



計劃總結報告

計劃編號 : 2013/0618

甲部

計劃名稱：「知識無界」— 代數領域

機構/學校名稱：東華三院鄺錫坤伉儷中學

計劃進行時間：由 2/2015 (月/年) 至 1/2017 (月/年)

乙部

填寫此部份報告前，請先詳閱讀「優質教育基金計劃總結報告填寫指引」。

請另頁(A4 紙)書寫，就以下項目作出總結報告：

1. 達成目標
2. 計劃對學習成效、專業發展及學校發展的影響
3. 自我評鑑計劃的成本效益，需清楚列出有關指標及衡量準則
4. 成品及推廣模式，及外間對那些推廣活動的反應
5. 活動一覽表
6. 計劃實施時所遇到的困難及解決方法

計劃負責人姓名：

受款人姓名*：

簽名：

簽名：

日期：

日期：

*計劃總結報告須經「網上計劃管理系統」提交。一經提交，報告將被視為已經由校監／機構主管或代表機構簽署優質教育基金撥款協議書的人士確認。



1. 能否達成目標

截至 2017 年 1 月底，我們剛好完成計劃內所擬定之所有活動，這包括一次的校際數學競賽。該次競賽，邀請了四間友校共同參與，分別是 中學、東華三院 中學、東華三院 中學及 中學、及東華三院 中學，最後由東華三院 中學的 4 班同學奪魁，而該校 4 班同學得第二名，敝校 5 班同學得第三名。是次競賽，其實是讓友校同學對系統小試牛刀，所得反應卻是異常地好。雖然，參與比賽的同學都是由老師揀選，但比賽在友校卻掀起了一股熱潮，據友校老師的回報，不少同學都是在看到其他同學比賽時，心動而自薦參賽，足證系統在處理小測功能上的成功。我們還意外地發現，原來不少同學對於「巢式括號」(Nested Brackets)都處理不善，他們很多都不曉得，多重括號是由內而外拆除，他們逆向拆除括號，以致未能得出正確答案。

有一事值得一提，就是於去年 7 月，我們的老師親訪了東華三院 中學及 中學的友校數學科老師，示範並解說了系統的功能，友校同儕亦不吝賜教，彼此交流觀摩，委實獲益良多。

正正由於是次交流帶出了不少新構思，而這些構思都是前線工作者的肺腑之想，不可多得！為求令系統可以更臻完善，縱然友校老師的建議繁多，我們仍努力不懈地將此等建議融合系統之內，以致系統開發時間呈現緊絀，尙幸計劃可以如期完成。至於系統已完成之章節如下：

時間表 - 製作學習軟件:

	數學單元	完成日期	開發時間
1.	整數四則	2015 年 7 月	7 個月
2.	小數四則		
3.	有向數		
4.	分數四則	2015 年 10 月	3 個月
5.	一元代數方程	2015 年 12 月	2 個月
6.	代數式變換主項	2016 年 2 月	2 個月
7.	多項式運算	2016 年 4 月	2 個月
8.	因式分解	2016 年 6 月	2 個月
9.	整數指數律	2016 年 8 月	2 個月
10.	代數分式運算	2016 年 10 月	2 個月

整個系統的複雜性，委實遠遠超出我們想像，然而，內心的一腔熱火從未退卻，更遑論半絲放棄之念。現下所見成果，實教我們雀躍不已。系統於上述 10 課單元的計算能力，可從以下的畫面抓圖略知一二：



1) 整數四則

The screenshot shows a MathoDesk worksheet titled "Worksheet". The input field contains the expression $1 - (-13 - (-3) \times 2) - 3$. The software's built-in calculator shows the step-by-step solution:
$$\begin{aligned} &= 1 - (-13 - (-6)) - 3 \\ &= 1 - (-13 + 6) - 3 \\ &= 1 - (-7) - 3 \\ &= 1 + 7 - 3 \\ &= 8 - 3 \\ &= 5 \end{aligned}$$

The interface includes a toolbar at the top with icons for file operations, a status bar showing the date and time (2015/3/17, 13:43:51), and a message area with a cartoon character and a welcome message.

2) 小數四則

The screenshot shows a MathoDesk worksheet titled "Worksheet". The input field contains the expression $0.1 + 1.2 \times (3.5 - 2.1) - 0.8$. The software's built-in calculator shows the step-by-step solution:
$$\begin{aligned} &= 0.1 + 1.2 \times 1.4 - 0.8 \\ &= 0.1 + 1.68 - 0.8 \\ &= 1.78 - 0.8 \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

The interface is identical to the first screenshot, featuring a toolbar, status bar, and message area.



3) 有向數

The screenshot shows the MathoDesk software interface. The input field contains the expression $(-2) + (+3) \times (-4) - (-6)$. The software has processed it step-by-step:

$$\begin{aligned}
 &= (-2) + 3 \times (-4) - (-6) \\
 &= (-2) + (-12) - (-6) \\
 &= (-2) - 12 - (-6) \\
 &= (-14) - (-6) \\
 &= (-14) + 6 \\
 &= -8
 \end{aligned}$$

The right side of the screen features a cartoon character, a calculator, and a numeric keypad. A note at the bottom right says "小貼士：先乘除，後加減。"

4) 分數四則

The screenshot shows the MathoDesk software interface. The input field contains the expression $\frac{2}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{5} + \frac{9}{7}$. The software has processed it step-by-step:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} + \frac{12}{15} - \frac{4}{5} + \frac{9}{7} \\
 &= \frac{14}{3} - \frac{4}{5} + \frac{9}{7} \\
 &= \frac{70}{15} - \frac{12}{15} + \frac{9}{7} \\
 &= \frac{58}{15} + \frac{9}{7} \\
 &= \frac{406}{105} + \frac{135}{105} \\
 &= \frac{541}{105}
 \end{aligned}$$

The right side of the screen features a cartoon character, a calculator, and a numeric keypad. A note at the bottom right says "小貼士：先乘除，後加減。"



5) 一元代數方程

以 x 為主項，解下列方程：

$$x + 2(3x - 6) = 12x + 5$$

$$x + 6x - 12 = 12x + 5$$

$$7x - 12 = 12x + 5$$

$$7x - 12x = 5 + 12$$

$$-5x = 17$$

$$x = \frac{17}{-5}$$

$$x = -\frac{17}{5}$$

輸入欄: $x+2(3x-6)=12x+5$

6) 代數式變換主項

$\frac{4x - 2y(x + 10)}{3} = \frac{12x}{5} + 3$

$$\frac{12x}{3} - \frac{2y(x + 10)}{3} = \frac{12x}{5} + \frac{15}{5}$$

$$\frac{12x - 2y(x + 10)}{3} = \frac{12x + 15}{5}$$

$$\frac{2(6x - y(x + 10))}{3} = \frac{3(4x + 5)}{5}$$

$$\frac{2(6x - xy - 10y)}{3} = \frac{3(4x + 5)}{5}$$

$$(5)(2)(6x - xy - 10y) = (3)(3)(4x + 5)$$

$$60x - 10xy - 100y = 36x + 45$$

$$60x - 10xy - 36x = 45 + 100y$$

$$24x - 10xy = 45 + 100y$$

$$x(24 - 10y) = 45 + 100y$$

$$x = \frac{45 + 100y}{24 - 10y}$$

$$x = \frac{5(9 + 20y)}{2(12 - 5y)}$$

輸入欄: $4x-2y(x+10)/3=12x/5+3$



7) 多項式運算

The screenshot shows the MathDesk software interface. In the input field, the expression $2x^2 + 3xy^2 - 6xy^2 + 5x^2 + 8y^3$ is entered. The software has simplified it to $= 2x^2 - 3xy^2 + 5x^2 + 8y^3$, and then further to $= 7x^2 - 3xy^2 + 8y^3$. The right panel features a cartoon character and a help section with the note "小貼士：先乘除，後加減。".

8) 因式分解

The screenshot shows the MathDesk software interface. In the input field, the expression $p^3 - 5p^2 - p - q + 5 + p^2q$ is entered. The software has factored it into $= p^3 - 5p^2 + p^2q - p - q + 5$, then grouped terms to show $= (p^3 - 5p^2 + p^2q) + (-p - q + 5)$, and finally factored it into $= p^2(p - 5 + q) - (p + q - 5)$, $= p^2(p - 5 + q) - (p - 5 + q)$, $= (p^2 - 1)(p - 5 + q)$, and finally $= (p + 1)(p - 1)(p - 5 + q)$. The right panel features a cartoon character and a help section with the note "小貼士：先乘除，後加減。".



9) 整數指數律

MathoDesk 知識無界

輸入 說明(Q)

2015/6/17 13:51:31 guest

工作紙 Worksheet | 退去記錄 History | 網上資源 Resources | 成績 Result

$$\begin{aligned} & \frac{(2x^3y)^3(6xy^2)^2}{3xy} \\ &= \frac{8x^9y^3(6xy^2)^2}{3xy} \\ &= \frac{8x^9y^3 \times 36x^2y^4}{3xy} \\ &= \frac{288x^{11}y^7}{3xy} \\ &= 96x^{10}y^6 \end{aligned}$$

列印

輸入欄: $((2x^3y)^3(6xy^2)^2)/3xy$

MathoDesk 知識無界

最近更新

簡易鍵盤(B) 手寫盤(W) 語音輸入(V)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
+ - × ÷ / . ^ () =
a b c d e f g h i j
k l m n o p q r s t
u v w x y z 擦除

小貼士：
先乘除，後加減。

10) 代數分式運算

MathoDesk 知識無界

輸入 說明(Q)

2015/6/17 17:31:34 guest

工作紙 Worksheet | 退去記錄 History | 網上資源 Resources | 成績 Result

$$\begin{aligned} & \frac{1}{x+1} + \frac{2}{(x+1)(x+2)} \\ &= \frac{x+2}{(x+1)(x+2)} + \frac{2}{(x+1)(x+2)} \\ &= \frac{x+2+2}{(x+1)(x+2)} \\ &= \frac{x+4}{(x+1)(x+2)} \end{aligned}$$

列印

輸入欄: $1/(x+1)+2/((x+1)(x+2))$

MathoDesk 知識無界

最近更新

簡易鍵盤(B) 手寫盤(W) 語音輸入(V)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
+ - × ÷ / . ^ () =
a b c d e f g h i j
k l m n o p q r s t
u v w x y z 擦除

小貼士：
先乘除，後加減。

由於系統的開發已告一段落，而計劃原先擬定之活動業已全部完成，所以，計劃的目標已經達到。

2. 計劃影響

透過本計劃，敝校師生委實獲益良多。此計劃拓闊了我們師生的眼界，讓我們得此良機，可以於資訊科技的領域，窺探最前衛的程式編寫技巧，再運用這些技巧於數學代數的解難範疇，寓理論於實踐。運用所學，去建構自己的夢，此等經驗讓人永誌不忘。

系統背後的理念是宏大，利用科技實現數學教育的自主學習，只是編程技巧未必能趕上與理念匹配，以致未能完全實現心中的宏圖。這種情況，可能需要時間的洗練，一點一滴的修補，系統才能變得更完整。

敝校的數學支援班，將來會繼續沿用此系統，去協助有需要的同學。而本系統的維護與改良，將會延綿不絕，只要是好的構思，不論是何艱鉅，保證都會被納入系統之內！我們亦會繼續向屯門區之友校推介，務求讓更多人認識本系統。

3. 自我評鑑計劃成本效益

計劃內所要開發的一套學習系統，其實建基於敝校一位老師十年前(2005)的一個構思，在這十年間，該老師從未間斷研究，所以目下暫時所見的成果，乃集其十年所成，但見已能實踐原先計劃之目標：



- (i) 系統具備運算代數的智能，圖中所見是一條複雜的「變換主項」問題，但系統照樣解答如儀。

The screenshot shows a window titled "MathoDesk 知識無界". The input field contains the equation $4x - \frac{2y(x+10)}{3} = \frac{12x}{5} + 3$. The software has performed several steps of simplification:

$$\begin{aligned} 4x - \frac{2y(x+10)}{3} &= \frac{12x}{5} + 3 \\ \frac{12x}{3} - \frac{2y(x+10)}{3} &= \frac{12x}{5} + \frac{15}{5} \\ \frac{12x - 2y(x+10)}{3} &= \frac{12x + 15}{5} \\ \frac{2(6x - y(x+10))}{3} &= \frac{3(4x + 5)}{5} \\ \frac{2(6x - xy - 10y)}{3} &= \frac{3(4x + 5)}{5} \end{aligned}$$

Below these, the system has identified errors in the student's work:

$$\begin{aligned} (5)(2)(6x - xy - 10y) &= (3)(3)(4x + 5) \\ 60x - 10xy - 100y &= 36x + 45 \\ 60x - 10xy - 36x &= 45 + 100y \\ 24x - 10xy &= 45 + 100y \\ x(24 - 10y) &= 45 + 100y \\ x = \frac{45 + 100y}{24 - 10y} & \\ x = \frac{5(9 + 20y)}{2(12 - 5y)} & \end{aligned}$$

The input field at the bottom shows the original equation: $4x - 2y(x+10)/3 = 12x/5 + 3$.

- (ii) 系統具備批改的智能，若用家某步有錯謬，系統可以於批改後予以糾正，並給予整體答案一個評分。

The screenshot shows a window titled "MathoDesk 知識無界". The input field contains the equation $4x - \frac{2y(x+10)}{3} = \frac{12x}{5}$. The student has made several errors, which are marked with a red X:

$$\begin{aligned} 4x - \frac{2y(x+10)}{3} &= \frac{12x}{5} \\ \frac{12x}{3} - \frac{2y(x+10)}{3} &= \frac{12x}{5} \checkmark \\ \frac{12x - 2y(x+10)}{3} &= \frac{12x}{5} \checkmark \\ \frac{12x - 2yx + 20y}{3} &= \frac{12x}{5} \times \end{aligned}$$

The system has provided a correction for the last step:

正確步驟: $\frac{12x - 2xy - 20y}{3} = \frac{12x}{5}$

The input field at the bottom shows the original equation: $4x - 2y(x+10)/3 = 12x/5$.



(iii) 系統亦具備讓使用者「改正」的功能，逐步提點使用者，直至其完成正確答案。

The screenshot shows a MathoDesk interface. In the center, there is a workspace with the text "改正" (Correction). Below it, three steps of a mathematical equation are shown with red checkmarks indicating they are correct:

$$\frac{4x - 2y(x + 10)}{3} = \frac{12x}{5}$$

$$\frac{12x - 2y(x + 10)}{3} = \frac{12x}{5} \checkmark$$

$$\frac{12x - 2y(x + 10)}{3} = \frac{12x}{5} \checkmark$$

On the right side of the interface, there is a cartoon character, a search bar, a numeric keypad, and a message board.

(iv) 系统具备小测功能，能纪录使用者的每次成绩，以作日後分析之用。

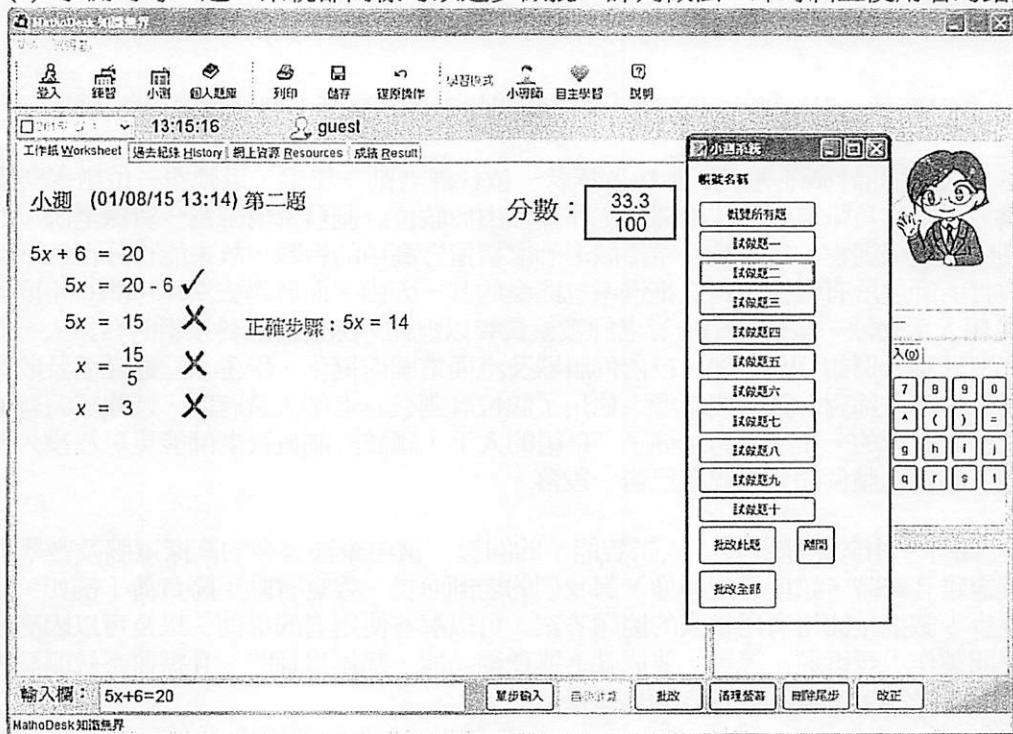
The screenshot shows a MathoDesk interface with a test results summary window open. The title of the window is "小測試 (01/08/15 13:14)". Inside, a table lists ten math questions and their scores:

(1)	$\frac{2x}{3} + 3 = 12$	100
(2)	$5x + 6 = 20$	33.3
(3)	$2x + 3(x - 4) = 12$	40
(4)	$3 - x + 5(2 + x) = x - 4$	0
(5)	$2(3x + 1) - 2(x - 3) = 12$	0
(6)	$3(x + 6) = 2x - (x - 5)$	0
(7)	$7 - 2(x - 3) = x - 4(x + 6)$	0
(8)	$3x - 4(x - 5) = 5(2x + 3) + 1$	0
(9)	$x + 3(x + 1) = 4(x - 2) + 5x$	0
(10)	$2(2x + 4) - x = 2x + 3 - 6(x - 1)$	0

Below the table, it says "平均分: 17.3". On the right side of the interface, there is a cartoon character, a search bar, a numeric keypad, and a message board.



(v) 小測的每一題，系統都同樣可以逐步微批、詳列做法，即時糾正使用者的錯謬。



其實，以此系統的複雜程度而言，能夠在如斯少之人力及時間下，建構出這套系統，已然難能可貴！之前，敝校曾參與電子學習試驗計劃，嘗試找商業軟件公司，為我們實現相類似的開發理念，結果所花費用大約為本計劃的一倍，但開發出來的系統，與心中所想，實在差天共地，完全不是那話兒！由此對比可見，我們以個人之力，能夠在「智能導修系統」的開發上，行至此步，可算十分成功，計劃堪稱完全符合成本效益。

4. 可推介的成果及推廣模式

刻下整個計劃業已完成，但由於系統的完成時間比較倉卒，無可避免仍或潛藏一些錯誤，但此版本的系統可被視為試用版(Beta Version)，讓真實用家為系統的偵錯出一分力，待日後有新的改良版本問世，我們再上線免費為用家更新。

推廣的模式有三，其一是將系統直接打包成一個壓縮檔，然後放自己學校網頁或香港教城網頁，供用家自由下載。其二是將系統燒成光碟，然後寄往友校同儕。其三是由敝校舉辦、或與教育局合辦工作坊，直接向全港老師推介，並讓他們試用系統。

5. 活動一覽表 詳見表四。



6. 困難及解決方法

如前所述，計劃的主要困難，來自時間的不足、及師生們電腦編程技巧的匱乏。

在原先的計劃部署裏，敝校會招聘一位代課老師一年半，以騰空一位數學科老師之教擔，好讓其司職電腦程式編寫的工作。但由於該位計劃負責老師為一資深老師，並且教授高中之文憑課程，敝校校長希望該老師繼續留守高中的教職，故未能百分百卸下該位計劃負責老師之所有教擔，這是拖慢系統開發的其一因由。而於過去 2015-2016 年度，因敝校 IT 組人手短缺，該位計劃負責老師被校長委以重任，出任資訊科技組的召集人，領導一些大型計劃，例如 WiFi900、校內伺服器及桌面電腦虛擬化、學生八達通點名及收費、電子通告等等，都對計劃造成影響，佔用了該位計劃負責老師大量時間，延誤了系統的建構。尚幸於其後的一年，校方加強了 IT 組的人手，讓該計劃負責老師能更專注投入系統之開發，此刻，整個開發過程業已告一段落。

此外，由於系統涉及「人工智能」的開發，當中牽涉繁多的高深電腦及數學理念，編程複雜且費時，難度遠超想像，對我們的老師而言，委實有點不勝負荷！例如，系統可以逐步「微批」使用者所輸入的問題答案、可以解答使用者的提問、以及可以因應使用者的提問製作「類近題」等等，要成就上述種種功能，都極為耗時，且需要系統開發者絕對的專注。是故，系統開發進度頗為緩慢。

雖然，計劃因著種種原因而被拖慢進程，最後，都因為我們的老師擁有堅毅的決心，遂將困難一一克服。



表一：目標是否達到

說明目標	與目標相關的活動	達標程度	達到目標的證據或指標	未能達到目標的理由
1. 讓師生學習電腦編程技巧	計劃內之電腦系統由敝校師生完成。	全部達到	系統的編程碼多達一萬五千句，足證敝校師生已擁有一定編程技巧。	
2. 改善同學計算代數能力	在校內試行以本系統協助學生學習。	全部達到	試用過本系統的學生，全部都認同系統能夠幫助他們學習數學。	
3. 期望學校發展成爲區內支援學障兒童的重點資源學校	向區內小學宣傳，推廣敝校。	全部達到	儘管屯門區中學收生嚴峻，今年本校的自行收生名額已達32人，尚欠一人便滿額，足證敝校在此方面的宣傳已收成效。	
4. 向友校老師推廣此系統，分享經驗。	舉辦數學比賽，讓他校師生認識本系統。將系統以光碟形式送贈，讓友校老師試玩及評價。	全部達到	已在2017年一月舉辦了一次校際數學競賽，由於時間倉卒，只邀請了5間友校參與，但參與的老師皆盛讚系統的功能，合共送出了50隻載有本系統初版的光碟予友校。	

表二：預算核對表

預算項目 (根據協議書附表 II)	核准預算 (甲)	實際支出 (乙)	變更 $[(乙)-(甲)] / (甲)$ +/- %
職員薪酬	\$511,980	\$511,980	0%
一般開支	\$13,000	\$13,000	0%



表三：計劃成果的推廣價值

項目詳情 (例如 種類、名稱、數量等)	成果的質素 及推廣價值評鑑	舉辦的推廣活動 (例如 模式、日期等) 及反應	是否值得優質教育基金推介及可供推介的可行性？如值得，請建議推廣模式
一本「計劃點滴」，概覽了整個計劃的執行細節、活動檢討，有大量的篇幅，記錄了系統開發的詳情、功能的應用、整體評價及未來展望等等。	由於本系統經歷了漫長的開發時間，當中會出現過不少啟迪人心的構思，有的在現行系統中成就了，有的卻因故被迫暫時放下了，成為未來發展的基石。此等資料，對開發類似系統的人來說，甚具參考價值。	於 2017 年 1 月，向東華三院之友校數學科老師，送贈了這本「計劃點滴」，不少老師皆表示，對計劃詳情甚感興趣，及願意試用計劃所開發之軟體。	由於這份文件記載了系統的整個孕育過程，對於有意開發同類系統的人來說，甚具參考價值，故而值得推介。推介的模式，可以是放網上供自由下載，或連系統光碟直接寄贈友校同儕。
一張載有「 」軟件的光碟，此軟件涉及「人工智能」，是我們嘔心瀝血之作，它擁有現時坊間教育軟件所欠缺的功能，絕對值得珍藏。	由 2016 年 9 月至今，敝校的數學支援班，採用了此系統來協助同學學習，成效顯著。2017 年 1 月，我們舉辦了一次校際數學競賽，雖然參與的學校數目不多，但所有試用過本系統的師生，皆給予甚佳的口碑，系統能自動批改同學的小測步驟，令人留下深刻印象。在是次比賽中，共送出 50 隻載有系統的光碟予友校。	2016 年 9 月至今，敝校其中一班數學支援班，老師一直沿用此系統，以協助同學學習。 2017 年 1 月，我們舉辦了一次校際數學競賽，有 5 間參賽中學合共約 50 人參與，同學表現出色，友校師生均對系統予以甚佳的口碑。	我們所開發的系統，是一套異常優秀的系統，擁有運算代數的人工智能，其計算核心，比一些獲獎的外國軟件還要優越，例如（全球累積下載次數達 4 千萬次，並評為 iOS 及 Android 系統上的 5 大教育軟件之一）、（HKEdCity 的 eREAP 計劃所推介的軟件）等等，詳情可參看「計劃點滴」，所以，誰說香港沒有創意人材？ 當然，系統還有很多不足之處，仍待改善。刻下可供推介的蹊徑有三，（一）將軟件放香港教城網頁，供教育界同儕免費下載；（二）直接將光碟及使用者手冊寄予友校；（三）舉辦工作坊，向大眾推廣此系統。



表四：活動一覽表

活動性質 (例如 座談會、表演等)	概略說明 (例如 日期、主題、地點等)	參加人數				參加者的回應
		學校	教師	學生	其他 (請註明)	
與友校交流活動	2016年7月，我們的老師親訪了東華三院 中學及 中學的友校數學科老師，示範並解說了系統的功能，友校同儕亦不吝賜教，彼此交流觀摩。		4			是次交流帶出了不少新構思，而這些構思都是前線工作者的肺腑之想，不可多得！
校內數學支援班	於2016年9月至今，敝校數學科老師，利用每星期一節的數學支援班，地點為本校電腦室，借此系統以協助能力稍遜的學生，改善他們計算代數之能力。	1	2	20		參與的學生，都認同此系統可幫助他們學習。
校際數學競賽	於2017年1月，舉辦了一次校際數學競賽。目的是以競賽作為引子，向友校師生推介本系統。	5	3	50		參賽有5間中學，分別是 中學、東華三院 中學、東華三院 中學、東華三院 中學及東華三院 中學，5間中學的參賽學生合共約50人，反應熱烈。