

投稿類別：
教育類

篇名：
淺談高中數學科計算機使用融入學習的利與弊

作者：
柯雨含。私立曉明女中。高一甲班
張顥薰。私立曉明女中。高一甲班
林伽萱。私立曉明女中。高一甲班

指導老師：
林倍賢老師

壹、前言

一、研究動機

新課綱即將在 108 學年開始實施，在未來，使用舊課綱的我們與新課綱實施對象可能成為合作夥伴，甚至競爭對手，因此，雖然我們並無直接參與新課綱的實行，但身處同個世代，對此議題的關注仍不可或缺。

而近幾年在數學科方面，政府持續推廣大考中可以使用計算機，卻遲遲未正式執行。108 數學課綱研修小組於 2014 年成立之初，設定的四大目標之一就是要推動計算機融入學習，盼能於明年 8 月正式實施。我們希望以此為題，淺談高中數學科使用計算機的可行性。

二、研究目的

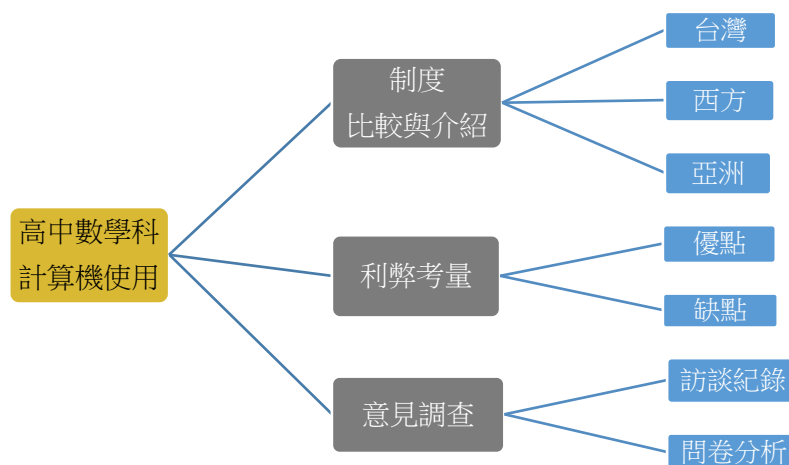
我們希望透過本次探討了解：

- (一) 數學科教育體制於國內外之差異
- (二) 數學科教育體制改革的影響
- (三) 師生的看法與意見
- (四) 改革利弊分析

三、研究方法

我們利用文獻分析法，藉由網路資料及報章雜誌了解該計畫，並加以分析。除了用問卷調查法，我們還利用 Google 表單針對學生設計問卷，以便了解其想法，並以訪談法，透過訪問數學科教師，得知其看法。

四、研究架構



圖一：研究架構
(圖一資料來源：研究者繪製)

貳、正文

一、國內外數學科教育體制介紹與比較

英國里茲大學工學院的老師寫信給本國教育部長，反映班上一位聰穎努力的臺灣學生，從來沒用過工程計算機。學生告訴他這在臺灣是常態，他在驚訝之餘，來信提醒臺灣當局已經 21 世紀，高中畢業生理應具備使用適當工具的能力。較高等的工程計算機學生不會使用便讓教授如此吃驚，更別提臺灣連普通計算機都幾乎是被禁止入課堂。臺灣數學課綱在近 20 年來幾乎都有將計算機納入課綱的想法，但卻遲遲未推行，然而當今不論是繪圖製表或複雜計算，大多仰賴電腦或計算機來提高效率，降低人工計算的錯誤，卻在基本教育中忽視了資訊工具使用的重要性。在數學觀念及邏輯思考的基礎之上，將計算機使用融入教學，能讓學生學習工具的使用以提升其在資訊工具操作上的素養，讓學生思考遇到問題時，有何不同的解決之道能夠更快解決問題。將計算機使用列為學生應具備之素養更是近一步避免教育與現實所需脫節，達到真正學以致用之目的。

（一）國內數學科教育現狀

目前臺灣普遍認為數學應著重於培養學生計算能力，加上不少老師擔心在開放數學科計算機使用後，會影響學生對數學原理的學習，若學生一味使用計算機將不利於學生數學基礎培養，進而影響數學能力。因此，臺灣現行教育對計算機於課堂及評量仍未開放使用，目前所使用的方式是將題目數字經設計來免除運算上的不便。

基於 108 課綱以素養為導向，學生的工具使用素養開始受到重視，計算機使用將融入教學及考試，除了教導生如何使用計算機，更需教導學生正確的使用「態度」。小學階段仍處於基礎，旨在培養學生對數值的認知及基本計算，計算機的使用教育從中學階段開始實施，在讓學生思考過解決流程後，再使用計算機協助運算。試題上也不必經數據美化設計，不再是為考試而設計考題。

（二）西方數學科教育體制

西方國家計算機融入數學教學與評量約有 20 多年的歷史。對西方國家而言，其數學教育旨在培養學生能透過所學之觀念，進一步解決生活中的問題，觀念的培養先於題目計算練習，與亞洲國家大不相同。西方強調過程能力，重視學生的思考及邏輯推理，相對較不在意學生的計算能力。「美、英的數學教育並不排斥、甚至鼓勵使用可編程的計算機進行運算。因為美英對數學的看法更強調解決實際問題。」(胡雁冰，2015) 要將計算機應用於課程中，美國數學教師學會提出了其對於運算工具應用於數學課程所抱持的態度：「學生基於學習需要，不論教學抑或是評量，在任何需要的時間點應有使用適合之電算器的機會。」(National Council of Teachers of Mathematics, 1989) 由上述二者可見，

在看重解決問題能力的前提下，英、美等西方國家對於計算工具使用採取開放態度，甚至鼓勵學生善用工具輔助，以提高問題解決的效率。

（三）亞洲國家數學科教育體制

在胡莉莉於 2008 年發表的論文中提到「美國教材在內容難度上高於人教版教材,在習題難度上低於人教版教材。」(胡莉莉, 2008) 亞洲各國更關注基本運算能力及題目的計算，因此計算機使用在亞洲數學教育中不常出現，甚至幾乎禁止。「上海學生學習時間超過美國、芬蘭 10 小時以上。學生應試和計算能力強，卻是以喪失信心和增加學習時間為代價。」(胡雁冰, 2015) 華語系國家普遍將時間大量投注在計算練習及考試上，以提升學生計算及應對考題的能力。再以韓國為例，在韓國，教育受到高度重視。被視為最重要的科目是數理科目。不管是學校教育或評量，計算機基本上是被禁止使用的，久而久之便讓計算機變成有點負面甚至衍生出作弊觀感的工具。而考題也因此須配合此思維，將考題數字設計過，成為「為考試而生」的題目。洪蘭在《裡應外合:講理就好 4》中提到「中國人很喜歡考試，認為考試最公平，但其實考試還是可以不公平，它可以從出題方式下手。」(洪蘭, 2007) 表明考試的評斷標準掌控在出題者手中。如華語系國家考試題目偏重計算，學生也將大量時間投注在計算練習上，在輔助運算工具被禁止使用的狀況下，此一出題方向可能犧牲了邏輯力強而計算能力稍有不足的人才。

二、計算機融入學習的利弊考量

學習分為了教學與測驗，除了師生相授，考試也能透過測驗的方式，使學生了解自己在課程吸收上的狀況，老師也能根據測驗結果調整上課方式，學生就在教學與測驗交織下學習，精進自己。透過文獻分析，我們歸納出計算機納入教學現場、考場的優缺點，以供思考因應方式。

（一）優點

1、省時以提高學習效率

計算機可以幫助使用者快速得到精確的數值，對學生而言能將省下的時間用以思考。在臺灣的教育體制下，學生追求快速地得到答案，遇到問題便馬上詢問他人，甚至死記下答案，缺乏獨立性思考，導致邏輯推理能力低落，如能省去不必要的時間，許能讓學生有更多思索的空間。

2、工具使用的能力培養

工欲善其事，必先利其器。學習使用工具以幫助達成目的，是推廣 108 課綱計算

機融入學習的重要因素。和其他國家相比，臺灣在工具使用素養方面落後許多，且還有諸多考量如城鄉差距、教育理念差異等問題，以致遲遲無法獲得改善，期盼新課綱於工具運用方面的改革能藉普通計算機邁出計算工具使用的第一步。

3、提高興趣及降低錯誤率

煩雜的計算會使人感到乏味，且粗心所致的計算錯誤也令人喪氣，計算機使用能減少人工計算，提升計算正確性及速度，許能幫助耐心及細心度不足的學生提高對數學的興趣。

4、確切認知現實數據

台大數學系的教授曾提到：「高中數學的內容過於形式化，未能與生活以及科學結合，大部分學生都不知道數學有何用。」(陳宜良，2005) 計算機融入教育讓出題者能直接使用自然數據命題，讓數據生活化且合乎常理，學生即能體會到數學應用於生活的真實性。此外，計算機運算所得的答案為直觀的小數，並非難以直接判斷大小的根號、分數等為包含數學意義以符號表示的數值，能提高學生對數值的認知。

(二) 缺點

1、公平性考量

計算能力在數學上的意義於大眾認知依舊存在許多不同意見，將計算能力視為數學科學習及評量要點的人認為：在考試時，計算機使用所形成的齊頭式平等會造成計算能力佳的學生權益受損。於計算機融入評量方面，需多加研討以盡量維持公平正義原則。

2、舞弊可能之擔憂

工具使用不外乎形成作弊之疑慮，本國大型考試基於試務、命題、教育理念等理由，一直以來都不准使用計算機也令大眾加深對工具使用於考試的負面想法，使其成為衍生作弊觀感的東西。在這方面即要加強防弊措施，並在使用上做規範與統一。

3、經費的支出

新課綱之所以從最初等的計算工具——普通計算機出發，也因其價格合乎一般大眾的負擔，可避免產生城鄉差距。如計算機融入考試，學習時勢必得人手一機，而為防範作弊，由試務中心統一發給計算機最為保險，於此將產生額外開銷。

4、產生惰性影響學習

「計算機和算盤不同，是全然的黑箱，學生只能被動接受計算機顯示的答案，產生的惰性會影響後續的學習。」（翁秉仁，2015）在教材編製上並無計算機使用教學之部分，學生可能無法正確地將其視為輔助工具，反而將其認定為偷懶的用品，使理念與制度變遷失調。

上述優缺點主要為提升學生素質所存在的考量，學生是未來社會的主力，與國家及社會的競爭力息息相關，對其教育須加以重視。

三、師生意見調查

（一）數學教師訪談紀要

我們訪問了曉明女中高中部的數學科任課教師——吳松錡老師，以了解吳老師對高中數學科計算機使用的看法，訪談內容摘要如下：

1、高中生的數學學習應注重於邏輯推理能力的培養

吳老師傾向於將計算能力視為學習數學的工具，而邏輯推理才是數學的核心。臺灣中小學階段對於計算能力的培養十分足夠，大部分學生計算的熟練度及速度都在一定的水平，最後計算能力甚至取決於細心度。學生常有此疑問：學數學目的為何？許多艱澀的道理無法運用於生活，如此一來意義何在？其實數學就是邏輯推理的訓練，學得好有助於思辨及判斷能力的提升。

2、計算機使用教學應訓練學生思考

吳老師會安排計算機使用的相關教學內容，包括判斷題目是否需使用計算機、衡量使用與否的利弊。老師舉 HEF Math-thinking 此網站上的一個例子：要如何用計算機算除法運算的餘數？如直接被除數除以除數，將得多位小數的商，並無任何按鈕能直接算出餘數，而此時若能融入思考便會發現能使用計算機先找出商的整數部分，再用被除數減去商與除數的乘積，便得到餘數。因此，技術與思考層面都是計算機使用的要點。

3、命題方式應由考題概念出發

考試無計算機時，命題會刻意設計題目數據，或拉開選項差距以供學生估算判斷，前者會使數據與事實不符，而後者要避免差距過大致使學生略過考題核心直接判斷答案，命題老師會根據數據狀況、概念方向在兩種方式中做取捨。而考試能使用計算機

時，如有必要考純計算性的題目，建議能區分考題性質，分別考有無計算機使用的兩份考卷，若無此必要，也無需刻意設計計算機考題，畢竟是學生使用工具解決問題，而不是依工具效能創造問題。

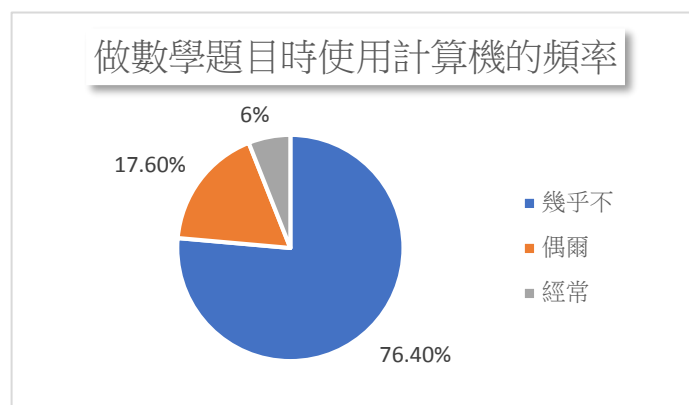
4、計算機融入學習的擔憂或期待

吳老師希望學生們能好好運用省去的計算時間，多思考，以及學習「正確」使用計算機，還有能讓沒耐心的孩子提升對數學的興趣、使粗心的孩子降低錯誤率。有些人擔心使用計算機會降低學生的計算能力，但其實不然，我認為思考與運算是相輔相成的，舉例來說：加減乘除運算如能正確運用數學原理，像是乘法公式、分配律、結合律等，經思考所進行的運算能有效提升計算效率。但此項改革在公平性上是否對計算能力佳的學生們造成損失，及是舞弊的可能性，是需擔憂之處。

透過訪談，我們了解到吳老師肯定高中數學科計算機使用融入學習的重要性，然而實行此政策之初必困難重重，許多西方國家的例子皆值得我們參考，如：美國學術水準測驗考試，簡稱 SAT，是美國大學申請的重要根據之一，其試題於數學科即採用分卷制度，依考題性質決定是否開放計算機使用於考場，這樣一來，在開放使用計算機填答的考卷題目上，命題者便不須捏造人工計算可得的數據，能使用合乎常理的數據出題；也能在禁止使用計算機作答的考卷上測驗、訓練學生的運算能力，讓計算能力強的學生有所收穫。從他國的經驗學習，效仿其優點，並根據本國現況進行調整是執行此政策的首要之務。

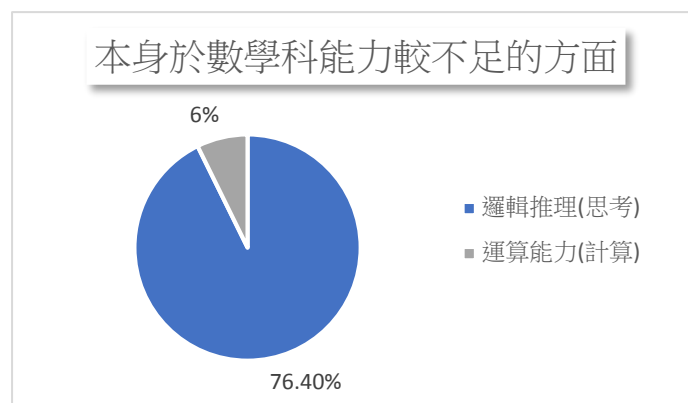
（二）學生端看法調查

學生是計算機融入學習的主角，在學習過程與成效上，學生本身是最清楚不過的。我們希望能了解高中生們對於此教育政策的看法，所以建立 Google 表單供周遭高中學生填寫，總共收到 1104 則回應，以下為統計結果彙整。



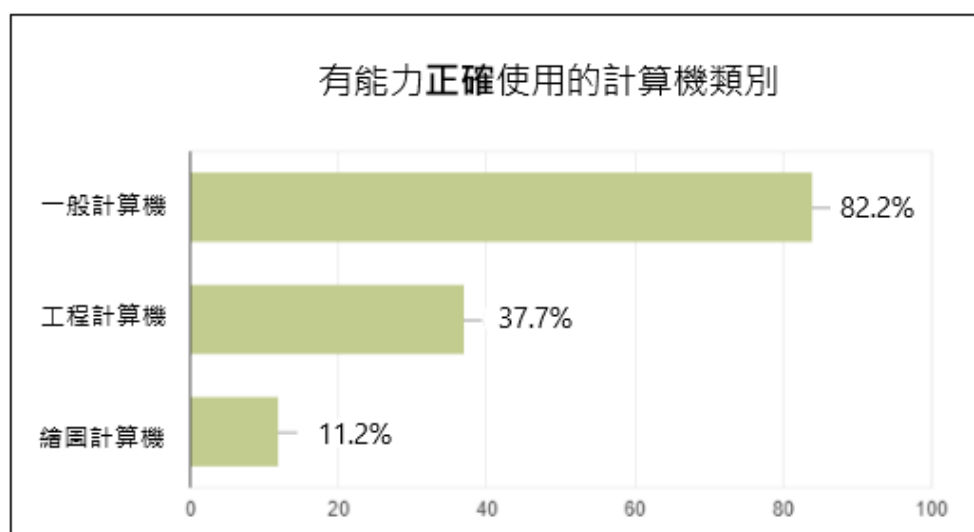
圖二：做數學題目時使用計算機的頻率
（圖二資料來源：研究者繪製）

由（圖二）知，幾乎不使用計算機做數學題目的學生比例超過七成，經常使用的人數比例也不高，顯示學生使用計算機於數學的機會不多。其可能原因為現行台灣教育思維對使用計算機幫助學習持保留態度，因此在題目數據上加以設計，讓學生做數學題目時，維持傳統人工手算的習慣並無太大的問題，所以經常應用計算基於數學題目的人數比例極低。



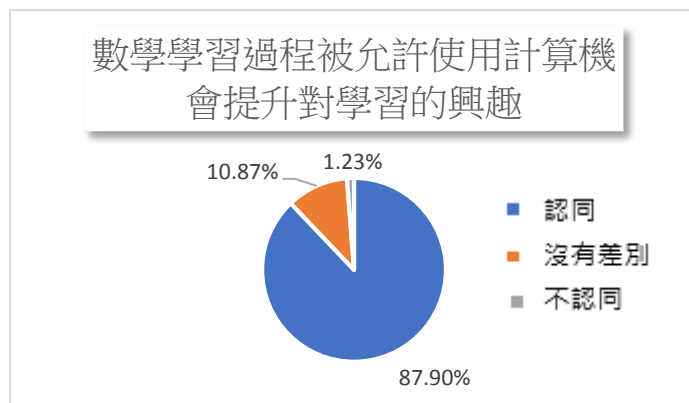
圖三：本身於數學科能力較不足的方面
（圖三資料來源：研究者繪製）

由（圖三）知，近七成的學生認為自身於數學科思考層面的邏輯推理需再加強，文獻資料也顯示台灣學生在此方面能力明顯不及他國。舉例來說，美國數學協會根據台灣教學情況改編美國數學題目，再交由學校進行測驗，其中台灣的受測學生在數與量方面的試題表現優異，顯示台灣學生計算能力勝過美國學生，但幾何、轉折性敘述、邏輯推理等的考題答對率偏低。調查發現，多數學生們認為在數學領域裡，思考層面的邏輯推理能力訓練需要性勝過計算能力，但在能力上卻無得到適當的培養。



圖四：有能力正確使用的計算機類別
（圖四資料來源：研究者繪製）

關於工具使用，由（圖四）知，學生自認有能力正確使用一般計算機比例佔約莫八成，即有兩成左右的高中生無法正確使用一般計算機，而會使用工程計算機及繪圖計算機的學生比例皆不達全體的四成。與國外高中生相比，美國學生在課程作業上使用繪圖計算機是習以為常的，而英國學生在課堂中全體已被強制要求會使用能寫程式的計算機，由此可見我們與西方國家高中生在工具使用方面能力的差異。



圖五：數學學習過程被允許使用計算機會提升對學習的興趣
（圖五資料來源：研究者繪製）

由（圖五）發現，近九成的學生認為計算機如能納入教學、測驗現場，能提升學習數學的興趣，而不認同的學生人數比例僅有約百分之一，一成左右的學生則認為沒有差別。工具使用所帶來的便利性是被多數學生肯定的，使用計算機能高效率且精確的得到答案，減少時間耗費與運算錯誤。

經以上圖表分析，我們了解到學生端大多對於計算機融入教學抱持著期待與信心。雖然計算機能帶給學生們許多便利性與學習機會，但如果不用正確的心態與方法使用工具，便會產生弊端與問題。身為學生的我們，需善用工具輔助學習以增進自我能力，而不是將其視為偷懶、作弊的途徑。儘管我國在邏輯推理、工具使用能力上比起西方國家遜色了些，但如果能善用計算能力的優勢，配合政策改革彌補不足，便能提升學生素質，進而提高國際競爭力。

參、結論

臺灣目前教育受思維影響，對於計算機納入教育及評量接受度不高，但未來走向素養導向，學生的資訊工具使用編入課程，可避免臺灣教育與現實所需脫節，達到學以致用的目的。由於過往本國教育較注重學生的計算能力，在過程思考能力方面較弱，在學生對基本運算與數值觀念建立後，再推行以計算機取代人工運算，並教導正確使用觀念，既不影響數學觀念的學習，也能讓學生學習工具使用。不過在臺灣，考試仍十分重要，因此，此計劃的推行須設法維護每位考生的權益，避免有作弊之嫌。計算機融入學習是必要的，但凡事一體兩面，在成效上既有其優點也有其缺點，本國應以其他西方國家為借鏡，考量教育政策上的缺失與弊端，讓學生們能在更佳的教育體制下學習。

肆、引註資料

胡雁冰 (2015)。數學教育中國並不遠強於歐美。另一面，1279 期，3-4。

胡莉莉 (2008)。中美初中數學教材難度的比較研究。華東師範大學：碩士論文。

洪蘭 (2007)。裡應外合：講理就好。遠流出版。

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. The Council.

陳宜良 (2005)。談數理兼備人才的培育文。國立台灣大學數學系研究所。

翁秉仁 (2015)。「計算機的蠻貊之邦- 這一次，計算機再進不到入學考試，我們還要再等 10 年嗎。」科學人雜誌，166，12-16。