

教育研究集刊
2025年12月，71（4），頁43-79
[https://doi.org/10.6910/BER.202512_71\(4\).0002](https://doi.org/10.6910/BER.202512_71(4).0002)



臺灣青少年數位自我效能形成機制 之研究：基於PISA 2022的結構模型 與性別比較分析

蔡明學^{ID}、李姩霓^{ID}

摘要

研究目的

本研究旨在探討臺灣青少年數位自我效能的形成機制，儘管已有大量研究關注數位能力本身，但對青少年族群中「ICT自我效能」（Information and Communication Technology [ICT] self-efficacy）形成機制的理解仍顯不足。PISA 2022加入ICT素養測驗後，讓學界有機會建立具本土脈絡的理論模型，以說明學生在學校與家庭環境中透過資源與學習經驗建構數位自我效能。本研究試圖辨識影響青少年數位能力發展的關鍵因素，期能填補目前臺灣在青少年數位能力發展

蔡明學，國家教育研究院代理學術副院長（通訊作者）

ORCID：0009-0006-3242-1741

李姩霓，國立清華大學教育與學習科技學系博士生

ORCID：0009-0003-8769-709X

電子郵件：mhtsai@mail.naer.edu.tw

投稿日期：2024年11月01日；修改日期：2025年06月01日；接受日期：2025年12月11日

機制間的研究落差，並進一步提供實務改善與政策制定的理論依據。

主要理論或概念架構

本研究主要探討家庭社經背景、學校資源、數位能力使用頻率與學生ICT自我效能間之結構關係，另亦對性別背景變項在學生數位能力表現中的角色進行探討，分析兩者是否存在顯著差異、差異的方向與強度，解釋不同研究之間的觀察落差。

研究設計／方法／對象

本研究運用PISA 2022臺灣樣本資料進行分析，系統性檢視社會經濟背景（Economic, Social and Cultural Status, ESCS）、學校數位資源、數位能力使用頻率與數位自我效能之間的關係，並深入探討不同性別學生在此過程中的差異樣貌。隨著全球教育數位化加速，學生是否具備足夠的數位自我效能，已成為影響其學習成效與未來發展的重要因素。

本研究採次級資料分析，分析資料為PISA 2022。此評量對象為15歲學生。正式樣本共182所學校，5,857名學生（男生3,005人，女生2,852人）。分析方法採結構方程模式（Structural Equation Modeling, SEM）最大概似法（Maximumlikelihood, ML）進行估計，藉以驗證研究架構，分析觀察變數之間的相互關係，用來評估理論假設模型與資料的配適程度。

研究發現或結論

臺灣學生社經背景與其所處學校的數位資源透過中小學數位學習精進方案的影響，使得各校在設備與資源配置上趨於平衡，降低了傳統資源落差帶來的不平等現象，進而促進數位公平；再者，108課綱科技領域融入課程，也是促進使用頻率達成影響ICT自我效能的重要關鍵。

進一步的性別分析顯示，數位自我效能的發展歷程存在差異。男學生的自我效能較倚賴學校提供的結構性支持，而女學生則較傾向透過自主探索與實作經驗來建構科技操作的自信心。此一差異反映了資源轉化過程中的性別特徵，顯示在相同資源條件下，不同性別學生對於資源的接收與應思方式有所不同，未來教學設計應更重視性別面向的差異化需求。

整體而言，學生的數位能力差異不在學校本身，而是在家庭社經個體。本研究確認家庭社經背景促進數位能力使用頻率，進而影響數位自我效能。所以，學生若能經常透過數位工具進行學習活動，例如搜尋學習資源、參與率、上課程、使用學習平台追蹤進度等，不僅可提升實務操作能力，也有助於增強對數位工具的熟悉感與掌控力，進而養成更高的數位自信。這顯示，日常生活中的數位經驗，不只是技能養成的基礎，更是形塑學習信念的重要來源。

理論或實務創見／貢獻／建議

實務層面中，本研究結果回應經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）對於「數位公平」與「學習機會均等」的高度關注。建議學校與教育機構應積極整合家校資源，設計實作導向課程，強化學生操作經驗，同時發展具有性別敏感度教學策略，因應男女學生在學習風格與自我效能建構路徑上的不同。

在學術層面，建議後續臺灣執行PISA計畫團隊，可進一步將學生資料與校務資料連結，延伸學術與政策評估之價值。在學界部分，可進一步區分不同類型的數位使用情境，以探討其對數位自我效能之差異性影響。同時，亦可納入學習動機、科技焦慮、態度傾向等心理變項，建構更為完整的理論模型，進一步解釋在數位環境中學生能力、信念與行為之間的交互作用。

關鍵詞：PISA 2022、性別差異、社經背景、數位公平、數位自我效能、數位能力使用頻率

Bulletin of Educational Research
December, 2025, 71(4), pp.43-79
[https://doi.org/10.6910/BER.202512_71\(4\).0002](https://doi.org/10.6910/BER.202512_71(4).0002)

A Study of the Formation Mechanism of ICT Self-Efficacy Among Taiwanese Adolescents: A Structural Model and Gender Comparison Based on PISA 2022

Ming-Hsueh Tsai^{}, Yen-Ni Lee^{}

Abstract

Purpose

This study explores the formation mechanism of Information and Communication Technology (ICT) self-efficacy among Taiwanese adolescents using PISA 2022 data. It aims to build a locally grounded model to explain how school and home environments influence ICT capabilities. The findings are intended to evaluate the effectiveness of Taiwan's ICT education policies and provide a foundation for future improvements.

Ming-Hsueh Tsai, Researcher and Acting Vice Dean of Academic Affairs, National Academy for Educational Research, Corresponding Author

ORCID: 0009-0006-3242-1741

Yen-Ni Lee, Ph.D. Student, Department of Education and Learning Technology, National Tsing Hua University

ORCID: 0009-0003-8769-709X

Email: mhtsai@mail.naer.edu.tw

Manuscript received: Nov. 01, 2024; Revised: Jun. 01, 2025; Accepted: Dec. 11, 2025.

Main Theories or Conceptual Frameworks

This study investigates the structural relationships among family socioeconomic status, school resources, the frequency of ICT tool usage, and students' ICT self-efficacy. Additionally, the role of gender is examined to determine whether significant differences exist in students' ICT competence, as well as the direction and magnitude of those differences. This analysis also aims to explain discrepancies observed across different studies.

Research Design/Methods/Participants

This study employs structural equation modeling (SEM) to analyze Taiwan's PISA 2022 data, systematically examining the relationships among socioeconomic background (ESCS), school ICT resources, ICT usage frequency, and ICT self-efficacy, while also exploring gender differences. This investigation addresses the critical impact of ICT self-efficacy on student development in the digital era.

The sample comprises 5,857 students (3,005 boys and 2,852 girls) from 182 schools. Maximum likelihood (ML) estimation is utilized to validate the theoretical framework, analyze relationships among observed variables, and assess model fit.

Research Findings or Conclusions

In evaluating the effectiveness of Taiwan's digital education policies, the influence of students' socioeconomic backgrounds on their schools' digital resources has been mitigated through the implementation of the Digital Learning Enhancement Program for Primary and Secondary Schools. This initiative has helped balance the distribution of equipment and resources across schools, reducing inequalities traditionally caused by disparities in resource allocation and thereby promoting digital equity. Furthermore, the integration of the Technology Domain into the 12-Year Curriculum Guidelines (108 Curriculum) has also played a crucial role in increasing students' frequency of technology use, which in turn serves as a key factor influencing their ICT self-efficacy.

Further gender-based analysis revealed notable differences in the developmental trajectory of ICT self-efficacy. Male students tend to rely more on structured support provided by schools, whereas female students are more inclined to develop confidence in using technology through autonomous exploration and hands-on experience. This

divergence reflects gendered characteristics in the process of converting resources into ICT competence, indicating that under identical resource conditions, students of different genders may perceive, receive, and apply resources in different ways. Future instructional design should therefore pay greater attention to differentiated needs based on gender.

Overall, differences in students' digital competence no longer stem from the schools themselves, but rather from their family socioeconomic backgrounds. This study confirms that family socioeconomic status promotes the frequency of digital tool use, which in turn influences students' ICT self-efficacy. When students regularly engage in learning activities through digital tools— such as searching for learning resources, participating in online courses, or using learning platforms to track their progress— they not only enhance their practical operational skills but also develop greater familiarity and control over digital tools, ultimately cultivating higher digital confidence. This indicates that everyday digital experiences are not merely the foundation for skill development, but also an important source shaping learning beliefs.

Theoretical and Practical Contribution/Recommendations

From a practical perspective, the findings respond to the concerns raised by the OECD regarding digital equity. The results suggest that schools should actively integrate home school resources, design practice-oriented curricula to strengthen hands-on digital experiences, and develop gender-sensitive strategies to accommodate the differing self-efficacy pathways of male and female students.

From an academic perspective, future Taiwan PISA teams should link student data with administrative records to enhance the value of the dataset. Future studies should distinguish among digital-use contexts to investigate their specific effects on self-efficacy. Additionally, incorporating psychological variables, such as learning motivation and anxiety, may support a comprehensive model, advancing our understanding of the interactions among students' abilities, beliefs, and behaviors in digital environments.

Keywords: PISA 2022, gender differences, Economic, Social and Cultural Status (ESCS), digital fairness, ICT self-efficacy, digital skill usage frequency

壹、研究動機與目的

在當代數位社會中，數位能力不僅是教育學習的關鍵工具，更被視為促進社會流動與消弭貧窮的重要力量（Fox, 2011）。已有多項研究指出，具備較高數位素養的個體，不僅在就業市場中具有更強的競爭力，也更有可能提升其學習成效、社交參與、政治參與及生活品質（Beech & Roberts, 2008; Clayton & Macdonald, 2013; Hampton & Wellman, 2003; McQuaid et al., 2004; Morris, 2009; Webb, 2006）。因此，數位能力的培養已成為各國推動教育公平與社會公平的核心策略之一。而那些仍被排除在技術機會之外的人，被認為愈來愈有被社會淘汰的風險。

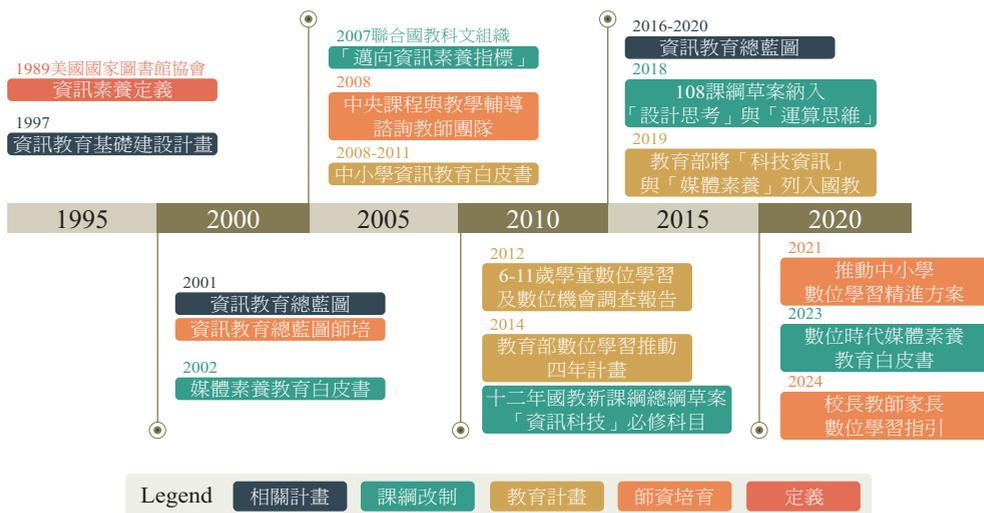
當前臺灣已形成「數位優先」的世代，同時也創造一種技術制約的環境。隨著愈來愈多的日常商業和公共服務從面對面轉移到線上，那些無法使用這些管道的人可能會進一步被排斥。所以，擁有和使用資訊通信技術（Information and Communication Technology, ICT）與不使用之間產生數位落差。

數位落差現象日益嚴峻，其內涵不僅限於技術取得的差異，更涵蓋了數位技能與使用方式的差異，以及是否能夠透過數位科技獲得實質社會資源的能力差異（DiMaggio & Powell, 2003）。社經背景與數位能力之間的關聯，已成為當代教育研究關切的重要議題。相關文獻指出，社會階層會影響個體是否具備能夠參與數位科技的知識、人際網絡與合法性，進而左右其社會參與和上流機會（Clayton & Macdonald, 2013）。

數位能力提升是縮小數位落差的重要途徑。在全球化和數位化進程中，如果青少年缺乏這些技能，將面臨更大的機會不平等。因此，推動所有青少年發展數位能力是確保教育公平與社會公平的關鍵。許多國家和國際組織（如聯合國、歐盟等）已經意識到數位素養對未來社會和經濟發展的重要性，並透過政策推動數位素養的培養。例如，歐盟推出了「數位教育行動計畫」（Digital Education Action Plan 2021-2027），強調學生和教師需具備數位素養，並將其納入教育體系。許多國家也紛紛推出相關教育政策，企圖推動數位技能，建造數位學習環境，藉以縮短數位落差，促進教育公平。

臺灣也不例外，國家發展委員會（2021）認為，數位能力的發展不僅幫助青少年在當下的學習生活中取得成功，也為他們未來的社會、職業發展奠定了基礎，尤其是在迅速變化的科技驅動社會中，它是一項不可或缺的核心素養（盧志浩，2020）。臺灣從2008年開始制定《中小學資訊教育白皮書》，到2014年十二年國民基本教育課程綱要總綱將科技領域列為必修科目，2021年推動《中小學數位精進方案》，2023年公布《媒體素養教育白皮書》，2024年教育部對於校長數位領導、教師數位教學、家長數位知能公告三本指引，這數十年來不斷地為臺灣學子的數位平權努力。其中又以中小學數位精進方案為核心，透過推動數位學習基礎設施升級、數位教材與教學資源開發、數位教學培訓，讓教育現場數位教學普及、教師數位專業成長以及提升學生數位素養。

圖1
臺灣資訊素養發展政策時間軸
資訊素養政策發展時間軸



儘管臺灣已積極推動多項數位教育政策，目前仍缺乏系統性研究探討影響臺灣學生數位效能的因素。職是之故，本研究旨在整合多層次觀點，探討臺灣不同性別青少年在不同的經濟社會文化背景下對學校數位環境與數位能力使用頻率的

認知與使用情形，並進一步分析數位學習資源與數位學習頻率是否在學生社經背景與其數位自我效能（以下簡稱ICT自我效能）之間發揮中介效果。

再者，儘管已有大量研究關注數位能力本身，但對青少年族群中「ICT自我效能」形成機制的理解仍顯不足。特別是在PISA 2022加入ICT素養測驗後，更凸顯出需建立具本土脈絡的理論模型，以說明學生在真實學校環境中如何透過資源與學習經驗建構自我效能。本研究試圖辨識影響青少年數位能力發展的關鍵因素，期能填補目前臺灣在數位教育政策效益評估與青少年數位能力發展機制之間的研究落差，並進一步提供實務改善與政策制定的理論依據。

綜上所述，本研究之研究目的的如下：

- 一、分析社經背景與學校資源之關係，藉以推論臺灣數位公平現況。
- 二、分析學校資源與數位能力使用頻率在臺灣青少年社經背景與ICT自我效能之間的中介效果。
- 三、探討不同性別臺灣青少年在ICT自我效能發展上的差異情形。
- 四、分析臺灣青少年ICT自我效能與能力發展的關鍵因素。

貳、文獻回顧

本研究先就當前重要數位教育政策進行梳理，對於學生ICT自我效能相關影響因素之學術研究成果進行文獻探討。

一、社經背景與學校資源的關係

學生的社會經濟地位（Socio-Economic Status, SES，以下簡稱社經背景）是指個體相對於他人所能取得的經濟、文化與社會資源，常以家長教育程度、職業地位、家庭收入及居家學習資源作為衡量指標（Kim et al., 2019; Sirin, 2005）。這些資源不僅是個人達成社會生活成果的基礎，更深刻影響家長的教育選擇。自Coleman（1966）發表《教育機會平等研究》（*Equality of Educational Opportunity*）以來，學界普遍關注學生並非隨機分配至學校，而是受到居住地、家長偏好與學業表現等因素影響，導致學校在學生社經背景組成上呈現結構性的差異。

這種由學生個體背景匯聚而成的「學校社經背景」(School SES)，進一步決定了學校層級的資源配置與教育品質。研究指出，學校社經背景不僅反映學生家庭條件的平均水準，更代表整體學習環境的優劣(Hanushek & Woessmann, 2017)。高社經背景學校通常具備充裕經費、優質設施、資深師資及多元課外機會，形成正向的同儕文化與教學氛圍；反之，位於社經弱勢地區的學校則常面臨經費短缺與人力匱乏的困境，限制了高品質教育的提供(Chzhen & Leesch, 2023; Hwang & Coley, 2024; Smith, 2011; Summersett-Ringgold et al., 2015)。

若從教育社會學視角剖析，Bourdieu (1973, 1986) 的社會再製理論 (social reproduction theory) 為此提供了關鍵解釋。Bourdieu主張，教育體系傾向複製既有社會階層，優勢階級家長能運用「經濟資本」選擇資源豐富的學區，或透過遷徙策略讓子女進入數位基礎建設完善的學校；同時，優勢階級家長具備的「文化資本」使其熟稔體制規則，能有效介入學校事務以爭取更佳資源。這種透過家庭資本運作所形成的「階級區隔」，使學校資源的分配往往依循家庭社經地位分布，呈現結構性不平等。

綜上所述，學校資源不應僅被視為獨立的環境變項，而應是家庭社經優勢透過社會機制轉化為學習優勢的「制度性中介」(institutional mediator)。基於此，本研究將探討在臺灣教育體制下，個人社經背景與學校資源之間的關聯，並檢驗在數位教育情境中，這種由社經背景驅動的資源分配機制是否依然存在，以及學校提供的結構性支持是否足以作為縮減數位落差的補償機制。

二、社經背景與數位能力使用頻率的關係

「數位原住民」是過去10年在教育研究領域中被廣泛使用的流行概念，通常指的是自幼生長於數位科技環境中的世代。然而，出生於數位時代並不代表這群學生具備一致的科技素養。學界對此現象的解讀，已從早期的設備有無，轉向關注實際的使用行為差異。依據Attewell (2001) 提出的「第二層次數位落差」(second-level digital divide) 理論，當電腦與網路的物理接取 (access) 逐漸普及後，新的不平等將體現在「使用頻率」與「使用目的」上。換言之，即便學生都擁有設備，他們運用科技的頻率與深度仍受到社會經濟地位等結構性因素的深刻影響。

van Dijk (2005) 的資源與占有理論 (resources and appropriation theory) 進一步解釋了社經背景如何轉化為使用頻率的機制。他指出，家庭的經濟與文化資本是個體掌握數位科技的基礎，這些資源決定了使用者能否跨越「技能」與「使用」的門檻。社經背景與數位能力使用頻率之間的關係相當複雜，涉及家長的教育程度、家庭收入等變項。這些因素不僅影響學生使用科技的頻率，亦左右其使用目的與方式。研究指出，社經背景較高的學生通常參與數位活動的頻率較高，使用情境也較多元，而來自低社經背景的兒童則經常面臨科技資源取得上的限制，導致在「使用接取」(usage access) 上處於劣勢，較缺乏培養數位技能的機會 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023)。

在特定變項上，家長教育程度被證實是影響學生網路使用模式的重要因素，這也呼應了文化資本對數位行為的形塑作用。例如，Kobul (2022) 研究發現，父母教育程度愈高，其子女使用網路進行學術性活動的時間也愈長。此外，數位落差亦體現在電腦使用機會、學習導向的使用行為，以及家長在數位引導的參與程度上。Yuen等人 (2016) 指出，高社經背景學生在學習相關的數位能力使用頻率上明顯高於低社經背景學生，顯示社經背景對數位學習參與具有決定性的影響。

至於家庭收入，雖然為社經背景的重要次級指標之一，但其與數位使用頻率的關聯性在實證研究中尚未有一致結論。不過，普遍觀點認為，隨著家庭收入提升，學生對社會所提供之教育與科技資源的取得將變得更為容易 (McLoyd, 1998)。這和Gou與Dezuanni (2018) 的研究相符，該研究指出，高收入家庭通常擁有較多的家用數位設備與網路資源。相對而言，經濟條件較差的學生因缺乏穩定的網路連線與科技設備，而減少了使用數位工具的機會與時間 (Pachler et al., 2010)。

總結而言，儘管「數位原住民」世代生長於高度科技化的環境中，但其實際的數位參與機會與能力養成，仍深受社經背景所制約。本研究認為，社經背景不僅決定學生是否具備「接觸科技」的物質條件，更透過資源轉化機制，深刻影響其是否能「頻繁且有效地運用科技」以進行學習。尤其是在COVID-19疫情之後，家庭成為關鍵的學習場域，高社經背景透過支持性的環境轉化為學生較高的數位使用頻率，進而累積精熟經驗 (mastery experience)，而這正是形成ICT自

我效能的關鍵路徑。因此，本研究選擇「數位能力使用頻率」作為核心中介變項，旨在探討社經背景如何透過此一行為層次的落差，最終影響學生的心理效能與學習成果。

三、社經背景與ICT自我效能的關係

在PISA 2022的ICT框架中，學生個人的ICT經驗對於數位自我效能的影響至關重要，涵蓋ICT使用頻率、自主學習能力、數位素養與媒體識讀，以及家長與同儕的影響等構面。若以Bandura（1986）的社會認知理論（social cognitive theory）為視角，自我效能感並非憑空產生，而是源自於個體的「精熟經驗」（enactive mastery experience）、「替代經驗」（vicarious experience）。

首先，就「精熟經驗」而言，數位能力的使用頻率扮演了關鍵角色。雖然COVID-19疫情期間學生歷經了包含情緒疲憊和數位匱乏的數位倦怠（Kachaturroff & Caboral-Stevens, 2023），但持續且有效的數位科技使用仍是建立自信的基礎。研究指出，使用數位的興趣與便利性等正向情緒能增強對數位能力的信任；反之，網路負面資訊等負面經歷則會削弱此種信任（Sawaya et al., 2022）。這呼應了Bandura（1977）的觀點，即親身成功的操作經驗是提升自我效能最強有力的來源。OECD（2023）的分析亦證實，無論在校內或校外，學生使用數位工具的頻率愈高，對工具的熟悉度與掌控感愈強，其ICT自我效能通常也愈高。特別是當學生進行自主學習（如搜索資源、使用Moodle追蹤進度）時，這些反覆的實作過程累積了精熟經驗，不僅幫助學生理解技術功能，更顯著增強其問題解決能力與數位自信（Martzoukou et al., 2020）。

其次，社經背景透過「替代經驗」與「社會支持」的差異，深刻影響學生的ICT自我效能。高社經背景學生通常擁有較佳的家庭資源與家長指導，這提供了良好的榜樣學習（modeling）機會與社會支持，使其容易在面對科技任務時維持正向信念。相對地，來自低社經背景的學生常面臨資源匱乏與指導不足的困境。Bure（2005）的研究指出，手機和網路的使用未必能幫助貧窮社區擺脫困境，反而可能僅加深次文化中的弱勢認同。Silva-Quiroz與Morales-Morgado（2022）的實證研究也顯示，低社經學生的數位能力成就普遍低於高社經學生。針對此現象，若從Bandura（1986）的社會認知理論進一步剖析，社經背景對學生的影

響不僅止於物質資源的供給，更在於「社會模仿」（social modeling）機會的有無。高社經背景家庭能提供學生豐富的替代經驗，即學生能透過觀察父母或手足的數位操作行為，建立起「我也可以做到」的信念。相對地，低社經學生因缺乏家庭中的數位榜樣引導，在面對新興科技任務時，容易因缺乏參照對象而產生高度的不確定感。這種缺乏支持的情境易誘發「科技焦慮」（technology anxiety），即對使用數位工具產生恐懼或排斥的負面情緒。心理學研究指出，焦慮會占用個體的認知資源，導致「逃避行為」（avoidance behavior）；學生因害怕犯錯而減少接觸科技，進而喪失練習機會，最終陷入「缺乏經驗導致低效能，低效能引發高焦慮」的惡性循環。這種心理機制解釋了為何在設備落差縮小後，社經弱勢學生仍難以發展出高層次的數位素養。

此外，Crang等人（2006）也強調，不同社經區域對科技賦予的價值存在顯著差異，這影響了科技融入日常生活的深度。單以使用狀況評估能力並不客觀，必須結合實體社會結構進行考量。綜上所述，社經背景不僅決定了學生接觸科技的機會，更透過影響「精熟經驗」的累積與「替代經驗」的獲取，成為形塑學生ICT自我效能的關鍵結構性因素。因此，本研究將探討社經背景與學生ICT自我效能之間的關係，並引入社會認知理論視角，釐清社經背景如何透過學校場域資源與個人使用經驗，轉化為影響學生數位學習信心的心理機制。

四、性別差異對於學生數位能力的影響

性別對學生數位能力的影響是一個多面向且具爭議性的研究議題，涉及數位知識、技能與態度等層面的差異。傳統觀點認為，男性學生在ICT應用上具有優勢，常被視為對科技持較為正向的態度，使用頻率較高，並展現較強的ICT自我效能（Jackson et al., 2008）。然而，近年的實證研究卻揭示出高度不一致的結果，挑戰了這種單一性別優勢的既定印象。

多項研究指出，女性學生在數位知識與技能的表現上普遍優於男性，顯示此領域存在顯著的性別差距，女性較具優勢。其中部分差異可歸因於性別在科技態度上的不同，這些態度進一步影響了數位知識與技能的習得與發展（Campos & Scherer, 2023）。Aesaert與Van Braak（2015）也發現，女性學生在技術性ICT技能與高層次數位能力（如數位溝通、資料評估）方面的表現，明顯優於男性。結

合SES變項的研究亦顯示，母親的教育程度與學生的技術性ICT技能及高層次數位能力呈現正相關（Ritzhaupt et al., 2013）。此外，高SES學生的表現普遍優於低SES學生，其中又以女性學生的優勢更為明顯，凸顯了SES與性別交互作用對數位能力的深層影響。

然而，也有研究持相反觀點。例如，Calvani等人（2012）指出，在某些任務或情境中，男性學生的表現較佳；Gui與Argentin（2011）則發現，家長教育程度對男性學生的數位能力差異影響程度大於女性。此外，亦有研究指出，學生在ICT能力上的表現與性別並無顯著關聯（Hatlevik & Knut-Abdreas, 2013; Pamuk & Peker, 2009）。

值得注意的是，儘管性別與數位能力關係的研究已逐步累積，但針對學生族群，特別是能夠整合多層次性別數位落差（如使用頻率、自我效能、實際能力）之實證研究仍相當稀少（Tyers-Chowdhury & Binder, 2021）。既有文獻的不一致性暗示了性別數位落差的本質，可能並非僅存在於表面的能力高低，更深層地存在於「自我效能的建構路徑」之上。依據Eccles（1983）的期望價值理論（expectancy-value theory）與性別社會化觀點，男女學生因社會期待不同，在面對科技時採取了相異的學習策略：男生傾向透過自主探索（exploration）與試錯來累積經驗，女生則更傾向尋求結構性的支持與社會互動（social scaffolding）。

基於女性學生對於結構性支持的倚賴，學校場域所能提供的實體資源便顯得格外關鍵，直接影響了女性學生數位學習的門檻與機會。在學校硬體資源配置對性別的影響上，Hashemi等人（2022）的實證研究進一步揭示了「環境障礙」的性別差異。該研究發現，儘管男女學生在ICT的「感知易用性」（perceived ease of use）上並無顯著差異，顯示女性學生在操作能力信心上不亞於男性；然而，在面對環境限制時，女性學生更傾向將「缺乏技術設備」（lack of technological devices）與「ICT基礎設施不足」視為阻礙其數位學習的主要門檻。此結果暗示，充足的硬體設施不僅是數位學習的物質基礎，更是協助女性學生跨越環境障礙、確保其數位學習機會均等的關鍵前置條件。

綜上所述，將性別納入本研究模型並進行多群組分析（Multigroup Analysis, MGA）具有高度必要性。本研究不僅旨在分析性別背景變項在學生數位能力表現中的差異方向與強度，不同性別的學生將「外部資源」轉化為「內在效能」的

機制是否存在結構性差異——即檢驗學校資源與使用經驗是否對男女學生具有不同權重的影響力，從而解釋過去研究發現的觀察落差。此一探究不僅有助於補足目前在性別與ICT素養研究中的理論與實證缺口，亦可為未來數位教育政策、數位平權與性別平等策略提供重要參考。

參、研究方法

一、研究架構

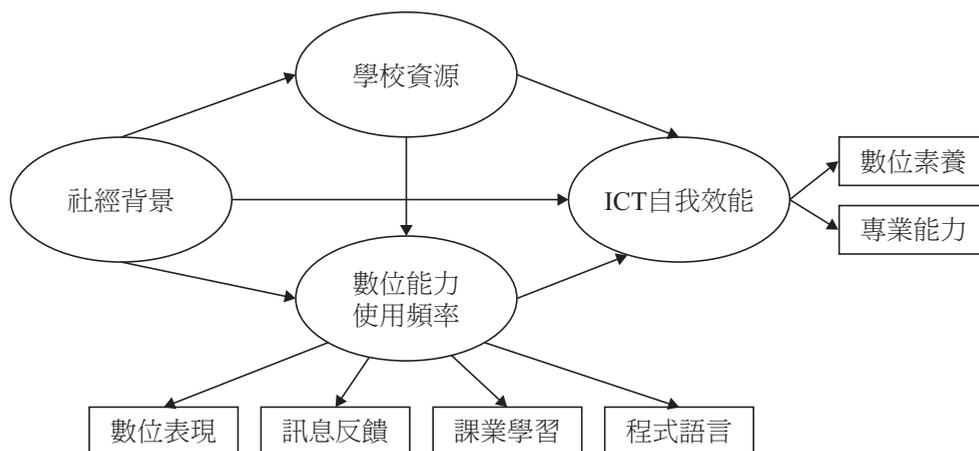
本研究架構主要根據研究目的與參考PISA 2022調查內容進行設計，探討SES、學校資源和數位能力使用頻率如何共同影響學生的ICT自我效能。並以學校資源和數位能力使用頻率作為中介變項，藉此探討透過政策介入能否提升學生在數位學習中的表現。以下針對本研究架構圖（如圖2）中的核心變項關係進行說明：

研究架構圖說明社經背景是影響學生ICT自我效能的重要背景因素。來自不同社經背景的學生，因為家庭資源和文化資本的差異，對ICT技術的接觸和熟練程度可能有所不同。來自高社經背景的學生往往就讀於資源充足的學校，這些學校能夠提供更好的ICT設備和學習環境，從而提升學生的ICT自我效能。相反地，低社經背景的學生可能面臨資源匱乏的學校環境，進而限制了他們在ICT學習上的表現。職是之故，當社經背景和學校資源共同影響學生數位能力使用頻率的機會，進而影響其ICT自我效能的發展。參與度較高的學生往往能夠更好地使用ICT技術完成學習任務，從而增強自信心。

二、分析樣本說明

本研究採次級資料分析，分析資料為PISA 2022。PISA（國際學生評估計劃）是一項全球性的學生評量，由OECD主辦，自2000年起每三年進行一次。原計劃於2021年舉行的PISA正式施測因受到COVID-19疫情的影響，延期至2022年，故該屆改稱為PISA 2022，評量對象為15歲學生，抽樣學校包含國中、高中、高職、綜合高中、完全中學及五專。臺灣正式的施測時間為2022年4月11日

圖2
研究架構圖



至5月27日。正式樣本共182所學校，5,857名學生，包含男生3,005人、女生2,852人。

本研究使用之資料來自OECD的*PISA 2022 Public Use Files (PUFs)*。依據*PISA PUF Users Data Collection* (OECD, 2023) 之規範，本研究僅以匿名化資料進行學術研究，不對個別學生、學校或國家做身分辨識之推論；研究結果與解釋完全為作者觀點，不代表OECD或任何參與國之立場。資料使用遵循OECD對於非商業性研究之授權規範與責任免除條款。

三、研究工具與信、效度檢定

本研究以PISA 2022釋出資料進行分析，分析方法採結構方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 來驗證研究架構，期瞭解變數與變數之間潛在的意義，藉此建立估計及檢定假設關係，進而蒐集資料加以驗證。本研究採最大似然法 (Maximum Likelihood, ML) 加以估計，並從資料所重製的共變異數矩陣中，分析觀察變數之間的相互關係，用來評估理論假設模型與資料的配適程度。以下先就研究變項進行說明，再進行相關矩陣分析與信、效度驗證。

（一）研究工具說明

本研究使用之PISA 2022公開資料檔主要是學生層級（Student File）：CY08_MS_STU_QQQ.sas7bdat，主要研究變項之原始名稱如下：

- 社經背景（ESCS）：變項名稱ESCS（依OECD以父母教育程度PARED、父母最高職業地位HISEI、家庭財物HOMEPOS以PCA組成之綜合指標）。
- 學校資源（ICT Resources）：使用IC172相關題項，OECD在學生資料檔中整合為ICTRES。
- 數位能力使用頻率（ICT Use）：來自IC174題組，OECD彙整為ICTUSE。
- ICT自我效能（ICT Self-Efficacy）：題組IC183IC組成指標ICTEFF。

各變項之操作化定義及量表計算方式皆依據PISA 2022技術報告（OECD, 2024）。

1. 經濟社會文化地位指數（ESCS）

PISA經濟社會文化地位指數（ESCS）是一個綜合分數，是依據三個題組以主成分分析（PCA）形成之綜合指標（OECD, 2023）：

- 父母教育程度（PARED）：學生回答父母最高教育年數（ST005與ST007）。
- 父母職業地位（HISEI）：依ISCO-08編碼計算（OCOD1與OCOD2）。
- 家庭財物（HOMEPOS）：例如書籍數量、安定居住環境、科技設備（ST250、ST251）。

ESCS等指標透過主成分分析（PCA）得出，且已由OECD標準化（平均=0，SD=1），本研究直接使用PUF中之ESCS變項。

2. 學校資源

學校資源主要使用IC172題組共9題，採李克特（Likert）四點量表。主要詢問學生：（1）學校為每位學生提供足夠的數位資源；（2）學校有足夠可連接互聯網的數位設備；（3）學校的網際網路網速足夠；（4）數位資源設備在學校運作良好；（5）數位資源在課堂內容易獲得；（6）我校提供的數位學習資源使學習變得有趣；（7）學校提供足夠的技術支持幫助學生使用數位資源；（8）我校教師具備在教學中使用數位設備的必要技能；（9）我校的教師願意使用數位資源進行教學等。

3. 數位能力使用頻率

數位能力使用頻率主要使用IC174題組共10題，採李克特（Likert）五點量表。主要詢問學生對於ICT相關能力使用的頻率，內容包含四大類：資訊能力，例如：多久使用數位資源創建包含圖片、聲音或視頻的多媒體展示等；訊息反饋，例如：多久一次使用數位資源來閱讀或聆聽我教師關於我的工作和學業成績；課業學習，例如：多久一次使用數位資源來查看我的成績或特定作業的結果（如家庭作業或測試）；程式語言，例如：多久一次使用數位資源進行編碼或演算法活動（例如使用Scratch等）。

4. ICT自我效能

ICT自我效能主要使用IC183題組共16題，採李克特（Likert）四點量表，主要評估學生數位相關能力是否能夠達成。其中又分成兩個因素，即數位素養與專業能力：

（1）數位素養IC183-1~9，內容包含在線搜索並找到相關資訊、在線上找到的資訊品質、與一群學生分享實用資訊、與其他學生合作完成小組作業、向其他學生解釋如何在線上或在學校平台上分享數位內容、撰寫學校作業、蒐集和記錄數據（如使用數據記錄器、Microsoft® Access™、Google® Forms、試算表）、創建包含聲音、圖片或視頻的多媒體展示，以及更改設備或應用程序的設置以保護我的數據和隱私等。

（2）專業能力IC183-10~16，內容包含創建、更新和維護網頁、選擇最有效的程序或應用程序，使我能夠執行特定任務、撰寫程式（如在Scratch®、Python®、Java®中）、在考慮一系列潛在原因後識別軟體中錯誤的來源、運用演算法將問題分解並將解決方案表示為一系列邏輯步驟等。

將以上探討變項進行描述性統計分析，分析發現多數學生對於ICT自我效能中的數位素養有高度信心，平均值為3.29，顯示學生對於數位素養的能力有高度信心，且標準差為.70，顯示學生之間在ICT自我效能上的差異並不大，學生在這方面的表現較為一致（如表1）。不過，就數位能力使用頻率來說，學生整體使用頻率較為偏低，顯示學生在數位能力使用尚未常態性地融入學習與生活當中。

綜上所述，本研究亦有若干方法層面的限制需加以說明。首先，本研究所使用的「學校ICT資源」指標係根據學生自陳資料蒐集而得，反映的是學生對校內

表1

*PISA 2022*臺灣學生ICT問卷認知敘述統計

	樣本數	最小值	最大值	平均值	標準差
經濟社會文化地位指數 (ESCS)	5,857	-6.12	4.20	-.28	.92
學校資源	5,586	1.00	4.00	2.74	.56
數位能力使用頻率_數位表現	5,465	1.00	5.00	2.31	.95
數位能力使用頻率_訊息反饋	5,633	1.00	5.00	2.49	1.10
數位能力使用頻率_課業學習	5,514	1.00	5.00	2.96	1.01
數位能力使用頻率_程式語言	5,618	1.00	5.00	2.37	1.31
ICT自我效能 (數位素養)	5,259	1.00	4.00	3.29	.70
ICT自我效能 (專業能力)	5,264	1.00	4.00	2.86	.81

科技設施可近性與充足度的主觀知覺，而非客觀的校級設備或行政統計數據，因此可能受到個人感受與經驗差異的影響。其次，本研究的模型旨在檢驗變項間的統計關聯 (associational relationships)，而非建立因果關係 (causal effects)。雖然SEM能呈現潛在變項間的理論路徑與預測方向，但本研究並不主張具有因果推論的效力。此一限制亦提示後續研究可考慮採用縱貫性資料或因果推論方法，以更嚴謹地驗證社經背景與數位學習行為之間的潛在機制。

(二) 研究變項相關矩陣分析與信、效度驗證

原蒐集樣本數為5,857份，因結構方程模式不允許遺漏值，故採完全排除法，只要任一研究變項中有遺漏者，即刪除此筆樣本。故刪除後，分析之SEM ($N = 4666$) 樣本的相關情形如表2所示。配合研究假設模式及測量工具向度，圖2包含一個由四個潛在變項構成的結構模式，這四個潛在變項分別由1、1、4、2個觀察變項所構成的測量模式，再利用結構模式去解釋潛在變項之間的因果路徑。

在模式整體適配部分，根據Jackson等人 (2008) 的研究結果發現，驗證性因素分析整體模式適配性評判指標，以 χ^2 卡方考驗 (含卡方值與 p 值)、CFI、RMSEA、TLI與GFI等五項，是最常被採用的評判指標。故本研究以這五項適配度指標，以評判模式整體適配情形。統計結果顯示 (如圖3)， $\chi^2 = 501.681$ ($p < .001$)、CFI = .961、RMSEA = .081、NNFI = .932、GFI = .973。這五項整體適配

度指標顯示，除 χ^2 指標屬不良適配情形，但 χ^2 易受樣本人數影響，大樣本人數易造成 χ^2 考驗為不良適配。至於CFI、NNFI、GFI與RMSEA等四項指標皆屬良好適配，故就模式整體適配情形而言，模式屬良好適配。

表2

觀察變項之敘述統計及相關係數摘要 ($N = 4666$)

變項	1	2	3	4	5	6	7	8
社經背景								
1. 經濟社會文化指數 (ESCS)	1							
學校資源								
2. 學校數位環境	-.02	1						
數位能力使用頻率								
3. 數位表現	.12***	.14***	1					
4. 訊息反饋	.16***	.22***	.47***	1				
5. 課業學習	.23***	.20***	.48***	.65***	1			
6. 程式語言	.20***	.17***	.50***	.59***	.60***	1		
ICT自我效能								
7. 數位素養	.23***	.14***	.18***	.26***	.37***	.30***	1	
8. 專業能力	.14***	.16***	.27***	.29***	.29***	.31***	.74***	1
<i>M</i>	-0.28	2.75	2.38	2.50	2.97	2.31	3.30	2.86
<i>SD</i>	0.92	0.56	1.31	1.11	1.02	0.95	0.70	0.82

*** $p < .001$.

收斂效度是利用同一構面中變項之間的相關程度大小加以評估，又稱內部一致性效度。Hair等人（2010）提到，必須符合以下幾個標準，才能證明具有收斂效度：1. 因素負荷量（Factor Loading, FL）要在.7以上；2. 多元相關係數平方（Square Multiple Correlations, SMCs）要在.5以上；3. 構面的組合信度（Composite Reliability, CR）要在.7以上；4. 平均變異萃取量（Average Variance Extracted, AVE）要在.5以上。

由表2可知，所有觀察變項與對應的潛在變項之標準化因素負荷量（ λ ），除了數位能力外，都介於.76到.90之間，幾乎所有觀察變項皆高於.70的門檻值（Bagozzi & Yi, 1988; Hair et al., 2010），且數位能力負荷量.62也不低；個別觀察變項的信度（ R^2 ），除了數位能力外，介於.57到.81間，符合潛在變項對個別觀察變項信度應大於.50的要求（Bagozzi & Yi, 1988; Hair et al., 2010）；潛在變項的建構信度介於.80至.85，皆符合.70以上的要求（Hair et al., 2010）；潛在變項的平均變異抽取量介於.56至.80，皆超過.50，表示潛在變項受到觀察變項的貢獻較誤差的貢獻量來得多（Fornell & Larcker, 1981）。綜合以上結果，此量表具有良好的收斂效度（詳見表3）。

表3

觀察變項個別信度及潛在變項建構信度與平均變異抽取量之摘要

構念	觀察變項	標準化負荷量	t 值	題目個別信度（ R^2 ）	CR	AVE（%）
社經背景	經濟社會文化指數_ESCS	.89	77.27***	.80	.80	.80
學校資源	學校數位環境	.89	77.26***	.80	.80	.80
數位能力使用頻率	數位表現	.62	43.70***	.38	.83	.56
	訊息反饋	.79	60.08***	.62		
	課業學習	.81	61.74***	.65		
ICT自我效能	程式語言	.76	56.59***	.57	.85	.74
	數位素養	.90	55.76***	.81		
	專業能力	.82	51.49***	.67		

註：CR為composite reliability，即組合信度；AVE為average variance extracted，即平均變異萃取量。

*** $p < .001$.

肆、研究結果

本研究以下針對臺灣青少年的社經背景、學校資源、數位能力使用頻率與ICT自我效能結構關係進行探討，針對模型中的關鍵路徑，本研究比較整體樣本、男學生組與女學生組的標準化路徑係數，分析性別差異及其涵義。

一、社經背景、學校資源、數位能力使用頻率與ICT自我效能結構關係分析結果

本研究以SEM的結構模式來驗證假設成立與否，除直接效果檢驗外，並包含間接效果的檢驗，其顯著性檢驗使用由Shrout與Bolger（2002）提議的Bootstrapping法來進一步計算間接效果（indirect effect）的抽樣變異性（sampling variability），藉由自我重新抽樣（re-sampling）的過程建構出新的信賴區間，若此信賴區間（95%）並未經過0，則表示間接效果是達顯著的。

本研究檢驗的直接效果假設有六項：假設一為「社經背景」能顯著地影響「ICT自我效能」；假設二為「社經背景」能顯著地影響「學校資源」；假設三則為「社經背景」能顯著地影響「數位能力使用頻率」；假設四為「學校資源」能顯著地影響「數位能力使用頻率」；假設五為「學校資源」能顯著地影響「ICT自我效能」；假設六為「數位能力使用頻率」能顯著地影響「ICT自我效能」。

結果結構模式架構如圖3，其中潛在變項間為直接效果，分別代表研究假設H₁至H₆。雖然代表「社經背景」對「學校資源」直接效果的假設H₂未成立，但在假設H₁、H₃、H₄、H₅、H₆皆成立的條件之下，反而可以接著檢驗間接效果的假設H₇，若間接效果達顯著，則表示「社經背景」可以透過「學校資源」與「數位能力使用頻率」的中介，顯著地影響「ICT自我效能」。

表4列出本研究提議模式之結構模式估計結果，以驗證研究假設成立與否。茲一一說明如下：

假設1為「社經背景」能顯著地影響「ICT自我效能」，結果顯示達顯著水準（ $\beta_s = .15, p < .001$ ），迴歸係數為正值，表示「社經背景」能顯著正向影響「ICT自我效能」，因此假設1獲得支持。

假設2與假設3為「社經背景」能顯著地影響「學校資源」、「數位能力使用頻率」，結果顯示「學校資源」未達顯著水準（ $\beta_s = -.03, p > .001$ ），而「數位能力使用頻率」達顯著水準（ $\beta_s = .29, p < .001$ ），且迴歸係數為正值，表示「社經背景」能顯著正向影響「數位能力使用頻率」，因此僅假設3獲得支持。

假設4為「學校資源」能顯著地影響「數位能力使用頻率」，結果顯示達顯

著水準 ($\beta_s = .29, p = <.001$)，迴歸係數為正值，表示「學校資源」能顯著正向影響「數位學習頻率」，因此假設4獲得支持。

假設5與假設6則分別為「學校資源」、「數位能力使用頻率」能顯著地影響「ICT自我效能」，結果顯示達顯著水準 ($\beta_s = .08, .38, p < .001$)，迴歸係數為正值，表示「學校資源」、「數位能力使用頻率」皆能顯著正向影響「ICT自我效能」，因此假設5與假設6獲得支持。

進一步針對假設7為「社經背景」可以透過「學校資源」與「數位能力使用頻率」的中介，顯著地影響「ICT自我效能」(間接效果)，本研究以Bootstrap法驗證此間接效果的顯著性，透過2,000個重複抽樣的樣本，建構出此間接效果的(Bias-Corrected, BC) 95%信賴區間，若95%信賴區間未經過0，則表示此間接效果達顯著，亦即中介效果的假設獲得驗證(Shrout & Bolger, 2002)。

結果顯示間接效果未標準化係數的Bootstrap BC 95%信賴區間介於.068~.097，信賴區間未經過0，因此可知間接效果($\beta = .082, \beta_s = .105$)達顯著，因此間接效果獲得驗證。

接著，「社經背景」對「ICT自我效能」的間接效果可分為三條路徑：第一條路徑是「社經背景」經由「學校資源」的中介，顯著地影響「ICT自我效能」(H_{7a})，間接效果未標準化係數的Bootstrap BC 95%信賴區間介於-.005~.000，信賴區間包含0，因此可知間接效果($\beta = -.002, \beta_s = -.003$)未達顯著。

第二條路徑是「社經背景」經由「數位能力使用頻率」的中介，顯著地影響「ICT自我效能」(H_{7b})，間接效果未標準化係數的Bootstrap BC 95%信賴區間介於0.074~0.101，信賴區間未經過0，因此可知間接效果($\beta = .087, \beta_s = .112$)達顯著。

第三條路徑是「社經背景」經由「學校資源」，再經由「數位能力使用頻率」的中介，顯著地影響「ICT自我效能」(H_{7c})，間接效果未標準化係數的Bootstrap BC 95%信賴區間介於-.006~.000，信賴區間包含0，因此可知間接效果($\beta = -.003, \beta_s = -.004$)未達顯著。

間接效果經檢驗，只有第二條路徑(H_{7b})達統計顯著，即「社經背景」須經由「數位能力使用頻率」的中介，才能影響「ICT自我效能」。

表4

結構方程模式之直接與間效效果結構係數分析摘要

假設	路徑關係	β	SE	t	p	β_s	假設結果
H ₁	社經背景→ICT自我效能	0.12	0.01	8.87***	<.001	.15	成立
H ₂	社經背景→學校資源	-0.02	0.01	-1.79	.074	-.03	不成立
H ₃	社經背景→數位能力使用 頻率	0.29	0.02	16.46***	<.001	.29	成立
H ₄	學校資源→數位能力使用 頻率	0.46	0.03	16.08***	<.001	.29	成立
H ₅	學校資源→ICT自我效能	0.11	0.02	4.87***	<.001	.08	成立
H ₆	數位能力使用頻率→ICT自 我效能	0.30	0.02	19.50***	<.001	.38	成立
假設	間接效果§	β	標準誤	95% CI	β_s	假設結果	
H ₇	社經背景→ICT自我效能	.082	0.008	0.068~0.097	.105	成立	
H _{7a}	社經背景→學校資源→ICT 自我效能	-.002	0.001	-0.005~0.000	-.003	不成立	
H _{7b}	社經背景→數位能力使用 頻率→ICT自我效能	.087	0.007	0.074~0.101	.112	成立	
H _{7c}	社經背景→學校資源→數 位能力使用頻率→ICT自我 效能	-.003	0.002	-0.006~0.000	-.004	不成立	

註：間接效果使用2,000個Bootstrap樣本，biased corrected methods: 95% CI of unstandardized coefficient。

*** $p < .001$.

二、不同性別學生在研究模型分析結果

承接上一節SEM分析的結果，得知「數位能力使用頻率」之中介結果成立，為了瞭解不同性別學生是否會對中介結果造成影響，本節因此將受訪者分為男、女二組。然後再進行多群組分析（Multi-Group Analysis, MGA）的方式驗證分組調節效果。

MGA法驗證分組調節效果的程序為：首先，配適標準模式（unrestricted model），此模式將允許不同組別之間的所有路徑係數（如圖3）是不同的，此時

會得到一個模式卡方值 (χ^2_{unre})，接著分別依各路徑配適一個限制三組別的路徑係數是相同的限制模式 (restricted model)，此時會得到各路徑等同模式卡方值 (χ^2_{re})，此標準模式與限制模式為巢套模式 (nested model)，因此可以進行統計檢定。標準模式有顯著較低的 $\Delta\chi^2$ 值 ($p < .05$)，表示限制模式有比較差的模式適配度，因此拒絕各組別的路徑係數是相同的假設，亦即支持分組調節效果的存在。反之，若標準模式與限制模式之間 $\Delta\chi^2$ 值無顯著差異 ($p > .05$)，則表示接受各組別的路徑係數是相同的假設，即不支持分組調節效果的存在 (Hair et al., 2010)。

圖3
驗證模型參數估計值

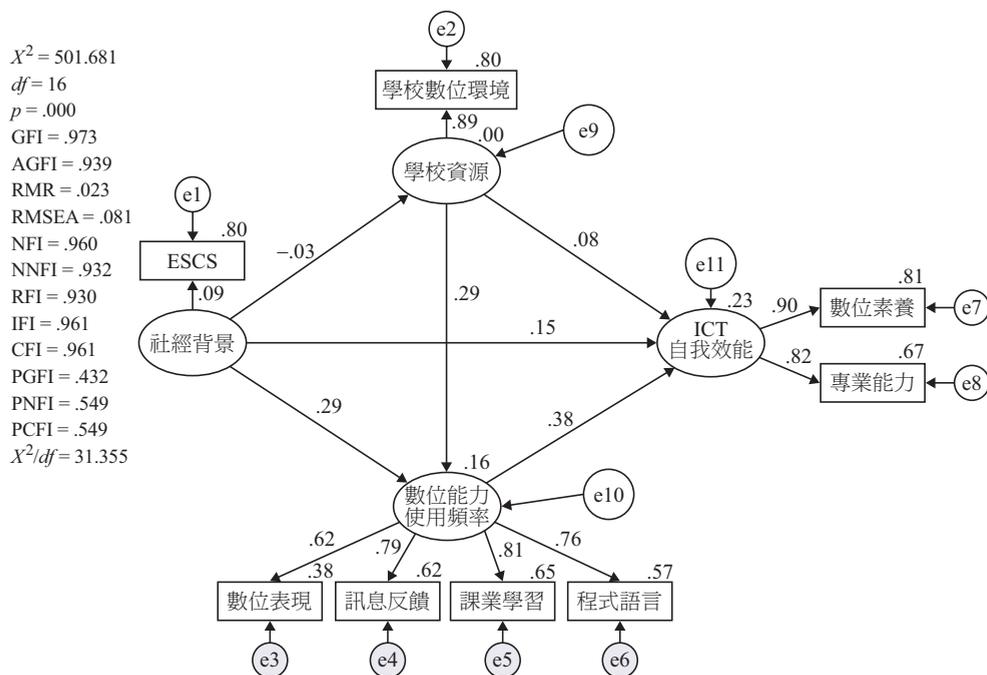


表5列出MGA的結果。在直接效果方面，不同性別學生在 H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_6 皆達顯著，且數值相近，代表不同性別學生在這些路徑的影響程度是接近的。

但 H_5 未達顯著，代表不同性別學生在「學校資源→ICT自我效能」路徑係數上有明顯不同。由個別係數來看，男生有正向影響效果，但女生則沒有效果。也就是加強學校資源，增加ICT自我效能的意圖，對男生比較有效，女生則可能效果較差。

至於間接效果方面，總效果 H_7 都達顯著，代表不同性別學生的「社經背景」都會間接的影響「ICT自我效能」。其中，又以女生的間接效果較大。

個別路徑的間接效果 H_{7a} 、 H_{7b} 、 H_{7c} ，僅 H_{7b} 都達顯著，代表不同性別學生的間接效果都來自「社經背景」透過「數位能力使用頻率」的中介，影響「ICT自我效能」。也就是不論男女學生，其「社經背景」對「ICT自我效能」的影響主要都要透過「數位能力使用頻率」的中介。

表5

不同性別學生之假設路徑比較 ($N =$ 男: 2326, 女: 2340)

Path/Group	β	SE	t	β_s	假設結果	$\Delta\chi^2 = \chi^2_{unre} - \chi^2_{re}$
直接效果						
H_1 : 社經背景→ICT自我效能						
(1) 男	0.13	0.02	7.38***	.18	成立	0.78 = 471.05 - 470.26
(2) 女	0.11	0.02	5.52***	.13	成立	
H_2 : 社經背景→學校資源						
(1) 男	-0.03	0.01	-1.93	-.05	不成立	0.45 = 470.72 - 470.26
(2) 女	-0.01	0.02	-0.77	-.02	不成立	
H_3 : 社經背景→數位能力使用頻率						
(1) 男	0.24	471.05-470.26	10.65***	.28	成立	6.59 = 476.85 - 470.26
(2) 女	0.33	0.03	12.51***	.30	成立	
H_4 : 學校資源→數位能力使用頻率						
(1) 男	0.43	0.04	9.96***	.27	成立	0.20 = 470.46 - 470.26
(2) 女	0.48	0.04	12.39***	.30	成立	

(續下頁)

Path/Group	β	SE	<i>t</i>	β_s	假設結果	$\Delta\chi^2 = \chi^2_{unre} - \chi^2_{re}$
H ₅ ：學校資源→ICT自我效能						
(1) 男	0.17	0.03	5.04***	.13	成立	0.75 = 471.02 – 470.26
(2) 女	0.07	0.03	2.34	.06	不成立	
H ₆ ：數位能力使用頻率→ICT自我效能						
(1) 男	0.29	0.02	12.25***	.35	成立	5.71 = 475.97 – 470.26
(2) 女	0.30	0.02	14.99***	.40	成立	
Path/Group	β	SE	95% CI	β_s	假設結果	
間接效果H ₇ §						
H ₇ ：社經背景→ICT自我效能						
(1) 男	0.062	0.010	0.043~0.084	0.085	成立	
(2) 女	0.097	0.011	0.076~0.119	0.119	成立	
H _{7a} ：社經背景→學校資源→ICT自我效能						
(1) 男	-0.005	0.003	-0.011~0.000	-.007	不成立	
(2) 女	-0.001	0.001	-0.005~0.001	.002	不成立	
H _{7b} ：社經背景→數位能力使用頻率→ICT自我效能						
(1) 男	0.070	0.009	0.054~0.091	.097	成立	
(2) 女	0.099	0.011	0.081~0.123	.102	成立	
H _{7c} ：社經背景→學校資源→數位能力使用頻率→ICT自我效能						
(1) 男	-0.003	0.002	-0.008~0.000	-.005	不成立	
(2) 女	-0.002	0.003	-0.007~0.004	.003	不成立	

註：男 $N = 168$ ，女 $N = 50$ ， $\beta =$ unstandardized path coefficient； $\beta_s =$ standardized path coefficient；SE = standard error；使用2,000個Bootstrap樣本，biased corrected methods：95% CI of unstandardized coefficient；自由度：直接效果 $df = 1$ ，間接效果 $df = 10, 5, 4$ 。

*** $p < .001$.

三、小節

本研究呼應了現有文獻對於社經背景與ICT自我效能之間關係的探討。正如Kim等人（2019）指出，學生的社經背景深刻影響其教育資源的取得，而本研

究亦發現，社經背景透過數位能力使用頻率間接影響學生的ICT自我效能，顯示高社經背景家庭能提供更多數位資源與經驗，從而培養學生的ICT技能，進一步強化其自我效能。與OECD（2023）報告相符，本研究強調數位能力使用頻率是ICT自我效能最重要的預測變項，頻繁的使用經驗能有效提升學生的數位自信心。然而，與部分文獻認為學校資源能直接影響學生能力（Smith, 2011）不同，本研究發現學校資源必須透過提升數位使用頻率才能間接發揮作用，凸顯資源轉化為實際經驗的重要性。

傳統觀點常視男性在ICT應用與自我效能上具有本質優勢（Jackson et al., 2008）。然而，本研究結果顯示男女學生在此表現上並無顯著差異。儘管如此，MGA分析進一步揭示了兩者在資源轉化機制上的歧異：「學校資源」對「ICT自我效能」的直接影響僅在男學生中顯著（ H_5 成立），這揭示了男性對外部資源的高度依賴性，他們傾向將資源的充裕程度直接連結至內在勝任感，視為能力的延伸。相對地，女學生的此一路徑未達顯著水準。這與Hashemi等人（2022）的觀點相悖，該研究指出女性傾向將設備匱乏視為「學習障礙」，而非如本研究發現中男性將資源視為直接的增能來源。相反地，女性更依賴透過「數位能力使用頻率」的中介歷程，亦即必須在障礙排除後，進一步累積實際的互動經驗，才能有效地將外部資源內化為自我效能。綜上所述，男學生能直接從環境資源獲取信心，而女學生則需透過「資源—使用—效能」的轉化路徑，反映了兩性在資源運用機制上的結構性差異。

伍、結論與建議

根據本研究以PISA 2022臺灣樣本所建構之結構模型，綜合社經背景、學校數位資源、數位能力使用頻率與ICT自我效能之間的統計關係，並結合審查者所提出的資料面與政策面建議，可歸納出以下四項主要結論。這些結論不僅回應研究目的，也對臺灣目前的數位公平與數位素養政策脈絡提供新的證據與啟示。

一、結論

(一) 臺灣學生的社經背景與學校資源之間並不存在直接關聯，顯示校級數位公平已獲得實質改善

本研究目的一在於探討社經背景與學校資源之間的關係。研究結果顯示，社經背景對學校數位資源的路徑並不顯著，意即不同家庭背景的學生所就讀的學校，其數位資源水準並無明顯差異。此發現與過去OECD研究中常見「高SES學生就讀設備更好學校」的國際趨勢有所不同，凸顯出臺灣在政策介入上的特殊性。

近10年來，臺灣政府透過「中小學數位精進方案」、「班班有網路、生生用平板」、「校園網路升速與維運」以及108課綱將「科技領域」納為必修等政策，使得全國中小學的網路環境、設備配置與教學支援已高度標準化。硬體資源的均質化，使社經背景不再是影響校級數位環境的重要因素。因此，本研究認為，臺灣的數位公平議題已從早期以硬體設備落差為主的「第一層次數位落差」，逐漸轉移到更細緻的使用及參與層面。

這項結果提醒臺灣校級資源差異因政策而被壓縮，因此校級變項在模型中的預測力自然有限。此發現仍具有重要的政策意義，因為它驗證了政府多年來在數位教育基礎建設上的投資已產生可觀成果，也是後續分析的關鍵前提。

(二) 學校資源並非影響ICT自我效能的直接來源，數位能力使用頻率才是關鍵中介機制

針對研究目的二，本研究發現社經背景無法透過學校資源直接影響學生的ICT自我效能，反而必須透過「數位能力使用頻率」才會產生關聯。數位能力使用頻率在本研究中是最強的路徑係數，也是唯一顯著連結社經背景與ICT自我效能的中介機制。這意謂著，在臺灣「設備已經不缺」的情況下，真正形成差異的並非硬體資源，而是學生是否在學習與生活中大量使用科技工具。高社經背景學生之所以具有較高的ICT自我效能，並非因為就讀設備更佳的學校，而是因為他們在家庭或課外能獲得更多接觸科技的機會；低社經背景學生則較缺乏自主或多元的數位使用情境，因此較難累積Bandura（1986）所稱的「精熟經驗」，也較難從反覆操作與實作中建立科技自信。

臺灣現階段若欲檢視數位教育政策成效，關鍵分析層次應落在「使用行為」而非「資源量」。尤其本研究發現，學校資源若未能有效轉化為學生實際操作科技的學習情境，其效果便會大幅縮減。因此，政策焦點與後續研究應放在理解「哪些教學情境、哪些科技任務」能提升學生的數位使用頻率，並進而改變其效能信念。

（三）不同性別學生在ICT自我效能形成的途徑上存在結構性差異，而非能力上的優劣比較

研究目的三探討性別差異。本研究的多群組SEM顯示，男、女學生並未呈現明顯的「能力差距」，差異主要呈現在「影響ICT自我效能的途徑」上。男性學生ICT自我效能較仰賴學校提供的結構性支持，例如課程引導、教師協助與清楚的操作情境；相較之下，女性學生更常透過自主探索與試誤學習建立自信心。

此現象呼應多項國際研究中提出的性別社會化理論：不同性別在科技情境中的參與方式本質上有所差異，而非簡單的「男生較強、女生較弱」。在臺灣既已改善設備不均的政策脈絡下，性別差異的焦點也應從科技擁有量轉向「資源轉化能力」本身。本研究的結果更說明，性別差異並非科技能力的差異，而是「科技經驗如何被內化為自我效能」的差異，因此，教學與課程規劃若忽略性別面向，可能在相同資源條件下產生截然不同的學習結果。

（四）臺灣青少年ICT自我效能關鍵來源來自於高頻率的科技使用經驗

研究目的四旨在釐清影響ICT自我效能的關鍵因素。研究證據指出，學生的科技使用經驗，特別是高頻率的數位任務參與，是最能提升ICT自我效能的因素。無論性別、SES或學校差異如何，使用頻率皆是對ICT自我效能具有最大影響的變項。

與此同時，本研究使用的學校資源變項為學生自陳而非客觀行政資料。更深層的校級比較仍需依賴完整的學生一學校串聯資料。然而，正因為本研究揭示學校資源的「相對有限效果」，更顯示臺灣ICT教育的焦點應從設備投入轉向使用情境設計。本研究亦重申：當臺灣硬體建設已普遍達標，未來政策應更加注重「如何讓學生在情境中持續使用科技」，這才是數位能力與ICT自我效能真正的形成途徑。

二、建議

針對上述研究發現，為提升臺灣青少年的ICT自我效能與數位素養，提出以下教育實務建議：

（一）建議未來PISA Taiwan建置可供研究使用的「學生—學校串聯資料庫」，以補足校級分析的制度性限制

目前臺灣PISA僅提供匿名化學生資料，並未釋出可串聯官方校務資料之ID，使得研究者無法建構多層次模型，也無法在校級行政資料（如設備數量、維運能力、教師科技專業）與學生回答之間進行交叉檢驗。未來若由國家級研究機構統籌，建立可供學界使用的資料庫，將能使校級差異與政策推動成效之研究更加精準，也能回應國際審查者對資料品質的期待。此一資料基礎的完善，不僅能提升相關研究的信度，也對國家科技教育政策的長期監測具有關鍵價值。

（二）數位學習政策設計應從「設備導入」轉向「科技使用情境的強化」，以提升實質的數位能力使用頻率

研究結果指出，數位能力使用頻率是影響ICT自我效能最關鍵的中介機制，無論社經背景、學校資源或性別，學生的科技使用經驗皆是決定其ICT自我效能的重要來源。這顯示當硬體資源已普及時，政策焦點必須轉向如何創造能促進「高頻率使用」的課程與學習活動。例如，透過跨領域專題、數位化作業流程、學習平台追蹤、程式任務操作等方式，使科技在教室中的使用不再是偶發性活動，而是融入學習的常態。若無法提升科技的實際使用頻率，則再多的設備與網路也無法轉化為學生的數位能力或效能。因此未來政策工具應重視「使用的深度與廣度」，而非僅僅提升資源總量。

（三）建議政策與教學實務均須納入性別敏感觀點，針對不同性別的資源轉化機制設計差異化策略

本研究發現，不同性別學生的ICT自我效能形成途徑並不相同：男性學生較依賴學校資源支持，而女性學生較常透過自主探索建構信心。這說明相同的數位環境，對男、女學生產生的影響並不一致。因此，未來數位教育方案應在課程設計中加入性別敏感元素，例如，提供女生更多示範、引導與合作互動的機會，以加強其參與科技任務時的安全感與效能信念；同時，也為男性學生提供足夠的探

索、挑戰與創作任務，使其能透過操作經驗獲得精熟感。唯有透過差異化的支持策略，才能避免科技學習結果因性別而產生長期不平等。

（四）未來研究應進一步納入心理層面的變項與縱貫資料，以補足本研究以SEM探討關聯性之限制

本研究以SEM分析變項間的關聯性，但仍無法推論因果關係，也無法判斷效能形成的時間序列。未來若能結合縱貫性資料（longitudinal data）或學校的學生使用紀錄，將有助於釐清數位使用經驗是否會累積並提升效能抑或效能本身是否能促進使用意願。此外，科技焦慮、學習動機、自我調節能力、家庭科技文化等心理與環境變項也值得納入後續模型，以建立更完整的ICT自我效能形成機制。研究焦點亦可從「是否使用」延伸至「如何使用」、「使用品質」與「使用目的」，從而更精細地描述青少年的數位學習路徑。

致謝：本文感謝行政院國家科學委員會臺灣數位世代青少年的成長歷程追蹤研究——臺灣數位世代青少年的成長歷程追蹤研究（3/5）專題計畫補助，計畫編號：114-2740-H-001-001-SSS。

參考文獻

- 國家發展委員會（2021）。110年國家數位發展研究報告。數位發展部。
[National Development Council-Bilingual Nation Policy. (2021). 2021 national digital development research report. Ministry of Digital Affairs.]
- 盧志浩（2020，10月20日）。啟動數位力系列5：新冠時代企業數位化能力的因應之道。PwC Taiwan專題探討。https://www.pwc.tw/zh/topics/trends/industry-trends-20201015.html
- [Lu, J.-H. (2022, October 20). *Initiating digital power series 5: Strategies for enhancing corporate digitalization capabilities in the COVID-19 era*. PwC Taiwan Special Report. https://www.pwc.tw/zh/topics/trends/industry-trends-20201015.html]
- Aesaert, K., & Van Braak, J. (2015). Gender and socioeconomic related differences in performance based ICT competences. *Computers & Education*, 84, 8-25. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.017

- Attewell, P. (2001). The first and second digital divides. *Sociology of Education*, 74(3), 252-259. <https://doi.org/10.2307/2673277>
- Bagozzi, R., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Sciences*, 16, 74-94. <https://doi.org/10.1007/BF02723327>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Beech, R., & Roberts, D. (2008). *Assistive technology and older people*. Social Care Institute of Excellence.
- Bourdieu, P. (1973). Cultural reproduction and social reproduction. In R. Brown (Ed.), *Knowledge, education, and cultural change* (pp. 71-112). Tavistock.
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241-258). Greenwood.
- Bure, C. (2005). Digital inclusion without social inclusion: the consumption of information and communication technologies (ICTs) within homeless subculture in Scotland. *The Journal of Community Informatics*, 1(2), 116-133. <https://doi.org/10.15353/joci.v2i2.2078>
- Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M., & Picci, P. (2012). Are young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. *Computers & Education*, 58(2), 797-807. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.004>
- Campos, D. G., & Scherer, R. (2023). Digital gender gaps in students' knowledge, attitudes and skills: An integrative data analysis across 32 countries. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12272-9>
- Chzhen, Y., & Leesch, J. (2023). Why does school socio economic composition matter to adolescents' academic performance? Role of classroom climate and school resources. *British Educational Research Journal*, 49(6), 1291-1311. <https://doi.org/10.1002/berj.3898>
- Clayton, J., & Macdonald, S. J. (2013). The limits of technology: Social class, occupation and digital inclusion in the city of Sunderland, England. *Information, Communication & Society*, 16(6), 945-966. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.748817>
- Coleman, J. S. (1966). *Equality of educational opportunity*. United States Department of Education.
- Crang, M., Graham, S., & Crosbie, T. (2006). Variable geometries of connection: urban digital

- divides and the uses of information technology. *Urban Studies*, 43(13), 2551-2570. <https://doi.org/10.1080/00420980600970664>
- DiMaggio, P., & Powell, W. W. (2003). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organization fields. In F. Dobbin (Ed.), *The new economic sociology* (pp. 111-134). Sage. <https://doi.org/10.1515/9780691229270-005>
- Eccles, J. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation* (pp. 75-146). W. H. Freeman.
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18, 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Fox, M. L. (2011, December 9). *Digital by default: The way forward*. Cabinet Office, Government Digital Service.
- Gou, H., & Dezuanni, M. (2018). Towards understanding young children's digital lives in China and Australia. *Comunicar*, 26(57), 81-90. <https://doi.org/10.3916/c57-2018-08>
- Gui, M., & Argentin, G. (2011). Digital skills of internet natives: Different forms of digital literacy in a random sample of northern Italian high school students. *New media & society*, 13(6), 963-980. <https://doi.org/10.1177/1461444810389751>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (7th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Hampton, K., & Wellman, B. (2003). Neighboring in Netville: How the internet supports community and social capital in a wired suburb. *City and Community*, 2(3), 277-311. <https://doi.org/10.1046/j.1535-6841.2003.00057.x>
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2017). School resources and student achievement: A review of cross-country economic research. In M. Rosén, K. Yang Hansen, & U. Wolff (Eds.), *Cognitive abilities and educational outcomes. Methodology of educational measurement and assessment* (pp. 149-171). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43473-5_8
- Hashemi, A., Si Na, K., Noori, A. Q., & Orfan, S. N. (2022). Gender differences on the acceptance and barriers of ICT use in English language learning: Students' perspectives. *Cogent Arts & Humanities*, 9(1), 2085381. <https://doi.org/10.1080/23311983.2022.2085381>
- Hatlevik, O. E., & Knut-Andreas, C. (2013). Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. *Computers & Education*,

- 63, 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.015>
- Hwang, D., & Coley, R. L. (2024). Examining how school resources contribute to income achievement disparities across race and ethnicity. *Urban Education*. <https://doi.org/10.1177/00420859241244770>
- Jackson, L. A., Zhao, Y., Kolenic III, A., Fitzgerald, H. E., Harold, R., & Von Eye, A. (2008). Race, gender, and information technology use: The new digital divide. *CyberPsychology & Behavior*, *11*(4), 437-442. <http://doi.org/10.1089/cpb.2007.0157>
- Kachaturoff, M., & Caboral-Stevens, M. (2023). Digital experience among faculty and students in one Midwest university. *Education Journal*, *12*(3), 92-28. <https://doi.org/10.11648/j.edu.20231203.12>
- Kim, S. W., Cho, H., & Kim, L. Y. (2019). Socioeconomic status and academic outcomes in developing countries: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *89*(6), 875-916. <https://doi.org/10.3102/003465431987715>
- Kobul, M. K. (2022). Socioeconomic status influences Turkish digital natives' internet use habitus. *Behaviour & Information Technology*, *42*, 624-642. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2034970>
- Martoukou, K., Fulton, C., Kostagiolas, P., & Lavranos, C. (2020). A study of higher education students' self-perceived digital competences for learning and everyday life online participation. *Journal of Documentation*, *76*(6), 1413-1458. <https://doi.org/10.1108/JD-03-2020-0041>
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, *53*(2), 185-204. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.2.185>
- McQuaid, R. W., Lindsay, C., & Greig, M. (2004). "Reconnecting" the unemployed: Information and communication technology and services for jobseekers in rural areas. *Information, Communication & Society*, *7*(3), 364-388. <https://doi.org/10.1080/1369118042000284605>
- Morris, E. (2009). *Independent review of ICT user skills*. Department for Business, Innovation and Skills.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Empowering young children in the digital age*. <https://www.oecd.org/education/empowering-young-children-in-the-digital-age-50967622-en.htm>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *PISA 2022 technical report*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/>

- reports/2024/03/pisa-2022-technical-report_599753f0/01820d6d-en.pdf
- Pachler, N., Bachmair, B., Pachler, N., Cook, J., & Kress, G. (2010). *Mobile learning* (pp. 155-171). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0585-7>
- Pamuk, S., & Peker, D. (2009). Turkish pre-service science and mathematics teachers' computer related self-efficacies, attitudes, and the relationship between these variables. *Computers & Education*, 53(2), 454-461. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.03.004>
- Ritzhaupt, A. D., Liu, F., Dawson, K., & Barron, A. E. (2013). Differences in student information and communication technology literacy based on socio-economic status, ethnicity, and gender: Evidence of a digital divide in Florida schools. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(4), 291-307. <https://doi.org/10.1080/15391523.2013.10782607>
- Sawaya, Y., Sano, A., Nakamura, T., & Isohara, T. (2022, September 7-9). *Analysis of trust factors in children's abilities to use digital device* [Paper presentation]. Conference on Information Technology for Social Good, New York, NY, United States. <https://doi.org/10.1145/3524458.3547241>
- Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7(4), 422-445. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.4.422>
- Silva-Quiroz, J., & Morales-Morgado, E. M. (2022). Assessing digital competence and its relationship with the socioeconomic level of Chilean university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00346-6>
- Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417-453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Smith, M. (2011). Which in and out of school factors explain variations in learning across different socio economic groups? Findings from South Africa. *Comparative Education*, 47(1), 79-102. <https://doi.org/10.1080/03050068.2011.541678>
- Summersett-Ringgold, F., Li, K., Haynie, D. L., & Iannotti, R. J. (2015). Do school resources influence the relationship between Adolescent financial background and their school perceptions. *Journal of School Health*, 85(7), 413-422. <https://doi.org/10.1111/JOSH.12267>
- Tyers-Chowdhury, A., & Binder, G. (2021). *What we know about the gender digital divide for girls*. UNICEF.

- van Dijk, J. A. G. M. (2005). *The deepening divide: Inequality in the information society*. Sage.
<https://doi.org/10.4135/9781452229812>
- Webb, S. (2006). Can ICT reduce social exclusion? The case of an adults' English language learning programme. *British Educational Research Journal*, 32(3), 481-507. <https://doi.org/10.1080/01411920600635478>
- Yuen, A. H. K., Lau, W. W. F., Park, J. H., Lau, G. K. K., & Chan, A. K. M. (2016). Digital equity and students' home computing: A Hong Kong study. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 509-518. <https://doi.org/10.1007/S40299-016-0276-3>

