

從資訊科技發展前瞻食品安全管理之未來

吳宗熹 林旭陽 劉芳銘

食品藥物管理署北區管理中心

摘要

資訊科技發展與應用，快速改變產業作業與人類生活方式。在食品安全方面，引入自動化與人工智能技術，使製程階段安全管控更精準且節省成本。無線網路技術功能擴增與普及，使數位資訊傳遞與數據分析更即時更大量，加速對安全事件處理速度外，更提供強大的預警功能，可對「食品詐欺」犯罪建立全球防制網絡。然而錯誤或惡意虛假訊息迅速無界限傳播，對政府管理與溝通形成巨大負面衝擊。食安管理與風險溝通，未來將勢必逐步引入自動化、人工智能與無線網路技術，透過即時監控、數位資訊彙接與分析，蒐集從源頭到餐桌過程中污染及危害物質資訊，預測風險並決定管制點後，精準執行查驗措施。此外，於建構「食品誠信」之市場與消費環境上，可互享資訊的全球化資訊網絡系統將不可或缺，在不實資訊澄清與風險溝通上，勢必要更積極有效的運用網路媒體科技，確立社群內有充分的正確資訊聲量與食安信心。

關鍵詞：資訊科技、數位科技、食品安全、食品查驗、食品詐欺、食品誠信、自動化、人工智能、風險管理、風險溝通

前言

人類生活與工作方式，在近20年有巨大的變化。主要是因為資訊科學相關的數位科技發展與其應用的普及。相較於20年前，當今的網路與資訊設備環境，讓我們生活的娛樂性與便利性提升。例如智慧型手機、高資訊速率行動通訊^A技術、物聯網^B及雲端資料庫等，提供了幾乎無界限、無時差的多元影音服務，讓相距十萬八千里的人，可以如面對面臨場的交談，

或是無時差的對不特定多數人傳遞栩栩如生的畫面。增加生活便利性方面，這些資訊科技發展與運用，讓線上服務(on line service)蓬勃發展，而且已經逐步成為現代人生活中不可或缺的需求，從資料庫查詢時刻表、訂位購票、線上叫車、線上訂餐、線上購物等，已成家常便飯。自動化技術與設備也在增加生活便利性上，悄然迅速地逐漸地融入生活中，例如遠端遙控開啟家中電器設備，啟動無人家事作業等。

^A 行動通訊即無線網路通訊。

^B 物聯網(Internet of Things，簡稱IoT)，是透過網路連接其他資訊系統、設備、機器並相互交換訊息的系統網絡，包括對所擷取的關聯數據資訊即時處理。

上述行動通訊、物聯網與人工智能等智慧化相關科技，運用在生產與製造產業上稱為「工業4.0」^c，也正在食品工業與農業生產及銷售模式等方面，帶動大幅度變革。行政院於2016年訂定「生產力4.0發展方案」，該方案「以行政院所推動的『智慧型自動化產業發展方案』為基礎，整合商業自動化、農業科技化發展進程，提出生產力4.0發展規劃，期能開發智慧機械、物聯網、巨量資料、雲端運算等技術來引領製造業、商業服務業、農業產品與服務附加價值提升，同時，發展人機協同工作的智慧工作環境，以因應高齡化社會工作人口遞減的勞動需求」，該方案建議發展目標包括「應強調導入人機協同作業機械，提高農業生產力；透過數位化、巨量分析、物聯網、雲端科技等技術，推動食品安全履歷系統，讓民眾食得安全、安心」⁽¹⁾。經濟部技術處於105年委託財團法人食品工業發展研究所進行之調查報告指出，食品產業發展之未來趨勢，包括智慧化、科技技術增強創新研發量能、大量客製化因應消費趨勢、全球化電子商務市場、行動裝置主導購物模式與行為，以及滿足食品安全追溯追蹤需求。該報告並預測，機器人、感應器、傳訊設備與技術(例如Radio Frequency Identification, RFID)^D與數位服務平台等，將大量應用於食品產銷供應鏈⁽²⁾。

在食品安全管理上，自動化與大量化等資訊科技，早已應用在食品檢測。例如高通量篩選(High Throughput Screening, HTS)技術以及高解析度信號比對分析技術，可以讓檢驗量能與偵測極限大幅提增，從而增加檢測速度並提高精準度⁽³⁾。「建置食安檢驗所需之高精密、高靈敏及高通量檢測儀器，提升檢驗方法開發能力與分析速度，以強化未來國內發生緊急重

大食安突發事件時之應變能力」，則為我國前瞻基礎建設之一環⁽⁴⁾。同樣的，在食品產銷供應鏈各階段，資訊科技也已廣被運用於監控作業，以避免或減少危害食品安全的風險，建置預警功能，使管理者適時進行必要的管控。同理，資訊科技對與政府食品安全查驗工作，預料亦能帶來劃時代的變革。有本文將針對並就資訊科技發展運用現況與趨勢，嘗試勾畫未來的食品安全管理之發展。

一、預見科技食安管理之未來

誠如本文前述所提到的，資訊科技運用於食品產業與檢驗技術，主要包括自動化、數位化、巨量資料庫、無線網路等等技術，運用於大量與快速作業、優化資料存取與資訊分析以及遠距操作與溝通等等。這些科技運用，主要解決了人力的極限，包括克服艱困環境臨場作業障礙、人員勞動力時間限制、人工操作對精準度偏差的不確定性、與對龐大數據接收及分析處理的侷限等等。資訊科技運用，在商業層面已非萌芽階段，而是已被具體採用，實際投入生產或檢測工作，且持續精進中。

近年來，各國政府食安管理部門開始積極導入資訊科技強化食安管理，以建構智慧管理機制。美國食品藥物管理署(Food and Drug Administration, FDA)於2020年7月13日發布更「智慧的食品安全新時代藍圖(New Era of Smarter Food Safety - FDA's Blueprint for the Future)」，藍圖側重四個核心要素，第一個核心要素是「運用科技建構可追溯性(Tech-enabled Traceability)」，第二個核心要素是「更智慧的預防和疫情反應工具和方法(Smarter Tools and Approaches for Prevention and Outbreak Response)」，第三個核心要素是「新

^c 人類歷史迄今四次工業革命，劃分為工業1.0、2.0、3.0及4.0時代，其分嶺之革新技術分別為機械化、電氣化、自動化與智慧化。

^D 無線射頻辨識，Radio Frequency Identification，簡稱RFID。

商業模式和零售現代化(New Business Models and Retail Modernization)」，第四個核心要素是「食品安全文化(Food Safety Culture)」。FDA倡導食品業者利用新興技術，以更簡單、更有效和更現代的方法和流程進行食品產銷，並培養食品安全領導力、創造力和文化，以創建一個更加數位化、可追溯和安全的食品系統⁽⁵⁾。

二、食品生命週期智慧管理

食品安全風險存在整個食品生命週期，從產銷鏈源頭至消費者攝食入口。政府強制性管制手段可施加之階段，包括農林漁牧食品原料生產源頭，到食品製造、加工、儲存、運輸及銷售或餐飲供應期間。食品傳遞到消費者家戶中仍有食安風險，政府管理角色與權能，除管制廚餘垃圾等廢棄物污染環境及回流食品產銷鏈，對家庭或個人飲食衛生習慣所致之食安風險，主要在宣導與提供救助。從整個食品生命週期角度觀之，政府管理區分為源頭端、製造端、銷貨端與消費終端。發展與應用資訊科技，建構風險預警、風險或危害追蹤及資訊透明與風險溝通之智慧管理，必須含括整個食品生命週期。

有別於典型的食品安全風險，食品市場也存在非典型食品安全風險，分為「食品詐欺」與「非食品詐欺」^E兩類，非典型食品安全事件，可能實際不會對消費者健康造成危害或有危害之虞，但對消費者權益，包括財產權、知情權與選擇權造成損害。此類食品事件往往讓消費者對食品安全造成不良印象與不良感知，透過媒體及網路社群傳遞，負面影響力迅速且範圍廣大，如果再加惡性散佈虛假訊息，總是使民眾對政府管理缺乏信心。面對此類食品

事件或是錯誤與虛假訊息，政府管理工作上，風險溝通比重必須提增，除了優化資訊即時透明，強化專業與正確的訊息透過網路社群傳媒建立持續聲量，以消弭不確實資訊持續負面地影響消費者觀感。另「食品詐欺」本質為經濟犯罪，運用資訊科技，將協助衛生、司法與財經部門建構聯合防制與查辦網絡。

食品管理在公眾所期待之權益保障上，不是狹義的安全意涵而已，而是包括了對貨真價實的品質與童叟無欺的產銷歷程之要求。「食品誠信」(Food Integrity)，這個源起於歐盟「增加歐洲農業食品經濟價值」企劃案的新興詞彙，代表的是對食品之安全、真實(Authenticity)^F與品質之要求。該企劃案研擬透過串接與運用各資料庫，建立全球化之完整性信息共享網絡，對「食品詐欺」行為早期預警與識別新的欺詐風險⁽⁶⁾。

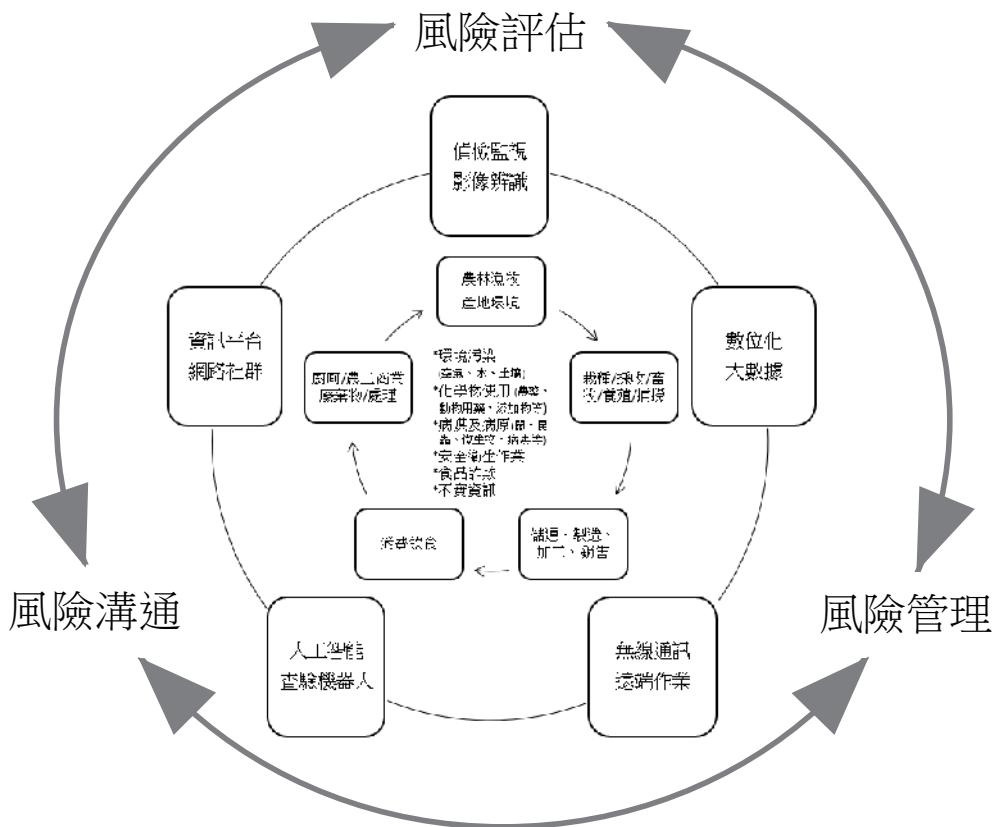
運用資訊科技轉型為智慧管理是必然趨勢，可預見各國政府將逐步導入智慧管理模式，包括數位管理、無線通訊、高端監控偵檢及影像辨識、資料庫與大數據分析、人工智能、機器人、遠端作業、攜帶式偵檢設備、即時互動網路資訊平台等等，這些科技將被應用在食品生命週期的各個階段，作為風險評估、風險管理與風險溝通的手段，且互為因果運用，形成「食品生命週期智慧管理」(圖一)。以下嘗試提出4個前瞻性運用資訊科技精進食安智慧管理類別，並試舉例說明「食品生命週期智慧管理」運行機制。

(一)風險精準預測與管理

1. 高端偵測監視技術，監測環境污染風險物質濃度、分佈或流動相、氣候(季風、降雨等)，監控並預測污染分佈或散播情形，依據該範圍作物耕作與特

^E 「食品詐欺」指經濟犯罪目的者，非經濟目的之謠言及錯誤資訊傳播則為「非食品詐欺」。

^F 主要指童叟無欺的產銷歷程、價格與品質。



圖一、食品生命週期智慧管理

- 性，經大數據分析出高污染風險產地與產品，精準查驗與管制。
- 農業生產情報資訊數位化，特定地區蟲害及動物疾病疫情、種植或畜養數量與化學藥物使用資料等，轉為數位化資訊，透過大數據分析監控預測特定地區農畜禽產品化學物殘留風險，精準查驗與管制。
 - 透過網際網路彙集各國官網公布之衛生標準與管理等資訊，轉譯為數位資訊，透過資料庫比對分析，推測輸入產品不符合我國衛生標準與相關法規概率，精準調控邊境查驗率或查驗措施。
 - 針對例如節慶特殊需要物資、天災導致特定原料減產，疫情導致畜產動物病死或撲殺等影響市場供需之情形，就市場需求、物價波動及違法攬偽假冒之機會成本等，透過大數據進行演算分析，監控預測經濟犯罪機率，超前佈署防治查緝計畫。
 - (二)全程監視的食品追溯追蹤系統
 - 產銷資訊全數位化(包括以第2、3點監視網絡擷取之影音圖像)儲存於資料庫，連貫食品從源頭到餐桌各歷程的資訊，提供即時溯源與追蹤流向功能。
 - 不斷線的追蹤與監視網絡，從運用無

- 線通訊技術(例如RFID)或全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)，監控特定管制貨品(例如具結放行貨品)動向、識別性電子訊息紀錄(如信用卡、識別證、國道電子收費e-Tag等綁定特定身分的載具等或是二維及三維條碼，只要於特定點的感應器有存取訊息紀錄，即可以資訊系統進行追溯追蹤)。
3. 監視錄影系統結合高解析攝像或圖像辨識技術(例如空中攝影監視特定對象的移動及治安保全監視錄影系統，搭配圖像辨識技術，追蹤特定對象行蹤等)，不僅可以用於建構不斷線的食品追溯追蹤網絡，更可以即時監控非法行為。
- (三)人工智能與自動化設備、攜帶式查驗資訊設備與遠端操作取代人工或臨場作業
1. 查驗機器人或自動化設備，突破傳統人力執行障礙，例如限定期時、夜間或清晨出勤、艱險場所等。機器人或自動化設備可克服上述障礙，提供全年無休且可身歷險境的食品查驗工作。
 2. 攜帶式偵檢與資訊設備，從簡單的溫度量測、外觀與標示資訊攝影到較高端的偵檢儀器，都可以結合可攜式資訊設備，於查驗人員臨場作業時，將現場貨品資訊即時透過無線網路傳遞回機關資訊處理中心，一方面作為同步紀錄查驗歷程，另一方面上傳的資訊透過大數據分析，可以立即回饋該貨品的風險資訊與管理措施建議給現場查驗人員。
- (四)即時與互動式的風險管理與風險溝通網絡
1. 無線網路與視覺通訊技術，使遠距稽查越來越可能成為例行採用的監管措施。尤其108年底起全球新型冠狀病毒疫情，導致國際差旅受到限制，各國無法執行境外實地查核而採用替代作法，成為遠距查核開端。
 2. 遠距同步查驗與遠端支援，則是透過臨場查驗人員，將現場情況同步傳送給遠端人員，從遠端進行指揮或是提供現場人員所需資訊，包括食品專業資訊、資料庫系統取得的相關資訊，甚至包括遠端翻譯支援。
3. 風險預警資源分享及客製化資訊提供，前述風險預警資訊，可以分享給相關的主管機關，運用為風險評估及規劃管理措施；篩選為資料庫公開資訊，供利害關係人(包括食品業者與消費者)查詢或接收警訊通知。資料庫亦可將政府風險管理規劃或措施提供食品業者查詢其因應或遵守法令所需資訊。
 4. 及時、透明、開放、分享、互動與「食品誠信」之資訊系統，對抗網路社群不實資訊散播與疏正。風險溝通無論如何艱難，誠信是根本。
- ### 三、我國食品安全智慧管理已啟程
- 現行我國的食安管理，除在實務面已運用相關的資訊科技、建置相關的資訊系統並投入預警及相關管理工作，例如「輸入食品邊境查驗自動化資訊系統」之食品雲系統、運用食品雲等政府資料庫進行大數據分析與風險預警⁽⁷⁾、輸入食品電子化審查⁽⁸⁾等等，此外在法制面，亦透過立法，授權主管機關強制要求業者實施電子化作業並傳輸提供數位資料，例如食安法第9條第3及第4項有關使用電子發票與電子申報追溯追蹤系統資料⁽⁹⁾，又例如食品及相關產品輸入查驗辦法的4條第3項有關指定以電子方式申請查驗等規定⁽¹⁰⁾。食品安全衛生主管機關將持續於各層面導入智慧管理並修訂定相關法規，以利執行。
- 於大環境面，我國於110年積極推動更加趨動智慧管理政府組織與權能的政府革新，以因應資訊科技時代變革。行政院於110年3月25日發布新聞，通過「行政院組織法」修正草案，提出將設立「數位發展部」，「未來該部

將整合電信、資訊、資安、網路與傳播五大領域，統籌基礎建設、環境整備及資源運用等工作，並擴增些許前瞻型任務，期待利用此次組織調整，加速促進國家數位轉型，並做好相關資通安全維護工作」⁽¹¹⁾。此一組織改造，坐實推動資訊科技普及應用為未來必然，也是政府施政與管理精進目標。

結語

人類文明已進入數位世界時代，食品安全衛生管理，也逐步邁向數位管理、自動化與人智管理。隨著資訊科技發展與相關技術與設備普及，未來依據各種監測資料，經過大數據運算，精準預警風險事件，由戴上虛擬實境(virtual reality, VR)模擬器，攜帶錄相及偵檢微型蜘蛛機器人，執行食品查驗勤務，臨場時釋放微型蜘蛛機器人，遁入貨櫃夾層攝像、偵測溫度等，即時回傳總部資料庫，即時記錄、比對與分析被查核人與貨品；或是由總部人員啟動路口監視器，運用臉辨識技術搜尋比對，鎖定追蹤之對象、貨品之行蹤地點後，派出空拍飛行機器人，迅速到位管制與監控人貨再移動等等。上述如同在許多科技電影內的情節與畫面，實際發生在食品安全管理與查驗工作上，應可說指日可待。

參考文獻

1. 行政院。2015。行政院生產力 4.0 發展方案。民國 105 年至民國 113 年(核定本)。
2. 黃秋香。2016。食品產業智慧供應鏈生態發展趨勢及商機。財團法人食品工業發展研究所。經濟部技術處委託計畫。調查報告第105-6844號。
3. 王德原。2019。多重化學物質高通量快速篩檢。食品藥物管理署自行研究計畫。計畫編號MOHW108-FDA-F-315-000763。
4. 行政院。2020。行政院重要施政成果-前瞻基礎建設，四、強化中央食安檢驗量能。[\[https://www.ey.gov.tw/achievement/C12C1148A76728A7\]](https://www.ey.gov.tw/achievement/C12C1148A76728A7)。
5. FDA. 2020. NEW ERA OF SMARTER FOOD SAFETY-FDA's Blueprint for the Future. [\[https://www.fda.gov/food/new-era-smarter-food-safety/new-era-smarter-food-safety-blueprint\]](https://www.fda.gov/food/new-era-smarter-food-safety/new-era-smarter-food-safety-blueprint).
6. European Union. 2021. Ensuring the Integrity of the European food chain。The Community Research and Development Information Service (CORDIS). [\[https://cordis.europa.eu/project/id/613688\]](https://cordis.europa.eu/project/id/613688).
7. 行政院。2021。行政院重要施政成果-食安五環-食安稽核。[\[https://www.ey.gov.tw/achievement/EE394DF8F62A8CD\]](https://www.ey.gov.tw/achievement/EE394DF8F62A8CD)。
8. 食品藥物管理署。2020。食品及相關產品輸入查驗電子化審查措施作業說明。[\[http://www.fda.gov.tw/TC/siteContent.aspx?sid=11218\]](http://www.fda.gov.tw/TC/siteContent.aspx?sid=11218)。
9. 總統府公報。2019。食品安全衛生管理法，第9條。108.06.12 華總一義字第10800059261號令增訂公布。
10. 衛生福利部。2019。食品及相關產品輸入查驗辦法，第4條。衛生福利部108年6月10日號令修正發布。
11. 行政院。2021。行政院會通過國防部、科技部、數位發展部暨所屬三級機關（行政法人）組織法、行政院組織法及中央行政機關組織基準法（修正）草案等16項法案。[\[https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/a0c440d6-f9f1-4225-84b8-7124bd9430a4\]](https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/a0c440d6-f9f1-4225-84b8-7124bd9430a4)。

Looking Forward to the Future of Food Safety Management by the Development of Information Technology

TSUNG-HSI WU, HSU-YANG LIN AND FANG-MING LIU

Northern Center for Regional Administration, TFDA

ABSTRACT

The development and application of information technology has rapidly changed the types of industrial operations and human lifestyles. In terms of food safety, automation and artificial intelligence technologies are introduced to make safety management and control in the food processing stage more accurate and cost-saving. The expansion and popularization of wireless internet technology and functions make digital information transmission and data analysis more real-time and more massive, which speed up the handling of food safety incidents, and provide a powerful precautionary function to establish a global prevention and control network for food fraud crimes. However, the rapid and unrestricted dissemination of wrong and malicious fake information impose a huge negative impact on government management and communication. The food safety management and risk communication will inevitably gradually introduce automation, artificial intelligence and wireless network technologies in the future. Through real-time monitoring, digital data converge and analysis, information on pollution and hazardous substances from the source to the table will be collected to predict risks. Thus, after deciding on the control point, the inspection measures will be executed accurately. In addition, a global information network system that can mutually share information will be indispensable in building a market and consumer environment for “food integrity”. In the aspect of clarifying fake information and risk communication, it will be necessary to actively and effectively use the online media to ensure sufficient correct information, and to build food safety confidence in the internet communities.

Key words: information technology, digital technology, food safety, food fraud, food integrity, automation, artificial intelligence, risk management, risk communication