

日本國小自然科學「水溶液的性質」相關教材之研究

杜明進

數理教育學系

摘 要

本文乃針對日本國小第六學年「理科」中，和「水溶液的性質」相關單元之教材，作一深入之探討，由教材內容中，我們得知其特點為：教材生活化，且能使學生走出戶外與大自然接觸的活動來設計，目標為培養孩童瞭解大自然，認識自然進而保護自然的觀念，促使提昇孩童蒐集資料的能力。此值得國內從事國小「自然科學」相關研究之學者、專家及教師們參考；最後我們提出三點建議，以供相關單位參考，即(一)教材多元化及因材施教、(二)教材生活化且突破學科界限、(三)教師指引內容應充實。

關鍵詞：國民學校、自然科學、水溶液、溶解、酸鹼、二氧化碳



日本國小自然科學「水溶液的性質」相關教材之研究

壹、前言

日本於第二次世界大戰期間，維繫經濟命脈之物質條件，可說喪失了約四分之一，卻能在短短地一、二十年之內復興起來，且近年來已成為先進國家中經濟力最強的國家之一。關於科技方面，日本雖然不是最富創造性國家，但他們勤於學習、善於模仿，因而西方的科學發明，一經他們研究、應用後，無不成為現代化且實用之工具，而且常是領先其它西方國家；另一方面，就其國土而言，日本是一個地狹人稠的國家，可耕作面積約只占其全部國土百分之二十左右，又無重要的天然資源，在此貧乏之環境下，他們如何創造今天的發展奇蹟呢？上述種種可說是當今世界各國皆感興趣而又難於回答的問題。

為了探討上面的問題，以尋求其經驗作為圭臬，近年來有關對日本的研究之著作乃紛紛出籠，例如：哈佛大學社會學教授傅格爾（Ezra F.Vogel）所著「日本第一」，其主要分析日本經濟成功的一面，以為美國人借鏡；我國旅日企業家邱永漢所著：「經濟一等國」日本一書，則分析日本如何壓低國防經費，以達成其經濟發展的目的及日人小池亮一所著：「松下精神松下人」一書，為討論日本企業管理的方法與特徵等著作。

由上述各著作中可以看出，近年來研究日本的各行各業專家們，大多從社會、文化、經濟以及企業管理的觀點入手，來分析日本今日經濟成就的因素，但是事實上，日本的科技、經濟，所以能有今日的成就，可說是主要歸功於明治維新以來，一百多年的教育成果。

「教育」可說是建設現代化國家的動力，它在國家現代化過程中扮演著重要的角色，美國教育學者柯爾門（James S.Coleman）曾說：「教育是打開通往現代化道路大門的鑰匙」，此名言驗之於日本，可說是最確鑿不過了，蓋戰後，日本從殘垣斷瓦、民生窮困情況下，能快速復興，且躍居國際社會的領導地位，究其原因乃以教育的成功厥功至偉。

一方面科學為經濟發展，國防建設與人類文明加速進步之原動力，凡科學發達之國家，多有其高度之經濟成長，強大之國防力量，與高水準之文明生活；又因科學可以促進國家經濟之繁榮，鞏固國家之國防力量，提高人民生活水準，加速人類之文明進步，也因而今世界各國，無不競相發展科學。

「科學」一詞之定義莫衷一是，其中較為人所接受者，為美國哥倫比亞大學科學教育家費茲帕特克（F. Fitzpatrick），為美國政府擬定科學人力計劃（Science Manpower Project）時，對科學所下之定義，其認為：「科學為一累積的與無休止的實驗觀察，導至概念與學說的形成，而概念與學說可為進一步之實驗、觀察及結果予以修正，科學是知識的實體與獲得並精

練此知識之過程」⁽¹⁾。

科學之發展歸功於基礎科學之研究，少數人之研究尤須賴多數國民之科學教育為基礎，蓋因「科學研究有如是向上開花結果的工作；科學教育像是向下生根、向旁延伸的工作，有了深而廣的根柢，才能發榮滋長並開花結果；科學研究又如金字塔的高度，科學教育又如金字塔的底面，底面愈寬廣，金字塔也愈高大、愈穩固。」⁽²⁾，國民小學科學教育之對象最衆，年限也最長，影響也最深且廣，無庸置疑地；小學科學教育乃是最基本且重要之生根工作。

科學教育之目標⁽³⁾，不外為：

- (一) 在培養具有科學素養的國民。
- (二) 力求具體化與科學化。

科學教育一般包括數學、物理、化學、生物與地球科學等科目，中、美、日三國之數學，多單獨設科施教，其餘則統合成一科教學，在我國稱為「自然科學」，在日本則稱為「理科」。

日本國小理科之目標為：「藉觀察及實驗等學習活動之進行，於無形中養成調查自然之能力與態度，同時嚐試著使孩童們了解自然之事物及現象，培育出愛護自然之豐沛胸襟」⁽⁴⁾。

日本理科之基本方針為：

- (1) 培養富有人性的孩童。
- (2) 使學校生活更加從容且充實。
- (3) 減少各科每週授課時數，增設「特別活動」(例如：體驗當地之自然環境等戶外教學活動)，進而發展出各校之特色。

據1973年世界性科學教育調查結果，在中小學的自然科学教育中，日本無論是師資、課程、設備、教材、教法、學生能力等的綜合成就，均居世界之冠⁽⁵⁾，此乃因日本各小學不論其學校規模大小，均有理科教室且各校理科設備，因有政府大量提供經費，故其設備可說是相當之充實，每班均可同時分組(約3至4人為一組)進行觀察實驗活動⁽⁶⁾，又；古人云：「他山之石，可以攻玉」，美國哥倫比亞大學師範學院貝爾德教授(George Z.F. Berebay)亦說：「就每一個國家來說，要瞭解別的國家，並不只是為了好奇，而且有此必要，研究他國的教育，並不僅為了認識別人，也更為了認識自己」⁽⁷⁾，本文之研究動機乃在此，即對日本國小之科學教育的「理科」教材及各相關教學指引或教師指引，「水溶液」相關單元之內容做一綜合探討，期能藉此論文，對從事國小自然科學相關教學研究之學者、專家及教師們，能多提供一可比較之教材及能對國小自然科學教學工作，能有所增益。

水溶液相關教材在現今國小自然科學教科書中佔有一非常重要之地位，例如：第二冊之冷和熱及果汁、第四冊之沙和泥土及氣泡和氣球、第五冊之硼酸的溶解和認識氨水、第六冊之彩色溶液、第九冊之氧和二氧化碳、第十冊之認識粉末和物質狀態的變化、第十一冊之水

溶液的反應和硫酸銅的沉澱及第十二冊之鋼棉等單元^{(8)·(9)·(10)·(11)·(12)·(13)·(14)·(15)}，皆與水溶液之性質有間接或直接之關連（係），又關於固體溶解於水中之觀念已有所介紹探討過⁽¹⁶⁾，本論文僅對其它性質作一探討。

貳、本文

「水溶液的性質」單元教材，為日本理科教科書六年級課程，其主要目標為調查水中之溶解物，進而使孩童們瞭解水溶液的性質；其教學內容主要包含有下列三項，即

- (1) 水溶液可溶解某些氣體。
- (2) 水溶液可分成酸性、中性及鹼性三種。
- (3) 水溶液可溶解某些金屬。

底下乃針對其學習指導要領、具體目標、學習活動之過程圖及各相關內容作一簡介與探討。

一、學習指導要領

藉著使用各種水溶液，培養出調查其性質或變化之能力，進而使孩童們理解：

1. 水溶液具有酸性、鹼性及中性等之區別。
2. 某些氣體可溶解於水溶液中。
3. 酸性水溶液與鹼性水溶液混合後，能產生其它物質。
4. 某些水溶液可與金屬起變化。

二、具體目標

其具體目標，乃藉由觀察各實驗之變化及結果，以理解他們間之相互作用或因果關係，進而以利書本上知識之傳授，有了書本上所敘述之知識為基礎，培育出解決問題之能力，並養成其在科學上之見解與思考的能力。

1. 知識與理解

使用石蕊試紙以區別水溶液之酸、鹼或中性等性質，除日常生活常見之物品可溶解於水溶液外，某些氣體及金屬也可溶解於水溶液中，並觀察酸性與鹼性水溶液間相互作用後所得之結果，其具體內容為：



- (1) 水溶液可被區別出酸性、中性或鹼性等三種性質。
- (2) 水溶液之酸鹼性可用石蕊試紙加以辨別。
- (3) 並不是只有固體才可溶於水溶液中，某些氣體也可溶於其中。
- (4) 溫度愈低時，氣體愈容易溶解於水溶液中（溶解度愈高）。
- (5) 將水溶液蒸乾，可觀察得溶解於其中之物質。
- (6) 酸性與鹼性之水溶液混合後，其水溶液的性質，依兩者間量及濃度之不同，可區別出其為酸性、中性或鹼性。
- (7) 金屬溶解於水溶液時，其表面起了變化。
- (8) 金屬溶解時會產生氣體。
- (9) 金屬起變化後之水溶液，其性質也起了變化。

2. 解決問題之能力

主要為藉由觀察各實驗之變化過程及其結果，提出各自疑問，進而著手調查驗證其是否與事實相同，因而無形之中培育出其解決問題之能力，較客觀且易實施的課題有：

- (1) 抱持著區別各水溶液之疑問，藉著使用指示劑，以培養出調查水溶液酸鹼性質之能力。
- (2) 藉著加熱等方法取出溶解物，以解決水溶液中溶解何物之疑問。
- (3) 藉由酸性、鹼性水溶液混合後，會有何現象發生的疑問，培養出觀察混合後變化情形及調查混合後所產生新物質的能力。
- (4) 金屬是否可溶解於水溶液之疑問中，將金屬置於水溶液內，使其具有觀察金屬變化及調查水溶液之性質，是否也起了變化的能力。

3. 科學上之見解及思考能力

此章節因科學上的見解及思考能力，為如何捕捉住物質的性質之變化情形，僅了解水溶液具有酸性、中性及鹼性等性質，只能算是知識之增加，又具有顏色或氣味等性質之水溶液，也可依無法用眼睛看得到之性質來區分出三種類來，進而朝著水溶液之性質，乃因物質溶解於水後，所表現的特性之目標前進，物質溶解於水後其型態消失不見，到底起了什麼變化呢？首先藉此以引起孩童們對此現象之關心。

從酸性與鹼性等兩種水溶液混合、水溶液與金屬間之相互作用及會有新的物質產生之化學變化等現象中，如何將二物質間性質所引起之變化，轉述或使孩童們能接受之說明，倒是一非常重要之課題。

從看得到的現象中，所得之資料（如：鹽酸與氫氧化鈉水溶液混合會放熱，混合後之水溶液無法溶解鋁片，但蒸乾會有食鹽殘留；此鋁片置入鹽酸中，有氣體產生，但溶解之鋁及鹽



酸水溶液與原來之性質不同等現象)，以推得無法用眼睛來觀察之變化，且盡可能採用架構圖及簡易之方法來說明，培育出追究物質間變化或交互作用等之興趣，其觀察現象及科學上思考之先後次序如下所述，即

- (1) 利用調查「物質含有澱粉」的單元之動機，水溶液的場合也是如此，同性質之水溶液，指示劑表示出同樣之反應（顏色）。
- (2) 依溶解物之不同，水溶液之顏色、氣味及手觸感等之相異性，可歸納出水溶液有酸性、中性及鹼性等三種類。
- (3) 水溶液能溶解固體，也能溶解氣體，其中溫度越低時，氣體溶解度會增加，又水溶液中溶解物之量有一定之限制。
- (4) 水溶液蒸乾後無殘留物，乃因溶解物以氣體形式釋出於大氣中。
- (5) 酸、鹼二水溶液混合，除水溶液性質起變化外，原水溶液中溶解物間，也起了變化並產生新的物質。
- (6) 金屬置入水溶液中，金屬本身起了變化，同時水溶液也起了變化。

三、學習活動之過程圖

底下乃針對(1)水溶液之分類、(2)混合酸性與鹼性水溶液、(3)溶有氣體之水溶液、及(4)水溶液與金屬間之變化等四個單元中，各學習活動之架構圖作一介紹及說明。



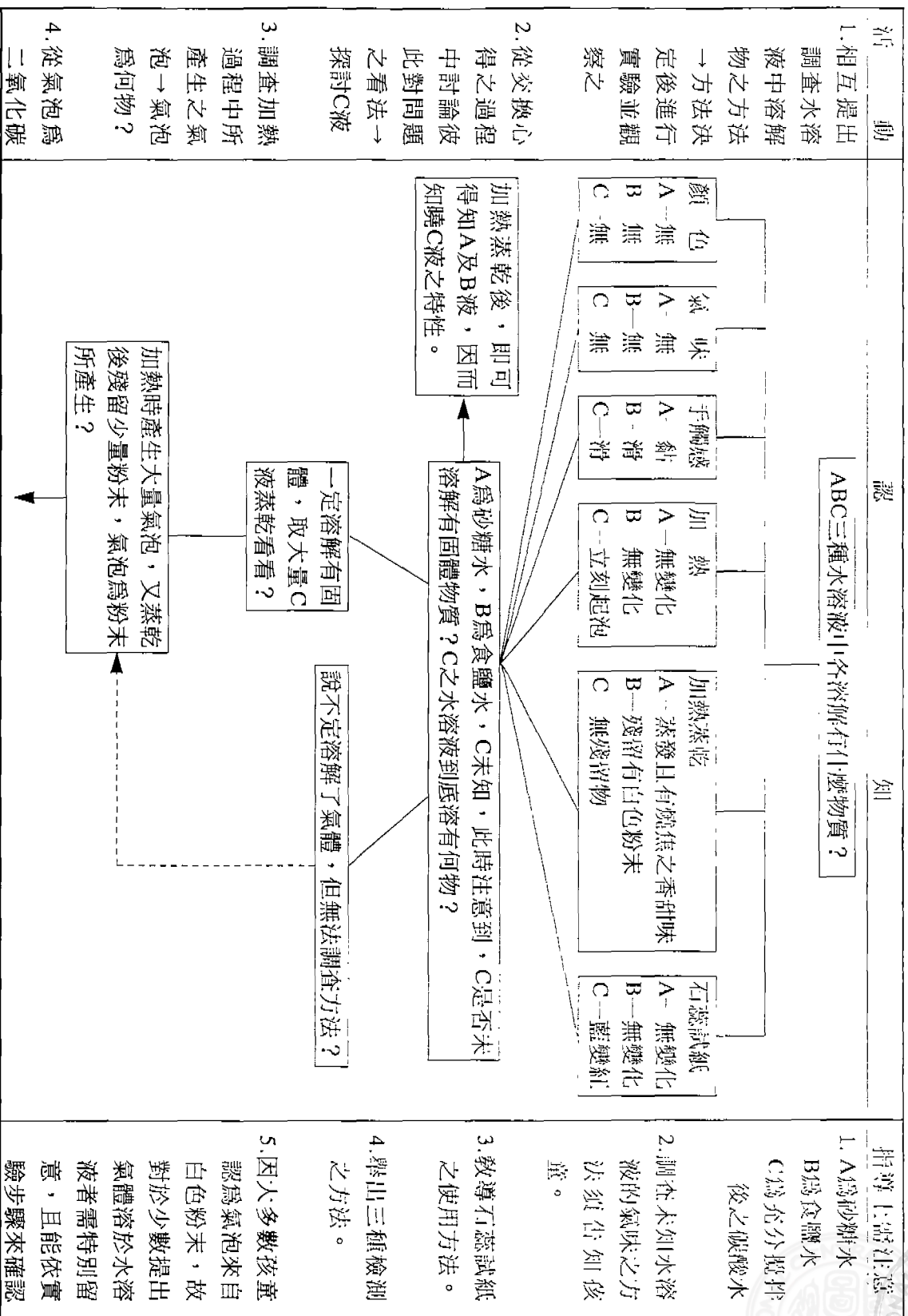
圖(一)：「水溶液之分類」單元之架構圖(學習時數3小時)

活動	認知	指導上需注意
1. 以各種方法調查水溶液之性質 2. 作圖表以歸納出石蕊試紙可區分出之種類。 3. 日常生活中飲料是否也能利用石蕊試紙區分出三種類來？ 4. 確認經水稀釋後之水溶液其性質未曾改變	<div data-bbox="882 562 1120 786">藉著五官調查</div> <div data-bbox="912 838 1090 1175"> ※調查之水溶液 鹽酸、氫氧化鈉、食鹽水、砂糖水、硼酸、醋酸、肥皂水、醬油、碳酸 </div> <div data-bbox="882 1205 1090 1461"> 以客觀方法調查 石灰水 石蕊試紙 加熱 冷卻 變化 </div> <div data-bbox="541 521 675 786">藉著石蕊試紙來調查水溶液之性質是一非常有用的方法</div> <div data-bbox="541 827 675 1502">物質溶解後，其水溶液的性質各具特徵，藉著此性質，使用石蕊試紙可將其區別出三種性質即酸性、中性、鹼性</div> <div data-bbox="244 521 467 715">水溶液經加水稀釋後其性質是否改變了？利用石蕊試紙調查之</div> <div data-bbox="289 735 467 950">鹽酸、醋酸為氣體溶解在水中嗎？使用石蕊試紙調查看看</div> <div data-bbox="185 981 497 1502"> 日常生活中所見之水溶液也可藉著石蕊試紙分出酸性、中性及鹼性等三種類 果汁、咖啡、酒、烏龍茶、紅茶、其它 </div> <div data-bbox="96 981 185 1502"> 任何水溶液皆可藉著石蕊試紙，以觀察其顏色變化之差異而區分出三種性質 發展： 是否有功能同石蕊試紙般之物質？ </div>	1. 調查水溶液性質之方法及觀點上，多方面地提出來討論並分析之 2. 在指導使用石蕊試紙時，關於調查味道、氣味及手感等時，也應特別提示其安全性 3. 同時調查多種水溶液時，應考慮其結果之整理(如使用圖表等) 4. 說明酸性、中性及鹼性之用語(名詞) 5. 儘可能準備孩童們想調查之水溶液 6. 調查溶液種類不同及濃度不同時，石蕊試紙之變化是否也不同？ 7. 準備另一種指示劑BTB液

圖(二)：「使酸性水溶液及鹼性水溶液混合」單元之架構圖(學習時數4小時)

活 動	認 知	指 導 上 需 注 意
<p>1. 以BTB液之顏色變化，來調查鹽酸與氫氧化鈉水溶液混合後之情形。</p> <p>2. 提出使成中性溶液之方法並以實驗確認之。</p> <p>3. 酸性與鹼性液混合交互作用後：</p> <p>(1) 提出中性溶液之情形</p> <p>(2) 提出取出溶解物之方法並實驗之</p> <p>(3) 調查呈酸性或鹼性液時能產生食鹽</p> <p>4. 調查鹽酸及氨水混合後能產生食鹽？</p> <p>5. 調查各種水溶液混合後的變化。</p>	<p>呈黃色之鹽酸溶液與呈藍色之氫氧化鈉溶液混合後溶液呈何顏色？</p> <p>同量為黃色 氫氧化鈉溶液過量呈藍色</p> <p>同樣的強度能作出中性溶液？</p> <p>成為中性溶液後，鹽酸溶液與氫氧化鈉溶液不存在？</p> <p>(變為水) 成為其它物質？(無變化)</p> <p>呈黃色或藍色之溶液是否含有食鹽？</p> <p>黃色溶液 • 鹽酸之氣味 • 殘留食鹽</p> <p>藍色溶液 • 殘留氫氧化鈉 及食鹽</p> <p>鹽酸與氨水 • 殘留白色針狀結晶 • 非食鹽</p> <p>其他酸性溶液與鹼性溶液混合後能產生何物？</p> <p>中性與酸性液或中性與鹼性液混合後能產生何物？</p> <p>食鹽水與硼酸水 • 硼酸沉澱</p> <p>食鹽水與氫氧化鈉水溶液 • 殘留食鹽及氫氧化鈉</p> <p>顏色隨溶液之量及濃度而變其變化與酸鹼性有關</p> <p>充分搖混後呈中性液</p> <p>酸性、中性及鹼性間的關連性及中性為酸性與鹼性同時消失後之溶液</p> <p>利用鹽酸及氫氧化鈉溶液能製作出食鹽</p> <p>酸性液與鹼性液混合後，與溶液原來之性質不同，成為別種物質</p> <p>只與鹽酸混合後之氫氧化鈉溶液殘留有食鹽</p> <p>不同之酸性與鹼性溶液混合後，產生不同之物質</p> <p>中性與酸性，中性與鹼性混合並未起變化，只是彼此間互溶否？</p>	<p>1. 因混合透明之溶液較難引起孩童們之興趣，故以BTB液滴入酸性及鹼性溶液中，使兩者呈現出不同之顏色。</p> <p>2. 注意孩童們對中性液之想法，中性液中之情形以圖或記號表示。</p> <p>3. 提昇食鹽生成之概念及培育出追究自己想法的態度。</p> <p>4. 捕捉現象間相互作用之關係並分析之。</p> <p>5. 發展出其它溶液間之關連。</p> <p>6. 整理、綜合實驗之結果，並予以簡化之。</p>

圖(三)：『溶有氣體之水溶液』单元的架構圖（學習時數6小時）



活動	認	知	指導上需注意
<p>中，準備碳酸水以調查並確認之。</p>	<pre> graph TD Q1[咦！此氣泡為何種氣體？] --> A1[收集氣泡調查看看！] A1 --> B1[氧氣？] A1 --> B2[二氧化碳？] B1 --> C1[點火及以石灰水調查之] B2 --> C1 C1 --> D1[氣泡為二氧化碳] C1 --> D2[氣泡消失後之C液以藍色石蕊試紙檢測看看] D2 --> E1[無反應] D2 --> E2[氣泡會使藍色石蕊試紙變紅嗎？] D1 --> F1[C液溶有二氧化碳及食鹽] F1 --> G1[非常驚訝！因目前只有固體溶解之概念] F1 --> H1[製作C液來看看] H1 --> I1[知得氣體可溶解於水溶液中] H1 --> I2[確認] I2 --> J1[藍色石蕊試紙變紅，稍微加熱有氣泡產生，此氣泡注入澄清之石灰水會變混濁] J1 --> I1 I1 --> K1[是否有其它氣體可溶解之水溶液] K1 --> L1[收集許多白粉後，發現如食鹽之白粉] </pre>	<p>6. 製作碳酸水時，最好以事先準備好之二氧化碳氣體來實施氣體溶解過程較宜。</p>	

圖(四)：『水溶液與金屬間的變化』單元之架構圖(學習時數4小時)

活動	認知	指導上需注意
<p>1.自由發表對於水溶液與金屬間變化之看法。</p> <p>2.首先考慮最容易起變化之組合並實驗之。</p> <p>3.整理從實驗中所產生之疑問，並個別地探究之。</p> <p>4.其它之組合也一併調查之，藉著金屬之溶解，歸納出金屬與水溶液間性質之變化。</p>	<p>金屬置入水溶液中會起變化嗎？</p> <pre> graph TD A[金屬置入水溶液中會起變化嗎？] --> B[水溶液] A --> C[金屬] B --> B1[鹽酸 • 氫氧化鈉 • 食鹽水等] C --> C1[鋁、鐵、鎂及銅等] B1 -- "(與石蕊試紙起強烈反應)" --> D[鹽酸] C1 -- "(較容易加上)" --> E[鋁] D --> F[激烈氣泡產生 • 有如沸騰 • 發熱 • 鋁完全溶解] E --> F F --> G[此氣泡為何物？] G --> H[鋁完全溶解？] G --> I[鹽酸已變化成別的水溶液] H --> H1[成氣泡消失 • 溶解在水溶液中將水溶液蒸乾看看析出白色粉末] H --> H2[再加入鋁 • 石蕊試紙無變化] I --> J[鹽酸已變化成別的水溶液] J --> K[鋁溶解後，變為別種性質之物質] K --> L[其他之金屬或水溶液是否起同樣之變化？] L --> M[有起變化之物質也有不起變化之物質] M --> N[金屬與水溶液交互作用後產生性質完全不同之物質] </pre> <p>金屬與水溶液交互作用後產生性質完全不同之物質</p>	<p>1.提出孩童們熟知之金屬與水溶液，爲了提昇活動之興趣取出最容易起變化之組合。</p> <p>2.孩童們之注意力可能會放在產生激烈之氣泡上，爲了使其注意到金屬與水溶液間之交互作用上，同樣之現象或操作有必要重複2~3次。</p> <p>3.以活點燃氫氣之實驗非常危險，除了需具備有“只要輕微之爆炸聲”及“不作長時間之捕集”的觀念外，教師有必要先做一次實驗以確認其安全性。</p> <p>4.並不是只得變化後之產物及使用物之變化情形即可，其主要乃在於藉著觀察金屬與水溶液間變化之過程，以調查其它金屬與水溶液間之關係。</p>

圖(一)至圖(四)間各單元之學習活動情形，及為達到學習效果所設計之觀察及實驗之活動等，於下文做一簡介。

A、水溶液的性質

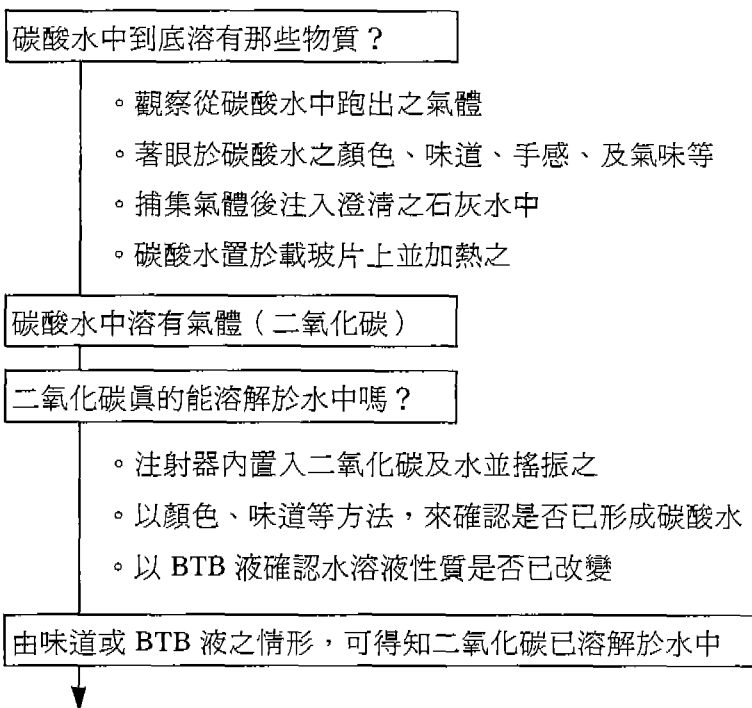
一、學習目標：

其學習目標乃在藉著調查水中溶解物之觀察活動中，使孩童們理解得水溶液之相關性質，同時擴展其對於水溶液之見解，進而培育出對未知水溶液的相關性質，調查看看之態度及興趣。

二、溶有氣體之水溶液

1.目標及指導要領：

本單元首先以碳酸水溶液為中心，調查從水溶液中跑出之氣體為何物？以引起孩童之興趣，並進而使其注意到，有些氣體也能溶解於水溶液中，進而擴大其對水溶液之看法，更甚地；這些水溶液除了顏色、味道、手感、及氣味等外，也使用指示劑（如石蕊試紙及BTB液等）檢測，以加深其對水溶液的見解，此為本單元之目標。又同時由石灰岩溶於鹽酸並放出二氧化碳之經驗中，使其考慮到水溶液中是否能溶有某些金屬物質？而且從鋁或鐵等金屬片，置入鹽酸或氫氧化鈉水溶液的變化中，使孩童理解到，金屬也能溶解於水溶液中，底下考慮此單元之相關學習過程圖⁽¹⁸⁾、⁽¹⁹⁾。



其他的水溶液又如何呢？

- 使用稀鹽酸、醋酸、氨水及氫氧化鈉等水溶液
- 以石蕊試紙或BTB液調查

石蕊試紙分門別類：

1. 使藍色石蕊試紙變紅.....酸性
2. 使紅色石蕊試紙變藍.....鹼性
3. 上述兩種試紙皆無法變色.....中性

鹽酸水溶液中置入石灰岩時，石灰岩溶解，但如將鹽酸或氫氧化鈉水溶液中，置入金屬物（如鋁、鐵及銅等金屬片）時又如何呢？

- 觀察產生氣泡及水溶液放出熱量等變化
- 水溶液的濃度不同，產生之氣體量也有差別
- 氣體之捕集，氣體與石灰水之反應及燃燒反應實驗
（驗證氣體為二氧化碳或氫氣）
- 對於鐵或銅，其水溶液之變化？

1. 鹽酸或氫氧化鈉水溶液，有溶解金屬之功效
2. 金屬溶解時，產生氣體（氫氣）與熱量
3. 水溶液愈濃愈會產生氣體

指導時將碳酸水置入透明玻璃瓶內，以利觀察得水中跑出之氣泡外，並使其產生「此氣泡為何物？」及「此溶液又為何？」等疑問，進而引起孩童們對此氣泡之興趣，並且產生聞看有沒有香味？嚐嚐看有沒有味道？手觸摸看看有何感覺等動機，又；其簡易之驗證方法為，取一滴碳酸水置於載玻片上，邊以酒精燈加熱，邊以注射器捕集產生之氣體，以捕集得之氣體打入澄清之石灰水後搖一搖看看，或以此氣體吹小火燄（如蠟燭）看看，藉此活動使其注意到，碳酸水乃是二氧化碳，溶於水所成之水溶液，同時解決其對於「此氣體真的能溶於水嗎？」之疑問，進而也可以藉此方法來確認，鹽酸、醋酸、氫氧化鈉及氨水等水溶液之性質，並驗證其是否與碳酸水溶液一樣。

2. 觀察活動之設計

(1) 碳酸水中溶解之物質為何物呢？

(a) 從氣味及味道上著手

= > 雖沒有氣味，但味道有點酸酸之感覺。



(b)如圖（五）所示，取一滴碳酸水溶液，置於載玻片上加熱蒸乾看看

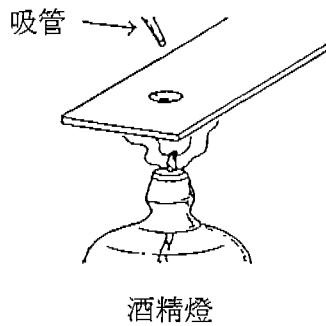
=>甚麼也沒有殘留在載玻片上。

(c)如圖（六）所示，將碳酸水溶液置入裝有熱水之水槽內，行間接加熱（即水浴法加熱），所跑出之氣體，導入裝有澄清石灰水之試管內，以確認是否為二氧化碳氣體

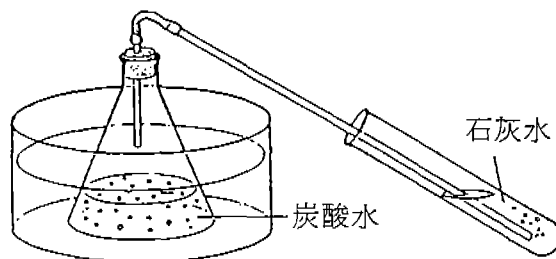
=>澄清石灰水呈白濁狀

(d)如圖（七）所示，以塑膠袋集得之氣體，吹火燄看看

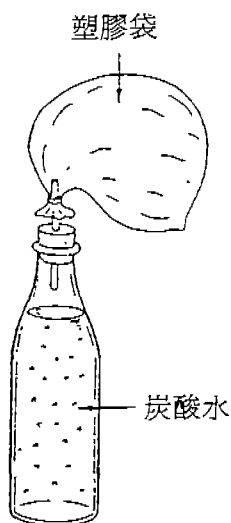
=>由火燄熄滅之實驗結果，使其理會到此水溶液內，溶有二氧化碳。



圖（五）：以吸管吸取一滴碳酸水，置於載玻片上加熱蒸乾，以驗證碳酸水中之溶解物⁽¹⁹⁾。



圖（六）：以三角燒瓶裝碳酸水，置入裝有熱水（溫度約為50~60°C）之水槽內，行間接水浴法加熱，並將跑出之氣體導入裝有澄清石灰水之試管內，藉此以驗證跑出之氣體是否為二氧化碳⁽¹⁹⁾。

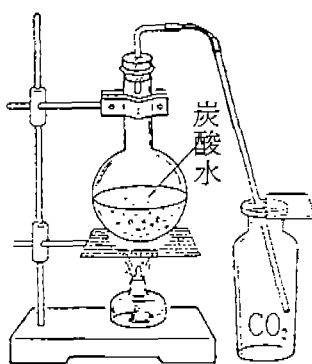


圖（七）：以塑膠袋捕集從碳酸水中跑出之氣體，捕集得氣體後，取下塑膠袋於蠟燭火燄前壓擠塑膠袋，看看此氣體是否能吹熄蠟燭火燄，以確認其為二氧化碳⁽¹⁹⁾。

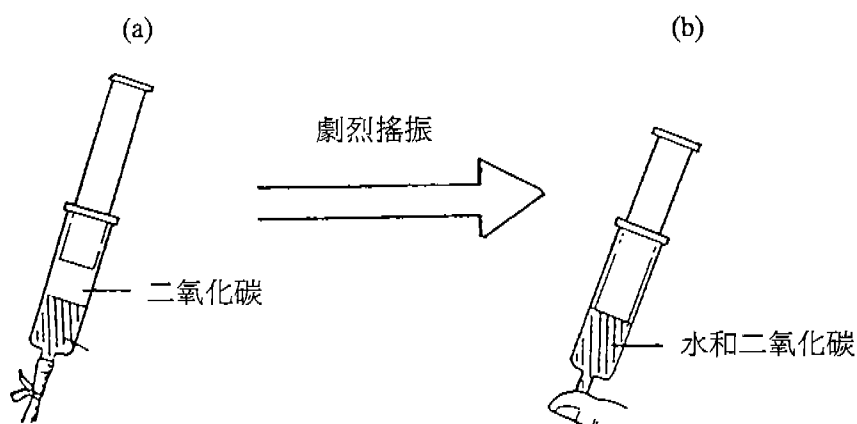
(2) 使用注射器等器具，捕集從碳酸水中跑出之二氧化碳，以確認此氣體是否能再次溶於水中，其觀察過程及實驗方法如下(a)、(b)及(c)所述，又；也可以使用如圖（八）所示般裝置，加熱碳酸水以捕集得二氧化碳後，再行底下各驗證實驗：

(a)使用注射器以觀察

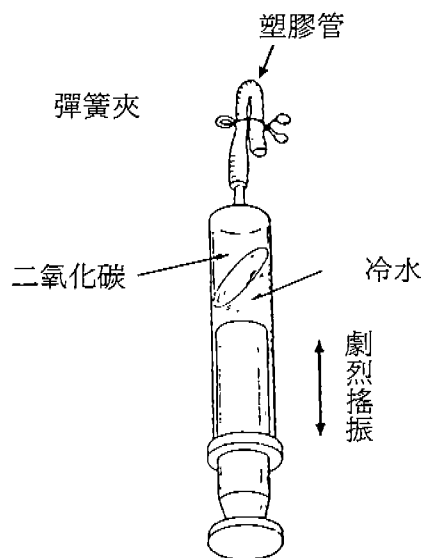
如圖（九）之(a)所示般，先以20cc之注射器，吸取圖(八)所捕得之二氧化碳，並吸取水約10cc後，再行如圖(九)之(b)或圖(十)所示之步驟，先以大拇指或塑膠管封閉管口，經劇烈搖振後，可發現活塞被吸入管內或液面上氣體體積減少之現象，據此可確認得二氧化碳溶解於水之事實。



圖（八）：藉水浴法行間接加熱碳酸水，以加速產生二氧化碳，進而驗證二氧化碳之性質⁽¹⁹⁾。



圖（九）：以注射管驗證二氧化碳溶於水之簡易設備，其中(a)：水10cc，二氧化碳10cc；
(b)：以大姆指按住管口後劇烈搖振，可觀察得二氧化碳所佔之體積有減少之現象⁽¹⁹⁾。



圖（十）：注射管吸取水及二氧化碳後，以彈簧夾封閉塑膠管，劇烈搖振後，可驗證得二氧化碳溶解於水中⁽²⁰⁾。

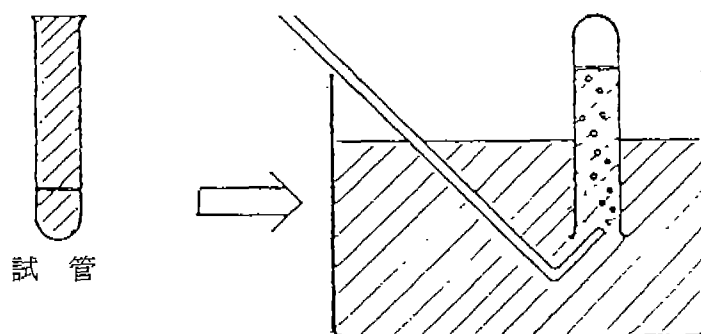
(b)使用水槽和試管以行觀察：

首先在裝滿水之試管某處套上塑膠圈，再如圖（十一）所示般，將試管倒置入水槽內，以排水集氣法捕集二氧化碳，捕集得二氧化碳達所需量後，以塑膠圈所處位置為基準，如圖（十二）所示般，當試管內液面降至塑膠圈後，以大姆指按住管口，再如圖（十三）所示般，

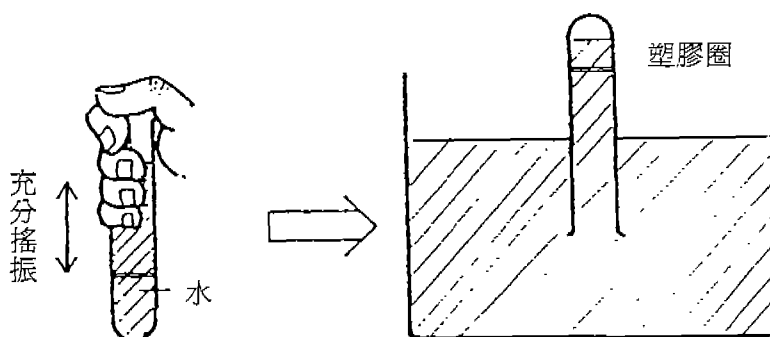
取出試管上下搖振數分鐘後，再將此試管置入水中，此時手指可感覺到有一股向管內吸引之力，手指離開後水即迅速流入管內，當管內液面靜止後，由水面高於塑膠圈計號處，可確認得二氧化碳可溶於水之事實。

又；上述驗證方法，也可以如圖（十三）之(a)所示般，於裝置有塑膠管及彈簧夾之試管內，填入約1/3容量之冰水及2/3容量之二氧化碳後，以彈簧夾封閉管口，並以油性圈字筆於液面處劃上記號，充分搖振數分鐘後，如圖（十三）之(b)所示般，將試管倒置入水槽內，打開彈簧夾後，於計號處可發現液面上昇之事實，如此也可確認得二氧化碳可溶於水。

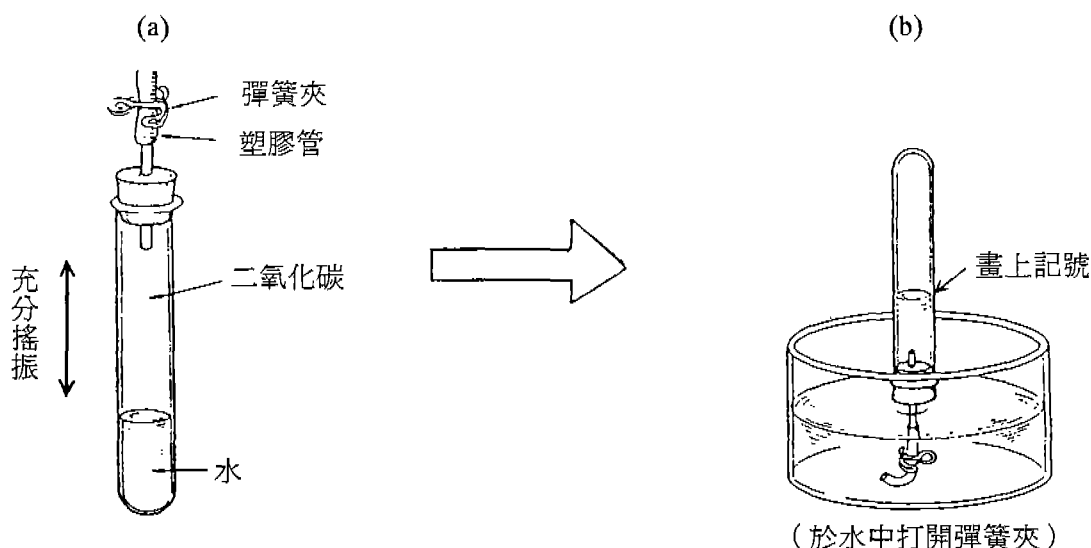
於此實驗過程中，也可同時驗證氧氣及空氣等氣體是否如二氧化碳般可溶解於水中，其驗證過程就如同圖（十二）及圖（十三）所示般，只是此時以氧氣或空氣等氣體，代替二氧化碳即可，藉由裝有上述氣體及水之試管，經充分搖振後其管內液面皆可回復至原先液面記號處，如此即可驗證得氧氣或空氣，皆不大溶於水之事實。



圖（十一）：以排水集氣法捕集二氧化碳氣體，並以塑膠圈標識出二氧化碳之容積（體積）⁽²¹⁾。



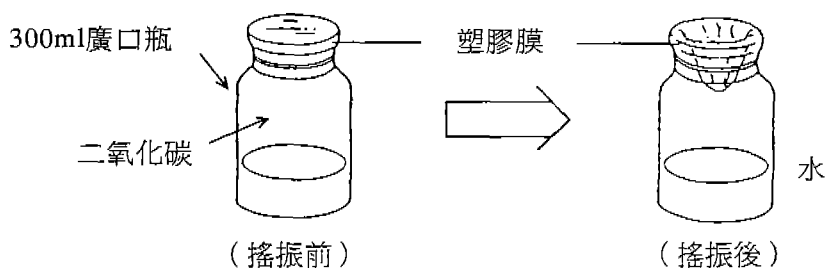
圖（十二）：裝有二氧化碳及水之試管以大姆指按住管口，經搖振數分鐘後，倒置入水槽內再移開姆指，可觀察得管內液面高於塑膠圈，如此可驗證得二氧化碳可溶於水⁽²¹⁾。



圖（十三）：(a)；以試管取1/3容量之水及2/3容量之二氧化碳後，以彈簧夾封住塑膠管再經充分搖振。(b)；將試管倒置入水槽內再打開彈簧夾，觀察管內液面是否高於記號處，如此即可驗證二氧化碳可溶於水之事實⁽¹⁹⁾。

(c) · 使用廣口瓶及塑膠膜以行觀察

如受限於自然科教室之設備，可利用此簡易之方法以行觀察，其裝置即如圖（十四）所示般，於捕集有二氧化碳之廣口瓶內，置入約1/3瓶高之水後，快速地套上塑膠膜，並以塑膠圈固定之，充分搖混後可發現塑膠膜內凹，由此現象可使孩童們理解到，氣體可溶解於水中之實證。



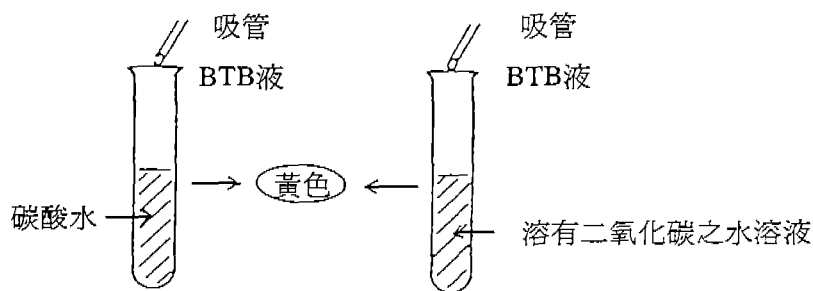
圖（十四）：以廣口瓶及塑膠膜等，以觀察二氧化碳可溶解於水之實驗裝置⁽²¹⁾。

(3)以BTB液觀察之：

爲了調查溶有二氧化碳之水溶液，是否與原先之碳酸水具同樣之化學性質，故使用BTB

液以確認之，又；BTB液為取0.1克之溴瑞香草酚藍，溶解於20cc之溫酒精中後，再加水至100cc所配製而成，使用時只需於100cc之水中加入1~3滴即可，BTB液之顯色範圍，大略為pH6.0（酸）：黃色；pH7.0（中）：綠色；pH7.8（鹼）：藍色。

如圖（十五）所示般，以試管各取等高之碳酸水及溶有二氧化碳之水溶液，於此不用再重複觀察二氧化碳溶於水中之實驗，直接取上述實驗所得之溶液即可，但是要清楚的向孩童們說明，這是實驗所得溶有二氧化碳之水溶液，以吸管吸取適量BTB液，置入適管內，由兩試管內之水溶液皆呈黃色之反應中，可驗證得溶有二氧化碳之水溶液及碳酸水，皆同屬酸性溶液，又；此處也可考慮以石蕊試紙取代BTB液，但如為孩童們自個操作之場合，石蕊試紙有可能無法得較明確之反應，且BTB液之變色範圍較明顯，故在實施二氧化碳溶於水之觀察實驗時，以BTB液作為指示液較為理想。



圖（十五）：以BTB液檢測碳酸水及溶有二氧化碳之水溶液⁽²¹⁾。

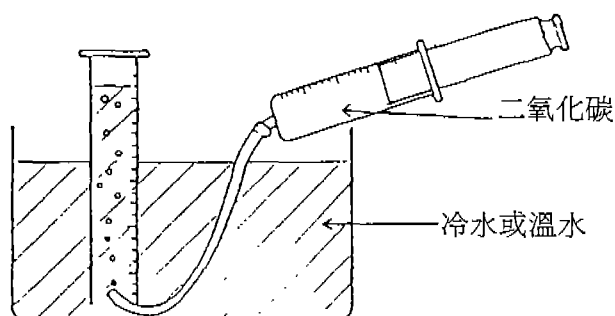
(4)溫度與溶解之關係

氣體之溶解度雖受溫度之影響，但與固體溶解與溫度之關係比較之，氣體方面較來的不明顯，故關於此實驗之觀察操作過程，盡可能予以簡單化，期能使本章節之內容，易於被理解及接受，底下即介紹兩種簡易之方法，以供參考及應用。

(a)使用量筒及注射器以觀察

如圖（十六）所示般，將裝滿水之量筒倒於水槽中，以注射器將定量之二氧化碳注入其內，為了便宜觀察及比較，可同時準備兩個水槽，一個裝入冷水，另一個裝入熱水，又；兩者之水溫儘可能相差大些，如此較易觀察得兩者間氣體溶解度之差別，藉由比較殘留氣體之量筒內液面之高低，可使其理解得，水溫較低者，較易溶解二氧化碳或其筒內液面較高。

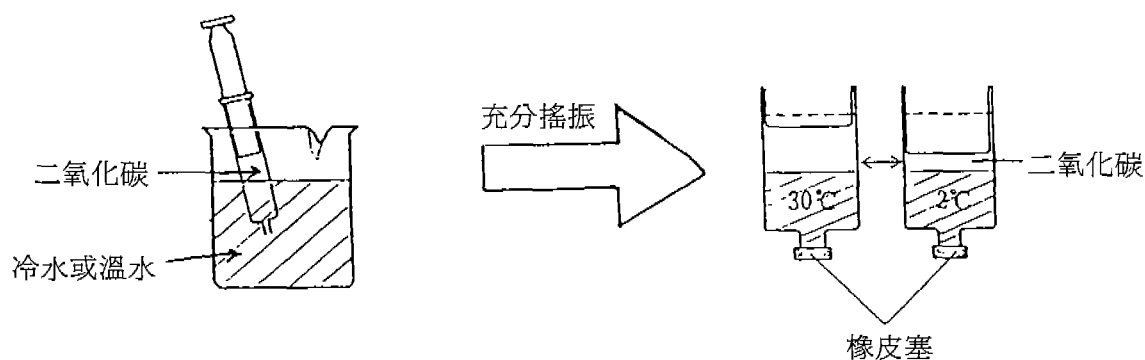




圖（十六）：以量筒、注射器及水槽以行觀察，進而比較量筒內液面之高低，如此即可驗證得二氧化碳溶解量與水溫之關係⁽²¹⁾。

(b)使用兩隻注射器以觀察

如圖（十七）所示般，兩隻注射器各取二氧化碳20cc後，一隻吸取約2°C之冷水20cc，另一隻吸取約30°C之溫水20cc，兩隻注射器經充分搖振後，讀取溶解之二氧化碳量並比較之，藉此簡易之觀察方法，很容易驗證得二氧化碳較易溶解於冷水中，又1~2°C之冷水，能溶解同體積之二氧化碳。



圖（十七）：以注射器吸取20cc二氧化碳後，再吸取冷水或溫水20cc，經充分搖振後，可驗證得二氧化碳較易溶解於冷水中⁽²¹⁾。

三、水溶液之分類

1.目標及指導要領

準備各式各樣之水溶液，使孩童們找出相似者，孩童們所注目處大體為，味道、氣味、顏色及手感等，以這些方法探測並比較其結果，又；在這之前孩童已學習得食鹽、硼酸及前

述”氣體”等之溶解經驗中，有些孩童認為蒸乾看看，但上述各驗證方法中，倒無一方法，可使其對水溶液之性質，有一更深入之理解，有沒有更好之方法呢？邊提出問題，邊使孩童們考慮看看，是否有更好之驗證方法。

在此使用石蕊試紙及BTB溶液等，使其注意到，不同之水溶液，各顯示出不同之反應，其目標乃為將水溶液分類，又；以指導目標而言，並不是只在觀察加入BTB液或石蕊試紙後是否變色，重要地乃在於水溶液經如此反應所得結果，雖然表示出其各不同之性質，但分類之目的，乃在於使其提出預想之結果後，再以所討論之觀察方法驗證之，又為提高觀察之興趣及加深其印象，盡可能地配製多種溶液，以創造更多接觸之機會，進而增進其學習效果。

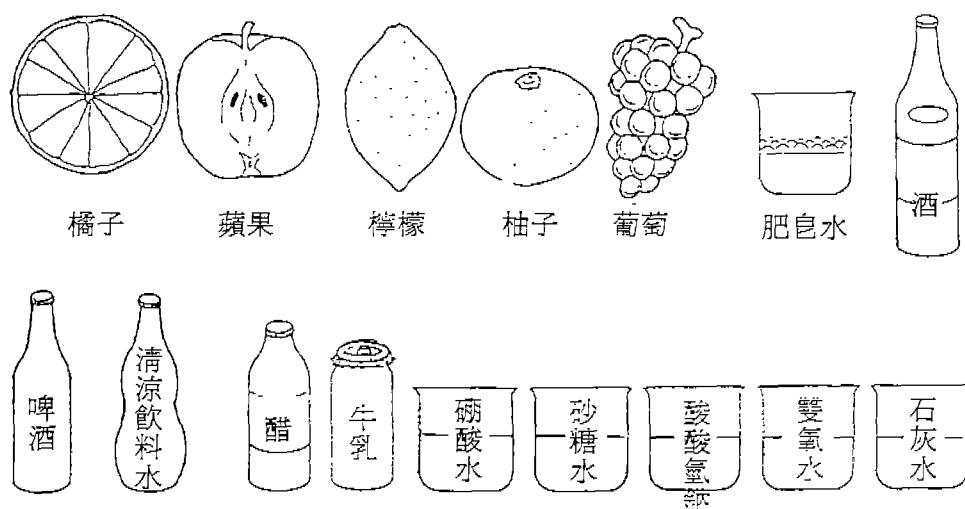
2.觀察活動之設計

(1)想調查甚麼樣之水溶液呢？

依此章節之目標，調查未知水溶液，在此先由孩童們考慮看看，並提出想調查之各種水溶液，藉由調查未知水溶液之慾望中，進入課程之學習活動內，綜合孩童們想調查之物質，示於圖（十八），其它未例舉出之水溶液，可由孩童們自己尋找並提供之。

(2)以味道、顏色、氣味等方法展開調查並分類之

此分類調查法，因孩童之主觀因素，故實行起來，較難得有一致之結果，又；舔嚐溶液味道時，首先以玻璃棒或竹筷，粘少許溶液置於指尖，再以舌頭舔嚐後，立刻以水漱口，對於未知之溶液，舔嚐時需特別注意，其是否以經過蒸餾水稀釋過，聞溶液之氣味時，需以手煽動容器口上之氣體以聞之，切勿將容器口直接置於鼻下，吸取其氣味。



圖（十八）：綜合孩童們想調查之物質，又如有氫氧化鈉水溶液時，配製過程需特別注意，不可以手觸摸氫氧化鈉顆粒，且避免沾到眼睛及衣服，關於稀鹽酸及稀氨水溶液，可配製數種不同濃度之水溶液以調查之⁽²¹⁾。

(3)以石蕊試紙調查其性質並分類之

無法以顏色、手感、味道及氣味等方法，來明確地分類的話，可取用石蕊試紙以調查之，又教師可事先做如表（一）所示之圖表，於觀察活動實施前分發予孩童們，以利施行石蕊試紙調查活動時，可記錄其所得之結果並可相互比較之，為避免浪費，使用石蕊試紙前，可先將其切成兩等分以節省之。

調查各種水溶液			姓名：		
水溶液	紅色石蕊試紙	變化	藍色石蕊試紙	變化	結 果
水	<input type="text"/> ◎	無變化	<input type="text"/> ◎	無變化	兩者皆無變化
肥皂水	<input type="text"/> ◎	變藍	<input type="text"/> ◎	無變化	紅→藍
硼酸水	<input type="text"/> ◎	無變化	<input type="text"/> ◎	變 紅	藍→紅

↑
↑

石蕊試紙分兩等分
如有變化寫出其情形

表（一）：以石蕊試紙調查水溶液性質的活動中，分發予孩童們之記錄表。

(4)使用石蕊試紙觀察時，需注意之事項，石蕊試紙主要為用來辨別水溶液之酸鹼性，為避免取用過程或檢測前，受外在因素(如；手之不潔、潮溼等)之污染，因而影響實驗結果故取用時需特別注意下列事項：

(a)以鑷子夾取石蕊試紙，切勿直接以手拿取。

(b)以玻璃棒或吸管，粘取少許水溶液，置於已經減半之石蕊試紙上，觀察其顏色是否變化。

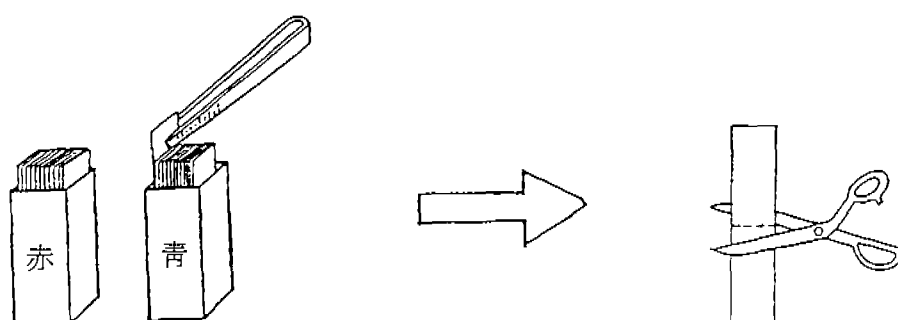
(c)觀察顏色是否變化時，並不是只觀察水溶液滴下處即可，同時得觀察，因毛細現象所擴展開之顏色。

(d)盡可能避免以相同之玻璃棒或吸管，粘取不同之溶液，如需同時粘取不同之溶液時，需以水充分清洗後再使用。

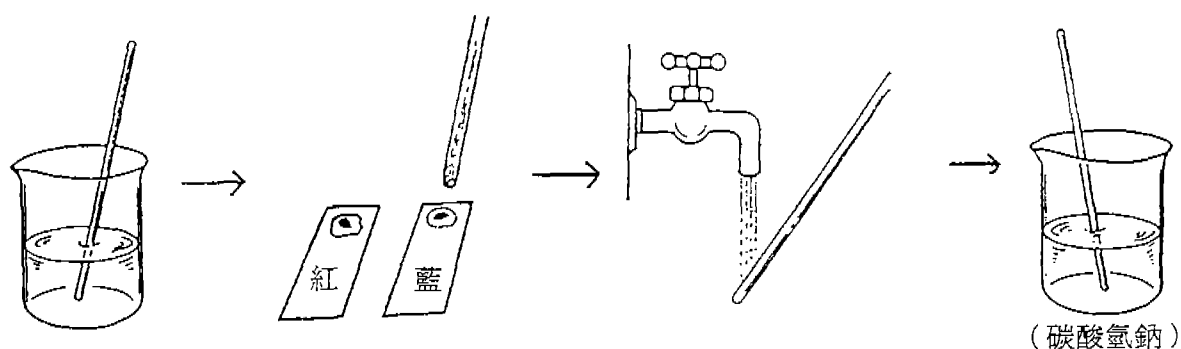
(e)上述實驗觀察過程示於圖（十九）及圖（二十）。

(f)歸納出石蕊試紙之變化情形，水溶液可區分出，酸性、中性及鹼性等三類，其中酸性溶液之歸納結果的表示法，示於表（二）以供參考。





圖（十九）：以石蕊試紙調查水溶液之性質的過程中，以鑷子夾取試紙，爲了節約試紙，測試前先用剪刀剪成兩等分後再使用⁽²¹⁾。



圖（二十）：以石蕊試紙調查硼酸水及碳酸氫鈉水溶液之性質的過程，因使用同隻玻璃棒，故於粘有硼酸水之玻璃棒，待其將水溶液分別滴於紅、藍石蕊試紙後，在粘取碳酸氫鈉水溶液之前，得以水清洗玻璃棒後才可再使用⁽²¹⁾。

藍色石蕊試紙變紅	硼酸水、硫酸水、檸檬汁	酸性
----------	-------------	----

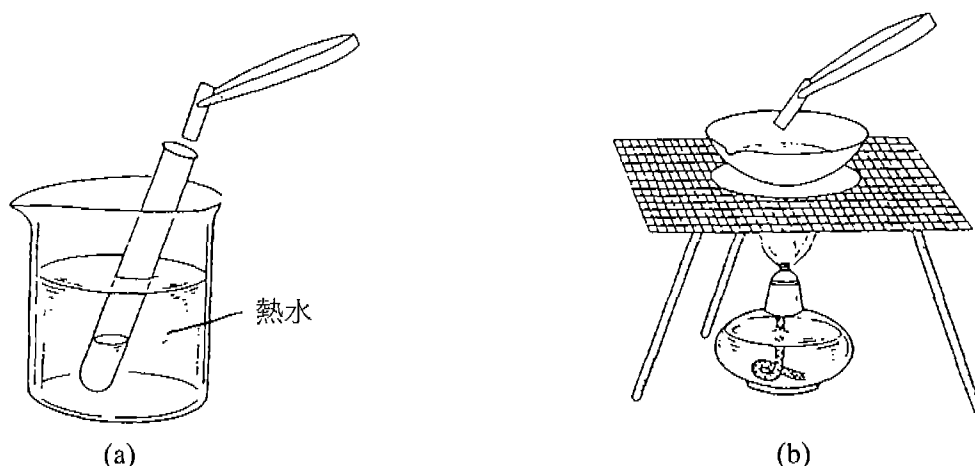
表（二）：綜合以石蕊試紙調查水溶液的性質之結果，並歸納出其酸性、中性及鹼性溶液等三大類之報告表，其中使藍色石蕊試紙變紅之水溶液，屬於酸性溶液，而使紅變藍者屬鹼性溶液，兩者皆無變色者屬於中性溶液⁽²⁹⁾。

(5)水溶液經加熱後，以石蕊試紙調查其蒸氣之性質

如圖（二十一）所示般加熱水溶液，並以事先經蒸餾水，潤濕過之石蕊試紙調查其蒸氣，如爲氣體溶解於水中所成之水溶液，其蒸氣會與濕的石蕊試紙反應，但如爲固體溶解而成之水溶液，其蒸氣乃爲水蒸氣故不會與濕之石蕊試紙起反應，且蒸乾之殘留物也不會與乾的石蕊試紙起任何反應，但會與濕的石蕊試紙起反應，此點需特別留意才好。



經由此觀察過程及比較其結果，可使孩童們理解得，水溶液性質之不同，乃因溶解在水中物質之不同所引起，也因而能重新評估水溶液之性質，進而更加深其印象。



圖（二十一）：以熱水(a)或酒精燈(b)加熱水溶液後，再以經蒸餾水濕潤過之石蕊試紙，檢測其蒸氣及殘留物之性質⁽²²⁾。

本節所使用之指示劑，除了石蕊試紙及BTB液外，還有酚酞、甲基橙及甲基紅等，其中除了石蕊試紙外，以BTB液使用較為方便，且反應較為明確，又；上述各指示劑，除石蕊試紙外，其餘皆為化學藥品，自然界也有不少植物之汁液，可作為指示劑及試紙用，如玫瑰花、牽牛花、雞冠花、葡萄皮、草莓、石榴、黑豆及紫色高麗菜等^(22,24,27)，其中又以紫色高麗菜之變化範圍最為明顯且多樣，其變色情形列於表(三)。

PH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
色	←深紅→		←桃→		←紅紫→		←紫→		←藍紫→		←淺綠→		←黃→		

表（三）：紫色高麗菜色液，於各pH值所顯示之顏色，其顏色由強酸→弱酸→中性→弱鹼→強鹼，分別為深紅→桃色→紅紫色→紫色→藍紫色→淺綠色→黃色⁽²⁴⁾。

參、結論與建議

經由本文之探討，我們得知日本國小「理科」各不同版本之教科書及教師指引等「水溶液的性質」之相關單元的教材內容，不但充實、活潑且生動，又其圖片之設計與印刷之精美，再佐以各校「理科」教室硬體設備之充足，在如此寬裕之環境的配合下，必能引起孩童

們參予觀察及實驗等學習活動之興趣與動機，對於學習過程及其成果，可說是助益良多。

關於「水溶液的性質」等相關單元，其教材內容與國內國小「自然科學」教材相比較又如何呢？對於某些氣體能溶解於水及金屬能溶解於酸性水溶液等單元，在國內國小「自然科學」教材內，這方面之觀察及實驗等學習活動，所提倒是非常地有限，大體上所提到的，乃屬酸、鹼及中性等性質為多，又關於檢測水溶液性質之石蕊試紙的取用及實驗時如何節約（省）等觀念，於教材內容或教學指引中，也有待加強與補充，且應於平常之學習活動中，教師得灌輸孩童這方面之知識，使孩童們無形之中，養成實驗時正確之技術及節約不浪費材料之良好習慣。

本章節中所介紹，用以製作酸鹼指示劑或試紙之各種花、蔬菜及果實等，可說是完全來自生活中常見之物品，孩童們以親自製作得之各類汁液及試紙，很積極地用來調查其週圍水溶液之性質，故日常生活中認為很複雜之水溶液，也因這些試紙之關係而顯得單純化了許多，孩童們也能間接地感覺到自然界之不可思議。

關於利用紫色高麗菜之汁液，來製取指示劑及試紙，於由“大日本圖書”所出版的自然科學教科書之6年上册中有所介紹，其（大略）內容如表（三）所示般，顏色由強酸→弱酸→中性→弱鹼→強鹼等五個階段，各顯示出粉紅（淺紅）→紫色→藍色→黃色等不同顏色，又；日本國內其原版本教科書，雖未曾提到有關利用天然色素，以製取指示劑及試紙之相關活動，但其在教師指引內有明確之講解及如何推廣其應用等單元，反觀國內之標準教科書隻字未提外，教學指引也未曾作一簡略的介紹，以利教師們參考，進而以提高孩童們學習之情趣，倒是在過去幾年內，各縣市之中小學科展活動中，常可看得到孩童們在老師指導下，興趣盎然地利用果菜汁液，來從事酸鹼指示劑之活動及成果展外，倒很少見到這方面之活動，如何利用學校周遭之事物，來從事科學教育，以提升學生學習之興趣及關心周遭環境之事物等相關教材，實有賴各有關單位及教師們群策群力地收集資料、研究及編寫各相關教材及教學指引，如此不但有助於任教自然科學，教師們可資遵循並善加應用及因材施教外，且能提昇孩童們學習自然科學之興趣，進而使國民的基礎科學根基打的更牢固，爾後國家之基礎科學及應用科學在國際上地位之提昇必定是指日可待。

我國早期自然科學教科書教材的編輯，雖然依循課程標準教材綱要而編輯，但是各單元的內容存有「學科」的影子，即為化學、物理、生物及地球科學等學科，各學科間彼此未能相結合，很幸運地，現今之「國小自然科學」新課程已朝向「科技整合」並以主題為教材發展來修訂，也因而更能落實STS（Science-Technology-Society）「科學—技學—社會」相結合的課程理想。

雖然教材之活潑生動及其精神趨向於STS之架構，但國內自然科學「水溶液的性質」之相關教材，其內容與本文所探討得日本「理科」之教材相比較，我們大略得知下列數項有待

加強，即：

（一）教科書需多元化及因材施教：切勿只採取單一版本及標準本，教科書之採用，應由任教老師決定，如此才能符合於因材施教及教材生活化之理想，又；同時有數種不同版本之教科書可供教師們參考，如此自然科學課程必為一活潑且能引起孩童們興趣及提升學習成果，書商也因同行間互相競爭，適者生存之故，因而肯廣納專家、學者、教師們成立一編輯委員，提供各人專長及經驗以編輯一具有人性化、生活化、活潑且生動之自然科學教科書，此為國家、社會之幸。

（二）單元的取材要生活化且突破學科的界限：教材如能生活化，使孩童們感覺起來，就是那麼的容易接受，如此必能引起孩童對問題的好奇心，以提昇孩童解決周遭問題的興趣，進而思考、驗證及解決問題的方法，培養孩童做結論並權衡結果的能力，又單元的編輯，不該有學科的界限，解決問題應該以生活為核心，教材應增加「應用科學」及「環保概念」等單元，打破學科的限制，以增加「科技整合」的特質。

（三）教學指引或教師手冊內容應充實，教學指引與教師手冊為教師教學的指南與參考資料，直接影響教學效果，應配合教材（尤其是生物方面）、季節及鄉土環境等因素，及時提供詳盡而豐富的內容，以增進教學之效果與功能；教學指引不但要提示教學目標、分析教材地位、說明教學過程、詳列評量事項，並要有參考資料，以協助教師研究與施教，提高教學效果。

日本「理科」之教學指引稱為教師用指導書，其由各出版社聘請學者及專家們，所成立之編輯委員會負責編輯，其型式及內容各具特色，且在各單元解說與指導資料裡，列印出課本裡的內容要點、單元目標、指導計劃、教學過程及準備用具等，條理清楚，一目了然，值得國內爾後教材多元化充實後，各學者、專家及教師們參考。

肆、參考文獻

1. 楊冠政(民國66年)：「各國科學課程發展趨勢」載於國民小學自然科學研習教師手冊，國校教師研習會；PP60-61。
2. 朱匯森(民國57年)：「國民小學如何加強科學教育」，國校教師研習會；P1。
3. 林清山(民國66年)：「小學科學教育的心理學基礎」，載於國民小學自然科學研習教師手冊；台灣省教育廳；P45。
4. 武村重和：(1982)「小學校新教育課程的解說(理科)」；第一法規出版株式會社；PP1-2及P149。
5. 陳騰祥(民國65年)：「自然科學探究式教學法」；台灣省教育廳；序。

6. 徐郁妹(民國57年)：「國民小學自然科學教育現況」；師友22期。
7. 鄭進丁等譯：「日本國民教育有關法規」；兄弟印書局PP1-3。
8. 毛松霖等：國民小學自然科學第二冊改編本四版。
9. 毛松霖等：國民小學自然科學第四冊改編本三版。
10. 毛松霖等：國民小學自然科學第五冊改編本三版。
11. 毛松霖等：國民小學自然科學第六冊改編本再版。
12. 毛松霖等：國民小學自然科學第九冊改編本初版。
13. 毛松霖等：國民小學自然科學第十冊改編本初版。
14. 毛松霖等：國民小學自然科學第十一冊改編本四版。
15. 毛松霖等：國民小學自然科學第十二冊改編本三版。
16. 杜明進(民國82年)：「中日國小自然科學溶解相關教材之比較」；新竹師院學報第七期；PP349-381。
17. 武村重和(1991)：「物の質的變化の學習」6年；明治圖書出版株式會社；PP38-69。
18. 大橋秀雄等(1991)：「理科教育事典（自然科學編）」；大日本圖書；PP229-243。
19. 教育技術研究所(1984)：「圖說／小學校理科授業の事典」；小學館；PP380-384。
20. 西村功(1989)：「理科いい授業の技術とヒント」；株式會社國土社；PP50-53。
21. 三浦建治等(1987)：「子どもが生きゐる授業理科六年」；小學館；PP70-89。
22. 水野丈夫、三浦登等(1990)：「新しい理科」6上；東京書籍株式會社；PP18-31。
23. 戶田盛和等(1990)：「たのしい理科」6年上；大日本圖書株式會社；PP46-60。
24. 新しい理科編集委員會「新しい理科教師用指導書」；東京書籍株式會社、P.42。
25. 高野恆雄(1992)：「科學的な見方や考えを育てる理科の學習」小學校6年；東洋館出版社，PP.189-213。
26. 丸本喜一、赤松彌男(1991)：「發想を育てる理科の授業」第6學年；社教出版株式會社。
27. 內田安茂(1993)：學研の圖鑑「理科の實驗」；株式會社學習研究社。



ABSTRACT

This is an intensive exploration on the teaching materials of the unit concerning “Characteristics of Water Solutions” in the “Natural Science” course for students in Grade 6 at elementary school in Japan. The teaching materials are well noticed for the following features: ideally designed in such a manner that the teaching activities put pupils into direct contact with the nature; and are especially aiming at the following goals. The goals cover : cultivating recognition of the nature among the pupils; building up the knowledge of the nature and furthermore the concept of natural environment protection; and reinforcing the pupils’ ability in information and data collection. Therefore, it is advisable to offer such teaching materials as reference to the researchers, experts and school teachers who are concentrating on “Natural Science” teaching in elementary schools in Taiwan. At a result, with this exploration, three proposals are given as follows:

- (1).Teaching materials should be diversified, and teaching methods should be pupil-oriented.
- (2).Teaching materials should be realistic and day-to-day living based, and not be confined within any subjects.
- (3).Teacher’ s manual should be enriched with sufficient information and references for the concerned parties to consult.

[Keywords]: water solution, natural science, elementary school, dissolve, acid- base, carbon dioxide.

