

系統性思維與批判思考教學初探

文／曾婉菁、胡詩菁

引言

PISA (Programme for International Student Assessment, 國際學生能力評比) 是 OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development, 經濟合作暨發展組織) 針對全球 15 歲學生進行的測驗, 一向是各國教育界人士關注的焦點。其數學素養評量強調二十一世紀八大思考素養: 「研究探究、創造力、批判性思考、系統性思維、溝通、反思、自主堅持、科技資訊使用」的重要性。

師大數學教育中心透過研發與數學課程搭配的模組, 希望培養國中小數學教師具備數學素養導向教學之能力, 同時培養學生的二十一世紀八大思考素養。其中系統性思維的三元素為找元素、找關係、建系統; 批判性思考的三元素為察覺矛盾、說理反駁、判斷有效性。

身為小學現場的數學教師, 一直期望數學教學應該是有感的, 讓他們在探索規律的過程中體會到數學的美妙, 因此結合師大數學教育中心提倡的二十一世紀八大思考技能, 特別是系統性思維和批判性思考能力, 並依據十二年國教課綱中的 N-6-9 解題目標進行深入探討, 以國小數學內容「規律」為目標, 設計了可與課本內容銜接的微課程, 希望促進學生的系統性思維, 並在數學學習中實現「共好」。

教學與學習實紀

任何教學設計都應體現在課室中, 進行觀察、討論、沉澱及修正。本次教學的設計與教學者皆為現職小學教師, 此教學設計在臺北市某國小五年級進行教學。

本微型活動的設計目標是讓學生從日常生活中的「規律」問題, 發現數學的應用, 從而提升他們的學習動機和興趣。以「雞蛋解密」和「輪胎小學堂」為例, 這兩個活動不僅讓學生觀察和分析生活中的編碼系統, 還引導他們思考編碼背後的數學原理; 「輪胎大王」則讓學生分組討論, 設計與原來不同的輪胎編碼系統, 並分享他們修改原始編碼的想法。

一、活動一：雞蛋解密

教師提供每小組一顆新鮮的雞蛋, 學生發現雞蛋上除了有紋路還有一串粉紅色的編碼 (U85113 250110C)。教師請學生猜測編碼可能表示哪些訊息。

學生的討論猜測非常多元、發散。等小組討論之後，老師請學生上台發表。統計發現有 4 組學生能合理推測 250110 為雞蛋生產日期。

在討論過程中，有學生從生鮮食物保存期限的觀點猜測 250110 為雞蛋保存期限，接下來又透過主動詢問老師購買雞蛋的日期來判斷答案合理性，並利用老師「不可能」購買過期的雞蛋來說理反駁保存期限的猜想，最後改猜測 250110 為雞蛋生產日期。

另有學生則從和雞有關的重量、雞的編號、...進行猜測與說理反駁。例如認為 250 是這一顆雞蛋的重量，但同學以「不可能每顆雞蛋重量都相同」反駁其合理性。也有學生認為 250 是「雞媽媽的編號」，但同學以大家手上的雞蛋編碼都相同的觀點推測，雞媽媽不可能在同一天生產這麼多蛋，反駁這種猜測的可能性。

其後的字母 C，學生則連結雞的英文字母進行猜測。顯示學生的英文有一定的程度，看到編碼為英文字母時，會連結自己已知且與雞蛋有關的英文單字，例如：C 代表 Chicken。

教學原案如下：

老師：這一組剛剛詢問老師什麼時候買的蛋？說說看原本的猜想。

D 生：我原本猜的 250110 是它（指雞蛋）的保存期限，因為 250110 是 2025 年 1 月 10 日，但現在（指上課當天）已經過了。（判斷有效性）

老師：（補充說明）因為雞蛋是老師昨天買的，但這個日期已經過了，這樣就表示老師買到過期的蛋了？

D 生：所以我猜（250110）應該是生產日期。

E 生：250 有可能是 250 克。

A 生：（質疑 E 生）大家拿到的雞蛋前面都是 250110.....怎麼可能那麼剛好（指全部的雞蛋）都是 250 克？（說理反駁）

G 生：250110C，代表雞媽媽的編號，C 代表 Chicken。

老師：（協助引導猜想的合理性）老師昨天買了三盒雞蛋，第二行的編碼都一樣。

H 生：（質疑 G 生）大家（的編號）都是 250110C，雞媽媽不可能一天生那麼多（蛋）。

對於 U85113，學生的答案更多元、更發散，但都從雞蛋相關資訊進行猜想，經過全班討論後，統計發現，有二組學生猜測與農場編號有關。

全班討論時，有學生猜想可能是農場的生產數量、雞媽媽的編號、農場的編號和縮寫，老師接納學生猜想的多元性，並未在討論的過程中，評價學生答案的對錯。還有學生猜想是雞媽媽的出生年，但全班同學立刻發出許多細碎的聲音，表達了從雞隻的生存年限來看，這樣的猜想並不合理。

教學原案如下：

A生：U可能是一個農場的代號。

B生：但是農場的英文不是U開頭。(說理反駁)

A生：85113 是第八萬五千一百一十三顆。

C生：那~那隻母雞已經活了多久了呀~？(說理反駁)

老師：你們猜第一行可能是什麼？

I生：雞媽媽的編號。

J生：農場的編號和縮寫。

E生：雞媽媽生出來的時候(指出生年)是2008年。

全班出現許多聲音表示(指這個猜想)不合理。

因為學生沒有此編碼的相關經驗，因此全班討論後，老師說明編碼的意義，U85113 的第 1-3 碼 (U85) 是原料蛋來源畜牧場編號；第 4-6 碼 (113)，洗選廠、場 (或洗選室) 編號。至於 250110C 的數字表示雞蛋的包裝日期為 2025 年 1 月 11 日 (與產蛋日期最多差 3 天)，而 C 表示一般籠飼生產。

註：雞蛋編碼第二行數字後面的英文字母表示雞蛋的不同生產方式。

O：有機生產—Organic，F：放牧生產—Free range，B：平飼生產—Barn，E：豐富化籠飼生產—Enriched cage，C：一般籠飼生產—Cage。

二、活動二：輪胎小學堂

教師首先通過一則交通新聞—「因輪胎爆胎導致重大傷亡車禍」引出輪胎安全的重要性，讓學生知道瞭解輪胎的相關資訊十分重要，並引發學生的好奇心，對輪胎的編碼產生學習興趣。

老師提供輪胎側面的編碼 (225/55 R16 94W 3822)，請學生觀察並各組討論、推測這些編碼可能代表的產品信息，之後全班討論輪胎編碼 (四組) 所代表的意義。在師生和生生的對話中，學生透過察覺矛盾、說理反駁、判斷有效性的過程中，逐步理解輪胎各組編碼代表的意義，取代了傳統的直接宣告式教學。

雖然學生的猜測都圍繞著與車子和交通安全相關的資訊，想法多元有趣，但因為部份編碼牽涉到專業領域知識或者需要查表部分，因此學生較難正確猜出其意義，但學生的討論都與輪胎的交通安全資訊相關，例如輪胎的大小、生產日期、載重、最高車速.....。受限於文章篇幅，此部份的教學不進行報導。

註：225（寬度）指輪胎寬度為 225 mm。55（扁平比）指輪胎的高度與寬度的百分比為 55%。R16（結構+輪圈直徑）指輪胎的結構為徑向層（R-徑向層，D-交叉層），且可安裝的輪圈直徑為 16 吋。94W（荷重指數/LI+速限指數）指輪胎在充飽氣的情況下，能支撐多大的重量，從下表得知 94 表示可載重 670 公斤，W 表示輪胎可承受的最高安全時速為 270 公里。

表 1. 荷重指數 (LI) 表

LI	載重力 kg	LI	載重力 kg	LI	載重力 kg	LI	載重力 kg
62	265	77	412	92	630	107	975
63	272	78	425	93	650	108	1000
64	280	79	437	94	670	109	1030
65	290	80	450	95	690	110	1060
66	300	81	462	96	710	111	1090
67	307	82	475	97	730	112	1120
68	315	83	487	98	750	113	1150
69	325	84	500	99	775	114	1180
70	335	85	515	100	800	115	1215
71	345	86	530	101	825	116	1250
72	355	87	545	102	850	117	1285
73	365	88	560	103	875	118	1320
74	375	89	580	104	900	119	1360
75	387	90	600	105	925	120	1400
76	400	91	615	106	950	121	1450

表 2. 速限指數表

速度代號	L	N	Q	R	S	T	H	V	W	Y	ZR*1	(Y) *2
最高速度 Km/h	120	140	160	170	180	190	210	240	270	300	240 超	300 超

三、活動三：輪胎大王

因為輪胎的編碼是從專業人員的角度設計，一般消費者很難一眼看穿，因此教師特別請學生從消費者的角度思考，進行重新編碼，並提出他們編碼的具體理由。

茲將各組編碼的設計依各項目統整說明如下：

1、215/55 輪胎寬度（單位：mm）/輪胎扁平比（單位：%）

這是學生最不熟悉的編碼，對於其背後代表的意義也最難理解，尤其是扁平比，所以重新編碼的意見多元。

有 2 組學生更動編碼方式，其中一組將輪胎寬度加上單位，扁平比用新的代號系統，其中 A 表示 10、B 是 20、C 是 30、D 是 40、45 則是 D.5；另一組學生變更為 100cm/25cm，表示輪胎的周長和厚度。另外，有 1 組學生僅標註單位，有 2 組學生保持不變，有 1 組學生刪除它。

2、R16 輪胎的直徑（單位：吋）

從上面的討論學生都了解它的意義，同時認為這是重要資訊，因此有 5 組學生保留原始資料，不做任何更動，只有 1 組學生認為輪胎直徑可靠眼睛視覺直接判斷，故而刪除它。

3、94W 荷重指數（單位：磅），速限指數（單位：km/h）

這兩項原始指數皆須查表才能獲得真實數據，因此較多的學生選擇直接標示荷重指數與速限指數查表後的實際數據。關於前者，有 4 組學生直接標示輪胎荷重的公斤數，不需要再查表，有 1 組學生刪除它，只有 1 組學生選擇保留它，不做任何更動。關於後者，有 2 組學生直接標示輪胎最高限制的時速，不需要再查表，有 4 組學生保留它，不做任何更動。

4、3822 生產日期（單位：週、西元年）

大多數的學生都認為從原本的編碼再轉化為真實的日期，太過繁瑣，所以有 5 組學生都希望調整編碼方式，有 2 組學生直接標示輪胎生產日期（包含西元年、月、日），不需要再查表，有 1 組學生只標示輪胎生產西元年份和月份即可，有 2 組學生只標示輪胎生產西元年份，有 1 組學生認為選擇保留它，不做任何更動。

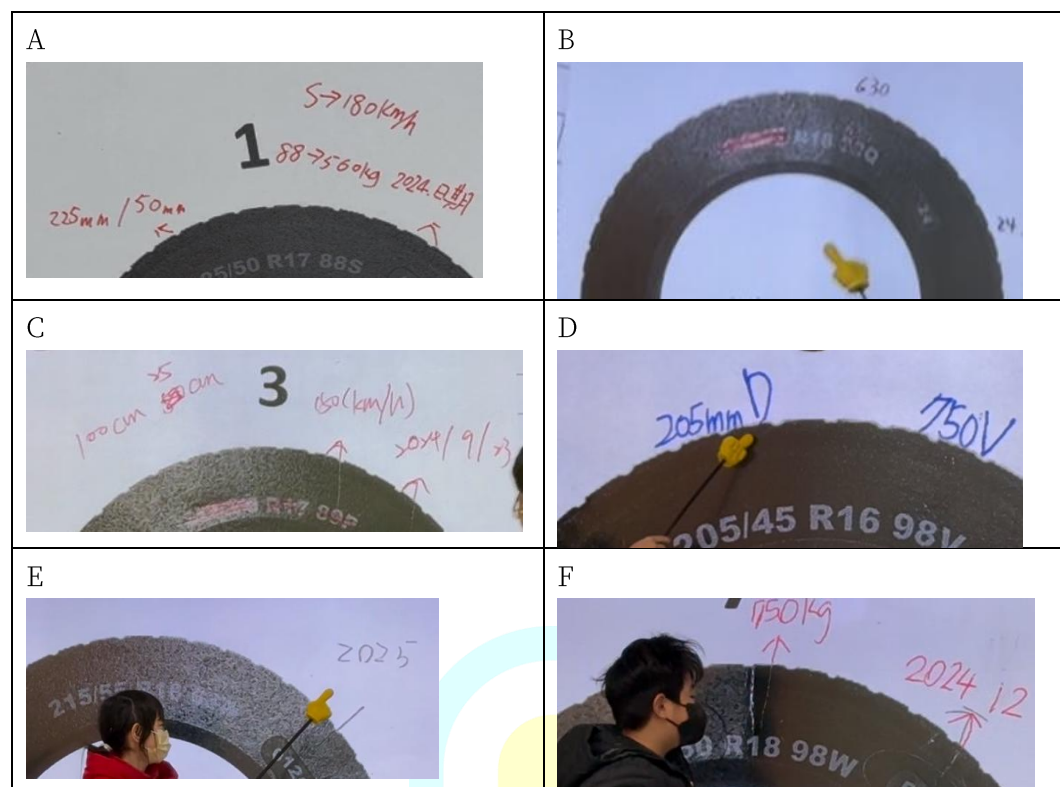


圖1、各組學生重新編碼示例

因為教學時間不足，各組發表他們的編碼和想法後，無法再有充份時間讓各組評估大家的優缺點，並討論出全班認為最佳的編碼組合。

結論

本次教學選擇和編碼有關的規律為主題，主要是因為學生缺乏在生活中察覺規律、應用規律的經驗，但生活中的規律無處不在，例如：學號、班級座號、教室編號...，應用得既多又廣，所以期望在本次教學中，藉由教師引導學生學習察覺規律、應用規律解決生活中的問題，學生能充分理解規律於生活中的應用，並能在未來的生活中，學習應用察覺矛盾、說理反駁、判斷有效性的能力，以期能解決當前的生活問題及未來的生活挑戰，培養學生的批判思考能力。

在實施微型活動的過程中，教師需要不斷反思自己的教學策略，並根據學生的反饋進行調整。以下是實踐後的教學反思。

一、本教學有助學生了解未來可能面臨的素養問題

雖然雞蛋的編碼和輪胎的編碼不是學生所熟悉的內容，但它在時常出現在學生的生活週遭，且與食品、交通安全相關。學生有了這次的學習經驗，已經了解雞蛋和輪胎的編碼知識，相信學生日後看到雞蛋或者輪胎時，會特別注意到它的編碼內容。同時，也

應該會有部分學生會特別注意生活中其它有編碼的物品，且嘗試探討其編碼系統背後的意義。

二、讓學生充份討論編碼的優劣有助學生的批判思考能力

當教學時間充份時，老教師可以讓學生充份討論編碼的優劣，尤其是從專業的角度與消費者的角度思慮問題。例如輪胎生產日期的專業編碼為什麼只要到週次，到年、月、日的優點與缺點為何？除了生產日期再加上使用期限或者日期的優點和缺點為何？提供機會讓學生多思考其中的優劣，必有助於發展學生的批判思考能力。

三、可以適時引入科技思維

現代人幾乎每人都有手機可以隨時上網搜尋資料，因此可以引導學生適時使用資訊科技，對生活中的各種商品進一步了解其編碼背後的涵義，例如使用二維條碼可以置入、找到更詳細的產品資訊。如此可以更加保障飲食安全及交通安全，使生活更美滿幸福。

在數學教學過程中，透過微型活動的介入，我們能提升學生的數學素養，同時培養學生的系統性思維和批判性思考能力。本次以規律為主軸的教學活動，透過討論雞蛋和輪胎的編碼系統，讓學生從猜測各組編碼包含哪些資訊的過程中，體驗討論中反複確認或反駁各種猜想的合理、不合理之處，藉以培養學生系統思維及批判性思考能力，繼而理解各式各樣的編碼都有其背後包含的資訊，最後學習設計較適合一般消費者使用的編碼系統。這種教學方式不僅讓學生感受到生活中數學規律的無所不在，也讓他們在探索中建立起對數學的深刻理解，並從小訓練判斷是非對錯的批判性思維以與他人理性溝通的互動技巧。

曾婉菁

臺北市南湖國小教師

胡詩菁

臺北市國語實小教師