

丹麥無人機生態系發展現況

李孟諺 產業分析師



金屬中心



產業研究組

113.05



大綱

1. 丹麥無人機生態系
2. 生態系培育案例
3. 丹麥生態系經驗



1.丹麥無人機生態系

麻省理工學院-創新生態系的五大利害關係人



- 技術研發
- 教育課程
- 國際人才引進

- 具有關係網絡與資源的企業家
- 具有想法或關鍵技術的創業者

- 資金提供
- 創新孵化/加速器

- 政策法規
- 研發補助
- 稅賦政策
- 基礎設施
- 國際招商
- 監管沙盒
- 資訊共享

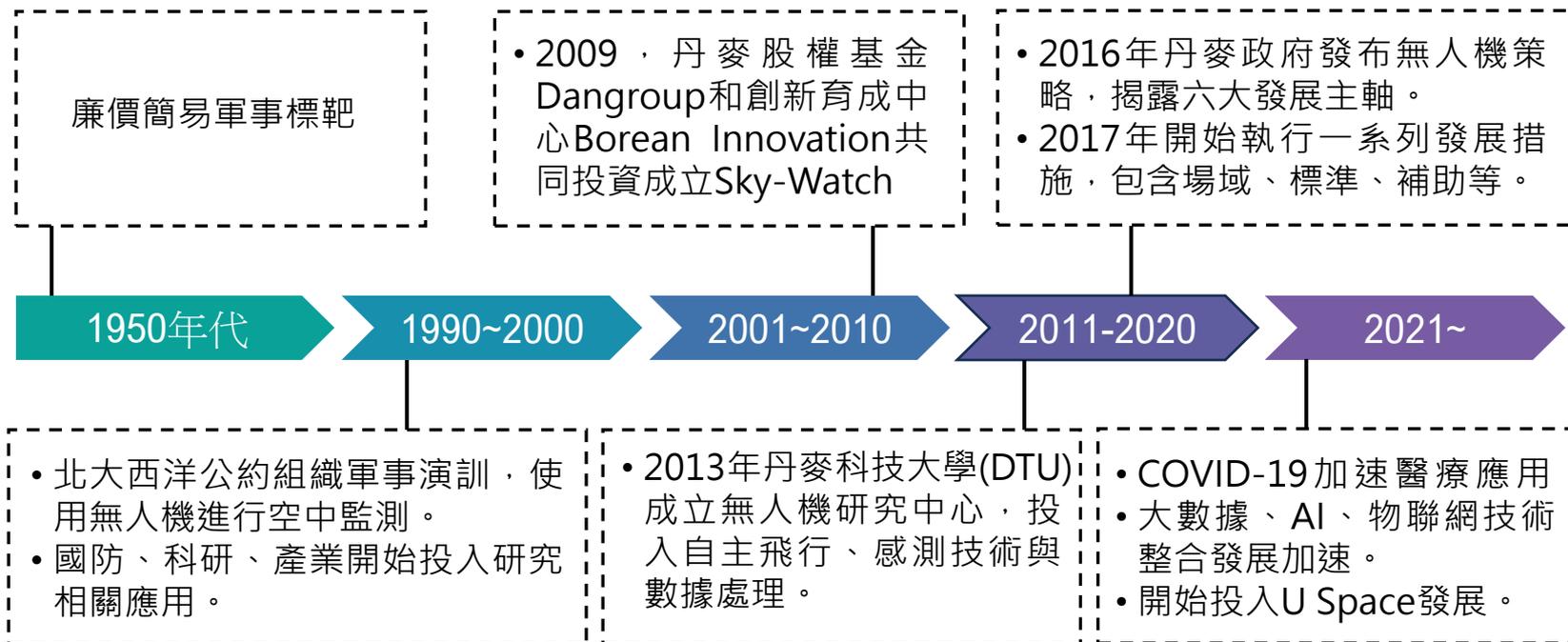
- 對於創新具備興趣的企業
- 新科技的先行使用者

參考資料：

Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). MIT Stakeholder Framework for Innovation Ecosystems [PDF file]. Retrieved from https://innovation.mit.edu/assets/MIT-Stakeholder-Framework_Innovation-Ecosystems.pdf

1.丹麥無人機生態系

丹麥無人機產業發展歷程



1.丹麥無人機生態系

無人機產業發展策略

◆ 2016年10月，丹麥政府公布丹麥無人機策略。分為六大主軸，宣示以研究、創新、國際化為策略主軸，發展民用無人機產業，建構丹麥無人機生態系。

➤ 強化無人機科技研發與創新

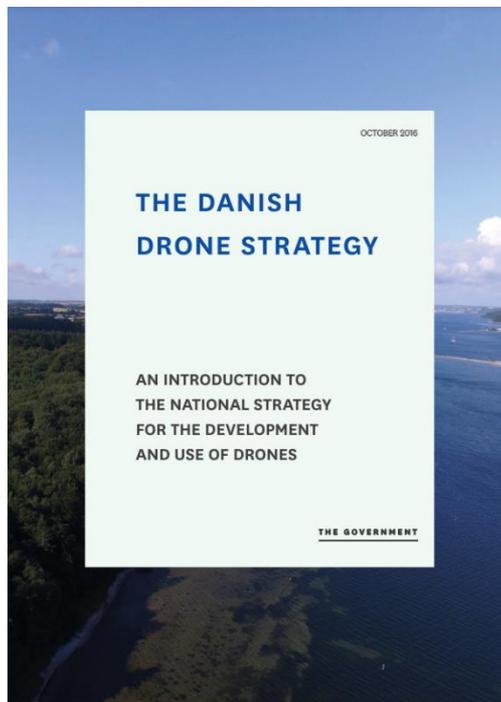
- 基於無人機資料的服務
- 穩定與彈性的無人機控制

➤ 推動公部門無人機應用

- 發掘公部門無人機應用機會
- 促進公私協力發展解決方案

➤ 強化教育與培訓

- 無人機課程作為高等教育的選項
- 強化無人機培訓與教育活動



➤ 建立國際級無人機測試設施

- 打造國際級測試中心
- 吸引外國企業與投資

➤ 法規與標準制定及協調

- 協調全球和歐洲相關法規促進出口。

➤ 無人機研究與產業國際化

- 加強丹麥研究人員國際鏈結，促進出口和創新

1.丹麥無人機生態系

無人機產業發展策略

- ◆ 2023年，丹麥交通部啟動第二波無人機策略研析，預計2024年8月公布。主要將針對七個領域擬定發展策略
 - **空域進入**
評估空域優化利用，滿足所有使用者。初期集中於152公尺(500英呎)以下空域，並提供先進無人機操控要求建議。
 - **U-Space**
制定丹麥U-Space原則與標準，評估關係方與提供發展建議，建立空域經濟基礎。
 - **反無人機系統**
確保無人機運行安全及保護關鍵基礎設施不受惡意無人機影響。
 - **安全促進**
宣導無人機安全法規，提升大眾對無人機安全性的認知，促進無人機操控環境。
 - **數位案件管理整合**
透過數位化整合相關案例，如歐盟其他國家的解決方案，提供個案精簡化與數位化的效益。
 - **社會影響**
在民眾隱私保護措施和無人機運行技術進步間取得平衡。
 - **未來視角**
探索無人機納入區域運輸網路的長期潛力及客貨運的應用，並針對客運無人機的中期發展提出建議。

1.丹麥無人機生態系

丹麥機器人產業聚落

➤ 1中心，五據點，七夥伴

- 聚落中心位於奧登斯(Odense)南丹麥大學(SDU)園區內，以無人機、機器人、自動化設備為主，由Odense Robotics管理。
- 五據點：奧登斯之外，在哥本哈根、阿爾路斯、森訥堡和奧爾堡設有據點。
- 七夥伴：奧爾堡大學、阿路爾斯大學、科靈設計學院、丹麥科技大學、南丹麥大學、丹麥科技研究院和FORCE Technology為策略夥伴。
- 丹麥目前約有600家相關業者，已有350家加入成為聚落會員。業者主要位於菲因島和大哥本哈根地區。



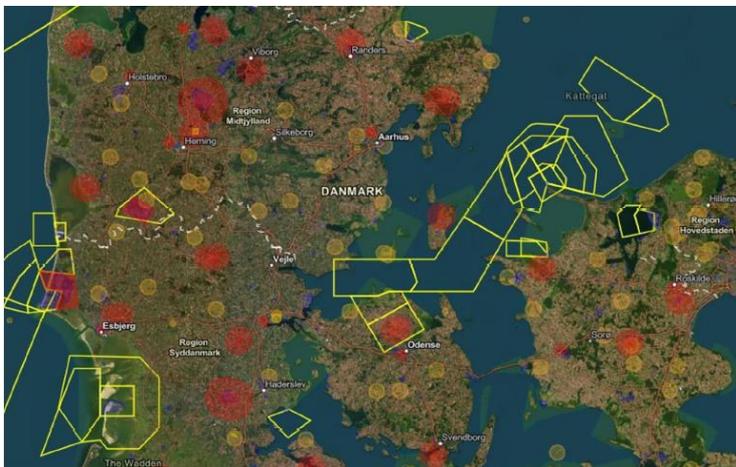
➤ 產業出題，攜手解題

- 運作方式為產業提出遭遇問題，由聚落和產業合作研發，再將技術移轉至產業界進行商業化應用。

1.丹麥無人機生態系

丹麥無人機測試中心 UAS Denmark International Test Center

- 2017年由奧登塞市(Odense City)、安徒生機場(HAC)和南丹麥大學(SDU)合作成立。但2010年安徒生機場即開始轉型成為無人機測試機場。
- 提供1,900 km² (陸域400 km² , 海域1500km²)的測試空域。特殊計畫可使用國防部所屬空域，總面積可達3,000 km²。2023年9月於格陵蘭島開設歐洲第一個無人機北極測試中心。可測試軍用標準STANAG 4370環境測試規程和AECTP-230。
- 一般無人機許可飛行高度915公尺，最遠距離為距機場70公里，允許視距外飛行。特殊項目可申請更高更遠之測試。



丹麥無人機測試空域



格陵蘭島北極測試

1.丹麥無人機生態系

丹麥無人機測試中心 UAS Denmark International Test Center



服務範疇

- 培訓認證
- 研發合作
- 北極測試
- 飛航許可申請
- 飛行協調
- 測試諮詢
- 監管建議



新創事業服務

- 無人機創新網絡鏈結
- 無人機孵化器



服務對象

- 無人機使用者
- 反無人機技術
- 酬載設備供應商
- 無人機系統整合業者
- 城市空中交通營運商
- 新創公司及研究機構



企業進駐服務

- 低價空間租賃
- 無人機認證輔導
- 歐盟航空安全署(EASA)無人機法規課程
- 無人機駕駛課程
- 限制區域飛行優惠



1.丹麥無人機生態系

稅賦與基金

• 丹麥創新基金(Innovationsfonden)

丹麥無人機創新投資的主要資助者，2015-2023年以資助108個研究案，3.37億丹麥克朗(約15.82億新台幣)。投資範疇包含

- 博士級產業研究人員(Industrial Researcher)
- 丹麥社會挑戰創新項目(Grand Solution)
- 新創或中小企業研發計畫(Innobooster)
- 公共、教育、醫療創新(Innoexplorer)
- 企業家發展課程(Innofounder)
- 國際合作計畫(Internatinoale)

2015-2023丹麥創新基金投資無人機產業統計

Programme	Investments (MDKK)	Number of projects
Industrial Researcher	3	3
Grand Solution	226	20
Innobooster	42	52
Innoexplorer	7	5
Innofounder	8	11
Internationale	51	17
Total	337	108

資料來源:EY(2024)

• 研發扣除額

丹麥提供研發「超級扣除」計畫推動創新。2023年至2025年間，可享108%的扣除額，從2026年起升級至110%。處於虧損狀態的公司，無法受惠此條件時，則可向丹麥稅務局申請研發成本22%的現金補償。總補貼金額不得超過550萬丹麥克朗，即2,500萬丹麥克朗的研發費用。

• 外籍人士稅率優惠

丹麥提供外籍人士與派駐丹麥科學家長達84個月的27%個人所得稅率，但最低平均月薪須達7.25萬克朗，約10,250美元。丹麥一般個人所得稅率為44%-59%之間。

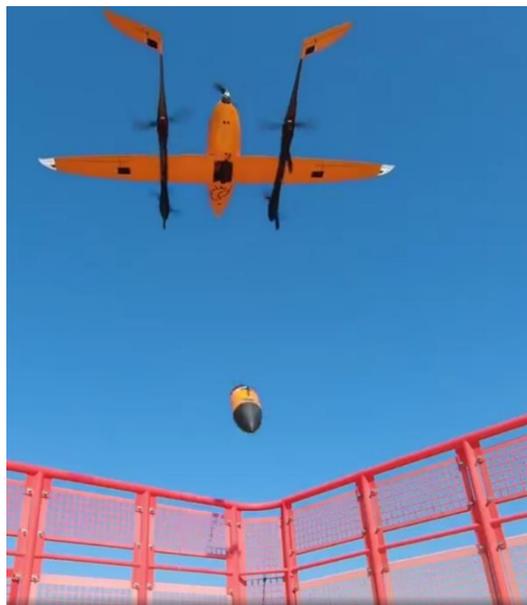
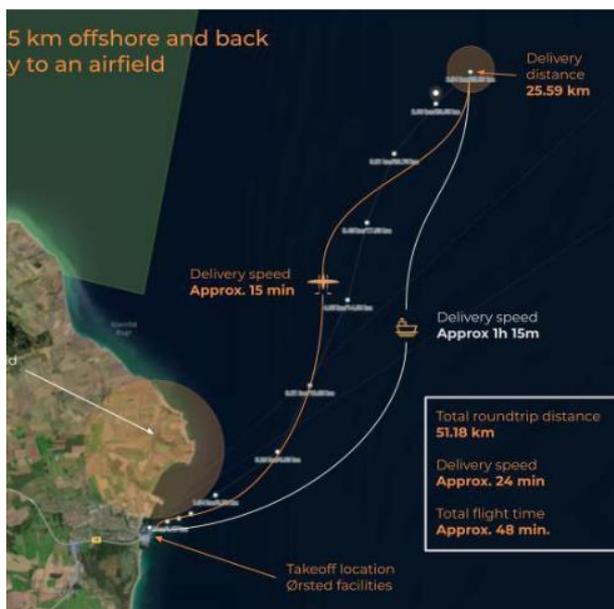
資料來源：EY(2024), 金屬中心MII

2.生態系培育案例

離岸風電

➤ 離岸風電物流

- 團隊：DSV(物流公司), Ørsted(沃旭能源), Holo(自主系統營運商), Rigi Tech(瑞士無人機物流公司)
- 目的：開發往返100公里的輕酬載無人機。
- 示範場域：Anholt風場(111座風機)
- 酬載重量：2.5公斤。
- 效益：從需求指令下達到整備、往返和投擲時間約48分鐘，來回距離約51公里。
- 現況：2022年起已測試飛行超過40次。目前已可將物品運送至風力機上方四平方公尺平台。



資料來源：EY(2024), Rigi Tech, Ørsted

2.生態系培育案例

橋梁巡檢

➤ 大貝爾特橋巡檢

- 基本資訊：1987年6月通過興建，歷經12年，1998年6月落成。大貝爾特橋是連接丹麥西蘭島和菲因島的大橋，橫跨大貝爾特海峽。分為東橋和西橋，東橋長6,790公尺，最長跨距1,624公尺。橋塔高254公尺。西橋6,611公尺，共有62個橋墩，最大跨度110公尺。
- 團隊：Sund & Bælt, IBM, 丹麥科技研究院(DTI), Odense Robotics, Danish Drone Network, Senseable
- Sund & Bælt主導，引進無人機橋梁巡檢，搭配IBM Maximo for Civil infrastructure平台與協作團隊共同進行。
- 效益：一年節省約500萬美元，並可延長設計壽命100年。



資料來源：Sund & Bælt, IBM

2.生態系培育案例

海事應用

➤ 船舶硫排放偵測

- 主導公司：Explicit
- 設立於1998年，提供空氣品質檢測服務。
- 2018年9月開始於奧胡斯港提供無人機船舶硫排放檢測服務。
- 關鍵技術為微型氣體感測器及分析平台系統。
- 另提供汙水處理廠、海上油氣平台、生質甲烷等場域氣體偵測服務。



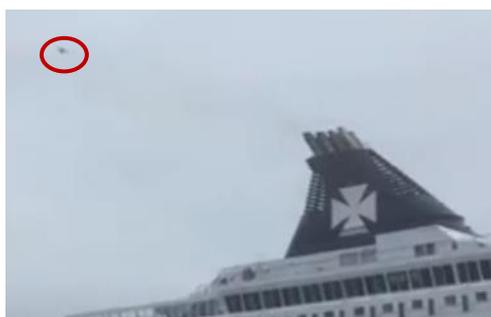
無人機機型



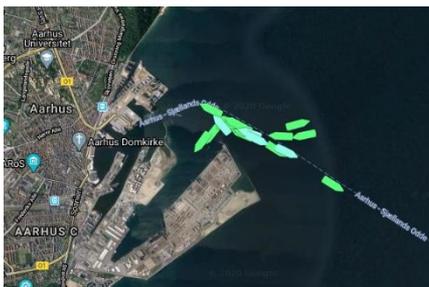
AS IS



TO BE



即時監控介面



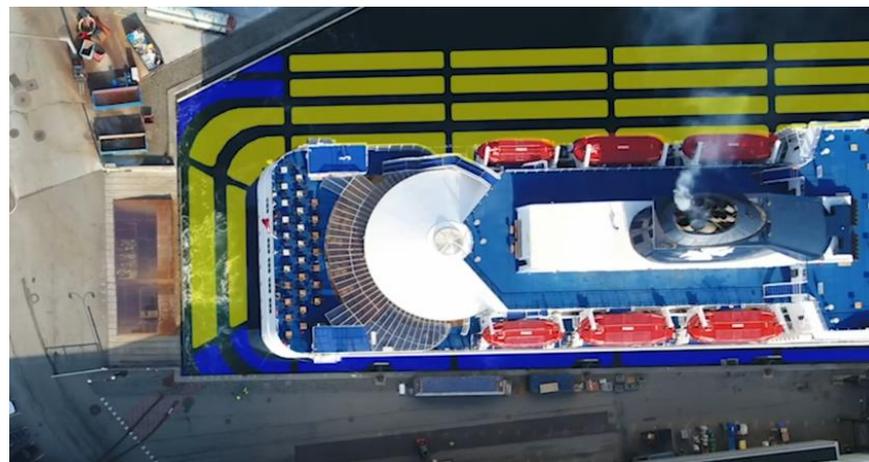
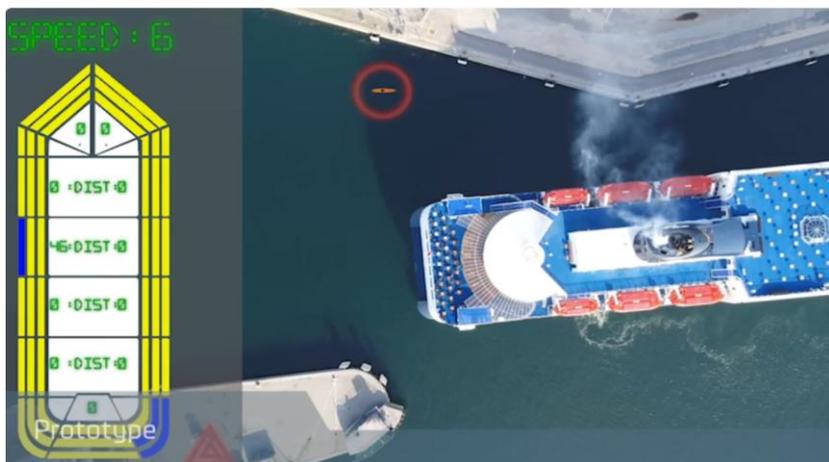
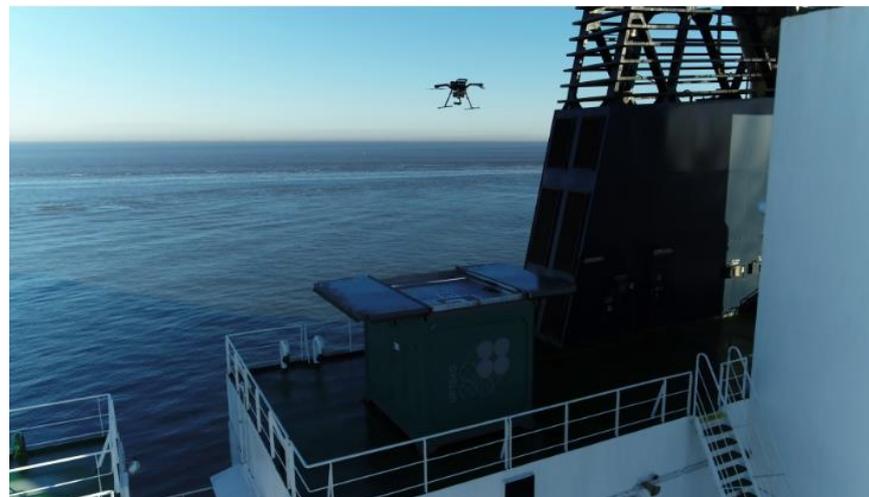
微型氣體感測器



資料來源：Explicit

➤ 無人機船舶引航專案

- 2022年DFDS引進Upteko無人機。協助船長在狹窄水域停靠或航行。
- 無人機飛行在船上方120公尺，透過AI技術計算船周邊物體距離並即時提供給船長。
- 未來可應用於船舶火災或人員落海救援任務。



3.丹麥生態系經驗

新創企業如何跨越死亡之谷

□ 不同類型業者的策略¹

➤ 面向現況型(Present-Oriented)：

- 選擇已符合法規的應用服務，且無須影響法規變動的利基市場。如視距內，偏遠地區的應用服務，且使用符合EASA認可的C級標章無人機。新創公司可專注於市場及服務開發，無須擔憂法規議題。如橋樑、基礎設施檢測等。

➤ 面向未來型(Future-Oriented)：

- 優先考量創新和潛在變革性技術開發，以便在市場發展時取得先機。法規限制是機會也是挑戰，可阻擋其他競爭者進入。應優先發展強韌的產業生態系及夥伴關係，建立與監管機關合作關係，爭取豁免機會。如物流、遠距監控。
- 洽詢風險偏好高、投資期限長之投資者。

➤ 橋接型(Bridging-Oriented)：

- 追求現況與未來的雙重聚焦，提供新創公司靈活的發展空間和法規影響性，但資源可能分散。如離岸風場無人機物流，執行視距外，無人環境飛行，具備依據法規改變轉型為有人環境物流服務。

□ 擇善固執

追求最具備發展優勢的機會，不是追逐每一個機會。取得投資者與客戶的信任。

□ 善用生態系夥伴關係

外部資金與成熟業者皆是重要夥伴，過度保護自己想法與技術，無助於快速實踐、擴大規模與商業化。

參考資料：

1. Andersen, K. V., Frederiksen, M. H., Knudsen, M. P., & Krabbe, A. D. (2020). The strategic responses of start-ups to regulatory constraints in the nascent drone market. *Research Policy*, 49(10), 104055. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104055>

3.丹麥生態系經驗

政府作為生態系統架構師

□ 長期願景與政策承諾

- 國家無人機產業發展願景與政府的穩定支持，並積極管理相關政策並依時更新，以提供產業信心。
- 國家無人機規範須和歐盟政策保持一致，並擴展未來無人機營運必要的監管架構與基礎設施。
- 提升空域准入效率，空域准入仍是丹麥無人機產業商業化的最大阻礙，飛行審查過程效率低落。

□ 正向積極的措施

➤ 短期做法

- 開發標準化程序與數位平台，簡化無人機申請與批准流程，及進度查詢。
- 依據申請案急迫性、經濟影響、安全紀錄等標準，進行無人機飛行審查優先排序，優化申請管理與確保重要申請案不被耽誤。

➤ 長期策略

- 將無人機導入有人機空域共同管理，透過UTM和U-Space服務確保兩者和平共存。
- 建立完善的U-Space基礎設施，開發支援大規模無人機操作的綜合型U-Space，包含即時交通管理和電子識別等。
- 提升無人機技術標準，促進無人機安全機制，如防碰撞系統或電子偵測，確保標準獲得共同採用。
- 提升民眾與利害關係人的參與，強化對無人機營運的支持。
- 法規隨技術發展調適，平衡安全與創新，定期審查與更新監管框架。

3.丹麥生態系經驗

政府作為生態系統架構師

□ 創造客戶

➤ 逆向創智贏家策略(Reverse Shark Tank)¹

由大公司向新創公司提出需求，新創公司思考解決方案。如Sund & Baelt營運丹麥最大的兩座橋梁需要低成本有效率的解決方案。DFDS公司的船舶營運需求。

➤ 公私協力

政府深化和無人機企業合作，加速研發創新和應用需求。

➤ 創造國際合作機會

法規須與國際調和，不讓國內業者或外國投資者因監管框架的差異阻礙。

□ 建立優勢

➤ 優勢產業鏈結

- 運用當地優勢產業培養無人機生態系，如能源、農業、基礎設施。
- 運用地理優勢培育特殊應用，丹麥位於北極與波羅的海重要地區，增強丹麥運用無人機發展海上和環境監控能力。

參考資料：

1. Knudsen, M. P., Frederiksen, M. H., & Rayna, T. (2023). Reverse Shark Tanks: a new way to initiate partnerships for start-ups. *Polytechnique Insights*. <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/economy/reverse-shark-tanks-a-new-way-to-initiate-partnerships-for-start-ups/>

3.丹麥生態系經驗

政府作為生態系統架構師

□ 扎實基礎

➤ 商業文化

扁平化商業結構，提供新創和國際企業良好的發展環境，有助於促進創造力與創新。

➤ 優質基礎設施

丹麥 UAS 測試中心提供當地與國際業者技術開發與概念驗證場域。

➤ 強韌的生態系統

Odense Robotic聚落和歐登斯無人機試驗場域串聯各行業，推動創新與相關服務，創建丹麥強韌的生態系統。

➤ 彈性就業與人力市場

- 丹麥聘僱合約由勞資雙方協議，法定規範少。提供企業彈性靈活調整勞動力。
- 丹麥具有競爭力的勞動力成本、高英語水準和高教育的勞動力使其成為吸引企業投資。