

第三章 研究一

研究一主要是透過大、中、小班幼兒在「幼兒問題解決認知作業」的表現，瞭解不同年齡幼兒在解決需同時考量兩個因素的運動力學、疾病及生物概念問題及解決問題的遷移能力，藉以比較各年齡幼兒的解決問題及遷移能力的表現。另外，本研究透過研究一的探討，選取幼兒解決問題表現較不佳的概念問題，以做為下一階段教學介入的設計。

先前的研究發現，直到 8、9 歲，兒童才能同時考量重量及距離兩因素解決平衡問題 (Siegler, 1976; Karmiloff-Smith, 1997)，但也有研究發現大約 5 歲幼兒即可以解決需同時兩個因素的問題 (Halford, et al., 2002)。而在遷移表現方面，白玉玲(2002)發現結果顯示 5 歲比 4 歲幼兒更可以類比解決二個關係量的問題。綜合上述的研究結果顯示，幼兒在解決需同時考量兩個因素問題及遷移的發展情況，仍未有一個明確的結果，因此，在本研究中會針對此議題進行討論。

方法

實驗參與者

原有 133 位分別來自 6 所位於台北縣、市幼兒園 (其中 4 所為私立托兒所，2 所為國中、小附幼) 大班、中班及小班幼兒，排除 5 位缺答率過高及特殊狀況 (如：過動) 幼兒後，共有 128 位幼兒，其中大班共有 43 人 (男生 20 人；女生 25 人，平均年齡為 5.8 歲)、中班共有 45 人 (男生 22 人；女生 23 人，平均年齡為 4.8 歲)、小班共有 40 人 (男生 24 人；女生 16 人，平均年齡為 3.8 歲)。所有實驗參與者的參與皆獲得家長的同意。

材料

本研究以「幼兒問題解決認知作業」做為施測工具，其所測量的科學知識概念包括運動力學、疾病及生物概念。由於此作業在測量幼兒是否能同時考慮兩個因素解決問題，因此每個概念中會有兩個次領域概念的訊息在故事內容中。運動力學概念中的次概念為「坡度」及「接觸面質地」，即坡度的緩斜及質地的粗細是幼兒在解決問題作業中需考量的因素。疾病概念中的次概念為「內在正義」及「傳染」，故事主角行為表現的好壞（如：聽不聽話、乖不乖）及疾病是否具有傳染性是幼兒在解決問題作業中需考量的因素。生物概念中的次概念為「生命」與「遺傳」，生命的有無及外表特質的遺傳是幼兒在解決問題作業中需考量的因素。表 3-1 呈現了各個故事的結構，故事內容詳見附錄一。

表 3-1 各個領域故事的結構說明

領域	故事結構	來源故事	遷移故事
運動力學	名稱	凱凱溜滑梯	水晶球
	主角	凱凱	凱凱及弟弟
	目的	想要從斜坡上溜下來	將山洞中沈重的水晶球滾出去
	限制條件	身體不要受傷	水晶球不要破掉
	選擇的資源	兩條陡、緩石頭地及兩條陡、緩青草地	兩條陡、緩石頭地及一條地毯
	解決方法	選擇緩坡的青草地	選擇緩坡石頭地及使用地毯
疾病	名稱	我不要生病	菲菲的煩惱
	主角	新同學	菲菲
	目的	想找朋友玩	解決常生病的煩惱
	限制條件	不要生病（感冒）	不要生病
	選擇的資源	有感冒及沒感冒的朋友 朋友是不是個聽話的人	菲菲非常不聽話，常吃別人吃過或喝過的東西，
	解決方法	跟沒有感冒的朋友玩 朋友聽不聽話沒關係	不要吃別人吃、喝過的東西， 與菲菲聽不聽話無關
生物	名稱	誰是一家人	媽媽不見了
	主角	貓媽媽及貓寶寶	貓媽媽及貓寶寶
	目的	找出同一家人	幫貓寶寶找媽媽
	限制條件	不要選到假貓及眼睛不同顏色的真貓	不要選到假貓及眼睛不同顏色的真貓
	選擇的資源	假貓（如：貓抱枕）及真貓； 黃、綠色眼睛的真假貓	假貓（如：貓抱枕）及真貓； 黃、藍、綠色眼睛的真假貓
	解決方法	選擇相同眼睛顏色的真貓	選擇相同眼睛顏色的真貓

程序

在一個不受干擾的教室內，一次測試一位幼兒。一開始，主試者先介紹自己與幼兒熟悉一下後，向幼兒說明指導語（詳見附錄二）。當幼兒準備好時，主試者分別隨機抽取「幼兒問題解決認知作業」中的三個科學概念故事，並依照標準程序開始施測。程序包括：主試者先講述故事內容，然後詢問幼兒有關蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題的相關問題。

在蒐集訊息及分析整理訊息歷程中，若幼兒若無法正確回答時，主試者給予正確答案的提示，之後再將問題重新詢問一次，以確認幼兒獲得了正確的訊息，如此以確保幼兒具有充分的訊息進行之後的問題解決。幼兒在回答每一題時，有三次提示的機會。在解決問題階段，當幼兒正確解決問題（同時考量兩個因素解決問題）的情況下，幼兒才進入解決問題遷移歷程。主試者將幼兒的回答狀況詳細記錄下來，直到三個故事講述完畢為止。每個故事的施測流程見圖 3-1。

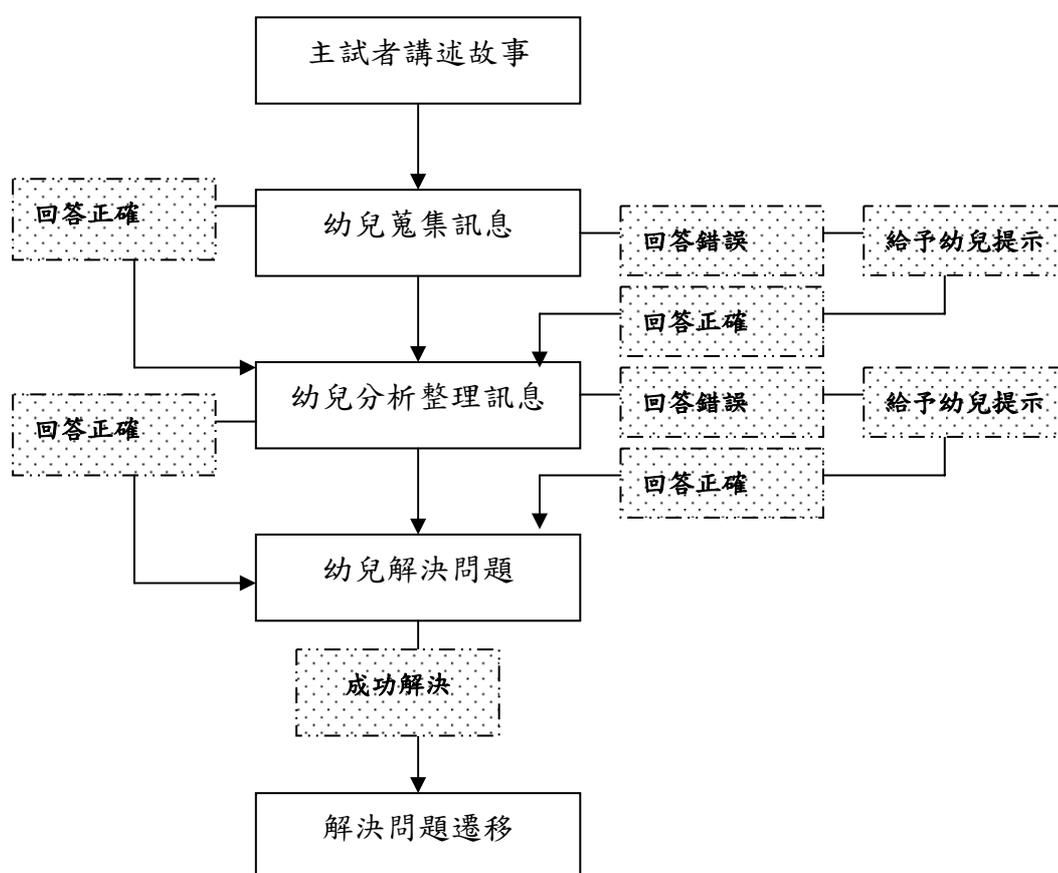


圖 3-1 施測流程圖

計分

在蒐集訊息及分析整理訊息的表現上，幼兒第一次即答對即給予4分，在給予第一次提示後才答對則給予3分，給予第二次提示後才答對給予2分，第三次提示後才答對給予1分，給予三次提示後仍答錯則給予0分，總分為4分。在問題解決的表現上，將幼兒的回答歸類至「同時考慮兩個因素」、「只考慮其中一個A因素」、「只考慮其中一個B因素」及「兩者皆不考慮」四個類別。回答同時考慮兩個因素者給予2分，回答只考慮其中一個因素者給予1分，皆不考慮者給予0分，總分為2分。評分者信度為.92。

結果

為了能夠進行各領域中的解決問題歷程的比較分析，本研究以幼兒在各歷程的得分除上總分的比率進行分析。初步經由四個單因子變異數分析檢驗幼兒性別在各概念中對幼兒各項表現的影響，結果發現性別皆不會對幼兒的各項表現造成影響，因此接下來的分析將略去此變項。接著說明各年齡層幼兒在不同概念中蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題及遷移的表現差異；並進一步探討幼兒解決問題的歷程。

表 3-2 各年齡層幼兒蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題的平均表現

概念	年齡	人數	蒐集訊息	分析整理訊息	解決問題
運動力學	小班	40	.97 (.05)	.77 (.15)	.33 (.42)
	中班	45	.98 (.04)	.82 (.13)	.36 (.43)
	大班	43	.99 (.02)	.89 (.05)	.31 (.42)
疾病	小班	40	.99 (.03)	.86 (.14)	.53 (.32)
	中班	45	.99 (.03)	.90 (.14)	.71 (.36)
	大班	43	1.00 (.01)	.94 (.08)	.73 (.35)
生物	小班	40	.99 (.05)	.68 (.15)	.35 (.28)
	中班	45	1.00 (.03)	.74 (.13)	.40 (.25)
	大班	43	1.00 (.00)	.79 (.13)	.66 (.28)

註：括弧內的值為標準差

一、各年齡層幼兒在各概念中的蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題及遷移表現

由於並非所有的幼兒都進入遷移歷程，此處先進行所有幼兒皆進行的蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題歷程的分析。表 3-2 分別呈現不同年齡幼兒在運動力學概念、疾病概念及生物概念上各歷程的平均表現。為檢驗各年齡層幼兒在不同概念中蒐集訊息、分析整理訊息與解決問題的認知技能表現差異，進行 3(年齡：大、中、小班)×3(知識概念：運動力學、疾病、生物)×3(解決問題歷程：運動力學、疾病、生物)三因子變異數分析(ANOVA)，其中年齡為受試者間變項(between-subjects variable)，知識概念及解決問題歷程為受試者內變項

(within-subjects variable)，依變項為幼兒在不同概念中各個歷程的表現。表 3-3 為三因子變異數分析後的結果摘要說明。結果發現年齡有顯著主要效果存在， $F(2, 125) = 14.34$ ， $p < .05$ ， $\eta^2 = .18$ 。經過 Scheffe 事後比較(post hoc)檢驗，大班幼兒的表現顯著高於中班幼兒($p < .05$)及小班幼兒($p < .001$)，中班幼兒的表現顯著高於小班幼兒($p < .05$)。結果表示，年齡愈大的幼兒蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題的認知技能表現愈好。

表 3-3 年齡、知識概念及歷程之三因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
受試者間					
年齡	1.686	2	0.843	14.344	0.000***
誤差	7.345	125	0.059		
受試者內					
概念	4.130	2	2.065	43.024	0.000***
概念×年齡	0.522	4	0.131	2.719	0.030*
誤差	12.001	250	0.048		
歷程	50.202	2	25.101	546.254	0.000***
歷程×年齡	0.763	4	0.191	4.153	0.003**
誤差	11.488	250	0.046		
概念×歷程	4.359	4	1.090	24.331	0.000***
概念×歷程×年齡	1.218	8	0.152	3.400	0.001**
誤差	22.396	500	0.045		

知識概念有顯著主要效果存在， $F(2, 250)=43.02, p<.001, \eta^2 = .42$ 。經由 *Scheffe* 事後比較檢驗後發現，幼兒在疾病概念的表現顯著高於運動力學概念 ($p<.001$) 及生物概念 ($p<.001$)。年齡及概念有交互作用效果存在， $F(4, 250)=2.72, p<.05, \eta^2 = .03$ 。經由 *Scheffe* 事後比較檢驗後發現，大班幼兒在生物概念表現顯著高於小班幼兒的運動力學概念 ($p<.05$) 及小班幼兒的生物概念表現 ($p<.05$)。結果表示，面對不同知識概念的訊息時，幼兒認知技能的表現會不同，且年齡大的幼兒針對生物概念的蒐集、分析整理及解決問題等歷程的認知技能表現愈好。

解決問題歷程亦有顯著主要效果存在， $F(2, 250)=546.25, p<.001, \eta^2 = .89$ 。經由 *Scheffe* 事後比較檢驗後發現，幼兒在蒐集訊息歷程表現顯著高於分析整理訊息歷程 ($p<.001$) 及解決問題歷程 ($p<.001$) 表現，在分析整理歷程的表現顯著高於解決問題歷程 ($p<.001$)。年齡及歷程間有交互作用效果存在， $F(4, 250)=4.15, p<.01, \eta^2 = .10$ 。綜合 *Scheffe* 事後比較檢驗後發現各年齡幼兒在蒐集訊息表現除了顯著高於各自年齡的分析整理訊息及解決問題表現 ($ps<.05$) 外，還顯著高於其他年齡幼兒的解決問題表現 ($ps<.05$)。詳細事後比較結果見表 3-4。結果表示，幼兒蒐集訊息的認知能力比分析整理訊息能力好，分析整理訊息的能力又比解決問題佳，且年齡愈大的幼兒在蒐集訊息的表現比問題解決表現好。

概念及歷程間有顯著的交互作用效果， $F(4, 500)=24.33, p<.001, \eta^2 = .66$ 。綜合 *Scheffe* 事後比較檢驗後發現，幼兒在蒐集各概念訊息的表現皆顯著高於解決各概念問題的表現 ($ps<.001$)，分析整理運動力學及疾病概念的訊息表現皆顯著高於解決各概念問題的表現 ($ps<.01$)。幼兒在解決疾病問題的表現顯著高於生物概念的表現 ($p<.001$) 及運動力學概念 ($ps<.001$)，而解決生物問題的表現顯著高於運動力學的表現 ($p<.01$)。詳細事後比較結果見表 3-5。結果表示，幼兒蒐集、分析整理運動力學與疾病概念訊息的認知技能表現都比解決各知識概念問題的表現好，幼兒解決疾病概念的表現最佳，解決生物問題的表現次之，解決運動力學問題的表現最差。

年齡、概念及歷程間有顯著的交互作用效果， $F(8, 500)=3.40, p<.01, \eta^2 = .05$ 。綜合 *Scheffe* 事後比較顯示，與其他效果有較多差異的是各年齡幼兒解決運動力學問題表現及中、小班幼兒解決生物問題表現，皆顯著低於各年齡幼兒蒐集及分析整理各概念訊息 ($ps<.001$)。在解決問題表現上，大、中、小班幼兒解決運動力學問題的表現皆顯著低於大班幼兒解決疾病、生物問題及中班幼兒解決疾病問題的表現 ($ps<.05$)；中、小班幼兒解決生物問題表現顯著低於大、中班幼兒解決疾病問題的表現 ($ps<.01$)。詳細事後比較結果見表 3-6。結果表示，隨著幼兒的年齡增加、處理的不同知識概念以及經歷的認知歷程，幼兒會有不同的認知技能表現。

表 3-4 年齡及歷程交互作用效果之事後比較表

年齡	歷程	小班			中班			大班		
		蒐集訊息	分析整理	解決問題	蒐集訊息	分析整理	解決問題	蒐集訊息	分析整理	解決問題
	平均	.98	.77	.40	.99	.82	.49	1.00	.87	.57
小班	蒐集訊息									
	分析整理	*								
	解決問題	***	***							
中班	蒐集訊息		*	***						
	分析整理			***						
	解決問題	***	***		***	***				
大班	蒐集訊息		**	***	***			***		
	分析整理			***				***		
	解決問題	***	*		***	**		***	***	

註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 3-5 概念及歷程交互作用效果之事後比較表

概念	運動力學			疾病			生物			
	歷程	蒐集訊息	分析整理	解決問題	蒐集訊息	分析整理	解決問題	蒐集訊息	分析整理	解決問題
	平均	.98	.83	.33	.99	.90	.66	.99	.74	.47
運動力學	蒐集訊息									
	分析整理	***								
	解決問題	***	***							
疾病	蒐集訊息		***	***						
	分析整理			***						
	解決問題	***	***	***	***	***				
生物	蒐集訊息		***	***			***			
	分析整理	***		***	***	***		***		
	解決問題	***	***	**	***	***	***	***	***	

註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 3-6 年齡、概念及歷程交互作用效果之事後比較表

年齡	小班									中班									大班									
	概念	運動力學			疾病			生物			運動力學			疾病			生物			運動力學			疾病			生物		
		歷程	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分
	平均	.97	.77	.33	.99	.86	.53	.99	.68	.35	.98	.82	.36	.99	.90	.71	1.00	.74	.40	.99	.89	.31	1.00	.94	.73	1.00	.79	.66
小班	運動	蒐																										
	力學	分																										
		解	***	***																								
	疾病	蒐			***																							
		分			***																							
		解	***			***	**																					
	生物	蒐			***			***																				
		分			**	*			*																			
		解	***	***		***	***		***	**																		
中班	運動	蒐			***			***		*	***																	
	力學	分			***						***																	
		解	***	***		***	***		***	*		***	***															
	疾病	蒐			***			***		*	***			***														
		分			***			***		***			***															
		解			***			***		***			***															

註：蒐=蒐集訊息；分=分析整理訊息；解=解決問題。 * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 3-6 年齡、概念及歷程交互作用效果之事後比較表 (續)

年齡	小班									中班									大班										
	概念			運動力學			疾病			生物			運動力學			疾病			生物			運動力學			疾病			生物	
	歷程	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	蒐	分	解	
平均	.97	.77	.33	.99	.86	.53	.99	.68	.35	.98	.82	.36	.99	.90	.71	1.00	.74	.40	.99	.89	.31	1.00	.94	.73	1.00	.79	.66		
大班	生物	蒐		***			***	*	***			***		*															
	分			***					***				***																
	解	***	***		***	***		***		***	***		***	***	**	***	***												
	運動	蒐		***			***	*	***			***													***				
	力學	分		***			**		***			***		***											***				
	解	***	***		***	***		***	**	***	***		***	***	***	***	***							***	***				
	疾病	蒐		***			***	*	***			***													***		***		
	分			***			***		***			***		***											***		***		
	解			***					***			***		***										**		***		***	
生物	蒐		***			***	*	***			***		***											***		***			
分			***					***			***		***											***		***			
解	*		**	*			*		*	*	*	**		*	**	**			**	**	**	**	**	***	**		**		

註：蒐=蒐集訊息；分=分析整理訊息；解=解決問題。 * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

綜合上述分析各年齡層幼兒在不同概念中蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題表現的結果表示，隨著年齡的增加，幼兒在蒐集、分析整理及解決問題的認知能力也會增加。各個年齡的幼兒在蒐集訊息歷程表現比分析整理訊息歷程及解決問題歷程的表現好，而在分析整理歷程的表現也比解決問題歷程佳。面對不同知識概念的訊息，幼兒解決問題的表現也會不同。幼兒在解決疾病問題的表現比生物概念佳，而解決生物問題的表現又比運動力學的表現佳，且大、中、小班幼兒在解決運動力學問題的表現上皆不佳。

最後，在解決問題遷移的表現上，表 3-7 顯現了各年齡幼兒在不同概念中的遷移表現。從表格中通過率的數據顯示，除了疾病概念外，各年齡的幼兒能成功解決來源故事的比例不高，所以進入遷移階段的人數較低。由於進行生物概念的解決問題遷移的年幼幼兒人數過低（低於 3 人），無法進行分析，因此，此部分只進行運動力學及疾病概念的分析。經由 3（年齡：大、中、小班）×2（知識概念：運動力學、疾病）二因子變異數分析，年齡為受試者間變項，知識概念為受試者內變項，依變項為幼兒在兩個概念的遷移表現。結果發現年齡、概念皆沒有顯著主要效果存在，亦沒有年齡與概念交互作用效果存在。結果表示，年紀較大的幼兒在遷移需同時考量兩個因素問題解決方面沒有較佳的表現，無論是在運動力學或是疾病概念上幼兒也沒有不同的遷移表現。表 3-8 呈現了解決問題遷移歷程之變異數分析。

表 3-7 各年齡層幼兒遷移解決問題的通過率及平均表現

年齡	運動力學			疾病			生物		
	人數	通過率	遷移表現	人數	通過率	遷移表現	人數	通過率	遷移表現
小班	9	23%	.22 (.36)	19	48%	.05 (.23)	1	3%	.50 (--)
中班	12	27%	.33 (.25)	25	56%	.26 (.44)	2	4%	.75 (.35)
大班	10	23%	.35 (.34)	25	58%	.44 (.51)	12	28%	.92 (.20)

註：括弧內的值為標準差

表 3-8 解決問題遷移之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
受試者間					
年齡	0.942	2	0.471	3.398	0.063
誤差	1.940	14	0.139		
受試者內					
概念	0.000	1	0.000	0.003	0.956
概念×年齡	0.106	2	0.053	0.368	0.699
誤差	2.012	14	0.144		

此部分進一步透過描述統計來說明各年齡幼兒在解決兩個因素問題及遷移表現時分別考量兩個因素的情況。以下分別就各個概念說明之。

(一) 運動力學概念

1. 解決問題表現

表 3-9 及圖 3-2 呈現了各年齡層幼兒考量各個因素的人數及百分比分佈情況。圖表中所標示為「皆未考量」是指幼兒在解決問題時皆未考量坡度及接觸面質地兩因素；「考量坡度」及「考量質地」是指幼兒解決問題時，只考量其中一個因素；「考量兩者」則是指幼兒可以同時考量坡度及質地兩因素。從分佈情況可以發現，在考量一個因素的表現上，大多幼兒只考慮質地，而不考慮坡度。超過一半的各年齡幼兒落在「皆未考量兩個因素」這個類別中，結果表示，雖然在蒐集訊息及分析整理訊息階段中皆顯現幼兒具有質地及坡度知識，但各年齡層的幼兒在解決需考量兩因素的運動力學問題時，大多不會使用質地及坡度兩種知識來解決問題。

表 3-9 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的運動力學問題表現之人數分佈

	皆未考量	考量質地	考量坡度	考量兩者	總計
小班	23	7	1	9	40
中班	25	8		12	45
大班	26	5	2	10	43
總計	74	20	3	31	128

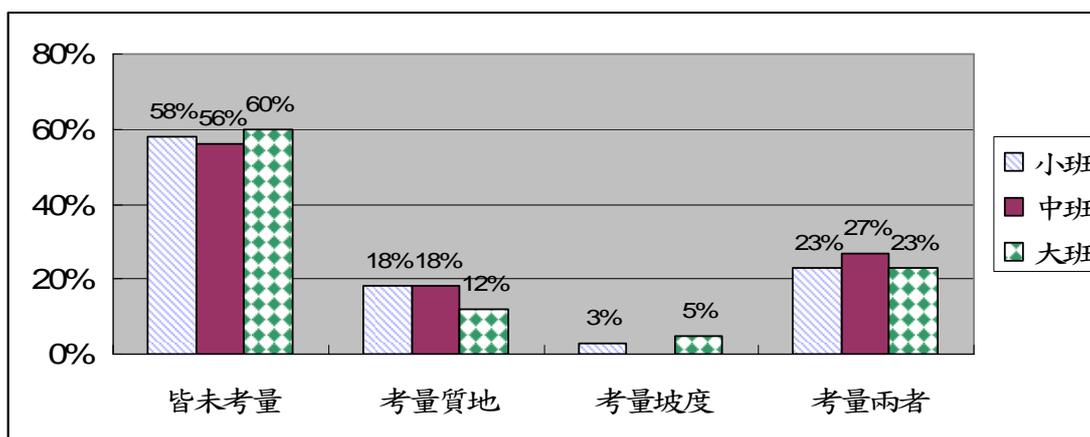


圖 3-2 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的運動力學問題表現之百分比分佈

表 3-10 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的運動力學問題遷移表現之人數分佈

	皆未考量	考量質地	考量坡度	考量兩者	總計
小班	6	1	1	1	9
中班	4	1	7		12
大班	4		5	1	10
總計	14	2	13	2	31

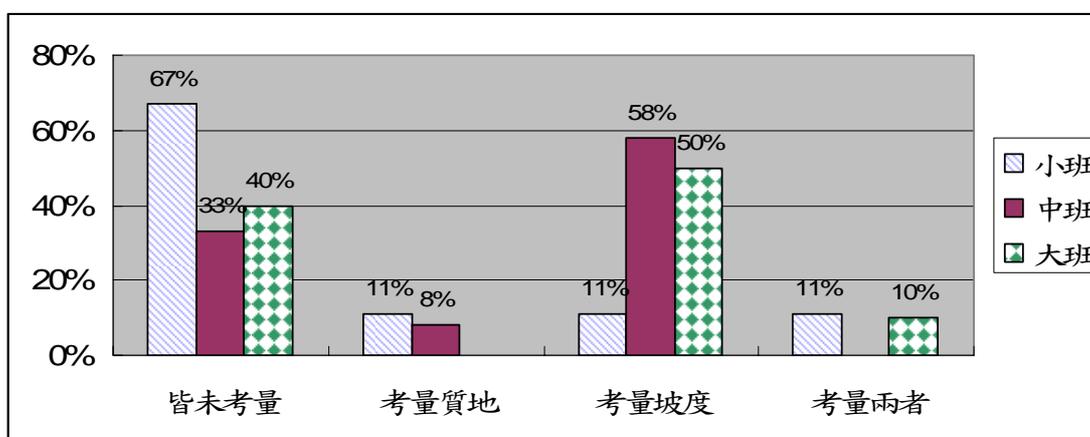


圖 3-3 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的運動力學問題遷移表現之百分比分佈

2. 遷移表現

表 3-10 及圖 3-3 顯示了當幼兒成功解決第一個運動力學問題後，在面對相似問題時的遷移表現。從百分比的分佈情況可以看出，90%以上的幼兒無法遷移先前的解決方式—同時考量質地及坡度兩因素解決問題。在考量一個因素的表現上，50%以上的中班及大班幼兒只會考量坡度這個因素，67%的小班幼兒完全沒有遷移表現。結果表示，在需同時考量兩個因素的運動力學問題解決的遷移表現上，雖然先前可以同時考量兩個因素而成功解決問題，但在面臨新的相似問題時，幼兒無法表現出遷移能力。只有年齡較大的幼兒可以遷移部分的知識（即只考量其中一個因素），但是無法完整的遷移（即同時考量兩個因素）。

（二）疾病概念

1. 解決問題表現

從表 3-11 及圖 3-4 的呈現可瞭解各年齡層幼兒考量各個因素的人數及百分比。圖表中所標示為「考量無關規範因素，不考量傳染」是指幼兒在解決問題時受到了故事主角的行為好壞影響（受內在正義的規範因素影響），但卻沒考量疾病的傳染性；「不考量無關規範因素，不考量傳染」是指幼兒不受故事主角的行為好壞影響（不受內在正義的規範因素影響），但也沒考量疾病的傳染性；「考量無關規範因素，考量傳染」是指幼兒解決問題時會受到故事主角的行為好壞影響（受內在正義的規範因素影響），同時也會考量疾病的傳染性；「不考量無關規範因素，考量傳染」則是指幼兒可以不受故事主角的行為好壞影響（不受內在正義的規範因素影響），同時也會考量疾病的傳染性。從百分比的分佈情況結果發現，幼兒在考量一的疾病因素的表現上，沒有特別偏向哪一個因素。50%以上的各年齡幼兒可以不受內在正義影響，且同時會考慮疾病的傳染性。只有 10%左右的各年齡幼兒無法不受內在正義影響，且同時不會考慮疾病的傳染性。結果表示，各年齡層的幼兒在解決需考量兩因素的疾病問題時的表現相似，超過一半的幼兒皆可以同時使用兩個相關的知識來解決問題。

表 3-11 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的疾病問題表現之人數分佈

	• 考量無關規範因素 • 不考量傳染	• 不考量無關規範因素 • 不考量傳染	• 考量無關的規範因素 • 考量傳染	• 不考量無關規範因素 • 考量傳染	總計
小班	5	9	6	20	40
中班	6	10	4	25	45
大班	5	7	6	25	43
總計	16	26	16	70	128

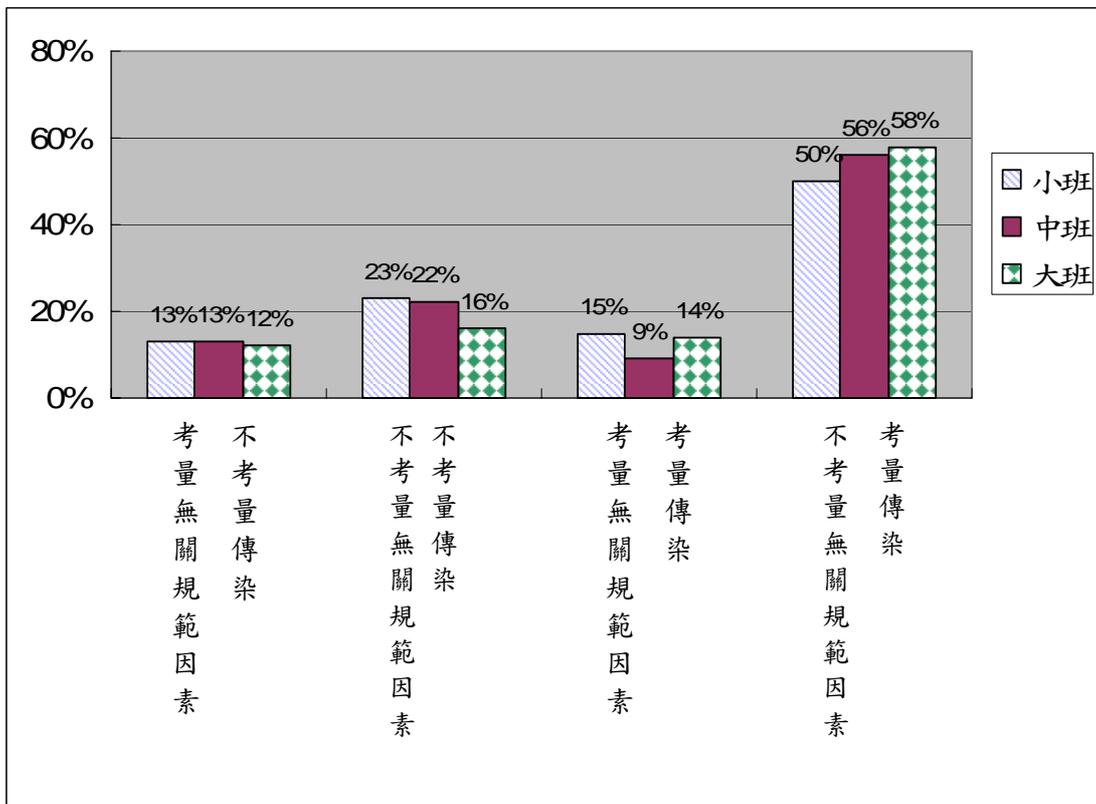


圖 3-4 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的疾病問題表現之百分比分佈

2. 遷移表現

表 3-12 及圖 3-5 顯示了具有不受內在正義的規範因素影響，又同時考量疾病的傳染性能力的各年齡幼兒在面對相似問題時的遷移表現。從百分比的分佈情況可以看出，所有年齡幼兒的表現都趨於兩端，不是落於「考量無關規範因素，不考量傳染」類別中，就是落在「不考量無關規範因素，考量傳染」類別中，沒有特別偏向考量哪一個因素。幾乎一半的（44%）大班幼兒在解決相似問題時，可以同時不受內在正義影響和考量傳染因素，但另一半大班幼兒卻表現的完全相反。只有 24% 的中班幼兒，可以同時不受正義影響和考量傳染因素，但 72% 的中班幼兒同時考量正義影響且不考量傳染因素，95% 小班幼兒有相同的表現。結果表示，在需同時考量兩個因素的疾病問題解決的遷移表現上，雖然先前可以成功的解決問題，但在面臨新的相似問題時，年齡愈小的幼兒愈無法表現出完整的遷移能力。

表 3-12 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的疾病問題遷移表現之人數分佈

	• 考量無關規範因素 • 不考量傳染	• 不考量無關規範因素 • 不考量傳染	• 考量無關的規範因素 • 考量傳染	• 不考量無關規範因素 • 考量傳染	總計
小班	18		0	1	19
中班	18		1	6	25
大班	14		0	11	25
總計	50		1	18	69

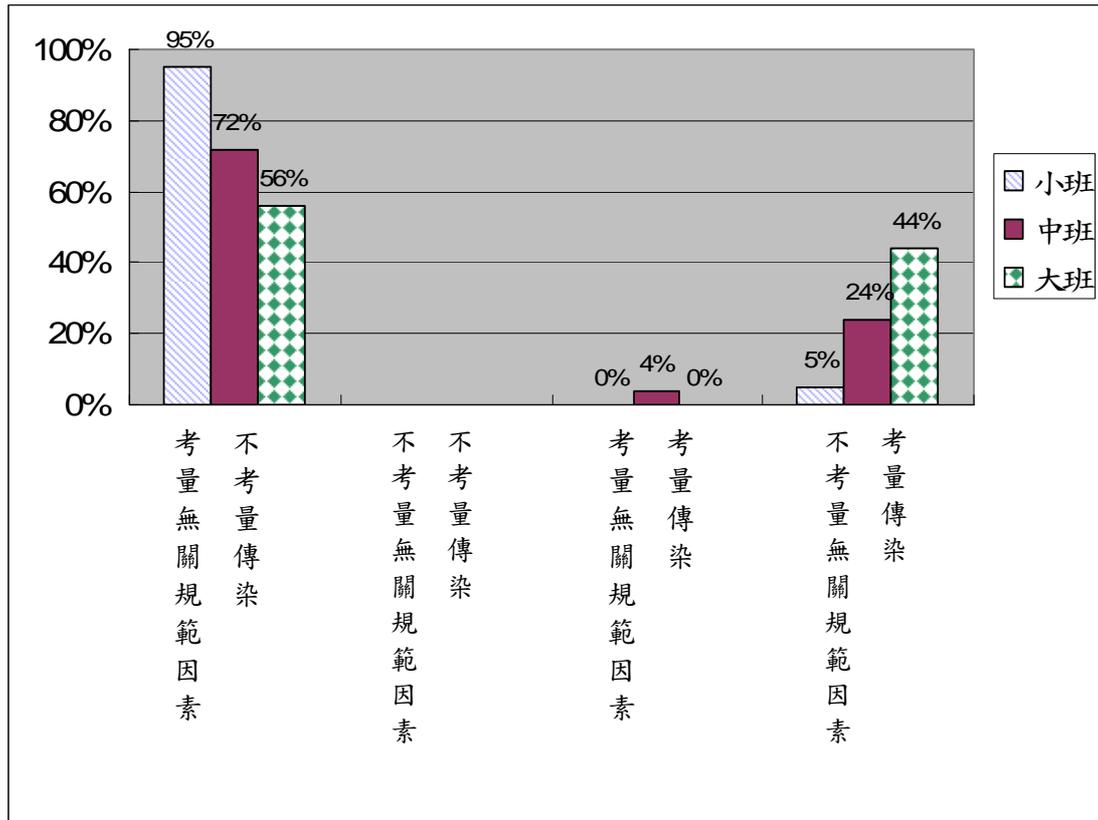


圖 3-5 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的疾病問題遷移表現之百分比分佈

(三) 生物概念

1. 解決問題表現

從表 3-13 與圖 3-6 的呈現可瞭解各年齡層幼兒考量各個生物因素的人數及百分比分佈情況。圖表中所標示為「皆未考量」是指幼兒在解決問題時皆未考量生命的有無及外表特質的遺傳兩因素；「考量生命」及「考量遺傳」是指幼兒解決問題時，只考量其中一個因素；「考量兩者」則是指幼兒可以同時考量生命及遺傳兩因素。從百分比的分佈情況結果發現，37%的大班幼兒可以同時考量兩因素來解決問題，只有低於 5% 的中、小班幼兒可以同時考量兩因素。但超過 50% 以上的大、中、小班幼兒特別會考量其中生命的有無這一個因素。結果表示，幼兒在蒐集訊息及分析整理訊息階段獲得了生命有無及外表特質遺傳的知識，但大部分的幼兒在解決需同時考量兩個因素的生物問題時，不會同時使用這兩種知識來

解決問題。但會使用「生命的有無」這個因素來解決問題。只有小部分年齡較大的幼兒會同時考量這兩個因素來解決問題。

2. 遷移表現

從表 3-14 及圖 3-7 可以知道幼兒在成功解決生物問題後，在面對相似問題時的遷移表現。從百分比的分佈情況可以看出，所有年齡幼兒的遷移表現都只有落在考量「生命有無」及「同時考量兩因素」這兩個類別中，大多的（83%）大班幼兒會同時考量兩個因素。不過，中、小班幼兒進入遷移階段的人數相當少（中班 2 人，小班 1 人），無法明確的說明年齡小幼兒的遷移表現情況。結果表示，在需考量兩因素的生物問題解決的遷移表現上，雖然先前可以考量兩個因素而成功解決問題，但在面臨新的相似問題時，只有年齡較大的幼兒可以表現出完整的遷移能力。

表 3-13 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的生物問題表現之人數分佈

	皆未考量	考量生命	考量遺傳	考量兩者	總計
小班	14	21	3	2	40
中班	11	32		2	45
大班	2	24	1	16	43
總計	27	77	4	20	128

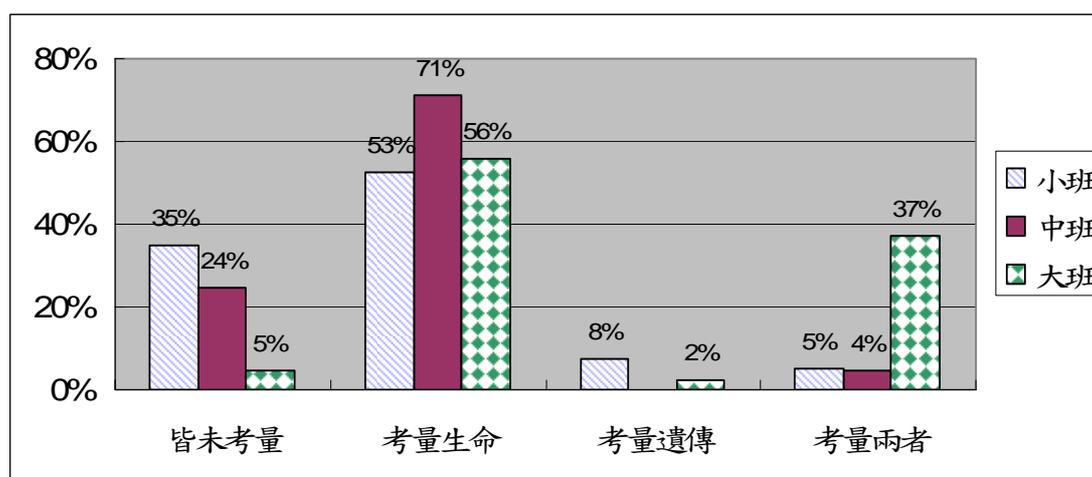


圖 3-6 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的生物問題表現之百分比分佈

表 3-14 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的生物問題遷移表現之人數分佈

	皆未考量	考量生命	考量遺傳	考量兩者	總計
小班		1			1
中班		1		1	2
大班		2		10	12
總計		4		11	15

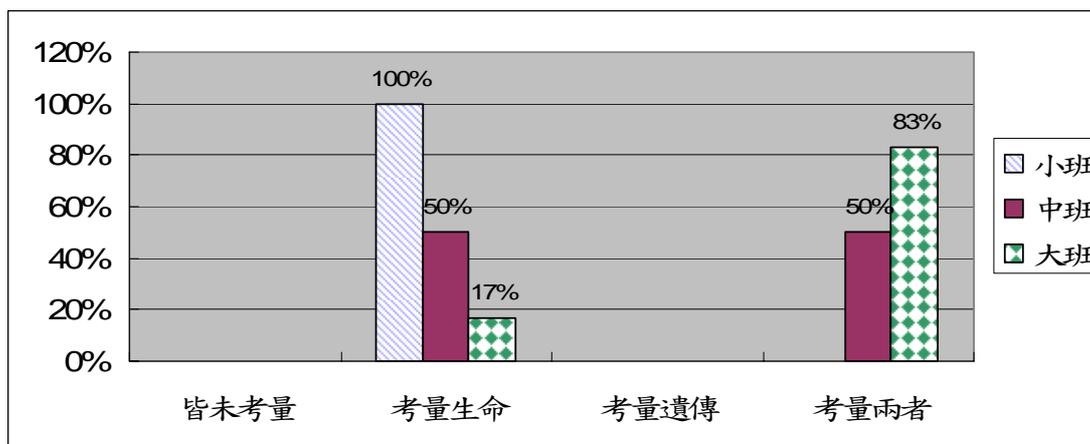


圖 3-7 各年齡幼兒解決需考量兩個因素的生物問題遷移表現之百分比分佈

二、幼兒解決問題的歷程

此部分進行結構方程模式 (structural equation modeling, SEM) 分析以說明各概念中蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題的路徑關係。本研究預期幼兒的蒐集訊息表現與幼兒分析整理訊息的表現有關，而分析整理訊息的表現與解決問題表現有關，幼兒的分析整理訊息表現為蒐集訊息及解決問題間的中介變項

(mediating variable)。因為上述的分析結果顯示，年齡對幼兒的各項認知表現皆有顯著的影響存在，所以此處亦將年齡放入分析。

本研究使用 LISREL 8.80 學生版，藉由最大概率法 (Maximum Likelihood Estimation, ML)，進行路徑分析模式的適配度 (fitness) 評估分析。根據 Jöreskog 與 Sörbom (1992) 的觀點，研究者除了以說明 SEM 整體模式的 χ^2 值作為評鑑指標外，還需考量其他評估模式適配度的統計指標，包括： χ^2 值除以自由度的比率 (χ^2/df)、GFI、AGFI、RMSEA、NFI、NNFI 及 CFI。Jöreskog 與 Sörbom 認為一個好的模式應該達到的標準為： χ^2 值未達顯著、 χ^2 值除以自由度的比率 <3 、GFI >0.9 、AGFI >0.9 、RMSEA <0.08 、NFI >0.9 、NNFI >0.9 及 CFI >0.9 。

透過 SEM 的路徑分析 (path analysis) 可以檢測及說明變項間的因果關係及彼此間的直接及間接關係。Kline (1998) 認為，建立一個路徑分析模式的樣本數 (sample size) 需以模式的參數 (parameter) 數量為基準。參數數量愈多的複雜模式需要愈大量的樣本數。Kline 進一步建議，實驗參與者與參數的比率應為 10:1，不應該低於 5:1。在本研究中，將分別就運動力學、疾病及生物概念進行路徑分析模式檢驗，而各概念的樣本數皆達到上述兩項標準。以下分別就各個知識概念說明分析結果。

(一) 運動力學概念

表 3-15 呈現了分析結果與標準的比較。經由分析結果顯示， $\chi^2 (1, N=128) = 1.322$ ， p 值 $> .05$ ，表示理論模式與觀察資料可以適配。 χ^2/df 的比率為 1.322、GFI=0.995、AGFI=0.948、RMSEA=0.05、NFI=0.969、NNFI=0.948 及 CFI=0.991，都表示模式有理想的整體適配度。圖 3-8 以影響效果係數顯示出幼兒在解決運動力學概念問題表現的路徑模式圖，結果顯示符合本研究之預期，幼兒的蒐集訊息表現會直接影響分析整理訊息的表現，並進而影響解決問題的表現，由此顯現解決運動力學問題的歷程，而幼兒在這些歷程的表現皆會受到年齡的影響，年齡愈大，表現愈佳。

表 3-15 運動力學概念解決問題模式適配度分析結果

評鑑項目	本研究結果	評鑑結果
χ^2 值是否未達顯著？	$p=0.250$	是
χ^2 值除以自由度的比率是否小於 3？	比率=1.322	是
GFI 指數是否大於 0.9？	GFI=0.995	是
AGFI 指數是否大於 0.9？	AGFI=0.948	是
RMSEA 指數是否低於 0.08？	RMSEA=0.05	是
NFI 指數是否大於 0.9？	NFI=0.969	是
NNFI 指數是否大於 0.9？	NNFI=0.948	是
CFI 指數是否大於 0.9？	CFI=0.991	是

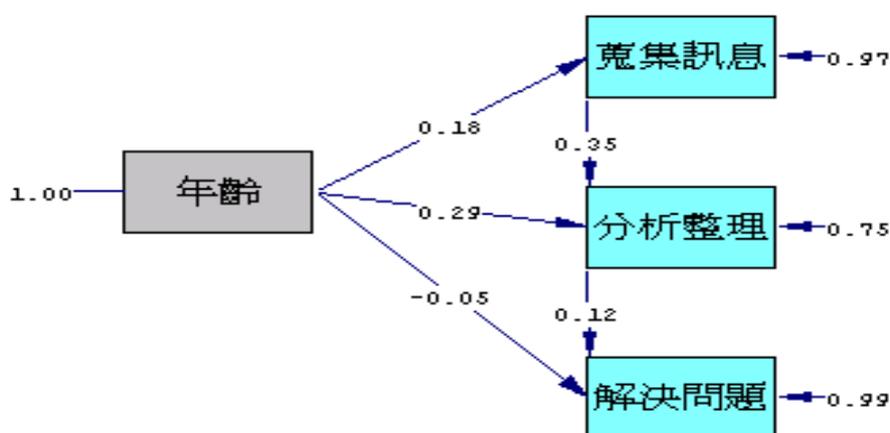


圖 3-8 運動力學概念路徑模式圖

(二) 疾病概念

分析結果顯示 $\chi^2(1, N=128) = 1.017$, p 值 $> .05$, 表示理論模式與觀察資料可以適配。 χ^2/df 的比率為 1.017、GFI=0.996、AGFI=0.960、RMSEA=0.10、NFI=0.968、NNFI=0.996 及 CFI=0.999, 都表示模式有理想的整體適配度。表 3-16 呈現了分析結果與標準的比較。另外, 圖 3-9 以影響效果係數說明了幼兒在解決疾病概念問題表現的路徑模式圖, 結果顯示符合本研究之預期, 幼兒的蒐集訊息表現會直接影響分析整理訊息的表現, 並進而影響解決問題的表現, 由此顯現解決疾病問題的歷程, 而幼兒在這些歷程的表現皆會受到年齡的影響, 年齡愈大, 表現愈佳。

表 3-16 疾病概念解決問題模式適配度分析結果

評鑑項目	本研究結果	評鑑結果
χ^2 值是否未達顯著?	$p=0.313$	是
χ^2 值除以自由度的比率是否小於 3?	比率=1.017	是
GFI 指數是否大於 0.9?	GFI=0.996	是
AGFI 指數是否大於 0.9?	AGFI=0.960	是
RMSEA 指數是否低於 0.08?	RMSEA=0.010	是
NFI 指數是否大於 0.9?	NFI=0.968	是
NNFI 指數是否大於 0.9?	NNFI=0.996	是
CFI 指數是否大於 0.9?	CFI=0.999	是

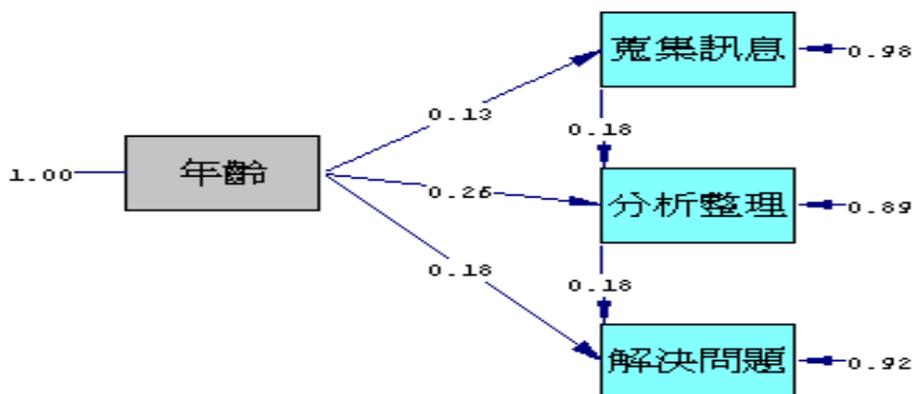


圖 3-9 疾病概念路徑模式圖

(三) 生物概念

表 3-17 顯示各指標與標準比較的結果。經由分析結果顯示 $\chi^2 (1, N=128) = 1.131$ ， p 值 $>.05$ ，表示理論模式與觀察資料可以適配。 χ^2/df 的比率為 1.131、GFI=0.999、AGFI=0.995、RMSEA=0.00、NFI=0.998、NNFI=1.082 及 CFI=1.000，都表示模式有理想的整體適配度。圖 3-10 說明了在生物概念中，幼兒的年齡與幼兒蒐集訊息、分析整理訊息及解決問題表現間的關係。結果顯示符合本研究之預期，幼兒的蒐集訊息表現、分析整理訊息表現及解決問題表現有線性的影響關係，蒐集訊息表現透過中介變項分析整理訊息影響解決問題表現，由此顯現解決疾病問題的歷程，而幼兒在這些歷程的表現皆會受到年齡的影響，年齡愈大，表現愈佳。

表 3-17 生物概念解決問題模式適配度分析

評鑑項目	本研究結果	評鑑結果
χ^2 值是否未達顯著？	$p=0.718$	是
χ^2 值除以自由度的比率是否小於 3？	比率=0.131	是
GFI 指數是否大於 0.9？	GFI=0.999	是
AGFI 指數是否大於 0.9？	AGFI=0.995	是
RMSEA 指數是否低於 0.08？	RMSEA=0.00	是
NFI 指數是否大於 0.9？	NFI=0.998	是
NNFI 指數是否大於 0.9？	NNFI=1.082	是
CFI 指數是否大於 0.9？	CFI=1.000	是

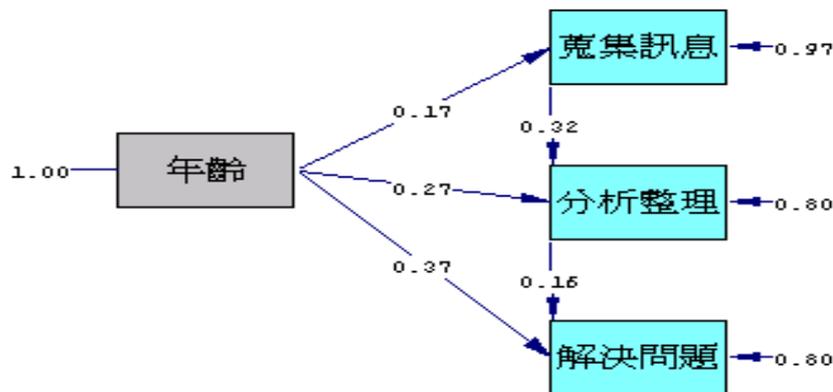


圖 3-10 生物概念路徑模式圖

綜合上述各知識概念的分析結果顯示，蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題與幼兒年齡間具有因果關係存在。不論解決何種科學問題，幼兒要能解決問題皆須經過蒐集訊息及分析整理訊息的歷程。這些歷程間具有因果關係為蒐集訊息表現直接影響分析整理訊息的表現，而分析整理訊息的表現則直接影響解決問題的表現。

討論

研究一主要在瞭解不同年齡幼兒在解決需同時考量兩個因素的運動力學、疾病及生物概念問題及遷移的能力表現。從幼兒在解決需同時考量兩個因素問題的作業上的表現可知，幼兒解決問題需歷經蒐集訊息及分析整理訊息的歷程，而蒐集訊息表現直接影響分析整理訊息的表現，進而影響解決問題的表現。年齡愈大的幼兒，在蒐集、分析整理及解決問題等歷程的認知技能表現愈好。所有的幼兒在蒐集訊息歷程的表現最佳，分析整理訊息歷程次之，解決問題歷程的表現最差。對面對不同知識概念的訊息，幼兒的各項認知技能表現也會不同，幼兒蒐集、分析整理運動力學與疾病概念訊息的認知技能表現都比解決各知識概念問題的表現好，幼兒解決疾病概念的表現最佳，解決生物問題的表現次之，解決運動力學問題的表現最差。

綜合來說，因著幼兒的年齡、需處理的知識概念以及不同的認知歷程，幼兒會有不同的認知技能表現。但在解決需同時考量兩個因素問題遷移的表現上，各年齡幼兒的表現沒有不同，且在運動力學或是疾病概念上的解決問題遷移亦沒有不同的表現。從各年齡幼兒在解決兩個因素問題及遷移表現時分別考量兩個因素的情況來看，大部分 6 歲以下幼兒皆無法同時考量兩個因素來解決問題並表現出遷移。

有關幼兒能夠成功的解決考量兩個因素問題的表現，本研究的結果似乎與 Siegler (1976)、Karmiloff-Smith (1997) 所認為 6 歲幼兒仍無法同時考量兩因素解決平衡問題的結果一致，但與 Halford 等人 (2002) 所認為幼兒大約 5 歲即可以同時考量兩個因素解決問題的結果不一致。研究者認為 Siegler、Karmiloff-Smith 與 Halford 等人研究結果不同，可能是因為研究作業困難度不同所導致。Halford 等人使用讓幼兒選擇答案的方式，且選擇項目較為簡單。雖然 Siegler 也是以讓幼兒預測選擇的方式進行，但題目較多、且操弄的材料較複雜。此外，Karmiloff-Smith 的作業方式是讓幼兒自行操作，對幼兒來說困難度較高。因此，作業難度較容易，幼兒的表現即較佳。而本研究所使用的作業，雖然對幼兒來說也很容易，但因為與 Halford 等人的科學概念不同，所以可能造成不一樣的結果。

至於「當幼兒無法同時考量兩個因素來解決問題時，他們會先考量兩個因素中的哪一個因素」的問題上，本研究結果顯示，除了疾病問題沒有特別考量哪一個因素外，幼兒在解決運動力學及生物問題時皆出現偏重其中一個因素的考量。運動力學問題首先被考量的因素為質地，但是在遷移時，首先被考量的因素變為坡度。生物問題則是生命有無會首先被考量。從運動力學問題的結果似乎較支持 Karmiloff-Smith (1994) 及 Normandeau 等人 (2001) 所認為的論點，問題中比較突出的因素 (salient aspect) 會首先被考量。但在生物問題中遺傳因素 (眼睛顏色) 應是較突出的因素，而幼兒仍是以生命有無作為考量的因素，此結果似乎支持 Halford 等人 (2002) 所認為，幼兒會偏重考量哪一個因素是因為學習經驗的關係。因此，有關考量哪一個因素的問題尚需往後研究繼續探討。

在遷移表現方面，本研究之結果與白玉玲 (2002) 所發現 5 歲幼兒即能類比解決兩個因素問題的研究結果不一致。研究者認為，與白玉玲 (2002) 的結果不一致，是因為在其研究中幼兒需考量的兩因素為物品的顏色及形狀，與本研究中幼兒所需考量的兩因素 (如：坡度與質地) 相較起來，前者為表面特徵的訊息，對幼兒來說屬於較容易的訊息，後者牽涉到較深層的知識層面，所以幼兒的表現

較差。

有關幼兒在不同概念的解決問題表現，幼兒在疾病及生物問題的解決表現比運動力學的表現佳，顯示幼兒在解決問題表現有領域特定性 (domain-specific) 的情況出現，不同領域有不同的解決問題表現。在本研究中，相對於與其他概念，運動力學概念對幼兒來說較難，概念愈難，幼兒解決問題的表現會愈不佳。

綜合來說，幼兒的蒐集訊息與分析整理訊息表現、概念的困難度會影響幼兒解決需同時考量兩個因素問題的表現。幼兒要能成功解決考量兩個因素問題，必須充分的蒐集訊息及分析整理訊息。若是幼兒所面對的概念問題，是幼兒不熟悉或不會的，幼兒也無法成功解決問題。但是，無論是訊息蒐集與分析或概念困難度，仍受到幼兒年齡發展的影響。年齡愈大的幼兒蒐集和分析訊息表現愈佳。年齡大的幼兒有較佳的解決問題表現，面對不同知識領域的問題，幼兒會有不同的解決問題的表現。從本研究的結果顯示，從幼兒在蒐集、分析整理與解決運動力學問題的表現看來，即使大、中、小班幼兒皆已具有運動力學的知識，他們仍無法利用這些知識解決問題，且與其他概念比較起來，幼兒最無法解決運動力學問題。