

教學改革實驗報告：較複雜的速率應用教學

黃德華博士香港教育學院數學系

摘要

本文旨在透過課堂學習研究例子，帶出課堂學習研究的一般模式及其好處。本研究對象為小學六年級學生，所選課題為速率。從前測與後測結果比較，若該課節的目的為協助學生自我理解及找出計算速率中的同向及背向距離的公式，則這實驗研究是成功的。此外，更值得學習的是，老師先透過活動讓學生明白同向及背向的概念，然後利用繪圖把活動的過程及結果記錄下來，再透過類似的應用例題，付以動畫教具，既吸引，並且能夠強化學生剛學得的概念，然後再透過圖表，讓學生把數據整理歸納成為找出同向及背向的相關計算距離的公式，這是既科學又有效的學習模式。

一、實驗設計

(1) 實驗的目的:

- a. 優化速率概念及其應用的教材結構；
- b. 探討既科學又合理的教學模式，以更切實地提高教學數質。

(2) 實驗的背後理念:

以兒童思維發展為依據，科學地透過活動教學模式，處理教材與學生認知特點的關係、老師教與學生學的關係和知識深度與學生能力的關係。

(3) 實驗對象:

- a. 以屯門區某小學的上、下午校小六學生，共六班為實驗班；
- b. 參與數學老師有十二位，此外由香港教育學院派出一位教學輔助員及一數學導師作學術支援；

(4) 實驗的控制:

由於這個課堂學習研究，目的祇在於提高老師的教學效益及提升學生的學習興趣，增進他們對課題的理解及試識，所以並沒有如一般研究般設立實驗班及對照班。於評核改革的成果，主要利用觀課活動、與學生交談、與老師討論，探討他們對新模式教學的觀感；此外在研究課結束後，學生參加了後測(試卷與前測一樣)。本研究透過前後測，目的在分析學生上課後的成績是否如預期般理想。

二、實驗過程

I. 選取實驗課題：

老師主要考慮所選取的課堂學習研究課題，內容是否為施教時較難掌握，學生學習時也出現較多困難。經討論後，老師們均同意以六年級的「速率」為本次研究課的主題。

以下是老師們在第一次課堂學習研會議中，經過反覆討論，歸納出教學時，學生對「速率」學習時遇到的主要困難：

- 「速率」難以應用於現實之中，對學生而言，有脫離現實的感覺；
- 一般學生大多死記公式，而不清楚公式的含義。
- 學生在理解「背向而行」求距離及「相對而行」求相遇時間的問題都遇到困難；
- 學生缺乏抽象的概念；
- 於應用題方面，由於題目內容較多變化，老師較難有系統地設計習作，教授學生；

II. 評估學生的已有知識

施教前，學生進行前測(前測內容見附件一)，以了解學生對「速率」計算的已有知識，並據此擬定教學改革內容。前測的內容主要分四個部分：

1. 四則運算式題 (目的考查學生基本四則運算能力，式題內容與「速率」應用題的列式相若。)
2. 單位化聚 (目的考查學生對與「速率」相關的單位化聚的運算能力。)
3. 速率(一)：計算與一個移動物體相關的「速率」應用題
4. 速率(二)：計算與兩個移動物體：(同向、背向) 相關的「速率」應用題

從前測的表現，學生對基本運算已能掌握，但對於單位的化聚則較弱。至於計算速率(一)：「一個移動物體速率的計算」尚算理想。但對於速率(二)「兩個移動物體的同向及背向計算」則明顯有較大的困難。

III. 設定施教內容及其關鍵特徵：

a. 施教內容

由於學生對「兩個移動物體的同向及背向」理解有明顯困難。所以本實驗改革集中教授與「兩個移動物體的同向及背向」有關的速率問題。

b. 關鍵特徵：

讓學生認識兩個物體的移動方向與距離的關係。

- 兩個移動物體的距離，在同向情況下是相減的。

- 兩個移動物體的距離，在背向情況下是相加的。

IV. 設計改進『教與學』的方法：

當了解及分析了本課堂學習研究的教學重點及學生的已有知識、學習困難及舊的教學模式後，教師和導師經多番討論研究後，擬定了下列新的教學模式 ATDF)：

1. 先利用分組活動(Activity)讓學生明白「兩個移動物體的同向及背向」的概念
2. 要求學生利用繪圖 (Diagram)，把問題的內容表達出來而
3. 利用繪圖解答問題，並把計算資料填入表格(Table)內
4. 利用不完全歸納法，誘導學生根據表內的例子歸納出相關的公式 (Formulae)。

a. 「兩個移動物體的同向」速率問題:

兩者之間的距離=(甲(大)速率 - 乙(小)速率) x 時間

b. 「兩個移動物體的背向」速率問題:

兩者之間的距離=(甲(大)速率 + 乙(小)速率) x 時間

V. 擬定教案:

分析過課題的關鍵特徵及學生已有知識及學習困難後，教師根據擬定了的教學模式(ATDF)，編寫教案，設計教具。整個課題分兩教節進行，

第一教節的教學目標是：

1. 學生透過步行活動，找出兩個移動物體在同時、同地、同向，經過若干時間下的距離與時間的關係。
2. 學生透過探究活動，能用繪圖方法表示兩個移動物體在同時、同地、同向下，經過若干時間後的距離。
3. 學生能利用表格內的具體例子歸納出下列公式:

兩個移動物體的同向」速率問題:

兩者之間的距離=(甲(大)速率 - 乙(小)速率) x 時間

4. 學生能利用所學的概念與公式計算有關求兩個移動物體距離的應用題。

第二教節的教學目標是：

1. 學生透過角色模擬活動，找出兩個移動物體在同時、同地、背向，經過若干時間下的距離與時間的關係。
2. 學生透過探究活動，能用繪圖方法表示兩個移動物體在同時、

同地、背向下，經過若干時間後的距離。

3. 學生能利用表格內的具體例子歸納出下列公式:

「兩個移動物體的背向」速率問題:

兩者之間的距離=(甲(大)速率 + 乙(小)速率) x 時間

4. 學生能利用所學的概念與公式計算有關求兩個移動物體距離的應用題。

VI. 課堂實踐

各班的研究課的第一教節及第二節的教學過程都錄影下來，以便進行微格教學分析，改善教學效益。所有教師和教院導師都有旁觀其他教師的授課，課後並進行討論，改善教學效果。課堂實踐共有：八名教師，作了八節教學。每一緊隨的教學都就檢討上一節觀課，而作出教學修改，務求精益求精。

Vii. 教學檢討

A. 課堂觀察所得

- 整體上，教師可以察覺學生於解難時有不同策略及演繹方法，並利用這些特點作為教材。以下是例子之一：教師給予學生足夠的時間讓學生思考及探索題目的內容，並由學生自己發現找出計算答案的方法及計算公式，並且進行全班討論讓其他同學分享他們的心得。小組們認為這是一個寶貴的機會，可以找出學生誤解的地方，加以糾正，作為新的授課補充教材。
- 為免學生死背公式，小組們設計了一例題帶出在不同情況下，公式的運用是要作出適度的改變的，例如第二教節的堂課第 12 題：(A、B 兩車同時、同地、背向而行。A 車以平均速率 80km/h 走了兩小時；B 車以平均速率 60km/h，走了 3 小時，問兩車相距多少公里?)題目內容指出兩移動物體於同時、同地、背向的情況出發，但於不同時間到達目的地，那麼 (甲速率 + 乙速率) x 時間 的公式就不可以計算出答案(因到達時間不一樣)，必須利用
甲速率 x 時間+乙速率 x 時間 才可計算出答案。
- 在繪圖方面，有些學生未能習慣以此方法去思考及解難。例如：學生所繪的圖是正確的，但所列的算式卻不配合，結果計算錯誤。

建議：

1. 應加強講解速率(一)的基本概念，首先，當老師教授完速率(一)後，應列舉多些速率(一)的問題。

例如：一輛 1 公里長的火車每 5 分鐘前進 1 公里，問它要多少時間才可穿過長兩公里的隧道？

這樣，就可讓學生必須深入思考題目，避免學生死背公式。

2. 加強同學學習慣利用繪圖幫助列式。並要求學生們自擬題目。

B. 課堂觀察後，教學反思：

整體而言，老師和教院導師對是次實驗改革都抱正面的回應，認為是次課堂學習研究確實能為日後教學提供了一個正確方向，並能讓老師們認識及體會課堂學習研究的運作模式及其功能。以下是老師和教院導師對是次課研的部份感受：

老師 1：透過是次課堂學習研究，確實使我們知道如何做到循序漸進地教授公式，以及如何得到公式。老師們更明白協作文化的形成、教學生的教學策略的選取也在不斷轉變。在活動中，可見數學講求的是步驟清晰，概念明確。

在課程方面，於深入仔細地分析該課題所涉的概念的過程中，同事相當投入及努力，因而老師的個人質素也得以提昇。上、下午校共事這個方法確屬可取的。

老師 2：備課充足了，活動較多，而且有具體的教具，使知識具體化及形象化。觀摩其他老師也可引發自己的思考、反思。

老師 3：同學能愉快地學習，比以前更加明白抽象的東西，且更多新鮮感，觀課也是一種自我挑戰。

老師 4：從課堂學習研究中可集合不同意見，老師也從觀課中得到啟發，作為下一次的參考。而且今次活動加入前測、後測較為科學的分析，對教學亦有益處。

老師 5：對程度低的學生有幫助，因為活動較多。

老師 6：比較有多些的時間準備（因有人力及時間等資源），另整個教學都較為完整，可見資源的重要。

老師 7：有充足的準備，同事經驗豐富，而且得到其他同事的協助，一起討論、作出修改。

老師 8：可以觀摩其他同事上堂的好處；可以聽取他們的意見，知道自己的缺點。更可透過同事的意見，檢討自己的教學，例如我應可以讓學生多做些練習。

導師：活動構思經檢討後已見成效，以後可以考慮多利用教育學院的理論作試驗實踐，從而改良及創作自己的校本教學模式。教學相長，老師的個人質素也得以提昇。各人發揮出合作精神，上下一心去預備、開會及進行試教。試教方面，教授不同科目的老師均有不同的教學特色。例如：教授體育科的老師的活動指示一般都會比較簡單、清晰、直接。不同的觀摩可見各人不同的長處。交流、討論時更可觀摩到不同主科的老師的教學手法，這是值得借鏡的。校長對整個計劃很滿意，可見此課堂學習研究很成功。

教學顧問：5 個月的預備初時大家都抱懷疑的態度，但到最後大家均能就「良性的差異」改善教學，達至各自各精彩。例如：上午校用蓋印；下午校用步

行，而教師的職業病是主觀，課堂學習研究能擴闊自己的眼界，透過匯集各人所長提升教師的發展。

C. 前後測結果分析：

是次前後測的進行，目的在分析從研究課中得出的教學策略的成效。共有 272 名學生參加了前、後兩項測驗(試卷是一樣的)。他們的前後測成績其後進行分析。由於一些前後測中的題目所涉的概念並非屬於本研究課的教學內容，所以比較兩項測驗的結果時，並沒有把這些題目包括在內。因此是次分析，重點為分析學生在 13 條問題中的前後測成績，分析結果如下：

整體而言，學生的表現有所進步，全級的平均分由 67.7(前測)改進至 88.5(後測)(滿分為 100 分：見表一)。

表 1 前後測成績比較

	前測	後測
平均答對題數(總題數)	8.8 (13)	11.5 (13)
平均得分(滿分 100)	67.7(100)	88.5(100)

另外，特別令人鼓舞的是對於那些與研究課中的重點概念有關的題目，學生的表現有顯著改善 (見表 2)：

表 2 與速率概念有關的題目

與速率概念有關的題目	學生答對百分比	
	前測	後測
15-18 題(基本速率概念,研究課前的已有知識)	68.1%	78.8%
19-22 題(研究課中的重點概念, 同向背向問題)	14.7%	49.1%

為了找出較弱學生是否也從研究課中有所得益，研究集中分析了 9 名成績最差的學生的前後測成績，他們的前後測成績比較見表 3。從表 3 中可見，在前測中得分比平均得分低的學生(平均答對 8.8 題)，在後測中也有顯著進步，這顯示出是次實驗教學攻革(課堂學習研究)對學業成績最差的學生亦有明顯的幫助。

表 3 9 名較弱學生在前後測中的成績比較

學生	前測(後測)總題數為 13 題	進步(100 滿分)
學生 1	6(9)	23.1
學生 2	8(10)	15.4
學生 3	4(8)	30.8
學生 4	8(11)	23.1
學生 5	7(13)	46.2

學生 6	6(9)	23.1
學生 7	7(11)	30.8
學生 8	5(11)	46.2
學生 9	7(12)	38.5
平均	6.4(10.4)	30.8

結語：

從這次課堂學習研究中，教師經過集體研究、討論，對速率的教學認識加深了。而且各班學生在後測的表現比前測有明顯的進步，這都強化了老師對課堂學習研究的信念。故教師在課研後進行檢討，都認為多元化教學確實能夠令學生對抽象的數學概念的理解有顯著的幫助。透過具體活動，確實能夠使他們更易於明白其中的抽象數理。整體而言，老師和教院導師們對是次教學改革實驗都抱正面的應同，認為是次課堂學習研究確實能為日後教學提供了一個正確的方向，並能讓老師們認識及體會課堂學習研究的運作模式及其功能。讓他們透過是次課研擴闊個人的視野、匯集各人的長處，集思益廣地提升教師的專業知識。

(附件一)

第一節教案

課 題：速率(二) — 第一節

學生已有知識：

1. 學生能用線段表示一個移動物體的距離。
2. 學生懂得一個移動物體的速率、時間和距離的關係。
3. 學生能利用速率概念計算涉及一個移動物體的應用題。

教學目標：

1. 學生透過步行活動，能說出兩個移動物體在同時同地同向，經過若干時間，兩者距離與時間的關係。
2. 學生透過探究活動，能用繪圖方法表示兩個移動物體在同時同地同向下，經過若干時間後的距離。
2. 學生能用所學的概念計算有關求兩個移動物體距離的應用題。

教學步驟：

時間	教學內容/學習活動	教具/備註
10'	(一)引起動機：步行活動	
	教師提出和大家進行一個關於速率的遊戲。	
15'	(二)發展：	
	1.a. 教師指導學生進行步行活動。 工作紙(一)及(二)	
	b. 分組滙報結果	
	c. 教師引導學生小結：	
	i. 一秒後，兩人的步行格數相距是兩人步行格數相差。	
	ii. 兩秒後，兩人的步行格數相距是1秒後的兩倍，三秒後是1秒後的3倍……如此類推，10秒後，兩人的步行格數相距是1秒後10倍。	

12'	iii 教師引導學生說出計算兩個移動物體	3'
	在同時同地同向，經過若干時間，兩者	
	距離的公式是：	
	$(A \text{ 速率} - B \text{ 速率}) \times \text{時間}$ 或	
	$(A \text{ 速率} \times \text{時間} - B \text{ 速率}) \times \text{時間}$	
	2. a. 教師出示磁石貼在板上，分別展示二人步	
	行的不同速率：小芬 3m/s，小明 5m/s	
	b. 引導學生利用不同磁石貼、數粒、及繪圖	
	方法表示以下資料：小芬的步行速率是 3	
	米/秒，小明的步行速率是 5 米/秒，兩人	
	同時同地同向而行，3 秒鐘後，兩人相距	
	多少米？完成工作紙(三)	
	c. 學生匯報結果。	
	d. 教師小結：利用畫圖和計算方式解決有關	
問題。		
3. 教師引導學生計算相關的應用題，並共同訂		
正工作紙(四)中的第 1 題。		
4. 著學生完成工作紙 (四)。		
(三) 總結：		
教師引導學生總結：在同時同地同向，		
兩件移動物件經過若干時間後，他們的		
距離是：兩者速率之差乘以時間 / 甲速		
率乘以時間和乙速率乘以時間之差。		

第一教節步行活動工作紙(一)

步行活動指引

1. 目的：透過活動，學生能發現兩個移動物體(A、B)在同時同向下，經過若干時間後，兩者的距離與時間的關係。

2. 分組方法：

I. 每班分成 7 組，每組 4 至 5 人。

II. 每組成員分配如下：

成員	職責
A、B (步行者)	按所選定的步距步行
C (組長)	監察運作、完成表格一、匯報結果
D、E	記下每次步行後的結果，向組長報告。

組長(C)：_____；

紀錄(D)：_____、紀錄(E)_____；

步行者(A)：_____、步行者(B)：_____；負責由起點步行至禮台，

A 每秒可步行 5 格；B 每秒可步行 3 格。

時間	A 的速率	A 的步行格數 (與起點離)	B 的速率	B 的步行格數 (與起點離)	A 與 B 相距(格數)
1 秒後					
2 秒後					
3 秒後					
4 秒後					
5 秒後					
10 秒後 (推算)					
你能估計第 N 秒後					

你可有發現兩個移動物體(A、B)在同時同向下，經過若干時間後，兩者的距離與時間的關係？

$$\text{兩者的距離} = (\quad)(\quad) - (\quad)(\quad)$$

或

$$\text{兩者的距離} = (\quad - \quad) \times \quad$$

第一教節步行活動工作紙(二)

根據工作紙(一)的結果，完成下列問題。

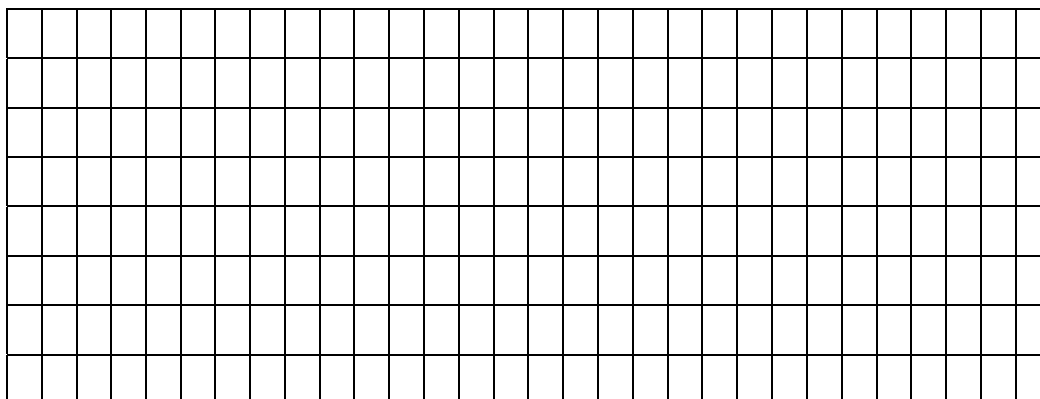
1. A 在 1 秒後，離起點的距離(步行格數)與 5 秒後離起點的距離(步行格數)有什麼關係？
2. B 在 1 秒後，離起點的距離(步行格數)與 5 秒後離起點的距離(步行格數)有什麼關係？
3. 1 秒後，A 離起點的距離(A 的步行格數)與 B 離起點的距離(B 的步行格數)相差多少？
4. 5 秒後，A 離起點的距離(A 的步行格數)與 B 離起點的距離(B 的步行格數)相差多少？
5. A 與 B 的相距，在 1 秒後和 5 秒後(即第 3 題和第 4 題的答案)有什麼關係？
6. 根據以上結果，你能估計第 N 秒後，A 與 B 相距多少(A 與 B 的步行格數相差)？
7. 你可有發現兩個移動物體(A、B)在同時同向下，經過若干時間後，兩者的距離與時間的關係？

兩個移動物體(A、B)在同時同向下，經過若干時間後

$$\text{兩者的距離} = \text{兩者的距離} = (\quad - \quad) \times \quad$$

繪圖活動工作紙

試根據工作紙(一)的活動，以圖畫的方式表示出來。



(附件二)

課 題：速率(二)—第二節

學生已有知識：1. 學生能用繪圖方法表示同向應用題之情境
2. 學生能計算有關同向的速率應用題

教學目標：1. 學生能計算有關背向的速率應用題
2. 學生能分辨計算有關同向、背向的速率應用題

教學步驟：

時間	教學內容/學習活動	教具/備註
5'	(一) 引起動機： 出示同向的速率應用題 【題(1)】 1. 學生自行計算，老師提示同學先畫圖再計算。 2. 學生解說	簡報/工作紙
	(二)發展 (一)： 出示【題(2)】應用題 1. 引導學生思考此題與上一題之分別。 老師提問： i. 比較兩題題目有何不同之處：字詞不同 【題(1)】：同向 【題(2)】：背向 ii. 利用繪圖方法表示【題(1)】及【題(2)】之情境 -是否相同?(不相同) -為什麼? 請學生在黑板畫圖【題(2)】，比較【題(1)】與 【題(2)】不同之處。 iii. 兩題題目的計算方法是否相同? (不相同)為什麼?如何計算【題(2)】? 2. 學生解說計算過程 3. 老師總結計算背向的速率應用題方法： a. $(A+B) \times \text{時間}$ b. $A \times \text{時間} + B \times \text{時間}$ 《P.S.: A/B 表示不同的速率》	簡報/工作紙
時間	教學內容/學習活動	教具/備註
15'	4. 學生討論 - a/b 哪種方法較佳? - 為什麼? 發展 (二)：	

	1. 利用動畫加強學生對背向速率應用題之理解。	
	動畫一：見題(3)	
	動畫二：見題(4)	
	動畫三：見題(5)	
	2. 學生練習：背向應用題 【題(6)及題(7)】	
	要求先畫圖後計算。	
	3. 學生黑板演算過程。	
	4. 引導學生說出計算背向應用題的方法。	
	(三) 學生練習：工作紙 【題(10)至題(12)】	
	訂正答案，並討論及總結計算「同向」及「背向」	
	應用題的方法。	

(四) 鞏固練習：