

美日冷鏈生鮮物流發展現狀與產業趨勢

國立高雄科技大學國際企業系李仁耀教授、

國立高雄科技大學全球運籌中心吳芝茜副理編譯

摘要

冷鏈物流主要應用在食品生鮮與生物製藥市場，農產品生鮮冷鏈對於糧食安全與食品安全影響重大。歐美日等先進國家已進入冷鏈成熟階段，有效降低蔬菜腐損率，冷鏈建構可以做為提升糧食安全與農產品附加價值的重要手段。

日本冷鏈發展過程的重點有四：(一)確立食品等級、規格及檢察制度。(二)整備糧食流通之資訊體系。(三)確立生產地、中轉地加工體制。(四)與糧食流通相關的研究開發，如容許溫度時間、加工、包裝、規格等。近期則是採取擴大國內市場發展以及推動外銷出口的冷鏈供應鏈建構，另外，引入外資投資現代化國際物流與電商物流也是發展重點。

美國農產品冷鏈物流的特性有五：(一)建立從“從農場到餐桌”的全程食品安全與管理體系。(二)引入市場競爭機制，鼓勵多種冷鏈物流模式並存競合。(三)採用先進的冷鏈物流技術設施，提供整合性的高效優質服務。(四)加大政府投入，創造良好的營運環境。(五)發揮協會作用，加強行業協調和自律。近期發展重點則是在於結合電子商務技術，確保產品最佳溫度與濕度，發展最後一哩配送。

全球冷鏈發展趨勢則為：(一)自由貿易協定促使冷鏈需求增加。(二)發展中國家與電子商務成為冷鏈需求的動力。(三)包裝食品需求增加導致冷鏈倉儲需求增加。(四)包裝食品需求增加導致溫控產品包裝需求增加。(五)冷鏈倉儲需求增加導致儲存設備需求增加。(六)加工技術發展促使海鮮與肉類冷鏈需求增加。

台灣農產品冷鏈發展的建議為：(一)掌握冷鏈發展目標與方向。(二)把握冷鏈物流技術應用趨勢。(三)建構冷鏈物流合作組織。(四)善用公民營資源，建設新型運儲設施。

關鍵詞：供應鏈、冷鏈、最後一哩配送、資通訊技術

Keywords: Supply Chain, Cold Chain, Last Mile Delivery-Logistics, Information and Communication Technology

壹、前言

冷鏈起源於十九世紀上半葉冷凍機的發明，其主要工作是指對易腐產品（perishable）的溫度管理，以保持從屠宰或收穫到分銷以至於最終消費者的品質和安全。在歐美 1930 年代，其農產品冷鏈已經初步建立，但是由於二次世界大戰，使得歐洲冷鏈被摧毀，而在戰後也快速重建。日本則是在 1965 年由日本科學技術廳資源調查會提出「關於有益於改善飲食生活體系的糧食流通體系現代化之勸告」（食生活の体系的改善に資する食料流体系近代化に関する勸告），正式發展冷鏈系統。

冷鏈物流泛指產品在生產、貯藏運輸、銷售，到消費前的各個環節始終處於規定的溫度區間，以保證產品品質、減少過程損耗的一項系統工程。目前，冷鏈的應用領域主要集中在食品生鮮市場和生物製藥市場，農產品冷鏈對於糧食安全與食品安全影響重大。

根據森隆行的調查顯示，人均 GDP 超過 5,000 美元時，對於冷鏈需求將呈現快速增長的傾向，以亞洲國家為例，新加坡、日本、香港已進入冷鏈成熟階段，普及率高達 80%~90%、蔬菜損腐率在 1%~2%；韓國及台灣則屬於二級成長階段，普及率高達 75%、蔬菜損腐率在 5%；馬來西亞、泰國為初級成長階段，蔬菜損腐率在 25%~30%；寮國、柬埔寨、緬甸及印度則為未開發階段，蔬菜損腐率在 40%。

儘管生產的食物足以養活地球上的每個人，但其中大部分在到達消費者手中之前就已經丟失或浪費了。易腐食品「從農場到餐桌」的保存過程是冷鏈。由於缺乏對冷鏈最佳實踐和基礎設施的了解、知識和投資，世界上許多國家在確保獲得安全可靠的食物方面受到挑戰。

有關於日本與美國在農產品的冷鏈發展已久，是台灣重要的農產品出口市場外，也是重要的發展學習對象，本文由日本冷鏈發展現況與趨勢出發，說明日本冷鏈發展，並探討日本農產品冷鏈發展趨勢；其次，說明美國農產品冷鏈物流的作法、美國冷鏈物流業的特點以及重要之冷鏈物流組織與企業，並探討美國冷鏈發展之趨勢；第四，說明全球冷鏈發展重點趨勢，供國內產業參考；最後，探討台灣的生鮮冷鏈發展方向建議。

貳、日本冷鏈發展現況與趨勢

隨著 COVID-19 疫情流行，日本貿易部(Japanese Trade Ministry)報告，

2020年3月藥店銷售額同比增長7.5%。與此同時，日本超市協會統計為了應對自我隔離和在家做飯的需求，2020年3月超市雜貨銷售額同比增長7.4%。預測在2020-2025年，日本冷鏈物流市場的增長率將超過2%。主要的成長動力在加工食品 and 供應商品牌產品以便當和配菜的形式推廣傳統日本料理菜餚。

一、日本冷鏈發展

1965年由日本科學技術廳資源調查會提出「關於有益於改善飲食生活體系的糧食流通體系現代化之勸告」被視為日本正式發展冷鏈系統的關鍵年，報告中所提之發展項目包含：

- (一) 確立食品等級、規格及檢察制度。
- (二) 整備糧食流通之資訊體系。
- (三) 確立生產地、中轉地加工體制。
- (四) 與糧食流通相關的研究開發，如容許溫度時間、加工、包裝、規格等。

此報告之後，日本於全國各地開始整備預冷設備、低溫流通設施等。同時，在該報告發行的同一年，家庭用電冰箱也在日本發售，在1975年，其普及率超過95%。1976年宅急便服務誕生，並自1987年起提供冷藏宅急便。

近年日本冷鏈系統進一步的著重於預防產品損害，除溫度控制、濕度控制、氧、二氧化碳、乙烯濃度控制也是重點，另外，也研發有效防止損害的資材。

農畜水產品冷鏈設備及系統的升級，除了有助於維護農產品及食品品質，透過IoT (Internet of Things)、AI (Artificial Intelligence)等技術的導入，提高物流透明化及效率化，有助於改善勞動條件、建構可因應災害風險之物流體系。

另外，由於冷鏈雖可降低農產品損耗，但是其能源耗用、包裝容器等需求，將對於環境產生不利的外部性。因此，日本對於環境友善物流體系的構建也十分重視，如設計標準化之農產品裝載容器，以達廢棄物減量循環再利用的目標，據以對抗溫室效應，邁向永續發展。

二、日本農產品冷鏈趨勢

日本農產品冷鏈近期發展趨勢，可分為國內市場發展與外銷市場發展兩

個面向說明。

(一) 國內市場發展

1. 開拓直接販售等新通路：

藉由 ICT (Information and Communication Technology) 等新技術的導入，縮短運送時間，並為生產者規劃維持鮮度、品質之最佳販售路徑。

以株式會社農業綜合研究所，為生產者、集貨場與超市，所建構之物流 ICT 系統有下列特徵：(1) 生產者可不受限於農產品規格，自行選擇販售價格與通路。(2) 藉由其 ICT 系統，生產者可獲得超市販售情形、店鋪資訊等資料回饋，並決定通路與售價。(3) 針對重視新鮮度的農產品，原則上 1 日內完成從集貨地點送至通路，並提供貼有生產者姓名的標籤之商品給消費者，提升消費者信心。

2. 物流效率化：

食品物流以貨車為大宗，但是貨車運送面臨嚴重人手不足、要求減少勞動時間等問題。對此，透過產地集貨效率化、藉由混載以提升積載率、減少上下貨時間，以提高效率並維持產品鮮度。

以 HOKUREN 農業協同組合聯合會為例，透過與棧板租賃業者、批發市場等合作，導入標準型棧板以應用堆高機：(1) 租賃標準型棧板，利用棧板運送取代紙箱運送。(2) 配合標準型棧板，變更部分紙箱尺寸。(3) 針對棧板回收率不佳之交易對象，協商改善策略。

3. 活用資通訊技術：

日本生產商到盤商階段，仍以電話、傳真及手寫紀錄為主流。日本政府於 2016 年提出「農業競爭力強化方案」，強調導入 ICT，提升共同配送等運銷活動效率、降低營運成本。

以株式會社仙台水產為例，藉由建立批發市場綜合情報系統，達成無紙化入庫、銷售、庫存管理，並藉由電子標籤管理溫度，以確保外銷品質。另外，為解決長時間等待狀況，利用手機 GPS (Global Positioning System) 等定位預測貨車抵達時間，動態調整碼頭進出，提升運轉效率。

4. 品質與衛生管理：

消費者對於農產品及食品的品质、新鮮度與安全等相當重視，在外食領

域以建立從產地到店鋪的全冷鏈體系，但批發市場常有低溫拍賣區面積不足，或低溫設施溫度控制不佳的情況，品質與衛生控制成為重要課題。

以株式會社 JA 全農青果中心為例，在東京、神奈川、大阪皆設有蔬果中心以進行分裝、包裝，並開發裁切、冷藏、冷凍、配菜等商品。並透過日本生活協同組合聯合會，協助提供宅配集貨的功能，並將貨品溫層分為 5 度及 10 度，另設有乙烯吸附功能的自動冷藏庫(農產品會釋放乙烯並影響其他農產品之風味與熟成，因此需要有乙烯吸附功能)、低溫倉庫等。

(二) 推動外銷出口

為健全日本國內農產品冷鏈體系，達成 2020 日本農林水產品及食品外銷額達到 1 兆日圓的政策目標，日本政府積極整備農產品外銷相關配套措施。

1. 建構國際冷鏈供應鏈：

將國際機場周邊的拍賣市場納入，以成田公設地方拍賣市場、東京都中央拍賣市場大田市場為例，在拍賣市場內提供植物檢疫、申請外銷證明等一站式服務，也設置支援拍賣市場、外銷導向產品的 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 等低溫管理設備。

其他配套措施有：(1) 建構配送、庫存管理、生產履歷等物流管理系統。(2) 提供多品項、多品種的外銷蔬果混載配套措施。(3) 活用多溫層裝箱等鮮度維持技術。(4) 與其他市場及產地合作，達成全年供貨之目標。

2. 推動日本-東協冷鏈物流計畫：

東協國家經濟成長，帶動冷凍、冷藏食品消費量增加，並重視農產品的安全、品質，冷鏈市場需求大幅增加。日本業者積極參與東協低溫物流市場，支援東協各國低溫物流基礎建設，包含：促進當地低溫物流符合國際規格、協助當地培養冷鏈物流人才、展開新興國家物流前瞻事業、促進日本物流業者與設備業者，與當地政府及業者交流合作。

另外，日本傳統的倉庫業大都建於港口邊，雖然堅固耐用，但大多老舊傳統，傳統的倉庫業有三大營業支柱，分別是倉庫保管、陸海空物流與不動產租賃，支撐著其傳統收入。近年來，外資倉庫業紛紛進入日本，帶來 REITS (Real Estate Investment Trust) 不動產證券化的概念，引進低廉的金融資本，投資興建完全符合國際物流與電商物流的現代化倉庫，有更大的作業面積，高跨距的柱間，迴旋式車道讓高樓層都能擁有獨立的碼頭作業空間，以因應要求配送速度

更快，流通量巨大的市場要求。

參、美國冷鏈發展現況與趨勢

美國冷鏈物流市場預計在 2020-2025 年間將呈現超過 2% 的增長。美國的主要進出口包括核反應堆和鍋爐、醫藥產品、化工產品以及蔬菜、水果和肉類等食品，這些產品需要在溫控環境下安全地運送。僅食品和飲料行業就佔美國 GDP 的 5% 左右，由於農產品非常依賴冷藏運輸設施來運送貨物，美國也建立了良好的冷鏈物流體系，以滿足國內農產品配送以及國際農產品銷售的需求。

一、美國農產品冷鏈物流的作法

(一) 建立從“從農場到餐桌”的全程食品安控與管理體系。

美國為世界主要發達國家，北美地區也是重要的農產品生產與消費市場，十分重視冷鏈物流品質安全體系建設，並制定了一系列涉及農產品的生產、加工、銷售、包裝、運輸、存儲、標籤、品質等級、農藥殘留物含量等有關標準和規定，對農產品進出口也有嚴格的檢驗、檢測和認證制度，具有管理的系統性和很強的操作性。

如美國食品與藥物管理局(Food and Drug Administration, FDA)所推行的食品安全現代化法 (FDA Food Safety Modernization Act, FSMA)，要求產品必須為可溯源追蹤到原點；加拿大的國家食品檢驗局的食品安全監督計畫 (The Food Safety Enhancement Program, FSEP)，鼓勵國內農產品協會開發必要的工具，使生產者在農場的食品生產環節實施與 HACCP (危害分析和臨界控制點) 原理相一致的食品安全措施，實現了“從農場到餐桌”冷鏈物流全過程的食品安全控制與管理。

(二) 引入市場競爭機制，鼓勵多種冷鏈物流模式並存競合。

在發達國家，大型批發市場和超市集團等領導企業在促進農產品冷鏈物流發展中發揮了至關重要的作用。美國充分發揮批發市場交易方便、品項齊全、貨物費用成本低的優勢和超市集團貨物配送及時便捷、終端包裝便於超市連鎖經營等優勢，使兩類農產品領導企業相互競爭。

(三) 採用先進的冷鏈物流技術設施，提供整合性的高效優質服務。

美國依靠技術創新提升冷鏈物流業的整體水準：1.在標準化原料基地使用環境友好型栽培管理技術和先進、快速的有害物質分析檢查技術等，從源頭上

保證了冷鏈物流的品質與安全。

2.產地加工企業採用真空預冷技術和冰溫技術。蔬菜和水果含有豐富的營養素，水果蔬菜採摘後由於受田間熱的影響其溫度比較高，加之自身的呼吸作用，在成分不斷發生變化的同時，釋放的熱量也不斷地增加，溫度持續升高。而較高的溫度又促使其呼吸加快，繼續釋放的熱量，水份大量蒸發，水果、蔬菜迅速萎縮，鮮度降低，直至腐敗變質。

預冷是迅速排除田間熱，抑制其呼吸作用，保持水果蔬菜的鮮度，延長儲藏期的有效措施。冰溫是指從 0°C 開始到生物體凍結溫度為止的溫域，在這一溫域保存儲藏農產品、水產品等，可以使其保持剛剛摘取的新鮮度，因此，成為僅次於冷藏、凍凍的第 3 種重要保鮮技術。

(四) 加大政府投入，創造良好的營運環境。

一是透過優惠政策和資金扶持。如加拿大政府透過對國家鐵路公司補貼、改制和相關政策扶持，使國家鐵路公司扭虧為贏，盈利率由過去的 3% 提高到 30.4%，成為目前北美地區效益最好的鐵路冷鏈物流運輸企業。法國政府每年用占農業補貼 25% 的財政撥款對改善農產品運輸、儲備、加工及銷售的設施建設專案進行補貼，此項補貼，在一些設施較差的地區甚至可以達到 30% ~ 50%。

二是透過制定法律法規、國家標準和執法檢查監督，規範農產品冷鏈物流業的健康、有序發展。荷蘭政府對於建立面向全歐洲的配送中心建設的企業給予選址、規劃及經營方向的指導，並給予一定比例的資金支持或貸款貼息。

(五) 發揮協會作用，加強行業協調和自律。

各國冷鏈物流的行業協會在政府與企業之間起著橋樑與樞紐作用，在健全行業管理過程中發揮著重要角色。協會一方面積極宣傳政府的交通方針、政策和法規，另一方面代表企業利益反映企業的呼聲，對完善物流政策和改善企業經營提出意見和建議。同時行業協會從不同角度起到溝通情況、協調關係、提供資訊、諮詢服務等作用。

以美國為例，該國的全球冷鏈聯盟(Global Cold Chain Alliance, GCCA)由三個協會和一個基金會組成，聚集冷鏈行業的焦點聲音，透過提供第三方溫控供應鏈，向超過 85 個國家的 1,300 家成員公司提供服務，其中，超過 40% 的 GCCA 成員在北美以外。在英國，由經營冷凍和冷藏設施和溫控配送車輛的企業以及具有共同商業或政策利益的公司，組成冷鏈聯盟(Cold Chain Federation)

成為代表英國溫控供應鏈的代言人。

二、美國冷鏈物流業的特點

(一) 運輸網絡龐大密集

冷鏈物流對溫度與時間都是有要求的，美國完整便捷的交通運輸網絡是美國冷鏈物流發達的重要原因。與運輸業相關的產品和服務約占美國經濟總量的 3%，吸納了 1/8 的就業。相較起於其他西方國家，由於汽車產業在美國的發展相當早，美國許多城市的發展都提前顧慮到了將城市和住宅區搭配道路網絡的設計。

為了連結廣闊的國土，美國設計並建造了高通行量、高速度的高速公路，美國的國家交通系統主要便是依賴這些高速公路網。當中最重要的是州際高速公路系統的建設，國內冷鏈運輸主要由貨櫃卡車來完成，1,000 公里以內 24 小時可以送達。

除了公路，美國建造了橫貫大陸的鐵路網絡，用以在 48 個州之間運載貨物。美國冷鏈物流當前大力發展火車溫控貨櫃，也是基於考慮鐵路網絡的優勢，其中內河(湖)鐵路主要承擔大宗散裝貨物的運輸任務。

(二) 產業分工精細清楚

美國的冷鏈分工清楚，各個環節都有自己的職責，運輸方只負責確定唯一運輸卡車與司機、倉儲方只負責對確定時間在唯一卸貨碼頭出現的卡車進行卸貨、卡車出租公司只負責的提供卡車、維修公司只負責根據求救電話進行搶修，整個鏈條最忙碌的環節就是客戶(貨運承攬業者)，客戶需要確定以上幾家公司，客戶作為中間人完成整個冷鏈業務上的執行。

分工細緻某種程度會增加繁瑣性，但同時由於分工的不同，各個分工專業性也變得很強，無論從品質、速度，或者技術都遠遠超過了一攬子全包的做法；同時各環節明確了各部分職責，讓整個冷鏈運行起來有據可依、有證可查，大大提供了冷鏈物流的可操作性。

(三) 應用電子集成技術

冷鏈物流之根本仍然是物流，但如何降低成本，提高其附加價值，則是冷鏈物流的生存之道。例如 CR 英格蘭(C.R.England)公司將固定資產的卡車服務以及無形資產的第三方冷鏈物流服務結合，這使得 CR 英格蘭擁有足夠的經驗和利潤，讓自己在運輸市場中面臨不斷上漲的燃油及保險成本仍得以生存。

CR 英格蘭為每個車輛配備全球定位系統、網絡跟蹤設備和網絡帳單功能，可以按照客人指定的準確時間送抵，為食品公司規避了因不能按時送遞貨物而承擔的賠償風險，成為其值得信賴的運輸公司。CR 英格蘭現在擁有先進輔助設備：電子數據交換、卡車衛星定位系統、車載電腦及遠程控制平台、項目化管理軟體及大量的自我開發的軟體，藉以提高公司的營運效率。另外，CR 英格蘭還自己擁有一套 TENFOLD 的程式語言，可以透過自己的編程人員完成擁有完全智慧財產權的軟體。

為顧客促進及擴大物流服務，美國冷藏公司（USCS）同樣積極開發集成技術應用，並且建立了 eUSCOLD 系統。USCS 每年須精確地管理約六十億磅溫度敏感食品的接收、儲存及整合相關訂單，該公司已建立起完善的倉庫、運輸及資訊系統，不僅可加強日常運作，還可為顧客提供節約成本的服務。

該公司一直作為美國主要的公共冷藏庫公司及物流供應商，另外，配送公司都裝有先進的安全控制及自動化噴淋系統，裝有可視屏(電腦終端)的叉車，配備有涉溫區域廣的冷藏功能的貨櫃，還有自動接送叉車與倉庫進貨口實現無縫對接。這些集成電子技術新設備為第三方冷鏈提供了安全保證。

(四) 加工包裝環節的高品質檢驗

為確保進出口貨物完全符合當前的進出口規例，如 AbleFreight 一類的企業與相關政府機構保持緊密聯繫，其中包括遵守運輸安全管理局（Transportation Security Administration, TSA）的規定，安排美國農業部（U.S.DepartmentofAgriculture）和洛杉磯郡農業部（LosAngelesCountyDepartmentofAgriculture）的檢驗，並向食品與藥物管理局提供完整的託運人及生產商資料，以滿足他們的相關規定，同時提供清關服務。

AbleFreight 在倉庫現場有美國海關授權進行進出口貨物的安檢設備，和 FDA 專門人員對貨物進行現場檢查的工作站，雙重保險以確保保鮮食品的安全。對食品的檢驗檢疫放在物流配送企業來做，是美國冷鏈物流的一個特色，並不是全部運輸出口食品都放在該企業，每個類似企業都有擅長檢驗檢疫的種類，根據這些特長申請到的某些種類食品的檢驗權，亦即是說，在該類物流配送中心檢驗過後的食品，可以「免檢」出關出口。

而對於出口，政府則在該企業安排了 FDA 監測點，來不定期監控分析。這樣的設計，不僅減少了海關的工作量，而且能夠避免食品在海關排隊檢測中的變質，同時增加了食品流通速度，降低物流成本，還為企業帶來了效益。

三、美國重要的冷鏈組織

(一) 全球冷鏈聯盟

全球冷鏈聯盟的核心合作夥伴由三個協會和一個基金會組成。GCCA 主要是聚集冷鏈行業的焦點聲音，透過提供第三方溫控供應鏈，向超過 85 個國家的 1,300 家成員公司提供服務，其中，超過 40% 的 GCCA 成員在北美以外。

1.願景(Vision)：打造萬能冷鏈，每一個產品與環節都保有品質和安全。

2.使命(Mission)：促進產業成長，引領冷鏈發展。

3.核心合作夥伴

支持這一關鍵使命的是三個核心合作夥伴貿易協會，它們為其成員提供關係、資源和認可，以及一個慈善基金會。

a. 國際冷藏倉庫協會(The International Association of Refrigerated Warehouses, IARW)是第三方溫控倉儲行業協會。

b. 國際冷藏運輸協會(The International Refrigerated Transportation Association, IRTA)是溫控運輸和物流行業協會。

c. 受控環境建築協會(The Controlled Environment Building Association, CEBA)是溫控設施設計和建造專家的協會。

d. 世界食品物流組織(The World Food Logistics Organization, WFLO)是非營利基金會。

全球冷鏈聯盟及其核心合作夥伴得到了非營利基金會世界食品物流組織(WFLO)的支持。WFLO 為行業開展教育和研究，並提供冷鏈諮詢服務，促進經濟發展和加強全球冷鏈。

4.歷史

每個核心合作夥伴協會都有悠久歷史，IARW 成立於 1891 年，IRTA 於 1994 年，CEBA 於 1978 年。2007 年，這些組織組成全球冷鏈聯盟的聯合傘式組織，透過 GCCA 代表冷鏈行業的發聲，同時，GCCA 也是冷鏈各個環節的交流、聯網和教育平台。

國際冷藏倉庫協會(IARW)

1.願景：國際冷藏倉庫協會是第三方溫控倉儲行業協會，將建立、加強和代表全球溫控第三方倉儲和物流行業。

2.使命：IARW 促進全球溫控倉庫和物流行業的卓越發展。

3.戰略計劃：IARW-WFLO 戰略計劃側重於促進成員成長，該計畫主要是發展和強化第三方溫控倉儲和物流行業，同時幫助成員發展業務。

4.歷史

IARW 成立於 1891 年，當時許多傳統倉庫人員承擔了存儲易腐食品的需求，並很快意識到操作溫控存儲設施面臨的挑戰和複雜性日益增加。

今天，IARW 透過研究、行業基準、網絡和教育推廣溫控倉儲和物流行業的最佳實踐。同時，IARW 還是倡導立法和監管領域的成員，IARW 的所有活躍成員也是世界糧食物流組織工作的成員和受益者。每年，國際冷藏倉庫協會都會發布 IARW 北美前 25 大冷藏倉儲和物流供應商名單(表 1)，其中包括加拿大、墨西哥和美國最大的冷藏倉儲和物流供應商，以 2020 年為例其冷藏容量達到 9,800 萬立方公尺。

表 1 2020 IARW 北美前 25 大冷藏倉儲和物流供應商名單

	Company	Location	Capacity (m³)
1	Lineage Logistics	United States	39,416,232
2	Americold Logistics	Canada, United States	29,226,298
3	United States Cold Storage	United States	10,590,159
4	VersaCold Logistics Services	Canada	3,483,223
5	AGRO Merchants Group	United States	3,360,405
6	Interstate Warehousing	United States	3,277,260
7	FrialsFrigoFrigorificos	Mexico	2,894,758
8	Burriss Logistics	United States	2,120,987
9	Congebec Logistics, Inc	Canada	1,635,068
10	Conestoga Cold Storage	Canada	1,603,345
11	NewCold Advanced Cold Logistics	United States	1,358,420
12	Hanson Logistics	United States	1,240,803
13	Holt Logistics Corp.	United States	991,090
14	Confederation Freezers	Canada	979,197
15	Trenton Cold Storage, Inc.	Canada	970,627
16	Qualianz	Mexico	735,049
17	MTC Logistics	United States	713,761
18	Midwest Refrigerated Services Inc.	United States	663,570
19	WOW Logistics	United States	662,804
20	Nor-Am Cold Storage, Inc	United States	629,251
21	Interstate Cold Storage, Inc.	United States	606,065
22	Hall's Warehouse Corp.	United States	584,043
23	SnoTemp Cold Storage	United States	539,939
24	Valley Cold Storage & Transportation	United States	509,760
25	CWI Logistics	United States	489,315

註 1.Lineage Logistics 包括最近對 Henningsen Cold Storage 的收購。

資料來源：取得日 2021/06/20，

<https://www.gcca.org/about/resources/about-industry/technical-publications/surveys-market-research/iarw-north-american>

(二) 國際冷藏運輸協會(IRTA)

國際冷藏運輸協會是一個溫控運輸和物流行業協會，支持參與冷鏈運輸部門的組織的需求和利益。促進運輸公司、其供應商和客戶之間的良好商業和貿易關係；收集和傳播數據和資訊給會員；並保護其成員的利益免受非法和不公正的措施和做法的影響。

1.願景：IRTA 將促進和加強冷藏和運輸物流業。

2.使命：

IRTA 旨在培養、促進和發展從事生產、進口、出口、運輸、倉儲需要溫度和/或大氣控制及相關服務的商品的各個方面的人員之間的商業和貿易關係：

a.收集和傳播數據和資訊給會員。

b.保護其成員的利益免受非法和不公正的措施和做法的影響。

c.開展活動以促進和加強從事溫度和/或大氣受控貨物及相關服務的運輸和處理的人員的利益。

3.歷史：

IRTA 成立於 1994 年，旨在滿足運輸行業不斷增長的需求。在此之前，不存在冷藏運輸公司有機會交流有價值的資訊、想法和見解的單一協會。

進入 21 世紀，這些組織的許多成員發現需要調整商業模式，以應對不斷變化的全球條件。這種反應代表著冷鏈行業的整合程度有所提高，反過來又使得供應鏈中的所有參與者之間建立了更緊密的關係。相關專用配送設施和公共冷藏倉庫 (PRW) 對於卡車運輸資產的投資等發展也見證了這一趨勢。

三個強大的影響正在改變這個行業：

1. 增加會員商業模式的整合：從倉儲到物流供應商。冷藏倉庫已投資於卡車運輸資產，並與客戶仔細研究了各種安排和結構。
2. 認識國際業務結構：隨著會員在新興經濟體開展更多工作，新興國家的公司經營從食品生產到食品配送的所有方面。在許多國家，第三方提供商是一個發展中的概念。
3. 核心能力的需求：保持適當的溫度和灌輸最佳實踐。冷鏈必須承擔從收穫後

處理和加工到零售的所有環節的發展。

2005 年底，IARW 和 WFLO 開始獲得合作夥伴組織國際冷藏運輸協會 (IRTA) 和受控環境建築協會 (CEBA) 對一項大膽的新倡議的支持。到 2006 年底，所有四個組織的董事會都選擇推進全球冷鏈聯盟 (GCCA) 的創建，這是一個傘形組織，將在跨越冷鏈各個環節的協會、政府、機構和私營公司之間建立夥伴關係。GCCA 於 2007 年 4 月正式啟動，GCCA 現在作為冷鏈各個環節的交流、網絡和教育平台，傳達冷鏈行業的聲音。

(三) 受控環境建築協會(CEBA)

受控環境建築協會是溫控設施設計和建造專家的協會，其構成主要是冷庫和加工設施專家。

- 1.願景：在受控環境建築協會 (CEBA) 中，任何想要建造、翻新或現代化一流創新溫控設施的人都可以在這裡找到最有經驗的設計師、承包商、製造商和供應商。
- 2.使命：CEBA 的使命是代表專門從事受控環境建築設計和建造的專業建築商，包括冷藏倉庫、食品加工設施、潔淨室、製藥設施以及餐飲服務和零售配送中心。
- 3.戰略計劃：CEBA 戰略計劃的重點是培養未來人才、提升價值和發展專業知識。

4.歷史

1978 年，一小群保溫承包商聚集在一起，討論成立一個代表服務於冷庫行業特定需求的承包商的協會。一年之內，全國冷庫保溫承包商協會成立，並任命了其創始董事會。宗旨和目標很快被細化，並於 1981 年召開了第一次年度會議，以及其他教育項目。成立了一個技術委員會，為會員和行業研究提供服務，並製定了建築規範和特定出版物。1987 年，更名為國際冷庫承包商協會，很快修改了章程以允許創建英國分部。為了更好地適應不斷變化的行業及其成員不斷擴大的專業知識，該協會的名稱於 2018 年更名為受控環境建築協會 (CEBA)。

四、美國重要冷鏈物流企業介紹

(一)美國冷藏公司

美國冷藏公司 (United States Cold Storage, USCS) 是美國五大公共冷藏

庫公司之一。該公司於 1982 年為 JohnSwire&SonsInc.收購後，其設施已增至三十五所，冷藏容量則增至一億四千九百萬立方英尺。USCS 現時雇用約一千四百名員工。該公司於九個州不同地點提供地區性及全國性的分銷服務。該公司當前已擴展至二億零五百萬立方英尺儲貨空間，成為全球排名第四的冷藏庫。

(二)C.R.England

CR-England Logistics 作為擁有 89 年歷史的美國最大的溫控卡車運輸公司，CR 英格蘭為客戶提供各項專業的物流和運輸服務。總部為於美國猶他州鹽湖城的 CR 英格蘭公司自 1957 年起，英格蘭以其業內優良的口碑和高品質的服務領導著美國溫控卡車運輸這一行業，一直延續至今。

從上世紀八十年代中期開始，公司開始一次重大的產業轉型，從單一的為客戶提供溫控卡車運輸服務擴展到全方位的國際物流服務。今天 CR 英格蘭的兩大主要分支-英格蘭美國國內分部（EnglandNational）和英格蘭國際物流（EnglandGlobalLogistics）可以為客戶提供除傳統卡車運輸以外的全套第三方物流服務，包括與亞洲之間的國際貨運代理業務。

(三)Able Freight

AbleFreight 每年空運出口 60,000 噸貨物，是美國最活躍的貨運代理之一，進出口業務占總業務的六成以上。提供溫控以運輸新鮮農產品（包括水果、蔬菜、海鮮、肉類、鮮花及乾花）以及藥品和電子配件。是許多國家的水果和農產品的最大種植者和代理商，包括美國政府均是 AbleFreight 的客戶。

AbleFreight 的倉庫每周 7 天，每天 24 小時全天開放，配備維持在不同溫度下的保濕制冷機、預冷機及冷卻機。從貨物接收到交付，都用冷藏貨車運送，確保冷藏冷凍鏈的持續性。使用優質隔熱層、冷凝膠袋及乾冰確保貨物以最佳狀態抵達目的地。同時還提供預先冷藏、再冰凍、品質檢驗及再分類等特別服務。

(四)普菲斯冷庫

普菲斯冷庫(Preferred Freezer Services, PFS)總部位於美國新澤西州紐瓦克市的普菲斯已經擁有 20 餘年的冷庫運營經驗，主要選擇在大城市和主要港口地區開發、設計和運營世界尖端的、標準化的冷凍冷藏庫，提供高效、便捷、具有高度附加值的冷凍倉儲服務，該公司占據冷凍倉儲的高端市場，尤其是海鮮冷凍倉儲市場。作為全球食品溫控倉儲行業規模最大的公司之一，普菲斯公

司已在美國設計、建造、運營 27 座先進冷庫，並逐步在亞洲、非洲以及南美洲嘗試全球冷鏈服務運營。

五、近期美國冷鏈物流市場發展趨勢

近年美國新世代消費者購物習慣改變，外送訂餐服務盛行，加上對新鮮食品需求量大增等因素，帶動冷藏儲存與物流產業的技術創新，促進美國冷鏈物流市場的快速發展。線上食品雜貨購物率提升，導致消費者購物習慣的改變，也促使全美冷凍庫存量增加，主要來自對肉品供應量的增加。

美國冷藏市場規模上漲的主要關鍵因素包括：包裝技術的進步、對易腐食品和溫度敏感物品的加工，及儲存技術的進步。美國冷鏈市場的運輸方式涉及公路、鐵路、海運及空運等，而以應用市場而言，則可區分為食品及飲料、藥品和化學品等。其中食品及飲料和藥品為冷鏈物流主要市場。

美國 27% 的人口為千禧世代，也是目前最主要的消費族群。這世代的消費者偏好節儉和便利，已將整體消費者購買模式從大型超市轉向至當地市場和電子商務購物。千禧世代更注重健康，傾向購買有機食品並依賴社交媒體蒐集產品資訊。而對新鮮產品的需求增加，及欣欣向榮的食品雜貨相關電子商務，其快速便捷的配送服務也逐漸擴大在冷鏈物流中的市占率。

此外美國外送訂餐服務愈趨盛行，業務蒸蒸日上，物流業和業界公司不斷開發和創新技術，以確保正確且安全的遞送顧客的餐點，從使用軟體可引導司機以最有效率的方式遞送交貨，在包裝方面，也確保各個產品保持最佳的溫度及濕度水平以維持產品完整性。

最後一哩路的配送（last mile delivery-logistics）通常是物流供應鏈中最昂貴的部分，Cowen and Co. 預測，美國食品最後一哩路配送收益約為 430 億美元，到 2022 年將可達 760 億美元。主要業者包括 Caviar、DoorDash、Foodler、GrubHub、UberEats 以及 Amazon。

肆、全球冷鏈發展趨勢

一、自由貿易協定促使冷鏈需求增加

2020 年全球冷鏈市場規模為 2,104.9 億美元，預計 2021 年至 2028 年將以 14.8% 的複合年增長率（CAGR）增長。全球連接設備和冷藏倉庫自動化的日益普及預計將在預測期內刺激行業增長。新興經濟體越來越多的有組織

的零售店導致對冷鏈解決方案的需求增加。此外，貿易自由化、政府減少食物浪費的努力以及跨國公司零售鏈的擴張預計將在預測期內推動行業增長。世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)和雙邊自由貿易協定(Free Trade Agreement, FTA)，如歐洲聯盟(European Union, EU) 和美墨加協定 (United States-Mexico-Canada Agreement, USMCA)，食品免徵進口關稅為美國和歐洲的出口商創造了增加易腐品貿易的機會。

二、發展中國家與電子商務成為冷鏈需求的動力

在發展中經濟體，由於消費者意識的提高，冷藏市場的驅動力是從富含碳水化合物的飲食轉向富含蛋白質的食物。由於以消費者為主導的經濟轉型，預計中國等國家在未來幾年將出現顯著的增長率。隨著倉庫管理和冷藏運輸技術的不斷進步，發展中經濟體的市場可能會擴大。

此外，不斷增長的政府補貼使服務提供商能夠利用創新解決方案來開拓這些新興市場，以克服複雜的交通運輸問題。冷鏈服務旨在為溫度敏感產品提供理想的運輸和儲存條件。與基於電子商務的食品和飲料交付市場相關的對易腐產品的需求和快速交付需求的增加，顯著推動了冷鏈運營。

這與消費者購買保存期更長的加工食品的早期趨勢截然不同。在線購買易腐產品的上升趨勢帶來了新的機遇和挑戰。其中包括需要提供最後一哩交付的創新解決方案、管理庫存和降低單件成本的自動化倉庫，以及維護新鮮食品安全的低成本和先進的溫度監控設備。

三、包裝食品需求增加導致冷鏈倉儲需求增加

由於全球對包裝食品的偏好日益增加，預計將在預測期內保持主導地位。消費者飲食模式和生活方式的改變正在推動對冷凍食品的需求。預計這將推動對存儲解決方案的需求。

冷鏈系統對於供應食品、飲料和保健產品至關重要。預計在預測期內，對大容量冷藏拖車、聯網冷藏車、隔熱集裝箱和有利於跨產品運輸的車輛的需求將推動運輸部門的發展。

冷鏈中監控組件的使用尤其增加。這種增長可歸因於技術進步和對確保運輸完整性、效率和安全性日益增長的需求。後端 IT 基礎設施和部署用於收集和報告實時運輸資訊的前端設備的進步同樣引人注目。

冷庫的有效管理在很大程度上取決於用於監控目的的軟體和硬體組件。

硬體組件包括數據記錄器、遠程溫度傳感器、無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 設備、網絡設備和遠程資訊處理設備。製藥行業圍繞產品品質維護的嚴格監管環境對冷鏈溫度監控解決方案的採用產生了積極影響。

四、包裝食品需求增加導致溫控產品包裝需求增加

產品包裝部門包括對板條箱、隔熱容器和盒子、保冷袋、標籤和溫控托盤托運人的詳細分析。材料部分包括對絕緣材料和製冷劑的深入分析。絕緣材料和製冷劑被認為是溫度敏感產品的完整系統。絕緣材料部分進一步分為發泡聚苯乙烯 (EPS)、真空絕緣板 (VIP)、聚氨酯 (PUR)、低溫罐等。

溫控包裝 (TCP) 是冷藏市場中主要使用的元素。TCP 是根據各種標準開發的，用於在特定時期內將產品保持在特定溫度下。主動 TCP 系統包括托盤托運人和冷藏箱，它們透過電源 (例如鋰電池) 運行。另一方面，被動系統具有成本效益和實用性，因為它們依賴於絕緣包裝和製冷劑。目前，發泡聚苯乙烯和水性相變材料 (PCMs) 是大多數製藥公司的首選。

對 PUR 的需求正在下降，因為這種材料比發泡聚苯乙烯重，而且不可回收。用於非散裝包裝運輸的溫度敏感材料包括 PUR 發泡、EPS 發泡、低溫罐、隔熱托盤托運人和 VIP。三種常用的製冷劑是乾冰、凝膠包和 PCM。評估溫度敏感封裝解決方案時要考慮的關鍵因素包括系統成本、熱性能、包裝簡單性和物理性能。決定系統成本的變量包括：有效載荷最大化、可重複使用的系統、包裝成本以及定制包裝解決方案和現成解決方案之間的權衡。

五、冷鏈倉儲需求增加導致儲存設備需求增加

存儲設備在冷藏行業中至關重要，因為它們可以確保產品品質並延長保質期。使用的設備包括冰箱、冷凍機、疫苗載體等。存儲設備進一步分為並網和離網。

對離網存儲設備的需求歸因於發展中國家越來越需要防止收穫和加工後的糧食損失。據聯合國糧食及農業組織 (FAO) 稱，超過 40% 的糧食損失發生在收穫後和加工過程中，尤其是在發展中國家。這就產生了建立可持續和節能冷鏈的必要性，這些冷鏈可以將這些國家的食品供應增加近 15% 或約 2.5 億噸。

發展中國家政府加大離網冷鏈推廣力度，預計將刺激對離網太陽能儲能設備的需求。例如，2018 年 3 月，全球照明和能源獲取夥伴關係 (LEAP) 開發節能冷庫設施的競賽鼓勵採用基於太陽能的離網存儲設備。該設施旨在滿足

撒哈拉以南非洲國家的乳製品和新鮮水果和蔬菜的儲存要求。

六、加工技術發展促使海鮮與肉類冷鏈需求增加

加工、包裝和儲存的技術發展，將使得海鮮與肉品市場的增長。此外，預計魚類產量的增加將推動細分市場的增長。然而，由於包裝材料的不斷創新，延長了食品的保質期，加工食品將成為近期增長最快的應用領域，同時也將促進加工食品的貿易。

根據聯合國糧農組織的數據，由於儲存、加工和運輸過程中發生的事故，水果和蔬菜總產量的 20% 至 40% 被浪費。因此，用於包裝食品的材料在延長其儲存壽命方面發揮著重要作用。飲食習慣的改變和可支配收入水平的提高正在引發烘焙和糖果領域的產品需求。托運人正在與第三方物流合作，以滿足不斷增長的需求，並確保產品按適當的時間表在最佳條件下交付。

伍、台灣的生鮮冷鏈發展方向與建議

一、台灣農產品冷鏈的型態與特色

臺灣目前在農產冷鏈發展上，主要問題在於經營主體仍以小農為主，故此種分散式生產及處理導致生產成本偏高，且多數農產品都不耐儲運，因此，如何建構一種冷鏈物流體系，可以同時解決損耗與產銷失調，將會是臺灣農業未來發展重點。

以消費端而言，目前 7 成消費者購買蔬果的通路仍以傳統市場為主，另外 2 成消費者則因便利性才選擇至超市購買。雖然消費者普遍認為低溫配送的蔬果品質與安全性都更有保障，但在購買時仍以價格為主要考量。

以產業面而言，目前國內農產品運銷通路大致可分為兩種：第一種為蔬果集中處理，如農會、合作社，或是運銷公司與農民契作收購後再進行處理和包裝，進而配送至超市、量販店，以及其他大型消費戶（如團膳業者）等。此類通路對於農產品品質要求門檻高，故採收後大部分都會採低溫冷鏈儲運，然而仍有少部分最後銷往批發市場的農產品，因無冷鏈設備故採常溫運送，導致失去前段儲運的溫控用意。第二種為小型蔬果自銷通路，銷路規模較小且分散，主要是農會及合作社等農民團體共同運銷至各大批發市場，透過拍賣、議價交易，再經傳統零售市場銷售。因冷鏈應用對於此種通路而言成本過高，故此類通常未採低溫倉儲。

二、台灣農產品冷鏈發展的建議

(一)掌握冷鏈發展目標與方向

研究冷鏈發展趨勢，分析所處區域的冷鏈結構與現狀，打造冷鏈服務，不僅關係到物流產業發展的問題，更涉及到未來區域競爭優勢和可持續發展的深層次問題。因此，戰略的轉變是國內冷鏈物流決勝未來的重要工具。

台灣冷鏈發展目標，若是以國內市場為導向，由於幅員狹小，產地到餐桌距離較短，但是由於電子商務盛行與新冠肺炎流行，導致線上購買生產農產品的需求增加，如何促進最後一哩的冷鏈效率提升，成為發展重點。若台灣的冷鏈發展是以發展國際外銷市場為導向，那麼產地預冷保鮮、冷藏倉儲能力、冷藏運輸能力以及冷鏈管理能力的提升，乃是於目標市場的商情合作，冷鏈銜接都是重要的提升方向。

(二)把握冷鏈物流技術應用趨勢

資訊技術是現代物流發展的核心技術。物流資訊系統的發展要置於核心位置，資訊是未來物流競爭優勢的關鍵成功要素。一般來說，現代物流與傳統物流的本質區別就在於，在現代物流中「資訊能力」是第一要素，它取代了傳統物流中「運儲能力」是第一要素的地位，因此發展物流資訊技術是發展冷鏈物流的支柱。

因此，IoT、ICT 及 AI 等軟硬體的應用與開發，將是未來發展的重點。冷鏈物流成本主要在於訊息成本與(運輸費用/產品價值)相對成本；冷鏈需求的預測以及冷鏈運儲能力的整備要配適，才能降低訊息成本；冷鏈應用於高附加價值產品，冷鏈相對成本也會較低。

(三)建構冷鏈物流合作組織

冷鏈物流涉及領域廣，涉及產業多，從一地到另一方，要達到貨暢其流，全程溫控，就必須各個環節共同配合。改善物流體系，最重要的就是合作與溝通，然後進行有效的控制。在整個冷鏈物流過程中，物流的效率與安全，需要各個利益方都參與其中，相互合作。

因此，國內的冷鏈發展不能只著重在冷鏈技術的開發，更重要的是冷鏈應用中各階段的參與者，如何訊息共享，共同努力發展與應用相關設備及技術，才有可能獲致成功。

(四)善用公民營資源，建設新型運儲設施

良好的冷鏈物流由產地到餐桌，在國際物流部分，更是要有良好的現代化設備，方能夠確保國內外生鮮冷鏈物流的順利運行。如何建構良好的產地預冷設施、提升冷鏈倉儲能力與運輸能力、強化國際冷鏈物流的銜接能力，必須依賴導入公民國營資源並進行整合。

國內冷凍、冷藏倉庫設備老舊，冷鏈倉儲與運輸運力不足，在近期的新冠肺炎疫情嚴峻下已經受到考驗，除了民間業者所設置的物流中心外，政府也必須在產地與市場設置適當的冷鏈倉儲設備，提升國家面對災害時的緊急應變能力，避免衝擊農業生產與消費。

陸、參考文獻

台灣農業科技資源運籌管理學會，2019，農產品冷鏈人才現況調查，行政院國家發展委員會委託計畫。

吳碧娥，2020，台灣冷鏈技術發展現況，北美智權報。

http://www.naipo.com/Portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Industry_Economy/IP_NC_201209_0704.htm

林鈴娜、林孟克、馮詩蘋、黃靖嵐與李翎竹，2020，農糧產品冷鏈產業發展趨勢與人才需求研析，農政與農情，第 334 期。

芝加哥台貿中心，2019，冷鏈物流美國冷藏市場需求量大增，經貿透視雙周刊，第 521 期。

黃靖嵐與李翎竹，2020，日本農產品冷鏈趨勢及策略介紹，國際農業科技新知，第 86 期。

陳巨星，2020，2020 年版從數字看日本 2018 年度流通業與物流業發展趨勢，物流技術與戰略雜誌，第 106 期。

<https://www.logisticnet.com.tw/publicationArticle.asp?id=953>

郭唐惟，2021，追上全球農產品冷鏈趨勢！臺灣發展成熟冷鏈的關鍵指南，豐年雜誌，2021 年 4 月號。

東灘顧問，2018，農產品物流的發展趨勢和主要模式，農業。

<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/grln4p9.html>

物流技術與戰略雜誌，2015，歐美冷鏈物流發展現狀與產業趨勢，物流技術與戰略雜誌。

<https://www.logisticnet.com.tw/newsCaseRunDetail.asp?id=72>

物流搜索網，2017，中美冷鏈物流對比。

https://read01.com/zh-tw/J3M8zK.html#.YM_2_WgzaUI

冷易運力科技，2019，高效率高價值的冷鏈物流美國日本是如何做到的？

http://zh.twgreatdaily.com/55QFCm8BMH2_cNUgbPIM.amp

ASEAN-Japan Transport Partnership, 2018, ASEAN-Japan Guidelines on Cold Chain Logistics.

Grand view research, 2021, Cold Chain Market Size, Share & Trends Analysis Report

By Type (Storage, Monitoring Components), By Equipment (Storage, Transportation), By Application (Fish, Meat & Seafood), By Packaging, And Segment Forecasts, 2021-2028.

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cold-chain-market>

Mordar Intelligence, 2021, United States Cold Chain Logistics Market-Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021 - 2026).

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/united-states-cold-chain-logistics-market>

Mordar Intelligence, 2021, Japan Cold Chain Logistics Market- Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021 - 2026).

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/japan-cold-chain-logistics-market>