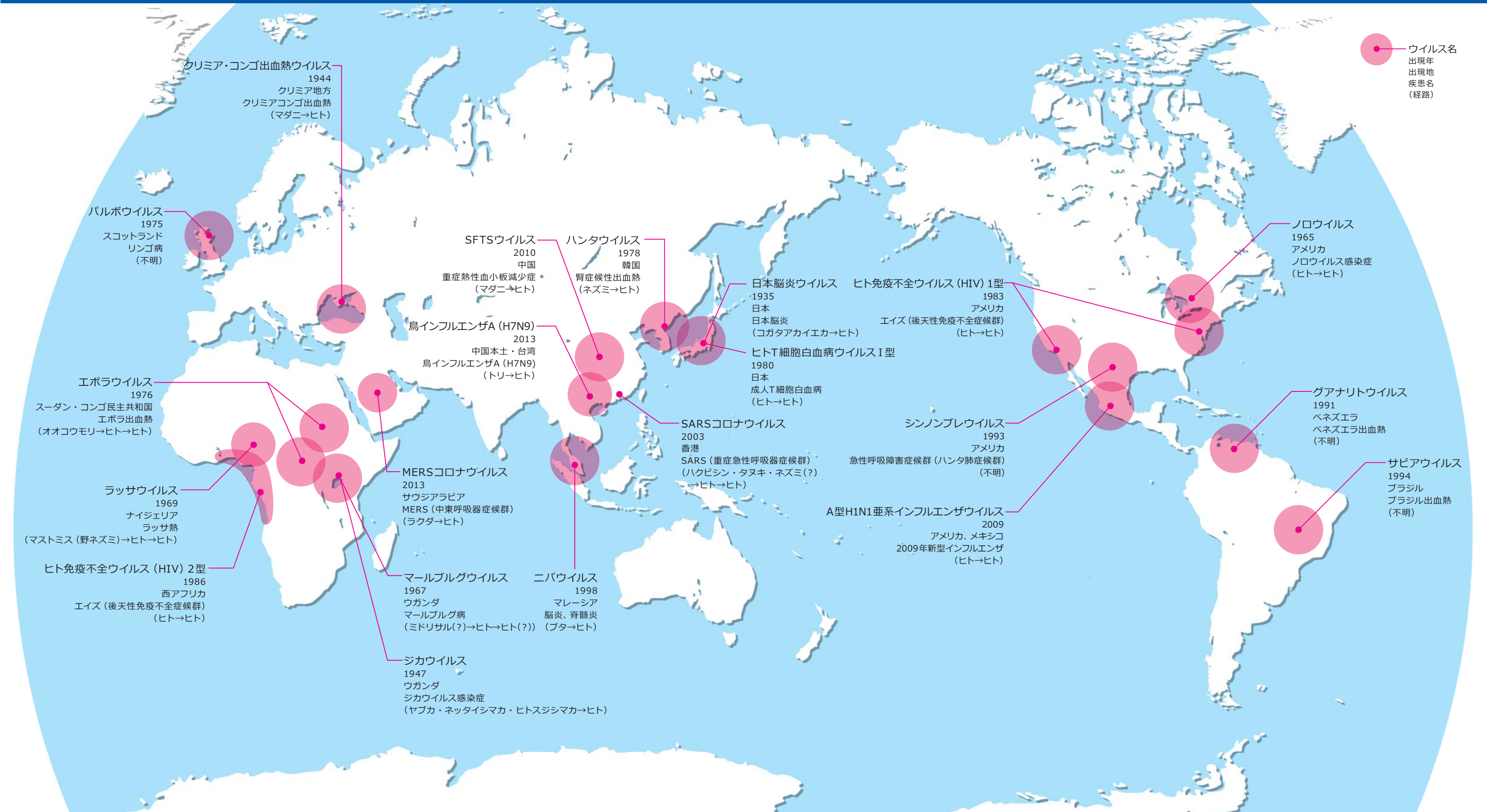
出典: 日本肝臓学会
C型肝炎治療ガイドライン(第4.1版)を改変

関連情報サイトの紹介

- 東京大学 医科学研究所
<http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/imsut/jp/>
- 一般社団法人 日本臨床検査薬協会
<http://www.medicallab.jp/jacri/>
- 国立感染症研究所
<http://www.nih.go.jp/niid/ja/>
- 厚生労働省 FORTH
<http://www.forth.go.jp/index.html>
- 東京都感染症情報センター
<http://idsc.tokyo-eiken.go.jp/>
- 日本ウイルス学会
<http://jsv.umin.jp/>
- 世界保健機関 (WHO)
<http://www.who.int/en/>
- 米国疾病予防管理センター (CDC)
<http://www.cdc.gov/>



世界におけるウイルス出現マップ



本企画展の協力者

一般社団法人 日本臨床検査薬協会

金原出版株式会社

株式会社日立ハイテクノロジーズ

北村恵子 (Beads Creatures)

内藤記念くすり博物館

日本電子株式会社

ハイデルベルグ大学

富士フイルム メディカル 株式会社

富士レビオ株式会社

川崎医科大学小児科学教室

国立感染症研究所

先進医療推進機構

奈良先端科学技術大学院大学

農学生命科学研究科

医科学研究所・医科学研究所附属病院 以下各教室・科・部

感染・免疫部門

感染症国際研究センター

先端がん治療分野

医学系研究科・医学部附属病院 以下各教室・科・部

感染制御学

企画情報運営部

国際保健政策学

産科婦人科学

疾患生命工学センター

消化器内科学

生体防御感染症学

発達医科学

泌尿器科・男性科

(以上50音順)



健康と医学の博物館

Museum of Health and Medicine

