

114學年度科學教育專案年度期末報告綱要

計畫編號：44

計畫名稱：AI 素養導向的機器人課程發展之研究

主持人：張容君、鄭子善、詹予緻

執行單位：臺南市安定區安定國民小學

壹、計畫目的及內容

隨著人工智慧(Artificial Intelligence, AI)技術快速發展，AI已廣泛影響社會與教育體系，培養學生之AI素養遂成為基礎教育之重要議題。文獻指出，AI素養係指個體在知識型社會中應具備之基本能力，涵蓋AI知識、對AI的態度與AI使用動機等面向，包括對AI核心概念之理解、計算思維與程式設計能力，以及對AI社會影響之批判性思考(Bawden, 2008；Long & Magerko, 2020；Kim et al., 2021)。此外，「AI for K-12」所提出之五大核心理念，亦強調從基礎教育階段培養學生對AI運作與社會影響之理解(Touretzky et al., 2019)，顯示AI素養向下扎根之必要性。

在教學實踐上，機器人設計課程被視為培養AI素養之有效途徑。相關研究以「具備AI素養的學生設計者」(SAILD)課程架構，透過設計循環與探究歷程之反覆迭代，引導學生進行問題解決、實作與反思，進而整合知識、態度、使用動機之發展(Yue et al., 2025)。

基於此，本研究奠基於AI素養理論與SAILD架構，並結合十二年國民基本教育跨領域指標，發展小學階段之AI素養導向課程，並進一步分析AI素養導向課程之成效。據此，本計畫研究的目的為：1.分析AI素養導向課程對學習者AI知識的影響；2.分析AI素養導向課程在學習者對AI態度的影響；3.分析AI素養導向課程對學習者AI動機的影響。依此，本研究形成以下三個研究問題。

1. AI 素養導向機課程對學習者 AI 知識的影響為何？
2. AI 素養導向機課程在學習者對 AI 態度的影響為何？
3. AI 素養導向機課程對學習者 AI 動機的影響為何？

貳、文獻探討

一、AI素養導向的課程

(一) AI素養的意涵

素養一詞意指每個公民須具備的能力，因此AI素養被學者定義為在現今的科技時代，知識型社會的每個公民必須具備與AI相關的基本能力，才能在工作場所享有平等機會(Bawden, 2008)。Long & Magerko (2020)將AI素養分為AI知識、AI技能與AI態度三個維度；AI知識旨在讓學生具備理解AI核心概念的能力，像是，AI的定義與類型、問題解決與搜索、推理、數據與機器學習和應用；AI技能是指使學生具備計算思維和編程技能，包括使用AI工具、和計算思維與編程；AI態度是指使學生能夠全面考慮AI在社會中的各種影響，包括社會影響和與AI合作，甚至讓學生理解AI對社會的正面和負面影響，以及對使用AI技術的批判性看法(Kim et

al., 2021)。依此，美國“AI for K-12”團隊，針對現今AI的發展，決定出從幼稚園到小學階段所應具備AI五大理念(5 big ideas)做為綱領發展的指引，茲簡述這些理念如下(Touretzky et al., 2019)。

1. 電腦會利用感應器去感知世界。
2. 智能體(agents)能維持(maintain)世界的模型或表徵(representations)並用於推理。
3. 電腦可通過數據進行學習。
4. 使智能體能與人類進行自然互動，是AI開發者的一大挑戰。
5. AI應用可能會對社會產生正面和負面的影響。

(二) AI素養導向之機器人課程架構

由於機器人設計課程深具潛力，成為發展 AI 素養的助力，基於此，學者 Yue et al. (2025)發展一個名為「具備 AI 素養的學生設計者」(students as AI literate designers, [SAILD])之課程架構，藉以說明在機器人設計活動中，學生 AI 素養是如何被提升。SAILD 框架包含設計與研究的二個互動部分(圖1)。

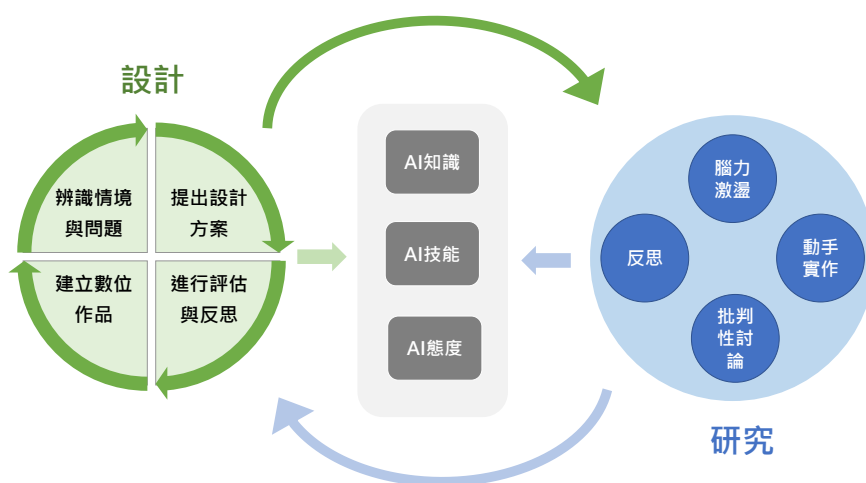


圖1:SAILD 教學架構

設計部分包括引導學生參與設計循環，涵蓋問題辨識、設計方案產出、數位作品創作與評估；而研究部分包括學生會參與腦力激盪、動手探索實作、批判性討論與反思。在此教學架構中，兩邊的活動以反覆迭代的方式交替進行，進而達到學習者 AI 素養的提升。

本研究中的機器人課程的教學便依據 SAILD 架構，藉由讓學生先受到激勵去辨識真實生活中的問題，根據所學的機器人設計知識簡介，提出初步的設計方案，嘗試解決該問題。接著，教師提供指導，幫助學生理解設計過程中遇到的困難概念。學生將藉由這些新獲得的知識更進一步完善他們的設計。然後，教師再引介更進階的知識，以利後續的設計迭代，學生便能據此調整並優化自己的方案，再對設計方案進行反思，學生也會在教師的引導下進行評估。

參、研究方法

一、研究設計

奠基於 SAILD 教學架構，本研究團隊擇取和統整 AI 素養、AI 核心主題和 AI 能力指標(Long & Magerko, 2020)，以及，十二年基本國教的和跨課程指標，進行於小學階段的 AI 素養導向的機器人課程設計與實施。在課程實施前後，透過問卷調查蒐集學習者的 AI 知識、對 AI 的態度和 AI 使用動機的資料。之後，再藉由統計的成對樣本 T 檢驗探討探究此課程對學習者造成的影響。

二、研究對象

本研究目的以探討 AI 素養導向的機器人課程對學習者的影響，藉以釐清此課程的效能。依此，選定臺灣南部某國小的五年級全體學生，共計二個班級，51 位學生作為研究對象。從2025年9月至2026年3月，這些學生須歷經二個學期，10 個課程單元的 AI 素養導向機器人課程學習，並在課程前後進行 AI 知識、對 AI 態度和 AI 使用動機的調查。

三、研究工具

針對研究問題，研究者編擬「AI素養導向課程問卷」，對接受此課程的全體五年級學生的51位受試者進行施測。問卷內容主要包含四個部分，第一部分是引言，說明問卷調查目的；第二部分是AI知識的試題；第三部分和第四部份則分別是對AI的態度與AI使用動機的題項。針對第二、三、四部分的內容說明如下。

(一)AI 知識的評量

AI知識的題項主由小學資訊老師、機電工程系學生、小學行政主管、大學教師4位研究者，依據AI能力指標，歷經三次修正後所編擬而成。表1呈現AI知識題項分為二種維度，分別用來表徵AI素養導向機器人課程裡，即將學習到的Lego和NKNU Block機器人設計系統。Lego系統共規劃5個課程單元，NKNU Block系統共規劃4個課程主題，每個課程單元均設計2個題項；此外，最末還有結合此二者的成果展，在此成果展分享的課程單元，亦分別對此二系統各設計1個題項，因此合計共有20題。

表 1: AI 知識的題項分佈

維度	課程單元	題號	題數
Lego	Unit 1-Unit 5、Unit 10	1-10、19	11
NKNU Block	Unit 6-Unit 9、Unit 10	11-18、20	9
Total	10	1-20	20

(二)對AI態度的評量

對AI的態度的量測，採用 Schepman & Rodway (2020) 的 General Attitudes Towards Artificial Intelligence Scale [GAAIS] 量表。表2呈現GAAIS量表包括兩個

正向態度和負向態度二個維度。正向態度維度包含12個題項；負向態度維度，包含8個題項且採反向計分，因此合計有20個題項；各維度的Cronbach's Alpha均超過.80，因此具備良好信度。

表3呈現對AI態度的效度。根據該表可觀察到，對AI態度量表的KMO值為.86大於.80，表示此調查問卷中的量表非常適合因素分析。Bartlett檢驗結果呈現卡方值為817， $p < .05$ ，因此巴特利特(Bartlett)球度檢測具有顯著意義，適合進行因素分析，二因素旋轉後累積方差解釋率達到41.6%。透過AMOS21.0軟體，進行的模型擬合度檢驗，呈現其在各種擬合指標的衡量標準達顯著性，表示該量表具良好的效度。

表 2: GAAIS 的題項分佈和信度

維度	題數	題號	Cronbach's Alpha
正向態度	1-2、4、5、7、11、12、13、14、 16、17、18	12	.88
負向態度	3、6、8、9、10、15、19、20	8	.83
Total	1-20	20	

表3: GAAIS的效度

KMO 取樣適切性量數(KMO measure of sampling adequacy)		.86
巴特利特球形度檢驗 (Bartlett's Test of Sphericity)	近似卡方(Approx. Chi-Square) df 顯著性(Sig.)	817 190 .00

(三) AI 使用動機的評量

AI使用動機的量測，採用Yurt & Kasarci (2024)的AI使用動機量表(QAIUM量表)；該量表包含期望(expectancy)、成就(attainment)、效用價值(utility value)、內在價值(intrinsic value)和成本(cost)共五個維度。表4呈現每個維度包含4個題項，共計20個題項；各維度的Cronbach's Alpha均超過.8，因此具備良好信度。

表 4: QAIUM 的題項分佈和信度

維度	題數	題號	Cronbach's Alpha
期望(Expectancy)	4	1-4	.88
成就(Attainment)	4	5-8	.92
效用價值(Utility Value)	4	9-12	.92
內在價值(Intrinsic Value)	4	12-16	.87
成本(Cost)	4	17-20	.94
Total	20	1-20	

表5: QAIUM的效度

KMO 取樣適切性量數(KMO measure of sampling adequacy)		.96
巴特利特球形度檢驗 (Bartlett's Test of Sphericity)	近似卡方(Approx. Chi-Square)	10291.85
	df	523
	顯著性(Sig.)	.000

表5呈現QAIUM量表的效度。該表呈現QAIUM量表的KMO值為 .96且大於.90，表示此調查問卷中的量表非常適合因素分析。Bartlett檢驗結果中卡方值為10291.85， $p < .001$ ，因此巴特利特(Bartlett)球度檢測具有顯著意義，適合進行因素分析。五因素旋轉後累積方差解釋率達到82.85%且大於50%，說明該量表具有高效度。

綜合上述，GAAIS量表和QAIUM量表具備足夠的信效度，因此適合進行本研究於對AI態度和AI使用動機的量測。

四、數據分析方法

本研究通過調查問卷收集資料，採用SPSS 23.0對調查問卷資料進行成對樣本 t 檢驗，以探究AI素養導向的機器人課程對學習者的AI知識、對AI的態度和使用動機的影響。

肆、結果與討論

依據研究計畫實施目的，本研究當前研究結果如下。

一、AI素養課程對學習者AI知識的影響

表6呈現經由成對樣本 t 檢驗的統計分析，學習者於課程實施前後AI知識差異性。根據表6的結果，Lego系列的前測： $M=2.40$ ， $SD=.90$ ，後測： $M=3.17$ ， $SD=.63$ ， $t(50)=-4.758$ ， $p < .001$ ；顯示在課程實施前後，學習者在Lego維度上達到顯著差異，而且在課程實施後，在Lego系列的知識具有顯著的提升。

NKNU Block系列的前測： $M=2.28$ ， $SD=.91$ ，後測： $M=3.01$ ， $SD=.72$ ， $t(50)=-4.362$ ， $p < .001$ ；顯示在課程實施前後，學習者在NKNU Block維度上達到顯著差異，而且在課程實施後，在NKNU Block系列的知識具有顯著性的提升。

整體AI知識的前測： $M=2.34$ ， $SD=.91$ ，後測： $M=3.09$ ， $SD=.51$ ， $t(50)=-5.448$ ， $p < .001$ ；顯示在課程實施前後，學習者在整體AI知識得分達到顯著差異，而且在課程實施後，學習者在整體AI知識具有顯著性的提升。

Table 6. Results of Paired-Samples T-Test on Students' AI Knowledge

Dimension	Pre-Test		Post-Test		t	p
	M	SD	M	SD		
Lego	2.40	.90	3.17	.63	-4.758	<.001***
NKNU Block	2.28	.91	3.01	.72	-4.362	<.001***
Total	2.34	.72	3.09	.51	-5.448	<.001***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

二、 AI素養課程對學習者AI態度的影響

表7呈現經由成對樣本 t 檢驗的統計分析，學習者於課程實施前後的對AI態度的差異性。根據表7的結果，正向態度維度的前測： $M = 2.58$ ， $SD = .80$ ，後測： $M = 3.12$ ， $SD = .68$ ， $t(50) = -4.151$ ， $p < .001$ ；顯示在課程實施前後，學習者在正向態度維度上達到顯著差異，而且在課程實施後，正向態度具有顯著的提升。

負向態度維度的前測： $M = 2.58$ ， $SD = .80$ ，後測： $M = 2.95$ ， $SD = .65$ ， $t(50) = -2.707$ ， $p < .01$ ；顯示在課程實施前後，學習者在負向態度維度上達到顯著差異，而且在課程實施後，負向態度具有顯著的提升。

整體對AI態度的前測： $M = 2.58$ ， $SD = .80$ ，後測： $M = 3.03$ ， $SD = .33$ ， $t(50) = -4.308$ ， $p < .001$ ；顯示在課程實施前後，學習者在整體對AI的態度得分達到顯著差異。

Table 7 Results of Paired-Samples T-Test on Students' Attitudes toward AI

Dimension	Pre-Test		Post-Test		t	p
	M	SD	M	SD		
Positive Attitudes	2.58	.80	3.12	.68	-4.151	.000***
Negative Attitudes	2.58	.80	2.95	.65	-2.707	.009**
Total	2.58	.80	3.03	.33	-4.308	.000***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

三、 AI素養課程對學習者AI使用動機的影響

表8呈現經由成對樣本 t 檢驗的統計分析，學習者於課程實施前後的AI使用動機的差異性。根據表8的結果，期望維度的前測： $M = 2.73$ ， $SD = .74$ ，後測： $M = 3.09$ ， $SD = .74$ ， $t(50) = -2.447$ ， $p < .05$ ；成就維度的前測： $M = 2.77$ ， $SD = .80$ ，後測： $M = 3.16$ ， $SD = .81$ ， $t(50) = -2.418$ ， $p < .05$ ；效用價值維度的前測： $M = 2.99$ ， $SD = .80$ ，後測： $M = 3.13$ ， $SD = .77$ ， $t(50) = -8.17$ ， $p = .418$ ；成本維度的前測： $M = 2.93$ ， $SD = 1.03$ ，後測： $M = 3.04$ ， $SD = .88$ ， $t(50) = -.621$ ， $p = .537$ ；內在價值維度的前測： $M = 2.64$ ， $SD = .97$ ，後測： $M = 2.96$ ， $SD = .85$ ， $t(50) = -1.744$ ， $p = .087$ 。顯示在課程實施前後，學習者在期望維度和成就維度上達到顯著差異，而且在課程實施後，此二維度的得分具有顯著的提升。

整體AI使用動機的前測： $M = 2.81$ ， $SD = .73$ ，後測： $M = 3.08$ ， $SD = .73$ ， $t(50) = -1.787$ ， $p = .080$ ；顯示在課程實施前後，學習者在整體AI使用動機的分數雖略有改善，但卻未達到顯著差異。

Table 8. Results of Paired-Samples T-Test on Students' AI Use Motives

Dimension	Pre-Test		Post-Test		t	p
	M	SD	M	SD		
期望Expectancy	2.73	.74	3.09	.74	-2.447	.018*
成就Attainment	2.77	.80	3.16	.81	-2.418	.019*
效用價值Utility Value	2.99	.88	3.13	.77	-.817	.418
成本Cost	2.93	1.03	3.04	.88	-.621	.537
內在價值Intrinsic Value	2.64	.97	2.96	.85	-1.744	.087

Total	2.81	.73	3.08	.73	-1.787	.080
-------	------	-----	------	-----	--------	------

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

伍、結論與建議

一、結論

本研究探討AI素養導向機器人課程對國小學生之影響。研究結果顯示，學習者在AI知識上達顯著提升($p < .001$)，顯示課程有效促進其對AI概念理解和對AI態度之提升；在AI使用動機方面，僅在期望與成就維度達顯著提升($p < .05$)，但整體動機未達顯著差異。整體而言，AI素養導向課程對知識和對AI態度，以及，AI使用動機的部分維度具正向影響，顯示其教學實施具有初步成效

二、建議

建議未來課程設計可強化內在價值與效用價值之學習活動，以提升整體動機表現；教學上可增加更多元與跨領域應用情境，以豐富AI素養課程可能呈現的樣貌；後續研究可擴大樣本數並採準實驗或縱貫研究設計，以提升研究結果之推論力與外部效度，並確認AI相關課程對學習者在AI知識、AI態度、AI動機的影響。

參考文獻

- Bawden, D. (2008). Origins and concepts of digital literacy. *Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices*, 30, 17–32.
- Fetzer, J. H. (1990). What is artificial intelligence? In *Artificial intelligence: Its scope and limits* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Trinter, C. P., Moon, T. R., & Brighton, C. M. (2015). Characteristics of students' mathematical promise when engaging with problem-based learning units in primary classrooms. *Journal of Advanced Academics*, 26(1), 24–58.
- Kim, S., Jang, Y., Kim, W., Choi, S., Jung, H., Kim, S., & Kim, H. (2021, May). Why and what to teach: AI curriculum for elementary school. In *proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 35, No. 17, pp. 15569-15576).
- Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-16).
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. London: Pearson.
- Schank, R. C. (1987). What is AI, anyway? *AI magazine*, 8(4), 59-59.
- Schepman, A., & Rodway, P. (2020). Initial validation of the general attitudes towards Artificial Intelligence Scale. *Computers in human behavior reports*, 1, 100014.
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Sehorn, D. (2019, July). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI?. In

Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence (Vol. 33, No. 01, pp. 9795-9799).

- Yue, M., Jong, M. S. Y., Dai, Y., & Lau, W. W. F. (2025). Students as AI literate designers: a pedagogical framework for learning and teaching AI literacy in elementary education. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-22.
- Yurt, E. & Kasarci, I. (2024). A Questionnaire of Artificial Intelligence Use Motives: A contribution to investigating the connection between AI and motivation. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(2), 308-325.