



多重現實與電學概念理解研究

楊 文 金

國立臺灣師範大學科學教育研究所

(投稿日期：82年7月16日，接受日期：82年8月31日)

摘要：本文嘗試以生命世界的結構詮釋電學概念的理解。生命世界是由無數之有限的意義分轄所組成，每一個轄區為一個現實。其中，日常生活世界與符號知識世界等兩個現實為本文之旨趣所在。於此研究中，選取國小四、五年級學童、在職國小教師、以及具理、工碩士以上學位為樣本，比較其於電學概念的想法。研究發現指出概念回歸是一個普遍的現象，並可由多重現實的觀點予以說明。配合觀點論，本研究提出迷思概念、概念改變與概念回歸本質之不同面向意義的探討。

關鍵詞：多重現實，迷思概念，電學概念，觀點論

壹、背景與目的

探討學習者對於特定科學概念的想法已成為科學教育的一個研究重點。相關研究指出學童的概念具有以下特性：以知覺主導的思考、有限的焦點、注意改變而非穩定狀態的情境、線性因果推理、未分化的概念、情境相關性、以及擁有某些主導性的概念等 (Driver 等人, 1985)。不但學童具有各種不同的概念，經過科學學科教學的成人或科學教師也具有各種的迷思概念 (楊, 1992b)。由此主題的研究，有些學者將科學學習詮釋為概念改變與學習的過程 (Nussbaum, 1989)。如何令概念改變容易發生、以及如何產生概念改變等，成為科學教育研究的一大課題；有些學者以學習環來增進概念學習和概念改變 (Lawson 等人, 1989)，有些學者則根據近代科學哲學的發展，提出造成概念改變的機制，例如「概念改變模型」(Hewson 與 Thorley, 1989；Posner 等人, 1982)。在這些研究之下，科學教育學者發現概念的改變並非易事；也就是說，這些概念具有固執不易改變的性質。並非所有的概念都具此性質。從電學概念研究的文獻中，可以發現有些概念是極易改變的，而且一旦改變便不再出現其它的迷思概念。小朋友往往會認為從電池的一極接一條電線到燈泡便可使其發亮，在經過電學單元教學之後的小朋友或成人具此想法者的比率極

少 (Dupin & Johsua, 1987)；此外，在職國小教師之電學的概念呈現回歸的現象 (楊, 1992b)。所謂概念回歸是指以日常生活想法取代已學習 (或能用以解決問題) 的科學性想法的過程 (楊, 1993b)。

為什麼有些概念容易改變而有些概念則否？為什麼在不同的問題情境中會有不同的概念？為什麼會出現回歸的現象呢？這些問題涉及對於迷思概念之本質的探討。傳統的概念研究大都以未學習或正在學習科學概念之學習者做為研究對象；這樣的研究對象所產生的種種概念的型態當然具極重要的參考價值，但如果除了在職國小教師之外，經過大量科學學科教育的研究對象也呈現出類似回歸的現象，那麼我們所理解之有關迷思概念的種種性質，是否反應出迷思概念之真正本質，則為值得予以檢視的。本研究的第一個目的為探討符合上述條件之樣本對於電學概念的概念特性。

一些研究文獻指出個體在力學 (Viennot, 1979)、能量 (Duit, 1981) 等領域所表現出來的種種想法，根植於我們所處之社會的情境。從日常的溝通和媒體，我們面對著各種有關物體是如何移動、其能量與其它性質的種種隱設。學校的學習活動只是我們生活的一部分，因此學校的學習也只是種種學習的一部分。人處於日常生活之中的種種學習，彼此應具互動的特性。這種交互作用會呈現在對於電學概念理解之嗎？

如果經過大量科學教學的研究對象對於電學概念的理解，與那些未經科學教學的樣本具有共通性，我們如何詮釋呢？這個問題涉及「概念改變」的問題。個體在其生命的過程中，涉及不同類型之知識的學習，包括科學的學習與其它領域的成長。吾人相信可以從一個較廣的角度探討迷思概念的本質。也就是說，經由考慮生命世界的結構，可以進一步辨識迷思概念的意義。什麼是生命世界的本質？生命世界的本質如何？本文以舒茲等人 (1993, 1992; A. Schutz 與 Luckmann, 1973; Berger 與 Luckmann, 1966) 的生命世界 (life-world) 理論為基礎，說明科學的符號知識與日常生活知識間之關聯，並以其詮釋所觀察之對於電學概念理解的種種現象。生命世界最重要的特性之一為多重現實 (multiple realities)，即生命世界可以劃分為無限多的意義轄區 (provinces of meaning)，每一個轄區即為一個現實。在本研究中，諸現實中又以日常生活世界與科學符號知識世界能引起我們的注意。電是現代生活中不可或缺的元素，它與生活的密切性是其它諸如磁、光等主題所不能及的。像這樣與生活切合的概念，應然與生命世界的結構相關。

基於以上所述，本文旨在以生命世界之結構闡述電學概念之理解，進而洞察迷

思概念的特質、概念改變的意義。

貳、文獻評析

一、迷思概念

首先，我們要先釐清概念 (concept) 與想法 (conception) 之間的差異。所謂概念是指「一類事物的基本觀念」(idea underlying a class of things; general notion)，而想法則為「所想出的觀念或計劃」(conceiving of an idea or plan)。基本上，前者是靜態的，而後者是動態的。「迷思概念」可以定義為在某情境中，個體所賦予某概念 (或符號) 的意義或想法。因此，在不同的情境中，相同的概念 (或符號，例如「電流」)，對於不同的個體可以有不同的意義。也就是說，意義乃嵌鑲於情境的認知之中。於本研究中，「迷思概念」的意義為「迷思想法」。

什麼是迷思概念呢？它有許多「同義詞」——諸如學童科學、另有架構、天真理論等等，不一而足。這些「同義詞」實質上有其不同的強調，有的考慮迷思概念之產生過程的時序 (例如先前概念)、有的考慮其與科學家之想法的平行性 (例如學童科學)、有的考慮其與科學家之想法的差異性 (例如錯誤概念)。無論如何，我們承認不管是怎樣年齡的研究對象，他們對於科學概念都可能有著與科學家不同的想法。

由於過去之相關研究，大抵著重在兒童或學習者在學習科學概念階段的探討 (在電學的相關研究，如 Solomon, 1983, 1985；Oldham 等人，1986；Gauld, 1989；Shipstone, 1985, 1984；Heller 與 Finley, 1992；Johsua, 1984；Garnett 與 Treagust, 1992；Shipstone 等人，1988 等等)，因此所謂的「先前概念」、「另有架構」或「學童科學」等名詞意味著學習者在學習科學概念之前既存之個人式的概念，而這些概念是學習科學概念時的關鍵性障礙 (critical barriers)，或強調這些概念是個體生活經驗的衍生物，與現今科學社群所建立的理論衝突 (Hestenes 等人，1992)。根據這樣的定義與以兒童或學習者為研究對象的結果，可理解 Driver 等人 (1985) 所描述之迷思概念的種種性質。這些研究的發現是重要的且深具參考價值，然在解釋何以接受過科學教學之後的在職國小教師對於電與基本電路的理解時，卻有其極限 (楊，1992b)。因此，我們必須進一步分析迷思概念的本質。

對於在職國小教師之所以也認為電池的兩端都有電流流出、燈泡亮時要消耗電流、短路的電池不會耗電等等現象，可嘗試以遺忘來詮釋。因為電學的學習時日已久，因此已經無法回憶其細節。然而在接受這種想法的同時也產生了另一個有趣的

問題：並非所有習得的電學概念都被遺忘；那些概念會被遺忘或較易遺忘似乎是有選擇性的。這種選擇的機制是什麼呢？

二、概念改變

在迷思概念的研究範疇中，概念改變是一個極為重要的主題。將學習定義為概念改變 (Strike 等人，1982；Posner 等人，1982；Hewson 與 Thorley，1989)，充分說明概念改變所涉及之意義的重要性。

如何造成概念改變呢？Posner 等人 (1982) 根據典範變遷理論的啟發，認為概念改變的條件有四：(1)學習者必須對現有的概念感到不滿意；(2)新的概念必須是可理解的；(3)對學習者來說新概念必須是似真的 (plausible)；以及(4)新概念必須具有豐富的可應用範圍等。概念改變可以依其程度分為兩大類，一為根本的概念改變，另一為弱的概念改變 (Carey，1985)。在 Posner 等人 (1982) 的概念改變理論中，前者是一種調適的過程，後者為一同化的過程。欲使學習者產生所期望的概念改變並不是一件容易的事，這是許多研究共同的發現之一。在此要將焦點放在潛藏於概念改變之中的一些基本假設。

既然概念改變與概念的學習可視為同義，所以概念改變意味著概念的進步。也就是說，學習者在概念改變之後應可解較多 (不同類型) 的問題。這個假設是必要的，因為當我們將概念改變與學習聯結在一起時，學習與進步是高度相關的兩個概念。此外，在一些概念改變的模型中，也潛藏著進步的預設。例如在 Posner 等人的模型中，產生概念改變的條件之一即為對於既有之概念的不滿意。這個條件說明了原有的概念不足以應付或解決新情境的問題；而新概念必須是豐富的條件更意味著新的概念較舊的概念品質為優。因此，我們可以說概念改變的第一個預設為進步的。

另一個潛在的預設並不像前面所提的那樣明顯，但仍有脈絡可尋。由於概念改變是不容易達成的，尤其是根本的概念改變。因此，合適之概念改變的教學設計是必要的。儘管在建構主義的觀點中，是否進行概念改變是一種個體之再結構的過程，但就教學的層次言之，我們希望學習者依照期望的方式進行改變——即由各種迷思概念變成較科學性的概念。所以，在某種程度上可以說概念改變不是一種自然發生的過程。例如，經由造成認知衝突以達成改變的目的。

是否存在自發性且為非進步的概念改變呢？這種現象應該是存在的 (例如前面提及之有關在職國小教師的電學概念即為一例)。但是產生此類概念改變的原因是什麼呢？顯然我們無法從預設進步與非自發的概念改變模型中找尋解答。解決這個問題的途徑之一為考慮個體在其生命世界中的本質。

三、多重現實

如 Hashweh (1986)所述，社會中相關的因素對於概念改變是有影響的，例如，日常生活中的知識等。在此我們同意這個見解，但日常生活知識是怎樣影響概念改變呢？由日常生活經驗的學習所形成的種種想法，diSessa (1988)將之稱為現象學的原始詞 (Phenomenological primitives, p-prims)。他認為直觀的力學概念是由一組為數相當多之片斷的「理論」所構成。這些「理論」乃由共通的經驗抽象而成，由於它們的使用並不需要任何解釋，因此是原始的。這些現象學的原始詞包括「歐姆定律」、「連續力」等等。這些零散的原始概念來自對日常生活經驗的抽象化，因此對於力學的迷思概念具有相當高的解釋力。然而現象原始詞的產生過程仍有深入探討的可能。要瞭解這個過程，我們可以考慮舒茲等人之生命世界的理論。

根據舒茲等人的理論，生命世界是分層的，也就是說我們處於多重現實之中。亦即我們所處的世界是由無窮多個現實所組成的，而日常生活世界與科學世界為其中的兩個。此外，諸如宗教的世界、夢與幻想的世界、戲劇的世界等等均為其組成成份。不同的現實之間不必是重疊的，也不必是一致的。W. James (引自 Schutz 與 Luckman, 1973)將這些種種的現實稱為次宇宙；而舒茲等人考慮現實之分層並非於物件之本體的結構而定；它是基於經驗之意義而分，所以不用次宇宙而將之稱為意義的有限分轄 (finite provinces of meaning)。我們所處的日常生活世界是以自然態度 (natural attitude) 為主導的；反之，科學世界則是以理論態度 (theoretical attitude) 為主導的。其中，在自然態度之中凡事是以實用為動機，並不要求事物之間的連貫性與一致性。就如同 W. James 所說，觀念在與我們的經驗中的其它部分發生圓滿關係時，就變為真實的。他說：「凡是相信對我們生活有利的就是真實的觀念」。也就是說，真實的概念必須符合現實，所謂符合的意義是「被引導於面對現實、或進入現實的環境中、或發生一種接觸，能夠處理現實或與其有關的某些事物，較我們不符合現實時的處理效果更好的狀態。」因此，所謂真實 (truth) 只是在長期考慮及全盤目標上，便利於我們思想方法的東西而已 (引自羅素，1970，頁 912)。

因此，在不同的現實中有著不同之符合的標準。根據舒茲等人的術語，在不同的現實中，個體藉以進行瞭解事物的推論基模是不一樣的 (Schutz 等人，1973)。這個觀點與探討知識結構之認知心理學理論相似 (例如，Rumelhart (1977) 之故事的基模、Schank 與 Abelson (1977) 之腳本、計劃與目的理論等等；有關此基模結構之詳細的文獻評析可參見楊 (1992a))，唯於生命世界理論中強調不同現實之間的不

連貫性、不一致性、無穿透性、及其間之優先性等性質。也就是說，不同現實之間是以一種跳躍 (leap) 的方式進行轉換。造成從此現實到彼現實之跳躍的基本動力為驚嚇 (shock)。例如，由白日夢中回到日常生活世界的過程。有關生命世界之結構的詳細討論可以參見舒茲等人的著作 (1993, 1992, 1973, 1962)。在此要強調的是其理論中幾個極為重要的概念。

舒茲等人認為每一個現實均有其張力，因此必須透過驚嚇的過程才能由一個現實轉換到另一個現實；日常生活現實的張力是最強的。因此，即令它的趨迫力消匿時，都無法忽視它的存在。於日常生活現實，我們形成了「自然態度」。所謂自然態度，也就是常識性意識的態度，這是因為它是關於生活在同一環境下的人的共識。而常識性的知識，便是我與他人在生活中正常狀況與例行事物上共享的知識。

四、視為當然的與有問題的

當我們置身於一個現實中時，我們將某些事物視為當然。而於日常生活世界中所包含的經驗、格言、以及直觀並未構成一個封閉的、邏輯精煉的體系。對個體而言，這些屬於日常生活世界的種種經驗群卻是以不可質疑的方式給定的；它們是已經通過考驗之經驗的沈澱，個體不需再對其有效性予以檢視。因此，在自然態度中並不必要強調其與知識倉儲中其它知識的不一致性，直到「進一步注意」為止。與高層次知識（例如，具邏輯一致性的科學）對比，在自然態度中，對於個體知識倉儲之不同調性的察覺，必須在一個新奇經驗無法與那直到目前仍被視為有效之推論基模配合時才會發生 (Schutz 與 Luckman, 1973)。

當個體置身於一現實中，便將某些事實視為當然。這個見解與觀點論者 (perspectivist) 的基本論點是一致的。Hundeide (1985) 指出當我們置身於一個立場 (position) 時，便接受了這個立場的種種預設，將之視為當然而不會對其適當性予以質疑。他以此詮釋皮亞傑作業中之「玫瑰花較多或花較多」的分類問題，獲得十分精采的論證。

被視為當然的事物並不形成一個封閉、無爭議之清晰的意義轄區。舒茲等人認為這些視為當然的事物被不確定性的事物所環繞。一開始，手上已有的東西是不可懷疑的，但卻可以成為可質疑的。有一些途徑可使之成為可質疑的，在此強調由於新奇性導致之轉換的過程。

如前所述，知識倉儲並非一個邏輯整合的系統，而僅是個體之經驗沈澱和情境條件之顯明化 (explication) 的整體而已，它有一部分是個體的，一部分是社會傳輸之對問題的傳統解。由每一個新奇的情境，知識倉儲獲得增加，這種增加並未檢視

其與其它與問題無關之推論基模的相容性。這些推論基模不必完全由意識所知覺。經由實際經驗，才能對那些現在看起來不相關的基模進行明顯化。只有在這個情況之下，兩個或兩個以上不相容的推論基模之轄區才會進入意識之中。這個不相容性致使我對目前經驗與週遭原來視為充分之基模間進行明顯化。因此，即使在日常生活中我遭遇了實際問題，我可以發現有一種「理論性」思考的趨向；或者，至少部分上來說，在我的知識倉儲中之不相容的推論基模有某種程度的整合。

概念學習的研究中欲改變學習者對原有的想法，常以先造成認知衝突為切入點。基本上，上述之「經由實際經驗」可以詮釋為經歷認知衝突或新奇經驗。以觀點論而言，由視為當然到可質疑的歷程，乃是因為所處的立場改變了（經由觀點拓展與收縮的歷程）所致。以多重現實的角度言之，如果我們於不同現實間轉換，在同一時刻只置身於一現實之中（即以該現實的推論基模思考該現實中的問題），則並不會使得視為當然的事物成為可質疑的。如果我們在現實之間穿梭，「錯置現實」時（例如用此現實的推論基模思考彼現實的問題）將會使原為自明的事物成為可質疑的。這種情形尤其是由低層之現實的推論基模思考高層現實的問題時至為明顯。例如，由日常生活世界思維理論世界時即為一例。

五、結 語

以上的文獻評析可總結以下幾個重點：(一)若考慮接受良好科學概念學習的研究對象，可能對於迷思概念的本質有進一步的瞭解；迷思概念意義為迷思想法；(二)傳統的概念改變的概念乃是針對一個相當小的範圍而定義的，因此對於長期的概念變化缺乏解釋力；(三)我們所處的生活世界為一多重現實的世界，我們以自然態度處理日常生活世界的事務，在科學世界中則以理論態度進行思維，前者是以實用為動機；後者才會考慮其組成成份之間的連貫性與一致性。(四)在不同現象之間的轉換並非易事，必須經歷一種「跳躍」的程序才能完成這種轉換。(五)前述之多重現實的概念可以用插曲式 (episodic) 的定義加以精煉。所謂插曲式的定義可以詮釋為一種知識結構。在不同的觀點之下，有著不同的立場、不同問題定義、以及引發不同的插曲。在插曲式定義的概念之下，不同現實間的轉換相當於在不同觀點之間的轉換。(六)我們必須體認學校的學習只是學習的一部分這個事實，而科學或符號知識只是知識的一部分。瞭解不同知識都是生命世界的一部分這個事實，對於科學概念的獲得、學習與發展具有極為重要的意義；(七)藉由多重現實的概念，即生命世界結構的理論，透過對於概念之回歸現象的探討，將有助瞭解迷思概念與概念改變之本質。

參、研究設計

爲了進一步探討迷思概念與概念改變的本質，本研究考慮差異性大的樣本作爲研究對象。國小四、五年級的學童、在職國小教師以及已獲得理、工碩士以上學位的專科科學教師爲本研究的樣本。首先，分析國小四、五年級學童及在職國小教師樣本的定量數據，探討這些樣本對於電學概念的異同性。其次，以具碩士學位的樣本作爲定性分析的對象，深入探討迷思概念的意義。

我們發展了兩種版本的「電與基本電路概念測驗」，一是針對成人設計的，另一則針對國小四、五年級學童設計。本測驗內容包含以下的主題：電是什麼、電流模型、基本電路、以及電的類比等，共有十大題。此外，並於面談中加入「電池壽命」與「不用電」等兩個問題。本文的分析分爲兩部分：定量分析與定性分析，前者以紙筆測驗的結果作爲分析的內容；後者主要針對「電池壽命」與「不用電」等兩個問題之面談結果的分析。

於本研究中，除了對碩士學位以上的樣本進行訪談之外，其餘樣本均爲紙筆測驗。四年級樣本爲 516 名、五年級樣本爲 528 人、在職國小教師爲 171 人、碩士樣本爲十六人。其中，四年級學童在四上「電路與燈泡」單元之前後分別施以前後測（此單元教學後一個月施以後測）。

肆、研究發現

我們將研究發現分爲兩個部分，先呈現定量分析的結果，然後是定性分析的結果。其中，定性分析的部分將只呈現碩士學位以上之樣本的訪談結果，至於學童及在職國小教師樣本的定性分析，可分別參考楊 (1993) 及楊 (1992b)。

於定量分析中，我們將重點放在國小四年級學童在「電路與燈泡」單元教學後之測驗結果，與五年級學童以及在職國小教師之表現的比較之上。分析的主題包括「電的概念」、「電流模型」、以及「那個燈泡較亮」等三個主題。

一、定量數據分析

(一)電的概念

「發電機產生什麼？」這個問題我們採取封閉式的選擇題或是非題——提供電流、電能及二者都是等三個選擇（成人版）以及電、電流、電能及電力之是非題（學童版），以瞭解受訪者對於電的想法。於成人部分，受試者的反應分別是 26.5%、27.2% 及 44.1%。對於選擇產生電流的受試者中，50% 認爲「有電流才有電能」，

的想法並不比國小學童符合科學性的標準。

從表三的結果，可以說在經過相關的電學教學之後，電流模型——尤其是消耗（全部或部分）電流這個想法並沒有改變。雖然由四年級之前、後測的結果可知，「消耗電流」的想法反而因「電路與燈泡」的教學而得到增強，但這種改變似乎不是「根本的」改變。當然我們可以說要經歷「根本的」概念改變並非易事，但在上面的結果中，我們也可發現兩種相反的現象：一為前述的消耗電流的想法並未有所變化，另一個則是持兩種電流模型的比率在成人部分降低了許多。似乎有些概念較易改變，有些則否。

(三)那個燈泡較亮？

我們設計了圖二的兩個簡單電路圖，並詢問受試者電路中之燈泡是否會亮、是否一樣亮等問題。就 (a) 圖之電路而言，大部分的受都認為這些燈泡會亮，而不同燈泡的亮度比較結果如表四所示。

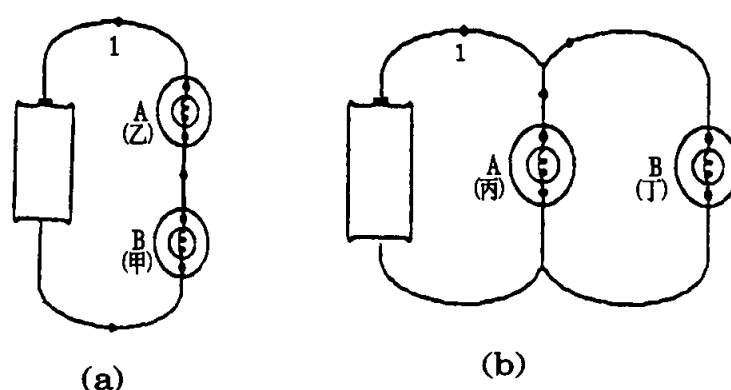


圖 二

表四、兩個串聯燈泡的亮度比較 (%)

	四 前	四 後	五年級	成 人
甲	29.2	20.2	20.1	<5.0
乙	56.8	56.4	56.8	57.3
一 樣	7.1	21.5	17.4	38.2

在討論表四的發現之前，要強調在國小版的測驗試題中我們將接到正極的燈泡稱為乙，而接到負極的燈泡稱為甲。這個順序和成人版的測驗順序是相反的。這個差異是十分重要的。

我們發現所有的受試者都認為接近正極的燈泡較亮，不管這個燈泡在命名時是排在前面或後面。由於國小四五年級的學童多認為接近正極的燈泡會較亮，而在職的國小教師亦然，這意味著這是一個不易改變的想法。是否在並聯之簡單直流電路中燈泡亮度的判斷也有相同的結果呢？表五為二並聯燈泡之亮度比較的結果。令我們感到驚訝的是在這個情形中，在職國小教師有高達 66.9% 的受試者相信兩個燈泡是一樣亮的，只有 27.5% 相信接在前面（丙）——距離電池較近——的燈泡較亮。反之，大部分的國小學童依然認為丙會較亮。由這樣的結果可以推論在 (a) 及 (b) 兩個電路的情形中，國小學童可能利用相同的策略判斷燈泡的亮度，而教師則否。

另外一個有趣的現象是國小學童中有相當的比例（多於一成）認為較遠的燈泡會比較亮，而在教師樣本中則沒有這個反應。由這些結果，加深了底下這個問題的重要性：「何以在有些情形中，教師的想法會較接近科學性的想法，而在另一些情形中他們又沒有什麼差異呢？」這個問題是無法單純地以「遺忘」來解釋的。因為如用這樣的概念來解釋，則顯然的我們必須解決何以有些概念較容易遺忘，而有些則否。事實上，這個問題與前面所提的何以有些概念較易改變，有些則否是十分相似的。

表五、兩個並聯燈泡的亮度比較 (%)

	前 測	後 測	五年級	成 人
丙	76.7	83.1	76.5	27.5
丁	16.7	11.2	15.9	~0
一 樣	0.3	2.5	2.7	66.9

綜合以上之定量分析的發現，可知在職國小教師對於電學概念的「遺忘」是有選擇性的，而有些概念幾乎與學童沒有差異。研究者認為這是多重現實的效應。這個想法如果是正確的話，在具有理工碩士以上學位的樣本中亦應可見相似的現象。

二、定性資料分析

定性分析中將焦點注於上一小節中有關在職國小教師所呈現之「異常」現象的分析。我們將省略在職國小教師的訪談結果 (參閱楊, 1992b), 而將重點放在高學位樣本之反上的分析之上。

(一)電池壽命的分析

除了「電與基本電路概念測驗」之內容的訪談之外, 我們還設計了兩個額外的問題: 「電池壽命」問題與「不用電」問題。在此小節中將先分析「電池壽命」問題的研究結果。「電池壽命」問題如下: 呈現兩個簡單直流電路, 如圖三所示。(a) 為一個電池接了一個燈泡; (b) 為一個電池接了兩個串聯的燈泡。我們要求受訪者判斷那一個電池可以用得較久。

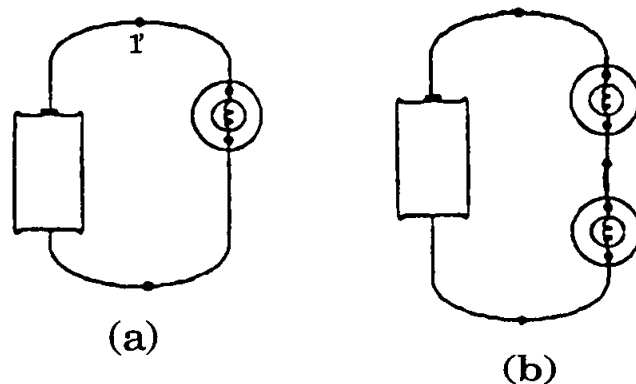


圖 三

具有碩士學位的受訪者在這個問題中的回答, 可以分為兩大類: 一為接一個燈泡的電池較耐用; 另一為接兩個燈泡的電池較耐用。以下先討論第二類型再談第一類型的訪談結果分析。

1. 接兩個串聯燈泡的電池用得較久

此類反應屬於科學性的回答, 就如同所預期的一樣, 受訪者以正確的基本電學概念進行解題。其典型的例子如下所示:

S102 (物理碩士、曾任國中教師多年)

I : 你覺得這兩個電池 [指圖三 (a) 及 (b)] 那一個可以用得比較久?

S : 這個 [圖三 (b)] 消耗電比較小, 那個 [圖三 (a)] 比較大, 所以這個 [圖三 (b)] 用得比較長, 那個 [圖三 (a)] 較快沒電。

I：為什麼？

S：因為這個 [指圖三 (a)] 電流較強，那個 [圖三 (b)] 比較弱，電流出來時能量是一樣的。所以這個 [指圖三 (b)] 可以用得比較久。

這種典型的例子是如所預期的。不管是否可以如這位受訪者般不假公式計算，我們相信一個接受過電與基本電路教育的受訪者應有如是反應。但是，這樣的結果並未能直接提供事實的真實面。因此我們要將焦點集中在第一類型的反應之上。

2. 接一個燈泡的電池用得較久

在這個類型中，受訪者認為接一個燈泡的電池可以比接兩個串聯燈泡的電池用得久。例如：

1. S105 (數學碩士、講師四年以上)

I：如果這兩個電池一個接一個燈泡 [圖三 (a)]，另一個接兩個燈泡 [圖三 (b)]，你覺得那一個電池可以用得比較久？

S：這個電池用得久 (指圖三 (a))。

I：為什麼？

S：這個……直觀上就是兩個燈泡耗得比較多……可以肯定的是接一個燈泡的用得比較久……這怎麼解釋呀……這直觀判斷……這個 (指圖三 (b)) 耗電是它的兩倍。

I：那如果這個 [圖 (a)] 可以用一個小時，那麼這個 [圖三 (b)] 可以用多久呢？

S：半小時。

上面的例子中，受訪者是數學背景，似乎因此不應對其「直觀判斷」的反應有所驚奇。但是我們仍可懷疑他必然「曾經」會「正確地」回答類似的問題。所謂「正確地」的意思是經過一些公式的運算之後所得到的結果和預期的結果是相符的。以下另外舉兩個例子，一個是工科碩士，另一個為物理碩士的訪談結果。

2. S107 (電子系畢、光電所畢、專科講師)

I：[指圖三 (b)] 這兩個燈泡那一個比較亮？

S：……[指著燈泡 A] 這個比較亮。

I：A 比較亮，為什麼呢？

S：因為它先通過這裡……所以……不對……如果是串聯的話應該是一樣亮。

I：那 1、2、3 三點的電流大小呢？

S：因為串聯……一樣。

I：可是你剛剛說電流會被用掉啊？怎麼辦？

S：剛才講的不算。……

I：如果把這個電池 [圖三 (b)] 跟這個電池 [圖三 (a)] 比的話，那一個可用得比較久？

S：這個 [圖三 (a)]。

I：為什麼呢？

S：因為消耗的電流比較少。

I：你說 A、B 一樣亮，那 A 和這個燈泡 [圖三 (a) 的燈泡] 那一個比較亮？

S：這個 [圖三 (a) 的燈泡] 比較亮。因為它 [圖三 (a)] 只有一個……它 [圖三 (b)] 有兩個。

3. S123 (物理系畢、物理研究所畢、曾任國中物理教師、專科講師四年；當此受訪者接受訪談時剛剛授完專科物理有關電學的單元)

I：[指圖三 (a) 及 (b)] 如果這兩個電池是一樣的、燈泡也是一樣的，你覺得這兩個電池那一個可以用得較長？

S：[非常直接而快速地反應] 這個 [圖三 (a)]。應該是這一個 [圖三 (a)]……嗯……這是可以計算的，我算算……，如果這是 1 (指燈泡的電阻)，這個也是 1，那個也是一樣，電池是一樣的，所以這個 [圖三 (b)] 的電流只有那個 [圖三 (a)] 的一半，……，那……反而是這個 [圖三 (b)] 可以用得較久。

從上面之電子學碩士與物理碩士的例子可知他們也相信「直觀判斷」。S107 的回答可以有許多不同的詮釋，例如：該受訪者原來就具有這樣的「迷失概念」，而在正式的學校教學過程直未能將之改變為科學性的想法。然而由 S123 的例子，明顯可知此受訪者的第一個反應是和前面的受訪者一致的，認為燈泡少的電池較為省電，但值得注意的是這個受訪者充分表現出他具有歐姆定律的概念，而且也能不經手算直接得到計算的結果。當這個結果出現而與前者矛盾時，他可以改變其判斷。事實上要承認上述的受訪者不具有基本的電學知識 (例如，歐姆定律) 是不合理的，而要承認他們雖然知道歐姆定律卻無法在這個情境中正確地使用它，也是同樣的不充分。因為在訪談過程中這些受訪者都曾提及 $V=IR$ 的公式。那麼，「在這個情境中無法使用 $V=IR$ 」的意義是什麼？先看底下的例子之後再對這個問題加以討論。

4. S124 (農藝所碩士)

I：同樣的電池、一樣大小、一樣的燈泡，一個接了一個燈泡 [圖三 (a)]，另一個接了兩個燈泡 [圖三 (b)]，那一個電池可以用得比較久？

S：那一個電池 [圖三 (a)] 可以用……得……比較久……好像會一樣久。

I：為什麼呢？

S：……牽就事實好了，事實好像這個 [圖三 (a)] 比較久。但是如果用剛才講的……

I：你剛剛說牽就事實，事實是……

S：事實上我們都知道電器消耗……輸出功率小的話電池的壽命會比較長……因為這裡的電阻比較大，電流會比這邊小，所以照理說應該是這個 [圖三 (b)] 會比較長……這樣的話跟現實不符。

I：那你要選那一個呢？

S：眼見為憑……這個 [圖三 (a)] 應該用得比較久。

這一位受訪者剛獲得其碩士學位。和前面 S123 一樣，他不但知道 $V=IR$ ，而且還能執行正確的計算。從這個例子我們可以更明顯的看出受訪者對於電池之壽命的問題有兩種想法：一為科學的想法，另一為日常生活的想法。這兩種想法不必是一致的，而受訪者在面對這種矛盾時的策略是由其中擇一做為解題的依據。

我們認為上述之概念改變的發生是受到生命世界之知識倉儲的結構（舒茲的術語）中介而產生的自發性變化過程。這個主張可由 S124 及下例得知。

S101（生物碩士，近二十年教學經驗）

I：這個電池 [圖二 (a)] 和這個電池 [圖二 (b)] 都是接兩個燈泡，你覺得那一個用得久？

S：這個 [圖二 (b)] 用比較久，並聯可以用久一點，一般人都比較喜歡用並聯，比較省電。

I：兩個 1 點的電流那個比較大？

S：一樣大，因為都剛從電池出來。

I：那 1 和 1' [圖三 (a)] 呢？

S：也一樣，都還沒經過燈泡。

I：兩個 A 燈泡 [圖二] 會一樣亮嗎？

S：我不太記得了，這樣講的話可能並聯會比較亮。

I：並聯不是較省電嗎？

S：也可能像是又省電又亮啊？

既省電又亮的一種裝置是日常生活中的一個實用動機。以上的幾個例子可以分成三類：一為以符號知識的推論基模為思考準則的，例如 S102；其次為以日常生活世界推論基模為思考準則的，如 S105 及 S101。這兩類受訪者雖在不同的現實之中

而選擇二者都是者亦有 38% 的受試者的理由是一樣的。由此可知成人受試者對於電流和電能之間的區別十分陌生，且有強烈簡併的傾向。

對於國小學童而言，發電機的產物為：電、電流、電能、以及電力等，其反應的型態表一所示。其中，經過「電路和燈泡」單元的教學之後，學童選擇「電能」項目的比率顯著增加，但五年級樣本在該項目的比率反而降低；這是一個十分有趣的現象。

表一、學童對發電機產物的想法 (%)

產 物	四年級前測	四年級後測	五 年 級
電	23.8	23.9	27.2
電 流	53.9	48.3	54.3
電 能	15.0	19.4	11.8
電 力	35.5	43.2	40.3

再者，對於電與電流、電能、以及電力是否具有相同的指涉，國小學童的反應如表二所列。國小學童對於電、電流、以及電力等三個名詞可以說是簡併的，很難對其加以區分。這種情形在「電路與燈泡」單元教學前後並無二致；五年級學童亦然。而從前面所述之在職國小教師對發電機產生什麼的回答中亦可得到相同的發現。

表二、學童對發電機產物的想法 (%)

類 別	四年級前測	四年級後測	五 年 級
電=電流	46.5	44.6	50.0
電=電能	41.0	39.5	38.4
電=電力	63.0	63.4	70.3

(二)電流模型

在簡單電路(圖一)中,受訪者被詢問「電池是如何讓燈泡發亮的?」這個問題以選擇的型式呈現,受試者可以複選。國小學童及成人的電流模型歸納如表三所示。

表三、電流模型分析表(%)

類 型	四 前	四 後	五年級	成 人
不消耗模型	7.4	16.9	8.3	16.5
消耗部分電流	36.3	62.8	49.8	61.6
全部消耗	23.1	12.4	15.0	6.1
兩種電流	51.5	23.1	46.0	14.0

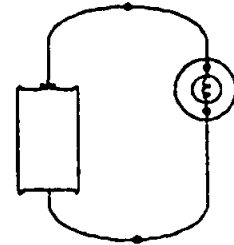


圖 一

在表三中發現四年級學生在「消耗電流」(包括消耗部分電流及全部消耗兩類)的前後測的結果分別是 59.4% 及 75.2%, 而不消耗電流的比率也由 7.4% 變成 16.9%; 兩種電流模型的比率由 51.5% 變為 23.1%。這些結果說明「電路與燈泡」這個教學單元對於兒童之電流模型的想法有實質上的效應。由於在該單元中強調電流流動的方向, 因此兩種電流模型的比例降低是可以理解的。然而對於這個單元之真正的效應是什麼, 並非僅由上述的數據便可遽下結論的。

經過這個單元教學一年以後的五年學童之電流模型的想法分別是 8.3%(不消耗模型)、49.8%(部分消耗模型)、15.0%(全部消耗模型)、以及 46.0%(兩種電流模型)。由這樣的結果可以立即得到一個印象: 經過一年的教學之後學生對於電流的想法傾向於未教學以前的狀態。例如, 屬於科學性想法的不消耗模型幾乎是沒有變化的; 而兩種電流模型也有相同的趨勢。當然, 在此我們不願意對這樣的結果做太強的結論, 因為我們並不能認定四、五年級樣本具有代表性, 而且亦非重複樣本。然而, 對於這個發現的可靠性是極易檢驗的: 對於四年級的樣本在升上五年級之後再予一次測驗即可。然而在本文中, 這卻非具爭議性的問題。因為在國小在職教師的樣本群中認為燈泡發亮並不消耗電流的也只有 16.5%, 而認為會消耗全部或部分電流的比例高達 67.7% 之多。這個數據充分表示即使經過相關的電學教學(這些在職國小教師至少經過國中的物理教育以及師範專科的科學教學)一段時間之後, 他們

進行解題，但有一個共通性：他們都沒有明顯知覺衝突的存在。第三類為明顯的在兩種現實中進行思考，且知覺其的衝突者，例如 S107 與 S124，他們調和二現實之衝突的過程並不相同，結果也不同。

(二)「不用電」問題的分析

從上面所呈現的種種研究發現，可知具碩士學位的受訪者之電學概念深受日常生活的一些推論基模的影響。這種影響是否也可以此領域的「專家」的訪談中發現呢？

「不用電」問題有兩種型式，其一為：如果大家都不用電而發電機仍在運轉，發電機是否繼續發電？從理論的角度來說，發電機乃因磁通量的變化而產生感應電動勢，在一封閉且電阻不是無窮大的迴圈上，將產生電流。因此，不用電表示迴圈不是封閉的，當然不會繼續輸出電流（電動勢仍存在）。如果受訪者認為發電機所產生的是電流或電能，或二者的混合（見楊，1992b），則面臨發電機所產生的產物應如何處理的困難。第二種型式為一般短路的問題。在簡單直流電路中，若不接燈泡則電池是否會沒電？在本文中僅討論第一種型的分析。

以下要呈現的兩個受訪者均為物理研究所博士班的高年級研究生，應可視為「專家」。他們對於上述之電池壽命等問題都可以輕易地以符合科學理論的方式得到預期的解，此外他們都認為發電機發電所產生的是電能。我們預期他們應可由理論的方式分析「不用電」的問題。以下是訪談的部分摘錄。

1.S110 [物理系畢，具國中三年以上教學經驗，物研所碩士，為物研所博士班研究生]

I：如果大家都不用電，台電的發電機還在運轉，你認為發電機會不會還再發電？

S：應該會。

I：為什麼？

S：基本上它是提供能量給我們，我們用不用是我們的事。就像一顆樹長出水果來，我們要不要拿這些水果來吃，那是我們人的問題，跟長不長水果沒有關係。

I：那這些水果呢？會到那裏去呢？

S：這個我就沒有想過……我是有聽說過那個……假如是水力發電的話，如果電沒有用掉，在離峰時間如果沒用掉的話，它就把那個比較低水位的水抽到較高水位，再把那些能量儲存起來，把電能轉變成為位能儲存起來。

2.S111 [物理系畢，具國中三年以上教學經驗，物研所碩士，為物研所博士班研究生]

I：如果大家都不用電，台電的發電機還在運轉，你認為發電機會不會還再發電？

S：應該會。

I：它還會產生電出來嗎？

S：它產的電……會再產生電，但會消耗在運送的線路上。

I：我們用電的時候它會不會消耗在線路上呢？

S：……那我剛剛的想法可能要修正一下……它白天運轉，晚上運轉，發電機運轉的速度可能都一樣快，產生的量是相同的……我雖然不知道它是怎樣配電的，但我以前聽說過明湖抽水站，它把用不完的電把水抽到高處，等到要用電的時候再讓水沖下來發電。……

在本研究的三位物理博士班研究生的樣本中，只有一位 (S111) 在經驗多次之訪問者的質疑及其一再的思考之後（原來也認為會持續發電），才得到與另外兩位不同的結果。對於這樣的結果，在多重現實的理論架構之下，可以詮釋為由於日常生活的張力最所有現實中最大的，因此即使如此的「專家」也傾向於以日常生活的想法進行思考，而未考慮以其亦熟悉之符號知識的方式來解題。當然，上述的詮釋不是唯一的，其它的可能性在以下的討論中將有所說明。

伍、討論、結論與建議

一、討論與結論

根據本研究的定量分析中我們觀察到幾個現象：(1)有些概念在四年級前後測以及五年級的表現中幾乎是沒有差異的（表一及表二中的大部分項目經重測 t 考驗與組間 t 考驗，沒有顯著差異）。這是與預期相符的發現，因為在小學四、五年級的教學中，並未刻意分化電、電能、電流與電力等概念。(2)有些電學的概念在經過「電路與燈泡」單元教學之後，對於四年級的樣本而言似乎是改變了其既有的想法。例如，認為燈泡亮時不消耗電流的比率增加了一倍；消耗部分電流的比率卻增加了 26%，而認為全部消耗與兩種電流者都顯著的下降了。這些發現有些是可預期的，例如，由於在「電路與燈泡」單元中強調電流動的方向，因此兩種電流模型的比率下降了；此外，消耗部分電流的比率卻大幅增，但與全部消耗的比率之和則所有樣本是相當的，這可能是因為燈泡亮了必須消耗「某些東西」的想法所致。(3)五年級學童

的某些想法和四年級前測的表現相似，劣於四年級後測的表現。例如，不消耗電流的想法與兩種電流的想法等。(4)有些想法對於四、五年級學童以及在職國小教師是一樣的。例如，接近電池正極的燈泡較亮。(5)當然，有些概念在職國小教師表現得比學童好。例如，串聯燈泡是一樣亮的、並聯燈泡也是一樣亮的等等。(6)對於在職國小教師與學童來說，判斷燈泡亮度時，串聯比並聯的表現要遜色得多。

經由訪談分析，十六位具理、工碩士學位的受訪者在電池壽命問題中的反應型態為：圖三之 (a) 電池較圖三之 (b) 電池用得較久者 (9/16)、圖三之 (b) 電池較圖三之 (a) 電池用得久者 (6/16)。這是一個極不尋常的現象——為什麼會有一半以上之具有理、工碩士學位受訪者會相信接一個燈泡的電池之壽命較長呢？從上面的訪談分析，可以得到此類反應型態的一個共通點：他們都是由「有多少個燈泡要消耗電」的觀點來思考問題。當然，這種現象可以簡單地說成是一種「直觀判斷」。

因此，不但是在職國小教師的電學概念呈現「退步」的現象，連經過大量科學教學的受訪者也有類似的表現。當然，我們可以懷疑我們的碩士樣本在其學習的過程中從未將此領域學好，也就是說，他們只是靠著記憶公式來解題，因此假以時日以後運用公式的能力逐漸喪失，以致呈現出其原有的迷思想法。這個詮釋過於粗糙，因為從「不用電」問題的分析中，「準」物理專家並不會以符號知識來思考這個問題。因而認定他們無法「科學地」解決此類問題是不合理的。一個機器一旦正常的運轉，就應有產品的輸出，而生產與消費之間不必有必然的關係，這個想法是日常生活世界的一個「法則」，是自明的而視為當然的，除非給予「進一步的注意」。

根據舒茲等人的理論，在多重現實間的轉換是一種「跳躍」的過程，是需要經過「驚嚇」才能從一現實轉換到另一現實的。假設在不同現實中思維的困難度（或類比為思考所需的能量）不同。我們嘗試困難度最低的推論基模從事思考。日常生活世界的張力最大表示我們最習於其中思考，其困難度最低或所需能量最低。碩士學位以上的受訪者具有在高能量的符號世界中思維，當其接受訪問時，置身於「電學現實」之中，即嘗試予問題符合科學的解，因此當其面對諸如電流模型、串聯燈泡的亮度等典型問題時，這些問題對他們來說，是屬於符號世界中尋常的問題，他們可以已熟悉之符號世界的思維來解答。然而，「不用電」與「電池壽命」問題雖亦可由符號知識來思考，此類問題一方面是日常生活世界中極其平常的問題，另一方面卻是符號世界新奇的（相對於典型問題）情境。例如，「台電的供電量比總耗電量多或少或相等？多餘的電怎樣處理？」受訪者大多相信供電量大於耗電量，而將多餘

的電儲存或自然消耗。在解決此類問題時，受訪者採取了日常生活界的推論基模，研究者認為這是他們經歷了從符號世界到日常生活現實的一個轉換，這個轉換乃由新奇性與由高能量世界到低能量世界的轉換。如果不斷對受訪者以日常生活現實之推論予以質疑，將迫使再度回到高能量的現實之中。

綜合本研究的發現，應對於迷失概念、概念改變、以及概念回歸等加以討論。

(一)對於「迷思概念」的意義應予釐清

於本研究中可清楚地看出不但國小學童對於電學概念有種種的「先前概念」、「兒童科學」、或「迷思(失)想法」，在職國小教師有許多的想法與國小學童十分相似。再者，具理工碩士以上學位的受訪者也同樣表現出日常常識性的想法。於此研究中，「另有架構」似乎是一個較為適當的名詞。可以確定的是受訪者往往擁有兩種以上的想法：他們有能力對於同一個問題進行兩種不同的思考，或者可以說他們「同時」擁有兩種概念。不同的想法分別屬於不同的現實，而不同的現實有著不同的概念。置身於不同的現實，即產生不同的想法。

(二)必須深入瞭解回歸或退化的現象

對於國小教師之電學概念的回歸或退化的現象，在考慮碩士以上樣本的反應之後，這種現象是可以理解的。單純從定量分析的結果來看，在職國小教師的某些反應與未經「電路與燈泡」單元教學之前的四年級學童十分一致，也和經過該單元教學一年之五年級學童相似。這意味著成人之對於電學的想法呈現「退化」或「回歸」的現象：由「不會」到「會」再由「會」到「不會」的過程。似乎這是一種退步或遺忘。從生命世界結構的角度來看，這是多重現實之間張力不同所致。由於日常生活現實是一個主要的現實，由符號世界的推論基模回歸至主要現實之推論基模是一種自然的傾向。

(三)廣義的概念改變

如文獻評析中所述，概念改變預設了進步的意義。如果將概念的回歸視為概念改變，則概念演化應是較適當的名詞。演化可以是進步或退步的。演化還意味著「存活」的概念是那些能適應所處之現實的概念。因此，所處的是那一個現實也就直接影響那些概念易於存活。這種概念演化，相對於文獻評析中的非自發性，是自發性的過程。因此，在上述之廣義的概念改變之下，概念的改變不必是進步的，而且是隨其所處之現實而演變的。從另一個角度來說，觀點論中有關觀點的拓展和收縮的概念，和此處之概念改變較為一致。

二、建 議

透過本研究的發現，生命世界之多重現實的觀點具有豐富的含意。研究者相信如果能對生命世界的結構有更進一步的瞭解，將呈現科學概念學習之本質之更深層的面向與洞察。舒茲等人理論中所強調的論點，諸如自然態度、定型化 (typification)、顯明化 (explication) 等等，研究者認為對於概念學習之研究有所啓發。

於本研究中的一些主題，例如受訪者在「不用電」的兩類問題的反應可以考慮以 Lakatos (1978) 之研究綱領的模式加以分析。這個作法曾為 Heller 與 Finley (1992) 於電學概念的研究之中。區分受訪者在思考此類問題之硬核與保護帶，可以提供電學概念之理解的另一個面向。

要進一步瞭解生命世界中日常生活與符號知識對於電學概念之理解的影響，除了本文的研究之外，有幾個領域的研究資料是很重要的。例如，對於不曾接受過科學教學的社會人士而言，其電的概念應可視為由日常生活世界之自然態度所形成的知識結構，極適於作為多重現實與電學之理解的基線。

進一步探討概念回歸現象的正確性是必要的。欲進行此類研究的方法可以對國、高中學習相關概念之學生為對象，檢視其於類似本研究問題之思考的特性。

從觀點論 (Hundeide, 1985) 的角度進行深層的研究是可行的。由觀點論的概念，當我們採取某一觀點時，某些事物是被視為當然的。被視為當然的事物是自明的，不應被質疑的。於本研究訪談中可以發現受試者傾向認為發電機產生的是電流或電能。如果依照觀點論的精神與技術，將受訪者移至另外的立場，是否可以較容易地改變其後續的概念呢？

基於生命世界的結構與近年來有關知識結構的關係，表徵自然態度是可能的。這樣的表徵可以對於生命世界的本質深一層次的瞭解，且亦較適於後續在此領域的研究設計。

於本研究中以多重現實的觀點探討迷思概念的種種面向，所得到的詮釋力是可以接受的。然而，欲深層地瞭解多重現實對於概念學習與演化之關的關係，我們必須進一步瞭解各種現實的本質。於本文中只就日常生活世界與符號知識兩個現實進行討論，實際上可以有無限多的「有限意義分轄」。因此，探討於其它現實中電學概念的本質是極為有趣的主题。

此外，我們也可發現一個有趣的現象：博士班研究生受訪樣本提出「抽蓄發電廠」的想法以支持其續繼發電的想法。對這個年齡層的受訪者來說，「抽蓄發電」

並非教科書的教材，他們是經由非正式的管道（報紙、媒體）得到這個訊息。因此，社會的互動是如何影響個體電學概念的學習與改變，是一個值得探討的主題。

致 謝

本文承國科會專題研究計劃 (NSC 82-0111-S-003-084) 補助，特此致謝。

參考文獻

1. 舒茲 (盧嵐蘭譯)，1993，《舒茲論文集》。台北：桂冠。
2. 舒茲 (盧嵐蘭譯)，1992，《社會世界的現象學》。台北：桂冠。
3. 楊文金，1993a，《實驗活動之設計對於學童電學概念獲得與改變之效應研究：(1) 電學概念之測量》。國科會專題研究計劃 (NSC 81-0111-S-152-503-N) 報告。
4. 楊文金，1993b，〈哪個電池壽命較長——「專家」之電學概念理解分析研究〉。論文發表於 1993 年中華民國物理教育學術研討會。國立臺灣師範大學物理系。
5. 楊文金，1992a，〈由閱讀理解探討形成假說測驗試題結構〉。《國立臺北師範學院學報》，第五期，頁 469-500。
6. 楊文金，1992b，〈在職國小教師對基本電路之概念研究〉。論文發表於中華民國第八屆科學教育學術研討會。國立高雄師範大學。
7. 羅素 (邱言曦譯)，1980，《西洋哲學史》。台北：臺灣中華書局。
8. Berger, P. L. & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Harmondsworth: Penguin Books.
9. Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
10. diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Puffall (Eds.). *Constructivism in the Computer Age*. NJ: Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates.
11. Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). Some features of children's ideas and their implications for teaching. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.). *Children's ideas in science*. Open Uni-

- versity Press.
12. Duit, R. (1981). Understanding energy as a conserved quantity: Remarks on the article by R. U. Sexl. *Euro. J. of Sci. Educ.*, 3(3): 291-301.
 13. Dupin, J-A. & Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9): 791-806.
 14. Garnett, P. J. & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2): 121-142.
 15. Gauld, C. (1989). A study of pupils' responses to emperical evidence. In R. Millar (Ed.). *Doing science: Images of science in science education*. Philadelphia: The Falmer Press.
 16. Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *Int. J. Sci. Educ.*, 8(3): 229-249.
 17. Heller, P. M. & Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3): 259-275.
 18. Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30: 141-158.
 19. Hewson, P. W. & Thorley, R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *Int. J. Sci. Educ.*, 11: 541-553.
 20. Hundeide, K. (1985). The tacit background of children's judgements. In Wertsch, J. V. (Ed.). *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives*. NY: Cambridge University Press. pp. 306-322.
 21. Johsua, S. (1984). Students' interpretation of simple electrical diagrams. *Eur. J. Sci. Educ.* 6(3): 271-275.
 22. Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. NARST Monograph, No. 1.
 23. Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: Philosophical per-

- spectives. *Int. J. Sci. Educ.*, 11: 530-540.
24. Oldham, V., Black, P., Solomon, J., & Stuart, H. (1986). A study of pupil views on the dangers of electricity. *Eur. J. Sci. Educ.*, 8(2): 185-197.
 25. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2): 211-227.
 26. Rumelhart, D. E. (1977) Understanding and Summarizing Brief Stories. In D. Larberge, S. J. Samuels (Ed.) *Basic Processes in Reading: Perception and Comprehension*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 27. Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, Plans, Goals and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 28. Schutz, A. & Luckmann, T. (1973). *The structures of the lifeworld*. Northwestern University Press.
 29. Schutz, A. (1962). On Multiple Realities. In M. Natanson (Ed.). *Collected papers I : The problem of social reality*. The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
 30. Shipstone, D. (1985). Electricity in simple circuit. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien. (Eds.). *Children's idea in science*. Milton Keynes: open University Press.
 31. Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *Eur. J. Sci. Educ.*, 6(2): 185-198.
 32. Shipstone, D. M., Jung, W., Dupin, J. J. Licht, P. (1988). A Study of students' understanding of electricity in five European Countries. *Int. J. Sci. Educ.* 10(3): 303-316.
 33. Solomon, J. (1985). The pupils' view of electricity. *Eur. J. Sci. Educ.*, 7(3): 281-294.
 34. Solomon, J. (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. *Eur. J. Sci. Educ.* 5(1): 49-59.

35. Solomon, J., Black, P., & Stuart, H. (1987). The pupils' view of electricity revisited: Social development or cognitive growth? *Int. J. Sci. Educ.*, 9(1): 13–22.
36. Strike, K. A. & Posner, G. (1982). Conceptual changes in science teaching. *Euro. J. of Sci. Educ.*, 4(3): 231–240.
37. Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *Euro. J. of Sci. Educ.* 1(2): 205–221.

A Study on Multiple Realities and Conceptions of Electricity

Wen-Jin Yang

Graduate Institute of Science Education, NTNU

Abstract

This study attempts to interpret the phenomenon of conceptual regression of electricity and simple direct circuits in terms of the structures of life world. Life world is considered as a composite of myriad finite provinces of meaning or reality, each province consists of meaning-compatible experiences. Where the everyday life-world and the world of science are two of them. By means of paper-and-pencil test and interview, the conceptions of electricity of fourth and fifth grade pupils, inservice elementary school teachers, and college science teacher are collected, and the similarities and differences are analyzed. The findings indicate that conceptual regression is a common characteristic of our samples and can be interpreted as a result of transitions between realities. Based upon the viewpoint of perspectivist and our findings, the nature of misconception and conceptual change are discussed.

Key Words: multiple realities, misconception, electricity, perspectivism