

決戰低空經濟： 美日歐無人機物流配送案例研析

陳怡樺 產業分析師
產業研究組
金屬工業研究發展中心
2026年3月12日

一、物流無人機市場規模

二、各國應用案例

(一) 美國應用案例

(二) 日本應用案例

(三) 歐洲應用案例

三、結論



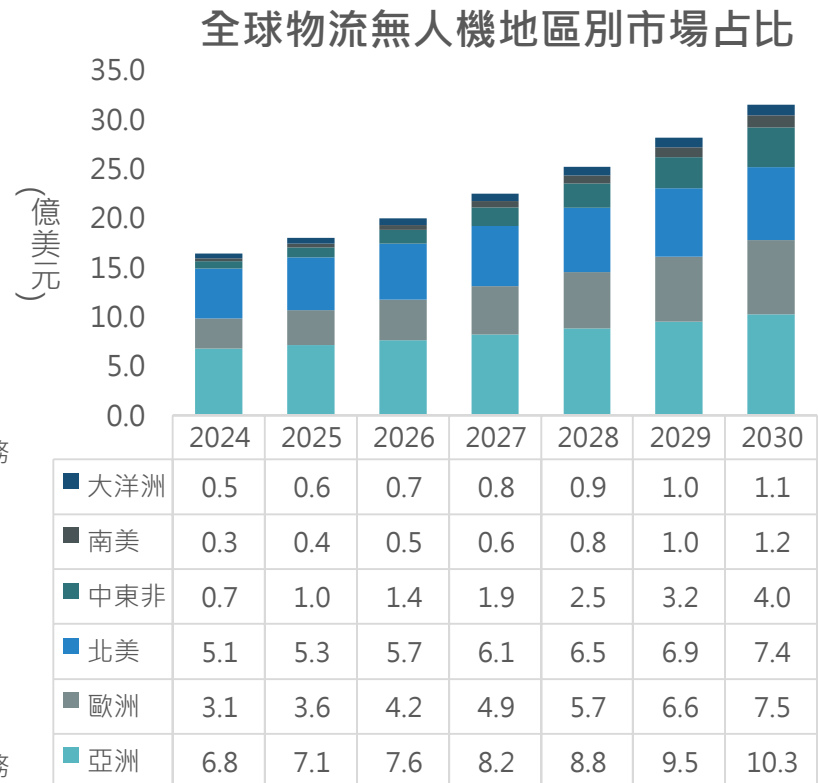
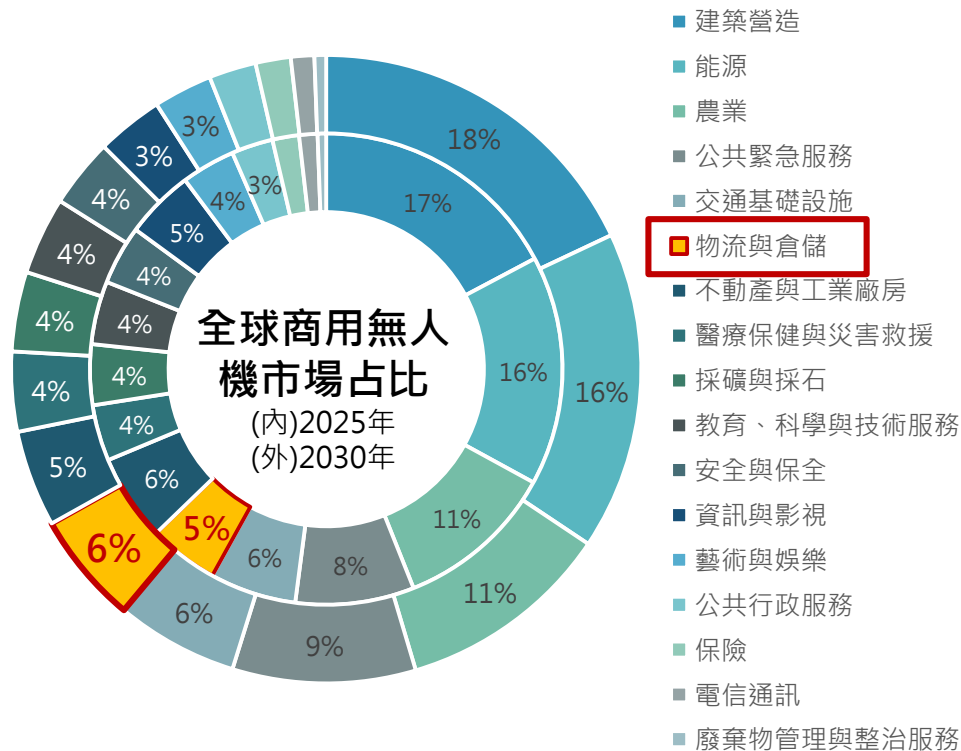
全球物流無人機市場規模



無人機物流的市場規模

無人機物流被預期為商用市場成長最快的應用領域

- 根據DII預估，2025年無人機物流市場約18億美元，占全球商用市場約5~6%，預期未來五年將成為成長最快之應用，每年年增率皆在10%以上。
- 前三大市場分別為亞洲(41%)、北美(31%)及歐洲(19%)，其中歐洲被預期有機會成長到第二大區域市場，在2030年全球市場占比將達24%；而美國將成為全球最大單一國家市場，達6億美元。



無人機物流的市場驅動力

產業從技術驗證(PoC)轉向商業落地

- 隨著各地試驗計劃告一段落，廠商逐步往**規模經營**、**長期簽約模式**發展，市場逐漸進入從技術驗證(PoC)邁入正式商業運轉的關鍵轉折點。
- 為數不少的試驗計畫結果，亦在技術方面提供相當程度之安全性保證，各國監管單位開始陸續研議**放寬相關限制法規**，使無人機物流可應用情境更加拓展。
- 驅使無人機物流發展的主要驅動力有三：



勞動力與成本

人力成本上漲：傳統物流中人力成本至少占40%，且薪資水準持續上漲。

勞動力短缺：歐美日皆面臨勞動力缺口，而日本更面臨少子高齡化社會。



技術與法規

監管法規逐步解禁：BVLOS(視距外飛行)限制放寬使適用情境擴大。

技術成熟：AI感知避障(DAA)與固態電池技術提升航程與安全性。



社會價值(ESG)

符合淨零排放目標：無人機配送過程產生之碳排較傳統燃油貨車顯著較低。

人道醫療急救：不受地面交通擁堵影響，縮短醫療支援時間與城鄉平衡。



各國應用案例分享

- 美國應用案例
- 日本應用案例
- 歐洲應用案例



美國整體發展現況

科技巨頭主導的郊區零售與法規拉鋸

發展特徵

美國市場由科技巨頭（Amazon、Alphabet/Wing等）及新創公司（如Zipline等）領頭，以廣大的郊區獨棟住宅為發展主力，將無人機整合進現有零售體系，直接將貨物送至消費者家門。

過去因美國聯邦航空總署（FAA）監管嚴格（限制操作員必須在視距內操作）而發展受限，惟2025年8月逐漸放寬超視距飛行（BVLOS）相關限制。

核心驅動力

- 消費者對取得零售貨品「即時性」的需求、提升郊區生活便利性。
- 低建物密度的郊區適合無人機配送
- 零售業巨頭的送貨速度競賽



圖片來源：ChatGPT生成

極致時效性配送選項，為會員服務價值增值

營運特色

將無人機送貨整合進Amazon Prime會員服務中，成為**可選擇之配送選項的一環**，提供Prime會員「1小時內送達」服務，提升會員服務價值。目前已在美國部分地區（如德州和亞利桑那州）進行常態性營運，並計畫擴展至英國與義大利等國際城市。

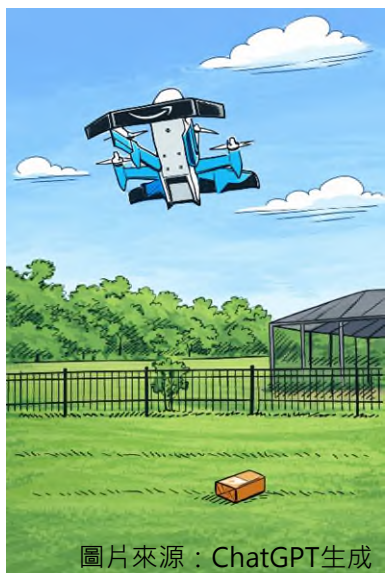
營運方式與收費標準

可直接於下單時選擇無人機配送（限重約2.2公斤），飛抵住宅處後採**拋投方式**投遞，惟目前僅在白天且**非惡劣天氣**時運作。

Prime會員享有優惠價格，以聖安東尼奧為例：

會員\$ 4.99美元；

非會員\$ 9.99美元。



圖片來源：ChatGPT生成

預期效益及未來規劃

預期效益：預估單件運費成本相較傳統車輛配送方式**可望降低60%**。

短期目標：歐洲市場2小時內送達的**Ultra-fast delivery**

長期目標：2030年達成全球30分鐘配送（無人機配送包裹達5億個 / 年、服務1億名客戶）

遭遇問題

監管阻力與安全性：因對無人機避障及安全性尚有疑慮（在加州試點時曾發生墜毀事故），人口稠密區的管控力道仍強，特別是視距外飛行(BVLOS)情況下，影響擴大營運規模。

噪音與隱私等公眾接受度：居民對飛行噪音及機上搭載攝影機有隱私疑慮，Amazon投入開發靜音螺旋槳以降低噪音影響。

打造「空中Uber」般的開放配送平台

營運特色

致力打造一個類似「空中Uber」的開放平台，主力在美國及澳洲營運，合作夥伴包括Walmart（超市）、DoorDash（外送平台）、Walgreens（藥局）、NHS等。（Walmart每周達成逾千次配送，累計逾75萬次）

營運方式與收費標準

直接駐點在超市或商場的停車場，下單後最快30分鐘內送達消費者家裡（以繫繩垂降），一名飛行員最多可操控32台無人機。

主要收入來源來自合作商家，Walmart+會員享限時免費，非會員可能須支付\$19.99美元。



預期效益及未來規劃

預期效益：碳排量較傳統汽車送貨降低約94%，並在勞力短缺情況下降低最後一哩路對人力的依賴。

未來規劃：推廣此開放平台給予更多商家使用、擴大服務範圍，以提高營運規模化程度。

遭遇問題

噪音導致居民反彈：在澳洲與美國試點時，因高頻噪音引發居民強烈抗議，Wing被迫更改航線並投入改良槳葉設計。

景觀破壞疑慮：居民反應無人機頻繁在空中飛行影響天空景觀。

經濟規模尚未能降低成本：受限於法規，尚未能發展到足夠規模，仍需資本補貼。

日本整體發展現況

解決少子高齡化與物流的社會課題

發展特徵

將無人機視為維持國家基礎運轉的必要設施，解決偏鄉日常購物門檻與駕駛人力短缺問題，以無人機進行最後一哩路配送以提高配送效率。

核心驅動力

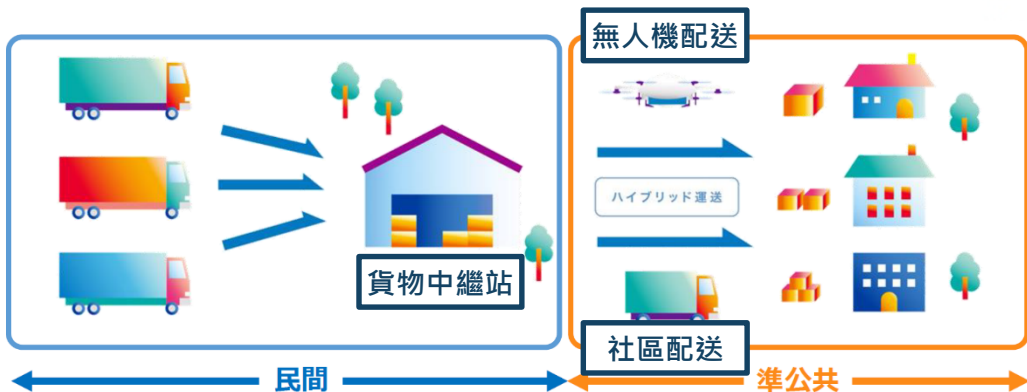
因受少子高齡化，偏遠地區人力難以維持傳統物流配送，以無人機運送降低司機須深入山區導致運輸效率低或不具經濟效益的問題。

全國新智慧物流推進協議會（2022年成立）正在推動將偏鄉的最後一哩路運送列入準公共事業。

社會課題解決型

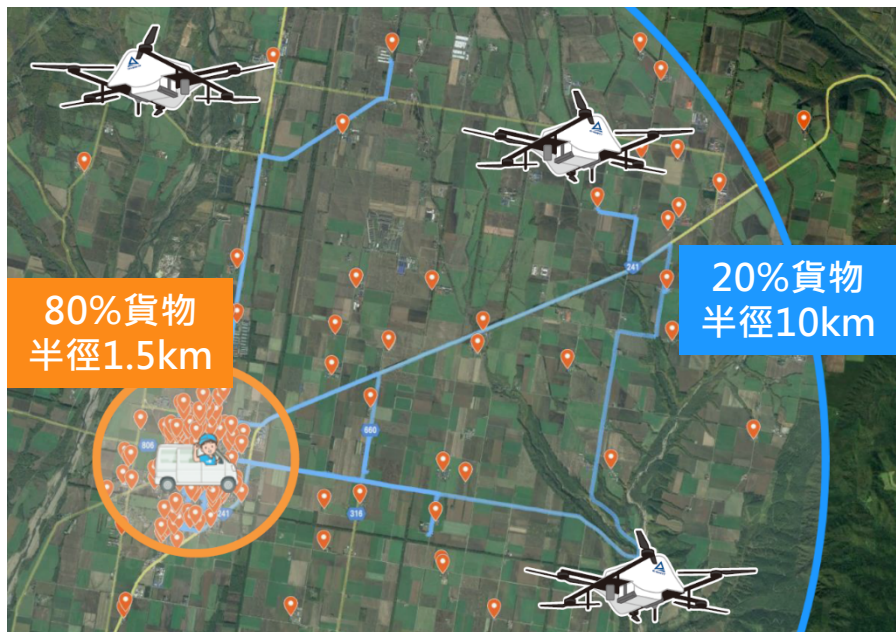


圖片來源：Gemini生成



Aeronext (Next Delivery)

提高偏鄉物流效率的新智慧物流「SkyHub®」



營運方式與收費標準

整合多家快遞公司貨物至集貨站 / 商店，由無人機配送至指定配送區(Drone Depot)

- **SkyHub® Delivery**：貨物運送，運費300日圓+服務費（商品價格10%），中午12點前下單當日送抵。
- **SkyHub® Eats**：食物 / 冷凍外送，運費200日圓（各地不同）

預期效益及未來規劃

預期效益：若日本全國偏鄉全導入，預期可滿足全日本**3.5萬位司機**缺口。

未來規劃：隨法規解禁，預計2026年起逐步提升至1對6~10機，最終目的達到完全自動化。

（10機營運預計降低成本8.5%，20機14%）

遭遇問題

長期營運挑戰：因現仍依賴政府補助金，故收費可控在與傳統地面物流相近水準，若未來提高收費可能會影響使用者使用意願，是否能納入準公眾事業或持續獲得補助攸關是否可穩定長期營運。

人力成本占比過高：因法規限制（1人對5台的遠端監視模式），加上收 / 寄貨人員等成本，人力成本占比高達**40%**，故如何降低人力為成本改善關鍵。

偏鄉物流民眾接受度研究

使用者需求與營運成本難以取得平衡

運輸總合研究所針對2處已進行物流無人機試驗之離島（鹿兒島 加計呂麻島、沖繩 久米島）進行問卷調查。(2023/01、2024/01)

- 服務滿足度：運送重量、服務時間、配送時間、取件場所
- 風險因素：個人隱私、機體安全性、突發狀況處理、飛行噪音

地區特徵 | 65歲以上、住家距離商店超過500m且自行駕駛困難者>40%。

服務時間 | 9~19點，下單後30~60分內送達

運送貨品 | 食材、日用品，單趟限重2kg以內

調查總數 | 294件 (4,675戶)



問題點①：營運成本與使用者需求落差

- 使用者：服務情境設定的載重上限僅2公斤，但分別有47%及67%使用者認為不符需求。
- 營運方：在載重2公斤、單次運費500日圓且工作人員達1對5台的情境下，才能實現事業的收支平衡，載重越高成本越高。
- 運費及取貨點距離(5分/100m內)對消費者的服務選擇意願有強烈負影響。
- 地區不同有不同購物傾向，難以同一運送模式一體適用。

問題點②：技術問題 (安全性)

- 安全疑慮：民眾對於無人機的「機體安全性」及「發生故障時的應變處理」普遍感到不安。
- 噪音因素：有超過5成問卷反應噪音會影響使用意願。

歐洲整體發展現況

高附加價值與公共服務導向，以提升公共福利為切入點

發展特徵

聚焦於高附加價值及基礎公共服務相關應用，在距離市中心較遠的偏鄉及離島等地區有較多長期營運案例。

歐盟航空安全總署(EASA)推出的U-space監管框架提供統一標準，適用於成員國，進而擴大可飛行範圍。

核心驅動力

改善偏鄉醫療公平性、物流運輸效率，以公共福利為出發點，提升公眾對無人機配送之接受度。

同時無人機相較傳統燃油貨車，在減碳方面更能符合歐洲市場所追求之環境永續目標。



建立偏鄉離島醫療&郵件運輸網路

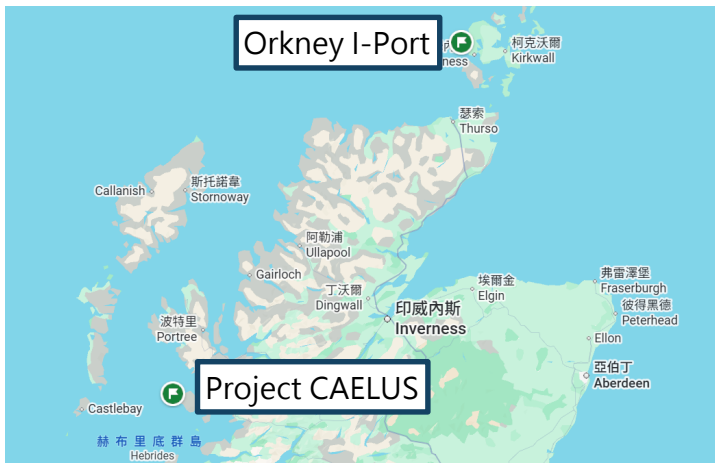
營運特色

蘇格蘭離島傳統需依賴渡輪或長途公路運輸等方式配送，耗時長且易受天候影響，延誤遞送。Skyports與英國政府在醫療及郵務方面合作。

營運方式與收費標準

「Project CAELUS (2024年結束)」：以無人機連接中央醫院與離島診所，雙向運輸病理樣本及藥品，資金來自政府專案撥款，屬公共服務。

「Orkney I-Port (2023~2026/02)」：郵件自配送中心以無人機運送至離島上的郵政站點，銜接日常島內配送中心。(有效載荷達6公斤)



預期效益及未來規劃

預期效益：將原本需數小時甚至隔夜的運輸時間大幅縮短(最大可能縮短24小時)，確保運輸速度，提升偏鄉醫療及物流的公平性，在醫療領域應用的公眾支持度高(86%)。

未來規劃：目標建立一個覆蓋全蘇格蘭(包含偏鄉與離島)的無人機物流網，預期長期可降低物流成本30-50%(以NHS為例)。

遭遇問題

極端天氣仍將影響無人機飛行：蘇格蘭高地是歐洲風力最強的地區之一，在冬季暴風雨期間，航班取消率仍然較高。

空域整合問題需頻繁協調：航線須穿越非隔離空域，可能遭遇低空飛行的通用航空飛機，需與航管單位進行協調。

愛爾蘭打造郊區3分鐘零售配送

營運單位及特色

Manna總部位於愛爾蘭，提供「3分鐘配送」服務（飛行時間3分鐘，不包含店家準備、裝載等時間），無人機巡航速度達80 km/h。

營運方式與收費標準

自50-80m高空以繩索進行垂降配送（需人工目視確保降落區安全，1對20機），運送咖啡、餐飲、藥品及日用品為主，最大載重3.5kg。

目前愛爾蘭地區收費標準為€1.99歐元 / 趟（約2.35美元），考慮推出向合作商家抽成或訂閱制，以降低消費者支出。



可60秒內裝卸貨物與電池，提高每小時配送量（每小時8趟）

預期效益及未來規劃

預期效益：每單配送成本約為地面運輸的1/3，未來目標降至US\$1/趟。

Maynooth大學研究顯示Manna無人機的碳排較汽車低8倍。

未來規劃：自都柏林3個基地拓展至11個，服務到110萬人口，並推向美國及其他歐洲市場。

遭遇問題

社區接受度：隱私（無人機鏡頭）及噪音問題是居民關心的重點，需更加普及服務相關說明。

成本效益：每台無人機的營運時段與配送效率是商轉可否持續之關鍵考量，隨著服務範圍擴大，基礎建設投入將隨之增加。

郊區經驗不適用於都市地區。



結論



市場分化與地緣特色

各國在推動無人機物流時，因應**當地痛點**發展出不同的營運模式，其中多受限於**法規及社區接受度**，以**郊區、公共福利相關**為主要出發點，而都市內物流之最後一哩路運送仍需仰賴人力。

邁向全面商業化存在共通挑戰

- **成本效益待突破**：目前單機營運成本依舊高於收費標準，各國業者仍在尋求商業模式最佳化，特別在成本占比達40%的**人力費用面**（飛行監控、到府配送及取貨裝載等），朝向「**1對更多**」的監控與**提高自動化程度**（融入不同載具打造無人載具生態系）方向突破，以降低配送單價。
- **打造人機共存社會**：無論哪個地區，民眾對無人機進入社區所帶來的個人**隱私疑慮、飛行噪音**以及**安全性**（故障排除與責任歸屬）問題，依然是影響終端使用者意願與服務普及的最大阻力。

基礎設施的競賽

由美國案例觀察，**起降基地**（如建物屋頂、商場停車場、社區公共空間等）的**取得**被預期與經濟規模的提升正相關，最終將無人機融入物流運送的選項之一，在勞動力減少及成本提升下仍能提供穩定且快速的服務。