

天主教輔仁大學社會學系學士論文

指導老師：張明宜

疫情讓都市裡的弱勢更弱勢？台灣青少年數位
落差的異質性變遷及其影響

Has the Pandemic Made the Urban Disadvantaged
Even More Disadvantaged?

Heterogeneous Changes in the Digital Divide
Among Taiwanese Adolescents and Their Impacts

學生：孫慧軒撰

中華民國一一三年十二月

天主教輔仁大學社會學系學士論文

疫情讓都市裡的弱勢更弱勢？台灣青少年數位
落差的異質性變遷及其影響

Has the Pandemic Made the Urban Disadvantaged
Even More Disadvantaged?

Heterogeneous Changes in the Digital Divide
Among Taiwanese Adolescents and Their Impacts

學生：孫慧軒撰

指導老師簽名：

中華民國一一三年十二月

系所章戳：

謝辭

我的論文是量化研究，量化研究是社會統計，社會統計是明宜老師，明宜老師是我的指導教授，明宜老師我愛你！不敢相信一年前在老師問：還記不記得怎麼看顯著性？回答看星星的我可以完成這篇論文。在課堂上看到老師講到量化就閃閃發亮的眼神，讓從小學就開始害怕數學的我萌生了想做量化研究的念頭，雖然聽不太懂但好像能間接感受到統計的有趣(?)這四年來老師花了好多額外的時間跟我討論，老師辛苦了。真的很謝謝老師總是耐心地跟我重複解釋好多統計概念、給我很實用的建議，即使我常常後知後覺過了很久才想通，老師也還是繼續耐心的解答我的問題。還有每次咪挺時老師的鼓勵總讓我安心不少，甚至在我進度大落後的時候也只是溫柔提醒，守護了我的玻璃心。撰寫論文的過程中，老師就好像是天使一樣在幫我完成願望，我提出想做什麼，老師就給我意見、引導我方向，告訴我可以怎麼做，沒有老師的幫助我不可能完成這篇論文，謝謝明宜老師。

謝謝家人和朋友，在我宅到發臭的時候把我帶出門吃好吃的、帶我出去玩透透氣轉換心情，還要忍耐我高頻率出現的壞心情和抱怨。不管開心還是難過，我都會永遠記得那些時刻：熬到天亮的腎上腺素、聊天超過三四個小時、拿到親手做的好吃飯菜、灑落在草地上的陽光、一張張拍貼、底片和拍立得、風光明媚的滿天風箏、吵鬧的幼稚園、在我覺得自己像坨大便時帶給我一絲絲成就感的小學生們、收到餅乾糖果書籤時的驚喜與感動、一起解謎的默契、親眼見到電影畫面的激動、得知結果後只想躲起來不想回台灣的心情、在車子後座大哭、快溺死於壓力時在那場大雨中獲得的快樂、心灰意冷時收到的關心訊息、一起吃好吃的早餐午餐晚餐下午茶和宵夜、在我這個拖延症末期患者快開天窗時一肩扛下報告作業、在全班面前一起表演少林功夫好耶、為了皮克敏在冷風中走回輔大、給我好多關於研究和簡報的意見、看到跟論文有關的梗圖就分享給我…這些回憶都是在撰寫這篇論文時創造的，將來也會是持續支撐我度過疲憊雙主生活的力量。無論我狀態如何你們總是在我身邊給予我支持、逗我開心，謝謝你們接納我這隻怪到不行的尤達哥布林，有你們真好，我愛你們。

也謝謝所有教導過我的老師們，這些知識讓我擁有了思考能力。在痛苦的課堂上我進步的好快，雖然愁眉苦臉但我很珍惜這些學習的機會；輕鬆的課堂更是讓我充電的珍貴時刻，謝謝老師們對我的肯定和鼓勵，老師的讚美對我意義重大，讓我有勇氣對抗無所不在的冒牌者症候群。謝謝侑秀學姐願意當我的回應人，在我寄出未完成論文時鼓勵我，很開心能跟這麼優秀的學姐一起努力。也謝謝所有幫助過我的學長姐和同學，謝謝你們伸出援手，讓我的焦慮得到了很大的緩解，我對每一份協助都心存感激。最後謝謝那位寫錯我名字的社統同學，你讓我在一個慘澹的星期五下午發自內心笑出來。

摘要

本研究目的在了解新冠肺炎疫情前後台灣青少年數位落差的變化。在疫情出現前，台灣的 15 歲中學生是否沒有使用數位的壓力，因此社經弱勢學生在教育方面的數位應用機會相對較低，僅有優勢群體能夠額外利用數位科技進行學習（即第一級數位落差）？而疫情發生後實施遠距教學政策，是否因為社經弱勢學生對於教育用途的數位應用相對不熟悉（即第二級數位落差），使得數位素養有所落差（即第三級數位落差），並導致學習表現不同，擴大教育不平等？除了社經弱勢群體和優勢群體間的不平等情形，城鄉對社經弱勢學生的數位落差上又有什麼樣的效果？換言之，城市裡的經濟弱勢群體，和鄉村的經濟弱勢群體，在數位近用、數位使用、數位素養和學習表現又有何異同？本研究使用 PISA 2018 年和 2022 年的調查數據。研究發現：一、在疫情出現前，數位落差就存在於優弱勢群體間。二、數位近用、數位素養對學習表現的效應隨年代改變。三、數位資源的提供並未提升鄉村弱勢的學習表現。四、數位素養的負面影響更集中於弱勢身上。五、疫情並未擴大都市弱勢與鄉村弱勢間的學習表現落差，數位落差只是反映了既有社會結構的不平等。此研究結果有助於將教育資源挹注於更需要的青少年身上，進而能縮減既有的數位不平等。

Abstract

The purpose of this research is to understand the changes in the digital divide among Taiwanese adolescents before and after the COVID-19 pandemic. Before the pandemic, did 15-year-old Taiwanese middle school students lack the pressure to use digital technologies, resulting in lower digital application opportunities in education for socio-economically disadvantaged students, with only privileged groups able to utilize digital technologies for additional learning (i.e., the first-level digital divide)? After the pandemic and the implementation of distance learning policies, did socio-economically disadvantaged students' relative unfamiliarity with digital applications for educational purposes (i.e., the second-level digital divide) lead to differences in digital literacy (i.e., the third-level digital divide), thereby expanding educational inequality and affecting learning performance? Beyond the inequality between disadvantaged and privileged groups, what effects does the urban-rural divide have on the digital divide for disadvantaged students? In other words, how do socioeconomically disadvantaged groups in cities and rural areas differ or align in terms of digital access, digital usage, digital literacy, and learning performance?

The study used PISA survey data from 2018 and 2022. There are several notable findings. First, digital divides already existed between privileged and disadvantaged groups before the pandemic. Second, the effects of digital access and digital literacy on learning performance changed across different time periods. Third, providing digital resources did not improve learning performance for rural disadvantaged students. Fourth, the negative impacts of digital literacy were more concentrated among disadvantaged groups. Fifth, the pandemic did not widen the learning performance gap between urban and rural disadvantaged students; the digital divide merely reflects existing social structural inequalities. These research findings can help direct educational resources to the youth who need them most, thereby potentially reducing existing digital inequalities.

目次

摘要.....	ii
目次.....	iv
壹、研究動機與研究問題.....	1
貳、文獻回顧與研究假設.....	2
參、研究方法.....	5
一、研究資料來源.....	5
二、樣本描述.....	5
三、研究架構.....	5
四、研究變項之定義與測量.....	6
五、資料分析方法.....	8
肆、研究結果分析.....	9
一、描述性統計分析.....	9
二、單因子變異數分析.....	11
三、多元迴歸分析.....	13
伍、結論與討論.....	24
一、研究結論.....	24
二、研究限制與討論.....	25
陸、參考文獻.....	26

壹、 研究動機與研究問題

2019 年底出現的新冠肺炎對全球經濟帶來了巨大的衝擊，資訊科技在疫情時改變人們的生活型態。為避免實體接觸的染疫風險，資訊與通信科技（Information and Communication Technology, ICT）應用到人們生活中各個面向。政府也同時推動學校施行遠距教學，學生的學習場所由傳統的學校環境移轉到家中，學生和教師也不得不在短暫的時間內適應數位化的學習和教學模式。然而數位落差（digital divide）在台灣、和其他國家已是不可忽視的議題，因此，我們需要進一步探討，新冠肺炎是否加劇了台灣的三級數位落差情況。

透過比較各國的數位落差情況，我們發現在不同的脈絡下，數位落差呈現出異質性的效果。例如在已開發國家中，投資校園的數位設備無法縮減數位使用行為的落差，可能是因為當地的公共設施如圖書館及網路較完善，因此投入資金無法解決第二級數位落差（馬國勳，2022）。在第一層次的數位落差中，數位近用機會及使用頻率因結構性社會條件呈現不平等，進而導致數位使用技能的差異，形成第二層次的數位落差，影響數位使用後獲利結果的不同，也就是第三層次的數位落差。因此，研究者應當考量形成數位落差的脈絡，究竟最嚴重的不平等是發生哪一層次。舉例來說，家庭社經背景弱勢的中學生在使用數位時，是否缺乏家人的引導，而不知道除了娛樂還有很多生產力工具；又假如都市的老師相對於偏鄉的教師更常使用數位資源授課、更強調數位識讀能力，那都市內社經弱勢的學生會不會在使用數位學習時更挫折？在這樣的前提下，我們可以進一步假設在疫情下，台灣青少年的數位近用落差情形不僅受城鄉和社會經濟背景的差異影響，數位使用行為和技能也存在結構性數位落差，並且數位素養的差距是否會對個體的獲益程度，例如閱讀、數學等傳統科目成績產生影響，進而引發學習表現的不平等現象。

研究問題一：在疫情出現前，台灣的 15 歲中學生是否沒有使用數位的壓力，因此社經弱勢學生在教育方面的數位應用機會相對較低，僅有優勢群體能夠額外利用數位科技進行學習（即第一級數位落差）？而疫情發生後實施遠距教學政策，是否因為社經弱勢學生對於教育用途的數位應用相對不熟悉（即第二級數位落差），使得數位素養有所落差（即第三級數位落差），並導致學習表現不同，擴大教育不平等？

研究問題二：除了社經弱勢群體和優勢群體間的不平等情形，城鄉對社經弱勢學生的數位落差上又有什麼樣的效果？換言之，城市裡的經濟弱勢群體，和鄉村的經濟弱勢群體，在數位近用、數位使用、數位素養和學習表現又有何異同？

貳、 文獻回顧與研究假設

學者們關注的數位落差可依時序推演分為三個層級，第一級數位存取關注電腦及網路的有無，因為社會經濟地位、教育程度、性別、年齡、種族、居住地等結構性條件，而有接觸使用數位的機會差異；第二級指的是資訊使用技術的落差，數位使用行為是否有社會階層效果；第三級指的是資訊及通訊技術（ICT）如何幫助個體自我實現，因為數位素養的不同，導致個人在使用資訊科技所得的成果，或者獲益程度可能因識讀能力而有不同結果（Van Deursen & Van Dijk, 2019）。數位落差的三個層次並非獨立發生，而是相互關聯的疊加效應。有了數位近用的區別，才會有不同的使用情形，出現數位素養的落差，最終導致教育、工作等結果的不平等。

而關於數位使用的結果，過去學者的論述大約可以分成三種。首先，數位烏托邦論者對科技抱持樂觀態度，認為網路的普及能夠降低資訊流通的成本，有利於人們累積文化資本，並帶來解放不平等的力量（林宗弘，2012）；又或者因社會階級差異而導致人們接近使用數位的起始點不同，但科技隨著時間傳播，數位近用的差距會逐漸消失。其次，數位控制論者的論述則較為悲觀，認為人們被網路制約、被廣告操縱選擇（林宗弘，2012），並且就如馬太效應般，優勢群體使用科技更快速地累積資源，優勢的傳統素養程度塑造更好的資訊技能、網路素養，逐漸擴大知識鴻溝（knowledge gap）（李孟壕、曾淑芬，2005）。第三種論述社會型塑論被網路使用時間之社會效果的台灣研究支持，此論點推測社會不平等塑造了數位落差，並且數位存取及使用後果的不均只是反映出社會的結構性不平等（林宗弘，2012）。然而在此研究的模型中，上網時數作為自變項的統計效果多半不顯著，因此研究者認為網路使用時數無法細緻的分析不同網路使用行為的結果，將不使用上網時間測量數位落差的影響，而是關注台灣的 15 歲青少年如何使用科技（例如觀看線上學習平台的影片，而不是單純娛樂性質的使用行為），並如何導致數位素養的不同，以測量學習表現。

由於方法上的異質性，探討 ICT 使用與青少年學習表現相關性的研究產生了不同的結果，進而導致不同學者對數位使用產生相反的態度及結論（Saarinen, 2020; Pagani, Argentin, Gui & Stanca, 2016）。例如芬蘭的 PISA 研究證實學校高頻率使用 ICT 和學生較弱的認知學習結果相關（Saarinen, 2020），然而義大利同樣針對 15 歲中學生的研究結論卻相反，研究者發現數位素養不僅有助於學業表現，對低學習成就的學生來說，可以提供更多學習動機（Pagani et al., 2016）。因此在不同脈絡下試探數位素養和學科表現的相關有其必要性。

雖然在疫情前，已開發國家的家庭網路存取在經濟差距方面有所縮小，但家庭電腦近用性在經濟能力的差距卻逐漸擴大（馬國勳，2022）。社經弱勢學生家中僅具備功能性較差的數位載具，例如只有自己的手機而沒有電腦（第一級

數位落差)，娛樂性質的數位使用行為與學業用途的使用行為比例相差甚大（第二級數位落差），可能讓社會經濟弱勢的學生有較差的數位素養（第三級數位落差），進而影響學習表現，導致教育不平等。若是缺乏師長的督促及指引，弱勢學生的數位素養也可能不足以有效率、充分的獲益於數位學習。因此研究者疑惑，擁有不同家庭背景的學生接觸數位資源的機會或情境，又或者擁有的數位資源品質如何不同？那麼擁有多元的、具功能性的數位資源與否，又會如何影響學生的數位使用行為模式？在擁有相同數位資源的情況下，不同類型的數位使用模式又和學生的數位素養及學習表現有何關聯？

研究假設一：在疫情出現前，台灣的 15 歲中學生沒有使用數位的壓力，因此社經弱勢學生在教育方面的數位應用機會相對較低，僅有優勢群體能夠額外利用數位科技進行學習（即第一級數位落差）。

但考量到人的主體性，相比起社會經濟地位、性別等社會條件，過去研究證實與脈絡相關的行為參與模式是形成數位落差更關鍵的因素，透過分析數位使用行為模式可以避免社會條件因子過度概括數位使用的結果。比起社經地位等社會條件，學生使用數位學習時，慣習（學習的內在動機）、文化資本（學習的自我效能）及社會資本（學習時是否被監督、是否會分心），更直接地決定數位學習結果的落差（Zhao, Cao, Yuni Li & Yuan Li, 2021）。若關注不同情境的數位學習，會發現數位落差有異質性的效果。新冠肺炎加速社會的數位轉型，就是形成數位落差變遷的一個因子。

疫情促成了教育現場的數位化，疫情間家中缺乏充足數位設備和家長支持的學生可能更難因數位學習獲益，甚至完全錯過疫情遠距教學期間的教育（Iivari, Sharma, Ventä-Olkkonen, 2020）。即使台灣疫情變嚴峻後因應遠距教學政策，政府及民間積極投入數位設備、網路等資源到偏鄉，大幅度降低第一級數位落差，但相對於新冠肺炎出現前，第二級數位使用行為和第三級數位素養的落差反而更嚴重了。例如台灣頂尖大學的家境弱勢生相較於私立大學的家境弱勢生，更可能在疫情間感知到更強烈的學習挫折。該研究者推測頂尖大學教授在疫情間為了彌補疫情造成的學習中斷，較可能增加線上教材的豐富性，而家境弱勢生過去少有使用數學習的機會，所以對設備操作、獨立使用數位作業不熟悉，進而導致學習落差，相對而言，私立大學教授授課更可能著重於基礎的操作，對設備、系統不熟悉的學生學習時較不容易受挫（馬國勳、陳婉琪、廖恩彩，2022）。同樣的，若社經弱勢學生處於對數位使用行為和數位素養要求不同的學習脈絡中，在要求較高學習環境中的弱勢學生可能因此遭受更多挫折，研究者因此預期觀察到家庭社會經濟條件弱勢的群體在不同脈絡下，使用數位學習可能會產生不同的數位學習結果，雖然資訊獲得的數位使用行為對中學生的網路素養有正向效果（Pagani et al., 2016），但這樣的效果可能對不同地區的弱勢學生有異質性的影響。因此，本研究推測新冠肺炎可能讓台灣青少年

的第二級（數位使用）和第三級（數位素養）數位落差，及數學、閱讀學習表現在不同的弱勢學生身上帶來不同的變化。

研究假設二：疫情出現後實施遠距教學政策，社經弱勢學生對於教育用途的數位應用相對不熟悉，功能性較差的數位設備也難以滿足學習的使用需求（即第二級數位落差）。

研究假設三：社經弱勢學生不熟悉教育、資訊性用途的數位應用，或功能性較差的數位設備難以滿足使用需求，使弱勢學生的數位素養較低（即第三級數位落差），導致弱勢學生的學習表現落後同儕，擴大教育不平等。

不過居住地區和社會階層是不同層次的變項，因此研究者不只是用城鄉區分優勢及弱勢群體，而是同時關注都會區內的社經弱勢群體及鄉村的社經弱勢群體，可以更細微地觀察到數位落差的異質性現象。以傳統學科的城鄉學習落差舉例，台灣學生的數學學習表現差異大多發生在城或鄉之內，而非在城與鄉之間（黃敏雄，2015）。也就是說，學習落後的學生遍及全台各地，學習表現不佳的學生不限於偏鄉範圍。然而第一和第二部門通常更願意把資源投入偏鄉，因此相較於鄉村的弱勢群體，都會區的弱勢群體更可能面臨著尋無幫助的情形。又以弱勢學生暑期學習活動資本為例，同樣是經濟弱勢學生參加暑期校外活動，都會、鄉鎮弱勢生卻必須比偏遠弱勢生付出更高的代價，因為政府及民間都投注了非常多資源在偏鄉地區，偏遠弱勢生參與學校的暑期活動大多為免費，但都市裡的弱勢學生卻面臨高消費水準但尋無補助的情況（林信志、簡瑋成，2019）。因此，都市社經弱勢學生比鄉村社經弱勢學生有更少機會參加組織性活動，並且都市裡的老師使用數位教學的頻率可能較高、教學時更強調學生的數位素養。在社經地位同樣弱勢、家庭可能提供的數位支持程度都較低的情況下，都市裡的弱勢生比鄉村的弱勢生更可能對數位學習感到挫折。所以研究者假設城市裡弱勢學生在課堂外使用數位學習的頻率比鄉村弱勢學生低，因此學校相關的數位使用行為比娛樂用途少，導致數位素養較低，進一步推測城市裡的社經弱勢學生比鄉村的社經弱勢生更弱勢。

研究假設四：都市裡社經弱勢的學生在數位近用、數位使用、數位素養三個層次都比鄉村社經弱勢學生更弱勢，而這三個層次的數位落差將進一步的影響學生的學習表現，進而可能更擴大既有的教育不平等。

參、 研究方法

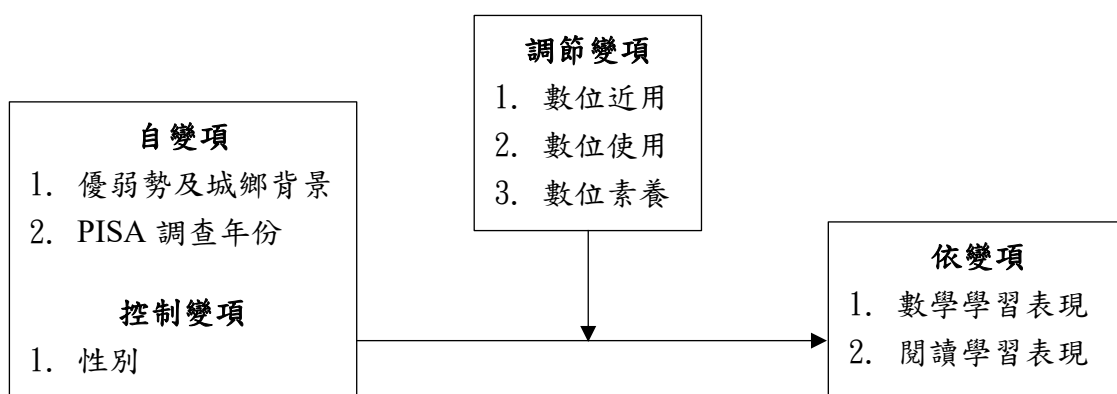
一、 研究資料來源

本研究以次級資料作為研究材料，採用國際學生能力評量計畫（The Program for International Student Assessment, PISA）2018 及 2022 年的調查數據，分析台灣 15 歲青少年在疫情前和疫情間的數位落差變遷情況。PISA 調查是經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）主辦的全球性學生評量，主要評量十五歲學生在數學、閱讀及科學素養的表現，評量這些學生是否有能力將所學應用於更廣泛的情境，因此 PISA 非常適合中學生數位使用行為、數位素養，及學習表現之相關性研究。

二、 樣本描述

本研究對象為 2018 年、2022 年參與 PISA 調查的台灣 15 歲在學學生。2018 年參與學校共有 192 所，其中 118 所為公立學校，64 所為私立學校，10 所學校不適用於上述學校類型分類，總參與學生人數為 7243 人。2022 年參與學校共有 182 所，其中 129 所為公立學校、53 所為私立學校，總參與學生人數為 5857 人。合併兩年檔案後總觀察值為 13100。

三、 研究架構



圖一、研究架構圖

四、 研究變項之定義與測量

(一) 控制變項

性別

過去的研究表明，性別差異在技術使用與數位學習中的表現，常常反映出社會長期存在的性別不平等現象。不論是在教育和職業領域，女性往往因社會文化、性別期待及職業分工等多方面的結構性因素，被排除在電腦與科技相關的領域之外（Gorski, 2005）。研究者認為性別在數位落差的議題中是極為重要的因素，因此將性別納入控制變項以觀察與城鄉可能的交互作用。

(二) 自變項

年份

本研究建立年份虛擬變項以觀察疫情前和疫情中的差異，把 2018 年 PISA 調查資料當作參照組。

優弱勢及城鄉背景

學生的家庭社經背景採用 PISA 的家庭經濟社會文化（Economic, Social and Cultural Status, ESCS）變項測量，包含家庭擁有資產、父母教育程度及父母職業等衡量指標。OECD 的 PISA 報告書將弱勢定義為在其國家或經濟體中社會經濟文化地位處於後 25% 的人口，因此本研究將台灣家庭社會經濟文化分數位於後 25% 的學生定義為弱勢學生。2018 年將 ESCS 分數為 -0.999950（含）以下的學生過錄為弱勢，以上則過錄為優勢。2022 年將 ESCS 分數為 -0.947300（含）以下的學生過錄為弱勢，以上則過錄為優勢。

根據過去學者在城鄉數位落差上的研究，已無依都市化程度細分為的必要，因此本研究僅把都市虛擬變項放入模型，和鄉村的數位分數進行比較（林宗弘，2012）。都市虛擬變項使用題目在校長填答的學校問卷，依學校所在地的居住人數（以十萬人為分界）分為鄉村及都市。

(三) 調節變項

第一級數位分數：數位近用

第一級數位落差定義為數位可近性、數位使用機會，本研究使用 PISA 已建構之變項——校外數位資源可近性（ICT availability outside school）解釋學生的數位資源可近性，以學生在校外使用不同數位設備的頻率測量。

2018 年 ICTHOME 變項使用題目 IC001，量表將十個數位資源（「桌上型電腦」、「手提電腦或筆記型電腦」、「平板電腦」、「網路連線」、「手機（沒有上網

功能)」、「手機(有上網功能)」、「可攜式音樂播放器」、「印表機」、「USB」、「電子書閱讀器」、「電視遊樂器」)的使用頻率相加，每題均有三個回答選項：「是，並且我使用它」或「是，但我不使用它」、「沒有」。其中，回答「沒有」被重新編碼為0。標準化後的平均數為0，標準差為1。

2022年ICTHOME變項使用題目IC171，量表將五個數位資源(「桌上型電腦或筆記型電腦」、「智慧型手機」、「平板裝置或電子書閱讀器」、「網路連結」、「教育軟體、遊戲或應用程式、其他學習工具」、「電動或線上遊戲」)的使用頻率相加，每題均有六個回答選項：「從未或幾乎從未」、「一個月大約1或2次」、「每週大約1或2次」、「每天或幾乎每天」、「一天數次」、「我在校外無法使用此資源」。其中，回答「該資源在校外無法使用」被重新編碼為0。標準化後的平均數為0，標準差為1。

第二級數位分數：數位使用

第二級數位落差則定義為教育用途的數位使用行為，本研究使用 PISA 已建構之變項——課堂上與學科相關的數位使用 (Subject-related ICT use) 解釋學生在教育用途的數位使用行為。

2018 年的 ICTCLASS 變項使用題目 IC150Q01HA 到 IC150Q05HA，詢問學生：在一週的上課日中，你在課堂上花多少時間使用數位設備？使用了五個題項(「國文課」、「數學課」、「自然課」、「英文課」、「社會科學」)，及其五個回答選項(「沒有」、「一週 1-30 分鐘」、「一週 31-60 分鐘」、「一週超過 60 分鐘」，以及「我沒有修這門學科」)。其中，回答「我沒有修這門學科」被重新編碼為缺失值。標準化後的平均數為0，標準差為1。

2022 年的 ICTSUBJ 變項使用題目 IC173，由學生評估數位資源在各學科課程中的使用頻率計算，量表中有四個題項(「國文」、「數學」、「自然科學」、「計算機科學、資訊科技；資訊學或類似課程」)，每個題項都有六個回答選項(「從未或幾乎從未」、「在不到一半的課堂中」、「在大約一半的課堂中」、「在超過一半的課堂中」、「所有或幾乎所有課堂」、「我沒有修讀這門課」)。其中，回答「我沒有修讀這門課」被重新編碼為缺失值。標準化後的平均數為0，標準差為1。

第三級數位分數：數位素養

第三級數位分數則定義為數位素養，本研究使用學生在使用數位時的自我效能感 (Self-efficacy) 解釋數位素養——知覺的 ICT 能力 (Perceived ICT Competence)。

2018 年的 COMPICT 變項使用題組 IC015，詢問學生對使用數位設備的經

驗：「如果我需要新的軟體，我自己可以安裝」、「我閱讀有關數位設備的資訊，以便不用依靠他人」、「當我想要使用時，我會使用數位設備」、「如果我遇到數位設備的問題時，我會先自己來解決它」、「如果我需要一個新的應用程式，我會自己做選擇」。回答以四點李克特量表評估，選項有「非常不同意」、「不同意」、「同意」及「非常同意」。標準化後的平均數為 0，標準差為 1。

2022 年的 ICTEFFIC 變項使用題目 IC183，測量學生在數位能力的自我效能，評估自己使用數位資源完成各種任務的能力。這個量表有 14 個題項（「網路上搜尋和查找相關資訊」、「評估在網路上找到的資訊的品質」、「與一群同學分享實用的資訊」、「與其他同學合作完成小組作業」、「向其他同學說明如何在網路上或學校平台上分享數位內容」、「撰寫或編輯學校作業」、「收集和記錄數據」、「創作多媒體報告」、「創作、更新和維護網頁或部落格」、「更改裝置或應用程式的設定，以保護我的資料和隱私」、「選擇最有效率的程式或應用程式幫助我執行特定任務」、「創作電腦程式」、「在仔細考慮許多可能造成軟體錯誤的原因後，確定問題的來源」、「就像演算法一樣，用一系列的邏輯步驟來分解問題並呈現答案」），且每題都有四個回答選項：「我做不到」、「我一個人做會很困難」、「我努力一點便可以做到」、「我可以輕易做到」、「我不知道這是什麼」。其中，回答「我不知道這是什麼」被重新編碼為缺失值。標準化後的平均數為 0，標準差為 1。

（四） 依變項

學習表現

數位使用後的結果將定義為學業表現，使用數學及閱讀素養分數測量。因為 PISA 等大型國際學力測驗的題目編排設計，使用可能值（plausible values）推測群體的學業表現。

五、 資料分析方法

本研究使用量化分析台灣 15 歲青少年在新冠肺炎前後的數位落差變遷。研究者比較 2018 年及 2022 年 PISA 測驗的 ICT 問卷題目及 PISA 建構的 ICT 指標後，以共同概念整理出能代表三級數位分數的各變項，並建構年份虛擬變項在行合併兩年資料。首先，利用描述性統計分析初步探索不同背景學生在三級數位落差指標上的差距，初步分析疫情前後三級數位分數在不同背景學生上的變化，接著，利用多元迴歸分析方法觀察疫情前後三級數位分數在年份虛擬變項上的差距是否達到顯著，再透過背景變項與年份虛擬變項之交互作用是否顯著，進而探究疫情後期台灣 15 歲青少年的數位落差情形是否更加嚴峻，最後，控制背景變項影響，繼續使用多元迴歸分析探討三級數位落差指標對於學生學習表現之影響，以回答疫情間是否因數位落差更加遽社會不平等。

肆、研究結果分析

一、描述性統計分析

表一、非連續變項之描述性統計

	<i>N</i>	%
2018 年性別		
女性	3624	50.03
男性	3619	49.97
2018 年優弱勢及城鄉背景		
鄉村弱勢	925	13.0
都市弱勢	847	11.9
鄉村優勢	2036	28.7
都市優勢	3284	46.3
2022 年性別		
女性	2582	48.7
男性	3005	51.3
2022 年優弱勢及城鄉背景		
鄉村弱勢	877	15.0
都市弱勢	574	9.8
鄉村優勢	1802	30.8
都市優勢	2604	44.5

表二、連續變項之描述性統計

	平均數	標準差	最低值	最高值
2018 年				
第一級數位分數	0	1	-3.20	1.49
第二級數位分數	0	1	-0.96	2.87
第三級數位分數	0	1	-2.65	1.99
數學學習表現	526.85	93.90	200.65	780.38
閱讀學習表現	498.00	98.97	149.74	772.32
2022 年				
第一級數位分數	0	1	-7.04	0.28
第二級數位分數	0	1	-1.56	2.38
第三級數位分數	0	1	-2.56	1.98
數學學習表現	533.88	108.61	198.40	841.88
閱讀學習表現	504.33	99.50	42.20	791.70
合併兩年資料並加總 三級的數位分數	0.12	1.80	-9.66	6.34

在 2018、2022 年 PISA 調查的台灣樣本中，男性和女性的佔比皆約為一半；都市優勢的比例最高，佔全體觀察值近一半。這是因為台灣的都市化程度偏高，光是居住於直轄市的人口就約佔全臺灣人數七成（黃國慶等人，2021）。此外，本研究參考 OECD 的 PISA 報告書，將社經文化地位後四分之一的學生定義為弱勢群體。基於以上標準，本研究所呈現的城鄉優弱勢比例應合乎台灣社會人口現況。並且，由於要觀察城鄉優弱勢的 2018、2022 年數位分數的變遷情形，因此本研究將三級數位分數皆標準化再行比較。此外，台灣 15 歲學生的 2022 年整體的數學、閱讀學習表現皆比 2018 年好。

表三、城鄉優弱勢和數位弱勢交叉表

	弱勢		優勢		總計
	鄉村	都市	鄉村	都市	
數位弱勢	485 (23.6%)	369 (18.0%)	549 (26.8%)	648 (31.6%)	2051 (100.0%)
非數位弱勢	1202 (11.8%)	959 (9.4%)	3035 (29.8%)	4987 (49.0%)	10183 (100.0%)
總計	1687 (13.8%)	1328 (10.9%)	3584 (29.3%)	5635 (46.1%)	12234 (100.0%)

同時，由於過去研究指出數位落差的三個層次（數位近用、數位使用和數位素養）並非獨立發生，而是相互關聯的疊加效應（Van Deursen & Van Dijk, 2019），因此本研究將合併兩年資料後的數位近用、數位使用和數位素養分數進行加總，構建「數位分數」，並將低於平均值一個標準差的學生定義為數位弱勢。進一步透過數位弱勢與城鄉優弱勢的交叉分析，找出數位分數較低的群體。結果顯示，儘管社經弱勢群體僅佔總觀察樣本的 25%，其在數位弱勢群體中的比例卻高達 41.6%（=23.6%+18%）。雖然都市優勢在數位弱勢裡的佔比最高（31.6%），但這是因為該群體在總樣本中的基數本來就最大，且都市優勢在數位弱勢裡低於其在總樣本中的比例（46.1%）。此外，本研究亦將三級數位分數分別進行分析，對低於平均值一個標準差的三級數位弱勢與社經弱勢進行交叉分析，結果顯示與整體數位弱勢的分析結論一致，社經弱勢在數位弱勢相較於樣本基數的比例更高。由此可確定，數位弱勢主要集中於社經弱勢學生中。

二、單因子變異數分析

表四、2018年城鄉優弱勢的三級數位分數¹

	第一級數位分數	第二級數位分數	第三級數位分數
鄉村弱勢	-0.6138 (1.0290)	-0.1031 (1.0548)	-0.1832 (1.0508)
都市弱勢	-0.5329 (1.0444)	-0.0822 (1.0241)	-0.1297 (1.0071)
鄉村優勢	0.1400 (0.9409)	-0.0214 (0.9604)	0.0197 (1.0071)
都市優勢	0.2240 (0.8651)	0.0575 (1.0015)	0.0696 (1.0071)
F值	292.621**	8.851**	19.944**
Scheffe 事後比較	鄉村弱勢，都市弱勢< 鄉村優勢，都市優勢	都市弱勢，鄉村弱勢， 鄉村優勢<都市優勢	鄉村弱勢，都市弱勢< 鄉村優勢，都市優勢

* $p < 0.05$ ；** $p < 0.001$

表五、2022年城鄉優弱勢的三級數位分數²

	第一級數位分數	第二級數位分數	第三級數位分數
鄉村弱勢	-0.0669 (1.1806)	-0.0605 (1.1049)	-0.1565 (1.0738)
都市弱勢	-0.0200 (1.0270)	-0.1143 (1.0606)	-0.2360 (1.0289)
鄉村優勢	0.0309 (0.9313)	0.0212 (1.0242)	0.0442 (1.0132)
都市優勢	0.0061 (0.9712)	0.0306 (0.9275)	0.0749 (0.9435)
F值	1.950	4.416	23.038**
Scheffe 事後比較	—	—	鄉村弱勢，都市弱勢< 鄉村優勢，都市優勢

* $p < 0.05$ ；** $p < 0.001$

在 2018 年 PISA 調查的台灣樣本中，經 Scheffe 法事後比較，第一級數位落差發生在優弱勢間($p < .001$)；但城鄉間無顯著差異。在第二級數位使用層次上，鄉村弱勢和鄉村優勢、都市優勢有顯著差異($p < .001$)，而都市弱勢也和都市優勢學生也有顯著差異($p < .05$)。但優弱勢間的城鄉第二級數位分數差距並

¹ 第一行未括號數值為標準化後的平均數，第二行括號內數值為標準差。

² 第一行未括號數值為標準化後的平均數，第二行括號內數值為標準差。

未顯著。第二級數位使用層次上，鄉村優勢和都市優勢相同優勢，而都市弱勢和鄉村弱勢相同弱勢。在第三級數位素養層次上，鄉村弱勢和鄉村優勢、都市優勢有顯著差異($p < .001$)，而都市弱勢也和都市優勢有顯著差異($p < .05$)，但都市與鄉村間的弱勢或優勢學生之間無顯著差異。第三級數位素養分數之平均數差異情況和第一、二級相似。

在 2022 年 PISA 調查的台灣樣本中，經過 Scheffe 法事後比較，在第一級數位近用層次和第二級數位使用層次上城鄉優弱勢學生的數位分數皆未有顯著差異。在第三級數位素養層次上，經過 Scheffe 法事後比較，不分城鄉的弱勢學生和優勢學生間有顯著差異($p < .001$)。但家庭社經背景處於同一層次之優勢或弱勢，在城鄉區別上第三級數位分數並未有顯著差異。因此可以發現，疫情前數位落差發生於第一級數位近用層次上，而疫情間差距則出現在第三級數位素養上。

表六、城鄉優弱勢的學習表現³

	2018年		2022年	
	數學學習表現	閱讀學習表現	數學學習表現	閱讀學習表現
鄉村弱勢	471.3830 (90.2768)	445.7525 (94.5017)	473.9081 (93.4902)	454.6152 (89.6584)
都市弱勢	487.5459 (90.4422)	461.6490 (95.2322)	490.5253 (106.7926)	469.2146 (99.2014)
鄉村優勢	526.5786 (85.4860)	496.6922 (91.0116)	522.3263 (98.7987)	494.2942 (92.3878)
都市優勢	554.5668 (90.0880)	524.4835 (96.942)	571.6212 (105.7727)	535.7472 (96.6182)
F值	281.670**	220.819**	262.174**	209.703**
Scheffe 事後比較	鄉村弱勢， 都市弱勢 < 鄉村優勢 < 都市優勢	鄉村弱勢， 都市弱勢 < 鄉村優勢 < 都市優勢	鄉村弱勢， 都市弱勢 < 鄉村優勢 < 都市優勢	鄉村弱勢， 都市弱勢 < 鄉村優勢 < 都市優勢

* $p < 0.05$ ；** $p < 0.001$

2018 年及 2022 年台灣 15 歲青少年在城鄉優弱勢群體間的學習表現差異上，並未和數位分數有太大差異，差距仍主要發生在優弱勢之間，而非城鄉之間。

³ 第一行未括號數值為平均數，第二行括號內數值為標準差。

三、多元迴歸分析

本研究控制性別變項，以女性作為對照組，並將疫情前的 2018 年和原始數位分數及學習表現皆最弱勢的鄉村弱勢設為對照組。迴歸模型的有效總觀察值為 12234。

(一) 依變項：數學學習表現

$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{男性}) + \beta_2(2022) + \beta_3(\text{都市弱勢}) + \beta_4(\text{鄉村優勢}) + \beta_5(\text{都市優勢}) \\ + \beta_6(\text{第一級數位分數}) + \beta_7(\text{第二級數位分數}) \\ + \beta_8(\text{第三級數位分數}) + \varepsilon$$

模型一放入性別、年份、都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢的虛擬變項，也加入三級數位分數。模型一達顯著水準 ($F = 187.216, p < .001$)，性別、年份、優弱勢和城鄉背景可解釋數學學習表現變異量的 10.9%。男性的數學表現比女性好；相較於鄉村弱勢，都市弱勢 ($b = 16.787, p < .001$)、鄉村優勢 ($b = 69.951, p < .001$)，和都市優勢 ($b = 77.970, p < .001$) 學生的數學學習表現皆顯著較佳。在相同弱勢的條件下，都市學生的數學表現高於鄉村學生。第一級數位近用分數對鄉村弱勢的數學學習表現有負面影響 ($b = -4.418, p < .001$)；第二級數位使用分數對數學表現則是有正向影響 ($b = 3.808, p < .001$)；第三級數位素養分數對數學表現也有正向預測效果 ($b = 12.312, p < .001$)。因此，高層次的數位分數—學科相關用途的數位使用、數位使用的自我效能感，在疫情前對鄉村弱勢來說與數學學習表現呈正向關聯。

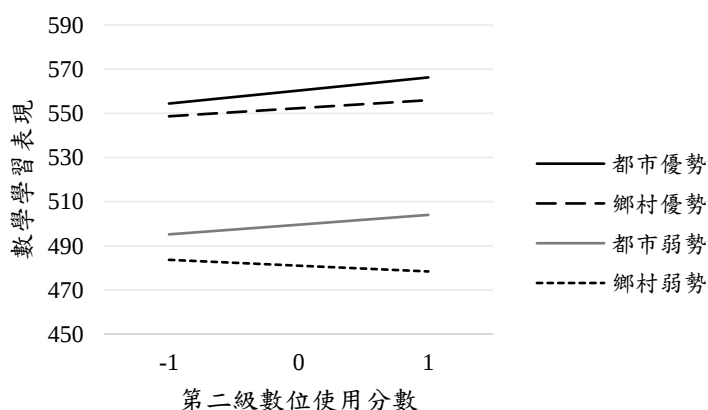
$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{男性}) + \beta_2(2022) + \beta_3(\text{都市弱勢}) + \beta_4(\text{鄉村優勢}) + \beta_5(\text{都市優勢}) \\ + \beta_6(\text{第一級數位分數}) + \beta_7(\text{第二級數位分數}) \\ + \beta_8(\text{第三級數位分數}) + \beta_9(2022 \times \text{第一級數位分數}) \\ + \beta_{10}(2022 \times \text{第二級數位分數}) + \beta_{11}(2022 \times \text{第三級數位分數}) \\ + \varepsilon$$

模型二加入疫情和三級數位分數的交互作用項，觀察疫情期間數位近用、數位使用和數位素養對數學表現的影響。模型二達顯著水準 ($F = 138.677, p < .001$)；調整後 R 平方為 0.110，解釋力提升 0.1%。第一級數位近用分數在疫情中對數學學習表現有正面影響 ($b = 6.518, p < .001$)；第二級數位使用對鄉村弱勢的學習表現影響在疫情前後沒有顯著差異；第三級數位素養分數在疫情中對數學學習表現則是有負面效果 ($b = -6.033, p < .001$)。在模型二中，第一級數位近用對數學表現的效果轉為正向，可能是因為疫情中數位設備及近用的重要性上升。因此可以發現數位近用、數位素養對數學學習表現的效應會隨年代變遷而改變。

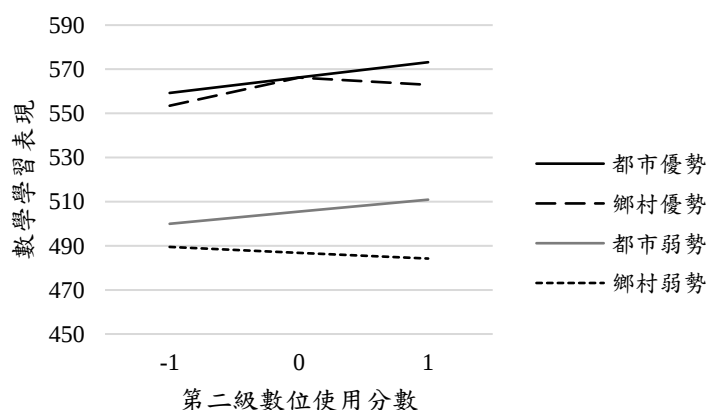
$$\begin{aligned}
Y = & \beta_0 + \beta_1(\text{男性}) + \beta_2(2022) + \beta_3(\text{都市弱勢}) + \beta_4(\text{鄉村優勢}) + \beta_5(\text{都市優勢}) \\
& + \beta_6(\text{第一級數位分數}) + \beta_7(\text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_8(\text{第三級數位分數}) + \beta_9(2022 \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{10}(2022 \times \text{第二級數位分數}) + \beta_{11}(2022 \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{12}(\text{都市弱勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{13}(\text{都市弱勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{14}(\text{都市弱勢} \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{15}(\text{鄉村優勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{16}(\text{鄉村優勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{17}(\text{鄉村優勢} \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{18}(\text{都市優勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{19}(\text{都市優勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{20}(\text{都市優勢} \times \text{第三級數位分數}) + \varepsilon
\end{aligned}$$

模型三加入城鄉優弱勢和三級數位分數的交互作用項，觀察鄉村弱勢相比起都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢，是否在三級數位分數的調節效果上有所差異，進而影響數學表現。模型三達顯著水準（ $F = 77.339$ ， $p < .001$ ）；調整後R平方為0.111，解釋力提升0.1%。在第一級數位近用層次上，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，對數學學習表現的影響都和鄉村弱勢沒有顯著差異。在第二級數位使用層次上，相較於鄉村弱勢，都市弱勢（ $b = 7.049$ ， $p < .05$ ）、鄉村弱勢（ $b = 6.285$ ， $p < .05$ ）和都市優勢（ $b = 8.549$ ， $p < .001$ ）學生的第二級數位使用分數都對數學學習表現有更正向的調節效果。第二級數位使用原本在疫情前對鄉村弱勢的數學表現有正向影響，但在疫情間此效果轉為接近零；而對其他三群人來說第二級數位使用仍有助於提升數學表現。因此，第二級數位使用在疫情前擴大了鄉村弱勢和其他人的學習差距。此外，雖然在迴歸模型裡鄉村弱勢的2022年、第二級數位分數交互作用項並未和對照組2018年有顯著差異，但在畫出交互作用圖後可以觀察到，疫情間適度的使用數位學習對鄉村優勢學生的數學學習表現有正向調節效果。過去有研究發現，課堂上過多的數位融入將會導致學生的學習成效變差（Carter, 2017），這可能解釋了此交互作用效果。而在第三級數位素養層次上，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，對數學學習表現的影響都和鄉村弱勢沒有顯著差異。

圖二、2018年家庭背景、數位分數及數學表現交互作用圖



圖三、2022年家庭背景、數位分數及數學表現交互作用圖



$$\begin{aligned}
Y = & \beta_0 + \beta_1(\text{男性}) + \beta_2(2022) + \beta_3(\text{都市弱勢}) + \beta_4(\text{鄉村優勢}) + \beta_5(\text{都市優勢}) \\
& + \beta_6(\text{第一級數位分數}) + \beta_7(\text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_8(\text{第三級數位分數}) + \beta_9(2022 \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{10}(2022 \times \text{第二級數位分數}) + \beta_{11}(2022 \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{12}(\text{都市弱勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{13}(\text{都市弱勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{14}(\text{都市弱勢} \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{15}(\text{鄉村優勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{16}(\text{鄉村優勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{17}(\text{鄉村優勢} \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{18}(\text{都市優勢} \times \text{第一級數位分數}) \\
& + \beta_{19}(\text{都市優勢} \times \text{第二級數位分數}) \\
& + \beta_{20}(\text{都市優勢} \times \text{第三級數位分數}) \\
& + \beta_{21}(\text{都市弱勢} \times \text{第一級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{22}(\text{都市弱勢} \times \text{第二級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{23}(\text{都市弱勢} \times \text{第三級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{24}(\text{鄉村優勢} \times \text{第一級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{25}(\text{鄉村優勢} \times \text{第二級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{26}(\text{鄉村優勢} \times \text{第三級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{27}(\text{都市優勢} \times \text{第一級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{28}(\text{都市優勢} \times \text{第二級數位分數} \times 2022) \\
& + \beta_{29}(\text{都市優勢} \times \text{第三級數位分數} \times 2022) + \varepsilon
\end{aligned}$$

模型四放入城鄉優弱勢、三級數位分數、年份虛擬的交互作用項，觀察鄉村弱勢相對於都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢，在疫情間是否因三級數位分數上有所差異，進而影響數學表現。模型四達顯著水準（ $F = 54.140$ ， $p < .001$ ）；調整後 R 平方為 0.112，解釋力提升 0.1%。但城鄉優弱勢、年份虛擬、三級數位分數的交互作用項皆未顯著。在疫情中，相比起鄉村弱勢，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，第一級數位近用、第二級數位使用，和第三級數位素養分數對數學學習表現都沒有和鄉村弱勢顯著不同。因此相較於疫情前，疫情間數位近用、使用數位學習，和數位素養分數並未讓台灣 15 歲學生的數學學習表現變得更好或更差。

表七、數學表現為依變項之多元迴歸分析(N=12234)⁴

	數學學習表現			
	模型一	模型二	模型三	模型四
男性(對照組：女性)	2.418 (1.697)	2.146 (1.703)	2.265 (1.703)	2.124 (1.703)
2022 年(對照組：2018 年)	6.046 (1.737)**	5.999 (1.735)**	5.842 (1.754)**	5.499 (1.782)*
都市弱勢(對照組：鄉村弱勢)	16.787 (3.441)**	16.658 (3.438)**	18.586 (3.640)**	19.095 (3.727)**
鄉村優勢(對照組：鄉村弱勢)	69.951 (2.702)**	71.210 (2.721)**	71.338 (2.805)**	70.967 (2.847)**
都市優勢(對照組：鄉村弱勢)	77.970 (2.724)**	79.135 (2.735)**	79.386 (2.819)**	79.071 (2.856)**
第一級數位近用分數	-4.418 (0.892)**	-7.514 (1.207)**	-6.792 (2.195)*	-6.245 (2.801)*
第二級數位使用分數	3.808 (0.854)**	3.555 (1.147)*	-2.634 (2.355)	-0.770 (3.167)
第三級數位素養分數	12.312 (0.859)**	15.079 (1.154)**	15.780 (2.367)**	16.691 (3.096)**
第一級數位近用分數×2022 年		6.518 (1.784)**	6.830 (1.809)**	5.545 (4.004)
第二級數位使用分數×2022 年		0.985 (1.719)	1.052 (1.740)	-2.327 (4.357)
第三級數位素養分數×2022 年		-6.033 (1.726)**	-5.880 (1.753)**	-7.455 (4.386)
都市弱勢×第一級數位近用分數			1.349 (3.174)	3.569 (4.145)
都市弱勢×第二級數位使用分數			7.049 (3.336)*	3.829 (4.584)
都市弱勢×第三級數位素養分數			5.546 (3.382)	5.135 (4.553)
鄉村優勢×第一級數位近用分數			-0.683 (2.532)	-4.849 (3.694)
鄉村優勢×第二級數位使用分數			6.285 (2.567)*	2.891 (3.831)
鄉村優勢×第三級數位素養分數			-1.976 (2.591)	-5.559 (3.803)

⁴ 未括號之數值為未標準化迴歸係數，括號內數值為標準誤。

都市優勢×第一級數位近用分數			-2.461 (2.567)	-1.241 (3.414)
都市優勢×第二級數位使用分數			8.549 (2.631)*	6.568 (3.584)
都市優勢×第三級數位素養分數			-1.651 (2.659)	-1.513 (3.516)
都市弱勢×第一級數位近用分數×2022 年				0.632 (5.084)
都市弱勢×第二級數位使用分數×2022 年				-2.457 (5.181)
都市弱勢×第三級數位素養分數×2022 年				-2.075 (5.217)
鄉村優勢×第一級數位近用分數×2022 年				4.239 (5.281)
鄉村優勢×第二級數位使用分數×2022 年				1.220 (5.354)
鄉村優勢×第三級數位素養分數×2022 年				4.885 (5.123)
都市優勢×第一級數位近用分數×2022 年				-6.339 (6.474)
都市優勢×第二級數位使用分數×2022 年				6.821 (6.725)
都市優勢×第三級數位素養分數×2022 年				-0.038 (6.760)
常數項	472.826 (2.604)**	472.069 (2.615)**	471.999 (2.736)**	472.493 (2.804)**
調整後 R^2	0.109	0.110	0.111	0.112
F 值	187.216**	138.677**	77.339**	54.140**

* $p<0.05$; ** $p<0.001$

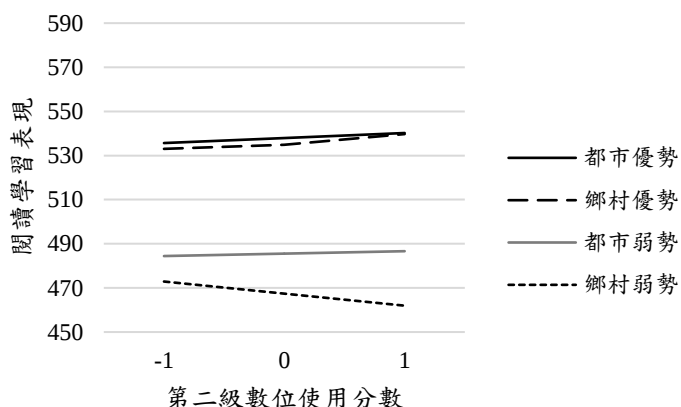
(二) 依變項：閱讀學習表現

閱讀作為學習表現的四個迴歸模型和數學相同。模型一同樣控制性別，放入年份、都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢的虛擬變項，並加入三級數位分數。模型一達顯著水準 ($F = 188.819, p < .001$)；調整後 R 平方為 0.109，家庭社經地位和城鄉背景可解釋閱讀學習表現變異量的 10.9%。男性的閱讀表現比女性差；相較於鄉村弱勢，都市弱勢學生 ($b = 15.406, p < .001$)、鄉村優勢 ($b = 64.845, p < .001$)，和都市優勢 ($b = 68.097, p < .001$) 的閱讀表現皆顯著較佳。在相同弱勢的條件下，都市學生的閱讀表現高於鄉村學生。第一級數位近用對閱讀學習表現有負面影響 ($b = -6.483, p < .001$)；第二級數位使用對閱讀學習表現無顯著影響；第三級數位素養對閱讀學習表現則有正向預測效果 ($b = 13.323, p < .001$)。和數學表現作為依變項的結果相似，高層次的數位分數—數位使用的自我效能感，與學習表現呈正向關聯。

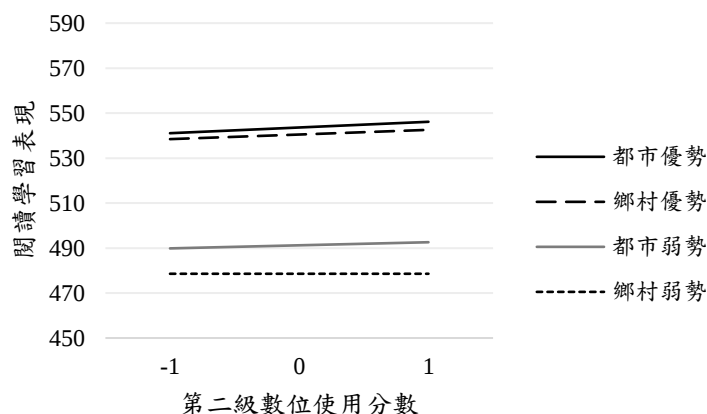
模型二加入年份虛擬和三級數位分數的交互作用項，觀察疫情期間數位近用、使用和使用結果對閱讀表現的影響。模型二達顯著水準 ($F = 143.077, p < .001$)；調整後 R 平方為 0.113，解釋力提升 0.4%。鄉村弱勢的第一級數位近用在疫情間對閱讀學習表現轉為正向效果 ($b = 10.481, p < .001$)；第二級數位使用在疫情中對鄉村弱勢學生的閱讀學習表現影響仍未顯著。第三級數位素養在疫情中對閱讀學習表現則轉為負向 ($b = -7.945, p < .001$)。和數學的迴歸模型結果相似，數位近用在模型二中對閱讀表現的效果從負向轉為正向，數位素養則從正向轉為負向。因此可以發現數位近用對學習表現的效應會隨年代變遷而改變。

模型三加入城鄉優弱勢和三級數位分數的交互作用項，觀察鄉村弱勢相比起都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢，是否在三級數位分數上有所差異，進而影響閱讀表現。模型三達顯著水準 ($F = 79.865, p < .05$)；調整後 R 平方為 0.114，解釋力提升 0.1%。在第一級數位近用層次上，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，對閱讀學習表現的影響都和鄉村弱勢沒有顯著差異。在疫情前第二級數位使用分數對鄉村弱勢學生的閱讀表現有負向影響 ($b = -5.469, p < .05$)；而相較於鄉村弱勢，都市弱勢 ($b = 6.567, p < .05$)、都市優勢 ($b = 7.740, p < .05$)，及鄉村優勢 ($b = 7.265, p < .05$) 的第二級數位分數都對閱讀學習表現有更好的調節效果，因此疫情前的第二級數位使用擴大了鄉村弱勢和其他人的學習差距。雖然在迴歸模型裡，鄉村弱勢的 2022 年和第二級數位分數交互作用項並未和對照組 2018 年有顯著差異，但在畫出交互作用圖後可以觀察到，疫情間鄉村弱勢的第二級數位使用分數對閱讀表現之負向影響減弱。而優勢群體的閱讀學習表現分數在疫情間依然保持領先。而在第三級數位素養層次上，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，對閱讀學習表現的影響都和鄉村弱勢沒有顯著差異。

圖四、2018年家庭背景、數位分數
及閱讀表現交互作用圖



圖五、2022年家庭背景、數位分數
及閱讀表現交互作用圖



模型四放入城鄉優弱勢、年份虛擬、三級數位分數的交互作用，觀察鄉村弱勢相比起都市弱勢、都市優勢和鄉村優勢，在疫情間是否因三級數位分數上有所差異，進而影響閱讀表現。模型四達顯著水準 ($F = 55.575$, $p < .001$)；調整後 R 平方為 0.115，解釋力提升 0.1%。然而在疫情中，不論是都市弱勢、都市優勢，還是鄉村優勢，第一、二、三級數位分數對閱讀學習表現的影響都和鄉村弱勢沒有顯著差異。也就是說相較於疫情前，疫情間數位近用、使用數位學習，和數位素養並未讓台灣 15 歲青少年的閱讀學習表現有所不同。

最後，雖然迴歸模型中各變項的共線性 (VIF) 皆小於 10，但在模型四中，可能因為加入過多交互作用項，導致一、二、三級的數位分數的共線性問增加。為解決此問題，本研究進一步針對弱勢群體單獨進行迴歸分析。分析結果和原先模型一致，疫情前第一級數位近用分數對弱勢學生的學習表現有負向影響，而疫情間此關係轉為正向。第三級數位素養則是在疫情前有正向影響，疫情間轉為負向影響。

表八、閱讀表現為依變項之多元迴歸分析(N=12234)⁵

	閱讀學習表現			
	模型一	模型二	模型三	模型四
男性(對照組：女性)	-24.945 (1.660)**	-25.192 (1.664)**	-25.072 (1.663)**	-25.200 (1.664)**
2022 年(對照組：2018 年)	5.970 (1.699)**	5.892 (1.695)**	5.674 (1.714)**	5.613 (1.742)**
都市弱勢(對照組：鄉村弱勢)	15.406 (3.366)**	15.212 (3.359)**	18.117 (3.555)**	18.601 (3.642)**
鄉村優勢(對照組：鄉村弱勢)	64.845 (2.643)**	66.833 (2.658)**	67.395 (2.740)**	67.089 (2.782)**
都市優勢(對照組：鄉村弱勢)	68.097 (2.663)**	69.926 (2.672)**	70.504 (2.753)**	70.334 (2.791)**
第一級數位近用分數	-6.483 (0.872)**	-11.443 (1.179)**	-11.415 (2.144)**	-10.961 (2.737)**
第二級數位使用分數	0.631 (0.835)	0.900 (1.121)	-5.469 (2.301)*	-4.064 (3.094)
第三級數位素養分數	13.323 (0.840)**	17.017 (1.127)**	17.015 (2.313)**	15.667 (3.025)**
第一級數位近用分數×2022 年		10.481 (1.743)**	10.769 (1.767)**	9.998 (3.913)*
第二級數位使用分數×2022 年		-0.004 (1.679)	0.269 (1.700)	-2.640 (4.257)
第三級數位素養分數×2022 年		-7.945 (1.686)**	-7.770 (1.712)**	-4.817 (4.286)
都市弱勢×第一級數位近用分數			4.135 (3.100)	5.873 (4.050)
都市弱勢×第二級數位使用分數			6.567 (3.259)*	3.611 (4.497)
都市弱勢×第三級數位素養分數			6.370 (3.304)	7.270 (4.450)
鄉村優勢×第一級數位近用分數			-0.764 (2.473)	-3.879 (3.610)
鄉村優勢×第二級數位使用分數			7.265 (2.507)*	3.637 (3.744)
鄉村優勢×第三級數位素養分數			-1.163 (2.531)	-0.673 (3.716)
都市優勢×第一級數位近用分數			-1.277 (2.507)	-0.731 (3.336)
都市優勢×第二級數位使用分數			7.740 (2.571)*	7.508 (3.503)*

⁵ 未括號之數值為未標準化迴歸係數，括號內數值為標準誤。

都市優勢×第三級數位素養分數			-0.849 (2.597)	1.423 (3.436)
都市弱勢×第一級數位近用分數×2022 年				-5.097 (6.327)
都市弱勢×第二級數位使用分數×2022 年				6.661 (6.571)
都市弱勢×第三級數位素養分數×2022 年				-2.249 (6.606)
鄉村優勢×第一級數位近用分數×2022 年				-1.051 (4.968)
鄉村優勢×第二級數位使用分數×2022 年				-1.613 (5.062)
鄉村優勢×第三級數位素養分數×2022 年				-6.328 (5.098)
都市優勢×第一級數位近用分數×2022 年				-0.799 (5.190)
都市優勢×第二級數位使用分數×2022 年				8.126 (5.162)
都市優勢×第三級數位素養分數×2022 年				4.788 (5.006)
常數項	463.502 (2.604)**	462.220 (2.555)**	461.818 (2.673)**	462.094 (2.740)**
調整後 R^2	0.109	0.113	0.114	0.115
F 值	188.819**	143.077**	79.865**	55.575**

* $p<0.05$ ；** $p<0.001$

表九、弱勢群體的數學表現之多元迴歸分析(N=12234)⁶

	數學學習表現			
	模型一	模型二	模型三	模型四
男性(對照組：女性)	2.222 (1.750)	1.810 (1.757)	1.808 (1.757)	1.808 (1.758)
2022 年(對照組：2018 年)	6.574 (1.759)**	6.580 (1.759)**	6.806 (1.765)**	6.772 (1.773)**
都市弱勢(對照組：鄉村弱勢)	-43.277 (2.842)**	-43.465 (2.855)**	-43.355 (2.976)**	-43.350 (3.030)**
第一級數位近用分數	-0.308 (0.907)	-0.547 (1.217)	-0.068 (1.280)	-0.110 (1.317)
第二級數位使用分數	4.287 (0.879)**	3.862 (1.177)**	3.765 (1.221)*	3.942 (1.253)*
第三級數位素養分數	14.026 (0.883)**	16.207 (1.185)**	15.587 (1.229)**	15.473 (1.260)**
第一級數位近用分數×2022 年		0.315 (1.829)	0.162 (1.832)	0.249 (1.954)
第二級數位使用分數×2022 年		11.185 (1.773)	1.203 (1.773)	0.796 (1.881)
第三級數位素養分數×2022 年		-4.949 (1.781)*	-4.909 (1.781)*	-4.632 (1.890)*
都市弱勢×第一級數位近用分數			-3.026 (2.732)	-2.765 (3.471)
都市弱勢×第二級數位使用分數			0.622 (2.781)	-0.915 (3.656)
都市弱勢×第三級數位素養分數			5.285 (2.817)	6.317 (3.686)
都市弱勢×第一級數位近用分數×2022 年				-0.864 (5.652)
都市弱勢×第二級數位使用分數×2022 年				3.779 (5.633)
都市弱勢×第三級數位素養分數×2022 年				-2.677 (5.669)
常數項	534.404 (1.496)**	534.628 (1.498)**	534.520 (1.500)**	534.537 (1.503)**
調整後R ²	0.045	0.045	0.045	0.045
F 值	96.973**	65.558**	49.580**	39.698**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

⁶ 未括號之數值為未標準化迴歸係數，括號內數值為標準誤。

表十、弱勢群體的閱讀表現之多元迴歸分析(N=12234)⁷

	閱讀學習表現			
	模型一	模型二	模型三	模型四
男性(對照組：女性)	-25.123 (1.701)**	-25.508 (1.707)	-25.494 (1.707)**	-25.493 (1.708)**
2022 年(對照組：2018 年)	5.651 (1.710)**	5.598 (1.709)**	5.669 (1.715)**	5.715 (1.723)**
都市弱勢(對照組：鄉村弱勢)	-38.790 (2.763)**	-39.681 (2.774)**	-38.824 (2.892)**	-38.847 (2.944)**
第一級數位近用分數	-2.737 (0.882)*	-4.989 (1.182)**	-4.936 (1.244)**	-4.923 (1.280)**
第二級數位使用分數	1.073 (0.854)	1.208 (1.143)	1.191 (1.186)	1.410 (1.217)
第三級數位素養分數	14.847 (0.858)**	18.028 (1.151)**	17.383 (1.194)**	17.395 (1.225)**
第一級數位近用分數×2022 年		4.723 (1.777)*	4.694 (1.780)**	4.646 (1.899)*
第二級數位使用分數×2022 年		0.134 (1.772)	0.128 (1.722)	-0.367 (1.828)
第三級數位素養分數×2022 年		-6.986 (1.731)**	-6.925 (1.731)**	-6.933 (1.836)**
都市弱勢×第一級數位近用分數			-0.110 (2.655)	-0.170 (3.372)
都市弱勢×第二級數位使用分數			-0.007 (2.702)	-1.872 (3.553)
都市弱勢×第三級數位素養分數			5.589 (2.737)*	5.552 (3.581)
都市弱勢×第一級數位近用分數×2022 年				0.239 (5.491)
都市弱勢×第二級數位使用分數×2022 年				4.407 (5.473)
都市弱勢×第三級數位素養分數×2022 年				-0.133 (5.508)
常數項	519.388 (1.455)**	519.692 (1.456)**	519.665 (1.458)**	519.644 (1.461)**
調整後R ²	0.056	0.057	0.058	0.057
F 值	122.764**	84.503**	63.734**	51.021**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

⁷ 未括號之數值為未標準化迴歸係數，括號內數值為標準誤。

伍、 結論與討論

一、研究結論與討論

（一）在疫情出現前，數位落差就存在於優弱勢群體間。

在單因子變異數分析的事後比較裡，可以發現疫情前三級數位分數之差距明顯出現於優勢及弱勢群體之間。研究假設一獲得支持，在疫情出現前，台灣的15歲中學生沒有使用數位的壓力，因此社經弱勢學的數位近用機會相對較低，僅有優勢群體能夠額外利用數位科技進行學習。

（二）數位近用、數位素養對學習表現的效應隨年代改變。

在模型二中，疫情前的第一級數位分數—數位近用，對學習表現有負向影響，在疫情間對學習表現的效果卻轉為正向，這可能是因為家庭社經背景較佳的家長更可能管控子女的數位近用。相反地，疫情前的第三級數位分數—數位素養，對學習表現原有正向影響，然而在疫情間此效果卻轉為負向。雖然第三級數位素養對學習成就的影響是負向的，但對都市優勢而言，即使他們的第三級數位分數更高，他們的學習成就優勢並沒有因為第三級數位分數較高而降低。所以，第三級數位分數對學習表現的負向影響可能比較集中在弱勢身上。

（三）數位資源的提供並未提升鄉村弱勢的學習表現。

在疫情間政府、民間社會都投入數位設備到鄉村（國科會，2022），提高了鄉村學生的數位近用，但數位資源未能轉成提升鄉村弱勢學業成就的學習資源。研究假設二部分獲得支持，相較於疫情前，疫情間使用數位學習只對鄉村弱勢以外群體的學習表現有正向調節效果。建議政策不應只著重在提供硬體設備給弱勢學生，而應同時考量教室內實際的學習脈絡，包含師生的適應狀況。

（四）數位素養的負面影響更集中於弱勢身上。

在疫情間第三級數位素養分數對學習表現有負面影響。但是，即使都市優勢數位素養分數較高，他們的學習成就優勢未因數位素養降低。因此，數位素養對學習表現的負面影響可能更集中於弱勢身上。研究假設三部分獲得支持，第三級數位素養分數未能提升弱勢學生的學習表現。

（五）疫情並未擴大都市弱勢與鄉村弱勢間的學習表現落差。

家庭社經優弱勢間的數位近用、使用和數位素養落差在疫情就已經存在，疫情只是維持既有的優弱勢之差距。位於都市的學校可能還是擁有更多資源、擁有更優勢的師資，進而導致都市優勢學生的數位分數和學習表現相較於鄉村優勢都還是較佳。假設四未獲支持，疫情間都市弱勢學生的數位分數並未比鄉村弱勢學生更差，也沒有造成數位使用結果上的不平等。因此本研究驗證了社會型塑論對數位使用結果的論述，數位落差只是反映既有社會結構的不平等。

二、 研究限制

（一）數位分數變項的局限性

在第一級數位近用變項上，因為使用 PISA 建構的校外數位資源可近性量表，題項包含了不只是電腦、平板等可以用來學習的數位設備，同時也包含電動或線上遊戲等數位設備。因此學生可能被娛樂性質的數位設備分心，進而降低使用數位對學習表現的調節效果。此外，研究者認為僅有優勢群體從使用數位上獲益的可能原因之一，是家庭背景較優勢的學生在使用數位時較可能受到家長的控管，或在成人的引導下使用。因此，教育用途的數位使用和自我效能感對學習表現有正面的影響，進而導致家庭背景較優勢的學生在使用數位學習時，能獲得更好的幫助、調節學習表現。同時，在定義第三級數位素養時，因為使用 PISA 建構的數位自我效能感變項，主要反映的是學生在使用數位時的自信心。這可能解釋了為什麼模型二中，第三級數位素養分數在疫情間對數學和閱讀學習表現的影響都是負面效果。不夠細緻的定義可能無法精準測量研究原先設計的變項，僅以自我效能感定義第三級數位分數可能忽略了數位素養的其他組成部分，比如實際的操作技能和媒體識讀能力。最後，為了比較 2018 及 2022 年的變遷情形，本研究將三級數位分數都標準化後再行分析，但此作法可能導致不同年份的差異未能顯著，導致年代變遷效應不被看見。

（二）都市與鄉村弱勢學生的相似社經背景

過去有關教育不平等的季節性研究發現，弱勢學生在學校外的學習資源和支持系統往往是影響學習表現的關鍵因素 (Downey & Gibbs, 2010)，而這些因素在都市和鄉村弱勢學生之間可能具有高度相似性。例如，無論是都市還是鄉村，弱勢家庭普遍面臨有限的家庭教育資源、缺乏課外學習支持以及家長參與度不足等挑戰，這些共同的社會經濟背景可能在學習表現上產生類似的影響。因此，即使兩個群體的地理背景不同，統計分析中也難以檢測到顯著的差異。此推論可以從學習表現作為依變項的單因子變異數分析獲得支持。即使都市和鄉村的地理背景不同，這種社會經濟背景的相似性可能使得兩個群體的學習表現差異不明顯。

（三）研究方法的局限性

本研究中採用多元迴歸模型以分析個體層級變項（家庭背景、數位使用分數）對學習表現的影響。然而，這一方法的局限性在於它無法處理個體與群體（如學校或地區）之間的巢套結構，因而可能忽略來自學校或地區層級的內部變異對分析結果的影響。教育不平等之研究若是能透過採用階層線性模型 (Hierarchical Linear Modeling, HLM)，或是多層結構方程模型 (Multilevel Structural Equation Modeling, MSEM) (Li, 2022)，將學校層級變項納入分析，將能更準確地捕捉不同層級變項對學習表現的獨立影響，並提高分析的準確性和解釋力。

陸、參考文獻

- 王等元 (2009)，E 時代教育機會均等的新挑戰－數位賦能觀點。課程與教學季刊，12(4)，1-29。https://doi.org/10.6384/CIQ.200910.0001
- 田芳華、傅祖壇 (2003)，數位落差與大學生學習－大學生數位落差相關因素與其對學業成就影響之探究，5。
- 李孟壕、曾淑芬 (2005)，數位落差再定義與衡量指標之研究。資訊社會研究，(9)，89-124。
- 林宗弘 (2012)，非關上網？台灣的數位落差與網路使用的社會後果。台灣社會學，24，55-97。
- 林信志、簡瑋成 (2019)，臺灣都會地區國小弱勢學生暑期學習活動資本之研究。教育研究與發展期刊，15(3)，23-58。
https://doi.org/10.3966/181665042019091503002
- 國家科學發展委員會 (2023)，智慧國家方案 2022 年階段成果報告。行政院智慧國家推動小組。digi.nstc.gov.tw/Page/B2D91A1F577ABE3
- 馬國勳、陳婉琪、廖恩彩 (2022)，新冠疫情下大專生的家庭經濟狀況、心理狀態、學習困境與知覺到的學校資源。調查研究—方法與應用期刊，(49 特刊)，187-264。
- 黃敏雄 (2015)，學生數學表現的城鄉差異。Bulletin of Educational Research, 61(4)，33-61。
- 黃國慶、詹士樑、蘇冠臻、王姿懿 (2021)，臺灣都市階層體系變動趨勢之探討。都市與計劃，48(1)，1-26。
https://doi.org/10.6128/CP.202103_48(1).0001
- 蔡瑞君 (2020)，消失或加劇的社會距離？新型冠狀病毒疫情下課程與教學數位化面臨的挑戰與契機。Journal of Curriculum Studies，15(1)，35-51。
- Carter, Susan Payne, et al. (2017). "The Impact of Computer Usage on Academic Performance: Evidence From A Randomized Trial at The United States Military Academy." *Economics of Education Review*, vol. 56, pp. 118-132,
https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.12.005.
- Chen, K.-Z., & Li, S.-C. (2021). Sequential, Typological, and Academic Dynamics of

- Self-regulated Learners: Learning Analytics of an Undergraduate Chemistry Online Course. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100024. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100024>
- Downey, D. B., & Gibbs, B. G. (2010). How Schools Really Matter. *Contexts*, 9(2), pp. 50-54.
- Ercikan, K., Asil, M., & Grover, R. (2018). Digital Divide: A Critical Context for Digitally Based Assessments. *Education Policy Analysis Archives*, 26, 51. <https://doi.org/10.14507/epaa.26.3817>
- González-Betancor, S. M., López-Puig, A. J., & Cardenal, M. E. (2021). Digital Inequality at Home. The School as Compensatory Agent. *Computers & Education*, 168, 104195. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104195>
- Gorski, P. (2005). Education Equity and the Digital Divide. *AACE Journal*, 13(1), 3-45.
- Iivari, N., Sharma, S., & Ventä-Olkkonen, L. (2020). Digital Transformation of Everyday Life – How COVID-19 Pandemic Transformed the Basic Education of the Young Generation and Why Information Management Research Should Care? *International Journal of Information Management*, 55, 102183. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- Li, Sandy & Petersen, Karen. (2022). Does ICT Matter? Unfolding the Complex Multilevel Structural Relationship between Technology Use and Academic Achievements in PISA 2015. *Educational Technology & Society*. 25. 43-55.
- Ma, J. K.-H. (2021). The Digital Divide at School and at Home: A Comparison Between Schools by Socioeconomic Level Across 47 Countries. *International Journal of Comparative Sociology*, 62(2), 115–140. <https://doi.org/10.1177/00207152211023540>
- Ma, J. K.-H., & Cheng, S. (2022). Adolescent Well-being and ICT Use. *Human Well-Being Research and Policy Making*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-04412-0>
- Muschert, G. W., & Ragnedda, M. (2015). *The Digital Divide: The Internet and Social Inequality in International Perspective*.
- OECD (2018), *Equity in Education: Breaking Down Barriers to Social Mobility*, 4, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264073234-en>.

- OECD (2018), PISA 2018 Technical Report, PISA, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2023), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- OECD (2024), *PISA 2022 Technical Report*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/01820d6d-en>.
- Pagani, L., Argentin, G., Gui, M., & Stanca, L. (2015). The Impact of Digital Skills on Educational Outcomes: Evidence from Performance Tests. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2635471>
- Roy, R., Kuo-Hsun, J., Cheng, S. (2023). Digital Divide and Youth Development in the Early Twenty-First Century. In: The Palgrave Handbook of Global Social Problems. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68127-2_239-1
- Saarinen, Aino. “Equality in Cognitive Learning Outcomes: The Roles of Educational Practices.” *University of Helsinki*, 2020.
- Van Deursen, A. J. & Van Dijk, J. A. (2019). The First-level Digital Divide Shifts from Inequalities in Physical Access to Inequalities in Material Access. *New Media & Society*, 21(2), 354–375.
- Van de Werfhorst, H. G., Kessenich, E., & Geven, S. (2022). The Digital Divide in Online Education: Inequality in Digital Readiness of Students and Schools. *Computers and Education Open*, 3, 100100. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100100>
- Zhao, L., Cao, C., Li, Y., & Li, Y. (2022). Determinants of the Digital Outcome Divide in E-learning Between Rural and Urban Students: Empirical Evidence from the COVID-19 Pandemic Based on Capital Theory. *Computers in Human Behavior*, 130, 107177. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107177>

