

行政院環境保護署

103 年度土壤及地下水污染整治基金補助研究與模場試驗專案

建立台灣褐地評估資料庫暨研擬褐地再開發機制

期末報告

主辦單位： 行政院環境保護署

計畫執行單位：國立臺灣大學／環境工程學研究所

計畫主持人：馬鴻文 教授

計畫執行期間：102年11月25日起至

103年11月24日

中華民國 103 年 11 月 印製

研究成果摘要

中文摘要

本研究目前已參考國外經驗並結合臺灣污染土地現況，建議適用於臺灣現況的褐地定義，即為「列管中之場址與高污染潛勢土地」，並制定褐地再利用的流程架構以及研擬褐地管理平台與財務、保險政策配套工具。本研究將褐地的再利用納入現有都市計畫、區域計畫與現行環評程序的脈絡，來建立褐地評估資料庫供政策決定者在制訂國土永續發展時作為參考。

此外，本研究篩選評估褐地再利用的環境、經濟、社會方面的關鍵因子與並制定其方法學，用以評估從整治到開發及再利用期間 25 年內三面向的影響情形。在環境衝擊面向，由都市代謝的角度，採用能資源耗用分析，來分析在不同再利用情境之下的成本效益與環境衝擊；在經濟與社會影響面向，採用成本效益分析。因此，本研究為建立各關鍵因子之褐地評估資料庫規劃流程如下：(1) 資料表單格式制定。(2) 資料庫建置與資料品質規劃。(3) 建立資料連結性。(4) 建立自動化運算模式。(5) 計算及結果呈現。後續將依此流程建立資料庫，並以廢棄工廠做為案例，以評估褐地再利用的土地最適當利用方式，目前設定不同再利用情境為住宅區(住宅大樓)、工業區(製造業廠房)、商業區(商業大樓)、與公共設施(太陽能板)。未來待資料庫擴充，將近一步發展為褐地地圖，以利政府於規劃國土永續發展時，能更妥善地規劃我國褐地再利用方式。

英文摘要

After reviewing the legal definition of 'brownfield' of other countries and the context of contaminated land in Taiwan, the research team suggested the legal definition of brownfield for Taiwan should be 'High pollution potential sites, pollution control sites, and pollution remediation sites. Also, the research team designed the roadmap (with the assessment database) embedded into the legal framework of the current urban/suburban plans and environmental impact assessment process for the reutilization of brownfield.

In this research, the 25 year period was designed for cleanup, construction, and reutilization. The research team selected several

key factors to evaluate the reutilization of brownfields on environmental, economic, and social aspects.

Regarding the environmental aspect, from the approach of urban metabolism, the usages of selected material will be collected or calculated to assess the environmental impact. Regarding the economic and social impact, the cost-benefit analysis will be utilized for the calculation. In this research, one abandoned factory was selected as the case study. Four reutilization scenarios were selected: residential use (mansion), commercial use (commercial building), industrial use (factory), and public use(solar panels).

Finally, the research team designed the framework of the assessment database as following.

- (1) The establishment of the form of the database.
- (2) The establishment of of the database and data quality control.
- (3) The establishment of Geodatabase.
- (4) The establishment of Calculation Model.
- (5) Calculation and results.

In the future, with the expanding database, the research team could develop a brownfield map that covers a larger geographical region for the policy makers to plan the reutilization of brownfield with a better scope.

第一章 前言

1.1 研究源起

自二十世紀以來，隨著工商業社會逐漸發展，世界人口持續增長，土地需求也日益升高，同時，土壤與地下水污染也日益嚴重。由於大量的污染土地存在於都市及周邊地區，導致人口外移、減少工作機會、稅收減少與治安惡化等問題。

為使土地得以永續發展，污染土地的再利用成為各國關注議題，意即褐地再開發。褐地的定義在各國與各組織間皆略有不同，褐地名詞首見於英國，英國對褐地的定義為已開發的土地，目前被廢棄或閒置，只有在移除化學或廢棄物的風險、廢棄設備或不穩定的問題才可以再發展(Otsuka, 2013)。而歐盟組織CABERNET(Concerted Action on Brownfields and Economic Regeneration)及CLARINET(Contaminated Land Rehabilitation Network for Environment Technologies)則將褐地定義為目前被遺棄的土地，被先前的使用而受影響(如工業用地、海港區)，有潛在或真實的污染，通常位於都市並且需要介入才可重新引進經濟通路(Popescu, 2012)。德國的定義為在城市中低利用的建築及區域，需要再開發及裝修。法國則以先前已開發的空間，目前暫時性或確定被遺棄且為了未來需求需要被再生。荷蘭的定義則是過去曾有工業活動的城鎮中或城市中的區域，但目前並沒有被使用(CABERNET, 2007)。另外，美國除了引用褐地一詞外，亦廣泛的應用於美國的賠償責任法，超級基金法中，被詳細定義為是一種遭遺棄、閒置或低度利用的工業或商業設施，因實際或潛在的環境污染問題，使再擴張或再發展複雜且受到侷限(USEPA, 1996；徐世榮, 2002；楊逸萍, 2004)。此定義為目前最廣受引用之定義。然而，2002年，美國於小型企業責任減免與褐地更新法案中，確實定義褐地為真實的不動產，因存在或可能存在複雜的有毒物質、污染源或污染物，影響其擴張、再發展或再利用(USEPA, 2002)。然而該法亦規定有下列狀況的場址不可列入褐地範疇：

1. 被列為 NPL(國家優先場址) 或已被提出列為 NPL 之場址；
2. 受 CERCLA 之行政命令或法院宣判之不動產；
3. 受多氯聯苯(PCBs)洩漏污染之土地；
4. 已受其他基金(如地下儲槽信託基金)補助整治之土地；

5. 其他權責機關負責整治之場址(如美國國防部負責軍事設施)；
6. 已有其他法令管制或特別規定之場址；
7. 已執行整治工作之場址。

由以上各國定義可看出，美國將褐地定義為受污染土地，而歐洲國家對褐地定義則更為廣泛，大部分都泛指所有已開發土地。Alker et al. (2000) 在彙整各方定義後並加以探討後，曾列出褐地主要特徵並做成一概念圖(圖 1-1)：

1. 褐地是曾經發展過的土地；
2. 所有現在沒有再被使用的土地，並有實際或是疑似污染的問題，亦稱褐地；
3. 目前仍在發展使用的土地，即使受到污染，仍不屬於褐地；
4. 褐地可位於城市或郊區；
5. 褐地有可能存在於綠帶；
6. 有些褐地或其一部分土地可同時被定義為受污染土地；
7. 有些褐地或其一部分土地可同時被定義為廢棄土地；
8. 有些褐地或其一部分土地可同時被定義為閒置土地；

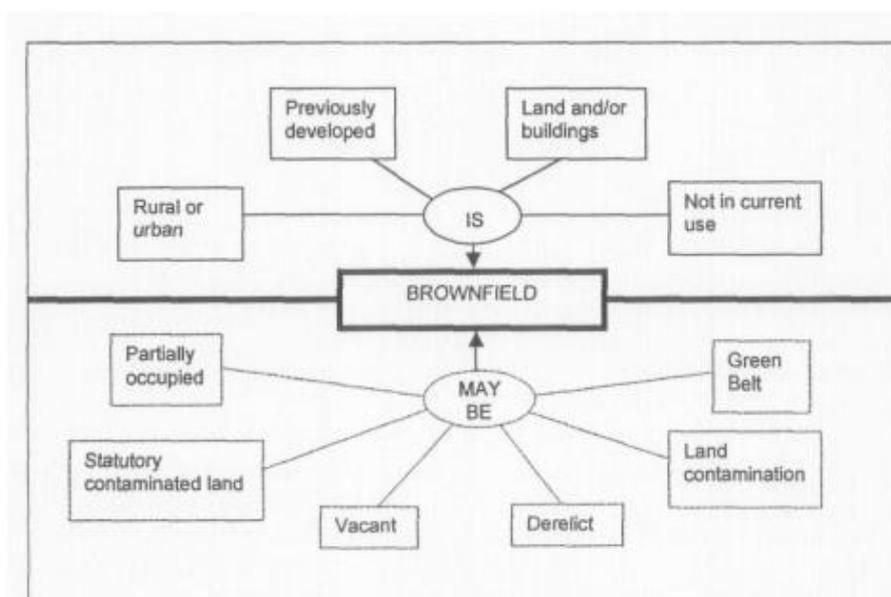


圖 1- 1 褐地的特徵(Alker et al., 2000)

綜合上述，褐地應包含過去已開發、受到污染、廢棄及閒置等四要素，

同時也隱含再利用、再開發之期許。褐地問題影響層面甚廣，包含經濟、社會、環境三面向。其不但與當地的居民健康安全相關，也與社區經濟再發展、就業、週邊地區的回復、都市規劃等層面相互牽扯。例如，在環境層面，褐地上的污染可能會危及人類健康及環境，造成都市擴張並消耗綠地，損耗自然資源；在社會層面，褐地會成為治安死角，吸引犯罪者及非法活動，造成城市衰敗。另外，其存在會使周遭土地價值降低，造成鄰里關係惡化，社區生活品質受損，形成警力和消防等公共資源的壓力；在經濟方面，褐地存在會減少稅收，使當地失業率上升，同時限制經濟的發展，例如，美國1970年時，埃爾邁拉市因褐地減少了1萬個工作機會，導致人口外移，該市的人口數下降、投資意願低迷、增加空地且免繳財產稅的比例上升；過去的20年間美國鋼鐵業及相關產業發展遭遇瓶頸，而若褐地的周邊社區恰好居住的是低收入戶，只會增加該區的貧困機率(British Columbia; 徐世榮, 2004)。

反之，若能使褐地再利用，減少負面衝擊，將會帶來許多益處。如表1-1為加拿大英屬哥倫比亞州政府所列出褐地再利用於在經濟、環境及社會方面三面向的正面影響。在經濟層面，再開發可以增加稅收及周遭土地的價值，使區域的經濟成長，並促進其他褐地的開發。環境方面，可以減緩都市擴張，使綠地被保存，保護自然資源並減少溫室氣體的排放，並且創造新的綠色空間。社會方面，可以提供新的住宅用地，讓沒在使用的土地改建為社區的活動中心，以增進社區鄰里品質，並且防治非法活動在廢棄建築中進行，同時增加工作機會，以重新引進經濟活動。另外，COBRAMAN也提到，在經濟方面，褐地再開發可以使用原有土地及基礎設施，動員人力資源以改善都市結構，增加公共及私人收入。環境方面，褐地的再生可以成為污染場址再利用的前置計畫。社會方面，則可保持土地永續利用，降低未來褐地的發生機率(British Columbia)。

表 1- 1 褐地再利用的正面影響

經濟	環境	社會
<ul style="list-style-type: none"> • 增加地區的經濟成長 • 藉由再開發空閒或低利用的土地，增加地方稅收 • 增加再開發的週遭土地價值 	<ul style="list-style-type: none"> • 減少都市發展對綠地、農地開發的依賴，保護自然資源，平均每開發一公頃的褐地就能夠防止 4.5 公頃 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供新的住宅用地及綠色空間 • 將都市褐地轉換為社區活動交流中心 • 移除廢棄建築及

<ul style="list-style-type: none"> • 在再開發土地上發展新工業以增加工作機會 • 成為周遭土地及其他褐地再開發之催化劑 	<p>的綠地受到開發。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 藉由減少都市擴張及使商業在已存在之交通要道旁發展，來減少溫室氣體排放 • 增加土壤地下水品質 • 創造新的綠色空間及生物棲息地 	<p>空地，避免吸引違法活動，以增加大眾安全</p> <ul style="list-style-type: none"> • 增加地方工作機會 • 重新引進居民及商業活動到核心都市地區
---	---	---

(British Columbia)

相較於歐美先進國家皆已積極投入褐地管理與開發，反觀臺灣目前仍未建立褐地開發之配套法律與規範。然就上述多項正面影響，若能有效再利用臺灣現有污染與廢棄之土地，不僅對臺灣環境有一定的貢獻，就經濟面與社會面皆會有良好的影響。

在臺灣，中興顧問工程社在2012年執行「污染土地再利用政策規劃、執行架構驗證與資訊平台建置計畫」，建立污染土地再利用制度，針對污染土地研擬再利用定義中的再開發行為，研擬政策推動策略、制度與相關配討措施。並選擇場址進行驗證，建置資訊平台，對土污法場址規範建立指引。其提出污染土地復育與再利用併行之作法，申請者應依據其場址污染狀況與開發型態，擬訂整治計畫與風險管理措施，以及開發後持續管理與復育等之控制計畫，並得由土污單位會商有關機關核定整治目標；若屬控制場址者，也應在確保控制場址之再開發行為不影響居民健康安全與生活環境之前提下，建議應提出污染土地開發計畫與場址污染控制計畫及風險管理措施計畫，報請地方土污單位審查，並副知直轄市、縣(市)主管機關(財團法人中興工程顧問社, 2012)。隔年，陳怡君(2013)發表應用風險地圖探討污染土地再生管理策略，其將褐地定義為污染土地，研究中透過結合地理資訊系統與健康風險評估，將健康風險評估納入褐地再生管理決策中，並建置污染場址風險地圖模式，及彈性風險值與土地價值間關係，藉以量化風險估算污染土地再利用之不確定性影響。透過研究中分析，褐地再生流程應須共同考量土地利用的永續性及居民的健康保護，並提出較經濟與高效益之褐地再生管理政策。

由美國與歐盟經驗可知(見第三章)，再利利用褐地之前，必須檢視土地利用的相關資訊，如土地使用分區圖、都市計畫、未來人口的預測、及近來發展的模式等，並必須求教於地方土地使用計畫的負責人員及當地的民眾(徐世榮與蕭新煌，2006)。以此，是否能合理地利用褐地，有賴於健全的都市計畫法規與民眾參與機制。以臺灣的國土利用現況而言，除了2013年營建署公布空屋率高達10.63%，高於自然空屋率3%-5%之外。監察院於2013年六月六日的糾正案文中亦指出：

「截至民國(下同)100年底我國都市計畫區現況人口約1,870萬人，計畫人口約2,510萬人，現況人口與計畫人口相差約640萬人，顯示地方政府規劃都市發展用地供給過量，致都市計畫區域規模不當擴張，不僅耗費行政資源以及公共設施經費，內政部未能嚴予審核與控管，更造成國土資源不當開發並扭曲社經資源配置，均有違失」(中華民國監察院，2013a)。

臺灣戰後都市計畫的思想源流，可追溯至1960年代聯合國顧問團所引進的理性規劃理論，(張景森，1988;黃世孟，1992)，然而在實踐上卻有三重的結構性危機。一、以人口導向強調「量」的土地使用規劃。二、黑箱作業的審議與變更。三、缺乏民眾參與(鐘麗娜，2012)。此等結構性問題導致長期以來都市計畫淪為地方政治派系與財團攫取利益的管道(陳東升，1995)。此外，監察院於2013年五月十日的糾正案文中也指出(中華民國監察院，2013b)

「中央及地方政府任令已徵收土地137萬餘平方公尺閒置迄今，未積極研謀因應方式，或檢討其興辦事業計畫，亦未依相關規定辦理撤銷或廢止徵收，其上級事業主管機關未能確實列管督促所屬之各需用土地人，積極依法檢討辦理，內政部身為土地徵收條例之中央主管機關，未落實要求各需用土地人及其上級事業主管機關依法辦理，均核有嚴重怠失」

然而，本研究之主旨，並非對於現行的都市計畫法以及相關法規如土地徵收條例、都市更新條例等提出通盤檢討，亦非提供政治經濟學或社會學的分析來檢討我國土地資源不當利用的深層因素。而是在於考量臺灣國土利用之背景脈絡，建立適用於臺灣之褐地定義與再利用的流程，並提供一兼顧經濟、社會、環境面向的褐地評估資料庫，提供未來政策決策者在進行牽涉褐地的國土規劃時做為參考的依據，未來若能結合更周全的都市計畫與國土規劃的相關法規，或可避免當前國土資源不當開發的流弊，並使未來的褐地管理與再利用能符合環境基本法第三條所明文規定的「經濟、科技及社會發展對環境有嚴重不良影響或有危害之虞者，應環境保護優先」。

第二章 研究目的

我國法律中並無褐地之明確定義，目前臺灣雖已有基於永續發展的觀點的國土計畫法草案，對臺灣國土利用提出總體規劃，執行國土功能來劃分出四個地區，定訂使用管制，以確保國土安全及國土永續發展，但法案中並沒有針對污染場址或廢棄場址的開發做規劃，而目前既有的土壤及地下水污染防治法，是基於污染整治目的制定污染物濃度。雖然若因位址條件、污染物特性或污染整治技術等因素，污染整治無法達到污染物濃度低於管制標準的，可申請中央主管機關核准依環境影響與健康風險評估結果，提出土壤、地下水的污染整治目標。但針對這種需經核准的整治目標場址，並不得變更開發利用方式，而如果開發利用方式需要變更，應報請中央主管機關會同有關機關核定，並依其它法令變更其開發利用計畫後，方能改變開發利用方式。可以說，臺灣對褐地並無整體長期規劃，亦沒有一完整的配套政策規畫可以將褐地再開發。而臺灣的褐地規模並不如其他國家的大型廢棄場址規模；也許只是一處小工廠，或是好幾塊工業廢棄地分散在都市計畫工業區中。因此褐地問題在臺灣的確存在，並對都市機能破碎化產生很大的影響。

本研究目標為制定我國褐地之評估流程，並協助決策者於開發一區域土地時，以評估機制進行褐地開發影響衝擊與效益之評估，決定土地最適宜之開發方式。綜合以上考量，本研究研究目的如下所示：

1. 建立褐地評估系統，參考國內土基會已執行之計畫成果與外國經驗研擬適當之褐地定義、分類方式與指標。
2. 篩選國內褐地評估關鍵因子，建立褐地地圖基本資料庫，然囿於經費限制，本計畫將僅以一個或數個場址作為案例示範。
3. 將褐地地圖基本資料庫整合於褐地評估系統，提供政策制定者作為褐地再利用之參考。
4. 研究褐地再開發相關保險機制與其搭配其他財政政策工具等組合之推行機制。

第三章 文獻回顧

3.1 我國污染土地相關法規、國土利用現況

臺灣現行的土壤與地下水污染場址的定義，根據土壤及地下水污染整治法

第二條

十七、污染控制場址：指土壤污染或地下水污染來源明確之場址，其污染物非自然環境存在經沖刷、流布、沉積、引灌，致該污染物達土壤或地下水污染管制標準者。

十八、污染整治場址：指污染控制場址經初步評估，有嚴重危害國民健康及生活環境之虞，而經中央主管機關審核公告者。

有關污染場址再開發的規定，根據土污法

第二十四條

前項土壤、地下水污染整治計畫之提出者，如因地質條件、污染物特性或污染整治技術等因素，無法整治至污染物濃度低於土壤、地下水污染管制標準者，報請中央主管機關核准後，依環境影響與健康風險評估結果，提出土壤、地下水污染整治目標。…整治場址之土地，因配合土地開發而為利用者，其土壤、地下水污染整治目標，得由中央主管機關會商有關機關核定。核定整治目標後之整治場址土地，不得變更開發利用方式；其有變更時，應先報請中央主管機關會商有關機關核定，並依其他法令變更其開發利用計畫後，始得為之。

根據財團法人中興社(2013)統計，截至民國101年4月1日為止，臺灣受

到環保署列管中的污染場址當中，控制場址總面積為794.93公頃，整治場址為139.7公頃。列管中的場址當中以工廠所占面積最多，達690.29公頃，其次依序為農地94.12公頃、儲槽77.86公頃、其他用途52.46公頃、非法棄置場址11.33公頃、加油站8.57公頃。過去解除列管的總面積為481.5公頃，其中以農地解除列管面積比例最高，達82%，因其通常找不到污染行為人，整治費用主要由土污基金支出。污染工廠的解列面積僅約5%。控制場址方面，位於都市計畫土地面積約550公頃，非都市計畫區約250公頃。整治場址方面，位於都市土地約120公頃，非都市土地約20公頃。亦即，目前所公告的管制場址，約71%位於都市土地，大部分的管制場址，面積皆於1公頃以下，屬於小面積場址。剔除農地場址之後，依照土地使用分區劃分，全台管制場址共199個，主要分布於工業區30%(60個)、農業區28%(57個，皆非農業行為所造成)、住宅與商業合計18%(36個)。

而近年來，廢棄工廠問題成為土地與地下水污染之極大隱憂，由於早年70年代工業發展期，早期的工廠並無環保意識，亦無相關法規制度，許多的工廠設置於鄉間地區，與農田相交錯，污染物便自由地排入環境(徐世榮，2001)。目前有超過十萬家以上之廢棄工廠，完成初步盤查者僅限於高污染潛勢者三萬八千家，其中僅135家完成土地及地下水污染調查，其中有78家污染超過管制標準(行政院環保署，2013)。

此外，國內軍事營區數量眾多，且涵蓋的作業類型複雜。環保署自95年起，陸續辦理各項軍事場址調查計畫，已針對各類型高污染風險的軍事營區進行調查，發現國內軍事場址確實存在各種多元的污染物。然而目前各種類型軍事場址並未直接納入土污法第八條的公告事業之規範。

考慮第一章所述之臺灣目前都市計畫總數浮濫，遠多於實際人口數需要(超過六百四十萬人)，以及尚有137公頃已徵收閒置土地。在產業用地方面，雖然過去數年來，政府已經推動一系列獎勵、優惠貸款方案，鼓勵廠商進駐工業區，2010年統計顯示，全台各類產業園區、科技園區、工業區總閒置土地仍逾2000公頃(中國時報 9/19, 2010)。據工業局統計，截至100年8月底止，所轄工業區計有62區，其中已開發完成土地面積約 14,385.16公頃，開發中土地面積約1,001.29公頃，尚未開發土地面積約841.63公頃(中華民國監察院，2012)。監察院調查報告指出：

「由於上開各類園區設置之法源依據各異，租售及投資優惠措施差異甚大，導致土地因素不再成為吸引廠商投資設廠之重要因素，加以政府對於設

置工業區之態度係採市場導向為主，欠缺整體規劃或總量管制，而各主管機關間對於園區開發及管理又欠缺協調整合，造成各類園區間相互競爭及供需失衡，均加劇園區發展不均衡及工業用地競合現象。惟自89年迄今，歷經十餘載，政府對於工業用地規劃乃至國土規劃，仍缺乏整體規劃或總量管制，復欠缺跨部會協調機制，導致國家整體資源配置失當。」（中華民國監察院，2012）。

根據目前土基會網站最新資料，列管中之場址仍以工廠與農地為最多，列管中農地面積共290.78公頃，共2222個場址，其中僅6個場址是超過一公頃，列管中工廠場址面積共972.49公頃，共145個場址，其中面積超過100公頃僅有2個場址，50-100公頃之場址亦為2個，10-50公頃之場址數量為17個，5-10公頃場址共10個，1-5公頃38個，1公頃以下共76個。列管中的加油站、非法棄置場址、儲槽等總面積未達100公頃。

表 3- 1 臺灣污染(潛勢)土地現況

種類	整治場址	控制場址	高污染潛勢土地	總面積(公頃)	小於1公頃(場址數)	1-5公頃	5-10公頃	10公頃以上
農地		290.79	15000	15290.79	2216	6		
工廠	356.8	615.7	1270	2242.5	76	38	10	19
加油站	22.4	11.1		33.5	76	1		
非法棄置場址	6.33	6.39		12.72	14	3		
儲槽	5.01	20.43		25.44	2	1		
其他	9.85	3.92		13.77	6	3		

此外，高污染潛勢工廠面積據本研究統計，仍保持工業使用者約1270公頃，土基會委辦「全國重金屬高污染潛勢農地之管制及調查計畫」結果指出(行政院環保署，2014)，評估結果達危害等級及污染等級區域約占全國農地2.65%，估計其中約1.5萬公頃應有需調查或整治之迫切性。綜合以上統計資料，臺灣污染(潛勢)土地的兩大重點類別即為農地與工廠，並且多為小面積、零碎分布，與歐美之褐地問題多位於都市內，造成影響治安與地方經濟衰敗、人口外移等特性不同。以下，對於農地污染與工廠污染分別討論。

農地污染

首先，針對農地污染方面，農地污染的特性為通常污染來自於灌溉用水，土地所有人通常並非污染行為人，因此，源頭管理為農地污染防治之關鍵所在，必需由灌溉水源進行管理，避免環保行政資源與土污基金之反覆投注與

浪費。根據土污法第二條第15款

十五、污染行為人：指因有下列行為之一而造成土壤或地下水污染之人：

- (一) 洩漏或棄置污染物。
- (二) 非法排放或灌注污染物。
- (三) 仲介或容許洩漏、棄置、非法排放或灌注污染物。
- (四) 未依法令規定清理污染物。

首先，上述規定似乎嘗試明確列舉造成污染之各種手段如「排放」、「棄置」等，然隨著科技之變化，造成污染之手段可能日新月異，因此應可考慮使用較廣義之污染手段定義如「釋放」、「廢棄」。

此外，「非法」排放與「未依法令」為污染行為人之要件，然而，土地污染，尤其農地污染，很可能是行為人「合法」長期排放合乎環保署排放標準的污染物所造成。此處之立法與美國超級基金法案(CERCLA)所要求的行為人概念不同，即超級基金法案中，無論行為人是否符合環保法規進行排放，皆須負起整治責任(潛在污染責任人)。土污法第二條第十六款與第四十三條對潛在污染責任人的相關規定如下

土污法第二條第十六款

潛在污染責任人：指因下列行為，致污染物累積於土壤或地下水，而造成土壤或地下水污染之人：

- (一) 排放、灌注、滲透污染物。
- (二) 核准或同意於灌排系統及灌區集水區域內排放廢污水。

土污法第四十三條

依第十二條第八項、第十三條第二項、第十四條第三項、第十五條、第二十二條第二項、第四項及第二十四條第三項規定支出之費用，直轄市、縣(市)主管機關得限期命污染行為人或潛在污染責任人繳納；潛在污染責任人應繳納之費用，為依規定所支出費用之二分之一。

根據營建署(2012)報告指出，臺灣地區大部分縣(市)的農地存量約為55%~90%，顯示農地資源已遭受侵蝕破壞，其實際仍作農業使用面積總量已遠低於帳面所列數字。因近年來颱風、暴雨引發洪水氾濫、土石流等災害及各地零星開發使用農地做為工廠使用等情況普遍，目前帳面上之農業用地面積(90萬公頃)是否仍維持可供農業使用狀態實不無疑義。

在農地完整度方面，新北市轄範圍內農地高完整度者僅約20%、高完整度超過60%者僅有雲林縣、嘉義縣及屏東縣等3縣，其餘直轄市、縣(市)則大多為30%~59%間，由以上數據可以瞭解，目前農地穿孔、破碎、切割情況嚴重(內政部營建署，2012)。

因此，為達成100年5月10~11日全國糧食安全會議宣示「2020年我國以熱量為權數計算之綜合糧食自給率目標訂為40%」之政策目標，對於污染(潛勢)農地的管理與再利用，宜以整治完成並偕同農政單位合作，以恢復地力、農業使用為主，如果因污染物性質導致難以恢復原本的農作方式，則宜發展生質作物搭配綠色整治、太陽能面板、造林等以配合農村社經型態與永續發展，而不宜改變用途以免加劇農村破碎化、影響糧食安全。

工廠污染

土基會報告指出，依據工業單位的統計，我國歷年來關廠歇業或註銷登記的工廠家數超過10萬家，由於廢棄工廠調查的實務相當困難，環保署已優先調查其中有高污染潛勢者3萬8千家，其中仍做為工業用地約1270公頃。土污法第八條與第九條對於高污染潛勢事業別做出以下規定。

第八條

中央主管機關公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染評估調查及檢測資料，並報請直轄市、縣(市)主管機關備查。土地讓與人未依前項規定提供受讓人相關資料者，於該土地公告為控制場址或整治場址時，其責任與本法第三十一條第一項所定之責任同。

第九條

中央主管機關公告之事業有下列情形之一者，應於行為前檢具用地之土壤污染評估調查及檢測資料，報請直轄市、縣（市）主管機關或中央主管機關委託之機關審查：

- 一、依法辦理事業設立許可、登記、申請營業執照。
- 二、變更經營者。
- 三、變更產業類別。但變更前、後之產業類別均屬中央主管機關公告之事業，不在此限。
- 四、變更營業用地範圍。
- 五、依法辦理歇業、繳銷經營許可或營業執照、終止營業（運）、關廠（場）或無繼續生產、製造、加工。

由上述規定可知，對於公告之（高污染潛勢）事業，土污法要求原土地所有人出具檢測資料給主管機關，假定土地之繼受人也必定會調閱檢測資料。但由於土污法並未禁止控制場址之買賣，若繼受人並未調閱，則根據土污法第31條，視同未盡盡良善管理人注意義務。但是，對於一般非高污染潛勢事業別廢棄工廠，由於調查與管理十分困難，對於其所有人與繼受人可能難以將其列入潛在污染責任人，而導致缺乏經費難以進行整治。

由土污法第十七條與二十四條的規定，現行的土污法乃預期讓控制場址的污染物濃度降至管制標準之下而解除列管，因而沒有對控制場址建立健康風險的再開發的配套法規，其再利用乃採取個案的形式由中央主管機關審核。

然而，以再利用的角度而言，臺灣控制場址面積遠多於整治場址。加上有鑑於未來經調查後極可能增加許多廢棄工廠的控制場址，由於廢棄工廠的特性之一為年代久遠以及土地產權複雜，例如因倒閉而使產權被債權人分割，可能難以找到污染行為人或潛在污染責任人，而導致難以進行整治，加之前述污染農地可能「整治成功」後依然難以恢復糧食農作使用，因此可以搭配永續國土規劃需求（例如發展再生能源設施、儲能設施、生質作物、停車塔等），來配合低密度的再利用這些控制場址（透過土污法第十三條與第五十一

條)，而免於去使用乾淨的土地。經整合國內專家學者之意見(見附件二)，本研究建議台灣之褐地定義宜為「高污染潛勢土地與列管中之場址」，透過褐地管理平台進行褐地之管理與再利用(見第五章)。

3.2 國外褐地再開發流程

如何再開發利用褐地逐漸受到重視，然而由於褐地上存在污染物導致健康風險的問題，使褐地再開發利用面臨複雜的挑戰，大致可分類如下(USEPA, 2006)。

1. 環境責任問題：

對褐地開發者/所有人而言，希望能夠處理褐地上過去及未來相關的環境責任問題。在1996年之前，甚至連提供貸款方拍賣褐地都會招致承擔環境責任(Xu, 2006)。

2. 財務問題：

貸款者通常對於受污染的土地有疑慮，在一些情況下，整治污染物的費用甚至超過該土地資產價值。

3. 整治問題：

環評以及整治過程可能造成褐地開發時程長於一般不動產開發。

4. 再使用計畫：

可能缺乏基於社區目標或基於健全的經濟與環境資訊而制定的再使用計畫。

因應褐地發展，各單位皆企圖制訂流程與評估方法，以便落實褐地使用。而歐洲方面，其對褐地的定義比較廣，因此以四個面向為基礎設定流程，分別為未來利用，廠址準備，經濟可行性及法律架構，如圖3-1所示，一四面體代表四個項目的關聯性及他們互相依賴性，四個項目必須達到平衡，這個四面體模型應用在CLARINET的褐地計畫中，描述褐地複雜的再開發計畫動態，未來利用的層面可同時被認為是社會領域，場址準備包括確認場址是否安全，不會造成環境污染或損害(CLARINET, 2002)。

美國的褐地是建立在土地為污染土地的條件上，所以只要是受污染土地，排除在國家優先名單，超過管制標準有重大污染者及已經在整治中或預計要

整治的土地等明文規定不屬於褐地的土地外，都被認為褐地，再接下來做再開發評估。2001年美國環保署制定了褐地開發的七個步驟(McCarthy, 2001)。

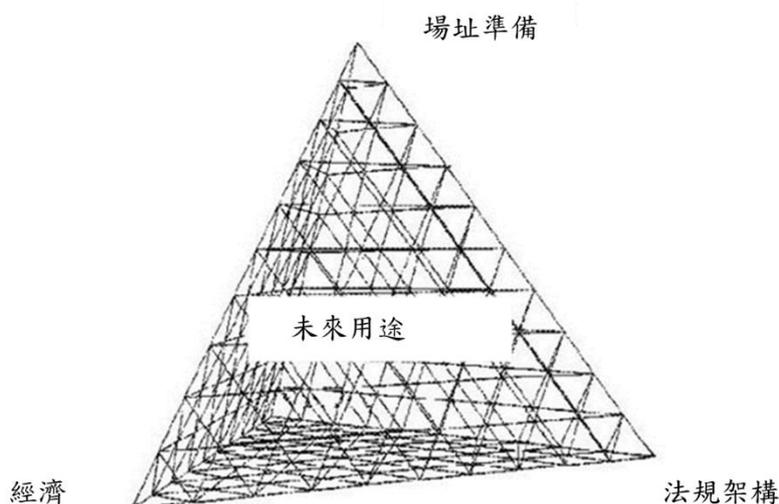


圖 3- 1 歐洲褐地之四面向(CLARINET, 2002)

1. 選擇褐地，這是最基礎也最重要的階段，須調查褐地特性與週遭的環境，做為後續市場行為與土地評估的基礎，以利清理與再開發的進行。
2. 第一階段場地環境評估與調查，獲得場地背景資訊以識別可能存在的污染、法律責任和經濟風險；當不存在污染時，開始場地再開發；當存在潛在污染時，進入場地環境評價的第二階段。
3. 第二階段：場地污染調查，通過現場的採樣分析以確定污染類型、數量和範圍；-當污染不會對人體健康和環境產生風險時，開始場地再開發；-當污染水準較高時，重新評估項目的可行性。
4. 評估各項可行的整治方法，編制和評估備選整治方案，當各項備選整治方案均不可行時，確定場址再開發是否可行。
5. 編制修復執行方案，與利益相關者協調設計整治執行計畫。
6. 實施整治，當整治執行過程中發現之前未發現的污染時，回到場地評價階段重新確定污染程度。
7. 啟動場址再開發行動。

綜合以上，美國的執执行程序劃分較細(圖3-2)，經濟及財務的分析是個別再進行評估，歐洲則放進前後兩次的評估步驟中，並沒有特別區分出來，因此步驟較少，較簡潔，但兩者所需要實行的計畫內容是相同的。



圖 3- 2 美國褐地再開發程序 (McCarthy, 2001)

3.3 褐地關鍵因子與分級制度

褐地再生議題，須共同考量土地永續與經濟效益評估等兩大因素 (Schadler, 2011)，因此歐盟透過由上而下評估模式(圖3-3)，依據步驟一褐地再生永續指標、步驟二整治工程與技術適宜性、步驟三土地規劃與分析，以確認褐地再生主要關鍵因子，再透過步驟四進行褐地再生條件風險評估管理(包含健康風險、財務風險、土地再利用風險等)，以建立步驟五永續土地管理工具與策略，進而才可將污染土壤與地下水政策管理與土地再利用範疇進行結合，推展至土地再利用管理與城市發展規劃等範疇。

然而，目前土壤與地下水整治法，僅有掌握污染端資訊與整治工程與技術適宜性分析，未來面對褐地再利用進階推展至土地管理範疇，則會面臨各項因子影響與管理衝突問題。有鑒於此，歐盟褐地再生管理系統結合褐地市場分析(Market analysis)與場址環境分析(site analysis)，提供解決污染

端與土地開發端評估方法，並以風險評估管理工具將兩者鏈結，透過兩者分析方法決定土地處理價值等級評定(ABC model)，依據褐地開發價值提出合適經濟模型，主要該界線落於土地開發價值與整治成本與社會成本是否達損益平衡，以達污染土地永續管理機制，讓該場址進行褐地再生計畫(Thornton et al., 2007; Adams et al., 2000; Rodenburg, 2003)。

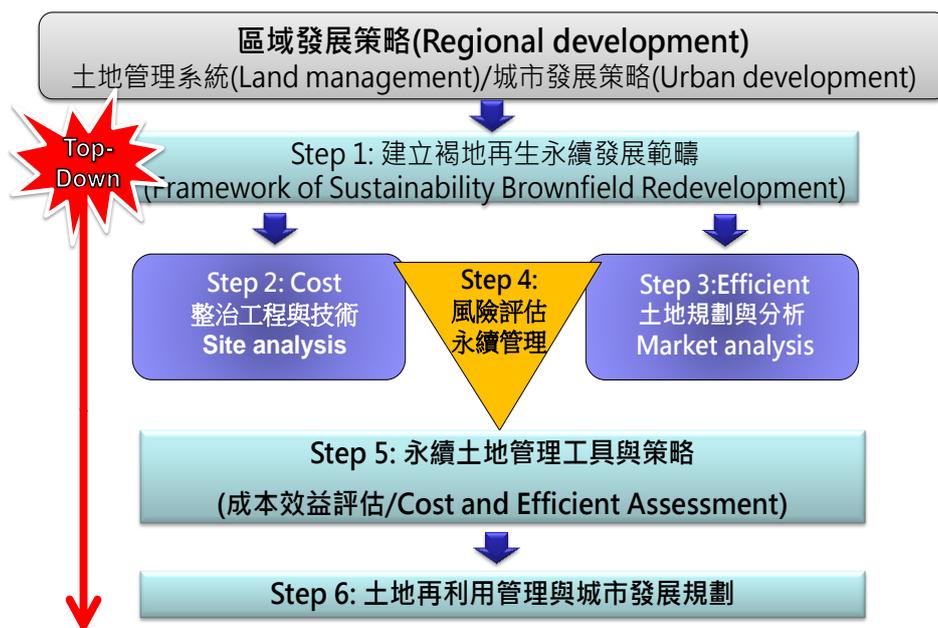


圖 3- 3 歐盟褐地再生管理系統架構(RESCUE, 2004)

褐地市場分析(Market analysis)市場分析首先針對總體市場的層次和條件作調查，主要以土地市場供給與需求兩方面評估再來決定褐地土地價值，以市場指標的選擇和調查來估算該區域的住宅、休閒、零售業、商業或工業用地的需求，供給面評估因子係以場址特性(如區位、廠址面積、人口密度、公共設施、商業結構…等)，以及場址未來規劃(如開發時程、場址土地用途、場址開發者特性…等);需求面評估因子係以樓地板需求(如場址規劃需求、納容量、市場限制、土地變化影響…等)，以及潛在因子(如市場開發條件、商業需求增加、購買流量趨勢…等)，市場分析不僅可了解經濟能力、弱點與缺口，也可了解土地價值分析工作需要大量的參考數據。

褐地分級設計方面，目前已有許多判斷褐地價值或狀態的方法，如歐盟提供的土地價值等級評定模式(ABC model) (RESCUE, 2004)、美國芝加哥政府也提出褐地篩選評分機制(GSG, 2005)與褐地再生永續指標評估工具

(SBR tool) (Wedding, 2007)。(ABC model)是根據該區域的發展前景將褐地再開發分類，建立損益平衡價值線(Breakeven value)。模式的評估標的包含地點、場址周圍的土地價格、早期場址和被拆遷的區域土地利用，將場址分為ABC三類型，A site指的是污染程度小，可以快速且花費較少成本整治，有高的邊際效益，且房地產價值高，能負荷高密度發展。B site的整治成本與土地附加價值相當，需要公共基金補助等經濟誘因與私人共同負擔成本，因為其污染較嚴重需要做整體再利用評估；C site因污染最嚴重，其整治成本大於土地附加價值，無誘因促使土地再開發，需要政府資金介入進行整治；B型褐地是最廣為大家討論的褐地類型，因為其再利用的方式有相當的彈性，此特性使它們有商業邊際效益，而C site並不是合作褐地再開發計畫場址，須完全依靠政府基金執行整治清除計畫(圖3-4)。

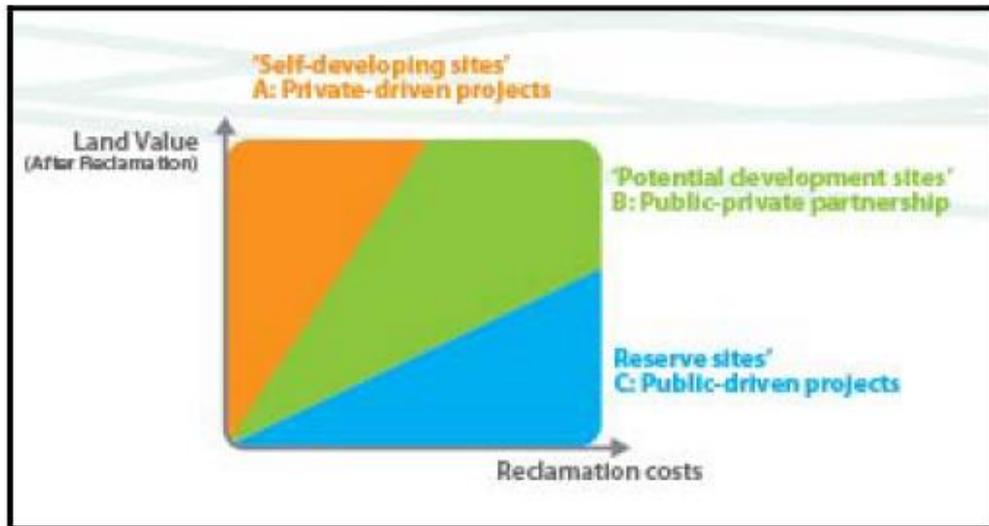


圖 3- 4 ABC model 分級概念

美國芝加哥政府也提出褐地篩選評分機制，分為兩個階段，首先透過評析污染場址危害前世初步篩選評分，以污染調查與現場勘查有害廢棄物進行評分，超過六十級暫時從開發名單中移除，小於六十分則進入下一階段篩選標準，開發條件以公共設施、交通條件、土地需求率等進行評比。

褐地再利用其造成的影響涵蓋環境、經濟及社會三層面（表 3-2），以環境層面而言，表中所列之污染情況，其包括列管情形、過去土地利用情形及污染物種類，另外如土地的大小，地質狀態，閒置及廢棄情況，例如年分，土地上廢棄物的狀態，周遭綠地分布，再利用後可降低多少健康風險，與開發綠地相比可減少多少溫室氣體，改善城市景觀等。經濟方面，為建立指標

涵所需的資訊包括土地閒置廢棄、租金與投資成本、營運收益與地價增值等資訊；社會方面，則包括社會人口結構、增加工作機會的數量、因為褐地重新被使用以降低多少犯罪率、交通情形的影響等。因此，本團隊後續即從此表選取適合國情之關鍵因子建立褐地資料庫。

表 3- 2 有關褐地再利用之各層面指標

環境	經濟	社會
● 污染情況	● 閒置情況	● 交通要道
● 土地面積大小	● 廢棄情況	● 大眾運輸
● 溫室氣體排放	● 鄰近主要城市	● 社會人口結構
● 能源耗用	● 清除污染成本	● 增加工作機會的數量
● 金屬資源耗用	● 未來土地利用方式	● 降低犯罪率
● 水資源耗用	● 經濟及就業結構	● 交通情況
● 非金屬資源耗用	● 租金價格	
	● 投資成本	
	● 營運收益	
	● 區位競爭力	
	● 增加稅收量	
	● 地價增值	

3.4 褐地開發之財政考量與保險政策

美國褐地開發案例中，確實已將相關財政納入褐地開發的執行中，已環評補助金、週轉金貸款補助與整治補助金為多數，圖3-5、3-6、3-7分別為上述三類補助之褐地整治成效。

1. 接受褐地環評補助金 (Assessment grants)的場址共有7787個，其階段性成果可見圖3-5。

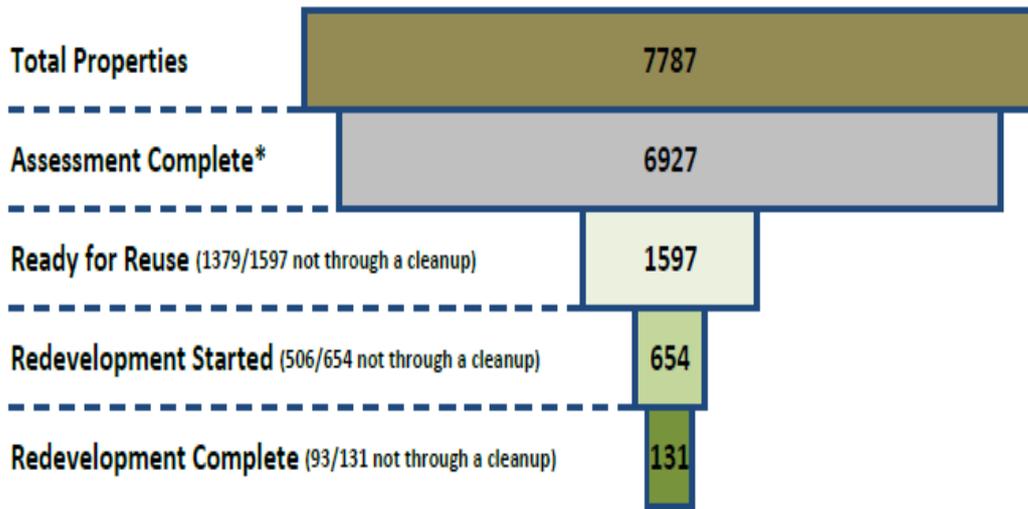


圖3- 5 2003-2008 接受Assessment grants的褐地場址開發成果(USEPA, 2012)

2. 接受週轉金貸款補助 (Revolving loan funds) 的場址共有234個，其階段性成果可見圖3-8。

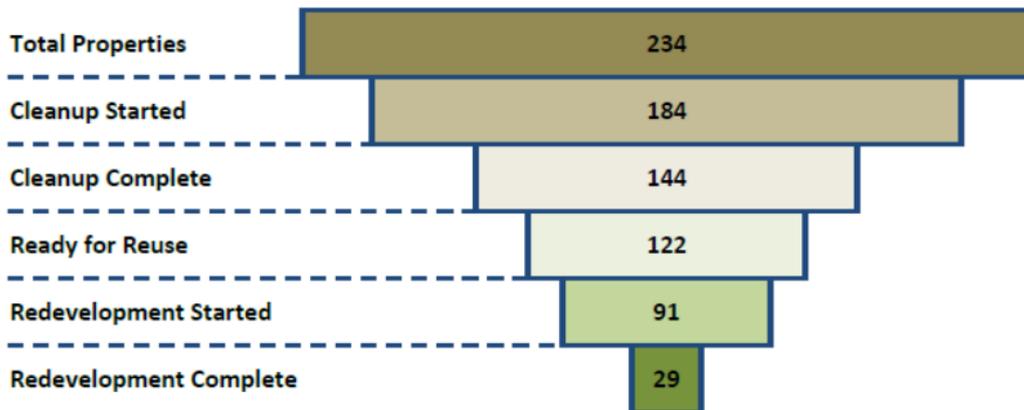


圖 3- 6 2003-2008 接受 Revolving loan funds 的褐地場址開發成果 (USEPA, 2012)

3. 接受整治補助金 (Cleanup grants) 的場址共有449個，其階段性成果可見圖3-7。

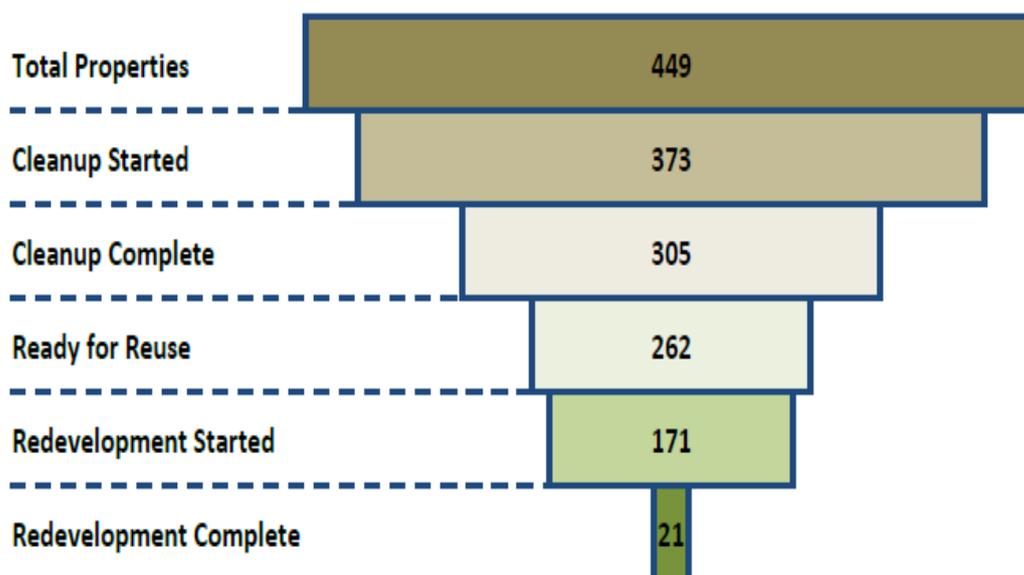


圖 3- 7 2003-2008 接受 Cleanup grants 的褐地場址開發成果(USEPA, 2012)

據美國環保署統計，8294個場址中，五年內僅只有168個完成再開發，部份研究顯示經費是一項嚴重影響開發成功與否的因子，相關研究不進行開發計劃的原因如表3-3所示。

表 3- 3 不進行褐地開發計畫的原因

	加州	科羅拉多州	佛羅里達州	羅德島州	懷俄明州
預算不足以提供補貼	*	*	*	*	
宥於法規無法提供補貼					*
有其他更優先的計畫	*	*	*		
計畫的管理費用不足	*	*	*		
懷疑州內是否有足夠之廠址		*		*	*
對於小型場址缺乏CC保險	*	*	*	*	
無法確定保險費的折扣	*	*			
其他問題	*				

(譯自 Yount and Meyer, 2006)

在超級基金法案，對於經費的相關問題，污染責任人的整治費用，包括現在與之前的土地所有人、使用人、有害廢棄物輸送人等，均被納入義務賠償者的範圍。此為潛在污染責任人的概念(Potential Responsibility Parties, PRPs)。“超級基金修訂及再授權法”(Superfund Amendments

and Reauthorization Act, SARA)，對於整治標準作了相當的修改，其所偏向的清理標準為永遠的移除污染物（徐世榮與蕭新煌，2006）。由於嚴格的整治標準，超級基金法案導致了整治速度的緩慢以及大量成本的投入；比地方政府與潛在污染責任人之間的大量訴訟費(Burnett, 1996)。而且超級基金被濫用的情況陸續被揭發(*ibid*)，政府不但要負擔污染場址的處理成本同時也損失了稅收來源，因為許多褐地是位於都市中。另外，嚴格的PRPs認定，使土地所有人不敢隨便開發以免負擔可能的賠償責任。由於超級基金在整治上的無效率，以及執行嚴格整治標準的困難度。每一個污染場址的清理費用平均是二千五百萬至三千萬美元 (Probst et al., 1995)。因此，美國國會對於污染場址問題的論述開始要求放寬超級基金法案中嚴格的責任歸屬以鼓勵清理與再開發褐地 (Reisch, 2004)。為有效整治與褐地再開發，經費的待解決實屬急迫解決之問題，為此，美國相關單位引入了保險概念，企圖將保險機制納入，預期於整治評估前期即確保經費的來源與整治期限。

表 3- 4 參與者在褐地開發中所扮演的角色與相關利益(USEPA, 2006)

參與者	舉例	角色	相關利益
褐地所有人		賣出或開發褐地	希望能得到合理的土地價格 希望能處理相關的環境責任問題
公部門相關者	地方政府 非營利組織 社區團體 接受環保署資金的團體	從社區發展及 經濟發展的角度 開發褐地	希望能活化被汙染的土地並 帶來社區及經濟成長 可能會希望成功的環評與整治及再利用以提高社區形象
私部門相關者	投資人 貸款者 保險業者 開發者	提供開發褐地 所需資源	希望能活化被汙染的土地並 帶來社區及經濟成長 希望投資得到適當的回報 希望褐地開發可與更大的鄰近或社區 開發計畫做連結
其他方面相關者	律師 環評公司 聯邦與州之監管單位	提供技術,法規以 及其他指導	希望褐地已經清理並達到適當的安全 標準以利用 希望降低褐地上未來的環境疑慮

現有美國的褐地保險可分為污染責任保險、費用上限政策、保障貸款方政策與組合保險政策四種。

- 污染責任保險 (Pollution Liability Protection, PL)

此種保險提供褐地再開發者或土地所有者一定的金額，以防將來的土地使用者因為污染而提出的求償或費用。這些費用可再區分為：

a. 第三方求償 (Third Party Claims)

由於監管單位基於之前未知或已知的污染狀況而提出整治要求所造成的費用。

1. 由於污染或污染轉移到投保場址外而造成的整治費/建康/財產損害的求償。
2. 由於運輸污染物過程中而造成的整治費/建康/財產損害的求償。
3. 由於投保場址外的污染轉移入投保廠址內而造成的整治費/建康/財產損害的求償。
4. 為對抗第三方求償所需的訴訟費。

b. 己方求償(First Party Claims)

1. 投保方發現之前未知的污染狀況而需要的整治費用。
2. 投保方由於之前未知的污染狀況而造成的商業損失。
3. 投保方由於之前未知的污染狀況而造成的相關費用。

污染責任保險通常期限為一至十年。承保方依法必需提供“延長通知期限”(Extended Reporting Periods, ERP)，通常為30到60天，即投保期結束後，在此期限內承保方仍然必需負責對於投保期間污染狀況而提出的訴訟。

• **費用上限政策 (Cost Cap Policies, CC)**

此類政策保護投保方遭遇整治污染物費用超越預計時的狀況，給付的種類可區分為：

1. 所需整治的污染物的體積與濃度超過預期。
2. 整治新發現或之前存在但未列在整治計畫的污染物。
3. 發現原本未知的污染物所需的評估費用及製作整治計畫的費用。
4. 整治過程中由於重啟計畫或法規變更所導致增加的費用。
5. 整治失敗所導致的費用。

6. 由於污染物所導致計畫拖延的相關費用。

- 保障貸款方政策 (Secured Lender Policies, SL)

此類政策保障提供貸款給褐地開發者的貸款方可拿回貸款或抵押地由於污染而貶值的情況。而褐地開發者由於此類政策將可更容易取得貸款。給付的種類有：

1. 開始拍賣抵押地後，提供貸款方整治污染費用
2. 補償貸款方未收到之款項。

- 組合保險政策

以上三類保險政策也可組合使用來擔保二個或更多的場址。通常組合保險將規定給付上限（將來給付給所有廠址的總費用將設定一上限）。對提供保險方而言將可減少支出（假設並非所有廠址都遭受嚴重損失），例如原本單一的政策可分別給付兩個場址各10萬上限，組合政策只需給付兩個場址總額15萬上限。然而風險為如果其中一場址已被給付15萬，另一場址未來將得不到給付。減低此種風險的辦法為對每一場址設定給付上限。

由於褐地的開發需要花費外的環評費用、整治費用以及保險費，而間接的財務負擔在於貸款者與投資人需要更多的擔保與投資報酬率。此外，整治所花的時間導致褐地開發時間長於一般的開發，也會造成褐地發者間接的經濟損失。為了降低褐地開發者的經濟負擔，美國由聯邦乃至地方皆提供了大量的財政工具以協助褐地開發者，可簡單歸類於表3-5。

表 3- 5 褐地開發與整治的財政工具（譯自 Wu, 2006）

單位	計畫	用途	適用對象
環保署	環評補助金	環評	州政府與地方政府
環保署	週轉金貸款補助金	整治	州政府與地方政府
環保署	整治補助金	整治	州政府與地方政府
住宅與都市發展部	褐地發展草案	整治	州政府與地方政府
經濟開發局	就業與經濟發展計畫	整治	州政府與地方政府
財政部	賦稅誘因	環評減稅	開發者
州或市政府	租稅增額融資	整治/規劃/購地	開發者
州或市政府	一般義務債券	整治/基礎建設	地方政府

- 聯邦層級計畫

主要由聯邦環保署及住宅與都市發展部提供。由1995年起，環保署透過褐地補助計畫(Brownfields Grant Program)提供下面四種財政計畫以促進

褐地發展 (Ramseur, 2008)。環保署的補助通常不直接給私人開發者而是提供給地方政府與非營利組織。

- a. 環評計畫 (Assessment grants) 提供25萬美元上限給每個場址進行環評與制定整治計畫。
- b. 褐地週轉金貸款補助金 (Revolving Loan Fund) 提供一百萬美元上限的低利率或零利率貸款以供整治費用。
- c. 整治補助金 (Cleanup grants)：用於補助地方政府、開發單位，與非營利組織進行褐地整治。
- d. 職業訓練補助金 (Job training grants)：提供二萬美元上限來訓練受影響地區之居民使未來能於環境領域就業。

此外，環保署於2002至2006年間每年提供五千萬美元的直接補助。環保署於2003至2006年會計年度每年共提供約一億六千萬美元的經費補助褐地開發 (ibid)。住宅與都市發展部的褐地發展草案提供地方政府經費以購買、整治、開發褐地。目的為增加稅收與增加就業。經濟開發局的就業與經濟發展計劃的經費可用於改善基礎設施，例如整治褐地。然而，該社區的失業率必須達到一定標準才可適用於此計畫。美國財政部提供褐地減稅誘因，整治費將可全額抵扣，據環保署估計，每年大約有3億美元的褐地整治費，其賦稅誘因產生了34億美元的私人投資。

● 州與地方層級計畫

a. 租稅增額融資 (Tax Incremental Financing, TIF)

由開發單位先發行債券集資，開發完成後增值的稅收用來償還投資人。

b. 一般義務債券 (General obligation (GO) bonds)

州、市、鎮與其他地方政府可發行一般義務債券用於改善基礎設施與再開發。

除了TIF與一般義務債券，部分的州政府會提供再開發貸款、補助金、技術援助與保險以評估與整治褐地。

第四章 研究方法與過程

4.1 褐地管理再利用原則與資料庫

4.1.1 褐地管理與再利用原則

依照前述(3.1)所建議的臺灣褐地定義，本研究欲建立褐地評估系統與建議褐地財務、保險政策工具於褐地管理機制，本研究設計的褐地再利用流程架構。綜合以上考慮提供褐地再開發評估機制給公部門的政策決策者。圖4-1為現行之污染場址再利用(開發)流程圖。

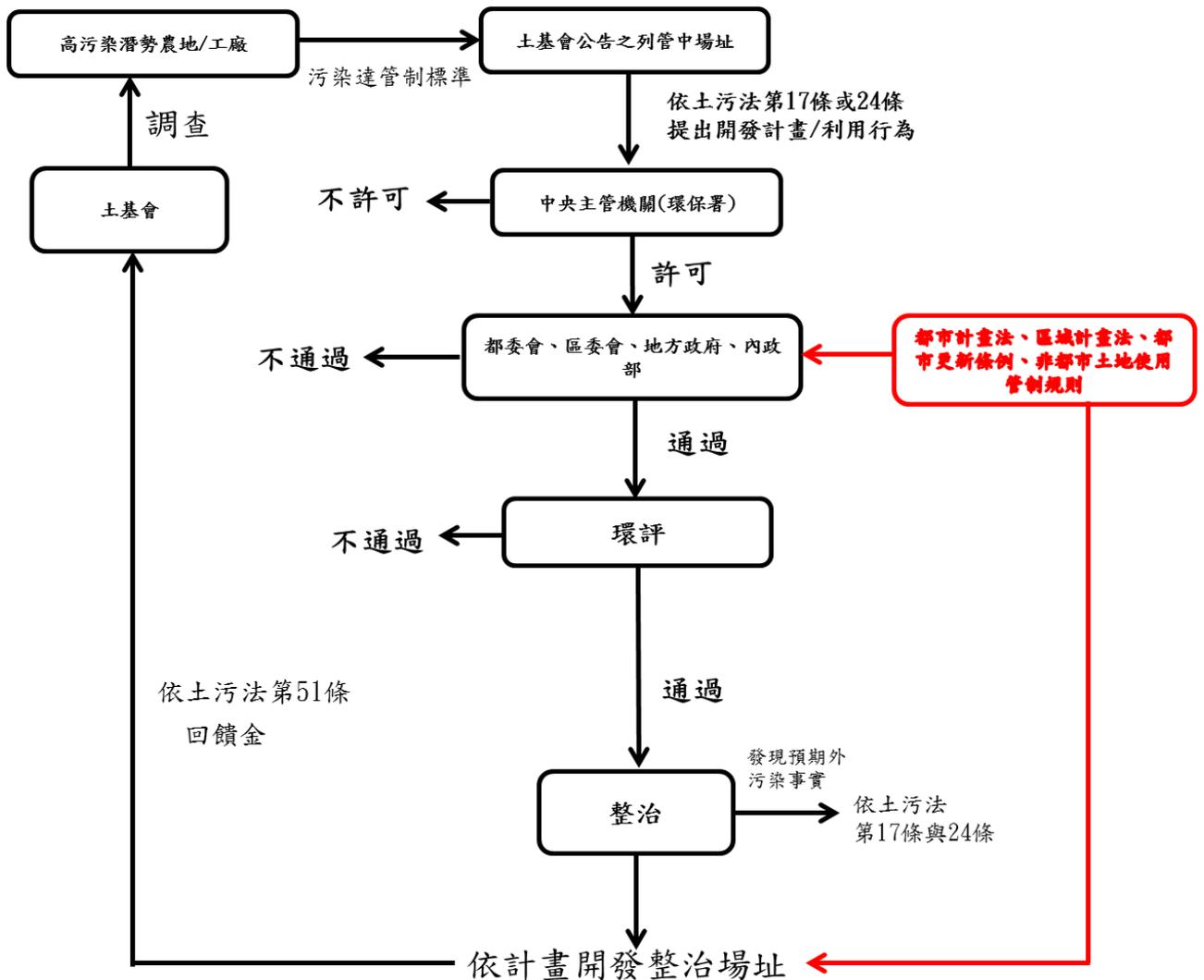


圖4-1 現行污染場址再利用流程架構圖(本研究繪製)

本研究所建議的褐地資料庫如前所述，涵蓋了列管中場址與高污染潛勢廢棄工廠與高污染潛勢農地等，因此，基於圖 4-1 的流程，本研究建議土基會建立褐地管理平台以管理臺灣褐地之地理環境資訊，設計資料庫與褐地評估系統並整合之，來提供公部門在審核都市計畫、都市更新、區域計畫與通盤檢討的階段，如涉及褐地的再利用，可參考本研究所建置之評估系統，對於不同的再利用情境加以評估。

同時，本研究建議土基會以褐地管理平台(運作細節見第五章)作為全國褐地管理之統籌單位，整合各方利害關係人，包括銀行、開發商、周遭居民、非營利組織等，就清理的手段、財務支援、保險合約、法律相關責任進行協商。協助污染場址根據土污法第十七條與第二十四條進行再利用。對於高污染潛勢事業用地、高污染潛勢農地等，則建立其地理資訊系統，提供政府其他單位，如內政部、能源局、農委會等，作為參考以配合整體國土利用規劃。

而本研究的第四個目的，即財務政策、保險政策與溝通平台的設計與整合政策建議，根據圖 4-1 的流程加以補充(見第五章)，乃是在進行褐地污染調查後，使各方利害相關者可以加以利用，若達成共識，即可進行清理與再開發利用，若於清理過程發現未預期的污染事實，則回到污染調查的步驟。

營建署報告指出(2012)，住宅區以發展率7成推估，尚有近2萬公頃住宅區土地尚未開發，以及近15年來，工業區面積逐年變更減少逾2,000公頃，而同時期非都市土地工業區開發許可核可案件為46案，面積約6,890公頃。且目前既有都市計畫區尚可容納677萬人，倘再加計農業區變更，現行都市計畫區可容納總人口數接近4,000萬人，都市發展用地超量供給(內政部營建署，2012)。

綜合以上，即為住宅、工業區皆呈現供需失衡之情況，即為目前住宅、工業用地皆供給過剩。以此，未來的廢棄工廠污染(潛勢)土地的管理與再利用，宜考慮國土整體有效利用，以促進公益之公共設施為主。因此，對於臺灣褐地之再利用政策，本研究建議台灣褐地管理應考量下列原則：

1. 對於造成較高健康風險影響的整治場址，應依環境基本法第三條之規定以環境保護優先之精神，整治環境使其達到管制標準，甚至恢復自然生態功能為目標，若有技術與資金上的困難，則以自然衰減法進行整治。
2. 對於控制場址，考量環境正義，其影響居民之生活方式巨大並且難以於短期整治到達管制標準者(例如農地污染、都市中的加油站)，研擬其合理再利

用方式，依不同再利用方式調整其整治目標以提升周遭居民之生活品質，或補償其損失。例如，考量農地與周遭的生態與社經特性，可發展為太陽能電站或種植生質能源作物等(中興社，2013)，或者都市中的加油站場址可再利用為停車場、儲能設施等。

3. 對於具高污染潛勢之廢棄工廠三萬四千家，由目前統計結果可知，已有54.43%(19095家)轉為住宅、商業、文教、建築等其他用途使用。剩下的45.57%高污染潛勢之廢棄工廠中，少數(1158家)位於敏感性農業用地與水產養殖用地，多數(14000家)為工業用地及交通使用土地(行政院環保署，2012)。根據已調查經驗，這14000家可能過半數為污染場址，總面積約1270公頃。因此，在前述臺灣現有大量閒置產業園區、工業區土地的現況下，基於整治成本、人體健康(農水產食品安全)，與環境考量，本研究建議先對位於敏感性農業用地與水產養殖用地之高污染潛勢之廢棄工廠進行調查。對於全部高污染潛勢之廢棄工廠，以及未登記的非法工廠，建議進行初步的調查與篩選以建立於本研究研擬之褐地資料庫。

4. 目前臺灣工業區大量閒置土地(超過2000公頃)之問題根源，如前引監察院報告所述，在於各類園區設置之法源依據各異，租售及投資優惠措施差異甚大，加以政府對於設置工業區之態度係採市場導向為主，欠缺整體規劃或總量管制，而各主管機關間對於園區開發及管理又欠缺協調整合。以此，如何有效利用大量工業區閒置土地與防制炒作工業區土地，需由根本的都市計畫法、區域計畫法以及國土計畫草案之修訂與健全化著手，與土地污染本身關係不大。

5. 本研究所擬定之褐地管理平台，僅納入高污染潛勢農地、高污染潛勢廢棄工廠、列管中之場址。並建議未來於土污法明確定義何謂高污染潛勢土地(例如是否需加入廢棄軍事用地、廢棄掩埋場)，以利未來褐地資料庫之建置與擴充。

根據以上原則，褐地管理與再利用之評估流程如圖 4-2 所示。

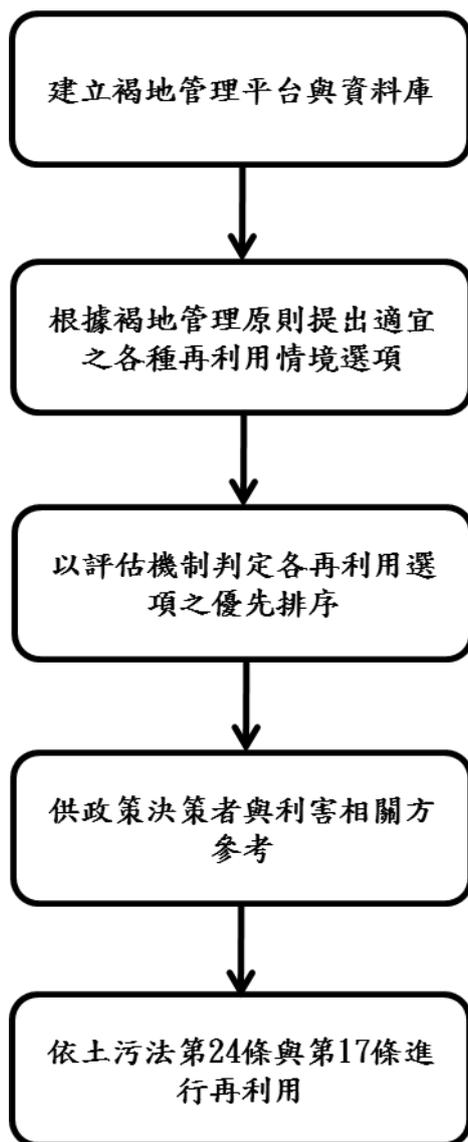


圖 4- 2 褐地管理平台評估再利用情境流程

本研究依據環境、經濟、社會三面向的褐地再利用之各層面指標，制定出用以評估褐地再利用於三面向影響情形之關鍵因子(見 4.3 節)，同時亦利用地理資訊系統建置褐地地圖資料庫，最後以廢棄工廠為案例進行分析。

4.1.2 褐地資料庫的架構與應用

本研究建立的褐地資料庫架構可以分為資料儲存、計算及結果展示功能(圖 4-3)。使用者於褐地模式介面輸入褐地場址資訊後，透過資料庫內建的運算模式，連結儲存關鍵因子參數資料之資料庫，依據三大面向關鍵因子進行自動化計算，最後將結果展示為碳排、用水、淨效益及益本比四大指標，現階段將以衝擊矩陣替使用者分析結果，並以單一場址地圖的方式作呈現，

未來當褐地資料量夠多時，可再擴增為褐地地圖。使用者可依據計算結果以了解在都市計畫或區域計畫的規劃下，土地在各指標上的表現，進而評斷是否有更改再利用用途的空間。

整體褐地資料庫架構

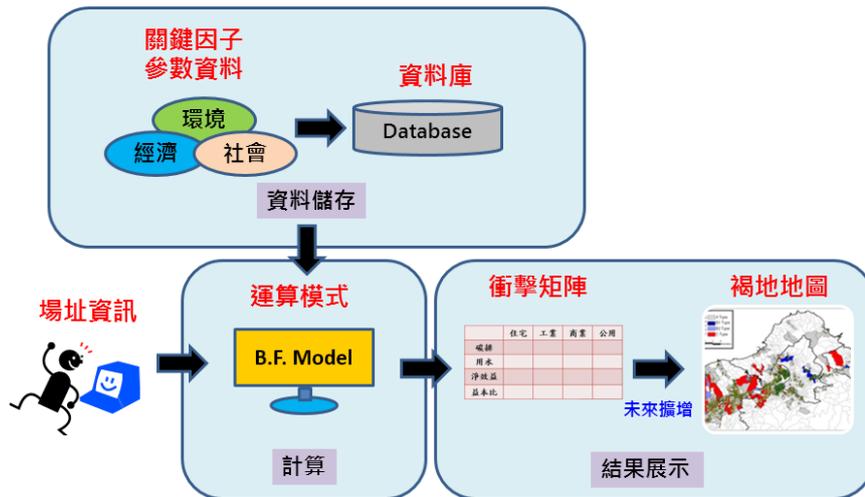


圖 4- 3 褐地資料庫架構

由於未來褐地資料庫結果呈現面可擴展為褐地地圖，本研究將保留其資料空間屬性，並結合地理資訊系統 ArcGIS 作為核心的應用工具。擬定褐地資料庫建立流程如圖 4-4，詳細說明分述如下：

一、資料表單格式制定

此步驟的資料表單可分為資料庫資料表單以及案例資料表單，資料庫資料表單主要為內建在資料庫的參數欄位以及各參數的計算方法，關於褐地資料庫各關鍵因子詳細計算方式將於 4.3 節詳述；案例資料表單則為實際使用此套工具的案例相關資料，包括資料庫輸入及輸出資料欄位。而不同的褐地再開發階段將有各自的資料表單，其將包含環境、經濟及社會的成本及效益各關鍵因子，由於都市開發計畫通常包含了一個以上的褐地，未來表單建議以都市計畫或區域計畫之相同規劃再利用方式進行分類以利編碼。

二、資料庫建置與資料品質規劃

依據步驟一建立的資料庫資料表單及案例資料表單，分別進行資料蒐集，

考量後續資料更新及維護，本研究設計資料品質表單，希望未來更新及維護者可依據此份清單，持續擴增或改善修正數據，亦可作為資料自動化介接之參考依據。資料品質表單將記錄每筆參數的屬性資料，包括資料庫名稱、參數名稱、參數單位、數據來源、數據格式、更新頻率、數據品質及資料年份，針對數據品質部分，本研究考量資料準確性進行簡易分級評分，盤查資料及政府公開資料為 1 分；本土化研究資料為 2 分；經過假設以及國外資料為 3 分，分數越小則資料準確性越高，本研究所建立之各關鍵因子數據品質如附件 1。

三、建立資料連結性

此步驟主要為依據資料庫的格式規劃與實際蒐集資料，修正資料庫資料表單相關計算連結公式，並針對資料庫與自動化運算模式的連結，設計控制欄位，記錄使用者於介面操作時，所選擇的參數選項。

四、建立自動化運算模式

本研究將以資料庫為基礎，以 AutoIt 程式建立自動化運算模式介面，其是用以編寫並生成具有 BASIC 語言風格的腳本程序的免費軟件，被設計用來在 Windows GUI（用戶界面）中進行自動操作，除介面操作控制外，亦可針對使用者所選參數，自動化計算並依各指標分數排序，並產生運算結果檔案。

五、計算及結果呈現

最後，將欲評估的場址資訊透過自動化運算模式進行計算，其會連結資料庫，並將計算後的結果分別以碳排、用水、淨效益及益本比四大指標呈現於衝擊矩陣上，後續可結合地理資訊系統 ArcGIS，將褐地計算結果以空間屬性呈現於地圖上。

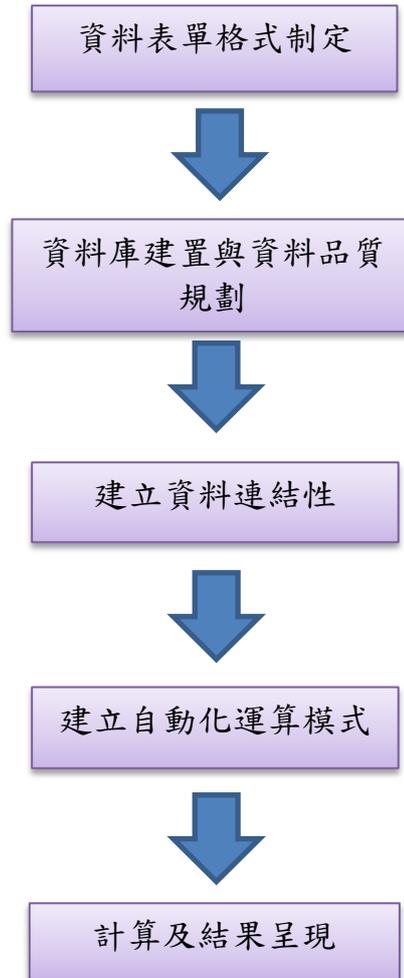


圖 4- 4 褐地資料庫建立流程(本研究彙整)

4.2 褐地再利用評估機制之方法論

本小節主要目的，係建立褐地再利用議題之環境、社會、經濟等層面之分析方法。本研究依據上述褐地再利用評估流程，以及彙整國內外對褐地再利用價值與衝擊之探討，分別以成本效益分析(Cost-Benefit analysis, CBA)與都市代謝的概念，構築本研究之褐地再利用完整決策評估機制。本研究評估機制方法論，透過盤查能資源的耗用，評析褐地再利用的不同情境下，能資源消耗所帶來經濟、社會、環境的衝擊/效益。一方面係透過貨幣化之成本效益分析方式，探討社會與經濟等層面之益本比(B/C)，分析褐地再利用之市場交易驅動力；本研究藉由兩種分析方法之評估機制，提供兼具環境、經濟、社會面之評估結果，作為褐地管理與再利用之利害相關者之決策參考。

4.2.1 環境衝擊分析的方法論

成本效益分析的基礎，在於以市場價格來計算經濟效益與成本，在主流市場經濟學中，市場商品價格的形成，主要有需求面的邊際效益法則、生產面的成本費用，以及達到均衡價格理論，來解釋商品在市場上的價格。然而，市場價格本身，並無法解釋商品價格背後的內在價值是如何計算出來的。例如，達到供需平衡時，一公斤鋼材的的價格是 A。但為何一公斤的鋼材均衡價格是 A，而不是 C？

亦即，在市場經濟學的供需法則之下，對於商品的生產成本，將陷入循環論證，假設 A 商品的生產成本由 B+C 商品價格決定，而 B 商品的生產成本又由 C+D 商品的價格或甚至 A+C+D... 等的商品價格決定，如此無限推衍，市場中各商品的價格乃是「互相決定彼此的價格」。而導致的後果則是使得市場經濟學的價格理論無法認識到商品的真實價值的根源乃是由人類勞動力（健康的人類提供智力與體力）來利用自然環境（提供原物料）所創造，從而無法認識到環境衝擊與資源稀缺的問題本質。

例如，藉由成本效益分析可用來預估販售十萬個商品或一間商場未來所能得的到貨幣利潤（即產值），卻無法預估是否有充分的原物料、能源、與土地來遂行這十萬個商品的生產、運輸、銷售，以及這些過程中所需的原物料、能源的成本價格將會是如何？假使原物料的成本提高，是否在未來這十萬個商品還能夠順利地生產與販售？商場會不會淪為空城？

最後，市場價格理論的基礎，在於假設各種商品與服務皆能自由的在市場上流通，以及個人能夠自由的選擇消費商品與服務，來達到一均衡價格。然而，就現實而言，多數的「個人」並不能自由選擇要購買來自煤炭的發電或是水力的發電，亦不能自由選擇是否該建設一個公園或商場，因為土地乃是壟斷性的商品，尤其大面積的土地並非一般「個人」所能自由交易的商品。

由前述歐美經驗，再利用褐地之前，必須檢視土地使用分區圖、都市計畫、未來人口的預測、及近來發展的模式等。因為多數具有開發機會之褐地皆座落於城市或城市擴張所及之周邊區域，褐地的開發型態將有可能影響到都市的整體面貌，故其再利用宜考慮城市的發展願景來作評估與規劃。近年來，綠色都市、低碳城市已成為國際主要城市的發展願景，我國臺北市已於 2008 年訂定「臺北市推動節能減碳方案」；新北市亦有打造低碳城市之綱要計劃，其他城市也有相關政策推動中。就許多城市來看，多數開發密集地區已不易調整或更新，其建築減碳的潛力相當有限，相較之下，目前未開發之

褐地，未來若能用心規劃設計，將可能在都市的綠色減碳上，產生較具體的貢獻。

聯合國人居署 (UN-HABITAT) 以及其合作之地方政府均提出如何將永續城市納入都市規劃的原則與治理概念，將城市永續度列為良好城市治理必要原則之一，並提出地方 21 世紀議程等。2002 年時，聯合國環境規劃總署 (UNEP) 與地方環境行動國際委員會 (ICLEI) 提出了墨爾本永續都市原則 (Melbourne Principle for Sustainable City)，指出「創造環境健康、具活力、人民彼此尊重且敬重自然」的永續城市為未來城市發展目標，並提出 10 項原則 (UNEP, 2002)。綜合以上的綠色都市與永續都市的原則共 25 項，其中除了與人文、社經相關的 13 個項目之外，與環境、生態相關的原則有 12 項，而 12 項當中，與降低能資源、水資源消耗有關的即有 8 項，而在此 8 項中，有鑑於全球暖化日趨嚴重，CO₂ 成為唯一被指定減排的單一物質。此外，美國環保署褐地再利用辦公室亦於 2011 年提出以空氣品質影響與水資源品質影響為目標，來評估褐地再利用的環境效益 (USEPA, 2011)，並且，美國環保署啟動了一系列的計畫，鼓勵利用褐地與污染土地，以發展再生能源 (見 http://www.epa.gov/oswercpa/rd_related_programs.htm)。

而臺灣地小人稠，因此，土地的利用方式所造成的環境衝擊與能資源需求將不可避免影響周遭地區，例如，翡翠水庫管理局日前指出，若未來淡水地區出現新的開發案，將大幅提高大台北地區的缺水風險 (中時電子報，5/16/2014)。以褐地的再利用來看，除了整治所消耗的能資源以外，常常涉及老舊建築之拆遷，並可能在基地上興建了比舊建築容積更大的量體，如此將加速鋼鐵、水泥、沙石等建築材料之消費量；舊建築拆除後也會產生營建廢棄物。

因此，本年度對於環境衝擊面向的分析，將選擇能資源、水資源消耗與碳排 (減碳效益) 的分析，避免將其貨幣化，方能提供更完整的資訊供永續國土規劃時來使用。例如桃園航空城的計畫涉及大面積褐地 (廢棄軍事用地包含於本研究所設定的褐地定義) 的再利用，而不同再利用型態的建築物本身營運時造成能資源消耗亦會帶來不同的環境衝擊 (Brecheisen and Theis, 2013)。因此，本研究使用過去生命週期分析之文獻所盤查的資料、整治業者所提供的盤查資料，與政府單位資料庫的資訊，來取得褐地再利用由清理污染階段、再開發與再利用階段的能資源與水資源耗用，以及所造成的碳排 (再生能源情境則為減碳效益)，做為評估環境衝擊的關鍵因子。

4.2.2 成本效益分析的方法論

CBA 是各國政府普遍採行的經濟分析方法，可視為一種客觀的公共決策分析工具，可以將環境、生態與健康等非市場型態的財貨與勞務價值同時納入決策之考量，以『環境影響評估法』為例，「政策環評」及「開發行為環評」明定社會經濟的影響預測、分析及評定，都必須納入環境影響評估。然而，綜觀國內公共政策之無市場價值的 CBA 方法探討較少，例如環境保護、教育、公共衛生與健康等外部性之成本效益分析。有鑑於此，本研究則於環境與社會等層面，強化外部成本效益評估內容，並於 4.3 小節詳述各項關鍵因子成本效益評估原則與流程，其中環境因子考量整治成本與土地再利用效益，社會因子考量褐地再利用造成產值(如工作機會、各土地用途之營運效益)。

CBA 可以利用量化數據來具體衡量政策或開發計畫執行驅動力，並依據評估結果提出適合推薦方案，一般選擇準則包含淨現值法(net present value, NPV)、益本比(benefit-cost ratio)、內部投資報酬率(IRR)等。然而，報酬率與淨現值法皆須考量方案決定時之折現率，由於褐地再利用從評估調查階段至再利用完成階段，期程不確定因素導致折現值變動而影響決策，因此本研究則以本益比方式作為 CBA 分析結果呈現。

褐地再利用之交易市場，原則上可將褐地分為兩種類型，包含輕度污染土地與重度污染土地，若以土地市場交易理論而言，高污染地區土地取得成本低，補助、免稅亦能使報酬較高；低污染地區重建成本低，若土地取得亦同時考量價值減損，並作為污染土地成本取得的折扣，亦能有好的重建報酬。Alberini(2007)提出褐地再利用計畫成功須達效益(π)最大化，必須除考量土地基本價值(R)外，仍須扣除污染場址復育整治成本(E)，及社會期待清除隱含成本(L)，如包含民眾健康損失之社會成本與污染場址限制使用損失等等相關性，其中效益(π)最大化之影響因子及包含場址污染物特性(C)、污染場址所在區位(X)、及環保政策影響(Z)，相關影響參數代表不同影響權重。然而，上述各項 CBA 考量因子皆有其不確定性因素，尤其在於污染土地價值鑑價時，對於污染土地造成風險所衍生污名化之財務成本(如風險成本)難以估價。陳怡君(2013)修正 Bell 污染情境分析模式中改善污染計畫誘因性及風險性比率費用成本(Ip)評估，應用風險地圖估算污染土地鑑價不確定性因素，依據美國通用專業估價實施標準第九項(USPAP AO-9)估算污染土地風險影響，然而土地估價師估算責任成本大多以考量市場阻力之風險為評估依據。

然而，利害相關者於土地利用規劃時，因社會經濟效益與環境成本不確定性因素造成估價挑戰，尤其這樣情況發生於污染土地事件更為明顯，導致土地規劃師和利益相關者不能準確地預估，估價階段如圖 4-5 所示，A 為污染尚未被發現前的價值，B 為污染被發現後的折損價值，C 為評估污染程度後的土地價值，D 為修復、整治至可利用土地的價值，E 納入土地持續使用的風險成本價值(any ongoing costs)，F 為市場阻力可能使價值上升或下降的效果。因此污染土地估價除考量環境工程場址復育估算專業外，其中健康及財產風險成本與其他潛在不確定成本(E)，則是估價階段 F 為最後主導影響因素。國內外相關文獻亦評估污名對不動產價值的影響佔未受污染不動產價值風險成本比率，如表 4-1 所示，估計約為 10%~90%不等。

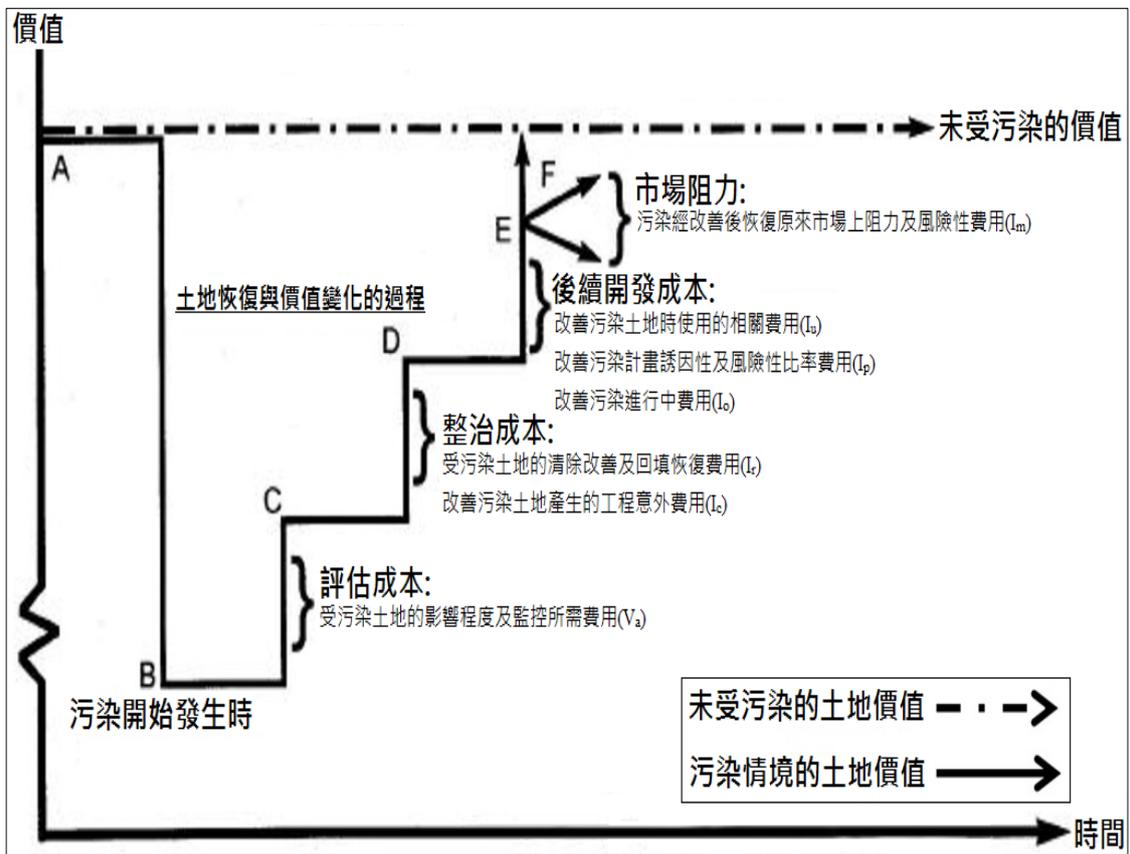


圖 4- 5 Bell 的污染情境評價模型(陳怡君，2013)

表 4- 1 褐地再利用之污染風險成本比率分析

不動產類型	污染種類	分析方	污名風險成本比	文獻
-------	------	-----	---------	----

		法	率(%)	
商業與工業	各種	比較法	20.9%~93.7%	Patchin(1994)
商業	地下儲油槽	比較法	28%~42%	Simons, Bowen and Sementelli(1999)
商業	各種	比較法	0%~60%	Bonz and Brinkema(1993)
商業與工業	地下水	比較法	10%~50%	Page and Rabinowitz(1993)
各類	地下水	比較法	30%	Bond(2001)
住宅	地下水	成本法	60%	林子欽(2009)
住宅與農業	各種	成本法	住宅(30%) 農業(20%)	李泳龍(2002)
住宅、商業、工業	地下水	風險地圖	住宅(35.5%) 商業(20.58%) 工業(4.61%)	陳怡君(2013)

(本研究彙整)

決策者主要考量褐地再利用時各項關鍵因素之風險比率，例如土地用途是否達最大利用率，開發者是否可以分期實施復育整治，政府是否提供政策或經濟誘因…等。因此若進行褐地再利用投資成本效益評估時，美國一般會將購地成本風險機率設定為 50%、整治復育風險機率設定為 90%、殘留風險(整治後污染造成環境或健康危害)10%、交易合約風險設定為 10%，並進而分析褐地再利用資產效益最大化，成本效益估算前提，褐地再利用過程仍需以健康風險為考量進行整治復育工作，因此風險成本機率設定於整治復育階段高於殘留風險，經估算後褐地再利用專案風險可能高達 70%以上。因此，褐地再利用誘因依據投資利害相關者角度而言，褐地再利用投資報酬必須高過股市投資報酬，約計 11%(Robert and Adam, 2001);或者，在政府或社會利害相關者角度而言，褐地再利用投資報酬率甚至必須大過綠地開發，約計 7%(Finnamore, 2000)。

本研究透過 CBA 分析方法，估算褐地再利用之成本(Cost)與效益(Benefit)，並將褐地再利用投資報酬利潤設定至少高過於 10%，並設定褐地再利用成本與效益評估管理模式，如圖 4-6 所示。A 型： $B/C > 110\%$ ，具有褐地再利用市場機制；B 型： $B/C = 100\%$ ，代表收益平衡，可適合公有與私有利害相關者共同開發，但 CBA 關鍵因子估算因具有不確定性，因此則需要更詳細褐地再利用風險調適管理模型，以估算風險機率空間分布，例如導入專一性風險地圖評估工具，進而估算區域開發之成本效益影響；C 型： $B/C < 110\%$ ，

代表褐地再利用不具有效益，必須仰賴基金投入或褐地保險等機制。

小結

綜合以上，環境衝擊分析提供能資源方面的耗用資訊與碳排；成本效益分析可提供經濟與社會方面的資訊供決策者評估褐地再利用帶來的貨幣效益，未來可進一步用來評估資源使用效率與透過物質流的資訊來做為推動褐地管理的基礎。

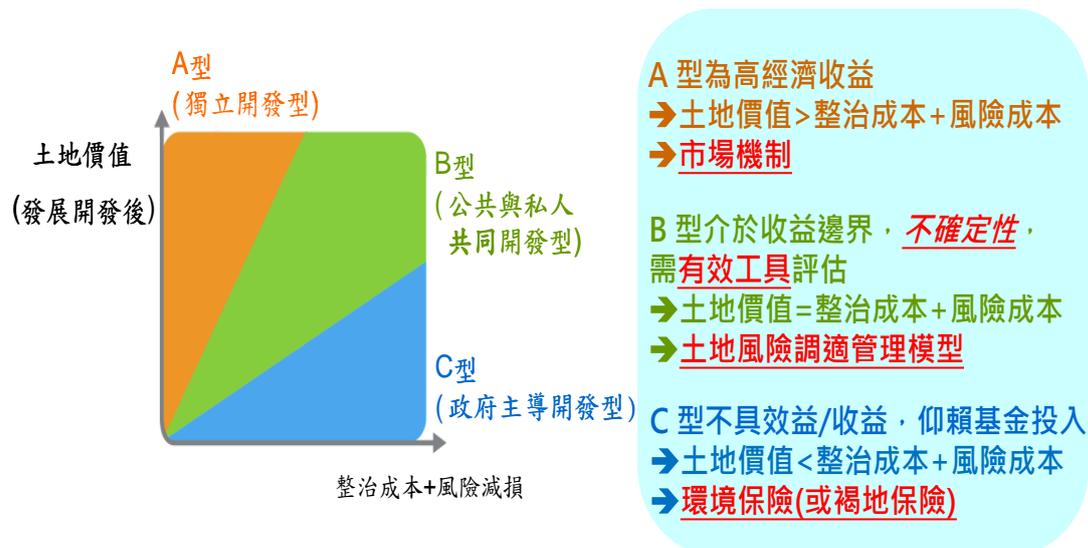


圖 4- 6 本研究之褐地再利用成本效益評估管理模式

4.2.3 健康風險與整治目標

褐地之再利用的關鍵問題之一即為整治目標之制定，本研究研擬致癌風險 10^{-6} 及非致癌風險值 1 回推不同土地類型的健康風險值。再開發土地類型參照各國，分成工業、商業、綠地及住宅四類，住宅、工商業使用美國以風險為基礎的初步整治標準 (Preliminary Remediation Goals, PRGs) 中建議之影響較大暴露途徑及公式計算，綠地則另行設定暴露途徑，而部分參數則參考環保署之建議，代換成臺灣本土參數，用以推導各類型土地用途之整治標準為估算銅之整治成本，其計算方式如下：

1. **住宅**: PRGs 認為污染場址整治開發成住宅，在土壤暴露途徑其風險大部分在於食入土壤，地下水部分則為食入地下水及吸入水蒸汽，而在土壤食入方面是以孩童及成人為受體，調整食入參數，地下水則是成人為受體。

住宅土壤致癌物整治值

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{TR \times AT \times 365 \text{ days/year}}{SFo \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times EF \times IFsoil}$$

$$IFsoil = \frac{IRsoil^{1-6} \times EDage^{1-6}}{BWage^{1-6}} + \frac{IRsoil^{7-31} \times EDage^{7-31}}{BWage^{7-31}}$$

住宅土壤非致癌物整治值

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{THI \times AT \times 365 \text{ days/year}}{1/RfDo \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times EF \times IFsoil}$$

參數	定義(單位)	預設值
C	土壤污染物濃度 mg/kg	chemical-specific
THI	目標非致癌風險值 unitless	1
TR	目標致癌風險值 unitless	10 ⁻⁶
SFo	口服致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
RfDo	口服參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
BW	體重 kg	61.67 kg
AT	暴露發生之平均時間 year	致癌 75year 非致癌 30 year(=ED)
EF	暴露頻率，一年暴露的天數 day/year	350 days/yr
ED	暴露期間，暴露的總年數 year	30 yr
IFsoil	年齡調整的攝食土壤速率 mg/day	111.127 m ³ /day

參數	定義(單位)	預設值
C	地下水污染物濃度 mg/kg	chemical-specific
TR	目標致癌風險值 unitless	10 ⁻⁶
THI	目標非致癌風險值 unitless	1
Sfi	吸入致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
Sfo	口服致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
RfDi	吸入致癌斜率因子 mg/kg-day	chemical-specific
RfDo	口服致癌斜率因子 mg/kg-day	chemical-specific
BW	體重(kg)	61.67 kg
AT	暴露發生之平均時間 year	致癌 75 year 非致癌 24year(=ED)
EF	暴露頻率，一年暴露的天數 day/year	350 days/year
ED	暴露期間，暴露的總年數 year	24 year
Ira	呼吸速率 mg/day	17.14 m ³ /day
Irw	飲水量 L/day	3 L/day
K	蒸發係數 unitless	0.0005x1000L/m ³

住宅地下水致癌物整治濃度

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times (SFo \times IRw + SFi \times K \times IRa)}$$

住宅地下水非致癌物整治濃度

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times (1/RfDo \times IRw + 1/RfDi \times K \times IRa)}$$

2. 工商業：兩者主要風險來自於土壤暴露，而並不考慮地下水危害性，其暴露途徑為食入土壤、吸入土壤揚塵及吸入污染物揮發物。

工商業土壤致癌風險整治目標

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times (SFo \times IRsoil \times 10^{-6} \text{ kg/mg} + SFi \times IRa \times (1/VF + 1/PEF))}$$

工商業土壤非致癌風險整治目標

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times \left(\frac{1}{RfDo} \times IRsoil \times 10^{-6} \text{ kg/mg} + \frac{1}{RfDi} \times IRa \times (1/VF + 1/PEF) \right)}$$

參數	定義(單位)	預設值
C	地下水污染物濃度 mg/kg	chemical-specific
TR	目標致癌風險值 unitless	10 ⁻⁶
THI	目標非致癌風險值 unitless	1
SFi	吸入致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
SFo	口服致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
RfDi	吸入參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
RfDo	口服參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
BW	體重(kg)	61.67 kg
AT	暴露發生之平均時間 year	致癌 75 yr 非致癌 25year(=ED)
EF	暴露頻率，一年暴露的天數 day/year	250 days/yr
ED	暴露期間，暴露的總年數 year	25 yr
IRa	呼吸速率 mg/day	17.14 m ³ /day
IRsoil	土壤進食率 mg/day	50 mg/day
VF	土至空氣揮發係數 m ³ /kg	0.0005x1000L/m ³
PEF	顆粒逸散係數 m ³ /kg	4.63 x 10 ⁹ m ³ /kg

其中 VF 之公式為

$$VF(m^3/kg) = \frac{LS \times V \times DH}{A} \times \frac{(3.14 \times \alpha \times T)^{0.5}}{2 \times Dei \times E \times Kas \times 10^{-3} kg/g}$$

$$\alpha (cm/s^2) = \frac{Dei \times E}{E + p \times (1 - E)/Kas}$$

參數	定義(單位)	預設值
VF	揮發係數 m ³ /kg	chemical-specific
LS	污染土地邊長 m	45m
V	風速 m/s	2.25 m/s
DH	擴散高度 m	2m
A	污染場址面積 cm ²	20,250,000cm ²
Dei	有效擴散 cm ² /s	Di x E ^{0.33}
E	土壤孔隙率 unitless	0.35
Kas	土/空氣分配係數 cm ³ /g	(H/Kd)x41
P	土壤或顆粒密度 g/cm ³	2.65 g/cm ³
Kd	土壤/水分配係數 cm ³ /g	chemical-specific
Koc	有機碳分配係數 cm ³ /g	chemical-specific
OC	土壤中有機物含量 fraction	0.02
H	亨利常數 atm-m ³ /mol	chemical-specific
Di	分子擴散性 cm ² /s	chemical-specific
T	曝露間距 s	7.9 x 10 ⁸ s

3. 綠地：美國 PRGs 並無規範綠地之暴露途徑，因此本研究逕行設定綠地之主要暴露途徑為食入土壤、吸入揮發氣體、揚塵以及皮膚直接接觸土壤，而受體則為大人及小孩。

綠地土壤致癌風險整治目標

$$C(mg/kg) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times (Sf_o \times IF_{soil} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} + Sfi \times IRa \times (1/VF + 1/PEF) + Sfd \times EV \times SA \times fsa \times AF \times ABS \times 10^{-6})}$$

綠地土壤非致癌風險整治目標

$$C(mg/kg) = \frac{TR \times AT \times BW \times 365 \text{ days/year}}{EF \times ED \times \left(\frac{1}{RfDo} \times IF_{soil} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} + \frac{1}{RfDi} \times IRa \times (1/VF + 1/PEF) + \frac{1}{RfDa} \times EV \times SA \times fsa \times AF \times ABS \times 10^{-6} \right)}$$

參數	定義(單位)	預設值
C	地下水污染物濃度 mg/kg	chemical-specific
TR	目標致癌風險值 unitless	10^{-6}
THI	目標非致癌風險值 unitless	1
SFi	吸入致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
SFo	口服致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
SFd	皮膚接觸致癌斜率因子(mg/kg-day) ⁻¹	chemical-specific
RfDi	吸入參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
RfDo	口服參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
RfDd	皮膚接觸參考劑量 mg/kg-day	chemical-specific
BW	體重(kg)	61.67 kg
AT	暴露發生之平均時間 year	致癌 75 yr 非致癌 25year(=ED)
EF	暴露頻率，一年暴露的天數 day/year	75 days/yr
ED	暴露期間，暴露的總年數 year	30 yr
IFa	年齡調整的呼吸速率 mg/day	11.59m ³ /day
IFsoil	年齡調整的土壤進食率 mg/day	109.51 mg/day
VF	土至空氣揮發係數 m ³ /kg	chemical-specific
PEF	顆粒逸散係數 m ³ /kg	4.63 x 10 ⁹ m ³ /kg
EV	事件發生頻率(誤食土壤)1/day	1
SA	身體表面積 cm ²	大人 17300 小孩 11400
AF	土壤對皮膚之吸附係數 mg/cm ²	0.2
fsa	上臂體表面積與身體表面積比	0.2
ABS	皮膚吸收分率 unitless	chemical-specific

利用以上公式算出整治目標值，接著即可估算每種土地類型需要多少整治成本。

而本研究之案例瀚宇博德廠經調查，土壤中之僅有重金屬銅濃度超過管制標準 400 mg/kg，其濃度最高為 7,380mg/kg，地下水方面則並無檢測出超過管制標準之污染物濃度，因此僅需計算銅之整治目標值。銅為非致癌物值，參照美國環保署整合性風險資料系統(Integrated. Risk Information System，簡稱 IRIS)之銅各化學參數及利用以上計算非致癌風險物的風險回推公式，可算出銅在各土地利用情境下達到非致癌風險值 1 以下之整治值。

表 4- 2 健康風險計算各參數值

污染物	RfDo	RfDi	RfDd	ABSd	H	Dia	Koc	Kd
銅	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	0.1	0	0	0	150

RfDo:口服參考劑量 mg/kg-day、RfDi:吸入參考劑量 mg/kg-day、RfDd:皮膚接觸參考劑量 mg/kg-day、ABS:皮膚吸收分率 unitless、H:亨利常數 atm³/mol、Di:分子擴散性 cm²/s、Kd:土壤/水分配係數 cm³/g、Koc:有機碳分配係數 cm³/g

4.2.4 評估系統建置

本研究考量褐地再開發的環境、經濟及社會面向，採用環境衝擊分析及成本效益分析兩大方法，以碳排及用水指標評估環境面，以淨效益及益本比指標評估經濟與社會面。為協助決策者依此 4 種指標判斷褐地之適宜開發方式，本研究設計指標分級系統以整合各指標計算結果，針對各指標於各再利用用途互相比較，由表現差至優以 1~4 分進行排序，此外，各指標將設定一基準值，當各再利用用途計算結果超過此基準值才給予分數，而超過基準值之再利用用途將由小至大排序分數，舉例說明，若計算結果為住宅、工業未超過基準值，而公用表現優於商業，則評分方式為，住宅 0 分、工業 0 分、商業 1 分、公用 2 分。各指標代表意義及各基準值制定方式分述如下。

● 碳排

碳排量即為直接或間接的溫室氣體排放量，可得知褐地再利用過程中對環境造成的衝擊。其算分方式為各土地情境中總碳排量與原設定之土地使用方式之比較(環境基線)。在整治階段選擇不同整治技術會有不同的燃料用量和用電量，但本研究並沒有依據不同土地利用類型選擇不同整治方式，而再開發利用階段，則包含舊建築拆除及清運，新建築營建及再利用階段之各利用類型建築總使用年數用電量與總自來水用水量之碳排。

用電量及碳排量之環境基線計算公式如下：

$$\text{總用電量(度)} = (\text{該行業別的年總用電量} / \text{該行業別的總土地面積}) / 10000 \text{(公式 4-1)}$$

$$\text{總碳排(kg CO}_2\text{-e)} = \text{總用電量} \times \text{臺灣電力碳足跡} + \text{總自來水用量} \times \text{自來水碳排係數} \text{(公式 4-2)}$$

$$\text{單位面積碳排量} = \text{總排碳量(kg CO}_2\text{-e)} / \text{基地面積(平方公尺)} \text{(公式 4-3)}$$

褐地再利用總碳排量則為：

$$\text{褐地再利用總期程碳排量} = \text{清理污染碳排量} + \text{再開發碳排量} + \text{再利用碳排}$$

(公式 4-4)

● 用水

即再利用過程中的總用水量，同排碳量，計算褐地再利用過程中的總用水量可得知對環境造成的衝擊。算分方式為各土地情境中用水量與原設定之土地使用方式用水量比較(環境基線)。總用水量與原設定之土地使用方式用水量比較，即環境基線。在污染清除階段，選擇不同土壤或地下水整治技術會有不同用水需求，然本研究並沒有依照不同土地利用類型選擇不同整治技術。而再利用階段，則會依據不同土地利用類型，根據統計平均之年用水量，接著設定使用年數，計算其總年數用水量，整治及再開發利用兩階段用水量加起來及為總用水量。

用水量之環境基線計算公式則如下：

再利用期間用水量(噸)=(基地面積)/(10000×該行業別總土地面積)×該行業年總用水量×1000000×再利用年數 (公式 4-5)

$$\text{單位面積用水量} = \frac{\text{總自來水用量(噸)}}{\text{基地面積(平方公尺)}}$$

總用水量則為：

總用水量=清理污染用水量+再開發用水量+再利用用水量(公式 4-6)

● 淨效益

褐地再利用除了環境層面的考量外，尚需考量經濟及社會面的影響，而成本效益分析中的淨效益指標，即可協助決策者分析投資該塊褐地的效益。淨效益指標意義為效益與成本間的差值，通常以淨現值(Net Present Value, NPV)表示，為成本效益分析中用以評估方案可行性之重要方法，定義為：

$$\text{淨效益} = \text{總效益} - \text{總成本} = \sum_{t=0}^T \left[\frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \right] \quad (\text{公式 4-7})$$

其中 B_t 為發生於第 t 年的效益，於本研究中包括不動產增值¹(公式 4-13)、營運成本效益(公式 4-17、4-18、4-19)、社會效益(公式 4-21)； C_t 為

¹ 效益及成本各因子計算方法詳見 4.3.2 及 4.3.3 節所列公式。

發生於第 t 年的成本，包括清除污染成本(公式 4-11、4-12)、褐地開發成本(公式 4-15、4-16)， r 為折現率(相當於利率)， T 為計畫時間長度。而 B_t 、 C_t 與 r 皆為實質價值，未考慮通貨膨脹因素(駱尚廉、蕭代基，2007)。本研究將以不動產投資的角度，選擇以商用不動產折現率作為成本效益分析方法之折現率，並將污染及開發再利用期程折算為現值做比較。由於計算中已考量折現率，且淨效益易與計畫大小產生變動，本研究設定淨效益基準值為 0 元，意即當該再利用用途計算之淨效益大於 0，即代表有開發效益，才給予排序分數。

● 益本比

益本比(Benefit-Cost Ratio, BCR)亦為成本效益分析中常見的評估方式，用以比較效益與成本的關係，決策者除了參考淨效益分析結果外，亦可參考益本比提供之投資計畫效益現值與成本現值之比值，作為投資風險之考量，其定義為：

$$\text{益本比} = \frac{\text{總效益}}{\text{總成本}} = \sum_{t=0}^T [B_t / (1+r)^t] / \sum_{t=0}^T [C_t / (1+r)^t] \text{ (公式 4-8)}$$

B_t 、 C_t 、 r 與 T 代表意義與淨效益相同。如 4.2.2 節所述，褐地再利用由於具有開發風險，投資報酬率需高於股市投資報酬率及綠地開發投資報酬，因此，本研究參考國外相關投資報酬率後，設定益本比基準值為 1.1，意即當益本比計算之結果大於 1.1，即代表有開發效益，才給予排序分數。

表 4- 3 指標彙整

指標	內容	公式	基準值
碳排量	再利用為直接或間接的溫室氣體排放量，可得知褐地再使用過程中對環境造成的衝擊。	4-4	原設定之土地使用方式碳排量(環境基線)，大於環境基線即為 0。
用水量	再利用過程中的總用水量，可得知褐地再使用過程中對環境造成的衝擊。	4-5	原設定之土地使用方式用水量(環境基線)，大於環境基線即為 0。
淨效益	為效益與成本間的差	4-7	0 元

	值，通常以淨現值表示，可協助決策者分析投資該塊褐地的效益。		
益本比	為效益現值與成本現值之比值，可作為投資風險之考量	4-8	1.1

4.3 褐地資料庫之關鍵因子制定

褐地再利用可能產生影響的階段，可概分為清除污染階段，以及開發與再利用階段。本計畫擬於執行都市計畫之前，提供褐地的評估資訊以協助決策者判斷褐地於各再利用型態的開發適宜性。評估範疇定義為從清除污染物的清除污染階段，一直到土地重新建設並重新使用土地的開發與再利用階段，25年內其對環境、經濟及社會的影響，評估期程選定25年是由於依據土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫彙整常見之整治技術結果，一般而言土壤地下水整治期程介於幾年至10幾年不等(行政院環保署，2012)，以平均整治期程10年而言，大多數褐地再利用皆會完成清除污染，並進入到開發數年後，再利用階段可營運10年以上的時間，亦即平均而言，投資與收益約有各一半的時間，因此，選擇25年作為評估期程範圍應是合理的。褐地資料庫即針對上述三面向分別制定關鍵因子，以評估褐地再利用總體的環境衝擊、效益與成本。本計畫依據不同褐地再利用階段擬定能資源消耗、再生能源使用、清除污染成本、地價增值、工作機會、開發成本及營運收益共七項關鍵因子，整體關鍵因子與評估範疇如圖4-7。

考量25年內褐地再利用之對環境、經濟及社會之影響

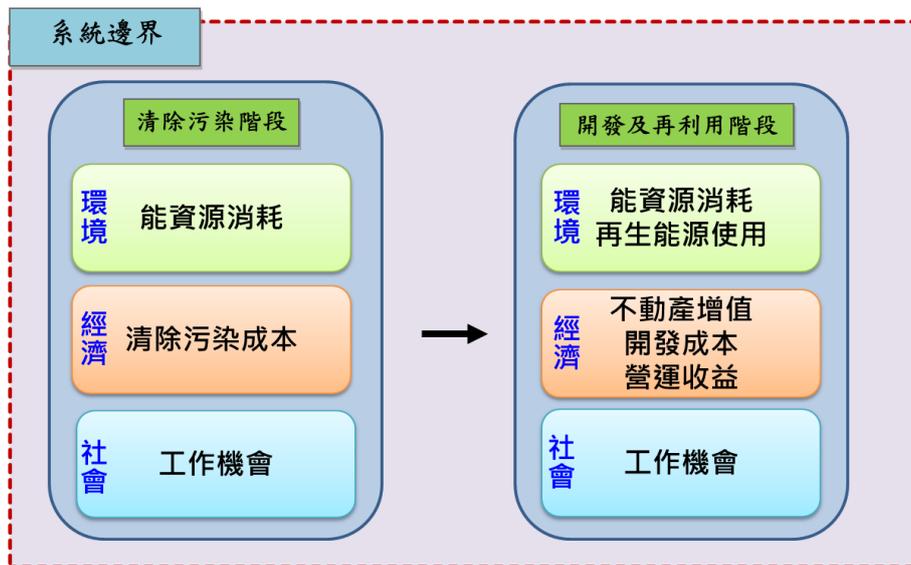


圖 4- 7 本研究關鍵因子之評估範疇

當所有關鍵因子計算完成後，CBA 方面的結果呈現上尚須考量折現率，投資褐地再利用為一較高風險的投資，採用較低的銀行利率作為折現率較不洽當，因此，本研究以投資的角度，參考商用不動產折現率介於 4.75%~6.5% 之間，最後，選取中間整數值 6% 作為折現率(臺北市政府地政局，2012)，以換算為現值作為 CBA 的比較基準，各關鍵因子時間軸考量如圖 4-8。PW 代表現值， A_j 代表第 j 年之現金流量，本研究擬將各關鍵因子 A_j 透過折現率折算為 PW。而關於環境、經濟及社會關鍵因子之選定及各自計算方法，將詳述如下。

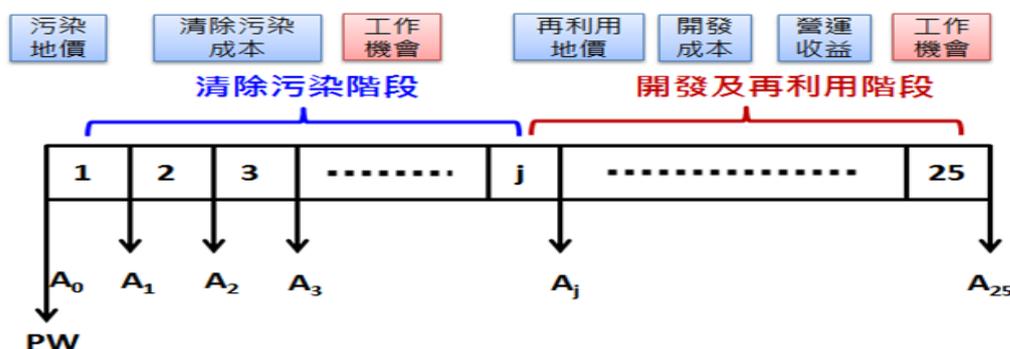


圖 4- 8 本研究關鍵因子各年現金流量之現值轉換

4.3.1 環境面關鍵因子

褐地再利用的各階段所需要的物資應該包含水、能源、物料等都市發展所需的物品。本研究將根據所選取的場址，分別設定住宅區(住宅大樓)、商業區(商業大樓)、工業區(製造業廠房)，各自設定一種建築物，與公共設施(太陽能板設置)四種情境，來計算不同再利用型態在各階段所耗費的物資以及消耗燃料、電力所造成的碳排，如圖 4-9。

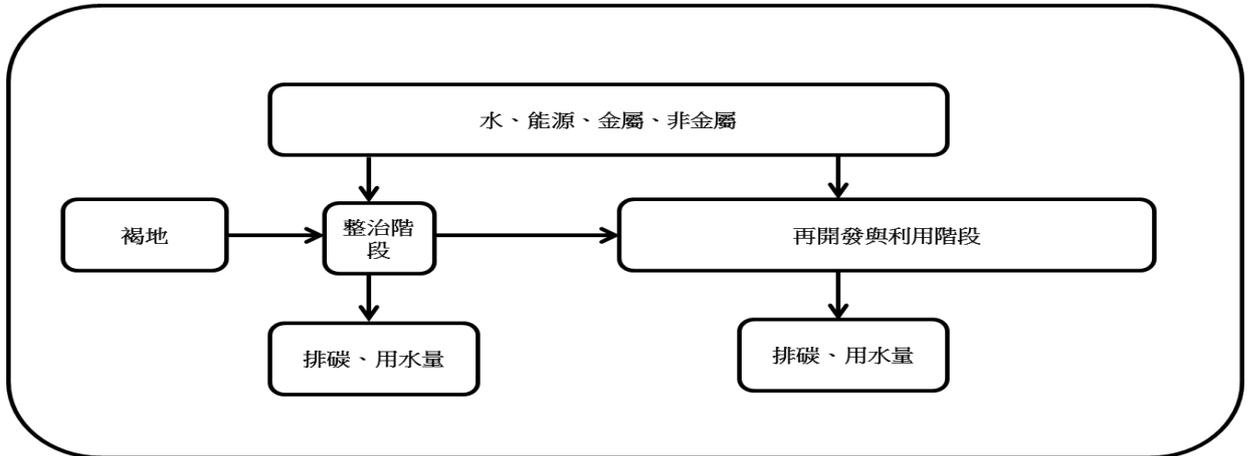


圖 4-9 褐地再利用各階段所造成的能資源消耗與碳排

在清理污染階段中，資本財如建築與機器，實務上的做法是通常將其排除於系統邊界之外，因為這些資本財通常可以重複使用(Morais et al, 2010; Cadotte et al, 2007)，因此本研究中將忽略整治所使用的機器、建築本身的碳排。

由於本研究所建議的褐地定義，包括尚未經過污染調查的土地，因此先以 4.3.2 節的方法推估需清理的土壤與地下水的量以及選擇整治技術之後，對於每種整治技術整治每噸土壤/地下水所消耗的能資源，將透過查詢整治業界，來取得整治每噸土壤/地下水所消耗的化石燃料量、用電量與用水量。再透過行政院環保署的「臺灣產品碳足跡資訊網」以及臺灣自來水公司網站，來取得全國電力碳排係數與每單位化石燃料的碳排係數，以及生產每立方公尺(噸)自來水的碳排係數。以下列計算得到每種整治技術整治每噸土壤/地下水的碳排量。選擇整治技術後，將根據附件中的算式，計算各階段所需用水量以及總碳排。

4.3.2 經濟面關鍵因子

對於不同再利用用途之不動產增值、褐地開發成本、以及再利用階段的

營運成本效益共 4 部分，並加總各階段進行成本效益的估算，其經濟效益之計算如下所示

經濟成本效益

$$\begin{aligned} &= \text{營運成本效益} + \text{不動產增值} - \text{褐地開發成本} \\ &\quad - \text{清除污染成本(公式 4-9)} \end{aligned}$$

而各關鍵因子的詳細說明，則分別於下列段落中進行說明：

● 清除污染成本

清除污染階段於經濟面最重要之影響即為移除污染物所花費成本，本研究依照褐地的污染物特性、土壤類型或地下水污染物種類，篩選出適合的整治技術，並透過環保署「土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫」中所整理的本土化單位整治成本，以及「土壤及地下水污染整治費徵收現況檢討與未來徵收方案規劃」進行部分資料修正，清除污染成本的評估流程建立如圖 4-10，進而估算出褐地之整治期程與整治成本。

本研究所指清除污染與整治概念皆類似；然而，褐地所受到污染的程度未必嚴重到需要列管，因此採用清除污染一詞。清除污染與整治兩者由於概念類似，評估成本的方式也接近，於本方案中，整治成本及期程的評估，遂參考美國統整過去整治經驗所列出 12 項常見的土壤整治技術與 9 項地下水整治技術(Khan et al., 2004)，如表 4-4、4-5、表 4-6 與表 4-7 中所示。

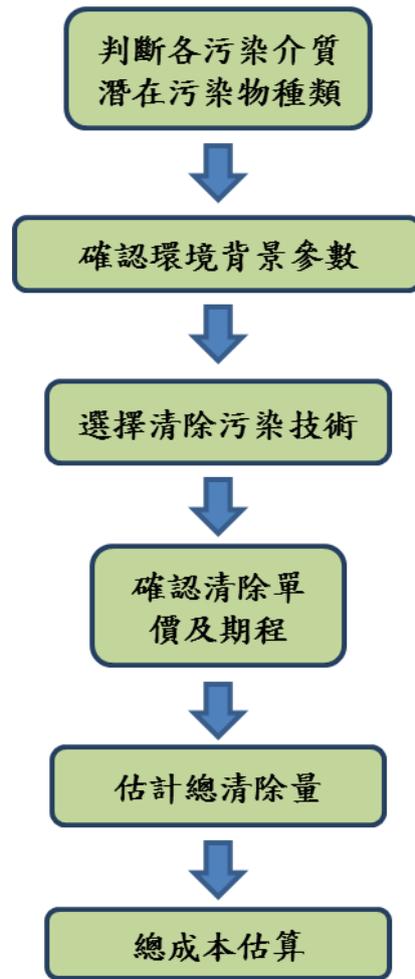


圖 4- 10 清除污染成本評估流程(本研究繪製)

表 4- 4 土壤整治技術篩選代號

污染物		土壤組成		整治成本		整治期程	
種類	代號	類型	代號	範圍(US\$/t)	代號	範圍	代號
VOCs	A	細顆粒黏土	A	>150	A	1-6 個月	A
SVOCs	B	中顆粒黏土	B	75-150	B	6-12 個月	B
碳數中高的碳氫化合物	C	粉質黏土	C	50-75	C	1-2 年	C
殺蟲劑	D	黏質壤土	D	25-50	D	2-5 年	D
無機化合物	E	粉質壤土	E	10-25	E	>5 年	E
重金屬	F	粉土	F	<10	F		
		砂質黏土	G				
		砂質壤土	H				
		砂土	I				

(Khan et al., 2004)

表 4- 5 土壤整治技術篩選表

技術名稱	技術發展狀況*	污染物	土壤組成	整治成本	整治期程
土壤清洗法	F	B-F	F-I	A-B	A
土壤蒸氣萃取法	F	A-B	F-I	C	B-C
土耕法	F	B-C	A-I	C-D	B-C
土壤淋洗法	F	A-F	F-I	C-F	A-B
土壤固化/穩定化	F	C, E-F	A-I	A-B	B
熱脫附法	F	A-B, D-F	A-I	C-E	A-B
生物堆置法	F	A-D	C-I	E-F	A-B
生物通氣法	F	B-D	D-I	C-E	A-B
植生復育法	P	A-F	無特定	D-E	D-E
生物泥漿系統	F	A-D	D-I	A-C	A
土壤封裝法	F	C-F	A-I	B-D	B-C
土壤曝氣法	F	A-B, D	C-I	E	C-D

(Khan et al., 2004)

註:技術發展狀況- F 代表發展成熟, P 代表試驗階段。

表 4- 6 地下水整治技術篩選代號

污染物		地下水位		整治成本		整治期程	
種類	代號	低於地面(ft)	代號	範圍(US\$/gal)	代號	範圍	代號
VOCs	A	<15	A	>150	A	1-6 個月	A
SVOCs	B	15-30	B	75-150	B	6-12 個月	B
碳數中高的碳氫化合物	C	30-50	C	50-75	C	1-2 年	C
殺蟲劑	D	50-75	D	25-50	D	2-5 年	D
無機化合物	E	75-100	E	10-25	E	>5 年	E
重金屬	F	100-150	F	<10	F		
		150-200	G				
		>200	H				

(Khan et al., 2004)

表 4- 7 地下水整治技術篩選表

技術名稱	技術發展狀況*	污染物	地下水位	整治成本	整治期程
通氣曝氣法	F	A-B	C-H	C	A
抽出處理法	F	A-F	C-H	D-F	E
主動式反應牆	P	A-C, E	A-H	無法預估	E
生物漱洗法	F	B-C	A-H	C-D	B-C
紫外光氧化法	F	A-E	A-H	D-F	A-B
生物曝氣法	F	A-C	A-F	C-E	B-C
地下水循環井	P	A-C	C-G	E	B-C
水平井技術	P	A-F	A-D	D-E	-
自然衰減法	F	A-D	A-H	易變動	E

(Khan et al., 2004)

註:技術發展狀況- F 代表發展成熟, P 代表試驗階段。

清除污染成本的各步驟執行詳細說明，包括判斷各污染介質潛在污染物種類、確認環境背景參數、選擇清除污染技術、確認清除單價及期程、估計總清除量、與總成本估算，則分別整理如下列中所示：

一、判斷各污染介質潛在污染物種類

本研究參考「環境風險整合與土地污染篩檢網建置計畫」，其彙整美國各行業別毒性物質排放清單(Toxics Release Inventory, TRI)以歸納過去各業別在土壤及地下水方面各污染物的平均釋放量(環保署, 2012a)，本研究以其污染物釋放量大小為考量，彙整各業別在土壤及地下水污染物的對應表。當確認該場址的廢棄工廠類型應歸為何種行業，即可了解其於土壤及地下水污染介質潛在的污染化學物質排放種類。

二、確認環境背景參數

依據表 4-4 至 4-7 之整治技術篩選表(Khan et al., 2004)，其參考國外過去整治經驗彙整出整治的相關參數，污染介質為土壤污染需蒐集土壤性質參數；而污染介質為地下水，則需以溶解度判斷該污染物質是否溶解，若其具溶解性質則可能有地下水污染疑慮。本研究根據「環境風險整合與土地污染篩檢網建置計畫」建立的工廠污染篩選資料庫，其有我國工廠所在地之土壤性質相關資訊；污染物溶解度則參考勞動部職業安全衛生署所公佈之「物質安全資料表(Material Safety Data Sheet)」。

三、選擇清除污染技術

當污染物種類、土壤地下水相關參數蒐集完後，土壤方面，可依整治技術篩選表(4-3、4-4)選取污染途徑各自對應之清除污染技術，若適用兩種以上清除污染技術時，則以總清除經費較低的作為優先選取技術；地下水方面，需判斷其污染物類別，並以「土壤及地下水污染整治費徵收現況檢討與未來徵收方案規劃」(中興工程顧問社, 2011)所列之污染物種類及整治技術對應表，選取適合之地下水清除污染技術。

四、確認清除單價及期程

選定清除污染技術後，本研究參考美國土壤與地下水整治經驗，由整治技術篩選表(4-3、4-4)，重新以「土壤及地下水污染整治費徵收現況檢討與未來徵收方案規劃」(中興工程顧問社, 2011)進行部分土壤與地下水清除單價及期程參數修正，此部分資料已為本土化資訊。

五、估計總清除量

本研究針對上述步驟一與步驟二確認總處理量，並依照步驟三與步驟四掌握清除技術處理污染單價後，以評估花費於清除污染上的成本。土壤污染方面，依據「土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫」(環保署，2012b)，廢棄工廠土壤平均開挖深度為3公尺，開挖比例為21.17%，以及土壤平均密度1.3(公噸/平方公尺)進行計算，土壤污染總清除量如下式：

$$\text{土壤污染清除量}(t) = \text{場址面積}(m^2) \times \text{開挖深度}(m) \times \text{開挖比例}(\%) \times \text{土壤密度}(t/m^3) \text{(公式 4-10)}$$

地下水污染方面，由於「土壤及地下水污染整治費徵收現況檢討與未來徵收方案規劃」(中興工程顧問社，2011)所提供之地下水清除技術單價之單位為每平方公尺處理費用，因此不須蒐集細部之地下水污染物清除量，只需蒐集污染場址之基地面積資料即可。

六、總成本估算

最後，土壤清除成本即將上述算出之土壤污染清除量與整治單價相乘，即可獲得總土壤清除成本，如下式：

$$\begin{aligned} &\text{總土壤清除成本(NTD)} \\ &= \text{土壤污染清除量}(t) \times \text{清除單價(NTD/t)} \text{(公式 4-11)} \end{aligned}$$

地下水清除成本則為基地面積與清除單價相乘，如下式：

$$\begin{aligned} &\text{總地下水清除成本(NTD)} \\ &= \text{基地面積}(m^2) \times \text{清除單價(NTD/m}^2\text{)} \text{(公式 4-12)} \end{aligned}$$

● 不動產增值

不動產增值之計算，為計算褐地土地再整治前與整治再利用後兩者的價值增長，除須考量褐地土地現值之外，尚需將再利用後之不動產價值，連同土地一起進行價值評估，方可反映出褐地再利用後之實際價值。不動產價值的評估方法，目前主要有公告土地現值及實價登錄兩種方式，其中公告土地現值受限於區段價法、調整頻率長、人為或政策因素影響，往往不能精確反映土地的市場價值，而造成土地價格的失真，為此，本方案將採用較能反映土地實際價值的實價登錄價格，乘上開發再利用後之不動產樓地板面積，作為不同再利用型態之不動產價值的估算，並結合土地交易

的褐地不動產現值，估算出褐地在清除污染過後的地價增值效果。其計算方式可簡單如下表示

不動產增值(NTD) =

不同再利用型態之不動產價值(NTD) - 褐地不動產現值(NTD)(公式 4-13)

其中在評估褐地不動產現值上，受到褐地污名化的影響，地價將會較原本為低，其影響程度並分別會受到不同的使用型態而有所差異，需要透過土地型態的污名化減損比進行校正，於本方案中，污名化的影響將依據中石化社區之污染土地估價方法之研究(李泳龍，2002)與 Bell 的污染土地開發分析所估算出之污名化影響程度，並優先採用以整體評估之李泳龍所設定之污名化比率，得到其污名化程度分別將使得住宅下降 30%、商業下降 20.58%、工業下降 4.61%，其褐地不動產現值之計算公式如下

褐地不動產現值(NTD) =

不動產樓地板面積(m²) × 土地型態的實價登錄地價(NTD/m²) × 土地型態的污名化減損比(%)(公式 4-14)

然而要注意的是，我國的實價登錄系統於 2012 年 8 月才正式上線，資料量仍不夠豐富，因而在案例所需地價無法查詢得到時，則優先需改採用周遭社經狀況相同且土地利用用途類似之平均值，作為該塊不動產的價格。若該污染土地周遭沒有社經狀況相同且土地利用用途類似的地價，則採用內政部地政司所公佈之各縣市之實價登錄與公告現值平均比值，作為計算的次要選擇，其各階段地價的估算方式則彙整於表 4-8。

表 4- 8 各階段不動產價估算方式

	褐地不動產現值	不同再利用型態不動產價值
評估方式	實價登錄價格，若周遭無社經狀況相同之土地，則依據內政部地政司所公布之實價登錄與公告現值平均比值進行校正	污染場址附近相同再利用用途的實價登錄價格

(本研究彙整)

● 褐地開發成本

計算褐地開發成本的首要項目，需先對褐地現存之不動產拆除與否進行判定，尤其褐地多為被遺留下來的廢棄工廠，往往可延續作為工業再利用所使用，而無須拆除現存之不動產，可減少褐地再開發所需之拆除成本。

在褐地開發及再利用的成本計算上，受到各縣市都市計畫法令而分別針對不同的開發類型(於本計畫中，分別為住宅區、商業區、工業區、公共建築四種不同的使用類型)，設定有不同的容積率、建蔽率標準、以及容積獎勵與其他獎勵規定，牽動著建築物的成本價格，於本計畫中，建築物的成本估算將依據法務部自 2001 年起所訂定發布全文 116 條的有不動產估價技術規則，以成本法的方式明確規定、計算包括營造或施工費、規劃設計費、廣告費銷售費、管理費、稅捐及其他負擔、資本利息、開發或建築利潤等七項建築物成本，作為褐地不動產再開發之總成本價格。

因此本計畫建築物的拆除單價依據臺北市都市更新處所發表之「都市更新事業及權利變換計畫內有關費用提列總表」中，所彙整各材質之平均拆除單價如表 4-9 中所示

表 4- 9 拆除單價一覽表

構造別	樓層規格(樓)	拆除單價 (NTD/m ²)
鋼筋混凝土造(RC)	1~3	600
	4~5	800
	6~13	950
	>14	1100
加強磚造	1~3	400
	4~5	500
磚造	1	230
竹木造、鋼鐵棚架或其它	無	100

(台北市都市更新處，2010)

拆除費用計算方式為如下：

$$\begin{aligned} \text{拆除費用(NTD)} &= \text{原有建築物樓地板面積 (m}^2\text{)} \\ &\times \text{拆除單價(NTD/m}^2\text{)} \text{(公式 4-15)} \end{aligned}$$

此外，本計畫估算褐地開發成本中營造或施工費建議參考中華民國不

動產估價師公會公布之營造或施工費標準表辦法為準，其中各縣市亦發布之地價調查用建築改良物標準單價表(已包含施工者之管理費、稅捐、資本利息、營造或施工利潤)，此法以單位面積比較法進行建築物的成本估價，較適合本計畫估算使用；同時，參考黃良充於2007年研究建議規劃設計費約佔營造或施工費用的2-3%，廣告銷售費則按總成本之3-7%，以此原則最為本計畫估算原則調整參考。

另一方面，本計畫亦考量褐地開發若包含綠建築情境，依據世界企業永續發展會議(WBCSD, World Business Council for Sustainable Development)於2009年所公佈之調查，已開發國家中綠建築的營建成本相較於傳統建築方式的成本高出5%費用，進行建物的成本計算。

建築之設計，則其住宅建築的總成本為

建物總成本(NTD)

$$\begin{aligned} &= \text{建築改良物標準單價(NTD/m}^2\text{)} \times \text{樓地板面積(m}^2\text{)} \\ &+ \text{規劃設計費(NTD)} + \text{廣告銷售費(NTD)} \\ &+ \text{綠建築營建成本(NTD)} \end{aligned} \text{(公式 4-16)}$$

然而要注意的是，目前不動產估價師公會全國聯合會、與各縣市政府建築改良物標準單價表當中，仍尚未針對建築物用途為商業(旅館、飯店、餐廳、遊樂場所、大型商場、電視臺、醫院、百貨公司、超級市場)、工業(工廠、倉庫)、與公共建築物之環境進行價格公布，於本方案中，商業區、與工業區的成本計算，將依據臺北市政府公報92年第34期中臺北市地價調查用建築改良物標準單價表所公佈之比率，進行成本校正²。

而在公共建築物的計算上，受限於不同公共建築物類型將產生很大的價格差異，於此方案中，則將採用相似條件下文獻資料，以間接法的方式進行估算，以太陽能發電廠為例，太陽光電發電系統的安裝費用將依據經濟部能源局所公佈，系統單價約落在8~13萬/瓦之間。

● 營運成本效益

²以臺北市地上5層樓樓地板面積共1,000平方公尺、非綠建築之鋼筋混凝土造建築物為例，其住宅建築改良物標準單價為18,500~20,900(元/平方公尺)，而商業區單價酌予加計5%為19,425~21,945(元/平方公尺)、工業區單價酌予減計1,500元為17,000~19,400(元/平方公尺)，則可得到不同類型的建物總成本的估算約為1,834~2,367萬之間。

營運收益的評估視地受到不同的土地使用方式、商業行為而有所不同，形成雖然皆採用持續性經營所創造出的獲利方式，其計算方式卻有所不相同的情況，於本計畫中，住宅的營運收益估算，將以租賃的方式作為其獲利的來源，並採用內政部不動產租賃的實價登錄、不動產樓地板面積、與持續經營使用的再利用年數，進而推估其總體經濟效益，其計算方式為

營運收益(NTD)

$$= \text{不動產租賃的實價登錄(NTD/m}^2\text{/year)} \\ \times \text{再利用之樓地板面積(m}^2\text{)} \times \text{再利用年數(year)} \text{(公式 4 - 17)}$$

而工業與商業之營運收益估算方式，與住宅類似僅有產業獲利來源的不同，而採用行政院主計處工商及服務業普查資料中，所公佈之各縣市各產業場所單位使用土地、樓地板面積所能夠創造的單位樓地板面積平均利潤，作為其總體經濟效益之計算，其公式為

營運收益(NTD)

$$= \text{各縣市各產業之單位樓地板面積平均利潤(NTD/m}^2\text{/year)} \\ \times \text{再利用之樓地板面積(m}^2\text{)} \\ \times \text{再利用年數(year)} \text{(公式 4 - 18)}$$

而在太陽能發電站的經濟效益計算上，則取決於再生能源躉購費率與太陽光電發電系統的實際發電量的影響，並乘上系統可達到之再利用年數使用年限，計算出太陽能發電站的經濟效益如下

營運收益(NTD)

$$= \text{太陽光電發電系統裝置容量(kWp)} \\ \times \text{太陽光電系統年發電量(kWh/kWp/year)} \\ \times \text{躉購費率(NTD/kWh)} \times \text{再利用年數(year)} \text{(公式 4 - 19)}$$

其中要注意的是，太陽光電發電系統裝置容量與太陽光電系統年發電量將受到不同類型與不同縣市地區影響而有所不同，於本方案中，將依據經濟部能源局所公佈之資料，包括單晶或多晶模組產品的太陽光電系統每 1 瓩(kWp)約需 10 平方公尺的設置面積，與 2013 年經濟部能源局補助設置太陽光電發電系統之各縣市回報發電量平均值(表 4-10)，進行太陽能發電站所可產生的電能度之計算。

表 4- 10 能源局補助設置 PV 系統之各縣市 2013 年回報發電量平均值

縣市地區	日平均發電量(kWh/day/kWp)	年平均發電量(kWh/kWp)
台北	2.71	989
桃園	2.90	1,058
新竹	3.04	1,109
苗栗	3.28	1,197
台中	3.39	1,237
彰化	3.60	1,314
雲林	3.52	1,284
嘉義	3.50	1,277
台南	3.53	1,288
高雄	3.46	1,263
屏東	3.29	1,201
宜蘭	2.53	923
花蓮	2.60	949
台東	3.11	1,135
澎湖	3.38	1,233
金門	3.55	1,296

4.3.3 社會面關鍵因子

社會效益是指某一行為或措施使全社會經濟個體福利增量的總和，包含有對社會的直接效益、外部效益、與間接效益，針對就業項目、公平分配項目、扶貧項目、社會福利項目、社會保障項目等社會面因子項目進行評估。然而，社會效益也有著不易量化評估的缺點，依據國發會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」中所規定，對於無法量化之社會成本與效益，可直接以質化說明的方式，用文字與圖表詳加說明其成本與效益，呈現出該計畫或政策對於社會不同層面的衝擊效果，作為輔助社會成本效益分析決策之參考的成效。

於本計畫中，社會效益的量化評估僅針對最常用來衡量特定計畫或政策的主要績效，並為勞動政策中所關注的焦點項目的工作機會，作為社會效益量化評估的關鍵因子，進行社會效益的計算，其他如環境舒適度之效益將直接以質化說明的方式進行補充。

於本方案中，工作機會的社會效益評估，將不予考量間接帶動的工作機會變動情況，而聚焦在褐地開發及再利用對於當地所帶來的就業市場增加，並分為清除污染階段、開發階段與再利用階段三方面進行計算，其中在清除污染階段與開發階段的計算上，將依據清除污染專案與開發專案所投入之人事費用，作為社會效益的量化值。

而再利用階段的社會效益計算，則與營運收益的評估方式相似，為持續性經營所創造出的直接工作機會增加，並往往受到土地使用方式、商業行為而有所不同，為此本方案將以間接之計算方法，依據行政院主計處工商及服務業普查資料中，所公佈之各縣市各產業場所單位使用之樓地板面積所能夠創造的平均從業員工數，乘上褐地開發及再利用之樓地板面積，先推算出產業每年所能創造出的工作機會數量，再乘上再利用產業之各縣市各產業之平均每從業員工全年勞動報酬，得到再利用階段的社會效益，其計算方式如下

再利用階段社會效益

$$\begin{aligned}
 &= \text{各縣市各產業之單位樓地板面積平均工作數量} \\
 &\times \text{再利用之樓地板面積} \\
 &\times \text{再利用產業之各縣市各產業之平均每從業員工全年勞動報酬(公式 4-20)}
 \end{aligned}$$

最終，推算出總體社會效益為清除污染階段、開發階段、再利用階段社會效益之總和，即

總體社會效益

$$\begin{aligned}
 &= \text{清除污染階段社會效益} + \text{開發階段社會效益} \\
 &+ \text{再利用階段社會效益(公式 4-21)}
 \end{aligned}$$

4.4 褐地資料庫的架構與應用

本研究將資料庫資料表單及案例資料表單彼此間關聯性，依據資料屬性分類如下圖 4-11，將僅有表單資料之 MIS (Management Information System, 管理資訊系統) 與具空間屬性之 GIS (Geographic Information System, 地理資訊系統) 細部參數列出，由輸入情境依序連結基本資料結構、中間資料層、產出資料庫，到最後的輸出情境，本研究即依此設計建立褐地資料庫。

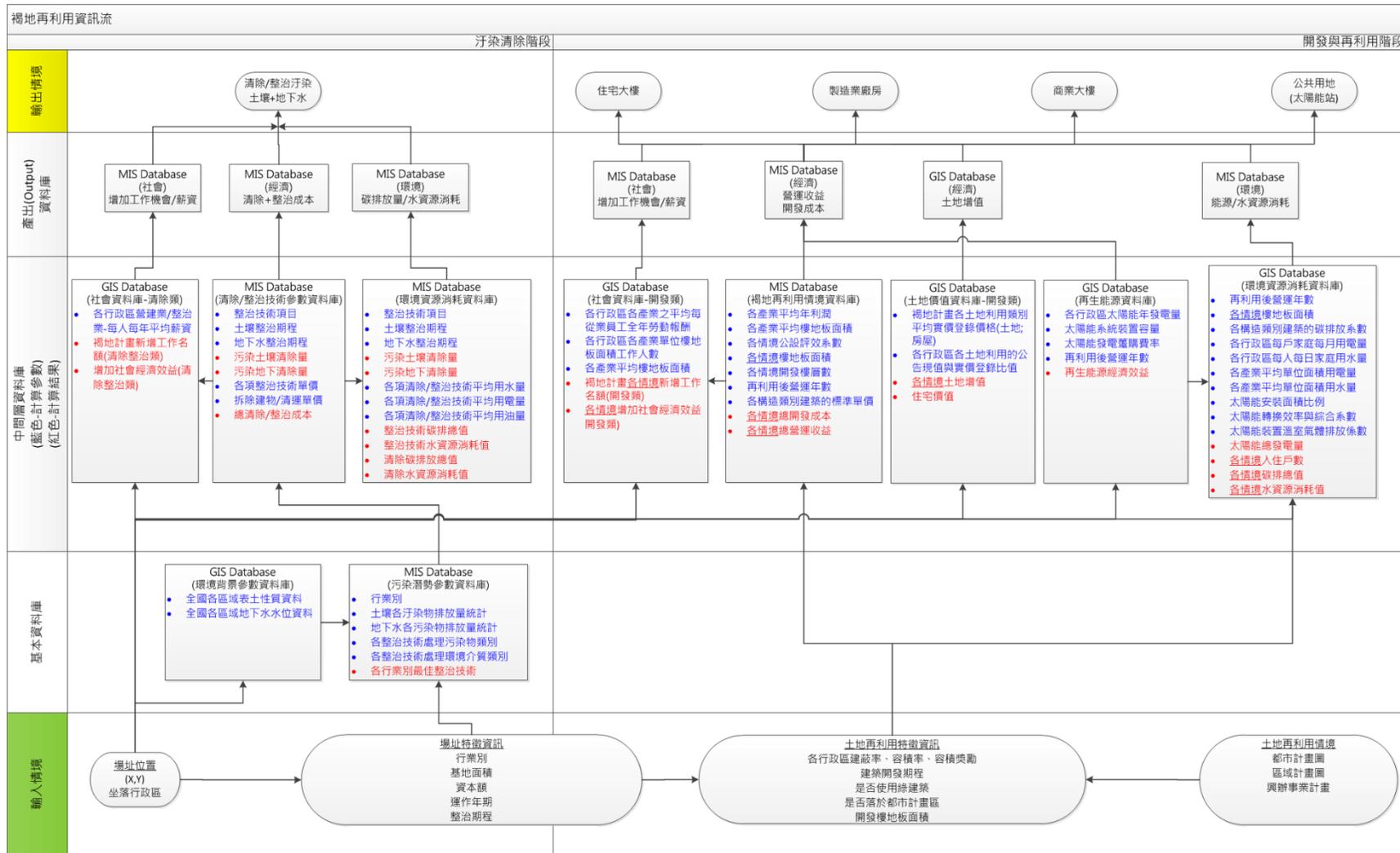


圖 4- 11 褐地資料庫結構關聯圖(本研究彙整)

本研究期望公部門的政策決策者能透過此再利用評估機制，對國土作出有規劃且最具效益的再利用方式。因此，建立我國褐地資料庫，並配合再利用流程相關建議、褐地保險配套措施以完善再利用評估機制，預期效益主要有以下兩點：

一、作為政府選擇都市開發土地再利用類型的評估工具

由於褐地評估系統牽涉到如何有效運用國土資源以追求永續發展，本研究以環境衝擊評估與成本效益分析模式，考量環境、經濟、社會因子，以一自動化運算模組供決策者做為都市開發規畫之評估依據。

二、作為未來擴增為全台褐地地圖工具之參考

現階段本研究仍以衝擊矩陣的方式作為結果呈現，未來將以此資料庫為基礎擴增為褐地地圖，當以整體觀點規劃土地再利用時，考量的將更為全面，且會更符合實際情形。

由於褐地地圖需運用許多空間資料庫進行各項模組運算，未來研究團隊可提供工研院雲端運算服務系統，建構褐地地圖雛型系統規劃，結合 LOD (Linked Open Data) 技術，即是鏈結各單位政府已公開資訊與非政府提供研究資訊(例如本計畫建立各項評估模組與資料庫)，經由大量雲端運算找出不同間資料相關性，鏈結 Open Data 與 Linked Data，作為環保署提供污染土地資源智庫，透過跨技術方式可以快速展示褐地各項揭露訊息，整體資訊管理架構圖，如圖 4-12 所示。

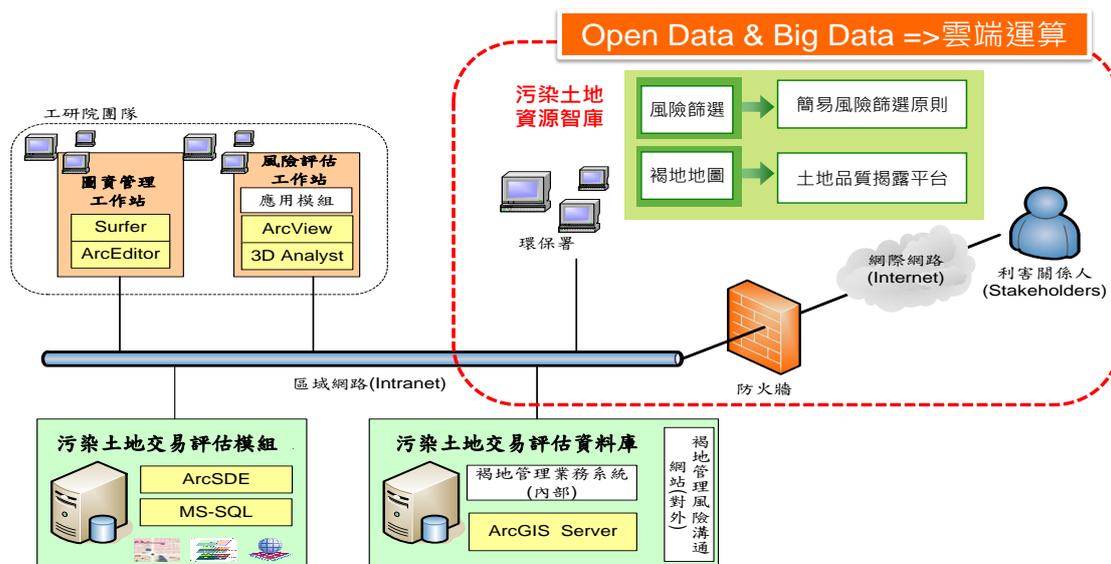


圖 4-12 褐地地圖未來資訊管理架構圖 (本研究繪製)

研究進度及預期完成之工作項目（甘特圖）

工作項目	年月												備註
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 國外褐地相關文獻彙整	■	■	■	■	■	■							
2. 臺灣污染場址與污染現況回顧	■	■	■	■									
3. 設計褐地評估流程			■	■	■	■	■						
4. 設計褐地評估分級系統			■	■	■	■	■	■					
5. 建立褐地地圖關鍵因子基本資料庫						■	■	■	■	■	■	■	
6. 研究褐地再開發相關保險機制			■	■	■	■	■	■					
7. 研究公部門之褐地開發政策工具					■	■	■	■	■	■			
8. 研究各政策工具(含健康風險)組合搭配褐地保險之機制					■	■	■	■	■	■	■	■	
9. 報告撰寫	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
						※						※	

工作進度估計百分比 (累 積 數)	10%	15%	25%	35%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	95%	100%	
預定查核點	期中		設計褐地評估流程、設計褐地評估分級系統(部分)、褐地再開發相關保險機制(部分)、公部門之褐地開發政策工具(部分)										
	期末		期末報告										
<p>說明：</p> <p>1、 工作項目請視專案性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起迄日期。</p> <p>2、 「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：(1) 工作天數，(2) 經費之分配，(3) 工作量之比重，(4) 擬達成目標之具體數字。</p> <p>3、 「預定查核點」，請在條形圖上標明※符號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。</p>													

第五章 結果與討論

5.1 結果

本研究主要目的係探討國內褐地再利用不同利用情境管理機制，研究內容包含評估工具與管理平台運作程序建立，本研究依據國內外對污染場址再利用相關研究，已明確定義褐地場址類型。然而，褐地再利用議題管理程序複雜且涉及跨部會執行各面向權責，故本研究則挑選一處廢棄工廠作為本次案例示範，並於5.1.1小節說明本研究4.2小節研究方法評估工具分析結果，以及5.1.2小節說明褐地管理平台運作與目前土污法規範的鏈結探討。

5.1.1 褐地再利用案例場址分析結果與討論

本研究選定桃園縣大園鄉的「瀚宇博德股份有限公司大園廠」作為案例分析(圖5-1)，該場址自民國72年辦理設立，並於73年辦理登記，至92年辦理歇業登記為廢棄工廠，其原先主要從事多層印刷電路板及單面雙面印刷電路板製造為主，行業類別歸類為主計總處行業分類系統表(第7次修訂)第27大類電子零組件製造業，目前土地利用用途暫作為停車場；然而，本研究團隊依據地籍圖判識，本場址土地用途已歸類於[建地]，但未被納入大園都市計畫或其他區域計畫，因此該場址於本研究認定已具有再開發潛在條件，故選擇該場址作為本研究評估案例。

本案例場址結果說明，依據4.2小節建立兩層次篩選工具進行分析結果與討論，包含第一層次針對不同土地利用情境的環境衝擊與經濟效益指標評估，確認該場址適合未來再利用土地用途。另一方面，則依據土壤與地下水調查結果進行第二層判識，確認污染狀況是否須依健康風險計算整治目標，提報至褐地管理運作平台進行後續整治風險溝通與保險制度連結。

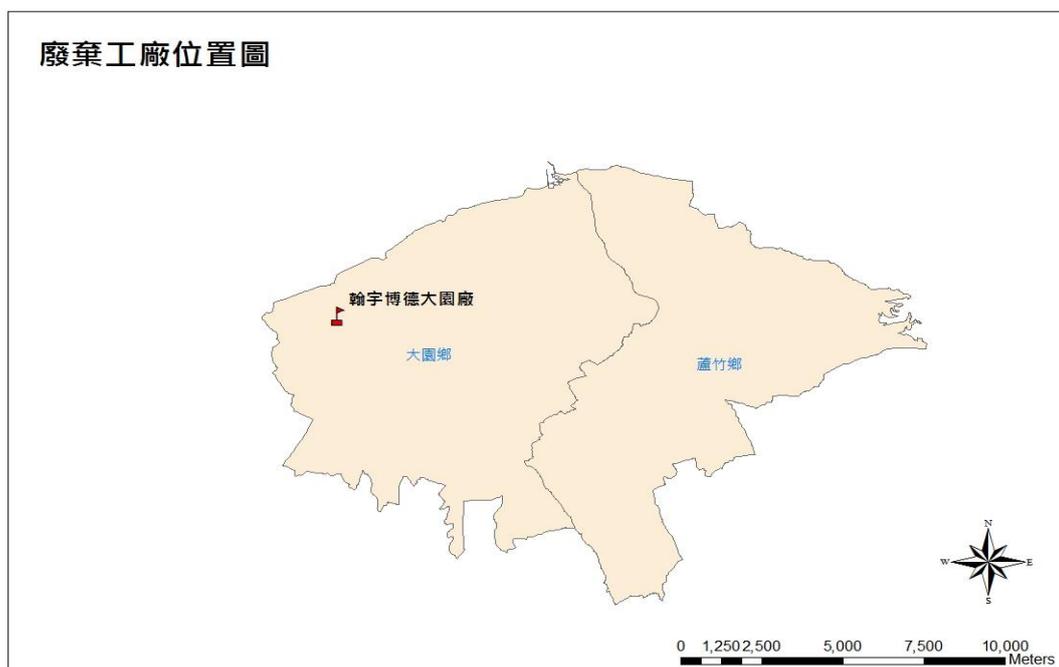


圖 5- 1 瀚宇博德大園廠位置圖

(1)不同土地利用情境篩選指標結果分析

本研究共設計四種土地再利用情境假設(假設各情境已符合土地使用分區規範，假設條件如下)，於褐地模型中輸入相關參數進行計算可得出四項指標，用水量、排碳量、淨效益及益本比之值，如圖5-2、-5-3、5-4、5-5之比較。其中用水量方面以開發成百貨公司的商業用途用水量最多，工業為次；而排碳量則以開發成電子零組件製造業的工業用途最高，商業用途為次，公用土地則因開發成再生能源太陽能用地，將可利用太陽能產生電力，達成減碳效果，因此排碳量為負；在淨效益及益本比方面則皆以商業用途最高，工業次之，公用土地用途則較無經濟效益，其淨效益及益本比與前兩者相差甚多。

- 住宅情境：土地使用方式依據都市計畫法定義為住一型態，建築構造為鋼筋混凝土造，未建造為綠建築，而再利用產業別為租賃方式，意即假設開發完成後即將房屋出租。
- 工業情境：土地使用方式依據都市計畫法定義為工二型態，建築構造為鋼筋混凝土造，未建造為綠建築，再利用產業別為電子零組件製造業。
- 商業情境：土地使用方式依據都市計畫法定義為商一型態，建築構造為鋼骨鋼筋混凝土造，未建造為綠建築，而再利用產業別為百貨公

司。

- 公用情境：土地設定為將作為太陽能發電站使用，而太陽能板種類為矽晶型。

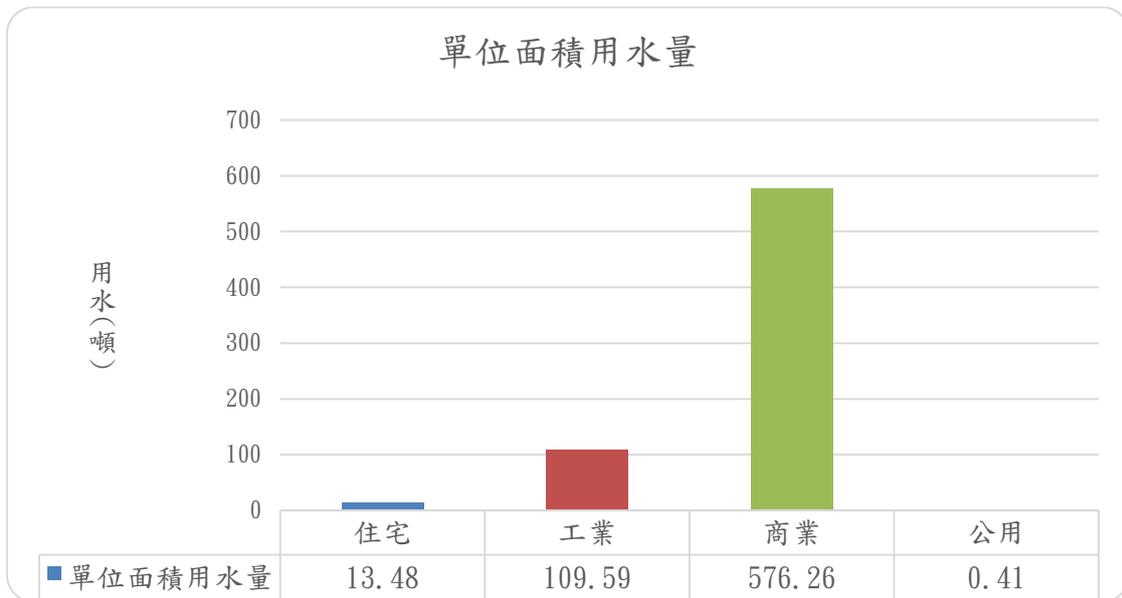


圖 5- 2 單位面積用水量

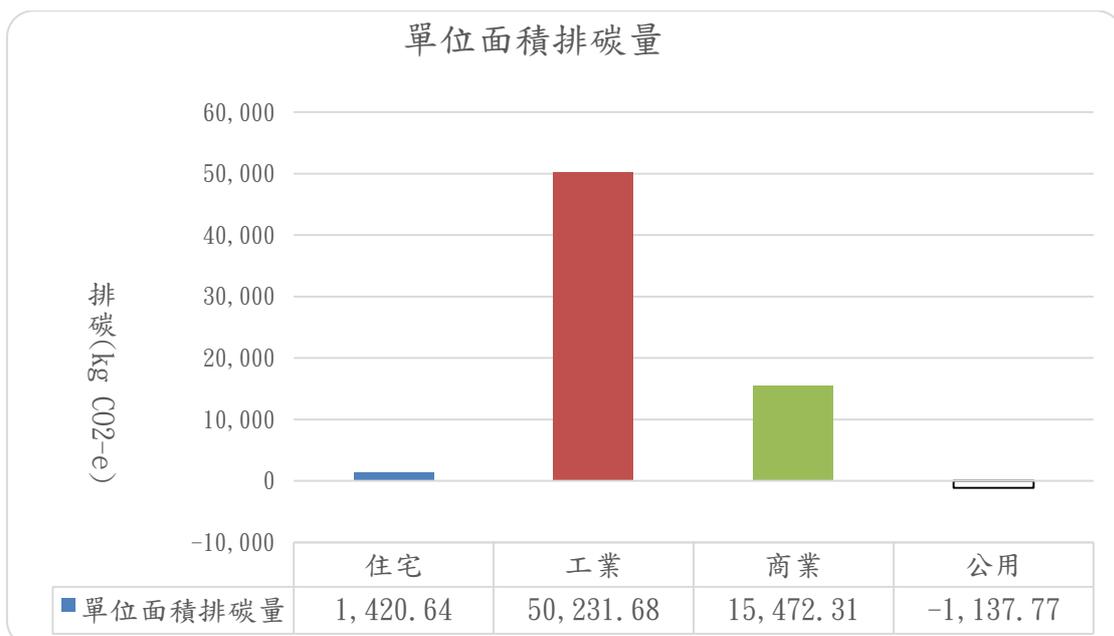


圖 5- 3 單位面積排碳量

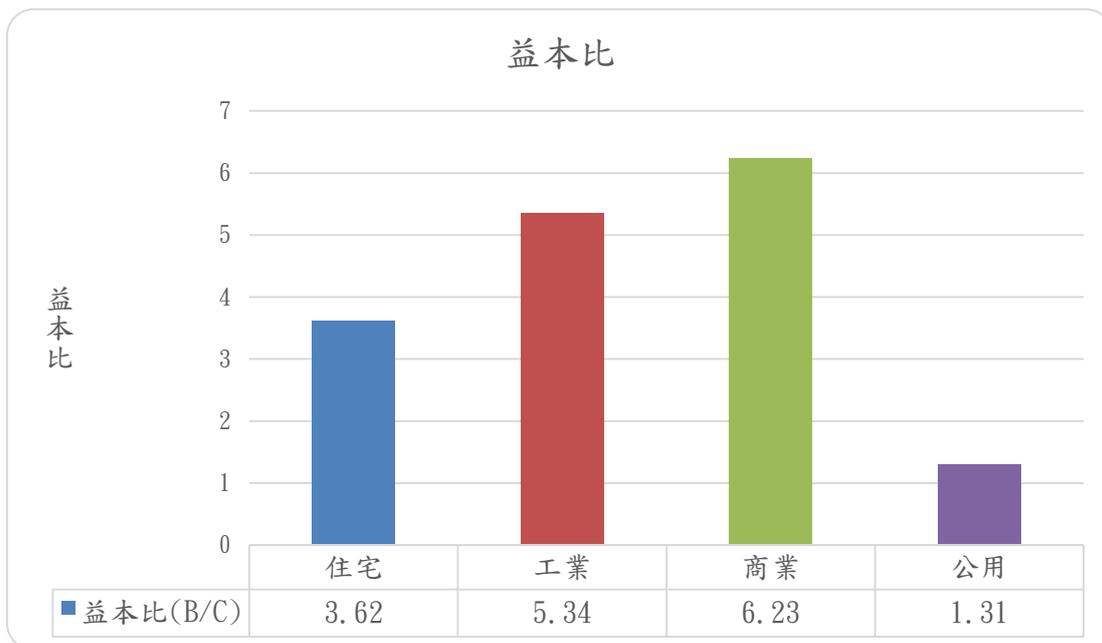


圖 5- 4 益本比

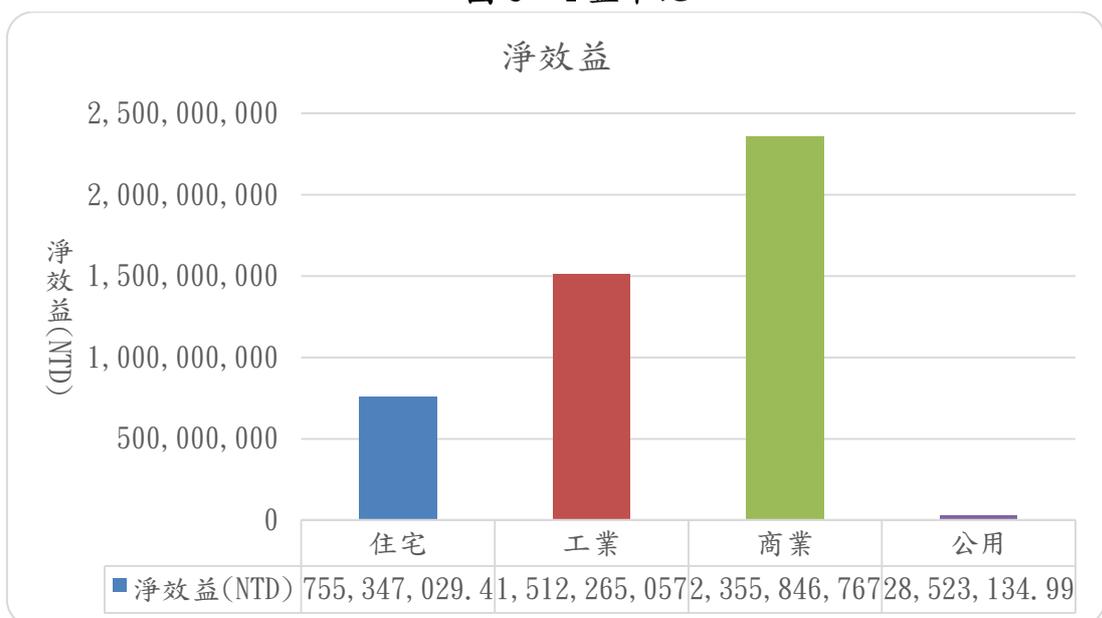


圖 5- 5 淨效益

有鑑於上述計算結果，本研究依據四種土地利用情境建立各項指標無因次化評等，以確認各情境於各項指標不同貢獻，選擇本場址較佳褐地土地再利用條件。其中，用水量指標及排碳量指標之評分方式為將原土地使用用途之用水及排碳量設為環境基線，環境基線結建立單位面積排放當量做為評估標準，分別為用水量124.07噸/m²；排碳量則為56,234.02 kg CO₂-e /m²。分數越高代表對環境效益較佳，由本場址結果顯示如表5-1，用水量評比分數順序分別商業、工業、住宅、公共用地；排碳量則分別為工業、商業、住宅、

公共用地。

在經濟與社會指標方面，淨效益評比分別為商業、工業、住宅、公共用地；益本比則是商業、工業、住宅、公共用地。本研究並以各項指標評比建立褐地地圖，如圖5-6顯示出各土地類型得分之比例，總評分結果顯示本場址作為商業用途達10分為最佳，總分以最高16分計算，各項土地利用情境亦都超過平均8分。由此案例可知，該筆廢棄工廠皆適合開發本研究分析四種土地用途。若再將指標分成環境指標及成本效益指標(表5-1)來看，可發現商業的成本效益指標佔總分幾近八成，表示其經濟價值非常高，而公用土地則在成本效益指標得分極低，而環境方面得分極高，因此排列第二，顯示在環境及成本效益兩方面比重相當。

表 5- 1 指標分數與排序

	環境指標		經濟與社會指標		總分	排序
	排碳量	用水量	淨效益	益本比		
住宅	3	2	2	2	9	2
工業	1	1	3	3	8	3
商業	2	0	4	4	10	1
公用	4	3	1	1	9	2

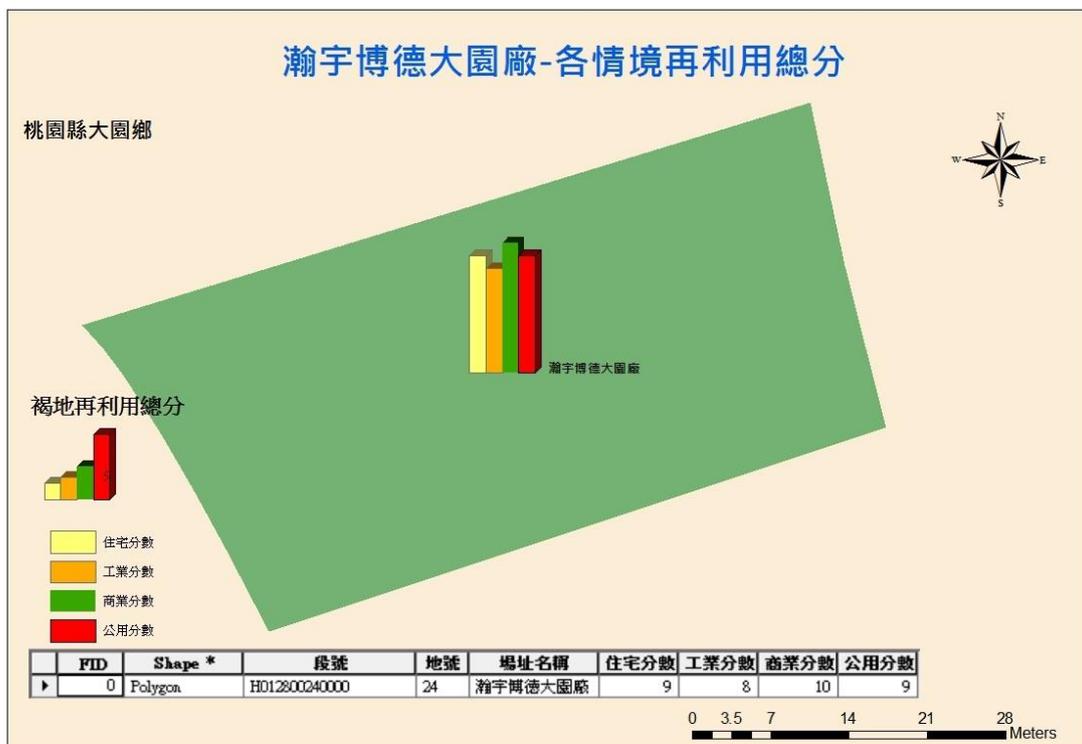


圖 5- 6 瀚宇博德再利用總分

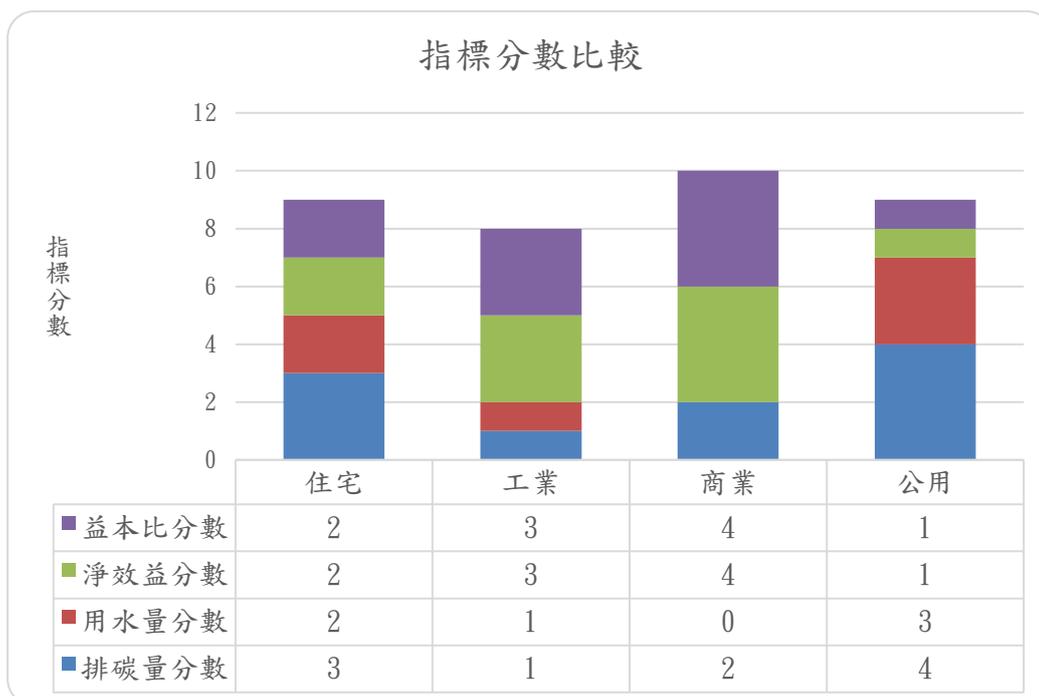


圖 5- 7 指標分數比較

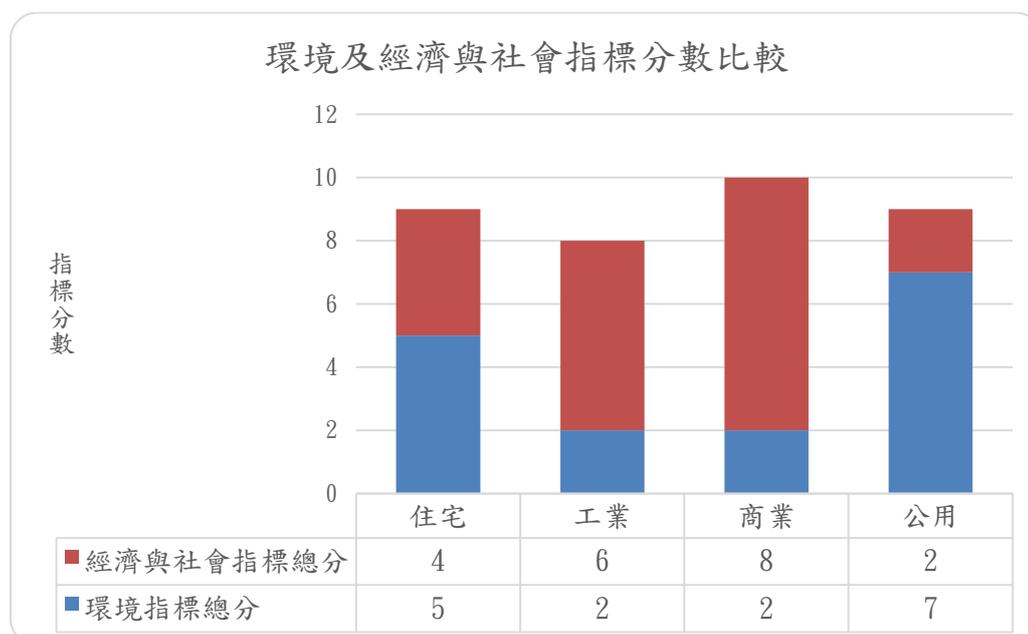


圖 5- 8 環境及經濟與社會指標分數比較

(2) 依健康風險訂定整治目標結果分析

基於4.2.3節計算方法，本案例場址為土壤銅污染，若在各土地利用情

境下達到非致癌風險值1以下之整治值³。計算結果如表5-2所示，其中以住宅土地用途之整治目標值最嚴格，為11,261.29 mg/kg，綠地⁴則最寬鬆，目標值為84,206.12mg/kg，此計算結果發現以污染物銅為例，整治目標與臺灣管制目標值400 mg/kg相差甚遠，但本研究團隊以美國及香港健康風險制定銅整治目標值相較，並無相差太多(如表5-3、表5-4)。因此，本研究案例所調查污染最高濃度雖大於臺灣管制目標值，但皆小於四項土地利用情境之整治目標，因此並不需要進行整治，從而無需額外整治成本皆可在風險忍受標準之內，與上述各土地利用情境指標計算結果不謀而合，該場址已具有再開發利用條件，且開發再利用所造成環境衝擊相對較小。但，本研究結果係依據土污法第二十四條若整治計畫提出者，因場址特殊條件依據健康風險標準訂定整治目標前提下所提出，由於健康風險仍需進行風險溝通，因此本研究第二層次篩選結果建議亦須一併進入下階段褐地管理運作平台共同討論，作為各利害相關者討論與協商依據。

表 5- 2 瀚宇博德銅之四項土地利用情境整治目標值

污染物 (mg/kg)	污染物濃度	住宅	工	商	綠地
銅	7380	11,261.29	72,024.99	72,024.99	84,206.12

表 5- 3 香港按風險釐訂之整治標準(香港特別行政區政府環保署, 2007)

污染物 (mg/kg)	住宅	工業	公園
銅	2950	10000	9790

表 5- 4 美國 Regional Screening Level (USEPA, 2013)

污染物 (mg/kg)	住宅	工業
銅	3,100.00	41,000.00

5.1.2 褐地管理平台規劃與運作

本研究建議，由土基會成立褐地管理平台(圖 5-9)，本研究設計褐地管理運作平台，研擬褐地管理平台(設立於土基會之下)之功能如下

³ 銅為非致癌污染物

⁴ 本研究將公共用地視為綠地風險暴露情境

1. 管理與整治污染(潛勢)土地。
2. 將褐地資料庫之資訊與其他部會串聯分享，以配合國家永續發展目標制定管理與再利用政策。
3. 協助利害相關方進行褐地再利用。
4. 擴充土污基金財源。

褐地管理平台之財務模式係參考美國德拉瓦州發行綠能債券之模式(Foundation for renewable energy and environment, 2013)，容許土基會針對特定再利用計畫發行整治公債，而未來的開發者或所有人以其獲利(例如設立能源相關設施、生態公園、生質作物等)。褐地管理平台之特色與功能為：

- 著重於褐地之永續管理。
- 基於永續開發褐地帶來經濟利益。
- 整合各方的利害相關者透過審議式民主參與機制但保持組織的獨立性。
- 可基於實際的開發效益進行褐地之開發，避免浮濫之開發計畫。
- 組合式財務管理以擴充土污基金財源。
- 保證投資利潤可以支持大型之開發計畫。
- 提供褐地資料庫、褐地地圖、評分機制，協助參與者制定適宜之再開發方案。
- 具有結構性的誘因支持長期運作(各方參與者皆易於獲利)。
- 在現有之土污法架構下執行，無需制訂新法源依據。
- 平台之監督小組透過與公正機構與保險公司簽約，確保計畫之財務與健康風險可行性。

當土地關係人並無整治責任、或僅有部分整治責任、找不到污染行為人、污染行為人已破產、倒閉，而欲提出再開發計畫時，其整治經費來源，除了土污基金進行整治之外，褐地管理平台並可與保險公司簽約，使其擔保購買公債者可拿回投資與利息，以及擔保再利用計畫所帶來的健康風險。詳細運作模式則須結合整治基金運作與相關財務經濟專家共同研討，以確認發行債券之利息與管理費。

褐地平台同時也將與第三方公正機關簽約，使其監督場址整治成效及利害相關者財政可行性。由於污染土地之再開發，往往牽涉到健康風險、財務風險之疑慮，褐地管理平台即扮演溝通者之角色，整合各利害相關方，進行正當聽證程序，符合實質審議式民主之精神(林子倫等，2009)，並且將上述5.1.1小節(2)健康風險評估結果作為聽證會討論與協商依據，以取得共識。

另外在法規流程方面，現行法規流程如圖5-10實線框格所示，土基會調查高污染潛勢場址後，將污染到達管制標準之場址列管，而列管場址將依法提出開發計劃，經由中央主管機關，都委會等單位依據都市計畫法、區域計畫法等相關法規許可後，才進入整治再開發。本研究建議土基會將高污染潛勢廢棄工廠、高污染潛勢農地、列管中場址一同納入褐地管理，根據流程圖5-10中虛線格，修改土污法第2、8、9及28至30條，將褐地平台機制納入現行法規中，其中平台又包含褐地分級評分機制、資料庫及財務、保險政策工具，配合國家永續發展之政策法規配套，如審議中之國土計畫法草案，來進行褐地的管理與再利用，並將資訊回饋給土地管理單位與相關部會參考。

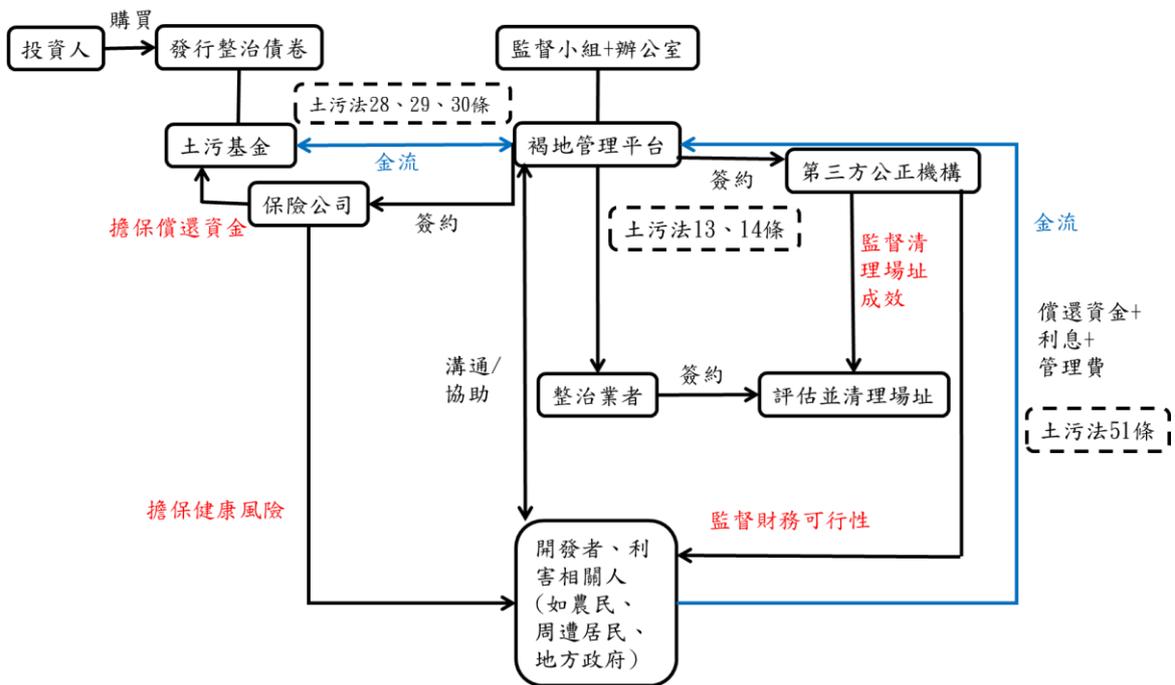


圖5- 9 褐地管理平台(本研究繪製)

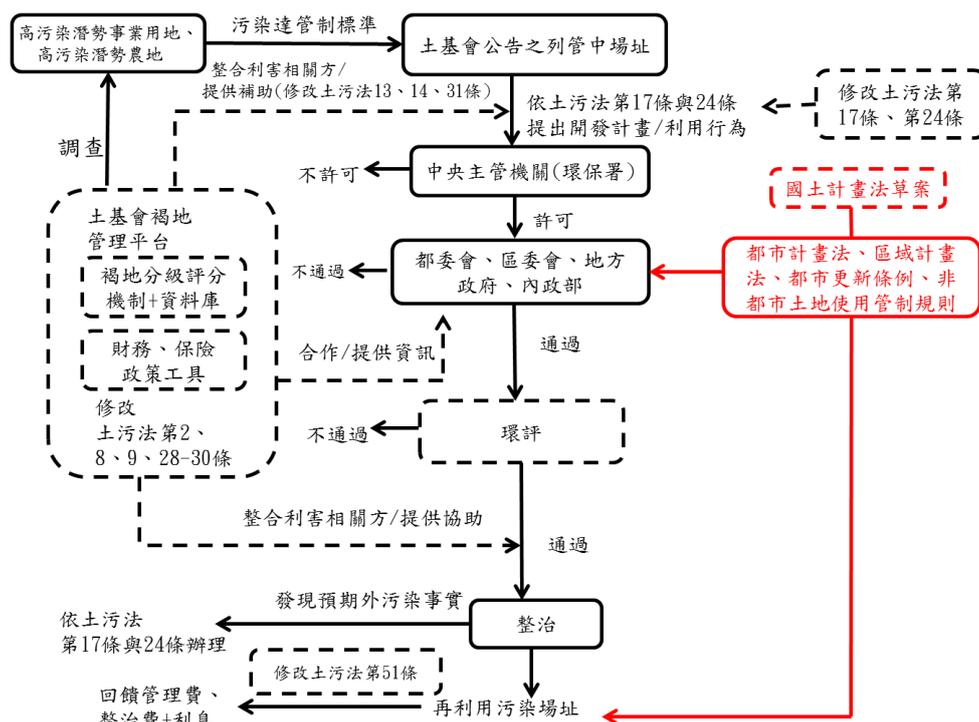


圖5- 10 褐地再利用流程架構圖(本研究繪製)

此管理平台的資金運用模式的優點在於，整治的工作由管理平台負責與業者簽約進行整治，減輕土地關係人之負擔。並且，由保險公司擔保再利用之後的獲利與利息將回饋給土污基金以償還整治費用、保險費用與管理費。據此，如果是不符合市場經濟效益或健康風險成本過高的再開發計畫，土地開發者將因為無法取得保險公司的擔保而進行修正。因此，除更應著力於建構出國土整體規劃之褐地再造方案計畫外，屬於環保業務之規定，亦須修訂現行法規來推行。

本管理平台與美國褐地推動模式最大之差異點即在於，美國各級政府推動褐地計畫失敗的原因多為補助經費與獎勵誘因不足、保險費過高等，而本管理平台可透過針對特定開發(再利用)計畫發行整治公債，而非一般政府債券，讓市場機制以及正當聽證程序決定該開發計畫是否符合公眾利益，並由保險公司確保參與者皆能獲利，包括土污基金亦可擴充財源。

對於未列管之高污染潛勢土地，可與國家整體永續計畫，如再生能源計畫、農村再生計畫建立橋樑，提供其他部會所需之協助與資訊，例如建立褐地再生能源潛力地圖。落實將人力及物力資源予以擴充，更有機會大肆推動此積極創造優質環境之業務。

5.2 討論與建議

為使本計畫研擬之褐地管理平台運作模式推行政策工具，本研究依據上述結果分析，提出法規面、執行面、資訊面相關討論與建議，茲分述如下：

● 法規面

1. **褐地潛在污染責任釐清與規範：**土污法第二條第十六款雖然沿用美國超級基金法案「潛在污染責任人」之名詞，其定義內涵卻截然不同。本研究建議，對於第十五款污染行為人之認定宜刪除「非法」、「未依法」之規定，改以污染之結果作為認定污染行為人之基礎，不論其是否為「依法排放」，方能有效落實源頭管理目前最嚴重之農地污染問題，避免環保行政資源之浪費。另由於政府自民國99年修訂頒布工廠管理輔導法，輔導未登記工廠(多位於農業區)就地合法化，若不由土污法對污染行為人更加嚴格認定，恐難以徹底解決農地污染、糧食安全問題。

2. **褐地定義與土污法管理範疇連結：**本研究研擬之褐地定義中之高污染潛勢土地目前土污法中並未加以定義，建議可由第八條與第九條所規範延伸制定管理範疇與辦法。

此外，諸多污染農地無法找到污染行為人，因此除修改上述第二條調整污染行為人與潛在污染責任人定義外，並鏈結第八條與第九條延伸高污染潛勢工廠管理，進入本研究褐地管理平台範疇管理土地再利用風險，以追蹤鄰近農地之高污染事業別污染責任鑑識，並將污染資訊之揭露，宜規範原土地所有人主動提供檢測結果給繼受者，而不僅是提供給地政單位。

3. **新增公告污染場址之再利用評估方法：**宜將污染尚無達整治標準疑慮者，如土污法第十七條控制場址新增土地再利用評估規範，以及土污法第二十四條整治場址再開發用途等條件，以不同土地用途造成健康風險值為基準來設定整治目標，進入土地再利用情境風險計算與管理平台監督。
4. **建立健康風險評估公正法律程序：**由於健康風險值牽涉到社會觀感、環境正義、健康權、生態價值定義等問題，建議土污法第十七條與第二十四條所擬定之再開發程序，應根據大法官釋字709號解釋，搭配行政程序法54條以下之「聽證程序」及第102條之「陳述意見程序」，

加入聽證會之正當行政程序，方能達成社會共識，避免民眾參與淪為形式作業(杜文苓，2009)。

5. **開發者與土地關係人責任分擔:** 對於再開發所牽涉之土地關係人，建議於土污法第三十一條之相關子法新增明確規範其再開發時應遵守之良善管理人義務，以確立再開發階段各利害相關者之污染責任，以利政府、保險公司、整治業者、開發業者等利害相關者與褐地管理運作平台簽約責任釐清。
6. **褐地再利用之資金運用與整治基金回饋比例:** 再開發褐地應回饋給土污基金之金額，宜修訂土污法第五十一條，除了原本的回饋機制，應使其配合前述，加入控制場址，並規範開發者回饋管理平台所支付之整治費用、保險費用、利息、與管理費，回饋比例宜須再行研究與調整。並應修訂土污法第二十八條、二十九條、三十條，使土污基金得以發行整治債券、與保險公司、整治業者及第三方公正機構簽約。

● 執行面

1. **建立褐地管理運作平台:** 建立第三方公正機構之褐地管理平台運作組織，除了原有之土污基金財源之外，建議得以發行整治債券方式，或與能源基金結合探討污染土地再生能源發展潛力，評估國內大型與無主污染場址再利用評估是否能建構國內褐地管理機制示範，並同時檢視開發計畫的財務可行性。
2. **建立土基會與國土規劃制度連結:** 建議應建立國內污染潛在土地清冊，並依據5.1小節說明評估機制建立褐地兩種層次篩選階段，高污染潛勢場址先經過第一階段褐地平台分級評分，再進入第二階段詳細調查，判斷是否成為公告場址，並依照圖5-10執行流程，透過虛線方框兩層次篩選結果，將資料回饋至紅色方框進入都市計畫再審議程序。

● 資料庫與評估工具面

1. **評估工具雲端化，以利不同使用者分析:** 今年度褐地資料庫使用對象為政府，未來建議可擴充整治業者、土地開發商等，並針對使用對象設計不同操作模式。目前建立之褐地資料庫計算模式為單機版，未來建議將褐地資料庫計算模式發展為雲端運算服務系統，政府使用此工具時，除可使用資料庫之預設資料外，亦可提供評估系統相關地域性

資料，如該區域都市計畫圖、實測介質資料、污染物及清除成本相關資料、實價登錄等，使評估機制更為準確，同時雲端運算服務系統將儲存政府提供資料，以持續擴充資料庫。

2. **再利用情境擴充與資料品質回饋：**本研究係以政府角度評估褐地再利用情境，因此評估指標尺度是以全國考量評估，例如社會效益等；而土地開發商較注重自身開發土地利益，因此針對成本效益分析對象設定不同，亦可開放更多參數讓土地開發商自行設定，以計算更符合使用者需求的結果。此外，依據本年度執行發現仍有部分關鍵因子缺乏政府公開資訊或盤查資料，相關資料品質請見附件1。若須考量綠色整治或綠建築等情境，則僅能考量部分整治技術所帶來的環境衝擊，或採用數據品質較為不高的期刊文獻進行假設與評估工具的估算，進而計算褐地分級評分的結果，建議未來應可連結環保署管考處開發[碳足跡評估系統]與本會開發[綠色整治評估系統]，以擴充資訊的完整度；而針對目前尚未有本土化數據之項目，則應在產官學的合作之下實際進行全面性的盤查、驗證與揭露，以強化數據品質暨提高褐地分級評分機制的可靠度，並滿足不同使用對象的需求。
3. **褐地地圖與評估工具功能展示：**今年度是以瀚宇博德廢棄工廠一案例作為褐地資料庫計算模式使用示範，因此於結果呈現上僅能提供該褐地最適宜用途，而再利用用途之評分結果為該場址四種情境相互比較下的分數排序結果，未來建議當一都市開發計畫具有多塊褐地時，政府可透過此資料庫選擇某種情境，資料庫即提供所有適合開發為該情境之褐地，亦提供彼此間比較後之分數排序，政府可依此排序作為優先開發褐地順序。

本年度之研究成果，除了爬梳我國褐地(列管場址與高污染潛勢土地)概況，配合我國國土利用之現況，提出褐地再利用之方向與需要的各項法規政策配套(修改)建議。並建立了褐地資料庫與評分系統之架構，未來可與環保署已建置之各類污染(潛勢)土地資料庫與評分系統串聯，進一步擴充資料庫，在褐地管理平台的架構下，與其他部會合作，配合總體國土永續發展計畫，評估與進行褐地的再利用。

未來工作項目

由本年度研究成果可知，污染(潛勢)農地為台灣褐地之主要部份(面積超過 90%)。將於明年度(104)之專案計畫，比照美國結合褐地發展再生能源計畫之概念。針對污染農地結合生植復育(生質能)潛力、與發展太陽能之再利用潛力加以評估，建立適用於台灣地理氣候環境之篩選基準與資料庫。具體研究項目如下

1. 建立污染農地結合再生能源使用的關鍵評估篩選因子與分級機制。
2. 評估污染農地發展太陽能與生質能情境之發展潛力。
3. 評估污染農地發展不同再生能源/能源裝置情境外部成本、外部效益。
4. 結合污染農地場址地圖，搭配評估系統的篩選分級，建立再生能源潛力 GIS 地圖。
5. 整合目前再生能源政策提出政策配套與建議(誘因、補貼等)，並釐清與現行相關再生能源政策的競合關係。

第六章 參考文獻

英文資料

Adams, D., Disberry, A.N, Hutchison, N., Munjoma, T., 2000. “Taxes, subsidies and the behaviour of brownfield owners” . *Land Use Policy*. 17:135-145.

Alberini, A., Stefania T., Margherita T., Aline C., 2007a. “Paying for Permanence: Public Preferences for Contaminated Site Cleanup” . *Journal of Risk and Uncertainty*. 35:155-178.

Alker, S., Joy, V., Roberts, P., Smith, N., 2000. “The definition of brownfield” . *Journal of environmental Planning and Management*. 43 (1): 49 - 69.

Bell, R., 1998. “The Impact of Detrimental Conditions on Property Values” . *The Appraisal Journal*. 65(4):380-391.

Bell R. 1999. *Real Estate Damages: Analysis of Detrimental Conditions*. Chicago: Appraisal Institute.

British Columbia. THE BASICS OF BROWNFIELD REDEVELOPMENT: A GUIDE FOR LOCAL GOVERNMENTS IN BRITISH COLUMBIA.

http://www.brownfieldrenewal.gov.bc.ca/Documents/BrownfieldsBook1et_LowRes.pdf.

Burnett, H. S. 1996. “Superfund: History of Failure” . National Center of Policy Analysis.

CABERNET, 2007, The Scale and Nature of European Brownfields.

Cadotte, M. ; Deschênes, L; Samson, R. 2007. “Selection of a remediation scenario for a diesel-contaminated site using LCA” . *Int. J. Life Cycle Assess.* 12 (4):239-251.

California Environmental Protection Agency. 2001. Department of Toxic Substances Control Brownfield Remediation Program.

CLARINET. 2002. Brownfields and redevelopment of urban areas, Umweltbundesamt Austria, Irene Edelgaard, Danish Environment Protection Agency.

COBRAMAN. 2009. Report about concepts and tools for brownfield redevelopment activities.

Doughty, Mark R. C, and Geoffrey P Hammond. “Sustainability and the Built Environment at and Beyond the City Scale.” *Building and Environment.* 39(10): 1223 - 1233.

Florida Department of Environmental Protection, Brownfields Map, <http://ca.dep.state.fl.us/mapdirect/?focus=brnfls>

Foundation for renewable energy and environment. 2013. Sustainable Energy Utility (SEU) Understanding Basics.

Finnamore, J. 2000. “Modelling the financial risks of remediation, NATO Committee on Challenges to Modern /society” . *NATO/CCMS Pilot*

Study Evaluation of Demmonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Conminated Land and Groundwater- Phase III. 245: 83-91.

GSG Consultants, Inc. 2005. Smart growth for brownfields redevelopment.

Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. 2004. “An overview and analysis of site remediation technologies” . *Journal of Environmental Management* .71:95 - 122.

Hsu et al. 2012. “Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Crystalline Silicon Photovoltaic: Electricity Generation Systematic Review and Harmonization” . *Journal of Industrial Ecology*. 16(s1):s122-s135.

Kim, H.C. et al. 2012. “Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Thin-film Photovoltaic Electricity Generation: Systematic Review and Harmonization” . *Journal of Industrial Ecology*. 16(s1):s110-121.

Morais et al. 2010. Review: A perspective on LCA application in site remediation services: Critical review of challenges . *Journal of Hazardous Materials*. 175:12-22 .

McCarthy, L. 2001. *Brownfield redevelopment : A Resource Guide for Toledo and Other Ohio Governments, Developers, and Communities*. The University of Toledo.

Meyer, P.B. and Yount, K.R. 2005. *Brownfields Insurance for Public Sector-Led Development Projects : Experience and Methods*. Northern

Kentucky University.

Otsuka, N., Dixon, T., Abe, H. 2013. “Stock measurement and regeneration policy approaches to ‘hardcore’ brownfield sites : England and Japan compared” . *Land Use Policy*. 33:36-41.

Page, G.W., Berger, R.S. 2006. “ Characteristics and land use of contaminated brownfield properties in voluntary cleanup agreement programs” . *Land Use Policy*. 23: 551-559.

Patchin, P.J. 1994. “Contaminated Properties and the Sales Comparison Approach” . *The Appraisal Journal*. 62(3): 402-409.

Pincetl, Stephanie, Paul Bunje, and Tisha Holmes. 2012. “An Expanded Urban Metabolism Method: Toward a Systems Approach for Assessing Urban Energy Processes and Causes.” *Landscape and Urban Planning* 107(3): 193 - 202.

Quinn, D. J. 2008. “Modeling the resource consumption of housing in New Orleans using System Dynamics.” . Massachusetts Institute of Technology, Boston.

Probst, K., Fullerton, D., Litan, R. and Portney, P. 1995. “Footing the Bill for Superfund Cleanups : Who Pays and How?” . Washington, DC : Brookings Institution and Resources for the Future.

Ramseur, J. L. 2008. “The Environmental Protection Agency’ s Brownfields Program : Scope, Authorities, and Implementation” . Congressional Research Service.

Regeneration of European Sites in Cities and Urban Environments (RESCUE), 2004. Sustainable land use and urban design on brownfield sites.

Rodenburg, C. 2003. Land use policies in the United States and the European Union. Stella Focus Group 4 Meeting.

Reisch, M. 2004. “Brownfields and Superfund Issues in the 108th Congress” . Congressional Research Service.

Rockström et al. 2009. “A safe operating space for humanity” . *Nature* . 461: 472-475.

The basics of brownfield redevelopment: A guide for local government. Available online at http://www.brownfieldrenewal.gov.bc.ca/Documents/BrownfieldsBooklet_LowRes.pdf

Thornton G., Franz M., Edwards D., Pahlen G., Nathanail P., 2007. “The challenge of sustainability: incentives for brownfield regeneration in Europe” . *Environmental science & policy*. 10:116-134.

UNEP. 2002. *Melbourne Principles for Sustainable Cities*. International Environmental Technology Centre.

USEPA, 1991. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I - Human Health Evaluation Manual (Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals)

U. S. Environmental Protection Agency. 2000. A Guide to Developing and

Documenting Cost Estimates During the Feasibility Study.

USEPA, 2002. *The New Brownfields Law.*, US Environmental Protection Agency Washington, D.C.

USEPA. 2006. *Anatomy of Brownfields Redevelopment.* US Environmental Protection Agency Washington, D.C. °

USEPA, 2010. *An Omaha Community Builds Salvation on a Former Brownfield* ° US Environmental Protection Agency Washington, D.C.

USEPA. 2011. *Air and Water Quality Impacts of Brownfields Redevelopment: A Study of Five Communities* ° US Environmental Protection Agency Washington, D.C. °

USEPA. 2012. *EVALUATION OF THE BROWNFIELDS PROGRAM.* US Environmental Protection Agency Washington, D.C..

USEPA, 2013. Regional Screening Level (RSL) Summary Table

Wedding, G.C., Crawford-Brown D., 2007. “Measuring site-level success in brownfield redevelopments : A focus on sustainability and green building” . *Environmental Management.* 85:483-495.

World Business Council for Sustainable Development, 2011. *Energy Efficiency in Buildings: Business Realities and Opportunities.*

Yount, K. R and Meyer, P. B. 2006. *State Brownfield Insurance Programs,*

2006. Northern Kentucky University.

Xu, R. 2006. *Brownfield Financing in the United States : From Social Benefit-Cost Perspective*. Master Thesis in MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

中文資料

中時電子報，12/26/2013。炒工業區地皮 3招現形。

中國時報，9/19/2010。解開工業區閒置謎團 夢想變泡沫 臺灣工業區養蚊子。

中時電子報，5/16/2014。開發案多，翡翠水庫預警恐缺水。

中華民國不動產估價師公會全國聯合會，2010，第四號公報。

中華民國監察院，2012。調查報告，字號「1000800101」。

中華民國監察院，2013a。糾正案，字號「102內正0030」。

中華民國監察院，2013b。糾正案，字號「102內正0024」。

中華民國不動產估價師公會全國聯合會，第四號公報，2010。

內政部營建署，2012。區域計畫及非都市土地開發制度相關政策簡報大綱。

行政院主計處，2014。工商及服務業普查結果統計表。

行政院主計處，2012，「99年人口及住宅普查結果綜合報告」。

行政院環保署，2012a，「污染土地再利用制度研議、整合及評析暨土污法修法後子法研訂計畫」。

行政院環保署，2012b，土壤及地下水污染場址個案成本估算指引手冊。

行政院環保署，2012c，「環境風險整合與土地污染篩檢網建置計畫」。

行政院環保署，2012d，「土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫」。

行政院環保署，2012e，環境政策與開發計畫成本效益分析作業參考手冊。

行政院環保署，2014，「全國重金屬高污染潛勢農地之管制及調查計畫（第2期）」。

杜文苓，2009，環評決策中公民參與的省思：以中科三期開發爭議為例。公共行政學報。35:29-60。

林子欽、陳振惟，2009，受污染工業土地之風險、污名與價值：美國經驗的啟示，住宅學報。18(2)23-44。

林子倫、陳亮宇，2009，重返民主的政策科學—審議式政策分析概念意涵與途徑之探討。臺灣民主季刊。6(4):1-47。

李泳龍、黃宗誠、陳定國，2002，污染土地估價方法之研究-以台鹼安順廠污染區域為例，第二屆全國災害為基處理學術研討會，第 267-281 頁，台南縣。

財團法人中興工程顧問社，2012，「101 年度污染土地再利用政策規劃、執行架構、驗證與資訊平台建置計畫」。

陳東升，1995，金權城市：地方派系·財團與台北都會發展的社會學分析。台北：巨流。

許育誠，2002，棕地再發展之研究 都市計劃內工業區更新之新方向，台北大學都市計劃研究所碩士論文。

香港特別行政區政府，2007，按風險釐定的土地污染整治標準。

徐世榮，2001，土地政策之政治經濟分析—地政學之補充論述。台北市：正揚。

徐世榮，2004，褐地政策之比較研究—美國及臺灣經驗的審視。中華民國都市計劃學會。

徐世榮，蕭新煌，2006，污染場址再利用政策之研究：美國與臺灣之比較。都市與計劃。33(2)：143-167。

陳怡君，2013，應用風險地圖探討污染土地再生管理策略。國立臺灣大學博士論文。

陳怡君、蘇衍綾，2013，污染土地價值減損估算之風險性成本研析，先進工程學刊，第八卷，第三期。

張景森，1988，「戰後臺灣都市研究的主流範型：一個初步的回顧」，臺灣社會季刊，1(2、3):9-31。

黃世孟，1992，「新高港都市計畫與台中特定區計畫規劃模型之比較分析」，都市與計畫，19(1):53-74。

黃良充，2007，建物成本法估價與營造施工費之探討。

勞動部職業安全衛生署，2014，危害物質危害數據資料，網址：
<http://ghs.osha.gov.tw/CHT/intro/search.aspx>

經濟部能源局，2013，太陽光電系統 Q&A，網址：
http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=1504

楊逸萍，2004，從國外棕地再發展經驗探討六堵工業區未來發展方向之研究，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。

鍾麗娜，2012，都市政治與土地政策之政經結構分析：以台南科學工業園區特定區開發案為例，臺北市：文笙書局。

臺北市府地政局，2012，出席第 26 屆泛太平洋不動產估價國際會議報告。

臺北市都市更新處，2010，都市更新事業及權利變換計畫內有關費用提列總表。

附錄

附件 1 資料庫數據品質

污染數據品質-背景資訊

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
判斷潛在 污染物種	行業及潛在污 染物對應	無	TRI	Word	不定期	3	2012	
判斷地下 水位	地下水水深	m	TRI	shp	不定期	3	2012	
判斷土壤 性質圖	土壤性質	無	TRI	shp	不定期	3	2012	
判斷土壤 整治技術	整治技術適合 污染物	無	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies	pdf	無	3	2004	
	整治技術適合 土壤組成	無	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies	pdf	無	3	2004	
判斷地下 水整治技 術	整治技術適合 污染物	無	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies	pdf	無	3	2004	
	整治技術適合 地下水位	m	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies	pdf	無	3	2004	
判斷土壤 污染清除 量	廢棄工廠土壤 平均開挖深度	m	土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫	pdf	無	2	2012	
	廢棄工廠土壤 平均開挖比例	%	土壤及地下水污染整治費徵收制度檢討暨調整、規劃計畫	pdf	無	2	2012	
	土壤密度	t/m3	http://www.twiki.com/wiki/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E5%AF%86%E5%BA%A6	網站	無	3	2014	
判斷污染 物是否溶 解	各污染物溶解 度	mg/l	勞動部職業安全衛生署, 物質安全資料表(Material Safety Data Sheet)	Excel	每 3 年	1	2014	

污染數據品質-面向:環境

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
土壤整治技術	自來水用量	噸/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	所有數據皆來自整治業界以經驗推估與盤查
	電網用電量	噸/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
	車用汽油	公升/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
	柴油	公升/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
	煤油	公升/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
	液化石油氣	公升/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
地下水整治技術	液化天然氣	立方公尺/清理每噸土壤	某環境工程顧問公司	word	不定期	1	2014	
	自來水用量	噸/清理每噸土壤			無	無		
	電網用電量	噸/清理每噸土壤			無	無		
	車用汽油	公升/清理每噸土壤			無	無		
	柴油	公升/清理每噸土壤			無	無		
	煤油	公升/清理每噸土壤			無	無		
	液化石油氣	公升/清理每噸土壤			無	無		
	液化天然氣	立方公尺/清理每噸土壤			無	無		

污染數據品質-面向:經濟

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
土壤整治技術 期程單價 表	整治期程	年	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies.	PDF	無	3	2004	
	國外整治單價	NTD/公噸	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies.	PDF	無	3	2004	
地下水整治 技術期程單 價表	整治期程	年	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies.	PDF	無	3	2004	
	國外整治單價	NTD/公噸	Khan, F.I., Husain, T., Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies.	PDF	無	3	2004	
	國內整治單價	NTD/m2	中興工程顧問社, 「土壤及地下水污染整治費徵收現況檢討與未來徵收方案規劃」	PDF	無	2	2011	

污染數據品質-面向:社會

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
工作機會	每人每年平均薪資	元	行政院主計總處	PDF	每5年更新		2006	
社會效益	人事費用(工程經費 法人力需求模式 之計算公式)	元	植根法律網	DOC				http://www.rootlaw.com.tw/Attach/L-Doc/A040290090006700-1030605-18000-001.doc

開再數據品質-背景資訊

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
住宅建造	建蔽率	%	安星建設	WORD	不定期	1		資料來源：整理至各縣市政府 都市發展局
	容積率	%	安星建設	WORD	不定期	1		
工業建造	建蔽率	%	安星建設	WORD	不定期	1		
	容積率	%	安星建設	WORD	不定期	1		

建立臺灣褐地資料庫暨研擬再開發機制

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
商業建造	建蔽率	%	安星建設	WORD	不定期	1		
	容積率	%	安星建設	WORD	不定期	1		

開再數據品質-面向:環境

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
營建	建築碳排係數	kg CO2-e/平方公尺	臺灣建築物 CO2 排放量簡易評估法之研究	期刊論文	無	2	2002	參數僅來自論文作者所選取的若干建築樣本
住宅	縣市別平均住戶樓地板面積	平方公尺	主計處「89年人口及住宅普查總報告」	pdf	每10年	1	2000	最新資料為89年度報告
	平均每戶家庭每月用電量	度	台電公司網站近五年績效	台電公司網站	每年	1	2013	
	縣市別每戶平均人口	人	主計處「99年人口及住宅普查總報告」	pdf	每10年	1	2010	最新資料為99年度報告
	每人每日家庭用水量	公升	臺北自來水事業處	臺北自來水事業處網站	每年	1	2013	缺乏全國性數據，因此僅以臺北自來水事業處的數據
工業營運階段	行業別年總用電量	度	台電公司「電力行業別用電(97~102年資料)」	pdf	每年	1	2013	
	行業別每平方公里年用水量	百萬噸	經濟部水利署各項用水統計資料庫	pdf	每年	1	2012	
	行業別全國總土地面積	公頃	經濟部水利署各項用水統計資料庫	pdf	每年	1	2012	
商業營運階段	每平方公尺日來自來水量	公升	財團法人臺灣產業服務基金會公共場所節約用水技術手冊	pdf	無	2	2004	
	每平方公尺年用電量	度	能源局2013年非生產性質行業能源查核年報	pdf	每年	1	2013	
太陽能板	GHG 值	g CO2-e/	Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Thin-film Photovoltaic	期刊論文	無	3	2012	本資料庫暫不採用，美國 NREL

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
		度電	Electricity Generation: Systematic Review and Harmonization					採用本論文數值與公式與計算太陽能板生命週期碳排
太陽能板發電量	1Kw 裝置年發電量	度	經濟部能源局	網站	不定期	1	2011	
臺灣電力碳足跡		kg CO2-e/度	環保署	碳足跡計算服務平台網站	每年	1	2012	

開再數據品質-面向:經濟

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
建築標準單價	建築標準單價	元/平方公尺	桃園縣政府地政局地價調查用建築改良物標準單價表	PDF	不定期	1	2014	
建物價值	實價登錄	元/平方公尺	內政部不動產交易實價查詢服務網	網站	每天	1	2014	
建物價值	公告現值	元/平方公尺	內政部不動產交易實價查詢服務網	網站	每天	1	2014	
建物價值	公告土地現值占一般正常交易價格百分比	%	中華民國內政部地政司全球資訊網	PDF	每年更新	1	2014	
污名化減損比	土地污名化	%	李泳龍，2002，污染土地估價方法之研究-以台鹼安順廠污染區域為例。Bell R., 1999. Real Estate Damages: Analysis of Detrimental Conditions. Chicago: Appraisal Institute.	PDF	無	3	2002，1999。	
拆除工程成本	建物拆除/清運單價	元/平方公尺	都市更新事業及權利變換計畫內有關費用提列總表	PDF	不定期	1	2010	
再生能源	再生能源躉購費率	元/度	經濟部能源局	網站	每年更新	1	2014	

建立臺灣褐地資料庫暨研擬再開發機制

電力價值								
綠建築費用	綠建築相較於傳統建築的成本增加	%	World Business Council for Sustainable Development	PDF	不定期	3	2013	

開再數據品質-面向:社會

資料庫	參數	單位	數據來源	數據格式	更新頻率	數據品質	資料年份	備註
工作機會	每人每年平均薪資	元	行政院主計總處	PDF	每5年更新	1	2006	
社會效益	人事費用(工程經費法人力需求模式之計算公式)	元	植根法律網	DOC	不定時	2		http://www.rootlaw.com.tw/Attach/L-Doc/A040290090006700-1030605-18000-001.doc

附件二

臺灣污染土地再利用評估座談會會議記錄

會議時間:民國 103 年 10 月 13 日 上午 10:00-12:00

會議地點:國立臺灣大學環境工程學研究所 205 室

主持人: 臺灣大學馬鴻文教授

與會專家學者:土基會何建仁組長、臺灣大學吳先琪教授、臺灣大學張尊國教授、政治大學徐世榮教授、政治大學戴秀雄教授、德明財經科技大學花敬群教授、工研院陳怡君博士。

與會專家意見:

陳怡君博士:

1. 目前土污法只有管到比較嚴重的場址，其實污染潛勢土地面積相當大，而又因為法規沒明確定義褐地，無法知道權責機關，因此也難以進行管理。假如把污染潛勢土地拿回土基會來管，則需要其他管制機制配套，如土污基金整治方面的回饋及風險疑慮等，這些都與本次研究褐地再利用管理平台有關。
2. 因此需要進行討論的是褐地定義及管理機制該放置何項法條來管，畢竟現行污染場址都是土基會調查列管後，再進入都委會等進行土地使用，是為管末處理。
3. 土地在都市計劃前土地使用區分已規劃好，使土基會難以改變土地分類，因此或許需要將污染土地利用之層面置於更高位以符合社會公益性。

何建仁組長

1. 要處理褐地問題需要結構性修正才是治本之道。目前土基會污染調查已相當完整，可發現污染場址所佔比例相當低，即便如此，大面積污染場址如大坪頂，想進行再利用時，才發現土污法無法使力，而都市計劃法等相關法令則成為阻力，原因在於都計法中包含土地財務，又面臨都市計劃是地方主導，因此若財務規劃有特別目的性，送至中央難以通過。臺灣土地利用相當破碎，再加上污染土地出現，為了使土地永續利用，應該由內政部主導比較有結構性。
2. 土污法八、九條公告之(高污染潛勢)業別雖已再擴大，但還需要考慮是否有其他業別需加入考慮。而之中的責任釐清，目的為希望不要有無辜

第三者出現，目前有一定效果，讓民眾了解污染場址對權益有很大影響。

3. 2010年修正設計土污基金，將高污染潛勢目的主管機關及受體拉進來一起做，目的希望讓高污染潛勢業者分擔基金，而基金目的是來幫助整治無主但又關係到大部份人安全之污染場址，如農地。目前基金多半用在調查，少數才用在無主污染場址，成功案例多為地下水污染且無人居住地方，而其他有開發價值的土地即使無辜第三者也會進行整治開發，因此政府應該著力於無主又沒有開發價值土地，創造其土地價值，使其活化讓國土永續利用。關鍵點在於都市計劃，因改善土地後沒有誘因，如可以改變土地地目才可有價值產生，因此才需要有主管機關，土污法只是配合污染管控，需解決地目與土地規劃等問題。
4. 土污法需要更彈性，24條之以風險制訂整治目標難以實現，原因在於風險溝通不佳。

張尊國教授

1. 土地開發較為政治性，問題需加以簡化。先找個案較易釐清程序，大坪頂為一適合案例，其特點為難找污染責任人，公有地為主，面積又夠大，適合做完整開發計劃，建置完整法規制度。
2. 有開發價值土地不用政府去傷腦筋。中福農地污染案例可研究為何沒成功更改地目。
3. 因土地變更地目只要在縣市層級行政程序通過即可，比起要整治的土地經費、期程等更低，更好開發，因此現在常開發農地等地，為政治面現實。找出接近國外褐地案例，來做探討。
4. 農地污染法規上規定一定要超過某個數值才會被公告，因此行政面上常有案例難做公告但污染濃度接近管制標準，或是監測結果隨時間不同，造成農民困擾，需要做法規或管理上的調整。

徐世榮教授

1. 美國將褐地管理因財務上有困難，因此將都市計劃土地分區等結合，才有土污法第二十四條風險管理，透過社會科學上解決，使整治成功定義改變。褐地應該比較像控制場址，二十四條是否要擴大到褐地也要這麼做，使控制場址有再開發的管道，值得大家討論。
2. 要如何根治污染土地問題，需要處理源頭，因經濟部不斷核發工廠許可，不管他是否位於農業用地，不跟土地使用計劃搭配，因此需要雙管齊下，

源頭要嚴格管制，後端開放褐地再利用，設廠不該浮濫，否則環保人士不會認同。因此褐地要鬆綁需配套經濟部嚴格控管源頭。

3. 要解決可能還是要用二十四條健康風險值，需要有嚴謹正當法律程序，因其為主觀方式，要體現公共利益，必須除了使用健康風險外，透過正當法律程序說服民眾。
4. 美國有制度管控，政府與土地所有人訂定契約，將地表與人的活動隔絕以降低風險，臺灣不知可否實行。都計法第十九條要修，目前是主要計劃擬訂完成後才公告，舉辦說明會。應舉辦聽證會，根據大法官釋字 709 號解釋進行正當法律程序，使環保單位有民意基礎來實行，形塑公共利益。
5. 明年的計劃若要結合褐地與綠能發展，可參考農地主管機關同意農業用地變更使用做業審查要點第 7 點第 5 項，還有申請農業用地做農業設施容許使用審查辦法 8 章 27 條到 30 條，可參考此兩行政命令。

花敬群教授

1. 要先確定是利用還是管制問題，有管制才有利用空間，每塊土地都有使用分區，或許可用環境角度，在都市計畫土地分區之上再搭載一個環境使用狀況分區，使土地使用可被限制，建立機制後再管制。
2. 價值創造空間要夠大才有可能整治再開發，設法讓污染負面價直透過制度現形，這時才會有財務空間。不能用個案思考通案邏輯，制度上面也可以強化，例如公告，備註在土地登記上。並在制度上引導土地使用方向，例如列舉正面表列及負面表列。
3. 不動產開發應考慮長期利益而非短期財務，考慮資金融通，低利等方向思考，為一安排概念。要有中央大水庫，縣市中水庫，個案小水庫類似制度，互相調度資金。

吳先琪教授

1. 環保署不要擴大職權，去干涉到其他行政策略，環保署只做環境保護，保護人民健康，不要為了褐地開發而褐地開發，只有公有地是列管場址才需要去干涉，對於有污染疑慮的土地應調查並判定是否需要列管場址，而非直接考慮開發與否。
2. 凡事根據法律，只有 17 和 24 條跟污染場址利用有關，且 17 也有打通案例。24 條案例過不了是行政程序問題，因此只要打通 17 和 24 條即可做

褐地再利用，基本上要尊重國土規劃工作。

張尊國教授

公告是解決問題的開始，若土地未經公告為列管場址，環保署將缺乏介入之法律基礎。列管後，國土規劃或都市計劃才會考慮污染等因素，臺灣褐地依現在法規體系即可解決。

徐世榮教授

都市計劃，環保署等部門可以通過程序，繼續會商彼此溝通，不要歸到環保署或特定機關管，維持目前的狀況。

何建仁組長

還是要有機關做主導，如將環境敏感圖層疊上國土計劃圖層，進行總量管制，實務上較易進行。

馬鴻文教授

感謝各位教授們的意見，環保管理及經濟開發的法令中的介面或許需要良好整合，從加強管制上去創造價值，才可以繼續開發土地。作業上會繼續彙整各位意見，融匯到未來可行的建議上。

土壤及地下水污染整治基金補助研究與模場試驗專案

計畫成果自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：達成預期進度

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表____篇； 未發表之文稿____篇； 撰寫中 1 篇； 無

專利： 已獲得____件； 申請中____件； 無

技轉： 已技轉； 洽談中； 無

其他：(100 字為限)

3. 請依學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性，500 字為限）

本研究爬梳國土污染現況與利用現況，擬定褐地管理平台與政策工具，並提出法規修改建議以配合國土永續發展進行褐地管理。並且制定褐地資料庫與評分機制做為未來擬定褐地管理策略之參考。基於本年度之成果，本團隊於明年度提出結合污染(潛勢)土地發展再生能源之潛力評估。學習美國經驗建立污染場址發展再生能源潛力篩選基準與建置地理資訊地圖。