

## 數位發展部數位產業署 112 年專案計畫期中執行成果報告

限閱
----

年
---

計畫名稱：AI 產業實戰應用人才淬煉計畫

報告名稱：國際 AI 創新培育模式研究報告

執行期間：

全程：自 112 年 01 月 01 日至 113 年 12 月 20 日止

本年度：自 112 年 01 月 01 日至 112 年 12 月 20 日止

主辦單位：數位發展部數位產業署

受委託單位：財團法人資訊工業策進會

中華民國 112 年 11 月 15 日

# 目 錄

第壹章 緒論.....	1
第貳章 美國 AI 人才培育政策.....	4
第一節 歷年政策盤點與分析 .....	4
第二節 小結 .....	30
第參章 英國 AI 人才培育政策.....	31
第一節 歷年政策盤點與分析 .....	31
第二節 小結 .....	48
第肆章 新加坡 AI 人才培育政策.....	50
第一節 歷年政策盤點與分析 .....	50
第二節 小結 .....	70
第伍章 結論.....	71

# 表目錄

表 1	2021 年 GAI 排名前十大國家.....	3
表 2	STEM 教育戰略途徑、分項目標與機構貢獻 .....	8
表 3	美國 7 大 AI 研究機構.....	21
表 4	「政府出題、企業解題」歷屆題目 .....	39
表 5	AI 學徒準備指南 .....	58

# 圖目錄

圖 1 GAI 概述 .....	2
圖 2 美國 AI 人才培育政策時間軸 .....	4
圖 3 美國 STEM 教育戰略目標 .....	6
圖 4 運算思維基本概念 .....	9
圖 5 美國 AI 倡議概念性框架 .....	10
圖 6 國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版 .....	11
圖 7 拜杜法案 .....	14
圖 8 美國 AI 倡議：首年年度報告 .....	16
圖 9 美國國防部 AI 教育戰略 .....	23
圖 10 國家 AI 安全委員會報告五大重點 .....	26
圖 11 國家 AI 安全委員會報告兩大脈絡 .....	27
圖 12 英國 AI 人才培育政策時間軸 .....	31
圖 13 英國產業策略白皮書 .....	33
圖 14 英國 AI 產業協議 .....	37
圖 15 「政府出題、企業解題」人才培育機制 .....	38
圖 16 英國國家 AI 戰略 .....	45
圖 17 新加坡 AI 政策時間軸 .....	50

圖 18 AI Singapore Logo 設計說明 .....	51
圖 19 AI Singapore 6 項關鍵支柱政策 .....	52
圖 20 AI 創新-100 個實驗政策機制 .....	53
圖 21 100 個實驗出題企業 .....	54
圖 22 AI 學徒計畫 .....	55
圖 23 雇用 AI 學徒之企業 .....	59
圖 24 AI 技術政策之 5 種賽制 .....	62
圖 25 博士獎學金計畫五大研究主題 .....	63
圖 26 博士後研究 AI 治理主題 .....	65
圖 27 AI 線上學習教材 .....	66
圖 28 新加坡國家人工智慧戰略 .....	67
圖 29 產官學合作機制 .....	68
圖 30 AI 人才培育機制 .....	69

# 第壹章 緒論

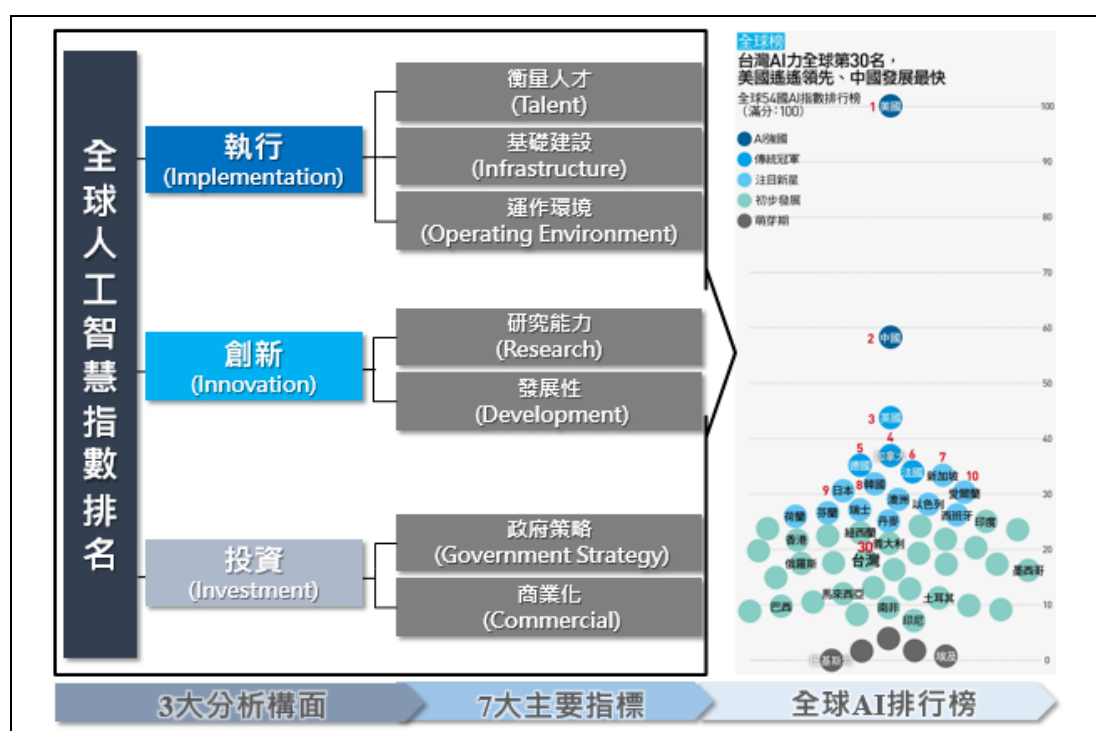
AI 技術演進已進入新階段，隨著近年來資料爆炸性成長、深度學習演算法創新以及硬體設備改良，資料、演算法及運算力形成 AI 不可或缺的三大基石，不論在電腦視覺、自然語言處理或生成式 AI 等領域皆有重大突破。有鑑於 AI 是引領未來的戰略性科技，逐漸成為國際競爭的新焦點，世界先進國家都將 AI 作為提升國家競爭力、維護國家安全的重大戰略。

由於各國將 AI 產業發展提高至戰略層級，AI 人才的數量與質量直接影響一國競爭力，換言之，AI 產業的競爭其實是人才的競爭。美國、中國大陸、歐盟與亞洲地區等國家皆大力推動 AI 產業發展與人才培育，透過基礎教育、高等教育、學研機構、產學合作、設立研究院等方式培養研究型與應用型 AI 人才。

根據全球大型職業社交網站 LinkedIn 顯示，AI 人才需求平均年成長 74%，其中，成長最快速的職缺有 AI 專家、資料科學家和資料工程師。由於 AI 技術逐漸商業化，對於應用型職缺需求也逐步提升，如：垂直領域 AI 產品經理、使用者體驗測試人員、商業開發人員乃至行銷業務等都成為企業重點延攬對象。

產業的變革與技術的進步使 AI 人才培訓與招募變得更具挑戰性，政府與企業應跳脫傳統思維培育人才，換為從產業生態、技術演進、商業模式等角度切入，針對關鍵技術工作職能（例如：技術端的演算法，搭配商業化端的業務開發、產品管理等），培養「由底層技術到應用」的人才，輔以完善的團隊架構和溝通機制，將創新技術推向市場並提升產業競爭力。

2019 年 12 月 Tortoise Media 首次針對全球 54 個國家地區發佈「全球 AI 指數排名」(Global AI Index, GAI)，GAI 指數是根據經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 制定的規範所建構，分析手法總共分成三大構面，包含執行(Implementation)、創新(Innovation)與投資(Investment)。其中，執行構面涵蓋人才 (Talent)、基礎建設 (Infrastructure) 和運作環境 (Operating Environment) 三大指標；創新構面涵蓋研究能力 (Research) 和發展性 (Development) 兩大指標；投資構面涵蓋政府政策 (Government Strategy) 和商業化 (Commercial) 兩大指標。



資料來源：Tortoise Media，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 1 GAI 概述

Tortoise Media 於 GAI 評比方法論提及，為能綜合評估一國 AI 能力，透過執行、創新與投資三大構面可全面進行評估，執行構面所衡量的是一國 AI 可操作性，包括 AI 人才數量、網路普及率、超級電腦運算能力、AI 相關法規制定等指標；創新構面主要衡量一國 AI 技

術的突破與進步實力，包括國際 AI 論文發表篇數、AI 專利申請數量、開源項目貢獻度等指標；投資構面則是衡量一國對 AI 的政策承諾與投資金額，包括政府 AI 相關計畫、國家級 AI 戰略、AI 企業或新創公司數量、AI 新創募資階段與募資金額等指標。

人才指標是 GAI 評估一國 AI 國力不可或缺的重要關鍵，本研究將選取 2021 年 Tortoise Global AI Index 排名前十的國家，再從前十名國家中選取人才指標排名較優異的國家作為研究對象，於美洲、歐洲、亞洲各選取一國作為代表。

表 1 2021 年 GAI 排名前十大國家

排名	國家	人才	基礎設施	運作環境	研究能力	發展性	政府策略	商業化
1	美國	1	4	35	1	1	17	1
2	中國大陸	24	1	6	2	2	2	2
3	英國	3	23	24	5	11	11	4
4	加拿大	7	15	5	10	10	1	6
5	以色列	5	29	14	7	9	45	3
6	新加坡	4	8	55	4	14	15	5
7	南韓	28	6	32	12	3	7	15
8	荷蘭	6	9	10	15	8	33	18
9	德國	11	13	30	6	12	10	8
10	法國	9	14	17	16	15	5	10

資料來源：Tortoise，MIC 整理，2023 年 10 月

依據上述國家挑選原則，本研究將針對美國、英國和新加坡之 AI 人才培育政策進行探討，研究面向涵蓋政府端對 AI 人才培育的作法，進一步提供國內未來 AI 人才培育作法之參考。

# 第貳章 美國 AI 人才培育政策

## 第一節 歷年政策盤點與分析

美國政府自 2016 年起開始重視 AI 領域，並試圖建構出一個超越官僚組織和短期選舉時程的政策架構。2016 年由美國白宮科技政策辦公室（The White House Office of Science and Technology Policy, OSTP）推出三份與 AI 相關的策略報告，分別是《國家 AI 研究發展策略》（National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan）、《AI、自動化與經濟》（Artificial Intelligence, Automation, and the Economy），以及《為 AI 的未來做好準備》（Preparing for the Future of AI），可視為美國在 AI 政策的基礎架構。

盤點 2016 年至 2021 年，美國政府陸續發佈多項 AI 政策，其中與 AI 人才培育相關的政策時間軸如下圖所示：



資料來源：美國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 2 美國 AI 人才培育政策時間軸

美國 AI 人才培育政策以 2016 年發佈的三份報告為基礎藍圖，在此架構上，陸續發佈《美國 STEM 教育戰略》、《美國 AI 倡議》（American AI Initiative）、《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》（The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan：2019 Update）等政策，以下將依序說明各項政策重點並詳述有關 AI 人才培育之具體措施。

## 一、 美國 STEM 教育戰略

美國 STEM 教育戰略的起源最早可追溯至 2011 年《美國創新戰略》，透過制定具體的行動計畫，指出人才、科學研究、基礎設施是美國創新的重要基礎，同時推出 STEM 計畫，重視 AI 人才的培育。歐巴馬政府時期，為配合 2010 年《美國競爭重授權法案》（The America Competes Re-authorization Act of 2010）要求，提出第一版教育計畫，內容提及為保持國際競爭力，需進行 STEM 領域人才的培育和儲備，因此，2013 年 5 月由美國國家科學與技術顧問委員會發佈《聯邦政府 STEM 教育五年戰略計畫》，當時美國政府投入超過 10 億美元，用於 STEM 教育的推廣和教師培訓等工作。2015 年美國政府提出 STEM 教育的正式法案《2015 STEM 教育法》（STEM Education Act of 2015），明確定義 STEM 教育包含科學、技術、工程、數學與電腦等學科教育。

第一期 STEM 教育戰略執行期間，歐巴馬政府新成立國家科技 STEM 教育委員會（Committee on STEM Education of the National Science and Technology Council, CoSTEM），負責協調聯邦計畫以支持 STEM 教育。根據《美國競爭重新授權法案》第 101 條要求，需審查和評估 STEM 教育計畫、管理預算辦公室、協調 STEM 教育活動方案，以實施 STEM 教育五年戰略計畫，並落實參與機構每五年更新一次計畫內容。

第一期 STEM 教育戰略首先概述 STEM 教育對美國科學創新及文化素養的重要性。接著，提出 STEM 教育優先投資領域，以調整聯邦政策方向，更有效滿足學校機構對 STEM 人才需求，同時確認人才短缺之重點學科，增加研究生教育投資。此外，亦提供額外資源，如：籌備和招聘 10 萬名高素質的 STEM 教師，目標在十年內增加 100 萬名以上擁有 STEM 學位的大學生。

2013 年至 2018 年第一期 STEM 教育戰略結束後，2018 年 12 月川普總統發佈第二期的 STEM 教育戰略，由 CoSTEM 和 OSTP 共同制定《繪製成功路線圖：美國的 STEM 教育策略》(Charting A Course For Success: America's Strategy For STEM Education)，政策期程 2019 至 2023 年，內容詳細介紹聯邦政府擴大和改善國家 STEM 教育戰略，為未來科技發展提供公民所需具備的技能，制定未來五年美國 STEM 教育計畫的行動願景及實現路徑，該計畫被譽為美國 STEM 教育之「北極星計畫」，賦予期望能帶領美國邁向成功的重要路徑。

第二期 STEM 教育戰略有三大目標，如下圖所示：



資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 3 美國 STEM 教育戰略目標

1. 為 STEM 教育的普及建立強大的基礎 (Build Strong Foundations for STEM Literacy)：保障每位美國公民有機會掌

握 STEM 基本概念，包括運算思維，以應付迅速的科技發展，並為未來的科技社會作好準備。

2. 在 STEM 教育中增進多樣性、公平性和包容性 (Increase Diversity, Equity, and Inclusion in STEM)：讓所有美國公民終身有機會接受高品質的 STEM 教育，尤其是以往在此領域缺乏資源的學生及工作者。
3. 為未來的 STEM 勞動力做好準備 (Prepare the STEM Workforce for the Future)：為已接受高等教育的 STEM 從業者和未接受高等教育的技術工作者創造更多 STEM 學習機會，鼓勵投入 STEM 事業，有助於保持國家創新的動能，對經濟發展、科學發明、技術研發有正面的影響力。

第二期 STEM 教育戰略體認到唯有所有社會成員都接受 STEM 教育並更廣泛的參與，才能充分展現 STEM 的最大效益。因此，政策要求教育機構與雇主之間進行更多的互動，以確保所有美國人終生獲得高品質的 STEM 教育，使美國在 STEM 素養、創新和就業方面處於全球領先地位，並持續關注全球科技人才競爭、STEM 與經濟繁榮和國家安全之間的關係。

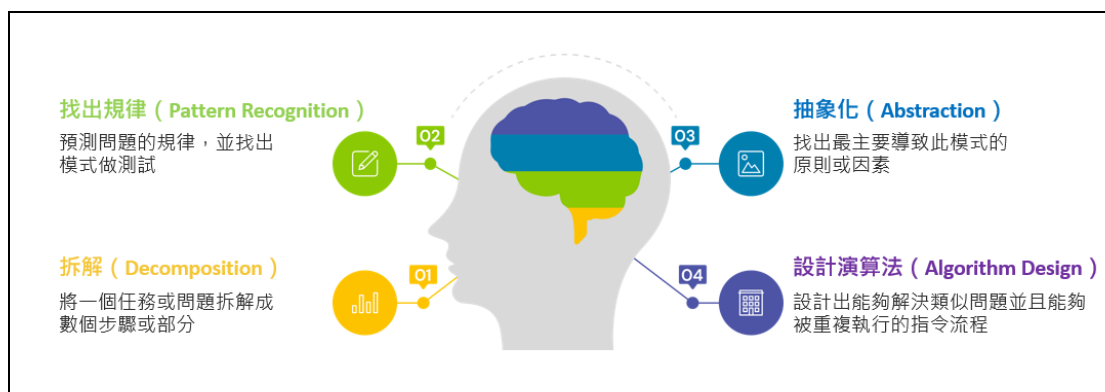
在第二期 STEM 教育戰略中，提出實現願景與目標之三大途徑和各途徑之下的分項目標，同時列出參與 STEM 教育計畫、投資與活動的聯邦部會和獨立機構，如：美國商務部、國防部、能源部、國土安全部、內政部、勞動部、國務院、運輸部、教育部、國家環境保護局、衛生及公共服務部、國家航空暨太空總署、國家科學基金會、史密斯森研究協會以及農業部。以下將盤點各單位在預算限制與其他規範允許下，透過特定任務行動對於目標達成之貢獻：

表 2 STEM 教育戰略途徑、分項目標與機構貢獻

途徑	發展充實夥伴關係			吸引學生學科融合			建立數位素養		
	整合社區促進STEM生態系	提升教育者學習與訓練	跨域學習結合實作	增加創新創業教育	讓數學成為磁鐵	鼓勵跨越學科學習	提升數位素養	運算思維成為所有教育元素	擴展數位學習平台
DoC	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DoD	●	●	●	●	●	●	●	●	
DoE	●	●	●	●		●		●	●
DHS	●	●	●			●	●	●	●
DOI	●	●				●		●	
DOL	●	●	●						
DOS	●		●	●		●	●		●
DOT	●								
ED	●	●	●	●	●	●	●	●	●
EPA	●	●	●	●		●			
HHS	●	●		●		●	●	●	
NASA	●	●				●			
NSF	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SI	●	●	●	●	●	●	●	●	●
USDA	●	●	●			●		●	●

資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

根據表 2 所提及之「建立數位素養」途徑，其分項目標「運算思維成為所有教育元素」（Make Computational Thinking an Integral Element of All Education）是第二期 STEM 戰略的計畫重點。所謂運算思維是指幫助人們解決問題、設計系統和理解人類行為，並且可以在年幼時以電腦程式以外的方法進行學習。在先進科技導向的全球經濟中，讓運算思維成為所有教育的主要部分，使每位學習者有能力評估資訊、分解問題，透過適當地使用資料和邏輯制定解決方案。



資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 4 運算思維基本概念

綜觀第二期 STEM 戰略，透過加強學校、企業、非營利組織和其他機構之間的夥伴關係，打造一個完善的 STEM 生態系，鼓勵學習者參與當地企業、實習計畫或學徒項目，以工作為基礎體驗學習。2019 至 2023 年的教育計畫已進入最後一年的執行階段，可持續觀察拜登政府對下一期的 STEM 教育政策，作為台灣人才培育的參考。

## 二、 美國 AI 倡議

相較於歐巴馬總統時期對中國大陸的態度採取低調、防禦性的安全政策，川普總統時期則採取較積極主動的對中態度，於 2019 年 2 月簽署《維持美國 AI 領導地位—行政命令 13859 號》，下令美國聯邦政府優先發展 AI 領域，並提出《美國 AI 倡議》，要求政府投注資源協助 AI 領域創新，自此確立 AI 政策「美國優先」的核心施政方針。《美國 AI 倡議》提出的六大原則包含優先投資 AI 開發、AI 用於國家與國防安全、強化 AI 基礎建設、促進國際 AI 參與、增進可信任 AI 以及 AI 人才培訓。

盤點《美國 AI 倡議》的六大原則，與 AI 人才培訓較為相關的部分提及制訂完善的 AI 培訓計畫，包含 K-12、大學教育與在職培訓等，藉此縮小 AI 人才缺口。然而，《美國 AI 倡議》僅提出概念性原則，

呼籲指導各機構在現有研究計畫中優先考慮，並未具體提及投入資金與執行細節。



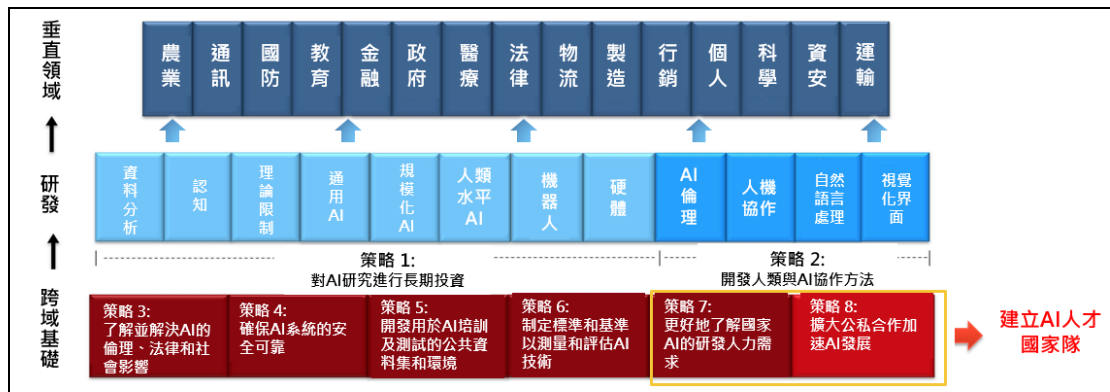
資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 5 美國 AI 倡議概念性框架

### 三、 國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版

2019 年 6 月美國白宮科技政策辦公室 AI 特別委員會 (Select Committee on Artificial Intelligence) 發佈《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》，是自 2016 年首版發佈後的第一次更新，此次更新延續前版本的兩大重點：聚焦關鍵共通性技術、重視 AI 對社會的影響與產業佈局，同時確立 AI 研發投資的優先領域與人才培育措施。

《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》總共提出八大戰略：策略 1：對 AI 研究進行長期投資、策略 2：開發人類與 AI 協作方法、策略 3：了解並解決 AI 倫理、法律和社會影響、策略 4：確保 AI 系統的安全可靠、策略 5：開發用於 AI 培訓及測試的公共資料集和環境、策略 6：制定標準以測量評估 AI 技術、策略 7：盤點國家 AI 的研發人力需求，以及策略 8：擴大公私合作以加速 AI 發展。



資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 6 國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版

此次更新相較於 2016 年版本的主要差異為新增「策略 8：擴大公私合作以加速 AI 發展」，可視為「策略 7：盤點國家 AI 的研發人力需求」的延伸。策略 7 和策略 8 是《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》與 AI 人才培育較為相關的兩大策略，透過具體執行方法建立 AI 人才國家隊，以下將分別進行說明：

### (一) 策略 7：盤點國家 AI 的研發人力需求

自 2016 年《國家 AI 研究發展策略》發佈以來，AI 人才需才快速成長，在未來十年內預計將增加數百萬個 AI 相關的工作機會。根據美國勞工統計局資料顯示，2016 年至 2026 年電腦科學與資訊工程職缺數量預計將成長 19%，高於所有職缺數量成長平均值的三倍。此外，至 2028 年，G20 成員國的 AI 研究人員對智慧技術累計的貢獻預計將高達 11.5 兆美元。

美國學術機構正努力因應學生對 AI 的興趣及快速成長的入學率。與此同時，產業界透過持續投資運算設備，對學術研究和教學人才產生強大的吸引力。因此維持一個強大的 AI 學術研究生態系至關重要，該生態系與產業合作可

促進國家繁榮，帶來巨大的社會福祉。

於上述 AI 人才需求發展背景下，「策略 7：盤點國家 AI 的研發人力需求」目標建立 AI 人才國家隊，包含 AI 系統人才以及與他們一起工作的人員，以維持美國領導地位。雖然目前沒有官方正式的 AI 勞動力資料，但商業和學術部門近期發表的報告顯示，AI 人才愈來愈短缺，供不應求的情形將持續加劇。

有鑑於現階段缺乏美國官方正式的 AI 人才缺口統計資料，導致難以確切掌握國家 AI 人力需求狀況，因此，美國人口普查局（United States Census Bureau）透過雇用 AI 人才及資料工程師，建立現代化資料統計工具，協助調查 AI 人才供需情形。

策略 7 除建構現代化工具盤點 AI 人才供需外，亦致力於縮小持續擴大的 AI 人才缺口。具體措施為提供不同年齡層的獎學金計畫，鼓勵學生持續攻讀數學、統計學、電腦科學等學位，滿足就業市場需求。例如：2018 年美國能源部為電腦科學研究生獎學金計畫新增運算資源，以支持攻讀應用數學、統計學或電腦科學的研究生，能更有效地使用高效能運算系統，包括在 AI、ML 和深度學習領域。同樣在 2018 年，美國國家科學基金會在研究生獎學金計畫中，優先考慮給予運算和資料工程相關的學生獎學金。

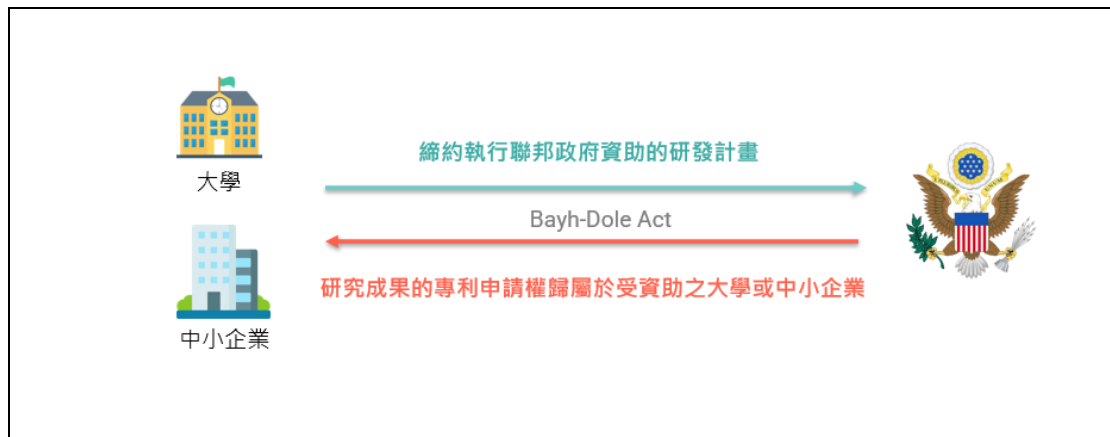
綜上所述，需要進行更多研究以更好地了解當前和未來國家對 AI 的勞動力需求。透過資料分析描述 AI 人才的當前狀態，包括學術界、政府和產業界的人力缺口，以預測未來的勞動力需求，並採取適當的計畫和行動解決任何現

有或預期的勞動力挑戰。

## (二) 策略 8：擴大公私合作以加速 AI 發展

策略 8 是 2019 年更新版中新增的策略，顯示公私合作的重要性日益增加。美國在科學研究和創新的領先地位源自於獨特的政府、學研及產業三者所組成的生態系。自 2016 年《國家 AI 研究發展策略》發佈以來，政府擴大願景促進政府部門與學術界、產業界合作，對 AI 研發持續投資以實現技術突破，有助於美國經濟和國家安全能力。在過去幾十年來，在聯邦政府資助下的大學和產業界所進行的技術基礎研究已創造國家經濟數 10 億美元的價值。政府、大學和產業的共同進步相輔相成，催生充滿活力的創新 AI 產業。

「策略 8：擴大公私合作以加速 AI 發展」的目標是建立跨越政府、學研單位與產業界的國家 AI 創新生態系。具體措施為持續推動美國國會於 1980 年通過的拜杜法案，正式名稱為《大學與小型企業專利程序法》。拜杜法案的立法目的是讓大學、中小企業與聯邦機構締約，執行聯邦政府資助的研發計畫後，仍能保有其研究成果之專利，將研究成果的專利申請權歸屬於受資助之大學或中小企業，而非聯邦政府。



資料來源：MIC，2023 年 10 月

圖 7 拜杜法案

經濟學人 (The Economist) 曾對美國拜杜法案評價為「可能是過去半世紀在美國所成立之最具創見之法律」，透過該法案推動開放的聯合基礎研究項目。

#### 四、美國 AI 倡議首年年度報告

自 2019 年 6 月 AI 特別委員會發佈《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》後，2020 年 2 月 OSTP 更進一步發佈《美國 AI 倡議：首年年度報告》(American Artificial Intelligence Initiative: Year one Annual Report)，內文強調 AI 領域的關鍵政策方向，至此確立美國 AI 領域政策發展的長期願景。

在《美國 AI 倡議：首年年度報告》中，共提出六大政策方向概述《美國 AI 倡議》發展進程，以下將分別說明之：

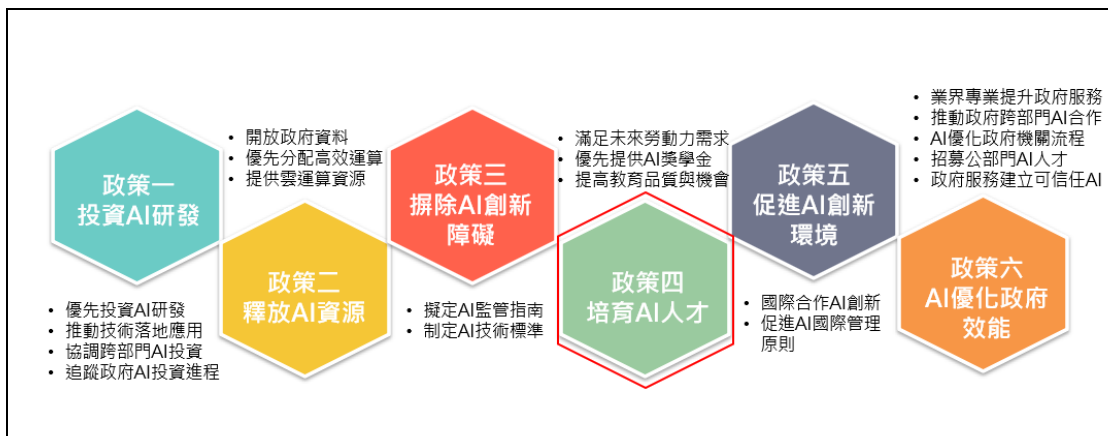
1. 投資 AI 研發：美國需與產業界、學術界和國際合作夥伴共同促進對 AI 研發的投資，以實現 AI 的技術突破。川普總統已在其年度預算中呼籲兩年內要將非國防 AI 研發資金提高，並更新前述之《國家 AI 研究發展策略》，成為美國聯邦政府

第一份投資的進度報告。

2. 釋放 AI 資源：美國必須調整對高品質的政府資料、模型和運算資源的使用權限，以增加多項資源對 AI 研發的價值，同時維護使用安全與保障資料隱私。2019 年美國制定《聯邦資料戰略》，作為政府如何使用和管理資料的操作原則及框架參考。
3. 摒除 AI 創新障礙：美國致力於建構符合國家價值觀的 AI 治理指南，並制定適當的 AI 技術標準，減少開發、測試、部署和使用 AI 技術的障礙。作為《美國 AI 倡議》的一部分，於 2021 年 1 月發佈《AI 應用監管指南》以徵求意見，是首個以美國價值觀和監管實踐為基礎推動的 AI 監管政策。此外，美國國家標準與技術研究院（National Institute of Standards and Technology, NIST）亦發佈有史以來第一份聯邦參與制定 AI 技術標準的戰略。
4. 培育 AI 人才：美國透過學徒制協助人才提升數位工作技能，以因應現代和未來持續進步的科技社會。此外，應持續重視 STEM 教育，確保美國勞動力充分運用 AI 帶來的機會。川普總統指示所有聯邦機構優先考慮與 AI 相關的學徒和工作培訓計畫。美國國家科學基金會亦提出《國家 AI 計畫》，著重 AI 相關研究人才的培育。
5. 促進 AI 創新環境：美國應強化鏈結國際夥伴關係，以促進支持美國 AI 研究和創新的環境，為美國 AI 產業開放市場，同時保護技術優勢。2019 年美國領導經濟合作與發展組織完成歷史性成果，制定第一份《經濟合作暨發展組織 AI 發展原則》，建立管理可信任 AI 守則的國際共識協議，與國際夥伴成員共同推動 AI 技術發展的環境。

6. AI 優化政府效能：美國必須採用 AI 技術，以改善政府為美國人民提供的服務和效率，並確保其應用對國家的價值觀（包括隱私、公民權利和公民自由）表現出應有的尊重。美國聯邦總務署成立「AI 卓越中心」(Center of Excellence, COE)，確保政府機構將 AI 技術應用於各項政府服務中；美國國防部亦成立「聯合 AI 中心」(Joint Artificial Intelligence Center, JAIC)，加速 AI 於人道主義救援、災難救助、預測性維護以及後勤支援等應用。

綜上所述，《美國 AI 倡議：首年年度報告》顯示，美國在各個政策方向皆已實現相關成果，提供 AI 發展必要的投資挹注、人才培育計畫、監管環境框架建立，打造國際創新環境，描繪出長期發展的政策願景。



資料來源：美國白宮科技政策辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 8 美國 AI 倡議：首年年度報告

盤點《美國 AI 倡議：首年年度報告》的六大政策，其中與 AI 人才培育較為相關的是政策四「培育 AI 人才」(Train an AI-Ready Workforce)。在該政策章節的開頭引用 2019 年 2 月川普總統簽署的《維持美國 AI 領導地位—行政命令 13859 號》：「美國必須培育當

代和未來的 AI 人才，使其具備開發和應用 AI 技術的技能，讓他們為當今的經濟和未來的工作做好準備」。

AI 技術正創造全新的職業，並增加各行各業對新技術的需求。AI 有望改善勞動力安全、提高生產效率以及創造前所未有的新行業領域。同時，AI 技術正改變工作性質，並引發部分擔憂，許多現有職業將發生重大變化或受到被取代的威脅。美國正為現在和未來的勞動力提供適應 AI 新時代並在其中成長茁壯所需的技能。獲得開發和應用 AI 技術的機會，讓美國勞動力能在 21 世紀的經濟中競爭，接納新興 AI 技術，並在未來的工作中取得成功。

「培育 AI 人才」政策內容中，共提及三項具體措施：使教育與未來的勞動力需求保持一致（Align Education to Future Workforce Needs）、優先提供 AI 獎學金（Prioritize AI within Existing Federal Fellowship and Service Programs），以及提高教育品質與機會（Leverage Research to Improve Educational Quality and Opportunity）。以下將分別進行說明：

#### （一）政策 4-1：使教育與未來的勞動力需求保持一致

AI 人才泛指具有廣泛技能的人員，從技術新手但能使用 AI 工具，到運用 AI 新技術創造下一波新興應用的專家。儲備 AI 人才國家隊需更加關注 STEM 教育戰略計畫、技術學徒制度、在職培訓和終身學習計畫，以更好地將美國勞動力的技能與產業需求互相匹配。美國政府正朝著上述目標努力，政策執行過程還需仰賴學術界、產業界以及聯邦、州和地方政府之間的協調合作。

為美國勞動力提供從事未來新興產業機會的緊迫性正逐漸增加，並成為國家和經濟安全問題。正如 2017 年《國家

安全戰略》中指出，優先行動是保護和提高美國的關鍵技能。有鑑於學術界、產業界和政府各單位的 AI 技術人才日益短缺，政府將為所有美國人提供更多機會，讓他們獲得成為 AI 人才所需的技能，包括來自不同背景但同樣在 STEM 領域缺乏資源的人們。

在政策 4-1 中，歸納 4 項主要計畫執行方法與成果：

1. STEM 教育優先：2017 年 9 月川普總統簽署一項備忘錄，優先考慮高品質的 STEM 教育，並特別關注電腦科學項目，承諾從教育部中撥款 2 億美元的資金投入教育。美國國家科學基金會提出「電腦科學普及計畫」（Computer Science for All, CSforAll），為 preK-12 級別的學生提供學校電腦科學和運算思維教育的機會。
2. STEM 教育戰略計畫：2018 年 12 月白宮發佈第二期 STEM 五年戰略計畫，目標是確保所有美國人都能獲得優質的 STEM 教育，並維持美國作為 STEM 創新和就業領域的全球領導者地位。該計畫的重點是加強對電腦科學和運算思維課程的普及度。
3. 學徒制度：2017 年 6 月川普總統簽署行政命令，建立產業認可的學徒制度，並成立擴大學徒制度的工作小組。
4. 在職培訓：2018 年 7 月川普總統成立美國工人全國委員會（National Council for the American Worker），以確保學生和勞動力能夠獲得創新教育和職業培訓的機會。川普總統要求全美各地的公司和貿易團體簽署承諾書，擴大美國勞工的在職培訓。截至 2020 年 2 月止，已有 400 間公司承諾創造超過 1,400 萬個培訓機會。

## (二) 政策 4-2：優先提供 AI 獎學金

《美國 AI 倡議》規定，在符合法律範圍內，各機構在現有聯邦研究獎學金計畫中，應優先考慮 AI 有關的項目。符合條件的 AI 優先項目中，在法律允許範圍內優先考慮美國公民，包括高中、大學和研究生的獎學金發放。以下將列舉各機構優先考慮 AI 獎學金的計畫項目：

1. 國防高等研究計畫署：青年教師獎。
2. 美國國防部：科學服務轉型計畫獎學金、國防科學及工程研究生獎學金、美國空軍羅馬實驗室暑期教師獎學金計畫等。
3. 美國能源部：下一代 STEM 實習計畫、愛因斯坦傑出教育家獎學金計畫等。
4. 美國國家航空及太空總署：NASA 獎學金計畫。
5. 美國國家科學基金會：教師早期職業培訓計畫、博士後研究獎學金、全民電腦科學教育計畫、先進技術教育計畫等。
6. 國家食品農業研究所：農業和食品研究計畫博士獎學金。

## (三) 政策 4-3：提高教育品質與機會

AI 本身可幫助提高教育的品質和機會，例如：基於 AI 的虛擬教師，提供個人化教學體驗，滿足每個人的獨特需求。AI 可作為人類老師的輔助教具，透過適當的個人化培訓提高學習者的成果。雖然 AI 教育工具仍處於研發階段，但正朝向實際落地應用。舉例來說，美國國家科學基金會發起

的「人類技術前鋒的未來工作」(The Future of Work at the Human-Technology Frontier)研究項目，對於未來的教育和培訓計畫提供重要戰略資訊，幫助人們更加理解 AI 技術對社會經濟造成的影響與衝擊，讓人才為未來的新興產業做好準備。以下是「人類技術前鋒的未來工作」項目所執行的六大研究任務：

1. 促進跨領域學科或工作採用電腦科學、工程科學等新興技術。
2. 更深入地了解 AI 如何滿足人類需求，以及 AI 帶來的社會價值觀改變。
3. 更深入地了解新技術與新工作方法對人類社會造成的影響，為人類未來的工作做好準備。
4. 研發設計 AI 系統改善偏遠地區教育品質，以及創造一個包容性的工作場所。
5. 推動 AI 人機協作工作模式，幫助各領域工作者學習在工作環境中使用 AI 新工具。
6. 了解、預測和探索減輕潛在風險的方法，包括 AI 技術對未來工作產生的不公平現象。

## 五、 建立國家新興技術研究機構

自 2020 年 2 月 OSTP 發佈《美國 AI 倡議：首年年度報告》後，2020 年 8 月川普總統宣佈聯合科技公司、學術機構投入 10 億美元研發量子科技與 AI。美國國家科學基金會和美國能源部宣佈，在全美設立 12 間 AI 和量子資訊科學研究機構，鞏固美國在未來產業 (AI、量子科學、5G 通訊等技術領域) 的領導地位。這 12 間研究機構包含

5 間量子研究機構和 7 間 AI 研究中心，其中量子研究中心以量子資訊系統研究為主，例如：量子網路、量子感測科技、量子運算技術和先進材料製造等，每間研究中心將由國家實驗室團隊帶領，同時為增加研發力道，美國能源部與 IBM、微軟等大廠合作，提供人力、技術等資源，協助打造實驗室。

美國政府宣佈建立的 7 間 AI 學術研究機構投入以下領域研究，包含人機交互與協作、AI 和先進網路基礎設施、AI 與網路系統、動態系統、AI 增強式學習、AI 生物學，以及 AI 驅動的農業和糧食體系創新。以下是 7 大 AI 研究機構之說明：

表 3 美國 7 大 AI 研究機構

	研究機構名稱	說明
1	奧克拉荷馬大學 AI 氣候和海洋學研究中心	聚集 AI、大氣和海洋科學，與通訊領域的研究人員，開發用戶驅動的可信任 AI 技術
2	德州大學 AI 機器學習基礎研究中心	以深度學習發展下一代演算法、神經網路架構優化和有效統計方法為主要研究領域
3	科羅拉多大學 AI 學生協作研究中心	協助教育人員專注於觀察、參與和優化 STEM 學習機制
4	伊利諾大學 AI 分子發現、合成策略與製造研究中心	開發新 AI 工具，加速新材料和生物活性化合物的發現，聚焦於先進製程、智慧製造領域
5	麻省理工學院 AI 與基礎學科交流研究中心	結合勞動力發展、數位學習與知識轉移，發展新 AI 理論，促進知識發展框架
6	加州大學 AI 糧食體系研究中心	結合 AI 和生物學，促進糧食科技發展，協助農業智慧化
7	伊利諾大學 AI 未來農業管理研究中心	運用電腦視覺、機器學習，以及人機交互技術研究 AI，解決農業瓶頸

資料來源：美國白宮辦公室，MIC 整理，2023 年 10 月

## 六、 國防部 AI 教育戰略

2020 年 10 月由美國國防部發佈《國防部 AI 教育戰略》，有鑑於美國國防部正處於歷史性的技術變革之中，在 AI 戰略和現代化數位政策的指引下，國防部將應用技術創新來轉變部門的所有職能，從而保衛美國軍人、美國公民、盟友和夥伴。在國防部培育專業 AI 人才至關重要，AI 技術有助於提升人類的決策判斷，包括技術與非技術人才角色，涵蓋各種職類、職級，以及文職和軍事人員。

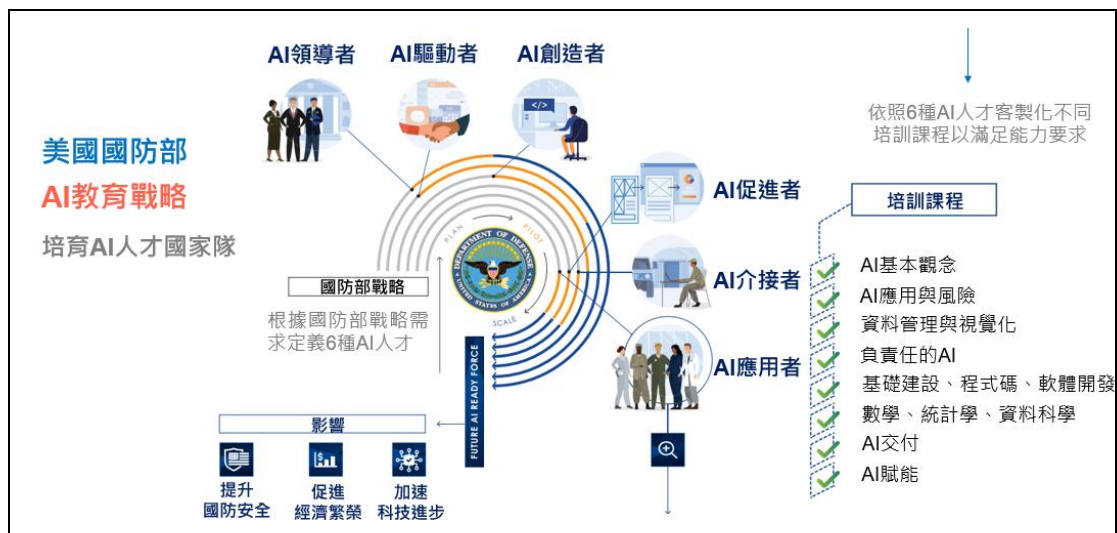
然而，一場全球 AI 人才大戰正展開，美國國防部尚未做好準備，因此，在戰略上必須快速、大規模採用 AI，優先教育和培訓人才國家隊，提供 AI 保衛能力。2020 年根據美國《國防授權法》第 256 條要求國防部長須制定相關戰略，對相關職業領域的服役人員進行 AI 教育，例如：AI 基礎知識課程，廣泛招募上課學員，包括現役部隊、預備役部隊和文職人員。

在《國防部 AI 教育戰略》中，依不同訓練需求，總共定義六種 AI 人才類型（Archetypes），以下將分別說明：

1. AI 領導者（Lead AI）：又稱為 AI 政策制定者，負責決定相關政策，包含如何使用 AI 工具或是 AI 工具能被應用於何種情境，以及建立國防 AI 目標、願景和執行計畫。例如：制定國防部 AI 使用指南，並督導相關單位落實 AI 應用。
2. AI 驅動者（Drive AI）：又稱為產品經理或技術指導經理，需確保國防部具備開發與交付 AI 工具的技術能力，例如：指導 AI 工具的開發到完成階段。
3. AI 創造者（Create AI）：又稱為 AI 開發工程師或資料科學家，負責開發 AI 工具以滿足現在或未來的需求，必須能完整執行軟體開發各階段任務，包含需求設計、開發、測試、部署

及交付。

4. AI 促進者 (Embed AI)：又稱為技術專員，負責維護 AI 系統並提供終端用戶支援服務。此外，還需負責蒐集使用資料，回饋給 AI 系統進行再訓練。
5. AI 介接者 (Facilitate AI)：又稱為 UI/UX 介面設計師，負責設計 AI 工具的使用介面，讓使用者能更加容易操作 AI 系統。
6. AI 應用者 (Employ AI)：又稱為 AI 終端使用者，負責實際操作 AI 系統，提供意見回饋以持續精進 AI 工具的開發。



資料來源：美國國防部，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 9 美國國防部 AI 教育戰略

《國防部 AI 教育戰略》除定義六種 AI 人才類型作為培育課程設計之參考外，還制定 AI 教育的五個關鍵要素作為人才培育的使命與目標，以下將說明之：

1. 定義六種 AI 人才類型 (Workforce Archetypes)：按共同技能需求而非組織職能或角色進行人員分組。

2. 學習成果 (Learning Outcomes)：定義每種 AI 人才成功的表現以評量學習成果。
3. AI 技能 (Competencies)：建立最低限度能力標準，以應對國防部所需的 AI 人才能力。
4. 模組化課程 (Curriculum Building Blocks)：補強 AI 培訓課程與實際技能差距所需的基礎課程。
5. 學習旅程 (Learning Journeys)：持續培訓以解決特定能力要求並滿足期望的學習成果。

綜上所述，美國國防部為強化保衛能力，建立完整的內部 AI 人才培訓機制，從技術人員到非技術人員、管理職到非管理職，全部納入培訓對象，由上而下制定 AI 使用指南、開發 AI 系統工具、維護 AI 系統效能，以及蒐集終端使用者回饋，打造完整的人才生態體系。

## 七、 國家 AI 安全委員會報告

2019 年發佈之《國家 AI 研究發展策略》及 2020 年《美國 AI 倡議首年年度報告》，對國防與 AI 的連結較為輕描淡寫。相較之下，美國政府於 2020 年 9 月公佈之《美國領導力法案》，清楚點明經濟與外交層面對中國大陸的態度。在《美國領導力法案》基礎之上，2021 年 3 月推出《國家 AI 安全委員會報告》(National Artificial Intelligence Security Final Report)，動員美國國家各單位力量，訂定發展大方向的規劃，以應對中國大陸對美國經濟安全的威脅，明顯強化國防與 AI 應用的連結敘述。

雖然國防在 AI 的直接應用上，仍以 AI 落實於國防教育、國防老舊設備修復為主，但在整體策略精神及 AI 創新發展的各層面上，緊扣美國對中國大陸的國防安全意識，包含外交、經濟、創新、人才、

國際聯盟，點明與中國大陸的敵對關係，且頻頻提示美國的 AI 發展需契合美國民主價值，讓現今美國 AI 發展政策與國防外交緊密相連。

《國家 AI 安全委員會報告》將中國大陸視為美國新政策內容的重要關鍵，政策文件中闡述美國需動員各種國家力量，應對中國大陸對美國的威脅，並藉由加強科學研究、技術開發、國內製造、人才吸收等方式，重建美國經濟，強化美國競爭力，政策內容可歸納為五大重點：

1. 國內製造生產：在國內製造的部分，特別強調美國半導體製造的發展，先將全球半導體製造領先的國家一一點出，特別是在亞洲地區的韓國、台灣、中國大陸，並闡述美國預計加強半導體技術研發與國內製造，期許在未來領先國際兩個世代的半導體技術。
2. 外交聯合戰略：在外交政策上，美國特別強調與各個區域聯盟的關係，並用以實踐在共同控制關鍵產品出口上。如文件中提及美國預計聯合日本、荷蘭重要的半導體設備製造商，控管相關產品出口到中國大陸，而美國國內的 AI 技術與產品也在這次文件中受到出口管控。
3. 加大創新投資：美國呼籲強化國內研發的重要性，預計在 2026 年達到兩倍的投資金額成長至 320 億美元。此外，在創新研發的部分，美國的態度較為開放彈性，期望藉由 AI 全球合作組織（Global Partnership on Artificial Intelligence, GPAI）等國際組織，建立多邊的研究鏈結。
4. 強化智財保護：在智慧財產保護的部分，美國提及國際惡意併購對美國的損害，因此在文件中強調保護專利、建立國際智慧財產保護標準，甚至是 AI 創作的智財保護。而為保護

創新技術的智慧財產權，美國提出對於敏感性 AI 技術創新的投資審查，雖未於文中詳述具體作法，但未來此項規範勢必對整體 AI 投資造成影響。

5. 人才保衛戰：在人才招募的部分，雖然特別提及美國要防範中國大陸惡意招聘 AI 人才，但具體而言並無詳細敘述作法。對於美國國內 AI 人才，除強調持續 STEM 計畫培育 AI 人才，更提及希望能鬆綁國外人才的企業簽證，藉此吸引海外 AI 人才投入。另外，也將 AI 教育納入國防人才教育訓練。



資料來源：美國 AI 國家安全委員會，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 10 國家 AI 安全委員會報告五大重點

上述五大重點分別呈現於《國家 AI 安全委員會報告》之兩大脈絡：「Part I 在 AI 時代保衛美國」(Defending America in the AI Era) 的章節內容，主要以呼籲方式，強調 AI 鏈結國防與民主精神的重要性。內容從 AI 時代的國防威脅切入，呼籲政府從人才、系統、組織結構、民主價值等方面，堅強美國商業與技術的國際競爭力，以強化國防能力；在「Part II 贏得技術競爭」(Winning the Technology Competition) 的章節內容，則是以大方向的政策規劃，要求政府各單

位朝同一目標前進。其中，人才保衛戰之相關論述，以 Part II 第十章「AI 人才競爭」內容為主。



資料來源：美國 AI 國家安全委員會，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 11 國家 AI 安全委員會報告兩大脈絡

以下將說明與 AI 人才競爭相關之第十章內容 (Winning the AI Talent Competition)：美國正在爭奪全球稀缺的 AI 人才，國家 AI 安全委員會非常關注當前的人才趨勢。自 1990 年以來，參加 AI 博士課程的美國學生人數沒有顯著增加，此外，對國際學生的攬才競爭激烈，美國留才能力遭受威脅。在可見的未來，美國將有可能第一次在 AI 人才競爭中吃下敗仗，因此，在美國培養更多有潛力的人才以及從國外招募和育留更多現有人才是維持美國領先地位的唯一選擇。

美國為了在 AI 領域取得主導地位，需培養以下四大角色來推動 AI 在美國的發展：

1. 研究人員 (Researchers)：AI 工程師將專注於 AI 系統研發，作為演算法專家，掌握現代 AI 研究的最新知識，可推動重要專案的大型測試項目。
2. 執行人員 (Implementers)：負責資料清洗、分析與模型訓練，與 AI 專家相比，開發人員需要的培訓和教育適中，有助於

技術落地與減緩模型偏見。

3. 終端使用者 (End Users)：將 AI 融入日常生活或工作中，部分系統操作可能需要培訓，其他操作上不需具備深度的 AI 專業知識。
4. 知情消費者 (Informed Consumers)：在購買 AI 技術產品時做出更好的選擇，並了解他們的行為在市場中的重要性。

除培養上述四種 AI 人才類型外，在第十章政策內容中亦提及國防教育法案推動的重要性。政策背景追溯至 1957 年蘇聯發射人造衛星後，由於擔心美國在教育和創新方面落後，美國國會於 1958 年通過《國防教育法》(National Defense Education Act, NDEA)。NDEA 正視科學、數學和外語對學生的重要性，授權超過 10 億美元用於減少學生貸款、資助各級教育和研究生獎學金，大學生人數從 1960 年 360 萬人增加至 1970 年 750 萬人。該法案幫助美國贏得太空競賽，加速美國創新能力，並最終為美國在冷戰中的勝利發揮重要作用。

有鑑於美國歷史上推動國防教育法案的重要性，美國 AI 國家安全委員會認為現今是制定第二個 NDEA 的最佳時機，將重點資助學生培養數位技能，如：數學、電腦科學、資料科學和統計學等。第二代 NDEA 應包括 K-12 教育和再培訓計畫，以解決美國教育體系的不足。為確保更多美國人能負擔得起 STEM 教育，NDEA II 最終目標是透過獎勵機制擴大美國 AI 人才庫，例如：提供 25,000 個大學生、5,000 個碩士生及 500 個博士生 STEM 教育獎學金。

在第十章 AI 人才競爭的另一項政策是強化 AI 人才移民政策 (Strengthen AI Talent through Immigration)，政策背景為提及移民改革是美國國家安全的當務之急，成功吸引和留住 AI 人才的國家能獲得優於競爭對手的經濟優勢。人力資本優勢在 AI 領域尤為顯著，導

致人才供不應求。高科技移民加速美國的創新並創造就業機會，與其他國家相比，美國從高科技外國移民中獲益良多，同時也是其他國家難以複製移民優勢。然而難以獲得的綠卡和嚴格的工作簽證，正危及美國的留才能力，同時面臨中國大陸的惡意挖角，將威脅美國 AI 人才移民政策的吸引力。

為改善美國 AI 人才移民政策所面臨的課題，於第十章提出四項解決方案，試圖再度吸引國際 AI 人才：

1. 針對 AI 人才放寬傑出人才工作簽證（O-1 Visa）的取得。
2. 發行雙倍數量綠卡，讓 AI 人才更有機會獲得永久居留權。
3. 推動國際企業家規則，對美國企業提供重大公共利益的國際企業家，將獲得公民及移民服務局授予一段居留期。
4. 改革移民政策，防止美國重要科技公司移至中國大陸，避免技術移轉對美國競爭力造成威脅。

## 第二節 小結

以下綜整第一節所提及之美國 AI 人才培育政策內容：

1. 2018 年 12 月《美國 STEM 教育戰略》以提高美國公民的數位素養為目標，在 STEM 教育中增加多樣性、公平性和包容性，為下一代勞動力做好準備。
2. 2019 年 2 月《美國 AI 倡議》，以政府力量藉由投資、建立標準、培訓 AI 人才等方式，加強美國 AI 人才全球競爭力。
3. 2019 年 6 月《國家 AI 研究發展策略：2019 年更新版》，提出 AI 人才國家隊政策，藉由 AI 人才缺口調查，盤點美國 AI 人才供需狀況。此外，提出 AI 獎學金計畫以及產官學研合作模式，培育在學與在職的 AI 人才。
4. 2020 年 2 月《美國 AI 倡議首年年度報告》透過職業培訓、學徒制等方式訓練既有員工，同時以獎學金計畫、STEM 教育培養新世代 AI 人才。
5. 2020 年 10 月《國防部 AI 教育戰略》提出六種 AI 人才類型，作為國防部內部 AI 人才培訓之參考，由上而下培育不同類型的人才，滿足國防 AI 應用需求。
6. 2021 年 3 月《國家 AI 安全委員會報告》從國防安全結合 AI 的角度，提出 AI 人才保衛戰觀點，提倡四種 AI 人才培育類型、推動第二代國防教育法案，以及修改美國 AI 人才移民政策，融合內部培育與外部攬才策略，鞏固美國 AI 競爭力。

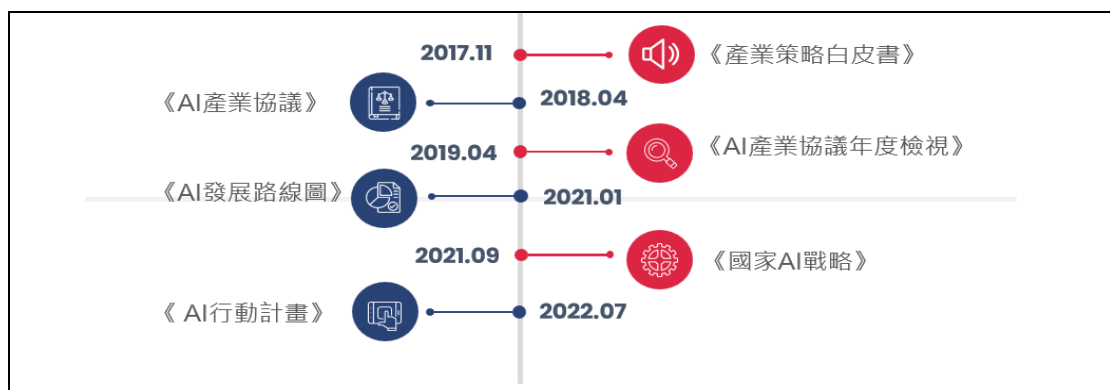
# 第參章 英國 AI 人才培育政策

## 第一節 歷年政策盤點與分析

英國政府自 2017 年起陸續推出 AI 發展與人才培育的相關政策，政策脈絡可追溯至 2017 年發佈的《產業策略白皮書：打造適合未來的英國》（Industrial Strategy: Building A Britain Fit For The Future），定調國家未來發展面臨的四大挑戰，並將 AI 列為其中一項挑戰，顯示英國政府對 AI 帶來的衝擊與機會之重視程度。

《產業策略白皮書》發佈後，幾乎每隔一年英國政府都有更新或公佈新的 AI 政策，其內容多承襲《產業策略白皮書》主軸，在白皮書的基礎上，增加新措施或提高政府預算款項，促進整體國家發展。AI 人才培育舉措分佈在各項政策文件中，英國政府依照不同年齡層分別制定合適的培育措施，期望透過內部培育及外部攬才等雙管齊下方式，培植 AI 人才國家隊，帶領英國站穩全球 AI 領先強國地位。

綜上所述，以下盤點 2017 年至 2022 年，英國政府發佈之六項與 AI 人才培育較為相關的政策，時間軸如下圖所示：



資料來源：英國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 12 英國 AI 人才培育政策時間軸

## 一、 產業策略白皮書

2017 年 11 月英國商業、能源與產業策略部（Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS）為促進新興產業發展而提出《產業策略白皮書》，同時也將白皮書作為因應脫歐後，確保國家內部的生產力提升、產業升級，以及國內區域平衡發展的政策藍圖。

在《產業策略白皮書》中，首先點出英國國家發展面臨的四大挑戰，以下依序說明之：

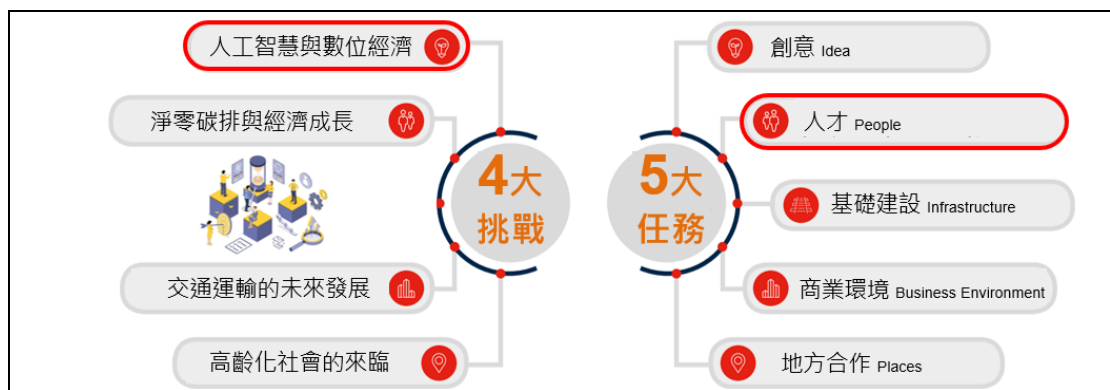
1. AI 與數位經濟（AI & Data Economy）：探討透過 AI 和資料分析方法如何提高各行各業的生產力。
2. 淨零碳排與經濟成長（Clean Growth）：在高度污染的重工業發展下，如何研發智慧管理系統與節能技術，在經濟與環境保護兩者之間取得平衡。
3. 交通運輸的未來發展（Future of Mobility）：發展自駕車、共享經濟，此外，運用巨量資料分析改革交通運輸體系，減少塞車、提升道路使用率，降低交通運輸工具的廢氣排放。
4. 高齡化社會的來臨（Ageing Society）：採用新興科技研發智慧醫療與新型態護理模式，滿足不斷增加的高齡人口在照護方面的需求，提升老年生活品質。

《產業策略白皮書》提出的四大挑戰，其目的是希望英國掌握住影響未來的重大挑戰所帶來的發展機會，使英國成為未來產業領導者，藉此提高國家競爭力。白皮書論述完四大挑戰後，接著提出五大任務作為因應四大挑戰的政策舉措，以下將分別說明之：

1. 創意（Idea）：激發新想法並實踐的創意能力是英國最大的優勢之一，英國擁有四所世界排名前十的大學，由此可見創意

對於提高英國的生產力和經濟發展至關重要，擬定增加研發投資的政策可促進創意湧現。

2. 人才 (People)：人才與技能是國家生產力提升的關鍵驅動因素，在不同年齡階段，投資與培訓不同的技能項目，能幫助雇主找到合適的勞動力，也能協助英國人民培養數位素養、增加個人競爭力，因應科技日新月異的未來社會。
3. 基礎建設 (Infrastructure)：基礎設施的品質與普及度將影響國家未來的發展，藉由積極建設英國各地的公共工程，可縮小區域發展差異，平衡全英國的工作機會與經濟發展。
4. 商業環境 (Business Environment)：打造一個容易取得資金、創新法規鬆綁、提供生產力工具之適合新興產業發展的商業環境，同時亦吸引外國企業來英國投資或合作研發新興應用與商業模式，促進技術與經濟成長。
5. 地方合作 (Place)：將政府預算撥款至大都市以外的地方鄉鎮，以區域為目標帶動地方經濟發展。



資料來源：英國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 13 英國產業策略白皮書

綜上所述，英國《產業策略白皮書》共列舉影響未來的四大挑戰（AI 與數位經濟、淨零碳排與經濟成長、交通運輸的未來發展、高齡化社會的來臨）和支撐經濟發展的五大任務（創意、人才、基礎建設、商業環境、地方合作），經盤點後與 AI 人才培育相關的政策內容與舉措分別是四大挑戰中的 AI 與數位經濟（挑戰一），以及五大任務中的人才項目（任務二），以下將進一步分析相關內容：

### （一）挑戰一：AI 與數位經濟

英國政府將挑戰視為機會，發展 AI 與資料驅動的數位經濟（Growing the AI & Data-Driven Economy）是英國政府面對挑戰所展現的積極態度。AI 已成為改變全球經濟發展的重要科技，運用 AI 可轉變傳統商業模式，帶動新興產業崛起。AI 作為一項變革性的技術，政府機構必須重視 AI 技術帶來的挑戰與機會，藉由聯合企業與學研單位，帶領 AI 產業發展與研究創新，為下一代的社會、經濟與勞動力做好充足準備。

根據 McKinsey 於 2017 年發表的研究報告《Shaping The Future Of Work In Europe's 9 Digital Front-Runner Countries》顯示，包括 AI 在內的數位科技，每年在類似英國的人口規模中創造了共 8 萬個新工作機會。

另根據 PwC 於 2017 年發表的研究報告《全球 AI 研究報告》（Sizing the Prize, PwC's Global Artificial Intelligence Study: Exploiting the AI Revolution）指出，至 2030 年，AI 有潛力為英國經濟增加 2,320 億英鎊。

《產業策略白皮書》引用上述兩大機構的報告，主要目的是強調 AI 對英國未來的經濟發展將帶來龐大商機。為實

現預測的經濟成長，白皮書在挑戰一的部分提出四項政策目標：

- 目標一：把英國打造為全球 AI 與資料驅動的創新中心。
- 目標二：成立英國政府 AI 辦公室，透過 AI 和資料分析方法提高各行各業的生產力。
- 目標三：將艾倫·圖靈研究所 (The Alan Turing Institute) 升級成為全國 AI 研究中心，並投資 4,500 萬英鎊支持 AI 學科博士生。
- 目標四：針對就業者提供再培訓計畫，以線上課程培育英國勞工的 AI 知識與數位技能。

## (二) 任務二：人才

AI 與數位經濟時代來臨，英國面臨著對人才、技能和勞動力需求的挑戰。在過去，英國政府對數位教育的重視度不足，缺乏擅長科學、新興技術、工程和數學的足夠人才。有鑑於此，英國政府有義務縮小城鄉在技能和數位教育上的差距，確保每個人都能在未來的人生階段中，能提升數位技能，增加收入並獲得更好的工作機會。

在任務二的政策執行上，專注於推動國家級 STEM 教育，藉此培育 AI 人才。英國政府已編列 8,400 萬英鎊的教育經費，用來擴大推廣 STEM 教育發展，以下將列出四項主要的政策內容：

1. 電腦科學師資提升：透過培訓機制提升全英國 8,000 名以上電腦科學教師的技能，作為 STEM 教育種子教師。
2. 推廣 STEM 教育：鼓勵各學齡階段的學生選修 STEM

教育課程，培養數位素養。

3. 發放 STEM 獎學金：補助教育機構提供 STEM 學科表現優異的學生每人最多 600 英鎊的獎勵。
4. 鼓勵 STEM 領域就業：藉由一條龍的 STEM 教育體系，增加畢業生投入 AI 相關領域就業的比例。

## 二、 AI 產業協議

自《產業策略白皮書》發佈後不到半年的時間，英國商業、能源與產業策略部與英國文化媒體暨體育部（Department for Culture, Media and Sport, DCMS）在 2018 年 4 月共同推出《AI 產業協議》（AI Sector Deal），針對《產業策略白皮書》的內容提出回應，且在白皮書定調的五大任務上，延伸聚焦於 AI 領域並提出五大基礎政策內容：

1. 創意應用（Idea）：目標為促使英國成為最佳的創新經濟體，主要政策是成立 2,000 萬英鎊規模的 GovTech 基金，促進開發政府 AI 應用的創新解決方案。另編列 7.25 億英鎊於產業策略挑戰基金，活絡新創活動的發展。
2. AI 人才培育（People）：目標為營造優質的工作環境與薪資制度，主要政策是投入 4.06 億英鎊推動全英國的 STEM 教育，以及投入 6,400 萬英鎊建立再培訓計畫。
3. 數位基礎建設（Infrastructure）：目標為促進英國各地基礎建設的升級，主要政策是編列公共投資 10 億英鎊，用於建置 5G 及地方光纖網路等基礎建設。此外，亦投資 4 億英鎊於電動車充電站及 1 億英鎊於延長充電式電動車的效能。
4. 商業環境（Business Environment）：目標為建立友善創業的商業環境，主要政策是鏈結公私領域合作關係，協助中小企業數位轉型，運用 AI、數位科技提高生產力，並設立 25 億英

鎊的投資基金，用於扶持創新與高潛力產業的發展。

5. 地方合作 (Place): 目標為促進英國各地區域繁榮，主要政策是設立 17 億英鎊的都市轉型基金，建設城市交通系統，以及透過地方產業策略發展區域商機。



資料來源：英國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 14 英國 AI 產業協議

盤點上述《AI 產業協議》提出的五大基礎政策，其中與 AI 人才培育較為相關的政策為創意應用(基礎一)與 AI 人才培育(基礎二)，以下將分別論述此兩項政策的詳細內容：

#### (一) 基礎一 創意應用：「政府出題、企業解題」人才培育計畫

GovTech Catalyst 是英國政府為發展數位政府服務所成立的專責小組，在《AI 產業協議》中，由 GovTech Catalyst 資助 2,000 萬英鎊成立 GovTech 基金，並舉行「政府出題、企業解題」培育計畫。募集政府各單位提出與 AI 應用於政府服務相關的題目，經評審選出最具代表性的問題後，給予獎金誘因徵求民間企業提供解決方案，除了能促進數位政府發展，也能藉由出解題競賽培育企業 AI 人才。



資料來源：英國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 15 「政府出題、企業解題」人才培育機制

依據上圖，「政府出題、企業解題」培育計畫共分為四個階段，以下詳述之：

1. 政府單位出題：任何隸屬於英國政府的各單位或部會都能參與「政府出題、企業解題」培育計畫，可提出業務流程上想運用 AI 解決的問題，或使用 AI 提供數位政府服務以提升效率。
2. 題目審查：由 GovTech Catalyst 組成跨單位的評審團，從眾多提案項目中，篩選出五個具代表性的題目，並在階段三、四募集企業、新創或學研團隊提供解決方案。
3. 解決方案構想設計：經評審團認可入選的每個問題能獲得 25 萬英鎊的資金，每個問題的出題單位可選取五個解決方案，每個解決方案能取得 5 萬英鎊獎金作為方案執行用途，初步構想設計的執行期間約 12 週。
4. 解決方案 PoC：每個問題在階段四可獲得 100 萬英鎊，出題單位必須在階段三選取的五個解決方案中，在篩選出兩個解決方案進行 PoC，獲選團隊可得到 50 萬英鎊獎金，PoC 執行期間約 12 個月。

「政府出題、企業解題」培育計畫截至 2020 年已舉行三屆競賽，累計共 15 個公部門出題項目與解決方案。每一輪出題競賽均包含五個題目與解決方案，出題單位從英國中央政府至地方政府皆有參與，題目種類亦包羅萬象，舉凡交通、住宿、安全等領域皆有政府單位出題，詳細內容可參考表 4。

表 4 「政府出題、企業解題」歷屆題目

	出題單位	題目
1	研究、電信及通訊部門	線上辨識、分類和分析恐怖份子的靜態圖像
2	環境、食品及鄉村事務部	智慧垃圾追蹤資料蒐集、儲存和報告服務
3	蒙茅斯郡議會	解決偏遠鄉村交通不便問題
4	交通部	解決道路交通壅塞問題
5	地方自治市鎮議會	使用智慧資料改變地方議會服務交付
6	消防及救援部	運用數位技術改善消防員的操作和安全
7	北愛爾蘭審計局	開發資料支持的公共部門審計方法
8	內政部與邊防局	在英國邊境檢測和識別非法郵件或包裹
9	商業、能源與產業策略部	開發一個更易於企業駕馭的監管系統
10	北愛爾蘭衛生部	尋找新的創新技術解決方案，以改善入獄人員的用藥途徑
11	牛津郡議會	升級交通和網路管理以改善牛津郡交通現況
12	利茲市議會和約克市議會	改善住房管理以提高健康福祉
13	土地管理局	向受到保護土地的管理者和開發商提供更有建設性的訊息和建議
14	托法恩自治市議會	開發數位技術，以提供更好的人文社會關懷
15	沃爾瑟姆森林市政廳	使用地理空間智慧系統加速房屋建設

## (二) 基礎二 AI 人才培育：內部培育與外部攬才雙管齊下

延續《產業策略白皮書》之人才培育任務，在《AI 產業協議》中，新增英國 STEM 教育和再培訓計畫的投入資金，

培育國家 AI 人才。此外，亦放寬國際傑出人才簽證限制，吸引 AI 專業人士前往英國就業，以下將分別從內部培育與外部攬才兩大作法說明之：

1. 內部培育 AI 人才：編列 4.06 億英鎊擴大 STEM 教育，確保每一所學校都有合格的電腦科學教師，提供優良師資教育學生的數位素養。此政策目標為每年培養超過 200 位 AI 領域的博士生，深耕專業研究。除擴大 STEM 教育外，亦加強推動再培訓計畫，編列 6,400 萬英鎊，針對 24 歲以上且年收入低於 35,000 英鎊的英國勞工，提供 AI 或數位相關的培訓課程，減緩 AI 自動化導致的失業風險。
2. 外部延攬 AI 人才：將傑出人才簽證 (Tier 1 Visa) 的數量翻倍至每年 2,000 人，以吸引科學、數位技術 (包括 AI 專家)、工程、藝術和創意產業中的優秀人才。

### 三、 AI 產業協議年度檢視

自《AI 產業協議》發佈一年後，英國政府於 2019 年 4 月公佈《AI 產業協議年度檢視》(AI Sector Deal One Year On)，回顧一整年來政策的推動成效，檢視創意、人才、基礎建設、商業環境與場域之五大基礎，以量化資料和質化研究分析政策成果，作為現有政策調整及往後國家 AI 發展及人才培育之參考，以下簡要說明政策檢視重點：

1. 創意應用 (Idea)：與 AI 諮詢公司 Faculty 合作，對公部門 AI 採用情況進行調查，以檢視 AI 是否有提升公共服務的品質。
2. AI 人才培育 (People)：產官學界三方共同努力培育 AI 國家隊，在全國大學新增 16 個博士培訓中心，未來 5 年將培養 1,000 名以上的 AI 領域博士。

3. 數位基礎建設 (Infrastructure)：致力於解決公共和私人資料的資料共享課題，同時建構數位基礎建設，支持 AI 和資料驅動的數位經濟。
4. 商業環境 (Business Environment)：AI 委員會、AI 辦公室、資料倫理與創新中心三大機構，共同建立適合發展 AI 的商業環境，確保英國在國際上的 AI 領先地位。
5. 地方合作(Place)：已投資 5,000 萬英鎊啟動數位病理學和 AI 卓越中心，與英國國民健保署合作，運用 AI 預防慢性病。

綜上所述，《AI 產業協議年度檢視》以重點摘要方式快速盤點五大基礎政策內容，其中與 AI 人才培育相關的部分提及，透過產官學界三方的共同合作，目標培育千名以上的 AI 領域博士生，深耕英國具備專業研究能量的 AI 人才，期望帶動產業界的發展。

#### 四、 AI 發展路線圖

2021 年 1 月由英國 AI 委員會 (AI Council) 提出《AI 發展路線圖》(AI Roadmap) 政策，向政府提供四大領域 (研發創新、技術多元化、資料/基礎建設與公眾信任、全國性/跨產業採用) 之 16 項建議及戰略方向，其核心呼籲是要求政府制定國家 AI 戰略，保持適應顛覆未來技術的能力，以下將概述 16 項建議：

##### ● 研發創新領域：

1. 擴大公共部門對 AI 的投資規模，確保計畫延續並持續招募來自世界各地的頂尖人才，找尋新方法將研究能量和產業實務相互結合。此外，搭配由國家資助成立的英國研究與創新機構 (UK Research and Innovation, UKRI) 提供研究獎金誘因，延攬國際 AI 人才參與科學研究計畫，加速英國的 AI 發展。

2. 鞏固艾倫圖靈研究所成為國家等級的研究所，提供有保障的長期公共部門資金，加強艾倫圖靈研究所和其他機構的信心，為英國在 AI 研究、開發和創新方面的戰略領導地位進行規劃和投資。截至 2019 年《AI 發展路線圖》公佈時的統計資料，艾倫圖靈研究所已累計 369 位研究人員，英國政府希望將該研究機構打造成全國頂尖卓越的研究中心，負責跨領域、負責任的 AI 技術研發。
3. 發展登月計畫（Moonshots Programmes）推進 AI 的發展，解決基本挑戰，如：建立可解釋 AI 或在其他領域做出巨大貢獻，如：英國數位身分（Digital Twin）計畫、在實現淨零碳排的過程中開發智慧能源儲存材料。

● **技術多元化領域：**

4. 擴大並致力發展持續十年的高水準 AI 技術培育計畫，包括研究獎學金、AI 相關的跨領域博士、產業主導的碩士和 7 級學徒制（Level 7 Apprenticeship）。所謂 7 級學徒制是以在職培訓方式補助勞工獲得 AI 相關的知識技能，完成課程後，相當於取得碩士學位。
5. 將多樣性和包容性列為優先事項，建議對多樣性的水平進行基準測試和取證追蹤，以便對投資方向做出以資料為導向的決定，並確保代表性不足的群體獲得平等的機會並被納入所有計畫。
6. 致力於實現每個人的 AI 和資料科學能力，公眾需要了解 AI 的風險，以便成為知情的使用者。透過設立 AI 線上課程以及可信賴的教材和倡議，將支持終身學習的發展。由於許多公民畢業後進入職場，缺乏 AI 知識與技能的學習機會，英國政府透過建立線上學習平台，能提供每位英國公民終身學

習的管道，以因應 AI 技術演進帶來持續變化的社會與工作環境。

● **資料/基礎建設與公眾信任領域：**

7. 鞏固和加速基礎設施建設，以增加對 AI 資料的取用。對於相關組織進行投資，推動創新、安全的資料共享應用。
8. 帶領制定資料管理方案及其用途，呼籲英國政府應帶頭制定標準，為未來的資料治理提供框架。
9. 透過公眾監督實現公眾信任，英國政府必須主動尋找方法，讓公眾對自動化決策進行監督和提供意見，讓公眾能信任 AI。
10. 在 AI 領域找到英國定位，看齊其他領先國家。使英國有機會在優勢基礎上，成為 AI 良好治理、標準和框架的全球領導者，並加強與關鍵參與者的雙邊合作。

● **全國性/跨產業採用領域：**

11. 在所有產業和規模的公司中，提高買方信心和 AI 能力。支持地方性倡議的投資，提高 AI 創新所需的資料成熟度，以實現價值創新。
12. 支持英國的 AI 新創社群，使更多人能夠獲得資料、基礎設施、技能、運算、專業知識和資金。
13. 促使公部門對 AI 進行強而有力的投資，透過建立使用資料，加強分析 AI 的能力，以確保將 AI 作為公共利益計畫的一部分進行智慧採購。
14. 利用 AI 挑戰淨零碳排，在取得資料和管理方面下功夫，以開發更清潔的系統、產品和服務。
15. 利用 AI 來幫助維護國家的安全和保障，政府機構、國防和

企業三方合作，確保 AI 可用於評估和應對現代國防安全的威脅和機會。

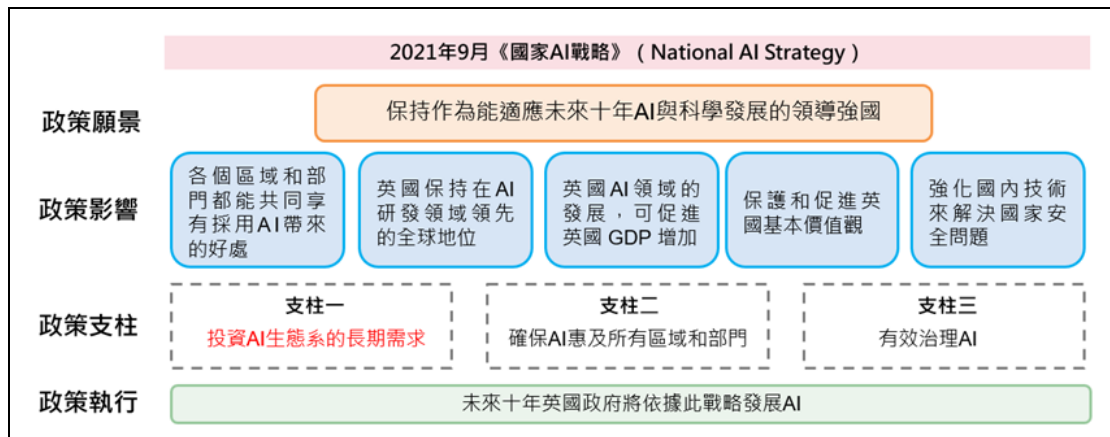
16. 在英國國民保健服務與社會保健部門聯合單位和其他機構的工作基礎上，使用 AI 改善結果和創造醫療價值方面發揮領導作用。英國的優勢將取決於與中小企業的新興合作模式，藉由技術培育實現資料共享的明智戰略。

綜觀上述《AI 發展路線圖》提出的 16 項建議，與 AI 人才培育相關的有建議 1、建議 2、建議 4 與建議 6，分別透過 UKRI 計畫、艾倫圖靈研究所、7 級學徒制和終身學習的線上學習平台，廣泛培育各年齡層的 AI 人才，亦從國外延攬 AI 人才，雙管齊下全方面建立英國 AI 人才能量。

## 五、 國家 AI 戰略

作為回應 2021 年 1 月提出的《AI 發展路線圖》政策，2021 年 9 月英國政府發佈《國家 AI 戰略》(National AI Strategy)，旨在提高全國企業使用 AI 的程度，以及吸引國際資金投資英國 AI 企業，培養下一代本土技術人才。希望建立全球最有利於創新的監管環境，推動全英國的繁榮，並確保每個人都能從 AI 之中受益，同時也應用 AI 來幫助解決氣候變遷等全球挑戰。

《國家 AI 戰略》政策願景是保持作為能適應未來十年 AI 與科學發展的領導強國，並設有三大政策支柱，分別為投資並規劃 AI 生態系統的長期需求，以作為科學和 AI 大國的領導地位；支持 AI 經濟轉型，從英國創新中獲益，確保 AI 惠及所有行業和地區；確保英國對 AI 技術進行國家級治理，以鼓勵創新、投資並保護公眾和國家的基本價值觀。



資料來源：英國政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 16 英國國家 AI 戰略

研析《國家 AI 戰略》的三大政策支柱中，與 AI 人才培育相關的為政策支柱一：「投資 AI 生態系的長期需求」。政策支柱一提及，為保持英國在全球 AI 領先強國的地位，並確保英國在 AI 的研究、開發、部署和商業化等各層面持續處於領先地位，需投資和規劃 AI 創新的關鍵投入。

政策支柱一引用 2021 年 5 月由英國數位、文化、媒體暨體育部與市調機構 Ipsos MORI 共同合作發佈的《英國 AI 勞動力市場調查》，以了解 AI 人力市場的供需概況。該調查共有三項重點：

1. 2020 年英國超過 11 萬個 AI 和資料科學的職位空缺。
2. 由於缺乏具備適當 AI 知識和技能的合適人選，50%受訪公司的商業計畫受到影響。
3. AI 領域的多樣性普遍較低，53%企業表示他們的 AI 人力中，完全沒有女性員工，40%公司表示 AI 人力缺乏少數民族背景。

依據《英國 AI 勞動力市場調查》結果，政策支柱一的具體作為提出減少 AI 數位落差、研發 AI 技術新突破，以及擴大人才多樣性，試圖解決英國 AI 人力市場供需失衡的情形。

首先，在減少 AI 數位落差方面，政策舉措為提倡終身學習並發佈工作技能白皮書（Skills For Jobs：Lifelong Learning for Opportunity and Growth）。該白皮書於 2021 年 1 月由英國教育部發佈，其宗旨在於以適合英國人民的方式提供所需技能，讓人民能憑藉新工作技能找到好工作，並促進國家生產力，同時確保人民在其一生當中，獲得培訓和終身學習的機會。

除《工作技能白皮書》外，教育部為支持英國公民發展 AI、機器學習、資料科學等數位技能，提供長達 16 週免費的訓練營，讓 19 歲以上的成年人有機會培養特定行業的技能需求，提高工作錄取機率。

於研發 AI 技術新突破方面，將啟動一項新的國家 AI 研究和創新計畫，擴大 UKRI 對 AI 研究的投資，同時對 AI 特定應用進行大規模投資。

UKRI 作為一個非政府部門的公共機構及英國科研領域的整合組織，啟動國家 AI 研究與創新計畫來支持英國 AI 的發展。UKRI 設立挑戰基金，其目的是為了解決當今英國企業面臨的重大挑戰，延續《產業策略白皮書》提到的四大挑戰，UKRI 共募集 26 億英鎊的資金投入該計畫。針對 AI 挑戰的部分，共制定五項研究計畫，分別為沉浸式技術、量子運算、資訊安全、資料分析與創意應用。

於擴大人才多樣性方面，政策舉措為提供弱勢族群 AI 課程獎學金。商業、能源與產業策略部及數位、文化、媒體暨體育部，提供英國 18 所大專院校 1,300 萬英鎊的 AI 和資料科學課程獎學金。特別針對女性、黑人學生和殘疾學生提供 1,000 個獎學金名額，每個獎學金價值 1 萬英鎊，以及作為每門課程一部分的帶薪實習機會，以提升 AI 人才的多樣性。

## 六、 AI 行動計畫

2022 年 7 月英國政府在《國家 AI 戰略》基礎上，發佈《AI 行動計畫》(National AI Strategy-AI Action Plan)，並更新三大支柱的政策內容，檢視十年計畫的早期階段，以鞏固英國作為 AI 超級強國的領先地位。

分析《AI 行動計畫》，與 AI 人才培育相關的政策支柱一，其更新內容提及，在未來的一年持續投資 AI 生態系，透過 AI 和資料科學課程獎學金促進 AI 人才多樣性，解決生態系在運算能力等關鍵戰略領域需求，加強 AI 的發展。此外，政策支柱一亦重點羅列三項 AI 人才培育措施，以下將敘述之：

1. 擴大 AI 人才多樣性：提高預算至 2,400 萬英鎊，增加課程獎學金名額至 2,500 名，鼓勵弱勢族群的年輕學子投入英國領先全球的 AI 領域就業。
2. 增加 UKRI 合作夥伴：UKRI 科學技術資助委員會宣佈與 AI 晶片設計商 Graphcore 和 HPC/AI 領導廠商 Atos 建立合作夥伴關係，提供企業 AI 相關資源。
3. 引進外部 AI 人才：英國國際貿易成立新的英國全球人才網路計畫，旨在吸引最具創新性的科學和技術領域的人才至英國。

由上述三項政策舉措可發現，《AI 行動計畫》主要延續自《國家 AI 戰略》提出的政策內容，以加強推廣方式，持續培育 AI 人才。

## 第二節 小結

以下綜整上述所提及之英國 AI 人才培育政策內容：

1. 2017 年 11 月發佈的《產業策略白皮書》可視為英國推動 AI 政策的早期佈局，當時提出的四大挑戰與五大任務，皆點出 AI 產業發展和人才培育對一國競爭力的重要影響。後續英國政府發佈的 AI 政策，多延續《產業策略白皮書》政策主軸，深化 AI 人才培育相關作法，因此，《產業策略白皮書》可視為英國 AI 政策一脈相承的重要基礎。
2. 2018 年 4 月發佈的《AI 產業協議》承襲五大任務政策脈絡，於 AI 人才培育措施方面，新增「政府出題、企業解題」創新培育模式，鼓勵政府單位提出 AI 應用題目，交由民間企業提出創意解決方案，共同促進數位化政府與 AI 人才發展。
3. 2019 年 4 月公佈之《AI 產業協議年度檢視》作為年度政策成果回顧，同樣在五大任務基礎上，分別檢視各項目的成果表現，於 AI 人才部分，以重點摘要方式再次強調培育國家 AI 高階專業人才的重要性。
4. 2021 年 1 月發佈《AI 發展路線圖》之主要用意為呼籲英國政府制定國家 AI 戰略，總共提出 16 項發展建議，全方位考量 AI 政策需納入的範疇。於 AI 人才培育項目，提倡 UKRI 計畫、艾倫圖靈研究所、7 級學徒制以及終身學習平台，針對不同年齡層的英國公民，都能有效運用國家資源培養 AI 知識與技能，強化自身競爭力。
5. 2021 年 9 月發佈《國家 AI 戰略》回應《AI 發展路線圖》，由英國政府正式提出國家整體 AI 發展政策，明確定義戰略目標是希望英國在未來十年保持 AI 強國的領先地位，透過三大政策支柱實現政策目標。

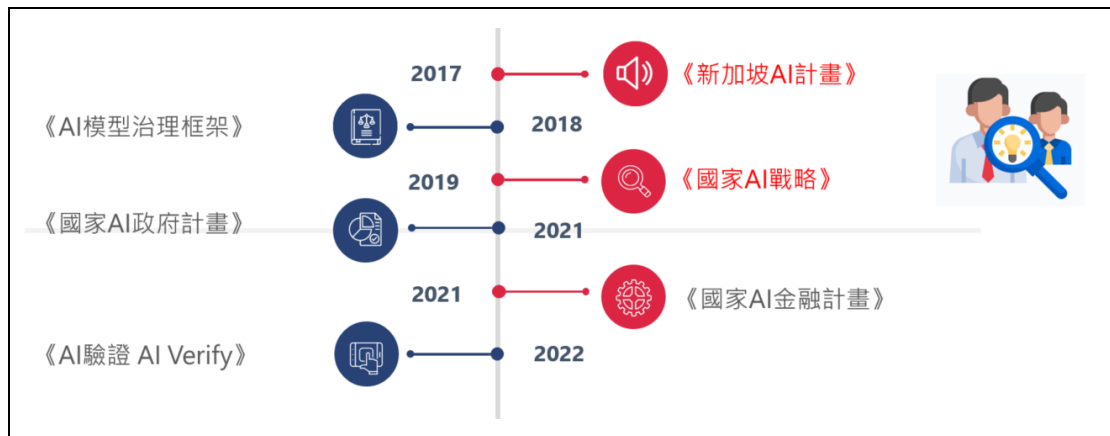
6. 2022 年 7 月發佈《AI 行動計畫》，可視為《國家 AI 戰略》的更新版本，藉由檢視《國家 AI 戰略》的早期執行階段，以鞏固英國作為 AI 強國的領先地位。在更新後的《AI 行動計畫》中，持續加強推動 AI 人才多樣性，並同步延攬國際 AI 人才，以內部培育加上外部攬才雙管道，擴大 AI 人才能量。

# 第肆章 新加坡 AI 人才培育政策

## 第一節 歷年政策盤點與分析

盤點新加坡近五年之 AI 政策可分為策略類、推動類與治理類，2017 年發佈之《新加坡 AI 計畫》與 2019 年的《國家 AI 戰略》屬於策略類政策，由政府機構鏈結民間資源，推動長期國家 AI 發展策略，培養下一代國家 AI 人才。《國家 AI 政府計畫》及《國家 AI 金融計畫》屬於推動類政策，以垂直應用領域為主，加強 AI 的導入與實際應用，藉此提升國家各行各業的 AI 採用率。《AI 模型治理框架》與《AI 驗證》則屬於治理類政策，制定 AI 可信任原則之概念性框架並提供 AI 檢測工具，強化 AI 透明性，讓 AI 的使用能取得人民的信任。

綜上所述，盤點 2017 年至 2022 年新加坡政府發佈之 6 項 AI 政策，與 AI 人才培育較為相關的有《新加坡 AI 計畫》以及《國家 AI 戰略》，政策發佈時間軸如下：



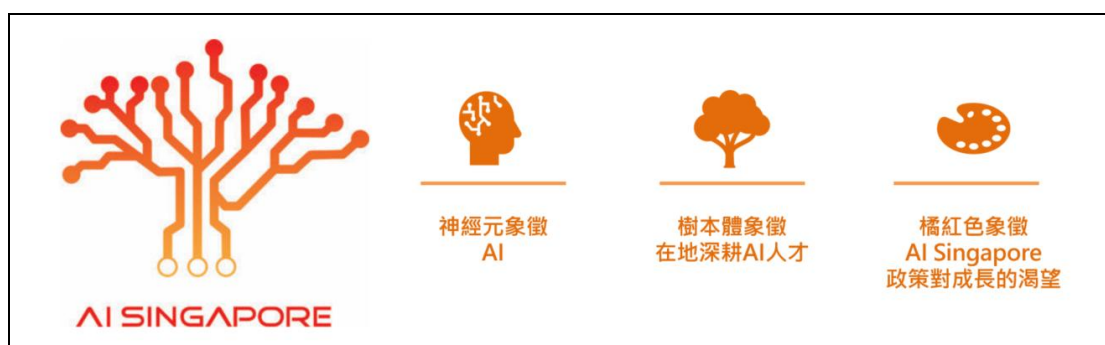
資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 17 新加坡 AI 政策時間軸

## 一、新加坡 AI 計畫

新加坡政府於 2017 年開始關注 AI 議題並列為國家層級政策，2017 年 5 月由新加坡國家研究基金會（National Research Foundation, NRF）發起為期 5 年、斥資 1.5 億美元的《新加坡 AI 計畫》（AI Singapore, AISG）。AI Singapore 整合新加坡智慧國家與數位政府辦公室、經濟發展委員會、資通訊媒體發展局、新加坡創新機構以及新加坡國立大學、新加坡企業等各單位，匯集政府與民間資源，建立 AI 生態系，進行 AI 技術研究、加強 AI 知識、創立 AI 使用工具、培養 AI 人才，作為強化新加坡 AI 國力的重要養分。

AI Singapore 的官方 Logo 由樹木形狀的電路板所組成，樹梢的神經元象徵著 AI；樹本體象徵 AI Singapore 的政策目標，希望種植自己的樹木，培養在地深耕的國家 AI 人才；三根樹幹象徵 AI Singapore 的三個關鍵支柱政策，AI 創新、AI 技術和 AI 研究；燦爛的橘紅色則顯示對 AI Singapore 政策的熱情和成長的渴望。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

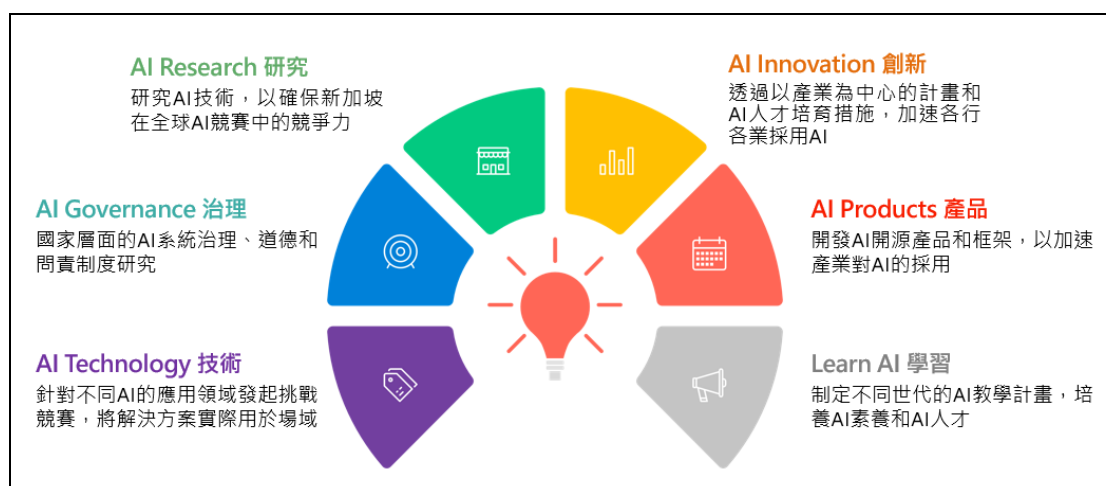
圖 18 AI Singapore Logo 設計說明

AI Singapore 共執行 6 項關鍵支柱政策，分別為 AI 創新、AI 技術、AI 研究、AI 治理、AI 學習和 AI 產品，以下將說明之：

1. AI 創新（AI Innovation）：聚焦於 AI 人才培育措施，加速各

行各業採用 AI，政策舉措包含 100 個實驗、AI 學徒制等。

2. AI 技術 (AI Technology): 針對不同的 AI 應用領域發起挑戰競賽，將解決方案實際用於場域，賽制分為大型挑戰賽、技術挑戰賽、國際合作等多種項目。
3. AI 研究 (AI Research): 研究 AI 技術以確保新加坡在全球 AI 競賽中的競爭力，提供博士獎學金計畫，鼓勵高階 AI 研究。
4. AI 治理 (AI Governance): 國家層面的 AI 系統治理、道德和問責制度設計，亦提供博士後研究獎學金計畫，鼓勵可信任 AI 議題研究。
5. AI 學習 (Learn AI): 制定不同世代的 AI 教學計畫，培養 AI 素養和 AI 人才，以線上課程方式提供學員自行進修，課程將依據最新 AI 技術發展調整與更新。
6. AI 產品 (AI Products): 開發 AI 開源產品和框架提供新加坡企業組織使用，以加速產業對 AI 的採用。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 19 AI Singapore 6 項關鍵支柱政策

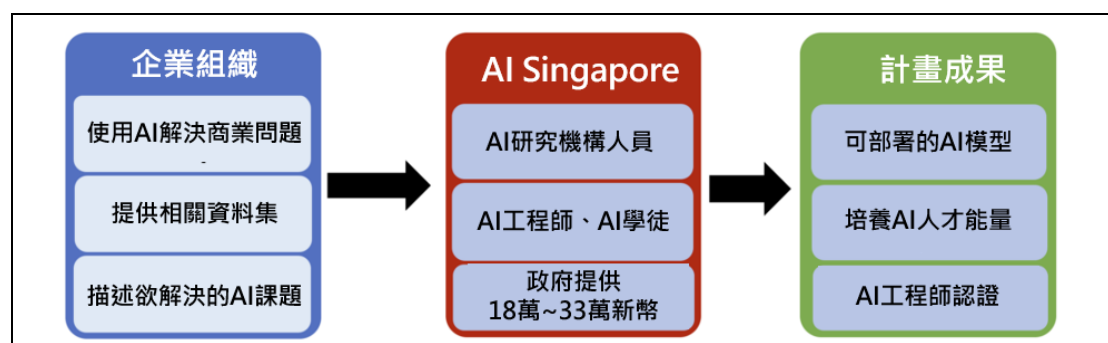
進一步分析上述 AI Singapore 之 6 項關鍵支柱政策後，其中，與 AI 人才培育最為相關的政策為 AI 創新，以下將重點說明 AI 創新的政策內容，作為我國 AI 人才培育之參考。

AI 創新政策共包含 2 大重點項目，一個是 100 個實驗（100 Experiments），另一個是 AI 學徒計畫（AI Apprenticeship Programme, AIAP），兩者相輔相成，共同目標皆為培育在地 AI 人才。

100 個實驗是 AI Singapore 的旗艦計畫，旨在解決產業的 AI 課題並幫助企業建立 AI 團隊。於不存在現成商業化 AI 解決方案的情況下，企業組織可提出 AI 課題陳述，例如：希望使用 AI 解決商業上所面臨的課題，同時必須準備可提供給解題團隊使用的資料集。

出題階段完成後，再交由解題團隊進行解題。解題團隊來自新加坡自治大學（Autonomous University, AU）、新加坡科技研究局（The Agency for Science, Technology and Research, A\*STAR）和其他新加坡政府資助的首席研究員，預計將於 7 至 18 個月內完成解題任務。

100 個實驗之計畫成果包含出題企業實現可部署在實際商業場域的 AI 模型，以及解題團隊完成 AI 人才培育之完整訓練過程，從問題解析到實戰操作，養成可獨立解決 AI 課題的重要人才能量。

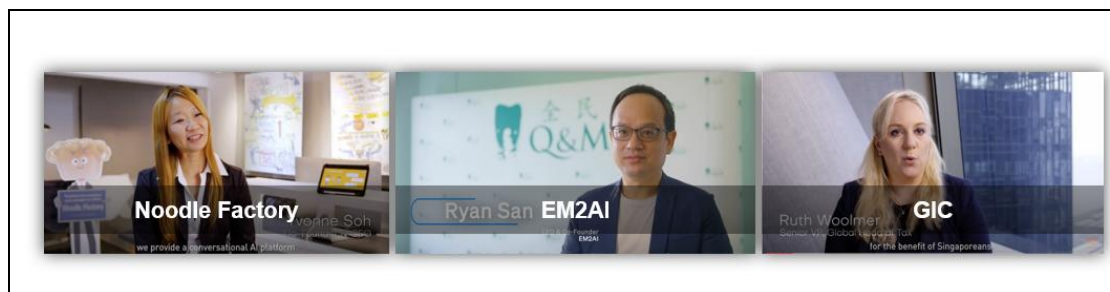


資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 20 AI 創新-100 個實驗政策機制

截至 2020 年，AI Singapore 輔導的 100 個實驗項目數量已從 100 個增加至 200 個，目前仍持續進行出解題機制。AI Singapore 將具有特色的出解題案例公佈於官方網站，以下將選取 3 個案例說明之：

1. Noodle Factory 是新加坡的智慧學習 SaaS 新創公司，希望透過 100 個實驗探索如何提高問答機器人的準確性。在解題團隊的幫助下，建立商用 AI 聊天機器人，其建構方式是上傳 Noodle Factory 既有的課程培訓文件，並根據上傳的文件內容預測用戶可能詢問的問題，藉此優化問答機器人的服務品質。
2. 隸屬於新加坡全民牙醫集團（Q&M Dental Group）旗下的 EM2AI 醫療科技新創，在出解題機制下，成功開發自動繪製牙科圖表的 AI 模型，能幫助牙醫分析 X 光檢測疾病並為患者推薦治療方式。EM2AI 是第一個雇用解題團隊的企業，實現 AI 創新計畫的目標，透過出解題機制養成實戰 AI 人才。
3. 新加坡政府投資公司（The Government of Singapore Investment Corporation Pte Ltd, GIC）透過出解題機制建立稅務分類引擎，運用 AI 文件標籤演算法解析並識別特定稅務主題以及涵蓋的地理區域。解題團隊的貢獻讓 GIC 稅務專家能聚焦在更有價值的工作上，如：分析稅務變化影響並提供專家建議。

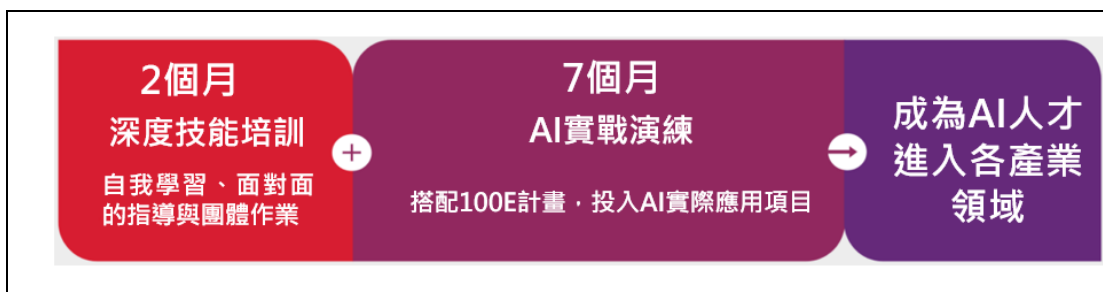


資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 21 100 個實驗出題企業

AI 學徒計畫 (AI Apprenticeship Programme, AIAP) 是 AI 創新政策中僅次於 100 個實驗的重要項目，與 100 個實驗之間具有關聯性，兩者可互相搭配，創造人才培育的乘數效果。

AI 學徒計畫旨在滿足新加坡對 AI 人才的需求，參與此計畫的人員可接受為期 2 個月的深度技能培訓，接著投入為期 7 個月的 AI 實際應用項目。AIAP 被公認為新加坡乃至全球最為領先的 AI 人才培育計畫之一，許多組織和國家採取類似作法，並試圖複製新加坡的 100 個實驗與 AIAP 模式。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 22 AI 學徒計畫

AI 學徒計畫在申請資格方面，必須是新加坡公民、畢業於公認的大學或理工學院，且符合 TeSA CLT 計畫補助資格。TechSkills Accelerator (TeSA) 是新加坡 SkillsFuture 計畫的一項舉措，旨在為新加坡的數位經濟培育 ICT 人才。The Company-Led Training Programme (CLT) 是 TeSA 的一項分支計畫，旨在透過在職培訓，協助高等教育畢業生和在職人員獲得產業數位轉型所需的工作技能。其中，CLT 計畫的申請條件為新加坡公民或新加坡永久居民、能夠承諾完成完整的培訓計畫、能夠滿足企業的招聘要求。

AI 學徒計畫的申請資格還包含基本 10 項程式能力要求，如：

1. 具有以下程式語言之一的中等撰寫經驗：Python、R、Scala、Java、C、C++、C#、Go。
2. 了解基本的資料預處理，如：處理資料缺失、異常值等。
3. 能夠建構機器學習模型。
4. 能夠建構資料管道（Pipeline）來訓練和建立模型。
5. 能夠執行基本的程式碼文件，如：自述文件、文字檔字串等。
6. 能夠在 Docker 容器中部署模型。
7. 能夠配置和使用雲端運算基礎設施，如：Google Cloud、Microsoft Azure 或 AWS。
8. 能夠編寫 Linux shell 腳本。
9. 能夠使用至少一種以上資料庫和資料處理技術，如：SQL、NoSQL、Apache Hadoop 或 Apache Spark。
10. 能夠使用 GitHub 或 GitLab 並執行正確的程式碼寫入、輸出和儲存庫（Repository）。

AI 學徒計畫在申請流程共分為技術評估與面試兩階段：

1. 技術評估：在給定的時間內根據指定題目完成任務，假如通過技術評估，將被列入面試階段的候選名單。技術評估將測驗申請者的資料分析與機器學習建構能力，其中，資料分析將在 Jupyter notebook 中執行、機器學習則使用 Python 進行開發。
2. 面試：分為技術評估簡報與團體案例研究兩部分進行，首先有 10 分鐘可說明技術評估項目的成果，呈現方式可直接展示程式碼或準備投影片；第二部分要求與其他 1 至 2 名候選人一起進行案例研究，且該案例僅在面試當天公佈。

從申請資格與流程可發現，AI 學徒計畫在學員招募上極為嚴謹。除基本程式能力與口語表達測驗外，還特別強調該計畫希望徵求的學員個人特質，必須是積極、主動的性格。根據官方網站顯示：『AI 學徒計畫在尋找主動積極特質的人，他們不會問「告訴我怎麼做？」或「我可以去哪裡學習？」，如果你是需要花錢去學 Python 的人，那麼你很可能不是 AI 學徒計畫要尋找的人』。

9 個月扎實的培訓與實作課程，讓 AI 學徒計畫成為 AI Singapore 最受歡迎的計畫之一。由於申請者遠多於計畫徵求人數，AI 學徒計畫還提供《AI 學徒準備指南》(The AIAP Field Guide)，針對以下三種申請者給予指引：

1. 對於有抱負的申請者，本指南提供完整的 12 至 18 個月的學習途徑，幫助申請者達到 AIAP 的程式能力要求。
2. 對於有經驗的申請者，本指南提供所需的必要知識，可在申請 AIAP 前對照此處概述的內容進行自我檢查。
3. 未成功的申請者可根據指南列出的內容評估自身能力，並使用本指南加深所需知識，然後再次提出申請。

《AI 學徒準備指南》共設計 5 大 AI 自學主題，從 AI 基礎知識 (Python、軟體工程、資料結構和演算法、資料庫和 SQL、運算思維、雲端運算)、機器學習 (StatQuest 機器學習圖解指南、Google 機器學習速成課程、機器學習數學、資料科學手冊、統計學)、深度學習 (Google Cloud 機器學習和 AI、使用 Fast.ai 進行實用深度學習)、倫理與治理 (模型 AI 治理框架、資料科學倫理課程) 到實作練習 (練習 Kaggle 競賽)，為期 12 個月，學習者可依照自身能力適度調整課程安排，選取最有幫助的課程補強 AI 技能。

表 5 AI 學徒準備指南

	為期 12 個月之 AI 自學路線圖	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	AI 基礎知識	●	●	●	●	●	●						
2	機器學習					●	●	●	●	●			
3	深度學習								●	●	●	●	●
4	倫理與治理												●
5	實作練習					●	●	●	●	●	●	●	●

資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

成功申請 AI 學徒計畫的學員，將展開全日制課程，學員在週一至週五上午 9 點至下午 6 點於 AI Singapore 辦公室學習和工作，每個月提供 3,500 至 5,500 新幣的培訓津貼（取決於相關工作經驗和工作年數）。

學員將受訓於一系列的 AI 深度技能培訓課程，更深入接觸機器學習概念，培養 AI 工作技能，建立解決問題和處理未知事物的信心。課程為期 2 個月，共分為 3 個部分：

1. 機器學習基礎知識：進行探索性資料分析，運用機器學習模型解決 AI 機器學習問題。學員可培養資料清理能力，對機器學習模型適當地預處理資料，也能針對 AI 模型進行特徵設計，或使用降低維度技術。
2. 深度學習高階課程：使用神經網絡和深度學習技術解決問題，學員能了解神經網路的基礎知識、電腦視覺任務流程和方法，以及自然語言處理任務的建立過程。
3. 實際部署：容器化並部署 AI 模型，學員必須提交 Python 腳本並演示 Web 應用程式。藉由實際演練能確保學員具備應用程式部署的基礎知識，了解如何正確進行測試步驟，以及維護正確且清晰的檔案。

除上述三部分的 AI 培訓課程外，亦包含自主學習與為學員量身訂製的學習討論課程。結束 2 個月的深度技能培訓課程後，接著進入 7 個月的 AI 實戰演練。AI Singapore 將 100 個實驗結合 AI 學徒計畫，在出解題競賽中，加入 AI 學徒進行解決方案的研發，一方面能增加解題團隊資源，另一方面可培育新加坡 AI 人才，讓 AI 學徒累積解題經驗後，可至產業界從事 AI 相關的工作內容。

在為期 7 個月的 AI 實戰演練除能加入 100 個實驗項目外，也能參與 AI Singapore 的其他計畫，如：聯合學習平台項目，學員有機會加入 Synergos 平台工作。Synergos 是 AI Singapore 開發的聯合學習平台系統，使組織能夠訓練機器學習模型，無需相互交換資料，有助於解決與資料共享相關的隱私問題。或者如：提示工程項目（Prompt Engineering），分配到此項目的學員將具備提示工程方面的深度知識和技能，提示工程是 AI 的新興領域，專門致力於創建和完善提示，以有效利用大型語言模型的卓越功能來完成各種不同的任務。

AI 學徒計畫最終的目的是培育傑出 AI 人才，並協助人才至企業一展長才。根據 AI Singapore 統計，雇用 AI 學徒之企業已超過 50 間以上，如：星展銀行、J.P.Morgan、SAP、富士通、西門子、新加坡中央醫院等，產業領域涵蓋金融、資訊、製造、醫療，提供 AI 人才多元的職涯發展機會。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 23 雇用 AI 學徒之企業

AI Singapore 之 6 項關鍵支柱政策中，AI 創新政策與 AI 人才培育最為相關，本章節已分析最具代表性的 100 個實驗及 AI 學徒計畫。接著將選取關鍵支柱政策之 AI 技術、AI 研究、AI 治理和 AI 學習，研析 AI 人才培育相關作法，作為主計畫未來發展培訓項目之參考。

AI 技術政策以舉辦競賽為主，競賽共分為不同規模的 5 種類型，旨在運用 AI 解決各式問題，同時培育產學界的 AI 人才能量。以下將說明 5 種競賽的機制與人才培育方式：

1. 有獎挑戰賽 (Prize Challenges)：針對全球或地區課題舉辦的競賽，旨在尋找最前瞻的 AI 解決方案來改善具有重大社會經濟影響的問題。這些問題可能來自公部門或私部門，比賽期間最長為 6 個月，獲獎者將得到數萬新幣的現金獎勵，甚至數十萬新幣的創業補助金，以表彰傑出貢獻。

2023 年的比賽題目有 AI Singapore 與新加坡土地管理局合作發起的視覺定位挑戰賽，以及 AI Singapore 與新加坡金融管理局啟動第 8 屆全球金融科技黑客松，命名為「金融領域 AI 全球挑戰賽」。

2. 大型挑戰賽 (Grand Challenges)：針對新加坡和世界面臨的重要議題驅動挑戰，這些問題可以透過 AI 技術和創新有效解決。比賽期間長達 3 年，入選團隊最多可獲得 400 萬新幣的資助，作為技術開發或概念性驗證的資金。

過去曾經舉辦的題目有 AI 材料發現大型挑戰賽，AI Singapore 與新加坡國防部、國家實驗室共同發起的比賽，旨在鼓勵開發創新方法，幫助科學家有效探索材料，以找出高潛力的先進材料；其他題目包含自駕車系統穩定性、AI 母語智慧學習、AI 疾病管理與健康促進等。

3. 技術挑戰賽 (Technology Challenges)：希望透過創新的 AI 解決方案改善整體產業面臨的課題，從而在與新加坡具有戰略相關性的產業中發生革命性的進步。競賽目標是推動公部門和產業領域可採用的創新 AI 技術，以解決重要的營運課題並為新加坡創造社會經濟的正向影響。

不同於前兩項競賽是由官方制定題目，技術挑戰賽是由下而上的開放式競賽，藉此鼓勵原創性，申請人將定義題目領域、範圍、設計方法和潛在影響。比賽期間長達 5 年，參賽團隊可獲得高達 1,000 萬新幣的資金，實現其構想與解決方案。2022 年共有 3 個題目，分別是 AI 藥物安全管理平台、電子商務多模態深度學習系統、運用多光譜 AI 技術改善廢棄物回收。

4. 創意挑戰賽 (Ideation Challenges)：是一項全球型競賽，旨在應用 AI 技術發現解決緊迫社會經濟問題的創新想法。每場比賽都有一個特定主題，例如：智慧城市創意挑戰賽，或是 COVID-19 創意挑戰賽，希望激發運用 AI 技術提高 COVID-19 爆發期間和之後的個人生活品質。競賽執行期間約半年，決賽入圍者最多可獲得 2,000 新幣的獎勵。
5. 國際合作項目 (International Grant Calls)：新加坡與其他國家之間建立合作夥伴關係，為 AI 研究提供資助。合作目標是促進新加坡與海外研究團隊之間的互動，從而推動 AI 領域的重大進步，使雙方受益。

2023 年 AI Singapore 和以色列創新科學技術部發起一項總額 100 萬美元的合作計畫，以支持最多為期 18 個月的 AI 雙邊研究，在安全和欺詐預防方面提出解決方法。此外，AI Singapore 也和韓國資通訊企劃評價院合作，以 2 年為期間，提供 160 萬新幣的資金，共同研發 AI 淨零建築管理優化系統。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 24 AI 技術政策之 5 種賽制

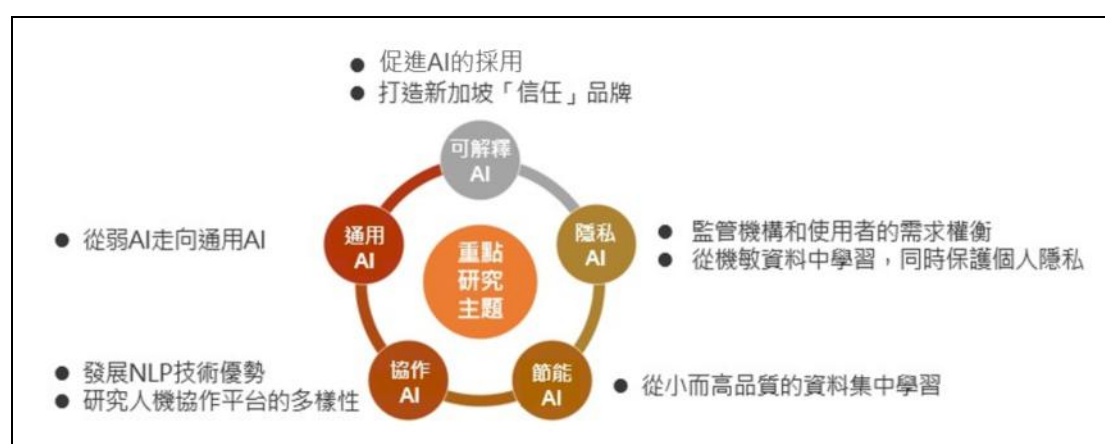
AI 研究政策主要針對高難度的 AI 研究項目提供補助，學研團隊的提案應符合計畫列舉的 4 大主題之一，此政策為每項提案提供長達 5 年的支持，對於需要大規模合作的高影響力項目，每項提案的補助最高可達 500 萬新幣。可獲得補助的研究項目包含：

1. 區分假訊息：提高區分錯誤訊息或假訊息的能力，了解其負面影響以及預防、減輕方式。相關題目包含訊息認證、偏見、基準和評估、解釋和生成，以及用戶分析。
2. 邁向通用型 AI (Artificial General Intelligence, AGI)：使人類能夠更有效執行一系列任務，並促進多任務處理。相關題目包含多模態理解/對話式自然語言處理、認知狀態追蹤/常識推理、值得信賴且可解釋的 AI、人機協作。
3. 消除數位足跡：避免在使用 AI 系統時留下數位足跡以保護個人隱私，相關題目包含不需要的足跡定義、足跡去除演算法、組織可信度評估。
4. AI 新興科學發現：以 AI 幫助和加速科學發現過程，相關題目包含用於資料稀疏科學的 AI、科學創造力的表徵學習、量子科學的 AI。

AI 研究政策除提供 4 大主題研究補助金外，亦設立博士獎學金計畫（AI Singapore PhD Fellowship Programme）。此計畫是支持頂尖 AI 研究人才在新加坡自治大學（AU）攻讀博士學位，所謂 AU 是指新加坡國立大學、南洋理工大學、新加坡管理大學、新加坡科技設計大學。

博士獎學金計畫之目標是培養本土高階 AI 人才，使其能夠進行前瞻 AI 研究，並研發最先進的 AI 演算法、模型和系統。此外，希望培育出高階 AI 人才能為新加坡的 AI 生態系和社會做出貢獻。

有意在 AU 攻讀全日制博士學位者、對 AI 研究有濃厚興趣者，都是博士獎學金計畫希望招募的人員。不限任何國籍都可申請博士獎學金計畫，但研究主題需符合可解釋 AI、隱私 AI、通用 AI、節能 AI 或協作 AI 等五大重點研究主題。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 25 博士獎學金計畫五大研究主題

成功申請博士獎學金計畫者，除可獲得其他津貼和全額學費補助外，每個月還可享有高達 6,000 新幣的津貼，支持在 AU 進行長達四年的學習。另外，同時也能參加 AI Singapore 的其他計畫項目，如：100 個實驗、挑戰賽等，強化 AI 知識與實作經驗。

AI 治理政策主要針對新興 AI 技術衍生的風險議題，提供 AI 治理研究補助計畫，旨在鼓勵 AI 風險與管理之研究，反映尚未充分探索的新穎想法，且具有明確、重大的社會影響力。

AI 治理研究主軸為「值得信賴的 AI：我們應該信任 AI 嗎？」，探索革命性技術提供的機會，同時關注道德問題和潛在危害。此計畫鼓勵研究人員促進 AI 的公平、問責、透明、道德、安全和隱私來減輕風險，治理方法包括法律、市場、網路、標準和其他工具。

獲得 AI 治理研究補助計畫的研究員，一人團隊可獲得 30 萬新幣的補助金、一人以上團隊則有 80 萬新幣的補助金，可供研究人員持續長達 3 年的研究。計畫申請條件為必須研究以下三種主題之一：

1. 生成式 AI 打擊假訊息：「謊言可以走遍半個地球，而真相卻還在穿鞋」，需要開箱即用的解決方案，對抗虛假訊息的傳播。
2. 定義 AI 治理規範：AI 客觀評估方法的開發具有挑戰性，因為評估 AI 生成內容涉及許多主觀因素，因此需開發可靠有效的評估方法。
3. ChatGPT 對教育與工作的影響：ChatGPT 出現後可輔助學生學習，或成為上班族的輔助工具，當 AI 融入日常生活時，需研究人機協作模式以因應革命性的改變。

AI 治理政策也有提供博士後獎學金，鼓勵研究人員從事 AI 治理相關的研究，成功申請者將成為隸屬於 AI Singapore 的研究員。申請資格必須具傑出才能且獲得相關研究領域的博士學位，如截至申請之日尚未獲得博士學位者，需申請人導師的書面保證（並經授予機構認可）對授予博士學位有合理的期望。

在計畫誘因方面，被任命為全職博士後研究員後，合約期為 1 年，

最長 2 年，固定薪資為 84,000 新幣，包括住宿補貼和生活費。研究員可額外獲得 3,000 新幣的研究會議津貼，以及可報銷新加坡的經濟艙往返機票，最高可達 2,000 新幣。

**博士後研究-AI治理研究領域**

✓ <b>公平</b> ：AI 偏見檢測與預防	✓ <b>可解釋</b> ：受影響的人能了解整體過程與明確的結果	✓ <b>安全與保障</b> ：確保 AI 系統的安全，避免遭受駭客攻擊或資料洩漏風險
✓ <b>問責</b> ：確保 AI 系統適當監管	✓ <b>以人為本</b> ：將 AI 擴大服務至社群利益	

資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 26 博士後研究 AI 治理主題

AI 學習政策提供免費或付費的線上 AI 學習教材，針對各年齡層的學生或專業人士，都有設計合適的 AI 教材，希望能藉此培育新加坡 AI 人才能量。

在學生教材的部分，分為 7 至 12 歲與 13 歲以上，以科普方式帶著小朋友循序漸進認識 AI，並傳達：「你還太年輕，無法學習 AI 嗎？當然不！過去幾年 AI 迅速發展，即使志向是成為一名醫生、教師或消防員，了解 AI 是什麼以及它能做什麼或不能做什麼，只會對你的工作有所幫助」之觀念，讓小朋友從小就能接觸 AI，激發各種潛能。

在專業人士教材的部分，針對有興趣了解更多 AI 知識，但不知從何開始的人，或是具有 AI 基礎到中級知識的在職工作者，AI Singapore 提供一系列專業的發展課程，可增進人員的 AI 技能。課程包含 AI 素養、資料分析與預測方法，以及 AI 全生命週期等，從淺入深協助自學者加強工作所需的 AI 能力。

在教育工作者的部分，AI Singapore 針對公立學校的老師開放教材申請機制，只要有課程教學需求，經申請後可提供免費的 AI 教材給學生使用，協助老師帶領學生為未來的 AI 發展做好準備。

在外部機構合作方面，AI Singapore 與微軟、Google 等國際大廠合作，提供生成式 AI 或大型語言模型相關的線上課程，讓新加坡人民能了解業界最新發展的 AI 技術。



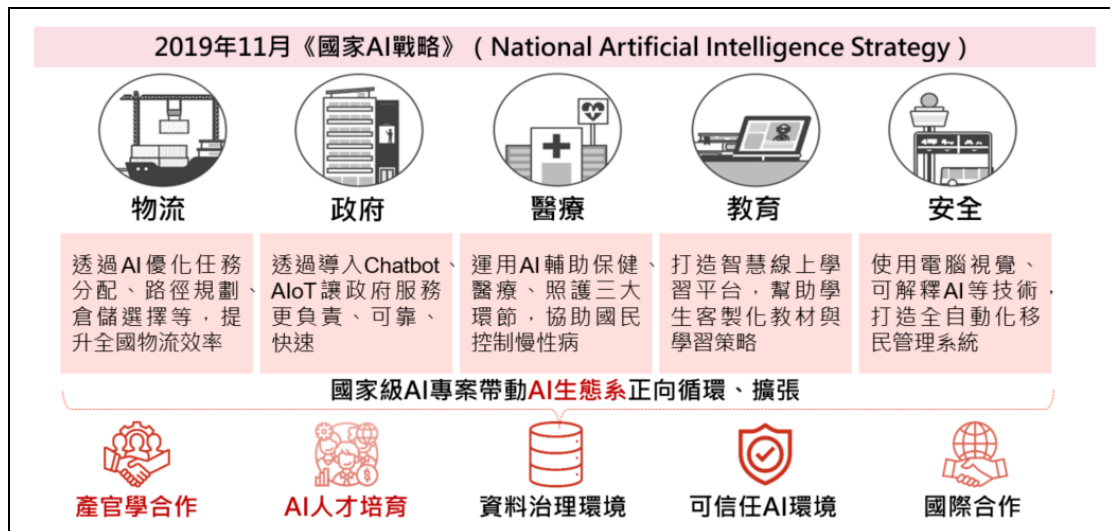
資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 27 AI 線上學習教材

## 二、 國家 AI 戰略

新加坡政府於 2019 年 11 月推出《國家 AI 戰略》，該戰略為《智慧國家 2015 計畫》（Smart Nation 2015）之延續，強調 AI 關鍵領域政策方向，至此確立新加坡 AI 政策發展的長期願景。

《國家 AI 戰略》投入 5 億新幣的資金，希望於 2030 年成為世界 AI 研發與解決方案領導者之願景，且進一步訂出產業 AI 領域主軸，以國家級的產業 AI 專案健全新加坡 AI 生態系。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 28 新加坡國家 AI 戰略

《國家 AI 戰略》聚焦於物流、政府、醫療、教育、安全五大領域，並針對此些領域推出國家級 AI 專案，以下將分別說明：

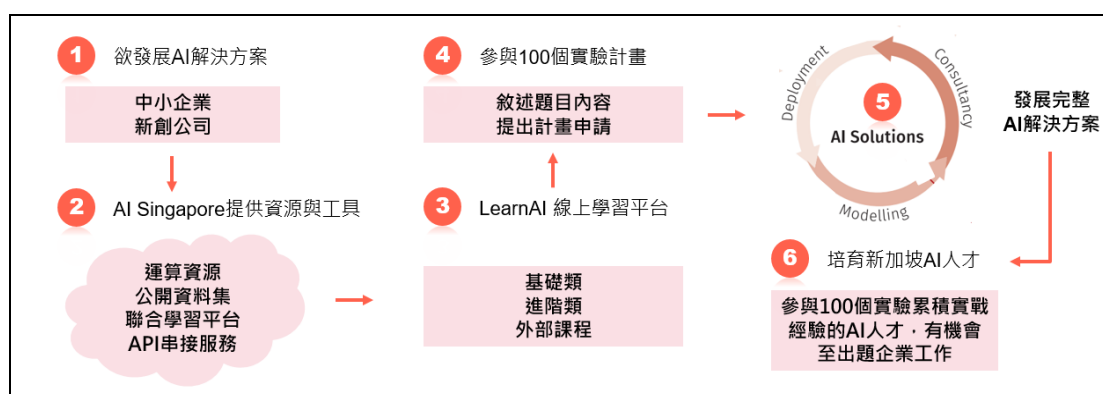
1. 物流之智慧貨運規劃 ( Intelligent Freight Planning )：解決高度人力化及各自獨立系統之問題，建立可靠的資料交換平台，以提高業者工作效率、提供更精確的運送計畫、減少交通阻塞，進而提高國內物流生態系之效率。
2. 政府之高效的市政服務 ( Seamless and Efficient Municipal Services )：透過導入 Chatbot、AIoT 讓政府服務可以更負責、可靠、快速，以此提升政府服務滿意度。
3. 醫療之慢性病預測和管理 ( Chronic Disease Prediction and Management )：利用 AI 輔助保健、醫療、照護三大環節，協助國民預防慢性病，或是提升慢性病的治療與照護量能。
4. 教育之個人化教學 ( Personalised Education through Adaptive Learning and Assessment )：新加坡在線上學習平台導入 AI 應用，以提供個人化學習、減少教師行政負擔。會先在選定的中

小學試行採用 AI 的英語課程自動評分系統，後續再拓展至數學課程。

5. 安全之邊境清關行動（Border Clearance Operations）：加速出入境流程，目標達到完全自動通關，採用 AI 蒐集並分析旅客入境卡及航空公司提供的旅客資訊，關注需嚴格審查之旅客。

《國家 AI 戰略》認為在推動上述五項國家級 AI 專案下，透過強化產官學合作、AI 人才培育、建構資料治理環境、可信任 AI 環境，以及國際合作等五大關鍵因素，能健全 AI 生態系發展，促進 AI 創新及應用。其中，產官學合作與 AI 人才培育兩大關鍵因素與本章節欲分析之人才培育較為相關，以下將分別進行說明：

1. 產官學合作（Triple Helix Partnership）：鏈結政府機構、學校與企業的 AI Singapore 計畫，建立產官學三方合作，共同推動 AI 生態系的發展。針對中小企業或新創公司，透過 AI Singapore 的輔導與資源，可快速發展完整的 AI 解決方案。

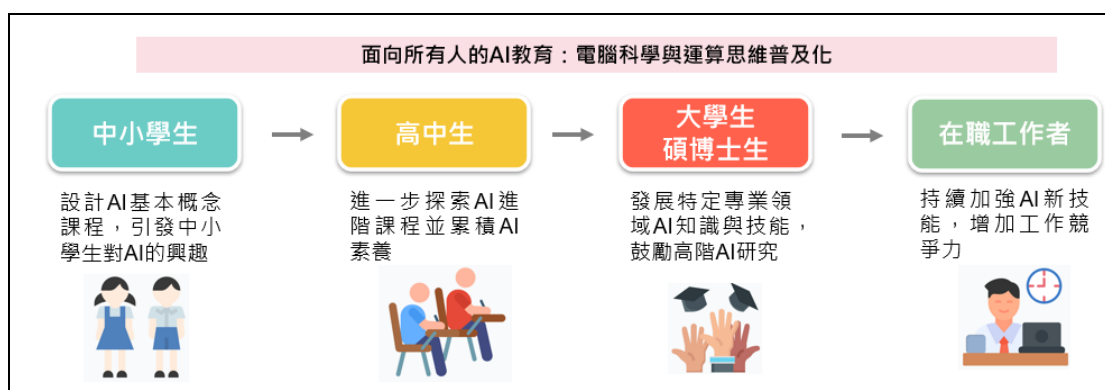


資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 29 產官學合作機制

2. AI 人才培育（AI Talent And Education）：人才既是實現新加坡 AI 願景的基礎也是關鍵課題，需培育多元 AI 人才（AI 工程師、資料科學家、商業人才）來開發和部署 AI 解決方案。AI

Singapore 自 2019 年起已培養 60 名以上 AI 工程師，預計在未來 5 年內培訓 500 名以上 AI 工程師，強化人才能量。



資料來源：新加坡政府，MIC 整理，2023 年 10 月

圖 30 AI 人才培育機制

## 第二節 小結

以下綜整第一節所提及之新加坡 AI 人才培育政策內容：

2017 年 5 月發佈的《新加坡 AI 計畫》提出完整的 AI 人才培育措施，作為旗艦計畫的 100 個實驗，以出解題機制鼓勵產業提出 AI 發展課題，讓解題團隊能實戰演練 AI 解決方案，最終目標實現 AI 的落地應用。在 100 個實驗中同時搭配 AI 學徒計畫，以為期 9 個月的扎實訓練課程，培養學員的 AI 知識與實作能力，並協助學員學成後至產業界工作，形成人才培育的正向循環。

《新加坡 AI 計畫》除經典的 100 個實驗與 AI 學徒計畫外，也分別從技術挑戰賽、研究補助、線上學習平台等項目，全方位培育國家 AI 人才。不論是學研界的 AI 論文研究、產業界的 AI 應用解決方案，或是前瞻 AI 技術帶來的風險議題，透過《新加坡 AI 計畫》都能提供相對應的政府資源，支持國家整體 AI 發展。

2019 年 11 月發佈的《國家 AI 戰略》以更高層級的角度制定國家 AI 發展策略，在 AI 人才培育的部分，除了鏈結 2017 年啟動的 AI Singapore 計畫外，再次強調從學校到社會的各階段人才培育機制，透過推廣擴及所有人的 AI 教育，培育新加坡多元 AI 人才，提升國家競爭力。

## 第五章 結論

本研究分析國際 AI 創新人才培育模式共計 3 國，從 Tortoise Global AI Index 排行中，於美洲、歐洲、亞洲選取人才指標排名第一的國家作為研究對象，分別是美國、英國與新加坡。藉由梳理各國 AI 人才培育政策的脈絡與思路，借鏡 AI 人才培育措施，希冀提供我國政府與企業未來培育 AI 人才之參考。以下總結美國、英國與新加坡之人才培育政策重點，並從政策脈絡中提出對我國政府與企業之建議：

### 一、美國 AI 人才培育政策從內部培育延伸至外部攬才

2018 年美國發佈的《美國 STEM 教育戰略》從學校教育開始推動電腦科學與 AI 課程，並重視學童運算思維的養成。2019 年至 2020 年陸續發佈的《美國 AI 倡議》、《美國 AI 研究發展策略：2019 年更新版》以及《美國 AI 倡議首年年度報告》，將 AI 人才培育措施劃分為不同年齡階段，除加強推廣 STEM 教育外，也逐步重視大專院校的 AI 研究能量，透過優先給予 AI 領域的獎學金，鼓勵碩博士生投入 AI 領域研究。此外，針對在職工作者亦推出培訓計畫，協助勞工能夠隨著科技發展同步掌握相關技能，增加就業競爭力。

綜觀美國 AI 人才培育政策脈絡，先從學校教育開始著手，推動國家 STEM 教育發展。接著關注高等教育的 AI 研究能量，以及在職工作者的技能提升。當建立一套完整的國家內部 AI 人才培育措施後，再實施外部攬才方法，雙管齊下提升 AI 人才質量。從 2021 年發佈的《國家 AI 安全委員會報告》可發現，放寬外國傑出人才工作簽證的取得、發行雙倍數量的綠卡、改革移民政策等舉措，均針對外部攬才提出積極的政策，以因應全球激烈的 AI 人才競爭，維持美國在 AI 領域的領導地位。

## 二、英國 AI 人才培育政策循序漸進定調十年發展戰略

英國從政策初期發佈的《產業策略白皮書》與《AI 產業協議》確立國家 AI 人才培育方向，以國家 STEM 教育和「政府出題、企業解題」創新計畫，培育不同階段的 AI 人才。

政策中期由英國 AI 委員會提出《AI 發展路線圖》之 16 項建議，呼籲英國政府制定國家長期的 AI 戰略，在人才培育的部分，從研究機構、在職培訓到終身學習，提倡培養各年齡層 AI 人才的重要性。

政策近期則以《國家 AI 戰略》為主軸，作為回應《AI 發展路線圖》的 16 項建議，建立英國未來十年的 AI 發展計畫，維持英國在全球 AI 強國的領先地位。

## 三、AI Singapore 奠定新加坡人才培育重要基礎

2017 年新加坡國家研究基金會推出的 AI Singapore 政策，以 AI 創新、AI 技術、AI 研究、AI 治理、AI 學習和 AI 產品作為 6 項關鍵支柱政策。其中，與 AI 人才培育較相關的是 AI 創新、AI 技術與 AI 研究。AI 創新推動之「100 個實驗」及「AI 學徒」是 AI Singapore 的旗艦計畫，成為各國積極效法的人才培育措施。AI 技術則以競賽為主，鼓勵學研團隊或企業投入比賽，共同發想 AI 解決方案，試圖改善新加坡經濟社會面臨的課題。AI 研究主要提供博士獎學金，並設立特定研究主題，希望培育高階 AI 人才能量。

2019 年新加坡政府發佈為期十年的《國家 AI 戰略》，在人才培育作法上，延續 AI Singapore 的政策舉措，進一步強化產官學合作，擴大 AI 人才培育。再者，亦推動擴及所有人的 AI 教育，從學生到在職工作者，都能擁有 AI 學習機會，培養國家各個年齡層的 AI 人才。

#### 四、美國國防部 AI 培訓制度可供我國政府與企業參考

美國《國防部 AI 教育戰略》共定義 6 種 AI 人才類型，包含領導者、技術開發人員與終端應用角色等，從技術人員到非技術人員、從管理職到非管理職，全部納入培訓對象，建立完整的內部 AI 人才培訓機制。以政府的角度，建議將 AI 列為影響國家安全的重要戰略技術，為提升國家對新興科技的保衛能力，可參考美國《國防部 AI 教育戰略》，針對國防部或其他相關政府機構，建立適合我國的 AI 人才培訓方法。以企業的角度，面對 AI 人才短缺的情況下，亦可參考美國國防部作法，設定企業內部不同職能的 AI 人員，並分別提供適合的培訓或實作課程，滿足企業對 AI 人才的需求。

#### 五、我國可參考英國人才培育作法，強化終身學習與人才多樣性發展

《AI 發展路線圖》提及英國政府應建立 AI 線上學習平台，讓英國人民有終身學習的管道，培養 AI 知識和技能，以因應未來持續變化的社會。如英國《國家 AI 戰略》關注弱勢族群的學習發展，提供 AI 和資料科學獎學金，擴大 AI 人才多樣性，此作法將可帶動未來 AI 發展與應用的多元化。

在政府方面，未來超高齡社會的來臨，建議我國政府應以長遠思維制定 AI 人才培育政策，提倡終身學習對職涯發展的重要性，並提供線上學習平台，讓人民自由、彈性地建立 AI 素養，在 AI 技術日新月異的時代下，保持個人競爭力。此外，人才多樣性也應納入 AI 人才培育政策內容，一方面鼓勵不同族群參與 AI 學習，另一方面擴大人才多樣性，有助於激發創意思維，在發展 AI 技術的過程中，多角度思考不同應用情境。

在企業方面，建議透過內部培訓機制，實踐終身學習理念，讓員

工的知識與工作技能與 AI 技術發展同步更新，特別是中高齡的族群，很多具有豐富的產業經驗，即便現階段可能不是在產業第一線衝鋒陷陣，但若能結合 AI 技能的訓練，將相關人員的產業經驗運用 AI 重新塑型與利用，對於我國產業智慧化發展會有很大助益。此外，在人才招募上，也建議將人才多樣性納入招募原則，建立來自不同背景的 AI 人才庫，有助於擴展 AI 技術的包容性。隨國際可信任 AI 規範發展趨勢，未來企業提供的 AI 產品與服務除必須透明、可問責外，也需考量適合所有族群使用 AI 的包容性，而人才多樣性能以多元視角提供 AI 產品設計觀點，幫助企業建構出符合未來國際趨勢的 AI 產品與服務。

## **六、參考新加坡「100 個實驗」及「AI 學徒計畫」，強調理論與實務結合的培育方式**

新加坡「100 個實驗」旨在解決產業 AI 課題，讓有 AI 應用需求的企業能透過該管道進行出題，搭配 AI 學徒計畫篩選具備一定程式開發能力的學員，參與為期 7 個月的實作演練，針對企業出題項目設計解決方案，並落實於實際應用場域。完成訓練後，在政府計畫輔導下，有機會至各產業領域工作，成為產業 AI 人才。

對我國政府而言，已執行類似新加坡 100 個實驗之 AI 計畫，透過「產業出題、人才解題」機制，以戰代訓培育 AI 人才。在計畫執行方面，可持續強化公部門與企業的鏈結，針對解題團隊提供與時俱進的 AI 培訓課程，協助團隊解題，並輔導團隊人才至各產業領域就業，減緩 AI 人才市場供需失衡的現況。