ISSN 2759-2669(Print)
ISSN 2761-042X (Online)

バイオセーフティ

The Japanese Journal of Biosafety

Vol.2 No.3 November 2025 (No.6)

総説

鳥インフルエンザ　―人獣共通感染病の側面を中心にして―　……　大槻公一

解説

京都産業大学における COVID-19 パンデミックへの危機対応の経験と今後の課題　……　東あかね

レポート

バイオリスクマネジメントをもっと広く・もっと深く　―広報委員会の設立と活動内容について―
……　三浦詩織
病原体取扱施設関係者に向けたリスク評価トレーニングコースについて　……　井上　智

講座

（連載）ポスト・コロナのバイオセキュリティ
第 6 回　漏洩説の背景にあるロジック　……　天野修司
（連載）慢性感染症としての抗酸菌症とその免疫応答
第 3 回（最終回）　抗酸菌感染に対する予防・診断・治療とその新規開発　……　阿戸　学

案内

日本バイオセーフティ学会　海外派遣支援事業と派遣者募集のご案内　……　篠原克明、前田秋彦
会誌「バイオセーフティ」電子版への移行についてのご案内　……　杉山和良

日本バイオセーフティ学会
The Japanese Biological Safety Association

バイオセーフティ
第 2 巻 第 3 号 2025 年 11 月（第 6 号）

第 24 回 日本バイオセーフティ学会総会・学術集会 開催案内 第 3 報,
市民公開講座『AI の進歩と生命科学研究を考える』のご案内・・・・・・・・・・・・・・・四ノ宮成祥　1

総説　鳥インフルエンザ　―人獣共通感染病の側面を中心にして―　・・・・・・・・・・・・・大槻公一　4

解説　京都産業大学における COVID-19 パンデミックへの危機対応の経験と今後の課題　・・・東あかね　18

レポート　バイオリスクマネジメントをもっと広く・もっと深く
―広報委員会の設立と活動内容について―　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・三浦詩織　27

レポート　病原体取扱施設関係者に向けたリスク評価トレーニングコースについて・・・・・・井上　智　30

講座　（連載）ポスト・コロナのバイオセキュリティ
第 6 回　漏洩説の背景にあるロジック・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・天野修司　34

講座　（連載）慢性感染症としての抗酸菌症とその免疫応答
第 3 回（最終回）　抗酸菌感染に対する予防・診断・治療とその新規開発・・・・・・阿戸　学　40

案内　日本バイオセーフティ学会　海外派遣支援事業と派遣者募集のご案内　・・・篠原克明，前田秋彦　47
会誌「バイオセーフティ」電子版への移行についてのご案内　・・・・・・・・・・・・・杉山和良　49

お知らせ　・・・　50

The Japanese Journal of Biosafety
Vol.2 No.3 November 2025 (No.6)

Third Announcement of the 24th JBSA Annual Conference, 2025 and
Announcement of the Public Lecture · Nariyoshi Shinomiya 1

Review Article Ecology of Avian Influenza Virus with Special Reference to a Causative Agent of Zoonoses · Koichi Otsuki 4

Comment Experience of Crisis Response to the COVID-19 Pandemic at Kyoto Sangyo. University and Future Challenges · · · · · · · · · · · · · · · · Akane Higashi 18

Report Broadening and Deepening Biorisk Management: The Establishment and Activities of the Public Relations Committee · Shiori Miura 27

Report Training Course of Risk Assessment for Laboratory Biosafety
· Satoshi Inoue, Katsuaki Shinohara 30

Lecture (Serial) Biosecurity in the Post Covid-19 World
Part 6. The Logic behind the Lab Leak Theory · Shuji Amano 34

Lecture (Serial) Immune response in Mycobacterial Diseases as Chronic Infectious Diseases
Part 3. (the last) Novel Approach for Prevention, Diagnosis, and Treatment against Mycobacterial Infections · Manabu Ato 40

Announcement:
Announcement of the JBSA Aid Project for Overseas Dispatching and Recruitment
· Katsuaki Shinohara, Akihiko Maeda 47
Announcement of the Transition to the Electronic Version of the Japanese Journal of Biosafety
· Kazuyoshi Sugiyama 49

Information · 50

第 24 回 日本バイオセーフティ学会総会・学術集会　開催案内　第 3 報
市民公開講座『AI の進歩と生命科学研究を考える』のご案内
会長挨拶



第 24 回日本バイオセーフティ学会総会・学術集会
会長　国立健康危機管理研究機構・国立感染症研究所　安全管理研究センター
四ノ宮成祥

この度，第 24 回日本バイオセーフティ学会総会・学術集会を令和 7 年 11 月 26 日（水）・27 日（木）の 2 日間にわたり全国障害者総合福祉センター戸山サンライズ（〒 162-0052 東京都新宿区戸山 1-22-1）において開催させていただくこととなりました。

本学会は，病原体等の取り扱いにおける安全管理運営，安全装置及び実験施設設計等のバイオセーフティに関する学術研究の推進並びにバイオセーフティの普及を図り，バイオセーフティの向上発展に寄与することを目的として，平成 14 年 1 月 19 日に倉田 毅 代表世話人（当時）のもと日本バイオセーフティ学会設立総会が開催され，以来 23 回にわたり毎年総会・学術集会を行ってまいりました。

皆様ご存じのとおり，本学会は，微生物及び動物実験を行う研究者，病原体等の取り扱い安全管理者，安全装置技術者，施設設備設計者，機器設備保守者，消毒作業者，病院・実験動物施設・微生物関連製造施設等の安全管理者、医師，獣医師，臨床検査技師及び保健行政関係者等で構成され，バイオセーフティに関わる問題に関心のある方々の集まりとして，感染症の研究・管理に関する学術的な議論，関連技術開発に関する事項，安全管理などについて，多角的面から意見交換がなされてきております。

本学会総会・学術集会では，この学会の特徴である多くのステークホルダーがともに重要テーマを議論することにより，新知見が生まれ，最適な学びや意見交換の場としての環境が提供できるように運営を心がけてまいります。今回のテーマは『バイオセーフティとバイオセキュリティ：来るべき未来に向けて』といたしました。バイオセーフティ並びにバイオセキュリティに関する近年の知を結集して，意義ある研究開発とは何か，また安全な研究実施や感染症コントロールには何が必要かについて議論を戦わせ，未来の教育・研究・医療・技術開発に活かしていこうとする，フランクで活気ある会合にしたいと考えています。

学術集会の構成としては，招へい講演に沖縄科学技術大学院大学の Matthias Wolf 教授をお迎えして『Challenges in working with recombinant Ebola virus in Japan』をお話しいただきます。また，国際動向報告として日本医療科学大学の天野修司教授に『バイオセキュリティに関連する国際動向』について解説いただきます。シンポジウムとして『バイオセーフティ教育を考える』，『COVID-19 パンデミックへの対策を振り返る』，『高度封じ込め施設による研究を考える』の 3 つを企画し，各分野でご活躍の方々から最新かつ重要な知見をお話しいただきます。ランチョンセミナーは，テクニプラスト・ジャパン株式会社による『DX を活用した BSL3 感染実験下でのホームケージモニタリング』並びに早稲田大学の岩崎秀雄教授による『DIY/DIWO バイオとバイオメディア・アートの現場から』を予定しております。その他，企業プレゼンテーションとして，株式会社イカリステリファーム，柴田科学株式会社，株式会社日立産機システムの 3 社からご発表いただきます。その他，一般演題 6 演題と会長講演を予定しています。

本学会総会・学術集会は，遠隔地からの参加者を考慮し，昨年度まで取り入れていたオンラインでの参加形態も継続することにしています。本学会総会・学術集会が，わが国のバイオセーフティの発展と国際的な活動に重要な示唆を与え，活発な議論並びに有用な情報発信の機会となることを祈念いたします。多くの方々のご参加をお待ちしております。

https://jbsa-gakkai.jp/annual-conference-and-symposium/annual-conference-2025/

日程表（２階大研修室）

11 月 26 日（水）

09:00–
09：00～ 受付開始

09：25～9：30 開会の挨拶

09：30～10：15 会長講演
『デュアルユース性が問題となる研究とバイオセキュリティ』
司会：前田秋彦
演者：四ノ宮成祥

10:00–
10：15～10：30
コーヒーブレイク／企業展示

10:30～12：00 シンポジウム１
『バイオセーフティ教育を考える』
司会：井上智
演者：西野佳以
川本思心
河合康洋
田中俊憲

11:00–
12:00–
12：00～13：00 ランチョンセミナー１
『DX を活用した BSL3 感染実験下でのホームケージモニタリング』
司会：花木賢一
演者：梅原祐介
協賛：テクニプラスト・ジャパン株式会社

13:00–
13：00～13：40 学会総会
理事長：前田秋彦
司会：田中俊憲

13：40～14：30 各種委員会報告
報告：各種委員会委員長

14:00–
14：30～14：45
コーヒーブレイク／企業展示

14：45～15：45 国際動向報告
『バイオセキュリティの国際動向』
司会：篠原克明
演者：天野修司

15:00–
15：45～16：00
コーヒーブレイク／企業展示

16:00–
16：00～17：30 シンポジウム２
『COVID-19 パンデミックへの対策を振り返る』
司会：國島広之
演者：青野茂昭
水口靖規
山口芳裕

17:00–
17：30～18：00 後片付け／移動

18:00–
18：00～19：30
会員懇親会
場所：戸山サンライズ

11 月 27 日（木）

09:00–
09：00～ 受付開始

09：30～10：15 一般演題
演題１～３
司会：杉山和良
演者：黒﨑陽平、橘毅、太宰結

10:00–
10:15～10：30
コーヒーブレイク／企業展示

10：30～12：00 シンポジウム３
『高度封じ込め施設による研究を考える』
司会：中嶋建介
演者：黒﨑陽平
三浦詩織
花木賢一

11:00
12:00–
12：00～13：00 ランチョンセミナー２
『DIY/DIWO バイオとバイオメディア・アートの現場から』
司会：四ノ宮成祥
演者：岩崎秀雄
企画：日本バイオセーフティ学会

13:00–
13：00～13：15
コーヒーブレイク／企業展示

13：15～14：15 招へい講演
『Challenges in working with recombinant Ebola virus in Japan』
演者：Matthias Wolf
司会：田中俊憲

14:00–
14：15～14：30
コーヒーブレイク／企業展示

14：30～15：30 企業プレゼンテーション
司会：小暮一俊
企業：イカリステリファーム
柴田科学
日立産機システム

15:00–
15：30～16：15 一般演題
演題４～６
司会：森康子
演者：小野恵一、伊木繁雄、篠原克明

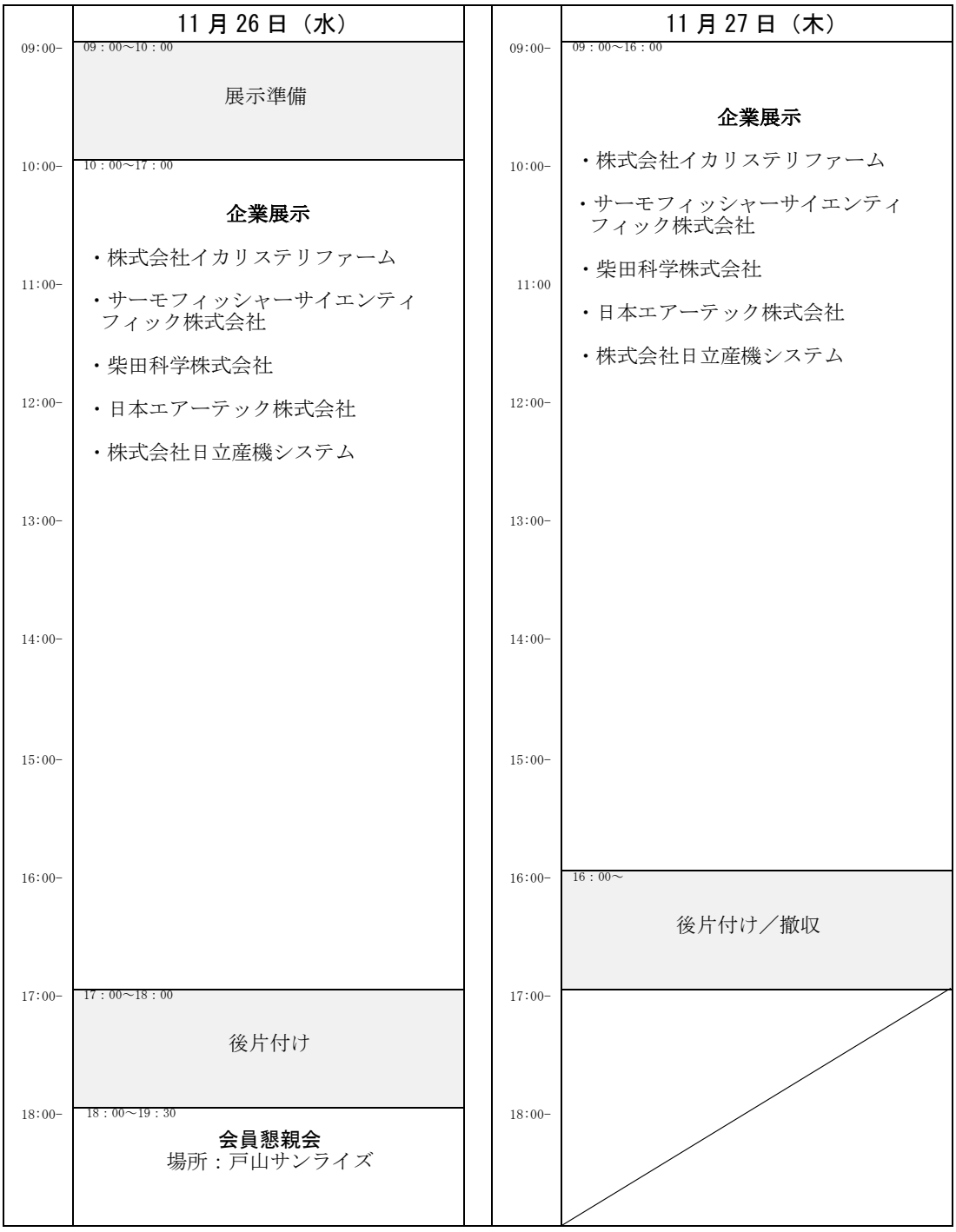
16:00–
16：15～16：20 閉会の挨拶

16：20～17：30 散会／後片付け

17:00–

18:00–

日程表（２階中会議室）



日本バイオセーフティ学会・学術企画

市民公開講座『AI の進歩と生命科学研究を考える』

日時：2025 年 11 月 28 日（金）13：30〜17：00, 場所：戸山サンライズ　申込法等は以下の URL

https://jbsa-gakkai.jp/event/public-lecture-20251128/

総　　説

鳥インフルエンザ
―人獣共通感染病の側面を中心にして―

大槻　公一

鳥取大学名誉教授
元鳥取大学農学部附属鳥由来人獣共通感染症疫学研究センター
元京都産業大学鳥インフルエンザ研究センター

要旨：インフルエンザは，発熱，呼吸器症状，筋肉痛など様々な症状を呈するインフルエンザウイルス（主にA型）感染病である。鳥インフルエンザは，鳥類を本来の宿主とするA型インフルエンザウイルスの感染病である。人を含む様々なほ乳類も鳥インフルエンザに罹患する。

インフルエンザウイルスの一部に，鳥類に致命的な感染を起こす高病原性鳥インフルエンザウイルスがある。1997年ホンコンに出現したH5N1ウイルスは渡り鳥が主要な感染源となり地球規模で拡散させている。日本国内の養鶏場等でも，2004年から現在まで，北方圏から渡り鳥が飛来して越冬している間に本病が発生し続けている。

2013年中国上海で，鳥類に対して病原性の弱いH7N9鳥インフルエンザウイルスに感染した人が続出し，患者は重篤な肺炎により高い死亡率を示した。生きた家きん等が食材として販売される市場が発生源となり，大都市に瞬く間に拡散し，多数の患者が報告された。しかし，ウイルス出現の大本であった農村部では，本患者の存在は認識されていなかった。2017年H7N9ウイルスは鳥類に対する高病原性を獲得し，ほ乳類に対しても強い病原性を示すことが判明した。警戒すべき状況になったが，このウイルス感染者は激減・消滅して現在に至っている。

2024年3月，米国の酪農地帯で乳牛のH5N1高病原性鳥インフルエンザが発生した。ウイルスは野鳥を介して乳牛に感染したと考えられている。発病した牛から搾乳した乳は，乳房炎罹患牛のそれと類似していた。乳牛に発病の認められた農場の従業員も同一のインフルエンザウイルスに感染した。発現した臨床症状は目の充血・結膜炎であった。2025年8月12日現在，17州1,078農場での発生が報告されている。酪農の盛んな州での発生が多い。

キーワード：インフルエンザウイルス，高病原性鳥インフルエンザウイルス，低病原性鳥インフルエンザウイルス，人獣共通感染病，市場，乳牛

1. はじめに

インフルエンザは，通常人がインフルエンザウイルスに感染して，発熱，呼吸器症状，筋肉痛などさまざまな臨床症状を発現する感染病である。インフルエンザウイルスは，人のみならず数多くの種類のほ乳類あるいは鳥類にも感染する。鳥インフルエンザは，鳥類を本来の宿主とするインフルエンザウイルス感染による疾病の総称である。人を含む様々なほ乳類も鳥インフルエンザに罹患する。

人類を長い間悩まし続けてきたインフルエンザは，20世紀に入ってからも，1918年に出現したスペイン風邪に始まり，1957年に出現したアジア風邪，1968年に出現したホンコン型インフルエンザが全世界で猛威を振るっている。

20世紀後半以降に，新型インフルエンザウイルスの出現に深く関与する鳥インフルエンザウイルスの存在が注目されている。ここでは人獣共通感染病としての鳥インフルエンザを中心に記述する。

2. インフルエンザウイルス

2-1. インフルエンザウイルスの遺伝子[1, 2)]

インフルエンザウイルス粒子内部には，夫々独立した分節型の8本のマイナス鎖RNAが存在する。そのRNAを取り巻いているNP（核タンパク，nucleoprotein，Nタンパク）とM（基質タンパク，matrix protein，Mタンパク）の抗原性から，インフルエンザウイルスはA，B，C，Dの4血清型に分類される。人を含むほ乳類や鳥類から分離されるインフルエンザウイルスの大部分はA型に属す。

NP と M 以外の 6 本の RNA 分節がコードするタンパクは HA（ヘマグルチニン），NA（ノイラミニダーゼ），NS（非構造タンパク，nonstructural protein，NS1 と NS2），PB1（RNA ポリメラーゼ β1 サブユニット），PB2（RNA ポリメラーゼ β2 サブユニット），PA（RNA ポリメラーゼαサブユニット）である。A 型インフルエンザウイルスの遺伝子から計 10 種類のタンパク質が合成される（図 1）。

2-2. インフルエンザウイルス粒子の表面構造

ウイルス粒子の表面には 2 種類のスパイク，すなわち，鶏赤血球凝集活性を有すスパイク（HA または H）と，ノイラミン酸分解酵素活性を持つスパイク（A 型ウイルスでは NA または N）が存在する。現在，HA スパイクはその抗原性から H1 から H18 までの 18 種類，NA スパイクはその抗原性から N1 から N11 までの 11 種類知られている[3]。この HA と NA の様々な組み合わせより，数多い亜型の A 型インフルエンザウイルスが存在する。ほ乳類に認められるウイルスの多くの亜型は，H1N1，H3N2，H7N7 等に限定される。鳥類からは，非常に多くの HA と NA の組み合わせを持つ A 型インフルエザウイルスが，呼吸器のみならず水鳥では消化管からも分離される。鳥インフルエンザウイルスの大多数は鳥類に明確な病原性を持たない。カモ類などの水鳥が鳥インフルエンザウイルスの本来の宿主と考えられている。

2-3. インフルエンザウイルス感染の仕組み

インフルエンザウイルスの感染過程は，宿主細胞膜上の受容体への吸着とエンドサイトーシスによるウイルス粒子の細胞内への取り込み，エンドゾーム内での酸性 pH におけるウイルス膜とエンドゾーム膜の融合に伴うウイルス粒子の脱殻（uncoating），ウイルス RNA の転写と複製，ウイルス粒子の形成（assembly または packaging）と宿主細胞 膜からのウイルス粒子の出芽（budding）の 4 ステップからなる。

インフルエンザウイルスが宿主に感染する時，HA スパイクが感染する動物の受容体（レセプター）に吸着することにより感染は開始する。HA スパイク（HA0）は接触した細胞のトリプシン様酵素の働きで HA1 と HA2 に開裂する。HA1 はその細胞上のレセプターに吸着し，HA2 はその後の過程で機能する。感染した細胞内で子孫ウイルスは通常 200～300 個複製される。複製された子孫ウイルスは，別の細胞に感染するために細胞質膜に近づく。そして，子孫ウイルスの NA スパイクの酵素活性により細胞膜に存在するノイラミンが切断され，子孫ウイルスを複製した細胞から放出される（図 2）。

2-4. インフルエンザウイルスの変異と新型インフルエンザウイルスの出現[2, 4, 5]

インフルエンザウイルスは頻繁に変異を起こす。20 世

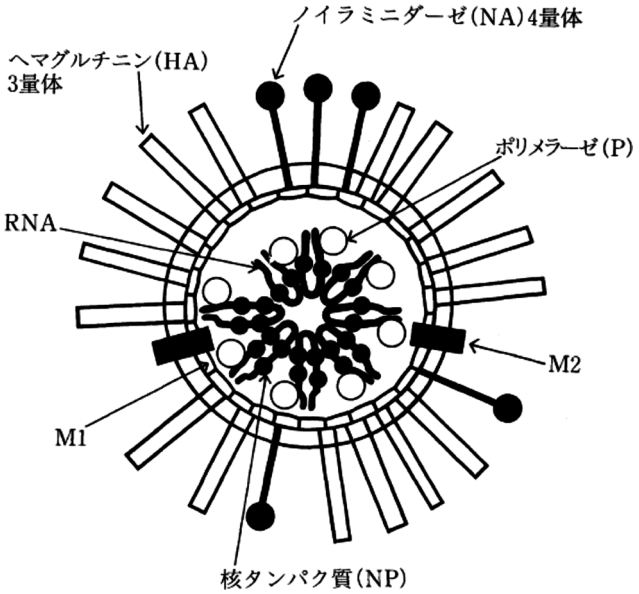


図 1　インフルエンザウイルスの構造模式図（引用文献 2）

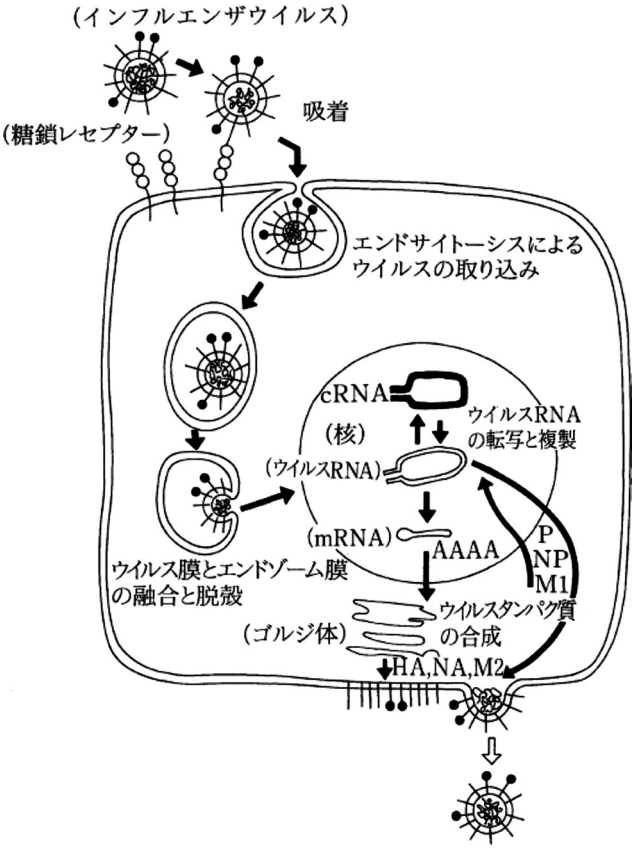


図 2　インフルエンザウイルスの複製過程（引用文献 2）

紀には3種類の亜型の新型インフルエンザウイルスが出現した。A型インフルエンザウイルスの病原性は，B，Cあるいは D型ウイルスよりも強く抗原変異を起こしやすい。過去に出現した新型の A 型インフルエンザウイルスは，自然界で異種動物間でのウイルスの伝播に伴って出現したとされている。

インフルエンザウイルスを構成する RNA は分節構造をとっているため，異なる 2 種類のインフルエンザウイルス（例えば，人インフルエンザウイルスと鳥インフルエンザウイルス）が，同一の細胞にほぼ同じ時期に感染した場合，ウイルス遺伝子の交雑（reassortment）が起き，それまでの人ウイルスの HA 及び NA 分節が鳥インフルエンザウイルスのそれと入れ替わり，まったく異なる抗原性を獲得した変異ウイルスが出現したと考えられている。このような変異を大変異（antigenic shift，不連続変異）という。例えば，1968 年に出現して現在でも世界に分布しているホンコン風邪型ウイルス（H3N2）は，それまで世界の人の間で流行していたアジア風邪型ウイルス（H2N2）とカモ類の H3 亜型ウイルスにほぼ同時に感染した豚の呼吸器細胞内で起きた遺伝子交雑の結果，新たに出現した遺伝子再集合体と考えられている[6,7]。

新型インフルエンザウイルスが一度出現すると，それまで人類に独占的に感染し続けていたインフルエンザウイルスが短期間で一掃されてしまい，消滅してしまうのが特徴的な現象であった。新型インフルエンザウイルスが出現した当初，世界中の人々はこのウイルスに対する抗体を持っておらず，高い感受性を示した。そのために，爆発的な感染拡大が地球規模で起こり，感染を受けた人の多くは，重篤な症状を呈し，死亡する人も多く出た。これまでは，ある周期で大変異が起きて次の新型インフルエンザウイルス登場に繋がった。

インフルエンザウイルスは，宿主間での感染を続けている間に，RNA の塩基の点変異（antigenic drift，小変異）を起こす。そのことにより亜型を変化させないレベルでの抗原性変異は頻繁に起きる。HA 遺伝子系統樹内の集団をクレード（clade）と呼ぶ。H5 鳥インフルエンザウイルスには多数のクレードが出現している。

2-5. 新型インフルエンザウイルスの出現

新型インフルエンザウイルスの出現に，鳥インフルエンザウイルスが深く関与していることが指摘されている。極北から越冬のために日本国内にも飛来するカモ類などの渡り鳥が鳥インフルエンザウイルスを持ち込む。中国，東南アジア，南アジアなどでは野鳥のみならず，飼育されている鳥類にも密度高く本ウイルスは分布している。

3. 鳥インフルエンザとその分類

鶏，あひるやうずら等の家きん類を含む全ての鳥類（特にカモ類等の水鳥）を本来の宿主とするウイルスを鳥インフルエンザウイルスと呼ぶ。鳥インフルエンザは鳥インフルエンザウイルス感染による疾病の総称である。鳥類の他様々なほ乳類も鳥インフルエンザに罹患する。鳥インフルエンザウイルスは全てのインフルエンザウイルスの祖先である（図 3）[1)]。現行の日本の家畜伝染病予防法では，鳥インフルエンザは高病原性鳥インフルエンザ（以下 HPAI），低病原性鳥インフルエンザ（以下 LPAI），鳥インフルエンザに分類される。

3-1. 高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）

H5 あるいは H7 亜型 HPAI ウイルス（以下 HPAIV）感染によるもので，感染した鳥類の大部分を死亡させる激烈な急性の疾病である。

HPAIV は，脳細胞が発現するフーリン（furin）や PC6 などの酵素の働きで脳細胞内でも HA1 と HA2 に開裂することができる[8)]。そのために，HPAIV は，感染した鳥類の脳を含む全身臓器で増殖することができ，高率の死亡をもたらす激烈な全身感染を起こす。試験管内の培養細胞を用いた感染実験でも，トリプシンを加えなくても HPAIV はプラックを形成して増殖する。

家畜伝染病予防法では，監視伝染病，特に最も重要度の

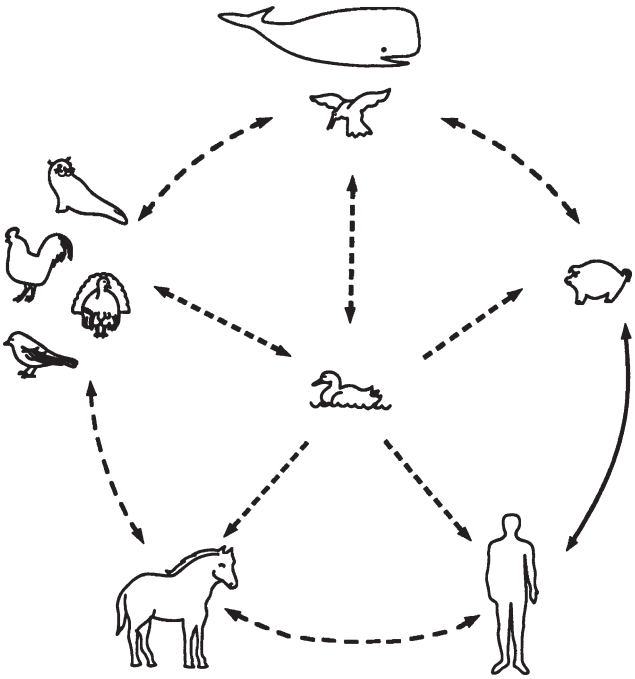


図 3　インフルエンザウイルスの宿主（引用文献 1）

高い家畜伝染病（法定伝染病）に指定されている。19 世紀末から 20 世紀前半まで日本を含む世界の多くの国々で流行した家きんペスト（HPAI）の原因ウイルスの亜型は H7（主に H7N7）であった[9]。1996 年世界で最初に中国で出現した H5N1 ウイルスは急速に分布を広げ，現在ではほぼ全世界に分布して世界の家きん産業界に大きな脅威を与え続けている。中国では，H5N1 ウイルスから派生した様々な H5 亜型ウイルス（例えば，H5N2，H5N3，H5N5，H5N6，H5N8）が出現した。2025 年現在，H5N1 ウイルスが独占に近い状態で世界に分布している（図 4）[10]。

HPAIV 感染鳥類の多くは，臨床症状を示すことなく死亡する。鶏では軽度の呼吸器症状，下痢，顔面浮腫と肉冠・肉垂・脚部のチアノーゼ，神経症状を示すことがある。鳥インフルエンザウイルス本来の宿主であるカモ等の水鳥は強い抵抗性を示す。水鳥でも種類が異なれば抵抗力も異なる[11]。あひるは高病原性 HPAIV に感染しても臨床症状を発現しない場合がある。

抵抗力の強い鳥種にウイルスが感染した場合，感染を発見するのは困難な場合がある。野鳥，特に渡り鳥（特にカモ類）では，ウイルスの「運び屋」になり，それらの鳥種の間では連続した不顕性感染が起き，国境を越えてウイルスが拡散している。

人の死亡を伴う罹患事例も世界各国で多数出ている。

3-2. 低病原性鳥インフルエンザ（LPAI）

鳥インフルエンザウイルス本来の宿主である水鳥が保有している大部分のウイルスは，鳥類に対して激烈な病原性を示さない。H5，H7 亜型ウイルスも同様である。LPAI の原因ウイルス（以下 LPAIV）の HA は，主として呼吸器あるいは消化器細胞のレセプターの細胞が有す酵素のみによって HA1 と HA2 に開裂する。試験管内の培養細胞を用いた感染実験でも，トリプシン添加によりはじめてプラックを形成する。Ito らは[12]，Otsuki ら[13] が島根県で越冬していたハクチョウの糞から分離した H5N3LPAIV を，ヒナの気嚢内 24 代続いて脳内接種 5 代感染を続けることにより HPAIV に変えた。継代する前の LPAIV の時の HA 開裂部位のアミノ酸配列は R-E-T-R であったが，高病原性を獲得させたウイルスの HA の開裂部位のアミノ酸配列は，R-R-K-K-R と塩基性アミノ酸連続配列に変わった。

以上の実験結果もあり，病原性の弱い H5，H7 亜型鳥インフルエンザウイルス感染による鳥類の疾病を，家畜伝染病予防法では，LPAI と呼称して家畜伝染病（法定伝染病）に分類されている。中国で 2013 年に大都会に居住する複数の人に感染して，高い死亡率を伴う急性肺炎発生が続発して，一時，次の新型インフルエンザの有力候補ウイルスとして警戒された H7N9 鳥インフルエンザウイルスによる疾病もここに分類される。この LPAIV も 2017 年に高病原性を獲得して HPAIV に変わった。

3-3. 鳥インフルエンザ

その他の H 亜型ウイルスの感染による鳥インフルエン

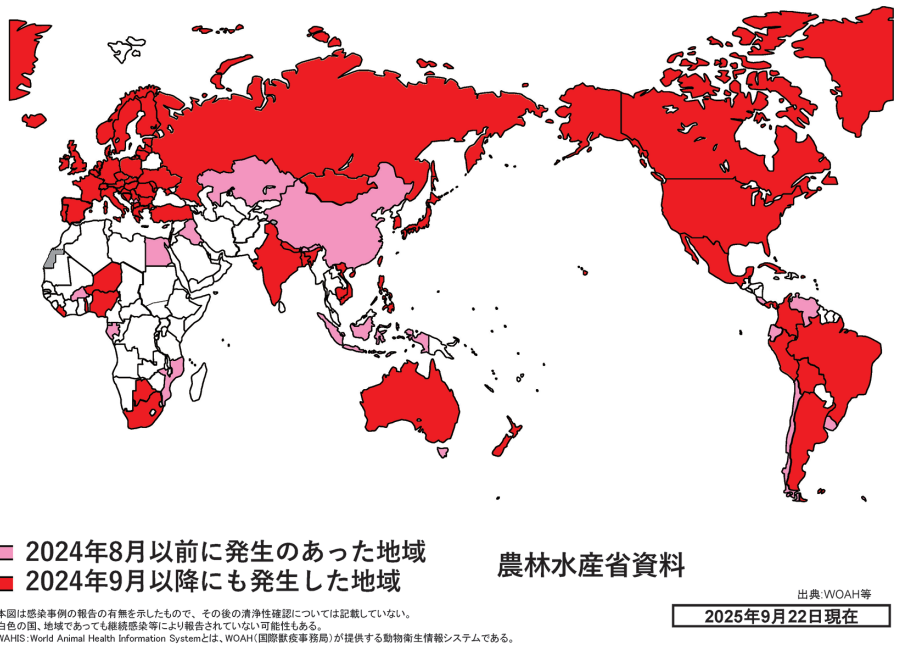


図 4　高病原性鳥インフルエンザの発生・感染報告状況（2023 年 9 月以降）（引用文献 10）

ザすべてを家畜伝染病予防法では鳥インフルエンザと呼称する。鳥類に対する病原性はLPAIV同様低い。本病は家畜伝染病予防法では届出伝染病に指定されている。

3-4. 国内養鶏場における鳥インフルエンザ発生

1997年以降現在に至るまで，地球上至る地域でH5HPAIVが猛威を振るい続けている。日本国内でも同様である。国内では，1925年千葉県での発生を最後にHPAIの発生は皆無であったが[9]，韓国南部での発生の直後，2004年1月にH5N1亜型ウイルスによるHPAIが79年ぶりに発生した。これに続いて山口県，京都府の養鶏場及び大分県の愛玩鶏飼育家庭の合計3府県で発生した。韓国南部の鳥インフルエンザ発生養鶏場でウイルスに感染した野鳥が，西日本の養鶏場に入り込み，鶏に感染させたと考えられている。

発生養鶏場等で飼育されていた鳥類は家畜伝染病予防法に則り全て殺処分となり，当該養鶏場全体の徹底的な消毒，発生養鶏場等周囲の養鶏場での鶏，その生産物などの移動制限，人や車両等の出入り制限等の徹底的な防疫措置がとられた[14]。

予防のためのワクチンは，本病の蔓延に対して摘発淘汰を主体とする通常の手段では阻止できない段階に至った時に，はじめて緊急避難的に使用されることも決められた。

2004年の国内での発生以降現在に至るまで，ほぼ毎冬HPAIの発生が起きており（表1）。被害は決して少なくない。ウイルスの感染は前述のように，鶏やあひるなどの家きん類のみならずさまざまな野鳥，特にカラスでの感染事例が突出している点が注目される（図5）[15]。

3-5. 鳥インフルエンザウイルスは新型インフルエンザウイルスに変わるのか？

インフルエンザウイルスには，感染拡大により様々な変異が生ずる。このような変異は，鳥インフルエンザウイルスが，人から人への連続伝播により鳥ウイルスから人ウイルスに変る原因になる可能性に繋がる。実際に，人から分離されたH5N1HPAIVを抗原とする人用の不活化ワクチンが国内でも試作された[16]。

実際には，人にパンデミックを起こしているインフルエ

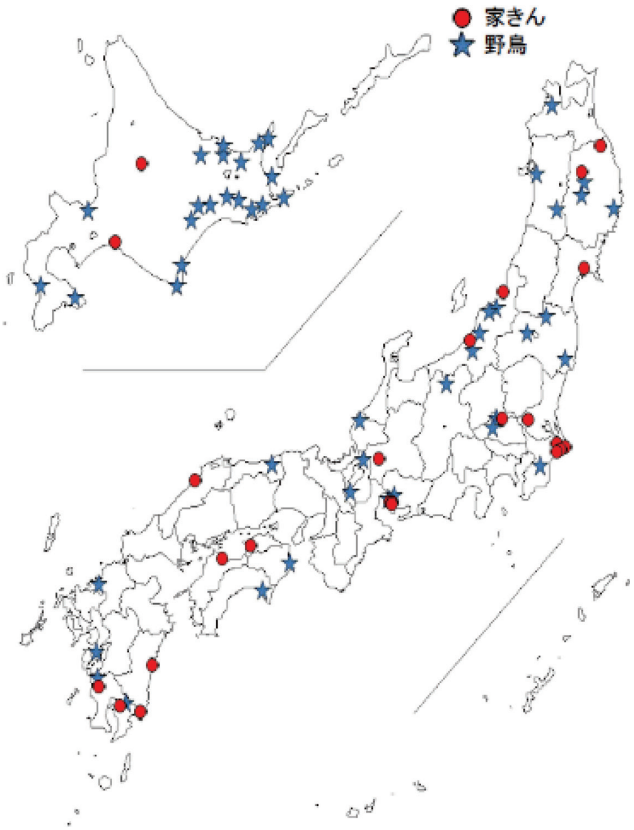


図5　2024−2025年冬国内における高病原性鳥インフルエンザ（H5N1）発生状況（引用文献15）

表1　2003年度以降国内の養鶏場等で発生した高病原性鳥インフルエンザ

年度	原因ウイルス亜型	発生道府県数	発生農場数	殺処分総羽数	備考
2003	H5N1	3	3	410,000	
2005	H5N2(低病原性)	2	41	5,780,000	
2006	H5N1	3	4	80,000	
2008	H7N6(低病原性)	1	7	1,600,000	うずら
2010	H5N1	9	24	1,830,000	
2014	H5N8	5	8	460,000	関連2農場を含む
2016	H5N6	9	12	1,657,000	
2017	H5N6, H5N1	1	2	91,000	関連1農場を含む
2020		18	52	9,870,000	
2021		12	25	1,890,000	あひるも含む
2022		26	84	17,710,000	あひる、うずら、だちょう、ほろほろ鳥を含む
2023	H5N1	10	13	856,000	関連2農場を含む
2024	H5N1	14	51	9,320,000	

ンザウイルスと別の亜型の鳥インフルエンザウイルスが遺伝子再集合を起こして，新たに生じた全く新しい抗原性を獲得した遺伝子再集合体が，新型インフルエンザウイルスになる可能性が主に想定されている。その意味で，2022年3月札幌市内でHPAIVに感染した死亡あるいは衰弱したカラスを捕食したほ乳類のキタキツネとタヌキが感染して死亡した事例は注目された[17]。これは，国内での野生ほ乳類がHPAIに自然界で罹患した最初の事例であった。その後もHPAIVの野生ほ乳類への感染は国内でも続いている。

4. 鳥インフルエンザウイルスがほ乳類に対して示す病原性

鳥類に対しては通常HPAIVのみが激烈な病原性を示す。しかし，ほ乳類に対してはそれ以外の鳥インフルエンザウイルスも激烈な病原性を示した事例がある[18]。

4-1. 中国で発生した人の鳥インフルエンザ（H7N9）

(1) 発生概況

2013年3月末に中国政府は，上海市で人での鳥インフルエンザウイルス感染が発生し，原因ウイルスはH7N9LPAIVであると発表した[19, 20]。上海市で2名の重篤な肺炎の患者2名が2013年2月に最初に見つかり，1名は3月17日に死亡した。その後，人への感染は急速に拡大した。同年5月末までに北京市や上海市，南京市，杭州市，蘇州市のような中国の主要な地域の大都会の人口密集地に発生が集中した[21]。この発表に世界は驚愕した。それまでは，HPAIVのみが人に対して強い病原性を示すと漠然と恐れられていたからである。

中国政府は，大都会の市場の中で本ウイルスが，食材として生きたまま陳列されている鶏やあひる等の家きん類あるいは市場内の塵埃から，人へ感染した可能性を疑い，発生地域の市場を閉鎖した。その結果，H7N9ウイルス感染による人の罹患事例は激減した[22]。しかし，市場を再開することにより罹患者は再び増加に転じた。

発生地域の拡大は止まらず，上海，浙江，江蘇，広東，福建の5省・直轄市及びホンコンや台湾からの出張者に拡大した。罹患者数も最初の1年で170名以上に上り，50名以上死亡した。中国政府はこの事態を深刻に捉え，何度も市場の閉鎖を実施したが，その効果は認められなかった。人での鳥インフルエンザ（H7N9）の発生は中国国内に留まった。本病発生パターンは季節性インフルエンザのそれと類似した（図6）[23]。

原因ウイルスは2017年1月に鳥類に対する高病原性を獲得した。この高病原性を獲得したウイルスは中国国内に拡散した[24]。しかし，2017－2018年の冬以降，人での鳥インフルエンザ（H7N9）発生は激減した。現在では中国政府からの本疾病の発生の有無に関する情報は全く出されていない。

鳥類に病原性を示さないH7N9ウイルスが最初に出現し

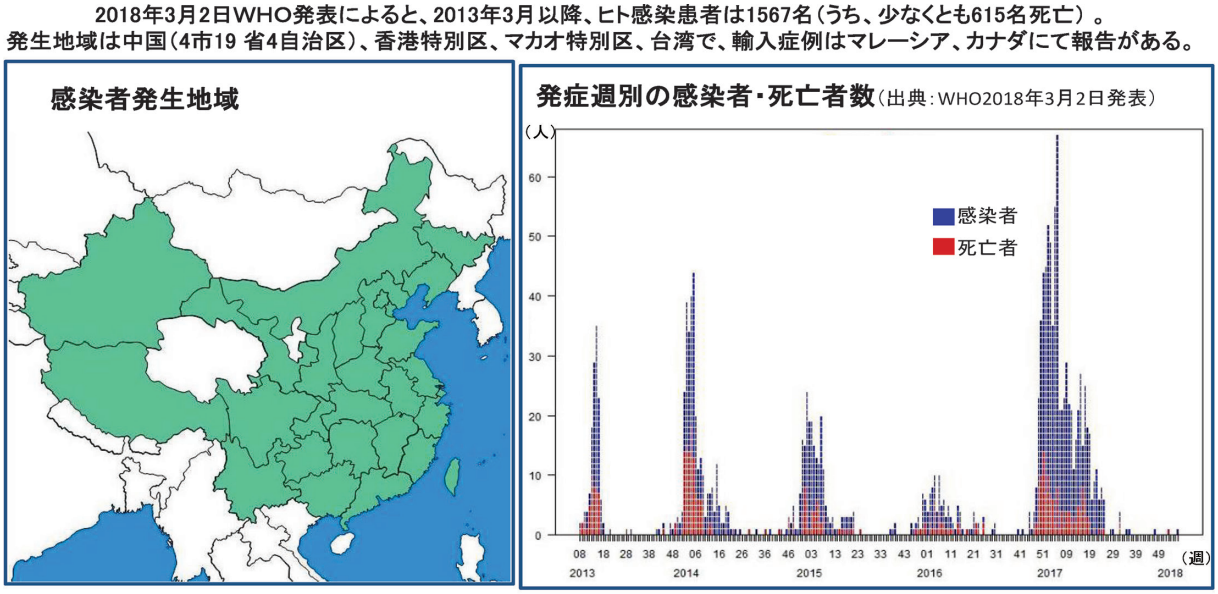


図6　中国における鳥インフルエンザ（H7N9）の2013年以降の発生状況（引用文献23）

た農村部では，このウイルスの存在は全く認識されていなかった。ウイルスに感染した家きん類などが運び込まれた大都会で，複数の人が罹患してこのウイルスの存在が初めて知られた。

中国農村部における H7N9 ウイルスの分布や人への感染状況についての正確な情報は出されなかった。国家計画に基づき全国的に検査されたが[25]，家きん類農場では殆ど H7N9 鳥インフルエンザウイルスが検出されたという報告は出されていない。

(2) H7N9LPAIV の特徴

H7N9LPAIV は 4 種類の鳥ウイルスで構成される遺伝子再集合体である[26]。本ウイルスのほ乳類に対する感染力は，H5 亜型 HPAIV に比べると若干高い。すなわち，フェレットからフェレットへのウイルス伝達の成立することが実験的に確認されている。人の呼吸器粘膜上に存在するインフルエンザウイルスレセプター（α2〜6）を，容易に認識できる性質を獲得する一歩手前まで進んでいる[27]。本ウイルスに僅かな変異が起これば，鳥インフルエンザウイルスから人インフルエンザウイルスに変わる可能性が懸念された。

本ウイルスは人に稀に強い病原性を示したが，重症化しない限り診断は容易ではない。鳥インフルエンザウイルス感染者の発病率，発病に関与する人側の因子の解析はできていない。健康な鶏等を取り扱う様々な職業に従事する人達の本ウイルス抗体保有率は低くないという成績も示されている[28]。稀にではあるが，家族内感染[29]（図 7）あるいは院内感染[30]（図 8）を疑われる事例が起きている。いずれのケースも診療に関与した医師，看護師等の医療従事者への感染は認められていない。

(3) 高病原性を獲得した H7N9 ウイルス

中国の患者由来の H7N9HPAIV の性状は，2013 年の発生初期に患者から分離された LPAIV のそれと比較検討されている[27, 31]。その結果，ウイルスの標的細胞レセプターへの結合特異性は，高病原性を獲得しても鳥インフルエンザウイルスの性状を維持していることが判明した。一方，マウスを用いた感染実験では，低病原性ウイルスは呼吸器のみで増殖したが，高病原性を獲得したウイルスは，呼吸器のほか脳など多種類の臓器で増殖できる結果を得ている。フェレットを用いた感染実験では，高病原性獲得ウイルスは飛沫感染によりフェレット間でのウイルス伝播を成立させること，二次感染を受けたフェレットが死亡することを明らかにした。

以上の実験結果より，鳥類に対して激烈な病原性を獲得した H7N9 ウイルスは，ほ乳類に対しても，強い病原性と感染力を示す，危険度の高いウイルスに変化したことが示唆された。中国に出現した高病原性獲得 H7N9 ウイルスは，中国国内のみならずアジア全域に拡散する危険性が生じた。さらに，このウイルスが渡り鳥などに伝播して，H5N1 ウイルス同様世界中の野鳥や家きん類に拡散する恐れも生じた。

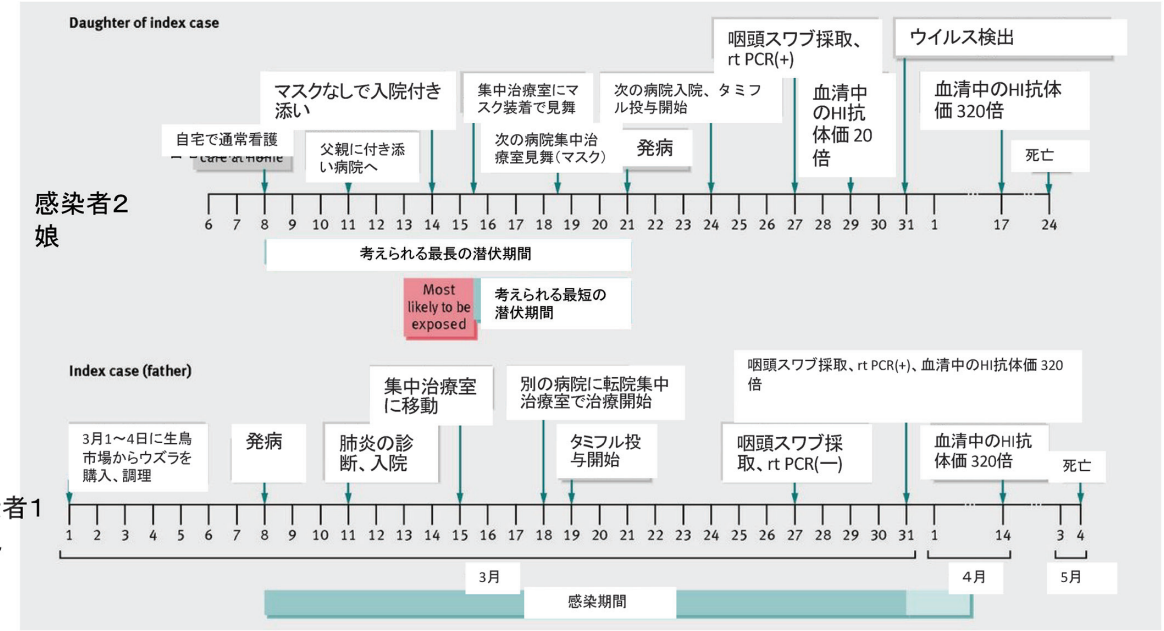


図 7　2013 年 3 月に中国東部で H7N9 鳥インフルエンザウイルスが家族内感染を起こした可能性のあった事例（引用文献 29 の図を編集）

ところが，高病原性を獲得したウイルスが出現した2016年から翌年にかけての冬に，規模の大きな人での発生があったのを最後に，人でのH7N9ウイルス感染による罹患事例の発生が激減したと中国政府は発表した。それ以降何の情報も出されていない。

人から分離されたH7N9ウイルスは容易に薬剤耐性を獲得するという報告がある。すなわち，H7N9ウイルスに感染して発病し，重症化して入院した患者にタミフルを連続投薬したところ，投薬開始後2日目には感受性を示していたウイルスが，投薬9日目に分離されたウイルスは抵抗性

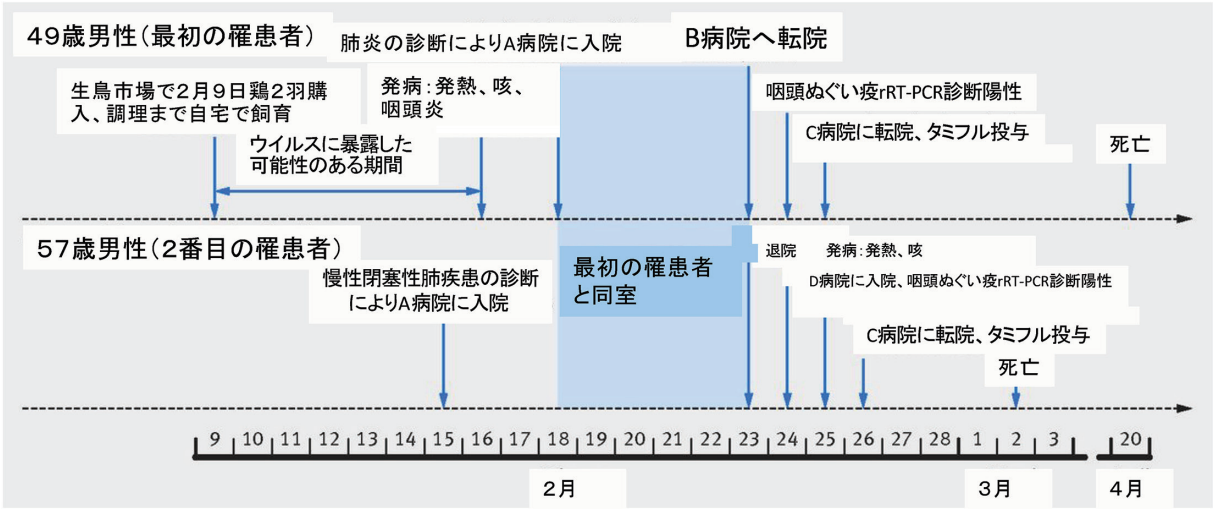


図8　2015年浙江省衢州市で起きた院内感染が疑われた鳥インフルエンザ（H7N9）罹患事例（引用文献30を編集）

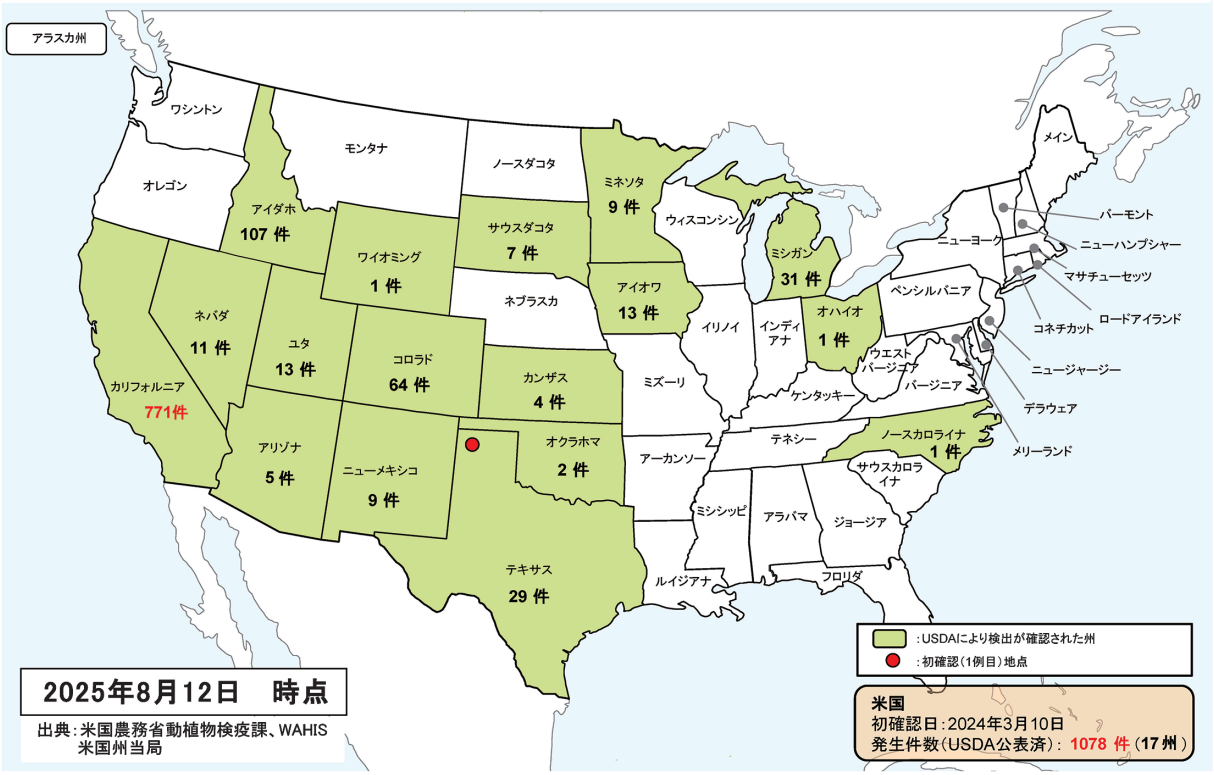


図9　米国の乳牛における高病原性鳥インフルエンザ（H5N1）の発生状況（引用文献34）

を示していた[32]。

4-2. 米国で起きている乳牛での鳥インフルエンザ発生

2024 年 3 月 25 日，米国農務省はテキサス州およびカンザス州の牧場で，泌乳量の低下や食欲減退を示す乳牛から H5N1 亜型 HPAIV（clade2.3.4.4b）が検出されたと発表した[33]。報告では，発病牛から搾乳した乳は乳房炎罹患牛のそれと類似しており，発生牧場内での調査で野鳥の死体が確認されている。その死亡野鳥から H5N1 ウイルスが分離されている。

テキサス州では，4 月 1 日に発病の認められた農場の従業員も HPAIV に感染した。この従業員は，発病した乳牛に直接接触したために感染したと考えられ，発現した臨床症状は目の充血・結膜炎であった。なお，同農場で飼育されている猫 3 匹にも感染が起きた。発生は現在に至るも終息していない。2025 年 8 月 12 日現在，17 州 1,078 農場での発生が報告されている。酪農の盛んな州での発生が多く，カリフォルニア州では 771 件，アイダホ州 107 件，コロラド州 64 件，ミシガン州 31 件，テキサス州 29 件となっている（図 9）[34]。

牛の主な臨床症状は，食欲低下，泌乳量減少等である。重症例では，粘稠な乳（乳房炎様乳）の排出等がみられる。症状は比較的軽く 10 日程度で回復する。

原因ウイルスは，野鳥や家きん等に感染するウイルスと同じ H5N1 亜型 HPAIV（clade 2.3.4.4b 遺伝子型 B3.1.3 と D1.1）であり、野鳥から乳牛へ感染し，搾乳作業を介して乳牛から乳牛への感染が拡散したと推定されている[35]。感染牛は乳汁中に多くのウイルスを排出する。2025 年 2 月に野鳥から乳牛への直接感染の確認された事例が，ネバダ州とアリゾナ州で発生している。

州境を超える感染拡大が起きているが，牛の個体移動が原因と考えられている。牧場間での感染拡大は，搾乳作業，作業者自身，牛の運搬車等による人因的な可能性が考えられている。牧場から家きん農場への感染の有無についても疫学的な調査が進められている。 2024 年 4 月 29 日以降，州境を越えて移動する搾乳牛に対しては HPAI 検査が義務化されている。

米国内で市販されている牛乳・乳製品の原料はほぼ全て

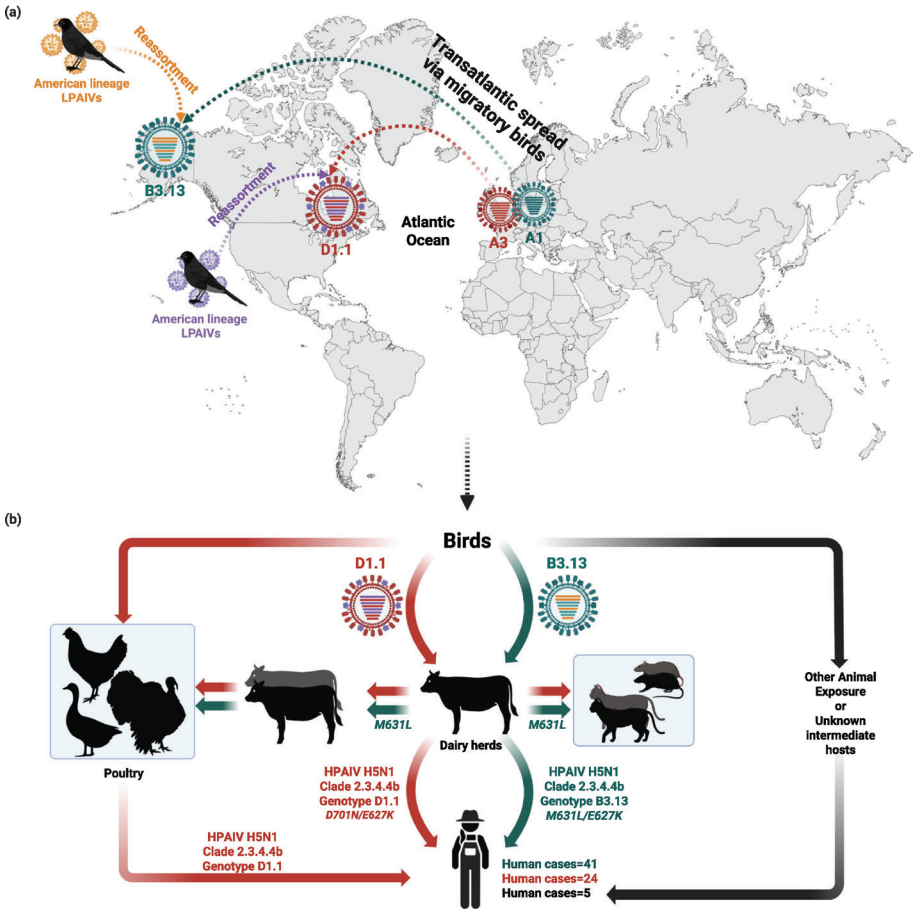


図 10　米国の乳牛に感染した H5N1 ウイルス起源と人を含むほ乳類への伝播（引用文献 35）

加熱殺菌されている。このため，米国食品医薬品局（FDA）は，発生当初から消費者の健康リスクに懸念はないとの見解をとっている。市場に流通する加熱殺菌牛乳・乳製品からこれまで感染性ウイルスは検出されていない。また，全米生乳生産者連盟，国際乳製品協会，アメリカ乳製品輸出協会，デイリー・マネージメント・インク等酪農・乳業関係団体も，発生から間もない時期に，米国産の牛乳・乳製品は安全であるという共同声明を出した。

米国で飼育されている肉用牛での HPAI 罹患は確認されていない。USDA は，と畜場における検査により牛肉の安全性は確保されているとの見解をとっている。市場に流通するひき肉の調査でもこれウイルスは検出されていない。

人の感染について，2024 年 4 月 1 日以降，感染した牛と接触した 41 名の HPAI 罹患が確認されている。いずれも軽症（多くは結膜炎，一部軽度の上部気道炎）で回復済み又は回復中とされている。ウイルス解析の結果から，人への感染性を上昇させる遺伝子変異は確認されておらず，米国疾病予防管理センター（CDC）は，一般市民に対する感染リスクは低いままであるとの見解をとっている。一方，実験的には実験動物に対する感染力，病原性は侮れないという成績が出されている [36]。

米国内では，政府，関係業界からの安全性に関する情報が早めに発信されており，消費者の乳・乳製品の購買に及ぼす目立った悪影響は出ていないようである。

4-3. 発生原因の解明と防疫対策など

牛は稀に D 型インフルエンザウイルスに感染するが，牛が鳥インフルエンザウイルスに感染して発病した事例及び牛から人への伝播事例は，世界で最初の事例である。

原因となっている HPAIV は，ヨーロッパから北アメリカ大陸に渡った鳥類の媒介によるといわれている（図 10）[35]。2023 年 12 月頃に鳥から牛への感染が起きたとの見方もある。実際に，2022 年 1 月に米国での鳥インフルエンザ流行が始まって以来，家きん類での HPAI は猛威を振るっている [37]。2024 年 9 月以降，2025 年 6 月 16 日時点では，野鳥は 50 州において 2,787 事例の感染報告があり，家きんでは，48 州で 534 事例，殺処分羽数は 2025 年 8 月まで合計 7 千 4 百万羽という夥しい数になっている [38]。

米国全体での近年の HPAIV 分布密度は極めて高くなっており，その結果，米国に生息する野生のほ乳類が鳥インフルエンザウイルスに感染する機会も増加している。米国に生息する野生のほ乳類の鳥インフルエンザウイルス感染に関するデータが米国農務省から出されている。2023 年 6 月 23 日現在のデータではあるが，米国内に生息する野生

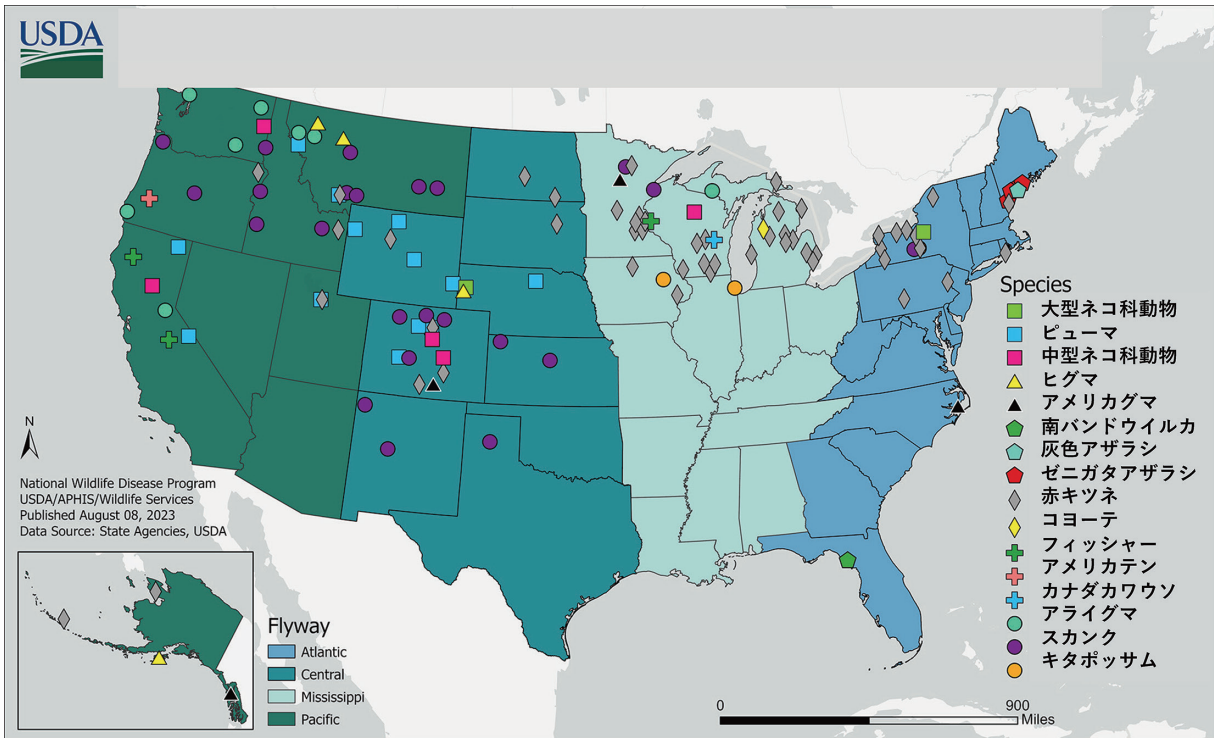


図 11　米国でのほ乳類で発生した鳥インフルエンザウイルス感染事例（引用文献 35 を編集）　2023 年 8 月 8 日現在

動物を主体とした各種ほ乳類の高病原性鳥インフルエンザウイルス感染事例が報告されている（図 11）[39]。米国全体で 15 種類以上の野生のほ乳類が高病原性鳥インフルエンザウイルスに感染している。2024 年 3 月以降米国で牛での高病原性鳥インフルエンザウイルス発生事例が起きた背景として，家きん類，野鳥のみならず野生ほ乳類の大規模な高病原性鳥インフルエンザウイルス感染が起きている現象が浮かび上がる。

米国で乳牛から分離された H5N1 ウイルスのほ乳類への感染性及び病原性は必ずしも低くないことを認識する必要がある [36]。

5. おわりに

幸い，日本国内のほ乳類の鳥インフルエンザウイルス感染事例は稀で野生動物に感染は限られている。しかし，北方圏からの渡り鳥が日本国内に飛来して越冬している期間における国内での鳥インフルエンザウイルス分布密度は近年非常に高くなっている。ほ乳類の鳥インフルエンザウイルスの感染事例は地球規模では確実に増加している [40]。危険度の高い状態が続いている。人への感染を起こさないためには，鳥類のみならず野生動物を中心にしたほ乳類に対しても広範な角度から警戒を強める必要がある。

参考文献

1）Webster, R.G., Bean, W.J., Gorman, O.T., Chambers, T.M., Kawaoka, Y. Evolution and ecology of influenza A viruses. Microbiol. Rev., doi: 10.1128/mr.56,1,152-179, 1992

2）鈴木康夫，鈴木隆．インフルエンザはどのように感染するか．化学と生物，35，339-345，1997

3）Tong, S., Zhu, X., Li, Y., Shi, M., Zhang, J., Bourgeois, M., Yang, H., Chen, X., Recuenco, S., Gomez, J., Chen, L.M., Johnson, A., Tao, Y., Dreyfus, C., Yu, W., McBride, R., Carney, P.J., Gilbert, A.T., Chang, J., Guo, Z., Davis, C.T., Paulson, J.C., Stevens, J., Rupprecht , G.J., Holmes, E.C., Wilson, I.A., Donis R.O. New World Bats Harbor Diverse Influenza A Viruses. PLoS. Pathog., 9, E1003657, 2013 https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003657

4）Sakai, K., Ami, Y., Tahara, M., Kubota, T., Anraku, M., Abe, M., Nakajima, N., Sekizuka, T., Shirato, K., Suzaki, Y., Ainai, A., Nakatsu, Y., Kanou, K., Nakamura, K., Suzuki, T., Komase, K., Nobusawa, E., Maenaka, K., Kuroda, M., Hasegawa, H., Kawaoka, Y., Tashiro, M., Takeda, M. The host protease TMPRSS2 plays a major role in in vivo replication of emerging H7N9 and seasonal influenza viruses. J. Virol., 88, 5608-5616, 2014

5）Matlin, K.S., Reggio, H., Helenius, A., Simons, K., Infectious entry pathway of influenza virus in a canine kidney cell line. J. Cell Biol., 91, 601-613, 1981

6）Rust, M.J., Lakadamyali, M., Zhang, F., Zhuang, X. Assembly of endocytic machinery around individual influenza viruses during viral entry. Nat. Struct. Mol. Biol., 11, 567-573, 2004

7）Nelson, M.I., Wentworth, D.E., Culhane, M.R., Vincent, A.L., Viboud, C., LaPointe, M.P., Lin, X., Holmes, E.C., Detmer, S.E. Introductions and Evolution of Human-Origin Seasonal Influenza A Viruses in Multinational Swine Populations. J. Virol., 88, 10110-10119, 2014

8）Horimoto, T., Nakayama, K., Smeekens, S.P., Kawaoka, Y. Proprotein-processing endoproteases PC6 and furin both activate hemagglutinin of virulent avian influenza viruses. J. Virol., 68, 6074-6078, 1994

9）Sugimura, T., Ogawa, T., Tanaka, Y., Kumagai, T. Antigenic type of fowl plague virus isolated in Japan in1925. Natl. Inst. Anim. Hlth. Q. (Jpn.), 21, 104-105, 1981

10）農林水産省．高病原性鳥インフルエンザの発生・感染報告状況．2025 年 9 月 22 日現在 https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/tori/index.html#d

11）Soda, K., Tomioka, Y., Usui, T., Ozaki, H., Ito, H., Nagai, Y., Yamamoto, N., Okamatsu, M., Isoda, N., Kajihara, M., Sakoda, Y., Takada A., Ito, T. Susceptibility of common dabbling and diving duck species to clade 2.3.2.1 H5N1 high pathogenicity avian influenza virus: an experimental infection study. J. Vet. Med. Sci., 85. 9, 942-949, 2023

12）Ito, T., Goto, H., Yamamoto, E., Tanaka, H., Takeuchi, M., Kuwayama, M., Kawaoka, Y., Otsuki, K. Generation of a highly pathogenic avian influenza A virus from an avirulent field isolate by passing in chickens. J. Virol., 75, 4439-4443, 2001

13）Otsuki, K., Takemoto, O., Fujimoto, R., Yamazaki, K., Kubota, T., Hosaki, H., Mitani, T., Kawaoka, Y., Tsubokura, M. Isolation of H5 influenza viruses from whistling swans in western Japan in November 1983. Acta Virol., 28, 524, 1984

14）農林水産省．消費・安全局衛生管理課．高病原性鳥インフルエンザ感染経路究明チーム報告書の概要について．月報「畜産の情報」（国内編），2004 年 8 月

https://lin.alic.go.jp/alic/month/dome/2004/aug/index2.htm
15）農林水産省．令和６年度 国内における高病原性及び低病原性鳥インフルエンザ発生状況（家きん）．2025年７月６日 現 在 https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/tori/r6_hpai_kokunai.html
16）新インフルエンザ用ワクチンの有効性・安全性確保に関する研究．厚生労働科学研究費補助金（医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス総合研究事業）．平成16年度総括・分担研究報告書
17）Hiono, T., Kobayashi, D., Kobayashi, A., Suzuki, T., Satake, Y., Harada, R., Matsuno, K., Sashika, M., Ban, H., Kobayashi, M., Takaya, F., Fujita, H., Isoda, N., Kimura, T., Sakoda, Y. Virological, pathological, and glycovirological investigations of an Ezo red fox and a tanuki naturally infected with H5N1 high pathogenicity avian influenza viruses in Hokkaido, Japan. Virology, 578, 35–44, 2023
18）Flavia, O., Sascha, K., Carola, S.L., Christoph, S., Valerie, A., Alina, A., Sophia, B., Hannes, B., Caroline, B., Elena, B., Jiri, C., Nicolai, D., Friederike, G., Anja, G., Jörn, G., Moisés, G., Ignacio, G.B., Timm, H., Ferran, J., Oliver, K., Aleksija, N., Joaquin, N.H., Ilaria, P., Patricia, P.P., Jolianne, R., Katja, S.,Tiziana, T., Kamila, P., Rachele, V., Gauthier, V., Natalie, W., Stefania, Z., Ezio, F. The role of mammals in Avian Influenza: a review. ENETWILD Consortium. www.efsa.europa.eu/publications EFSA Supporting publication 2024: EN-869 doi: 10.2903/sp.efsa.2024.EN-8692
19）Gao, R., Cao, B., Hu, Y., Feng, Z., Wang, D., Hu, W., Chen, J., Jie, Z., Qiu, H., Xu, K., Xu, X., Lu, H., Zhu, W., Gao, Z., Xiang, N., Shen, Y., He, Z., Gu, Y., Zhang, Z., Yang, Y., Zhao, X., Zhou, L., Li, X., Zou, S., Zhang, Y., Li, X., Yang, L., Guo, J., Dong, J., Li, Q., Dong, L., Zhu, Y., Bai, T., Wang, S., Hao, P., Yang, W., Zhang, Y., Han, J., Yu, H., Li, D., Gao, G.F., Wu, G., Wang, Y., Yuan, Z., Shu, Y. Human infection with a novel avian-origin influenza A (H7N9) virus. N. Engl. J. Med., 368, 1888–1897, 2013
20）World Health Organization. Human infection with influenza A(H7N9) virus in China. http://www.who.int/csr/don/2013_04_01/en/index.html
21）Gao, H.N., Lu, H.Z., Cao, B., Bin Du, B., Shang, H., Gan, J.H., Lu, S.H., Yang, Y.D., Fang, Q., Shen, Y.Z., Xi, X.M., Gu., Q., Zhou, X.M., Qu, H.P., Yan, Z.Y., Li, F.M., Zhao, W., Gao, Z.C., Wang, G.F., Ruan, L.X., Wang, W.H., Ye, J., Cao, H.F., Li, X.W., Zhang, W.H., Fang, X.C., He, J., Liang, W.F., Xie, J., Zeng, M., Wu, X.Z., Xia, Q., Jin, Z.C., Chen, Q., Tang, C., Zhang, Z.Y., Hou, B.M., Feng, Z.X., Sheng, J.F., Zhong, N.S., Li, L.J. Clinical findings in 111 cases of influenza A (H7N9) virus infection. N. Engl. J. Med., 368, 2277–2285, 2013
22）Yu, H., Wu, J.T., Cowling, B.J., Liao, Q., Fang, V.J., Zhou, S., Wu, P., Zhou, H., Lau, E.H.Y., Guo, D., Ni, M.Y., Peng, Z., Feng, L., Jiang, H., Luo, H., Li, Q., Feng, Z., Wang, Y., Yang, W., Leung, G.M. Effect of closure of live poultry markets on poultry-to-person transmission of avian influenza A H7N9 virus: an ecological study. Lancet, 383, 541–548, 2014
23）厚生労働省健康局結核感染症課．鳥インフルエンザA（H7N9）の発生状況．https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000163011.pdf
24）Yang, Q., Shi, W., Zhang, L., Xu, Y., Xu, J., Li, S., Zhang, J., Hu, K., Ma, C., Zhao, X., Li, X., Liu, F., Tong, X. Zhang, G., Yu, P., Pybus, O.G., Tian, H. Westward Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H7N9) Virus among Humans, China. Emerg. Infect. Dis., 24, 1095–1098, 2018
25）内閣官房新型インフルエンザ等対策室．鳥インフルエンザA（H7N9）への対応について．2013年６月５日 現 在 https://www.fukuoka.med.or.jp/library/data/doctors/kansenshou/kanren_joho/avian_influenza/0894.pdf
26）Liu, D., Shi, W., Shi, Y., Wang, D., Xiao, H., Li, W., Bi, Y., Wu, Y., Li, X., Yan, J., Liu, W., Zhao, G., Yang, W., Wang, Y., Ma, J., Shu, Y., Lei, F., Gao, G.F. Origin and diversity of novel avian influenza A H7N9 viruses causing human infection: phylogenetic, structural, and coalescent analyses. Lancet, 381, 1926–1932, 2013
27）Watanabe, T., Kiso, M., Fukuyama, S., Nakajima. N., Imai, M., Yamada, S., Murakami, S.,Yamayoshi, S., Iwatsuki-Horimoto, K., Sakoda, Y., Takashita, E., McBride, R., Noda, T., Hatta, M., Imai, H., Zhao, D., Kishida, N., Shirakura, M., de Vries, R.P., Shinohe, S., Okamatsu, M., Tamura, T., Tomita, Y., Fujimoto, N., Goto, K., Katsura, H., Kawakami, E., Ishikawa, I., Watanabe, S., Ito, M., Sakai-Tagawa, Y., Sugita, R., Yamaji, R., Eisfeld, A.J., Zhong, G., Fan, S., Ping, J., Maher, E.A., Hanson, A., Uchida, Y., Saito, T., Ozawa, M., Neumann, G., Kida, H., Odagiri, T., Paulson, J.C., Hasegawa, H., Tashiro, M., Kawaoka, Y.　Character-

ization of H7N9 influenza A viruses isolated from humans. Nature, 501, 551–555, 2013

28) Yang, S., Chen, Y., Cui, D., Yao, H., Lou, J., Huo, Z., Xie, G., Yu, F., Zheng, S., Yang, Y., Zhu, Y., Lu, X., Liu, X., Lau, S.Y., Chan, J.F.W., To, K.W., Yuen, K.Y., Chen, H., Li, L. Avian-origin influenza A(H7N9) infection in influenza A(H7N9)-affected areas of China: a serological study. J. Infect. Dis., 209, 265–209, 2014

29) Liu, T., Bi, Z., Wang, X., Li, Z., Ding, S., Bi, Z., Wang, L., Pei, Y., Song, S., Zhang, S., Wang, J., Sun, D., Pang, B., Sun, L., Jiang, X., Lei, J., Yuan, Q., Kou Z., Yang, B., Shu, Y., Yang, L., Li, X., Lu, K., Liu, J., Zhang, T., Xu, A. One family cluster of avian influenza A(H7N9) virus infection in Shandong, China. Infectious Diseases, 14, 98, 2014 http://www.biomedcentral.com/1471-2334/14/98

30) Fang, C.F., Ma, M.J., Zhan, B.D., Lai, S.M., Hu, Y., Yang, X.X., Li, J., Cao, G.P., Zhou, J.J., Zhang, J.M., Wang, S.Q., Hu, X.L., Li, Y.J., Wang, X.X., Cheng, W., Yao, H.W., Li, X.L., Yi, H.M., Xu, W.D., Jiang, J.F., Gray, G.C., Fang, L.Q., Chen, E.F., Cao, W.C. Nosocomial transmission of avian influenza A (H7N9) virus in China: epidemiological investigation. BMJ., 351, h5765, 2015

31) Imai, M., Watanabe, T., Kiso, M., Nakajima, N., Yamayoshi, S., Iwatsuki-Horimoto, K., Hatta, M., Yamada, S., Ito, M., Sakai-Tagawa, Y., Shirakura, M., Takashita, E., Fujisaki, S., McBride, R., Thompson, A.J., Takahashi, K., Maemura, T., Mitake, H., Chiba, S., Zhong, G., Fan, S., Oishi, K., Yasuhara, A., Takada, K., Nakao, T., Fukuyama, S., Yamashita, M., Lopes, T.J.S., Neumann, G., Odagiri, T., Watanabe, S., Shu, Y., Paulson, J.C., Hasegawa, H., Kawaoka, Y. A highly pathogenic avian H7N9 influenza virus isolated from a human is lethal in some ferrets infected via respiratory droplets. Cell Host Microbe., 22, 615–626, 2017

32) Hu, Y., Lu, S., Song, Z., Wang, W., Hao, P., Li, J., Zhang, X., Yen, H-L., Shi, B., Li, T., Guan, W., Xu, L., Liu, Y., Wang, S., Zhang, X., Tian, D., Zhu, Z., He, J., Huang, K., Chen, H., Zheng, L., Li, X., Ping, J., Kang, B., Xi, X., Zha, L., Li, Y., Zhang, Z., Peiris, M., Yuan, Z. Association between adverse clinical outcome in human disease caused by novel influenza A H7N9 virus and sustained viral shedding and emergence of antiviral resistance. Lancet, 381, 2273–2279, 2013

33) USDA Animal and Plant Health Inspection Service. https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/avian-influenza/hpai-detections/mammals

34) 農林水産省．米国の乳牛における高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）の発生状況．2025 年 8 月 12 日時点 https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/tori/index.html#f

35) Mostafa, A., Nogales, A., Martinez-Sobrido, L. Highly pathogenic avian influenza H5N1 in the United States: recent incursions and spillover to cattle. NPJ. Viruses, 3, 54, 2025 https://doi.org/10.1038/s44298-025-00138-5

36) Eisfeld, A.J., Biswas, A., Guan, L., Gu, C., Maemura, T., Trifkovic, S., Wang, T., Babujee, L., Dahn, R., Halfmann, P.J., Barnhardt, T., Neumann, G., Suzuki, Y., Thompson, A., Swinford, A.K., Dimitrov, K.M., Poulsen, K., Kawaoka, Y. Pathogenicity and transmissibility of bovine H5N1 influenza virus. Nature, 633, 426–432, 2024

37) USDA Animal and Plant Health Inspection Service. Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) Detections in Livestock. USDA www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/avian-influenza/hpai-detections/livestock 2024

38) 高病原性鳥インフルエンザ疫学調査チーム（農林水産省）．2024 年～2025 年シーズンにおける 高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書. https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/eisei/kakin/kakin_94/attach/pdf/kakin_94-10.pdf

39) Animal and Plant Health Inspection Service, U.S. Department of Agriculture Detections of Highly Pathogenic Avian Influenza in Mammals. https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/avian-influenza/hpai-detections/mammals https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/eisei/kakin/kakin_94/attach/pdf/kakin_ 94-10.pdf

40) Gilbertson, B., Kanta Subbarao, K. Mammalian infections with highly pathogenic avian influenza viruses renew concerns of pandemic potential. J. Exp. Med., 220, 8, e20230447, 2023 https://doi.org/10.1084/jem.20230447

Ecology of Avian Influenza Virus with Special Reference to a Causative Agent of Zoonoses

Koichi Otsuki

Professor Emeritus (Tottori University)
Former Professor of Avian Zoonoses Research Centre, Faculty of Agriculture, Tottori University
Former Professor of Avian Influenza Research Centre, Kyoto Sangyo University

Abstract More than millions of people have been affected by influenza virus. Not only mammals but also fowls are infected with influenza viruses; the mammals are affected by avian influenza viruses. Avian influenza virus has been cautious about one of the causative agents of zoonoses. H5N1 highly pathogenic avian influenza virus appeared in Hong Kong in 1997 is spreading all over the world by the migratory waterfowls. Many chicken flocks reared in Japan have been also affected since 2004. Since spring of 2024, numerous cows have been affected with H5N1 viruses reared in stock farms in USA. More than 1000 stock farms were affected. Forty-one shepherd boys belonged to the stock farms were infected with the virus and showed slight conjunctivitis. Causative agents are thought to be brought by migratory waterfowls to the stock farm where first case occurred. Between 2013 and 2018, many people lived in the big city of China have been affected by H7N9 low pathogenic avian influenza virus.

Key words：Influenza Virus, Highly Pathogenic Avian Influenza Virus, Low Pathogenic Avian Influenza Virus, Zoonosis, Market, Cow

解　　説

京都産業大学における COVID-19 パンデミックへの危機対応の経験と今後の課題

東　あかね

京都産業大学保健管理センター

要旨：新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行は大学にも大きな影響を及ぼし，感染拡大防止と教育・研究活動維持の両立が求められた。京都産業大学では，2020 年 3 月に卒業生を起点としたクラスターが発生したことを契機に，学内に PCR 検査センターを設置し，無症状の学生・教職員を対象とした検査を実施した。約 2 年 7 か月にわたり 11,233 件の検査を行った。陽性率は月ごとに変動し，2022 年 1 月に最高 7.1%，全期間の平均は 1.0%であった。検査は感染者の早期発見と学内クラスター抑止に寄与したと考えられる。また，寮生を対象とした定期的モニタリング PCR 検査，有症状時の抗原検査，ワクチン集団接種の実施と副反応調査，学生のコロナ流行下の意識等調査を通して，感染対策の有効性や課題を多面的に検証した。これらは，感染防止行動の定着，学生支援体制の整備などの危機管理の強化につながった。

キーワード：新型コロナウイルス感染症，大学，PCR 検査，ワクチン接種

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19，以下「コロナ」）は，2019 年 12 月に中国・武漢で発生し，1 月 30 日には，世界保健機関（WHO）がコロナを「国際的に懸念される公衆衛生上の緊急事態（PHEIC）」と宣言した[1]。同年 1 月には日本国内でも初めて感染を確認，4 月に 1 回目の緊急事態宣言が発出[2] され，その後も変異株の出現と感染流行の消長を繰り返し，感染症法上 2 類相当の期間は約 3 年間にわたった。

このパンデミックは，大学の教育・研究活動にも長期的な影響を及ぼした。緊急事態宣言下では，全国の大学が学生の学内立ち入りを禁止し，対面授業からオンライン授業へと移行した。これらの措置は感染予防に有効であった一方で，学生のライフスタイルに変化をもたらし，精神的健康や経済状況に大きな影響を与えた。本稿では，京都産業大学の感染対策を振り返り，今後の展望を述べる。

2. 学内におけるコロナ対策体制

2020 年 2 月，本学では学長を本部長とする「新型コロナウイルス感染症対策本部」を設置した。対策会議は 2024 年 3 月まで 55 回開催し，感染対策の方針を協議決定した。2020 年 3 月の卒業式と 4 月の入学式を中止，新学期は一斉休校とし，5 月からオンライン授業を開始した。10 月からの対面授業再開に向けて，学生および教職員全員に対し，入構時の検温を実施した。2022 年 4 月より，原則，対面授業とした。

健康診断は 2020 年 6 月，全員の WEB 問診のみ実施。要配慮者には電話やメールで対応した。同年 9 月，1 年と 4 年の身体計測，検尿，内科診察および胸部レントゲン検査を実施した。2021 年度以降は感染予防に配慮して実施した。

3. コロナの罹患状況（表 1）

2023 年 5 月までの期間，コロナ罹患あるいは PCR 検査陽性の診断を受けた者は，総務部において全数把握し，保健管理センターが疫学調査を担当した。2023 年 5 月時点における世界，日本，京都府，および京都産業大学の罹患数と死亡数を示す[3, 4]。罹患率は，日本全体で 27.9%，京都府で 26.6%であったのに対し，京都産業大学では 17.1%であった。

4. PCR 検査センターの設置と検査実績

4-1. 学内 PCR 検査体制

PCR 検査による感染者の早期発見は感染症対策の基本となる。2023 年 11 月時点で，日本国内の大学で PCR 検査を実施したのは，国立 6 大学，私立 9 大学であり多くは附属病院や保健医療系学部を有する大学であった。

本学では，2020 年 3 月に卒業生の感染を契機に地域住民にクラスターが発生したこと，約 1 万 5 千人が一つの

表 1　世界，日本，京都府および京都産業大学のコロナ罹患と死亡

2021. 1.30～2023.5.8

人口		罹患数（率）	死亡数（10万人当たり）
世界	80億	7.6億（9.5%）	691万（125）
日本	1.26億	3,380万（26.8%）	7.5万　（60）
京都府	255万	51万（20.0%）	1,138（45）
京都産大	1.6万	2,730（17.1%）	0（ 0）

出典：1), 2)

表 2　京都産業大学 PCR 検査センター　学生と教職員の PCR 検査数，陽性判定数，陽性率（年度別）

	月数	検査数			陽性判定数			陽性率(％)		
		学生	教職員	計	学生	教職員	計	学生	教職員	計
2020年度	5	1,308	151	1,459	7	0	7	0.5	0.0	0.5
2021年度	12	4,918	562	5,480	56	4	60	1.1	0.7	1.1
2022年度	12	3801	263	4064	43	3	46	1.1	1.1	1.1
2023年度	2	224	6	230	2	0	2	0.9	0.0	0.9
計	31	10,251	982	11,233	108	7	115	1.1	0.7	1.0

出典：6)

キャンパスに在籍していること，さらに約 600 人の運動部学生，一般学生および留学生が 7 か所の寮で生活している事情などを踏まえ，京都市内の測定機器開発企業と連携し，学内に PCR 検査センターを整備した。検査センターは，陰圧ブース 3 室を備えた唾液検体採取室，検体取扱室，PCR 測定室で構成され，検体はバイオセーフティーレベル（BSL）2 として取り扱った。検査費用は，市場価格の約 20 分の 1 の 900 円に設定した。対象者は原則，無症状者で，寮生には月 1 回の検査を義務付け，それ以外の学生・教職員は希望者とした[5]。

4-2. 学生と教職員の検査実績（表 2）

検査センター開設から 31 か月間に，在籍学生の約 11％が受検し，そのうち 35％が複数回受検していた。性別，学期，学年別に受検者割合，検査数，陽性判定数，受検理由を分析した結果，男子学生および 4 年生の受検率は低く，検査の陽性率は高い傾向があった。

この背景には，男子学生の行動範囲の広さや感染予防行動（手洗い・マスク着用など）の不足が，また，4 年生は卒業研究やゼミ活動，就職活動，飲酒機会などにより，感染リスクが高かったと推察される。

2020 年 11 月から 2023 年 5 月までに，学生 10,251 件，教職員 982 件の検査を実施した。全国的な感染拡大に伴い陽性率は変動し，最大値はいずれの年度も 1 月に記録された。具体的には，2020 年度 1.3％，2021 年度 4.5％，2022 年度 7.1％であった。特に 2022 年 12 月～2023 年 1 月は陽性率が高く，年末年始の移動や成人式への参加が影響したと考えられる[6]。

4-3. PCR 検査の意義

大学構成員全体を対象に，陰性確認を目的としたコロナの PCR 検査をマススクリーニングとして実施した事例が報告されている[7]。例えば，米国 Duke 大学では 2020 年 8 月～9 月に週 2 回検査を実施し，68,913 検体中陽性は 84 件（0.12％）であった[8]。

本学と同規模の大学で希望者に検査を実施した報告[9] で

は，陽性率は 0.9％であり，本学の 1.0％とほぼ同等であった。

2022 年 2 月，米国 Stanford 大学の Schultz は，全米大学体育協会（NCAA）に加盟する 12 大学の学生を対象に，頻回に PCR 検査を実施した結果を報告した[10]。学生アスリート約 55 万人と一般学生約 350 万人の検査結果を比較し，アスリートの陽性率は 0.46％で，一般学生の 1.04％よりも有意に低かった。スクリーニング検査の実施が，アスリートの低陽性率に寄与した可能性があると考察されている。

2023 年 5 月 5 日，WHO はパンデミック緊急事態の終息を宣言し，日本政府も同年 5 月 8 日付で新型コロナウイルス感染症の感染症法上 2 類相当から 5 類へと変更した。これを受けて，本学 PCR 検査センターは 6 月末をもって閉所した。

PCR 検査センターの設置により，学内で安価に検査を受けられる環境が整備され，感染防止意識の醸成，寮や課外活動における集団感染の防止，陽性者発生時の保健所等との円滑な連携が可能となった。また，運用の過程で対象者の選定，問診票の改良，検査方法の見直し，発生届の提出方法の改善などを行い，将来の新興感染症への迅速な対応基盤を確立した。これらの経験が，今後の感染症流行時において学生と教職員の感染予防に活かされることを期待したい。

4-4. PCR 検査の定期的（モニタリング）検査

2021 年 4 月には，内閣官房の依頼により，本学寮生約 600 名を対象に，月 1 回の「感染拡大の予兆の早期探知のためのモニタリング検査（以下，モニタリング検査）」を 2021 年 10 月までの 6 か月間実施した。2022 年 12 月，この結果報告が発表された[11]。この検査は，幼稚園・保育所，大学，企業等の 3,228 法人を対象に約 113 万件実施され，累積陽性率は 0.09％で，特に 20 代の陽性率が約 0.13％と最も高かった。報告では，「無症状者を対象とした唾液 PCR 検査により，感染状況や流行様式が明らかとなり，パンデミック対策に有用である」と結論づけられている。

5. 抗原検査簡易キットの利用

2020 年 5 月，日本で初めて鼻腔ぬぐい液による SARS-CoV-2 抗原検査簡易キットが，主に有症状者の早期発見を目的として承認された。2021 年 6 月には，文部科学省よりキット 5,400 個を受領し，キャンパス入構後の有症状者や，宿泊を伴う対外試合に参加する運動部所属学生の有症状者を対象に使用し、その後は追加購入した。

6. ワクチン集団接種の実施と接種後調査

6-1. ワクチン集団接種

1990 年代にカタリーナ・カリコ氏ら（2023 年ノーベル生理学・医学賞受賞）によって新しいタイプの mRNA ワクチンが論文発表されていた。新型コロナウイルスの流行により，臨床応用[12] までの承認手続きが 1 年以内に進められた。発症予防重症化予防を目的として，2021 年より世界的に接種が開始された。本学では，ワクチン接種チームを組織し，医師・看護師を臨時雇用し，旅行代理店に委託して集団接種を実施した。対象は学生，教職員，その家族，近隣住民であり，2021 年 7 月から 10 月に，1 回目・2 回目の初回接種を，地域住民 2,858 人を含む 11,475 人に実施。2022 年 3 月から 5 月に，3 回目の追加接種を，地域住民 547 人を含む 3,012 人に行った。学生の初回接種率は 52.4％であったが，追加接種は 12.8％と低かった[13]。

6-2. ワクチン接種後の副反応調査[14]

ワクチン接種状況，副反応，接種に対する意見・感想について無記名 Web 調査を 2021 年 8 月～10 月に実施した。対象は 2021 年 8 月時点の大学構成員 15,744 人（学部生 14,410，教育・事務職員 1,334 人）であった。回答者数（率）は 4,038 人（学部生・大学院生 3,346 人（23.1％），教育・事務職員 675 人（45.1％）であった。調査項目は接種の有無，接種後の状況，接種に関する意見など全 23 項目とした。

接種後 30 分以内の副反応（複数回答）を性別・学生・教職員別に示した（図 1）。1 回目は女子学生に気分不良，冷汗，嘔気・嘔吐，失神などの血管迷走神経反射が多く見られ，男子学生，女性教職員，男性教職員の順に低かった。2 回目は全体的に低下し，女子学生に多い特徴がなくなった。接種後 1 週間以内の副反応を学生（図 2）と教職員（図 3）に分けて示した。1 回目と 2 回目を比較したところ，局所症状は変化なかったが，2 回目の発熱は，学生で約 4 倍，教職員で約 5 倍であった。

自由記述による意見は 605 人（15.0％）が記載し，うち接種賛成者 530 人（87.6％），接種反対者 75 人（12.4％）であった。賛成者からは「家族も含めて早期に接種できてありがたかった」「大学は接種率に応じて対面授業を増やすべき」等があり，反対者からは「副反応が怖い」「同調圧力を感じる」との意見があった。

6-3. 救護室の利用状況（表 3）

接種後の副反応発生に備え，接種会場に救護室を設置。看護師 2 名，ベッド 5 台を配置し，体調不良者への対応を行った。1 回目接種後に救護室を利用した者には，2 回目

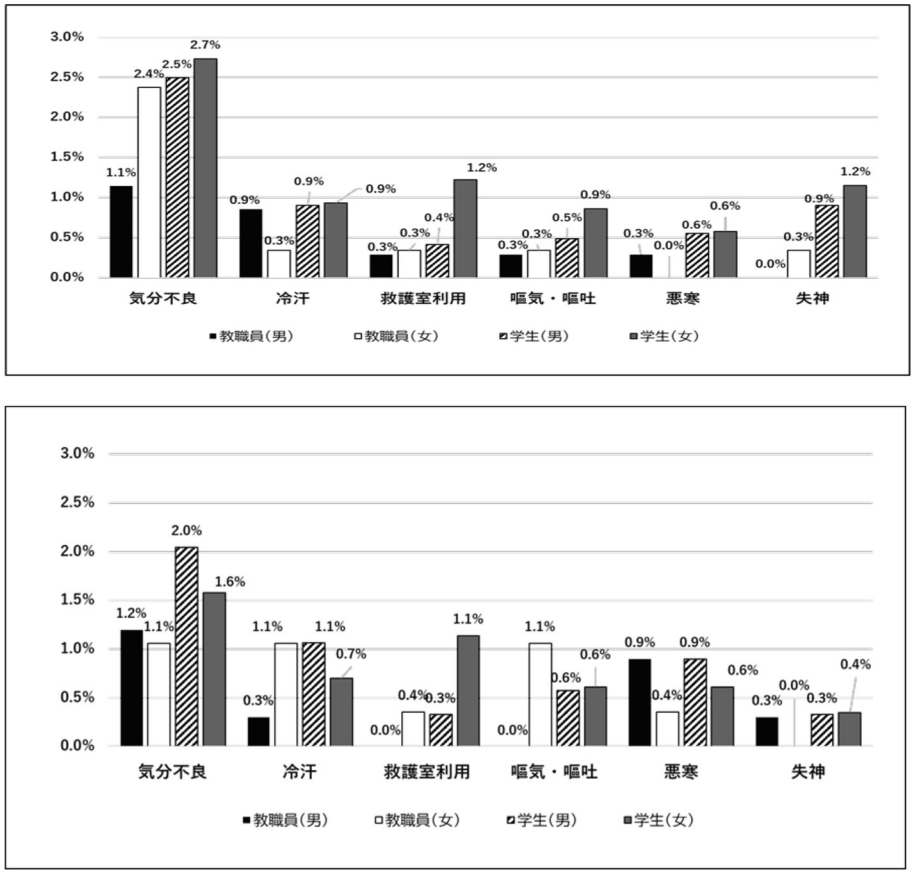


図 1　接種後 30 分以内の副反応出現率（学生 / 教職員 / 性別）　上段 1 回目　下段 2 回目

出典：13）

は臥位で接種した結果，救護室利用者数は 6 分の 1 に減少した。救護室利用者は 120 人（約 1.0%）で，うち 3 人を嘔吐や蕁麻疹により医療機関に搬送した。アナフィラキシーショックの発生はなかった。救護室利用率は学生 1.2%，教職員 1.2%，教職員の家族等 1.4% であり，男女別では女性の利用が多かった。

6-4. ワクチン接種のまとめ

令和 2 年度厚生労働省の重点調査[15] では，2021 年 2 月～8 月にモデルナ筋注を接種した約 13,000 人を対象に追跡調査が行われ，2 回目接種後の発熱は 74.6% と，本学とほぼ同様の結果であった。また，米国 Harvard 大学の Haas らによる系統的解析[16] では，生理食塩水の接種でも約 30% に副反応が見られ，ワクチン接種後の副反応の約 70% は薬理作用ではなく，心理的要因による「ノセボ効果」であると報告されている。こうした情報を事前に提供することで，接種に対する不安や副反応の軽減が期待される。

7. 大学生を対象としたコロナ流行下の意識等に関する調査

大学生を対象とした，コロナへの対応が報告されている[17-19]。本学では，2022 年 12 月，コロナ流行下における学生の意識，授業に対する意見，行動ならびにストレス要因の把握を目的として，無記名 Web 調査を実施した[20]。対象は男女学生 85 名で，有効回答者数は 80 名（有効回答率 94.1%）であった。

オンライン授業のメリット（図 4）として「通学に時間がかからない」と回答した割合が最も高かった。「授業に学生の意見を反映させやすい」は男子 71.7% に対して，女子 41.2% と有意に低かった。一方，デメリット（図 5）としては「友人と話す機会がない」が最多で，「画面やマイクをオンにしにくい」は男子 50.0%，女子 82.4% で，これも男女で有意差を認めた。ストレスの主な要因（図 6）としては，離れて暮らす家族や友人と会えないことへの不安が挙げられた。また，アルバイト収入について，女子学生

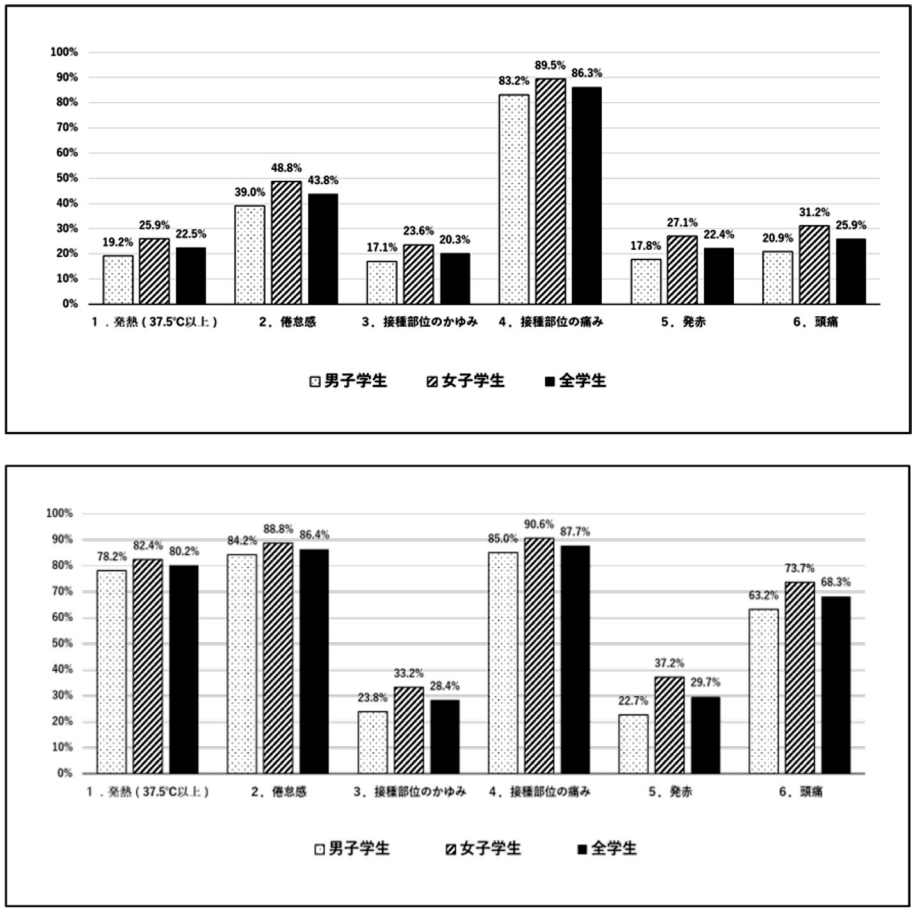


図２　接種後一週間以内の副反応出現率（学生 / 性別）　上段１回目　下段２回目
出典：13）

の方が男子学生よりも強いストレスを感じている傾向が見られた。感染症流行下において，特に女子学生への配慮が求められる。

8. コロナ報道と人権　マスメディアによる報道とその影響

2020 年 3 月 29 日，京都市長および本学学長が卒業生のクラスター発生に関する記者会見を行った後，各種メディアによる報道が一斉に行われた。週明けより大学への苦情電話が殺到，これを受けて本学では，3 月 30 日に電話機 10 台で対応を開始。4 月 10 日までに計 685 件の電話が寄せられた。多くは匿名による誹謗中傷で，過激な発言もあった。また，日本最大級の電子掲示板では，4 月 8 日から 3 日間に 671 件の書き込みが確認された。中には，感染した，あるいは卒業旅行で海外に渡航した新卒業生が，ネット掲示板上で個人情報を晒され，誹謗中傷の対象となる事例も発生した。これに対しては，大学の顧問弁護士が Google などの検索エンジンに連絡を取り，検索結果から個人情報が特定されないように依頼するなど，人権保護の措置を講じた。学生からアルバイトの雇い止めや飲食店への入店拒否など，差別的対応に関する相談が大学に多数寄せられ，本学広報部は，学生に対する誹謗中傷や差別的対応の自粛を呼びかける広報活動を実施した。

本学外国語学部メディア論の教授による本学関係者を対象とした，誹謗中傷や励まし等に関する実態調査[21] では，約 10％が誹謗中傷を経験，約 50％が同情や励ましを受けたと報告している。これらの手段は主に SNS や LINE であり，感染者の発生に伴い誹謗中傷が増加した結果，同情や励ましの声も増加したと推察している。

9. おわりに

天然痘や結核などの古くからの感染症は，ワクチンや抗生物質によって予防と治療がすすみ制圧されつつある。1980 年代から自然環境の変化の影響と推察される動物由来の新興感染症の流行をみている。人びとの感染者に対する対応は，あまり変化していないと言える。感染症に関す

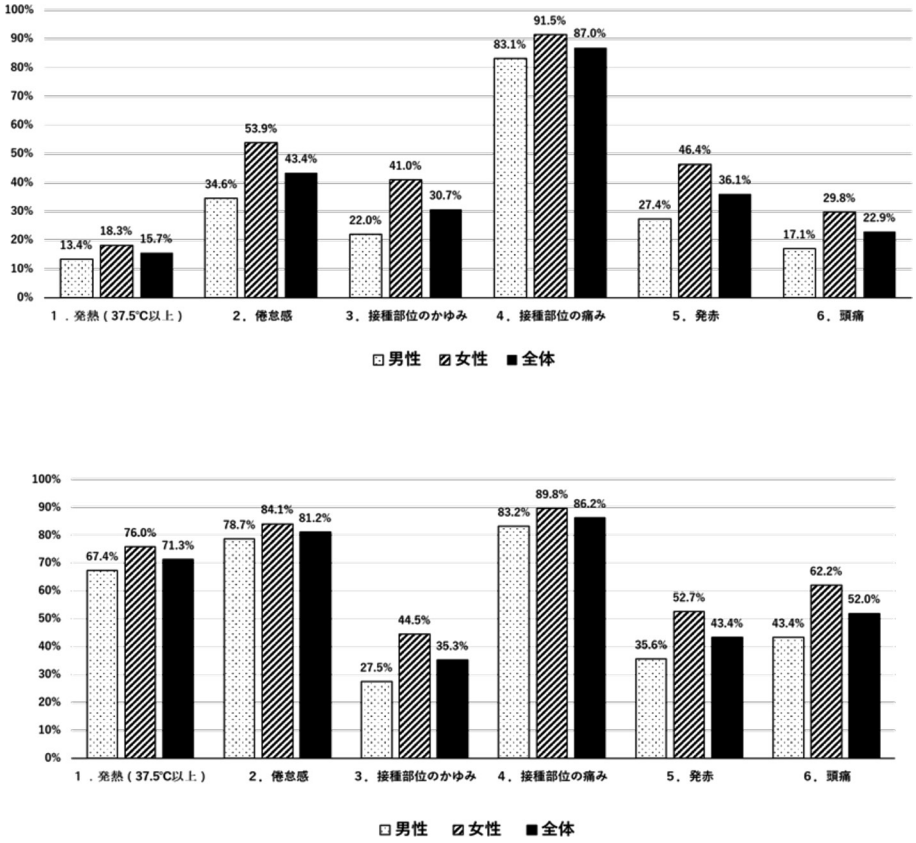


図３　接種後一週間以内の副反応出現率（教職員 / 性別）　上段１回目　下段２回目
出典：13）

表３　京都産業大学ワクチン接種会場　救護室利用者数（率）　接種回数 / 学生・教職員別）

	1回目			2回目		
	接種者数	利用者数	利用率	接種者数	利用者数	利用率
学生	7605	93	1.2%	7565	14	0.2%
教職員	606	7	1.2%	604	2	0.3%
教職員の家族	209	3	1.4%	208	1	0.5%
合計	8420	103	1.2%	8377	17	0.2%

出典：13）

る知識の不足が恐怖心を生み，誹謗中傷や差別的対応を招いたと推察される。

1999 年，わが国では伝染病予防に代わって「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）」が施行されてから四半世紀が経過した。この法律では，感染症予防のための施策と患者の人権への配慮を調和させた感染症対策をめざしている。今後も人権の保護と感染症対策の両立は重要な課題であろう。近年，国家，国民，地域社会において排外主義が台頭し，社会の分断が進み，国際機関の統制力が低下しているのは憂うべき状況である。

このような状況で，ヒトと動物が共生する自然環境を包括的に捉える「One Health」や，陸地の植生や海洋を含

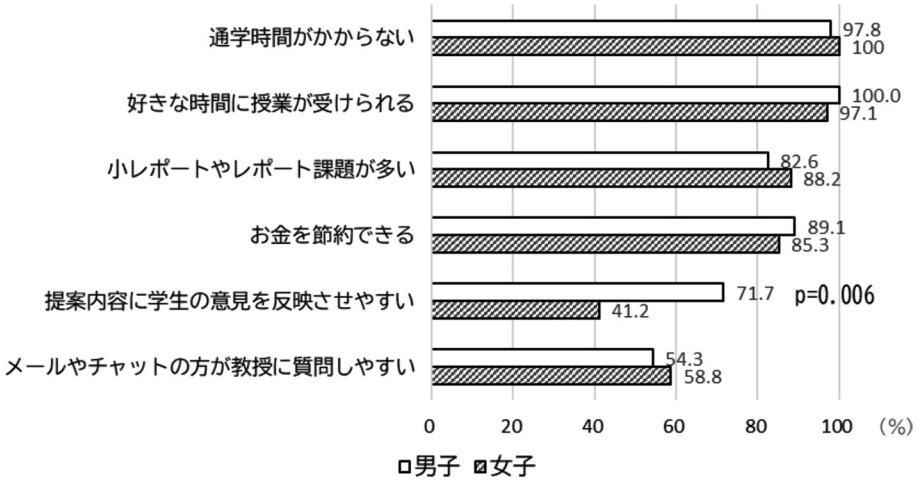


図４　オンライン授業のメリット（性別）

出典：20）

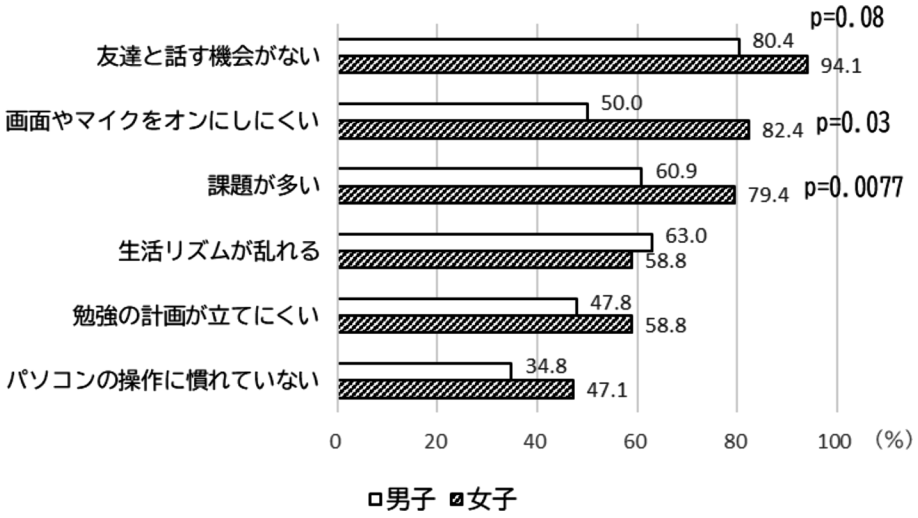


図５　オンライン授業のデメリット（性別）

出典：20）

めた地球全体を視野に入れる「Planetary Health」といった概念が提唱されている。今後の感染症対策においてこれらの視点と人びとの協調は第一義的に重要と言えよう。

本学におけるコロナ対策では，学長，教員・事務職，保健医療スタッフが行政や地元企業と連携・協働し，迅速かつ柔軟に対応した。今後は，ウイルス学の研究者や臨床医が連携し，次なる感染症の流行に備え，より効果的な対策を講じることが期待される。

利益相反：本報告に関して，開示すべき利益相反はありません。

謝辞

2021 年 3 月よりコロナ対策にあたった京都産業大学のすべての教職員とコロナ流行下で大学生活を送った学生，ならびに PCR 検査センターの設置と運営にあたり，ご助言をいただいた京都府保健環境研究所所長　藤田直久先生，株式会社島津製作所の関係各位，本稿の機会を与えてくださいました京都産業大学生命科学部　前田秋彦教授ならびにゼミ生の学生諸君に感謝申し上げます。

なお，本研究の一部は，第 47 回および第 49 回京都医学会（京都市），第 20 回バイオセーフティ学会（京都市），

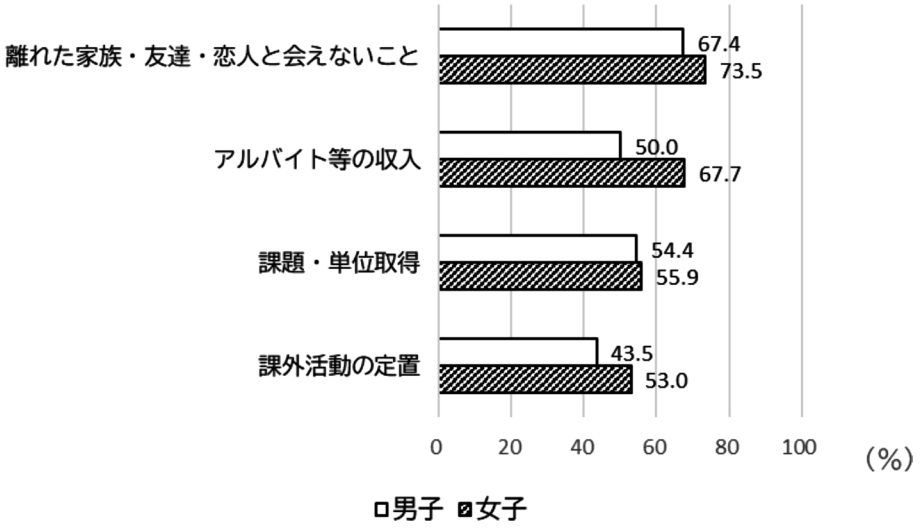


図 6　コロナ流行下でストレスだと思うこと（性別）

出典：20）

第 60 回全国大学保健管理研究集会（横浜市）において発表しました。

参考文献

1）World Health Organization. Statement on the second meeting of the International Health Regulations, 2005. Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). 2020

2）厚生労働省．新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策の基本方針．2020 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00424.html.

3）World Health Organization. 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）．公式情報特設ページ，2023 https://wkc.who.int/ja/our-work/health-emergencies/covid-19/public-page 2023 年 3 月 21 日アクセス

4）厚生労働省．データからわかる新型コロナウイルス感染症．2023 https://covid19.mhlw.go.jp/ 2025 年 9 月 15 日アクセス

5）東あかね．新型コロナウイルス感染症に対する京都産業大学の取組．JBSA Newsletter，12，2，22–30，2022

6）東あかね．COVID-19 無症状者に対する京都産業大学 PCR 検査センター31 か月の検査結果．京都医学会雑誌，77，75–83，2024

7）Pan, L., Zeng, D., Ye, T., Wang, Y., Li, X., Zhang, H., Chen, J., Liu, Y., et al. Piloting an integrated SARS-CoV-2 testing and data system for outbreak containment among college students: A prospective cohort study. PLoS ONE, 16, e0245765, 2021 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245765

8）Thomas, N., Leek, J.T., McKay, B., Berntsen, J., Denny, T.N., Eron, J.J., Wolfe, C.R., Waggoner, J.J., et al. Implementation of a pooled surveillance testing program for asymptomatic SARS-CoV-2 infections on a college campus — Duke University, Durham. MMWR, 69, 1743–1747, 2020

9）Cummings, T., Patel, R., Nguyen, A., Lopez, M., Harris, J., Kim, S., O'Connor, B., Davis, R., et al. A method for campus-wide SARS-CoV-2 surveillance at a large public university. PLoS ONE, 16, e0245765, 2021 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261230

10）Schultz, E.A., Smith, J., Brown, L., Taylor, M., Johnson, R., Lee, H., Martin, D., Thompson, K., et al. Comparison of SARS-CoV-2 test positivity in NCAA Division I student athletes vs nonathletes at 12 institutions. JAMA Netw. Open, 5, e2147805, 2022

11）Suzuki, T., Tanaka, H., Yamamoto, K., Saito, M., Nakamura, Y., Fujita, R., Kondo, A., Ishikawa, S., et al. Prevalence of asymptomatic SARS-CoV-2 infection in Japan. JAMA Netw. Open, 5, e2247704, 2022 https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.47704

12）Polack, F.P., Thomas, S. J., Kitchin, N., Absalon, J., Gurtman, A., Lockhart, S., Perez, J.L., Pérez M.G., et al. Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine. N. Engl. J. Med., 383, 2603–2615, 2020

13）京都産業大学．京都産業大学新型コロナウイルスワクチン接種事業報告書，2023
14）京都産業大学保健管理センター．令和３年度コロナワクチン接種副反応報告書，2022
15）伊藤澄信，飛田護邦，土田尚，楠進，金子善博．令和２年度厚生労働行政推進調査事業補助金，新型コロナワクチンの投与開始初期の重点調査（コホート調査）．総括研究報告書，4–12，2022 https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/149967 2025 年 9 月 30 日アクセス
16）Haas, J.W., Bender, F.L., Ballou, S., Kelley, J.M., Wilhelm, M., Miller, F.G., Rief, W., Kaptchuk, T.J., et al. Frequency of adverse events in the placebo arms of COVID-19 vaccine trials: A systematic review and meta-analysis. JAMA Netw. Open, 5, e2143955, 2022 https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.43955
17）Hatabu, A., Mao, X., Zhou, Y., Kawashita, N., Wen, Z., Ueda, M., Takagi, T., Tian, Y.S., et al. Knowledge, attitudes, and practices toward COVID-19 among university students in Japan and associated factors: An online cross-sectional survey. PLoS ONE, 15, e0244350, 2020 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244350
18）Peng, Y., Pei, C., Zheng, Y., Wang, J., Zhang, K., Zheng, Z., Zhu, P., Zhou, Y., et al. A cross-sectional survey of knowledge, attitude and practice associated with COVID-19 among undergraduate students in China. BMC Public Health, 20, 1292, 2020 https://doi.org/10.1186/s12889-020-09392-z
19) 文部科学省．コロナの影響による学生等の学生生活に関する調査（結果）．https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf（参照 2022-12-6）
20）大濱藍子，田口陽香，辻啓汰，前嶋叡．大学生を対象とした新型コロナウイルス感染症の知識・意識・行動に関する研究．生命科学部産業生命学科卒論．2023
21）Horikawa, S. Archiving of slander against people infected with COVID-19. PANDEMIC ELS INTERNATIONAL CONFERENCE KYOTO. 13–15 March, 2025 https://PANDEMIC-INTERNATIONAL-ELSI-CONFERENCE_POSTER_FINAL_v2_0229.pdf

Experience of Crisis Response to the COVID-19 Pandemic at Kyoto Sangyo University and Future Challenges

Akane Higashi

Health Center, Kyoto Sangyo University

Abstract The novel coronavirus disease (COVID-19) significantly impacted educational and research activities at universities, requiring a dual focus on preventing infection spread while maintaining learning environments. Following a cluster originating from graduates in March 2020, Kyoto Sangyo University established an on-campus PCR testing center. This center provided affordable testing for asymptomatic students and faculty/staff. Over approximately two years and seven months, 11,233 tests were conducted, contributing to the early detection of infected individuals and the suppression of on-campus clusters. Furthermore, through the implementation of regular monthly monitoring PCR testing for dormitory residents, the introduction of antigen testing for symptomatic individuals, the execution of mass vaccination campaigns and side effect surveys, and surveys on student awareness and behavior, the effectiveness and challenges of infection control measures were comprehensively evaluated. These efforts strengthened crisis management by establishing infection prevention behaviors and improving student support systems.

Key words：COVID-19, University, PCR Testing, Vaccination

レ ポ ー ト

バイオリスクマネジメントをもっと広く・もっと深く
―広報委員会の設立と活動内容について―

三浦　詩織

日本バイオセーフティ学会　広報委員会委員長

1. はじめに

近年，感染症対策やバイオテクノロジーの発展に伴い，バイオセーフティ・バイオセキュリティに関する社会的関心は急速に高まっている。そのような中で，専門家の立場から信頼性の高い情報を分かりやすく発信することは，学会に課せられた重要な責務のひとつである。

日本バイオセーフティ学会では，学会の理念および活動に関する情報を，正確かつ迅速に内外に発信するとともに，会員相互の情報共有を促進し，社会的認知の向上を図ることを目的として，2025 年度より広報委員会を設立した（表 1）。本稿では現在実施している委員会の主な取り組みについて紹介する。

2. 学会ウェブサイトの運営・改善

公式ウェブサイト（https://jbsa-gakkai.jp/）は，会員はもとより，社会に対して学会活動の情報発信を行う重要な媒体である。本委員会では，ウェブサイトのコンテンツの整備や，バイオリスクマネジメントに関する最新情報の掲載などを行うことで，学会の活動内容，研究成果，社会的意義等を広く発信している。

2025 年度の委員会設立後，学会公式ウェブサイトの全面的なリニューアルを行った。学会の基本情報や各種イベント案内，入会案内，学会主催の講習会など，掲載内容を整理・拡充したほか，デザインやナビゲーションの改善を行い，2025 年 7 月より新サイトを公開している（図 1）。会員向け情報の発信と学会活動の活性化に加え，一般の方々にもバイオセーフティ・セキュリティの重要性を広く認知いただけるサイトとなっている。

3. 広報用ポスターの作成および配布・配信

学会としての初めての試みとして，「会員募集」を目的とした広報用ポスターを作成した（図 2）。他学会においても会員募集を目的としたポスターは少なく，画期的な試みといえる。本ポスターは，関連する検査・研究機関，学会，企業へ配信し，掲示やウェブ掲載，学会会員への配信を依頼した。あわせて，日本バイオセーフティ学会主催のトレーニングコースや実験室バイオセーフティ専門家講習会の参加者へ直接配布する予定である。

4. 第 24 回総会・学術集会および市民公開講座の広報支援

2025 年 11 月 26 日（水）～27 日（木）に開催される第 24 回総会・学術集会に向けて，学会ホームページ内に特

表 1　広報委員会の活動目的

項 目	内 容
活動内容の周知	日本バイオセーフティ学会の活動内容、研究成果、社会的意義等を広く発信し、学会の認知度と理解を深める
会員への情報提供と学術交流の促進	会員への円滑な情報提供を行い、会員同士のつながりや学術的な交流・協力を活性化する
社会・行政・教育機関への啓発と情報提供	社会一般・教育機関・行政機関に向け、正確な情報提供と啓発活動を通じて、バイオリスクマネジメントの重要性を広める
学会の社会的認知度の向上	上記の取り組みを通じて、バイオリスクマネジメントに関する知の集積・発信拠点としての学会の存在感を高める



図１　リニューアルされた学会ウェブサイト



図２　学会広報用ポスター

設サイトを構築した。本特設サイトでは，参加申込や演題登録に加え，企業向けの協賛・広告・機器展示に関する案内を分かりやすく掲載し，より多くの研究機関・関連学会・企業へ効果的に情報を発信できる構成となっている。

また，11 月 28 日（金）に同会場で開催される市民公開講座「AI の進歩と生命科学研究を考える」についても，一般市民の参加を促すため，告知用ポスターの配信や特設ウェブページの作成など積極的な広報活動を実施した。学会の専門的知見を社会に開く重要な取り組みであると考える。

5.　今後の活動について

学会が社会とより深くつながり，バイオセーフティ・バイオセキュリティに関する知見を広く共有するためには，広報活動の質と多様性の向上が不可欠である。今後は，多様な問い合わせに迅速に対応する体制整備や，社会一般，教育・研究機関，行政機関の研究者や管理者，技術者など多くの関連者に向けたアウトリーチ活動を推進する。さらに，世界の動向を的確に把握し，国際社会における理解を得ることを目的として，海外の研究機関との情報交換や国際学会での発表など，国際的な広報活動を展開し，対外的

な啓発活動を積極的に実施していく予定である。また，会員向けに動画や視覚資料の提供，学会誌『バイオセーフティ』のオンライン閲覧など，コンテンツの充実を図ることで，会員間の情報共有・協力を活性化させ，社会全体のバイオリスクマネジメントに関する意識の向上と高度化を目指す。

引き続き，会員の皆様からのご支援とご協力を賜りますよう，心よりお願い申し上げます。

Broadening and Deepening Biorisk Management: The Establishment and Activities of the Public Relations Committee

Shiori Miura

Chair, Public Relations Committee, The Japanese Biological Safety Association

レポート

日本バイオセーフティ学会　病原体取扱施設関係者に向けたリスク評価トレーニングコースについて

井上　智[1)]，篠原克明[2)]

日本バイオセーフティ学会　学術企画委員会トレーニングコース企画
[1)] 学術企画委員会委員長，[2)] トレーニングコース企画担当講師

広く実験室において病原体を取り扱う実務者とバイオセーフティに係る実務者がリスク評価の理論と意義を正しく理解して所属施設で実践できるように，また，現場におけるリスク評価を幅広く学ぶための参加型演習を企画して実施しました。

トレーニングコースの開催前に課題およびシナリオと参考資料などを事前に配布し，当日 3〜5 グループに分かれ，配布資料を用いながら各プログラムの課題について講師と随時に意見交換をしながらグループディスカッションを行い，各グループでの意見やリスク評価の結果およびその対応策について発表をした後に全員で総合討論を行いました。

以下に，実施したトレーニングコースのプログラムと受講者の感想を紹介します。

○第 1 回：各論 1（病原体を取り扱う際のリスクの認知と評価）（受講生：15 名）
・2024 年 11 月 26 日（火）午後 1 時〜5 時

病原体取扱実務者として必要なリスク認知とリスク評価について検討した。

プログラム（https://jbsa-gakkai.jp/wp-content/uploads/2025/05/2_jbsa_training_info.pdf）
・セッション 1：イントロダクションと自己紹介
・セッション 2：講義 代表的なリスク評価の方法
・セッション 3：病原体のリスク評価（サルモネラと SARS）
・セッション 4：実験室環境（P2 と P3 の施設）と作業者の状況からバイオセーフティマネジメントを考える
・セッション 5：総合討論（各施設の対応 BSL を確定する），まとめ

○第 2 回：各論 2（病原体の取り扱いにおける安全確保と評価（SOP，PPE，etc.））（受講生：20 名）
・2025 年 4 月 15 日（火）午後 1 時〜16 日（水）午後 3 時

病原体取り扱いにおけるリスク評価の正しい理解と実践，リスク評価の方法，施設・設備の要件，作業におけるリスクの抽出，リスクの低減策，作業のリスクマネジメント等について検討した。

プログラム（https://jbsa-gakkai.jp/wp-content/uploads/2025/05/2_jbsa_training_info.pdf）
・セッション 1：イントロダクションと自己紹介
・セッション 2：講義 代表的なリスク評価の方法
・セッション 3：病原体取扱いにおける施設・設備要件
・セッション 4：病原体取扱い作業におけるリスクの抽出
・セッション 5：総合討論
・セッション 6：病原体取扱いにおけるリスク低減策
・セッション 7：病原体取扱い作業のリスクマネジメント
・セッション 8：総合討論，まとめ

○第 3 回：各論 3（取扱い病原体の一次封じ込めとその評価（BSC・施設・設備を中心 に））（受講生：26 名）
・2025 年 7 月 15 日（火）午後 1 時〜16 日（水）午後 3 時

取扱い病原体の一次封じ込めとその評価に係るシミュレーションを行った。

プログラム（https://jbsa-gakkai.jp/wp-content/uploads/2025/05/3_jbsa_training_info.pdf）
・セッション 1：イントロダクションと自己紹介
・セッション 2：講義 代表的なリスク評価の方法
・セッション 3：病原体取扱いにおける BSC・施設・設備の要件

・セッション 4：病原体取扱いにおける BSC・施設・設備のリスク抽出
・セッション 5：総合討論
・セッション 6：病原体取扱いにおける BSC・施設・設備のリスク低減策
・セッション 7：病原体取扱い作業における BSC・施設・設備のリスクマネジメント
・セッション 8：総合討論，まとめ

○第 4 回：統合（リスクマネジメントの要点及び封じ込めとその評価）（受講生：17 名）
・2025 年 10 月 1 日（水）午後 1 時～2 日（木）午後 3 時

バイオセーフティに関わるリスクマネジメントの要点および封じ込めとその評価の全体像把握を行った。

プログラム（https://jbsa-gakkai.jp/wp-content/uploads/2025/08/4_jbsa_training_info.pdf）
・セッション 1：イントロダクションと自己紹介
・セッション 2：講義 代表的なリスク評価の方法〈グループディスカッション〉
・セッション 3：病原体取扱いにおけるリスク評価の要点 1
・セッション 4：封じ込めとその評価
・セッション 5：総合討論
・セッション 6：病原体取扱いにおけるリスク評価の要点 2
・セッション 7：質疑応答，総合討論
・セッション 8：まとめ

講師：担当（所属）
・篠原克明：バイオセーフティ全般（信州大学，元国立感染症研究所）
・伊木繁雄：バイオセーフティ全般（国立感染症研究所）
・井上　秀：バイオハザード対策施設・設備（八洲 EI テクノロジー）
・小暮一俊：バイオハザード対策機器（元日立産機システム）
・井上　智：病原体・実験動物の取扱全般（元国立感染症研究所）

※トレーニングコースの参考資料
✧ Laboratory biosafety manual. Fourth edition. Geneva: World Health Organization; 2020. (https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311)
✧実験室バイオセーフティマニュアル 第 4 版．監修：バイオメェディカルサイエンス研究会．朝日新聞出版．2022 年 3 月 30 日．
✧ WHO: Safeguarding biosafety and biosecurity in laboratory (https://www.who.int/activities/safeguarding-biosafety-and-biosecurity-in-laboratories)
✧実験室バイオセーフティガイドライン 第 2 版．日本バイオセーフティ学会．2019 年 8 月 1 日．（https://jbsa-gakkai.jp/guidelines-laws/jbsa-guideline/）

受講者の声（概要）：
✧所属施設の作業者（ソフト）と作業環境（ハード）におけるあらゆるリスクを具体化して評価を行うことで総合的にリスクの低減策を考えることが容易となり，許容できるソフトとハードのリスクを明確にして，BSL 施設として適切な設備・機器・器具および使用方法等の選択が可能になることが理解できた。
✧所属する施設によって，作業員の習熟度，突発的かつ潜在的なリスクが必ずしも同じでないことから，施設ごとに最適な対応を自身で考えなければならないとするリスク評価が理解できた。

トレーニングに参加して良かったと感じたこと（抜粋）：
・所属する施設においてより実践的なリスク評価が行えるようになった。
・受講者間の交流によってバイオセーフティに係わるさまざまな現場環境と取り組みを知ってリスク評価に係る選択肢を増やすことができた。
・バイオセーフティの基本的な考え方や要求事項などを学ぶことで，標準的な内規を作ることが容易となった。
・事務職員としても，バイオリスクの質や量は施設や実施者ごとに異なっており，単一の正解はなく，マニュアル的なやり方では不十分であることが理解できて意義のある内容であった。

課題と感じたこと（抜粋）：
・微生物学実験手法の経験がほぼないため検査実施におけるリスクについて具体的な想像ができず，リスク掘り下げが困難であった。
・前提としているウイルスや病原体の臨床知見がすぐに理解できなかった。
・経験のない前提条件のため，どこから議論を開始するかに多くの時間を使ってしまった。
・限りある時間の中で議論をし尽くせなかった。

トレーニングに参加して現在所属している施設に必要と感じたこと（抜粋）：
・バイオセーフティの知識を底上げする機会と時間が必要と感じた。

・強いリーダーシップをもってマネジメントを行うバイオセーフティの組織が必要と感じた。
・事故が起こった際のリスクへの対応訓練が不足していると感じた。
・作業者のレベルにあわせた取扱い病原体のリスク評価が必要と感じた。
・BSL2 実験室安全管理規定の改訂が必要と感じられた（BSL2 の病原体だから BSL2 実験室を設計ではなく，実験室での作業方法等のリスクも考慮してリスクアセスメントを実施すべき）。
・ヒトには感染しないとされる動物（家畜）感染症についても原因微生物が漏出した場合の環境汚染や社会的影響についてリスク評価を行っておく必要を感じた。

本トレーニングコースは、WHO が Laboratory biosafety manual. Fourth edition. Geneva: World Health Organization; 2020（LBM4）で記載している実験室関連感染が人的な要因によることの認知と作業に伴う具体的なリスクの把握およびその対策を考えるための机上トレーニングと位置付けています。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

参考として、WHO 実験室バイオセーフティマニュアル第 4 版（LBM4）とこの邦訳版（トレーニングコース参考資料２）に記載されている人的な要因による実験室関連感染の記載箇所を以下に抜粋しました。

参考

WHO 実験室バイオセーフティマニュアル第 4 版（LBM4）の「ねらい」は規範的なアプローチではなく，リスクと証拠に基づくアプローチであり，「安全の文化」の重要性が強調されている。同マニュアルのイントロにおいて，最近の実験室関連感染の，ほとんどの場合は，機械類の誤動作ではなく人的な要因で引き起こされていると明記されている。該当箇所について英文と邦訳（実験室バイオセーフティマニュアル（第 4 版）2022 年 3 月 30 日．第 1 刷）を抜粋しておく。

INTRODUCTION（はじめに）

Laboratory biosafety and biosecurity activities are fundamental to protecting the laboratory workforce and the wider community against unintentional exposures or releases of pathogenic biological agents. These activities are implemented using a risk assessment framework and through the development of a safety culture which is needed to ensure a safe workplace where adequate measures are applied to minimize the likelihood and severity of any potential exposure to biological agents.

（実験室におけるバイオセーフティおよびバイオセキュリティ活動は，実験室で働く人々とその関係者を病原性の生物因子の曝露や放出から守る根幹をなすものである。この活動は，リスク評価の枠組みを利用し，生物因子の曝露のいかなる可能性をも最小限にする適切な対策が取られた安全な作業場を保証し，安全性の土壌を発達させていくことで実行されるものである）

A review of recent laboratory-associated infections showed that most were caused by human factors rather than malfunctions of engineering controls *(1, 2)*. Factors that have led to potential and confirmed exposures to biological agents include an absence or improper use of personal protective equipment (PPE) *(3,4)*, inadequate or ignored risk assessments *(5)*, lack of standard operating procedures (SOPs) *(6)*, needlestick injuries *(7,8)* and/or insufficiently trained personnel *(9)*. It can be argued, therefore, that the best designed and most well engineered laboratory is only as good as its least competent worker.

（最近の実験室関連感染は，ほとんどの場合，機械類の誤動作ではなく人的な要因で引き起こされていることが明らかになった（1，2）。生物因子の曝露の可能性や実際に曝露を引き起こした要因には，個人用保護具（PPE）の不使用または不正な使用（3，4），不適切なリスク評価あるいはリスク評価の無視（5），標準操作手順（SOP）がない（6），針刺しによる怪我（7，8），あるいは，十分に訓練されていない人材（9），が含まれる。このため，最高のデザイン・設計がされた実験室であっても，最も不適任な働き手と同じ程度にしか機能しない，ということができるかもしれない）

※上記 WHO の記載で引用されている論文

1）Wurtz N, Papa A, Hukic M, Di Caro A, Leparc-Goffart I, Leroy E, et al. Survey of laboratory-acquired infections around the world in biosafety level 3 and 4 laboratories. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2016 Aug; 35 (8): 1247–58. doi: 10.1007/s10096-016-2657-1
2）Choucrallah D, Sarmiento L, Ettles S, Tanguay F, Heisz M, Falardeau E. Surveillance of laboratory exposures to human pathogens and toxins: Canada 2018. Can Commun Dis Rep. 2019 Sep 5; 45 (9): 244–

51. doi: 10.14745/ccdr.v45i09a04
3）Sejvar JJ, Johnson D, Popovic T, Miller JM, Downes F, Somsel P, et al. Assessing the risk of laboratory-acquired meningococcal disease J Clin Microbiol. 2005 Sep; 43 (9): 4811–4. doi: 10.1128/JCM.43.9.4811-4814.2005
4）Barry M, Russi M, Armstrong L, Geller D, Tesh R, Dembry L, et al. Brief report: treatment of a laboratory-acquired Sabiá virus infection. N Engl J Med. 1995 Aug 3; 333 (5): 294–6. doi: 10.1056/NEJM199508033330505
5）Bouza E, Sanchez-Carrillo C, Hernangomez S, Gonzalez MJ. Laboratory-acquired brucellosis: a Spanish national survey. J Hosp Infect. 2005 Sep; 61 (1): 80–3. doi: 10.1016/j.jhin.2005.02.018
6）Ergonul O, Celikbaş A, Tezeren D, Guvener E, Dokuzoğuz B. Analysis of risk factors for laboratory-acquired brucella infections. J Hosp Infect. 2004 Mar; 56 (3): 223–7. doi: 10.1016/j.jhin.2003.12.020
7）Hsu CH, Farland J, Winters T, Gunn J, Caron D, Evans J. Laboratory-acquired vaccinia virus infection in a recently immunized person--Massachusetts, 2013. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2015 May 1; 64 (16): 435–8.
8）Kortepeter MG, Martin JW, Rusnak JM, Cieslak TJ, Warfield KL, Anderson EL, et al. Managing potential laboratory exposure to ebola virus by using a patient biocontainment care unit. Emerg Infect Dis. 2008 Jun; 14 (6): 881–7. doi: 10.3201/eid1406.071489
9）Lim PL, Kurup A, Gopalakrishna G, Chan KP, Wong CW, Ng LC, et al. Laboratory-acquired severe acute respiratory syndrome. N Engl J Med. 2004 Apr 22; 350 (17): 1740–5. doi: 10.1056/NEJMoa032565

Program of Training Course of Risk Assessment for Laboratory Biosafety

Satoshi Inoue[1)], Katsuaki Shinohara[2)]

Training Course Planning, Academic Planning Committee, The Japanese Biological Safety Association
[1)] Chair, Academic Planning Committee, [2)] Training Course Planning Lecturer

講　　座

（連載）ポスト・コロナのバイオセキュリティ 第６回　漏洩説の背景にあるロジック

天野　修司

日本医療科学大学　保健医療学部

要旨：アメリカでは，バイオテロや自然発生的な感染症に備えるための事前準備が強力に推進されてきた。とりわけ，早期検知のための科学技術や医薬品の研究開発に多額の資金が注ぎ込まれてきた。そのような状況のなか，１つの研究トレンドとして，機能獲得（Gain of Function: GOF）研究が行われるようになった。しかし，現在，その GOF 研究が原因で，新型コロナウイルスによるパンデミックが起きた可能性がある，という認識が広がっている。つまり，パンデミックに備えるための取り組みを強力に推し進めた結果，パンデミックが起きてしまったかも知れない，ということである。新型コロナウイルスの漏洩説をめぐる議論の背景には，そのようなロジックがある。見過ごされがちではあるが，今後のアメリカ，あるいは国際社会全体のバイオセキュリティ政策の動向を分析するうえで重要な部分である。

キーワード：機能獲得研究，新型コロナウイルス感染症，バイオセーフティ，パンデミック，漏洩説

1. はじめに

2025 年 4 月 18 日，アメリカのホワイトハウスは，「ラボ・リーク（Lab Leak）」と題するウェブサイトを公開した。ウェブサイトでは，機能獲得（Gain of Function: GOF）研究に関連する武漢ウイルス研究所での事故が，新型コロナウイルスの起源であった可能性がもっとも高いと指摘されている。その根拠となっている情報の多くは，過去数年間のあいだで，すでにメディアで報じられてきたものばかりである。漏洩説を決定づける新たな証拠は示されていない。

それでもなお，アメリカだけではなく，ドイツやフランスでも，漏洩説を支持する世論の声は高まっている [1]。その理由は，研究トレンド，研究資金の流れ，研究環境，政策動向および規制の枠組みなどの当時の状況が，改変されたウイルスが偶発的に漏洩したというストーリーに驚くほど合致しているからである。そして，その当時の状況というものが，いずれも，バイオセキュリティと深い関連がある。

そこで，本連載シリーズの第 6 回目となる今回は，漏洩説の裏側にあるロジックに焦点を当てていきたい。まずは，アメリカで，病原体の研究に巨額の資金が注ぎ込まれるようになった経緯について振り返る。きっかけとなったのは，2001 年の炭疽菌郵送事件である。次に，2011 年の H5N1 インフルエンザウイルスの感染性を高める 2 つの研究についての議論を取り上げる。それらの研究によって，GOF 研究の危険性が浮き彫りとなった。

さらに，漏洩説の根拠とされている，いくつかの研究プロジェクトを概観する。それらの研究は，当時のアメリカにおける政策動向や研究トレンドを反映して，実施されたものである。最後に，当時の状況を踏まえて，「ラボ・リーク」の出典元となっている報告書の中身について検討する。

2. アメリカにおける政策動向の変化

2001 年 9 月から 10 月にかけて，アメリカの報道機関や連邦議会の議員のオフィスに炭疽菌の入った封筒が送付された [2]。わずか 1，2 グラムの炭疽菌の入った数枚の封筒で，22 名が肺炭疽あるいは皮膚炭疽を発症し，うち 5 名が死亡した。犯人とされているのは，アメリカの科学者である。この炭疽菌郵送事件は，アメリカあるいは国際社会全体に，生物兵器の脅威の大きさを認識させる出来事であった。

事件が起きたのが，9.11 同時多発テロの直後であっただけに，テロリストが，大量の炭疽菌を組織的に製造し，散布した場合の被害の大きさを想像させるものであった。1993 年のアメリカ連邦議会技術評価局のレポートによると，1 台の小型飛行機で 100 キログラムの炭疽菌を都市部

表１　21 世紀のバイオディフェンスにおける各省庁の役割

重点項目	具体的な取組	主要機関
脅威認識	生物兵器に関連する諜報活動	諜報コミュニティ
	関連プログラムの評価	国土安全保障省
	将来的な生物兵器の脅威の予測	保健福祉省
予防と防護	事前予防策	国務省，国防総省，司法省，諜報コミュニティ
	重要インフラの防護	国土安全保障省
サーベイランスと検知	生物兵器攻撃の早期認知と警戒	国土安全保障省
	攻撃者と攻撃手段の特定	国土安全保障省
対応と復旧	包括的な対応計画の作成	国土安全保障省
	大量の傷病者の治療	保健福祉省
	リスクコミュニケーション	国土安全保障省
	医薬品の研究開発	国立衛生研究所（保健福祉省）
	除染	環境保護庁

に散布すれば，天候によって，300 万人の犠牲者が出るとされている[3]。そのような攻撃が，同時多発的に行われた場合の被害の大きさは計り知れない。

生物兵器は，その致死性の高さから，核兵器と比較されることも多いが，両者には決定的な違いがある。それは，生物兵器であれば，攻撃されたあとでも，犠牲者の数を減らせるというところである[4]。例えば，肺炭疽の致死率は，90％にものぼるといわれているが，炭疽菌に曝露されたあと，48 時間以内に抗生物質の服用を開始すれば，発症を抑えることができる[5]。炭疽菌以外のウイルスや細菌が，生物兵器として使用された場合でも，適切な医療対応と公衆衛生措置によって被害を低減することができる。

そのような生物兵器の特徴があったからこそ，アメリカでは，バイオテロ対策に巨額の資金が注ぎ込まれるようになった。2001 年度のバイオテロ対策予算の総額は，6 億 3000 万ドルであったが，2002 年度には 40 億 9000 万ドルにまで膨れ上がっている[6]。そんななか，2004 年，当時のブッシュ（George W. Bush）政権は，「21 世紀のバイオディフェンス」と題する大統領命令を発令し，生物兵器対策における各省庁の役割を改めて規定した（表 1）[7]。

バイオテロ対策の全体像が固まりつつあった矢先の 2005 年 8 月，ハリケーン・カトリーナが，メキシコ湾岸地域を襲った。アメリカ史上最大と呼ばれた自然災害によって，地域の救急サービスが滞り，州政府の機能が停止するなかで，連邦政府の対応の遅れが目立った[8]。同じ頃，ヨーロッパやアジアで広がりを見せる H5N1 インフルエンザの地球規模での流行を懸念する声も高まっていた。

そして，2006 年 12 月，パンデミック・オールハザード事前準備法が成立し，あらゆる公衆衛生上の緊急事態のための事前準備，対応，復旧までを保健福祉省が統括する体制が整備された[9]。2007 年 10 月には，「公衆衛生と医療の事前準備」と題する新たな大統領命令が発令された[10]。その目的は，「21 世紀のバイオディフェンス」に示された原則に基づき，あらゆる災害から国民の健康を守ることに，アメリカのアプローチを変えるための戦略を打ち出すことである。

「公衆衛生と医療の事前準備」では，バイオサーベイランス，医薬品の配布，大量傷病者の対応，そしてコミュニティのレジリエンスの 4 つが，重点項目として規定されていた。保健福祉省は，4 つのすべての重点項目において主体的な役割を果たす機関として位置づけられた。それ以降，アメリカでは，保健福祉省が主体となって，生物兵器攻撃，自然発生的な感染症およびその他のあらゆる災害に備えるための事前準備を進めている。

「21 世紀のバイオディフェンス」は，バイオテロ対策という枠組みのなかで，各省庁の役割を規定したものであった。「公衆衛生と医療の事前準備」は，オールハザードに備えるための事前準備という枠組みのなかで，保健福祉省の役割を捉えなおしたものである。そのオールハザードに備えるための事前準備のなかに，バイオテロ対策が含まれていたからこそ，その規模は極めて大きなものとなった。

3. H5N1 インフルエンザの感染性を高める研究

生物兵器攻撃であれ，自然発生的な感染症であれ，被害

を最小限に抑えるための体制を整備するためには，早期検知のための科学技術や医薬品の研究開発が重要となる。ゆえに，アメリカでは，その基礎研究に巨額の資金が注ぎ込まれるようになっていた[11]。基礎研究において，主要な役割を果たしていたのが，国立衛生研究所（National Institute of Health: NIH）である。NIH は，自らの研究施設での研究，あるいは他の研究機関や大学に資金を提供することで，基礎研究を推進していた。

2011 年，NIH が資金を提供する委託研究において，ロン・フーシェ教授らの研究グループは，H5N1 インフルエンザウイルスを人工的に改変し，哺乳類のあいだで空気伝播させることに成功した[12]。同じく NIH の委託研究で，河岡義裕教授らの研究グループは，H5N1 インフルエンザウイルスと 2009 年に流行した H1N1 インフルエンザウイルスの遺伝子を用いて感染性の高いウイルスを合成した[13]。

どちらも，自然のなかで起こりうる遺伝的な変化である。それぞれの研究についてまとめた論文は，『Science』と『Nature』に投稿されていた。しかし，2011 年 12 月，アメリカのバイオセキュリティ科学諮問委員会（National Science Advisory Board for Biosecurity: NSABB）は，研究の成果がバイオテロなどに悪用される可能性があるとして，実験の手法や結果について詳細を掲載しないよう教授ら本人と両誌の編集部に求めた[14]。

H5N1 インフルエンザウイルスの研究のリスクは，意図的な悪用にとどまらない。パンデミック対策を推進することで，ウイルスが偶発的に研究施設から漏洩することも懸念されていた。H5N1 ウイルスの研究をめぐる議論は，各国のメディアでも大きく取り上げられた。そんななか，2012 年 2 月の世界保健機関の専門家会合では，どちらの論文もパンデミック対策に有益であり，全文を掲載するべきであるという結論が出された。

世界保健機関の専門家会合での結論を踏まえて，2012 年 3 月，NSABB は，改めて，全文の掲載を認める決定を下した。それ以降も，アメリカでは，パンデミックになる潜在性のある病原体（Potential Pandemic Pathogens: PPPs）を用いた GOF 研究の是非についての論争が続いた。GOF 研究とは，ウイルスの病原性や感染性を高める，あるいは宿主域を変異させるなど病原体に新たな能力を付与する研究である。

2017 年 12 月には「強化型 PPPs を用いる研究提案への資金提供の指針となる枠組み（以下，P3CO 枠組み）」が打ち出された[15]。P3CO 枠組みには，研究のリスク・ベネフィット評価やリスク低減計画の策定など，連邦政府の機関が，GOF 研究に資金を提供するための基準が示されている。それを受けて，PPPs を用いた GOF 研究への資金の提供が再開されることとなった。

4. 漏洩説の根拠とされている研究

2015 年，ラルフ・バリック教授らの研究グループは，コウモリのあいだで感染が広がっているコロナウイルスが，どのように変異すれば，ヒトに感染するようになるのかを調べる研究を行っていた[16]。研究の過程で，コウモリから検出されたコロナウイルスと 2003 年に流行した重症急性呼吸器症候群（Severe Acute Respiratory Syndrome: SARS）ウイルスを組み合わせて，新しいキメラウイルスが作り出されていた。

その研究グループには，武漢ウイルス研究所に在籍する石正麗氏が参加していた。また，石氏は，2014 年から 2020 年にかけて，NIH から，多額の研究資金を受給している[17]。NIH と直接契約を結んでいたのは，ニューヨークに拠点を構えるエコヘルス・アライアンスという非営利団体であった。その研究パートナーとして，武漢ウイルス研究所が，総額 370 万ドルの研究費のうち 60 万ドルを受け取っていた。

共同研究の目的は，コウモリのコロナウイルスが，ヒトに感染するようになるリスクについての調査であった。その研究計画には，新しいコロナウイルスの人工合成と，それを用いた動物実験が含まれていた。エコヘルス・アライアンスは，共同研究における武漢ウイルス研究所の役割は，あくまでサンプル採取のサポートと実験室の使用を許可するだけであった，と主張している。

しかし，2017 年 11 月に発表された論文のなかで，武漢ウイルス研究所の研究グループが，自然界には存在しないコロナウイルスを人工的に作り出していたことが明らかになっている[18]。論文の「Funding（研究資金）」の欄には，NIH からの資金も含まれていた。論文に書かれている研究のどの部分に，どれほどの NIH の資金が使われていたのかは不明であるが，武漢ウイルス研究所で，新しいキメラウイルスが合成されていたことと，それと関連する研究に NIH の資金が使われていたことは間違いない。

もともと，P3CO 枠組みでは，「病原体の感染性や致死性を高めると合理的に予測できる研究」が規制の対象となっていた。エコヘルス・アライアンスの研究計画に記されている実験は，先行研究において，病原性が低下することが示されていた。また，合成されるウイルスも，それほど進化的にコウモリのコロナウイルスから遠く離れていないとされていた。ゆえに，エコヘルス・アライアンスの研究計画は，P3CO 枠組みの規制の対象にはならなかったのである。

一方で，エコヘルス・アライアンスは，NIH だけではなく，アメリカ国防総省の国防高等研究計画局（Defense

Advanced Research Projects Agency: DARPA）からも研究資金を得るために，2018 年，研究計画を提出していた[19]。「Project DEFUSE」と名づけられたプロジェクトには，武漢ウイルス研究所も参加することになっていた。

「Project DEFUSE」の研究計画には，コウモリから検出されたコロナウイルスに「フーリン切断部位（furin cleavage site）」を組み込むという実験が含まれていた。「フーリン切断部位」とは，「フーリン（furin）」というタンパク質分解酵素によって切断された箇所のことである。新型コロナウイルスのスパイクタンパク質上には，この「フーリン切断部位」がある。それによって，新型コロナウイルスのヒトへの感染力が，飛躍的に高まったといわれている。

DARPA は，GOF 実験が含まれているという理由で，「Project DEFUSE」の研究計画を却下していた。ただし，ここで重要なことは，エコヘルス・アライアンスと武漢ウイルス研究所は，2018 年には，新型コロナウイルスのような病原体をつくる研究計画をすでに持っていたということである。DARPA からは，ただ単に，研究資金が提供されなかっただけである。その事実は，漏洩説を支持する専門家たちが，もっとも注目しているところでもある。

漏洩説の根拠とされている別の要因は，武漢ウイルス研究所の安全性の問題である。同研究所には生物学研究における最高度の安全基準を満たす「バイオセーフティ・レベル（Biosafety Level: BSL）4」の実験室が整備されている。しかし，武漢ウイルス研究所でのコロナウイルスの研究は，BSL2 あるいは BSL3 の実験室で行われていたことが明らかとなっている[20]。

5.「ラボ・リーク」のウェブサイト

「ラボ・リーク」のウェブサイトには，漏洩説の根拠として，（表 2）の 5 つの要因が挙げられている。ウェブサイトでは，それぞれの要因についての詳細な説明は掲載されていないが，出典元となっているコロナウイルスパンデミックに関する特別小委員会の報告書（「COVID-19 パンデミックのアフター・アクション・レビュー：教訓と前進」）には，詳細な情報が掲載されているので，そちらの内容を参照しながら考察していきたい[21]。

まず，（1）に関しては，著名な科学ライターであるニコラス・ウエイド氏が執筆した『City Journal』の記事にある次の文が，引用されている。「新型コロナウイルスは，フーリン切断部位を有しているが，これは，そのウイルス科に属する他の 871 種の既知のウイルスには一切見られていない。したがって，この部位は同一ウイルス科内における通常の遺伝物質の交換によって獲得されたものではない」。

（2）については，分子生物学者であるアリーナ・チャン博士が執筆した『The New York Times』の記事に掲載されている次の文が，引用されている。「既存の遺伝子データと初期症例データは，既知の新型コロナの症例が，1 回限りのウイルスの侵入に起因する可能性を示しており，武漢市場での発生はウイルスが既にヒト間で循環した後であった可能性が高い」。また，（3）については，2021 年 10 月に国務省が作成した「ファクト・シート」が証拠として示されている[22]。

（4）については，同じく国務省の「ファクト・シート」から次のような文が引用されている。「アメリカ政府には，2019 年秋，武漢ウイルス研究所内の複数の研究者のあいだで，新型コロナが発症していたと信じるに足る理由がある。これは，最初の感染例が確認される前の時期であり，症状は新型コロナと一般的な季節性疾患の両方に合致するものであった」。この結論をサポートする資料として，国家情報長官室の評価レポートの内容にも言及されている。

（5）としては，新型コロナの発生が動物由来であるとす

表 2　漏洩説の根拠とされている 5 つの要因

（1）	このウイルスは，自然界では見られない生物学的特性を持つ。
（2）	データは，すべての新型コロナの症例がヒトへの単一の侵入に起因することを示している。これは，複数の動物由来感染事例があった過去のパンデミックとは対照的である。
（3）	武漢には中国随一の SARS 研究施設があり，不十分なバイオセーフティ・レベルで GOF 研究を実施してきた実績がある。
（4）	武漢ウイルス研究所の研究者らは，2019 年秋に新型コロナに似た症状で体調を崩していた。これは，ウェットマーケットで新型コロナが発見される数ヶ月前のことである。
（5）	もし，自然起源の証拠があれば，科学のほぼあらゆる手段で，すでに明らかになっているはずである。しかし，そうではない。

る研究論文の妥当性を否定する専門家らのコメントが引用されている。それらの専門家のなかには，ラルフ・バリック教授や微生物学者のイアン・リプキン教授が含まれている。また，「(新型コロナの発生が動物由来であるとする研究論文が，) 自然起源説を決定的に証明するものではない」というホールデン・ソープ博士（『Science』の編集長）のインタビューも掲載されている。

「ラボ・リーク」の出典元となった報告書の情報は，いずれも専門家のコメントや報告書の内容を引用したものばかりである。漏洩説を決定づける新しい証拠は示されていない。しかし，ここで重要なことは，アメリカ政府が，漏洩説を，もっとも有力な仮説として位置づけたことである。その事実は，アメリカ政府の今後の政策にも反映されていくであろう。

6. おわりに

アメリカでは，自然発生的な感染症や生物兵器攻撃に備えるための医学研究に巨額の資金が注ぎ込まれてきた。そのような状況のなか，1つの研究トレンドとして，GOF研究が行われるようになった。しかし，現在は，そのGOF研究が原因で，新型コロナウイルスによるパンデミックが起きた可能性がある，と考えられている。

つまり，パンデミックに備えるための取り組みを強力に推し進めた結果，パンデミックが起きてしまったかも知れない，ということである。その全体的な構図を見れば，アメリカ政府のこれまでの政策が正しかったのかどうかを，問いただす必要があるだろう。その他にも，国際的な共同研究のリスク，病原体を用いた研究のグローバルな監視体制の必要性，バイオセーフティの強化など，漏洩説をめぐる議論によって，さまざまな問題が浮き彫りとなった。

あくまで，現在のところ，漏洩説の真偽は明らかになっていない。おそらく，今後，数年間は，その真偽が明らかになることはないであろう。しかし，漏洩説を，もっとも有力な仮説と位置づけている限り，アメリカ政府は，それが提示するさまざまな問題と向き合っていかなければならない。その影響は，日本を含めた国際社会全体に広がっていくであろう。

参考文献

1) Qiu, J. The Covid 'lab leak' theory isn't just a rightwing conspiracy – pretending that's the case is bad for science. The Guardian, 2025
2) Pendergrast, M. The Elite Med Squad That Saved You from Anthrax. Foreign Policy, 2010
3) Office of Technology Assessment, United States Congress. Proliferation of Weapons of Mass Destruction: Assessing the Risks. 1993
4) Graham, B., Talent, J. Bioterrorism: Redefining Prevention. Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science. Mary Ann Liebert, 7, 2, 2009
5) Hupert, N., Wattson, D., Cuomo, J., Hollingsworth, E., Neukermans, K., Xiong, W. Predicting Hospital Surge after a Large-Scale Anthrax Attack: A Model-Based Analysis of CDC's Cities Readiness Initiative Prophylaxis Recommendations. Medical Decision Making, 2009
6) Franco, C., Sell, T. K. Federal agency biodefense funding, FY2010-FY2011, Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science. 8, 2, 2010
7) The White House. Biodefense for the 21st Century (HSPD-10). 2004
8) Lister, S. A., Gottron, F. The Pandemic and All-Hazards Preparedness Act (P.L. 109-417): Provisions and Changes to Preexisting Law. CRS Report for Congress, 2007
9) Pandemic and All-Hazards Preparedness Act. 2006
10) The White House. Public Health and Medical Preparedness y (HSPD-10). 2007
11) 天野修司.（連載）ポスト・コロナのバイオセキュリティ：第1回アメリカにおける対抗医薬品事業の変遷. バイオセーフティ, 1, 1, 41-47, 2024
12) Herfst, S., Scharuwen, E. J. A., Linster, M., Chutinimitkul, S., Wit E., Munster, V. J., Sorrell, E. M., Bestebroer, T. M., et al. Airborne Transmission of Influenza A/H5N1 Virus Between Ferrets. Science, 336, 6088, 1534-1541, 2012
13) Imai, M., Watanabe, T., Hatta, M., Das S. C., Ozawa, M., Shnya, K., Zhong G., Hanson, A., et al. Experimental adaptation of an influenza H5 HA confers respiratory droplet transmission to a reassortant H5 HA/H1N1 virus in ferrets. Nature, 486, 420-428, 2012
14) 天野修司.（連載）ポスト・コロナのバイオセキュリティ：第3回デュアル・ユース研究とパンデミックの潜在性がある病原体について. バイオセーフティ, 1, 3, 26-32, 2024
15) Department of Health and Human Services. Framework for Guiding Funding Decisions about Proposed Research Involving Enhanced Potential Pandemic Pathogens. 2017
16) Menachery, V. D., Yount Jr, B. L., Debbink, K., Agni-

hothram, S., Gralinski, L. E., Plante, J. A., Graham, R. L., Scobey, T., et al. A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. Nature Medicine, 21, 2015
17）Wade, N. The origin of COVID: Did people or nature open Pandora's box at Wuhan? Bulletin of the Atomic Scientists, 2021
18）Hu, B., Zeng, L., Yang, X., Ge, X., Zhang, W., Li, B., Xie, J., Shen, X., et al. Discovery of a rich gene pool of bat SARS-related coronaviruses provides new insights into the origin of SARS coronavirus. PLOS Pathogens, November 30, 2017
19）EcoHealth Alliance. Project DEFUSE: Defusing the Threat of Bat-borne Coronaviruses. 2018
20）Reply to Science Magazine. https://www.science.org/pb-assets/PDF/News%20PDFs/Shi%20Zhengli%20Q&A-1630433861.pdf
21）Select Subcommittee on the Coronavirus Pandemic. After Action Review of the Covid-19 Pandemic: The Lessons Learned and a Path Forward. 2025
22）Department of State. Fact Sheet: Activity at the Wuhan Institute of Virology. 2021

Biosecurity in the Post Covid-19 World
Part 6. The Logic behind the Lab Leak Theory

Shuji Amano

Faculty of Health Sciences, Nihon Institute of Medical Science

Abstract　The United States has been intensively promoting preparedness for bioterrorism and naturally occurring infectious diseases. In particular, substantial funding has been allocated to basic research on technologies for early detection and development of medical countermeasures. One research trend that emerged from this movement is so-called Gain of Function (GOF) research. However, it is now recognized that the GOF research may have led to the Covid-19 pandemic. In other words, a pandemic may have occurred as a result of strong support to prepare for a pandemic. This is the logic behind the debate over the lab leak theory. Although often overlooked, it is essential to understand this broader context in order to analyze future trends in the U.S. or the international community.

Key words：Gain of Function Research, COVID-19, Biosafety, Pandemic, Lab Leak

講　　座

慢性感染症としての抗酸菌症とその免疫応答
第３回（最終回）　抗酸菌感染に対する予防・診断・治療とその新規開発

阿戸　学

国立健康危機管理研究機構　国立感染症研究所　ハンセン病研究センター

要旨：19 世紀後半に，慢性感染症である結核やハンセン病の病原菌である抗酸菌が発見された際には，急性細菌感染症と同様に，ワクチンや血清療法などによりこれらの疾患の制圧が期待されたに違いない。しかし，コッホをはじめとして，抗酸菌に対する治療法確立は失敗の連続であり，効果のある治療薬やワクチンが本当の意味で確立し，普及したのは第二次世界大戦後であった。現在もなお，BCG の有効性の程度については確固とした国際的見解はない。その理由は，抗酸菌に対する免疫応答機序が明らかになっていないことと，科学的知見に基づいた予防，診断，治療に使用可能なバイオマーカーが確立していないということによる。しかし，抗酸菌に対する免疫応答の研究から，訓練免疫という新しい免疫学的コンセプトが登場するなど，抗酸菌免疫に対する科学的理解が，抗酸菌症の新規予防，診断，治療薬への開発につながることを期待している。

キーワード：抗酸菌，結核，ハンセン病，慢性感染症，潜伏感染，休眠，再燃

1. はじめに

前回は，慢性感染を引き起こす抗酸菌に対抗する免疫の分子機構と菌による免疫回避のせめぎあいを取り上げた。この複雑な宿主免疫と菌の相互作用が，抗酸菌による疾患の病態を把握困難にするとともに，有効な予防法，診断法，治療法の開発を阻んできた。その中でどのようにしてこれらの発見・開発が行われてきたのかを概説し，抗酸菌感染及び免疫の理解が進む中で，新規予防法，診断法，治療法の開発に関する展望を紹介したい。

2. 抗酸菌感染症に対する診断・治療法開発の歴史

19 世紀後半に感染症対策が近代科学として発展した主な理由は，高解像度を持つ顕微鏡の開発による病原微生物の発見とその培養法の確立である。また，培養条件を変更することによって，病原性を消失または減弱する病原体株が得られることも見出された。そして，そのような弱毒または無毒株を動物に接種すると，感染症に感染して得られる免疫とほぼ同等の強さを持つ免疫が付与されることも判明した。18 世紀末の種痘の確立以来，科学的に有効であることが証明されたワクチンの開発成功はなかったが，この時期になって，感染症の予防方法としてこれらのワクチン開発が一斉に花開いたのである。その中心となったのが，フランスのルイ・パスツールとドイツのロベルト・コッホであった。当時，ヨーロッパでは重大な社会問題になっていた結核の原因に関して，フランスのヴィルマンとドイツのウィルヒョウの間で，感染症か細胞刺激の結果であるか，激しい論争が続いていた。

1882 年 3 月 24 日ベルリン生理学会で，コッホは結核菌が結核の原因菌であることを発表し，のちに微生物を感染症の病原体と同定するために必要な三条件（Koch's postulate）について説明した。そして，日本では「コッホの三原則」と呼ばれている原則は，感染症研究の基本となったのである[1)]。コッホが結核菌を患者検体から同定することができたのは，結核菌に対する染色法を発見したことが大きい。これは，第 1 回で述べた，抗酸菌が細胞壁に大量の脂質を保有するという特徴により，そのような細菌がもつ抗酸性という，染色時に酸やアルコールで脱色されにくい性質を発見できたことに帰する。これによって，結核およびハンセン病の細菌学的検査診断が可能になったのである。

1890 年，第 10 回万国医学会において，コッホは結核菌の培養濾過液であるツベリクリンを結核の特効薬として発表し，世界中を熱狂の渦に巻き込んだ。結核罹患モルモットの皮下に純培養結核菌を接種すると，接種部位に激しい免疫応答が起こるといういわゆるコッホ現象の発見に基づいてツベルクリン療法の着想を得たとしている。すなわち，ツベリクリンは培養結核菌に対して殺菌効果を持つことはなく，結核感染部位に人工的に壊死を生じさせて菌の増殖を阻害し殺菌させるという機序が説明されていた。こ

うして世界中でツベルクリン療法が始められたが，開始間も無く，有効であるという報告に加えて，無効，あるいは有害であるというものまで様々であった。我が国でも，1891 年にツベルクリンの臨床研究が行われているが，その際には効果はほとんど認められなかった。一方，コッホ研でツベルクリンの動物実験を行っていた北里柴三郎は，帰国後 1893 年土筆が丘養生園（後の北里研究所病院）を開設し，その付属研究所でツベルクリンの治療研究を開始した。抗酸菌症は慢性感染症であり，明確な特異的症状はなく，免疫応答の強弱によって軽快・増悪を繰り返すことは第 2 回でも述べたとおりである。したがって，治療介入が真に有効なのか自然経過の変動を観察しているのに過ぎないのかどうかは，精密な実験デザインを必要とする。しかし，コッホ，北里を含めほとんどの結核臨床研究では的確な対照群や効果判定基準を事前に設置しておらず，これがツベルクリン治療効果は認められないという結論に長期間を要した一因となった[2)]。

しかし，ツベルクリン治療研究は無駄ではなく，診断薬開発に輝かしい成果を残した。1908 年アレルギーの名付け親でもあるオーストリアのフォン・ピルケは，結核患者にツベルクリンを経皮的に接種すると，コッホの発見と同様に全身，結核病巣，または接種局所にアレルギー（＝免疫）反応が起こることを確認した。さらに，健康な子供にツベルクリンを接種しても，アレルギー反応を起こす子供が多数存在することを見出した。このことは，結核菌が感染しても，必ずしも発症しないヒトが多数存在すること，その場合もツベルクリンに対してアレルギー反応が起こり，これを用いて結核菌への曝露または感染の有無を判断できる手法が確立することを意味する。現在使用されている接種法は，米国のマントーが独立に考案した皮内接種法で，T 細胞性免疫の一種である IV 型（遅延型）アレルギーを接種部位の発赤または硬結で判定する方法であるが，慢性感染症の有無を免疫応答で判定する診断法が，免疫機序の解明が未だなされていない時代に確立したことは興味深い。ただし，ツベルクリン反応は BCG 接種による免疫反応と結核感染の反応は原理上区別できない。この問題を解決するため，BCG にはなく結核菌群が持つ遺伝子領域から産生されるタンパク質（後述）由来ペプチドを末梢血単核球に添加して，結核菌特異的 T リンパ球からの IFNγ 産生を測定する検査法（Interferon-γ Releasing Assay: IGRA）が登場し，現在の結核診断法の主流となっている。

ツベルクリン療法が期待されたような効果を上げなかったこととも関連し，より完全な抗 原である結核菌それ自身を用いて免疫療法を行う試みがなされた。我が国では，有馬，大縄らはヒト型結核菌を継代培養し，脂質の乏しい弱毒株 AO 株を得て，治療及びワクチン候補として治験が行われた。これ以外の結核治療法開発の試みは数えきれないほど存在する。結果的に効果が認められたものはなかったが，有名で長期間使われたものとして，カルシウム製剤があり，有害ではないものの明確な効果は認められないまま 20 年以上使用された。また，コッホがシアンと重金属の化合物が結核菌の増殖を阻害すると報告したことを発展させ，1915 年北里研究所の古賀がシアンと銅の錯塩シアノクプロールを結核とハンセン病両方の特効薬として発表し，Lancet 誌にも取り上げられるなど，世界から注目された。しかし，ツベルクリンの治療効果と同様，多数の追試にもかかわらず有効性は再現されなかった。この反省により，1923 年デンマークのモルゴーがチオ硫酸金塩サノクリジンによる結核治療法を提唱した際には，我が国に導入される際に「結核新治療法評価委員会」が，結核治療薬の客観的な病理学的評価法を確立した動物実験及び治験を行い，サノクリジンは治療効果なしとの判定を行った。結局，真の結核治療薬は 1948 年のストレプトマイシンを端緒とする化学療法剤の登場を待たなければならなかった[2)]。単剤治療では薬剤耐性結核菌が容易に発生するため，結核治療の基本は多剤療法と投薬コンプライアンスを維持することとなっている。

ハンセン病の治療薬として古くから使用されてきたのは大風子油である。これは，Hydnocarpus 属の樹木の種子より得られる脂肪油で，主に注射による投与が行われた。殺菌効果よりは自然免疫応答を強く誘導することによる，菌の排除がその機序であると考えられていた。短期的な治療効果は 50–80% 以上と言われ，欧米で大風子油治療が普及すると，患者の強制隔離は不要ではないかという意見も国際会議等で出されていた。しかし，治療患者のほとんどが再発することがわかり，当時の最も有効な治療薬であることは間違いないとしても，1940 年代にスルフォン剤であるプロミンが開発されるまで特効薬の登場を待つことになる[3)]。

3. 抗酸菌感染症に対する予防法開発の歴史

1900 年，結核が蔓延する北フランスのリールにパスツール研究所の支所が開設され，カルメット所長と獣医師のゲランは，牛結核菌を無毒化できれば，結核生ワクチンとして応用できるのではないかと考えていた。当時は結核菌を安定して培養する手法が確立しておらず，結核生ワクチンの確立は困難であると考えられていた。1908 年，ゲランは結核菌培養に必須な菌由来脂質を添加する手法として，牛胆汁とグリセリンを添加した馬鈴薯培地を考案し，1902 年にノカールが分離した牛結核菌を培地で継代培養し，新生仔牛への経口感染によって，培養菌の病原性を評価し

た。菌は徐々にその病原性を数カ月かけて失っていき，その後，この培養菌コロニーの形態学的・病理学的特性が安定するのが確認され，1915 年には，菌株を接種した様々な動物種に対する結核感染予防効果が確認された。1921 年，一人の結核患者が出産後死亡し，その新生児に生後まもなく BCG が接種された。当時結核患者からの新生児の感染確率は非常に高かったにも関わらず，その新生児は結核を発症せず，副作用も認められなかった。これによって人での結核予防効果が認められたのである。牛結核菌由来の人工的無毒化菌株「カルメットとゲランのバチルス（Bacille de Calmette et Guérin : BCG）」の誕生であり，それまでの継代数は 231 代と報告されている。さらに，1924 年パリのシャリテ病院での臨床試験結果報告で，予防効果の確定がなされると，世界中からワクチンの供給申し出が殺到し，パスツール研究所内に BCG 製造普及センターが設立された（図 1）。

我が国でも 1924 年志賀潔がパスツール研究所より BCG の提供を受け，先に述べた結核新治療法評価委員会が，BCG の予防効果を認定した。ちなみに，この際に同じく調査された AO 株は予防効果なしと判定された。カルメットの原法に忠実に従った継代培養によって引き継がれた日本の BCG 株は，1938 年の日本学術振興会第八小委員会で実施された大規模治験の良好な結果を受けて，1939 年に設立された財団法人結核予防会に譲渡され，予防会の製造室で BCG ワクチンの大規模製造が行われたのち，1942 年から国民学校修了後就職希望者に対して集団接種が導入された。1947 年国立予防衛生研究所（予研）が設立され，BCG を含むすべてのワクチンは国家検定が義務付けられた。この過程で，予防会から予研に BCG が譲渡され，予研でも原法どおりの継代培養を繰り返すことによって BCG 株を維持・管理することになった。予研でのウシ胆汁グリセリン馬鈴薯培地継代数が 172 代目の培養菌を凍結乾燥した BCG Tokyo 172 株がワクチン製造のシード・ロットに採択され，1981 年以降は初代の BCG Tokyo 172 株から拡大製造された BCG Tokyo 172-1 株がシード・ロットとなり現在に至っている。



図 1　パスツール研究所リール支部で BCG を開発したカルメットとゲラン

パスツール研究所リール支部長アルベール・カルメット（中央：白衣を着ていない）と獣医師カミーユ・ゲラン（カルメット向かって左隣）とは，BCG ワクチンの発見者であり，BCG チームとで撮影された（© Institut Pasteur）。

ゲノム解析が発達し，結核菌および BCG の全ゲノム配列が解明された。すべての BCG 株は親株ノカール株が保有する Region of Difference 1: RD-1 といわれる遺伝子領域を欠損している。この領域には病原性に関与するタンパク質 ESAT-6 および CFP-10 とその分泌装置である ESX-1 が含まれており，BCG 弱毒化の根拠とされている。BCG は分与された各国で継代を続けられたことと，カルメットの原法の培養法が守られなかったため，亜株間で様々な変異が生じて免疫原性も異なっている。BCG Tokyo172 株は上記の通り原法を忠実に守っているため，親株に近いとされている。

WHO が主導する BCG 接種プログラムによって世界各地で接種が行われたが，有効性についてはプログラムによって様々であった。全体的にみると，小児に対する有効性は高く，おおむね 80% 程度の有効率であるが，無効とする報告もある。また，成人に対する有効性は小児より低く，最大でも 50% 程度とされる。この理由として，BCG の予防効果は，免疫応答を活性化させることによる，結核の一次感染後の血行性およびリンパ行性の全身播種を防ぐことが大きいといわれる。そのため，小児結核や粟粒結核への予防効果は高いが，成人に対する予防効果や潜伏感染からの再燃を阻止する効果は比較的低いとされる。各調査で BCG の有効性が異なる理由としては，結核に対する防御免疫の誘導が個人や人種間でさまざまであること，第 2 回で触れたように一旦結核に感染して潜伏感染となった場合は，結核に対する免疫の修飾が起こり，BCG の再接種で誘導される免疫や結核再感染で誘導される免疫には，個人間でも，同一個人の継時的な変化でも大きな多様性が認められうる。さらに，環境中には非結核性抗酸菌が多数存在し，その菌種分布は地域でまちまちであるため，暴露の影響も結核に対する免疫状態に大きな影響を及ぼしうる。これらの理由により，BCG を含めた結核ワクチンの評価は特に成人で困難で，かつ有効性に大きな幅を持つと考えられている。このため，現在の成人の結核予防としては，抗結核剤の予防投薬が主流である。

ハンセン病に対しても同じ抗酸菌による疾患であることから，BCG が有効であると考えられ，WHO による BCG の接種プログラムが行われた。これは接種群と非接種群で

のハンセン病の発症率を評価するものである。有効とする報告から全く無効とするものまでさまざまであるが，WHO のサマリーでは 60% の有効率で，若年者ほど有効性が高い，また再接種の効果は認められないという，結核とほぼ同等の成績となっている。以上より BCG もハンセン病予防に一定の効果はあるとされている。

4. BCG の免疫作用機序

体内に摂取された BCG は，接種局所の自然免疫細胞である，好中球，マクロファージ，樹状細胞に認識される。細胞壁に含まれるペプチドグリカン，トレハロースジミコール酸やリポアラビノマンナンなどを認識して活性化した皮膚樹状細胞は，リンパ節に遊走して，取り込んだ BCG 抗原を T リンパ球に提示し，CD4 陽性 T リンパ球を Th1 細胞に分化させて，結核菌防御に必要な IFNγ や TNF の産生を誘導するとともに，CD8 陽性キラー T リンパ球を活性化し，感染細胞の排除を促進する。同時に B リンパ球も活性化させ，BCG 抗原特異的抗体を産生させる。BCG 抗原の残存と記憶免疫の維持により BCG は 10～15 年の有効期間を持つとされる[4]（図 2）。

BCG 接種プロジェクトにより BCG を接種した発展途上国の小児は，下痢症や肺炎の死亡率が低いこととから，BCG が幅広い感染症に対して予防効果を持つことが示唆されてきた。オランダのネテアらは，再感染の際に，非特異的であるはずの自然免疫が増強して，感染防御効果を示すという「訓練免疫」を提唱した[4]。ヒト成人に BCG を接種すると，末梢血単球は炎症性サイトカインの産生能が亢進する訓練免疫単球の表現型に変化し，黄色ブドウ球菌やカンジダに対する感染抵抗性が上昇する。同時に，NK 細胞もこれらの病原菌または結核菌に反応して炎症性サイトカインである IL-1β や IL-6 を産生するようになる。この訓練免疫の効果は 3 ヶ月ないし 6 ヶ月持続する。また，これらの訓練免疫は T リンパ球や B リンパ球などの獲得免疫系とは全く非依存的に起こることが示されている[5]。

この訓練免疫誘導の分子機序として，エピジェネティックな免疫再構成，特にヒストン修飾が重要だとわかってい

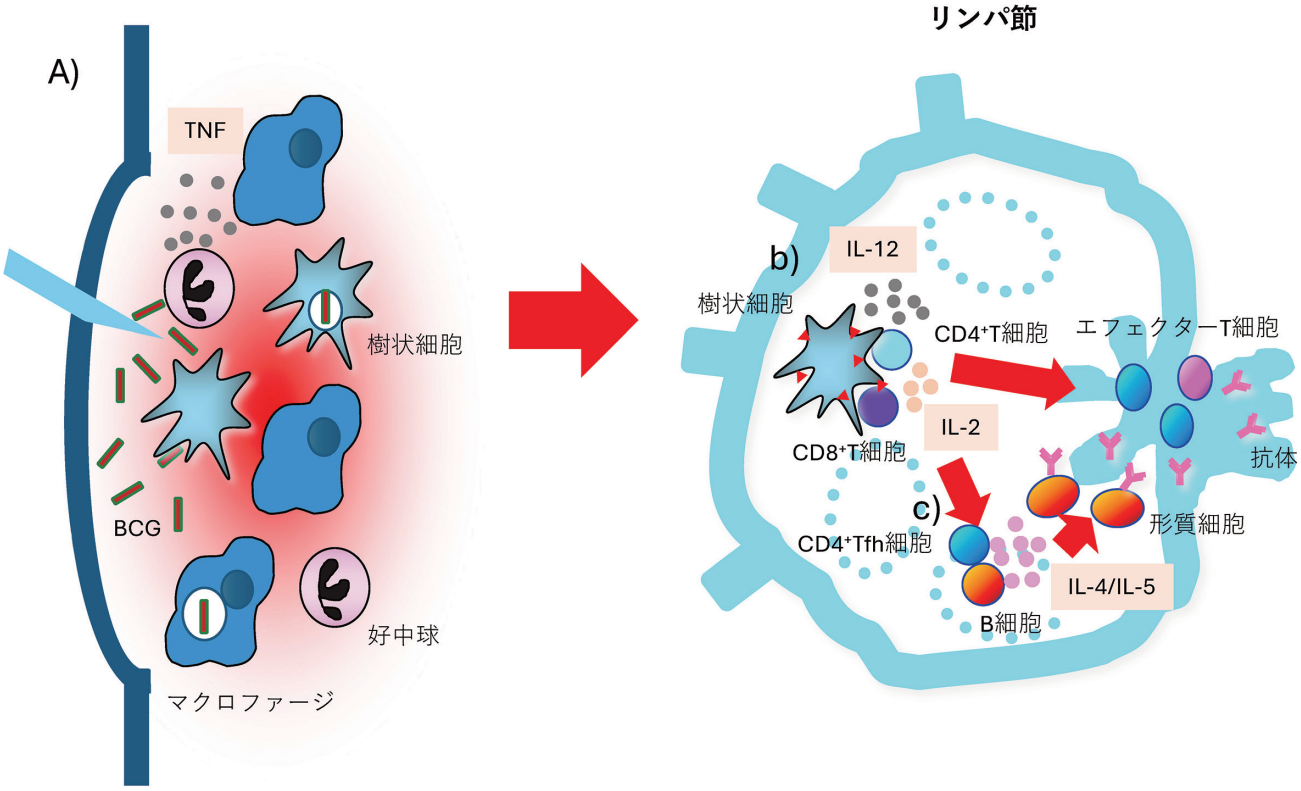


図２　新生児における BCG ワクチン接種後に誘発される免疫応答

（A）接種部位における好中球，マクロファージ，および樹状細胞による BCG の認識後，（B）活性化された皮膚樹状細胞は，所属リンパ節へ移動し，獲得免疫応答を活性化させる。Th1 抗酸菌抗原特異的 CD4+ および CD8+ T 細胞の分化と活性化が生じる。（C）B 細胞の活性化は，BCG 抗原の存在に応答して，記憶細胞および形質細胞の生成，ならびに抗原特異的抗体の産生につながる。エフェクター細胞と抗体は全身を循環し，記憶 T 細胞および B 細胞はリンパ節に留まる。（文献 5 を改変）

る。ヒストン修飾とは，ヒストンのアルギニン残基またはリジン残基が 1 個ないし 3 個のメチル基が付与することによって，遺伝子発現の促進または抑制を起こすことである。BCG 接種により末梢血単球には，ヌクレオソームを構成する 8 個のヒストンのうち，ヒストン 3 の 4 番目のリジン残基のトリメチル化（H3K4me3）が，TLR4，IL-6，TNF 各遺伝子のプロモーター領域で増加する。これとは逆に，抑制系のヒストン修飾である H3K9me は BCG 暴露によって頻度が低下し，IL-6，TNF，IL-1β 各遺伝子発現の抑制が解除される（図 3）。これらのヒストン修飾により単球での PAMPs 刺激応答性と炎症性サイトカインの産生が亢進すると考えられている。

5. 新規結核予防，診断，治療法の開発状況

世界の結核の罹患率の減少は極めて緩やかで，承認されている結核ワクチンは BCG のみである。しかし上記のように BCG には多数の問題点がある。このため，WHO が掲げる 2030 年の End TB Targets を達成するためには，すべての地域で，すべての年齢層に有効な結核ワクチンの開発が急務とされている。主として遺伝子改変による改良 BCG や遺伝子欠損結核菌，不活化抗酸菌，ウイルスベクターに結核抗原遺伝子を組み込んだもの，結核菌由来リコンビナント蛋白など，ありとあらゆるプラットフォームで，小児から成人までさまざまな年齢層を標的とした，感染予防，発症阻止から，再燃の予防，治療期間短縮などさまざまな効果指標を持ったワクチンが開発，治験，市場後評価の段階にある [6]。この中でも有望視されているものの一つとして，MTBVAC を取り上げたい。

MTBVAC はスペインのサラゴサ大学で作製された，*phoP* および *fadD26* 遺伝子欠損弱毒結核菌生ワクチンである。*phoP* 遺伝子は結核菌の病原因子で，転写因子 PhoP をコードし，PhoP/PhoR 二分子制御系で結核菌遺伝子発現の 2–4% を制御し，多数の病原因子が含まれている [7]。*phoP* 遺伝子欠損により，結核菌の病原因子で免疫原性の高い ESAT-6 は産生されるものの菌外への分泌は阻害されるため，病原性を発揮することなく免疫原性が保たれるようになっている。また，*fadD26* 遺伝子は Phthiocerol dimycocerosates（PDIM）の合成に必須で，PDIM は細胞壁の構造を保つとともに，病原因子として重要であることが知られている。この 2 遺伝子を破壊することで 100 あまりの病原因子の発現を阻害して安全性を担保する一方，結核菌の抗原産生は保たれているため，BCG などに比べてより有効である可能性があるとされている。動物実験 POC はすべて終了し 2021 年から南アフリカでの治験が始まっている。

診断法としての IGRA は，プロトタイプから数度の改良が加えられている。結核菌抗原が追加されるとともに，従来の CD4 陽性リンパ球に加えて CD8 陽性リンパ球を刺激可能なペプチド抗原も追加され，より高感度に結核の診断を可能にした結果，反応が弱い小児，高齢者，免疫不全症患者の結核に対する診断の向上が期待されている。

治療については，結核流行国で抗結核薬 4 剤による標準

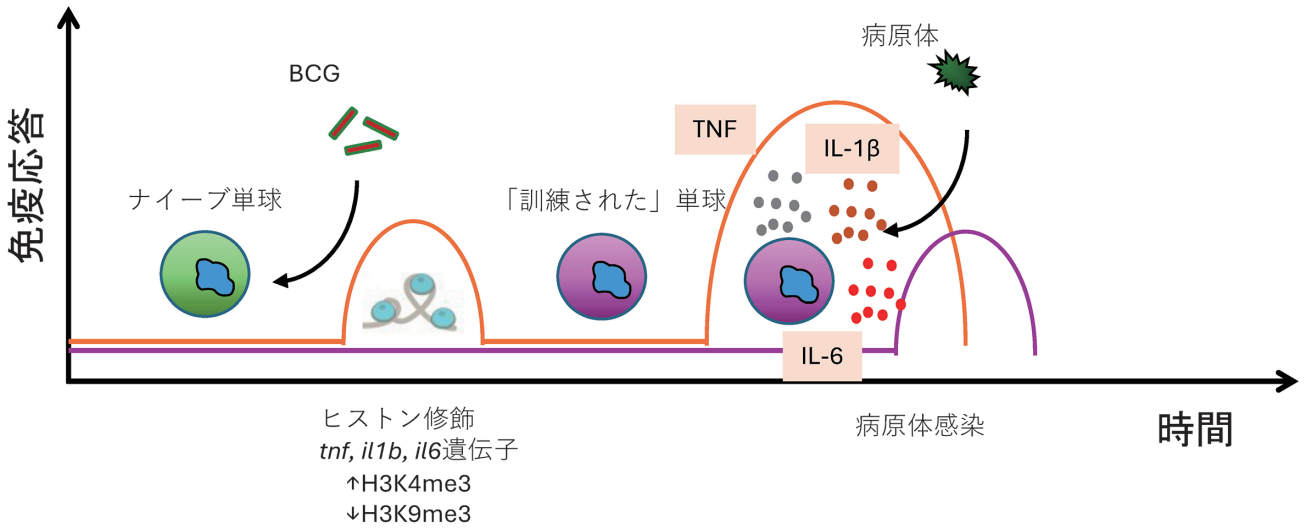


図 3　BCG ワクチン接種による訓練免疫の誘導

BCG ワクチン接種は自然免疫系を活性化し，自然免疫細胞内の特定遺伝子のヒストン修飾パターンを変化させる。このクロマチン再編成は細胞内に「訓練された」状態を誘導し，病原体に曝露された際の非特異的自然免疫反応の速やかでかつ活性化を促し，TNF，IL-1β，IL-6 などの炎症性サイトカインの分泌を促進する。オレンジは訓練免疫の応答を，紫は通常の自然免疫応答を表す。（文献 5 を改変）

治療の治癒率が 85% に達していることから，薬剤感受性結核に対する新規治療薬が成功するハードルは高い。しかし，薬剤耐性結核は死亡率，再発率が高く治療期間も長くなること，また，新規薬剤が使用されても，やがて当該薬剤に対する耐性菌の出現は防げないため，新規治療薬の開発は必須である。免疫を利用した治療薬で実用段階となったものはないが，治療用ワクチンの開発が精力的に進められている。

6. おわりに

抗酸菌感染症はすべて慢性感染症であり，その免疫機構は複雑で，かつ，慢性感染症の経過中にさまざまに変化し，その解析は困難である。診断が困難で，治療は長期に渡り，発症した際にはすでに感染から長期間が経過しているため，公衆衛生的な対応も難しい。新規結核ワクチンの開発を困難にしているのは，疾患としての困難さに加えて，1）感受性者を的確に判断，2）結核発症を予知可能，3）防御免疫の獲得，これらを評価可能なバイオマーカーが未だに見出されていないことによる。これらがないため，ワクチンの評価は罹患率の低下を評価ポイントに設定するしかなく，慢性感染症である結核やハンセン病の場合，数年から 10 年の評価を必要としてしまう。免疫学の進歩と抗酸菌感染症における病態と免疫機構の解明が，これらの改善とさまざまな未解決の問題にとりくむためには必須と思われる。

参考文献

1）Historical perspectives centennial: Koch's discovery of the tubercle bacillus. MMWR, 31, 121–123, 1982
2）岩崎達郎．明治 20 年代以後の我が国の結核予防 , 診断，治療の諸問題に関する史的展望（その 2）．結核，191．399–407，1982
3）犀川一夫．ハンセン病政策の変遷．沖縄県ハンセン病予防協会，1999
4）Netea, M.G., Joosten, L.A., Latz, E., Mills, K.H., Natoli, G., Stunnenberg, H.G., O'Neill, L.A., Xavier, R.J. Trained immunity: a program of innate immune memory in health and disease. Science, 352, 1098, 2016
5）Covián, C., Fernández-Fierro, A., Retamal-Díaz, A., Díaz, F.E., Vasquez, A.E., Lay, M.K., Riedel, C.A., González, P.A., et al. BCG-induced cross-protection and development of trained immunity: implication for vaccine design. Front Immunol., 10, 2806, 2019
6）STOP TB Partnership. https://newtbvaccines.org/.（2025 年 8 月 30 日閲覧）
7）Arbues, A., Aguilo, J.I., Gonzalo-Asensio, J., Marinova, D., Uranga, S., Puentes, E., Fernandez, C., Parra, A., et al. Construction, characterization and preclinical evaluation of MTBVAC, the first live-attenuated M. tuberculosis-based vaccine to enter clinical trials. Vaccine, 31, 4867–4873, 2013

Lecture (Serial) Immune response in Mycobacterial Diseases as Chronic Infectious Diseases Part 3. (the last) Novel Approach for Prevention, Diagnosis, and Treatment against Mycobacterial Infections

Manabu Ato

Leprosy Research Center, National Institute of Infectious Diseases, Japan Institute for Health Security

Abstract In the late 19th century, when Mycobacteria were discovered, it was hoped that these chronic infectious diseases, such as tuberculosis and leprosy, could be controlled through vaccines and serum therapy, much like acute bacterial infections. However, attempts to develop treatments for acid-fast bacilli by Koch and following scientists, were met with repeated failure. It was not until after World War II that truly effective therapeutic drugs and vaccines for tuberculosis and leprosy were established and widely adopted. Even today, there is no solid international consensus on the effectiveness of BCG. There seems to be two reasons; first, the precise immune mechanisms against Mycobacteria remain unclear; second, practical biomarkers for prevention, diagnosis, and treatment based on scientific evidence have not yet been established. However, research on the immune response to Mycobacteria has led to new immunological concepts, such as trained immunity. Therefore, we anticipate that a better scientific understanding of Mycobacterial immunity will lead to novel preventive vaccines, diagnostic tools, and therapeutic drugs for Mycobacterial infections.

Key words：Mycobacterium, Tuberculosis, Leprosy, Chronic Infection, Latent Infection, Dormancy, Reactivation

日本バイオセーフティ学会　海外派遣支援事業と派遣者募集のご案内

篠原克明[1)]，前田秋彦[2)]

[1)] 日本バイオセーフティ学会　国際委員会委員長，[2)] 日本バイオセーフティ学会　理事長

日本バイオセーフティ学会の事業につきましては，日ごろからのご協力ありがとうございます。
本学会では，下記企画主旨に基づき海外を対象とした派遣等に係る費用の一部支援を実施しております。
本年度は支援総額を 400,000 円とし，支援件数は 1 件といたします。
この度，募集締め切りを本年 12 月 5 日（金）まで，延長いたします。
また，未会員の方は日本バイオセーフティ学会会員になっていただくことで本事業へ募集いただけます。
大学，研究機関，関連企業など業種に限らず，積極的なご応募のほど，よろしくお願い申し上げます。

1. 企画主旨

新型コロナウイルス感染症やエボラウイルス感染症，サル痘，豚熱の拡散などの感染症対策は，当該国のみならず国際的かつ総合的な対策が求められています。

感染症対策は，単なる医療対策のみならず，関連する検査，研究，製薬・ワクチンなどの多くの分野の協力が必要であり，かつそれらの品質保証と信頼性，安全性の確保が必須です。

そのような中，感染症対策の一環としてのバイオセーフティ・バイオセキュリティの社会的重要性と国際的な協調性も改めて認識されたものと思われます。

このような社会的環境のもと，日本バイオセーフティ学会活動の基幹となるバイオセーフティ・バイオセキュリティに関する最新の国際的動向並びに関連情報などの入手のため，積極的な海外学会への参加，関連分野の施設訪問並びに海外機関（米国 CDC など）や関連研究者などとの交流を支援する本事業を実施することと致しました。

本事業による主な派遣先としては，IFBA（International Federation of Biosafety Associations：国際バイオセーフティ連合），米国バイオセーフティ学会（ABSA International：The Association for Biosafety and Biosecurity），欧州バイオセーフティ学会（EBSA：European Biosafety Association），アジア太平洋バイオセーフティ学会（A-PBA：Asia Pacific Biosafety Association）などの関連学会や海外の大学や国公立試験研究機関の施設などがあります。

https://jbsa-gakkai.jp/education-and-training/international-dispatch-program/

2. 応募先

所定の申請書に記載頂き，弊会事務局にご提出願います。
申請書提出先（郵送て送付願います）

〒 305-0003
茨城県つくば市桜 1 丁目 16-2
一般社団法人　予防衛生協会内　日本バイオセーフティ学会事務局
TEL：029-828-6888

3. 応募期日：申請書提出期間

開始：2025 年 9 月 1 日（月）　　締切り：2025 年 12 月 5 日（金）

4. 提出書類

日本バイオセーフティ学会　海外派遣支援申請書

5. 派遣支援金総額
　＊￥400,000 円以内 /1 件

6. 派遣対象件数
　＊ 1 件 / 年

7. 申請者要件
　推薦者及び派遣者は，本学会会員であることといたします。
　未会員の方は日本バイオセーフティ学会会員になっていただくことで本事業へ募集いただけます。

8. 複数名同行派遣の場合
　1 申請書に複数の派遣者を記載可能ですが，1 申請書を 1 件とみなします。

9. 本事業での海外派遣支援事業は，申請者・推薦者個人ではなく貴機関との契約（覚書，経費支払いなど）といたします。

10. 派遣決定後，貴機関としての支援金振込先をご連絡願います。

11. 派遣支援決定後，JBSA 海外派遣支援に係る規程 9 項並びに 10 項に就き，4 ②の覚書の締結と覚書（押印済 2 通）の提出をお願いいたします。
　覚書記載注意事項：派遣者に発生する，事故・災害・犯罪的行為・知的侵害・関連法令への違反などに就き，本学会は一切の責任は負えない旨の覚書を締結頂きます。

12. 派遣者は，派遣終了後，学会誌への寄稿又は本学会主催の講演会・シンポジウム・学術集会いずれかでの報告をお願いいたします。
　詳細及び報告方法につきましては，別途，担当部署よりご相談いたします。

13. 海外派遣期間
　① 2026 年 3 月 31 日までに終了することとします。
　② 基本的に派遣期間の延長は行いませんが，派遣先からの申し出による派遣期間延長などの申請書の内容の変更がある場合は，事前に本会担当委員会の承認を得ることが必要です。

会誌「バイオセーフティ」電子版への移行についてのご案内

杉山和良

バイオセーフティ編集委員会委員長

日頃より会誌「バイオセーフティ」の発行にあたりご支援，ご協力ありがとうございます。

これまで会員の皆様に，年３回，冊子を郵送する形でお届けしてきましたが，**2026 年度より電子版での閲覧**に変更させていただく予定です。

会誌「バイオセーフティ」の全文を，日本バイオセーフティ学会ホームページ内の「会員専用ページ」でご覧いただく予定です。

ログイン方法は以下を予定しています。

■「会員専用ページ」ログイン方法

① 会員専用ページ： https://jbsa-gakkai.jp/members-only/ にアクセスする。

② 会員パスワードを入力してログインする。





電子版での閲覧に移行する際に，あらためてアクセス方法等について会員メーリングリストを通じご連絡いたします。

なお，発行後１年を経過した号については，原則として全文を一般公開しております。どなたでも以下のページより閲覧可能です。

https://jbsa-gakkai.jp/journal/journal-biosafety/

引き続き，会誌「バイオセーフティ」発行へのご支援よろしくお願いいたします。

お 知 ら せ

学術集会

第 24 回日本バイオセーフティ学会 総会・学術集会の開催案内

第 24 回集会を四ノ宮成祥会長（国立感染症研究所）のもと，2025 年 11 月 26 日（水），27 日（木）に戸山サンライズ（東京都新宿区）にて開催します。

参加をご希望の方は参加申込書にご記入のうえ，事務局宛（jbsa-gakkai@primate.or.jp）に送付するか，Google フォームから入力 https://forms.office.com/r/qQNzhdJSW0 してください。

会員の方には会誌「バイオセーフティ」7 月号（No.5）の発送時に参加申込書を同封しておりますのでご利用ください。

詳細については学会ウェブサイトに掲載していますので確認願います。

多数の参加をお願いいたします。

https://jbsa-gakkai.jp/annual-conference-and-symposium/annual-conference-2025/

市民公開講座

市民公開講座「AI の進歩と生命科学研究を考える」の開催案内

2025 年 11 月 28 日（金）13 時 30 分～17 時（第 24 回日本 バイオセーフティ学会総会・学術集会終了の翌日となります。）に戸山サンライズ（東京都新宿区；第 24 回学術集会 と同会場）にて開催いたします。参加費は無料です。（事前登録制，先着 160 名まで）参加登録方法につきましては，学会ウェブサイトにてご確認ください。

https://jbsa-gakkai.jp/event/public-lecture-20251128/

学術企画

病原体取扱施設関係者に向けたリスク評価トレーニングコースについての開催報告

第 3 回トレーニングコースを 2025 年 7 月 15 日（火）午後 1 時～16 日（水）午後 3 時で戸山サンライズ大会議室（東京都新宿区戸山）において，各論 3（取扱い病原体の一次封じ込めとその評価（BSC・施設・設備を中心に））をテーマに開催しました。講師と随時意見を交換しながら，取扱い病原体の一次封じ込めとその評価に係るシミュレーションをグループディスカッションで行いました。受講生は 26 名でした。

第 4 回は 2025 年 10 月 1 日（水）午後 1 時～2 日（木）午後 3 時に同じ会場で，統合（リスクマネジメントの要点及び封じ込めとその評価）について実施しました。バイオセーフティに関わるリスクマネジメントの要点および封じ込めとその評価の全体像把握を行いました。受講生は 17 名でした。

詳細につきましては，本号に「レポート」として掲載していますのでご確認ください。

講習会

2025 年度第 7 回 JBSA 実験室バイオセーフティ専門家講習会の開催報告

延期となっていた第 7 回講習会（2025 年 6 月開催予定）を，2025 年 10 月 16 日（月）～20 日（金）につくばの予防衛生協会にて開催しました。受講生は 17 名でした。プログラム等については学会ウェブサイトにてご確認願います。

https://jbsa-gakkai.jp/event/7-certification-courses/

海外派遣支援事業 派遣者募集および応募（申請）（2025 年度）の案内

本学会では，海外を対象とした派遣等に係る費用の一部支援を実施しております。本年度は支援総額を 400,000 円とし，支援件数は 1 件といたします。

募集締め切りを本年 12 月 5 日（金）まで，延長いたします。

また，未会員の方は日本バイオセーフティ学会会員になっていただくことで本事業へ募集いただけます。

大学，研究機関，関連企業など業種に限らず，積極的なご応募のほど，よろしくお願いいたします。詳細については学会ウェブサイトにてご確認願います。

https://jbsa-gakkai.jp/education-and-training/international-dispatch-program/

理事選挙

今年度は 2026〜2029 年度の理事を選ぶ選挙を実施いたします。理事の半数が改選となります。また，理事会推薦理事は被選挙権を有します。選挙担当理事よりご案内がありますのでよろしくお願いいたします。

投票期間：10 月 14 日〜10 月 24 日

10 月 31 日開票，11 月 26 日の理事会で報告の予定です

投票方法は，郵送による投票の他，WEB 投票も可となっております。

https://jbsa-gakkai.jp/member-20251014/

学会費納入

2025 年度（1－12 月）の年会費 10,000 円（正会員），1,000 円（学生会員）および 30,000 円 / 一口（賛助会員）の納入をお願いします。納入に際しましては 1 月に送付しました「払込取扱票」を用いての払込や指定銀行口座への振込にて納入してください。なお，前年度までの未払いがある場合も同様に納入をお願いします。ご不明な点は学会事務局まで問い合わせてください。

会員情報

新規会員紹介

会　　員：鈴木忠樹（国立感染症研究所），倉橋祐樹（大原薬品工業株式会社），米田純也（味の素株式会社），奥村敦（米国アレルギー感染症研究所 / ロッキーマウンテン研究所），高木顕二（日本エアーテック株式会社）

学生会員：橘毅（東京大学）

学会入会手続

JBSA ウェッブサイトの「学会概要」の入会手続に掲載されている「JBSA 入会申込書」に必要事項を記載の上，学会事務局（E-mail：jbsa-gakkai@primate.or.jp）までメールで送付してください。

会員の所属先・住所・メールアドレス等の変更

所属先・住所・メールアドレス等の変更がある場合は，必ず変更後の情報を学会事務局までメールにて連絡願います。

学会等開催案内

第 24 回日本バイオセーフティ学会 総会・学術集会

会長：四ノ宮成祥（国立感染症研究所）

会期：2025 年 11 月 26，27 日（水，木）

場所：戸山サンライズ（東京都新宿区）

第 68 回米国バイオセーフティ学会（ABSA）年次会議

会期：2025 年 11 月 24－29 日

場所：ローリー，ノースカロライナ

https://absaconference.org

欧州バイオセーフティ学会（EBSA）

2026 年 EBSA 会議およびプレ会議コース

会期：2026 年 6 月 2 日（火），3 日（水）（プレ），6 月 4 日（木），5 日（金）（会議）

https://www.ebsaweb.eu/events/ebsa-event/339/ebsa-conference-2026-and-preconference-courses

販売

JBSA 実験室バイオセーフティガイドライン（第 2 版）の販売

本ガイドラインには実験室バイオセーフティにおけるソフト・ハードの基本的な情報が掲載されており各機関のバイオリスクマネジメントの持続的改善に資するものです。また，実験室バイオセーフティ専門家講習会のテキストとして使用しています。ご購入を希望される方は，学会事務局までご連絡ください。

販売価格（送料別途）学会会員：2,500 円 / 冊，非会員：3,500 円 / 冊

実験室バイオセーフティマニュアル第 4 版 (2020), WHO の日本語版

本編とモノグラフ「リスク評価」について NPO バイオメディカルサイエンス研究会にて日本語翻訳が行われ，2022 年 3 月に朝日新聞出版より出版されました。ご購入を希望される方は，申込フォーム - バイオメディカルサイエンス研究会（npo-bmsa.org）をご覧ください。

会誌「バイオセーフティ」に関する会員のご意見，ご要望等をバイオセーフティ編集委員会または学会事務局までご連絡願います。E-mail：jbsa-gakkai@primate.or.jp

賛助会員

アゼアス株式会社
一般社団法人日本血液製剤機構
株式会社イカリステリファーム
株式会社エアレックス
株式会社生物技研
株式会社日立産機システム
株式会社山下設計
公益社団法人日本ペストコントロール協会
シスメックス株式会社
柴田科学株式会社
タカラバイオ株式会社
ニッタ株式会社
ニッタエアソリューションズ株式会社
日本エアーテック株式会社
日本たばこ産業株式会社

【発行日】　2025 年 11 月 1 日
【発行人】　前田　秋彦　日本バイオセーフティ学会 理事長
【発行所】　日本バイオセーフティ学会　バイオセーフティ編集委員会
　　杉山和良（委員長）
　　天野修司，有川二郎，大沢一貴，北林厚生，小暮一俊，
　　早坂大輔，前田秋彦，三浦詩織，矢島美彩子，吉田一也
【印刷所】　株式会社ソウブン・ドットコム
　　TEL 03-3893-0111　　FAX 03-3893-6611

日本バイオセーフティ学会事務局

一般社団法人予防衛生協会内
〒 305-0003　茨城県つくば市桜一丁目 16 番 2
E-mail：jbsa-gakkai@primate.or.jp
TEL：029-828-6888　　FAX：029-828-6891
https://jbsa-gakkai.jp

The Japanese Journal of Biosafety Vol. 2 No. 3 November 2025 (No.6)

日本バイオセーフティ学会
The Japanese Biological Safety Association