

# 兒童速率概念之初探研究

王春奎

基隆市建德國小

鍾靜

國立台北師範學院

本文採用質性研究，藉由與 42 名幼稚園至國小六年級的各年齡層兒童進行半結構訪談，找出幼稚園至國小六年級兒童在『速率』概念上的表現差異及有關『速率』概念的迷思為何？以期作為未來設計教學及評量的參考。研究發現：兒童生活經驗以及背景知識，會影響其速率概念，不同年齡層兒童對速率語詞的認識和對快慢的判斷，存有很大的差異性。低年級及幼稚園兒童，判斷快慢時，不注意距離以及時間的交互影響，而是以輪子的轉動、超越現象以及到達終點先後等做為判斷的依據。中年級的兒童判斷快慢的依據，除超越現象以及到達終點的先後外，已經注意到移動距離的遠近、時間花費的長短，均會影響到運動的快慢。高年級兒童則已明瞭速率、距離、時間三者之間的相互關係，所以判斷快慢時逐漸超脫直接比較的方式，而以量化的方式進行。

**關鍵字：**速率概念、迷思概念、半結構訪談

## 前言

根據方吉正（1995）的研究，指出國內兒童由於對速率及其相關概念的不瞭解，導致對於速率文字題的解題表現並不理想。但是陳宗彥（2002）的研究卻又顯示國內大多數六年級兒童已具有正確的速率概念。到底兒童對速率概念為何？引起了筆者莫大的興趣。

Ausubel（1978）曾說：「影響學習者學習的首要因素，是他已經知道了些什麼？」。Blosser（1987）則指出在尚未接受正式的學校教育前，便已經存在一些與教學內容相關的先前概念。所以教師若想讓兒童速率概念學習能夠順利，就必須先對兒童原有概念及其迷思有所了解。但是，究竟兒童在尚未正式學過速率概念之前，已經具有哪些速率相關的想法？又經過速率課程的教導後，又具有哪些速率相關的想法？而這些速率的相關看法及想法中，又有哪些是屬於速率的迷思呢？因此，本文不針對速率概念與學校教材的關連性進行分析探究，也不針對其與時間及距離等特定概念的關連作深入的討論，而是以下述三

點作為本文的主要研究目標：一、分析不同年齡層兒童對速率與速度名詞的認識；二、分析不同年齡層兒童如何判斷運動的快慢；三、分析不同年齡層兒童速率的迷思概念為何。

而為了使研究更精確，本文對相關名詞加以解釋如下：

一、速率：在物理學，速度(velocity)代表一個向量，而速率(speed)只是向量的長度，亦即速率只講物體移動的快慢而不管其移動的方向，而速度則須同時提及移動的方向和快慢。本文僅對物體移動快慢加以探討，並不討論移動方向的影響。

二、迷思概念：指凡是學生對於某一概念，有不完整的、甚至為偏差或錯誤的想法或看法等，而此等想法或看法與當前所採用(認同)的科學知識無法相容，甚至發生了衝突皆通稱為『迷思概念』。

三、速率直觀比較：以眼球掃瞄物體運動的感覺來作快慢的比較，即指觀察物體移動的行為

來判斷移動的快慢，這種直觀是比較不需要透過數字記錄來做判斷。

四、速率單變因分析：指的是在不能直觀比較物體運動快慢的情形下，且在距離或時間其中之一是相同的情形下，來進行速率的比較。

五、速率雙變因分析：即平均速率，代表距離和時間的平均值，指的是兒童在不能直觀比較物體運動快慢的情形下，且在距離及時間皆不相同的情形下，取距離和時間的平均值。就是用平均速率來進行速率的比較。

## 文獻探討

本文研究目標主要涉及兒童概念以及速率發展等層面，筆者擬就概念的屬性、迷思概念、數學迷思概念的研究、Piaget 的直觀速率概念、速率概念相關研究和國民小學數學速率教材分析等方面作探究。

### 一、概念的屬性

屬性另名特徵，每個概念皆有其屬性。屬性可以幫助描述和定義概念，有些屬性是主要的，透過數個『主要屬性 (primary attributes)』共同詮釋一個概念，如正三角形的主要屬性有：它必須是三角形、三個邊相等，且三個角度一樣。

### 二、迷思概念

筆者歸納許榮富、楊文金、洪振方 (1990) 對『迷思概念』的看法後，認為所謂的迷思概念是指：凡是學生對於某一概念有不完整的、甚至為偏差或錯誤的想法或看法等，而此等想法或看法與當前所認同的科學知識無法相容，甚至發生了衝突。另由國內一些學者 (姜嘉瑤, 1990; 張馨文, 1990) 的研究可知『速率』的迷思概念其來源應該非常的廣泛。從兒童在日常生活與他人互動無形中習得有關速率的相關經驗，到大眾傳播媒體有關運動快慢的報導、兒童對周遭事物的觀察，都有可能隱含到有關速率的迷思概念。而且隨著年齡的增長，經驗或知識有所增刪，其所具有的迷思概念應該會產生差異性，就算曾經接觸過速率課程，由於教師因為學科知識不足，或是不當的教學方法，都有可能使兒童誤解了正確的科學概念，導致迷思概念的產生。

### 三、有關數學迷思概念的研究

根據相關迷思概念研究方式發現，有的研究是以經由紙筆測驗的結果整理、歸納出學生之錯誤類型，最後以面談的方式深入了解學生解題時的想法及運算規則，並分析學生犯錯的可能原因 (劉天民, 1992; 黃偉鵬, 1993; 黃馨緯, 1994; 郭正仁, 2000; 簡芳怡, 2000; 謝和秀, 2001); 有的研究是透過問卷調查及訪談，收集量與質的資料來對概念及迷思概念進行研究 (蔡仲彬, 2002); 有的是先由文獻中尋找出特定的錯誤類型加以驗證，並利用與受試者晤談的方式來了解兒童的思考歷程 (曹郁玲, 2000)。簡言之，都是先蒐集兒童可能的概念表現情形或者是錯誤類型，再輔以訪談的方式，對於蒐集資料加以進行澄清。而本文所研究的三個問題皆需先蒐集有關兒童對速率概念的想法、判斷的依據等作為資料，再輔以訪談的方式，對兒童的想法及疑慮作相關澄清。

### 四、Piaget 的直觀速率概念

Piaget (1970) 認為兒童會依空間位置的前後關係，來判斷物體運動的快慢，且運動時只要具有超越現象就可以比較出快慢。為了要了解兒童如何將空間的超越現象轉化為時間與空間的關係，並了解其概念發展情形。Piaget 設計了只見起點與始點的運動、完全可見運動同始同終或距離不相等的完全可見運動、同心圓的圓周運動等實驗。由於後二者主要探討的皆是路徑長短對兒童的直觀速率概念的影響，且其研究結果大同

小異，故作者在此僅針對只見起點與始點的運動、完全可見的運動（同始同終或距離不相等），來加以敘述。兒童表現情形與概念階層分析，作者將其歸納製表，如表一、二。

表一 只見起點、始點運動之表現情形與概念階層分析

階 層	表 現 情 形	特 徵 分 析
階層 I： (指四～六歲 兒童)	當完全無法看見人物圖形實際運動情形時，此階層的兒童無法正確判斷物體運動速率的快慢；即使在可以看見人物圖形實際運動情形時，兒童甚至無法正確判斷物體運動速率的快慢。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在完全無法看見人物圖形實際運動情形時，而在看見兩物體同時運動後，轉移注意到另一端的同時性，而推論兩運動的速率相等。</li> <li>2. 在可看見人物圖形實際運動情形時，兒童能夠以超越現象來判斷運動速率的大小，此階段的兒童其直覺的速率並不能建構為時間與距離的關係，因為此一階層的兒童是以眼睛所見的情況來感覺物體運動的快慢，而在缺少直接觀察時，兒童不能想像在管子內的超越情況。</li> </ol>
階層 II： (指六至八歲 兒童)	在沒有看見人物圖形實際運動前無法正確回答，但當看過後可逐漸找到正確解答。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於速率的直覺，兒童仍建立在超越的關係上，以具像化的超越（真實超越 <i>real overtaking</i>）來思考快慢的問題，並且不能綜合出時間和空間的關連性。</li> <li>2. 此階層的兒童在空間、時間、速率相關方面為： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 關於空間，兒童將不同管子的長度直接解釋為運動快慢，因此並不能將超越現象與距離作統合。</li> <li>(2) 另外兒童會認為較長的距離，其所經歷的時間也較長。所以此一階層的兒童對於速率仍處於直覺的範圍，並未從運動距離與所經歷的時間中，得到一個操作型的關係。</li> </ol> </li> </ol>
階層 III： (指九至十一 歲兒童)	可立即回答正確。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已經注意到時間與距離的關係，並逐漸綜合出兩者為速率的相互關係。</li> </ol>

表二 完全可見運動表現情形與概念階層分析

階層	表現情形	特徵分析
階層 I	對於等速率運動的問題 1、2 及同時出發、同時到達問題 3、4 均無法完全正確回答，同時也無法了解速率的差異與不同。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.對於不同距離和同時出發、同時到達的問題，均猜測為相同的速率，可知此階段的兒童是以終點順序而不是以實際距離來判斷速率的快慢。</li> <li>2.對於在不同距離、等速率運動下的兩輛車子的問題，其回答並沒有將路徑距離關連到速率，僅是因為在等速率運動下，所經歷的時間與運動路徑長度成比例關係而已。</li> <li>3.對於同時出發、同時到達的問題，此一階層的兒童一開始均認為速率是相等的，其原因很明顯是因為沒有超越現象的發生。</li> </ol>
階層 IIA	可正確回答等速率的問題 1、2，但對同時出發、同時到達的問題 3、4，即使經過實驗後仍無正確回答。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.似乎對關連時間和空間的問題相當熟悉，但這種瞭解仍侷限在等速率運動下，時間和空間成比例的關係而已。</li> <li>2.甚至沒有時間間隔的真正瞭解，因為時間間隔必須在不同速率下，才可以從空間或運動中分離出來。</li> <li>3.回答速率不相等的，也只是認為走較短路徑的比較快。</li> </ol>
階層 IIB	可正確回答問題 1、2，而對於問題 3、4，在經過實驗後可以正確回答。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.由於同時出發、同時到達的問題中，兒童是由實際動作和實驗而逐漸組織起來的，所以這種思考並未具備具體操作形式。</li> </ol>
階層 III	對於問題 1、2、3、4，均能直接正確回答	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相同起點與終點的運動不再支配兒童的思考，兒童能以移動的空間與所經時間關係作推論，獲得距離與時間的速率概念。</li> </ol>

由表一與表二發現：不同年齡層的兒童在直覺速率概念上的表現確實有所不同，並且隨著年齡的增長，其直覺速率概念的發展，也由結構性低的知覺特徵逐漸轉移至較複雜、結構性高的概念定義。例如從當完全無法看見人物圖形實際運動情形時，兒童便無法正確判斷物體運動速率的快慢，一直到兒童能注意到時間與距離的關係，並逐漸綜合出兩者為速率的相互關係。

## 五、速率概念相關研究

Piaget 的直觀速率概念提出後，國內不少學者開始進行速率概念相關研究，如劉錫麒（1985）、王龍錫（1987）分別對花蓮泰雅族及屏東排灣族兒童進行 Piaget 式的研究，顯示出原住民族群兒童的速率概念發展與 Piaget（1970）相似，且發現社會文化環境會影響速率概念發展。

其它學者如洪木利（1987）探討我國兒童對牛頓定律概念架構之認知過程；陳介文（1986）

研究圓周運動概念的發展；蔡枚芳（1998）探究兒童牛頓第二運動定律相關次概念的發展；陳勇全(2000)針對三至八年級學生對牛頓第二運動定律相關概念改變之研究。張惠婷（2000）對中小學生進行等速率運動概念發展的研究；王幸雯（2001）研究兒童速度概念之發展；鍾文勳探討（2002）國民小學高年級學童對運動速率與力另有概念發展；以及陳宗彥（2002）針對國小三至六年級學生對有關速率概念認知的探討；Berendt, and Wood (1974)對 Piaget 式直觀速率概念進行驗證性的研究；Siegler, and Richards(1979) 針對 Piaget 所指兒童速率發展三階段提出了四點疑慮而進行質疑性的研究；Acredolo, and Schmid(1981) 接續 Siegler and Richards 的研究進行後續的探討的研究；Wilkening(1980)對 Piaget 研究中，兒童對速率的判斷考量是以最終位置及超越現象為主的說法，感到很懷疑，因而設計實驗情境加以證實的研究；Acredolo, Adams, and Schmid(1984) 利用動物玩偶的遊戲進行運動速率、時間及距離

的相關研究；Cross 和 Matsuda(1988)對速率進行另有概念的研究；Gallagher（1997）利用晤談方式探討運動速率與力的質樸概念；Matsuda(1994, 1996) 質疑 Piaget 對時間、速率、距離間概念的發展順序，而設計了 13 種情境來研究兒童的速率等等。

相關文獻顯示在以往的研究中，對探索兒童如何判斷快慢所設計的研究情境，大約可分為幾類，詳述如後：將二物體從同一時刻，同一地點開始移動，就其終點行為觀之；或是誰先到達終點線（相同距離中比較時間）；或是誰移動的距離比較長（相同時間中比較距離），讓兒童作速率的現象分析；或是如利用操縱變因及控制變因的方式，使二物體不能在同一時刻或同一起點開始移動，須藉距離、時間等數量來判斷，讓兒童作速率的單變因分析及雙變因分析。

另有關相關文獻之研究對象及結果，礙於篇幅關係，作者僅舉其較具代表之人物之研究，歸納製表如表三。

表三 速率概念相關文獻之研究對象及結果綜合表

研究者	研究對象	研究結果
王龍錫（1997）	1~6 年級兒童	* 原住民族群兒童的速率概念發展與 Piaget (1970) 相似，且社會文化環境對速率概念發展有影響。
陳勇全(2000)	國小 3 年級 } 國中 2 年級	* 三、四年級兒童對『速度』僅為知道，尚無法正確描述；在五年級以上逐漸知道，並能區分『速率』與『速度』不同。在六年級逐漸能說明『速率』的定義。 * 對『速度快慢的判別』，三、四、五年級學生對速率的判別常以『誰先到終點』或『誰跑的比較遠』為主；六年級以上學生將距離與時間一同考量。
Siegler, and Richards(1979)	5、8、11 歲兒童及成人	* 『速率快慢的判別』五歲幼兒是以移動物體停止之點為判別依據；十一歲兒童則以行進距離為判別依據。
Matsuda (1994, 1996)	4~10 歲兒童	* 透過具體操作，五歲幼兒能了解時間、距離和速率之關係。
Cross, and Mehegan(1988)	4~9 歲兒童	* 四至九歲的兒童對速率的想法，存在一些質樸概念 (naive concept)，例如：快車比慢車走更遠；等速二車行駛等距離結果會不同時間到達。
陳宗彥（1992）	國小 3~6 年級學生	* 大多數國小三、四、五年級兒童速率概念認知階層低於 Piaget 所研究的判準階層。 * 六年級大多數兒童屬於階層 IIIB 以上，已具有正確的速率概念。

由上表可知，以往雖有許多在探討不同年齡層兒童的速率概念研究，但是各研究並未針對各年齡層兒童間的速率概念的演變作探討，亦未針對諸如兒童在尚未正式學過速率概念之前，已經具有哪些速率相關的想法？經過學習速率課程後，具有哪些速率相關的想法？而這些速率的相關看法及想法中，又有哪些是屬於速率的迷思呢？這些問題皆應作詳細的探究。

## 六、我國國民小學數學速率教材綱要

因本文於八十九學年度下學期四月底舉行測試，正式訪談則於該學年度下學期的六月，所以訪談對象除六年級兒童以外，所接受的數學課程皆為八十二年版的新課程。而八十二年版新課程的標準（教育部，1993）之速率相關的內容僅在六年級時，介紹有關速度的認識及速度的直接比較。故本文之一至五年級受訪者皆未曾接受速率的教學，而六年級之受訪者所接受的數學課程為六十四年版的舊課程，其在五年級時曾學習過了解比較快慢的方法、了解速率的意義，使用時速、分速和秒速表示速率、了解求出速率的公式等有關速率的教學。

綜合言之，由研究迷思概念及有關數學迷思

概念的相關文獻中，研究者瞭解到『速率』的迷思概念其來源應該非常的廣泛，要解決本文的三個問題，斷非用紙筆試題可達，而是需先蒐集有關兒童對速率概念的想法、判斷的依據等資料，然後再輔以訪談的方式，對兒童的想法及疑慮作相關澄清。另從速率概念相關研究文獻中得知，在以往的研究，對探索兒童如何判斷快慢所設計的研究情境，大約可分作如同 Piaget 讓兒童作速率的現象分析；或是如同 Acredolo 和 Schmid；Mastuda 讓兒童作速率的單變因分析及雙變因分析。而以往雖有許多探討不同年齡層兒童的速率概念研究，但是皆未針對各年齡層兒童間的速率概念的演變作探討，亦未針對諸如兒童在尚未正式學過速率概念之前，已經具有哪些速率相關的想法？經過學習速率課程後，具有哪些速率相關的想法？而這些速率的相關看法及想法中，又有哪些是屬於速率的迷思呢？這些問題目前尚無詳細的探討。而從我國國民小學數學速率教材綱要，瞭解到一至五年級受訪者皆未曾接受速率的教學，而六年級的兒童曾於先前接受過速率的教學。

# 研究方法

## 一、研究設計

首先根據 Chow、Fisher、Sutton and West 等人對迷思概念的看法（姜嘉瑤，2000），迷思概念的來源之一是來自日常用語或實際經驗中，所得到的錯誤印象。其次在台灣『速度』是生活用語，而不是物理學上所說的速度。最後由相關文獻中得知，以往探究『兒童對速率與速度名詞的認識』之研究著墨較少。基於以上三點，所以作者認為有必要對『兒童對速率與速度名詞的認識』加以訪析。

另外有關『兒童對快慢的判斷』在先前的研究大都偏向現象分析、單變因分析及雙變因分

析，對於經由實際經驗中日常感官活動比較，所形成兒童對快慢的判斷依據，相關報告並不多見，所以有必要了解兒童的實際經驗中如何判斷快慢。

因此首先筆者將兒童速率概念分為探討『兒童對速率與速度名詞的認識』及『兒童對快慢的判斷』二部分來作探討。其中『兒童對速率與速度名詞的認識』這一個部分，以兒童對「速率」和「速度」二個名詞的想法為主軸，來了解『兒童對速率與速度名詞的認識』之間的差異性。而在『兒童對運動快慢的判斷』部分，則分為速率的日常感官活動比較、速率的直觀比較、速率的

單變因分析、速率的雙變因分析—平均速率。最後，再經由分析『兒童對速率與速度名詞的認識』及『兒童對快慢的判斷』中，常犯的錯誤有那些，據以探究兒童速率的迷思概念。依據文獻的彙整，初步編製訪談和實作的訪談大綱及專家意見調查表，並經由預試及專家學者審題來增加試題的效度，根據預試結果和專家意見修正形成正式的訪談大綱。

### (一) 兒童對速率與速度名詞的認識

嚴格論之，速率和速度代表的意義是不同的。但是分析 64 年版和 82 年版國小數學課程標準和部編本教材可以發現：若考量兒童經驗，則以速度稱之，若考量學理意義，則以速率稱之，所以在教學中所說的「速度」是採生活用語，而不是物理學上所說的速度（鍾靜，1998）。本部分訪談問題即以兒童對「速率」和「速度」的想法為主軸來了解「兒童對速率與速度名詞的認識」，其訪談大綱分析如表一。

表四 『兒童對速率與速度名詞的認識』概念訪談大綱分析

概念題號	訪談問題	目的
兒童對速率與速度名詞的認識	1-1 你有沒有聽過「速率」這二個字？	了解兒童是否聽過「速率」，進而了解其生活中對物體移動的使用語為何？
	1-2 你有沒有聽過「速度」這二個字？	了解兒童是否聽過「速度」，進而了解其生活中對物體移動的使用語為何？
	1-3 你認為速率是什麼意思？	了解兒童對速率乙詞的想法
	1-4 你認為速度是什麼意思？	了解兒童對速度乙詞的想法
	1-5 你有聽過「速率」這二個字，那請你想想看他們是如何說的？你又會用在那些地方？	了解兒童在生活中如何使用時速率相關用語
	1-6 你有聽過「速度」這二個字，請你想想看他們是如何說的？你又會用在那些地方？	了解兒童在生活中如何使用時速度相關用語

### (二) 兒童對運動快慢的判斷

筆者將『兒童判斷運動快慢』概念訪談大綱，分為日常感官活動比較、速率的直觀比較、速率的單變因分析、速率的雙變因分析等四大類，由於在『兒童對運動快慢的判斷』部份，從預試中發現在速率的單變因分析以及速率的雙

變因分析部份的訪談大綱內容（例如跑 1000 公尺），幼稚園及低年級兒童無法了解，所以將速率的單變因分析以及速率的雙變因分析部份，再區分成幼稚園及低年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱，以及中、高年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱二部份。其訪談大綱分析如表五、六。

表五 日常感官活動經驗比較、直觀比較概念訪談大綱分析

概念	題號	訪談問題	目的
速率的 日常 感官 活動 經驗 比較	2-1	你覺得是小汽車跑得快，還是飛機飛得比較快？為什麼？	經由兒童在日常感官中對於飛機與小汽車、小汽車與人、閃電與老虎的快慢判斷及所認為速率最快的物體為何的經驗中，了解兒童在日常生活中對於物體運動快慢的判斷依據為何？兒童在『速率』概念上的表現是否有所不同？其有關『速率』的迷思概念又如何？等等問題之探討。
	2-2	你知不知道車子大約跑多快，比如爸爸在高速公路上開車時車子大約跑多快？	
	2-3	你知不知道飛機在天空飛大約飛多快？	
	2-4	你覺得是車子跑比較快，還是人跑會比較快？為什麼？	
	2-5	你走路時大約走多快？	
	2-6	你覺得閃電快，還是老虎跑得比較快？為什麼？	
	2-7	你覺得最快的東西是什麼？你為什麼認為它最快？你認為它跑多快？	
速率的 直觀 比較	3-1	兩部車要比較哪個比較快，你會怎麼做？理由是什麼？	經由二車自由比較、超越、互不超越、接近不超越、遠離不超越、等距移動等六種情境，來了解不同年齡層兒童在日常生活中是否能透過感官活動感覺一個物體運動的快慢？判斷依據為何？是以超越現象為主嗎？還是以時間、距離、位移或是其它原因？在『速率』概念上的表現是否有所不同？其有關『速率』的迷思概念為何？等等問題之探討。
	3-2	由研究者操作綠色的車子在前面，然後藍色車子超過它，問兒童哪部車子跑得比較快？又為什麼？（二車同時出發、同時停止）	
	3-3	由研究者操作綠色車子一直跑在藍色車子旁邊，互相未超越，問兒童哪部車子跑得比較快？又為什麼？（二車同時出發、同時停止）	
	3-4	由研究者操作綠色車子在前面，藍色車子從後面愈來愈接近綠色車子，但未超越綠色車子，問兒童哪部車子跑得比較快？又為什麼？	
	3-5	由研究者操作綠色車子在前面，藍色車子從後面愈來愈遠離綠色車子，問兒童哪部車子跑得比較快？又為什麼？	
	3-6	由研究者操作綠色車子在前面，藍色车子在後面，一直維持等距的關係，彼此未愈遠離也未愈接近，問兒童哪部車子跑得比較快？理由是什麼？	



表六 「兒童判斷運動快慢」中單、雙變因分析概念訪談大綱分析

訪談問題		目的	
概念	題號	上為『幼稚園及低年級兒童對快慢判斷』 下為『中、高年級兒童對快慢判斷』	
速率的 單變因 分析	4-1	如果你今天和班上的王小玉(假名)一起比賽跑步,二個人都跑 10 分鐘,你可以從俊育國小(假名)跑到湯姆熊,王小玉從俊育國小跑到湯姆熊又繼續跑到麥當勞,都花了 10 分鐘,那你們二個人誰跑得比較快?為什麼? 大明和小華比賽跑 10 分鐘,大明在這段時間內跑了 800 公尺,而小華跑了 1000 公尺。你認為誰跑得比較快?為什麼?	了解不同年齡層兒童在時間相同的情境下,如何判斷運動的快慢?在『速率』概念上的表現是否有所不同?其有關『速率』的迷思概念為何?
	4-2	如果他們跑的路線不相同,王小玉繞遠路而你抄近路,時間一樣花 10 分鐘,你認為誰跑得比較快?為什麼? 如果他們跑的路線不相同,時間一樣花 10 分鐘,大明跑泥濘地 800 公尺,而小華跑平路 1000 公尺,你認為誰跑得比較快?為什麼?	
	4-3	大明和小華在賽跑,二人一起開始從學校跑到安親班,結果小華先到安親班。誰跑得比較快? 大明和小華在賽跑,二人一起開始從學校跑到安親班,結果小華先到安親班。誰跑得比較快?	了解不同年齡層兒童在距離相同的情境下,如何判斷運動的快慢?在『速率』概念上的表現是否有所不同?其有關『速率』的迷思概念為何?
	4-4	大明和小華比賽從俊育國小(假名)跑到湯姆熊,大明花了 10 分鐘,而小華花了 5 分鐘。你認為誰跑得比較快? 大明和小華比賽跑 1000 公尺,大明花了 10 分鐘,而小華花了 5 分鐘。你認為誰跑得比較快?	
	4-5	如果他們跑的路線不相同,王小玉繞遠路而你抄近路,你認為誰跑得比較快?為什麼? 如果他們跑的路線不相同一樣跑 1000 公尺。大明跑泥濘地,大明花了 10 分鐘;而小華跑平路,花了 5 分鐘,你認為誰跑得比較快?為什麼?	了解不同年齡層兒童是否依感覺來判斷距離的遠近,進而影響其對運動快慢的判斷?
	4-6	你星期天到郊外去爬山,上山時很累花了你 2 個小時,後來走同一條路下山,下山時比較輕鬆,你走了 3 個小時。上山和下山哪一段路你走得比較快?	

		你星期天到郊外去爬山，上山時很累花了你 2 個小時，後來走同一條路下山，下山時比較輕鬆，你走了 3 個小時。上山和下山哪一段路你走得比較快？	
速率的 雙變因 分析	5-1	你 1 分鐘可以從這邊跑到校門口，王小玉 2 分鐘可以跑到校門口又跑回來。誰跑得比較快？為什麼？ 大明和小華相互吹噓自己跑步的速率最快，大明說自己在 1 分鐘可以跑 600 公尺，而小華則說自己在 2 分鐘可以跑 1200 公尺。誰跑得比較快？為什麼？	了解不同年齡層兒童在距離與時間比率相同的情境下，如何判斷運動快慢？在『速率』概念上的表現是否不同？『速率』的迷思概念為何？
	5-2	你 1 分鐘跑到校門口，王小玉花了 2 分鐘，從這裡跑到校門口，又跑回來，又再跑去校門口找你，那誰比較快？ 如果大明 600 公尺跑 1 分鐘，而小華 1000 公尺跑 2 分鐘。你認為誰跑得比較快？為什麼？	了解兒童在距離與時間比率不相同的情境下，如何判斷運動快慢？在『速率』概念上的表現是否不同？其有關『速率』的迷思概念為何？
	5-3	你跑到校門口花了 2 分鐘，王小玉花了 3 分鐘，從這裡跑到校門口，又跑回來，那誰跑的比較快？ 如果大明 2 分鐘跑 600 公尺，小華 3 分鐘跑 1200 公尺的話，誰比較快？為什麼？	

## 二、研究樣本

本文的研究分為預試和正式訪談兩階段。茲將各階段所欲選取的研究對象作一敘述。

### (一)預試

選取幼稚園大班至國小六年級兒童，每年級隨機抽樣一班，每班各取 2 名學生訪談，共計 14 名兒童。而各年級學生的選擇是將各班上學期數學學期成績分成前半段和後半段，前、後半段隨機各取 1 名兒童。而幼稚園兒童沒有數學的學期成績，故由該班的任教老師依學生平時上課的表現情形在前、後半段各取 1 名。

### (二)正式訪談

正式訪談的研究對象目的在使獲得的資料能更具全面性，本文的施測對象選取基隆市市區

俊育國小（假名）及郊區子欣國小（假名）各一所（皆含附設幼稚園），每校每年級隨機抽樣 1 班，每個班各取 3 名，共 42 名兒童。為了要使所蒐集到的相關資料能較具普通性，所以每校每個年級 3 名兒童的選取方式是將上個學期的數學學期成績分成高、中、低三部分程度，每個程度的學生隨機選取男女共 3 名兒童。幼稚園沒有數學科成績，故由該班任教老師依兒童平日上課的表現，選取程度「高」、「中」、「低」各 1 名。

### (三)研究限制

由於本文主要採質性研究，所搜集的原始資料，雖然經過與同儕以及研究對象的導師等相互討論，但在經過詮釋後，難免因主觀看法、個人詮釋角度等問題，而會影響研究結果並呈現一些

偏差。

### 三、資料處理與分析

由於初步編製訪談大綱的內容共分為『兒童對速率與速度名詞的認識』以及『兒童對運動快慢的判斷』二部分，其中『兒童對速率與速度名詞的認識』部分預訪時並未發現相關用語會造成兒童誤解或無法溝通的現象；但在『兒童對運動快慢的判斷』部份，由預試中發現在速率的單變因分析以及速率的雙變因分析部份的訪談大綱內容（例如跑 1000 公尺），幼稚園及低年級兒童無法了解，所以將『兒童對運動快慢的判斷』部分區分成幼稚園及低年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱以及中、高年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱二部份。因為顧慮到如此一來二份訪談大綱的效度問題，所以在設計時特別注意到其同構性，例如在高年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱中的跑 1000 公尺，在低年級兒童對快慢判斷概念訪談大綱中俊育國小（假名）到湯姆熊的實際距離也大約為 1000 公尺。

在訪談前 42 位晤談學生皆事先進行編號，每位學生有五碼，如『S<sub>1111</sub>』，第一碼代表學生（S）；第二碼代表學校（1：俊育國小/假名、2：

子欣國小/假名）；第三碼代表年級（0：幼稚園、1：一年級、2：二年級、3：三年級、4：四年級、5：五年級、6：六年級）；第四碼代表兒童在該校該年級的受訪順序（1~3）；第五碼代表兒童的性別（1：男學童、2：女學童）。

而在訪談的過程中全程均作完整錄音及現場筆記。結束後將訪談錄音和筆記轉譯成逐字稿，根據訪談大綱和訪談逐字稿逐漸形成編碼表，因為採取半結構式的訪談並無預設資料為何，所以過程中編碼表是處於發展的狀態，不斷地對編碼表的內容加以增列或合併。編碼完成後再次檢視訪談內容，並將訪談內容逐步還原其真實意義，然後把相關的主題加以聚集，抽出其核心意義，主要是依逐字稿初步分類兒童回答內容中相關之速率概念及其迷思想法，再將兒童回答內容，逐漸歸類成表格，並將相同想法、判斷依據及迷思人數記錄在表格上，並配合相關主題情境之想法、判斷依據，來做各年齡層表現差異之分析，最後再從兒童對於速率的認識中，屬於速率概念的不相關屬性及相關屬性者，以及對快慢的錯誤判斷依據，整理成兒童的速率迷思概念，並對各年齡層的表現差異做整理分析及討論。

## 結果與討論

本文的研究結果與討論之呈現方式係就各個研究問題來進行分析，共分為六點，分別是：兒童對速率及速度語詞的想法與區別、兒童對速率與速度名詞的認識、日常感官活動比較、速率的直觀比較、速率的單變因分析及速率的雙變因分析、兒童速率的迷思概念等方面。其中第一、二點主要在探討第一個研究目標；而第三、四、五點，主要在探討第二個研究目標；最後一點主要是探討第三個研究目標。各點的內容大致均涵蓋二校幼稚園至六年級各年齡層的訪談內容。

### 一、結果

#### (一)兒童對速率及速度語詞的認知

從表七和訪談資料顯示幼稚園至五年級兒童，對於速率乙詞幾乎不曾耳聞，並且兒童在生活中也鮮少使用速率一詞，直到六年級，兒童才正式接觸速率名詞及定義的相關教材，也對於速率有較深之認識。惟經由繼續追問聽過且能舉出日常使用的例子的兒童，筆者發現他們無法分辨出在物理學上，速率只講物體移動的快慢而不管其移動的方向，而速度則須同時提及移動的方向和快慢，此二者之間的差異。

而大部份的兒童幾乎從幼稚園即開始經常

接觸速度乙詞，三年級以上的兒童已經全部聽過速度乙詞。而且對速度乙詞應用的範圍從幼稚園的跑步、行走、開車，一直到中年級的水流、颱風行進、植物生長，以及高年級的上網下載、氣

體擴散等，隨著年級的升高也呈現應用範圍擴大的趨勢，並且也隨著年齡的增長而逐漸漸直接使用速度乙詞代替快慢乙詞，以當作其描述物體移動的生活用語。

表七 兒童速率及速度語詞認知分佈

語詞	表現情形	各年級人數表						
		幼	一	二	三	四	五	六
速率	沒聽過	6	6	6	4	5	5	1
	聽過但不能舉出日常使用的例子	0	0	0	1	0	1	4
	聽過且能舉出日常使用的例子	0	0	0	1	1	0	1
速度	沒聽過	1	0	0	0	0	0	0
	聽過但不能舉出日常使用的例子	1	1	0	0	0	0	0
	聽過且能舉出日常使用的例子	4	5	6	6	6	6	6

## (二) 兒童對速度名詞的認識

由前面有關兒童對速率及速度語詞的探討，發現兒童無法分辨出速率與速度在物理學上的差異。所以我們以兒童在生活中如何使用速度相關用語及描述，來探究兒童對於速率的先驗概念，由表八，我們很清楚瞭解到兒童對於速度（率）的先前概念計有：速率就是跑得很快，或代表快和慢的意思；速度（率）就是跑步、走路的意思；速度（率）就是代表物體移動時所需要的時間；速度（率）就是代表跑多遠的意思；速度（率）就是距離除以時間，以及速度（率）就

是代表一段時間和一段距離的關係等六種。且發現由於速度（率）一般可用快、慢來描述，因此年齡層較低的兒童，有很高的比例會認為速度（率）就是快和慢的意思，但如何判斷快和慢卻無法說明。隨著年齡的增長，兒童逐漸發現到時間和距離是掌握速度（率）的兩個要件，而且到了六年級，由於五年級課堂上曾經教過，兒童已知道距離和時間比率的平均值就是平均速度（率）。兒童會將速度（率）想成爲物體移動的每一段距離所花的時間一樣多，或想成每一段時間物體移動的距離一樣長。

表八 各年級兒童對速度名詞的認識所佔人數表

意義	各年級人數及所佔該年級人數表						
	幼	一	二	三	四	五	六
很快或代表快和慢的意思	4	5	3	4	6	2	0
跑步走路的意思	0	1	1	0	0	0	0
物體移動時所需要的時間	0	0	0	0	0	2	2
跑多遠	0	0	0	0	0	1	0
距離除以時間	0	0	0	0	0	0	1
一段時間和一段距離	0	0	0	0	0	1	3
不知道或無法歸類	2	0	2	2	0	0	0

### (三)日常感官活動的比較

判斷的依據主要為生活經驗和背景知識，且隨著兒童年齡的增長，其判斷依據由必須二相對物同時存在，逐漸進步到只能片面由距離或時間其一來判斷，一直到最後能對距離及時間二者相互關係做全面性的判斷。由下頁的訪談可看出此點。

T：你覺得是小汽車跑得快，還是飛機飛得比較快？為什麼？

S<sub>2012</sub>：飛機。因為看到飛機從我們車子上面飛過去，它**超過**我們了。（S<sub>2012</sub>）

T：你覺得閃電快，還是老虎跑得比較快？為什麼？

S<sub>2421</sub>：閃電。因為閃電是一**瞬間**，老虎要花比較久的時間。（S<sub>2421</sub>）

T：你覺得小汽車跑得比較快，還是飛機飛得比較快？

S<sub>1521</sub>：飛機，因為從花蓮到基隆坐車要**6個小時**，搭飛機只**幾十分鐘**。（S<sub>1521</sub>）

在以背景知識做比較方面，洪蘭（2002）指出大師和生手差別之一就在於前者具有背景知識，研究顯示雖然研究對象正式接觸速率教材是在國小五年級時，但在這之前，兒童可能經由師長的告知，或是由書報、電子媒體等處獲得速率的判斷背景知識，且隨著年齡的增長，背景知識相對累積，判斷運動快慢也有所不同。例如，編號 S<sub>1011</sub> 的兒童其背景知識告訴他在空中飛行會比較快，所以即以是否在空中飛行為判斷依據；編號 S<sub>1222</sub> 的兒童其背景知識認為具備動力的會比較快，故以馬達及馬達大小為判斷依據；編號 S<sub>2312</sub> 的兒童其背景知識主要是從父母、師長間對話中，逐漸獲得速率量化的粗略訊息，就以爸爸只有說他的車大約可以跑到 300 公里為判斷依據；編號 S<sub>2621</sub> 的兒童其背景知識主要為課本上有關速率的內容，因此便以課本上所寫的做為判斷依據。由下面的訪談可看出此點。

T：你覺得是小汽車跑得快，還是飛機飛得

比較快？為什麼？

S<sub>1011</sub>：飛機。因為飛機後面會噴火。

T：後面會噴火就代表比較快嗎？

S<sub>1011</sub>：因為**畫畫中噴火就代表比較快**。（S<sub>1011</sub>）

T：你覺得是小汽車跑得快，還是飛機飛得比較快？為什麼？

S<sub>2312</sub>：飛機。因為上次老師說過飛機幾分鐘就可以飛到很遠的地方

T：那你知不知道，小汽車跑多快。例如爸爸在高速公路開車時大約多快？

S<sub>2312</sub>：爸爸說他的車大約可以跑到 300 公里。

T：那是什麼意思？

S<sub>2312</sub>：不知道，**爸爸只有說他的車大約可以跑到 300 公里**。（S<sub>2312</sub>）

T：你知道飛機大約跑多快？飛機的大約速度（速率）多少？

S<sub>2621</sub>：一小時七、八百公里。

T：你怎麼知道？

S<sub>2621</sub>：**課本上寫的**。（S<sub>2621</sub>）

一般而言，年齡較小的兒童，會以卡通及漫畫的一些表徵方式，作為判斷運動快慢的依據，而隨著年齡的逐漸增長，大約到中年級左右，兒童背景知識逐漸累積成長，兒童可能單獨由時間量的長短來判斷，認為較短時間就較快，也可能認為較長的距離，就代表速率較快。雖然不能精確的量化，但已明瞭速率可以用一個量來表示，而到了高年級左右，兒童正式接觸到速率教材，已明瞭速率、距離、時間三者之間的關係，對速率值也更能準確的量化。

### (四)速率的直觀比較

如表九所示，兒童在具體物相對運動超越情境下，兒童運動快慢判斷的依據主要有以下幾點：1.憑車子外在如輪子轉動的快慢判斷；2.以超越現象判斷；3.以行駛距離遠近判斷；4.以同樣時間行駛距離遠近來判斷；5.兩車相距遠近；6.無法歸類。其中以超越現象來判斷運動快慢的兒童最多，其年齡層分佈從幼稚園至國小六年級

兒童都有，顯現在具有超越現象情境中，兒童最直覺的判斷依據便是超越現象。此與 Piaget (1970) 所提及的兒童會依空間位置的前後關係

來判斷物體運動的快慢，且運動時只要具有超越現象就可以比較出快慢的論點相符合。

表九 超越情境下運動快慢判斷分佈表

情 境	判 斷 依 據	各年級人數表						
		幼	一	二	三	四	五	六
具體物相對 運動超越	車子外在(輪子轉動)	0	0	1	0	0	0	0
	超越現象	5	6	5	5	6	3	3
	距離遠近	0	0	0	1	0	1	0
	同樣時間距離遠近	0	0	0	0	0	2	2
	兩車相距遠近	0	0	0	0	0	0	1
	無法歸類	1	0	0	0	0	0	0

而如表十所示在非超越現象情境方面，兒童運動快慢判斷的依據主要有以下幾點：1.以超越現象判斷；2.以追上判斷；3.以兩車相距遠近來判斷；4.以行駛距離判斷；5.無法歸類。鍾聖校(1994)、Driver 等人(1985)的研究皆指出概念具有頑強性、穩定性等性質。本文發現在無法以超越現象作為判斷依據的情境下，二年級以下兒童(幼稚園 6 人中有 6 人；一及二年級兒童各 6 人中)運動快慢判斷的依據主要仍然以超越現象為主，顯現概念的頑強性與穩定性，此並與 Piaget (1970) 研究顯示四至六歲兒童(前運思

期)是以眼睛所見的情況來感覺物體運動的快慢，以具像化的超越來思考快慢的問題，並且不能綜合出時間和空間的關連性相吻合。但是隨著年齡的增長，兒童發現超越現象已經不能滿足實際判斷需要，轉而以追上、相距遠近、行駛距離等方式來作為判斷運動快慢的依據。而部分低、中年級的兒童，發現以往賴以運動快慢作為判斷依據的超越現象，在接近不超越、遠離不超越、等距不超越等情境下，已經不能適用時，又無法建構出另一種合理的判斷的方式，因此出現了許多無法歸類的判斷方式，例如憑感覺等。

表十 非超越情境下快慢判斷分佈表

情 境	判 斷 依 據	各年級人數表						
		幼	一	二	三	四	五	六
具體物相對運動	超越現象	6	5	5	1	1	1	1
接近不超越、遠 離不超越、等距 不超越	追上	0	0	0	1	1	3	0
	相距遠近	0	0	0	2	4	1	5
	行駛距離	0	0	1	0	0	1	0
	無法歸類	0	1	0	2	0	0	0

### (五)速率的單變因分析及速率雙變因分析

當時間相同時，兒童運動快慢判斷的依據主要有以感覺經驗判斷、以距離遠近判斷、以時間判斷等。而分析以感覺經驗作為判斷依據兒童的訪談，發現依年齡的高低，所關注的焦點也不同，年齡層較低的兒童，一般而言比較注意在人方面的因素，例如男生、女生，年紀、平日的表現；而年齡層較高的兒童，會比較注意在環境方面的因素，例如直線與彎道、平地與泥濘地等。由下面的訪談可看出此點。

T：小虎（假名）和你一起賽跑，小虎從學校跑到湯姆熊，再跑到麥當勞共花了十分鐘。而你只跑到湯姆熊也花了十分鐘，你們兩個都跑十分鐘，你覺得誰跑得比較快？為什麼？

S<sub>1031</sub>：黃小虎（假名），因為他是男生，我是女生。  
（S<sub>1031</sub>）

T：大明和小華比賽跑 10 分鐘，大明在這段時間內跑了 800 公尺，而小華跑了 1000 公尺。你認為誰跑得比較快？

S<sub>1531</sub>：假設小明在泥巴地跑 800 公尺，而小華在水泥地跑了 1000 公尺，就會不一樣。（S<sub>1531</sub>）

而當距離相同時，兒童運動快慢判斷的類型主要以感覺及時間兩者來做長短判斷。並發現中年級以下的兒童對運動快慢的判斷，常不考慮時間與距離的影響，而以感覺做判斷；而高年級兒童則已逐漸明瞭到距離、時間及速率三者之間的密切關係，知道移動時間的長短、移動距離的遠近，皆會影響速率的快慢。因此在同樣移動距離下，移動時間的長短，便是作為判斷運動快慢的依據，此研究發現與 Piaget 的論點相吻合。由下面的訪談可看出此點。

T：如果你跟王小小（假名）一起賽跑，只能跑 10 分鐘，從輔導室這邊出發。10 分鐘後，王小小（假名）跑到了你們二年級教室，而你從輔導室這邊出發跑到你們二年級教室再跑到幼稚園教室，請問誰跑得比較快？為

什麼？

S<sub>2222</sub>：都一樣快，因為所花的時間都是 10 分鐘。  
（S<sub>2222</sub>）

T：大明和小華比賽跑 10 分鐘，大明在這段時間內跑了 800 公尺，而小華跑了 1000 公尺。

你認為誰跑得比較快？為什麼？

S<sub>1622</sub>：小華。因為時間一樣，小華跑得距離比較遠的就比較快。  
（S<sub>1622</sub>）

而在速率雙變因分析—平均速率情境下，不同年齡層兒童運動快慢判斷的類型，主要有：單以時間判斷、單以距離判斷、化成時間相同情境下判斷、化成距離相同情境下判斷、求出速率值判斷等方式。Posner, Strike, Hewson, and Gertzog（1982）指出學習基本上是來自於新概念的 Understanding and Acceptance，意即概念改變的過程。而概念的改變大致可分為二個階段；一個是同化，即學生使用既有的概念去處理新發生或接觸到的新現象；另一個方式為調適，學生必須取代或重新組織他們的中心概念。研究發現在面對既無法由具體物直觀比較分辨物體運動的快慢，而且在時間與距離皆不固定的新經驗時，年齡層較低的兒童（幼稚園及低年級），部份因為無法自行建構適合此一情境的概念，因此無法加以判斷快慢。由下面的訪談可看出此點。

T：你跟你同學都跑得很快，你跑到幼稚園花了一分鐘，你同學跑到幼稚園又跑回來花了二分鐘，誰跑得比較快，或一樣快？

S<sub>2031</sub>：不知道。  
（S<sub>2031</sub>）

部份則是雖企圖將新的經驗加以「同化」，但因自我不當的聯想或做錯誤的觀察，而僅單以時間或距離做判斷。由下面的訪談可看出此點。

T：大明 1 分鐘可以從這裏跑到幼稚園門口，而你是 2 分鐘可以從這裏跑到幼稚園門口又跑回來。那誰比較快？為什麼？

S<sub>1021</sub>：我。因為 2 分鐘比 1 分鐘多，所以就比較快。  
（S<sub>1021</sub>）

T：大明說自己在 1 分鐘可以跑 600 公尺，而小華則說自己在 2 分鐘可以跑 1200 公尺。誰跑得比較快？為什麼？

S<sub>2421</sub>：小華快，因為小華跑 1200 公尺，大明才跑 600 公尺。  
(S<sub>2421</sub>)

而年齡層較高者在面對雙變因表徵情境下，會將新的經驗加以「同化」，如轉換成時間相同情境中來判斷，或化成距離相同情境下判斷。由下面的訪談可看出此點。

T：大明 2 分鐘跑 600 公尺，小華 3 分鐘跑 1200 公尺，誰跑得快？

S<sub>2632</sub>：我可能會用除法，因為一個是 2 分鐘、一個是 3 分鐘，先求 1 分鐘跑多少公尺，600 先除以 2 是 300，1200 除以 3 等於 400，這樣算 1 分鐘來比的話，就是小華跑得比較快。  
(S<sub>2632</sub>)

T：大明 2 分鐘跑 600 公尺，小華 3 分鐘跑 1200 公尺的話，誰比較快？為什麼？

S<sub>1432</sub>：小華，因為大明 2 分鐘跑 600 公尺，如果跑 1200 公尺的話就要 4 分鐘，但是小華跑 1200 公尺，只要 3 分鐘，所以小華比較快。  
(S<sub>1432</sub>)

或者是取代和重新組織他們的中心概念，發展出 1 分鐘移動多少公尺的新概念，開始求出速率值，作為判斷快慢的依據。由下面的訪談可看出此點。

T：大明和小華相互吹噓自己跑步的速率最快，大明說自己在 1 分鐘可以跑 600 公尺，而小華則說自己在 2 分鐘可以跑 1200 公尺。誰跑得比較快？為什麼？

S<sub>1411</sub>：二個人都一樣快，因為 600 公尺乘以 2 等於 1200 公尺。

T：大明 2 分鐘跑 600 公尺，小華 3 分鐘跑 1200 公尺的話，誰比較快？

S<sub>1411</sub>：應該是小華。

T：你怎麼知道的？

S<sub>1411</sub>：亂猜的。

T：好好想，不能亂猜。誰跑得比較快？為什麼？

S<sub>1411</sub>：(長思後)，小華，因為 600 除以 2 等於 300，這就代表大明 1 分鐘可以跑 300 公尺，1200 除以 3 等於 400，這就代表小華 1 分鐘可以跑 400 公尺，所以小華跑比較快。  
(S<sub>1411</sub>)

## (六)兒童速率的迷思概念

由本文的研究中發現迷思概念主要有兒童對速度(率)想法的迷思概念以及兒童判斷運動快慢的迷思概念二種。首先兒童對速度(率)認識的迷思概念方面，顯示出兒童對於速度(率)的先前概念，計有速度(率)就是跑得很快；代表快和慢的意思；速度(率)就是跑步、走路的意思；速度(率)就是代表物體移動時所需要的時間；速度(率)就是代表跑多遠的意思；速度(率)就是距離除以時間，以及速度(率)就是代表一段時間和一段距離的關係(一段時間內跑多遠)等六種。其中速度(率)就是跑步、走路的意思；速度(率)就是跑得很快、或代表快和慢的意思；速度(率)就是代表物體移動時所需要的時間；速度(率)就是代表跑多遠的意思，以上皆是屬於速度(率)想法的迷思概念。以低年級及幼稚園兒童而言，對速度(率)乙詞使用的範圍大都是在於描述跑步、行走、開車時候的快慢，在此背景下，若沒有正確的教導，有的兒童常會誤認速度(率)就是跑步走路的意思，此結果頗符合 Gilbert, Watts, and Osborne (1985)所指出的兒童易使用日常生活的語言來描述所見或所聽的科學用語，或成為用來解釋之的論點。而存有速度(率)就是跑步、走路的意思此類迷思概念的兒童，其對運動快慢的判斷，會深受物體移動狀態，比如是否為跑步、走路狀態所影響，如果移動狀態是不屬於跑步或走路狀態時，兒童會認為其速度(率)是低於跑步或走路狀態者，例如在空中的閃電，其速度(率)會比在地上跑動的老虎來得慢。由下面這段訪談中，可看出這點。

T：你認為速度(速率)是代表什麼意思？



S<sub>1532</sub>：走走走……。

T：那那你覺得是閃電比較快，還是老虎跑得比較快？

S<sub>1532</sub>：應該是老虎吧。

T：爲什麼？

S<sub>1532</sub>：閃電是在天空閃，但是老虎卻可以在**地上跑**。（S<sub>1532</sub>）

而在兒童判斷運動快慢的迷思概念方面，兒童對於運動快慢的比較，無法脫離日常感官活動的比較、直觀比較與速率單變因分析及速率雙變因分析等四種。因爲進行速率單變因分析及速率雙變因分析下，兩者迷思概念相似，因此筆者將之歸納爲一類。以下就將日常感官活動的比較、直觀比較、速率單變因分析及雙變因分析等三種快慢比較方式下，針對兒童的迷思概念來提出相關的結論。首先在日常感官活動比較的迷思概念方面，發現兒童在日常感官活動中，對快慢的比較所判斷的依據主要爲生活經驗和背景知識。而由於生活經驗和背景知識的不相同，對於日常感官活動比較的迷思概念也不相同。例如在兒童的印象中，男生往往比女生孔武有力、跑得也比女生快。當兒童判斷快慢時，會以此作首要考量，而不以所記錄數字（距離遠近、時間長短）來判斷。由下面的訪談可看出此點。

T：小虎（假名）和你一起賽跑，小虎從學校跑到湯姆熊，再跑到麥當勞共花了十分鐘。而你只跑到湯姆熊也花了十分鐘，你們兩個都跑十分鐘，你覺得誰跑得比較快？爲什麼？

S<sub>1031</sub>：黃小虎（假名），因爲他是**男生**，我是**女生**。（S<sub>1031</sub>）

卡通及漫畫的一些畫法，例如畫畫中噴火就代表比較快，也會成爲爲判斷依據的背景知識。由下面的訪談可看出此點。

T：你覺得是小汽車跑得快，還是飛機飛得比較快？爲什麼？

S<sub>1021</sub>：飛機，因爲飛機後面會**噴火**。

T：後面會噴火就代表比較快嗎？

S<sub>1021</sub>：對！

T：你怎麼知道的？

S<sub>1021</sub>：因爲畫畫中**噴火**就代表比較快。

T：那你覺得最快的東西是什麼？你看過覺得最快的東西是什麼？

S<sub>1021</sub>：火箭。

T：你在什麼地方看到的？是在電視呢？書裏面？還是你親眼目睹？

S<sub>1021</sub>：書中。

T：那爲什麼你認爲它比較快？

S<sub>1021</sub>：因爲火箭後面有三個地方會噴火。（S<sub>1021</sub>）

其次在速率直觀比較的迷思概念方面，發現在無法以超越現象作爲判斷依據的情境下，有非常高比例的低年級兒童（幼稚園 6 人中有 6 人；一及二年級兒童各 6 人中有 5 人）存有不管任何情境，一律皆以超越現象或誰在前面，作爲判斷運動快慢唯一依據的迷思概念；甚至到了中、高年級，仍然有此迷思想法（三、四、五及六年級兒童各 6 人中有 1 人），顯示受訪兒童迷思概念具有相當強的頑強性及普遍性，此與鍾聖校（1994）、Driver 等人（1985）的研究皆指出迷思概念具有頑強性、穩定性、及普遍性等性質的研究相符合。

## 二、討論

兒童對速率與速度名詞的認識、兒童對運動快慢的判斷、兒童速率的迷思概念，是本文的三個研究問題，筆者針對此三者分別加以探究，發現兒童對速率與速度名詞的認識主要有：（一）速度（率）就是跑得很快、或代表快和慢的意思；（二）速度（率）就是跑步、走路的意思；（三）速度（率）就是代表物體移動時所需要的時間；（四）速度（率）就是代表跑多遠的意思；（五）速度（率）就是距離除以時間；（六）速度（率）就是代表一段時間和一段距離的關係（一段時間內跑多遠）等 6 種。而在兒童對運動快慢的判斷，以日常感官活動的比較而言，研究結果爲兒童主要的判斷

是以生活經驗做比較，和以背景知識做比較二種方式。筆者認為生活經驗和背景知識應該也會影響兒童對速率與速度名詞的認識，於是筆者重新審思三者的關係，發現此三者之間，有著非常密不可分的关系，以下將針對兒童對速率與速度名詞的認識會影響其運動快慢判斷，以及兒童對速率錯誤的認識會造成判斷運動快慢的迷思等二部分來加以探討。

### (一)兒童對速率與速度名詞的認識會影響其運動快慢判斷

兒童對速率的想法為速度（率）就是距離除以時間，其在判斷快慢時常利用速度（率）等於距離除以時間，先求出速率值，再利用速度（率）值的大小來判斷運動的快慢。而認為速度（率）就是代表一段時間和一段距離的關係（一段時間內跑多遠）的兒童。其在判斷快慢時便會利用在相同時間來比較距離的遠近；或者利用在相同距離來比較時間的長短的方式來加以判斷。

### (二)對速度（率）錯誤的認識會造成判斷運動快慢的迷思

速度（率）想法為速率就是跑步、走路的意思，此在判斷快慢時，常會深受其移動是否為跑步或走路狀態所影響。如果移動時並非是跑步或走路時，便會認為其速度（率）是比跑步或走路來的慢，例如在空中移動的物體，其移動的方式可能是用飛的、飄的、閃爍的，此方式並非是跑步或走路，所以便會認為其移動速度（率）比在地上跑動的物體要來得慢。而認為速度（率）就是代表物體移動時所需要的時間的兒童，其在判斷快慢時會不管距離遠近，僅以所花的時間比較短者，就判斷比較快；所花費時間比較長者，就判斷比較慢，並且會以時間量直接代表速率值。具有速度（率）就是代表跑多遠想法的兒童，在判斷快慢時會不管時間長短，會以距離量直接代表速率值，認為移動距離較遠者就代表其移動速度（率）比較快。

## 結論與建議

根據本文的研究結果與討論，可以歸納出以下的結論，並據此結論在速率教學及評量方面做相關的建議。

### 一、結論

本文的主要目標分析不同年齡層兒童對速率與速度名詞的認識、分析不同年齡層兒童如何判斷運動的快慢、分析不同年齡層兒童速率的迷思概念為何等三點，所以將分別以低、中、高年級兒童的速率概念及其迷思作結論。

#### (一)低年級（含幼稚園）兒童的速率概念及其迷思

受訪的 18 位低年級（含幼稚園）兒童中，18 位皆未聽過「速率」乙詞、而有 16 位曾聽過「速度」乙詞。再針對 16 位聽過「速度」乙詞的兒童分析發現 16 中有 12 位認為速度(率)代表很快或快

和慢的意思、有 2 位認為速度(率)代表跑步走路的意思、有 4 位對速度(率)的認識無法加以歸類，所以可推論此一年齡層兒童，大部份認為速度(率)代表快和慢。

此一年齡層兒童在超越情境下判斷運動快慢的依據，主要以超越現象為主（18 位受訪兒童中有 16 位，佔 89%）；在非超越情境下判斷運動快慢的依據，仍然是以超越現象做判斷。顯示此一年齡層兒童是以眼睛所見的情況來感覺物體運動的快慢，以具像化的超越來思考快慢的問題，並不能綜合出時間和空間的關連性。並發現此一年齡層兒童面對必需對速率作單變因分析及雙變因分析的情境時，不能對速率做正確的分析判斷，亦即不能了解時間、距離以及速率三者之間的統合關係。

## (二)中年級兒童的速率概念及其迷思

受訪的 12 位中年級兒童中，有 9 位沒聽過「速率」乙詞，另有 3 位聽過「速率」乙詞，但卻不知其意義或對其意義混淆不清。所以可推論此一年齡層兒童雖然已有部分曾經聽過「速率」乙詞，但皆不了解「速率」的意義。另外受訪的 12 位中雖未能正確說明「速度」乙詞的意義，但皆已聽過「速度」乙詞，且大部分兒童皆認為其表示快和慢的意思。

中年級兒童對於飛機與小汽車、小汽車與人、閃電與老虎、速率最快的物體等情境下其判斷的依據，與幼稚園及低年級兒童相同，主要仍然皆是以生活經驗做比較和以背景知識做比較，略有不同的地方在於幼稚園及低年級是以生活經驗做比較，人數（12 人）明顯高於以背景知識做比較的人數（6 人）；而中年級 12 位兒童以背景知識、生活經驗做比較的人數分別為 7 人及 5 人，顯示出此年齡層兒童比幼稚園及低年級兒童有較高比例是以背景知識作為判斷的依據。依據本文對日常感官活動比較的分析與討論，發現此一年齡層兒童，當以生活經驗做比較時，已由幼稚園及低年級兒童的必須在二相對物同時存在時方能做判斷，成長至能片面由距離或時間之一來做判斷；而其對快慢判斷的背景知識，也由卡通以及漫畫書轉變成與父母、師長間的對話，並逐漸獲得速率量化的粗略訊息。兒童可能單獨由時間量的長短來判斷，認為幾分鐘（較短時間）就較快，也可能認為較長的距離，就代表速率較快，雖然不能精確的量化，但已明瞭速率可以用一個量來表示。此一年齡層兒童在超越情境下判斷運動快慢依據與幼稚園及低年級兒童相同，主要仍然以超越現象為主（12 位受訪兒童中有 11 位，佔 92%），而不同於幼稚園及低年級兒童的是當其在面對非超越情境下，已有部份的兒童對運動快慢的判斷並不再以超越現象做判斷，而轉以二物相距遠近做判斷（12 位中有 6 位），顯示此一年齡層兒童除了以超越現象作為運動快慢的依據外，

已開始考慮到二物相對位置等其它因素。而面對必需對速率作單變因分析及雙變因分析的情境下，此一年齡層兒童已約有半數能對速率做正確的分析判斷（時間表徵相同、距離表徵相同及雙變因分析情境下，12 位有 6 位能做正確判斷）。

## (三)高年級兒童的速率概念及其迷思

受訪的 12 位高年級兒童中，有 5 位五年級兒童及 1 位六年級兒童共有 6 位兒童沒聽過「速率」乙詞，而聽過「速率」乙詞的 6 位兒童當中僅有 1 位能正確說明其意義。由此可知此一年齡層兒童中的六年級兒童雖然已接受過速率相關課程，大部分的兒童曾經聽過「速率」乙詞，但其中絕大多數皆不了解「速率」的意義。

而受訪的 12 位高年級兒童皆已聽過「速度」乙詞。並且 12 位中有 2 位認為速度(率)是代表很快或快和慢的意思、4 位認為速度(率)是代表物體移動時所需要的時間、1 位認為速度(率)是代表跑多遠的意思、1 位認為速度(率)是代表距離除以時間，另有 4 位認為速度(率)是代表一段時間和一段距離的關係，即一段時間內跑多遠距離除以時間。

而依據本文的分析與討論，了解到兒童對速度(率)的認識會影響其運動快慢判斷，所以當兒童對速度(率)的想法為『速度(率)就是距離除以時間』，其判斷快慢時會常利用這個式子，先求出速度(率)值，再利用速度(率)值的大小來判斷運動的快慢；而認為速度(率)就是代表一段時間和一段距離的關係（一段時間內跑多遠）的兒童，其在判斷快慢時便會利用在相同時間下比較距離的遠近，或者利用在相同距離下比較時間的長短等方式來加以判斷。同樣依據本文的分析與討論，了解到兒童對速度(率)錯誤的認識會造成運動快慢判斷的迷思，也因此認為速度(率)是代表物體移動時所需要的時間者，在判斷快慢時會不管距離遠近，而單只以所花的時間比較短者，就判斷其比較快；或僅以所花費時間比較長者，就判斷其比較慢，並且會直接以時間量代表速度(率)值。而具有速度(率)就是代表跑多遠想法的兒童，其在判斷

快慢時會不管時間長短，認為移動距離較遠者就代表其移動速率比較快。另對於飛機與小汽車、小汽車與人、閃電與老虎、速率最快的物體等情境下其判斷的依據，與中年級兒童相同主要仍然皆是以生活經驗做比較和以背景知識做比較，略有不同的地方在於中年級兒童其人數分別為背景知識 7 人、生活經驗 5 人，而高年級兒童則是背景知識佔 10 人、生活經驗佔 2 人。

另依據本文對日常感官活動比較的分析與討論，發現此一年齡層兒童當他們以生活經驗做比較時，已脫離由中年級的只能片面由距離或時間擇之一來判斷。成長至能對距離及時間二者作全面判斷。而六年級兒童由於在五年級曾接受過速率相關課程，所以對快慢判斷的背景知識也已不再單獨由時間量或距離量的長短來判斷，而是明瞭速率、距離、時間三者之間的相互關係，對速率值也更能準確的量化。兒童在超越情境下運動快慢判斷依據仍然有 50%（12 位兒童中有 6 位）是以超越現象做判斷。但是當其在面對非超越情境下，只有少部份（17%）的兒童對運動快慢的判斷仍然以超越現象做判斷，大部分皆轉而以二物相距遠近、行駛距離、是否追上做判斷，顯示此一年齡層兒童已不再強以超越現象作為運動快慢的依據，而已開始考慮到二物相對位置、相對距離等其它因素，對速率快慢的影響。在面對必需對速率作單變因分析及雙變因分析的情境下，此一年齡層兒童已約有 83% 能對速率做正確的分析判斷（時間表徵相同、距離表徵相同及雙變因分析情境下 12 位兒童皆有 10 位），已比中年級兒童的 50% 高出許多。

## 二、建議

從本文的過程及結論，筆者提出下列建議，作為教師在數學科速率教學的參考。以下就從教學與評量方面二方面提出若干建議。

(一)教學方面：在面對必須對速率進行雙變因分析的情境下，兒童既無法由具體物直觀比較且在時間與距離皆不固定的新經驗時，兒童會使用既有的概念去處理所接觸到的新現象，會試著將情境轉變成舊有習慣所面對的情境，如移動時間相同或者是移動的距離相同，而後再採取適合原有概念的方式來判斷；或者是兒童會取代或重新組織他們的中心概念，經過長思後發展出 1 分鐘移動多少公尺的新概念，開始求出速率值，作為判斷快慢的依據。所以教師在教學時應該適時提供會造成兒童新舊知識衝突的問題，幫助兒童概念的發展。

(二)評量方面：不同年齡層兒童的速率概念有所差異。例如幼稚園及低年級兒童判斷快慢的依據，主要以超越現象和到達終點的先後為主；而中年級的兒童則已注意到移動距離的遠近、時間花費的長短，會影響到運動快慢；高年級兒童已明瞭速率、距離、時間三者之間的關係。所以命題時應配合其概念的發展程度，如幼稚園及低年級兒童可操作二部玩具車並加以比較快慢，但絕不能要求算出玩具車的速度(率)值。

## 參考文獻

- 方吉正 (1995): **國小六年級學生速率文字題的解題研究**。屏東市: 國立屏東師範學院 碩士論文 (未出版)。
- 王龍錫 (1987): **屏東排灣族兒童速率概念之發展**。師專教師研究叢書, 16。
- 王幸雯 (2001): **兒童速度概念發展之研究**。台北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- 姜嘉瑤 (2000): **不同學習風格的兒童在概念改變教學情境下的學習情形**。新竹市: 國立新竹師範學院碩士論文。
- 洪木利 (1993): **我國兒童對牛頓定律概念架構之認知過程**。行政院國家科學委員會專題研究計畫報告。
- 洪蘭 (2000): **背景知識為大師和生手的最大差別**。遠見雜誌, 162。
- 許榮富、楊文金、洪振方 (1990): **學習環的理論基礎及其內涵分析—物理概念教學理念的新構思**。物理會刊, 5, 375-398。
- 曹郁玲 (2000): **國小六年級學生乘法概念數學解題溝通之表現分析**。台南市: 國立臺南師範學院碩士論文 (未出版)。
- 國民小學課程標準 (1975): **國民小學課程標準**, 教育部編印。
- 國民小學課程標準 (1993): **國民小學課程標準**, 教育部編印。
- 陳介文 (1997): **圓周運動概念的發展研究**。台北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- 陳勇全 (2000): **三至八年級學生對牛頓第二運動定律相關概念改變之研究**。高雄市: 國立高雄師範大學碩士論文 (未出版)。
- 陳宗彥 (2002): **國小三至六年級學生對有關速率概念認知之研究**。台北市: 台北市立師範學院碩士論文 (未出版)。
- 張惠婷 (2000): **中小學生等速率運動概念發展的研究**。台北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- 張馨文 (2000): **台中師院學生電化學心智模式之研究**。台中市: 國立台中師範學院碩士論文 (未出版)。
- 郭正仁 (2001): **高雄市國二生多項式四則運算錯誤類型之研究**。高雄市: 國立高雄師範大學碩士論文 (未出版)。
- 黃偉鵬 (1994): **小學生數學運算錯誤類型之研究**。台北市: 國立政治大學碩士論文 (未出版)。
- 黃馨緯 (1995): **國小高年級學童分數數線表示法瞭解之研究**。台中市: 國立台中師範學院碩士論文 (未出版)。
- 黃湘武、任曉薇 (1998): **位移組合概念發展之診斷與案例分析**。科學教育, 6, 31-62。
- 蔡仲彬 (2001): **國中生無理數之概念感及情意現象**。台北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- 蔡枚芳 (1998): **兒童牛頓第二運動定律相關次概念之研究**。高雄市: 國立高雄師範大學碩士論文 (未出版)。
- 劉天民 (1993): **高雄地區國一學生整數與分數四則運算錯誤類型之分析研究**。高雄市: 國立高雄師範大學碩士論文 (未出版)。
- 劉錫麒 (1982): **花蓮泰雅族兒童時間概念的發展**。花蓮師專學報, 13, 1-12。
- 鍾聖校 (1994): **對科學教育錯誤概念研究之省思**。教育研究資訊, 3, 89-110。
- 鍾靜 (1998): **時間教材和速率教材的設計, 國民小學數學科新課程概說-高年級**。臺灣省國民學校教師研習會編印, 135-145。
- 鍾文勳 (2001): **國民小學高年級兒童對運動速率與力另有概念之研究**。台北市: 國立台北師範學院碩士論文 (未出版)。
- 謝和秀 (2001): **國一學生文字符號概念及代數文字題之解題研究**。高雄市: 國立高雄師範大學碩士論文 (未出版)。
- 簡芳怡 (2000): **台北地區國二學生的因式分解錯誤類型之研究**。台北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- Acredolo, C., & Schmid, J. (1981). The understanding of relative speeds, distances, and durations of movement. *Developmental Psychology*, 17, (4), 490-493.

- Acredolo, C., Adams, A., & Schmid, J. (1984). On the understanding of the relationships between speed, duration, and distance. *Child Development*, 55, 2151-2159.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology : A cogniti-review(2nd ed.)*. New York : Holt, Rinehart & Winston .
- Berendt, T. J., & Wood, D.J. (1974). The development of time concepts through conflict based on a primitive duration capacity. *Child Development*. 45, 825-828.
- Blosser, P. E.(1987). Science misconception research and some implication for the teaching to elementary school students, *ERIC ED 282776*.
- Chow, C., & Hung, M. (1993). *Conceptual development of space and time of children*. 3 (1) 14-30. China: Natl. Sci. Coun.
- Cross, R. T., & Mehegan, J. (1988). Young children's conception of speed: Possible implications for pedestrian safety. *International Journal of Science Education*, 10(3), 253-65.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A.(1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia : Open University Press.
- Friedman, W. J.(1982). *The development psychology of time*. New York: Academic Press.
- Gallagher, J. J. (1997) . *Force and motion*. A research project supported by National Science Foundation.
- Gilbert, J. K., & Watts, D. M., & Osborne, R. J.(1985). Eliciting student views using an interview-about-instances technique. In L.H.T.West & A.L.Pines(Eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. New York : Academic Press.
- Levin, I. (1977). The development of time concepts in young children: Reasoning about duration. *Child Development*. 48, 435-444.
- Matsuda, F. (1994) . Concepts about interrelations among duration, distance, and speed in young children. *International Journal of Behavioral Development*, 17 (3) , 553-576.
- Matsuda, F. (1996). Duration, distance, and speed judgments of two moving object by 4-to 11-year olds. *Journal of Behavioral Development*, 63 (2) , 286-311.
- Piaget, J. (1970). *The child's conception of movement and speed* (G. E. T Holloway, trans.) . London: Routledge & Kegan Paul.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Siegler, R. S., & Richards, D. D. (1979). Development of time, speed, and distance concepts. *Developmental Psychology*. 15 (3) , 29088-298.
- Wilkening, F. (1980). Development of dimensional integration in children's perceptual judgment: Experiments with area, volume, and velocity. *Information Integration by Children*. 1 (2) , 47-71.

## 作者簡介

王春奎，基隆市建德國小教師

Chun-Kuei Wang is a teacher in the Keelung Municipal Chien-Der Elementry School

e-mail:x1202758@ms1.jdps.kl.edu.tw

鍾靜，國立台北師範學院數學系教授

Jing Chung is a Professor in the Department of Mathematics, National Taipei Teachers College

e-mail:jingc@tea.ntptc.edu.tw

投稿日期：92年08月25日

修正日期：93年04月19日

接受日期：93年04月27日