

はじめに——ネオウイルス学とは何か？

東京大学
医科学研究所 教授

河岡義裕

四六億年におよぶ歴史の中で、地球環境は常に変動を繰り返し、生物はそのときどきの環境に対応しながら進化を続けてきました。

現在、地球上には八七〇万種の生物が存在していると推定され、その多様な生物種は、「古細菌」「しんせい真正細菌」「真核生物」という三つのグループに大別されています。

見慣れない分け方かもしれませんが、これは遺伝の仕組みや生物学的な性質による分類です。ごく簡単に説明すると、「古細菌」とは高温環境や高濃度塩分環境など極限状況下で生存する微生物、「真正細菌」はいわゆる一般的な細菌類、「真核生物」とは我々ヒトを含む動物や植物、

菌類などです。

どのグループのどの生物も単一の集団だけでは生存できず、周囲の生物集団や自然環境と密接に関わることで作り出される「生態系」の中で生命を育んでいます。

私たちの研究対象であるウイルスは、生物の最小単位である細胞を持たないため、生物学上の三つのグループには属していません。

しかしウイルスは、地球上に一〇の三一乗という膨大な数が存在していると考えられ、三つの生物グループに含まれるすべての生物に寄生、感染しながら存在し続けています。

それを思えば、ウイルスがあらゆる生物の生命活動、ひいては地球全体の生態系に影響をおよぼしていることが、容易に想像できるのです。

ウイルス学の歴史は一九世紀の末に始まりましたが、これまでは生物に病気をもたらす「病原体」としての側面に研究が偏っていました。そもそもウイルスという名称自体、「毒」を意味するラテン語の *virus* に由来しています。

しかし、私たちウイルス研究者の間では、ウイルスが寄生する「宿主」に必ずしも悪い影響だけを与える存在ではないことが知られていました。病原体としてインフルエンザウイルスや

エボラウイルスを長年研究してきた私自身、以前から「病気を起こさないウイルス」に興味を抱いていた一人です。

そこで私たちは、ウイルスの機能メカニズムをより深く追究し、生物の生命活動や生態系におよぼす影響、自然界におけるウイルスの存在意義を解明する、新しいプロジェクトを二〇一六年に立ち上げました。それが「ネオウイルス学」です。

はじめに——ネオウイルス学とは何か？

河岡義裕

3

第一章 ウイルスと宿主の共存

21

一生ヒトの体内に潜んでいられるウイルス——
ヘルペスウイルス

川口寧

22

ヘルペスウイルスと潜伏感染

ウイルス研究で新しいサイエンスを切り拓く

ヘルペスウイルスの「善玉」的役割とは

コラボレーションの重要性

新型コロナウイルスパンデミックで再認識した「基礎研究」の重要性

ウイルスが植物にもたらす利点とは？

高橋英樹

37

『万葉集』に詠まれた植物ウイルス

植物の生命活動を制御するウイルス

植物の環境適合を促進するウイルス
実験にはちよつとした「職人技」の世界がある

第二章 共に進化する宿主とウイルス

野生動物のウイルス調査で、未来の感染症に備える

澤 洋文

52

人獣共通感染症に特化した初の機関

「北海道大学・人獣共通感染症リサーチセンター」

ヒトに重大な感染症をもたらす「蚊」と「マダニ」のウイルスを調査
マダニとマダニのウイルスは共に進化を続けてきた

渡航五〇回を超えたザンビアの役に立ちたい

ヒトの染色体に組み込まれたボルナウイルス

朝長啓造

66

ウイルスは生物進化にどのような役割を果たしたのか？
ヒトゲノムにボルナウイルスの足跡を発見

51

ボルナ病ウイルスの特徴を活かした「ベクター」開発

C型肝炎ウイルスはなぜヒトの肝臓で増殖するのか

松浦善治

特效薬の登場で変わる研究目的

肝臓に潜み続ける肝炎ウイルス

C型肝炎ウイルスと肝外病変

新型コロナウイルスでジャンルを超えた協力体制が強化された

生物は進化の過程でウイルスから 多くの遺伝子を獲得してきた

堀江真行

ウイルスの多様性を知る

私たちの体内に眠る「ウイルスの化石」

今も起きているウイルスの内在化

古典的なウイルス学も大事にしたい

他分野の研究者とのつながりにも重点を置く

ウイルスをさまざまな観点から俯瞰的に理解する

佐藤佳

107

ウイルスの「実像」と「存在意義」を探究する

健康な人の体内に身を潜める多数のウイルスは何をしている？

チンパンジーのレンチウイルスはいかにしてエイズウイルスに変異したのか
新型コロナウイルスがサイトカインストームを招く仕組み

「システムウイルス学」の重要性と、これからのウイルス学

第三章

さまざまなウイルスたち

123

「ヤドカリ」「ヤドヌシ」と呼ばれる

鈴木信弘

124

ウイルスの共生関係

宿主に病気を発生させるウイルスは全体の1割にも満たない

「ヤドカリ」「ヤドヌシ」ウイルスの発見

異なるウイルスの同細胞内での共生

相次ぐ「パートナーウイルス」の発見

キャプシドを持たないハダカのウイルス
ネオウイルス研究の醍醐味

海とウイルスと私 長崎慶三

ウイルスだらけ

水圏ウイルス研究へのいざない

赤潮ウイルスの発見

赤潮ウイルスデビュー

水圏ウイルス時代の夜明け前

赤潮をやっつけろ

ウイルスと宿主のどつき漫才

豊かな海の幸はウイルス様のおかげ？

ウイルスへの関心を一般に広めたい

ウイルスは生命の一部であり移動する遺伝体

中川草

ウイルスのゲノム解析

ヒトのゲノムにもウイルス由来らしい配列が

底知れないウイルスの種類

リアルタイムの変異が研究対象

生命ある限り「ウイルスフリー」な生活は実現しない

第四章 ウイルスを視る！

ナノレベルの微細な働きを、電子顕微鏡で視る

野田岳志

170

電子顕微鏡法には流派がある

インフルエンザウイルス粒子内のゲノムを撮影

やっぱり電子顕微鏡は楽しい

ウイルスの動きをすべて目でとらえたい

途上国で問題になっているウイルス感染症をどうにかしたい

巨大ウイルスの構造解析

村田和義

187

宝石のようなウイルス粒子像をこの目でもっと見たい！

169

ウイルスの常識を覆した「巨大ウイルス」
巨大ウイルス研究で生物の意味を見つめ直す
誰も見ていない「ウイルスの暗黒期」を最初に見たい

コラム

「こんなウイルスがあったらいいのに……」

一〇〇人のウイルス学者と学生が考えた

《夢のウイルス》

牧野晶子

202

第五章

ウイルスを探す

フィールド調査

ウイルスの《生息》現場を知ることの重要性

渡辺登喜子

214

研究室を飛び出してフィールド調査へ

213

フィールド調査を成功に導くコツ
ブラジルでのコウモリ調査
女性研究者とフィールド調査

温泉の古細菌ウイルス—— 古細菌ウイルスと生命の起源

望月智弘

地球と生命の起源を求めて温泉へ
日本で初めて古細菌ウイルスを発見
古細菌ウイルス研究で地球上最初の生命に迫る
古細菌ウイルスハンテイングはアートである
新型コロナウイルス対策にも古細菌ウイルス研究が役立つ!?

ウイルスハンテイングを通して感染症対策を講じる

大場靖子

私がウイルスハンターになった理由
人間をもっとも多く殺す生物・蚊
ザンビアで初めてナイルウイルスを発見——蚊の調査現場報告

蚊の美しさに目覚める

第六章 数理でウイルスを知る

感染の仕組みと広がりを数式で解く 西浦博

262

数理モデルで感染症対策をしたい
スーパードロップ・スプレッターを追え
予防接種率の正確さ
未来の感染症対策にも数理モデルは役に立つ

実験では示せないことがらを数字で証明する 岩見真吾

276

異分野融合研究

C型肝炎ウイルスの感染戦略を解明
数理モデルでウイルス変化の特徴を可視化する
生命の発生から死までの現象を数理学で理解したい

国際的な感染症対策から数理生物学まで——
領域横断的研究

古瀬祐気

288

医師からウイルス研究へ

国際的感染症対策で求められること

サントクロースで考える数理生物学

ウイルスをめぐるさまざまなチャレンジ

私のネオウイルス学研究

これからの展望

おわりに——新型コロナウイルスのその先へ

河岡義裕

303

執筆者略歴

307