

防疫一體傳染病智慧化 防治技術

成果手冊 (2017~2024)



| | |
|----------------------------------|----|
| 序言 | 6 |
| 防疫一體（One Health） | 7 |
| 第一章 - 細菌抗藥性 | 8 |
| 主軸一 增加大眾警覺性 | 11 |
| 壹、加強獸醫學系學生與獸醫師（佐）對細菌抗藥性警覺與知識之教育 | |
| 活動成果 | 11 |
| 貳、舉辦細菌抗藥性檢測一致化教育訓練 | 27 |
| 主軸二 抗藥性監測 | 31 |
| 壹、細菌抗藥性監測報告與趨勢分析 | 31 |
| 貳、臺灣醫療與衛生領域重要微生物抗藥性監測 | 36 |
| 參、非傷寒沙門氏菌、李斯特菌與曲狀桿菌抗生素抗藥性長期監測 | 39 |
| 肆、畜禽與水產動物分離細菌抗藥性之監測 | 47 |
| 伍、由健康的畜禽動物所分離出來的會產生超廣譜乙內醯氨酶的大腸桿菌 | |
| - 探討其盛行率、抗藥基因與親緣性 | 53 |
| 陸、疾病動物重要病原之鑑定及抗藥性研究 | 61 |
| 柒、推廣抗藥性檢測標準方法相關活動與教育訓練，抗藥性全基因體序列 | |
| 研究成果 | 67 |
| 捌、植物病原細菌對農業用抗生素抗藥性調查 | 75 |
| 主軸三 感染預防與控制 | 77 |
| 壹、依世界衛生組織最新指引建立試驗方法及監測人畜抗藥性結核病 | 77 |

| | |
|--|-----|
| 主軸四 正確使用抗菌劑 | 84 |
| 壹、動物用抗生素藥品檢驗登記檢驗案件執行成果分析 | 84 |
| 主軸五 研究與開發 | 88 |
| 壹、動物分離細菌基因體資料庫與抗藥性研究發表 | 88 |
| 貳、紐西蘭白兔、無特定病原雞隻腸道菌相分析 | 98 |
| 參、腸桿菌之 carbapenemase 抗藥基因研究與分析 | 101 |
| 肆、建立全基因體定序 (Whole Genome Sequencing, WGS) 檢測分析與人工智慧判讀工具 | 103 |
| 伍、開發新穎的人工智慧預測演算法以研析沙門氏菌抗藥性 | 110 |
| 第二章 - 禽流感生物安全防治與智動化監控 | 114 |
| 主軸一 生產管理 | 116 |
| 壹、高生物安全禽舍與智動化預警系統 | 116 |
| 貳、密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響 | 122 |
| 參、蛋雞統進統出飼養模式與分批飼養模式在微生物安全分析之個案報告 | 130 |
| 主軸二 運輸銷售 | 139 |
| 壹、規劃「在地屠宰，冷鏈運輸」家禽智慧化新型產銷模式以利防疫 禽流感等禽病 | 139 |
| 貳、建構家禽活體交易轉型屠後理貨產銷鏈 | 148 |
| 主軸三 環境風險管理（智慧化系統） | 155 |
| 壹、禽流感大數據分析 | 155 |
| 貳、禽流感病毒於禽場中汙染途徑探求 | 160 |
| 參、野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統 | 163 |

| | |
|--|-----|
| 主軸四 防治與監測 | 170 |
| 壹、風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查 | 170 |
| 貳、從傳統媒體過渡到新媒體宣導之探討及多元化媒體宣導運用之探討 - 以新型 A 型流感為例 | 177 |
| 參、農衛合作新型 A 型流感監測 | 181 |
| 肆、建構擴增人類禽流感病毒檢驗指定實驗室 | 188 |
| 伍、「人畜共通傳染病跨域資訊整合及決策支援系統計畫」及「建立人畜共通傳染病風險評估計畫」 | 190 |
| 陸、人畜共通傳染病疫情調查專才培訓成果 | 197 |
| 柒、禽場禽流感傳播媒介監測 | 211 |
| 捌、禽流感病毒監控與分析 | 218 |
| 玖、臺灣高病原性禽流感病毒於不同禽種之病原性 | 223 |
| 第三章 - 動物狂犬病監測與策略研究 | 228 |
| 主軸一 疫情監測策略 | 230 |
| 壹、大安溪北岸之小型食肉目狂犬病監測計畫 | 230 |
| 貳、國內犬貓及蝙蝠狂犬病監測 | 236 |
| 參、狂犬病抗體檢測服務財團法人全國認證基金會 (TAF) 認證 | 241 |
| 主軸二 病毒分析與國際合作 | 243 |
| 壹、狂犬病防疫策略研究 | 243 |
| 貳、鼬獾狂犬病病毒分子流行病學分析 | 251 |
| 參、偶合計畫推動成功，獲 WOAH 肯定認證為狂犬病參考實驗室 | 255 |

序言

從 2003 年的 SARS 到 2021 年的 COVID-19 疫情，再次讓社會大眾了解到新興傳染疾病及人畜共通疾病對人類的威脅，加上環境生態的改變，加速了病毒跨物種傳播，從野生動物到哺乳動物再到人的身上，皆與防疫一體理念息息相關，其中防控細菌抗藥性、禽流感及狂犬病為保護人畜環境健康至關重要，亦是防疫一體的三大公共衛生議題。

細菌抗藥性已成為全球公共衛生的重大挑戰，抗生素的廣泛使用導致細菌不斷產生抗藥性，使細菌感染性疾病的治療越來越困難。更令人擔憂的是，抗藥菌或抗藥基因可能在人類、動物和環境中傳播，形成複雜的傳播網絡。為應對這一問題，防疫一體強調跨部門協作，從醫療、畜牧、環境等多個面向採取綜合措施，包括加強抗生素使用管理、持續監測細菌抗藥性、提高診斷和治療水平、研發新藥和替代療法等。只有從源頭遏制抗生素濫用，切斷傳播途徑，才能有效控制抗藥性。

禽流感造成全球家禽產業重大經濟損失，而少數禽流感亞型或病毒株會有禽傳人的案例，禽流感病毒還可能與其他病毒重組，產生新的病毒株，對公共衛生構成極大威脅。防疫一體視角下的禽流感防控，需要農業和衛生部門密切配合，從養殖源頭到終端消費，這包括加強畜牧場生物安全管理、病死禽處理，運輸車輛禽籠清消，以及加強疫情監測和緊急處置等。同時，要加強對防疫人員與可能接觸者的防護監測，做好風險溝通，降低感染風險。

狂犬病也是一種人畜共通傳染病，主要透過被感染動物咬傷傳播。近年臺灣在野生鼬獾中持續檢出狂犬病案例，凸顯了狂犬病防控的重要性和複雜性。在防疫一體理念下，狂犬病防治需要衛生、農業、防疫與野生動物管理等多部門共同合作。關鍵措施包括加強飼養犬隻免疫及避免與野生動物接觸、流行病學監測、加強疫苗和免疫球蛋白儲備、建立疑患病動物之處置方式等。同時，監測狂犬病病毒的基因組變異情形，以便完善防控策略。

因此，防疫一體倡導跨部門、跨學科的協作模式，動員農業、衛生、環境等多方資源和力量，透過系統性的預警監測、感染控制等措施，阻絕疾病在不同宿主間的傳播途徑，才能有效遏制細菌抗藥性、禽流感以及狂犬病的蔓延，以下將以細菌抗藥性、禽流感和狂犬病三大議題，深度了解防疫一體的工作重點與亮點成果。

防疫一體（One Health）

防疫一體（One Health）是一種整合性的方法，旨在以永續的方式平衡與優化人類、動物和環境（生態）健康，實施防疫一體需動員各個部門與領域在不同層面上共同努力，以應對人畜環境健康面臨的威脅，同時兼顧健康食品、水、能源和空氣的集體需求，採取應對氣候變化的行動，為永續發展做出貢獻。

為免於爆發傳染病威脅，臺灣 2017 年啟動第一期「全球衛生 - 追求防疫一體之傳染病整合研究」科技計畫，本於「防疫一體」概念，落實「全球衛生安全綱領」策略，加強及整合跨部會防疫檢驗之量能，農衛雙方合作完成國家因應細菌抗藥性行動方案、建立資訊交換機制，並強化國家實驗室之量能，另完成世界動物衛生組織（World Organisation for Animal Health, WOAH）之獸醫服務體系效能（Performance of Veterinary Services, PVS）評鑑，經檢視評鑑報告顯示我國有三項待強化之議題，分別為：抗菌劑抗藥性及抗菌劑的使用管理、獸醫輔助人員的能力與繼續教育、地方實驗室之品質管理，爾後亦成為防疫一體二期計畫推動之核心。防疫一體二期計畫重點則包含：抗菌劑管理策略優化及防治網推動、人畜共通傳染病及重要動物疫病之防治與應變技術優化、提升檢測量能及生物安全管控品質。

第一章

-細菌抗藥性-



隨著抗生素的廣泛使用，細菌抗藥性問題日益嚴重，已成為全球公共衛生的重大挑戰。抗藥性是指細菌對特定抗生素產生耐受性，使藥物失去或降低治療效果的現象。抗藥性細菌感染不僅造成困難，還會導致更多併發症、延長住院時間和增加死亡率。更令人擔憂的是，這些抗藥性細菌可以透過多種途徑在人類、動物和環境之間傳播，如人畜共通疾病、食品鏈等。這不僅危及個人健康，也給公共衛生和醫療系統帶來沉重負擔。

世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 已將抗藥性列為“十大全球健康威脅”之一。為應對這一挑戰，國際社會採取了一系列行動，如制定全球抗生素抗藥性行動計畫 (Global Action Plan on Antimicrobial Resistance)、推動 One Health 策略等。

在臺灣，為落實防疫一體策略，農業部動植物防疫檢疫署及衛生福利部疾病管制署共同制定「國家因應細菌抗藥性行動方案（2021-2025）」，設定社會大眾警覺性與專業教育訓練、監測管控、感染預防控制、正確使用抗菌劑、研究開發及國際合作等六大目標。並自 2022 年起，啟動行動方案成果調查暨缺口分析，相關單位積極投入以協力完成目標。現行已具備與國際趨勢同步之抗藥性與全基因體檢測平台，持續監測重要抗藥菌，亦響應世界抗生素警覺週活動，製作文宣，舉辦活動與教育訓練，以提高民眾認知與警覺性。國家因應細菌抗藥性行動方案的目標與其相對應說明詳列如下：

表一、國家因應細菌抗藥性行動方案的六大目標與說明

| 目標 | 說明 |
|-------------------|---|
| 1 社會大眾的警覺性與專業教育訓練 | 提升大眾對細菌抗藥性和抗生素/抗菌劑使用的認知，尤以衛生健康、醫療照護、食品、畜牧生產、水產養殖、及作物生產等領域的專業人員為重。 |
| 2 監測與管控 | 瞭解目前我國抗藥菌盛行率，須監測與管制抗生素/抗菌劑使用量，並依據細菌抗藥性監測資料進行風險評估。 |
| 3 感染預防與控制 | 強化感染疾病的預防與控制。 |
| 4 正確使用抗生素/抗菌劑 | 有效進行抗微生物製劑管理，以減少抗藥性微生物的產生。 |
| 5 研究和開發 | 鼓勵細菌抗藥性生成與傳播機制等相關研究，包含其對經濟的影響，及促進新型預防、診斷、治療技術的研究，以維持抗藥菌感染的預防、診斷、治療方法之有效性。 |
| 6 國際合作 | 鼓勵與國際合作，積極參與相關國際活動。 |

主軸一 | 增加大眾警覺性

提高公眾對抗藥性的關注和認知是首要任務。政府和衛生部門需要透過多元化的教育宣傳活動，向廣大公眾傳播抗藥性的嚴重性和預防知識，增強民眾的自我防護意識。同時，要加強與醫療、農業等相關行業從業人員的溝通協作，讓他們充分了解抗藥性問題的跨領域影響。透過持續的教育推廣，形成全社會重視抗藥性的共識。

壹、加強獸醫學系學生與獸醫師（佐）對細菌抗藥性警覺與知識之教育活動成果

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究院：陳正文副院長

財團法人農業科技研究院動物科技研究所：李秀岑 研究員、許勝富 研究員

二、行動介紹

增加民眾對細菌抗藥性的警覺性與認知，並提升教育與專業訓練。

各國皆力求落實國家抗藥性行動方案目標，包含提升抗藥性警覺性、監測與控管、感染預防與控制、研究與開發，以及謹慎使用抗菌劑，其中首重提升對細菌抗藥性的警覺性與認知。世界動物衛生組織 (WOAH)、世界衛生組織 (WHO) 及聯合國農糧組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 每年訂於 11 月 18 日至 24 日為世界抗藥性警覺週，邀請各國共同響應活動。

（一）舉辦抗藥性警覺性活動：

自 2020 年起至今，以獸醫師（佐）、獸醫學系學生、動物健康從業人員為對象持續舉辦抗藥性警覺性活動，透過辦理活動與校

園宣導，邀請中央及地方動物防疫機關、動物用藥相關機構或人員、及學校獸醫相關單位共同合作進行宣導，設計認知問卷調查評估抗藥性議題的認知，並配合國際趨勢製作抗藥性警覺性文宣。

（二）於 2023-2024 年以伴侶動物臨床獸醫師為對象，舉辦伴侶動物抗菌劑使用教育訓練，製作教材並設計問卷評估參與者抗藥性之認知。

三、評估指標與成果

（一）推動細菌抗藥性教育與專業訓練之警覺性與認知程度 26 式：

1. 2020-2024 年獸醫學系警覺性活動以問卷調查參與者認知程度累計共 24 式：於 2020 年開始於我國獸醫學系舉辦抗藥性警覺性活動，與國立中興大學獸醫學院、國立臺灣大學獸醫專業學院、國立屏東科技大學獸醫學院及國立嘉義大學獸醫學院。2021 年增加亞洲大學學士後獸醫學系，於 2021-2024 年間共舉辦 24 場次，活動前後問卷調查瞭解參與者認知程度。於 2024 年舉辦獸醫學系抗藥性警覺性活動 5 場次，設計活動前後問卷調查瞭解參與者認知程度共 24 式。認知問卷調查結果顯示，宣導活動後學員對抗藥性警覺性的認知均有提升。2020 年認知提升約 5%，2021 年認知提升約 4%，2022 年認知提升約 11%，2023 年認知提升約 6%。



圖一、2020 年 4 校獸醫學系警覺性活動



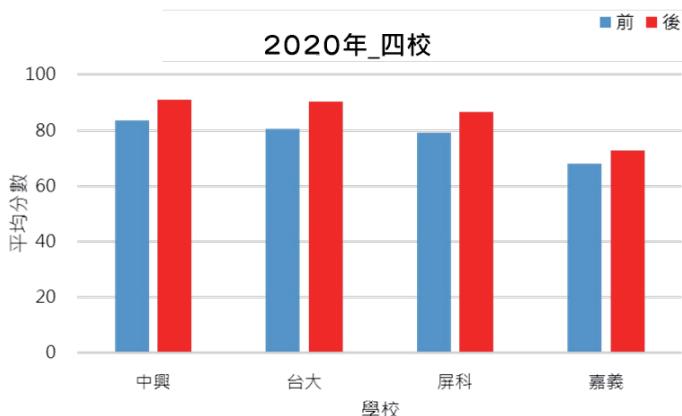
圖二、2021 年 5 校獸醫學系警覺性活動



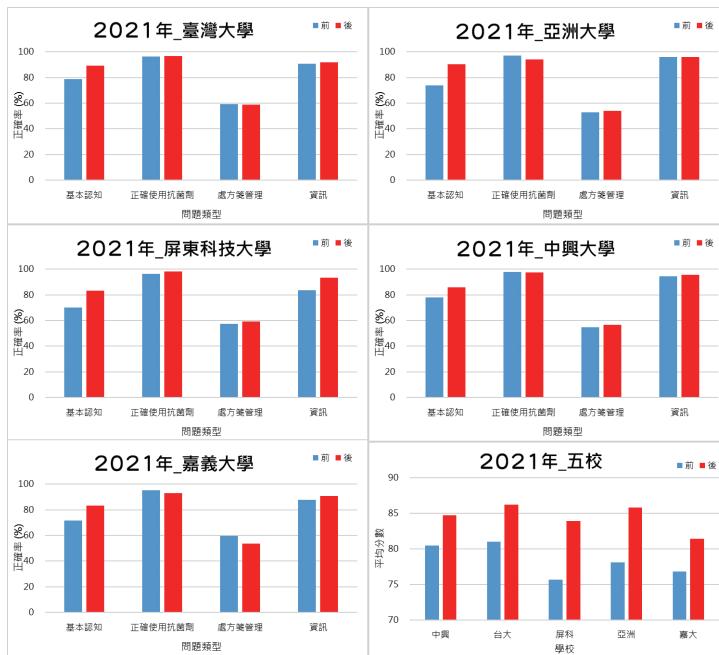
圖三、2022 年 5 校獸醫學系警覺性活動



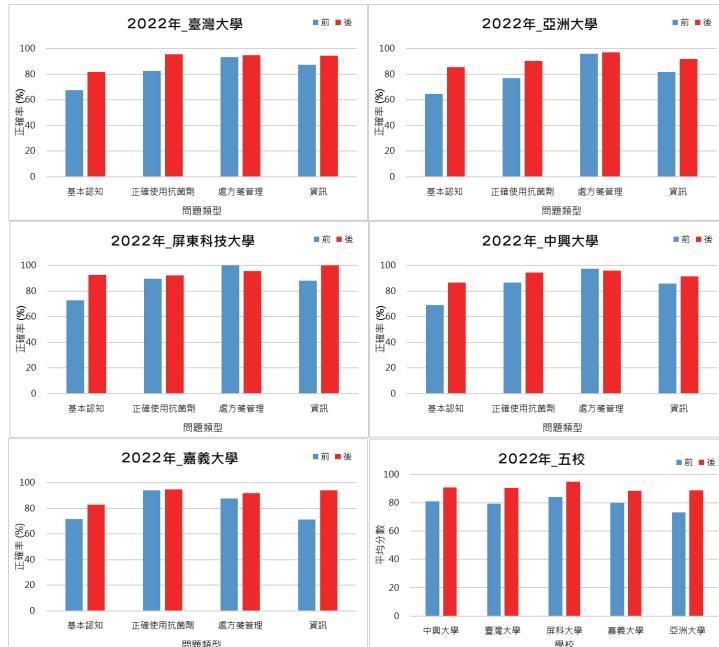
圖四、2023 年 5 校獸醫學系警覺性活動



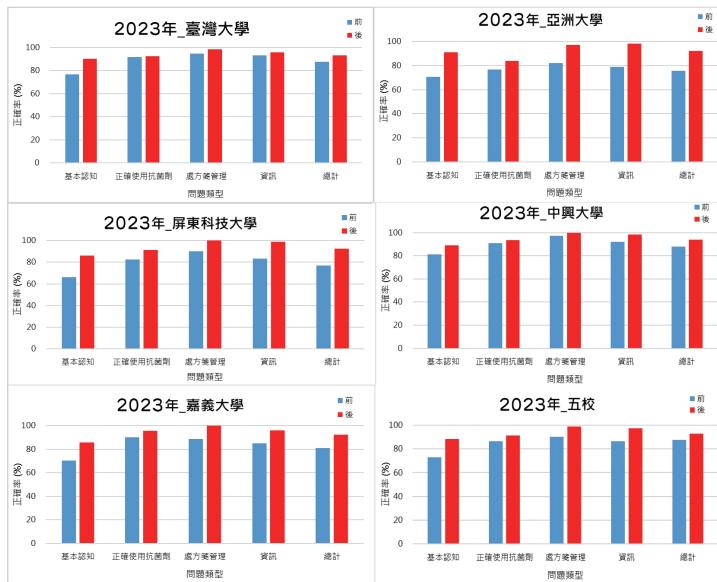
圖五、2020 年抗藥性警覺性活動認知調查分析



圖六、2021 年抗藥性警覺性活動認知調查分析



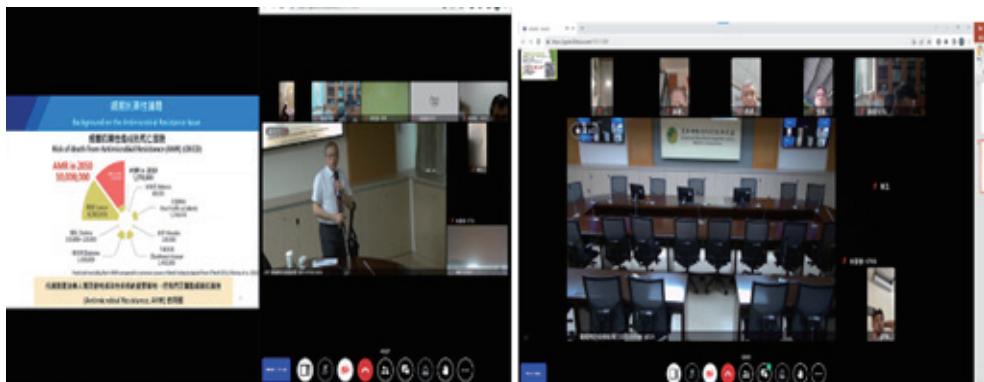
圖七、2022 年抗藥性警覺性活動認知調查分析



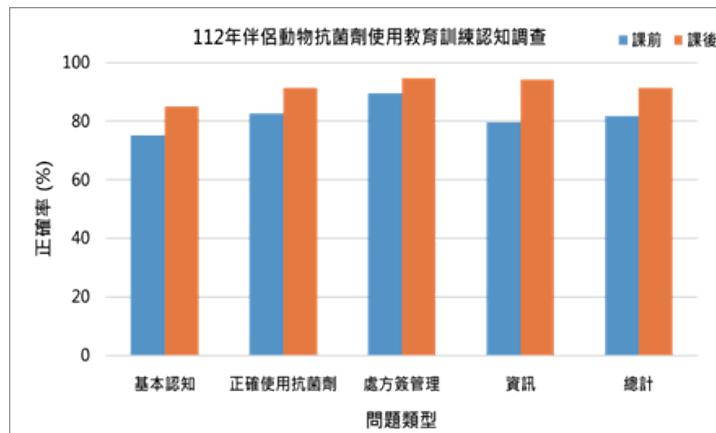
圖八、2023 年抗藥性警覺性活動認知調查分析

2. 伴侶動物抗菌劑使用教育訓練以問卷調查參與者認知程度共 2 式：

2023 年伴侶動物抗菌劑使用教育訓練透過認知調查問卷分析顯示，課程後整體認知程度提升 9.6%。於 2024 年舉辦伴侶動物抗菌劑使用教育訓練 1 場次，設計活動前後問卷調查瞭解參與者認知程度 1 式。



圖九、112 伴侶動物抗菌劑使用教育訓練



圖十、2023 年伴侶動物抗菌劑使用教育訓練認知調查分析

（二）提升細菌抗藥性警覺性之宣導工具數量 18 式：

- 製作 2020-2024 年抗藥性警覺性活動教材 5 式：2020 年教材內容包含細菌抗藥性的基本知識、認識產生超廣譜乙內醯胺酶的細菌、面對畜牧養殖之細菌抗藥性、國家因應細菌抗藥性行動方案；2021 年教材內容包含面對細菌抗藥性之因應措施、紙錠擴散標準法教育訓練、全基因體定序技術交流；2022 年教材內容包含面對細菌抗藥性之因應措施、伴侶動物謹慎使用抗菌劑、全基因體定序技術交流；2023-2024 年教材內容包含國家因應細菌抗藥性行動方案、面對細菌抗藥性之因應措施、全基因體定序技術交流。



圖十一、2023 年獸醫學系抗藥性警覺性活動教材



圖十二、2022 年獸醫學系抗藥性警覺性活動教材

2. 製作抗藥性警覺性文宣 6 式：蒐集 WHO、WOAH、FAO 等組織發布之謹慎使用抗菌劑文宣，並針對獸醫師、批發與零售經銷商、動物用藥製造業、動物飼料製造商、養殖業者、獸醫學系學生為宣導對象，製作抗藥性警覺性文宣，共 6 式。

我們需要您

謹慎
抗菌劑
使用

人類於 20 世紀發現抗菌劑，對延長壽命的貢獻比其他藥物高。
抗菌劑改變了人類與動物疾病的治療。
並拯救許多生命！

然而，抗藥性的產生是當前非常重要的議題：
控制和治療動物與人類疾病的藥物即將失效。抗藥性威脅著
全世界動物的健康與福利、食物供應，以及食品安全。

我們需要您立即行動，來維持抗菌劑的有效性！



黑尾鵝與動物衛生處
JELLINE & PLATE RESEARCH UNIT
MINISTRY OF AGRICULTURE

財團法人農業技術研究院
AGRICULTURAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

World Organization for Animal Health
WOAH

獸醫師

什麼是細菌抗藥性？ 它又是如何對我們產生威脅？

- 一旦細菌具有抗藥性，抗菌劑將失效，無助於疾病的控制或治療。這種現象稱為細菌抗藥性（簡稱 AMR）。
- 細菌抗藥性對動物的健康與福利造成威脅。而且抗藥菌會在人類、動物和環境間傳播。因此，這是屬於全球性的公共衛生議題。
- 不當和過量使用抗菌劑，是產生細菌抗藥性的原因之一。事實上，任何不當使用抗菌劑的行為，都可能增加抗藥性產生的風險。例如：治療對動物不敏感的細菌或病毒感染、不必要的使用、使用不足的劑量。

我們
需要您！



您就是先鋒

我們都有應盡的義務，而身為獸醫師或水產動物衛生健康的專業人員，您也幫得忙。與動物和農民直接接觸的您，是對抗細菌抗藥性行動的最前線。

我們要共同確保以謹慎負責態度的態度使用抗菌劑於動物，來維持動物的 effectiveness。

世界動物衛生組織（WOAH）的首要目標是解決細菌抗藥性。在 WOAH 公布的國際準則中，提倡由訓練有素的獸醫師，以謹慎負責態度的態度，來使用對動物健康和福利重要的抗菌劑。下一個將根據這些準則，讓您瞭解應盡的義務。

@ 莫 WOAH AMR 國際準則說明書
www.woah.org/en/documents/ibook-amr-ang-014/

您能做什麼？

以謹慎負責任的態度使用抗菌劑，
並提供適當的用藥建議來維持抗菌劑的有效性

0 使用抗菌劑的時機與方法？

- 由獸醫師或受過訓練的動物衛生健康專業人員先進行動物臨床檢查後才使用。
- 必要時，才使用重要動物用抗菌劑。
- 抗菌劑無法完全取代良好的動物管理、衛生設施、生物安全，以及疫苗接種計畫。
- 使用抗菌劑治療失敗時，應該怎麼做？
- 根據診斷結果（包含藥物敏感性測試），接續進行第二線抗菌劑的治療。
- 若缺少檢測結果時，應使用與第一線不同類別的抗菌劑。
- 可以使用多種組合的抗菌劑？
- 只在具有科學證據支持下使用。

抗生素的選擇

如何選擇適當的抗生素？

考慮要點：

- 參考牧場過去的抗生素使用紀錄與流行病史。
- 臨床經驗和疾病診斷結果。
- 臨床檢驗室的科學資訊（細菌培養和藥物敏感性測試）。
- 藥效學（藥物對病原菌的作用和作用機制）。
- 藥物動力學（藥物在感染組織的分布和效力）。
- WOAH 公布的重要動物用抗生素清單。

第一線抗生素治療失敗時，應該怎麼做？

根據診斷結果（包含藥物敏感性測試），接續進行第二線抗生素的治療。

藥物敏感性數據（包含動物適用區別和停藥期）。

動物抗生素治療時，若使用與第一線不同類別的抗生素，包括抗真菌、抗寄生蟲有責任訂定使用條件，包括治療計畫、投藥途徑、以及停藥。

資料紀錄

獸醫師應記錄那些資料？

- 每種動物使用抗生素的劑量。
- 提供每個牧場的抗生素詳細資訊。
- 治療計畫（包含動物適用區別和停藥期）。
- 藥物敏感性測試。
- 動物抗生素治療後的臨床反應。
- 任何不良反應，包括因抗藥性導致治療無效。

更多詳情，請參閱 WOAH 國際準則：

- WOAH 陸生動物衛生法典 第 6.10. 陸生動物謹慎使用抗生素藥物之原則
- WOAH 水生動物衛生法典 第 6.2. 水生動物謹慎使用抗生素藥物之原則
- WOAH 公布重要動物用抗生素清單

@ 莫 WOAH AMR 國際準則說明書
www.woah.org/en/documents/ibook-amr-ang-014/

圖十三、抗藥性警覺性文宣 _ 獸醫師

20

我們需要您 一起來謹慎的使用抗菌劑

 抗菌劑是控制與治療感染性疾病的
重要藥物

• 當過度或不當使用抗菌劑時，會增加篩選抗藥菌的風險。一旦遭受抗藥菌感染，可能因抗菌劑效果降低導致治療失敗。此現象稱為細菌抗藥性。

• 人類和水生/陸生動物的健康與福祉皆受細菌抗藥性問題的威脅。然而，新型抗菌劑的發展並未跟上細菌抗藥性的發展速度。

• 如何維持現有抗菌劑的有效性是非常重要的議題。根據世界動物衛生組織（WOAH）國際準則，以謹慎負責態度使用抗菌劑，將有助於維持人類和動物用抗菌劑的有效性和銷售。

 但我們目前正逐漸面臨
抗菌劑失效的問題

批發與零售經銷商

在對抗細菌抗藥性行動中，您們是最佳的哨兵

• 對抗細菌抗藥性，經銷藥物者（例如：抗菌劑）也有責任，且必須意識到維持抗菌劑的有效性是非常重要的議題。零售經銷商須被告知只能販售高品質抗菌劑，並在獸醫的處方箋下限制使用。

• 以謹慎負責態度使用抗菌劑的作用，包括促進動物健康福利的指施與建議，來預防或減緩抗藥菌的醞釀和傳播，以及細菌抗藥性的產生。

• 在您的責任管控下販售和行銷抗菌劑，其產生的領導力和影響力是這場抗爭的核心，並以此展現您在動物健康領域的專業精神與承諾。

**我們
需要您！**

「我們都有應盡的義務，而身為
抗菌劑經銷商，您也幫得上忙！」



• 我們須共同確保以謹慎負責態度使用抗菌劑於動物，來維持抗菌劑的有效性。並為人類和動物健康提供更好的保障。

 5 遵守廣告規範，並與謹慎負責態度使用抗菌劑之原則一致。

6 保留詳細紀錄以便追蹤，包括供應商、處方開立者、使用者、產品名、批號、數量、效期。

7 與主管機關合作，提供詳細販售資料，以監測抗菌劑的使用。

8 舉辦正確儲存、運送和銷毀抗菌劑的訓練，以確保所有員工具有足夠的知識和能力。

 更多資訊請參考
www.moa.gov.tw/zh/digital/zh/tb/antibiotic-resistance/

 農委會動物衛生研究所
ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE
MINISTRY OF AGRICULTURE

 農委會農業科技研究院
AGRICULTURAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

 World Organization for Animal Health
OIE

圖十四、抗藥性警覺性文宣 _ 批發與零售經銷商

我們需要您 一起來謹慎的使用抗菌劑

 抗菌劑是控制與治療感染性疾病的
重要藥物

• 當過度或不當使用抗菌劑時，會增加篩選抗藥菌的風險。一旦遭受抗藥菌感染，可能因抗菌劑效果降低導致治療失敗。此現象稱為細菌抗藥性。

• 人類、動物與植物相關各部會有共同的義務，一起預防或降低篩選抗藥菌的風險。為了保護動物的健康與福祉，除了維持抗菌劑的有效性，應同時研發新型抗菌劑。

• 我們須遵循世界動物衛生組織（WOAH）的國際準則，以謹慎負責態度使用抗菌劑，來一同維持抗菌劑的有效性。

 但我們目前正逐漸面臨
抗菌劑失效的問題

動物用藥品製造業

在對抗細菌抗藥性行動中，您們是最佳的守門員

• 在對抗細菌抗藥性的行動中，動物用藥品製造業是關鍵角色。主要負責研發和製造安全與有效的抗菌劑。為了維持抗菌劑的有效性，須確認抗菌劑的品質，並以謹慎負責態度正確地使用。

• 您的領導與影響力是這場改革的主要核心，並在動物健康專業領域中，表現出您的專業精神與承諾。

**我們
需要您！**

「我們都有應盡的義務，而身
為動物用藥品製造業，您也幫
得上忙！」



• 我們須共同確保以謹慎負責態度使用抗菌劑於動物，來維持抗菌劑的有效性。並為人類與動物健康提供更好的保障。

• WOAH 的首要目標是解決細菌抗藥性問題。為了保護人類和動物的健康，WOAH 已制定國際準則。並倡導所有動物衛生健康相關的工作者（包括動物用藥品製造業）皆須以謹慎負責態度使用抗菌劑。

 1 確保抗菌劑的安全性、有效性、以及品質，並遵循優良生產規範。

2 取得驗證登記才可販售，並須符合動物用藥品廣告法規。對產食動物而言者不可推銷含有抗藥菌的動物用藥品。

3 優質售及輸出有製造許可證的含抗藥菌之動物用藥品，並只能使用政府授權的經銷系統。

4 與政府主管機關合作，提供產品的銷售和行銷數據，以監控抗菌劑的使用量和細菌抗藥性。

5 供應抗菌劑時，應強調細菌抗藥性的風險，並宣導以謹慎負責態度使用抗菌劑的重要性。

6 參與謹慎使用抗菌劑的相關訓練。

7 研發新產品來對抗細菌抗藥性，並優先聚焦於抗藥菌的替代物質，例如：疫苗和快速且便宜的診斷試劑。

 更多資訊請參考
www.moa.gov.tw/zh/digital/zh/tb/antibiotic-resistance/

 農委會動物衛生研究所
ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE
MINISTRY OF AGRICULTURE

 農委會農業科技研究院
AGRICULTURAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

 World Organization for Animal Health
OIE

圖十五、抗藥性警覺性文宣 _ 動物用藥品製造業

我們需要您 一起來謹慎的使用抗菌劑



動物飼料製造商 在對抗細菌抗藥性行動中，您們是最佳的媒介



抗菌劑是控制與治療感染性疾病的重要藥物

**但我們目前正逐漸面臨
抗菌劑失效的問題**

當過度或不當使用抗菌劑時，會增加篩選抗藥菌的風險。一旦遭受抗藥菌感染，可能因抗菌劑效果降低導致治療失敗。此現象稱為細菌抗藥性。

人類和水生/陸地動物的健康與福祉皆受細菌抗藥性問題的威脅。然而，新型抗菌劑的發展並未跟上細菌抗藥性的發展速度。

如何維持現有抗菌劑的有效性是非常重要的議題。根據世界動物衛生組織（WOAH）國際準則，以謹慎負責態度使用抗菌劑，將有助於維持人類和動物用抗菌劑的有效性。

我們都有應盡的義務，而身為含抗菌劑的飼料製造商**，
您也幫得上忙！**

- 我們須共同確保以謹慎負責態度使用抗菌劑於動物，來維持抗菌劑的有效性。並為人類與動物健康提供更好的保障。
- WOAH 的首要目標是解決細菌抗藥性問題。為了保障人類與動物的健康，WOAH 已制定國際準則。並倡導所有動物衛生健康相關的工作者（包括含抗菌劑的飼料製造商）皆須以謹慎負責態度使用抗菌劑。



• 抗菌劑是控制與治療感染性疾病的重要藥物

**• 但我們目前正逐漸面臨
抗菌劑失效的問題**

當過度或不當使用抗菌劑時，會增加篩選抗藥菌的風險。一旦遭受抗藥菌感染，可能因抗菌劑效果降低導致治療失敗。此現象稱為細菌抗藥性。

人類和水生/陸地動物的健康與福祉皆受細菌抗藥性問題的威脅。然而，新型抗菌劑的發展並未跟上細菌抗藥性的發展速度。

如何維持現有抗菌劑的有效性是非常重要的議題。根據世界動物衛生組織（WOAH）國際準則，以謹慎負責態度使用抗菌劑，將有助於維持人類和動物用抗菌劑的有效性。

我們都有應盡的義務，而身為含抗菌劑的飼料製造商**，
您也幫得上忙！**

- 我們須共同確保以謹慎負責態度使用抗菌劑於動物，來維持抗菌劑的有效性。並為人類與動物健康提供更好的保障。
- WOAH 的首要目標是解決細菌抗藥性問題。為了保障人類與動物的健康，WOAH 已制定國際準則。並倡導所有動物衛生健康相關的工作者（包括含抗菌劑的飼料製造商）皆須以謹慎負責態度使用抗菌劑。

• 維持現有抗菌劑的有效性是非常重要的議題。其中，飼料製造商是關鍵的角色。透過處方箋的開立，限制使用含臨床治療藥物的飼料。防止過度和不當使用抗菌劑，以減緩細菌抗藥性的產生。為了確保抗菌劑的有效性，就從今天開始行動！

• 含抗菌劑的飼料製造商應遵守優良生產規範，以對抗細菌抗藥性。

• 作為飼料製造商，對抗細菌抗藥性是您的義務。在這場抗爭中，您的領導和影響力是主要核心。並以此表明您在動物健康領域的專業精神與承諾。

含抗菌劑的動物飼料製造商應盡義務 如下：

- 1 獲准製造含藥物飼料，生產過程須遵守含藥物飼料的相關法規。
- 2 您只能添加合法來源的藥物至飼料。並確認產品的等級、適用的動物種類、以及用途，是否符合藥物預混標籤或獸醫醫師處方箋之規範。
- 3 避免有害物質造成汙染，並預防非藥物飼料添加劑的汙染。
- 4 納入優良生產規範，以建立良好的衛生環境和適當的混料過程。並為飼料中抗菌劑的均勻性提供品質保證。
- 5 農民須出示獸醫師處方箋，才能購買含抗菌劑的動物飼料。
- 6 產品須點貼標籤與附加防偽。記載內容包含藥物重要等級、許可證、適用的動物種類、警告標語、有效成分、含量、用法、停藥期。
- 7 持續記錄製造和販賣資訊，以提供產品的追溯性。
- 8 與政府主管機關合作，提供產品銷售和經銷數據，以監控抗菌劑的使用。

圖十六、抗藥性警覺性文宣 動物飼料製造商

我們需要您

一起來謹慎的使用抗生素/抗菌劑



黃色盾形標誌

禽畜與水產養殖業者

您們是重要的糧食生產者



黃色盾形標誌

抗菌劑是控制與治療人類及動物感染性疾病的重要藥物



我們目前正逐漸面臨抗菌劑失效的問題



您必須知道

- 當過度或不當使用抗菌劑時，會增加耐藥抗藥菌的風險。一旦遭受抗藥菌感染，可能因抗菌劑效果降低導致治療失敗。此現象稱為抗藥抗藥性。
- 人類和水生/陸生動物的健康與福祉皆受細菌抗藥性問題的威脅。然而，新型抗菌劑的研發並未跟上細菌抗藥性發展的程度，我們必須一同保衛現有抗菌劑的效力。
- 如何維持現有抗菌劑的有效性是非常重要的議題。根據世界動物衛生組織（WOAH）國際準則，以謹慎負責任態度使用抗菌劑，將有助於維持抗菌劑的有效性。並保障人類和動物的健康。

我們都有應盡的義務，而身為抗菌劑使用者，您也幫得上忙！」



- WOAH的首要目標是解決細菌抗藥性問題。為了保障人類和動物的健康，WOAH已制定國際準則。並倡導所有動物衛生健康相關的工作者（包括禽畜與水產養殖業者）必須共同確保以謹慎負責態度使用抗菌劑於動物，來維持抗菌劑的有效性。並透過良好的動物飼養管理、衛生設施、生物學

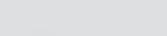
• 在全球糧食的供應中，不論是大規模飼養之禽畜與水產養殖業者或自家飼養者，您都是不可或缺的糧食生產者。為了提供健康安全的產品給消費者，您有義務照顧動物的健康與福祉。

• 以謹慎負責任態度使用抗菌劑的作為，包含實施對動物健康福祉有益的措施，同時預防並減緩細菌抗藥性的篩選和傳播。就從今天做起，共同維護抗菌劑的有效性。

禽畜與水產養殖業者應盡義務如下：

- 1 經獸醫師（佐）診斷及開具處方箋才可使用抗菌劑治療疾病。並非每種感染疾病都須以抗菌劑治療。
- 2 遵照獸醫師（佐）指示劑量正確使用抗菌劑。
- 3 即使動物發病症狀已減緩，仍應依獸醫師（佐）處方或藥品標籤敘述的指示完成療程，不可自行停藥。
- 4 透過合法銷售管道取得抗菌劑，以確保動物用藥品的品質。
- 5 畜禽與水產養殖業者應與獸醫師（佐）合作，訂定動物健康計畫。利用良好的動物飼養和生物安全管理，來預防動物感染疾病，減少用藥。
- 6 實地訪視抗菌劑的使用和實驗室檢測結果。

我們
需要您



更多資訊請參考
www.aoah.gov.tw/digital/zh-tw/animal-health/antibiotic-resistance/

圖十七、抗藥性警覺性文宣 養殖業者

我們需要 您

——謹慎——
——抗藥劑——
——使用——

人類於 20 世紀發現抗藥劑，對延長壽命的貢獻比其他藥物高。
抗藥劑改變了人類與動物疾病的治療。
並拯救許多生命！

然而，抗藥性的產生是當前非常重要的議題：
控制和治療動物與人類疾病的藥物即將失效。抗藥性威脅著
全世界動物的健康與福祉、食物供應、以及食品安全。

我們需要您立即行動，來維持抗藥劑的有效性！



農委會動植物防疫檢疫局
MINISTRY OF AGRICULTURE

財團法人農業技術研究院
AGRICULTURAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

World Organization for Animal Health

您能做什麼？

以謹慎負責任的態度使用抗藥劑，
並提供適當的用藥建議來維持抗藥劑的有效性

0 使用抗藥劑的時機與方法？

- 由獸醫師或受過訓練的動物衛生健康專業人員先進行動物體床檢查後才使用。
- 必要時，才使用量要動物用抗藥劑清潔。
- 抗藥劑無法完全取代良好的動物管理、衛生首當、生物安全、以及疫苗接種計畫。

抗生素的選擇

如何選擇適當的抗藥劑？

考慮要點：

- 參考牧場過去的抗藥劑使用紀錄與流行病史。
- 臨床經驗和疾病診斷結果。
- 臨床檢測實驗室的科學資訊（細菌培養和動物敏感性測試）。
- 藥效學（藥物對病原菌的效用和作用機制）。
- 藥物動力學（藥物在感染組織的分布和效力）。
- WOAH 公布的重要動物用抗藥劑清單。

第一線抗藥劑治療失敗時，應該怎麼做？

- 參照診斷結果（包含藥物敏感性測試），接續進行第二線抗藥劑的治療。
- 若缺少檢測結果時，應使用與第一線不同類別的抗藥劑。

可以使用多種組合的抗藥劑？

- 只在真有科學證據支持下使用。

正確使用抗藥劑與開立處方箋

抗藥劑治療的處方箋內容

- 治療計畫（劑量、間隔時間、持續時間）。
- 肉類與牛奶產品規範的停藥時間。
- 根據動物數量與施打劑量，計算抗藥劑總量。
- 動物用藥品的標籤資訊。

超出抗藥劑標籤使用規範（extra-label）的時機？

- 符合國家法規使用的規範。
- 無法取得適用的核可藥物。
- 充分告知使用者，並取得同意。

在考慮使用 WOAH 建議藥物清單時，為了謹慎使用抗藥劑，獸醫師有責任訂定使用條件，包括治療計畫、投藥途徑、以及停藥期。

資料紀錄

獸醫師應記錄那些資料？

- 每種動物使用抗藥劑的數量。
- 提供每個牧場的抗藥劑詳細資訊。
- 治療計畫（包含動物識別碼和停藥期）。
- 藥物敏感性數據。
- 動物接受藥物治療後的臨床反應。
- 任何不良反應，包括因抗藥性導致治療無效。

獸醫師

什麼是細菌抗藥性？ 它又是如何對我們產生威脅？

- 一旦細菌具有抗藥性，抗藥劑將失效，無助於疾病的控制或治療。這種現象稱為細菌抗藥性（簡稱 AMR）。
- 細菌抗藥性對動物的健康與福祉造成威脅。而且抗藥菌會在人類、動物和環境間傳播。因此，這是屬於全球性的公共衛生議題。
- 不當和過度使用抗藥劑，是產生細菌抗藥性的主因之一。事實上，任何不當使用抗藥劑的行為，都可能增加抗藥性產生的風險。例如：治療對藥物不敏感的細菌或病毒感染、非必要的使用、使用不足的劑量。

我們
需要您！



@ www.woah.org/en/documents/book-amr-ang-hi-hi

您就是先鋒

我們都有應盡的義務，而身為獸醫師或水產動物衛生健康的專業人員，您也得上手。與動物和農民直接接觸的您，是對抗細菌抗藥性行動的最前線。

我們要共同確保以謹慎負責任的態度使用抗藥劑於動物，來維持藥物的有效性。

世界動物衛生組織（WOAH）的首要目標是解決細菌抗藥性。在 WOAH 公布的國際準則中，提倡由訓練有素的獸醫師，以謹慎負責任的態度，來使用對動物健康和福祉重要的抗藥劑。下一段將根據這些準則，讓您瞭解應盡的義務。

更多 WOAH AMR 國際準則請參考
www.woah.org/en/documents/book-amr-ang-hi-hi

自我訓練並提高農民對 AMR 的警覺性

目的？

- 幫助您更新資訊，並確保遵守抗藥劑使用的優良規範。

內容？

- 疾病預防與管理的相關資訊。
- 使用抗藥劑，衡量抗藥菌的篩選風險。並瞭解抗藥劑引起的治療無效問題，對人類與動物健康的重要性。
- 以負責任態度謹慎使用抗藥劑的必要性。
- 抗藥劑的合適儲存條件，並學習正確的瓶裝方式。
- 持續記錄的重要性。

應制定那些規範？

- 為了謹慎使用抗藥劑，獸醫專業機構應針對不同藥物，制定臨床用藥建議。

更多詳情，請參閱 WOAH 國際準則：

- WOAH 陸生動物衛生法典 章節 6.10. 陸生動物謹慎使用抗藥劑藥物之原則
- WOAH 水生動物衛生法典 章節 6.2. 水生動物謹慎使用抗藥劑藥物之原則
- WOAH 公布重要動物用抗藥劑清單

@ www.woah.org/en/documents/book-amr-ang-hi-hi

圖十八、抗藥性警覺性文宣_獸醫學系學生

3. 世界細菌抗藥性警覺週宣誓活動 3 場：2022-2024 年響應世界抗生素警覺週 (World AMR Awareness Week, WAAW)，舉辦宣誓活動共 3 場次，並製作活動簡報共 3 式。邀請衛生福利部、農業生產主管機關、全國動植物防疫機關、獸醫師公會、大學獸醫植物保護專家學者及動植物產業團體代表參與宣誓活動。



圖十九、2022 年世界抗生素警覺週宣誓活動簡報

4. 2023-2024 年製作伴侶動物教育訓練教材，以及伴侶動物謹慎使用抗菌劑手冊，共 3 式：於 2023 年以伴侶動物臨床獸醫師為對象，舉辦伴侶動物抗菌劑使用教育訓練 1 場次，並製作教材 1 式。此外，參考日本官方謹慎使用抗菌劑手冊，並依國情編寫我國「伴侶動物謹慎使用抗菌劑手冊」1 式。於 2024 年依據手冊內容製作伴侶動物抗菌劑使用教育訓練教材 1 式，課程內容包含面對細菌抗藥性之因應措施、謹慎使用抗菌劑於伴侶動物。
5. 2023 年建立動物細菌抗藥性監測資料視覺化網站 1 式：建置抗藥性監測資料視覺化網站以圖像化形式傳達抗藥性監測數據，有利推廣獸醫師等專業人員對細菌抗藥性認知，並提升抗藥性監測資料的運用及其功能性，以供未來擴充與統合不同來源之抗藥性監測資料。



圖二十、2023年動物細菌抗藥性監測資料視覺化網站

(三) 參加相關國際會議 2 場次：

1. 2020 年參加 WOAH 舉辦視訊會議，說明亞太區域抗藥性警覺性活動之溝通工具。



OIE webinar:
Communication skills for antimicrobial resistance (AMR)
in Asia and the Pacific

Wednesday 16th September 2020, 3pm Tokyo time

圖二十一、2020 年 WOAH 說明亞太區域抗藥性警覺性活動之溝通工具視訊會議

2. 2021 年參與 WHO、WOAH 及聯合國環境署 (United Nations Environment Programme, UNEP) 舉辦之「亞太區抗藥性故事分享者」視訊會議專場活動，響應世界抗藥性警覺週。會議中由 WHO、UNEP、WOAH 宣達抗藥性重要資訊與三方加一組織對 AMR 共同合作之行動，並進行各國經驗交流分享。

圖二十二、2021 年 WHO、WOAH 及 UNEP 亞太區抗藥性故事分享者視訊會議

四、其他重大效益

透過動物防疫與用藥相關機構或人員，以及學校獸醫相關單位共同合作進行教育宣導活動，強化動物健康相關人員對細菌抗藥性和抗微生物製劑使用之警覺性與認知，在獸醫學領域對抗藥性問題的認知顯著提升。

五、未來展望 / 後續應用

- (一) 藉由舉辦抗藥性警覺性活動，持續響應世界抗藥性警覺週活動，除善盡會員國職責，亦可透過活動向動物用藥品相關從業人員與大眾倡導，並推動防範細菌抗藥性之重要性，提高對抗藥性風險認知。
- (二) 結合獸醫師再教育進行抗菌劑使用之教育訓練，可加強獸醫師謹慎使用抗菌劑之認知。

六、相關書冊

- (一) 伴侶動物謹慎使用抗菌劑手冊 / 農業部動植物防疫檢疫署編 /2023 年

貳、舉辦細菌抗藥性檢測一致化教育訓練

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究院：陳正文副院長

二、行動介紹

針對相關單位推動細菌抗藥性教育與專業訓練

我國政府積極面對細菌抗藥性，除了長期推動抗藥性監測，亦透過發放文宣與辦理教育訓練提升對細菌抗藥性之警覺性，並致力於標準化檢測方法。於 2019-2023 年以獸醫領域抗藥性檢測實驗室人員為對象，辦理抗藥性檢測一致化教育訓練，促進實驗室間抗藥性檢測結果可比對性。

抗藥性檢測為謹慎使用抗菌劑的關鍵，透過舉辦抗藥性檢測一致化教育訓練，逐步使我國相關檢測單位具備與國際標準相同之檢測能量。另於 2020-2024 年抗藥性警覺性活動與伴侶動物抗菌劑使用教育訓練中，推廣藥物敏感性試驗紙錠擴散法，使獸醫師與獸醫系學生瞭解試驗流程及注意事項。

三、重要亮點

(一) 舉辦教育訓練推廣標準檢測方法 3 式：

1. 2019-2020 年舉辦抗藥性檢測一致化教育訓練 2 式：2019 年針對中央畜產會、家畜疾病防治所及大學獸醫學系等相關單位進行教育訓練，課程包含細菌抗藥性簡介、國際標準與趨勢、細菌抗藥性檢測實作。2020 年協助國立臺灣大學和財團法人中央畜產會建立最小抑菌濃度試驗方法，課程包含藥物敏感性試驗液態稀釋法之實驗操作、產超廣譜乙內醯胺酶 (Extended-spectrum β -lactamases, ESBL) 細菌檢測之實驗操作，及全基因體定序技術與分析方法。



圖一、2019-2020 年舉辦抗藥性檢測一致化教育訓練

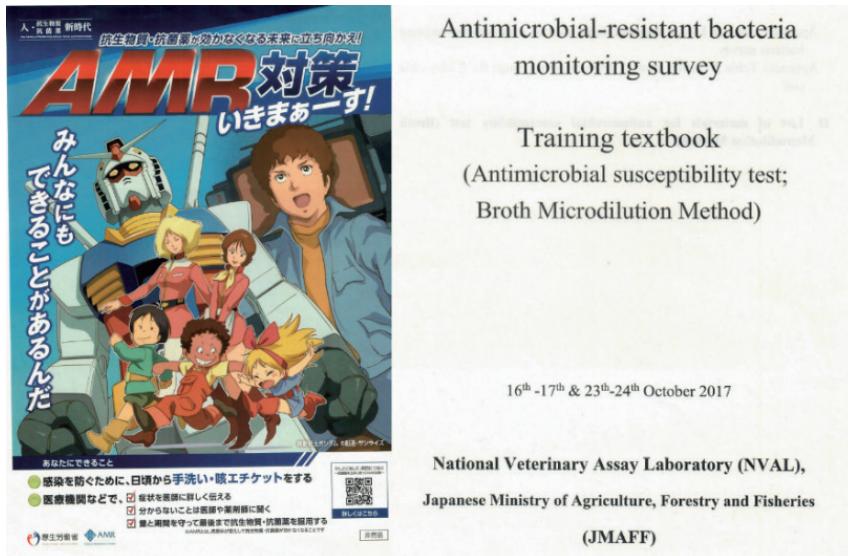


圖二、112 年屏科大水生動物抗藥性檢測教育訓練

2. 2023 年水生動物細菌抗藥性檢測教育訓練 1 式：協助合作團隊屏東科技大學蔡明安老師團隊建立抗藥性檢測能量。

(二) 參與相關國際會議與教育訓練 1 場次：

2017 年參加 WOAH 於日本東京大學舉辦的細菌抗藥性討論會與動物醫藥品檢查所 (National Veterinary Assay Laboratory, NVAL) 舉辦的短期抗藥



圖三、2017 年 WOAH 細菌抗藥性討論會與短期抗藥性專業教育訓練

性專業教育訓練，課程內容為耐甲氧西林金黃色葡萄球菌 (Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA) 與廣效性乙內醯胺酶實驗室抗藥性檢測。

四、其他重大效益

(一) 針對動植物健康相關單位人員，透過舉辦抗藥性檢測與一致化教育訓練，使我國相關檢測單位能具備與國際標準相同之檢測能量，有助跨實驗室間檢測資料之交流比對。

五、未來展望 / 後續應用

(一) 建立抗藥性檢測標準方法，促進農方抗藥性檢測與判定方法一致化，有利未來納入國家標準，以建立跨單位一致性抗藥性檢測系統，提升數據的可比較性。

六、文宣教材

(一) 2019 年抗藥性檢測一致化教育訓練教材

- (二) 2020 年抗藥性檢測一致化教育訓練教材
- (三) 2023 年屏科大水生動物抗藥性檢測教育訓練教材
- (四) 2017 年細菌抗藥性討論會議演講內容
- (五) 2017 年短期抗藥性專業教育訓練手冊

七、影音教材

藥物敏感性試驗 - 紙錠擴散法



八、相關書冊

- (一) 2017 年 WOAH 細菌抗藥性討論會議演講內容
- (二) 2017 年 WOAH 短期抗藥性專業教育訓練手冊

主軸二 | 抗藥性監測

加強對細菌的監測，是預防和控制抗藥性的關鍵。各國需要建立涵蓋人類、動物和環境等多領域的監測網絡，及時收集和分析抗藥性數據，並與國際組織如 WHO、WOAH 等進行資訊共享，共同分析抗藥性的流行趨勢。透過持續監測，可以掌握不同區域、不同病原體的抗藥性狀況，為制定針對性的防控措施提供依據。

壹、細菌抗藥性監測報告與趨勢分析

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究院：陳正文副院長

二、成果介紹

考量人類、動物、環境因素，納入健康一體 (One Health) 整合性策略

我國農政單位在謹慎使用抗菌劑之策略上，為兼顧保障人體健康與維護畜牧產業經濟效益，採逐步刪減含藥物飼料添加物品項。至 2024 年已陸續停用含藥物飼料添加物達 43 種，並與國際社會同步，維持動物用重要抗菌劑之治療使用，藉此兼顧動物健康福祉。目前世界各國在細菌抗藥性管理策略上，主要是進行抗菌劑使用量監控與抗藥性監測。為瞭解國內動物細菌抗藥性之變化趨勢，依世界動物衛生組織 (WOAH) 建議與參考各國細菌抗藥性監測方法，進行我國細菌抗藥性的監測，針對畜禽屠宰場之健康動物、水生動物及畜禽牧場環境進行細菌分離鑑定與抗藥性監測。此外，於 2023 年建立健康伴侶動物細菌抗藥性監測機制，並試行樣本採集，2024 年於獸醫診療機構採集檢體與進行細菌分離鑑定。

三、重要亮點

(一) 納入防疫一體方法的細菌抗藥性監測報告 7 份：

2017-2023 年度每年皆完成細菌分離鑑定與抗藥性檢測，並完成當年度抗藥性監測報告與趨勢分析各 1 份，累計共 7 份。2024 年底將完成當年度抗藥性監測報告與趨勢分析各 1 份。

(二) 細菌抗藥性監測和研究中，動物與環境等各領域採集的樣本數 4,456 個：

2017-2023 年畜禽屠宰場端健康動物抗藥性檢測共計 3,768 個樣本，2021-2023 年畜禽牧場端環境抗藥菌共計 592 個樣本，與屏東科技大學獸醫學系蔡明安副教授合作進行水生動物腸道抗藥性監測共 76 個樣本。2023 年建立健康伴侶動物細菌抗藥性監測機制，並試行健康犬貓糞便採樣 20 件。2024 年擬收集健康犬貓共 140 個樣本。



圖一、2017-2023 年健康動物細菌抗藥性監測採樣、分離鑑定與抗藥性檢

（三）參與相關國際會議 3 場次：

1. 2019 年參加 Mérieux 基金會與歐盟 WHO 國際組織於法國韋里耶迪拉克聯合舉辦第一屆微生物抗藥性學程，以防疫一體面對挑戰，以國際行動方案 (Global Action Plan, GAP) 五大目標作為 5 日學程的主題。

Mérieux Foundation Centre for Global Health



圖二、2019 年第一屆微生物抗藥性學程

2. 2021 年參加 WHO、FAO 及 WOAH 聯合舉辦視訊研討會，會議旨在針對動物、植物、人類、環境等 4 個領域，盤點既有使用抗生素國際方法，以作為未來制定標準規範之參考。



圖三、2021 年 WHO、FAO 及 WOAH 聯合舉辦視訊研討會

3. 2021 年參加 WHO、FAO 及 WOAH 聯合舉辦亞太地區防疫一體會議，介紹亞太區抗生素使用與抗藥性監測管理概況、食品抗生素抗藥性污染平台及亞太地區國家之經驗分享。建議各國優先聚焦在畜牧場的食媒菌之抗藥性，以瞭解食品源頭的抗藥性，並加入水生動物之抗藥性監測、抗生素使用量之監測及國家政策制訂。



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



WEBINAR ON

The FAO-OIE-WHO One Health Approach to AMR Mitigation and Safer Food in the Asia-Pacific Region

圖四、2021 年 WHO、FAO 及 WOAH 亞太地區防疫一體會議

四、其他重大效益

防疫一體 (One Health) 為面對由人類、動物、環境及其他因素所造成的感染疾病重視跨領域的合作策略。當抗生素等抗微生物製劑用於治療、動物用藥品、畜牧生產、水產養殖及農業等領域，篩選壓力會導致抗藥性細菌或抗藥基因的出現。故需農衛跨領域合作，共同面對細菌抗藥性之產生與傳播。因此，在抗藥性管理策略中彙整細菌抗藥性監測報告，作為抗菌劑管理政策的科學依據，持續監測動物抗藥性極其重要。

五、未來展望 / 後續應用

採用與國際同步之抗藥性監測方法與判定標準，未來應持續配合世界動物衛生組織規範進行微生物抗藥性監測，以確保監測數據的正確性，監測結果才能發揮實質效益。

貳、臺灣醫療與衛生領域重要微生物抗藥性監測

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署感染管制與生物安全組
- 社團法人台灣感染管制學會：薛博仁理事（2017-2020 年計畫主持人）
- 財團法人國家衛生研究院：郭書辰副研究員級主治醫師（2021-2024 年計畫主持人）

二、成果介紹

建立抗藥性監測機制，可瞭解抗生素抗藥性的情形及趨勢，供臨床醫師開立抗生素參考，及提供醫療院所及相關單位，藉以找出需關注及需採取介入措施的抗藥性微生物及抗生素項目，也可協助釐清可能之傳播模式，以利檢視尚需優化之防治措施，可作為各層級抗生素抗藥性政策規劃之參考，亦可作為抗生素管理策略成效評估之基礎。

為建立我國長期、持續性且全國性的抗藥性監測，提供重要臨床致病性微生物之抗藥性情形及趨勢、特有的抗藥性問題、偵測新興抗藥性機制及提供本土經驗性治療準則之參考依據，疾病管制署於 2017 年至 2024 年，先後委託社團法人台灣感染管制學會及財團法人國家衛生研究院，分別與 18 及 25 家區域級以上醫院合作，逐年擴增監測世界衛生組織所列或國內重要抗藥性微生物項目，包含 *Klebsiella pneumoniae*、*Escherichia coli*、non-Typhoid *Salmonella*、*Shigella* species、*Nesseria gonorrhoeae*、*Staphylococcus aureus*、*Streptococcus pneumoniae*、*Acinetobacter baumannii*、*Pseudomonas aeruginosa*、*Enterococcus faecium*、*Haemophilus influenzae*、*Campylobacter* spp. 及 *Helicobacter pylori* 等細菌，及 *Candida albicans*、*Candida glabrata*、*Candida parapsilosis*、*Candida tropicalis*、*Aspergillus fumigatus*、*Aspergillus flavus*、*Aspergillus* section *Nigri* 及 *Aspergillus terreus* 等致病性真菌，建立菌

株收集平台(這個用畫的表格呈現,無法配音但要呈現),進行菌種重新鑑定、儲存、抗生素藥敏試驗、分子生物學檢驗(如:脈衝式電泳分析、血清型分析、抗藥性基因分析等),以瞭解臺灣抗藥性流行病學概況。

三、重要亮點

重要微生物抗藥性監測研究發現,carbapenem抗藥腸桿菌攜帶carbapenemase的比例逐年上升,尤其是KPC和OXA-48這兩種carbapenemase最為常見,且攜帶相同carbapenemase的菌株基因體具有高度相似性;*P. aeruginosa*的抗藥性變化不大,但DTR (difficult-to-treat resistance)菌株的比例在緩慢上升;carbapenem抗藥的*A. baumannii*,幾乎都帶有bla_{OXA}基因,且同時對其他β-lactam類抗生素產生抗藥性;從住院病人分離methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)的比例有所下降,且因MRSA genotype變化使得非β-lactam類抗藥性減少;vancomycin-resistant *E. faecium*的比例逐年上升,主要抗藥機制為抗藥性基因vanA,但對daptomycin和linezolid仍具高敏感性;疫苗實施顯著降低了*pneumococcus*的數量,且non-vaccine *pneumococcus*對多種抗生素具有較高的敏感性。此外,此抗藥性監測研究計畫也關注人畜共通的抗藥機制,發現在友善飼養政策和謹慎使用抗生素政策的推行下,抗藥基因mcr-1在人與肉品中的大腸桿菌比例不再升高。

四、其他重大效益

建立菌株資料庫,收集各類菌株及其基本流行病學資料,並分析彙整資料製作監測報告,提出抗生素抗藥性防治管理策略之建議予醫院、相關單位及政府單位,作為防疫政策規劃之參考;並進行國內重要微生物抗藥性流行趨勢之國際比較。

五、未來展望 / 後續應用

針對來自臨床、非人類來源或環境檢體之抗藥性菌株，進行抗生素感受性試驗、抗藥性基因鑑定或親緣性分析，建立國內跨人類、動物、食品及環境領域以防疫一體為基礎之抗藥性監測網，並與農政主管機關等相關單位共同針對重要監測結果建立風險溝通機制。

六、發表文獻

- (一) Genetic relatedness among azole-resistant *Candida tropicalis* clinical strains in Taiwan from 2014 to 2018/Zi-Li Zhou/2022

<https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2022.106592>

- (二) A predominant genotype of azole-resistant *Candida tropicalis* clinical strains/ Kuo-Yun Tseng/2022

[https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(22\)00179-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(22)00179-3)

- (三) Species distribution and antifungal susceptibility of clinical *Aspergillus* isolates: A multicentre study in Taiwan, 2016—2020/Hsuan-Chen Wang/2023/

<https://doi.org/10.1111/myc.13593>

- (四) Fruits are vehicles of drug-resistant pathogenic *Candida tropicalis*/Yin-Zhi Chen/2023/

<https://doi.org/10.1128/spectrum.01471-23>

- (五) *In vitro* and *in vivo* evidence discourages routine testing and reporting of piperacillin/tazobactam susceptibility of *Elizabethkingia* species/Mei-Chen Tan/2023

<https://doi.org/10.1093/jac/dkad322>

- (六) Surveillance of pathogenic yeasts in hospital environments in Taiwan in 2020/ De-Jiun Tsai/2024

<https://doi.org/10.1016/j.jmii.2024.08.011>

參、非傷寒沙門氏菌、李斯特菌與曲狀桿菌抗生素抗藥性長期監測

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心：廖盈淑技正、邱乾順研究員、洪羽屏研究助理、陳柏翰約用研究助理、鄧如琇約用研究助理、王佑文約用研究助理

二、成果介紹

加強醫療與衛生領域的細菌抗藥性監測

本項策略為標準化公共衛生實驗室之細菌抗藥性監測方法，對應國家因應細菌抗藥性行動方案（2021-2025）策略 2.5。執行動機為提升抗藥性檢測技術，使抗藥性監測數據可與其它先進國家的監測資料進行比較，並作為管制措施評估的依據，以及導入新型技術和設備，增進實驗室抗生素抗藥性監測資料之可參考性。本研究以分子流行病學為基礎，進行多重抗藥細菌的基因變異分析、抗藥性機轉等相關研究。

以非傷寒沙門氏菌、李斯特菌與曲狀桿菌為目標，進行抗生素抗藥性的長期監測，並進行抗藥流行菌株之全基因體定序，以鑑定抗藥基因、攜帶抗藥基因之媒介、建立菌株的實驗資料（藥物敏感性試驗、基因分析資料、分子分型資料）與相關人口學資料之分析，探討人畜共通食媒性細菌抗生素抗藥性的流行演變趨勢，並比對國際流行菌株，以了解潛在威脅與可能的傳播風險。

本研究之預期目標為產出重要食媒細菌抗生素抗藥性的多年期監測報告，提供管制措施評估，並進行跨機關的流行預警通報，以期達到防疫一體的實質合作；另彙整多項新興流行菌株抗藥性機轉的研究成果，進行國際學術期刊的論文發表。

三、重要亮點

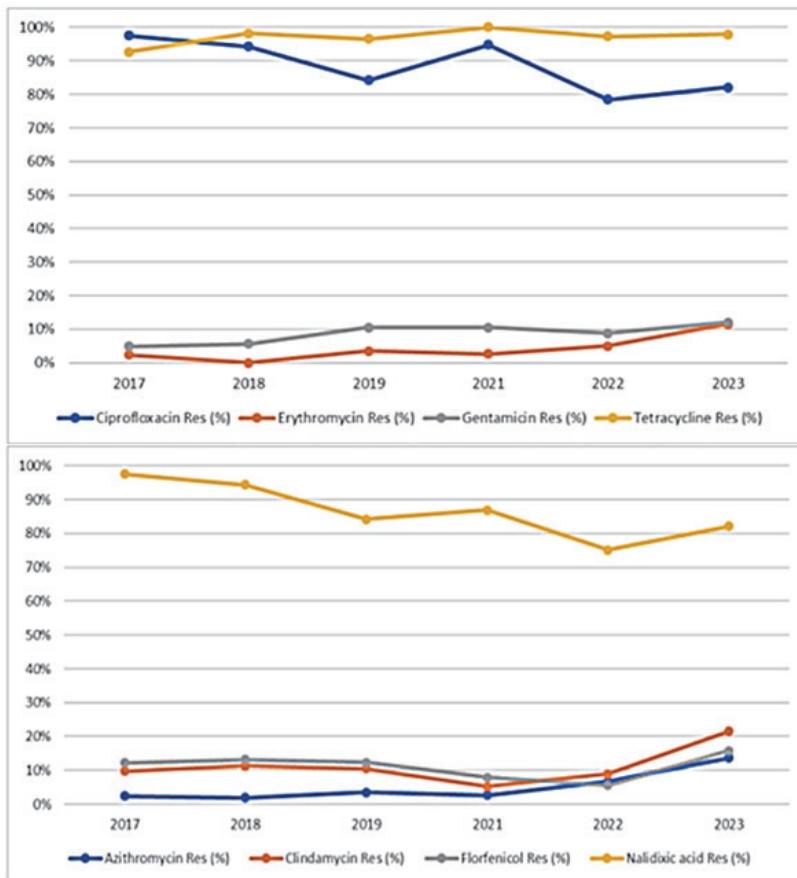
非傷寒沙門氏菌、李斯特菌與曲狀桿菌抗生素抗藥性長期監測之重要成果分列如下：

- (一) 針對非傷寒沙門氏菌與曲狀桿菌，評估人畜用抗生素抗藥性監測的用藥種類與建立方法學標準。參考美國國家抗生素抗藥性監視系統 (NARMS)、歐洲監測系統 (TESSy) 與世界動物衛生組織 (WOAH) 對於抗生素的使用與抗藥性的標準指南，來選擇監測用藥種類，評估結果顯示國際重要監測網絡之間的用藥選擇，具有高度相似與可比較性。考量操作執行面的抗生素濃度品質管制、使用的便利性與不同實驗室間的可比較性，最後選擇符合監測用藥種類、具有共同操作指引的商用試劑盤進行檢測。
- (二) 建立 Illumina MiSeq 定序平台之次世代全基因定序的標準操作流程：在非傷寒沙門氏菌部分，完成多項抗藥株系的抗藥基因鑑定與抗藥機轉研究，刊登 5 篇國際期刊論文；在李斯特菌部分，針對 2012 年至 2018 年收集的單核球增多性李斯特菌，進行全基因體定序，經由抗藥基因的分析指出，臺灣單核球增多性李斯特菌之抗藥性比例不高，此和其他學者發表的研究結果相符。在曲狀桿菌部分同樣進行抗藥基因鑑定與機轉研究，為本國首度針對該菌所進行的抗藥性機轉完整分析，刊登 1 篇國際論文。

驗，故目前在臨床端的檢出率，也與個別醫院是否針對該病原有劃分獨立採檢檢驗的方式，與臨床醫囑是否著重此項檢驗的開立有很大的差異。也因為需要特殊培養，曲狀桿菌的藥物敏感性試驗在臨床也有執行上的難度，多數醫院在檢出後僅就血液檢體檢出的菌株，或是簡易挑選 1 至 2 項藥物進行抗藥性測試，且測試藥物種類分歧，方法也各異，故原先我國臨床曲狀桿菌的抗生素抗藥性資料是十分片面與缺乏的。此次完成我國曲狀桿菌抗生素抗藥性的分析，補足臨床端無操作該類細菌藥物敏感性試驗的缺口，並進一步研究這些菌株對 8 種抗生素的表型抗藥性，與從 DNA 序列上鑑別出的抗藥基因之間的關聯性，了解曲狀桿菌對於重要抗生素的高水準抗藥性，是可以用抗藥基因進行準確預測的。

| 對應血清群 | 血清型 | 2021年 | | ≥2種* | | ≥4種* | | ≥5種* | | ≥6種* | | ≥7種* | | ≥8種* | | ≥9種* | | |
|-----------------------|--------------------------|----------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|
| | | 菌株占比 (%) | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % | 菌株數 | % |
| 2014至2021年累計前20大常見血清型 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O9 (D1) | 1 Enteritidis | 41.6 | 406 | 33 | 9.5 | 30 | 10.2 | 27 | 11.4 | 1 | 0.8 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| O4 (B) | 2 Typhimurium | 17.2 | 169 | 138 | 39.7 | 103 | 35.0 | 78 | 33.1 | 37 | 27.8 | 15 | 19.0 | 11 | 19.3 | 1 | 2.9 | |
| O3,10 (E1) | 3 Anatum | 4.8 | 47 | 46 | 13.2 | 43 | 14.6 | 42 | 17.8 | 31 | 23.3 | 8 | 10.1 | 1 | 1.8 | 0 | 0.0 | |
| O8 (C2) | 4 Newport | 5 | 49 | 20 | 5.7 | 17 | 5.8 | 11 | 4.7 | 4 | 3.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O4 (B) | 5 Agona | 6.5 | 64 | 14 | 40 | 12 | 41 | 12 | 5.1 | 12 | 9.0 | 12 | 15.2 | 10 | 17.9 | 9 | 26.5 | |
| O4 (B) | 6 Derby | 1.8 | 18 | 11 | 3.2 | 8 | 2.7 | 2 | 0.8 | 1 | 0.8 | 1 | 1.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O8 (C2) | 7 Albany | 0.2 | 2 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 1 | 0.8 | 1 | 1.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O4 (B) | 8 Stanley | 0.7 | 7 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 9 Livingstone var. 14+ | 1.4 | 14 | 9 | 2.6 | 9 | 3.1 | 4 | 1.7 | 2 | 1.5 | 1 | 1.3 | 1 | 1.8 | 0 | 0.0 | |
| O3,10 (E1) | 10 Weltevreden | 1.4 | 14 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O4 (B) | 11 Paratyphi B var. Java | 1.4 | 14 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O8 (C2) | 12 Goldcoast | 3.4 | 33 | 33 | 9.5 | 33 | 11.2 | 33 | 14.0 | 32 | 24.1 | 31 | 39.2 | 30 | 53.6 | 23 | 67.5 | |
| O7 (C1) | 13 Braenderup | 1.3 | 13 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 14 Bareilly | 0.9 | 9 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 15 Virchow | 0.6 | 6 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O8 (C2) | 16 Hadar/Istanbul | 0.4 | 4 | 2 | 0.6 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 16 Mbonda | 0.3 | 3 | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 17 Montevideo | 0.7 | 7 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 18 Infantis | 1 | 10 | 5 | 1.4 | 5 | 1.7 | 5 | 2.1 | 5 | 3.8 | 5 | 6.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | 19 Potsdam | 0.2 | 2 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O3,10 (E1) | 20 Give | 0.4 | 4 | 2 | 0.6 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| O4 (B) | 20 Schwerzengrund | 0.3 | 3 | 2 | 0.6 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | |
| 其他至少3種抗生素鑑別抗藥性之血清型 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O8 (C2) | Kentucky | 13 | 12 | 3.4 | 12 | 41 | 10 | 4.2 | 2 | 1.5 | 1 | 1.3 | 1 | 1.8 | 1 | 1.2 | 0.0 | |
| O7 (C1) | Rissen | 7 | 5 | 1.4 | 5 | 1.7 | 4 | 1.7 | 1 | 0.8 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O3,10 (E1) | London | 3 | 3 | 0.9 | 2 | 0.7 | 2 | 0.8 | 2 | 1.5 | 2 | 2.5 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O13 (G) | Havana | 3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O13 (G) | Kedougou | 2 | 2 | 0.6 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 | 1 | 0.8 | 1 | 1.3 | 1 | 1.8 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O8 (C2) | Muenster | 2 | 2 | 0.6 | 2 | 0.7 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O7 (C1) | Thompson | 2 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 1 | 0.8 | 1 | 1.3 | 1 | 1.8 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| O4 (B) | I14,15,12z-IV48z4z32- | 1 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| 其他血清型 | | 46 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | |
| 合計 | | 980 | 348 | 100.0 | 294 | 100.0 | 236 | 100.0 | 133 | 100.0 | 79 | 100.0 | 56 | 100.0 | 34 | 100.0 | | |

圖二、2021 年非傷寒性沙門氏菌抗藥類別數之情形（菌株數：980）



圖三、*C. jejuni* 臨床分離株抗生素抗藥性歷年消長趨勢圖 (菌株數：560)

(四) 依據監測成果顯示，本國近年新興多重抗藥性沙門氏菌的出現，因其生存優勢，在臨床端有菌株分離率竄升的情形。根據分析，多數抗藥基因都分佈於質體上，容易造成跨菌種抗藥基因的傳播，與高抗藥細菌病原不斷的出現與流行。現有發現的新興流行多重抗藥性沙門氏菌，於臨床端快速增加的趨勢，有 2015 年起的 Anatum 血清型、2018 年起的 Goldcoast 血清型，以及 2021 年起的 Infantis 血清型沙門氏菌。搜尋國際間相關的監測報告也發現，多重抗藥性 Infantis 血清型沙門氏菌在歐洲流行已久，監測到的菌株主要來自於家禽動物，尤其是肉雞與相關零售來源。在美國的

國家抗生素抗藥性監測報告中也專文提到，多重抗藥性 *Infantis* 血清型沙門氏菌過去在美國的出現以及後續的流行，值得我國密切注意，亟需進行菌株溯源。

(五) 人畜共通食媒性病原的監測與防治需要跨機關的密切合作，在本計畫期間監測到新興多重抗藥株系沙門氏菌的同時，以食媒性疾病跨部會專案經理人平台的會議報告方式或以紙本預警報告方式函文提供對應資訊予中上游機關。其中預警報告 2 份，分別為 2022 年 8 月的「新興沙門氏菌血清型 *Infantis* 多重抗藥株系監測預警報告」以及 2023 年 6 月的「*Typhimurium* 血清型沙門氏菌新興多重抗藥株系監測預警報告」。

抄 件

稿 件

衛生福利部疾病管制署

機關地址：10050台北市中正區林森南路6號
郵政編號：10050
電話：04-24755118#509
電子郵件：slws@cdc.gov.tw

受文者：本署檢驗及疫苗研製中心

發文日期：中華民國111年8月4日

發文字號：疾管署字第1111000534號

送別：普通件

密等及秘密條件或保密期限：

附件：疾管署新興沙門氏菌血清型 *Infantis* 多重抗藥株系監測預警報告

主旨：檢送本署新興沙門氏菌血清型 *Infantis* 多重抗藥株系監測預警報告1份，該株系分離率於國內有上升趨勢，請貴單位評估採取必要之措施，請查照。

說明：

- 一、本署執行「我國食媒性感染症之實驗室診斷監測與病原體演化分析整合型計畫」及「沙門氏菌與曲狀桿菌等病原抗藥性趨勢調查計畫」，監測國內沙門氏菌流行與其抗藥性趨勢變化。發現110年臨床沙門氏菌 *Infantis* 血清型 (*S. Infantis*) 分離率微幅上升，而今（111）年於超市國產生雞肉檢出高占比之 *S. Infantis*。抗生素敏感性試驗發現，110年11株 *S. Infantis* 臨床株中有5株屬於新興多重抗藥株系，俱廣效 β -內醯胺酶類抗藥性，而今年各品脾的 *S. Infantis* 雞肉分離株也陸續檢出此株系，顯示此株系已在國內造成流行。比對110年的臨床分離株基因，發現帶有 *blaCTX-M-65* 抗藥基因，與侵襲美洲之 *S. Infantis* 株系相似（附件）。前述結果提供貴機關參考及因應。

正本：衛生福利部食品藥物管理署、行政院農委會

副本：

抄本：本署檢驗及疫苗研製中心(含附件)

抄 件

稿 件

衛生福利部疾病管制署

機關地址：10050台北市中正區林森南路6號
郵政編號：10050
電話：04-24755118#511
電子郵件：yingshu0439@cdc.gov.tw

受文者：本署檢驗及疫苗研製中心

發文日期：中華民國112年6月26日

發文字號：疾管署字第1121309447號

送別：

密等及秘密條件或保密期限：

附件：疾管署 *Typhimurium* 血清型沙門氏菌新興多重抗藥株系監測預警報告1份，該株系分離率於國內有上升趨勢，請

貴機關評估採取必要之措施，請查照。

說明：

- 一、本署執行科技研究計畫分析非傷寒沙門氏菌之流行趨勢與抗藥性發展，監測出現具有廣泛抗藥特性之新興流行菌株，且有時空聚集特性。
- 二、依據健康一體(One Health)概念與國家因應細菌抗藥性行動方案(2021-2025)執行策略提出監測預警報告，提供貴機關參考及因應。

正本：衛生福利部食品藥物管理署、行政院農委會動植物防疫檢疫局

副本：

抄本：本署檢驗及疫苗研製中心

電子交換：衛生福利部食品藥物管理署、行政院農委會動植物防疫檢疫局。
電子郵件：本署檢驗及疫苗研製中心。

第1頁共2頁

第1頁共1頁

圖四、新興多重抗藥株系沙門氏菌監測預警報告

四、其他重大效益

本項策略工作之成果為提升抗生素抗藥性檢測技術，以現今國際最新的全基因體定序分析方法，進行抗藥基因的分析，除新型技術的執行開發，促使可以在第一時間與國際其他組織進行比對與資訊交換外，進一步可藉由參加國際實驗室間對應技術的能力試驗與研討交流，進行國際合作與增加國際能見度。最重要的是借由這些研究計畫，建立了菌株基因指紋資料庫，系統性儲存菌株基因、藥敏與人口學資料，提供長期監測病原變化之用。

五、未來展望 / 後續應用

歐美例行的抗生素抗藥性監測分析，有同時整合人與禽畜屠體或市售產品的非傷寒沙門氏菌，依血清型與抗藥性進行分析，了解在各種重要經濟動物常見分離的沙門氏菌血清型別以及抗藥性異同，才能較為貼近觀察到菌株於整體環境的存在樣貌。

「防疫一體」的抗生素抗藥性監測目的，所探究的是細菌對於這些抗生素的生存因應趨勢，以宏觀的角度了解細菌生存因應的演化發展，能偵測到特殊抗藥性菌株的出現與流行範圍，才有可能及時做出反應與調整，評估風險與擬定防治方向。展望未來，將致力於主管人、環境與動物之相關部會的整合性監測，持續努力於跨機關合作與交流。

六、發表文獻

- (一) Hong, Y. P., Wang, Y. W., Huang, I. H., Liao, Y. C., Kuo, H. C., Liu, Y. Y., Tu, Y. H., Chen, B. H., Liao, Y. S., & Chiou, C. S. (2018). Genetic Relationships among Multidrug-Resistant *Salmonella enterica* Serovar *Typhimurium* Strains from Humans and Animals. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 62(5), e00213-18. <https://doi.org/10.1128/AAC.00213-18>
- (二) Chiou, C. S., Hong, Y. P., Liao, Y. S., Wang, Y. W., Tu, Y. H., Chen, B. H., & Chen, Y. S. (2019). New Multidrug-Resistant *Salmonella enterica* Serovar *Anatum* Clone, Taiwan, 2015-2017. *Emerging infectious diseases*, 25(1), 144–147. <https://doi.org/10.3201/eid2501.181103>

- (三) Liao, Y. S., Chen, B. H., Hong, Y. P., Teng, R. H., Wang, Y. W., Liang, S. Y., Liu, Y. Y., Tu, Y. H., Chen, Y. S., Chang, J. H., Tsao, C. S., & Chiou, C. S. (2019). Emergence of Multidrug-Resistant *Salmonella enterica* Serovar Goldcoast Strains in Taiwan and International Spread of the ST358 Clone. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 63(10), e01122-19.
- (四) Liao, Y. S., Chen, B. H., Teng, R. H., Wang, Y. W., Chang, J. H., Liang, S. Y., Tsao, C. S., Hong, Y. P., Sung, H. Y., & Chiou, C. S. (2022). Antimicrobial Resistance in *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* from Human Campylobacteriosis in Taiwan, 2016 to 2019. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 66(1), e0173621. <https://doi.org/10.1128/AAC.01736-21>
- (五) Chiou, C. S., Hong, Y. P., Wang, Y. W., Chen, B. H., Teng, R. H., Song, H. Y., & Liao, Y. S. (2023). Antimicrobial Resistance and Mechanisms of Azithromycin Resistance in Nontyphoidal *Salmonella* Isolates in Taiwan, 2017 to 2018. *Microbiology spectrum*, 11(1), e0336422.
- (六) Liao, Y. S., Wei, H. L., Kuo, H. C., Chen, B. H., Wang, Y. W., Teng, R. H., Hong, Y. P., Chang, J. H., Liang, S. Y., Tsao, C. S., & Chiou, C. S. (2023). Chromosome-Borne CTX-M-65 Extended-Spectrum β -Lactamase-Producing *Salmonella enterica* Serovar Infantis, Taiwan. *Emerging infectious diseases*, 29(8), 1634–1637. <https://doi.org/10.3201/eid2908.230472>

肆、畜禽與水產動物分離細菌抗藥性之監測

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究所動物科技研究所：陳正文所長、李秀岑研究員

二、行動介紹

加強畜牧、水產養殖與作物生產的細菌抗藥性監測

2015年5月26日各國根據世界衛生組織(WHO)、世界農糧組織(FAO)、世界動物衛生組織(WOAH)所作的決定，以防疫一體(One Health)策略共同面對細菌抗藥性，並通過「國際抗藥性行動方案(Global Action Plan on Antimicrobial Resistance)」。以國際抗藥性行動方案為基礎，WOAH於隔年11月公布「全球抗藥性策略管理目標」，包含強化抗藥性監測與相關研究。各國的抗藥性管理策略主要是進行抗菌劑使用與抗藥性監測。為瞭解我國微生物抗藥性的發展趨勢，衛福部自1998年起推動台灣抗藥性監測(Taiwan Surveillance of Antimicrobial Resistance, TSAR)計畫監控國人感染病原菌其抗藥性，由國衛院建立國內微生物抗藥性的常在監測機制，2016年起防檢署補助農科院進行畜禽動物來源的微生物抗藥性監測。

三、成果及重要亮點

(一) 動物細菌抗藥性監測報告7份：

2017-2023年每年產出細菌抗藥性監測報告共7份，並於防檢署2018-2024年年報公布畜禽細菌抗藥性監測結果。動物用分析歷年監測資料，多數分離菌種之抗藥性自2019年來大部分藥物維持持平趨勢，大腸桿菌對WOAH極度重要動物用抗菌劑頭孢噻呋(Ceftiofur)與恩諾沙星(Enrofloxacin)藥物抗藥性趨勢持平；腸球菌則對Enrofloxacin藥物呈現持續低抗藥性，且2023年畜禽分離之腸球菌對萬古黴素(Vancomycin)無抗藥性。



6、畜禽細菌抗藥性監測

為了解動物用抗菌劑管理情形，我國依據OIE建議執行畜禽細菌抗藥性監測計畫。該計畫自國內畜禽屠宰場或肉品市場收集動物肛門糞便檢體，依OIE訂定之陸生動物衛生法典進行腸道指標菌大腸桿菌和腸球菌之分離；所分離之微生物再依The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 國際標準方法進行藥物敏感性試驗。監測所使用的代表藥物及抗菌劑類別分別在獸醫學與醫學上的重要性，如表1所示。

表1、監測藥物在醫學與獸醫學之重要性

| 抗菌劑類別 | 代表藥物 | OIE | WHO |
|-----------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Penicillins | Amoxicillin | ● | ● |
| Cephalosporins (3rd generation) | Cefotifur | ● | ● |
| Quinolones (2nd generation) | Enrofloxacin | ● | ● |
| Aminoglycosides | Kanamycin | ● | ● |
| Macrolides | Tylisin | ● | ● |
| Lincosamides | Lincomycin | ○ | ○ |
| Tetracyclines | Oxytetracycline | ● | ○ |
| Amphenicals | Chloramphenicol | ● | ○ |
| Glycopeptides | Vancomycin | — | ● |

極度重要 ●；高度重要 ○；未列入 —

106年抗藥性監測之結果如圖1及圖2所示：

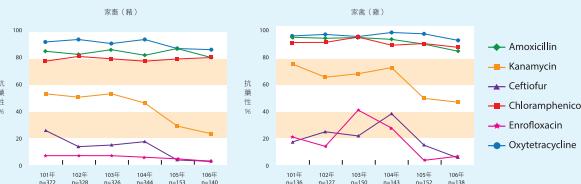


圖1、101年至106年畜禽大腸桿菌抗藥性監測結果

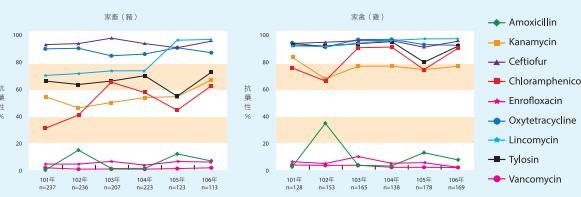


圖2、101年至106年畜禽腸球菌抗藥性監測結果

12 | 動植物防疫檢疫局107年報

圖一、2022年防疫署年報_第12頁抗藥性監測頁面

(二) 分離與抗藥性檢測之菌株數 6,020 株：

2017-2023 年在屠宰場採集豬雞牛糞便樣本，共計獲得 3,205 株大腸桿菌、1,339 株糞腸球菌、736 株屎腸球菌、234 株大腸彎曲菌、69 株空腸彎曲菌及 437 株沙氏桿菌，共計 6,020 株分離細菌並完成抗藥性檢測與趨勢分析。

(三) 參與相關國際會議 4 場次：

1. 2018 年參加 WOAH 於摩洛哥馬拉喀什舉辦第二屆全球細菌抗藥性研討會。交流目前全球動物細菌抗藥性的發展趨勢，並鼓勵納入細菌抗藥性的監測系統和準則，以保障動物的健康福祉和人民的食用安全。
2. 2021 年參加 WOAH 舉辦水產養殖 AMR 與抗微生物製劑使用 (Antimicrobial Use, AMU) 線上諮詢會議 (Virtual consultation meeting)，探討不同國家在水產養殖 AMR 與 AMU 互相交流。

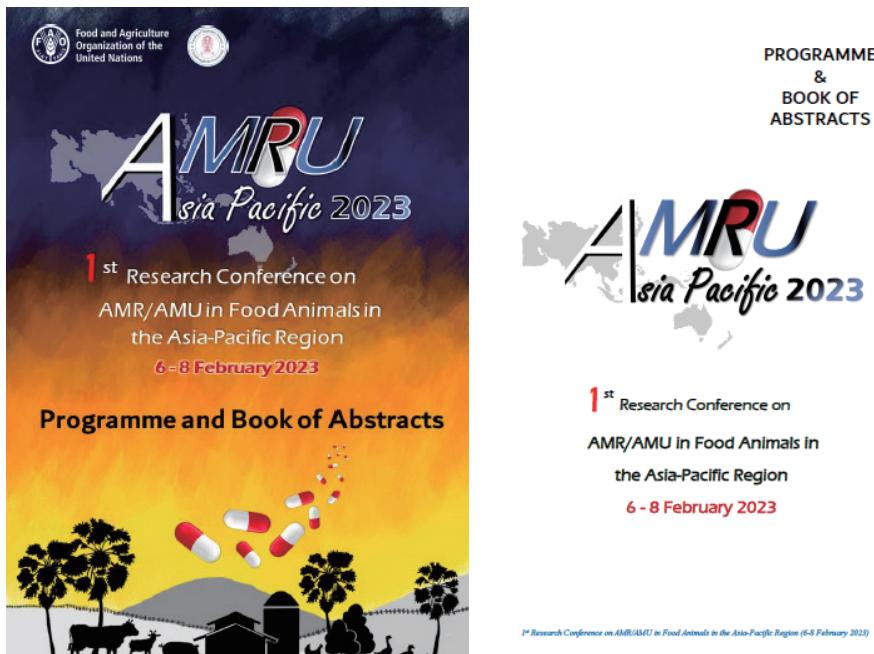


OIE Virtual Consultation Meeting on Antimicrobial Resistance and Antimicrobial Use in Aquaculture

22nd June 2021, 3-5pm JST

圖二、2021 年 WOAH 水產養殖 AMR 與 AMU 虛擬諮詢會議

3. 2023 年參加 FAO 亞太區辦事處、FAO 微生物抗藥性參考中心及泰國朱拉隆功大學獸醫學院聯合舉辦的第一屆亞太區域產食動物抗藥性與抗生素使用研討會，探討亞太地區產食動物之 AMR 與 AMU 議題。



圖三、2023 年第一屆亞太區域產食動物抗藥性與抗生素使用研討會手冊

4. 2024 年參加 WOAH 舉辦「食品環境新興議題」系列網路研討會， 旨在降低抗菌劑的使用之方法與研究。

Approaches and research to reduce antimicrobial use 2024/01/23 會議摘要報告

世界動物衛生組織亞太食品安全協作中心聯盟舉辦「食品環境新興議題」系列網路研討會，本第 3 場次主題為「降低抗微生物劑使用 (antimicrobial use, AMU) 之方法與研究」。由日本酪農學園大學 Dr. Professor Masaru Usui 主持會議。

Dr. Tomoko Ishibashi (WOAH) 暖場介紹抗微生物劑抗藥性 (antimicrobial resistance, AMR) 工作小組近期活動，目前討論陸生動物衛生法典第 6.7 - 6.11 章節修正；於第 6.10 章節負責任使用抗微生物藥物將擴及非產食動物且納入國家行動方案與需求，亦加強重視抗微生物劑作用對環境影響。另持續協助會員國建立國家行動方案指南。於 2024 年 AMR 高峰會將進行討論與分享。

新加坡國家食品科學中心 Dr. Assistant Professor Aung Kyaw Thu 講題為建立新加坡和東南亞國協 AMR 監測能力介紹該國食品局建立從農場到餐桌系統以評估與管理食品安全，並分享防疫一體架構運作模式。新加坡於 2017 年建立國家策略行動方案，核心策略包含教育、研究、風險評估與監測、預防感染及優化抗微生物劑使用。抗藥性驅動來源及傳播路徑基於食品鏈、人類及生態系統三者形成循環連結，並互相影響。為建立新加坡及東南亞國協可持續性監測 AMR，關鍵為 (1) 發展國家食物鏈 AMR 監測、(2) 提升利害關係者警覺性與資料可及性及 (3) 加強區域與國際合作。

日本酪農學園大學 Dr. Professor Kohei Makita 講題為蔬菜和水產養殖的風險評估，說明風險估計涵蓋 (1) 釋放評估，尤指於牧場使用抗微生物劑及篩選抗藥菌；(2) 曝露評估牽涉食物鏈及受汙食品消費量 (3) 後果評估則關注抗微生物劑治療效果。以日本應對 colistin 抗藥性為例，1950 年代 colistin 作為獸醫用藥與生長促進劑。然中國於 2016 年研究發現可透過質體傳播的 *mcr-1* 抗藥基因導致 colistin 抗藥性；日本隨即於 2017 年評估風險，並於 2018 年尋求替代藥物及撤回 colistin 作為生長促進劑用。另外蔬菜供應或環境與農肥有關，透過謹慎使用抗微生物劑及清洗蔬菜有助降低抗藥菌傳播風險。於水產養殖，group B 鏈球菌為常見抗藥菌，自魚表面或體內均可能分離致病菌，而餵食副產品或錯誤使用抗微生物劑可能加重致病菌與抗藥菌傳播。謹慎使用抗微生物劑的挑戰包括獸醫師處方箋、藥品購買許可證及養殖技術改進，透過風險評估分析可協助政策制定及提供數據化資料。

日本千葉縣農業共濟組合 Dr. Masato Kikuchi 講題為農民使用定義每日劑量 (defined daily dose) 之抗微生物藥物使用指南說明評估與計算抗微生物劑使用量 (usage) 兩種方式為 (1) 基於藥物活性成分重量計算，確保藥物劑量含有足夠活性成分以發揮療效；(2) 基於治療劑量劑計算，可考慮藥物其藥理活性。接著分享透過選擇性治療與疫苗控制減少乳牛場抗微生物劑使用量。乳牛常見乳房炎，過去對乾乳期牛隻預防性投藥易導致濫用與抗藥性產生，故被歐盟等國禁止。針對乳房炎乾乳牛注射抗菌劑可減少抗微生物劑使用量，另預防措施重視衛生管理。日本近年開發臨床性乳房炎疫苗其可破壞細菌生物膜，可降低牛隻乳房炎發生率與 AMU。基於治療劑量劑方法監控 AMU 有利評估乳房炎控制效果。然而降低微生物劑使用量仍首重控制疾病發生。

會議最終由 Dr. Hirofumi Kugita (WOAH) 進行問答討論，講者多為再次說明講題相關內容並強調資訊交流、AMR 監測及環境影響重要性；問答後結語閉幕。

圖四、2024 年 Approaches and research to reduce antimicrobial use 會議摘要報告

四、其他重大效益

抗菌劑的使用初期對人類與動物健康有明顯助益，大幅降低疾病所致的醫療與飼養耗損。然而細菌抗藥性現今已成為重要的公共衛生議題，包括病人照護、農業及國家安全均受其威脅，例如細菌抗藥性所導致的疾病治療問題、延長患病期並增加死亡風險以及因抗藥菌傳遞疑慮而影響產食動物產品之消費。藉由持續累積抗藥性監測數據，可作為如何謹慎使用抗菌劑宣導及有效管理抗菌劑政策執行的重要依據，方能達到減緩抗藥菌威脅，同時也可降低長期使用抗菌劑的成本，提升產食動物產品的消費意願，以及減少細菌抗藥性威脅造成的環境與社會經濟成本損失。

五、未來展望 / 後續應用

採用與國際同步之抗藥性監測方法與判定標準，依世界動物衛生組織規範監測我國畜禽微生物抗藥性，瞭解我國畜禽腸道微生物抗藥性演變趨勢，並追蹤 Ceftiofur、Colistin 及 Enrofloxacin 此 3 項高度重要動物用抗菌劑之抗藥性監測數據，據以評估《國家因應細菌抗藥性行動方案》動物指標抗藥性達成情形。

伍、由健康的畜禽動物所分離出來的會產生超廣譜乙內醯氨酶的大腸桿菌 - 探討其盛行率、抗藥基因與親緣性

一、執行團隊

- 國立臺灣大學獸醫專業學院獸醫學系：葉光勝教授、丁盈蓁碩士班研究生、林書嫻碩士班研究生

二、行動介紹

加強畜牧、水產養殖與作物生產的細菌抗藥性監測

抗微生物製劑的廣泛使用，提高了人類和動物的生活品質，減少了感染疾病的死亡率。然而，這也導致了細菌抗藥性問題，影響了微生物感染疾病的治療效果，即所謂抗微生物製劑抗藥性 (antimicrobial resistance, AMR)。AMR 已成為本世紀醫療的重大挑戰，據估計，到 2050 年，全球可能有至少 1,000 萬人死於 AMR，並造成高達 100 兆美元的經濟損失。為因應此危機，國際組織及先進國家已啟動了全球傳染病防治計畫，如全球衛生安全綱領，來因應這個問題。整個人類的健康也與動物的健康緊密扣合，也就是健康一體 (one health) 的觀念，抗藥性細菌可能透過動物，直接感染人類，或藉由環境，例如污染食物鏈，間接影響人類健康。世界動物衛生組織針對 AMR，提出了四項因應策略，包括提升強化動物 AMR 的警覺意識、透過監控和研究計畫深化對此問題的了解、支持治理措施、以及使用國際標準評估抗藥性情況。持續監控動物抗藥性菌株有助於建立資料庫，提供重要訊息。本研究即針對臺灣健康的豬、雞、牛等畜禽動物進行監測，專注於動物體內所分離出的攜帶超廣譜乙內醯氨酶的大腸桿菌，進行長期且深入的研究。我們的目標是瞭解不同動物種類中，這些抗藥性菌株的盛行率、抗藥基因型別以及演化親緣關係。這些成果對於學術研究和政府施政決策都具有重要參考價值。

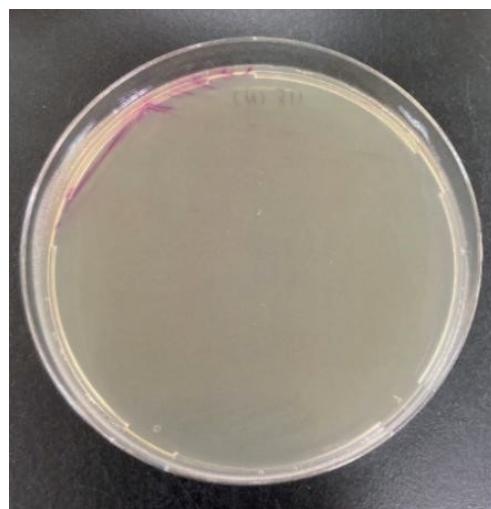
三、重要亮點

分離與抗藥性檢測之菌株數

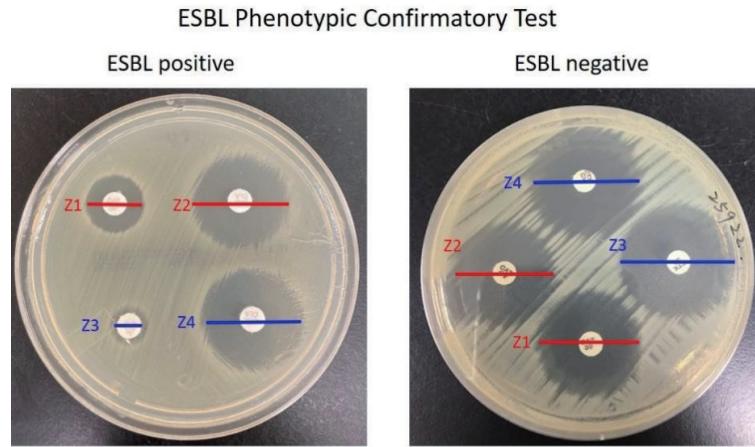
本計畫的大腸桿菌菌株是由參與計畫的各縣市屠宰場，在動物未進行屠宰前，由駐場獸醫師從動物的肛門或泄殖腔，以採樣拭子刮取糞便檢體，然後以冷藏方式，運送回實驗室，並進行大腸桿菌的分離鑑定。



圖一、會產生 ESBL 的大腸桿菌，在呈色培養基 CHROMagar ESBL 可生長，菌落呈紫紅色



圖二、不會產生 ESBL 的大腸桿菌，在呈色培養基 CHROMagar ESBL 無法生長。



Z1: Cefotaxime 30 µg; Z2: Cefotaxime 30 µg+ clavulanic acid 10 µg

Z3: Ceftazidime 30 µg; Z4: Ceftazidime 30 µg+ clavulanic acid 10 µg

ESBL positive: $Z2-Z1 \geq 5\text{mm}$ and/or $Z4-Z3 \geq 5\text{mm}$

ESBL negative: $Z2-Z1 < 5\text{mm}$ and $Z4-Z3 < 5\text{mm}$

圖三、ESBL 表現型確認測試。每一片 Mueller-Hinton agar 上先塗滿 0.5 McFarland 濃度的測試菌株懸浮液，然後貼上二種第三代頭孢子菌素 (Z1, Z3) 以及該抗生素加上 clavulanic acid (Z2, Z4) 的抗生素紙錠。經 35 oC 培養 16-18 小時，量測抑制圈大小。若 $Z2-Z1 \geq 5\text{mm}$ 或 $Z4-Z3 \geq 5\text{mm}$ ，二條件都成立，或任一條件成立，皆即判定該測試菌株為 ESBL 陽性。若 $Z2-Z1 < 5\text{mm}$ ，且 $Z4-Z3 < 5\text{mm}$ ，則為 ESBL 陰性。

會產生超廣譜乙內醯氨酶的大腸桿菌 (ESBL-producing *E. coli*) 則以 CHROMagar ESBL 培養基進行初步篩選，然後以 CLSI 所頒定的雙紙錠方法確認之。

從 2018 年度至 2023 年度，這六年的監測結果如下：

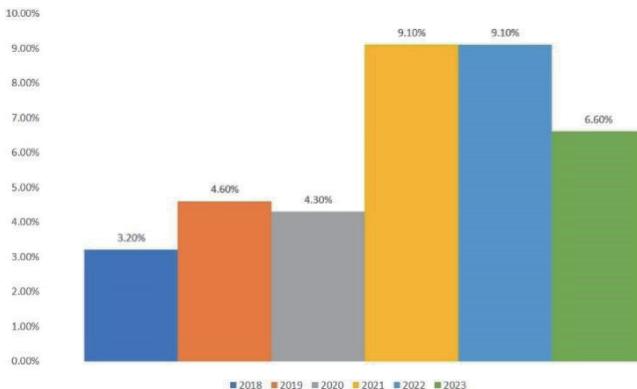
1. ESBL-producing *E. coli* 盛行率

(1) 2018 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 154 株、雞隻 157 株、牛隻 155 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 3.2% (5/154)，在雞隻的盛行率為 7.6% (12/157)、牛隻的盛行率為 3.2% (5/155)。總畜禽的盛行率為 4.7% (22/466)。

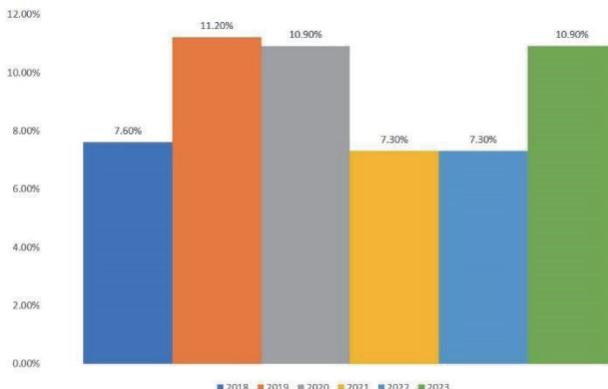
(2) 2019 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 152 株、雞隻 152 株、牛隻 154 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 4.6%

(7/152)，在雞隻的盛行率為 11.2% (17/152)、牛隻的盛行率為 7.8% (12/154)。總畜禽的盛行率為 7.9% (36/458)。

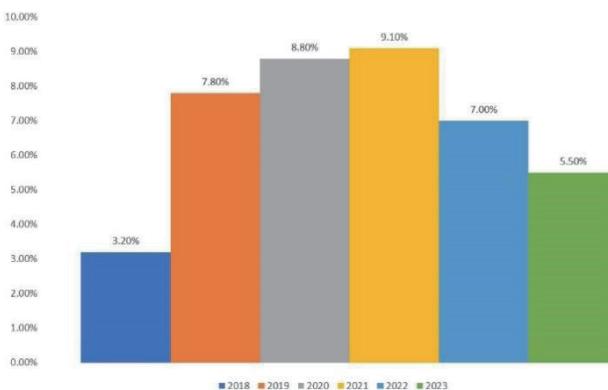
- (3) 2020 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 164 株、雞隻 156 株、牛隻 170 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 4.27% (7/164)，在雞隻的盛行率為 10.9% (17/156)、牛隻的盛行率為 8.82% (15/170)。總畜禽的盛行率為 7.96% (39/490)。
- (4) 2021 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 164 株、雞隻 151 株、牛隻 164 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 9.1% (15/164)，在雞隻的盛行率為 7.3% (11/151)、牛隻的盛行率為 9.1% (15/164)。總畜禽的盛行率為 8.6% (41/479)。
- (5) 2022 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 164 株、雞隻 151 株、牛隻 157 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 9.1% (15/164)，在雞隻的盛行率為 7.3% (11/151)、牛隻的盛行率為 7.0% (11/157)。總畜禽的盛行率為 7.8% (37/472)。
- (6) 2023 年度：共檢測豬隻來源的 *E. coli* 166 株、雞隻 165 株、牛隻 163 株。ESBL-producing *E. coli* 在豬隻的盛行率為 6.6% (11/166)，雞隻盛行率為 10.9% (18/165)、牛隻盛行率 5.5% (9/163)。總畜禽的盛行率為 7.7% (38/494)。



圖四、2018 年至 2023 年，由豬隻所分離出來的會產生 ESBL 大腸桿菌的盛行率。



圖五、2018 年至 2023 年，由雞隻所分離出來的會產生 ESBL 大腸桿菌的盛行率。



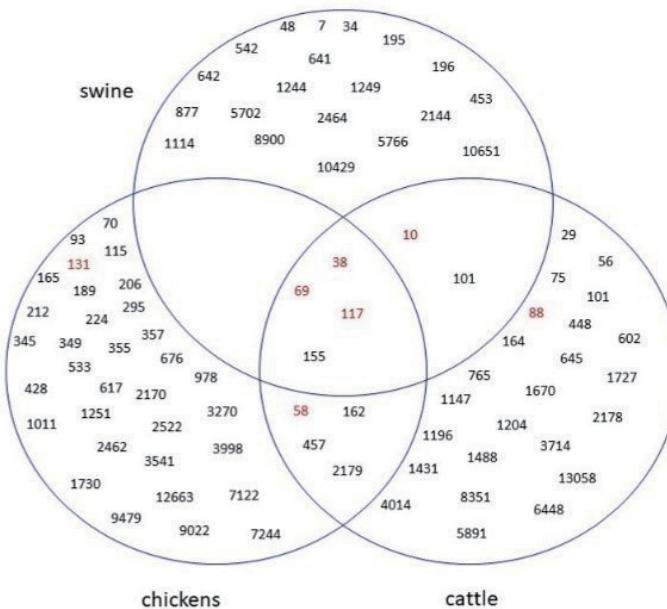
圖六、2018 年至 2023 年，由牛隻所分離出來的會產生 ESBL 大腸桿菌的盛行率。

2. ESBL 基因型的偵測

所有的 ESBL-producing *E. coli* 都會偵測所攜帶 ESBL 基因的型別，由過去六個年度的監測，發現所有三種畜禽動物所分離的 ESBL-producing *E. coli* 帶有的基因型別包含 $bla_{CTX-M-1}$ 、 $bla_{CTX-M-2}$ 、 $bla_{CTX-M-8}$ 、 $bla_{CTX-M-9}$ 、 bla_{TEM} 與 bla_{SHV} 等 6 種型別。在這些型別中，所有動物分離出來的菌株均以 $bla_{CTX-M-1}$ 所佔的比例最高，而其中 $bla_{CTX-M-55}$ 是 $bla_{CTX-M-1}$ 這個型別中最常見的基因型。

3. ESBL-producing *E. coli* 的序列分型 (sequence type, ST)

所有的 ESBL-producing *E. coli* 以多位點序列分型 (multilocus sequence typing, MLST) 方法，鑑定每一株的序列分型 (sequence type, ST)，以了解這些菌株的親緣性，並分析是否有造成人類腸道外感染的所謂病原性大腸桿菌 (extraintestinal pathogenic *E. coli*, ExPEC)。豬隻來源的 ESBL-producing *E. coli* 共有 26 種不同的 ST、雞隻有 41 種、牛隻有 33 種。在豬隻來源的 ESBL-producing *E. coli* 可偵測到屬於 ExPEC 的 ST 有 ST10、ST38、ST69、ST117。雞隻來源有 ST38、ST58、ST69、ST117、ST131。牛隻來源有 ST10、ST38、ST58、ST69、ST88、ST117。其中三種動物都偵測到的 ST 有 ST38、ST69、ST117 與 ST155。雖然在三種畜禽動物都有發現 ExPEC，但並非高比例呈現，雖值得警覺，應持續監控，但毋須特別恐慌。



圖七、2018 年至 2023 年，由三種動物所分離出來的會產生 ESBL 大腸桿菌的序列分型 (Sequence Type, ST)。隸屬於 extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* (ExPEC) 的 ST 以紅色數字標明。

表一、2018 年至 2023 年，由三種動物所分離出來的會產生 ESBL 大腸桿菌的 ESBL 基因型別。

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| swine | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 |
| | CTX-M-2 | CTX-M-2 | CTX-M-2 | CTX-M-2 | CTX-M-9 | CTX-M-2 |
| | CTX-M-8 | CTX-M-9 | CTX-M-9 | CTX-M-9 | | CTX-M-9 |
| | CTX-M-9 | TEM | TEM | TEM | | TEM |
| | TEM | | | | | SHV |
| chicken | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 |
| | CTX-M-2 | CTX-M-2 | TEM | CTX-M-9 | CTX-M-9 | CTX-M-9 |
| | CTX-M-8 | CTX-M-9 | | TEM | TEM | TEM |
| | CTX-M-9 | TEM | | | | |
| | TEM | SHV | | | | |
| cattle | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 | CTX-M-1 |
| | CTX-M-8 | CTX-M-2 | CTX-M-9 | | CTX-M-9 | CTX-M-9 |
| | CTX-M-9 | CTX-M-9 | TEM | | | TEM |
| | TEM | TEM | | | | |
| | SHV | | | | | |

四、其他重大效益

- (一) 完成豬隻來源 964 株、雞隻來源 932 株，與牛隻來源 963 株，合計共 2859 株 *E. coli* 的 ESBL 盛行率檢測。
- (二) 完成所有 ESBL-producing *E. coli* 的 ESBL 基因行分析，共檢測 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}1}$ 、 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}2}$ 、 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}8}$ 、 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}9}$ 、 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}25}$ 、 bla_{TEM} 與 bla_{SHV7} 種常見的 ESBL 基因型檢測。所有的菌株都沒有 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}25}$ ，而 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}1}$ 型的 $bla_{CTX\text{-}M\text{-}55}$ 是所有 ESBL-producing *E. coli* 最常檢測到的型別。
- (三) 利用 MLST 完成所有 ESBL-producing *E. coli* 的序列分型。豬、雞、牛隻來源的 ESBL-producing *E. coli* 各有其 ST，且佔多數。惟仍可偵測到少數可感染人類的病原性大腸桿菌 ST。

五、未來展望 / 後續應用

本計畫是國內首次針對健康的畜禽動物進行體內會產生 ESBL 的大腸桿菌進行長期且詳細的調查分析。除了了解會產生 ESBL 的大腸桿菌在不同動物的盛行率、ESBL 基因型、也分析這些大腸桿菌彼此的親緣關係。這些研究成果提供了相當珍貴的本土抗藥性背景資料，可供農政相關單位作為施政的參考依據。由於藉由質體所攜帶的抗藥性除了 ESBL 外，plasmid-mediated AmpC- β -lactamase (pAmpC) 及 plasmid-mediated quinolone resistance (PMQR) 分別會對第三代的頭孢子菌素及喹諾酮類抗生素具抗藥性，而這二類藥物亦常使用畜產動物，後續的監控計畫除了 ESBL 外，有必要考慮將 pAmpC 與 PMQR 納入監控的項目。此外，發展快速偵測抗藥性菌株的方法，也應該是未來著重的目標之一。

六、發表文獻

- (一) The prevalence and characteristics of the extended-spectrum β -lactamases-producing *Escherichia coli* from food animals in Taiwan in 2020/T.-H. Lee/2020.

陸、疾病動物重要病原之鑑定及抗藥性研究

一、執行團隊

- 獸醫研究所生物組：官南綾副研究員

二、行動介紹

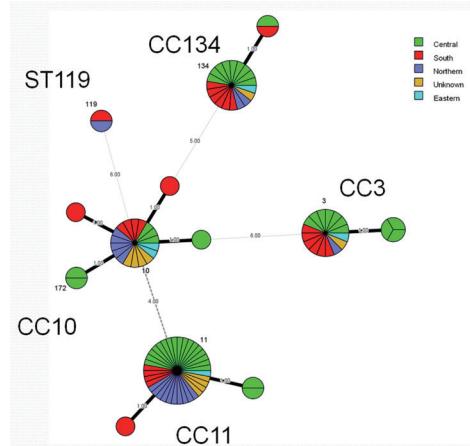
豬隻疾病是一個複雜的問題，常由多種病原體引起，包括病毒和細菌等。在緊迫的情況下，如運輸、併欄或低溫等刺激因素可能使得動物更容易受感染。細菌性病原雖然常為伺機性感染，但其引發的嚴重症狀所帶來的經濟損失卻不容小覷，其中多殺性巴斯德桿菌 (*Pasteurella multocida*, PM)、胸膜肺炎放線桿菌 (*Actinobacillus pleuropneumoniae*, AP)、豬副嗜血桿菌 (*Glaesserella parasuis*, GP) 及豬鏈球菌 (*Streptococcus suis*, *S. suis*) 為常見的細菌病原，原有血清型及抗原性複雜等問題，需要良好的診斷技術提供正確的資訊。因此本計畫預期能精進實驗室診斷技術，針對豬隻來源之重要細菌性病原，克服因不確定或錯誤的生化鑑定結果，加強分生技術以提高鑑定率、縮短鑑定時間及減少後續定序等經費消耗，並增加血清型別分生鑑定及菌株親緣性分析技術，配合藥物感受性試驗結果推薦用藥，期望能提供完整的資訊供地方疾病防治單位應用於現場治療、免疫計畫調整及決策依據。

三、成果及重要亮點

1. 對於 PM、GP 及 AP 之鑑定、血清型、親源分析及抗藥性檢測結果：

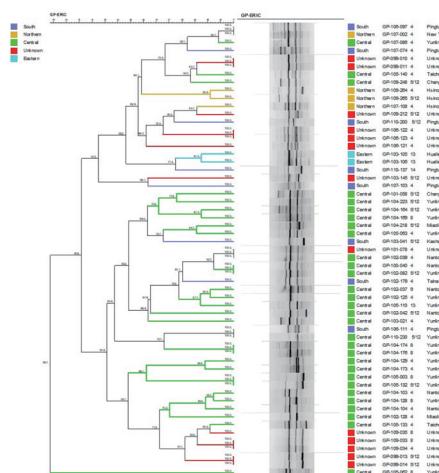
自豬隻呼吸道病例，共分離得 202 株菌：分別是 PM 104 株，GP 57 株及 AP 41 株；PM 主要分離得莢膜型 D 型，其次為莢膜型 A 型。PM 以多基因位點序列 (multilocus sequence typing, MLST) 進行基因分型的結果與資料庫比對，其親緣分析結果顯示可分為四個群集 (clonal complex, CC) 及 ST119，最大的群集是 CC11，其次的 CC10、CC134 及 CC3，四個群集在台灣四區（北、中、南及東區）都可見，但在各區的分布仍有差異。北區最常

見的是 CC11，CC10 次之；中區以 CC11 為主，CC3 及 CC134 次之，南區則是四個群集分布數量接近。



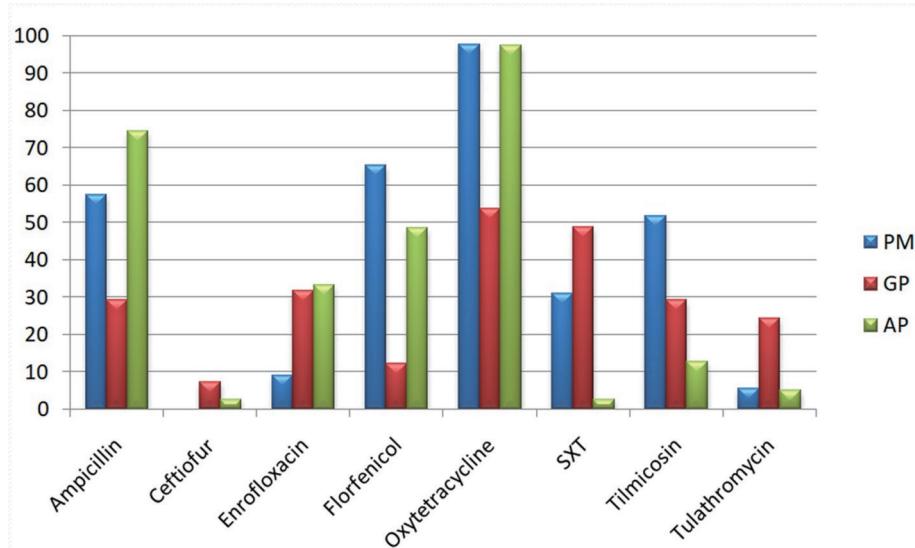
圖一、104 株 PM 以最小生成樹（Minimum Spanning Tree；MST）顯示菌株間親源性並依台灣四區（北、中、南及東區）以顏色顯示分群。其親緣分析結果顯示可分為四個群集（clonal complex, CC）及 ST119。

GP 血清型別中以 4 型最常見，以及 5/12 型次之，尚有 8 型、13 型、9 型及 14 型。AP 排名前三之以血清型為 1 型、5 型及 15 型。GP 及 AP 其菌株間歧異度較複雜，但仍可見地域的影響，在親緣樹上位於較接近的分支菌株多為相同或是鄰近縣市，同一牧場來源的菌株間相似度可達 99-100%。



圖二、57 株 GP 之 ERIC-PCR 結果之親緣樹。其菌株間歧異度較複雜，但仍可見地域的影響。

本次分離得之 PM、GP 及 AP 雖然個別抗藥性盛行率趨勢不盡相同，整體來說，這三種菌對於 oxytetracycline 及 ampicillin 多產生抗藥性，而對於 ceftiofur 及 tulathromycin 則抗藥性都很低，在臨床上對於豬隻呼吸道相關感染之治療用藥選擇可作為參考。



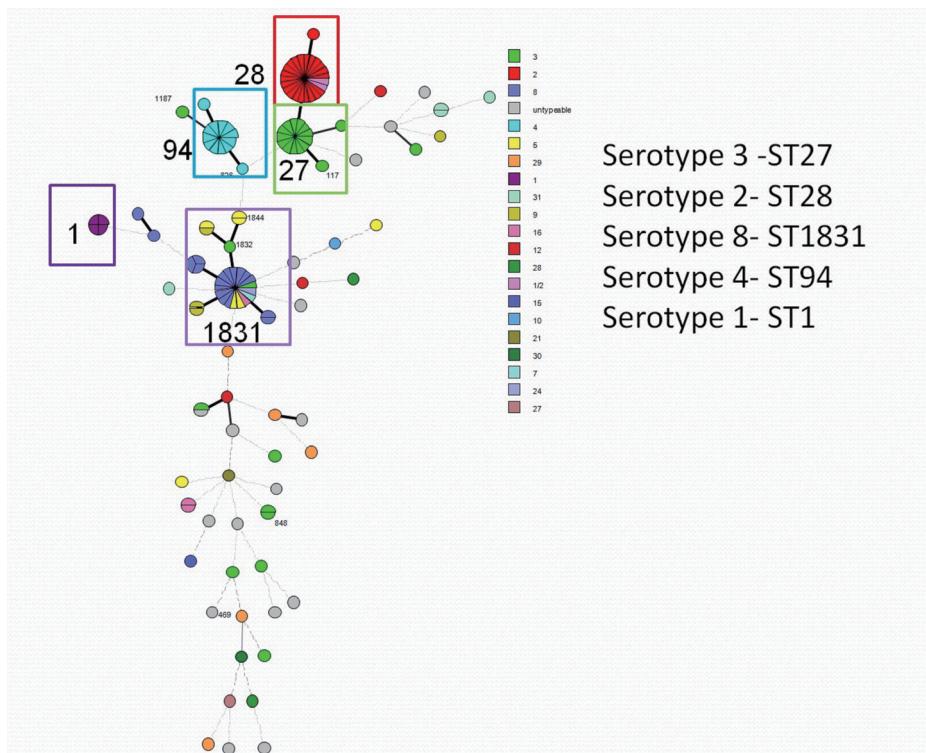
圖三、87 株 PM(部分菌株之最小抑制濃度試驗結果不明確，僅 87 株菌列入計算)、41 株 GP 及 39 株 AP 之抗藥性結果比較。

經由此計畫針對 PM 建立莢膜血清型及親緣分析技術 (MLST)；針對 GP 建立血清型及親緣分析技術 (ERIC-PCR)；針對 AP 建立血清型、apx 毒力基因及親緣分析技術 (ERIC-PCR)；針對特定抗藥性機制如 β -lactam 類、tetracycline 類、quinolone 類及 macrolides 類建立基因檢測技術。同時也增加了分析軟體的使用經驗，以及建立了實驗室內的資料庫，在技術層面有所精進，以期對於日後病原鑑定及抗藥性研究有所助益。

2. 對於 *S. suis* 之鑑定、血清型、親源分析及抗藥性檢測結果：

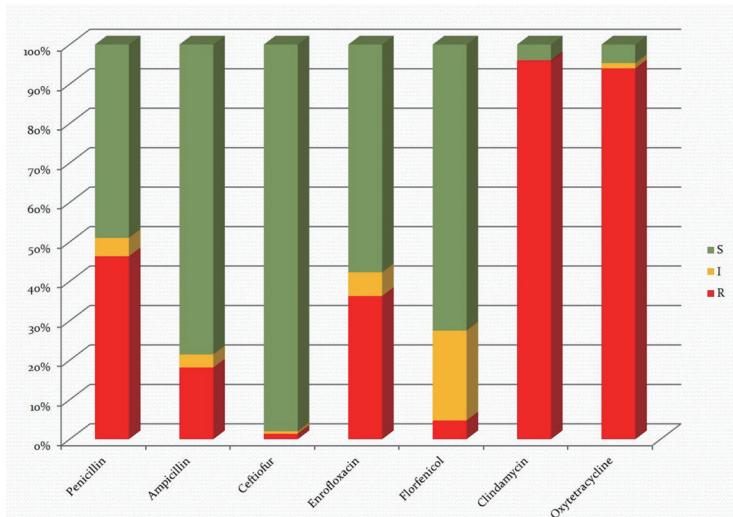
本研究針對 *S. suis*，建立菌種專一性 PCR、血清分型技術、MLST 及最小抑制濃度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 等多項技術，縮短鑑定時間、提升鑑定率，以及提供可靠的藥物感受性試驗。在此之前，單靠生

化反應的結果準確度低，仍須配合定序，並增加相關費用及等待天數。在 *S. suis* 的部分，本研究自動物病例最終確認 149 株 *S. suis*，臨床分離株型別眾多，尚存有其他多種以及無法鑑定之血清型，以血清 3 型最常見，2 型次之，以及 8 型及 4 型等，顯示 *S. suis* 之 cps 基因演化複雜，增加疾病控制的困難度。基因型結果顯示，主要的流行群集中大多具各自代表的血清型，本研究中所有的血清型 2 型菌株，皆屬於對於豬隻具高致病性的 ST28 型。以 ST27 為中心及 ST117 組成之 CC27；CC27 都是由血清 3 型組成。ST94 中心、ST826 及 ST1187 組成之 CC94 則是以血清 4 型為主。CC1831 的組成及血清型別相較之下較為複雜，以 ST1831 為主。整體而言，*S. suis* 之 ST 型多為在豬隻存在的型別如 ST27、ST94、ST1831、ST1832 及 ST1844 等，亦存有已知人類感染病例中較常見的 ST1、ST28，在公共衛生方面需要留意。



圖四、136 株 *S. suis* (因部分菌株之 7 組基因有缺失，僅 136 株菌列入計算) 以最小生成樹 (Minimum Spanning Tree ; MST) 顯示菌株間親源性並依血清型以顏色顯示分群，主要的流行群集中大多具各自代表的血清型。

幾乎所有菌株對於 clindamycin 及 oxytetracycline 皆產生抗藥性，對於 ceftiofur 則皆具感受性。



圖五、149 株 *S. suis* 之最小抑制濃度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 結果。

在治療 *S. suis* 感染的病例須謹慎選用抗菌劑。*S. suis* 中特定的血清型或 ST 型具有較高人畜共通傳染性，具有公共衛生的重要性，仍須就診斷技術及抗藥性方面持續研究及精進。

四、其他重大效益

- (一) 菌種鑑定、血清型及基因型確認等共建立 12 項相關技術，應用於 PM 104 株、GP 57 株、AP 41 株及 149 株 *S. suis* 之鑑定，可提供病原菌致病力、人畜共通的潛在威脅性及主要流行型別等資訊，能應用於疾病控制及飼養管理，例如疫苗型別選擇、免疫計畫制定等。
- (二) 藥物感受性試驗及抗藥基因檢測等，共建立 6 項相關診斷技術，提供 4 種重要病原菌之抗藥性盛行率及抗藥性機制分析。
- (三) 可配合其他病原監測計畫、牧場輔導計，釐清其中細菌性病原的扮演的角色。

五、未來展望 / 後續應用

- (一) 精準治療：基於對病原體的精確鑑定和抗藥性研究，可以制定更精準的治療方案，減少不必要的抗生素使用，降低抗藥性的風險。
- (二) 疫苗開發：對重要病原體的鑑定，可了解病原抗原性的變化，有助於疫苗的開發，提高動物免疫力，減少疾病的發生和傳播。
- (三) 監測和預防：建立有效的監測系統，及早發現病原體的變異和抗藥性的出現，有助於制定預防控制策略，降低疾病傳播風險。

柒、推廣抗藥性檢測標準方法相關活動與教育訓練，抗藥性全基因體序列研究成果

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究所動物科技研究所：陳正文所長、李秀岑研究員

二、成果介紹

標準化臨床、商業、公共衛生實驗室之細菌抗藥性監測方法

我國政府積極面對細菌抗藥性，除了長期推動抗藥性監測，亦透過發放文宣與辦理教育訓練，提升對抗生素抗藥性之警覺性，並致力於標準化檢測方法。於 2019-2023 年期間，以獸醫領域抗藥性檢測實驗室人員為對象，辦理抗藥性檢測一致化教育訓練，促進實驗室間抗藥性檢測結果之可比對性。全基因體定序 (Whole Genome Sequencing, WGS) 可用於識別抗藥基因、菌種鑑別及親緣關聯性研究，已成為全球抗藥性監測與疫情調查之有力工具，抗藥菌監測著重於更即時檢測細菌對藥物敏感性，並利用全基因體定序監測抗藥基因。防疫一體相關計畫針對 *mcr-1* 抗藥基因陽性大腸桿菌、產超廣譜乙內醯胺酶 (Extended-spectrum β -lactamases, ESBL) 細菌及沙氏桿菌，解析其抗藥基因以及釐清不同來源菌株之間的相關性。此外，建立抗萬古黴素腸球菌 (Vancomycin-resistant *Enterococcus*, VRE) 全基因體檢測與分析流程，擴增檢測能量。自 2018 年起累積 WHO 與 WOAH 重視之抗藥菌基因體資料庫，透過跨單位溝通與合作模式，對新興病原菌進行基因體解析。

三、重要亮點

- (一) 抗藥性檢測標準一致化方法的機構數量 4 個：農科院、財團法人中央畜產會北區、財團法人中央畜產會南區、屏科大水生動物醫學研究室。

1. 2021 年：農科院完成大腸桿菌之檢測與大腸桿菌對第三代頭孢子素 (Ceftiofur) 之最小抑菌濃度檢測之財團法人全國認證基金會 (Taiwan accreditation foundation, TAF) 認證，並完成建立財團法人中央畜產會北區與南區家禽保健中心最小抑菌濃度試驗方法。
2. 2023 年完成建立屏科大水生動物醫學研究室抗藥性檢測方法。

財團法人農業科技研究院 動物醫學實驗室
文件名稱：實驗室品質保證報告

文件編號：1373-TAB24-1

實驗室品質保證報告 動物醫學實驗室

苗栗縣竹南鎮頂埔里科東二路 52 號 電話：(037)586225 傳真：(037)585850

測試項目： 實驗室間能力試驗比對 報告日期： 2020.10.23

測試方法： 最小抑菌濃度(MIC)檢測試驗方法 連絡電話： 02-23655957

比對單位： 中央畜產會 北區家禽保健中心 聯絡地址： 台北市大安區羅斯福路 4 段
1 號歐一館 107 室

比對人： 李翠娥 測試件： *E. coli* (ATCC 25922)

抗生素： Ampicillin、Kanamycin 樣品數： 1

| 測試項目/英文名稱縮寫 | 測試單位 | 測試日期 | 測試人員 |
|-------------|----------------|------------|------|
| 最小抑菌濃度/MIC | 中央畜產會-北區家禽保健中心 | 2020/10/13 | 李翠娥 |
| | 財團法人農業科技研究院 | 2020/10/14 | 施曉晴 |

測試結果評估與討論：

本次最小抑菌濃度之能力測試活動，與中央畜產會北區家禽保健中心執行實驗室間能力比對，雙方檢測結果符合允收範圍標準，能力試驗結果為「滿意」。

附註：

1. 本實驗室執行測試所產生之測試結果詳列於本報告內，本報告之測試結果僅對報告內所提及之測試件有效，不作任何公證憑據。
2. 委託單位須整份使用本報告，不得任意摘錄使用，但全文複製除外。
3. 委託單位收到測試報告後，於報告日期起第二至週內，如無申請複檢或其他要求，測試件本實驗室將予以廢棄，不得異議。

第 1 頁，共 2 頁
2017.09 第 1.1

圖一、財團法人中央畜產會北區 - 能力試驗比對結果報告書

實驗室品質保證報告

動物醫學實驗室

苗栗縣竹南鎮頂埔里科東二路 52 號 電話：(037)586225 傳真：(037)585850

測試項目： 實驗室間能力試驗比對 報告日期： 2020.10.23

測試方法： 最小抑菌濃度(MIC)檢測試驗方法 連絡電話： 08-7740449

比對單位： 中央畜產會 南區家禽保健中心 聯絡地址： 屏東縣內埔鄉學府路 1 號獸醫系 206 家禽保健中心

比對人： 林怡君 測試件： *E. coli* (ATCC 25922)

抗生素： Ampicillin、Kanamycin 樣品數： 1

| 測試項目/英文名稱縮寫 | 測試單位 | 測試日期 | 測試人員 |
|-------------|----------------|------------|------|
| 最小抑菌濃度/MIC | 中央畜產會-北區家禽保健中心 | 2020/10/22 | 林怡君 |
| | 財團法人農業科技研究院 | 2020/10/14 | 施曉晴 |

測試結果評估與討論：

本次最小抑菌濃度之能力測試活動，與中央畜產會南區家禽保健中心執行實驗室間能力比對，雙方至少一重複檢測結果符合允收範圍標準，能力試驗結果為「滿意」。

附註：

1. 本實驗室執行測試所產生之測試結果詳列於本報告內，本報告之測試結果僅對報告內所提及之測試件有效，不得任何公證憑據。
2. 委託單位須整份使用本報告，不得任意摘錄使用，但全文複製除外。
3. 委託單位收到測試報告後，於報告日期起第二星期內，如無申請複檢或其他要求，測試件本實驗室將予以廢棄，不得異議。

第 1 頁，共 2 頁

2017.09 第 1.1

圖二、財團法人中央畜產會南區 - 能力試驗比對結果報告書

（二）推廣抗藥性檢測標準方法相關教育訓練 29 場次：

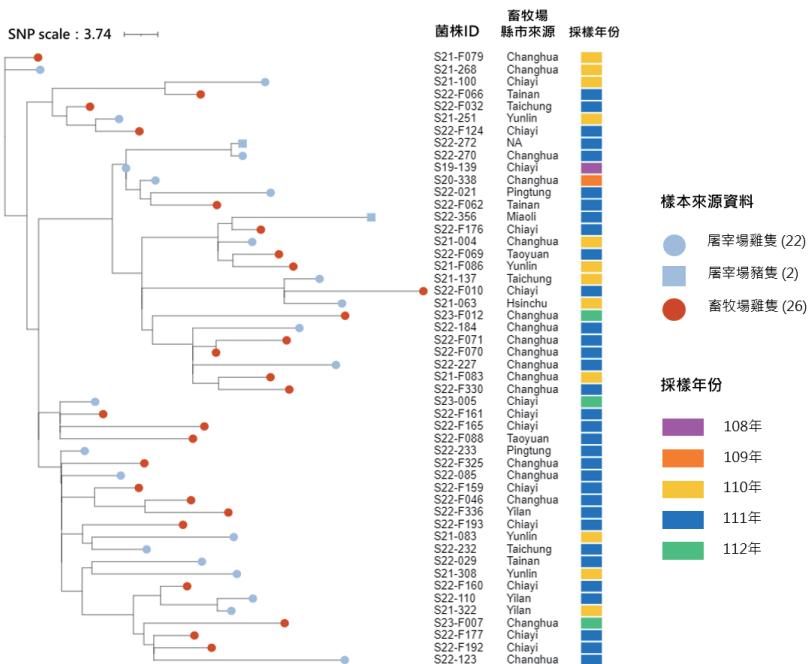
1. 2019-2020 年舉辦抗藥性檢測一致化教育訓練共 2 場次：透過教育訓練，逐步使我國相關檢測單位能具備與國際標準相同之檢測能量。課程內容包含細菌抗藥性簡介、國際標準與趨勢、細菌抗藥性檢測實作、藥物敏感性試驗液態稀釋法之實驗操作、產超廣譜乙內醯胺酶細菌檢測之實驗操作、全基因體定序技術與分析方法。
2. 2020-2024 每年結合獸醫學系抗藥性警覺性活動與 2023-2024 年伴侶動物抗菌劑使用教育訓練，辦理「藥物敏感性試驗之紙錠擴散法」、「全基因體定序」等教育訓練課程共計 26 場次，以推廣抗藥性檢測標準方法。
3. 2023 年舉辦水生動物細菌之「最小抑菌濃度試驗方法」教育訓練 1 場次，協助建立水生動物細菌抗藥性檢測能量。

（三）以分子流行病學為基礎進行監測，其所獲得的樣本數 785 個：

於 2017 年建立農業基因體實驗室，並與國立中興大學與國家高速網路與計算機中心合作，建立重要人畜共通病原菌親緣性、演化及抗藥基因解析能力。於 2017-2023 年累積完成 548 株動物來源沙氏桿菌、131 株 *mcr-11* 陽性大腸桿菌、105 株產超廣譜乙內醯胺酶大腸桿菌，並建立抗萬古黴素腸球菌 (Vancomycin-resistant *Enterococcus*, VRE) 全基因體檢測與分析流程，累積 1 株腸球菌之全基因體定序與解析。基於動物分離細菌之全基因體相關監測資料與衛生單位以及臺灣大學合作，建立抗藥菌溯源或傳播追蹤能力，案例如下：

1. 2018 年嘉義民雄豆奶攤沙氏桿菌感染事件，協助檢測溯源之蛋品是否遭受汙染。

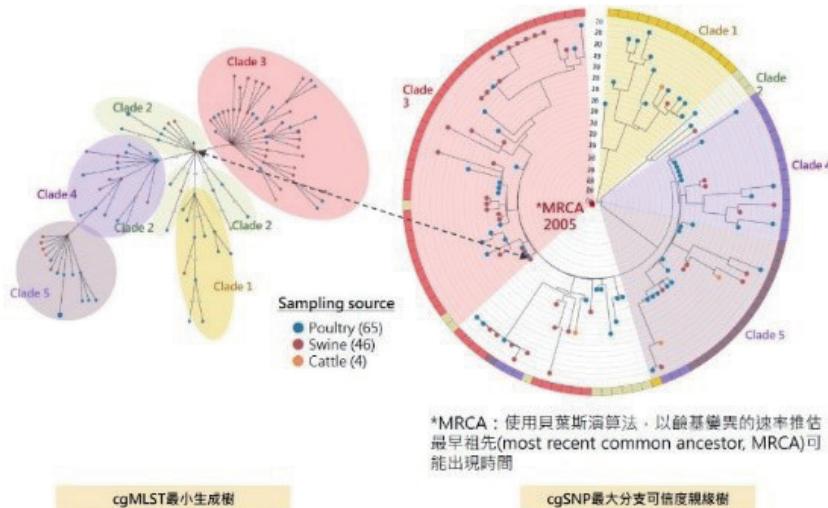
2. 2018 年國人遭受沙氏桿菌 *Anatum* 感染比例增加之趨勢，協助提供屠宰場分離之沙氏桿菌全基因體定序與抗藥性資料，分析人類與動物來源分離菌株之相關性，顯示兩種來源菌株間的親緣性低。



圖三、沙氏桿菌 *Infantis* 血清型之全基因體定序與解析

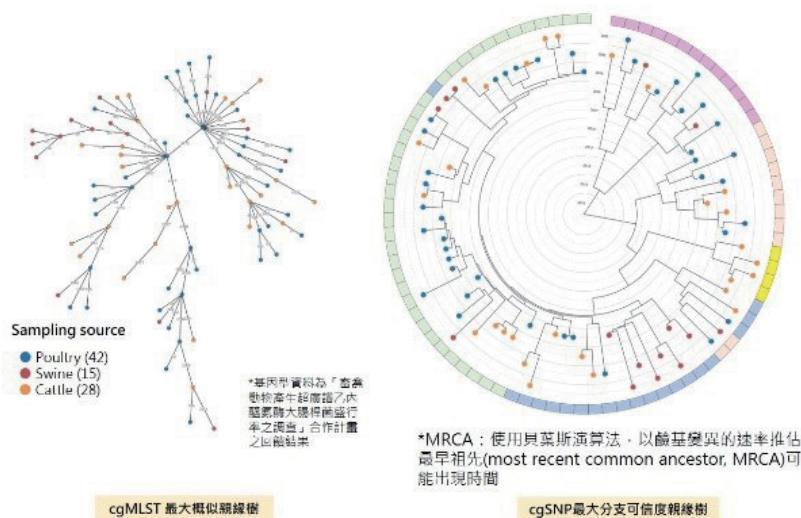
3. 2020 年沙氏桿菌 *Goldcoast* 分離率逐漸升高，已將該菌株納入監測項目，分析動物與人類來源菌株，於最大分支可信度親緣樹結果顯示，分群內不同來源分離株則無明顯相關性。
4. 2018 年起持續監測動物來源分離 *mcr-1* 陽性大腸桿菌，比較 50 株 *mcr-1* 陽性大腸桿菌之親緣樹與抗藥性分布，其中 11 種抗菌劑皆具抗藥性之菌株，在親緣樹中分別屬於不同族群。因此，抗藥性表現分布與親緣性間，無明顯相關性。

mcr-1菌株之全基因體定序與解析

圖四、*mcr-1* 抗藥基因陽性大腸桿菌

5. 107 年起與臺灣大學葉光勝教授執行「畜禽動物產生超廣譜乙內醯胺大腸桿菌盛行率之調查」計畫合作

產ESBL大腸桿菌定序與解析親緣演化相關性



圖五、產超廣譜乙內醯胺酶大腸桿菌

6. 2022 至 2023 年因應我國沙氏桿菌 *Infantis* 於人類分離率升高議題，協助回溯調查動物來源沙氏桿菌 *Infantis* 菌株，進行重要抗藥基因解析，並與我國人類分離株與國外發表菌株，進行親緣性解析，核心基因單核苷酸多型性 (core genome single nucleotide polymorphism, cgSNP) 最大概似親緣樹結果顯示，我國農方之菌株為獨立分枝。
7. 2023 年於人類臨床監測一特殊脈衝式電泳 (Pulsed Field Gel Electrophoresis, PFGE) 型別之多重抗藥性沙氏桿菌 *Typhimurium* 流行情形。與動物來源資料庫比對顯示，於動物無盛行之狀況，並將該菌株納入監測重點目標，持續監測並關注動物分離沙氏桿菌 *Typhimurium*。

利用全基因體與抗藥基因資料庫，了解抗藥性細菌可能傳播途徑，提升防治成效，減少防治資源耗費，並透過追蹤與監測抗藥性，及早擬定控制方案，減少抗藥菌威脅，以降低社會經濟成本損失。

四、其他重大效益

- (一) 透過舉辦抗藥性檢測一致化教育訓練，使我國相關檢測單位能具備與國際標準相同之檢測能量，亦有助跨實驗室間檢測資料之交流比對。
- (二) 藉由舉辦抗藥性警覺性活動與教育訓練，向獸醫學系學生與動物用藥品相關從業人員倡導，並推動防範細菌抗藥性之重要性，提高對抗藥性風險認知。
- (三) 利用抗藥基因資料庫，了解抗藥菌可能傳播途徑，提升防治成效，減少防治資源耗費。並透過追蹤與監測抗藥性，及早擬定控制方案，減少抗藥菌威脅，以降低社會經濟成本損失。

(四) 保存抗藥性微生物基因體資訊，所累積的基因體資訊也包含了抗藥基因，將可應用於：

1. 協助抗藥菌疫情發生時的溯源比對，藉由資料庫管理系統提供防疫資訊。
2. 可密切監測重要抗藥基因，作為新興抗藥基因或機制發生的預警系統。
3. 提供科學證據作為行政管控與風險溝通之依據，有助於抗菌劑合理使用管理與教育推廣。

五、未來展望 / 後續應用

(一) 藉由持續執行抗藥性監測而累積的科學證據，瞭解目前我國動物源細菌抗藥性演變之趨勢，並應用於提倡正確且謹慎使用抗菌劑的宣導與教育，透過監測與宣導強化對細菌抗藥性的警覺性，方可達到減緩抗藥菌威脅。此外，為標準化我國各檢測實驗室之檢測方法，未來也將持續推動檢測方法一致化。

(二) 未來擬持續累積動物分離細菌之抗藥性與全基因體檢測資料，並比對親緣性與抗藥基因差異性。

六、影音教材

藥物敏感性試驗 - 紙錠擴散法



捌、植物病原細菌對農業用抗生素抗藥性調查

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署植物防疫組：林俊耀技正
- 國立屏東科技大學植物醫學系：林宜賢教授

二、行動介紹

鑑於目前缺乏農業用抗生素末端使用及流向追蹤，加上掌握農業用抗生素的使用，對於抗生素管理及抗藥性防治為重要基礎資料。農業部開始針對作物生產等領域，逐步建立抗藥性監測系統。

三、成果及重要亮點

本計畫調查與分析植物病原細菌農業用抗生素抗藥性現況，以利於擬定抗生素管理策略，有助於降低農業用抗生素使用。

- (一) 2020 年針對茄科細菌性斑點病菌、青枯病菌進行鏈黴素感受性測試，獲得 8 株茄科細菌性斑點病菌對鏈黴素具抗藥性；2 株青枯病菌對鏈黴素具抗藥性。
- (二) 2021 年進行茄科細菌性斑點病菌、軟腐細菌、青枯病菌對土黴素與歐索林酸感受性測試，有 26 株細菌性斑點病菌對歐索林酸具抗藥性，11 株細菌性斑點病菌對土黴素感受性降低；6 株軟腐細菌對歐索林酸耐受性提高，48 株軟腐細菌對土黴素不敏感，對兩者皆具耐受性有 1 株；59 株青枯病菌對歐索林酸具耐受性，24 株青枯病菌對土黴素不敏感，對兩者皆具耐受性有 7 株。
- (三) 2022 年進行臺灣水稻白葉枯病之病原細菌對鏈黴素、土黴素與歐索林酸的感受性測試，獲得 40 株菌株對歐索林酸具抗藥性，2 株菌株對土黴素耐受性增加。

(四) 2023 年調查十字花科蔬菜黑腐病之病原細菌對鏈黴素、土黴素、歐索林酸與四環黴素的感受性，發現 7 菌株對鏈黴素具抗藥性風險，1 菌株對土黴素耐受性提高。

四、其他重大效益

本計畫調查與分析臺灣植物病原細菌對於鏈黴素、四環黴素、土黴素與歐索林酸等農業用抗生素之抗藥性。

五、未來展望 / 後續應用

(一) 本計畫調查與分析臺灣植物病原細菌對於鏈黴素、四環黴素、土黴素與歐索林酸等抗生素抗藥性現況，並探討抗藥性族群是否具增加趨勢，有助於降低農業用抗生素使用。

(二) 未來將進一步建立抗藥性基因監測系統及抗藥基因庫，並與動物用藥抗生素進行分析，以了解農業用抗生素末端使用流向，及擬定抗生素管理策略。

主軸三 | 感染預防與控制

加強預防和控制是遏制抗藥性擴散的重要手段。醫療機構需要完善相關制度和技術標準，提高手衛生合規性，嚴格執行無害化處理等，阻絕醫院內部細菌傳播。同時，加強社區和家庭層面的衛生教育，提高公眾的個人衛生意識和預防能力，也是防控社區感染的有效措施。此外，政府還要從法規、資金等層面為感染預防與控制提供支持。

壹、依世界衛生組織最新指引建立試驗方法及監測人畜抗藥性結核病

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心：周如文研究員、詹馨嬪約用研究助理、詹岱華技士、林宛璇副研究員、吳聖韓研發替代役博士後研究員、蕭學謙技士、王于箴技士、劉欣怡技士、吳玟華副研究員、黃忻婷約用研究助理

二、成果介紹

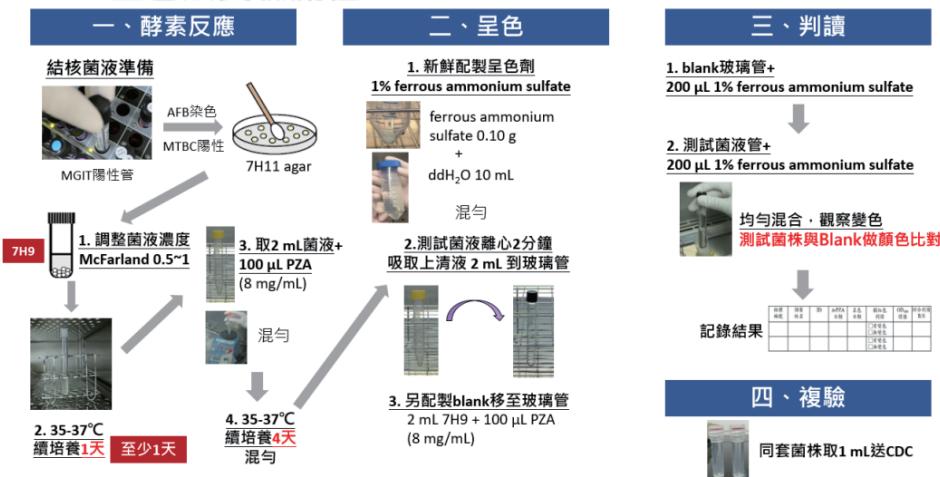
加強醫療與衛生領域的細菌抗藥性監測

為達成防疫一體之目標，計畫因應 WHO 最新的抗藥性人畜共通結核病 (zoonotic tuberculosis, zTB) 病人診治指引，精進各新及舊治療藥物之傳統 (phenotypic) 及分子 (genotypic) 抗藥性檢測及監測相關基因變異，完成流行病學上關鍵治療藥物臨界濃度值 (epidemiological cut-off, ECOFF) 訂定，提供個人化精準醫療及提高治癒率；強化人畜共通牛型結核病 (bovine TB, bTB) 個案發現及 *M. bovis* 菌株抗藥性分析，並架構跨單位 (如：防檢署及獸醫研究所等) bTB 實驗室檢測及監測合作，以強化結核菌抗藥性檢測服務及監測，精進抗生素使用策略。

三、重要亮點

本計畫評估簡易 Pyrazinamide (PZA) 抗藥性檢測「PZase 呈色法」之臨床適用性，並成功推廣簡易 PZA 抗藥性篩檢 bTB 方法至 10 家臨床實驗室，完成 1,643 株菌株分析：8 家一致率達 100.0%，另 2 家為 98.5% 及 98.8%。10 家實驗室已將簡易 PZA 抗藥性檢測法納入 TB 一線藥物常規檢測項目，增加治療藥物檢測品項及縮短報告時效，除嘉惠 TB 病人及優化治療外，亦有利擴大 bTB 監測。

PZase 呈色法實驗流程



圖一、建立簡易 PZA 抗藥性檢測流程

四、其他重大效益

(一) 本計畫推廣簡易 PZA 抗藥性檢測方法，計畫期間辦理 2 場線上說明會，及 3 場實作教育訓練，各計 93 人及 21 人參加，參加人員可瞭解及實作簡易 PZA 抗藥性呈色法檢驗程序。



圖二、推廣簡易 PZA 抗藥性檢測 PZase 呈色法舉辦 3 場實作教育訓練

(二) 本計畫研究成果可提供臺灣 TB 之 PZA 抗藥性檢測商用試劑開發基礎。

(三) 人畜共通及多重抗藥結核病監測及抗藥性檢測方法分析等成果，於計畫期間累計發表 1 篇疫情報導及 10 篇 SCI 論文，並於 2024 年第 34 屆歐洲臨床微生物學暨傳染病研習會海報展示「2008-2023 年臺灣人畜共通牛型結核病之監測分析」、2024 年國際抗瘧聯盟年會口頭發表「簡易的 pyrazinamidase 測試法用於檢測結核菌對 pyrazinamide 藥物敏感性」、2020 年第 51 屆國際抗瘧聯盟年會口頭發表「臺灣抗藥性結核病個案之原發 bedaquiline 抗藥性分析」。

原著文章

2008-2020 年臺灣人畜共通牛型結核病監測分析

詹岱華、周如意*

摘要

牛型結核病 (bovine tuberculosis, bTB) 是人畜共通結核病，可能跨物种傳播，卻長期受到忽視，造成盛行率被低估。此外，bTB 治療牛型結核菌 (*Mycobacterium bovis* biovar *bovis*, *M. bovis*) 先天對治療結核病藥物 pyrazinamide (PZA) 具抗藥性，是臨床診治之挑戰。本研究詳解臺灣 2008-2020 年 24,717 例以結核菌群 (*Mycobacterium tuberculosis complex*, MTBC) 種性確診之 TB 個案中，其發現 251 (1%) 例 bTB，77.7% 為男性、71.8% 年齡 <45 歲、85.7% 為新案及 83.3% 為肺部結核病；個案多來自於中部 (51.0%)、南部 (25.5%)。然而，僅僅 19.5% 的個案具已知動物接觸史，49.0% 與農業相關。菌株抗藥性之分析顯示：除對 PZA 抗藥外，29.1% 對 isoniazid 抗藥及 1.0% 為多重抗藥性。基因型分析顯示：人類及動物 *M. bovis* 主要型別為 SB0265 及 MIRU 5-2-3-4-3-2-11-5-3。本研究探討臺灣人畜共通結核病，以符合世界衛生等相關組織提出防治範圍之優先執行策略，加強化人畜傳播介面解析，落實防疫一體，達成 2035 年結核病防治最終目標。

關鍵字：牛型結核病、牛型結核菌、防疫一體、抗藥監測、基因分型

前言

牛型結核病 (bovine tuberculosis, bTB) 為人畜共傳疾病，且於人類之感染情形一直被低估，其主要致病菌為 *Mycobacterium tuberculosis* biovar *bovis* (*M. bovis*)，屬結核菌群 (*Mycobacterium tuberculosis complex*, MTBC)。舉凡家畜、野生動物皆可為帶菌宿主，感染途徑包含飛沫及攝食不完全之畜產品等。因此，屠宰場及牧場人員為高危險群 [1, 2]。bTB 不僅威脅人類及動物健康，更可影響全球經濟活動，尤其對全球約 70% 以畜牧維生的貧困農戶人口，衝擊龐大。為達成世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 及聯合國永續發展目標所倡議之消除結核願景，落實 bTB 防治為關鍵的環節 [3, 4]。據世界動物衛生組織 (World Organization for Animal Health, OIE) 資料，bTB 約占有些國家人類結核病的 10% [5]；此外，Müller 研究團隊針對全球 bTB 監測結果整理如下 [6]：非洲、美洲及歐洲 bTB 佔所有分析 TB 個案比率分別為 2.8%、0.3% 及 0.4%；在東地中海與西太平洋地區之國家：埃及、吉布地、瀕洲、紐西蘭及中國部分地區則分別為 2.2%、0.6%、0.2%、2.7% 及 0.2%；至於東南亞地區則缺乏相關之監測資料。

衛生福利部疾病管制署檢驗及疫病研製中心
通訊作者：周如意
E-mail: ruij@cdc.gov.tw

投稿日期：2021 年 12 月 22 日
接受日期：2022 年 03 月 17 日
DOI：10.6524/EI.202403_40(5).0002

2024 年 3 月 12 日 第 40 期 第 5 期

版權所有 | 77

圖三、疫情報導「2008-2020 年臺灣人畜共通牛型結核病監測分析」

Hot Resistance Emergence Assessment in Human Tuberculosis (MDR-TB) a 5-Year iViro Surveillance Bedaquiline and Other drug Susceptibility Testing in MDR-TB isolates

atic surveillance and outcomes of isoniazide and fluoroquinolones-resistant tuberculosis in Taiwan

Surveillance of multidrug-resistant tuberculosis in Taiwan, 2008–2019

elife

Primary Bedaquiline Resistance Among Cases of Drug-Resistant Tuberculosis in Taiwan

simplied pyrazinamidase test for *Mycobacterium tuberculosis* pyrazinamide antimicrobial susceptibility testing

Surveillance of bovine tuberculosis in Taiwan, 2008–2023

圖四、2021-2024 年發表 SCI 論文 10 篇

Surveillance of bovine tuberculosis in Taiwan, 2008–2023

Introduction

Materials and methods

Results

Discussion

Conclusion

Figure. Distribution of 363 TB cases in Taiwan

Table. Drug resistance profiles of 263 TB cases

ECCMID

圖五、第 34 屆歐洲臨床微生物學暨傳染病研習會海報展示「2008-2023 年臺灣人畜共通牛型結核病之監測分析」



圖六、2020年、2024年國際抗癆聯盟年會口頭發表「臺灣抗藥性結核病個案之原發 bedaquiline 抗藥性分析」、「簡易的 pyrazinamidase 測試法用於檢測結核菌對 pyrazinamide 藥物敏感性」

五、未來展望 / 後續應用

PZA 篩檢 bTB 擴大推廣及臨床例行運用，增加治療藥物檢測品項及縮短報告時效，嘉惠 TB 病患。

六、發表文獻

- (一) Primary bedaquiline resistance among drug-resistant tuberculosis cases in Taiwan / Sheng-Han Wu / 2020 / 「51th Union World Conference on Lung Health」, oral presentation.
- (二) Disputed *rpoB* mutations in *Mycobacterium tuberculosis* and tuberculosis treatment outcomes / Wan-Hsuan Lin / 2021 / <https://doi.org/10.1128/aac.01573-20>
- (三) Primary bedaquiline resistance among drug-resistant tuberculosis cases in Taiwan / Sheng-Han Wu / 2021 / <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2021.754249/full>
- (四) Human bovine tuberculosis in Taiwan, 2008-2019 / Tai-Hua Chan / 2022 /

- (五) A crowd of BashTheBug volunteers reproducibly and accurately measure the minimum inhibitory concentrations of 13 antitubercular drugs from photographs of 96-well broth microdilution plates / Fowler PW/ 2022 / <https://elifesciences.org/articles/75046>
- (六) Epidemiological cut-off values for a 96-well broth microdilution plate for high-throughput research antibiotic susceptibility testing of *M. tuberculosis* / The CRyPTIC Consortium / 2022 / <https://erj.ersjournals.com/content/60/4/2200239>. long
- (七) A 5-Year prospective in-vitro surveillance study of bedaquiline and other second-line drug susceptibility testing in MDR-TB isolates / Kon é Kaniga / 2022 / <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8769720/>
- (八) Surveillance of mutidrug-drug resistant tuberculosis in Taiwan, 2008-2019 / Mei-Hua Wu / 2022 / <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1684118222001165>
- (九) Genetic surveillance and outcomes of pyrazinamide and fluoroquinolones-resistant tuberculosis in Taiwan / Hsin-Ting Huang, Wan-Hsuan Lin / 2023 / <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1684118223001640?via%3Dihub>
- (十) Quantitative measurement of antibiotic resistance in *Mycobacterium tuberculosis* reveals genetic determinants of resistance and susceptibility in a target gene approach/2024/The CRyPTIC Consortium/<https://www.nature.com/articles/s41467-023-44325-5>
- (十一) Human bovine tuberculosis in Taiwan, 2008-2020 / Tai-Hua Chan / 2024 / <https://www.cdc.gov.tw/File/Get/JArrkFr8tExu7Ek3hzY5rQ>
- (十二) Surveillance of bovine tuberculosis in Taiwan, 2008-2023 / Hsin-Yi Liu / 2024 / 34th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ECCMID), poster.
- (十三) A simplified pyrazinamidase test for *Mycobacterium tuberculosis* pyrazinamide antimicrobial susceptibility testing/Hsin-Hua Chan/Yu-Chen Wang/2024/<https://journals.asm.org/doi/10.1128/jcm.01227-24>
- (十四) A simplified pyrazinamidase test for *Mycobacterium tuberculosis* pyrazinamide drug susceptibility testing/Yu-Chen Wang/2024/「The Union World Conference on Lung Health 2024」, oral presentation.

主軸四 | 正確使用抗菌劑

合理使用抗菌藥物是遏制細菌抗藥性的關鍵。醫療機構和獸醫單位要嚴格執行抗菌藥物處方管理，規範抗菌藥物在人畜領域的使用。政府部門還要加強監管，遏制非處方濫用和非法銷售。同時，要加強醫療、獸醫人員的使用培訓，提高他們的合理用藥意識和能力。

壹、動物用抗生素藥品檢驗登記檢驗案件執行成果分析

一、執行團隊

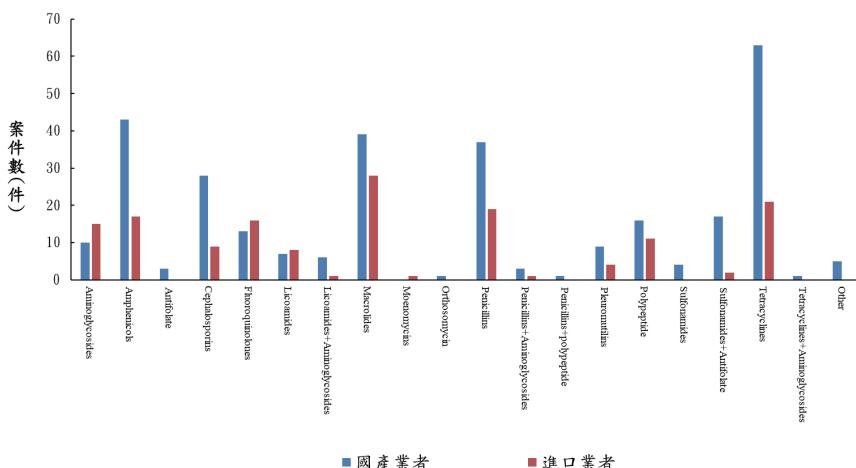
- 獸醫研究所動物用藥品檢定中心：張家禎研究員兼中心主任、林文華副研究員兼系主任、詹勳隆副研究員、劉其和助理研究員、陳玉林助理研究員、張美仙助理研究員

二、行動介紹

農業部獸醫研究所轄下動物用藥品檢定中心，負責國內動物用一般藥品檢驗服務，依「動物用藥品管理法」及「動物用藥品檢驗登記審查準則」進行動物用抗生素藥品品質技術文件審查，以及產品上市前安全及品質檢定作業，確保動物用一般藥品符合「動物用藥品檢驗標準」法規之品質要求。其中動物用抗生素產品，因應其抗生素原料製程經過酦酵、半人工合成或化學合成等方式，為確保抗生素原料品質，國內進行檢驗登記之審查作業，審查抗生素原料檢驗規格，如一般性檢驗、鑑別、純度及含量等項目，須符合藥典的規範，以確保製藥廠使用抗生素原料品質及安全性，以及後續檢製劑符合國內檢驗標準之要求。本成果為本所動物用藥品檢定中心 2017 至 2024 年，執行國內動物用抗生素檢驗登記案件分析，探討 8 年間國內動物用抗生素藥品申請檢驗登記檢驗結果、抗生素種類、適用動物種類等方面分析，提供國內動物用抗生素背景說明參考。

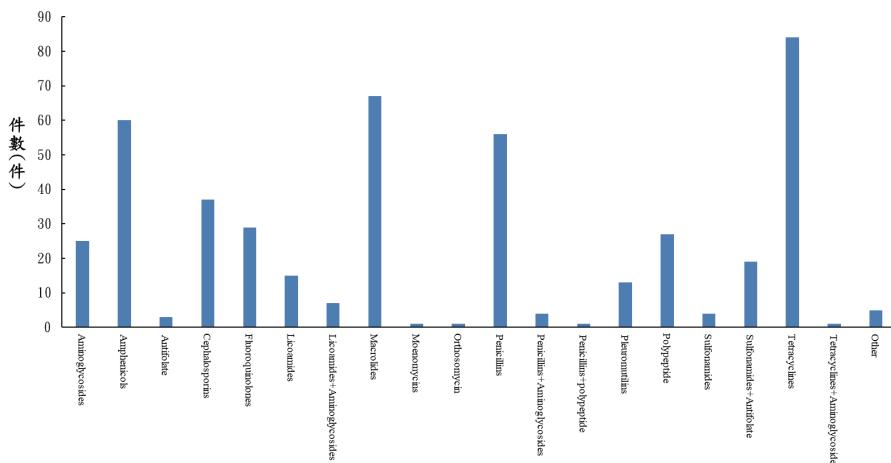
三、成果及重要亮點

- (一) 2017 至 2024 年，辦理國內動物用抗生素藥品申請檢驗登記審查及檢驗共計 504 件，合格案件為 491 件，不合格案件為 13 件，合格率 97%。其中不合格案件中，10 件含量不符合廠內規格，1 件酸鹼度不符合規格，2 件內含不溶性物質。在不合格製劑統計，不合格樣品口服液劑與注射劑占 8 件（約 62%），此比例反映液態劑型在製程控制與貯存期間更容易受溫度、pH 及汙染等因素影響，導致含量品質漂移或產生可見異物，應將口服液劑與注射劑列為上市後品質監測優先對象，並要求製造與輸入業者重視批次定性與目視檢查，確保產品品質一致性與用藥安全。
- (二) 國內外業者申請動物用抗生素檢驗登記案件，國內製藥業者申請 351 件，輸入廠申請 153 件，不合格案件發生於國內製造藥品有 8 件 (2.28%)，輸入藥品有 5 件 (3.27%)，鑑於輸入藥品檢驗登記件數較少但不合格率卻較高，顯示應可將輸入抗生素藥品列為上市後品質監測之重點對象。國內製藥業者以四環素類 (Tetracyclines) 抗生素申請案件最多 (74 件)，輸入業者則以巨環素類 (Macrolides) 抗生素申請案件最多 (29 件) (如圖一)。



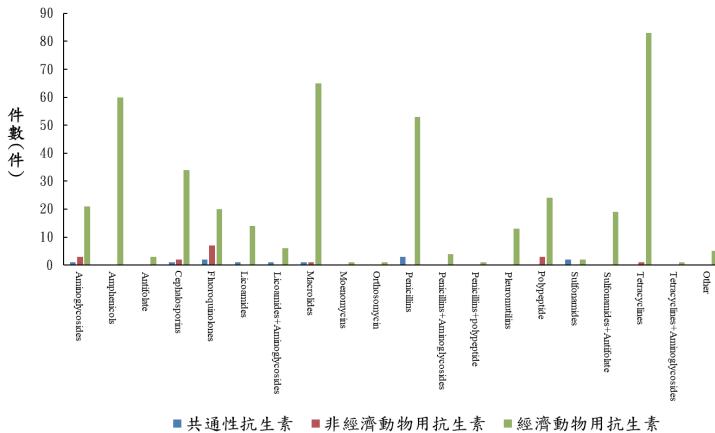
圖一、2017-2024 年國內外業者申請動物用抗生素檢驗登記案件數。

(三) 申請檢驗登記動物用抗生素種類，以四環素類抗生素申請案件最多（96 件），其次分為巨環素類（77 件）、酰胺醇類（Amphenicols）（63 件）及青黴素類（Penicillins）（60 件）（如圖二）。在申請抗生素成分，四環素類以 Doxycycline 成分申請最多（61 件）；巨環素類以 Tylosin 類成分申請最多（28 件）；酰胺醇類以 Florfenicol 成分申請最多（59 件）；青黴素類以 Amoxicillin 成分申請最多（47 件）。



圖二、2017-2024 年申請動物用抗生素檢驗登記抗生素種類。

(四) 申請動物用抗生素藥品，經濟動物使用抗生素案件計 434 件，非經濟動物用抗生素案件計 21 件，共通性抗生素案件計 12 件（如圖三）。非經濟動物用抗生素以氟喹諾酮類（Fluoroquinolones）中 Enrofloxacin 申請案件數最多（10 件），主要應用劑型以注射劑（2 件）及錠劑（8 件）為主，而共通性抗生素以青黴素類中 Amoxicillin 注射劑（滅菌懸劑）申請案件數最多（3 件）。



圖三、申請動物用抗生素使用於經濟動物、非經濟動物及共通性抗生素件數。

四、其他重大效益

透過檢驗登記審查作業及後續產品檢驗，可確保動物用抗生素藥品在上市前安全性與有效性，此過程包括對原料、賦形劑、產品製程過程管控，而後續產品檢驗工作也保證藥品在市場上市前符合國內檢驗標準，確保公共衛生安全與動物福利。這流程不僅反映對抗生素藥品安全與效益的承諾，也顯示監管機構在保障動物健康的努力。

五、未來展望 / 後續應用

各國藥典為確保抗生素品質，嚴格規範降解物或不純物限量，而有些降解物或不純物除影響臨床治療效果外，亦會使細菌基因突變，造成除主成分外之抗藥菌株產生。目前國內對動物用抗生素之降解物或不純物產生及風險不明，亦缺乏探討動物用抗生素注射劑、散劑、口服液等製劑多次開封使用，或養殖場現場泡水與混合飼料後，所產生降解物或不純物之試驗研究。由於降解物或不純物非常微量，尚需開發降解物或不純物之質譜多重分析方法，進行動物用抗生素藥品監控，以確保國內動物用抗生素藥品品質；同時亦可應用於抗生素藥品開封後與泡水、混合飼料後所產生降解物或不純物研究，提供國內動物用抗生素產品標示藥品儲存及使用警語。

主軸五 | 研究與開發

新型抗菌藥物和診斷技術的研發至關重要。各國要制定相關政策，鼓勵和支持公私部門共同開展抗藥性相關的基礎研究、臨床試驗和產品開發，推動技術創新。同時，要加強國際合作，整合全球資源，以更好地應對日益嚴峻的細菌抗藥性挑戰。

壹、動物分離細菌基因體資料庫與抗藥性研究發表

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究所動物科技研究所：陳正文所長

二、成果介紹

釐清細菌抗藥性產生與傳播機制，與其對社會經濟的影響

(一) 農業基因體實驗室自建立以來，陸續與臺灣大學獸醫專業學院，針對全基因體定序與解析進行合作與交流，於 2021 年新增與周崇熙教授合作沙氏桿菌重要血清型 Schwarzengrund 之抗藥基因與質體研究。此外，為結合短序列與長序列定序系統之優點，建立一個高精度的質體重建流程。藉由該流程，已成功完成人畜共通重要抗藥菌 *mcr-1* 陽性大腸桿菌之質體基因組重建。

(二) 為持續監測並優化抗藥性監測系統，開發紙錠檢測套組以利推廣至各檢測實驗室。在常見的紙錠擴散試驗，當抑制圈重疊或形狀非圓形，易造成判讀困難進而影響準確性。隨著人工智慧快速發展，將影像判讀應用於抗藥性分析，取得更準確的數值。於 2021 年藉由 openCV 進行抑菌圈直徑抓取，結合 Tensorflow 人工智慧影像辨讀模型，將模型建構於 Line chatbot，未來技術人員使用手機拍

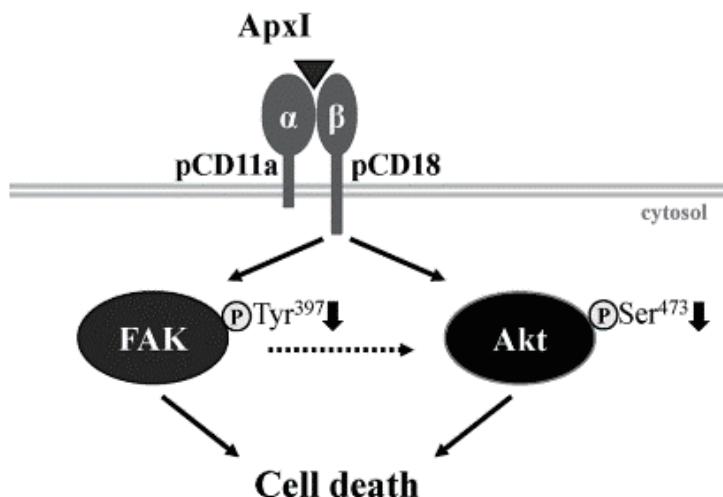
攝試驗照片，即可透過抗藥性影像辨識模型自動取得抑制圈數據，有助於推廣標準方法。

三、重要亮點

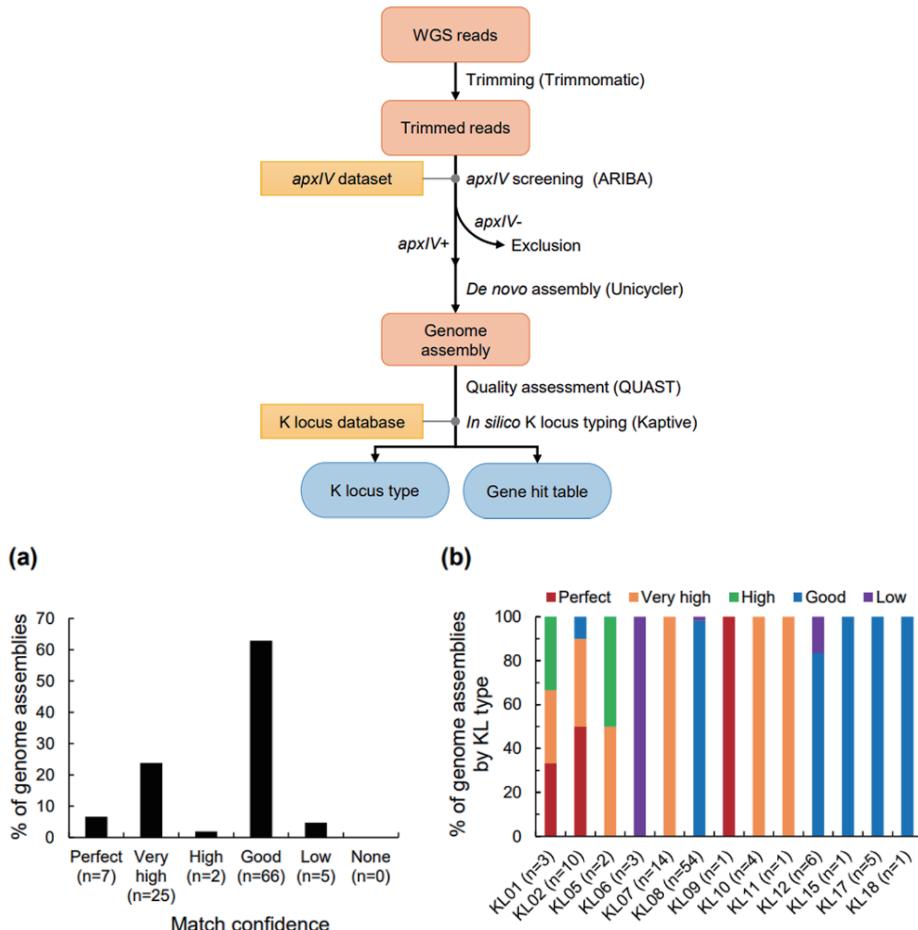
(一) 於細菌抗藥性相關領域，國家補助計畫所發表之學術研究報告數量 12 篇：

1. 國外期刊 5 篇：

2020-2021 年與中興大學獸醫病理生物學研究所宣詩玲教授合作發表豬胸膜肺炎放線桿菌研究 2 篇：豬胸膜放線桿菌外毒素 ApxI 透過 LFA-1 減弱 FAK 誘導細胞死亡，討論關於豬肺泡巨噬細胞上的 LFA-1 使細胞對 ApxI 外毒素敏感，導致 FAK 和 Akt 活性下調及細胞死亡。此外，以基因體學策略開發一新穎的豬胸膜放線桿菌分子分型法，透過分析基因體的莢膜多醣合成相關基因座差異，有效鑑別豬胸膜肺炎放線桿菌並預測血清型。



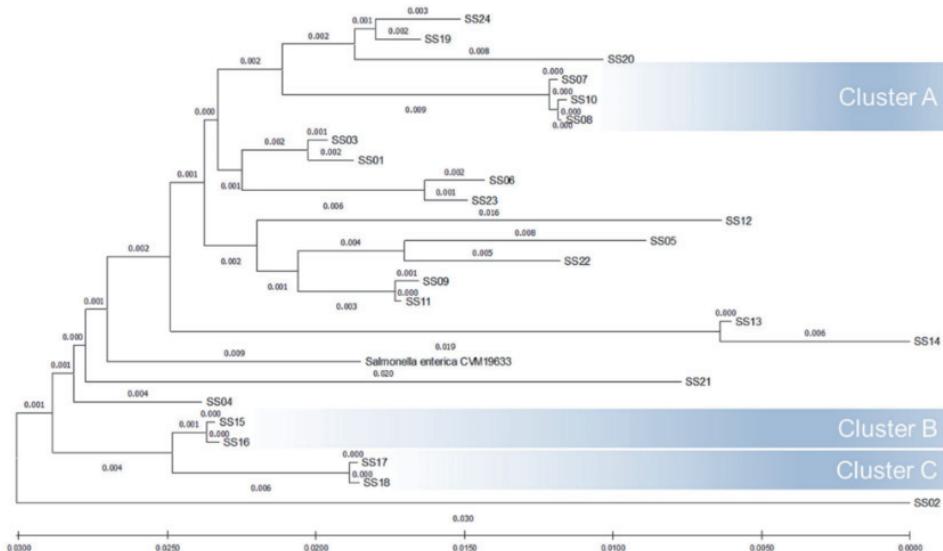
圖一、2020-2021 年豬隻病原菌豬胸膜放線桿菌相關研究發表於國外期刊 (Li, S. C., Cheng, Y. T., Wang, C. Y., Wu, J. Y., Chen, Z. W., Wang, J. P. and Hsuan, S. L. 2021. *Actinobacillus pleuropneumoniae* exotoxin ApxI induces cell death via attenuation of FAK through LFA-1. *Scientific Reports*, 11(1), 1753.)



圖二 - 圖三、2020-2021 年豬隻病原菌豬胸膜放線桿菌相關研究發表於國外期刊 (Li, S. C., Huang, J. F., Hung, Y. T., Wu, H. H., Wang, J. P., Lin, J. H., Chen, Z. W., and Hsuan, S. L. 2022. In silico capsule locus typing for serovar prediction of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *Microbial Genomics*, 8(4))

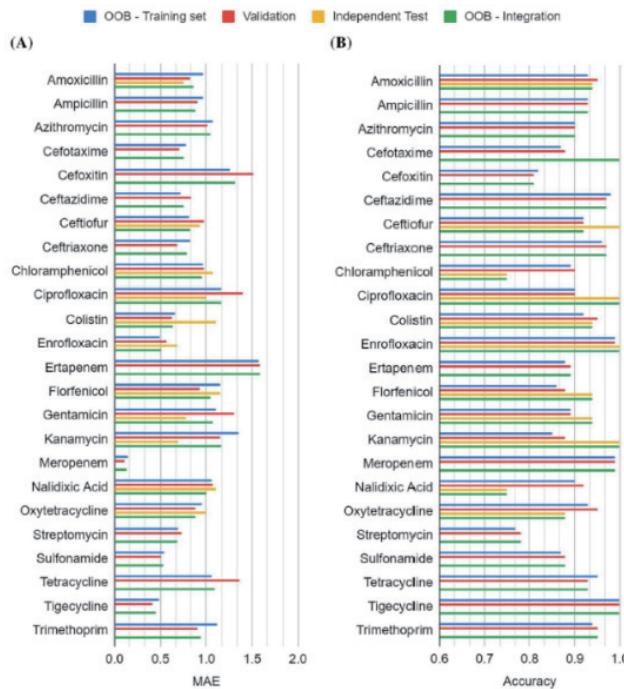
2. 2021 年發表沙氏桿菌研究 2 篇：

在臺灣大學獸醫專業學院周崇熙教授的過去研究，僅使用短序列探討沙氏桿菌 Schwarzenbrund 血清型中可能帶有抗藥基因之重要質體，惟因短序列進行抗藥基因研究時，無法確認抗藥基因存在於染色體或質體之正確性，2022 年與農科院農業基因體實驗室合作，利用已建立長序列組裝流程與 S1-PFGE，驗證其帶有質體之數量及抗藥基因所在位置。



圖四、2021 年食物與動物來源沙氏桿菌之基因體相關研究發表於國外期刊 (Li, I.C., Wu, R., Hu, C.W., Wu, K.M., Chen, Z.W., and Chou, C.H. 2021. Comparison of conventional molecular and whole-genome sequencing methods for differentiating *Salmonella enterica* serovar *Schwarzengrund* isolates obtained from food and animal Sources. *Microorganisms*, 9: 2046.)

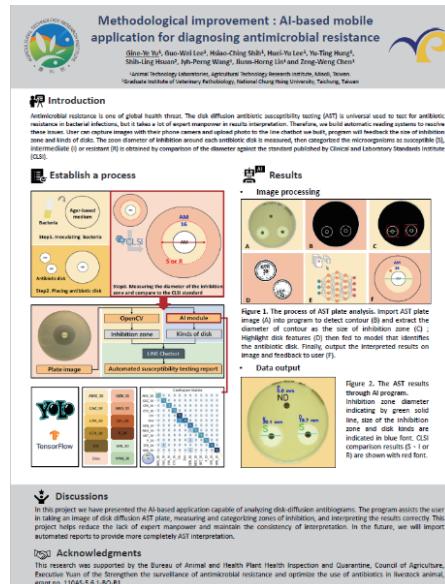
3. 2023 年與國家衛生研究院童俊維研究員及臺灣大學獸醫專業學院王家琪副教授合作發表抗藥性預測模型相關研究 1 篇：利用全基因體定序的隨機森林模型，透過機器學習 (Machine learning) 開發沙氏桿菌對於 24 種藥物之最小抑制濃度 (Minimum inhibitory concentration, MIC) 之預測模型。



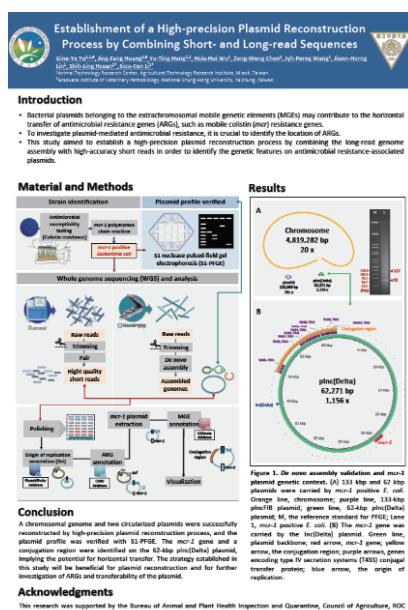
圖五、2023 年利用機器學習預測沙氏桿菌抗藥性研究發表於國外期刊 (Wang, C. C., Hung, Y. T., Chou, C. Y., Hsuan, S. L., Chen, Z. W., Chang, P. Y., Jan, T. R., and Tung, C. W. 2023. Using random forest to predict antimicrobial minimum inhibitory concentrations of nontyphoidal *Salmonella* in Taiwan. *Veterinary Research*, 54(1))

4. 國內研討會論文 7 篇：

2019-2022 年透過中華民國獸醫學會秋季學術學術論文發表會，依序分享 2012 年至 2018 年台灣雞屠體與糞便中分離的沙氏桿菌 *Albany* 的系統發育分析、大腸桿菌 *mcr-1* 抗藥基因的檢測、台灣豬隻與雞隻中分離出的沙氏桿菌 *Typhimurium* 血清型，與其單相變種的全基因體定序分析、台灣抗菌劑藥物敏感性測試標準化、提高台灣抗菌劑抗藥性的公眾意識和教育、新建立人工智能紙錠判讀模型之成果，以及分享結合短序列與長序列定序系統，以用來分析質體之方法，進而促進檢測技術的開發與交流。



圖六、2021 年獸醫學會秋季研討會海報 (Yu, G. Y., Lee, G. W., Shih, H. C., Lee, H. Y., Hung, Y. T., Hsuan, S. L., Wang, J. P., Lin, J. H., and Chen, Z. W. 2021. Methodological improvement: AI-based mobile application for diagnosing antimicrobial resistance.)



圖七、2022 年獸醫學會秋季研討會海報 (Yu, G.Y., Huang, J.F., Hung, Y.T., Wu, H.H., Chen, Z.W., Wang, J.P., Lin, J.H., Hsuan, S.L., and Li, S.C. 2022. Establishment of a high-precision plasmid reconstruction process by combining short-read and long-read sequences.)

（二）基因體資料庫中所累計之基因體筆數 784 筆：

於 2017 年建立農業基因體實驗室，並與國立中興大學與國家高速網路與計算機中心合作，建立重要人畜共通病原菌親緣性、演化及抗藥基因解析能力。於 2017-2023 年累積完成 548 株動物來源沙氏桿菌、131 株 *mcr-1* 陽性大腸桿菌、105 株產超廣譜乙內醯胺酶大腸桿菌與並建立抗萬古黴素腸球菌 (Vancomycin-resistant *Enterococcus*, VRE) 全基因體檢測與分析流程，累積 1 株腸球菌之全基因體定序與解析。基於動物分離細菌之全基因體相關監測資料與衛生單位以及臺灣大學合作，建立抗藥菌溯源或傳播追蹤能力，案例如下：

1. 2018 年嘉義民雄豆奶攤沙氏桿菌感染事件，協助檢測溯源之蛋品是否遭受汙染。
2. 2018 年國人遭受沙氏桿菌 *Anatum* 感染比例增加之趨勢，協助提供屠宰場分離之沙氏桿菌全基因體定序與抗藥性資料，分析人類與動物來源分離菌株之相關性，顯示兩種來源菌株間的親緣性低。
3. 2020 年沙氏桿菌 *Goldcoast* 分離率逐漸升高，已將該菌株納入監測項目，分析動物與人類來源菌株，於最大分支可信度親緣樹結果顯示，分群內不同來源分離株則無明顯相關性。
4. 2018 年起持續監測動物來源分離 *mcr-1* 陽性大腸桿菌，比較 50 株 *mcr-1* 陽性大腸桿菌之親緣樹與抗藥性分布，其中 11 種抗菌劑皆具抗藥性之菌株，在親緣樹中分別屬於不同族群。因此，抗藥性表現分布與親緣性間，無明顯相關性。
5. 2018 年起與臺灣大學葉光勝教授執行「畜禽動物產生超廣譜乙內醯胺大腸桿菌盛行率之調查」計畫合作。
6. 2022 至 2023 年因應我國沙氏桿菌 *Infantis* 於人類分離率升高議題，協助回溯調查動物來源沙氏桿菌 *Infantis* 菌株，進行重要抗藥基因解析，並與我國人類分離株與國外發表菌株進行親緣性

解析，核心基因單核苷酸多型性 (core genome single nucleotide polymorphism, cgSNP) 最大概似親緣樹結果顯示，我國農方之菌株為獨立分枝。

7. 2023 年於人類臨床監測一特殊脈衝式電泳 (Pulsed Field Gel Electrophoresis, PFGE) 型別之多重抗藥性沙氏桿菌 *Typhimurium* 流行情形。與動物來源資料庫比對顯示，於動物無盛行之狀況，已將該菌株納入監測重點目標，持續監測並關注動物分離沙氏桿菌 *Typhimurium*。

利用全基因體與抗藥基因資料庫，了解抗藥性細菌可能傳播途徑，提升防治成效，減少防治資源耗費。並透過追蹤與監測抗藥性，及早擬定控制方案，減少抗藥菌威脅，以降低社會經濟成本損失。

四、其他重大效益

(一) 建立全基因體定序流程與解析方法，了解抗藥性細菌可能傳播途徑，提升防治成效，減少防治資源耗費。並透過追蹤與監測抗藥性，及早擬定控制方案，減少抗藥菌威脅，以降低社會經濟成本損失。

(二) 建立人工智慧判讀模型，以驗證開發紙錠套組之數據，藉遷移式學習，將影像輸入人工智慧影像辨讀模型進行訓練，並將模型建構於 Line chatbot，技術人員只要使用手機拍攝試驗結果照片，即可透過抗藥性影像辨識模型自動取得抑制圈數據，有助於推廣標準方法。

五、未來展望 / 後續應用

(一) 未來將持續進行動物分離細菌之抗藥性、全基因體檢測，並比對菌株親緣性與抗藥基因差異性。

(二) 2023 年度完成之紙錠人工智慧判讀裝置軟硬體規格定為第 1 版，並明確界定技術範圍，取得高準確的判讀結果與標準化之程序，以便於日後進行版本控制與技術推廣。

六、發表文獻

- (一) Establishment of a high-precision plasmid reconstruction process by combining short-read and long-read sequences. 第 16 屆中華民國獸醫學會 111 年度秋季學術論文發表會 /Yu, G. Y./2022
- (二) Methodological improvement: AI-based mobile application for diagnosing antimicrobial resistance. 第 15 屆中華民國獸醫學會 111 年度秋季學術論文發表會 /Yu, G. Y./2021.
- (三) Improve public awareness and education of antimicrobial resistance in Taiwan. 第 13 屆中華民國獸醫學會 109 年度秋季學術論文發表會 /Wu, H. H./2020
- (四) Standardization of antimicrobial susceptibility testing in Taiwan. 第 13 屆中華民國獸醫學會 109 年度秋季學術論文發表會 /Lee, H. Y./2020.
- (五) Whole genome sequencing analysis of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and monophasic variants isolated from pigs and chicken in Taiwan. *Scientific Reports*/Huang, J. F./2019
- (六) Detection of *mcr-1* gene in colistin-resistant *Escherichia coli* genomes. 第 12 屆中華民國獸醫學會 108 年度秋季學術論文發表會 /Hung, Y. T./2019
- (七) Phylogenetic analysis of *Salmonella* Albany isolated from chicken carcasses and feces in Taiwan between 2012 and 2018. 第 12 屆中華民國獸醫學會 108 年度秋季學術論文發表會 Li, S. C./2019
- (八) Using random forest to predict antimicrobial minimum inhibitory concentrations of nontyphoidal *Salmonella* in Taiwan. *Veterinary Research*/Wang, C. C./2023/
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36747286/>
- (九) Prevalence of IncFIB plasmids found among *Salmonella enterica* Serovar Schwarzengrund isolates from animal sources in Taiwan using whole-genome sequencing. *Pathogens*/Li, I. C./2021/
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34451486/>
- (十) Comparison of Conventional Molecular and Whole-Genome Sequencing Methods for Differentiating *Salmonella enterica* serovar Schwarzengrund Isolates Obtained from Food and Animal Sources. *Microorganisms*/Li, I. C./2021/
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34683367/>

- (十一) *In silico* capsule locus typing for serovar prediction of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Microbial Genomics/Li, S. C./2022/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35404221/>
- (十二) *Actinobacillus pleuropneumoniae* exotoxin ApxI induces cell death via attenuation of FAK through LFA-1. Scientific Reports/Li, S. C./2021/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33462305/>

貳、紐西蘭白兔、無特定病原雞隻腸道菌相分析

一、執行團隊

- 獸醫研究所動物用藥品檢定中心：吳政學副研究員

二、行動介紹

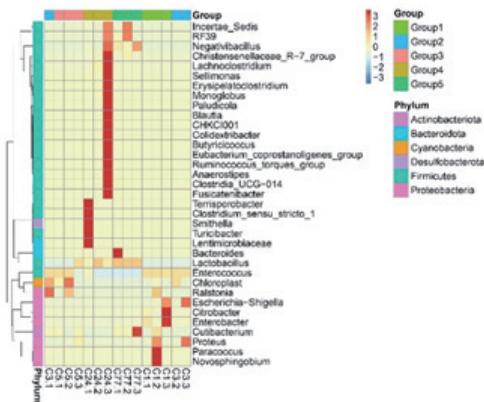
釐清細菌抗藥性產生與傳播機制，與其對社會經濟的影響

畜牧及水產養殖業利用含藥物飼料添加劑，以預防及促進動物生長，亦或使用抗生素治療動物，如未合理使用或是濫用抗生素，是造成細菌產生抗藥性原因。隨著 PCR 檢測技術發展，應用 PCR 可以方便且精準地完成動物體內及環境細菌組成分析，本計畫應用 PCR 定性及 16S rRNA 品質評估建庫，研析生醫用清淨紐西蘭白兔及無特定病原 (SPF) 雞隻腸內菌相組成建立基礎資料，供未來進一步應用以釐清細菌抗藥性產生與傳播機制。

三、成果及重要亮點

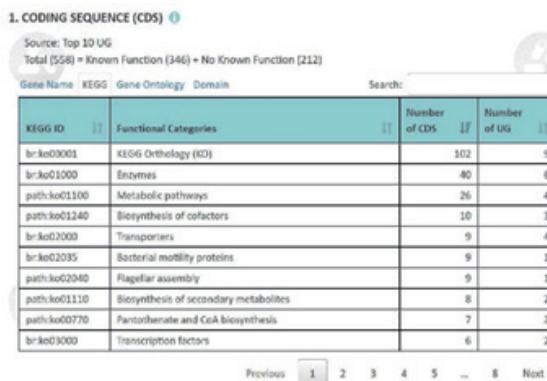
(一) 為瞭解不同飼料配方對生醫用清淨紐西蘭白兔，其腸內菌相之差異性，以不同飼料配方餵飼並採集其糞便進行菌相分析，累計數據計 36 筆，並完成農業部科技計畫研究報告 1 篇。結果顯示未離乳 3 週齡和 5、7 及 10 週齡之所有飼料組相比，其糞便菌相群體種物數豐富度較高，但其均勻度小；10 週齡特製飼料組較特製轉一般飼料組其糞便菌相均勻度為小，其他組別則在菌相豐富度和菌相均勻度，均無顯著差異性。紐西蘭白兔其飼料配方在離乳後 2 週改以纖維含量較低的一般飼料餵飼，其腸道菌相變化會比單純給予高纖維含量之飼料或是離乳初期，就給予纖維含量較低之一般飼料其有明顯變化，其個體間腸道糞便菌相差異也相對大。菌相屬層級中，特製轉一般飼料組 *Bacteroides* 屬明顯較其他組為高。以特製飼料取代一般飼料，以及前期給予高纖飼料或特製飼料，

俟離乳後 2 週改給予一般飼料，其除了體重變化差異外，均未見下痢或死亡，改給予國產特製飼料，其整體飼料成本可降低。



圖一、不同週齡 SPF 雞腸道糞便菌相物種豐富度聚熱圖

(二) 分別採集無特定病原雞隻 1、3、5、24 及 77 週齡時糞便進行菌相分析，累計數據計 15 筆，並完成農業部科技計畫研究報告 1 篇。分別產出不同週齡雞隻之糞便菌種組成、菌種數量、豐富度、優勢菌群分布之結果。可見雛禽和產蛋初期及產蛋中後期雞隻，腸道糞便菌相之組成、豐富度與優勢菌群之顯著性差異。



圖二、77 週齡 SPF 蛋雞腸道糞便菌相在 KEGG 資料庫中基因序列分類分析

四、未來展望 / 後續應用

以 16S rRNA 全長定性技術建庫，分析不同週齡 SPF 雞腸道糞便菌相分布。利用全基因體分析技術，精確分析 SPF 雞隻腸道及環境中，已知微生物及未知微生物組成，並分析菌種鑑定、族群比例定量及微生物基因功能，建立 SPF 雞隻腸道糞便菌相資料庫、已知和未知抗藥性基因序列種類及數量。除可供研究者進行相關動物實驗參考外，另可應用於建置家禽抗生素使用及抗藥性基因監測平台，以研究含藥物飼料添加劑以及抗生素替代物質應用評估，及其對環境抗藥性基因之交互關係。

參、腸桿菌之 carbapenemase 抗藥基因研究與分析

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心：慕蓉蓉研究員

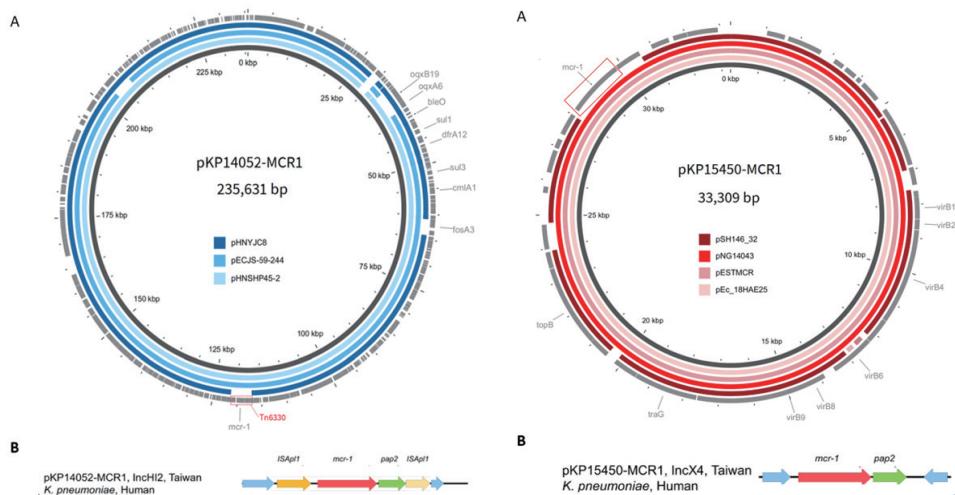
二、成果介紹

加強醫療與衛生領域的細菌抗藥性監測

針對抗藥基因種類、抗藥質體鑑定比對，以及親源樹狀圖分析菌株間之關聯性，釐清醫院間群聚感染之關係，並提供各醫院作為感染管制措施之參考，落實「完備防疫監視系統，強化防疫應變能力」之施政規劃重點，降低多重抗藥性細菌之發生。

三、重要亮點

藉全基因解密分析抗藥基因，提供抗藥細菌流行與變異結果，分析抗藥菌株之全基因定序為建置基礎，與國際上基因序列進行比對，以利對未來抗藥趨勢擬定解決方針。



圖一、兩個帶 MCR-1 質體與國際質體比對，含細部分析 transposon cassette

四、其他重大效益

因應 WHO GLASS-EAR 利用全基因大數據分析量能，針對新興抗藥基因進行基因體解密，以更細緻的分子生物資訊以釐清菌株及抗藥基因之來源，在未來面對新型變異之病原，更可與國際序列進行比對，與國際接軌。

五、未來展望 / 後續應用

未來持續監測人畜共通菌株，並藉由全基因定序之序列公布，共享資訊以利及時施行防疫措施。

肆、建立全基因體定序 (Whole Genome Sequencing, WGS) 檢測分析與人工智慧判讀工具

一、執行團隊

- 動植物防疫檢疫署動物防疫組
- 財團法人農業科技研究所動物科技研究所：陳正文所長

二、成果介紹

優化現有用以預防、診斷、治療感染疾病之方法

隨著全基因體定序 (Whole Genome Sequencing, WGS) 技術開發，抗藥性病菌之傳播關係問題將可逐漸被釐清，全基因體定序可有效解決 (1) 抗藥性菌群的傳遞與演化；(2) 食品安全疫情監測與調查；(3) 快速偵測新抗藥性機制的發生。因應人類與動物沙氏桿菌 *Infantis* 血清型分離率上升議題，我方回溯調查累積之動物來源沙氏桿菌 *Infantis* 血清型菌株，並進行全基因體定序與解析，在我國動物來源沙氏桿菌 *Infantis* 的分離率未降低之前，仍有需持續監測之必要。此外，為優化實驗室抗藥性檢測能量，減少抗藥性檢測在不同操作人員之間的判斷誤差，以及判讀所需花費的人力時間成本。於 2021 年建立人工智慧抗藥性判讀模型，利用深度學習影像辨識之優勢，達到準確一致的判讀資料。未來期望能將建立的判讀模型應用到基礎移動設備上，使判讀細菌抗藥性之方法變得更加便利、準確且具有一致性。

三、重要亮點

推動最佳化現有預防、診斷、治療方法之相關研究件數 6 件

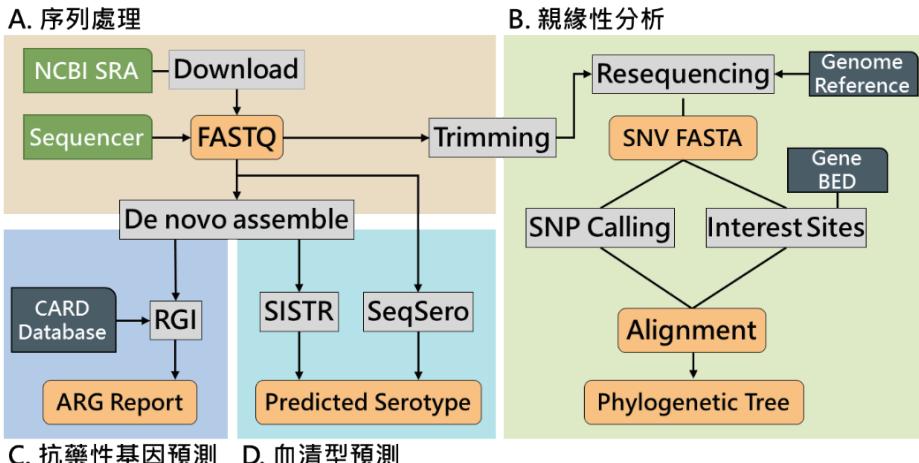
(一) 基因體分析主要應用於追蹤抗藥基因的演變，可以提早預警新興抗藥基因或抗藥菌爆發。若爆發新興抗藥性基因之緊急事件，可透過全基因體定序大數據資料庫進行立即反應，確認新興抗藥性基因於國內之發生狀況。

1. 2017 年建立全基因體定序檢測與分析實驗室與團隊 1 件：基因體分析委託財團法人國家實驗研究院高速網路與計算中心（國網中心）協助建置大數據資料儲存與分析平台建置，並由農科院與中興大學執行全基因體定序檢測與分析，分析平台及科學數據儲存系統，產出之全基因體定序資料儲存於國網中心的儲存設備中。



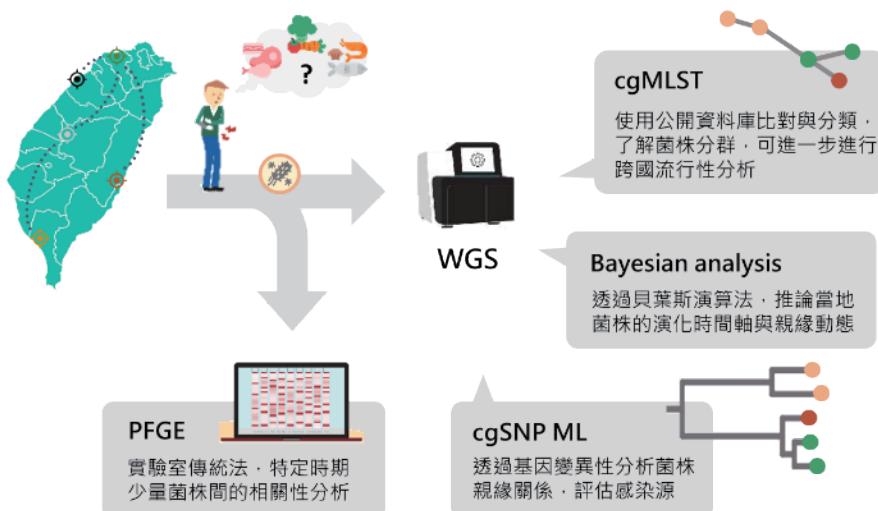
圖一、2017 年成立農業基因體實驗室

2. 2018 年建立全基因體定序序列親緣性分析流程 1 件：建立親緣性分析流程、抗藥基因參考資料庫及抗藥基因比對流程，並增加沙氏桿菌全基因體定序序列血清型預測流程。根據沙氏桿菌之親緣性分析結果，確認本計畫建立之分析流程適用於各種血清型，且全基因體定序可成為血清型判定的替代工具。



圖二、全基因體定序序列親緣性分析流程

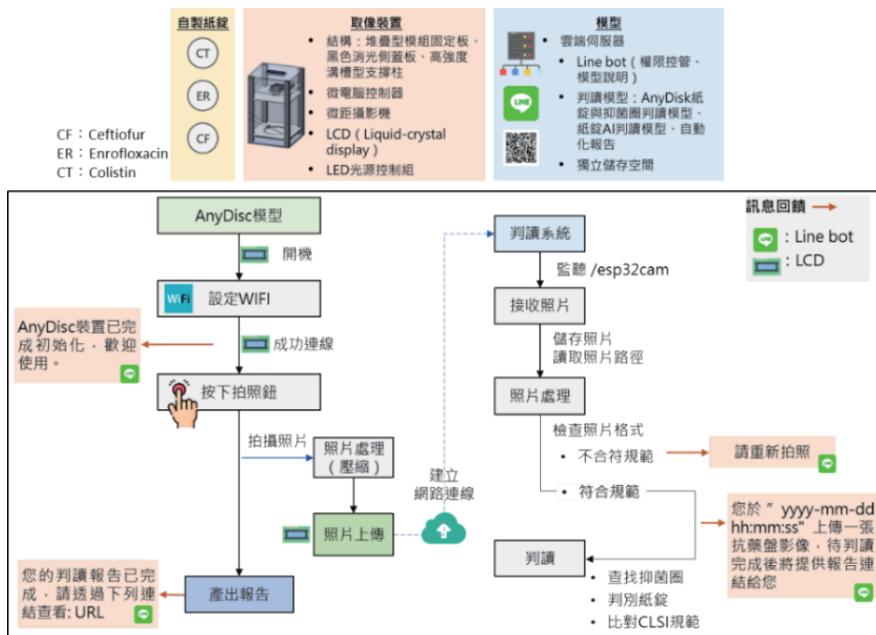
3. 2020 年建立核心基因多基因位點序列分型 (Core Genome Multi-LocusSequence Typing, cgMLST) 的序列類型 (Sequence Type, ST) 預測流程 1 件：只需比對國際通用資料庫，計算資源與花費時間相對較少，有利使用於跨單位間的資料比對。導入貝葉斯演化分析方法，可推估最近共同祖先 (Most recent common ancestor, MRCA) 與推算演化速率。



圖三、核心基因多基因位點序列分型

4.2021 年農科院農業基因體建立長序列組裝定序、S1 核酸酶 (S1 nuclease) 脈衝膠電泳分析及質體重建流程 1 件：與臺灣大學獸醫專業學院周崇熙教授合作，驗證沙氏桿菌 Schwarzengrund 血清型帶有質體之數量及抗藥基因所在位置，並發表國外文獻 2 篇。

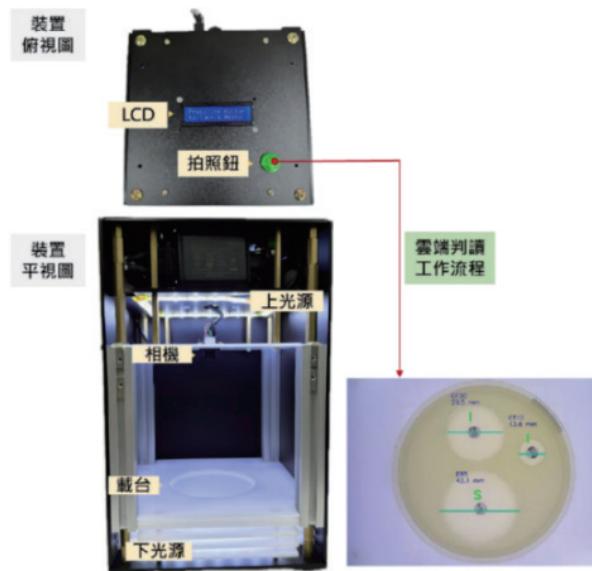
(二) 根據國際 AntibioGo 架構，完成我國第一個人工智慧紙錠判讀模型，其結果亦與檢測人員判讀具有一致性與準確性。以 Line 聊天機器人結合開發紙錠檢測套組，持續優化此人工智慧紙錠判讀模型，更符合使用者需求。



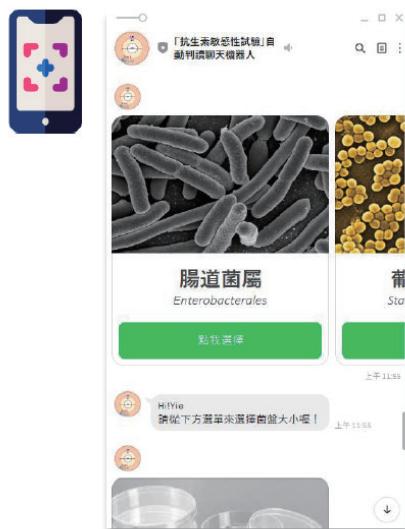
圖四、紙錠人工智慧判讀裝置工作流程圖

1. 2021 年 -2022 年完成紙錠人工智慧判讀模型 AnyDisc1 件：蒐集並標註紙錠影像建立數據集，訓練 YOLO 與 Tensorflow 人工智慧判讀模型，共進行 3 次模型調整，完成紙錠影像 AI 辨識模型，其結果亦與檢測人員判讀具有一致性與準確性。

2. 2023 年建立 AnyDisc 建構成實體裝置 1 件：成功透過裝置上傳抗藥盤影像進行自動判讀，並透過 Line bot 回饋判讀報告。



圖五、AnyDisc 實體裝置



圖六、以智慧手機作為拍照媒介上傳影像到 Line Chatbot 中進行判讀與取得結果

(三) 參與相關國際會議 2 場次：

1. 2021 年參加 OIE 14th VICH Outreach Forum meeting，會議旨在 VICH 架構更新、自家疫苗及 WOAH 報告最新近況。



圖六、OIE 14th VICH Outreach Forum meeting

2. 2022 年參加 WOAH 舉辦第七次獸醫產品國家聯絡點區域研討會，提供獸藥品質資訊，針對診斷試劑的註冊、不合格及偽造獸藥、藥物警戒、抗寄生蟲抗藥性、抗生素使用資料蒐集，以及水產養殖之抗生素使用等主題進行討論。



[Regional Webinar for OIE National Focal Points for Veterinary Products \(7th Cycle\)](#)

25-26 April 2022, 2-5pm JST

圖七、2022 年 WOAH 舉辦第七次獸醫產品國家聯絡點區域研討會

四、其他重大效益

- (一) 透過建立全基因體大數據資料庫與符合國際標準檢驗方法，藉由資料庫管理系統提供防疫資訊，協助沙氏桿菌疫情發生時的溯源比對。另可密切監測重要抗藥基因，作為新興抗藥基因或機制發生的預警系統，亦可提供科學證據作為行政管控與風險溝通之依據，有助於抗菌劑合理使用管理與教育推廣。
- (二) 根據 2021 年產出之市售紙錠 AI 判讀模型，以遷移式學習之架構，訓練開發之紙錠檢測套組 AI 判讀模型，目前已完成 AI 判讀模型訓練並產出自動化報告，並與硬體設備整合，開發人工智慧紙錠判讀裝置雛形，擴大其延展性利於推廣 AI 判讀模型。

五、未來展望 / 後續應用

- (一) 未來將持續進行動物分離細菌之抗藥性、全基因體檢測，並比對分析菌株親緣性與抗藥基因。
- (二) 2022 年完成以遷移式學習，建構農科院自製紙錠之人工智慧判讀模型，未來擬結合雲端運算與邊緣硬體之串連，建構模型部署雛形裝置，藉此固定拍攝條件以減少判讀誤差，除可取得高準確的判讀結果與標準化之程序，亦有助於後續推廣於坊間單位使用。

伍、開發新穎的人工智慧預測演算法以研析沙門氏菌抗藥性

一、執行團隊

- 財團法人國家衛生研究院生技與藥物研究所：童俊維研究員
- 財團法人農業科技研究院動物科技研究所：陳正文研究員
- 國立台灣大學獸醫學系：王家琪副教授
- 國立中興大學獸醫病理生物學研究所：宣詩玲教授

二、成果介紹

微生物抗藥性（Antimicrobial Resistance, AMR）是全球性的健康問題，快速有效的微生物抗藥性監測方法能有助於即時了解微生物抗藥性趨勢並規劃干預策略。沙門氏菌廣泛分布於食用動物中，被世界衛生組織（WHO）視為微生物抗藥性監測計劃的首要目標之一。近年來，快速且價格合理的全基因體定序（Whole Genome Sequencing, WGS）技術，成為分析微生物抗藥性機轉與預測抗生素藥物敏感性的重要工具，也改變了微生物抗藥性監測方法，採用全基因體序列的監測使得多重抗藥性（Multidrug Resistance, MDR）的檢測成為可能，並且可以替代耗時費力的傳統藥物敏感性測試。然而目前主流的定序資料分析方法，僅簡單的將細菌基因序列與目前已知抗藥性基因序列比對，來找出該細菌是否具有抗藥性，由於目前對於抗藥性機轉的研究仍不夠完整，導致此類資料庫比對的方法，對於抗藥性預測的準確度嚴重不足，且該方法無法定量預測抗藥性分析的重要指標 - 最小抑制濃度（Minimum Inhibitory Concentration, MIC）。為加速抗藥性監測效能，本研究旨在研究與開發基於全基因體定序資料的人工智慧預測模型，來快速分析 24 種藥物的最低抑制濃度，且針對台灣本土監測資料建立模型，以了解與其他國家的抗藥性差異，並採用資料驅動模式（Data-driven Approach）以人工智慧方法從監測資料找出重要的基因，以利後續研究是否有新的抗藥機轉產生。

三、重要亮點

- (一) 本研究開發了第一個以台灣抗藥性監測資料，建立的人工智慧沙門氏菌抗藥性預測模型，該資料包括定期採樣菌株的全基因體定序資料與抗藥性最小抑制濃度，建立的人工智慧預測模型能快速分析 24 種藥物的抗藥性最小抑制濃度，也能應於預測多重抗藥性問題。
- (二) 由於國際資料庫回報的資料多為患病動物資料，與一般健康動物監測資料不同，因此無法直接利用國外資料庫建立的模型，本計畫推動建立本國人工智慧抗藥性預測模型，來解決本國抗藥性監測需求。
- (三) 本研究開發了能找出重要基因序列片段 (k-mer) 特徵的演算法，相比採用可能包含與抗藥性無關資料建立的模型，能達到更好的準確度，該重要基因序列片段能回推潛在與抗藥性相關的基因，提供抗藥性機轉的新資訊。
- (四) 本研究建立的模型具有很高的準確度，相比於國外建立的預測模型與抗藥性基因資料庫比對方法，能提升近 40% 的準確度，並且具可擴充性，只要持續增加訓練資料就能達到更好的準確度。
- (五) 本研究發現由於實驗室間最小抑制濃度資料有很大的變異性，一旦採用同一實驗室的資料，不須很大量的資料，就能建立可靠穩健的預測系統。

(六) 初步研究成果於台北醫學大學 2021 年師生聯合學術研究發表會，以壁報論文發表，獲得壁報論文獎第三名。

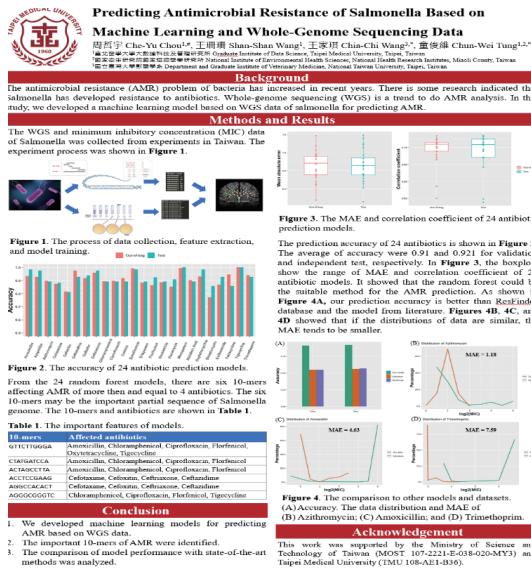


Table 1. The important features of models.

10-mers **Affected antibiotics**

GTCCTGAGA Cefotaxime, Cefoperazone, Cefotetan, Ceftriaxone, Cefuroxime, Oxytetracycline, Tigecycline

CAAGATTTAA Aztreonam, Cefazolin, Cefazidime, Cefazime, Cefazotime, Cefazone, Cefazulfime, Cefazulime, Cefazulime, Cefazulfime, Cefazulfime

ACTTCGAAAG Cefotaxime, Cefotaxime, Ceftriaxone, Ceftriaxone

ATTCCTTCTTC Aztreonam, Cefazolin, Cefazidime, Cefazime, Cefazotime, Cefazone, Cefazulfime

AGGGCGGCTC Cefazolin, Cefazidime, Cefotaxime, Ceftriaxone, Tigecycline

Conclusion

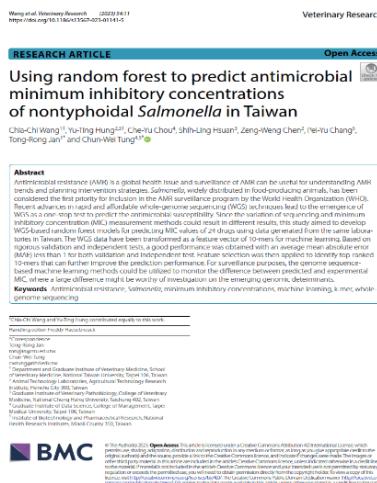
1. We developed machine learning models for predicting AMR based on WGS data.
2. The important features of AMR were identified.
3. The comparison of model performance with state-of-the-art methods was analyzed.

This work was partially funded by the Ministry of Science and Technology of Taiwan (MOST 107-2621-B-002-026-MY3) and Taipei Medical University (TMU 108-AE1-335).

Acknowledgement

圖一、2021 年發表於台北醫學大學師生聯合學術研究發表會，獲得壁報論文獎第三名

(七) 部分研究成果並於 2023 年發表於獸醫領域頂尖期刊 Veterinary Research。



圖二、2023 年發表於 Veterinary Research 期刊的論文

四、其他重大效益

- (一) 本研究首創針對健康動物抗藥性監測資料的資料編審流程與人工智慧演算法，能在資料不多的狀況下達到最高的預測效果，並且能持續擴充。
- (二) 該技術已被國際上其他研究團隊採用，建立其他非沙門氏菌的抗藥性預測模型。

五、未來展望 / 後續應用

- (一) 研究發現的重要基因片段能夠應用於設計生物晶片，降低沙門氏菌抗藥性分析的成本與加速抗藥性分析速度。
- (二) 研究提出的資料編審流程與人工智慧演算法能應用於其他細菌的抗藥性預測模型開發。

六、發表文獻

- (一) Predicting Antimicrobial Resistance of *Salmonella* Based on Machine Learning and Whole-Genome Sequencing Data / Che-Yu Chou / 2021
- (二) Using random forest to predict antimicrobial minimum inhibitory concentrations of nontyphoidal *Salmonella* in Taiwan / Chia-Chi Wang / 2023 / DOI: 10.1186/s13567-023-01141-5

第二章

-禽流感生物安全防治與智動化監控-



高病原性禽流感是一種具有高度傳染性的動物疫病，一旦發生可能造成嚴重的禽類損失，某些病毒株也會對人類健康造成影響。因此，需要從生產管理、運輸銷售、環境風險以及監測防治等多個關鍵環節入手，採取全方位的預防控制措施。

在生產管理方面，畜牧場需要實施嚴格的生物安全措施，如限制人員和車輛進出、定期清潔消毒、隔離新引進的禽鳥等。同時，加強免疫接種和飼養管理，提高禽類的抵抗力。其次，在運輸銷售環節，建立可追溯體系，一旦發現問題可及時追蹤溯源。另外，活禽交易市場是禽流感傳播的高風險場所，需要加強管理並定期休市清洗消毒。如能限制活禽交易，鼓勵屠體交易，將可降低傳播風險。

除了家禽與屠宰場，禽流感病毒還可能透過野生鳥類、污染的環境等傳播。因此，需要加強對重點區域的環境監測，及時發現可能的風險因素。同時建立野鳥監測網絡，透過採樣檢測等手段，掌握病毒在野鳥中的流行情況。

在動物流感接觸者血清抗體監測方面，透過風險族群的血清抗體調查，掌握高風險人群的感染狀況也至關重要，分析相關風險因素，才可有效評估防治措施的適當性。同時建立跨域資訊整合系統，藉由農業部門與衛生單位的合作，建立人畜共通傳染病的風險評估機制，強化防疫決策。此外，透過新媒體平台與疾病擬人系列，有效提升社會大眾對疾病訊息的興趣，亦透過擴增人類禽流感病毒檢驗指定實驗室，提升病毒檢測量能。

主軸一 | 生產管理

我國養禽場密度高，加上產銷模式複雜，禽流感病毒易於產業各環節中循環，除透過定期監測及輔導養禽農民落實各項生物安全措施，阻絕野禽接觸，減少環境中病毒含量外，尚須調整產業結構，以統進統出方式管理，使國內潛藏的禽流感病毒能夠根除，促進產業永續發展。

壹、高生物安全禽舍與智動化預警系統

一、執行團隊

- 農業部畜產試驗所：林宗毅研究員兼主任秘書、王勝德北區分所研究員兼副分所長、蔡銘洋畜產經營組副研究員、蘇晉暉東區分所水禽科技系副研究員
- 國立中興大學生物產業機電工程學系：謝廣文副教授（退休）
- 國立臺灣大學生物產業機電工程學系：陳世銘教授（退休）

二、成果介紹

相較於國外的集約飼養規模，我國養禽產業具有相對耗費人力飼養管理的特性，勞力密集、產業缺工、從業人員老齡化，難以面對瞬息萬變的疾病或疫情的威脅。而禽舍的生物安全等級不一，小規模飼養業者缺乏生物安全觀念，欲進行全面性疫災管制也較不容易，加上部分禽種無法統進統出，一旦遭受病原侵入，短時之間無法立即清除，使病原獲得蔓延的機會。禽流感疫情重創養禽產業，為提升家禽生產系統對於生物安全的防護能力，改善養禽業者因為人力短缺而難以落實生物安全措施等問題，本計畫於 2017 至 2020 年針對雞、鴨、鵝等三種不同禽種的生物特性，開發具有阻絕病原侵入能力、降低發生疫病風險的高生物安全禽舍，導入智動化監控管理系統讓禽

隻健康預警工作能事半功倍，建置禽場生物安全處理模式以降低病原傳播的風險，期使養禽產業提升生物安全防護能力，進而建立友善便利且及時的動物保全及衛生防疫模式。

1. 高生物安全禽舍：

- (1) 高生物安全鴨蛋孵化室：建置高生物安全鴨蛋孵化室，搭配孵化室內外溫度、濕度及孵化室機台內部溫度、濕度、轉蛋次數等參數感測及收集之孵化環境智慧管理系統。
- (2) 高生物安全肉鴨舍：分為緩衝區、高床區、戲水區及走道區，設置負壓風扇改善舍內空氣交換。
- (3) 高生物安全種鵝舍：改建傳統鵝舍為高生物安全種鵝舍，設有將外界禽鳥及其排遺隔絕在外之阻絕設施，區隔乾淨及髒污之舍內動線，設置緩衝區、熱源引流、採光調節、消毒及環境監測系統。
- (4) 高生物安全肉鵝舍：設置緩衝區、走道區、負壓風扇，將慣行飼養的平飼型態改為全高床飼養，減少鵝隻與糞尿接觸的機會。

2. 禽場監控管理系統：

- (1) 高生物安全雞蛋孵化室環境監測系統：依孵化分區設置負壓風機、正壓高氧風機、臭氧殺菌機、變頻冷暖氣機及智能化監測溫度、濕度及空氣品質等設備或系統。
- (2) 高生物安全智能化雞舍環控系統：設置包含溫度、濕度、二氧化碳、氨氣、光照、飲水及飼料計量等感測器及網路儲存伺服器、NAS 系統、節能風扇、噴霧降溫系統等設施或設備，同時

監測雞舍內外環境變化及收集雞隻生產餵飼資訊。非開放式雞舍則具備雞舍環境設備自動化控制能力，相關感測與控制數據透過無線訊號傳送至雲端儲存，可遠端智能調控雞舍之防風布幔、補風、通風、噴霧降溫及消毒系統。

- (3) 智慧模組化環控系統：開發無線感測系統，可量測禽舍環境之溫度、濕度、照度、風速及二氧化碳、氨氣濃度。
- (4) 禽隻本體影像位置偵測系統：應用交叉驗證及網格搜尋法調整方向梯度直方圖及線性支持向量機之參數，可正確擷取禽隻影像及偵測其位置，正確率達 85% 以上。
- (5) 鴨隻離群計算模式：分析鴨隻生活圖像，完成正確率達 0.98 與召回率達 0.99 之鴨隻影像辨識系統，並建立鴨隻離群計算模式與預警指標。以圖像偵測鴨隻位置其準確度可達 99.1%，離群距離計算系統可標示出脫離群體的鴨隻個體並通知飼主。
- (6) 鵝隻蹲伏影像辨識模式：結合禽隻影像自動擷取系統、鵝隻生活影像數據庫、卷積神經網路技術、鵝隻位置辨識模型建置鵝隻蹲伏影像辨識模式。以圖像偵測鵝隻位置其準確度可達 98.7%，停留時間計算系統可標示設定時間內停留於同一位置的鵝隻個體並通知飼主。
- (7) 高生物安全家禽智動化監控管理系統：整合生產、環境、影像等資訊，提供管理者及時獲取訊息進行決策之管理系統。

3. 禽場生物安全處理模式：

- (1) 禽蛋消毒模式：以臭氧溶液噴灑種鴨蛋 180 秒，可顯著降低其蛋殼表面的總生菌數，但以浸泡方式則消毒效果不如噴灑方式顯著。以 500 ppm 二氧化氯霧化氣體處理種雞蛋 30 分鐘或以 500 ppm 四級胺進行噴霧處理，對蛋殼表面的消毒有較佳效果，且對孵化率無不良影響，評估可取代業界常用，但對人體具危害性之甲醛。
- (2) 鵝種蛋洗淨機：開發具有潤濕、刷洗、沖淨、乾燥等功能的離型機，分別搭配 3 種不同的商用消毒劑，可將鵝蛋蛋殼表面總生菌數自 5.55~5.97 log CFU/mL 去除至 2.25~3.93 log CFU/mL，可協助欠缺人力的種鵝業者自動化處理遭糞便污染的種蛋。
- (3) 高生物安全節能殺菌雞糞乾燥系統離型機：將籠飼雞隻排泄物以拖糞帶及集糞帶，送入一套具有吸收光能與真空效果的節能殺菌雞糞乾燥系統內進行處理，具加溫攪拌功能。
- (4) 高生物安全鴨舍廢水處理系統：鴨隻舍飼廢水之 BOD、COD 及 SS 濃度分別為 610、1,290 及 1,010mg/L，以批次式活性污泥法搭配臭氧處理 48 小時之 BOD、COD 及 SS 去除率分別為 99.0、94.7 及 97.8%。此外將放流水以 0.8 ppm 臭氧水處理 30 分鐘，可清除水中 90% 的總生菌數、大腸桿菌群與大腸桿菌，並可將沙門氏菌降至無法檢出。
- (5) 高生物安全鵝舍廢水處理系統：鵝隻舍飼廢水之 BOD、COD 及 SS 濃度分別為 746、2,100 及 1,290 mg/L，經鵝舍廢水處理系統處理 3 天之 BOD、COD 及 SS 去除率分別為 97.9、90.6 及 97.5%。系統後端如搭配臭氧或氯劑的添加，可有效清除水體中之總生菌數、大腸菌群、大腸桿菌數及沙門氏菌數。

三、重要亮點

- (一) 建置 4 種可阻絕病原侵入而降低疫病風險的高生物安全禽舍，提供產業面對禽流感威脅，可將家禽移入舍內飼養的硬體參考。
- (二) 建立種蛋消毒、鵝種蛋洗淨、節能殺菌雞糞乾燥、鴨舍鵝舍廢水處理等禽場生物安全處理模式，做為搭配高生物安全禽舍的軟體參考。
- (三) 開發雞蛋孵化室環境監測、智能化雞舍環境控制、智慧模組化環境控制、禽隻本體影像位置偵測、鵝隻蹲伏影像辨識、鴨隻離群計算、家禽智動化監控管理等家禽生物安全監測（控）管理系統或模式，期能減少管理人員進出禽舍觀察動物的頻率、減少因管理人員進出禽舍引起的動物緊迫、及早提供飼主進行飼養管理決策如隔離觀察或淘汰，進而提升養禽場生物安全，達到管理智慧化、省工化、動物健康早期預警化的目標。

四、其他重大效益

- (一) 「禽隻影像自動擷取裝置」於 2018 年獲得中華民國新型第 M560034 號專利證書，「種蛋洗淨機」於 2018 年獲得中華民國新型第 M571126 號專利證書，「蛋溫多點檢測裝置」於 2021 年獲得中華民國新型第 M617074 號專利證書。
- (二) 「禽隻圖像辨識停留時間分析系統和方法」於 2022 年獲得中華民國發明第 I752493 號專利證書，「智慧型禽隻群聚圖像辨識分析系統及方法」於 2023 年獲得中華民國發明第 I789879 號專利證書。此 2 件技術參加「2022 臺灣創新技術博覽會」發明競賽，分別獲得銀牌及銅牌。
- (三) 高生物安全節能殺菌雞糞乾燥系統離型機處理籠飼雞隻排泄物，可將雞糞含水率由 67% 降至 53%，總耗能為 33.646 kW，處理前後之雞糞溫度由 31°C 升至 76°C，大腸桿菌、沙門氏菌數隨處理後之時間及溫度升高而無法檢出。

五、未來展望 / 後續應用

建議仍應針對不同禽種特性，開發或優化全舍內高生物安全禽舍（包括密閉式及非開放式）、導入新式自動化飼養設備、智動化監控管理系統，發展禽場生物安全處理模式，以協助養禽場建構自衛防疫能力，結合禽隻、硬體、軟體及人員期使生物安全風險能降到最低，不分禽種彌平防疫缺口朝向防疫一體，面對禽流感或傳染性疫災能盡快恢復產業秩序。

貳、密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響

一、執行團隊

- 東海大學畜產與生物學系：陳盈豪教授
- 中國文化大學動物科學系：王淑音教授
- 國立臺灣大學公共衛生碩士學位學程及食品安全與健康研究所：王如邦副教授
- 國立嘉義大學動物科學系：林炳宏教授

二、研究構想

目前臺灣蛋雞場所產的蛋因採包銷制度，即蛋雞場所生產的蛋由蛋商全部收購與銷售。由於蛋商要求所收購的蛋有不同規格的大、中與小蛋以滿足市場上消費者之需求。蛋的大小隨母雞週齡之增加而增大 (Zimmermann and Nam, 1988; Summers et al., 1991), Jackson et al. (1987) 資料顯出，來亨雞在 30 週齡所產蛋重範圍為 44 至 60 g，在 56 週齡為 48 至 68 g，在 69 週齡為 50 至 70 g。因為蛋農需配合蛋商雞蛋的銷售而採分批飼養，即一棟雞舍飼養不同週齡的蛋雞，此種飼養模式使全棟雞舍整年不能徹底的消毒，所以容易造成防疫方面的漏洞，致使蛋農有莫大的經濟損失，並且不利蛋雞產業永續經營。

另外，臺灣蛋雞舍以非開放式傳統雞舍居多，依中華民國養雞協會統計資料顯示，臺灣蛋雞場飼養型態以非開放式傳統場雞舍占 84.7%、非開放式高床雞舍占 14.6%，而密閉式水簾雞舍為 1.2% (王，2015)，而非開放式高床雞舍之定義：不與外界禽鳥接觸，禽舍具遮蔽物或頂棚，野鳥排遺不掉落至禽舍內。最近新蓋雞舍已朝向密閉式水簾規劃，但臺灣產業要永續經營，除了畜舍設備要升級之外，在飼養管理的理念也要改變，其中以實施統進統出管理是提高生物安全的重要焦點。新式蛋雞舍為密閉式水簾雞舍，因具有溫

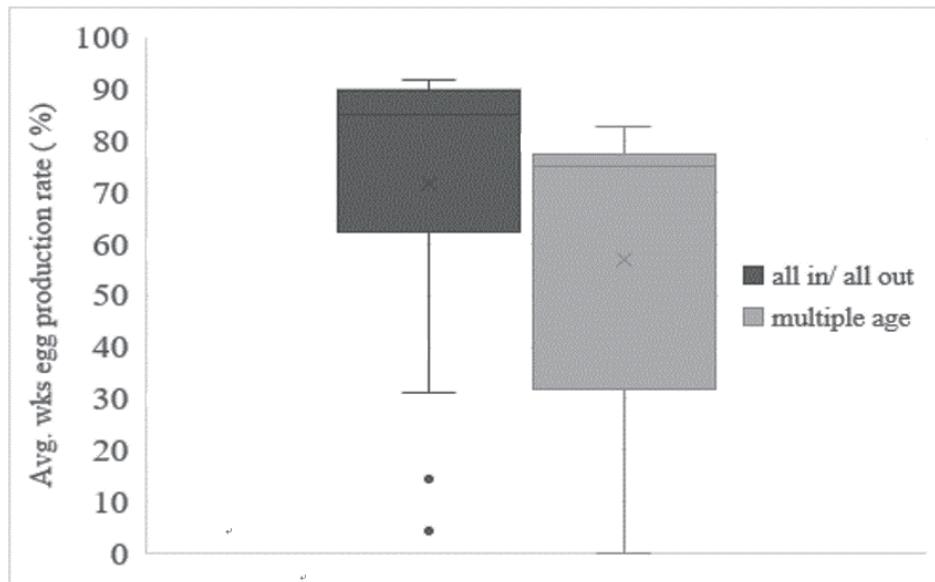
度與溼度均可調控，且阻絕候鳥與鼠類入侵的優點，若配合統進統出的管理模式，則蛋雞群採食同期的飼料以滿足其營養需求、且能實施一致性的光照計畫，有利於蛋雞性成熟的管理，與逐漸增長光照時間刺激母雞卵巢發育。Bé d é carrats and Hanlon (2017) 指出，增加光照時間刺激母雞產蛋；反之，則其減少產蛋，新母雞通常飼養在 8 – 10 h 的光照下，在 16 – 22 週齡開始產蛋時用 14 h 光照方案進行光刺激。Pond et al. (2018) 指出，逐漸增長光照時間至 16 – 17 h 為極限。

另外，實施徹底消毒作業可減低病媒源，以及減少雞隻死亡率而增加蛋產量。臺灣過去 30 多年來，蛋雞產業的產銷制度完全由蛋商包銷雞蛋，由於生產的雞蛋多數交由大盤商包銷，所以整棟蛋雞未能依計畫全部淘汰（馮，1998），因此，臺灣蛋雞場平均死亡率高達 6.1%（王等，2002）。近年臺灣禽流感疫情嚴峻，為了提升國內禽流感防疫系統，勢必要從防疫系統的第一線做起，蛋雞場實施「統進統出管理模式」，才能達到有效且徹底杜絕病株傳播的目的。故本研究旨在探討密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式，共對蛋雞產蛋率與死亡率之影響。

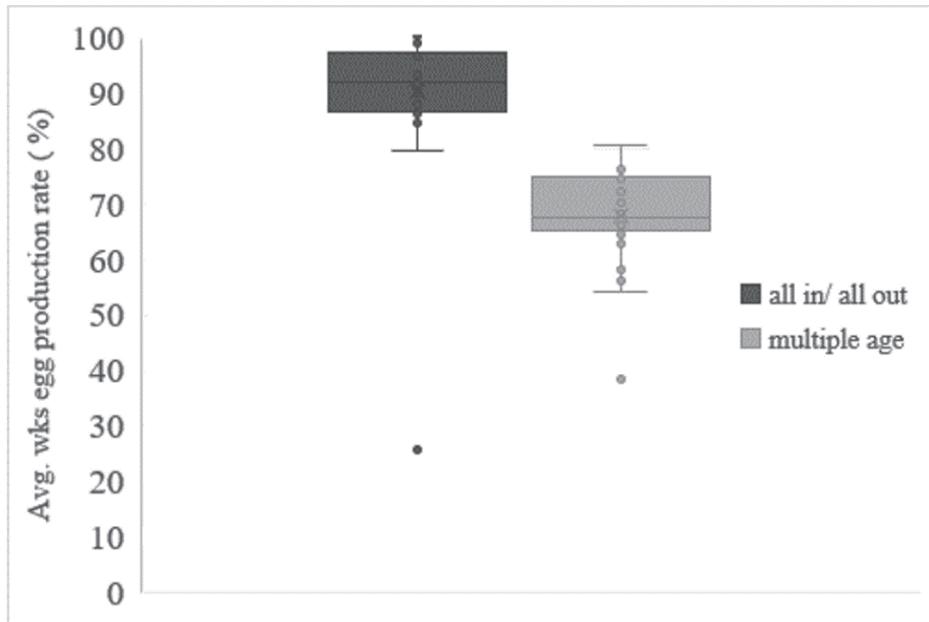
三、成果介紹

（一）產蛋前期與後期產蛋率

密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下，其產蛋率分布，分產蛋前期（19 – 39 週齡）與後期（46 – 76 週齡）分別繪示於圖一及圖二，從圖一結果顯示，產蛋前期在密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式分批飼養模式下，蛋雞平均週產蛋率分別為 71.73% 及 56.99%，雖上述兩種飼養方式之間平均週產蛋率均無顯著的差異，但以前者之平均週產蛋率比後者有較佳之趨勢 ($P < 0.1$)。在產蛋後期密閉式水簾雞舍統進統出，與非開放式高床雞舍分批飼養模式下之產蛋率分布（圖二），產蛋高峰之平均週產蛋率分別為 99.02% 及 80.58%；密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式下有顯著較非開放式高床雞舍分批飼養為高的試驗全期平均週產蛋率 (90.46% vs. 68.02% ; $P < 0.001$)。



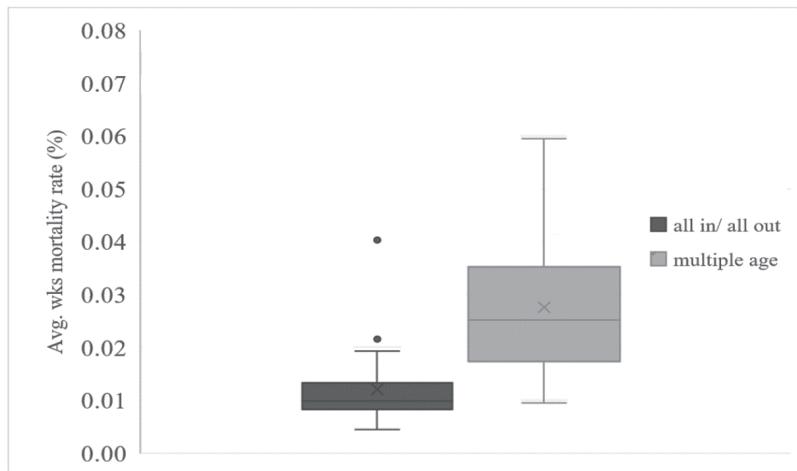
圖一、密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋前期平均週產蛋率分布之比較 (19 – 39 週齡)



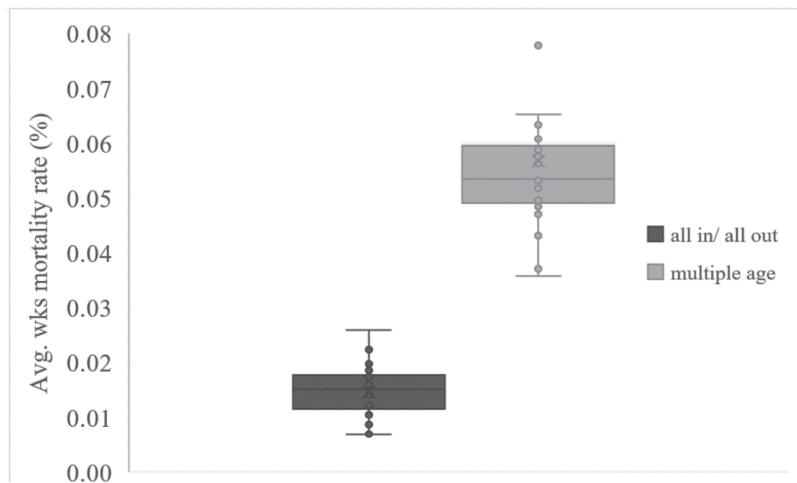
圖二、密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋後期平均週產蛋率分布之比較 (46 – 76 週齡)

(二) 產蛋前期與後期死亡率

密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下之死亡率分布，產蛋前期（19 – 39 週齡）與後期（46 – 76 週齡）繪示於圖三及圖四，週平均死亡率在產蛋前期兩種飼養模式下均無顯著的差異，不過產蛋後期統進統出飼養模式下有顯著較分批飼養為低的平均週死亡率 (0.014% vs. 0.057% ; $P < 0.001$)。



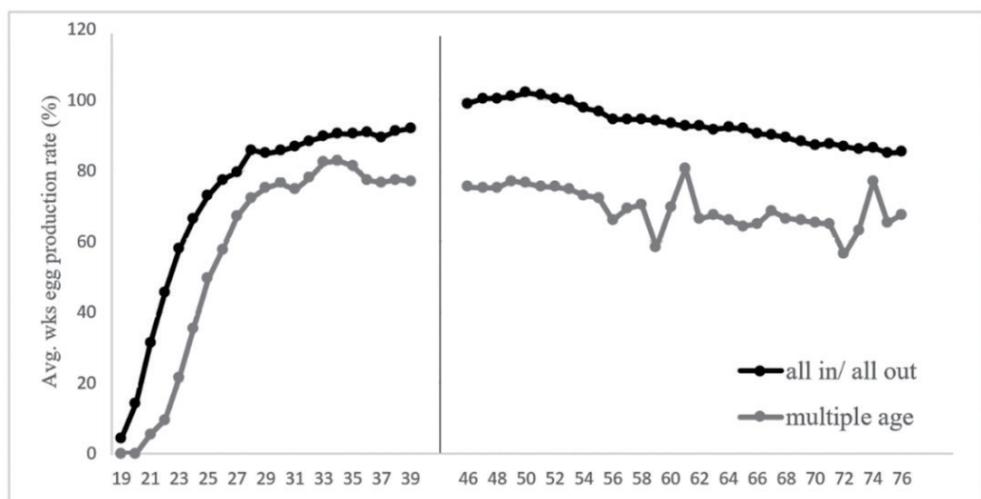
圖三、密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋前期平均週死亡率分布之比較（19 – 39 週齡）。



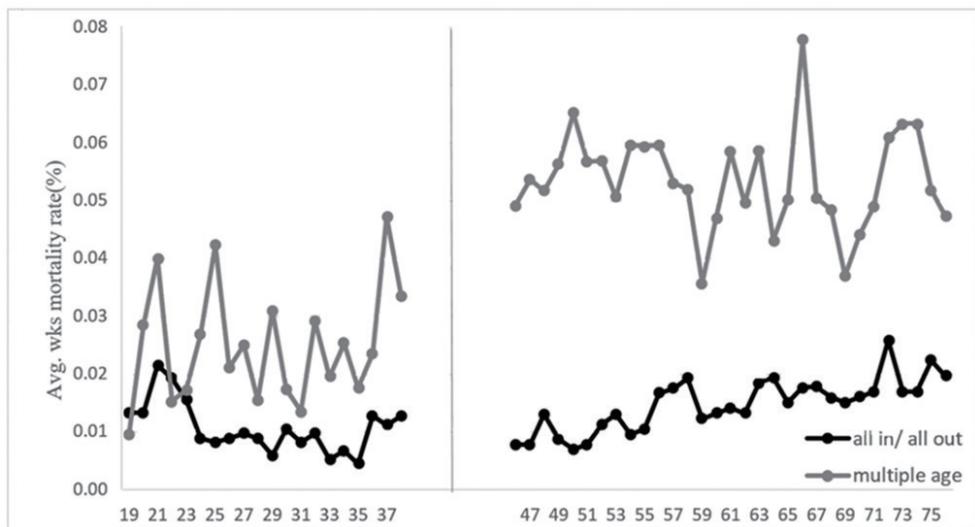
圖四、密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋後期平均週死亡率分布之比較（46 – 76 週齡）。

（三）全期（第一產蛋年）產蛋率與死亡率之曲線

在全期以週產蛋率與死亡率之曲線如圖五及圖六所示，曲線分產蛋前期（19 – 39 週齡）與後期（46 – 76 週齡），因蛋價低使原來就打算換羽的蛋雞群提早在其 40 – 45 週齡時，兩棟同時實施斷水斷料生理緊迫之強制換羽，故此時段的二棟雞舍產蛋率與死亡率均不列入計算。密閉式水簾雞舍統進統出，有顯著地較非開放式高床雞舍分批飼養為高的平均週產蛋率（83.35% vs. 63.84%； $P < 0.001$ ），密閉式水簾雞舍統進統出模式的平均週產蛋率較非開放式高床雞舍分批飼養模式改善了 30.56%。至於全期死亡率，密閉式水簾雞舍統進統出模式的性能，有較非開放式高床雞舍分批飼養模式為低的平均週死亡率（0.037% vs. 0.043%），統進統出模式的平均週死亡率較分批飼養模式改善了 13.95%，但兩種模式在統計上無顯著的差異。



圖五、蛋雞在密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式整個試驗期產蛋曲線之比較。



圖六、蛋雞在密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式整個試驗期死亡率之比較（19 – 76 週齡）。

四、重要亮點

本研究旨在探討密閉水簾式雞舍統進統出飼養模式，對蛋雞產蛋與死亡率之影響。針對臺灣南部一家牧場有二種雞舍，密閉式水簾及非開放式高床蛋雞舍，分別進行統進統出及分批飼養，並蒐集其第一產蛋年 19 – 80 週齡的蛋雞數據，分析比較兩種飼養模式統進統出（密閉式水簾）及分批飼養（非開放式高床）蛋雞的週產蛋率及週死亡率的差異顯著性。結果顯示，統進統出（密閉式水簾）的飼養模式於產蛋後期週產蛋率及週死亡率，顯著地較傳統分批飼養（非開放式高床）為佳 ($P < 0.001$)。整個試驗全期，在平均週產蛋率中，密閉式水簾雞舍統進統出模式顯著地較分批飼養改善 30.56% 的產蛋率 ($P < 0.001$)，但平均週死亡率方面，兩種模式間則無顯著的差異。

五、其他重大效益

密閉式水簾蛋雞舍統進統出的飼養模式，對蛋雞整個產蛋期之產蛋率及產蛋後期之產蛋率及死亡率，均較傳統分批飼養開放高床者為佳，因此有利於蛋雞產業的永續經營。

六、未來展望 / 後續應用

綜上所述，密閉式水簾蛋雞舍統進統出的飼養模式對產蛋後期產蛋率及死亡率，有顯著地較傳統分批飼養（非開放式高床）為佳，因此有利蛋雞產業經營。

七、參考文件

- (一) Mohammed, H. O., T. E. Carpenter, R. Yamamoto and D. A. McMartin. 1986. Prevalence of *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae* in commercial layers in southern and central California. *Avian Dis.* 30: 519-526.
- (二) Price, F. C. and M. H. Swanson. 1977. All-in, All-out replacement system. Division of Agriculture, California University, Leaflet 2626.
- (三) SAS. 2009. SAS/STAT User's guide. 4th ed. Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- (四) Jackson, M. E., H. M. Hellwig and P. W. Waldroup. 1987. Shell quality: Potential for improvement by dietary means and relationship with egg size. *Poult. Sci.* 66: 1702-1713.
- (五) Summers, J. D., F. L. Atkinson and D. Spratt. 1991. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 211-220.
- (六) 王榮生。2015。臺灣蛋雞場飼養型態統計。中華民國養雞協會，臺北。
- (七) Prabakaran, R. 2003. Good practices in planning and management of integrated commercial poultry production in South Asia. FAO, Rome. Italy. p. 32
- (八) 馮超俊。1998。臺灣蛋雞產業之過去、現在及未來。家禽世界 26 : 11-13。
- (九) 陳源森。2017。環境溫度與經營模式對蛋雞生產性能之影響。國立屏東科技大學，碩士論文，屏東。
- (十) Fletcher, D. L., W. M. Britton, G. M. Pesti, A. P. Rahn and S. I. Savage. 1983. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. *Poult. Sci.* 62: 1800-1805.
- (十一) Pond, W. G., D. E. Ullrey and C. K. Baer. 2018. Encyclopedia of Animal Science. CRC Press, Boca Ration, FL. USA. p. 227.

- (十二) Zimmermann, N. G. and C. H. Nam. 1988. Temporary ahemeral lighting for increased egg size in maturing pullets. *Poult. Sci.* 68: 1624-1630.
- (十三) North, M. D. and D. Bell. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4 th edition. Van Nostrand Reinhold, New York. p. 643.
- (十四) 王斌永、阮喜文、蕭庭訓、劉曉龍、胡見龍。2002。臺灣地區蛋雞場經營成本與利益分析之試算程式。中畜會誌 31：209-220。
- (十五) Oguntunji, A. O. and O. M. Alabi. 2010. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: A review. *World's Poult. Sci. J.* 66: 739-749.
- (十六) Hubrecht, R. C. and J. Kirkwood (Eds). 2010. The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animal. 8th edition, John Wiley & Sons, West Sussex, UK. p. 650.
- (十七) B é d é carrots, G. Y. and C. Hanlon. 2017. Effect of lighting and photoperiod on chicken egg production and quality. In: Egg Innovations and Strategies for Improvements. ed. (Hester P. Y.) Academic Press, San Diego, CA. USA. pp. 65-75.

八、發表文獻

- (一) 密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響 / 陳盈豪 /2020/
DOI : 10.6991/JTLR.202009_53(3).0001

參、蛋雞統進統出飼養模式與分批飼養模式在微生物安全分析之個案報告

一、執行團隊

- 國立臺灣大學食品安全與健康研究所 王如邦助理教授
- 國立嘉義大學動物科學系 林炳宏教授
- 中國文化大學生物科技研究所 王淑音教授
- 國立金門大學食品科學系 李欣玫副教授
- 東海大學畜產與生物科技學系 陳盈豪教授

二、研究構想

統進統出 (all in all out, AIAO) 蛋雞飼養管理模式為全球趨勢，雞舍可在整批雞隻淘汰後，於下一周期新一批雞隻進駐前實施雞舍徹底消毒作業，除可減低累積於雞舍的病媒源外，同齡雞隻整批飼養也可減少不同週齡雞隻病原交互感染，大幅減少雞隻死亡率及增加蛋產量。過去自摩洛哥發表的一項研究報告顯示，多雞齡飼養下，連續爆發 10 次蛋雞的鼻炎，這些疾病的爆發與產蛋量下降 14% 至 41% 和死亡率增加 0.7% 至 10% 有關。因此，若能確實遵照執行統進統出飼養管理模式，可大幅促進雞蛋之穩定生產與雞舍管理方便性。臺灣目前蛋雞舍以非開放式傳統雞舍居多，為一層樓的開放式建築內部設置多排三層式雞籠，是目前大家熟知的格子籠 (Battery cage)，比例為 84.7%；非開放式高床雞舍比例為 14.6%；而密閉式水簾雞舍最少，約為 1.2%。然而在臺灣有不同於國外的雞蛋產銷模式與經營規模，蛋農需配合蛋商雞蛋大小的銷售需求而採取分批飼養不同雞齡的雞隻：即一棟雞舍，隨時飼養不同週齡的蛋雞，以產出不同大小的雞蛋，供應給不同的商家。此種多雞齡的飼養模式使全棟雞舍整年不能徹底消毒，易形成防疫漏洞導致經營虧損。過去研究顯示，在蛋雞場中視為病原菌的沙門氏菌，其存在蛋雞場的機率主要和其是否曾經出現在蛋雞場有關，另外也與蛋雞場的使用時間年限呈現正相關；亦即曾經被沙門氏菌汙

染過的雞舍或使用越久的雞舍，檢驗出沙門氏菌的比例將越高；此結果也說明沙門氏菌於蛋雞場的檢出率與所採用的飼養模式無關，與清消計畫有關。由此可知，進行統進統出的飼養模式，於非飼養期的徹底清潔消毒，並維持生物安全衛生條件，是其成功經營蛋雞場的關鍵。

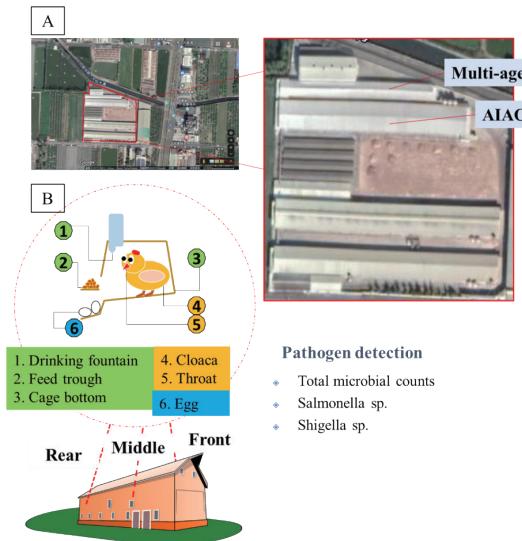
然而臺灣蛋雞業者若執行統進統出飼養管理模式，有否達到降低蛋雞死亡率與增加產蛋率？過去國內曾有利用統進統出概念飼養蛋雞的蛋雞業者，也同樣遭遇大量雞隻死亡與產蛋率降低的狀況。因此除了蛋雞統進統出的概念外，還有遺漏那些控管因子導致無法達成統進統出的成效？本研究為了瞭解臺灣地區蛋雞業者飼養蛋雞的真實狀況，積極接洽並前往屏東一家蛋雞場蒐集相關飼養資訊，且針對造成蛋雞死亡的關鍵影響因子「生物安全」品質進行調查，另外配合蛋雞業者所提供的蛋雞產蛋率及死亡率的資料比對，其與生物安全品質的相互關係。

三、監測資訊

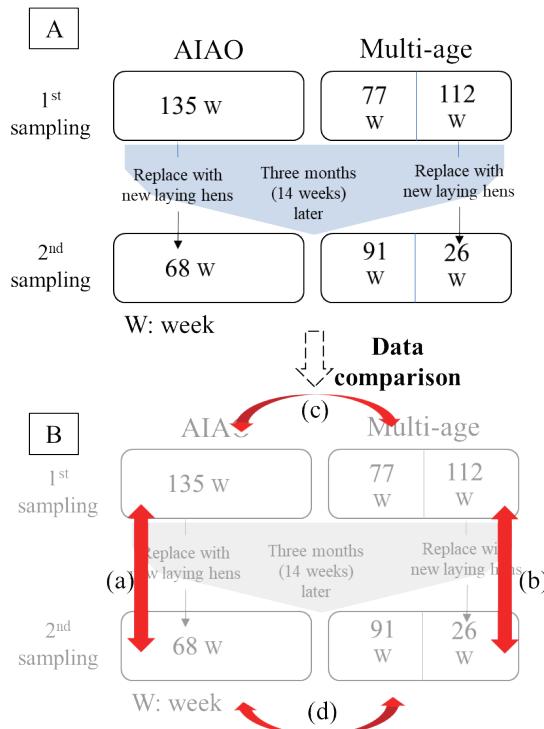
- 屏東一家同時兼具二種傳統型態的開放式平面雞舍，即統進統出雞舍 ($15\text{ m} \times 90\text{ m}$) 與多雞齡蛋雞舍 ($7\text{ m} \times 70\text{ m}$) 進行微生物衛生狀態分析。
- 兩棟雞舍飼養合格檢疫之海蘭 (Hy-Line) 蛋雞，平均飼養隻數約占容養量 95-99%；統進統出雞舍養滿隻數為 36,389 隻，多雞齡雞舍滿養隻數為 13,899 隻。兩舍的雞籠規格均相同（上寬 50 cm、下寬 55 cm、高 45 cm \times 長 65 cm）。
- 蛋雞場的「生物安全」品質可藉由調查總生菌數、大腸桿菌、大腸桿菌群的數量獲得；也可透過是否檢出沙門氏菌與志賀氏菌的機率獲得生物安全品質。
- 兩棟雞舍使用相同商業飼料與相同的光照計畫 (16 h 光照)。「生物安全」品質部分，試驗採集蛋雞飼養過程中，雞隻最可能直接受

到病原影響的環境區塊之微生物，分別是代表環境衛生指標的飲水器頭、飼料槽及產蛋籠底部；另外針對蛋雞本身則採集雞蛋、泄殖腔及喉頭部分之微生物；採樣點為雞舍之前、中與後三個位置（圖一 B）。

- 微生物檢樣項目包括總生菌數、格蘭氏陰性菌、大腸桿菌群、沙門氏菌及志賀氏菌。總體生物安全品質調查過程，是針對不同飼養模式的兩棟雞舍（即統進統出與多雞齡）進行兩次採樣（圖二 A）。所得到的結果，進行不同排列組合的比較，即包括：(a) 統進統出 - (135 週齡 - 滿載率 95%) VS (三個月後同棟新雞，68 週齡 - 滿載率 98%)；(b) 多雞齡 - (77- 滿載率 54% 及 112 週齡 - 滿載率 44%) VS (三個月後同棟蛋雞舍 91- 滿載率 54% 及 26 週齡 - 滿載率 41%)；(c) 統進統出 (135 週齡) VS 多雞齡 (77 及 112 週齡)；(d) 統進統出 - (新進雞，68 週齡) VS 多雞齡 (91 及 26 週齡)（圖二 B 紅色箭頭）。
- 研究也記錄採樣期間兩棟雞舍中雞隻的產蛋率與蛋雞死亡率間的關係。兩棟不同飼養模式的蛋雞舍，皆有在兩次採樣前進行蛋雞置換：第一次是六月份進行蛋雞置換（八月進行第一次微生物採樣）；九月進行第二次蛋雞置換（十一月份進行第二次微生物採樣）。至於前述第一次六月份所進蛋雞，蛋雞齡為 127 週齡，已是年老蛋雞，不進年輕蛋雞主要原因，是考量當時年輕雞隻來源受限無法順利進雞，為維持整場雞蛋之產能，而該場經營者所做出的權宜因應措施。



圖一、(A) 試驗場域空拍圖與採樣地點相對位置；
(B) 蛋雞舍採樣位置與微生物分析項目。



圖二、(A) 四次總體生物安全品質調查過程與 (B) 比較組別組合。

四、成果介紹

(一) 總體生物安全品質評估結果

總體生物安全品質調查過程，針對不同飼養模式的兩棟雞舍（統進統出及多雞齡）進行兩次採樣。在統進統出管理模式下，新進蛋雞（68 週）之喉頭及泄殖腔部位較前一輪所淘汰之 135 週齡蛋雞之喉頭及泄殖腔部位有較低病原菌檢出率，結果顯示，135 週齡蛋雞在沙門氏菌的檢出率高達六成以上，68 週大約在三到五成間（表一）。

表一、蛋雞於不同飼養週齡與飼養模式下喉頭及泄殖腔兩種微生物的檢出率。

Table 1. The rate of pathogen detected in the cloaca and the throat of laying hens raised in AIAO and multi-age management practice.

| Management practice | Age (week) | Sampling type | | Throat | | Cloaca | |
|---------------------|------------|-----------------------------|--|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | | Detection rate ¹ | | Salmonella sp. | Shigella sp. | Salmonella sp. | Shigella sp. |
| AIAO | 135 w | +++ | | +++ | +++ | + | |
| | 68 w | ++ | | ++ | + | - | |
| Multi-age | 77 & 112w | + | | +++ | + | + | |
| | 91 & 26w | ++ | | ++ | ++ | - | |

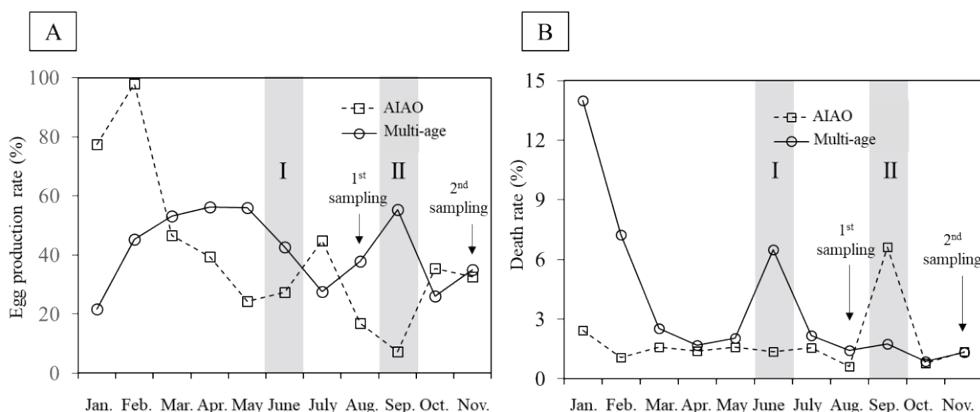
Rate of pathogen detection: positive rate 10-20% indicated as +; 30-50 % indicated as ++; $\geq 60\%$ indicated as +++; non-detected indicated as - (N = 9).

(二) 多雞齡飼養模式下蛋雞所處環境衛生指標變化

多雞齡營運模式下，兩次環境採樣之微生物數據除飲水頭外，其餘環境衛生因子的總生菌數數值皆沒有顯著差異；然而兩次在蛋雞的喉頭及泄殖腔部位採樣之病原菌檢出率卻有差異。具體來說，於多雞齡飼養管理模式下之同一棟雞舍，第二次所採樣之平均週齡較低的蛋雞（91 & 26 週），其喉頭及泄殖腔部位病原菌較第一次所採樣之平均週齡較大的蛋雞（77 & 112 週）之喉頭及泄殖腔部位有較低病原菌檢出率（表一）。此結果說明，第二次採樣平均週齡較低的蛋雞，雖實驗結果顯示生長環境衛生無異，但第二次採樣時存活的年輕雞隻仍保有較佳的生理衛生狀態。

(三) 統進統出與多雞齡飼養模式下蛋雞死亡率與產蛋率的比較

統進統出模式下之產蛋率也因蛋雞的死亡數較多，於九月份產蛋率落至最低點，整體來說並未達到統進統出經營模式預期的穩定雞蛋生產之目的。此結果配合所調查的微生物數量結果進行比較可發現，該蛋雞業者雖然進行統進統出經營模式，但卻未落實生物安全，微生物菌數不僅偏高，也可能是造成9月份統進統出雞場進新雞時大量死亡的原因之一（圖三B，第II個灰色陰影處，虛線方框）。然而，進新雞時大量死亡的原因，也不排除是因替換蛋雞過程所產生的雞隻緊迫與死亡率提高的關係。



圖三、不同時間點針對不同蛋雞飼養模式之(A)產蛋率及(B)死亡率趨勢之比較。

Fig. 3. Comparison of the effect of AIAO and multi-age management system on the egg production rate and death rate of laying hens. (A) The egg production rate over time. (B) The death rate of laying hens over time. Arrowheads point at the time of sampling. Gray area with Roman numerals indicates the time when old laying hens were replaced by new laying hens.

五、重要亮點

本研究藉比較統進統出與多雞齡飼養模式下微生物衛生指標上的差異，用以釐清統進統出飼養模式下，微生物衛生安全指標是否優於多雞齡飼養模式，且能穩定產蛋率與減少雞隻死亡率。試驗結果顯示，在環境衛生品質無異的狀況下，週齡較輕的雞隻，於喉頭及泄殖腔病原菌較週齡較高的年老蛋雞檢出率低，顯示年老蛋雞確實可能帶有較多病原菌。另外，曾汙染沙門氏

菌的雞舍，很難透過置換新雞或依照本試驗的業者執行的統進統出管理方式去除。此外，試驗所調查的兩棟蛋雞舍之不同飼養模式，環境及蛋雞本身之微生物衛生條件皆不理想，可能是死亡率高及產蛋率不穩的原因之一；然而仍有其他不明影響因素是本試驗尚無法釐清的，例如業者雖然按照雞蛋 - 臺灣良好農業規範，於雞蛋生產階段確實登載與紀錄生產管理日報表、衛生管理保健紀錄表及蛋雞場消毒紀錄表等，但不見得確實稽核。

六、其他重大效益

- 呈現調查蛋雞場生物安全調查之方法。
- 強調業者維持統進統出經營模式之生物安全衛生重要性。
- 沙門氏菌檢出率仍高，且在高齡雞隻有志賀氏細菌檢出，恐有增加人畜共通疾病之風險；應更加強調衛生安全之前提方案，再去強調經營模式的重要性。

七、未來展望 / 後續應用

本研究結果只針對目前傳統蛋雞舍之統進統出與多雞齡飼養模式下微生物衛生安全的分析，然而實際上仍有一些豐富化福利籠及放牧的飼養模式生產雞蛋，相關研究待後續研究者持續進行微生物安全性評估的比較。

八、相關參考文件

- (一) 王斌永、阮喜文、蕭庭訓、劉曉龍、胡見龍 . (2002). 臺灣地區蛋雞場經營成本與利益分析之試算程式 . 中畜會誌 , 31, 209-220.
- (二) 王榮生 . (2015). 臺灣蛋雞場飼養型態統計 . 中華民國養雞協會，臺北 .
- (三) 陳盈豪, 王淑音, 王如邦, 陳政文, 陳怡潔, & 林炳宏 . (2020). 密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響 . 畜產研究 , 53(3), 134-140.
- (四) Appleby, M. C., & Hughes, B. O. (1991). Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *World's Poultry Science Journal*, 47(2), 109-128. <https://doi.org/10.1079/WPS19910013>

- (五) Carrique-Mas, J., & Davies, R. (2008). Sampling and bacteriological detection of *Salmonella* in poultry and poultry premises: a review. *Revue scientifique et technique*, 27(3), 665.
- (六) Chen, S., Chen, L., Ke, B., & Lo, C. (2014). Detection of Coliforms and *Salmonella* sp. in the Organic Farms. *TAIWANESE JOURNAL OF AGRICULTURAL CHEMISTRY AND FOOD SCIENCE*, 52(4), 113-162.
- (七) Davies, R., & Carrique-Mas, J. (2011). Detection and monitoring of *Salmonella* in laying hen flocks. *Improving the safety and quality of eggs and egg products*, 83-106.
- (八) Elson, A. (2004). The Laying hen: systems of egg production. *Welfare of the laying hen*, 27, 67.
- (九) Feldsine, P., Abeyta, C., & Andrews, W. H. (2002). AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. *Journal of AOAC International*, 85(5), 1187-1200.
- (十) Fletcher, D. L., Britton, W. M., Pesti, G. M., Rahn, A. P., & Savage, S. I. (1983). The Relationship of Layer Flock Age and Egg Weight on Egg Component Yields and Solids Content. *Poultry Science*, 62(9), 1800-1805. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps.0621800>
- (十一) Freitas Neto, O. C. d., Mesquita, A. L., Paiva, J. B. d., Zottesso, F., & Berchieri Jú nior, A. (2008). Control of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in laying hens by inactivated *Salmonella Enteritidis* vaccines. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(2), 390-396.
- (十二) García, C., Soriano, J., Benítez, V., & Catalán-Gregori, P. (2011). Assessment of *Salmonella* spp. in feces, cloacal swabs, and eggs (eggshell and content separately) from a laying hen farm. *Poultry Science*, 90(7), 1581-1585.
- (十三) Joyner, C., Peddie, M., & Taylor, T. (1987). The effect of age on egg production in the domestic hen. *General and comparative endocrinology*, 65(3), 331-336.
- (十四) Mohammed, H. O., Carpenter, T. E., Yamamoto, R., & McMartin, D. A. (1986). Prevalence of *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae* in Commercial Layers in Southern and Central California. *Avian Diseases*, 30(3), 519-526. <https://doi.org/10.2307/1590416>

- (十五) Thitisak, W., Janviriyasopak, O., Morris, R. S., Srihakim, S., & van Kruedener, R. (1988). Causes of death found in an epidemiological study of native chickens in Thai villages. *Acta Vet Scand Suppl*, 84, 200-202.
- (十六) Van de Giessen, A., Bouwknegt, M., Dam-Deisz, W., WANNET, W., & Visser, G. (2006). Surveillance of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in poultry production flocks in The Netherlands. *Epidemiology & Infection*, 134(6), 1266-1275.
- (十七) Van Hoorebeke, S., Van Immerseel, F., De Vylder, J., Ducatelle, R., Haesebrouck, F., Pasmans, F., de Kruif, A., & Dewulf, J. (2010). The age of production system and previous *Salmonella* infections on-farm are risk factors for low-level *Salmonella* infections in laying hen flocks. *Poultry Science*, 89(6), 1315-1319. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps.2009-00532>
- (十八) Wales, A., Breslin, M., Carter, B., Sayers, R., & Davies, R. (2007). A longitudinal study of environmental *Salmonella* contamination in caged and free-range layer flocks. *Avian Pathology*, 36(3), 187-197.

九、發表文獻

蛋雞統進統出飼養模式與分批飼養模式在微生物安全分析之個案報告 /
王如邦 / 2022 / DOI: 10.6578/TJACFS.202206_60(2).0003

主軸二 | 運輸銷售

壹、規劃「在地屠宰，冷鏈運輸」家禽智慧化新型產銷模式以利防疫

禽流感等禽病

一、執行執行團隊

- 國立臺灣大學動物科學技術學系：邱智賢教授、許蕙蘭博士班研究生

二、成果介紹

禽流感防治是國際組織經年高關注項目，臺灣地處候鳥南遷北返之暫時性休棲地，欲完全根絕候鳥散播禽流感病毒於執行面有一定難度，惟盡可能降低病源散佈是可行之道。

臺灣多數禽場位於南部採集約式飼養，以求土地面積利用率最大化。然而臺灣人口都會區主要集中於雙北，禽肉消費亦主要集中於此，為供應雙北大量禽肉需求及賺取較高售價，將南部活禽運往雙北屠宰之「南禽北運」產銷鏈為現今臺灣禽肉主要供應模式。長程運輸不僅對禽隻產生熱緊迫壓力，途中禽毛飛散，使得禽流感等疾病不易管控。

為有效防治禽流感疫病傳播，本研究團隊於 2019 至 2020 年度首先針對生產動線、車輛動線、緩衝區範圍、防疫監控管理及廢棄物處理等細節規劃「家禽生產專區」，從上游飼養場域源頭式防治疫病散佈；接著於 2021 至 2023 年度，進一步規劃「在地屠宰，屠後冷鏈」之新型產銷模式，南部禽場只能就近屠宰活禽，待禽肉經冷鏈包裝後，方能運送至雙北販售。

為優化「禽肉在地屠宰」執行方案，研究團隊 2021 年度以 AI 智慧化系統進行禽肉屠體分級分切，結合禽肉網絡溯源系統為肉品衛生層層把關；最後預計於 2024 年度，制定「禽肉冷鏈運輸」配套措施，以食安檢測數據提升民眾消費冷鏈禽肉信心，為原雙北屠宰場員工另謀他職，進行「禽肉冷鏈」衛教宣導等方式多方完善新型產銷模式，期許以「在地屠宰，冷鏈運輸」之新型產銷模式創造產官學多贏優勢。

三、產業資訊

根據 2016 年調查數據，臺灣禽場爆發禽流感總數為 53 例，其中：土雞場 19 例、白肉雞場 1 例、蛋中雞場 3 例、蛋雞場 7 例、其他（鴨、鵝、鶲鶴）場 23 例。肉雞場爆發禽流感疫病之 20 案例中：土雞場占 95%，白肉雞場僅 5%。且禽流感疫病超過 9 成於「開始抓雞至上市前階段」爆發。

依據 2020 年臺灣土雞在養數據，臺灣土雞飼養主要集中於中南部地區：雲林約 2,000 萬 (28%)、臺南約 1,600 萬 (23%)、屏東約 1,400 萬 (21%)、嘉義約 900 萬 (13%)、高雄約 600 萬 (8%)、南投約 450 萬 (6%)、臺中約 85 萬 (1%)。



單位：隻

圖一、2020 年度八大縣市土雞在養量分布

四、成果示範場域

臺灣地狹人稠，家禽採集約型飼養，為求最大經濟效益往往飼養密度過高，又小規模家庭式畜牧場常常多種家禽家畜混養，不但嚴重影響防疫工作，還可能造成病毒變異重組、交叉感染，使得疾病控制不易。

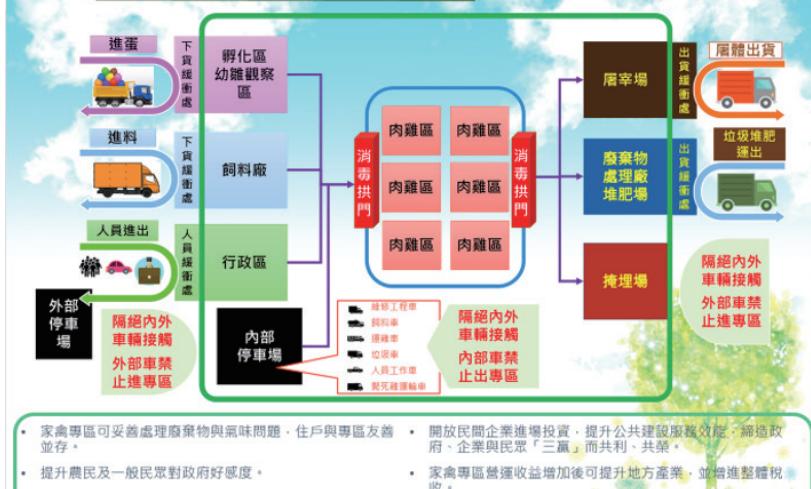
世界動物衛生組織於 2005 年提出「獨立生物安全體系」相關措施後，泰國依據該措施建立家禽「獨立生物安全體系」；北美地區擬訂可互相承認之「獨立生物安全體系」辦法；歐盟現行動物疫病區域化管理政策進行「獨立生物安全體系」法案補充規定；中國亦頒訂「肉禽無規定動物疫病生物安全隔離區建設通用規範」與「肉禽無禽流感生物安全隔離區標準」試行辦法。可見建立「獨立生物安全體系」為世界性防疫指標，各國皆積極參與投入。

本研究團隊成立「智慧化循環農業家禽生物安全專區」，提升家禽養殖之生物安全防護，並應用溯源載具裝置，源頭式管理家禽產業防疫流程，推動資源永續利用、減少排泄物污染、促進產業升級及減少產銷成本浪費。

於禽場場域規劃層面，綜合 WOAH 生物安全規定、泰國生物安全法規、國內動物防疫相關法規和家禽相關規定，訂定循環農業專區中之生物安全手冊規範。於家禽產銷層面，透過循環農業專區之設置，將土雞及水禽飼養模式規模化生產，逐步引導家禽之運銷通路轉變，產業藍圖擴展為智慧化大型規模生產。於生產溯源管理層面，結合物聯網巨量資料，整合種禽之雛禽生產管理、育種、孵化及產銷流向，即時將資訊上傳至大數據分析系統，推廣從農牧場至消費端皆可追溯產銷資訊。



什麼是智慧化循環農業生物安全土雞生產專區？



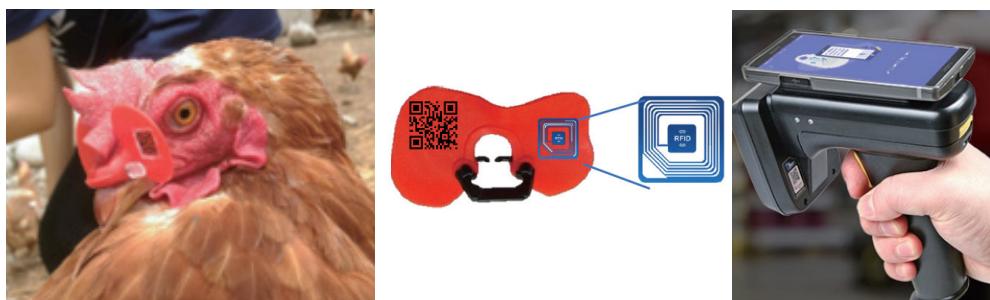
圖二、生物安全之循環農業智能化家禽生產「專區」，生物安全防疫專區區域涵蓋雞舍區、孵化區、飼料區、掩埋預留區、屠宰區、汙水區、雞舍管理區及行政專區。

五、重要亮點

研究團隊規劃之「智慧化循環農業家禽生物安全專區」以國際間防疫標準為本，結合臺灣區域地域化需求，分別設計規劃出雞舍區、孵化區、飼料區、掩埋預留區、屠宰區、汙水區、雞舍管理區及行政專區。

於雞舍區，團隊設計電子眼監控飼養區，使生長週期不一致的土雞得以進行體型分選，並設計一條龍式飼養通道，將分選後較大型的土雞驅趕至下一個生長飼養區，降低工作人員反覆進出挑雞攜帶病源進入飼養區的機率。

另一方面，團隊為禽隻配戴搭載 QR-code 與 RFID（無線射頻辨識）之雞眼鏡，應用雞眼鏡上的溯源圖式，讓農民、消費者、政府等多方單位能隨時監控家禽生產流程。若生產流程中出現疑似禽流感等疫病案例，透過溯源載具能即時找出病源出處，源頭式防止禽病擴散。



圖三、搭載 QR-code 與 RFID（無線射頻辨識）之雞眼鏡

同時，為配合研究團隊新編修之活禽在地屠宰規劃，研究團隊針對土雞屠體設計 AI 智慧化辨識系統，以雞隻全雞長寬比、雞胸長寬比進行禽肉分級及分切，使禽肉出產產品規格達到一致化。



圖四、土雞屠體 AI 智慧化辨識系統

經過產官學三方召開之「在地屠宰，屠後冷鏈」新型產銷模式座談會，三方一致認同執行新型產銷模式需首重考量銷售層面。臺灣民眾消費習慣偏好購買溫體禽肉，主婦親臨傳統市場挑選禽肉，不只可滿足購買之視覺刺激，豐富的人情味也是根深蒂固的臺灣文化，再者消費者自行選購禽肉也較不易產生後悔的消費心理。

「屠後冷鏈」產銷模式不僅打破傳統消費者親臨選購優勢，冷鏈過程使禽肉保水度下降也是內部隱憂。為此，研究團隊研究禽肉於不同保存溫度之保水度、生菌數、肉品酸鹼值等數據，企圖以冷鏈禽肉衛生安全優勢增進消費者消費信心。團隊亦設計教育說帖，向農民、屠宰業者、攤商、消費者宣導新型產銷模式，普及大眾衛教認知及理念認同度。



圖五、「屠宰在地化及屠後理貨」說帖

銷售層面，研究團隊與禽肉供應商合作，探討以土雞肉加工製品提升銷售之可行性。近年研究發現，國人健康意識抬頭，舒肥雞、滴雞精等產品銷量大增；臺灣為海島型國家，觀光旅遊業盛行，親子型觀光農場與土雞肉類伴手禮同為增進國產禽肉銷售管道。

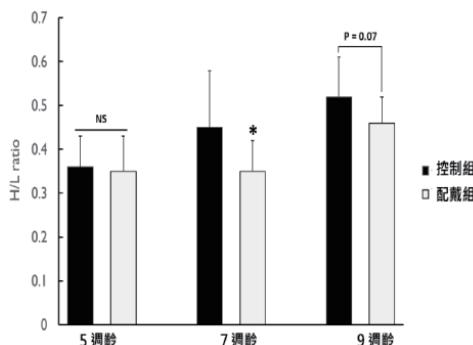
綜合以上幾點，防疫禽流感需要產官學等多方共同合作，農民跟進轉型改建農舍、政府提供禽舍改建誘因、規劃在地屠宰、優化屠後冷鏈運輸管理、增進民生冷鏈禽肉消費信心及禽肉加工產品擴展銷售通路等，都是研究團隊歷年來持續努力精進的目標，期許防治禽流感疫病的同時，也能兼顧民生，達到產業鏈永續經營。

六、其他重大效益

研究團隊為土雞配戴搭載 QR-code 與 RFID（無線射頻辨識）之雞眼鏡，將雞隻飼養環境及管理數據即時上傳至雲端整合系統，全程透明化雞隻生產管理模式，供農民、消費者、政府單位等隨時監控禽隻狀況。

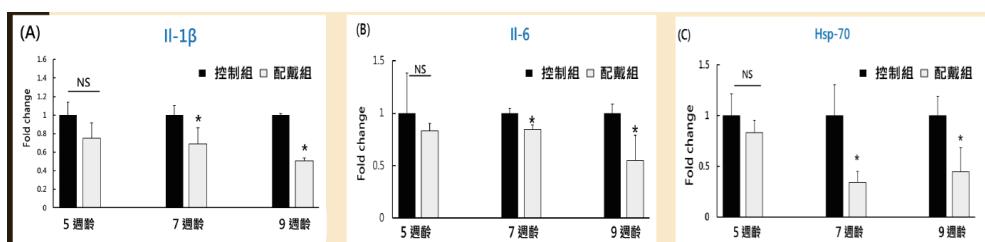
雞眼鏡能降低雞群攻擊行為，具有提升動物福利功效，實驗數據顯示雞隻配戴雞眼鏡顯著降低緊迫性發炎反應相關之基因及蛋白質表達量；且即時監控的生產履歷可讓民眾能隨時關注生產流程，提升消費信心；若出現病例，透過生產履歷能有效溯源找出出產批次，即時阻斷病原控散。

1. 異嗜球 / 淋巴球比值



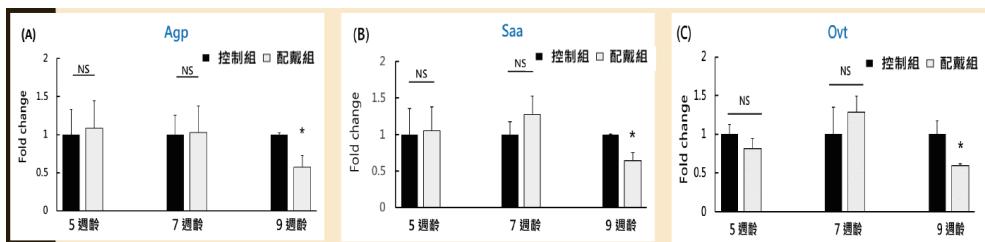
圖六、公黑羽土雞之血中異嗜球 / 淋巴球比值。結果顯示，於配戴雞眼鏡 2 週及 4 週後，配戴組有較低的 H/L ratio 即配戴雞眼鏡的公黑羽土雞所承受之緊迫較低。Statistical analysis was compared by t-test and data are shown as mean \pm SD. (N = 10)

2. 細胞促發炎反應激素之基因表現量



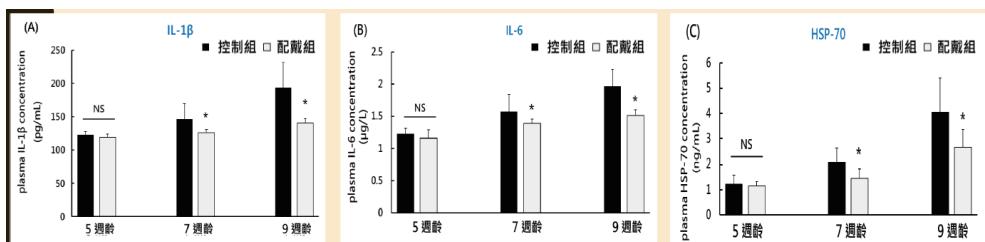
圖七、不同週齡公黑羽土雞之細胞促發炎反應激素基因表現 (A) *IL-1β* (B) *IL-6* (C) *Hsp-70*。差異倍數以 qPCR 法測定。各目標基因以雞 28S 核醣體 RNA (Ch 28S) 為內控基因進行相對定量。Statistical analysis was compared by t-test and data are shown as mean \pm SD. (N = 11 ~ 39)* ($P < 0.05$) shows significant differences compared to the control groups.

3. 急性反應期蛋白之基因表現量



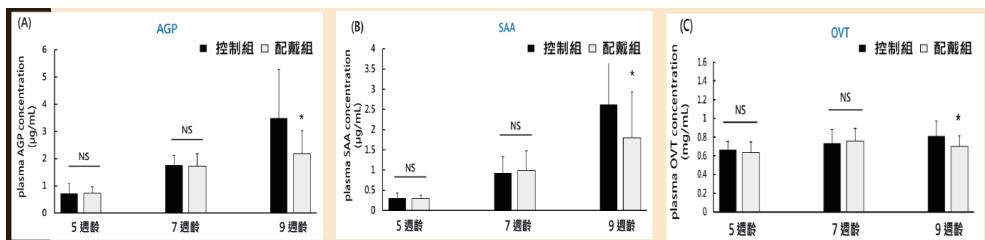
圖八、不同週齡公黑羽土雞之急性反應期蛋白基因表現 (A) *Agp* (B) *Saa* (C) *Ovt*。差異倍數以 qPCR 法測定。各目標基因以雞 28S 核醣體 RNA (Ch 28S) 為內控基因進行相對定量。Statistical analysis was compared by t-test and data are shown as mean \pm SD. (N = 11 ~ 39)* (P < 0.05) shows significant differences compared to the control groups.

4. 促發炎反應細胞激素之血中蛋白質分泌量



圖九、不同週齡公黑羽土雞之血中促發炎反應細胞激素分泌量 (A) IL-1 β (B) IL-6 (C) HSP-70。血中蛋白質濃度以 ELISA 法測定。Statistical analysis was compared by t-test and data are shown as mean \pm SD. (N = 8 ~ 16)* (P < 0.05) shows significant differences compared to the control groups.

5. 急性反應期蛋白之血中蛋白質分泌量



圖十、不同週齡公黑羽土雞之血中急性反應期蛋白分泌量 (A) AGP (B) SAA (COVT)。血中蛋白質濃度以 ELISA 法測定。Statistical analysis was compared by t-test and data are shown as mean \pm SD. (N = 8 ~ 16)* (P < 0.05) shows significant differences compared to the control groups.

研究團隊同時建立土雞屠體 AI 智慧化辨識系統，將土雞屠體依全雞長寬比、雞胸長寬比進行肉品分選及分切。為結合未來新型「屠後冷鏈運輸產銷模式」，禽肉於屠宰端進行即時分選，依消費受眾群將肉品部位分切，並立即將肉品真空包裝冷鏈保存，使產銷流程簡便快速，肉品販售規格趨於一致化。

七、未來展望 / 後續應用

（一）生物安全之循環農業智能化家禽生產「專區」

1. 降低禽流感等禽病散播風險
2. 以雲端即時溯源系統增進消費者消費禽肉信心
3. 漸進式輔導農民將禽舍轉型為智慧化家禽生產專區

（二）提倡動物福利意識

1. 推廣農民使用搭載 QR-code 與 RFID 之雞眼鏡
2. 配戴雞眼鏡降低雞群緊迫壓力與攻擊行為

（三）「在地屠宰，屠後冷鏈」之新型產銷模式

1. 應用土雞屠體 AI 智慧化辨識系統，統一禽肉出產規格
2. 結合 AI 智慧化溯源系統，為禽肉生產流程把關
3. 優化屠後冷鏈流程，增進禽肉新鮮度及保水度

貳、建構家禽活體交易轉型屠後理貨產銷鏈

一、執行團隊

- 國立屏東科技大學動物科學與畜產系：余祺副教授、楊國泰助理教授
- 國立臺灣大學動物科學技術學系：邱智賢教授

二、成果介紹

臺灣家禽產業因禽流感疫情持續出現而執行禽場撲殺、禁運及禁宰，造成家禽飼養業者經濟重大損失，究其禽流感疫情無法有效防堵的可能原因有：候鳥遷徙、病毒株在地化、禽舍未落實生物安全防治、以及南禽北運至各批發市場，或是理貨場進行活禽拍賣或是繼續飼養，均有可能使禽流感病毒到處傳播與交叉感染。再者國人喜好活禽現宰之溫體禽肉，但自 2013 年 5 月 17 日起全面推動傳統市場禁宰活禽政策，因此若轉型為屠宰在地化，以屠體方式冷鏈運送，雖可有效防堵活禽北運至批發市場所造成的禽流感疫情再擴散，但屠體等級不易由外觀來研判，且不易溯源。為此，本計畫 2019 年度起與臺灣大學合作開發智能種禽追溯系統，導入生物辨識 (QR-code) 或是無線射頻技術 (RFID)，評估設計出操作簡便性及友善性之電腦介面模式，進一步整合開發屠體分級影像即時辨識系統，建立臺灣商用土雞體型規格化之資料庫，透過雲端大數據資料分析與物聯網 (Internet of Things, IoT) 結合，不但可追蹤追溯禽肉屠體來源，更可用以支援強化產銷決策。

三、監測資訊

初步建立家禽批發市場微生物資料庫，用於轉型為屠後理貨減少病菌傳播與污染之依據。以家禽批發市場繫留場為微生物採樣區域，主要採樣點為地板、柱子、籠子及運雞車輪胎。檢測項目包含總生菌數、大腸桿菌群、李斯特菌、沙門氏菌及金黃色葡萄球菌等。結果顯示三處家禽批發市場地板之菌數明顯均高於其他採樣點；北部家禽批發市場之運雞車輪胎金黃色葡萄球菌數明顯低於其他二處批發市場。大腸桿菌在三處家禽批發市場之地板均被

檢測出，然而北部家禽批發市場之柱子及籠子的大腸桿菌含量，明顯高於南部二處家禽批發市場。由微生物分析結果得知，家禽批發市場繫留場環境整清潔之重要性，且經長途運輸後微生物滋生量明顯高於短距離運輸。因此，由現行活禽理貨轉型為屠後理貨或是推行屠宰在地化，均能有效減少病菌傳播及生長，以杜絕禽流感疫情的擴散。



圖一、家禽批發市場微生物採樣點：地板、柱子、籠子及輪子

表一、三處家禽批發市場各採樣點之大腸桿菌群、李斯特菌、沙門氏菌及金黃色葡萄球菌數

| | | 地板 | 柱子 | 籠子 | 車輪 |
|------|---------|-----------|------------|------------|------------|
| 南部A場 | 大腸桿菌 | 93 MPN/mL | N | N | N |
| | 李斯特菌 | N | N | N | N |
| | 沙門氏菌 | N | N | N | N |
| | 金黃色葡萄球菌 | 23 MPN/mL | N | 3.6 MPN/mL | 3.6 MPN/mL |
| 南部B場 | 大腸桿菌 | 93 MPN/mL | N | N | N |
| | 李斯特菌 | N | N | N | N |
| | 沙門氏菌 | N | N | N | N |
| | 金黃色葡萄球菌 | 23 MPN/mL | N | N | 3.6 MPN/mL |
| 北部場 | 大腸桿菌 | 38 MPN/mL | 3.6 MPN/mL | 3.6 MPN/mL | N |
| | 李斯特菌 | N | N | N | N |
| | 沙門氏菌 | N | N | N | N |
| | 金黃色葡萄球菌 | 23 MPN/mL | N | 3.0 MPN/mL | N |

四、成果示範場域

本計畫委託科技公司進行程式編寫與開發家禽辨識元件溯源系統測試。所使用之雞隻辨識溯源元件為遮眼板，俗稱雞眼鏡，經實驗測試結果，安裝遮眼板之雞隻除可減少其打鬥啄羽行為，並可提高其日增重及飼料效率。因

此，若在遮掩板上加裝 QR-Code，並透過溯源系統輸入辨識碼及基本資料，搭配智慧型手機掃描，應可即時顯示出雞隻目前之資訊。為了確認安裝遮眼板及 QR-Code 之雞隻是否能在經電宰屠宰燙毛脫毛等過程後，是否依然可被讀取，因此試驗場所選在國立屏東科技大學畜牧場，在土雞出雞前先安裝遮眼板 QR-Code 於部分雞隻先行測試，然而結果不理想，送至批發市場前，遮眼板依舊存在但 QR-Code 全數掉落，究其原因可能為部分安裝遮眼板雞隻與未安裝雞隻混養未作隔離所導致。因此再次測試時，安裝遮眼板 QR-Code 雞隻經隔離後送至批發市場，屠宰前與屠宰後均能成功並正確辨識出個別雞隻之基本資料，以達到溯源，此系統開發不僅可規範生產者養殖過程透明化，確保消費者購買安心，更能於屠宰過程中，屠檢異常雞隻時能於第一時間立即追蹤其禽場來源，立即通報，以降低禽流感疫情擴散。



圖二、家禽溯源辨識界面系統（生產端）



圖三、家禽溯源辨識界面系統（消費端）



圖四、雞隻安裝遮眼板 QR-Code 隔離與否與辨識率之比較

五、重要亮點

(一) 建立臺灣商用土雞體型規格化之資料庫

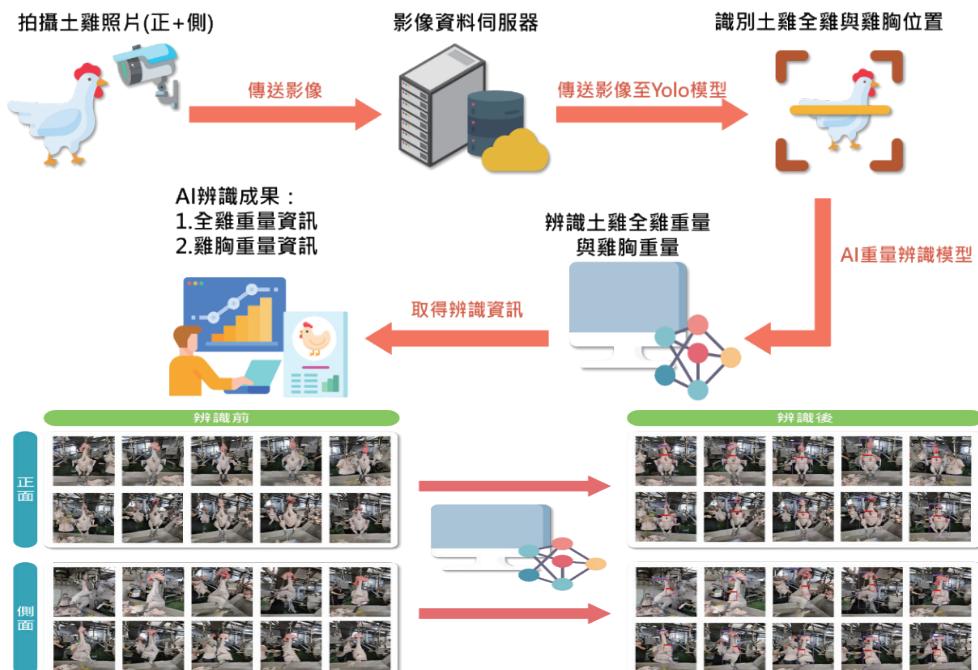
以臺灣屏東結鳳食品有限公司附設家禽屠宰場為土雞屠體數據收集調查來源，紀錄不同來源土雞，依其品種、性別、及體重區間進行體型規格量測數據收集，同時並拍攝不同角度之屠體照片留存，以備後續應用於影像辨識。由於目前家禽批發市場及家禽運銷合作社其拍賣之雞隻主要來源，為中南部各家禽養殖場，由運雞車運送當天欲屠宰之雞隻數量至批發市場之各個行口，再由各行口之作業人員依據買方或消費者需求，挑選如胸肉比例或腿肉比例較大之雞隻集中繫留後，進入屠宰場進行電宰流程。此一挑選過程完全憑行口作業人員個人經驗主觀判斷雞隻體態，缺乏科學判斷依據，為了瞭解人為挑選與未挑選之雞隻經過屠宰後屠體體型有無差異，因此本計畫特地委託高雄市鳳山家禽批發市場土雞養殖業者，依目前消費者喜好不同品種與性別之體重區間，先行挑選胸大及腿大之紅羽與黑羽土雞，此一挑選過程即模擬屠前理貨作業。經屠宰後依據前述所定義之屠體規格量測標準進行測量，再與先前至結鳳食品有限公司附設家禽屠宰場，所量測之土雞屠體數據進行相同品種、相同性別與相同體重區間之比較。

表二、高雄市鳳山家禽批發市場土雞養殖業者依消費者喜好先行挑選胸大及腿大之紅羽與黑羽土雞，與結鳳食品有限公司附設家禽屠宰場之土雞體體數據進行相同品種、相同性別與相同體重區間之比較。

| 土雞品種 (體重區間) | 測量部位 (cm) | 人為挑選 | | 未人為挑選 一般 |
|------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| | | 胸大 | 腿大 | |
| 紅羽土雞 - 公 2.6~3.0 kg | 腿寬 | 4.59 ± 0.27 | 4.45 ± 0.19 | 4.16 ± 0.20 |
| | 腿深 | 5.92 ± 0.45 | 5.48 ± 0.31 | 5.27 ± 0.35 |
| | 腿總長 | 13.92 ± 0.84 | 14.75 ± 0.76 | 14.66 ± 0.63 |
| | 腿圍 | 17.85 ± 0.73 | 17.69 ± 0.57 | 17.44 ± 0.68 |
| | 胸寬 | 10.97 ± 0.49 | 10.64 ± 0.63 | 10.76 ± 0.57 |
| | 胸長 | 14.15 ± 0.89 | 13.77 ± 0.63 | 14.74 ± 0.45 |
| | 胸弧長 | 17.24 ± 0.88 | 16.73 ± 0.69 | 17.76 ± 0.95 |
| | 胸圍 | 36.11 ± 1.25 | 34.97 ± 1.32 | 34.59 ± 1.03 |
| 紅羽土雞 - 母 1.6~2.0 kg | 腿寬 | 3.40 ± 0.24 | 3.48 ± 0.25 | 3.47 ± 0.26 |
| | 腿深 | 4.48 ± 0.28 | 4.58 ± 0.31 | 4.02 ± 0.38 |
| | 腿總長 | 11.93 ± 0.67 | 12.01 ± 0.87 | 13.23 ± 0.59 |
| | 腿圍 | 14.38 ± 0.79 | 14.77 ± 0.76 | 13.73 ± 0.72 |
| | 胸寬 | 8.88 ± 0.34 | 8.95 ± 0.51 | 9.74 ± 0.76 |
| | 胸長 | 12.40 ± 0.79 | 13.29 ± 0.73 | 13.17 ± 0.42 |
| | 胸弧長 | 14.72 ± 0.90 | 15.24 ± 0.71 | 16.40 ± 0.54 |
| | 胸圍 | 31.21 ± 0.94 | 31.28 ± 1.11 | 31.91 ± 0.75 |
| 黑羽土雞 - 公 2.0~2.4 kg | 腿寬 | 3.84 ± 0.24 | 3.87 ± 0.21 | 3.70 ± 0.37 |
| | 腿深 | 5.09 ± 0.37 | 5.17 ± 0.24 | 4.29 ± 0.44 |
| | 腿總長 | 12.79 ± 0.94 | 12.75 ± 1.32 | 14.10 ± 0.60 |
| | 腿圍 | 16.13 ± 0.81 | 16.11 ± 0.60 | 14.27 ± 1.17 |
| | 胸寬 | 9.29 ± 0.54 | 9.70 ± 0.61 | 9.41 ± 0.70 |
| | 胸長 | 14.37 ± 0.67 | 14.34 ± 0.72 | 14.08 ± 0.40 |
| | 胸弧長 | 17.25 ± 0.73 | 16.79 ± 0.58 | 16.28 ± 0.37 |
| | 胸圍 | 33.44 ± 1.05 | 33.19 ± 1.00 | 31.92 ± 1.16 |
| 黑羽土雞 - 母 1.6~2.0 kg | 腿寬 | 3.10 ± 0.40 | 3.18 ± 0.26 | 3.14 ± 0.09 |
| | 腿深 | 3.00 ± 0.32 | 3.40 ± 0.49 | 4.03 ± 0.34 |
| | 腿總長 | 11.58 ± 0.61 | 12.86 ± 0.71 | 12.91 ± 0.88 |
| | 腿圍 | 10.46 ± 0.77 | 10.99 ± 0.84 | 13.32 ± 0.68 |
| | 胸寬 | 9.26 ± 0.62 | 9.15 ± 0.51 | 9.23 ± 0.54 |
| | 胸長 | 12.86 ± 0.78 | 13.08 ± 0.75 | 12.90 ± 0.90 |
| | 胸弧長 | 15.15 ± 0.92 | 16.09 ± 0.95 | 15.93 ± 0.89 |
| | 胸圍 | 32.94 ± 1.06 | 32.13 ± 1.12 | 31.45 ± 0.86 |

(二) 開發土雞屠體 AI 辨識系統

為有效減少活禽交易所造成的人為操作誤判雞隻體型差異，以及降低禽流感擴散以利後續轉型屠後理貨，本計畫委託科技公司開發出一套家禽屠體體型自動辨識系統，利用大量蒐集土雞屠體各種不同角度之影像或照片，再運用人工智慧透過數位目勘與高階演算，推估土雞全雞與雞胸的重量，藉以判別體型之差異，期望可自動進行分流，有效降低人力成本，提高效率，並優化土雞屠宰場之流程。目前已設計出土雞屠體辨識介面測試模型，利用推估雞胸重量占全雞體重比例，得知土雞屠體體型之差異。由於此系統目前還在測試階段，還有相當多的問題與技術仍待解決，但整體辨識模型架構應是可用於家禽屠體辨識。此系統若開發完成，不僅可為消費者對土雞體型的需求提出一科學數據，同時可減少行口作業人員主觀誤判所引發之交易糾紛，更能為後續逐步縮小活禽交易規模，以降低禽流感疫情擴散，加快轉型土雞屠後理貨的進程。



圖五、家禽屠體體型自動辨識系統

六、其他重大效益

藉由本計畫的監測與評估，家禽批發市場繫留場的環境整潔，以及減少活禽長途運輸，均能使微生物滋生量明顯降低。同時開發家禽辨識溯源介面系統，利用含有 QR-Code 的遮眼板辨識元件安裝於禽體，不僅可減少其打鬥啄羽所造成的雞隻耗損，亦能在屠宰後正確辨識，以達禽場統進統出與雞隻溯源目的。再者，為了避免活禽交易因人為誤判雞隻體型差異，所衍生的消費糾紛，開發家禽屠體體型 AI 自動辨識系統，確保屠體品質規格化。因此，由現行活禽理貨轉型為屠後理貨或是推行屠宰在地化，均能有效減少病菌傳播及生長，以杜絕禽流感疫情的擴散。



圖六、建置家禽屠後理貨標準化流程

七、未來展望 / 後續應用

為落實政府推動禽流感防疫措施政策，減少南雞北送所衍生之疫情擴散及雞隻耗損率等問題，現行家禽活體拍賣模式轉型為冷鏈屠宰在地化以及屠後理貨交易模式有其必要性，經評估後其可行方案為：禽場雞隻於飼養階段全程配戴溯源辨識元件並輸入資訊，且土雞統進統出由產地直接整車（加裝 GPS）運送至電宰場。進入屠宰線後全程冷鏈屠宰，並加裝屠體自動辨識系統於屠宰線上，依電腦評斷等級與體重等參數，將品質優劣及體型差異之禽體進行初步分級、篩選並分流，後端再搭配經教育訓練之作業人員進行家禽屠體胸腿肉比例判定及分切包裝等工作，最後再由冷藏運輸車送往各地批發市場，以屠體方式進行拍賣，因應日後轉型為家禽屠後理貨模式。

主軸三 | 環境風險管理（智慧化系統）

為有效監測及掌握禽流感病毒潛在風險，以利適當防堵，採用智慧化監測模式，即時掌握禽場環境狀況，並加強消毒等環境控制措施，降低環境污染風險。結合大數據分析，預測可能出現的禽流感高風險區域。

壹、禽流感大數據分析

一、執行團隊

- 國立中興大學微生物暨公共衛生學研究所：趙黛瑜教授
- 國立中興大學大數據中心：吳宏達副教授、顏增昌副教授

二、研究構想

臺灣位處東亞候鳥遷徙的重要飛行路徑上，由於禽流感病毒會經由候鳥飛行而散播至臺灣，此現象不僅發生在全球，也造成在 2015 年經由候鳥攜帶 H5NX 病毒入侵我國（含 H5N2 與 H5N8），2017 年 H5N6 病毒的入侵及 2020 年的 H5N5 病毒的入侵，但野鳥的病毒監測非常昂貴，且病毒分離率不高，加上臺灣因為高病原的 H5N2 病毒持續在禽場傳播，且持續與許多野鳥攜帶的病毒片段發生重組，因此亟需建置整合流行病學資料分析之資訊平台，持續監測野鳥傳播禽流感病毒進入禽場的風險與傳播路徑，才能有效地防止禽流感病毒持續不斷進入禽場。

三、成果介紹

本團隊自 2018 年起陸續成功建置了以下資訊平台，包括：

- (一) 臺灣禽場分布地理資訊系統
- (二) 臺灣 2015-2020 年爆發禽場地理分布資訊系統
- (三) 臺灣濕地地理資訊系統
- (四) 臺灣農地分布地理資訊系統
- (五) 臺灣 eBird 公民資料庫野鳥分布地理資訊系統

目前為全臺灣資料庫整合最完整且最豐富的團隊，並衍生出許多豐富的成果，包括架設網站，將除了敏感資料之外的地理資料與演算法共享。

四、重要亮點

- (一) 臺灣地處在歐亞候鳥的遷徙路徑上，加上養禽場密度甚高，本團隊的研究發現高禽場密度、高水陸禽養殖環境、高未登記水禽場密度及高農作物種植面積等環境因子，是造成禽場爆發禽流感的重要危險因子，此部分的研究成果已經發表在國際重要期刊 (PLoS One 2020 by Liang et al.)
- (二) 成功建立禽流感病毒田間進行定序的流程，由於此方法不需進行病毒培養，所採集的檢體可以直接加入 lysis buffer，因此所有病毒均已不活化，不具感染性，直接萃取 RNA，進行反應，此方法將有助於將來防疫上了解病毒傳播動態的重要工具，並將成果發表在 (Virus Evolution 2020)
- (三) 因應臺灣禽流感能快速發展，發展出一快速視覺方法 Knox-based combined SDE visualization，來偵測爆發禽場的聚集與病毒擴散方向的方法，此研究成果已經發表至國際期刊 (Scientific Report 2021)。

- (四) 成功發展出臺灣第一個野鳥傳播禽流感至禽場之風險地圖，將來可針對高風險區的禽場加強輔導，加強圍網或加裝驅鳥裝置等，以預防野鳥重複攜帶病毒進入禽場，造成疫情的發生，此研究成果已經發表至國際期刊 (Emerging infectious diseases 2023)。
- (五) 本研究利用隨機森林的演算法，使用 20 個變數，包括 10 種高風險鳥種、9 種陸域因子及 1 個禽場水陸禽混合比例，成功預測陸禽場發生爆發的準確度高達約在 94%，水禽場發生爆發的準確度預測結果準確度約在 86%。

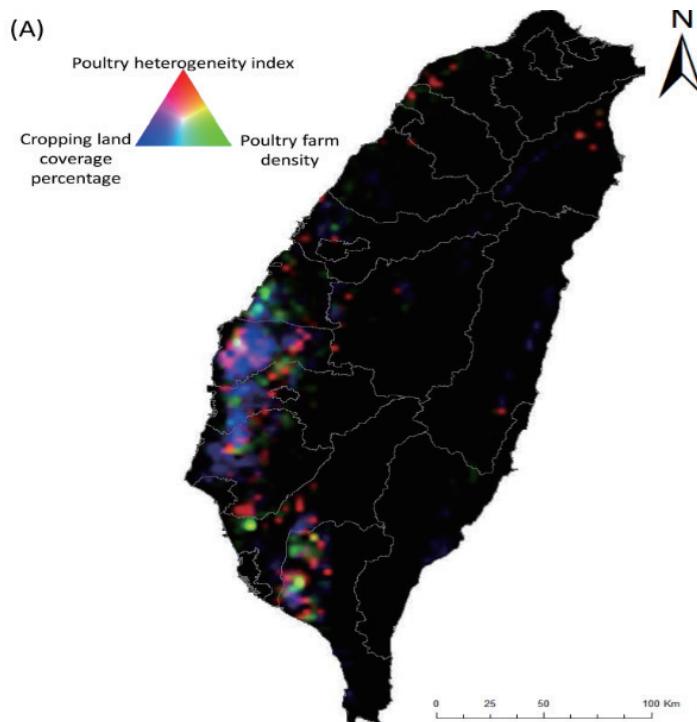
五、其他重大效益

- (一) 技術創新：本團隊針對禽流感病毒開發許多演算法，並做出臺灣第一份禽流感風險地圖。
- (二) 經濟效益：相關風險地圖提供政府單位針對高風險地區進行更嚴密的監控，有助於疫情的控制，減少農民的損失。
- (三) 社會影響：積極與媒體溝通，將臺灣疫情與國際疫情的分析資訊，與媒體分享，減少社會恐慌，並具有民眾教育意義。
- (四) 國際合作：積極與美國 UC-Davis 及法國吐魯士大學的獸醫學院教授合作，了解臺灣與國際疫情的關聯性，及早做好準備。

六、未來展望 / 後續應用

高病原禽流感病毒 H5N1 (1996GsGd) [1] 自從 1996-1997 年在廣東及香港出現後，就一直透過野鳥在全世界擴散，但主要還是透過雁形目的鳥（包括野鴨，野天鵝及野雁）進行長距離傳播，且病毒亞型也只侷限在 H5N1。但從 2014 年後 1996GsGd 的演化株分支 2.3.4.4 持續在全世界包括野鳥和禽場被監測出後，情況出現重大的改變，包括此演化株容易跟其他低病原的禽流感病毒進行基因重組，且病毒擴散與禽場密度沒有太直接關係，可能透過其他非

雁鴨類的野鳥傳播有關，因此未來將進一步整合禽流感病毒基因序列資料庫，了解(1)病毒的重組與擴散的熱區，(2)那些野鳥更有助於病毒的擴散，將有助於野鳥監測與防疫措施的改進，進而達到地球發展永續(ESG)的目標。



圖、台灣地區禽流感病毒爆發風險地圖

七、文宣教材

Avian influenza big data lab : aiv.nchu.edu.tw

八、學術成就

- (一) Yao-Tsun Li, Chen-Chih Chen, Ai-Mei Chang, Day-Yu Chao*, Gavin JD Smith. Co-circulation of both low and highly pathogenic avian influenza H5 viruses in current poultry epidemics in Taiwan. *Virus Evolution* 2020; 6(1): veaa037.
- (二) Wei-Shan Liang, Yu-Chen He, Hong-Dar Wu, Yao-Tsun Li, Tai-Hwa Shih, Gour-Shenq Kao, Horng-Yuh Guo, Day-Yu Chao*. Ecological factors associated with persistent circulation of multiple highly pathogenic avian influenza viruses among poultry farms in Taiwan during 2015-17. *PLoS One* 2020; 15(8): e0236581
- (三) Hong-Dar Wu, Day-Yu Chao*. Two-stage algorithms for visually exploring spatio-temporal clustering of Avian influenza virus outbreaks in poultry farms. *Scientific Reports* 2021; 11: 22553.
- (四) Hong-Dar Isaac Wu, Ruey-Shing Lin, Wen-Han Hwang, Mei-Liang Huang, Bo-Jia Chen, Tseng-Chang Yen, Day-Yu Chao*. Integration of citizen science data into the surveillance system for avian influenza virus. *Emerging Infectious Diseases* 2023; 29(1): 45-53

貳、禽流感病毒於禽場中汙染途徑探求

一、執行團隊

- 國立中興大學微生物暨公共衛生學研究所：謝明昆副教授

二、研究構想

高病原性禽流感之疫情自 2015 年在臺灣爆發之後，產、官、學界就投入很大的心力在禽流感的防治與清除，雖然已有很大的進展，但就一直無法將禽流感清除。生物安全防治法是畜牧業對抗疾病最基本且最重要的方法，尤其是不使用禽流感疫苗的國家。臺灣目前禁止使用疫苗來預防禽流感，所以特別加強宣導生物安全防治，希望能將禽流感病毒阻隔在禽場之外。

生物安全防治中，人跟車是對疾病傳播最大的威脅，尤其是人的移動（禽場工作人員）對禽場中各禽舍的污染最為重要。多年來一再強調，同一禽場的不同禽舍，應有各自一套工作服及雨鞋。至少各禽舍需有獨立雨鞋，避免進入禽場後同一雙雨鞋走遍各禽舍。雖然在各宣傳場合一直強調，更換鞋子與及時清潔消毒的重要，但現場訪視的情況，此宣傳並沒有達成好的效果，因此思考是否有更好的方法，來呈現此防疫步驟的重要。

我們常說看到才會相信，所以若是能將宣傳中強調的概念，具體的以影像的方式呈現給禽場工作人員，是不是較能改變其觀念。因此本計畫的目的，是要以螢光標示被病毒污染的禽糞、工具及工作人員，模擬工作人員於禽場的工作移動路徑，呈現污染的雞糞經過雨鞋踩踏或人員的碰觸，病毒於禽舍中散佈之情形，經由螢光的呈現，清楚的展示於眼前，配合卡通說故事的編排，方式，輕鬆活潑的展示在禽場工作人員面前，避免嚴肅說教，經由這樣眼睛親自看到病毒的散佈過程，應能對生物安全的徹底執行有所幫助。

三、成果介紹

在影片拍攝前，先測試過多種螢光劑，及與禽糞混合之比例，以達到最佳之螢光呈現樣態。為了控制拍攝之過程順利，特選擇本校之實驗動物舍，並請學生配合演出。拍攝完成之影片再經臺灣農業科技資源運籌管理學會進行後製，加上剪輯及配上卡通人物穿插其中，完成最後之版本。拍攝完成之毛片，有先於大學部之禽病課程放映，效果不錯，可吸引觀眾之興趣。

四、重要亮點

- (一) 生物安全防治是各經濟動物產業最基本的疫病預防工作，若能提升各個工作人員的防治意識，必能減少疾病之發生及蔓延。尤其在禽流感的防治及清除方面，目前我國仍不能使用禽流感疫苗，所以更須加強生物安全防治的宣導與落實。
- (二) 此影片之製作，希望能給枯燥的生物安全防治宣導，加上一些活潑的元素，將看不見的病毒傳播，以可見的螢光代替，讓禽場工作的過程中，人為疏忽所造成的病毒軌跡都清楚可見，以提醒大家對任何細小的動作皆不可掉以輕心。
- (三) 目前已在幾次禽流感防疫宣導的演講中，將此影片進行播放，配合演講進行，皆能吸引參與者之注意，成效不錯。

五、其他重大效益

每一次禽流感的散佈，皆可導致眾多雞隻的死亡和撲殺，其經濟損失是巨大的，若能經由此影片的宣導，降低禽流感的傳播，在經濟效益的提升會是顯著的。

六、未來展望 / 後續應用

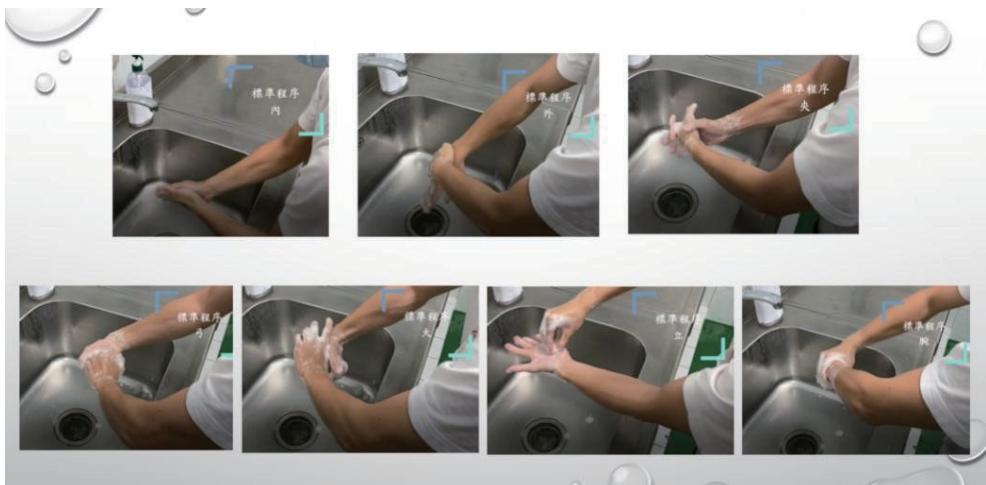
此影片已製作完成，測試之效果不錯，未來應可加強宣導讓更多的人知道，尤其是禽流感防疫人員，讓他們出去宣導時可以應用。目前此影片已放置在農業部動植物防檢疫署，禽流感專區，影音專區，年份:2024年，“遠離禽流感，禽場安全要做好”的目錄下，可供大家使用。

七、影音教材

(一) 本影片已上傳至 <https://reurl.cc/oKgKMq>



(二) 正確洗手之流程



參、野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統

一、執行團隊

- 國立中興大學生物產業機電工程學系：蔡耀全副教授、謝廣文兼任教授

二、成果介紹

野鳥是禽流感等疾病的天然宿主。當野鳥與家禽直接或間接接觸時，可能會將病原體傳播給家禽，導致疾病爆發，對養殖場的禽群造成嚴重影響。而臺灣位於東亞候鳥遷徙路徑上，加上氣候適宜，易成為候鳥的中間站或目的地，加上我國禽舍密度高，禽舍難以利用地形屏障對野鳥形成隔閡，來降低禽舍與野鳥接觸的機率。近年來為避免野鳥與家禽接觸，政府機關推動業者透過改建密閉式禽舍、非開放式禽舍或飼料桶周圍加設圍網等措施以防堵野鳥進入禽舍。而目前農民亦會使用如沖天炮、假稻草人、反光條、捕鳥網設立等驅鳥方式來主動驅離野鳥，但大多需耗費額外的人力進行作業，並無法全天候進行驅趕作業，也因野鳥不可控因素高以及學習力強，導致驅離效果往往較不佳。因此若能開發一套能自動偵測野鳥，並進行主動驅離的系統，不僅能透過主動驅離野鳥來降低疾病傳播風險，亦能透過系統的自動運作來進行全天候的野鳥預防。

本團隊透過結合野鳥自動偵測技術及雷射驅鳥系統，完成一套野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統，藉由自動的野鳥偵測並進行主動驅離，達到降低與避免野鳥和家禽接觸，以降低疾病傳染的風險。2018 年度進行關於動物辨識與國內外相關研究及文獻收集，研發雛型系統與評估其收益，以及雷射驅離設施之規劃與設計，於禽舍加裝防鳥圍網之規劃、設計與建置雛型系統。2019 年度成功建立野鳥自動偵測技術之雛型系統，以及雷射驅逐設施之雛型系統，並導入人工智能深度學習輔助野鳥偵測，將禽舍防鳥圍網改良後，搭配雷射驅逐系統於現場測試並評估效益。2020 年度改良野鳥自動偵測技術之雛型系統，增加準確率，將雷射驅離系統優化與測試，降低野鳥之習慣性，於禽舍

內建立不同雷射驅離系統位置規劃，並對驅離效果進行評估，為提升系統安全性，加入人車自動辨識偵測。2021 年度計畫執行目標，將雷射驅離系統模組化，以增加機台穩定性，擴增野鳥偵測系統機構，加強偵測與掃瞄範圍達到動態偵測系統，並結合多重驅離技術、不同驅離策略以及掃瞄範圍，降低野鳥的習慣性，並於現場測試並評估效益，也將針對場域進行野鳥熱點區域分析以優化偵測技術，整合物聯網技術以取得即時影像作為數據分析。2021 年度成功完成技轉作業，並朝向商品化發展。

三、調查資訊

為了更了解產業界需求、了解飼主之痛點，以及讓雷射野鳥自動驅鳥系統未來之開發，更符合產業界預期成效，本團隊於雷射野鳥自動驅離系統走向產品化前期，針對飼養者進行面對面的問卷調查，一共受訪的畜牧場共計 25 家，畜牧場所在地集中於中部以南，其中飼養火雞場 3 家、肉鴨場 2 家、蛋鴨場 1 家、白肉雞場 6 家、土雞場 6 家、土種雞場 1 家、蛋雞場 3 家、肉鵝場 3 家，共計 18 家為非開放式禽舍，剩餘 7 家皆為半開放式禽舍。

共規劃 12 道題目，訪問內容與結果如下：

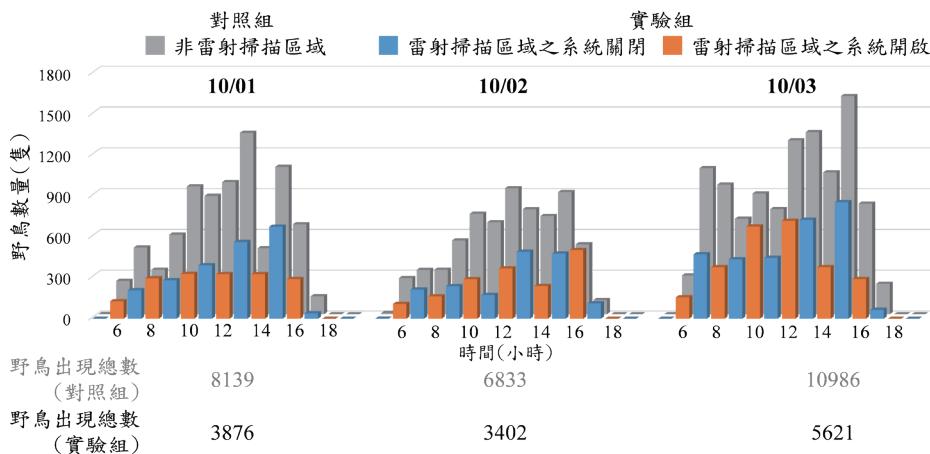
| 問題 | 調查結果 |
|-------------------------|--|
| 1. 您的飼養過程中，是否有感染禽流感之經驗？ | 約 46% 老闆曾受禽流感之苦。 |
| 2. 您覺得禽流感與野鳥群聚是否為正相關？ | 約 24 家飼主認為禽流感與野鳥群聚為正相關，其中只有 1 家蛋雞場飼主，認為禽流感跟禽舍地域相關。 |
| 3. 野鳥對於禽舍是否造成困擾？ | 約 64% 飼主認為確實造成困擾。 |
| 4. 野鳥對於禽舍造成何種困擾 (複選)？ | 約 63% 飼主表示主要造成困擾為疾病傳播，其次偷吃飼料，導致飼料減少以及糞便造成環境上的汙染。 |

| 問題 | 調查結果 |
|--------------------------------|---|
| 5. 您的禽舍內的野鳥經常出現於何處？哪個時間點出現最多？ | 約 65% 飼主表示無時無刻都有野鳥在禽舍周圍徘徊，其中 1 位飼主表示，他的場域在秋天等附近作物收割後，野鳥會最多，大多都在補給飼料後，會大量出現再電線桿及屋頂上徘徊。 |
| 6. 您禽舍內的野鳥品種為何？ | 飼主們表示麻雀為最大宗，其次為鴿子、斑鳩及外來種的八哥，剩餘為白鷺鷩及白頭翁。 |
| 7. 您是否有驅趕野鳥之經驗？ | 約 60% 飼主表示曾驅趕過禽舍周圍的野鳥。 |
| 8. 您曾使用的驅趕野鳥方式？ | 最常見的驅趕方式為放炮竹，其次為使用禽舍周圍掛雙面亮面彩帶，有 4 位飼主覺得沒有方法有效可以驅趕野鳥。 |
| 9. 您覺得推出雷射野鳥自動驅離系統，對於禽舍是否有貢獻？ | 約 93.3% 飼主表示有貢獻。 |
| 10. 您是否願意購買雷射自動驅離系統？ | 約 80% 飼主表示願意購買。 |
| 11. 您對於雷射自動驅離之裝置功能，進行購買需求性排行？ | 飼主們平均排行第一名為雷射驅離之效果、裝置的安裝便利性、太陽能供電，最後則是手機隨時監看禽舍功能。 |
| 12. 若政府補助，是否會提升您購買雷射自動驅離系統之意願？ | 100% 飼主表示會提升購買意願。 |

四、成果示範場域

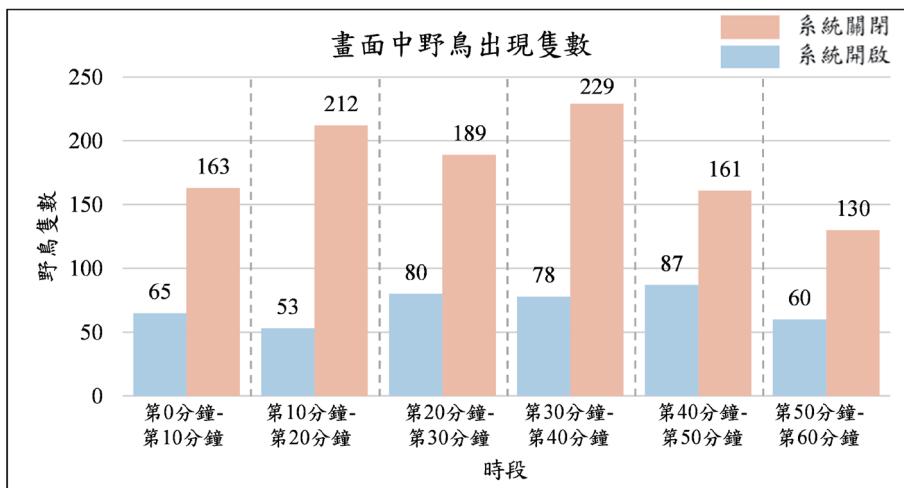
基於人工智慧技術之野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統，預計於兩個家禽場域進行實驗驗證其功效，場域一位於臺中西屯中科之蛋雞飼養場，本實驗場域為非開放式的禽舍，禽舍內有兩排飼養蛋雞的籠子，野鳥的種類以麻雀為主，該實驗場域有防鳥圍網，但因有缺損，附近的野鳥會飛進禽舍內啄食蛋雞的飼料，導致飼養業者的飼養成本增加，也增加蛋雞感染禽流感的風險，而野鳥多

棲息在飼料槽裡及蛋雞籠子上。實驗發現對照組與實驗組有顯著的差異，第一天實驗組野鳥總數為 3,876 隻、對照組野鳥總數為 8,139 隻；第二天實驗組野鳥總數為 3,402 隻、對照組野鳥總數為 6,833 隻；第三天實驗組野鳥總數為 5,621 隻、對照組野鳥總數為 10,986 隻，實驗期間有架設系統的雷射掃描區域野鳥數量，約為非雷射掃描區域野鳥數量的 49.7%，代表雷射確實有驅鳥的效果。



圖一、臺中中科蛋雞場之野鳥驅逐實驗之實驗結果

場域二位於雲林斗南之肉鴨場，本實驗場域為半開放式禽舍，飼養區域內設有飼料桶及水池，禽舍周圍被樹林所環繞，棲息於附近及樹林內之野鳥會飛入場域內覓食及休憩，野鳥種類以鴿子、麻雀、八哥及白頭翁為主，導致飼養業者的飼養成本增加，也增加肉鴨感染禽流感的風險，而野鳥多棲息在飼料桶附近及水池邊。比較系統在開啟和關閉時的野鳥總數，系統開啟時野鳥總數為 423 隻，系統關閉時野鳥總數為 1,084 隻，可看出系統開啟時的野鳥數量，皆低於系統關閉時的野鳥數量，顯示此系統在室外場域也可以有效驅離野鳥，降低野鳥滯留於禽場內，結果顯示此系統可減少場域內 60.9% 的野鳥。



圖二、雲林斗南肉鴨場之野鳥驅逐實驗之實驗結果

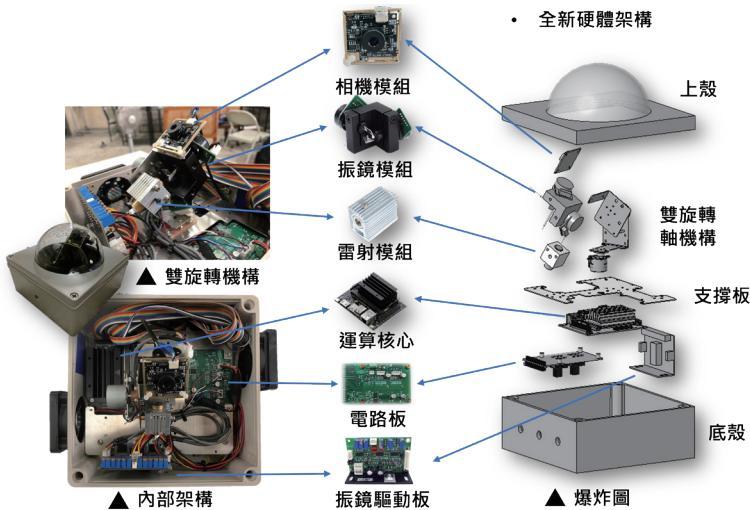
五、重要亮點

(一) 基於深度學習技術發展野鳥辨識，即使野鳥於戶外所占影像像素很少，透過大量野鳥圖資的收集與深度學習模型訓練，獲得之野鳥偵測準確率達 82.6%。



圖三、野鳥偵測與雷射驅離之發展歷程

(二) 為達到 360 度監測家禽養殖環境，將旋轉機構加入至本套系統中，從原本的單一面向監測擴增至 160 度監測場域，再至 360 度監測場域，實現全方位禽場監測，利用即時影像，即可得知當前禽場中的飼養家禽與野鳥出現情形。



圖四、野鳥偵測與雷射驅離之硬體架構

(三) 雷射從前人研究選用之 100 毫瓦，此系統改用 400 毫瓦，增加強日照時的雷射光點能見度，驅離野鳥可以降低家禽與野鳥接觸的機會，進一步降低傳染疾病的風險。驅離系統所選用之雷射功率並不會傷害野鳥生理，飼養家禽對雷射並不會產生畏懼反應，不會有動物危害的問題。

(四) 新增多樣的雷射掃描圖樣降低野鳥對雷射驅離法的習慣性，前期研究多用固定的階梯式掃描作為雷射驅離圖樣，野鳥對固定型態的驅離方法容易產生習慣性，因此利用高轉速的音圈馬達，開發出多種不同且大小不同的雷射圖樣，作為新型的雷射驅離圖樣。

(五) 透過產學合作發展野鳥自動追蹤與雷射驅逐，實際將人工智慧技術引進農業科技工程領域，為往後相關的家禽生理研究建立基礎。

(六) 已完成技轉，2022/07/05 技術公告、2022/07/19 計價與遴商線上會議、2022/08/05 合約書簽訂，技術名稱「自動鳥類偵測及驅離的方法」及「基於人工智慧之野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統」，被授權廠商智逐科技股份有限公司，合約編號 K111025，授權金 150,000 元、衍生利益金 10,000 元。

六、其他重大效益

- (一) 本計畫整合深度學習野鳥辨識技術與雷射自動驅離系統，獲得中華民國專利，2022 年 10 月 13-15 日於臺北世貿舉辦之臺灣創新技術博覽會，發明競賽獲得銀牌獎。
- (二) 計畫執行已完成技術移轉，並已完成商品化，所發展的技術可以創造商品價值。
- (三) 驅離野鳥可以降低家禽與野鳥接觸的機會，進一步降低傳染疾病的風險。此外雷射驅離野鳥並不會傷害野鳥，不會有動物危害的問題。

七、未來展望 / 後續應用

- (一) 野鳥自動追蹤與雷射驅逐系統穩定性提升
- (二) 系統介面設計與製作，以提升安裝設備之便利性
- (三) 針對整期飼養家禽進行動物是否緊迫實驗
- (四) 整合聲音或多樣式雷射驅離以達到更全面性的驅離方式

八、影音教材

- (一) https://youtu.be/ta2PFSH-CJU?si=WAf7CbtuuZ_PnrLc
- (二) https://youtu.be/23EFRy2C88o?si=aFJG-ZPwjXLaW_9e

主軸四 | 防治與監測

禽流感是跨國境傳播的重要動物傳染病，新型 H5 亞型高病原性禽流感自 2015 年入侵，不僅重創家禽產業，對社會民生與公共衛生更是造成衝擊，因此建立完善的禽流感疫情監測網絡，定期採樣檢測、研發快速診斷技術，提高疫情篩檢及預警能力等，更是防控禽流感重要的工作。

壹、風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署整備組：林育如前科長、陳昶勳前組長、周淑玫前組長、黃彥芳組長、鄒宗珮醫師、池宜倩副組長、楊淑兒簡任技正、朱柏威科長、林欣怡前助理研究員、林潔仔前研究助理、李佳融研究助理
- 衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心：劉銘燦主任、楊季融科長、余翊菱研究助理
- 衛生福利部疾病管制署中區管制中心：王蕙慈助理研究員

二、研究構想

國內、外持續有禽流感疫情發生，該病毒不僅造成重大經濟損失，且為世界衛生組織 (WHO) 評估，為最有可能造成人類大流行的病原體之一。流行病學調查結果顯示，人類新型 A 型流感病例多為直接或間接接觸受感染之活禽、死禽或受污染之環境而感染。因此，聯合國糧食及農業組織 - 世界衛生組織 - 世界動物衛生組織 (FAO-WHO-OIE, 2021) 建議，各國應針對較有可能暴露於動物流感病毒的族群，進行血清流行病學監測及調查研究，以強化人禽介面管理，評估人類暴露及感染風險。

本計畫之預期目標為建置具代表性之國內人類禽流感血清抗體盛行率，以及可能風險因子之背景資料，以掌握國內禽流感病毒變異及流行趨勢，搭配接觸者症狀監測資料，以利評估現有防治作為之有效性與妥適性，強化人禽介面管理政策之科學證據。

本計畫收案族群包括禽流感發生場接觸者為暴露組、未具禽畜暴露史之住民為對照組，以及之前年度暴露組為長期追蹤組，預期達到下列目標：(1) 比較配對之暴露組與對照組之血清抗體效價分布差異，以了解高風險族群暴露於禽流感病毒後之抗體變化；(2) 分析所有暴露對象其血清抗體效價與各風險因子相關性，期能找出危險因子與保護因子，加強高風險族群對禽流感病毒之防護；(3) 評估長期追蹤組血清抗體效價變化趨勢。

三、成果介紹

(一) 2018-2023 年共計 456 疫情場，禽場分布於 17 縣市，每年疫情場匡列造冊接觸者平均約逾 1 千人次 (六年計追蹤近 8 千人次)，前開接觸者自最後一次暴露後追蹤健康狀況結果，均未出現急性上呼吸道感染症狀；並邀請匡列接觸者加入本計畫進行血清監測。

(二) 血清抗體檢測結果

1. 2018-2020 年本計畫收案對象為暴露於禽流感發生場之工作人員，3 年共收案 409 人，以 H5N8(2.3.4.4c) 為抗原進行檢測，其中 14 人 (3.4%) 之 HI titer $\geq 1:40$ ，尚難排除感染之風險。經分析造成 HI titer $\geq 1:40$ 之各項風險因子，皆無統計上顯著差異。
2. 自 2021 年起，收案對象除暴露於禽流感發生場之工作人員 (暴露組) 外，另以未具禽畜暴露史之住民為對照組，2021-2023 年共收案 286 對 (1:1 收案) 收案對象，HI 監測結果如下：

2021-2023 年以 H5N8(2.3.4.4c) 為抗原進行檢測，286 對收案對象中，其中有 2 名暴露組及 1 名對照組之 HI titer $\geq 1:40$ 。

2021-2022 年以 H5N2(2.3.4.4c) 為抗原進行檢測，189 對收案對象中，其中共有 12 名暴露組及 1 名對照組之 HI titer $\geq 1:40$ 。

2023 年以 H5N2(2.3.4.4b) 為抗原進行檢測，97 對收案對象中，其中共有 2 名暴露組之 HI titer $\geq 1:40$ 。

上開資料顯示，暴露組之血清抗體效價分布，顯著高於對照組，且部分收案對象出現抗體效價逾 1:40 情形，尚難排除感染風險。

（三）長期追蹤組監測結果

2023 年共收案 61 名長期追蹤組，以 H5N2(2.3.4.4b) 抗原，回溯檢驗其 2021 及 2022 年收案之檢體，結果顯示雖未出現有抗體效價上升 4 倍以上，或 HI titer $\geq 1:40$ 之情況，惟發現該些個案之 HI titer 有持平或略升之狀況，血清抗體效價分布改變，可能代表禽類 A/H5 (2.3.4.4b) 病毒疫情仍對高風險暴露者造成風險，需持續追蹤；HI titer 分布之資料如下表所示。

| H5N2(2.3.4.4b) | 2021 年 | | 2022 年 | | 2023 年 | |
|----------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| HI Titer | 人數 | 占比(%) | 人數 | 占比(%) | 人數 | 占比(%) |
| <1:10 | 60 | 98.4 | 60 | 98.4 | 27 | 44.3 |
| 1:10 | 1 | 1.6 | 1 | 1.6 | 23 | 37.7 |
| 1:20 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 11 | 18.0 |
| 1:40 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Total | 61 | | 61 | | 61 | |

四、重要亮點

- (一) 2018-2023 年共收案 733 名禽流感發生場之工作人員，經自主健康監測，無人出現急性呼吸道感染症狀，惟依血清監測資料顯示，少數個案 HI titer $\geq 1:40$ ，尚難排除無症狀感染之風險。另長期追蹤組之 A/H5(2.3.4.4b) 血清抗體監測結果顯示，雖無出現抗體效價上升 4 倍以上或 HI titer $\geq 1:40$ 之陽轉情形，惟逐年血清抗體效價分布呈持平或略升，可能代表禽類 A/H5 (2.3.4.4b) 病毒疫情仍對高風險暴露者造成風險，需持續追蹤。
- (二) 本計畫發現禽流感發生場暴露人員，雖於工作時有穿戴任一種個人防護裝備 (PPE) 之比例達 9 成以上，惟其中協助撲殺 / 清場作業人員口鼻、眼睛保護部分，低於業者或動物防疫人員，已向地方防疫單位宣導，應積極宣導工作時穿戴 PPE 之重要性，亦加強宣導其接種季節性流感疫苗。
- (三) 2022 年收案之長期追蹤組當年度曾接種季節性流感疫苗比例 (52.5%) 顯著高於 2021 年 (12.7%)，顯示加入研究計畫有助於提升高風險對象之健康促進行為。
- (四) 本計畫已建立一批有連續 3 年血清檢體之長期追蹤組，預期透過觀察該批對象之抗體效價變化趨勢，瞭解國內暴露族群之感染風險。
- (五) 本計畫透過長期（自 2018 年起迄今），與農政單位、地方衛生防疫單位，就動物流感疫情之資訊分享與人類暴露者之追蹤、健康監測，已經建立一套完整的血清流行病學調查之監測機制，可用於其他人畜共同新興傳染病特殊群聚之快速監測與風險評估。

五、其他重大效益

- (一) 自 2020 年起席捲歐亞各國的 H5N1(2.3.4.4b) 禽流感病毒於 2021 年

首次入侵臺灣，當年研究團隊使用之抗原為 H5N8(2.3.4.4c)，經與農政單位積極溝通，迅速取得 H5N2(2.3.4.4b) 抗原，進行我國首例感染該分支病毒之禽場暴露者血清監測，結果顯示人類尚無感染之虞；後續 2.3.4.4b 分支病毒成為我國主要流行株，本計畫亦變更監測抗原為上開分支之 H5 抗原，亦回溯檢測 2021-2022 年收案之長期追蹤組 2.3.4.4b 抗體效價。

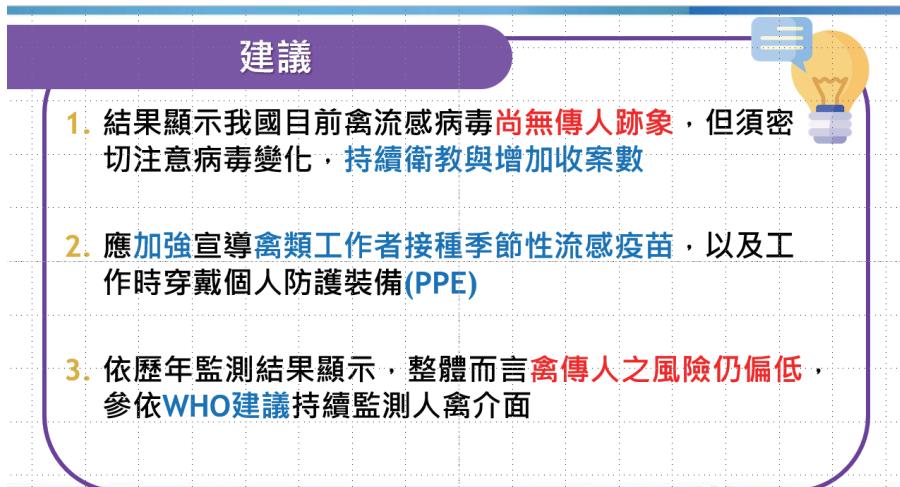
- (二) 本計畫歷年來已於各縣市建立血清流行病學調查團隊，2023 年度於金門發生我國首例 H9N2 禽類疫情時，雖該病毒對於禽類為低病原性，但曾造成人類輕症病例，且金門縣近年內為首次發生禽流感疫情，故地方衛生局立即透過本計畫建立的血清監測模式，出動採檢完成檢驗與監測。

六、未來展望 / 後續應用

- (一) 經長期觀察禽流感疫情發生趨勢，發現國內禽流感病毒流行型別持續改變中，本計畫使用之病毒抗原，已更新以與動物主要流行病毒型別相符。
- (二) 本計畫除以橫斷式研究針對年度禽流感高風險暴露者進行血清抗體監測外，亦建立長期追蹤機制，持續評估高風險暴露族群之血清抗體效價變化，有助於即時偵測人類感染情況與病毒感染力變化。
- (三) 美國農業部於 2024 年 3 月下旬在德州和堪薩斯州發現乳牛感染禽流感 (H5N1 2.3.4.4b) 案例，且德州出現 1 名與被感染乳牛接觸後確診 H5N1 之人類病例，針對該疫情，WHO 再次強調及提醒各國，加強監測以及流行病學調查之重要性，本計畫後續亦將響應 WHO，進行相關科研之創新與突破，為新型 A 型流感防治建立科學基礎與依據。

七、成果示意圖片

(一) 本計畫執行結果與建議事項：



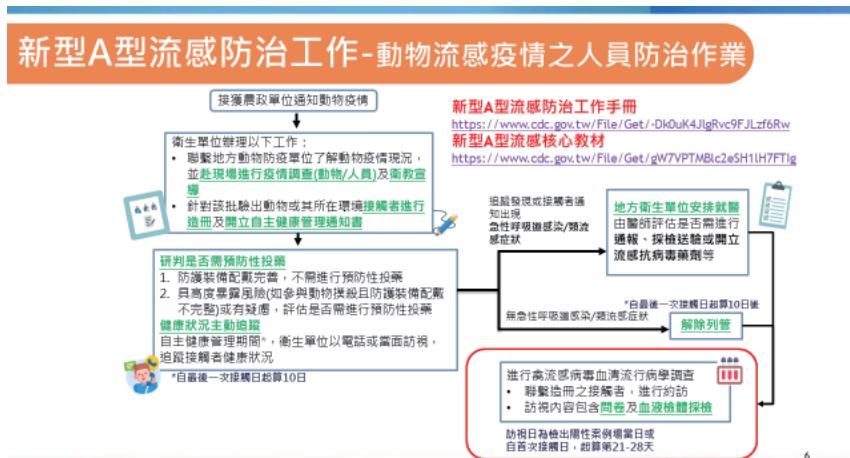
(二) 本計畫調查結果發現動物疫情撲殺 / 清場作業人員之眼睛與口鼻防護狀況較其他禽畜工作人員不佳，已請地方政府衛生局加強衛教宣導。

112年高風險族群血清調查結果(2)

| 職業別 | | 人數 | 防護裝備穿戴情形 | | | | | | | | | | 洗手習慣 |
|------|-------------------------|-----|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|----------|
| | | | 有穿戴任一防護裝備 | 手套 | 口罩 | 眼鏡 | 安全帽或護目鏡 | 鞋套 | 防水鞋 | 防水圍裙 | 隔離衣 | 全罩式防護衣 | |
| 一般人員 | 養禽業者或員工/屠宰場工作人員 | 31 | 29(94%) | 18(58%) | 27(87%) | 6(19%) | 2(6%) | 3(10%) | 20(65%) | 2(6%) | 0 | 0 | 30(97%) |
| | 動物防疫單位人員/獸醫 | 49 | 48(98%) | 40(82%) | 48(98%) | 17(35%) | 12(24%) | 29(59%) | 22(45%) | 1(2%) | 10(33%) | 36(73%) | 49(100%) |
| | 運苗車、運禽車、飼料車及化製車等駕駛人員/其他 | 12 | 9(75%) | 6(50%) | 7(58%) | 0 | 1(8%) | 2(17%) | 6(50%) | 1(8%) | 1(8%) | 2(17%) | 12(100%) |
| 撲殺人員 | 協助撲殺/清場作業人員 | 12 | 9(75%) | 8(67%) | 9(75%) | 3(25%) | 5(42%) | 3(25%) | 7(58%) | 0 | 2(17%) | 7(58%) | 12(100%) |
| | 小計 | 104 | 95(91%) | 72(69%) | 91(88%) | 26(25%) | 20(19%) | 37(36%) | 35(33%) | 4(4%) | 19(18%) | 45(43%) | 103(99%) |

新型A型流感防治工作手冊：家禽撲殺人員應視可能危害狀況，穿著防護衣、戴口罩、穿膠鞋或鞋套、戴手套，必要時戴護目鏡或面罩。

(三) 依本計畫執行結果，滾動調整新型 A 型流感防治工作手冊，以及更新新型 A 型流感防治核心教材，並公布於本署全球資訊網。



八、發表文獻

2017 年臺灣高病原性禽流感案例場家禽相關工作人員禽流感病毒抗體血清流行病學調查 / 林欣怡 /2021 年 /<http://at.cdc.gov.tw/3V1Z2t>

九、相關書冊

新型 A 型流感傳染病防治工作手冊 / 衛生福利部疾病管制署 /2023 年 /
<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/-Dk0uK4JlgRvc9FJLzf6Rw>

貳、從傳統媒體過渡到新媒體宣導之探討及多元化媒體宣導運用之探討

- 以新型 A 型流感為例

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署公共關係室：柯海韻簡任技正、周雅萍科長、魏涵寧副研究員、楊佩欣科員、許芮婕約用公關助理、謝侑瑾約用公關助理、戴妤珊約用公關助理

二、成果介紹

受全球化影響，新興傳染病一旦出現即可能透過跨國交通迅速傳播；加以社群、影音串流媒體等新媒體通路日新月異，傳統媒體單向的宣導成效已不如以往。面對本土性傳染病及未來新興疫病潛在的威脅，為突破既有防疫宣導形式，並提升民眾對新型 A 型流感等新興傳染病之警覺及認知，疾病管制署自 2018 年起推出「疾病擬人」系列，以提升對本署新媒體平台關注及互動率較低之 18-34 歲族群對於傳染病防治相關資訊關注度，並突破既有同溫層，使防疫訊息可透過社群媒體的分享機制向外擴散，吸引更多年輕族群針對疾病相關之訊息的互動與討論。

三、成果示範場域

於 2018 年 11 月 15 日疾管署臉書粉絲專頁推出，2 個月後疾管署臉書粉絲人數即成長近 2.3 萬人，18-34 歲粉絲比例提升 3%。

四、重要亮點

推出迄今已推出以新型 A 型流感為首之 65 款疾病及防疫工作擬人角色，配合上百張單張衛教素材，成功引起國內民眾，更有海內外媒體採訪報導，同時已多次接獲縣市衛生局及外部單位等申請授權延伸推廣運用。

(一) 於 2018 年 11 月 15 日於本署臉書發布「疾病擬人 - 新型 A 型流感」貼文後，1 日內該貼文觸及率即超過 25 萬人次，且臉書粉絲增加超過 2 千人，分享、留言討論熱烈，連帶提升本署臉書其他相關貼文觸及率。



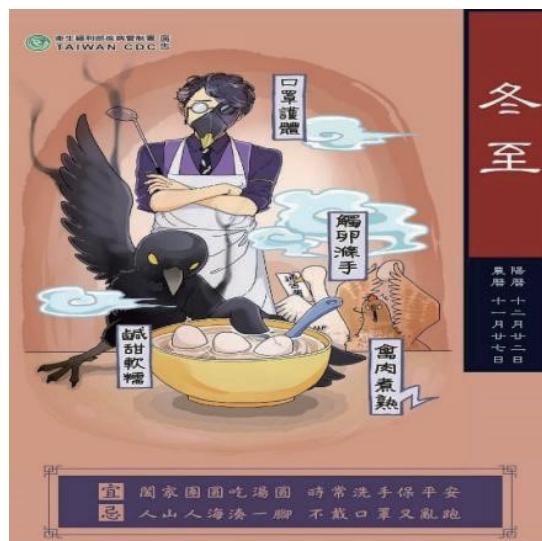
(二) 運用疾管署擬人角色及新 A 流等疾病擬人角色互動，創造趣味性並提升民眾對於角色的興趣與認知



(三) 透過新A流、流感擬人角色之互動，使角色更加人性化，帶出2種疾病的異同以及防疫方式



（四）運用新 A 流等疾病擬人角色，結合傳統節氣，提醒民眾留意飲食衛生安全。



(五) 運用新 A 流等疾病擬人角色，結合世界衛生節日，提醒民眾注意自身健康。



(六) 2021 年與高雄市政府文化局駁二藝術特區「這，不會考 2」展覽合作展出，廣受各界好評，隔年更由文化策進院申請移展至位於臺北市之臺灣漫畫基地，擴大展覽觸及群眾。



五、未來展望 / 後續應用

為持續提供最新衛教素材並發展自有 IP 價值，將持續運用新型 A 型流感等擬人角色進行不同形式衛教宣導，提升民眾對疾病之印象及接觸防疫知識意願。

參、農衛合作新型 A 型流感監測

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署疫情中心：許建邦科長、簡淑婉科長、盧詩淳
約用助理、吳季儒助理研究員

二、研究構想

新型 A 型流感（下稱新 A 流），即人類感染禽 / 豬 A 型流感，為新興之人畜共通傳染病，曾於人類中造成數次大規模疫情。由於該類病毒變異快速，每次疫情發展均不相同，故在疫情爆發前，先對可能引發人類疫情之影響因子進行「疫前監測」，或對零星人類病例進行逐案分析，以預判風險、加速應變，對於整體防疫執行順遂進行，益形重要。

為達此目的，除人類疫情外，尚需整合禽類禽流感疫情、豬隻豬流感疫情、病原變異之表徵及分析資訊等多領域訊息分析評估。本計畫即是以整合農方禽（動物）流感及衛方人類新 A 流跨域資訊為目標，致力農業及衛生單位雙方溝通管道順暢、優化人畜流感疫情監測資料交換機制，透過資訊整合及產出一站式風險評估及決策輔助工具策略，期能輔助雙方進行防疫決策，達成農衛防疫一體、超前防治之目標。

三、監測資訊盤點蒐集成果

依照人類 A 型流感風險評估所需資訊，以六面向 23 類項目進行相關資料蒐集結果如下：

| 資料面向 | 資料項目 | 蒐集情形 |
|--------|-----------------------------|---|
| 病原研究 | 國內禽流感病毒基因序列人類影響分析 | 截至 2024/4/15，已蒐集 8 筆資料，並已談定農衛資料傳遞流程。 |
| | Nextstrain 國際禽流感病毒胺基酸序列變異資料 | 截至 2024/4/15，已目前蒐集 h5 系列 12,585 筆 h5 系列資料。 |
| | 獸醫所每季禽流感病毒分析訊息 | 自 2015 年第三季至 2023 年第四季，已蒐集 34 份資料。 |
| | Offlu 禽流感病毒 VCM 報告 | 自 2018/9 至 2024/2，已蒐集 11 份資料。 |
| | 其他文獻對病原變異之評估 | 未計數。 |
| 人類疫情監測 | 國際監測 | 截至 2024/4/15，已蒐集 1,936 筆新 A 流資料；125 筆變種新 A 流資料。 |
| | 國內監測 | 截至 2024/4/15，已蒐集 6 筆新 A 流；3 筆變種新 A 流資料。 |
| | 各型別（分支）感染狀況統計 | 截至 2024/4/15，已針對 13 種新 A 流型別、6 種變種新 A 流型別進行統計。 |
| | 人類禽流感病毒抗體血清流行病學調查 | 截至 2024/4/15，已蒐集 11 份調查報告 |

| 資料面向 | 資料項目 | 蒐集情形 |
|---------------|----------------------|--|
| 動物疫情監測 | 國際禽類禽流感疫情通報資料 | 自 2006 至 2024 年，已蒐集 19,506 筆資料。 |
| | 國際非禽類禽流感疫情通報資料 | 截至 2024/4/15，僅蒐集零星新聞，未計數，未來擬由 WAHIS 蒯集。 |
| | 國際哺乳動物感染 H5 禽流感種類監測 | 自 2021/2 至 2023/9，已蒐集 112 筆資料。 |
| | 國內禽類禽流感疫情通報資料 | 自 2015/9 至 2024/4/15，已蒐集 1,109 筆資料。 |
| | 國內非禽類禽流感疫情通報資料 | 截至 2024/4/15，無資料。 |
| 動物宿主及媒介生態研究資料 | 國內易感染動物分布 - 家禽 | 已採自動化機至蒐集國內禽場資料，每日更新。 |
| | 國內易感染動物分布 - 野禽 | 自 2014 年至 2023 年，已自 ebird 蒯集野禽觀測資料，惟使用方式尚待研議。 |
| | 國際易感染動物分布 - 野禽 | 蒐集及使用方式尚待釐清。 |
| 專家研究調查及諮詢 | 風險評估 _WHO 人畜介面流感定期報告 | 自 2022/11 至 2024/3，蒐集 12 份報告。 |
| | 風險評估 _WHO 特定亞型流感評估 | 截至 2024/4/15，已蒐集 5 份報告，包含 H5N8、H5N6、H5N1、H3N8。 |
| | 風險評估 _歐洲禽流感每季總覽 | 自 2021/9 至 2024/3，已蒐集 10 份報告。 |
| | 其他文獻清單 | 未計數。 |
| 防治政策及作為 | 人類疾病防治作為資料 | 截至 2024/4/15，僅蒐集零星新聞，未計數。 |
| | 動物疾病防治作為資料 | 截至 2024/4/15，僅蒐集零星新聞，未計數。 |

四、成果介紹

本計畫成果運用於疫情監測人員監測場域

- 本計畫應用前：

(一) 僅能取得人類新 A 流之病例資訊，無法針對「可能導致人類疫情」之其他風險資訊進行疫前監測及評估。

(二) 無病原變異、動物疫情相關數據源，僅能以閱覽報告、文獻之方式蒐集國際組織對該類項目之評估及結論，監測無主動性。

(三) 資料多為質性，且各自為資料孤島，查找及應用各自獨立，難以進行整合與比較。

- 本計畫應用後：

(一) 初級資料取得：

1. 向農方介接禽類禽流感疫情通報資料、禽場分布資料、禽流感病原抽樣資料。

2. 自動化蒐集國際組織禽 / 哺乳類禽流感通報資料、病原共享資料、野禽觀測資料。

3. 強化監測主動性，分析內容之彈性。

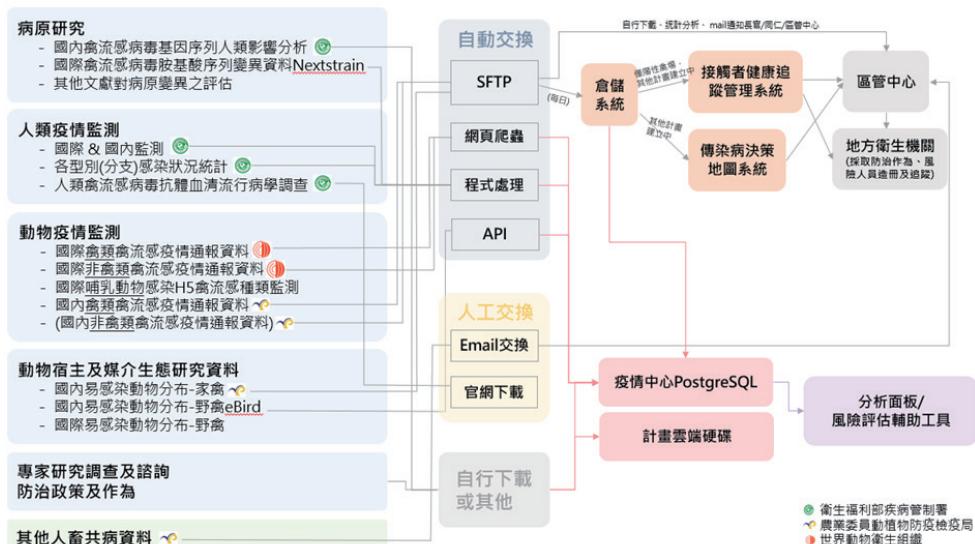
(二) 重要資料源盤點，對各種文獻報告設定重點蒐集目標，定期取得具公信力、穩定、可比較之長期評估資訊。

(三) 將資料盡可能地結構化、規格化，並收整於單一資料庫，供分析工具取用。

(四) 嘗試建置資訊面板，針對風險評估所需考量之危險因子提供一站式查找服務，加快評估速度。

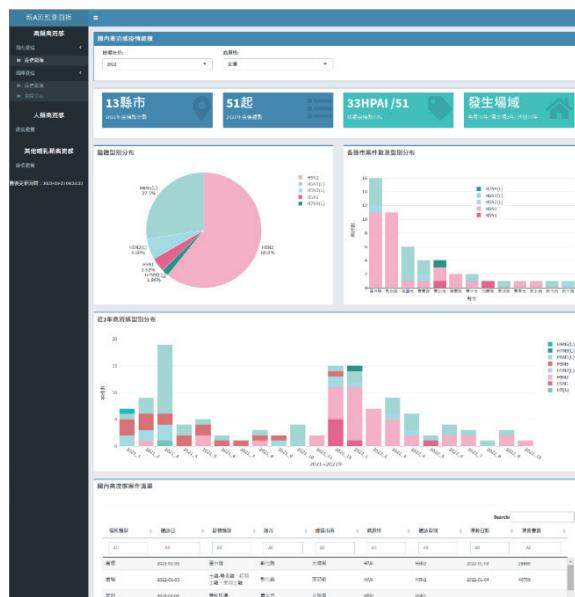
五、重要亮點

- (一) 自動化資料蒐集：將以往大量利用程式蒐集資料，將須花費大量人時，甚至幾乎不可能經常性取得之資料採以自動化取得。如國際動物衛生組織 (WOAH) 之禽流感通報資料、Nextstrain 之病毒胺基酸序列資料等。
- (二) 跨機關資料介接：與農方建立 SFTP 安全資料交換機制，由農方上傳「禽流感疫情」及「禽場最新分布」資料，衛方則以程式定期下載並自動入庫，達成自動化更新目標，其中前者入庫後將自動轉接至接觸者健康追蹤管理系統 (TRACE)，供第一線衛生局所/區管中心人員即時進行暴露者追蹤管理；後者將自動轉接至傳染病決策地圖系統 (ZONE)，供防疫人員查詢地圖化資訊，大量減少操作步驟，並提升資料傳遞速度。



圖一、截至 2023 年最新納入資料之清點、流向及交換藍圖

- (三) 建立新 A 流防疫資料庫：將從不同來源、途徑取得之資料，透過程式重新清理、規格化後，全數收整於單一資料庫，方便進行資料之查找、比對、串接與管理，亦利分析工具取用，提升整合運用之可能性。
- (四) 資訊整合面板：將風險評估所需考量之危險因子，依評估指標及其對應標準，製成監測圖表，並將多種對照資訊以儀表板方式呈現，不同評估重點之項目則於不同頁面呈現，製成新 A 流疫情監測之資訊整合網站，提升風險評估速度。



圖二、現已建置之部分面板雛形

六、其他重大效益

- (一) 跨域整合：跨域合作除須對彼此之資料取得、處理、解讀，及應變資源等均有所了解，亦須拋開各機關之本位主義，盡力考量對方之需求，在資源有限的行政機關中實不易推行。本計畫嘗試尋求農衛雙方之互利模式，並已產生具體成效，建立農衛雙方溝通管道，將能成為往後跨域合作之有益經驗。

(二) 業務工作之自動化：將人工難以處理之複雜作業，改以撰寫程式方式執行，在節省公帑，未依賴外部廠商之資源下，有效增進業務品質，擴充風險評估之量能，成為發展實質輔助工具之基石，亦闢往後業務工作轉型之蹊徑。

七、未來展望 / 後續應用

本計畫目前仍在建置階段，截至本年度（2024）4月上旬，所蒐集之重點資料多可自動化取得，亦已建置部分面板雛形，預期計畫結束前，將能完成六面向資料自動化入庫、並完成「新 A 流疫前 / 疫情監測整合面板」研發為目標。

計畫結束後，期能持續發展上述面板之「疫情監測」功能，除病例數、統計數值（如致死率、重症率）等現行規劃內容外，希望能擴充更多風險評估所需之實用資訊範疇，並規劃於資訊穩定後開放外界查詢利用。

肆、建構擴增人類禽流感病毒檢驗指定實驗室

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心：楊季融科長、劉銘燦研究員

二、成果介紹

建構並強化我國人類禽流感病毒檢驗監測網，於全國北中南東各地設置具檢驗能力的指定檢驗機構，協助中央政府實驗室進行病毒檢測工作，進而增強全國新型 A 型流感病毒疑似病例的檢驗量能、爭取防疫時效。此外，亦藉由提升各實驗室的檢驗能力與品質，儲備國內針對新興傳染病檢驗的實驗室專業人才，俾使相關防疫工作可永續推動。已完成建構全國新型 A 型流感指定檢驗機構網絡，參與之醫療院所 11 家，分佈於我國北（4 家）、中（2 家）、南（4 家）、東（1 家）四個地理區域，依每家實驗室每日檢驗量能為 100 件計算，連同疾管署國家流感中心，現階段每日最大檢驗量能約為 1,300 件，預期足以因應新型 A 型流感疫情爆發之緊急檢驗。

三、重要亮點

(一) 已完成建構全國新型 A 型流感指定檢驗機構網絡，參與之醫療院所 11 家，分佈於我國北（4 家）、中（2 家）、南（4 家）、東（1 家）四個地理區域，依每家實驗室每日檢驗量能為 100 件計算，連同疾管署國家流感中心，現階段每日最大檢驗量能約為 1,300 件，預期足以因應新型 A 型流感疫情爆發之緊急檢驗。

(二) 新型 A 型流感指定檢驗機構網絡，相較於以往通報檢體全數送至疾管署國家流感中心檢驗之情形，檢驗時間平均可節省 1~2 天，故藉由在地化檢驗之機制，對通報檢體之檢驗時效提升具實質效益。



圖一、新型 A 型流感指定檢驗機構網絡圖

四、其他重要效益

- (一) 已完成年度新型 A 型流感指定實驗室檢測能力試驗，本指定檢驗網絡之各檢驗機構均通過測試，檢驗品質及能力良好，可提供優質檢驗，提升檢驗品質。
- (二) 以常規運作方式建立我國新型 A 型流感指定實驗室檢驗網絡，以在地化檢驗的策略爭取防疫時效；亦藉由提升各實驗室的檢驗能力與品質，儲備國內針對新興傳染病檢驗的實驗室專業人才，俾使相關防疫工作可永續推動。

五、未來展望 / 後續應用

藉由執行期間針對新型 A 指定檢驗機構網絡之建構，將現階段全國具良好檢驗能力，且具使命感之專業實驗室納入，而此成果亦是以疾病管制署多年來扶植我國病毒合約實驗室網絡之基礎而來，因此，未來政府權責機構對於國家傳染病檢驗之規劃，必須以網絡運作為策略，並應持續爭取經費，使該網絡成員愈趨密集，逐步打造符合國際趨勢之世界級傳染病防疫檢驗網。

伍、「人畜共通傳染病跨域資訊整合及決策支援系統計畫」及「建立人畜共通傳染病風險評估計畫」

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署疫情中心：郭宏偉主任、李佳琳副主任、陳秋美簡任技正、劉宇倫醫師、簡淑婉科長、許建邦科長、曾薇如技士、王小棋護理師、施函君助理研究員、胡毓萍專員、吳季儒助理研究員、盧詩淳約用助理、何佩臻約用研究助理
- 衛生福利部疾病管制署資訊室：吳宣建主任、盧修文前科長、朱庭健設計師

二、成果介紹

疾病管制署（下稱疾管署）為整合新興傳染病跨域資訊，於 2017-2020 年度執行之「人畜共通傳染病跨域資訊整合及決策支援系統計畫」及 2021 至 2024 年度執行之「人畜共通傳染病風險評估計畫」，完成建置及維運「人畜共通傳染病跨域資訊整合及決策支援系統」，包含「傳染病決策地圖」（下稱 ZONE 系統）及「接觸者健康追蹤管理系統」（下稱 TRACE 系統）2 項系統，前者運用於禽流感／新型 A 型流感、登革熱、麻疹等傳染病之人、動物、環境等跨領域資訊整合以輔助風險評估與資源分配決策；後者運用於禽流感／新型 A 型流感、COVID-19、麻疹、M 痘等傳染病接觸者追蹤調查與管理，並擴建健康回報系統，開放民眾回報自身健康狀況，減輕第一線防疫人員工作負擔。

為強化農衛交流合作機制及擴展人畜共通傳染病與新興傳染病監測及跨域資訊交流整合，於 2021-2024 年階段，透過農政、衛政合作，由疾管署、農業部防檢署（時農委會防檢局）及農業部獸醫研究所（時農委會畜衛所）三單位合作組成「人畜共通傳染病跨部會風險評估團隊」，並於 2022 年 8 月 25 日發布共同新聞稿，及公布「H5 亞型（H5N2/H5N6/H5N8）禽流感病毒風險評估」報告（網址：<http://at.cdc.gov.tw/pB2474>）。

三、成果示範場域

本計畫成果運用於衛生防疫人員工作場域。

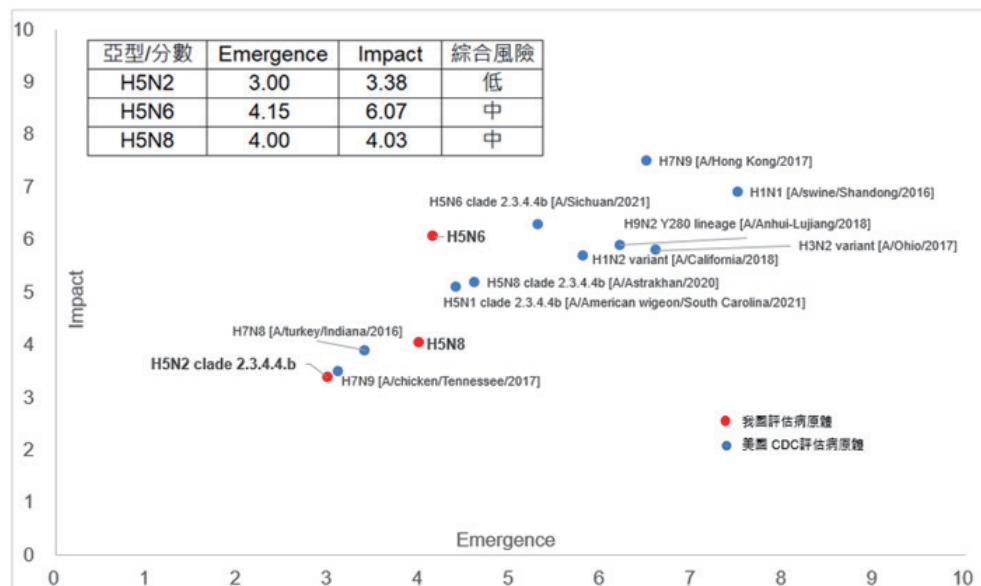
- 本計畫應用前：
 - (一) 防疫人員若要了解傳染病個案時空、地理分布，僅能自行於 Google 地圖或其他地理資訊系統新增個案點位相關資訊，且不易整合呈現蚊媒、群聚等相關疫情資訊。
 - (二) 我國法定傳染病接觸者健康追蹤係由個案居住縣市所在衛生局所負責調查與管理，並由疾管署各區管制中心督導，以及協調跨縣市接觸者資訊蒐集與溝通，傳統接觸者健康狀況追蹤，是以家訪或電話方式進行，並以人工方式統計追蹤結果，由於追蹤期多達 1-2 週，防疫單位因應高傳染性疾病疫情爆發，需動員眾多人力進行個案及接觸者追蹤管理，相當耗費人力及成本，且如果遇到大量接觸者要追蹤時，衛生局等防疫單位人力往往無法負荷。
 - (三) 民眾僅能透過新聞稿或相關衛教文宣，獲得登革熱疫情或防疫的相關資訊，缺乏疫情資訊更新的即時性。
 - (四) 人畜共通傳染病事件爆發時農衛聯繫作業不熟悉，對重要疾病無定期公布風險評估報告機制。
- 本計畫應用後：
 - (一) 防疫人員可透過 ZONE 系統進行傳染病個案時空態勢分析、資訊整合及視覺化，掌握傳染病流行趨勢，並加以預防。
 - (二) 透過建置 TRACE 系統，資訊化傳染病接觸者健康追蹤機制，依據傳染病通報系統通報資料及檢驗資料，自動建立個案清單，導入系統使接觸者名冊建立全面資訊化，改善現行紙本作業，提升傳染病接觸者健康追蹤管理效能及控制疫情傳播。

(三) 民眾可透過登革熱地圖，即時查詢自家周圍個案分布、群聚警報、蚊媒聚集及 NS-1 快篩院所等資訊。

(四) 農衛雙方建立共同風險評估小組，有助於定期掌握重要人畜疾病之風險狀況。

四、重要亮點

(一) 由農衛雙方合作組成，「人畜共通傳染病跨部會風險評估團隊」，並以禽流感 / 新型 A 型流感為例演練傳染病共同風險評估機制，於 2022 年 8 月 25 日發布共同新聞稿，公布「H5 亞型 (H5N2/H5N6/H5N8) 禽流感病毒風險評估」研究報告。藉由維運人畜共通傳染病跨部會風險評估團隊，達到農衛情資共享、提升疫情防控效能，及持續落實 One health 理念。



圖一、H5 亞型 (H5N2/H5N6/H5N8) 禽流感病毒風險評估結果矩陣
(紅圈：我國評分結果；藍圈：美國 CDC 評分結果)

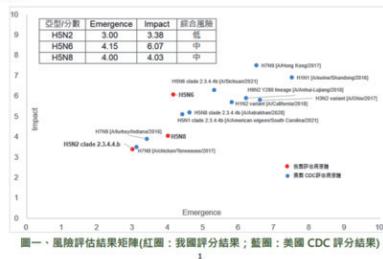


- 二、我國本(111)年持續於雲林縣、彰化縣、屏東縣等縣市之禽場發生 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感疫情，相關工作及防疫人員有接觸病鳥之風險，由農委會雙方人畜共通傳染病共同風險評估工作小組(下稱「工作小組」)針對 2.3.4.4b 分支之禽流感病毒(新型 H5N2/H5N6/H5N8)出現人類病例及具持續性人傳人風險(下稱「Emergence」)與公其衛生衝擊風險(下稱「Impact」)進行風險評估。

方法

參考美國 CDC 流感風險評估工具(IRAT)¹，由工作小組進行 IRAT 之 10 項風險項目之佐證資料蒐集與風險評估，再由疾病管制署編輯報告及工作小組確認後完成。

結果



圖二、H5 亞型 (H5N2/H5N6/H5N8) 禽流感病毒風險評估結果報告

(二) ZONE 系統

1. 2017-2020 年階段完成建置蟲媒類、呼吸道類及接觸類傳染病主題地圖模組，包含登革熱、麻疹及 COVID-19 之 3 項主題地圖，共完成逾 20 項資料集介接，與 11 項主題儀表板建置與資料驗證作業，提供防疫資訊自動視覺化並輔助決策、資料加值應用及公開。
2. 2021-2024 年階段新增建置禽流感 / 新型 A 型流感主題地圖，整合呈現新型 A 型流感個案、全國禽場及陽性禽場分布等相關資料；另於所有主題地圖中共完成逾 20 項功能新增、優化及調校。

結論與建議

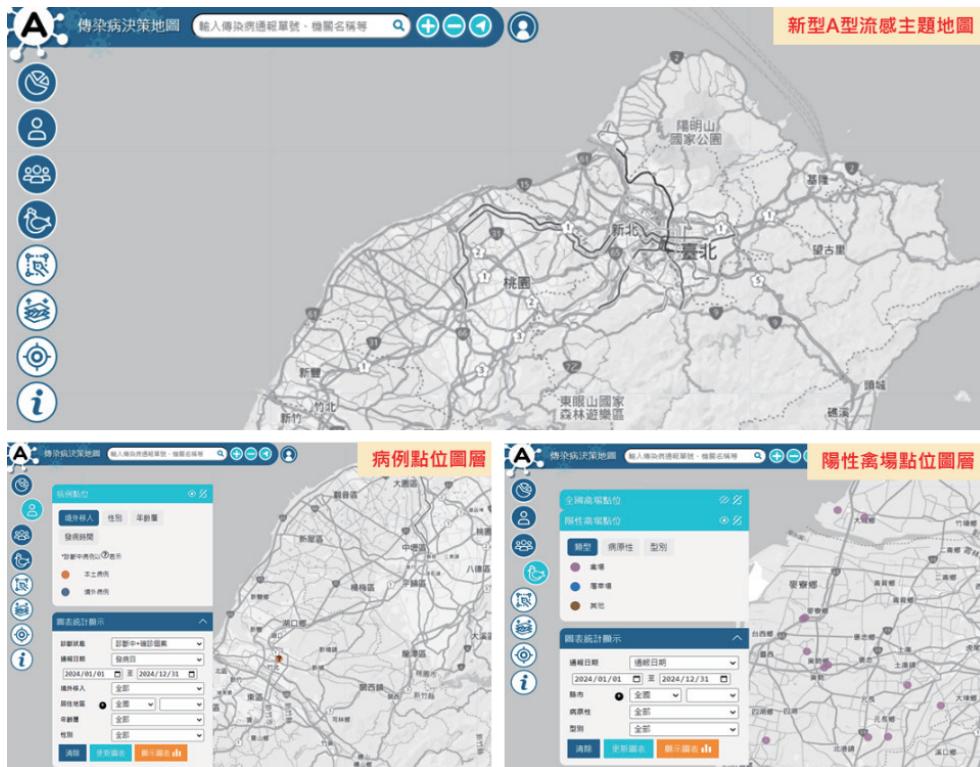
- 一、我國新型 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感病毒尚未發現人類病例，現有資訊亦顯示其未具高度適應哺乳動物細胞特性或具神經氨酸酶抑制劑等抗病毒藥物抗藥性^{23,4,7,13}，綜合研判為低風險(Emergence=3.00 - Impact=3.38)，因目前國際環境中持續檢出該病毒，且具有增加與哺乳動物受體結合能力相關次要位點異異，可能提高該亞型禽流感之接觸者感染風險，建議我國持續進行禽流感隱性禽場人類健康監測，針對有症狀人類進行檢驗追蹤。
- 二、國際間 2.3.4.4b 分支 H5N6 及 H5N8 亞型禽流感病毒均曾出現人類感染病例，現有資訊顯示其均無明顯變異與具高度適應哺乳動物細胞特性或具神經氨酸酶抑制劑等抗病毒藥物抗藥性^{12,9}，綜合研判均為中風險 (H5N6: Emergence=4.15 - Impact=6.07 ; H5N8: Emergence=4.00, Impact=4.03)。前述結果與美國 CDC 評估結果相近(如圖一)。因本亞型發生於非洲、歐洲與亞洲路徑上遊國家(韓國與日本)持續發現 H5N1 等 2.3.4.4b 分支 H5 亞型禽流感疫情²⁶，禽鳥傳播範圍可能逐漸擴大，建議持續加強病毒監測。

- 三、本年中國大陸持續新增 H5N6 人類感染病例，目前已累計 13 例，建議針對中國大陸人境時有症狀旅客，加強新型 A 型流感病毒，以偵測 H5N6 等新型 A 型流感病例移入我國風險。

- 四、建議市政府進行禽場生物安全查核及訪視輔導，舉辦講習會及參與各養禽業團體班會等相關宣導時，呼籲業者如於接觸染疫禽鳥後出現不適症狀，應儘速就醫並主動告知醫師從業人員的職業類型及 TOCC，並宣導建議高風險風險之人員定期接種季節性流感疫苗。

限制

- 一、評估 H5 亞型禽流感病毒「群體免疫」風險項目所需之人類接種 H5 亞型疫苗保護力及效益評估、基礎再生數(R0)、達群體免疫之涵蓋率等佐證資料均相當有限，影響本報告評分標準訂定及等級判定之信心度。
- 二、評估新型 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感病毒「抗原相關性」及「實驗動物傳染情形」等風險項目因缺乏國外動物試驗證據，致評分信心度較低。
- 三、本風險評估依據工作小組蒐集之佐證資料進行評分，資料截止時間為 111 年 1 月 12 日，後續仍可能持續出現相關佐證資料，進而影響風險評估評分及等級判定。



圖三、ZONE系統建置「新型A型流感」主題地圖，整合呈現新型A型流感個案、全國禽場及陽性禽場分布等相關資料。

(三) TRACE 系統

1. 2017-2020年階段完成麻疹、德國麻疹、新型A型流感、嚴重特殊傳染性肺炎共4項傳染病，以及動物流感疫情事件之接觸者系統化健康監測作業；擴建健康回報系統開放民眾回報自身健康狀況，減輕第一線防疫人員工作負擔。



圖四、TRACE系統我的專屬頁面即時整合呈現疾病及陽性禽場之接觸者追蹤現況。

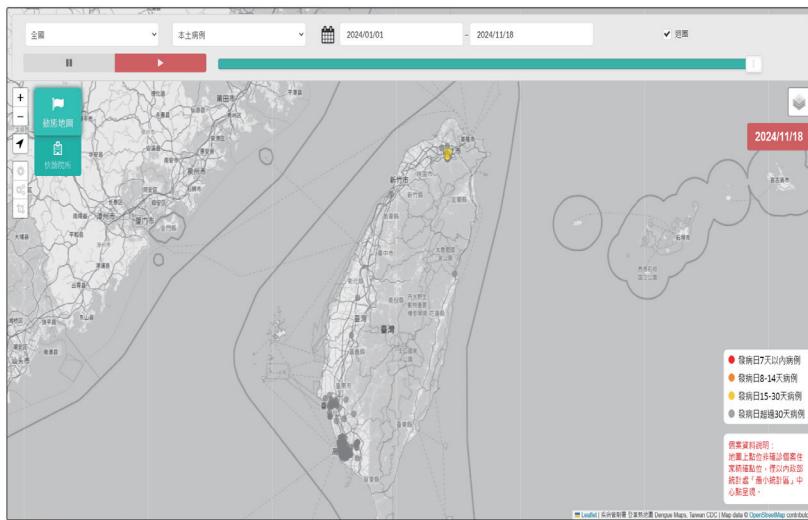
2. 2021-2024 年階段為因應 COVID-19 疫情，以人畜共通傳染病個案追蹤概念模組進行逾 30 項功能新增、優化及調校，承擔逾千萬筆居家隔離接觸者資料蒐集入口及接觸者追蹤管理工作。
3. 運用 TRACE 系統資料分析，於 2020 年及 2021 年於國際 SCI 期刊分別發表 2 篇及 1 篇研究論文，與國際分享我國防疫經驗。



圖五 . TRACE 系於國際 SCI 期刊發表之研究論文。

五、其他重大效益

疾管署因應國內登革熱疫情防治需求，建置登革熱地圖系統（網址 :<https://cdcdengue.azurewebsites.net>），於登革熱地圖系統以視覺化呈現個案最小統計區中心點位、聚集警示、蚊媒地圖及 NS-1 快篩院所等資訊，以便於民眾即時了解自家周圍的登革熱疫情風險、就醫資訊及提高自身防疫警覺。



圖六、登革熱地圖系統（網址：<https://cdcdengue.azurewebsites.net/>）

六、未來展望 / 後續應用

期望結合農衛雙方資源，輔以 AI 或自動化蒐集技術，建置農衛雙方共同風險評估資訊共享與更新機制及視覺化平台，以提升實務風險評估運作時資料蒐集時效，及共同營運人畜共通傳染病風險評估小組常規化運作，以掌握國內人畜重要疾病風險。

七、發表文獻

運用接觸者健康追蹤系統進行接觸者資料分析，成果發表於國際 SCI 期刊共 3 篇：

- (一) Contact Tracing Assessment of COVID-19 Transmission Dynamics in Taiwan and Risk at Different Exposure Periods Before and After Symptom Onset. *JAMA Intern Med.* 2020;180(9):1156-1163.
- (二) Contact tracing with digital assistance in Taiwan's COVID-19 outbreak response. *Int J Infect Dis.* 101 (2020), 348-352.
- (三) Comparison of Estimated Effectiveness of Case-Based and Population-Based Interventions on COVID-19 Containment in Taiwan. *JAMA Intern Med.* 2021;181(7):913-921

陸、人畜共通傳染病疫情調查專才培訓成果

一、執行團隊

- 衛生福利部疾病管制署預防醫學辦公室：林詠青簡任技正、黃頌恩防疫醫師、陳學儒技士、李泱助理研究員
- 衛生福利部疾病管制署前預防醫學辦公室：黃婉婷執行秘書、蘇家彬防疫醫師、李以彬助理研究員
- 衛生福利部疾病管制署感染管制及生物安全組：陳婉青組長

二、成果介紹

近年全球發生多起新興及再浮現傳染病流行疫情，如 2016 年中南美洲之茲卡病毒疫情、2018 年至 2019 年非洲剛果之伊波拉疫情，及印度之立百病毒疫情、或是 2020 年 COVID-19 引起之全球大流行，均造成民眾恐慌及經濟上的負面衝擊。為了確保我國人類、動物防疫體系流行病學調查量能，我國依據「全球衛生安全綱領」（Global Health Security Agenda, GHSA）之行動方案進行防疫體系之檢討與強化，亦於 2016 年主動運用世界衛生組織提出之外部聯合評估工具（Joint External Evaluation Tool, JEE Tool）對防疫體系進行評核，發現人畜共通傳染病田野流行病學的專業人才量能仍有不足。

為達到全球衛生安全綱領人力發展行動方案所設定之目標，達到每 20 萬人口至少有 1 名受過訓練的田野流行病學家，以及每 40 萬個動物單位（Animal Units; AU）或每 50 萬頭（隻）至少有 1 名受過訓練的獸醫師，且上述人員可系統性地合作以達到 IHR 和 PVS 相關的核心能力要求，衛生福利部疾病管制署以「防疫一體」（One Health）之策略，自 2017 年起與農業部防檢署（時行政院農業委員會動植物防疫檢疫局）建立跨部會合作建立常態性應用流行病學人才培訓制度、辦理人畜共通傳染病核心能力相關工作坊、協助農方完成人畜共通傳染病核心能力培訓訓練模組等方式，持續補足人醫及獸醫流行病學人才的缺口，以因應日趨頻繁之人畜共通傳染病威脅。

2017-2024 年期間，我國針對人醫部分，已建立常態性之進階流行病學訓練制度，持續培訓中央單位流行病學調查人員，但人員持續流動且難以追蹤，統計歷屆結訓人員服務單位類別，僅約三至四成仍從事公共衛生領域工作。而在面臨新興傳染病時，如 2020 年 COVID-19 疫情，需臨時投入大量公衛人力進行疫情調查與接觸者追蹤，然國內初階及中階流行病學培訓制度尚待建立，各地區之流行病學調查量能仍待補足。

獸醫部分，已協助農方建立動物流行病學防疫獸醫師訓練登錄辦法，並訂定登錄為訓練合格之動物流行病學防疫獸醫師條件，包括：完成獸醫流行病學培訓課程教育訓練時數、參與流行病學之疫情調查報告及流行病學分析案例口頭報告證明等，惟仍欠缺常態性人畜共通傳染病田野流行病學的專業人才訓練制度。因此，本計畫將藉由跨部會合作建立常態性中階及進階應用流行病學培訓制度。

三、重要亮點

（一）2017-2020 年期間：

曾參加獸醫流行病學專才培訓班教育訓練共計 66 人次，人畜共通傳染病流行病學工作坊，完成訓練 93 人次，累計共 19 人完成獸醫流行病學專才培訓課程教育。訓練時數（含工作坊時數），藉以充實國內疫調量能，因應人畜共通傳染病疫情之潛在威脅。

完成 6 件人畜共通傳染病流行病學及 5 件田野調查之訓練教案，供農衛雙方相關訓練課程，做為案例討論使用，搭配授課內容學以致用，協助學員將所學應用於實際工作業務。



圖一 - 圖二、2017 年人畜共通傳染病教案設計工作坊



圖三 - 圖四、2017 年人畜共通傳染病流行病學工作坊



圖五 - 圖六、2018 年人畜共通傳染病流行病學工作坊



圖七 - 圖八、2019 年英文科學寫作工作坊



圖九 - 圖十、2019 年獸醫流行病學專才培訓班



圖十一 - 圖十二、2020 年獸醫流行病學專才培訓

系所資訊與資源行房教學教案 001-02
學員版

FETP 生生衛健訓練

疾管署評審適用的教學模範案 102-01
引導員版

FETP 生生衛健訓練

疾管署評審適用的教學模範案 003-01
引導員版

FETP 生生衛健訓練

人畜共通傳染病的 公共衛生監測

學員版

作者：林麗娟、黃謙慈、黃炳輝

最後修訂：10/11/2017

學習目標

- 地點動物與人類病原菌的相似性與差異
- 传染病病原與疾病的關係
- 了解不同病原與疾病的差異
- 描述公共衛生監測與應用的問題
- 了解衛生基層單位合作的重要性

慢性咳嗽的大學生

引導員版

最後修訂：12/14/2020

學習目標

- 認識病人根據統計病史，並復述該次獲得的病史
- 完成問病與聽取病史
- 對應如何從接觸病人的接觸史中，區分並找可能的感染源與可能的接觸者
- 計算接觸結果與接觸工具的數量與所列出來
- 了解疾病的流行並如何影響流行病學接觸的資料蒐集和推估流行

雲林某禽場雞隻大量死 亡案之風險分析

引導員版

最後修訂：8/23/2018

學習目標

- 了解禽鳥接觸統計病史，並復述該次獲得的病史
- 理解如何從接觸病人的接觸史中，區分並找可能的感染源與可能的接觸者
- 計算接觸結果與接觸工具的數量與所列出來
- 瞭解疾病的流行並如何影響流行病學接觸的資料蒐集和推估流行
- 描述「流傳風險評估工具」(Influenza risk assessment tool, IRAT)」的機制、可執行步驟與應用
- 運用「單一種病力測量項目」(SOCO量表)」，將各個案人案進行有效評估

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

最後修訂：10/10/2017

學員版

FETP 生生衛健訓練

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

疾管署評審適用的教學模範案 102-01

學員版

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

疾管署評審適用的教學模範案 103-01

學員版

禽流感！禽流感！

學員版

最後修訂：12/12/2018

學習目標

- 認識禽流感的病原
- 認識禽流感的病歷
- 瞭解疾病的流行病學的差異及計算
- 計算並解釋比率、率、流行率、死亡率、致死率
- 了解禽流感與乙型肝炎的相似性與異異

禽流感，有那麼嚴重 嗎？

學員版

最後修訂：12/12/2018

學習目標

- 認識禽流感的病原
- 瞭解禽流感的病歷
- 計算並解釋比率、率、流行率、死亡率、致死率

其實，都是「人」的 問題

學員版

作者：陳俊宏、黃國珍、黃智鈞、林宜華

最後修訂：01/12/2018

學習目標

- 運用流行病學方法以了解禽流感
- 瞭解流行病學方法的應用
- 描述流行病學方法的應用
- 描述流行病學方法的應用
- 辨識不同流行病學方法的優缺點
- 計算不同流行病學方法的優缺點

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

最後修訂：10/2-01

學員版

FETP 生生衛健訓練

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

疾管署評審適用的教學模範案 049-01

學員版

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

疾管署評審適用的教學模範案 103-01

學員版

是牛的結核嗎？

學員版

最後修訂：06/01/2019

學習目標

- 瞭解結核病的牛結核
- 瞭解牛結核的特點與方法
- 瞭解不同種牛結核的特點與方法
- 瞭解影響牛結核的因素與方法

結核病， 十年減半了嗎？

學員版

最後修訂：01/15/2019

學習目標

- 理解何謂「獨立」與「平行」的大小
- 瞭解並計算標準化死亡率
- 瞭解並計算標準化死亡率與死亡比 (standardized mortality ratio, SMR)

牛結節疹畜牧場流行 病學調查

學員版

最後修訂：12/15/2020

學習目標

- 設定指標與目標的
- 利用指標進行流行病學調查
- 選擇最適切的統計方法進行流行病學調查
- 解釋指標與目標的統計方法

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

本教學主要根據真實的案例，但符合教學目的，並非所有禽鳥接觸與真實情形，不建議作為評量之引用文獻。

最後修訂：10/2-01

學員版

圖十三、人畜共通傳染病流行病學及田野調查教案 9 件

疫情報導

TAIWAN EPIDEMIOLOGY BULLETIN

2020年5月26日 第36卷 第10期

原著文章

推動人畜共通傳染病田野流行病學人才培訓

李泱^{1*}、李以彬²、黃頌恩¹、黃婉婷¹

摘要

新興及再浮現傳染病對全球之經濟發展及公共衛生均產生極大威脅。為了確保我國人類、動物防疫體系流行病學調查量能，我國依據「全球衛生安全綱領」(Global Health Security Agenda, GBSA)之行動方案進行防疫體系之檢討與強化，亦於 2016 年主動運用世界衛生組織提出之外部聯合評估工具(Joint External Evaluation Tool, JEE Tool)對防疫體系進行評核，發現人畜共通傳染病田野流行病學的專業人才量能仍有不足。為達到全球衛生安全綱領人力發展行動方案所設定之目標，衛生福利部疾病管制署以「防疫一體」(One Health)之策略，自 2017 年起與行政院農業委員會動植物防疫檢疫局建立跨部會合作之防疫人才訓練機制，以因應日趨頻繁之人畜共通傳染病威脅。

關鍵字：全球衛生安全綱領、外部聯合評估工具、人畜共通傳染病、防疫一體

前言

近年全球發生多起新興及再浮現人畜共通傳染病流行疫情，如 2016 年中南美洲之茲卡病毒疫情、2018 年非洲剛果之伊波拉疫情及印度之立百病毒疫情，均造成民眾恐慌及經濟衝擊。分析 1940 年至 2004 年間發生的 335 件新興傳染病事件，顯示 60.3% 為人畜共通之病原體所造成，其中 71.8% 源自野生動物[1]，可知人畜共通新興傳染病已成為全球衛生安全之主要威脅。國內如 2013 年的狂犬病疫情及 2014-2015 年的新型 H5 禽流感疫情，均對我國防疫及檢疫體系造成極大壓力，顯示國內亟需進行跨部會整合，並重新審視人類及動物現有之防疫及檢疫資源[2,3,4]。

圖十四、李泱、李以彬、黃頌恩、黃婉婷：推動人畜共通傳染病田野流行病學人才培訓。疫情報導，2020 年第 36 卷第 10 期

(二) 2021-2024 年期間：

1. 2021 年

- (1) 中階應用流行病學人才培訓選定「疫苗安全之監測及溝通」為培訓之核心能力，辦理「疫苗接種與安全」工作坊，共培訓 47 人次。



(2) 進階應用流行病學人才培訓基礎訓練課程共培訓 10 人次。



(3) 人畜共通傳染病流行病學人才培訓選定「溝通」為培訓之核心能力，設計主題為「I am scared of (adverse events following) immunizations — vaccine safety evaluation and communication」之工作坊，共培訓 26 人次。



- (4) 協助農方辦理 2021 年度獸醫流行病學人才訓練班，培訓學員具備「禽流感監測」、「疫情調查」核心能力，共培訓約 30 人次。



2. 2022 年

- (1) 於 8 月至 11 月辦理進階應用流行病學人才培訓基礎訓練課程，共培訓 11 人次。



- (2) 中階應用流行病學人才培訓選定「公共衛生疾病監測」為培訓之核心能力，於 10 月辦理「公共衛生疾病監測」工作坊，共培訓 41 人次。



- (3) 11 月邀請美國疾病控制和預防中心專家來台擔任客座講師，辦理「公眾及科學專業溝通工作坊」，共培訓 19 人次。



(4) 農衛合作辦理 2022 年度獸醫流行病學人才訓練班，本署選定「公共衛生疾病監測」為培訓之核心能力，8 月於課程間辦理實體工作坊，共培訓 18 人次。



3. 2023 年

- (1) 於 9 月至 10 月辦理進階應用流行病學人才培訓基礎課程，共培訓 10 人次。
- (2) 中階應用流行病學人才培訓試辦課程「疫情調查」工作坊，選定「疫情調查」為培訓之核心能力，共培訓 39 人次。



(3) 12 月邀請國外專家來臺擔任防疫一體工作坊講師，共培訓 19 人次。



(4) 農衛合作辦理獸醫流行病學人才訓練班，選定「疫情調查」為培訓之核心能力，兩場次分別培訓 23 人次及 9 人次。

四、其他重大效益

(一) 2017-2020 年期間：

1. 國際合作：派員參加人畜共通傳染病調查國際研討會議，發表口頭論文一篇與他國交流疫情調查經驗，亦持續與各國 FETP 和 TEPHINET 交流，以強化區域及全球網絡合作與夥伴關係。
2. 公共溝通：以「推動人畜共通傳染病田野流行病學人才培訓」為題投稿疫情報導，展現流行病學人才培訓成果，並供醫療衛生相關工作人員參考。

(二) 2021-2024 年期間：

持續以「防疫一體」策略培訓田野流行病學人才，由本署與農業部動植物防疫檢疫署合作，每年召開農衛雙方流行病學人才培訓會議，規劃當年

度合作辦理獸醫流行病學培訓或人畜共通傳染病流行病學等相關課程（工作坊），推廣既有或新建立之訓練模組。透過增加農衛雙方之訓練合作及交流，建立能力充足、協調性佳、職業多樣化之跨部門團隊。

五、未來展望 / 後續應用

持續以「防疫一體」策略培訓田野流行病學人才，並增加農衛雙方之訓練合作及交流，以期建立能力充足、協調性佳、職業多樣化之跨部門團隊。另建立之跨部會中央及地方流行病學及調查訓練模式，建議逐步納入常規流行病學人才訓練，以充實我國防疫量能。本署將持續與農方合作，每年召開農衛雙方人才培訓會議，規劃討論當年度課程內容及辦理方式，合作辦理獸醫流行病學培訓，以及人畜共通傳染病流行病學等相關課程或工作坊，目標對象為農衛雙方之中央與地方防疫人員，透過辦理應用流行病學人才培訓課程與人畜共通傳染病核心能力相關工作坊，推廣既有或新建立之人才培訓模組，並持續補足人醫及獸醫流行病學人才的缺口。

六、發表文獻

- (一) Investigation of a salmonellosis outbreak linked to French toast sandwich with the use of surveillance camera, Taiwan, 2018/ Yu-Neng Chueh/2020/<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32389136/>
- (二) 推動人畜共通傳染病田野流行病學人才培訓 / 李泱 /2020/<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/veE9KNs-fYAp4pZD43QdCw>
- (三) Characteristics and Risk Factors Associated with Severe Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Taiwan, January—June 2020/ Yang Li/2021/ <https://www.cdc.gov.tw/File/Get/6lMYzO5NiOmVYAsvnchv7Q>
- (四) The Effectiveness of Class Suspension on Containing Enterovirus Infection Clusters in Preschools — New Taipei City, Taiwan, 2013—2017/Yu-Neng Chueh/2021/ <https://www.cdc.gov.tw/File/Get/LxCdgvrsNwkPSDvHKEIPLw>

- (五) Effects of Hydroxychloroquine with or without Azithromycin on SARS-CoV-2 Clearance in COVID-19 Patients, Taiwan, March— June 2020/ Effects of Hydroxychloroquine with or without Azithromycin on SARS-CoV-2 Clearance in COVID-19 Patients, Taiwan, March— June 2020/ Yi-Ting Yang /2021/
<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/ENZqeQdvL9pY-jyH3WetGA>
- (六) Norovirus Foodborne Outbreak in a Buffet Restaurant — Yilan, Taiwan, August 2020/ Norovirus Foodborne Outbreak in a Buffet Restaurant — Yilan, Taiwan, August 2020/ Ching-Hui Huang/2021/
<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/KQpNphABey623640IUcAsw>
- (七) Clusters of Hepatitis C Virus Infection among Patients Receiving Chronic Hemodialysis in Three Hemodialysis Facilities — Northern Region, Taiwan, 2019—2020/ Pei-Yuan Wu/2021/
<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/mWdS4sYm0aakT7aII5iWJw>
- (八) A Cross-Sectional Survey of COVID-19 Vaccine Acceptance among Adults in Taiwan, 2021/ I-Ping Lin/ 2021/
<https://www.cdc.gov.tw/File/Get/VZsg4R3rjmg0q7j3VsLviQ>
- (九) Epidemiological Investigation of the First Locally-Acquired Case of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Identified by Influenza Surveillance — Taiwan, February 2020/Yang Li/2023/ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9840222/>
- (十) 2020 年桃園市政府環境清潔稽查大隊環境教育觀摩活動食品中毒案件 / 李泱 /2023/
<https://www.cdc.gov.tw/EpidemicTheme/Detail/zKNFqsVWxUoUqE6fyhmBNA?archiveId=3UFezIL01dYApoSLSBgWfg>
- (十一) The nationwide seroprevalence of SARS-CoV-2-specific antibodies among blood donors—Taiwan, April—July, 2021/ Cha-Shien Yen/2022/ <https://www.cdc.gov.tw/File/Get/iqNFyb1eICVpWOxsd8PmNg>
- (十二) Probable Aerosol Transmission of SARS-CoV-2 through Floors and Walls of Quarantine Hotel, Taiwan, 2021./ Hsin-Yi Wei/2022/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36322955/>

(十三) Gender differences in risk exposures for acute hepatitis C infection in Taiwan: a nationwide case control study/Hsin-I Huang /2023/

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36631808/>

(十四) Epidemiology and Risk Factors of Japanese Encephalitis in Taiwan, 2010-2022/Jen-Yu Hsu/2023/

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37782654/>

(十五) Epidemiological investigation of the first locally acquired case of COVID-19 identified by influenza surveillance-Taiwan, February 2020/ Yang Li/2023/

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36693777/>

(十六) Investigation of a COVID-19 cluster involving vertical transmission in a residential building, Taiwan, 2021./Hsin-Yi Wei/2024/

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37699780/>

(十七) Investigation of a Multi-County Paratyphoid Fever Outbreak in Taiwan, October—November 2022/ Tien-Hao Chang/2023/ <https://www.safetynetconferences.com/copy-of-scientific-sessions>

(十八) Investigation of a community-acquired Legionnaires’ disease outbreak—Taoyuan, Taiwan, December 2022—January 2023/ Pei-Jiuan Chao/2023/ <https://www.safetynetconferences.com/copy-of-scientific-sessions>

(十九) Evaluation of the SARS-CoV-2 genomic surveillance system—Taiwan, 2020—2022/ Pei-Jiuan Chao/2023/

<https://www.safetynetconferences.com/copy-of-scientific-sessions>

柒、禽場禽流感傳播媒介監測

一、執行團隊

- 獸醫研究所李璠組長、林育如組長、李婉甄助理研究員、劉玉彬副研究員、陳麗璇助理研究員
- 中興大學歐繕嘉副教授、謝明昆副教授
- 嘉義大學陳秋麟名譽教授、羅登源教授
- 屏東科技大學連一洋教授、蔡宜倫教授、鄭明珠副教授

二、成果介紹

本計畫自 2018 年起分年度對各種類型之家禽場及針對高風險區（化製車輛消毒前後）進行採樣，監控禽流感病毒核酸，分析傳播風險因子。相關成果提供動物疾病防治主管機關了解疾病之傳播媒介與風險因子，作為防疫策略擬定之參考。協助採樣禽場改善生物安全，並對獸醫師、防疫工作人員、家禽業者及運輸車輛人員等進行教育訓練，加強生物安全觀念、提升禽場防衛措施等宣導及諮詢，協助降低禽場禽流感入侵風險。調查環境中病毒的基本序列變化情形，協助診斷實驗室了解檢驗工具是否需要調整，並有助於防疫單位瞭解現場流行情形。

三、監測資訊

1. 2018 年：

(1) 98 場次家禽場監測（陽性率 12%），採樣地區包括彰化、雲林、嘉義、臺南、屏東及臺東。

(2) 化製車：12 車次，消毒前 (6.9%)；消毒後 (12.6%)。

2. 2019 年：

- (1) 93 場次家禽場監測，採樣地區包括宜蘭、桃園、新竹、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東。案例場 40 場（陽性率 47.5%）；監測場 14 場（陽性率 7.1%）；一般家禽場 38 場（陽性率 42.1%）。
- (2) 化製車：80 車次，消毒前 (15.2%)；消毒後 (14.2%)。

3. 2020 年：

- (1) 96 場次家禽場監測，採樣地區包括苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東。案例場 38 場（陽性率 50%）；案例周邊場 34 場（陽性率 2.9%）；一般家禽場 24 場（陽性率 16.7%）。
- (2) 化製車：80 車次，消毒前 (58.3%)；消毒後 (54.2%)。

4. 2021 年：

- (1) 62 場次家禽場監測，採樣地區包括臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮。案例場 8 場（陽性率 50%）；案例周邊場 4 場（陽性率 0%）；一般家禽場 50 場（陽性率 8%）。
- (2) 化製車：48 車次，消毒前 (56.3%)；消毒後 (47.9%)。

四、成果介紹

訂定禽場生物安全操作管理訓練教材：依監測結果搭配大量圖片的方式介紹禽場生物安全操作中容易疏忽的位置，教材除應用於獸醫師教育訓練外，並應用於輔導禽場作業。

禽場生物安全種子教師訓練：舉辦 6 場次生物安全教育訓練（其中 3 場次與農科院合辦）。

109年禽場生物安全教育訓練

| 臺南市動物防疫 保護處 | 屏東縣動物防疫所 | 動植物防疫檢疫局 臺中分局 |
|----------------|----------|------------------|
| 68人 | 72人 | 68人 |
| 8月21日 | 8月24日 | 8月28日 |



透過問卷調查收集獸醫師所觀察，可知現場禽場環境仍有很大的改善空間，另外學員亦提供其他應留意的高風險位置，對於改善生物安全有很大的參考價值。於訓練課程後，收集學員對於現場禽場生物安全風險之觀察。

學員提供其他可能未留意的 風險位置：

- 加熱用瓦斯桶、未更換工作服才離場。
- 瓦斯桶。
- 似乎屍體集中區在移動時跟集中區若沒採用密封方式可能會造成疾病傳播風險增加更多，且集中區似乎消毒工作沒有著墨。
- 知易行難。
- 附近環境。
- 屏北飼養場數過多，密度過高。化製廠集中在此。
- 流動雞隻販賣業者。
- 流動雞隻販賣業者及車輛。
- 農民無所謂的個性是最大的危機。
- 飼養場地保持乾燥 飲水池要乾淨。
- 養禽業者對疫病配合度之社會學性調查。
- 雛禽供應體系 無法整場/批次統進統出。
- 雛雞來源。

五、重要亮點

自 2014 年底以來，我國禽場遭受高病原性禽流感的侵襲，對經濟造成了巨大的損失。在動物疾病防疫機關、產業界和學界的共同努力下，疫情已趨於穩定。儘管如此，仍偶爾有零星病例報告。國際上，高病原性禽流感的疫情依然嚴峻，且不斷有新的病毒株入侵。面對這種持續的外部威脅，本研究計畫旨在識別禽流感病毒在禽場間傳播的風險因子，從而阻止病毒的持續傳播並強化禽場的生物安全措施。

本計畫通過對禽場環境進行採樣，並分析病毒核酸檢測結果，來評估病毒傳播的潛在風險因子和病毒可能殘留的風險點。這些分析結果為禽場加強生物安全措施提供了科學依據。我們將病毒傳播風險因子歸納為六大類：車輛、相關工作人員、場區環境、飼養設備、房舍設備以及媒介動物。經由分析亦發現：(1) 案例場即時澈底清潔消毒可阻絕病毒向外傳播，因此案例場的清潔消毒可以將疫情控制在“點”的發生。(2) 案例場中媒介動物體表被檢出攜帶禽流感病毒，顯示病毒可能隨媒介動物傳播。(3) 依禽種而言環境中檢出病毒核酸者大多為水禽場。綜上，禽流感傳播媒介監測計畫為獸醫研究所與 3 區家禽保健中心合作，陸續於 2018 年完成案例場復養以環境拭子取代哨兵雞之評估，2019 年完成案例場環境風險因子調查分析，2020 年優化案例場與非案例場風險因子分析比較並舉辦禽場生物安全種子教師訓練，2021 年完成各禽種及各類型禽場六大風險因子病毒傳播分析。相關分析結果將提供家禽產業及動物防疫相關人員強化生物安全、阻絕病毒傳播的重要資訊。這些分析結果為家禽產業和動物防疫人員，提供加強生物安全和阻斷病毒傳播的重要資訊。

六、其他重大效益

(一) 本計畫提出了六大類禽場傳播風險因子，並針對這些風險因子提出了具體的改善措施。對禽場內可能的風險點進行了詳細分析，提出了一系列降低禽流感傳播的方法。此外，探討不同禽種和不同

類型禽場的禽流感傳播風險因子，並根據水禽和陸禽等家禽的特性，提出了針對性的防範傳播方法與家禽場生物安全提升對策。

- (二) 對相關產業人員、獸醫師於研討會、講習會、教育訓練等課程中，加強生物安全防範知識。
- (三) 出版「2021 年禽場生物安全手冊」，作為第一線防疫人員和獸醫師改善禽場生物安全的實用教材。
- (四) 提醒業者注意並落實個人生物安全措施，例如注意手部及鞋子清潔。
- (五) 透過化製車檢體中分離到的禽流感病毒，為診斷實驗室提供了寶貴的資料，幫助了解禽流感病毒的變異情況。

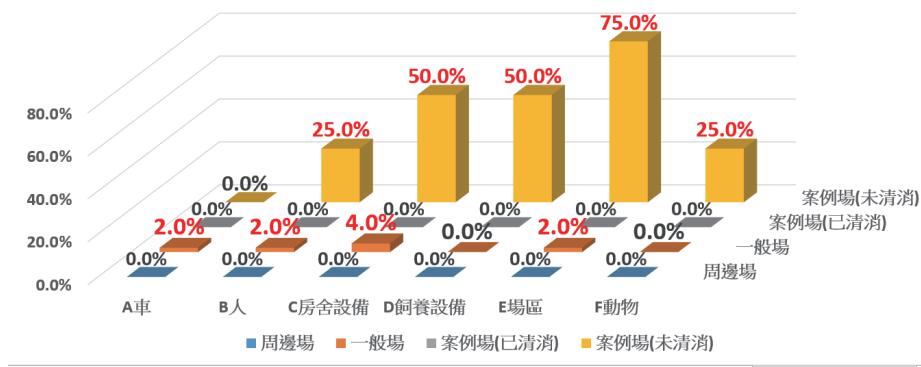
七、未來展望 / 後續應用

在本計畫的監測工作過程中可發現清潔消毒成效不佳的原因主要包括：未進行清潔消毒、清潔消毒不徹底、以及操作流程不當導致的汙染。在大多數情況下，產業界仍需經常提醒以維持良好的生物安全環境。執行計畫期間收集了許多優劣範例並製作成教材。計畫進行期間及結束後，我們陸續收到來自財團法人中央畜產會和彰化縣動物防疫所等單位的申請，授權印製「2021 年禽場生物安全手冊」，用於宣導和協助改善環境生物安全。

臺灣家禽產業的生產、運輸、銷售等環節相當多樣化，使得計畫執行難以觸及所有類型的禽場。然而，生物安全的基本原則並不複雜，且在大多數情況下都適用。最關鍵的因素仍是業者的積極參與和持續實施。近年來，高病原性禽流感在全球家禽、野生鳥類和哺乳動物中造成了嚴重的疫情，甚至衍伸出公共衛生的議題。每年秋冬季節，臺灣因候鳥遷徙活動而面臨新興病毒入侵的高風險，面對這種持續增加的威脅，唯有產業自主提升防禦能力和提高防疫意識，才能將風險降至最低。

八、成果示意圖片

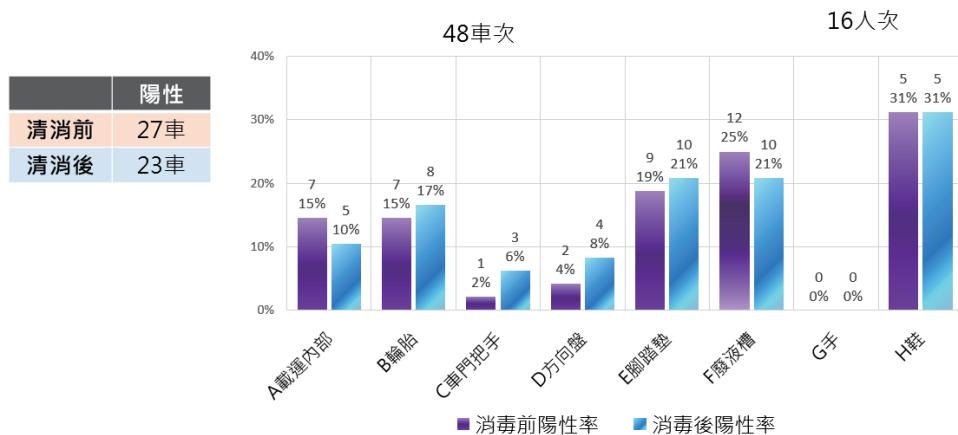
不同禽場類型於各檢測位點之病毒核酸檢出率



圖一、不同禽場類型於各檢測位點之病毒核酸檢出率

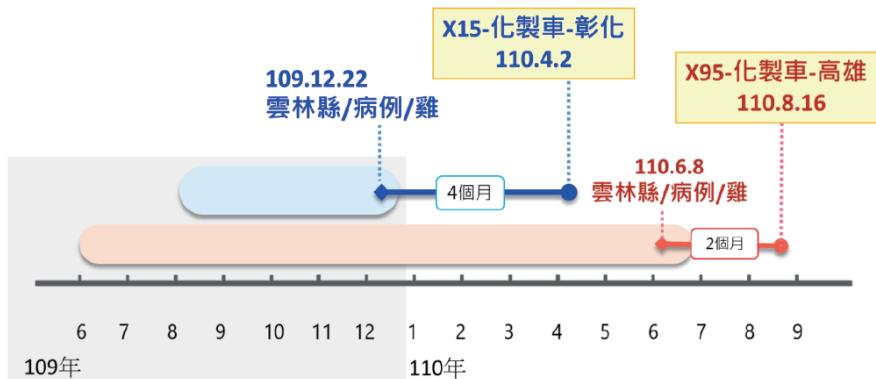
- 案例場清潔消毒前於大部分採檢點皆可檢出病毒核酸
- 案例場澈底清潔消毒後才能確保環境中病毒被清除
- 禽場齧齒動物為病毒散播風險因子之一
- 一般場需視禽場狀況加強生物安全措施防止病毒傳播

車輛清消前後檢測結果(總體)



圖二、車輛清消前後檢測結果(總體)

需要提醒駕駛人員強化清消作業並注意操作程序，尤其注意手部（車門把手及方向盤消毒後檢出率增加）及鞋子清潔。



圖三、H5N5 亞型高病原性禽流感病毒與其相近病毒群之檢出時間關係

透過化製車分離到的病毒株序列分析，探討 H5N5 亞型高病原性禽流感病毒與其相近病毒群之檢出時間關係。

九、發表文獻

- (一) Monitoring Transmission Vectors of Avian Influenza Virus. WC Li, YJ Lin, DY Lo, CL Chen, MC Cheng, YL Tsai, MK Hsieh, F Lee, SC Ou. 110 年度秋季學術論文發表會。2021 (壁報)

十、相關書冊

- (一) [2021 禽場生物安全手冊] 下載網址：<https://www.nvri.gov.tw/Module/DisplayPageContent.aspx?pid=QSf1RUk5ycg%3D>

捌、禽流感病毒監控與分析

一、執行團隊

- 獸醫研究所生物組：林育如組長
- 獸醫研究所疾病診斷組：李璠組長、劉玉彬副研究員、胡書佳副研究員、陳麗璇助理研究員、李婉甄助理研究員、陳彥彥助理研究員、涂央昌助理研究員
- 獸醫研究所製劑組：陳燕萍組長
- 獸醫研究所新興傳染病組：許偉誠副研究員

二、研究構想

家禽流行性感冒病毒 (avian influenza virus) 是一類 A 型流行性感冒病毒，它是近年威脅家禽產業最重要的病原之一。自 2014 年以來，H5 亞型禽流感病毒中 2.3.4.4 演化分支的病毒，相繼入侵北美洲、歐洲與亞洲國家，造成家禽產業嚴重的經濟損失。我國自 2015 年初自家禽場檢出 H5N2、H5N3、H5N8 三種亞型的高病原性禽流感病毒 (high pathogenicity avian influenza viruses) 以來，2.3.4.4 分支 H5 亞型持續在田間檢出，對產業的威脅未曾解除。

候鳥是禽流感病毒的帶毒動物，乃禽流感病毒跨國境與季節性的傳播的主要媒介。我國自 1998 年起對候鳥進行禽流感的監測以來，陸續發現了超過 50 種亞型以上的禽流感病毒，其中並無高病原性禽流感病毒。不同於我國，同屬東亞國家的日本與韓國，在野生水禽檢出高病原性禽流感病毒的次數多出許多。如何調整行之有年的候鳥監測工作，提升對高病原性禽流感的監測敏感度，是個值得嘗試與努力的方向。

水禽以往被認為僅是禽流感病毒的保毒動物，感染禽流感病毒之後不會出現或僅出現輕微的臨床症狀。2015 年的 H5N2 及 H5N8 亞型禽流感病毒打破了這樣的觀念，鴨不但會帶毒，還可能產生明顯產蛋率下降、眼鼻出血、腿脛充血、發紺、呼吸衰竭、震顫等的臨床症狀及大量的死亡。經歷了 2015 年初的禽流感疫情高峰之後，病例數雖然已經降低，但零星的陽性場仍陸續發現，顯示這些高病原性禽流感病毒仍然在田間循環，並長期保存在某些族群中。

在面對以往的禽流感疫情時，獸醫研究所主要的能量均投注在禽流感病例的檢診，禽流感病毒雖然從檢體中陸續被分離出來，只能利用檢診之餘的有限資源與人力進行核酸定序，難以透過大量的序列分析，對國內的禽流感病毒的進行更全面的探討。

三、成果介紹

為防範新的病毒入侵，針對野鳥監測部分，2018 年起聯繫相關單位增加死鳥送驗，並嘗試建立野鳥繫放採樣作業。2021 年持續委託相關單位協助評估野鳥繫放作業流程，總計採集 175 隻個體的肛喉拭子及 121 個血液濾紙，分離到 1 株 APMV-1 以及有 6 個血液檢體為 2.3.4.4 分支 H5 亞型禽流感病毒抗體陽性。成功於彰化、雲林地區 4 隻候鳥裝設定位追蹤，4 隻個體棲地利用環境均不相同，但不論是日間或是夜間的追蹤定位點，並未有發現追蹤期間進入正在養殖的禽場內。2023 年新增濕地周圍禽場野鳥活動觀察，發現主要的鳥種以野鴿為最大宗，其次為麻雀，紅鳩、珠頸斑鳩及夜鷺，其餘則低於 100 隻次，顯示禽場的生物安全需要再加強。

野鳥繫放檢體採集及濕地巡查

- 野鳥繫放及檢體採集計畫，於彰化漢寶濕地、雲林麥寮濁水溪口、臺南市安南及嘉義東石等四處進行。
- 已經完成175隻野鳥(29隻雁鴨科、137隻鶴鶲科及其他鳥種9隻)繫放，共計採集175個咽喉拭子及共泄腔拭子，以及121個血液檢體。其中1例檢出APMV-1，血液檢體有6例為2.3.4.4分支H5抗體陽性。

| 鳥種 | 科別 | 採集縣市 | | | 樣本採集 | | | | | |
|------|-------|------|----|----|------|--------|----|----|----|----|
| | | 彰化 | 雲林 | 嘉義 | 臺南 | 咽喉/泄殖腔 | 兩性 | 血樣 | 兩性 | |
| 琵嘴鷺 | 雁鴨科 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 矮嘴鷺 | 雁鴨科 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 尖尾鷺 | 雁鴨科 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 小水鷺 | 雁鴨科 | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 黃嘴白鷺 | 鶴鶲科 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 鳳頭潛鷺 | 雁鴨科 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 禽鳴 | 雁鴨科 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 小白鷺 | 鶴科 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 高蹠鶴 | 長腳鶴科 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 中杓鶴 | 鶴科 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 小燕鷗 | 鷗科 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 野鷗 | 鳴鶲科 | 6 | | | 1 | 1 | 4 | 1 | 5 | 6 |
| 紅鳩 | 鳴鶲科 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | |
| 白頭翁 | 鶲科 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 褐頭鶲鶯 | 扇尾鶲鶯科 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | |
| 白尾八哥 | 八哥科 | 0 | | 0 | | | | 0 | | |
| 黃鸝 | 鶲鶯科 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 麻雀 | 麻雀科 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 鳥種數 | | 1 | 1 | 10 | 3 | 3 | 3 | 2 | 10 | 7 |
| 總數量 | | 1 | 1 | 18 | 3 | 2 | 6 | 2 | 0 | 11 |
| | | | | | | | | | | 25 |

委託野鳥繫放檢體採集作業濕地巡查作業

| 鳥種 | 科別 | 採集縣市 | | | 採集月份 | | | | | | | | | | | 採集種類 | | 總計 | | | | | | | |
|------|-------|------|---|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------|----|----|---|---|----|---|---|--|---|
| | | 台 | 南 | 苗 | 農 | 雲 | 嘉 | 義 | 彰 | 化 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | 11 | 口 | 肛 | 全採 | 臧 | 活 | | |
| 花嘴鷺 | 雁鴨科 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 琵嘴鷺 | 雁鴨科 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 尖尾鷺 | 雁鴨科 | 2 | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 小水鷺 | 雁鴨科 | 3 | | | | | | | 3 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| 鳳頭潛鷺 | 雁鴨科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 禽鳴 | 雁鴨科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 小白鷺 | 鶴科 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 高蹠鶴 | 長腳鶴科 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 中杓鶴 | 鶴科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 小燕鷗 | 鷗科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 野鷗 | 鳴鶲科 | 6 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 6 |
| 紅鳩 | 鳴鶲科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 白頭翁 | 鶲科 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 褐頭鶲鶯 | 扇尾鶲鶯科 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 白尾八哥 | 八哥科 | 0 | | | | | | | 0 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 黃鸝 | 鶲鶯科 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 麻雀 | 麻雀科 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 鳥種數 | | 1 | 1 | 10 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 6 | 3 | 2 | 10 | 7 | 1 | 17 | | | | | | | | |
| 總數量 | | 1 | 1 | 18 | 3 | 2 | 6 | 2 | 0 | 3 | 6 | 3 | 5 | 13 | 11 | 1 | 25 | | | | | | | | |



濕地周圍禽場鳥類活動巡查

| 鳥種 | 科別 | 採集縣市 | | | | | 採集月份 | | | | | | 樣地類型 | | | | | 總計 |
|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|----|----|----|----|----|
| | | 雲林 | 彰化 | 臺東 | 大城 | 漢寶 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 小水鷺 | 雁鴨科 | 7 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 7 |
| 小鶴鶲 | 鶴鶲科 | 2 | | | | | 6 | | | | | | | | | | | 2 |
| 東方白鶲 | 鶴科 | 6 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 6 |
| 大白鶲 | 鶴科 | | 13 | | | | 13 | | | | | | | | | | | 9 |
| 中白鶲 | 鶴科 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| 小白鶲 | 鶴科 | 4 | 8 | | | | 12 | | 1 | | | | | | | | | 8 |
| 夜鶲 | 鶲科 | 84 | 32 | 4 | 120 | | 8 | | | | | | | | | | | 67 |
| 埃及聖鶲 | 鶲科 | 2 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 2 |
| 紅冠水雞 | 秧鶲科 | 2 | 2 | 4 | 1 | 9 | | | | | 1 | 1 | 6 | | | | | 1 |
| 高蹠鶴 | 長腳鶴科 | 46 | 5 | 1 | 51 | | 52 | | | | | | | | | | | 51 |
| 小環頸鶲 | 鶲科 | 6 | | | | | 6 | | | | 6 | | | | | | | 1 |
| 小青足鶲 | 鶲科 | 6 | | | | | 6 | | | | | | | | | | | 6 |
| 鷺斑鶲 | 鶲科 | 15 | | | | | 15 | | | | | | | | | | | 15 |
| 尖尾濱鶲 | 鶲科 | 10 | | | | | 10 | | | | | | | | | | | 10 |
| 野鶲 | 鶲科 | 10783 | 3 | 1024 | 70 | 11880 | | 9485 | 821 | 718 | 356 | 500 | | | | | | |
| 紅鳩 | 鳴鶲科 | 53 | 37 | 60 | 5 | 155 | | 30 | 74 | 45 | | 6 | | | | | | |
| 珠頸斑鳩 | 鳴鶲科 | 113 | 2 | | | 115 | | | 111 | 4 | | | | | | | | |
| 家燕 | 燕科 | 7 | 4 | | | 11 | | | | | | | | | | | | 11 |
| 白頭翁 | 鶲科 | 17 | 1 | 5 | | 23 | | | 20 | 3 | | | | | | | | 2 |
| 褐頭鶲鶯 | 扇尾鶲鶯科 | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 2 |
| 家八哥 | 八哥科 | 24 | 6 | 11 | 1 | 42 | | 1 | 23 | 18 | | | | | | | | |
| 白尾八哥 | 八哥科 | 55 | 3 | 12 | 70 | | | | 50 | 18 | | | | | | | | 2 |
| 麻雀 | 麻雀科 | 1015 | 215 | 76 | 32 | 1338 | | 3 | 1003 | 322 | 10 | | | | | | | |
| 鳥種數 | | 17 | 15 | 11 | 6 | 23 | | 7 | 8 | 12 | 12 | 6 | 3 | | | | | |
| 總隻次 | | 12150 | 388 | 1246 | 113 | 13897 | | 9534 | 2103 | 1188 | 533 | 525 | 14 | | | | | |



為了解水禽感染 2.3.4.4 演化分支 H5 亞型禽流感情形，由屠宰場收集水禽血清進行檢驗，鴨場與鵝場的陽性率分別為 73.2% 及 60%。此一結果與水禽場主動監測中鵝場 2.3.4.4 分支 H5 抗體陽性率 (37.5%，15/40) 差異較大。然而自 2020 至 2021 年於水禽場監測到 2.3.4.4 分支 H5 亞型禽流感病毒僅有 5 例，綜合水禽場抗體及抗原監測結果，顯示水禽場在禽流感監測仍有待加強。

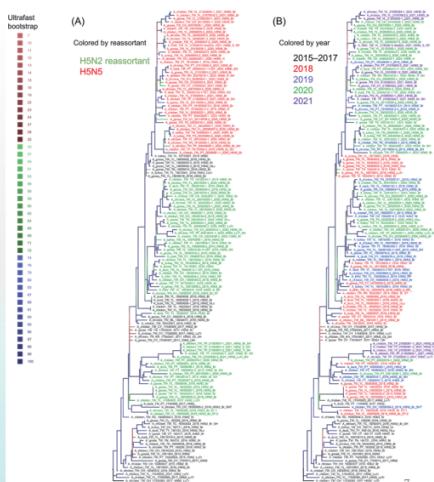
水禽禽流感抗體監測

| 2.3.4.4 分支 H5 亞型 抗體監測 | 水禽主動監測 | | 水禽屠宰場監測 | |
|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 鴨 | 鵝 | 鴨 | 鵝 |
| 106 年 | 60% (3/5) | 40% (2/5) | | |
| 107 年 | 50% (11/22) | 33.33% (8/24) | 86.36% (38/44) | 75% (9/12) |
| 108 年 | 79.73% (59/74) | 55.56% (15/27) | 78.57% (44/56) | 56.25% (9/16) |
| 109 年 | 70.6% (108/153) | 45% (18/40) | 71.2% (42/59) | 80% (16/20) |
| 110 年至 11 月 | 61.2% (90/147) | 37.7% (23/61) | 73.2% (41/56) | 60% (12/20) |

利用次世代定序儀 Miseq 定序 2016-2018 年採樣自不同縣市、各種宿主的禽流感病毒基因體，計畫執行期間 2.3.4.4c 分支 H5N2 亞型共出現 10 種重組型，並自 2020 年 4 月開始已經被 2.3.4.4c 分支 H5N5 亞型重組型取代。

禽流感病毒基因體定序

- 完成 60 株禽流感病毒基因定序。
- 高病原性禽流感病毒株：5 株 2.3.4.4c 分支 H5N2 亞型和 18 株 H5N5 亞型，1 株 8 月於雲林參寮路邊拾獲死鴨檢出 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒，以及 1 株 109 年底由高雄茄萣濕地的野鳥排遺分離到的 2.3.4.4b 分支 H5N8 病毒株。
- 低病原性禽流感病毒株則包括 1 株 美洲型 H5N2 病毒株及 4 株 H6N1 病毒株，其餘為歷年野鳥排遺檢出的病毒株，包括 H1N1、H1N9、H2N7、H3N2、H3N8、H4N2、H4N6、H5N3、H5N6、H6N2、H7N3、H7N7、H9N5、H10N2、H10N3、H10N4、H10N8、H11N9、H12N1 和 H12N5 亞型等。
- 本工作項目亦協助禽流感病毒季報之病毒株挑選及病毒分析資訊供防疫單位及禽農參考。



四、未來展望 / 後續應用

如同臺灣在還沒有疫苗前能夠成功預防新冠肺炎疫情一樣，憑藉的是國人勤洗手，戴口罩的基本生物安全防護措施。動物疾病的防範也是相同概念，並不需要太多高深的科技技術，而是需要禽場及相關產業運輸鏈最好最基本的生物安全措施。因此建議針對國內禽病防範部分，應該要：

- (一) 強化家禽產業運輸鏈的監測及管制，包括飼料車、運輸車輛、理貨場、集籠場、屠宰場、化製車等。並且配合實驗室進行環境監測，建立各項設備及場域清潔消毒程序。
- (二) 改善產業環境，提升產業生物安全防護（畜主主動通報，例如請國網把每日或每月等家禽生產及產銷等資料做稽核）。
- (三) 針對國外有可能入侵的新興病毒株，應該建立長期候鳥及濕地的監測網，並且與國際接軌及隨時修正。
- (四) 氣候極端異常已是常態，因此對於候鳥度冬的資料則需要持續監測及修正。此外，根據國際疫情資料顯示，禽流感病毒的感受動物似乎也有變化，因此對於候鳥的禽流感監測需要再定期審視及追蹤。

五、發表文獻

- (一) Evolutionary history of H5 highly pathogenic avian influenza viruses (clade 2.3.4.4c) circulating in Taiwan during 2015—2018. /Chih-Wei Huang/2021/ Infection, Genetics and Evolution。

玖、臺灣高病原性禽流感病毒於不同禽種之病原性

一、執行團隊

- 獸醫研究所疾病診斷組：李璠組長、胡書佳副研究員、劉玉彬副研究員、陳麗璇助理研究員、李婉甄助理研究員、陳彥彥助理研究員、涂央昌助理研究員
- 獸醫研究所生物組：林育如組長
- 獸醫研究所製劑組：陳燕萍組長
- 獸醫研究所新興傳染病組：許偉誠副研究員

二、研究構想

高病原性家禽流行性感冒（禽流感）是國際關注的動物傳染病。2015年，臺灣爆發了新型2.3.4.4c分支（2019年由WHO定義）的H5亞型高病原性禽流感，病毒包括H5N2、H5N3和H5N8三種亞型，並同時在鵝、鴨、雞及火雞場爆發，導致這些家禽出現不同程度的臨床症狀和死亡率。尤其是鴨隻的臨床症狀較不明顯，這使得多國研究推測飼養的鴨隻在國際禽流感傳播中，取代了野生水禽的角色，維持病毒的循環。

後續H5Nx高病原性禽流感病毒的變異愈加複雜，特別是2.3.4.4b分支H5亞型在野生禽類中的帶毒特性及重組頻繁，並在歐亞地區持續爆發。2021年8月，於雲林路拾死鴨檢出2.3.4.4b分支H5N2亞型病毒。同年冬季，這種病毒再度在歐洲和亞洲廣泛分布，韓國和日本也遭遇H5N8及H5N1亞型病毒入侵。臺灣重要濕地檢出H5N1亞型病毒，2022年1月北美加拿大也報告了H5N1亞型病毒，並傳播至美國西岸和墨西哥。

為提供及時的防疫參考和策略擬定，對不同禽種進行病原性研究。獸醫研究所擁有可進行此類試驗的負壓實驗動物舍，並自2017年起引入高生物安全群組式家禽負壓隔離飼養設施，由畜產試驗所提供的乾淨可靠的水禽試驗動

物，解決試驗材料的問題。通過動物試驗研究臺灣高病原性禽流感病毒，以提供防疫策略的制定參考。

三、成果介紹

2017 年起依重要並具代表性或主流行之病毒株，進行不同家禽禽種之鼻腔接種試驗，計有 3 種分支 (2.3.4.4c、2.3.4.4e 及 2.3.4.4b)，可再細分為 5 種基因型。其中以北京鴨死亡情形最少，臨床症狀不明顯，接種後 14 天存活者均可檢出抗體，為傳播風險高之儲主。

計畫執行之病毒株均以抗體陰性雞隻檢測 50% 致死所需劑量，其中 2.3.4.4c 分支之病毒株，多為隨存在時間增加而降低所需致死劑量，通常為病毒適應雞群的一種表現。而 2.3.4.4b 分支病毒株則反而隨存在時間增加而增加所需致死劑量，為少見情形，仍需進一步探討。

不同禽種接種高病原性家禽流行感冒之死亡率比較

| 病毒名稱 | 雞 | 番鴨 | 北京鴨 | 鵝 |
|---|---|---|---|---|
| A/goose/Taiwan/15010004/2015 (2.3.4.4c H5N2) | 3/4 (75%) | 2/4 (50%) | 0/4 (0%) | 4/4 (100%) |
| A/duck/Taiwan/17020004/2017 (2.3.4.4e H5N6) | 4/4 (100%) | 3/4 (75%) | 4/4 (100%) | 4/4 (100%) |
| A/chicken/Taiwan/19010004/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 3/4 (75%) | 2/4 (50%) | 0/4 (0%) | 3/4 (75%) |
| A/chicken/Taiwan/19120011/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 4/4 (100%) | 2/4 (50%) | 0/4 (0%) | 3/4 (75%) |
| A/chicken/Taiwan/21010005/2021 (2.3.4.4c H5N5) | 4/4 (100%) | 2/4 (50%) | 0/4 (0%) | 4/4 (100%) |
| A/duck/Taiwan/21080001/2021 (2.3.4.4b H5N2) | 4/4 (100%) | NA | 4/4 (100%) | 4/4 (100%) |
| A/chicken/Taiwan/22120013/2022 (2.3.4.4b H5N2) | 4/4 (100%) | NA | NA | 4/4 (100%) |
| 圖示 |  |  |  |  |

不同禽種接種高病原性家禽流行感冒之試驗後血清陽轉情形

| 病毒名稱 | 雞 | 番鴨 | 北京鴨 | 鵝 |
|---|---|---|---|--|
| A/goose/Taiwan/15010004/2015 (2.3.4.4c H5N2) | <2 - - | 32 - - | 256 128 64 32 | - - - |
| A/duck/Taiwan/17020004/2017 (2.3.4.4e H5N6) | - - - | 32 - - | - - - | - - - |
| A/chicken/Taiwan/19010004/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 128 - - | 128 64 - | 256 128 64 64 | 64 - - |
| A/chicken/Taiwan/19120011/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | - - - | 32 - - | 64 64 64 32 | 64 - - |
| A/chicken/Taiwan/21010005/2021 (2.3.4.4c H5N5) | - - - | 16 - - | 64 64 64 32 | - - - |
| A/duck/Taiwan/21080001/2021 (2.3.4.4b H5N2) | - - - | NA | - - - | - - - |
| A/chicken/Taiwan/22120013/2022 (2.3.4.4b H5N2) | - - - | NA | NA | - - - |
| 圖示 |  |  ♂ Muscovy duck |  ♂ Pekin duck |  |

欄位內數值為血球凝聚抑制力價

不同高病原性家禽流行感冒病毒株之半致死劑量

| 病毒名稱 | 半致死劑量(BLD ₅₀) | 距首次檢出時間 |
|---|--------------------------------------|---------|
| A/goose/Taiwan/15010004/2015 (2.3.4.4c H5N2) | 10 ^{5.67} EID ₅₀ | 1 週 |
| A/duck/Taiwan/17020004/2017 (2.3.4.4e H5N6) | 10 ⁵ EID ₅₀ | 首例 |
| A/chicken/Taiwan/19010004/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 10 ^{5.67} EID ₅₀ | 9 個月 |
| A/chicken/Taiwan/19120011/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 10 ⁵ EID ₅₀ | 20個月 |
| A/chicken/Taiwan/21010005/2021 (2.3.4.4c H5N5) | 10 ^{3.67} EID ₅₀ | 15個月 |
| A/duck/Taiwan/21080001/2021 (2.3.4.4b H5N2) | 10 ^{3.5} EID ₅₀ | 首例 |
| A/chicken/Taiwan/22120013/2022 (2.3.4.4b H5N2) | 10 ^{4.29} EID ₅₀ | 16個月 |

EID₅₀：雞胚胎半感染劑量 BLD₅₀：半致死劑量

四、未來展望 / 後續應用

由於自 2017 年起截至目前為止，接種過 3 種分支之 H5 亞型高病原性禽流感病毒，其對家禽之自然感染點鼻途徑感染病原性不完全相同，但仍以水禽常見感染後存活時間較長。因此建議防疫應對水禽加強禽流感病毒的監測。在高病原性禽流感持續檢出的地區，應採取結合多項的禽流感預防和控制措施，加強對高病原性禽流感病毒的監測與控制，以及避免未來面臨病毒再重組對診斷及現場複雜程度的因擾。

另由於面臨全球禽流感病毒之變異及重組頻繁，其可能再入侵之病毒株、對不同禽種之病原性及其對產業可能的影響實難以預測，仍需持續進行病原性研究，以累積完整之臺灣禽流感病毒特性資料，增進對禽流感病毒知識。

五、成果示意圖片

臺灣高病原性家禽流行性感冒病毒中，以鼻腔接種之病原性最強的屬 2017 年入侵之 2.3.4.4e 分支 H5N6 亞型病毒，其各禽種之死亡率及其平均死亡時間居冠於所有入侵病毒株。

而臺灣前一波主流行之 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒於 2020 年入侵時，其病原性位居第二名。

不同禽種鼻腔接種高病原性家禽流行感冒之
死亡率及其平均死亡時間

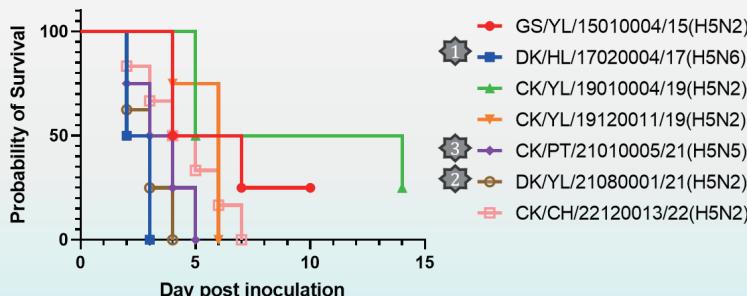
| 病毒名稱 | 雞 | 番鴨 | 北京鴨 | 鵝 |
|---|----------------|--------------|---------------|---------------|
| A/goose/Taiwan/15010004/2015 (2.3.4.4c H5N2) | 3/4 (5) | 2/4 (5.5) | 0/4 (NA) | 4/4 (4) |
| A/duck/Taiwan/17020004/2017 (2.3.4.4c H5N6) | 4/4 (2.5) | 3/4 (4.3) | 4/4 (4.5) | 4/4 (3.5) |
| A/chicken/Taiwan/19010004/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 3/4 (7.7) | 2/4 (6.5) | 0/4 (NA) | 3/4 (8) |
| A/chicken/Taiwan/19120011/2019 (2.3.4.4c H5N2, G5) | 4/4 (5.5) | 2/4 (7) | 0/4 (NA) | 3/4 (7) |
| A/chicken/Taiwan/21010005/2021 (2.3.4.4c H5N5) | 4/4 (3.5) | 2/4 (4.5) | 0/4 (NA) | 4/4 (7) |
| A/duck/Taiwan/21080001/2021 (2.3.4.4b H5N2) | 4/4 (2.875) | NA | 4/4 (4.75) | 4/4 (3) |
| A/chicken/Taiwan/22120013/2022 (2.3.4.4b H5N2) | 4/4 (4.5) | NA | NA | 4/4 (5.75) |

圖示



顯示方式：死亡隻數/接種隻數；括弧內數值為平均死亡時間

各病毒株以 10^6 EID50 接種抗體陰性雞之存活時間



六、發表文獻

- (一) The adaptation of High Pathogenicity Avian Influenza Circulating in Taiwan since 2015. /Li-Hsuan Chen/2021/ 中華民國獸醫學會 110 年度秋季學術論文發表會。
- (二) Infectivity and Pathogenicity of the highly pathogenic avian influenza virus H5N2 clade 2.3.4.4b isolated in Taiwan. /Li-Hsuan Chen/2022/ 中華民國獸醫學會 111 年度秋季學術論文發表會。
- (三) Pathogenicity Change of the High Pathogenicity Avian Influenza Virus H5N2 Clade 2.3.4.4b Isolated in Taiwan. /Li-Hsuan Chen/2024/ 中華民國獸醫學會 113 年度春季學術論文發表會。

第三章

-動物狂犬病監測與策略研究-



狂犬病是一種致命性的神經系統疾病，通常由狂犬病毒感染造成。該病毒主要透過被感染動物（通常為犬隻）唾液傳播，人類通常是通過被感染動物咬傷或抓傷而感染。如未及時接受適當的防治措施，一旦發病後，致死率幾乎達 100%。

臺灣自 1961 年以來一直維持無狂犬病發生的狀態，但自 2013 年起發現鼬獾感染狂犬病陽性案例，至今仍有零星陽性案例發生，顯示臺灣仍存在狂犬病病毒在野生動物群體中流行的風險。因此，持續強化動物狂犬病的監測和預防工作顯得尤為重要。

在疫情監測策略方面，需要建立完善的動物狂犬病監測網絡，尤其是加強對犬貓和野生動物的監測，經由定期進行流行病學調查，了解狂犬病毒在不同動物宿主中的流行情況。同時，加強狂犬病疑似病例的監測和診斷，提高疫情早期預警和應變能力。國際上越來越重視利用現代資訊技術，如地理資訊系統 (GIS)、大數據分析等，優化監測策略和資源配置。

在病毒分析方面，需要加強對狂犬病毒的基因序列與病毒進化分析，深入了解病毒的遺傳多樣性、宿主適應性和地理分布特點。利於辨識高風險病毒株，預測疫情傳播趨勢，制定防控措施。近年來，新分子生物技術的發展加快了病毒基因組研究進程，建立狂犬病毒基因組資料庫，促進全球的病毒進化比較研究。

狂犬病防控需要加強國際合作，促進疫情資訊共享、技術交流等。世界衛生組織 (WHO)、世界動物衛生組織 (WOAH) 等國際機構發揮著重要的協調作用，制定全球狂犬病消除策略，提供防控指南和技術支持。許多國家還開展了區域性合作，如歐洲、東南亞等地區的狂犬病消除行動計畫，並取得了顯著成效。

對於臺灣而言，一方面繼續強化犬隻的免疫接種、寵物登記管理及流浪犬隻控制，降低犬傳人狂犬病的風險。另一方面，要加強對鼬獾等野生動物宿主的監測和管理，阻斷病毒在野生動物中的傳播循環。同時，亦要加強公眾宣傳，提高疫病防範意識以及處置能力。

主軸一 | 疫情監測策略

狂犬病疫情監測需要結合主動和被動方法。主動監測通過定期抽樣檢測易感動物和野生食肉動物，及時發現病毒流行情況；被動監測則針對疑似感染動物或暴露人群，迅速採樣檢測，發現疫情。全面監測與邊界防疫帶的建立可及時掌握疫情動態，防止擴散。準確檢測是關鍵，實驗室需建立高通量診斷能力，縮短檢測時間，提升生物安全水平。參與國際標準化檢測方法的研究，確保結果可靠，為疫情管控提供依據。

壹、大安溪北岸之小型食肉目狂犬病監測計畫

一、執行團隊

- 國立臺灣大學獸醫學系：季昭華教授、余品奐副教授
- 臺中市野生動物保育學會研究組：林文隆組長

二、成果介紹

臺灣在 2013 年 7 月 16 日發現鼬獾感染狂犬病陽性案例，至 2023 年止共確診 923 個動物感染狂犬病案例，包括 911 例鼬獾、9 例白鼻心、1 例黃喉貂、1 例幼犬及 1 例錢鼠。目前陽性案例在臺灣西部分布在大安溪兩岸，臺灣東部則已跨越秀姑巒溪，到達花蓮市。苗栗（卓蘭鎮及泰安鄉除外）以北及花蓮壽豐鄉以北及宜蘭仍為狂犬病非疫區。現階段最重要的解決問題是需在臺灣東、西部狂犬病分布邊界建立免疫防疫帶，避免狂犬病擴散。針對大安溪北岸之食肉目動物捕捉，並施打犬貓用不活化疫苗的方式，來建立免疫保護帶，可降低狂犬病向北擴散的機會。自 2016 年起，在大安溪北岸所捕獲之食肉目動物，皆施打動物用狂犬病疫苗並植入晶片；同時抽血以進行血液生理學、狂犬病病原及血中抗體力價之檢驗。持續進行鼬獾及共域食肉目動物的捕捉、施打疫苗及檢測抗體力價有其必要性。至 2023 年已檢測約 400 隻小型食肉目動物之狂犬病血清資料，共 8 隻鼬獾呈現抗體陽性，來自大湖鄉、

三義鄉、泰安鄉及卓蘭鎮，其餘皆為陰性，藉由捕捉檢測狂犬病抗體力價並施打疫苗，篩檢狂犬病擴散狀況，並增加免疫覆蓋範圍，減少狂犬病向北擴散之機會，根據檢測陽性個體定位，加強該地之捕捉監測，以及疫苗注射增加免疫覆蓋率。

三、監測資訊

- (一) 2020 年計畫期間在苗栗共計捕捉到 53 隻食肉目動物，分別是鼬獾 48 隻、白鼻心 4 隻與食蟹獴 1 隻。在花蓮共計捕捉到 50 隻食肉目動物，分別是鼬獾 7 隻、白鼻心 12 隻及食蟹獴 31 隻。其中 3 隻鼬獾呈狂犬病抗體陽性，捕捉地點分別為大湖鄉以及卓蘭鎮，其餘皆為陰性。
- (二) 2021 年在苗栗共計捕捉到 103 隻食肉目動物，分別是鼬獾 86 隻、白鼻心 11 隻與食蟹獴 6 隻。其中 1 隻鼬獾呈狂犬病抗體陽性，捕捉地點為卓蘭鎮，其餘皆為陰性。
- (三) 2022 年在苗栗共計捕捉到 101 隻食肉目動物，分別是鼬獾 77 隻、白鼻心 22 隻與食蟹獴 2 隻。其中 1 隻鼬獾呈狂犬病抗體陽性，捕捉地點為三義鄉，其餘皆為陰性。
- (四) 2023 年在苗栗共計捕捉到 100 隻食肉目動物，分別是鼬獾 81 隻、白鼻心 14 隻與食蟹獴 5 隻。其中 3 隻鼬獾呈狂犬病抗體陽性，捕捉地點分別為泰安鄉以及卓蘭鎮，其餘皆為陰性。

四、成果介紹

完成臺灣西部狂犬病疫情北界捕獲之鼬獾，與其他食肉目動物血液及其他組織採取，並以聚合酶鏈鎖反應（PCR）及血清學方法，分別檢測狂犬病病原及血中抗體力價，了解苗栗地區小型食肉目動物之感染情況，並提供捕獲之鼬獾及其他食肉目動物除採樣之外所需之醫療援助及照護。

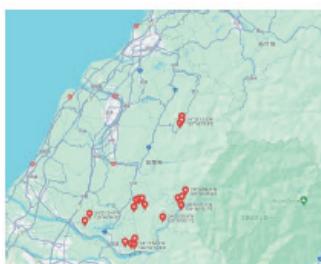
五、重要亮點

(一) 食肉目動物捕捉方法：本次使用中型誘捕籠（長 63.8cm；寬 24.8 cm；高 36.2 cm）選在獸徑、溪澗岸邊、農墾地與林地交界等處佈設，內置魚肉、雞肉、烤香腸、水果香蕉、柳丁、鳳梨等誘餌。每天早上巡視陷阱一次並更換餌料，若陷阱超過 5 天未捕獲任何動物，會調整設置位置或是移地再設。除了誘捕籠外，也使用熱顯儀 FLIR Scout 320 主動找出夜間活動的鼬獾，並直接以手抄網網捕。

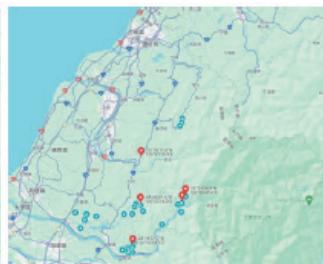


圖一-圖三、動物捕捉籠之放置、捕捉之食肉目動物已及捕捉後進行麻醉血液採集及晶片及疫苗施打。

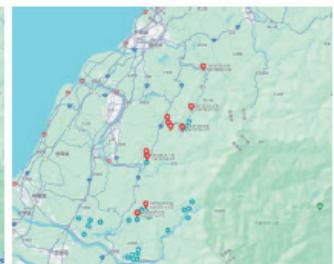
(二) 食肉目動物捕捉地點位於苗栗各鄉鎮，包括大湖鄉、泰安鄉、卓蘭鄉、三義鄉、獅潭鄉及南庄鄉，數量最多集中於苗栗南部如三義鄉、卓蘭鄉及泰安鄉。



圖四、81 隻鼬獾捕捉點位



圖五、5 隻食蟹獴捕捉點位



圖六、14 隻白鼻心捕捉點位



圖七、食肉目動物捕捉地點位於苗栗各鄉鎮，包括大湖鄉、泰安鄉、卓蘭鄉、三義鄉、獅潭鄉及南庄鄉

(三) 捕獲食肉目動物之血液學檢驗：建立小型食肉目動物之血液學參考資料，包括血球計數檢測結果及血清生化學數值。

表一、2023 年苗栗捕獲之食肉目動物血球計數檢驗結果

| 血液學 | 物種 | 鼬獾 | | 食蟹獴 | | 白鼻心 | |
|------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | | 參考值 ^a | 112 年 | 111 年 (參考值) ^b | 112 年 | 參考值 ^{a,b} | 112 年 |
| Hb | g/dL | 10.38-14.18 | 13.3±1.8 | 11.4±1.2 | 9.6±1.3 | 8.4-16.6 ^a | 13.1±1.7 |
| Haemat | % | 28.15-38.05 | 40.6±4.4 | 29.3±3.2 | 33.0±3.3 | 25.0-49.5 ^a | 42.3±4.6 |
| RBC | ×10 ⁶ /µL | 6.3-8.38 | 8.5±1.0 | 7.7±0.9 | 7.6±0.7 | 4.51-10.48 ^a | 10.0±1.4 |
| MCV | fL | 42.75-47.53 | 47.2±5.5 | 38.1±1.5 | 43.6±0.9 | 37.7-62.0 ^a | 42.9±4.4 |
| MCH | pg | 16.08-17.4 | 15.8±1.2 | 14.8±0.5 | 12.7±0.6 | 14.6-19.0 ^a | 12.5±3.2 |
| MCHC | g/dL | 35.49-38.81 | 33.0±2.1 | 38.8±0.7 | 29.1±1.2 | 26.0-41.5 ^a | 31.0±2.3 |
| Platlets | ×10 ³ /µL | | 410.3±144.2 | 677.4±414.5 | 461.2±87.8 | | 625.8±341.3 |
| WBC | 10 ⁹ /L | 6.554-13.876 | 10.3±3.6 | 4.0±1.0 | 4.5±2.9 | 3.3-15.8 ^a | 11.9±4.4 |
| Neutrophil | % | | 60.5±12.9 | | 51.2±16.3 | | 42.3±18.9 |
| Eosinophil | % | | | | 2.1±1.8 | | 2.2±1.3 |
| Basophil | % | | | | 0.2±0.2 | | 0.3±0.2 |
| Lymphocyte | % | | 34.3±13.3 | | 42.8±16.9 | | 51.3±19.8 |
| Monocyte | % | | 5.2±2.7 | | 3.7±1.2 | | 3.9±2.3 |

a. 吳永惠、張清棟、劉宏仁、林孫權、蔡專福、鄭景文、張直、Wu, Yeong-huey, Chang, Ching-dong, Liu, Hung-jen, Lin, Suen-chuain, Tsai, Jun-fu, Cheng, June-wen, Chang, Tse (1999)。臺灣白鼻心(*Paguma larvata taivana*)例行性臨床檢查之參考值。中華民國獸醫學會雜誌, 25:4 卷頁 283-289。

b. 董光中、李衛民、周世認、徐慶霖、Kwong-Chung Tung、Wei-Ming Lee、Shyn-Renn Chou、Ching-Lin Shyu (1996)。臺灣白鼻心(*Paguma larvata taivana*)於人工飼養環境下血液學與血液化學之探討。中華民國獸醫學會雜誌, 22:1 卷頁 56-60。

c. 余品典、李昭華、林文隆 (2022)。111 年度大安溪北岸之小型食肉目狂犬病免疫及監測捕捉計畫。5 隻捕捉釋放之食蟹獴血液學資料 (未發表資料)。

d. Liu CC, Chi CH, Yen SC, Liu JN, Ju YT, Kang CL, Chang CH, Yu PH. Blood lead and zinc levels and their impact on health of free-living small carnivores in Taiwan, Republic of China. J Wildl Dis. 2020 Jan;56(1):157-166. Epub 2019 Sep 18. PMID: 31532734.

表二、2023 年苗栗捕獲之食肉目動物血清生化檢驗結果

| 血液學 | 物種 | 鼬獾 | | 食蟹獴 | | 白鼻心 | |
|-----------------|--------|------------------|----------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | | 參考值 ^a | 112 年 | 111 年 (參考值) ^b | 112 年 | 參考值 ^{a,b} | 112 年 |
| Albumin | g/dL | 2.3-2.82 | 3.0 ± 0.3 | 3.1 ± 0.2 | 3.1 ± 0.2 | 3.9 ± 0.2 | |
| ALKP | U/L | 126.24-239.68 | 173.3 ± 59.3 | 30.8 ± 15.0 | 17.8 ± 4.3 | 28-306 ^a | 225.9 ± 144.1 |
| ALT(SGPT) | U/L | 193.42-464.14 | 195.7 ± 123.2 | 73.2 ± 21.6 | 30.6 ± 5.2 | 20-74 ^a | 33.4 ± 15.7 |
| AST(SGOT) | U/L | 48.52-635.24 | 149.2 ± 53.7 | 81.4 ± 21.8 | 85.6 ± 15.9 | 34-90 ^a | 54.9 ± 15.1 |
| BUN | mg/dL | 21.07-37.15 | 27.7 ± 5.2 | 21.4 ± 4.2 | 23.4 ± 5.9 | 4.7-28.1 ^a | 4.7 ± 2.6 |
| Ca | mg/dL | | 9.1 ± 0.6 | 10.1 ± 0.6 | 9.2 ± 0.5 | 8.9-10.3 ^b | 75.9 ± 247.6 |
| Creatinine | mg/dL | 0.23-0.41 | 0.4 ± 0.1 | 0.7 ± 0.2 | 0.5 ± 0.1 | 0.32-1.72 ^a | 0.5 ± 0.1 |
| CK | U/L | | 1187.0 ± 362.7 | 350.6 ± 85.0 | 697.2 ± 307.4 | 44-301.6 ^b | 230.4 ± 195.2 |
| Glucose | mg/dL | 79.23-162.61 | 96.1 ± 75.8 | 242.8 ± 73.5 | 215.8 ± 68.6 | 75.1-121.9 ^b | 180.8 ± 73.9 |
| Phosphorus | mg/dL | | 6.5 ± 1.1 | 6.0 ± 1.5 | 6.3 ± 1.4 | 4.8-6.4 ^b | 7.7 ± 2.0 |
| TP | g/dL | 6.31-7.87 | 7.4 ± 0.5 | 6.2 ± 0.3 | 5.9 ± 0.4 | 7.4-9.2 ^b | 6.6 ± 0.7 |
| Na ⁺ | mmol/L | | 150.7 ± 16.4 | 149.9 ± 0.7 | 148.4 ± 0.4 | 137.2-147.6 ^b | 144.6 ± 3.7 |
| K ⁺ | mmol/L | | 4.8 ± 0.5 | 4.0 ± 0.1 | 4.8 ± 0.7 | 3.5-5.3 ^b | 4.5 ± 1.0 |
| Cl ⁻ | mmol/L | | 114.9 ± 4.0 | 110.9 ± 1.0 | 110.1 ± 0.6 | 100.5-103.7 ^b | 103.2 ± 3.1 |

a. 吳永惠、張清棟、劉宏仁、林孫權、蔡專福、鄭景文、張直、Wu, Yeong-huey, Chang, Ching-dong, Liu, Hung-jen, Lin, Suen-chuan, Tsai, Jun-fu, Cheng, June-wen, Chang, Tse (1999)。臺灣白鼻心 (*Paguma larvata taivana*) 例行性臨床檢查之參考值。中華民國獸醫學會雜誌, 25:4 卷頁 283-289。

b. 董光中、李衛民、周世認、徐慶霖、Kwong-Chung Tung, Wei-Ming Lee, Shyh-Renn Chou, Ching-Lin Shyu (1996)。臺灣白鼻心 (*Paguma larvata taivana*) 於人工飼養環境下血液學與血液化學之探討。中華民國獸醫學會雜誌, 22:1 卷頁 56-60。

c. 食品與、李昭華、林文隆 (2022)。111 年度大安溪北岸之小型食肉目狂犬病免疫及監測捕捉計畫。5 隻捕捉釋放之食蟹獴血液學資料 (未發表資料)。

d. Liu CC, Chi CH, Yen SC, Liu JN, Ju YT, Kang CL, Chang CH, Yu PH. Blood lead and zinc levels and their impact on health of free-living small carnivores in Taiwan, Republic of China. J Wildl Dis. 2020 Jan;56(1):157-166. Epub 2019 Sep 18. PMID: 31532734.

六、其他重大效益

(一) 建立鼬獾及食肉目動物血液學血清學監控，增加臺灣原生物種之基本背景資料。

(二) 針對臺灣西部狂犬病疫情北界之食肉目動物捕捉及施打犬貓用不活化疫苗，監控及減緩大安溪以北之泰安鄉及卓蘭鎮之狂犬病之擴散速度，以利後續防疫計畫的建立。

(三) 經過多年累積捕捉及監測經驗，可提供相關單位誘捕過程的經驗，例如籠具、誘餌、時機點等，供後續誘捕精進參考。

(四) 增加捕獲動物之動物福利考量及現今保育意識提升，提供捕獲動物之醫療協助及健康狀態監測，減少於人為操作中造成之動物傷亡事件，並提供保育單位更多動物之基本資料參考。

七、未來展望 / 後續應用

持續監控及完成臺灣西部狂犬病疫情北界鼬獾或食肉目動物的捕捉及監測，已控制狂犬病向北擴散之機會，捕獲計畫及疫苗的持續進行，期望狂犬病可停止於大安溪，並規劃疫苗防疫帶之擴大，加強市郊區域及大安溪以南區域，建立安全之人及動物的狂犬病非疫區。

八、發表文獻

- (一) Blood lead and zinc levels and their impact on health of free-living small carnivores in Taiwan/ Chin-Chia Liu / 2020 / <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31532734/>

貳、國內犬貓及蝙蝠狂犬病監測

一、執行團隊

- 獸醫研究所李璠組長
- 獸醫研究所胡書佳副研究員
- 獸醫研究所許偉誠副研究員

二、研究構想

本國自 2013 年於鼬獾檢出狂犬病後，迄今僅於 1 例被鼬獾咬傷的幼犬確診感染狂犬病，其餘狂犬病案例皆發生於野生動物。本計畫持續進行國內犬貓狂犬病監測，以監控本國犬貓狂犬病發生情形，而蝙蝠可作為多數麗沙病毒的自然宿主，持續進行國內蝙蝠狂犬病監測，以了解臺灣蝙蝠群中麗沙病毒感染情形。犬貓狂犬病抗體監測透過收集各縣市犬貓血清進行狂犬病抗體檢測，了解犬貓施打疫苗後的抗體陽性率，有助於防疫措施擬定及調整的參考。

三、監測資訊

犬貓狂犬病抗原監測：收集各縣市傷病死亡犬貓進行監測，累計監測 2,983 例，皆為陰性。

表一、犬貓狂犬病抗原監測之收集傷病死亡犬貓數(例)

| | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 | 2021 年 | 2022 年 | 2023 年 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 犬 | 348 | 409 | 378 | 305 | 250 | 301 | 299 |
| 貓 | 27 | 86 | 62 | 105 | 153 | 135 | 125 |

犬貓狂犬病抗體監測：收集各縣市犬貓血清進行監測，累計監測 3,089 例。

表二、犬貓狂犬病抗體監測之收集傷病死亡犬貓數(例)

| | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 | 2021 年 | 2022 年 | 2023 年 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 犬陽性 | 280 | 183 | 152 | 142 | 153 | 164 | 195 |
| 犬總數 | 477 | 298 | 275 | 296 | 256 | 283 | 313 |
| 貓陽性 | 0 | 69 | 49 | 53 | 77 | 79 | 80 |
| 貓總數 | 0 | 157 | 116 | 116 | 158 | 150 | 194 |

蝙蝠狂犬病監測：收集傷病死亡蝙蝠進行監測，共計完成 658 例檢測，並檢出 4 例陽性，其中 3 例於東亞家蝠檢出臺灣蝙蝠麗沙病毒第一型，1 例於絨山蝠檢出新型麗沙病毒，命名為臺灣蝙蝠麗沙病毒第二型。

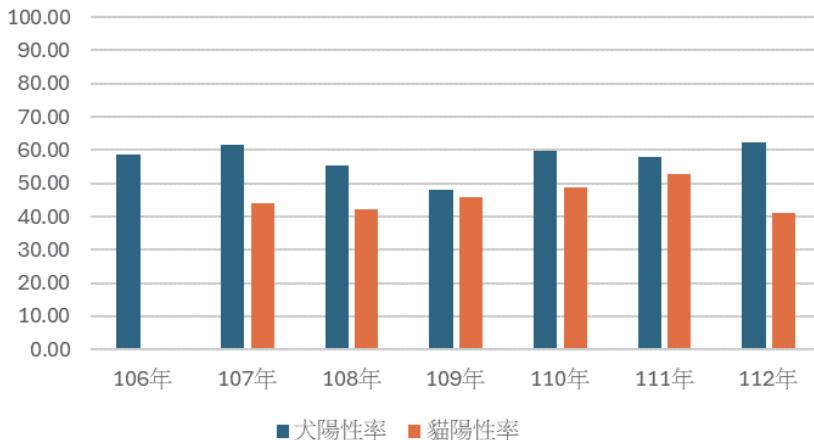
表三、蝙蝠狂犬病監測之收集傷病死亡蝙蝠數(例)

| | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 | 2021 年 | 2022 年 | 2023 年 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 陽性 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 陰性 | 106 | 123 | 116 | 88 | 77 | 69 | 75 |

四、成果介紹

本計畫於 2017-2023 年間累計 2,982 例國內犬貓狂犬病抗原檢測資訊，佐證國內狂犬病疫情主要發生於野生動物，並未於犬貓發生。

各年度犬貓狂犬病抗體陽性率分析，犬隻抗體陽性率於 2020 年最低 (48%)，2021-2023 年度抗體陽性率有增加的趨勢 (59.8%、58%、62.3%)。貓隻抗體陽性率各年度皆低於犬隻，並於 2023 年抗體陽性率最低 (41.2%)，顯示未來須持續推動貓隻狂犬病疫苗免疫強化措施。



圖一、各年度犬貓狂犬病抗體陽性率分析

本計畫於 2017-2023 年間收集 658 例傷病蝙蝠進行監測，並檢出 4 例陽性，其中 3 例於東亞家蝠檢出臺灣蝙蝠麗沙病毒第一型，1 例於絨山蝠檢出新型麗沙病毒，命名為臺灣蝙蝠麗沙病毒第二型。透過本計畫成果了解國內蝙蝠群中至少存在 2 種麗沙病毒，麗沙病毒屬病毒具有人畜共通風險，第一線及野生動物救傷人員須提高警覺並強化自身防護措施，以降低風險。

五、其他重大效益

本計畫執行國內犬貓狂犬病抗原檢測，透過每年持續監控，提供我國狂犬病疫情侷限於野生動物之相關科學證據，對於維持我國狂犬病的風險等級及國際觀光旅遊有正面效應。

六、未來展望 / 後續應用

透過持續性進行犬貓狂犬病抗原及抗體調查，以監控國內犬貓是否發生狂犬病及評估疫苗施打成效。蝙蝠攜帶的病毒相關研究近年越來越受到重視，持續監控蝙蝠可能帶原的重要人畜共通疾病，相關監測成果可提供公衛單位參考。

八、發表文獻

- (一) Lyssavirus in Japanese Pipistrelle, Taiwan/ Shu-Chia Hu/ 2018/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29553328/>
- (二) Standard operating procedure for lyssavirus surveillance of the bat population in Taiwan/ Wei-Cheng Hsu/ 2019/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31524862/>
- (三) Novel Bat Lyssaviruses Identified by Nationwide Passive Surveillance in Taiwan, 2018—2021/ Shu-Chia Hu/ 2022/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35891542/>

參、狂犬病抗體檢測服務財團法人全國認證基金會 (TAF) 認證

一、執行團隊

- 獸醫研究所製劑組：陳燕萍組長、曾俊憲研究員、許愛萍副研究員、張毓嘉助理研究員

二、成果介紹

整合及精進本所犬貓國際移動之狂犬病中和抗體檢測服務之品質管理系統，並取得財團法人全國認證基金會（TAF）ISO 17025 認證。

三、重要亮點

於 2023 年完成狂犬病抗體檢測服務之品質文件整合及發行，向 TAF 提出 ISO17025 認證申請；在配合 TAF 要求辦理實地評鑑、就評鑑委員開立之不符合事項矯正完成及回覆改善措施等候，於 2023 年 12 月 26 日取得 TAF ISO 17025 認證。

四、未來展望 / 後續應用

完成通過財團法人全國認證基金會（TAF）認證之階段性目標後，實驗室將秉持提供國人高品質檢測服務之初衷，將繼續精進 ISO 17025 品質系統與持續通過 TAF 年度查核認證。

五、成果示意圖片



主軸二 | 病毒分析與國際合作

檢出的病毒株需進行基因序列分析，以了解病毒來源和傳播路徑。建立區域性病毒分子流行病學監測網絡，可及時預警風險，另評估現有防控措施效果，提出更完善的管控策略，不斷優化體系。狂犬病是全球公共衛生問題，建立亞太地區狂犬病診斷能力比對中心需各國合作，2018 年我們獲 WOAH 支持，與法國南錫簽訂合作計畫，提升狂犬病監測系統量能，增強我國在國際上的能見度，並在狂犬病控制中發揮技術支援作用。

壹、狂犬病防疫策略研究

一、執行團隊

- 國立中興大學獸醫學系：賴政宏副教授

二、成果介紹

本計畫自 2017 年起，逐年針對鼬獾狂犬病疫區之病例進行資料收集、紀錄、統計分析，探討鼬獾狂犬病傳播之風險因子，以提供動物疾病防治主管機關對鼬獾狂犬病之傳播媒介與風險因子之相關資料，作為防疫策略擬定之參考。

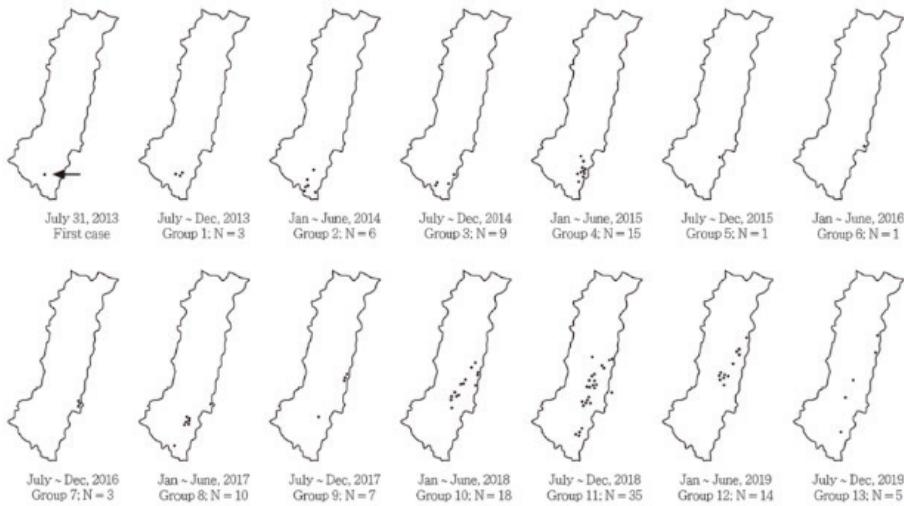
三、監測資訊

- (一) 每個月統計流行地區（苗栗以南及花蓮、臺東）野生動物之狂犬病檢測數及陽性病例數，並上傳至臺灣狂犬病網站 (www.rabies.tw)

表一、2024 年 1-3 月野生動物狂犬病檢測資料

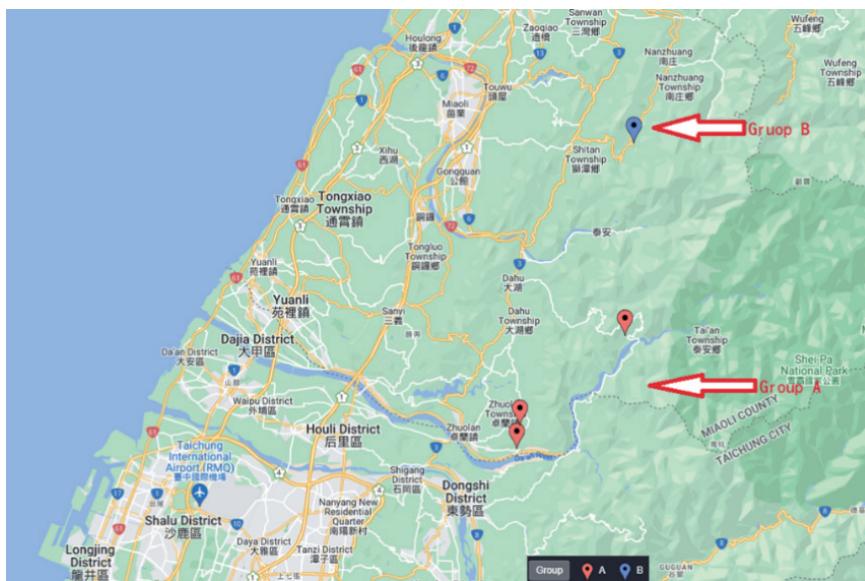
| Animals | Taiwan Rabies Surveillance Monthly Report (2024) | | | | | | | | | | | | Total | Total | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|----|
| | Jan | | Feb | | March | | April | | May | | June | | July | | Aug | | Sep | | Oct | | Nov | | Dec | | |
| | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | tested no. | positive no. | |
| Pet animals (寵物) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dog | 10 | 0 | 22 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 0 |
| Cat | 0 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 |
| Sub-total_1 | 20 | 0 | 31 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 | 0 |
| Bat (蝙蝠) | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| Wild carnivores (野生掠食動物) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taiwan Ferret Badger (台灣獾) | 16 | 3 | 18 | 9 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 19 |
| Gen-faced civet (白耳山貓) | 14 | 0 | 12 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 0 |
| Small Chinese civet (野貓) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Cat-eating mongoose (食蟹獴) | 1 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| Siberian weasel (黃鼠狼) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Yellow-breasted martin (黃喉鶲) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Otter (水獭) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Formosan black bear (台灣黑熊) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Leopard cat (豹貓) | 5 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Sub-total_2 | 36 | 3 | 36 | 9 | 59 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 | 19 |
| Other wildlife (其他野生動物) | 7 | 0 | 12 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 |
| Border animals (邊境動物) | 24 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| Sub-total_3 | 31 | 0 | 12 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 0 |
| Total | 92 | 5 | 79 | 9 | 110 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 281 | 19 |

(二) 標示每個陽性病例之地理位置座標



圖一、花蓮縣每半年之陽性病例座標圖

(三) 苗栗縣陽性病例之地理位置



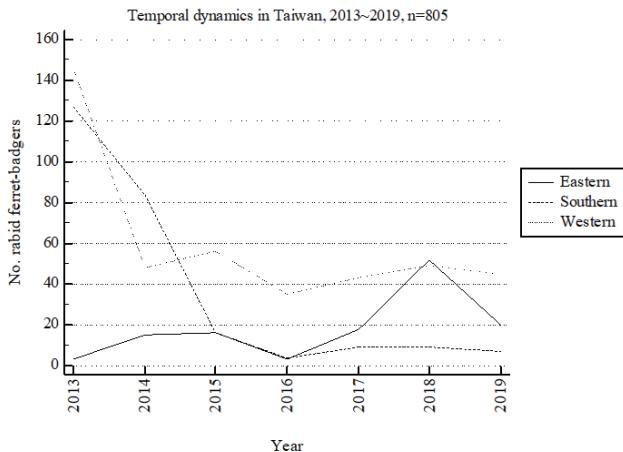
四、成果示範場域

臺灣鼬獾狂犬病自 2013 年 7 月在臺灣發生首次大疫情之後，至 2022 年底為止，疫區一直侷限在臺灣之 9 個縣市之內，此 9 個縣市均位於臺中市北側之大安溪，與花蓮縣北側之和平溪以南的地區。2023 年 1 月，在防檢署 2023 年度狂犬病監測計畫下，發現鼬獾狂犬病之疫情已經越過大安溪，進入苗栗縣。因為大安溪與和平溪以北之地區，均未曾發生過鼬獾狂犬病，故未來將不排除會在大安溪與和平溪以北之地區，再一次發生類似 2013 年之鼬獾狂犬病之首次大疫情。

五、重要亮點

(一) 使用 2013 年 7 月至 2020 年 12 月臺灣東部之鼬獾狂犬病的流行病學數據來估計鼬獾狂犬病擴散波鋒的速率 (rate of wave front spread)。2013 年 7 月 31 日，在花蓮縣卓溪鄉發現臺灣東部鼬獾狂犬病第一個病例。用卓溪鄉首例病例座標，與鼬獾狂犬病入侵之 10 個鄉鎮之地理中心座標間的距離與入侵時間，以線性回歸計

算擴散波鋒的速率。鼬獾狂犬病前進波的平均擴散速率為 10.698 公里 / 年。擴散時間（月份）和擴散距離（公里）之間的相關性為 $R = 0.9273$ ， $p = 0.0001$ 。全球鼬獾狂犬病僅發生在中國和臺灣，有關鼬獾狂犬病的流行病學研究極為罕見，這是全世界第一個估計鼬獾狂犬病前進波平均前進速率的研究。

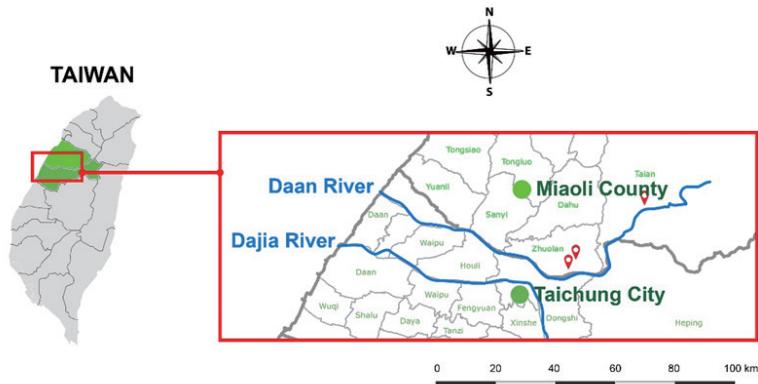


圖二、2013 年 7 月至 2019 年 12 月臺灣不同地區狂犬病鼬獾的時間動態。其中，只有臺灣東部的疫情表現出鼬獾狂犬病典型的初期流行成長模式；截至 2019 年 12 月，臺灣西部和南部的疫情似乎已經消退到地方性動物流行的程度。

(二) 臺灣近九年以來鼬獾狂犬病外溢之病例，發現白鼻心佔了 75% (9/12)，可能原因是：(1) 因為白鼻心與鼬獾同為夜行性動物；且 (2) 二者之生活空間為共域。有關此一推論，需要進一步之統計分析。此外，犬貓是寵物，與人類關係密切，如果感染了狂犬病對人類之健康會造成威脅；故各國政府都要求狗貓等寵物進行狂犬病疫苗注射。至於野生動物狂犬病，僅需針對人類健康有威脅或與生態關係密切之保毒宿主，如美國之浣熊狂犬病，或是與狗血源接近之物種如灰狐 (grayfox) 等實施狂犬病防疫計畫即可 (Johnson et al., 2021; Maki et al., 2017)。至於其他野生動物雖然偶爾因與野生之保毒動物接觸而感染狂犬病，但無須針對這些非保毒宿主之野生動物實施防疫計畫 (Ma et al., 2021)。WHO (1987) 指出，當狗型狂犬病之疫情被

控制之後，貓的疫情會自然消失。然而，貓與狗都是寵物，在公共衛生上貓具有將狗狂犬病傳播至人之橋梁角色。因此，就公共衛生之角度言之，在狗狂犬病之疫區，貓也應該注射狂犬病疫苗，但此舉與狗狂犬病疫情之撲滅並無因果關係。

(三) 本研究發現大安溪阻斷了鼬獾狂犬病向北擴散的傳播方向，此一事實印證了世界衛生組織狂犬病流行病學所言之「大河、湖泊和高山鏈 (high mountain chain) 是（狂犬病）傳播的障礙。」 (WHO 2005)。此外，2021 年臺中市水污染防治之年度報告指出：「臺中市主要河流的枯水期為 11 月至次年 4 月。近年來，由於降雨量逐年降低，特別是在枯水期，河水之流量會相對地減少」 (臺中市 2022)。綜上所述，近年來因氣候之變化，臺中市北側之大安溪因降雨量減少，使枯水期延長，有利於鼬獾渡河，導致枯水期時，鼬獾狂犬病越過了大安溪，並感染了苗栗縣以前未曾感染過狂犬病之鼬獾族群 (naïve population)。



圖五、2023 年 1 月在苗栗縣卓蘭鄉和泰安鄉採樣的 3 個狂犬病鼬獾（紅色箭頭）的位置。均位在大安溪北側山區。

六、其他重大效益

- （一）了解臺灣鼬獾狂犬病擴散之速率，以及影響擴散之地理因素。
- （二）參與 United Against Rabies (UAR) 之國際座談會，了解國際上狂犬病防治之新知。
- （三）與日本厚生省國立感染症研究所進行狂犬病防治之合作交流。

七、未來展望 / 後續應用

- （一）密切監測苗栗以北之鼬獾族群狂犬病感染狀況
- （二）加強高風險地區之犬貓的狂犬病防疫，提升狂犬病疫苗注射率。
- （三）加強民眾對狂犬病之關心與警覺

八、文宣教材

認識狂犬病漫畫



地方政府宣傳文宣



九、發表文獻

- (一) A study of the temporal dynamics and human exposure to the Formosan ferret-badger (*Melogale moschata subaurantiaca*) rabies, 2013 to 2019, Taiwan./ Wen-Jane Tu/ 2020/ *Thai Journal of Veterinary Medicine* 50: 543-548.
- (二) The wave front spread rate of Chinese ferret-badger rabies in eastern Taiwan./ Wen-Jane Tu/ 2021/ *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies* 02: 057—062. <https://doi.org/10.53022/oarjms.2021.2.1.0054>
- (三) Cross-species infections of Formosan ferret-badger (*Melogale moschata subaurantiaca*) rabies from 2013 to 2021 in Taiwan./Wen-Jane Tu/2022/ *Thai Journal of Veterinary Medicine* 52: 781-787.
- (四) The impact of river and mountainous terrain on the spread of Formosan ferret-badger (*Melogale moschata subaurantiaca*) rabies in Taiwan/Chwei-Jang Chiou/ 2023/ *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies* 06: 035—041. <https://doi.org/10.53022/oarjms.2023.6.1.0039>

貳、鼬獾狂犬病病毒分子流行病學分析

一、執行團隊

- 獸醫研究所：李璠組長、胡書佳副研究員、許偉誠副研究員、涂央昌助理研究員、陳彥彥助理研究員

二、研究構想

我國自 2013 年於鼬獾檢出狂犬病後，持續於鼬獾檢出感染狂犬病，除鼬獾感染外，至 2024 年間已有 13 例鼬獾以外動物感染（10 例白鼻心、1 例黃喉貂、1 例犬及 1 例錢鼠）。西部疫情於 2023 年跨越大安溪，最北案例發生於苗栗縣南庄鄉，東部疫情已跨越木瓜溪，最北案例發生於花蓮縣花蓮市，顯示狂犬病疫情持續擴張，透過本計畫持續累積和分析病毒序列，了解狂犬病疫情動態和病毒演化趨勢，有助於新地區及非鼬獾以外的物種感染狂犬病病毒時，進行序列比對分析，釐清病毒可能的來源。並配合國內野生動物主動採樣計畫，進行國內野生動物狂犬病抗體監測，於疫情北界進行野生動物主動採樣計畫，有助於釐清非疫區野生動物感染狂犬病現況評估，以彌補被動監測之不足。

三、成果介紹

本計畫於 2020-2023 年間，每年度挑選 15~30 例不等陽性案例進行序列分析比較，共計完成 95 例狂犬病陽性案例之病毒核蛋白及糖蛋白序列分析，顯示我國鼬獾狂犬病病毒已形成一獨立分群，並大致可依地理位置區分成兩大基因群：中南部群 (TW-CS) 及東部病毒群 (TW-E)。兩病毒群 TW-CS 及 TW-E 在核蛋白基因相似性為 91.2~93.7%，糖蛋白基因相似性為 90.1~92.4%，推測臺灣鼬獾狂犬病病毒經長時間演化加上地理性河川屏障隔絕所致。目前已完成 2020 至 2021 年間於白鼻心 (2 例) 及黃喉貂 (1 例) 感染狂犬病的序列比對，顯示與各自鄰近檢出之鼬獾狂犬病病毒株序列最為相似，應為溢出感染所致。

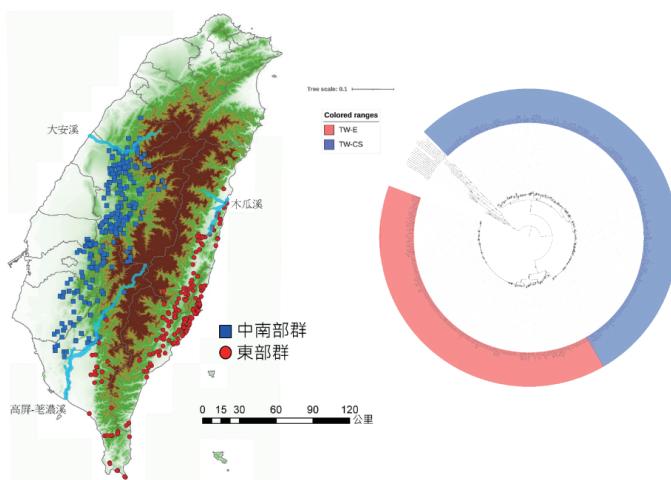
本計畫配合國內野生動物主動採樣計畫，以及野生動物急救中心救傷個體採樣進行狂犬病抗體檢測，2020-2023 年已完成 532 例抗體檢測，動物物種包含鼬獾、白鼻心、食蟹獴、石虎、黃喉貂、臺灣黑熊及麝香貓。

表一、2020-2023 年配合國內野生動物主動採樣計畫及野生動物急救中心救傷個體採樣進行狂犬病抗體檢測之物種數量

| | 2020 年 | 2021 年 | 2022 年 | 2023 年 | 總計 |
|------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 鼬獾 | 77 | 85 | 69 | 81 | 312 |
| 白鼻心 | 29 | 20 | 31 | 40 | 120 |
| 食蟹獴 | 37 | 10 | 3 | 9 | 59 |
| 石虎 | - | 3 | 6 | 6 | 15 |
| 黃喉貂 | 11 | - | 1 | 1 | 13 |
| 臺灣黑熊 | 1 | - | - | 8 | 9 |
| 麝香貓 | - | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 數量 | 155 | 119 | 111 | 147 | 532 |

四、重要亮點

(一) 2020 至 2023 年間共計完成 95 例狂犬病陽性案例之病毒核蛋白及糖蛋白序列分析，我國鼬獾狂犬病病毒形成一獨立分群，並大致可依地理位置區分成兩大基因群：中南部群 (TW-CS) 及東部病毐群 (TW-E)，推測為臺灣鼬獾狂犬病病毒經長時間演化，加上地理性河川屏障隔絕所致。



圖一、歷年鼬獾狂犬病病毒株基因群分析及位點分布。

- (二) 2020 至 2021 年間共發生 3 例於鼬獾以外物種感染狂犬病案例，2 例發生於花蓮縣拾獲之白鼻心（分別於花蓮市及壽豐鄉），1 例發生於臺東縣（海端鄉）拾獲之黃喉貂感染狂犬病，透過序列分析比對，顯示與各自鄰近鄉鎮檢出之鼬獾狂犬病病毒株序列最為相似，應為溢出感染所致。
- (三) 野生動物抗體檢測於 2020 年於 3 例鼬獾檢出抗體陽性，捕獲地點位於苗栗縣大湖鄉（2 例）及卓蘭鎮（1 例）；2021 年於 1 例鼬獾檢出抗體陽性，捕獲地點位於苗栗縣卓蘭鎮。1 例白鼻心檢出抗體陽性，白鼻心有狂犬病疫苗免疫紀錄，捕獲地點位於苗栗縣卓蘭鎮；2022 年於 2 例鼬獾檢出抗體陽性，捕獲地點位於苗栗縣三義鄉（1 例）及南投縣鹿谷鄉（1 例，動物臨床懷疑狂犬病，動物死後腦組織經狂犬病直接免疫螢光抗體染色法檢測，狂犬病病毒抗原結果為陽性，確診感染狂犬病）；2023 年於 3 例鼬獾檢出抗體陽性，捕獲地點位於苗栗縣南庄鄉（1 例）、南投縣鹿谷鄉（1 例）及南投縣水里鎮（1 例），3 例鼬獾臨床皆懷疑狂犬病，動物死後腦組織經狂犬病直接免疫螢光抗體染色法檢測，狂犬病病毒抗原結果為陽性，確診感染狂犬病。

五、其他重大效益

持續監控本國狂犬病疫情動態，2023 年監測結果顯示狂犬病病毒已跨越大安溪，並可能向北擴張，後續須強化苗栗縣陽性案例鄰近鄉鎮野生動物狂犬病監測，以了解狂犬病疫情。

六、未來展望 / 後續應用

持續進行持續累積和分析國內狂犬病病毒株序列，了解疫情動態和病毒演化趨勢，並有助於新地區及非鼬獾以外的物種感染狂犬病病毒時，釐清病毒可能的來源。

七、成果示意圖片

(一) 2022 年於獸醫研究所辦理世界動物衛生組織狂犬病偶合計畫傳承會議口頭發表本計畫相關成果。



(二) 2023 年間於期刊發表本國黃喉貂感染狂犬病首例。

DOI: 10.7790/jwd.2023.00030
Journal of Wildlife Diseases, 00(1): 2024, pp. 219-222
© Wildlife Disease Association 2024

Detection of Rabies Virus in a Yellow-throated Marten (*Martes flavigula chrysospila*) in Taiwan

Wei-Cheng Hsu,¹ Fan Lee,¹ Yen-Wen Chen,¹ Yang-Chang Tu,¹ Chao-Chin Chang,² Yi-Lun Chang,² and Shu-Chen Hu,¹ ¹Veterinary Research Institute, Ministry of Agriculture, No. 376, Zhongcheng Rd., Daanhu Dist., New Taipei City 25150, Taiwan, R.O.C.; ²Wildlife Conservation Association, No. 33, Shuang Shing Village, Chishang Township, Taoyuan County 333, Taiwan (R.O.C.); *Corresponding author; email: arihsu@moa.gov.tw

ABSTRACT: In June 2021, a yellow-throated marten (*Martes flavigula chrysospila*) submitted for postmortem examination was found to be rabies positive through laboratory testing. The rabies virus detected was closest phylogenetically to viruses from bat rabies (*Leptonycteris nivalis*) and *Thomomys* in Taiwan, indicating spill-over infection of the primary reservoir in this area, a ferret badger.

Bat rabies is an ancient and important zoonotic disease, threatening human and animal health, with tens of thousands of human deaths annually. All mammals are susceptible, with bats and carnivores as the primary reservoirs (Singh et al. 2017). In Taiwan, there was no record of rabies in humans until 2013. The ferret badger (*Melogale moschata subsulcata*) is considered the primary reservoir in Taiwan (Chen et al. 2014; Tsai et al. 2016). By recent reports, 10 ferret badgers and 10 bats had been detected in 889 ferret badgers, most of which were detected in 2018.

The yellow-throated marten (*Martes flavigula chrysospila*) is a rare predator and diurnal carnivore, mainly inhabiting the forested areas of Taiwan (Shih et al. 2018). Here we report a rabies case in a yellow-throated marten (*Martes flavigula chrysospila*), listed as a Level III conservation concern by the IUCN (Ministry of Agriculture 2019), in Taiwan.

The yellow-throated marten, a subspecies of *Martes flavigula*, is a rare predator and diurnal carnivore, mainly inhabiting the forested areas of Taiwan (Shih et al. 2018). It has been reported of approximately 1–3 kg, body length of 45 cm, and tail length of 35 cm. A distinguishing characteristic is a large yellow spot on the throat. The yellow-throated marten usually hunts in groups of two or more. Prey includes

small and medium mammals, birds, insects, and occasionally fruits (Taiwan Encyclopedia of Life 2013). Reports of rabies in this species are lacking.

On 10 June 2021, an adult male yellow-throated marten was found in Tatung County (23°10'06.4367" N, 121°08'33.01417" E) by the Taiwan Forest Disease Office, Forestry Bureau, Council of Agriculture, on a trail showing paralysis and lethargy, no reactive behavior was observed. The animal was sent to the wildlife rescue center of the Wildlife Conservation Association for medical care. No traumatic injuries were observed.

The animal exhibited of unconsciousness, coma, weakness, depression, and loss of concentration, with hyperpnea detected, was diagnosed preliminarily as a pesticide poisoning. The animal died on 11 June after intensive treatment. The carcass was frozen and submitted to the Animal Health Research Institute (AARI) for postmortem examination and pesticide detection on 28 June 2021.

The marten weighed 1.9 kg and showed no remarkable postmortem changes. Because the AARI is also responsible for nationwide rabies surveillance, the marten's brain tissue was tested for rabies using the RABV by the direct fluorescent antibody test and the reverse transcription PCR (RT-PCR; Hsu et al. 2019). Both tests were positive (Supplementary Material Figs. S1, S2). Additionally, RABV RNA was detected in an oral swab and salivary glands. Viral loads were quantitated by quantitative real-time RT-PCR (Hsu et al. 2019). The oral swab and salivary glands were 3.11 × 10⁵ and 6.85 × 10⁵ copy number/reaction, respectively.

For the whole genome amplification, 11 RT-PCR primer sets were designed based on the RABV sequences identified in ferret badgers

DOI: 10.7790/jwd.2023.00030
Journal of Wildlife Diseases, 00(1): 2024, pp. 219-222
© Wildlife Disease Association 2024

八、發表文獻

(一) Detection of Rabies Virus in a Yellow-throated Marten (*Martes flavigula chrysospila*) in Taiwan/ Wei-Cheng Hsu/ 2023/ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37972644/>

參、偶合計畫推動成功，獲 WOAH 肯定認證為狂犬病參考實驗室

一、執行團隊

- 農業部：杜文珍次長
- 獸醫研究所：鄧明中所長、許愛萍副研究員、曾俊憲研究員、張毓嘉助理研究員、施雨華副研究員

二、成果介紹

自 2013 年我國發現鼬獾狂犬病以來，獸醫研究所在狂犬病相關工作迄今厚實基礎，無論在狂犬病診斷、測試、動物試驗（病原性及疫苗評估）、實驗室品質系統，以及辦理國際專業活動（包含診斷能力試驗、教育訓練與國際研討會），皆獲肯定。2017 年時任家畜衛生試驗所（獸醫研究所前身）杜文珍所長支持推動，與法國狂犬病參考實驗室共同制定偶合計畫，2018 年法我兩方並與 WOAH 共同簽定後開始執行。偶合計畫工作包含建立亞洲狂犬病診斷能力試驗辦理中心、建立實驗室品質系統、辦理教育訓練等。四年執行期間，獸醫研究所建立能力試驗辦理程序並舉辦亞洲區首屆狂犬病診斷能力試驗。在實驗室品質系統建立工作成果上，繼 2017 年取得歐盟認可為狂犬病血清學實驗室後，2022 年再獲日本農林水產省認可，為亞洲唯一之國外狂犬病血清學檢測機構。偶合計畫下另辦理多場國際 / 國內教育訓練及會議，達到健全我國狂犬病獸醫服務體系、區域深入交流，以及 WOAH 期待宣達偶合計畫成效目的。因偶合計畫成果豐碩，WOAH 鼓勵本所申請狂犬病參考實驗室，是於 2023 年底遞送申請件後，順利於 2024 年獲得認可。

三、重要亮點

- (一) WOAH 偶合計畫研提：2017 年與法國狂犬病參考實驗室共同完成偶合計畫書制定，向 WOAH 遞送偶合計畫研提意向書獲同意後，

於 2018 年 6 月完成簽訂三方 (WOAH、法國狂犬病參考實驗室、家畜衛生試驗所) 合作之 WOAH 偶合計畫書。

- (二) WOAH 偶合計畫開幕會議：2018 年辦理偶合計畫開幕會議工作，包含 WOAH 亞太區域代表、法國及韓國 WOAH 狂犬病參考實驗室、亞太區各國狂犬病診斷實驗室等共計 10 國，及 1 國際組織之 16 位狂犬病及動物疫病專家出席，另有國內學、研、官等公衛、動物疫病防疫專家，以及來自 7 國駐臺辦事處 (法國、美國、日本、新加坡、菲律賓、馬來西亞、澳洲) 派代表共襄盛舉，兩日會議共計 119 員出席。
- (三) 亞洲區狂犬病診斷能力試驗辦理：WOAH 狂犬病偶合計畫下辦理亞洲區狂犬病診斷能力試驗，自 2017 年起包含辦理工序建立、能力試驗病毒的分讓取得、制定並與參與實驗室簽訂活動契約，最終於 2022 年完成全球首次亞洲區狂犬病診斷能力試驗發動。透過偶和計畫，法國合作實驗室傳承狂犬病能力試驗辦理專業予本所，本所發動之全球首屆亞洲區狂犬病診斷能力試驗，即便在新冠疫情困難期間，有 7 國 11 個實驗室參與 (分別來自柬埔寨、印尼、馬來西亞、菲律賓、泰國、越南，及台灣)。
- (四) 狂犬病血清學檢測能力獲國際認可：建立狂犬病血清學檢測程序，並於 2017 年通過歐盟指定之犬貓，進入歐盟血清學檢測實驗室能力試驗，取得認可資格。2017 年開始血清學檢測技術實驗室品質系統建立工作，於 2019 年初進行遞件申請作業，終於 2022 年獲日本農林水產省認可為亞洲唯一之國外狂犬病血清學檢測實驗室。上述認可資格提供犬貓國際移動之狂犬病抗體檢測服務需求。
- (五) 國內外狂犬病教育及宣導活動辦理：對國內實驗室同仁之狂犬病血清學技術教育訓練 (2016 年)、對地方單位獸醫師之狂犬病監測強化教育訓練 (2017 及 2018 年)、對原住民狂犬病防控意識宣導教

育訓練（2018 年）、對邊境檢疫官之犬貓國際移動狂犬病血清學暨抗體報告判讀教育訓練（2020 年）；辦理一場次國際狂犬病實驗室教育訓練（2019 年 /6 國參與）。

（六）2023 年 12 月獸醫研究所備妥狂犬病參考實驗室申請文件後，由我國 WOAH 常任代表杜文珍次長向 WOAH 遞送申請件。2024 年 5 月，第 91 屆世界動物衛生組織年會會議正式通過認可，台灣成為全球第 14 個狂犬病參考實驗室（亞洲區第 4 個狂犬病參考實驗室）。

四、未來展望 / 後續應用

為實踐 WOAH「改善全球動物健康，保障更美好未來」的使命，秉承農業部及獸醫研究所「創新、服務、生命守護」理念，進行多方面的工作和活動：

（一）我國狂犬病診斷能力試驗辦理成果廣受國際好評，首屆活動落幕後馬來西亞、泰國、菲律賓、柬埔寨等國夥伴主動回應深度肯定辦理專業與品質，希望本所可持續與其維持狂犬病工作網絡；2024 年再接獲柬埔寨及印尼實驗室夥伴，詢問下一次能力試驗辦理時程以參加。考量亞洲夥伴實驗室品質系統認可需求，以及提升區域診斷專業能力，未來將透過持續辦理狂犬病診斷能力試驗，並提供訓練活動，以促進 WOAH 建議之狂犬病檢測程序的使用，深化我國在區域狂犬病工作的參與和貢獻。此外，為成為國際認可的能力試驗提供機構，與區域合作夥伴共同進步，獸醫所狂犬病參考實驗室將追求 ISO 17043 國際認證目標。

（二）作為 WOAH 和世界強力的合作夥伴，將繼續為國家監測提供及時、正確的狂犬病診斷及通報。為保障全球人類和動物的健康，持續為犬貓國際移動提供狂犬病血清學檢測服務。WOAH 積極推動狂犬病防控相關工作，獸醫所將以 WOAH 狂犬病參考實驗室之身份與 WOAH，以及我們所有的夥伴密切合作，共同支持全球狂犬病診斷、監測、能力建構，與防控工作。

五、成果示意圖片



2018 年 WOAH 偶合計畫開幕會議上，WOAH 亞太區代表釘田博文先生（右三）、前農委會主委林聰賢先生（左三）、時任家畜衛生試驗所所長的杜文珍次長（右一）及與會貴賓，共同進行家畜衛生試驗所成立亞洲區狂犬病診斷能力試驗辦理中心之揭牌儀式。右二為前防檢局馮海東局長、左二為法國 WOAH/WHO 狂犬病參考實驗室專家 Florence Cliquet 博士、左一為疾病管制署羅一鈞副署長。



2024 年我國 WOAH 常任代表暨農業部次長杜文珍次長，為獸醫研究所獲 WOAH 肯定認證為狂犬病參考實驗室之參考實驗室揭牌活動予以致詞。



2024年農業部杜文珍次長(左三)、獸醫所鄧明中所長(右三)、臺灣大學蔡向榮教授(右二)等貴賓為狂犬病參考實驗室啟動揭牌。左二為防檢署邱垂章署長、左一為防檢署高黃霖組長、右一為許愛萍博士。

六、發表文獻

全球首屆亞洲區狂犬病診斷能力試驗辦理成果文稿已撰寫趨於完成，預計於2024年投稿發表於國際期刊。

書名：防疫一體傳染病智慧化防治技術成果手冊 (2017~2024)

出版機關：農業部動植物防疫檢疫署

主編：社團法人台灣農業科技資源運籌管理學會

作者群：（依姓名筆劃排序）

王勝德、余品奐、吳季儒、吳政學、李秀岑、李泱、李婉甄、官南綾、林宛璇、林俊耀、邱智賢、胡書佳、袁郁璿、張毓嘉、許愛萍、陳盈豪、陳麗璇、童俊維、楊國泰、楊淑兒、葉光勝、詹勳隆、廖盈淑、趙黛瑜、劉銘燦、慕蓉蓉、蔡燿全、盧詩淳、賴政宏、戴妤珊、謝明昆

校稿：詹東榮、蔡向榮、姚中慧、馬英萍

地址：臺北市中正區和平西路二段 100 號 9 樓

電話：(02)2343-1401

出版年月：114 年 12 月

定價：新台幣 350 元

ISBN：978-626-7651-70-4

GPN：1011401297