

市本資訊科技領域教學綱要 國小組

程式、設計、思維

運算思維小組

Computational Thinking

- Seymour Papert 於 1980年首次使用這個辭彙。這位 MIT 教授是 LOGO 語言的共同發明人，並且是樂高機器人專案的合作開發人。致力於推動 K-12 的資訊科學教育，並認為運算思維是學習資訊科學的主要學習目標。
- 周以真 (Jeannette Marie Wing) 於 2006 年提議應將運算思維教給所有的學生，而非僅止於學習程式設計的學生，因為運算思維這種抽象思考能力，是解決問題最有效的方法，而問題解決學習法已經應用於所有的學科。

運算思維課程內涵

程式設計課程的學習內涵，應區分為運算思維與設計思維兩個部分，運算思維：是一種解決問題的系統化方法，包含四個解決問題的步驟：

1. 理解問題並嘗試將問題拆解成容易操作的步驟
(培養解構能力，以小御大)
2. 覺察問題出現的樣式，找出規律
(培養洞察力與歸納能力，一葉知秋)
3. 將問題虛擬化並塑造成數據模型
(運用數位素養與學科知識來表徵問題，深入淺出)
4. 設計演算法解決問題
(找出系統化且通用的方法解決相同類型問題，見招拆招)

以小御大

培養解構能力：

- 將數據縮小，讓問題變容易。
- 找出問題的所有變因，並逐一想辦法控制，讓問題變單純。
- 運用演繹邏輯思考，依問題的先後順序細步化，每次只解決一小部份。將問題程序化。
- 運用歸納邏輯思考，從其他領域的類似問題導入解法。旁敲側擊法。

一葉知秋

培養洞察力與歸納能力：

- 觀察問題出現的時機點是否有規律性。
- 觀察伴隨現象或數據是否有規律性。
- 觀察處理程序是否有規律性。
- 觀察規律性是否有遞移或轉換現象，找出通用法則。

深入淺出

運用數位素養與學科知識來表徵問題：

- 使用圖像或圖表來表徵問題(例如：捷運路線圖、心智圖)
- 使用符號來表徵問題(例如： $K=(P+I)*S$) 知識=(內在經驗+外在資訊)X 分享
- 選擇適當的資料結構來建立數學模型(例如：用陣列表示迷宮)
- 運用資料流程圖，解釋問題的成因(例如：電網效率分析)
- 運用程序流程圖，構想解決問題的程序(例如：SOP)

見招拆招

找出系統化且通用的方法解決相同類型問題：

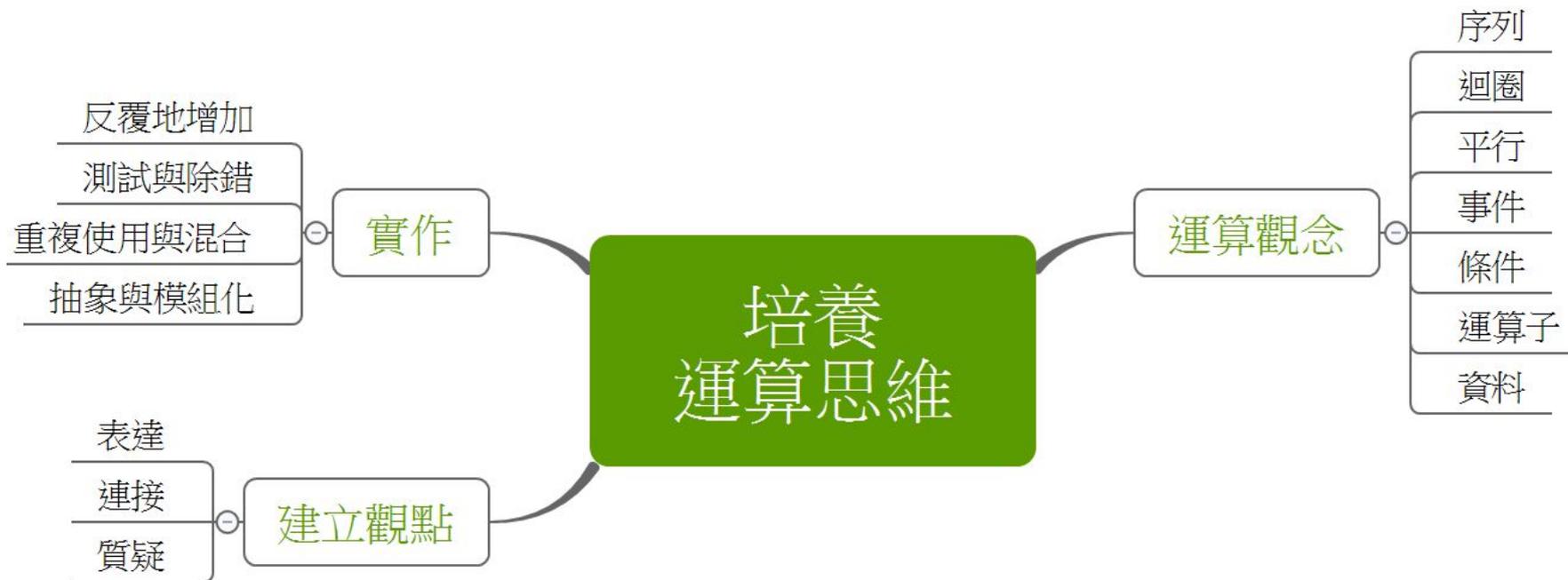
- 設計處理程序，能根據數據變化提供預測或判讀資訊。
- 檢查處理程序是否能處理例外情形。
- 將不同問題解決流程整合成一體。
- 將處理程序模組化，以便反覆利用。

運算思維的先備能力

- 閱讀理解能力(語文)
- 符號運算能力(數學)
- 邏輯組織與分析能力(哲學)
- 數位素養(非必備, 資訊)

學生須具備以上基本能力, 才能掌握運算思維, 美國教育界普遍認為國小四年級就可以在學習情境中運用運算思維。四年級以下可以先培養學習興趣並練習單項能力, 例如: 樣式識別。

皮亞傑認知發展論認為7~11歲為具體運思期, 11~16歲為形式運思期。MIT早期教育發展中心研究發現孩童從2歲可以辨識顏色後, 就具備了基本的邏輯推理能力, 例如: 分類、找相似、找不同。



什麼是設計思維？

- 設計的設計
- 關於設計的思考
- 以人類思考模式為基礎的設計（而非以電腦運算的模式）
- 基於人性的創意發想

為什麼要強調設計思維？

- 程式設計並非只是寫程式（Coding），也要學習設計原理和方法（Programming）
- 掌握運算思維幫助我們解決問題，掌握設計思維則幫助我們落實創意
- 創客 + 設計思維 = 文創產業

設計思維課程內涵

程式設計課程的學習內涵，至少應包含運算思維與設計思維，設計思維：是一種創意發想的系統化方法，包含四個執行專案的步驟：

- 了解並分析使用對象的需求
(培養敏察能力, 將心比心)
- 透過設計提供感動的使用者經驗
(培養美感與表達能力, 人因工程)
- 測試與除錯, 展示與溝通, 並持續改善
(培養溝通技巧與負責的態度, 誠意行銷)
- 從使用者的回饋進行評估與決策
(培養社會責任、永續環保、價值取向等信念, 創造價值)

教師的任務

- 興趣驅動學習，學習帶來應用，應用引發創造
- 任務一：教師應著眼於如何誘使學生對寫程式產生濃厚的興趣
- 任務二：教師應佈置應用的情境，提供待解決的問題
- 任務三：教師應允許甚至鼓勵學生的自由表現，並悅納學生的創意

學習目標

- 程式設計的學習，重點在設計方法的學習，而非程式語言的學習
- 運算思維可以遷移，而程式語言總會消失
- 程式設計學習的目標，應該是透過寫程式，學習如何透過設計去解決問題，然後把解決問題的經驗內化成運算思維

教學設計原則

- 運算思維是拿來用的，不是拿來教的
- 教師應設計學習活動讓學生練習使用運算思維，而不要去解釋它
- 教師應運用運算思維於課程活動設計中，將複雜問題拆解成簡單的討論程序



- **程式神秘箱**

學生透過作品的執行體驗，在看不到程式碼的情形下，預測程式內容並試做驗證。

- **大家來找碴**

老師提供有邏輯錯誤的程式碼，並說明程式的目的，學生必須發現錯誤並嘗試修正，讓程式可以如預期運作。

- **祕技與外掛**

學生從現成的範例遊戲出發，透過改變難度、修改操作方式、增加關卡 ... 等方式設計成更好玩的遊戲。

- **異想天開**

就老師給定的主題，學生自由發想故事情節，並設計成舞台劇動畫。

- **黑客松**

在限制規則內學生進行分組競賽，限制規則可包含：時間限制、積木限制、角色限制、輸入裝置限制 ... 等。

教學綱要

學習階段	編號	學習內容	建議實施節數
低年級	TP-I-1	序列式動畫設計	4
	TP-I-2	使用案例圖	4
中年級	TP-II-1	迷宮解題	4
	TP-II-2	物件導向概念	2
	TP-II-3	連鎖式動畫設計	8
	TP-II-4	腦力激盪會議	2
	TP-II-5	3D建模浮雕設計	4

教學綱要

學習階段	編號	學習內容	建議實施節數
高年級	TP-III-1	中文虛擬碼與流程圖	4
	TP-III-2	隨機數演算法	8
	TP-III-3	海龜作圖	4
	TP-III-4	基本環境感測	4
	TP-III-5	互動式遊戲設計	8
	TP-III-6	3D建模立體設計	4
	TP-III-7	背景故事設計及表達	-

課程規劃

學習內容: 序列式動畫設計

教學資源: 紙卡、平板(可使用之 APP: Scratch Jr.、Daisy the Dino、The Foos...)

課程規劃:

此課程內容可以使用平板或紙卡進行(可參考 code.org 紙本教材或自行設計), 學生透過前進、後退、左轉、右轉、跳躍.....等簡單指令(不帶參數的指令), 串接成序列, 以進行解題或動畫設計, 剛開始先使用單一角色, 若學生程度較好, 可以導入多個角色, 學習多線式動畫設計, 例如: 舞會動畫設計。



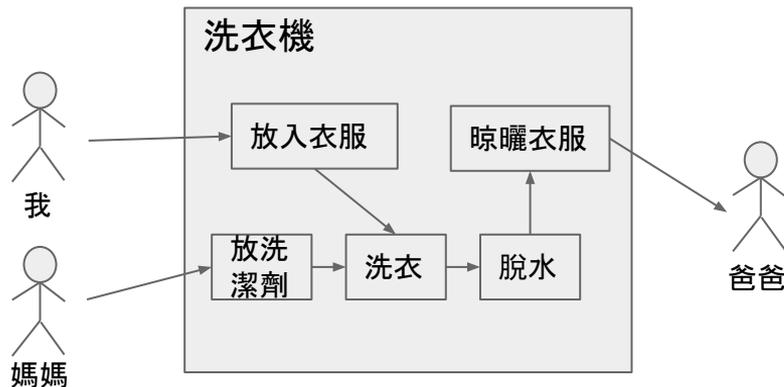
課程規劃

學習內容: 使用案例圖

教學資源: 紙筆、平板(心智圖軟體)或電腦(自由軟體 Dia、雲端服務 Cacao)

課程規劃:

此課程可使用UML軟體(如: Dia、Cacco...)或紙本手繪方式進行, 學生先練習將生活中常用的科技產品及設備, 繪製成使用案例圖, 藉以認識人機介面設計中, 參與者、動作、處理及回饋等要素。發展活動可以請學生設計幻想中的科技產品, 藉由使用案例圖表達該產品的功能與使用的便利性。



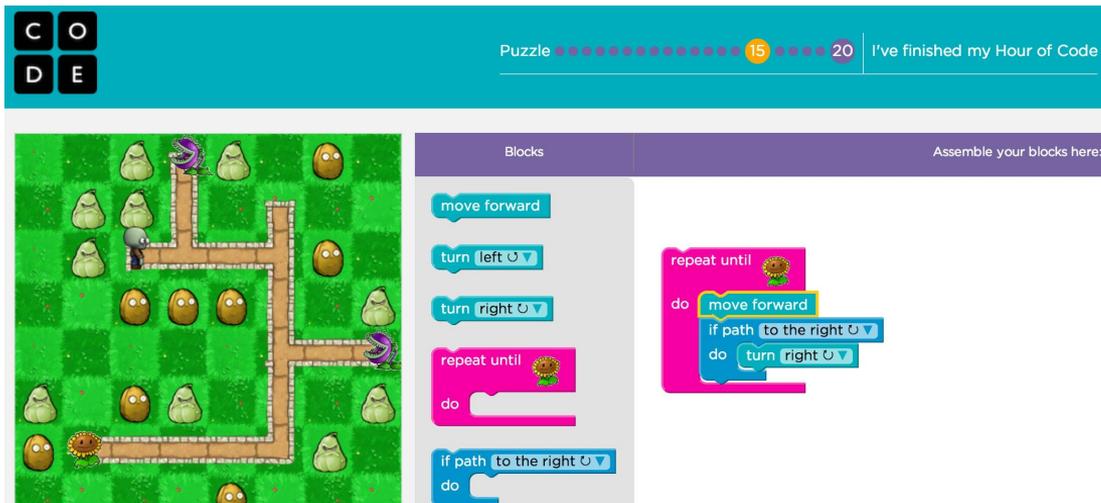
課程規劃

學習內容：迷宮解題

教學資源：學習網站(code.org、www.playcodemonkey.com、blockly-games.appspot.com)

課程規劃：

透過線上學習資源的關卡設計，學生運用運算思維進行迷宮解題，包含：拆解問題、找出重複樣式、設計演算法。程式語言層面的學習內容包含：敘述語法、條件判斷、重複結構、複合式條件判斷、分支結構 ... 等。學生循序漸進學習這些語法，並用來組合出能夠解題的演算法。



The screenshot shows a coding game interface. At the top, there are four buttons labeled 'C', 'O', 'D', and 'E'. To the right, a progress bar shows 'Puzzle' with 15 out of 20 stars, and a text box says 'I've finished my Hour of Code'. Below this is a green maze with a path leading to a goal. The maze contains various obstacles like purple worms and brown eggs. On the right side, there is a 'Blocks' panel with several code blocks: 'move forward', 'turn left', 'turn right', 'repeat until' (with a sunflower icon), and 'if path to the right'. A 'do' block is attached to the 'repeat until' block, containing 'move forward', 'if path to the right', and 'do' (with 'turn right' inside). Another 'do' block is attached to the 'if path to the right' block, containing 'turn right'. The 'repeat until' block is currently empty.

課程規劃

學習內容：物件導向概念

教學資源：電腦與網路 (Scratch)、學習網站 (www.madewithcode.com/projects/emojify、blockly-games.appspot.com)

課程規劃：

透過線上學習資源 (blockly...) 的物件導向分析操作，學生練習將操作對象建構成抽象物件，找出該對象的屬性及屬性質域，此練習將會學習到運算思維中的樣式識別、抽象化。同時也會練習到，如何將物件導向分析用於問題解決程序的規劃。在小學階段，物件導向概念主要教授內容為物件封裝與繼承，在此課程中所稱物件乃指類別，而視覺化語言中之物件乃指實體。物件導向為視覺化語言的隱含概念，對於視覺化語言的學習有很大的幫助。

The screenshot displays the Scratch 'Emojify' project interface. On the left, there are several object categories: '貓' (cat), '蝸牛' (snail), '鴨子' (duck), and '蜜蜂' (bee), each with an image and a '請選擇...' (Please select...) button. Below these are three more object images: a bird, a cat, and a bee. In the center, there are several object types: '鱗鱗' (scales), '鳥嘴' (bird beak), '鬍鬚' (mustache), '貝殼' (shell), '羽毛' (feather), '蜂刺' (stinger), and '毛皮' (fur). On the right, there is a 'PERSONALIZE' panel with a '+' sign and 'VALUES' with a '-' sign, showing two '50' value boxes. Below this is a 'CHARACTER' panel with a dropdown menu set to 'Olivia' and a preview of a character with black hair and a purple shirt. At the bottom right, there is a 'STAGE' area with a coordinate grid (0-90 on both axes) and a preview of the character on a green background.

課程規劃

學習內容：連鎖式動畫設計

教學資源：電腦與網路 (Scratch)

課程規劃：

此課程可以使用 Scratch 等視覺化程式語言來進行，學生在第一階段已經學習過如何運用簡單指令來設計動畫，在這個階段中將學習透過鍵盤或滑鼠產生之事件，與動畫角色進行互動。在發展活動中，學生可以練習如何運用碰撞偵測，啟動連鎖式動畫序列，例如：踢足球、骨牌效應、舞台劇 ... 等，藉此學習事件驅動的意涵以及多執行緒的分配與合併等重要概念。這些概念屬於潛在學習，不應直接提及或講解。程式語言層面的學習內容同 TP-II-1。



課程規劃

學習內容:腦力激盪會議

教學資源:白板和色筆、電腦(協作軟體或網站)

課程規劃:

腦力激盪會議於協同學習過程中會經常使用，但學生對於腦力激盪會議進行方式並不熟悉。老師可以透過討論主題的設計，例如：電流急急棒關卡設計，引導學生練習腦力激盪會議的進行方式，此課程可以選擇使用心智圖軟體(電腦或平板)來進行，也可以使用傳統白板和色筆來進行。會議主持人將標題寫在白板中央，參與者每人選一種色筆(顏色不要重複)以心智圖的形式，寫出自己的想法。所有內容都不塗改，而是以刪除線標示。教師應展示每個小組的討論結果，並引導學生從顏色分辨每個人在討論中的貢獻。



課程規劃

學習內容: 3D建模浮雕設計

教學資源: 3D建模軟體或網站(www.tinkercad.com)

課程規劃:

3D建模依照難易度區分, 約略可分為: 浮雕、立體單一形體、立體組合形體。此階段應學習如何建立2.5D浮雕模型, 例如: 名牌、杯墊、鑰匙圈 ...等, 表現技法可以是陰刻或陽刻。若有輸出設備, 應讓學生輸出作品以獲得動手做的成就感。



課程規劃

學習內容: 中文虛擬碼與流程圖

教學資源: 紙筆、平板(心智圖軟體)或電腦(自由軟體 Dia、雲端服務 Cacao)

課程規劃:

學習程式設計的過程中, 經常需要閱讀別人的程式碼, 在這個課程裡, 先讓學生練習用中文敘述別人的程式邏輯, 在沒有圖像輔助的情形下是否能讓全班同學聽懂。在發展活動中, 老師運用教學鷹架 - 程式神秘箱, 讓學生練習用中文預測並表達程式邏輯, 然後根據中文敘述繪製成流程圖(用中文虛擬碼取代程式碼)。



課程規劃

學習內容：隨機數演算法

教學資源：電腦與網路 (Scratch)

課程規劃：

隨機數衍生之演算法運用範圍很廣泛，是學生在進行遊戲設計之前，必須先學會的概念。最簡單的隨機數演算法可用於生態模擬，例如：魚的游動、醉漢走路 ...等，當學生練習完生態模擬的案例後，接下來可以進行抽籤機的專題製作，由簡到難分別為：連續號碼抽籤、非連續號碼抽籤、不重複抽籤。學生在課程中將學會如何運用變數、陣列，配合隨機數完成演算法的設計。此單元相關運算思維包含：拆解問題、抽象化、數學建模、設計演算法。資料結構層面的學習 內容包含：串列索引與 值域之耦合關係、串列 (list) 操作..等。



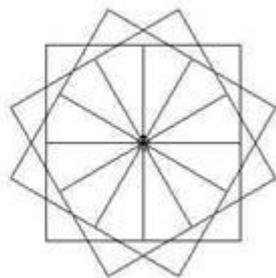
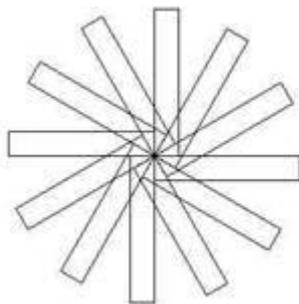
課程規劃

學習內容：海龜作圖

教學資源：電腦與網路 (Scratch、Blockly)

課程規劃：

海龜作圖起源於LOGO語言，是學生學習數學建模最好的方法，從畫直線開始，然後畫多邊形、圓形、螺旋線、曲線、碎形。在這個階段應讓學生練習使用多邊形、圓形、螺旋線進行圖案的組合和設計。曲線與碎形可以視學生程度決定是否安排到課程中。學生運用運算思維進行海龜作圖，包含：拆解問題、找出重複樣式、設計演算法。程式語言層面的學習內容包含：巢狀迴圈、程序模組化、複合式條件判斷、分支結構 ...等。



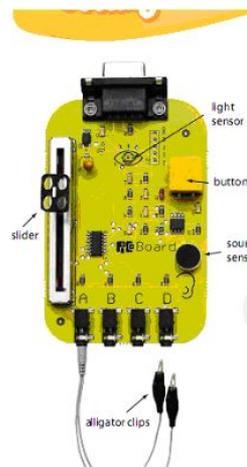
課程規劃

學習內容: 基本環境感測

教學資源: 電腦與網路 (Scratch) + 外接電路板 (picoboard、樹莓派、arduino...)

課程規劃:

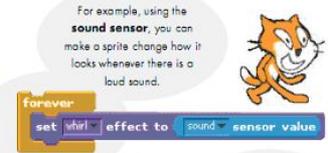
使用外接電路板所提供的感測器進程式設計, 例如: picoboard、樹莓派、arduino...等。教師應根據感測器種類來設計課程主題, 例如: 電阻感測可用來設計電流急急棒遊戲, 聲音感測可用來設計聲控遊戲 ... 等。在沒有採購額外電路板的情形下, 可以使用 Scratch 2.0線上版提供的聲音感測和影像感測來設計體感遊戲。



Connect real-world sensors to your Scratch projects

The **PicoBoard** enables your Scratch (scratch.mit.edu) projects to sense – and respond to – things going on in the world outside your computer.

For example, using the **sound sensor**, you can make a sprite change how it looks whenever there is a loud sound.



Or, using the readings from the PicoBoard's **light sensor**, you can program a Scratch sprite to hop up and down whenever the sensor detects a passing shadow.

You can use the **slider** and **button** to control a character in a video game.



課程規劃

學習內容：互動式遊戲設計

教學資源：電腦與網路 (Scratch)

課程規劃：

此課程的學習內容，應結合TP-III-7學習內容，以建立遊戲設計概念為目標。教師可以運用程式設計教學鷹架，採用多元的教學方法，根據學生能力選擇適合的題材進行遊戲設計教學。例如：撈金魚、打地鼠、青蛙過街、走迷宮、敲磚塊...等。此單元相關運算思維包含：拆解問題、抽象化、數學建模、設計演算法。程式語言層面的學習內容包含：複雜演算式、平行處理、啟發式演算法...等。



課程規劃

學習內容: 3D建模立體設計

教學資源: 3D建模軟體或網站(www.tinkercad.com)

課程規劃:

3D立體單一形體的複雜度不一，從簡單的柱體、錐體、球體到螺旋體，設計的難度會逐步提升。建議此階段仍以柱體、錐體為主，輔以其他幾何形體的組合，例如：紀念碑、獎盃、機器人公仔 ...等，學生在此課程中練習幾何形體的組合、挖空等技法去形塑自己的創意作品。若有輸出設備，應讓學生輸出作品以獲得動手做的成就感。



課程規劃

學習內容: 背景故事設計及表達

教學資源:

課程規劃:

無論是遊戲設計或是 3D 模型的設計，設計者應該提供背景故事，以此作為創意發想的起點，同時背景故事也可以提供一些設計要素到作品中，學生在發表作品時應該清楚表達作品設計的理念。以打地鼠遊戲設計為例，遊戲開始前的劇情介紹，敘述外星人入侵地球，破壞地表的意圖以說明為何要打地鼠。作為外星人偽裝的地鼠，會具備一些外星人超能力，例如：瞬間移動 ... 等，以此發想新的玩法。此課程內容應結合其它課程一起進行，可以作為腦力激盪會議的討論主題，也可以作為作品發表報告內容的一部份。

建議與指教