

臺灣教育社會學研究 二十四卷二期

2024年12月，1~52



# 不一樣的人生道路？STEM科系畢業生的 薪資發展軌跡

張宜君

## 摘 要

本研究企圖整合教育擴張後高等教育水平分化的系所效應及生命歷程軌跡框架，補充過去系所選擇研究多聚焦於性別議題或討論中學階段的「選擇進入」議題之不足，且在方法論上檢視過去橫斷面思考薪資報酬的限制。本研究將薪資取得過程中的不確定性、不可預測性及個人生命各面向的多樣性納入薪資軌跡，以生命歷程軌跡框架理解STEM科系的選擇對個人薪資軌跡發展的影響。本研究合併2009~2020年的華人家庭動態資料庫，以成長曲線模型捕捉STEM科系對薪資成長的影響，分析結果發現：STEM專業訓練勞動者的薪資顯著高於非STEM專業的勞動者，且其優勢隨著工作經驗累積而增加；但此優勢存在性別差異，女性展現在起薪優勢，而男性則是後勢看漲的優勢；更精確地說，STEM專業的薪資發展優勢僅存在於一般大學男性之間。此結果揭示STEM專業訓練與勞動市場後果之間的關係如何受教育制度及生命歷程影響，這些勞動市場的STEM優勢及性別化差異，也將進一步影響STEM人才培育及其階層化後果。

關鍵詞：STEM科系、STEM教育、生命歷程軌跡框架、薪資性別差異、薪資軌跡

- 本文作者：張宜君 國立臺灣師範大學教育學系副教授。
- 投稿日期：113年8月17日；修改日期：113年10月1日；接受刊登日期：  
113年11月10日
- DOI：10.53106/168020042024122402001

## *Different Life Pathway: Earning Trajectory of the Graduates in STEM Majors*

Yi-Chun Chang

Associate Professor

Department of Education

National Taiwan Normal University

### Abstract

This study attempts to integrate the literature in the horizontal differentiation of higher education expansion and the life course trajectory framework. It supplements the shortcomings of past studies on STEM education that mostly focused on gender issues or the issues of probability of “entering” STEM in high school, and examines the methodological limitations of using cross-sectional data. In this study, the labor market uncertainty and unpredictability, and the diversity in all aspects of personal life, are incorporated into the life course trajectory. This study systematically investigates the influence of majoring in STEM fields on individual earning trajectory. Merging the Panel Study of Family Dynamics from 2009 to 2020 and using the growth curve model to estimate the effects of STEM education on earning trajectory, the findings show that the earnings of workers trained in STEM majors are significantly higher than those of workers in non-STEM majors, and their advantages increase with the accumulation of work experience. However, there are gender differences in this advantage. Women have a starting salary advantage, while men have advantages of salary accumulation. Precisely, these advantages of STEM majors in the earnings only exist among male academic-track college graduates. These results reveal how the educational system and life course affect the relationship between STEM education and labor market outcomes. These patterns of

STEM advantages and gender differences in the labor market will further influence the cultivation of STEM professionals and the patterns of social stratification.

Keywords: STEM majors, STEM education, life course trajectory framework, gender difference in earnings, earning trajectory

## 壹、前言

高等教育擴張已成為全球的共同趨勢，諸多研究省視高等教育擴張與社會不平等之間關係的轉變，教育機會的競爭從升學與否的垂直差異（Raftery & Hout, 1993），轉移至唸什麼類型學校的水平差異（Lucas, 2001），同一個升學階段的水平分化（differentiation）成為影響不平等再製的主要來源，更甚於教育程度間的差異（Gerber & Cheung, 2008; Kim et al., 2015）。過去關注高等教育水平分化之研究，討論議題包括分流制度（林大森，1999；Gamoran, 2010; Geel & Backes-Gellner, 2011）、公私立大學（張宜君、林宗弘，2015；彭莉惠等，2011；黃毅志，2011；Torche, 2005）及就讀科系（彭莉惠等，2011；劉正、陳建州，2004；Kim et al., 2015; Ma & Savas, 2014; Song & Glick, 2004; Thomas, 2000）等面向對勞動市場後果的影響，其中學科領域成為影響勞動市場薪資差異的關鍵（Shauman, 2006）。

臺灣為主體的科系研究多從性別議題切入，關注就讀男性化及女性化科系對勞動市場後果的影響，彭莉惠等人（2011）討論高等教育擴張之後，薪資的性別差異縮小，但就讀女性化或男性化科系對薪資的影響仍存在顯著差異，女性就讀女性化科系更是面臨雙重劣勢；Lin（2010）也意圖從大學主修科系解釋勞動市場的薪資性別差異，採用人力資源調查進行分析，發現考慮主修科目後，薪資的性別差異確實減少，但在特定的專業訓練中仍可見薪資性別差異，如醫學及工程。僅有少數研究直接關注科系與勞動市場後果之間的關係，蔡明彰等人（2022）討論青少年時期的自我評價及大學經驗對成年初期地位取得的影響，分析系所效應之發現大致回應人文領域與理工領域之間的薪資落差，但系所的差異非該文章的論述主軸。從上述文獻觀之，臺灣目前的實證研究缺乏系統性地討論科系的薪資報酬差異，但此議題卻是教育擴張水平分化的關鍵因素，因而有必要補上此論述缺口。

另一方面，在薪資報酬的研究中，關注薪資不平等的討論包括年輕勞動

者的教育報酬議題（張宜君，2017；Tsai & Xie, 2008）、年齡及工作經驗的效應（Campbell, 2012; Leicht, 2008; Maume & Wilson, 2014）、所得不平等的長期趨勢（林宗弘，2009；陳建良，2010；鄭保志，2004；蘇國賢，2008；Goldin & Katz, 2008）或所得不平等的世代差異（莊奕琦、賴偉文，2011；許碧峰，2021；Kim & Sakamoto, 2008; Mouw & Kalleberg, 2010; Vere, 2005）等，這些研究多是從單一時間點、橫斷面的方式蒐集個人的薪資資訊分析所得不平等（僅有許碧峰（2021）是採用縱貫性資料）。這些常見的資料蒐集與處理方式，背後預設薪資為穩定的個人狀態，從個人層次來看，其反映個人當下及未來發展的可預期結果；從集體層次來看，用擬世代方式建構不同世代的勞動者在不同調查年的薪資作為該世代的薪資成長軌跡，乃是基於社會高度穩定之假定，因而可類推不同時期的勞動經驗成為該世代的共同經歷。然而，「穩定」的預設在全球化帶來的市場與勞動環境去管制，大幅提升大環境的經濟不安全之下已無法成立，「動態變化」才是現實。如何將勞動經驗中的不確定性與不可預測性及個人生命的多樣性等因素納入考量？Cheng（2014）提出生命歷程軌跡的觀點，以薪資軌跡關注世代內的薪資不平等，理解微觀個人經驗的變化及其異質性。因此，以單一個人多個時間點的勞動經驗（長期追蹤）取代橫斷面的薪資，更能充分描繪人的生命軌跡。

本研究在理論上延續高等教育擴張後對系所水平分化的關注，系統性地檢視STEM——科學（science）、技術（technology）、工程（engineering）、數學（mathematics）——專業的勞動市場後果，並在方法論上帶入生命歷程軌跡視角，對薪資不平等的討論，透過整合這兩個研究傳統，從薪資軌跡理解STEM科系的影響，說明STEM訓練管道的特殊性，及其如何導致薪資發展的異質性。本研究期望藉此對個人的生命歷程軌跡與薪資成長之間的交織有更深刻的理解，進而反省教育階層化的實際運作機制。

## 貳、文獻探討

### 一、STEM科系的勞動市場優勢

STEM教育為勞動市場中深具優勢的學科領域（Altonji et al., 2012; Finnie & Frenette, 2003; Gerber & Cheung, 2008; Thomas & Zhang, 2005），以下從不同理論視角共同指出STEM專業的勞動市場優勢。

人力資本論（Becker, 1964; Mincer, 1974）從勞動者擁有的技術與生產力說明技術勞動者的薪資優勢，教育與訓練帶來的技術差異反映在薪資。教育為勞動者進入勞動市場前的人力資本主要來源，而工作經驗累積的訓練則成為進入勞動市場後的人力資本（Mincer, 1974）。然而，人力資本並非單一概念，Becker（1964）指出雇主傾向在職業訓練過程中投資員工特殊性人力資本，而非一般性人力資本。延續此概念的研究關注產業或公司特殊性（industry-specific or firm-specific）人力資本的重要性，其帶來更高的報酬，但同時也會因換工作或失業中斷累積而造成額外的損失。「教育」作為人力資本亦存在異質性，不同學科訓練代表著不同技能，若技能較專業、不可取代性即有較高的價值，進而形成科系間的市場價值差異（Gerber & Cheung, 2008; Shauman, 2006）。STEM的專業養成過程，包括高中選組、大學選擇科系到進入相關工作，像水管（pipeline）一般（Wright et al., 2017），能持續留在其中就像要在有漏洞的水管留住水一樣困難，因而形成其勞動市場優勢。STEM專業的高度訓練及其流出與流入的非對稱性，讓STEM專業勞動者有較高的機會從事相關工作（Xu, 2013），也較容易進入其他非STEM的工作，但沒有STEM背景的人卻難以跨越進入STEM工作（Xie et al., 2015），此非對稱關係讓STEM專業有較高的勞動市場價值，同時也成為女性或少數族裔不成比例流出STEM專業訓練的主要原因（Hirshfield & Glass, 2018; Peteet & Lige, 2016）。

技術性勞動的科技改變 (skill-biased technological change, SBTC) 觀點 (Autor et al., 2003) 則從後工業化帶動的職業結構轉型討論社會不平等。該理論的例行化假說 (routinization hypothesis), 強調缺乏技術的例行性工作將在電腦化過程中被取代, 勞動市場對高技術勞動力的需求提升。Goos 與 Manning (2007) 進一步指出, SBTC 觀點忽略例行化與技術層級概念的區隔, 兩個概念建構出的四個向度中, 既有的例行化假說僅能說明低技術的例行性工作消失且高技術的非例行性工作增加的現象, 呈現整體產業升級的現象, 但實際上, 例行化的發展也同時會增加低技術非例行性的工作機會增加, 朝向工作兩極化 (job polarization) 發展。職業結構的變化與社會不平等息息相關, 美國的研究發現, 1990年代後的職業分布兩極化 (Wright & Dwyer, 2003), 特別是低技術服務業的大量出現造成薪資兩極化 (Autor & Dorn, 2013), 進而指出後工業化社會不再僅是製造業與服務業之間的消長, 而是服務業內部的兩極化連帶影響整體薪資分布 (Dwyer, 2013); 臺灣的實證研究也獲得類似的結果, 勞動市場的工作機會往兩極化發展, 主要受服務業的內部分化影響, 高技術服務業提供了大量的高薪工作機會促成兩極分化, 卻僅有利於高技術勞動者的薪資報酬, 消失的中階工作, 讓低技術勞動者要向上爬升, 幾乎成爲不可能的任務 (張宜君, 2017)。擁有「技術」與否在後工業化社會的薪資差異逐漸擴大 (林宗弘, 2009), 而高技術者的定義則在教育擴張過程中改變, 從高教育等同高技術轉向專業技術之間的差異, 彰顯科系間報酬差異的重要性 (劉正、陳建州, 2004)。1980年代後, 高科技產業升級爲製造業發展主力 (莊奕琦、林祖嘉, 2007), 影響擴及服務業的型態改變, 能夠連結此發展趨勢的STEM專業即成爲勞動市場中具有價值的技術。

文化貶抑觀點 (England, 2001; England et al., 2007) 認爲, 與女性特質相關的系所、能力或職業都會被貶抑、被視爲較無價值的工作。此現象在女性技能需求提升、性別薪資差異縮小的情況下, 讓性別隔離界線之模糊僅限於高科技女性開始進入男性相關工作, 女性爲主的職業性別界線依舊穩固

(Brynin & Perales, 2016)。England與Li (2006) 即發現1970年代到1990年代間，美國大學的科系性別隔離持續下降，主要是因為女性開始進入傳統的男性領域（如STEM），而非男性進入傳統的女性領域。Dwyer (2013) 透過服務業的照護工作內部專業分化解釋美國職業結構兩極化現象，照護工作內部分化為高技術專業的護理工作與勞務性的清潔工作兩個極端，後者因與女性的無償家務勞動連結而勞動價值遭貶低。這些研究皆指出，與女性相關的科系或職業遭受社會普遍性的貶低，相對於此，與男性特質連結的STEM相關工作，則為相對高薪的工作機會。臺灣科系選擇的性別偏好無異於其他國家，從高中選組行為即出現顯著的性別差異（陳婉琪，2013），此性別差異延續至高等教育的科系選擇，系所的性別隔離程度在1995年之後即不再下降（劉正、陳建州，2007），此隔離現象在技職體系較為穩固（陳婉琪、許雅琳，2011）。性別階層化是制度性的，薪資差異並非源於個人性別，而是鑲嵌於職業結構（Ochsenfeld, 2014）。系所的性別隔離現象也解釋了勞動市場的薪資性別差異，女性傾向進入女性科系並從事女性為我的工作，形成雙重文化貶抑（彭莉惠等，2011），而讓女性難以追上與男性間的差距，然而，同樣接受STEM專業訓練的女性，其勞動市場經驗能否展現出不同的路徑，將有待本研究後續分析。

社會封閉性的觀點（Weeden, 2002）從優勢群體透過劃界維持自身優勢的角度切入，優勢的系所或領域透過控制勞動供給，包括提高入學門檻或是透過證照制度等策略，確保其市場稀缺性，擴大自身與其他系所的薪資差距，此同質程度高的工作環境，亦較易凝聚勞動者的共同利益與力量，讓職業的工會或職業團體也更能展現強勢的協商能力，保障從業人員的工作條件（Bol et al., 2019）。雖然，臺灣目前STEM系所的招生人數並未刻意減少或以嚴格的證照管控，來提升畢業生的市場價值，但如Clark (1978) 所言，人文與社會科學的「軟科系」（soft fields）吸收了高等教育擴張後大部分的來者，而STEM相關的「硬學科」（hard fields）則堅守門檻，不輕易膨脹獲得學歷的人數，也可能進而形塑STEM成為勞動市場較稀缺的勞動力。證

照部分除了特定的職業之外，例如，醫師、律師、會計師等專業證照直接連結從事該職業的資格之外，證照帶來的勞動市場效益異質性極高。林大森（2011）的研究即發現，與技職體系訓練連結的初階證照反而未必對薪資帶來正向報酬，僅有高階的證照才有顯著提升薪資的效果。

從篩選的角度觀之，系所選擇是能力篩選或是自我篩選的部分結果。STEM相關的認知能力（包括空間分析、數理能力）表現佳者，會傾向選擇自然組及STEM相關科系就讀（郭祐誠、許聖章，2011；陳婉琪，2013；Nitzan-Tamar & Kohen, 2022），而選擇自然組或修習進階數理課程也對後續學習成就、升學機會，甚至是日後的薪資所得皆有助益（呂正雄，2011；陳婉琪，2013；Rose & Betts, 2004; Wilkins & Ma, 2002）。職業期望的自我篩選更是會不會持續留在STEM領域的關鍵。對數學或科學有興趣，或對此職涯高度期待的學生，更能夠在STEM領域中表現卓越（Perez et al., 2014; Xie & Killewald, 2012），即使控制學生的先驗能力仍有顯著影響（Wang, 2013）。Weeden等人（2020）以職業規劃解釋選擇STEM教育的性別差異，女性在既有勞動市場中觀察到女性進入STEM工作可能遭遇的歧視，也較少有男性主導之職業的資訊，因而降低其持續留在STEM教育的可能性。在STEM教育的管道中，數學能力、自我評估解釋了選擇進入STEM的機會，而持續留在STEM管道則受到職業規劃影響較大。

綜合以上理論觀點，無論從勞動者技能培養過程或是勞動市場結構變化切入，都共同說明STEM教育在勞動市場的人力供給或需求皆深具優勢。

假設一：STEM相關科系畢業的勞動者之薪資高於非STEM科系勞動者的薪資。

## 二、STEM的薪資發展軌跡：生命歷程軌跡框架

### (一)生命歷程軌跡框架下的薪資測量

薪資是理解勞動市場成就之要素，亦為階層化研究的核心。過去關注薪資不平等的研究，大多採合併橫斷面資料進行分析，以受訪當下薪資作為探

討薪資不平等的基礎，包括關注隨時間變遷的薪資不平等（林宗弘，2009；張宜君、林宗弘，2020；張宜君等，2022；陳建良，2010；鄭保志，2004；Goldin & Katz, 2008; Vere, 2005; Weeden & Grusky, 2012），以及比較世代間薪資不平等（張宜君，2017；張宜君、林宗弘，2020；張宜君等，2022；莊奕琦、賴偉文，2011；Kim & Sakamoto, 2008; Mouw & Kalleberg, 2010; Tsai & Xie, 2008）等研究。這樣的資料分析策略將薪資視為靜態的個人狀態，較少考量薪資是隨著不同生命階段變化的動態過程。

考量個人生命階段的第一步是檢視「年齡」帶來的影響。Mincer（1974）的人力資本論已提出將年齡或工作經驗積累視為人力資本的一部分，探討勞動者的薪資如何隨著工作經驗的增長而變化。此系列試圖描繪薪資軌跡的研究，多採用擬世代（synthetic cohort）的概念來處理世代內的薪資軌跡議題，透過不同世代的年齡效果描繪薪資如何隨著年齡而變化，稱為年齡剖面法（age profile approach）（張宜君、林宗弘，2020；Lam & Levison, 1992; Welch, 1979）。此方法固然可以從集體層次描述隨著年齡變化的不平等，但畢竟不是個人在不同年齡階段的變化。終生薪資收入（lifetime earnings）則是另一個考量生命發展的薪資測量模式，測量一個人在勞動市場整個職涯累計的報酬，影響著個人的財富與存款（Engen et al., 2005）、退休金與收入安全（Iams et al., 2010）等個人的生命機會與福祉。終生薪資收入的優勢在於避免橫斷面資料將短期、當下的薪資視為穩定、靜態的恆久狀態，進而以較長期框架思考薪資收入。

然而，無論是橫斷的薪資——年齡剖面法或是終生的薪資收入等方法，都是以個人的單一薪資資訊為分析單位／分析對象，其背後假定社會極度穩定且可預測生命歷程。但此預設與事實相違，應進一步從生命歷程觀點（life course perspective）切入，將生命中的不確定性及薪資的社會脈絡納入考量（Elder, 1985; Shanahan, 2000），生命中各情境相互扣連，包括工作經濟、婚姻育兒、健康等因素，皆對生命軌跡產生決定性的影響。以此開展提出的薪資不平等論述，從本質上存在異質性的生命歷程軌跡來理解微觀層

次薪資不平等，需考量同一個人在不同時間點的薪資軌跡。

Cheng (2014) 建構的生命歷程軌跡 (life course trajectory) 框架，將薪資取得過程中的不確定性與不可預測性及個人生命各面向的多樣性等因素含括其中，提出三個生命歷程軌跡的架構：隨機變化 (random variability)、軌跡異質性 (trajectory heterogeneity)、累積優勢 (cumulative advantage) 等三種型態。「隨機變化」強調個人的薪資會隨著當下遭遇的情境與事件而改變，成為薪資的不可預測與不確定成分，例如，生病、公司裁員等重大事件皆會影響薪資起伏，甚至會造成持續性的影響 (DiPrete, 2002; Mouw & Kalleberg, 2010)；Western等人 (2012) 的回顧性文獻亦得出經濟不穩定對美國社會經濟不平等的影響愈來愈大。「軌跡異質性」則是將薪資軌跡概念拆解成起薪與薪資成長兩個面向，起薪的不平等較受到過去研究關注，Tsai與Xie (2008) 及張宜君 (2017) 皆以臺灣資料檢視教育對新進勞動者薪資報酬的影響；相對於此，薪資軌跡則較少系統性的分析，或是說缺乏真的以個人的薪資軌跡進行分析。薪資軌跡的異質性彰顯勞動市場經驗累積對報酬的差異效果，也就是人力資本報酬的差異；再者，工作之外的生活面向也對薪資報酬產生外溢效果，如Guinea-Martin等人 (2018) 指出，女性在核心工作年 (22~49歲) 易因育兒或家庭勞務而面臨選擇從事兼職工作、暫時離開勞動力市場、二次就業等狀況。「累積優勢」進一步強調個人的起薪與薪資軌跡之間的相依關係，起薪愈高，後續的薪資成長速度也愈快，優勢與劣勢之間的差異會隨著經驗累積而擴大。累積優勢除了發生在不同社會群體之間的差異之外，即使是同樣條件的人，贏在起跑點時也會持續領先。

Cheng (2014) 分析美國長期追蹤的資料，發現薪資軌跡的不平等支持隨機變化及軌跡異質性假設，但起薪與薪資成長之間的積累效果僅存在於各群體之間，包括性別及族群等，群體內部的個人薪資和薪資軌跡之間反而是負向關係，也就是說，起薪低的勞動者傾向擁有較陡峭的薪資成長幅度。許碧峰 (2021) 以華人家庭動態資料庫分析薪資軌跡的世代差異，發現相同教

育程度的人之間，年輕世代的教育報酬低於年長世代，且群體間條件佳擁有高起薪者，傾向有較高的薪資成長；張宜君（2015）採用人力資源調查發現，群體內的起薪與薪資軌跡的負向關係發生在不同世代之間，年長世代低起薪但薪資成長速度快，年輕世代則是高起薪卻低成長。而起薪與薪資成長之間負相關的可能解釋因素，包括：勞動市場對於低薪者的補償效果（Rosen, 1999）、低薪者力求向上的態度變遷效果、年輕勞動者試水溫的低薪效應（Borjas, 2012），以及雇主與勞動者之間存在未明講的合約關係（implicit contract）（England, 2017），也讓低薪起聘再調薪成為勞動市場可能的運作方式。

薪資不平等的概念發展與模型進展說明關注勞動市場成就差異應從靜態的單一時間點觀察，轉而朝向動態的生命歷程框架切入。因此，欲理解STEM教育或科系選擇對個人生命機會的長期影響，也應以此視角探索不同路徑的職涯軌跡。

## （二）STEM科系薪資軌跡及其異質性

過去針對系所或STEM教育的勞動市場成就差異，亦多從永久收入的假設切入，以個人單一時間點的薪資檢視高等教育水平分化的系所差異，大致呈現相同的趨勢：STEM相關學科的薪資高於人文、社會科學及教育專業領域。STEM相關科系的薪資優勢可從進入勞動市場初期即開始發揮作用，Pascarella與Terenzini（2005）發現，科系對薪資的影響在勞動者「初入」勞動市場的時候能發揮最大的效果，且對其薪資的決定性甚至較技職分流（Pfister et al., 2015）或學校品質（Borgen & Mastekaasa, 2018）等因素影響更大，擁有STEM專業訓練在勞動市場中具有優勢甚至可以跳脫菁英大學的學歷（Eide et al., 2016）。

在具生命歷程意涵之終生薪資的研究中，Kim等人（2015）連結稅收及調查資料，分析科系對於職涯收入的影響，指出無論性別為何，STEM相關科系畢業者的生涯收入皆為最高，其次為商業及健康科學，而社會人文學科及教育相關科系的終生收入較低；大學科系之間的差異甚至較大學和中學學

歷之間的終生收入差異更大。大致上，過去研究顯示科系之間的收入差異結果相當穩定，STEM皆屬於高薪的領域（Altonji et al., 2012; Finnie & Frenette, 2003; Thomas & Zhang, 2005）。

過去STEM專業的勞動市場後果差異之研究，無論從單一時間點（橫斷面資料）或單一資料（終生薪資）作為分析對象，皆以社會及個人生命歷程穩定作為前提，忽略生命歷程中的不確定。本研究延續Cheng（2014）的生命歷程軌跡框架，採用長期追蹤調查捕捉STEM教育對薪資軌跡的影響及其相互關係，並進一步討論其可能存在的積累效果或異質性等不確定性。

首先，從生命歷程軌跡框架，拆解薪資概念為起薪與薪資軌跡之間的關係開始，檢視STEM系所的薪資優勢。Pascarella與Terenzini（2005）的研究指出，科系對一開始進入勞動市場的薪資影響最大，可見STEM與非STEM的勞動者可能在初入勞動市場即存在薪資的差異。從Kim等人（2015）的研究結果可進一步接續推論STEM的薪資發展軌跡，其發現STEM科系的終生薪資收入較高，表示STEM科系的薪資優勢並未在後續的職涯發展過程被其他專業訓練的勞動者追趕上，維持優勢的同時也可能擴大優勢。以上的推論呼應Cheng（2014）所提出的生命歷程框架中的軌跡異質性及累積優勢兩個型態。STEM專業的人力資本效用從學校延續至勞動市場，STEM專業勞動者在工作積累的經驗報酬，亦可能高於其他非STEM專業的勞動者，進而可推論其薪資軌跡不同於非STEM領域者，薪資成長速度較快，形成軌跡的異質性。

假設二：STEM相關科系畢業的勞動者之起薪高於非STEM科系勞動者的起薪。

假設三：STEM相關科系畢業的勞動者之經驗報酬高於非STEM科系勞動者的經驗報酬。

同時考量STEM教育的初入市場優勢（Pascarella & Terenzini, 2005）及其經驗報酬優勢，可進一步推論STEM專業勞動者在勞動市場可能存在累積優勢的效果，起薪較高且薪資成長速度快，會在職涯發展過程持續拉開與其

他人的差距。Cheng（2014）的生命歷程軌跡框架中的累積優勢假說指出，除了群體間的累積優勢差異之外，同樣訓練背景者之間也存在相同趨勢，進入勞動市場即獲得優勢的人也會在後續的職涯中繼續累積優勢。

假設四：STEM相關科系畢業的勞動者之薪資軌跡與非STEM科系勞動者相較，呈現累積優勢的趨勢。

然而，STEM專業可解釋不同專業訓練勞動者之間的薪資軌跡差異，但在人們生命歷程中仍有許無法解釋的隨機變化因素從中發揮作用，因此，即使考量影響薪資軌跡的眾多因素之後，仍可見隨機變化在職涯發展過程的影響力。

假設五：在納入影響薪資的解釋變數後，薪資軌跡仍存在隨機變化效果。

過去關注STEM的勞動市場成就之相關研究，常聚焦於進入STEM管道選擇機會與薪資的性別差異。科系選擇對兩性勞動市場後果影響的研究指出，關注薪資、職業取得（He & Zhou, 2018）、非典型就業情形（Pullman, 2018）、初職職業聲望（彭莉惠等，2011；Magnusson, 2009）等面向的性別差異，無論採用何種勞動市場後果的指標，皆顯示性別、科系與勞動市場後果三者的關係，女性在性別隔離的勞動市場中獲得較低的薪資。

雖然已有諸多研究關注從科系的性別隔離到職業性別隔離，以此說明勞動市場後果的性別差異（張晉芬，2017；彭莉惠等，2011；He & Zhou, 2018），但這些研究未竟之處為：接受STEM訓練的女性，就能走出不一樣的路嗎？過去已有研究發現系所及職業內部的性別差異，Magnusson（2009）及Sloane等人（2021）的研究發現，即使就讀相同的大學科系，女性也更容易被分到較低薪資的職務；Magnusson的研究顯示，從事相同職業聲望的工作，男性仍獲得較女性更高的薪資。獲得STEM相關學位的女性，能夠在男性主導的STEM領域存活下來理論上是經過高度篩選的，理應削減了性別隔離的現象，但實際上，這些領域的女性反而因性別腳本（包括女性能力略遜於男性、女性應肩負照護與關懷的特質）而承受懲罰，經歷了更加

嚴苛的生存條件與寒蟬氛圍 (Heilman, 2001; Zheng & Weeden, 2023)，讓她們即使繼續待在STEM領域，也可能從事薪資較低的工作。Hirshfield與Glass (2018) 即指出，STEM領域內部也存在性別差異，女性較易選擇在STEM領域中薪資條件較低的生命科學領域而非工程領域，且女性在STEM管道無論是求學或就業過程皆遭受更嚴苛的挑戰，較相同條件的男性更難獲得成就。一如女性普遍在生命歷程中面對的情境，在黃金工作年齡更容易因婚育影響工作選擇，包括離職或是選擇更彈性的工作，影響其職涯的累積與發展 (Guinea-Martin et al., 2018)。在Xie與Shauman (2003) 所著一書中那些擁有工程博士學位的女性，也因家庭 (或配偶) 的需求而較難擁有與其他相同條件男性一樣的職涯發展，她們的工作轉換往往是因配偶換工作而遷移，而非基於自身的職涯發展規劃，因而難以連續累積工作經驗、獲得升遷機會。這些生命歷程的性別差異，可進一步推論前述預期的STEM專業人才的薪資累積優勢，未必會以相同之邏輯運作在女性身上。

假設六：STEM系所在勞動市場的薪資累積優勢存在性別差異，男性的薪資軌跡優勢高於女性。

最後，關注臺灣高等教育擴張特殊性帶來的STEM科系的異質性——技職分流的效應。臺灣近30年來高等教育擴張的主體即技職學校升格帶來的大量教育機會，高職畢業生繼續升學的比例亦超過八成 (張宜君、林宗弘, 2015)，隨著技職體系的升學機會大幅增加，一般大學與技職大學有不少重疊的系所，但因一般學術型高中與技職學校間的課程內容與升學管道差異，形成迥異的在校訓練——分別強調抽象能力訓練與實作技術。因此，要思考大學STEM科系的薪資差異需考慮此差異。過去關注技職分流與科系的研究，主要是透過比較兩者對於薪資影響的差異，證實科系較技職分流解釋更多薪資差異，彰顯科系影響的重要性 (Pfister et al., 2015)，但此比較無法處理STEM訓練管道的連續性議題。根據STEM教育的定義，其強調與「科學」相關，因而進階數學及科學等課程為STEM教育養成的基礎，強調在STEM領域中，邏輯與概念之間的相互連結 (Xie et al., 2015)，而此系統性

的訓練在高中階段開始分流，僅存在於一般學術型高中自然組。在此制度效應之下，文獻所述及之STEM教育的薪資軌跡效應，亦可能無法同時存在於不同的分流中，可能僅有一般大學的STEM教育才擁有STEM專業的薪資效應。

假設七：STEM系所在勞動市場的薪資累積優勢存在分流差異，一般學術大學的STEM薪資軌跡優勢高於技職體系大學。

本研究以生命歷程軌跡框架為基礎，探討STEM教育對薪資成長軌跡的影響，此視角能夠幫助我們對於STEM系所訓練如何影響個人的勞動市場經驗，亦期望藉此理解勞動市場中的性別差異如何形塑並延續在工作經驗之中，讓我們更能夠具體看見因中學及大學階段的系所選擇差異而開展出的不同生命軌跡。

## 參、研究方法

### 一、資料來源

本研究以「華人家庭動態資料庫」(Panel Study of Family Dynamics, PSFD)作為資料來源。PSFD由中央研究院人文社會科學研究中心主導，採用分層多階段抽樣，於1999年首次進行調查，以華人家庭成年樣本為對象的固定樣本追蹤調查(panel survey)，關注成年人的家庭、生活、工作等面向，是臺灣目前針對成年樣本最完整的長期追蹤資料。PSFD以樣本的出生年抽樣，於2000年、2003年、2009年、2016年逐步擴增樣本，並根據主樣本延伸出來的子女等親屬，再進行追蹤訪問，因而資料涵蓋的年齡層自青年至老年。

本研究關注的大學畢業系所相關資訊，於2003年的新增主樣本(出生世代為1964~1976年)才開始詢問，並於後續2004、2005、2007、2009、2011、2014、2016、2018等年度補進年度新增年輕樣本(出生年介於1976~

1993年之間)皆有此問項。但在實際釋出的資料中,2009年的新抽樣本才開始提供大學畢業系所資訊,因此,本研究僅能分析2009年起的新抽樣本及後續每次調查的新增樣本,樣本進入調查的年齡介於25~32歲之間,皆為青壯樣本,藉此我們可以觀察受訪者從進入勞動市場初期的薪資變化軌跡。另外,PSFD以2012年為分界,在此之前每年皆進行調查,之後則改為每兩年調查一次。本研究合併2009~2020年的PSFD追蹤調查,總計八波的資料,獲得出生世代介於1977~1993年之樣本,從2009~2020年之間的薪資狀態,建構近10年的薪資成長軌跡進行分析。然而,受成長曲線模型分析方法限制,僅保留有三筆以上薪資資訊之樣本,因而2018年及2020年之新增樣本則不在本研究之列。

依據本研究目標,分析樣本限定大專以上學歷且目前在勞動場中有收入的受訪者,<sup>1</sup>排除各變數的遺漏值及有薪資資訊波次低於三次的樣本後,總計分析樣本為2,406位,其中女性1,276位,男性1,130位,分析單位為「人一年」資料,計12,007筆。

## 二、變數建構

### (一)自變數：STEM教育相關變數及工作經驗

STEM教育在概念層次的定義包括實務上對國家發展與技術創新有貢獻的學科領域,以及訓練上具有相同邏輯與系統性地訓練等兩個面向(Xie et al., 2015)。在實證研究從教育訓練觀之,皆以「進階數學」課程作為劃分(Long et al., 2012; Schneider et al., 1998; Xie et al., 2015)。臺灣脈絡即高

---

<sup>1</sup> 在2009~2020年資料中,限制有大學就讀系所資訊的觀察值有15,988筆(人一波),排除沒有工作且缺乏收入的觀察值則總計刪除2,134筆資料,最後將薪資資訊未達三筆以上的樣本排除,刪除1,847筆觀察值後,即為本研究之分析樣本,總計12,007筆觀察值,來自2,406位受訪者。本分析將各調查年沒有薪資資訊的樣本視為缺漏,但本研究因採用成長曲線模型,無法以Heckman模型修正沒有工作者對分析帶來的影響,對整體分析可能造成的影響在於存在低估STEM系所的薪資效果,也就是說,實際上存在的STEM系所差異可能會高於分析結果。

中階段選擇「自然組」是進入STEM水管的開端，大學階段則以「科系」作為STEM教育的認定。大學階段的系所分類方式，參考Kim等人（2015）的系所區分，考量資料庫的系所調查分類，將科系區分為STEM及非STEM兩大類，其中自然科學、數學及電算機械、醫藥衛生、工程視為STEM教育，其餘科系則視為非STEM教育。

另外，本研究與STEM教育相關的大學特質變數還包括技職體系分流、公私立學校及就讀研究所等。臺灣高等教育的分流制度可區分為一般大學及技職體系大學，雖根據上述STEM教育的定義與訓練過程管道來看，嚴格而言，僅有學術分流的高中到一般大學，這一個強調抽象邏輯訓練的教育路徑，才能稱之為STEM教育。然而，臺灣經歷高等教育的主體即技職體系升格，同時考量技職體系高等教育系所的影響亦有其重要性，藉以整體檢視高等教育勞動者的勞動市場後果，將整體大專以上學歷之受訪者皆納入分析，本研究以大專學歷為中專科及科技大學或技術學院等類別作為技職的虛擬變數，以控制分流效果，並在後續分析以技職分流作為次樣本，進一步討論STEM科系在一般大學與技職大學的效果差異，以回應STEM教育之特殊性。再者，過去研究指出，就讀STEM的學生有較高的機會就讀研究所，因此，欲討論STEM教育的勞動市場效果亦需考量受訪者繼續就讀研究所與否造成的差異，本研究以教育年數來捕捉同樣都有大專以上學歷的受訪者繼續升學的影響作為控制變數。最後，公私立學校也是高等教育水平分化的重要面向，其對所得影響重大，因此在本文中亦作為控制變數。

工作經驗延續Mincer的人力資源薪資方程式定義的潛在工作經驗（years of potential experience）（年齡—教育年數—6），建構勞動者工作經驗年數，作為本研究採用成長曲線模型個人層次的時間向度，並加上工作經驗平方項捕捉工作經驗對薪資影響的非線性關係。

## （二）依變數與控制變數

依變數分析為受訪者在不同時間點取自然對數的工作收入( $\ln(inc_{it})$ )，從受訪者進入調查後每次調查皆會詢問主要工作的工作月收入，本研究即以

此建構工作收入變數。各調查年中以受訪者自回具體的工作所得為主，若受訪者未提供具體數值則以區間式的工作所得答項替代，後者將以區間中位數轉換為連續性的工作所得。為處理所得的右偏分配問題，取自然對數使其趨於常態分配。

其他控制變數包括性別（女性編碼為1，男性為0）、婚姻狀態（已婚編碼為1，其他婚姻狀態為0），家長教育程度以父母親教育程度取高者作為指標，單親家庭則以有資料的家長資訊為代表，以此方式捕捉家庭資源對個人勞動市場後果的影響。最後，為考量受訪者世代差異所造成的薪資估計落差，受訪者的出生年為1977~1991年，分析中以五年為單位，控制受訪者的出生世代<sup>2</sup>區分為1977~1981年（參照組）、1982~1986年、1987~1991年等三個出生世代。

### 三、分析方法

本研究以華人家庭動態資料庫為主要資料分析來源，將獲取勞動者在2009~2020年八個波次、橫跨11年調查期間的勞動所得，建構「人一年」（person-year）的資料型態，以多層次成長曲線模型（multilevel growth curve model）來估計個人(*i*)在時間點(*t*)的工作經驗( $exp_{it}$ )對薪資( $\ln(inc_{it})$ )的影響，採用此方法能夠幫助我們描繪個人軌跡的變化趨勢。模型可分為兩個分析層次：

Level 1:

$$\ln(inc_{it}) = \beta_{0i} + \beta_{1i}exp_{it} + \beta_{2i}exp_{it}^2 + e_{it}$$

<sup>2</sup> 本研究未再進一步控制資料蒐集的時期效應，原因在於分析對象為大學學歷以上的受訪者，加上納入出生世代及工作經驗，時期在本分析中會形成完全共線效果，因此，本研究未納入時期效果，但資料調查年落在2009~2020年，大致上避開2007~2008年全球金融危機帶來的效應。

Level 2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}STEM_i + \gamma_{02}X_{2j} + \dots + u_{0i}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}SETM_j + u_{1i}$$

依變數為受訪者在不同時間點取自然對數的薪資 ( $\ln(inc_{it})$ )， $exp_{it}$  為本研究主要的自變數—工作經驗，延續Mincer人力資源方程式建構的潛在工作經驗，並加上工作經驗平方捕捉其對薪資的非線性影響。在多層次成長曲線模型中，以不同調查年中各受訪者的工作經驗作為成長曲線模型的時間軸度，並以第二層的個人條件（本研究關注大學就讀STEM教育的影響效果）與第一層的工作經驗進行交互作用，檢視STEM教育對於個人勞動市場薪資成長軌跡的影響。在後續的相關分析中，也將進一步檢視不同次群體的差異，包括性別及技職分流等，檢視STEM教育在勞動市場中整體的角色定位與影響。

## 肆、研究發現

### 一、描述統計

表1呈現本研究分析的樣本描述統計。整體樣本中有的波次數平均為4.995，顯示每一個樣本平均有五筆所得資訊，得以在成長曲線模型中分析其薪資成長趨勢。樣本進入調查時的年齡均為28歲左右（整個分析單位的年齡區間為25~39歲）、工作經驗年數平均約6.07年，顯示分析樣本為偏年輕世代的樣本資料，就讀技職體系及私立學校的比例大致符合該出生世代的高等教育分布，就讀技職的比例逐漸與一般大學趨近，私立學校比例大約是公立學校的兩倍到三倍之間。本分析樣本之性別比例差異不大（男性53%，女性47%），女性僅略低於男性，可能原因在於樣本進入調查時屬年輕世代樣本（出生年區間為1977~1991年），可見性別差異在年輕世代有因高等教育擴張而下降。但即使如此，我們仍可在收入、STEM教育及教育年數（就讀

研究所)等面向看到性別差異,男性的收入仍高於女性,換算成具體工作所得差異為5,086元( $\exp(10.48)-\exp(10.33)$ );男性就讀研究所的比例為22%、女性則僅有16%,兩者相差六個百分點,此結果亦顯現在男性的平均教育年數略高於女性,此教育機會垂直層面的性別差異,呼應張宜君與林宗弘(2015)的研究提出之「極力維續不平等」(Maximally Maintained Inequality)效應。然而,更顯著的性別差異出現在高等教育系所性別隔離的水平分化效果,大學就讀STEM相關科系的男性超過六成,而女性僅有不到一半的比例(27.3%)。此結果因樣本限定在有工作收入的人口,可能已高估女性就讀STEM的比例,但仍可見懸殊的性別差異,此為薪資性別差異的可能來源,本研究後續亦將分析STEM教育對薪資軌跡影響的性別差異,以期對系所與薪資的性別差異有更完整的理解。

表1

樣本描述統計

	男性		女性		總樣本	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
波次	5.065	2.095	4.916	2.026	4.995	2.064
所得對數	10.478	0.482	10.328	0.494	10.408	0.494
大學就讀 STEM	0.625		0.273		0.460	
技職體系	0.496		0.483		0.490	
私立學校	0.723		0.727		0.724	
工作經驗	6.074	2.494	6.079	2.662	6.076	2.574
年齡	28.345	2.208	28.180	2.412	28.267	2.307
出生世代 1977~1981 年	0.319		0.318		0.318	
出生世代 1982~1986 年	0.371		0.366		0.369	
出生世代 1987~1991 年	0.310		0.316		0.313	
女性	0.000		1.000		0.470	
教育年數	16.274	1.364	16.101	1.130	16.193	1.262
研究所	0.220		0.155		0.190	
家長教育年數	11.572	3.218	11.463	3.296	11.521	3.255
婚姻狀態 (已婚)	0.137		0.195		0.164	
<i>N</i>	1,276		1,130		2,406	

## 二、STEM教育的薪資軌跡效果

### (一)STEM教育與性別

接續以成長曲線模型估計STEM教育對於個人薪資軌跡的影響。表2中的模型1呈現工作經驗、STEM教育及其他控制變數對工作所得的影響，模型2將成長曲線模型中level 1的工作經驗與level 2的大學就讀STEM系所做交互作用，檢視STEM系所畢業是否會形成不同的薪資成長樣態，最後模型3-1及模型3-2則分別呈現男性與女性次樣本的結果。

模型1顯示每增加一年的工作經驗會提升8.5%的工作所得，工作經驗平方項亦具有顯著負向影響，表示工作經驗與薪資之間存在非線性關係，勞動者的工作薪資隨著工作經驗增加而提升，但增加的幅度會逐漸趨緩。出生世代也顯著影響勞動者薪資，整體而言，愈年輕的世代薪資愈高，相對於出生在1977~1981年的人而言，後續的出生世代有較好的薪資表現。此結果符合張宜君與林宗弘（2020）的世代效應，出生於1980年代末的人，初入勞動市場階段正面對2008年前後的全球金融危機，雖然資料蒐集的調查年避開此區間，但該出生世代的勞動者當時面對的衝擊可能因而產生長期的影響，導致出現後續出生世代反而薪資較高的趨勢。女性的工作所得低於男性12.5%，也就是說，女性的所得大約是男性的87.5%，即使都是高教育程度的勞動者，薪資仍存在性別差異，表示薪資的性別差異不完全是因教育人力資本所致。代表家庭社經地位的父母親教育程度則僅影響個人1.1%的所得，看似個人先賦地位的影響較小，但仍存在顯著效果。婚姻狀態中已婚者的薪資高於其他婚姻狀態2.8%，但此效果有顯著的性別差異，其正向效果僅出現在男性身上，見模型3-1及模型3-2的差異。對於已有大專以上學歷者而言，繼續升學確實可提升經濟報酬，每增加一年的教育年數可提升近8.6%的薪資。在高等教育學歷的性質部分，就讀技職體系的大專校院則和一般大學相較之下少了12.6%薪資，而就讀私立學校的薪資比公立學校少了一成，以上結果大致符合過去研究對於個人薪資影響的討論。大學畢業於STEM相關科

表2

## STEM教育的薪資軌跡差異

	模型 1	模型 2	模型 3-1	
			女性	男性
<b>Level 1</b>				
工作經驗	0.085*** (0.005)	0.081*** (0.005)	0.067*** (0.008)	0.097*** (0.008)
工作經驗平方	-0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.001** (0.000)	-0.002*** (0.000)
<b>Level 2</b>				
出生世代 (ref = 1977~1981 年)				
1982~1986 年	0.066*** (0.020)	0.066*** (0.020)	0.037 (0.029)	0.080** (0.026)
1987~1991 年	0.143*** (0.021)	0.143*** (0.021)	0.114*** (0.032)	0.159*** (0.028)
女性	-0.125*** (0.017)	-0.125*** (0.017)		
教育年數	0.086*** (0.008)	0.087*** (0.008)	0.101*** (0.012)	0.077*** (0.009)
家長教育年數	0.011*** (0.003)	0.011*** (0.003)	0.008* (0.004)	0.013*** (0.003)
已婚	0.028* (0.013)	0.027* (0.013)	-0.026 (0.020)	0.072*** (0.017)
大學學歷特質				
私立學校	-0.106*** (0.018)	-0.107*** (0.018)	-0.104*** (0.027)	-0.109*** (0.024)
技職體系	-0.126*** (0.019)	-0.126*** (0.019)	-0.105*** (0.028)	-0.143*** (0.026)
STEM 科系	0.120*** (0.017)	0.045 (0.031)	0.127* (0.051)	0.060 (0.042)
<b>Level 1xLevel 2 交互作用</b>				
工作經驗xSTEM		0.010** (0.003)	-0.000 (0.006)	0.008+ (0.005)
常數項	8.533*** (0.138)	8.559*** (0.139)	8.329*** (0.219)	8.592*** (0.178)
var(experience)	0.0032*** (0.0002)	0.0032*** (0.0002)	0.0036*** (0.0003)	0.0028*** (0.0002)
var(constant)	0.239*** (0.0153)	0.237*** (0.0153)	0.247*** (0.023)	0.225*** (0.019)
cov(experience, constant)	-0.021*** (0.002)	-0.021*** (0.002)	-0.023*** (0.002)	-0.019*** (0.002)
var(residual)	0.133*** (0.002)	0.133*** (0.002)	0.143*** (0.003)	0.124*** (0.003)
Num of Obs	12,007	12,007	5,550	6,457

註：括號內為標準誤。

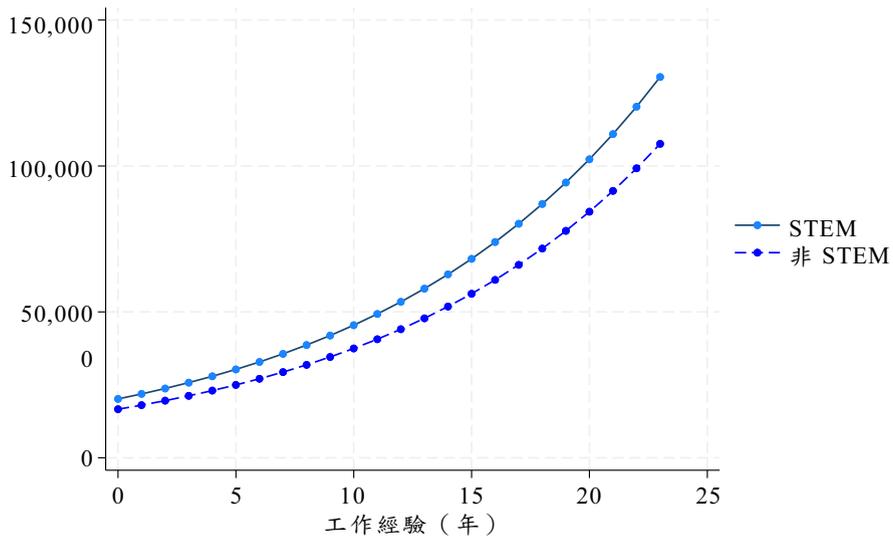
+ $p < .10$ . \* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

系可提升12%的工作所得，顯示即使控制大學的公私立及技職分流等因素之後，STEM科系的勞動市場優勢仍顯著存在，假設一獲得支持。

模型2則進一步呈現個人工作經驗與大學就讀STEM科系的交互作用效果。結果顯示，薪資軌跡確實存在畢業系所的差異，STEM系所訓練背景的勞動者薪資成長幅度會較非STEM背景的人多1%。圖1為模型2所計算出來的薪資對數估計值換算為實際的金額，可見接受STEM教育者每個月薪資因工作經驗帶來的1%差異，將讓兩群人的薪資隨著工作經驗積累而逐漸擴大。即使STEM科系畢業在剛進入勞動市場時不存在顯著差異（模型2中的大學就讀STEM主效果為正值但未達顯著差異），但仍在整個職涯的競賽中逐漸拉大差距，取得薪資優勢。

圖1

### STEM教育與非STEM教育的估計薪資軌跡



從生命歷程軌跡框架來看，模型2的結果顯示工作經驗與大學就讀STEM科系的交互作用項達到顯著，說明STEM專業者與其他人不同的薪資軌跡，為群體間的薪資積累差異。STEM系所的主效果及其交互作用項方向一致，但STEM系所的主效果未達顯著，此表示STEM勞動者在未有工作經驗時的薪資與非STEM勞動者的差異未達統計顯著，也就是說，STEM專業並未從進入勞動市場即取得優勢，STEM與非STEM專業的勞動者間的薪資軌跡不存在累積優勢的效應。在本研究STEM系所薪資軌跡系列假設中，假設二及假設四未獲得支持，僅有假設三經驗報酬部分獲得支持。進一步從表2第二區塊之殘差分析結果來看，群體內的累積優勢則可從兩個層次殘差的共變關係（ $\text{cov}(\text{experience}, \text{constant})$ ）檢視，若共變數為正則表示存在薪資積累優勢，若為負則表示兩者之間為相反方向，起薪較低者後續有追趕上來的能力而有較高的薪資成長幅度。模型2的殘差共變關係為負值，表示同樣都接受STEM專業訓練的勞動者，起薪與薪資成長幅度為負相關，一開始薪資較低者反而在後續的職涯過程可快速地累積薪資，形成薪資的補償效果而非積累效果。

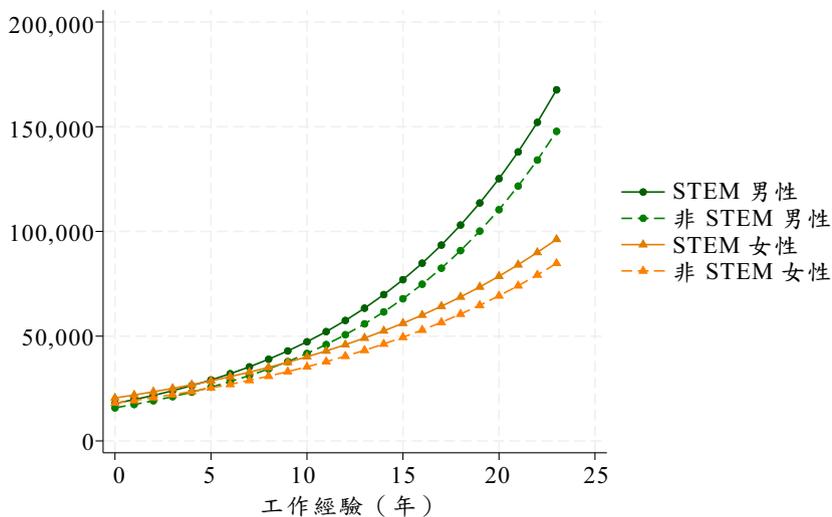
從工作經驗的殘差變異數（ $\text{var}(\text{experience})$ ）來看，模型2在考量眾多因素下，此數值仍顯著大於0，即表示存在薪資軌跡的異質性。最後，整體模型的殘差變異（ $\text{var}(\text{residual})=0.133$ ）達顯著，且數值為截距變異（ $\text{var}(\text{constant})=0.239$ ）的一半，表示整體模型仍有近一半的薪資變異無法解釋，亦即薪資軌跡仍顯著存在隨機部分，假設五獲得支持。

然而，此薪資模型存在性別差異，模型3-1及模型3-2分別呈現女性與男性的次樣本之分析結果。男性的工作經驗報酬高於女性，女性增加一年的工作經驗，薪資僅增加6.7%，而男性則會增加9.7%；個人教育年數與家長教育程度影響的趨勢也存在性別差異，女性相較於男性受到家庭背景的影響較小、自身的教育程度影響較大，符合過去階級流動研究的發現（Yu & Su, 2008）；婚姻狀態亦顯現性別差異，已婚對薪資的正向影響僅存在於男性之間，已婚男性較其他婚姻狀態的男性多出7.2%的薪資報酬，女性的已婚狀

態無助於薪資提升，反而是負向影響但未達顯著。大學就讀STEM科系及其與工作經驗的交互作用項更顯見兩性的職涯發展差異，對女性而言，大學就讀STEM科系的主效果達到顯著，表示剛進入勞動市場的女性STEM專業人員確實能夠增加約12.7%的薪資，但此優勢並未因工作經驗積累而持續增加；相較於此，STEM專業男性未必有起薪上的優勢（係數為正，但未達顯著），但卻能夠在後續的職涯中累積薪資。由圖2可見，女性之間的STEM系所報酬差異較小，且此差異亦未隨著工作經驗而變化，同為三角形點的兩條女性樣本趨勢大致呈現平行發展的趨勢；相較於此，圓點的男性樣本則可以看出STEM訓練與否的薪資軌跡隨著工作經驗的積累而擴大。若我們以同一張圖，檢視同樣皆由STEM科系畢業的男性和女性的薪資成長變化，仍是男性薪資積累的速度高於女性，初入勞動市場時兩性之間的薪資報酬非常接近，但隨著工作經驗的累積，STEM系所的女性逐漸失去優勢，薪資甚至低於非STEM科系的男性。

圖2

## STEM教育與非STEM教育的估計薪資軌跡之性別差異



生命歷程軌跡框架的性別差異主要展現在群體間的累積優勢假說，雖然男性與女性在大學就讀STEM主效果及其與工作經驗交互作用的影響方向都不一致，累積優勢的假說皆不成立，但兩者具體展現的樣貌迥異。男性樣本與整體樣本趨勢一致，大學就讀STEM與否的起薪差異為正向但未達顯著，但STEM系所的優勢會在後續的職涯發展逐漸拉開差距；而女性樣本則展現完全不同的生命軌跡，就讀STEM系所的女性確實在職涯發展初期展現出其與非STEM專業女性的差異，但此薪資優勢卻未能在後續的職涯過程中擴大。由此可見，即使接受STEM專業訓練的女性，與其他女性一樣易受到勞動市場之外的因素影響，職涯發展仍無法與STEM專業男性一樣擁有穩定的薪資上升幅度。

## (二)STEM教育與技職分流

上述分析呈現所有大專以上學歷樣本的STEM教育效果，然而，傳統的STEM訓練強調的是需要長時間積累與學習的邏輯推理訓練過程，因此，嚴格來說，僅有學術型高中裡選擇自然組且進入一般大學STEM相關科系的學生才是持續留在STEM訓練管道的人。但在華人家庭動態資料庫中缺乏受訪者的高中選組資訊，因此，本研究退而求其次以大學就讀科系進一步檢視在技職體系的STEM科系與一般大學的STEM科系是否存在差異。表3中的模型1同表2的模型2僅供對照參考，模型2-1及模型2-2分別呈現技職體系大學與一般大學的STEM系所效果；模型3-1及模型3-2則根據模型2的結果進一步呈現在一般大學體系中STEM系所效果的性別差異。

表3的模型2-1及模型2-2顯示，STEM科系帶來的薪資成長效果僅存在於一般大學，這表示STEM的訓練管道確實需要符合其定義——從學術性高中為主的升學管道進入一般大學就讀STEM科系的系統化訓練，唯有此系統性訓練才能夠展現STEM專業在勞動市場中的價值與報酬。相較於模型1，在一般大學的STEM科系畢業的勞動者之工作經驗報酬的成長幅度為2%（2.2%），效果高出一倍，在技職體系大學則幾乎完全無效。圖3呈現技職與一般大學（模型2-1及模型2-2）的STEM系所對薪資成長的影響效果，圓

表3  
STEM教育的薪資軌跡差異：技職分流效果

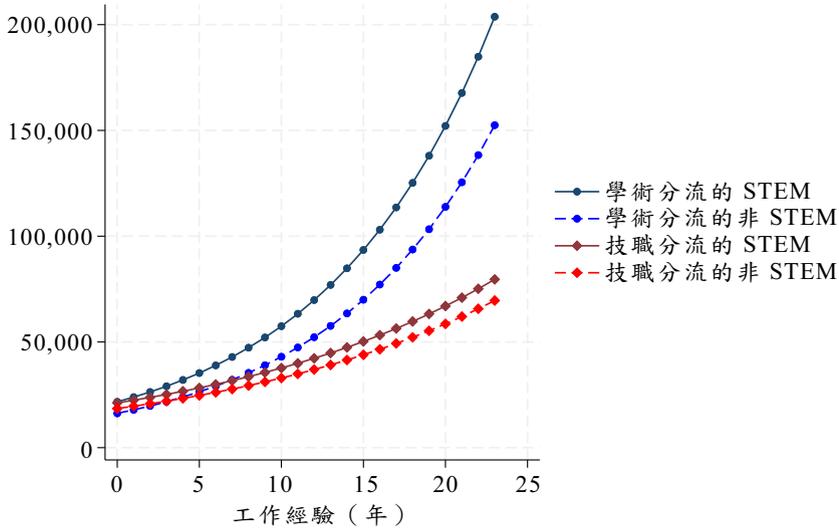
	模型 1	模型 2-1 技職	模型 2-2 學術	模型 3-1 學術 女性	模型 3-2 學術 男性
<b>Level 1</b>					
工作經驗	0.081*** (0.005)	0.058*** (0.007)	0.097*** (0.008)	0.072*** (0.013)	0.119*** (0.011)
工作經驗平方	-0.002*** (0.000)	-0.001** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.001 (0.001)	-0.004*** (0.000)
<b>Level 2</b>					
出生世代 (ref = 1977~1981 年)					
1982~1986 年	0.066*** (0.020)	0.044+ (0.024)	0.079** (0.030)	0.033 (0.045)	0.110** (0.040)
1987~1991 年	0.143*** (0.021)	0.102*** (0.028)	0.175*** (0.032)	0.133** (0.049)	0.208*** (0.042)
女性	-0.125*** (0.017)	-0.149*** (0.021)	-0.112*** (0.025)		
教育年數	0.087*** (0.008)	0.073*** (0.013)	0.090*** (0.010)	0.104*** (0.017)	0.084*** (0.012)
家長教育年數	0.011** (0.003)	0.015*** (0.003)	0.009* (0.004)	0.004 (0.006)	0.012* (0.005)
已婚	0.027* (0.013)	0.058*** (0.017)	-0.002 (0.019)	-0.070* (0.031)	0.048* (0.024)
大學學歷特質					
私立學校	-0.107*** (0.018)	-0.083** (0.025)	-0.122*** (0.025)	-0.094* (0.038)	-0.145*** (0.033)
技職體系	-0.126*** (0.019)				
STEM 科系	0.045 (0.031)	0.074+ (0.042)	-0.011 (0.046)	0.126 (0.079)	-0.056 (0.059)
<b>Level 1xLevel 2 交互作用</b>					
工作經驗xSTEM	0.010** (0.003)	0.001 (0.004)	0.022*** (0.005)	0.003 (0.010)	0.027*** (0.007)
常數項	8.559*** (0.139)	8.753*** (0.203)	8.424*** (0.192)	8.268*** (0.312)	8.381*** (0.239)
var(experience)	0.003*** (0.0002)	0.002*** (0.0002)	0.004*** (0.0003)	0.005*** (0.0006)	0.003*** (0.0004)
var(constant)	0.237*** (0.015)	0.195*** (0.019)	0.275*** (0.023)	-0.311*** (0.041)	0.238*** (0.027)
cov(experience, constant)	-0.021*** (0.002)	-0.017*** (0.002)	-0.026*** (0.002)	-0.031*** (0.004)	-0.021*** (0.003)
var(residual)	0.133*** (0.002)	0.126*** (0.002)	0.138*** (0.003)	0.158*** (0.005)	0.119*** (0.003)
樣本數	12,007	6,012	5,995	2,780	3,215

註：括號內為標準誤。

+  $p < .10$ . \*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

圖3

## STEM教育與非STEM教育的估計薪資軌跡之分流差異



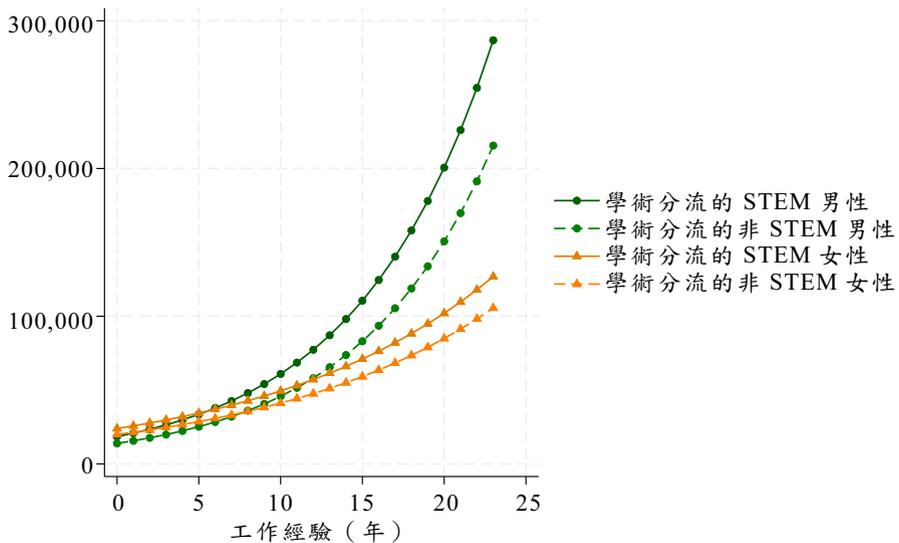
點線條呈現一般大學之差異，就讀STEM科系的畢業生在初入勞動市場並無顯著的薪資優勢但後勢看漲，隨著職涯發展而擴大其與非STEM訓練勞動者的差異。相對於此，菱形的技職大學就呈現不同的趨勢，就讀STEM科系僅有在起薪具有優勢，於模型2-1中可見高出7.4%起薪，但薪資成長未有顯著的差異，技職體系大學畢業的勞動者薪資呈現水平同步發展。整體而言，一般大學畢業生整個職涯的工作所得幾乎都高於技職體系畢業生，顯示技職分流邏輯與學生的學業成就、資源、能力等面向重合，對個人在勞動市場的職涯發展產生長期的影響，即使在技職體系就讀STEM相關科系都難以在薪資上取得優勢，支持本研究假設七。

延續模型2的分析結果：一般大學的STEM系所才具有薪資成長優勢，模型3系列則進一步區分一般大學的男性及女性次樣本，結果同樣顯示此優勢僅存在於男性樣本。圖4男性的圓點線條呈現STEM與非STEM科系的勞動者之間的薪資差異隨著工作經驗而逐漸擴大，其擴大的速度為每年2.7%的

薪資，女性的兩條三角形線大致上維持平行發展，由此可見，一般大學接受STEM訓練的男性其薪資成長斜率顯著高於所有勞動者。此結果也表示生命歷程框架的累積優勢假說，無論是群體內或是群體間的薪資累積優勢假說皆無法獲得支持，但在群體間累積優勢型態存在性別差異，男性勞動者經歷STEM教育與否，在初入勞動市場差異不大，但反而在後續職涯發展中逐漸擴大，女性勞動者則僅有在初入勞動市場存在可能優勢。

圖4

一般大學STEM教育與非STEM教育的估計薪資軌跡之性別差異



### (三)分析結果討論

STEM專業訓練管道的連續性，凸顯其勞動市場難以替代的稀缺價值，獲得較高的薪資報酬成爲過去研究一致的共同發現。然而，STEM訓練帶來的優勢並非同質地影響不同群體的勞動經驗。本研究在Cheng (2014) 的生命歷程軌跡框架下拆解薪資軌跡，發現STEM專業訓練勞動者的薪資軌跡較既有理論的理解更爲複雜，他們的薪資優勢並非贏在起跑點即持續領先的累

積優勢過程，而是以「後勢看漲」之姿，在後續職涯發展的過程中逐漸拉大與其他勞動者之間的薪資差距，也就是說，我們現在看到的STEM系所效應是隨著職涯開展的優勢，此非僅由單一時間點資料可以得知。

根據此結果可以進一步提問：STEM勞動者為什麼沒有一開始就找尋顯著高薪的工作，而是在後續的工作過程中才展現其優勢？其可能原因在於年輕勞動者初入勞動市場存在試水溫的現象，而出現普遍的低薪效應（Borjas, 2012），新進者之間的薪資差異較難顯現，不同條件的勞動者反而在進入勞動市場一段時間後才逐漸展現差異。從人力資本視角觀之，STEM專業的連續性也使其更傾向特殊性的人力資本，因其限定及專有的特性，將帶來較高的經驗報酬。因此，在STEM的市場中，對勞雇雙方而言，投資特殊性人力資本對彼此都有好處，雇主可提升員工的生產力，員工可以因而賺取更高的薪資。低起薪加上快速的薪資成長就是勞雇雙方為了讓特殊性人力資本的投資變得可行的手段，雇主將訓練成本轉嫁在員工身上，以較低的薪資起聘，員工在完成訓練之後再予以調薪，可避免員工完成訓練後即離職；員工也因未來可期的薪資成長，而願意接受低起薪。此存在於雇主與勞動者之間未明講的合約關係（England, 2017），成為雙方的保護機制，勞動者可以接受較低的起薪，並以隨後的薪資成長幅度作為補償（England, 2017; Rosen, 1999）。因此，STEM系所的畢業生，即使起薪並未如預期占優勢，但他們能夠預期且有條件等待日後的高薪。

然而，並非所有人都有相同的條件能夠等到日後的高薪。接受STEM專業訓練的女性無法和STEM專業訓練的男性一樣有機會、條件等待職涯發展過程的薪資成長，其薪資優勢僅展現在職涯發展初期，STEM專業訓練確實為她們找到起薪較高的工作，但此優勢卻在後續的職涯發展逐漸消失，與男性（無論STEM或非STEM背景）之間的差距逐漸擴大。此結果亦呼應過去的研究發現，在STEM專業內部也存在性別差異，男性傾向選擇工程類等薪資較高的系所，而女性更容易進入生命科學等相對低薪的STEM系所（Hirshfield & Glass, 2018），甚至同樣在工程或是醫學專業亦存在薪資性

別差異 (Lin, 2010)；Xie與Shauman (2003) 進一步指出，拿到最高博士學位的工程領域女性也同樣面對職涯發展機會不如男性的困境。對女性而言，因傳統性別分工而容易成為家庭的主要照顧者，可預期工作幾年後進入婚育階段即可能需要因此改變工作規劃，此生命歷程的「可預見」，讓女性在一開始找工作的期待就與男性不同，女性較不會以「有升遷機會」及「未來發展性」作為找工作的首要條件，而更傾向找當下薪資條件好但可能未必有前景的工作。England (2017) 以此說明職涯發展軌跡的性別差異，男性可接受低起薪但薪資成長幅度快的工作，女性則傾向高起薪但薪資成長發展緩慢的工作類型。經歷STEM教育女性的職涯發展並未跳脫女性生命歷程路徑的影響，若STEM專業女性皆遭遇工作之外的生活對薪資報酬產生的外溢效果 (Guinea-Martin et al., 2018)，更遑論勞動市場非STEM專業的女性，他們將受到勞動市場中的女性貶抑及女性科系貶抑的雙重文化貶抑 (彭莉惠等, 2011)。

再者，從生命歷程軌跡框架視角看到的STEM系所後勢看漲的薪資優勢，只發生在一般大學的男性身上，技職大學的STEM相關科系幾乎不存在勞動市場優勢，此結果呼應STEM訓練管道是從進階數學等抽象思考能力為基礎，持續延伸、累積的訓練過程。以目前臺灣的技職體系分流強調技術實作的邏輯來看，即使就讀相同名稱的科系，仍屬不同性質的專業訓練。此外，從社會封閉性的理論觀點來看，臺灣第二波高等教育擴張由技職體系升格所帶動，因此相較技職體系，一般大學的STEM專業系所亦反而能維持其稀缺價值，處於勞動市場的優勢位置。

生命歷程軌跡框架呈現STEM專業的職涯發展過程的優勢，主要是來自於工作經驗帶來的報酬而非從一開始即遙遙領先在起跑點，勝者全拿的累積優勢假說並非STEM的優勢樣貌。此外，薪資軌跡的性別差異展現工作之外的生活對職涯發展的可能影響，女性相較於男性可能受勞動市場外部因素影響選擇進入不同的薪資軌跡。由此可見，STEM專業訓練對於個人薪資發展的影響存在其複雜性及影響的異質性。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

STEM人才的培育從學校到勞動市場的過程與各種社會力量相互影響，其不僅是國家研究人才引領經濟發展的基礎，更影響個人的職涯發展與生命歷程，STEM教育對於國家和個人帶來的效益與影響兩者之間存在動態關係。不同於過去研究採用橫斷面數據分析STEM科系之薪資報酬，其背後對勞動市場及社會長期處於穩定狀態的預設並不符合人們的生活常態，因此，本研究轉採生命歷程軌跡觀點將薪資取得過程中的不確定性、不可預測性及個人生命各面向的多樣性納入考慮。本研究期望透過此方法視角的轉移，系統性探索STEM系所的薪資成長及其異質性，進而幫助我們省視，在STEM訓練的水管中，不成比例地排除特定群體的選擇機會（如女性）時，將如何／造成什麼階層化的後果，藉此反思整個STEM教育的人才培育歷程。

本研究以生命歷程軌跡框架開展出來的成長曲線分析為取徑，主要研究發現如下：

（一）STEM專業訓練勞動者的薪資顯著高於非STEM專業的勞動者，且其優勢隨著工作經驗累積而增加。STEM專業的勞動者確實在勞動市場普遍具有薪資優勢，而此薪資優勢主要來自於進入勞動市場之後隨著工作經驗而來的經驗報酬，而非從起薪開始的持續積累，此優勢讓STEM專業勞動者在職涯過程中逐漸拉開其與非STEM專業勞動者之間的薪資差距，兩者的距離隨著職涯發展而擴大。

（二）STEM系所的勞動市場薪資軌跡優勢存在性別差異，女性展現在起薪優勢，而男性則有後勢看漲的優勢。STEM專業在勞動市場中，女性仍較易受到勞動市場外部因素的影響，其擁有的優勢僅短暫存在於工作初期，而難以發展出與STEM系所男性相同的薪資成長軌跡，勞動市場後果的性別

差異也就此擴大。

（三）STEM專業的勞動市場優勢僅存在於一般大學男性之間。除了性別效應之外，STEM系所的薪資優勢僅存在於一般大學的STEM訓練，技職大專校院的STEM相關科系，僅有有限的起薪優勢，而薪資成長不具優勢，此說明STEM訓練管道的特殊性與連續性，僅有學術分流為主的一般大學STEM系所才明顯在勞動市場占據優勢地位。

本研究從生命歷程軌跡框架來看，STEM專業訓練管道確實可區隔勞動市場的優勢群體，但其優勢樣態並非從進入開始即取得優勢的「勝者全拿」的姿態，而是在後續職涯發展慢慢嶄露、逐漸累積其優勢，顯見職涯發展的多元樣貌，而此發展樣態亦與其他生命事件之間交織，過程亦仍存在隨機效應的影響。

## 二、建議與研究限制

本研究以生命歷程框架拆解職涯發展歷程，分析STEM系所對個人薪資軌跡的影響，幫助我們系統性理解STEM專業的勞動市場優勢何在，而其中如何與個人生命事件產生交織效果，進而促進並擴展STEM人才的培育。以此作為目標，以下根據研究結果提出可能的實務建議。

在實務方面，彰顯STEM系所的勞動市場職涯發展優勢，將可能提升學生選擇進入STEM教育的機會。當勞動市場中對於STEM專業技術愈重視、價值愈高，也就能吸引愈多人才投入該專業領域，進而促進技術成長與經濟發展，這也是本研究強調的STEM教育對於國家和個人帶來的效益與影響兩者之間存在的動態關係。

相同地，勞動市場後果的性別差異亦產生相似的效果。研究發現，即使是經歷STEM專業訓練的女性，也無法同享STEM訓練的職涯發展優勢，從生命歷程觀點來看，女性仍面對家庭或來自於社會其他性別期待的壓力與限制，自我篩選或被動地選擇較具彈性但薪資較低的工作以滿足家庭需求。如果這些已經歷STEM專業訓練的女性在勞動市場處境仍充滿限制的情況，可

能會進一步影響女孩們在高中階段開始，即因「看到」這些科技女性有限的選擇而卻步，可能在選擇進入到持續留下來的過程中更容易流出STEM管道，將不利於STEM人才的培育。因此，持續關注STEM女性的就業經驗，亦成爲STEM人才培育的當務之急。

本研究發現，STEM系所的優勢僅存在於一般大學畢業生，凸顯了分流系統帶來的差異，學術型高中選擇自然組到進入一般大學的STEM科系才是「正統的」STEM專業訓練管道，才能在勞動市場中占據優勢位置。但此結果帶來的啓示並非僅凸顯技職體系的劣勢，而是希望藉此促使我們進一步思考，第二波高等教育擴張的技職學校升格，大量增加了技職體系學生繼續升學的機會，有必要重新思考技職體系高等教育的定位與教學內容，提供技職體系大學生足以與一般大學學生競爭的訓練是技職高等教育轉型之際亦必須兼顧的關鍵。

然而，本研究仍有其限制有待後續研究持續改善，以對STEM人才培育及其可能的不平等分布有更完整的認識。首先，爲了讓討論聚焦於STEM教育與生命歷程軌跡方法取徑，本研究僅從STEM教育端切入，討論STEM系所的效果，未將其後續是否持續從事STEM工作納入討論。正如同過去研究所述（Xie et al., 2015; Xu, 2013），接受過STEM專業訓練者有更高的機會從事相關工作或是進入其他工作；相反地，非STEM的人則難以跨入STEM工作，STEM訓練能進入的工作之特殊性正是其薪資優勢的來源。然而，職業特性如何解釋STEM專業的勞動市場優勢，或STEM系所畢業生進入勞動市場的職業軌跡等，並非本研究欲處理的範圍與提問，甚至會模糊本研究欲強調STEM系所選擇帶來的效應，因此僅限於大學科系的分析。但從分析結果可以進一步推論，接受STEM訓練的女性在後續職涯中流出STEM管道的可能性高於男性，她們雖然在婚育階段有較高的機會持續留在勞動市場，但可能轉換工作內容、進入更彈性的工作類型，惟此更細緻的討論有待後續研究持續關注。

再者，有關STEM系所的定義，本研究受限於資料無法同時考量學術型

高中到一般大學的STEM訓練路徑，僅能從大專學位來定義STEM系所，包括科系與技職分流，但就目前的升學制度而言，高中分流的普通高中與高職的後續升學管道仍相對獨立，至112年度技專校院與普通大學僅互相開放約一成的員額給予不同升學管道的學生申請，若以本研究最年輕的分析樣本1991年出生來看，其入學年98學年度的兩個升學管道互通的比例更低，因此，本研究採用大學作為STEM及技職分流的界定仍有其可信度，但後續研究若有更完整的教育史資料可做更精確的界定。

本研究結果除了回應理論相關論述之外，研究成果反映在實務的意義在於，理解STEM系所的勞動市場後果，有助於政府對於科技人才培養歷程及其影響的掌握，為相關人力政策及高等教育政策提供實證基礎。再者，生命歷程軌跡框架凸顯勞動者的工作及其生命事件之間的交織，不確定性與隨機性伴隨著職涯發展，而此經驗與個人的專業訓練、甚至是性別息息相關，這些因素共同交織影響著社會不平等的再製過程，而理解即是改變的開始。

誌謝：本研究承蒙國科會研究計畫（編號：NSTC 112-2410-H-003-020-）資助，感謝兩位匿名審查人及編委會的寶貴建議，讓本研究的論述與貢獻更清楚完整，最後感謝所有研究助理在此過程中的協助。文中任何缺失皆由研究者負責。

## 參考文獻

### (一)中文部分

- 呂正雄（2011）。美國州立高中課程發展之現況分析。教育資料集刊，50，91-106。
- [Lu, C.-H. (2011). Analyzing contemporary curriculum development of an American State senior high school. *Bulletin of National Institute of Educational Resources and Research*, 50, 91-106.]
- 林大森（1999）。臺灣地區家庭背景對中等教育分流的影響：「高中／高職」與「公立／私立」差異的探討。東吳社會學報，8，35-77。
- [Lin, T.-S. (1999). The effects of family background on tracking of secondary education in Taiwan: A study of the distinction between “academic/vocational” and “public/private” tracking. *Soochow Journal of Sociology*, 8, 35-77.]
- 林大森（2011）。教育與勞力市場之連結：分析臺灣專業證照的市場價值。社會科學論叢，5（1），39-84。https://doi.org/10.30401/RSS.201104\_5(1).0002
- [Lin, D.-S. (2011). Linkage between education and the labor market: Analysis of market value of professional certificates in Taiwan. *Review of Social Sciences*, 5(1), 39-84. https://doi.org/10.30401/RSS.201104\_5(1).0002]
- 林宗弘（2009）。臺灣的後工業化：階級結構的轉型與社會不平等，1992-2007。臺灣社會學刊，43，93-158。
- [Lin, T.-H. (2009). Post-industrializing Taiwan: Changing class structure and social inequality, 1992-2007. *Taiwanese Journal of Sociology*, 43, 93-158.]
- 張宜君（2015）。臺灣職業結構與勞動市場轉型的動態分析——1978～2012（未出版博士論文）。國立臺灣大學。

[Chang, Y.-C. (2015). *Dynamics of occupational structure and labor market transformation in Taiwan, 1978-2012* [Unpublished doctoral dissertation]. National Taiwan University.]

張宜君（2017）。高等教育報酬的世代差異：勞動市場結構轉型的影響。臺灣教育社會學研究，17（1），87-139。https://doi.org/10.3966/168020042017061701003

[Chang, Y.-C. (2017). Cohort differences in returns to higher education: The role of labor market transformation. *Taiwan Journal of Sociology of Education*, 17(1), 87-139. https://doi.org/10.3966/168020042017061701003]

張宜君、林宗弘（2015）。臺灣的高等教育擴張與階級複製：混合效應維繫的不平等。臺灣教育社會學研究，15（2），85-129。https://doi.org/10.3966/168020042015121502003

[Chang, Y.-C., & Lin, T.-H. (2015). How does the expansion of higher education reproduce class inequality? The case of Taiwan. *Taiwan Journal of Sociology of Education*, 15(2), 85-129. https://doi.org/10.3966/168020042015121502003]

張宜君、林宗弘（2020）。時勢造英雄？臺灣個人所得的世代差異，1992-2017。臺灣社會學刊，68，61-120。

[Chang, Y.-C., & Lin, T.-H. (2020). Taiwanese cohort inequalities in individual earnings, 1992-2017. *Taiwanese Journal of Sociology*, 68, 61-120.]

張宜君、林宗弘、李俊穎（2022）。再探臺灣階級與世代的收入差異，1990-2020。臺灣經濟預測與政策，53（1），41-78。

[Chang, Y.-C., Lin, T.-H., & Lee, C.-Y. (2022). Revisiting income differences between cohorts and social classes in Taiwan: 1990-2020. *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 53(1), 41-78.]

張晉芬（2017）。性別平等了嗎？男性和女性受僱者薪資差距解析。載於李

宗榮、林宗弘（主編），未竟的奇蹟：轉型中的臺灣經濟與社會（頁160-187）。中央研究院社會學研究所。

[Chang, C.-F. (2017). Are women and men more equal now? Analyzing the gender wage gap of the employed in Taiwan. In Z.-R. Li & T.-H. Lin (Eds.), *Unfinished miracle: Taiwan's economy and society in transition* (pp. 160-187). Institute of Sociology, Academia Sinica.]

莊奕琦、林祖嘉（2007，11月8日）。臺灣產業結構變化分析與因應策略：去工業化與空洞化之剖析[研討會論文]。當前臺灣經濟面臨之議題研討會，臺北市。

[Zhuang, Y.-Q., & Lin, Z.-J. (2007, November 8). *Analysis of changes in Taiwan's industrial structure and response strategies: Analysis of deindustrialization and hollowing out* [Paper presentation]. Seminar and Proceedings on Current Issues Facing Taiwan's Economy, Taipei, Taiwan.]

莊奕琦、賴偉文（2011）。不同世代下之教育報酬與能力差異。經濟論文叢刊，39（1），81-113。https://doi.org/10.6277/ter.2011.391.3

[Chuang, Y.-C., & Lai, W.-W. (2011). A cohort analysis of returns to education with heterogeneous ability: The case of Taiwan. *Taiwan Economic Review*, 39(1), 81-113. https://doi.org/10.6277/ter.2011.391.3]

許碧峰（2021）。臺灣不同世代之終身薪資軌跡。經濟論文，49（2），285-319。

[Hsu, P.-F. (2021). The lifetime earnings across cohorts in Taiwan. *Academia Economic Papers*, 49(2), 285-319.]

郭祐誠、許聖章（2011）。數學能力與性別對高中學生選組之影響。經濟論文叢刊，39（4），541-591。https://doi.org/10.6277/ter.2011.394.4

[Kuo, Y.-C., & Sheu, S.-J. (2011). The impact of mathematics background and gender on the choice of major in Taiwan's senior high school. *Taiwan Economic Review*, 39(4), 541-591. https://doi.org/10.6277/ter.2011.394.4]

陳建良（2010，12月18日）。臺灣教育擴張與工資分配的跨時變化趨勢[研討會論文]。臺灣經濟學會年會，臺北市。

[Chen, J.-L. (2010, December 18). *The inter-temporal trend of educational expansion and wage distribution in Taiwan* [Paper presentation]. Taiwan Economics Association Annual Conference, Taipei, Taiwan.]

陳婉琪（2013）。高中生選組行為的原因與結果：性別、信念、教師角色與能力發展。臺灣社會學，25，89-123。https://doi.org/10.6676/TS.2013.25.89

[Chen, W.-C. (2013). Causes and consequences of high school curriculum-track selection: Gender, belief, teacher's gender, and cognitive development. *Taiwan Sociology*, 25, 89-123. https://doi.org/10.6676/TS.2013.25.89]

陳婉琪、許雅琳（2011）。重探高等教育科系性別隔離的影響因素：技職與學術取向教育之對比。臺灣社會學刊，48，151-199。

[Chen, W.-C., & Syu, Y.-L. (2011). Accounting for sex segregation in Taiwan higher education: Differences between vocational and academic sectors. *Taiwanese Journal of Sociology*, 48, 151-199.]

彭莉惠、熊瑞梅、紀金山（2011）。臺灣高等教育擴張對於勞力市場職業成就的影響：世代、性別、性別化科系與初職社經地位之間的連結。臺灣教育社會學研究，11（2），47-86。

[Peng, L.-H., Hsung, R.-M., & Chi, C.-S. (2011). How cohort, gender, and gendered majors affect the acquirement of first job's ses in the context of Taiwan's higher education expansion. *Taiwan Journal of Sociology of Education*, 11(2), 47-86.]

黃毅志（2011）。臺灣的教育分流、勞力市場階層結構與地位取得。心理。[Huang, Y.-Z. (2011). *Educational divergence, labor market class structure and status attainment in Taiwan*. Psychological.]

劉正、陳建州（2004）。高等教育人力之供需與回饋的變遷：高教擴張前後

的比較。臺灣教育社會學研究，4（2），1-40。

[Liu, J., & Chen, J.-J. (2004). Changes in the supply of, demand for, and returns to higher education manpower in Taiwan after higher educational expansion. *Taiwan Journal of Sociology of Education*, 4(2), 1-40.]

劉正、陳建州（2007）。臺灣大專科系的性別區隔與變遷：1972-2003。教育與心理研究，30（4），1-25。

[Liu, J., & Chen, J.-J. (2007). The patterns and trends of sex-segregation on fields of study for higher education: 1972-2003. *Journal of Education & Psychology*, 30(4), 1-25.]

蔡明璋、陳良璋、詹智涵、蔡明樹（2022）。快樂、自我與主修科系對受高等教育人口成年初期的職位與收入之影響。人口學刊，64，51-100。  
[https://doi.org/10.6191/JPS.202206\\_\(64\).0002](https://doi.org/10.6191/JPS.202206_(64).0002)

[Tsai, M.-C., Chen, L.-W., Chan, C.-H., & Tsai, M.-S. (2022). Happiness, self-conception, and college majors: Effects on occupational status and income among young adults in Taiwan. *Journal of Population Studies*, 64, 51-100. [https://doi.org/10.6191/JPS.202206\\_\(64\).0002](https://doi.org/10.6191/JPS.202206_(64).0002)]

鄭保志（2004）。教育擴張與工資不均度：臺灣男性全職受雇者之年群分析。經濟論文叢刊，32（2），233-265。<https://doi.org/10.6277/ter.2004.322.3>

[Cheng, P.-C. (2004). Educational expansion and wage inequality: A cohort analysis of full-time male employees in Taiwan. *Taiwan Economic Review*, 32(2), 233-265. <https://doi.org/10.6277/ter.2004.322.3>]

蘇國賢（2008）。臺灣的所得分配與社會流動之長期趨勢。載於王宏仁、李廣均、龔宜君（主編），*跨戒：流動與堅持的臺灣社會*（頁187-216）。群學。

[Su, K.-H. (2008). Long-term trends in income distribution and social mobility in Taiwan. In H.-R. Wang, G.-J. Lee, & Y.-J. Gong (Eds.), *Step in*

*forbidden zones: Twenty years social transformation in Taiwan (1987-2008)* (pp. 187-216). Socio.]

## (二)英文部分

- Altonji, J. G., Blom, E., & Meghir, C. (2012). Heterogeneity in human capital investments: High school curriculum, college major, and careers. *Annual Review of Economics*, 4(1), 185-223. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080511-110908>
- Autor, D. H., & Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553-1597. <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
- Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis*. Columbia University Press.
- Bol, T., Eller, C. C., Van De Werfhorst, H. G., & DiPrete, T. A. (2019). School-to-work linkages, educational mismatches, and labor market outcomes. *American Sociological Review*, 84(2), 275-307. <https://doi.org/10.1177/0003122419836081>
- Borgen, N. T., & Mastekaasa, A. (2018). Horizontal stratification of higher education: The relative importance of field of study, institution, and department for candidates' wages. *Social Forces*, 97(2), 531-558. <https://doi.org/10.1093/sf/soy075>
- Borjas, G. J. (2012). Introduction to "Income prospects and job mobility of younger men." In S. W. Polachek & K. Tatsiramos (Eds.), *35th Anniversary Retrospective* (pp. 437-439). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S0147-9121\(2012\)0000035015](https://doi.org/10.1108/S0147-9121(2012)0000035015)

- Brynin, M., & Perales, F. (2016). Gender wage inequality: The de-gendering of the occupational structure. *European Sociological Review*, 32(1), 162-174. <https://doi.org/10.1093/esr/jcv092>
- Campbell, C. (2012). Low-wage mobility during the early career. *Research in Social Stratification and Mobility*, 30(2), 175-185. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2011.05.002>
- Cheng, S. (2014). A life course trajectory framework for understanding the intracohort pattern of wage inequality. *American Journal of Sociology*, 120(3), 633-700. <https://doi.org/10.1086/679103>
- Clark, B. R. (1978). Academic differentiation in national systems of higher education. *Comparative Education Review*, 22(2), 242-258. <https://doi.org/10.1086/445980>
- DiPrete, T. A. (2002). Life course risks, mobility regimes, and mobility consequences: A comparison of Sweden, Germany, and the United States. *American Journal of Sociology*, 108(2), 267-309. <https://doi.org/10.1086/344811>
- Dwyer, R. E. (2013). The care economy? Gender, economic restructuring, and job polarization in the U.S. labor market. *American Sociological Review*, 78(3), 390-416. <https://doi.org/10.1177/0003122413487197>
- Eide, E. R., Hilmer, M. J., & Showalter, M. H. (2016). Is it where you go or what you study? The relative influence of college selectivity and college major on earnings. *Contemporary Economic Policy*, 34(1), 37-46. <https://doi.org/10.1111/coep.12115>
- Elder, G. H., Jr. (1985). *Life course dynamics: Trajectories and transitions, 1968-1980*. Cornell University Press.
- Engen, E. M., Gale, W. G., & Uccello, C. E. (2005). Lifetime earnings, social security benefits, and the adequacy of retirement wealth accumulation.

- Social Security Bulletin*, 66(1), 38-57. <https://doi.org/10.2139/ssrn.546243>
- England, P. (2001). Gender and feminist studies. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (Vol. 9, pp. 5910-5915). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03956-5>
- England, P. (2017). *Comparable worth: Theories and evidence*. Routledge.
- England, P., & Li, S. (2006). Desegregation stalled: The changing gender composition of college majors, 1971-2002. *Gender and Society*, 20(5), 657-677. <https://doi.org/10.1177/0891243206290753>
- England, P., Allison, P., Li, S., Mark, N., Thompson, J., Budig, M. J., & Sun, H. (2007). Why are some academic fields tipping toward female? The sex composition of US fields of doctoral degree receipt, 1971-2002. *Sociology of Education*, 80(1), 23-42. <https://doi.org/10.1177/003804070708000102>
- Finnie, R., & Frenette, M. (2003). Earning differences by major field of study: Evidence from three cohorts of recent Canadian graduates. *Economics of Education Review*, 22(2), 179-192. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(02\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(02)00003-1)
- Gamoran, A. (2010). Tracking and inequality: New directions for research and practice. In M. W. Apple, S. J. Ball, & L. A. Gandin (Eds.), *The Routledge international handbook of the sociology of education* (pp. 213-228). Routledge.
- Geel, R., & Backes-Gellner, U. (2011). *Career entry and success after tertiary vocational education* [Swiss Leading House Working Paper, No. 52]. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1808420>
- Gerber, T. P., & Cheung, S. Y. (2008). Horizontal stratification in post-secondary education: Forms, explanations, and implications. *Annual Review of Sociology*, 34, 229-318. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc>

34.040507.134604

- Goldin, C., & Katz, L. F. (2008). Transitions: Career and family life cycles of the educational elite. *The American Economic Review*, 98(2), 363-369. <https://doi.org/10.1257/aer.98.2.363>
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. *Review of Economics and Statistics*, 89(1), 118-133. <https://doi.org/10.1162/rest.89.1.118>
- Guinea-Martin, D., Mora, R., & Ruiz-Castillo, J. (2018). The evolution of gender segregation over the life course. *American Sociological Review*, 83(5), 983-1019. <https://doi.org/10.1177/0003122418794503>
- He, G., & Zhou, M. (2018). Gender difference in early occupational attainment: The roles of study field, gender norms, and gender attitudes. *Chinese Sociological Review*, 50(3), 339-366. <https://doi.org/10.1080/21620555.2018.1430509>
- Heilman, M. E. (2001). Description and prescription: How gender stereotypes prevent women's ascent up the organizational ladder. *Journal of Social Issues*, 57(4), 657-674. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00234>
- Hirshfield, L. E., & Glass, E. (2018). Scientific and medical careers: Gender and diversity. In B. J. Risman, C. M. Froyum, & W. J. Scarborough (Eds.), *Handbook of the sociology of gender* (pp. 479-491). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76333-035>
- Iams, H. M., Reznik, G. L., & Tamborini, C. R. (2010). Earnings sharing in the U.S. social security system: A microsimulation analysis of future female retirees. *The Gerontologist*, 50(4), 495-508. <https://doi.org/10.1093/geront/gnq032>
- Kim, C., & Sakamoto, A. (2008). The rise of intra-occupational wage inequality in the United States, 1983 to 2002. *American Sociological Review*, 73(1),

- 129-157. <https://doi.org/10.1177/000312240807300107>
- Kim, C., Tamborini, C. R., & Sakamoto, A. (2015). Field of study in college and lifetime earnings in the United States. *Sociology of Education*, 88(4), 320-339. <https://doi.org/10.1177/0038040715602132>
- Lam, D., & Levison, D. (1992). Age, experience, and schooling: Decomposing wage inequality in the United States and Brazil. *Sociological Inquiry*, 62(2), 220-245. <https://doi.org/10.1111/j.1475-682X.1992.tb00195.x>
- Leicht, K. T. (2008). Broken down by race and gender? Sociological explanations of new sources of earnings inequality. *Annual Review of Sociology*, 34, 237-255. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.34.040507.134627>
- Lin, E. S. (2010). Gender wage gaps by college major in Taiwan: Empirical evidence from the 1997-2003 Manpower Utilization Survey. *Economics of Education Review*, 29(1), 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2008.12.0004>
- Long, M. C., Conger, D., & Iatarola, P. (2012). Effects of high school course-taking on secondary and postsecondary success. *American Educational Research Journal*, 49(2), 285-322. <https://doi.org/10.3102/0002831211431952>
- Lucas, S. R. (2001). Effectively maintained inequality: Education transitions, track mobility, and social background effects. *American Journal of Sociology*, 106(6), 1642-1690. <https://doi.org/10.1086/321300>
- Ma, Y., & Savas, G. (2014). Which is more consequential: Fields of study or institutional selectivity? *The Review of Higher Education*, 37(2), 221-247. <https://doi.org/10.1353/rhe.2014.0001>
- Magnusson, C. (2009). Gender, occupational prestige, and wages: A test of devaluation theory. *European Sociological Review*, 25(1), 87-101. <https://doi.org/10.1093/esr/25.1.87>

doi.org/10.1093/esr/jcn035

Maume, D. J., & Wilson, G. (2014). Determinants of declining wage mobility in the new economy. *Work and Occupations*, 42(1), 35-72. <https://doi.org/10.1177/0730888414552707>

Mincer, J. (1974). *Schooling, experience, and earnings*. Columbia University Press. <https://doi.org/10.24201/edu.v9i01.316>

Mouw, T., & Kalleberg, A. L. (2010). Do changes in job mobility explain the growth of wage inequality among men in the United States, 1977-2005?. *Social Forces*, 88(5), 2053-2077. <https://doi.org/10.1353/sof.2010.0035>

Nitzan-Tamar, O., & Kohen, Z. (2022). Secondary school mathematics and entrance into the STEM professions: A longitudinal study. *International Journal of STEM Education*, 9, Article 63. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00381-9>

Ochsenfeld, F. (2014). Why do women's fields of study pay less? A test of devaluation, human capital, and gender role theory. *European Sociological Review*, 30(4), 536-548. <https://doi.org/10.1093/esr/jcu060>

Pascarella, E. T., & Terenzini, P. T. (2005). *How college affects students: A third decade of research* (2nd ed.). Jossey-Bass. <https://doi.org/10.14426/jsaa.v2i2.70>

Perez, T., Cromley, J. G., & Kaplan, A. (2014). The role of identity development, values, and costs in college STEM retention. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 315-329. <https://doi.org/10.1037/a0034027.supp>

Peteet, B. J., & Lige, Q. (2016). Beyond a bachelor's: Implementing a graduate school preparation program. *Journal of Black Studies*, 47(2), 95-112. <https://doi.org/10.1177/0021934715614206>

Pfister, C., Sartore, S. T., & Backes-Gellner, U. (2015). *Earnings returns to*

- different educational careers: The relative importance of type vs. field of education (No. 0107)*. University of Zurich, Department of Business Administration (IBW).
- Pullman, A. (2018). Gendered pathways from school to work: The association between field of study and non-standard employment outcomes in Canada. *Research in Social Stratification and Mobility*, 58, 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2018.10.001>
- Raftery, A. E., & Hout, M. (1993). Maximally maintained inequality: Expansion, reform, and opportunity in Irish education, 1921-75. *Sociology of Education*, 66(1), 41-62. <https://doi.org/10.2307/2112784>
- Rose, H., & Betts, J. R. (2004). The effect of high school courses on earnings. *The Review of Economics and Statistics*, 86(2), 497-513. <https://doi.org/10.1162/003465304323031076>
- Rosen, R. (1999). "Proletarianizing" lives: Researching careers. *Law & Society Review*, 33(3), 703-712. <https://doi.org/10.2307/3115109>
- Schneider, B., Swanson, C. B., & Riegler-Crumb, C. (1998). Opportunities for learning: Course sequences and positional advantages. *Social Psychology of Education*, 2(1), 25-53. <https://doi.org/10.1023/A:1009601517753>
- Shanahan, M. J. (2000). Pathways to adulthood in changing societies: Variability and mechanisms in life course perspective. *Annual Review of Sociology*, 26, 667-692. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.26.1.667>
- Shauman, K. A. (2006). Occupational sex segregation and the earnings of occupations: What causes the link among college-educated workers?. *Social Science Research*, 35(3), 577-619. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2004.12.001>
- Sloane, C. M., Hurst, E. G., & Black, D. A. (2021). College majors, occupations, and the gender wage gap. *Journal of Economic Perspectives*, 35(4), 223-248. <https://doi.org/10.1257/jep.35.4.223>

- Song, C., & Glick, J. E. (2004). College attendance and choice of college majors among Asian-American students. *Social Science Quarterly*, 85(5), 1401-1421. <https://doi.org/10.1111/j.0038-4941.2004.00283.x>
- Thomas, S. L. (2000). Deferred costs and economic returns to college major, quality and performance. *Research in Higher Education*, 41(3), 281-313.
- Thomas, S. L., & Zhang, L. (2005). Post-baccalaureate wage growth within four years of graduation: The effects of college quality and college major. *Research in Higher Education*, 46(4), 437-459. <https://doi.org/10.1007/s11162-005-2969-y>
- Torche, F. (2005). Privatization reform and inequality of educational opportunity: The case of Chile. *Sociology of Education*, 78(4), 316-343. <https://doi.org/10.1177/003804070507800403>
- Tsai, S.-L., & Xie, Y. (2008). Changes in earnings returns to higher education in Taiwan since the 1990s. *Population Review*, 47(1), 1-20. <https://doi.org/10.1353/prv.0.0003>
- Vere, J. P. (2005). Education, development, and wage inequality: The case of Taiwan. *Economic Development and Cultural Change*, 53(3), 711-735. <https://doi.org/10.1086/427245>
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. <https://doi.org/10.3102/0002831213488622>
- Weeden, K. A. (2002). Why do some occupations pay more than others? Social closure and earnings inequality in the United States. *American Journal of Sociology*, 108(1), 55-101. <https://doi.org/10.1086/344121>
- Weeden, K. A., & Grusky, D. B. (2012). The three worlds of inequality. *American Journal of Sociology*, 117(6), 1723-1785. <https://doi.org/10.1086/>

665035

- Weeden, K. A., Gelbgiser, D., & Morgan, S. L. (2020). Pipeline dreams: Occupational plans and gender differences in STEM major persistence and completion. *Sociology of Education*, 93(4), 297-314. <https://doi.org/10.1177/0038040720928484>
- Welch, F. (1979). Effects of cohort size on earnings: The baby boom babies' financial bust. *Journal of Political Economy*, 87(5), 65-97. <https://doi.org/10.1086/260823>
- Western, B., Bloome, D., Sosnaud, B., & Tach, L. (2012). Economic insecurity and social stratification. *Annual Review of Sociology*, 38, 341-359. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071811-145434>
- Wilkins, J. L., & Ma, X. (2002). Predicting student growth in mathematical content knowledge. *The Journal of Educational Research*, 95(5), 288-298. <https://doi.org/10.1080/00220670209596602>
- Wright, E. O., & Dwyer, R. E. (2003). The patterns of job expansions in USA: A comparison of 1960s and 1990s. *Socio-Economic Review*, 1(3), 289-325. <https://doi.org/10.1093/soceco/1.3.289>
- Wright, R., Ellis, M., & Townley, M. (2017). The matching of STEM degree holders with STEM occupations in large metropolitan labor markets in the United States. *Economic Geography*, 93(2), 185-201. <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1220803>
- Xie, Y., & Killewald, A. A. (2012). *Is American science in decline?* Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674065048>
- Xie, Y., & Shauman, K. A. (2003). *Women in science: Career processes and outcomes*. Harvard University Press.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual Review of Sociology*, 41, 331-357. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>

- Xu, Y. J. (2013). Career outcomes of STEM and non-STEM college graduates: Persistence in majored-field and influential factors in career choices. *Research in Higher Education, 54*(3), 349-382. <https://doi.org/10.1007/s11162-012-9275-2>
- Yu, W.-H., & Su, K.-H. (2008). Intergenerational mobility patterns in Taiwan: The case of a rapidly industrializing economy. In H. Ishida (Ed.), *Social stratification and social mobility in late-industrializing countries* (pp. 49-78). University of Tokyo.
- Zheng, H., & Weeden, K. A. (2023). How gender segregation in higher education contributes to gender segregation in the US labor market. *Demography, 60*(3), 761-784. <https://doi.org/10.1215/00703370-10653728>