

## 題目：在常識科推動編程教育的策略

講者： 林從敏博士（教育局 小學校本課程發展組）  
李澤茵老師、陳佩筠老師（佛教慈敬學校）  
潘佩華老師、楊曉君老師（深井天主教小學）

### 引言

為了裝備學生面對科技帶來的急速變化，學校開始將編程教育從拔尖課後活動，逐漸滲入常識科常規課程，期望學生能透過應用編程解決生活問題，從而發展計算思維。然而，過程中遇到不少的挑戰，例如選材、探究的模式、教學法等。本文藉佛教慈敬學校四年級的「智能灑水器」跨科協作活動，及深井天主教小學五年級的「智能生活」專題研習，以闡釋在常識科運用 micro:bit 設計校本編程解難活動及發展學生計算思維的策略。

### 課程文件更新

教育局在《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》的概覽中，建議學生從小接觸編程，以面對資訊年代急速的轉變(課程發展議會，2015)。為配合時代的變遷，《小學常識科課程指引(小一至小六)》(課程發展議會，2017)，在第二學習階段亦加入了應用編程解決問題的元素。與此同時，《計算思維-編程教育(小學課程補充文件)》(課程發展議會，2017)亦列出期望透過編程教育發展學生的計算思維，到底什麼是計算思維?在推動時要注意什麼?

### 計算思維是什麼?

學者 Selby(2015)指出計算思維是解難的過程，包括拆解、抽象化、歸納、算法及除錯和評估。

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 拆解(Decomposition)：          | 將一個複雜的問題拆成數個小問題，令學生更容易掌握。   |
| 抽象化(Abstraction)：           | 決定哪一些細節是重要的或無關係的。   |
| 歸納(Generalization)：         | 解難的重要步驟，找尋相似的規律，將解決方案應用於其他難題。   |
| 算法及除錯(Algorithm and debug)： | 以一連串合乎邏輯的指示來達致指定目標，這個過程是人性化的，不是計算機的思維模式，卻是與實際世界系統的互動，因此很多時候，學生需要思考程式怎樣配合人的需要。 |
| 評鑑(Evaluation)：             | 包括評估解難過程、效能、成果和資源運用   |

我們不難發現在產品設計過程中也經常運用以上的元素，令產品更切合人們的需要。因此，兩所學校期望讓學生設計不同的產品以解決生活問題。

## 不同的探究模式

常識科強調以學生為中心的探究式學習，學者 Zion & Mendelovici(2012)指出有不同的探究模式，分別是結構式探究、引領式探究和開放式探究。結構式探究主要是由老師帶領整個探究過程，由探究問題以至探究成果，均是由老師主導，學生跟隨老師的指示，達致預設的成果。雖然學生發揮的空間較少，但學生能經歷整個探究過程及發展當中涉及的技能，為開放式探究奠下良好的基礎。表一展示了三種探究模式的特性。

表一：三種探究模式的特性

|      | 結構式  | 引領式       | 開放式  |
|------|------|-----------|------|
| 探究問題 | 老師提出 | 老師提出      | 學生提出 |
| 探究過程 | 老師主導 | 老師/學生     | 學生主導 |
| 探究步驟 | 老師主導 | 老師與學生一起設計 | 學生主導 |
| 探究成果 | 預設成果 | 預設/未知     | 未知   |

兩所協助學校在設計編程活動時，考慮了學生的能力和過往的學習經歷，選取不同的探究模式設計活動。佛教慈敬學校考慮到四年級學生未曾運用 micro:bit 進行產品設計，學生剛踏入第二學習階段，在編程能力和設計產品的能力均未有具體經驗，於是老師運用了結構式探究，由老師提出探究問題，引領學生進行探究，讓學生在探究過程當中，發展計算思維及協作解難能力。深井天主教小學五年級的學生曾經進行結構式探究，如運用編程設計智能風扇產品，另外電腦科也教授了基本的編程技巧。基於學生對探究過程及編程已有一定的掌握，老師嘗試運用開放式探究設計專題活動，讓學生從生活中發現問題，以改善生活為前提，自行決定需要製作的產品。這樣不但能令學生更加投入，亦能發揮自主學習的精神。

### 協作學校一：佛教慈敬學校

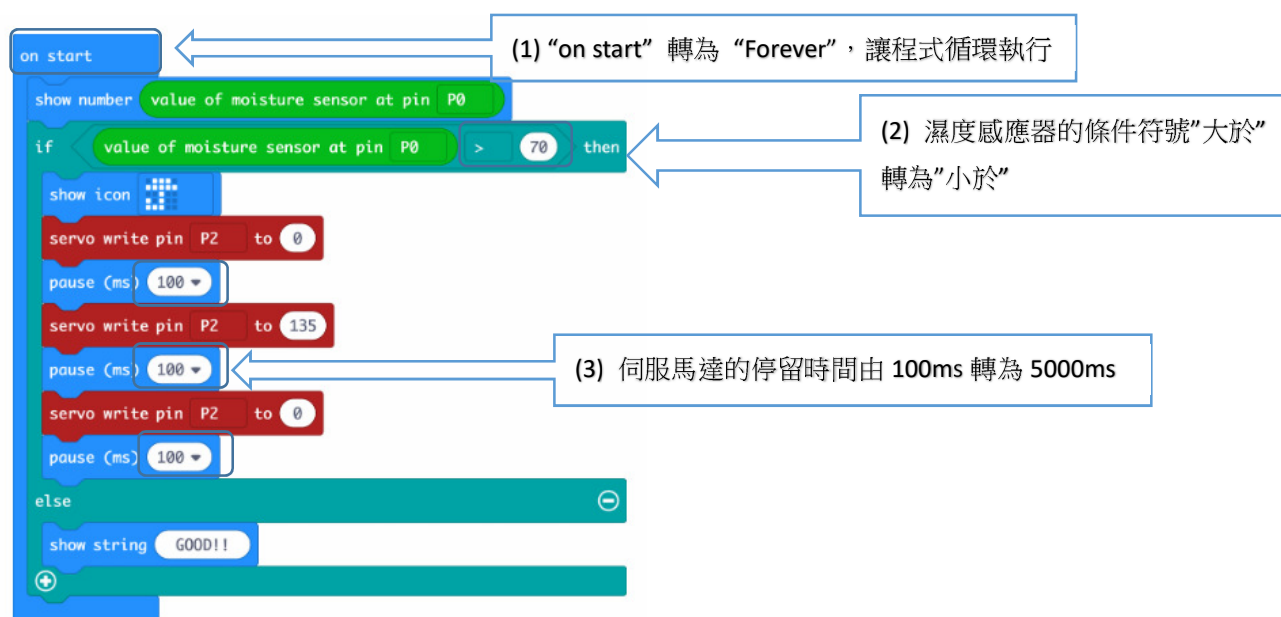
學校於三年級已經在資訊科技課引入 micro:bit，本學年常識科與資訊科技課嘗試在四年級進行跨科協作，在資訊科技課教授編程技巧，並於常識科進行生活解難。老師以結構式探究為設計取向，配合學校透過種植，培養學生的價值觀，讓四年級的學生設計及製作「智能灑水器」。期望學生進行探究時，掌握植物生長的條件，運用計算思維來解決長假期沒有人為盆栽澆水的問題，亦培養學生愛護植物的態度和堅毅精神。老師以二年級種綠豆的經驗作為引入，提問學生有關澆水的情況，著學生以 micro:bit 的智能裝置幫助二年級的同學。在教學過程中透過不同的活動發展學生的計算思維，表二闡述當中的設計重點。

表二：四年級「智能灑水器」的跨科模式

| 科目        | 內容及<br>涉及的計算思維   | 教學目標  | 課時     |
|-----------|--|---|--------|
| 資訊<br>科技課 | micro:bit 入門篇<br>(重溫簡單的操作)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 重溫甚麼是 micro:bit</li> <li>● 重溫簡單的編程</li> </ul>  | 60 分鐘  |
| 資訊<br>科技課 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 情景引入</li> <li>● 介紹 micro:bit 及擴展板 Tinker Kit</li> <li>● 介紹濕度感應器</li> <li>● 認識流程圖</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 從二年級種綠豆的經驗及農夫耕種的例子，說出智能灑水器的重要性</li> <li>● 接駁 Tinker Kit 及濕度感應器</li> <li>● 認識設計流程</li> <li>● 評鑑程式，並進行除錯</li> </ul>  | 60 分鐘  |
| 常識科       | 潔淨的食水  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 分析缺水對生活和農業的影響</li> <li>● 說出節約用水的方法</li> </ul>  | 60 分鐘  |
| 資訊<br>科技課 | 學習使用 micro:bit 和<br>伺服馬達<br><br>● <b>算法及除錯</b> ：檢視不完整的程式   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 從例子中認識伺服馬達的運作</li> <li>● 使用簡化的量角器進行量度活動</li> <li>● 連接 micro:bit、擴展板與伺服馬達(servo motor)</li> <li>● 運用編程控制伺服馬達轉動不同的角度</li> </ul>                                    | 60 分鐘  |
| 常識科       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>拆解</b>：探究及測試不同的情況<br/>(a)濕度感應器<br/>(b)比較不同情況下濕度感應器的讀數(濕潤的泥土、乾的泥土、水)<br/>(c)伺服馬達的角度</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製作腦圖，展示設計智能灑水器時需要考慮的因素</li> <li>● 探究濕度感應器與測試物的接觸面如何影響其讀數</li> <li>● 測試及比較不同情況下濕度感應器的讀數</li> <li>● 討論伺服馬達轉動的角度</li> <li>● 討論除了伺服馬達轉動的角度外，還有甚麼因素會影響出水量？</li> </ul> | 120 分鐘 |
| 常識科       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>算法及除錯</b>：檢視有問題的程式</li> <li>● <b>抽象化</b>：製作流程圖</li> <li>● 選取合適的物料製作智能灑水器</li> <li>● 分享設計圖</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 評鑑程式，並進行優化改良</li> <li>● 畫出設計圖，列出所需要的物資、運用標籤作簡單介紹，並寫出物件的大小</li> <li>● 製作流程圖</li> <li>● 討論智能灑水器所需要的程式碼</li> </ul>  | 120 分鐘 |
| 資訊        | ● <b>算法及除錯</b> ：   | ● 編寫智能灑水器的程式碼   | 60 分鐘  |

|     |  |   |        |
|-----|--|---|--------|
| 科技課 | 編寫程式   | ● 進行測試及除錯   |        |
| 常識科 | ● <b>算法及除錯</b> ：製作灑水器、優化設計                             | ● 製作智能灑水器<br>● 進行測試及改良  | 120 分鐘 |
| 常識科 | ● <b>評鑑</b> ：小組成果展示、改良和反思<br>● <b>歸納</b> ：將解決方案應用於其他難題 | ● 展示及示範智能灑水器<br>● 評鑑及反思智能灑水器<br>● 進行個人自評及小組互評<br>● 歸納及說出方案如何應用於其他生活難題 | 60 分鐘  |

在探究過程中，老師協助學生訂立濕度感應器的數值和伺服馬達的輸出角度，亦會讓學生評鑑有問題的程式(圖一)。經過小組討論後，學生能找出程式的三個問題並提出具體的改良方法：(1)學生能說出程式循環的重要性；(2)發現程式的條件問題，若果濕度感應器的數值大於 70 時，灑水器應停止運作，因此程式內的數學符號應改為「小於」；(3)另外伺服馬達的停留時間不足，導致沒有足夠時間進行澆水，因此停留時間由 0.1 秒增加至 5 秒。這樣的過程不但有助學生思考程式如何與實物進行互動，亦提升他們評鑑程式和除錯的能力。

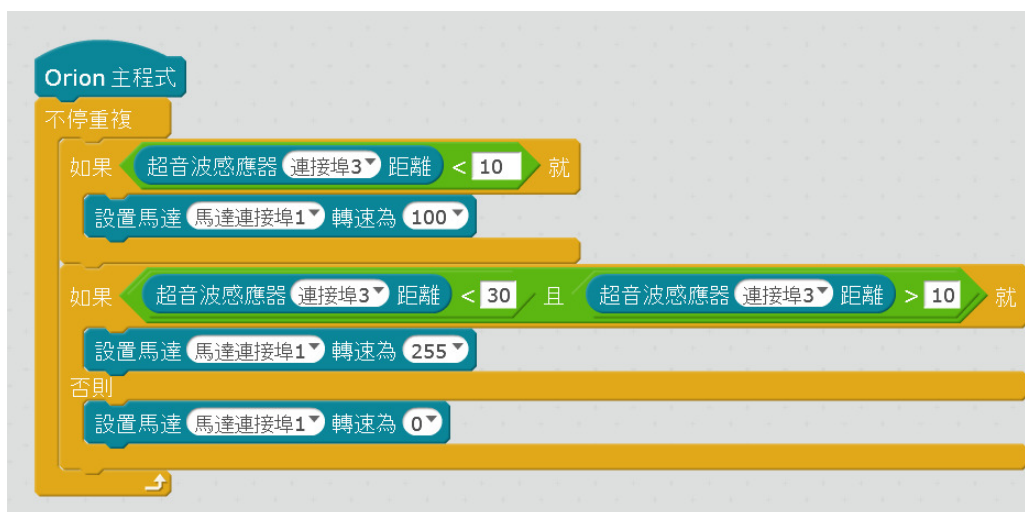


圖一：老師提供智能澆水器的程式，讓學生進行評鑑

其後，小組製作流程圖和繪畫設計圖，揀選大小合適的器皿製作智能灑水器。在過程中，學生不斷地改良及優化裝置，令其能暢順地運作。小組在反思時提出可將幼飲管改為粗飲管，從而增加出水量，另提出程式中伺服馬達的停留時間太短的時候，也會影響出水量。小組在製作澆水器後，將其應用在種植「一人一花」計劃中，測試裝置的可行性及持續地運作一個月的效果。過程中學生不但應用編程進行生活解難，還能培養他們愛護植物和堅毅的態度。

## 協作學校二：深井天主教小學

學校於四年級試後活動已進行了結構式探究，讓學生製作並編寫智能風扇的程式。雖然學生首次接觸 makeblock 的硬件及程式，但學生已在電腦科學習 scratch 編程。從活動過程中，可看到學生對於用積木疊出程式已有一定的認識，編程能力較高的學生更能根據風扇與人的距離而改變風速，距離愈小，風速愈小(圖二)。由此可見，學生能將電腦科學習的編程技巧應用於生活情境中。



圖二：編程能力較高的學生的程式

承接去年的編程活動，學校於五年級進行了開放式的專題研習，主題為「智能生活」，進一步讓學生發揮創意、應用編程於產品設計以解決生活難題。學校選取了 micro:bit 及 robotbit 作為硬件，由於學生未曾接觸 micro:bit，老師先在課題「聲音的探究」和「電的探究」中加入了 micro:bit 的活動，讓學生運用 micro:bit 量度音量和不同物件的導電性，有別於過往觀察燈泡是否發光而決定物料的導電性，學生能夠認識科技如何幫忙進行探究及令觀察數據化。隨後老師教授編程時，除了加入不同感應器的輸入和馬達的輸出外，還設計不同程度的任務讓學生進行算法及除錯。另外，為了讓學生更理解探究過程，老師設計了嬰兒哭聲提醒器的個案，展示如何運用編程裝置提示媽媽照顧在房內哭喊的嬰兒。表三列出教學內容及教學過程中涉及的計算思維。

表三：五年級「智能生活」的專題研習模式

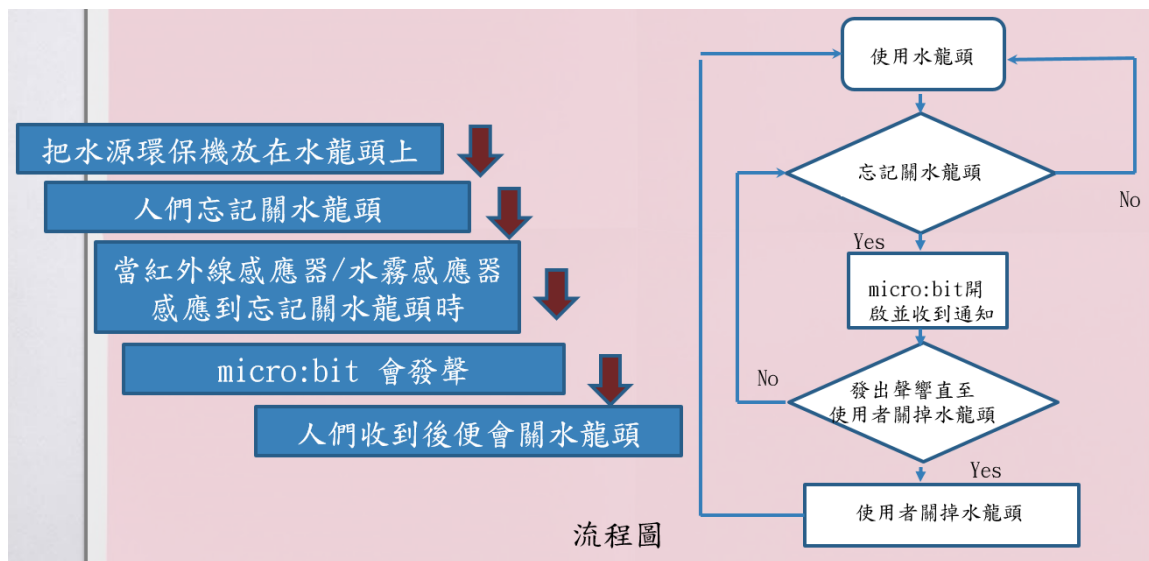
| 內容及<br>涉及的計算思維  | 教學目標  | 課時     |
|---|---|--------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 聲音的探究：隔音物料<br/>(初步認識 micro:bit)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 認識 micro:bit 及聲音感應器</li> <li>● 使用 micro:bit 及感應器量度及記錄音量</li> <li>● 比較音量讀數及找出不同物料的吸音效能</li> </ul>   | 35 分鐘  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電的探究：導電體與絕緣體<br/>(初步認識 micro:bit)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 運用 micro:bit 量度不同物件的導電性</li> <li>● 記錄和比較不同物件的導電性</li> </ul>  | 35 分鐘  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Micro:bit 不同感應器的簡介</li> <li>● STEM 校本研習冊第一部份<br/><b>算法及除錯</b>：老師提供不完整的程式</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 認識 micro:bit 編程介面</li> <li>● 認識內置光感應器及溫度感應器</li> <li>● 認識 Robotbit 擴展板及其功能(LED、蜂鳴器)</li> <li>● 接駁 Robotbit 擴展板及馬達</li> <li>● 接駁外置聲音感應器、人體紅外線感應器</li> <li>● 運用不同的感應器完成編程任務</li> </ul> | 140 分鐘 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● STEM 校本研習冊第二部份</li> <li>● 專題個案：嬰兒哭聲提醒器<br/><b>拆解</b>：腦圖及六何法<br/><b>抽象化</b>：流程/流程圖<br/><b>歸納</b>：由嬰兒哭聲提醒器遷移至小組的專題設計</li> <li>● 專題簡介及引導構思</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 認識腦圖及六何法如何幫忙拆解問題</li> <li>● 認識解難事件發生的次序</li> <li>● 將解難事件發生的次序轉化成流程圖</li> <li>● 從老師提供的例子，找出共通處，並構思自己的專題產品設計</li> </ul>  | 35 分鐘  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>拆解、抽象化、算法及除錯、歸納、評鑑</b>：專題製作、產品製作及測試</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 生活難題設定、專題構思、產品設計及製作<br/>(設計圖/程式和模型製作)</li> </ul>   | 140 分鐘 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>評鑑</b>：小組匯報及互評</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 匯報及展示專輯</li> <li>● 進行小組自評及互評</li> </ul>  | 70 分鐘  |

從學生的作品可見，小組的產品具獨特性，產品製作的動機均是希望幫助身邊不同的人士，有的是令生活更方便的產品，如：智能垃圾桶，當垃圾桶滿了，便提示人們清理垃圾；有的是健康產品，如長者雨傘和健康計步器等；有的是節能產品，如水源環保機、自動電燈等；有的是學習工具，如幼兒學習盒及供老師在課堂使用的抽籤器；有的是安全產品，如：神奇杯墊，用作提醒視障人士水溫過高或水位超過指定位置時而發出聲響。以下是其中兩組學生的事例：

### 學生專題事例一：水源環保機

創作背景：香港人用水量驚人，每人每日平均用水量 220 公升，比全球高 30%。健忘人士在洗手後忘記關上水龍頭，非常浪費。雖然家中的水龍頭可以改為紅外線感應開關，但價錢昂貴，因此希望製作產品，外加在水龍頭及洗手盆內，更經濟及可行。

探究過程：學生運用腦圖和六何法先分析問題，再構思流程圖，在選用紅外線及水霧感應器作為條件的輸入後，便進程式的編寫及測試，學生經過不斷的測試，才設定若水霧感應器的數值超過 300 和紅外線感應器偵測到沒有人時，水源環保機會發出聲響提示人們關水龍頭。學生在製作產品後，更訪問不同人士對產品的評價，歸納其他人意見後進一步反思如何改良產品(見圖三)。



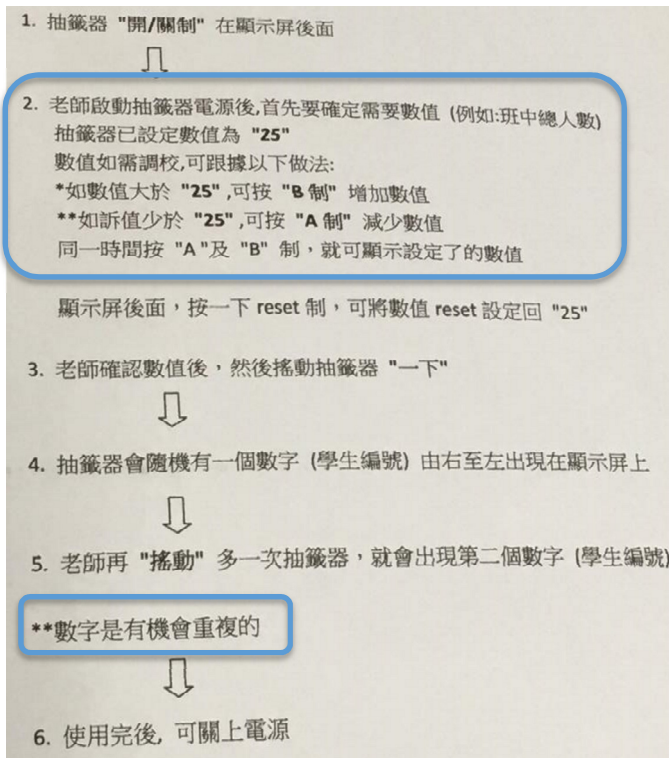
圖三：學生製作水源環保機的流程圖及程式



## 學生專題事例二：抽籤器

創作背景：老師在課堂會用雪條棍來抽選同學回答問題，但這樣要用大量雪條棍和老師抽籤時可能會被木屑刺傷，因此小組想到製作電子抽籤器，既環保又方便。

探究過程：學生運用腦圖和六何法先分析問題，再構思流程圖，仔細考慮操作時的情況，如不同班別的總人數會有差異，因此要先設定最大數值才進行隨機抽籤，其後進行程式的編寫及測試。學生更考慮到程式的限制，如所抽取的數值有機會重複，因此加入條件的算法，從而避免連續抽到同一數值。另外，學生自擬問卷訪問同學對抽籤器的評價，從而反思如何改良(圖四)。



學生能考慮不同班別的總人數

學生能考慮編程的限制



圖四：學生製作抽籤器的流程圖及程式



從課堂觀察可見，學生除了匯報及展示小組成果，還專心聆聽其他組別的匯報及給予建議。學生從程式方面及產品可行性等方面評鑑其他組別，有的同學更建議使用其他感應器，令產品更具效能。在互評的過程中，學生的計算思維、協作解難能力也得以提升。學生在專題後分享所學，指出透過今次的專題研習，讓他們能夠從日常生活中發現問題及解決方法、應用編程解決生活難題；在技能方面，他們能夠透過搜集新聞資料找重點、聽取及收集別人意見，不斷改善產品；在態度方面，他們則能夠學習互相欣賞、鼓勵和幫助、發揮隊團合作精神和增加學習主動性，更有效地進行自主學習。

## 總結及展望

從兩所協作學校的經驗，我們看到老師在選材方面，均是以生活為題材，讓學生細心觀察身邊的事件，找出具意義的生活難題，創作智能產品以改善生活。無論學校採用結構式還是開放式的探究，均提供不少機會讓學生評鑑不完整或有問題的程式，從而提升學生的計算思維。此外，因應學生在編程能力上的差異，學校設計了不同程度的任務以照顧學生的多樣性，讓學生發揮所長。進行開放性探究時，具體的生活解難例子，如嬰兒哭聲提醒器能讓學生預先想像探究過程及將解難方案遷移至其他情境。

綜觀整個過程，老師無論在課時安排、人手編配以至教學設計，花了不少心思和精力。學校將過往的專題改為開放式的探究，在課時上需較長的時間，因此學校需有系統地進行課程統整，靈活運用課時教授編程。另外，在開展的時候，安排同一老師任教資訊科技堂及常識科，令課堂安排更具彈性。長遠而言，多透過校內分享、教師專業培訓，讓其他老師均掌握有效的編程教學策略。雖然編程的硬件與軟件持續更新，但當中的解難和計算思維，卻是可遷移的技能。最重要是透過運用科技創作產品的過程，讓學生欣賞科技為人類帶來的貢獻，透過不斷測試來培養學生堅毅的精神，從而面對科技日新月異帶來的變化。

## 參考文獻

1. Selby, C. (2015). *Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's Taxonomy*. The 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, United Kingdom. pp. 80-87. DOI:10.1145/2818314.2818315
2. Zion, M. & Mendelovici, R. (2012). *Moving from structured to open inquiry : Challenges and limits*. Science Education International, 23(4), 383-399.
3. 課程發展議會(2015)。 **推動 STEM 教育—發揮創意潛能**。香港：課程發展議會。取自 [https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview\\_c.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_c.pdf)
4. 課程發展議會(2017)。 **小學常識科課程指引(小一至小六)**。香港：課程發展議會。取自 [http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/gs-primary/Primary\\_General\\_Studies\\_Curr\\_Guide\\_Chi\\_2017.12.7.pdf](http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/gs-primary/Primary_General_Studies_Curr_Guide_Chi_2017.12.7.pdf)
5. 課程發展議會(2017)。 **計算思維-編程教育(小學課程補充文件)**。香港：課程發展議會。取自 [https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supplement\\_CT\\_chi\\_draft.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supplement_CT_chi_draft.pdf)