

---

# 在「典範」下的常態研究， 為何有能力提出「新理論」？

楊倍昌

國立成功大學 微生物暨免疫學研究所  
醫學、科技與社會研究中心

## 摘 要

有些人認為重覆學習舊知識對科學教育沒有好處，有害創造力。但是在《科學革命的結構》一書的第六章，孔恩提出了一個有趣、對於現代科學教育的策略有指導性的問題：「明明常態科學並不企圖發現新東西，但是在典範的指導下進行研究，為什麼能有效的發現新東西？」孔恩以歷史案例來說明：「先察覺異象，然後了解異象，最後導致典範變遷」；或是由認知科學論述「新奇現象出現得十分困難，它以抗拒來呈現自己」。這樣的結論只是將發現新事理的過程重述一遍，並沒有回答典範能促進新發現的原因。

要解答這個問題，「時間」可能是個關鍵。就個別研究人員來說，依循「典範」可以集中注意力，去除背景雜訊，增長特定物被觀看的時間，因而讓異常現象被發現的機率增加。「典範」的演繹蘊涵切割問題的方法，讓問題變小，任務焦點明確。就社群來說，切割問題可以避開需要事先掌握大量資訊的困難，降低先備知識的門檻。在分工之下，當參與的人多了，觀看、凝視特定的現象的總次數增多，將會提高發現異常的機率。透過「典範」來思考問題有益於聚焦在觀察項目上，因此得以發現異例，創新知識。落實在科學教育上，舊典範裡的知識內容就不只是一種過時的東西，被動的等待被推翻而已。讓學生演練常態科學本身，就富有促進創新的效益，而值得鼓勵。

**關鍵詞：**孔恩、典範、新理論、時間、科學教育

## 壹、前言

「常態科學並不試圖去發現新奇的事實或發明新理論，而且成功的常態科學研究並不會發現新東西。然而，科學研究經常不斷的發掘出新奇、始料未及的現象，而且科學家也不停地提出極端新奇的理論...那麼在典範的指導下進行研究，必然是一個極為有效的典範變遷的法子」(孔恩，頁 101)

在《結構》的第六章，孔恩提出一個有趣的問題：「明明常態科學並不企圖發現新東西，但是在典範的指導下進行研究，為什麼能有效的發現新東西？」孔恩分析了發現氧氣、X 光、蓄電萊頓瓶這三個案例，並歸納出其共有的特徵是：「先察覺到異象；分辨與了解異常現象是同一個逐步發展著的過程；最後發生典範所規定的範疇與程序的變遷」（孔恩，頁 113）。此外，他借用一個辨認撲克牌花色的心理學研究來解釋，「在科學中，與這個認牌實驗相同，新奇現象出現得十分困難，它以抗拒來呈現自己，並且是由期望所提供的背景襯托出來的」（孔恩，頁 114）。就這段文字來說，事實上孔恩所論說的旨意並不充分。例如，由氧氣、X 光、萊頓瓶三個案例所得的結論是：「先察覺異象，然後了解異象，最後導致典範變遷」。但是，這樣的結論只是將發現新東西的過程重新描述了一遍，孔恩並沒有回答典範可以促進新發現的原因。而且，孔恩對於人類辨認撲克牌花色這個類比的解釋也很奇怪。無論辨認怪異的撲克牌花色實驗的內容是什麼，「新奇現象出現得十分困難，它以抗拒來呈現自己，並且是由期望所提供的背景襯托出來的」這樣的語詞本身，很難讓人同意這就是典範能夠促進新發現的答案。如果孔恩的演繹合理，顯然他自己有另一套幽微的想像來串聯「典範」與「促進新發現」的關係。且不管如何驗證這則命運的真實性，若只是跟隨著他的文句，不容易看清楚這層關係。

## 貳、可能的詮釋

如果限定在孔恩所使用的素材下陳述「典範」與「促進新發現」的關係，換另一種角度重新來詮釋它，也許會比較周延。氧氣、X 光、萊頓瓶這三則案例的史學研究的確呈現出異例、新理論出現的共同過程是：「先察覺異象，然後了解異象，最後導致典範變遷」。但是，更重要的應該是那些能夠察覺「異象」的科學家們的知識背景。拉瓦錫 (Antoine-Laurent de Lavoisier)、倫琴(Wilhelm Konrad Röntgen)、Pieter van Musschenbroek 這三個人對於「燃素、陰極射線、電流」的議題並不是生手，他們早已在舊典範中浮沉多年，熟悉各種實作細節。用孔恩自己的句子來說：「在拉瓦錫用硃砂做實驗之前，他已經做過一些實驗，其結果與燃素典範的預測不符；倫琴的發現始於察覺到不該發光的屏幕發光了」（孔恩，頁 107）。他們都不像古希臘人，不像亞里士多德，不像蘇格拉底，只靠自己觀察就可以憑空謔出一堆新理論。換句話說：開天闢地、無中生有的美好年代已經不存在了。陽光之下無新鮮事，幾千年下來，在人的好奇心驅使下，不必費腦子就可以判斷真假，就能建立的知識，大多已經完成，輪不到現代人來發現它。氧氣、X 光、萊頓瓶這三則歷史案例除了確認「熟悉舊典範是現代科學新發現的前提」這一則命題之外，同時宣告：「絕聖棄智、突發奇想，靠著自我知能開發，就想要在大自然中看見異象」，只是一種幻覺，並沒有證據。

孔恩自己顯然無法由史學分析中得到「舊典範能促進新發現」答案，所以他才會轉向求助於心理學(認知科學)。只是，他對於辨認怪異撲克牌實驗的解釋方式，讓人懷疑他並沒有正確了解認知科學證據的旨趣。孔恩說「新奇現象出現得十分困難，它以抗拒來呈現自己」的英文原文是：Novelty emerges only with difficulty, manifested by resistance。無論是中文翻譯還是英文，這樣的句子的主詞「新奇現象」是主動式。但是，以「新奇現象」為自主的行動者(主動式)，其實是不恰當的。在認知科學中，所指稱的主角都是有認知能力的人/動物。所以，實際上「新奇現象」只是被人所認知的對象，不能擔任主動式的主詞，而應該是受詞。在邏輯的意義上，這句話只能說成：「人要認出新奇現象十分困難」。或者，改成被動式：「新奇現象要被人認出來是一件十分困難的事」。這樣的句式用在解說典範的功用上，它的意思應該是：「舊典範所形塑的認知慣性，讓人要認出新奇現象十分困難」。先入為主的習慣只是動物認知行為的先天模式(by default)，這也是一般人要從一堆熟悉的正常紙牌中，快速辨認出非典型怪異撲克牌有困難的原因。它所呈現的事實是「舊典範能讓新奇現象隱晦不可見」，正好跟「舊典範能促進新發現」這則命題的意思相左。所以，「辨認怪異撲克牌實驗」的重點不在於說它如何「困難」，而是應該要找尋何種因素才能讓人看得見怪異撲克牌。實際上，那則認知心理學實驗的確也

提供了一個有用的線索：時間是個關鍵。而這個論述，是孔恩自己讓有用的資料由他的眼底下溜走了。

事實上，如果先強調以下孔恩不經意之下所說過的兩句話，應該就可以呈現出「時間」是關鍵因素：

「要是把異常牌的曝光時間加長，受試者就會開始猶豫，表現出他已覺查到異常現象的樣子。」  
(孔恩，頁 113)

「對這些情境更熟悉之後，的確會使人發現有些事不對勁，而且還會讓人聯想到以前也有同樣的事發生過。」(孔恩，頁 114)

前一句話的解讀是：先入為主的印象很強悍，它會讓人看不見異常(例如黑心五、紅桃六之類怪異的牌)，然而，當觀看的时间拉長了，人就有機會發現異常。後一句話則指出認知的另一種常態：人只要在感覺異常(有懷疑)，異常的感覺(懷疑)就會跟水上的漣漪一樣慢慢擴散。所以，只要看得久、看得仔細，人就能掙脫典範的偏見而發現異常，而且異例出現會指引出更多的異例。但是，光憑這兩點要來回答「典範之下，為什麼能有效的發現新東西？」這則命題，仍是不足的，它們串聯之後，頂多也只夠說明典範的力量並不是無法突破的。因此，孔恩的疑問還是留下一段大尾巴沒回答：為什麼在典範的指導下進行研究，會是一種有效的讓典範變遷的法子？

就教學的意義來說，這個問題尾巴才是這個孔恩問題中最耀眼的核心。這個議題對於現代科學教育的策略有很強的指導性。

### 參、學習典範的知識在現代科學教育的意義

求新、求真是自然科學共通的終極價值。如果同意氧氣、X 光、萊頓瓶這三個史學案例足以證明：「遵循典範是改變典範最好的方法」這個奇怪的命題，那麼它的確是違背了一般人經常鼓勵新學生「要有創意、要努力走別人沒走過的路」這則老掉牙的格言。依據這個陳述，對自然科學家來說，要求新、求真的捷徑竟然是先乖乖的在「舊典範」中磨練。而孔恩的論述中，並沒有提出確切的解答。一個對於科學教育相當具有啟發性的提問，由於回答的方式不精彩，而被埋沒了，其實是相當可惜的。

以下，我透過討論認知的侷限、典範對於知覺的具體影響、分科的效益等層面來補充詮釋這個孔恩命題。

#### 一、認知的侷限

隨著認知科學對於視覺盲點、幻覺、記憶、格式塔印象等等的理解，人自己逐漸看清了知覺能力的侷限。認知負荷理論(cognitive load theory)指出，人的記憶力、認知能力會受到背景雜訊的干擾。在學習新知的過程，當感官接收到的訊息太多、太雜，超過了學習者的工作記憶容量

(working memory capacity，它包含天生的記憶能力，以及經驗所鍛鍊而得到的認知能力)，那麼學習效率就不好(Miller G.A, 1956)。簡單的說，當一大群麻雀同時飛起來，獵食者就會看不清該抓哪一隻。同樣的，在生物科學研究中，號稱沒有偏見、面面俱到的觀看，能得到的資訊，多半只是表面印象，談不上入微與深刻。對研究者來說，選定觀察焦點的重要性跟如何提出有效、有意義的研究命題一樣，都是日常實作之間，經常要決定的問題。而這個過程所需要的努力多半在於想辦集中注意力，不斷的避開視覺的擾亂。

#### 二、典範對於知覺的具體影響

既然孔恩已經引用了認知科學作為討論的佐證，他對於人的認知的特性應該也不陌生。關於「典範」可能作用的說明，其實是被他不經意地擺在之後的章節。

「一個科學家在實驗室中進行的操作與度量，不是經驗中現成就有的，而是必須費力地採集來的。它們並不是科學家所看到的--至少在他的研究尚未有十足的進展，或他的注意力尚未有一焦點之前是如此。其實它們是更基本的知覺內容的具體指標，而他們之所以被選來做為常態研究的精細分析的對象，是因為它們保證可以給已被接受的典範帶來豐富的發展機會」(孔恩，頁 180-181)

以上的話雖然孔恩是在世界觀改變的情境

下闡述知覺經驗，句中「注意力的焦點、精細分析」這兩個語詞，才是具體指出「典範」對於知覺影響的關鍵字。在生物學的研究實作裡，多半無法證實被精細分析的對象，是否能保證給「典範」帶來豐富的發展。但是，「典範」侷限人的視野的同時，它也削減了許多背景雜訊，讓科學家的注意力集中在少數的現象上，避免被不相干的事物轉移焦點。在保障工作記憶容量不被雜訊塞爆之下，科學家才有機會凝視特定的自然現象，間接的也延長了觀看異常的時間，才能產生「把異常牌的曝光時間加長，受試者就會開始猶豫」(孔恩，頁113)的經驗。

### 三、典範之下分科的效益

承認「典範」會限制人的視野，伴隨而來必須說明的是：限制了人的視野，只觀看大自然的一小部分，如何綜觀全局？這道題與以往討論整體論(holism)與還原論(reductionism)哪一種比較好的僵局類似。跟「研究樹木細節先、或是探討森林的格局先」的兩難一樣，見樹不見林是還原論者的常見的缺失，但是對實作而言，整體論者一下子就要掌握整個森林的難度很高。沒有技術與知識程度的配合，綜觀全局的期待容易陷入眼高手低的幻想，是會落空的。跟單一、可否證的科學提問不同，「典範」是科學社群接受的抽象概念，處理高層次的議題，其解讀不會僵硬、狹隘到只關切單一事件。傅大為綜和符勒(Steve Fuller)的看法後認為，孔恩的常態

科學，基本上不是在談科學機構中的階層分工，而是在談一個典範內的問題分工、實作分工(傅大為，2014，頁66頁)。「典範」之下的實作者，研究者按照手上的資源、興趣差異，多半是把大問題切割成小問題，挑出個別子題來研究，形成分工的知識生產體制。科學社群中，個別研究者的歧異性不算小，所能涵蓋的範圍也很可觀。就算是將特定典範下的個別研究者當成一棵樹，這個社群整體加起來也會形成一座森林的樣子。

對於切割問題的建議，早在笛卡兒所建議的方法論中，就有將大問題分成小問題的旨趣(Descartes, R. 1637)。在「結構」書中，孔恩多次提到笛卡兒。像「笛卡兒之後三百年來，我們對這一可能事件的期望仍然完全依賴一個關於知覺同時也關於心靈的理論」(孔恩，頁181)這樣的句子，也許在歐美社會裡，指出笛卡兒的名號本身就足以讓人明白孔恩心中的論述。但是，對於在台灣、非哲學專長的人來說，多半還是不明白其中的奧妙。如何用笛卡兒的遺產來說明「遵循典範是改變典範最好的方法」呢？就實作的效益來看，現代生物學在笛卡兒割裂問題的建議下所得到的成就比「整體論」的研究進展快速，應該足以當作一個支持分割問題的佐證。生物哲學家 Ernst Mayr (1982)甚至於認為，早期的遺傳學之所以無法開展的主要障礙是：沒有區分親子代之間的性狀的遺傳問題與性狀的發育問題，沒有將它們切割成不同的研究主題。在「典範」之下，將研

究的複雜問題儘量分解成多個較為簡單的小問題，變成是常態科學實作的日常工作。這種拆解問題的方式，也是一種收攏視覺焦點的手段。就以辨認怪異紙牌為案例，其實還有一種取巧的辦法來達成目標：在相同的時間之下，集中注意力，只注意一樣細節，對被關注的細節來說，所觀看的时间也相對變長。只要運氣好，一樣有機會快速認出怪異紙牌。

## 肆、新的詮釋

經過辨認撲克牌的補充討論，並且分析了人的認知侷限、典範對於知覺的具體影響、分科的效益等之後，我們可以重新來詮釋「遵循典範是發現新理論/典範的好方法」這則奇特的命題。就個別研究人員來說，依循「典範」可以集中注意力，去除背景雜訊，增長特定物被觀看的時間，因而讓異常現象被發現的機率增加。而且，演繹「典範」的想像，蘊涵著切割問題的作法，讓問題變小，因此也有集中注意力的效益。此外，就社群來說，切割問題，讓大問題變小，避開了整體論 (holism) 必須先掌握大量資訊的困難，降低先備知識的門檻，而讓更多人可以參與。在分工之下，當參與的人多了，觀看、凝視特定的現象的總次數也增多，同樣也會提高發現異常的機率。如此，可以提昇「典範」這個概念的層次，視之為一種思維工具，進而宣告它是現代科學研究的重要基石。在透過儀器工具來延伸感官的敏銳度、透過科學哲學來判斷對錯之外，科學家透過

「典範」所預設的立場 (約束力)，來選定分析的對象，聚焦觀察的項目，除了擴大已有的知識外，也得以發現異例，創新知識。落實在科學教育上，舊典範的知識內容就不只是一種過時的東西，被動的等待被推翻而已。讓學生演練常態科學本身，就富有促進創新的效益，而值得鼓勵。因為看出「典範」實質具有發現新知的效益，應該也是孔恩在科學知識的立場上，一向自認為是個科技內在史的研究者，拒絕外在史的原因吧 (孔恩，1969)。

## 參考文獻

- 孔恩：《科學革命的結構》程樹德等人翻譯，台北：遠流(1994 年)。若無特殊註明，本文之中文引文、及頁碼皆出自於程樹德等人翻譯的版本《科學革命的結構》。
- 傅大為 (2014)：孔恩 vs. STS 的興起：《科學革命的結構》五十年的驀然回首。科技醫療與社會，第 18 期，頁 29-98。
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1969). "Postscript", In: *The structure of scientific revolution*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Miller, G.A. (1956). The magic number seven plus or minus two: some limits on our capacity to process information. *Psychol Rev.* 63: 81-97.
- Ginns, P. (2006). Integrating information: A meta-analysis of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learn Instruct.* 16: 511-525.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Chapter 20, Epilogue: Toward a science of Science. pp833. Belknap Press

Descartes, R. (1637). Discourse on the method of rightly conducting one's reason and of seeking truth in the sciences. Translated by Bennett J, 2007. <http://www.earlymoderntexts.com/assets/pdfs/descartes1637.pdf>. Retrieved date: 2016/01/12.

投稿日期：105 年 1 月 20 日

接受日期：105 年 6 月 14 日

## How Can “Paradigm”–Driven Normal Science Create “New Theories”?

**Bei-Chang Yang**

Department of Microbiology and Immunology, College of Medicine

Research Center for Society, Technology and Medicine, National Cheng Kung University

### Abstract

There is debate in science education about whether repeat learning of old knowledge may exert a general negative effect on creativity. In the "Structure of Scientific Revolutions", chapter VI, Kuhn, T. raised an interesting question, which may have implication in science education. It is said that normal science does not aim at novelties of fact or theory and finds none. New and unsuspected phenomena are, however, repeatedly uncovered by scientific research, and radical new theories have been invented by scientist. Kuhn explained this puzzle with historical examples combining knowledge of cognitive psychology that novelty emerges only with difficulty, manifested by resistance, against a background provided by expectation. This explanation is not satisfactory to me that it only reiterates the processes of discovery without adequate reasoning.

A better answer for the Kuhn's question, I believe, should include time factor. The mind sets of paradigm severe as guidelines to divide problem. On one hand, it allows individual researcher to focus on specific topic, remove background noise, and prolong the observation time on particular target that consequently increase the chance to identify anomalies. On the other hand, it avoids difficulties in need of immense amount of information and thus lowers the threshold of research. By ways of cooperation, the more people participate in, the longer work on a particular phenomenon, the higher chance to identify abnormality. Consequently, doing paradigm-driven normal science is an effective way to uncover new theories. Implementing this idea in science education, the standard knowledge of old paradigm is not just out of fashion and to be abandoned. Taking practice in normal science may stimulate student to get new idea and promote innovation.

**Key words:** Thomas Kuhn, paradigm, new theories, time factor, science education