

土地變遷研究之回顧與展望

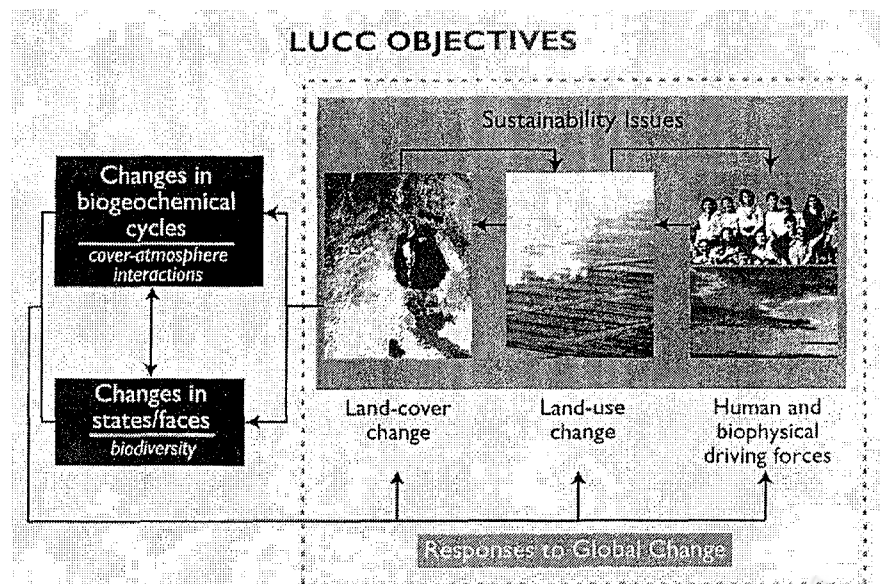
(國立臺灣大學地理環境資源學系助理教授 兼 全球變遷研究中心資訊組代理組長 蔡博文)

近年土地利用變遷 (land use/cover change, LUCC) 被認為是全球環境變遷、生物多樣性與永續利用的基礎議題 (Turner and Meyer, 1991) , International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) 及 Human Dimension of Global Environmental Change Programme (HDP) 在 1995 年提出 LUCC science plan (IGBP, IHDP, 1995) , 繼而於 1999 年成立 implementation strategy (IGBP, IHDP, 1999) , 正式展開 LUCC 的研究。國際地理學會 (International Geographical Union, IGU) 也在 1997 年呼應此一趨勢而成立土地利用變遷研究群 (IGU-LUCC study group) , 於 2004 年提昇為 LUCC commission , 致力從事土地利用變遷相關課題的研究。

LUCC project 的主要目標是從土地覆蓋 (land cover) 變遷、土地使用 (land use) 變遷及人文與自然的驅動力 (driving forces) 三者

之間的互動關係來呼應 global change 、 sustainability 、 biogeochemical cycle 及 biodiversity 的衝擊 (圖一) 。其研究發問包括：

- 一、過去三百年來，由於人類的土地利用方式，如何改變地表的覆蓋？
- 二、在不同地理及歷史脈絡下，什麼是造成人類土地利用方式改變最主要的原因？
- 三、未來的 50 到 100 年間，人類土地利用方式改變會如何造成地表覆蓋的改變？
- 四、當下人類的活動與自然的動態演變會如何影響特定土地利用型態的永續性？
- 五、全球氣候及生物地球化學的改變會如何影響土地利用及地表覆蓋？反過來又是什麼狀況？



圖一、LUCC Objectives

具體的研究方向包括：

- 一、影響土地決策者土地利用方式的因子。
- 二、土地利用方式與地表覆蓋間的關係。
- 三、土地利用與地表覆蓋動態演變過程的時空變異性。
- 四、模擬土地利用及地表覆蓋變遷之區域性與全球性模式。

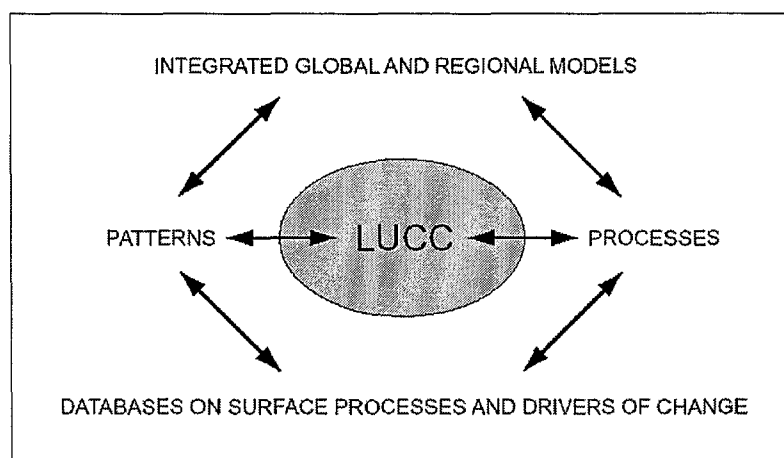
爲了擬訂具體的研究方向，LUCC project 訂出三個研究焦點：

- (1) Land use dynamics-Comparative Case study analysis
- (2) Land cover dynamics-Direct observation and diagnostic model
- (3) integrated models

這三個研究聚焦綜合而言包括變遷的型態、作用力、模式以及資料庫（圖二）。首先從變遷型態中瞭解變遷的地區、影響的因子等，繼而探究造成變遷的作用力，包括自然及人文面向因子，自然因子部分包括全球性因子

(global) 及地區因子 (local)，前者如氣候變遷、沙漠化等，後者如地質、土壤、雨量等，由於 LUCC project 設定的變遷時間較短，因此全球性因子較爲忽略而不涉及，地區性因子則比較從「限制面」來考量；人文因子包含較廣，也是研究的重點，包括大尺度 (macro level) 的政策、技術、經濟、社會等因素、中尺度 (meso level) 的直接作用力因子，例如道路開闢等，及小尺度 (micro level) 的決策因子，例如土地使用者的屬性等；最後企圖從個案比較研究中整合出區域變遷模式 (regional model)，甚至全球變遷模式 (global model)，此模式可以是解釋模型，亦可爲預測模型，從原來的計畫綱領中，可以看出原來的企圖心是著重於預測模型，惟研究進行後發現土地利用變遷預測有相當的複雜度與困難度，預測結果也無法即時驗證，因此逐漸修正爲情境模擬分析 (scenario analysis)。

綜觀整體研究架構，從資料庫開始，然後從事變遷偵測，進而作用力分析，繼而進行模擬或預測，但是對於土地利用變遷後的環境衝擊並未納入研究架構中（圖三），當然後繼的因應策略也未包含在內。截至 2005 年止，



圖二、The Broader Research Themes of LUCC

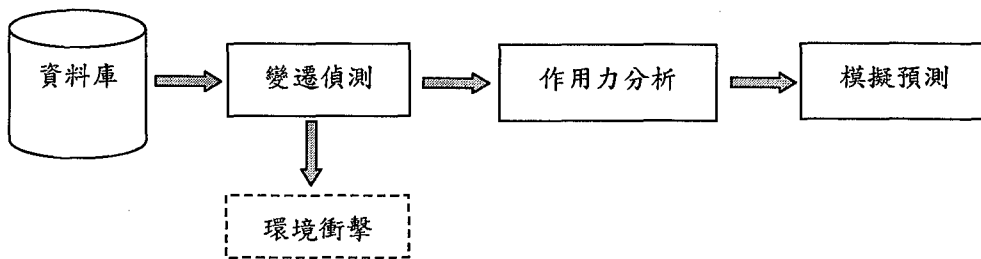
LUCC project 完成了全球 LUCC 快速變遷地區的偵測，包括去森林化 (deforestation)、耕地減少、都市擴張、地力減低等的主要分佈地區，完成全球 LUCC 研究資料網絡，彙整 LUCC 研究的重要計量方法，提出施為導向的研究方法論 (agent-based model) 等，可以說在極短時間內已經獲致初步成果。

由於 LUCC project 是 IGBP 與 IHDP 爲了因應全球環境變遷研究而設立，因此在研究的基礎環境建立完成後，於 2005 年宣告階段性結束，緊接著結合於 2003 年結束的 Global Change and Terrestrial Ecosystems project (GCTE)，啓動另一階段的研究工作，名爲 Global Land Project (GLP) (圖四)。

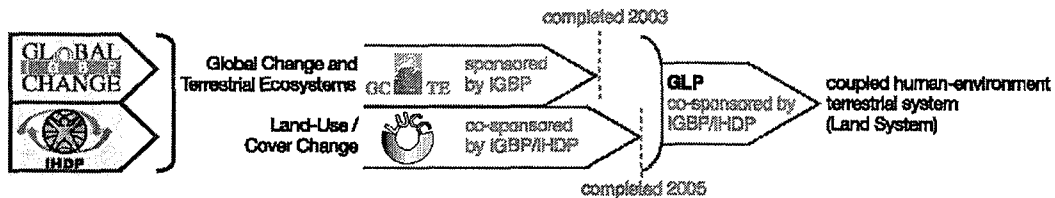
基本上，GLP 擴大了原來 LUCC 的範疇，回歸到土地利用與環境的互動關係上，以便回應其與全球環境變遷的關係，研究策略擴大到人對土地利用的決策、生態系統的供給、社會

系統的制約、以及其間的相互關係 (圖五)，最後以永續利用爲依歸。因此，我們不應視 LUCC 的研究經結束，應該視其爲進入第二階段的研究，而第一階段的研究在已經建立的基礎環境下，仍然應該持續進行。

由於 IGBP 與 IHDP 已經將第一階段的 LUCC 提昇至第二階段的 GLP，所有的投入顯然會集中於 GLP，因此，學術界就提出 Land Change Science (LCS) (Rindfuss, *et al.*, 2004) 的研究議題，企圖導引持續性的 LUCC 基礎研究。LCS 也是以全球環境變遷與永續發展爲核心，著眼於人與環境互動關係下的土地利用及覆蓋的變遷，並且特別強調空間因素，因此地理資訊科學 (geographic information science, GISc) 與遙測技術於土地利用變遷分析也列爲重點議題之一，例如：決策者與土地關係的連結 (linking people to parcels)、空間自相關問題 (spatial autocorrelation) 等。

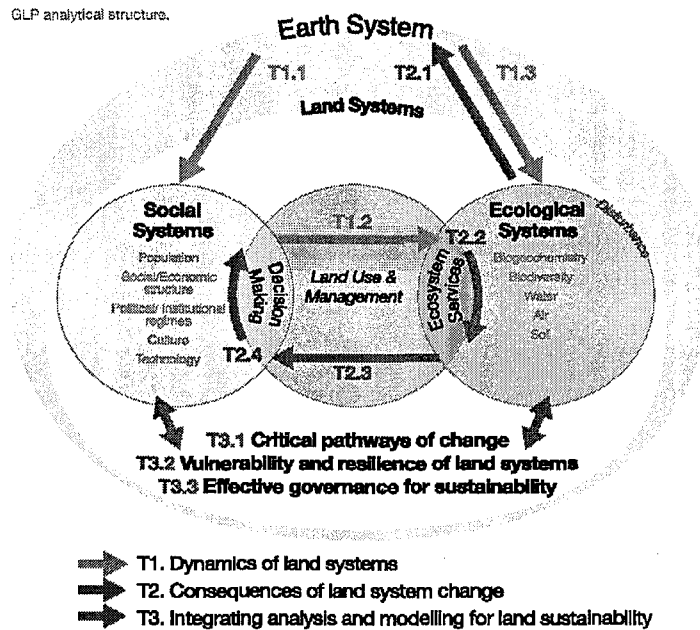


圖三、LUCC 研究內容



圖四、Global Land Project (GLP)





圖五 Global Land Project Analytical Structure

綜觀土地利用變遷研究的發展，它原是地理學的傳統課題之一，但是在近年全球環境變遷、永續發展與生物多樣性的維持等重要課題的衝擊下，重新被提出且正視，經由 IGBP 與 IHDP 等國際組織的推動，成立 LUCC Project，研擬研究方法，建構資料與人才網絡，在階段性任務完成後，接續成立 Global Land Project，從更鴻觀的角度探討人與環境互動下的土地利用變遷問題，而 LUCC 的基礎研究則逐漸形成 Land Change Science discipline，在學術界繼續發揚光大。

參考文獻

Nunes, C. and Augé, J.I, eds., 1999. Land-Use and Land-Cover Change Implementation

Strategy, IGBP Report No. 48 and IHDP Report No. 10.

Rindfuss, Ronald R., Walsh, Stephen J., Turner II, B. L., Fox, Jefferson and Mishra, Vinod, 2004. Developing a Science of Land Change: Challenges and Methodological Issues, PNAS, 101(39): 13976-13981.

Turner II, B.L., Skole, D., Sanderson, S., Fischer, G., Fresco, L. and Leemans, R., 1995. Land-Use and Land-Cover Change Science/Research Plan, IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7.

Turner II, B. B. and Meyer, W. B., 1991. Land Use and Land Cover in Global Environmental Change, International Social Science Journal, 130:669-679.