幼兒對溶解現象詮釋之分析

簡淑真
國立台灣師範大學人類發展與家庭系
t10014@ntnu.edu.tw

熊召弟
國立台北教育大學自然科學教育研究所
hsiung@tea.ntue.edu.tw

陳淑芳
國立台東大學幼兒教育系
shufang@nttu.edu.tw

摘　要

本文旨在探究幼兒對溶解現象的詮釋及其想法的內涵，透過質性研究方法，進入年齡層平均分別為四歲、五歲的幼兒班級中，進行實地教學觀察、訪談，著重關注幼兒概念的發展歷程分析，以建構觀點檢視幼兒對溶解現象的想法及其變化情形。經過資料的蒐集、分析與詮釋後發現：其一，幼兒對物質溶解的質樸想法，往往受到物質「外觀特徵」的影響，但透過實際操作、觀察探究，與教師及同儕互動、討論，以及回顧活動的建構歷程，幼兒部分質樸想法得以獲得澄清；其二，幼兒有時會透過擬人化或類比的方式詮釋「溶解」的現象，其詮釋的角度有其特殊性，多與幼兒過去的生活經驗有關，值得教育工作者正視。

關鍵字：溶解現象、質樸概念

（註：本文發展自國科會補助專案研究計劃 NSC92-2511-S-003-054；NSC-93-2511-S-003-029 之部分研究發現）

研究緣起與背景（含簡要文獻）

根據研究者先前執行國科會專案研究（簡淑真，李田英，陳淑芳，民 91）發現：現場的幼教老師嘗試應用建構理念於幼兒科學教學的歷程中，對幼兒科學有關的想法及概念之發展、科學有關的探究及思考的模式等方面之認識相當有限，因此，在進行教學過程當中，往往無法針對幼兒的學習表現作出有效的回應或適切的延伸性引導。據此，吾人認為：有效揭櫫幼兒科學概念發展的歷程與內涵，將有助於幼教老師深化幼兒科學探索的內涵。

在科學教學的領域中，「溶解」乃是值得探究的重要科學概念；而「溶解」現象，是幼兒日常生活中常見的；然而，幼兒對此一熟悉現象的詮釋與理解內涵為何，是幼兒教師與學者所關注的。相關研究的成果多為小學以上學童之相關概念，根據許良榮與劉政華（2004）整理相關的文獻指出：糖水溶液的重量少於糖加水的重量；糖溶解後消失了；糖溶解後仍然存在，但重量變輕了.....等，都是一般 8-15 歲兒童容易出現的迷思概念。黃寶鈿(1989，引自許良榮、劉政華，2004)則指出：造成糖此一固體溶解後本身會變成液體—糖水等的迷思概念，主要與學習的先備概念有關。

許良榮、劉政華（2004）曾經探討小六、國二以及高二學生學生「溶解」概念的形成與發展，採用 POE（Predict-Observe-Explain）以及事例晤談法（interview about instance），並交互比對許良榮、彭煜堯(2002)先前的研究資料，再參考 Piaget & Garcia（1989，引自許良榮、劉政華，2004）科學理論之發展機制的模型，也認為一般學生對於「溶解」概念的發展，可能受到認知結構中某些並存概念的影響，在不同的情境中，某些概念具有優先性；而對於學生來說，他們可能同時受到生活經驗與學校經驗的影響。年級越低，受到生活經驗的影響越大；隨著年級的升高，受到學校經驗的影響也越大。是以，該研究指出：低年級的學生傾向於以「外觀特徵」判斷物質的溶解性，直到學生學習經驗增加，獲得「密度」的概念之後，以之做為推論物質之溶解性的傾向始增加，學生始逐漸擺脫物體「外觀特徵」的影響。

上述提及的相關研究，研究對象多是年齡較大的孩童，鮮有關於學齡前幼兒者，僅周淑惠（2003）採用臨床訪談法，探討五歲幼兒溶解概念的發展，並將研究結果與實徵研究文獻做對照。研究中發現，在方糖溶解的情境中，大多數幼兒使用「溶化」字眼，極少數幼兒使用「溶解」字眼，且未必具有正確概念。歸納幼兒對於溶解的迷思概念有三個向度--以冰融化解釋溶解現象、認為熱和攪拌是必要條件、無法對物質守恆。這些迷思概念與其他針對小學以上學童之實徵研究（Driver,1985；Ebenezer & Gaskell, 1995；黃寶鈿，1980；黃春源等，1992；前述引自周淑惠，2003）結果相吻合。

結合上述研究，可覺察到關於「溶解」現象的迷思概念，不論是五歲幼兒甚至是 8-15 歲較為年長的兒童中皆可發現，這些迷思與生活中的經驗有很大的關連，如：冰融化成水而消失不見，然而隨著年齡增長，便會受到學校經驗影響，開始對溶解有更深入的認識。究竟幼兒對「溶解」此一日常生活中常見現象的詮釋與理解內涵為何，是學者與幼兒教師所關心的。

縱觀過去有關兒童科學概念的研究，大多使用晤談法(臨床晤談或事例訪談法)，且往往脫離幼兒實際生活情境脈絡，在短時間內完成；其中，也許輔以圖片、照片或有限的實際操作，但往往僅是顯現簡單的對話，無法清楚呈現兒童概念建構的歷程。尤其是學齡前幼兒，其語言尚在發展中，其腦中的概念與思考歷程，不易以口語表達清楚，因此透過幼兒在短暫晤談中的陳述，想要擷取幼兒概念發展的歷程實有困難。因此，幼兒科學的教與學活動中，若能將建構的理念導入，成人儘量降低直接教導的成分，予幼兒主動探究、詮釋、建構知識與概念發展歷程的機會，如此，在實際教學情境中進行研究，對於幼兒概念形成的歷程將會有更深入的洞悉。

據此，吾人認為：要明白兒童對「溶解」現象的詮釋與其概念發展的內涵，必須透過長期的觀察、追蹤與分析兒童概念形成、建構的歷程。此即筆者於民 92-94 年（簡淑真、熊召弟、陳淑芳，民 93）期間進行之「幼兒科學有關概念發展之研究--建構論的觀點」研究中所採用之研究方法—發展分析法，吾人在試行建構取向幼兒科學教學方案的情境中，盡量降低成人的直接教導，幼兒主動詮釋與建構知識及概念的詳實真貌，期有被揭示的機會，期待為關心兒童科學有關概念發展與學習之人士帶來具啟示性的價值。

研究目的

基於上述的探討，本研究透過自然觀察的方法，於真實的「教」與「學」情境脈絡

中，探究四～六歲幼兒有關「溶解」此一科學概念建構的歷程，嘗試於建構取向的教學情境中，找出四至六歲幼兒對「溶解」概念的發展內涵，期能作為設計與發展合宜的幼兒科學課程之參考依據。

研究方法

一、研究方法

本研究整體上採取質性研究法，以長期在幼兒園中實際的教與學情境脈絡中的自然觀察為主。透過錄音、錄影、拍照及現場記錄，以及正式與非正式訪談等方式，以 Vygotsky 所提出之「發展分析法」(Chien, Shu-Chen, Hsiung, Chao-Ti, & Chen, Shu-Fang，2005)探析幼兒從事溶解有關探究活動時，其試驗操弄情形與伴隨之談話內容；及其對各種科學現象的想法、詮釋及提問；另外，與教師及同儕間之社會互動情形，以及幼兒針對溶解探究活動的「回顧活動」中所為的談話、繪畫或建構作品等都在分析的範圍。

二、研究參與者

（一）參與研究之幼兒：為大班（SG 班）之五歲幼兒，團體活動參與之幼兒約為 20-25 人，小組活動參與幼兒則為 5-6 人。與中班（WG 班）之四歲幼兒。為參加課後輔導約 6-8 位幼兒（每次不等）。參與之幼兒皆為獲得家長同意者。

（二）參與研究之教師：為原本參與 92 學年研究者主持之科學專案之 C 師與 S 師繼續帶領大班（SG 班）； WG 班則由 J 師帶領（J 師為研究者之指導學生，完成碩士論文－與試行建構建構取向之幼兒科學教學有關之行動研究-之後自願參與本研究）。

三、科學活動

（一）大班(SG 班)—其科學課程是融入班級主題課程中實施。主題活動：『水』，包含四個小主題「水管與水流」、「溶解」、「浮沈」、「水樂園」(本文只分析「溶解」小主題)。研究者的觀察時間：每週觀察 2-3 次，每次約 1.5 小時。約每兩週一次舉行回顧活動。

（二）中班(WG 班)—其科學活動之進行為獨立於班級主題課程的下午課後輔導班時段。主題活動：『溶解』，包括：「茶凍製作」、「布丁製作」、「布丁茶凍混合製作」、「鹽巴攪拌溶解」、「攪鹽巴比賽」、「冰糖與水的相遇」、「金桔檸檬水」、「草莓果凍製作」等活動。研究者的觀察時間：每週觀察 2 次，每次約 1.5 小時。約每兩週一次舉行回顧活動。

四、資料蒐集與分析

（一）資料蒐集內容：蒐集教學活動觀察錄影帶之轉譯稿、研究人員之觀察札記、回顧訪談的謄稿資料、幼兒的圖畫、作品、探索活動後幼兒畫的「小發現」、教學活動觀察拍攝之數位相片、教師之教學計畫、與教師於活動進行前或後之非正式會談資料、園刊中研究參與教師撰寫之主題文章……等資料。

（二）資料分析要點：以建構觀點檢視幼兒溶解概念發展的情形，特別關注：幼兒對於溶解現象的詮釋與想法內涵為何？經由探究活動有何改變？改變的歷程為何？發展的趨勢為何？幼兒於活動前持有那些質樸概念？活動後仍未改變者為何？……。

研究發現摘述

在以「溶解」為主題的活動中，觀察到幼兒有關科學概念或想法的展現與發展歷程，透過實際的觀察和對話，吾人可以清楚看到幼兒的質樸概念獲得澄清的歷程。更看到幼

兒對「溶解」此一概念的豐富詮釋，與許良榮等人（2004）的發現相似--頗受生活經驗的影響，多以「外觀特徵」判斷物質的溶解特性。他們甚至如 Gallas(1992)針對小學一年級兒童進行之科學談話研究發現：會以擬人化或類比的方式詮釋溶解現象。也有一些中班(四歲)幼兒，如周淑惠的研究 (五歲幼兒) 發現，會以「變成水」、「消失不見」及「溶化」來詮釋溶解現象。茲分述如下：

一、以「溶解」為主題的系列活動初始階段，幼兒對溶解現象展現質樸的詮釋。在透過實際觀察與直接操作之後，部分的質樸概念逐漸獲得澄清。過程中可觀察到幼兒科學有關概念或想法的展現與改變歷程。

(一).在活動初始時，可以發現幼兒的詮釋存有許多質樸想法，此為幼兒先前想法(prior knowledge)之呈現。在幼兒進行的「溶解」主題活動中，我們有如下的發現：

1.幼兒認為影響鹽溶解快慢的原因是由於攪拌的快慢和使用力量的大小，以及使用較大根的攪拌器：

J師：你用的是什麼？爲什麼你那麼快？ 林林：因爲我攪的比較用力啊！

J師：他也攪的很用力啊！ 林林：因爲我攪的比較快啊！

小方：老師你看！不見了！得得得！（笑） 林林：喔你把水灑出來！我是第一個贏的妳是第二個！ J師：所以他的調羹很多沒有用嘛～還是一樣嘛！對不對，調羹很多沒有用嘛！ 小方：大根的才有用！ （940407WG 班觀察 6-攪鹽巴比賽-觀察紀錄）

2.在比較不同水溫下鹽的溶解情形時，中班幼兒認為溶解快慢跟攪拌棒的數量及攪拌的時間有關，尚未理解水溫跟溶解速率的關係：

J師：你爲什麼贏你知道嗎？ 林林：因爲我只用一根！ 研：是因爲這樣子嗎？

J師：你覺得爲什麼會贏？ 豪豪：因爲他用兩根。 小清：因爲他攪很久。

J師：ㄟ你用什麼水啦？ 林林：我這是用開水！ J師：他用開水喔？那你們用什麼水？幼兒：外面的！(指指室外的飲水機) J師：是不是因爲這樣？用不同的水？（幼兒沒有回答）（幼兒並未領會水溫的影響）

（940407 WG 班觀察 6-攪鹽巴比賽-觀察紀錄）

J師：攪拌器你要幾個？你需要幾個？ 林林：我需要三個。 J師：你爲什麼需要那麼多個？ 林林：我想加三個一定會快一點。豪豪也使用了七根攪拌棒，認爲如此可加速冰糖的溶解。 （940418 WG 班觀察 9-金桔檸檬水-觀察紀錄）

3.幼兒判斷物質溶解的快慢，主要依據其外觀特性，例如：硬度、顏色、顆粒大小等都可能影響糖的溶解快慢：

C師：爲什麼方糖這麼大顆會比砂糖溶得快？ 小予：因爲它很硬啊！（…省略）

小偉：因爲它們材質不一樣。 C師：它們哪裡的材質不一樣？（小偉呈現思考狀態）

----糖就是糖，它有什麼材質？是說大小顆粒不一樣呢？還是顏色不一樣？

俞俞：大小顆粒。 小偉：裡面的成分不一樣（小偉換了說法）。 C師：糖就是糖啊，還有成分？你覺得裡面有哪個成分不一樣？ 不錯喔！你會想，你講出這種很好啊！

小予：顏色不一樣 。 （931103 SG 班第 7 次觀察紀錄）

(二).幼兒在透過實際觀察與直接操作之後，部分的質樸詮釋隨著科學活動的發展逐漸得到澄清，並建立較具科學性的想法：

1.引進生活經驗並經過數次的實驗活動，幼兒發現水溫愈高真的可以增加鹽、方糖或冰糖的溶解速率；此外，一大班幼兒已能指出溶質的量若太多會減緩其溶解的速率：

C師：…要不要試試看？來，這一壺給你們，這一壺給他們。

小偉：老師，我看看糖是不是真的會溶化，我要去加那個溫水。 C師：你要加溫水是不是？好，我幫你（老師怕幼兒自行取熱水會有危險）。（…略）

俞俞：喔！我的天啊！我的鹽加很多溫水它才溶耶！ 小偉（對俞俞說）：你加太多湯匙的鹽了。 研：小偉，你怎麼想到要用溫水？ 小偉：我看過我媽媽泡咖啡時用溫水。 （931102SG 班第六次觀察紀錄）

C師：…你決定用什麼方法讓一塊的方糖很快就變不見了（C師邊說邊將每人一塊的方糖放進他們的杯子中）。小偉：老師，我想要燙水。（幼兒繼續嘗試攪拌）

小偉：老師，如果你用燙水的話，直接就溶化了。（931103SG 班第七次觀察紀錄）

2.此外，中班有幼兒已體會到水溫很高，不用攪拌冰糖就會自行溶解，最後發現不管水溫如何，冰糖均可以溶解，只是時間長短而已：

豪豪：老師，用更燙的，它會自己變不見！ J師：它…什麼用更燙的，它會變不見？

豪豪：用…不是要用燙水，要用很多燙的水。 （…省略） J師：我剛剛聽你講的意思好像是說，如果你用更燙的水，比這個水（飲水機）更燙的水，它會更快對不對？

豪豪：（點頭）對，它會自己變不見，然後不用攪拌就…。 林林：它就是一秒就變不見了。 J師：而且他說那個不用攪拌，就是放進去它就會變不見了。 （…省略）

林：他數一，它就不見了。（林林的意思是指數秒數到一，冰糖就會溶解，表示溶解的速率很快） （940418 WG 班觀察 9-金桔檸檬水-觀察紀錄）

J師：變很小了。冰水裡面的冰糖也會變不見嗎？ 豪豪：會。 J師：會嗎？ 豪豪：會！ J師：ㄟ！林林，他說放在冰水裡的糖也會變不見，他說的是真的嗎？ 林林：太難了！太難變不見。 J師：那會變不見嗎？ 林林：它會，可是要很久很久，它花六十分鐘才做好。 （940418 WG 班觀察 9-金桔檸檬水-觀察紀錄）

3.幼兒注意到將方糖或冰糖抹碎之後，更容易溶解：

小瑞：想要先把它抹碎。 C師：你想要先抹碎是不是？ 小瑞：然後再加水。

（相相、小予及俞俞聽到小瑞想要抹碎的方法後，也都跟著想要這樣做） C師：爲什麼你們想要先抹碎？ 小予：這樣子才會不見啊！ 小偉：老師，如果你用燙水的話，直接就溶化了。 （931103 SG 班第七次觀察紀錄）

4. 中班有幼兒因著先前數次不同種粉的溶解實驗，似已能體會物質溶解時會均質性地分開散於溶液中：

J師：…那個粉本來是這個顏色嗎？ 林林：不是！那個已經不見了。 J師：粉已經不見了。 林林：已經等很久了，它就不見了！ J師：誰？已經不見啦？…那它到底去哪裡啦？ 林林：它到底…，它已經分開了。J師：它已經分開了。 研：跟誰分開？

林林：跟其他的粉分開。 研：粉跟其他粉分開？林林：對。 J師：是不是？那去了哪裡？ 林林：就在鍋子裡找一個地方住。 （940321 WG 班觀察 1-茶凍製作-觀察紀錄）

二、幼兒透過擬人化或類比的方式呈現其有關溶解的質樸概念：

1.糖在水裡躲起來了：(但深究其說詞的背後，隱含該幼兒具有物質恆存的概念)

在實驗討論中， J師引述小清的說法—糖在水裡會變不見，並詢問其他幼兒的想法：

J師：她說糖已經變成水了！（…省略） 元元：真的，對對對對。 豪豪：冰糖，要用燙水！（轉身指著飲水機） 豪豪：要很久很久要用那個燙水，然後慢慢的它自己會消化不見。 J師：它自己會消化不見？它真的已經變成水嗎？ （…省略） 林林：（拍桌子）它哪是變成水！ J師：那是什麼嘛？ 林林：它整個在裡面躲起來！（雙手合掌放在臉旁邊，狀似睡覺）（940428 WG 班觀察 11-草莓果凍製作-觀察紀錄）

2.冰糖怕熱才會不見了：

J師詢問幼兒讓冰糖溶解的方法，林林說加熱水，並對之後自己想法得到印證感到高興：

J師：倒熱水嗎？ 林林：對。 J師：很熱的水嗎？（再挑選相同大小的冰糖放至小杯子中）好，我來用用看，看有沒有…。 林林：如果它怕熱才會不見。

（940418 WG 班觀察 9-金桔檸檬水-觀察紀錄）

3.糖溶解是變瘦了：

研究者問幼兒冰糖放進嘴巴是否會溶解：

研：元元，你把那個放到嘴巴裡面會變怎樣？ 小方：嘻嘻嘻嘻！我的已經變瘦了啦！ 豪豪：我變兩半了！ （中間對話省略） 林林：你看！我已經變越來越瘦！台灣最瘦的東西了！ 小方：我也裂開來了！因爲我是用兩顆。我剛剛嘴巴用咬的！

（940415 WG 班觀察 8-冰糖與水的相遇-觀察紀錄）

4.布丁粉不見了，是等太久，在鍋子裡找地方住：

林林探究活動後，畫下的「小發現」—表現在布丁粉倒入鍋子後的變化情形：

J師：…那個粉本來是這個顏色嗎？ 林林：不是！那個已經不見了。 J師：粉已經不見了。 林林：已經等很久了，它就不見了！J師：誰？已經不見啦？已經去…那它到底去哪裡啦？ 林林：它到底…，它已經分開了。J師：它已經分開了。 研：跟誰分開？ 林林：跟其他的粉分開。 研：粉跟其他粉分開？林林：對。 J師：是不是？那去了哪裡？ 林林：就在鍋子裡找一個地方住。（940321 WG 班觀察 1-茶凍製作-觀察紀錄）

三、多數的中班幼兒對溶解現象仍持有「變成水」、「消化不見」等的質樸詮釋：

在實驗討論中， J師引述小清的說法—糖在水裡會變不見，並詢問其他幼兒的想法：

J師：她說糖已經變成水了！ 豪豪：要用燙水！ J師：（拍拍元元的手）是不是？糖真的變成水了嗎？ 元元：真的，對對對對。 豪豪：冰糖，要用燙水！（轉身指著飲水機） 豪豪：要很久很久要用那個燙水，然後慢慢的它自己會消化不見。 J師：它自己會消化不見？它真的已經變成水嗎？ （…省略） 林林：（拍桌子）它哪是變成水！ J師：那是什麼嘛？林林：它整個在裡面躲起來！（雙手合掌放在臉旁邊，狀似睡覺）。

（940428 WG 班觀察 11-草莓果凍製作-觀察紀錄）

四、不同年齡不同班級幼兒進行相同「溶解」主題之科學探究活動表現異同之分析：

（一）以大班五歲幼兒與中班之四歲幼兒參與「溶解」主題活動的表現：幼兒在相同主題的活動中獲得相似的科學發現，從實際操作中體會到水溫及溶質顆粒大小對溶解的影響。但是，大班幼兒在 1-2 次的活動中很快就發現使用溫度較高的水可以

讓溶質（鹽或糖）溶解的速率變快，而且對同儕的方法很快體會其意義並跟進。中班幼兒則需多次實驗且在老師的引導下才能體會，如在第六次活動觀察中有一幼兒使用溫水而致快溶，大家並未發現水溫的影響，而是以 Piaget 所言此齡幼兒會採「由特殊到特殊」之推理方式—認為是使用「教室外面那台飲水機的水」所致，即使老師試圖引導幼兒發現此一現象，幼兒仍未能明顯體會；但經過 3-4 次活動之後，在第九次活動觀察中，幼兒已清楚知道熱水可使溶解較快，並可從幼兒與教師的對話中得到印證。

（二）中班幼兒使用擬人化或類比的方式詮釋溶解現象的次數明顯比大班幼兒多，且其擁有較多的先前質樸想法，如認為所使用攪拌器較大根或較多根，攪拌愈用力、或時間愈久皆可使溶質之溶解速率愈快。

結論

綜合上述發現：幼兒因為受到物質的「外觀特徵」影響，對物質溶解特性的認知往往產生概念上的迷思；然而，透過系列的實際動手實驗並探究、和老師及同儕互動與討論，以及回顧活動的建構歷程，幼兒質樸想法漸漸獲得改變，逐漸認識：水的溫度、攪拌程度(速度的快慢及用力的大小)、溶質的顆粒大小等，都會影響溶解的情況。

另一面，幼兒有時會以擬人化或類比的方式表達其對「溶解」現象的質樸想法，其詮釋的角度有其特殊性，乃多與幼兒的生活經驗有關。因此，在引導幼兒進行溶解或其他相關的科學概念的探究時，如何以幼兒的生活經驗為出發點，再予以適度的引導，值得進一步正視。

參考文獻

簡淑真、李田英、陳淑芳（民 91）。建構取向幼兒科學教學之實施研究。**第十八屆科學教育學術研討會論文彙編**。教育部、國科會指導，中民國科學教育學會、國立彰化師範大學科學教育研究所主辦。

簡淑真、熊召弟、陳淑芳（民 93）。幼兒科學有關概念發展之研究—建構論觀點（1/2）。**國科會專題研究計畫進度報**告，計畫編號：NSC-92-2511-S-003-029。

簡淑真、熊召弟、陳淑芳（民 94）。幼兒科學有關概念發展之研究—建構論觀點（2/2）。**國科會專題研究計畫進度報**告，計畫編號：NSC-93-2511-S-003-029。

許良榮、彭煜堯（2002）。中小學生對於物質化學性質之分類的迷思概念---以「溶解」為例。發表於**中華民國第三屆化學教育學術研討會**（205-214 頁）。國立彰化師範大學科學教育研究所。

周淑惠（2004）。**幼兒自然科學概念與思維**。台北：心理。

許良榮、劉政華（2004）。**中小學生之溶解概念的形成與發展。科學教育學刊,12(3)**,265-287

Chien, Shu-Chen, Hsiung, Chao-Ti, & Chen, Shu-Fang (2005). Investigating the development of young children's science-related concepts through inquiry-based project method. Paper Presented at *PECERA (The Pacific Early Childhood Education Research Association) 6th Conference (Taipei, Taiwan, July 16-18).*

Gallas, K.（1992）.Metaphor and Analogy in Children's Science Talks. ERIC NO.*ED357 952*.