

# 從文獻計量學看 AI 在英語教學中的發展脈絡與未來方向－基於 WoS 資料庫的分析

黃裕元

國立臺北教育大學教育經營與管理學系教育政策與管理博士生

## 中文摘要

本研究基於 Web of Science (WoS) 資料庫，針對 2014~2024 年間有關人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 應用於英語教學的研究文獻進行系統性的文獻計量學分析。共檢索出 135 篇相關期刊論文，同時，本研究亦從國家/地區分布、期刊、高被引文獻、研究者與關鍵字等多元面向進行深入探究與分析。研究結果顯示，中國大陸和臺灣是該領域研究發表量最多的國家/地區，其中中國的研究人員和機構在該領域展現顯著影響力。在研究成果發表量方面，名列前三的學術機構依序為香港中文大學、國立臺灣科技大學和溫州大學，顯示這些機構在 AI 與英語教學領域中的領先地位。在主要期刊方面，研究顯示 *Frontiers in Psychology* 與 *Education and Information Technologies* 是發表相關研究成果的主要平臺，並自高被引用論文分析進一步確認這些期刊的核心地位，揭示其在引領 AI 與英語教學整合研究中的關鍵作用。

從研究內容演變分析，2014~2021 年間 AI 在英語學習研究中主要集中於基礎性軟體工程研究，如智能輔助教學工具開發和學習平臺優化，此階段研究重點放在技術可行性及基礎架構建設方面。隨著技術成熟與應用場景擴展，2020~2024 年間相關研究產出逐漸轉向實證研究和綜述型研究，關注 AI 如何有效提高英語學習效率與效果，包括個性化學習體驗、智能評估系統與 AI 技術在不同學習環境中的適用性。整體而言，研究結果顯示 AI 在英語教學應用呈現日益多元化趨勢，研究熱點隨著時間推移從技術導向轉向以應用效果為核心的實證研究。

本研究不僅揭示 AI 在英語教學領域的發展脈絡，還為未來的研究方向提供有價值的參考。本研究成果可為政策制定者和研究者提供 AI 應用於英語教學領域的最新研究趨勢，並有助於引導教育政策制定與學術研究規劃。

關鍵詞：文獻計量分析、人工智慧、英語教學

# Development Context and Future Directions of AI in EFL Teaching Through Bibliometric Analysis: Based on the Web of Science Database.

Yu Yuan Huang

National Taipei University of Education, Department of Educational Management College of Education, PhD student

## Abstract

This study systematically analyzes academic literature on applying artificial intelligence (AI) in English language teaching using bibliometric methods, utilizing data from the Web of Science (WoS) database from 2014 to 2024. 135 relevant journal articles were identified and examined across multiple dimensions, including countries/regions, prominent journals, highly cited papers, authors, and keywords. The findings indicate that Mainland China and Taiwan have the highest publication volumes in this field, with Chinese researchers and institutions demonstrating significant influence. The Chinese University of Hong Kong, National Taiwan University of Science and Technology, and Wenzhou University are the top three institutions in the publication volume, highlighting their prominent roles in AI and English language teaching. Regarding critical journals, the study identifies *Frontiers in Psychology* and *Education and Information Technologies* as primary platforms for publishing relevant research findings. The analysis of highly cited papers further underscores the importance of these journals, highlighting their essential role in advancing the incorporation of AI in English language teaching research.

Analysis of the evolution of research content reveals that, from 2014 to 2021, AI research in English learning predominantly focused on foundational software engineering topics, such as developing intelligent tutoring tools and optimizing learning platforms. During this phase, the research emphasized technical feasibility and the construction of foundational infrastructures. As AI technology matures and its application scenarios expand, research results from 2020 to 2024 will gradually shift to empirical and retrospective studies, focusing on how AI can effectively improve the efficiency and effectiveness of English learning, including personalized learning experience, intelligent assessment systems, and the applicability of AI technology in diverse learning environments. Overall, the findings indicate a growing diversification in how AI is utilized in English language education, with research hotspots shifting from a technology-oriented approach to empirical studies focused on practical outcomes.

This study not only clarifies the developmental trajectory of AI in the field of English language teaching but also offers valuable insights for future research directions. The findings provide policymakers and researchers with crucial references, highlighting the latest AI application trends in English teaching, thereby supporting the formulation of educational policies and academic research planning.

Keywords: Artificial Intelligence, Bibliometric, English Learning

## 壹、前言

### 一、研究背景

進入 21 世紀的數位時代，尤其在工業 4.0 和智慧教育的背景下，人工智慧（Artificial Intelligence, AI）技術不僅改變傳統教育模式，也為遠距教學提供支持，特別是在 COVID-19 疫情流行期間，遠距教育需求激增下更凸顯 AI 在教育中的重要性（Kassab et al., 2018）。2022 年 12 月 OpenAI 發布 ChatGPT 基於 AI 模型的工具，迅速引起全球廣泛關注。Akgun & Greenhow（2022）研究指出，ChatGPT 的獨特性在於它能以自然語言進行提問處理和產出回應，理解並適應多樣化的對話情境，可為語言學習提供即時反饋和個性化學習路徑，並得到個性化的指導與改進意見。英語教學情境中，整合 AI 工具（如 ChatGPT）與適切的教學策略，並以學生為中心設計多元化的小組遊戲活動，不僅能創造多樣化問題解決情境與多重目標的實現管道，同時亦可大幅提升學生學習參與與互動品質。（Han, 2020；Hoang et al., 2023）。此一趨勢呼應近年來臺灣英語教育所面臨的課程與教學轉型需求，臺灣長期致力於提升英語學習效果，包括在中小學階段逐步強化英語課程的深度及廣度，以及推動「雙語國家」政策目標下對英語教學與評量模式的革新。在此情境下，多元且以學習者為本位的教學策略漸成主流，而教學媒體與資源的取得與應用亦愈加便捷。

同時，隨著數位教學指引與政策的制定與推動，英語教學工作者在數位工具的使用、教材設計以及評量方式等層面均逐漸建立明確的標準與範本。例如，教育部所頒布的「智慧學習」與「數位教學指引」加速數位科技融入英語課室教學的腳步，並透過清晰的教學流程規範，使教師能夠更有效率地選用並整合 AI 技術，為學習者創造適性化、彈性且多元的學習情境（教育部，2024）。此一教學環境改變，使得結合 AI 技術的英語教學更具操作性與實用價值，為研究者與政策擬定者進一步思考與調整未來英語教育發展策略提供重要參考。

根據 IEEE 於 2023 年所進行的調查研究顯示，至 2024 年，AI 將成為影響各領域發展的關鍵技術之一，隨著技術進步，「智慧教育」已經成為熱門議題，學者和實踐者持續探索如何有效整合 AI 工具、提升教學和學習的效率與品質。「智慧教育」意指藉由有效整合先進資訊與通訊科技（Information and Communication Technologies, ICTs）與 AI 等新興技術，建立能夠以學習者為核心、具動態適應性並提供即時回饋的學習環境。

此種智慧教育模式，強調不僅是單向的技術輔助，而是建構數據分析、情境感知與個人化學習路徑，讓教師可及時了解學習者困難與需求，並適時調整教學策略（Almutairi et al., 2022；Cebrián et al., 2020）。「智慧教育」並非單指特定

的軟體或硬體工具，而是一種將 AI 技術深度融入教育生態系統的整合性概念，其目標在於更有效地提升教與學的效率與品質，同時為不同學習者提供個別化及多元化的教育體驗。

然而，AI 在教育應用也為教學場域帶來一系列新問題與挑戰，儘管 AI 提供新的教學契機，但也可能成為推動數位教學實務的障礙，這包括技術普及性、教育公平性問題及教師與學生對新技術的適應性等，有關 AI 應用於教學的研究也在不斷湧現。

## 二、研究問題與目的

本研究旨在透過文獻計量學的方法，使用 Web of Science（以下簡稱 WoS）資料庫分析 AI 應用於英語教學之研究趨勢，預測 AI 應用於英語教學相關研究的發展方向，透過探討 AI 在英語教學相關學術研究產出現況概觀，為學術界與實務界提供深入洞見和建議，並識別出影響學術領域發展的關鍵因素，本研究目的在探索以下兩點：

1. AI 應用於英語教學主題研究的分布情形。
2. AI 應用於英語教學的發展過程、重要議題及未來趨勢。

## 三、研究架構與步驟

研究將採用文獻計量學方法分析 WoS 引文資料庫中有關 AI 應用於英語教學的文獻。以下為本研究架構：



圖 1 研究架構

### （一）文獻數據蒐集

自 WoS 文獻資料庫中，以研究主題關鍵字進行檢索，本研究檢索範圍包含 WoS 資料庫收錄之核心文獻合輯（包含 AHCI--1975-present、SCI-EXPANDED--1900-present、SSCI--1956-present），檢索條件如下：

1. AI 相關詞彙：AI, Recognition Technologies, Artificial Intelligence, Chatterbots, GPT.
2. 英語教學相關詞彙：EFL, Foreign language learning, spoken English teaching, English Learning, English writing.
3. 引文資料庫：WoS Core Collection.

本研究以鍵入關鍵字條件：(TS=("AI" OR "Recognition Technologies" OR "Artificial Intelligence" OR "Chatterbots" OR "GPT") AND TS=("EFL" OR "Foreign language learning" OR "Spoken english teaching" OR "English Learning" OR "English Writing"))於 WoS 資料庫進行檢索，範圍限制在 2014~2024 年範圍內，經研究者篩選、判斷、納入後計取得待分析之引文資料集共 135 筆文獻資料（ $N=135$ ），本引文資料集包含 337 位作者、82 本期刊書籍及關鍵字計有 414 個。

本研究為確保引文資料集的嚴謹性與品質，在文獻篩選過程中採用 PRISMA（Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses）框架。PRISMA 價值在於為系統性文獻回顧研究提供一套明確、透明且可重複驗證的篩選與報告步驟（Han, 2020）。透過 PRISMA 流程，本研究能更有效率、有條理地完成關鍵字檢索、文獻納入與排除，此舉不僅提升引文資料集的完整度與信度，並可在後續研究情境中為其他研究者提供清晰且可重現的路徑，進而確保本研究結果的信實度與學術貢獻價值。

### （二）數據預處理與資料清洗

在資料集進行去除重複引文、資料清洗、遺漏值，並標準化作者姓名和機構名稱、國家/地區等數據預處理工作後，在於 CiteSpace 運行環境導入待分析之引文資料集。

### （三）文獻計量分析

分別以文獻數量、發表年度、作者數量、國家分佈、機構、期刊、關鍵字、作者與高引文獻等資料進行文獻計量分析。

(四) 資料可視化處理

使用可視化方法彙整分析圖表，分析結果將揭示主題研究的熱點、主要研究機構和學者，透過可視化數據圖表識別不同研究間的相互作用與知識流動(李杰，2016)。同時，為讓相關研究演進趨勢更清晰，本研究搭配使用 HistCite 軟體繪製高引文獻編年圖，更直觀地展示高引文獻相關研究演進脈絡。

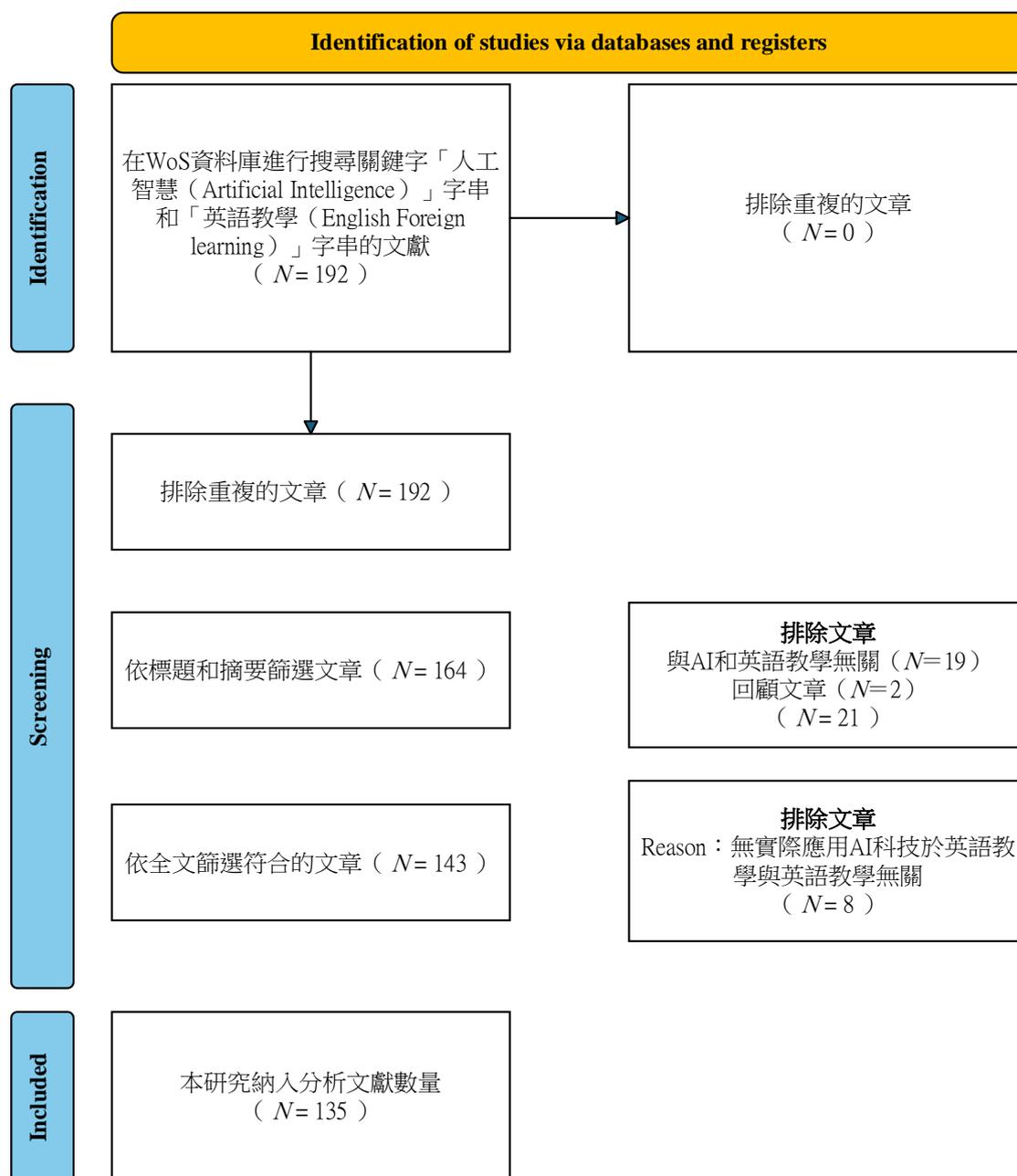


圖 2 PRISMA 引文資料集篩選

## 貳、相關研究

導入 AI 目的並非取代傳統教學或引發師生恐慌，而是應視為一種輔助工具，旨在提升教育品質和學習效率（溫博安，2023）。Miao & Shiohira（2022）研究指出，教育專家普遍認為有效的 AI 應用應該著重於培養學生對於 AI 的正確認知，已有 11 個國家將 AI 技術納入基礎教育課程規劃，這些國家的教育策略通常包括了解 AI 基本原理、學習如何與 AI 互動及如何利用 AI 解決實際問題。

Han（2020）指出，透過數據分析，AI 能依據不同學生學習進度和狀態，提供適性學習規劃和資源，已被證實可以提高教學效率和學習成果。王志軍等人（2024）的研究中觀察，雖然中小學階段已開始引入 AI 技術，但由於缺乏適當的設備、教師技術儲備及培訓不足，以及課程架構不一致，亦導致這些技術的教育應用效果經常受到限制。

### 一、AI 整合教學趨勢

在 21 世紀教育環境中，AI 素養已被廣泛認為是一項關鍵能力。AI 教學框架則著重於如何利用 AI 技術提升教育工作者的教學效能，包括數位資源管理、學習評量及改善教學策略，這一框架旨在使 AI 素養教育更易於理解和實施，並支持教育工作者、研究人員及政府機構制定合適的教育策略和計畫（Vuorikari et al., 2023）。

Ng et al.（2023）對 AI 教育框架進行修訂，旨在培養學生在 AI 相關領域的知識和技能，研究者強調，教育單位需創新教學法、課程設計及教學工具，以有效培養學生 AI 素養，這表明，教育界正在認識到 AI 技術的重要性及其在未來教育中的應用潛力。此外，如 ChatGPT 的識別引擎展示 AI 在教育中的多功能性，能夠進行文本分析、圖片文字識別及對話理解（Zhu et al., 2024）。另據 Gartner（2024）預測，直至 2026 年將有超過 80% 企業導入使用 AI 技術，或是實現 AI 功能的應用服務，使用大型多模態模型（Large Multimodal Models, LMM）和大型語言模型（Large Language Models, LLMs）的 GPT-4o，在實現如基於大模型的聲音識別、圖像識別等原生多模態輸入/輸出能力，甚至已能滿足情緒識別的進階應用。

在 Raiaan et al.（2024）的研究即提到，LLMs 在自然語言處理領域展示卓越的應用能力，涵蓋語言翻譯、文本生成、問答等多個方面，這些進步不僅增強教學工具的互動性，亦提升教育的個性化與適應性，AI 整合教學模式持續的技術創新和教育策略調整，預期可為學習者創造更多學習機會，同時為教育工作者提供更多資源和教學支持。

## 二、AI 對英語教學可能帶來的挑戰

AI 技術為英語教學應用帶來創新教學方法和全新學習工具，但同時也伴隨著一系列挑戰，尤其是在評估學生學習能力方面。隨著 AI 寫作工具普及，學生有可能使用這些工具來完成課程的寫作練習任務，這給教師帶來新的辨識挑戰：如何判斷一篇文章是否由學生獨立思考與寫作，還是僅僅是抄襲複製 AI 的生成內容？根據 Akgun & Greenhow（2022）的研究，這要求教師不僅需掌握相關技術知識，還需能夠識別出 AI 寫作的特定語言模式和風格。

在葉惠婷（2023）研究發現，AI 寫作工具能夠生成結構完整、語法正確的文章，這對於英語學習者來說是一大助力，但同時也可能掩蓋學生實際的寫作能力。如何確保學生真正掌握寫作技能，而不是僅是依賴 AI 技術輔助完成寫作教學活動，成為教育者面臨的重要問題，這需要教育者開發更多針對性的評估方法來測試學生的創造性與批判性思維能力。

雖然 AI 可以協助學生快速產出文章，但學生是否能透過這些文章達到有效的表達與溝通，這仍是值得關注的問題，教育者需教導學生如何理解並適當使用 AI 生成的內容，以及如何在 AI 輔助基礎上發展自己的語言表達能力。

## 三、文獻計量學分析

文獻計量學是一個跨學科的研究方法，專注於運用定量的方式進行分析大量的科學引文文獻，以揭示學術領域的發展趨勢和結構，此方法藉助於各種統計工具和資料可視化技術，能夠有效地評估和解釋學術文獻中的資訊（蔡明月，2004）。

文獻計量學的主要特色在於其能夠客觀量化學術出版物的影響力和相關性，透過分析如引用次數、作者合作網絡、關鍵字頻率等數據，研究者可以評估特定研究主題或學術文章影響力和學術社群的結構與關係（李杰，2016）。應用文獻計量學可以顯著提高學術研究的效率和精確性，例如，透過共引分析，研究者可追蹤某個學科領域最具影響力的文章和作者，從而迅速獲得該領域的核心文獻。關鍵字共現分析則幫助研究者了解不同研究主題間的關聯性，揭示潛在的跨學科研究方向（Jin, 2024）。

文獻計量學不僅提供一種透過量化觀察學術發展的角度，也是一種探索學術動態的工具，它使研究者能夠識別哪些研究領域正在快速發展，哪些領域可能已經朝飽和方向演進（Synnestvedt et al., 2005）。此外，文獻計量學的分析結果也常用於指導科學研究政策制定，幫助資金機構與政策制定者確定哪些研究領域應優先投入資源扶持。

## 參、結果與討論

### 一、主題研究分布情況

#### (一) 主題研究每年發表量

從主題領域的發表數量增長趨勢觀察，圖 3 中的資料從 2014 年的 2 篇論文開始，逐年增加，到 2023 年達到 44 篇。這一顯著的增長趨勢，特別是從 2021 年開始激增，表明在這幾年中，AI 在英語教學中的應用研究日益受到廣泛關注和深入探索。若從引用數據檢視，表格中的 TLCS（Total Local Citation Score）和 TGCS（Total Global Citation Score）顯示這些論文在學術界的影響力。其中，TLCS 是指特定文獻在所選取之文獻樣本（即本研究所使用的文獻集）內的被引用次數，強調該文獻在本研究樣本群中所產生的影響力，能協助研究者瞭解個別文獻在研究領域內的影響程度。相較之下，TGCS 則代表該文獻於全球範圍內的總被引用次數，藉此可衡量該文獻在更廣泛學術社群中的影響廣度與深度。透過比較 TLCS 與 TGCS，可以清楚識別文獻在特定領域脈絡及整體學術知識生態系統中的參考價值與地位。

2023 年的主題領域論文不僅數量最多，而且在引用次數顯示其重要性和影響力，TGCS 達到了 196 次。觀察論文發表量 2014 年的論文雖然只有 2 篇，但 TLCS、TGCS 相對較高，表明 2014 年的論文品質佳或具開創性研究。2015 年發表量少、引用次數為零，表明該年研究影響力較低。

2020~2022 年增長數量，顯示該領域研究正積極探索新 AI 技術和整合不同教學方法，至 2023 年主題論文數量已呈現穩定增長，表示未來研究持續聚焦 AI 教學主題，研究熱度呈現穩定發展狀態。

表 1 自 2014~2024 年主題研究每年發表量及引量

發表時間(年)	數量	TLCS	TGCS
2014	2	1	58
2015	1	0	0
2016	0	0	0
2017	3	1	3
2018	3	1	29
2019	8	4	50
2020	7	0	24
2021	17	4	105
2022	39	4	112
2023	44	12	196
2024	11	5	68

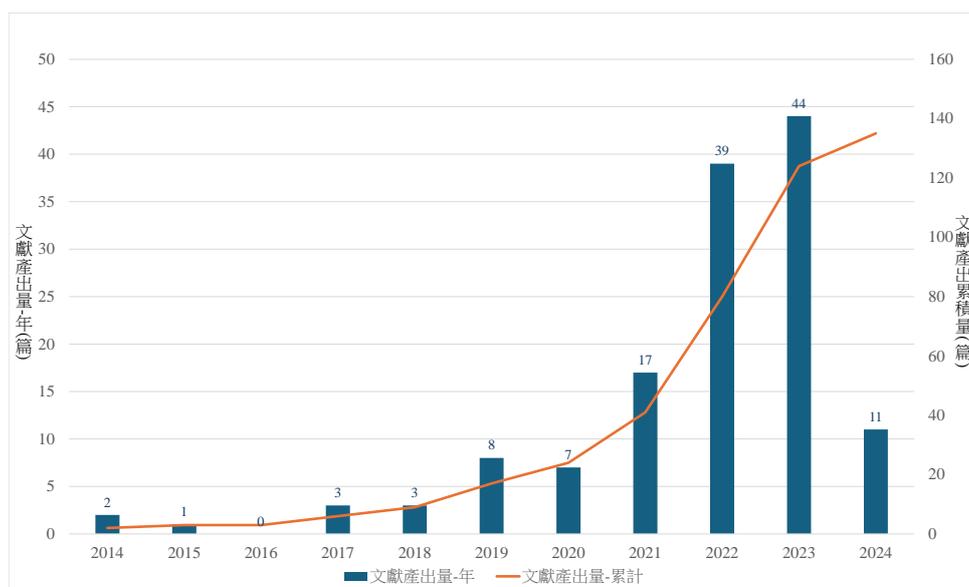


圖 3 自 2014~2024 年主題研究每年發表數量

## (二) 主題研究區域分布

從表 2 觀察主題領域主要貢獻國家/地區為中國大陸，以 80 篇論文發表量最高，顯示其在該研究領域的活躍度及對 AI 技術的高度投入；臺灣以 16 篇論文位居第二，並且在 TGCS 中表現出色，達到 194 次，顯示出其論文的高影響力。

在引用分析方面，南韓和捷克共和國雖發表論文數量不多（南韓 8 篇、捷克共和國 3 篇），但分別在引用次數表現出色，顯示這些論文可能包含有高品質或創新性的研究；觀察地理分布方面，亞洲國家在主題領域中領先，如中國大陸、臺灣、南韓和印尼等，顯示亞洲在此領域的研究相對活躍；關注未來趨勢判斷，可以持續觀察 TGCS 較高的國家/地區，未來可能會有更多聚焦主題研究的高品質論文與創新性論文，而非僅增加論文數量。亞洲國家可能繼續維持主題領域研究前沿，持續推進 AI 技術與英語教育的融合。

表 2 主題研究發表量前 10 名國家/區域

#	國家/區域	數量	TLCS	TGCS
1	Mainland China	80	14	261
2	Taiwan	16	11	194
3	South Korea	8	8	100
4	Saudi Arabia	8	2	29
5	USA	7	2	32
6	Thailand	4	0	1
7	Czech Republic	3	3	52
8	Indonesia	3	1	6
9	Slovakia	2	3	44
10	Malaysia	2	3	21

分析主要發表機構，以香港中文大學 6 篇論文發表位居首位，TGCS 為 52 顯示其論文具有一定的國際影響力；排序第二的國立臺灣科技大學發表 4 篇論文，TLCS 達到 6、TGCS 為 48，這表明相關論文在學術界具較高認可度和影響力。

從地理分布視角檢視，主題研究領域仍以亞洲機構主導為主，位於亞洲的學術機構尤其是中國大陸和臺灣的機構，在表 3 占據絕大多數位置，反映出亞洲在這一研究領域的活躍度與領先地位。再關注主題研究領域的未來發展，從 TLCS、TGCS 數據觀察，未來的研究可能會更加注重品質與國際合作，以增強研究的全球影響力。

表 3 主題研究發表量前 20 所機構

#	機構	數量	TLCS	TGCS
1	Chinese Univ Hong Kong	6	0	52
2	Natl Taiwan Univ of Science and Technology	4	6	48
3	Wenzhou Univ	4	5	23
4	Fu Jen Catholic Univ	3	5	23
5	East China Jiaotong Univ	3	1	21
6	Natl Cent Univ	3	1	15
7	Seoul Natl Univ Educ	2	5	58
8	Natl Tsing Hua Univ	2	4	104
9	Univ Trnava	2	3	44
10	Natl Taichung Univ Educ	2	1	16
11	Rensselaer Polytech Inst	2	1	8
12	Wenzhou Univ Technol	2	1	7
13	Nanyang Technol Univ	2	0	24
14	Xian Jiaotong Liverpool Univ	2	0	11
15	Educ Univ Hong Kong	2	0	7
16	Sehan Univ	2	0	6
17	Prince Sattam bin Abdulaziz Univ	2	0	5
18	Univ Madako Tolitoli	2	0	2
19	Univ Negeri Malang	2	0	2
20	East China Normal Univ	2	0	0

### (三) 主題研究發表期刊分布

主要期刊 *Frontiers in Psychology* 以 13 篇論文位居首位，雖然 TGCS 相對較低（19 次），這儘可能只表明這些論文相對較新或尚未被廣泛引用；*Education and Information Technologies* 和 *Mobile Information Systems* 兩者均有 8 篇論文，其中 *Education and Information Technologies* 的 TGCS 達 47 次，顯示其論文的影響力相對較高。

表 4 主題研究發表量前 15 種期刊

#	期刊	數量	TLCS	TGCS
1	Frontiers in Psychology	13	0	19
2	Education and Information Technologies	8	4	47
3	Mobile Information Systems	8	0	32
4	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	6	3	28
5	Mathematical Problems in Engineering	5	0	1
6	Educational Technology & Society	4	2	96
7	Journal of Educational Computing Research	4	1	14
8	Sustainability	4	0	23
9	Arab World English Journal	4	0	3
10	Interactive Learning Environments	2	7	62
11	Computer Assisted Language Learning	2	5	58
12	Journal of Language and Cultural Education	2	3	44
13	Wireless Communications and Mobile Computing	2	0	3
14	Cogent Education	2	0	2
15	Scientific Programming	2	0	1

從引用的視角分析觀察，Educational Technology & Society 雖只有 4 篇論文，但 TGCS 高達 96，表明其論文品質和影響力非常高；Interactive Learning Environments 和 Computer Assisted Language Learning 這兩份期刊 TGCS 表現出色，分別為 62 次與 58 次，這顯示其論文在學術界的重要性和認可度。自表 4 內容可初探主題領域相關研究未來趨勢，隨著 AI 技術發展和教育現場需求變化，未來在 AI 應用於英語教學的研究可能會進一步擴展到更多專業領域和跨學科的期刊。

## 二、主題研究關鍵字分析

### (一)高頻關鍵字分析

高頻關鍵字分析，可為本研究領域的脈絡與研究焦點提供有價值的洞見。首先，最高頻出現的關鍵字如「Based」、「Intelligence」、「Artificial」及「EFL」顯示研究核心圍繞在 AI 概念及其在英語教學應用，特別是英語為外語教學情境中的應用。該結果指出學者不僅聚焦於 AI 技術開發與應用（如「System」、「Model」、「Network」），同時探討這些技術如何融入具體教學領域與策略（如「Teaching」、「Writing」、「Speaking」、「Learners」），反映出研究從技術層面跨越至教學實務應用的多元面向。

此外，觀察 TLCS 與 TGCS 數值有助於進一步檢視各關鍵字在研究社群中的影響軌跡與程度。「EFL」、「Application」與「Foreign」在 TLCS 及 TGCS 中

表現相對突出，表示這些議題在所選研究文獻群中具有較高的內部引用影響力，同時也在更寬廣的國際研究場域中受到關注。此一現象顯示英語作為外語教學（EFL）之場域及相關應用策略發展，已成為研究者的探究重點。另一方面，「ChatGPT」作為新興 AI 技術工具關鍵字，亦顯示研究者已開始留意並探討對話生成式 AI 工具在英語教學中的新興應用，標誌未來研究可能進一步聚焦於智慧化學習環境與人機互動模式的實務應用成效。整體而言，表 5 中高頻關鍵字分布凸顯研究主題從技術導向至應用實證導向的演進脈絡，並提供可協助研究者掌握未來研究方向的關鍵資訊。

表 5 主題研究前 17 組高頻關鍵字

#	關鍵字	數量	TLCS	TGCS
1	Based	42	6	145
2	Intelligence	40	9	119
3	Artificial	39	9	113
4	EFL	32	11	186
5	Teaching	31	4	81
6	Writing	19	6	80
7	System	18	2	113
8	Technology	16	1	51
9	Students	15	2	54
10	Application	14	7	76
11	Using	14	0	61
12	Model	13	5	63
13	Network	12	2	36
14	Learners	11	6	111
15	Foreign	10	7	82
16	ChatGPT	10	2	57
17	Speaking	10	1	73

## (二)關鍵字聚類分析

透過關鍵字聚類圖（圖 4）可為研究人員提供一個識別和評估研究動態和學術貢獻的視覺化工具（Han, 2020），本研究以引文資料集產出關鍵字聚類圖，其聚類平均輪廓值  $S=0.9596$ ，表明圖中的聚類網路呈現具統計意義。

從研究主題分群觀察，不同顏色集群代表不同的研究主題，每一個群組的節點大小代表該研究在該主題領域內的影響力或被引頻率。再自關鍵主題與趨勢視角檢視，#4 english learning achievement & motivation 和#18 assisted language 顯示教育技術研究的新方向，尤其是在提升學習成就和動機方面的 AI 應用；#1 task completion 和#8 ai-based chatbot 這些主題的出現，反映在語言學習中整合 AI 技術，特別是在自動化和結合互動教學任務提升學習者學習動機的創新應用。

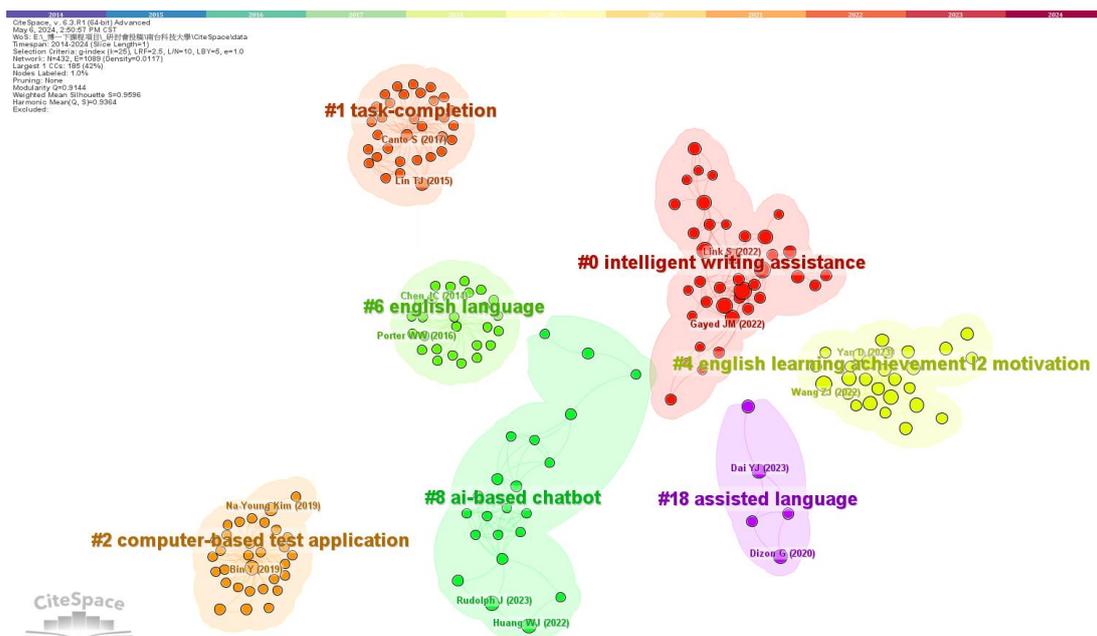


圖 4 主題研究關鍵字聚類

研究互動與影響方面，節點之間連接顯示不同研究主題的學術交流和影響，密集的連接可能表示某些研究主題在學術界具較高的互動性和跨學科吸引力。可以從圖看出研究主題的未來研究方向，新出現的主題和那些連接較新研究的節點，如#18 assisted language 中，提示未來可能的研究趨勢，即更多關注 AI 在語言學習輔助中的適用性和有效性。

### (三) 關鍵字聚類及主題演化

根據現有的文獻，聚類平均輪廓值（Mean Silhouette，以下簡稱 S 值）是評估聚類效果的一個重要指標。S 值的大小反映聚類內部的相似度和主題的明確性，一般而言，S 值大於 0.5 表明聚類是合理的；S 值超過 0.7 則表示聚類結果具高度信服力（蔡欣倫，2020）。在本研究中，關鍵字聚類網路 S 值達 0.8819 顯見聚類網路在統計上是有意義的，從而證實其在文獻中的有效應用，根據關鍵字聚類圖和關鍵字聚類表，以下是 AI 英語教學研究的五點分析洞察。

#### 1. 關鍵技術的聚焦與融合

- (1) 聚類 0（智慧寫作輔助）：顯示智慧寫作技術與教師培訓和外語教育緊密結合，AI 驅動教學的技術正在成為外語教學的重要工具，特別是在中文 EFL 學習者中的應用。
- (2) 聚類 1（聊天機器人整合）：探討聊天機器人與人類互動的滿意度模型和生成式對話，顯示 AI 在模擬自然語言交流方面的應用日益增多。

## 2. 教育場景中的科技應用

- (1) 聚類 2（學習分析）：圍繞學習分析和聊天機器人在語言教學中的應用進行討論，突出深度學習和語言指導的結合。
- (2) 聚類 3（教師培訓與專業成長）：**Preparing teacher** 顯示研究者開始更加重視如何協助英語教師在數位化與智慧化的教學生態中進行專業成長，此主題側重於教師在新興科技應用下的課程設計、教學方法調適、評量機制改進，以及建構開發運用 AI 工具的能力。
- (3) 聚類 4（基於 AI 的聊天機器人）：反映最新的 AI 聊天機器人技術如何逐步融入教師培訓和外語教育。

## 3. 學生感知與心理問題

- (1) 聚類 5（大學生感知）：研究大學生對自動語音辨識技術的感知，這影響他們的英語口語能力和教學品質。
- (2) 聚類 6（心理狀態與網路學習）：關注中學生心理狀態和網路學習環境中的朗讀練習，反映出網路科技在輔助英語學習中的心理和教育雙重作用。

## 4. 教育測量與科技接受

- (1) 聚類 7（教學轉型與探究）：群集中最基礎的議題聚焦於「時代」（Era）與「探索」（Exploration）。此層意涵著研究者意識到 AI 技術、教育環境及學習者特質隨時代不斷演變，並積極探索新技術與教學策略的可行性與潛力。
- (2) 聚類 8（EFL 學習者的測量與技術接受）：涵蓋如何評估 EFL 學習者的技術接受度和學術寫作精確度，顯示對教育成果進行量化的分析趨勢。

## 5. 教育科技的歷史與未來趨勢

- (1) 聚類 9 與 11（歷史視角與未來發展）：涵蓋從 TOEIC 學習到新科技趨勢的多面向內容，探討教育科技如何隨時間演進以及未來可能的發展方向。

這些關鍵字共現與聚類狀態反映出 AI 科技在英語教育領域的多元應用與深入融合，同時指出科技在不斷演進中對教育實踐的重塑作用。透過這些分析，可以看到 AI 在外語教育中的實際應用和潛在發展。

CiteSpace, v. 6.3.R2 (64-bit) Advanced  
 August 28, 2024, 2:46:23 PM CST  
 WOS: C:\CiteSpace\_data\AI-EFL\_135\data  
 Timespan: 2014-2024 (Slice Length=1)  
 Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=2.5, LN=10, LBY=5, e=1.0  
 Network: N=2148, E=1750 (Density=0.00089)  
 Largest 1 CCs: 1350 (62%)  
 Nodes Labeled: 1.0%  
 Pruning: MST  
 Modularity Q=0.9394  
 Weighted Mean Silhouette S=0.8819  
 Harmonic Mean(Q, S)=0.9098  
 Excluded:

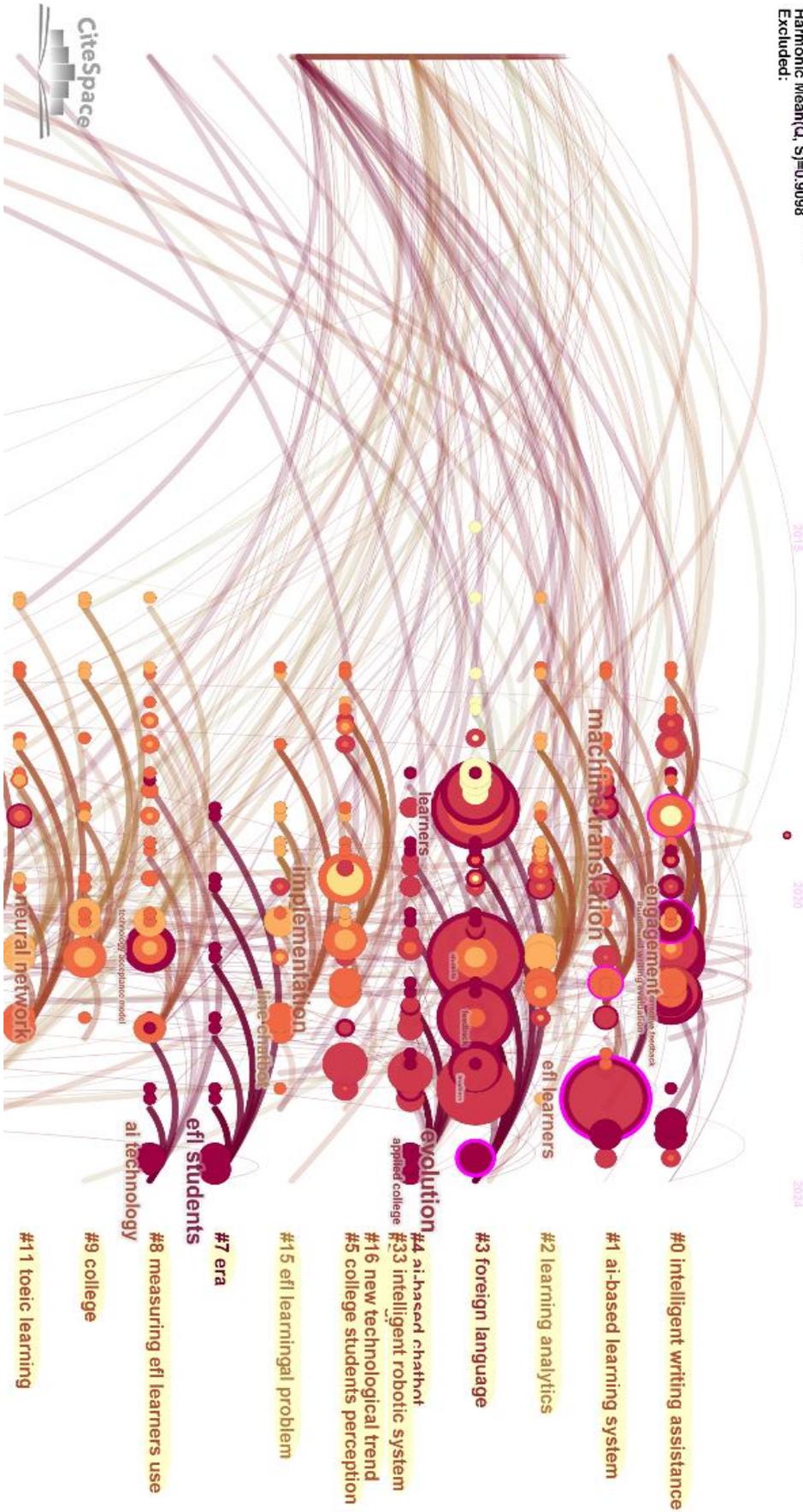


圖 5 主題變遷暨研究熱點時間線圖譜

表 6 關鍵字共現與聚類

聚類	Size	Silhouette	Year	Label (LLR)
0	104	0.974	2020	Intelligent writing assistance (13.82, 0.001); Preparing teacher (12.64, 0.001); AI-powered technologies (12.64, 0.001); Foreign language education (12.64, 0.001); Chinese EFL learner (10.31, 0.005)
1	86	0.979	2020	Integrating Chatbot (12.27, 0.001); Chatbot-human interaction satisfaction model (12.27, 0.001); Generating chatbots dialogue (6.11, 0.05); Investigating openais chatgpt potential (6.11, 0.05); apo (5.01, 0.05)
2	80	0.977	2019	Learning analytics (7.36, 0.01); Chatbot approach (7.36, 0.01); Speaking classroom (7.36, 0.01); Deep Learning (4.8, 0.05); Language instruction (3.64, 0.1)
3	80	0.968	2020	Preparing teacher (14.05, 0.001); AI-powered technologies (14.05, 0.001); Foreign language education (14.05, 0.001); Intelligent writing assistance (10.12, 0.005); Chinese EFL learner (7.56, 0.01)
4	73	0.991	2022	Preparing teacher (2.02, 0.5); AI-powered technologies (2.02, 0.5); Foreign language education (2.02, 0.5); AI-based chatbot (1.93, 0.5); EFL faculty member (1.93, 0.5)
5	65	0.984	2019	College students perception (24.34, 1.0E-4); Utilizing automatic speech recognition technology (24.34, 1.0E-4); English oral proficiency (24.34, 1.0E-4); Speaking teaching (16.11, 1.0E-4); English major (16.11, 1.0E-4)
6	57	1	2019	Psychological problem (6.58, 0.05); Middle school student (6.58, 0.05); Vocalized reading practice (6.58, 0.05); English learning (6.58, 0.05); Neural network (4.4, 0.05)
7	56	1	2021	Era (6.8, 0.01); Exploration (6.8, 0.01); Perceptions benefit (6.8, 0.01); Critical thinking (6.8, 0.01); Writing performance (5.11, 0.05)
8	52	0.986	2020	Measuring EFL learners use (18.47, 1.0E-4); ChatGPT (18.47, 1.0E-4); Informal digital learning (18.47, 1.0E-4); Technology acceptance model (18.47, 1.0E-4); Academic writing accuracy (9.13, 0.005)
9	48	1	2019	Approach (10.43, 0.005); Perspective (10.43, 0.005); Integrating production (10.43, 0.005); English Reading teaching (10.43, 0.005); College (7.67, 0.01)
11	45	0.981	2018	TOEIC learning (18.89, 1.0E-4); New era (18.89, 1.0E-4); Airline service (18.89, 1.0E-4); Student (11.32, 0.001); Chatbot (9.33, 0.005)

#### (四)高頻關鍵字與中介中心性

分別以 2014~2016 年、2017~2020 年以及 2021~2024 年三個時間段比較高頻關鍵字和其中心性，透過統計分析識別技術發展和學術焦點轉變。

##### 1. 2014~2016 年

本階段的研究集中在 English Learning 出現頻次為 7，中心性為 0.04。這段時期研究主要關注傳統英語學習方法，與 AI 技術結合尚未顯示出明顯趨勢。

## 2. 2017~2020 年

此階段數據顯示 AI 技術特別是 Artificial Intelligence 和 Deep Learning 開始被廣泛提及。儘管 Artificial Intelligence 頻次高達 45、中心性為 0，顯示其作為研究領域內廣泛討論的技術，尚未在研究中形成明確中心地位。同時，Deep Learning 頻次為 10、中心性 0.08，顯示深度學習技術在教育應用中的角色開始受關注。

## 3. 2021~2024 年

此階段研究焦點轉向 AI 具體教學活動中的應用，尤其是 Automated Writing Evaluation 方面，出現頻次為 9、中心性 0.12，反映 AI 在英語寫作教學中重視實際應用效果。此外，EFL writing 和 Corrective feedback 高頻出，代表相關主題研究對提高教學品質和學習效果議題的持續關注。

研究顯示，隨著時間推移，AI 技術從一個廣泛討論的概念，逐漸轉變為具體教學實踐中的應用工具。AI 技術融合教學正重新定義英語教學的方法與效果，特別是在提高教學自動化和個人化方面展現其巨大潛力。

表 7 主題研究高頻關鍵字與中介中心性

2014~2016			2017~2020			2021~2024		
頻次	中心性	關鍵字	頻次	中心性	關鍵字	頻次	中心性	關鍵字
7	0.04	English Learning	9	0.13	System	9	0.12	Automated Writing Evaluation
-	-	-	8	0.1	Learners	9	0.08	Students
-	-	-	10	0.08	Deep Learning	5	0.05	Classroom
-	-	-	45	0	Artificial Intelligence	5	0.03	Feedback
-	-	-	5	0	Machine Learning	10	0.02	EFL writing
-	-	-	-	-	-	6	0.02	Corrective feedback
-	-	-	-	-	-	6	0.01	English
-	-	-	-	-	-	5	0	Technology
-	-	-	-	-	-	5	0	Model
-	-	-	-	-	-	5	0	Education
-	-	-	-	-	-	7	0	EFL learners
-	-	-	-	-	-	6	0	Language learning

### 三、作者主題發表量與引用狀態

表 8 為論文發表量前 10 名作者，Hwang GJ、Liu CC、Tu YF 及 Wang YM 論文發表量均為 3 篇，且 TLCS 相當，顯示其研究具重要學術影響，顯示這些作者在主題領域中擁有堅實基礎與高度國際認可。

Jeon J 發表雖僅 2 篇，TGCS 達 58，高引用率表明其研究成果在國際上受到極高認可，反映研究的創新性和影響力。透過對這些作者的論文發表和引用情況分析，可識別領域內的主要學者和其學術地位，還可洞察哪些研究主題或方法可能正在引領學術趨勢。

表 8 主題研究發表量前 10 名作者

#	作者	Recs	TLCS	TGCS
1	Hwang GJ	3	5	24
2	Liu CC	3	5	23
3	Tu YF	3	5	23
4	Wang YM	3	5	23
5	Hwang WY	3	1	15
6	Chen Y	3	0	2
7	Jeon J	2	5	58
8	Mohamed AM	2	2	14
9	Drozdal J	2	1	8
10	Chai CS	2	0	16

### 四、高引文獻主題發展脈絡

研究使用 HistCite 文獻計量工具分析引文資料集中的高引文獻，TLCS 最高前 15 篇文獻來進行分析（Nodes=15），另針對文獻間直接引用關係鏈結限制在 3 條（Links=3），進行高影響力文獻在引用與關聯程度分析。分析設置 TLCS 範圍為 1~4，範圍設定可以幫助研究者聚焦對領域發展有重要貢獻的核心文獻，確保分析的文獻具足夠的引用深度與研究價值。

自表 9 顯示，從 2014~2024 年間高影響力文獻的引用數量呈現逐年增長的趨勢。顯示出 AI 在英語教學領域的研究逐漸受到學術界重視與廣泛引用。例如，2023 年 Liu CC 和 Jeon J 在 2024 年的研究均被多次引用，突顯近期 AI 技術在英語教學中的應用研究的重要性。Liu et al.（2023）研究者在高影響力文獻中頻繁出現，表明他們在 AI 應用於英語教學方面具卓越貢獻。這些研究者不僅探索 AI 技術如何提升學習效果，並提出許多關於適性學習和智能教學工具的應用框架。

隨著時間推移，研究重心逐漸轉向如何利用 AI 技術優化教學與學習體驗。例如，Divekar et al. (2018) 探討 AI 技術在多元化教學環境中的互動挑戰，而 Liu et al. (2023) 則深入研究 AI 在適性學習和學習評估中的應用。

在近期高影響力文獻中表明，AI 技術的應用正逐漸轉向實證研究，特別是針對不同環境下的 AI 應用效果評估。Liu et al. (2023) 研究強調在真實教學環境中實施 AI 技術的挑戰，這反映 AI 技術應用於教育領域的多樣化需求。未來的研究可能會進一步關注如何在多語種、多文化複雜背景下有效應用 AI 技術，以提升英語作為第二外語的教學品質。

表 9 2014~2024 年主題研究高引文獻作者列表

#	Title	作者	TLCS	TGCS
6	Establishment of an integrated network platform for English language teaching based on artificial intelligence	Du M, 2017	1	3
8	Interaction Challenges in AI Equipped Environments Built to Teach Foreign Languages Through Dialogue and Task-Completion	Divekar et al., 2018	1	8
14	Application of Artificial Intelligence in Autonomous English Learning Among College Students	Han, 2019	1	3
17	Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education	Pokrivcakova, 2019	3	44
29	Artificial intelligence speech recognition model for correcting spoken English teaching	Ran, et al., 2021	1	12
31	Deep learning and multimodal target recognition of complex and ambiguous words in automated English learning	Diao & Hu, 2021	1	9
32	Research on business English autonomous learning based on artificial intelligence and improved BP network	Chen et al., 2021	1	5
38	Learning Analytics for Investigating the Mind Map-Guided AI Chatbot Approach in an EFL Flipped Speaking Classroom	Lin & Mubarak, 2021	1	24
79	AI-powered learning application use and gratification: an integrative model	Chang et al., 2022	3	20
95	The impact of Google Assistant on adolescent EFL learners' willingness to communicate	Tai, & Chen., 2023	3	46
109	Chatbot-assisted dynamic assessment (CA-DA) for L2 vocabulary learning and diagnosis	Jeon, 2023	2	26
120	Incorporating a reflective thinking promoting mechanism into artificial intelligence-supported English writing environments	Liu et al., 2023	4	16
128	Exploring AI chatbot affordances in the EFL classroom: young learners' experiences and perspectives	Jeon, 2024	3	32
129	Exploring the potential of an AI-based Chatbot (ChatGPT) in enhancing English as a Foreign Language (EFL) teaching: perceptions of EFL Faculty Members	Mohamed, 2024	2	14

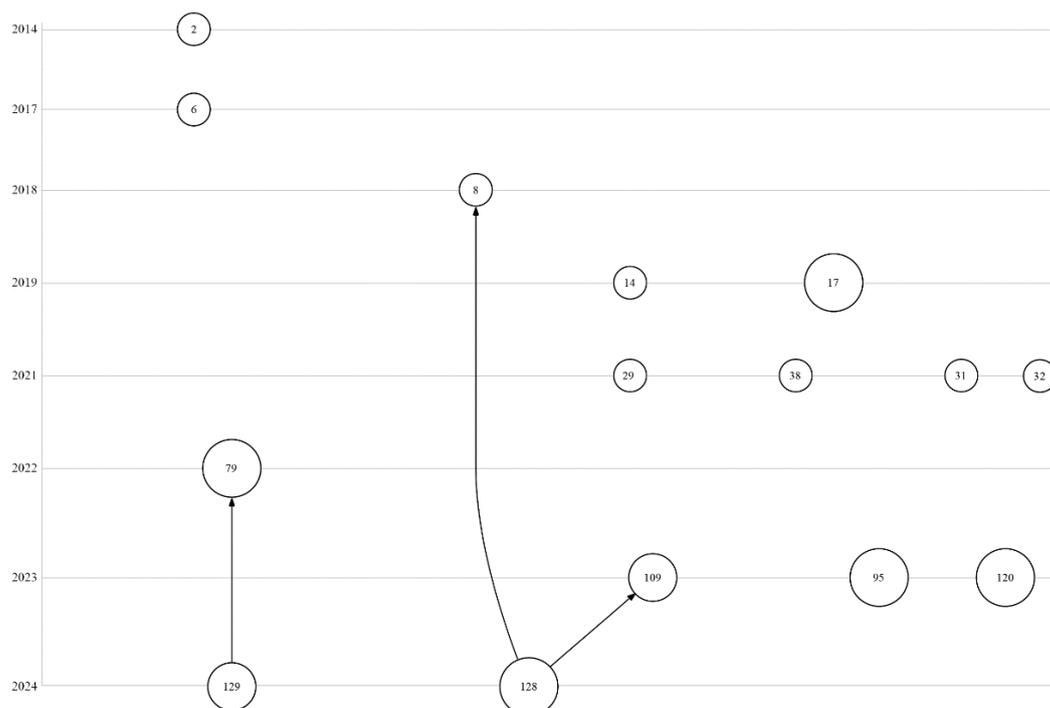


圖 6 高引文獻引文編年圖

總體來說，這些高被引用的文獻反映 AI 在英語教學主題研究的發展脈絡，從早期探索性研究逐步發展為成熟的應用導向研究。隨著技術持續進步與深入研究，AI 在英語教學中的應用不僅局限傳統課堂教學輔助，還拓展至提升學習者的適性學習體驗及改進教學評估系統的領域。這些研究結果為未來政策制定者和研究者提供了有價值的見解，幫助推動 AI 技術在教育領域的深度融合。

## 肆、結語

### 一、研究結論

根據 2014~2024 年研究主題的引文資料集分析，研究者總結出 AI 在英語教育應用研究的發展趨勢及其在地理上的分布情況。

從地理分布來看，中國大陸在 AI 應用於英語教育的研究發表數量表現突出，中國大陸和臺灣在這一領域的文献發表量分別排名全球第一和第二，這顯示這兩個地區在此研究主題領域的活躍度和研究強度。此外，香港中文大學、國立臺灣科技大學以及中國大陸的溫州大學成為發表量前三的學術機構，這進一步強調大中華地區在全球 AI 英語教育（EFL）研究中的重要地位。

在期刊發表方面，Frontiers in Psychology 和 Education and Information Technologies 兩本期刊在 AI 英語教育研究發表數量趨前，這兩本期刊高發表量反映其學術界影響力，也顯示它們在推動相關研究領域發展的核心作用。時間線

方面的研究趨勢亦值得研究者關注，2014~2021 年 AI 在英語學習的研究多集中在探索 AI 結合軟體工程的基礎性研究，這類研究通常聚焦在新技術開發與基本應用。然而，從 2020~2024 年，研究的重點逐漸轉向實證研究和綜述型研究。這種轉變反映學術界對於 AI 技術，重點關注在實際教學中探討應用成效，及對於研究成果系統整合的需求增加。

綜合以上觀察，可以看出 AI 技術在英語教育領域應用逐步成熟，且研究焦點正從技術開發轉向實際應用與教學成效評估。

## 二、研究建議

從引文資料集分析可以得知，AI 在英語教育領域的應用研究已展示多元主題的發展，未來對於 AI 應用於英語教學相關議題有興趣的研究學者，本研究提出以下研究建議，可供研究者參考：

考慮目前 AI 技術在教育應用中的基礎性研究已相對成熟，未來的研究應聚焦探討 AI 技術在實際教學過程中的應用效果和挑戰，如研究者可以進行更多 AI 教學工具在不同教學環境下的適應性研究，包括不同文化背景、學制等多元情境，評估 AI 技術的適用普遍性與教學效果。

隨著 AI 技術迅速發展，未來的研究應加強對 AI 倫理和隱私問題的探討，因為 AI 在教育應用通常涉及大量學生個人隱私數據分析，如何在提升教學效率的同時也能確保學生隱私與個人資料安全，是未來研究需重點解決的問題。此外，研究也應考慮 AI 教育應用可能帶來的社會影響，包括對教師角色改變及對學生學習方式的長遠影響。

在回應 AI 技術用於教育領域、不斷拓展多樣化應用時，未來研究應更聚焦於跨學科整合的策略探討，透過融合語言學、心理學與教育科技等領域的多元知識與方法，開發出更能全方位符合教學需求的 AI 教學模型與工具。例如，不僅可設計支援適性學習體驗的 AI 系統，亦可關注因應複雜學習評量需求的 AI 工具，以期更精準地提升教與學的成效。

最後，隨著 AI 應用技術在全球教育體系快速擴張，後續研究亦應加強重視國際合作交流。透過建立國際合作計畫與跨國研究團隊，有助於匯聚全球智慧與研究資源，共同探索 AI 在不同教育脈絡中的最佳實踐方針與應用策略，此舉不僅有助於促進全球教育資源均衡分配，更能推動國際教育創新，實現跨域、跨國共創的教育新局面。

## 參考文獻

- 王志軍、滕志強、蘇晨予（2024）。國際生成式人工智慧教育應用創新—全球人工智慧學習與教育研究聯盟之「人工智慧賦能學習者會議」綜述。*Journal of Distance Education*，(2)。
- 李杰（2016）。*CiteSpace：科技文本挖掘及可視化*。首都經濟貿易大學出版社。
- 教育部（2024）。*中小學數位教學指引 3.0 版*。教育部。
- 溫博安（2023）。國小智慧教育推動之問題與建議。*臺灣教育評論月刊*，12(10)，112-120。
- 葉惠婷（2023）。AI 生成文章對國中寫作教學可能的影響：以 ChatGPT 為例。*臺灣教育評論月刊*，12(4)，111-115。
- 蔡明月（2004）。論資訊計量學。*圖書館學與資訊科學*，30(2)。
- 蔡欣倫（2020）。運用 Cite Space 繪製與探索臺灣期刊資料庫之能源教育與素養知識圖譜。*科學與人文研究*，7(2)，268-281。
- Gartner（2024），**2024 年 Gartner 十大戰略技術趨勢詳細指南**。Gartner 洞察。取自 <https://www.gartner.com/cn/Information-technology/insights/top-technology-trends>
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440.
- Almutairi, I. L., Almutairi, F. L., & Alazemi, B. F. (2022). Higher Education and Smart Education System: The Impact of Learning Style and Environmental Characteristics in the State of Kuwait. *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, 16(13), 192-199.
- Cebrián, G., Palau, R., & Mogas, J. (2020). The smart classroom as a means to the development of ESD methodologies. *Sustainability*, 12(7), 3010.
- Chang, Y., Lee, S., Wong, S. F., & Jeong, S. P. (2022). AI-powered learning application use and gratification: an integrative model. *Information Technology &*

*People*, 35(7), 2115-2139.

- Chen, Z., Lian, Y., & Lin, Z. (2021). Research on business English autonomous learning based on artificial intelligence and improved BP network model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(4), 7159-7170.
- Diao, L., & Hu, P. (2021). Deep learning and multimodal target recognition of complex and ambiguous words in automated English learning system. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(4), 7147-7158.
- Divekar, R. R., Drozdal, J., Zhou, Y., Song, Z., Allen, D., Rouhani, R., & Su, H. (2018). Interaction challenges in AI equipped environments built to teach foreign languages through dialogue and task-completion. In *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, (597-609).
- Du, M. (2017). Establishment of an integrated network platform for English language teaching based on artificial intelligence. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(1), 2165-2169.
- Han, B. (2019). Application of Artificial Intelligence in Autonomous English Learning Among College Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(6).
- Han, D. E. (2020). The effects of voice-based AI chatbots on Korean EFL middle school students' speaking competence and affective domains. *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, 6(7), 71-80.
- Hoang, N. T., Han, D. N., & Le, D. H. (2023). Exploring Chatbot AI in improving vocational students' English pronunciation. *Asia CALL Online Journal*, 14(2), 140-155.
- IEEE (2023). The impact of technology in 2024 and beyond: an IEEE global study. Retrieved from <https://transmitter.ieee.org/impact-of-technology-2024/#story-1>
- Jeon, J. (2023). Chatbot-assisted dynamic assessment (CA-DA) for L2 vocabulary learning and diagnosis. *Computer Assisted Language Learning*, 36(7), 1338-1364.
- Jeon, J. (2024). Exploring AI chatbot affordances in the EFL classroom: Young learners' experiences and perspectives. *Computer Assisted Language Learning*, 37(1-

2), 1-26.

- Jin, D., & Jian, M. (2024). Research hotspots and development trends of model and modelling education research: Bibliometric analysis based on CiteSpace. *Heliyon*, 10(11).
- Kassab, M. & DeFranco, J. & Voas, J. (2018). *Smarter Education. IT Professional*. 20.20-24. DOI:10.1109/MITP.2018.053891333.
- Liu, C., Hou, J., Tu, Y. F., Wang, Y., & Hwang, G. J. (2023). Incorporating a reflective thinking promoting mechanism into artificial intelligence-supported English writing environments. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5614-5632.
- Liu, C. C., Liu, S. J., Hwang, G. J., Tu, Y. F., Wang, Y., & Wang, N. (2023). Engaging EFL students' critical thinking tendency and in-depth reflection in technology-based writing contexts: A peer assessment-incorporated automatic evaluation approach. *Education and Information Technologies*, 28(10), 13027-13052.
- Lin, C. J., & Mubarak, H. (2021). Learning analytics for investigating the mind map-guided AI chatbot approach in an EFL flipped speaking classroom. *Educational Technology & Society*, 24(4), 16-35.
- Miao, F., & Shiohira, K. (2022). *K-12 AI curricula. A mapping of government endorsed AI curricula*. In: UNESCO. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- Mohamed, A. M. (2024). Exploring the potential of an AI-based Chatbot (ChatGPT) in enhancing English as a Foreign Language (EFL) teaching: perceptions of EFL Faculty Members. *Education and Information Technologies*, 29(3), 3195-3217.
- Ng, D. T. K., Lee, M., Tan, R. J. Y., Hu, X., Downie, J. S., & Chu, S. K. W. (2023). A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies*, 28(7), 8445-8501.
- Pokrivcakova, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *Journal of Language and Cultural Education*, 7(3), 135-153.

- Raiaan, M. A. K., Mukta, M. S. H., Fatema, K., Fahad, N. M., Sakib, S., Mim, M. M. J., & Azam, S. (2024). A review on large Language Models: Architectures, applications, taxonomies, open issues and challenges. *IEEE Access*.
- Ran, D., Yingli, W., & Haoxin, Q. (2021). Artificial intelligence speech recognition model for correcting spoken English teaching. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 40*(2), 3513-3524.
- Synnestvedt, M. B., Chen, C., & Holmes, J. H. (2005). CiteSpace II: visualization and knowledge discovery in bibliographic databases. In *AMIA annual symposium proceedings* (Vol. 2005, p. 724). American Medical Informatics Association.
- Tai, T. Y., & Chen, H. H. J. (2023). The impact of Google Assistant on adolescent EFL learners' willingness to communicate. *Interactive Learning Environments, 31*(3), 1485-1502.
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. D. (2023). 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With new examples of knowledge, skills and attitudes. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022.
- Zhu, N., Zhang, N., Shao, Q., Cheng, K., & Wu, H. (2024). OpenAI's GPT-4o in surgical oncology: revolutionary advances in generative artificial intelligence. *European Journal of Cancer*.

