



澳門大學

UNIVERSIDADE DE MACAU

教育學院

Faculty of Education

課程與教學專業碩士論文

Thesis for Master in Curriculum and Instruction

**透過分析 PISA2003 數學素養調查數據
探討影響澳門學生問題解決表現之數學學業特徵**

**To explore mathematical academic characteristics
affecting problem-solving performance of Macao students
through analysis of PISA 2003 mathematical literacy study data**

學生：林麗芳

Submitted by: Lam Lai Fong

指導教授：張國祥教授

Supervisor: Prof. Cheung Kwok Cheung



鳴謝

完成這份論文，要感激很多人!首先，衷心感激我的論文導師張國祥教授，感謝他循循善誘的教導、悉心的督促和鼓勵。張教授對問題解決的豐富經驗為我提供很多寶貴的經驗和建議，為我解決了許多疑問，令我的論文得以完成，亦使我有機會接觸有關 PISA 的工作。其次，要感謝 PISA 中心同事的協助，定期的論文進度會讓我對自己的論文更加熟悉，更清楚自己的研究方向。最後，謹以此論文獻給從事教育工作的伙伴們!



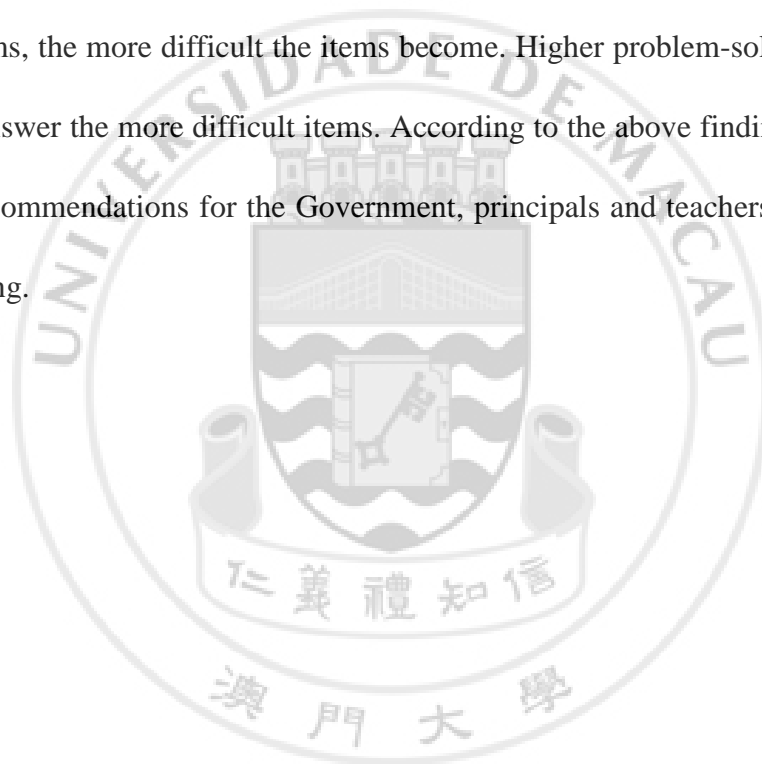
摘要

本研究主要目的是：(1) 探討澳門15歲中學生在PISA2003的問題解決表現；(2) 探討影響澳門15歲中學生問題解決表現的學習及試題特徵；(3) 根據研究結果為教育持分者（例如：教育當局、校長和教師等）提供建議。本研究引用PISA2003數學素養調查數據，對澳門1250名15歲中學生的問題解決表現進行統計分析，探討與問題解決表現精練水平有顯著關聯的數學學習特徵，以及引用PISA公開題目進行影響題目難度的認知成份分析。研究發現有三。第一，澳門15歲中學生的問題解決能力表現理想，學生就讀年級越高，問題解決能力越強；當中約42%的學生精於推理，是善於判決的問題解決者。第二，分析不同精練水平問題解決能力學生的學業特徵，得知：(1) 問題解決精練水平越高，解題自信心越強；(2) 最高問題解決精練水平學生能處理多元化問題，也不限於常規性的問題；(3) 澳門大部分學生解答數學問題時都會想些新方法，都善於運用數學控制策略學習數學，都較喜歡合作學習環境，不同問題解決能力水平的學生所運用的控制策略和對合作學習環境的喜歡程度略有不同。第三，解難、符號和形式，以及推理和論證這三種認知成份能夠解釋澳門學生回答PISA2003公佈題目72%的難度變異。題目所涉及的認知成份數目越多，且認知成份層次總和越大，題目難度也越深，答對題目是需要較高的問題解決能力。根據上述的研究結果，本研究對教育當局和教師提出建議，以供參考之用。

Abstract

The present study seeks to: (1) explore the problem-solving performance of Macao 15-year-old students in the Programme for International Student Assessment (PISA) 2003 Study; (2) explore the learning and item characteristics influencing problem-solving performance of Macao 15-year-old students; (3) provide recommendations to stakeholders (e.g. Government, principals and teachers) in accordance with the study results. Through analyzing PISA2003 mathematical literacy study data, this study analyses the problem-solving performance of 1250 15-year-old students in Macao. Mathematics learning characteristics statistically significantly related to problem-solving proficiency level are explored, and cognitive components affecting item difficulty of the released items are analyzed. There are three findings. First, the problem-solving ability performance of Macao's 15-year-old students is very favorable. Higher grade level of the student is associated with higher problem-solving performance. About 42% of the sampled students are good at reasoning, and they are good decision-making problem solvers. Second, to analyse the mathematics learning characteristics of students in relation to the levels of problem-solving proficiency, the results are as follows: (1) the higher the problem solving proficiency level of the student the higher their confidence in solving problems; (2) Students at the highest problem solving proficiency level are able to handle a variety of problems which are not limited to routine problems; (3) The majority of Macao students are able to think about some new methods when solving mathematics problems, and they are good at using control strategies in their

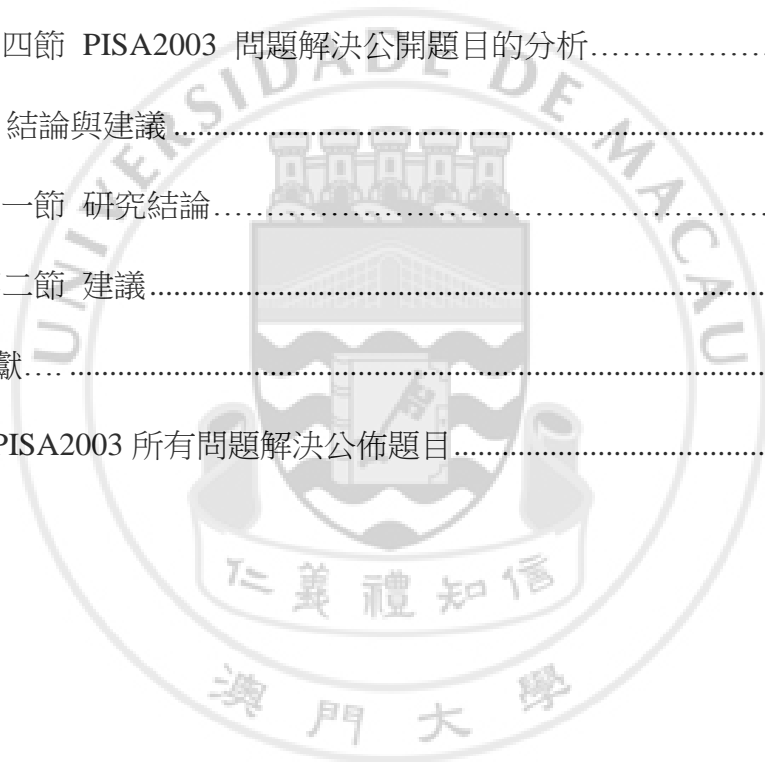
mathematics learning, as well as prefer cooperative learning environments. Students locating at different problem-solving proficiency levels use control strategies differently and there are different degree of preference levels for cooperative learning environments. Third, problem-solving, symbols and formalism, as well as reasoning and argument, are three cognitive components which can explain about 72% of the variance of the difficulty of released PISA2003 items. The more the number of the cognitive components and the higher the level of the cognitive components of the released items, the more difficult the items become. Higher problem-solving ability is needed to answer the more difficult items. According to the above findings, this study proposes recommendations for the Government, principals and teachers for informed policy making.



目錄

鳴謝.....	3
摘要.....	4
Abstract.....	5
目錄.....	7
圖表目錄.....	9
第一章 緒論.....	15
第一節 研究背景和動機.....	15
第二節 研究目的和問題.....	17
第三節 研究問題的重要性.....	18
第四節 研究範圍與研究限制.....	18
第五節 名詞解釋.....	18
第六節 論文各章概述.....	20
第二章 文獻探討.....	22
第一節 問題解決的定義.....	22
第二節 問題解決歷程文獻的回顧.....	24
第三節 數學問題解決.....	28
第四節 國際和澳門的數學教育目標及數學問題解決的相關課程.....	30
第五節 PISA2003.....	39
第六節 不同解決問題能力水平的學習者的學業特徵.....	41
第七節 認知成份分析的文獻探討.....	45
第三章 研究方法與步驟.....	51

第一節 澳門取樣.....	51
第二節 研究架構和程序.....	51
第三節 研究問題的統計和研究方法.....	53
第四章 研究結果與討論.....	54
第一節 PISA2003 問題解決素養的框架.....	54
第二節 澳門 15 歲中學生問題解決的素養表現.....	58
第三節 問題解決能力不同精練水平學生的學業特徵.....	65
第四節 PISA2003 問題解決公開題目的分析.....	130
第五章 結論與建議.....	136
第一節 研究結論.....	136
第二節 建議.....	139
參考文獻.....	143
附錄：PISA2003 所有問題解決公佈題目.....	150



圖表目錄

圖目次

圖 2-2-1 問題情景.....	25
圖 2-3-1 數學化的循環.....	30
圖 3-2-1 研究程序圖.....	52
圖 4-2-1 按年級審視澳門 15 歲中學生在各個問題解決素養精練水平的百分比.....	61
圖 4-2-2 按問題解決素養精練水平審視澳門 15 歲中學生就讀年級的百分比.....	61
圖 4-2-3 PISA2003 澳門 15 歲中學生在各素養表現的測試結果.....	63
圖 4-2-4 PISA2003 澳門 15 歲中學生在各百分位數的問題解決素養表現統計圖.....	64
圖 4-3-1 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q01」交叉表格分析圖.....	67
圖 4-3-2 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q02」交叉表格分析圖.....	69
圖 4-3-3 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q03」交叉表格分析圖.....	71
圖 4-3-4 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q04」交叉表格分析圖.....	73
圖 4-3-5 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q05」交叉表格分析圖.....	75
圖 4-3-6 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q06」交叉表格分析圖.....	77
圖 4-3-7 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q07」交叉表格分析圖.....	79
圖 4-3-8 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q08」交叉表格分析圖.....	81
圖 4-3-9 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q06」交叉表格分析圖.....	84
圖 4-3-10 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q07」交叉表格分析圖.....	86
圖 4-3-11 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q09」交叉表格分析圖.....	88

圖 4-3-12 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q13」交叉表格分析圖...	90
圖 4-3-13 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q02」交叉表格分析圖...	93
圖 4-3-14 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q05」交叉表格分析圖...	95
圖 4-3-15 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q08」交叉表格分析圖...	97
圖 4-3-16 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q11」交叉表格分析圖...	99
圖 4-3-17 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q14」交叉表格分析圖..	101
圖 4-3-18 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q01」交叉表格分析圖..	104
圖 4-3-19 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q04」交叉表格分析圖..	106
圖 4-3-20 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q10」交叉表格分析圖..	108
圖 4-3-21 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q12」交叉表格分析圖..	110
圖 4-3-22 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q03」交叉表格分析圖..	113
圖 4-3-23 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q05」交叉表格分析圖..	115
圖 4-3-24 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q07」交叉表格分析圖..	117
圖 4-3-25 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q02」交叉表格分析圖..	120
圖 4-3-26 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q04」交叉表格分析圖..	122
圖 4-3-27 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q06」交叉表格分析圖..	124
圖 4-3-28 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q08」交叉表格分析圖..	126
圖 4-3-29 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q09」交叉表格分析圖..	128
圖 4-4-1 PISA2003 澳門和 OECD 在 19 條問題解決公開題目的難度統計圖..	132

表目次

表 2-1-1 問題解決的不同定義.....	23
表 2-4-1 數理問題解決的相關研究.....	38
表 2-6-1 資優生與一般生問題解決的表現.....	43
表 2-7-1 PISA2003 問題解決素養試題認知成份編碼的界定 (一).....	47
表 2-7-2 PISA2003 問題解決素養試題數學認知成份編碼的界定 (二).....	49
表 2-7-3 PISA2003 問題解決素養試題數學認知成份編碼的界定 (三).....	50
表 4-1-1 PISA2003 三類問題解決測試之特色概況.....	54
表 4-1-2 問題解決能力的級別.....	56
表 4-2-1 PISA2003 受試的澳門 15 歲中學生的性別分佈.....	58
表 4-2-2 PISA2003 受試的澳門 15 歲中學生的年級分佈.....	59
表 4-2-3 PISA2003 澳門 15 歲中學生問題解決素養的三個精練水平.....	60
表 4-2-4 PISA2003 所有參與國家的 15 歲中學生問題解決的精練水平的百分比.....	60
表 4-2-5 澳門 15 歲中學生數學、問題解決、閱讀和科學素養表現的測試結果...	62
表 4-2-6 PISA2003 澳門 15 歲中學生的問題解決素養與各素養的相關係數.....	63
表 4-3-1 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q01」的交叉表格分析...	66
表 4-3-2 PISA2003「問題 ST31Q01」交叉表格的卡方檢定結果.....	66
表 4-3-3 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q02」的交叉表格分析...	68
表 4-3-4 PISA2003「問題 ST31Q02」交叉表格的卡方檢定結果.....	68
表 4-3-5 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q03」的交叉表格分析...	70
表 4-3-6 PISA2003「問題 ST31Q03」交叉表格的卡方檢定結果.....	70

表 4-3-7 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q04」的交叉表格分析...	72
表 4-3-8 PISA2003「問題 ST31Q04」交叉表格的卡方檢定結果.....	72
表 4-3-9 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q05」的交叉表格分析...	74
表 4-3-10 PISA2003「問題 ST31Q05」交叉表格的卡方檢定結果.....	74
表 4-3-11 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q06」的交叉表格分析...	76
表 4-3-12 PISA2003「問題 ST31Q06」交叉表格的卡方檢定結果.....	76
表 4-3-13 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q07」的交叉表格分析...	78
表 4-3-14 PISA2003「問題 ST31Q07」交叉表格的卡方檢定結果.....	78
表 4-3-15 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST31Q08」的交叉表格分析...	80
表 4-3-16 PISA2003「問題 ST31Q08」交叉表格的卡方檢定結果.....	80
表 4-3-17 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q06」的交叉表格分析...	83
表 4-3-18 PISA2003「問題 ST34Q06」交叉表格的卡方檢定結果.....	83
表 4-3-19 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q07」的交叉表格分析...	85
表 4-3-20 PISA2003「問題 ST34Q07」交叉表格的卡方檢定結果.....	85
表 4-3-21 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q09」的交叉表格分析...	87
表 4-3-22 PISA2003「問題 ST34Q09」交叉表格的卡方檢定結果.....	87
表 4-3-23 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q13」的交叉表格分析...	89
表 4-3-24 PISA2003「問題 ST34Q13」交叉表格的卡方檢定結果.....	89
表 4-3-25 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q02」的交叉表格分析...	92
表 4-3-26 PISA2003「問題 ST34Q02」交叉表格的卡方檢定結果.....	92
表 4-3-27 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q05」的交叉表格分析...	94
表 4-3-28 PISA2003「問題 ST34Q05」交叉表格的卡方檢定結果.....	94
表 4-3-29 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q08」的交叉表格分析...	96

表 4-3-30 PISA2003 「問題 ST34Q08」 交叉表格的卡方檢定結果.....	96
表 4-3-31 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q11」的交叉表格分析...	98
表 4-3-32 PISA2003 「問題 ST34Q11」 交叉表格的卡方檢定結果.....	98
表 4-3-33 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q14」的交叉表格分析..	100
表 4-3-34 PISA2003 「問題 ST34Q14」 交叉表格的卡方檢定結果.....	100
表 4-3-35 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q01」的交叉表格分析..	103
表 4-3-36 PISA2003 「問題 ST34Q01」 交叉表格的卡方檢定結果.....	103
表 4-3-37 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q04」的交叉表格分析..	105
表 4-3-38 PISA2003 「問題 ST34Q04」 交叉表格的卡方檢定結果.....	105
表 4-3-39 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q10」的交叉表格分析..	107
表 4-3-40 PISA2003 「問題 ST34Q10」 交叉表格的卡方檢定結果.....	107
表 4-3-41 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST34Q12」的交叉表格分析..	109
表 4-3-42 PISA2003 「問題 ST34Q12」 交叉表格的卡方檢定結果.....	109
表 4-3-43 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q03」的交叉表格分析..	112
表 4-3-44 PISA2003 「問題 ST37Q03」 交叉表格的卡方檢定結果.....	112
表 4-3-45 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q05」的交叉表格分析..	114
表 4-3-46 PISA2003 「問題 ST37Q05」 交叉表格的卡方檢定結果.....	114
表 4-3-47 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q07」的交叉表格分析..	116
表 4-3-48 PISA2003 「問題 ST37Q07」 交叉表格的卡方檢定結果.....	116
表 4-3-49 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q02」的交叉表格分析..	119
表 4-3-50 PISA2003 「問題 ST37Q02」 交叉表格的卡方檢定結果.....	119
表 4-3-51 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q04」的交叉表格分析..	121
表 4-3-52 PISA2003 「問題 ST37Q04」 交叉表格的卡方檢定結果.....	121

表 4-3-53 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q06」的交叉表格分析..	123
表 4-3-54 PISA2003「問題 ST37Q06」交叉表格的卡方檢定結果.....	123
表 4-3-55 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q08」的交叉表格分析..	125
表 4-3-56 PISA2003「問題 ST37Q08」交叉表格的卡方檢定結果.....	125
表 4-3-57 PISA2003「問題解決精練水平」與「問題 ST37Q09」的交叉表格分析..	127
表 4-3-58 PISA2003「問題 ST37Q09」交叉表格的卡方檢定結果.....	127
表 4-4-1 PISA2003 的 19 條問題解決公開題目的認知成份層次評定和難度對應表.....	131
表 4-4-2 PISA2003 的 19 條問題解決公開題目的認知成份分析多元迴歸結果摘要表 (一).....	133
表 4-4-3 PISA2003 的 19 條問題解決公開題目的認知成份分析多元迴歸結果摘要表 (二).....	133
表 4-4-4 PISA2003 的 19 條問題解決公開題目的認知成份分析多元迴歸結果摘要表 (三).....	134
表 4-4-5 PISA2003 的 19 條問題解決公開題目的認知成份分析多元迴歸結果摘要表 (四).....	135