

科學推理結合雙重情境學習模式課程 對國中學生遺傳概念重建與推理能力提升之影響

研究生：石曉芳

指導教授：余曉清教授

國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習組

摘 要

本研究結合科學推理 (Scientific reasoning) 與雙重情境學習模式 (DSLIM) 的理論，建構發展「遺傳」單元的學習課程，並探討不同自然科學業成就 (學業成就高分組、中分組和低分組) 與不同科學推理能力 (具體運思前期、具體運思後期) 對遺傳概念建構與改變以及科學推理能力提升的影響。

研究採用實驗研究法之準實驗設計，研究對象為國中一年級學生共三班 98 人，以六週的時間進行「遺傳」單元的教學。第一部分以遺傳單元成就測驗、科學推理測驗與主題相依推理測驗的前測、後測和追蹤測三次測驗結果，各自進行重複量數分析 (repeated measure) 以比較不同分組的學生在概念重建及運用科學推理的差異情形。第二部分選取 18 名學生在教學前、教學後、教學結束後五週進行晤談，使用語意流程圖 (flow map) 呈現學生的回答情形，並進行敘述性及推論性統計分析，以瞭解學生在教學前、後及追蹤的概念改變情形與解釋理由時所運用的科學推理層級的差異。第三部分就學生在結合推理的雙重情境學習模式課程的學習歷程，深入探討學生概念重建及推理能力進步的情形。

第一部分研究結果發現，學業成就分組對遺傳單元成就測驗、科學推理測驗和主題相依推理測驗均具有高度的正向影響。而科學推理分組僅對科學推理測驗有顯著影響。以學業分組而言，中學業成就或高學業成就的學生在遺傳單元成就測驗與主題相依推理測驗上均具有良好的學習成效，且具有一定的學習維持效果。但中學業成就學生經過教學後，其科學推理能力特別具有明顯的增進，也有一定的維持效果。就科學推理分組而言，具體運思前期的學生在經過教學之後，其推理能力能夠有明顯的增進。

第二部分針對學生的晤談分析，結果顯示在遺傳單元教學後與追蹤晤談，大部分的概念數及所有問題的正確概念分數均有明顯的增進。其次在推理層級類型上，精緻化在主題一後開始有顯著進步，辯證則在主題二以後也有顯著增加，顯示學生經過一段時間的教學後，其推理層級可以有效提升。而多數學生在概念改變量上皆呈現增加或維持，表示學生在教學後，甚至經過一段時間後都能成功達到概念改變。

第三部分就學生在結合推理的雙重情境學習模式課程的學習歷程，研究者將學習事件的回答分成閉鎖及開放式兩種。前者就學生的概念改變歷程分析結果顯示，學生在學習事件的平均成功率由 54% 到 95%。尤其對於高學業成就或具體運思後期的學生，在教學前後呈現的概念改變更為明顯，但具體前期的學生在獲得正確概念的比例上具有增加的趨勢。而從學生的推理層級結果顯示，學生在大部分的學習事件上平均有高於 80% 學生是屬於進步與維持的推理層級。

關鍵字：遺傳概念、概念重建、科學推理、雙重情境學習模式

The Effects of Scientific Reasoning with DSLM on Middle School Students' Conceptual Reconstruction and Reasoning Regarding Genetics

Student : Hsiao-Fang Shih

Advisor : Dr. Hsiao-Ching She

Abstract

The design of the curriculum was based on the Dual Situated Learning Model (DSLM) and theories of scientific reasoning. This study attempted to examine the level of academic achievement in science (high achievers, middle achievers and low achievers), and stage of scientific reasoning ability (pre-concrete operational and post-concrete operational) on middle school students' construction of genetics-related concepts as well as on the promoting of their scientific reasoning ability.

This study adopted a quasi-experimental design. The subjects were 98 seventh graders which received the reasoning and DSLM curriculum of genetics for six weeks in three classes. Data analyses mainly included three parts. The first part, adopted a repeated measure method, examined the differences resulted from level of academic achievement in science and stage of scientific reasoning ability on the pre- post- and retention test scores of the Cognitive Achievement Test and the Reasoning Test of Genetics and the Scientific Reasoning Test. In the second part, 18 students were selected to be interviewed before, immediate and 5 weeks after the instructional interventions. The interview transcripts were analyzed with the flow map method. The purpose of the interviews was to probe the interviewees' conceptual change and the reasoning levels of their responding to the interview questions. The third part concerned the conceptual construction and the development of reasoning ability of the students. This was done by analyzing the data collected during the learning activities.

The repeated measure results showed that students regardless of their initial levels of academic achievement in science showed a significant effect and also a superior retaining effect in the scores of the Cognitive Achievement Test and the Reasoning Test of Genetics. Students at different stages of scientific reasoning ability only showed significant effects in the scores of the Scientific Reasoning Test. The high achievers and middle achievers outperformed in the post- and retention test of the Cognitive Achievement Test and the Reasoning Test of Genetics. The middle achievers also outperformed in the post- and retention test of the Scientific Reasoning Test. Students at the pre-concrete operational stage showed improvement in the the scores of the Scientific Reasoning Test.

The analyses of the interviews indicated that students had a significant improvement in the quantity of conceptual change and the scores of correct concepts in most questions. In addition, with respect to the level of reasoning, since the first topic there was an apparent improvement at the level of elaboration. The level of justification was also increased after the second topic. The above findings demonstrated that the students' level of reasoning was promoted after a period of time. Moreover, most students' quantity of conceptual change was increased or sustained. This meant most students had experienced a successful conceptual change after the instruction.

The data collected during the learning process included closed and open-ended responses to the learning events. Analysis on the closed type responses revealed that the average successful conceptual change rate ranged from 54% to 95%. Successful conceptual change occurred more evidently in high achievers and in those at the post-concrete operational stage. However, in the students at the pre-concrete operational stage, there was a trend that the percentage of those who acquired correct scientific concepts increased. Analysis on the open-ended question indicated that in average there was a percentage higher than 80% that the students' level of reasoning was improved or sustained.

誌謝

回想當初憑著一股衝勁與熱情考上了交大，只想見識一下「名校」的魅力所在。這一路走來，很感謝網路學習專班所有的任課教授，多虧老師們用心的付出才能完成我們繼續成長進修的夢想。當然更要感謝莊祚敏主任對專班的規劃與呂孟嫻小姐所給予我們的協助。

能夠完成碩士學位的在職進修，心中充滿了無限的感激，其中最感激的人就是佘曉清教授，老師循循善誘的引領我進入科學教育的殿堂，激發討論與省思的空間，並以積極認真、實事求是的研究態度不斷給予指導與鼓勵，亦以充滿熱情活力的樂觀精神帶領我學習與成長，才使個人得以有今天的研究成果，同時要感謝李玉梅老師對論文的修正與統計指導，讓我學習到認真與執著的精神。再來要感謝關西國中所有同仁在進修其間給予的支持與鼓勵，同時也感謝所有一起奮鬥努力的專班伙伴與研究團隊，有大家的提攜與照應，才能這麼順利的完成學業。當然更感謝花蓮師院林煥祥校長、台灣師大林陳涌教授、交大理學院副院長莊祚敏教授對本論文的寶貴意見及指導，不僅讓我見識到學者的風範，也使本論文能夠更加完善。

最後一定要感謝偉大的爸爸、媽媽和哥哥，有家人的默默支持與全力協助，才能無後顧之憂的專心克服各項的挑戰。在此也要謝謝最親密的好朋友-伯年，若非有你的體諒與包容，適時的給予督促和開導，我想就不會這麼平順走過這一路上的種種。

這二年以來，不論是做研究或是做人處事上我都學到了很多，也深切瞭解到自我的不足，體認思考與解決問題的態度。點點滴滴在心頭，都將會是未來最珍貴的記憶與資產，提供無限的可能性。無數個挑燈奮戰與電腦相伴的日子裡，眼看著自黑暗的摸索至黎明的曙光，正如做研究般逐漸的清明。回首來時路，應會懷念交大的美好與獨特，一如未來的人生。

目錄

| | 頁數 |
|-----------------------|-----|
| 中文摘要..... | i |
| 英文摘要..... | ii |
| 誌謝..... | iii |
| 目錄..... | iv |
| 表目錄..... | vi |
| 圖目錄..... | ix |
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 第一節 研究動機與目的..... | 1 |
| 第二節 研究背景與重要性..... | 3 |
| 第三節 研究問題與假說..... | 4 |
| 第四節 名詞釋義..... | 6 |
| 第五節 研究範圍與限制..... | 9 |
| 第二章 文獻探討..... | 10 |
| 第一節 另有概念的探究..... | 10 |
| 第二節 概念改變的理論與教學研究..... | 12 |
| 第三節 科學推理..... | 23 |
| 第四節 遺傳相關的教學研究..... | 32 |
| 第三章 研究方法..... | 35 |
| 第一節 研究對象..... | 35 |
| 第二節 研究設計..... | 35 |
| 第三節 研究流程..... | 37 |
| 第四節 研究工具..... | 38 |



| | |
|------------------------------------|-----|
| 第五節 教學設計..... | 42 |
| 第六節 資料蒐集與分析..... | 45 |
| 第四章 研究結果與討論..... | 50 |
| 第一節 結合推理之雙重情境學習模式概念改變教學成效分析..... | 50 |
| 第二節 遺傳單元晤談資料分析..... | 59 |
| 第三節 結合推理之雙重情境學習模式課程學習歷程分析..... | 71 |
| 第五章 結論與建議..... | 107 |
| 第一節 結論與討論..... | 107 |
| 第二節 對教學的建議..... | 111 |
| 參考文獻..... | 114 |
| 附錄..... | 122 |
| 附錄一 結合科學推理之雙重情境學習模式課程教學設計..... | 122 |
| 附錄二 遺傳單元成就測驗..... | 134 |
| 附錄三 科學推理測驗國中版..... | 141 |
| 附錄四 遺傳單元主題相依推理測驗..... | 151 |
| 附錄五 晤談問題..... | 162 |
| 附錄六 晤談題目概念數、正確概念分數與推理層級的敘述性統計..... | 163 |
| 附錄七 晤談題目概念改變量的敘述性統計..... | 165 |

表目錄

| | 頁數 |
|---|----|
| 表 2.2.1 多元類比和銜接類比模式的相似與相異比較..... | 18 |
| 表 3.2.1 學業成就分組與科學推理分組人數一覽表..... | 36 |
| 表 3.4.1 科學推理測驗例題..... | 39 |
| 表 3.4.2 各項測驗信度值..... | 40 |
| 表 3.4.3 遺傳概念改變歷程學習事件舉例..... | 41 |
| 表 3.5.1 建構遺傳概念需要擁有的心智架構列表..... | 42 |
| 表 3.5.2 學生常見遺傳的另有概念列表..... | 43 |
| 表 3.5.3 學生缺乏遺傳的心智架構列表..... | 43 |
| 表 3.5.4 遺傳主題的情境學習事件整理..... | 44 |
| 表 4.1.1 學業成就分組與科學推理分組在遺傳單元成就測驗的敘述性統計..... | 51 |
| 表 4.1.2 遺傳單元成就前測、後測與追蹤重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 51 |
| 表 4.1.3 「單元成就測驗成績」與「學業分組」重複量數分析之 單純主要效果摘要表..... | 52 |
| 表 4.1.4 學業成就分組與科學推理分組在科學推理測驗的敘述性統計..... | 53 |
| 表 4.1.5 科學推理前測、後測與追蹤重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 53 |
| 表 4.1.6 「科學推理測驗成績」與「學業分組」重複量數分析之 單純主要效果摘要表..... | 54 |
| 表 4.1.7 「科學推理測驗成績」與「推理分組」重複量數分析之 單純主要效果摘要表..... | 55 |
| 表 4.1.8 學業成就分組與科學推理分組在主題相依推理測驗的敘述性統計..... | 56 |
| 表 4.1.9 主題相依推理測驗前測、後測與追蹤重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 56 |
| 表 4.1.10 「主題相依推理測驗成績」與「學業分組」重複量數分析之 單純主要效果摘要表..... | 57 |
| 表 4.2.1 主題一概念數、正確概念分數與推理層級重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 61 |
| 表 4.2.2 主題二概念數、正確概念分數與推理層級重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 62 |
| 表 4.2.3 主題三概念數、正確概念分數與推理層級重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 63 |
| 表 4.2.4 主題四概念數、正確概念分數與推理層級重複量數分析之 主要效果摘要表..... | 64 |

| | | |
|----------|---|----|
| 表 4.2.5 | 教學前、後、追蹤的遺傳單元晤談資料重複量數分析之結果彙整表..... | 68 |
| 表 4.3.1 | 主題一事件一教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 73 |
| 表 4.3.2 | 主題一事件一開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 73 |
| 表 4.3.3 | 主題一事件二開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 74 |
| 表 4.3.4 | 主題一事件三開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 74 |
| 表 4.3.5 | 主題一事件四教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 75 |
| 表 4.3.6 | 主題一事件四開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 75 |
| 表 4.3.7 | 主題一事件五教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 76 |
| 表 4.3.8 | 主題一事件五開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 77 |
| 表 4.3.9 | 主題一事件六教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 77 |
| 表 4.3.10 | 主題一事件六開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 78 |
| 表 4.3.11 | 主題二事件一教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 80 |
| 表 4.3.12 | 主題二事件一開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 80 |
| 表 4.3.13 | 主題二事件二教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 81 |
| 表 4.3.14 | 主題二事件二開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 81 |
| 表 4.3.15 | 主題二事件三教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 82 |
| 表 4.3.16 | 主題二事件三開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 82 |
| 表 4.3.17 | 主題二事件四教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 83 |
| 表 4.3.18 | 主題二事件四開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 83 |
| 表 4.3.19 | 主題二事件五教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 84 |
| 表 4.3.20 | 主題二事件五開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 84 |
| 表 4.3.21 | 主題二事件六教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 85 |
| 表 4.3.22 | 主題二事件六開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 85 |
| 表 4.3.23 | 主題二事件七教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 86 |
| 表 4.3.24 | 主題二事件七開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 86 |
| 表 4.3.25 | 主題二事件八教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 87 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 表 4.3.26 | 主題二事件八開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 87 |
| 表 4.3.27 | 主題三事件一教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 90 |
| 表 4.3.28 | 主題三事件一開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 90 |
| 表 4.3.29 | 主題三事件二教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 91 |
| 表 4.3.30 | 主題三事件二開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 91 |
| 表 4.3.31 | 主題三事件三教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 92 |
| 表 4.3.32 | 主題三事件三開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 92 |
| 表 4.3.33 | 主題三事件四教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 93 |
| 表 4.3.34 | 主題三事件四開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 93 |
| 表 4.3.35 | 主題三事件五教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 94 |
| 表 4.3.36 | 主題三事件六教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 95 |
| 表 4.3.37 | 主題三事件七教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 95 |
| 表 4.3.38 | 主題三事件八教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 96 |
| 表 4.3.39 | 主題三事件九教學前後學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 96 |
| 表 4.3.40 | 主題三挑戰問題彙整學業分組與科學推理分組學生 概念改變統計摘要表..... | 97 |
| 表 4.3.41 | 主題四事件一開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 99 |
| 表 4.3.42 | 主題四事件二開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 99 |
| 表 4.3.43 | 主題四事件三開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 100 |
| 表 4.3.44 | 主題四事件四開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 100 |
| 表 4.3.45 | 主題四事件五開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 101 |
| 表 4.3.46 | 主題四事件六開放式理由推理量化資料卡方考驗結果及效果值..... | 101 |
| 表 4.3.47 | 學習歷程中學習事件前後理由之推理層級改變量敘述性統計表..... | 105 |

圖目錄

| | 頁數 |
|---|-----|
| 圖 2.2.1 雙重情境學習模式結構圖..... | 15 |
| 圖 2.4.1 基因的心智模式變化之路徑..... | 32 |
| 圖 3.2.1 研究架構圖..... | 35 |
| 圖 3.3.1 研究流程圖..... | 38 |
| 圖 3.6.1 語意流程圖 (Flow map) 範例..... | 49 |
| 圖 4.2.1 教學前的概念數、正確概念分數與推理層級類型之平均值彙整..... | 67 |
| 圖 4.2.2 教學後的概念數、正確概念分數與推理層級類型之平均值彙整..... | 67 |
| 圖 4.2.3 教學追蹤的概念數、正確概念分數與推理層級類型之平均值彙整..... | 67 |
| 圖 4.2.4 晤談題目教學前至教學後概念改變量之平均值彙整..... | 70 |
| 圖 4.2.5 晤談題目教學後至追蹤概念改變量之平均值彙整..... | 70 |
| 圖 4.3.1 主題一各分組學生的概念正確率..... | 78 |
| 圖 4.3.2 主題一推理層級類型的彙整..... | 79 |
| 圖 4.3.3 主題二各分組間概念正確率之比較..... | 88 |
| 圖 4.3.4 主題二中推理層級的改變情形..... | 89 |
| 圖 4.3.5 主題三各分組學生之概念正確率..... | 98 |
| 圖 4.3.6 主題三中推理層級的比較..... | 98 |
| 圖 4.3.7 主題四的各事件推理層級彙整..... | 102 |
| 圖 4.3.8 各主題中所有學習事件後概念正確率彙整..... | 103 |
| 圖 4.3.9 各學業分組中所有學習事件後概念正確率彙整..... | 104 |
| 圖 4.3.10 各推理分組中所有學習事件後概念正確率彙整..... | 104 |
| 圖 4.3.11 各事件中開放式理由之推理層級改變量..... | 106 |