



北海道大学

令和7年度豚熱・アフリカ豚熱・鳥インフルエンザ研修会
令和7年9月29日
長野県畜産協会、長野県松本市、ハイブリッド開催

技術者向け
CSF、ASF、HPAIウイルスの最新知見

北海道大学 大学院獣医学研究院微生物学教室

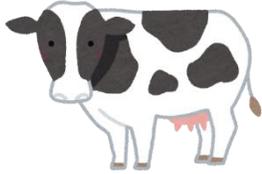


World Organisation
for Animal Health
Founded as OIE

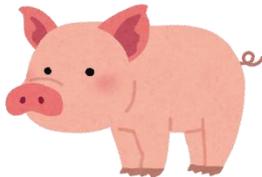
教授 迫田 義博

sakoda@vetmed.hokudai.ac.jp

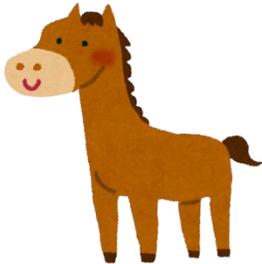
身近ではない 横綱級の 家畜/家禽 の感染症



: 口蹄疫、(牛疫)



: 口蹄疫、アフリカ豚熱、**豚熱**



: アフリカ馬疫馬、伝染性貧血



: 高病原性鳥インフルエンザ、ニューカッスル病

*すべてウイルス感染症

イノシシ ワクチン戦略



1. **プラスチック容器の中身（ワクチン）**
ワクチンウイルスを安く、沢山製造
生態系への安全性
2. **プラスチック容器**
自然に優しい材質
3. **プラスチックの外側**
日本のイノシシが好むエサ
4. **ワクチンの効率の良いまき方**

イノシシ用豚熱経口ワクチンの国産化について

- ・イノシシ用国産豚熱経口ワクチンの開発事業（R2-4年度）を実施。試作品が完成。
- ・R5年度は、試作品の改良、安全性試験、散布実証試験等を事業として実施。

開発事業における主な研究内容

① ワクチン株の開発

- ◆ 経口ワクチンとしての使用に適したワクチン製造用ウイルス株の作出及び経口ワクチンとして投与する際のウイルス量を検討 など

② 国内での使用に適したベイト剤等の開発

- ◆ 国内のイノシシが効率的に経口ワクチンを摂取するよう嗜好性に優れたベイト剤等を検討 など

③ 試作経口ワクチンの効果確認

- ◆ 上記で得られた知見に基づいて、経口ワクチンを試作、摂食した動物での効果を検証 など



イノシシ用国産経口ワクチンの開発

実施研究機関：農研機構（動衛研、食品研、畜産研）、
広島県立大学、共立製薬（株）からなるコンソーシアム

これまでの主な成果

- ✓ GPE株の経口投与による免疫誘導効果を確認。
- ✓ 日本のイノシシに誘引性及び摂食性のある米糠やトウモロコシを主原料するベイト剤及び生分解性の抱合剤（ワクチン液を入れる容器）を開発。
- ✓ 試作ワクチンを実験豚に経口投与し、豚熱ウイルス野外分離株で攻撃試験を実施。抗体産生及び感染防御を確認。

試作品



・上記の成果を踏まえ、R5年度は国産ワクチンの早期実用化に向けた事業を実施中

- 豚熱経口ワクチン内製化推進事業（予算額：30百万円、委託事業）：
試作品の改良、安全性試験、安定性試験、野外での散布実証試験

実施機関：農研機構（動衛研、畜産研）、塩野香料（株）、共立製薬（株）からなるコンソーシアム

- 豚熱経口ワクチン実用化促進事業（予算額：18百万円、補助事業）：
ワクチン液中のウイルス増殖効率の向上

実施機関：共立製薬（株）

いのしし用の国産豚熱経口生ワクチンを摂取したいのししに由来する食品の安全性に係る食品健康影響評価に関する審議結果（案）についての意見・情報の募集について

[締切間近](#)
[facebook](#) [X \(旧Twitter\)](#)

カテゴリー	国民生活の安全・安心の確保
案件番号	095250840
定めようとする命令などの題名	-
根拠法令条項	-
行政手続法に基づく手続か	任意の意見募集

案の公示日	2025年8月27日
受付開始日時	2025年8月27日0時0分
受付締切日時	2025年9月25日23時59分

食品安全委員会：
いのしし用の国産豚熱経口生ワクチンを
摂取したいのししに由来する食品の安全性に係る
食品健康影響評価 より

ワクチンの主剤

**SK-H細胞培養弱毒豚熱ウイルスGPE-株を使用。
1製剤(1頭分)中に 10^5 TCID₅₀以上のウイルス株を含有。**

用法・用量

**野生いのししの餌場に 1km^2 あたり約40個を土中に埋設。
経口摂取による免疫獲得を目的。**

ベイト剤(餌成分)

**油脂、香料、大麦、トウモロコシを使用。
香料の成分はすべて食品添加物として使用実績あり。**

韓国は早い、なおかつマーカークワクチン！！

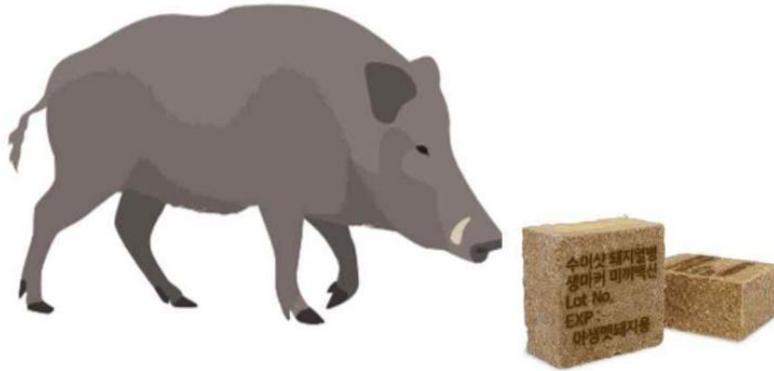


CSF control strategy



<https://www.cavaclab.com/product/C002>

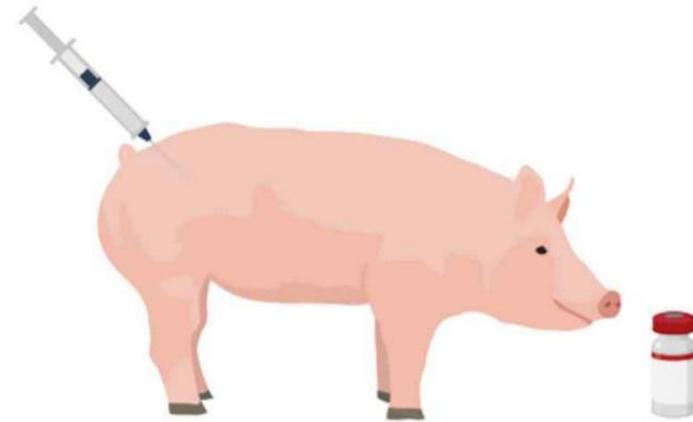
CSF marker bait vaccine



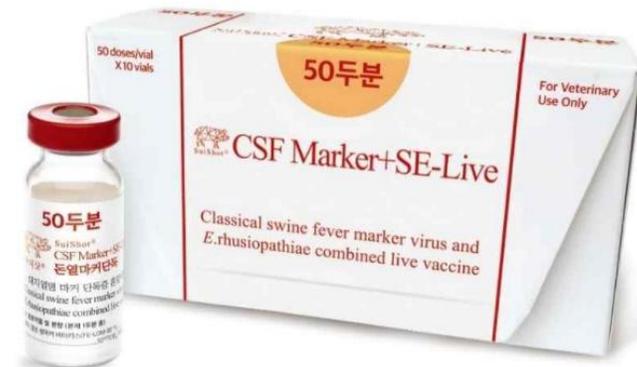
SuiShot® CSFM-B
Wild pigs, Oral



<https://vimeo.com/431315405>



SuiShot® CSF Marker+SE-Live
Farming pigs, IM





Immunogenicity of a classical swine fever bait vaccine (Flc-LOM- BE^{rms}) in hybrid-wild boars

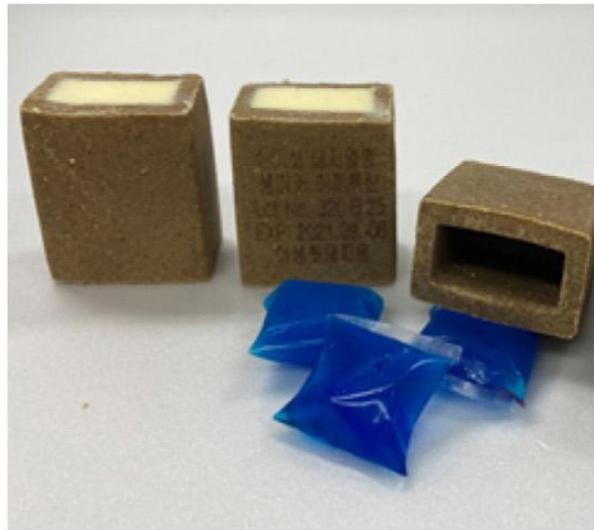
SeEun Choe^a, Gyu-Nam Park^a, Ki-Sun Kim^a, Jihye Shin^a, Byung-Hyun An^b, Dong-Jun An^{a,*}

^a Virus Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Gyeongbuk-do 39660, Republic of Korea

^b Department of Virology, College of Veterinary Medicine and Research Institute for Veterinary Science, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

イノシシの平均摂食率: 72.5%

(A)



(B)



(C)



(D)



Fig. 1. The bait formulation and the CSFV vaccine pouch bag (A). Before burial of the CSF oral vaccine (B). Oral vaccine pouch bags eaten by wild boar (C). Installed surveillance camera (D).

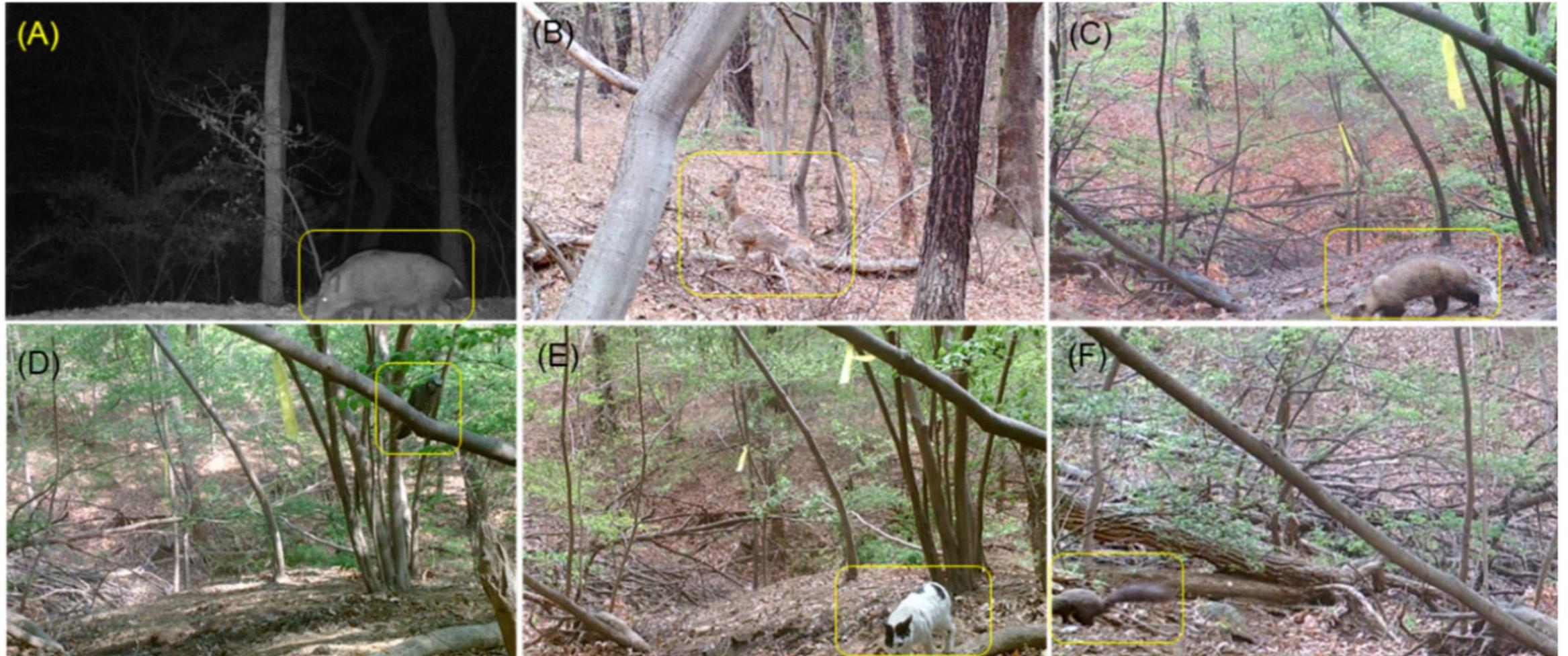
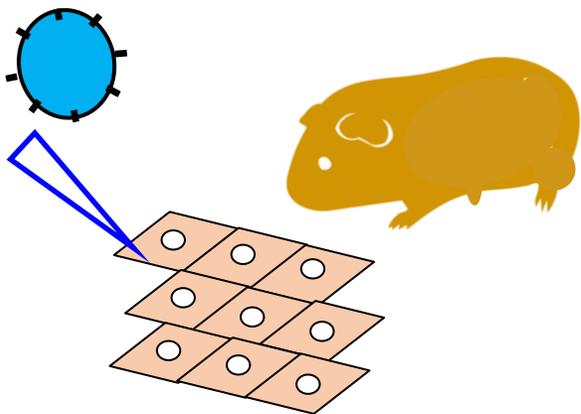


Fig. 2. Images of wild animals captured by the surveillance cameras. Wild boar (A), water deer (B), Korean raccoon dog (C), wild bird (D), feral cat (E), and squirrel (F). The names of the animals are shown in the yellow box. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

- **餌の配置場所の工夫：**
イノシシがよく通る場所や、他の動物（特に野鳥や小型哺乳類）がアクセスしにくい場所に餌を設置することで、ターゲットであるイノシシへの摂食率を高める。
- **餌の容器の工夫：**
イノシシ専用に設計された餌容器（例えば、押し開けるタイプの蓋付き容器）を使うことで、イノシシ以外の動物による餌の消費を防ぎ、ワクチンの無駄を減らす。
- **餌の嗜好性の向上：**
イノシシが好む香りや味を餌に加えることで、摂食率を向上させる。特定のフレーバー（例：トウモロコシベースや果物系）にイノシシが強く反応することが示されている。
- **摂食行動のモニタリング：**
カメラトラップなどを用いて、実際にどの動物が餌を摂取しているかを確認し、設置方法や餌の改良にフィードバックを活かす。
- **季節や時間帯の考慮：**
イノシシの活動が活発になる時間帯（主に夜間）や季節（餌が不足する冬季など）に合わせて餌を設置することで、摂食の成功率が高まる。

豚熱撲滅の鍵となった、優秀な国産生ワクチン



今だにモルモットの
初代培養細胞で製造



* 写真提供: 共立製薬

強毒ALD株



ブタ腎臓細胞で142代継代



ウシ精巣細胞で36代継代



クローニング



モルモット腎臓細胞で継代



クローニング



弱毒生ワクチンGPE-株

- 使用しているワクチン株 : **GPE-株**
(モルモットの細胞で製造、インターフェロン誘導株)
- ワクチンの種類 : **生ワクチン**
(熱に不安定、接種時に移行抗体考慮、免疫持続長い)
- ワクチンテイク : 野外ウイルスの攻撃に対し、少なくとも**発症防御**できること
(ワクチン接種後中和抗体で陽性になる で判断、可能なら1倍から)
- ワクチンの効果 : 高めの抗体価(テイク)→**感染防御並** 低めの抗体価(テイク)→**発症防御**
- 抗体検査法 : 現代は**ELISA**と**中和法**、20世紀は**中和法 (END法)**のみ
- 豚熱ELISA : 当時の要請に応じて開発、現在も感度は諸外国製品並み
(それでも**中和法より感度が悪い**)
- 接種適齢期 : **30日~40日齢**が基本。母豚の免疫状況に応じて、**早める**、遅らす。
- テイク率 : 20世紀の先人の実績では、計画接種を行うと **87.5%**

豚熱のワクチン接種これまで わかってきたこと

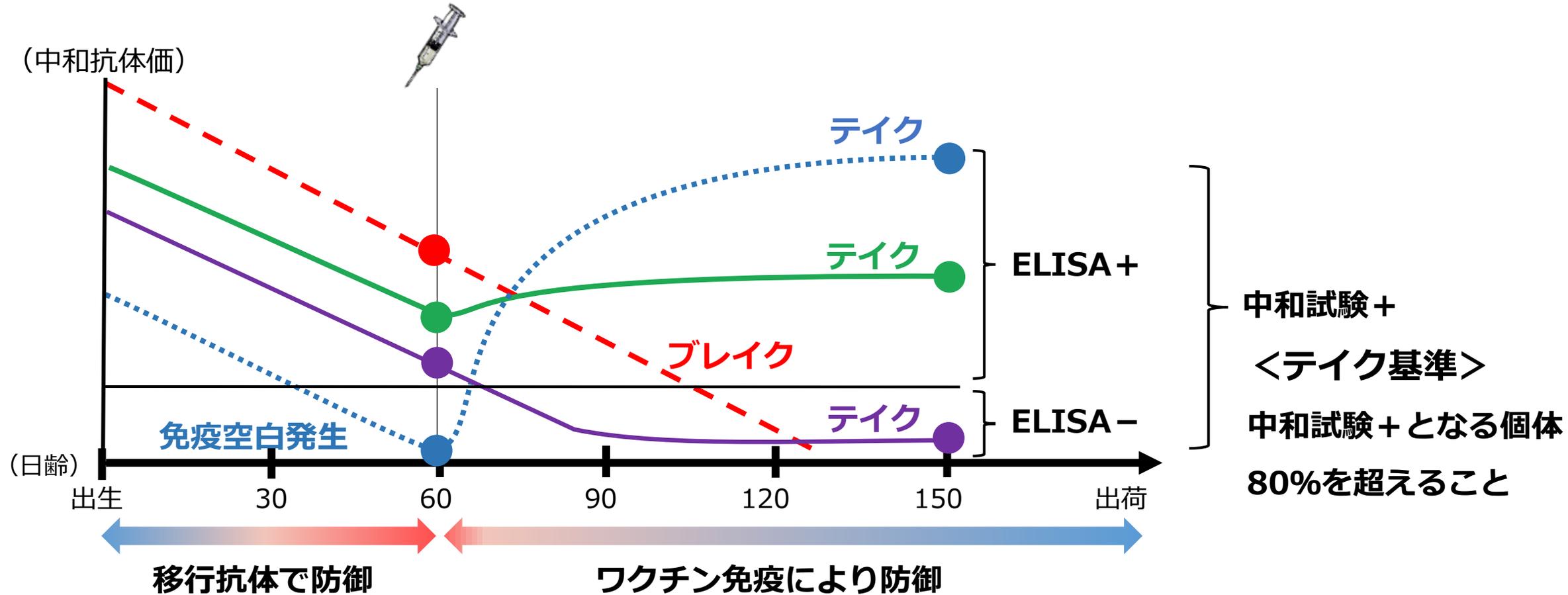
1. 第2世代以降は、テーク率に**移行抗体**が影響を一番与える。
2. **他の豚疾病**（PRRSV、PCV2）、**産歴**、豚の**品種**も影響を受ける。
3. 80%と言う数字に一喜一憂せず、**適切な時期に、適切に注射**、が大事。
4. 過去にない早期接種が、**「第3世代」**を作り出している？
5. ワクチン接種の遅らせすぎは、必ず**「見つけやすい」**感染につながる。
「見つけにくい」感染とは何か、を改めて理解して欲しい。

感染に気がつかない程度に感染をコントロールするには？

1. 母豚へのGPE-ワクチンの追加接種
2. 子豚へのワクチン接種時期を早める
3. 繁殖候補豚については、バイオセキュリティを強化した上で、ワクチン接種を遅らせる
4. L-K方式の、不活化ワクチンの登場を期待する

豚熱ワクチンテイクの基準

スライド提供
：岐阜県中央家保
桑田 桂輔 先生



子豚の接種日齢は「母豚の抗体量の高さ」から決まる

「抗体の上昇」がテイクの基準ではない

接種適齢期の基本的な算出方法

Kuwata et al., Pathogens, 2024

<https://doi.org/10.3390/pathogens13080616>

1. 母豚の抗体価

= 子豚の出生時点の移行抗体価

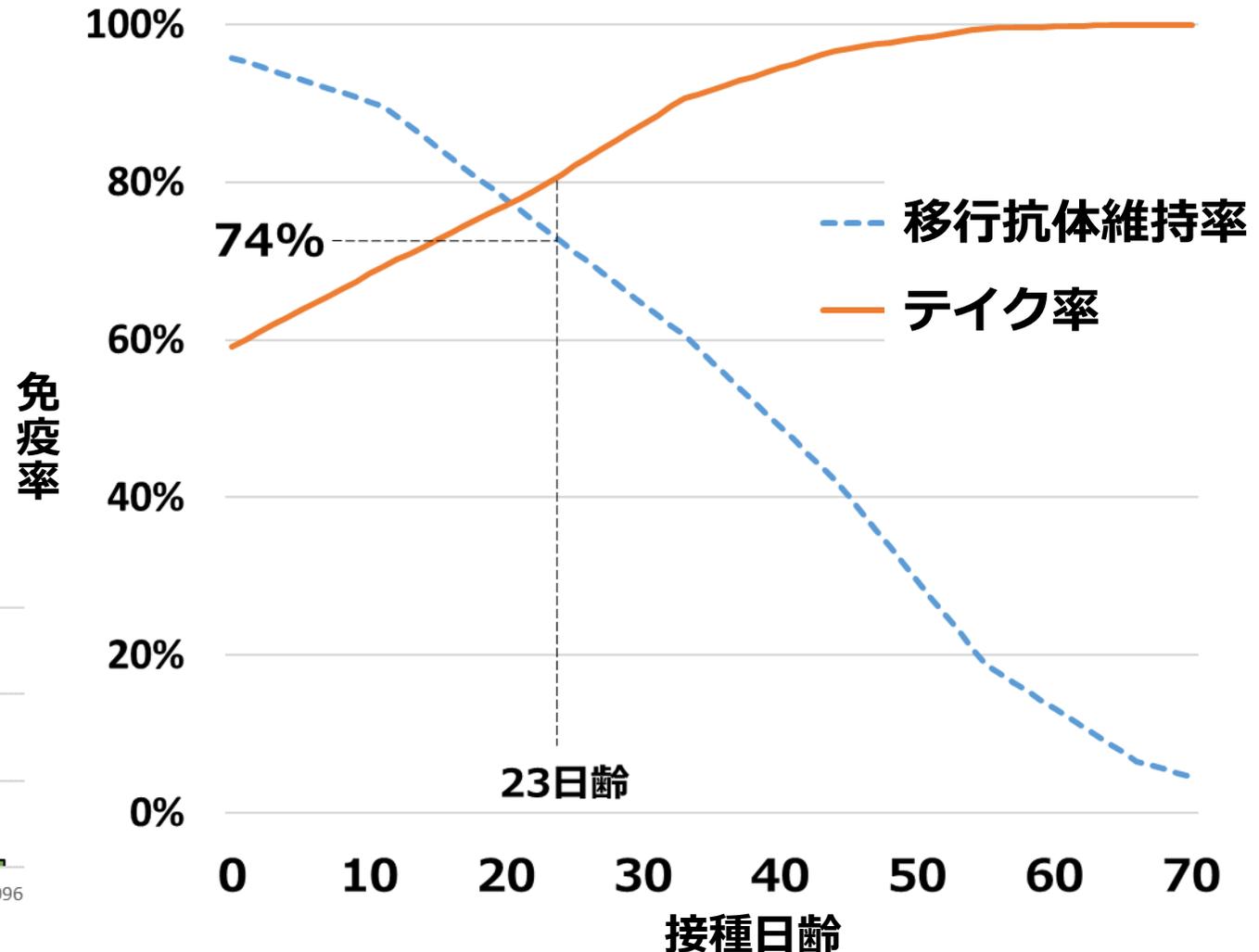
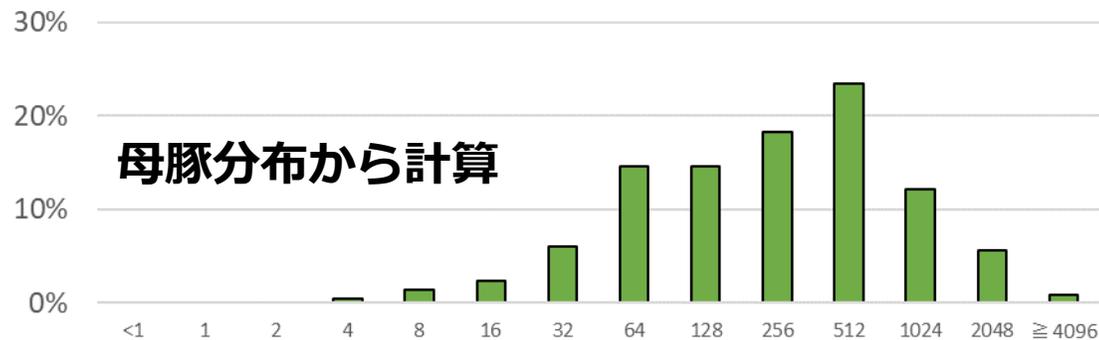
2. 移行抗体価の半減期11日

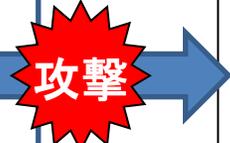
3. テイク率

<1~64倍..... 100%

128~1024倍... 50%

≧2048倍..... 0%



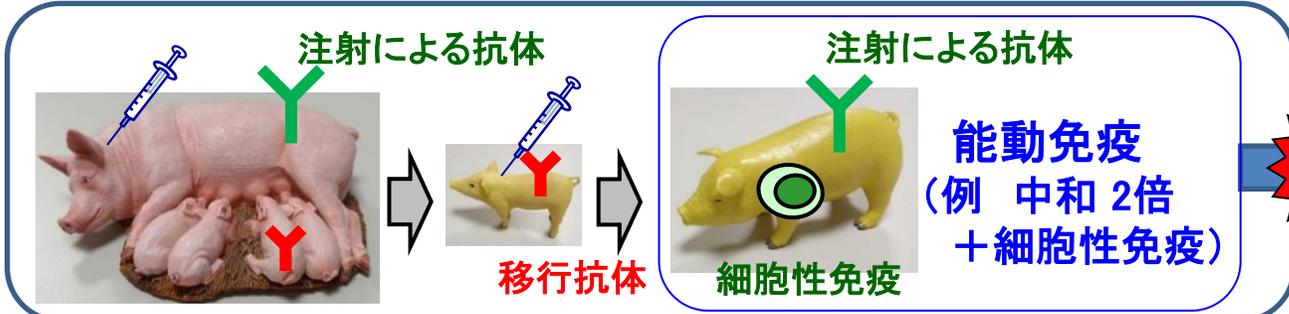


【発症】
 ウイルス遺伝子検出 : ++
 感染性ウイルス排泄 : ++
 攻撃後の抗体応答 : - or +
 * 発症 → 死亡 or 慢性感染 or 治癒*

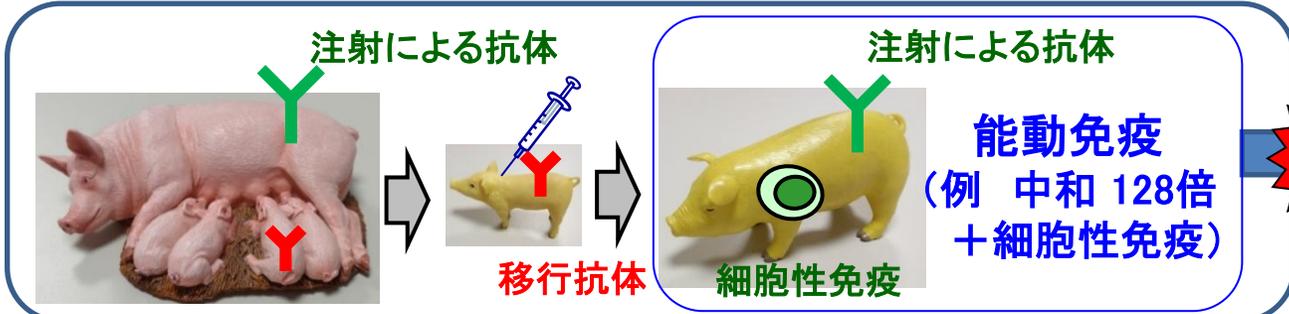
* 現在の国内流行株では自然感染後、治癒するブタも存在すると考えられる



【発症抑制】
 ウイルス遺伝子検出 : +
 感染性ウイルス排泄 : +
 攻撃後の抗体応答 : +
 * 発症しても → その個体は治癒



【発症抑制】
 ウイルス遺伝子検出 : +
 感染性ウイルス排泄 : +
 攻撃後の抗体応答 : +
 * 発症しても → その個体は治癒



【ウイルス排泄無、感染防御並み】
 ウイルス遺伝子検出 : - or +
 感染性ウイルス排泄 : -
 攻撃後の抗体応答 : - or +
 * 臨床症状なし

ワクチン接種に期待する効果

ここで示す効果は、健康豚におけるワクチンの基本性能を示すものであり、飼育環境や二次感染の要因は加味していない。



日頃 測定している ワクチン接種による免疫

- ① CPK-NS細胞を用いた**中和抗体** (Sakoda et al, 1998)
→ 主に E2蛋白質 に対する抗体
- ② 市販の酵素結合免疫測定法(**ELISA**)による**抗体**
→ 主に E2蛋白質 に対する抗体 (Sakoda et al, 2012)

日頃 測定できない ワクチン接種による免疫

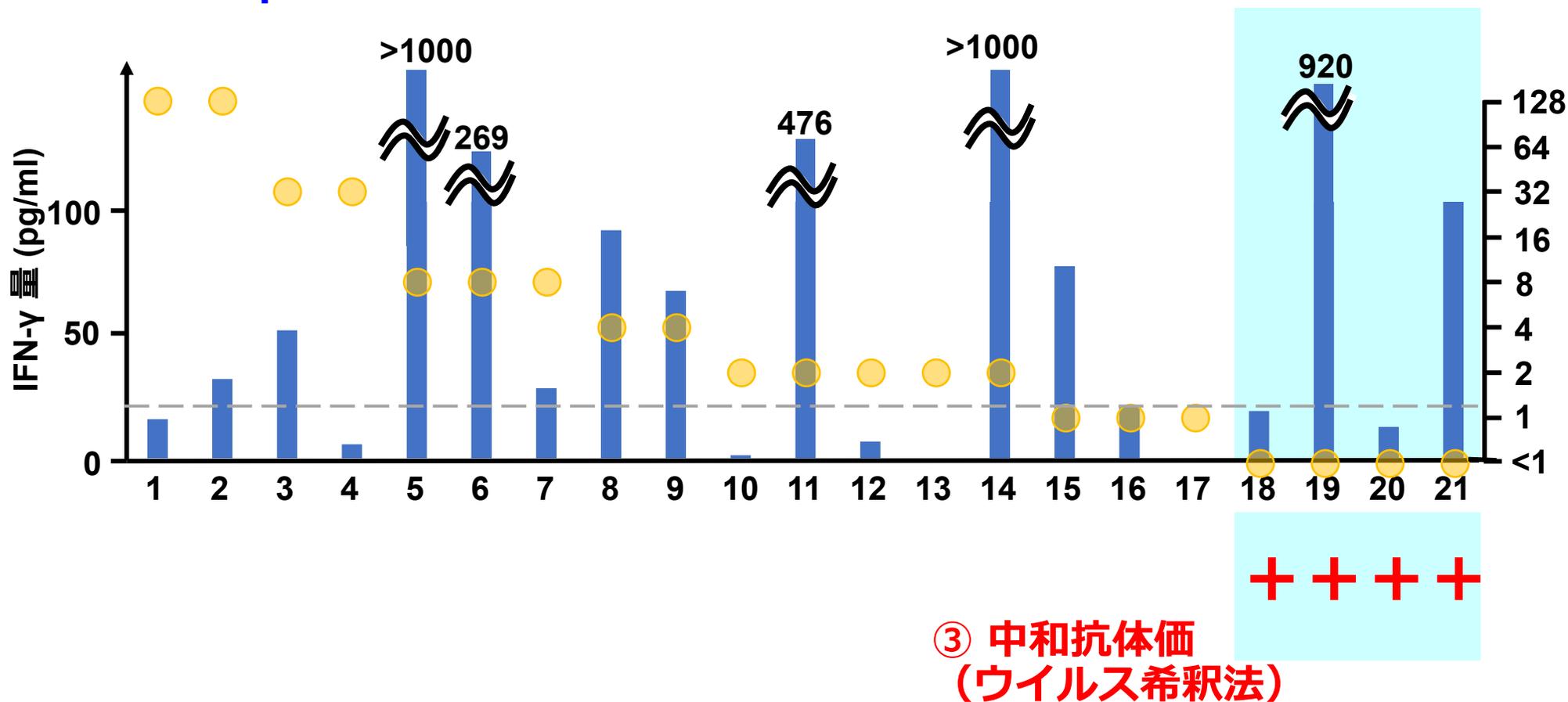
- ③ 従来の血清希釈法では検出できない**微量な中和抗体**
- ④ **細胞性免疫**応答

日頃 測定できないワクチン接種による免疫反応

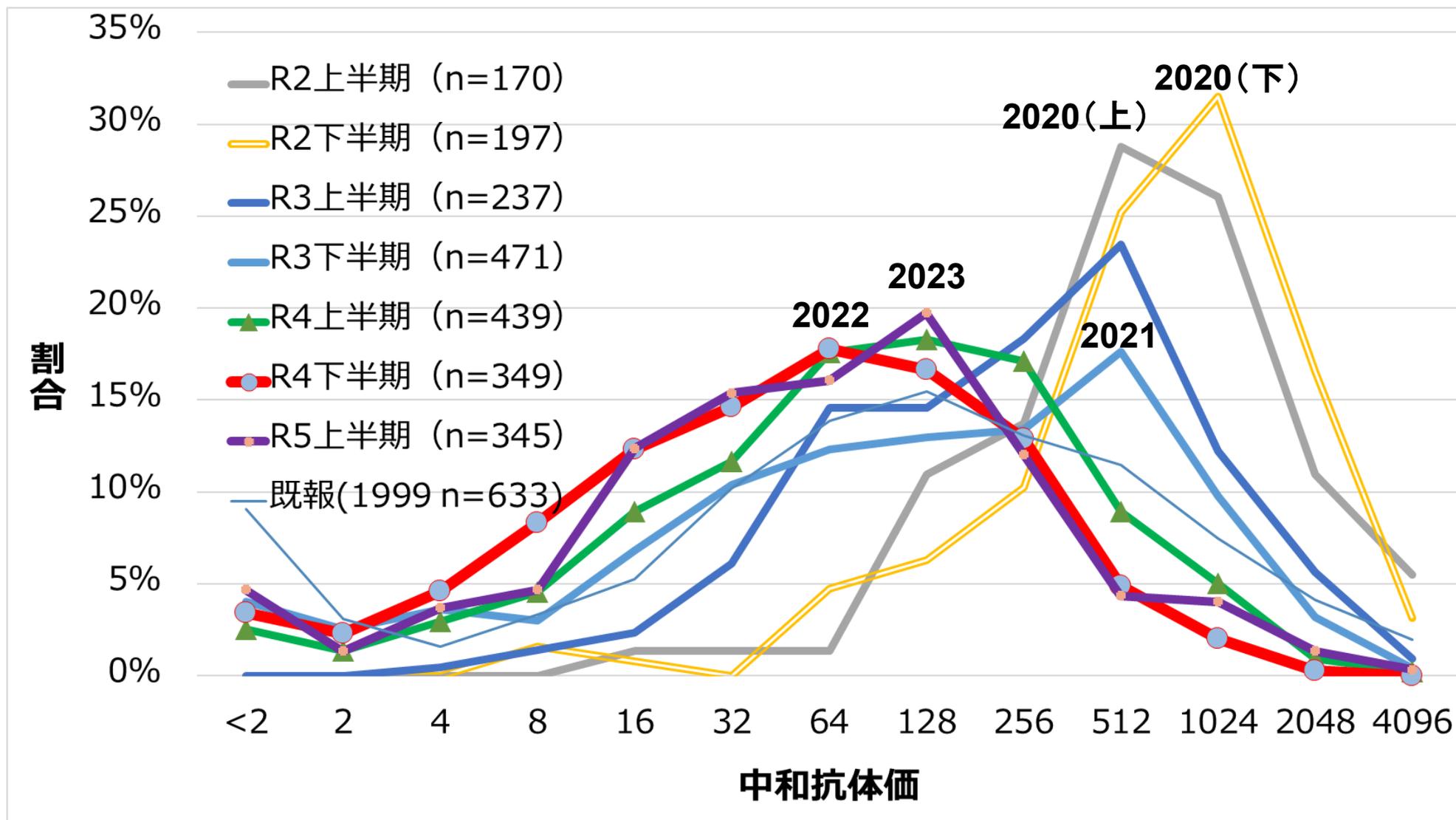
三重県畜産試験場

● ① 中和抗体価 (血清希釈法)

■ ④ 細胞性免疫 (IFN- γ 量)

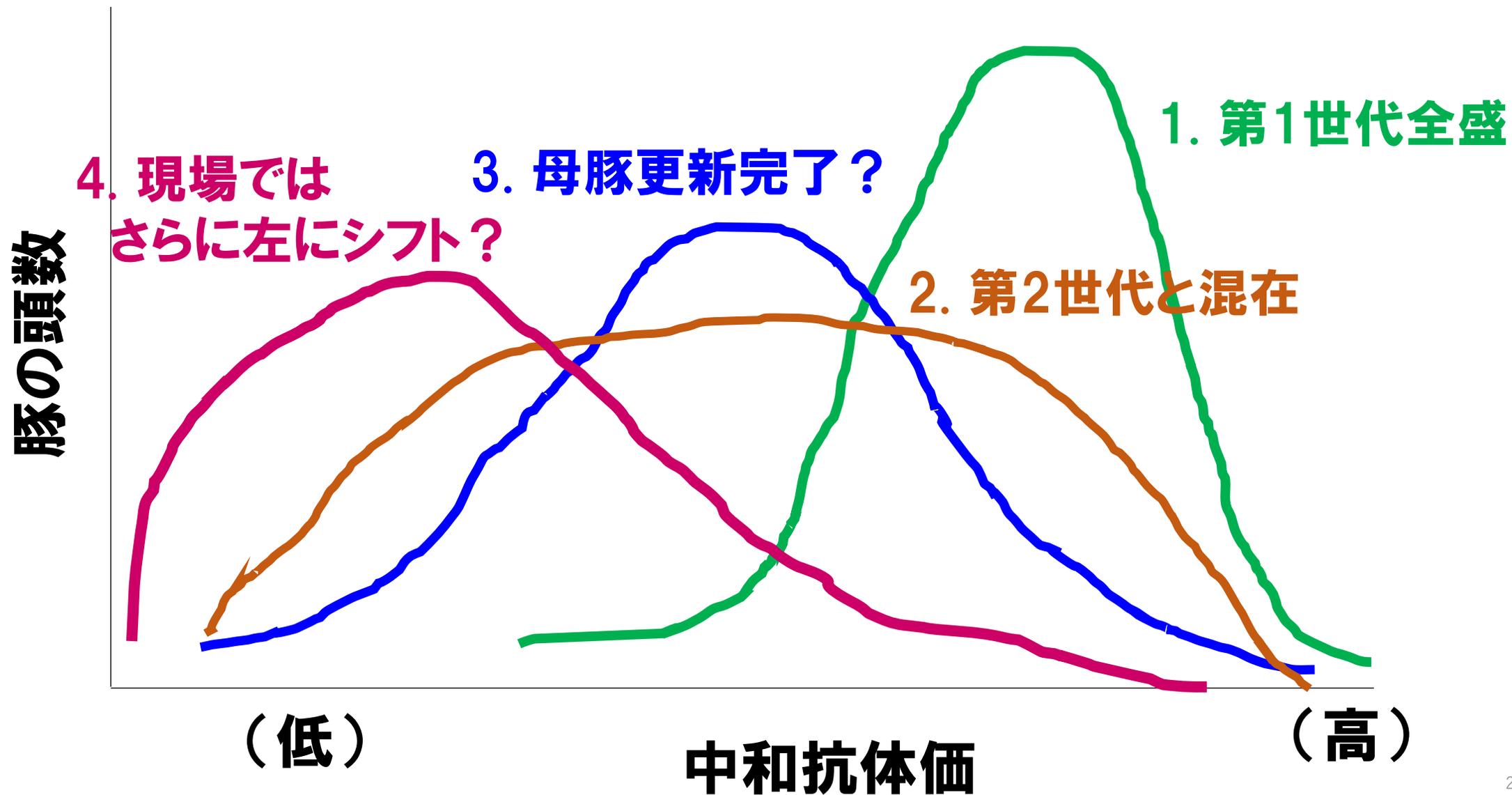


母豚の抗体分布の推移



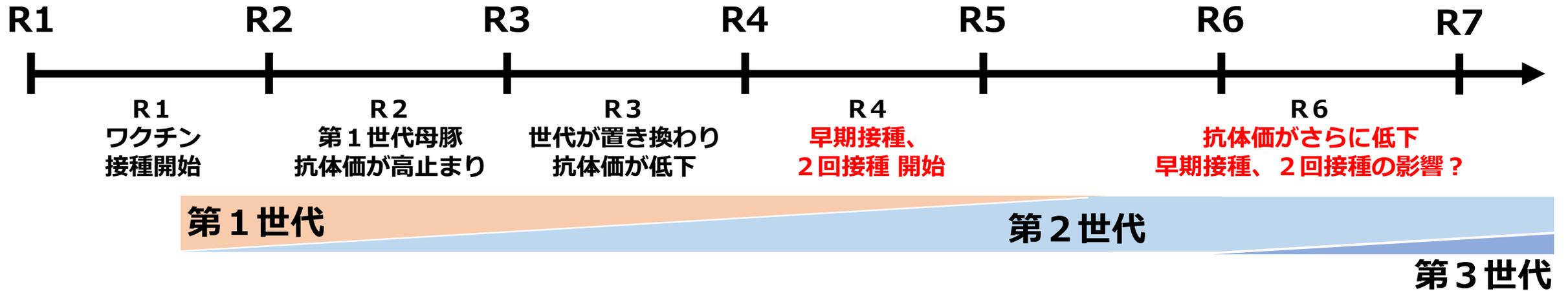
スライド提供
 : 岐阜県中央家保
 桑田 桂輔 先生

群全体で見る抗体分布状況の見通し



母豚の抗体分布の今後 <第3世代>

スライド提供
：岐阜県中央家保
桑田 桂輔 先生



高 「第1世代」…免疫を持たない母豚への初回一斉接種により抗体価が高止まり

低 「第2世代」…第1世代から生まれ、移行抗体を保有した状態で接種

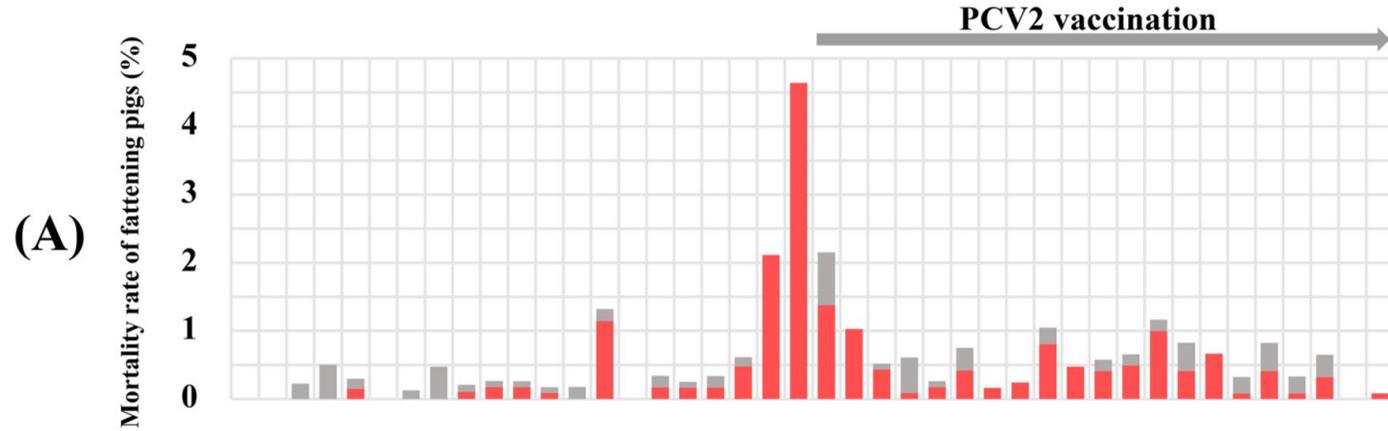
超低 「第3世代」…令和4年以降の早期接種を受けた母豚（20日齢未満）

➡ (対応)

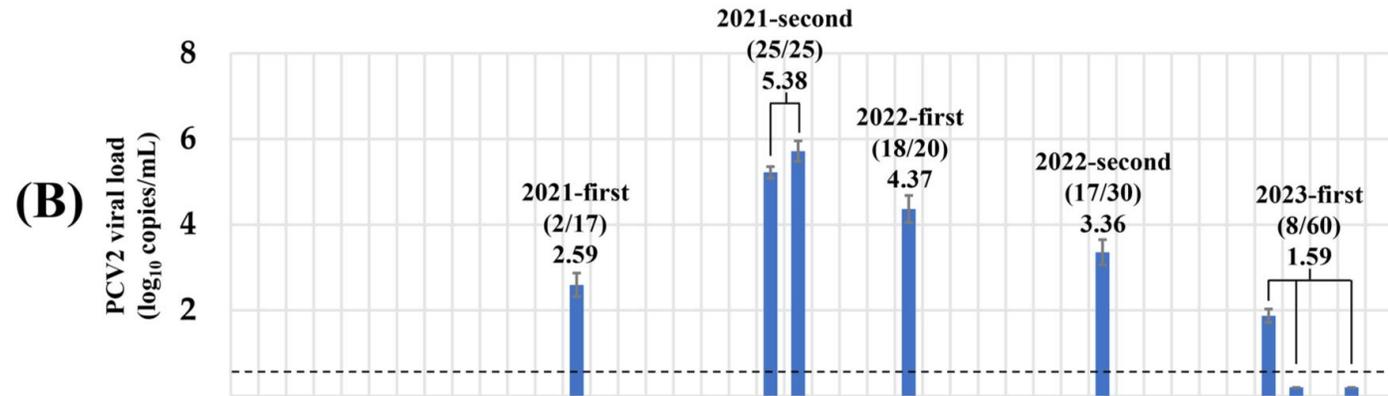
- ・肥育豚（早め）、母豚（遅め）の異なる日齢で接種
- ・母豚抗体価に合わせて産子をさらに早期接種
- ・一方、母豚抗体分布が低下したことで次の世代は高めになる等、上下を繰り返す可能性も…安定化せず、継続したモニタリングが必要

PCV-2の流行時には、ワクチン効果に影響が出る

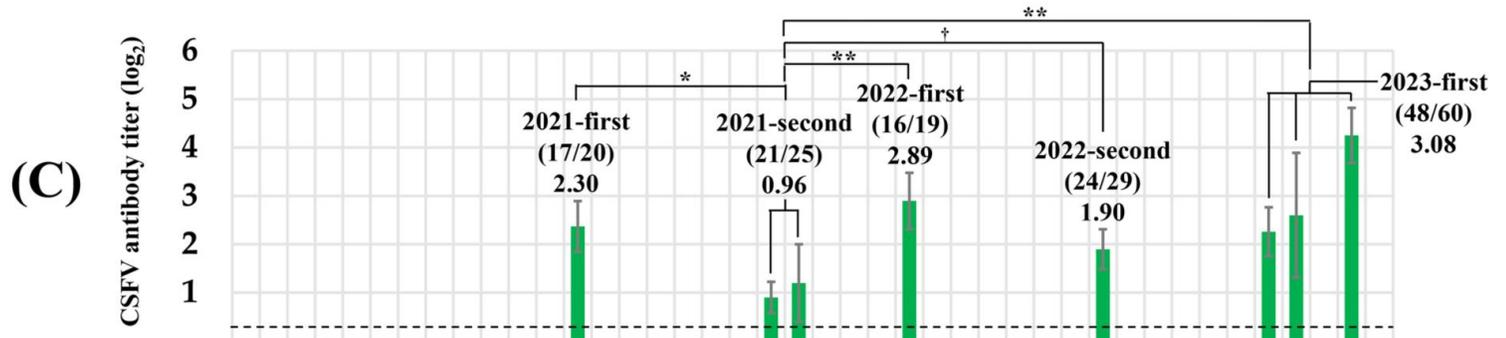
肥育豚の死亡率



PCV-2ゲノムコピー数



CSFV中和抗体価



豚熱清浄化ロードマップのイメージ

目標：飼養豚へのワクチン接種中止

赤字：WOAH清浄国ステータス取得要件

清浄化

野生いのしし
経口ワクチン散布
捕獲によるウイルス低減・拡散防止
サーベイランス

【基本方針】

- ① 野生いのしし群の清浄化のための対策は引き続き推進するものの、その進捗に関わらず、飼養豚群での清浄化を進めていく（飼養豚での発生ゼロを目指す）
- ② 最終目標は、「全国の飼養豚へのワクチン接種中止」及び、その過程での、「飼養豚での清浄性についての清浄国ステータスの取得」
- ③ この目標の達成に向け、「地域ごと」、「フェーズごと」のアプローチを取る

目標・飼養豚での清浄性について
清浄国ステータス再取得

○感染抗体陽性豚の優先的更新

○飼養豚で発生がない【12か月間】

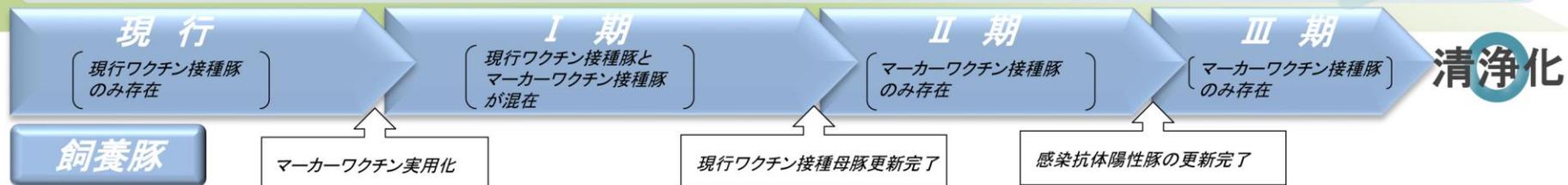
○サーベイランスで感染抗体陽性豚が確認されない【12か月間】

○サーベイランスの適切な接種（**現行ワクチンの使用中止**）

○殺処分範囲の見直しの検討

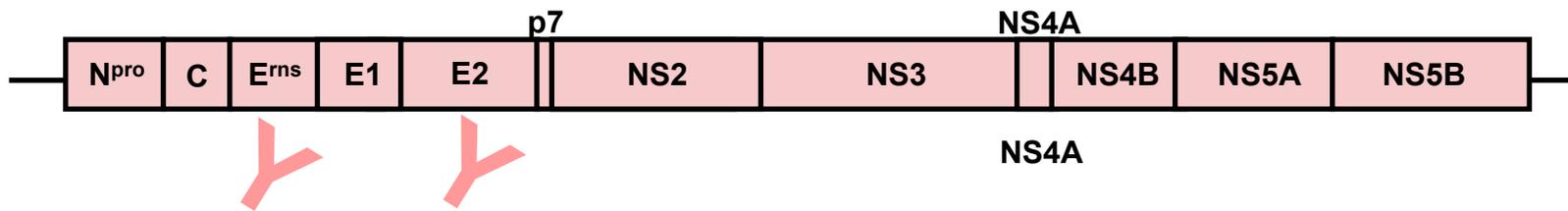
○全頭殺処分

○飼養衛生管理の徹底（飼養豚と野生いのしし群との適切な措置による隔離等）

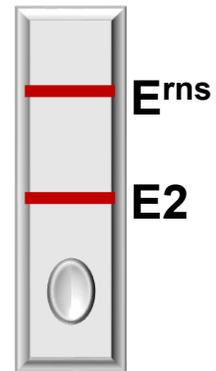
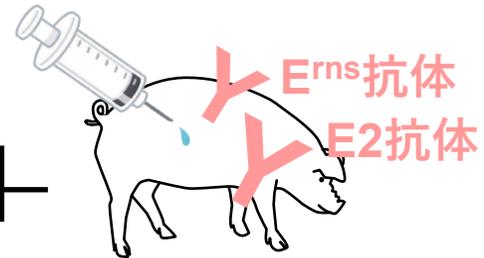


マーカーワクチンの原理

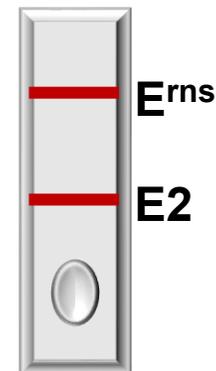
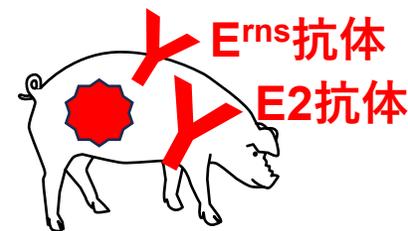
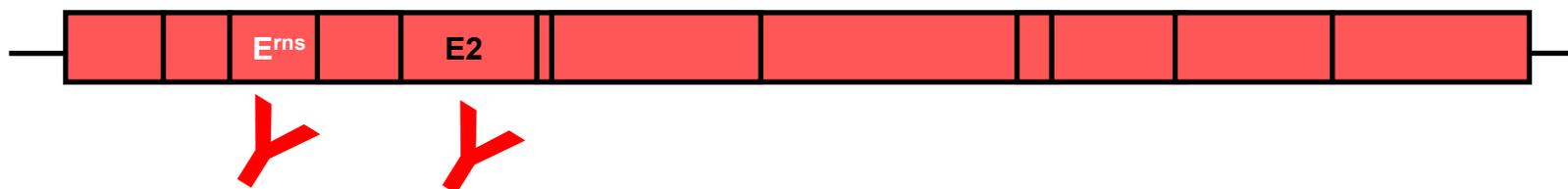
従来の生ワクチン GPE-株



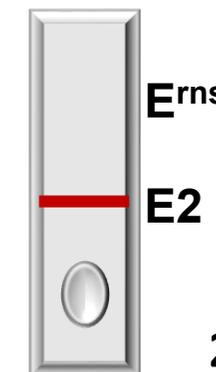
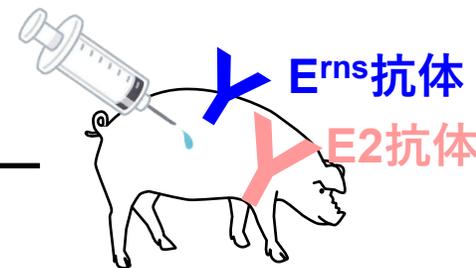
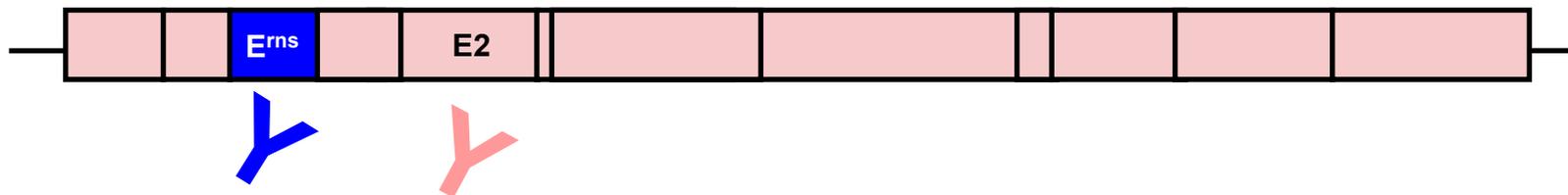
豚で作られる抗体



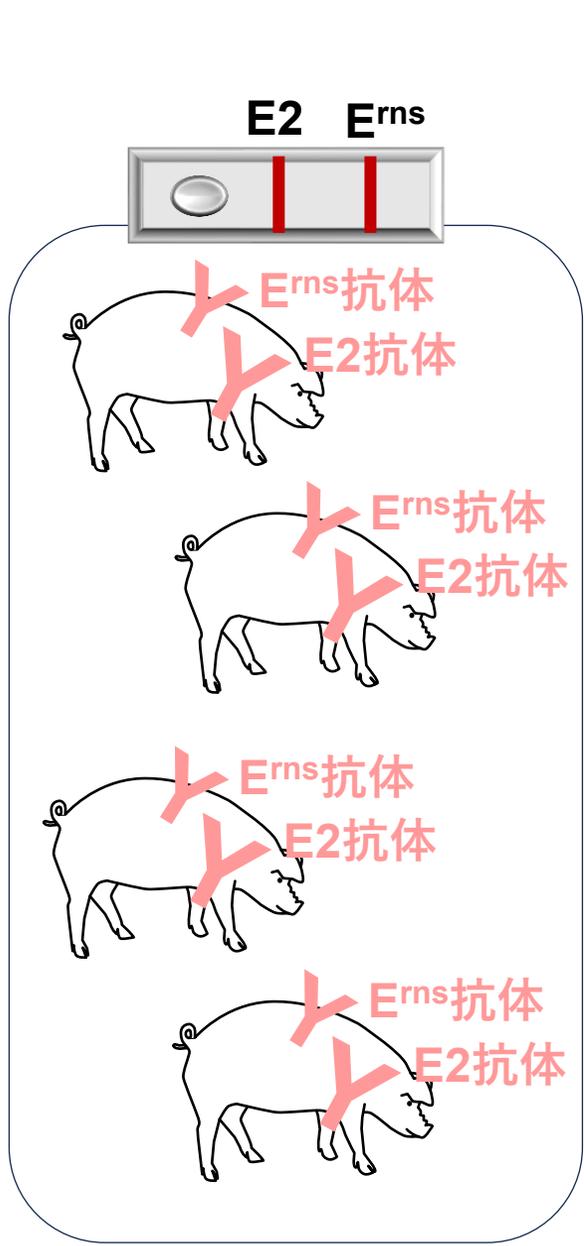
野外強毒ウイルス



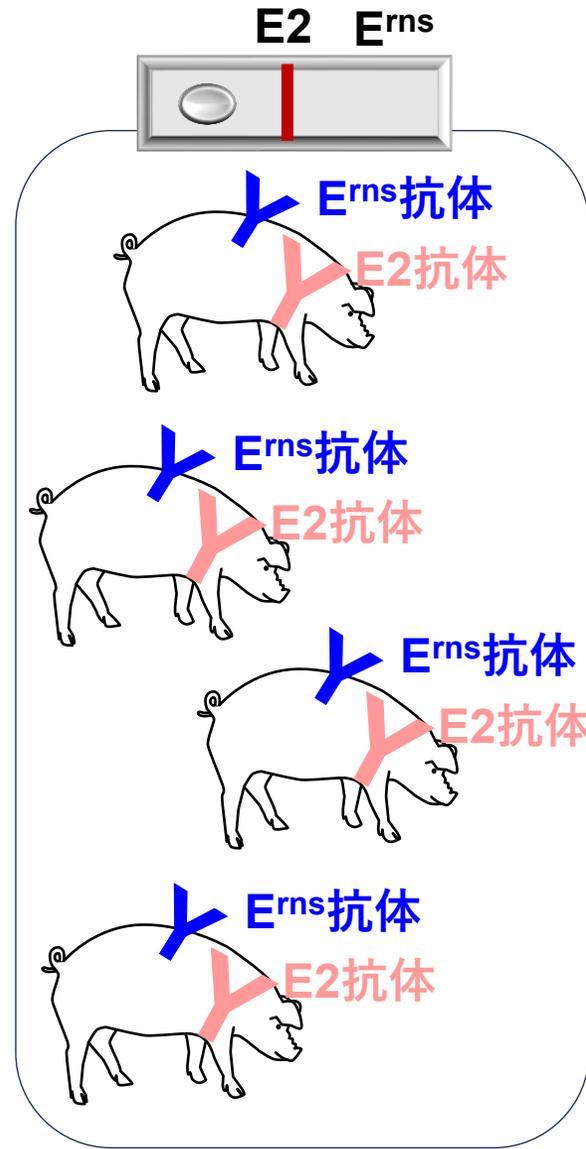
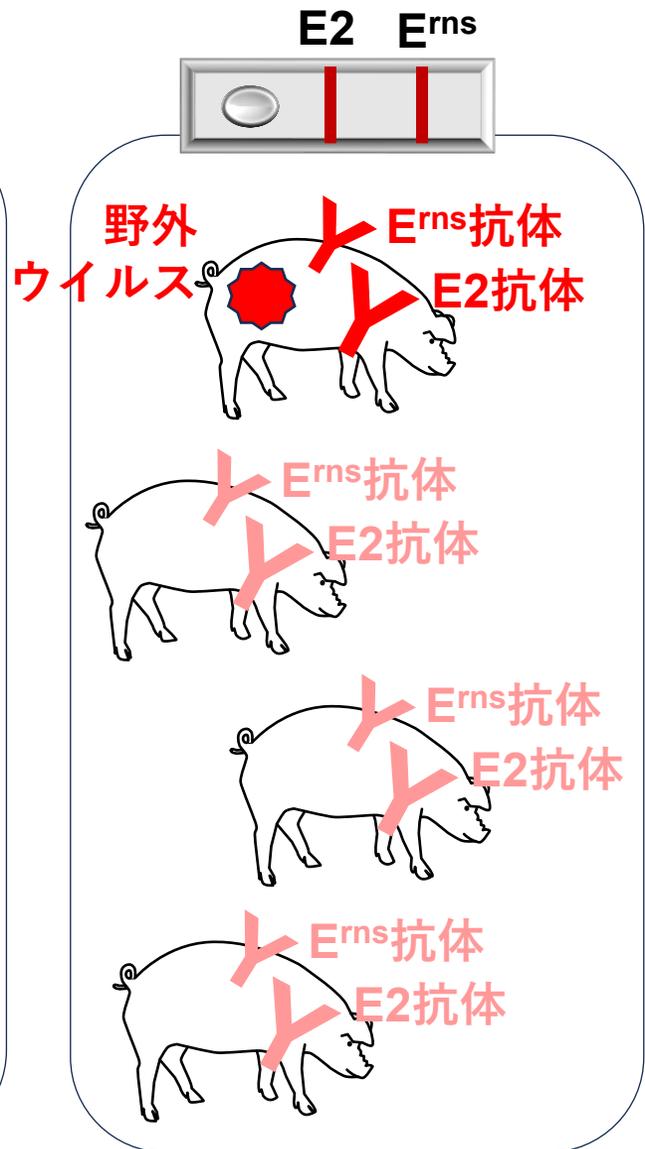
マーカーワクチン



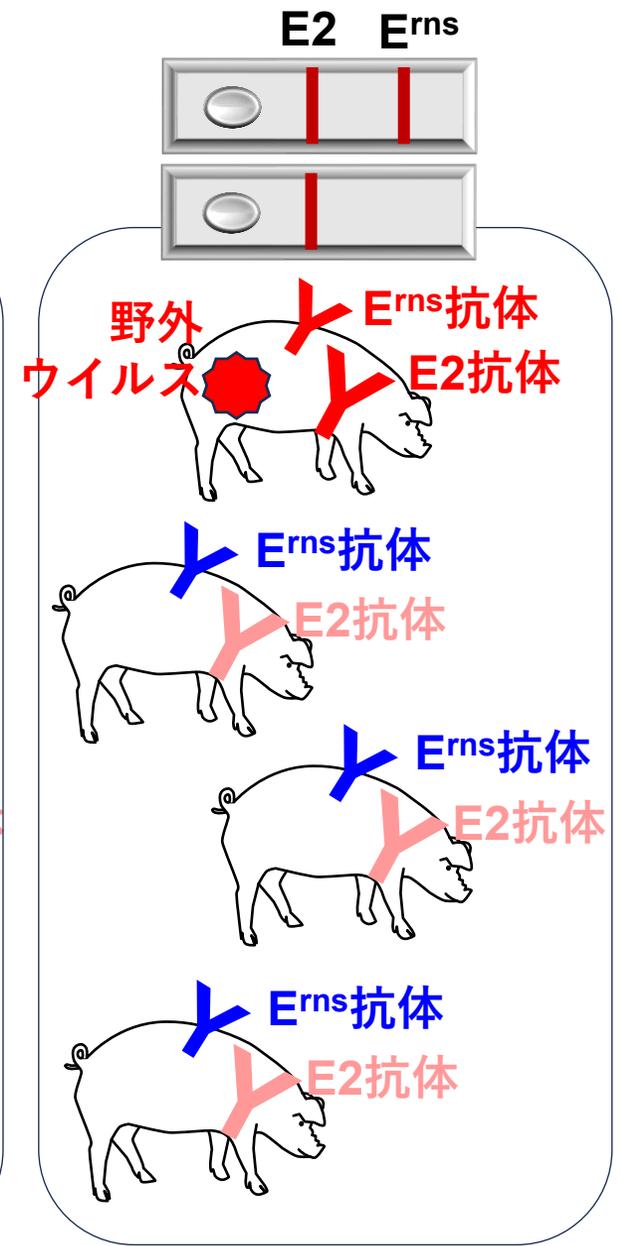
青系の抗体はキットで検出できない



従来型ワクチン接種下（現在）

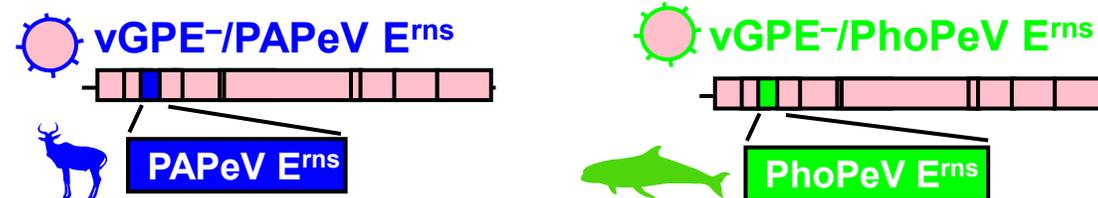
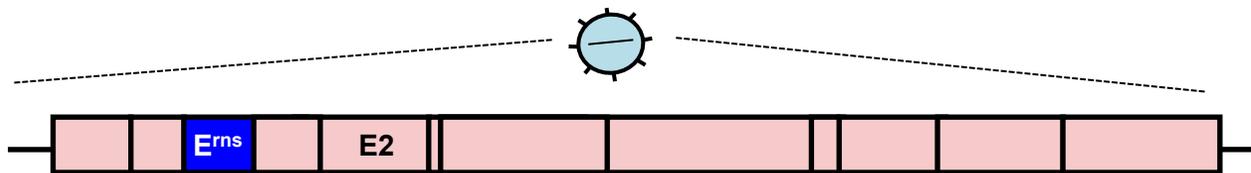


マーカーワクチン接種下（将来）

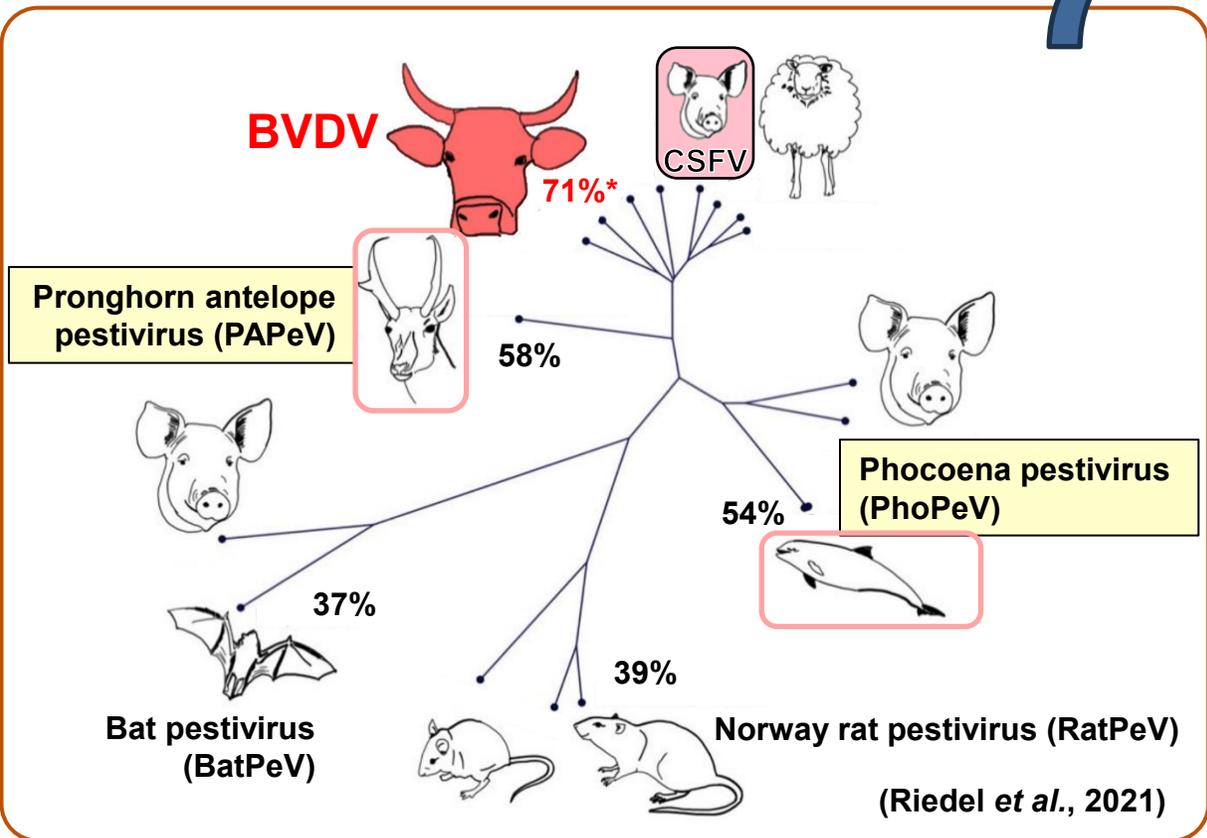


(まとめ) 遺伝子組換え豚熱マーカーワクチン株の作出

CSFV承認生ワクチン株の感染性cDNAクローン(vGPE-株)



マーカー遺伝子



遺伝子組換え豚熱マーカーワクチン株の評価

安全性: 子豚に 10^7 TCID₅₀接種しても病原性を示さない。

安定性: 細胞で5代継代してもアミノ酸置換がない。

豚で継代しても病原性が復帰しない。

免疫原性: 親株と同等の細胞性免疫と中和抗体を誘導。

ワクチン効果: vALD-A76株(遺伝子型1)に対し感染防御効果。

国内流行株(遺伝子型2.1)に対し防御効果。

【これまでにわかったこと】

1. 現行のGPE-ワクチンをベースに、**マーカーワクチンの候補株**が作出。
2. 生ワクチン株としての**安全性**の要件のうち、1項目について確認済み
3. 強毒株に対して、**現行ワクチンと同等の有効性**

国際学術論文として
公表済み

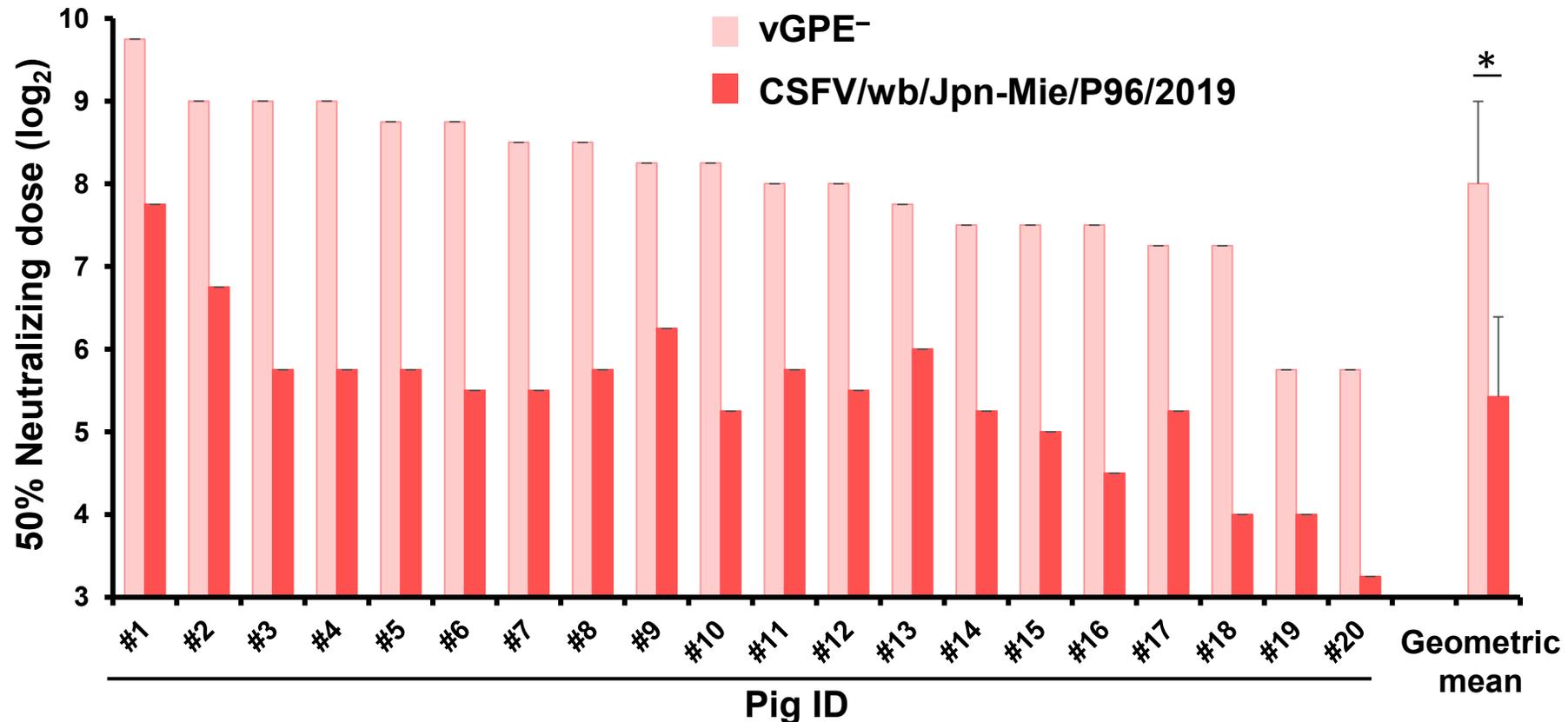
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34452536>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37515273/>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38666258/>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39066282/>

【これから必要なこと】

1. ワクチン候補株を用いた**様々な試験**（有効性、安全性、野外試験）
2. **マーカー識別能**の評価
3. 実用化に向けた、製造、承認、行政 などの**課題克服**

おまけ：そもそもGPE-株と国内野外ウイルスの抗原性は離れている

Kobayashi, Sakoda et al., Vaccines (Basel). 2025



* GPE-と三重/2019株の抗原性のズレ = $2^{2.6}$ 倍 = 6.1倍

北大での第2世代マーカーククチン開発

ウイルス

ウイルスの構造

vGPE-



関連する論文

1. Kobayashi, Sakoda et al., Vaccines (Basel). 2025 Feb 14;13(2):188., doi: 10.3390/vaccines13020188.
野外株と抗原性を合わせたマーカーククチン候補株を作出し、効果確認。ただし、弱毒化が必要。

 : 野外強毒株Mie株由来E2遺伝子

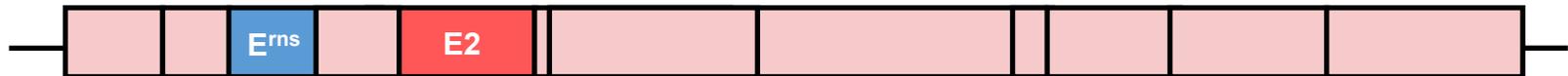
vGPE-/HiBiT/Mie_E2



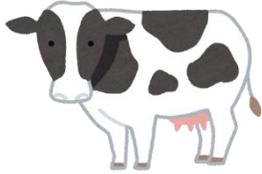
vGPE-/HiBiT/Mie_E2/PAPeV Erns 



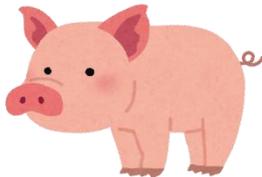
vGPE-/Mie_E2/PAPeV Erns 



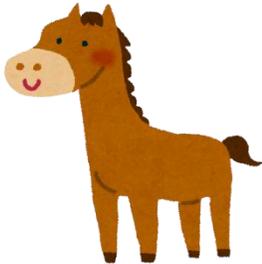
身近ではない 横綱級の 家畜/家禽 の感染症



: 口蹄疫、(牛疫)



: 口蹄疫、**アフリカ豚熱**、豚熱



: **アフリカ馬疫馬**、伝染性貧血

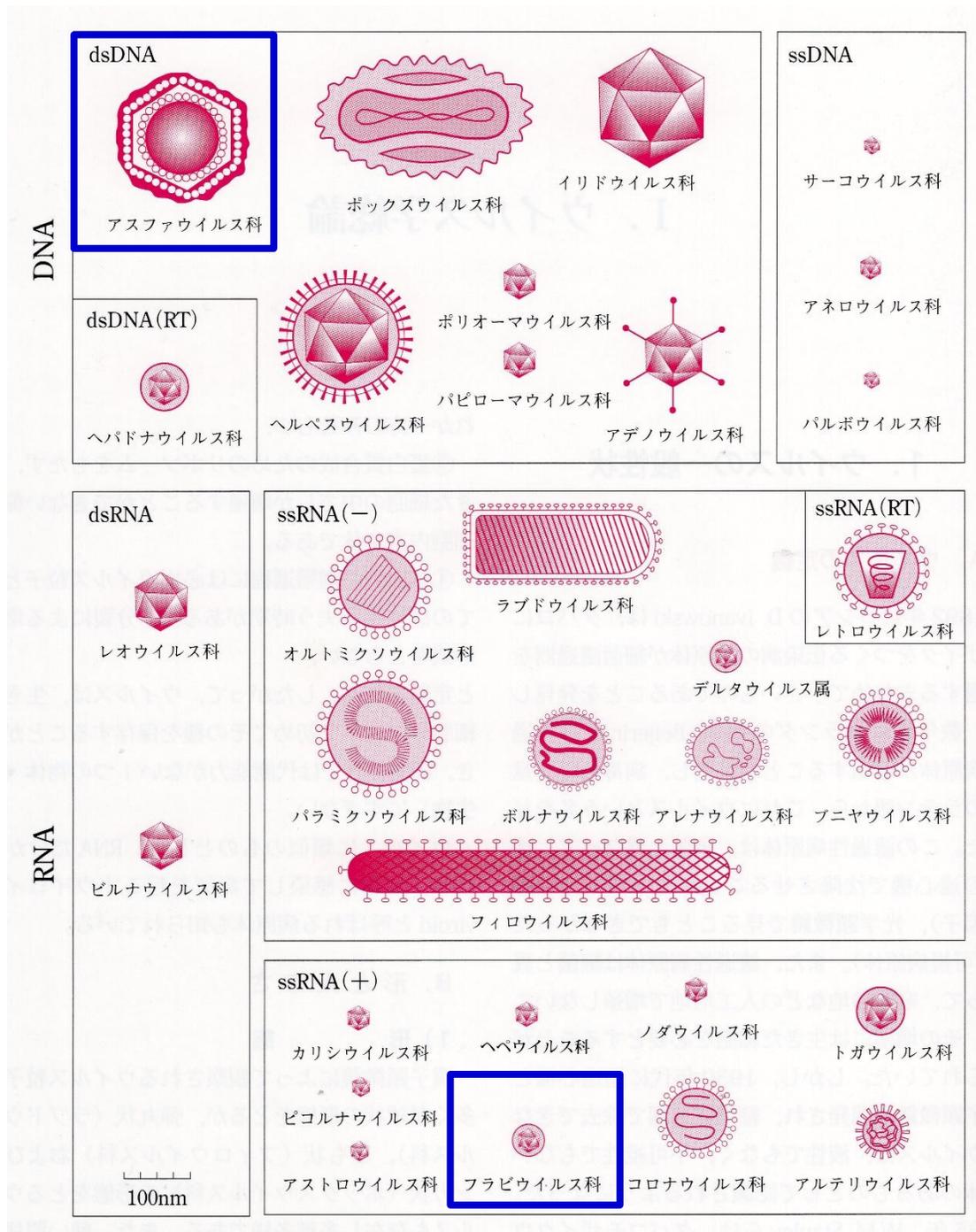


: **高病原性鳥インフルエンザ**、**ニューカッスル病**

*すべてウイルス感染症

Classical swine fever virus? (CSFV)

African swine fever virus? (ASFV)



豚熱 と アフリカ豚熱 の 相違

	豚熱	アフリカ豚熱
国内に入るルート	汚染豚肉の違法持ち込み	
ブタへの病原性	通常高い、マイルドなウイルスも野外に存在	
消毒薬	効く	
血清型	単一	
遺伝子型	1～3型	1から24型（流行は2型が中心）
イノシシへの感受性	高病原性	高病原性 (イボイノシシでは低病原性)
節足動物の関与	なし	ヒメダニ属の軟ダニ
病原巣 (レゼルボア)	家畜 (ブタ)	野生動物 (イボイノシシ)
ワクチン	あり	各国で開発中 (現状なし)

表1 各ASFワクチン候補の効果と問題点

ワクチンの種類	弱毒化	防御効果	強毒株の排除	弱毒株の排除	
不活化ワクチン	全粒子	する	なし	できない	—
	サブユニット	する	なし	できない	—
	DNAワクチン	する	部分的	部分的	—
	ウイルスベクター	する	部分的	部分的	—
弱毒生ワクチン	自然弱毒	する	する	部分的	部分的
		する	する	できる	部分的

Vietnamese ASF vaccine background

海外でのトライアル



DABACO GROUP

DABACO Group

Working seed:

ASFV-G- Δ I177L/ Δ LVR

Cell line: **PIPEC**

(Plum Island porcine epithelial cells)

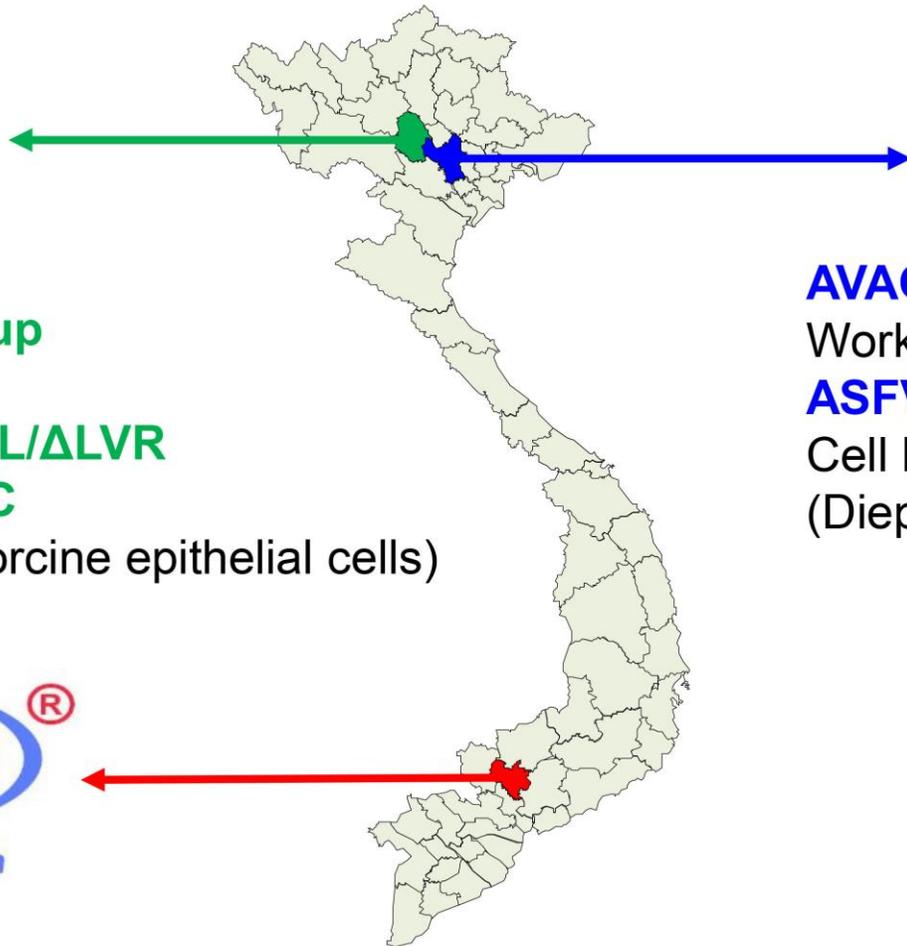


Animal Health

NAVETCO

Working seed: **ASFV-G- Δ I177L**

Cell line: **PBMC** (Peripheral blood mononuclear cell)



AVAC:

Working seed:

ASFV-G- Δ MGF

Cell line: **DMAC**

(Diep's Macrophage cell)

Prof. Nguyễn Thanh LÃM
Faculty of Veterinary Medicine
College of Agriculture,
Can Tho University
Viet Nam

Background of vaccine development in Vietnam

海外でのトライアル



Vaccine candidate #1
ASFV-G-ΔI177L



Vaccine candidate #2
ASFV-G-ΔI177L/ΔLVR



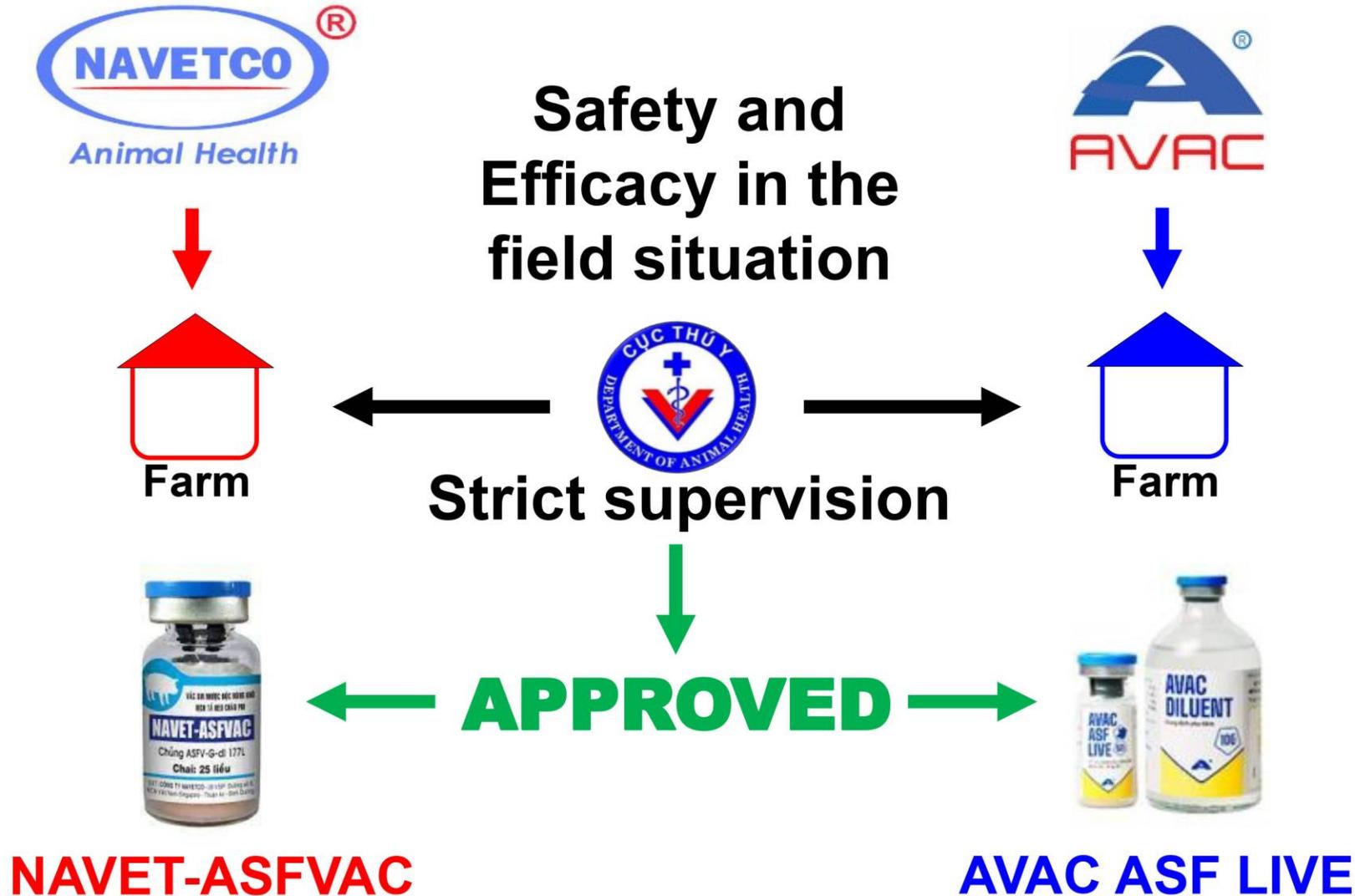
Vaccine candidate #3
ASFV-G-ΔMGF

Live attenuated vaccines

Prof. Nguyễn Thanh LÃM
Faculty of Veterinary Medicine
College of Agriculture,
Can Tho University
Viet Nam

Evaluation process

In the field (small and large scale)



Prof. Nguyễn Thanh LÃM
Faculty of Veterinary Medicine
College of Agriculture,
Can Tho University
Viet Nam

DVG-07 制限増殖型アフリカ豚熱ウイルスの作出.....

○北村 知也、舩甚 賢太郎、生澤 充隆、國保 健浩
農研機構 動衛研

【発表概要】

ASFは豚に致死的な伝染病で、ワクチンは未実用化。

ASFVは複雑なDNAウイルスで、従来の生ワクチン候補株には、安全性・有効性に課題。

本研究では、

**特定の細胞だけで増殖し、豚の体内では連続増殖できない
ワクチン候補ウイルス（AQSΔS273Rウイルス）を作出し、
安全性・免疫応答・防御効果を評価。**

第168回
日本獣医学会学術集会

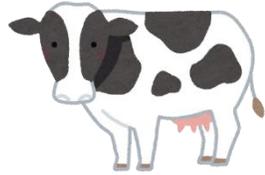
新時代の獣医学

会 期 2025年9月3日(水)～6日(土)

司宰・会場 宮崎大学・シーガイア・
コンベンションセンター

学術集会長 池田正浩

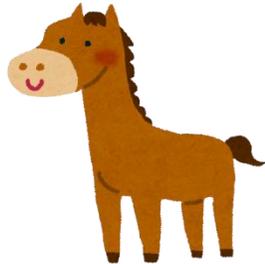
身近ではない 横綱級の 家畜/家禽 の感染症



: 口蹄疫、(牛疫)



: 口蹄疫、アフリカ豚熱、豚熱

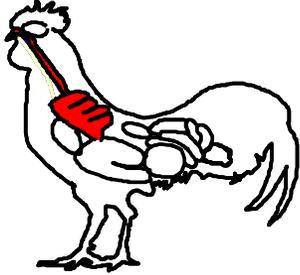
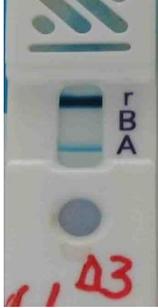
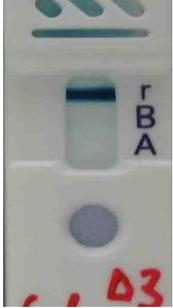
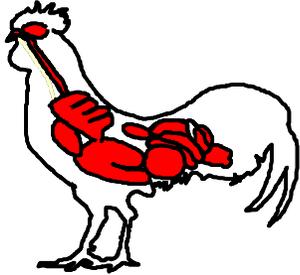
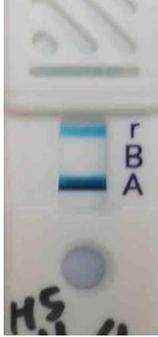


: アフリカ馬疫馬、伝染性貧血



: 高病原性鳥インフルエンザ、ニューカッスル病

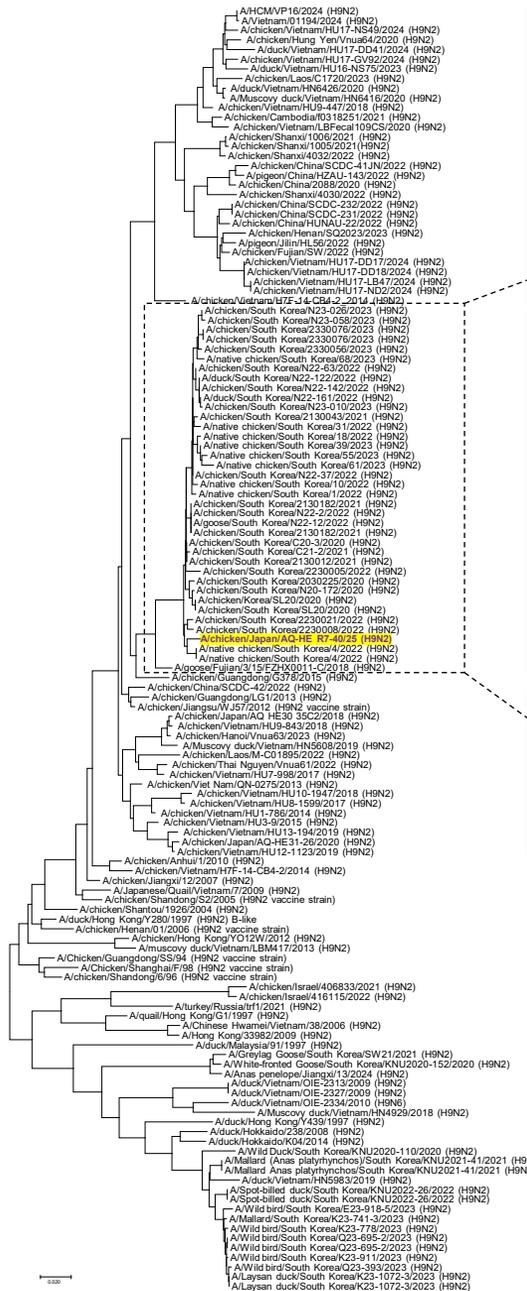
***すべてウイルス感染症**

ウイルス	増殖部位	症状	ウイルス抗原迅速診断キット	
			気管スワブ	クロアカスワブ
 <p>低病原性鳥 インフルエンザ ウイルス (H5、H7)</p> <p>H5、H7以外の ウイルス</p>	 <p>呼吸器</p>	呼吸器 症状		
 <p>高病原性鳥 インフルエンザ ウイルス (H5、H7)</p>	 <p>全身</p>	呼吸困難、 下痢、 チアノーゼ、 神経症状、 死亡率75%以上		

鳥インフルエンザウイルスは **急性感染**しか起こさない!!
(個体における持続感染はしない)

鳥の個体の感染 → 臨床症状 → 治癒(または死亡) = 通常 **14日以内**

H9N2ウイルスの国内への侵入が危惧



近年の韓国流行株

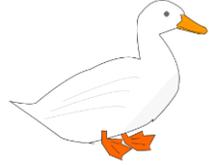
- A/chicken/South Korea/N23-026/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N23-058/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2330076/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2330076/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2330056/2023 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/68/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N22-63/2022 (H9N2)
- A/duck/South Korea/N22-122/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N22-142/2022 (H9N2)
- A/duck/South Korea/N22-161/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N23-010/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2130043/2021 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/31/2022 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/18/2022 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/39/2023 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/55/2023 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/61/2023 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N22-37/2022 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/10/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2130182/2021 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/1/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2130182/2021 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N22-2/2022 (H9N2)
- A/goose/South Korea/N22-12/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2130182/2021 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/C21-2/2021 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2130120/2021 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2230005/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2030225/2020 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/N20-17/2020 (H9N2)
- A/chicken/Korea/SL20/2020 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/SL20/2020 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/2230008/2022 (H9N2)
- A/chicken/South Korea/4/2022 (H9N2)
- A/native chicken/South Korea/4/2022 (H9N2)
- A/goose/Fujian/3/15/FZHX0011-C/2018 (H9N2)
- A/chicken/Guangdong/G376/2015 (H9N2)
- A/chicken/China/SCDC-42/2022 (H9N2)
- A/chicken/Guangdong/LG1/2013 (H9N2)
- A/chicken/Jiangsu/WJ57/2012 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Japan/AQ-HE30/SC20/2018 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU9-843/2018 (H9N2)
- A/chicken/Hanoi/Vna93/2023 (H9N2)
- A/Muscovy duck/Vietnam/HN56/08/2019 (H9N2)
- A/Muscovy duck/Vietnam/HN56/08/2019 (H9N2)
- A/chicken/Tha Nguyen/HU12-11/2022 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU7-998/2017 (H9N2)
- A/chicken/Viet Nam/QN-0275/2015 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU11-1847/2018 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU8-1599/2017 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU1-786/2014 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU3-9/2015 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU13-194/2018 (H9N2)
- A/chicken/Japan/AQ-HE31-26/2020 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/HU12-11/23/2019 (H9N2)
- A/chicken/Hanoi/1/2010 (H9N2)
- A/chicken/Vietnam/H7F-14-CB4-2/014 (H9N2)
- A/chicken/Jiangsu/J2/2007 (H9N2)
- A/Japanese Quail/Vietnam/7/2009 (H9N2)
- A/chicken/Shandong/S2/2005 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Shanghai/S2/2004 (H9N2)
- A/duck/Hong Kong/Y280/1997 (H9N2) B-like
- A/chicken/Henan/O1/2006 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Hong Kong/G1/GW/2012 (H9N2)
- A/Muscovy duck/Vietnam/LBM17/2013 (H9N2)
- A/chicken/Guangdong/SS/04 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Shanghai/F/98 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Shandong/6/96 (H9N2 vaccine strain)
- A/chicken/Israel/406833/2021 (H9N2)
- A/chicken/Israel/416115/2022 (H9N2)
- A/turkey/Pakistan/1/2021 (H9N2)
- A/quail/Hong Kong/G11/1997 (H9N2)
- A/Chinese Hwamei/Vietnam/38/2006 (H9N2)
- A/hong Kong/3/98/2009 (H9N2)
- A/duck/Malaysia/911/1997 (H9N2)
- A/Graylag Goose/South Korea/SW21/2021 (H9N2)
- A/White-headed Goose/South Korea/KNU2020-152/2020 (H9N2)
- A/Anas penelope/Jiangsu/13/2024 (H9N2)
- A/duck/Vietnam/OIE-2313/2009 (H9N2)
- A/duck/Vietnam/OIE-2327/2009 (H9N2)
- A/duck/Vietnam/OIE-2334/2010 (H9N2)
- A/Muscovy duck/Vietnam/HN42/2018 (H9N2)
- A/duck/Hong Kong/Y439/1997 (H9N2)
- A/duck/Hokkaido/236/2008 (H9N2)
- A/duck/Hokkaido/K04/2014 (H9N2)
- A/Wild Duck/South Korea/KNU2020-110/2020 (H9N2)
- A/Mallard Anas platyrhynchos/South Korea/KNU2021-41/2021 (H9N2)
- A/Mallard Anas platyrhynchos/South Korea/KNU2021-41/2021 (H9N2)
- A/Spot-billed duck/South Korea/KNU2022-26/2022 (H9N2)
- A/Spot-billed duck/South Korea/KNU2022-26/2022 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/K23-915-5/2023 (H9N2)
- A/Mallard/South Korea/K23-741-3/2023 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/K23-778/2023 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/Q23-895-2/2023 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/Q23-895-2/2023 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/Q23-911/2023 (H9N2)
- A/Wild bird/South Korea/Q23-393/2023 (H9N2)
- A/Laysan duck/South Korea/K23-1072-3/2023 (H9N2)
- A/Laysan duck/South Korea/K23-1072-3/2023 (H9N2)

A/chicken/Japan/AQ-HE R7-40/2025 (H9N2)

動物検疫所との共同研究

B lineage: formerly known as Y280 or BJ/94 lineage; Y lineage: formerly known as Y439 and American lineages; G lineage: formerly known as G1 lineage

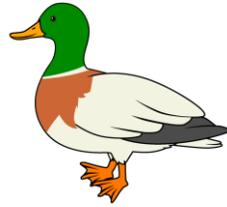
高病原性鳥インフルエンザウイルス 動物接種試験まとめ

					
感染の有無	感染する	感染する	感染する	感染する	感染する
ウイルス増殖	よく増殖する	増殖する	株による (今の流行株は高増殖性)	増殖する	ほとんど増殖しない
生死	2-4日で死亡	稀に死亡	株による (今の流行株は死亡)	4-7日で死亡	死亡しない

Hionoら、Vet Microbiol. 2016;182:108-15. doi: 10.1016/j.vetmic.2015.11.009. Epub 2015 Nov 17.

今時のウイルスは、カモにはさらに感受性が高い

感染に必要な最小ウイルス量 (EID₅₀)



秋田/2021 株

$10^{2.5}$

$10^{3.8}$

岩手/2022 株

$10^{3.5}$

$10^{4.7}$

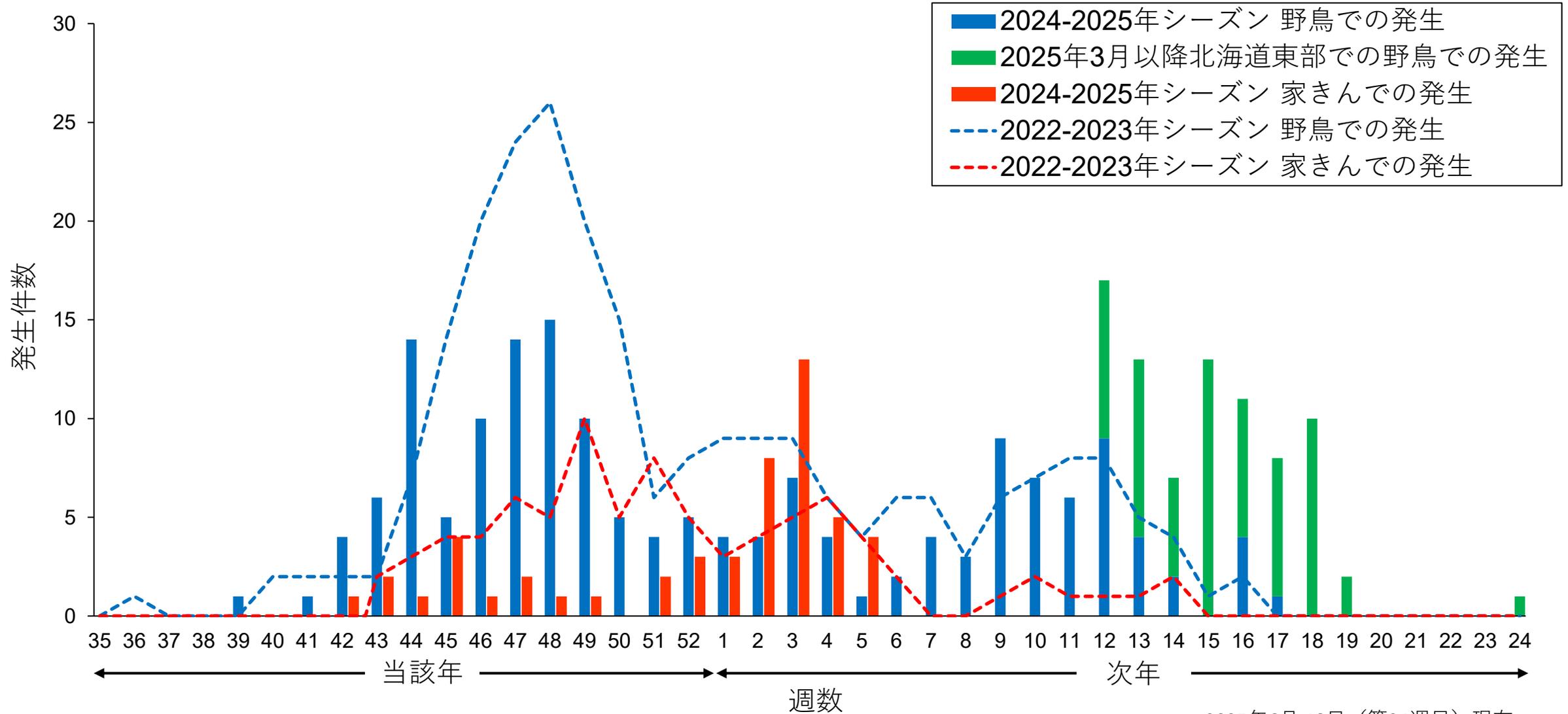
鹿児島/2021 株

$10^{3.8}$

$10^{4.5}$

→
今どきのウイルスは
ニワトリには
3万個が感染（死亡）
に必要

2022-2023年シーズンと2024-2025年シーズンの 日本における高病原性鳥インフルエンザの発生報告数の比較



2025年6月18日（第24週目）現在

2025年4～5月 北海道東部における 海鳥大量死 と 海獣 のウイルス感染



Crested auklet
(エトロフウミスズメ)



Ancient murrelet
(ウミスズメ)



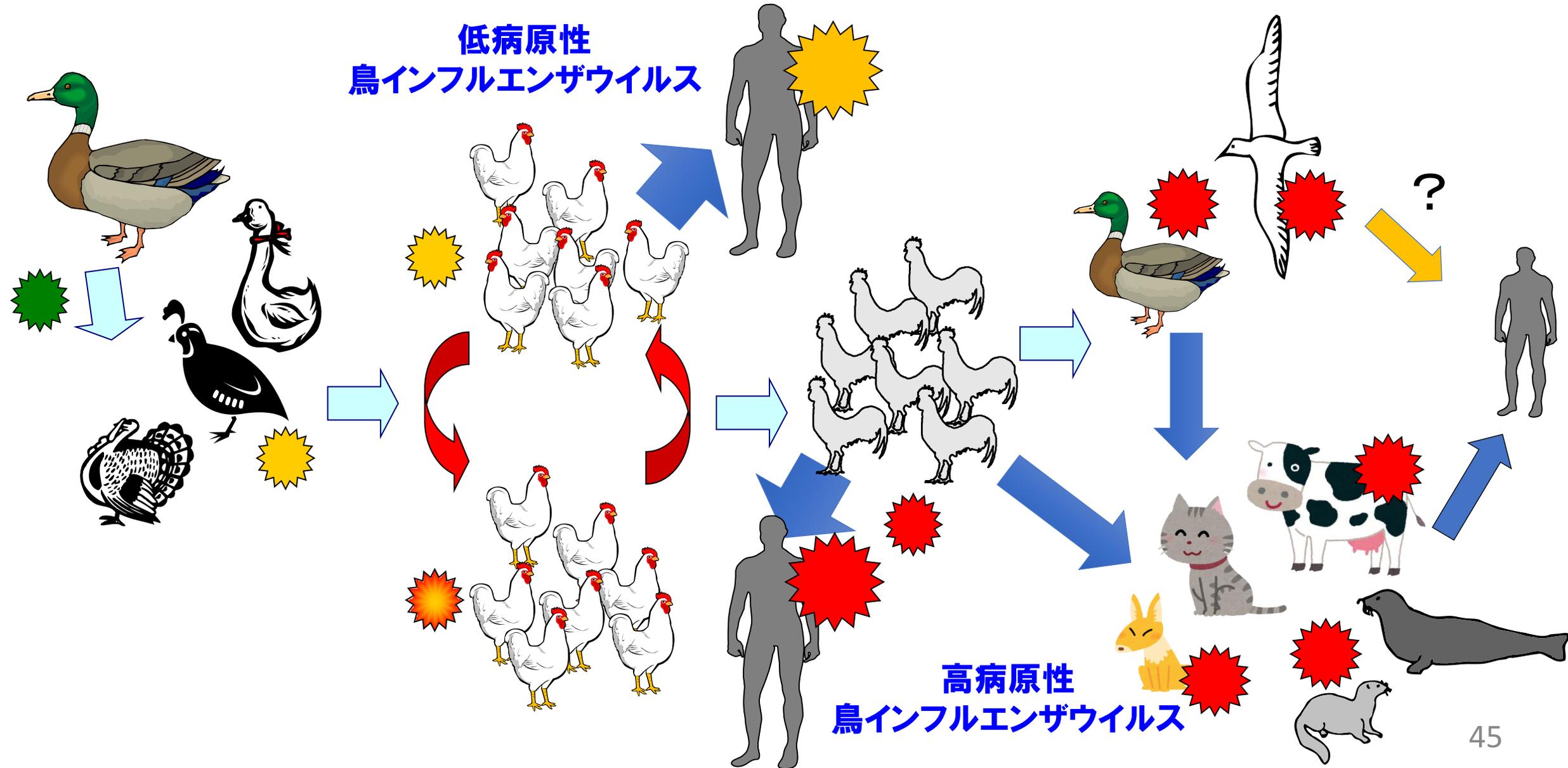
Slaty-backed gull
(オオセグロカモメ)



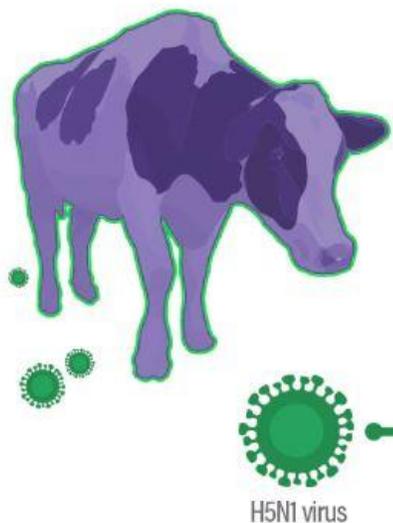
Rhinoceros auklet
(ウトウ)



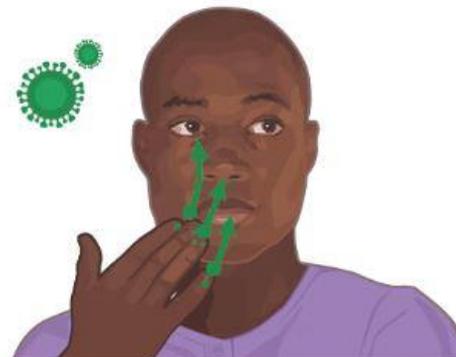
鳥インフルエンザウイルスの感染の現状



H5N1 Bird Flu Might Spread from Cows to People in Several Ways



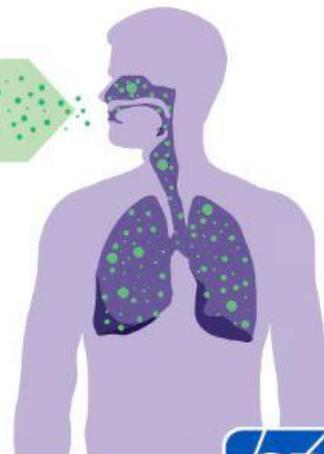
If you touch something contaminated with live virus and then touch your eyes, nose, or mouth



If a liquid contaminated with live virus splashes into your eyes (like raw milk from an infected cow, for example)



If you eat, drink, or inhale droplets contaminated with live virus



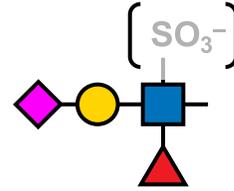
<https://www.cdc.gov/bird-flu/>

乳腺細胞表面には鳥型インフルエンザウイルスのレセプターがある

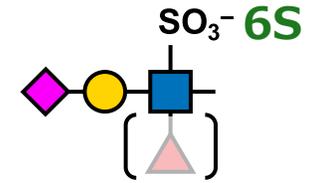
Dk/Mng/01



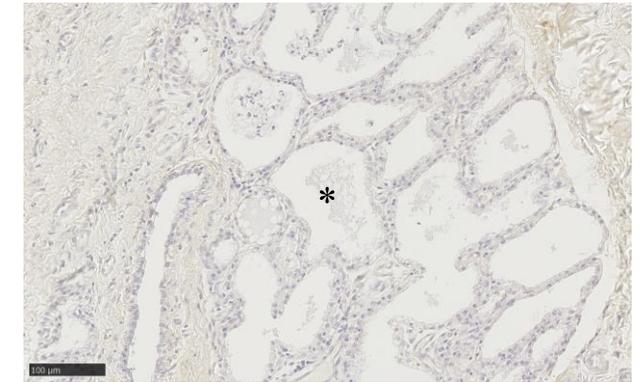
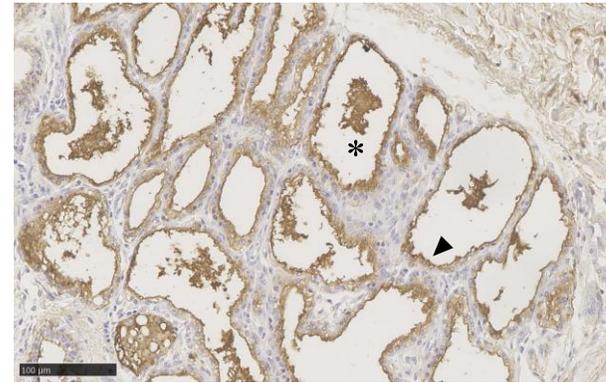
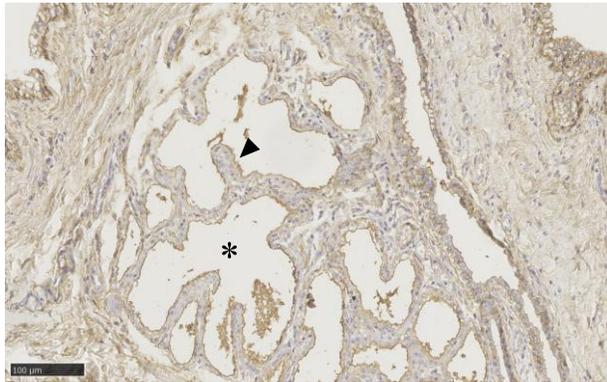
Ck/lbr/05



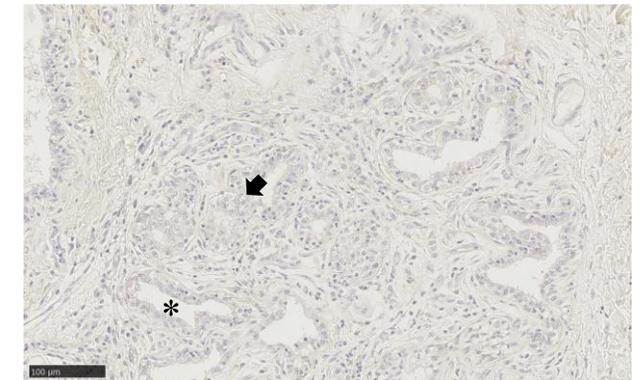
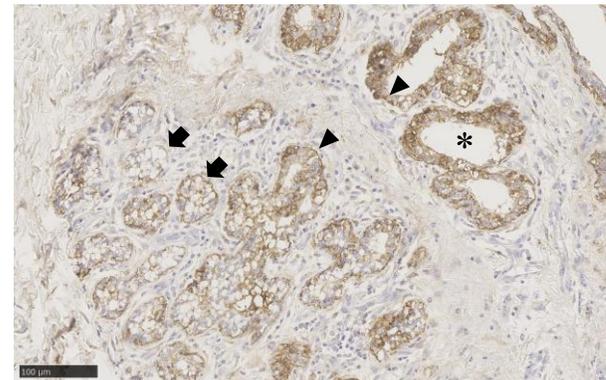
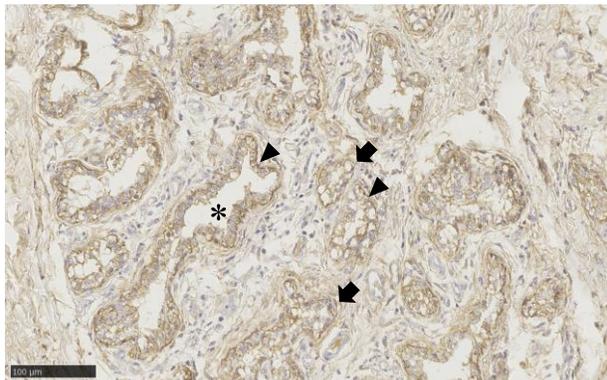
Ck/Tn/99



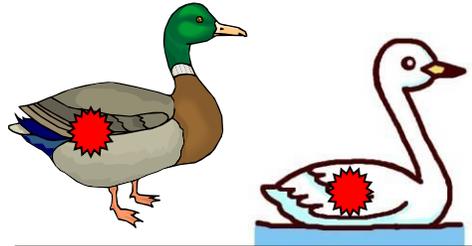
Lactation
泌乳期



Non-lactating
乾乳期

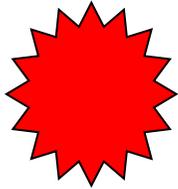


日本は「受け身」の対策を強いられている

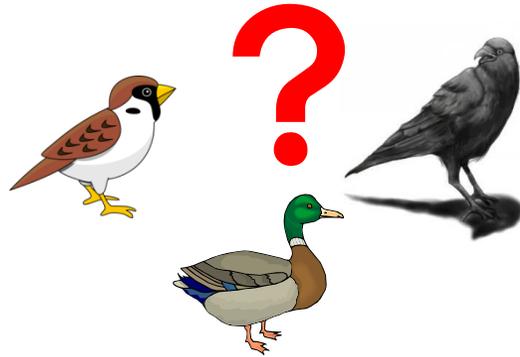


長距離ウイルスを運ぶ

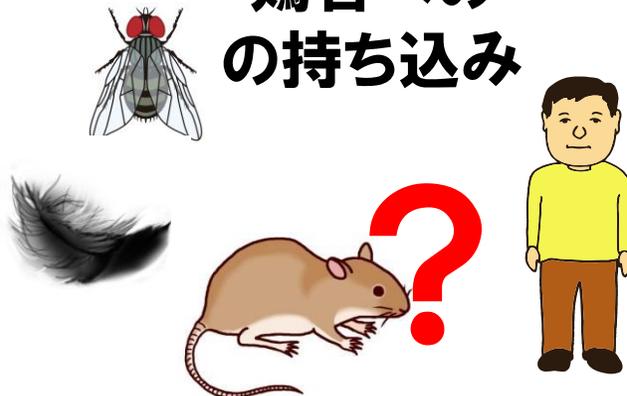
高病原性
鳥インフルエンザ
ウイルス



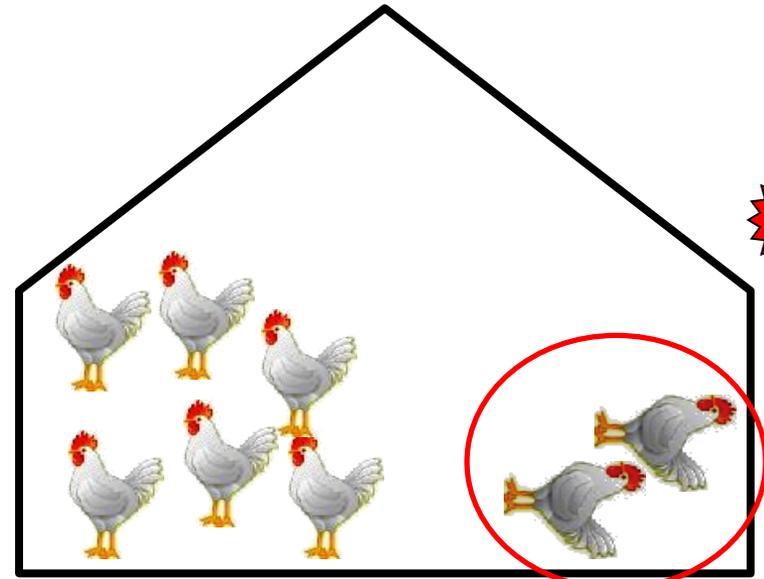
国内でウイルスを運ぶ、
さらにウイルスを増幅させる



鶏舎への
の持ち込み



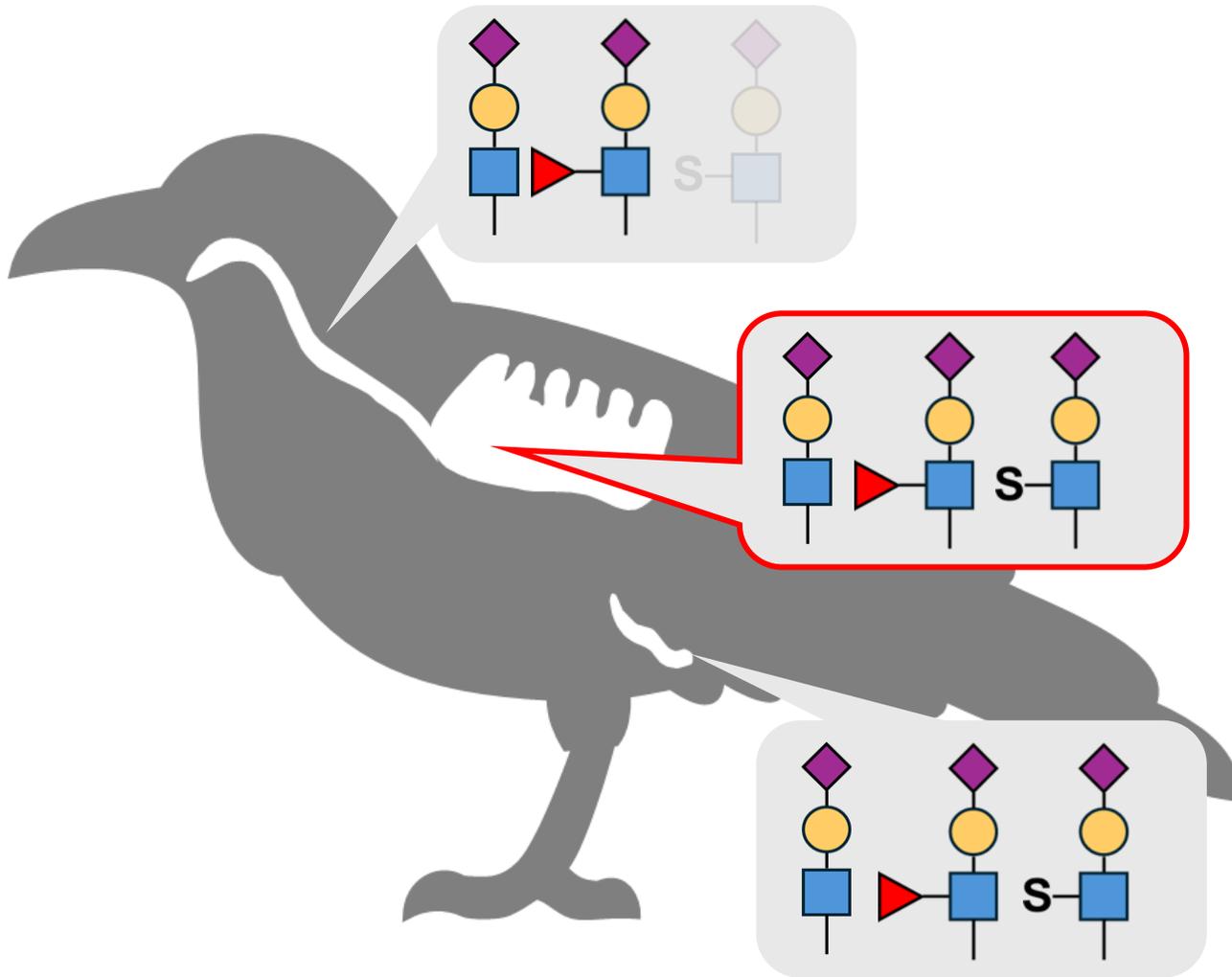
環境中のウイルス汚染は深刻



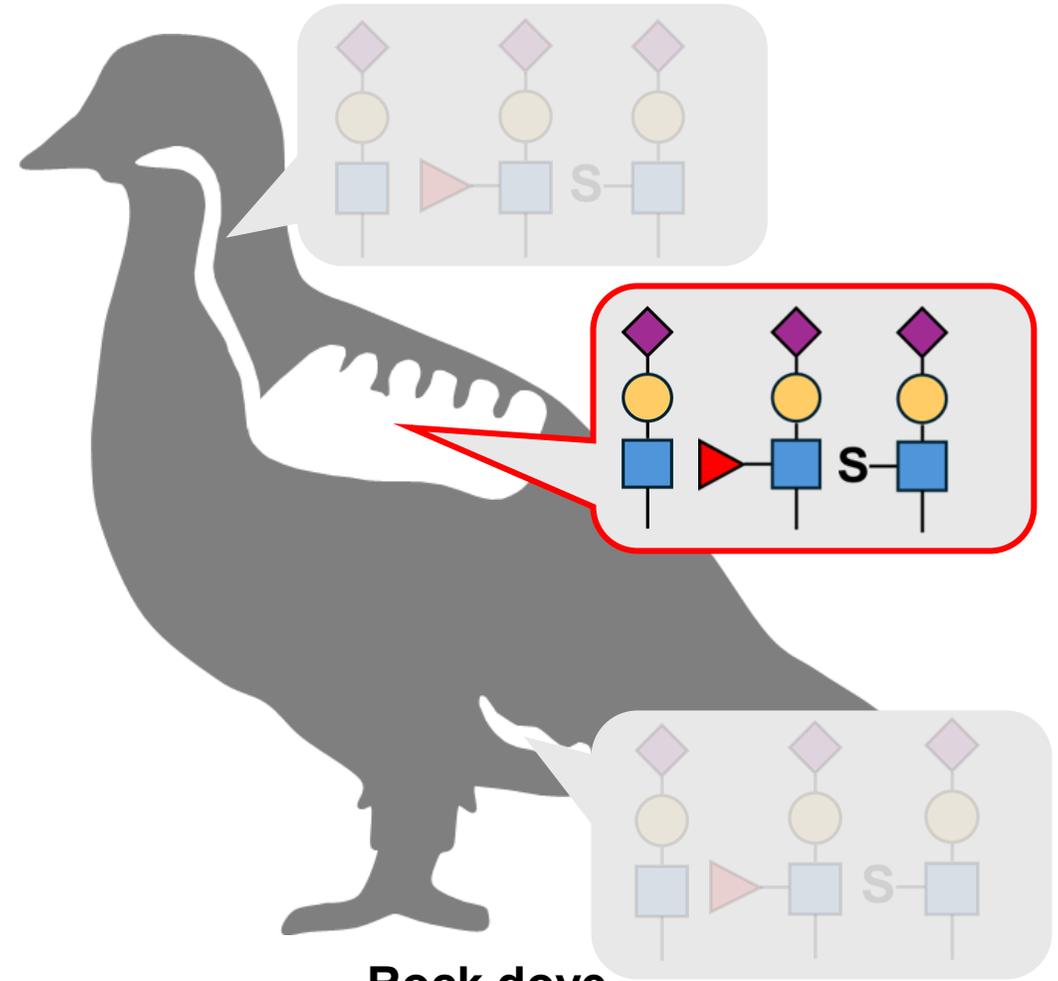
農場の周りはウイルスだらけ

Summary of the receptor distribution in large-billed crow and rock dove

ハシブトガラスとカワラバトにおける受容体分布のまとめ



Large-billed crow



Rock dove



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学メインキャンパス



2024年2月14日、10:30に回収した
ハシブトガラスの死体

カラス1羽でのウイルス増殖
30,000万個程度

÷

ニワトリ1羽の最小感染量
3万個

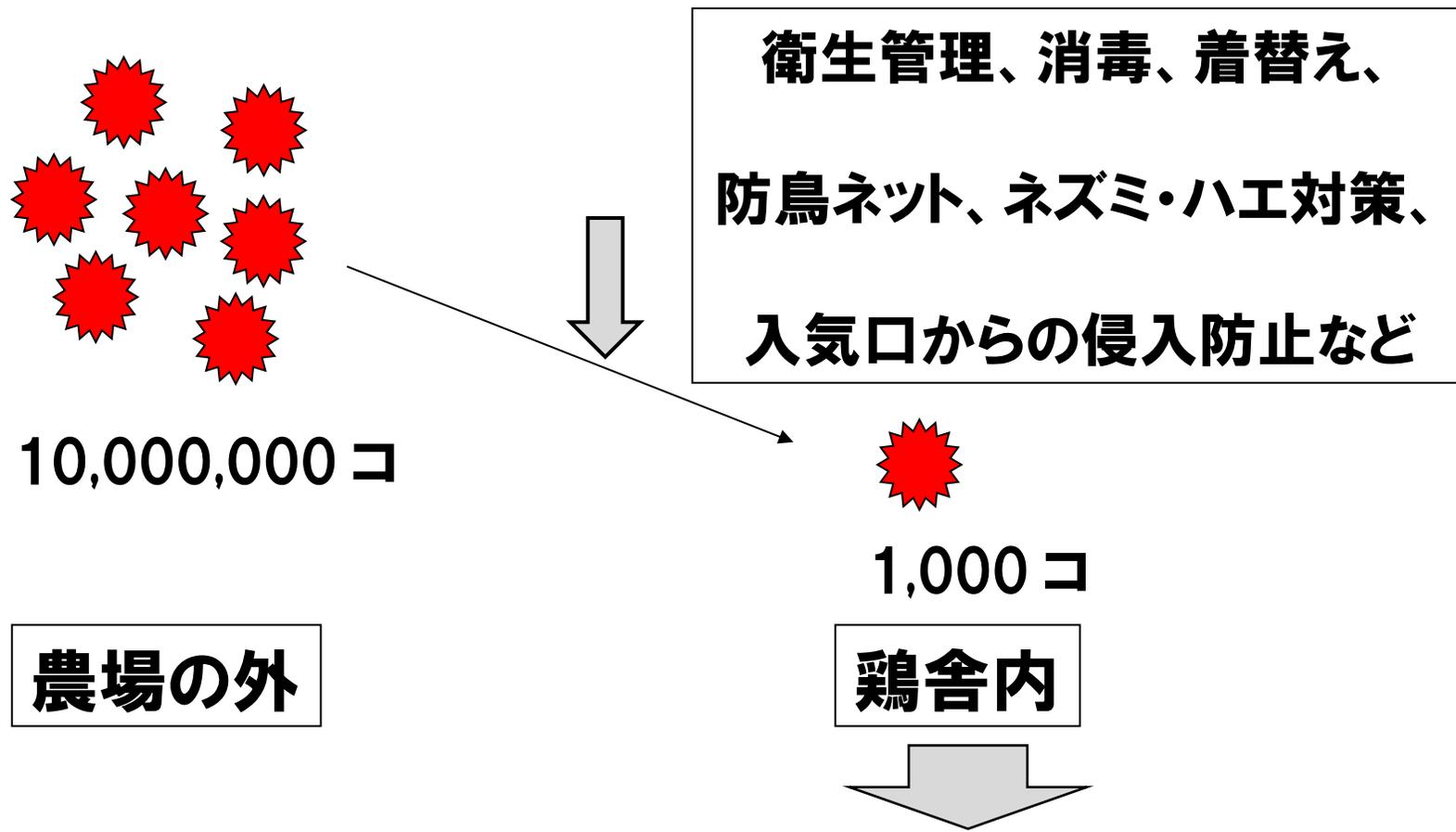
= 10,000



内臓片や羽毛の散乱

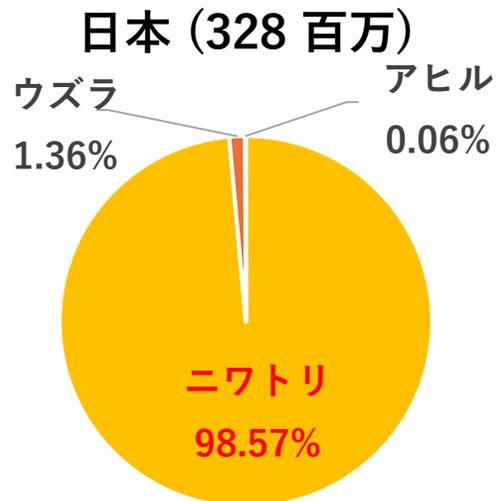


ニワトリに感染が成立するためには
30,000コ以上 の
ウイルスに暴露されなければならない

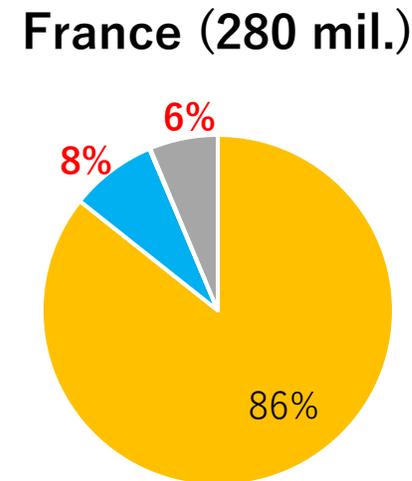
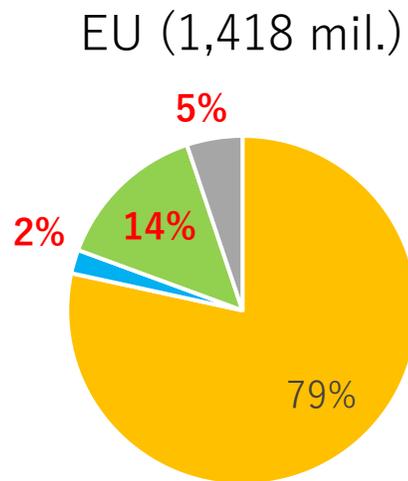
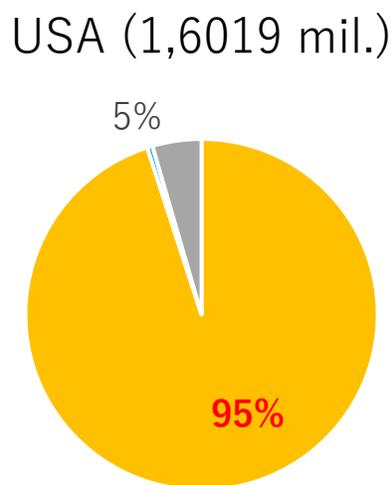
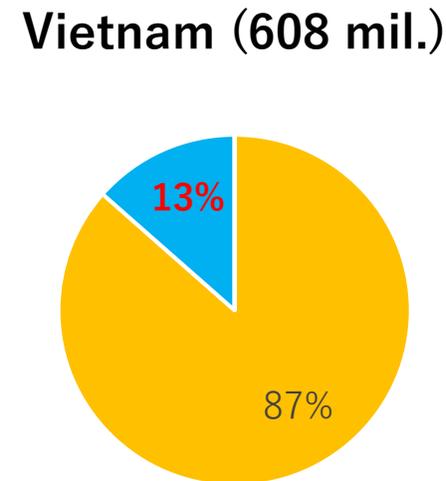
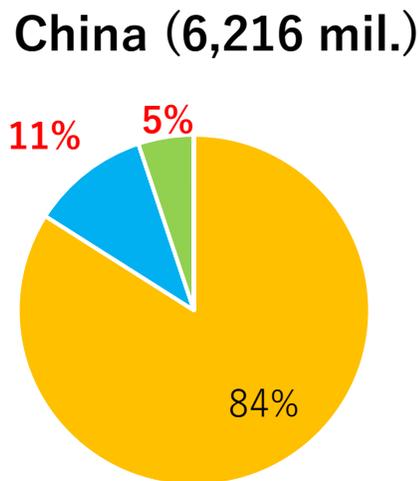
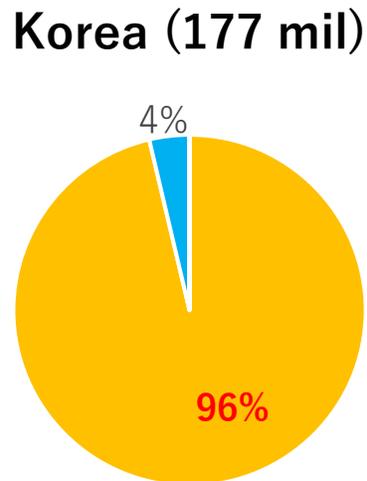


実は、この農場では鳥インフルエンザは発生しない

ワクチンの話の前に: 各国の飼育家禽数における各鳥種の割合

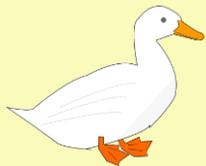


農水省畜産統計
東京新聞2024年4月25日
中央畜産会調査 (H22) より



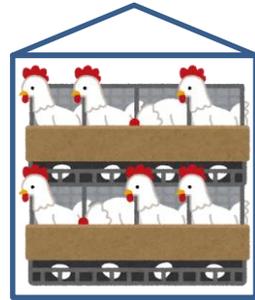
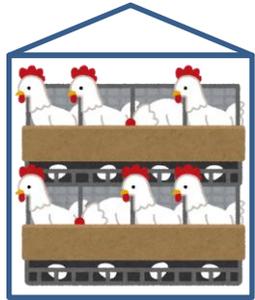
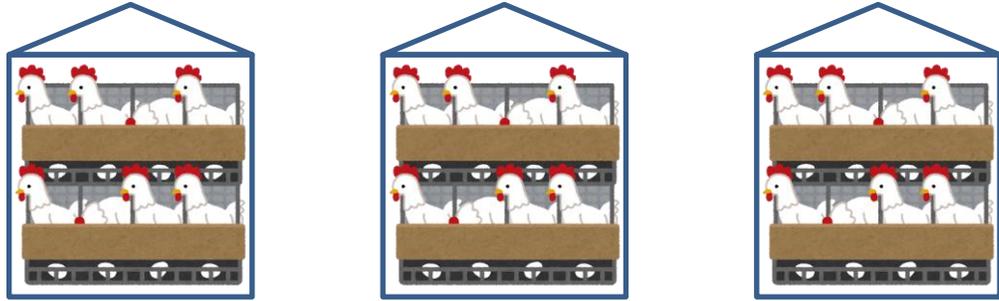
FAOSTATから2021年のデータにて作成
(chicken, duck geeseの区分のみで、quailとturkeyは区分が存在せず)

高病原性鳥インフルエンザウイルス 動物接種試験まとめ

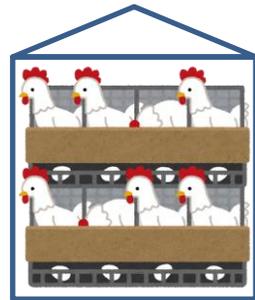
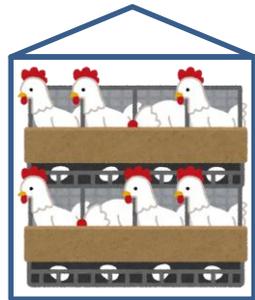
	 	  
感染の有無	感染する 感染する	感染する 感染する 感染する
ウイルス増殖	よく増殖する 増殖する	株による (今の流行株は高増殖性) 増殖する ほとんど増殖しない
生死	2-4日で死亡 稀に死亡	株による (今の流行株は死亡) 4-7日で死亡 死亡しない

Hionoら、Vet Microbiol. 2016;182:108-15. doi: 10.1016/j.vetmic.2015.11.009. Epub 2015 Nov 17.

ワクチンを打たない現在

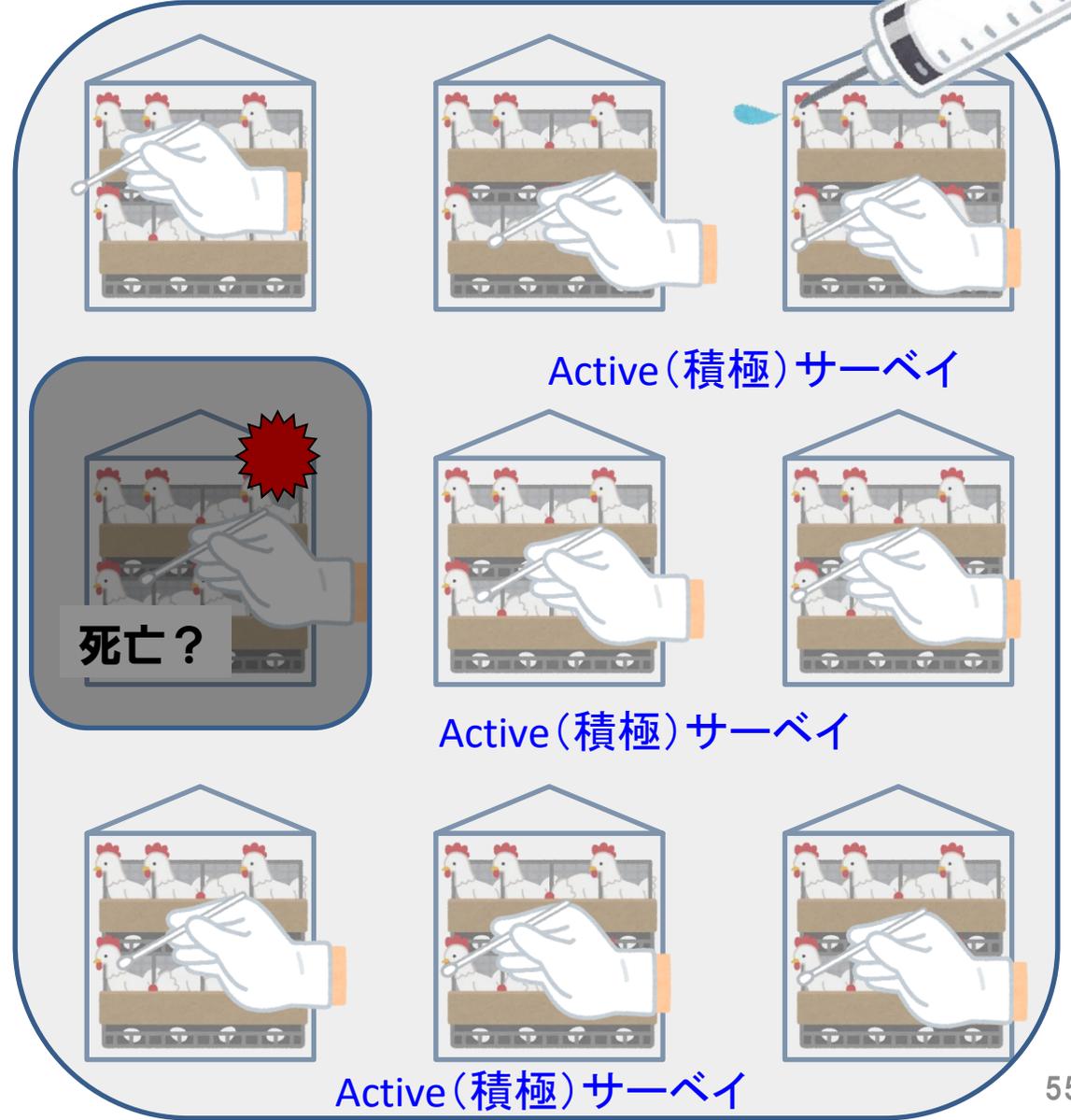


Passive (受身) サーベイ



Passive (受身) サーベイ

ワクチン接種下のイメージ

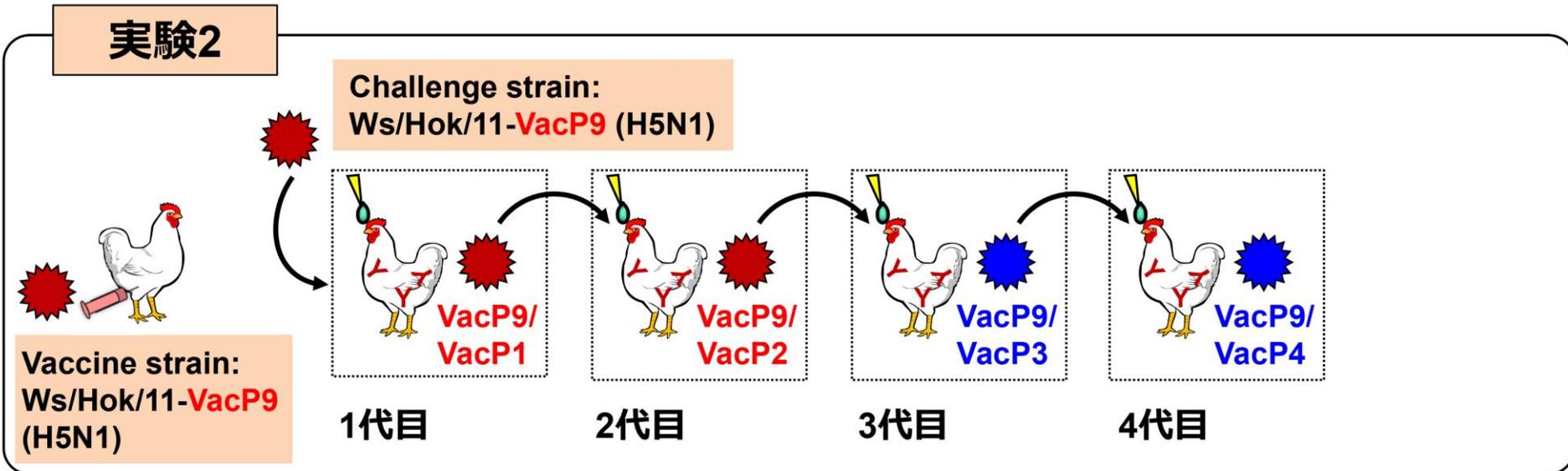
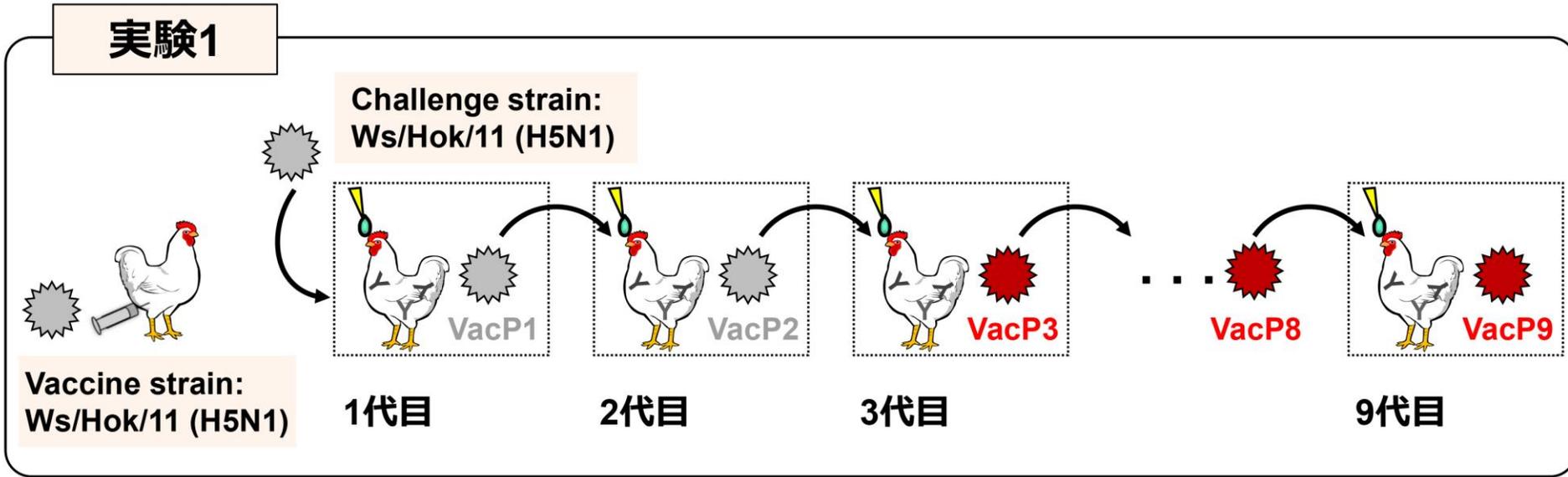


Active (積極) サーベイ

Active (積極) サーベイ

Active (積極) サーベイ

抗原変異株はワクチン接種ニワトリで3代継代すると選択される



鳥インフルエンザのワクチン

【不活化ワクチン：シェア 約95%】



1. ウイルス全粒子を不活化し、アジュバントと混ぜたワクチン
(4週齢1回接種で、138週効果継続の成績あり, Sasaki et al, 2009)
2. 組換え蛋白を抗原としたサブユニットワクチン **【抗体による感染識別可】**

【ベクターワクチン：シェア 約5%だが上昇傾向】

ウイルスベクターにH5ウイルスのHA遺伝子を挿入しウイルス感染と共に鳥インフルエンザウイルスに対しても免疫誘導 **【抗体による感染識別可】**

- 3-1. 七面鳥ヘルペスウイルスベクター
- 3-2. ニューカッスル病ウイルスベクター
- 3-3. 鶏痘ウイルスベクター

鳥インフルエンザのワクチン

【不活化ワクチン：シェア 約95%】



1. ウイルス全粒子を不活化し、アジュバントと混ぜたワクチン
(4週齢1回接種で、138週効果継続の成績あり, Sasaki et al, 2009)

2. 組換え蛋白を抗原としたサブユニットワクチン【抗体による感染識別可】

【ベクターワクチン：シェア 約5%だが上昇傾向】

ウイルスベクターにH5ウイルスのHA遺伝子を挿入しウイルス感染と共に
鳥インフルエンザウイルスに対しても免疫誘導【抗体による感染識別可】

3-1. 七面鳥ヘルペスウイルスベクター

3-2. ニューカッスル病ウイルスベクター

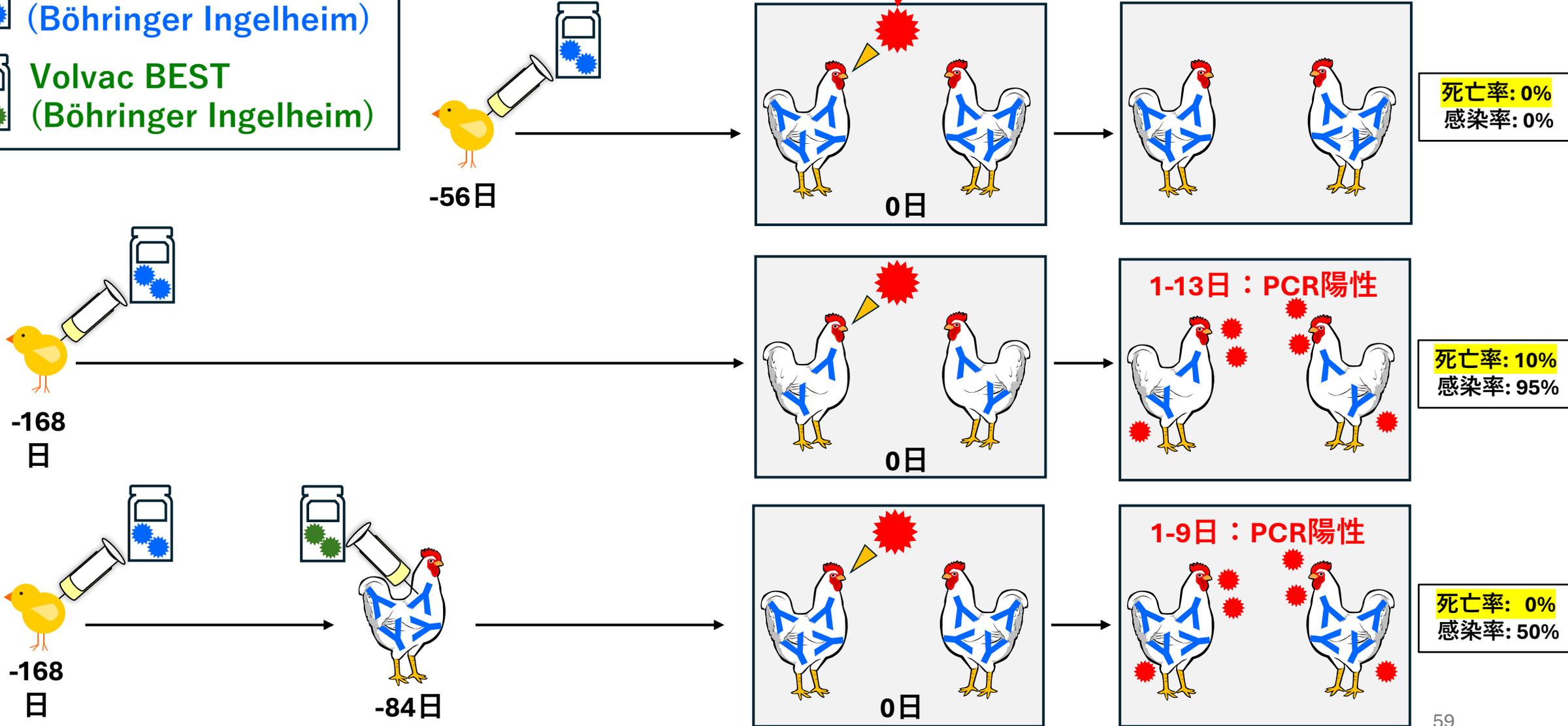
3-3. 鶏痘ウイルスベクター

オランダにおける ベクターワクチンの 評価試験


VAXXITEK
 (Böhringer Ingelheim)


Volvac BEST
 (Böhringer Ingelheim)

H5N1亜型高病原性鳥インフルエンザウイルス
 (clade 2.3.4.4b, $10^{7.0}$ EID₅₀ / 羽)



鳥インフルエンザのワクチン

【不活化ワクチン：シェア 約95%】



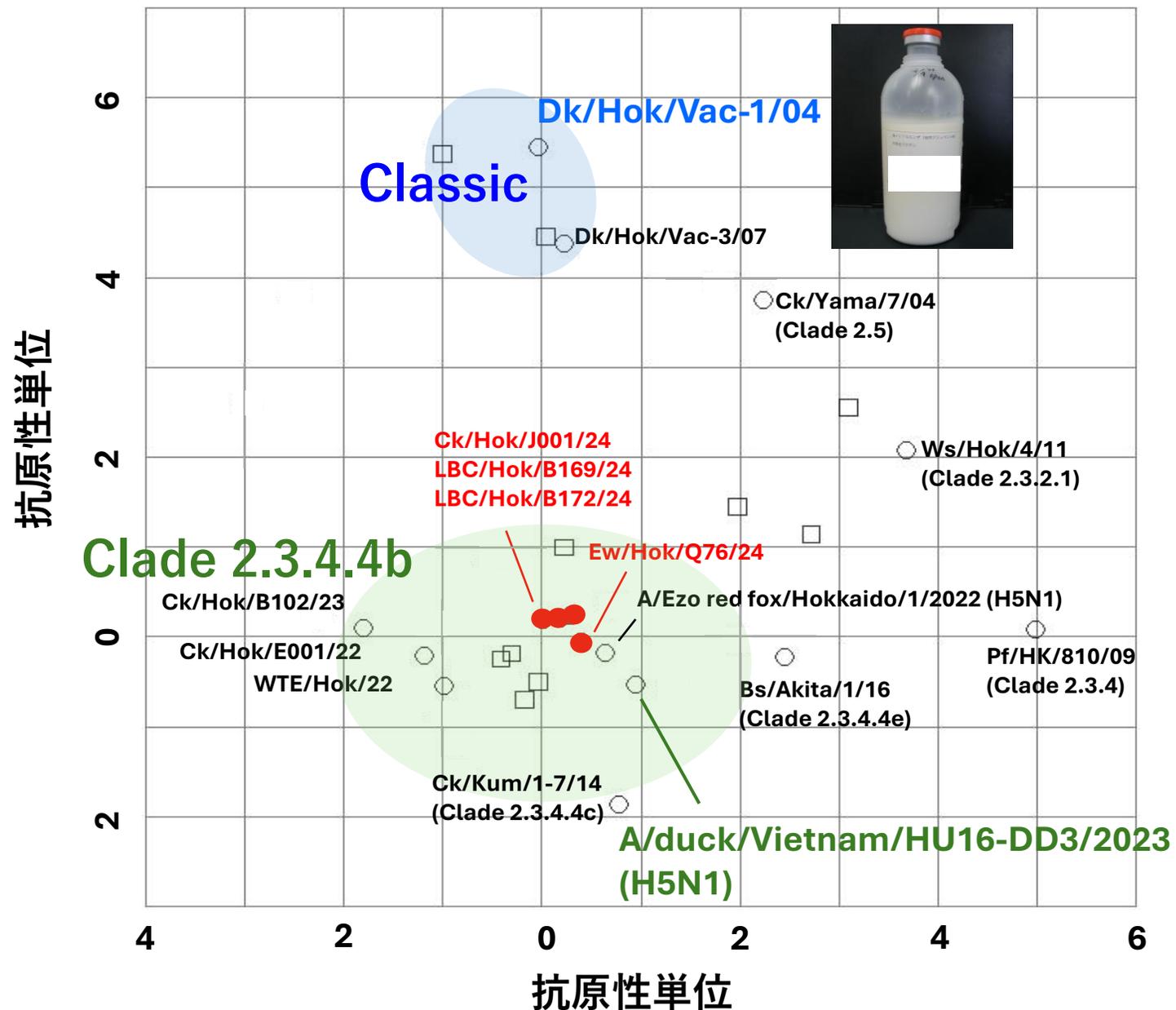
1. ウイルス全粒子を不活化し、アジュバントと混ぜたワクチン
(4週齢1回接種で、138週効果継続の成績あり, Sasaki et al, 2009)
2. 組換え蛋白を抗原としたサブユニットワクチン 【抗体による感染識別可】

【ベクターワクチン：シェア 約5%だが上昇傾向】

ウイルスベクターにH5ウイルスのHA遺伝子を挿入しウイルス感染と共に鳥インフルエンザウイルスに対しても免疫誘導 【抗体による感染識別可】

- 3-1. 七面鳥ヘルペスウイルスベクター
- 3-2. ニューカッスル病ウイルスベクター
- 3-3. 鶏痘ウイルスベクター

H5鳥インフルエンザウイルスの抗原性

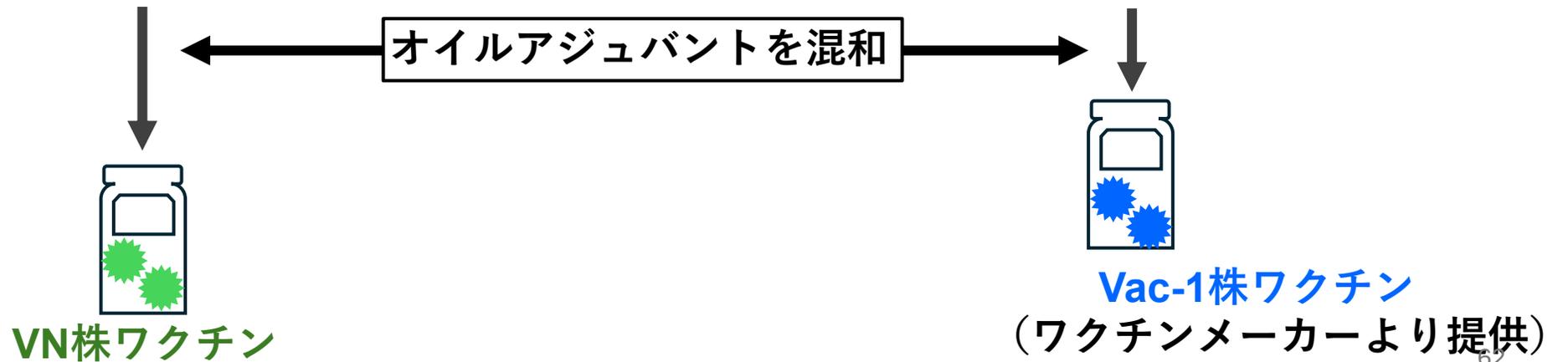
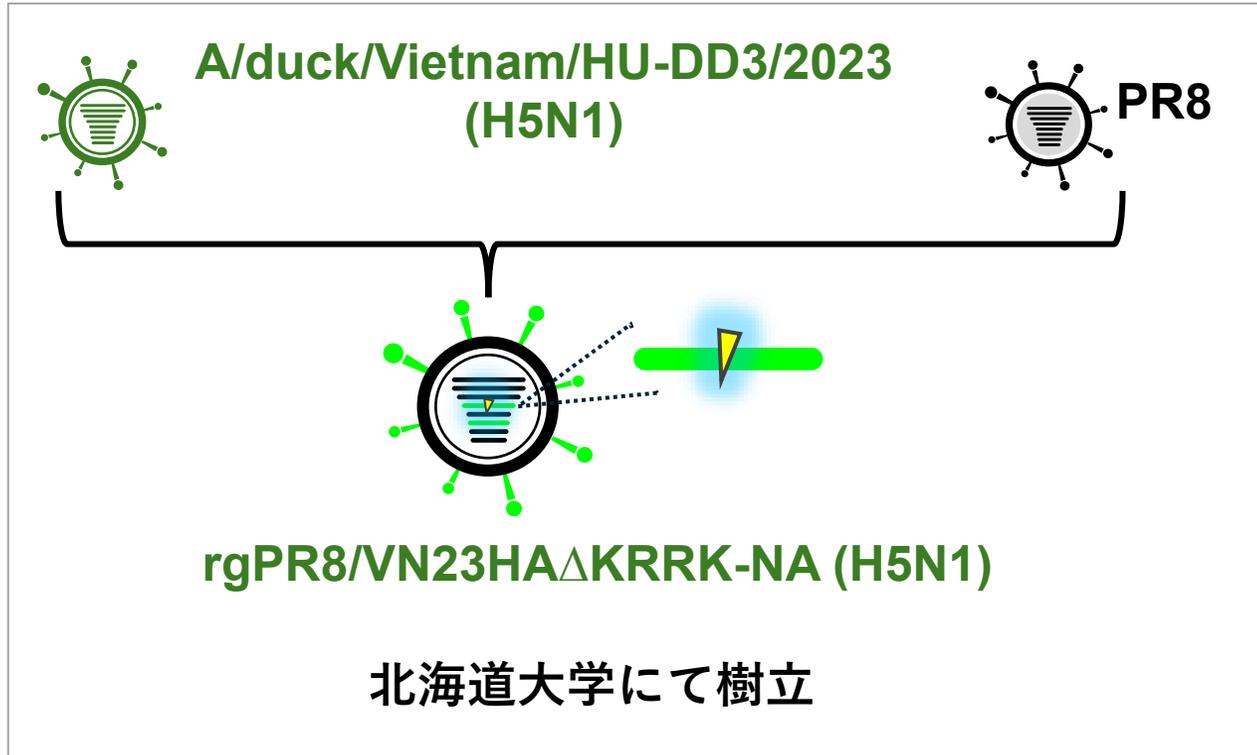


赤字：2024-25年シーズン
日本分離株

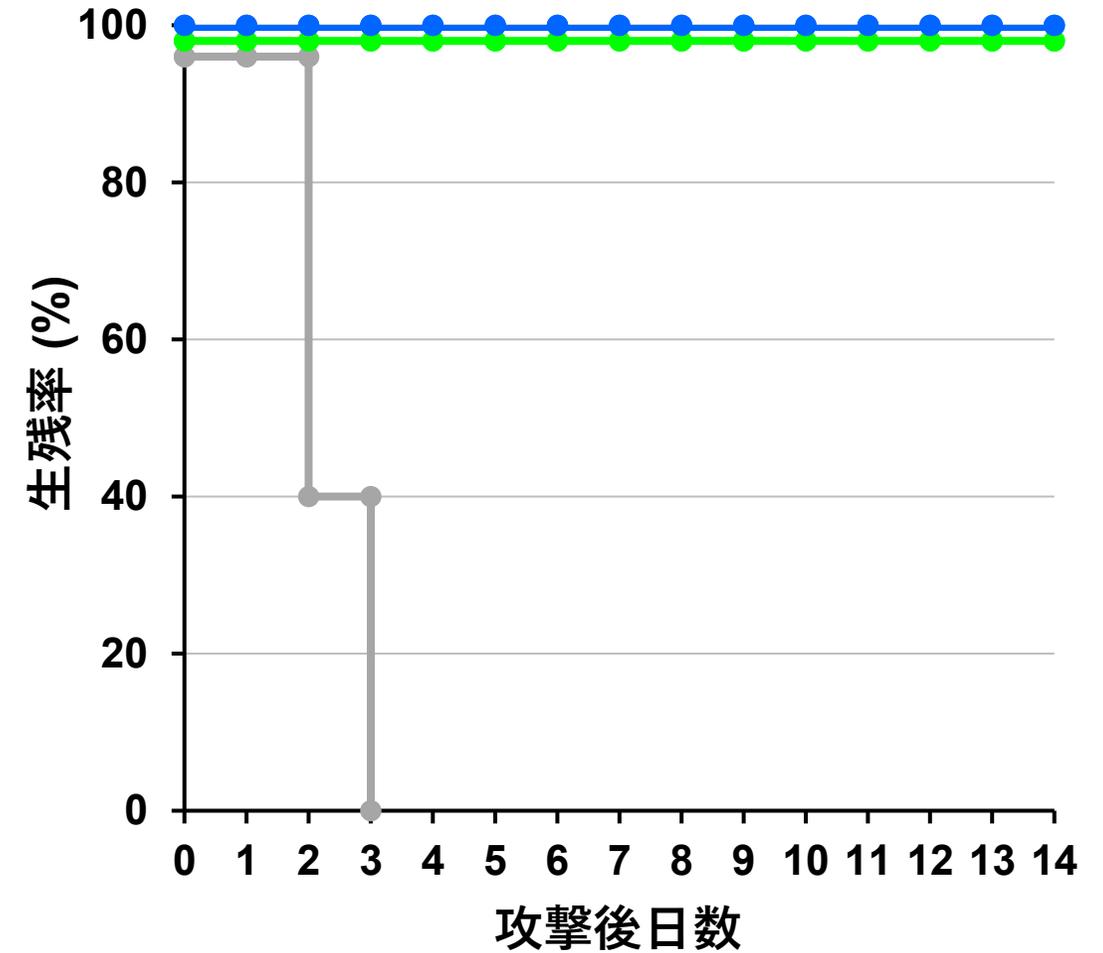
青字：備蓄用ワクチン株

緑字：ベトナム分離株

近年の野外流行株を用いたワクチンの試製



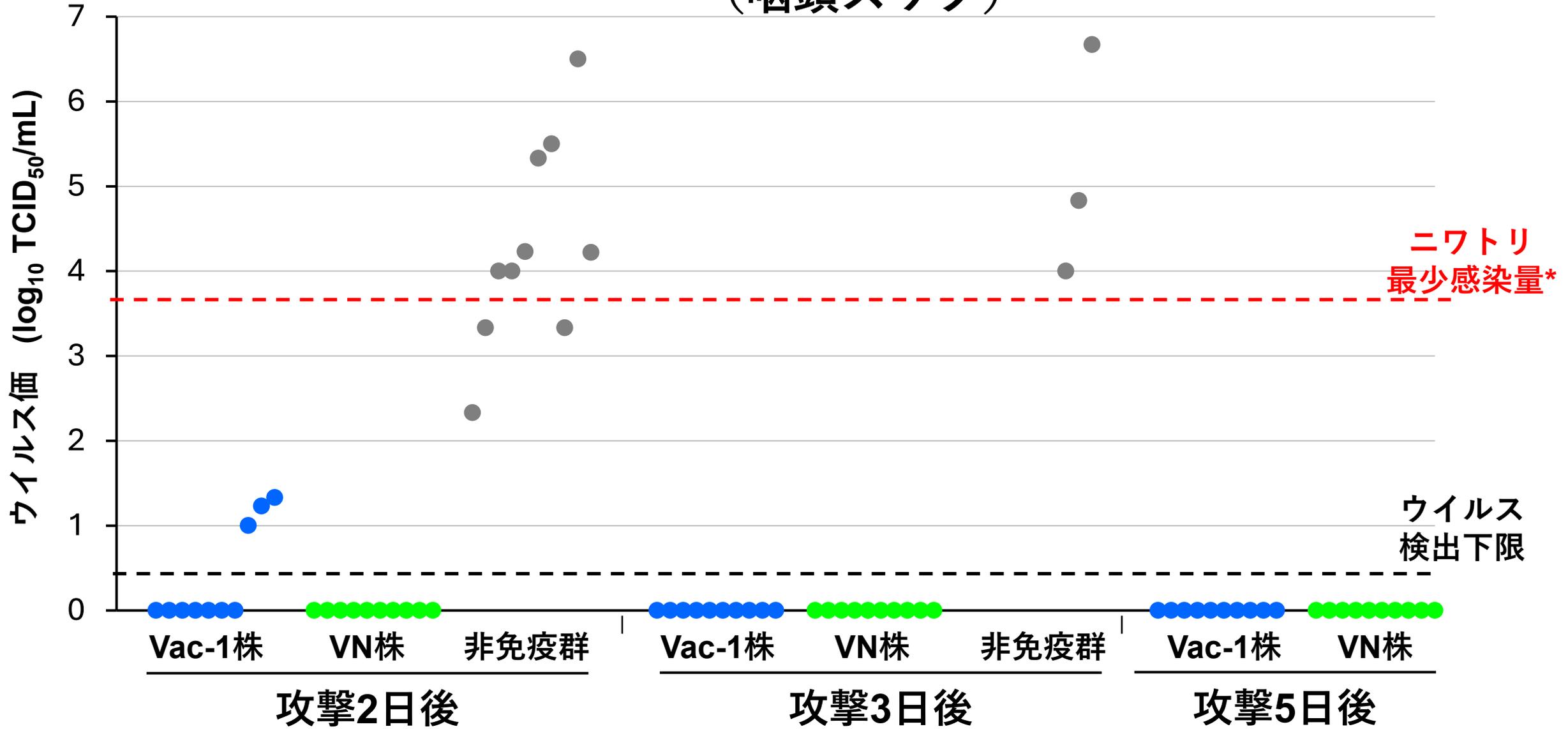
Fox/Hok/22 株に対するHI価と攻撃後の免疫鶏の生残



● Vac-1株免疫群 (n = 10) ● VN株免疫群 (n = 10) ● 非免疫群 (n = 5)

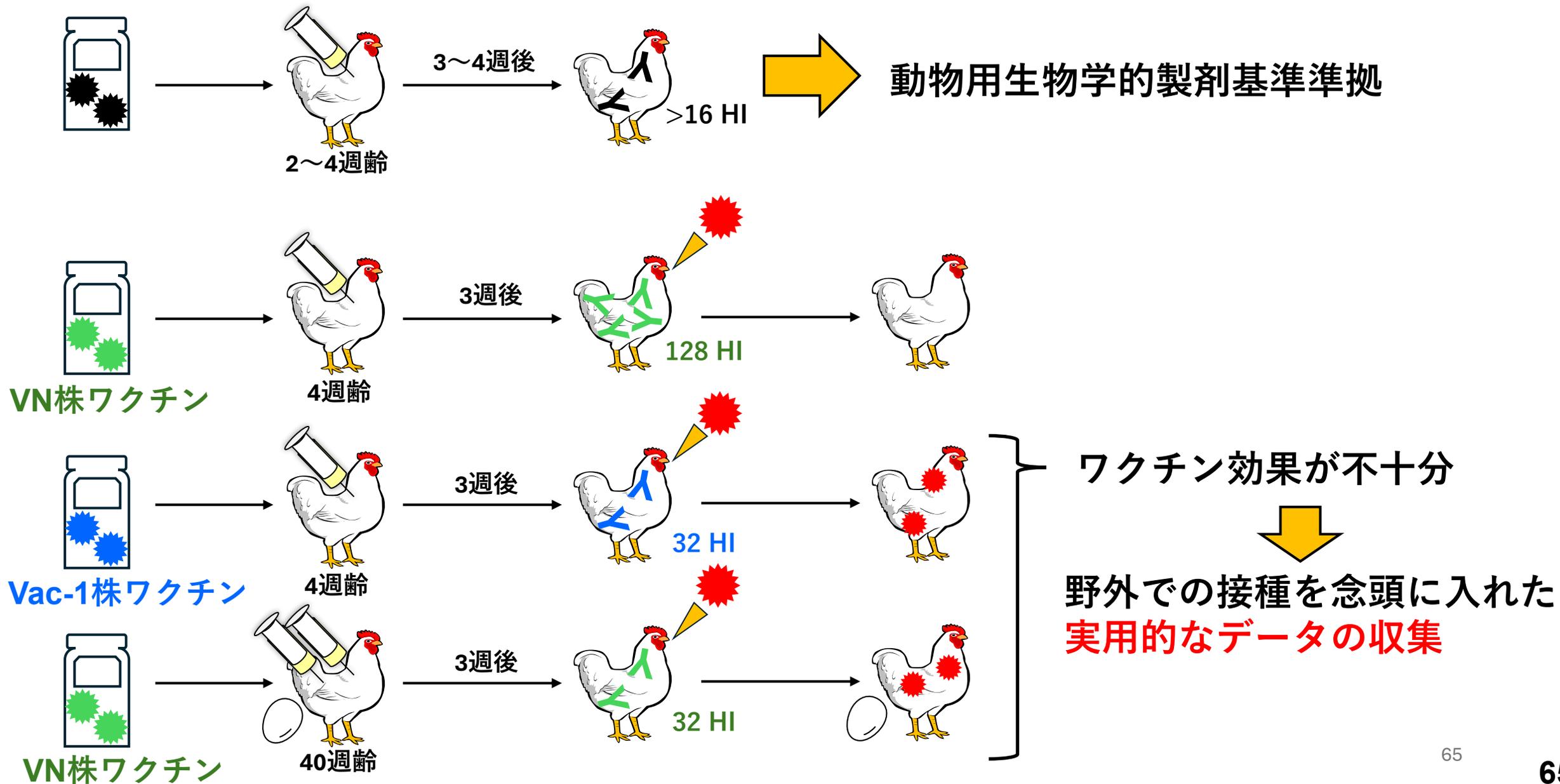
*: $P < 0.05$

Fox/Hok/22 株で攻撃したニワトリからのウイルス回収 (咽頭スワブ)



*: Sakuma et al., Arch Virol, 2025

確立している国産ワクチンでさえ 現場に即したトライアルが必要



謝辞

あかばね動物クリニック 伊藤 貢 先生

岐阜県、三重県、愛知県の家畜保健所職員各位

北海道庁

北海道大学 人獣共通感染症国際共同研究所
喜田 宏 先生

北海道新聞

環境省 自然環境局
野生生物課 鳥獣保護管理室 各位

農林水産省 各位

Prof. Nguyễn Thanh LÃM
Viet Nam



福所 秋雄 先生(故人、元 日獣大)

清水 悠紀臣 先生 (北大名誉教授)



北海道大学 大学院獣医学研究院
微生物学教室各位