

資通科技 應用於

生鮮農產品 冷鏈配銷

李皇照¹ 周植城² 丁川翊³

本文概述如何運用感測器 (Sensor)、物聯網 (Internet of Things, IoT)、區塊鏈 (Blockchain)，和數據分析 (Data Analysis) 等資通科技新技術，監控溫度敏感之易腐敗農產品，管理其供應鏈過程之品質惡化風險。並以臺灣一家冷鏈物流公司為案例，說明使用這些新技術，在供應鏈後勤活動之實際作業，以及帶來的經濟和社會效益。

隨著經濟發展，國民所得不斷增長，個人可支配所得提高，食品消費偏好和需求也顯著隨之改變，消費者對農產食物的消費，不僅數量上增加，更重視食物新鮮、營養和安全等品質方面的要求。農產品的生產、運銷、銷售和消費等環節，各階段之品質安全一致性管理，已普遍受到供應鏈活動中之利害相關者關注，因此產品產銷履歷、運銷歷程溫度管理等可追溯資訊，常被列為商業交易的基本要求條件。新鮮農產食品國際貿易，對於易腐敗農產物的運輸、儲存和配銷標準也不斷提高，與此同時，滿足和管理這些標準的技術需求，也同步

顯現增長。易腐敗農產品商業領域，供應條件的不確定性，以及由此導致的控制失當，尤其是供應鏈過程的溫度管理失控，可能會對產品的品質造成不利影響，從而阻礙其以高價值商品形式，進行市場銷售或消費者使用；若因溫控不當，衍生出食品安全問題，則可能危害消費者身體健康，帶來的經濟損失和社會成本可能更大。

一、農產品的品質屬性

農產食品的品質要素涉及：(一) 食品屬性：如衛生、安全、營養和感官品質；(二) 使用 / 服務屬性：如方便、易於使用和保存；(三) 心理 / 主觀屬性：如滿意、愉悅感。上述屬性定義了滿足消費者的內隱性或外顯性需求選項。內隱性需求是消費者基本且明顯的要求，例如要求產品符合健康、安全條件；而外顯性需求通常是指符合消費者購買時明示的決策要件，例如消費者會選擇能滿足其感官 (氣味、味覺、視覺、觸覺和聽覺) 需求的產品可見性特徵，如外觀完整、

註1：國立中興大學行銷學系退休教授。

註2：物流公司董事長特助。

註3：財團法人農業科技研究院。

顏色鮮綠、質地堅硬、有香氣、無異味等。

農產品的品質屬性要能滿足消費者和供應鏈參與者的需求和期望，才能實現產品的市場價值。一般而言，消費者可以通過感官和知覺，來掌握一些品質屬性；然而有些品質屬性涉及食品安全，如微生物、化學污染物或營養價值，通常難由消費者的經驗，或產品的感知來掌握，往往必須藉助外部線索指示，如運用認證標示或品質標籤，來傳達產品內隱性屬性價值。

在生鮮農產物領域，園藝類產品種類多，品項繁雜，而且參與供應鏈不同階段的成員，他們彼此的關係和信任程度不一，使得產品品質優良的認定，是一項複雜和全面性待溝通的議題。不過良好品質的產品，一定要能滿足消費者或最終使用者的期望，則是其基本要件。易腐壞農產品的內、外在屬性要素，集合組成它的商品市場價值，而往往會因運銷過程中管理失當，導致這些商品屬性價值減損降低。換言之，在某些供應鏈操作條件，例如運輸、儲存、加工處理或分配等作業環境和活動，沒有做好特定環境因素管理，如溫度、濕度和光線等的控制，致使商品品質遭受影響或破壞。尤其是運銷過程中，需要控制產品溫度的易腐農產品，特別是蔬菜、水果、禽畜肉品和漁產物，供應鏈階段若溫度大幅度變動，逾越合宜

溫度的環境，其對產品的品質傷害，使用期限的縮減，往往是難以補救的。易腐壞農產品於供應鏈階段，若有溫度管理失當，通常運達目標顧客手中，產品品質未符合期望水準，商品價值減損，可能就失去銷售或使用效能，造成經濟損失，以及社會資源浪費。

二、應用新技術管理品質風險

資通科技快速發展，應用新技術於監控供應鏈過程的溫度變化，協助即時採取妥適措施，是可以發揮品質管理作用，降低品質劣化風險。基於感測器和連接設備、物聯網、區塊鏈和數據分析等技術日益成熟，以及易於使用的服務發展與提供，使得物流作業人員在處理溫度敏感農產品，在供應鏈活動過程中，可藉助溫度感測器和傳輸設備，與攜帶的平板 / 手機連接，收受後勤作業期間產品溫度變化的所有相關訊息，有利其可即時掌握途程溫度狀態，適時採取妥適管理措施，維護產品全程品質的一致性。收集、累積豐富的供應鏈過程溫度資訊，獲得可追溯的品質變化有關資訊，因溫度變化逾越設定區間，產品品質受影響程度資料，運用大數據統計分析，不僅可瞭解溫控失當的原因和節點，也可掌握物流作業人員的能力，從而研擬出提高後勤作業管理效能之策略；藉助運用區塊鏈技術的去

中心化信任機制，達成在後勤作業活動資訊之即時、真實和可追溯性。

感測器與連接設備、物聯網以及區塊鏈之技術，運用於生鮮易腐性農產品冷鏈作業，可以提供後勤物流管理者，3種類型有價值的關鍵訊息：

(一) 根據即時掌握的供應鏈途程溫度變化資訊，物流作業執行者可適時進行產品溫度監控和管理；(二) 收集供應鏈後勤活動的可追溯資料，建構資料庫，運用大數據分析，評估冷鏈物流作業系統的各節點管理績效，作為設計提高後勤作業效能之依據；(三) 區塊鏈資料具有不可竄改性，使得參與供應鏈物流作業者的身分，也具不可否認性，所以資料具備真實、公信力。若產品品質發生變異劣化，則其責任歸屬較易查出與確認；物流作業完成後，財務決算即可處理，增加供應鏈商業活動之金流效率。因此，這

些資通新技術有利於改善易腐敗農產品供應鏈作業活動的溫度管理，降低產品品質劣化之風險。

三、案例：新技術應用於冷鏈溫度管理

農業生產者（農民、農場、合作社）新鮮蔬果採收後，經清洗處理、分級包裝後，有些農場先經過預冷處理程序，再運送到集運點，交由物流公司裝載入低溫貨車，經其物流系統，配送到需求者指定地點。新鮮蔬果配送作業流程的重要節點和作業流程，概略如圖1所示。

為確保生鮮蔬果於物流途程，集貨點後之供應鏈階段的後勤活動，皆能於適宜溫度環境中，進行裝卸、運輸、儲藏和配送作業，臺灣一家低溫物流公司導入資訊科技新技術，建置冷鏈物流溫度監控管理系統，即時

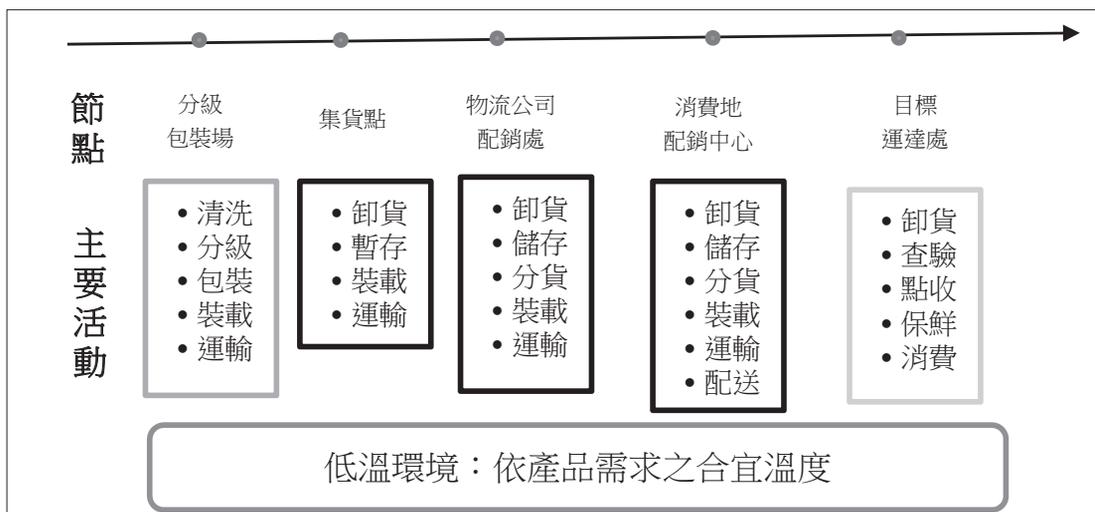


圖 1. 蔬果採後供應鏈節點與作業流程。

收集供應鏈途中產品溫度狀態相關資訊，掌握溫度波動變化，俾利執行物流作業適時採取措施，期降低品質損耗風險。生產農場欲運送的生鮮蔬果，於集貨點放入蓄冷箱，裝載入低溫物流車，轉運至地區配銷處，卸貨、暫存、分貨，再裝載上低溫物流貨車，轉運至消費地配銷中心，進行配銷運送到目標顧客指定地點。整個集貨點配銷後之供應鏈溫度管理，利用蓄冷箱、物流車、倉儲設施貨架等安裝溫度感測器，再藉助連接傳送設備，建構 IoT 溫度感測管理系統，適時傳送溫度相關資料至區塊鏈 Web 資訊平臺，可即時追蹤貨況、掌握溫度變化履歷，以及區塊鏈資訊流。溫度

感測管理之相關設備，如圖 2 所示。

供應鏈階段之各節點，物流作業人員利用手機或平板電腦之 APP，運用 IoT 溫度感測管理系統，適時傳送溫度相關資料至區塊鏈雲端平臺，彙整到區塊鏈 Web 查詢服務資訊平臺。整個供應鏈的物流溫度履歷管理系統之功能架構如圖 3 所示。

為能於 IoT 偵測到溫度異常、IoT 設備電壓過低、Gateway 未收到溫度訊號時，能夠即時透過手機 APP 推播訊息示警，以便物流作業人員能適時採取改善行動，降低危害冷鏈物流貨品的品質變異風險，上述系統也設計溫度警示功能，基於事先依貨品合宜溫層設定之邏輯條件，當物流作



圖 2. 溫度感測管理之相關設備。
資料來源：農科院（2019）。

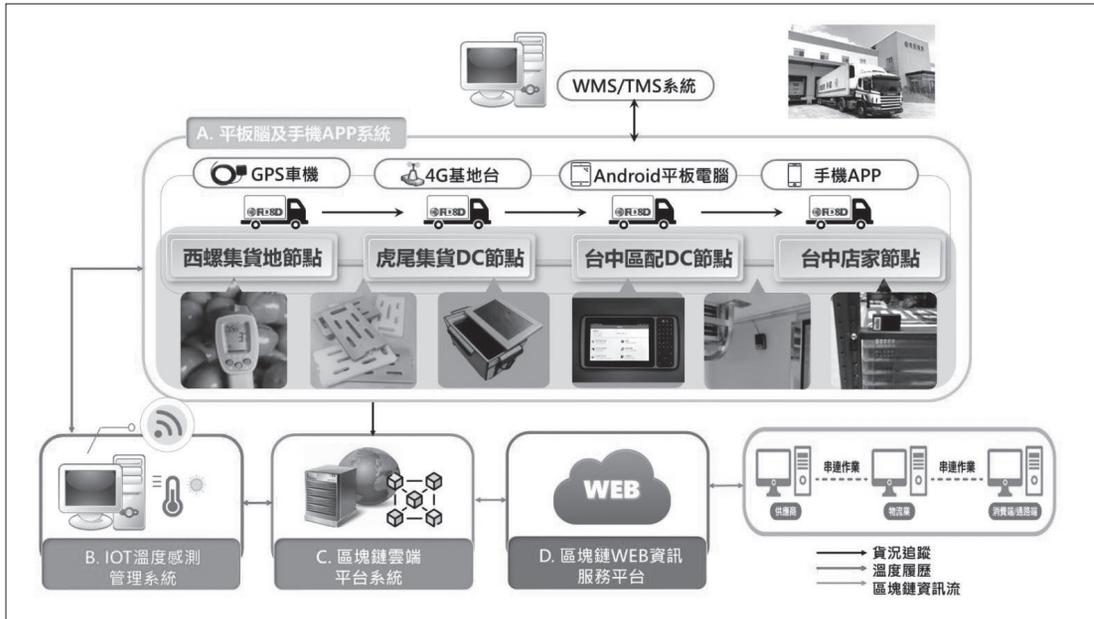


圖 3. 供應鏈物流溫度履歷管理系統之功能架構。
資料來源：農科院（2019）。

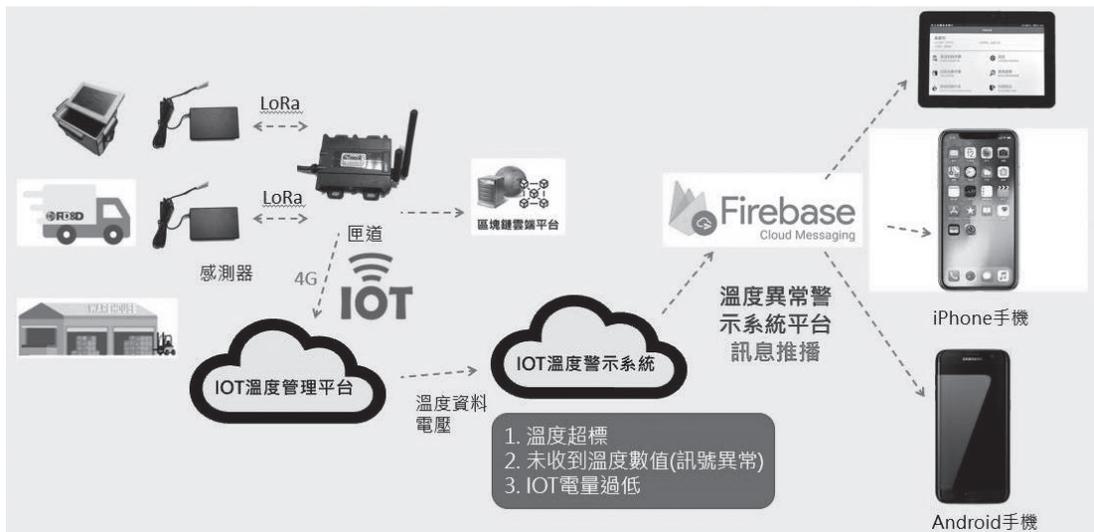


圖 4. IoT 溫度警示系統和推播架構。
資料來源：農科院（2020）。

業過程中，發生溫度偏離設定區間或電壓過低，抑或傳訊訊號異常時，會透過溫度警示APP推播，訊息傳送到相關人員手機或平板電腦上，以利他們有機會採取因應處理措施，以降低貨物品質劣化風險。IoT溫度警示系統和推播架構如圖4。

以往整段冷鏈物流過程各節點之交易雙方或操作者，必須進行貨物品項、數量和貨況對點，兩方簽名認可驗收程序，這些工作皆以人工紙張單據登載，不僅費時，又易生錯誤或竄改，單據也易遺失，其後單據保存也不方便。事後若有紛爭，要查明真

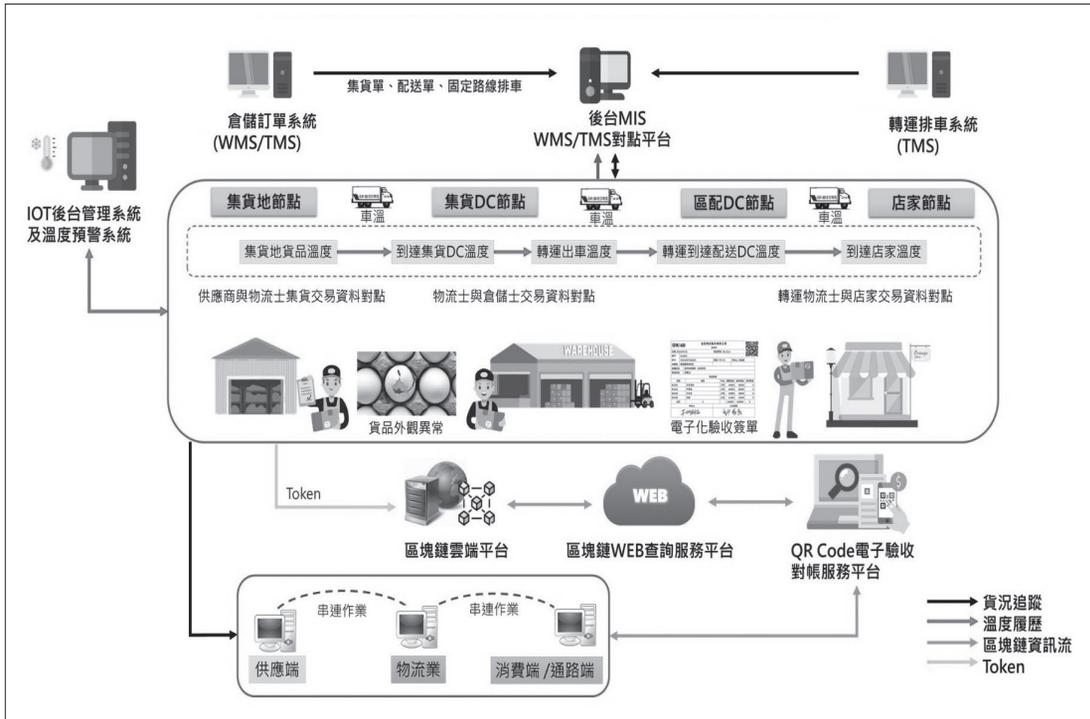


圖 5. 區塊鏈食品物流溫度履歷與貨況追蹤資訊之整合架構。
資料來源：農科院（2020）。

相，必須耗費時間溝通，才能確定事因，衍生金融對帳延遲諸多困擾。運用區塊鏈之系統功能，納入交易對點驗收無紙化電子簽名、貨況異常照片結合物流相關單據上傳區塊鏈，提高交易真實性和正確性，有助解決貨況異常真相之釐清，減少無謂交易紛爭，提高物流作業效率。區塊鏈食品物流溫度履歷與貨況追蹤資訊之整合架構，如圖5所示。

四、結語

應用資通科技新技術於農產品冷鏈物流之配銷作業，這種IoT溫度管理系統的好處，在於它有助於透過即時的示警，採取早期行動來減少

損失，可以協助產業提升物流作業效率，也可降低對溫度敏感之易腐農產品在供應鏈不同階段品質變異的風險，滿足產業許多運營商的管理需求，亦可帶來經濟和社會效益。未來應用建構的資料庫，運用大數據統計方法，甚至可以考慮增加提供專家交互式決策支援系統，為已示警的溫度偏差問題，提供糾正處理機制。

然而，物流運營商若欲應用這些資訊科技，落實執行於物流作業活動，仍然需要克服一些障礙，諸如實施這些方法所需的能力和技術，以及複雜系統應用程序的管理。然而，應用新技術為產業帶來的創新價值和競爭力，仍是產業相關業者努力的方向。

（參考文獻請逕洽作者）