

# 國科會專題計畫成果報告

1998 兒童資訊月軟體設計展示：小小旅行家—微世界探險

計畫編號：NSC87-2512-S-002-001-CH

執行期限：87 年 3 月 1 日至 88 年 3 月 31 日

計畫主持人：岳修平（台灣大學農業推廣學系）yueh@ccms.ntu.edu.tw

共同主持人：張基成（淡江大學教育科技學系）samchang@mail.tku.edu.tw

## 一、中文摘要

本研究目的為開發一套適合國小學生的「台灣特有種生物」微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)，並評估其功能與效果；嘗試從微世界的探索與發現學習觀點，探討其應用於自然科學學習上的潛力；探討及提出微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統架構。本研究已完成系統設計與製作，及系統功能與內容的測試與修正，並於台北市資訊科學展示中心舉辦的 1998 年兒童資訊月活動中展示。系統總結性評估包括於軟體展示期間對上機使用的國小學生進行使用者評鑑，及對學者專家進行深入訪談的專家評鑑。本文亦提出了微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統架構。

關鍵詞：微世界、微世界學習環境、認知學習、心智工具、探索式學習、發現式學習

## 二、英文摘要

A Computer Microworld Learning Environment (CMLE) for “Special biology in Taiwan” (called Little Traveler Discovering in Microworld) in nature science course has been designed and developed, and the design methodology, concept, principles of the CMLE has been proposed in this study. As a Mindtool and cognitive learning environment, the CMLE may enhance students’ critical thinking and creativity by its exploratory and

discovery learning activities. This study has completed system development, test and improvement. Next step would be holding a summative evaluation including user and expert evaluations.

**Keywords** : Microworld, Microworld learning environment, Mindtools, Exploratory learning, Discovery learning

## 三、計畫緣由與目的

「微世界(microworld)」是一種模擬真實世界現象與環境的發現式(discovery)與探索式(exploratory)學習系統(環境)。微世界借由模擬與實驗活動，能提供學習者主動發現與探索問題的認知歷程，並進而激發學習者思考創造，主動積極學習、與解決問題能力。電腦微世界是一個經過實證研究證明十分有效的認知學習環境與心智工具(mental tool)(Jonassen, 1996)，尤其適合於發展科學(技)學科的探索與發現學習活動，而電腦探索式學習環境經過證實可以增進認知歷程和刺激學習反應尤其是對自閉兒童的學習(Geoffrion & Goldenberg, 1981)。

電腦微世界學習環境(computer microworld learning environment, CMLE)提供探索式(exploratory)與發現式(discovery)的學習活動並模擬真實世界的現象與情境。在微世界(microworld)的學習環境裏，學習模式是情境式的、經驗式的、自我導向式(self-directed)的”做中學”(learning by doing)的方式，而非只是聽與看問題如何解

決。微世界學習環境可以激發學習者成為知識的探索者及建構者，並培養對問題與現象的探索、發現、產生、定義、與解決的能力。微世界學習環境提供觀察與操作的工具以探索和試驗問題空間裏的物件，提供模擬真實世界裏的複雜物件與現象的簡單範例，具高度學習者控制和互動性，容易學習與操作。微世界學習環境很適合於科學(技)教育與技職教育的學科教學和實驗，比起傳統教導式 CAI/CAL 的教學活動與學習方式也更能有效地激發主動積極的學習態度，建構自己的認知與心智(mental)模式，建構自成體系的知識。微世界學習環境若能配合小組合作學習和分組討論的方式進行探索活動，則能強化電腦微世界的功效，更能透過問題解決與決策過程整合學習者的知識、技能與情意態度，加速培養溝通磋商與討論的能力。

吾人認為微世界學習裏模擬、探索與發現、觀察與操作物件、互動性、學習者控制、情境與經驗、遊戲等學習特性(張基成，民 86)，是一個模擬真實情境與提供探索發現活動的學習環境，也是一個理想而豐富的心智工具。

自然科學的學科常常須經由探索式學習(exploratory learning)的認知歷程來主動積極地發現與探究問題，建構自成體系的知識，並加以分析、判斷、思考與歸納，進而有效地解決問題。在自然科學學科的探索學習歷程中常常會經歷包括觀察現象、發現問題、尋找資料、提出假設、設計實驗、執行實驗、驗證結果、討論結果等系統化程序。電腦微世界十分適合於發展自然科學學科的探索與發現學習活動，故本研究選擇以「台灣特有種生物」為主題，建構一個電腦微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)，期盼經由有效提供適合自然科學教育的探索式與發

現式學習活動，引起學習者主動積極的學習動機，激發高層次思考創造，並培養解決問題的能力。

本研究旨在從微世界的探索與發現學習觀點，探討它的應用潛力，進而提出可行適用之基本架構、設計方法。並以「台灣特有種生物」為主題，建構一個電腦微世界學習環境，並評估其系統功能與效果。透過所建立之「台灣特有種生物」微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)，作為激發高層次思考創造與培養解決問題能力的輔助教學系統建構之參考。本研究之發展與應用經驗將可作為日後其它類似或更進一步研究的借鏡。最終亦將以研究所得成果為基礎，對探索與發現導向的微世界做為認知學習環境與心智工具的必要性，及電腦輔助教學的另類思考方向與空間等面向提供建言，期盼對國內之自然科學教育與電腦輔助教學等相關領域有所貢獻。根據研究問題與背景的描述，本研究目的如下：

- 1.從微世界的探索與發現學習觀點，探討其應用於自然科學學習上的潛力。
- 2.探討及提出微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統架構。
- 3.以「台灣特有種生物」為主題，建立一微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)，並評估系統功能與效果。

#### 四、研究方法及步驟

本研究先探討並歸納出微世界學習環境的特性、功能、設計理念與原則，再選擇一適合之學習領域如「台灣特有種生物」為案例主題，建構一套微世界學習環境，並評估其系統功能與效果；最後再根據系統建構過程與結果，驗證、確認與修正所提出的微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統內容。本研究步驟

如下：

1. 相關文獻探討與分析。
2. 探討並歸納出可行適用之微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統架構。
3. 選擇一學習主題如「台灣特有種生物」，並據以建構一微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)。系統建構過程為：系統分析、設計、評估計劃、發展、測試、試用、修正、實施、功能與效果評估。
4. 根據系統建構過程與結果，驗證、確認並修正所提出的微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則、系統架構。

## 五、結果與討論

### 設計方法

此「台灣特有種生物」微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」))的設計方法以學習者需求為中心，即以學習者如何學習為出發點，規劃系統環境架構內之軟硬體系統、學習內容、學習活動、學習輔助工具、學習歷程管理、使用者介面、線上輔助說明等部份，以及多媒體整合設計與簡易資料庫設計等。

本研究先根據系統分析階段所得到的學習內容分析(content analysis)之結果，設計學習內容的腳本。學習內容的設計和編製以 Gagne'(1991)的九大外在教學事件為大致上的應用原則：吸引注意、告知學習目標、刺激先備知識的回想、呈現刺激教材、引導學習、誘導表現並建立成就感、提供回饋、評估學習效果、加強學後保留及遷移。

此系統以多媒體編輯語言 Authorware 為主要編輯工具，搭配 Truespace 3D 動畫軟體、Premiere 視訊編輯軟體、Photoshop

影像處理軟體，以及 Media studio 音訊與影像編輯軟體等製作多媒體微世界的工具。完成的 Authorware 執行檔再以 Shockwave 軟體轉換成能在網路上供大眾瀏覽之執行檔。

### 設計理念與原則

此微世界學習環境的設計理念為提供模擬真實世界現象的發現式與探索式的經驗學習環境，藉由模擬與實驗活動，促進學習者主動發現與探索問題的認知歷程，並進而激發學習者高層思考、多元創造、主動積極學習與解決問題的能力。此微世界學習環境的設計原則，以學習者為中心，考慮微世界的特性，根據一般電腦與網路輔助學習的原則，模擬真實世界現象，設計發現式與探索式的經驗學習活動與策略，揚棄傳統的教學導向或知識傳遞導向的學習方式，此微世界學習環境的設計原則如下：

1. 提供學習者適當的學習資源和輔助工具
2. 提供適當而經過一定編排方式的資訊庫與整理過的學習資源
3. 提供適當而有效的學習輔助工具，如筆記本、查尋工具等
4. 提供彈性而多元化和適合個別化差異的學習活動
5. 提供學習管理和資訊(料)處理的功能，如學生基本資料登錄、學習歷程和結果記錄等
6. 提供探索與發現學習的遊歷工具
7. 提供建構學習的工具與活動
8. 提供情境學習的活動
9. 提供模擬真實世界裏的複雜物件、問題、現象、情境與環境的學習活動及簡單範例
10. 允許學習者產生與定義問題並加以解決，和提出假設(hypotheses)並加以驗證
11. 支援高度學習者主動控制(learner-controlled)以及高度人與系統互動

性

- 12.提供容易學習與操作的界面
- 13.提供觀察與操作物件的工具以探索和試驗問題空間裏的物件
- 14.提供由淺入深和由簡趨繁的學習歷程
- 15.學習目標與範圍可由學習者自己設定
- 16.問題可由學習者產生與定義並加以解決
- 17.具益智遊戲性質
- 18.學習模式是建構式、情境式(situated)、經驗式(experiential)、自我導向式(self-directed)的”做中學”的方式

### 內容設計

此微世界是探索「台灣常見特有種生物」特徵及生活特性的學習環境，內容包括：台灣特有種生物的種類、特徵、生活習慣及生態保育觀念等；以激發學生主動學習意願為出發點，達成學生進行有效的個別化學習之目的。每一種情境規劃都是模擬真實自然生活環境的微世界，並且讓學習者能很容易地直接操作情境內的物件(如人物、動物、植物等)，主動參與各學習活動的進行。學習者可經由此微世界內的各個主角(即各種特有動物)的不同旅程，深入探索台灣特有生態環境的活動。

整個微世界環境包含多個角色(台灣特有種動、植物)藉著角色穿插與情境模擬，以小野豬為例(此微世界內最大的主角)，透過小野豬的角色扮演，學習者可在活動中體驗小野豬特殊的生活習性，如群居生活、體型、食性及成長變化等。同時經由小野豬在旅程中與其他動、植物的對話與互動，進而瞭解台灣其他常見特有種生物(含動、植物)的特徵及牠們的生物特性與生活習慣(如：外型特徵、食性、居住環境、活動時間、禦敵方式等)。此外，此微世界環境亦配合劇情，模擬真實世界現象，發揮微世界允許操作物件的特色，讓學習者由植物栽培的活動中，嘗試進行

解決問題。此微世界環境透過所設計的情境與活動，讓學習者可以認識本土的特有動、植物，並在探索大自然環境的過程中，學習愛護動物、珍惜自然環境的重要性。

此微世界學習環境利用問題引導並配合發現探索與情境學習的方式，輔以影片、圖形、聲音及文字等媒體解說相關概念，幫助學生探索及解決與真實自然生活中相關的重要觀念與問題，讓學生在探索與解決題的過程中，學習到正確的生物保育及自然生態的觀念。而在模擬真實世界的過程中，讓學習者能寓學習於遊戲中，經由做中學的益智遊戲活動，透過問題探索、發現與解決的過程，建構自己的知識體系，並激發學習者繼續往下一個學習單元(角色)邁進的興趣與動機。此微世界學習環境融合做與學的功能以及遊戲軟體的趣味性質，利用具高互動性之虛擬工具來觀察與操作物件，以探索和試驗微世界內的問題與現象。規納此微世界學習環境內的學習內容與活動重點如下(軟體畫面見圖一、二、三、四)：

- 1.以小野豬為故事主軸讓小朋友以角色扮演方式，借由小野豬的眼光來發掘台灣特有動植物的特性。
- 2.讓學習者任意地操控著滑鼠，探索並發現場景中的動植物，以瞭解其與小野豬的關係。例如：學習者可以瞭解小野豬到底可以吃甘藷或是百合呢？小野豬又有哪些同伴，並可以從同伴中更清楚的認識自己的習性，讓自己更容易成長茁壯。
- 3.藉由小野豬與場景中的動植物擬人化的對白，學習者可以在生動活潑的互動方式中，學到許多有意義的動植物知識。並讓學習者知曉是非善惡，賞罰分明及因果輪迴的道理，陶冶其正確的價值觀。
- 4.借由學習者的操弄水、溫度、肥料及土壤PH值的學習活動，來模擬植物的生長

(如：甘藷、香蕉等)。

- 5.多種組合的擬人化對白隨機出現，讓小朋友於操弄的過程中，有豐富且多樣化的學習刺激，可以吸引學習者的注意力。
- 6.以多種的場景轉換方式來呈現一天中晨昏的變化，讓學習者陪著小野豬一同走過草原、泥沼及森林的早晨與黃昏，於擬真的生態環境中體驗多采多姿的生態之旅，猶如小小旅行家於微世界(Microworld)中進行生態探索之旅。
- 7.此軟體可以記錄學習者的學習歷程，於小野豬遊歷的過程中，於地圖上明確的註記學習者曾經走過的足跡；並提供方便的索引工具，讓小朋友很容易的查詢動植物的資訊。

#### 系統特色

此「台灣特有種生物」微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)是一種以建構學習和情境學習為基礎的學習環境，亦是一個能實踐建構主義的動態模擬學習環境。此微世界學習環境提供探索式與發現式的學習活動並模擬真實世界的現象與情境，允許操作物件以觀察和試驗問題空間裏的現象。在此微世界學習環境裏，學習模式是情境式的、建構式的、探索式的、發現式的、經驗式的與主動式的做中學型態，而非只是聽與看問題如何解決。此微世界學習環境可以激發學習者成為知識的探索者、發現者與建構者，並培養對問題與現象的探索、發現、產生、定義與解決的能力。

此微世界學習環境以微世界問題探索、發現與解決導向方式為學習基礎，先引發學習動機，輔以多媒體解說的機制，讓學習者寓學於遊戲，透過問題探索、發現與解決的過程。此軟體融合了坊間教學軟體的“教育“功能以及遊戲軟體的“趣味”性質，並配合多媒體的展現，嘗試營

造出一個完全以學習者為中心的且供個別化學習的微世界學習環境。

此系統配備需求為：Pentium 133 以上、256 色以上且解析度為 640\*480、16MB DRAM、8 倍速以上光碟機、16 bits 音效卡及喇叭、Windows 95 作業系統等環境。

#### 六、結論與建議

微世界學習環境已經由一些實證研究證明，在假設產生、檢定與推測方面也有很好的功效，而這些技巧需要用到高層次思考，如：批判性、創造性與綜合性思考的能力(Jonassen, 1996)。微世界學習環境比起傳統性的教學活動與學習方式也更能有效地激發主動積極的學習態度。本研究開發的「台灣特有種生物」微世界學習環境(名為「小小旅行家—微世界探險」)，提供探索式與發現式學習活動，可以引發主動積極的學習動機，亦可以作為科學教育激發高層次思考創造與培養解決問題的能力以及提高科學學習品質的輔助教學系統建構之參考。此探索與發現導向的微世界學習環境可以做為認知學習環境與心智工具，及電腦輔助教學的另類思考方向與空間。經由本研究的系統設計與開發過程，應可以確認微世界的探索與發現學習觀點應用於自然科學學習上的潛力是值得重視的。本文亦提出微世界學習環境的設計方法、設計理念、設計原則。本研究已完成系統設計與製作，及系統功能與內容的測試與修正，並於台北市資訊科學展示中心舉辦的 1998 年兒童資訊月活動中展示。系統總結性評估包括於軟體展示期間對上機使用的國小學生進行使用者評鑑(系統功能、內容與學習效果)，及對邀請的學者專家進行深入訪談的專家評鑑，同時蒐集深入訪談資料，以瞭解學者專家對系統功能與內容的建議。研究者將綜合與分析評鑑

結果，並對軟體進行進一步的修正工作，之後希望能推廣至小學中，並進行進一步的實地研究（field study）或較長時段的實證研究，以瞭解微世界的認知學習與心智工具的功效。

#### 七、計畫成果自評

本計畫一開始由於更換主持人及執行單位，經討論後將軟體設計內容主題由原本的「國中理化課波動與聲音微世界」改為「小小旅行家—微世界探險」，在設計發展的過程中，大致與原計畫相符，且配合「兒童資訊月活動」參展（原訂1998年7月展覽，但由於當時腸病毒肆虐，配合大會決議，共同延至1999年3月舉辦展覽），皆達預期目標。

本計畫採創新之設計觀念（微世界）發展計畫產品，並在過程中蒐集資料，也已在1999年「國際電腦輔助教學研討會」（台中逢甲大學主辦）發表本計畫研究成果，預計將選擇國內學術期刊發表，以與學界先進分享研究成果，同時也將延伸本計畫之後續研究。此外，本計畫產品為一CD光碟，且已同步上網（網址<http://www.et.tku.edu.tw/microworld>），未來將繼續修正開發並發表。

#### 八、參考文獻

張基成(民 86)。開發思考與創造力之知識建構工具與認知學習環境的探討：電腦的革新應用。教學科技與媒體，33，36-45。

Cockburn, A. & Greenberg, S. (1995). TurboTurtle: A collaborative microworld for exploring newtonian physics. In Schnase, M. & Cunnius, E. (Eds.). Proceedings of computer support collaborative learning 95. (pp.62-66) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc..

Gagne', R., Wager, W., & Rojas, A. (1991).

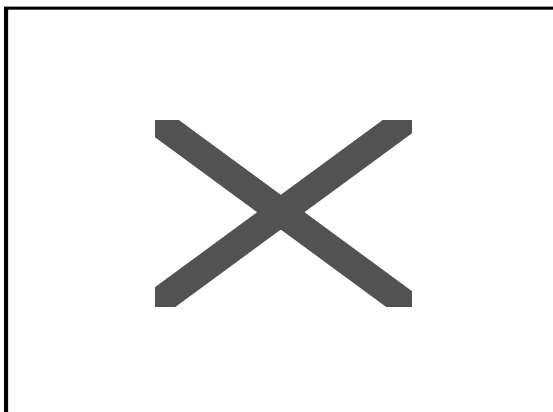
Planning and authoring computer-assisted instruction lessons. In K. Gustafson, L. Briggs, & M. Tillman, (Ed.), Instructional Design. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Geoffrion, L., & Goldenberg, E. (1981). Computer-based exploratory Learning Systems for communication-handicapped Children. Journal of Special Education, 15(3), 25-32.

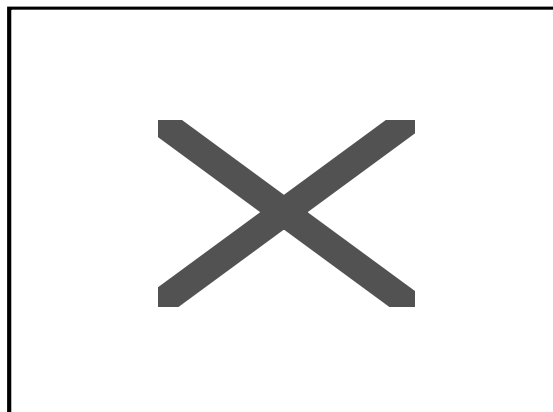
Jonassen, D. (1996). Mindtools: computers in the classroom. Prentice Hall: Englewood.

McMahon, H., & O'Neill, W. (1993). Computer-based microworlds. In M. Yazdani (Ed.), New horizons in educational computing. Chichester, UK: Ellis Horwood.

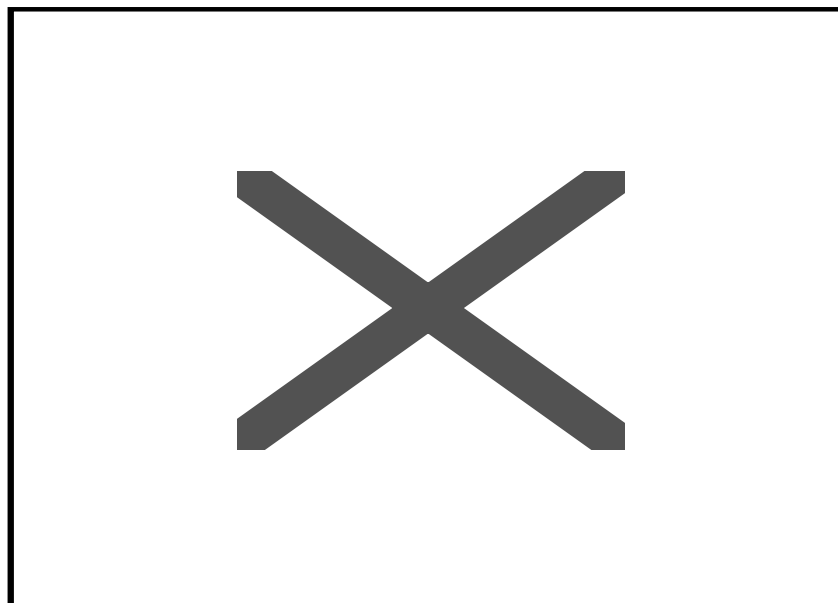
Paper, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books.



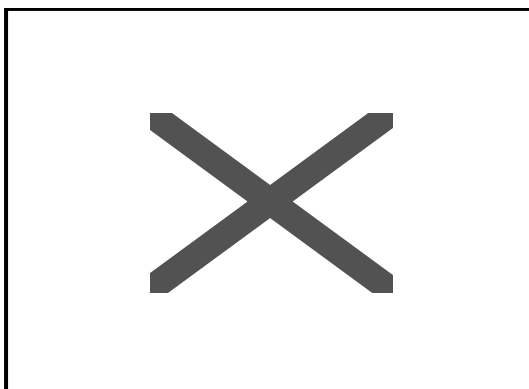
圖一 軟體起始畫面



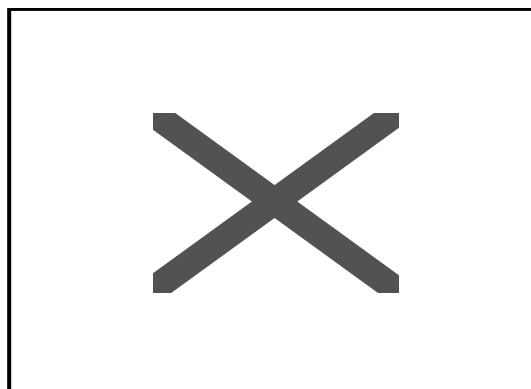
圖二 各單元主要動植物



圖三 學習指引圖



圖四 電子書之一



圖五 電子書之二