

普通型高級中等學校數學科設備基準

壹、原則

- 一、普通型高級中等學校數學科設備基準，係依據教育部 107 年 7 月 26 日修正公布之普通型高級中等學校數學科課程綱要，並參酌實際教學需要訂定之。
- 二、本科之設備，以適應教學之需要，幫助學生明瞭課程內容，提高學習成效為目標，且應儘量利用電子化教學設備與社會資源以輔助教學，提升學習成效。
- 三、因數學科自十一年級分成 A 類與 B 類課程，高三分成數學甲與數學乙選修課程，所以設備基準將涵蓋上述課程所需進行整體規劃。
- 四、數學專科教室器材的設置與更新，在於配合時代脈動，提高教學效率，並幫助學生之抽象觀念具體化，以提高學習興趣。
- 五、教學用教具之使用在增加圖形的正確性與具體性，協助學生藉由直觀釐清觀念，強化具體概念，加強學習效果。
- 六、視聽設備、圖書設備的設置，在於配合教師教學，提高學生學習興趣及教師教學研究、學生進修的需要。

貳、共通設備

編號	名稱	單位	數量	備註
1	投影設備	套	1	液晶螢幕、單槍投影機及投影螢幕等
2	儲物／展示櫃	組	3	具防潮功能為原則，視空間及情境教學需求設置
3	黑板／白板	面	1	視空間及教學需求設置
4	電腦設備	套	1	具數位檔案存取處理、影音播放功能為原則，含電腦主機、顯示器，擺放於資訊講桌
5	音響設備	套	1	含音箱/喇叭/擴大機、無線/有線麥克風等
6	桌椅	套	8	視教學討論群組需要，以可彈性組合為原則，視空間及教學需求設置

參、基本設備

一、器材設備

編號	名稱	單位	數量	備註
1	遙控簡報器	支	適量	含雷射光筆、無線滑鼠等功能
2	觸控式螢幕	臺	適量	教師展示用
3	ChromeCast 或同等設備	臺	適量	將螢幕畫面傳送至投影機
4	行動載具(mobile device)	臺	適量	例如平板電腦等
5	除濕機	臺	1~2	
6	網格黑板	套	1	

二、教學用教具

(一) 儀器

編號	名稱	單位	數量	備註
1	幾何頂點珠	套	適量	例如 zoom tool
2	計算機(器)	臺	另訂	詳參(五)計算機(器)數量與規格說明
3	地球經緯儀	座	適量	須能透視，適用十一年級 B 類課程
4	圓錐曲線作圖器	套	適量	含拋物線作圖器、橢圓規、雙曲線作圖器等功能
5	大型圓規與直尺	套	適量	
6	三角函數指導板	套	適量	
7	大型三角定規	套	適量	
8	大型全圓量角器	套	適量	
9	測量儀	套	適量	三角測量教學時使用

(二) 模型

編號	名稱	單位	數量	備註
1	圓錐體截面模型(含拋物線、橢圓、雙曲線)	套	1	
2	正多面體模型	套	1	
3	平行六面體與截一角之體積模型(可看出 6:1)	套	1	

編號	名稱	單位	數量	備註
4	旋轉體模型	套	1	
5	球體模型	套	1	須能展示大圓與小圓的球體模型
6	角柱模型	套	1	
7	圓柱模型	套	1	
8	角錐模型	套	1	
9	三角函數求值說明器	套	適量	
10	球面和平面相交模型	套	1	
11	兩平面及三平面交集模型	套	1	
12	正射影與對稱圖形	套	1	
13	球面與錐面相切模型	套	1	
14	角錐及其截面模型	套	1	
15	圓柱體積說明模型	套	1	
16	旋轉體之性質原理說明器	套	適量	
17	空間坐標說明器	套	適量	
18	空間諸定理說明器	套	適量	含兩面角、三垂線、空間中一條線與兩直線垂直等功能
19	二項分布說明器	套	適量	
20	函數說明器	套	適量	
21	平行平面說明器	套	適量	
22	祖氏原理說明器	套	1	
23	三角柱體積說明器	套	1	
24	面積體積容積說明器	套	1	
25	正方體截面模型	套	1	
26	透明立體體積說明器	套	1	可盛水求值
27	掛圖或海報	種	5~10	例如數學家肖像、數學史圖表、數學幾何圖形

(三) 數學軟體

編號	名稱	單位	數量	備註
1	幾何繪圖軟體	種	1~3	可安裝於多部電腦並提供多人使用的開放性軟體，例如 Geogebra 等
2	數值與統計計算軟體	種	1~3	可安裝於多部電腦並提供多人使

編號	名稱	單位	數量	備註
				用的開放性軟體，例如 R,Octave 等
3	符號計算軟體	種	1~3	可安裝於多部電腦並提供多人使用的開放性軟體，例如 Maxima,SymPy 等

(四) 圖書期刊

編號	名稱	單位	數量	備註
1	數學或科普類圖書	冊	100	每冊 1 至 3 本
2	數學或科普類期刊雜誌	冊	1~5	

(五) 計算機(器)數量與規格說明

1.數量：

- (1)鼓勵學生自行購置。
- (2)建議購置數量為全校總班級數 15(含)班以內者購置一組，每組 45 臺備用；超過 15 班者購置兩組。

2.規格：(相關規格如附件)

- (1)具備+、-、×、÷、%、√、MR、MC、M+、M-運算功能。
- (2)具備指數與對數、三角與反三角、弧度與度的轉換。
- (3)不具備程式記憶功能。
- (4)參考「考選部核定之國家考試電子計算器一覽表」第二類型。

肆、擴充設備

下列所列舉之設備或物品，係供教師準備教材、研討教學、召開會議之用，供學校參酌購置，並以資源共享為原則。

一、器材設備

編號	名稱	單位	數量	備註
1.	雷射印表機	套	適量	
2.	筆記型電腦	臺	適量	
3.	多功能事務機	套	1	含掃描、彩色雷射列印、傳真等功能
4.	數位照相機	套	1	

編號	名稱	單位	數量	備註
5.	數位攝影機	套	1	
6.	電子白板	套	1	
7.	伺服器	臺	適量	放置數學科教學研究會所研發蒐集之教學資源
8.	讀卡機	臺	1	連接電腦讀取數位照相機記憶卡用
9.	實物投影機	臺	適量	
10.	可繪圖電子計算機	臺	適量	
11.	計時器（碼錶）	個	12	每4人分組用
12.	各類數學益智模型、玩具（puzzles）、遊戲	種	3~6	例如積木(Put-together)、組木式(Interlock)、分解式(Take-apart)、解套(Disentanglement)、推盤(Sliding blocks)、魔術方塊(Rubik's cube)、索瑪方塊(Soma cube)、九連環、大象扭出來、河內塔模型、桌遊(如撲克牌等)
13.	Geometer's Sketch Pad (GSP)	套	1	可安裝於多部電腦並提供多人使用
14.	Cabri 3D	套	1	
15.	Autograph	套	1	
16.	Mathematica	套	1	
17.	Maple	套	1	
18.	Matlab	套	1	
19.	SPSS	套	1	

二、教學用教具

(一) 視聽教材

編號	名稱	單位	數量	備註
1	視聽教材	種	20	每種1至2套

伍、說明

- 一、設備係指成套成組後之單價為一萬元以上，且有財產登記者。
- 二、各項設備器材之數量規範為「適量」者，係指至少需購置 1 單位(套、臺、部、間)，各校視實際需要酌予增加。
- 三、因應選修課程或學校本位課程之發展趨勢，各校可依選修課程實際開設狀況購置相關設備器材予以支援。
- 四、教學用教具(含儀器及模型)之充實，除參考本設備基準所列項目之外，亦可依「九、參考資料來源」所列各機構推薦之清單充實之。
- 五、教學用電腦繪圖軟體應運用為增加學生對函數變化、平面圖形、立體圖形之掌握；計算機(器)應為師生隨身攜帶的常用器材，利用計算機(器)求根數、指數與對數、三角與反三角等函數之近似值，增加學生對“數”的了解；計算軟體與計算機(器)應運用為實際展現求根或求極限的過程。
- 六、為發展多元教學、適性教學並擲節經費，各校教學研究會應積極思考購置實體模型或教具之替代方案，並請相關教育或學術團體提供協助，例如：
 - (一)發展軟體模型，建置虛擬博物館或虛擬教具陳列館。
 - (二)鼓勵學生利用紙張、竹筷等材料自行動手製作模型，達到做中學的效果。
 - (三)因應課綱教學需求，機率實驗器除骰子及圓珠或圓板外，撲克牌在很多例子中也很有用。另可增加「亂數表」(如展現 π 之值到小數 300 位可當亂數表用：0-9 的隨機出現情形)。
 - (四)因應課綱「數據的標準化」概念，可善用試算表軟體(如 Excel 等)或免費的網路軟體進行課程教學。
 - (五)辦理教具製作工作坊，製作軟體模型、實體模型或其他教學輔具，從中評選優良作品進行推廣。除分享蒐集、製作方法與經驗，並進一步發展相關教案或教學示例，其教學歷程可加以錄影，俾利提升知識傳播效果。
- 七、為發展多元教學、適性教學並擲節經費，電腦軟體除得於市面購買或網路蒐集之外，可考慮自行研發，邀請熟悉視覺化程式設計(如 Visual Basic 或 Delphi 等)的數學老師進行開發。
- 八、各校建置數學專科教室及充實設備應同步規劃配套措施，提高設備使用率。例如：辦理教師研習說明各項設備使用方式，邀請熟悉該設備的老師分享使用經驗與技巧，以鼓勵教師善加利用，提高教學成效。

普通型高級中等學校數學科設備基準計算機規格說明

一、前言

本課綱自國中階段（七年級）起，要求計算機（calculator）融入數學之教材、教法、評量。本文所謂之「計算機」皆指掌上型計算機，或稱電子計算器。以下說明相容於國民中學與普通高中之數學科「設備基準」，也符合考選部公告之「國家考試電子計算器措施」。

二、用途

課綱規劃計算機融入數學教學與評量，成為數學教育的一部份，培養學生正確使用工具的素養。計算機可以在適當的時機取代筆算或心算，此外，它還具有更積極的數學教育意義。在適當的時機，計算機促成探究、觀察實驗、歸納臆測、合作討論等教學方法的設計與執行，這本《課程手冊》已經提供了基本的建議與範例。在應用與評量的場合，計算機的操作，使得命題更能夠貼近真實的生活、職場、社會或科技情境。計算機的融入教學與評量，協助教師更容易達成素養導向的教學目標。

三、國中階段之學習所需

為融入國中階段的數學課程，計算機至少需具備以下功能（國中必備功能）：

- 輸入整數、小數（含正負號）、輸入科學記號數字。¹
- 切換倒數（ $1/x$ ）。
- 四則運算（ $+$ 、 $-$ 、 \times 、 \div ）、百分比（ $\%$ ）、平方根（ $\sqrt{\quad}$ ）。
- 調整四則運算之計算順序（括號）。
- 記憶加法功能（MR、MC、M+、M-）。
- 度量之銳角三角比（ \sin 、 \cos 、 \tan ）。

未列於上述必備功能，且未列於以下（第五節）「不得具備」之功能者，委請教師或學校斟酌是否使用。

四、普通高中階段之學習所需

為融入普通高中階段的數學課程，計算機至少需具備以下功能（普高必備功能）：

- 所有國中必備功能。
- 常數 π 。
- 平方（ x^2 ）、次方（ x^y ）、次方根（ $\sqrt[y]{x}$ ）。

¹ 計算精度在後面說明。

- 角的弧度量與度度量互相轉換、度度量的十進制和六十進制轉換。
- 弧度量與度度量之廣義角三角比 (\sin 、 \cos 、 \tan)、反三角 (\sin^{-1} 、 \cos^{-1} 、 \tan^{-1})²。
- 常用與標準的指數、對數 (10^x 、 \log 、 e^x 、 \ln)。
- 階乘 ($n!$)。

雖然數據功能有助於課堂學習，卻引進了數據儲存功能，但是這項功能，卻是引起考試主管機關疑慮的關鍵項目之一（請看第五節）。因此，計算機可否具備數據功能，也許值得將會考、學測或指考的規範考慮在內。

未列於上述必備功能，且未列於以下（第五節）「不得具備」之功能者，委請教師或學校斟酌是否使用。

五、考試的顧慮

完整的課程包括評量，所以，融入計算機的數學課程，必須適度地容許學生在考試時使用計算機。計算機只要滿足各階段的學習需求，就能滿足考試之所需。為了支援考試，計算機並不需要更多功能，反而不能有過多功能。為維護數學考試的公平性，以下列舉計算機不得具備的功能：

- 不得具備輸入文字的功能。
- 不得具備繪圖功能。
- 不得具備程序記憶功能，不能提供使用者自訂函式。
- 不得具備 MR、MC、M+、M- 以外的數值記憶功能（請看第六節詳細說明）。
- 不得具備通訊、錄音、攝錄影功能。
- 不得發聲、震動。
- 不得提供任何外插或內部擴充功能。
- 不得具備內建鍵盤以外的任何輸入功能。
- 不得具備內建屏幕以外的任何輸出功能。
- 不可外接電源（容許太陽能）。

六、採購的顧慮

數學課程融入計算機的理念之一，是培育正確使用工具的素養。計算機應當成為學生的普通常備文具，就像筆和尺一樣，可隨身攜帶、隨時自然地使用。

在前述意義之下，學生的智慧型手機或個人電子裝置，皆能安裝適當的應用程式 (App) 而成為滿足學習需求的計算機。在教室裡，乃至於在教師自辦的考試時，只要教師和學生達成協議，使用任何有效的工具都可以；甚至包括繪圖、製表、程式設計，只要有助於達成學習目標，皆應使用。但是，課程綱要考慮以下實務需求，做出計算機的建議：

- (1) 全體學生都買得起，人手一機，人人有公平的學習機會³。

² \sin^{-1} 、 \tan^{-1} 的值 θ 滿足 $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ， \cos^{-1} 的值 θ 滿足 $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ ，或等價於前述範圍的弧度量。

³ 除了個人採購以外，各級學校的數學科設備標準，將包含採購計算機的建議，而教育部也將另有配套措施。這些支援系統，都不在本《課程手冊》的範圍內。

(2) 儘量維持全班學生一致的操作介面、操作流程和計算結果，以免加重課堂管理的負擔。

(3) 課程設計包含評量，所以必須在考試（含校內的段考）正常使用工具。

課程綱要建議學生使用滿足前面說明的計算機。目前還沒有針對國中、高中數學課程需要而設計的專用計算機，而考選部核定的「第二類」國家考試電子計算器，都滿足前述的教學需求及考試顧慮。合格的機型包括以下四款：⁴

E-More FX-127 FuhBao FX-180 Canon F-502G CASIO FX-82Solar

以上四款計算機都具備「一維數據」功能，所以看起來似乎擁有記憶功能，不符合考選部自己規定的「不得具備 MR、MC、M+、M- 以外的數值記憶功能」。但是，仔細看 FuhBao FX-180 和 CASIO FX-82Solar 的說明書，發現這兩款計算機不能「調出」(Recall) 或「編輯」(Edit) 輸入的數據，只能輸入數據、即時刪除、顯示所有數據的統計值。由此可見，考選部認為這種計算機不算是「擁有記憶功能」。這個認定標準，值得參照。

計算機以整數或小數呈現數值時，應可顯示至少 8 位數字；以科學記號呈現時，係數部份應有至少 7 位數字，而指數部分則應至少介於 -99 和 99 之間。支援數學學習的計算機，對於有效位數的需求並不高，即使 7 位已經足敷使用。計算機顯示的最後一位數字，可能是正確的十進制數字，也可能是其下一位數的四捨五入值。例如 $2 \div 3$ 的結果，顯示 0.66666666 或者 0.66666667 都是正常的反應，又例如 $2 \div 300$ 以科學記號顯示 6.6666666×10^{-3} 或者 6.6666667×10^{-3} 也都是可以接受的。學生對於這些數值的理解，寫在相關學習內容的說明裡，不在此贅述。

七、課堂管理的顧慮

為降低課堂管理的複雜度，班級最好能使用一樣的機型，但教師最好還是能熟悉幾種不同的計算機型式。以下列舉建議的注意事項。

- 負數的輸入法：有些機型的「-」可兼「負」和「減」兩種功能，有些機型的「-」僅為「減」號，另外有相反數按鍵。這兩種機型輸入負數的方法不同。
- 計算機的輸入法可分兩大類：前置 vs 後置。以 $\sqrt{2}$ 為例，「前置」類先按 $\sqrt{\quad}$ ，螢幕上出現一個空的平方根，再按 2 和「=」就會算出結果；而「後置」類先按 2 再按 $\sqrt{\quad}$ 就算出結果了。
- 如前一節所述，計算機顯示的最末一位數並不可靠：它可能是正確數值，也可能是下一位數的四捨五入。只要在學習與評量時，不要指定太多有效位數，例如僅指定 2 位、3 位、4 位或 5 位有效位數，就不會惹上計算機末位數的麻煩。
- 用次方 (x^y) 或次方根 ($\sqrt[y]{x}$) 做負數的計算時，例如 $(-8)^{0.33333333}$ 或者 $(-8)^{(1+3)}$ 或

⁴ 民國 106 年 10 月 11 日，在「比價撿便宜」網站上查到的最低價（新台幣）：E-More 110 元，FuhBao 169 元，Casio 350 元，Canon 699 元。

者 $\sqrt[3]{-8}$ ，結果可能是-2也可能導致錯誤訊息。不論如何，高中數學課程約定不討論負數的次方根，也不討論負數的非整數次方。

- 發生 overflow，也就是計算結果超過計算機容許的最大正數或最小負數時，產生錯誤訊息或者±Inf。
- 發生 underflow，也就是計算結果超過計算機容許的最小正數或最大負數時，一律產生 0 或者產生 0 或-0。
- $1/0$ 、 $\log 0$ 、 $\tan 90^\circ$ 等運算可能產生錯誤訊息，也可能產生 Inf。(Inf 是 Infinity 的意思。)
- 其他錯誤或無定義狀況，可能產生錯誤訊息，也可能產生 NaN。(NaN 是 Not a Number 的意思。)

最後，為確保在考場使用計算機的安全性，可優先考慮能具體提供以下保證的機款：

- 關/開電源將清除所有記憶的數據。
- 機體若曾經被開啟，一定會留下痕跡。