

# 新加坡導入 AI 解決方案以加速產業數位轉型之策略研析

林益樑

新加坡於 2017 年 5 月由國家研究基金會 ( National Research Foundation, 以下簡稱 NRF ) 宣布投入 1.5 億新幣 ( 約新台幣 32 億元 )，推動為期五年的「人工智慧發展計畫：AI Singapore」，正式啟動其人工智慧的發展旅程，促進相關研發、創新、應用與商業化。2019 年 11 月，NRF 進一步公布了「國家 AI 戰略 ( National AI Strategy )」，成為新加坡主要的國家 AI 發展策略，將透過產官學合作、人才培育、資料治理架構、可信賴環境、國際合作等五項生態系賦能因子，打造堅實、完整的 AI 發展生態系關鍵基盤。

新加坡的國家 AI 戰略中，特別強調產官學的夥伴關係，因為其在促進 AI 解決方案的創新、開發和部署上，都扮演著重要且相關連的角色，對此，新加坡多年來致力強化產業發展 AI 或是導入 AI 的能力，除了已發布的多項政策計畫之外，更運用了「AI 準備度指數 ( The AI Readiness Index, AIRI )」，協助企業診斷其導入 AI 的目標、狀況與能力，本文將綜整新加坡推動企業導入 AI 的一些重要做法與路徑指引，並介紹其推出的 AIRI 評估框架，提供我國加速企業導入 AI 之參考借鏡。

## 一、加速企業導入 AI 解決方案以實現轉型價值

新加坡政府認為，企業若要充分實現數位轉型的價值，必須在數位基礎設施與能力進行投資，提高並加速組織部署 AI 解決方案的能力。除此之外，培養組織內部的創新文化也至關重要。為了協助企業有能力達成此目標，新加坡政府提供各項政策資源使其更容易、更快速地導入 AI 解決方案，茲列舉新加坡扶植企業開發與部署 AI 解決方案主要計畫如下：

### (一) 產業數位轉型和 AI 部署計畫

在新加坡資訊、通訊及媒體發展管理局 ( Infocomm Media Development Authority, IMDA ) 推動的「中小企業數位化 ( SMEs Go Digital )」計畫中，中小企業可利用針對特定領域所制定的產業數位計畫 ( Industry Digital Plans, IDP )，參考數位解決方案的逐步指南，將其應用於企業的每一個成長階段。此計畫旨在規劃更多的 AI 解決方案，使各類產業都能從數位轉型的過程中獲益，此外，新加坡政府於新冠肺炎疫情期間曾發布

多項補充預算，用以強化對產業的紓困以及促進企業的數位能力，也多是延伸自此項計畫，並且持續有在進行更新，其相關機制如圖 1 所示。

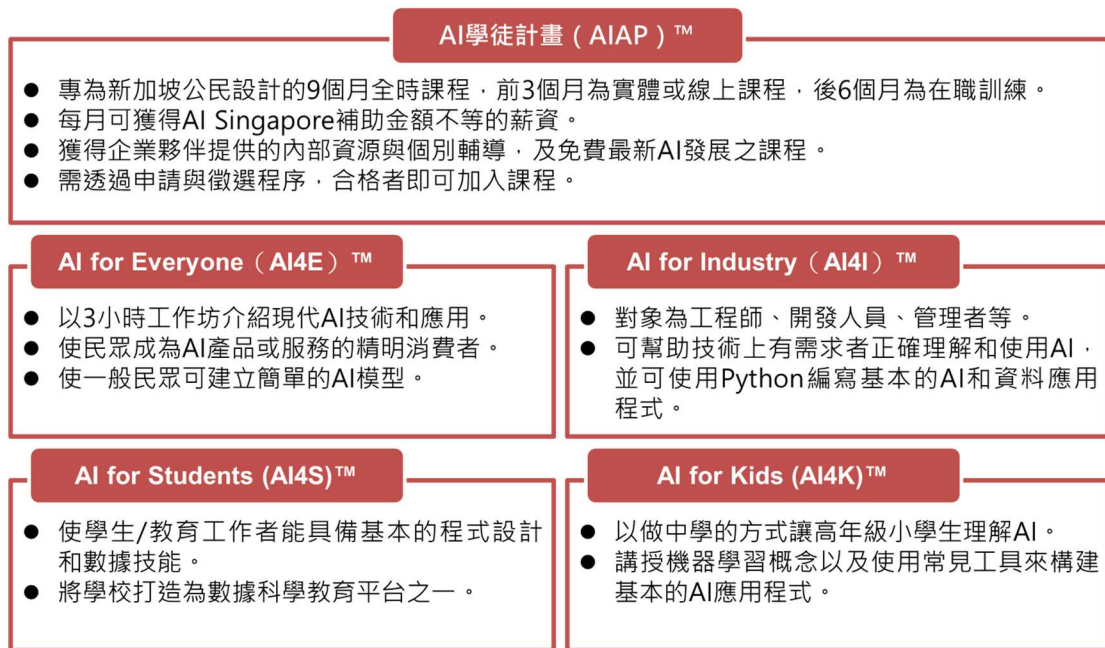


資料來源：IMDA (2017/07)

圖 1、新加坡中小企業數位化 (SMEs Go Digital) 計畫架構圖

## (二) AI 人才培育計畫

新加坡的 AI 人才培育計畫特別針對不同對象背景或年齡層，設計不同形式及難易度的培訓課程，包含針對所有人的 AI (AI4E)™、針對產業的 AI (AI4I)™、針對學生的 AI (AI4S)™ 和針對兒童的 AI (AI4K)™。另外，亦有 AI 學徒計畫 (AIAP)™ 是適用於新加坡公民的全日學徒制計畫，錄取者在為期九個月的學習中，將透過與新加坡企業的 AI 工程師和 AI 導師的交流，學習使用更深入的 AI 技能來解決現實中的問題，該計畫的主要種類與簡介如圖 2 所示。



資料來源：工研院產科國際所整理（2021/09）

圖 2、新加坡 AI 人才培育計畫簡介

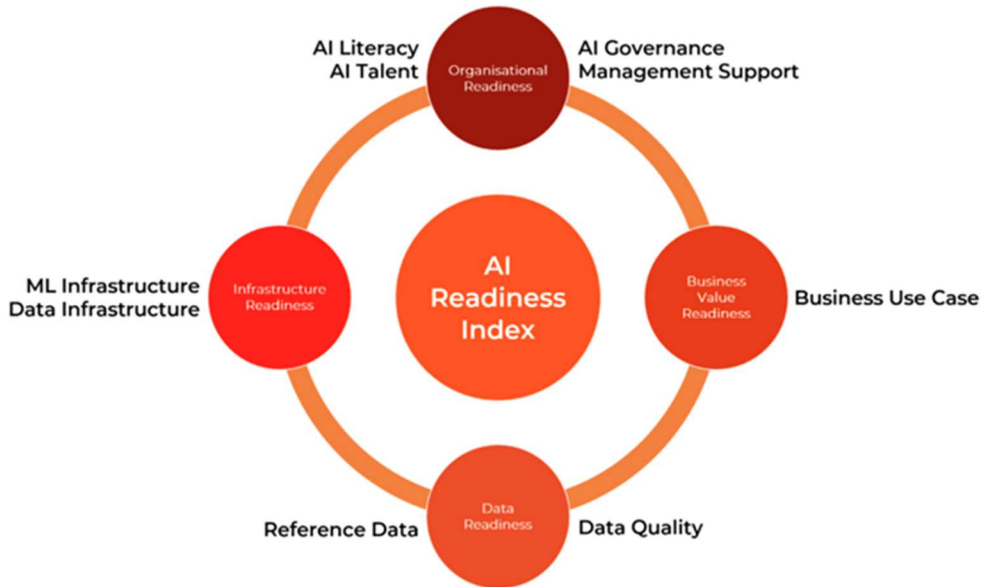
新加坡在新一期的國家五年期計畫「RIE2025」中，亦將繼續鞏固新加坡的 AI 研發優勢，並投資於新興領域來支持國家需求，包括國家 AI 戰略的各項目標。這可能包括會改變遊戲規則的基礎研究，例如：可解釋的 AI、小數據技術（small data）和聯邦式學習等。此外，新加坡將透過「技術轉譯實驗室」加快上市速度，為 AI 能力創建基礎建構模組；並將協調研究和創新生態系，以滿足 RIE2025 中關於貿易和連結性、建築環境、專業服務等領域的國家和產業需求。

## 二、協助企業以線上評估工具診斷 AI 準備度

為了使企業對其能力有基本認知，得以朝正確的方向導入 AI，AI Singapore 計畫推出了以產業為中心的「AI 準備度指數」(AIRI) 評估框架，協助企業或組織透過線上問卷方式，評估其 AI 準備情況。企業可藉此了解其當前程度與期望程度之間的差距，從而使組織能夠探索其導入 AI 的合適方法，並提高 AI 準備度，幫助企業利用此來加速其 AI 導入進程。

### (一) AIRI 的實體評估構面與維度

AIRI 建立了四大關鍵構面，並且映射到九項評估維度，每項維度均分為四個程度的判斷標準，包含：Unaware、Aware、Ready、Competent，評估的框架可參考下圖 3 所示，四大構面與九項維度的內涵，則彙整如下表 1。



資料來源：The AI Readiness Index ( 2021/06 )

圖 3、AIRI 的實體評估因素 ( 四大構面與九項維度 )

表 1、AIRI 評估系統的內涵

構面一：組織準備度 ( Organizational Readiness )：評估組織是否具備開展 AI 計劃的必要基礎。	
AI 素養 ( AI Literacy )	員工是否能夠辨識潛在的 AI 使用案例，並且作為一個精明的 AI 解決方案消費者。
AI 人才 ( AI Talent )	組織是否具備發展、整合和維護 AI 模型的能力。
AI 治理 ( AI Governance )	組織是否有制定發展和應用「可信賴 AI 解決方案」的政策。
管理階層支持 ( Management Support )	組織的管理階層是否願意為新的 AI 措施分配資源。
構面二：商業價值準備度 ( Business Value Readiness )：評估組織是否已確定導入 AI 的商業使用案例及其為組織帶來的潛在價值。	
商業使用案例 ( Business Use Case )	組織是否有識別合適的 AI 的使用案例，並且評估這些案例的價值主張。
資料準備度 ( Data Readiness )：整個組織資料的可靠度、品質和一致性。	
資料品質 ( Data Quality )	組織是否有用來確保所收集資料的品質 ( 準確性、完整性 ) 的流程。
參考資料 ( Reference Data )	是否有單一信任來源、一致資料格式和可靠的詮釋資料 ( metadata )。

基礎設施準備度 ( Infrastructure Readiness ) : 組織是否擁有必要的基礎設施來支撐資料的儲存、檢索和 AI 模型訓練。	
機器學習基礎設施 ( Machine Learning Infrastructure )	組織是否有適當、足夠的機器學習基礎設施 ( 例如: GPU、記憶體 ) 來支援 AI 模型的訓練及部署。
資料基礎設施 ( Data Learning Infrastructure )	組織是否使用適當的資料基礎設施 ( 例如: 資料湖 Data Lake ) 作為資料的中央儲存庫。

資料來源: 工研院產科國際所整理 ( 2022/10 )

## (二) AIRI 的評估標準、方式及呈現

此份準備度評分指標為了能讓評估的企業較為準確地選擇出適當的選項，針對每項維度的各等級判斷標準建立定義描述，評估對象可以依照與自身最符合的情境去選擇對應的準備度等級，據此可了解自身企業組織在各維度的準備度等級，各維度對應準備度等級的定義與描述，詳細的內容說明，可參考本文附件。

透過簡單的線上問卷，企業或組織能夠得到一份簡易的結果報告書，報告書主要呈現的內容如下：

1. 填答結果：顯示企業或組織在自評問卷中的回應以及分數，分數的範圍為 0-3，分數越高代表在該維度的能力越好。
2. 各維度的重要性：AIRI 評估的每個維度都有助於組織的整體 AI 能力。此表分別解釋了每個維度的重要性 ( 可參考表 2 )，以及該維度如何有助於提升整體 AI 準備度。

表 2、AIRI 各維度的重要性解釋

維度	重要性解釋
AI 素養	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衡量組織是否有了解 AI 的員工。</li> <li>● 精通 AI 的員工可以識別更好的 AI 案例，成為 AI 解決方案的精明消費者；亦會理解資料品質的重要性，理解 AI 的局限性。</li> <li>● AI 素養是其他 AI 準備度維度的催化劑。</li> </ul>
AI 人才	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 著眼於組織內部的 AI 人才。</li> <li>● 具備深度 AI 人才的組織可構建和維護 AI 模型。相比之下，沒有深度 AI 人才的組織可能是現成 AI 解決方案的消費者。</li> <li>● 管理階層應確保其組織的 AI 人才有能力去執行其商業戰略。</li> </ul>

AI 治理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 確保組織以負責任和道德的途徑使用 AI。</li> <li>● 希望部署 AI 解決方案的組織，必須確保適當的治理機制，以遵守適用的法律，避免無意中傷害到終端使用者。</li> </ul>
管理階層 支持	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 關注是否有管理階層對 AI 計畫的支持。</li> <li>● 管理階層支持對於確保提供適當的組織支持、資源和實施路線圖至關重要。</li> <li>● 若無有管理階層的支持，AI 計畫很難獲得企業的導入，因為 AI 計畫通常需要跨職能合作和業務流程的改變。</li> </ul>
商業使用 案例	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 關注組織是否已識別出合適的 AI 使用案例，並評估其價值主張。確定正確的使用案例對於確保解決方案與組織的關聯性至關重要。</li> <li>● 瞭解使用案例的價值主張，可幫助組織確立使用案例的優先順序。</li> </ul>
資料 品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估組織是否有適當的控制措施來確保收集的資料品質(準確性、完整性)。</li> <li>● AI 模型必須經過訓練，並根據資料進行預測；若資料不可靠，AI 模型的預測將可能失準。</li> </ul>
參考 資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 關注是否有單一真實來源、資料格式一致性，以及可靠的元資料。</li> <li>● 唯有準確、可靠的資料並不足夠，元資料在幫助使用者搜尋相關資料方面同樣重要。</li> </ul>
機器學習 基礎設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估組織是否具備適當且充足的機器學習基礎設施(例如：GPU、記憶體、儲存硬體)，這些基礎設施可以用來支援 AI 模型的訓練或部署。</li> </ul>
資料基礎 設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估組織是否使用適當的方法(例如：資料庫)作為資料的中央儲存庫。</li> <li>● 在使用 AI 解決方案或建構 AI 模型時，獨立的資料或是以非數位格式儲存的資料將造成不必要的麻煩。</li> </ul>

資料來源：工研院產科國際所整理 (2022/10)

AIRI 認為，組織應盡可能尋求所有維度都達到相似的能力，找尋能夠達到平衡的配置。事實上，一個組織很少有過於不平衡的配置，例如：未獲得管理階層強大支持的組織，不太可能擁有投資其他維度所需的資源。同樣地，AI 素養較弱的組織不太可能有能力識別合適的商業案例，也難以意識到資料品質的重要性，並了解 AI 治理面向的必要性。如果評估的配置過於不平衡，可能需要重新檢視，避免結果產生失真。而透過找出最弱的維度，組織能力概況使組織能夠專注在有助於顯著提高其整體 AI 能力的維度。經由 AIRI 的評估，屬於同一階層類別的組織，通常就有著相類似的能力和特徵，如表 3

的說明，AIRI 同時也顯示了每個 AI 準備度類別組織的共同能力、特徵和適合導入的 AI 方案。

**表 3、AIRI 評估結果的解釋**

項目	AI Unaware	AI Aware	AI Ready	AI Competent
平均分數	小於 1	1~1.9	2~2.5	2.5 以上
總體能力	可能聽說過 AI，但對應用尚未有認識	AI 解決方案的精明消費者。能識別 AI 應用的案例	能夠將預先訓練的 AI 模型整合到產品或業務流程	能夠針對特定業務需求開發定制的 AI 解決方案
總體特徵	等待供應商說服 AI 案例和商業價值	已確定潛在的案例，並向供應商尋求 AI 解決方案	已評估預先訓練的 AI 模型可行性	已為 AI 施制定路線圖
適合導入的 AI 方案	使用現成的端到端 AI 解決方案		為通用的 AI 應用整合預先訓練的 AI 模型和解決方案	為特殊的業務需求開發定制化的 AI 模型

資料來源：工研院產科國際所整理 (2022/10)

### (三) 關於組織導入 AI 解決方案的若干建議

此份評估除了提供量化的準備度評分之外，由於 AI Singapore 長期以來實際與產業界夥伴合作開發與導入 AI 解決方案，累積了許多第一線的經驗回饋，因此報告中也針對組織導入 AI 時常見的問題或錯誤觀念給予建議。

#### 1. 不同準備度組織導入的 AI 建議

一般而言，並非只有大型或是以技術為基礎的企業組織才能導入 AI，事實上，準備度處於 AI Unaware 或 AI Aware 的組織，即使缺乏資料、人才或機器學習基礎設施，也可以在其核心或外圍業務活動中導入一些現成的 AI 解決方案。因此，組織應評估其當前的 AI 能力是否足以支持其目標，如果能力與目標之間存有差異，則組織可以將其評估的結果與說明作為精進的指南。然而需要特別注意的是，一個理想的 AI 準備度，通常需要取決於組織目標，並非每個組織都需要達到「AI Competent」才算是最佳的狀態。儘管如此，鑑於 AI 已經逐漸普及，仍然建議至少應該達到「AI Aware」，以具備 AI 的基本認知能力。

#### 2. 提升 AI 準備度的建議方法

- 確認當前的 AI 能力是否足以支持組織目標

AI 是一種可以透過更高的自動化（節省成本）、更好的產品供應（收入）或更深入的分析能力（洞察力）來協助組織提高競爭力的工具。組織應該依循著其明確的目標，以確保 AI 可以在投資於潛在領域，並且開發客製化的解決方案。當然，並非每個案例都需要客製化的解決方案，而可以考慮商用解決方案，但如果涉及該組織的核心競爭優勢，則可以考慮由組織內部自行建構解決方案。

- 確定組織需要達到的 AI 能力水準

組織可以參考 AIRI 針對結果的解釋來了解其需要達到的 AI 能力。根據經驗，希望導入商用解決方案的組織可能是屬於 AI Unaware 或 AI Aware。如果組織正在尋求將 AI 功能（例如：雲端供應商的 AI 服務）整合到其產品中，就應該是屬於 AI Ready。若為希望開發客製化 AI 解決方案的組織，則應該屬於 AI Competent 等級。

- 優先著眼於最弱的維度

希望提高 AI 準備度的組織應優先著眼於其評估中較弱的維度，如同前述，各項維度之間具有協同效應，只有在組織具備足夠的跨維度能力才能夠發揮最好的效果。如果經過評估後有多個維度的分數相近或是相同，則在聚焦在商業價值準備度、資料準備度和基礎設施準備度之前，應該優先著眼於「組織準備度」構面下的各項維度。

#### (四) 其他可鏈結資源的建議

AI Singapore 是新加坡發展 AI 的重要國家級平台，在此平台可獲得研究、技術、創新、創客空間與治理等面向的豐富資源，讓產、學、研等相關團隊得以取得人才培育、研發支援、創新發展的協助方案，AIRI 最後也盤點了這些方案，提供企業、組織針對四大構面、不同準備度等級所對應、適合的相關資源建議，可參考表 4 所示。

表 4、各類準備度等級與 AI Singapore 可鏈結資源對照參考圖

	AI Unaware	AI Aware	AI Ready	AI Competent
提升 AI 準備度的策略	提高組織的 AI 素養	組織預備導入 AI 解決方案	協助組織導入 AI 解決方案	深化組織導入 AI 解決方案
組織準備度	AI for Everyone (AI4E)			
		AI for Industry (AI4I)	AI4I (Advanced)	AI Certification
	AI for Leaders (AI4L)			
商業價值準備度	AI Discovery			
	AI Clinic			
	AI Advisory Projects			

資料準備 度及基礎 設施 準備度		100E 計畫+AI 學徒制計畫 ( AIAP ) + AI 資料學徒制計畫 ( AIDP )
		AIAP-x

資料來源：工研院產科國際所整理 ( 2022/10 )

### 三、小結

新加坡透過「AI Singapore」平台整合資源用以發展科研、人才、創新與治理等面向，並串聯產、學、研夥伴網路，扮演推動 AI 產業化或產業 AI 化的關鍵角色。為了加速企業導入 AI，新加坡也結合眾多經驗資料推出 AIRI 評估指數，提供企業、組織一個易於使用的評估工具，將企業與組織導入 AI 過程中會需要注意與考慮的關鍵因素均歸納於四大構面、九項維度之中，讓組織更容易勾勒出開發或部署 AI 的實際情境，引領企業尋找適合的 AI 方案與旅程。

近年來，我國與新加坡同樣面臨著數位轉型、產業升級的課題，在 AI 的開發與部署上，觀察主要的政策計畫：台灣 AI 行動計畫中，針對人才、研發、國際合作、法規調適、測試場域、產業應用等層面均有相關作法，然而卻鮮少有一套較完整、有架構，能夠給予不同企業參考的 AI 指引，新加坡的作法是藉由案例累積、經驗整理與傳承，梳理出各類的 AI 發展路徑，並且嫁接到公、私部門豐富的解決方案，值得我國政府在加速企業導入 AI 之參考借鏡。

#### 附件- AIRI 各維度對應等級說明

構面	維度	AI 準備度等級			
		AI Unaware	AI Aware	AI Ready	AI Competent
組織 準備 度	AI 素養	<25%員工具 AI 素養	25-50%員工具 AI 素養	50-75%員工具 AI 素養	>75%員工具 AI 素養
	AI 人才	組織內無 AI 人 才	組織有員工是 AI 初學者 ( 可 使用 No code 或 Low code 平台建構 AI 原 型 )	組織有員工是 AI 中等者 ( 可 製作 API 來串 接 AI 服務 )	組織有員工是 AI 進階者 ( 可 開發 AI 模型 )

	AI 治理	組織對於 AI 治理概念無認知	組織對於 AI 治理有認知，但尚未實施	組織對於 AI 應用和開發進行臨時治理評估	組織具備引導 AI 應用和開發 AI 治理政策及流程
	管理階層支持	管理階層未宣布 AI 新措施	管理階層宣布將支持新措施，但未配置資源	已針對新措施配置資源，但未有策略性 AI 路線圖	已針對新措施配置資源，並有策略性 AI 路線圖
商業價值準備度	商業使用案例	組織尚未確定 AI 解決方案的案例	組織已確定 AI 解決方案的案例，但尚未評估其價值主張	組織已確定 AI 解決方案的案例，但價值主張來自產業報告	組織已確定 AI 解決方案的案例，價值主張來自內部利害關係人
資料準備度	資料品質	組織沒有任何員工負責監督和管理資料品質	組織有對監督和管理資料品質負有非正式責任的員工	組織有對監督和管理資料品質負有正式責任的員工	組織有監督和管理資料品質的流程、政策及負正式責任的員工
	參考資料	組織未意識到重要性；沒有單一的資料真實來源，也沒有統一定義和衡量單位	組織已意識到重要性；但沒有單一的資料真實來源，也沒有統一定義和衡量單位	組織有單一的資料真實來源，但缺乏通用定義和衡量單位	組織有單一的資料真實來源；已建立通用的定義和衡量單位來確保一致性
基礎設施準備度	機器學習基礎設施	組織未意識到 ML 基礎設施對 AI 模型服務的重要性	組織粗略意識到 ML 基礎設施對 AI 模型服務的重要性	組織有足夠的 ML 基礎設施來支援 AI 模型服務	組織有足夠的 ML 基礎設施 (例如：GPU) 來支援 AI 模型訓練與開發
	資料基礎設施	多數資料都以非數位的格式儲存	多數資料儲存於獨立的數位格式 (例如：Excel 表格)	多數資料儲存於中央儲存庫 (例如：資料湖、資料倉庫)	多數資料儲存於中央儲存庫，並有資料字典的概覽

資料來源：工研院產科國際所整理 (2022/10)