

「生生用平板」的網絡效果： 以國小數位寫作學習平臺為例

陳斐卿 國立中央大學學習與教學研究所暨師資培育中心特聘教授

摘 要

運用數位載具學習是教育的趨勢，許多研究支持學生使用載具能提升學習成效，但載具進入教室後，許多現場教師卻產生更多困惑，可能的原因是載具進入教室後，使用上引發複雜而挑戰的動態歷程，沒有受到足夠的重視。本文借用行動者網絡理論（Actor-Network Theory, ANT），對稱性地看待「人」與「物」的獨特視野，探究數位載具進入寫作課室，會促使教室裡的師生發生哪些轉變？研究資料來自一所數位資源豐沛的小學，該校生生自備載具，本研究以寫作課為場域，透過民族誌的觀察與訪談方法蒐集資料。研究發現，載具與平臺進入寫作課堂後，新的載具和教室中原有的物件，會與教師及學生的行動彼此作用，作文課堂產生了前後兩次轉變：初期的轉變為，數位寫作教學平臺以取代的方式，轉變了教師的教學角色，且在載具與平臺的遊戲設計、學生在意成績、教師在意班級績效等多種行動體相互作用下，產生了特定的網絡效果，導致學生的寫作興趣被轉變了；後期的轉變為，教師因應第一次轉變的網絡效果，對新、舊寫作教學的各種行動體重新拆解與組合，讓寫作的學習效果再度穩定。這個研究發現顯示，數位載具未必真的能促進學習，當載具加入課程時，要留意教室裡既存的各種物件，以及與師生已經產生的連結。

關鍵詞：一對一數位學習、行動者網絡理論、轉變、作文教學、生生用平板



Network Effects of One-Tablet-Per-Student Initiative: Taking Digitalized Composition Classroom in an Elementary School as an Example

Fei-Ching Chen

Distinguished Professor, Graduate Institute of Learning and Instruction/Center for Teacher Education,
National Central University

Abstract

Newly implemented technologies have been considered as one of the major strategies for educational reform and pedagogical innovation worldwide. However, many teachers, after incorporating these technologies into curriculum, have since become confused about its efficacy as a teaching companion. Unfortunately, little attention has been paid to the complexities and challenges of the adoption process. Drawing from the translation perspective of Actor-Network Theory, this study put efforts on how a platform especially designed for the composition classroom during the one-laptop-per-student initiative transformed teaching practices in an elementary school. Using ethnography, interviews, and digital footprints that actors left behind on the platform, this study traces how actors “enact” and “enroll” each other, resulting in network effects. The results revealed the changing networks of how the platform, teachers, students, and other related actors enact each other. In particular, teaching practice encountered a series of translation: schools deploying the digital writing platform, attempting to enroll students’ writing interests; students gamifying the platform into something more enjoyable; teachers displacing themselves and enlisting more appropriate actors to re-deploy the assemblage. This study argues that technology itself might not be considered as an individual source for learning effectiveness. Rather, technology becomes an effect of the assemblage of teacher, students, as well as the existing non-human entities.

Keywords: one-to-one technology-rich learning, actor-network theory, translation, composition teaching, one-tablet-per-student initiative



壹、研究背景

在後疫情時代下，大家對數位載具的依賴加深。新冠肺炎疫情期間，實體活動受到大幅的限制，2021 年 5 月初臺灣各級學校都經歷了必須突然全面施行遠距教學的情況。面對後疫情時代，教育部於 2021 年 11 月底公布了新的數位學習精進方案¹，將在 4 年內投入 200 億元，以達成「班班有網路、生生用平板」的目標。這項方案包含三項計畫：「行動載具與網路提升」、「數位內容充實」及「教育大數據分析」（教育部，2021），其中有四分之三的經費用於加強數位基礎建設，預計在一年內完成生生用平板電腦（以下簡稱平板）的採購目標。

但隨著數位資源的到位，許多疑慮也隨之湧現。例如：政策推動的「關鍵績效指標」（Key Performance Indicators, KPI）如基層教師不斷填寫載具使用時數績效、學生觀看內容限制與上課分心問題、上網安全與校園資安管理、是否規定使用特定平臺做線上教學、不同年段學生使用數位資源的能力與需求不同……等（陳至中，2021；趙有寧，2021；戴元利，2021），有許多待克服的問題。而這些現象亦呼應著全球數位學習熱潮總是同時帶來「願景」和「問題」的兩難（Fenwick & Edwards, 2010）。一方面，人們引頸期盼數位資源帶來的「願景」，因為在課室裡運用資訊科技產品，是教育改革中最容易看見的變化，這吸引各級學校努力爭取數位教學經費，搭上數位學習列車，進行教學創新（Hembre, 2019）；各國的實徵研究也支持學習科技確實帶來顯著正向的效果（Ferraro, 2018; Harper & Milman, 2016; Zawacki-Richter & Latchem, 2018）。但運用數位資源，另一方面也浮現一些「問題」，有了數位資源後，這些載具到底如何應用到現有的課程？學生的學習是如何改變的？數位資源為教育現場的實作帶來了什麼進展？至今仍存在很多的疑問（Blikstad-Balas & Davies, 2017; Selwyn et al., 2017; Tallvid, 2016）。

既然實徵研究屢屢支持數位學習的效果，但載具在現場的問題仍然存在，這兩相矛盾透露著數位教室的複雜性。甚至許多行動載具進入教室，未必帶來「所欲」的轉變，這些不期待的轉變原因，可能是複雜的，我們若要避免「非所欲」的轉變（Matthews, 2019），就更需要理解載具對教室實作產生的顛簸效果是如何形成。

¹ 臺灣教育部於 2021 年 11 月 25 日發布「推動中小學數位學習精進方案」，政府將自 111 年起連續 4 年投入總預算 200 億元，針對全國中小學達成「班班有網路、生生用平板」的目標。

這種夾雜著所欲與非所欲的轉變，正是數位學習教室研究場域裡最複雜與泥濘（messiness）的特徵（Fenwick & Edwards, 2010, p. 144）。多數數位學習研究，沿著人文觀（humanist）的傳統，以人為中心，關切載具如何促進教育表現，因而單純關注在驗證學習者的學習效果；相對地，後人類主義（posthumanist）恰擅長處理泥濘的田野（Barad, 2003; Peppler et al., 2020），因此本研究擬採用後人類主義取向的「行動者網絡理論」（Actor-Network Theory, ANT），以民族誌方式深入理解一所個案小學的寫作課堂，探討載具是如何參與到教學中，並藉由 ANT 對稱看待「人」與「物」的獨特視野，探究在「生生用平板」的數位學習環境，物與人如何發生作用，以及教與學如何產生改變。具體的研究問題有三：一、學校如何把寫作課室，轉變為「生生用平板」的自主寫作學習環境？二、在「生生用平板」的數位寫作平臺，學生學習如何產生轉變？三、在「生生用平板」的數位寫作平臺，教師教學如何產生轉變？

貳、文獻探討

一、問題意識：數位教室與教師教學的轉變

政府揭示「生生用平板」的目標後，決策端與現場端所關注的不同面向再度浮現出來。決策端傾向透過基礎建設來支援教學成效（教育部，2021），這是「科技決定論」（technological determination）的思維。「科技決定論」關切如何透過載具（工具）來促進學生的學習成效，如同「培養皿—種子」（container-seed）的邏輯（Fenwick & Edwards, 2010），認為教室教學改革成功與否，關鍵是看預期改變的學習成效是否發生改變，正如在培養皿中等待種子發芽，種子發芽與否就是關鍵。因此，載具進駐學校，主要以檢覈學習成效作為指標。

然「科技決定論」有研究方法上的侷限。檢驗載具的「成效」是一般數位學習研究的主要焦點，將載具視為達成教育目標的有效工具，這個取向的研究，通常採用實驗設計與量化取徑（Zawacki-Richter et al., 2009），將「學生學習成效」與「科技輔助效果」劃上等號。這類研究會產生兩種預設與侷限：第一，化約——將複雜現象化約為少數可測量的變項，並探討之間的關係，這樣是把相互交織糾葛（entangling）的效果加以切割，簡化了因素之間的關係與可能的交互作用；第二，忽略教師的作用——這個取向的研究多以測量學生學習成效為主，常忽略一直參與在教室情境脈絡裡的教師。

相對於「科技決定論」，「社會建構論」則是強調社會因素的影響力（Feenberg, 2017）。在數位學習領域，「社會建構論」關切的議題可分為二類：第一，現場端的教師在數位教學課室中的體驗與心聲；第二，載具與教室實作整合的歷程。

第一類探索教師的數位教學經驗、信念、立場與聲音。在數位教學中，教師在教學現場產生新的實作知識，也對現場的改變有自己的體驗與詮釋，因而，理解教師的聲音是重要的（Zheng et al., 2016）。這類文獻關切的議題有：一對一設備的教育價值（Blikstad-Balas & Davies, 2017）、載具介入教室的適宜性（Selwyn et al., 2017）、教師的認同信念（Tondeur et al., 2017）、擁有感（Reyes Jr., 2013）、數位教學的負向影響，如學生因科技物而學習分心的現象（Aagaard, 2021; Blikstad-Balas & Davies, 2017）、教師低估學生在校外發展的科技使用能力（Joyce-Gibbons et al., 2018）等等。這些文獻呈現教師質疑的心聲，像是使用科技到底是因應教學與學習所需？還是創新教學（Maninger & Holden, 2009）？教師有很多疑慮，該勉強執行，或是悄然抵制？由上顯示不少現場教師對數位科技物進駐自己教室的效果持保留態度（Nikou & Economides, 2018; Tallvid, 2016; Warren, 2003）。

第二類為載具到底「如何」整合進入教室的歷程。從「社會建構論」的角度檢視新科技進入教室的爭議，最經典的當屬 Larry Cuban（1986, 2001, 2017）一系列有關教師難以使用新載具之發現，其揭露的困難大多與載具本身無關，而是和教師在數位學習環境中扮演的角色比較有關（Sharples et al., 2015）。例如，教師經營一人一臺筆記型電腦（以下簡稱筆電）的教室，要如何將外來的輔助載具、已熟悉的課程與自己的教師信念多方整合起來？他們如何採用載具與為什麼願意投入（Blikstad-Balas & Davies, 2017）？上述 Cuban 的研究沒有提及與載具有關的困難，可能會忽略載具與其他人或物的關連性。另一些研究則關心載具如何被整合進入教室，例如：在教室裡師生如何使用這些載具？實際發揮了哪些功能？以何種方式幫助教室裡的學與教（Blikstad-Balas & Davies, 2017）？

總結來看，雖然「社會建構論」取向的研究，更關切課室裡數位載具帶來的影響，但是，上述研究對教育現場的理解，仍然承襲主流教育研究的人文觀（humanist approach），預設「人」有行動力，應控制教育實作，「人」有達成預期目標的責任。然而，載具的效果，真的是「人」能控制的嗎？只有「人」擁有行動力嗎？人們對載具「如何」參與教學實作到底了解了什麼？本研究因而採取後人類主義立場，亦即人不是在載具之上，人是參雜於載具之間（Sørensen, 2009），透過社會—物質（socio-material）的重新安排，教與學可能發生什麼轉變？以這個視角來理解教室中各種行動體的關係。

二、ANT 理論視角下的數位教學文獻評述

ANT 是個極為異質的理論，ANT 分別代表「行動者」（actor）²、「網絡」（network）、「理論」（theory）。ANT 的本體論是實作本體論（ontology-in-practice）（林文源，2007；Latour, 1991/1993），不預設行動者有既定的屬性（Nothing is anterior in ANT approaches）（Fenwick et al., 2011）；反之，行動者與其他行動者，是基於彼此的關係與作用，改變或被對方改變後，才展現其屬性。

「轉變」（translation）是 ANT 的基本概念之一，強調探索科技教學中「人」與「物」（例如載具）的交融與轉換（林文源，2014；Callon, 1986）。這個理論不是單一的把「人」當作物的使用者或設計者，也沒有把「物」當成人的附屬物或工具；反之，強調「物」與「人」的行動交織，彼此共同分攤了行動力，當他們彼此連結時，彼此會改變對方，稱為轉變。本文採用之轉變模型，結合 ANT 主要發展者 Callon 與國內學者林文源（2014）的主張，把轉變分為佈署³（deploy）、問題化（problematization）、位移（displace）、與混種／重組（hybrid）四個階段，過程中會持續出現行動體為了競逐而展現的徵召（enroll）、拉攏（interestment）、結盟（alliance）等行動，最後形成暫時穩定的網絡，稱為網絡效果（network effects）。

國外有許多研究用轉變概念來分析數位學習的成敗。最早有文獻分析唯讀記憶光碟（Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM）如何成功地「轉變」為小學課堂的教學工具（Bigum et al., 1993），是因為眾多相關行動體受到徵召而產生「轉變」，例如：國際商業機器公司（International Business Machines Corporation, IBM）從廠商「轉變」為課程設計與發展的角色、科學知識「轉變」為最難教的科目、教師「轉變」為樂於教授有價值課程的角色、CD-ROM 則從商品「轉變」為提供高互動性的學習環境，這些「轉變」所產生的網絡效應，使行動體的組成結構

² ANT 的中文譯名統一為「行動者網絡理論」，但是基於此理論特別強調「物」與「人」的同等重視，因此本文中，actor 多數譯為「行動體」，而非「行動者」，以避免中文讀者將「者」逕行想像為僅僅指涉「人」。

³ 佈署意指穩定化且能造成具體效果的實作安排；是因應急迫需求，由異質元素形成關係性連結，以發揮策略性功能的聚合體（assemblage）（林文源，2018；Foucault, 1977/1980）。用通俗的話表達，是一種有目標的安排，使機構中的各行動體能相互連結，產生特定之網絡效果。

得以穩固。而轉變概念也被用來分析失敗的例子，例如，數位教學創新網絡為何無法維持？學習管理系統（learning management system, LMS）教學網站無法成功徵召教師採用，是因為 LMS 侷限、封閉、管理導向的建置原則，與教師偏好彈性、鬆綁的教學信念不一致（Hannon, 2009），教師反而繞道建立與使用維基（wiki）為教學網絡，LMS 的網絡因而瓦解（Callon, 1986）。此一研究揭露教師經歷了 LMS 與 wiki 多重的網絡競逐共存。

上述分析 IBM 和 LMS 轉變課室的研究，屬於早期關注特定數位工具闖入教室成敗的分析。晚近的研究則更強調人和物互動過程中的協商，用 ANT 勾勒整個參與的網絡，辨識與指認行動體和行動體之間的連結關係，更周延的理解多個行動體之間如何共同作用，以及科技物如何支援教學目標或為何不能支援教學目標，這樣的方向，讓 ANT 對數位學習載具的研究有突破性的進展（Blikstad-Balas & Davies, 2017; Klein et al., 2020）。例如：教師從懼怕使用科技物到成為擅於使用科技物者（Govender & Chitanana, 2016），其轉變過程並非僅是透過資訊技術與素養的訓練，而是眾多行動體之間達到一個穩定連結，如資訊與通信科技（Information and Communication Technology, ICT）網絡基礎的建設、頻寬、入口、相關支援、機構政策以及行政端配合等等，促成教師能順暢使用科技物；又如：iPad 雖是具有多功能的好工具，但在小學教學實作現場，iPad 卻被印表機與資料夾等工具所取代，教師「拆解」iPad 工具，「重組」為更好用的行動體，進而形成新的聚合（Hembre, 2019）。

國內採用 ANT 視角分析數位學習的研究不多，這些作品雖多為學位論文（張舒涵，2016；曹博凱，2018；楊喻婷，2019；謝智妃，2016），但已採用 ANT 觀點探究載具進入教室帶來的挑戰，特別是從身在教學現場的教師角度進行探究，他們的研究發現能凸顯載具連結的網絡，為教學現場帶來的非預期效果以及教師與載具在其中的作用。本文延伸這一條探究線，不僅關切教師，還包括校方與學生；從校方迎接生生用平板載具、啟動數位作文平臺學習的教室，到如何促發師生產生不同的專業展現，分析教師、學生與載具、平臺，以及其他眾多行動體相互交織、彼此改變之歷程。

參、研究方法

一、研究情境

本研究選定臺灣北部一所市郊小學（以下簡稱 C 小）為研究對象。這個學校的教學場域，每位學生都有一臺自己的筆電或平板，已長達 6 年。C 小的數位科技創新教學頗負盛名，有豐沛的數位資源，包括：每間教室均有獨立的無線網路 AP 發射臺、學生自備筆電或平板（bring your own device, BYOD）、教師長期參加數位學習課程且參與比率高，以及有大學研究團隊（以下簡稱 T 團隊）之平臺建置與技術支援。

本研究以 C 小為研究田野的理由有二：第一，C 小在一般教室進行數位學習已經常態化。多數的數位學習實驗研究，研究團隊多為短程入校，C 小有其獨特性，每個年級、每週都有使用平臺的課程時間，因此，用平臺學習是常態性正常課堂的一部分，其成績結算也包括平臺上的學習表現。第二，該平臺已經推廣到眾多學校，成為高流通性的一個教育平臺。C 小為該平臺最早與最深度使用的學校，因此，C 小的數位教室實作經驗，對政府擬定推動的「班班有網路、生生用平板」政策具有生態效度的參考價值。

二、數位寫作平臺與教師教學平臺

C 小使用的數位寫作學習平臺系統（以下簡稱 T 島），其學習目標最大的特色是「量讀量寫」，看重興趣驅動的學習策略（Chan et al., 2018）。基於避免學生連上搜尋引擎，以確保安全上網與明確學習目標，C 小採用封閉式單一學習平臺 T 島，由 T 團隊提供，其作文學習強調「量變帶動質變」的信念，主張作文寫多了就會流暢，推動「量精品」模式：從量寫到精寫，從吸收知識到創造知識，經由量讀「量」寫、精讀「精」寫，培養學生成為亮「晶」晶的明星。

學生透過遊戲經營自己的 T 島，每個學生扮演島主，建設自己的作文島，平臺裡有許多細部行動皆可賺取遊戲點數「葵幣」，例如：發表文章的每一歷程、欣賞與評論他人文章……等。學生透過經營 T 島的過程，養成寫作的習慣與興趣，其中，葵幣可以購置妝點書店的「飾品」來布置自己的書店，吸引他人前來參觀。

T 團隊設計之教師教學平臺內有評量系統，呼應「量讀量寫」的理念。針對學生端，系統會記錄每位學生、每個班級以及每天的學習數量與學習進展；針對教師端，系統則提供教師評定每位學生作品的星號評等，且根據量化指標，系統能自動標示值得注意的學生，以及呈現班內與班際學習的量化數據。評量還包括同學之間的作品互評，因此，學生在 T 島的學習行動與作品數量，是支援課堂檢覈學生的參考依據。

三、資料蒐集

本研究方法為民族誌，主要蒐集三種資料：民族誌田野觀察、個人訪談與焦點團體訪談、文件分析，以下分別說明蒐集之細節。本研究團隊進入田野，資料蒐集時間為 2014 年 9 月至 2017 年 6 月，針對本文之研究主題，觀察分為「實體課堂」與「T 島虛擬瀏覽」兩種。實體寫作課共觀察 11 節，涵蓋低、中、高年級，其中有 2 節是非數位作文課程；此外，也在放學之後進入課後輔導班，近距離觀察中年級學生自由使用筆電進行 T 島的操作。虛擬民族誌觀察則是每週定期上 T 島與教師教學平臺，瀏覽各個學習畫面與相關數據。

訪談分為個人訪談與焦點團體訪談兩種：個人訪談包括 17 位導師、2 位兼行政教師、8 位中年級學生以及 1 位 T 團隊成員，訪談每次約 2 小時，部分對象訪談超過 1 次；焦點團體訪談以六年級導師為對象，基於該屆六年級學生為該校首次擁有完整 6 年的平臺使用經驗，因此於最後一個學期針對六年級導師對學生的理解，進行 2 次焦點團體訪談。訪談內容以當時 T 島學習的狀況與所衍生的事件及故事為線頭，以半結構的方式進行；師生訪談之前後，研究者也會上線 T 島了解晚近的變化佐證訪談資料，作為後續訪談提問的線索。

文件分析類別約有 6 種：師生在 T 島學習活動的瀏覽畫面擷取、C 小教師社群網站與臉書互動紀錄、會議紀錄、校方公開宣傳文件、T 團隊教師增能課程素材以及 T 團隊學術研究成果等。

以上資料編碼的方式為：蒐集日期_蒐集種類_受訪者流水號_訪談內容對話序號。例如：50309_I_c24_797~799，其中 I 為個人訪談、c24 為受訪者流水號、797 為訪談內容對話之序號，引用連續多筆對話，則以 *~* 表示；各種資料之編碼代號為：觀察紀錄（O = observation）、個人訪談（I = interview）、焦點團體訪談（FGI = focus group interview）及文件分析（D = document）。

四、資料分析

面對複雜的人與物交織現象，本文採用 ANT 理論（Fenwick & Edwards, 2010; Tallvid, 2016）特有的追蹤方法（follow the actors）（Kamp, 2018; Latour, 2005）。透過關切爭議找出網絡內或網絡間正在發生的矛盾與混亂，持續理解現象中的矛盾歷程、不將複雜的動態變化歷程，化約為單一現實、習於接受現象中的不一致（Law, 1999）、平等地揭露各行動體，勾勒完整網絡（network assemblages）（Mol & Law, 2002）。以 ANT 的「轉變」概念為工具，引導分析網絡的轉變過程：既有網絡因為新載具的進駐，如何產生新的問題、各行動體如何互相轉變彼此、如何重新穩定以求共存（林文源，2014）。

具體做法與程序如下：（一）找出行動體：以田野資料中比較具有爭議性的現象開始分析，先定錨出明顯參與的行動體；（二）辨識行動體之轉變：仔細描述那些行動體的作為，特別是各行動體對其他行動體的徵召意圖與結果，以及找出徵召過程涉及的更多行動體，從而辨識出幾個暫定的網絡；（三）分析訪談中的論述：以訪談資料釐清爭議現象裡的協商內涵，勾勒行動體的位移；（四）確立發揮 ANT 強調對人與物的平等檢視原則，規劃描繪網絡效果。

舉一個例子來說明上述分析程序與 ANT 特有的追蹤行動體思路。田野觀察呈現：教師之間常常抱怨學生在 T 島寫作平臺裡的文章品質與寫作態度，不解為何透過 T 島的輔助，卻還是無助於學生學習寫作？面對此一爭議現象，研究者以虛擬民族誌觀察 T 島學生作品、訪談教師與學生如何使用平臺，循線追蹤明顯參與的行動體，繼之分析這些行動體彼此徵召的情形，從而勾勒教師與學生如何採取行動。

建立研究結果信實度的方式有二，一種是透過訪談與觀察資料進行三角校正，另一種是由兩位 C 小教師進行受訪者確認（member check）。在受訪者確認中，一位為被觀察的班級教師，研究者將每次觀察筆記寄給該教師，由其根據現場狀況，解釋或釐清觀察筆記中的提問；另一位為行政人員，研究者在對外發表論文之前，將文本提供予該位教師，請他給予建議。

另舉一例說明三角校正的方式。研究者至一年級教室觀課「電腦塗鴉」寫作兩節，之後撰寫教學現場之觀察筆記，觀察現象背後之意涵或關連，並提出提問清單，於當天晚上寄給被觀課教師，再由該師書面回應，確立研究者對觀察現象的教學意義如實，此即「觀察」、「觀察筆記」、「結構性訪談」三者之間的檢證。茲舉兩個問題於表 1 為例（50313_O_c24_1,3）：

表 1
資料分析三角校正舉隅

	研究者現場觀察筆記之提問	觀課教師書面回應
1	很多時候，孩子塗鴉的心思都在技術面而非故事，因為他們一直在選（工具、粗細、色系、濃淡……），為這些一直切換。	是的，所以後來放棄要求畫圖，以文字為主，要拉回重心。
2	一年級生或是不熟練技術的人，需要這樣新的異質網絡來促成他們的塗鴉寫作，這些技術面是不是構成他們塗鴉寫作的「核心」活動？	是的，就像教師只咬〔要〕電腦一開機就開始處理電腦問題，這是我教學的核心活動，雖然我期望自己能做到當個好的引導者……。

肆、研究結果

一、學校轉變為數位寫作網絡

針對研究問題一：學校如何把寫作課室，轉變為「生生用平板」的自主寫作學習環境？以下將研究結果分為三點說明：第一點描繪新加入的行動體如何彼此拉攏發生關係，進而產生具有力量的網絡效果；第二點描繪新舊寫作網絡的競爭與協商；第三點描繪載具引發的教室改變。

（一）「T 島—T 成績單—T 計數系統」的連結

在「生生用平板」的寫作課堂中，有三種行動體緊密的連結，產生督促師生的網絡效果。這三種行動體是：T 島、T 成績單（學生在平臺的表現，於期末轉變為一張數位學習成績單）、T 計數系統（為教師的數位教學平臺計數系統，能隨時呈現學生表現的量化數據）。以下分別說明這三個行動體，以及三者之間的緊密關係。

「T 島」被設計為一個玩「蓋樓」遊戲的寫作平臺（圖 1）。其以 5 層樓落實 T 島兩大機制：「讀促創」與「聊促修」，前者假定學生先閱讀素材，能促進其產生創作想法；後者假定同儕互聊彼此作品，能促進修改作文的品質。每一層樓恰好對應一般寫作歷程的一個階段，不同的是，學生在數位平臺學習，取代實體作文的教學歷程。T 島 1 樓的「讀文章」區放置數篇範文，取代教師引導發現範本之文章結構與理解策略；T 島 2 樓的「想法筆記」與「寫作區」兩個書寫區，取代學生以紙本打草稿；T 島 3 樓「聊文章」的同儕互給作品建議區，取代教師的批閱建議；

T 島 4 樓的「修文章」為參考同儕意見修改區，取代教師批閱後的修改版本；T 島 5 樓的「發表區」為最後版本的作品公開發表區，取代學生以紙本繳交給教師的歷程。

「T 成績單」（61204_D_17_1）是用來鼓勵與呈現學生使用 T 島寫作文的成果。圖 2 為跟寫作有關的成績單畫面（61109_D_7_2），寫作面向的「實際表現」欄位呈現三個指標：「篇數」、「字數」以及「品質」，由教師以平臺提供之五個評閱項目，包含文題相符、字詞豐富、段落分明、首尾連貫及新穎獨到等，進行最高五顆星的評定。

「T 計數系統」則是讓教師可隨時查看學生作品數量的統計資訊系統。上述圖 2 的「T 成績單」便是一種計數系統（counting device），而圖 3 的「年級學習歷程統計資料」則是另一種計數系統，其中的三個項目包含該年級「班級編號」、各班作文「平均篇數」與每篇作文「平均字數」。

圖 1

T 島 5 層樓設計外觀



圖片來源：明日寫作：創作島——透過閱讀帶動寫作，透過互聊帶動修改，創新數位教育平台與服務產學聯盟，2016-2017（<http://league.soft.org.tw/create.php>）。2016-2017 年創新數位教育平台與服務產學聯盟版權所有。

圖 2

T 成績單中的寫作部分畫面

面向	實際表現		評語
閱讀	本數	1 本	閱讀表現整體同於同年級平均。閱讀書籍數量符合平均數量；推薦內容尚稱完整，但豐富性稍嫌不足，仍有進步空間。請加強閱讀書籍的習慣，建議能閱讀難度更高的書籍，並於推薦時更加用心。
	推薦品質	3 /5 顆星	
寫作	篇數	2 篇	寫作表現整體略同於同年級平均。寫作篇數符合平均數量，文章的字數符合同年級程度，惟內容較為空泛，結構鬆散，用字遣詞偶有錯誤，句型較無變化。建議多加練習寫作，依據題目選取適當材料，試著闡述說明主旨，使文句通順。
	字數	554.5 字 / 篇	
	品質	1.5 /5 顆星	

圖 3

T 計數系統提供之年級各班學習歷程統計資料



圖片來源：明日寫作：創作島（電腦軟體），創新數位教育平台與服務產學聯盟，2016-2017（<http://league.soft.org.tw>）。2016-2017 年創新數位教育平台與服務產學聯盟版權所有。

T 島、T 成績單、T 計數系統這三種行動體，透過行動載具設備帶進教室，期待與教師及學生的興趣、利益相互連結，從而產生行動力。當學生在意成績，就可能被 T 成績單拉攏；當教師在意面子與班級業績，就可能被 T 計數系統拉攏；若為了要好成績與好業績，學生和教師就會使用 T 島寫作文，因此被 T 島拉攏。

在這個相互牽連的網絡關係裡，數據的角色被轉變了。例如，教師教學平臺裡的資訊情報，原本只是個中間者（intermediaries），單純忠實的呈現數據（Cecez-Kecmanovic & Marjanovic, 2015）；但是，各班數據與教師比較的心思促使這些情報轉變為中介者（mediator），這些數據昭告各年級各班投入 T 平臺的頻繁程度，因而徵召著教師的面子與學生的書寫行動。以下是 c14 教師對無聲的數據造成大家業績壓力的表達：

因為我們有一張表，可是那一張表我們的成績是彼此互相競爭的……嗯，什麼樣的人說沒有壓力……隨時上網都看得到啊……其實很多教師從小都是很優秀的學生，……他們希望上司能夠看到他們努力……會讓一些教師因此而有一些很負面的不認同……（41217_I_c14_25~29）

因此學校新增的三個行動體「T 島」、「T 成績單」、「T 計數系統」的連結，促使學校佈署成一間進行載具學習的網絡。

（二）新舊寫作網絡的競逐：「學生—教師—作品引導批改」與「學生—平臺—作品同儕互評」

實體的作文教學教師要進行寫作引導和事後批改，而數位作文學習平臺則大幅簡化教師的角色，其諸多功能取代教師的寫作引導，同儕互評機制亦替代教師事後批改的作為。二者形成了平臺位移教師角色的現象，但是在取代的過程中，教師似乎並未被 T 島寫作平臺的各項自學機制所拉攏。s7 教師回憶過去的作文課教學時光，大多數教師都會進行全班引導，教師們很強調「共」讀、「共」享及「共」鳴：

對比 T 島寫作的引導，我理想中的語文引導境界比較是，運用共同教材，共讀、共享，讓學生產生共鳴，師生一起專注在文本，欣賞文本、討論文本，〔包含〕用字、描述、主人翁或作者的情意面，聆聽孩子的話語後，能有智慧的從中找到引導的點，從這個點到那個點，〔過程〕順暢、此起彼落。（50309_I_s7_02）

實體寫作課教師們看重要帶出學生的寫作情緒，在師生互動中不斷接應學生，找到各種有效引導點，直到討論氛圍烘托到一定程度時，才進入個人寫作的模式。事後批改則包括標點符號、錯別字、成語使用、評語以及確實訂正等歷程，s9 教師不認同這些重要歷程被省略，因而採用「T 成績單」與「自己批改」並行的做法：

〔T 島〕所提供的評語點選，這部分很荒謬，因此我有自己紙本的寫作評分、用字、用句、每段的分配、呼應主題是否一貫……這是我自己的紙本成績……（51029_I_s9_02）

這些描述顯示，過去教師的寫作課看重學習的引導、師生間的互動，也樂於給予適用於個別學生的評語，教師較不能認同批改轉變為勾選數位「罐頭式」的回饋功能，也不認同 T 島的「幾顆星評分」以及點選「罐裝評語」的轉變。當 T 島將過去寫作教學的歷程轉變為由系統提供特定的閱讀文本、同儕互相回饋的學習，受訪教師多深感疑惑，如 c71 教師表示：

沒辦法體會 T 島的優點到底是什麼，我自己心底也是會有說：「小朋友錯字連篇，大量閱讀好像沒有比較好啊，然後小朋友互相給回饋都給的亂七八糟，『寫的很好喔』之類」，嗯，看不太出來，它到底能夠幫助孩子什麼，我就覺得有點挫折，然後看他們的作文，就是想要為了衝字數然後變得很流水帳什麼之類的……（60629_I_c71_126）

在新舊寫作網絡中最大的變化是：T 島各樓層的鷹架設計，轉變了教師在學生寫作網絡中的位置。T 島各樓層的機制「淡化」了教師原本的教學角色，其力行的「量精品」模式以系統引導學生寫作，使教師無需施力引導寫作；而系統建立同儕互聊彼此文章的步驟，更未提供教師原本習慣的批改功能，像是：批改文句、改錯字、糾正別字、標點符號、畫線標示、給評語等，大幅淡化教師字斟句酌力求學生用語正確的要求。由於不需介入學生自學寫作的過程，教師變成僅能督促學生作文的完成率，因為 T 成績單占學期成績 50%。教師對學生說：

「T 島會有 50%，五十，就是一半一半，你們要做喔，不然成績出來教師沒辦法負責。」你看我們都要用這種威嚇利誘，可是這樣好嗎？（50422_I_c35_153）

數位寫作平臺內「T 島—T 成績單—T 計數系統」連結產生的網絡效果，與新的寫作網絡「學生—平臺—作品同儕互評」三個行動體連結，「乍似」瓦解了過去實體教學中「學生—教師—作品引導批改」的連結。

（三）載具引發的教室改變

載具進入學校，還有更多的行動體與載具連結後帶來改變。學生帶著一臺筆電／平板進入學校，師、生、黑板、桌椅、早餐、書包、作業本、下課時間……都跟著轉變了，對其他本來就存在的行動體產生競逐的效果。例如：要能塞入筆電，書包因此變大；要避免筆電不小心進水，早餐的飲料不能放在課桌上，飲料如果放在課桌上，便成為違規品，班規因而修改；學生自學時，教師要開啟教學平臺監控學生的進展，投影布幕蓋住了黑板，黑板的角色也轉變了；下課不能自由玩耍，要先配合音樂做眼球健康操，下課時間的運用度也轉變了。從上述諸多細節可知，數位寫作網絡徵召了很多的行動體，使既存的實體寫作網絡行動體有所轉變或被取代（如圖4）。

圖 4

C 小數位自學寫作網絡中的行動體相互作用與競逐

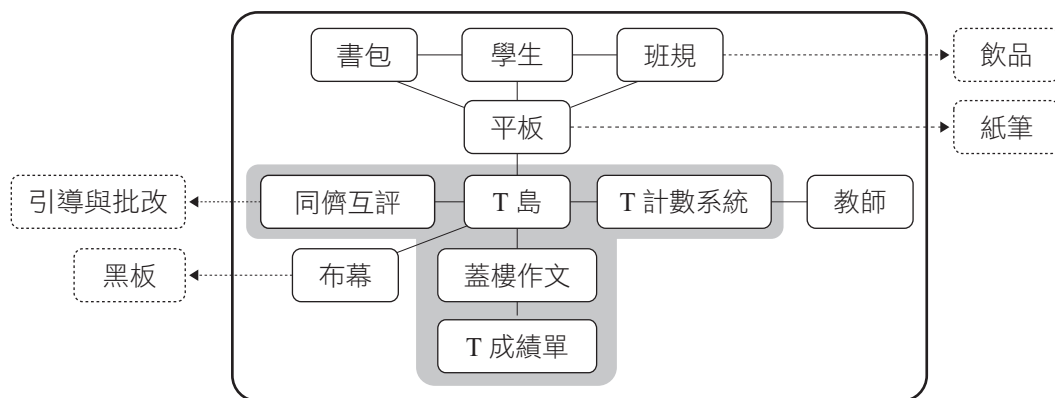


圖4裡的粗方框代表網絡，其內為教室中之相關行動體，灰階底為載具內的重要行動體，粗方框外有4個行動體被排除（虛線方框者），包含作文前後之教師「引導與批改」、「紙筆」、「黑板」、「飲品」（如豆漿等液體飲料）；取而代之的是虛線箭頭連接的「同儕互評」、「平板」、「布幕」、「班規」等。

本節描述C小學生開始以數位載具學習作文後初期發生的轉變。生生用「平板」，但平板此一行動體，並不是單獨產生輔助的效果，而是與平臺的遊戲設計、學生在意成績、教師在意班級業績等多種行動體相互連結作用下，產生的一種網絡效果。T島促使學生以蓋樓遊戲方式寫作，因此學生成為以數位學習寫作的人；T

島的各種機制將教師及實體寫作所需之相關行動體（圖 4 虛線方框的行動體）位移到學生寫作活動之外，因此教師儼然成為數位寫作課的邊緣人。接著，本文要繼續描述，初期形成的連結，在學生的行動力投入之後，這個數位寫作學習網絡又會產生如何的變化。

二、學生寫作學習之轉變

針對研究問題二：在「生生用平板」的數位寫作平臺，學生學習如何產生轉變？本節以「T 島—T 成績單—遊戲」這些行動體的連結，說明學生使用平臺的位移行動：從寫作到遊戲化。T 島想要徵召學生的「寫作」興趣，實際上卻促發了學生的「遊戲」興趣，學生把 T 島變成他們寫作時的遊戲，轉變了 T 島的諸多寫作功能。以下分兩點說明：第一點描繪 T 島的遊戲機制如何轉變學生的寫作興趣；第二點分析「葵幣」如何促動學生的遊戲興趣。

（一）從拉攏「寫作」興趣轉變為連結「遊戲」興趣

上一節提到「T 島」與「T 成績單」的連結，可能驅使學生為了分數而努力使用平板學習寫作；然而，實際上行動體之間卻不是這樣連結，所產生的網絡效果也並非如此單純。T 島「量變『質變』」的設計理念，原本是要拉攏學生對主題寫作的興趣，但是實際上學生在 T 島卻是匆匆忙忙地完成作品，由於 T 島跟學生的連結連上了別的行動體，以致於產生「量變『變質』」的網絡效果。本研究透過請學生一邊操作一邊解釋的訪談，以及學生在寫作課及課後輔導班每一樓層寫作行動的分別觀察，統整呈現 T 島如何轉變學生的寫作過程（如表 2）。其中，第一欄與第二欄的訊息來自 T 島數位學習平臺的瀏覽分析，第三欄呈現本研究觀察的「學生行動」。

分析表 2 第三欄「學生行動」顯示，雖然學生受到 T 成績單分數的吸引而上 T 島寫作，但是 T 島的「蓋樓」遊戲設計構想，並沒有徵召到學生的寫作興趣；反之，學生想要快點完成這些「蓋樓」的寫作任務，興趣因而轉移到洞悉 T 島蓋樓系統的內隱設定，例如導讀文章只要快速按過，就可以進階到第二層樓。

學生的寫作自學行動充滿著平日打電玩時追求速度的特徵。沿著表 2 第三欄來看，1 樓的「讀文章」階段，學生發現停留在這一層樓「最少」秒數的要求，只要看「多少秒」便可以按 enter 鍵；導讀文章有很多篇，但不用一篇一篇循序看，而是可以「同時按」enter 鍵，便能迅速進入 2 樓。2 樓「寫草稿」階段，關於「最少」字數的要求，學生亦發現只要寫 5 個字，系統就可以讓你過關，以便上 3 樓。

3樓「聊文章」階段，與其等待同儕給自己建議，還不如跟同學要帳號自己寫建議，自己給自己建議速度最快，以便上4樓。對此狀態，教師表示：

班內評的時候，小朋友他們都會共用帳號，就幫他過一過，重點就是趕快到達那個樓層啦。對，他們很聰明，好像前面要先寫草稿什麼東西對不對，他們都好像知道怎樣操作就可以很快過了那邊。（70413_I_c84_105）

4樓「修文章」階段，學生發現「修改前」區裡的文章其實可以不用修改，直接複製到「修改後」區，一樣可以抵達5樓。以此操作，即可快速完成送出一篇作文的全部階段。

表 2

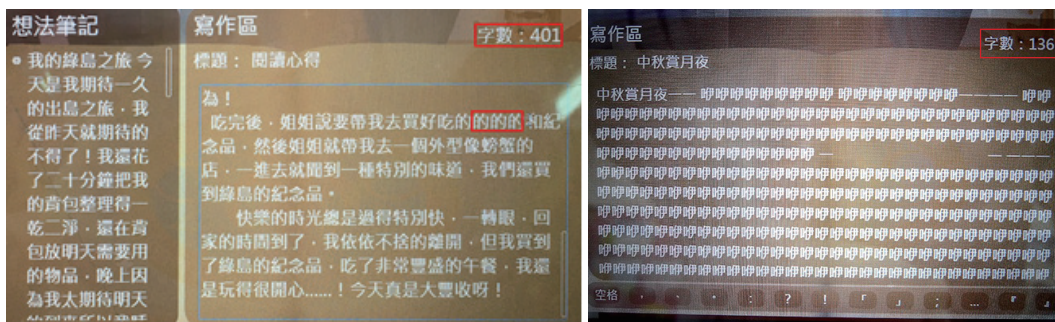
T島轉變學生的寫作過程

樓層名稱	設計構想	學生行動
1樓讀文章	閱讀3～4篇導讀文章、寫註記、儲存註記	同時快按4篇導讀文章，以便上樓
2樓寫草稿	右欄為「想法筆記」、左欄為「寫作區」	只需要5個字，系統即可過關；複製同樣字詞多次，集成一篇
3樓聊文章	先「班內聊」再「班外聊」、給回應、給建議	擁有同儕帳號，自己給自己建議，不必等待他人建議
4樓修文章	左欄為「修改前」、右欄為「修改後」，點選右下角「發表文章」	直接將「修改前」草稿複製到「修改後」
5樓發表	讀者可留言按讚、訂閱與追蹤此作者	為賺取更多葵幣，透過複製貼上功能，精準控制所欲字數

學生在T島上的作品，也反映出寫作樂趣的轉變，圖5為學生在句子中以重複單字提升總字數的兩種案例。學生善於運用文字處理軟體的「複製貼上」功能，輕易延伸文章長度、賺取葵幣，將寫作轉變為「玩」作文長度的遊戲。這樣的網絡所產生的效果是：學生並未被激發為「量精品」的追求者，而是轉變為「衝字數」的作者；文字處理軟體並非成為幫助學生易於修改搬移字句、段落的工具，而是轉變為堆疊多餘的字句、增加文章長度的助手；葵幣數量並不代表寫作投入度的多寡，而是轉變為學生摸透T島設計機制的高下指標。葵幣、文字處理軟體編輯功能與一

圖 5

學生在 T 島上各種衝高作文字數的策略



圖片來源：明日寫作：創作島（電腦軟體），創新數位教育平台與服務產學聯盟，2016-2017 (<http://league.soft.org.tw>)。2016-2017 年創新數位教育平台與服務產學聯盟版權所有。

層一層的「上樓」遊戲，這些行動體相互連結後，行動體之間不是單向作用，而是多重行動體在同時共同作用下，彼此都轉變了對方，產生因緣際會（contingency）下的網絡效果。

其中，T 島 3 樓的「聊文章」設計是以同儕互評取代教師批改，c84 教師指出 T 島這個步驟產生的學習效果爭議很大：

我覺得 T 島讓我最最詬病的是，它只在乎量，它不在乎質耶！我接他們的時候，我有上去把他們以前東西看過一次，那〔讓〕我刪除了好多糟透了的留言、糟透了的推薦，對，我刪到我真的要翻臉了。比如說他們就打 fffff，然後有一些就是隨便亂亂打那些文字。（70413_I_c84_29）

對同儕的評語是「fffff」，顯然 T 島的這類機制吸引學生發展「快速」作文的能力，他們的行動方向，並未依循原本「量精品」設計的路徑，而是轉變為向同儕展現自己突破 T 島各種功能設定的「遊戲」能力。為什麼 T 島遊戲元素未能徵召「寫作」能力？c71 教師是 C 小實施數位化若干年後才進來 C 小的教師，她沒有參與 T 島的前期推展，因而感到好奇：

XX 創作 1 樓我要到 2 樓，我這個都知道，但……教師到底怎麼去引導，讓小朋友覺得興趣盎然，我覺得這是我想要知道，我想要去學，尤其他們要用 6 年，新鮮感過了，到底還有什麼動機可以讓他們持續發展下去，因為到後面，……

沒有動機的時候，很多的時候都要靠教師額外的引導。……但我在猜想，會不會跟一開始那個動機有落差，到底要怎麼去維持他們對這個的興趣，這個好想知道。（60629_I_c71_208）

在 c71 教師看來，若學生使用的 T 島，從一年級用到六年級都是一樣的，學生低年級時會有新奇效應，但 T 島如何徵召中、高年級平臺老手的寫作興趣？T 島的遊戲點數「葵幣」又如何拉攏學生？

（二）學生對「葵幣」的再遊戲化

在 T 島上，學生頗容易賺到葵幣。例如造訪別人的家，觀摩其文章就可獲得葵幣，但是，只看一秒就出來跟好好欣賞文章，兩者獲得的葵幣是相同的；又如作文字數可換算為葵幣，但葵幣卻沒有對作文品質設計換算的機制。那麼，賺了葵幣有什麼好處？圖 6 左圖為 T 島每位學生的閱讀書店與寫作入口原圖，學生將所賺得之葵幣用於「裝飾」這個入口門面，讓它更為花俏，若吸引人前來，島主人還可以透過訪客數量再賺取葵幣。從上歸納，葵幣的賺取途徑寬鬆，並不太直接涉及寫作能力，久而久之，學生逐漸認為把葵幣用於「布置」入口不夠好玩，促使他們找尋更多 T 島沒規定的方法、用更快的速度來賺取葵幣，這些活動反而更能引發學生濃厚的興趣。

圖 6

葵幣裝飾前後的作文入口對比



圖片來源：明日寫作：創作島（電腦軟體），創新數位教育平台與服務產學聯盟，2016-2017（<http://league.soft.org.tw>）。2016-2017 年創新數位教育平台與服務產學聯盟版權所有。

圖 6 右圖是學生的另類玩法。c16 以葵幣購買裝飾品彩虹，大量堆疊於書店家門口，用於封住進入入口的功能，他想要讓別人「按得到我的裝飾，卻按不到我的書店！如果你能成功進入我的書店並留言，你就破關了！」（50120_I_c16_22）。學生在 T 島為自己建立獨特的「破關機制」，擋住入口雖然可能影響葵幣的收入，但是，誰把這平臺玩得更酷，才是他們彼此較量的重點。這些意料之外的行動，反而拉攏學生的興趣，創造他們自己「樂在其中」的遊玩方式，這種低估學生對科技駕馭能力的現象，也印證遊戲領域的類似發現（Joyce-Gibbons et al., 2018）。這些老手頻頻展現位移 T 島既定的寫作機制設計，他們致力於讓 T 島更「有趣」，因而 T 島的寫作遊戲設計徵召到「破壞或自創」的玩家慣性，而非促動產生「量精品」的作品，也因此並未出現 T 團隊原始規劃的寫作效果。

這一節描述 T 島與學生連結下的轉變。不好玩的葵幣與打商業電玩遊戲長大的小學生相互作用下，葵幣原本用來轉變學生寫作的興趣，實際上葵幣卻被學生轉變了。「不甚好玩」的 T 島，促發這些深藏不露的遊戲玩家把「不好玩」變為「好玩」的興趣，反轉無聊的處境。於是，T 島被玩家位移成了爭相鍛鍊「再遊戲化」（re-gamifying gamified environment）T 島的能力。這種次文化也在商業遊戲中盛行著：玩家喜歡將一個無趣的處境變為遊戲，或是將遊戲味已淡的處境，變為更好玩的遊戲（Barata et al., 2017），讓自己樂在其中。學生將他們在商業遊戲裡的玩性與興趣連結到 T 島，因此生成了不同於 T 島初始理想的網絡效果。

三、教師寫作教學之轉變

針對研究問題三：在「生生用平板」的數位寫作平臺，教師教學如何產生轉變？以下分兩點說明：第一點為教師對新舊寫作教學環境中的各種行動體進行「拆解—混種—重組」；第二點為教師對教室中的各種行動體進行「拆解—混種—重組」，這些轉變的力量並非單單來自教師個人的意圖與行動，而是來自網絡關係中各種行動體聚合所產生的網絡效果。

（一）教師對新舊寫作教學環境中的各種行動體進行「拆解—混種—重組」

教師拆除對學生寫作不合用的行動體。上一節指出學生將 T 島寫作轉變為一個再遊戲化的活動，而教師則察覺到自己的角色被 T 島的設計排除了，且 T 島並沒有為學生帶來新的寫作契機，於是便開始就現有的各種行動體，根據學生所需加以挑選與重組。表 3 最右欄為「教師拆解重組」，歸納自六年級導師的焦點團體訪談，7 位教師全數表達他們以相似的方式拆解 T 島的機制（70620_FGI_p89_169,

182, 210, 215, 222, 223），透過許多行動體的相互作用，形成另一種混種的寫作網絡。

表 3
教師拆解與重組 T 島的寫作機制

樓層	設計構想	學生行動	教師拆解重組
1 樓讀文章	閱讀 3 ~ 4 篇導讀文章、寫註記、儲存註記	同時快按 4 篇導讀文章，以便上樓	教師用黑板進行段落與文章結構講解
2 樓寫草稿	右欄為「想法筆記」、左欄為「寫作區」	只需要 5 個字，系統即可過關；複製同樣字詞多次，集成一篇	學生寫在紙本
3 樓聊文章	先「班內聊」再「班外聊」、給回應、給建議	擁有同儕帳號，自己給自己建議，不必等待他人建議	教師批改
4 樓修文章	左欄為「修改前」、右欄為「修改後」，點選右下角「發表文章」	直接將「修改前」草稿複製到「修改後」	學生根據教師的批改修改，謄打到 T 島平臺
5 樓發表	讀者可留言按讚、訂閱與追蹤此作者	為賺取更多葵幣，透過複製貼上功能，精準控制所欲字數	發表，也可用於向學校或校外投稿

表 3 呈現教師如何拆解與重組 T 島的寫作機制。這個階段，教師根據學生前述的表現，重新拆解與組合學習步驟，徵召特定的行動體以形成新的聚合。從表 3 的第四欄可以看到，教師將過去採用的段落與文章結構講解重新拉回寫作課堂；暫時卸下文字處理器這個行動體，學生就無法以少量文字或複製貼上等方式來完成一篇文章，學生必須好好用紙本寫每一個字；當文章完成後，教師或同儕在紙本上批改錯字、調整句子段落、給予佳句或評語等程序，徵召原本教學現場普遍看重的寫作品質（Blikstad-Balas & Davies, 2017）；接著，再將 T 島部分功能納入寫作步驟，學生根據教師批閱與同儕建議之草稿，一一修改並謄打到 T 島，文章從 T 島 5 樓送出。此外，除了上述學習機制，教師也拉回平日批改學生紙本小日記的行動，透過師生互動回饋，打下學生寫作的基礎。亦即，教師們拆解數位寫作網絡、留下好用的行動體，並與舊的行動體重組形成不同的網絡，網絡的寫作效果變為漸趨穩定。

以教師如何協助中後段的孩子為例。T 島 1 樓「讀文章」階段，中等學生能「閱讀」範文，但是沒辦法「分析」範文結構，比如：寫作手法一起、承、轉、合；敘事體文章的結構一起因、經過、結果，此皆需要教師來引導帶領學生看見文章架構，因此教師重新安排這些行動體的相連關係，以產生不同的力量：

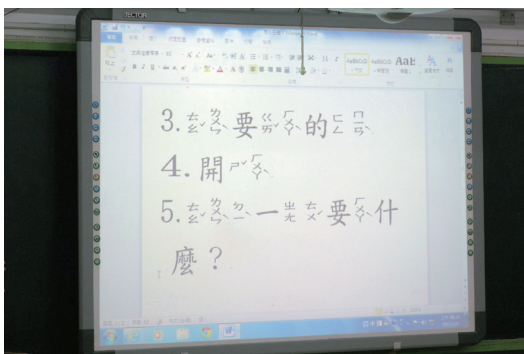
〔T島〕文章賞析看4篇文章的時候，我後來就有這麼做，我就選擇從第一個階段4篇範圍的時候，……就請他們看文章，先什麼都不要做，你就看文章，然後同時在投影螢幕上秀文章，一起去分析。這4篇分析下來就可以講很久，然後自己還打重點打在文章的下面，就告訴他們「你們可以怎麼做、這篇文章的優點是什麼」。……如果每個階段都要去做引導的話，可以去做很足的，對他們是很有幫助的。(60629_I_p71_146)

教師一樣是使用T島的範文，但原本促成學生「快速寫作」的相關行動體就無法順勢連結。「先什麼都不要做，你就看文章」，教師的指令使學生離開自己的螢幕和自控的速度，一起面對投影螢幕上的T島範本文章，接著教師再進行提問。於是，範本的參考功能經由教師的引導，轉變了學生自學T島時的情況。

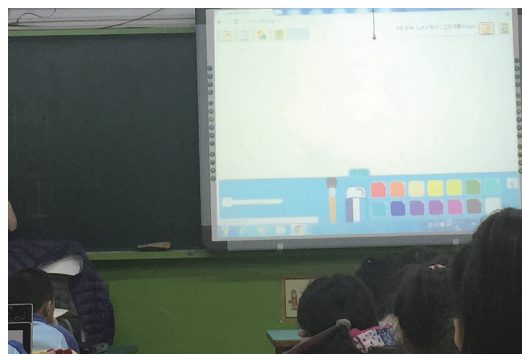
再以教師如何協助一年級學生使用T島為例。圖7說明教師拆解重組T島的寫作教學，前述表1資料顯示，一年級學生對使用平板畫圖的技術尚不熟練，也不熟悉使用平板上課，因此圖7A教師把電子白板當成傳統黑板，打出學生要做的事；圖7B教師以電子白板說明平板繪圖介面如何操作，如點筆、點粗細、點選顏色、點橡皮擦修改……等；圖7C教師請學生先用習慣的白紙與彩色筆構圖、以鉛筆用注音符號寫文字；圖7D則請學生進行實體的口頭說明，請臺下同學提問題與給意見，最後在T島呈現所完成之數位寫作作品。

圖 7

教師為低年級學生拆解與重組寫作網絡



A 教師用電子白板說明上課流程

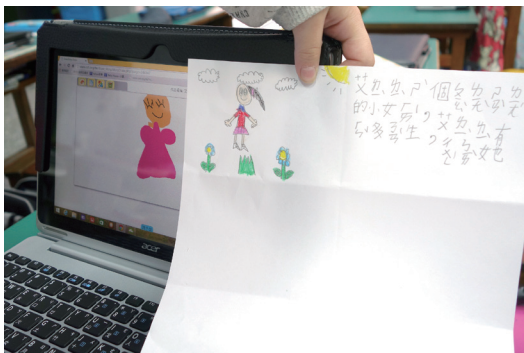


B 教師介紹T島繪圖作文介面的用法

(續下頁)

圖 7

教師為低年級學生拆解與重組寫作網絡（續）



C 學生先打草稿，再畫到 T 島裡



D 學生在教室發表、同儕互評

（二）教師對教室中的各種行動體進行「拆解—混種—重組」

對於載具各種功能，教師徵召有利於寫作學習的部分為行動體，教師發現有用的功能便徵召進來，以提升寫作網絡的效果。例如：電子書寫的存檔功能、繪圖板、照相、錄影等，以下分別說明：

學生作品以數位形式儲存的優點被保留。電子檔作品有利於後續使用，過去文章都是紙本形式，好作品的分享不便。

一張紙，我要給大家看還要透過實務投影機或貼在後面很難處裡，我反而覺得電子化既環保又好操作。（60629_I_p71_158）

好的作品可以直接替換為 T 島的範本，也可以直接協助同學投稿，「對我來說，T 島就是作文紙！……不用重謄、不用郵費的作文紙，相當迅速」（50312_O_h2_3）。

載具的繪圖功能也被徵召為學習國語文的好幫手。T 島提供低年級學生以繪畫板進行塗鴉作文，但是繪圖軟體有很多介面上的問題，教師將它的繪圖功能轉變為學習寫生字：

用繪圖板做筆順的練習，他們每一個都不用書空⁴了，就直接在你的平板上面寫字，就練習生字。（50617_I_c37_182）

⁴ 意思是用手指在空中虛劃字形，是國小低年級國語課常見的全班活動。

網絡中行動體之間的關係並非單向轉變，而是彼此作用下互相轉變對方。例如：初期，T 島擬轉變學生為「興趣」導向的作者，但是學生卻將 T 島轉變為遊戲物；T 島將教師在寫作課堂的角色轉變，將其淡化為學生自學寫作的邊緣人，之後，教師卻拆解與連結 T 島及載具的部分功能，重組促成一個更為穩定的寫作學習網絡。

這一節描述教師與載具之間發生的動態變化，這個結果凸顯了載具加入課室所帶來的複雜性。教師展開的諸多行動，如抽換與重組 T 島寫作的學習步驟與載具功能，以產生新的寫作學習效果，「看似僅是」教師以自己的意圖與力量，力求重回其所認同的教學位置，看似是教師的人為力量所致。然而，若從 ANT 的網絡觀點詳加檢視，教師的這些行動力，有許多的「物」參與其中，例如黑板與紙筆；也有許多「物」因為無法徵召其他行動體而失去作用力，例如 T 成績單與「量精品」理念。所以，更精準地說，教師像是一個節點（node/knot），是許多行動體相互作用的能量聚合、共同產生的網絡效果（Fenwick et al., 2011）。

伍、討論與結論

本文採取 ANT 的轉變觀點，探究數位載具進入寫作課堂發生的變化，發現意料之外的學習效果。這種視人與物都有行動力的觀點，拓展了數位學習研究的視角。以下提出結論、討論與建議及未來研究。

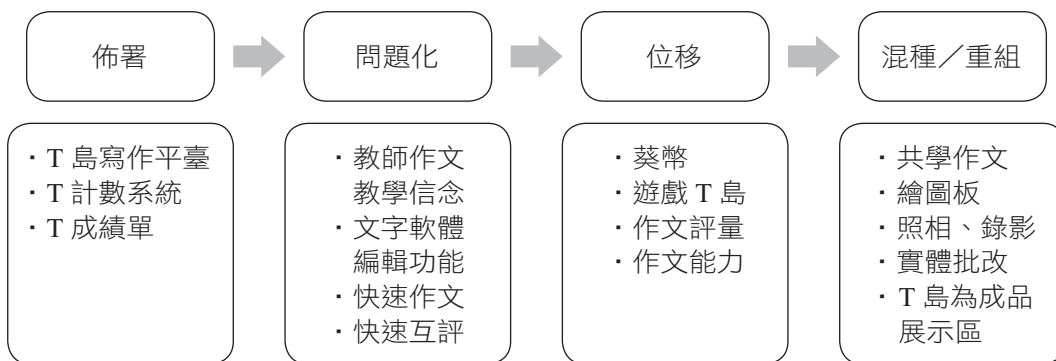
一、結論

以數位載具支援教與學，雖然總是帶著理想與美意進入教學現場，但是，載具是否單純僅是學習的工具？從本文分析可知，載具一旦進入教學現場，便與其他行動體連結產生轉變，前面以圖 4 與圖 8 各自勾勒 T 島進入個案國小寫作課室後所形成的網絡變化，下圖 9 則是加入時間軸，統整載具進入課堂，「生生用平板」引發轉變的整個歷程；上層標示寫作課堂歷經之「佈署」、「問題化」、「位移」、「混種／重組」四個階段，下層則列舉引發相互作用的行動體。

四階段的轉變，凸顯載具與各種行動體間如何相互作用。「佈署」階段描述載具進入寫作課室，徵召了其他行動體，如 T 成績單與 T 計數系統，形成關係性連結，預期其能發揮數位寫作的自學效果；新的佈署與原本寫作教學網絡形成差異，如現場教師的寫作教學信念與 T 島的設計不同、文字軟體編輯功能引發學生從「量寫」轉變為「快寫、快評」，此時網絡經歷「問題化」階段；學生的快寫將

圖 9

載具進入數位寫作課室引發轉變的四個階段



T 島從寫作平臺轉變為一個遊戲物，此一「位移」階段描述學生位移了載具，同時也凸顯了載具改變學生的學習；面臨這樣的網絡效果，教師重新審視寫作課室中既有的與新加入的行動體，進行排除與抽換，透過混種與重組，讓網絡重新穩定下來，展現「混種／重組」階段。

在教學現場許多課室都已經引入數位載具，本研究的發現，意味著許多的課室也可能曾經發生類似本文的轉變。然而多數數位學習之成效研究，僅說明「佈署」階段載具與平臺的相關規劃，旋即跳至檢驗學生的學習成效，因而遺漏其他階段的轉變歷程，本文適時補足這個文獻缺口。

二、討論與建議

（一）從網絡效果的觀點慎選數位政策績效（KPI）

本研究發現佈署階段的「T 計數系統」，徵召師生與績效做連結，產生意料之外的寫作效果。在教師方面，教師的關注點被轉變為每天面對計數系統的變化，數據轉變為排名，不時引發話題，例如：C 小教師在定期召開的夕會、學年會議上，教師們會不斷協商每學期作文的「最低篇數」；又或是 T 團隊與 C 小之協商會議上，教師詢問計數系統中數據的計算細節……等。教師積極發展策略來因應數據變化帶來的干擾，因而計數系統轉變了教師。在學生方面，學生的作文篇數與字數成為寫作評量的量化指標，學生察覺賺取「葵幣」與努力寫好作文的關係不緊密時，如何以各種有趣的方式達成量化指標，成為學生的目標，學生自行發展的各種書寫手段也轉變了學生，因而呈現不同的寫作網絡效果。

T 計數系統公開評比造成的「反應性」⁵ 現象（reactivity）值得留意（Espeland & Sauder, 2007）。晚近數位學習領域的線上設計（Thumlert et al., 2015），多將學習步驟自動化作為首要選擇，例如自動診斷、自動評量、自動產生學習成品……等，「自動化」與「量化」的交織與相互作用，導致教育經營與管理上的 KPI 無所不在。

教育政策的實施涉及教育資源的分配，必然需要考量效果與效益。然而，對臺灣教師來說，九年一貫課程的「518 慘案」殷鑑不遠（張德銳，2015）；十二年國民基本教育新課程綱要之研習覆蓋率，仍然受到關切；新公布之「生生用平板、班班有網路」政策，也將難以避免訂定效益指標。但從本研究可知，KPI 此一行動體捲入網絡，所引發的關係性作用不可小覷，ANT 的視角啟示我們：不是單一行動體「自己」就會產生特定之行動力，而是行動體「之間」的關係，才能促動各種可能的網絡效果。教育的各層級在落實政策時，如何避免 KPI 效益評比，防止產生可能的負面效應？像是本文個案師生在「問題化」階段所湧現的轉變。因此，對教育政策效益的檢視，如何發展出比較理想的審視機制，可能需要更多的關注。

（二）從網絡效果的觀點重新探索學生分心的議題

同理，可從網絡效果重新理解學生「遊戲化」作文的問題。本文學生的平板載具被設定為無法連上搜尋引擎之封閉式學習平臺，但在現實中，學生在連不上 T 島時打 google 小恐龍遊戲，有些學生甚至假裝連不上線而持續停留在小恐龍遊戲頁面；連上線時，則集體關注在發展各種破解 T 島「蓋樓」機制的方法（楊喻婷，2019）。從 ANT 的視角來看，此種「再遊戲化」的現象，是多重行動體連結所致，並非單一行動體的行動力，例如：平板並不一定可以輔助學習，如果教室連線狀況不佳，平板的作用就難以出現；又如，手機在身並不一定產生分心，如果課堂的吸引力夠，手機產生的分心就可能不會出現；也就是說，本研究在 T 島中看到學生「再遊戲化」的現象，是 T 島各行動體之間的作用所致。

上述即是數位學習熱潮中，相當受到關注的數位分心（digital distraction）現象。許多學者主張學生若持有手機或平板，即會發生分心使用載具的現象（Aagaard, 2021），促使各國發展手機的校園管理規則。然而，ANT 並不預設師生為對立的關係；相反地，ANT 主張細膩追蹤這些事件形成歷程的複雜性，以及行動體之間實際上是如何連結與作用的。

⁵ 此概念的意義是：人們針對所面對的測量，修改了原本所欲測量的現象，指涉人與測量之間的反思性互動（Campbell, 1957, p. 299）。

從後人類主義的角度來看，數位學習的分心現象有不同的解讀與建議。T 島的學生並非違反 T 島寫作的規則，亦非不踏實地進行同儕互評或刻意顛覆寫作平臺的用意；而 C 小的教師也並非無意採納新的數位寫作平臺或不具備數位教學的素養而需要更多的增能研習。因此，「生生有平板」政策之載具管理系統，預設將學習內容鎖定在特定的載具或學習平臺中，以為如此便能確保學生專心；然而，若是考量當今學生在電玩中早已養成的資訊功力，這樣的預設恐難成立，因為他們翻入其他網站可能並不困難；即使學生無其他網站可去，也未必就能變得專心。因此，本研究發現之啟示為：「封閉式學習平臺」作為學生學習網絡中的一個行動體，反而容易促使學生與之連結，將「封閉式學習平臺」轉變為其他之可能；同樣地，「封閉式學習平臺」也將可能轉變學生，產生意料之外的學習。本文因而建議：「封閉式」僅為數位學習平臺的多種可能性之一，衡諸網際網路數十年來，將學習資源推向「開放」之風潮與趨勢，「封閉式學習平臺」之可行性值得審慎評估。

三、未來研究

本研究所發現之後期轉變為：數位寫作教學與過去寫作教學，在歷經各種行動體重新拆解重組後，又形成暫時穩定之網絡，這個發現讓我們看見數位載具參與到課堂教學容易被忽略的關鍵細節。在新載具加入之前，要留意教室裡既存的各種物件與師生之間已經產生的連結，以及具有何種相互作用力。然而，當前大多數載具加入教學現場的方式，多為「取代」的模式，例如本文中的教師在寫作課的角色，被 T 島取代；紙筆寫作被電腦與寫作平臺取代。這種類似零件拆換的取代與移除，可能是未能察覺網絡效果是由各種行動體相互作用而產生，因此，低估了傳統教室中既有物件與師生已然連結所產生的力量，若逕行取代，恐招致載具的採用過程面臨阻礙；換言之，新載具進入課室時，需要審慎的理解既有物件是如何順暢地參與課室裡的教與學。因此建議未來研究可深入地比較新舊載具所可能形成的不同網絡（Sørensen, 2009），必能對新載具如何能在課室獲得順暢地採用有所啟發。

致謝

本文蒙科技部計畫「螞蟻玩電腦：以行動者網絡理論觀點分析一對一數位科技對創新學校的網絡效應」經費挹注（MOST 106-2511-S-008-007）、個案國小師生真摯的經驗分享、研究生楊喻婷協助田野資料的蒐集、匿名審查委員的寶貴意見，以及編委會委員協助文章的品質精進，深表感謝。

參考文獻

- 林文源（2007）。論行動者網絡理論的行動本體論。**科技、醫療與社會**，4，65-108。
<https://doi.org/10.6464/TJSSTM.200704.0065>
- 林文源（2014）。**看不見的行動能力：從行動者網絡到位移理論**。中央研究院社會學研究所。
- 林文源（2018）。定位差異：以糖尿病衛教佈署為例。**台灣社會學**，36，47-110。
[https://doi.org/10.6676/TS.201812_\(36\).03](https://doi.org/10.6676/TS.201812_(36).03)
- 陳至中（2021，11月30日）。**教團憂「生生用平板」 教育部：不會訂時數 KPI**。中央通訊社。<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202111300264.aspx>
- 教育部（2021，11月25日）。**班班有網路 生生用平板—全面推動中小學數位學習精進方案**。https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&sms=169B8E91BB75571F&s=9F7133D453CC16F2
- 張舒涵（2016）。**以行動者網絡理論探討國小教師在數位閱讀寫作推動初期的困境**（碩士論文，國立中央大學）。臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/25wvuq>
- 張德銳（2015）。研習不等於教學實踐—關鍵五堂課的評論。**臺灣教育評論月刊**，4（4），1-4。[www.ater.org.tw/教評月刊/臺評月刊第四卷第四期網路公告版 / 主題/001.%20張德銳_研習不等於教學實踐—關鍵五堂課的評論.pdf](http://www.ater.org.tw/教評月刊/臺評月刊第四卷第四期網路公告版/主題/001.%20張德銳_研習不等於教學實踐—關鍵五堂課的評論.pdf)
- 曹博凱（2018）。**生態藝術課程與校園植物學習平台的發展及推廣之個案研究**（碩士論文，國立中央大學）。臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/m7c98c>
- 創新數位教育平台與服務產學聯盟（2016～2017）。**明日寫作：創作島**（電腦軟體）。<http://league.soft.org.tw>
- 創新數位教育平台與服務產學聯盟（2016～2017）。**明日寫作：創作島—透過閱讀帶動寫作，透過互聊帶動修改**。<http://league.soft.org.tw/create.php>
- 楊喻婷（2019）。**一對一數位教室的另類學習：設計與湧現的觀點**（碩士論文，國立中央大學）。臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/x7zvy4>
- 趙宥寧（2021，11月25日）。**教部砸 200 億推三計畫中小學「生生用平板」 採購、維護全包**。聯合新聞網。<https://udn.com/news/story/6885/5916548>

- 戴元利（2021，11月30日）。「生生平板」弭平城鄉落差？ 專家：關鍵在師資而非硬體。TVBS 新聞網。https://news.tvbs.com.tw/life/1648196
- 謝智妃（2016）。資訊科技融入教學實踐歷程之行動敘說—以國小低年級閱讀與寫作為例（碩士論文，國立中央大學）。臺灣博碩士論文知識加值系統。https://hdl.handle.net/11296/9mqv6x
- Aagaard, J. (2021). Taming unruly beings: Students, discipline and educational technology. *Technology, Pedagogy and Education*. https://doi.org/10.1080/1475939X.2021.1981993
- Barad, K. (2003). Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. *Journal of Women in Culture and Society*, 28(3), 801-831. https://doi.org/10.1086/345321
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2017). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior*, 71, 550-585. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049
- Bigum, C., Green, B., Fitzclarence, L., & Kenway, J. (1993). Multimedia and monstrosities: Reinventing computing in schools again? *Australian Educational Computing*, 8, 43-49.
- Blikstad-Balas, M., & Davies, C. (2017). Assessing the educational value of one-to-one devices: Have we been asking the right questions? *Oxford Review of Education*, 43(3), 311-331. https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1305045
- Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: Domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In J. Law (Ed.), *Sociological review monograph: Vol. 32. Power, action and belief: A new sociology of knowledge?* (pp. 196-223). Routledge; Kegan Paul.
- Campbell, D. T. (1957). Factors relevant to the validity of experiments in social settings. *Psychological Bulletin*, 54(4), 297-312. https://doi.org/10.1037/h0040950
- Cecez-Kecmanovic, D., & Marjanovic, O. (2015, November 30-December 4). *Ethical implications of it-enabled information flows conceived as intermediaries or mediators* [Paper presentation]. Australasian Conference on Information Systems (ACIS) 2015, Adelaide, Australia.
- Chan, T.-W., Looi, C.-K., Chen, W., Wong, L.-H., Chang, B., Liao, C. C.-Y., Cheng, H., Chen, Z.-H., Liu, C.-C., Kong, S.-C., Jeong, H., Mason, J., So, H.-J., Murthy, S., Yu, F.-Y.,

- Wong, S.-L., King, R. B., Gu, X., Wang, M., ... Ogata, H. (2018). Interest-driven creator theory: Towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century. *Journal of Computers in Education*, 5(4), 435-461. <https://doi.org/10.1007/s40692-018-0122-0>
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. Teachers College Press.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Harvard University Press.
- Cuban, L. (2017, April 30). *Can technology change how teachers teach? (Part 1)*. Larry Cuban on School Reform and Classroom Practice. <https://larrycuban.wordpress.com/2017/04/30/can-technology-change-how-teachers-teach-part-1/>
- Espeland, W. N., & Sauder, M. (2007). Rankings and reactivity: How public measures recreate social worlds. *American Journal of Sociology*, 113(1), 1-40. <https://doi.org/10.1086/517897>
- Feenberg, A. (2017). *Technosystem: The social life of reason*. Harvard University Press.
- Fenwick, T., & Edwards, R. (2010). *Actor-Network Theory in education*. Routledge.
- Fenwick, T., Edwards, R., & Sawchuk, P. (2011). *Emerging approaches to educational research: Tracing the socio-material*. Routledge.
- Ferraro, S. (2018). Is information and communication technology satisfying educational needs at school? *Computers & Education*, 122, 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.002>
- Foucault, M. (1980). The confession of the flesh (C. Gordon, Trans.). In C. Gordon (Ed.), *Power/knowledge: Selected interviews and other writings, 1972-1977* (pp.194-228). Pantheon Books. (Original work published 1977)
- Govender, D. W., & Chitanana, L. (2016). Perceptions of information and communications technology (ICT) for instructional delivery at a university: From technophobic to technologically savvy. *The African Journal of Information Systems*, 8(2), 70-85.
- Hannon, J. (2009). Breaking down online teaching: Innovation and resistance. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(1), 14-29. <https://doi.org/10.14742/ajet.1178>
- Harper, B., & Milman, N. B. (2016). One-to-one technology in K-12 classrooms: A review of the literature from 2004 through 2014. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 129-142. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146564>

- Hembre, O. J. (2019). Exploring iPad integration in primary schools: The interaction of policy-initiated reforms, availability assemblages, and non-digital materials. *Journal of Research on Technology in Education*, 51(4), 342-355. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1646680>
- Joyce-Gibbons, A., Galloway, D., Mollel, A., Mgoma, S., Pima, M., & Deogratias, E. (2018). Mobile phone use in two secondary schools in Tanzania. *Education and Information Technologies*, 23(1), 73-92. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9586-1>
- Kamp, A. (2018). Assembling the actors: Exploring the challenges of ‘system leadership’ in education through Actor-Network Theory. *Journal of Education Policy*, 33(6), 778-792. <https://doi.org/10.1080/02680939.2017.1380231>
- Klein, A., Sørensen, C., de Freitas, A. S., Pedron, C. D., & Elaluf-Calderwood, S. (2020). Understanding controversies in digital platform innovation processes: The Google glass case. *Technological Forecasting and Social Change*, 152, 119883. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119883>
- Latour, B. (1993). *We have never been modern* (C. Porter, Trans.). Harvard University Press. (Original work published 1991)
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.
- Law, J. (1999). After ANT: Complexity, naming and topology. *The Sociological Review*, 47(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1999.tb03479.x>
- Maninger, R. M., & Holden, M. E. (2009). Put the textbooks away: Preparation and support for a middle school one-to-one laptop initiative. *American Secondary Education*, 38(1), 5-33.
- Matthews, A. (2019). Design as a discipline for postdigital learning and teaching: Bricolage and Actor-Network Theory. *Postdigital Science and Education*, 1, 413-426. <https://doi.org/10.1007/s42438-019-00036-z>
- Mol, A., & Law, J. (2002). Complexities: An introduction. In J. Law & A. Mol (Eds.), *Complexities: Social studies of knowledge practices* (pp.1-22). Duke University Press. <https://doi.org/10.1215/9780822383550-001>
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2018). Mobile-based assessment: A literature review of publications in major referred journals from 2009 to 2018. *Computers & Education*, 125, 101-119. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.006>

- Peppler, K., Rowsell, J., & Keune, A. (2020). Editorial: Advancing posthumanist perspectives on technology-rich learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1240-1245. <https://doi.org/10.1111/bjet.12979>
- Reyes Jr., V. C. (2013). Sense-making of teachers in the midst of information communication technology (ICT) reforms in schools: An exploratory study in a Singapore context. *TMC Academic Journal*, 8(1), 14-27. <https://tmc.edu.sg/wp-content/uploads/2016/12/TMC-Acad-Journal-Vol-08-Issue-1.pdf>
- Selwyn, N., Nemorin, S., Bulfin, S., & Johnson, N. F. (2017). Left to their own devices: The everyday realities of one-to-one classrooms. *Oxford Review of Education*, 43(3), 289-310. <https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1305047>
- Sharples, M., Scanlon, E., Ainsworth, S., Anastopoulou, S., Collins, T., Crook, C., Jones, A., Kerawalla, L., Littleton, K., Mulholland, P., & O'Malley, C. (2015). Personal inquiry: Orchestrating science investigations within and beyond the classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 24(2), 308-341. <https://doi.org/10.1080/10508406.2014.944642>
- Sørensen, E. (2009). *The materiality of learning: Technology and knowledge in educational practice*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511576362>
- Tallvid, M. (2016). Understanding teachers' reluctance to the pedagogical use of ICT in the 1:1 classroom. *Education and Information Technologies*, 21(3), 503-519. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9335-7>
- Thumlert, K., de Castell, S., & Jenson, J. (2015). Short cuts and extended techniques: Rethinking relations between technology and educational theory. *Educational Philosophy and Theory*, 47(8), 786-803. <https://doi.org/10.1080/00131857.2014.901163>
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Warren, W. (2003, November 29-December 3). *Actor Network Theory goes to school* [Paper presentation]. NZARE/AARE Joint Conference 2003: Educational Research, Risks & Dilemmas, Auckland, New Zealand. <https://www.aare.edu.au/data/publications/2003/war03832.pdf>

- Zawacki-Richter, O., Baecker E. M., & Vogt S. (2009). Review of distance education research (2000 to 2008): Analysis of research areas, methods, and authorship patterns. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(6), 21-50. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i6.741>
- Zawacki-Richter, O., & Latchem, C. (2018). Exploring four decades of research in *Computers & Education*. *Computers & Education*, 122, 136-152. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.001>
- Zheng, B., Warschauer, M., Lin, C.-H., & Chang, C. (2016). Learning in one-to-one laptop environments: A meta-analysis and research synthesis. *Review of Educational Research*, 86(4), 1052-1084. <https://doi.org/10.3102/0034654316628645>

2021 年 6 月 28 日收件

2021 年 8 月 23 日第一次修正回覆

2021 年 8 月 30 日第二次修正回覆

2021 年 9 月 2 日初審通過

2021 年 12 月 18 日第三次修正回覆

2021 年 12 月 29 日複審通過