

# Study on Current Status of Greenhouse Gas Emission Management and Strategies of Energy Saving for Elementary Schools in

黃必昌、申永順

E-mail: 9805448@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

This study aims at understanding the status of the greenhouse gas emissions in elementary schools in the whole country (including offshore islands), and exploring into the energy-saving and carbon-reducing strategies in elementary schools in the form of questionnaires. To achieve this purpose, four Delphi Surveys have been executed, collated and amended to identify the priorities in the various indicators in the “ Primary School Energy-saving and Carbon-reducing Performance Assessment Indicator System ” , including 3 major categories and 45 indicators. A total of 500 questionnaire forms were sent out to the randomly sampled element schools of different levels in an appropriate proportion in the whole country, and 285 valid questionnaires were collected, with an effective response rate of 57 percent; and the data went through descriptive statistics, single sample t-test, one-way analysis of variance and Pearson product-moment correlation analysis through using SPSS12.0 statistics package.

The findings are summarized as follows:(1) In accordance with the ideas of the Delphi Panel, the allocation proportion of the energy-saving and carbon-reducing performance, the strategy category accounts for 31.07 percent, the management category accounts for 35 percent, and the technology category accounts for 33.93 percent, and the three categories respectively include ten, nineteen and sixteen indicators.(2) The average score in the energy-saving and carbon-reducing performance assessment of all the elementary schools in the country is 78.54, which shows that the overall energy-saving and carbon-reducing performance is passable. A single sample t-test shows a significant difference in energy-saving and carbon-reducing performance among all the elementary schools in the whole country.(3) The one-way analysis of variance shows that the questionnaires indicate no significant differences in the assessment indicators in the energy-saving and carbon-reducing performance among different geographic regions, different urban and rural types and different scales of schools.(4) The Pearson product-moment correlation analysis suggests no significant positive correlation between the strategy category, the management category and the technology category.(5) The form of greenhouse gas emissions is indirect emissions of greenhouse gases caused by purchased electricity in Scope 2, the amount of which accounts for over 90 percent of the total amount. From the perspective of geographic regions, the annual average electricity consumption of the offshore islands (371.03 kWh per person) is the highest; from the perspective of urban and rural categories, the annual average electricity consumption of the remote mountain areas (436.78 kWh per person) is the highest; from the perspective of school scales, the average annual electricity consumption of the small schools (321.72 kWh per person) is the highest. From the perspective of geographic regions, the annual greenhouse gas emissions of the offshore islands (236.34 kilograms per person) is the highest; from the perspective of urban and rural categories, the annual greenhouse gas emissions of the remote mountain areas (278.23 kilograms per person) is the highest; from the perspective of school scales, the annual greenhouse gas emissions of small schools (204.94 kilograms per person) is the highest.

Keywords : Greenhouse Gases Inventory、 Important-Performance Analysis、 Energy Conservation & Carbon Reduction、 Delphi Technique、 Elementary Schools

## Table of Contents

封面內頁	
簽名頁	
授權書	iii
中文摘要	iv
ABSTRACT	vi
誌謝	viii
目錄	ix
圖目錄	xiii
表目錄	xv

## 第一章 緒論

- 1.1 研究背景與動機1
- 1.2 研究目的4
- 1.3 研究內容5
- 1.4 研究範圍及限制6

## 第二章 文獻回顧

- 2.1 全球暖化的影響及環境議題共識形成7
  - 2.1.1 全球暖化的影響7
  - 2.1.2 環境議題共識形成9
- 2.2 溫室氣體排放趨勢10
  - 2.2.1 ISO14064 溫室氣體標準發展趨勢14
  - 2.2.2 產業界溫室氣體盤查20
  - 2.2.3 校園溫室氣體盤查22
- 2.3 國內外學校能源教育之發展24
  - 2.3.1 國外能源相關教育研究27
  - 2.3.2 國內能源相關教育研究28
  - 2.3.3 國內外學校推動節能相關計畫32
- 2.4 學校案例說明及現況節能措施34
  - 2.4.1 國外學校案例35
  - 2.4.2 國內學校案例36
  - 2.4.3 現況節能措施38

## 第三章 研究方法

- 3.1 研究流程40
- 3.2 研究架構42
- 3.3 研究假設42
- 3.4 研究對象及抽樣43
- 3.5 研究方法與工具45
  - 3.5.1 建立校園節能減碳績效評估指標45
  - 3.5.2 德懷術專家問卷之應用45
  - 3.5.3 溫室氣體盤查的標準程序46
- 3.6 資料處理分析52
  - 3.6.1 敘述性統計53
  - 3.6.2 檢定分析53
  - 3.6.3 重要-績效分析法55

## 第四章 結果與討論

- 4.1 德懷術專家問卷57
  - 4.1.1 專家問卷之執行過程57
  - 4.1.2 專家問卷結果分析60
- 4.2 國小校園問卷之敘述統計分析66
  - 4.2.1 整體分析68
  - 4.2.2 背景變項分析76
  - 4.2.3 背景變項與面向之相關分析95
- 4.3 國小校園溫室氣體排放概況99
  - 4.3.1 通用性能源分析101
  - 4.3.2 特定性能源分析104
  - 4.3.3 溫室氣體排放清冊106
- 4.4 國小校園問卷之推論統計分析108
  - 4.4.1 整體分析108
  - 4.4.2 背景變項分析111
- 4.5 不同背景變項在節能減碳績效指標系統之適用性120
- 4.6 登錄「綠色學校」與否123
  - 4.6.1 敘述統計分析123
  - 4.6.2 推論統計分析126

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論127

#### 5.1.1 國小校園溫室氣體排放概況127

#### 5.1.2 校園節能減碳績效現況分析128

#### 5.1.3 校園節能減碳績效指標之適用性130

### 5.2 建議130

#### 5.2.1 對政策擬定之建議130

#### 5.2.2 對現場教育之建議131

#### 5.2.3 對後續研究之建議131

### 參考文獻133

#### 附錄一 德懷術專家群名單139

#### 附錄二 第一次德懷術專家問卷140

#### 附錄三 國小校園節能減碳績效評估指標問卷145

#### 附錄四 不同背景變項之指標數據統計表151

#### 附錄五 不同背景變項之檢定值154

## REFERENCES

- 1.中華民國企業永續發展協會(2005), "溫室氣體盤查議定書中文版", 第二版。
  - 2.王佩蓮(2000), "邁向Green School", 2000年環境教育研討會手冊, 第268-275頁。
  - 3.王俊秀(2000), "通識教育與永續發展教育的連結:議題與展望", 環境教育季刊, 第43期, 第8-17頁。
  - 4.王順美(2004), "台灣地區國高中全校式經營環境教育現況之探討", 第49卷, 第2期, 第87-106頁。
  - 5.王順美(2004), "社會變遷下的環境教育-綠色學校計畫", 第49卷, 第1期, 第159-170頁。
  - 6.王慧芬(2007), "雲林縣推動國小小能源工作之研究", 碩士論文, 中正大學地震研究所暨應用地球物理研究所。
  - 7.申永順、許淑麗、顧洋(2006), "ISO國內外溫室氣體管理實務之發展現況", 永續產業發展雙月刊, 第34期, 第2-9頁。
  - 8.台灣?色生產?基?會(2007), "九十五??校園電?管?資訊化輔導團計畫"。
  - 9.伍台玉(2004), "國小實施統整式能源教育課程對學生節約能源態度影響之研究", 碩士論文, 高雄師範大學工業科技教育學系。
  - 10.行政院環境保護署(2007), "產業溫室氣體盤查管理技術手冊"。
  - 11.行政院環境保護署(2008), "國立中央大學校園建築物與生活節能減碳案例彙編"。
  - 12.吳宗正、吳育東(2000), "LISREL模式應用於行動電話消費者滿意度之研究", 碩士論文, 國立成功大學統計研究所。
  - 13.吳明?(2006), "SPSS統計應用學習實務-問卷分析與應用統計", 台?:知城數位科技。
  - 14.余佳雯(2006), "我國國中小學階段能源教育內涵之研究", 碩士論文, 立德管理學院資源環境研究所。
  - 15.余鈺焜(2006), "台美國民教育階段能源教育教材之比較", 碩士論文, 立德管理學院資源環境研究所。
  - 16.林金塗(1993), "我國能源教育現況與實施策略", 台南家專學報, 第12期, 第339-358頁。
  - 17.柯玫淑(2003), "國小中、高年級能源永續概念標準化評量之研究", 碩士論文, 臺中師範學院環境教育研究所。
  - 18.姚振發(2008), "永續國小校園環境績效評估指標系統之建構研究", 碩士論文, 大葉大學環境工程學系。
  - 19.涂重敬(2003), "高雄市國中自然與生活科技教師能源教育教學現況與能源態度之研究", 碩士論文, 高雄師範大學工業科技教育學系。
  - 20.張有典(2003), "統整式能源教育課程對國小學生節約能源態度之影響研究", 碩士論文, 臺中師範學院環境教育研究所。
  - 21.陳建州(2001), "我國高級職業學校教師能源認知、能源態度及能源教學策略之關係研究", 博士論文, 彰化師範大學工業教育研究所。
  - 22.許晃雄(2004), "全球暖化帶來的新災難", 台灣年鑑。
  - 23.許晃雄(2007), "台灣也暖化了嗎?", 科學人, 第67期, 第50-51頁。
  - 24.許淑麗(2003), "我國溫室氣體排放查證機制之探討", 碩士論文, 國立臺北大學資源管理研究所。
  - 25.張凱惠(2005), "台北市國小教師全球暖化相關概念之調查研究", 碩士論文, 台北市立師範科學教育研究所。
  - 26.張聖宗(2003), "國小高年級能源永續教學之行動研究", 碩士論文, 臺中師範學院環境教育研究所。
  - 27.湯宜佩(2006), "臺北市國小職前教師氣候變遷概念與態度之調查研究", 碩士論文, 臺北市立教育大學環境教育與資源研究所。
  - 28.程金保(2007), "教育部能源教育通識師資培訓營-我國學校能源教育介紹"。
  - 29.黃建誠(2007), "政府機關及學校夏日推動節約能源執行成效與評鑑考核", 綠基會通訊, 第8期, 第4-8頁。
  - 30.黃啟忠(2005), "綠色學校實施之探討-以花蓮縣壽豐國小為例", 碩士論文, 花蓮師範學院生態與環境教育研究所。
  - 31.黃啟峰(2007), "二氧化碳與地球暖化", 科學發展, 第413期, 第6-12頁。
  - 32.黃惠雪(1998), "非正式能源教育課程對國小學生節約能源態度之影響研究", 碩士論文, 彰化師範大學工業教育學系。
  - 33.楊超朋(2007), "教育部校園電力管理資訊化輔導團計畫執行成效", 綠基會通訊, 第10期, 第11-14頁。
  - 34.楊惠貞(1993), "我國與美日能源教育課程之比較研究", 碩士論文, 臺灣師範大學工業教育研究所。
  - 35.楊渝淇(2008), "國小教師全球暖化認知與能源態度及節能減碳行為之研究-以彰化縣為例", 碩士論文, 立德管理學院資源環境研究所, 未出版。
  - 36.經濟部能源局(2006), "學校節約能源技術手冊"。
  - 37.經濟部標準檢驗局(2006), "國內溫室氣體盤查驗證現況報告"。
  - 38.廖芳玲、程金保(2005), "鼓勵動態的行為實踐-國內能源教育推動概況", 能源報導, 第9期, 第5-7頁。
  - 39.蕭錫鈞、鐘瑞國、黃文勇(1997), "國民中學融入式教材教學實驗之研究", 能源季刊, 第4期, 第129-140頁。
  - 40.蘇宏仁(2000), "從永續發展談永續校園", 國教世紀, 第189期, 第65-69頁。
  - 41.顧洋(2008), "全球暖化的因應", 科學發展, 第421期, 第1-6頁。
  - 42.顧洋、申永順(2005), "國際間溫室氣體管理標準化之發展及因應策略", 科學與工程技術期刊, 第1卷, 第3期, 第1-22頁。
- 英文文獻1.Francis C. Boyes E. Qualter A. & Stanisstreet M.(1993).Idea of elementary students about the greenhouse effect, Science Education,77(4),375-392.2.IPCC(2007).Climate Change 2007:Mitigation of Climate Change Summary for Policy Maker3.IPCC(2007).Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report.4.ISO TC207/WG5, ISO 14064-1(2006).Greenhouse gases--Part 1: Specification for the quantification,

monitoring and reporting of organization emissions and removals.5.Jayni , C.(1995).Blueprint for a green school, New York:Scholastic Inc.6.Jessie, D and Phil, C.(2008).UM Releases Report On Campus Greenhouse Gas,pp.1-38.7.K-12 Energy Education Program (1993).University of Wisconsin Stevens Point,Wisconsin Center for Environmental Education.8.Martilla J. A. and James J. C.(1977).Importance-performance analysis,Journal of Marketing 41(1), 77-79.9.Porter, M.E. and Reinhardt, F.L.(2007).A strategic approach to climate,Harvard Business Review, 14, pp.22-27.10.Simha R. M. and Nancy M. L.(2005).Using Importance-Performance Analysis to Evaluate E-Business Strategies among Small Businesses, Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences.11.Van Aalst, M.K.(2006).The impacts of climate change on the risk of natural disasters, Disasters 30(1), pp. 5-18. 網站和網路資料1.Intergovernmental Panel on Climate Change , <http://www.ipcc.ch/> 氣候變化綱要公約資訊網。2006年5月, 取自: [http://sd.erl.itri.org.tw/fccc/APP\\_/index\\_c.asp](http://sd.erl.itri.org.tw/fccc/APP_/index_c.asp)2.Earth Policy Institute. 取自: <http://www.earth-policy.org/index.htm>3.Enerdata , 2007 , 取自 <http://www.enerdata.fr/>4.Energy Information Administration , International Energy Outlook取自: <http://www.eia.doe.gov/iea> , 20085.工業技術研究院能環所 , 2007 , 取自: <http://www.itri.org.tw/chi/eel/>6.財團法人台灣?色生產?基?會節能服務網 , 取自: <http://www.ecct.org.tw/school/index.htm>7.教育部六五節約能源運動 , 低碳節能校園生活報 , 取自: <http://www.safelab.edu.tw/65power/epaper/epaper.html>8.教育部統計處 , 取自: <http://www.edu.tw/statistics/>9.產業溫室氣體資訊網 , 2005 , <http://iggic.estc.tw/>10.國際標準組織 , <http://www.iso.org/iso/home.htm>11.經濟部能源局 , 能源統計年報 , 2007 , 取自: <http://www.moeaboe.gov.tw/>。12.聯合國氣候變化綱要公約資訊網 , <http://unfccc.int/2860.php>