

應用模糊層級分析法建構永續大學 評估指標

王文生¹ 洪秀婉^{2*}

摘 要

世界各國已逐步提升永續發展之概念，高等教育機構之大學若能從事永續教育之推展工作，應可發揮永續發展之擴散成效。本研究主旨在於透過專家問卷調查，依美國高等教育永續促進聯盟、永續未來大學領導人聯盟及加拿大 Sierra 青年聯盟對永續之定義進行永續大學指標建構評選。評估構面收斂為生態健康、社會正義、學校生計、及教育未來等四主要構面。研究進行利用模糊層級分析法，對教職及研發專家包括產業、政府單位、學術機構、技研單位等 37 位專家做問卷調查。研究結果顯示，臺灣高等教育機構在推動永續發展之主要構面中，以推動教育未來最為重要。永續大學評估指標則以水源管理、扶助弱勢、健康福祉及師資規劃最為重要。此建構永續大學評估指標之結果，策重凝聚社會對永續大學規劃管理之共識及建構永續大學實務運作之基石。

關鍵詞： 永續大學、永續發展、評估指標、模糊層級分析法

¹ 王文生，國立中央大學博士生

電子郵件：vincenwan@hotmail.com

^{2*} 洪秀婉（通訊作者），國立中央大學企管系教授兼系主任

電子郵件：shiuwan@mgt.ncu.edu.tw

投稿日期：2014 年 07 月 24 日；修正日期：2014 年 08 月 25 日；接受日期：2015 年 01 月 22 日

USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS TO DEVELOP ASSESSMENT INDICATORS FOR SUSTAINABLE UNIVERSITY

Wen-Sheng Wang Shiu-Wan Hung*

ABSTRACT

The way to maintain sustainable development is an important global issue. If sustainability education can be developed in the university, this concept will be soon effectively spread to the society. Therefore, the development of a set of assessment indicators to measure higher education sustainability practices and performance becomes a urgent task. The current study uses the definitions of sustainability according to the Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education, University Leaders for a Sustainable Future, and the Sierra Youth Coalition, and their concepts are expanded into four dimensions: ecosystem health, social justice, secured livelihoods, and future performance. In addition, this study also uses the fuzzy analytic hierarchy process to analyze the indicators. The survey questionnaires were given to 37 experts of industry, government, education, and research and development institutes. Results show that the indicators of water resource management, help the disadvantaged, health and welfare, and educators program are considered the most important. Additional suggestions and recommendation were given for further planning and practice.

Keywords: sustainable university, sustainability development, assessment indicators, fuzzy analytic hierarchy process

¹ Wen-Sheng Wang, PH. D. Student, National Central University.
E-mail: vincenwan@hotmail.com

^{2*} Shiu-Wan Hung (corresponding author), Professor and Director, Department of Business Administration, National Central University.
E-mail: shiuwan@mgt.ncu.edu.tw

壹、緒論

聯合國於1992年設置「聯合國永續發展委員會」(United Nations Commission on Sustainable Development, CSD)，督導及協助各國推動永續發展。並且在1997年12月於日本京都舉行友善環境相關會議，會中通過具有約束力的「京都議定書」(Kyoto Protocol)，主要目的是防止全球氣候劇烈且持續的改變，對人類生存環境造成無可避免的衝擊。世界各國本於此重要之永續發展概念，紛紛建立適合各國之永續發展組織或單位，以因應氣候變遷對人類所帶來之影響。對此一永續發展重要議題之落實與推動，學校屬小型社會團體，理當負有永續發展之責任。學校亦為資源及教育中心，若最高教育機構之大學能從事永續教育推行之工作，應可發揮永續發展之擴散成效。1990年一群歐美的大學校長在法國 Tuft University 舉行環境管理及永續發展會議，會中決議對相關永續發展議題之承諾，並將此議題承諾簽署成為塔樂禮宣言(Talloires Declaration)。此宣言直接宣示了大學院校對於環境保護與永續發展之迫切性責任，更指出大學在永續發展上是扮演一個關鍵且重要的角色。

美國高等教育永續促進聯盟(Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education [AASHE], 2012)定義永續包含人類生態健康、社會正義、人民生計保障與朝向給下一代比較好的未來。美國永續未來大學領導人聯盟(University Leaders for a Sustainable Future [ULSF], 2013)定義永續為高等教育機構在生態回應、社會正義與經濟變動上能持續為後代著想。加拿大Sierra青年聯盟(Sierra Youth Coalition [SYC], 2013)定義永續校園計畫經由學校運作、改進課程及活化校園團體支持去達成社會正義、生態完善與經濟繁榮。依據上述永續組織對永續之相關定義，本研究收斂整理定義永續為生態健康、社會正義、學校生計與教育未來。基於人類生存及生活之價值認知，大學對永續相關教育、研究、社區參與、棄物與能源管理、土地使用及規劃、應做環境監測與評估(Nejati & Nejati, 2013)。因此大學在永續發展實務中是扮演一個創造永續未來的重要角色(Wright & Wilton, 2012)，而大學為永續發展也應從推動永續工作之評估指標做起。

我國教育部於1998年開始，致力推動永續校園計畫，目的為協助各大學校園朝向永續發展的環境為主題(教育部電子報, 2013)。計畫推行

之目的除期望能拓展校園環境改造工作，更希望校園能有效發揮永續教育之功能，使大學成為永續發展推動的最佳基地。教育部另於 2008 年制定我國綠色大學推動計畫之重大政策，陸續推動各項校園環境永續計畫。計畫目標除環境保護與生態維護為主軸外，大抵為提昇我國大學的永續性（sustainability），以與國際大學發展新趨勢接軌，落實大學成為永續校園的基地與專業中心。此外，教育部亦設有相關永續校園之資訊網頁說明理想的永續校園（永續校園全球資訊網，2014），學者專家也提出綠色大學即代表了一個大學將永續性的精神融入其營運管理、課程規劃與日常生活中（陳永昌、葉欣誠，2003），然其「綠色」字義非僅做「綠化」或「環保」之單純解釋，而是植基於「永續發展」已成為人類發展之願景為基礎做表示。因此，為求推動我國大學之永續發展，凝聚建構永續大學之評估指標即屬重要工作。

本研究藉由參考國外文獻探討及相關實務做法，目的在於凝聚整合與建構臺灣地區高等教育機構永續大學之評量指標。基於教育部積極推廣永續大學的理念，以及鼓勵與獎勵發展綠色大學相關實務。亦希能促使國內高等教育機構及早確立對永續之認知，務實於永續大學之實務運作，讓我國大學能接軌國際永續發展之議題。因此本文期能探討我國大學為永續發展所應推動永續工作之重要評估指標。

貳、文獻探討

聯合國在「我們期待的未來」（The future we want）宣言中指出，2050 年全世界人口總數將由現在的 70 億逼近 90 億人口，此一全世界逐年增加的人口數，將逐年耗減我們生存的自然資源（United Nations [UN], 2015）。因此宣言中指出永續的定義是在不損及後代子孫需求下，為現代人類提供一個安和而美好的生活。歐盟執委會（European Commission）在聯合國對永續發展提出了定義與願景之後，亦指出永續發展將可為現代人類及未來世代提供一個比較好的生活品質（European Commission [EC], 2015）。此外，2012 年 6 月在巴西召開聯合國永續發展會議（Rio + 20）中，各國均體察大學發展永續之重要，對大學永續發展務實做法提出共識，其中已有 47 個國家包含 272 個教育機構在 2013 年 6 月成立高等教育永續發展組織

(The Higher Education Sustainability Initiative), 共同為大學永續發展工作而努力 (United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA], 2015)。

目前國外相關文獻皆以永續大學 (sustainability university) 或永續校園 (sustainable campus) 作為高等教育機構對永續教育推動永續之命名, 故本研究評估高等教育機構推動永續發展之指標, 除以「永續大學」作為研究名稱外, 評估分析亦以國外相關永續大學組織推行評估指標做研究。基於聯合國對永續發展所提出之願景、世界會議中對大學永續發展之宣示及各國體察大學永續發展重要性之做法, 本文評選指標依美國高等教育永續促進聯盟 (AASHE)、永續未來大學領導人聯盟 (ULSF) 及加拿大 Sierra 青年聯盟 (SYC) 等相關永續組織, 對永續大學之評估與量測作為研究基礎。

高等教育永續促進聯盟 (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education, AASHE) 定義永續包含人類生態健康、社會正義、人民生計保障與朝向給下一代比較好的未來。其主要評估工具為永續追蹤評估與量測系統 (The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System [STARS], 2012)。內含 3 個主要構面分別為教育與研究、運作及計劃管理與參與, 其中並涵蓋有 17 個次要構面作為評估指標。永續未來大學領導人聯盟 (University Leaders for a Sustainable Future, ULSF) 定義永續為高等教育機構在生態回應、社會正義與經濟變動上能持續為後代著想。其主要評估工具為永續評估問卷 (SAQ)。內含 7 個主要構面分別為課程、研究與學術成就、運作、教職員發展與獎勵、延伸推廣與服務、學生機會及學校使命、結構與計劃, 其中並涵蓋有 25 個次要構面作為評估指標。Sierra 青年聯盟 (The Sierra Youth Coalition, SYC) 定義永續校園計畫經由學校運作、改進課程及活化校園團體支持去達成社會正義、生態完善與經濟繁榮。其主要評估工具為校園永續評估架構 (Campus Sustainability Assessment Framework, CSAF)。內含 3 個主要構面分別為永續大學政策、永續部門政策、永續起始等, 其中並涵蓋 10 個次要構面作為評估指標。歸納及統整各評估指標如下表 1 說明。

表 1
 永續組織之評量工具及評估指標比較表

永續組織	A. 高等教育永續促進聯盟 (AASHE)	B. 永續未來大學領導人聯盟 (ULSF)	C. Sierra 青年聯盟 (SYC)
評量工具	A. 永續追蹤評估與量測系統 (STARS)	B. 永續評估問卷 (SAQ)	C. 校園永續評估架構 (CSAF)
評估指標	1. 輔助課程教育 2. 課程 3. 研究 4. 建築物 5. 氣候 6. 餐飲服務 7. 能源 8. 生活起居地面管理 9. 採購 10. 運輸 11. 廢棄物 12. 水資源 13. 協調計畫 14. 多元扶助 15. 人力資源 16. 投資 17. 公共參與	1. 課程 2. 研究與獎學金 3. 運作績效： a. 綠色建物 b. 節約能源 c. 廢棄物減量 d. 資源回收 e. 永續食物計畫 f. 水資源保存 g. 永續造景 h. 永續運輸 i. 綠色採購 j. 環境或永續評估 4. 教職員發展與獎勵 5. 推廣與服務 6. 學生機會 7. 施政、願景與計畫	1. 健康與福祉 (娛樂、綠地、醫療) 2. 團體 (性別、弱勢、種族) 3. 知識 (永續、課程、訓練、支出) 4. 管理 (19 政策、財政) 5. 經濟與財富 (借貸、薪資差距、當地採購、環境資) 6. 水資源 (消耗、設備效率、廢水) 7. 物質 (照明、當地食材、廢棄物、回收) 8. 空氣 (室內清新) 9. 能源 (再生、溫室氣體廢氣、共乘運輸、減耗) 10. 土地 (病蟲害整合管理、殺蟲劑)

依上述文獻及上表所提之永續組織對永續之定義及評估構面指標 AASHE 評估永續大學較偏重於教育、環保、規劃及社區參與等指標，對永續期許為人類生態健康、社會正義、人民生計保障與朝向給下一代比較好的未來。ULSF 評估則著眼於教育、服務、獎勵、環保與規劃等指標，對大學永續著重在生態回應、社會正義與經濟變動上能持續為後代著想。SYC 評估則策重於健康、福祉、環保與管理等指標，對永續期許為社會正義、生態完善與經濟繁榮。進一步探討 AASHE 著眼於教育、環境、能源、學校與社會等各面向之評估，ULSF 則側重於教育、環境、及學校面

相做調查,而 SYC 則對健康、社會與能源做指標檢測。考量 ULSF 及 SYC 之評估指標大抵均為 AASHE 所述之指標所涵蓋,基於上述文獻探討彙總以具有相似評估類別為收斂原則。本研究爰歸納上述文獻主構面收斂為生態健康、社會正義、學校生計、及教育未來等四主要構面。另依上述評估指標,本研究亦彙總歸納為生態健康主要構面下,分為空氣維護、病蟲害整合管理、棄物管制、水源管理等 4 個次要構面。社會正義主要構面下,分為扶助弱勢、尊重多元、性別平等、社區參與等 4 個次要構面。學校生計主要構面下,分為健康福祉、生態經濟、永續認證、發展投資等 4 個次要構面。教育未來主要構面下,分為課程教育、計畫管理、環境評估、師資規劃等 4 個次要構面。相關文獻探討整理如下:

一、生態健康

學者將生態健康 (Ecosystem Health) 定義為滿足人類當前及未來所需之價值、使用、產品及服務,並在自然景觀上去保留其生態原有性 (Styers, Chappelka, Marzen, & Somers, 2010)。另有學者也定義生態健康為有能力去維護生物及社會這個有機體並達到合理及永續的人類目標 (Rapport et al., 2013)。可見近年來生態健康一詞,已漸漸地被引用在文獻探討裡,越來越多的環境管理者也把生態健康的保護,當成是環境管理的一個新目標 (Xu, Jorgensen, & Tao, 1999)。因此如何達到一個校園生態完善及校園生態健康的環境,必須要引用一些不同的指標去涵蓋校園生態不同的面向 (Jorgensen, 1997)。本文依前述永續組織收斂生態健康主要構面下分為空氣維護、綠地維持、棄物管制、水源管理等 4 個次要構面 (評估指標) 做說明。

(一) 空氣維護 (Air quality)

加拿大英屬哥倫比亞省政府 (British Columbia [BC], 2013) 將空氣品質一詞簡單定義為圍繞在我們周遭的空氣狀態。由於世界各國產業對能源需求日益增加,此現象促使全球因產業所需之能源短缺,各產油國競相擴大石油開採,近年來學者發現能源開採已經造成地球空氣污染及酸雨現象有愈來愈嚴重之情形 (Godinho, Wolterbeek, Verburg, & Freitas, 2008)。世界衛生組織針對空氣品質危害因素也訂出危險分類指南 (Wong et al.,

2013），因此 Alshuwaikhat 與 Abubakar（2008）認為要帶給人們一個健康的環境必須改善空氣品質，維護良好空氣品質將有助於人類居住環境之生態健康。學校既是教育組織又屬社會之一環，對保護學校人員之健康有責任監控與保護學校空氣品質，確保工作場所與教室有效監測與管理空氣污染物（STARS, 2012）。

（二）病蟲害整合管理（Integrated pest management）

美國環境保護局（United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2013）對於綠地維持解釋為在共同認知下以有效與降低環境敏感性方式對蟲害管理及環境友善的施作行為。Wedding 與 Crawford-Brown（2007）認為綠建築設計對於校園永續有正面之影響，但是 Edgerly-Rooks、Shachter 與 Calder（2013）提出所謂的綠化校園工作，已有愈來愈困難落實在環境研究上之趨勢。Alshuwaikhat 與 Abubakar（2008）認為高等教育機構可以通過實施永續發展管理體系，獲得環境效益與經濟效益。因此，學者認為此整合做法除對校園生活起居作生態管理外，尚須包括作物及植物管理、生物及化學製劑使用管制（Korani, 2012）。其中對校園綠地之蟲害物管控，學校應以生物製劑及環保知識維持綠地做法，取代過去化學製品對土地之施作，有效降低綠地污染及帶給人們更優質之健康環境。

（三）棄物管制（Waste management）

廢棄物管制依東南歐城市與區域環境聯盟（South-East European Federation of Cities and Regions for the Environment [SEEFED], 2013）定義棄物管制為對廢棄物收集、運送、處理、回收丟棄的管理與監管。Alshuwaikhat 與 Abubakar（2008）認為校園永續發展有一極為重要的焦點，此一焦點應策重於大學對全球環境影響之關注。Baldwin 與 Dripps（2012）提出學校之棄物產生與管理代表著學校達成永續目標之另一挑戰。因此當今廢棄物之管理，已意涵著它是緊密的與人類之生態環境及生存健康存在著相關性（Marshall & Farahbakhsh, 2013）。廢棄物管理之策略，其首要目的在倡導人們為擁有生態健康、乾淨環境、土地使用、資源利用及經濟效益（Nemerow, 2009; Wilson, 2007）。惟目前許多學校將有

毒棄物委由私人公司處理之技術, 仍無法完全取信於社會大眾 (Liu, Shih, & Kao, 2011)。此外隨著全球經濟增長, 卻沒做好環境資源管理 (Patel, B. & Patel, P., 2012)。Vega、Benitez 與 Barreto (2008) 認為有必要在學校棄物收集及監測之管理上, 有進一步之管制作為以利生態環境健康。

(四) 水源管理 (Water resource management)

聯合國永續發展十年報告 (The United Nations Decades of Sustainable Development, UNDSO) 指出, 安全的飲用水是人類生活的基本需求, 報告也強調希望在 2015 年將人類無法獲得安全飲用水與基本衛生設施的人數減半的千年發展目標 (STARS, 2012)。學者 Serageldin (2001) 提出上一世紀地球已有約 4 億 5 千萬人飽受缺水之苦。由於氣候變遷所導致長期乾旱及狂風暴雨現象, 已有足夠證據顯示為氣候變遷所導致的水文改變 (The World Bank, 2013)。學者 Plummer、Velaniskis、De Grosbois、Kreutzwiser 與 De Low (2010) 針對地球水資源短缺造成缺水危機之現象, 提出人類應善用雨水及再生水之利用, 學校專家可思考創新策略以保存校園水資源。此一攸關永續之消費用水, 足以影響到現在世界人類生存之所需 (STARS, 2012)。

二、社會正義

哲學家 John Rawls 定義社會正義為每個人都有追求美好生活的自我選擇權, 但也相對要尊重別人同樣有這樣的機會 (Turhan, 2010)。因此基於學校就如同一小型社會, Clugston 與 Calder (1999) 認為要成為一永續大學, 社會正義 (Social justice) 議題在學校裡必不可或缺。由於學校就像是以人為本的社會群體, 我們必須同時考慮到社會正義問題 (Turhan, 2010)。Kusakabe (2013) 指出社會資本的累積, 明顯的將能回歸於社會永續發展之層面裡。本文依前述永續組織收斂社會正義主要構面下分為扶助弱勢、尊重多元、性別平等、社區參與等 4 個次要構面 (評估指標) 做說明。

(一) 扶助弱勢 (Support disadvantaged)

Mayer (2013) 指出弱勢團體 (disadvantaged) 是指無法享有社會資源及難以在社會上自給自足的一群人。Daly (2005) 認為在高等教育機構

中，扶助弱勢群體是屬表彰社會正義工作之一，在永續發展議題上這意味著弱勢群體目前在社會層面上，仍代表著他們是需要被照顧及關懷的一個群體。Barth 與 Rieckmann (2012) 認為學校在這方面的作為仍有很大的落差，最顯著的實例即是表現在教育及工作機會上之平等，這些特定群體無法像一般人一樣有屬於自己的生涯規劃。此外 STARS (2012) 指出環境保護、社會正義及生態健康相關之永續文獻都提出實施社會正義將有助於經濟繁榮。Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 也認為大學校園推動永續工作之社會責任，應該對殘疾及特殊健康需求之人士，在教育、飲食、住屋及日常生活上加以重視。

(二) 尊重多元 (Diversity culture)

聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2013) 定義文化為社會群體所需之知識、信仰、藝術、道德、法律及風俗習慣皆稱之。Daly (2005) 認為少數族群與貧窮二者經常扮演了一個高度的相關性，此高度相關性也導致社會經濟衰退及違背各種社會競爭機會的發生。Abrums (2004) 認為種族偏見是由權力偏差所驅使，少數族群既然較難取得社會權勢，相對的容易被社會邊緣化而變成不被接受的團體，進而在社會產生種族歧視等不公平之情事。Lancellotti (2008) 提出美國是一個逐漸走向多元文化的國家，它們體認社會正義之重要性，因此極力提升多元文化的競爭力。Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 也認為大學應促進永續相關的人類尊嚴、平等、和平、正義、實質安全、人權及健康福祉做出貢獻。

(三) 性別平等 (Gender equity)

聯合國法律事務組織 (United Nations Rule of Law [UNRL], 2013) 認為強化性別平等及認知可達成聯合國永續和平、安全、人權保護及永續經濟與社會發展的目標。基於此一目標，Aikman 與 Unterhalter (2005) 認為男女平權主義係針對男女性在教育及社會各層面上都能平等對待，其目的主要在促進社會公平與人類福祉。其他學者如 Bajaj、DeJaeghere、Lee、Murphy-Graham、Shah 與 Maslak 也都認為男女平權議題是很重要的，學者們主張應探討學校性別平等的現行作法 (Chisamy, DeJaeghere, Kendall, & Khan, 2012)。因此 Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 認為大學校園既

負有推動永續工作之社會責任，對於性別平等工作應予與落實。Daly (2005) 認為女性的地位表現在教育平等及工作機會上，目前仍存有與男性不同待遇的落差。因此大學校園既承擔推動永續工作之社會責任，自應為性別平等工作做出努力，戮力於永續校園中落實性別平等做法。

(四) 社區參與 (Public engagement)

聯合國經濟社會事務部 (Department of Economic and Social Affairs [DESA], 2013) 指出良好的公共參與可強化對公共政策之影響及扶助永續的公平、社會正義及經濟成長。Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 認為學校提供社區專案服務及提高社區參與認知，是大學校園推動永續工作之社會責任，大學應為當地社區善盡提高環境保護責任之認知及行為。Dao、Langella 與 Carbo (2011) 認為學校在活動的參與上將能正向影響環境與社會。Clugston 與 Calder (1999) 提出學校在各種活動設計上的執行成效與結果，可被視為執行研究上的重要活動傳播。Fall (2006) 認為學校在永續上的公共參與，將使大學校園社會正義更加得以彰顯。Turhan (2010) 也認為教育系統應採用必須履行教育於社區團體之理論，今天社區參與議題若能落實於學校教育，將可促進社會經濟平衡之正向影響。

三、學校生計

基於生計保障 (Secured livelihoods) 的觀念已廣泛地被運用在人民生活及福祉之影響分析中 (Xu, Kang, & Jiang, 2012)，尤其是在永續發展議題上，學校既屬小型社會且為推動永續發展工作及肩負教育重責大任之機構，學校更應為全體教職員生之健康福祉做考量。執行永續發展生態經濟，落實永續發展認證工作，進而對教職員生之福利與利益預做規劃，此舉將有助於奠定永續大學推動永續發展工作之基礎。本文依前述永續組織收斂學校生計主要構面下分為健康福祉、生態經濟、永續認證、發展投資等 4 個次要構面 (評估指標) 做說明。

(一) 健康福祉 (Health and safety)

Kalejaiye (2013) 定義健康福祉為跨領域的對人們工作上的安全及健康做出保護並且確保人們應得之福祉。Saleh、Kamarulzaman、Hashim 與 Hashim (2011) 指出眾所周知要帶給社會大眾更好的福祉，實施永續發展

是其目的之一。Dahl 與 van der Wel (2013) 認為依近代文獻統計指出，有關社會福利及健康照護議題上，較少文獻之探討有發現福利制度及健康福祉不公平之結論。同時 Fritzell 與 Lundberg (2007) 與 Lundberg、Yngwe、Stjärne、Björk 與 Fritzell (2008) 也認為社會對經濟環境不景氣下及失婚或單親家庭，提供社會福利資源之協助，將有助於保障人民生計、促進人們健康及增進社會福祉之做法。除此之外，Ferreira 與 Gallagher (2010) 認為提供健康福祉配套措施對永續發展實施是合適的。因此 STARS (2012) 提出學校提供教職員工生健康服務，提升師生員工健康福祉，增進教職員工健康福利，進而將三者落實於永續大學校園中實施，實為校園生計面向之重要工作指標。

(二) 生態經濟 (Ecosystem economics)

策略永續組織 (Strategic Sustainability Institute 2030 [SSI], 2013) 定義生態經濟是一個不斷增長的跨學科領域，其目的是改善與擴大經濟理論來整合地球自然生態系統、人的價值與人類的健康與福祉。Shi (2004) 也提出生態經濟是由特別的社會、經濟、政治及文化內涵演化而來。演化後的生態經濟一詞，已從限縮經濟層面成長到思考永續發展階層，並且聚焦在有關天然資源缺乏之議題上 (Hussen, 2000)。因此學校在推行生態經濟最明顯的實例即是表現在能源節約上之綠建築設計 (Kalkan et al., 2011)。Costanza、Low、Ostrom 與 Wilson (2001) 也指出永續是需要明確的去瞭解人們與學校在生態上的互動。學校在考量生態經濟發展之面向下，實施能源有效運用、廢棄物減量及資源再利用，依此做法長期將能平衡環境與社會之負擔，並帶來長期經濟獲益 (Dao et al., 2011)。

(三) 永續認證 (Trademark licensing)

美國專利商標局 (The United States Patent and Trademark Office [USPTO], 2013) 定義認證 (Trademark licensing) 為以一字、片語、符號或一種設計，其目的是要區隔自己與他人有不同之來源。Colbert 與 Kurucz (2007) 指出對環境管理及永續發展進行創新與改進策略，除可廣泛的在社會上獲得永續競爭之優勢外，並可實現永續發展之價值。Sandner 與 Block (2011) 舉例以商標認證對產業來說，並未被考量在評估經濟價值

的無形資產裡，而專利卻能正規且擴大應用在產業。STARS (2012) 提出推行生態標章認證逐漸的被視為環境保護規範之一。Besen 與 Raskind (1991) 也認為商標是品牌的重要保護，也是產品的重要確認，更是生意區別的競爭力。此外 Hall、Thoma 與 Torrasi (2013) 提出應發展商標合作以增進價值指標之論點，基於此價值指標認定之論點，永續的認證工作，是永續大學在學校生計指標裡相當重要之一環。

(四) 發展投資 (Positive sustainability investments)

Wals (2009) 與 Wright 與 Pullen (2007) 提到人類目前正面臨一系列的全球社會、經濟、文化與生態的變化，對這些影響永續的變化我們必須加以認識及實踐投資在有效的永續發展領域。Saleh、Kamarulzaman、Hashim 與 Hashim (2011) 人都認為永續應包括帶給人類更好的利益為前提，而永續校園初始建立即應考量各面向因素。同時學者 Ferreira 與 Gallagher (2010) 認為合宜的薪資調高計畫及人員晉升計畫也應納入永續環節的考量。總之，Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 認為經由學校研究發展部門之投資考量，學校可從事再生能源研發、乾淨食品製造等研究工作，經由此研究發展投資，大學可更有效率的處理環境及社會問題，以提升永續相關工作。

四、教育未來

1996 年聯合國在塔樂裡宣言裡指出，永續大學必須宣示並簽署有關學校永續未來之重要行動公約 (Clugston & Calder, 1999)。因此永續大學在實質上不僅僅只是對現有的環境、經濟或社會面向做改善及努力，未來相關實務工作 (Future performance) 更是值得學校教育機構做進一步省思。Opschoor 與 Reijnders (1991) 指出永續發展指標不僅是現象描述，更應是現在與未來的規劃評量指標。本文依前述永續組織收斂教育未來主要構面下分為課程教育、計畫管理、環境評估、師資規劃等 4 個次要構面 (評估指標) 做說明。

(一) 課程教育 (Sustainable curriculum education)

Barth 與 Rieckmann (2012) 指出現今很多大學已經逐漸重視有關永續發展之議題，並且在學校實施永續相關課程之教育。因此學校責無旁貸

應負起永續教育課程施行之責任。STARS (2012) 也指出學校應對新進教職員工工作永續發展課程教育，永續課程教育除可強化永續發展議題之建立，並且能將永續發展當作校園文化的一部分。Barth 與 Rieckmann (2012) 與 Fadeeva 與 Mochizuki (2010) 都認為高等教育機構在執行永續發展課程教育時，學校必須給予學生有未來規劃及具世界觀之競爭力。而此具有規劃未來競爭力之提升，將有助於面對未來永續發展之挑戰。

(二) 計畫管理 (Planning and management)

對於永續發展之計畫管理，Hegarty (2008) 認為教育永續發展的學習過程中，不僅要依靠學校工作人員的能力，更需要有創新的教學與學習的意願。Dao、Langella 與 Carbo (2011) 指出社會應與環境目標做適度平衡之做法，做好平衡工作依長期觀點評估，此永續管理將會給人類帶來最大之利益。Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 也認為有計劃的執行永續管理工作，將可使高等教育機構獲致環境及經濟利益。因此為了增進環境計畫管理，學校有必要執行創新做法及策略運用，在永續環節上去獲取競爭優勢，並帶給社會大眾永續之價值 (Colbert & Kurucz, 2007)。

(三) 環境評估 (Environmental audits)

Velazquez、Munguia 與 Ojeda (2012) 指出美國許多大學在永續發展之環境保護及環境管理作為上，已經在學校環境管理系統中，採行 ISO 14001 世界標準之法規評估做法。歐州國家有許多大學也已嚴謹的執行 ISO 14001 標準法規之認證評估 (Sammalisto & Brorson, 2008)。而 Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 也指出歐洲早在 1993 年即已針對環境管理做法，提出環境管理監測系統 (EMAS)。但是基於永續發展議題建構的基礎上，學校也應建立學生在永續發展評估上的素養 (STARS, 2012)，此評估所包含的環境面向實施，不僅可以幫助學校評估永續發展教育的成功與發展，更可以提高定期評估永續發展之實際效益。因此，著眼永續教育未來面向，大學之永續發展工作，應將環境評估做法列為永續發展之基礎工作。

(四) 師資規劃 (Educators program)

對於永續發展之師資規劃，Hegarty (2008) 指出永續發展教育的過程裡，教師、設備及教學意願，必須要以創新的思維及做法去支持學校的

教學與訓練, 因此師資在學校裡是扮演一個重要的角色 (Ceulemans & De Prins, 2010)。Barth 與 Rieckmann (2012) 也指出雖然大學已經有永續發展課程教育, 但是對於師資之養成培訓及規劃運用也僅處於萌芽階段。STARS (2012) 也強調永續組織機構的工作人員, 包含學生與研究人員應適時得到永續性課程研究開發的獎勵。因此 Alshuwaikhat 與 Abubakar (2008) 指出若大學有充分的專業教學及發展能力, 將可利用師資規劃策略有效的扮演及連結環境永續的角色。

本研究依上述文獻對四主要構面有關生態健康、社會正義、學校生計及教育未來與其次要構面之說明作研究基礎, 綜整探討我國高等教育機構為永續發展所推動永續工作之範疇, 冀予量測出永續大學重要之評估指標。

參、研究方法

基於評估指標為複雜多準則問題, 要解決複雜的多層級結構決策問題可由層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 來處理 (Saaty, 1977)。AHP 運用一系列簡單成對比較與排序方式同時處理質與量的資訊, 可幫助決策者做出最佳決策評選。然而層級分析法雖廣為學術界及產業界所運用, 但是人類在評選思維上仍存有判斷之模糊性, 此模糊性將會影響評選之主觀判斷。為排除影響評選指標之模糊性, Buckley (1985) 將模糊集合理論導入傳統 AHP 方法上, 解決了評選模糊性之缺點, 演化成為模糊層級分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP), 本文採用傳統的二階段作法, 即先進行模糊集合 (fuzzy set) 分析再作層級分析法 (AHP)。基於當今對永續大學指標之評選甚少以 AHP 做進一步之分析, 因此本文對永續大學指標評選採用群體決策做基礎, 並用 FAHP 分析法做修正探討。

一、研究架構

本研究相關國外永續組織對永續大學之評量工具及評估指標, 參考德爾非法 (Delphi Method) 分由我國產業、政府、學術及研究領域等共 4 位專家

先行將指標歸類為 4 大類並給與命名，再由另 4 位專家對所歸類之指標依主構面及次構面做出綜整，另彙整前述文獻建構初探式研究架構對永續大學評估指標概歸分為四大構面為：生態健康、社會正義、學校生計、及教育未來。各主要構面及其下分之相關評估指標組成層級架構如圖 1 說明。

二、指標建構

本研究將文獻探討歸納為主要構面及評估指標，運用模糊層級分析法對專家問卷結果做臺灣地區永續大學指標評選之探討，並採用傳統的二階段作法，即先進行 fuzzy set 分析再作 AHP。研究之層級模式共分三層，第一階層為欲達成目標，即為永續大學指標之評選；第二階層為「生態健康」、「社會正義」、「學校生計」與「教育未來」四主要構面；第三階層是各主要構面內之次準則共 16 個評估指標。分別為生態健康主要構面下分為空氣維護、綠地維持、棄物管制、水源管理等 4 個評估指標。社會正義主要構面下分為扶助弱勢、尊重多元、性別平等、社區參與等 4 個評估指標。學校生計主要構面下分為健康福祉、生態經濟、永續認證、發展投資等 4 個評估指標。教育未來主要構面下分為課程教育、計畫管理、環境評估、師資規劃等 4 個評估指標。各階層意涵說明如表 2 至 3。

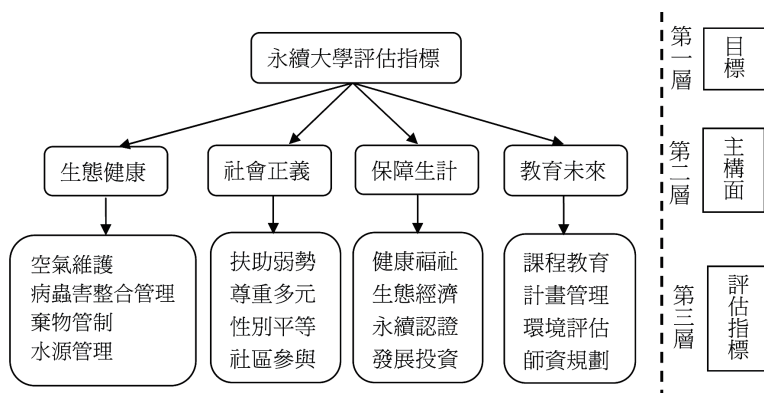


圖 1 永續大學評估指標研究架構圖

表2
 永續大學評估主構面說明表

構面	說明
生態健康	滿足人類當前及未來所需之價值、使用、產品及服務，並在自然景觀上去保留其生態原有性。
社會正義	每個人都有追求美好生活的自我選擇權，但也相對要尊重別人同樣有這樣的機會。
學校生計	為學校教職員生之健康福祉做考量，落實永續發展認證工作，將有助於學校推動永續發展工作。
教育未來	學校實質上不僅僅只是對現有的環境、經濟或社會面向做改善及教育，還應對永續未來做努力。

表3
 各評估指標說明表

構面	評估指標	說明
生態健康	空氣維護	指標維護與人類生活之生態健康有重大之影響。
	病蟲害整合管理	對人類生活之大地與環境生態之變遷有極為正向之影響。
	棄物管制	指標與環境生態改變及人類身心健康之影響有重大之關係。
	水源管理	對氣候變遷影響下攸關生態健康必須妥適做好水資源管理事宜。
社會正義	扶助弱勢	基於公平正義之原則及順應濟弱扶傾之國情必須注重弱勢團體。
	尊重多元	為求促進族群融合及社會祥和對多元化需採尊重及兼顧之政策。
	性別平等	接軌國際化之性別平等政策推行性別之工作福利及各項平等措施。
學校生計	社區參與	落實於社區組織及相關團體有助於社會永續發展之推動與落實。
	健康福祉	為謀國民身心健康及社會大眾福祉做優先保障生計之考量。
	生態經濟	著重自然生態為前提之經濟繁榮為永續發展之實務規劃。
	永續認證	為保障人民基本福祉及社會經濟所做永續實務推行之認證。
教育未來	發展投資	為求永續實務之推動採行相關永續發展之投資以求人民生計保障。
	課程教育	對於現有教育課程實施之落實性及前瞻性做好先期規劃。
	計畫管理	對於永續發展的進程、中程、遠程目標做計劃執行與考核。
	環境評估	依全球氣候變遷之衝擊事先做生態損害管控及健康危害報告。
	師資規劃	預擬永續教育師資培訓之規劃早期推動永續發展之教育。

三、問卷設計及對象

本問卷以研究架構為主軸，問卷內容以 Saaty 於 1980 年提出之成對比較評量尺度分別以九個尺度來表示，再根據整理之各主要構面操作性定義發展問卷內容。問卷設計依層級分析法（AHP）之設計為基礎結合模糊語意做問卷修定，統計分析則應用模糊層級分析法（FAHP）做結果探討。問卷抽樣過程事先透過電子郵件及電話與專家連絡，再徵詢專家填答意願並以能親自拜訪方式，聯絡受訪專家完成問卷填答。問卷發放對象共計發出 66 份，以臺灣地區高等教育機構中，各大學推動永續相關作為之教授學者為主發出 21 份，產業界專家受訪以臺灣高科技產業中，高階主管實際負責相關職務為主發出 15 份，政府機關專家以教育、環保及衛生福利之中央單位任職之專家為主發出 15 份，研究單位以中央研究、工業研究、經濟研究及衛生福利研究單位服務之專家為主發出 15 份。實際填答問卷計產業界 10 份，填答率為 66.7%，政府單位 9 份，填答率為 60%，學術界 12 份，填答率為 57.1%，研究界 10 份，填答率為 66.7%。問卷總填答 41 份，總填答率為 66.1%，實際填答及填答率係扣除專家無適當時間面訪填答計算。經檢視專家填答問卷內容，除 4 份問卷填答不完整外，其餘皆屬有效問卷計 37 份。

四、模糊層級分析方法

模糊層級分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）是結合層級分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）與模糊理論（Fuzzy Theory）而成的一種多準則決策方法。FAHP 主要特點是能將 AHP 使用的非模糊語意變數轉換成具有模糊性質的隸屬函數（Membership function）。本文以模糊理論結合層級分析法，做為研究多準則決策問題的依據。有關模糊數之選取與運算，Buckley（1985）提出梯型模糊數（Trapezoidal Fuzzy Number）以及幾何平均法（Geometric Mean Method）可以求算模糊權重。

本研究為簡化模糊數運算，選取三角模糊數來表示模糊語意與整合專家之意見（Laarhoven & Pedryce, 1983）。三角模糊數的應用係假設一模糊數為 $A = (a, b, c)$ ， b 點所代表的專家意見隸屬函數值為最大； a 與 c 點代表模糊數的下界及上界，其 a 與 c 點區間愈小則表示模糊數本身的模糊

特性愈低；反之，若 a 與 c 點區間愈大則模糊性愈高；模糊隸屬函數可將之定義為：

$$\mu(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (x-c)/(b-c), & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

而模糊層級分析法 (FAHP) 與傳統層級分析法 (AHP) 之執行步驟大致相同，所不同之處即在於 FAHP 須要由專家設定模糊語意值 (0~9)，再由分析方法解模糊化與正規化作結果分析。本研究採用模糊語意層級分析法，針對專家問卷資料做設計，問卷填答以永續大學關鍵性準則之相對重要程度用五種不同水準 (同等重要、稍微重要、普通重要、極重要、絕對重要)，定義其範圍 (範圍介於 1~9)。另考量以三角模糊數的應用 (Buckley, 1985) 使用梯形模糊數，為了簡化運算，將梯形模糊數簡化為三角模糊數，以三角模糊數來表示與整合專家意見，研究中所採用之模糊語意尺度為九點尺度。

本研究資料處理與分析步驟說明如下：

(一) 建立成對比較矩陣

成對比較矩陣為在同一層級屬性中，填答專家 (決策者) 對兩個屬性之間相對重要性的判斷。透過專家填答問卷調查結果，去建立成對比較矩陣，如下圖 2 所示。

$$F = \begin{bmatrix} 1 & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & 1 & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

圖 2 成對比較矩陣

(二) 計算權重向量

本研究使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後，再利用算術平均數得到各層級準則之權重，藉以判斷層級各要素之相對重要

性，分析另依所有受訪者的填答資料先用算術平均數求出個人的權重再整合所有權重。依 Buckley (1985) 的研究指出，計算模糊權重時，以列向量幾何平均法來操作，除了可以得到模糊正倒值矩陣的模糊權重外，更可達到正規化的目的。其模糊權重值 W_i 計算公式如下：

$$\tilde{Z}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{iN})^{1/N}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i \otimes (\tilde{Z}_1 \otimes \tilde{Z}_2 \otimes \dots \otimes \tilde{Z}_N)^{-1}$ ，其中

\tilde{Z}_i : 三角模糊數之幾何平均數

\tilde{a}_{ij} : 模糊正倒值矩陣中第 i 列第 j 行之三角模糊數

\tilde{W}_i : 模糊正倒值矩陣中每一列之模糊權重值

(三) 一致性檢定

Saaty 所提出之傳統 AHP 法，其資料分析所得到的結果，即為模糊 AHP 法中的 M_{ij} 所運算的結果。因此，可以計算出 Saaty 所提之一致性指標 (Consistency Index, C.I.)，當使用 M_{ij} 所算出之 C.I. 值符合一致性檢定的要求 (C.I. ≤ 0.1) 時，可以推論模糊 AHP 所計算出的結果也具一致性。本研究一致性分析方式為先彙總全部樣本對各指標的評定值，再計算權重值與 CR 值，求取個別 CI 值與 CR 值之平均數做統計。有關計算方式說明如下：

1. 一致性指標：

對各要素間權重判斷的一致性情形，可先求一致性指標 (Consistency Index, C.I.)，其做法如公式(3)所示。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

其中， n 為層級因素個數， λ_{\max} 為評估者所建立比較矩陣之特徵值。

2. 隨機指標：

其次對照隨機指標值 (Random Index, R.I.)，此值可藉由表 4 獲得 (Saaty, 1980)。

表 4
 隨機指標值 (R.I.) 對照表

層級因素總數	1	2	3	4	5	6	7
R.I.值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32

資料來源：Saaty (1980)

3. 一致性比率：

一致性比率 (C.R.) 做法如公式(4)所示。

$$CR = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (4)$$

若 $C.R. < 0.1$ ，則表示決策者所做之判斷結果具有一致性。

4. 模糊矩陣一致性檢定：

計算整體一致性指標 (C.I.H.) 與一致性比率 (C.R.H.)，以瞭解決策者在整體層級間之判斷是否也具有一致性，若 $C.R.H. < 0.1$ 則是可以接受的一致性程度，計算方式如公式(5)~(7)所示。

$$C.I.H. = \Sigma (\text{每一層級的優先向量}) \times (\text{每一層級 C.I.值}) \quad (5)$$

$$R.I.H. = \Sigma (\text{每一層級的優先向量}) \times (\text{每一層級 R.I.值}) \quad (6)$$

$$C.R.H. = \frac{C.I.H.}{R.I.H.} \quad (7)$$

5. 解模糊化

本研究以重心法解模糊化，其原因為簡單且實務與無須加入決策者之個人偏好。當權重之三角模糊數為 $\tilde{A}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, R_{ij})$ 時，其解模糊權重值的計算公式如下：

$$DF_{ij} = \frac{a+b+c}{3} \quad (8)$$

a, b, c ；分別為三角模糊樹中之下限 (l)、中間 (m)、上限 (u) 值。

6. 正規化

為方便比較各因素的重要性，故需將解模糊之權重值進行正規化過程，正規化權重值 NW_i 的計算公式如下所示：

$$NW_i = \frac{dF_{ij}}{\sum dF_{ij}} \quad (9)$$

7. 層級串聯及因素排列

層級串聯方法是將最下一層因素 k 的權重乘以上一層相關因素之權重，一路往上一層級進行運算，當乘至第一層目標後，所得之百分比，即是此因素 i 之整體權重值。依此因素整體權重值大小排序，最後重要因素排序即完成，整個因素層級便能確立。

$$NW_k = NW_i * NW_{ij} * NW_{ijk} \quad (10)$$

i, j, k 在本研究中分別代表目標、主構面、次構面。

肆、結果與分析

本研究整體樣本平均一致性指標值 CIH 為 0.0064，整層級隨機指標值 RIH 為 1.6206，最後求算出整層級之一致性比率值 CRH 為 0.0039 小於 0.1，此分析結果表本研究之專家填答資料具有一致性（鄧振源、曾國雄，1989）。為方便比較各因素的重要性，本文依前節所述解模糊化說明將解模糊之權重值先行正規化處理。

一、樣本資料分析

回收 37 份有效問卷中，男性填答人為 30 人，女性填答人為 7 人，專家年齡分布以 41 ~ 50 歲占 18 人為最多，51 ~ 60 歲為 11 人居次。任職單位於公民營企業為 10 人，政府單位為 7 人，學術機構為 12 人，技術研發單位為 8 人。專家擔任現職時間皆為 5 年以上，其中任職 16 年以上有 20 人。職務分佈除專家擔任教職及研發人員外，合計 17 人擔任政府或產業之中高階主管。相關受訪專家基本資料分析如表 5。

表 5
 受訪者基本資料分析表 (單位: 人)

1. 性別	男	30	81%	4. 任職時間	5~10 年	10	27%
	女	7	19%		11~15 年	7	19%
2. 年齡	31~40 歲	8	21.6%	16~20 年	9	24.3%	
	41~50 歲	18	48.6%	21~25 年	8	21.6%	
	51~60 歲	11	29.8%	26 年以上	3	8.1%	
3. 任職單位	公民營企業	5	13.5%	5. 職務內容	高階主管	6	16.2%
	技術研發機構	5	13.5%		中階主管	11	29.8%
	學術研究機構	20	54.1%		研發人員	4	10.7%
	政府單位	7	18.9%		教職員	9	24.3%
	其他	0	0%		其他	7	19%

二、實證分析

本研究將第一層目標層下分之第二層主要構面層及第三層評估指標層, 依次分析結果說明如下:

(一) 主要構面 FAHP 結果分析

本研究首先針對第二階層之「生態健康」、「社會正義」、「學校生計」與「教育未來」等四主要構面, 透過專家填答問卷調查的結果, 建立成對比較矩陣。使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後, 再用算術平均數得到各層級準則之權重, 其結果如表 6 所說明, 教育未來為最重要, 其次依序為生態健康、學校生計及社會正義。

一致性檢定分析中, 「生態健康」、「社會正義」、「學校生計」與「教育未來」等四大構面權重數值之平均值 λ_{\max} 為 4.0079, 一致性指標 $CI = 0.0026$, 一致性比率 $C.R. = 0.0029$, 主要構面間權重判斷具有一致性, 教育未來權重顯示其為較重要之主構面。

(二) 評估指標 FAHP 結果分析

研究中四主要構面下之評估指標標模糊數權重分析表 (表 7) 及結果分析如下:

1. 生態健康主要構面下之評估指標結果分析

依第三階層之「生態健康」主要構面下 4 個評估指標, 使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後, 再利用算術平均數得到各層級

準則之權重，其結果如表 7 所說明，水源管理為最重要，其次依序為棄物管制、綠地維持及空氣維護。一致性檢定分析中，4 個評估指標權重數值之平均值 λ_{\max} 為 4.0182，一致性指標 $CI = 0.0061$ ，一致性比率 $C.R. = 0.0067$ ，評估指標間權重判斷具有一致性，水源管理權重顯示其為生態健康主要構面下較重要之評估指標。

表 6
四主要構面模糊數權重分析表

評估指標	模糊數權重值	主構面整體權重值	權重排序
生態健康	0.3106	0.3492	2
社會正義	0.1859	0.1960	3
學校生計	0.1767	0.1870	4
教育未來	0.3268	0.3642	1

表 7
四主要構面下之評估指標模糊數權重分析表

構面	評估指標	模糊數權重	次構面權重值	整體權重值	權重排序
生態健康	空氣維護	0.1648	0.1816	0.0515	4
	病蟲害整合管理	0.2505	0.2706	0.0769	3
	棄物管制	0.2875	0.3297	0.0894	2
	水源管理	0.2973	0.3402	0.0926	1
社會正義	扶助弱勢	0.3580	0.4081	0.0661	1
	尊重多元	0.2780	0.3130	0.0518	2
	性別平等	0.1480	0.1560	0.0276	4
學校生計	社區參與	0.2160	0.2299	0.0399	3
	健康福祉	0.3431	0.3901	0.0602	1
	生態經濟	0.2934	0.3439	0.0520	2
	永續認證	0.1431	0.1569	0.0513	4
教育未來	發展投資	0.2204	0.2450	0.0390	3
	課程教育	0.2610	0.2791	0.0853	2
	計劃管理	0.2354	0.2497	0.0767	3
	環境評估	0.2009	0.2114	0.0658	4
	師資規劃	0.3027	0.3418	0.0998	1

2. 社會正義主要構面下之評估指標結果分析

依第三階層之「社會正義」主要構面下 4 個評估指標, 使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後, 再利用算術平均數得到各層級準則之權重, 其結果如表 7 所說明, 扶助弱勢為最重要, 其次依序為尊重多元、性別平等及社區參與。一致性檢定分析中, 4 個評估指標權重數值之平均值 λ_{\max} 為 4.0073, 一致性指標 $CI = 0.0024$, 一致性比率 $C.R. = 0.0027$, 評估指標間權重判斷具有一致性, 扶助弱勢權重顯示其為社會正義主要構面下較重要之評估指標。

3. 學校生計主要構面下之評估指標結果分析

依第三階層之「學校生計」主要構面下 4 個評估指標, 使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後, 再用算術平均數得到各層級準則之權重, 其結果如表 7 所說明, 健康福祉為最重要, 其次依序為生態經濟、永續認證及發展投資。一致性檢定分析中, 4 個評估指標權重數值之平均值 λ_{\max} 為 4.0024, 一致性指標 $CI = 0.0008$, 一致性比率 $C.R. = 0.0009$, 評估指標間權重判斷具有一致性, 健康福祉權重顯示其為學校生計主要構面下較重要之評估指標。

4. 教育未來主要構面下之評估指標結果分析

依第三階層之「教育未來」主要構面下 4 個評估指標, 使用向量平均值標準化法將原始成對比較矩陣標準化後, 再利用算術平均數得到各層級準則之權重, 其結果如表 7 所說明, 師資規劃為最重要, 其次依序為課程教育、環境評估及計劃管理。一致性檢定分析中, 4 個評估指標權重數值之平均值 λ_{\max} 為 4.0119, 一致性指標 $CI = 0.0040$, 一致性比率 $C.R. = 0.0044$, 評估指標間權重判斷具有一致性, 師資規劃權重顯示其為教育未來主要構面下較重要之評估指標。

三、結果討論

本研究顯示, 四主要構面模糊數權重排序結果, 教育未來標準化權重 0.3268 為最高, 其次依序為生態健康 0.3106、社會正義 0.1859 及學校生計 0.1767。由此可見, 學校實質上不僅僅只是對現有的環境、經濟或社會面向做改善及教育, 還應對永續未來做出努力, 此符合國際社會對教育未

來議題之重視。其次，隨著全球氣候劇烈之變遷，各國也對自然生態之健康逐漸加以重視，本文結果亦顯示其重要性排序居次。對於社會正義面向，由於各國風俗國情有異，法律制定亦有不同，人們認知或有落差，落實執行或有困難，因此社會正義面向重要性排序在居次。有關學校生計構面，為考量教職員生之健康福祉，落實永續發展認證工作，學校亦須認知相關作法將有助於學校推動永續發展之努力。

研究亦顯示，生態健康主要構面下之評估指標經模糊數權重排序結果，水源管理 0.2973 為最高，其次依序為棄物管制 0.2875、病蟲害整合管理 0.2505 及空氣維護 0.1648。臺灣近幾年來飽受乾旱或水患之苦，因此乾旱季節缺水問題日益嚴重，雨季及颱風季節來臨又造成四處淹水及土石橫流之環境變異現象。本研究結果顯示水源管理排序居首，也呼應聯合國永續發展十年報告（UNSD）指出，安全的飲用水是人類生活的基本需求，及學者 Serageldin（2001）提出上一世紀地球已有約 4 億 5 千萬人飽受缺水之苦。由於氣候變遷所導致長期乾旱及狂風暴雨現象，已有足夠證據顯示為氣候變遷所導致的水文改變（The World Bank, 2013）。因此，永續大學在水源管理指標上應有節水及廢水再利用之正面思維與管理作法。而廢棄物管制工作是每一鄉鎮市每日之例行性做法，亦是人們普遍認知之最基本環境保護事項，因此重要性排序居次。而病蟲害整合管理與空氣品質維護或因尚無立即性衝擊或危害，於生態健康主要構面下之重要性排序分別居後。

社會正義主要構面下之評估指標經模糊數權重排序結果，扶助弱勢 0.3580 為最高，其次依序為尊重多元 0.2780、社區參與 0.2160 及性別平等 0.1480。臺灣官方早期即成立有社福部門，職司社會弱勢扶助工作，民間亦有公益慈善團體，加入救濟扶助之工作。此結果亦呼應 Barth 與 Rieckmann（2012）認為學校在這方面的作為仍有很大的落差，因此研究顯示其重要性排序於整體社會正義之彰顯應列為首要地位。而近幾年臺灣對地球村之概念也有認知，加上臺灣近年來各國移民來臺之新住民已有增加之趨勢。因此，尊重多元文化乃為社會正義面向中，日益重要之行為與認知。對於社區參與面向，國人在教育上雖然也做出努力，惟實際工作仍仰賴於社區組織及相關民間團體之推動與執行。有關性別平等議題，臺灣

雖已開展教育工作或律法制訂, 但實際執行層面仍因國情風俗所限, 尚無法全面落實於實際層面之執行。故性別平等與社區參與之重要性排序仍居於後。

學校生計主要構面下之評估指標經模糊數權重排序結果, 健康福祉為 0.3431 最高, 其次依序為生態經濟 0.2934、發展投資 0.2204 及永續認證 0.1431。此呼應學者指出要帶給社會大眾更好的健康福祉, 這是實施永續的主要目的之一 (Saleh, Kamarulzaman, Hashim, & Hashim, 2011), 永續校園必須朝向健康福祉做為努力之目標。確切的說, 學校提供教職員生健康服務, 提升師生員工健康福祉, 增進教職員工健康福利。在考量生態經濟指標下, 實施能源有效運用、棄物減量及資源再利用, 將能平衡環境與社會施做, 並長期帶來經濟獲益 (Dao, Langella, & Carbo, 2011)。同時 Ferreira 與 Gallagher (2010) 認為合宜的薪資計畫及人員晉升計畫也是永續發展應考量的環節, 而推行永續的認證標章工作, 除了能提高永續發展的認知外, 更能擴大環境保護之周邊效益。惟學校為考量預算編列之優先性及整體層面執行之效益性, 發展投資及永續認證二者面向, 其重要性排序仍被列於後。

教育未來主要構面下之評估指標經模糊數權重排序結果, 師資規劃為 0.3027 最高, 其次依序為課程教育 0.2610、計劃管理 0.2354 及環境評估 0.2009。Hegarty (2008) 指出永續發展教育的過程裡, 教師、設備及教學意願必須要支持學校的教學與訓練, 因此師資在學校裡是扮演一個重要的角色 (Ceulemans & De Prins, 2010), 此項論點呼應本研究結果指出師資規劃為教育未來構面中最重要之指標。有了良好之師資規劃也應善用課程教育, 此呼應學者 Barth 與 Rieckmann (2012) 指出, 很多大學已經開設相關永續課程之教育。對計劃與管理評估指標因屬常規之例行工作, 此評估指標重要性排序列為再次。至於環境評估指標而言, 學校考量技術層面或尚無法全面做生態損害管控及健康危害報告, 其整體排序列為較後。

伍、結論與建議

一、結論

本研究由文獻蒐集及專家評選建立研究層級架構, 並以模糊層級分析法對永續大學評估指標建立模糊數及模糊權重, 此方法較傳統層級分析法

精確，且已多見於其他研究中。文中四主要構面經由文獻探討美國高等教育永續促進聯盟（AASHE）、永續未來大學領導人聯盟（ULSF）及加拿大 Sierra 青年聯盟（SYC）所定

評估指標為依據，採 AASHE 教育、環境、能源、學校與社會等各面向之評估指標大抵涵蓋 ULSF 及 SYC 所述，依文獻探討彙總以具有相似評估類別為原則。收斂歸納為生態健康、社會正義、學校生計、及教育未來等四主要構面。

研究發現基於聯合國對永續發展所提出之願景、世界會議中對大學永續發展之宣示及各國體察大學永續發展重要性之做法，臺灣高等教育機構在推動永續發展之主要構面中，以推動教育未來最為重要。永續大學必須宣示並簽署有關學校永續未來之重要行動公約，永續大學之運作應考量未來之規劃管理，並做好務實之教育工作。學校不僅應對現有的環境、經濟或社會面向做好改善及教育工作，還應對永續未來做出努力。對自然生態之健康必須加以重視，也須考量教職員生之健康福祉，落實永續發展認證工作，務實規劃生態經濟及加強永續發展投資事項。

生態健康應首重水源管理，水源管理除應由政府階層做政策性管理規劃外，永續大學也應納為永續教育課程施作與評核，而廢棄物管制對環境生態改變及人類身心健康也有重大之影響。其次本研究顯示扶助弱勢為社會正義之彰顯，且應列為最重要關注之議題，扶助弱勢除了是人性本善之表現亦是整體社會正義之表彰。至於社會中要如何尊重多元文化乃為社會正義中日益重要之認知與課題。有關性別平等議題，實際執行層面仍因民情習性所限，尚無法全面落實於實際層面之執行。

研究發現學校應積極提供教職員生之健康服務，並且提升師生員工之利益福祉，適時合宜的提升教職員薪資計畫及獎勵人員晉升計畫，也有助於強化學校生計之競爭優勢。此外，學校實施能源有效節約與運用、廢棄物減量與資源回收再利用，將能平衡環境與社會負擔，甚至帶給學校長期性的經濟獲益。而教育未來既然是永續大學責無旁貸之重要構面，教育未來也就必須要支持學校的教學與訓練，有了良好之師資規劃以及善用之課程教育，必能對永續大學之未來做出貢獻與努力。

二、研究限制

- (一) 本研究對永續大學指標評選因屬初探式研究，援引國外論述或致缺乏國內相關研究結果的對應性討論，易與國內研究文獻成果聯繫不佳。
- (二) 另由於專家問卷數量非以大量化做研究應用，量化結果或有因問卷數量不足而產生結果有異之虞。

三、未來研究建議

- (一) 本研究對象設定為產業界、政府界、學術界及研究界專家學者參與問卷填答，建議後續也可擴大研究對象或調查樣本作探討。
- (二) 後續研究者可採行不同研究方法做後續研究之結果探討，期能更嚴謹凝聚問卷資料相關數據解釋之共識。

Summary

USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS TO DEVELOP ASSESSMENT INDICATORS FOR SUSTAINABLE UNIVERSITY

INTRODUCTION

The concept of sustainable development is an important global issue. In 1992, the United Nations setup the “UN Commission on Sustainable Development” to help prevent the inevitable impact on our existing environment. Then after in 1997, a world conference related to friendly environmental issues was held in Japan. The critical commitment towards sustainable development was formed on the basis of “Kyoto Protocol”. Based on the sustainable development concept, countries have tried to cope with various environmental issues. As schools are a small model of society, higher educational institutions such as university have tried to achieve the maximum effects of sustainable development. Hence, the development of a set of assessment indicators to measure the university sustainability is a must. The current study aims to integrate assessment indicators of sustainable university in Taiwan higher education institution, study referred to literatures review through the experience and practice of United States and Canada. It is expected to ensure the concept of sustainable development in Taiwan University.

METHOD

This study is based on the sustainable indicators of Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE), University Leaders for a Sustainable Future (ULSF), and Sierra Youth Coalition (SYC) as a research framework, summarized into four dimensions which are ecosystem health, social justice, secured livelihoods, and future performance. Furthermore, this research also generalizes four indicators in each dimension. Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method to examine the assessment indicators onto sustainable university; hence, a Fuzzy AHP

method was applied in context. Participants was sampling among professors, leaders, experts, and researchers who work in universities, industries, government, and research institutes.

RESULTS

A total of 37 valid respondents including 10 from the industries, 9 from the government, 12 from universities, and 10 from research institutes. The analysis of four dimensions Fuzzy weight and the analysis of indicators Fuzzy weight in each dimension showed in the tables below.

The above analysis presented that the factor future performance is the most critical of all dimensions, the result comply with the previous literatures regarding sustainable studies. With respect to the ecosystem health dimension, water resource management indicator is the most importance facet, it is as well meet the United Nations stated that the safe water is the basic needed for human being. For the social justice dimension, support disadvantaged is the essential indicator, it also correspond to researchers stated that make effort to support disadvantaged people may stand for the social justice (Barth & Rieckmann 2012). As for the secured livelihoods dimension, health and safety is a high level indicator, it is in line with one of the main purpose in sustainable development (Saleh et al., 2011). In the future performance dimension, educators program is to be a key indicator, it conform to educators continuously play a key role in sustainable development education (Ceulemans & De Prins, 2010).

Table 1
Analysis of four dimensions fuzzy weight

Dimensions	Fuzzy weight	Total weight	Range
Ecosystem health	0.3106	0.3492	2
Social justice	0.1859	0.1960	3
Secured livelihoods	0.1767	0.1870	4
Future performance	0.3268	0.3642	1

Table 2
Analysis of indicators fuzzy weight in four dimensions

Dimensions	Indicators	Fuzzy weight	Indicator weight	Total weight	Range
Ecosystem health	Air quality	0.1648	0.1816	0.0515	4
	Integrated pest management	0.2505	0.2706	0.0769	3
	Waste management	0.2875	0.3297	0.0894	2
	Water resource management	0.2973	0.3402	0.0926	1
Social justice	Support disadvantaged	0.3580	0.4081	0.0661	1
	Diversity culture	0.2780	0.3130	0.0518	2
	Gender equity	0.1480	0.1560	0.0276	4
	Public engagement	0.2160	0.2299	0.0399	3
Secured livelihoods	Health and safety	0.3431	0.3901	0.0602	1
	Ecosystem economics	0.2934	0.3439	0.0520	2
	Trademark licensing	0.1431	0.1569	0.0513	4
	Positive sustainability investments	0.2204	0.2450	0.0390	3
Future performance	Sustainable curriculum education	0.2610	0.2791	0.0853	2
	Planning and management	0.2354	0.2497	0.0767	3
	Environmental audits	0.2009	0.2114	0.0658	4
	Educators program	0.3027	0.3418	0.0998	1

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

Conclusions

- (1) Taiwan higher educational institutions should emphasize the future performance in education related to sustainable development; sustainable university must declare and signed the important actions conventions regarding sustainable future.
- (2) Ecosystem health should stress the water resource management; it is not only performing by government in policy planning, but also practice by sustainable university in education.
- (3) Support disadvantaged people should concentrate to be a crucial issue in social justice dimension.
- (4) Schools should actively provide well health services to students and faculties, and enhance the interests of the well-being of students and staff, such like the salary, incentive plan, and promotion plan.

- (5) Sustainable university should focus on the future consideration related to teaching and training, school should support teachers create a good plan of the educational curriculum to achieve sustainable development.

Suggestions

- (1) This study is focus on industry, government, academia and the research institutes to participate in the survey; it is recommended that wider domain respondents may consider collecting in this survey.
- (2) Further research may use different research method to examine the results; it is expected to gather more concisely data and information for analysis.

參考文獻

- 永續校園全球資訊網(2014)。**教育部理想的永續校園**。取自 http://www.esdtaiwan.edu.tw/mainpage_c/introduction.asp
- [Sustainability Campus in Taiwan, Ministry of Education. (2014). *Ideal sustainability campus in Taiwan, Ministry of Education*. Retrieved from http://www.esdtaiwan.edu.tw/mainpage_c/introduction.asp]
- 教育部電子報(2013)。**我國綠色大學推動計畫**。取自 http://epaper.edu.tw/topical.aspx?topical_sn=246
- [E-paper, Ministry of Education. (2013). *Green university promotion program*. Retrieved from http://epaper.edu.tw/topical.aspx?topical_sn=246]
- 陳永昌、葉欣誠(2003)。**綠色大學評量指標系統之建構研究**(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學, 高雄市。
- [Chen, Y. C., & Yeh, S. C. (2003). *Development of a green university evaluation indicator system* (Unpublished master's thesis) . National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]
- 鄧振源、曾國雄(1989)。**層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)**。**中國統計學報**, 27(6), 5-22。
- [Deng, J. Y., & Tzeng, G. H. (1989). The analytic hierarchy process: Techniques and applications (1). *Journal of the Chinese Statistical Association*, 27(6), 5-22.]
- Abrams, M. (2004). Faith and feminism: How African American women from a storefront church resist oppression in healthcare. *Advances in Nursing Science*, 27, 187-201.
- Aikman, S., & Unterhalter, E. (2005). *Beyond access: Transforming policy and practice for gender equality in education*. London, England: Oxfam Publications.
- Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: Assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1777-1785.
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. (2012). *AASHE mission, vision and goals*. Retrieved from <http://www.aashe.org/about/aashe-mission-vision-goals>
- Baldwin, E., & Dripps, W. (2012). Spatial characterization and analysis of the campus residential waste stream at a small private liberal arts institution. *Resources, Conservation and Recycling*, 65, 107-115.
- Barth, M., & Rieckmann, M. (2012). Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: An output perspective. *Journal of Cleaner Production*, 26, 28-36.
- Besen, S. M., & Raskind, L. J. (1991). An introduction to the law and economics of intellectual property. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 3-27.

- British Columbia. (2013, August 4). *BC Air quality*. Retrieved from <http://www.env.gov.bc.ca/epd/bcairquality/>
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17, 233-247.
- Ceulemans, K., & De Prins, M. (2010). Teacher's manual and method for SD integration in curricula. *Journal of Cleaner Production*, 18, 645-651.
- Chisamya, G., DeJaeghere, J., Kendall, N., & Khan, M. A. (2012). Gender and education for all: Progress and problems in achieving gender equity. *International Journal of Educational Development*, 32(6), 743-755.
- Clugston, R. M., & Calder, W. (1999). Critical dimensions of sustainability in higher education. In W. L. Filho (Ed.), *Sustainability and University Life* (pp. 1-15). New York, NY: Peter Lang.
- Colbert, B. A., & Kurucz, E. C. (2007). Three conceptions of triple bottom line business sustainability and the role for HRM. *Human Resource Planning*, 30(1), 21-29.
- Costanza, R., Low, B. S., Ostrom, E., & Wilson, J. (2001). *Institutions, ecosystems, and sustainability*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Dahl, E., & van der Wel, K. A. (2013). Educational inequalities in health in European welfare states: A social expenditure approach. *Social Science & Medicine*, 80, 60-69.
- Daly, B. A. (2005). Color and gender based differences in the sources of influence attributed to the choice of college major. *Critical Perspectives on Accounting*, 16(1), 27-45.
- Dao, V., Langella, I., & Carbo, J. (2011). From green to sustainability: Information technology and an integrated sustainability framework. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(1), 63-79.
- Department of Economic and Social Affairs. (2013). *Civic engagement in public policies: A toolkit*. Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan028366.pdf>
- Eggerly-Rooks, J., Shachter, A., & Calder, W. (2013). *Research: Course-based campus environmental research projects*. Retrieved from http://www.ulsf.org/pub_declaration_resvol31.html
- European Commission. (2015). *Sustainable development*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/eussd/>
- Fadeeva, Z., & Mochizuki, Y. (2010). Higher education for today and tomorrow: University appraisal for diversity, innovation and change towards sustainable development. *Sustainability Science*, 5, 249-256.
- Fall, L. (2006). Value of engagement: Factors influencing how students perceive their community contribution to public relations internships. *Public Relations Review*, 32(4), 407-415.
- Ferreira, S., & Gallagher, L. (2010). Protest responses and community attitudes toward accepting compensation to host waste disposal infrastructure. *Land Use Policy*, 27(2), 638-652.

- Fritzell, J., & Lundberg, O. (2007). *Health inequalities and welfare resources: Continuity and change in Sweden*. Bristol, England: Policy Press.
- Godinho, R. M., Wolterbeek, H. T., Verburg, T., & Freitas, M. C. (2008). Bioaccumulation behavior of transplants of the lichen *Flavoparmelia caperata* in relation to total deposition at a polluted location in Portugal. *Environmental Pollution*, 151, 318-325.
- Hall, B. H., Thoma, G., & Torrisi, S. (2013). *The market value of patents and R&D: Evidence from European firms*. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w13426>
- Hegarty, K. (2008). Shaping the self to sustain the other: Mapping impacts of academic identity in education for sustainability. *Environmental Education Research*, 14(6), 681-692.
- Hussen, A. M. (2000). *Principles of environmental economics: Economics, ecology and public policy*. London, England: Routledge.
- Jorgensen, S. E. (1997). *Integration of ecosystem theories: A pattern* (2nd Ed.). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Kalejaiye, P. O. (2013). Occupational health and safety: Issues, challenges and compensation in Nigeria. *Peak Journal of Public Health and Management*, 1(2), 16-23.
- Kalkan, N., Bercin, K., Cangul, O., Morales, M. G., Saleem, M. M. K. M., Marji, I., Metaxa, A., & Eleni T. (2011). A renewable energy solution for highfield campus of university of Southampton. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2940-2959.
- Korani, Z. (2012). Application of teaching methods, promoting integrated pest management on the farm school in order to achieve sustainable agriculture. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 2187-2191.
- Kusakabe, E. (2013). Advancing sustainable development at the local level: The case of machizukuri in Japanese cities. *Progress in Planning*, 80, 1-65.
- Laarhoven, P. J. M., & Pedryce, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), 199-227.
- Lancellotti, K. (2008). Culture care theory: A Framework for expanding awareness of diversity and racism in nursing education. *Journal of Professional Nursing*, 24(3), 179-183.
- Liu, K. H., Shih, S. Y., & Kao, J. J. (2011). Planning for hazardous campus waste collection. *Journal of Hazardous Materials*, 189(1), 363-370.
- Lundberg, O., Yngwe, M. A., Stjärne, M. K., Björk, L., & Fritzell, J. (2008). *The Nordic experience: Welfare states and public health*. Stockholm, Sweden: Karolinska Institute.
- Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988-1003.
- Mayer, S. E. (2013). *What is disadvantaged group? Effective communities project*. Retrieved from http://www.effectivecommunities.com/pdfs/ECP_DisadvantagedGroup.pdf

- Nejati, M., & Nejati, M. (2013). Assessment of sustainable university factors from the perspective of university students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 101-107
- Nemerow, N. L. (2009). *Environmental engineering: Environmental health and safety for municipal infrastructure, land use and planning, and industry* (6th Ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Opschoor, H., & Reijnders, L. (1991). Towards sustainable development indicators. In O. Kuik, & H. Verbruggen (Eds.), *In search of indicators of sustainable development* (pp. 7-27). Boston, MA: Kluwer.
- Patel, B., & Patel, P. (2012). Sustainable campus of Claris life sciences through green initiatives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4901-4907.
- Plummer, R., Velaniskis, J., De Grosbois, D., Kreutzwiser, D., & De Low, R. (2010). The development of new environmental policies and processes in response to a crisis: The case of the multiple barrier approach for safe drinking water. *Environmental Science & Policy*, 12, 535-548.
- Rapport, D. J., Fyfe, W. S., Costanza, R., Spiegel, J., Yassi, A., Bohm, G. M., & Horwitz, P. (2013). *Ecosystem health: Definitions, assessment, and case studies*. Retrieved from <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C09/E6-70-08-06.pdf>
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Saleh, A. A., Kamarulzaman, N., Hashim, H., & Hashim, S. Z. (2011). An approach to facilities management practices in higher learning institutions to attain a sustainable campus (Case Study: University Technology Mara — UiTM). *Procedia Engineering*, 20, 269-278.
- Sammalisto, K., & Brorson, T. (2008). Training and communication in the implementation of environmental management systems (ISO 14001): A case study at the University of Gävle, Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 16, 299-308.
- Sandner, P. G., & Block, J. (2011). The market value of R&D, patents, and trademarks. *Research Policy*, 40(7), 969-985.
- Serageldin, I. (2001). Assuring water for food: The challenge of the coming generation. *International Journal of Water Resources Development*, 17(4), 521-525.
- Shi, T. (2004). Ecological economics as a policy science: Rhetoric or commitment towards an improved decision-making process on sustainability. *Ecological Economics*, 48(1), 23-36.
- Sierra Youth Coalition. (2013). *Tools and framework, core of campus sustainability assessment framework*. Retrieved from <http://www.syc-cjs.org/sc/tools>
- South-East European Federation of Cities and Regions for the Environment. (2013). *How does the waste management process goes?* Retrieved from <http://www.seefed.eu/waste-management.html>
- Strategic Sustainability Institute 2030. (2013). *What is ecological economics?* Retrieved from <http://www.sustainability2030.com>

- Styers, D. M., Chappelka, A. H., Marzen, L. J., & Somers, G. L. (2010). Scale matters: Indicators of ecological health along the urban-rural interface near Columbus, Georgia. *Ecological Indicators, 10*, 224-233.
- Sustainability Tracking, Assessment and Rating System. (2012). *The sustainability tracking, assessment and rating system*. Retrieved from http://www.aashe.org/files/documents/STARS/stars_1.2_technical_manual.pdf
- The United States Patent and Trademark Office. (2013). *Trademark, patent, or copyright?* Retrieved from <http://www.uspto.gov/trademarks/basics/definitions.jsp>
- The World Bank. (2013). *Water resource management overview*. Retrieved from <http://www.worldbank.org/en/topic/waterresourcesmanagement/overview>
- Turhan, M. (2010). Social justice leadership: implications for roles and responsibilities of school administrators. *Procedia — Social and Behavioral Sciences, 9*, 1357-1361.
- United Nations. (2015). *What is sustainability?* Retrieved from <http://www.un.org/en/sustainablefuture/sustainability.shtml>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2015). *Higher education sustainability initiative*. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/sdinaction/hesi>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2013). *Culture diversity. Social and human sciences*. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/cultural-diversity/>
- United Nations Rule of Law. (2013). *Gender equality. Crosscutting themes*. Retrieved from http://www.unrol.org/article.aspx?article_id=28
- United States Environmental Protection Agency. (2013). *Integrated pest management (IPM) principles. Pesticides: Topical and chemical fact sheets*. Retrieved from <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/ipm.htm>
- University Leaders for a Sustainable Future. (2013). *University and college sustainability websites*. Retrieved from <http://www.ulsf.org/>
- Vega, C. A., Benitez, S. O., & Barreto, E. R. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a University campus. *Waste Management, 28*, 21-26.
- Velazquez, L., Munguia, N., & Ojeda, M. (2012). Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. *Journal of Cleaner Production, 46*, 83-88.
- Wals, A. (2009). A mid-DESD review: Key findings and ways forward. *Journal of Education for Sustainable Development, 3*(2), 195-204.
- Wedding, G. C., & Crawford-Brown, D. (2007). Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building. *Journal of Environmental Management, 85*(2), 483-495.
- Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research, 25* (3), 198-207.
- Wong, T. W., Tam, W. W. S., Yu, I. T. S., Lau, A. K. H., Pang, S. W., & Wong A. H. S. (2013). Developing a risk-based air quality health index. *Atmospheric Environment, 76*, 52-58.

- Wright, T. S. A., & Pullen, S. (2007). Examining the literature: A bibliometric study of ESD journal articles in the education resources information center database. *Journal of Education for Sustainable Development, 1*, 77-90.
- Wright, T. S. A., & Wilton, H. (2012). Facilities management directors' conceptualizations of sustainability in higher education. *Journal of Cleaner Production, 31*, 118-125.
- Xu, F. L., Jorgensen, S. E., & Tao, S. (1999). Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health. *Ecological Modelling, 116*(1), 77-106.
- Xu, G. C., Kang, M. Y., & Jiang, Y. (2012). Adaptation to the policy-oriented livelihood change in Xilingol Grassland, Northern China. *Procedia Environmental Sciences, 13*, 1668-1683.

