

原住民族科學與數學教育
學術研討會

會 冊
大 手

3 – 4
NOVEMBER
2017

M405, Art Building, National Taipei University of Education
10671 臺北市大安區和平東路2段134號

目 錄

壹、議程表 Program	1
貳、專題演講簡介 Keynote Speech	8
A1：專題演講一 / Keynote Speech I	8
Indigenous Science Education and Research: a New Zealand Journey 原住民科學教育與研究：紐西蘭之旅.....	10
A2：專題演講二 / Keynote Speech II	11
Why Go Go Giwas: Thought Behind the Making of a Series of Indigenous Culturally-Responsive Science Education Animations 為什麼吉娃斯愛科學：原住民族文化回應的科學教育動畫的製作思考	13
B1：專題演講三 / Keynote Speech III	14
Improving the Education of Indigenous Youth as Required in Education 2030 Could Help Everyone 改善原住民青少年教育不啻是協助 2030 年每個人的教育所需	15
B3：專題演講四 / Keynote Speech IV	16
The Needs, Possibilities, and Ways to Improve the Lives of Indigenous Youth in Mongolia: A Case Study of Preschool Education 改善蒙古原住民青年生活需要的可能性和方法：學前教育案例研究	18
貳、論文徵文口頭發表摘要 Paper Sessions I & II	19
泰雅文化及 CPS 策略融入空間概念課程對原住民國小高年級學童學習成效之影響	19
The Effect of the Integration of Atayal Culture and CPS Strategy into Spatial Conceptualization Courses on the Learning Efficiency of 5th and 6th Grade Indigenous Students	19
原住民文化結合遊戲式數感學習系統之建置與研究	32
The Construction and Research of the Aboriginal Game-based Number Sense Learning System	32
文化融入與動手操作的活動裡探究數學學習－以鄒族三年級學童為例	40
The Math Learning Exploration From the Cultural Integration and Hands-on Activities -- an Example of Graders 3.....	40
基於原住民族文化與協作式問題解決(CPS)教學策略之原住民國小學童能源課程開發之研究	54
Development of the Energy Curriculum Based on Atayal Culture and CPS for the Indigenous Elementary Students.....	54
排灣族知識體系為本的科學教材開發初探	62

The Development of Science Teaching Materials Based on The Paiwan National Knowledge System	62
原住民學校的奈米科技新知教材開發	69
The Development of Nanotechnology Teaching Materials in Aboriginal Schools.....	69
叁、海報論文發表 Posters	76
從數學學習的歷程探討原住民幼兒文化參與之現象	76
The Investigation of Aboriginal Children's Culture Infiltration Processes in Mathematical Learning	76
原住民族文化回應教學之非制式化科學教育課程設計	82
Curriculum Design of Informal Science Education for the Culturally Responsive Teaching	82
原住民科學教育知識論中的自決議題：國外實例與國內方向	92
The Issue of Self-Determination in the Epistemologies of Indigenous Science Education: The Global Examples and Local Direction	92
原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效評估之比較研究	97
A Study on Comparison of the Effectiveness Evaluation of Tribal Mobile Classroom Training Participated by Aboriginal and Han Chinese Students.....	97
探討自編科學故事電子書對國小原住民學童學習成效之影響以簡單機械為例.....	105
Explore the Effectiveness of Science Stories E-book Learning Outcomes of Indigenous Elementary School Children: Taking a Unit of Simple Mechanical Unit as an Example.....	105
鄒族文化與動手做融入數學教學之設計與實踐 --以國小高年級為例	121
The Integration of Tsou Tribe Culture and Hands-on Activities in the Process of Designing and Instructing Mathematics --an Example of Graders 5-6.....	121
科學教育計畫專案實施之研究：以一所原住民族小學為例	132
Program of Science Education Research Project Implementation: A Case Study Of An Indigenous Elementary School	132

壹、議程表 Program

2017 年 11 月 3 日（星期五）研究交流 Research Symposium （地點：國立臺北教育大學 藝術館 M405 國際會議廳） National Taipei University of Education – Art Building M405 International Conference Hall Address：No.134, Sec. 2, Heping E. Rd., Da-an District, Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.)	
時間 Time	活動內容 Activity
12:50~13:20	報到 / Registration
13:20~13:35	開幕式—阿美族耆老祈福儀式 / Opening Ceremony
13:35~14:00	貴賓致詞（預計共 6 位每位 5 分鐘） / Opening Remarks
	♦ 科技部與國合司代表致詞 Department of International Cooperation and Science Education of Ministry of Science and Technology representative oration ♦ 國內外貴賓致詞 Invited Guests oration ♦ 計畫主持人熊同鑫教授致詞 Professor Tung-Hsing Hsiung, Principal Investigator welcome speech
	大合照 Group photo
14:10~15:30	A1：專題演講一 / Keynote Speech I
	♦ 主持人 / Moderator：（主持、提問、討論共 15~20 分鐘） 許瑛珢講座教授 國立臺灣師範大學科學教育研究所 Ying-Shao Hsu, Chair Professor, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University, Taiwan ♦ 主講人 Keynote Speaker：（專題演說 60 分鐘/60 minutes） Professor Elizabeth McKinley, Indigenous Education, Melbourne Graduate School of Education, The University of Melbourne ,Australia 講題/Topic： Indigenous Science Education and Research: a New Zealand Journey 原住民科學教育與研究：紐西蘭之旅 Personal profile Web-site： https://pursuit.unimelb.edu.au/individuals/professor-elizabeth-mckinley
15:30~15:40	中場休息 / Break
15:50~17:10	A2：專題演講二 / Keynote Speech II

	♦ 主持人 / Moderator：(主持、提問、討論共 15~20 分鐘) 趙貞怡教授 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所 Jen-Yi Chao, Professor, Graduate School of Curriculum and Instructional Communications and Technology, National Taipei University of Education, Taiwan. ♦ 主講人 Keynote Speaker：(專題演說 60 分鐘/60 minutes) 傅麗玉教授 國立清華大學 學習科學與科技研究所 Li-Yu Fu, Professor, Institute of Learning Sciences & Technology at National Tsing Hua University, Taiwan 講題/Topic： Why Go Go Giwas: Thought Behind the Making of a Series of Indigenous Culturally-Responsive Science Education Animations 為什麼吉娃斯愛科學：原住民族文化回應的科學教育動畫的製作思考 Personal profile Web-site： 1. https://goo.gl/2Ggz7P 2. http://cfte.web.nthu.edu.tw/files/14-1020-4235.r394-1.php 
17:10~18:30	晚餐時間 / Dinner
	A3：研究交流 / Symposium
18:30~21:00	♦ 主持人 / Moderator：(主持、提問、討論共 15~20 分鐘) 顏瓊芬 特聘教授 靜宜大學 生態人文學系 Chiung-Fen Yen, Distinguished Professor, Department of Ecological Humanities, Providence University, Taiwan ♦ 引言人一/Panelist：(引介科技部當前研究方向 Introduce the current direction of the Ministry of Science and Technology of Indigenous People to put the Institute of Education) - 熊同鑫教授 國立臺東大學幼兒教育學系 Tung-Hsing Hsiung, Professor, Department of Early Childhood Education, and Chief of Research Center for Indigenous Education and Social Development, National Taitung University, Taiwan (Introduction) - 陳淑芳副教授 國立臺東大學幼兒教育學系系主任 Shu-Fang Chen, Associate Professor and Chair of Department, Department of Early Childhood Education, National Taitung University, Taiwan. - 王前龍副教授 國立臺東大學教育學系 Chien-Lung Wang, Associate Professor, Department of Education, National Taitung University, Taiwan.

	◆ 引言人二/Panelists：3 位整合型計畫總計畫主持人及個別型計畫主持人代表（引言與評論未來研究方向）3 integrated project master and individual project host representative (introduction and commentary future research direction) - 汪明輝副教授 國立臺灣師範大學地理學系兼原住民族委員會副主任委員 Tibusungu 'e Vayayana, Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University & Vice President, Council of Indigenous Peoples - 趙貞怡教授 國立臺北教育大學-課程與教學傳播科技研究 Jen-Yi Chao, Professor, Graduate School of Curriculum and Instructional Communications and Technology, National Taipei University of Education. Taiwan. - 高慧蓮教授 國立屏東大學科普傳播學系(含數理教育碩士班) Huey-Lien Kao, Professor, Department of Science Communication, National Pingtung University, Taiwan. - 華國媛副教授 國立臺北科技大學生醫產研發中心 Kuo-Yuan Hwa, Associate Professor & Director, Biomedical Industry Research and Development Center, National Taipei University of Technology, Taiwan ◆ 引言人三/Panelists：三位國外學者（簡述個人研究專長，以及近年研究團隊所進行之研究方向與內容 The personal expertise, and the research direction and content of the research team in recent years） - Professor Charles Hopkin, UNESCO Chair in Reorienting Teacher Education, Office of the Dean, Faculty of Education, York University, Toronto, Canada - Professor Elizabeth McKinley, Indigenous Education, Melbourne Graduate School of Education, The University of Melbourne ,Australia - Associate Professor Tungalag Baljir, , Mongolian National University of Education , Mongolia ◆ 與談人/Project Principal Investigators： - 所有計畫主持人，請以 3~5 分鐘簡略介紹第三期計畫研究向及個人專長與領域 All the program host, please 3 to 5 minutes to briefly introduce the current research program direction and personal expertise 此座談目的，乃期望各計畫間相互了解並形成議題對談，或促成協作可能性的發展。針對有關原住民科學與數學研究本期程的容加以分析，或設想國際合作研究的可能性與方式。The purpose of the meeting is to bridge all projects and form a discussion or promote the cooperation of future. Raising the issues of indigenous science/mathematics education research, and conducting the possibilities and methods of international cooperative research.
21:00	散會 / Adjourned

2017 年 11 月 4 日（星期六）學術研討會 Seminar

（地點：國立臺北教育大學 藝術館 M405 國際會議廳）

National Taipei University Education – Art Building M405 International Conference Hall
Address : No.134, Sec. 2, Heping E. Rd., Da-an District, Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.)

時間 Time	活動內容 Activity
08:20~08:50	報到 / Registration
	B1：專題演講三 / Keynote Speech III
08:50~10:10	◆ 主持人 / Moderator: : (主持、提問、討論共 15~20 分鐘) 郭重吉 榮譽教授 國立彰化師範大學科學教育研究所 Chorng-Jee Guo, Emeritus Professor, Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education, Taiwan ◆ 主講人 / Keynote Speaker : (專題演說 60 分鐘/60 minutes) Professor Charles Hopkins, UNESCO Chair in Reorienting Teacher Education, Office of the Dean, Faculty of Education, York University, Toronto, Canada 講題/Topic : Improving the Education of Indigenous Youth as Required in Education 2030 Could Help Everyone 改善原住民青少年教育不啻是協助 2030 年每個人的教育所需 ◆ Personal profile Web-site : http://learningforsustainabilityscotland.org/professor-charles-hopkins-creating-a-strategy-regarding-education-and-the-sustainable-development-goals/
10:10~10:30	與會嘉賓留影合照 / Group photo 中場休息 / Break
	B2：論文發表 Paper Session I （議題一）原住民數學教育研究 Research on Indigenous Mathematics Education
10:30~12:00	◆ 主持人 / Moderator : (主持、提問、討論共 15 分鐘) 高慧蓮教授 國立屏東大學科普傳播學系 Hui-Lian Kao, Professor, Department of Education and Human Potentials Development, Science Communication, National Pingtung University, Taiwan. ◆ 評論人/Discussant : (各評論人各回應 15 分鐘) - 陳彥廷副教授 國立臺中教育大學數學教育學系 Yen-Ting Chen , Associate Professor, Department of Mathematics Education, National Taichung University of Education, Taiwan.

	- 秦爾聰副教授 國立彰化師範大學科學教育研究所 Erh-Tsung Chin, Associate Professor, Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education, Taiwan ◆ 徵稿論文發表/Paper Session：3 篇（每人 8~15 分鐘報告）(8 to 15 minutes per person for reporting) - 趙貞怡、葉怡芯、林哲儀--泰雅文化及 CPS 策略融入空間概念課程對原住民國小高年級學童學習成效之影響 Jen-Yi Chao, Yi-Hsin Yeh & Che-I Lin -- How The Integration of Atayal Culture and CPS Strategy into Spatial Conceptualization Courses Influences the Learning Efficiency of 5th And 6th Grade Indigenous Pupils - 簡靖樺、黃思華—原住民文化結合遊戲式數感學習系統之建置與研究 Ching-Hua Chien & Tzu-Hua Huang -- The Construction and Research of the Aboriginal Game-based Number Sense Learning System - 吳雅雯、林亦謙、陳彥廷--文化融入與動手操作的活動裡探究數學學習—以鄒族三年級學童為例 Ya-Wen Wu, Yi-Chian Lin & Yen-Ting Chen -- The Math Learning Exploration From the Cultural Integration and Hands-on Activities-an Example of Graders 3
12:00~13:30	午餐時間 / Lunch
	B3：專題演講四 / Keynote Speech IV
13:30~14:50	◆ 主持人 / Moderator：（主持、提問、討論共 15~20 分鐘） 汪明輝副教授 國立臺灣師範大學地理學系副教授兼原住民族委員會副主任委員 Tibusungu 'e Vayayana, Associate Professo, Department of Geography, National Taiwan Normal University & Vice President, Council of Indigenous Peoples, Taiwan. ◆ 主講人 Keynote Speaker：（專題演說 60 分鐘/60 minutes） Associate Professor Tungalag Baljir, ESD Program coordinator, Mongolian National University of Education, Mongolian 講題/Topic： The Needs, Possibilities, and Ways to Improve the Lives of Indigenous Youth in Mongolia: A Case Study of Preschool Education 改善蒙古原住民青年生活需要的可能性和方法：學前教育案例研究

	Personal profile Web-site : http://210.240.179.19/2017GIER/wp-content/uploads/2017/10/Tungalags-CV-2017.10.01.pdf
14:50~15:10	中場休息 / Break
	B4：論文發表 Paper Session II (議題二) 原住民科學教育研究 Research on Indigenous Science Education
	◆ 主持人 / Moderator：(主持、提問、討論共 15 分鐘) 熊召弟教授 國立臺北教育大學自然科學教育學系 Chao-Ti Hsiung, Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education, Taiwan ◆ 評論人/Discussant：(統一評論各回應 15 分鐘) - 李暉副教授 國立東華大學教育與潛能開發學系 Huei Lee , Associate Professor, Department of Education and Human Potentials Development, National Dong Hwa University, Taiwan. - 王姿陵副教授 國立清華大學數理教育研究所所長 Tzu-Ling Wang, Associate Professor and Institute director , Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Tsing Hua University, Taiwan
15:10~16:40	◆ 徵稿論文發表/Paper Session：3 篇 (每人 8~15 分鐘報告) (8 to 15 minutes per person for reporting) - 劉傳璽、陳珍源、趙貞怡、黃意涵--基於原住民族文化與協作式問題解決(CPS)教學策略之原住民國小學童能源課程開發之研究 Chuan-Hsi Liu, Jen-Yang Chen, Jen-Yi Chao & Evelyn Huang -- Development of the Energy Curriculum Based on Atayal Culture and CPS for the Indigenous Elementary Students - 高慧蓮、張祈良、朱志強--排灣族知識體系為本的科學教材開發初探 Huey-Lien Kao, Chi-Liang Chang & Chih-Chiang Chu -- The Development of Science Teaching Materials Based on the Paiwan National Knowledge System - 施焜耀、黃瑋伶、林維芳、王一修、李舜文、楊守勛、黃姿潔、林以馨--原住民學校的奈米科技新知教材開發 Kun-Yauh Shih ,Cheng-Ling Huang, Wei-Fang Lin, Yi-Shu Wang, Shen-Wen Li, Shou-Shiun Yang, Tzu-Chieh Huang & Yi-Xin Lin - - The Development of Nanotechnology Teaching Materials in Aboriginal Schools

	B5：海報論文發表 Posters (地點：藝術館 M405 國際會議廳走廊) Art Building M405 International Conference Hall corridor
10:10~10:30 12:30~13:30 14:50~15:10	◆ 錄取海報 7 篇：Poster Session ◆ 發表回應時段敬請發表人或代表人務必在場回應互動 ◆ 齊君蕙、陳必卿--從數學學習的歷程探討原住民幼兒文化參與之現象 The Investigation of Aboriginal Children's Culture Infiltration Processes in Mathematical Learning ◆ 林春鳳、李馨慈、鄭清平--原住民族文化回應教學之非制式化科學教育課程設計 Chung-Feng Lin, Tjuku Ruljigaljig & Ching-Ping Cheng -- Curriculum Design of Informal Science Education for the Culturally Responsive Teaching ◆ 王前龍--原住民科學教育知識論中的自決議題：國外實例與國內方向 Chien-Lung Wang -- The Issue of Self-Determination in the Epistemologies of Indigenous Science Education: The Global Examples and Local Direction ◆ 林正木--原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效評估之比較研究 Cheng-Mu Lin -- A Study on Comparison of the Effectiveness Evaluation of Tribal Mobile Classroom Training Participated by Aboriginal and Han Chinese Students ◆ 邱宇桐、高慧蓮--探討自編科學故事電子書對國小原住民學童學習成效之影響—以簡單機械為例 Yu-Tung Chiu & Hui-Lien Kao -- Explore the Effectiveness of Science Stories E-book Learning Outcomes of Indigenous Elementary School Children: Taking a Simple Mechanical Unit as an Example ◆ 王騰銘、陳彥廷、卓冠維--鄒族文化與動手做融入數學教學之設計與實踐-以國小高年級為例 Teng-Ming Wang, Yen-Ting Chen & Kuan-Wei Cho -- The Integration of Tsou Tribe Culture and Hands-on Activities in in the Process of Designing and Instructing Mathematics-an Example of Graders 5-6 ◆ 游雪雲、賴品仔、秦爾聰--科學教育計畫專案實施之研究：以一所原住民族小學為例 Hsueh-Yun Yu, Pin-Yu Lai & Erh-Tsung Chin -- Program of Science Education research project implementation: A case study of an Indigenous Elementary School
16:40~17:00	授證 / Award Certificate
17:00	散會 / Closing Remarks

貳、專題演講簡介 Keynote Speech

A1：專題演講一 / Keynote Speech I

◆ 主持人：



許瑛瑄講座教授 國立臺灣師範大學科學教育研究所
Ying-Shao Hsu, Chair Professor, Graduate Institute of Science Education,
National Taiwan Normal University, Taiwan

研究專長：技輔助學習、科學探究學習、科學課程設計、地球科學教育

獲獎紀錄：

國立臺灣師範大學 104 年度獎勵學術卓越教師-研究講座(105.1.1~107.12.31)
科技部 104 年度傑出研究獎(105.03.10 公告)
國立臺灣師範大學 104 年度獎勵學術卓越教師-優聘教授(104.2.1~107.1.31)
國立臺灣師範大學 101 年度獎勵學術卓越教師-研究講座(101.2.1~104.1.31; 2017.1.1~2019.12.31)
國立臺灣師範大學 100 學年度第一學期「Moodle 數位學習平台典範課程暨優質課程」(2011-2012)
之優質課程：教育測驗與評量（教）
行政院國家科學委員會傑出研究獎 2011（100 年度）
行政院國家科學委員會大專校院獎勵特殊優秀人才，2010（99 年度）、2011(100 年度)
國立臺灣師範大學研究績優獎，2005，2006，2007，2008，2012
行政院國家科學委員會吳大猷先生紀念獎，2005（94 年度）
建置的教師在職進修網站經教育部評鑑榮獲 91 年度優等獎
網址：<http://earth.geos.ntnu.edu.tw/>
行政院國家科學委員會研究獎勵甲等獎，1999，2000

國內期刊評審委員：

科學教育學刊(TSSCI), 2000 年迄今
師大學報編審委員會科學教育類, 2000 年迄今
師大學報編審委員會科學教育類編輯委員, 2004~2006
師大學報編審委員會科學教育類主編, 2005
教育科學研究期刊(原師大學報：教育類)(TSSCI), 2008 年迄今
台北市立教育大學學報, 2008 年迄今
課程與教學季刊, 2009 年迄今
科學教育月刊論壇, 2000 年迄今

學術專業會員：

中華民國科學教育學會理事 (2006~2009)
Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), USA
National Association for Research in Science Teaching (NARST), USA
Australasian Science Education Research Association (ASERA), Australia
European Science Education Research Association (ESRA)
Center for Curriculum Materials in Science (CCMS), USA

◆ 主講人 Keynote Speaker :



Professor Elizabeth McKinley
Melbourne Graduate School of Education,
University of Melbourne ,Australia

Biography

Professor Elizabeth McKinley descends from Ngāti Kahungunu and Ngāi Tahu Māori peoples of New Zealand. She is currently the Professor of Indigenous Education at the Melbourne Graduate School of Education, University of Melbourne. Prior to moving to Melbourne, Elizabeth was Professor of Māori Education and the Director of the StarPath Project for Tertiary Participation and Success at the University of Auckland. She graduated with an undergraduate degree in Chemistry from Otago University, and has a Masters of Education in Curriculum Policy (Indigenous Science Education Policy) and a Doctor of Philosophy (Topic: Science and identity), both from the University of Waikato (Hamilton, NZ). She is a trained secondary school teacher. She is currently editing a *Handbook of Indigenous Education* (with Professor Linda Tuhiwai Smith) for Springer. She has given has been invited to speak at conferences and seminars in the Pacific Islands, Australia, Japan, Canada, USA, Denmark, and Britain.

Selected Book Chapters

- HOSKINS, T.K. & McKinley, E. (2015) Māori education in Aotearoa New Zealand: Contexts, challenges, and priorities. In Crossley, M., Hancock, G., Sprague, T. (eds) *Education in Australia, New Zealand and the Pacific*. London: Continuum/Bloomsbury. (pp159-176)
- MCKINLEY, E., GAN, M., BUNTTING, C., & JONES, A. (2015) New Zealand: Towards inclusive STEM for *all* students. In Freeman, B., Marginson, S., & Tytler, R. (eds) *The Age of STEM: Educational policy and practice across the world in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. New York/London, Routledge. (pp201-214)
- MCKINLEY, E. & GAN, M. (2014) Culturally Responsive Science Education for Indigenous and Ethnic Minority Students. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds) *Handbook of Research on Science Education. Volume II*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum. pp.284-300
- McKinley, E. & Stewart, G. M. (2012) Out of place: indigenous knowledge (IK) in the science curriculum. In Fraser, B., Tobin, K. & McRobbie, C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer Publications. [Chapter 37, pp541-554.]
- McKinley, E. & Stewart, G.M. (2009) Falling into place: indigenous science education research in the Pacific. In Ritchie, S.M. (ed) *Science Education Research in Australasia*. Rotterdam, Sense Publishers. pp49-66.
- McKinley, E. (2007) 'Bodies of knowledge: narratives of colonialism, science and education', In Kenneth Tobin & Wolff-Michael Roth (eds.), *The culture of science education*. Rotterdam, Sense Publishers. pp.343-354. (Invited)
- McKinley, E. (2007) Postcolonialism, indigenous students and science education. In Abell, Sandra & Lederman, Norman (eds) *International Handbook of Research in Science Education*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum. pp.199-226. (Invited)
- Scantlebury, K., McKinley, E. & Jesson, J. (2002) Imperial Knowledge: Science, education and equity. In B. E. Hernandez-Truyol & C. Gleason (Eds) *Moral imperialism: A critical anthology*. New York, New York Law Review Press. pp229-240.

Selected Articles in Refereed Journals

- WEBBER, M., MCKINLEY, E., RUBIE-DAVIES, C., (2016) Making it personal: Academic counseling with Māori students and their families. *Contemporary Educational Psychology* (available online 10 March) ([doi:10.1016/j.cedpsych.2016.03.001](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.03.001)).
- WEBBER, M., MCKINLEY, E., HATTIE, J. (2013) The importance of race and ethnicity: An exploration of New Zealand Pākehā, Māori, Samoan and Chinese adolescent identity. *New Zealand Journal of Psychology*, 42 (1), 43-54.
- GRANT, B., MCKINLEY, E., (2011) Colouring the pedagogy of doctoral supervision: considering supervisor, student and knowledge through the lens of indigeneity. *Innovations in Education and Teaching International*, 48 (4), 377-386
- MCKINLEY, E., GRANT, B., MIDDLETON, S., IRWIN, K., WILLIAMS, L. T. (2011) Working the

- interface: Indigenous students engage in doctoral education. *Equity & Excellence in Education*, 44(1), 115-132
- MIDDLETON, S., MCKINLEY, E. (2010) The gown and the korowai: Māori doctoral students and the spatial organisation of academic knowledge. *Higher Education Research and Development*, 29 (3), 229-243
- McKinley, E (2008) From object to subject: hybrid identities of indigenous women in science. *Cultural Studies in Science Education*, 3(4) 959-975
- McKinley, E., Keegan, P.J. (2008) Curriculum and language in Aotearoa New Zealand: from science to pūtaiao. *L1 – Educational Studies in Language and Literature*, 8 (1) 135-147
- Archibald, J., Barnhardt, R., Cajete, G.A., Cochran, P., McKinley, E., Merculieff, L. (2007) The Work of Angayuqaa Oscar Kawagley, *Cultural Studies in Science Education*, 2, 11-17.
- Kincheloe, Joe L., McKinley, E., Lim, M., Barton, A. C. (2006) Forum: A conversation on 'sense of place' in science learning. *Cultural Studies in Science Education*, 1, 143-160.
- McKinley, E. & Aikenhead, G. (2005) Comments on "Thinking differently about cultural diversity: using postcolonial theory to (re)read science education". *Science Education*, 89 (6), 901-906.
- McKinley, E. (2005) Brown bodies, white coats: postcolonialism, Māori women and science. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 26 (4) 481-496.
- McKinley, E. (2005) Locating the global: culture, language and science education for indigenous students. *International Journal of Science Education*, 27 (2), 227-241. (Invited)
- McKinley, E. (2002) Brown bodies in white coats: Māori women scientists and identity. *Journal of Occupational Science*, 9 (3) pp109-116.
- McKinley, E. (2000) Cultural diversity: masking power with innocence. *Science Education* 85 (1), 74-76 (Invited, Special Issue)
- McKinley, E. (1996) Towards an Indigenous Science Curriculum. *Research in Science Education*, 26 (2), 155-167.
- McKinley, E., Waiti, P.M. & Bell, B. (1992) Language, Culture and Science Education. In *International Journal of Science Education*, Special Issue 14 (5) 579-593. (Invited Article)

講題/Topic :

Indigenous Science Education and Research: a New Zealand Journey 原住民科學教育與研究：紐西蘭之旅

Abstract

In the early 1990s New Zealand began a journey of developing a national science education policy for the indigenous (Māori) students through the medium of Māori language. The first attempt (1993) was a translation of the English language medium curriculum. However, the last 20 years has been spent developing aspects of policy and practice that builds a more authentic policy curriculum document. This development has not been without some difficulties, including striking a balance between ideology and education such that Māori student achievement is not limited in Māori language schools. This presentation will explore the journey to establish indigenous science education in New Zealand schools and universities, and discuss some of the research that has been carried out, including innovations and successes, alongside issues still to be solved three decades on.

A2：專題演講二 / Keynote Speech II

◆ 主持人：



趙貞怡教授 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所

Jen-Yi Chao, Professor, Graduate School of Curriculum and Instructional Communications and Technology, National Taipei University of Education. Taiwan.

研究專長：教育科技、教學設計、電腦多媒體設計、數位影音創作、人機介面設計
獲獎紀錄：

- 2011 中華民國教育學術團體聯合年會木鐸獎
- 2011 國立臺北教育大學教學優良獎 國立臺北教育大學
- 2006 中華民國教育學術團體聯合年會服務獎

近期期刊論文：

- 2017 Chao, Jen-Yi, Tzeng, Pei-Wen, & Po, Hsin-Yu (2016). The Study of Problem Solving Process of E-book PBL Course of Atayal Senior High School Students in Taiwan Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 13(3), 1001-1012. doi: 10.12973/eurasia.2017.00654a (SSCI)
- 2016 Chao, Jen-Yi, Chao, Shu-Jen, Yao, Lo-Yi & Liu, Chuan-Hsi (2016). A Case Study of Design and Usability Evaluation of the Collaborative Problem Solving Instructional Platform System. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12(10), 2647-2655. doi: 10.12973/eurasia.2016.1278a (SSCI)
- 2015 Chao, J.Y., Yao, L.Y., Liu, C.H., & Chen, J.Y. (2015). Study on CPS spatial concept course and assessments for aboriginal children: With "rotation" and "mapping" as examples. In T.H. Meen, S.D. Prior, & A.D.K.T. Lam (Eds.). Applied system innovation (pp.163). London: Taylor & Francis Group. (EI)
- 2015 Chao, J.Y., Xu, R.Y., & Jiang, Z.W. (2015). A study on the key competencies of indigenous senior high students in PBL E-Book production courses. In T.H. Meen, S.D. Prior, & A.D.K.T. Lam (Eds.). Applied system innovation (pp.164). London: Taylor & Francis Group. (EI)
- 2015 Chao, Jen-Yi, Liu, Chuan-Hsi, & Chen, Jen-Yang, The Influence of Courses Integrating Atayal Culture and LEGO Dacta on the Programming Ability and Creativity of Aboriginal Children., Global Journal of Computers & Technology, 1, 2, pp34-43
- 2015 Chao, Jen-Yi, Liu, Yuan-Chen, Yang, Kai-Hsiang, Huang, Tzu-Hua, Yao, Luo-Yi, WebQuest Based Instructional Design of Video Making for Atayal Senior High School Students in Taiwan-Take Cultural Arts and Crafts for Example., Lecture Notes in Information Technology, 24, pp199-204
- 2014 鍾婷婷、趙貞怡、林欣怡，臺北地區在職新住民女性數位素養之研究，教育科技與學習，2, 1, pp71-100
- 2013 Chao, J.Y., Pan, Yu-Yun, & Yao, Luo-Yi, The Study of Creativity and Metacognition Training Courses Integrating Indigenous Culture for Atayal Elementary Students., Advance in Lecture Notes in Management Science, 16, pp305-311
- 2013 Yang, Kai-Hsiang, Chao, J.Y., Jhou, & Jia-Wei, The Development of a WebQuest Ebook Course for Atayal Culture., Advance in Lecture Notes in Management Science, 16, pp327-332
- 2013 Chao, J.Y., Yang, Kai-Hsiang, Liu, Yuan-Chen, Huang, Tzu-Hua, Yao, Luo-Yi, & Pan, Yu-Yun, The Study of Digital Storytelling Strategies on the Information Project Course of Atayal Tribe Senior High School., Advance in Lecture Notes in Management Science, 16, pp311-317
- 2013 趙貞怡，原住民學童在電腦樂高機器人課程中的創造力與團隊合作能力，教育實踐與研究，26, 1, pp33-62
- 2013 吳青青、趙貞怡，國小「網路安全課程」電腦教學遊戲教材之建置與研究，教育科技與學習，1, 2, pp251-276
- 2013 趙貞怡、林映萱、賴佩君，iBooks2 電子書之使用性探討-以「攝影單元內容」為例，國民教育雙月刊，54, 2, pp25-31
- 2013 趙貞怡、林育民，運用影音部落格學習烏克蘭麗麗之學習成效初探，國民教育雙月刊，54, 2, pp54-61
- 2013 王年燦、趙貞怡、鄭琨鴻，國中生活科技網路多媒體教材之設計與開發，藝術學報，73, pp37-52

◆ **主講人 Keynote Speaker：**



傅麗玉教授 國立清華大學 學習科學與科技研究所

Li-Yu Fu, Professor, Institute of Learning Sciences & Technology at
National Tsing Hua University, Taiwan

研究專長：

課程與教學、科學教育、數位學習、原住民族教育、科學傳播、科學動畫製作、科普教育、多元文化教育

現任：

國立清華大學 教授
國立清華大學教師會理事
華碩文教基金會 創會董事 (2009-)
原住民華碩科教獎 創獎主辦人 (2009-)
清華網路文教基金會董事
中華民國科學教育學會理事
中華科學傳播協會理事
國立清華大學 原住民族科學教育網站「飛鼠部落」創站主持人 (2001-)
104 年科技計畫績效評估暨 106 年科技計畫 審議委員 (2016)
原住民族委員會 105 年資料開放諮詢小組委員 (2016-)
原住民族委員會教育審議委員 (2013-2017)
教育部原住民族教育政策會委員 (2014-2017)
國家發展委員會數位機會相關計畫 委員
國家資訊基本建設產業發展協進會諮詢委員
科技部複審委員 (科國司兩個學門)
科技部「政府科技綱要計畫績效評估作業」委員
教育部大專院校統合視導訪視委員
教育部數位學習課程與教材認證審查委員
教育部 數位機會中心、大專資訊志工計畫、數位學伴計畫與數位課程相關計畫審查委員
教育部「巨型開放式線上課程」(MOOCs) 課程審查委員
教育部臺灣學術網路資訊使用管理小組委員
中國化學會 台灣化學教育期刊「多元文化的化學」專欄主編
原住民族委員會「原 YOUNG」雜誌之「山林智慧王」專欄主筆

科學傳播、科學教育與科普教育 教學與研究經歷 (-2015 年)

2016 年第 51 屆電視金鐘獎之「動畫節目獎」得獎作品：「吉娃斯愛科學」
2015 年教學媒體競賽教師組第二名「雲端飛鼠部落科學遊戲繪本」主辦單位：TAECT
2014 年清華大學「102 學年度傑出教學獎」2001 年清華大學「89 學年度傑出教學獎」
2013 年第 48 屆電視金鐘獎之「動畫節目獎」得獎作品：「再探飛鼠部落」
主持國科會與科技部 科學教育與科普計畫 22 項
論文超過 155 篇，國內外受邀演講超過 120 場
辦理科普與大眾科學活動超過 100 場
國內外媒體科學教育與科普教育相關報導超過 177 則
2011-2015 年 科普電視節目展演
2012 年清華大學「智財商化績優教師」
2009 年教學媒體競賽教師組第一名主辦單位：TAECT
國立清華大學師資培育中心主任 (2003-2006)
清華網路文教基金會董事長 (2006-2010)
美國科羅拉多學院 交換講學
教育部 78 年度公費留學獎學金「科學史與科學哲學」學門
教育部科學教師獎金「研究著作」特優

講題/Topic :

Why Go Go Giwas: Thought Behind the Making of a Series of Indigenous Culturally-Responsive Science Education Animations

為什麼吉娃斯愛科學：原住民族文化回應的科學教育動畫的製作思考

Abstract

The address is going to illustrate the thought behind the making of a series of Indigenous culturally responsive science education animations entitled Go Go Giwas. Each episode of Go Go Giwas is 11 minutes long, with a total of 13 episodes of HD quality 3D animation films. In 2016, it won several relevant awards at home and abroad, including “the Best Animation Program Award” of the 51st Golden Bell, the United States Chicago International Children's Film Festival demonstration film, nominated in South Korea Bucheon Animation Festival finalists, Taichung International Animation Festival demonstration film, 2016 Taiwan Media Watch Education Foundation “Five-Star Children and Youth's Self-Made High-Quality Program Award”, Digital Products Award from Industrial Development Bureau of MOEA and TV series best program award of 2017 “Dalian, Liaoning fourth cross-strait film and new media innovation forum”. Besides, the fan page and “Go Go Giwas” broadcast channel are founded: <https://www.facebook.com/gogogiwas>. As stated in the comment on Go Go Giwas I for its winning of the 51st Golden Bell Award, “this film cleverly integrates a 2D hand-painted texture in 3D roles, the overall art collocation is perfect, the roles are dynamic, lively and natural, and the percussion rhythm adds to the Indigenous cultural atmosphere. The most unusual is the extremely lively and interesting representation of the science theme”.

The audience response survey was carried out in 2016 with reference to the questionnaire content proposed by the Ministry of Science and Technology, collecting 2759 questionnaires from 19 units of different places. Furthermore, after the advance screening of “Go Go Giwas” science animations, this study explored the responses of the audiences of different backgrounds to the content of the animations and interest guidance, “time of watching TV every day”, “favorite TV program type”, “decision maker on TV watching” as well as “approaches to new knowledge of science”; and through the four dimensions which were “theme and content”, “forms of expression”, “production technology” and “overall evaluation”, the results of the analysis showed that the audiences' responses to such four dimensions were all prone to “Strongly Agree” positive response.

Go Go Giwas I has completed the television and new media platform authorization in the entire Southeast Asia and New Zealand and wireless TV network authorization in the Middle East. Go Go Giwas was highly affirmed with many domestic and international film festival awards, and its domestic and international marketing authorization results were extremely much better than we initially expected. “Go Go Giwas” was premiered in 2016 by Golden TV and commercialized then, and the Hsueh Ying Culture Co. was authorized to publish DVD public version, and the Public Television Service was authorized to publish DVD home edition in 2017, as well as broadcast by PTS (2017 - 2020), media video on demand service by Golden TV (2016-2018) and the public broadcast rights sales of aircraft TV program agent of Asia region by AV-Jet International Media Co., Ltd. (2016-2018), etc. The authorization has been completed in Southeast Asia and New Zealand region TV and new media platform as well as the wireless television network in Middle East region.

The authorized domestic and international television and new media platforms reflected that this type of popular-science animation series with culture as the theme is very rare in the world, and they are eagerly looking forward to the team's continuous making of Go Go Giwas series animation film to form a multi-episode animation series for long-term broadcast, and thus making an impact on global economies, societies, lives and cultures. The team has high sense of mission and its whole-hearted dedication to the continuous making of the Go Go Giwas animation series.

B1：專題演講三 / Keynote Speech III

◆ 主持人：



郭重吉 榮譽教授 國立彰化師範大學科學教育研究所

Chorng-Jee Guo, Emeritus Professor, Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education, Taiwan

研究專長：科學學習、科學教學與教師、科學課程與教材、科學教育、物理教育

經歷：

2014-至今 國立彰化師範大學 榮譽教授
2008-2014 國立彰化師範大學 理學院 講座教授
2002-2008 國立台東大學 自然科學教育系 教授兼校長
2001-2009 教育部 顧問室 顧問、諮議委員
2000-2007 行政院國家科學委員會 學門召集人 諮議委員
1999-2002 國立彰化師範大學 科學教育研究所 教授兼所長
1995-1999 行政院國家科學委員會 科學教育處 處長
1981-1982 凱斯-西儲大學 物理系 副研究員
1980-1981 美國愛渥華大學 科學教育中心 客座教授
1976-1977 衛斯理恩 物理系 博士後研究
1973-1989 國立台灣教育學院 科教系、物理系 副教授、教授、主任

榮譽與獎項：

曾獲國科會傑出研究獎
執行國科會 93 年度科學教育研究成果應用推廣計畫編著之《國中自然科統整課程教學模組實例》一書，經國科會學術審查通過推薦出版，並授權使用「NSC 科教叢書 015」標章
所領導主持之「台灣地區小學生科學概念學習研究」於 98 年榮獲國科會「50 科學成就」之一科學教育學會終身成就獎、物理教育學會傑出貢獻獎、東亞科學教育學會(EASE)傑出貢獻獎

專書章節

Guo, C.J. & Chiu, M. H. (2016). Research Projects on Science Education Funded by the National Science Council in Taiwan from 1982 to 2012: A Historical Review. In M. H. Chiu (Ed.). Science Education Research and Practices in Taiwan. Springer.

Guo, C.J. & Chiu, M. H. (2016). Opportunities and Challenges for Science Education in Asia: Perspectives Based on the Taiwan Experience. In M. H. Chiu (Ed.). Science Education Research and Practice in Asia. Springer.

Guo, C.J., So, W. W-M., Mun, K. & Ching, F. N-Y. (2016). Trend and Development of School Science Education in Taiwan, Hong Kong, and Korea. In Lin, H., Gilbert, J. K., & Lien, C. (Eds.). Science Education Research and Practice in East Asia: Trends and Perspectives. Taipei: Higher Education Publishing.

郭重吉、熊召弟、熊同鑫 (主編) (2013)。科學教師之路 II—由夥伴關係到邁向卓越。彰化市：國立彰化師範大學。

郭重吉 李暉 (2010)。國中自然科統整課程教學模組實例。國科會科教處「成果推廣計畫」推薦出版專書。國立彰化師範大學出版。

郭重吉主編 (2007)。科學教師之路—由實習輔導到專業成長。臺北：心理出版社。

郭重吉(2007)。科學師資培育的省思與前瞻。載於郭重吉(主編)，科學教師之路—由實習輔導到專業成長(頁 359-370)。臺北：心理出版社。

Guo, C. J. (2007) . Issues in science learning: An international perspective. In S. Abell & N. Lederman (Eds.) , Handbook of Research on Science Education. ISBN:0805847146. NJ: Lawrence ErlbaumAssociates, Inc. pp. 227-256.

◆ **主講人 Keynote Speaker :**



Professor Charles Hopkins

UNESCO Chair in Reorienting Teacher Education Towards Sustainability
Office of the Dean, Faculty of Education, York University, Toronto, Canada

Bibliography

Charles Hopkins holds the UNESCO Chair on Reorienting Teacher Education to Address Sustainability, focusing upon the development of an international network of teacher preparation institutions collaboratively working on the reorientation of teacher education to address sustainable development. Hopkins is also a senior advisor to UNESCO's Transdisciplinary Project, Educating for a Sustainable Future and the Chair of the Education for Sustainable Development Working Group of UNESCO Canada's Man and the Biosphere Committee (MAB). In addition, he is the executive director of the John Dearness Environmental Society and an advisor to Environment Canada's Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN).

Previously, Hopkins was Superintendent of Curriculum with the Toronto Board of Education. In earlier positions with the Toronto Board, he served as Regional Superintendent as well as founder and Principal of Canada's largest environmental field study center, The Boyne River Natural Science School. Hopkins was also the founder and Principal of the Toronto Urban Studies Center, North America's only school-board-owned urban study center.

As part of the UN preparation for the Earth Summit in Rio de Janeiro, Hopkins was one of the drafters of Chapter 36 of Agenda 21: Education, Public Awareness and Training. Hopkins has been a part of UNESCO's efforts to develop education for sustainable development since its inception.

A long time leader in the field of environmental education, Hopkins has lectured and presented papers in over 45 countries since the early seventies. He is the author of a textbook on ecology, author of numerous journal articles and featured in 9 major television documentaries.

His awards are highlighted by:

- ◆ The Silver Jubilee Medal from Queen Elizabeth II
- ◆ An award from the Prime Minister of Canada for his contribution to the Earth Summit process, Rio de Janeiro, 1992.
- ◆ The award for outstanding contribution to EE from the North American Association for Environmental Education, NAAEE
- ◆ Lifetime Achievement Award from NAAEE
- ◆ International Fellow of the Australian Association for Environmental Education

Research Interests

Reorienting teacher education to address the environmental, social and economic issues inherent in sustainable development; Curricula for the twenty-first century; Transforming education, public awareness and training to address sustainable development.

講題/Topic :

**Improving the Education of Indigenous Youth as Required in Education
2030 Could Help Everyone**

改善原住民青少年教育不啻是協助 2030 年每個人的教育所需

B3：專題演講四 / Keynote Speech IV

◆ 主持人：



汪明輝副教授 國立臺灣師範大學地理學系副教授兼原住民族委員會副主任委員

Tibusungu 'e Vayayana, Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University & Vice President, Council of Indigenous Peoples, Taiwan.

研究專長：社會地理、原住民族傳統領域與自治、原住民族傳統知識與教育、原住民族社會文化、社區發展規劃

經歷：

原住民族委員會副主任委員
本立命館大學訪問教授
財團法人鄒族文藝基金會
國際地理學會（IGU）原住民族知識與權力委員會推動委員
教育部原住民教育政策委員會委員
行政院原民會語言發展委員會委員
原住民族基本法經濟發展委員
原住民族電視台諮議委員
台灣師範大學原住民族研究發展中心主任
台灣師範大學地理系副教授
台灣師範大學助教、講師 2002 年
師大附中教師
南化國中教師

學術著作：

董恩慈、汪明輝(2016)。達悟族傳統生態知識與其永續性價值，地理研究，p143-167。
蕭世暉、汪明輝(2016)。解殖民的文化地景再現：以泰雅人繪製「會吟'唱的地圖」為例，地理研究，p107-142。
汪明輝(2014)。臺灣原住民族主義的空間性。台北：師大地理系
汪明輝(2014/09)。世紀台灣政黨競合下における原住民観光の発展と政治的含意。観光学評論，2(2)。
汪明輝(2010/03)。阿里山番租與鄒族傳統領域變遷。嘉義研究，創刊號(創刊號)。
汪明輝(2015/11/02-2015/11/05)。The Status of the Tsou language of Taiwan。Symposium on Language Shift in the Sinophone World，西雅圖華盛頓大學。
汪明輝(2013/08/01-2017/07/31)。「魚、山川、海洋」－原住民科學知識與環境教學法模式之探討與建構研究：以阿里山鄒族為例：總計畫。國科會。(NSC 102-2511-S-003 -033 -MY4)。總主持人。
汪明輝(2001/1)。台灣原住民史鄒族史篇：台灣省文獻委員會。
汪明輝(2001/1)。阿里山鄉志：嘉義縣阿里山鄉公所。
汪明輝(2001/1)。鄒族之民族發展－一個台灣原住民族主體性建構的社會、空間與歷史：台灣師大地理研究所。

◆ **主講人 Keynote Speaker :**



Associate Professor Tungalag Baljir,

ESD Program coordinator, Mongolian National University of Education,
Mongolian

Educational History

- 2010 Associate Professor, Mongolian State University of Education
April 2005– April 2007 Ph.D. in the Humanities, Intercultural Business Communication, (Prof. Dr. Hans-Joerg Schmid, School of Linguistics and American Studies) The University of Munich, Germany
Topic: “Dealing with Problems in Intercultural Business Communication: A Study of Spoken and Written Discourse”
Oct 2004 – April 2005 M.A. in Intercultural Anglophone Studies (Prof. Dr. Hans-Joerg Schmid, School of Linguistics and American Studies) The University of Bayreuth, Germany
Sept 1997 – Jan 1999 M.A. in Comparative Linguistics “The Comparative Study of Combination System of Syntax in English and Mongolian languages ” Mongolian State University of Education
1993 – 1997 B.A. in English & Russian Teacher, University of the Humanities, Mongolia

International Conferences And Training Programs And

- October 2016 7th Beijing International Forum on ESD and API 4th Asia-Pacific Expert Meeting, Hebei, P. R. China.
August 2016 8th Biennial Meeting of the International Network of Teacher Education Institutions Associated with the UNESCO Chair on Reorienting Teacher Education to Address Sustainability, Visby Gotland, Sweden
November 2014 7th Biennial Meeting of the International Network of Teacher Education Institutions Associated with the UNESCO Chair on Reorienting Teacher Education to Address Sustainability, Okayama, Japan
June 2014 UNESCO Research Seminar on ESD and Quality Education, Beijing Academy of Educational Sciences, China
May 2014 Advanced International Training Programme on ESD in Higher Education: National ITP Workshop 2014 & Asian Alumni Meeting at Tongji University, Shanghai, China
February 2014 Experts Meeting on Climate Change Education for Sustainable Development in Asia and the Pacific, Manila, Philippines
June 2013 UNESCO Research Seminar on ESD and Quality Education, Beijing Academy of Educational Sciences, China
May 2012 Re-orienting Teacher Education to Address Sustainability, 7th Biennial Meeting of International Network of Teacher Education Institutions, York University, Toronto, Canada
March 2011 Society for Information Technology and Teacher Education, 22nd International Conference, Nashville Tennessee, USA
October 2010 Visiting Professor Institute of Didactics, Uppsala University, Sweden

Professional Experience

- 2017 – 2020 Program coordinator for Spain-Mongolia Joint Project on “The Improvement of Research and Innovation Skills in Mongolian Universities” within ERASMUS Program, European Union
2015 – 2017 Program coordinator for Project on “Needs, possibilities and ways to improve lesson quality in teacher training universities” within Higher Education Reform, Ministry of Education, Culture, Science and Sports of Mongolia
2015 – 2017 Program coordinator for Finland-Mongolian joint project on KA1 - Learning Mobility of Individuals Higher education student and staff mobility between Programme and Partner Countries within ERASMUS Program, European Union
2013 – 2015 Project member for Project on “Designing student admission criteria to Teacher Education Institutions” implemented within Ministry of Education, Culture and Science of Mongolia.
2013 – 2014 Program Coordinator for Project on “Monitoring and Assessment of the Secondary education standard, curricula and textbooks for 1-12 grades” Joint Project of Swiss Development Agency and Ministry of Education and Science and Ministry of Environment and Green Development of Mongolia

- July 2013 – Jan 2014 National consultant of Pre-service teacher training system reform, Ministry of Education and Science within the Asian Development Bank Program
- 2013 – 2015 Program Coordinator for Project on Climate Change Education and Education for Sustainable Consumption, UNESCO Participatory Program
- ♦ Develop the guidebook on CCE and Education for Sustainable Consumption
 - ♦ Organize different competitions among youth groups to collect local and national pictures on CCE and ESC
 - ♦ Organize national and regional workshops among teacher educators and planners to adapt new teaching skills regarding CCE and ESC
 - ♦ Publish handbooks on CCE and ESC
- 2012 – 2015 Program Coordinator for Project on Education for Sustainable Development in Secondary Education in Mongolia implementing within Ministry of Education and Science of Mongolia.
- ♦ Conduct survey among high school students to identify how ESD approaches and principles are integrated in secondary education curriculum
 - ♦ Organize 4 regional workshops around Mongolia
 - ♦ Explore the relationships between ESD and Quality Education
 - ♦ Publish ESD Innovation Handbook for pre- and in-service teacher education in Mongolia

Other Related Experiences

Project leader & supervisor 2012 – 2015

Project “Integrating ESD innovations into secondary education in Mongolia” implemented by Ministry of Education and Science

- ♦ Conduct survey among high school students to identify how ESD approaches and principles are integrated in secondary education curriculum
- ♦ Organize 4 regional workshops around Mongolia
- ♦ Publish ESD Innovation Handbook for pre- and in-service teacher education in Mongolia

Project coordinator 2009 – 2012

Project “Basic Research on Intercultural Studies” implemented by Ministry of Education and Science

- ♦ Published a monograph “Intercultural Communication Theories 2012” for scholars, teacher educators and education planners
- ♦ Published 8 research papers

Awards

- 2015 Science Leading Worker, Mongolian Government Prize
- 2014 Medal of Labor Pride, Youth Union of Mongolia
- 2014 Medal of the 375th Anniversary of Capital City
- 2011 Education Leading Worker, Governor’s Administration, Bulgan Province
- 2011 Nine Treasures, Teachers’ Union of Mongolia
- 2010 Child-friendly Teacher, Education Department of Bulgan Province
- 2008 Education Leading Worker, Mongolian Government Prize
- 2006 Honored Diploma, Mongolian Government Prize

講題/Topic :

The Needs, Possibilities, and Ways to Improve the Lives of Indigenous Youth in Mongolia: A Case Study of Preschool Education

改善蒙古原住民青年生活需要的可能性和方法：學前教育案例研究

貳、論文徵文口頭發表摘要 Paper Sessions I & II

泰雅文化及 CPS 策略融入空間概念課程對 原住民國小高年級學童學習成效之影響

The Effect of the Integration of Atayal Culture and CPS Strategy into Spatial Conceptualization Courses on the Learning Efficiency of 5th and 6th Grade Indigenous Students

趙貞怡 Jen-Yi Chao¹ 葉怡芯 Yi-Hsin Yeh² 林哲儀 Che-I Lin³

摘要 Abstract

本研究結合泰雅文化及 CPS 教學策略開發空間概念課程、教材以及題組式評量，探討 4 年間兩屆原住民高年級學童經過 2 年的課程，其空間概念的學習成效。研究參與對象為宜蘭縣南澳鄉某泰雅族國小高年級學生共 31 人，研究執行期間為 103~106 年，藉由示範教學、測驗及訪談等方式進行資料蒐集。研究工具採用本研究開發之題組式評量，經 3 位內容專家審核及預試，包含「旋轉」、「映射」、「摺合」、「透視」、「堆疊」及「立方體計數」6 項空間概念之正式測驗卷，共計 19 大題(含 59 小題)。進行前、後測相依樣本 t 檢定，探討原住民學童空間概念的改變情形。同時對參與課程的教師及學童進行訪談，以瞭解課程對其學習之影響。

研究結果顯示受試的原住民學童在 6 項不同的空間概念測驗表現，後測皆顯著優於前測成績，因此結合泰雅文化及 CPS 策略的空間概念課程，顯著提升原住民高年級學童的空間概念學習成效，且學童在訪談時皆表示課程對於空間概念的學習是有幫助的，教師亦表示課程對於學童有正面的影響。

關鍵字：CPS、空間概念、泰雅文化、原住民高年級學童、學習成效

This research integrates Atayal culture and CPS teaching strategies for the development of spatial conceptualization courses, teaching materials, and test battery assessments used to investigate the learning efficiency of 5th to 6th grade indigenous pupils that each engaged in 2 years of spatial conceptualization coursework over a total span of 4 years. Research subjects were 31 5th or 6th grade students attending an Atayal elementary school in Nan'ao Township, Yilan County. The research period was 2014~2017, and data was collected from teaching demonstrations, thoughts written down by students, and tests. The research tool was a test battery assessment that had been approved and pre-tested by three subject matter experts, and comprised of formal test sheets on the six spatial concepts, "Rotation," "Reflection," "Folding," "Perspective," "Stacking," and "Cubic enumeration" with a total of 19 sets of questions (59 individual questions). Dependent sample t-tests were conducted on the results of the pre- and post-tests to analyze the changes in the spatial conceptualization of indigenous school children. Teachers and pupils that participated in these classes were interviewed to facilitate understanding of how the courses affected learning.

The research shows that with regard to the 6 different spatial conceptualization assessment forms, indigenous pupils tested performed better in the post-tests than in the pre-tests, which shows that spatial conceptualization assessment courses that integrated Atayal culture and CPS strategy significantly elevated the learning efficiency of indigenous pupils in terms of spatial conceptualization. Pupils

¹ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授，通訊作者，聯絡地址：106 臺北市大安區和平東路二段 134 號，聯絡電話：02-2732-1104 Ext. 55532，E-mail: jychao@tea.ntue.edu.tw。

² 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所專任研究助理。

³ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所碩士生。

interviewed stated that the classes helped them learn about spatial conceptualization, while teachers also remarked that the classes had a positive influence on the students.

Keywords: CPS, spatial conceptualization, Atayal culture, 5th and 6th grade indigenous pupils, learning efficiency

壹、前言

近年來國內教育界持續推動原住民族教育困境的改善，今年八月底教育部原住民族課程發展協作中心於國立臺中教育大學正式揭牌，將統合原住民族課程發展模式，並研發相關課程模組，提供原住民族實驗學校及重點學校，發展原住民文化本位課程，以彰顯原住民族教育主權，同時傳承各族群文化（教育廣播電台，2017）。國內原民地區學校也開始進行民族實驗教育，為孩子量身打造以文化為本，在地素材為主體的教學方式，原住民學童透過母語學習，瞭解並傳承自身文化。臺中博烏瑪國小、屏東縣地磨兒國小、南王 Puyuma 花環實驗小學等 6 所國民小學目前皆在辦理學校型態原住民族實驗教育。

本計畫團隊亦致力於原住民科學教育的研究與推廣，迄今已執行兩期原住民科學教育整合型計畫，本研究亦是科技部「原住民學童 CPS 空間概念課程與評量之教學平台發展與建置研究：總計畫」之部分成果。研究之目的為：瞭解泰雅族 31 位原住民高年級學童經過計畫 4 年的課程後，在「旋轉」、「映射」、「摺合」、「透視」、「堆疊」及「立方體計數」等 6 項空間概念的學習成效有無顯著的提升，以及計畫課程對其學習之影響。

貳、文獻探討

一、原民學童學習型態

截至 2015 年底，擁有大專學歷的原住民不到 6 萬人，佔全部原住民的 10.9%，相對全臺大學人口所佔的 36.9%，原民就讀率仍屬偏低（馬躍·比吼，2017）。教育人類學家 John Ogbu 曾提到，少數族群學生表現低落的原因之一，是其所接受的教學與他們的文化背景不一致（何繼琪，2005），加以偏鄉原住民之經濟、文化與教育資源皆相對較少，缺乏文化刺激且和主流文化產生隔閡，使得其學習動機與成就偏低，陷入升學與就業競爭中處於劣勢（黃秀蓉，2015 高馨寧、林啟超，2016）。

整理國內原住民學習型態研究發現因原住民族的文化特質與漢族不同，而造成兩者在學習型態與特性之相異。以本次研究對象泰雅族學生為例，依據前人研究可歸納學習特性為喜愛同儕學習型態，強調合作與分享的價值觀，並喜愛自由無壓力競爭的學習氣氛，偏好動態、實作經驗與探究導向的學習情境（譚光鼎、郭玉婷，2002）。這些特性使得泰雅族學生在漢文化中心的教育體制下產生學習適應問題，較為排斥傳統學校單調的教學模式及符號與抽象的教材（蘇明輝，2004）。

若文化為影響原住民學生學習的主因，根據學習理論可從學生特質來設計教學活動，以提升潛能改善問題。國內外研究皆建議原住民教育應在教學方法、教學設計、教學策略上考量其學習特性，並融入其文化與生活背景經驗，以其擅長的學習方式施教，進而提升學習動機與成效（周瑜珊、黃思華、余沛鐸，2015；Gay, 2000；Chao, Hsiao, Chang, Liu, Chao, , Ji, & Chen, 2012）。因此，本研究藉由調整課程教學策略、開發原民情境的互動式教材與生活化題組式評量，並持續於合作學校進行教學示範活動，目的為增加原民高年級學童在數學領域的空間概念學習成績，減少原民學生因文化不利所造成的學習困難。

二、空間能力及數學學習之關聯

早期心理學家發現了「空間能力」是為人類心智能力的一種，並不認為其會影響學科學習，直至 70 年代，許多學者著手研究「空間能力」與「科學學習」的關聯，研究相繼指出「空間

能力」明顯影響了學生的科學學習(Lord, 1985a, 1985b; Weckbacher & Okamoto, 2014)。空間能力更是數學領域的重要學習元素之一，所以 1989 年美國的數學教師協會 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM)，已將數感 (number sense) 與空間感 (spatial sense)，視為學校數學學習的重點目標 (左台益、梁勇能，2001)。王毓婕、陳光勳(2016)更提出若孩童在數學學習時遭遇困難，特別是在幾何領域中，欲協助解決孩童的困難，教學者應能從培養孩童的空間能力來著手而加以改善。此外，根據本團隊前期計畫的研究觀察，原住民學童可能因為生活環境影響，對於空間能力的表達不夠精確，進而影響科學學科的學習表現，而在空間概念能力測驗分數顯著低於漢族學童 (趙貞怡、劉傳璽、陳珍源、劉遠楨，2011; Chao, Chen & Chi, 2012)。

McGee(1979)、Linn 與 Peterson(1985)及 Lohman(1988)都曾提出的空間能力，比較三者後發現，McGee 所提的「空間視覺化」包括範圍較大。Linn 與 Peterson 的空間知覺接近 McGee 的空間定位，而心智旋轉與空間視覺化兩因素則接近空間視覺化的定義。因此本研究採用 McGee 的空間能力分類，包含「旋轉」、「映射」、「透視」、「摺合」、「堆疊」、「立方體計數」等六種概念，所發展之數位教材及測驗均以此六大概念分類。

三、協作式問題解決策略與 PISA 測驗的結合

考量原住民學生學習特性，並融入其文化與生活背景經驗，以其擅長的學習方式施教，才能提升學習動機與成效。傅麗玉(2004)指出，原住民傾向於共同合作學習方式，科學教法的設計應該以合作學習取代個人競爭，多以戶外學習活動取代室內學習活動。合作學習的教學策略繁多，最常運用在班級小組教學法上，且適用在各種不同的科目與領域上(張杏如，2010)。合作學習教學策略中，Nelson (1999) 提出協作式問題解決 (Collaborative Problem Solving, CPS) 的教學策略，CPS 是一種以問題解決為導向的合作學習方法，而教學策略的進行方式為：教學者需將學生進行分組，並要求每個小組組員針對特定單元，依自身所學知識進行小組討論、完成被分配到的學習角色任務，再經由組員彼此間的溝通與支持，達成教師所指定的學習任務。

目前國內外研究認為 CPS 教學策略是可以提升學生的學習成效，同時合作學習所需的社會互動亦會促進認知的過程(張雪芬、黃雅萍，2015; 潘培鈞、賴阿福，2014; DeWitt, D. et al, 2017; Huang, Yang, Chiang, & Tzeng, 2012; Karpov & Haywood, 1998; Kim & Song, 2006)。因此，我們認為使用 CPS 策略的空間概念課程是能夠促進空間概念形成、提升問題解決能力和原住民學生的自信。

此外，近年來國家重視學生整體能力發展，學生的生活應用能力格外受到重視。OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 經濟合作暨發展組織已於 2015 年之 PISA (the Programme for International Student Assessment) 國際學生能力評量計劃將協作式問題解決之技能列入評量，可見得協作式問題解決為當今國際社會所重視之重要能力(Serda, 2012)。各先進國家之所以越來越重視 PISA 測驗結果，是因為該測驗可以提供跨國際學生解決問題能力的比較，以此反映各國教育政策的效能。與其他國際上的學科競賽不同，它注重的是生活技巧上的應用、邏輯思考、解決問題等能力 (周祝瑛，2012)。

基於上述因素，本研究依據 PISA 之 CPS 評量要點、數學能力內容領域與歷程要點及六種空間能力概念，自行開發設計具有原民族文化元素之類 PISA 生活化題組式評量測驗，並使用自行設計的互動式數位教材，進行 CPS 教學示範活動，以了解原住民學童空間概念之能力表現，進而提升其科學、數學以及協作式問題解決能力。

參、研究方法

本研究採用單組前後測實驗設計，以學童在實施泰雅文化 CPS 空間概念教學活動前後測評量作為量化研究之資料，所開發之測驗題目(範例如附錄 1)，藉由專家效度檢核、預試及信度分析，以提升自行開發設計之生活化題組式評量的信效度。除了量化測驗外，本研究對實驗學

校參與計畫的教師及學生進行訪談，希望透過意見的蒐集評估四年期計畫的成效，並作為未來研究的參考方向。

一、研究課程設計

本研究課程共計有 6 次(12 節課)，每次教學時數約為 2 節課 100 分鐘，包含「旋轉」、「映射」、「透視」、「摺合」、「堆疊」、「立方體計數」等六種空間概念(詳見圖 1-4)，每學期皆利用學童數學課的時間進行計畫課程，非外加式的課程。學童每次課程皆透過異質分組的方式，小組討論與共同學習一項空間概念後進行成果發表，再由教學者協助反思和整合其學習經驗，最後以自評與教師評量(PISA 測驗內容、課堂觀察、互動式數位教材操作觀察及訪談)來評估學習成效。

圖 1

「摺合」單元教學示範活動



圖 2

「映射」單元教學示範活動



圖 3

「立方體」單元教學示範活動



圖 4

「透視」單元教學示範活動



二、研究參與對象

參與對象為宜蘭縣南澳鄉某國小高年級的 31 名泰雅族學生為主，因該校 98%學童皆為泰雅族群，屬於泰雅族重點小學。研究對象參與兩年整合型計畫團隊的課程活動，故已習慣分組討論的課程進行方式，他們喜歡與自身族群文化有關的活動、議題，對於動手實作、數位教材操作較感興趣，但對於反覆練習或文字敘述過長的測驗題較不具耐心。

三、研究工具

研究工具採用本研究開發之題組式評量，經 3 位內容專家審核及預試(Cronbach α 為 0.947)，包含「旋轉」、「映射」、「摺合」、「透視」、「堆疊」及「立方體計數」6 項空間概念之正式測驗卷，共計 19 大題(含 59 小題)，滿分為 100 分，進行前、後測相依樣本 t 檢定，探討原住民高年級學童的空間概念之改變情形。

此外，整理訪談內容的編碼及分類原則說明如下：教師代號以 T 表示；學生個人代號，則以 S1-S4 表示。資料時間代號則以七位數字表示，如民國 106 年 4 月 18 日，以 1060418 表示。因此若是民國 106 年 4 月 18 日學生 S2 的訪談內容，則以「S2-1060418」表示。

肆、研究結果

一、課程前後測結果分析與討論

根據表 1 的總分平均數統計結果，顯示參與計畫課程的 31 名南澳國小高年級學童，經過本研究課程教學示範活動後，在生活化題組式評量中，無論是個別空間概念或整體成績上，後測成績皆明顯優於前測，特別是在立方體計數與堆疊的概念上前後測差異高達 22 分以上。

表 1

六項空間概念敘述統計分析

	N	前測 平均數	標準差	後測 平均數	標準差
旋轉	26	54.72	20.28	65.48	24.55
映射	24	45.63	18.07	60.29	20.52
立方體	30	57.43	28.57	80.30	19.19
堆疊	27	37.26	17.86	68.15	15.18
透視	29	66.03	32.88	90.69	14.00
摺合	29	70.52	21.75	87.38	16.10
總分	31	54.02	16.60	76.35	12.65

註：滿分為 100 分

而相依樣本 t 檢定分析結果(如表 2)以總分來看平均數差異值為 22.33， $t=11.74$ ， $p<0.001$ ，表示本研究前後測成績達顯著差異性，除了「旋轉」概念之外，其他五項空間概念的差異皆達 0.001 顯著水準。研究者推論造成「旋轉」概念課程較其他課程差異性較不明顯的原因，可能是「旋轉」課程為 CPS 系列課程的第一堂課，學生較不熟悉課程進行流程與教學模式，以及題組測驗模式，因此課程前後測驗的差異結果較不明顯。

表 2

六項空間概念相依樣本 t 檢定統計分析

	後測-前測				
	平均數	標準差	標準誤	t	P
旋轉	10.76	20.27	3.97	2.707	.012*
映射	14.67	14.22	2.90	5.054	.000***
立方體	24.87	21.02	3.84	6.481	.000***
堆疊	30.89	16.52	3.18	9.714	.000***
透視	24.66	29.09	5.40	4.564	.000***
摺合	16.86	15.27	2.84	5.946	.000***
總分	22.33	10.59	1.90	11.737	.000***

*** $p<0.001$ ，** $p<0.01$ ，* $p<0.05$

二、師生對計畫課程之回饋與建議

參與研究的教師表示本研究計畫對學生及學校幫助很大，除了使學生的學習較為活化外，同時加入一些教學媒體符合原住民學生喜歡操作的學習特性。學生在畢業後對自然科學產生興趣並提升原住民學生升學意願及對課程的適應能力。此外，在文化回饋方面也幫助南澳的泰雅族學童連結生活環境與學習經驗，更加對自身族群文化產生認同感。另外，建議數學課程當中有些單元可再多嘗試與文化連結的部分，雖然有些單元比較難連結。

「課程幫助很大，因為畢竟這些學生畢業之後對自然科有興趣，之後接觸高中課程就會產生興趣。第一他們比較能夠適應課程，第二他們可以比較容易理解課程，第三雖然目前有些學生不是走入自然組課程，因為原住民他們的理化本來就沒有那麼好，所以一般原住民都是走入社會組比較多，但第一屆參與計畫的同學約有八成繼續在大學唸書，算是相當不錯

了。(T-20161107)」

而在高年級學童方面，由於學童的表達能力有限，均以簡短明確的語句回答訪談題目，整理學童的訪談，皆表示喜歡本計畫課程內容，認為和傳統教學有所不同，有較多的討論與遊戲，並可以透過小組討論學習到更多。印象較深的是旋轉與堆疊的單元，認為數位教材既好玩又可以讓他們學習到更多知識，同時也表示喜歡老師融入泰雅族文化內容，進行課程教學活動。有關課程建議的部分，學生均表達沒有特殊的建議。

「喜歡，以前(傳統課程)沒有小組討論也沒有遊戲。(S1-20161107)」

「有幫助，可以和同學一起討論讓我學習到更多。(S3-20161107)」

「堆疊跟那個…旋轉，可以讓我學習到更多知識。(S2-20161107)」

「喜歡，因為(課程)裡面有多以前的文化。(S4-20161107)」

伍、結論與建議

一、結論

本研究是結合泰雅文化的情境脈絡，並參考原住民學童的學習特性為其量身打造的 CPS 空間概念學習課程。同時亦考量如何真實評量出學童學習後的能力表現，便自行開發設計具有原民文化元素之類 PISA 生活化題組式評量測驗，同時使用自行設計的互動式數位教材，進行 CPS 教學示範活動，以瞭解原住民學童空間能力表現，進而提升其科學學習與問題解決能力。

從量化的統計數據來看，無論是六項個別空間概念或整體結果，參與課程的原住民高年級學童確實在空間概念表現上有顯著的提升；從質性的訪談內容可以瞭解參與計畫的師生對於課程的回饋，以及其對於計畫課程的建議。老師與學童均表示本計畫課程的確是有幫助的，學童亦表達對於課程的喜愛，無論是對空間概念的知識學習、小組討論的方法等有所幫助外，更讓學童對於自然、科學產生興趣，亦對部落文化認同與未來升學上，產生一定程度的正向影響。

二、建議

本研究長期在泰雅族原住民學校進行深耕，迄今仍持續進行泰雅文化 CPS 空間概念課程的研究與推廣。建議未來相關研究者可參考原住民學童的學習特性及其文化情境脈絡，配合現行教科書單元與適性教學策略進行課程設計，使教師與原住民學童都能夠增能(Empowerment)。有兩點建議如下：

(一)加強文化與科學教育的連結

研究整理訪談內容，老師也建議應該多加推動原住民科學教育的部分，但具有數學、科學背景且能以原住民母語進行教學的師資難覓，如能有原住民母語的師資，結合科學教育的課程，從學生的文化背景切入，相信可以同時提升原住民學童對文化認同及科學學習的興趣。如具有數學、科學背景的偏鄉教師可進修當地族語，或者研究者可邀請當地熟悉族語者共同設計科學學習教材皆是推動原住民科學教育之方。

(二)提升測驗成果的有效性

本研究在回收測驗時發現仍有少數原住民學童，在施測時因較缺乏耐心而有草率填答的情形，因此造成測驗無效的狀況。建議研究者在評量施測時可以考慮此一狀況，採分次施測或者精選代表性題目的施測方式，以減少無效值。

參考文獻

- 王毓婕、陳光勳 (2016)。運用幾何軟體 Cabri 3D 與實體積木教具教學對國小二年級學童學習空間旋轉概念之影響。**臺灣數學教育期刊**, 3 (1), 19-54。
- 左台益、梁勇能 (2001)。國二學生空間能力與 van Hiele 幾何思考層次相關性研究。**師大學報：科學教育類**, 46 (1,2), 1-20。doi: 10.6300/JNTNU.2001.46.01
- 何縉琪(2005)。文化回應教學：因應文化差異學生的課程設計與教學策略。**國立編譯館館刊**, 33(4), 30-41。
- 周祝瑛 (2012 年 03 月 30 日)。讓孩子有選擇題外的選擇。**蘋果日報**。取自 http://pisa.nutn.edu.tw/download/news/20120330apple_news.pdf
- 周瑜珊、黃思華、余沛鐔 (2015)。動畫教學對原住民學童美感經驗影響之研究。**教育科技與學習**, 3(1), 1-24。
- 馬躍·比吼 (2016 年 12 月 16 日)。馬躍·比吼：我們不要「空殼的大學原住民專班」。**蘋果即時**。取自 <http://www.appledaily.com.tw/realtime/news/article/new/20161216/1013433/>
- 張杏如 (2010)。合作學習的理論基礎。**網路社會學通訊期刊**, 86, 14。取自 <http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/86/14.htm>
- 張雪芬、黃雅萍 (2015)。小組合作概念構圖提升學童問題解決能力之研究。**雙溪教育論壇**, 3, 87-100。
- 教育廣播電台 (2017 年 8 月 31 日)。發展原住民族教育課程協作中心揭牌。**HINET 新聞**。取自 <http://times.hinet.net/news/20485934>
- 傅麗玉 (2004)。誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點。**課程與教學**, 7, 91-108。
- 黃秀蓉 (2015)。淺談原住民教育問題與因應對策。**臺灣教育評論月刊**, 4(1), 179-181。
- 趙貞怡、劉傳璽、陳珍源、劉遠楨 (2011 年 10 月)。融合泰雅族文化、CPS 及「動手做」之國小科學課程發展與實施—以能源、電腦機器人與創造力為例。**2011 全國原住民族研究論文發表會**，國立嘉義大學。
- 潘培鈞、賴阿福 (2014)。應用多元學習策略於 Scratch 程式設計課程對於五年級學童問題解決能力之影響。**國教新知**, 61 (4), 46-63。
- 譚光鼎、郭玉婷 (2002)。泰雅族青少年學習型態之探討。**教育研究資訊**, 10(3), 149-165。
- 蘇明輝 (2004)。原住民學童之學習風格與教育上的應用。**網路社會學通訊期刊**, 40。取自 <http://mail.nhu.edu.tw/~society/e-j/40/40-11.htm>
- Chao, J. Y., Hsiao, K. F., Chang, B. P., Liu, C. H., Chao, J. Y., Ji, S. J., & Chen, P. J. (2012, June). A study on learning differences of Lego bricks robot education between the indigenous people and the Han people in Taiwan. Paper presented at 2012 Global Chinese Conference on Computers in Education, Kenting, Taiwan.
- Chao, J. Y., Chen, J. Y., & Chi, S. C. (2012). Exploring the differences between learning of indigenous and Han children in the instructional approach of building blocks by hand. *Advances in Education Research*, 9, 332-337.
- DeWitt, D., Alias, N., Siraj, S., & Spector, J. M. (2017). Wikis for a Collaborative Problem-Solving (CPS) Module for Secondary School Science. *Educational Technology & Society*, 20(1), 144-155
- Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Huang, J. J. S., Yang, S. J. H., Chiang, P. Y. F., Tseng, L. S. Y. (2012). Building an e-Portfolio learning model: Goalorientation and metacognitive strategies. *Knowledge Management in e-Learning*. 4(1), 16-36.
- Karpov, Y. V., & Haywood, H. C. (1998). Two ways to elaborate Vygotsky's concept of mediation: Implications for instruction. *American Psychologist*, 53(1), 27-36.
- Kim, H., & Song, J. (2006). The Features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. *Research in Science Education*, 36(3), 211-233.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.

- Lord, T. R. (1985a). Enhancing learning in the life sciences through spatial perception. *Innovative Higher Education*, 15(1), 5-16.
- Lord, T. R. (1985b). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 395-405.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Eds.), *Advances in the psychology of human intelligence*, (pp.181-248). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- Serda, G. (2012, December 26). *PISA will assess collaborative problem solving skills in 2015 acknowledges ATC21S program*. Retrieved from <http://blogs.cisco.com/education/57226>.
- Weckbacher, L., & Okamoto, Y. (2014). Mental rotation ability in relation to self-perceptions of high school geometry. *Learning & Individual Differences*, 30, 58-63. doi:10.1016/j.lindif.2013.10.007

附錄 1 自行研發 PISA 題組範例(摺合、透視)

摺合課程課前測驗

學校：_____ 國小 班級：_____ 年 _____ 班 _____ 號 姓名：_____

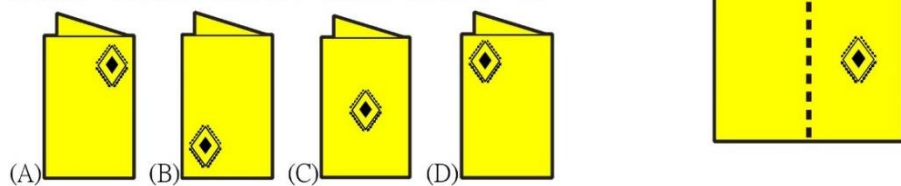
性別：☐男生 ☐女生

是否為原住民族群？ ☐是 我是_____ 族 ☐否

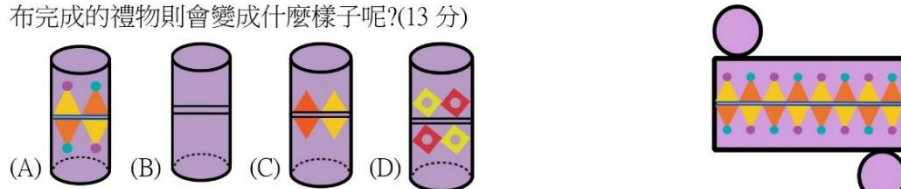
題組一

情境說明：暑假時泰雅族歌手羅美玲，很努力地向祖母學習泰雅織布，並想在開學時，以泰雅織布來包裝要送給新同學的禮物，但因禮物大小樣式不一，美玲必須先量好泰雅織布的尺寸，才能包裝完所有的禮物。所以，現在就讓我們一起來幫她檢查看看，泰雅織布的尺寸、展開圖是否會出現錯誤吧！

1. () 美玲決定先使用右邊這塊泰雅織布，將禮物進行包裝，那麼她如果沿著中間對摺線，把織布對摺後，會變成下列選項中的哪個圖案呢？(13 分)

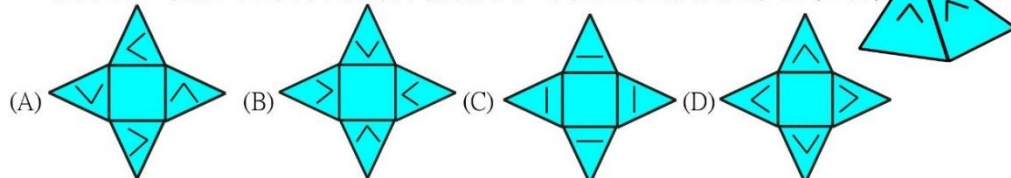


2. () 包裝完第一個禮物後，美玲改使用右側這塊織布來包裝一個圓柱形的禮物，那麼使用這塊織布完成的禮物則會變成什麼樣子呢？(13 分)

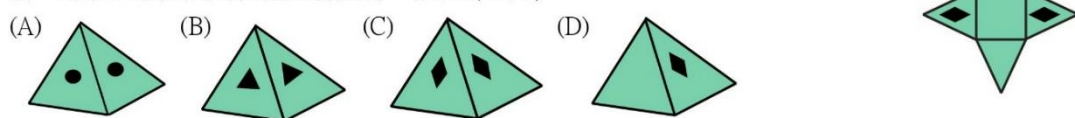


3. () 包裝到最後一個禮物時，美玲發現了一個四角錐形狀的禮物盒子，由於這個禮物盒子的造型很奇特，她因而想把這個盒子拆開，並研究它的展開圖。

聰明的你，是否可以從下列選項中協助美玲，找出正確的展開圖形呢？(13 分)

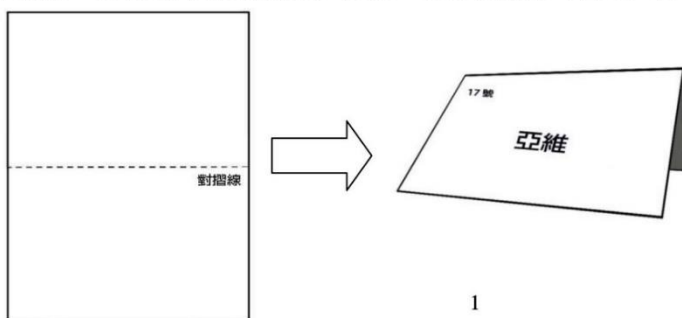


4. () 研究完四角錐禮物的展開圖後，美玲想用右邊這塊四角錐織布來包裝四角錐禮物，那麼包裝完成的禮物又會是哪一個呢？(13 分)



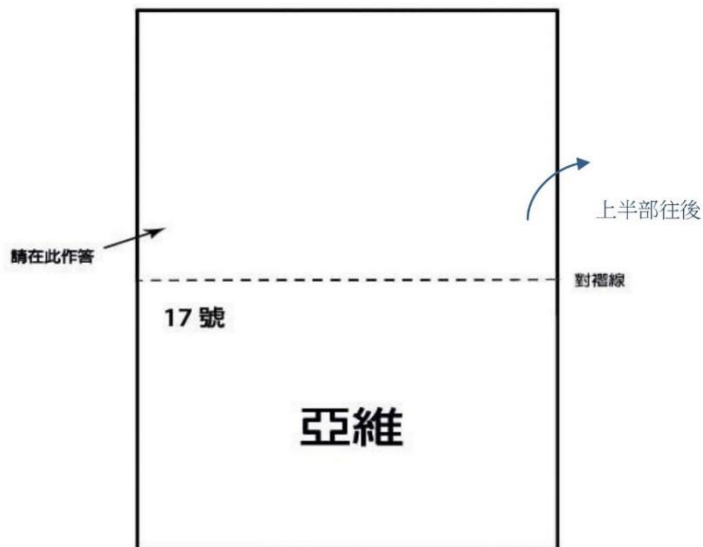
題組二

情境說明：剛開學，亞維的老師要求全班同學製作「桌牌」放在桌上，製作方法為：將座號寫在紙上的上下兩側，沿著對摺線對摺紙張，再將上半部往後摺，形成右下角的桌牌。

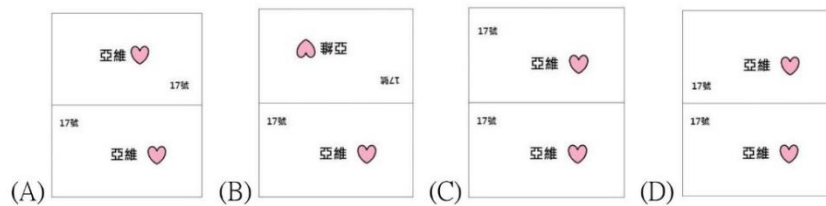


摺合課程課前測驗

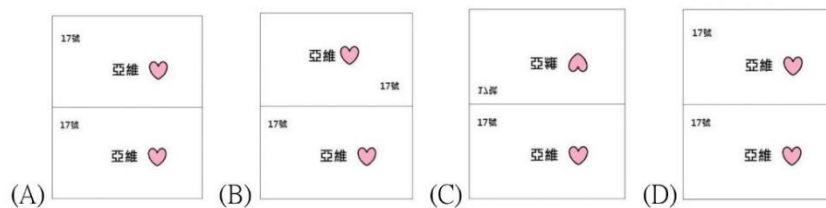
1. 請問亞維要在尚未對摺的紙上怎麼寫，才可以讓「桌牌」摺合放在桌上時，從前面看與從後面看都是一樣的呢？(22 分)



2. () 若亞維在桌牌的右邊畫了一個愛心圖案，那麼對摺後會是什麼樣子呢？(13 分)



3. () 亞維只寫好桌牌下半部，剛好有電話打來就急著往前摺，結果沒乾的墨水都沾到上面去了，請問打開後是什麼樣子呢？(13 分)



透視課程課後測驗

學校：_____國小 班級：_____年_____班_____號 姓名：_____

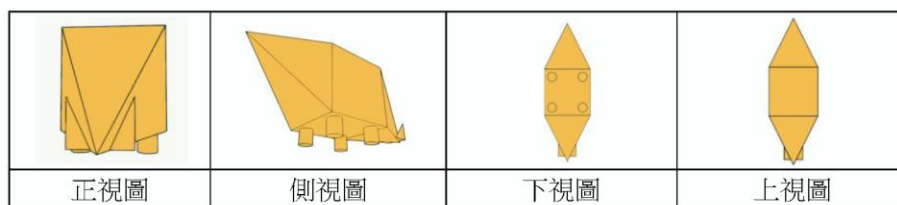
性別：☐男生 ☐女生

是否為原住民族群？ ☐是 我是_____族 ☐否

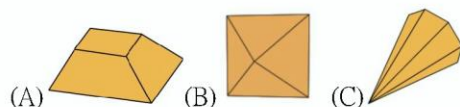
題組一



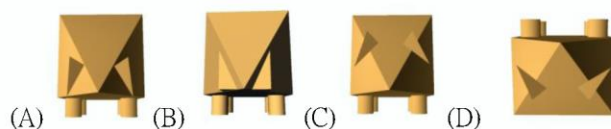
情境說明：在一日天氣晴朗的午後，瓦旦跑到森林看到山豬爸爸帶著4隻小山豬在森林裡玩耍，他看了許久，並發現這些山豬長得跟其他動物不太一樣，他開始思考這些山豬到底是由哪些幾何體組成的呢？



1. () 請問小山豬的頭，是由下列哪一個幾何體所構成?(5 分)



2. () 請問如果小山豬正面對你(正視圖)，是屬於下列哪一張圖呢? (10 分)



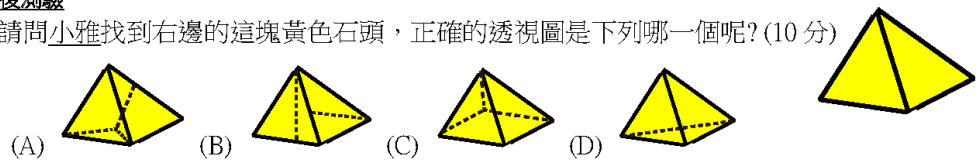
題組二

情境說明：小雅帶著同學南兒、魯寶一起到溪邊撿石頭，他們共找到三顆滿意的奇石，且將石頭畫上漂亮的顏色，南兒覺得這些石頭的形狀，很像數學課上老師教過的四角椎、圓柱及長方體等立體圖形。三人決定要把這些石頭帶回給數學老師，讓老師協助他們將這些立體圖形進行分類，但剛好數學老師跟其他班級一起參加畢業旅行，人並不在學校，所以聰明的你是否可代替數學老師，協助他們解決下列問題呢？

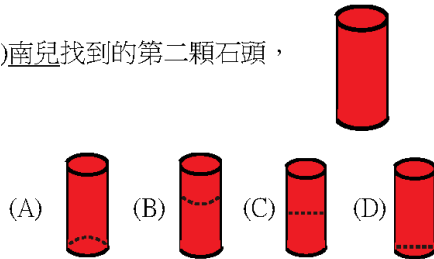


透視課程課後測驗

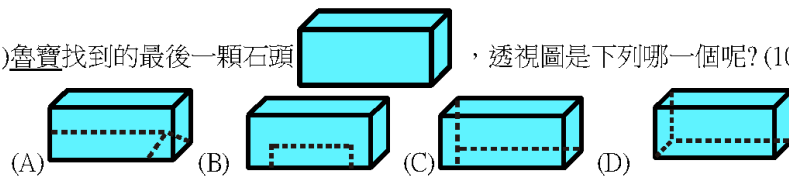
1. () 請問小雅找到右邊的這塊黃色石頭，正確的透視圖是下列哪一個呢? (10 分)



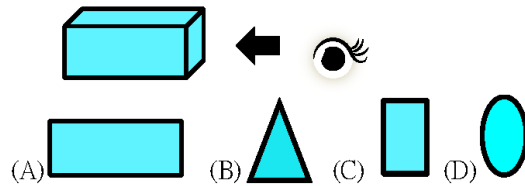
2. () 南兒找到的第二顆石頭，請問這顆石頭的透視圖，是下列哪一個呢? (10 分)



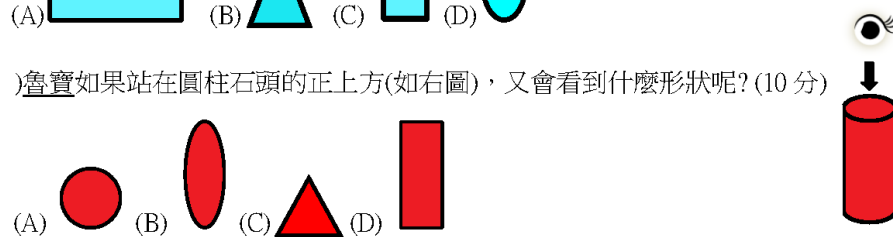
3. () 魯寶找到的最後一顆石頭，透視圖是下列哪一個呢? (10 分)



4. () 請問小雅拿起石頭，並從石頭的側面看(如下圖)，會看到什麼形狀呢? (5分)



5. () 魯寶如果站在圓柱石頭的正上方(如右圖)，又會看到什麼形狀呢? (10 分)



題組三

情境說明：今天是課外教學的日子，班上許多同學都帶了不同的零食來郊遊。最近迷上使用透視眼技能的沙瓦，想來挑戰一下透視零食的遊戲！下面三張圖，由左至右分別是他的好朋友冰樂、新台、多芭的零食，讓我們一起跟著沙瓦訓練透視眼技能吧！

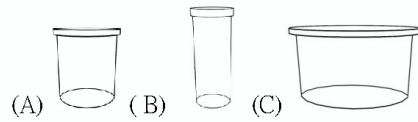


1. () 沙瓦第一個想要透視的零食是冰樂的泡麵，請問下面哪一張是冰樂的泡麵透視圖？(5分)

透視課程課後測驗



2. () 那麼多芭的波卡零食透視圖，又會是下面哪一張呢？(5分)



題組四



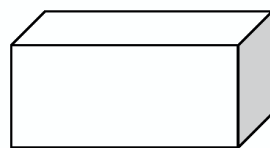
情境說明：娃郁的媽媽買了很多種不同的餅乾、飲料，全都放在客廳的桌上了，看著桌上大大小小的盒子，娃郁的口水都快滴下來了呢！不過媽媽說，想吃這些餅乾、飲料，必須先通過媽媽的數學考驗，快來幫幫娃郁吧！

1. () 媽媽要求娃郁，幫她算出右邊的1號餅乾盒共有幾個頂點？(5分)

(A) 8 個 (B) 7 種 (C) 9 個 (D) 10 個 頂點

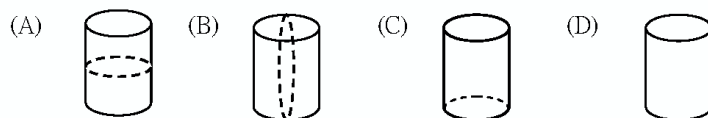


2. 右圖是 4 號餅乾盒，請於下方的長方體圖形中繪製出正確的透視圖。(15 分)



請直接在此長方體圖形上繪製

3. () 右邊 2 號餅乾的透視圖又是哪一個呢？(10 分)



原住民文化結合遊戲式數感學習系統之建置與研究

The Construction and Research of the Aboriginal Game-based Number Sense Learning System

簡靖樺 Ching-Hua Chien¹ 黃思華 Tzu-Hua Huang²

摘要 Abstract

數字在日常生活中佔相當重要的地位，並且與生活息息相關，因此我們可以說數學與生活兩者是緊密不可分割的。美國近十年內推動科學、科技、工程與數學（簡稱 STEM）的科際整合教育，其中 STEM 的主要目的，以提升國民科學與數學素養為主軸，達到高階思考層次，使學生具有日後解決日常生活問題之能力。數學素養的培養以數感為發展內容，本研究欲以國際教育先驅芬蘭教育改革之主題式課程結合國小數學數感指標內容，設計以遊戲學習方式建置數感學習系統，並且以原住民學童為研究對象，了解原住民學童藉由此系統學習，是否能有效提升數感能力之外，也欲了解數感學習系統是否能提升學生數學素養以及高階思考層次。

關鍵字：遊戲式、數感、高階思考層次、原住民文化

Numbers play an important role in the life so we can define that there has highly correlated between mathematic and life. America educational institutions pose a new integrated education. It is contain Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM). STEM is to promote student's literacy of Science and Mathematics and then to reach high-order thinking rank in order to cultivate the problem-solving capacity. Number sense is the key point about the Mathematic literacy. This research will build a gamed-based system that contain aboriginal culture and number sense concept. This research will find out that whether this system has a good impact on aboriginal student and raise student's number sense capacity.

Keywords: Game-based、Number sense、High-order thinking、Aboriginal culture

壹、前言

生活中處處有數學的蹤影，舉凡商品買賣、計算車程時間、距離長短估量、平分物品等等，這些都是常見的生活數學，而我們日常中也潛移默化的在運用個人數學能力解決問題。然而個人對「數」的感覺因人而異，數字感強烈的個體面對數字問題時，能夠擁有較高的敏銳度處理問題。Halberda, Mazocco, 和 Feigenson (2008) 將數學能力分為兩種，一種是經過後天學習，必須透過數學概念中的符號表徵作為計算能力，另一種則是與生俱來的能力。數學概念的形、仰賴數學概念的思考，概念思考可以使人的行為適於環境 (Skemp, 1987)。數學是一門從了解問題、題擬解決策略到執行檢討的過程，過去傳統的數學教學，以培養數學計算為主要目標，卻忽略了培養數學思考能力的重要性。美國近十年內推動科學、科技、工程與數學 (Science, Technology, Engineering, Mathematics, 簡稱 STEM) 的科際整合教育 (Hanushek, Woessmann, 2007; House of Lords, 2012)，其 STEM 的主要目的，是以提升其國民科學與數學素養為主軸。為了提升學生數學素養的能力，Gagne, Yekovich (1993) 和 Yekovich (1998) 的文獻中指出，數感是數學素養學門中重要的一環，其中數感也是數學素養中較高階的思考層次。全球化的社會，各個國家教育方針的推陳出新，為了培植國家未來的競爭力，許多國家的數學教育改革，均將數感 (number sense) 列為重要的改革焦點。新課綱的上路，數學教育提倡學生學習思考問題，嘗試在生活中找到數學的線索加以應用與理解。根據美國數學教師協會 (NCTM, 1989)

¹ 北市立大學教育學系研究所碩士生，通訊作者，聯絡地址：100 台北市中正區愛國西路一號公誠樓 403，聯絡電話：02-2311-3040*8413，E-mail: cch82721@gmail.com。

² 北市立大學教育學系副教授。

的課程與評量標準，將數學內涵分成幾個重要的領域，其中一項重要的評量標準即為「數感」。教育是最能影響一個人的過程，學生藉由教育更能促進其原先社會階層的流動。教育近年來的改革欲探索發掘究竟是哪些因素影響著學生的學習成就，其中種族、性別、智力、學習的內在動機、家庭社經地位等（Butterworth, 2010），再深入分析學生數學學習成就較低的族群，便能夠發現原住民學生容易有較低的數學學業成就，此情況尤其發生在偏遠山區的原住民學校。就原住民學童教育層面來看，原住民學生學業表現相較於漢族學生，普遍仍有偏低的現象（黃茂夫，1995；楊肅棟，1999），尤其在數學學習領域中，更是有著顯著的差異（陳枝烈，1997）。學科知識真正的習得，無法經由他人直接教導習得。尤其數學知識的了解來自於學習者自己的經驗，以及對經驗的反思理解（江曉霜，2010）。當今科技日新月異的改變，數學學習是反覆於抽象與具體情境間的練習，因此若能結合資訊進行學習效果將會事半功倍。已有研究證實，資訊結合遊戲式學習在數學學習上可以提昇學習者的學習動機與數學成就（Bai, Pan, Hirumi, & Kebritchi, 2012; Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010; Ritz, Higgins, & Allred, 2011; Rosas et al, 2003; Shin, Sutherland, Norris, & Soloway, 2011）。除了過去的研究，近幾年的研究中也證實，遊戲融入數學的研究雖有正面影響，但大多將遊戲運用於計算的反覆練習，或將學習概念與遊戲分開呈現（Bai et al, 2012; Kebritchi et al, 2010; Polycarpou et al, 2010; Ritz et al, 2011），甚至有些數學遊戲可以做為學生課後主要練習的內容。（Bai et al, 2012; Chang, Wu, Weng & Sung, 2012; Kebritchi et al, 2010; Polycarpou et al, 2010; Ritz et al, 2011; Shin et al, 2011; Takaoka, Shimokawa, & Okamoto, 2011）。因此，藉由科技的輔助學習，數感的能力是可以透過透過教學與長期的練習培養而成的一種能力，並且學生能夠透過學習數感，最直接最有效的解決生活中面臨的數學問題。

基於上述前言，本研究欲以國小原住民中年級學生為研究對象，以數感概念為底，結合原住民文化，發展具備互動式之遊戲式數感學習系統，期望學生運用此數感學習系統培養對數字的熟悉，減少數學與生活之間的距離。因此本研究具體目的有二：一、原住民學生藉由使用遊戲式數感學習系統是否提升其「數學成就」表現。二、原住民學生藉由使用遊戲式數感學習系統其「數學認知領域」表現是否提升。

根據研究目的，擬定以下研究問題：

- 一、原住民學生藉由使用遊戲式數感學習系統是否提升其「數學成就」表現。
 - （一）原住民學生使用遊戲式數感學習系統是否提升其「數字感」能力？
 - （二）原住民學生使用遊戲式數感學習系統是否提升其「數學成效」？
- 二、原住民學生藉由使用遊戲式數感學習系統其「數學認知領域」表現是否提升。
 - （一）原住民學生使用遊戲式數感學習系統其「數學創造力」表現是否提升？
 - （二）原住民學生使用遊戲式數感學習系統其「數學高階思考層次」表現是否提升？

貳、文獻探討

一、數感

感（number sense）又稱做數常識。最近幾年許多先進國家例如：美國、英國、澳洲、德國等，已將數感內容設定為焦點研究內容。經研究指出，孩童的數感能力能夠強烈的預測孩子未來數學成就的表現（Geary et.al, 2009）甚至影響時間將延續至學生後青春期（Geary et.al, 2013）。因此近年來，多數數學家與教師對於數感於個體數學學習過程中的重要性皆有強烈的共識性，引發數學課程改革先進前後發展數感概念的相關課程（廖偉仁，2010）。美國國家數學教師協會（NCTM，1989）《學校數學課程與評量標準》（Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics）中為數感做了一個淺層的定義，其內容為：數感是個體對於數字各種意義的直覺，因此有比較好的數字常識的個體，比較能夠了解數的意義、能夠為數做多重意義的解釋與型態表徵、能夠了解數的大小意義代表、理解數字的運算效果，並且能夠發展出數字的標準系統（簡晨卉，2013）。NCTM（2000）出版之 PSSM 所發表的「數字和運算標準」（Number and Operations Standard）中提出，應該讓學生學習瞭解數字並且能夠位數字設

定多元的表徵方式，以及了解數字間的運算及關聯性，建立一套數字系統（周鈞儀，2015；羅淑珍、詹幼仔，2010）。甚至在運算的過程中，發展出流暢性的合理估算能力，然而這些估算能力的主要核心，便是數感（劉穆樺，2007；周玉婷，2014）。楊德清（2000）將數感的指標非為五項類別，分別是：瞭解數字的基本意義與關係的能力、認知數字相對大小的能力、發展與使用參考點（Benchmark）的能力、瞭解運算對數字的影響之能力、發展不同的計算策略與判斷答案合理性的能力。培養學生個領域的學習素養能力以因應全球化的變遷已經是學習趨勢，學生的數感能力將也會影響日後解決與應用問題的能力（Nancy, Joseph & Chaitanya, 2009）。越來越多的研究證明數感能力可以提升學生數學學習力，當今數學學習思潮已提升學生數學學習素養為主軸，發展多樣化提升學生學習數學興趣與動機的教學設計。臺灣目前的發展狀況，以學生為學習主體，教師為教學過程中的協助教學之引導者，嘗試提升學生學習的主動性，並且希望學生能夠將學科知識以任何方式與生活連結。

二、原住民數學教育

接受教育是改變社會階層的最佳途徑與方法，徐偉民、楊雅竹（2009）的研究中提出，原住民學生若欲拓展個人未來競爭價值，翻轉其本身的不利條件與爭取向上流動的機會，教育會是協助學生的主要途徑。原住民學生的學習狀況以兩個面向探討，一為教育機會的均等及文化刺激；一為家庭社經背景對於學生學習的協助（廖偉仁，2010）。原住民學生學習低落的原因，常因與漢族文化的文化差異，在語言、文化、數字概念、社經地位背景、父母管教方式等等，皆有極大的差異性存在，以至於原住民學生在學習領域中經常處於不利的地位，導致學習動機普遍性的低落（李怡宏，2007；林慶信，2003；簡敏娥，2006），甚至學習內容與生活經驗產生斷層與衝突，直接或間接影響學生學習（戴錦秀、柳賢，2007）。近年來國內外各個國家的教育水準在逐漸提高之際，臺灣推行十二年國教後，國小領域皆分科階段教學。在這樣的情況下，對於弱勢的原住民教育，應該提供更多積極完善的教育措施來協助確保原住民學生的教育資源與機會（林昭賢，2000）。

三、遊戲教學

科技發達的二十一世紀，隨著網路的興起以及電子設備的普及化，各式各樣的科技充斥於生活中。透過科技，取得的遊戲有各式各樣的形式與樣貌，遊戲經過教師設計後便具備學習與解答功能，且能夠成為有效的教學方式。多數研究發現，透過科技的輔助幫助學生當作知識建構的工具，建置一個良好的學習環境與提供豐富的學習資源，讓學生得以主動探索，並統整、建構與組織知識（Jonassen, Howland, Moore, & Marra, 2003; Roblyer & Knezek, 2003）。在數位的時代，數位遊戲在兒童及青少年階段佔有重要的地位（Hong, Cheng, Hwang, Lee, & Chang, 2009），學生在情境中能各幫助個人學習如何有效地處理需求和解決問題（Bruckman, 1998; Whitebread, 1997）。不僅是學生解決個人問題，學生在遊戲中還可以自由嘗試各種方法來達到遊戲所制定的成功條件，試圖引導學生進行思考與分析，進而做出有意義的決策（Coller, Scott, 2009）。因此，若適當地將真實情境設計導入數位遊戲中，讓學生進行探索，將能實現以學生為中心的探究學習策略，彌補傳統教學法實行的不足。再加上遊戲具有挑戰與立即回饋正增強的特性 Liu Cheng 與 Huang（2011）研究指出，當學習者在學習過程中沈浸在學習階段時，此時學習者之學習無聊與學習焦慮感最為舒緩，故教學遊戲的設計若能引起學習者長時間內的沈浸在學習狀態下，便能使學習者豁達最大的學習效益。Kebritchi 及 Hirumi（2008）認為，遊戲式的學習是一種有效的學習，其理由整理如下：以具體行動代替文字說明、創造學習動機和成就感、多樣化的學習型態與技能、反覆加強技能的掌握、提供學習者互動的決策環境提供立即性的增強回饋。

貳、研究設計

本研究為了解原住民學童使用遊戲式數感學習系統是否能增進學生學業表現狀況。因此以主題式的課程作為主軸，設計與學生經驗相關之日常生活數學內容，並參考現行數感教學教科

書自行設計遊戲式結合數學觀念的數感學習系統。學生登入系統後，任何在系統內的操作資料，將會被記錄在系統資料庫端，最終所有蒐集到的資料將以獨立樣本 T 檢定分析。本研究之研究對象背景以臺灣原住民學生為主，研究對象以南投縣、宜蘭縣以及屏東縣某原住民國小高年級學生為實驗對象。參與研究的學生首次使用須於非正式數學課時間由老師帶領學生使用本研究之數感學習系統，註冊帳號後，學生於系統內的任何操作過程，均將被記錄於系統後端，因此學生亦可於課後使用帳號密碼，自行進入本系統。

圖 1
研究架構圖

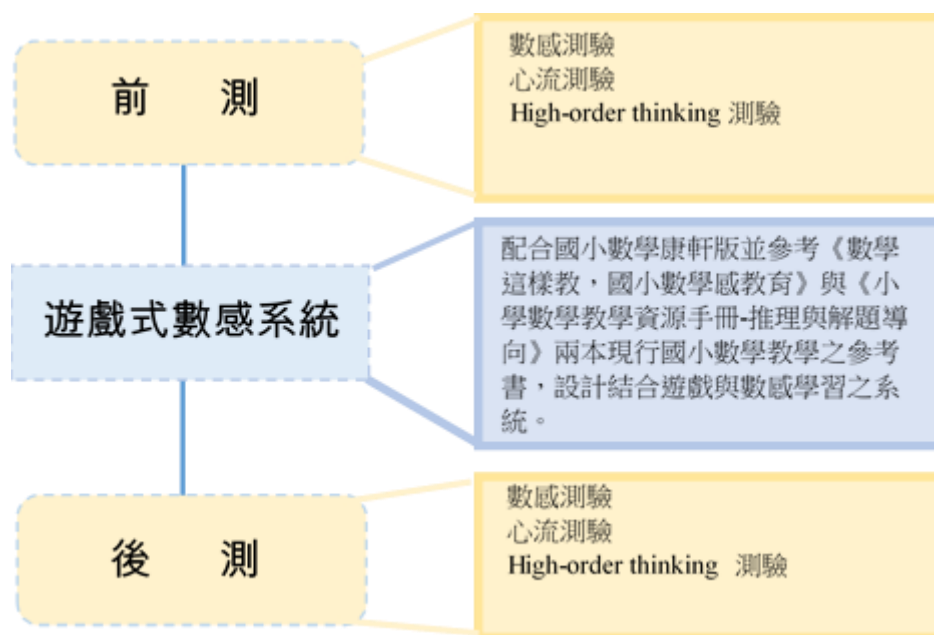
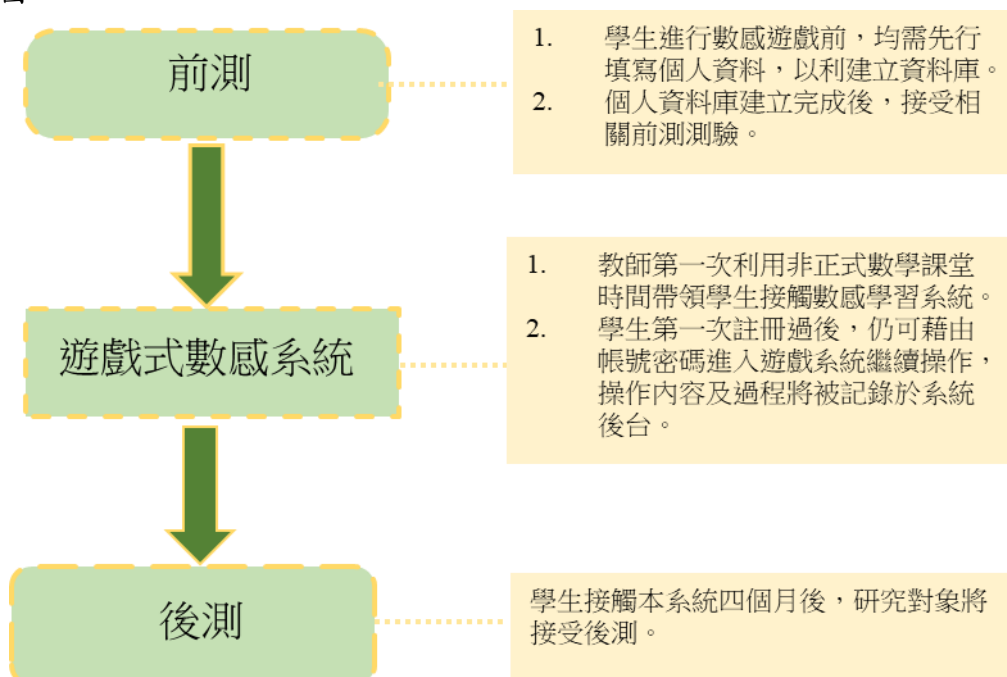


圖 2
驗流程圖



原住民文化結合遊戲式數感學習系統介紹如以下：

系統建置時以主題式的課程內容編排，參照相關文獻採用最適合學生數學學習的題目數量，運用原住民傳統文化內容為主軸發想，並參考新課綱之幾何學科能力目標與數感能力五項指標結合而成系統內容。適合學生數學學習的題目數量以十六題為上限，為結合趣味性與遊戲性，將十六格設計為 4X4 的實果遊戲，學生破解該題目後便將隨機給予一亂數，待完成各項關卡時，便可以與同學進行遊戲挑戰。

系統內容與文化元素結合的部分，本系統內容將融入與部落文化相關的內容，例如：豐年祭、打獵山豬、捕魚等等，文化結合的部分也將與部落國小老師與當地耆老共同討論完成系統內容。

遊戲式數感學習系統介面如以下介紹：

圖 3

系統首頁



圖 4

系統給學生的話



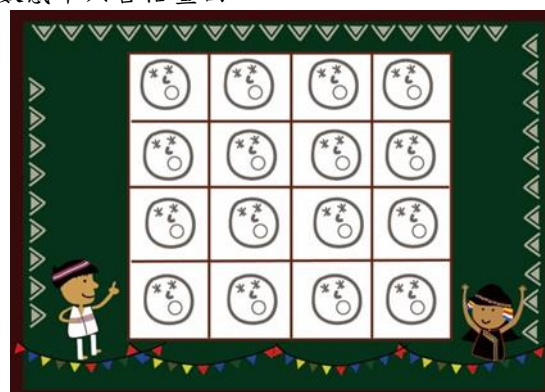
圖 5

學生註冊畫面



圖 6

數感十六宮格畫面



進入系統首頁及歡迎頁（如圖 3、4）後，學生須填寫相關資料建立個人資料庫（如圖 5）。遊戲式學習系統（如圖 6）根據文獻以最適合學生學習之十六宮格作為系統遊戲基底，並根據番茄工作法（Pomodoro Technique）提昇學生學習過程中的專注力。十六宮格中（圖 6）以最左邊縱向格數作為十六宮格主題，每一主題向右有三格，因此每一主題共有四題數感學習題。向右每一格都將根據數感的五項學習指標作為設計，分別為：瞭解數字的基本意義與關係的能力、認知數字相對大小的能力、發展與使用參考點的能力、瞭解運算對數字的影響之能力、發展不同的計算策略與判斷答案合理性的能力（楊德清，2000）。學生依序完成十六宮格內的數感題目後，該格除了將隨機出現一到十六之數字（如圖 7）之外，系統設計也融入即時反饋系統，學生每完成一格數學問題後將獲得個人積分，教師最終可以查看學生個人積分狀況，學生亦可以完成所有題目後，與同儕進行實果遊戲。本遊戲式數感學習系統總共包含四種主題式學習內

容，九宮格最左端分別嵌入主題 Flash 教學動畫，動畫後也將有設計相關數感題型，因此學生可以依據 Flash 動畫（圖 8）引導進入主題式的學習狀態。

圖 7

數感十六宮格亂數畫面



圖 8

數學學習 Flash 動畫學習畫面



本系統設計亦具備紀錄學生答題的記錄系統，根據記錄系統，可以掌握學生答題的狀況，與整體的完成度。並且透過心流量表，測量學生在學習過程中，是否達到心流歷程。

圖 9

主題一之數感學習畫面



圖 10

主題一之數感學習畫面



數感學習畫面（圖 6）點入某一主題任一格時將進入一題數感學習內容，圖 9 為部落豐年祭主題之數感相關學習題，依據瞭解數字意義、瞭解數字大小作為指標作為本題設計。學生須瞭解題意，並了解各單位量詞之量感作為答題依據。圖 10 為部落豐年祭主題之數感相關學習題，並依據數字的運算、數字的分解與組合兩個數感指標作為本題設計。學生完成圖 8、圖 9、圖 10 後十六宮格的呈現將會如圖 11 所示，最終十六宮格將如圖 12 所示。

圖 11

完成三題數感十六宮格亂數畫面

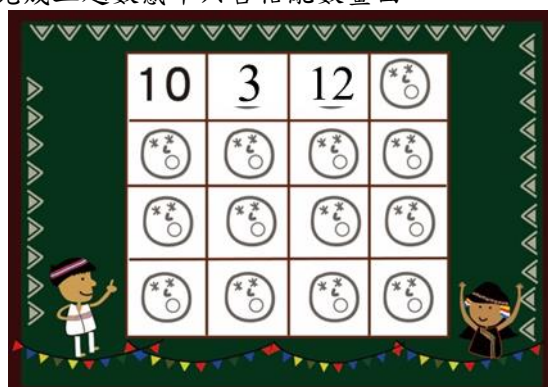
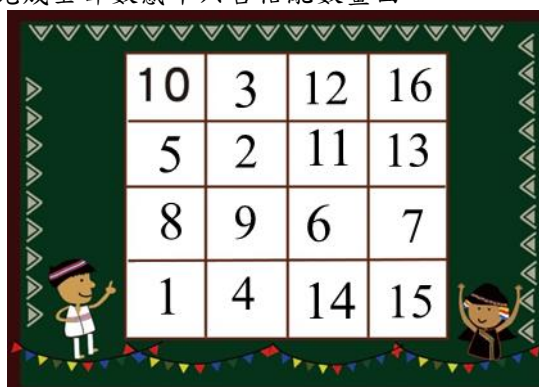


圖 12

完成全部數感十六宮格亂數畫面



參考文獻

- 王前龍 (2008)。民族教育夥伴關係發展之參與式行動研究。臺北：五南。
- 黃茂夫、溫寶珠 (1996)。原住民學生在山地或平地就讀之學習成效差異研究。原住民教育季刊，3，21-48。
- 楊肅棟 (1997)。原漢族別，智力與國小學業成績關係之研究-以臺東縣為例。東臺灣研究，2，197-216。
- 陳枝烈 (1999)。多元文化教育。高雄：復文。
- 陳枝烈 (1997)。原住民兒童族群認同與文化認知之探討。研究原住民教育學術研討會論文集，屏東師範學院原住民教育研究中心出版，1-21。
- 江秉叡 (2006)。國小第一階段數常識電腦化診斷測驗系統之開發與應用。
- 廖偉仁、龔峰淥、熊同鑫 (2010)。原住民文化融入國小低年級數學領域課程之研究。原住民學生數理科教學術理論實務學術研討會，國立臺東大學。
- 簡晨卉 (2013)。數位遊戲式學習在城鄉國小數學加減法學習成效之研究。國立臺中教育大學，台中。
- 羅淑珍、詹幼杼 (2010)。國小五年級學童發展數感能力之教學研究。教師之友，51，42-53。
- 周玉婷 (2014)。建構式教學對國小一年級學童數常識能力之影響。國立臺北教育大學課程與教學研究所學位論文，1-163。
- 楊德清 (2002)。從教學活動中幫助國小六年級學生發展數字常識之研究。科學教育學刊，10，233-259。
- 楊德清 (2000)。國小六年級學生回答數字常識問題所使用之方法。科學教育學刊，8，379-394。
- 徐偉民、楊雅竹 (2009)。影響原住民學生數學學習的因素：從屏東縣部落小學的教學行動來看。臺中教育大學學報：教育類，23，129-152。
- 李怡宏 (2007)。影響臺東縣國小原住民學童成就動機的相關因素之探討。論文集，123。
- 林慶信 (2003)。原漢學童學習行為與學業成就之族群，性格因素的比較研究。
- 簡敏娥 (2006)。探討影響國小二年級漢原族群學童的加減運算學習成就之因素及其解題錯誤類型之分析 (未出版碩士論文)。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東縣。
- 戴錦秀、柳賢 (2007)。以關懷為起點的原住民數學教學～以屏東縣來義高中為例。2007 年原住民學生數理科教/學術理與實務研討會，國立臺東大學。
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. Trends in cognitive sciences, 14(12), 534-541.
- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. British Journal of Educational Technology, 43(6), 993-1003.
- Bruckman, A. (1998). Community support for constructionist learning. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 7(1), 47-86.
- Coller, B. D., & Scott, M. J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. Computers & Education, 53(3), 900-912.
- Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). The cognitive psychology of school learning. Allyn & Bacon.
- Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K., & Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. Cognitive development, 24(4), 411-429.
- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. Nature, 455(7213), 665-668.
- Hanushek, E. A., & Wößmann, L. (2007). The role of school improvement in economic development (No. w12832). National Bureau of Economic Research.
- House of Lords (2012). Science and Technology Committee - Second report' higher education in Science, Technology, Engineering and Mathematics(STEAM) subjects. London: UK Parliament.

- Hong, J. C., Cheng, C. L., Hwang, M. Y., Lee, C. K., & Chang, H. Y. (2009). Assessing the educational values of digital games. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(5), 423-437.
- Huang, K. F., Hung, M. H., Lin, Y. S., Lu, C. L., Liu, C., Chen, C. C., & Lee, Y. H. (2011). Independent predictors of mortality for necrotizing fasciitis: a retrospective analysis in a single institution. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 71(2), 467-473.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2003). *Learning to solve problems with technology*. Pearson Education.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2008). The effects of modern math computer games on learners' math achievement and math course motivation in a public high school setting. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 49-259.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and individual differences*, 20(2), 82-88.
- Ritzhaupt, A., Higgins, H., & Allred, B. (2011). Effects of modern educational game play on attitudes towards mathematics, mathematics self-efficacy, and mathematics achievement. *Journal of Interactive Learning Research*, 22(2), 277-297.
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., ... & Rodriguez, P. (2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71-94.
- Roblyer, M. D., & Knezek, G. A. (2003). New millennium research for educational technology: A call for a national research agenda. *Journal of research on Technology in Education*, 36(1), 60-71.
- Sfard, A. (2003). Balancing the unbalanceable: The NCTM standards in light of theories of learning mathematics. *A research companion to principles and standards for school mathematics*, 353-392.
- Shin, N., Sutherland, L. M., Norris, C. A., & Soloway, E. (2012). Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British journal of educational technology*, 43(4), 540-560.
- Schaffhauser, A. O., Stricker-Krongrad, A., Brunner, L., Cumin, F., Gerald, C., Whitebread, S., ... & Hofbauer, K. G. (1997). Inhibition of food intake by neuropeptide Y Y5 receptor antisense oligodeoxynucleotides. *Diabetes*, 46(11), 1792-1798.
- Takaoka, R., Shimokawa, M., & Okamoto, T. (2011, July). A framework of educational control in game-based learning environment. In *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2011 11th IEEE International Conference on (pp. 32-36). IEEE.
- Zhang, X., Polycarpou, M. M., & Parisini, T. (2010). Fault diagnosis of a class of nonlinear uncertain systems with Lipschitz nonlinearities using adaptive estimation. *Automatica*, 46(2), 290-299.
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Psychology Press.

文化融入與動手操作的活動裡探究數學學習 —以鄒族三年級學童為例

The Math Learning Exploration From the Cultural Integration and Hands-on Activities -- an Example of Graders 3

吳雅雯 Ya-Wen Wu¹ 林亦謙 Yi-Chian LIN² 陳彥廷 Yen-Ting Chen³

摘要 Abstract

本研究旨在為鄒族某部落國小的三年級學童設計一系列的「文化融入及動手操作」之數學教學活動，此教學活動包含2個段落，分別是繪本教學以及9個闖關活動。研究者從學童參與本研究教學活動的歷程中，探究他們在此教學活動中的學習情形以及教學前後的學習改變。基此，本研究使用的工具包括欲檢視學童學習前後學習成效的前、後測試卷；學習單以及上課錄影資料。研究結果顯示：1.鄒族學童在教學活動前於「數與量」及「幾何」主題的表現仍存有迷思概念；2.鄒族學童在教學活動中對於繪本中的神話故事發展及動手操作活動相當有興趣；3.鄒族學童在教學活動後於「數與量」和「幾何」兩大主題的整體平均得分有提升的。綜合來說，原住民學童在文化融入及動手操作之數學教學活動中確實能提升其數學學習興趣，並能將過程中學習的概念表現在動態性的闖關活動中。未來，建議後續研究可延長課程實施時間、充分了解該族文化，以及嘗試不同的課程實施方式，以更有效幫助原住民學童的數學學習。

關鍵字：文化融入、原住民數學、動手操作、鄒族

This research aimed to find out the Tsou indigenous third grade students' mathematics learning and learning change in the cultural integration and hand-on activities. however, the researcher designed two series of teaching activities, including picture books teaching and nine activities of mathematics. The researcher analyzed students' learning change comparing from the pre-posttest. The tools used in this research were pre-posttest for comparing learning effectiveness, the learning sheets written by Tsou tribe third grade students, the words and video record of communication between the teacher and the students. The findings indicated that the students hold the misconceptions about the topics of "number and quantity" and "geometry" before picture books teaching. Secondly, the students were interested in mythical stories of Tsou tribe and hands-on activities. Thirdly, the students had high score in posttest compared with their pretest score about the topics of "number and quantity" and "geometry". To sum up, the students improved their learning interest in cultural-oriented and hands-on based mathematics teaching activities. they could also performed their conception understanding in scavenger hunt activities. In the future, the researcher suggest the following researchers may extend the time of picture books teaching and activities of mathematics, fully comprehend Tsou tribe culture, and use lots of different courses to help Tsou indigenous third grade students having good score in mathematics examination.

Keywords: cultural integration, indigenous mathematics , Hands-on, Tsou Tribe

壹、研究動機與目的

一、原住民數學學習現況

相關研究（王騰銘，2014；紀惠英，2001；譚光鼎，1998）提到，原住民學童在數學學

¹ 臺中市北屯區文心國小教師。

² 國立臺中教育大學數學教育學系研究生，通訊作者，聯絡地址：40306 臺中市西區民生路 140 號 數學教育學系，連絡電話:0932253082，Email: wlo1871375@gmail.com。

³ 國立臺中教育大學數學教育學系 副教授。

習普遍不理想。探究其原因，乃在於原住民使用的學習素材多是以漢民族文化為主的教材，無法讓原住民學童適應，進而導致原住民學童的數學學習比一般平地學童來說，更加困難（姚如芬，2013；郭李宗文，2011；Barnhardt & Kawagley, 2005；Bishop, 1991）。除此之外，戴錦秀、李哲偉（2009）也發現，許多原住民學童因學習挫敗而對數學感到反感，其因，乃是教學者未能注意到學童的不同文化背景與生活經驗，沒有做出適切的經驗聯結，造成學童無法與接下重要的學習知識做連結。因此，如果能從文化融入的角度設計數學學習活動，應能夠解決原住民學童數學學習普遍不理想的困境，進而提升原住民學童的學習動機（姚如芬，2014）。

二、動手操作及遊戲的教學可提升學習興趣

面對上述原住民學童數學學習成效與學習動機不理想的現象，李吉彬（2006）動手的活動與遊戲等方法，可提升其數學學習動機，進而改善其學習成效。邱昱智、簡清華等（2011）提到，動手操作的教學活動能讓學童不會那樣的懼怕數學，願意花時間在教師所安排的學習活動。李吉彬（2006）亦指出，唯有讓學童實際動手操作，才能讓他們得到踏實的知識，並使其獲得探索與發現的樂趣。何宗穎、鄭瑞洲、謝佩好、陳東煌、黃台珠（2012）也發現，最能引起學習興趣的課程進行方式，是以動手做為主要的方式，此顯示學童喜愛由自己動手參與、有機會自我選擇或挑戰的方式進行學習。賴勤薇（2011）強調，遊戲的方式能使學童在學習數學上更具信心，並且能提高其數學學習動機。因此，將「數學遊戲融入教學」對於學童學習數學的信心及對數學的探究動機均有所幫助（Eisert & Lamorey, 1996；Haynes, 1999）。馬秀蘭、吳德邦、張鈺雪、林思行、蔡武諺（2012）也提到，將團康遊戲融入教學活動中，對提升學童的數學學習興趣也有很大的功效。

由上述文獻發現，動手操作與遊戲等兩種方式，對於都有可能提升學童的數學學習動機，研究者將這類經驗反思到原住民學童的學習並對應相關研究，王鴻哲（2010）指出，原住民學童在具體操作的環境中，較能引發其學習動機，故可針對此特性設計教學活動或動態性的學習活動，以引導其主動學習的態度。廖偉仁（2010）也指出，實際操作的活動，能引起原住民學童較多的反應，進而提高原住民學童的學習動機。可見，運用動手操作及遊戲的方式於原住民學童的數學學習活動中，對於提升其數學學習動機或學習成效應是一條可行的徑路。

綜上述所言，現行數學教材主要是以漢民族文化與一般學童生活經驗進行設計，遺漏了原住民文化融入的課程設計，原住民學童因文化的陌生感產生數學學習成效與數學學習動機不佳的結果。因此，本研究從鄒族神話故事出發，從中尋找可與三年級數學領域的連結，著手設計文化融入數學之課程，並輔以動手做的教學方式進行，期望鄒族三年級學童能在動手做及文化融入數學的課程實踐中，能提升鄒族三年級學童的數學學習成效。並透過前、後測試卷與教學過程中實際觀察紀錄以及錄影資料，分析鄒族三年級學童在此歷程中的學習情形。據此，提列本研究之目的如下：

- (一)、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施前的學習表現。
- (二)、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施中的學習情形。
- (三)、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施後的學習改變。

貳、文獻探討

一、文化融入教學對學童學習的影響

近年來，文化融入教學逐漸受到重視，。且已有許多有關文化融入教學的研究(姚如芬，2011；楊雅竹，2009； Rosa, M. & Orey, D. C., 2011)，其相關研究結果整理如下表 1：

因此，本研究認為若能深入了解原住民學童的文化背景，開發一套屬於原住民學童的數學學習教材，應能提升原住民學童的數學學習成效，並提高其數學學習動機。

二、動手操作教學對學童學習的影響

除了文化融入教學逐漸受到重視，動手操作的教學也逐漸的興起。相關研究(何宗穎、鄭瑞洲、謝佩妤、陳東煌、黃台珠，2012；郭文金、梁惠珍、柳賢，2015；劉遠楨、黃思華，2015)發現，讓學童實際動手操作，才能讓他們得到踏實的知識，並能引起學童的學習興趣，進而提高其學習成效。表 2 整理動手操作教學之相關研究結果。

表 1
文化融入教學之相關研究

研究者(年代) [ⓐ]	研究目的 [ⓐ]	相關研究結果 [ⓐ]
姚如芬(2014) [ⓐ]	探討原民數學模組的可能設計取向，以及檢視本研究發展的原民數學模組之適切性。 [ⓐ]	部落學童在原民數學模組教學時，對於文化的一部分非常有興趣，參與度極高，就像故事的主角般身處情境中，數學概念的學習於是自然發生，且學習文化的同時也應用數學概念解決問題。 [ⓐ]
楊雅竹(2009) [ⓐ]	瞭解兩位個案在繪本融入乘法教學下之學習歷程，並探討教師在教學過程中的困難及解決方法。 [ⓐ]	原住民神話繪本除了可開展原住民學童的想像力之外，因為故事情節與他們的文化息息相關，因此也提高學童參與意願。藉由原住民繪本結合原住民的文化背景所設計出的教學活動，解決了原住民學童因不熟悉教材內容而導致學習成就低落，課程教學缺乏文化適切性的問題。 [ⓐ]
Rosa, M. & Orey, D. C. (2011) [ⓐ]	探討民族數學教學對學校數學教學的影響。 [ⓐ]	民族數學教學是透過文化融入數學課程，連繫學生的知識和學習的方式。此教學方式圍繞學生的生活經驗，透過文化讓學生建立知識。換句話說，民族數學教學為適合學生學習的教學方式，作為幫助他們了解自己和同伴，發展與結構概念化數學知識的基礎。民族數學教學幫助學生數學學習和建立新知識與他們自己以前的經驗和知識的連結。因此，學生可對於數學概念有更深入的理解，並且吸收正確的數學概念，進而讓學生在學業上得到成就感。 [ⓐ]

表 2
動手操作教學之相關研究

研究者(年代) [ⓐ]	研究目的 [ⓐ]	相關研究結果 [ⓐ]
何宗穎、鄭瑞洲、 謝佩妤、陳東煌、 黃台珠(2012) [ⓐ]	探討非制式奈米科學課程教學是否提升中小學學生的科學學習興趣。 [ⓐ]	學生認為最能引起學習興趣的科學課程進行方式為以動手做，以及操作實驗為主的方式，顯示學生喜愛能自己動手參與或有機會自我選擇或挑戰的方式進行學習。 [ⓐ]
郭文金、梁惠珍、 柳賢(2015) [ⓐ]	在探討以數學動手提升是否對六七年級女學生成興趣、動機以及數學學習自我效能。 [ⓐ]	數學動手做活動可讓六七年級的女學生以小組合作學習的方式進行，雖然活動設計貼近學生的生活經驗和趣味性，讓女生親自操作及觀察的學習興趣，也使得她們的學習表現有顯著提升。 [ⓐ]
劉遠楨、黃思華 (2015) [ⓐ]	瞭解原住民學童的學習方式，並設計原民科學課程。 [ⓐ]	原住民學童在親自動手操作、觸碰、感覺的過程中，不但神情容易專注，感覺也異常敏銳。他們所有的好奇心和求知欲會從觀察每一分細微的變化中啟發，對他們抽象概念的建立很有幫助。 [ⓐ]

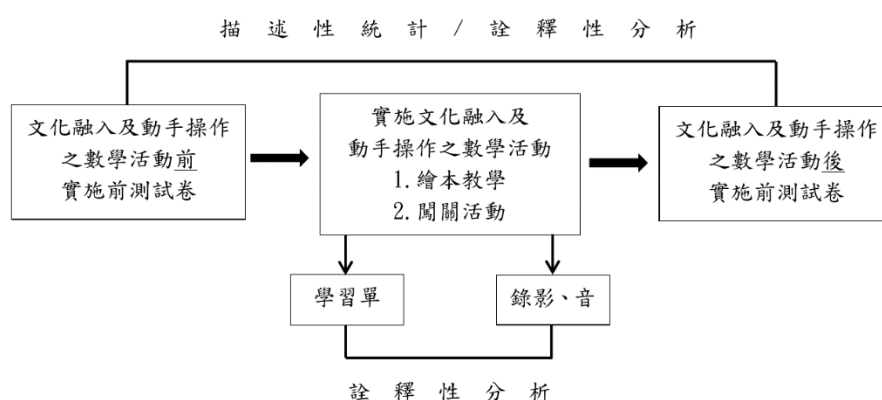
因此，原住民學童在動手操作的教學方法，並使用與自身文化相關的教材進行學習，應能使其產生良好的學習成效(趙貞怡，2013)。

參、研究方法

一、研究架構

本研究是以嘉義縣阿里山鄉一所全鄒族的部落小學為研究的場域，從該校挑選三年級全數學童8位(A~H)參與本研究的「文化融入及動手操作之數學活動」。本研究擬先設計一份「具平行題型」特色的前、後測試卷，讓學童在進行文化融入及動手操作之數學學習活動前、後進行書寫，以評估學童在學習前的學習表現以及在學習前後的學習改變；並透過教學過程中實際觀察紀錄以及錄影資料，以描述性統計和詮釋性分析的方式分析鄒族三年級學童在此歷程中的學習情形（如下圖3）。

圖3
研究架構



並以下表3整理本研究所提列之研究目的所使用之研究方法。

表3
研究目的所使用之研究方法

研究目的	蒐集之資料	研究方法
一、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施前的數學學習表現。	前測試卷	描述性統計法 詮釋性研究法
二、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施中的數學學習情形。	繪本教學的學習單 繪本教學的錄影資料 闖關活動的攝影資料	詮釋性研究法
三、探討鄒族三年級學童在文化融入及動手操作之數學活動實施後的數學學習改變。	前、後測試卷	描述性統計法 詮釋性研究法

二、資料信效度

本研究運用不同人員之三角校正以及不同資料來源之三角校正針對研究者分析之結果進行交叉比對，期許能提高本研究結果的信度考驗。

(一)不同人員的三角校正

本研究依研究目的，針對 8 位鄒族三年級學童在繪本教學活動過程中的「錄影語料」、「繪本教學中所填寫的學習單」、「會本教學活動實施前、後所撰寫的前、後測試卷」等資料進行分析。研究者在完成資料分析後，即邀請另 1 位有多年教學經驗之國小教師針對研究者提出的研究結果進行檢視，以判斷研究者論述與主張的合理性。若有彼此意見相左之處，研究者即與這位教師針對意見不同之處進行溝通，以達共識。藉此，完成不同人員之三角校正。

(二)資料來源的三角校正

本研究分析 8 位鄒族三年級學童在文化融入與動手操作活動實施過程中的學習表現，是透過「錄影語料」與「學童在學習單的填寫表現」進行相互參照、比對，以不同資料詮釋學童的學習情形，以達到不同資料來源的三角校正，提高研究歸納分析的信度。

肆、研究結果

一、學童在數學教學活動實施前的學習表現-以認識周界為例

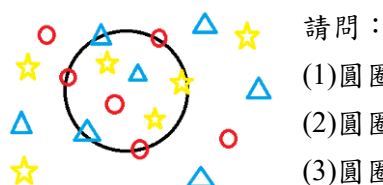
本研究前測試卷共有 9 個大題，其中「認識周界」以及「面積比大小」題目中各有 3 小題。每道問題會依據 8 位學童的填答情形的完整度與對錯給予「0」、「1」、「2」的分數，滿分為 18 分，下表 4 為學生前測試卷的整體表現分析。

表 4
學生前測試卷的整體表現分析

主題	次概念	分年 細目	題號	各題 平均分數	平均 分數
數 與 量	四位數以內的加減	3-n-02	1	1.38	1.25
			2	1.38	
	三位數乘以一位數	3-n-04	3	1.38	
			4	1.38	
	二位數除以一位數	3-n-05	5	0.75	
			6	1.25	
幾 何	認識周界	3-s-01	7	1.13	1.38
	周長的應用	3-s-02	8	1.75	
	面積比大小	3-s-05	9	1.25	

問題 7

中午休息時間，有一群小朋友在草地上玩橡皮筋，一不小心把橡皮筋丟得滿地都是。



請問：

- (1)圓圈的周界外有()條紅色的橡皮筋。
- (2)圓圈的周界上有()個黃色的星星。
- (3)圓圈的周界內有()個藍色的三角形。

由表 4 得知，在「數與量」主題中，以「二位數除以一位數」的表現較差，並且，「整除之除法」問題(第 5 題)較「有餘數之除法」問題(第 6 題)的表現差。研究者推測，第 5 題接續在乘法運算之後，因此，學童直接利用乘法解題，並未詳細理解題意再進行解題；而第 6 題因為有提到「剩下」的語詞，因此，學童可直接推測這是除法問題。在「幾何」主題中，學童在「認

識周界」概念的解題表現較差。研究者推測，由於「認識周界」問題中分為周界內部、周界外部及周界上等不同類別概念，因此，同時進行三種概念的作答，可能造成學童的混淆。

以下本研究將以「認識周界題目為例」，藉由 8 位鄒族三年級學童在前測試卷中第 7 題之答題表現，分析其能否從周界(輪廓線)的引導來區分平面圖形的內部、外部，以及周界上：

表 5
學童在第 7 題「認識周界」之答題類型分析

得分↕	答題類型↕	人數↕	學童↕	百分比↕
2↕	作答正確↕	1↕	D↕	12.5%↕
1↕	周界外部作答錯誤↕	2↕	G、H↕	25%↕
	周界上作答錯誤↕	1↕	A↕	12.5%↕
	周界內部及外部 皆作答錯誤↕	4↕	B、C、F、E↕	50%↕

上表資料顯示，8 位鄒族三年級學童在前測試卷中第 7 題的答題表現分為四種類型：

- (一)、有 12.5%(1 位)的學童能辨識周界將平面區分而成的內部、外部，以及在周界上等三個部分。(例如：圖 2)。
- (二)、有 25%(2 位)的學童能辨識周界的內部及在周界上等二個部分，但對於周界外部的辨識存在錯誤。(例如：圖 3)。
- (三)、有 12.5%(1 位)的學童能辨識周界的內部及外部，但對於辨識「在周界上」存在錯誤。(例如：圖 4)。
- (四)、有 50%(4 位)的學童能辨識「在周界上」，但對於辨識周界內部及周界外部卻作答錯誤。(例如：圖 5)。

圖 2
以 D 學童的解題表現為例

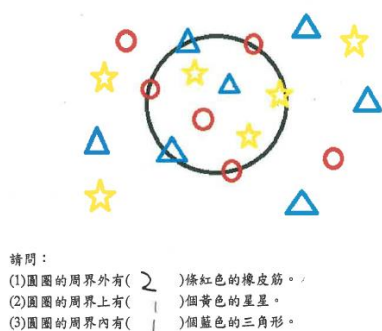
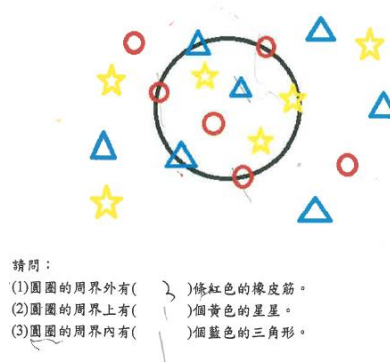


圖 3
以 H 學童的解題表現為例



綜合上述學童的解題表現發現，僅有 1 位學童能正確地辨識周界將平面所區分的周界內部、

周界外部，以及在周界上等三個區域。大多數學童能正確地指出並點數位在周界上的物件，但有些學童容易將周界上的物件分類歸於周界的外部。研究者認為，部分鄒族三年級學童在認識周界存在「將周界上的物件當作周界內部或周界外部的物件」之迷思。

圖 4

以 A 學童的解題表現為例

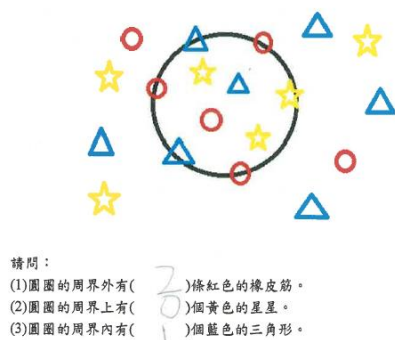
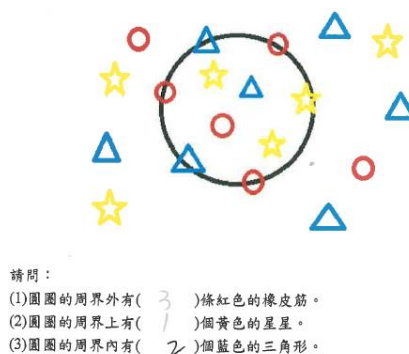


圖 5

以 C 學童的解題表現為例



二、學童在數學教學活動實施中的學習情況—以認識周界概念為例

表 6

繪本教學之故事情境與問題題幹

故事名稱	階段	教學名稱	數學概念	故事情境	問題題幹
洪水的危機	一	背簍重量	四位數以內的加減	大洪水來了，族人們急忙帶著背簍往山上避難。到山上，大家開始檢查帶的物品。Voya 看到 Avai 背簍東西很少，於是開始比較誰背簍中的布袋最重。	透過兩種布袋教具在黑板呈現裝成數量，先請學童猜測哪個布袋的重量比較重，再給予相關的數據。接著，引領學童一起計算出兩布袋的總重量，進而讓學童看見裝載物件的數量多未必代表其總重量比較重。
	二	獵物重量	三位數乘以一位數	Voya 和 Avai 看到勇士帶回來的獵物，非常好奇牠們的重量，因此 Avai 利用米袋，來測量牠們的重量。	學童藉由蹺蹺板的原理，由已知的米袋重量利用乘法求出飛鼠的重量，進行不須進位的乘法。再由已知的山羌重量利用乘法求出山豬的重量，進行需進位的乘法。
	三	分配食物	二位數除以一位數	現在終於有火種了，族人可以將勇士獵到的獵物烤來吃。當他們把全部的肉烤完後，需要讓每個人都吃到一樣的量才公平。	透過實際分配教具的過程，瞭解等分除的概念，再將此概念延伸至學習單的題目中。
小矮人與我	四	保護田地	認識周界	Atai 擔心他們豐收的作物被嬉鬧的小孩闖入，所以他請 Moyeo 用繩索將每塊田地圍起來。	先運用圍土地的情境引導學童認識周界，再逐一的認識周界外部和內部，最後由題目加深對周界上、周界外部及內部的理解。
	五	編織圖案	周長的應用	Atai 又開始盤算族人慶典所需要穿的衣服。慶典需要的衣服是由紅色、藍色、黑色等顏色組成，還有許多不同形狀的花紋組合而成，Atai 需要用線來織出這些形狀。	先運用動手操作測量空地的方式，讓學童瞭解周界的長度為周長。再以製作衣服的情境，讓學童算出需要運用之線的長度，進而計算出總長度。
	六	製作衣服	面積比大小	Moyeo 用許多顏色完成兩件風格獨特的慶典衣服，這兩件衣服大小不同，哪一個用的布料比較多呢？	製作衣服除了線之外，也包含了布料，因此延續上面的情境，讓學童比較出 2 件衣服的面積大小。

本研究在文化融入及動手操作之數學活動實施中，上午進行繪本教學；下午則進行闖關活動，而繪本教學依故事情境分為兩個段落(六個階段)：其一，為「洪水的危機」(階段一~三)，以數與量主題的概念為主；其二，為「小矮人與我」(階段四~六)，以幾何主題的概念為主（對

照如表 6 所示)。闖關活動則依繪本教學所涉及的數學概念設計 9 個闖關活動（對照如表 7 所示），活動過程將錄影並將錄影資料撰成語料。

其中本研究將以「認識周界」概念之教學活動為例。繪本教學是先運用圍土地的情境引導學童認識周界，再逐一的認識周界外部和內部，最後由題目加深對周界上、周界外部及內部的理解。以下，是教學過程中師生之對話（圖 6）：

圖 6 對話來看，首先，教師帶領學童讀題；接著，教師讓學童認識周界；最後，教師再讓學童利用周界來區分平面圖形的內部、外部。由對話內容來看，學童大多能了解將稻米圍起來的線稱為周界，但對於周界內部和外部似乎不太能正確地說出來。

圖 6
認識周界教學過程中師生之對話-1

上師：好，現在注意老師這邊，我們現在一起來念題目。

(師生一起唸完題目)

上師：現在看老師怎麼圈。

上 F 生：畫出一個大的正方形。

上師：畫一個正方形，好，小朋友，來注意老師這邊。老師是不是用虛線把它圍起來了，這個虛線我們就稱為...

上師生：周界。

上師：對，沒錯。這裡面的稻米我們就稱為...

上 G 生：圓心。

上師：周界的內部。

上 G 生：周內。

上師：那周界的外面我們就稱為...

上 C 生：外部。

上師：周界的外部。

上 G 生：周外。

稻米圍起來。學童作答情形如下圖 7 及圖 8 所示：

表 7
闖關活動與繪本教學涉及概念之對照表

繪本教學名稱	數學概念	分年細目	闖關名稱
背簍重量	四位數以內的加減	3-n-02	轉盤遊戲 急流泛鄒
獵物重量	三位數乘以一位數	3-n-04	釣魚遊戲 暈頭轉向
分配食物	二位數除以一位數	3-n-05	手手腳腳「幾」在一起 馬奇的戶外教學 英雄射日 Running趴
保護田地	認識周界	3-s-01	快問快答
編織圖案	周長的應用	3-s-02	馬奇的戶外教學
製作衣服	面積比大小	3-s-05	英雄射日

表 8
學童在「認識周界」學習單第 1 題之作答情形

作答情況	學童
利用正方形或長方形將稻米圍起來	A、C、E、F、G、H
利用不規則的線將稻米圍起來	B、D

上表 8 所示，大多學童能利用正方形或長方形將稻米圍起來，部分學童利用不規則的線將

圖 7
以 H 學童的解題表現為例



圖 8
以 B 學童的解題表現為例



圖 9
認識周界教學過程中師生之對話-2

上師：接下來我們看第 2 題。小朋友，跟老師一起唸唸！
(師生一起唸完題目)
上 F 生：4 個。
上 G 生：4 株。
上 H 生：4 稻啦。
上師：好，注意老師這邊。題目問田地內部共有多少株稻米？那這個綠色虛線是什麼？
(手指著虛線)
上 C 生：周界。
上師：虛線是周界，對不對。那在綠色周界內部有幾株稻米？有沒有小朋友知道。
B、E 生舉手。
上師：好，E 生。
上 E 生：4。
上師：4 株，對不對。1、2、3、4 株。(逐一數)好，那周界的外部有幾株稻米？
B 生舉手。
師數完 3 後，只有 G 生未舉手。
上師：好，F 生。
上 F 生：4 個。
上師：4 株，1、2、3、4 株。(逐一數)

圖 9 為第 2 題教學過程中師生之對話。

由圖 9 對話來看，首先，教師帶領學童讀題；接著，教師引導學童找出周界；最後，再引導學童數出正確的稻米數量。由對話內容來看，學童皆能數出正確的稻米數量，但對於單位似乎不太清楚。

表 9
學童在「認識周界」學習單第 2 題之作答情形

作答情況 ⁴⁾	學童 ⁴⁾
正確的數出周界內部的稻米數 ⁴⁾	A、B、C、D、E、F、G、H ⁴⁾

圖 10
以 G 學童的解題表現為例

2. 小朋友，請你一起來幫忙 Atai 數一數下面的田地內部共有 (4) 株稻米。

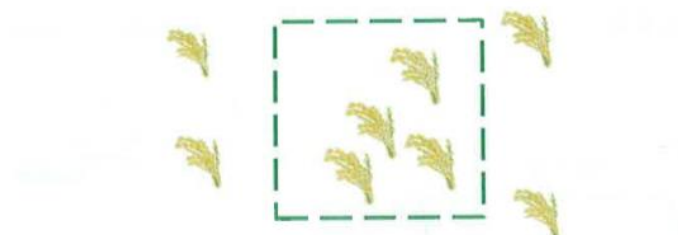


圖 11
認識周界教學過程中師生之對話-3

上師：我們接下來看第 3 題。【師唸完題目】⁴⁾
 上師：田地的周界上有幾根柱子，有小朋友知道的嗎？⁴⁾
 A、B、C、D、E、H 舉手。⁴⁾
 上師：好，B 生。老師現在想要問你，在周界上有幾根柱子？⁴⁾
 上 B 生：4 根。⁴⁾
 上師：4 根，哪 4 根？上來指給大家看。⁴⁾
 B 生由上到下的指出來。⁴⁾
 上師：沒錯！你先回位子。在周界上有 4 根柱子。那在周界內部有幾株稻米？⁴⁾
 上 D 生：我。⁴⁾
 上師：好，D 生，上來指給大家看。⁴⁾
 D 生 2 個 2 個一數。⁴⁾
 上師：好，沒錯！答對，你先回位子。所以呢，在周界內部有 4 株稻米。那在周界內部有幾根柱子？⁴⁾
 上 A 生：我。⁴⁾
 上師：好，A 生。⁴⁾
 上 A 生：1 根。⁴⁾
 上師：沒錯！你先回位子。老師還想要問你們，在周界外部有幾株稻米？⁴⁾
 A、C、D、G 舉手。⁴⁾
 上師：好，C 生。⁴⁾
 C 生由右至左的指出來。⁴⁾
 上師：好，沒錯！你先回位子。所以在周界外部有 4 株稻米。現在老師還想再問你們，在周界外部有幾根柱子？⁴⁾
 上 A 生：我。⁴⁾
 上師：我想請 G 生上來指給我們看。⁴⁾
 G 生由左至右的指出來。⁴⁾
 上師：好，沒錯！你先回位子。所以在周界外部有 4 根柱子。⁴⁾
 上 H 生：5 根。⁴⁾
 上師：哪 5 根？是下面這個嗎？⁴⁾
 H 生沒有回答。⁴⁾
 上師：那我們一起來數，1、2、3、4 根，所以在周界外部有 4 根柱子。⁴⁾

表 9 所示，學童皆能正確的數出周界內部的稻米數。學童作答情形如下圖 10 所示。

圖 11 為第 3 題教學過程中師生之對話。

由圖 11 對話來看，首先，教師將題目完整的敘述；接著，教師逐一讓學童不斷練習判斷周界上、周界內部及外部。其中，在最後的問題時，學童持不同的意見，教師再次引導學童正確數出數量。由上面學童數數量來看，其數法有「由上至下」、「2 個一數」、「由右至左」及「由左至右」等方式。

表 10

學童在「認識周界」學習單第 3 題之作答情形

作答情況	學童
正確判斷周界上及周界外部的數量	A、C、E、F、G、H
題目未看清楚	B
作答錯誤	D

上表所示，大多學童能正確判斷周界上及周界外部的數量。其中 1 位學童將稻米看成柱子，以至於作答錯誤。另外，1 位學童則作答錯誤。學童作答情形如下圖 12、圖 13 及圖 14 所示：

圖 12

以 C 學童的解題表現為例

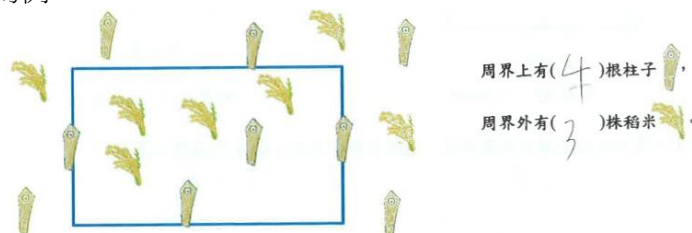


圖 13

以 B 學童的解題表現為例

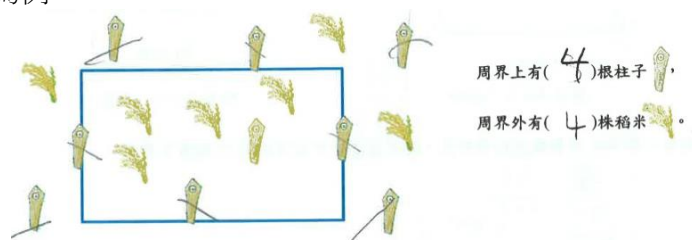
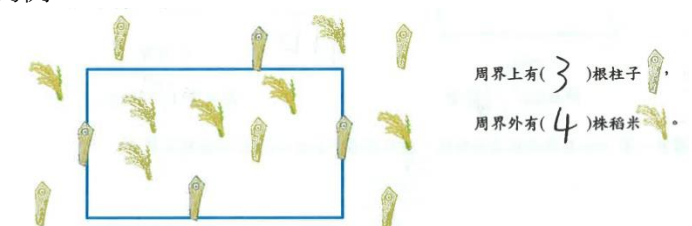


圖 14

以 D 學童的解題表現為例



在闖關活動中蘊含此概念的關卡為「快問快答」。圖 15 是「快問快答」活動過程中師生之對話：

圖 15

快問快答師生之對話

下師：好，看卡片上的題目，有多少個圓圈在黑色圓圈的內部？
 D 生思考了一陣子。
 下師：在這個裡面。(手指出來)
 下 D 生：4 個。
 下師：好，那你數給我看。
 D 生將周界上的 1 個圓圈也數進去。
 下師：你看這個(手指著周界上的那 1 個圓圈)，是不是在周界上面？
 D 生點頭。
 下師：所以這個是在周界內部，還是周界上？
 下 D 生：周界上。
 下師：好，那現在你在數一次。
 D 生正確的數出來。

由上面的對話來看，部分學童容易將周界上的物品當作是周界內，需要經過教師的引導才能發現其差別。

三、學童在數學教學活動實施後的學習改變

本研究在文化融入及動手操作之數學教學活動實施後，針對 8 位學童進行後測試卷施測，並以詮釋性分析的方式針對 8 位學童在前、後測試卷中各題之解題表現進行分析，以探討其在數學教學活動實施後的學習改變，下表為學童在前、後測試卷表現之差異分析(表 11)。

表 11

學童在前、後測試卷表現之差異分析

	成對變數差異		t	自由度	顯著性
	平均數	標準差			
前測試卷-後測試卷	-2.625	3.021	-2.458	7	0.044*

註：p<.05*

由上表11顯示，8位學童在文化融入及動手操作之數學教學活動實施前、後其數學學習的表現達顯著性差異($t=-2.458, p=.044$)。由此可知，本研究所實施的文化融入及動手操作之數學教學活動，使學童對數學學習有明顯的改變。

伍、結論與建議

本研究設計之「文化融入及動手操作之數學教學活動」，在繪本教學實踐的過程中，學童對於繪本中的神話故事發展相當有興趣，進而其對於數學的學習動機較為強烈。除此之外，本研究以動手做的方式進行教學，發現原住民學童皆能積極的參與課程，因此，本研究列出以下結論與建議：

一、學童在數學教學活動實施前的學習表現

研究者從 8 位鄒族三年級學童在本研究實施的前測試卷之解題表現發現，鄒族三年級學童在「數與量」及「幾何」主題的表現仍存有迷思概念。在「數與量」主題中，皆存有「運算混淆」的迷思，學童無法完整理解題意，以致於隨意將題目內的數字任意運算。

二、學童在數學教學活動實施中的學習情況—以認識周界概念為例

以本文所例之涵蓋認識周界教學活動為繪本教學中的「保護田地」及闖關活動中的「快問快答」。在繪本教學中發現，學童大多能了解將稻米圍起來的線稱為周界，但對於周界內部和外部似乎不太能正確地說出來。在闖關活動中發現，部分學童容易將周界上的物品當作是周界內，需要經過教師的引導才能發現其差別。

三、學童在數學教學活動實施後的學習改變

本研究在文化融入及動手操作之數學教學活動實施後，針對 8 位鄒族三年級學童進行後測試卷施測，再根據其在前、後測試卷的平均分數進行比較。從學童的平均分數來看，在「數與量」和「幾何」兩大主題的整體平均得分是有提升的。

四、教學活動進行的期程

本研究由於人力與時間因素，教學活動僅實施一天。建議未來研究的期程可以加長，使原住民學童能接受更多「文化融入及動手操作」的數學教學活動，應更能提升原住民學童的數學學習成效，並提高其數學學習動機。

五、教師對於文化的了解

本研究之教學教師為漢民族及泰雅族，對於鄒族文化了解不深。因此，建議未來教學教師應先充分了解該族原住民學童的生活經驗及熟悉的文化內容，應可和該族原住民學童有充分的對話，更能提升其對數學學習的興趣。

六、課程實施的方式

本研究之部分教學方式是先讓學童進行思考、填寫，研究者再進行教學引導，以致於大部分的學童對於此數學教學方式似乎較不感興趣，容易分心。因此，建議未來可多採取以動手做或是不同的教學模式，例如：小組合作、小組間的競賽等方式進行教學，應可提高原住民學童的數學學習動機。

七、研究對象與選取人數

本研究以嘉義縣阿里山鄉一所全鄒族的部落小學為研究的場域，從該校挑選三年級全數學童 8 位，因此未能看出明確的學習改變。建議未來增加研究場域，使得學童人數變多，或許研究的結果更具意義。

八、教學活動的設計與內容

本研究設計一系列的「文化融入及動手操作之數學教學活動」，此教學活動包括「繪本教學」及「闖關活動」兩部分。繪本教學依故事情境分為兩個段落：「洪水的危機」及「小矮人與我」，洪水的危機是以「數與量」主題為主；「小矮人與我」則是以「幾何」主題為主。雖然以兩大主題分為 2 本教學繪本，但是並未設計出「單一」數學概念的教學繪本，僅能作為教學後的綜合活動，並未能成為正式的教學教材。建議未來能以「單一」數學概念設計一系列的數學教學活動，以助於原住民學童的數學學習，更能增加研究結果的準確性。

參考文獻

- 王鴻哲(2010)。偏遠地區原住民國小學童數理科學營創意教學對其學習表現之影響。未出版之碩士論文，慈濟大學教育研究所，花蓮縣。
- 王騰銘(2014)。文化融入數學課程設計與實踐對高年級鄒族學童的數學學習影響。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學數學教育學系，臺中市。
- 何宗穎、鄭瑞洲、謝佩好、陳東煌、黃台珠(2012)。非制式奈米科學教學提升中小學學生科學學習興趣之研究。*科學教育研究與發展季刊*，65，1-26。
- 李吉彬(2006)。資訊科技融入高中數學資優教育的實務研究。未出版之碩士論文，國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習學程，新竹市。
- 邱昱智、簡清華、呂政頡、陳宇廣、林雅楓、黃寶葵、黃俊榮(2011)。樂高機器人融入國小六年級速率課程教學之探討。2011年第三屆科技與數學教育學術研討會發表之論文，國立台中教育大學求真樓。
- 姚如芬(2013)。從部落教室看見中年級原住民學童的數學學習。*屏東教大科學教育*，38，2-18。
- 姚如芬(2014)。當數學遇見原民文化-發展原民數學模組之個案研究。*科學教育學刊*，22(2)，135-161。
- 紀惠英(2001)。山地國小數學教室裡的民族誌研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所，臺北市。
- 馬秀蘭、吳德邦、張鈺雪、林思行、蔡武諺(2012)。以團康遊戲融入假分數化為帶分數的教學實驗。*科學教育研究與發展季刊*，65，75-98。
- 郭文金、梁惠珍、柳賢(2015)。數學動手做活動對六七年級女學生數學學習自我效能影響之初探。*屏東大學科學教育*，1，54-82。
- 郭李宗文、吳佩芳(2011)。臺東縣原住民學童數學學習相關因素之初探—國小一年級教師的觀點。*美和學報*，30(1)，75-92。
- 趙貞怡(2013)。原住民學童在電腦樂高機器人課程中的創造力與團隊合作能力。*教育實踐與研究*，26(1)，33-62。
- 楊雅竹(2009)。繪本融入乘法教學對都市原住民中年級學童之個案研究。未出版之碩士論文，國立中山大學教育研究所，高雄市。
- 楊德清、吳宛儒(2007)。數常識情境教學活動融入國小三年級數學科教學之研究。*科學教育學刊*，15(6)，647-669。
- 劉芸旻(2003)。屏東地區排灣族國小六年級學童幾何概念之研究。未出版之碩士論文，國立屏東師範學院數理教育研究所，屏東縣。
- 廖偉仁(2010)。原住民文化融入國小低年級數學領域課程之研究。未出版之碩士論文，國立臺東大學教育學系，臺東縣。
- 劉遠楨、黃思華(2015)。從小實驗發現原住民學童的學習方式。*科學發展月刊*，510，66-71。
- 賴勤薇(2011)。數學遊戲融入國中數學科函數單元教學成效之研究。未出版之碩士論文，國立新竹教育大學數理教育研究所，新竹市。
- 戴錦秀、李哲偉(2009)。數學教育如何原住民化？*原教界*，28，60-63。
- 譚光鼎(1998)。原住民教育研究。臺北市：五南書局。
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2). 32-54.

基於原住民族文化與協作式問題解決(CPS)教學策略 之原住民國小學童能源課程開發之研究

Development of the Energy Curriculum Based on Atayal Culture and CPS for the Indigenous Elementary Students

劉傳璽 Chuan-Hsi Liu¹ 陳珍源 Jen-Yang Chen²
趙貞怡 Jen-Yi Chao³ 黃意涵 Evelyn Huang⁴

摘要 Abstract

當文化遇上科學，科學因文明的豐富性而呈現多樣化，如此，文化與科學的對話正可以用來發展創意的教材。本文利用臺南市原住民族教育資源中心的文物為基本文化素材，配合情境教學（Situating Teaching），發展「原民智慧—科學不一樣」課程，讓學生習得科學不一定只發生在實驗室中，透過展覽館真實情境的連結設計導向，來引發學生學習動機。利用文物館來打破情境空間的限制，有效的情境教學能促使學生主動學習，積極主動去想像、思考、解決文題。本課程設計以臺灣原住民族中有海洋民族之稱的達悟族人，其打造tatala拼板舟成為出海捕魚的重要生活工具，也是一種可以科學原理來加以解讀之文明產物，以文化來導入科學，學生不只是在學習早期原住民族智慧的文化傳遞，更能與現有的正規教材中的科學知識相輔相成，學生的學習負荷低，以學生為學習中心，在文物館中透過實體tatala，及多媒體影音交互學習下，學生在多元的環境中互動學習，進而建構發展出自身的能力。期待能在推展原住民文化時能以不同的觀點來探究，讓學生能更深入了解先民的智慧。

關鍵詞：情境教學、拼板舟、原民智慧、多媒體

This research combined the traditional customs and cultural elements of the Atayal race to develop an energy curriculum which was designed mainly for the indigenous students. Besides enhancing cognition toward their own culture, the curriculum also adopted CPS (Collaborative Problem Solving) teaching strategy. It was expected that students would not only acquire energy-related knowledge but also learned the advantage of team work. The research subjects were 5th and 6th grade students from an Atayal elementary school in Nan'ao Township, Yilan County. Dependent sample t-tests were performed for the pre-tests and post-tests of the research subjects (40 students for the first year and 37 students for the second year). The results revealed that post-test scores were significantly higher than the pre-test scores and hence the energy curriculum combining the Atayal culture and CPS teaching strategy can effectively enhance the scientific knowledge of the indigenous students.

Keywords: Atayal culture, CPS (Collaborative Problem Solving), energy curriculum

壹、前言

有鑑於國家社會資源有限，長期以來強勢族群較易掌握各項社會資源，因此弱勢族群的資源取得與機會大多顯得不足。台灣原住民當前存在著三低狀況，即教育程度、社會地位、和經濟所得普遍低於國人平均值，以致於當前台灣原住民族除了文化差異所造成的學習適應力之外，另存在一關鍵問題為教育資源的嚴重不足。由於上述因素，原住民學童的學業成就大多低於一般地區兒童，且隨著年級愈高其差距也愈大，此一現象始見於國小高年級階段。

¹ 國立臺灣師範大學機電工程學系教授，通訊作者，聯絡地址：106 臺北市大安區和平東路一段 162 號，聯絡電話：02-77343515，E-mail: liuch@ntnu.edu.tw。

² 銘傳大學電子工程學系教授。

³ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授。

⁴ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所博士生。

此乃由於學校的教學方法與教材、兒童的學習方法與習慣係以漢族文化為主導，近年來國小自然與生活科技領域的教學方式與教科書編寫，亦不例外。有鑑於此，本研究團隊參與科技部的「原住民科學教育計畫」，此研究亦是科技部「原住民國小學童能源課程設計與開發之研究」之部分研究成果。研究乃融合泰雅文化與 CPS，編寫一套以泰雅族原住民為對象的能源教材，以期提升原住民族國小學童的科學教育程度，進而增加未來在社會上的競爭力。

貳、文獻探討

一、國小能源教育

能源教育直至 1973 與 1979 年兩次的石油危機，及由於化石燃料消耗速度隨著人口增加而急速減少，才受到國際間的擔憂與重視。美國能源部於 1982 年針對 K-12 的「能源教育架構」中，列出十三項能源教育的課程大綱，包括：(一) 能源的轉換及計算；(二) 能源趨勢與環境生態；(三) 人們使用之能源；(四) 能源之歷史；(五) 石化能源；(六) 能源之產生—核能；(七) 能源之產生—太陽能；(八) 能源之輸送—電能；(九) 能源使用之經濟和財政觀點；(十) 能源使用之道德觀；(十一) 節約能源；(十二) 住宅之節約能源；(十三) 交通運輸之節約能源。我國經濟部能源委員會也在 1998 年針對國小能源教育，研究我國小學能源教育的課程內涵，指出符合國小能源教育的課程內涵為：(一) 使學生對能源有基本認知：認識能源的意義和來源、能源的種類與用途、能源的基本定義；(二) 使學生能夠瞭解能源的重要：能源與生活、能源與交通、能源與產業、能源的有限性；(三) 使學生能夠瞭解各種節約能源的方法：各種節約能源的概念(包括食、衣、住、行等各種方面)；(四) 使學生能夠瞭解能源和環境的關係：能源與生態、不當使用能源的後果、環境保護的重要性；(五) 使學生能認識能源發展的必要性：能源與生活、能源與交通、能源與科技、能源與產業、能源情勢、能源法規、能源政策與開發；(六) 使學生能正確與安全的使用能源：有效的使用能源、正確能源使用方法、意外的因應方法。

表1

「國小自然與生活科技領域」中，與能源相關的能力指標

分段能力指標	
第三階段（高年級）	2-3-3-1認識物質的性質，探討光、溫度、和空氣對物質性質變化的影響
	2-3-3-2探討氧及二氧化碳的性質；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽)等，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象
	2-3-3-3探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等
	2-3-4-1長期觀測，發現太陽升落方位(或最大高度角)在改變，在夜晚同一時間，四季的星象也不同，但它們有年度的規律變化
	2-3-4-4知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用
	2-3-5-1知道熱由高溫往低溫傳播，傳播的方式有傳導、對流、輻射。傳播時會因材料、空間形狀而不同。此一知識可應用於保溫或散熱上
	2-3-5-3瞭解力的大小可由形變或運動狀態改變的程度來度量
	2-3-5-4藉簡單機械的運用知道力可由槓桿、皮帶、齒輪、流體(壓力)等方法來傳動
	2-3-5-5知道電流可產生磁場，製作電磁鐵，瞭解地磁、指北針。發現有些「力」可不接觸仍能作用，如重力、磁力
	4-3-1-2瞭解機具、材料、能源

註：〈編碼說明〉在表中「a-b-c-d」的編號中，「a」代表主項目序號，「b」代表階段序號：1 代表第一階段國小一至二年級、2 代表第二階段國小三至四年級、3 代表第三階段國小五至六年級，「c」代表次項目序號，「d」代表流水號。

且教育部自九十三學年度全面實施的「國民中小學九年一貫課程綱要」(教育部，2003)，在「國小自然與生活科技領域」中，與能源相關的能力指標甚多，由於本研究針對原住民國

小五、六年級學童，所以僅列出與第三階段相關的能力指標如表 1 所示。另外，自然與生活科技領域分成五個課題：自然界的組成與特性、自然界的作用、演化與延續、生活與環境、永續發展；其主要內涵包含物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習，注重科學及科學研究知能，培養尊重生命、愛護環境的情操及善用科技與運用資訊能力，並能實踐於日常生活中。由上述可知，能源教育在自然與生活科技學習領域中，有明確的課程內容與活動。

二、以原住民文化為基礎之學習型態

國內外有許多研究探討文化對學習的影響。由於學習是一種文化現象，學習的內容來自文化內涵，是故不同的文化對於學習將會產生影響，因此少數民族學生的文化差異，都會造成學習上的學習困難，進而影響學業成就(譚光鼎，2005；譚光鼎、劉美慧、游美惠，2008)。

Swisher (1990) 曾以美國的印地安學童為研究對象，分析少數民族學童的文化背景對學童學習型態的影響。研究結果顯示印地安人的價值觀排斥競爭，強調團隊合作，因此印地安學童較偏好合作式的學習，與美國主流的白人文化一向強調個人主義與互相競爭的學習型態大不相同。而且，在一般學校裡，教師的教學方式往往與少數民族學童價值觀念和學習方式南轅北轍。由於這種文化的差異，當白人教師在期待學童有所表現或回答問題時，印地安學童卻常表現出與學習環境不配合、不願與同儕競爭的卻退行為，在此文化失調的學習情境下造成學習困擾與學習動機低落，進而造成低學業成就。Corson (1993) 研究紐西蘭的少數民族毛利人(Maori)的文化特質對毛利兒童學習型態的影響，研究發現毛利兒童喜歡做中學，而不是學習如何做，這也使得經驗在他們的學習過程中非常重要。而且，學童的學習偏向採合作的方式甚於競爭，競爭只是為了趕上同學，而不是贏過他人。Lomawaima (1995) 認為一般對於原住民的學習型態可歸納如下：合作式的學習型態比競爭式的學習行為多；喜歡非正式的學習情境；若學校的用語與原住民兒童的母語不同會造成學習困難；偏重場地依賴型的學習型態。

國內也有不少研究發現原住民的文化特質與漢族文化不同，而此文化差異對學生的學習型態與學業成就等有相當程度的影響。蔡中涵 (1996) 認為原住民文化的抽象概念較少，傾向具體式的描述而較少抽象的表達。然而漢族文化有許多的表達方式是使用符號來說明抽象概念，這對原住民兒童來說會造成理解與學習上的困難。林慧貞 (1999) 指出原住民學生因其獨特的文化特質而產生的學習型態有：習慣以視覺方式接受訊息，而非分解式的；以整體的而非個體的方式理解事物；強調團體而非個人的表現。紀惠英 (1998) 針對泰雅族原住民兒童採實地觀察的研究，發現由於文化背景的差異，泰雅族兒童偏好自由、無拘無束的學習氣氛，動態、遊戲經驗的學習方式。紀惠英、劉錫麟 (2000) 以泰雅族兒童為對象，對原住民的學習型態作了深入研究，發現泰雅族文化傳統、學習特性與漢族文化為中心的學校教育體制不合，使得泰雅族兒童比其他兒童遭遇更多的學習適應問題。他們發現泰雅族兒童屬於同儕學習型態，同學喜歡一起行動、寫作業、複習功課，強調分享與合作的價值觀。而且，泰雅族兒童偏好動態和實作的學習情境。在教室的學習過程中，喜好活動式學習，在具有實物操作、活動學習或運用較多肢體動作的學習情境中，能夠明顯提高泰雅族兒童的學習動機。

從國內外原住民的研究來看，原住民兒童與學校主流文化間的差異對學童的學習有相當程度的影響，甚至造成學習困難與學業成就低落。在台灣，由於學校的教學方法與教材、預期學童的學習型態係以漢族文化為主導，原住民學童因不瞭解或不適應文化差異而容易在學習中受到挫折，導致學習動機低落、學業成就偏低等。國內外都有學者(譚光鼎、劉美慧、游美惠，2008；Gay, 2000)呼籲教師應經由融入原住民學童的民族文化、瞭解其學習型態，以改善教師的教學策略，使教師的教學型態配合學生的學習型態，來提升學童的學業成就。

三、協作式問題解決(CPS)教學策略

因時代變遷從工業時代轉變成為資訊時代，學習者的需求也逐漸從簡單的技能學習轉變

成協作式的問題解決能力。因此，國外學者提出協作式問題解決(Collaborative Problem Solving, CPS)的教學方法(Nelson, 1999)，目的即是在教學中，讓學習者學習以協作的方式來解決問題，以訓練其批判思考與問題解決技巧，及培養人際互動等相關能力。CPS 是屬於以問題解決為導向的合作學習(Cooperative Learning)，進行的方式是把學生分成小組，而各小組的成員必須共同努力完成小組的目標。問題解決導向的學習(Wheatley, 1991)，在問題解決的過程中，不僅能培養推理創造及認知能力，更能讓學生在小組學習之互動過程中產生更多的知識交融與建構，進而將資訊整合成有效率的行動方案。

綜合以上，協作式問題解決可說是結合了合作學習與問題導向學習，並截長補短而成，此教學策略的特質可歸納如下(Nelson, 1999)：(一) 強調學習者中心，建立整合性、真實性的協作式學習環境；(二) 重視學生與其學習內容的關係性之學習經驗；(三) 鼓勵做中學，成為主動的學習過程參與者；(四) 重視問題解決技巧與批判思考的發展；(五) 培養社會互動、合作技巧；(六) 鼓勵由多種不同觀點進行內容的探索與分析；(七) 建立學習者間、學習者與教師之間相互支援、尊重的關係。且一個完整的 CPS 學習活動歷程，可分為以下九個實施階段：(一) 準備--教學者與學習者做好準備以進行小組合作；(二) 形成小型且異質的工作團體，計畫團體運作的基準程序；(三) 團體初步確定待解決的問題；(四) 進行小組成員的工作分配；(五) 小組致力於 CPS 過程；(六) 小組開始總結問題解決的成果；(七) 學習者反思和分享經驗；(八) 教學者和學習者評量成果和過程；(九) 教學者和學習者針對學習事件發展終止活動與結論。

參、研究方法

本研究之研究對象為宜蘭縣南澳鄉某泰雅族國小五、六年級學童，進行兩學年共六個單元的能源課程。第一年的參與學生人數為 40 人，第二年的參與學生人數為 37 人(3 位學生轉學)。本研究主要採用前後測成績作統計上的比較分析。

一、能源課程設計

本研究發展一套適合原住民國小高年級學童的能源課程，課程綱要如表 2 所示，包含「酒的文化—生質能」、「大自然的寶藏—地熱能」、「泰雅葬禮—石油」、「泰雅的料理方式—煤炭」、「神奇電土—化學能」、「風的民族—風力發電」等課程內容。每個主題均含有三個單元，且每個單元的教材內容皆包含課本、習作、教師手冊、教學流程、課前測驗卷、課後測驗卷…等等，並整理成冊如圖一所示，有課本、習作、教學指引(含教師手冊與教學流程)、學習單與檢核表等，並適時佐以適當的教學輔具進行教學。

表2
能源課程綱要

第一課 酒的文化—生質能	第三課 泰雅葬禮—石油	第五課 神奇電土—化學能
單元一 釀酒與飲酒	單元一 泰雅葬禮	單元一 神奇電土
單元二 認識生質能	單元二 石油哪裡來	單元二 認識化學能
單元三 生質能火箭	單元三 石油的應用	單元三 燃料電池
第二課 大自然的寶藏—地熱能	第四課 泰雅的料理方式—煤炭	第六課 風的民族—風力發電
單元一 泰雅族居住之地	單元一 泰雅族的料理方式	單元一 風的民族—泰雅
單元二 認識地熱能	單元二 認識煤炭	單元二 風力能的應用—風力發電
單元三 地熱能的應用	單元三 煤炭的應用	單元三 台灣風力發電現況

資料來源：本研究

圖 1
能源教材一覽



資料來源：本研究

由於本研究的研究對象為泰雅族原住民小學的學生，因此課本內文盡量以深入淺出、簡單易懂為原則進行課本設計，並佐以具有親和力且生動活潑的插圖，引導學童的學習動機並提高學童的學習興趣，並期望能因此引導學童產生自動自發學習的效果，課程內容則以原住民的文化、用具、周遭環境或生活習慣等等，帶入課堂上所要教學的科學及文化知識，亦根據原住民傳統故事、歷史文化，提供一個原住民學童生活上所熟悉的情境，並希望藉由相關生活情境內容提出問題，以此使用情境式教學傳授學童科學知識。且此教材所設計的教學單元還會加入實務操作及實際練習，藉由動手做的技能操作可以讓學童得到實際的回饋並且對於課堂上所學習的內容有深刻的印象。最值得提出並注意的是，此教材及課程所使用的教學策略為 CPS (協作式問題解決)進行教學。

二、研究工具

本研究針對教學成果共設計六份測驗卷，以兩課為一單位，分別設計三份課程進行前的前期安置性評量測驗卷，主要是瞭解學童的初期知識；另外三份則是用於形成性評量的課後測驗卷，主要是瞭解學童在參與此課程後的學習成效。而此前後測驗卷的性質與難易度相似，並以此測驗卷作統計上的比較分析，並根據比較結果判斷是否有教學成效，目的在於確認接受此教學課程後的學童有無學習上的顯著進步；且在教學實施過程中會有屬於學童的習作時間，可讓學童藉由習作練習並且讓學童了解所教授的觀念及知識，並加強學習的成效。

前測與後測測驗卷在評量設計上採取難易度相近的設計，且在認知知識的考慮上是屬於性質相近的，例如圖 2 為第五課「神奇電土—化學能」及第六課「風的民族—風力發電」的前後測測驗卷。另外，為了配合學童在發展期時的閱讀特性，大部分都以圖文並茂的方式深入淺出的呈現出來，主要目的是了解學童在授課前後對能源的應用、基礎能源觀念與實際應用上有一個完整的概念。

圖 2
「化學能、風力發電」的前後測測驗卷

「能源課程」學習單-前	
練習日期：_____	姓名：_____
試著解決下面的問題吧：	
1. 請問化學能屬於哪種能源呢？請在正確的選項中打V。	
☐ 可再生能源	☐ 不可再生能源
☐ 次級能源	
() () ()	
2. 請問風力發電的過程為何？請在空格中填入正確的能源名稱。	
3. 有關化學能與燃料電池的描述，請在正確的選項中打V。	
☐ 經由化學反應所產生的能量，我們都稱為化學能。	
☐ 燃料電池是一種蓄電的裝置。	
☐ 燃料電池是十分環保的新開發能源。	

「能源課程」學習單-後		
練習日期：_____	姓名：_____	
試著解決下面的問題吧：		
1. 請在風力發電的正確敘述中打V。		
☐ 風力發電是一種能量轉換的過程。		
☐ 風力發電是一種將電能轉化成動能的應用。		
☐ 風力發電的優點是取之不盡、用之不竭，且十分環保。		
2. 請將化學能的特性圈起來。		
3. 影響風力發電效能的因素有哪些，請在選項中打勾。		
☐ 風向	☐ 風力大小	☐ 扇葉大小
()	()	()

資料來源：本研究

肆、研究結果

一、第一年課程之前後測統計分析

表 3
第一課與第二課的前後測成對樣本 t 檢定

成對標本檢定									
		成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	L5L6前測 - L5L6後測	-40.256	21.775	3.487	-47.315	-33.198	-11.545	38	.000

本研究在第一年進行的兩學期正式教學，以第一課「酒的文化—生質能」、第二課「大自然的寶藏—地熱能」進行一次前後測驗成對樣本 t 檢定分析，結果如表三所示；第三課「泰雅葬禮—石油」、第四課「泰雅的料理方式—煤炭」進行第二次前後測驗成對樣本 t 檢定分析，結果如表四所示。受測學生均為 40 人，但有效測驗卷分別為 39 與 37 份，測驗卷滿分皆為 100 分。表 3 與表 4 均顯示受測學生的認知程度有明顯提升(p 值<0.001)。

表 4

第三課與第四課的前後測成對樣本 t 檢定

成對樣本檢定									
		成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	L7L8前測 - L7L8後測	-49.459	17.748	2.918	-55.377	-43.542	-16.952	36	.000

二、第二年課程之前後測統計分析

在第二年進行的正式教學，以第五課「神奇電土—化學能」、第六課「風的民族—風力發電」進行前後測驗成對樣本 t 檢定分析，結果如表五(五年級學童)與表六(六年級學童)所示。受測學生為 37 人，其中包含五年級學童 26 人與六年級學童 11 人，測驗卷滿分皆為 100 分。表 5 與表 6 均顯示受測學生的認知程度有明顯提升(p 值<0.01)。

表 5

第五課與第六課的前後測成對樣本 t 檢定(五年級學童)

成對標本檢定									
		成對變數差異					t	自由度	顯著性(雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	五年級後測 - 五年級前測	41.346	20.667	4.053	32.999	49.694	10.201	25	.000

表 6

第五課與第六課的前後測成對樣本 t 檢定(六年級學童)

成對標本檢定									
		成對變數差異					t	自由度	顯著性(雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	六年級後測 - 六年級前測	41.364	32.641	9.842	19.435	63.292	4.203	10	.002

伍、結論

本研究團隊參與科技部的「原住民科學教育計畫」，此研究亦是科技部「原住民國小學童能源課程設計與開發之研究」之部分研究成果。研究乃設計以泰雅族原住民學童為對象的能源課程。課程內容符合國小高年級自然與生活科技領域指標與範圍，並以原住民文化出發，擷取原住民學童已熟悉的相關神話、地理環境、風俗習慣等作為課程的切入點，採用協作式問題解決(CPS)的教學策略(Nelson, 1999)，規畫出一系列具有趣味性，以問題解決為導向的主動探索學習活動，提供南澳鄉原住民學童能源科學學習與實際動手做的機會。此研究期間為兩年，完成教學用之正式教材共六課，每一課各包含三個單元，總計十八個能源教學模組，每課教材均包含課本、習作、教師手冊、教學流程、課前測驗卷、課後測驗卷…等。在此計畫執行過程中的課堂觀察與前後測成績分析，顯示含有動手做的課程確實能提高原住民學童的學習興趣與成

效；另一方面，表現佳的學童的學習態度會由被動轉為主動，並會積極帶領其他組員討論問題，而學童也較容易從解決問題的過程中加深相關的知識。

參考文獻

- 林慧貞(1999)。從原住民生活與學習型態談原住民成人教育方案設計。載於洪泉湖、吳學燕主編，**臺灣原住民教育**。台北市：師大書苑。
- 紀惠英(1998)。俗民學習與數學學習。**花蓮師院學報**，6，71-97。
- 紀惠英、劉錫麒(2000)。泰雅族兒童的學習世界。**花蓮師院學報**，10，65-100。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 蔡中涵(1996)。漫談原住民文化與漢文化之差異。**教改通訊**，21，42-43。
- 譚光鼎(2005)。臺灣原住民教育-從廢墟到重建。台北市：師大書苑。
- 譚光鼎、劉美慧、游美惠(2008)。多元文化教育。台北市：高等教育出版社。
- Corson, D. (1993). Restructuring minority schooling. *Australian Journal of Education*, 37(1), 46-48.
- Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Lomawaima, K. T. (1995). Educating native Americans. In J. A. Banks & C. A. M. Banks (Eds.)(1995). *Handbook of research on multicultural education*, 331-347. New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In C. M. Reigeluth (Ed), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, N.J: Erlbaum Associates.
- Swisher, K. (1990). Cooperative learning and the education of American Indian/Alaskan native students: A review of the literature and suggestions for implementation. *Journal of American Indian Education*, 29(2), 36-43.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives of on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.

排灣族知識體系為本的科學教材開發初探

The Development of Science Teaching Materials Based on The Paiwan National Knowledge System

高慧蓮 Huey-Lien Kao¹ 張祈良 Chi-Liang Chang² 朱志強 Chih-Chiang Chu³

摘要 Abstract

本研究計畫其宗旨乃以文化完形發展原住民族學童科學教材開發初探。在此研究期間內第一以「協同行動研究法」的研究理念及做法，邀請原住民族耆老、平地與原住民學校教師參與研究，並以國小學生為研究對象。將探詢原住民族文化完形中科學知識和概念、探究原住民族學生在科學的特性及困難，並參考 STEM 課程理念，整合科學、科技、工程、數學等領域，發展出以原住民文化為基礎之科學教學模組。第二擬進行科學教學模組的試探性與實驗教學、暨教師科學教學專業成長，並於實際教學情境中，探究研究教師實施科學教學模組所遭遇的問題與因應策略、實踐的歷程與轉變、及實施後的影響。第三擬將所發展的原住民族文化完形科學教學模組，應用到原住民族學校，以檢視科學課程模組對原住民族學生科學學習成效。第四擬探索本研究所開發以原住民族文化完形為基礎之教學模組的品質及有用性，同時修正完成科學系列教學模組，並全面進行推廣研究。

關鍵字：協同行動研究法、原住民族科學教育、科學教學模組

The main purpose of this study is to develop cultural holistic-based science instructional modules for indigence students. The study will adopt collaborative action research and invite Paiwan grand old men and teachers to participate in the study. The subjects will be elementary school students. At the beginning, the study will explore science knowledge and concepts of the Paiwan holistic culture, the characteristics and difficulties of Paiwan students in science. In addition, the study will reference STEM curriculum concepts to integrate science, technology, engineering, mathematics learning domain to develop Paiwan cultural holistic-based. In the second, the study will implement exploratory and experimental teaching of Science and teacher professional growth in the Science teaching. And the study will inquire encountered problems, strategy and practice, as well as the impact after implementation when teachers implement Science in the actual teaching situation. In the third, the study will apply the developed Paiwan cultural holistic-based Science to Paiwan schools to examine the effectiveness of Science achievement of Paiwan students. In addition, the teachers' professional development of digital learning system will also be carried out. In the fourth, the study will explore the quality and usefulness of cultural holistic-based Science. At the same time, the study will carry out comprehensive promotion study of revised Science learning systems and popular science modules.

Keywords: Collaborative Action Research, Paiwan Science Education, Science Instructional Module.

壹、前言

台灣是一個多種族的社會，李淑菁(2016)指出，臺灣目前主流教育是一種「文化失語」教育，弱勢族群、階級或性別的聲音長久以來被壓制，難以被聽見，以致逐漸失去自我文化敘說或論述的能力。雖然近年來，經過政府的努力，原住民族教育已大幅改善，但是在原住民族教育上還是存在許多未解的難題，尤其是學童數理學習成效不彰，學習成就低落。

¹ 國立屏東大學科普傳播學系(含數理教育碩士班)系教授，通訊作者，聯絡地址：90047 屏東市林森路 1 號，聯絡電話：08-7663800#33161，E-mail: hkao@mail.nptu.edu.tw；hueylienkao@yahoo.com.tw。

² 國立屏東大學科普傳播學系(含數理教育碩士班)專任助理。

³ 屏東縣國小一退休教師。

高慧蓮等人(2016)綜合文獻發現，由於原住民在政治、經濟、社會的表現呈現弱勢狀態，加上學校教育的傳授都是以主流文化來傳遞，使得學校、學童學習風格和文化環境等因素造成原住民學生的學業成就低落。而 Barnhardt (2005)指出全世界原住民學生學校適應問題，根源於原住民學生必須在「兩個文化」間掙扎。許多數學和科學教育研究者呼籲在所有的數學和科學教室中教導文化回應課程(Abrams, Taylor & Guo, 2013)。原住民長期與自然共處，經由觀察與嘗試錯誤，逐漸累積的對自然環境的了解及與自然相處之道(鄭漢文等，2005)。例如，朱志強(2014)整理排灣族文化智慧與科學的對話—(一)生活文化：1.農耕—山田燒耕、打椿編柵、石板塊壘牆…。2.飲食—火種、烘烤芋頭…。3.編織—搓繩、織布…。(二)狩獵文化：1.弓箭、繩圈陷阱。2.辨認方位、獸跡；(三)建築文化：1.開採石板。2.移除大石塊…等等，以上這些排灣族的文化智慧，其中對於運用自然資源知識與智慧的結晶，與現今的環境保護與自然保育的意識相契合。戴駿立(2006)認為多元文化教師要建立教學完整的多元族群觀點，而非資訊的片段，透過課程改革，以學生生活經驗為基礎，呈現多元的觀點、經驗與貢獻。

因此本研究擬以文化完形(holistic)為基準，採用「協同行動研究法」，與原住民學校校長、教師、耆老、部落人士等合作，並參考 STEM 課程理念，整合科學、科技、工程、數學等領域，發展出以排灣族文化為基礎之科學教學模組暨科普活動，帶領原住民學生們溯流而上(go up stream)尋找 Vuvu 的傳統生活智慧，以提升原住民學生科學素養與縮短科學學習落差。

貳、文獻探討

本計畫排灣族知識體系為本的科學教材開發初探，以下研究者進行以下三方面回顧文獻，以作為本計畫之發展科學教學模組之理論依據。

一、多元文化教育相關概念

(一) 多元文化教育

多元文化教育起源於 1960 年代的族群研究(ethnic studies)運動，它是一種哲學概念，也是一種教育過程。多元文化教育植基於哲學上平等、自由、正義、尊嚴等概念，希望透過學校及其他教育機構，提供學生不同文化團體的歷史、文化及貢獻等方面的知識，使學生瞭解與認同自己的文化，並能欣賞及尊重他人的文化。Tiedt 與 Tiedt (1990)認為多元文化教育的定義關鍵在文化，每個人都生活在個人的文化之中，只有在與其他文化接觸時，才開始注意到文化之間的差異，而多元文化教育則在擴展與補充學生的文化經驗，讓學生從了解自己的文化開始，激發自我的信心及價值感，進而認識並尊重其他的文化。在許多關於多元文化的研究均指出若課程單元、教學材料或教學方法認同學習者獨特的文化特質與生活，在學生的成長、發育和存在上扮演一個重大角色(Mueller & Bentley, 2007)。

(二)文化回應

Gay (2000)認為「文化差異」是造成少數族群學生之學習困難及適應不良的主因，建議教學應該根植於文化的脈絡上，在課程的設計上涵蓋族群與文化多樣性，讓學習與學生的母文化相連結，並透過教室結構的重組、氣氛、討論、教學進行與評鑑，使學習更能符合不同種族、不同文化學生的經驗。文化回應教學是一種教學取向，其重點在回應學生的社會及文化脈絡，並統整學生的文化內容。在現今開放多元文化教育理念下，建構原住民族學生對自己傳統文化內涵與認知，開發原住民族教材課程設計與實施是勢在必行趨勢，如何透過任教於原住民族學校教師對原住民族文化教學省思，使下一代原住民學生有更廣擴文化視野，成為符合時代潮流現代公民(葉素玲，2012)。

二、原住民族學童的數理學習

(一)文化對數理學習的影響

文化對學生數理的學習有重大的意義，學生在進入教室學習之前，會因為生活經驗、文化或者是過去學習經驗的影響，帶有許多與數理概念不一致的先存概念。這些先存概念是每一個人在日常生活中對於發生在生活周邊的事物所賦予意義的一部份，因此在學習歷程上，既有的概念，便成為學習的基礎。而此學習的基礎，最早先的建構地方便是文化環境。俄國認知發展心理學家 Vygotsky 認為社會與文化的內化是人類認知發展主要因素，並特別強調社會互動的重要性。由此可知，學生學習數理與其文化背景及地域有相當重要的關係。有些研究的啟示部分清楚指出，文化和課室以外生活環境均與學生形成另類概念有關(引自鄭美紅和孫愛玲，2003)。

(二)原住民族學童的科學學習

原住民族的科學教育日漸受到重視，然而許多研究都指出，原住民族中小學學生在科學學業成就方面與平地學校學生有著顯著性的差異(李建興、簡茂發，1992；Kao，2016)。因此，有關於原住民族對科學學習的研究漸漸受到重視，例如廖斌吟等(2010)指出原住民族學生對漢語科學文本的閱讀困難，研究建議科學文本需要適當地重新組織；同時，科學教師可以從語言的觀點來協助學生克服科學文本的理解困難。

三、STEM 科學教學模組開發

(一)STEM 的緣起

科學、科技、工程與數學(Science, Technology, Engineering, Mathematics, 簡稱 STEM)的科際整合教育議題在近年來受到許多的關切與重視。美國推動 STEM 科際整合教育主要目的，應以提升其國民科學與數學素養為主軸，藉此期望在國際學生能力評量測驗能有大幅成長。而臺灣推動 STEM 科際整合教育目標是突顯教育體制應該更強調整合理論與實務能力的培育，而避免僅是偏重於學科知識的學習(林坤誼，2014)。余曉清(2016)也指出教學現場應多重視實作與思考，讓學生不再「想像」、「死背」科學知識，而讓科學課變得活潑有趣，引動孩子學習科學動力。

(二)STEM 的課程設計

儘管 STEM 的重要性排山倒海而來，但是 STEM 教學應如何設計，如何進行，相關的說明文件或文章，還不甚常見(張玉山、楊雅茹，2014)。范斯淳、游光昭(2016)指出，因 STEM 涵蓋了廣泛的學科領域知識整合與應用，更以培養新時代的能力及素養為目標，是以其課程往往呈現複雜多元的面向。STEM 的課程設計可以與當時的科學發展相關，並在實作與討論的過程中，讓學生能了解概念性知識的應用及程序性知識的練習，同時增加同儕間的團隊合作及提升學生的創造力。

參、研究方法

一、研究設計規劃與策略

本研究採取「協同行動研究法」策略，透過扎根理論嘗試建構教材。首先，研究群團隊在親自深入部落與學校進行文化採集原住民族之科學智慧後，研究群團隊會自我內省、檢討傳統的教學，並探討各種教學法的理論與成效，並與耆老、教師合作嘗試提出『原住民族文化完形科學教學模組』草案。

進行試探性與實驗性科學教學試驗，並修正草案，發展出科學教學模組，來促進提昇學生對科學的認識，以利將科學教學活動推廣至其他原住民學校試用。最後，本研究計畫擬以原住民族文化為基礎，進行科學之開發與推廣研究成果、暨提出適切可行之以文化為基礎之科學師資培育課程及應用。

二、研究資料收集步驟

為達成本研究目的與符合文化完形(holistic)，本研究將採民族誌的田野訪談方法進行研究資料之收集步驟。詳細敘述如下：

(一)採用民族誌訪談技術的理由與訪談

本整合型研究採民族誌的田野訪談方法，主要是基於原住民部落的生活已不再是傳統的型態，而若要採集相關原住民傳統文化中的數理相關資料，必須由耆老口述過去的生活方式才能取得。訪談時採取非結構式的訪談型。訪談時，由研究計畫團隊向報導人提出問題，透過翻譯人員的翻譯，請報導人回答有關的內容，報導人在回答時自由開放談論內容，並不限制。研究計畫團隊會隨時注意並追蹤探索與數理相關內容的對話。

(二)報導人、翻譯人員的選擇及報導人的接觸

研究計畫團隊已經與部落文化工作者建立良好關係，因此對於報導人的選擇，是由部落文化工作者，針對研究計畫的主題，安排尚能記憶舊部落文化的報導人，而這位部落文化工作者，我們也邀請他擔任研究計畫團隊的兼任助理。他提醒我們已經開始與時間賽跑，要趁報導人身體強健時，趕緊建立相關研究資料。

肆、原住民族知識體系為本的科學教材開發初步成果

一、部落五官觀察

查馬克(camak)問麥可(Michael)說，你在部落這麼久了，懂不懂得觀察呢?而什麼是觀察?以及該如何觀察呢?麥可說:「會啊!觀察就『觀』、『察』兩個字啊!」查馬克告訴麥可希望他能夠打開五官觀察，認真體會，什麼是真正的部落五官觀察?(一)第1關:視覺...；(二)第2關:味覺...；(三)第3關:觸覺...；(四)第4關:嗅覺...；(五)第5關:聽覺...

圖1
視覺

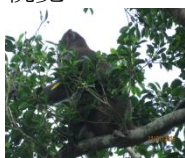


圖2
味覺



圖3
觸覺



圖4
嗅覺



圖5
聽覺



二、角力；打巴洞；陀螺王

(一) 角力【排灣族真有力-角力】

圖6

賽程表，仿造球類競賽，雙敗淘汰制

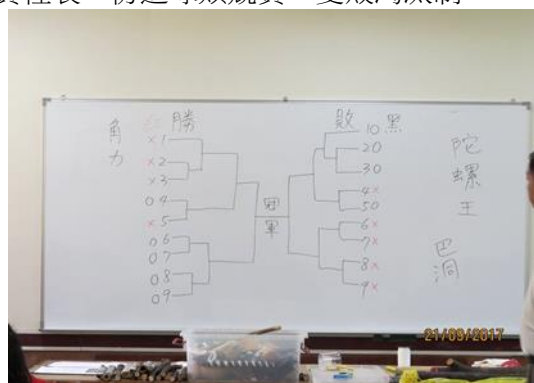


圖7

參加角力比賽時是由二人一組



參加角力比賽時是由二人一組，依棍子的長度，分別在地地方畫兩個圈，每位比賽者都站在其中的一個圈內，二人各手握棍子的一端，然後互相向對方推，看誰被推出所站的圓圈內。據

排灣族的年長者描述，有些人能憑智慧，借力使力把一位較壯者推出圈外。活動目的，兒童從小參與這種活動，能練就好的腰力、臂力、腳力、而且能練出平衡感，是一種全身的運動。闖關規則，抽籤決定誰是你的對手！

活動啟示；透過角力闖關活動，藉以訓練原住民族學生腰力、臂力、腳力、而且能練出平衡感，進而研發出更多元的原住民族童玩科學遊戲與原理。這種角力比賽，不是只靠蠻力，據排灣族的年長者描述，有些人能憑智慧，借力使力把一位較壯者推出圈外。

(二) 打巴洞

巴洞(子母棒)-原住民「打巴洞」與漢族「打乞拐」是日據時代留傳下來的活動，當時生活困苦沒有錢買棒球與球具。因此用長棒與短棒組合而成的一種打擊遊戲。

圖 8

長棒與短棒組合而成的一種打擊遊戲



圖 9

打巴洞真的需要技巧與練習



(三) 陀螺王

『陀螺王』文化情境緣由，早期的排灣族文樂部落 (Pucunug) 的族人，約在每年十月底十一月初農忙結束後，部落領袖會召集族人，砍除路面的雜草及被風雨吹斷的樹，以整理自部落通往農園的山路，這種集體修路的活動，排灣語稱作 Masa'e，意為集體為部落服務...。「陀螺王」比賽中如有下列情形者則為輸方：1.陀螺先倒下停止轉動。2.陀螺轉出圈外。3.鞭打到對方的陀螺或身體。比賽採三戰兩勝單淘汰制，勝者可繼續比賽直到獲得冠軍為止。陀螺的轉動：將陀螺拋出去的瞬間，鞭子對陀螺造成一個「力矩」使之旋轉 (圖 10、11)。

圖 10



圖 11



圖 12



圖 13



當鞭子完全離開陀螺時，由於慣性使陀螺持續轉動，而陀螺與地面、空氣接觸的摩擦力消耗陀螺的動能，無法持續保持平衡而呈現不穩定狀態 (圖 12)。這時技巧性的施力會得到與力的方向相同，且大小與作用力成正比的加速度。所以比賽場地的規劃、材質不同的陀螺本身所能持續的時間與使力者的技巧，成為「陀螺王」選拔活動競賽的好題材，也是數學與科學意涵教案設計的起源。(圖 13)

三、排灣族「水資源」

水資源乃不可重生也無法再造的珍貴資源。林姓研究生進行「電子書與桌遊融入國小水教

育課程對文化回應教學成效之研究」，針對水教育設計一系列教學活動，以屏東縣漢族與排灣族國小五年級學生為研究對象，搭配學生所屬族群中有關之傳統用水智慧，進行文化教學，為期五堂課。再輔以水教育電子書，桌遊等教材，冀望學生建立水資源的環境觀，了解愛水惜水已是刻不容緩。

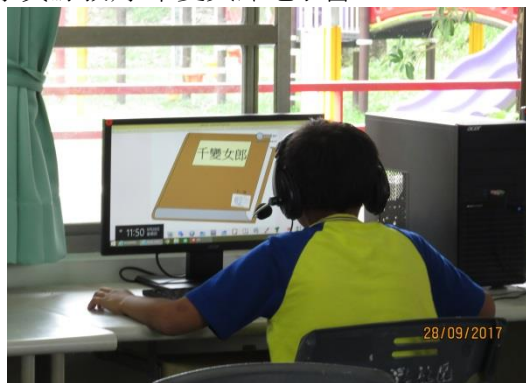
圖 14

分享排灣族大洪水傳說



圖 15

水資源教育-千變女郎電子書



伍、結論與建議

一、研究的重要歷程與成果討論

(一)原鄉科學教育環境的改善措施

自從研究計畫團隊成員與原鄉教師及部落人士互相合作以來，團隊成員總是努力透過參予觀察及圖像描繪，確實把排灣族文化中的科學能夠透過圖像或文字保留下來。就研究團隊成員而言，排灣族文化給與衝擊特大，讓研究團隊成員更瞭解文化差異，也體會到更多元的科學教育模式。

(二)原鄉學童的科學學習關懷

研究計畫團隊成員針對進行的「原住民科學教育」，探討排灣族國小學生數理起點行為、與探究學生在數理的學習特性及困難，實現「教育機會均等」概念。所以本研究努力的實驗創新教學模組，改善原鄉與城市的科學教育落差與提昇數理競爭力，協助偏遠地區原住民學校發展科學教育，促進教育機會均等。因此相較於多元文化教育，文化回應教學的目標（提升學業成就）與對象（弱勢族群中低學業成就者）較為明確，是屬於知識上的增能，並且透過知識上的增能提升自信，進而達到情感上的增能。

二、建議

綜合上述可知，雖然影響原住民科學學習成就的因素種類繁多，但文化與生活經驗是其中二項非常重要的因素。欲建構有效的原住民科學教學，必須在原住民學童所熟悉的文化場域和生活經驗中，尋找教學的素材，建構教學，並與學校自然與生活科技課程中的概念進行有效的連結，才能在學生既有的知識與經驗中，提升學生的科學素養。

參考文獻

- 朱志強(2014)。以 IKSPOE 模式提昇排灣族國小學童自然科學學習成效之行動研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 李建興、簡茂發 (1992)。縮短山地學校與平地學校教學效果差距之改進方案研究。山胞教育研究叢書之五。台北：教育部教育研究委員會。
- 林坤誼(2014)。STEM 科際整合教育培養整合理論與實務的科技人才。科技與人力教育季刊，1(1)。
- 范斯淳、游光昭(2016)。科技教育融入 STEM 課程的核心價值與實踐。教育科學研究期刊 61(2)，153-183。
- 張玉山、楊雅茹(2014)。STEM 教學設計之探討：以液壓單元為例。科技與人力教育季刊，1(1)，p2-17。
- 葉素玲(2012)。從排灣族文化教材談雙文化學習之課程示例。2012 全國原住民族研究論文發表會會議手冊(二)。台北：行政院原住民族委員會。
- 劉美慧、游美惠、李淑菁(2016)。多元文化教育 (第四版)。台北市：高等教育文化事業。
- 鄭漢文、王相華、鄭惠芬、賴紅炎(2005)。排灣族民族植物。林業試驗所林業叢刊第 162 號，p340。
- Abrams, E., Taylor, P. C., & Guo, C. J. (2013). Contextualizing culturally relevant science and mathematics teaching for indigenous learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 1-21.
- Barnhardt, R. (2005). Creating a place for indigenous knowledge in education: The Alaska native knowledge network. Retrieved November 11, 2007 from http://www.ankn.uaf.edu/Curriculum/Articles/RayBarnhardt/PBE_ANKN_Chapter.html
- Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Kao, H. L., Lin C.L., Su M.C., Chang C.L.(2015).Integrating Paiwan Culture into the Design of a Science Curriculum, with Teaching Examples.*Springer:Science Education Research and Practices in Taiwan*,18,pp 349-370.
- Mueller, M. P., & Bentley, M. L. (2007). Beyond the “decorated landscapes” of educational reform: Toward landscapes of pluralism in science education. *Science Education*, 91(2), 321-338.
- Tiedt, P. L., & Tiedt, I.M. (1990). *Multicultural teaching: A handbook of activities, information, and resources*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

原住民學校的奈米科技新知教材開發

The Development of Nanotechnology Teaching Materials in Aboriginal Schools

施焜耀 Kun-Yauh Shih¹ 黃琤伶 Cheng-Ling Huang² 林維芳 Wei-Fang Lin²
王一修 Yi-Shu Wang³ 李舜文 Shen-Wen Li³ 楊守勛 Shou-Shiun Yang³
黃姿潔 Tzu-Chieh Huang³ 林以馨 Yi-Xin Lin³

摘要

本研究其宗旨探討原住民學校的奈米科技新知教材開發，以生動活潑、深入淺出的內容介紹奈米科技新知。過程中使用奈米科技教材編輯電子書軟體，藉由「奈米科技新知校園巡迴展」方式進行，推廣奈米科技新知。透過原住民學校參與「奈米科技新知校園巡迴展」，體驗奈米科技學習e化的教學活動，以提昇屏東地區原住民學童對奈米科技的學習興趣，並且希望藉由活動之推廣，落實屏東地區原住民學童對於奈米科技的認知。

研究者利用原住民部落地區實地考察、奈米科技學習成效比較檢測題、奈米科技新知非正式晤談原住民學生等資料收集。藉由研究團隊與屏東縣排灣族原住民國民小學安排協調，透過電子書教材，使原住民學童從「認識奈米科技」到「應用奈米科技」之實施，具體提昇屏東地區原住民學童認識奈米科技。

關鍵字：奈米科技新知、電子書

In this study, the nanotechnology awareness in indigence schools with e-books. A lively, easy to understand concepts of the Nanotechnology-photocatalyst applications were introduced to the students. E-Book software was used to edit the teaching materials of nanotechnology. The Nanotechnology teaching materials and "nanotechnology tour exhibition" to promote the knowledge of nanotechnology for the students. The e-learning experience of nanotechnology teaching activities enhanced the indigence students in Pingtung interest in learning and improved indigence students for nanotechnology awareness.

The researchers used fieldwork in indigence areas, learning achievement test of nanotechnology, informal interviews to collect the data for the indigence students. The cooperation between research team and indigence elementary school in Pingtung, through the e-book teaching materials, make indigence students from the "understanding Nanotechnology" to implement the "application of nanotechnology" and enhance the interested in learning nanotechnology.

Keywords: nanotechnology, e-Book.

壹、前言

原住民族的傳統生態知識(Traditional Ecological Knowledge ,TEK)、原住民生態知識(Indigenous Ecological Knowledge)或是地方知識(Local knowledge)，其差異都是在強調該知識與當地生態環境間的關係。美國關心兒童與自然的推動者理查·洛夫曾經寫過《失去山林的孩子》(野人出版社)一書，關心當代孩童的「大自然缺失症」，然而，我與學生們的相處之中發覺更令人警醒的，不只是學生本身，或許他們的家長與老師們也都是失去山林的孩子。當失去山

¹ 國立屏東大學應用化學系(含碩士班)系副教授，通訊作者，聯絡地址：90047 屏東市林森路1號，聯絡電話：08-7663800#33257，E-mail: sky@mail.nptu.edu.tw。

² 國立屏東大學應用化學系碩士生。

³ 國立屏東大學應用化學系。

林的孩子已然長大，且代代承襲，我們與牠們共同的未來又該何去何從呢？

傅麗玉(2003)學者認為，原住民族科學教育是以原住民族文化的傳統自然智慧為出發點的科學教育，是以原住民族的世界觀為主體的科學教育，在原住民族自然智慧中融入西方科學的科學學習。以部落的生活環境為學習環境及生活文化習性為基礎，規劃課程與設計教材教法，可提供原住民族群有效且有意義的科技學習機會。

研究者認為科普活動能有效地在一個原住民族部落實施，對於族人在高科技的學習有顯著成效，所以必須打破過去主流社會對於原住民族群科學學習能力的迷思。因此本研究團隊進行原住民族知識體系為本的奈米科技新知教材開發，以下分享文獻探討、研究方法及研究成果。

貳、文獻探討

研究者從一、學童奈米科技的另有概念；二、奈米科技科普活動閱讀文本開發；三、以排灣族文化為基礎課程與教學設計等三方面，回顧有關文獻，作為原住民族學校的奈米科技新知教材開發的參考。

一、學童奈米科技的另有概念

(一)奈米科技概念

近年來，奈米科技發展迅速，亦出版許多奈米科技相關的書籍。2003年起由教育部負責執行「全國奈米科技人才培育計畫」；整合中小學（K-12）及大學教育資源進行種子教師培訓，開發各項奈米科技教育通用教材，同時開設許多適合各級學生之奈米相關課程，幾年來，開發出創新多元化的奈米科技教材、書籍、教學手冊等。「原住民族教育法」第三章有關課程部份第十八條至第二十條中指出「各級學校有關原住民族教育之課程發展及教材選編，應尊重原住民意見，並邀請原住民代表參與與規劃設計」，本法實施多年以來，各級學校課程發展及教材選編大多以校外之書商提供課程及教材，少有自製研發(馬賴古麥，2002)。

(二)學童奈米科技的另有概念

兒童的科學觀：皮亞傑(1929)所著之「兒童世界觀」一書中，即已廣泛地探討兒童對於自然的觀察及解釋。他用訪談方式深入探討兒童的想法，發現兒童常把無生命的物體解釋成有生命之物體，尤其以會動的東西當成生物。有些科學語言可能包含了兩種以上用詞，比如毛細現象、虹吸現象，學生平常對字面的解讀與科學的概念不同，也可能造成學生理解上的困難與混淆。這些都是教師在編寫教材或指導學生閱讀時應該注意的地方，而「奈米現象」更是學童容易混淆的，例如國小學童認為奈米為一種食物（蔡元福、吳佳瑾、胡焯淳，2004），另有概念是人類思考和理解的工具，具備概念、思考和推理等工具之後，人類才可能達成解決問題這個學習的最終目的，因此對於原住民中小學童認識奈米科技新知的另有概念的研究相對重要。

(三)原住民的科學教育

現今科學教育亦已逐漸地重視原住民科學教育學習的問題（蔡文山，2004），但是許多相關研究（傅麗玉，2003；高慧蓮，2012）指出，在臺灣雖然對原住民中小學教育問題正逐漸重視，對原住民教育而言也較以往為進步，然而在教育上近年來才漸漸以原住民為考量的方向出發，而在學校教材的開發上對於新科技的發展中，如何強化原住民學童的科學認知則是目前原住民科學教育推廣的重點，本研究以近年來奈米科技的發展趨勢為主軸，藉由活動的設計、教材的開發與電子書的數位學習整合模式應用於原住民學校，期使新模式的推廣強化學童對奈米科技的發展與應用的興趣。

二、奈米科技科普活動閱讀文本暨電子書開發

當前台灣教育的大環境，還是普遍以升學為導向，多元文化的學習，造成學習時間壓縮，Stocklmayer, Rennie 與 Gilbert(2010)指出非制式教育(informal setting)對於學習之影響，在於學生在非制式教育經驗的獲得，且於就學期間養成對科學的興趣，並確立其從事未來科學研究之志趣，具有關鍵性的影響。然而原住民教育政策對原住民的科學教育就充滿著「刻板印象」，認為原住民中沒有科學。

三、以排灣族文化為基礎課程與教學設計

奈米效應與現象長久以來即存在於自然界中，並非全然是科技產物，例如：蜜蜂體內因在磁性的「奈米」粒子而具有羅盤作用，可以為蜜蜂的活動導航；蓮花之出汙泥而不染亦為一例，水滴滴在蓮花葉片上，形成晶瑩剔透的圓形水珠，而不會攤平在葉片上的現象，即是蓮花葉片表面的「奈米」結構所造成。除了傳統日常用途，二十世紀以來，陶瓷材料得到了迅速發展。這些新材料的出現，充分反映了陶瓷材料科學的重大成就。想多了解這些細節嗎？

參、研究方法

一、研究設計

本計畫之設計對象為原住民學童與青少年，內容將清楚包含世界最新奈米科技發展，對人的生活的衝擊或影響，包括價值觀之討論等。教學策略則特別具體描述如何延伸/擴展原住民學童與青少年的學習經驗。推廣方式將採用科學文本閱讀傳播方式進行，鼓勵參與數位學習平台的互動學習環境，以發展探究和分析的能力。

二、研究資料蒐集與分析

在研究蒐集奈米科技新知與原住民學生分享，在訪談的焦點和實施方式依據過去研究建議適應學童的個別表現、學習困難處及原因，其他影響學童自然與生活科技的因素（家庭、學校、相關政策）、對於具體操作實驗教具自然與生活科技教學的觀點、對將當地文化融入自然與生活科技教學觀點等。

(一)研究對象-教師

原住民教師對於原住民學區位處於山區，在新興科技資源的取得上都比都市學校不足與不便，因資訊的接受上較為缺乏，而導致學習表現上比都市學生較為低落，但現今網路資源的盛行，網路的盛行打破了空間上的藩籬，不僅能使資訊上的傳遞更方便，更能改善原住民學童學習資源上的缺乏，因此透過原住民已知的相關知識融入奈米科技電子書。

(二)研究對象-學生

研究計畫剛開始主要執行內容為接洽教師積極參與，以建立互信合作關係，原住民學生對於學習奈米科技新知的認識，有如荒地一樣的等待開發，例如對於奈米的定義、特性與應用發展之概念學習如何？

肆、研究成果

一、推廣提昇原住民認識奈米科技新知相關活動

因此研究團隊成員以原住民族知識體系為本的奈米科技新知教材開發，主要是藉由以奈米科技體驗營之科普活動教學實驗，直接面對原住民國中小學童，推廣認識奈米科技新知；另一部份則是組織電子書研發團隊開發奈米科技活動之教案與電子書。以下(圖 4-1~4-12)研究團隊分享計畫分別於國中小舉辦推廣提昇原住民認識奈米科技新知相關活動說明。

圖 4-1
說明提昇原住民認識奈米科技新知



圖 4-2
利用學校電腦資訊設備認識奈米科技新知



圖 4-3
原住民學童與研究團隊成員互動



圖 4-4
學童踴躍舉手回答奈米科技新知



圖 4-5
原住民學童自己觀察與探索奈米磁性粒子



圖 4-6
協助原住民學童認識與觀察奈米磁性粒子



圖 4-7
原住民學童藉由「跑跑牙膏動力船」



圖 4-8
讓原住民學童動手體驗利用經過特殊處理奈米紙，利用奈米紙進行水傳遞



圖 4-9

「奈米小釣手」活動，利用課程中所製備的奈米磁性粒子，進行釣磁鐵闖關活動



圖 4-10

原住民在「奈米小釣手」活動的神情，在磁鐵釣竿來進行競賽，看誰釣的多就獲勝啦



圖 4-11

「奈米數位學習體驗營」，考考大家上課有沒有認真聽，答對了就有獎品喔！



圖 4-12

研究團隊成員與原住民學童一在「奈米數位學習體驗營」活動後的回饋



研究計畫為了讓原住民學童瞭解生活中的奈米，提出奈米是什麼？是不是好吃的米呢？奈米當然不是好吃的米，在大自然中也存在著奈米，原住民學童們想不想知道哪些植物中有奈米的存在呢？哪些動物中有奈米的存在呢？在課程中將藉由植物—蓮花讓原住民學童們更加認識奈米科技及奈米在生活中的應用唷！

二、原住民課程及成效

(一)原住民課程的特色

本研究的原住民課程的特色，以行動研究的方式進行，鼓勵原鄉教師發揮個人專長，互補長短，研究者學習原住民文化。研究的主體是研究者本身與協同研究教師組成自然與生活科技的協同教學行動研究團隊，進行協同教學行動研究。結合不同學科專長共同設計、實施文化融入科學教育教學方案，並共同進行文化融入奈米科技新知的科學教育教學方案評鑑與省思，以了解協同教師如何透過協同合作促進本身的專業發展與文化融入奈米科技新知的科學教育教學如何實施，並採集質性資料進行持續比較分析與詮釋以回答研究問題。

(二)原住民課程的成效

目前研究者蒐集原住民學生對於學習奈米科技新知的認識，有如荒地一樣的等待開發，例如對於奈米的定義、特性與應用發展之概念學習如何？

camak 老師表示針對奈米科技新知，身為教師都很難瞭解，需要更簡化相關用語，因為這樣的言語與文字，對原住民學生是「無字天書」，完全不知道你在講什麼。(2013.12.13 原住民教師晤談)

研究者努力轉化奈米科技基本概念，以減少原住民學童的「另有概念」及減低放棄作答的原住民學生。例如透過「奈米科技新知校園巡迴展」活動模式，使得奈米科技概念能夠讓原住民學生了解的更清楚。再由自然界中的奈米現象照片，介紹「蓮花效應」、「壁虎飛岩走壁」、「彩虹效應」、「奈米磁導航」項目中，讓原住民學生能寫出更多正確的奈米科技相關產品。

(三)原鄉教師成長

本研究的特色，以行動研究的方式進行，鼓勵原鄉教師發揮個人專長，互補長短，研究者學習原住民文化。研究的主體是研究者本身與協同研究教師組成自然與生活科技的協同教學行動研究團隊，進行協同教學行動研究。結合不同學科專長共同設計、實施文化融入科學教育教學方案，並共同進行文化融入奈米科技新知的科學教育教學方案評鑑與省思，以了解協同教師如何透過協同合作促進本身的專業發展與文化融入奈米科技新知的科學教育教學如何實施，並採集質性資料進行持續比較分析與詮釋以回答研究問題。

(四)原住民學生的成長

目前研究蒐集奈米科技新知與原住民學生分享，在訪談的焦點和實施方式依據過去研究建議適應學童的個別表現、學習困難處及原因，其他影響學童自然與生活科技的因素（家庭、學校、相關政策）、對於具體操作實驗教具自然與生活科技教學的觀點、對將當地文化融入自然與生活科技教學觀點等。研究者參與原住民教師研究教學現場並經觀察和記錄後，主要蒐集的資料如下：教學研究設計方案之文件、開放性結構式訪談、協同教學合作教師間的所有討論與對話、教室教學觀察錄影和學生訪談等。原住民學生對於「奈米科技新知」充滿著好奇與疑問？例如誤認為奈米為體積單位，無法瞭解「奈米科技新知」？等等問題，但是經由研究者引導原住民學生觀察日常生活的現象，其實不乏奈米現象，例如以下訪談截錄：

我有看過壁虎的腳，牠為什麼可以爬在牆壁上及天花板，我有仔細看牠腳上的蹼，不知道有沒有可以進一步觀察。(2014.01.11 原住民學生晤談)

因此研究者建議在原住民部落環境中探究奈米科技新知之部落田野資料蒐集，需要有相關奈米科技新知之教育人員與研究者共同腦力激盪。而對於原住民學生在奈米科技新知概念學習，配合適當相片的說明，而且教學前可以瞭解原住民學生的奈米科技新知先備知識所在，選擇適合的教學策略，讓教學者與原住民學生達到雙贏的效果。

伍、結論與建議

一、結論

研究者認為廣泛蒐集以原住民族文化為基礎「奈米科技」系列讀本，及各種評測工具國內外相關「奈米科技」資訊及有關教學訓練課程設計之規劃。以完成基礎以原住民族文化為基礎之「奈米科技」課程與實驗、創新奈米科技發展主題是模組學習培訓實作之教學課程架構，並編撰相關訓練教材。期使原住民國中小瞭解科學人才培育之重要性，開展屏東縣市、高雄市、台東縣市各校師生參與科學探究與學習之風氣以減少資源落差，完成奈米科技發展巡迴展，前進部落，在屏東縣市、高雄市、台東縣市偏遠山區原住民部落及都市原住民推廣相關活動以縮短「奈米科技」學習落差。

二、建議

研究者建議針對教師增能目標，提升教師在「奈米科技」讀本編寫與教材融入能力，強化科學教師自我成長，培育參與本計畫成員教育活動推廣策劃能力與具備專題研究獨立思考分析能力。在豐富的辦學教育經驗設計規劃完善的實驗訓練課程，透過一系列的基礎原理課堂講解以及熟悉儀器操作實驗的「奈米科技」，冀盼藉由本計畫讓參與學員了解教育推廣活動之主題知識，並激發學員的學習興趣，以達到深耕教育的目的。以原住民族文化為基礎作為切入點，

設計教學實驗單元，並透過舉辦教師教學研習會的方式推廣「奈米科技」教育。同時製作數位學習教材，將成果推廣至相關科學教師教學，形成高屏地區奈米科技發展教育社群，提供老師們對此一議題的討論與思考空間，達到紮根之目的。

參考文獻

- 馬賴古麥 (2002)。原住民教育法之回顧與展望。國改研究報告，內政(研)091-092 號，中華民國九十一年十二月二十五日。
- 高慧蓮、張祈良、朱志強、蘇明洲、張靜儀、徐偉民、林志隆(2012)。排灣族國民小學文化回應教學研究—以數理教育為例。101 年 10 月 18-19 日全國原住民族研究論文發表會：國立嘉義大學。
- 蔡文山(2004)。從教育機會均等的觀點，省思台灣原住民的教育現況與展望。教育與社會研究，6，109-144。
- 蔡元福、吳佳瑾、胡焯淳(2004)。奈米科技融入向然與生活科技領域教學之初探。科學教育研究與發展季刊，35，39-50。
- 傅麗玉(2003)。誰的生活經驗？九年一貫課程「向然與生活科技」領域原住民生活經驗教材探討。原住民教育季刊，38(8)，5-26。
- Stocklmayer, Susan M., Rennie, Léonie J. and Gilbert, John K.(2010) 'The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education'. *Studies in Science Education*, 46:1, 1-44.

從數學學習的歷程探討原住民幼兒文化參與之現象

The Investigation of Aboriginal Children's Culture Infiltration Processes in Mathematical Learning

齊君蕙¹ 陳必卿²

摘要 Abstract

本研究主要目的在探討幼兒數學學習及其文化參與的現象與關係，透過訪談與觀察之方式，來瞭解原住民幼兒如何透過數學活動來進行文化學習，並將數學學習視為一種文化參與的過程。本研究以立意取樣為主要策略，尋找臺灣東部二十一名三至六歲的幼兒為研究對象。此外，本研究除訪談及觀察蒐集資料之外，亦蒐集教師與家長提供有關於之數學學習單、評量本、聯絡簿及作品集。最後，在資料分析上，本研究採取質性取向，運用不斷反覆閱讀原始資料以編碼，而後經由二名碩士級以上具有教學經驗的幼教老師共同審閱資料和代碼，以建立資料代碼一致性和可信度。結果發現：（1）數學學習與文化參與關係密切，且他們的文化脈絡潛藏於幼兒在進行數學活動時的思維及操作模式中；（2）原住民幼兒數學學習的文化參與現象顯現於幾何圖形的活動中，且有唱數、計數及順序的概念。

關鍵詞：文化參與、原住民幼兒、數學學習

The purpose of this study was basically to investigate children's mathematical learning and their culture infiltration. Through approaches such as interviews and observation towards children, much more information would be collected, such as aboriginal children's culture learning by the mathematical activities and further culture infiltration. Twenty-one children from the age of 3 to 6 were selected as the objects based on the purposively sampling. Moreover, information such as mathematical learning sheets, answer sheets, contact books, and works collections provided by teachers and parents were also collected. The data was encoded and concluded after analyzing the raw data and references repeatedly. Results showed that (i) mathematical learning was highly related to cultural infiltration which might be observed during the mathematical activities; (ii) the cultural infiltration of aboriginal children's mathematical learning could be recognized in the activity of geological figures and they're also considered to have the concepts of counting, calculating and sorting.

Keywords: cultural infiltration, aboriginal children, mathematical learning

壹、前言

一般來說，我們日常生活，皆沉浸在文化脈絡裡，以此逐漸累積經驗，不僅讓我們家庭、學校及社區的活動能與歷史、社會及文化連結，更可促使我們發展出與眾不同的學習風格與方式，但不同的社會與文化於實踐方式上，仍有其獨特性（Rogoff, Paradise, Mejia Arauz, Correa-Chavez, Angelillo, 2003）。根據Bronfenbrenner（2005）指出人類主動與環境被動的交互作用下，產生密不可分的連結，環境為人類直接或間接所參與到的場所，而受時空影響對發展有不同的覺知，但社會與文化並無消失於參與互動時的環境與時空背景，以及Vygotsky（1978）認為發展的過程也受社會與文化於互動參與時，心智及語言的形塑，且在各種媒介的引導下，逐漸形成具有個人特色的經驗（周淑惠，2007），還有蕭慶元（2008）的研究指出幼兒的學習受到社

¹ 國立臺灣師範大學人類發展與家庭學系博士生、聖母醫護管理專科學校幼兒保育科講師。

² 國立臺灣師範大學人類發展與家庭學系博士生，通訊作者，E-mail: stc997999@gmail.com。

會與文化的影響進而改變其行為模式，而過去祖先與族群所衍生來的歷史文化亦有所影響（Hatano & Inagaki, 2000）的概念之下，不難發現生活經驗與環境對我們在學習上有舉足輕重的影響力，而這些生活經驗與環境亦鑲嵌在整個社會與文化脈絡裡，我們透過學校、家庭及社區以具體行為及活動實踐開來。因此，我們能了解到社會與文化是生活的素材，更能顯現於我們的生活當中，如思維信念、價值觀、語言、食物、服裝、規範的行為模式及其活動（McBride, 2011; Rogoff, 2003）。換句話說，我們參與在文化的情境脈絡中，對自我必須有一定程度的瞭解，其個體發展的環境、夥伴、制度與價值之間的關係對歷程也有著相對的影響力，如Kaartinen與Kumpulainen（2012）的研究發現在課室內的集體協商也是種學習的過程，學習特徵是藉由社會有意義的互動而來，因此在相同環境下以獨特口語與非口語的訊息進行溝通方能更洞悉社會與文化整體的脈絡，也讓文化參與其中的學習契機更趨多元（Rogoff, 2003）。

過去國內外研究指出，數學與文化確實有其高度關係，而不同族群在進行數學概念的學習時，亦有結合文化特色及學習態式的現象。然而，原住民幼兒數學學習活動，如何與其文化象徵精神結合，以及他們在這些活動中不知不覺顯現出的文化參與現象為何，過去探討不多，許多結果僅凸顯原住民幼兒數學學習是與他們的文化有關，但與文化有關是否真會顯現於數學活動之中，以及他們在學校場域進行數學學習時，如何以活動來展現文化，本研究認為可再行探討。進一步來說，數學學習可經由學校教師教授的正式概念而來，也能產生於家庭這種非正式的學習情境當中（Clements, Sarama, & DiBiase, 2004; Ginsburg, 2006），亦即幼兒從互動過程中習得數學相關之概念。因此，本研究所指的數學學習為原住民幼兒經由正式與非正式情境脈絡中習得的數學概念與活動，如唱數、計數、測量、方位等。此外，在文化參與的概念中，本研究也根據Vygotsky（1978）及Wertsch（1991）指出人類的生活脈絡無法脫離文化情境及歷史背景，我們也在這種文化情境及歷史脈絡中學習發展，而文化情境的組成亦與社會關係與互動網絡息息相關。因此，本研究所指的文化參與為原住民幼兒在家庭文化背景下所進行的相關活動，如狩獵、釣魚等。

有鑑於此，本研究嘗試從訪談及觀察來探討原住民幼兒在進行數學學習時，如何透過具體的數學活動，將數學學習視為一種文化參與的結果，期以找出一些線索，進而提供現場教師及原住民親子於數學教學時的參考。本研究之目的：（1）瞭解數學學習歷程與原住民幼兒文化參與之關係；（2）探討原住民幼兒數學學習中的文化參與現象。根據研究目的，本研究之問題為：（1）數學學習歷程與原住民幼兒文化參與有何關係？（2）原住民幼兒如何透過數學學習歷程或活動來顯現文化參與？

貳、文獻回顧

數學內涵包羅萬象，其中最為人熟悉的即數字運算與幾何空間的學習，這些觀念亦與科學概念有關，而過去研究也發現數學學習在邏輯與組織方面最具影響力，其中文化脈絡更是影響數學學習的重要因素之一（曹雅玲，2004；厲文蘭，2006）。根據Orey（2000）的研究發現，數學學習與文化脈絡進行互動的結果，能與事實、概念、原理及技能相互結合，可見數學在歷史、社會與文化的交互作用下，所賦予知識及技能的功能相當厚實。然而，過去與現在的數學學習雖有點相似，但仔細觀察仍會發現其不同之處（D'Ambrosio, 1990; Rose & Orey, 2007），如陳枝烈（2001）的研究發現，原住民幼兒對數學學習的理解是藉由觀察與模仿學習，且透過實際行為操作來呈現，但原住民各族不同的文化脈絡對其所屬文化中的圖騰特色也具多樣的幾何概念與意涵，這些都提供了幼兒進行數學學習及活動的最佳基礎（蔡孟恂，2007）。進一步來說，這種學習進程內隱文化脈絡，這種文化脈絡不僅提供原住民幼兒多元學習的策略，也促使他們在熟悉的脈絡中培養知能，如譚光鼎與林明芳（2002）的研究發現，非正式的學習型態對原住民而言是司空見慣的事，皆以動態、具體及實驗性的學習策略（Soldier, 1997; 林恩惠，2012；陳佳君，2008），而在知識的傳遞上也藉由前輩提供相關經驗來進行（陳必卿、鄒宜庭，2012），可知文化脈絡對原住民幼兒而言，除意義非凡外，亦有淺移默化的鷹架功能（戴錦秀、柳賢，2006）。

除上述外，日常生活、經驗及環境皆乃根植於文化脈絡的情境之中，而學習也藉由歷史、社會及文化的流傳，以獨一無二的型態顯現，凸顯文化脈絡確實存於我們平時學習的情境上。相關研究，如陳枝烈（2010）的研究指出，在傳統時期的原住民，倚靠生活環境的實作來累積學習的經驗，而原住民社會及文化的發展依循傳統時期環境提供的活動來做經驗傳承，不難發現傳統與現代原住民在生活經驗上的差異性。當然，數學學習自古就存在每個國家、族群、社會的體制與文化脈絡之中，但這些不同的文化脈絡對數學學習所重視的角度也有所不同，如像章勝傑（1999）的研究發現，布農族在數字結構的概念學習上，以特殊文化價值系統的發展為主要，重視努力和能力的互動，而阿美族與泰雅族的則是將學習焦點置於傳統文化的結合，並由順其自然及無為的策略來鷹架幼兒的學習及發展（吳天泰，1998；譚光鼎，1998）。還有，如翟本瑞（2009）的研究發現，鄒族將重心置於社區，在處理幼兒數學學習時，是直接介入與關心的方式，以及如簡淑真（1998）從文化中探討雅美族的數學學習，發現他們是強調分享的原則進行操作，而陳枝烈（2010）的研究，則聚焦於排灣族的數學學習，發現排灣族在數學學習多反映在他們的素材、語言當中，可知不同的文化脈絡於數學學習佔有一定程度的居中作用，皆有可能對數學學習衍生直接或間接的影響（Fuson & Kwon, 1992; Miller et al., 1995; 郭李宗文，2009）。

整體而言，我們不難發現原住民幼兒數學學習與文化脈絡之間的關係是種交織的過程，透過家庭部落、社區到傳統習俗，甚至是語言結構與外顯行為，都可以發現文化脈絡潛藏其中，而原住民幼兒在數學學習上，是如何透過具體的數學活動將所屬文化脈絡運用文化參與的方式呈現，本文嘗試抽絲剝繭的找尋線索。

參、研究方法

本研究以立意取樣之方式，挑選臺灣東部某幼兒園中二十一名三至六歲之幼兒，選取之理由有二：（一）該幼兒園中幼兒多為原住民幼兒；（二）該幼兒園之教師及家長針對原住民幼兒數學學習，以及文化參與之教學理念及活動設計相當豐富，遂此挑選該幼兒園為主要研究場域，其園中之幼兒亦為本研究之主要對象。進一步來說，該幼兒園之作息為上午七點半至下午四點，園內有五個學習區，為語文、積木、美勞、益智、與娃娃家，研究主要觀察為益智區，時間為上午十點到十一點，共一小時，每周則進班三次。另外，經研究執行前發放知情同意書統整結果，幼兒背景為六名漢族，十五名原住民族，九位男生，十二位女生，平均年齡五歲八個月。

研究蒐集國內外有關數學學習的文獻為基礎，其次與文化脈絡結合，最後從數學學習活動與文化的相關研究來延伸，以此做為本研究的文獻回顧。另外，半結構式訪談是參考自國內外相關文獻而來，如Kaartinen與Kumpulainen（2012）、Rogoff（2003）、Rosa和Orey（2011）、郭李宗文（2009）、陳必卿（2015）及陳枝烈（2001）等人的研究後編製，其形成過程是研究者親至場域中尋找與研究對象相關之園所幼兒進行初探，先觀察五名原住民幼兒，並在此過程中記錄原住民教師及家長的觀點，爾後與一名相關領域之教授與二名具碩士資格之幼教師進行討論修改，最終為正式訪談內容。訪談時間考量教師及家長個別需求，以半小時為主，訪談教師及家長時，先請他們談談數學學習活動與文化之間的關係，並舉例說明，目的於瞭解教師及家長對數學活動與文化參與的知識，而研究者亦針對原住民幼兒於數學活動的操作進行觀察。訪談過程中，有任何疑問採隨時提問與追問的策略來澄清，且不時用關鍵字記錄訪談對話內容，隨時在記錄本上加註疑問、要點或省思，於會後撰寫省思札記。其中，為聚焦數學學習與原住民幼兒之文化參與現象，本次分析僅以原住民幼兒為單位，且當幼兒在益智區進行有關數學學習的活動操作時，才予以觀察和記錄，如原住民幼兒與漢人幼兒在進行互動時，其關注焦點為原住民幼兒。進一步來說，本研究所聚焦於原住民幼兒之數學學習，以及文化參與之探討內容有二：（一）幼兒在益智區出現的數學活動與所屬文化有關時，如輔以圖騰、祭典等文化來學習時；（二）教師與家長在談及數學教育的觀點中，出現從文化脈絡著手來進行幼兒相關數學概念之鷹架概念時，皆為本研究觀察內容之重點。

本研究主要資料為教師及家長訪談內容、筆記資料及觀察幼兒數學活動操作過程，並以質性分析進行，除將錄音轉譯為逐字稿外，亦遵循質性嚴謹步驟，以不停反覆閱讀原始逐字稿，來找尋相關性與分類，並多次觀看資料後歸納形成系統性編碼，目的在於清楚呈現原住民幼兒數學學習活動的文化參與結果。

肆、研究結果

一、數學學習歷程可反映原住民幼兒的文化脈絡及其思維

教師與家長指出數學學習與我們生活經驗息息相關。本研究發現這些生活經驗就存於日常的部落、社區和學校裡，家長們指出：「我認為幼兒在學校的數學活動多半是與家庭生活經驗有關，因為他們回家之後，我很少看到他們用學校教的方法在解決數學問題，反而都是我們家長教的他們比較習慣（訪_0516P）」和「在學校裡面我們會盡量用小孩子懂的方式教，這個方式或多或少會和他們的背景有關，這樣才可以幫助他們快速理解（訪_0516T）」，以及「背景指的就是他們在部落阿、家裡面、社區的生活經驗（訪_0517T）」。另外，本研究發現也有一些家長認為數學學習的過程融入了與文化有關的概念，而這種結果具體反映在幼兒學校操作的數學活動中，家長們談到：「數學學習本來就是要從文化中進行，不然他們學一些和我們自己文化沒有關係的概念，這樣在問題解決上有時候沒有幫助（訪_0518P）」，「與自己文化無關的意思是說，用不到啦，像是學校教的測量方法，在我們生活的部落很難用到阿，不是不好，是有沒有幫助拉（訪_0519P）」。除經由家長訪談之外，研究者也觀察到教師會在有些孩子進行數學學習，出現放空和不知道該怎麼做的行為時，有過去引導和關切的舉動，而了解孩子們的文化背景，也是讓孩子在操作活動成功的策略之一（觀_0519）。

二、數學學習的文化參與現象顯現於幾何圖形的活動（唱數、計數、順序概念）

原住民幼兒在教室中進行的數學活動，出現文化參與的現象可於幾何圖形有關的活動中觀察到，連結了唱數、計數及順序概念：

小偉：你們看你們看
小瓜：怎麼了？
小偉：我在畫這個圖
婷玉：這是什麼？
小偉：這個是我們的圖騰（手指畫的圖騰）
小瓜：這可以幹嘛？
小偉：媽媽說可以從這邊練習數數阿
婷玉：你這樣怎麼數？
小偉：從這邊開始，你們看這邊有1.2...（順時針數）
小瓜：這個跟太陽很像...（婷玉也跟著附和）
小偉：對阿，可是這個對我們很重要，比太陽重要，哈哈

上述幾何圖形的數學活動對話是小偉、小瓜與婷玉於益智區進行的歷程擷取，其中小偉是原住民身分。從這些幼兒的互動對話，我們可以看見小偉將原住民文化的圖騰意象，融入他在學校進行的數學活動上，也能發現小偉正參與著他所屬的文化脈絡（觀_0523）。進一步來說，小偉在進行有關幾何圖形的操作時，文化參與的現象是以繪畫圖騰來數數的方式顯現，而當他完成之後，很開心的分享給小瓜與婷玉，並跟他們說這個圖騰的重要性。另外，當小瓜與婷玉對小偉提出疑問時，小偉也進行解釋和澄清，這個澄清的過程是帶著小瓜與婷玉一起看著他畫的圖騰，然後數數，在這個數數的過程中也出現了有順序性的數學概念，最後小瓜與婷玉則同意了她的說法並開始延伸這個圖騰的形狀（札_0523）。由此可見，數學學習的確反映出文化參與，而原住民幼兒在進行數學活動時，亦符合我族文化脈絡的精神所在。

伍、結論與建議

一、研究結論

文化參與學習歷程是人類特有的學習方式之一，而就這些學習歷程中的數學學習來說，更具傳承與延續的意涵。進一步來說，研究發現數學學習能反映出文化脈絡，如在操作數學活動時的思維模式，其結果由學校老師的教學經驗，以及原住民家長的邏輯得以浮現。另外，原住民幼兒數學學習的文化參與現象亦顯現於他們的幾何圖形活動上，幼兒在進行數數的操作時，除了學校的原有技能之外，他們也連結了具體的實作行為，運用繪畫圖騰的方式，結合語言的計數、唱數來實踐，這種實踐行為與文化參與之概念相符。

二、研究限制與建議

研究對象僅限參與園所的二十一名幼兒，於其他族群的比較，則需更多證據支持。本研究啟發未來研究有更多關於原住民幼兒數學學習與文化主題的探討，如以數學學習作為文化參與的概念進行聚焦，期以帶給現場教師於教學策略的運用及原住民家長對幼兒於數學學習的鷹架涵養。本研究此次焦點是以文化視野進行探索，主題也從數學學習來檢視文化參與的現象，因此未來亦可朝向幼兒語言發展、問題解決能力、美感創作等進行了解，以擴充學習歷程如文化參與之概念。

參考文獻

- 吳天泰（1998）。**原住民教育概論**。臺北：五南。
- 林恩惠（2012）。**從排灣族文化中培養幼兒科學能力之行動研究**（未出版之碩士論文），國立臺東大學，臺東市。
- 周淑惠（2007）。**幼兒數學新論—教材教法**。臺北：心理。
- 曹雅玲（2004）。數學教育對幼兒思維發展的意義。**國教新知**，51（1），33-39。
- 章勝傑（1999）。**臺東縣一布農族部落孩童數學學習動機研究**。行政院國科會專題研究成果報告（編號：NSC-88-2511-S-143-003）。
- 郭李宗文（2009年5月）。**原住民地區幼兒在地文化教學初探**。論文發表於崑山科技大學舉辦之「2009年幼兒師資與多元文化教育」學術研討會，臺南市。
- 陳必卿、鄒宜庭（2012）。原漢家長對幼兒數學學習觀點之探究。**南臺人文社會學報**，7，53-81。
- 陳必卿（2015年12月）。從原住民家長的觀點探討幼兒在部落生活的數學學習。載於國立臺東大學舉辦之「**2015年兩岸原住民族/少數民族數理科教/學理論與實務**」學術研討會論文集（頁117-134），臺東市。
- 陳枝烈（2001年12月）。**文化差異與兒童學習的關係**。論文發表於國立東華大學舉辦之「2001九年一貫課程與多元文化教育」學術研討會，花蓮縣。
- 陳枝烈（2010）。**原住民族教育—18年的看見與明白**。屏東：國立屏東教育大學。
- 陳佳君（2008）。**原住民幼兒進行科學活動學習經驗之個案研究**（未出版之碩士論文）。國立東華大學，花蓮縣。
- 厲文蘭（2006）。**多元文化教育理念運用於幼稚園教學之研究—以二所原住民部落公立幼稚園為例**（未出版之碩士論文）。國立臺東大學，臺東市。
- 翟本瑞（2009）。**原住民教育的行動研究：以山美地區為例（I）**。行政院國科會專題研究成果報告（編號：NSC-97-2410-H-343-016）。
- 蔡孟恂（2007）。**阿美族幼兒學習數學經驗之研究**（未出版之碩士論文）。國立花蓮師範學院，花蓮縣。
- 戴錦秀、柳賢（2006年4月）。屏東縣排灣族國小學童平面幾何概念之詮釋研究—以中排灣族某國小高年級為例。論文發表於國立臺東大學舉辦之「2006原住民學生數理科教/學理論與實務」學術研討會，臺東市。
- 簡淑真（1998）。文化與數學學習關係的初探：以雅美族為例。**臺東師範學報**，9。283-306。

- 蕭慶元 (2008)。高雄縣市教師對於幼兒視覺藝術教育的信念——以學習與發展為起點。屏東教育大學學報, 31, 33-64。
- 譚光鼎 (1998)。原住民教育研究。臺北：五南。
- 譚光鼎、林明芳 (2002)。原住民學童學習型態的特質：花蓮縣秀林鄉泰雅族學童之探討。教育研究集刊, 48 (2), 233-261。
- Brofenbrenner, U. (2005). *Making Human Beings Human: Bioecological Perspectives on Human Development*. London: Sage.
- Clements, D. H., J. Sarama, & A.-M. DiBiase. (2004). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- D'Ambrosio, U. (1990). *Etnomatemática*. São Paulo, Brazil: Editora Ática.
- Fuson, K. C., & Kwon, Y. (1992). Korean children's understanding of multidigit addition and subtraction. *Child Development*, 63, 491-506.
- Ginsburg, H. P. (2006). Mathematical play and playful mathematics: A guide for early education. In D. G. Singer, R. M. Golinkoff, & K. Hirsh-Pasek (Eds.), *Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth* (pp.145-165). Oxford: Oxford University Press.
- Hatano, G. & Inagaki, K. (2000). Domain-specific constraints of conceptual development. *International Journal of behavioral Development*, 24(3), 267-275.
- Karrtined, S., & Kumpulainen, K. (2012). The emergence of mathematizing as a culture of participation in the early childhood classroom. *European Early Childhood Education Research Journal*, 20(2), 263-281.
- McBride, D. F. (2011). Sociocultural theory: Providing more structure to culturally responsive evaluation. *New Directions for Evaluation*, 131, 7-14.
- Miller, K. F., Smith, C. M., Zhu, J., & Zhang, H. (1995). Preschool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. *Psychological Science*, 6, 56-60.
- Orey, D. C. (2000). The ethnomathematics of the Sioux tipi and cone. In Selin, H. (Ed.). *Mathematics Across Culture: The History of Non-Western Mathematics*, (pp.239-252). Dordrecht, Netherlands: Kulwer Academic Publishers.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York, NY: Oxford University Press.
- Rogoff, B., Paradise, R., Mejia Arauz, R. Correa-Chavez, M., Angelillo, C. (2003). Firsthand learning through intent participation. *Annual Review of Psychology*, 54, 175-203
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2007). Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics*, 27(1), 10-16.
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2), 32-54.
- Soldier, L. L. (1997). Is there an 'Indian' in your classroom? Working successfully with urban Native American students. *Phi Delta Kappan*, 78(8), 650-653.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

原住民族文化回應教學之非制式化科學教育課程設計

Curriculum Design of Informal Science Education for the Culturally Responsive Teaching

林春鳳 Lin, Chung-Feng¹ 李馨慈 Tjuku Ruljigaljig² 鄭清平 Cheng, Ching-Ping³

摘要 Abstract

本研究主要目的為探究非制式化科學教育活動對學生的學習興趣及其學習成效之影響。非制式化科學教育活動的內容主要是以原住民族文化本位為主體，將原住民族文化背景編入自然、數理與生活科技等科學知識體系，進而設計出以原住民族文化為內涵的科學教育活動營。

本研究已發展完成之五個原住民族文化之教材包含排灣族、魯凱族、阿美族、布農族、雅美(達悟)族的課程教案內容，具體改寫成教師使用方便之教案，將各原住民族群不同生活經驗融入科學教育活動中。經由設計的活動，改變以往單向地灌輸主觀知識體系於學生，帶領學生探索自身族群文化、傳承生活智慧、發現科學軌跡，並透過評量了解原住民族學生在活動中的情境興趣、學習成效以及能力分析。

本研究結果發現對於學生實施情境興趣及學習成效前後測分析，以t考驗進行分析發現學生情境興趣及學習成效後測均有顯著差異，顯然學生在情境興趣及學習成效上有很明顯提升。

關鍵字：非制式化教育、評量模式、原住民族、科學教育

The main purpose of this study is to explore the learning interest, learning effectiveness, and impact of the informal science education activities. Informal science education has a main focus on the indigenous culture, with the incorporation of science, mathematics, and lifestyle knowledge within the indigenous culture. The science camp is designed with indigenous cultural emphasis for the indigenous culture in Taiwan.

This study includes the comprehensive educational material for the following tribes: Paiwan, Rukai, Amis, Bunun, and Yami (Tao). Each of the materials has integrated different lifestyle experiences in to the science education activities, making it easier for the teachers to teach. From the designed activities it aims to challenge the streamline subjective knowledge system and lead the students to explore their own culture and heritage through the lifestyle knowledge and scientific evidences. The study is used to identify the interest level, learning effectiveness, and ability assessment in these activities.

The significance of the t-value difference is calculated based on the student's interest and learning effectiveness from before and after the science camp. This shows that the student has demonstrated an increase in both interest in activities and learning effectiveness.

Keywords: Informal Education, Assessment Model, Indigenous, Science Education

¹ 國立屏東大學體育學系退休副教授。

² 國立屏東大學原住民族健康休閒與文化產業學士學位學程原住民專班助理教授，通訊作者，聯絡地址：900 屏東市民生路 4-18 號聯絡電話：08-7663800 轉 23000，E-mail: tjuku@mail.nptu.edu.tw。

³ 國立屏東大學原住民族健康休閒與文化產業學士學位學程原住民專班專案助理。

壹、前言

本研究以創新思維，突破學校圍牆將原住民族國民小學「健康與休閒科學教育」課程教材從部落取材與建構，目的就在於結合原住民族的文化，利用統合的教學方式將科學教育以休閒的觀念引導，並結合在地的耆老與地方人才，進而將原有的課程教案設計擴展至原住民族國民小學。

本研究執行方式以原住民族科學教育活動營的模式進行，實施對象以排灣族、魯凱族、阿美族、布農族與雅美(達悟)族為範圍。以提升科學知能並促進健康休閒生活型態為主軸，將活動單元中的科學概念與各族群課程教學模組結合，養成原住民族學童良好的休閒參與習慣並建立科學觀念之生活模式；第二個主軸是以原住民族文化與部落生態環境與終身學習為教育的思考主軸，應用當地教師及部落耆老加強全民健康促進與三生（生活、生產、生態）之理念，從傳統歌舞與祭儀之重現，讓耆老在與學童互動中傳承文化之精神達到育樂教育目標，使其學校教育所學與部落文化及生活環境之生態結合，在活動單元規劃上不僅融合原住民族之傳統文化，以提升族群文化的穩固發展與延續，讓原住民族學童藉由「寓教於樂」將「科學教育」與「休閒」結合的方式推廣科普知識與原住民族傳統文化，並從遊戲、實作及實驗取代傳統制式課程，來提升原住民族學童對科學的興趣及其學習效果。

貳、文獻探討

一、原住民族傳統文化與科學

原住民族傳統文化以日常生活中的口傳與實作作為文化內容，其中歌聲、舞蹈及慶典一直以來就是原住民族傳統文化的特點，而不同的族群皆擁有屬於自己的文化特色。以慶典來說，原住民族傳統文化中的狩獵文化是原住民族男子運動中，最具有特殊的意義，因為它整合了小時候所學習的傳統生態知識。獵人與大自然的關係是建立在一種深奧的生態倫理與保育概念、泛靈信仰的實踐，以及表現最有生機的運動場域與創作傳統文化的根源。另外對原住民族而言，族人們手牽手圍成圓圈跳舞，藉由步伐的移動、美妙的歌聲來連結彼此的情感，如同與大自然互動般的親密，運動彼此的身心靈，使心靈的環境更美麗。（林淇濤，彭明輝，童春發，2008）。雖然在大自然下的生活有其原始性、傳統性，然而藉由傳統文化，在身心方面卻能從中獲取休息和放鬆，所以原住民族的休閒生活與傳統文化有著密切的連結。

在科學知識中，原住民族的傳統文化也蘊含了許多等同於科學概念的知識在於其中，像是原住民族傳統文化上的月桃蓆在製作過程中蘊含了數學的幾何原理與倍數運算概念，且可延伸探究至月桃蓆內部構造的「生物結構」皆是與現代科學所相通的重要概念。另外像是雅美族著名的「拼板舟」，拼板舟所運用的木材為桑基木，因遇水會膨脹的效果，讓木板接合之間更為緊密，以及延伸探討拼板舟浮在水面上的「浮力」原理等。此外，傅麗玉（2004）更進一步觀察在泰雅族傳統織布文化中煮紗與染紗的過程，由於染織的材料均取自於大自然中的植物，其中蘊含豐富的自然科學概念，包括：薯榔的生態特性，色素在不同酸鹼中顏色變化、灰汁的去雜質與油污的效果，指示劑以及染料化學相關概念。由此我們可以看出原住民族的傳統文化是一連串知識—實踐—信仰的累積體，是由當地人經過適應的過程所發展而來，且代代相傳的文化，包含著人、生物、環境三者之間的關係，其中包含著動植物與土地的在地知識、土地與資源的管理系統、支持該管理系統之社會體制、信仰與宇宙觀等四個層次。（林益仁、褚紫瑩，2004）

因此利用原住民族學生在自身的生活經驗去體現出現代科學知識的內涵，更能讓學生流暢的接受收現代教學課程所傳授的知識，以傳統原住民族文化基礎做為教學本位，讓學生得到較為深刻且發揮的模式。近年的科學教育也受到多元文化的影響，強調科學教育應幫助來自不同社會文化背景、持有不同世界觀的學生學習科學，並從中學到如何肯定不同社會文化、不同族群甚至是不同性別科學的貢獻與價值（Reiss，1993）。

綜上研究我們可以看出原住民族在利用周遭生活環境的材料來讓生活更加便利。也顯示出各原住民族與它們各自地理環境共處而形成的生活經驗以及原住民族如何看待它們所處的世界。更重要的是，原住民族傳統知識和主流科學知識雖有異性，但如何有效率地將西方科學學習融入原住民族傳統知識的學習過程、內容及活動，同時學習原住民族傳統知識的永續生活方式即是個重要課題。在此前提下，有效率運用資源代表技術進步。意即原住民族的傳統知識是隨時間演化與進步，形成重要的科學文化資產。

二、非制式教育

非制式教育於 1960 年代英國教育學者提倡之下展開，1970 年代美國教育學者也逐漸推動所謂的開放教育，非制式教育與開放教育兩者核心內容大同小異，相較一般學習，非制式教育與開放教育打破教室內學習的框架，在教師教學及學生學習方面，其內容具多元、彈性之特質，著重學生全面性發展，激發學生主動探索學習。

非制式教育常應用於科學教育領域，黃嘉郁(2000)指出科學教育的實施，可以透過制式與非制式等二大類教育體系進行，以求達成科學教育的目標。學校課室內的制式科學學習，乃經由學校科學課程來使學習者獲得科學的知識；學校以外的科學學習，則可善用科學性社會教育資源，在固定情境下，透過結構性的主題安排來學習科學知識，抑或由學習者本身在生活之中，以非固定的情境下，透過非結構性主題的安排，於生活之中獲得自己所想要學習的科學資訊與知識，如何整合制式學校教育與非制式教育之方法及資源，乃現今科學教育之努力方向與重要的研究議題。

在諸多科學教育研究顯示：非制式的科學教育與制式科學教育之學習是相輔相成的，非制式科學學習強調學習是動態、無止境、全面性建構個人的意義，以學習者為主，其非制式的學習環境中，經由問題的營造與思考、具體操作與觀察、口頭與書寫等過程，它能促發學生學習科學的動機、引起學生學習科學的好奇心，從中培育科學素養，提升學生學習科學的精神和態度，更能強化學生主動學習科學的意念與行動(Kelly,2000；Hooper-Greenhill, Eilean,2007；Stocklmayer, Susan M.,Rennie, Léonie J. and Gilbert, JohnK., 2010)。總體而言，非制式科學教育著重營造活潑互動的學習環境，及培養學習者動手操作的能力，與學校制式科學教育所注重的「學習如何學習」及「做中學」，如此非制式能與制式學習形成互補的學習過程(張自立、辛懷梓，2008)。同時，兩者皆以提升科學教育與推動終身學習為最終的教育目標，是故整合學校制式與校外非制式學習，對學習者是較為整體且健全的學習方式。

總而言之，原住民族學童在正式制度化教育下，會因表現不好而對科學知識教育產生排斥感，甚至厭惡感。進而影響他們學習意願，反而無法增加他們的科學知識。透過樂趣化學習，設計非正式制度的闖關遊戲。讓學生們以遊戲為出發點來學習，並強化內在學習動機。激發他們對科普知識的興趣，進而延伸至正式教育制度的學習。

參、研究方法

一、研究架構

以排灣族、魯凱族、阿美族、布農族及雅美(達悟)族等五族原住民族學校為合作對象，並依據我國原住民族委員會每年編纂出版之《原住民族教育統計調查報告》所條列的「原住民族重點學校」為主。

計畫活動主軸為「原住民族非制式化科學教育活動營」，其合作模式為本研究團隊進行排灣族、魯凱族、阿美族、布農族及雅美(達悟)族教學活動開發，每個族群各設計四個單元，將這五個族群的文化特色和科學知識做連結，設計出適合該族群學生的課程教案與教材，以科學活動營的方式將課程內容轉化為活動關卡，如下表 1。

表 1

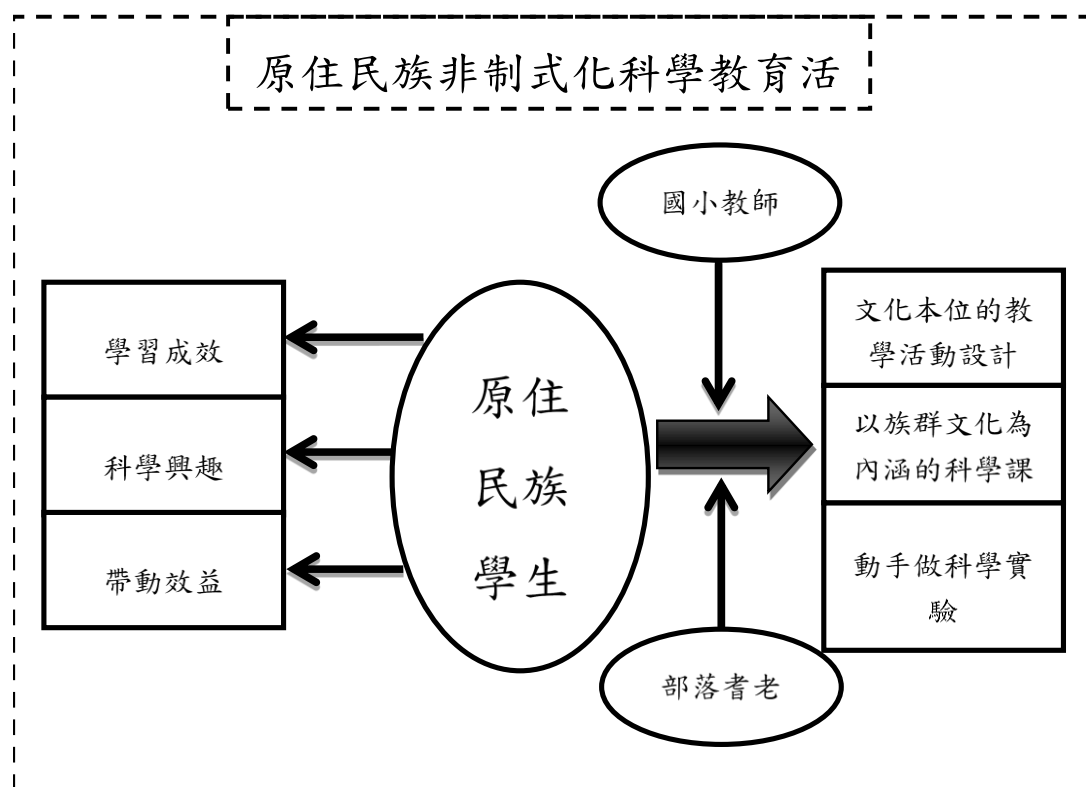
五個族群之教學單元暨科學概念與動手做形式一覽表

族別	學習活動單元	科學概念	動手做形式
排灣族	1.排灣族傳統服飾	1.物體的對稱	1.畫出對稱之數學概念、十字繡法
	2.排灣族傳統美食	2.假酸漿葉	2.了解 cinavu 需要的食材並動手包製
	3.排灣族狩獵	3.彈力與作用力	3.實地陷阱製作教學
	4.就是要休閒	4.數學分數	4.超級比一比、畫一日活動表
魯凱族	1.魯凱族傳統鞦韆	1.物體平衡與穩定	1.鞦韆對稱點與擺盪
	2.紙的科學小遊戲	2.毛細現象	2.折百合花
	3.魯凱族狩獵	3.彈力與作用力	3.陷阱製作
	4.魯凱族傳統美食	4.食物六大分類	4.辨識澱粉實驗、維生素 C 實驗
阿美族	1.大海與我	1.物體面積	1.撒八卦網
	2.當 hakhak 變成 toron	2.分子與動能	2.搗麻糬
	3.阿美族舞蹈	3.有氧與無氧運動	3.跳阿美族舞蹈
	4.野菜共和國	4.食物六大分類	4.辨識澱粉實驗、維生素 C 檢測實驗
布農族	1.超級獵人	1.弓箭拉力、角度、長短	1.弓箭射擊
	2.布農族傳統陀螺	2.物體平衡、摩擦力	2.打陀螺
	3.布農族畫曆	3.月亮盈缺	3.在石頭上畫曆
	4.天籟之音	4.聲音的產生	4.唱布農族傳統歌謠、吸管魔笛 DIY
雅美族	1.舟船文化	1.水的浮力與船體構造	1.製作拼板舟模型
	2.我們的家	2.排水與除濕	2.石頭排水實驗
	3.島上植物	3.食物六大分類	3.澱粉檢測實驗、維生素 C 檢測實驗
	4.波光的律動	4.聲音的產生	4.唱雅美族傳統歌謠、吸管魔笛 DIY

本研究主要是瞭解原住民族學生參與「原住民族非制式化非制式化科學教育活動營」前後的學習成效與科學興趣，以及參與人員的效益。研究架構如圖 1

圖 1

研究架構圖



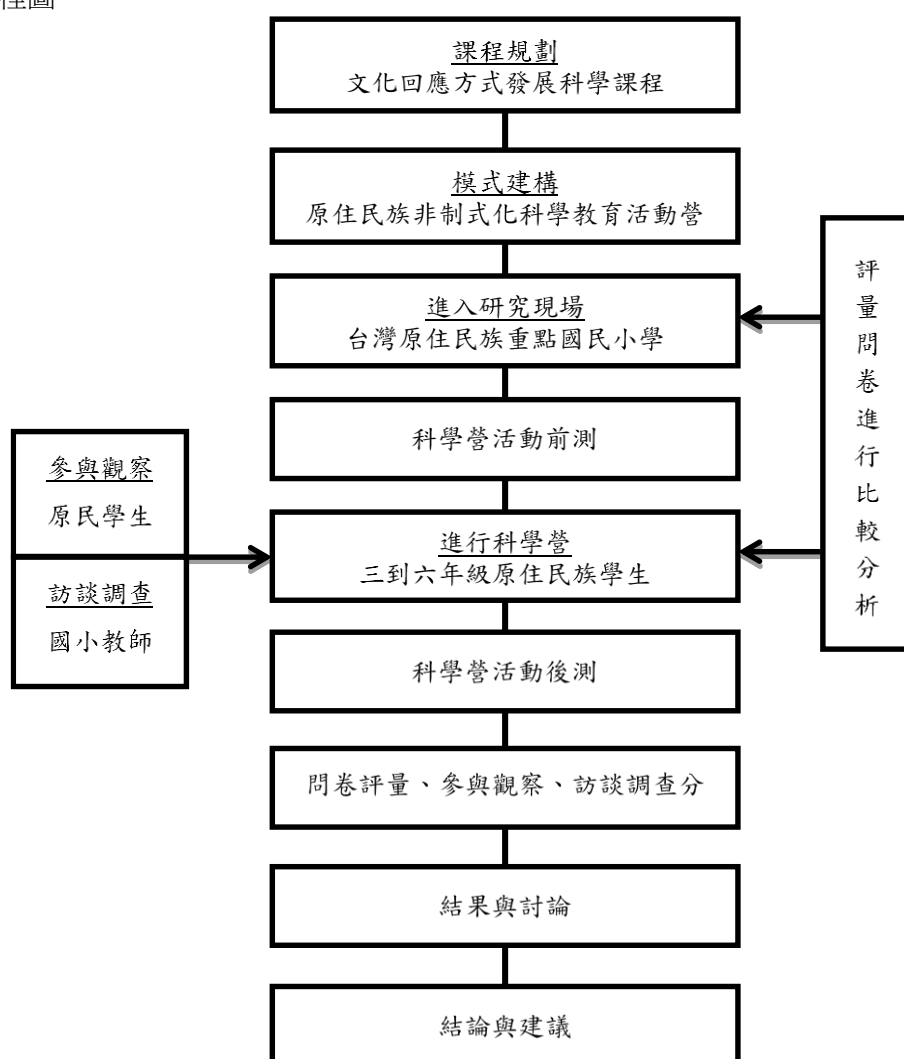
二、研究對象

參與「原住民族非制式化科學教育活動營」之原住民族重點學校國民小學三至六年級原住民族學生、授課教師及部落耆老。

三、研究流程

原住民族文化回應國民小學非制式化科學教育研究計畫重點為推廣原住民族科學教育，研究過程是將第一期開發的科學課程以科學營模式實踐，實踐過程以原住民族學生為主體，由該校教師與在地部落耆老進行教學，透過觀察教師與學生參與反應、無結構性訪問、學生科學營活動前後評量問卷分析成果。本研究流程如下圖 2：

圖 2
研究流程圖



四、研究工具與資料處理

本研究是採研究者辦理科學營進行觀察、訪談，並以評量問卷法做研究資料的收集與驗證，並將以上資料收集的結果作為回饋與修正之依據。

1. 參與觀察法

在科學營自然情境中，以隱形化參與觀察，蒐集原住民族學生動態學習情形與表現，以及

參與教師的教學程序與方法，檢視原住民族文化應用與科學教育成效。

2. 訪談調查法

對擔任科學營的講師之國小老師、部落耆老隨機選取進行非結構性訪談，訪談重點在了解教師對教案設計滿意情形以及參與這次科學營的收穫與助益，訪談過程以紙筆紀錄。

3. 評量問卷法

本研究評量問卷改編自 Linnenbrink-Garcia, et al. (2010) 之「學習興趣量表」，來檢驗原住民族學生參與科學營前後其學習成效與科學興趣。填答者為參與科學營學生，採無記名、李克特五點量表 (Likert Scale)，依「我很會」、「我會」、「還好」、「我不會」、「我很不會」勾選。

肆、結果分析

活動辦理前與辦理結束後，皆有情境興趣、科學探究及學習成效問卷總前測與總後測，因每間學校所設計之單元內容不同，於問卷前五題學習成效題目因族群有些差異，其餘 5 題科學探究能力及 10 題情境興趣為固定題目，以 80 所學校學生共 2,539 人為施測對象個別實施前後測，資料收集完成後，以 SPSS17.0 軟體進行資料分析；另外，針對各族群文化內容所設計之課程單元，每個單元授課結束後也設計了單元後測問卷，探討學生學習課程後的知識成長以及單元喜好程度。

一、基本資料分析

總計進行了 80 間學校分析，阿美族 28 間學校包含 3 年級 107 人、4 年級 223 人、5 年級 245 人、6 年級 229 人、7 年級 24 人、8 年級 4 人、9 年級 10 人，小計 842 人；布農族 22 間學校包含 3 年級 82 人、4 年級 184 人、5 年級 188 人、6 年級 207 人、8 年級 5 人、9 年級 11 人，小計 677 人；排灣族 24 間學校包含 3 年級 111 人、4 年級 228 人、5 年級 291 人、6 年級 230 人，小計 860 人；雅美(達悟)族 5 間學校包含 3 年級 5 人、4 年級 34 人、5 年級 33 人、6 年級 45 人，小計 117 人；魯凱族 1 間學校包含 4 年級 14 人、5 年級 12 人、6 年級 17 人，小計 43 人，各族的學生數量統計如下表 1：

表 1
學生基本資料分析表

族別	3 年級 人數	4 年級 人數	5 年級 人數	6 年級 人數	7 年級 人數	8 年級 人數	9 年級 人數	總學生人數
阿美族	107	223	245	229	24	4	10	842
布農族	82	184	188	207	0	5	11	677
排灣族	111	228	291	230	0	0	0	860
雅美 (達悟)族	5	34	33	45	0	0	0	117
魯凱族	0	14	12	17	0	0	0	43
合計	305	683	769	728	24	9	21	2,539

二、情境興趣差異分析

對於學生實施情境興趣前後測，以 t 考驗進行分析（如表 2），在前測成績平均值為 3.45，後測成績平均值為 3.85，整體而言，學生情境興趣後測平均值高於情境興趣能力前測平均值，

顯然學生在情境興趣有很明顯提升。

表 2

情境興趣前、後測分析表

層面因素名稱	人數	前測		後測		t 值	顯著性
		平均值	標準差	平均值	標準差		
情境興趣	2,539	3.45	0.80	3.85	0.78	18.790	***

*** $p < 0.001$

三、學習成效差異分析

對於學生實施學習成效能力前後測，以 t 考驗進行分析（如表 3），在前測成績平均值為 2.58，後測成績平均值為 4.06，整體而言，學生學習成效能力後測平均值高於學習成效能力前測平均值，顯然學生在學習成效有很明顯提升。

表 3

學習成效能力前、後測分析表

層面因素名稱	人數	前測		後測		t 值	顯著性
		平均值	標準差	平均值	標準差		
學習成效	2,539	2.58	0.99	4.06	0.80	51.206	***

*** $p < 0.001$

伍、討論

原住民族學童在參與本研究設計之非制式化科學營闖關活動，於校園的各個角落展開，藉由原住民族文化學習科學知識與實際手動操作，從遊戲中學習科學新知，更可深化科學知識之培養。從統計分析得知，原住民族學生於科學營活動前後，在科學興趣與學習成效都有非常顯著統計之成效，透過科學營活潑互動的模式，在數據分析後也發現能強化原住民族學生內在學習動機，並預測可激發他們對科普知識的興趣。活動照片如下圖 3-22。

由各校教師、耆老或社區人士擔任關主及副關主進行授課，在這當中存在著挑戰，因各校關主與副關主之文化知能與科學知識了解程度不一致，但從科學營活動觀察以及訪談當中，可以發現因各校教師了解學生的相關學習經驗，在教學中能夠與孩子的經驗作連結，互動性強，且因有專業教學經驗，因此較快透過教案理解教學目標及目的，並轉化為個人內化的科學知識再教授給學生；耆老或社區人士則對於文化有較多的經驗可分享給教師及學生，可補足教師對於文化不熟悉的部分，也能協助許多體驗活動操作的部分。

圖 3

排灣族傳統服飾



圖 4

排灣族傳統美食



圖 5
排灣族狩獵



圖 6
就是要休閒



圖 7
魯凱族傳統鞦韆



圖 8
紙的科學小遊戲



圖 9
魯凱族狩獵



圖 10
魯凱族傳統美食



圖 11
大海與我



圖 12
當 hakhak 變成 toron



圖 13
阿美族舞蹈



圖 14
野菜共和國



圖 15
超級獵人



圖 16
布農族傳統陀螺



圖 17
布農族畫曆



圖 18
天籟之音



圖 19
舟船文化



圖 20
我們的家



圖 21
島上植物



圖 22
波光的律動



許多合作的學校藉由科學營的活動，找到了學校新的發展方向及重點，部分老師們也願意試著透過本研究設計之教案發展出屬於自己正規課程教學的一些改變與讓上課更為有趣與豐富。

原住民族傳統文化中蘊含豐富的科學知識，與主流科學知識的產生方式不同。非制化教育模式不只是活動營方式，也可藉此擴展至社會各階層讓更多人認識原住民族傳統文化；學習原住民族傳統文化，不只可以實作，更可深化科學知識之培養，增加學生對學習自然科的興趣與信心，有效提升學生的科學探究態度，學生也在應用的過程中，更加清楚科學的知識及應用在生活中技能，以達到更好的學習成效。

參考文獻

- 林淇瀟，彭明輝，童春發(2008)。認識臺灣小叢書社會篇。國立編譯館。
- 林福甌(2004)。落實九年一貫課程自然與生活科技學習領域~國小學童科學態度能力指標多元評量之研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文。
- 張自立、辛懷梓（2008）。非正規科學學習與國小科學教育-以台北市科教館和天文館為例。資訊科技在教育上的應用及教師專業成長論文集。國立彰化師範大學師資培育中心。
- 陳枝烈（2009）。排灣族文化中的科學智慧初探，國立屏東教育大學教育學系，台灣原住民研究論叢第六期，台灣原住民教授學會出版。
- 傅麗玉（2004）。原住民生活世界的科學—泰雅染料。原住民教育季刊，36，5-27。
- 黃嘉郁（2000）。博物館的非制式科學教育。科技博物，4（4），48-57。
- Hooper-Greenhill, Eilean (2007). *Museums and education: Purpose, pedagogy, performance*. New York, USA: Routledge.
- Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education, *International Journal of Science Education*, 22(7), 755-777.
- Reiss, M. J. (1993). *Science education for a pluralist society*. Buckingham. Philadelphia: Open University Press.
- Stocklmayer, Susan M. , Rennie, Léonie J. and Gilbert, John K.(2010) 'The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education', *Studies in Science Education*, 46: 1, 1-44.

原住民族科學教育知識論中的自決議題：國外實例與國內方向

The Issue of Self-Determination in the Epistemologies of Indigenous Science Education: The Global Examples and Local Direction

王前龍 Chien-Lung Wang¹

摘要 Abstract

本研究的目的為探究原住民族科學教育研究知識論中的「自決」議題，並探究其在美國的脈絡與國內的未來方向。透過文獻與理論的分析後發現，「自決」是西方原住民族文化回應教育研究知識論的重要面向，特別是在美國印地安部落擁有固有主權的脈絡下，「部落掌控學校」成為具體的自決途徑；而台灣未來可採「部落公法人」經營公辦民營學校、與「族群自治區」自主管理民族學校體系之途徑。台灣進行長期性的原住民族科學教育研究，可將以上兩種途徑的課程發展需求納入考量，形成明確方向。

關鍵字：原住民族知識論、原住民族科學教育、原住民族自決

This article aims to explore the dimension of “self-determination” in the epistemologies of Indigenous science education research, and its context in the USA and its direction in Taiwan. Through the analysis of literatures and theories, “self-determination” is important epistemological dimension of the Indigenous cultural responsive researches, especially in the context of the USA where Indian Tribes enjoy the inherent sovereignty, and the “tribally controlled school” is the main approach, while the approaches of “public incorporation” and “autonomous regions” will be for Taiwan. In conducting long-term Indigenous science education project, the need of curriculum development of the two approaches should be taken into account.

Keywords: Indigenous Epistemology, Indigenous Science Education, Self-Determination

壹、前言

原住民族科學教育的內涵可連結於「文化回應教育」、「文化適切教育」與「文化維持/再活化教育」等，重視原住民族文化知識與西方科學知識間的課程統整，使原住民學生能同時學習到兩個知識體系。其中對於傳統原住民知識的蒐集與融合，又需要「教育人類學」的基礎。上述兩方面的學者皆明確指出其知識論基礎皆包含了「自決」(Lipka, 2002; McCarty & Lee, 2014)。再從原住民族抵殖民研究方法論來看，「自決」更是核心 (Smith, 1999)。

基於《聯合國原住民族權利宣言》，原住民族有「自決權」，對地方與內部事務有「自治權」。原住民族「自決」又有「主權與自治」、「參與公共治理」、「自我管理」與「共同管理」等多種形式 (Imai, 2009)。美國主採「主權與自治」形式，因而在印地安部落形成「部落掌控學校」的機制，美國的相關研究多是在此基礎上 (Lipka, 2002; McCarty & Lee, 2014)；而台灣主採教育部與原民會「共同管理」的型態，使原住民重點學校仍為「國民小學」，相關研究結果的基礎似較不穩固。原住民族科學教育研究在知識論上應對此有所了解與討論。因而，本文的目的如下：

- 一、探究原住民族科學教育研究知識論、方法論基礎中的自決議題；
- 二、基於美國《教育自決法》，探究美國原住民族教育自決的脈絡；
- 三、基於台灣《原住民族基本法》，探究原住民族教育自決的未來途徑。

¹ 國立臺東大學教育系副教授，email: wcl@nttu.edu.tw。

貳、原住民族研究知識論與方法論的核心：自決

一、知識論

世界各國教育人類學領域中原住民研究的知識論強調主權與自決，例如 McCarty, Borgoiaakova, Gilmore, Lomawaima, Romero (2005) 在召集各國代表性學者進行論述時強調，該領域研究的重要基礎是必須注意原住民社區與民族的主權，嚴守美國與加拿大部落政府要求的研究規範。McCarty & Lee (2014) 也提出批判性的「文化維持/再活化教育」(Culturally Sustaining/Revitalizing Pedagogy, CSRP) 做為處理美國原住民教育之歷史與當代脈絡之取徑，其中包含三項成分：原住民族教育主權、承認回復殖民破壞之需求、與部落本位績效責任，而且，「主權」是當前美國印地安實際之所以建立的基石，任何文化本位、文化相關與文化回應教育的美國研究者，長久以來皆以肯認部落主權而連結起來。

另外，Lipka (2002) 指出，美國原住民爭取保護自決權的法律，隨著 1975 年《印地安自決與教育支援法》通過，開啟原住民教育新時代；數十年來學校以「兩全其美 (both/and)」的典範，幫助許多原住民學生應用印地安知識來連結西方知識，例如以耆老日常建造鮭魚架的方法來學習周長與面積，同時達成當地與西方的教育目標。另有許多符合「有關部落掌控學校」、「使用原住民文化與語言」、以及「有可測量的學習成果」等三項規準的研究，例如 Brenner (1998) 在夏威夷進行卡美哈美哈早期教育計畫，研究原住民學童如何在日常生活中發展民族數學知識，據以發展實驗課程，使學生在標準化成就測驗得到較高分數。另外，Barnhardt 與 Kawagley (2005) 在阿拉斯加所提出結合傳統原住民知識與西方科學知識的「文化回應科學課程」，亦須從美國原住民教育自決的脈絡來加以理解。

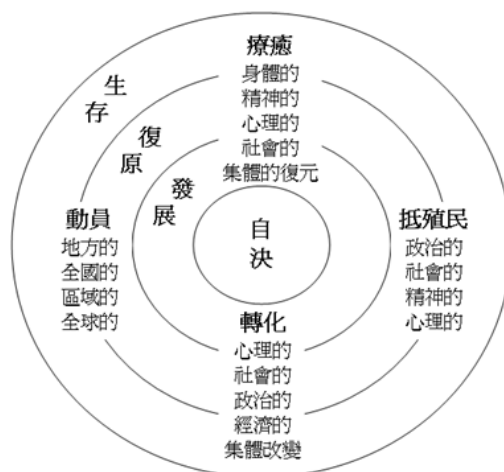
由上可知，在西方教育人類學或文化回應科學教育的知識論中，除了基於部落「主權」而採取「自決」行動之外，《印地安自決與教育支援法》與「部落掌控學校」等皆為理解相關原住民族科學研究文獻的基礎。

二、方法論

Chilisa (2012) 也在其所著《原住民研究方法論》中指出，對於學者與西方研究霸權下被過度研究的弱勢者，研究議題應在自決與社會正義等更大架構下來處理。研究中的「自決」指的是在西方研究霸權下被邊緣化的弱勢者，尋求在歷史、經驗、知覺真實、與價值系統的合法性。另外，「自決」與「解放」的原則強調被研究的弱勢者從其文化中產生情境相關的知識，進而療育自我、社區與更大的社會環境。

圖 1

原住民族研究議程



資料來源：Smith, 1999: 17

另外，紐西蘭毛利學者 L. Smith (1999) 在其著名的《抵殖民研究方法論》中，提出「原住民族研究議程」，其中的核心便是「原住民族自決」(詳如圖 1)。

由於海洋賦與太平洋地區原住民族生命，因而本圖以「浪潮」為隱喻，它代表了動力、改變、生命、觀念、反思與行動等，而四波浪潮代表原住民社區發展過程的四種存在狀態：生存、復原、發展與「自決」。由於原住民族受制於外在條件，未能主宰自己的命運，因而原住民社區的生存與復原，往往只能片段回應立即的危機，而未能有連續性的計畫。圖中標示在四個方向的抵殖民、療癒、轉化與動員，則代表了連結與明辨本地、區域與全球之間緊張狀態的過程，追求原住民社區的發展與「自決」。

可見，方法論中的「自決」必須先關懷被研究者的弱勢，並能從其文化背景與認知架構中產生知識，並能使其社區復原、發展、進而自決。

參、美國原住民族教育自決的實例

美國原住民在印地安保留區內、外，分別透過「部落掌控學校」與「特許學校」的途徑，對教育享有較大的自決權，確保其語言文化能融入課程中。

一、保留區內學校：部落掌控學校的途徑

1970 年代，美國原住民教育政策從同化時期走向自決時期。1972 年的《印地安教育法》是第一個支持印地安雙語/雙文化材料發展、師資培育與家長和社區參與的法案 (Lomawaima & McCarty, 2002:289; Manuelito, 2005: 75)；該法最重要的特色是要求原住民積極參與在其學校體系的管理 (Glogower, 2005)。而部落掌控學校的簽約過程透過《印地安自決與教育支援法》來正式化，依據此法律所管理的學校是為「契約學校」。在 1978 年的時候，有 34 所契約學校。1988 年國會更制定《部落掌控學校法》來凸顯《印地安自決法》的理念，並提供補助給學校落實「真正的在地掌控」與「最低的聯邦介入」。今日大多數部落掌控學校是「補助學校」，由部落或部落組織經營 (Newton, et al., 2004)。印地安教育局主辦 184 間中、小學以及兩間後中等教育機構，分布於 23 個州的 63 個保留區，服務 238 個部落的 6 萬學生。其中 122 間中、小學是由當地學校委員會以契約與印地安教育局的經費來經營，並以此賦權曾能 (Deyhle & Comeau, 2009: 267)。由於美國有不少研究是在上述脈絡下形成，因而應從自決來理解研究的內涵與意義。

二、保留區外學校：特許學校的途徑

越來越多原住民社區期望透過與公立學校的學區簽訂契約，興辦特許學校來掌控對子女的教育；特許學校較傳統的公立學校更多自主與彈性，可確保課程融入當地語言與文化，但仍遵守州政府認可的課程與教師、單一語言英語標準測驗等規定，使同時滿足社區目標與州政府的要求。2005 年全國有 3,400 間特許學校，學生上百萬。依據美國教育部在 1997 年的統計，大約有十分之一的原住民學生 (5,310 人) 就讀特許學校，這些學校提供專為在地文化進行課程發展的機會 (Lomawaima & McCarty, 2006: 158; McCarty & Lee, 2014: 103)。Ewing 與 Ferrick (2016) 也指出，特許學校可處理印地安人教育的四個重要面向，包括：部落掌控學校教育、優先滿足原住民學生與家庭特殊需求、文化與語言課程統整、研究使原住民學生成功的教育實踐。Bielenberg (2000) 強調，印地安人可藉特許學校取回其主權，將掌控教育的權利轉移至社區，以更大可能性來完成原住民的教育自決。

肆、臺灣原住民族教育自決的未來途徑

基於台灣的《原住民族基本法》，原住民族教育自決的未來途徑有「部落公法人」申辦公辦民營學校，以及以「族群自治區」自主管理民族學校體系。

一、部落公法人：經營公辦民營學校

103 年修訂公布的《原基法》2-1 條中納入了「部落公法人」，原民會也已擬出「部落公法人組織設置辦法草案」，規劃「部落應設部落會議；部落經中央原住民族主管機關核定者為公法人」，而所謂公法人是指國家依法律設立具有權利義務主體之公共團體，可執行文化活動、自然資源與土地管理、產業推動、傳統智慧權創作、社會福利及長期照顧服務等公共任務。另外，從所規定「法律授權行使或行政機關委辦事項」之公共任務，參考美國在印地安保留區的「部落掌控學校」與保留區外印地安社區的特許學校等實例，也指出相關縣（市）政府未來可依《公立國民小學與國民中學委託私人辦理條例》，與部落公法人簽訂行政契約，將「部落公法人區域」中的學校委託辦理，而將學校轉型並更名為原住民族學校。

二、族群自治區：以相當縣市級自治權限自主管理民族學校體系

台灣原住民族自治並不具有條約與憲法的基礎，但在民國 94 年公布的《原基法》中規定原住民族群自治區準用縣（市）層級的權限，並應在 3 年內制定相關法律，其自決形式尚屬在國家法律下的「自我管理」，但可將中、小學教育納入「地方事務」而自主管理，然由於原住民鄉佔國土高比例遲未通過立法。若能再逐步形成「跨部落公法人」，擴大部落自治及自主管理學校的能量，可形成未來依基於《原基法》規定族群自治區以縣（市）層級自治權限，自主興辦與管理原住民族學校體系的基礎。不過，累積部落公法人自治能量、發展部落公法人區域產業生計以維持人口，成為實踐未來族群自治區與民族學校體系的前提。而且，從美國的經驗可知，「部落掌控學校」只是過程，以部落公法人累積能量來解決一般教育與民族教育的問題方是目標。

由上可知，台灣原住民科學教育研究，應在研究現場以上述「部落公法人」與「族群自治區」的中、長程發展，邀請各校考量未來教育自決的願景，更積極參與課程的開發。

伍、結論

原住民科學教育研究的基礎可包括教育人類學與文化回應教育，而英語系國家這些領域學者對於其中知識論應為「主權」與「自決」已是共識。知名的紐西蘭毛利學者 L. Smith 所提出原住民族研究議程的核心便是「原住民族自決」。美國印地安學者 T. Lomawaima 等亦強調教育人類學研究的原住民知識論中必須關注原住民族主權，並應遵守美、加部落政府所要求的研究規範。阿拉斯加民族數學研究學者 J. Lipka 也具體指出 1975 年《印地安自決與教育支援法》通過立法，開啟了原住民族文化課程融入的研究，因而，相關研究所得的知識皆是符合原住民為主體、具有教育自決權的條件；特別是，許多研究也符合研究學校是「部落掌控學校」的標準。反觀台灣原住民地區的重點學校，在體制上仍是縣市立的國民中、小學，其民族教育融入課程的方針受到校長人事變動等因素，可能影響原住民科學教育研究方向的穩定性。

由於參與原住民科學研究計畫的學校多為原住民地區重點學校，但多數缺乏部落教育自決的機制，因而本文進一步以美國為實例，說明其教育自決之樣貌。美國印地安部落皆有部落政府，且基於殖民地時代與歐洲墾殖者簽訂的條約而具有「主權」；而美國的部落可依據《印地安自決與教育支援法》，透過簽訂契約來接管聯邦資助的學校而成為「部落掌控學校」。而台灣目前並無法形成此自決機制，使參與原住民科學研究的學校有更強的社區支持，其原因在於興辦與管理中小學的權限在於縣（市）政府。期望未來能依據《原住民族基本法》，在中程形成「部落公法人」可與縣（市）簽訂契約經營區內學校，遠程的「原住民族自治區」以相當於縣市權限，可自主設置民族學校，使原住民族科學教育的研究成果更能落實在學校現場。

參考文獻

原住民族基本法 (2015)。

原住民族委員會 (2016)。部落公法人組織設置辦法草案總說明。取自 <https://www.apc.gov.tw/portal/docDetail.html?CID=18ADE0D0D6EE280E&DID=0C3331F0EBD318C2553447310E215AF7>

Barnhardt, R. & Kawagley, A. O. (2005). Indigenous knowledge systems and Alaska native ways of knowledge. *Anthropology and Education Quarterly*, 36(1), 8-23.

Bielenberg, B. (2000). Charter schools for American Indian. In J. Reyhner, J. Martin, L. Lockard, and W. S. Gilbert (Eds.), *Learn in beauty: Indigenous education for a new century* (pp. 132-151). Flagstaff, AZ: Northern Arizona University.

Chilisa, B. (2012). *Indigenous research methodologies*. Los Angeles, CA: SAGE.

Deyhle, D., & Comeau, K. G. (2009). Connecting the circle in American Indian education. In J. A. Banks (Ed.), *The Routledge international companion to multicultural education* (pp.265-275). New York, NY: Routledge.

Ewing, E. L., & Ferrick, M. E. (2016). *For this place, for these people: An exploration of best practices among charter schools serving native students*. Retrieve from <http://leg.mt.gov/content/Committees/Interim/2015-2016/State-Tribal-Relations/Meetings/July-2016/charter-school-case-study.pdf>

Glogower, A. (2005). *The Indian Education Act of 1972*. Retrieved from <http://uintahbasintah.org/papers/indianeducationact.pdf>

Imai, S. (2009). Indigenous self-determination and the state. In Benjamin J. Richardson, Shin Imai, and Kent McNeil, (eds.), *Indigenous People and the Law* (pp.285-314). Oxford, UK: Hart Publishing.

Lipka, J. (2002). *Schooling for self-determination: Research on effects of including native language and culture in the schools*. ERIC Digests.

Lomawaima, K. T., & McCarty, T. L. (2006). *To remain an Indian: Lessons in democracy from a century of Native American education*. New York, NY: Teachers College Press.

Lomawaima, K. T. & McCarty, T. L. (2002). When tribal sovereignty challenges democracy: American Indian education and the democratic ideal. *American Educational Research Journal*, 39(2): 279-305.

Manuelito, K. (2005). The role of education in American Indian self-determination: Lessons from the Ramah Navajo community school. *Anthropology and Education Quarterly*, 36(1): 73-87.

McCarty, T., & Lee, T. S. (2014). Critical culturally sustaining/Revitalizing pedagogy and Indigenous education sovereignty. *Harvard Education Review*, 84(1): 101-136.

McCarty, T., Borgoiakova, T., Gilmore, P., Lomawaima, K. T., & Romero, M. E. (2005). Indigenous epistemologies and education—Self-determination, anthropology, and human rights. *Anthropology and Education Quarterly*, 36(1): 1-7.

Smith, L. (1999). *Decolonizing methodologies*. New York: Zed Books.

原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效評估之比較研究

A Study on Comparison of the Effectiveness Evaluation of Tribal Mobile Classroom Training Participated by Aboriginal and Han Chinese Students

林正木 Cheng-Mu Lin¹

摘要 Abstract

本研究旨在探討原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效評估，採發放問卷方式進行調查，回收有效問卷 347 份，其中原住民學員 151 份，漢人學員 196 份，並利用項目分析、信度分析、敘述性統計、獨立樣本 t 檢定及多元迴歸分析等方法，進行資料彙整與統計分析。研究結果顯示：(一) 原住民與漢人學員對「課程實用性」、「時間安排」、「工作人員態度」、「講師專業技能」、「講師教學態度」、「講師表達技巧」、「專業能力增進」具有顯著差異。(二) 原住民學員以「講師教學態度」與「講師表達技巧」對其「專業能力增進」具顯著影響力；漢人學員則以「課程安排」、「課程實用性」與「講師表達技巧」對其「專業能力增進」具顯著影響力。最後根據研究結果提出部落行動教室課程規劃之相關建議。

關鍵字：部落；行動教室；訓練成效評估；Kirkpatrick 模式

The purpose of this study is to explore the effectiveness evaluation of tribal mobile classroom training participated by aboriginal and han Chinese students. The study was conducted by questionnaires and 347 valid questionnaires are returned which including 151 copies from aboriginal students and 196 copies from han Chinese students. The data was analyzed by project analysis, reliability analysis, descriptive statistics, independent-samples t test and multiple regression analysis. The results of the study indicate: (1) aboriginal and han Chinese student show significant differences on "course arrangement", "course practicality", "schedules", "staff attitude", "instructor professional skills", "instructor teaching attitude", "instructor expression skills", and "professional ability improvement". (2) "Professional ability improvement" of Aboriginal students is significant influenced by "instructor teaching attitude" and "instructor expression skills"; "Professional ability improvement" of han Chinese students is significant influenced by "course arrangement", "course practicality" and "instructor expression skills". At last, according to results, the study makes some suggestions about retribal mobile classroom course planning.

Keywords: tribe, mobileclassroom, training effect evaluation, Kirkpatrick Model

壹、前言

花蓮、宜蘭原住民農產業一直是花蓮區農業改良場（以下簡稱花蓮場）重點輔導業務，近年來投入相當多人力及資源，包含研提研究計畫、設立原住民專案、辦理行動教室等，積極扶持偏鄉弱勢產業，改善農業經營環境，創造原鄉農業新契機。在教育訓練部份，花蓮場依據部落的農業發展及族人輔導需求，深入部落積極辦理部落行動教室，並推廣花蓮場研發技術及試驗成果，讓原住民農友不用辛苦地奔波到花蓮場上課，安排課程多樣而實用，涵蓋一、二、三級農業。花蓮場自 101 年開始深入部落辦理創新部落行動教室，而技術講習則行之有年，為減少部落族人舟車勞頓之苦，部落行動教室及技術講習從 101 年至 103 年辦理 38 場次，共有 1,589 人次參加，辦理情形如圖 1 所示，由圖 1 顯示三年期間辦理場次及人數逐年增加，成果斐然，表示部落對農業知識迫切需求及本場在教育訓練積極輔導，使部落原住民獲益良多（林正木，2015）。目前部落行動教室教授課程包含水稻、蔬菜、雜糧、油茶、果樹、金針等產業，內容則包含栽培管理、加工技術及品牌行銷等，透過行動教室深入部落輔導，達成知識傳遞目標，

¹ 行政院農業委員會花蓮區農業改良場助理研究員，聯絡地址：97365 花蓮縣吉安鄉吉安村吉安路二段 150 號聯絡電話：038-521108，E-mail: meha20052@gmail.com。

並讓部落重新找回對土地與文化的連結，朝向友善環境耕作模式及開發安全農產品，以強化產品競爭力及市場區隔性，期盼部落因農產業復興而注入新的活力（林泰佑等人，2016）。

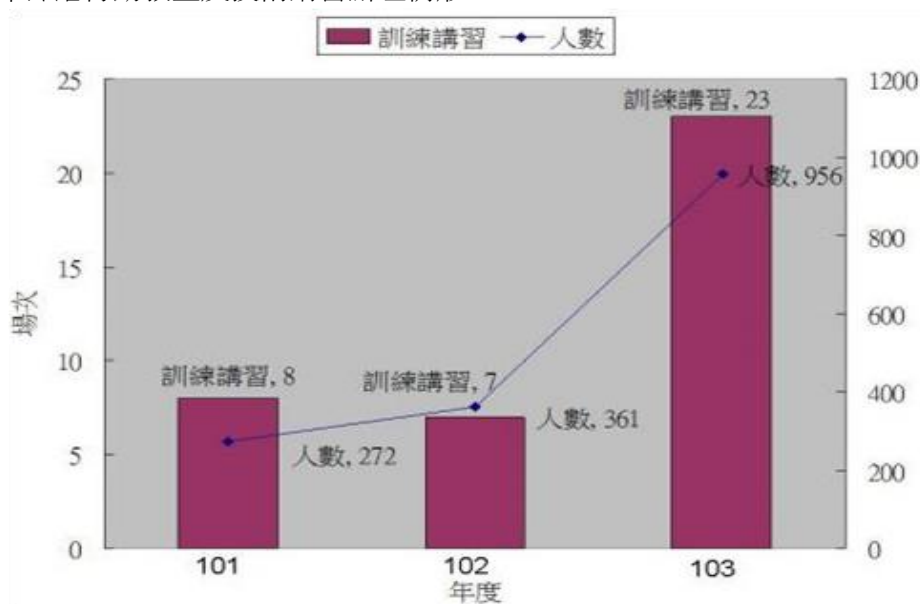
105 年度辦理達 14 場次，為歷年最多的一次，與去年相比增加了 6 場次，參與人數從去年 296 位，提升至 567 位，皆呈倍數成長，受歡迎的程度可見一斑。每年課程於前年底規劃完畢，由各部落的輔導窗口依據族人的上課需求及現階段農產業發展，由下而上提出辦理的訓練課程，並於會議時共同討論其適當性，最後量身訂做出符合族人的課程內容。部落行動教室場場屢獲族人的滿意及提供建設性意見，族人的支持與肯定及輔導需求，是花蓮場持續辦理部落行動教室的動力與熱忱。然而，訓練規劃除了透過輔導窗口對部落接觸及瞭解，提出訓練需求外，為了辦理符合部落需求的課程內容，有必要深入瞭解對現行實施的訓練課程反應，做為未來規劃辦理部落行動教室及輔導之重要參考資訊，進而規劃客製化課程，滿足部落對課程的需求，這是欲研究的第一動機。第二動機是參與學員不一定是原住民，也有許多漢人，因此本研究欲探討不同的族群特性，對於部落行動教室課程的訓練成效差異情形。因此本研究是針對 105 年度部落行動教室為調查年度及參與學員為對象，運用 Kirkpatrick 模式中的反應及學習層面進行調查研究。最後，根據研究結果提出部落行動教室規劃訓練課程相關建議。

依據上述研究背景及動機，本研究的目的如下：

- 一、比較不同族群對部落行動教室課程的訓練成效差異情形。
- 二、分析不同族群對部落行動教室課程的反應滿意度影響專業能力增進差異情形。

圖 1

101 至 104 年部落行動教室及技術講習辦理情形



貳、文獻探討

一、部落行動教室概念及成立

部落行動教室，顧名思義就是上課地點不侷限於訓練單位的教室，而是將教師、教具、教學設備、上課資料與文具等軟硬體，遷移到原鄉每一個部落，進行室內或戶外場所的實體學習，達成知識傳遞及交流的目的，減少城鄉資訊落差。部落行動教室係為了解決偏鄉交通不便、教學資源缺乏及改善農業經營體質，特別創新推出部落行動教室專案，不受到上課地點的限制，方便居住在偏遠的族人就近學習，減少交通車程及舟車勞頓之苦，翻轉族人對學習地點印象，達成人力素質及競爭力的目標。因此，除了每年於場內辦理的農民學院課程以外，本場規劃辦

理的行動教室，是由農產業輔導專案的部落窗口，針對部落內部發展缺口推薦開課班別，經內部討論後依部落的農產業特性及發展階段規劃部落農業專業訓練課程，以真正反映族人對訓練課程的需求，最終目標為解決族人在農業上遭遇的問題（林泰佑等人，2016）。

二、訓練成效評估模式

經回顧訓練成效評估模式相關文獻，許多學者提出不同的訓練成效評估模式，如 Kirkpatrick 模式、CIPP 模式、Brinkerhoff 模式、IPO 模式及 Tyler 模式等。Kirkpatrick 模式是目前實務界最廣泛應用的評估模式，也是最早針對訓練成效評估提出完整的評估模式（計惠卿、吳斯茜、許倩齡，2007）。Kirkpatrick 的四層次評估模式包括第一層次「反應層次」、第二層次「學習層次」、第三層次「行為層次」與第四層次「結果層次」等。Kirkpatrick 模式在評估時其重要概念與指引陳述如下：（一）「反應層次」：是一種總結性或是在課程結束後的評量，亦即受訓者喜歡這個訓練課程的程度，評量項目包括教材與教具、講師、設備。（二）「學習層次」：是指學習成果，亦即學習者在課程中確實學習到新的知識、態度與技能。評量項目包括知識與技能的情形與熟練度。（三）「行為層次」：是指工作上表現的行為，透過表現/行為能夠瞭解受訓者是否能將訓練所學得的知識、態度或技能真正應用在實際工作環境中且持續保持。評量項目包括所學知識、態度及技能在職場上表現的情形。（四）「成果層次」：是指受訓者完成訓練後，其所轉變的工作行為對組織的貢獻情形例如：降低客訴率、提高客戶滿意度、服務品質的改善等，評量項目包括單位產品產出與投入成本、品質及準時交貨率（曾淑惠，2004；張仁家，2009）。整體而言，Kirkpatrick 四層次評估模式內涵簡單易懂、階層分明、清晰、容易被接受，可評估量性或質性資料（Bates, 2004），故本研究採用此模式來進行部落行動教室訓練課程成效評估，而在實務上很多訓練成效評估只做到反應層次，學習及行為層次較少，成果評做更少，因為針對組織成效評估有其困難性（Kirkpatrick, 2006）。因此，本研究除針對反應外，增加學習等層次進行成效評估。

三、訓練成效相關研究

有關本研究欲探討之社會背景，比較原住民與漢人的訓練成效差異等相關文獻，參考楊舜臣、劉禎祺、施碧茹（2014）、林正木（2017）文獻均發現，不同的族群對訓練成效有顯著差異，因此本研究提出假設一，不同族群背景變項的部落行動教室參訓者，在課程滿意度及專業能力增進有差異。在不同的族群其專業能力增進是否會因族群的差異，課程滿意度影響因素會有差異？在不同族群影響專業能力增進反應層面因素文獻較少，但是依林慧貞（1999）文化差異會影響個體知覺及處理訊息的過程，再來看課程滿意度與專業能力的因果關係，陳勁甫、林竹楠（2005）運用結構方程模式（SEM）分析，研究發現課程滿意度對專業能力產生顯著的直接正向效果，因此本研究提出假設二。本研究依據研究目的並參酌上述相關文獻，提出概念性架構圖及研究架構，藉以瞭解各個變項之內涵與其相互影響之關係。

參、研究方法

一、研究假設及架構

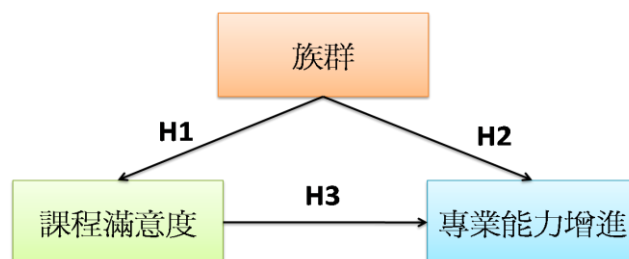
本研究係回顧文獻對反應、學習層次之變項名稱，命名為「課程滿意度」、「專業能力增進」。對原住民與漢人社背景與「課程滿意度」、「專業能力增進」及「課程滿意度」、「專業能力增進」之間差異性，建構研究假設及架構圖（如圖 2）。

H1：不同族群變項的參訓者，在課程滿意度有顯著差異。

H2：不同族群變項的參訓者，在專業能力增進有顯著差異。

H3：不同族群變項的參訓者，在課程滿意度影響專業能力增進有顯著差異。

圖 2
研究架構圖



二、研究工具及變數定義與衡量

本研究採用問卷調查研究法，問卷參考朱筱麗（2003）、陳勁甫與林竹楠（2005）、鍾瑞瑛、高毓秀（2012）、楊舜臣、劉禎祺與施碧茹（2014）、林正木（2014）等文獻，並依本研究目的及調查對象進行修改成為初稿。除了參考文獻設計問卷題項外，問卷初稿完成再請專家學者審稿，依修改的建議進行第二次修正，修訂完成後接著進入預試階段。自編而成「部落行動教室參訓學員課程滿意度調查問卷」研究工具，內容包括「課程滿意度」、「專業能力增進」、「社會背景變項」等三個部份。「課程滿意度」、「專業能力增進」採用李克特（Likert）五點尺度來衡量，每題由「非常不同意」到「非常同意」分別給予 1 分、2 分、3 分、4 分至 5 分的評分，分數越高代表越同意該題項。

三、問卷前試階段

問卷完成編制後，首先必須進行前測，其目的為站在施測者的角度，檢驗問卷內容是否有語意不清或需要修改之處，並且對問卷進行初步檢驗以得問卷的設計是否具有穩定度，也即用來計算問卷內部一致性 Cronbach's α 係數值，檢驗是否須針對題項加以增刪並求取問卷穩定度。前試階段的受測人員，以花蓮場今年在各部落辦理行動教室的農友為前測抽樣對象，總共抽測了 64 份，有效問卷 51 份，經信度分析後「課程滿意度」、「專業能力增進」的 Cronbach's α 係數值為 0.793。一般來說，Cronbach's α 係數值最好大於 0.700 以上，表示問卷有高信度（吳明隆、涂金堂，2009）。

四、正式問卷施測對象、抽樣及資料處理

本研究以參加花蓮區農業改良場 105 年度辦理之部落行動教室的學員為研究對象，採量化設計進行研究，使用問卷調查法蒐集資料，以全面普查方式進行調查。施測時間為辦理部落行動教室期間，從 105 年 1 月至 5 月止，共計辦理 14 場次部落行動教室，辦理主題及時間如表 3 所示，每次課程結束後立即發放問卷施測，共計發放 410 份，回收 398 份，扣除不願填寫或填答不完整之問卷，得有效問卷 347 份進行分析，有效問卷率 85%。本研究將蒐集的有效問卷，以 SPSS17.0 版統計軟體進行敘述性統計分析、項目分析、因素分析、信度分析、獨立樣本 t 檢定及多元迴歸分析等統計方法進行分析。

肆、結果與討論

一、原住民與漢人社經背景分析

為了瞭解原住民與漢人社經背景，以次數分配及百分比等敘述統計分析，結果如表 1。在性別方面，原住民男性居多有 81 人，佔 53.6%，漢人亦以男性居多有 121 人，佔 61.7%；年齡方面，原住民在 51 歲以上居多有 103 人，佔 78.2%，漢人則在不同的年齡區間較為平均。教育程度方面，原住民在國小至高中間居多有 113 人，佔 74.9%，漢人則在高中至大學間居多有 121 人，佔 61.7%。綜合上述結果，原住民的年齡比漢人高，而且教育程度亦比漢人低，可能是因為原鄉工作機會少，農業收入不穩定，讓年輕又接受較高等教育的部落青年往都市求發展，留在部落卻都是從事傳統農業的 51 歲以上中老年人。

表 1
原住民與漢人社經背景分析表

項目	類別	原住民 (n=151)		漢人 (n=196)	
		次數	百分比	次數	百分比
性別	(1) 男	81	53.6	121	61.7
	(2) 女	70	46.4	75	38.3
年齡	(1) 40 歲以下	21	13.9	42	21.4
	(2) 41 至 50 歲	27	17.9	54	27.6
	(3) 51 至 60 歲	61	40.4	53	27.0
	(4) 61 歲以上	42	27.8	47	24.0
教育程度	(1) 未受教育	5	3.3	0	0.0
	(2) 國小	43	28.5	32	16.3
	(3) 國中	24	15.9	25	12.8
	(4) 高中	46	30.5	45	23.0
	(5) 專科	10	6.6	44	22.4
	(6) 大學	19	12.6	32	16.3
	(7) 研究所以上	4	2.6	18	9.2

資料來源：本研究整理。

二、項目及信度分析

本研究為提高正式問卷之可靠性及穩定性，根據所得資料先進行量表項目及信度分析。首先進行項目分析，將有效樣本之量表總分採用 27%作為高低組別分組的標準，分出的高低組稱為極端組，再以獨立樣本 t 檢定比較高低兩組在每個題項的答題情形上是否有顯著差異 ($p < 0.05$)，t 值未達顯著水準 ($p < 0.05$)，做為題項鑑別度之依據及各題項取捨之標準 (吳裕益、陳英豪，1991)。分析結果顯示，量表中 9 題皆達顯著水準 ($p < 0.05$)，無需剔除之題目，因此 9 題全數保留並進一步進行信度分析。整體量表之 Cronbach's Alpha 值為 0.941，表示問卷題項內部一致性高，接著各題項的項目刪除時 Cronbach's Alpha 值，均未比整體 Cronbach's Alpha 值高，故 9 題全數保留。項目及信度分析結果如表 3。

表 2
項目及信度分析

構面	滿意度問項	T 值	顯著性	項目刪除時 Cronbach's α	Cronbach's α
課程滿意度	(1) 課程內容安排	-26.05	0.000***	0.931	0.941
	(2) 課程實用性	-32.17	0.000***	0.934	
	(3) 時間安排	-27.93	0.000***	0.937	
	(4) 地點安排	-25.70	0.000***	0.941	
	(5) 工作人員態度	-23.98	0.000***	0.933	
	(6) 講師專業技能	-34.25	0.000***	0.933	
	(7) 講師教學態度	-30.37	0.000***	0.928	
	(8) 講師表達技巧	-41.72	0.000***	0.933	
專業能力增進	(9) 個人專業能力增進	-41.72	0.000***	0.932	

註：*** $p < 0.001$ 。

三、原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效之差異性分析

本研究的假設一是：「原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效具顯著差異。」以 t 檢

定分析結果如表 3。研究結果顯示不同族群參與部落行動教室在訓練成效上有部份顯著差異。在課程實用性上， $t=10.899$ ， $p=0.001$ ，漢人（ $M=4.556$ ， $SD=0.508$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.397$ ， $SD=0.521$ ）；在時間安排上， $t=4.372$ ， $p=0.037$ ，漢人（ $M=4.474$ ， $SD=0.568$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.331$ ， $SD=0.709$ ）；在工作人員態度上， $t=4.973$ ， $p=0.026$ ，漢人（ $M=4.663$ ， $SD=0.505$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.530$ ， $SD=0.609$ ）；在講師專業技能上， $t=4.281$ ， $p=0.039$ ，漢人（ $M=4.556$ ， $SD=0.561$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.556$ ， $SD=0.561$ ）；在講師教學態度上， $t=6.308$ ， $p=0.012$ ，漢人（ $M=4.694$ ， $SD=0.473$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.530$ ， $SD=0.609$ ）；在講師表達技巧上， $t=4.966$ ， $p=0.026$ ，漢人（ $M=4.663$ ， $SD=0.505$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.536$ ， $SD=0.551$ ）；在個人能力增進上， $t=7.527$ ， $p=0.006$ ，漢人（ $M=4.607$ ， $SD=0.500$ ）滿意度高於原住民（ $M=4.450$ ， $SD=0.562$ ）。因此整體而言，假設一獲得部份支持，此結果與楊舜臣、劉禎祺、施碧茹（2014）、林正木（2017）相符，顯示原住民在各反應及學習滿意度上均比漢人低，可能是因為除了教育程度偏低外，原住民長期住在偏遠地區，資訊獲得較為弱勢，影響學習認知上的差異，因此對於部落行動教室的知識汲取比漢人略遜一籌。

表 3

原住民與漢人學員參與部落行動教室訓練成效之差異性分析表

問項	族群別	樣本	平均數	標準差	t 值	p 值
課程內容安排	(1) 原住民	151	4.437	0.638	3.738	0.054
	(2) 漢人	196	4.556	0.508		
課程實用性	(1) 原住民	151	4.397	0.633	10.899	0.001**
	(2) 漢人	196	4.602	0.521		
時間安排	(1) 原住民	151	4.331	0.709	4.372	0.037*
	(2) 漢人	196	4.474	0.568		
地點安排	(1) 原住民	151	4.391	0.632	0.064	0.800
	(2) 漢人	196	4.408	0.638		
工作人員態度	(1) 原住民	151	4.530	0.609	4.973	0.026*
	(2) 漢人	196	4.663	0.505		
講師專業技能	(1) 原住民	151	4.556	0.561	4.281	0.039*
	(2) 漢人	196	4.673	0.491		
講師教學態度	(1) 原住民	151	4.550	0.597	6.308	0.012*
	(2) 漢人	196	4.694	0.473		
講師表達技巧	(1) 原住民	151	4.536	0.551	4.966	0.026*
	(2) 漢人	196	4.663	0.505		
能力增進	(1) 原住民	151	4.450	0.562	7.527	0.006**
	(2) 漢人	196	4.607	0.500		

註：* $p<0.05$ ，** $p<0.01$ 。

四、影響原住民與漢人學員能力增進之反應因素分析

本研究的假設二是：「原住民與漢人學員之反應滿意度影響個人能力增進具顯著差異。」以多元迴歸分析結果如表 4。研究結果顯示原住民與漢人學員有部份反應滿意度影響個人能力增進具顯著差異，原住民主要是講師教學態度（ $\beta=-0.260$ ， $p=0.014$ ）、講師表達技巧（ $\beta=0.865$ ， $p=0.000$ ）為主要影響因素，表示講師的教學態度及表達技巧越佳，其個人才能增進越佳；漢人則是課程內容安排（ $\beta=0.158$ ， $p=0.035$ ）、課程實用性（ $\beta=0.171$ ， $p=0.009$ ）、講師表達技

巧性 ($\beta=0.429$, $p=0.000$)，表示課程內容安排、課程實用性及講師表達技巧越佳，其個人才能增進越佳。因此整體而言，假設二獲得部份支持，此結果與林慧貞（1999）研究概念相符，課程滿意度之反應層次影響學習層次結果，也與陳勁甫、林竹楠（2005）相符。顯示影響原住民與漢人個人才能增進的主要因素為講師的表達技巧，然而從細部觀之，僅有講師素質如教學態度及表達能力較能影響原住民的個人能力增進，而漢人除了講師表達能力外，另增課程內容及實用性等課程規劃，三者均能影響個人能力因素，故不同族群之影響學習成效因素有差異。

表 4
影響原住民與漢人學員能力增進之反應因素分析表

自變數	原住民				漢人			
	標準化 β	t 值	p 值	VIF	標準化 β	t 值	p 值	VIF
(常數)	--	0.908	0.365	--	--	0.508	0.612	--
課程內容安排	0.112	1.385	0.168	4.229	0.158	2.129	0.035*	3.482
課程實用性	0.128	1.903	0.059	2.900	0.171	2.621	0.009**	2.712
時間安排	0.009	0.149	0.882	2.250	0.101	1.609	0.109	2.500
地點安排	0.114	1.876	0.063	2.402	0.080	1.548	0.123	1.702
工作人員態度	0.130	1.590	0.114	4.306	0.094	1.494	0.137	2.539
講師專業技能	-0.127	-1.664	0.098	3.785	-0.058	-0.640	0.523	5.190
講師教學態度	-0.260	-2.487	0.014*	7.043	0.044	0.465	0.643	5.714
講師表達技巧性	0.865	10.304	0.000***	4.549	0.429	5.936	0.000***	3.330

註：* $p<0.05$ ，** $p<0.01$ ，*** $p<0.001$ 。

伍、結論與建議

一、結論

（一）原住民與漢人在訓練成效大都呈現顯現差異，其中漢人滿意度高於原住民

本研究發現，原住民的訓練成效在課程實用性、時間安排、工作人員態度、講師專業技能、講師教學態度、講師表達技巧性等滿意度，明顯低於漢人。由上述可以看出，無論在反應及學習方面的滿意度，除了在課程內容安排、地點安排外，其餘皆顯示原住民都明顯不如漢人。

（二）影響原住民與漢人學習成效因素有部份顯示差異，惟講師表達技巧具一致性

本研究發現，影響原住民個人才能增進的因素以講師的教學態度及表達技巧為主要因素；然而影響漢人個人才能增進的因素以講師的表達技巧外，課程的實用性及內容安排，也是影響個人才能增進的因素，由上述可以看出，雖然影響原住民與漢人主要的影響因素為講師的表達技巧，但是仍有不同因素影響。

二、建議

（一）量身訂做不同族群特性課程，求取課程最大公約數

依研究結論一發現，原住民在反應及學習各方面的滿意度，除了在課程內容安排、地點安排沒有顯著差異外，都不如漢人的訓練成效。依現行部落行動教室辦理方式以資源共享及推廣為主，凡是有興趣之學員皆可踴躍參與，因此目前尚不以農業知識、務農程度等特性差異，分別開設不同程度的課程或班別，而以常態編班方式廣納學員，因此本研究建議辦理部落行動教室之訓練單位，應規劃適合不同族群程度的課程，求取最大公約數，提升反應及學習的滿意度，若有個別需求的學員，可以實施適性化或個別化之學習或輔導。

(二) 強化講師素質為共同目標，辦理教學技巧師資培育課程

依研究結論二發現，影響學習成效最大的因素是講師的教學技巧，而課程安排的影響會因不同族群而不同。目前部落行動教室的師資以農業試驗改良場研究人員為主，由於研究人員非教育科系出身，未授過教育相關課程，教授技巧參差不齊，對於常態編班方式招收學員時，較難以採用客製化及因材施教方式授課，影響學員學習效益及對師資的滿意度，因此本研究建議，講師的教學表達技巧需要不斷精進，固定辦理教學技巧師資培育課程，提升教學表達技巧，合宜傳遞不同屬性學員的知識。

三、未來研究建議

不同學者提出各自的教育訓練模式，雖然有所不同，但大都大同小異，大致上可分為評估、發展及評鑑三階段。本研究採用 Kirkpatrick 模式的反應及學習層面，對其訓練成效與任務執行進行評估，屬於訓練評鑑階段。透過評鑑階段得到的回饋有限，因為僅針對已開設的課程進行調查，未從多數參訓者內心的需求規劃課程，建議進行部落對農業訓練課程的需求調查，以系統、邏輯、嚴謹等方式進行研究，彌補輔導單位以偏概全的缺憾，提供科學性的規劃課程之重要參考指標。

參考文獻

- 朱筱麗 (2003)。行政院暨所屬中央機關公務人員訓練成效之探討 (未出版之碩士論文)。國立台東師範學院，臺東。
- 吳明隆、涂金堂 (2009)。SPSS 與統計應用分析。臺北：五南。
- 吳裕益、陳英豪 (1991)。測量與評價。高雄：復文。
- 林正木 (2014)。原住民農業專業訓練執行成效及展望。花蓮區農業專訊，90，10-13。
- 林正木 (2015)。原住民部落農業行動教室推動成果及輔導建議。花蓮區農業專訊，93，22-25。
- 林正木 (2017)。部落行動教室訓練成效評估之研究。台灣原住民族研究學報，7 (1)，93-113。
- 林泰佑、葉育哲、陳思安、李宜映、黃鵬 (2016)。建構東部地區原住民特色農產業價值鏈之研究。陳駿季 (主持人)，原鄉農產業建立、輔導與推動。原鄉特色作物與傳統文化產業創新發展國際研討會，行政院農業委員會花蓮區農業改良場。
- 林慧貞 (1999)。從原住民生活與學習型態談原住民成人教育方案設計。載於洪泉湖、吳學燕主編：臺灣原住民教育，頁 221-236。臺北：師大書苑。
- 計惠卿、吳斯茜、許倩齡 (2007)。數位學習之訓練績效評鑑。研習論壇，81，38-47。
- 陳勁甫、林竹楠 (2005)。生態解說員參與解說訓練成效評估之研究。環境教育學刊，4，1-22。
- 張仁家 (2009)。企業訓練與發展。臺北：全華。
- 曾淑惠 (2004)。教育評鑑模式。臺北：心理。
- 楊舜臣、劉禎祺、施碧茹 (2014)。102 年度農民學院農業訓練中心進階訓練班之訓練成效研究。農業試驗所技術服務季刊，98，31-35。
- 鍾瑞瑛、高毓秀 (2012)。專科護理師訓練課程成效評估之探討。護理暨健康照護研究，8 (3)，201-211。
- Bates R. (2004). A critical analysis of evaluation practice: The Kirkpatrick model and the principle of beneficence. *Evaluation and Program Planning*, 27(3), 341-347.
- Kirkpatrick, D. L. (2006). *Evaluating training programs: The four levels*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.

探討自編科學故事電子書對國小原住民學童學習成效之影響 以簡單機械為例

Explore the Effectiveness of Science Stories E-book Learning Outcomes of Indigenous Elementary School Children: Taking a Unit of Simple Mechanical Unit as an Example

邱宇桐 Chiu,Yu-Tung²⁶ 高慧蓮 Kao,Hui-Lien²⁷

摘要 Abstract

本研究目的在探討原住民學童接受「簡單機械」單元電子書教學之學習成效，主要以ADDIE (Analysis, Design, Development, Implement, Evaluate)模式發展數位教材，並採準實驗研究法，實驗組為電子書教學而對照組為紙本教學。研究對象為屏東縣2所原住民偏鄉學校。因配合學校教學時程，故選擇五年級學生為樣本，本研究中2所原住民偏鄉學校中，1班為實驗組1班為對照組。透過研究工具「認識簡單機械科學學習成效測驗」前、後測得分、「科學學習興趣量表」作為量化分析，並在學童接受電子書教學後「學習意見晤談」作為質性分析，藉此瞭解兩組各別接受電子書教學與紙本教學後學習成效與學習興趣的表現情形。

關鍵字：電子書、ADDIE、簡單機械、學習成效、學習興趣

The main purpose of this study was to explore the Indigenous students' learning effectiveness of accepting the "simple machines" unit e-book teaching. The study adopted mainly the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implement, Evaluate) model to develop digital teaching materials. And the study took a quasi-experimental research: experimental group taken eBook; the control group taken paper teaching. The research objects were two Indigenous schools respectively in Pingtung County: To tie in with teaching programme of the schools, the study chose fifth grade students: two Indigenous schools, one class as the experiments group and another class as the control group. This research was through pre and post test scores of "to recognize Unit of simple mechanical science learning effectiveness test" and "scientific interest in learning scale" to understand the effectiveness of student learning and interest in learning performance. The study also adopted students' interviews of learning opinion after receiving E-book teaching as the qualitative analysis to learn about the learning effectiveness and learning performance of interest situation after receiving E-book teaching.

Keywords: e-book, ADDIE, simple mechanics, learning effectiveness, learning interests

壹、緒論

一、研究背景與動機

在科技進步與創新技術快速發展下，教學現場的教室學習型態已面臨轉變，教師角色必須調整，由講述者角色轉變為啟發者，因此教師須將資訊科技與教學策略相結合，學習使用新的資訊科技媒體並配合教學情境，營造開放的學習空間與創意的學習情境，改變教學單元形式與學習的方向，以提高學習成效及學習興趣才能因應時代需求。

本研究對象為原住民國小學童，因此研究者在進行研究前查閱了相關文獻，文獻指出原住民學童與漢族學童之間存在的學習落差為，學校學習方式與原住民學童之文化不同，教室中以漢文化為主流的教與學模式，營造之學習氣氛，以及學習活動中同儕的互動模式，皆與原住民文化有所差異，使得原住民學童不熱衷參與教學活動，並對同儕、教師、學校感到疏離。以排灣族為例，排灣族「部落文化」的生活模式，部落裡有階級之分，部落裡的生活倫理有其一定的秩序，如排灣族沒有過年的習俗，但是有五年祭以及豐年祭，而在使用的課程中還是以平地

²⁶ 國立屏東大學科普傳播學系數理教育研究所研究生，通訊作者 E-mail: swda7749508@gmail.com。

²⁷ 國立屏東大學科普傳播學系數理教育研究所教授。

過年等作為情境佈題。徐偉民（2009）指出，學校的知識學習與生活經驗無法連結情況下，原住民學童往往造成學習成效低落、學習落差大等現象。有鑒於此，進行研究設計時，為了引導原住民學童熱衷參與教學活動，在教學策略上採融入原住民文化情境的方式，並透過新的資訊科技媒體並配合電子書輔具進行數位學習，達到提升原住民學童科學學習成效與科學學習興趣的目的。

研究採國小五年級以自然與生活科技領域的簡單機械單元為例，內容包括槓桿原理、滑輪與輪軸原理、齒輪間轉動方向與圈數的關係、齒輪與鍊條組合轉動方向與圈數的關係、流體能傳送動力等，以 ADDIE 模式設計發展成科學故事電子書進行教學活動，探討電子書教學與紙本教學的形式對原住民學童在學習成效及學習興趣的表現情形，期望此研究的結果能提供編撰國小教材時的參考。並讓原住民學童透過科學電子書學習的歷程，瞭解本身族群的文化，建構自己的科學知識，培養主動探索與問題解決之能力，達成資訊科技教育欲培養學生具有的科技素養。

二、研究目的

由於以往教室中以漢文化為主流的教與學模式，營造之學習氣氛，皆與原住民文化有所差異，使得原住民學童不熱衷參與教學活動，希望藉由 ADDIE 模式設計發展成科學故事電子書進行教學活動，配合九年一貫課程綱要「自然與生活科技」學習領域的簡單機械單元為例，內容包括槓桿原理、滑輪與輪軸原理、齒輪間轉動方向與圈數的關係、齒輪與鍊條組合轉動方向與圈數的關係、流體能傳送動力等，教學設計上採融入原住民文化情境的方式，使原住民學童學習科學的方式不再枯燥無味，可增強原住民學童將科學知識與文化連結的機會，並提出建議。

據此，本研究的主要目的如下：

- (一)、 原住民國小學童以科學故事電子書與紙本教學後，科學學習成效與科學學習興趣的表現情形如何？
- (二)、 原住民國小學童以電子書教學與紙本教學，晤談教學後的原住民學童在學習態度、氣氛、困難、投入、參與五個面向上的表現情形如何？

貳、文獻探討

一、ADDIE 系統化教學設計模式統整課程

資訊科技的快速發展下，使得位於都市學童在生活中所接觸到的知識是多元、多樣、複雜的，相較之下位於偏鄉國小的原住民學童接觸到資訊科技資源的機會較少。因此，本研究期盼藉由新的資訊科技媒體搭配電子書輔具讓原住民學童進行數位學習，並將課程內容以 ADDIE 系統化教學的模式進行課程設計，把自然與生活科技領域的簡單機械課程與原住民科學智慧作橫向的整合，使原住民學生學到的不再單是課本中的知識，而是與自身族群文化上相關的知識與生活經驗。

(一)、ADDIE 教學設計模式

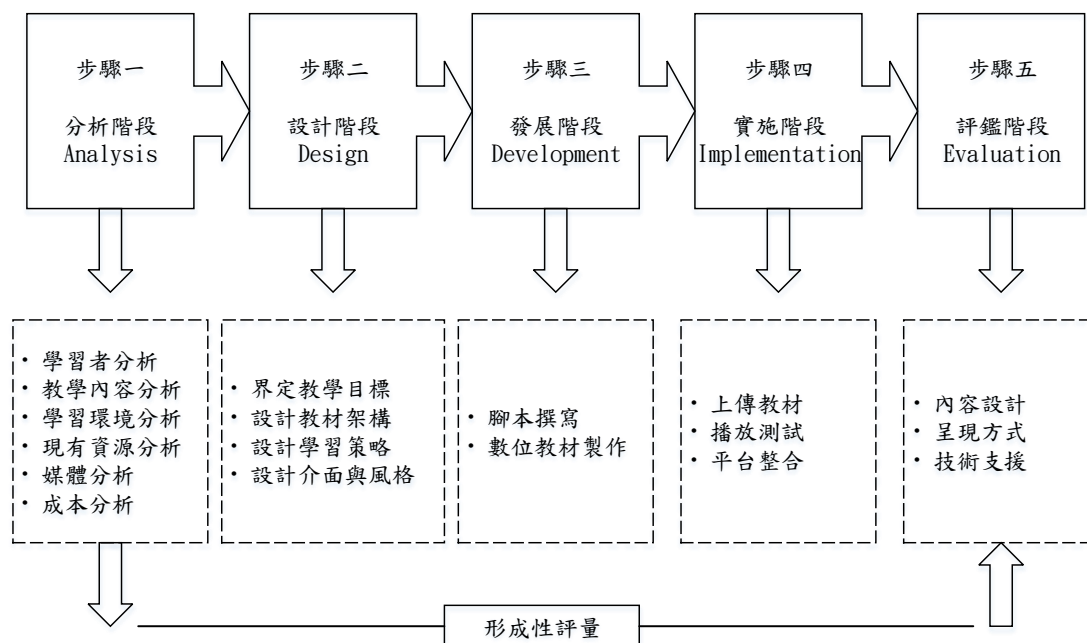
為了課程設計能符合研究對象自身族群文化上相關的知識與生活經驗，研究者蒐集 ADDIE 模式相關文獻，其主要包含五個步驟，分別為分析階段（Analysis）、設計階段（Design）、發展階段（Development）、實施階段（Implement）和評鑑階段（Evaluate）五個步驟：

課程設計與實施依循圖 1 所述五種步驟進行：

1. **分析：**經由田野調查、訪談、資料檢索後，確認出學習者自身族群文化上有哪些與簡單機械單元相關的知識與生活經驗，並進行簡單機械單元前測分析學習者在該單元中具有哪些先備知識，而後統整前測資料與學習者族群文化中有關簡單機械單元的知識與生活經驗進行分析，調整單元內容該如何執行。

2. **設計**：分析簡單機械單元後界定學習目標為槓桿原理、滑輪與輪軸原理、齒輪間轉動方向與圈數的關係、齒輪與鍊條組合轉動方向與圈數的關係、流體能傳送動力等，設計教材以學習者文化進行動畫設計，動畫內容結合簡單機械單元引起動機，設計學習策略採電子書軟體進行設計教學內容與學習內容搭配電子書輔具進行教與學及評量，設計介面與風格結合學習者文化中常見的情境進行設計。
3. **發展**：在教案進行方式擬定後，著手進行故事腳本編撰、動畫設計、電子書編輯含評量功能，依據教案流程發展教學與課程教材，即為發展多媒體元素的歷程。
4. **實施**：正式施測前尋找多名原住民學童進行測試，驗證所設計教材是否有缺失或不足，使正式教學實施時效果可更加完善，也降低教學的缺失，一方面也可同步測試實施地點場域的功能性，能否讓電子書上傳、動畫播放、平台前後管理運作正常。經過測試與改進之後，即可展開正式的實驗了，依據所設計的活動來實施。
5. **評鑑**：整個教與學課程實施中與後的結果都需要透過評量加以評鑑，本研究將評鑑方式分為二個階段，形成性評鑑：可測各階段平時成效，總結性評鑑：可針對整個教學結束後做最終評量，若只實施總結性評量的話，就無法觀察到各階段平時成效。

圖 1
ADDIE 模式



資料來源：出自沈中偉，2005

ADDIE 教學設計模式，它是以學生為主、教師為輔的概念，依據分析學習者需求問題與先備知識，進行教案教材設計的系統化流程，最終可設計出符合學習者需求的適性化教材。

(二)、數位學習電腦輔助教學角色與種類

教學隨著電腦普及化後應用層面上產生巨大變革並將不同教學腳色區分為教師工具及學習者 (Taylor, 1980)。一般的電腦輔助教學只是將教學內容設定在電腦多媒體軟硬體中設計後引起學生興趣的教材並檢驗學生學習狀況，教育部好學專輯中不同主題的電腦輔助教學課程即為一例。如專輯六的美妍系列對於皮膚的認識 皮膚保健彩妝等學習，同時搭配測驗檢驗學習成效，這種為電腦輔助教學典型教師腳色 (教育部電子計算中心，1995)。此外，教育部主編電腦輔助教學課程軟體發展手冊除了介紹電腦輔助教學種類，也更詳細介紹如何設計各類型電腦輔助教學。(徐加玲，1997)。有鑒於此本研究期望設計出自學的電子書並以下 5 種不同類型的電腦輔助教學綜合後，以哈瑪星科技公司出品的 SM 電子書軟體進行實驗以達到 5 種教學的效

果以下分述不同教學的模式說明：

1. 家教式：主要提供教材。
2. 練習式：電子書中會提供學生練習機會。
3. 模擬式：電子書提供一個低危險的低成本短期間時間的學習情境例如模擬化學實驗模擬飛機駕駛 模擬生物成長階段等學生可以親自操作演練，藉由電腦給予結果修正，並減少實際情境減低危險性增加學生自信心。
4. 遊戲式：以遊戲方式引發學生學習動機，引導學生學習。遊戲劇情複雜 難度高越能引起學生動機。
5. 測驗式：主要藉由測驗了解學生學習成效，電子書每到一個階段會出題檢驗學生答案，對或錯都會給予回饋增加學生自信心。

(三)、原住民的科學學習

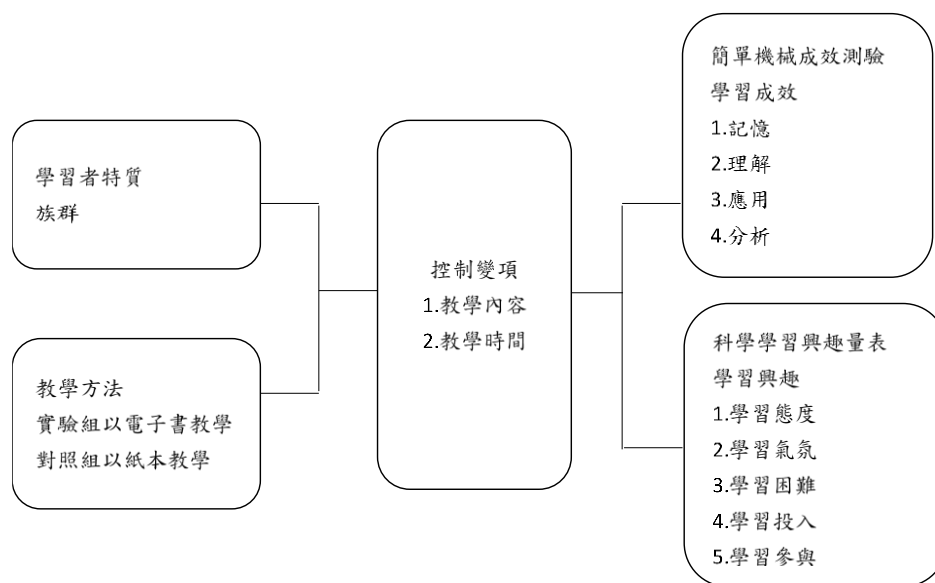
國內原住民學生科學學習的相關研究，有些關注原漢學生之間科學學習動機、科學學習興趣之間的差異，或是就讀於不同就學區域與居住形態對科學學習的影響，有些則是運用某教學策略來提升原住民的科學學習。如以地方本位課程來提升原住民學生的科學學習（林麗君，2006；陳吉文 2008，曾亮榮 2006）；運用文化取向的科學圖畫書進行教學（潘于君，2006；蕭麗滿，2007）；將原住民文化（陳靜光，2005；黃淑容，2004）或其世界觀（謝易成 2005）融入課程中，藉以提升原住民學生科學成就、學習興趣，甚至是自我認同。上述教學策略皆搭起了學生文化、生活經驗與科學概念之間的橋樑。故可由原住民學生的文化與主流族群學生的文化之間的差異，著手改善原住民的科學學習，而非簡化、省略教學內容。科學學習可從生活經驗的學習開始，藉由生活經驗跨越科學領域與日常生活經驗之間的鴻溝，才能獲得有意義的學習（傅麗玉，1999）。

參、研究方法

一、研究題材及對象的選取

圖2

研究架構



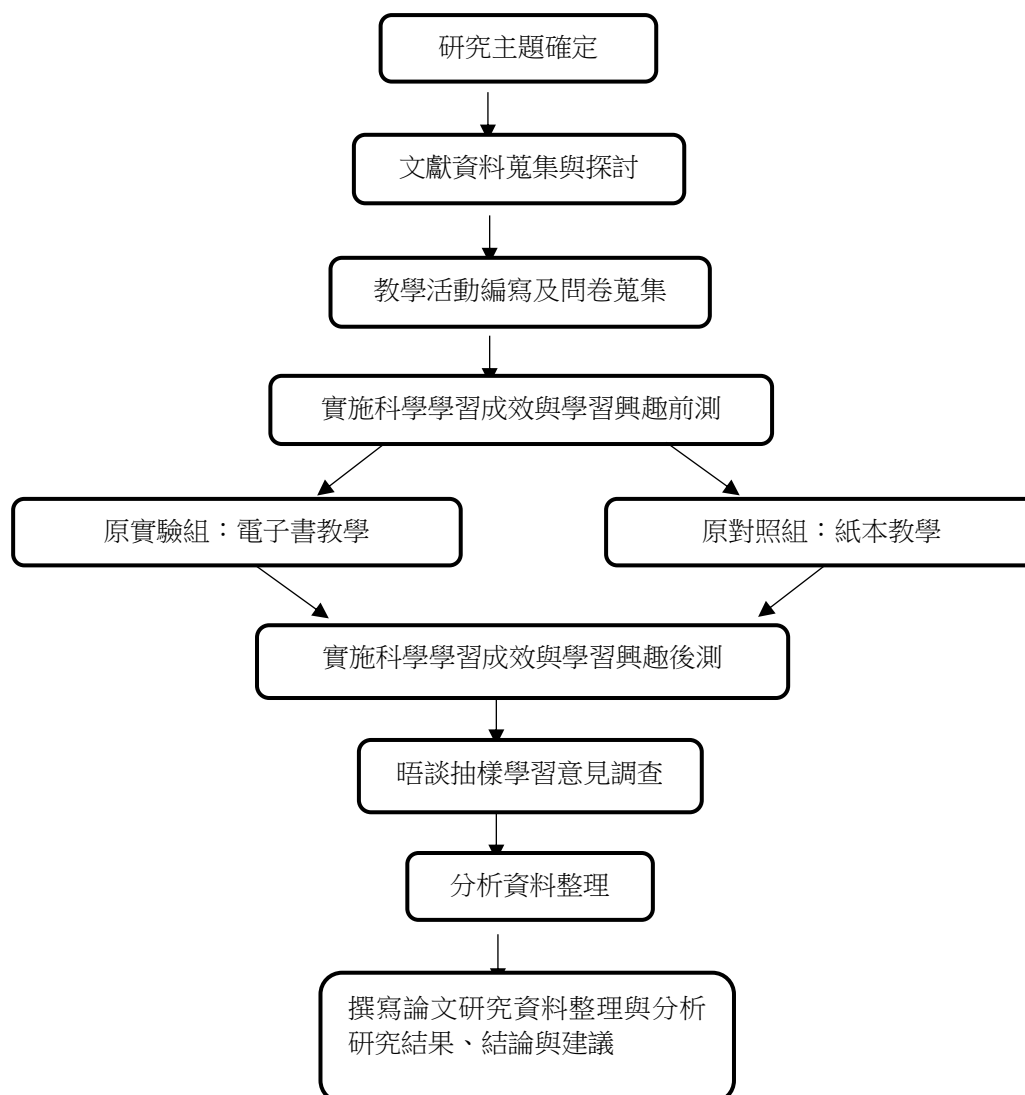
本研究主要在探討國小五年級原住民學童接受科學故事電子書教學後，在科學學習成效及興趣的表現情形。此電子書課程主要以：簡單機械—槓桿原理、滑輪與輪軸原理、齒輪間轉動方向與圈數的關係、齒輪與鍊條組合轉動方向與圈數的關係、流體能傳送動力等。研究採取準

實驗設計，教學對象是屏東縣某 2 所原住民偏鄉國小五年級，其中 1 所原住民國小一班為實驗組，另 1 所原住民國小一班為對照組。實驗組接受認識簡單機械電子書教學，而對照組採紙本教學。目的是探討不同教學法是否影響原住民學生對認識簡單機械的科學學習成效及興趣。在進行教學實驗前，先進行學習前成效測驗，以此前測作為共變項，之後以相同單元進行教學。教學後，對實驗組與對照組實施學習後科學學習成效測驗及學習興趣量表，並對實驗組進行教學後的學習晤談意見調查，本研究中之研究架構，如圖 2 所示。

二、研究方法及程序

圖 3

研究流程圖



（一）前測階段：

實施時間為一節課四十分鐘，實驗組與對照組兩組學生在實驗教學開始前，各別接受簡單機械科學學習成效測驗與學習興趣前測。再依據前測成績做為與實驗教學後測驗的結果之比較，實驗組學生接受電子書進行教學，與對照組接受紙本教學後，其簡單機械科學學習成效與學習興趣各別前後測的差異情形，分析學生在接受科學故事電子書教學後在科學學習成效與學習興趣的改變。

（二）教學實驗階段：

本實驗教學是利用彈性課程時間進行教學，每週 1 節課，為期 4 週，共計 4 節課的實

驗教學，實驗組與對照組皆由研究者本人擔任教學者的工作。

（三）後測階段：

實施時間為一節課四十分鐘，教學活動結束後，全部學生在接受簡單機械科學學習成效測驗與學習興趣後測。以瞭解在不同的教學方法下，不同族群的學生在科學學習成效與學習興趣各別前後測的差異情形。實驗教學結束後的一週內，針對實驗組不同族群之學生，輔以半結構式晤談以瞭解接受電子書教學模式的看法。

（四）資料整理與分析：

整理、分析研究者所蒐集獲得的相關資料，提出結論與建議，並根據研究結果撰寫論文。研究流程，如圖 3 所示。

三、教學活動設計與實施

茲將本教學活動之活動規劃、實施時間、單元教活動設計與活動的進行分別說明如表1下：

表1

原住民學童實驗組及對照組電子書教學過程表

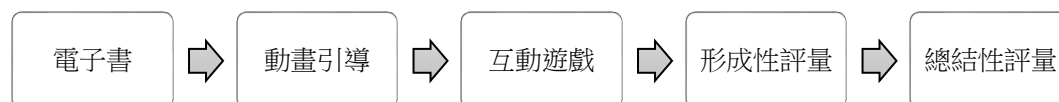
組別	節數	對象	教學內容
實驗組 C1	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：槓桿原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：第一類槓桿、第二類槓桿、第三槓桿
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：滑輪原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：定滑輪、動滑輪、滑輪組
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：輪軸原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：輪 軸
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：齒輪原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：齒輪傳送動力、轉動圈數、方向、液體和氣體 傳送動力
對照組 C2	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：槓桿原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：第一類槓桿、第二類槓桿、第三槓桿
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：滑輪原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：定滑輪、動滑輪、滑輪組
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：輪軸原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：輪 軸
	1(40 分)	原住民 5 年級	1.名稱：齒輪原理 2.適合年齡：五年級上學期 3.概念：齒輪傳送動力、轉動圈數、方向、液體和氣體 傳送動力

四、單元教學活動設計與活動的進行

在實驗組教學流程為電子書為主，教師為輔進行教學。流程如下圖 4。一開始請學生開啟電子書，在電子書的內容裡面，使用影片的方式引導學生進入課程內容，影片結束後，帶入互動遊戲與一開始的影片內容主角呼應，加深學生的學習印象，在學習的過程中會使用電子書內的測驗題當作形成性評量，來了解學生對簡單機械每個單元的程度。在課程的最後會使用總結性評量「簡單機械學習成效測驗試題」來測驗學生對這個主題單元的熟悉度，並讓教師了解教

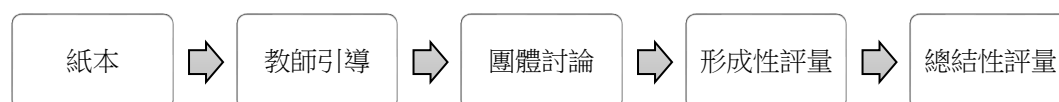
材對學生的幫助。可以透過實驗組的教學方式來了解學生的反應。

圖 4
實驗組教學流程圖



在對照組的教學流程為教師為主，紙本為輔進行教學。流程如下圖 5。一開始教師講解課程內容並請學生閱讀紙本，透過紙本的內容，藉由教師的引導搭配使用紙本的方式帶領學生進入課程內容。在閱讀紙本後，請學生參與團體討論，加深學生的學習印象。在學習的過程中會使用學習單做為對照組的形成性評量，來了解學生對簡單機械每個單元的程度。在教學的最後使用總結性評量為「簡單機械學習成效測驗試題」來測驗學生對這個單元的熟悉度，並讓教師了解紙本教材對學生的幫助。可以透過對照組的教學方式來了解學生的反應。

圖 5
對照組教學流程圖



五、資料分析

(一) 原住民學童以科學故事電子書與紙本教學後，科學學習成效與科學學習興趣的表現情形如何？

1. 簡單機械學習成效成對樣本 t 檢定

簡單機械學習成效測驗試題共有 23 題，回答正確者給 1 分，回答錯誤者給 0 分。實驗組與對照組的前測與後測描述統計摘要如表 2 所示。得知，實驗組學生在簡單機械學習成效測驗前測得分平均數高於對照組 ($7.65 > 6.56$)；在教學後，實驗組與對照組在簡單機械學習成效測驗後測得分平均數皆高於前測平均數，顯示此兩組學童皆有進步，實驗組進步 5.23 分，對照組進步 0.16 分，學生在接受簡單機械教學活動前後研究者為進一步了解，是否呈現顯著成效，因此分別對接受電子書教學的實驗組，與接受紙本教學之對照組，兩組學生的學習成效測驗結果，以成對樣本 t 檢定進行分析。

表 2
簡單機械學習成效測驗前、後測描述性統計摘要表

	組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
實驗組	前測	17	7.65	1.99	.48
	後測	17	12.88	2.31	.56
對照組	前測	18	6.56	2.14	.50
	後測	18	6.72	1.87	.44

(1) 實驗組成對樣本 t 檢定

表 3 顯示，接受電子書教學的實驗組之「簡單機械學習成效測驗」前後測的成對樣本 t 檢定中， $t = 8.76$ ，顯著性 $p = .000 < .05$ ，考驗結果達到顯著水準，學生的前後測成績有顯著的進步。可見，透過簡單機械教學活動，對實驗組學生的學習成效，具有正面且顯著的影響。

表 3

實驗組成對樣本 t 檢定分析表

組別	平均數	標準差	平均數的 標準誤	t	自由度 (df)	顯著性 (雙尾)
後測 – 前測	5.23	2.46	.59	8.76	16	.000**

* $p < .05$; ** $p < .01$

(2) 對照組成對樣本 t 檢定

表 4 顯示，接受紙本教學的對照組之「簡單機械學習成效測驗」前後測的成對樣本 t 檢定中， $t = 2.94$ ，顯著性 $p = .77 < .05$ ，考驗結果未達到顯著水準，學生的前後測成績沒有顯著的進步。可見透過簡單機械教學活動，對對照組學生的學習成效，沒有正面且顯著的影響。

表 4

對照組成對樣本 t 檢定分析表

組別	平均數	標準差	平均數的 標準誤	t	自由度 (df)	顯著性 (雙尾)
後測 – 前測	.16	2.40	.56	.294	17	.77

* $p < .05$; ** $p < .01$

(二) 原住民學童以電子書教學與紙本教學，晤談教學後的原住民學童在學習態度、氣氛、困難、投入、參與五個面向上的表現情形如何？

表 5 顯示經由單因子變異數分析可得知，原住民國小學童的學習興趣在不同的向度上會因為不同的教學方法而有顯著差異，態度向度 ($F = 2.85$, $p > .05$)；氣氛向度 ($F = 8.81$, $p < .05$)；困難向度 ($F = 13.68$, $p < .05$)；投入向度 ($F = 11.43$, $p < .05$)；參與向度 ($F = 10.71$, $p < .05$)。

表 5

教學後學習動機分量表（態度、氣氛、困難、投入、參與）之變異數分析摘要表

變異來源		型 III 平方和 (SS)	自由度 (df)	平均平方和 (MS)	F 檢定 (F)	顯著性 (Sig)
態度	組間	7.852	1	7.85	2.85	.597
	組內	910.71	33	27.59		
	總和	27525.00	35			
氣氛	組間	148.00	1	148.00	8.81	.006**
	組內	553.88	33	16.78		
	總和	28030.00	35			
困難	組間	231.61	1	231.61	13.68	.001**
	組內	558.382	33	16.92		
	總和	30225.00	35			
投入	組間	143.79	1	143.79	11.43	.002*
	組內	414.94	33	12.57		
	總和	31879.00	35			
參與	組間	150.12	1	150.12	10.71	.003*
	組內	462.56	33	14.01		
	總和	26999.00	35			

肆、結論與建議

一、原住民學生在電子書教學與紙本教學下，其學習成效測驗上的表現差異

(一) 原住民學生在電子書教學或是紙本教學下，學生在簡單機械成效的表現皆有進步，且達顯著差異。

(二) 原住民學生在簡單機械成效測驗上，電子書教學優於紙本教學，且達顯著差異。

二、原住民學生在電子書教學與紙本教學下，學生其學習興趣量表上表現的差異

(一) 原住民學生在不同教學法下學習興趣上的表現有顯著差異，在電子書教學表現上優於紙本教學。

三、建議

本研究針對原住民國小五年級學生作比較分析與探討，後續研究者可深入調查兩性使用者在學習教材的視覺差異感受，以瞭解不同族群於視覺的認知有何不同。建議教材設計者進行介面設計時，應避免一味追求視覺美觀，忽略操作難易度、流暢與否，實際瞭解使用者背景與使用者需求，顧及介面優使性，才能幫助使用者在操作上發揮最大效益。

學習成效問卷和興趣量表雖經過信效度檢測，但也只是大致準確結果，未來可對研究工具、問卷量表作改進，使成果更函完備。發現學生常會因電子書中的動畫影片、聲音效果而迷失學習的目標，所以老師在實施教學時，應時時留意，增加師生間的互動及學生彼此的分享與討論，讓學生能把注意力的重點放在課程內容，而不是影音動畫的聲光效果而已。

實驗結果發現，學生對於不同視覺風格的角色接受度廣泛，只要角色與介面整體風格一致，學生都會覺得新鮮而受到吸引的。若於電子書中加入設置後台監看系統，以了解學生學習及作答情形可提供教師掌握學生學習進度，此外在本研究電子書教學雖具教學成效，但若在軟硬體設備與教材內容仍未周全下推廣不易。

參考文獻

- 徐加玲、張雅芳 (2003)。媒體教材之特質與學生學習動機關係之探討。*教育研究月刊*，16，64-76。
- 林麗君 (2006)。地方本位教育課程設計之探討-以泰雅民族植物為例 (未出版碩士論文)。國立花蓮教育大學，花蓮縣。
- 陳吉文 (2008)。地方本位科學課程對國小學童科學學習成就與地方感之影響 (未出版碩士論文)。國立花蓮教育大學，花蓮縣。
- 曾亮榮 (2006)。從地方本位課程探究國小原住民學童自然科學學習之研究 (未出版碩士論文)。國立花蓮教育大學，花蓮縣。
- 潘于君 (2006)。原住民兒童力與運動之文化取向科學圖畫書教學實驗研究 (未出版碩士論文)。國立屏東科技大學，屏東。
- 蕭麗滿 (2007)。原住民兒童生物特性與生長之文化取向科學圖畫書教學實驗研究 (未出版碩士論文)。國立屏東科技大學，屏東。
- 陳靜光 (2005)。從阿美族文化探討阿美族學童「時間的測量」概念之研究 (未出版碩士論文)。國立花蓮教育大學，花蓮縣。
- 謝易成 (2005)。從世界觀探討國小布農族學童之科學學習-以「製作樂器」單元為例 (未出版碩士論文)。國立花蓮教育大學，花蓮。
- 傅麗玉 (1999)。從世界觀探討臺灣原住民中小學科學教育。*科學教育學刊*，7 (1)，71-90。
- 徐偉民、楊雅竹 (2009)。影響原住民學生數學學習的因素:從屏東縣部落小學的教學行動來看。*台中教育大學*，23 (1)，129-152。
- 沈中偉 (1995)。多媒體電腦輔助教學的學習理論基礎研究。*視聽教育雙月刊*，36 (2)，12-25。

Tuttee, Taylaor, R.P. (Ed.), 1980, 129-135, Teacher College Press.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.): Cambridge University Press

Maynard, S., & Cheyne, E. (2005). Can electronic textbooks help children to learn *Electronic Library*,

- 23(1), 103-115.doi: 10.1108/02640470510 582781
- Mayer, R. E. (2005).Introduction to multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 1–16).Cambridge: University Press.
- Moyer, P.S., Niezgoda, D., & Stanley, J. (2005).Young children's use of virtual manipulatives and other forms of mathematical representations. In W. J. Masalski & P.C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments(Sixty-seven yearbook)*.Reston, VA: NCTM.
- Nethan Kintsch Young (1992) *Cognition and Instruction*, 9(4), 329-389

附錄一 簡單機械成效測驗

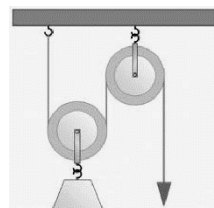
五年 ____ 班 座號： ____ 姓名： ____

一、是非題：每題 3 分

01. () 在輪軸中，半徑較大的就稱為輪，半徑較小的就稱為軸。
02. () 在操作滑輪的實驗時，用手去拉彈簧秤，應注意保持水平。
03. () 只要是運用槓桿原理的工具，都包含了支點、施力點和抗力點。
04. () 鑷子是應用槓桿原理的工具。
05. () 清潔人員使用長夾子來撿垃圾，此工具的支點位在施力點和抗力點中間，因此使用起來較省力。
06. () 使用滑輪時，滑輪的位置會隨著物品移動的，稱為動滑輪。
07. () 滑輪的外形是輪子，但實際上是槓桿原理的應用。
08. () 螺絲起子是應用輪軸原理的工具，手握在小圓輪（軸）上施力會比較省力。
09. () 利用皮帶和皮帶輪來傳遞動力時，兩個輪子的轉動方向可能相同，也可能相反。
10. () 修正帶是利用槓桿原理來傳送修正帶的。
11. () 使用大、小齒輪的組合時，小齒輪轉一圈，大齒輪也一定會轉一圈。
12. () 將一端連接塑膠管的注射筒吸入半筒水，塑膠管另一端連接另一個活塞壓到底的注射筒上。當壓下裝水注射筒的活塞時，會發現另一支注射筒的活塞會向外移動。

二、選擇題：每題 3 分

01. () 進行槓桿實驗時，當抗力點位於支點和施力點之間時，這個槓桿一定會？ (1) 省力 (2) 省時 (3) 不省時也不費時 (4) 以上皆非。
02. () 下列哪一種利用槓桿原理的工具和大型釘書機一樣，都是施力臂比抗力臂長？ (1) 菜刀 (2) 指甲剪 (3) 削鉛筆機 (4) 水龍頭。
03. () 把棍子橫放在椅背上，在棍子的左端掛水桶，右端用手向下壓，若將水桶漸漸向木棍外側移動，手壓的力量會怎樣變化？ (1) 越來越小 (2) 沒有變化 (3) 無法預測 (4) 越來越大。
04. () 抗力臂是指哪兩點之間的距離？ (1) 施力點到支點 (2) 抗力點到支點 (3) 施力點到抗力點 (4) 施力點到抗力點的中間。
05. () 下列哪些是應用槓桿原理的工具？ (1) 用裁紙刀裁紙 (2) 用開瓶器打開瓶蓋 (3) 用老虎鉗夾斷鐵絲 (4) 以上皆是。
06. () 下列哪種槓桿工具的施力點在中間，使用時雖然費力，但是卻方便工作呢？ (1) 開瓶器 (2) 麵包夾 (3) 尖嘴鉗 (4) 拔釘器。
07. () 如果想要讓物體移動的方向和施力方向不同，應該選用下列哪一種滑輪？ (1) 定滑輪 (2) 動滑輪 (3) 定滑輪和動滑輪兩種都可以 (4) 定滑輪和動滑輪兩種都不行。
08. () 如果想要達到省力的效果，應該選用下列哪一種滑輪？ (1) 定滑輪 (2) 動滑輪 (3) 定滑輪和動滑輪兩種都可以 (4) 定滑輪和動滑輪兩種都不行。
09. () 關於右圖中的滑輪組合，哪一項敘述是正確的？
(1) 滑輪組中，用到兩個動滑輪
(2) 這個滑輪組可以同時達到省力並且改變施力效果
(3) 向下拉動繩子時，物體也會向下移動

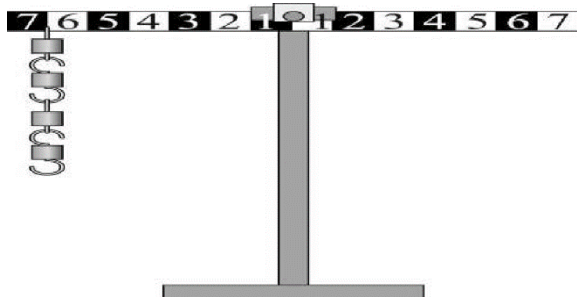


(1) 滑輪
力方向的

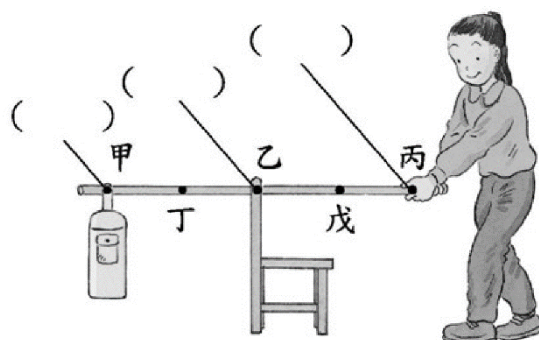
- (4) 施力的方向和物體移動的方向相同。
10. () 如果分別有兩個大小都相同的齒輪、皮帶輪和鏈輪，下列關於它們的敘述，哪一項是正確的？ (1) 兩個齒輪互相咬合，齒輪的轉向一定相反 (2) 兩個皮帶輪的組合，輪子的轉向一定相反 (3) 兩個鏈輪的組合，輪子的轉向一定相反 (4) 以上三個敘述都正確。
 11. () 兩個齒互相咬合且一起轉動的齒輪，其中一個順時針轉動，另一個會如何轉動？ (1) 順時針轉動 (2) 逆時針轉動 (3) 不會轉動 (4) 隨便轉動。
 12. () 機車是靠什麼裝置將引擎的動力傳送到車輪使機車移動的呢？ (1) 齒輪 (2) 槓桿 (3) 皮帶 (4) 輪軸。
 13. () 利用注射筒、塑膠管和水來製作驚奇箱，在下列哪一種情形下，驚奇箱中的小玩偶會降下去？ (1) 壓下另一端的活塞 (2) 拉出另一端的活塞 (3) 抬高另一端的注射筒 (4) 降低另一端的注射筒。
 14. () 下列哪一個工具是靠水來傳送動力的呢？ (1) 風車 (2) 馬達 (3) 水車 (4) 引擎。
 15. () 下列哪些物質可以用來傳送動力？ (1) 齒輪 (2) 鏈條 (3) 水 (4) 以上皆是。
 16. () 喇叭鎖是應用哪一項簡單機械的原理？ (1) 滑輪原理 (2) 齒輪原理 (3) 輪軸原理 (4) 槓桿原理。
 17. () 使用動滑輪時，測量到的力是哪些東西的重量？ (1) 物品的重量 (2) 動滑輪的重量 (3) 物品重量加上動滑輪一半的重量 (4) 整組工具的重量。

三、回答問題：(第 1、2 題每格 2 分 第 3 題每小格 3 分)

1. 下圖為槓桿實驗器，請回答以下問題：若每一個砝碼為 10 公克



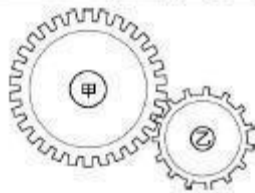
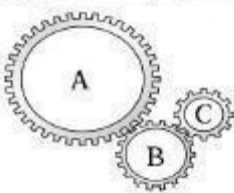
- (1) 如上圖，左邊 6 的位置掛 4 個砝碼，則右邊 3 的位置應掛 () 公克的砝碼，兩邊才能達到平衡。
 - (2) 如上圖，左邊 6 的位置掛 4 個砝碼，則右邊 2 的位置掛 6 個砝碼再加上右邊 4 的位置掛 () 個砝碼，兩邊才能達到平衡。
2. 請看圖回答問題。
- (1) 下圖中甲、乙、丙各點分別代表什麼？請將正確答案填入 () 內。



(2) 上圖是利用 () 原理的施力方式。

(3) 若書包的位置不變，當施力的位置由丙移到戊時，會越省力還是越費力？ ()

3. 依照下列不同的齒輪裝置，回答問題。(每小題 3 分)

 齒輪齒數 甲：30 乙：15	 齒輪齒數 A：36 B：18 C：12
(1) 甲齒輪轉 1 圈， 乙齒輪轉 () 圈。	(2) C 齒輪往逆時針轉， A 齒輪往 () 轉。

附錄二 科學學習興趣分量表

分量表	題數	分量表內容敘述
(1) 對科學的態度：	6 題	學生對與科學相關的人、事、物，所反應出偏好、喜歡與否的傾向。
03、我覺得自然課做活動很浪費時間，老師應該直接告訴我們答案就可以了。		
04、如果沒有自然課，我在學校將會更快樂。		
08、上自然課經常使我感到厭煩。		
18、我覺得自然課並不重要。		
24、上自然課做活動，我覺得很有趣。		
26、如果我將來當老師，我最希望教自然科。		
(2) 學習氣氛：	5 題	學生對於課室學習的喜好程度。
01、我覺得上自然課時很有趣。		
07、上自然課時，我不快樂。		
11、我喜歡上自然課。		
19、我喜歡自然課的學習活動。		
20、我不喜歡上自然課。		
(3) 學習困難：	5題	學生對於課程學習的困難程度。
02、學校的自然課很難。		
05、我知道如何完成自然課的習作作業。		
06、我都能學會自然課的上課內容。		
09、我無法學會自然課的上課內容。		
17、我認為要學會自然課的內容並不難。		
(4) 學習投入：	5 題	學生對學習活動專注的情形與投入的程度。
10、上自然課時，我認真的參與學習活動。		
12、上自然課時，我常分心或做一些與自然課無關的事。		
13、上自然課時，我常覺得無聊，希望趕快下課。		
21、上自然課時，我會用心的學習。		
23、自然老師上課時，我都能專心聽講。		
(5) 學習參與：	5 題	學生主動參與而非被動聆聽。
14、上自然課時，幾乎都是老師講解，我很少發問或回答問題。		
15、上自然課時，我有問題會提出來向老師請教。		
16、上自然課時，老師大都在講解，很少傾聽我想法。		
22、上自然課時，我會提出自己的意見參與討論。		
25、上自然課時，我有機會進行討論。		

附錄三 國小自然與生活科技領域學習

動機與興趣問卷

國小自然與生活科技領域學習興趣問卷

親愛的小朋友：

大家好！這份問卷主要目的在了解小朋友學習「自然與生活科技領域」的一些想法，這並不是「考試」也不是「測驗」，因此並沒有標準答案，結果也不會公開，更不會影響您的成績，您可以放心的作答。所以，老師希望您可以細心、耐心的作答，將你的想法誠實的寫出來。最後，非常感謝你的作答！

敬祝

健康、快樂

國立屏東大學科普傳播學系暨數理教育研究所

指導教授：高慧蓮 博士

研究生：邱宇桐 敬上

中華民國 104 年 5 月

壹、基本資料

一、學校名稱：【 】國小

二、班級：【 】年【 】班

三、座號：【 】號

四、姓名：【 】

五、性別：☐男 ☐女

貳、填答範例與說明

	完全不同意	不同意	部分同意	同意	非常同意
例子：在學校的所有課程中，我最喜歡的是數學課。					
【選項說明】 實際上，我 非常討厭 上數學課，我「完全不同意」這句話。我 討厭 上數學課，因此我「不同意」這句話。我 不喜歡也不討厭 上數學課，我「部分同意」這句話。我 喜歡 上數學課，我「同意」這句話。我 非常喜歡 上數學課，我「非常同意」這句	☐	☐	☐	☐	☐

題號	完全不同意	不同意	部分同意	同意	非常同意
01、我覺得上自然課時很有趣。	☐	☐	☐	☐	☐
02、學校的自然課很難。	☐	☐	☐	☐	☐
03、我覺得自然課做活動很浪費時間，老師應該直接告訴我們答案。	☐	☐	☐	☐	☐
04、如果沒有自然課，我在學校將會更快樂。	☐	☐	☐	☐	☐
05、我知道如何完成自然課的習作作業。	☐	☐	☐	☐	☐
06、我都能學會自然課的上課內容。	☐	☐	☐	☐	☐
07、上自然課時，我不快樂。	☐	☐	☐	☐	☐
08、上自然課經常使我感到厭煩。	☐	☐	☐	☐	☐
09、我無法學會自然課的上課內容。	☐	☐	☐	☐	☐
10、上自然課時，我認真的參與學習活動。	☐	☐	☐	☐	☐
11、我喜歡上自然課。	☐	☐	☐	☐	☐
12、上自然課時，我常分心或做一些與自然課無關的事。	☐	☐	☐	☐	☐
13、上自然課時，我常覺得無聊，希望趕快下課。	☐	☐	☐	☐	☐
14、上自然課時，幾乎都是老師講解，我很少發問或回答問題。	☐	☐	☐	☐	☐
15、上自然課時，我有問題會提出來向老師請教。	☐	☐	☐	☐	☐
16、上自然課時，老師大都在講解，很少傾聽我想法。	☐	☐	☐	☐	☐
17、我認為要學會自然課的內容並不難。	☐	☐	☐	☐	☐
18、我覺得自然課並不重要。	☐	☐	☐	☐	☐
19、我喜歡自然課的學習活動。	☐	☐	☐	☐	☐
20、我不喜歡上自然課。	☐	☐	☐	☐	☐
21、上自然課時，我會用心的學習。	☐	☐	☐	☐	☐
22、上自然課時，我會提出自己的意見參與討論。	☐	☐	☐	☐	☐
23、自然老師上課時，我都能專心聽講。	☐	☐	☐	☐	☐
24、上自然課做活動，我覺得很有趣。	☐	☐	☐	☐	☐
25、上自然課時，我有機會進行討論。	☐	☐	☐	☐	☐
26、如果我將來當老師，我最希望教自然科。	☐	☐	☐	☐	☐

鄒族文化與動手做融入數學教學之設計與實踐

--以國小高年級為例

The Integration of Tsou Tribe Culture and Hands-on Activities in the Process of Designing and Instructing Mathematics

--an Example of Graders 5-6

王騰銘 Teng-Ming Wang¹ 陳彥廷 Yen-Ting Chen² 卓冠維 Kuan-Wei Cho³

摘要 Abstract

本研究旨在將鄒族文化融入數學課程設計，形成一套動手做的數學學習活動，透過此課程活動的實踐，探究高年級鄒族學童在活動中的數學概念理解與情意改變情形。本研究以嘉義縣阿里山鄉某原住民國小高年級 29 位學童為研究對象。課程的實施係為期一天兩階段式的數學學習活動，第一階段為上午的文化融入的數學教學，第二階段為下午的動手做數學闖關活動。研究結果的形成以研究實施過程中的相關資料進行分析。研究資料的蒐集運用前、後測的方式檢驗學生對於數與量、幾何、機率與統計相關數學概念的答題表現與數學學習興趣的變化並透過教學過程及闖關活動的錄影資料進行質性的答題反應觀察回顧。以描述性統計與內容分析法的方式進行前後測的量化分析；從詮釋性研究分析學童在教學與活動實施過程中的學習表現。研究結果顯示：一、對於數學概念的理解，學童在幾何主題產生量與質的改變，但在機率與統計和數與量的主題則較無變化；二、動手做的課程實踐，學童能在幾何主題及機率與統計主題的操作性活動中展現較佳的概念理解；三、學習興趣與態度的變化，沒有顯著差異。鑑於上述研究結果，本研究認為，文化融入結合動手做的數學課程的確可以協助原住民學童釐清數學概念，促進數學學習成效的改變，也間接使學童解瞭解並認同自己的文化，但建議未來可延長課程實施的歷程，期能看見學生情意的改變。

關鍵字：鄒族文化、文化融入、動手做數學課程、原住民數學教育

The thesis aims to investigate the mathematical curriculum design incorporating with indigenous Tsou culture, developing hands-on mathematical learning activity. Through the activity implementation, the research discusses the Tsou graders 5-6 performance of perception and cognitive during the activity. 29 graders 5-6 of a primary school at Mountain Ali township are recruited to participate in the study. Development and practice of curriculum activities: to practice the one-day activity into 2 steps. The first step was the culture integrated curriculum in the morning. The second step was the hands-on scavenger hunt games in the afternoon. Analysis and discussion of the results: to analyze the findings and results of the research data collected from the process. Data collection includes the participants' pre-posttest data of the teaching process and the hands-on activity and the participants' the learning attitude and interest questionnaires; the video record were the participants' learning performance during the teaching, and the hands-on activity. The methodology of data research includes descriptive statistics and content analysis, to analyze the participants' perception, cognitive performance, interest and attitude in learning mathematics before and after the experiment; interpretive analysis, to analyze the participants' performance during the teaching and activities. The research findings showed that: 1. There was a quantitative and qualitative change in participants' comprehension of mathematical concept in geometry after the experiment. However, the change didn't occur in probability and statistics and number and

¹ 臺中市大雅區上楓國民小學教師。

² 國立臺中教育大學數學教育學系副教授。

³ 新竹縣尖石鄉秀巒國小教師/國立彰化師範大學教育研究所博士生，通訊作者，聯絡地址：404 臺中市北區西屯路一段 447 號，聯絡電話：0917-923371，E-mail: m4jwo11@gmail.com。

quantity. 2. During the experiment, the participants comprehension better in the hands-on activities of geometry, probability and statistics. 3. There was no apparent change in the participants' interest and attitude in learning mathematics. Based on the findings, the research shows that the culture integrated curriculum is able to improve student's comprehension and the learning performance in mathematics. The activities indirectly helps students build their cultural identity. It is suggested that the process of the curriculum implementation can be extended, and expected to see the students' cognitive change.

Keywords: Tsou culture 、Cultural integration 、Hands-on Mathematical Curriculum 、Indigenous Mathematical Education.

壹、研究緣起與動機

一、研究緣起

原住民群體擁有的文化背景、生活經驗與現行課本有所衝突，導致學生在學習數學過程中比一般平地的學生更為困難(傅麗玉，1999)。研究者曾聽一位原住民校長提到：「我們原住民的小孩，常常有學習上的困難，尤其是數學。在我們族裡，根本沒有所謂『一百』、『一千』這樣的數，我們的數只到三，三以上就是『很多』、『一千』、『一萬』這樣的數，對我們的小朋友實在不具有任何意義。」(黃志賢、林福來，2006)。戴錦秀與李哲偉(2009)提到，學童對於數學產生排斥的極大原因，在於教學者不了解學童的生活經驗與文化背景，而未能在教學中連結學童的生活情境，導致無法引導學童真正了解數學知識。因此，要提升學童的數學表現，教師就應瞭解當地的文化，基於正確的認知及態度去修改主流文化課程(譚光鼎，1998)。因此，研究者認為實有必需透過親自了解原住民生活環境及文化背景，從學童的生活情境出發，去設計適合他們學習的課程，將其作連結將有助於提昇原住民學童數學學習的成效。老師在教授數學課程時，所用的教學方式貼近動態以及具體操作、教材融合學習者背景文化，可使學習者的學習經驗與生活連結，不僅提高學習者的學習興趣、態度，也可以改善學生學習數學抽象符號系統的困難。

二、研究目的

本研究首先期望藉著對鄒族生活環境的分析，瞭解鄒族的文化，從鄒族的文化：建築、家庭組成、飲食、服飾、居住、工藝...等進而尋找可與數學課程連結的起點，著手設計相關數學活動，期望鄒族的學童能在本研究設計的課程實施中，提升數學學習的興趣，進而提高學習成效。因此本研究將設計前、後測驗試卷、數學學習興趣量表、數學學習態度量表，讓學童在進行一系列文化融入數學課程活動的過程之前、中、後進行書寫，並透過實際觀察、錄音、錄影原住民學童的學習狀況及歷程；本研究分析鄒族部落學童在此過程中有不一樣的表現及改變，據此，羅列本研究之目的如下。

- (一)、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐前的數學學習表現。
- (二)、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐中的數學學習情形。
- (三)、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐後的數學學習改變

貳、文獻探討

由於本研究運用文化融入及動手做的課程模式，來探究鄒族學生的數學學習歷程，因此藉由鄒族文化的探討來了解其數學學習的脈絡與文化的相關性及學童因為文化差異所產生的學習困難。本研究探究鄒族為北鄒，他們就讀於嘉義縣阿里山中小學，因此，以下所介紹的鄒族文化，是以阿里山的北鄒為其內涵。綜合相關文獻(小島由道，1918；王嵩山，2001；汪明輝，1992；余瑞明、彭國棟，2003；李莎莉，1998；林衡立、衛惠林，1952；林曜同，2002；浦忠成，1993；葛新雄，2003；鄭曉鳳，1996)，鄒族的文化可分為神話傳說、社群部落、宗教信

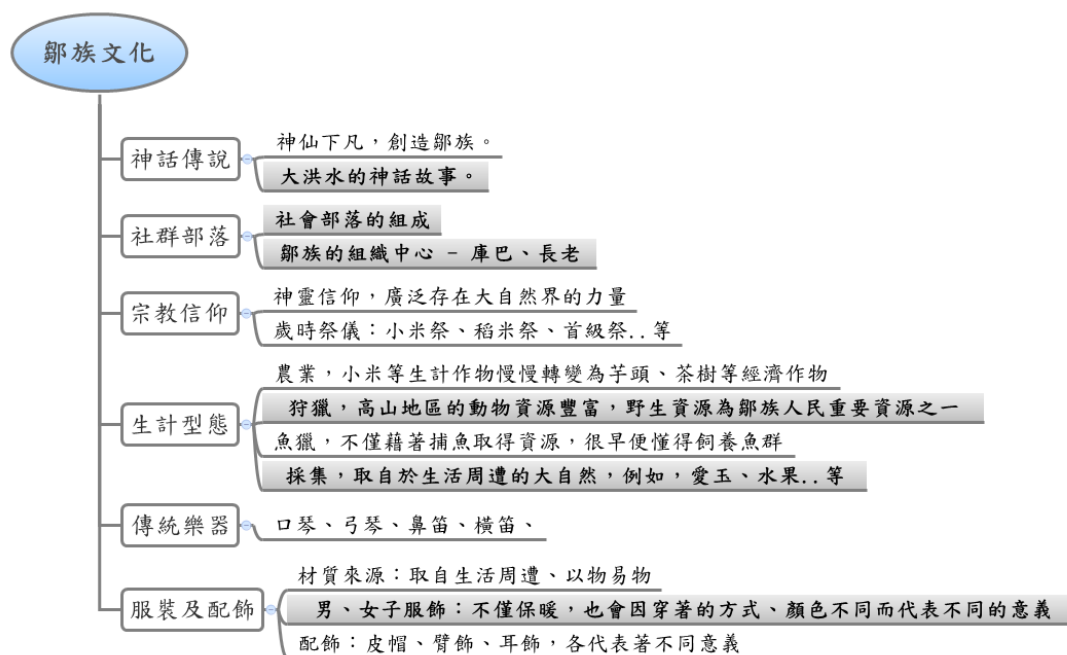
仰...等。

一、鄒族文化脈絡探析

鄒族文化脈絡可分為神話傳說、宗教信仰、社群部落、生計型態、傳統樂器及服裝配飾六大項目如下圖 1。

圖 1

鄒族文化內涵



研究者在鄒族文獻中發現，神話故事-「大洪水的故事」以及傳統建築-「庫巴」為鄒族文化一大特色之一，基於此想法，本研究上半堂課程便以鄒族神話為主軸，其中主角塔妮芙因洪水來襲，必須往山上逃難，逃難過程中需要糧食充飢以及保暖衣物，因此，將小米、羌皮、山豬、愛玉以及一些日常用品設計至文化融入數學課程；而下半堂課程為自編故事-「Voyu 的房子」，因主題以鄒族建築庫巴、父系社會為主，其次以實際建造庫巴為主題，因此，將部落組成、傳統精神建築-庫巴，設計至數學的課程中。

二、文化融入對於數學學習的助益

劉美慧、陳麗華(2000)指出，我國國小課程以文化融合政策為設計的理念，但仍以多數族群的觀點設計主流課程，並希望相對較弱勢的族群接受主流課程，所以現今教材中還是以漢族的角度設計教育課程。但許育典(2002)表示，主流文化為中心的課程設計模式，不僅忽略了弱勢族群的文化與貢獻，也會影響弱勢族群學童對自我文化的瞭解與認同。近年，許多研究證明文化融入數學(Leonard & Dantley, 2005；林美慧，2003；廖偉仁，2010)，的確有助於學童數學學習。Banks(1991, 1994)所主張的四種模式不同之處在於文化融入的多寡及影響到課程的差異性，四種模式由上往下文化融入的程度由少至多，課程結構的差異因文化融入的關係，差異性也越來越多，因而分出四種不同的課程模式，包括貢獻模式、附加模式、轉型模式與社會行動模式。其次，因為數學與文化有關，所以 Bishop(1988)體認到數學教育中無可避免的一定遭遇到文化衝突的問題，這衝突可能來自西方世界中的少數民族或西方世界的殖民地原住民、第二語言的學習者、女性、不同的宗教信仰、社經地位較低階出身的學生。因此他認為處理文化衝突所應採取的策略包括：同化、調適、混合與專用等四種策略。研究者試著將兩位學者的觀點比較其異同性，整理相關內涵如表 1。

表 1

Banks(1991, 1994)與 Bishop(1988)主張對照表

Banks 多元文化融入模式	Bishop 處理文化衝突的策略	課程結構的改變程度
貢獻模式	同化	皆未變更主流課程的基本結構
附加模式		
轉型模式	調適	課程的結構已改變，已影響教育內容
	混合	由自身文化深刻認識的成人，參與學校課程的規劃與教學
社會行動模式	專用	教育社區化，融合社會議題

而本研究利用文化融入數學課程的理念便是利用 Banks(1991, 1994)多元族群課程的附加模式、以及 Bishop(1988)處理文化衝突的策略-同化，因此並未變更主流課程的基本結構，只是利用學童背景文化來達成設計課程的目的並實踐。以下，是本研究所涉及的文化內涵與主流課程的對照表，如下表 2：

表 2

本研究所使用之文化與主流數學課程內容對照表

活動名稱	數學概念	鄒族的文化內涵
塔妮芙家裡淹大水	乘法和除法 體積與容積	神話故事/日常用品
清點用品上山去	統計圖表 長條圖	神話故事/飲食、動物
女人的腿毛	整數的四則運算	神話故事
大鰻魚的肚臍在哪裡	對稱圖形	神話故事
Voyu 的房子	柱體體積	建築-庫巴/體積
	周長和面積	建築-庫巴/正面、側面、背面
	統計圖表	建築-庫巴/柱子

本研究也期望學童能藉由本次課程實踐的機會，減少多數族群造成的主流文化衝突，將其本身的族群文化融入數學學習的經驗，進而內化數學知識到生活中。

Zaslavsky (1988)強調學生應有機會在日常生活中認識數學的適當性，並追求屬於自己民族文化的數學。並指出建立在學生生活經驗上的數學課程對於不想接觸抽象數學的學生而言更容易被接受。Zaslavsky 也提到結合學生生活文化背景於數學課程中的優點有：

- (一)、可以增加少數民族的自信心。
- (二)、日常文化和數學課程結合可以增加學習的興趣。
- (三)、欣賞各種不同的思考方式。

最後 Zaslavsky 提到找到屬於民族自己的文化並且融入數學知識，不僅增加信心學習興趣、他人也能夠從中欣賞不同的思考方式。本研究將站在過去文獻的主張與支持下，將此文化融入數學課程設計，期能促進鄒族學童體會自身文化與數學間的關係，並藉此認同之此，喜愛數學。

三、原住民學童的數學學習迷思

從過去相關文獻可知，原住民在數與量表現普遍不佳，其中一個原因為生活習慣對於數字的需求性不高，又因原住民的語言溝通大部分缺乏文字的紀錄與傳達，所以無法運用文字進行邏輯性的推理，所以當他們遇到比較複雜的問題時，便感到難以處理。也容易忽略文字題中重要關係句的訊息(林逸文，2002)。學童到了高年級之後，對於數字較不靈敏，便不容易了解運算對數字的意義與影響，在發展計算策略與判斷答案合理性的能力上，與漢民族學童之間便有了落差(吳昭毅，2006)。王舒平(2008)、蔡春美(1980)表示，原住民學童在面積的概念、分數的數線、小數的加減、整數四則運算、整數除法容量的計算、時間的計算、立方公尺和立方公分的化聚、體積的計算、公斤和公噸的化聚這些方面的概念都不及非原住民學童。而王俊卿(2010)指出，若能讓學童實際操作，或是加入學習的動機有助於幫助學童培養正確的量感；再者，原住民學童到了高年級之後，出現各種圖形面積的計算問題、抽象的圓周率、對稱圖形的認識，就會發現雖然原住民的生活文化中與幾何圖形息息相關，但學童卻難建立起幾何的概念與這些生活素材的連結(林莠芹、潘宏明，2003)。此外，原住民學童在長條圖中，有部分學生對於統計圖表製作不熟悉，因此，出現了畫圖無法對準、格線不等距、不清楚起點為「0」…等錯誤類型(王舒平，2008)。

上述針對原住民學童在「數與量」、「幾何」、「機率與統計」等主題所產生的迷思概念分析，將作為本研究進行課程設計的參考，以及進行研究結果的對照與比較。上述針對原住民學童在「數與量」、「幾何」、「機率與統計」等主題所產生的迷思概念分析，將作為本研究進行課程設計的參考，以及進行研究結果的對照與比較。

參、研究設計與實施

一、研究方法

研究者針對本研究所提列之研究目的所需之研究方法如下表 3：

表 3
研究目的及方法

研究目的	蒐集之資料	研究方法
一、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐前的數學學習表現。	前測試卷	詮釋性研究法 調查性研究法
二、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐中的數學學習情形。	數學課程學習單 數學課程的錄影資料 數學活動學習單 數學活動的錄影資料	詮釋性研究法
三、探討原住民高年級學童在文化融入數學課程實踐後的數學學習改變。	前、後測試卷 前、後數學學習興趣量表 前、後數學學習態度量表	詮釋性研究法 調查性研究法

以上第一項研究目的是利用前測試卷作為分析資料，依據學童在前測試卷的作答表現，分析學童的錯誤類型並分類，進行詮釋性研究；第二項研究目的是利用以繪本導入的數學課程學習單以及數學課程的錄影資料；以及闖關活動的活動單、錄影資料作為分析資料，依據學習單及錄影資料，分析學童上課的學習情形，並進行詮釋性研究；最後，第三項研究目的是利用前、後測的試卷、數學學習興趣及態度量表作為資料，分析學童在文化融入課程實踐前、後的數學學習改變，進行調查性研究，檢視教學前、後學生的數學理解是否有差異。

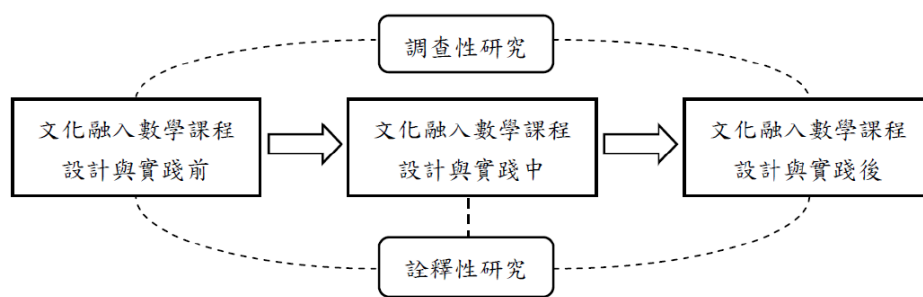
二、研究對象

本研究之研究對象為阿里山鄉某小學之高年級學生 29 人，五年級人數為 19 人、六年級人數為 10 人。而該校地理位置位於嘉義縣阿里山鄉，該校位於樂野村。研究工具與資料分析

三、研究架構

本研究之研究架構如圖 2。

圖 2
研究架構圖



四、研究工具

本研究之研究工具，包括認知工具及情意工具：一、認知工具：包括前測試卷、活動課程內容(含學習單)、數學闖關活動、後測試卷。二、情意工具：數學學習興趣量表、數學學習態度量表。

肆、文化融入與動手做課程活動的設計取向與框架

本研究據以實施的文化融入數學課程是研究者參考教育部九年一貫課程綱要(97 年版)四、五、六年級數學領域能力指標一覽表而編製。其中，數與量主題是以四則運算、面積、體積為主；機率與統計主題是以統計圖中的長條圖為主；幾何主題是以對稱圖形、立體圖形為主要概念。而所有概念的鋪陳都是以鄒族的神話故事-大洪水傳說貫穿。下表 4 是文化融入數學課程實施的順序、融入的文化內涵、數學概念、包含的能力指標以及佈題題幹。

此數學課程分成兩節課，一節課分別為 90 分鐘，其中一節由「a.塔妮芙家裡淹大水」、「b.清點用品上山去」、「c.女人的腿毛」、「d.大鰻魚的肚臍在哪裡」，四段情節結合成一個課程，每段實施過程約為 20 分鐘左右，另一節由「e.Voyu 的房子」一個主題貫穿故事，實施時間約為 90 分鐘，其中 30 分鐘為實際操作庫巴模型。圖 3 為文化融入的繪本內容舉例。

表 4
文化融入數學學習設計與實踐數學課程表

活動類型	活動名稱	文化內涵	數學概念	活動內容		
				分年細目	能力指標	佈題題幹
文化融入數學課程	a.塔妮芙家裡淹大水	神話故事/日常用品	數與量	4-n-14	N-2-17 N-2-18 N-2-19 N-2-25	本研究希望學會能夠藉由實際操作三個容器的過程，找出 3 公升的容量體積，並且了解到不同方法、步驟都能夠找到目標的容積，理解容量、容積和體積三者間的關係。
				5-n-21	N-3-21	能以複名數解決量(長度、容量、重量)的計算問題。
	b.清點用品上山去	神話故事/飲食、動物	機率與統計	4-d-01	D-2-02	學會利用繪本圖片以及四種圖卡來學習如何整理資料，圖片以及圖卡皆為該族學會平時較常接觸的物品，如小米、山豬、愛玉、羌皮，經由動手操作，做中學的過程，將發下去的資料實際整理後，完成上述四樣物品的長條圖。
				6-d-01	D-3-01	能整理生活中的資料，並製成長條圖。
	c.女人的腿毛	神話故事	數與量	4-n-04 5-n-03	N-3-02	能熟練運用四則運算的性質，做整數四則混合計算。 本研究便利用『 $5 \square 4 \square 3 \square 2 \square 1 = 1$ 』的式子，讓孩子們學習四則運算。上述四個口分別填上+、-、×、÷，而□為數字 0~9 其中一

						個數字，可加上括號。目的是孩子能夠熟練四則運算的性質，最後找出最小的答案 10，而找出的答案 10，便連結到大螃蟹需要的腿毛數量。
	d.大鯉魚的肚臍在哪裡	神話故事	對稱圖	5-s-04	S-3-03	教學情境要找出左右對稱的大鯉魚圖形，學習單已附上大鯉魚的左側圖形以及對稱線，完成學習單後，學會能夠分辨對稱圖形以及畫出簡單的對稱圖形。
e.Voyu的房子	建築	統計表	統計表	6-d-01	D-3-01	藉由親自動手建造庫巴，必須先知道需要多少不同顏色的材料，在開始做之前根據拿到的材料做成統計表。
			幾何	6-s-05	S-3-10	能整理生活中的資料，並製成長條圖。
			數與量	5-n-19	N-3-19	能理解簡單直柱體的體積為底面積與高的乘積
			數與量	4-n-17	N-2-21	能認識體積單位「立方公尺」、「立方公分」及「立方公尺」間的關係並做相關計算。
	建築/社會體系	幾何	幾何	6-s-01	S-3-01	能認識面積單位「平方公尺」、「平方公分」、「平方公尺」間的關係，並做相關計算。
				4-s-01	S-2-04	能利用幾何形體的性質解決簡單的幾何問題。
				5-s-06	S-3-09	能運用「角」與「邊」等構成要素，辨認簡單平面圖形。
						能認識球、直圓柱、直圓錐、直圓柱與正角錐。
						此建築物-庫巴的房屋部分正立方體，會請小朋友找出正面、側面、背面，除了介紹正立方體的面，還會請小朋友回答每個面所需要的材料數量。
						因本研究的建築以庫巴為主，而庫巴建築為直圓柱，所以此研究以介紹直圓柱為主要概念。

圖 3

文化融入數學課程的設計內涵舉例



本數學活動共包含六項數學活動，該內容是以文化融入的數學課程內容為依據，擷取出部分概念而設計的數學動態性活動。涉及的概念包含四則運算、容積、體積、統計圖表、幾何圖形。所有的活動都以實際操作、趣味性的方式進行。下表 5 是六個數學闖關活動實施的名稱，以及活動內容所涉及的分年細目。

表 5

數學活動一覽表

活動類型	活動名稱	配合上課內容的分年細目
數學活動	A.我是神射手	5-n-03：能熟練運用四則運算的性質，做整數四則混合計算。
	B.超級比一比	5-n-21：能理解容量、容積和體積間的關係。
	C.搶救前線	6-d-01：能整理生活中的資料，並製成長條圖。
	D.房屋拼圖	4-s-01：能運用「角」與「邊」等構成要素，辨認簡單平面圖形。
	E.竹筒飯三兄弟	6-s-05：能理解簡單直柱體的體積為底面積與高的乘積。
	F.容積湊湊樂	5-n-21：能理解容量、容積和體積間的關係。

伍、文化融入與動手做課程活動省思與檢視

本研究實施期間，透過師生的對話發現，學童對於「大鰻魚」、「大洪水」、「庫巴」、「女人進去要砍頭」等名詞回應強烈，顯示原住民學童對於自身文化的熱情。此現象與(林美慧，2003)的觀點：「課程中若包含族群與文化的多樣性，可讓學童回應至對母文化的回顧，課程也會變得更豐富」相呼應。Ensign (2005)也提過：「學校內與學校外的文化愈能緊密關連，則愈有可能有數學學習成功的機會」的說法。研究者認為，將學生熟悉的經驗和重要的數學概念連結，作為課程和教學規劃的基礎，是重要且必須考量的面向。而數學闖關活動，是依據「文化融入數學課程」中所涉及的數學概念進行設計，其內容包括六大關卡，從學童闖關的表現來看，少數學童能獨立過關，而大部份學童只要在同儕協助或是關主老師的提示也可過關，只有少數同學無法闖關完成，研究者認為，這與學童闖關內容涵蓋的數學概念難度較高或是每關排隊人數過多，學童不想等待有關。

本研究探究前、後測的得分分數與活動單之紀錄進行做為學習改變之分析。其中，幾何表現差異最大，前、後測的答對人數也提升最多。其次，為數與量，在前、後測的表現中，雖然答對人數有增有減，但願意作答的人數卻變多了。最後，分數改變最少是機率與統計主題，但從課程中的表現來看，學童在統計圖的表現較佳，研究者認為，其原因在於後測卷中的概念七「閱讀資料，並做成統計圖表」中的資料，必須做四則運算，而前測只需做加減即可，這導致學童在後測的分數表現下降，但三者的平均得分皆為進步，總和來看，達顯著性差異。

而本研究發現原住民學童在情意量表的表現，顯著性差異的退步，但研究者從現場觀察，原住民學童對於課程及闖關活動是喜愛的。因此，研究者認為，這可能和前、後測驗時間間隔較長，而影響結果有關，此外，由於本研究實施「文化融入課程」實施的時間僅有一天，與學童尚未互相適應，課程與活動便已結束，這亦是可能造成顯著性退步的原因。

陸、結論與建議

本研究的「文化融入數學課程」設計，是結合「鄒族文化」、「九年一貫課程」兩者一體而進行。要如何在眾多、複雜的文化脈絡下，鋪成可讓學童身歷其境的故事環節，並且有效率的與數學概念連結；其次要思考的是，每一段課程中的數學概念必須單純化，但生活中的數學極難只涉入單一的數學概念，如何在學童豐富的生活背景中設計出概念單純的數學課程？這又是一大難題；最後，研究者必須在文化為本的原則下，擷取出多段故事內容，與數學概念緊密地鑲嵌住，融為一體，並且還要注意數學課程是否會流於情境式應用問題，最為困難。研究者建議未來研究方向，可思考原住民文化內涵，可藉由文獻的閱讀瞭解該族的神話故事，並以此為課程設計主軸架構，而後融合人、事、時、地、物五大點，勾勒出原民的食、衣、住、行其中一部份為脈絡鑲嵌入數學概念，再配合動手做、做中學的方式，讓學生在操作中學習數學。而在教學課程實踐上，課程需要不斷修改、精進，最終才能將數學課程與學習單充分使用。而研究者可將「文化融入數學課程」最後撰寫成教案，以供現場老師能在教學上做為參考。再者，在教授課程的相關概念時，教師可多採取提問的方式進行教學，逐步引導學童理解概念。

參考文獻

- 小島由道(1918)。番族慣習調查報告書第四卷。臺北市：臺灣總督府臨時臺灣舊慣調查會。
- 方志良(2005)。網路輔助數學科補救教學對國中學生學習態度與興趣影響之研究。未出版之碩士論文，慈濟大學教育研究所，花蓮縣。
- 王俊卿(2010)。運用互動式電子白板融入國小二年級數學科分數教學成效之研究。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學數學暨資訊教育研究所，臺北市。
- 王淑媛(2005)。以知識結構為基礎的數位學習模組設計—以國小數學『整數的乘法』單元為例。發表於數位學習設計與管理學術研討會。嘉義縣：國立嘉義大學。
- 王舒平(2008)。盛夏！愛在後山部落~偏遠地區原住民學生數學補救教學之行動研究。未出版之碩士論文，慈濟大學教育研究所，花蓮縣。
- 王嵩山(2001a)。鄒族的社會與文化。在《1999臺東南島文化節學術演講合輯》，顏志光編，頁227-256，臺東：臺東縣政府。
- 王嵩山(2001b)。第一章序論：族史的當代建構。在《臺灣原住民史—鄒族史篇》，王嵩山、汪明輝、浦忠成合著，頁1-18，南投：臺灣省文獻委員會。
- 王嵩山(2001c)。第四章：鄒族政治史。在《臺灣原住民史—鄒族史篇》，王嵩山、汪明輝、浦忠成合著，頁257-326，南投：臺灣省文獻委員會。
- 王嵩山(2001d)。第五章：宗教與社會發展史。在《臺灣原住民史—鄒族史篇》，王嵩山、汪明輝、浦忠成合著，頁257-394，南投：臺灣省文獻委員會。
- 王嵩山(2004)。鄒族。臺北市：三民書局。
- 全中鯤(2000)。少數民族兒童學校教育問題探討—以花蓮某泰雅族國小及學區為例。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院多元文化研究所，花蓮縣。
- 朱玉如(2003)。臺北市國小學童面積概念學習情形之探討。未出版之碩士論文，臺中師範學院教育測驗統計研究所，臺中市。
- 朱庭逸、方雯玲(2004)。工藝新境：打造手工精品的經營之路。臺北市：典藏藝術家庭。
- 朱慧清(2002)。原住民學校本位課程決定之經驗—以卑南族的花園小學為例。2002年度原住民族教育學術研討會論文集，173-196。國立新竹師範學院。158
- 汪明輝(2001)。第三章：鄒族領域變遷史。在《臺灣原住民史—鄒族史篇》，王嵩山、汪明輝、浦忠成合著，頁67-256，南投：臺灣省文獻委員會。

- 吳昭毅(2006)。**臺東縣國小高年級漢、原學童數字感差異之研究**。未出版之碩士論文，國立臺東大學教育研究所，臺東縣。 159
- 林美慧(2003)。**文化回應教學模式之行動研究—以一個泰雅族小學五年級社會科教室為例**。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院多元文化教育研究所，花蓮縣。
- 林荷敏、蘇意雯(2011)。**圖畫書教學實驗研究以三年級除法為例**。未出版之論文，臺北市立教育大學數學資訊教育學系研究所，臺北市。
- 林莠芹、潘宏明(2003)。**國小五年級排灣族學童平面幾何圖形概念之詮釋研究---以屏東縣某國小為例**。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院國小科學教育研究所，花蓮縣。
- 林逸文(2002)。「**原住民數學低成就學生數學問題之分析研究**」。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學特殊教育研究所，彰化縣。
- 林衡立、衛惠林 (1972)。**《臺灣省通志卷八》**同胄志第五冊，臺中：臺灣文獻委員會，頁4。
- 林曜同(2002)。**堪卡那福族**。高雄縣：高雄縣政府。
- 林曜同(2004)。**鄒族族群研究**。國立臺灣史前文化博物館，臺灣原住民數位博物館計畫。
- 邵國志(2007)。**屏東地區國小五年級原住民學童數學學習成就與數學焦慮之相關研究**。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東縣。
- 邵國志(2007)。**屏東地區國小五年級原住民學童數學學習成就與數學焦慮之相關研究**。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學數理教育研究所。
- 洪泉湖(2000)。**臺灣原住民的教育問題與政策**。**政策月刊**，58，17-21。
- 洪蘭(2008)。**不會背論語不是錯**。**天上雜誌**，389，168。
- 紀惠英(2001)。**山地國小數學教室裡的民族誌研究**。未出版之博士論文，國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所，臺北市。
- 胡利明(2008)。**臺東阿美族地區國小原住民族教育活動課程發展之個案研究**。未出版之論文，國立臺東大學教育系，臺東縣。 160
- 徐偉民(2009)。**影響原住民學生數學學習的因素：從屏東縣部落小學的教學行動來看**。**臺中教育大學學報：教育類**，23(1)，129-152。
- 陳枝烈(1996)。**都市原住民兒童適應問題之探討—二個兒童的晤談**。**原住民教育季刊**，1，33-59。
- 陳枝烈(1997)。**臺灣原住民教育**。臺北市：師大書苑。 16
- 譚光鼎(1998)。**原住民教育文化研究**。臺北：遠流出版社。
- 譚光鼎(1998)。**原住民教育研究**。臺北市：五南。
- 譚光鼎、林明芳(2002)。**原住民學童學習型態的特質—花蓮縣秀林鄉泰雅族學童之探討**。**教育研究輯刊**，48(2)，233-261。 163
- Anderson, C. W. (2003). How can schools support teaching for understanding in mathematics and science? In G. Adam et al. (Eds.), *Transforming: how schools and districts can support change* (pp. 1- 21). NY: Teacher College.
- Banks, J. A. (1994). *An introduction to multicultural education*. Boston: Allyn and Bacon.
- Banks, J. A., & Banks, C. A. M. (1993). *Multicultural education: Issues and perspectives*. Boston: Allyn & Bacon.
- Barnes, M. B., & Barnes, L. W. (2005). *Using inquiry processes to investigate knowledge, skills, and perceptions of diverse learners: An approach to working with prospective and current science teachers*.
- Barta, J., & Schaelling, D. (1998). Games We Play: Connecting Mathematics and Culture in the Classroom. *Teaching Children Mathematics*, 4, 388-392.
- Bishop, A.J. (1991). *Mathematical enculturation: A culture perspective on mathematics education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic publishers.
- Bishop, A. J. (1992). *Removing Cultural Barriers to Numeracy*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED359840)
- Bullivant, B. M. (1986). *Multicultural Education in Australia: An Unresolved*
- Cummins, J.(1986). Empowering Minority students: a framework for intervention. *Harvard Educational Review*, 56(1),18-36 .

- Debate. In J. A. Bank & J. Lynch(Eds). (1986). *Multicultural Education in Western Societies*. London: Capsules.
- Ensign, J. (2005). *Helping teachers use students' home cultures in mathematics lessons: Developmental stages of becoming effective teachers of diverse students*.
- Kuo, L. T. W. (2008). A cooperative action research for achieving the science curriculum goals withcommunity-based approach. *Journal of Australian Indigenous Issues*, 12(1-4), 219-228. (NSC93-2522-S-003-005-)
- Leonard, J. & Dantley, S. J. (2005). Breaking through the ice: Dealing with issues of diversity in mathematic and science education course. In A. J. Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds.), *Preparing mathematics and Science Teachers for diverse classrooms: promising strategies for transformative pedagogy* (pp.87-117). NJ: Laurence Erlbaum. 165
- Noddings, N. (2005). *Constructivism in mathematics education*. In B. D. Davis, C. A. Maher, & N. Noddings (Eds.), *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics*(pp.7-18). VA: NCTM
- Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds.), *Preparing mathematics and Science Teachers for diverse classrooms: promising strategies for transformative pedagogy* (pp. 225-242). NJ: LaurenceErlbaum.
- Rodriguez, A. J.(2005). *Teachers' resistance to ideological and pedagogical change*: In A.J. Rodriguez & R. S. Kitchen(Eds.) *Preparing Mathematics an d Science Teachers for Diverse Classrooms* (pp.1-16). NJ: Lawrence Erlbaum.
- Suinn & Edwards (1982). The measurement of mathematics anxiety: The97mathematics anxiety rating scale for adolescents-MARS-A. *Journal of clinical Psychology*, 38(3), 576-580.
- Zaslavsky, C. (1988). *Integrating Mathematics with the Study of Cultural Traditions*.(ERIC Document Reproduction Service No.ED303540).

科學教育計畫專案實施之研究：以一所原住民族小學為例

Program of Science Education Research Project Implementation: A Case Study Of An Indigenous Elementary School

游雪雲 Hsueh-Yun Yu¹ 賴品仔 Pin-Yu Lai² 秦爾聰 Erh-Tsung Chin³

摘要 Abstract

本研究旨在探討科學教育研究專案執行一年的結果。此外，科學活動有什麼因素能提高一所南投縣布農族原住民族小學四至六年級學生科學學習興趣，促進他們構建科學的概念。研究採個案研究法，資料收集歷時十二個月，透過協同教師課室觀察、課堂錄影與訪談、學生的學習單、活動回饋單、教師省思札記、訪談協同觀察教師及學生等。

研究結果顯示，透過科學教育計畫專案設計科學活動能提高學童學習興趣，主要原因在於活動本身具有學童能力可達到科學探究特質，科學活動帶來的挑戰性與成就感，強調動手實做探究的歷程，原住民族學生能獲得立即回饋的想法上，能提高學童學習興趣。

關鍵字：科學教育計畫專案、多元文化、動手做科學、科學活動

The purpose of this study was to explore program of science education research project implementation. Besides, what factor of science activities can raise the indigenous elementary school in Nanto County student's interests in science learning and promote them to construct the scientific concept. The students in this school are Bunun and participated members form grades four to six.

Data were collected for twelve months, adopted participant observation, document analysis and interviews in qualitative research methodology. The data collected includes field-notes taken from the classroom observations by collaborative teacher, classroom video recording and transcripts of interviews with the teacher and students, student's learning sheets, activity feedback sheets, and teachers' reflective journal.

The results showed that: 1. Science activities raised indigenous students' interests of learning, the science activity itself has the characteristic of inquiry which is within the students' abilities. 2. The process of emphasizing "hands on science" made the indigenous students get feedback just in time.

Keywords: Program of Science Education research project , multicultural , hand on science, science activity

壹、前言

2007 年 9 月 13 日聯合國大會通過「聯合國原住民族權利宣言」(United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples)，依據第 14 條原住民族有權建立和掌管他們的教育體系和機構，用自己的語言和適應其文化的教學方法，提供教育。原住民族特別是原住民兒童，有權不受歧視地獲得國家提供的各種程度和各種類別的教育。現在，實施十二年國教落實教育均等、免試入學減少壓力、社區高中取代明星高中、發展特色學校等，但是針對原住民族而言，教育政策的創新更需要真實面對原住民族教育主體性的建構、教育資源分配、原住民族內部多元知識體系建構、教育模式發展、學習模式發展等問題。對於原住民族知識體系與傳遞知識機制一

¹ 國立彰化師範大學科學教育研究所研究生，通訊作者，聯絡地址：500 彰化市進德路一號，聯絡電話：047-232105#3125，E-mail: d0221001@gm.ncue.edu.tw。

² 南投縣地利國民小學教師。

³ 國立彰化師範大學科學教育研究所副教授。

般社會較缺乏認識，導致不論在推動原住民族一般教育或民族教育時，均欠缺相關理論依據與文化模式。反映在教育現場的結果，即造成教育哲學觀、教育制度、教育內容與教育方法的落差，影響原住民族教育之成效。原住民族教育制度不應與一般國民教育制度完全相同，必須朝向各族群多元教育制度發展，這是國家未來面對原住民族教育需具備認知與行動。

原住民族群不論在其社會組織、語言文化、歷史源流、價值觀與生活觀不同於一般社會，而且原住民學生之身心發展、認知風格、行為模式等等也不同於一般族群的學生。根據學者的調查研究發現，在我國的原住民教育中，程度愈往高的人數愈少，尤其是女性原住民（蘇建勳與江沛潔，2000；顏國樑，2004）。其中蔡文山（2004）指出因素錯綜複雜，但是原住民的非主流文化背景，處於主流文化的教育潮流中卻是很重要的一個原因。同時，吳明隆和林慶信（2004）研究發現，原住民學童延宕滿足的能力較低，此種能力表現在學習上就是比較不積極、低學習興趣以及數理方面的成績較為不理想。除了學習興趣之外，在數理方面的學習成效，原住民學童因文化背景的因素，導致以漢人的系統教學時，他們有可能因母語系統的因素使得學習效果降低（洪蘭，2008）。因此，如何提升原住民學生的學習興趣與學習成效，對教師而言是一個重要的課題，教師應了解原住民學童的問題所在與需求（基蒞·馬撒，2006），方能從根本解決起。

為了因應文化差異，許多學者提出文化回應教學（culturally responsive teaching），主張學生的母文化應被視為學習橋樑，而不是學習障礙，學校教育應適度反映學生的母文化，使學生的學習經驗更具脈絡意義（Gay, 2000; Ladson-Billings, 1994; Wlodkowski & Ginsberg, 1995）。文化回應教學之實施有二個必要條件：首先，是課程必須呈現族群與文化多樣性，讓弱勢族群與優勢族群共同享有獲取高階知識的權利與機會；其次，則是教與學的文化一致性，教師的教學型態必須配合學生的學習型態。

近年來，教育部國民及學前教育署為執行中小學科學教育白皮書，目的在加強中小學科學教育研究、推廣、研習及輔導工作，提升中小學科學教育品質。政府著力於推動縮短學習科學落差，對於原住民地區學童而言科學教育計畫專案實施在學習上即是提供了一種可能性，教師在適當的教學設計之下，其問題解決步驟中「呈現問題」的過程即可有效地引起學生的科學學習興趣。本研究中，研究者期待可以尋找影響原住民族學生科學學習興趣的因素，提出分析與探討，做為進一步規劃更有效的科學學習模式的依據。

貳、實施方式

一、研究對象

本研究對象的小學位處於南投縣山區原住民部落，全校一個年級只有一班共六個班級。目前參與的人數則為四至六年級學生共 35 人。執行本學習活動的教師為教導主任與五年級導師，參加活動學生均屬於布農族群，在教學的實務上，研究對象選取的中、高年級學生在科學的學習往往必須基於對科學活動的認知可以達到理解的情況，方能對題意、解題等才有進一步的能力。因而，在科學的學習上比起一般平地學校學生更存在差異性。因此，找出一種既可以提升學習興趣，又具有學習成效的方法，對於服務於此的教師們而言就成了一個重要的課題了。

二、研究方法及步驟

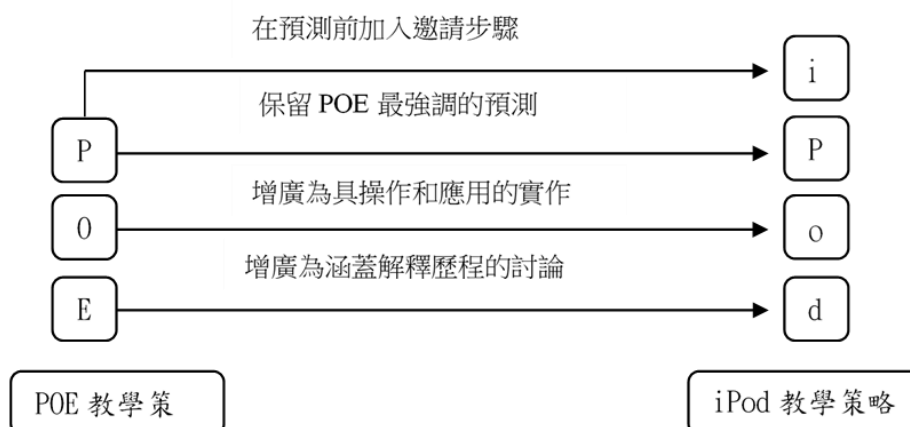
本研究針對布農族學童的科學探究教學採用國內學者賴慶三（2009）融合 White & Gunstone（1992）的 POE 教學策略和王美芬、熊召弟（1997）的 STS 教學模式，提出的 iPod（邀請—預測—實作—討論）教學模式，如圖 1 所示：

POE 教學策略是自然科學教學領域常用的策略與方法，分別代表預測(prediction)，觀察(bservation)，解釋(explanation)，POE 教學策略在科學探究過程中，學生在教師事先設計與實際生活有關的情境問題中，進行科學預測以及支持預測的理由，接下來是進行科學探究操作及觀

察，當學生發現觀察到的現象與其預測不一致時，則再進行解釋、探索，逐步發展出對科學的認識與瞭解。王美芬、熊召弟（2000）提出 STS 教學模式，STS 教學步驟包含四個階段，包括：邀請（invite）；探索、發現、創造（explore，discover，create）；提出解釋和解決（propose explanations and solution）；和採取行動（take action）。

圖 1

以 POE 教學策略為基礎的 iPod 教學模式



教學步驟流程，分成三個主要項目，包括：

- (一) 準備活動階段：教學的重點為進行邀請 invitation，透過具有挑戰或矛盾的科學現象或事物、驚奇實驗展示和待解決問題情境、可以是故事、歷史事件、舊經驗引導等，目的是引起學生的質疑或提出問題，激發學生的興趣。
- (二) 發展活動階段：教學的重點包括進行預測 Prediction 和實作 operation，鼓勵學生多發表意見形成假設的過程，給學生表達不同看法的機會（進行小組討論），並進行預測，接著透過實驗、示範實驗或者其它探究實作活動進行，以驗證提出的假設或預測是否成立？引導學生積極運用過程技能中的各項能力（觀察、測量、傳達……）探討問題，表現科學態度（好奇、積極……），再用心智活動去重組問題，並和同學相互討論，進行科學實驗探究活動。
- (三) 綜合活動階段：教學的重點為進行討論 discussion，鼓勵學生利用自己的知識和看法，來回答及解釋問題，將學習活動探討結果進行發表討論，解釋資料並提出結論，進而統整出科學概念，並將所發展出來的概念，應用到新情境或新問題。學生對科學事物與現象主動積極的探究，在探究科學的過程將能發展科學概念知識，同時培養探究科學的積極態度，並精熟探究科學所需的科學實驗過程技能能力。

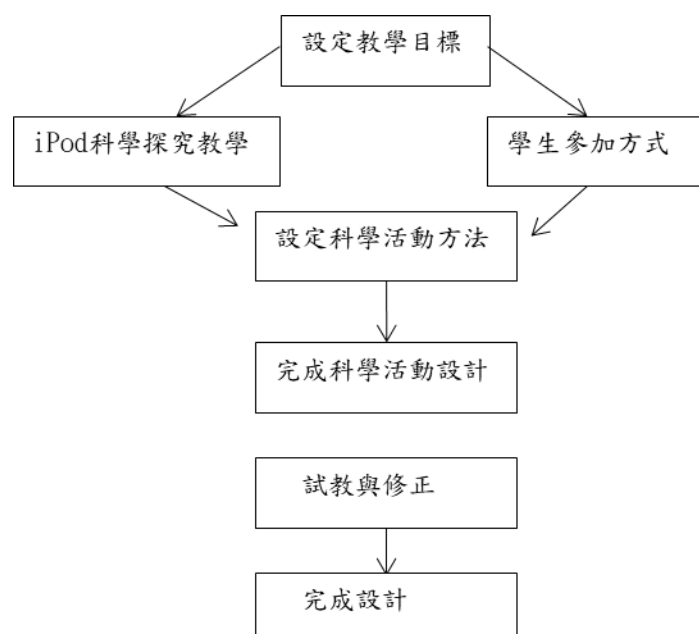
本研究從初步的計畫規劃到執行行動、觀察與檢討，並釐清過程中所面臨的問題與困難，具體找出解決方法，修正計畫在繼續執行、觀察與檢討，深入探討原住民族孩童學習的問題核心，希冀找出具體可行的教學改進之道。

本研究中研究者預定以四個階段發展文化回應探究教學教學模組。第一階段統整文化回應科學探究教學模組設計的準備工作，首先尋求合作教師組成研究團隊，其組成成員必須對此模組的意義與功能有進一步的瞭解。第二階段設計教學模組，包括決定模組主題，建立主題教學面向，確定教學目標、決定教學策略、撰寫單元活動及決定評量方法。第三階段進行主題教學模組第一次試教，在試教過程中收集資料，瞭解試教問題並提出解決策略。在進行修正為第二次試教版。最後階段進行第二次試教，並在過程中探討學生的學習成效。

三、研究架構

本研究融入布農族學童、文化回應與科學探究教學的概念，目的以原住民文化回應的科學探究活動，提昇學童在活動中的學習興趣及族群認同，同時，促進教師在科學課程的研發及教學專業能力，並提供校本課程發展的依據。其研究架構如下圖 2。

圖 2
研究架構



四、實施規劃

本研究的教學活動設計是依據科學探究教學教學模式。本研究共使用周末假日、寒假及暑假的時間，預計實施一年的課程，應用於科學推廣活動或研習營隊。本計畫團隊發展及實施科學探究學習活動，以原住民文化為本。科學探究學習活動「呈現問題、動腦策劃、動手做及成果發表分享」等教學流程。因此本研究的課程設計乃以 iPod 科學探究教學為架構，引導原住民學生在自身文化經驗與真實生活情境中，從文化老師的親自傳授、教師的陪伴學習與引導，培育原住民與其他學生的多元文化觀，並建構出有意義的科學概念。

本次教學團隊共設計 2 個單元主題，分別是「小米的一生」與「小米的身體」，教學活動設計採用「iPod」教學模式，因此每個教學活動除了課堂內的教學外，亦搭配相關的體驗或操作活動。

五、實施成果分析

本研究於 2016 年 8 月通過計畫申請後開始實施至 2017 年 7 月結束，實施時的學生數均為 25 人。

由表 1 可得知，教師在一般正課時間無法安排科學專案設計活動教學，利用暑假及寒假時間進行採集部落田野調查與文獻探討後的科學課程，研究者針對學童的學習狀況、評量結果進行分析，可以發現研究學童的學習與教師教學有以下幾種現象：

表 1
專案計畫進度表

日期	進度
105 年 8 月	暑假科學營隊實施科學課程、進行第一學期課程的研發
105 年 9 月	部落田野調查、文獻探討、課程設計
105 年 10 月	部落田野調查、文獻探討、課程設計
105 年 11 月	課程設計、晤談學生
105 年 12 月	課程一實施、資料蒐集
106 年 1 月	課程一實施、資料蒐集，整理第一學期研究成果、省思
106 年 2 月	寒假科學營隊實施科學課程、進行第二學期課程的研發
106 年 3 月	部落田野調查、文獻探討、課程設計
106 年 4 月	課程二實施、資料蒐集
106 年 5 月	課程設計、晤談學生
106 年 6 月	整理結果、書寫期末報告
106 年 7 月	整理結果、書寫期末報告、結案

(一) 進行討論 discussion 活動成效有待提升

科學探究活動第一次實施在科學活動專案上，學童在準備活動階段，教學的重點為進行邀請 invitation 上，學童對於文化介紹時，經常顯露出無精打采、興趣缺缺，但是發展活動階段，教學的重點包括進行預測 Prediction 和實作 operation，兩個階段教學活動卻又顯得神采奕奕。對於文化課程融入科學探究活動再次設計時，將思考如何活潑式教學。反觀，參與的老師對於文化課程多顯得十分有興趣，會於文化的內涵與進一步資訊都相當好奇，由此可推，將耆老的文化介紹內容，透過老師的課程編寫，設計成讓學生有興趣，甚至躍躍欲試的課程，更能引發學生的學習欲望，在引導學生進行 iPod 教學，其中綜合活動階段，教學的重點為進行討論 discussion，鼓勵學生利用自己的知識和看法，來回答及解釋問題，將學習活動探討結果進行發表討論，解釋資料並提出結論，進而統整出科學概念，並將所發展出來的概念，應用到新情境或新問題。學生對其做出自己結論的看法仍不具有統整能力，例如在小米酒的釀製過程也是很好的有機化學學習，但是參與活動的學生只有發現小米物質外形的變化，無再進一步討論出酒發酵的原理，還有賴老師進一步引導科學學習的學科概念。

(二) 動手做科學活動能提高學童學習興趣

動手操作的活動能讓學生主動學習，扮演學習者為中心角色，也能引起學習興趣，使學生在愉快的操作活動中發揮科學思考力，研究者發現本校的學生都非常活潑單純，喜愛動手操作活動，例如學生曾製作原住民傳統的竹槍以及利用薯榔藤本植物的塊莖向當地染布工作坊的文化老師學習染布，讓每件布料上面都呈現個人喜好的曲線及圖騰。目前多元文化與族群意識的抬頭，許多學者紛紛投入原住民科學教育的研究中，也逐漸發現在原住民族群中，世世代代傳承的傳統文化，不僅僅只是生活的方式，其中更是包含著許許多多的科學知識 (劉淑惠，謝迺岳，2007)。在前年賴老師與其它老師一起利用遊戲方式來讓小朋友們動手做趣味的科學，並利用科學闖關活動方式營造學習科學的樂趣，沒有想到這樣的推行讓學生們更喜愛科學。由於本校推行南投縣科學闖關活動，讓老師們學習了許多科學活動來教導學生們動手做科學以及解析各活動中的科學原理，但在教學實施上仍有許多困難，例如課程中對學生的基本能力掌握不夠、學生秩序掌控不易、只會動手操作卻不經思考科學原理……等，由此可知，如何將科學活動在教學中落實，是值得探討的問題。

(三) 教師仍然是教學的主角

教師仍應是掌控教學內容與進度的主要角色，這個角色並且是無可被取代的。尤其在教師未教學前，學生對新的課程並沒有能力進行自主學習的情況之下，教師的角色更被凸顯出其重

要性。教師進行課程設計前與部落耆老討論小米釀酒文化，除了學習耆老智慧製作小米釀造方法，有著文化科學為主要架構之外，納入了教學實作，以利成為學生教材的資料蒐集。教師的引導在此科學活動專案更顯重要，在暑假的文化科學營中，小米的製品最讓學生經驗與著迷，嘴吃著自己做的麻糬，一邊玩一邊吃，聞著微醺的酒釀，一邊滴咕著「酒有什麼好喝的？飲料比較好喝」，完全忘記早上文化課認識小米時的無趣，學生對於小米在布農族傳統社會的重要性顯得興趣缺缺，透過老師的科學課程設計，讓學生了解米飯經過一連串自然發酵過程產生醋酸，酵母原本指在自然界中一種微小的單細胞真菌，它喜歡生長在有糖的環境，如水果、蔬菜、穀類、花蜜以及植物葉子上，酵母種類有很多，有些對我們有害，有些有益，人類自古就懂得利用它們來製造酒、醬油、味噌、麵包等食材。布農族植物酵母比化學酵母素料健康、安全、自然，但是因為化學酵母素材比較方便、便宜，所以現在已經很少人用植物酵母進行培養酵種了，學生在一連串的文化結合科學課程活動中，驚呼連連，原來是這樣，結合科學教育計畫讓課程更有趣，也甚少發現昏昏欲睡之狀況。

(四) 影響成果的因素探究

在實施過 iPod 教學模式後，對學生做了訪談，用以瞭解學生的綜整能力是否有進步，以下為學生訪談紀錄的節錄。

一開始老師叫我們用掃描的到網站找資料，但是網站太多，不知道要從哪裡找起，老師就先指導我們到奇摩知識家找資料，再慢慢的整理資料，在老師一步一步的教導中，我們慢慢的了解如何找資料和整理資料了。(米同學)

網路上的資料很多，老師叫我們到 Youtube 找國語的語詞解釋影片，剛開始我們找的資料都很亂，有的同學找的影片都很奇怪，讓大家都搞不清楚，但是到後來，找到的影片都比較能和語詞的解釋相符合，大家都看得很快樂。(全同學)

在網路上 Google 資料很簡單，第一次大家在寫學習單的時候，都很難寫，好像這個資料也是，那個資料也是，不好整理，寫起來會很多，老師告訴我們，要以任務主題來找資料，其實我們都不太懂，所以寫得很不好。到第二次寫學習單的時候，就比較知道怎麼整理資料，我們這一組的也比較不會吵架。(幸同學)

分析以上的訪談紀錄，發現學生對於匯整及分析資料的能力是比較缺乏的，但經過練習，學生對於綜整能力的提昇，已有初步的進步，這對於偏鄉剛啟動科教計畫的學校而言，是一個非常不錯的開始。

小米與布農族的關聯，一切就從傳說故事——「射日」說起，布農記事畫曆紀載著布農族是根據月亮的變化安排小米栽種與打獵時節，根據畫曆推算小米在春天播種栽種，而小米本身「在台灣以春、秋兩作均可種植，但春作產量較秋作為佳」（引自行政院農業委員會網站）與布農族的文化相呼應。

觀察小米生長時，老師與孩子從小米發芽後開始觀察紀錄，有一天耆老剛好從小米田經過，看到我們正趴在田邊拍照，順口問了一下，「怎麼一直幫雜草拍照？」瞬間，我們面面相覷，原來出師不利我們觀察錯標了，耆老當場教我們如何分辨小米與雜草，這是最直接的教學，也讓學生知道不認識字的阿嬤原來比老師厲害。回到教室我們重新認識禾科植物的小米，學生的興致提高許多。

原住民的祭典上，小米酒是最不可缺的，從小米的栽種到採收和釀製，過程並不容易，小米酒取得如此不易，布農祖先對小米酒是很珍惜飲用的，非祭典是不能端出來的，現在族人的飲酒觀是悖離祖先的信念，讓孩子理解祖先的飲酒觀。

課程完成後做文化認同的問卷(表 2)，發現身為布農族是血統，認識布農族是教學，對自己的傳統文化認識與理解，也成了學校傳承文化教學依還很重要的因素，孩子知道文化課不是枯燥乏味的，是生活的、科學的、智慧的呈現。

表 2
文化認同問卷統計表

題號	題目	前測	後測
一	我知道小米是傳統原住民的主要食物。	4.3	4.5
二	我瞭解小米的種植過程，並能辨認小米幼株。	2.2	3.8
三	我知道布農族小米相關的歲時祭儀。	2.3	4.2
四	我能瞭解小米可以製作哪些食物。	3.4	4.4
五	如果有機會，我會招待我的朋友享用小米相關食物。	4.4	4.5
六	我將來會參加部落舉辦有關小米的各項活動。	3.8	4.1
七	課程結束後，我能更尊重自己的部落文化。	3.5	4.1
八	我願意介紹原住民小米文化給更多人知道。	4.0	4.5
九	課程結束後，我會想更深入瞭解各種布農族文化。	3.8	4.1
十	我覺得小米文化應該繼續在部落保留並推廣。	3.2	3.8
平均得分		3.49	4.2

在還沒開始將文化與科學結合時，老師上課總是教得很用力，學生卻怎麼都無法進入學習的境界，老師挫折、學生放棄，自從在上科學裡找出文化的課程時，老師發現學生看待學習的眼光不一樣了，原來自己的老祖先早就知道這麼多的祕密，對自己的族群生出肯定，因為肯定，所以學習時信心提高了一些，提高了這一些就很值得老師欣慰與肯定，孩子會發出「我再試試看」的言語與行動，課堂上學習跟不上進度的學生還是有，但願意試著花點時間在學習的孩子，日漸增長，這不就是老師希望的。

而老師也因為學生的改變，調整了教學的方針，對於布農文化課，透過訪問耆老與資料搜尋，漸進融入布農文化在課堂裡，或多或少。教與學是互相影響的，老師的一點改變，學生的一些肯定，讓教學這部大車輪多了潤滑，我們做得不見得成熟，不過，這中間的變化是老師心中最大的收穫。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟(1997)：《國民小學自然科教材教法》。台北：心理出版社。
- 吳明隆、林慶信 (2004)。原漢學童學習行為與學業成就之族群、性格因素的比較研究。《高雄師大學報》，17，37-55。
- 洪蘭 (2008)。不會背論語不是錯。《天上雜誌》，389，168。
- 基蘊·馬撒 (2006)。原住民家庭孩子的成長經驗。《新使者》，12，51-53。
- 蔡文山 (2004)。從教育機會均等的觀點省思台灣原住民學生的教育現況與展望。《教育與社會研究》，6，109-144。
- 賴慶三 (2009)。《國小科學實驗與教學策略》。台北：五南。
- 顏國樑 (2004)。原住民教育現況、問題及發展趨向。《臺灣教育》，626，17-24。
- 蘇建勳、江沛潔 (2000)。從官方統計資料檢視臺灣原住民族教育。《教育與社會研究》，創刊號，117-135。
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London, England: Falmer Press.