



賽馬會「知優致優」計劃

Jockey Club “Giftedness Into Flourishing Talents” Project

計算工具的演變

小學數學科 四年級

第一層：校本全班式教學



香港賽馬會慈善信託基金

The Hong Kong Jockey Club Charities Trust

同心同步同進 RIDING HIGH TOGETHER

背景及注意事項

此示例是由本計劃與計劃學校協作時，按實際情況編寫，所有教學設計及資源，包括教案、簡報、工作紙和學生作品等，僅供參考。在使用有關資源時，教師應考慮學校校情及學生特性，作出調整。

教師參考此示例時，亦應參閱學與教資源庫之前言、資優教育理論基礎及結語部分，以理解資優教育之理念及實踐方法。

此示例夾附 1 份前言、1 份教案、2 個簡報檔案、1 張工作紙及 1 份學生作品。

期待各教育同工能因應學生的特質和興趣，把本計劃提供之教學資源，結合學與教經驗，設計合適的學習活動，融入資優教育元素，讓學生展現潛能，培育成才。

各教育同工可瀏覽、下載及參考本資源庫的資料，作教育及非商業用途。所有資源均受版權保障，版權由香港中文大學賽馬會「知優致優」計劃擁有。使用時須註明資源出處為香港中文大學賽馬會「知優致優」計劃。

計算工具的演變

適用級別：四年級

課節（學習時數）：四課節（共140分鐘）

學生已有知識	學生能進行四則運算
課堂理念	過往，學生少有機會了解不同時代及國家之計算工具的演變。現透過了解古代之計算工具，推論數學的法則，以提升學生自主探究數學的能力。學習活動包括搜集資料、實際操作古代的計算工具、發現共同的法則及創作未來的計算機等。
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> - 學生能了解不同計算工具的操作原理 - 學生能從設計計算機的過程中，發揮創意以改善計算機的設計及功能 - 學生能掌握數學的技能，包括：發現、歸納及建構法則 - 學生能於數學的學習上維持興趣和樂於挑戰難題
教與學策略	課前預習、閱讀資訊、提問、匯報、分組討論、影片播放、按能力分組的課堂活動
資優教育推行模式	第一層：校本全班式教學
資優教育元素	 高層次思維技巧  創造力  個人及社交能力

前言/背景

教師設計課程時可融入資優教育元素，在日常學習教學中提供平台，讓每位學生有機會展現潛能。本示例中，學校校長及中層領導人員制訂了校本資優教育政策，持續為科主任及科任教師提供適當的空間及資源，以設計不同的學習活動，提升學生學習效能。

成功的數學課須讓學生有能力建構數學理論和歸納通則，同時學以致用，運用所學知

識解決日常生活各種問題。在全班式教學當中，學生擁有不同的能力及特質，教師須了解每位學生的興趣、學習風格及能力，以設計課堂活動。學習過程亦不局限於在課堂時間。

本數學課題及教學內容，乃根據學生的興趣、特質和學習風格設計而成。整體而言，計劃學校的學生持正面學習態度，主動投入課堂活動。因此，教師進行第一層的全班式教學時，引入了資優教育的重要元素，以提升學生的個人及社交能力、學習動機及培養學生的創造力為目標。教師亦可利用資訊科技，安排學生在課堂外進行學習活動，既可讓學生預習，又可減省原有解說時間，改為以學生的討論及匯報作替代，促進延伸學習，讓學習不會因課堂結束而終結。

根據教師經驗，學生大多對古代計算工具了解不多，亦不清楚現代計算工具是否可以取代筆算及心算。教師透過不同的學習活動，配合電子學習，引導學生從認識古代的計算工具開始，引發動機，建構數學概念，對不同功能的計算工具作出探究。

為讓學生了解現代計算工具的重要性，教師可先介紹古代計算工具由來，以及比較不同計算工具的特點及局限性。這個過程能讓學生發揮高層次思考，逐步分析各種計算工具，了解古代居民在生活中應用的情況。透過分析及理解，學生可嘗試發揮創造力，設計適合未來生活需要的計算工具。

協作目標

過往學生可能對計算工具演變欠缺認知，或不理解為何不可只認識現代計算機，甚或認為自己已學懂了相關知識，因而不專心聽講和參與學習活動。是次的協作目標是讓所有學生都能投入課堂活動，從中亦透過不同形式的學習，發揮數學科以外的潛能，讓所有學生有所得着。

本示例期望透過各種學與教活動，學生能夠：

1. 了解不同計算工具的操作原理
2. 從設計計算機的過程中，改善計算機的設計及功能
3. 掌握數學的技能，包括發現、歸納及建構法則
4. 對學習數學表現好奇心和維持興趣
5. 提升自主探究能力
6. 提升個人及社交能力
7. 發揮高層次和創意思維

基礎理論 / 理念架構

為了於第一層全班式的學習活動引入資優教育元素，教師須先了解學生的學習興趣和學習風格，同時要配合學習目標及預期學習成果。全班式的學習活動集合了能力各異的學生，當中包括學業成績較高及位處中游的學生。若能讓不同學生都有所發揮，展現潛能，他們便會實在地投入於學習，主動投入活動。

本示例的課堂活動之設置，參考了資優教育專家Renzulli的「資優三環理論」(Renzulli, 1978)，資優的表現包括具創造力、有中上智能及對一特定範疇有高度的熱忱。教師宜安排不同的學習活動，讓學生有機會展現各自的潛能。學校便按學生的特質和興趣，設計本示例的學習活動。

根據課程發展議會（2017）的《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》，基礎教育目的之一是使學生具備基本知識解決問題。由於學生的認知發展、學習能力、興趣及背景各異，教師須因材施教，以加強學生的數學能力。因此，教師必須因應校內的學習環境，選擇合適的教學內容和活動，以切合不同學生的能力及需要，照顧學生的學習多樣性。

資優教育元素	學習活動相關設計
高層次思維技巧	是次教學策略採用分組討論及活動形式，學習經歷包括在課前預習，先自行搜集一些計算工具的資料，放在網上學習平台，引發其學習動機；過程中的探究和同儕互動，洞察事物間的關係。這正切合資優 / 高能力學生喜愛事事尋根究底的學習特質，為他們提供運用高層次思維能力的機會。
創造力	是次學習着重實踐，讓學生動手、動腦筋，以速率為主題，研究不同的計算工具及未來可能出現的情況，給予資優 / 高能力學生發揮創造力的機會。教師以未來的計算工具作情境，讓學生可以以不同的創作及思考過程，發揮其創造力，以構思改善未來的生活。
個人及社交能力	提供良好機會（例如分組動手實作活動和討論）讓資優 / 高能力學生在共同探究和創作的過程中，學習表達、溝通和協作。

學校亦參考美國約翰凱勒 (John Keller) 的ARCS 動機模式 (Keller, 1984)。ARCS以約翰凱勒教授激勵學生學習動機的系統化設計模式為基礎，整合動機理論與相關理論所提出的動機模式。他認為教學設計所發展出來的教材，若無法引起學習者的興趣或專注，學習的效果就會大幅減退。因此，約翰凱勒期望ARCS 動機模式能讓教育工作者針對學生動機需求，確認與了解教學的設計策略，以激發學習動機，有效提升學生的學習與表現。

約翰凱勒檢討當代系統化教學模式後，整合心理學有關動機理論的研究結果與教學設計模式，並於1984年提出ARCS動機設計模式，將之區分為四個要素，目的在於幫助課程設計或改進教學。ARCS分表代表Attention（注意）、Relevance（相關）、Confidence（信心）、Satisfaction（滿足）四個要素，強調引起學習者的動機，必須有四要素的運用及配合，才能達到激勵學生學習的作用。

1. 引起注意

根據ARCS動機模式，學習第一要務是引起興趣和維持學生注意。如果學生對一個主題沒有相當的注意力與興趣，學習成效必然不理想。吸引學生注意並不困難，挑戰在於如何讓學生持續注意力和對課題感興趣。另外，教師設計教材時必須運用各種策略，以維持學生對該課題的新鮮感。在本示例中，教師讓學生先上網搜集古今不同計算工具，引導學生了解，這個過程能提升學生的好奇心及興趣。

2. 切身相關

模式的第二要素是讓學生對學習產生切身相關的體驗。雖然新鮮事物能幫助集中注意力，人們對於任務性的學習，卻往往傾向結合與本身已熟悉和了解的知識。因此，符合學生特性、知識與文化背景的設計，對於提升學習興趣是不可或缺的條件。除此以外，教師可善用技巧說服學生這個課程與將來生活和工作生涯有相關，讓學習者明白到教學與個人需求的關係。教學必須符合學生的目標，讓學生認識教學活動的重點，並連結學生的先前經驗，引起學習動機。在本示例中，教師讓學生以不同的計算工具，來解答日常生活的問題，讓學生感到學習與其生活連結。

3. 建立信心

學生的信心與他們對成功或失敗的預期有關，且會影響他們的付出和實際表現。教師成功吸引學生注意力，並引導學生與學習建立切身關係後，亦要避免忽略了學生原本對某科目存有的畏懼或負面感覺，覺得它過於困難；或覺得內容過於簡單，不具挑戰性。這兩種觀感都將妨礙學生維持學習動機，影響有效的教學與學習。因此在教學計劃中，教師須設計配合學生個別能力的課程，協助每個人獲得成功，維持他們的學習信心。在本示例中，教師讓學生嘗試用不同的計算工具，完成各道應用題。過程中學生領悟計算的法則，並成功計算答案，增強學習信心。

4. 獲得滿足

滿足感是學生對學習結果所產生的一種評價，個人滿足是維持學習動機的重要因素。要讓學生從學習獲得滿足感，最直接的方式是讓他們經由自我表現的機會，運用所學的知識概念或動作技能。所以，教師教學時應維持公正，注意課程起始目標是否與學生所學的結果吻合；運用內、外在增強的回饋方式，並提供情境化的學習，讓學生體驗知識得以學以致用的滿足感。在示例中，教師讓學生發揮創造力，設計及創作未來的計算工具，讓學生在製作過程及完成後，與同學及教師分享，從中得到讚賞和滿足感。

A、R、C、S 四項因素環環相扣，影響教師的教學效果，教師必須確保教學同時具備 ARCS，始能讓學生的學習產生良性循環，如缺乏任何一環都將大大影響教學效果。

ARCS動機設計模式的重點，在於兼顧學習者個人的內在因素，如：個人價值、期望、能力、程度及認知價值等；及教學環境的外在因素，如：教學管理設計等規劃的配合。約翰凱勒認為，ARCS動機設計模式適用於所有年紀的學習者。

整合了多套動機理論，ARCS具有診斷性的性質與處方性的功能，意即若學習者在這四個條件中有所匱乏與不足時，教師可以針對其不足之處，施以系統化教學策略，修補學生的動機不足，使教材設計更能鼓勵學習者的參與及互動，提供理論組織與實務應用，提高學習效果。

課堂設計及編排

課堂實踐流程：

1. 課前預習：學生利用ONENOTE網上自主學習平台進行預習
2. 閱讀資訊及討論問題：學生利用Edpuzzle軟件觀看短片後討論
3. 課節一（建構教學）：教師使用NEARPOD和算盤授課，簡介古時及現代計算工具的發展史
4. 課節二（鞏固）：教師使用教具（尼氏骨片）授課，引導學生探索尼氏骨片的應用
5. 課節三（鞏固）：教師使用教具（計算機及軟件）授課，引導學生探索計算機的應用
6. 課節四（展示學習成果）：教師向學生提問思考題，引導學生了解計算機的局限和設計未來的計算機

學與教策略

學習活動融入資優教育的元素，包括了解古代計算工具及分析計算機的有趣功能，以提升學生的高層次思維；設計未來的計算機，配合未來的生活需要，發揮創造力；透過網上平台、課堂小組討論及匯報等，提升個人及社交能力。

教師在課前故作懸疑，先問學生古代人如何計算複雜的數學題，引起了學生的好奇心，及後讓學生先從網上搜尋資料，再上載於網上學習平台，讓學生互相參考，同時掌握基本知識。課前學習活動亦可鼓勵學生主動學習，提升他們的電腦素養及搜集資料技巧。教師亦能善用課堂時間，安排更多學習活動。對於一些學生未能好好掌握的部分，教師可及早了解，以調整教學內容及節奏，照顧學生學習多樣性。

在課堂裡，學生有機會看到自己在網上學習平台提交的作品，增加投入度。教師也能藉此機會，邀請學生分享預習的成果。學生進行匯報及討論時，亦能增強個人及社交能力。透過討論不同的古代計算工具，教師能介紹當時的社會環境、不同國家的文化，加入了情意教育元素。

此外，課堂運用「自主學習課堂六部曲」及電子學習元素，提升學生自主探究數學的能力。「自主學習課堂六部曲」包括課前預習、閱讀資訊、討論問題（組內與組外）、個人練習、教師回饋及分享心得。教師邀請學生攜帶家中任何款式的計算機到課堂上，以展示不同類型的計算機，提升學習興趣。

討論

本示例的最大特色是透過多元化學習活動，讓學生展示各種潛能。學生課前按教師指示，透過網上自主學習平台自行在互聯網搜集資料，提升其學習動機，以進行自主學習。能力較高的學生，會主動找更多相關資料，比其他學生學得更快；而能力稍遜的學生，亦能透過網上自主學習平台，參考其他學生找到的資料，以作討論。

至於設計未來計算工具的部分，更能讓學生發揮創造力。學生可以運用所學知識，加入創意，以構想未來計算機的功能。透過設計，學生可將藝術才能與數學知識融合。

學校以「實證為本」作為學與教成效評鑑的依歸。整體而言，透過課前自主學習平台活動和課堂的多元化學與教策略，學校觀察和發掘到以下的學習顯證：

- 學生主動參與網上學習平台，並積極自主搜集不同的計算工具
- 能夠展示使用尼氏骨片計算及設計未來的計算工具的能力

這些學習顯證都建基於學生的學習興趣，好讓他們發揮潛能及創意。汲取是次經驗，日後設計相關課題的教學時，可參考上述學習顯證作成效評估。

此外，教師亦須預備回應學生很有可能提出的問題，例如：「既然有計算機，那為甚麼還要用橫式和直式去筆算？」。課程亦可加入跨學科元素，例如結合中文科的「隨筆」，例子為「如何改善計算機的功能」；或結合視覺藝術科的「設計」元素，例子為「設計學生心目中理想的計算機」。

而課堂亦有其局限，包括學生能否理解不同類型的計算工具，以及如何改善人們的生活，使其有所進步。如果學生在理解背景時有所困難，教師宜多花篇幅展示實例，讓學生有更全面的認識。

總結

透過課堂，教師可讓學生明白，使用計算機的目的是促進數學的學習，而不是用以取代心算和筆算。學生可運用計算機探究數的變化規律、建立概念和測試不同的解題方法和結果。教師亦可在計算機輔助下，加強學生的心算、估算和判斷計算結果合理性等能力。對於高能力的學生，教師應引導他們認識計算機的功能及限制，以增強他們對事物的好奇心、探究精神和解決問題的能力。

教學設計的實行過程是否順暢，以及成效是否顯著，有賴教師的課前準備工作、學生使用網上學習平台的習慣及情況、硬件、軟件和課室流動網絡的配合等。教師參考本示例及嘗試施行學習活動時，須留意學生使用網上學習平台的習慣。學生在家使用網上學習平台初期或有困難，教師宜鼓勵他們自願參與網上學習活動，慢慢養成習慣，並建構學習的動機，使學習變得更有興趣。

學生投入課堂是有效學習的關鍵。當學生感到學習有趣時，他們便會跨越課時的局限，更主動提高自主性及動力學習。教師透過不同的學習活動，提升學生的學習動機，並採用了資優教育三元素，讓各種能力的學生都獲益。在參考課堂設計和學習顯證之時，建議教師亦按照各自學生的能力和特質，選擇及採用部分教學內容和活動，並因應個別學生的學習需要作出調適。