

壹、研究動機與目的

能源與人類文明的發展有著密不可分的關係，現今，愈是先進的國家，倚賴能源的程度也愈高，然而，根據推估地球所蘊藏之石油，若以目前的開採速度來計算，約再40年就會枯竭（蔡信行，2003）。此外，近來全球氣候的異常，也被認為與過度使用石化能源而產生過多的二氧化碳等溫室氣體（Greenhouse gas, GHG）有關，若全球二氧化碳的排放量沒有持續減少，未來將嚴重影響全球人類文明的永續生存。因此，如何節能減碳已成現今全球高度關切的重要議題。而由於我國正是高度仰賴石化能源的國家，也是高碳排放量的國家，所以，正當全球關注節能與減碳的議題時，我國更不能置身事外。

有關節能減碳的作法，一方面當然可以藉由努力開發替代性能源或發展減碳技術等科技層面去著手，但更積極的作為應可從教育著手，因根據國內、外的相關研究發現，中、小學生的能源教育素養都有待加強，如國內的研究發現，我國小學生對於能源基本知識、能源現況與展望等相關知識明顯不足（石台榮，2009；林雅雯，2008），國外如Bodzin（2011）調查美國八年級的學生，發現學生的能源認知概念表現不佳，DeWaters與Powers（2011）的研究亦發現，中學生在能源認知問題上僅有42%的正確率，皆指出目前中、小學生的能源知識不夠完備，故在全球一致期望達成節能減碳的共同目標下，與其枯等全球新興能源技術的成熟，倒不如先從提升全民的能源教育素養做起。

我國與其他一些先進國家相比，在中、小學能源教育的推行與實施上，並沒有十分受到重視，因為當美國、日本及西歐等國家，早已將能源教育列入中、小學課程的正式科目之時，我國能源教育的內容知識卻被分散或隱藏在不同的學科或學習單元中，如以南一版的自然與生活科技課程為例，學生會在「水溶液的性質」單元中，因介紹水溶液的導電性，在課本內容中學到有關「用電安全」的知識，之後又在六年級的自然與生活科技課程中，因為「永續家園」單元學到有關臺灣「各種發電的方式」。亦即，臺灣目前的中、小學教科書中，並未有能源教育的專章或專用教科書（余鈺焜、李樹生、徐德修、賴啟銘，2004；曾郁庭、林慧慧，2011），未能把能源的相關知識作一個有系統的規劃與編排，好讓學生學到系統性的能源知識。

因此，當前若要提升我國中、小學生的能源教育素養，設法提供一個管道讓學生學習到有系統的能源知識，應是當務之急。隨著網路科技的成熟，任何知識的學習都可透過線上數位學習（e-learning）來進行，故若要解決我國目前中、小學生沒

有集中的能源教育時間及學習教材之問題，利用數位學習的方式，將原本分散於不同科目或不同單元中的能源教育相關教材，做有系統的規劃與整理，再透過彈性課程時間，以數位學習的方式提供學生有系統地學習，將不失為我國目前中、小學實施能源教育的可行方式。

然而，根據過去有關數位學習的相關研究發現，數位學習雖方便實施，但最大的問題是，若只是將紙本教材藉由網頁的形式來傳遞，很容易造成學習動機的低落，使得學習成效不彰（Pivec, 2007）。因此，若要有效的利用數位學習來實施能源教育課程，就應先避免傳統數位學習可能引發學生缺乏動機的問題。事實上，近來在數位學習研究領域正盛行一種將遊戲與數位學習結合的數位遊戲式學習（Digital Game-Based Learning, DGBL）方式，其原因是因為遊戲很容易能引發學習者的內在動機（Chen & Lee, 2009; Prensky, 2001），故數位學習若採遊戲的方式進行，正可解決傳統數位學習缺乏學習動機的問題。所以，透過數位遊戲式學習來實施應是可行的方式。

綜合上述，為了提升我國中、小學生之能源教育素養，本研究試圖建置以能源教育為主題的DGBL系統來供學生進行能源知識的學習。在有關遊戲類型的選擇上，因線上遊戲是目前年輕人所感興趣的主流遊戲，所以本研究選擇以線上遊戲作為DGBL的遊戲類型，由於過去有研究指出DGBL雖能提升數位學習參與動機，但也常因過於專注遊戲而出現逃避學習的行為（尚俊傑、莊紹勇、李芳樂、李浩文，2008；Magnussen & Misfeldt, 2004），且根據蔡福興、游光昭與蕭顯勝（2010）的研究指出，遊戲的設計方式是影響數位學習者產生非預期行為的主因之一，尤其線上多人同步競爭的即時制（real time）遊戲類型，可能使參與者容易因為遊戲的競爭與競速而分心。

為了避免學生在進行線上遊戲式的能源知識學習中，因遊戲過度競爭而引發逃避學習的行為，本研究在眾多的線上遊戲式類型中，嘗試以回合制（turn-based）的井字棋遊戲來作為遊戲式學習的類型。回合制的線上遊戲是由共同參與遊戲者輪流進行遊戲，例如，棋類或牌類遊戲都屬於回合制的遊戲，即遊戲的進行雖然也是共同競爭，但遊戲過程中當一個人進行遊戲時，共同參與者必須暫停等待，此種遊戲的進行雖可能也有時間限制（如下每一手棋的時間限制），但會比即時制的遊戲有更充裕的時間進行思考，故若教育性的線上遊戲採回合制的競爭型態，或可解決即時制的線上遊戲類型因參與者急著繼續進行遊戲而忽略學習的缺點，同時，因井字棋的遊戲操作技巧較低，或許也可避免不同遊戲經驗對遊戲行為造成的影響。

基於上述研究背景動機，本研究以國小五年級學生為對象，先透過文獻探討與專家座談的方式，去規劃出一有系統性且適合國小程度的能源教育教材，再嘗試利