

—ワンヘルスの実践と今後の可能性 ～動物・人・自然環境(Ⅸ)—

One Health アプローチとその展望

吉川泰弘[†] (岡山理科大学獣医学部)

はじめに

21世紀に入って、SARS (重症急性呼吸器症候群)、パンデミックインフルエンザ H1N1、西アフリカのエイズウイルス感染症、MERS (中東呼吸器症候群)、COVID-19 新型コロナウイルス感染症など、国際社会を震撼させるパンデミック感染症が流行した。こうした状況を受けて、人獣共通感染症 (Zoonosis) という言葉と、それへの対応として One Health (一つの健康)、One Health Science (一つの健康科学) という言葉が、少しずつ一般社会に受け入れられ、通用するようになってきたと思われる。

そもそも、わが国では 100 年以上の歴史をもつ伝染病予防法はヒトからヒトに伝播する感染症を対象にしてきた。同様に、100 年以上続いている家畜伝染病予防法は、家畜から家畜に伝播する伝染病を対象にしてきた。動物からヒトに感染する感染症を対象にしたのは、1999 年に感染症法に動物由来感染症を組み込んだ時からである。狂犬病予防法を除けば、人獣共通感染症の統御は、21 世紀に入ってから始まったテーマなのである。まだ、約 4 半世紀の歴史しか持っていない分野である。その点を考慮したうえで、ここではワンヘルスのアプローチとその展望について考えてみたい。

1 創世記と One Health という概念

人間に対して自然科学では、「ヒト」という言葉を使うが、人文社会科学では「人」という言葉を使う。決してカタカナでは書かない。自然科学ではヒトとヒト以外の生き物との間に区別をつけないで、サル、イヌ、ネコ、トリ、ウシ、ウマという表現を用いる。

ヒトが他の動物との間に一線を画したのは、以下の記述が影響しているように思われる。創世記の第 6 日に神はまたいわれた。「われわれのかたちに、われわれにかたどって人を造り、これに海の魚と、空の鳥と、家畜と、

地の全ての獣と、地の全てのこのものを治めさせよう」「生めよ、ふえよ、地に満ちよ、地を従わせよ。また海の魚と、空の鳥と、地に動く全ての生き物とを治めよ。」「わたしは全地のおもてにある種をもつ全ての草と、種のある実を結ぶ全ての木とをあなたがたに与える。これはあなたがたの食物となるであろう。また地の全ての獣、空の全ての鳥、地を這う全てのもの、すなわち命あるものには、食物として全ての青草を与える」と書かれている。

ここで述べられている人間像は、ヒトが他の生物や自然を支配する特別な存在である特権を神から与えられたということである。自然や他の生物と一線を画し、これらを支配する思想の根源になっていると思われる。これに対し、感染症、特に人獣共通感染症には動物とヒトの境界は存在しない。人獣共通感染症へのアプローチには、「自然と動物とヒトの健康を、同列に、関連して考えなければいけない。」というワンヘルスの概念が必要である。

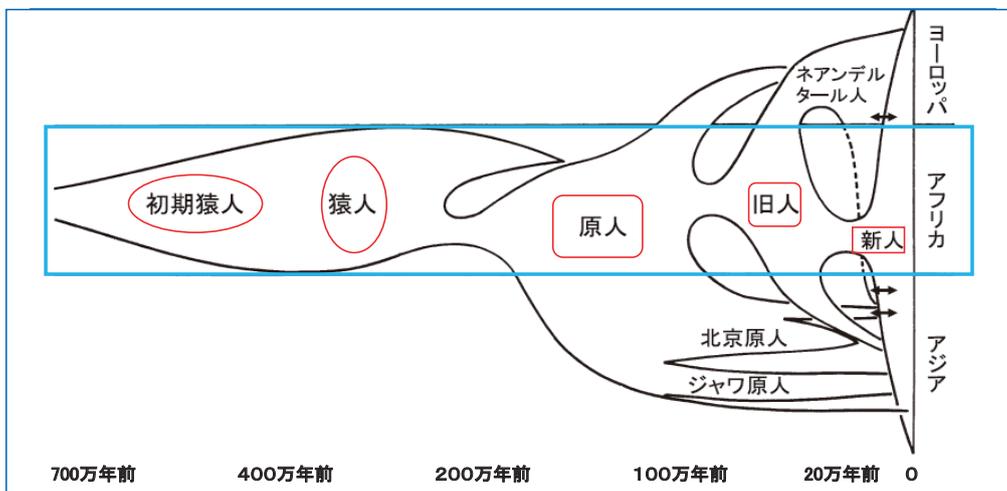
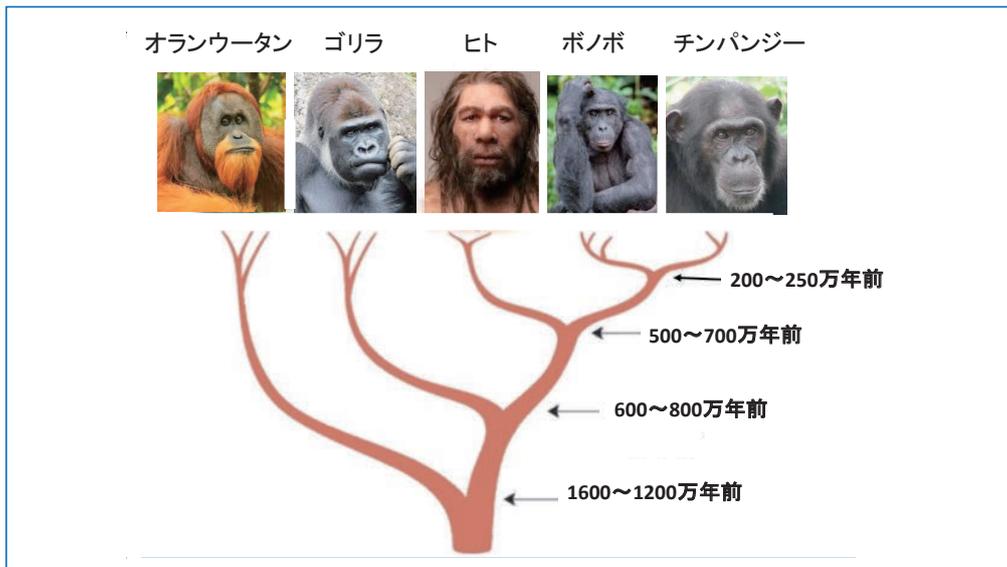
2 ヒトという生き物

生物学的なヒトとヒトの隣人であるチンパンジーについてみてみよう。ヒトは、分類学上、動物界、脊椎動物門、哺乳動物綱、霊長類目、ヒト科、ヒト属、ヒト (*Homo sapiens*) であり、チンパンジーは、動物界、脊椎動物門、哺乳動物綱、霊長類目、ヒト科、チンパンジー属、チンパンジー (*Pan troglodytes*) である。約 700 万年前に、共通の祖先から分岐した。両者の生物学的な特徴は、基本的なその生態、生体の構造、器官・組織の機能、代謝などほとんど変わらない。また多くの感染病原体が歴史的に両者を行き来している (マラリア、ハンセン病、結核、B 型肝炎、エイズなど)。

両者が分岐した後、チンパンジーは約 250 万年前にボノボと分岐した。ヒトは 450 万年前のラミダス猿人、400 万年前のオーストラロピテクス猿人、約 280 万年前ヒト属の最も古いホモ・ハビリス (器用なヒト、石器の利用) が分岐し、約 200 万年前にホモ・エレクトス (直

[†] 連絡責任者：吉川泰弘 (岡山理科大学獣医学部)

〒794-8555 今治市いこいの丘 1-3 ☎0898-52-9000 FAX 0898-52-9002 E-mail : y-yoshikawa@ous.ac.jp



- ① 5種のヒト上科（テナガザルを含む）がオナガザルと分岐（3800～2500万年前）。その後テナガザル（1600～2000万年前）、オランウータン（1600～1200万年前）、ゴリラ（600～800万年前）が分岐し、ヒトとチンパンジー（500～700万年前）が分岐した。
- ② 初期猿人の化石はアフリカでのみ発見。猿人から原人へ変わった出自はアフリカ。
- ③ 原人と旧人：各時代の形態学的特性をもった人類を原人 or 旧人と呼んでいる。原人にもジャワ原人、北京原人、ハイデルベルク原人、フロレンス原人などがある。図のように、原人と旧人が混血した可能性はある。
- ④ 初期ネアンデルタール人には、シュタインハイム人、サッコバスターレ人、エーリングスドルフ人がいる。中期にはヘルト人、デニソワ人、ソロ人、ローデシア人、ヘルメイ人、スピー人、サン人、クラピナ人、シャニダール人、アムッド人などがある。欧州、アジアで新人と混血。ネアンデルタール人の遺伝子はわれわれにも残っている。

図1 ヒト科の分岐（上）と猿人・ヒト属の分岐・放散（下）

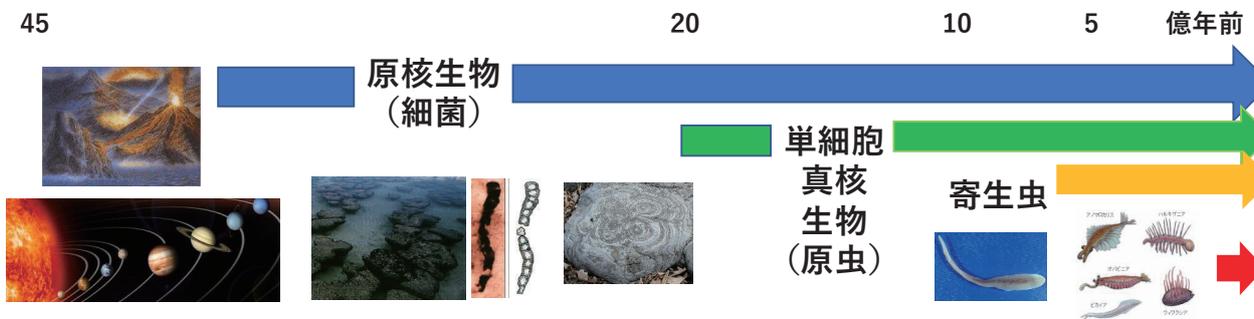
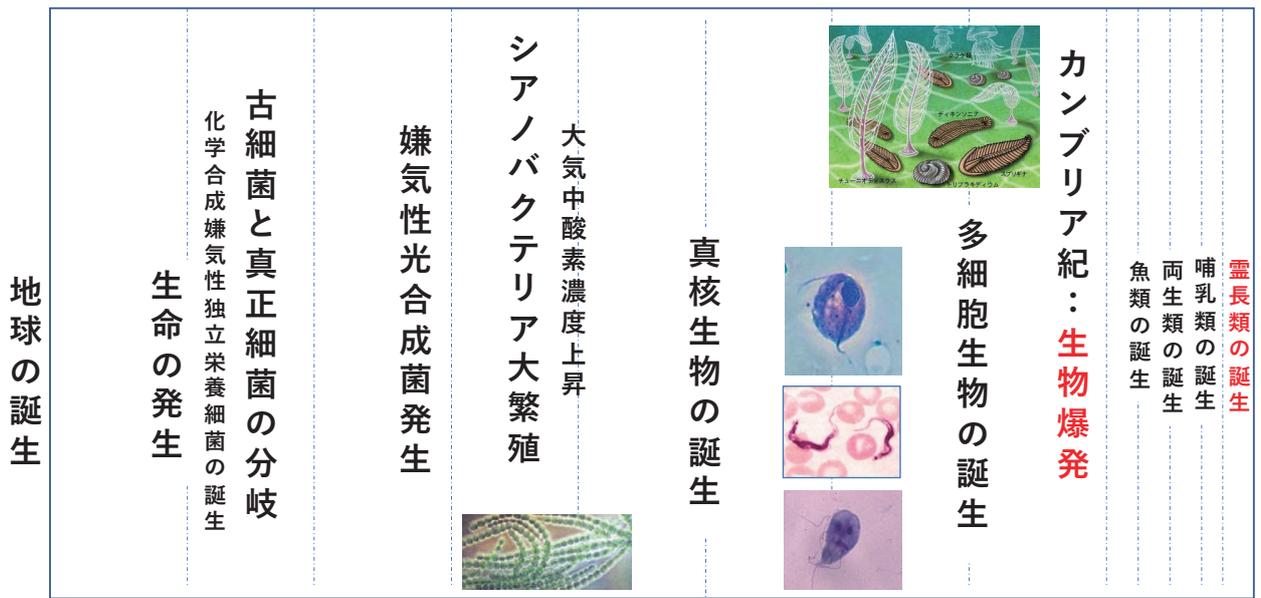
立したヒト）となった。彼ら原人は、何らかの原始言語を使ってコミュニケーションをとっていたと推測される。さらに、180～130万年前に原人はアフリカからユーラシア大陸に進出した。アフリカでは50～30万年前に原人からネアンデルタール人となる旧人へ分岐し、約20万年前に旧人から新人となるクロマニヨン人が分岐した。そして、6万年前にアフリカから現生人類が全世界に進出し、ネアンデルタール人などを滅ぼし、あるいは混血し、3～1万年前に地球上唯一の人類種に収束

した。

ヒトが決して特殊な存在でなく、生物であり、地球上の生物多様性の中の1種であることを、強く認識させるものが人獣共通感染症、動物と人の共通感染症である。これらの感染症群は、20世紀の後半から頻発し、現在でも、種々のZoonosisが人類の脅威となっている（図1）。

3 生命の進化と多様性

地球上に生命体が現れたのは約40億年前と考えられ



バトンタッチはトップからトップでない。始原生物は減んでいない
40億年間に発生した生物群の相互作用、共存様式の理解が必要

図2 40億年の生物進化とその多様性

ている。原始海洋と陸地ができたころに高熱、高圧の中で化学合成の嫌気性独立栄養細菌が出現し、38億年くらい前に古細菌が分岐した。約32億年前から嫌気性従属栄養細菌群が繁栄し、やがて嫌気性光合成菌（紅色細菌、緑色細菌）から光合成で糖と酸素を産生するシアノバクテリア（藍色細菌）が出現する（27億年前）。大気中の酸素が次第に上昇し、炭酸ガスが減少、24.5億年前に最初の全球凍結が起こる。その後、好気性の従属栄養細菌群が繁栄する。この20億年の間は、地球上に細菌だけが存在した。

約20億年前に、アスカルド古細菌をベースに1次共生により単細胞の真核生物が出来上がる。2次共生などを経て細菌のゲノムを集めた原生動物群が繁栄する。この中の寄生性、病原性を持つものが原虫（医学・獣医学用語）である。細菌と原生生物のみの世界は約10億年続いた。

ほぼ10億年前に、立襟鞭毛虫が細胞を鞭毛細胞とアメーバ細胞に分化させ、幹細胞は生殖細胞、数種の体細胞に分化した。1胚葉の海綿動物である。やがて2胚葉の刺胞動物から3胚葉の扁形動物・線形動物に進化して

いく（蠕虫類の祖先）。この期間に2回の全球凍結が起こり、5億年の間、頂点にいたのは下等多細胞生物群である。最後に最も栄えたのがデッキンソニアをはじめとするエディアカラ生物群と言える。

5.4億年前に生物爆発といわれるカンブリア紀を迎える。絶滅した動物群を含め、ほぼ現存する全ての多様な多細胞高等動物が出現した。ヒトに至る系列は、脊索動物、無顎類、魚類から陸に上がり両生類、爬虫類が栄えた。5回目の大絶滅後（6600万年前）に栄えたのが、現生鳥類と哺乳類である。そして、細菌から哺乳類まで、全ての生物の子孫が、今でも、この地球上に現存しているのである（図2）。

4 病原体と宿主

感染症学では、一般に、エディアカラ期までの生物群を病原体と呼び、最後のグループである鳥類や哺乳類を宿主と呼んでいる。病原体は5億年前までの35億年間の地球上の生命史を繋いだ生物群であり、宿主はカンブリア紀以後、5億年の高等多細胞動物、特に最後に出現した鳥類、哺乳類のグループなのである。

病原体 (40億年)
カンブリア紀前の生物

宿主 (5億年)
ヒト、家畜、野生動物 (7000万年)

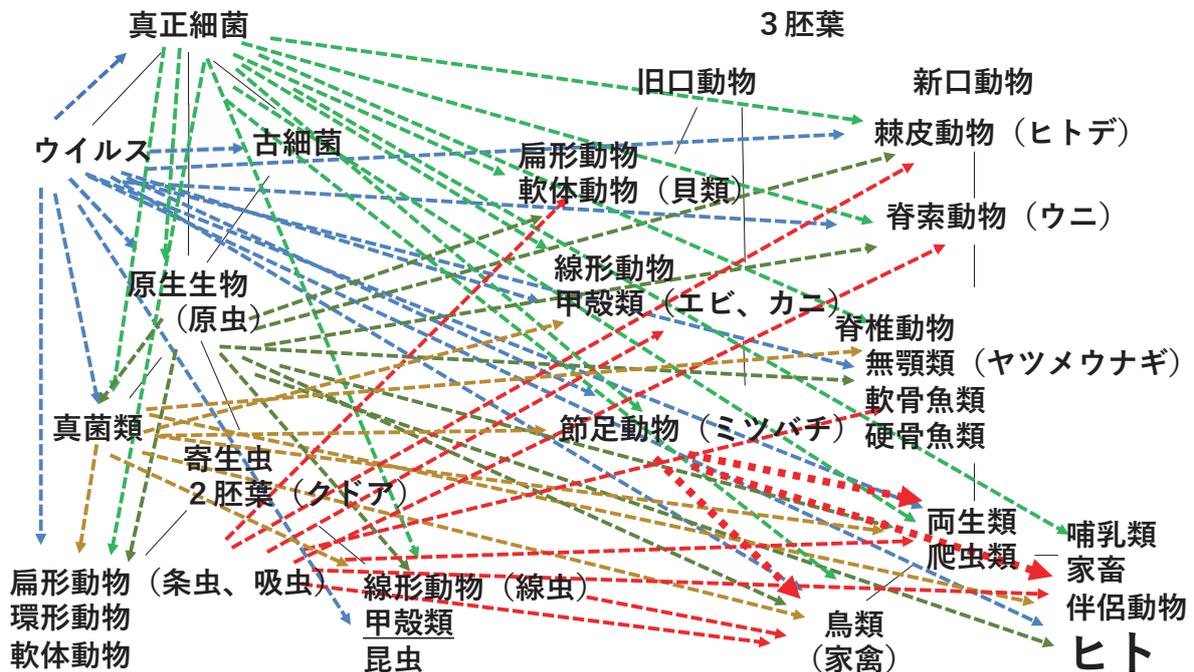


図3 生物進化からみた病原体と宿主及び相互関係

また、吸血昆虫を含む節足動物はウイルス、細菌、原虫の宿主 (時に中間宿主) であり、同時に疥癬や蝇蛆症、アタマジラミ、コロモジラミに見られるように、それ自身が病原体でもある。狭義の宿主はヒト、家畜、家禽、家庭動物等であるが、広義で考えれば病原体と宿主の相互作用 (感染) は、全ての生物網で起きていると考えるべきである。

例えば、ウイルスはウイルスに (スプートニクウイルス)、細菌に (バクテリオファージ)、藻類に (クロレラウイルス)、原虫に (ミミウイルス)、真菌に (エノキダケ褐色ウイルス)、そして魚類 (イリドウイルス)、両生類 (ラナウイルス)、爬虫類、鳥類、哺乳類と全ての生物に感染する能力を有している。細菌にしてもウイルスに感染する細菌は知られていないが、細菌を含め、それ以外の生物には感染する。原生動物は真菌、植物、動物に感染する。このように、常に、新しく出現した生物は、それ以前の生物を食物連鎖として摂食するとともに、感染症としてみれば宿主の役割を演じることになっている (図3)。

5 動物からヒトに来る病原体

自然界では、様々な形で生物群の相互作用 (食物連鎖網と感染症連鎖網) がおきている。しかし、現時点で人類という1属1種がこの相互作用網に巻き込まれるシナリオは少ないといえる。もっとも単に全貌が分かっている

ないだけかもしれないが。

動物からヒトに種を越えて (spill over) 感染する病原体は、ウイルス、細菌、真菌、原虫、蠕虫といろいろある。しかし、実際にヒトに感染するのは、それぞれの中でも限られた種類である。DNAウイルスなら、ゲノムが大型サイズのDNAウイルス (ポックス、ヘルペス) まで、+鎖RNAウイルスでも中型サイズのコロナ、フラビ、トガ、カリシまでのウイルスである。また全てが中型サイズである-鎖のRNAウイルスは、ほぼ全てのグループのウイルスが動物からヒトに感染するウイルスを含んでいる。

細菌でいえば35門あるなかで、主なものはグラム陽性菌の放線菌門とフィルミクテス門、グラム陰性のプロテオバクテリア門 (群を抜いている)、スピロヘータ門、クラミジア門、テネリクテス門、バクテロイデス門くらいの細菌にすぎない。多くは、環境中でヒト以外の宿主を相手にして感染循環を繰り返している。原虫は動物の感染を含めて胞子虫が、真菌は子嚢菌、寄生虫では吸虫、条虫、線虫類が Zoonosis を起こしやすい。

従って、人獣共通感染症を起こす病原体の特性を明らかにすること。それらの病原体がヒトに来る前の自然界でどのような生態系を持ち、どのように自然宿主との間で増減を繰り返しているのかをサーベイランスする必要がある。ヒトの感染症、家畜の伝染病が把握できるのは、サーベイランス体制が確立され (総数把握、定点病院な

ど), 継続的にその変動を追い, 対策を立てることができからである。

6 マンハッタン原則: One World, One Health

2004年9月, マンハッタン, ロックフェラー大学に世界中の疾病と健康の関連機関の専門家が招集された。人獣共通感染症を主体とする新興再興感染症の統御に関して検討がなされ, その結果マンハッタン原則が提言された。その内容は, 21世紀に向け, 家畜と野生動物とヒトの健康, それらを支える大気・水・土壌など環境の清浄性をどう維持していくかを示した行動方針である。One World, One Health は, そのキャッチフレーズであり, 新興再興感染症を統御するには, 新しい発想で分野を超えた活動と, 国際的な連携が必要であることを述べている。

新興再興感染症の出現とパンデミックは, 1970年代から世界各地で次々に出現し, 人間社会に深刻な健康被害をもたらしている。これらの感染症のほとんどは, 人獣共通感染症であり, 野生動物を自然宿主とするものである。それは, ①地球の温暖化による異常気象, 熱帯雨林開発や森林伐採など環境の激変で野生動物とヒトとの距離が縮まり, 接触する機会が増えたこと, ②種々の動物がエキゾチックアニマルやブッシュミートとして輸入される機会が増えたこと, ③ヒトや動物, 食料等の物流がきわめて盛んになったこと, ④経済的・政治的不安により飢餓や難民が増加していることなどにより, 従来はまれであったり, 知られていなかった病原体が人の社会に突如, 出現するようになったという考えである。

人獣共通感染症の予防, 蔓延防止, 生態系の保全のために, 国際機関が分野を超えて協力しあう必要があるとして「12の行動計画」を示した。「One Health」はヒト, 家畜, 野生動物の健康は1つという考え方で, 医学と獣医学, 自然科学と社会科学等が連携する必要性をのべている。これに対して「One World」には, ヒトと家畜と野生動物の健康, われわれの全てを支える基盤となる生物多様性の保全には, 水や土壌, 空気など環境そのものの清浄性, 健全性が大切だという考え方である。

12の行動計画のうち主なものは, 「ヒトと家畜, 野生動物の健康がリンクしているということ。この健康は生物多様性と生態系機能にもリンクしていると認識すべきである。土地と水の使用法の決定が, 健康維持に深く関連することを認識すること。これに失敗すると生態系の弾力性は失われ, 病気の出現・拡散が起こる。野生動物の健康科学は, グローバルな疾病の予防, 監視, モニタリング, 規制の強化・緩和に不可欠な要素であること。動物種を超えて広がる新興再興感染症への予防, 監視, モニタリングに前向きに取り組む必要がある。政府, 地域住民, 私的・公的部門が国際的な健康と生物多様性の

保全に立ち向かうための協力体制を確立すべきであること。新興再興感染症の早期警戒体制を確立するための国際的野生動物疾病監視ネットワークの確立と, その支援を行う必要がある。世界の人々の教育と啓蒙, 健康と生態系に関する深い理解が必要であること。この感染症を抑えていくためには, 政治的な介入, 社会・経済的なアプローチも組み込んでいく必要がある。そして, 結語として, 「問題の解決には, 昨日までのアプローチではだめで, 政府機関・個人・専門家・各分野の壁を乗り越えるしか方法はない」と述べている。

7 医学と獣医学の連携

Zoonosisという言葉は, Zoo(動物)とNosos(病氣)を組み合わせた造語である。ドイツ・ベルリン大学で細胞病理学を提唱した病理学者, 公衆衛生学者, 人類学者, 政治家のルドルフ・ウィルヒョウ(1821~1902年)が発案したといわれている。ウィルヒョウは, Zoonosisに関して, 「動物と人の医学の間には分割線は存在しないし, あってはならない。対象は異なるが, 得られた経験は両医学の基礎を構成する」と述べている。

また, 獣疫学の祖といわれる, カリフォルニア大学の獣医公衆衛生学の教授で歴史家のカルビン・シュワーベは, 医学の公衆衛生学と獣医学の集団疫学の類似性に着目し, One Medicine(一つの医学)を提唱した。両者は, 医学と獣医学の連携について以下の4項目を明らかにした。①ワンメディシンに対する獣医学の価値。②両者の科学的手技の類似性。③健康の定義の類似性。④両医学の倫理的な治療と医学の目標における類似点である。

Zoonosisは, 1959年国連の世界保健機関(WHO)と食糧農業機関(FAO)の人獣共通感染症合同専門家委員会によって, 「自然の状態で, ヒトと脊椎動物の間で伝播する疾病あるいは感染症」と定義された。また1992年, 欧州連合(EU)は, Zoonosisを「動物からヒトへ自然に伝播すると思われるいかなる疾患あるいは感染症」と定義している。

国際機関では, 2010年国連のWHOとFAO及び世界動物保健機関(WOAHあるいは国際獣疫事務局OIE)が3機関による「三者構成コンセプト・ノート」を発表した。そこでは「多部門の協力と強力なパートナーシップにより, 食料安全保障に影響を及ぼす動物由来感染症や動物疾病に起因する動物及び公衆衛生上のリスクを予防, 検出, 抑制, 除去, 対応することができる世界を目指す」と述べられている。後に, 国連環境計画(UNEP)もこれに参加している。

人獣共通感染症をテーマに, 現実に医学と獣医学の連携が図られたのは2012年である。世界医師会と世界獣医学協会は, 「One World, One Health」の理念に基づき協力関係を構築する旨の覚書を締結した。また,

2013年日本医師会と日本獣医師会は、学術協力の推進に関する協定を締結した。

8 国際機関の連携活動

上述したWHO、FAO、OIEの3機関の誓約One Health Conceptでは、3つの標的感染症を新型インフルエンザ、狂犬病、耐性菌とし、その統御を目指すこととした。また、各国際機関は、それぞれの強みを活かし、以下の目的で国際的な野生動物疾病届出等の制度を確立しつつある。①人の公衆衛生の立場で人獣共通感染症の統御（WHO、OIE）。②食の安全保障、食の安全のために家畜感染症の統御（FAO、OIE）。③生物多様性とエコシステムの保全のために野生動物の疾病統御（OIE）、その後UNEPが参加した。

国連の世界保健機関WHOは、国連エイズプログラム、UNAIDS（Joint United Nations Program on HIV/AIDS）で、感染症対策の取組みを国際社会が協動的に支援する体制の確立を進めている。SARS、高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）等の新興再興感染症の対策強化（WHO）に取り組んでいる。さらに、国際感染症の危機発生時に世界的感染症対策チームを迅速に派遣・運営する組織（Global Outbreak Alert and Response Network：GOARN）や、感染症などによる国際的な健康危機に対応し、国際交通への影響を最小限に抑えつつ、疾病の国際的伝播を最大限防止するためのWHO規則、すなわち国際保健規則（International Health Regulation：IHR）の制定を行っている。

FAOは、The Crisis Management Centre for Animal Health 動物衛生危機管理センター（CMC-AH）を、2006年にOIEとの協力のもと発足させた。動物疾病の発生に迅速に介入し、支援するための世界的なリソースとなり、ギャップを埋めることを目的としている。当初、高病原性鳥インフルエンザ（H5N1）の世界的な発生に対応したが、優先事項の変化に伴い動物由来感染症を含む他の影響力の大きい動物疾病を含むように拡大された。その後、CMC-AHは動物生産・衛生部門（AGA）と緊急事態・復興部門（TCE）の共同プラットフォームとなり、動物インフルエンザ専門家世界ネットワーク（OFFLU）やWHO、OIE、FAO（三者構成）による世界早期警戒システム（GLEWS）、などの戦略を支援している。CMC-AHは2018年、動物衛生のための緊急管理センターEmergency Management Centre for Animal Health EMC-AHとして再ブランド化された。

OIEは、従来からある家畜伝染病の届出の他に、生物多様性保護と人獣共通感染症統御のために、一部の野生動物感染症の届出を推奨・制度化し、家畜伝染病と野生動物疾病のデータベースを作り上げ（WAHIS：World Animal Health Information System, WAHIS-

Wild：World Animal Health Information System-Wildlife）公開している。

9 人獣共通感染症の回避と防御

人獣共通感染症のリスク回避、リスク管理対策としては種々の方法が試みられている。主なものとしては、①野生動物から病原体を排除する方法で、ワクチン投与や駆虫薬の散布である。具体例としては、環境で安定なワクチンを用いた野生動物の狂犬病統御（欧州、南米）、駆虫薬ベイトの散布によるエキノコックス統御（北海道）がある。②類人猿などの絶滅危惧種（動物園展示動物など）の治療による感染症伝播の阻止。具体例としては動物園のチンパンジーの結核の治療（日本）、動物園ゴリラの新型コロナウイルス感染の治療（米国）がある。③野生動物からの家畜感染症の伝播防止（ゾーニング zoning, コンパートメンタリゼーション compartmentalization）を介してヒトへの感染拡大を防ぐ。具体的には家禽や動物園の鳥類の野鳥からの隔離、高病原性鳥インフルエンザの封じ込め（compartmentalization）、家畜・家禽のワクチン投与や物理的隔離（山、谷、川、島、海峡）による zone-defense があげられる。④教育、啓蒙を介した人と野生動物の住み分け、⑤ウイルスと共存している自然宿主など野生齧歯類（ラッサ熱、腎症候出血熱、ハンタウイルス肺症候群、サル痘など）、ベットの輸入規制（サル、蝙蝠）、⑥野生動物での感染症のアウトブレイクと危機管理。WAHIS-Wildによる危機情報の共有、⑦動物園での隔離・繁殖（種の保存、生息域外繁殖）による野生動物感染症の拡大からの回避などがあげられる。

こうした対策のサーベイランスを支えるのが野生動物疫学である。疫学には、以下の3ステップがある。①記述疫学：野生動物集団における疾病の疫学特性（発症頻度、分布、病原体の関連情報）を野生動物、場所、時間の別に詳しく正確に観察し、記述する研究。②記述疫学研究の結果に基づき、発生要因の仮説設定を行う。分析疫学：収集したエビデンスを分析する。記述疫学などから得られた、関連があると疑われた要因（仮説要因）と感染症との統計学的関連を確かめ、要因の因果性を推定する方法である。仮説の検証を主な目的とする（リスク評価）。③介入疫学：分析疫学で感染症との因果関係の推理がなされた要因（危険因子／予防因子）について、要因を慎重に除去／適用するなど介入し、野生動物集団を一定期間観察し、感染症の増減を確かめる研究方法。分析疫学では研究者は対象を観察するだけであるが、介入研究では研究者自身が積極的に介入を行う（リスク管理）。通常、疫学は、ヒトや家畜・家禽に行われる方法であるが、野生動物に適応するには、多くの努力と、新規のアイデアが必要となる。

おわりに

新興感染症のほとんどは動物由来感染症であり、ヒトの社会で流行が始まってから、初めて標的となりパニックを起こすことを繰り返している。野生生物と病原体との間で行われている相互作用を安定的・継続的にサーベイランスする方法の開発を進める必要がある。

人獣共通感染症のワンヘルスにおける獣医師の役割は、ヒト社会で流行の起こる前に野生動物間での病原体の振る舞いを解析し、人間社会に侵入するリスクを回避することであろう。成功すると何も起こらないので、こうした努力は正当に評価されることは少ない。華々しいのは、人間社会で起こるアウトブレイク下での感染症との戦いである。リスクマネージメントは可視化されるが、リスク評価と回避は、一般のヒトには評価されないかもしれない。しかし、マンハッタン原則で提示された One World, One Health の哲学は、生物としてのヒトの原点に返ったみえない努力であるような気がする。

近年、サーベイランスで進みつつある興味深い方法は、環境微生物の網羅的サーベイランスと標的サーベイランスである。メタゲノム解析方法が確立され、近年、環境中の微生物のゲノムを解析する方法が用いられるようになってきた。この方法を利用し、人獣共通感染症の主要な供給源である野生の鳥類、哺乳類の生態を調べ、

彼らを取りまく環境中のホットスポット（巣、水場、餌場、イノシシのぬたば、渡り鳥の休憩池など）を定点として、標的サーベイランスを行う（定点把握）。また、新規の病原体を見つけるため、一定期間ごとの網羅的、包括的サーベイランスを行い、見落としなく変動を追う必要がある。

もちろん、ロードキル、レールキル、狩猟野生動物の材料を横断的に解析することは重要である。しかし、繰り返しになるが、野生生物と病原体との間で行われている相互作用を安定的・継続的にサーベイランスする体制を確立する必要がある。

最後に、動物感染症学を教えていると、無脊椎動物の多くは、特異免疫をもたないためか、ほとんどのケースでアウトブレイク後、病原体のキャリアー（自然宿主）として共存してしまう。われわれが特異免疫系を進化させ、自己以外は全て排除するというシステムを確立したことが、逆にアレルギーや新興感染症の出現頻度や重篤化（サイトカイン病, cytokine disease）を促しているような気がする。感染症の統御を考える時、生物としてのヒトという原点に立って、自然との融和、生物多様性、免疫寛容といった要因をもう一度考えてみる必要もあるように思う。