

行政院原子能委員會放射性物料管理局
委託研究計畫研究報告

情節分析審查技術發展

計畫編號：101FCMA006

報告編號：101FCMA006-08

執行單位：核能研究所

計畫主持人：周鼎

子項工作負責人：吳禮浩

報告作者：吳禮浩

報告日期：中華民國 101 年 12 月

(本頁空白)

Review Technology Development of Scenario Analysis

Li-Hao Wu

ABSTRACT

Scenario analysis is a main task in safety assessment of disposal facilities. The goal of analysis is to clarify the features, events, and processes (FEPs) for which may affect the safety of repository. Due to the complex interaction between the infulent factors, a FEPs list is always be used for futher classifying, screening, and combining as scenarios for safety assessment.

FEPs list which developed by IAEA ISAM project is modified in this study. The FEPs list includes 137 factors. Each documented with serial number, name, definition, and remarks. It's a good reference for domestic stydies.

This study discussed the scenario development technologies, includes the event tree (fault tree), impact diagram, and rock engineering system. The difference between normal and variant scenario is also described. Study results suggest that human intrusion, seismic, and sea-level change need be futher considered in Taiwan for safety assessment of low-level radioactive waste disposal.

Keywords : low-level waste disposal, scenario analysis, safety assessment

Institute of Nuclear Energy Research

情節分析審查技術發展

吳禮浩

核能研究所

摘要

情節分析是處置設施安全評估的重要工作項目，其目的是釐清並定義可能影響處置場安全的特徵，事件及作用，此三者簡稱為 FEPs。由於影響處置系統功能與安全的因素極為繁複，彼此間亦有交互作用發生，因此各國多採列表方式進行分類、篩選及整合，最後串聯主要可能的 FEPs 成為情節，以作為處置場安全評估的依據。

本研究重點為參考國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA) ISAM(Improvement of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities)報告的 FEPs 報表，並加以彙整。IAEA 的 FEPs 報表包括 137 個安全因素，每項 FEP 包含編號、名稱、定義及說明，部分 FEPs 附加基本概念，範例與相關 FEPs。此 FEPs 報表可作為我國低放射性廢棄物處置場安全評估的重要依據。

在情節建構技術方面，本報告闡述「事件或故障樹分析」、「影響圖」及「岩石工程系統」等常用方法，以及操作重點並分析優劣；說明正常演化情節與變異情節的要項，本研究建議台灣地區低放處置設施安全評估需要考量的變異情節包括人類入侵、地震與海平面上升。

關鍵字：低放處置、情節分析、安全評估

目 錄

1. 前言與目的.....	1
2. 情節分析概述.....	4
3. 特徵、事件、作用報表建立.....	9
3.1 IAEA FEPS 報表.....	9
3.2 FEPS 報表分析.....	10
4. 情節分析.....	23
4.1 情節分析的審查要項.....	25
4.2 情節發展方法評析.....	28
4.3 正常演化情節與變異情節.....	33
5. 結論與建議.....	40
參考文獻.....	41

圖目錄

圖 2-1 低放射性廢棄物處置場安全評估步驟.....	8
圖 4-1 五個因素的標準事件樹結構.....	37
圖 4-2 交互作用矩陣原理.....	38
圖 4-3 影響路徑概念.....	38

表 目 錄

表 3-1 低放處置安全因素(FEP)分析表	12
表 4-1 低放射性廢棄物處置場興建各階段分析情節.....	39
表 4-2 評估情節的外釋路徑與曝露方式.....	39

(本頁空白)

1. 前言與目的

我國低放射性廢棄物最終處置場的選址過程，從 2008 年 8 月 19 日場址選擇小組票選潛在場址後，當月 29 日經濟部隨即公告 3 處低放射性廢棄物最終處置設施潛在場址。經濟部在隔年 3 月 17 日便依「低放射性廢棄物最終處置設施場址遴選報告」之建議，發佈澎湖縣望安鄉的東吉島和台東縣達仁鄉為「建議候選場址」。然澎湖縣政府於當年 9 月 15 日隨即公告第一個縣級「澎湖南海玄武岩自然保留區」，其中包含東吉嶼、西吉嶼、頭巾嶼、南鐵砧嶼等四個島，使得「建議候選場址」僅剩台東縣達仁鄉一處，依法不得舉行公投。選址小組委員於 2010 年 1 月底研商補足「建議候選場址」之處理方案，經投票決議將選址作業退回至潛在場址篩選階段重新辦理。經檢視相關法規條文修訂及法規公告區域更動情形，排除澎湖縣望安鄉為符合資格場址外，並確認其餘可能潛在場址仍符合資格。後續選址小組於 2011 年 3 月票選出「台東縣達仁鄉」和「金門縣烏坵鄉」二處建議候選場址提報經濟部，經濟部並於當月 29 日公告，後續如進行順利，冀能於 2013 年 6 月底前依公投法公投決定場址。在此之前，權責單位與機關有責任讓民眾瞭解，低放射性廢棄物解決之道，在於興建永久處置場，將廢棄物埋藏於地下，並藉由多重障壁設計，安全地隔離放射性廢棄物與人類活動之生活圈，然而，需要考慮的是如何向民眾證明這種處置方式可行。

吾人皆知，放射性核種外釋的原因主要是低放射性廢棄物處置期間，因為地下水或地表水入侵、氧化等作用造成處置容器喪失原設計功能，致使放射性核種與水接觸後，隨著地下水之流動，進入處置場圍岩(近場)與人類活動的生物圈(遠場)，為了阻絕這種外釋機制，目前處置場的安全設計皆採用所謂「多重障壁」安全概念，利用人工或天然障壁層層隔絕或遲滯放射性核種外釋。但由於處置場的長期安全性在空間上、時間上無法以實際實驗直接驗證，故須以工程及科學數據為基礎進行預測性的分析，再將分

析結果與法規標準值比較，藉以證明處置場的設計符合法規要求，得以確保民眾不致受到輻射污染，這個證明的過程稱為安全評估。

安全評估目的在將場址資料、處置場設計及研究數據加以整合，並依據處置場情節發展結果，分析模擬處置場之設計是否符合法規安全標準，若不符合，可再一次檢視處置場址資料、處置場設計及研究數據等環節何處需要改善，所以，處置場安全評估為一連續循環計算與修訂的分析工作，其結果可作為最終處置場建造之依據。

世界主要核能國家在進行放射性廢棄物最終處置的安全評估時，首要步驟是確認所有可能影響處置場安全的特徵(Feature，如地形、母岩)、事件(Event，如地震、洪水)、作用(Process，如腐蝕、吸附)，其次在這些特徵、事件、作用(合稱 FEPs)中，選擇會影響處置場核種外釋的重要 FEPs 依合理的邏輯關係組合，形成各種情節(scenarios)，此過程稱為「情節分析/發展」；安全評估就是依據情節分析的結果，選擇或建立評估模式與蒐集必要數據，再將模式評估的結果與法規標準進行比較，最後證明處置場的安全性符合對民眾健康的保護，最終完成處置場安全評估的整個程序。

情節分析是處置設施安全評估的首項工作，與處置設施的概念、設計以及場址特性等密切相關，本研究將以管制機關技術審查的角度探討以下的重點：

- (1)特徵事件作用(FEPs)報表建構：瞭解 FEPs 報表的建構過程，包括國外文獻參考以及國內專家審查機制建立；完整的 FEPs 報表，包括 FEPs 篩選辯證以及因素的內涵評析。
- (2)情節建構：分析影響處置設施安全的情節建構方法與篩選過程，包括與設施概念、設計以及場址特性的關聯；以及設施在施工、營運到封閉各階段分別須確認那些情節如果發生會對處置場造成哪些不同程度影響，而必須在後續的安全分析中予以確認。
- (3)基本情節與變異情節建構：與封閉後處置設施安全分析最相關之基

本與變異情節建構說明，包括與設施概念、設計以及場址特性的關聯，基本情節的假設與演化說明。

2. 情節分析概述

低放射性廢棄物安全評估需要依據處置場址條件、處置場設計，環境參數等，進行輻射衝擊分析，再將結果與法定安全標準比較，若能符合安全標準，則處置場的設置才能獲得大眾的信賴。至於安全評估的步驟，目前國際一致認可也都採行的方法，如圖 2-1 所示。安全評估的過程包含兩個主要部分，首先是進行情節分析，也就是圖 2-1 灰色框中的工作項目與步驟，接著進行模式評估，本報告旨在探討的主題「情節分析」，在整個安全評估過程中，主要提供下列兩個功用(莊文壽等，2001)：

1. 將可能會影響處置場的安全因素列表：作法是依據對處置場址以及處置系統的瞭解，確認所有具潛在影響的特徵、事件、作用(FEPs)，並以列表方式顯示，方便查閱、分析。

2. 將安全因素的重要性以邏輯結構方式列出，並進行評估：作法是將安全因素組合形成各種情節，並發展模式分析這些情節對處置場安全性的潛在衝擊。

為了達到上述的目標，必須建構一份完整的 FEPs 報表，並進一步探究其對處置場的影響，此外，還必須周延地確認一些包含所有重要 FEPs 的情節，以供安全評估之用，而 FEPs 報表的建構到安全評估的完成，皆有一定的作法與工作內容。原則上，進行低放射性廢棄物處置場安全評估時，必須考慮所有可能直接或間接造成放射性核種從處置場外釋的 FEPs，並對每個 FEPs 的發生原因、機率以及發生後果等加以評估，其目的是確保處置場在施工、運轉以及封閉後可能的相關安全危害都已經過適當地考量。接著，是依據選定 FEPs 發展情節，雖然情節分析不太可能建構出一個十全十美的情節，但評估者仍必須盡可能讓它完整。此外，情節分析和安全評估一樣，必須隨著整個處置場的興建階段反覆地持續進行、改善。

處置場設置的安全分析應包括施工、營運到封閉的各階段之評估，若建構可能影響處置場安全的情節係以處置場興建階段為分類依據，則從施工、營運到封閉的各階段，必須分別確認那些安全因素如果發生作用，會對處置場造成哪些不同程度的影響，這些影響對處置場安全性的衝擊以及演變過程就是情節需要討論的範疇。

一般而言，可能對低放射性廢棄物處置場安全性造成影響的情節可依發生原因分成自然及人為兩大類：

1. 自然因素造成的現象：

(1) 全球變遷：例如海水面的變化、溫度及雨量的改變、地形的改變、水文環境的改變、生物圈的改變、隕石撞擊、溫室效應等。

(2) 地質演化：例如地殼運動、陸地沉降/抬昇、地震活動(含斷層活化或產生新斷層)、岩漿活動等。

(3) 地質不確定性：例如不瞭解或沒有探查到的地質特徵等。

2. 人為因素造成的現象：未察覺的地質特徵、回填材料封塞失效、處置容器失效、蓄意/非蓄意的人類侵入、戰爭等。

討論情節分析就必須先對「桑地亞方法論」(Sandia Methodology)有所瞭解。事實上，目前世界各國所運用的情節分析技術都是源自於桑地亞方法論，此方法是美國桑地亞國家實驗室於1980年開發出來的(Cranwell, R.W., et al, 1981；莊文壽等，2000)，當初是桑地亞國家實驗室接受美國核管會(NRC)的委託，要求發展放射性廢棄物地質處置的風險評估方法論，方法論驗證過程中一個重要的部分是要將會影響處置場的特徵、事件與作用組合形成情節，再依據客觀與一致的步驟，篩選出一些需要進行評估的情節。在桑地亞方法論裡，情節的原始定義是「自然發生或人類引發的事件的組合，該組合代表可能會影響處置場與放射性核種從處置場外釋到人類住所、地質系統或地下水流動系統的未來狀態」；此外，桑地亞方法論還有一個重要的概念就是「基本狀況情節」(base case scenario)，此情節是象徵處

置系統的最初概念，並假設工程障壁系統所有單元都能依照原先設計發揮其功能，也就是我們常說的基本情節或正常演化情節(Normal evolution scenarios)；其它情節則會破壞處置系統，使之無法按照設計發揮其功能，也就是所謂的變異情節(Alternative scenarios)。

桑地亞方法論共有六個步驟，包括：

1. 對處置場內可能會影響放射性廢棄物長期隔離的因素，做初步而廣泛的確認；
2. 將所有因素系統化分類，以確保其完整性；
3. 依據明確的規範，對因素加以篩選；
4. 組合經過篩選的因素，形成各種情節；
5. 對所建構的各種情節進行初步篩選；
6. 選擇需要用來進行評估的情節。

簡要來說，桑地亞方法論旨要就是 FEPs 報表的建立以及依據 FEP 篩選建構情節，前者重點在於如何依據處置系統建立完整的 FEPs 報表，後者重點在於如何依據經過篩選 FEP 合理地建構情節，此二者就是情節分析最主要工作。目前世界主要核能國家或組織處置計畫所執行的情節分析工作，各有其為因應國內核能條件與地質環境的特殊考量，儘管如此，其工作項目與核心的安全概念是大同小異。義守大學李境和教授執行國科會「低放射性廢棄物最終處置情節分析」計畫(李境和，2009、2010)，系統地針對主要核能國家或組織的情節分析內容與概況進行說明，本研究依據該研究計畫成果歸納各國情節分析的工作重點如下幾點：

1. 基本上，各國情節分析的方法大同小異，皆以桑地亞方法論為核心，而且第一步驟皆是完整表列所有可能影響處置場安全的因素，也就是 FEPs 報表的建置。
2. FEPs 報表的建置方面，各國依其執行處置計畫的先後，各有不同方法，有獨立完成者，例如德國、瑞士、西班牙 ENRESA 計畫、瑞典、

英國 Drigg 處置場；有參考國際組織者，例如比利時是參考經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)的 FEPs 報表，美國 WIPP 是參考多個國家會計畫的 FEPs 報表並予以彙整，日本 H12 是參考 NEA 的 FEPs 報表再加入專家研判。

3. 情節建構的方法包括故障事件樹、交互作用矩陣、岩石工程系統法、專家研判等，這些方法各有其優劣，最重要者，是可以建構具有代表性，且足以反應處置系統未來可能演化的情節，提供後續安全評估依循的目標。

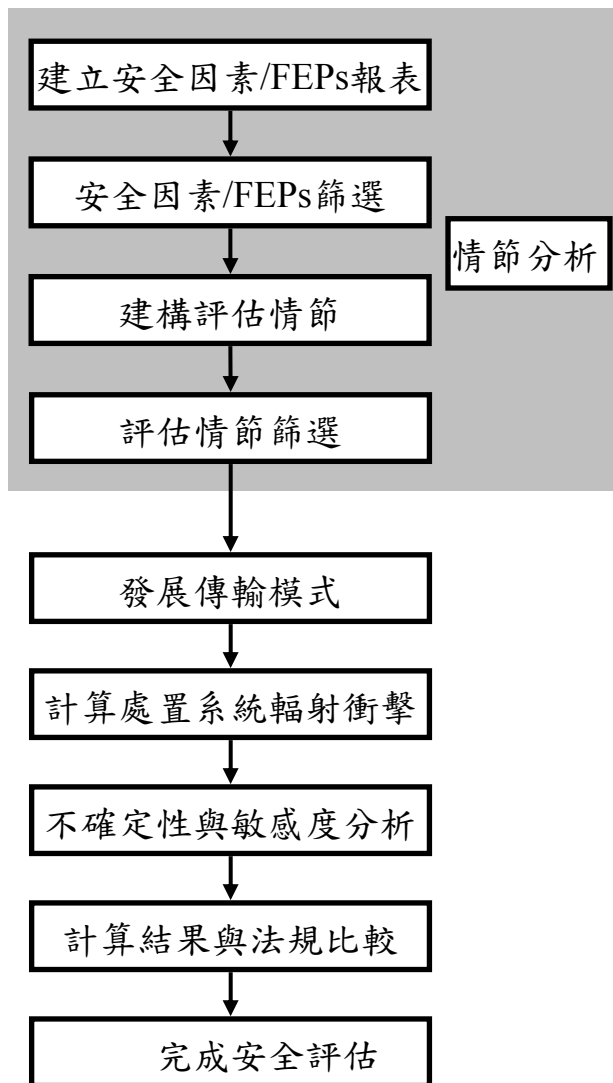


圖 2-1 低放射性廢棄物處置場安全評估步驟

3. 特徵、事件、作用報表建立

安全評估的一般性目標為決定廢棄物處置後，隨著時間對人類及其生活環境之影響程度，也就是說，必須要了解放射性物質如何從處置場沿著可能的傳輸路徑外釋，最後影響到人類的所有可能方式。要達到這個目的的工作相當多，另外要取信於民眾，也要具有相當可信的資料與方法，這些工作都是安全評估的範疇，亦即，安全評估必須有系統性的方法，上節所說的安全評估步驟，就是一種有系統的方法，如何正確有效地運用這個方法，就必須要對處置系統有深入的瞭解，就是對處置方式、場址特性、設施設計的詳細描述，而 FEPs 報表的建立以及分析就是要協助完成這些工作，包括建構處置系統的模式以及長時期輻射安全有關的作用。

3.1 IAEA FEPs 報表

低放射性廢棄物安全評估的首要工作為建立安全因素列表，由於：我國尚未針對低放射性廢棄物安全評估建立 FEPs 報表，目前最可行的建議方法就是參考國際已有的 FEPs 報表，其原因在於：(1) 同時參考多個國家(或計畫)的 FEPs 報表並沒有太大意義，因為各國(或計畫)的 FEPs 報表相似度(或重複率)高，徒增不必要的作業時間；不管如何，FEPs List 都必須依據低放射性廢棄物最終處置現況進行調整、刪除不適合的 FEPs。基於以上考慮，本研究建議選擇具有相當國際公信力的 IAEA FEPs 報表，再加入若干依國內環境現況所增加的安全因素，作為現階段進行安全評估的參考依據。IAEA 的 FEPs List(version 1)包括 137 個安全因素，這些因素被分成 4 大類，分別為評估背景(assessment context)、外部因素(external factors)、環境因素(disposal system domain: environment factors)、核種/污染物因素(radionuclide/contaminant factors)，安全因素名稱參見表 3.1。

IAEA FEPs 報表的建構有一項基本的要素，就是要先確認處置系統，具體的說，處置系統係由以下 4 個在空間與時間領域的組成所定義：

1. 廢棄物；
2. 工程障壁及天然障壁預期可能包含廢棄物；
3. 可能受污染地質及地表環境；
4. 地質、地表環境及人類行為必須提供估計動向及暴露在放射性核種的人類，接著是處置場封閉階段。

處置系統可以簡單分為內部及外部單元，內部單元在處置系統空間與時間範圍之內，外部單元在處置系統空間與時間範圍之外。這些單元通常再進一步地分成若干的分系統或單元，這些分系統或單元隨著不同的內部及外部特徵、事件及作用彼此結合。此外，由處置系統定義中得知，安全評估背後主要的構想是明確的調查、量化及解釋所提議(選擇)的放射性廢棄物處置系統對環境的影響(李境和，2009、2010)。因此，分類架構的重點包含與污染物釋出、遷移及暴露有關的作用，同時也必須考慮處置系統特徵(廢棄物、工程及天然障壁及人類行為)，及可能導致系統演化的事件和作用。更進一步來說，這些事件與作用係源自處置系統外部的影響。

此導致出以下三層分類：

- 處置系統領域：放射性核種/污染物因素；
- 處置系統領域：環境因素；
- 外部因素

3.2 FEPs 報表分析

簡單地說，FEPs 報表表列的都是可能影響處置系統安全的因素，然而在處置場安全評估的模式發展實務上，通常是依據傳輸特性與影響範圍如工程障壁、地質圈、生物圈等，分別發展評估模式，除了少數全系統的模式，絕大多數評估模式都是依處置系統的個別單元進行發展。因此在使用 FEPs 報表進行情節分析時，若能依據這些因素與處置系統的相關性，再考量安全評估模式的發展與應用現況，將處置系統分為工程障壁、地質圈與

生物圈等三個處置單元，然後依據 FEP 的意涵將之分別歸屬在發生影響的處置單元中，這樣的分類可協助瞭解複雜的處置系統，更有利於後續的 FEPs 篩選與情節建構。根據這個想法，本報告逐一檢視 IAEA FEPs 報表的 FEP，首要工作是要了解每個 FEP 的意義以及其對處置系統的影響，接著根據發生影響的處置單元分類，彙整結果詳見附錄 A。附錄 A 的順序是依照 IAEA FEPs 報表的分類與次序，逐一說明每個 FEP 的意涵，並在歸屬的處置單元以黑色實框標記，我們必須對每個 FEP 對處置系統產生的影響有清楚的認識，才能確認如何依據處置系統的特徵而對這些 FEPs 進行篩選。

表 3-1 係本計劃初步檢視 IAEA FEPs 報表並予篩選的結果，初步排除的 FEP 也於最後一欄摘要原因，在此必須強調，對於最終處置設施安全評估而言，完整的 FEPs 報表是最重要的基本要件，而 FEPs 的篩選會受到處置計畫階段性目標、處置場址條件、處置設施設計以及管制法規要求的影響。表 3-1 的結果僅是本研究基於對處置設施一般性可能影響進行篩選，並不表示排除的 FEPs 可以無需考慮。同時，台電公司與李鏡和對 IAEA FEPs 報表的篩選也一併列在表中提供參考，其中有若干篩選結果不同是可以預期的，畢竟 FEPs 篩選與假設的處置系統有關，而且又有專家基於認知的研判，無論如何，FEPs 的篩選結果需要有辯證文件提供管制單位審核，透過各方面專家的層層把關，完成最後的篩選結果。

表 3-1 低放處置安全因素(FEP)分析表

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
0 ASSESSMENT CONTEXT/評估背景	---	---	---	---	---	標題
0.01 Assessment endpoints/評估終點	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.02 Timescales of concern/關注的時間尺度	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.03 Spatial domain of concern/關注的空間範圍	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.04 Repository assumptions/處置場假設	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.05 Future human action assumptions/未來人類活動的假設	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.06 Future human behaviour (target group) assumptions/未來人類行為(目標群體)的假設	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.07 Dose response assumptions/劑量回應假設	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.08 Assessment purpose/評估目的	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.09 Regulatory requirements and exclusions/法規需求與排除	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
0.10 Model and data issues/模式與數據議題	---	---	---	✓	✓	屬計畫通盤考量，不予篩選。
1 EXTERNAL FACTORS/外部因素	---	---	---	---	---	標題
1.1 REPOSITORY ISSUES/處置場議題	---	---	---	---	---	標題
1.1.01 Site investigation/場址調查	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.02 Design, repository/處置場設計	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.03 Construction, repository/處置場建造	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.04 Emplacement of wastes and backfilling/廢棄物與回填材料的置放	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.05 Closure, repository/處置場封閉	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
1.1.06 Records and markers, repository/處置場記錄與標識	---	---	---	---	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.07 Waste allocation/廢棄物配置	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.08 Quality control/品質管制	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.09 Schedule and planning/時程與規劃	---	---	---	✓	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.10 Administrative control, repository site/處置場址的行政管理	---	---	---	---	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.11 Monitoring of repository/處置場監測	---	---	---	---	---	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.12 Accidents and unplanned events/意外事故與非計畫事件	---	---	---	---	✓	計畫必辦事項，不予篩選。
1.1.13 Retrievability/再回收	---	---	---	---	---	屬計畫通盤考量，不予篩選。
1.2 GEOLOGICAL PROCESSES AND EFFECTS/地質作用與影響	---	---	---	---	---	標題
1.2.01 Orogeny and related tectonic processes at plate boundaries/板塊界線的造山運動與相關構造運動	---	✓	---	---	✓	應考慮斷層作用。
1.2.02 Anorogenic and within-plate tectonic processes (Deformation, elastic, plastic and brittle)/非造山運動與板塊內部的構造運動(變形、彈性、塑性與脆性)	---	---	---	---	✓	這些作用多發生於地下深處，對系統不致產生影響。
1.2.03 Seismicity/地震活動	---	✓	---	✓	✓	地震活動對近地表處置的影響可利用工程技術克服，對坑道影響變數大。
1.2.04 Volcanic and magmatic activity/火山與岩漿活動	---	---	---	---	---	火山與岩漿活動的發生對系統的影響應於場址調查時排除。
1.2.05 Metamorphism/變質作用	---	---	---	---	---	這些作用多發生於地下深處，對系統不致產生影響。

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
1.2.06 Hydrothermal activity/熱液活動	---	---	---	---	---	熱液活動的發生對系統的影響應於場址調查時排除。
1.2.07 Erosion and sedimentation/侵蝕與沈積作用	---	---	✓	✓	✓	需要考慮快速的侵蝕與沈積作用。
1.2.08 Diagenesis and pedogenesis/成岩作用與成土作用	---	---	---	---	---	這些作用發生影響的時間極長，對系統不致產生影響。
1.2.09 Salt diapirism and dissolution/鹽的擠入與溶解	---	---	---	---	---	台灣地區無岩鹽。
1.2.10 Hydrological/hydrogeological response to geological changes/水文/水文地質對地質變遷的回應	---	---	---	✓	✓	變遷回應的影響對系統不致產生影響。
1.3 CLIMATIC PROCESSES AND EFFECTS/氣候作用與影響	---	---	---	---	---	標題
1.3.01 Climate change, global/全球的氣候變遷	---	---	✓	✓	✓	全球氣候變遷的時間與影響尺度應不會對系統造成影響
1.3.02 Climate change, regional and local/區域或局部的氣候變遷	---	---	✓	✓	✓	全球氣候變遷的時間與影響尺度應不會對系統造成影響
1.3.03 Sea level change/海水面變化	---	---	✓	✓	✓	
1.3.04 Periglacial effects/冰緣期的影響	---	---	---	---	---	台灣地區不致產生影響。
1.3.05 Glacial and ice sheet effects, local/局部冰河與冰原影響	---	---	---	---	---	台灣地區不致產生影響。
1.3.06 Warm climate effects (tropical and desert)溫暖氣候影響(熱帶與沙漠)	---	---	---	✓	✓	台灣地區不致產生影響。
1.3.07 Hydrological/hydrogeological response to climate changes/水文/水文地質對氣候變遷的回應	---	---	---	✓	✓	氣候變遷回應的影響對系統不致產生影響。
1.3.08 Ecological response to climate changes/生態對氣候變遷的回應	---	---	---	✓	✓	氣候變遷回應的影響對系統不致產生影響。
1.3.09 Human response to climate changes/人類對氣候變遷的回應	---	---	---	✓	✓	氣候變遷回應的影響對系統不致產生影響。

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
1.3.10 Other geomorphological changes/其他地形的改變	---	---	---	✓	✓	氣候變遷回應的影響對系統不致產生影響。
1.4 FUTURE HUMAN ACTIONS/未來人類活動	---	---	---	---	---	標題
1.4.01 Human influences on climate/人類對氣候的影響	---	---	---	---	✓	屬於氣候變遷的範疇。
1.4.02 Motivation and knowledge issues (inadvertent/deliberate human actions)/動機與知識議題(輕忽/謹慎人類行為)	---	---	---	---	✓	與人類入侵相關情節相同。
1.4.03 Drilling activities (human intrusion)/鑽探作業(人類入侵)	---	✓	✓	---	✓	
1.4.04 Mining and other underground activities (human intrusion) /採礦與其他地下活動(人類入侵)	---	✓	✓	---	✓	
1.4.05 Un-intrusive site investigation/非侵入的場址調查	---	✓	✓	✓	---	1.4.03 ~ 1.1.05 皆為人類入侵情節。
1.4.06 Surface excavations/地面開挖	---	---	✓	---	---	
1.4.07 Pollution/污染	---	---	---	---	---	對系統的影響應於場址調查時排除。
1.4.08 Site Development/場址發展	---	---	✓	---	---	
1.4.09 Archaeology/考古學	---	---	---	---	---	對系統的影響應於場址調查時排除。
1.4.10 Water management (wells, reservoirs, dams)/水管管理(水井、貯水池、壩)	---	---	---	✓	✓	對系統的影響應於場址調查時排除。
1.4.11 Social and institutional developments/社會與制度發展	---	---	---	✓	✓	
1.4.12 Technological developments/技術發展	---	---	---	---	---	對系統應不致產生影響。
1.4.13 Remedial actions/復育活動	---	---	---	---	---	對系統應不致產生影響。
1.4.14 Explosions and crashes/爆炸與碰撞	---	---	✓	---	✓	

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
2 DISPOSAL SYSTEM DOMAIN: ENVIRONMENTAL FACTORS/處置系統範疇:環境因素	---	---	---	---	---	標題
2.1 WASTES AND ENGINEERED FEATURES/廢棄物與工程特徵	---	---	---	---	---	標題
2.1.01 Inventory, radionuclide and other material/物料清單、核種與其他物質	✓	---	---	✓	✓	
2.1.02 Waste form materials, characteristics and degradation processes/廢棄物體材料的特性與劣化過程	✓	---	---	✓	✓	
2.1.03 Container materials, characteristics and degradation processes/廢棄物罐材料的特性與劣化過程	✓	---	---	✓	✓	
2.1.04 Buffer/backfill materials, characteristics and degradation processes/緩衝/回填材料的特性與劣化過程	✓	---	---	✓	✓	
2.1.05 Engineered barriers system, characteristics and degradation processes/工程障壁系統的特性與劣化過程	✓	---	---	✓	✓	
2.1.06 Other engineered features materials, characteristics and degradation processes/其他工程材料的特性與劣化過程	✓	---	---	✓	✓	
2.1.07 Mechanical processes and conditions (in wastes and EBS)/機械作用與條件(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	✓	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.08 Hydraulic/hydrogeological processes and conditions (in wastes and EBS) /水文/水文地質作用與條件(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	✓	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
2.1.09 Chemical/geochemical processes and conditions (in wastes and EBS) /化學/地球化學作用與條件(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	✓	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.10 Biological/biochemical processes and conditions (in wastes and EBS) /生物/生物化學作用與條件(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	✓	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.11 Thermal processes and conditions (in wastes and EBS) /熱作用與條件(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	---	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.12 Gas sources and effects (in wastes and EBS) /氣體來源與影響(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	✓	✓	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.13 Radiation effects (in wastes and EBS) /氣輻射效應(廢棄物與工程障壁系統)	✓	---	---	---	---	此作用已涵蓋在工程障壁系統特性與劣化過程中討論與處理。
2.1.14 Nuclear criticality/核臨界	✓	---	---	---	---	核臨界需要足夠濃度的可分裂同位素(例如 U-235, Pu-239), 以及臨界質量。
2.1.15 Extraneous materials/外來材料	✓					
2.2 GEOLOGICAL ENVIRONMENT 地質環境	---	---	---	---	---	標題
2.2.01 Disturbed zone, host lithology/擾動帶、母岩岩性	---	✓	---	✓	✓	
2.2.02 Host lithology/母岩岩性	---	✓	---	✓	✓	
2.2.03 Lithological units, other/岩石單位或其他	---	✓	---	✓	✓	
2.2.04 Discontinuities, large scale (in geosphere) /大尺度的不連續面(地質圈)	---	✓	---	---	✓	
2.2.05 Contaminant transport path characteristics (in geosphere) /污染物傳輸路徑特性(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.06 Mechanical processes and conditions (in geosphere) /機械作用與環境(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註*3
				李境和*1	台電*2	
2.2.07 Hydraulic/hydrogeological processes and conditions (in geosphere) /水文/水文地質作用與環境(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.08 Chemical/geochemical processes and conditions (in geosphere) /化學/地球化學作用與環境(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.09 Biological/biochemical processes and conditions (in geosphere) /生物/生物化學作用與環境(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.10 Thermal processes and conditions (in geosphere) /熱作用與環境(地質圈)	---	✓	---	---	---	
2.2.11 Gas sources and effects (in geosphere) /氣體來源與效應(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.12 Undetected features (in geosphere)/未探知裂隙(地質圈)	---	✓	---	✓	✓	
2.2.13 Geological resources/地質資源	---	✓	---	---	---	對系統的影響應於場址調查時排除。
2.3 SURFACE ENVIRONMENT/地表環境	---	---	---	---	---	標題
2.3.01 Topography and morphology/地形與地貌	---	---	✓	✓	✓	
2.3.02 Soil and sediment/土壤與沈積物	---	---	✓	---	✓	
2.3.03 Aquifers and water-bearing features, near surface/近地表含水層與含水裂隙	---	---	✓	✓	✓	
2.3.04 Lakes, rivers, streams and springs/湖泊、河、溪、溫泉	---	---	✓	---	✓	
2.3.05 Coastal features/海岸特徵	---	---	✓	✓	✓	
2.3.06 Marine features/海濱特徵	---	---	✓	✓	✓	
2.3.07 Atmosphere/大氣	---	---	✓	✓	✓	本所尚未進行相關計算，坑道夠深可以排除。

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
2.3.08 Vegetation/植被	---	---	✓	---	✓	
2.3.09 Animal populations/動物群	---	---	✓	---	✓	
2.3.10 Meteorology/氣象	---	---	✓	✓	✓	
2.3.11 Hydrological regime and water balance (near-surface)/水文架構與水平衡(近地表)	---	---	✓	✓	✓	
2.3.12 Erosion and deposition/侵蝕作用與沉積作用	---	---	✓	✓	✓	
2.3.13 Ecological/biological/microbial systems/生態、生物、微生物系統	---	---	✓	✓	✓	
2.3.14 Animal/plant intrusion leading to vault/trench disruption/動物、植物的侵入導致地窖、溝溝破壞	---	---	✓	✓	✓	
2.4 HUMAN BEHAVIOUR/人類行為	---	---	---	---	---	標題
2.4.01 Human characteristics (physiology, metabolism)/人類特性(生理、新陳代謝)	---	---	✓	✓	✓	
2.4.02 Adults, children, infants and other variations/成人、孩童、嬰兒與其他差異	---	---	✓	✓	✓	
2.4.03 Diet and fluid intake/飲食與流體攝入	---	---	✓	✓	✓	
2.4.04 Habits (non-diet-related behaviour)/習性(非飲食有關行為)	---	---	✓	✓	✓	
2.4.05 Community characteristics/社區特性	---	---	✓	✓	✓	
2.4.06 Food and water processing and preparation/食物和水的加工與準備	---	---	✓	✓	✓	
2.4.07 Dwellings/住宅	---	---	✓	✓	✓	
2.4.08 Wild and natural land and water use/荒野與天然土地以及水的利用	---	---	✓	✓	✓	

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
2.4.09 Rural and agricultural land and water use (incl. fisheries) / 農村與農業用地以及水的利用(包括漁業)	---	---	✓	---	✓	
2.4.10 Urban and industrial land and water use/都市與工業用地	---	---	---	---	---	應於場址篩選時排除。
2.4.11 Leisure and other uses of environment/環境的休閒或其他使用	---	---	---	---	✓	應於場址篩選時排除。
3 RADIONUCLIDE/CONTAMINANT FACTORS/核種/污染物因素	---	---	---	---	---	標題
3.1 CONTAMINANT CHARACTERISTICS/污染物特性	---	---	---	---	---	標題
3.1.01 Radioactive decay and in-growth/放射性衰變和滋生	✓	✓	✓	✓	✓	
3.1.02 Chemical/organic toxin stability/化學與有機毒素的穩定性	✓	✓	✓	---	---	
3.1.03 Inorganic solids/solutes/無機的固體與溶質	✓	✓	---	✓	✓	
3.1.04 Volatiles and potential for volatility/揮發與可能揮發性	✓	✓	---	✓	✓	
3.1.05 Organics and potential for organic forms/有機物與可能形成有機體	✓	✓	---	✓	✓	
3.1.06 Noble gases/惰性氣體	✓	✓	---	✓	✓	缺乏相關研究與經驗
3.2 CONTAMINANT RELEASE/MIGRATION FACTORS/污染物物外釋/ 遷移因素	---	---	---	---	---	標題
3.2.01 Dissolution, precipitation and crystallization, contaminant/污染物的溶解、沈澱、結晶	✓	✓	✓	✓	✓	

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
3.2.02 Speciation and solubility, contaminant/污染物的物種演化與溶解度	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.03 Sorption/desorption processes, contaminant/污染物的吸附作用與脫附作用	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.04 Colloids, contaminant interactions and transport with/污染物與膠體的交互作用以及膠體傳輸	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.05 Chemical/complexing agents, effects on contaminant speciation/transport/化學與錯合劑對污染物物種演化與傳輸的影響	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.06 Microbial/biological/plant-mediated processes, contaminant/污染物歷經微生物、生物、植物為介質的作用	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.07 Water-mediated transport of contaminants/水為介質的污染物傳輸	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.08 Solid-mediated transport of contaminants/固體為介質的污染物傳輸	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.09 Gas-mediated transport of contaminants/氣體為介質的污染物傳輸	✓	✓	✓	✓	✓	
3.2.10 Atmospheric transport of contaminants/污染物在大氣的傳輸	---	---	✓	✓	✓	
3.2.11 Animal, plant and microbe mediated transport of contaminants/動物、植物、微生物為介質的污染物傳輸	---	---	✓	✓	✓	
3.2.12 Human-action-mediated transport of contaminants/人類活動為介質的污染物傳輸	---	---	✓	✓	✓	

編碼/ FEP 名稱	工程障壁	地質圈	生物圈	篩選		附註* ³
				李境和* ¹	台電* ²	
3.2.13 Foodchains, uptake of contaminants in/污染物的在食物鏈中的攝取	---	---	✓	✓	✓	
3.3 曝露因素/EXPOSURE FACTORS	---	---	---	---	---	標題
3.3.01 Drinking water, foodstuffs and drugs, contaminant concentrations in/污染物濃縮在飲水、食品和藥物內	---	---	✓	✓	✓	
3.3.02 Environmental media, contaminant concentrations in/環境媒介中的污染物濃縮	---	---	✓	✓	✓	
3.3.03 Non-food products, contaminant concentrations in/污染物濃縮在非食用產物	---	---	✓	---	---	
3.3.04 Exposure modes/曝露模式	---	---	✓	✓	✓	
3.3.05 Dosimetry/劑量測定術	---	---	✓	✓	✓	
3.3.06 Radiological toxicity/effects/放射性毒性/影響	---	---	✓	✓	✓	
3.3.07 Non-radiological toxicity/effects/非放射性毒性/影響	---	---	✓	---	---	
3.3.08 Radon and radon daughter exposure/氡與其子核種的暴露	---	---	✓	---	✓	

*1 依據坑道處置篩選。(李境和，2009，低放射性廢棄物最終處置情節分析)

*2 (台灣電力公司，2009，低放處置設施功能模擬評估報告)

*3 本研究標註。

4 ✓表示該 FEP 對處置系統產生影響； ---表示該 FEP 對處置系統沒有影響。

4. 情節分析

「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要」中建議，安全評估需要評估處置設施運轉期及封閉後在正常狀況、意外事故或異常狀況下之輻射劑量，包括傳輸機制說明、情節分析、輸入資料、輸出資料、不確定性分析、敏感度分析、評估結果及使用之評估程式等，其中，對於處置設施在運轉期之人員(包含處置設施內的工作人員與處置設施外的一般民眾)安全之評估，特說明於后。

依據「放射性物料管理法」第二十一條：「放射性廢棄物處理、貯存或最終處置及其設施之運轉、設計與安全要求及其他應遵行事項之安全管理規則，由主管機關定之」，而在「放射性物料管理法施行細則」第二十六條規定，申請放射性廢棄物最終處置設施運轉執照者，應檢附「最新版之安全分析報告」、「設施運轉技術規範」、「試運轉報告」等。此外，國內法規對於低放處置設施的設計要求是「確保其對設施外一般人所造成之個人年有效等效劑量，不得超過 0.25 毫西弗」(低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則，第八條)，但是對於設施內工作人員的輻射防護規定也應一體適用。

運轉期之人員安全評估包括 3 方面的安全考量：

1. 處置設施正常運轉下的輻射曝露：處置設施正常運轉下的輻射曝露與處置設施的需求設計有關，處置設施若包含廢棄物檢整、固化包裝與封裝等附屬設施，則在正常運轉過程，核種可能會以氣體或液體的方式外釋，若處置設施無這些附屬設施，則核種僅會以液體方式外釋。

2. 意外事故導致的輻射曝露：意外事故的發生可能來自處置設施內部，如火災，或者來自處置設施外部，如地震、淹水、飛機撞擊等。

3. 與輻射曝露無關的意外事故或風險：主要是處置設施內的工作人員因操作不當或其他原因所導致之受到之非輻射曝露之傷害，如墜落、火災、

機械故障或其他天然或人為因素。

因此，處置設施在運轉期，必須遵循基本的安全原則，也就是依據申請運轉執照時檢附的「設施運轉技術規範」。此外，在「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」也有保安計畫、輻射防護計畫、意外事件應變計畫及消防防護計畫的相關規定(低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要，第十章)確實施行，以確保處置設施內工作人員的輻射劑量不超過法定的劑量限制。

但是對於處置設施外的一般民眾，則需依賴完善的處置場設計，並依據安全評估的步驟，通過管制單位對安全分析報告的審核，確保民眾的安全。概括性來說，安全評估具有以下三項目的：

1. 評估處置場安全相關系統功能，並分析萬一系統失效時，核種外釋對生物圈產生的衝擊；
2. 安全評估的結果須與管制單位制定之安全標準值比較，以驗證符合法規之要求；
3. 安全評估的結果是管制單位核發執照時的主要參考依據。

安全評估要如何完成上述的三項目的？作法是將所有可能對處置場產生的危害予以量化，供場址選擇、設計以及建造時參考，量化的過程需要建構傳輸模式對危害予以計算分析，而傳輸模式的建構有賴於傳輸路徑的確認，並對傳輸機制有相當清楚的瞭解。而危害就是各種可能導致核種外釋或影響核種外釋速率或傳輸途徑的現象(phenomena)，而這些現象的確認屬於情節分析的工作，這也是為何情節分析是安全評估的首要工作，當處置場安全分析到了這個階段，接下來就是評估如果核種外釋對生物圈所造成之不利影響，此時，除了需掌握核種的各種傳輸途徑及傳輸速率外，對於當地民眾的生活作息及飲食狀況也應一併瞭解，並藉著傳輸模式，估算核種到達生物圈的劑量，此刻，對處置場產生危害的量化工作宣告完成。

可能影響處置場安全的情節中，部分的獨立情節，像是戰爭等，若認

真看待當其發生對處置場造成的安全衝擊，結果可以是天馬行空、難以預料，通常這些情節可以不需要考慮；一些比較需要考慮的情節如海水面變化、陸地沉降/抬昇、地震活動等情節將如表 4-1 的舉例顯示。台灣地區地震活動頻繁，因此，特別需要考慮的情節是地震活動及其對低放射性廢棄物處置場安全的影響。

4.1 情節分析的審查要項

進行放射性核種(以下簡稱核種)外釋情節分析時，必須說明核種是經由那些媒介，以那種方式外釋。所謂媒介指的是地下水、地表水、空氣與食物鏈等，外釋方式是指平流、收附/吸附、擴散、延散與衰變等傳輸機制。前述曾提出處置場安全評估的步驟，首先必須考慮所有可能直接或間接造成放射性核種從處置場外釋的因素，接著，依據選定因素發展情節。換句話說，情節代表的意涵，就是處置場可能的核種外釋過程，若單以情節的名稱，例如地震情節，吾人僅知其意指因為地震的突然發生造成處置場核種外釋之事故。但是，核種是以那種方式離開處置場，進入生物圈？這時就需要透過路徑分析來予以完整描述。究竟核種外釋路徑在處置場安全分析扮演的角色為何？要解答這個問題，先要瞭解處置場核種傳輸機制與傳輸路徑。

影響核種傳輸的重要機制包括(田能全，2006)：

1. 平流(advection)：因地下水流動所導致之核種傳輸。岩體中之地下水流是由岩體與流體之特性相互作用而成。岩體中的地下水流可視為一束束大小不同之毛細管流，而且每一毛細管中的水流分布呈現拋物線形。在安全評估中，地下水的流動主要與水力(hydraulic force)大小有關，因此，水頭(hydraulic head)分布直接主導水流速度的大小，也影響核種的傳輸。

2. 收附/吸附(sorption)：係指存在於地下水中的核種被固相介質捕獲的過程，包含化學性吸附(chemisorption)及物理性吸附(physisorption)。要精確的描述吸附作用並不容易，因為，其中牽涉太多物理、化學反應。主要的

物理性吸附形式包括：凡得瓦力(van der Waals force)、氫離子束縛以及離子耦合(ion dipole)等；化學性吸附則常伴隨著固體表面與核種間的化學鍵形成。一般而言，核種於地下水中對固相介質(母岩)的吸附可簡單地假設為瞬間可逆平衡，並將所有的物理、化學反應以一個簡化的分配係數表示。在安全評估中，利用分配係數來描述核種的吸附行為，主要的原因為：(1)一般評估模式大部分無法完整地描述所有的吸附反應；(2)目前技術所能得到的資料，無法有效解釋更複雜吸附模式所得到的結果。利用分配係數的概念來描述核種的吸附行為雖然簡單，但分配係數值是一個不確定性相當大的參數。在安全評估中，保守的使用較小的值，為國際間對處置場安全評估普遍認同的概念。

3. 分子擴散(molecular diffusion)：分子擴散起因於核種的濃度梯度，分子擴散通量可用飛克第一定律(Fick's first law)來描述如下，當使用飛克定律來描述核種的擴散行為時，如何定義分子擴散係數成為首要的工作。當核種與介質不發生吸附反應時，分子擴散係數的定義為有效分子擴散係數(effective molecular diffusion)，考慮的因子為介質的孔隙度(porosity)及孔隙曲折度(tortuosity)。若核種的吸附反應被考慮時，定義的分子擴散係數則稱為顯性(apparent)分子擴散係數。在地質、水文條件不明的介質中，分子擴散係數大多採用自由水(free water)中量得之數值。使用自由水中量得之分子擴散係數數值是一個保守的假設，因為有效分子擴散係數通常小於自由水中之分子擴散係數。

4. 延散(dispersion)：延散作用是核種於孔隙介質中的一種不可逆分布過程，這個作用會降低核種濃度之尖峰(peak)值，但會縮短核種到達某一位置的時間。延散作用分為兩部分：力學延散(mechanical dispersion)及分子擴散(molecular diffusion)，在一般的安全評估模式中，延散通量亦可用飛克第一定律來描述。

5. 衰變(decay)：核種隨著時間而數量/濃度漸漸減少的反應，稱為核種的衰變，描述核種衰變需定義核種的半衰期。簡單的說，核種隨時間衰變為初始數量/濃度的一半所需的時間稱為該核種的半衰期。這個特性為進行安全評估非常重要的因子，因為，藉著工程及天然障壁的遲滯效應，核種可天然衰變至較小的活度，即使外釋至生物圈，也可減少對生物圈的危害。

上述的核種傳輸機制，平流、吸附、分子擴散、延散以及衰變等，為建立核種外釋情節非常重要的基本因子，詳細瞭解這些機制對核種傳輸的影響，對於建立安全評估模式將有莫大的助益。

核種外釋的傳輸路徑包括空氣、地表水、地下水與食物鏈，曝露方式包括吸入(inhalation)、嚥入(ingestion)、表面接觸及直接輻射。放射性廢棄物處置場核種傳輸路徑與曝露方式的不同組合，構成處置場核種外釋的各種情節，若加上核種在傳輸路徑的不同傳輸機制，其組合就相當複雜，是核種外釋情節分析工作相當重要的課題。

核種外釋路徑的確認與處置方式(坑道或近地表)、處置場址特性資料的關係極大，核種外釋的傳輸路徑概要說明如下(吳禮浩，2006)。

1. 空氣路徑：核種透過空氣路徑從處置場址外釋的傳輸機制是平流與擴散，通常核種在空氣中的外釋常是這兩種傳輸機制的結合，若藉助風力，則核種的傳輸距離將會更遠。會造成核種經由空氣外釋的原因包括：放射性核種的懸浮粒子從曝露的廢棄物或受污染的地面釋出；有機放射性廢棄物的分解，產生包含放射性核種的氣體；受污染土壤的再懸浮或受污染地表水的揮發等。利用空氣路徑外釋的放射性核種，對人類造成影響的曝露方式是吸入。

2. 地表水路徑：核種在地表水中外釋的主要傳輸機制是平流和擴散，造成核種經由地表水外釋的原因，主要是受污染地下水的排出與滲出、場址淹水、使用受污染地表水灌溉或豢養家畜，以及受污染地面的侵蝕或逕

流等。人類直接飲用污染地表水，或食用污染地表水灌溉的植物或豢養動物而受到污染，曝露方式是嚥入。

3. 地下水路徑：毫無疑問，地下水是核種外釋最主要的途徑，最直接的人類輻射曝露方式是地下水的飲用。地下水存在於母岩的孔隙或破裂帶內，無論母岩飽和或不飽和，地下水的流動提供核種外釋的機會。在地下水中放射性核種外釋的主要機制是平流和擴散。造成核種經由地下水外釋的原因包括：地下水與廢棄物直接接觸，核種溶解後釋出；使用受污染地下水灌溉或豢養動物。一旦受污染地下水進入地表環境，受污染的地面或土壤提供核種進入空氣的機會，造成空氣路徑的外釋，植物根部的吸收，動物的飲水，地表水體內魚類等，這些造成食物鏈外釋途徑。

4. 食物鏈路徑：食物鏈路徑相當複雜，包括陸上系統的土壤、植物和陸生動物，以及水下系統包括沈澱物，水生植物和魚類等。若導入與其他傳輸路徑的關係，所衍生的各種各樣相互作用就變成非常複雜的外釋路徑。一般而言，導致人類曝露的外釋路徑，是植物和動物吸收污染的地下水，再經由人類飲食的嚥入。

4.2 情節發展方法評析

低放射性廢棄物處置場安全分析目的，是利用量化的數據證明處置場封閉後，歷經長時期還能夠維持安全；分析標的則是那些可能影響處置場安全的事件或作用，以及這些事件或作用的組合，通常稱之情節，情節是經過篩選後的 FEPs 依據一定邏輯關係的組合，以下說明較重要的情節建構方法，並說明其優缺點。

1. 事件或故障樹分析法(event or fault tree analysis)：經篩選保留下來的 FEPs 作有意義的組合，從中選擇意涵可以串接的因素組合以構成情節，其作法是利用邏輯圖協助進行，如圖 4-1 為包含五個因素的情節發展邏輯圖，其中 R 表示核種外釋因素，T 為核種傳輸因素，對於因素組合選擇「是」

或「否」方式繪圖，確保五個因素間的所有可能組合不會被遺漏，組合因素的順序是依照 R1、R2、T1、T2、T3，同時假設無順序關係，則共有 $32(2^5)$ 個組合(/情節)，如果考量因素間的發生順序，則情節將超過 32 個。但實際的狀況是，對於低放處置設施而言，可能影響處置系統安全的因素其發生必須考慮先後順序，且必然遠超過 5 個，由此產生的情節數目將會相當可觀，難以操作。此外，要利用故障樹法發展情節最好作法是必須清楚知道事件與作用對處置系統安全的影響，但是放射性廢棄物處置安全評估涵蓋的空間範圍廣、時間尺度長，難以對事件與作用對處置系統的確切影響進行評估，所以比較困難進行情節發展工作，一般都採用逆向事件樹分析法(reversed event tree analysis)來解決這個問題。

2. 影響圖法(influence diagram)：做法是令每個 FEP 都對應一個方格，FEP 間若有相互影響關係，則利用方格間的連線來表示，此影響關係可以依據對處置系統影響的程度而給予不同權重。通常處置系統都相當複雜，影響圖法有助於系統化增進對處置系統的理解，其優點包括：(1) 系統化地確認與審視 FEPs、交互作用與其組合；(2) 情節發展過程文件化，確保決策可溯性；(3) 結果簡單易懂，易於確認需要進一步研究的課題。

影響圖法發展情節的要件為：(1) 定義所要探討的系統，作用影響圖必須涵蓋與處置系統有關的 FEPs，因此必須對系統作出明確定義，例如至少必須包含放射性廢棄物、工程障壁與材料、處置設施與其配置、天然障壁等重要單元，並將之放置在影響圖的適當位置；(2) 選擇系統有關的 FEPs 並予定義，當系統組成單元確定後，接著從已建立的 FEPs 報表選出與系統有關的 FEPs。實務的作法上，需儘量減少必須分析的組合(/情節)數目，方便安全分析工作的進行，合理適當的因素合併可以達到這個目的。至於因素合併的規範有二，一是後果或模式相似的因素，合併成一個群組，另一是成因相同，且成因又是唯一的因素，也可以合併成一個群組，這樣在以後的分析中，就是針對合併後的群組，而不是個別的因素；(3) 確認 FEPs

間的相互關係，當所有已知、需要編輯的 FEPs 都已放置在影響圖的相關位置後，下一步就是要指出圖中各方格所代表 FEP 之間的相互關係，做法是在兩個有關係的 FEP 間用一條線相連接，再用箭頭指出關係的方向，且每一關係都編上一個獨特的編號，由於某一個 FEP 對其它 FEP 的關係可能有很多方面，因此兩個 FEP 間的關係數目並無限制。

影響圖建構情節的具體作法包括以下幾個要點：(1) 建立完整的 FEPs 報表；(2) 確認及分析與處置系統有關的 FEPs；(3) 確認及刪除重複或與處置系統無關的 FEPs；(4) 重新將 FEPs 分成容易瞭解的若干類別；(5) 合理化不同類別的 FEPs 以得到影響圖的工作組合。由上述的具體作法中不難發現，從完整 FEPs 報表的建立到 FEPs 的篩選，以及後續的情節分析，無一不是環環相扣，每個作為都是後續工作開展的基礎。

雖然影響圖已經包含了對處置場系統行為有影響的 FEPs 及其間的交互作用，但並未對個別 FEP 重要性以及對處置場功能的相關性做詳細評析。由於 FEP 的重要性與相關性取決於處置設施的設計、處置場的場址特性與環境演化等處置系統相關議題，因此，在劃定基本影響圖後，接著必須定義評估情節，並以此情節為基礎，確認每個相關性的重要程度，並用文件紀錄處理過程，相關性的重要程度須定義出層級，並用不同數字表示重要程度的高與低，此層級判定一般都利用專家研判來確認。

3. 岩石工程系統法(rock engineering system, RES)是 1992 年由英國學者 Hudson 提出，此方法源自於岩石工程技術，是一種由上往下(top-down)的邏輯方法，確保所有的問題都被包含在內，此方法的基本設計是應用交互作用矩陣(interaction matrix)。首先確認出主要的變數或參數，並放在對角位置，參數間的交互作用放在對角線的右上邊及左下邊，影響的方向則以順時針方式表示，圖 4-2 所示為 A、B 兩個參數的 2 x 2 交互作用矩陣的架構(Eng, et. al., 1994)，闡明岩石工程系統法的建構方式，矩陣可延伸到 n 個參數的 n x n 矩陣，n 的數字越大所產生影響數目也越大。圖 4-2 中的 RES

矩陣包含有 2 個參數，因此產生 2 個交互作用影響，以此類推，在一個 12 x 12 的矩陣中將有 144 空格，若扣除 12 個主要參數，其交互影響作用為 132 個，透過這個方法，希望能客觀考慮所有可能影響處置場安全的參數。在圖 4-2 中，參數 A 對參數 B 若有影響並不代表參數 B 對參數 A 也會有相同影響，亦可能不會產生影響，意即矩陣上半部與下半部並不是對稱的。主要參數間的交互影響應視其影響的方向以認定其作用，所以對於具有 n 個參數的矩陣而言，欲清楚彼此間的交互作用勢必會增加操作的複雜度。

接著進一步說明交互作用矩陣的運作原理。圖 4-3 為一個 4 x 4 之交互作用矩陣，A、B、C、D 代表 4 個主要參數，其所產生的交互影響作用計 $4 \times 4 - 4 = 12$ 項，假設欲了解參數 D 對參數 B 的影響，理論上可分為直接與間接影響，若 D 對 B 有直接的影響，則圖中 DB 代表其交互作用矩陣，若 D 對 B 的影響是因 D 對 A 造成影響，然後 A 對 C 造成影響，最後 C 對 B 亦造成影響，形成一種所謂的影響路徑(D, A, C, B)，所以在影響分析上必須考慮前述的影響方式以完成 RES 方法的分析。對於放射性廢棄物最終處置而言，應用 RES 進行情節發展技術分析，必須考慮處置系統涵蓋的內容，例如處置概念、場址特性、廢棄物特性及有關準則等，依據前述 RES 技術理論與運用方法，首先是確認矩陣對角線位置的主要參數，意即影響處置系統主要因素(即 FEPs)，而因素選定則需依據處置系統的完整描述，明確的處置系統初始與邊界條件，且能區分數個處置單元。因素選定的原則為儘可能對處置系統有完整的代表性，且因素間性質亦不會有所重複，但通常並不易達成。例如母岩岩性可能跟不連續面及岩體應力有關，而不連續面位態及不連續面組數雖分開表示，但二者可能密切相關。為了不使矩陣主要因素過多，因素的定義儘可能代表的是一個「標題」，例如定義一個「地下水成分」因素，而「地下水成分」尚包含其他如濃度或膠體成分等單一因素。

上述三種方法各有其優缺點，整理如後：

事件或故障樹分析法：

優點—如果所討論的事件與作用是眾所皆知、很清楚或其預測有很高的可信度，如此，故障樹上的每一個分枝的發生機率就很容易估計。

—如果後果也知道的話，每個分枝的整體風險就能夠估算出來。

缺點—實際上要確切地知道事件與作用對處置系統安全的影響是相當困難。

—由於無法瞭解的事件與作用的確切影響，當然比較困難來進行後續的情節建構。

影響圖法：

優點—系統化地確認與審視 FEPs、交互作用與其組合。

—將情節發展過程予以文件化，確保決策的可溯性。

—結果簡單易懂，確認出需要進一步研究的項目。

缺點—整體系統影響圖較為複雜而不易理解。

—未對不同 FEPs 之重要性與對處置場功能的相關性做詳細的評析。

岩石工程系統法：

優點—比較容易瞭解且透明化的方法。

—系統化地確認與審視 FEPs、交互作用與其組合。

—利用影響處置系統最主要的元素以及透過矩陣結構來表現 FEPs 的關聯與相互機制。

缺點—以單一交互作用矩陣圖，主要參數數目不宜太多，就整個處置系統而言，其分析結果可能不夠詳細，必要時應再以次系統交互作用矩陣圖進行細部分析。

SKI/SKB 工作小組認為岩石工程系統法是比較容易瞭解且透明化的方法(Eng, et. al., 1994)，IAEA ISAM 計畫的情節發展的範例也是運用 RES 進行情節分析，國內專家如李鏡和(李境和，2009、2010)，也以此方法完成放射性廢棄物處置設施安全分析情結案例研究。

4.3 正常演化情節與變異情節

處置設施封閉後人員安全評估的重點是輻射安全防護(亦即：設施外一般人所造成之個人年有效等效劑量，不得超過 0.25 毫西弗)能夠獲得驗證，並且處置設施維持長時間的安全性，也能夠獲得驗證。依據「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」，必須評估正常狀況下對工作人員及民眾輻射劑量之影響（亦即正常演化情節），以及異常狀況下（亦即變異情節）對工作人員及民眾輻射劑量之影響，並與現行法規做比較。

1. 正常演化情節(Normal Evolution Scenarios)

處置設施利用多重障壁層層阻絕核種進入人類生活圈的途徑，正常演化情節首先假設這些天然或人工障壁在評估年限內，會依據設計發揮其功效，評估年限內的氣候與環境都維持與現在相同。在這些假設基礎下，核種循一定途徑進入人類生活圈，此時，計算關鍵群體攝入的年有效等效劑量，是否低於法規限值的 0.25 毫西弗，由此驗證處置設施的設計是否符合管制單位規定。

計算的過程必須是透明，同時也必須明白交代核種進入人類生活圈的過程，以及計算時使用的參數值與合理假設，低放射性廢棄物最終處置場核種外釋正常演化情節，完整的說明內容應包括：

- (1) 處置場封閉後，雨水(或地下水)滲入工程障壁的路徑。
- (2) 在某個時間後，廢棄物包件因腐蝕而失效，核種溶解後外釋。
- (3) 核種的傳輸機制與媒介。
- (4) 母岩性質，以及核種在母岩的傳輸距離。

- (5) 核種進入生物圈的機制。
- (6) 核種在生物圈傳輸的機制與媒介。
- (7) 關鍵族群的曝露途徑。

2. 變異情節(Alternative Scenarios)

處置設施在正常運轉情況下發生非預期的意外事件，在此異常狀況下，核種外釋途徑受到影響或改變，這些影響或改變可概分成三種類型：

- (1) 核種傳輸路徑的改變；
- (2) 核種傳輸速度的改變；
- (3) 以上兩種影響同時發生。

意外事件的發生與人為因素、自然環境變遷及不確定性等有關，通常無法事前預測，並予以防範。然而探究這些事件發生的原因其實並不是重點，我們比較關心這些事件將對核種外釋造成什麼程度的影響或改變，這些影響或改變就是變異情節需要討論的範疇。然後，根據改變後的核種傳輸途徑，計算其對工作人員及民眾輻射劑量之影響，結果並與現行法規做比較。

目前我國低放射性廢棄物最終處置場的可能場址包括台灣本島的達仁鄉，以及離島的烏坵鄉，根據地形特性，可能採用的處置方式為坑道處置，不同的場址特性資料進行的情節分析結果也會有不同，在此場址尚未決定階段，選擇普遍且民眾比較關心的情節進行初步探討是合理的，參考可能的處置概念並配合台灣地區地質環境，以下幾個潛在事件是比較可能影響台灣地區低放射性廢棄物處置場安全性的事件。

1. 人類入侵：

處置場封閉後，依據「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第十二、十三、十四條之相關規定，應有能防止人員誤闖或佔用之保安或警示設計，同時應考量監管期結束後之土地再利用，並且進行至少五

年之觀察及監測。但是，這樣的防範管制措施無法保證能夠越過很長時間，並且持續符合管制單位規定，因此，人類無意或蓄意的侵入處置場必須考慮。雖然坑道處置隨著處置深度的增加，人類入侵的意外事件發生機率也隨之降低，但也無法完全排除未來人類進行礦物或者其他資源探勘的活動。人類入侵導致的影響是侵入人員直接受到輻射曝露，間接地，可能在無意間製造了核種外釋的新途徑，核種循此途徑快速地進入地下水外釋到生物圈。

2. 地震：

台灣地區的地震發生原因絕大多數與斷層活動有關，因此，探討地震情節應該與斷層活動一併考量。「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」第四條規定：處置設施場址，不得位於活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全之地區；「低放射性廢棄物最終處置設施場址禁置地區之範圍及認定標準」第二條進一步對活動斷層的範圍及認定標準為：活動斷層之主要斷層跡線兩側各一公里及兩端延伸三公里之帶狀地區。這樣的認定標準已經考慮斷層活動對處置場及其設施的影響。

地震可能對處置場地表設施造成的災害包括地面斷裂、山崩、地層液化、地陷、海嘯、伴隨發生的火災等；地震可能對坑道處置設施造成的災害如搖動、落石、斷層作用等。我們必須瞭解，能夠造成這些災害的地震，要有相當的規模，並且，處置場及其設施在設計上，其耐震必須符合相關法規的規定，極端的事件如果發生，例如，在處置場設施範圍內產生一條新的活動斷層，再堅強的耐震設計也無法抵抗，這將造成處置場及其設施極大的損害，然而，這種極端事件發生的可能性非常低，幾乎可以忽略。地震對地質圈的影響是我們比較需要考慮的，地震對地質圈的影響包括地下水位異常變化、孔隙水壓的改變、地下水流動路徑的改變、地下水化學的改變等，這些影響會造成核種傳輸路徑、傳輸速度的改變。

3. 海水面上升：

全球增溫和海水面上升已經愈來愈明顯，這是大氣中二氧化碳和其他溫室效應氣體含量增加後造成的後果，全球增溫和海面上升的影響將異常深遠。臺灣地區四面環海，海水面上升對處置設施可能造成的影響不可忽視，尤其目前潛在的低放射性廢棄物處置場址皆靠近海岸，極端的海水面上升情節是處置設施受到海水的淹沒。此時，若處置設施防水措施失效，放射性核種與海水接觸，海水的稀釋效應將造成安全評估的結果一定符合管制要求，此一結果難以說服一般民眾，因此，處置設施受到海水淹沒的情節通常不予考慮。一般現象是海水面的上升使得地下水的水頭壓力改變，影響地下水的流場或流速，若造成地下水的流速增加，則核種將比預期的時間更早到達人類活動的生活圈。

核種外釋情節分析的安全評估從源項開始，首先連接不同的傳輸路徑(地下水、空氣、地表水等)，再於這些路徑間傳輸，最後連結上關鍵群體然後結束。情節分析與處置場址的環境條件關係極大，場址環境會影響核種的傳輸路徑以及關鍵群體的曝露方式，影響因素包括關鍵群體與場址的相對位置、自然環境的特、母岩的特性參數、普遍的氣候狀況、以及可能發生的突發性事件等。

依據法規，封閉後的安全評估必須考慮正常與異常狀況下對工作人員及民眾輻射劑量之影響，正常與異常狀況下之評估情節，其核種外釋路徑以及人類曝露方式歸納如下表 4-2，當在進行安全評估時，通常不同的路徑會發展個別的評估模式，這些模式依循外釋路徑串接後，最後根據關鍵群體曝露方式計算得到的劑量值，完成評估。

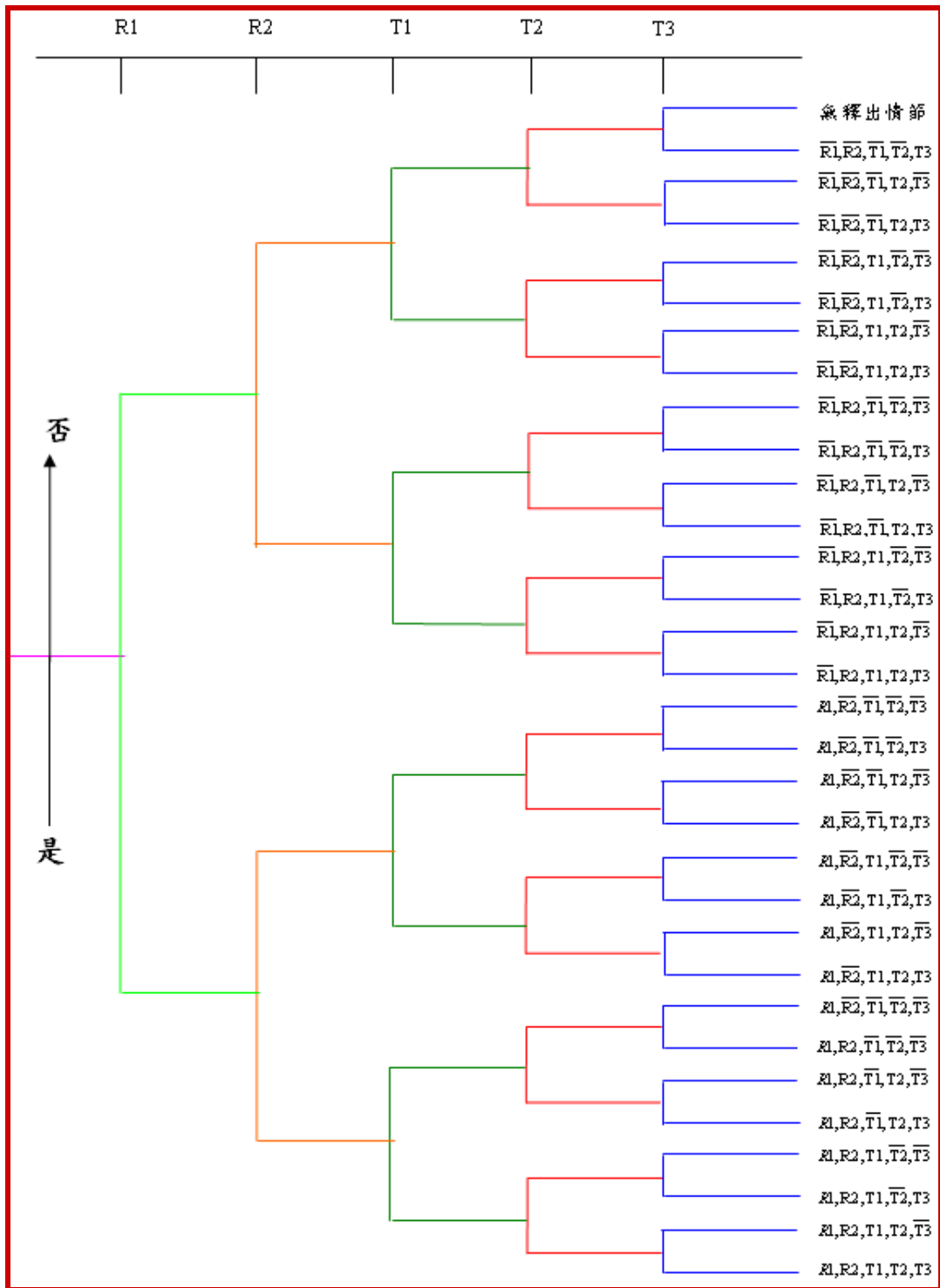


圖 4-1 五個因素的標準事件樹結構

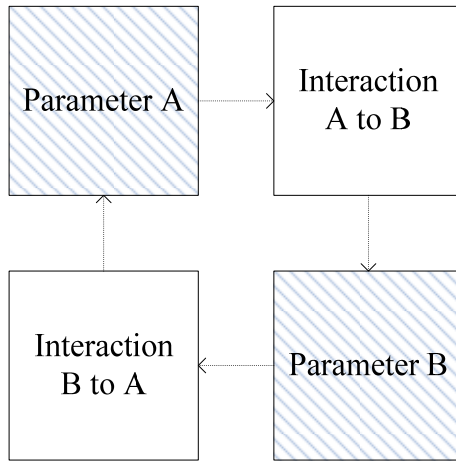


圖 4-2 交互作用矩陣原理

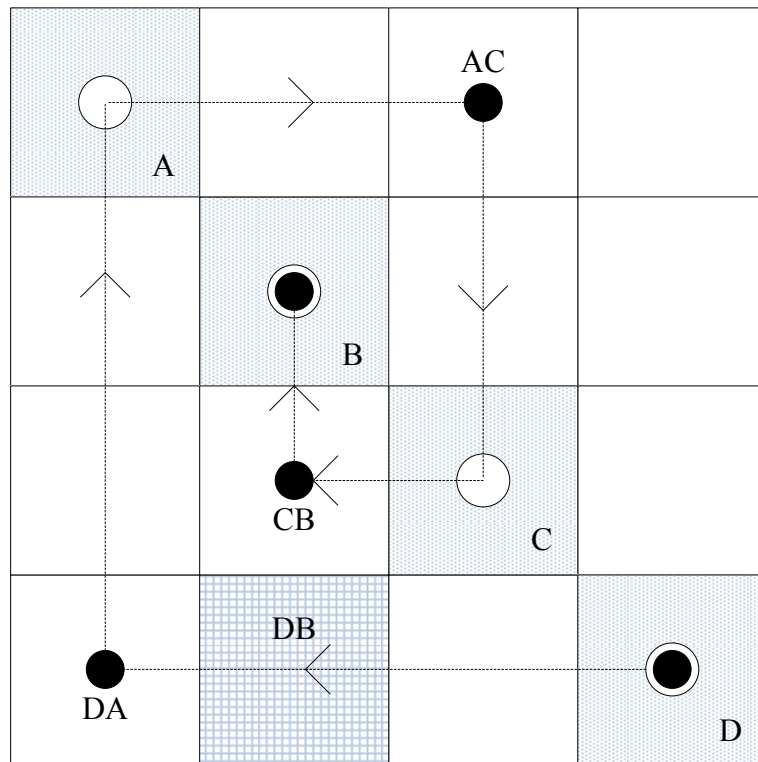


圖 4-3 影響路徑概念

表 4-1 低放射性廢棄物處置場興建各階段分析情節

處置場興建階段	施工階段	運轉階段	封閉階段
安全危害類別			
天然			
• 氣候變遷	颱風..	淹水..	海水面上升..
• 地質演化/不確定性	場址湧水..	岩層潛變..	地震..
人為	吊車墜落..	火災..	無意人類侵入..

表 4-2 評估情節的外釋路徑與曝露方式

情節	外釋路徑	曝露方式
正常演化情節	源項→地下水→人類	由飲用水吸收
	源項→地下水→地表水(→食物鏈)→人類	由飲用水(食物)吸收
人類入侵	源項→人類	表面接觸
	源項→空氣→人類	由空氣吸入
	源項→地下水→地表水(→食物鏈)→人類	由飲用水(食物)吸收
飛機墜落	源項→空氣→人類	由空氣吸入
	源項→地表水→人類	由飲用水吸收
	源項→地下水→地表水(→食物鏈)→人類	由飲用水(食物)吸收
地震	源項→地下水→人類	由飲用水吸收
	源項→地下水→地表水(→食物鏈)→人類	由飲用水(食物)吸收
海水面上升	源項→地下水→人類	由飲用水吸收

5. 結論與建議

低放射性廢棄物處置場的建造，無論是在選址或建造執照申請，安全評估都扮演相當重要角色，安全評估必須證明處置場在場址、設計、運轉等方面都能符合法規要求。在我國「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」暨「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」中，已規定低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告應有內容，其中對於安全評估的工作項目亦多所著墨，而「情節分析」在安全評估工作項下，居於優先位置，為安全分析審查重點。

本報告依據管制機關審查需求，完成情節分析審查相關技術的研究，內容包括：

1. 情節分析的首項工作是建立 FEPs 報表，報表內的每個條目都是可能影響處置系統安全的因素，本報告建議 FEPs 報表建立最可行的方法是參考國際已有的 FEPs 報表，IAEA FEPs 報表具相當國際公信力，再加入依國內環境現況增加的安全因素，可作為現階段進行安全評估的參考依據。另外對於該報表的每個因素，本報告也詳盡說明其意涵以及對處置系統的影響，並初步予以篩選，成果可做為 FEP 審查參考依據。

2. 在情節建構技術方面，闡述「事件或故障樹分析」、「影響圖」及「岩石工程系統」等常用方法、內容要項響並分析優劣。

3. 在情節分析審查技術方面，參考導則規定研析審查技術要項，包括核種傳輸機制、傳輸路徑分析以及正常演化情節與變異情節應描述要項，並說明審查重點。

雖然我國低放射性廢棄物最終處置場址仍未定案，但參酌台灣地區環境現況以及國際趨勢，本研究建議台灣地區低放處置設施安全評估需要考量的變異情節包括人類入侵、地震與海水面上升。

參考文獻

- 莊文壽、吳禮浩、張瑟稀，2000，用過核燃料最終處置特徵事件作用篩選與情節分析技術初步研究，核能研究所，對內報告，INER-T2680。
- 莊文壽、吳禮浩、紀立民、施清芳，2001，情節發展與分析技術之研究，我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段前二年計畫，工業技術研究院能源與資源研究所。
- 李境和，2009，低放射性廢棄物最終處置情節分析，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- 李境和，2010，低放射性廢棄物處置場核種外釋情節分析研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- 田能全，2006，低放射性廢棄物處置場初期安全評估模式建立，核能研究所，對內報告，INER-3435。
- 吳禮浩，2007，低放射性廢棄物處置場安全評估核種外釋情節探討，核能研究所，對內報告，INER-5078。
- Cranwell, R.W., Campbell, J.E., Guzowski, R.V. and Finley, N.C., 1981, Risk Methodology for Geological Disposal: Scenario Development, NUREG/CR-1667, Sep.
- IAEA Division of Radiation and Waste Safety Vienna, 2000, WORKING MATERIAL Version 1.0, SCENARIO GENERATION AND JUSTIFICATION FOR THE SAFETY ASSESSMENT OF NEAR SURFACE RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL SYSTEMS, July.

附錄 A ISAM 國際特徵事件作用表(FEP List)詞彙定義

ISAM 國際特徵事件作用表(FEP List)詞彙定義與說明，FEP 依分類體系次序編排。

		編碼：	0
FEP 名稱	中文	評估背景	
	英文	ASSESSMENT CONTEXT	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		在決定分析範疇時分析者將會考慮之因素。這些因素可能與法規要求、定義計算的終點、特定階段評估的要求、在評估中對特定考慮範圍的描述以及對特定目標群體的描述等有關。評估背景的決定將影響特定評估階段的現象範疇亦即決定要將哪些實體 FEPs(physical FEPs)納入評估。	
說明		「評估背景」為國際 FEP 列表中的一個類別，並細分成個別 FEPs。	

		編碼：	0.01
FEP 名稱	中文	評估終點	
	英文	Assessment endpoints	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		廢棄物的處置與處置場可能對人類健康與環境造成長期的效應或風險。評估須考慮可能影響健康與環境的效應(何種效應對人或對物發生影響)，但不含非處置引起之常態性健康與環境的效應。	
說明		放射性廢棄物處置對人類健康的影響有各種的指標與相關準則可定義作為評估終點。採用何者係取決於評估的目的。最常被考慮的指標是輻射劑量或是對人的危害風險。該指標通常又以年劑量率或最大潛在暴露個體中關鍵群體的單位個人風險值表示之。	

		編碼：	0.02
FEP 名稱	中文	考慮的時間尺度	
	英文	Timescales of concern	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		指一段特定的時間間隔，在此時段內處置的廢棄物與處置場可能會對人類健康與環境存在某種顯著危害。	
說明		此相當於估算或討論出處置的廢棄物與處置場在多長的時間尺度才安全，某些國家在法規中設有定量評估的時間上限，在此上限之後僅須以充分的定性論證說明安全性即可。	

		編碼：	0.03
FEP 名稱	中文	考慮的空間範圍	
	英文	Spatial domain of concern	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	指一特性的空間範圍，在此範圍內處置的廢棄物與處置場可能會對人類健康與環境存在某種顯著危害。		
說明	此相當於估算出須進行安全估算之處置的廢棄物與處置場區域，或是須進行模擬以促進瞭解污染物移動與輻射曝露的區域。此範圍會受評估目的所限制，例如評估全系統中單一組成的功能時。		

		編碼：	0.04
FEP 名稱	中文	處置場之假設	
	英文	Repository assumptions	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	評估處置場建造、運轉、封閉及管理之相關假設。		
說明	例如，封閉後階段的評估多數假設處置場順利的關閉，雖然實務上這些決策有可能延遲或是發生其他不確定情況。		

		編碼：	0.05
FEP 名稱	中文	未來人類活動之假設	
	英文	Future human action assumptions	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在評估中有關估計未來人類活動一般邊界條件的假設。		
說明	處置場安全評估中可預期人類技術與社會將隨時間而發展，然而，此發展程度是無法預測的。因此，通常會作一些假設，以限定對未來人類活動之評估考慮。		

		編碼：	0.06
FEP 名稱	中文	未來人類行為(目標群體)之假設	
	英文	Future human behaviour (target group) assumptions	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在評估中有關估計潛在曝露個體或人類群體的假設。		
說明	劑量與風險通常針對關鍵群體(個人或族群)進行評估，關鍵群體代表的是由於處置廢棄物與處置場而可能受到較高風險或劑量之代表性個人或族群。在評估輻射源釋放至環境，而對於大眾產生輻射風險或劑量時，此為可接受之評估方法。當於長遠的未來進行劑量或風險評估，而潛在暴露族群之特性未知時，通常定義一個或數個假想之關鍵群體以進行評估。		

編碼： 0.07

FEP 名稱	中文	劑量反應假設
	英文	Dose response assumptions
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	在在評估中將接收劑量轉換為個人或族群風險所作的假設。	
說明	通常指個人的劑量反應，例如劑量-風險轉換因數，此因數為單位輻射暴露對特定健康效應之機率值。如果對象是器官則須考慮對單一器官或器官種類之效應。輻射劑量對個人或群體造成之反應或健康效應(如癌症發生率、癌症死亡率)稱之為劑量-反應關係。低劑量時由於健康效應極輕微，不易精確決定劑量反應曲線的形狀。因此通常小心假設為無劑量門檻的線性劑量-反應關係(參見 ICRP 60)。	

編碼： 0.08

FEP 名稱	中文	評估目的
	英文	Assessment purpose
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	正在進行中評估的目的。	
說明	評估的目標通常取決於處置場發展計畫的階段，針對該階段的範疇進行評估。	

編碼： 0.09

FEP 名稱	中文	法規之要求與排除
	英文	Regulatory requirements and exclusions
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	國家法令或規範中對處置場各階段所要求的特定項目或條件，而可能影響處置場封閉後安全評估者。	
說明	法規的要求與排除可能表示為在特定時間尺度中的釋出量、劑量、風險限值、以及對目標個人或群體的效應，亦可能是處置場封閉後所要求的程序。某些法規中指定應評估的長期情節，而有些情節或事件則是被排除而不予考慮。	

		編碼：	0.10
FEP 名稱	中文	模式與資料議題	
	英文	Model and data issues	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	<p>模式與資料議題在安全評估中，指一般(如方法論)影響評估的模擬過程以及模擬過程間所使用之資料。</p>		
說明	<p>封閉後階段安全評估是一種試圖用量化來表示放射性廢棄物處置場對後代人類及環境所造成之暴露量或風險。從理論上來說，欲進行此一安全評估，必須在處置設施壽命期間作全程的觀測以取得相關資料。但是實際上不可能如此作，亦不值得如此作。欲完成完整輻射安全評估的變通辦法是在有限的時間範圍內，試著儘可能得到大量的觀測資料，再透過模式分析以模擬未來處置場系統的行為。</p>		

		編碼：	1
FEP 名稱	中文	外部因素	
	英文	EXTERNAL FACTORS	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		由處置系統外部所導致或源起之 FEPs，亦即一般性的天然或人因素與其直接效應。對封閉後之評估而言，這些因素存在於處置系統暫時邊界之外，因此本類別包括處置場設計，運轉及封閉的相關決策。	
說明		「外部因素」為國際 FEP 列表中的一個類別，並細分成個別的次類別。	

		編碼：	1.1
FEP 名稱	中文	處置場議題	
	英文	REPOSITORY ISSUES	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		包括設計及廢棄物配置之決策(處置場型式)，及與場址調查，運轉及封閉相關之事件(場址背景)。	
說明		「處置場議題」為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。	

		編碼：	1.1.01
FEP 名稱	中文	場址調查	
	英文	site investigation	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		潛在場址進行調查相關的 FEPs，以瞭解處置場開挖前、建造中及運轉時之特性。	
說明		場址調查作業提供特定場址功能之詳細評估資料，以及安全事例(safety case)評估時進行場址適宜性驗證與基準條件建立所需之必要資訊。	

		編碼：	1.1.02
FEP 名稱	中文	處置場設計	
	英文	Design, repository	
分類		<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義		處置場設計相關之 FEPs，包括安全概念，即設計之一般特性及其如何能達到預期功能，以及較詳細的開挖、建造與運轉之工程規範。	

說明	處置場的設計及建造係依據處置場的處置概念而進行。處置概念則依據預期的母岩特性、廢棄物及回填材料特性，建造技術和經濟性等而建立。處置場設計包含的主要設計特徵為：提供處置廢棄物的長期隔離；將封閉後持續主動維護需求減到最少；改善場址自然特性以保護環境及大眾健康等。工程設計與建造可能有許多備選方案。隨著處置計畫的推動，取得特定場址較詳盡的資料後，方案的範圍可以縮小，並作出決策。在任何階段下，處置場安全評估可能只分析大範圍的各種方案中的一個小部分。(見 FEP 1.103)
----	--

編碼： 1.1.03

FEP 名稱	中文	處置場建造
	英文	Construction, repository
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	處置場建造(開挖)相關之 FEPs，包括豎井、隧道、處置坑道、處置倉、處置壕溝、處置窖之建造等，以及開挖空間穩定性與根據設計準則所採用結構單元之裝置/組件等。	
說明	處置場建造根據設計考量結果及處置場特別需求，提供處置廢棄物長期隔離，減少場址封閉後持續性主動維護，及改善場址自然特性以保護環境及大眾健康等功能。本項亦含建造方法(見 FEP 1.102)。	

編碼： 1.1.04

FEP 名稱	中文	廢棄物置放與回填
	英文	Emplacement of wastes and backfilling
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	處置場內廢棄物(通常裝於處置容器內)最終置放及緩衝/回填材料置放等相關之 FEPs。	
說明	某些廢棄物類別與存量可能需要進行特別的置放安排，以簡化處置作業，或確保安全及處置區之結構穩定。回填材料通常作為將處置場開挖部份或任何廢棄物置放後所遺留空隙填滿之用(亦參見 FEP 1.1.07)。	

		編碼：	1.1.05
FEP 名稱	中文	處置場封閉	
	英文	Closure, repository	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場終止廢棄物處置運轉後，進行回填，處置孔覆蓋，及處置壕溝與處置窖之覆蓋等相關之 FEPs。		
說明	封閉期限指處置設施在運轉壽命終止後的狀態或採行的措施。處置設施通常在廢棄物完全置放完畢，地表處置設施完成覆蓋，處置孔型設施完成回填/封阻，附屬結構均完成相關作業後進入永久的封閉狀態。處置場覆蓋及封阻措施旨在防止地下水滲入或人類接近廢棄物。處置場之各部份可能陸續的關閉，但封閉在此指整個處置場之最終封閉，且可能包括移除地表設施之措施。覆蓋、封阻與封閉之時程及程序可能需於評估中考慮。		

		編碼：	1.1.06
FEP 名稱	中文	處置場紀錄及標誌	
	英文	Records and markers, repository	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場封閉後對處置內容與性質之紀錄保存及在場址或附近設置永久標誌物等相關之 FEPs。		
說明	處置場封閉後保存的紀錄預期能使後代記得處置場的存在與性質。某些國家中有使用場址標誌的構想，期望在現今行政管理消失時，場址位置與性質仍可能被記得。		

		編碼：	1.1.07
FEP 名稱	中文	廢棄物配置	
	英文	Waste allocation	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與處置場廢棄物配置方式選擇相關之 FEPs，包含廢棄物種類及數量。		
說明	處置場內廢棄物種類及配置方式係依據處置概念建立。然而，這些考慮因素可能有多種選擇方案。最終決策可能直到處置場運轉後才依法決定。安全評估中需假設未來廢棄物產生量及處置場內廢棄物配置策略。(亦參見 FEP 1.1.04)		
國內研究現況	<input type="checkbox"/> 有相當研究 <input type="checkbox"/> 有部分研究 <input type="checkbox"/> 無相關研究		

		編碼：	1.1.08
FEP 名稱	中文	品質管制	
	英文	Quality control	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場設計、建造、運轉，以及廢棄物體、容器、工程物件所進行的品質保證與品管程序及測試等相關之 FEPs。		
說明	處置場建造、運轉以及廢棄物體與容器製造過程間，預期有一系列的品管措施。品管測量之範圍被認為能應用在處置場建造至運轉這段期間，處置廢棄物之塑形與容器製造等方面。如果藉由品管能夠避免某些問題發生，而在評估中就有可能無需考量這些因素。可能會有特定法規來管理品管的程序、目標及規範。		

		編碼：	1.1.09
FEP 名稱	中文	期程與規劃	
	英文	Schedule and planning	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與處置場開挖、建造、廢棄物置放及封阻等階段發生的連續事件及活動等相關之 FEPs。		
說明	相關事件可能包含處置室階段施工、廢棄物置放、回填、封阻、覆蓋、廢棄物置放後處置區的封閉，及提供系統短期行為所需資料或最終評估輸入所需資訊之監測作業等。連續事件及事件間隔時間可能反應處置系統的長期性能，例如活度與衰變熱隨時間降低、材料劣化，地下設施開挖空間長期開放導致的化學及水力變化等。		

		編碼：	1.1.10
FEP 名稱	中文	處置場行政管理	
	英文	Administrative control, repository site	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場運轉期間及封閉後，對場址及週圍發生事件所採行管制措施相關之 FEPs。		
說明	處置場建造與運轉階段的行政管理責任，與封閉後的行政管理責任可能不同。此外，處置場壽命期限內之行政管理型態亦可能隨各階段而有所不同。		

		編碼：	1.1.11
FEP 名稱	中文	處置場之監測	
	英文	Monitoring of repository	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場運轉期間及封閉後實施監測作業相關之 FEPs。包含運轉安全及與長期安全與功能相關參數之監測。		
說明	監測作業之範圍及需求可能依據處置場設計及母岩性質、法規與民眾壓力而定。		

		編碼：	1.1.12
FEP 名稱	中文	意外及無預期事件	
	英文	Accidents and unplanned events	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場建造、廢棄物置放及封閉期間所發生，其可能影響長期功能與安全性的意外及無預期事件相關之 FEPs。		
說明	意外為發生在正常運轉以外之事件，雖然在處置場運轉計畫已預期某些類型意外發生之可能性。不可預期之事件包括意外，但亦包含運轉計畫內未深思熟慮之偏差事件。		

		編碼：	1.1.13
FEP 名稱	中文	可回收性	
	英文	Retrievability	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場任何可能利於廢棄物可回收性應用或考量相關之 FEPs，包含特別設計與置放、運轉或管理措施等。		
說明	設計可能特別考慮或排除可回收性。某些例子中，規劃廢棄物置放後到處置場封閉之間為過渡期，在該段期間內廢棄物是有可能回收的。		

		編碼：	1.2
FEP 名稱	中文	地質作用與效應	
	英文	GEOLOGICAL PROCESSES AND EFFECTS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	廣泛的地質環境與長期性的地質作用。		
說明	「地質作用與效應」是國際 FEP 列表中外圍因素下的一個次分類，並細分為個別 FEPs。		

		編碼：	1.2.01
FEP 名稱	中文	造山運動及其位於板塊邊界之相關大地構造作用	
	英文	Orogeny and related tectonic processes at plate boundaries	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	<p>因為處於不同板塊的岩體，因板塊相互碰撞或交錯滑動，所產生岩石的隆起變形及移位(通常被稱為大地構造)。簡單的說，造山運動是山脈形成的過程，其發生的過程通常超過數百萬年甚或數千萬年的時間。</p>		
說明	<p>在目前地質上的用法，造山運動為岩石圈(lithosphere)因逆衝作用、褶皺作用及斷層作用而形成現有山脈的過程。岩石圈原文的第二個 h 意指剛性之意，地球最外側組成的岩石，在地殼深處(通常大於 10 公里)藉由塑性褶皺受到變質作用、火成作用過程影響。在大尺度規模下褶皺構造這個名詞通常意味著褶皺構造中地層的縮短作用，有時實際褶皺指的是一般變形的一部份。所謂的斷層是地殼破裂面兩側伴隨著相對位移的現象，其相對錯動的距離由數公分到數公里不等。造山帶典型的特徵會有壓縮逆斷層，主要是因地殼縮短和岩層疊覆。轉形斷層的特徵通常指板塊兩側具有相對位移作用，但沒有伴隨碰撞作用(例如美國加州聖安地斷層)，其相對的錯動距離可以達到數千公里。破裂和節理的產生主要是受到地殼的壓力或張力所造成，但裂面兩側岩石並無相對移動的現象。這些作用力的產生可能來自於現有斷層的再活動亦可能新斷層發生時所產生的。值得注意的是造山作用是間歇性的進行，其作用時間並不一定沿著整個造山帶同時進行。</p> <p>對地表處置系統之涵義：造山運動過程中地殼活動的型態應特別注意，通常在碰撞活躍的區域會導致斷層面延伸至地表(例如：智利、土耳其、伊朗、摩洛哥等國家)。在如此極端的地表破裂事件(如地震)，斷層作用將破壞處置系統障壁功能。</p>		

		編碼：	1.2.02
FEP 名稱	中文	非造山運動及板塊內部大地構造作用(變形，彈性，塑性，脆性)	
	英文	Anorogenic and within-plate tectonic processes (Deformation, elastic, plastic or brittle)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	大陸或海洋板塊中受到板塊邊緣或不協調應力區域的應力場所造成地質構造之物理變形所相關的 FEPs。主要包括岩石的斷層及破裂作用，其次為岩石的擠壓及褶皺作用。		
說明	<p>以巨觀的角度來說褶皺作用一般是指褶皺構造中受擠壓的地層，有時褶皺僅指一般變形作用中的一部分。所謂的斷層是地殼破裂面兩側伴隨著相對位移的現象，其相對錯動的距離由數公分到數公里不等。地殼的破裂可能是因壓力或張力所引起，前述應力可能使已存在的斷層發生移動或造成新的斷層。</p> <p>對地表處置系統的涵義：以地質時間尺度的觀點，變形作用不太可能影響近地表的處置系統。</p>		

		編碼：	1.2.03
FEP 名稱	中文	地震活動	
	英文	Seismicity	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地震事件和潛在地震事件相關的 FEPs。指地殼中快速的相對運動，這個相對運動通常沿著已存在的斷層或地質上的弱面來發生。此地殼活動通常伴隨著能量的釋放並引起地表的運動或破裂的產生，例如地震。		
說明	由於地震事件發生時地殼應力及水文狀況的改變會引起岩石物理性質的改變。地震事件通常會發生於地殼板塊邊界構造及火山活動活躍的區域，比較不會發生於大陸或海洋板塊的內部區域。地震波的產生主要是因構造或火山的擾動作用，位於海洋板塊的擾動會引起巨大的海浪，稱為海嘯。若地震活動又引起沿著陡峭大陸邊緣海底鬆軟沈積物的崩移作用，亦會增加海浪的強度。在特殊的狀況下，某些地區因為土壤或沈積地層中適當的組成及含水量，在強大地震搖動作用下而產生液化的現象。		

		編碼：	1.2.04
FEP 名稱	中文	火山及岩漿活動	
	英文	Volcanic and magmatic activity	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	火山及岩漿活動相關的 FEPs。岩漿是一種融熔、可移動的岩石物質，一般生成於地殼之下，當岩漿侵入地殼時致固化作用發生，即生成所謂的火成岩。火山是由融熔或半融熔的物質(熔岩流)透過地球表面的出口或裂隙流出固化而成，並噴發火山灰及岩漿中的氣體。		
說明	由於火山及岩漿活動伴隨著高溫與高壓的作用通常會造成岩石週邊永久的變化；這個過程被稱為變質作用，但並不限於火山或岩漿活動上(見 FEP 1.2.05)。侵入岩漿活動會對於已存在的岩石發生岩漿置換作用。噴出的岩漿活動會使岩漿噴發於地表之上。		

		編碼：	1.2.05
FEP 名稱	中文	變質作用	
	英文	Metamorphism	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與變質作用相關的 FEPs。變質作用乃位於地殼表面之下或靠近岩漿活動的岩體，因為受到熱度(溫度>200oC)及地壓(通常位於地表下數公里)的等物理及化學條件之作用，致調整岩體本身礦物成分及其構造。		
說明	對於一般的處置深度而言變質過程不是那麼的重要，但岩石學上主要的變質史對於去瞭解岩石過去的特性是非常重要的。 對地表處置系統的涵義：以地質時間尺度的觀點，變質作用對於近地表的處置系統比較不會有影響。		

		編碼：	1.2.06
FEP 名稱	中文	熱液活動	
	英文	Hydrothermal activity	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與熱液活動及高溫的地下水有關的 FEPs，包括因密度引起的地下水流及因高溫的地下水流致岩石中之礦物熱液蝕變。		
說明	地下水的溫度決定於大尺度的地質狀況及岩層的物理性質(例如放射性熱的地層、熱傳導性)，同樣的亦受水文地質的特性(例如導水性)及地體構造環境(例如新地體變形、擴張)之影響。 對地表處置系統的涵義：以地質時間尺度的觀點，熱液活動對於近地表的處置系統比較不會有影響。		

		編碼：	1.2.07
FEP 名稱	中文	侵蝕和沉積	
	英文	Erosion and sedimentation	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	岩石及沉積物大規模搬移與堆積作用相關的 FEPs。常伴隨地形及處置場母岩的地質/水文地質狀態的改變。		
說明	<p>侵蝕作用係指地表土壤及岩石物質發生鬆解、溶解、磨蝕的過程，同時透過自然界搬運作用搬運至另外一個地點，其過程包括風化、溶蝕、溶解及搬運等作用。與 FEP 2.3.12 相比，這裡所指的侵蝕和沉積所指的應是在較短週期及局部區域的作用。沉積作用是由沉積物成層累積的過程，其過程包括沉積物從來源岩石分離到沉積的整個過程，沉積物顆粒經搬運至沉積地點沉澱後經過化學或其他變化(沉積變化)，沉積物最終會因膠結作用而形成堅硬的岩石。</p> <p>對地表處置系統的涵義：以地質時間尺度的觀點，大規模之侵蝕與沈積作用對於近地表的處置系統比較不會有影響。</p>		

		編碼：	1.2.08
FEP 名稱	中文	成岩作用及成土作用	
	英文	Diagenesis and pedogenesis	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地殼表面堆積之沉積物在地殼上部數公里處之標準溫度及壓力下，藉由壓密、膠結及結晶作用而形成岩石的過程。		
說明	<p>成岩作用意指由其最初的沉積物沉積後，經過化學、物理及生物的改變、變異、轉化等過程，在岩化期間和之後，會有獨特的或表面改變(風化作用)和變質作用。他是非破壞或重組作用的過程(例如：固結作用、壓密作用、膠結作用、聚合作用、自生作用、置換作用、溶解作用、沉澱作用、結晶作用、氧化作用、還原作用、淋濾作用、水化作用、、吸附作用、細菌作用及凝固作用)是在地殼外部標準之溫度與壓力下所產生的。成土作用象徵著土壤來源的模式，其因素為從未固結的母質所形成的真土或表層土壤組成有關。成土作用過程中之水文地質、大氣及生物作用(動物的洞穴、植物根部的活動與侵入)，可能對於近地表的處置系統在數百年到數千年運作期間造成影響。</p> <p>對地表處置系統的涵義：以地質時間尺度的觀點，成岩作用對於近地表的處置系統比較不會有影響。</p>		

		編碼：	1.2.09
FEP 名稱	中文	鹽的擠入和溶解作用	
	英文	Salt diapirism and dissolution	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	鹽岩地層長期的發展過程中。鹽自母岩分解出後以側向或垂直向侵入上覆岩層作用，或有或無引起上覆岩層隆起的侵入行為稱為擠入作用。鹽於母岩中的分解作用，可能是因鹽份不飽和的地下水流經母岩而使鹽份自母岩中分解出。		
說明	擠入作用通常發生於含鹽的地層，這些鹽質會聚集起來以具韌性的狀態自母岩層穿入或侵入上覆的岩層中。這個名詞也可以運用於岩漿侵入或混成侵入作用。 對地表處置系統涵義：以地質時間尺度的觀點，鹽的擠入和分解作用對於近地表的處置系統比較不會有影響。		

		編碼：	1.2.10
FEP 名稱	中文	水文/水文地質對地質變化的反應	
	英文	Hydrological/hydrogeological response to geological changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	有關水文或水文地質情況的變化，是因 FEPs 1.2.01 to 1.2.09. 所列大規模地質變化所引起的。		
說明	水文邊界條件改變，包括來自地表侵蝕作用的效應，因岩石應力改變或斷層運動致使飽和及不飽和帶水力性質性質的變化，或飽和不飽和帶地球化學行為的變化等。位於低滲透度的地層中或之下，水文地質條件變化可能極緩慢，且通常可反應出過去的地質條件處於不平衡狀態。		

		編碼：	1.2.11
FEP 名稱	中文	地下水鹽度的改變	
	英文	Ground water salinity changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地下水鹽度的改變可能導因於地下水流的改變、海水的入侵及冰河的融化等。地水的鹽度改變會影響地性水的通道，膨潤土的回脹特性、工程障壁系統中金屬物質的分解、核種的溶解度、膠體的穩定性及吸附性質。		
說明	地下水鹽度的改變會影響核種的溶解度及吸附性、膠體的穩定性、工程障壁系統的降解及膨潤土的穩定性，甚至影響地下水的流動。		

		編碼：	1.2.12
FEP 名稱	中文	地殼的抬升或沉陷	
	英文	Uplift and subsidence	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地殼的抬升或沉陷主要受到地質構造及冰川活動所影響。地殼的抬升主要是反應冰川時期過後地表應力的變化。若地殼的抬升發生在處置場附近，則會導致地下水的化學性質改變、流經處置場的地下水增加、腐蝕速率增加及生物圈的特性改變。		
說明	因為地殼的抬升或沉陷所造成遠場岩石的斷層活動及破裂對於在深層地質的處置場衝擊較小。在地表，地殼的抬升或沉陷會改變地下水的補注系統，地表的風化速率、生物圈的特性及相對海水位面的變化。		

		編碼：	1.3
FEP 名稱	中文	氣候歷程及效應	
	英文	CLIMATIC PROCESSES AND EFFECTS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與全球氣候變遷有關的作用及伴隨之地域性效應。		
說明	「氣候歷程及效應」是國際 FEP 列表中外部因素下的一個次分類，並細分為個別的 FEPs。		

		編碼：	1.3.01
FEP 名稱	中文	全球性氣候變遷	
	英文	Climate change, global	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與未來可能發生及過去已證實的長期全球性氣候變遷相關之 FEPs。某些地點可能因其特殊地區背景及氣候波動，進而產生氣候變遷結果之差異。		
說明	第四紀最近兩百萬年之氣候為冰期/間冰期的循環。根據 Milankovitch 學說指出，第四紀冰期/間冰期的循環乃由於地球繞太陽公轉的軌道形狀有一週期性的平緩變化 (Milankovitch 循環)，因季節性及緯度分布不同而產生日照量長期性的變化所致。此效應被冰、植被、雲層與大氣組成等因素之變化所放大。		

		編碼：	1.3.02
FEP 名稱	中文	區域性及局部性氣候變遷	
	英文	Climate change, regional and local	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在處置場區域內未來可能發生及過去已證實的氣候變遷相關之 FEPs。其有可能因應全球氣候變化，但這些變化將會是個案，而且可能包含短期變動，詳見 FEP 1.3.01。		
說明	氣候的特性包括眾多因素，如溫度、濕度、降水及壓力以及其他氣候系統組成，如海洋、冰、雪、生物相及地表的變化等構成。地球氣候變化因地域性有所改變，而為方便起見，氣候類型在評估中已劃分成如熱帶，草原性，內陸性，溫帶、(北)極地及凍原等類別。僅持續數十年之氣候變遷稱為氣候波動。即使過去波動之程度已被證實，但以現在知識水準仍無法加以預測。		

		編碼：	1.3.03
FEP 名稱	中文	海平面變化	
	英文	Sea level change	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與海平面高度相關的 FEPs，可能因為全球(海面升降)的變動及地區地質變化而發生，如地殼均衡運動等。		
說明	海平面高度變化之要素牽涉了陸地冰體與海洋水體的交換，此變化稱為海面升降變遷。當冰原融解至海中，使水體體積增加造成海平面上升。在特定地區海平面也會受到地塊垂直運動影響，如由於冰的載重及卸載造成的沈陷及回昇，此變化稱為地殼均衡變化。		

		編碼：	1.3.04
FEP 名稱	中文	熱帶與沙漠區之溫暖氣候效應	
	英文	Warm climate effects (tropical and desert)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與沙漠及熱帶溫暖氣候相關之 FEPs，包括季節性、氣象與地形效應的影響。		
說明	熱帶氣候地區可能會經歷極端天氣現象(雨季，颶風等)，以致於造成洪泛、暴風浪、狂風等情形，連帶產生侵蝕及水文現象。熱帶性氣候伴隨高溫及潮濕，該地區土壤通常貧瘠。在乾燥氣候中，降雨、侵蝕及水源補注可能由偶而發生之暴雨事件所控制。		

		編碼：	1.3.05
FEP 名稱	中文	氣候變遷下之水文/水文地質反應	
	英文	Hydrological/hydrogeological response to climate changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	水文及水文地質變化機制相關之 FEPs，例如(水源)補注，輸砂量及季節性變化在區域氣候變化中的反應。		
說明	區域內之水文及水文地質與氣候有相當密切之關係。氣候控制降雨及蒸發量、季節性的冰層覆蓋、土壤水分平衡與土壤飽和範圍、表面逕流及地下水補注等現象。植被及人類行為可能會改變這些反應。		

		編碼：	1.3.06
FEP 名稱	中文	氣候變遷下之生態反應	
	英文	Ecological response to climate changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	生態系相關之 FEPs，如植被、植物及動物族群在區域氣候變化下之反應。		
說明	環境生態系與氣候習習相關。生態適應力使得動植物群落即使在最惡劣的環境下仍能存活下來並利用資源。例如，仙人掌進化成活在極度炎熱且乾燥的沙漠環境中，而某些種類的植物在沙漠罕見的降雨中，以極短的時間來完成他們整個的生命週期。一些樹及植物種類進化成在一些自然事件(如森林火災)後仍能存活，而且可能需要這些事件來完成他們的生命週期。		

		編碼：	1.3.07
FEP 名稱	中文	氣候變遷下人類的反應	
	英文	Human response to climate changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	人類行為變化相關之 FEPs，例如在局部氣候變化下習性、飲食、聚落規模之反應。		
說明	人類的反應與氣候具相當密切之聯結。氣候影響自然資源，例如水的質與量，以及所能種植之農作物種類。愈極端的氣候，人類需要更全面性控制這些資源以維護農業生產力，如水壩、灌溉系統、受控制農作環境(溫室)的使用。		

		編碼：	1.3.08
FEP 名稱	中文	其他地形變化	
	英文	Other geomorphologic changes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	區域性及局部性尺度之地形(亦稱為地文)變化，如地球表面之一般地貌分布，相關之 FEPs。		
說明	地形學根據與目前地形之分類、性質、自然狀態、起源及發展、其與地表下層結構關係、地表特徵所記載之地質變化等性質相關。此名稱主要應用在地形的一般解釋上，但也只受侵蝕及堆積所造成之特性限制。		

		編碼：	1.4
FEP 名稱	中文	未來人類主動行為	
	英文	FUTURE HUMAN ACTIONS_ACTIVE	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	場址封閉後可能影響工程與/或地質障壁功能之人類行為及區域性活動。例如當地居民被動行為及習慣之外的侵入活動。		
說明	人類行為(主動性)為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。		

		編碼：	1.4.01
FEP 名稱	中文	人類對氣候之影響	
	英文	Human influences on climate	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	可能對全球性或區域性氣候變化造成影響之人類行為。		
說明	這些人類活動可能是有意或無意的，對氣候間接造成之影響較直接影響為多。		

		編碼：	1.4.02
FEP 名稱	中文	行動及知悉議題無意蓄意之人類行為	
	英文	Motivation and knowledge issues (inadvertent/deliberate human actions)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與處置場存在、位置及或性質瞭解相關的 FEPs。包括對處置場完全或不完整瞭解所衍生的對封閉後處置場之蓄意干擾、侵入等。		
說明	一些未來人類行為，如 FEPs 1.4.03 及 1.4.04，可能直接影響處置場之功能。許多評估中將行為區分為 -非蓄意行為，因不知道及未察覺處置場所產生之行為，以及 -蓄意行為，知道處置場之位置及存在後仍所做之行為，如蓄意嘗試取得處置廢棄物、惡意入侵及破壞等。 介於前述兩者之間，因不完全瞭解而造成入侵的事例也可能發生。		

		編碼：	1.4.03
FEP 名稱	中文	鑽探活動(人類侵入)	
	英文	Drilling activities (human intrusion)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場週遭各類之鑽探活動相關的 FEPs		
說明	此類活動在對處置場瞭解或不瞭解之情形下都有可能進行。其為 FEP1.4.02 之小群組。		

		編碼：	1.4.04
FEP 名稱	中文	採礦及其他地下活動(人類侵入)	
	英文	Mining and other underground activities (human intrusion)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場週遭進行之各類採礦或開挖活動相關的 FEPs。		
說明	此類活動在對處置場瞭解或不瞭解之情形下都有可能進行。其為 FEP1.4.02 之小群組。		

		編碼：	1.4.05
FEP 名稱	中文	不侵入場址之調查	
	英文	Un-intrusive site investigation	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場於封閉後之空中、地球物理或其他地表探查相關的 FEPs。		
說明	此類調查，如地質資源探勘，可能在處置場位置資訊消失後發生。處置場本身之跡象，如老舊豎井之發現，應該會促進調查工作，包含對過往歷史之研究。		

		編碼：	1.4.06
FEP 名稱	中文	地表開挖	
	英文	Surface excavations	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地表開挖期間任何種類人類活動相關之 FEPs。可能會影響工程及/或天然(地質)障壁之功能或影響曝露路徑。		
說明	此 FEP 與地表環境相關。嚴格的說，開挖與自一處移除土壤及岩石物質並運送他們至別處的動作及歷程相關。舉例來說這可能包含挖除、爆破、破壞、裝載及運送，這可能造成近地表處置場之人類入侵。		

		編碼：	1.4.07
FEP 名稱	中文	污染	
	英文	Pollution	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	任何與污染相關之人類活動 FEPs。這些活動可能影響工程及/或天然(地質)障壁之功能或影響曝露路徑。		
說明	指處置場附近地表環境化學成份之改變，進而影響處置系統之功能。		

		編碼：	1.4.08
FEP 名稱	中文	場址發展	
	英文	Site development	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	所有場址發展期間人類活動相關之 FEPs。可能影響工程及/或天然(地質)障壁之功能或影響曝露路徑。		
說明	處置場被遺忘後，人類對地表環境之改變。這些改變直接導致人類侵入近地表處置設施，或者改變母岩或地形。		

		編碼：	1.4.09
FEP 名稱	中文	考古學	
	英文	Archaeology	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	任何種類人類考古活動相關之 FEPs。可能影響工程及/或天然(地質)障壁之功能或影響曝露路徑。		
說明	此 FEP 參考地表環境之考古研究。		

		編碼：	1.4.10
FEP 名稱	中文	水之管理(井、蓄水池及水壩)	
	英文	Water management (wells, reservoirs, dams)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地下及地表水管理相關之 FEPs，包含抽水、水庫、水壩及河川之管理。		
說明	水為珍貴資源，而且水之取用及管理方案透過水壩、水堰、渠道、抽水站及輸水管等設施，對其分配及可利用性提供更有效的控制。地下水及地表水可能被人類取用作為家庭用水(如飲用水、洗滌水)，農業用水(如灌溉用水、畜牧用水)及工業用水。水的取用及管理可能影響核種在地表環境之遷移。		

		編碼：	1.4.11
FEP 名稱	中文	社會及制度之發展	
	英文	Social and institutional developments	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	社會形態及地方政府、計畫及制度改變相關之 FEPs。		
說明	未來社會及制度發展決策訂定可能對處置系統有特殊之影響。例如，土地利用變更之公告或管理需求改變。		

		編碼：	1.4.12
FEP 名稱	中文	科技發展	
	英文	Technological developments	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	未來人類科技發展及對推動技術能力與動力的改變相關之 FEPs。這可能包含退化現象，如喪失推動技術的能力。		
說明	這些技術可能改變人類蓄意或其他之侵入能力，導致這些改變可能影響污染物之遷移、影響暴露程度或影響人類健康。技術發展似乎是必然的，但不一定能預期，尤其是久遠的未來之後。在大多數評估中，以有限範圍考慮下決定假設條件。		

		編碼：	1.4.13
FEP 名稱	中文	改善行為	
	英文	Remedial actions	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在處置場封閉之後所進行改善處置場之行為相關之 FEPs。一般在處置場功能未達標準需求、被一些自然事件或作用中斷運轉或遭受一些蓄意或非蓄意之人類破壞行為時，需要進行改善行為。		
說明	無		

		編碼：	1.4.14
FEP 名稱	中文	爆炸及撞擊	
	英文	Explosions and crashes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	意外或蓄意造成之爆炸或撞擊相關之 FEPs，其對已封閉之處置場可能造成衝擊。例如地下核子試驗、場址附近發生墜機事件等。		
說明	這些技術可能改變人類蓄意或其他之侵入能力，導致這些改變可能影響污染物之遷移、影響暴露程度或影響人類健康。技術發展似乎是必然的，但不一定能預期，尤其是久遠的未來之後。在大多數評估中，以有限範圍考慮下決定假設條件。		

		編碼：	2
FEP 名稱	中文	處置系統區域：環境因素	
	英文	DISPOSAL SYSTEM DOMAIN: ENVIRONMENTAL FACTORS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	特徵和作用發生在主要決定物理、化學、生物及人類適合估計放射性核種釋出與遷移狀況與隨之發生曝露至人類的領域發展影響時空(封閉後階段)領域。		
說明	「處置系統區域：環境因素」為國際 FEP 列表中的一個類別，並細分成次類別。		

		編碼：	2.1
FEP 名稱	中文	廢棄物與工程特徵	
	英文	WASTES AND ENGINEERED FEATURES	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	特徵與作用在處置系統(輸出-源項特性)的廢棄物與工程零件範圍內。		
說明	「廢棄物與工程特徵」是處置領域的次類別：環境因素在國際 FEP 列表並分成個別 FEPs，在 FEPs2.1.01 到 2.1.06 中描述處置系統的特徵，換句話說，描述建造的系統，鑒於 FEPs2.1.07 至 2.1.11 描述處置系統中的作用或變化。		

		編碼：	2.1.01
FEP 名稱	中文	放射性核種與其他材料的清單	
	英文	Inventory, radionuclide and other material	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場的已知整體要件：材料、物質、元素、個體放射性核種、整體放射線或有毒物質清單相關的 FEPs。		
說明	FEPs 除了其他材料以外，常常提到放射性核種的內容，例如鋼鐵、其他金屬、混凝土或有機材料。		

		編碼：	2.1.02
FEP 名稱	中文	廢棄物體材料之特性與剝蝕作用	
	英文	Waste form materials, characteristics and degradation processes	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在處置和處置場期間廢棄物體的物理、化學、生物特性的演變，包含有關明確的廢棄物剝蝕作用的 FEPs。		
說明	廢棄物通常在處置前須經處理，例如固化與使用灌漿材料。廢棄物體是廢棄物包件的組成之一。廢棄物特性的演變受處置場環境中物理與化學所造成的不同作用所影響。與一般性的近場作用相比較，造成廢棄物劣化之作用均歸屬於本 FEP 中。		

		編碼：	2.1.03
FEP 名稱	中文	廢棄物罐材料、特性與剝蝕/劣化作用	
	英文	Container materials, characteristics and degradation/failure processes	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	廢棄物罐在處置及在處置場演變期間的物理、化學、生物特性相關 FEPs，包含有關明確的廢棄物罐剝蝕/劣化作用。		
說明	廢棄物罐提及廢棄物體盛裝容器在裝卸、運送、貯存或是處置中的安置，其也是外圍障壁防止廢棄物受到外在的侵入，廢棄物罐是廢棄物包件構成要素。		

		編碼：	2.1.04
FEP 名稱	中文	緩衝/回填材料的特性與剝蝕作用	
	英文	Buffer/backfill materials, characteristics and degradation processes	
分類	□源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	緩衝/回填材料在處置及在處置場演變期間的物理、化學、生物特性相關 FEPs，包含有關明確的緩衝/回填材料剝蝕作用。(水文/流動的影響)		
說明	緩衝及回填材料有時是同義字，有些高放射性廢棄物/用過燃料概念中，緩衝材料指直接包圍廢棄物罐的材料並具有某些化學/力學緩衝能力者；而回填材料則指用於填充地下開挖空間之材料。然而，在中/低放射性廢棄物概念中，回填材料通常指放置於廢棄物罐之間的材料，且可能具有某種化學上的功能。緩衝/回填材料可能包含黏土、水泥及與水泥拌合之骨材(粒料)，例如：碎石。緩衝/回填材料特性會隨處置環境中物理與化學情況影響的各種作用而產生演變。與一般性的近場作用相比較，造成緩衝/回填材料劣化之作用均歸屬於本 FEP 中。		

		編碼：	2.1.05
FEP 名稱	中文	工程障壁系統特性及剝蝕作用	
	英文	Engineered barrier system characteristics and degradation processes	
分類	□源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	設計、物理、化學、水力等在洞穴/隧道/豎井封塞及封閉時期的特性以及其可能在處置場發展變化的相關 FEPs。特別是與洞穴/隧道/豎井封塞及覆蓋物劣化作用有關的 FEPs。(影響水文/水流—時間改變)。		
說明	洞穴/隧道/豎井封塞及覆蓋物損毀可能起因於緩慢的劣化作用，或是可能因突發事件造成之結果。重要的是地下水流的替代路徑及放射性核種傳輸可能因沿著各種地層及隧道/豎井及相關的擾動帶而產生。		

		編碼：	2.1.06
FEP 名稱	中文	其他工程特徵材料、特性與剝蝕作用	
	英文	Other engineered features materials, characteristics and degradation processes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置時期工程特徵(除廢棄物罐、緩衝/回填材料、覆蓋物及封阻材料)的物理、化學、生物特性以及其可能在處置場發展變化的相關 FEPs。特別是與工程特徵劣化作用有關的 FEPs。		
說明	例如其他工程特徵：岩栓、噴凝土、隧道襯砌，處置倉側壁，以任何封閉前未被移除的設施與設備。工程特徵、材料及特性會隨處置環境中物理與化學情況影響的各種作用而產生演變。與一般性的近場作用相比較，造成工程特徵劣化之作用均歸屬於本 FEP 中。		

		編碼：	2.1.07
FEP 名稱	中文	物理作用及條件(廢棄物與 EBS)	
	英文	Mechanical processes and conditions (in wastes and EBS)	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響廢棄物、廢棄物罐、封阻及其他工程特徵的力學作用，及隨著時間近場整體力學演變相關的 FEPs。包含周圍地質加諸在廢棄物、廢棄物罐及處置場內部構造的水力與力學荷重。		
說明	無		

		編碼：	2.1.08
FEP 名稱	中文	廢棄物及 EBS 內之水力/水文地質作用及狀態	
	英文	Hydraulic/hydrogeological processes and conditions (in wastes and EBS)	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	水力/水文地質作用相關之 FEPs，將影響廢棄物、容器、封阻材料、及其他工程特性。並隨時間影響近場整體水力/水文地質之演化。包含在處置場附近地質環境下水力/水文地質效應對廢棄物、容器及處置場組成物之影響。		
說明	無		

		編碼：	2.1.09
FEP 名稱	中文	廢棄物及 EBS 內之化學/地球化學作用與狀態	
	英文	Chemical/geochemical processes and conditions (in wastes and EBS)	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	化學與地化作用相關之 FEPs，將影響廢棄物、容器、封阻材料、及其他工程特性。並隨時間影響近場整體化學/地化之演化。包含在處置場附近地質環境下化學/地化效應對廢棄物、容器及處置場組成物之影響。		
說明	無		

		編碼：	2.1.10
FEP 名稱	中文	廢棄物與 EBS 內之生物/生化作用及狀態	
	英文	Biological/biochemical processes and conditions (in wastes and EBS)	
分類	■源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	生物/生化作用相關之 FEPs，將影響廢棄物、容器、封阻材料、及其他工程特性。並隨時間影響近場整體生物/生化之演化。包含在處置場附近地質環境下生物/生化效應對廢棄物、容器及處置場組成物之影響。		
說明	無		

		編碼：	2.1.11
FEP 名稱	中文	廢棄物及 EBS 內之熱力作用及狀態	
	英文	Thermal processes and conditions (in wastes and EBS)	
分類	■源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	熱作用相關之 FEPs，將影響廢棄物、容器、封阻材料、及其他工程特性。並隨時間影響近場整體熱之演化。包含在處置場附近地質環境下熱效應對廢棄物、容器及處置場組成物之影響。		
說明	無		

		編碼：	2.1.12
FEP 名稱	中文	廢棄物與 EBS 內之氣體來源與效應	
	英文	Gas sources and effects (in wastes and EBS)	
分類	■源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	在處置廢棄物、容器及工程物件內及週遭產生氣體，及其後續對處置系統產生效應相關之 FEPs。		
說明	由於不同廢棄物、容器及工程特徵材質劣化及受腐蝕，不但可能造成氣體產生，而且亦可能產生輻射效應。氣體產生效應可能改變局部之化學及水文狀態，以及核種傳輸之機制，例如氣體誘發及氣體媒介之傳輸。		

		編碼：	2.1.13
FEP 名稱	中文	廢棄物與 EBS 內之輻射效應	
	英文	Radiation effects (in wastes and EBS)	
分類	■源項 S ■工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	由處置廢棄物產生輻射效應相關之 FEPs，將影響廢棄物、容器、封阻材料、及其他工程特性。並隨時間影響近場整體輻射性之演化。		
說明	相關效應之事例如離子化、水之輻射分解(射解)、處置廢棄物本體或容器材質之輻射損傷、α衰變產生氦氣等。		

編碼： 2.1.14

FEP 名稱	中文	核臨界
	英文	Nuclear criticality
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	有關在處置場內發生自發性核分裂鏈反應的可能性與影響的 FEPs。	
說明	鏈反應是在每個中子釋放 fission triggers 而產生核分裂自持性的過程，平均來說，其他中子至少會有一個分裂，核臨界需要可分裂同位素(例如 U-235, Pu-239)足夠的濃度及局部質量(臨界質量)，而且也在適合的幾何中，存在於中子緩和材料，鏈反應易於因存在於中子吸收同位素而降低(例如 Pu-240)。	

編碼： 2.1.15

FEP 名稱	中文	外部材料
	英文	Extraneous materials
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	無	
說明	無	

編碼： 2.1.16

FEP 名稱	中文	塌落
	英文	Cave-in
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	處置孔、處置隧道、處置場的斜坑或豎井的塌落可能造成週遭岩石特性的改變並導致放射性核種提前或加速釋出。因此在安全評估模式中需考慮塌落的狀況。	
說明	大規模的塌落可能影響工程障壁系統的機械穩定性，導致廢棄物體破壞，核種提早釋出(雖然這種情況很少發生)。塌落的發生對於母岩及塌落地點的水文特性都會產生影響，特別是水力傳導係數及地下水通道的導水性。	

編碼： 2.1.17

FEP 名稱	中文	處置孔及處置坑道封塞的降解
	英文	Degradation of the borehole and shaft seals
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	處置孔及處置坑道封塞會藉由物理或化學的程序產生風化，這會影響其封塞的功能、地下水的流傳及核種的傳輸。	
說明	封塞的降解會使得地下水迅速地進入處置孔或處置坑道中。部分封塞的破壞會加速地下水在近場的傳輸，進而加速工程障壁系統的降解及改變近場地下水的化學性質。當封塞完全破壞則會形成傳輸的捷徑使得核種直接傳輸到遠場。	

		編碼：	2.1.18
FEP 名稱	中文	岩石補強及水泥的降解	
	英文	Degradation of the rock reinforcement and grout	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	岩石支撐及水泥會藉由物理或化學程序產生降解，在處置場封閉後岩石支撐及水泥的降解並不會影響處置場的安全，但會對工程障壁系統產生影響。		
說明	岩石支撐及水泥的降解會影響地下水化學性質，包含緩衝地下水的 pH 及 Eh 質。地下水化學性質改變會影響工程障壁系統，特別是膨潤土。金屬的厭氧腐蝕會產生少量的氫氣。腐蝕後的產物會降低膨潤土及岩石的孔隙度並增加膠體的濃度。持續的腐蝕會影響岩石支撐及水泥的機械穩定性，但並不會影響處置場的安全。		

		編碼：	2.1.19
FEP 名稱	中文	近場中地下水的再飽和	
	英文	Hydraulic resaturation of the near-field rock	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	近場中地下水的再飽和會影響地下水的流傳以及開挖、緩衝及回填材料的回脹速率。此外也會影響近場地下水的化學性質。		
說明	在處置場封閉後，遠場的地下水會逐漸流入近場的空隙中並使近場呈現再飽和狀態。這些地下水的流入會改變區域的溫度及應力狀態並使工程障壁系統產生腐蝕，此外也會使近場的環境從氧化狀態逐漸變成還原狀態。		

		編碼：	2.1.20
FEP 名稱	中文	水泥白及儲存窖外殼的降解	
	英文	Degradation of the cement mortar and the silo shell	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	水泥白及儲存窖外殼會因物理或化學風化而影響孔隙水的化學性質、核種的吸附及溶解力及儲存窖外殼的機械穩定性，進而影響核種的傳輸過程及速率。		
說明	水泥質材料化學降解的過程中會導致 pH 質升高而使得核種的溶解度降低，因而降低核種傳輸到近場的外釋率。持續的化學降解會使得水泥外殼的機械強度減弱並增加其導水係數，因而增加核種的外釋率。		

		編碼：	2.1.21
FEP 名稱	中文	儲存窖外殼不鏽鋼強化柱的腐蝕	
	英文	Degradation of steel reinforcements in the silo shell	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	儲存窖的外殼是由強化水泥所構成，此種水泥會藉由物理及化學的程序產生降解，進而產生氣體、膠體甚至影響儲存窖的結構。		
說明	不鏽鋼柱的腐蝕會影響儲存窖的外殼的強度及穩定性，造成水泥的破裂及剝落，甚至影響其滲透性及窖內的氣體壓力。腐蝕的過程中會產生氫氣並影響孔隙水的化學性質及區域的氧化還原狀態，但其所造成之影響遠比廢棄物體腐蝕產生之影響小的多。		

		編碼：	2.1.22
FEP 名稱	中文	水泥包件及水泥基質的降解	
	英文	Degradation of the concrete packages and the cement matrix	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	水泥包件及水泥基質會因物理或化學風化而影響孔隙水的化學性質、核種的吸附及溶解力及廢棄物包件的機械穩定性，進而影響核種的傳輸過程及速率。		
說明	水泥包件及水泥基質的化學降解會對近場孔隙水的 pH 質產生緩衝效應。此種效應在處置坑道中較明顯，但在儲存窖中則不重要（因水泥漿的腐蝕產生的 pH 緩衝效應影響更大）。		

		編碼：	2.1.23
FEP 名稱	中文	工程障壁的機械影響	
	英文	Mechanical impact on the engineered barriers	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在處置場建造過程中所產生的應力可能對工程障壁造成破壞因而影響核種外釋到遠場的速率及時間。		
說明	處置場所受到的機械影響可能來自內部或外部的應力作用。內部的應力來自壓力的產生(氣體的產生及固體物質的回脹)及由於溫度升高導致水泥的形變應力。外部應力來自地下水的再飽和，岩體的應力重組、地下水的流傳及板塊的抬升等。		

		編碼：	2.1.24
FEP 名稱	中文	近場的溫度	
	英文	Temperature of the near-field	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	近場的溫度主要來自廢棄物所產生的熱及工程障壁的影響。近場的溫度梯度會影響化學及生物反應的速率、地下水的流傳、擴散係數及核種的傳輸。		
說明	近場的溫度會影響化學及生物反應的程序如物質的降解及核種的溶解度。近場的溫度梯度會影響近場的應力場、地下水的流傳及溫度擴散，這些現象會加速核種的傳輸。在 SFR 中，由於最高溫度並不會超過負荷且不會持續很長時間，因此對於處置場安全並不會造成重大的影響。		

		編碼：	2.1.25
FEP 名稱	中文	近場的地下水化學成分	
	英文	Groundwater chemistry in the near-field	
分類	□源項 S ■工程障壁 E ■近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	近場地下水的化學成分會受到地下水的補注、工程障壁材料、不鏽鋼及水泥等的影響。地下水化學性質改變會影響核種的溶解度、吸附及工程障壁的功能，因而影響核種的外釋。		
說明	近場地下水化學成分的改變會影響採料的腐蝕速率。當地下水變成高 pH 值及還原狀態時會降低腐蝕的速率並減少微生物的含量因而使得有機物質的降解速率減緩。當地下水變成超鹼性狀態會降低核種的溶解度因而影響核種的外釋。		

		編碼：	2.1.26
FEP 名稱	中文	近場地下水的化學成分	
	英文	Groundwater chemistry in the near-field rock	
分類	□源項 S ■工程障壁 E ■近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	近場的地下水化學成分與週遭的自然環境、來自處置場的地下水成分及與工程障壁系統的反應的程度有關。近場地下水的化學成分會影響核種在工程障壁的傳輸及遲滯現象。		
說明	近場地下水的化學成分會影響核種的溶解度及吸附性質因而影響其在近場的傳輸及外釋。近場岩石孔隙水的化學性質也會因溶解-沉澱反應而影響其孔隙度及滲透度，進而影響地下水在近場的流傳。		

		編碼：	2.1.27
FEP 名稱	中文	儲存窖外層膨潤土的演化	
	英文	Evolution of the bentonite layer in the silo	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	儲存窖外層的膨潤土可以阻隔地下水的流傳及保護儲存窖外層的水泥。但此層膨潤土會隨著時間的風化而失去原本的功能因而影響核種的外釋及傳輸。		
說明	由於儲存窖外層的膨潤土使得核種僅能藉由擴散的方式傳輸，因此其演化對核種的傳輸有很大的影響。此外膨潤土的降解也會影響孔隙水的化學性質、膨潤土的吸附力及對於儲存窖外層水泥的保護力。		

		編碼：	2.2
FEP 名稱	中文	地質環境	
	英文	GEOLOGICAL ENVIRONMENT	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場周圍地質環境中之特徵與作用，例如水文地質、地質力學及地球化學等，包含處置場設置前後及其他長期的改變。		
說明	「地質環境」為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。其中 FEPs2.2.01 到 2.2.06 節說明處置系統的特徵，亦即描述系統建造時之特徵，而 FEPs2.2.07 到 2.2.11 則說明處置系統內發生的作用或變化。		

		編碼：	2.2.01
FEP 名稱	中文	母岩之擾動帶	
	英文	Disturbed zone, host lithology	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場週圍或其他地下開挖空間，在建造時會受到機械性的擾動。近而影響處置場封閉前後之母岩性質及特性。		
說明	擾動帶之岩性可能有別於未擾動於母岩，例如，因應力釋放導致裂隙張開或改變水力特性。		

		編碼：	2.2.02
FEP 名稱	中文	母岩性質	
	英文	Host lithology	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場設置地點母岩性質與特性有關的 FEPs，此與處置場封閉前後的環境發展狀況有關(不含建造所造成的擾動帶)。多數情況下此 FEP 與未飽和帶有關。		
說明	相關的性質包括熱傳導性及水力傳導性、壓縮強度及剪力強度、孔隙率等。多數情況下此 FEP 與未飽和帶有關。(見 FEP2.2.03)		

		編碼：	2.2.03
FEP 名稱	中文	其他岩性單位	
	英文	Lithological units, other	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場封閉前後可能演化，而不同於母岩之岩性單位相關之 FEPs。		
說明	處置區域的岩性單元，且均經地質調查確認，各地質單元均依據其幾何形狀、一般物理性質及特徵而予以特性化。岩性單位細部之非均質及不確定亦包含在前述特性中。多數情況下此 FEP 與飽和帶有關。(見 FEP 2.2.2.02)。		

		編碼：	2.2.04
FEP 名稱	中文	地質圈之大規模不連續面	
	英文	Discontinuities, large scale (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	飽和與不飽和帶內及之間不連續面性質與特徵相關的 FEPs。不連續面包括斷層、剪裂帶、侵入岩脈及不同岩類間之接觸面等。		
說明	無		

		編碼：	2.2.05
FEP 名稱	中文	地質圈內污染物傳輸途徑之特性	
	英文	Contaminant transport path characteristics (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場封閉前後可能發生於飽和帶與未飽和帶較小不連續面之性質與特性相關的 FEPs。這些不連續面通常是污染物在地質圈中傳輸的主要途徑。		
說明	地下水及污染物會依據岩體特性而在不同的系統中傳輸。孔隙流主要發生於介質的孔隙或細小顆粒間的間隙。裂隙流主要沿著連通開放的岩石裂隙來傳輸。污染物傳輸路徑的特性會受到處置場建造及污染物化學性質等影響。		

		編碼：	2.2.06
FEP 名稱	中文	地質圈之力學作用及條件	
	英文	Mechanical processes and conditions (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響飽和帶及未飽和帶以及整體狀態隨時間變化之力學作用所相關的 FEPs。包含狀態改變所引起的效應，例如岩石應力、開挖、建造及處置場長期的存在而造成的影響。		
說明	無		

		編碼：	2.2.07
FEP 名稱	中文	地質圈之水力/水文地質作用及條件	
	英文	Hydraulic/hydrogeological processes and conditions (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響飽和帶及未飽和帶以及整體狀態隨時間變化之水力及水文地質作用所相關的 FEPs。包含狀態改變所引起的效應，例如水頭變化，開挖、建造及處置場長期的存在而造成的影響。		
說明	水文地質泛指流經處置場地區相關地層中水的成分與流動特性，及其相關的控制因素。所需知識包括地下水流出與補注區、地下水流系統、飽和作用及其他影響水文地質的因素，例如因鹽度梯度或地溫梯度對密度的影響。處置場的建造或存在對於水文地質情況的改變亦包含在其中。		

		編碼：	2.2.08
FEP 名稱	中文	地質圈之化學/地球化學作用及條件	
	英文	Chemical/geochemical processes and conditions (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響飽和帶及未飽和帶以及整體狀態隨時間變化之化學/地球化學作用所相關的 FEPs。包含狀態改變所引起的效應，例如 Eh, pH, 開挖、建造及處置場長期的存在而造成的影響。		
說明	水文化學指處置場地區相關地層中的地下水化學性質和相關的控制因素。所需知識包括地下水化學的物種分析、溶解度、複合物、氧化還原(氧化作用/還原作用)條件、岩礦成分與風化過程、鹽度及化學梯度等。處置場的建造或存在對於水文化學情況的改變亦包含在其中。		

		編碼：	2.2.09
FEP 名稱	中文	地質圈之生物/生物化學作用及條件	
	英文	Biological/biochemical processes and conditions (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響飽和帶及未飽和帶以及整體狀態隨時間變化之生物/生物化學作用所相關的 FEPs。包含狀態改變所引起的效應，例如微生物族群，開挖、建造及處置場長期的存在而造成的影響。		
說明	無		

		編碼：	2.2.10
FEP 名稱	中文	地質圈之熱作用及條件	
	英文	Thermal processes and conditions (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	影響飽和帶及未飽和帶以及整體狀態隨時間變化之熱作用所相關的 FEPs。包含狀態改變所引起的效應，例如溫度，開挖、建造及處置場長期的存在而造成的影響。		
說明	地熱指地質熱的來源、因液體的傳導及傳輸(對流)導致熱的分佈及形成熱場和熱梯度。處置場的建造或存在造成地熱情況的改變亦包含在其中。		

		編碼：	2.2.11
FEP 名稱	中文	地質圈之氣體來源及其影響	
	英文	Gas sources and effects (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地質圈內天然氣體的來源與產生，以及天然與處置場產生氣體對地質圈影響效應所相關的 FEPs。包含整體氣體的傳輸及整個狀態隨時間之變化。		
說明	地質圈中氣體移動決定於以下幾個因素，氣體產生的速率、氣體的滲透性和溶解度及靜水壓力等。		

		編碼：	2.2.12
FEP 名稱	中文	地質圈未發現的特徵	
	英文	Undetected features (in geosphere)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	場址調查過程中，可能未被發現之自然或人為特徵所相關的 FEPs。		
說明	可能未被發現的特徵例如破碎帶、滲水胞或舊礦區等。某些處置場週遭的一些物理特徵在場址調查甚至導坑開挖時仍可能未被發現。地質環境的性質可以用來推測某些未被發現特徵存在的可能性。而場址調查也可以界定出這些未被發現特徵的可能大小。		

		編碼：	2.2.13
FEP 名稱	中文	地質資源	
	英文	Geological resources	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地質圈內自然資源相關的 FEPs，尤其是鄰近處置場而可能被調查或開挖的自然資源。		
說明	地質資源包含石油、天然氣、固體礦物、水及地熱資源等。近地表處置場需另注意近地表礦區例如砂、礫、黏土等的開採。		

		編碼：	2.2.14
FEP 名稱	中文	岩石的潛移	
	英文	Creeping of the rock mass	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	潛移是岩石塊體由於應力作用緩慢移動的行為，通常是沿著岩石的不連續面移動。潛移可能影響岩石的水文特性並對緩衝及回填材料的機械特性造成衝擊。		
說明	潛移會改變岩體水文特性，特別是水力傳導係數以及裂隙中導水通道的分布，進而影響核種在母岩中的傳輸。然而大部分的岩石的變形都是因為岩石的破裂而非潛移，因此潛移對於處置場的影響是非常微小的。		

		編碼：	2.2.15
FEP 名稱	中文	岩石的破裂度的增加	
	英文	Enhanced rock fracturing	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	一般岩石中都含有一些自然的裂隙，但在處置場建造的過程中，由於應力的改變也會造成裂隙的產生，這種狀況通常都發生近場的岩石。		
說明	裂隙的增加通常發生在處置場附近的近場岩石中。該現象會使得岩體的裂隙密度及表面積增加，進而增加岩石與水的反應現象。當近場岩石的裂隙密度增加，其水力傳導係數也會提高，因而影響核種在工程障壁系統的外釋。岩石表面積的增加會提高吸附區域及基質擴散的效應，此外還會影響近場地下水的化學性質，如增加岩石-水的反應速率及當含鐵礦物存在時，可以緩衝地下水的氧化還原反應。		

		編碼：	2.2.16
FEP 名稱	中文	開挖對於近場岩石的影響	
	英文	Excavation effects on the near-field rock	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場建造時會對週遭結晶硬岩的機械特性、水文地質特性及化學性質造成影響。		
說明	開挖擾動對於處置場的影響可分為機械特性、水文地質特性及化學性質三方面來討論。機械特性包含裂隙的形式、生成及封閉。水文地質特性包含使得開挖擾動帶的水力傳導係數上升，進而影響地下水的流動及核種的傳輸。化學性質包含因岩石暴露的表面積增加而使得岩石-水的反應及地下水與存在 EDZ 的氣體的反應增加，進而使近場孔隙水產生氧化或酸化反應，改變其化學性質。		

		編碼：	2.2.17
FEP 名稱	中文	外部流場的邊界條件	
	英文	External flow boundary conditions	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場周圍的水文地質邊界條件會影響地下水的排放及補注，及地下水系統的幾何形式。因此對於模擬遠場地下水的流動及核種的傳輸非常重要。		
說明	處置場周圍的邊界條件在安全評估中非常重要，因為它影響了從處置場到遠場間地下水系統的形態、地下水的排放及補注、流徑長度、流速等。對於隨著時間而改變的邊界條件的定性及定量亦非常重要，例如氣候變遷情節對於處置場功能的影響就非常大。		

		編碼：	2.2.18
FEP 名稱	中文	斷層	
	英文	Faulting	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	斷層的發生包含產生新斷層及原有斷層面的錯動。不論何種狀況均會影響地下水的傳輸及處置場周圍岩石的機械穩定性。		
說明	斷層的發生會影響岩石的水文地質特性，不論是產生新的斷層或是原有斷層面的錯動均會在處置場到遠場之間造成一個新的傳輸途徑。斷層也會影響處置場周圍岩石的機械穩定性，甚至造成崩塌的現象。		

		編碼：	2.2.19
FEP 名稱	中文	遠場地下水的化學性質	
	英文	Far-field groundwater chemistry	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	岩石中地下水化學特性的初始狀態反應了深層地質的自然狀態。遠場地下水的化學性質與來自地表及近場地下水的混合及岩石-水的反應有關。此外氣候的變遷、海水的入滲及冰川的融化也會影響遠場地下水的化學性質。		
說明	遠場地下水的化學性質會影響近場及工程障壁系統地下水的化學成分，進而影響緩衝材料、廢棄物罐及廢棄物體的降解速率。此外對於遠場中，放射性核種的溶解度及特性、吸附與脫附及溶解與沉澱均會造成影響。溶解與沉澱會對地下水的傳輸系統造成影響。遠場地下水的化學成分也會影響與地下水接觸的岩石的變質與風化、微生物的活動及地下水中膠體的穩定性。		

		編碼：	2.2.20
FEP 名稱	中文	地下水流	
	英文	Groundwater flow	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	<p>地下水流主要探討在近場及遠場中地下水的流量、分布及水流的方向。地下水流可能因為處置場的建造、運轉、工程障壁系統及近場岩石的改變而有局部的改變。岩石應力及地下水排放補注系統的改變則會造成地下水系統大範圍的改變。此外氣體的產生及密度的改變也會影響地下水流。地下水流對於處置場的功能影響甚鉅，因為它主導了核種由處置場到生物圈的傳輸。</p>		
說明	<p>地下水的流動是核種由遠場傳輸到生物圈的主要機制，因此在功能評估中非常重要。地下水的性質會影響處置場的地球化學狀況、核種的遲滯效應、膠體的狀態及工程障壁系統的降解。此外也會影響核種的吸附及基質擴散的數量。地下水的流動會影響地下水再飽和的速率及遠場地下水的成分。此外，還會影響岩石的應力、溫度及氣體在岩石中的傳輸。地下水在近場的流傳也會影響緩衝及回填材料的回脹並造成腐蝕的現象。</p>		

		編碼：	2.2.21
FEP 名稱	中文	不同成分地下水間的介面	
	英文	Interfaces between different waters	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	<p>在近場及遠場間可能產生不同成分地下水間的介面，該介面會影響核種的溶解度，從而影響其外釋及傳輸的特性。</p>		
說明	<p>不同化學成份的地下水會影響核種的溶解度，從而影響其外釋及傳輸的特性。在不同成分地下水間的介面也容易形成膠體。不同密度地下水間的介面也會影響地下水的流傳系統。</p>		

		編碼：	2.2.22
FEP 名稱	中文	應力場	
	英文	Stress field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	<p>處置場週遭的母岩會受到來自重力及結構應力所形成的應力場。地下實驗室的開挖、熱負載及緩衝回填材料的回脹均可能造成局部應力的改變。</p>		
說明	<p>應力場的改變對於處置場影響甚鉅。因應力場的改變所引起的斷層、潛移及崩塌可能造成水文地質特性的改變。</p>		

編碼： 2.2.23

FEP 名稱	中文	遠場的溫度
	英文	Temperature of the far-field
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	遠場的溫度主要受到地溫梯度的影響，以及部分來自處置場的衰變熱及地表氣候變化的影響。遠場的溫度會影響化學及微生物反應的程序、應力場、地下水的流傳、擴散速率及核種的傳輸。	
說明	遠場的溫度會影響遠場的化學及微生物反應的程序、應力場及地下水的流傳等。然而這些影響遠不及由壓力差 (Pressure differentials) 所造成的影響大。	

編碼： 2.3

FEP 名稱	中文	地表環境
	英文	SURFACE ENVIRONMENT
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	地表環境內之特性及作用，包含近地表含水層及未固結之沈積物，但不含人類活動及行為，詳見 1.4 及 2.4。	
說明	「地表環境」為為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。注意 2.3.01 到 2.3.06 之 FEPs 為描述處置系統內之特性，換言之，為系統建置後之特性描述，而 FEPs 2.3.07 到 2.3.11 則為處置系統之作用及變化描述。	

編碼： 2.3.01

FEP 名稱	中文	地形學與形態學
	英文	Topography and morphology
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	地表環境及其演化之地勢起伏與形態相關之 FEPs。	
說明	與地表環境內局部地貌與地貌間之變化相關之 FEP，如平地，山丘，峽谷及地表上方之河川與冰之侵蝕。長期來說，這些變化可能在地質變化時發生，詳見 1.3。	

編碼： 2.3.02

FEP 名稱	中文	土壤與沉積物
	英文	Soil and sediment
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	土壤及沉積物與其演化相關之 FEPs。	
說明	不同土壤及沉積物種類(例如由粒徑分佈及有機物分類)，在侵蝕/沉殿方面之顧慮及污染物吸收作用上具不同屬性。	

		編碼：	2.3.03
FEP 名稱	中文	近地表含水層及含水特性	
	英文	Aquifers and water-bearing features, near surface	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	位於地表下數公尺之含水層與含水特徵性質及其演化相關 FEPs。		
說明	含水層為地質單位之含水特徵或產生一定數量水份成為井或泉水之近地表積水處。含水層之存在與其他含水特性將影響地質、水文地質及氣候因素。		

		編碼：	2.3.04
FEP 名稱	中文	湖泊、河川、溪流及湧泉	
	英文	Lakes, rivers, streams and springs	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地表水體及其發展性質相關之 FEPs。		
說明	溪流、河川及湖泊經常在一水文地質系統之邊界內流動。對(包含放射性核種)物質進入系統而言，這些水體通常是重要的稀釋源，但在蒸發散為主的乾熱環境下，反而有可能被濃縮。		

		編碼：	2.3.05
FEP 名稱	中文	海岸特性	
	英文	Coastal features	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	海岸及岸邊與其演化之特性相關 FEPs。海岸特性包含陸岬、海灣、海灘、沙嘴、海岸懸崖及河口。		
說明	這些特性進行之作用(如主動侵蝕、沉澱、沿岸之運輸)影響系統之發展，而且可能對(包含放射性核種)物質進入系統之稀釋及累積作用而言，是一種重要的機制。		

		編碼：	2.3.06
FEP 名稱	中文	海洋特性	
	英文	Marine features	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	海及海洋特性相關 FEPs，包含海床及其演化。海洋特性包含海洋、海溝、淺海及內陸海。		
說明	這些特性進行之作用如侵蝕、沉澱、熱分層現象及鹽性梯度等，影響系統之發展，而且可能對(包含放射性核種)物質進入系統之稀釋及累積作用而言，是一種重要的機制。		

編碼： 2.3.07

FEP 名稱	中文	大氣
	英文	Atmosphere
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	與大氣特性相關之 FEPs，包含容量傳輸及其演化。	
說明	無	

編碼： 2.3.08

FEP 名稱	中文	植被
	英文	Vegetation
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	陸生及水生植被之個體及群落特性與其演化之相關 FEPs。	
說明	無	

編碼： 2.3.09

FEP 名稱	中文	動物群落
	英文	Animal populations
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	陸生及水生動物之個體及群落特性與其演化相關之 FEPs。	
說明	無	

編碼： 2.3.10

FEP 名稱	中文	氣象學
	英文	Meteorology
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	有關天氣與氣候特性及其發展之 FEPs。	
說明	氣象學包括降水、溫度、氣壓、風速及風向等特徵。氣象學上的變化性應包括極端事件例如乾旱、洪泛、暴風雨及溶雪等。	

編碼： 2.3.11

FEP 名稱	中文	近地表水文體系及水平衡
	英文	Hydrological regime and water balance (near-surface)
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	集水區尺度之近地表水文和土壤水的平衡及其發展相關之 FEPs。	
說明	水文體系係指水流經地表及近地表環境的描述。包含水中所含物質例如沉積物或微粒物質的移動。極端狀況下，例如乾旱、泛濫、暴風及溶雪等亦或許為相關因素。	

		編碼：	2.3.12
FEP 名稱	中文	侵蝕作用與堆積作用	
	英文	Erosion and deposition	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	發生於地表環境的侵蝕和沉積作用及其發展關之 FEPs。		
說明	包括河流及冰川的侵蝕和堆積作用，剝落及風力的侵蝕和堆積等相關作用。這些作用受到例如氣候、植被、地形等因素的影響。		

		編碼：	2.3.13
FEP 名稱	中文	生態/生物/微生物系統	
	英文	Ecological/biological/microbial systems	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	與生物、有機體以及動植物族群及其發展相關之 FEPs。		
說明	生態系統的特性包括植被體系及自然的循環，例如森林火災或山洪皆會影響生態的發展。生存在地表環境的動植物族群是為生態的基本組成。生態系統中的各種作用規範動植物族群的行為與演變。人類的活動對於改變大部分環境的自然生態具有重要的影響。		

		編碼：	2.3.14
FEP 名稱	中文	動物/植物侵入	
	英文	Animal/Plant intrusion	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在動物和植物侵入導致處置窖或處置坑的損壞。		
說明	無		

		編碼：	2.3.15
FEP 名稱	中文	流通道的變質及風化	
	英文	Alteration and weathering along flow paths	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地下水與岩石間的化學反應會導致水流通道附近岩石的水文特性產生變化，這種變化會因核種的特性不同而妨礙或加強核種的傳輸。		
說明	岩石-水的反應會改變近場及遠場的母岩及裂隙的水文地質特性並進而影響放射性核種的傳輸，此外岩石-水的反應可使核種進入礦物的表面或晶格，這些新形成的礦物其吸附性質通常較原有的礦物好。		

		編碼：	2.3.16
FEP 名稱	中文	潮汐	
	英文	Earth tides	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	潮汐現象會使得重力產生微小的變化因而導致地下水流壓力的改變，並可能對於核種在遠場的傳輸產生影響。		
說明	潮汐現象可能加速核種的基質擴散及其在裂隙的傳輸因而影響核種的傳輸及遲滯效應，但對於核種在遠場傳輸產生影響程度目前並不清楚。		

		編碼：	2.3.17
FEP 名稱	中文	腐蝕及風化	
	英文	Erosion and weathering	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	腐蝕及風化是地表岩石剝蝕及地形降解的過程。在瑞典，大部分的腐蝕及風化都與冰川的作用有關，並且會對處置場的安全造成一定程度的影響。此外腐蝕及風化也會影響地下水系統。		
說明	腐蝕及風化對於在深層地質的處置場影響較小。而在地表，會影響地下水的補注排放系統及生物圈的特性。		

		編碼：	2.3.18
FEP 名稱	中文	地表水的化學特性	
	英文	Surface water chemistry	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	地表水包括河流、湖泊及池塘等，這些地表水可能入滲到遠場的地下水中並影響其化學性質。		
說明	地表水會直接影響遠場地下水的化學性質。在一些情況下，化學特性迥異的地表水可能入滲到地下深處並與週遭的地下水混合而改變其化學性質。當這種情況發生時，地表水的化學性質會影響到核種在遠場的傳輸及遲滯機制。		

		編碼：	2.4
FEP 名稱	中文	人類行為	
	英文	HUMAN BEHAVIOUR	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	個人或群體的習慣和特性，例如計算曝露量的關鍵群體。但不含侵入或對工程或地質障蔽功能造成影響的其他活動。參見 1.4 節。		
說明	「人類行為」(被動的)是國際 FEPs 作用表的次分類，並劃分為個別的 FEPs。		

		編碼：	2.4.01
FEP 名稱	中文	人類的特性(生理學、新陳代謝)	
	英文	Human characteristics (physiology, metabolism)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	個別人類的特性，例如生理學、新陳代謝相關之 FEPs。		
說明	生理學指身體和器官的構成和功能。新陳代謝指發生在有機體或部分有機體中化學與生物化學的反應，其與能量的產生和使用有關。		

		編碼：	2.4.02
FEP 名稱	中文	成人、幼童、嬰兒及其他變因	
	英文	Adults, children, infants and other variations	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	有關人類個體生理、新陳代謝及習慣上變異性考量相關之 FEPs。		
說明	小孩與嬰兒雖然相似於成人，但是還是有特性上的差異，例如新陳代謝、呼吸的速率及習慣(例如土壤攝取)，將導致不同的暴露特性。		

		編碼：	2.4.03
FEP 名稱	中文	飲食及流體吸收	
	英文	Diet and fluid intake	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	個體人類食物與飲水之攝取及攝取之成分與來源的相關 FEPs。		
說明	人類飲食與人類所消耗的食品範圍有關。		

		編碼：	2.4.04
FEP 名稱	中文	習慣(非飲食相關習慣)	
	英文	Habits (non-diet-related behaviour)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	個體人類的非飲食習慣相關 FEPs，包含不同環境下活動追蹤與使用原料所花的時間。		
說明	人類習慣與在不同環境下追蹤不同活動與其他使用材料所花時間有關，農業工作與人類因子如文化、宗教、經濟與科技會影響飲食與習慣，吸煙、犁田、釣魚及游泳都是可能引起暴露於環境污染物的特殊模式行為的例子。		

		編碼：	2.4.05
FEP 名稱	中文	社會特性	
	英文	Community characteristics	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在評估中可能要考慮之目標人類族群之特性、行為與生活模式的相關 FEPs。		
說明	主要的特性可能是族群的大小及食物飲食中自給自足的程度，例如，獵人/聚集描述生存模式是利用遊牧與半遊牧族群漫遊於廣大的土地，獵取野生獵物及/或釣魚，及採收天然水果、莓果、根莖類及堅果以獲得其飲食所需。		

		編碼：	2.4.06
FEP 名稱	中文	食物與飲水之處理與準備	
	英文	Food and water processing and preparation	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在未處理原料與耗損量之間食物與飲水之處理相關 FEPs。		
說明	收成是收割或動物，在人類或家畜食用之前會有處理與準備行為，這些可能改變放射性核種分布及/或產品內容。例如：在貯存、化學作用時間發生放射性衰變，在食物處理時經過清洗與烹煮減低，水源可能在人類或家畜食用前被處理過，例如化學處理及/或過濾。		

		編碼：	2.4.07
FEP 名稱	中文	住所	
	英文	Dwellings	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	人類居住之房屋、其他結構物或避難所之相關 FEPs。		
說明	住所為人類居住的結構物，建築物使用之材料與所在位置可能是決定潛在放射性核種暴露途徑的重大因子。		

		編碼：	2.4.08
FEP 名稱	中文	水在荒地與天然土地之利用	
	英文	Wild and natural land and water use	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	使用天然與半天然土地與水之相關 FEPs，如森林、灌木叢、湖泊。		
說明	特殊食物與資源可能從天然土地及水中獲取，這可能引導出顯著的之暴露模式。		

		編碼：	2.4.09
FEP 名稱	中文	水在農業與農地及之利用(含漁業)	
	英文	Rural and agricultural land and water use (incl. fisheries)	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	長期或短暫使用的農業經營土地或漁業經營土地之相關 FEPs。		
說明	關於農作工作之重要作用，其在土地類型、水利、自然生態皆有影響，其衝擊也會在經由食物鏈或其他暴露途徑攝入而有影響。		

		編碼：	2.4.10
FEP 名稱	中文	水在城市及工業土地之利用	
	英文	Urban and industrial land and water use	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	城市與工業開發土地相關的 FEPs，包含輸送及影響水文與潛在污染物的路徑。		
說明	現代社會的人類集中於城市地區，土地的重要地區可能致力於工業活動。水源可能改道至相當遠的距離以提供城市及/或工業地區所需。		

		編碼：	2.4.11
FEP 名稱	中文	休閒與其他使用的環境	
	英文	Leisure and other uses of environment	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	休閒活動對地表環境之影響及涉及污染物釋出路徑的相關 FEPs。		
說明	土地、水的重要地區，及沿岸地區可能發展休閒活動。例如休閒用水、遠足與登山用的山/荒野地區。		

		編碼：	3
FEP 名稱	中文	放射性核種/污染物因素	
	英文	RADIONUCLIDE/CONTAMINANT FACTORS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置系統領域中的 FEPs 直接影響放射性核種和污染物的釋出與遷移，或直接影響環境介質中特定濃度的放射性毒物與化學毒物對關鍵群體成員所造成之劑量。		
說明	「處置系統領域：放射性核種因素」為國際 FEP 列表中的一個類別，並細分成個別的 FEPs。		

		編碼：	3.1
FEP 名稱	中文	污染物特性	
	英文	CONTAMINANT CHARACTERISTICS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	放射性毒物與化學毒物的特性可能須於封閉後安全評估中被考慮。		
說明	「污染物特性」為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。		

		編碼：	3.1.01
FEP 名稱	中文	放射性衰變與成長	
	英文	Radioactive decay and in-growth	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	放射性是不穩定原子核自然衰變並發射次原子粒子的現象。放射性同位素即為放射性核種，母核種衰變至子核種而使子核種數量增加之現象稱成長(in-growth)。		
說明	封閉後評估模式中，常將放射性衰變鏈簡化。例如，在傳輸計算中忽略短壽命核種，或是在劑量計算中將短壽命核種之貢獻量轉加到其較長壽命母核種的劑量因子中。		

		編碼：	3.1.02
FEP 名稱	中文	化學/有機毒物之穩定性	
	英文	Chemical/organic toxin stability	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	有關化學毒物之化學穩定性的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.1.03
FEP 名稱	中文	無機固體/溶質	
	英文	Inorganic solids/solutes	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	可能要考慮有關無機固體/溶質特性的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.1.04
FEP 名稱	中文	揮發物與潛在的揮發性	
	英文	Volatiles and potential for volatility	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	有關在處置場或環境條件中揮發物或是潛在揮發之放射性毒物與化學毒物特性的 FEPs。		
說明	有些放射性核種可能是氣態元素之同位素(例如 Kr 同位素)或可能形成易揮發之化合物。氣態放射性核種或物質可能因化學或生化反應而產生，例如金屬腐蝕產生氫氣以及有機材料受微生物分解而產生甲烷和二氧化碳。		

		編碼：	3.1.05
FEP 名稱	中文	有機物及潛在之有機型態	
	英文	Organics and potential for organic forms	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	有關在處置場或環境條件中有機物或是有潛力形成有機物之放射性毒物與化學毒物特性的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.1.06
FEP 名稱	中文	惰性氣體	
	英文	Noble gases	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	有關惰性氣體特性的 FEPs。		
說明	氦及 thoron 是特殊例子，見 FEP 3.3.08。		

		編碼：	3.1.07
FEP 名稱	中文	瀝青基質的降解	
	英文	Degradation of the bitumen matrix	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	瀝青通常是用來固化特定的廢棄物。瀝青會藉由物理或化學程序降解並產生膠體或有機物，進而影響核種在近場的傳輸。		
說明	瀝青的降解通常發生在厭氧及高 PH 質的環境，腐蝕的速率會受到地下水再飽和的速率、孔隙水的化學性質、微生物的含量、輻射場及溫度的影響。瀝青的降解會影響廢棄物體中地下水的流動、核種從廢棄物體的傳輸、孔隙水的化學性質、氣體的產生及膠體的數量，此外還會產生有機錯合物使得核種的溶解度增加。但這些效應產生的影響比起廢棄物體中纖維素的降解小的多。		

		編碼：	3.1.08
FEP 名稱	中文	無機廢棄物的降解	
	英文	Degradation of the inorganic waste	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	在 SFR 處置場中包含各種形式的廢棄物(兼具有機物質及無機物質)。有機廢棄物會藉由物理、化學及微生物的程序降解，這些降解會產生大量的氣體及有機物質並影響核種的溶解度，因而對近場核種的外釋及傳輸造成影響。		
說明	雖然無機廢棄物的降解會直接對核種的外釋及傳輸造成影響，但其影響非常小。此外，因無機廢棄物降解產生的氣體及膠體因數量很少，也可被忽略。		

		編碼：	3.1.09
FEP 名稱	中文	有機廢棄物的降解	
	英文	Degradation of the organic waste	
分類	■源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	在 SFR 處置場中包含各種形式的廢棄物(兼具有機物質及無機物質)。有機廢棄物會藉由物理、化學及微生物的程序降解，並產生大量的氣體及影響核種的溶解度，進而影響核種在近場的外釋及傳輸。		
說明	藉由有機廢棄物物理及化學講解所產生的有機錯合物會影響核種的溶解度。此外由生物分解所產生的氣體會影響核種的傳輸，當 3H 或 14C 與氣體結合時會迅速的外釋到生物圈。		

		編碼：	3.2
FEP 名稱	中文	污染物釋出/遷移因素	
	英文	CONTAMINANT RELEASE/MIGRATION FACTORS	
分類	□源項 S □工程障壁 E □近場 N □遠場 F □生物圈 B		
定義	在處置系統區域中直接影響放射性核種釋出及/或遷移之作用。		
說明	「釋出/遷移因素」為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEP s。		

		編碼：	3.2.01
FEP 名稱	中文	污染物之溶解、沉澱與結晶	
	英文	Dissolution, precipitation and crystallisation, contaminant	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F □生物圈 B		
定義	有關在處置場或環境條件中放射性毒物與化學毒物溶解、沉澱與結晶的 FEPs。		
說明	溶解是由固體成份分解至溶液的過程。沉澱及結晶是由液體轉變成固體之過程，沉澱係溶液中的化學物質發生反應形成固體。結晶係單一元素、分子或礦物在液體或溶液的冷卻過程間所產生的單純晶體。		

		編碼：	3.2.02
FEP 名稱	中文	污染物之物種分析與溶解度	
	英文	Speciation and solubility, contaminant	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F □生物圈 B		
定義	有關在處置場或環境中之化學物種分析及放射性毒物與化學毒物溶解度之 FEPs。		
說明	溶解度為物質在水溶液中容易分解的程度。影響溶解度之因素包括溫度、壓力，以及酸鹼度與氧化還原條件等，這些因素影響化學型態及物質的物種組成。因此同一元素的不同物種在在特定溶液中可能會有不同的溶解度。孔隙水與地下水之物種組成與溶解度是影響放射性核種行為與遷移非常重要的要素。		

		編碼：	3.2.03
FEP 名稱	中文	污染物之吸附/脫附作用	
	英文	Sorption/desorption processes, contaminant	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F ■生物圈 B		
定義	處置場或環境中放射性毒物與化學毒物吸附/脫附作用相關的 FEPs。		
說明	吸附現象是被溶解物質與一固相物質間產生的物理-化學交互作用，脫附現象則為相反作用，吸附現象在判斷地下水中放射性核種遷移是非常重要的，吸附現象常常用簡單的分配係數(Kd)來描述，此常數為放射性核種在固相與液相之濃度比。分配係數是假定吸附現象可逆且迅速達到平衡，且不受流動路徑上水之化學性質或礦物變化、固液比或是其他物種濃度的影響。更精確的方法需要利用吸附等溫線。		

		編碼：	3.2.04
FEP 名稱	中文	膠體與污染物之交互作用及傳輸	
	英文	Colloids, contaminant interactions and transport with	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F □生物圈 B		
定義	處置場或環境條件中，膠體的傳輸及放射性毒物與化學毒物和膠體交互作用相關的 FEPs。		
說明	膠體為奈米至微米尺寸範圍之顆粒，其可在液態中保持穩定懸浮狀態，亞穩定固相(Metastable solid phases)之熱動力性質是不穩定的，但由於他們轉換至安定產物的動力非常緩慢而存在。膠體會出現在地下水中，也可能在廢棄物或工程障壁材料衰變時產生。膠體以不同方式影響放射性核種的傳輸：因液態核種的吸附作用及隨後的過濾行為而減緩傳輸速度，或是吸附與傳輸時伴隨的地下水而增加傳輸速度。		

		編碼：	3.2.05
FEP 名稱	中文	化學/複合物影響污染物種形成/傳輸	
	英文	Chemical/complexing agents, effects on contaminant speciation/transport	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F □生物圈 B		
定義	處置場與環境條件中，由於化學藥劑與複合物之結合而使得放射性毒物與化學毒物之物種形成與傳輸改變相關的 FEPs。		
說明	此 FEPs 意指在處置系統內存在之任何化學藥劑及其對從處置設施所釋放、遷移出之核種所造成的影響。化學藥劑可能存在於廢棄物本體、處置系統材質或經由誘發效應產生。譬如：在處置設施建造與操作時所產生的液體外洩、廢油、流體以及有機溶劑等。化學藥劑可能使用在建造與運轉時，例如用於鑽孔液體中，以及灌漿或水泥中的添加劑等。		

		編碼：	3.2.06
FEP 名稱	中文	污染物之微生物/生物/植物媒介過程	
	英文	Microbial/biological/plant-mediated processes, contaminant	
分類	□源項 S □工程障壁 E □近場 N ■遠場 F ■生物圈 B		
定義	因微生物/生物/植物活動而使物種或物相改變相關的 FEPs。		
說明	微生物活動可能會促進不同種類的化學轉換。		

		編碼：	3.2.07
FEP 名稱	中文	污染物之水介質傳輸	
	英文	Water-mediated transport of contaminants	
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F ■生物圈 B		
定義	地下水與地表水中液相以及地表水體沉積物中，放射性毒物與化學毒物傳輸相關的 FEPs。		
說明	核種之水介質傳輸包含所有導致水中放射性核種傳輸的作用。放射性核種在水中的傳輸方式，可以是水溶液(包含氣體溶解物)，或與膠體結合(見 FEP 3.2.04)或是在水流條件允許之下，隨大顆粒/沉積物進行傳輸。		

		編碼：	3.2.08
FEP 名稱	中文	污染物之固體介質傳輸	
	英文	Solid-mediated transport of contaminants	
分類	□源項 S □工程障壁 E □近場 N ■遠場 F ■生物圈 B		
定義	固相下放射性毒物與化學毒物傳輸相關的 FEPs，例如：沉積物、山崩、土石流及火山活動的大規模運動。		
說明			

		編碼：	3.2.09
FEP 名稱	中文	污染物之氣體介質傳輸	
	英文	Gas-mediated transport of contaminants	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	放射性毒物與化學毒物以氣體或揮發相或在氣體/揮發相中以懸浮微粒傳輸相關的 FEPs。		
說明	放射性氣體可能因廢棄物而產生，例如：C-14 標示之二氧化碳或甲烷。放射性浮質微粒或顆粒可能與非放射性氣體一起傳輸，或因氣體排擠使受污染的地下水移動。		

		編碼：	3.2.10
FEP 名稱	中文	污染物之大氣傳輸	
	英文	Atmospheric transport of contaminants	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	空氣中如氣體、揮發物、微粒或懸浮物的放射性毒物和化學毒物類傳輸相關的 FEPs。		
說明	放射性核種可能因各種作用(含蒸發散、放射性塵土和微粒或懸浮物的懸浮)而從地表環境進入大氣中。大氣系統可稀釋這些放射性核種，亦為造成曝露之途徑，例如：吸入、浸入。		

		編碼：	3.2.11
FEP 名稱	中文	污染物之動物、植物和微生物介質傳輸	
	英文	Animal, plant and microbe mediated transport of contaminants	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	動物、植物及微生物活動而影響放射性毒物及化學毒物傳輸相關的 FEPs。		
說明	包含掘穴動物、深根類植物及受污染微生物的活動等。		

		編碼：	3.2.12
FEP 名稱	中文	污染物之人類活動介質傳輸	
	英文	Human-action-mediated transport of contaminants	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	人類活動而影響放射性毒物和化學毒物傳輸相關的 FEPs。		
說明	污染物之人類活動介質傳輸包含處置場鑽探或開挖過程，從湖、河及河口所挖出的受污染沉積物並將其置於地面，擋土工程及水壩建造可能導致從生物圈某個區域之固體材料明顯移動至另一區域。各年的耕種亦導致上層農耕土壤之混合。		

		編碼：	3.2.13
FEP 名稱	中文	食物鏈中污染物之攝入	
	英文	Foodchains, uptake of contaminants in	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	放射性毒物與化學毒物進入植物或動物後，再經由食物鏈而影響人類相關的 FEPs。		
說明	植物可能直接由於放射性核種儲存於他們的地表上或者間接由於從污染土壤或水流經過污染源而攝取以致變成受污染(植)物。動物可能由於攝取受污染的植物或直接由於吸收受污染土壤、沉積物及水源，或經由吸入受污染微粒、懸浮物或氣體，以致變成受放射性污染(動)物。		

		編碼：	3.2.14
FEP 名稱	中文	陰離子相斥	
	英文	Anion Exclusion	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	通常在級配良好的的材料中，如含泥量高的緩衝材料，陰離子相斥是一個有效的遲滯現象。		
說明	如果陰離子相斥的現象發生在低滲透率且含泥量豐富的材質中（如緩衝材料、或岩石），則可能造成帶負電核種傳輸的遲滯現象及近場孔隙中及地下水中的傳輸元素化學性質改變。近場孔隙及地下水化學性質的改變對近場工程障壁系統的腐蝕及降解會造成衝擊。假如陰離子相斥發生在微小裂隙中充滿泥土的的結晶岩中，這會限制的陰離子的基質擴散現象，降低其擴散度及有效孔隙率，在這種情況下必須考慮陰離子相斥的現象。		

		編碼：	3.2.15
FEP 名稱	中文	母岩中的膠體行為	
	英文	Colloid behavior in the host rock	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	膠體可能是由於近場及遠場中母岩的物理、化學或生物作用所產生，並且可以隨著地下水的流動而傳輸。核種可以藉由吸附在膠體上而增加傳輸的速率。		
說明	膠體的吸附現象能增加核種的在水中溶解的量，並改變吸附在膠體上核種的傳輸行為。核種若吸附在移動的膠體上則其傳輸的速率較原來快，而吸附在不移動的膠體則因此無法移動。		

		編碼：	3.2.16
FEP 名稱	中文	擴散	
	英文	Diffusion	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	擴散是由於元素間化學梯度（通常是濃度梯度）所引起的現象。在處置場中，當平流的傳輸受限或無法進行，溶質的擴散現象對於緩衝材料、回填材料及母岩則非常重要。		
說明	在近場中由於孔隙水的化學性質在緩衝及回填材料中造成的擴散現象會影響工程障壁系統的腐蝕及降解。此外，在膨潤土的擴散行為也會影響在遠場中的核種釋出率及遠場的地下水化學性質（核種的含量）。在低滲透性母岩中的傳輸行為會影響遠場的傳輸並對遠場的化學性質及核種的外釋率造成衝擊。		

		編碼：	3.2.17
FEP 名稱	中文	放射性核種的延散	
	英文	Radionuclide dispersion	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	延散是指污染團向外移動的綜合機制。		
說明	延散對於處置場的各部份均可能造成影響，特別是在遠場中，導致污染團沿著平流（advection）的方向擴散，並影響地下水的化學性質（核種的分布、濃度及梯度）及核種外釋到生物圈的速率。		

		編碼：	3.2.18
FEP 名稱	中文	核種在遠場的分布及外釋	
	英文	Distribution and release of radionuclides from the far-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	來自近場的核種會在遠場的岩石中傳輸並且部分傳輸至地表。遠場的核種分布及傳輸到生物圈的機制均由近場及遠場各種傳輸及遲滯機制所控制。		
說明	遠場中核種的分布及外釋會影響核種傳輸到到生物圈及地表的分布及數量。		

編碼： 3.2.19

FEP 名稱	中文	電化學效應
	英文	Electrochemical effects
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	<p>電化學效應通常發生在廢棄物包件或在飽和岩層中兩個相近金屬的效應，這種效應會影響金屬的腐蝕、溶解及核種的傳輸。</p>	
說明	<p>區域性的電化學效應會加速工程障壁中金屬材料的腐蝕。大區域的電場（如地球電場）會藉由電滲及電泳而影響核種的傳輸。但這種效應對處置場安全的影響非常輕微。</p>	

編碼： 3.2.20

FEP 名稱	中文	遠場氣體的流動
	英文	Gas flow in the far-field
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	<p>在遠場中會有氣體存在，這些氣體會溶在地下水中或以不連續的泡泡形式存在並藉由浮力的作用隨著地下水傳輸。這些水泡可能夾帶放射性核種傳輸並且會改變地下水的行為。</p>	
說明	<p>在遠場中形成的氣體對於核種的傳輸影響很大，核種藉由與氣體的作用或是附著在氣體上會增快其傳輸的速度。氣泡也會改變地下水流的方向或是加速地下水的流動。</p>	

編碼： 3.2.21

FEP 名稱	中文	遠場氣體的產生
	英文	Gas generation in the far field
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B	
定義	<p>在遠場中孔隙水的輻射分解及微生物的降解均會造成氣體的產生，這些氣體對於遠場核種的傳輸及遲滯效應影響較小。在處置場形成並傳輸到遠場的氣體對於核種的傳輸及遲滯效應影響較大。</p>	
說明	<p>遠場氣體的產生會影響地下水的化學性質及傳輸，當然這些氣體對於處置場造成的影響遠較在處置場形成的氣體小的多。</p>	

		編碼：	3.2.22
FEP 名稱	中文	近場岩石的氣體產生	
	英文	Gas generation in the near-field rock	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在近場岩石中，金屬的腐蝕、孔隙水的輻射分解及有機質的微生物分解均會產生氣體。此外在處置場封閉後一段時間也會有氣體存在岩石中，但這些氣體對於核種的傳輸及遲滯影響遠較在處置場形成的氣體來的小。		
說明	近場岩石的氣體產生會影響地下水的化學性質及其在遠場及工程障壁介面間的傳輸。但這些氣體對於處置系統造成的衝擊遠較由廢棄物包件產生的氣體小的多。在處置場封閉後由岩石裂隙或孔隙釋出的氣體會影響近場的化學性質（特別是氧化還原狀態）及地下水再飽和的速率。		

		編碼：	3.2.23
FEP 名稱	中文	基質擴散	
	英文	Matrix diffusion	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	基質擴散是指核種由裂隙傳輸進入到一個不流動的系統（具有微小的裂隙或孔隙）。不論是吸附性或是非吸附性的污染物，基質擴散均能提供一個有效的遲滯機制。		
說明	基質擴散對於核種的傳輸及遲滯有很大的影響。當岩石的表面積增加時，吸附效應會因基質擴散而增加。在評估核種傳輸時可忽略基質擴散的現象。		

		編碼：	3.2.24
FEP 名稱	中文	核種的沉澱及溶解	
	英文	Radionuclide precipitation and dissolution	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	溶解於水中的核種在傳輸到近場或遠場時可能因為化學狀態或溫度改變而產生沉澱，這些沉澱的核種可能因區域物理或化學狀態再一次改變而再次溶解。因此在探討核種傳輸時必須考慮核種溶解或沉澱的行為。		
說明	核種的溶解或沉澱會影響核種由廢棄物體傳輸到近場或遠場的行為，此外還可能影響地下水的化學性質（沉澱的核種所產生的放射性會造成地下水的射解）及天然或工程障壁系統的材質。		

編碼： 3.2.25

FEP 名稱	中文	射解
	英文	Radiolysis
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F □生物圈 B	
定義	因不穩定核種衰變所產生的輻射會導致地下水及含水的物質產生輻射分解。這些因射解產生的氧化物或氫氣會影響近場的氧化還原狀態並改變核種的溶解度。	
說明	射解會影響近場的氧化還原狀態，特別當足夠的二價鐵存在時會與射解所產生的氧化物反應，使得近場成為一個氧化環境並增加核種的溶解度。射解所產生的氫氣也會影響處置場的行為，其他氣體產生的機制，如工程障壁中鐵的厭氧腐蝕也會影響處置場的行為。	

編碼： 3.2.26

FEP 名稱	中文	核種再濃縮
	英文	Radionuclide reconcentration
分類	□源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F ■生物圈 B	
定義	在近場、遠場或生物圈的交介面可能因為物理或化學的反應而產生核種再濃縮現象，例如在氧化還原的介面產生沉澱。這些再濃縮的核種可能因為環境的改變而瞬間釋放到地表。	
說明	核種的再濃縮及隨之而來的瞬間外釋可能會影響地下水的化學性質及核種釋放到地表的外釋率。	

編碼： 3.2.27

FEP 名稱	中文	核種的吸附
	英文	Radionuclide sorption
分類	■源項 S ■工程障壁 E ■近場 N ■遠場 F ■生物圈 B	
定義	吸附是指粒子附著或攝入材料中。核種的吸附可能發生在工程障壁系統、工程障壁降解後的產物及近場或遠場礦物的表面。吸附可能會對核種的遷移產生遲滯效應。	
說明	核種在工程障壁系統、工程障壁降解後的產物及近場或遠場礦物的表面所產生的吸附會對核種的遷移產生遲滯效應。這是對於處置場安全的一個重要的因素。收附會影響核種在近場及遠場的分布以及核種在地下水中的濃度。	

		編碼：	3.2.28
FEP 名稱	中文	快速的傳輸途徑	
	英文	Fast transport pathways	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input checked="" type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	核種的快速傳輸途徑可能發生在天然的大裂隙中或封閉不良的豎井及坑道中。這種快速的傳輸途徑可能造成核種迅速且大量的傳輸到地表。		
說明	遠場的快速傳輸途徑可能形成核種傳輸的捷徑，使其略過大區域的遠場岩石而迅速且大量的傳輸到地表。		

		編碼：	3.2.29
FEP 名稱	中文	廢棄物包件中膠體的產生	
	英文	Colloid generation in the waste package	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	膠體是一種懸浮或散佈在水中的微小粒子，通常粒徑介於 1nm 到 1mm 之間。膠體可藉由物理、化學或生物程序而在廢棄物包件中形成。放射性核種會因吸附在膠體上而改變其傳輸行為。		
說明	膠體會增加核種的溶解度，核種藉由吸附在膠體上可以增加其表面溶解度並改變核種的傳輸行為（附著在膠體上的核種其傳輸行為將由膠體而定）。在廢棄物包件中產生的膠體可能會加速近場核種的傳輸，但其所造成的影響不若在處置場中由於有機物質降解而產生之有機錯合物來的大。		

		編碼：	3.2.30
FEP 名稱	中文	在儲存窖的外殼及泥漿中膠體的產生及傳輸	
	英文	Colloid generation and transport in the shell and grout	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在儲存窖的外殼及泥漿中可能藉由物理、化學或微生物分解的過程產生膠體，這些膠體可能影響核種在近場的傳輸。		
說明	在儲存窖的外殼及泥漿中產生的膠體可能加速核種在近場的傳輸，然而這些膠體大部分都會被儲存窖外殼及母岩間的膨潤土所阻隔，且其在安全評估的重要性遠不如在處置場中形成之有機錯合物大。		

		編碼：	3.2.31
FEP 名稱	中文	近場的擴散	
	英文	Diffusion in the near-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	近場的擴散可能發生在含水的裂隙及孔隙以及儲存窖週遭的膨潤土中，擴散對於近場孔隙水的化學性質及核種的外釋率非常重要。		
說明	核種的外釋及傳輸會影響 SFR 處置場的安全。核種的擴散會影響孔隙水的化學組成及儲存窖外核種的吸附-脫附、沉澱-溶解反應。		

		編碼：	3.2.32
FEP 名稱	中文	膠體在近場的過濾	
	英文	Colloid filtration in the near-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	在儲存窖形成的膠體會被在儲存窖周圍的膨潤土過濾，這會使得釋放到近場的核種減少。		
說明	儲存窖周圍的膨潤土的過濾會使得釋放到近場的核種減少。這會影響儲存窖內外地下水的成分，但對於核種的外釋比起其他因素影響較小，因此在 SFR 的功能評估中不予考慮。		

		編碼：	3.2.33
FEP 名稱	中文	處置場中氣體的產生	
	英文	Gas generation in the repository	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場中氣體主要透過三種方式產生:金屬的腐蝕、射解及微生物活動，這些氣體會對核種的傳輸及外釋造成影響。		
說明	處置場中氣體的產生會直接影響核種的傳輸及外釋，而氣體所產生的壓力會對工程障壁系統及近場岩石造成物理破壞。3H 及 14C 會以氣相的形態直接由廢棄物體外釋。		

		編碼：	3.2.34
FEP 名稱	中文	近場中氣體的流傳	
	英文	Gas flow in the near-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	近場中氣體主要透過三種方式產生:金屬的腐蝕、射解及微生物活動，這些氣體在近場中可自由移動並會影響核種的傳輸及工程障壁系統的結構。		
說明	處置場中產生的自由氣體會因為氣體所產生的壓力而對工程障壁系統的結構造成物理破壞。自由氣體會將受污染的地下水從岩石裂隙或處置場的開挖帶趕出並對地下水的流傳造成擾動，此外，對於核種的外釋及傳輸也有很大的影響。		

		編碼：	3.2.35
FEP 名稱	中文	近場的輻射效應	
	英文	Radiation effects in the near-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	近場的輻射效應可能加速材料的降解及溶解，但由於 SFR 處置場的輻射強度較低，因此對於處置場的安全影響較小，唯一需要考慮的是由於輻射所造成的地下水及有機物質的射解。		
說明	近場的輻射效應可能加速材料的降解及溶解，但由於 SFR 處置場的輻射強度較低，因此對於處置場的安全影響較小。唯一值得考慮的是由於射解所產生的氣體及腐蝕性物質（如亞硝酸及氨基酸）可能會加速水泥的降解。		

		編碼：	3.2.36
FEP 名稱	中文	核種從廢棄物體的外釋	
	英文	Radionuclide release from the waste	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	核種會藉由溶解、伴隨著膠體或氣體釋出。釋出核種的特性與數量與孔隙水的化學性質及廢棄物體的降解速率有關。核種從廢棄物體的外釋對處置場的安全有重大的影響。		
說明	核種從廢棄物體的外釋與核種的存量，近場孔隙水的化學特性及核種的傳輸速率有關。核種從廢棄物體的外釋對處置場的安全有重大的影響。		

		編碼：	3.2.37
FEP 名稱	中文	核種從廢棄物包件的外釋	
	英文	Radionuclide release from the waste package	
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	由於廢棄物包件本身並沒有阻絕核種的設計，因此在處置場封閉後核種將由廢棄物體迅速的釋出。		
說明	核種從廢棄物包件的外釋會影響孔隙水的化學性質。由於廢棄物包件本身並沒有阻絕核種的設計，因此廢棄物包件本身在安全評估中並不被考慮。		

		編碼：	3.2.38
FEP 名稱	中文	從儲存窖的外釋及傳輸	
	英文	Transport and release from the silo	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input checked="" type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	核種會藉由地下水或氣體傳輸到儲存窖外，但由於儲存窖周圍膨潤土較緊密，核種僅能藉由擴散在此層中傳輸。由於儲存窖的核種活度較高，因此其外釋及傳輸行為對於處置場的安全有很大的影響。		
說明	核種從儲存窖的外釋及傳輸對於處置場的安全有很大的影響，核種的外釋率會影響儲存窖內外孔隙水的成分、吸附-脫附反應及溶解-沉澱反應。從儲存窖外釋的氣體會影響其內部的氣體壓力並對整個系統產生機械性影響。		

		編碼：	3.2.39
FEP 名稱	中文	地下水在近場的移動	
	英文	Groundwater movement in the near-field	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input checked="" type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	處置場封閉後地下水的移動因地而異。在儲存窖外，地下水藉由在膨潤土中的擴散而移動；而在岩石的處置窖內，地下水則因岩體的水頭差而在處置窖及近場岩石間自由流動。		
說明	近場地下水的移動會影響溶液、膠體及氣體中核種的傳輸。地下水由近場流出會影響近場孔隙水的化學性質及工程障壁系統的降解。		

		編碼：	3.3
FEP 名稱	中文	暴露因素	
	英文	EXPOSURE FACTORS	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	已知環境介質中特定放射性核種濃度下，直接影響關鍵群體成員劑量相關的作用與條件。		
說明	「暴露因素」為國際 FEP 列表中的一個次類別，並細分成個別的 FEPs。		

		編碼：	3.3.01
FEP 名稱	中文	飲用水、食物及藥品之污染物濃度	
	英文	Drinking water, foodstuffs and drugs, contaminant concentrations in	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	人類飲用水、食物或藥品中存在放射性毒物與化學毒物相關的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.3.02
FEP 名稱	中文	環境介質之污染物濃度	
	英文	Environmental media, contaminant concentrations in	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	除了飲用水、食物或藥品外，環境介質中的放射性毒物與化學毒物相關的 FEPs。		
說明	環境介質中之類似種類或類似潛在毒物種類與污染物濃度的比較計算，可以較少依賴於對人類行為的假設，而為評估提供替代或額外的準則。		

		編碼：	3.3.03
FEP 名稱	中文	非食品之污染物濃度	
	英文	Non-food products, contaminant concentrations in	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	存在於特別用途的人造材料或環境物質(如衣物，建材、煤炭等)中放射性毒物與化學毒物相關的 FEPs。		
說明	污染物可能集中於非食品中影響曝露的人類，例如：建築物材料、天然纖維或皮衣，及使用煤炭做燃料。		

		編碼：	3.3.04
FEP 名稱	中文	曝露方式	
	英文	Exposure modes	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	人體(或其他器官)曝露於放射性毒物與化學毒物相關的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.3.06
FEP 名稱	中文	輻射物的毒性/效應	
	英文	Radiological toxicity/effects	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	輻射對人類或器官效應相關的 FEPs。		
說明	輻射效應分為：細胞體(存在於曝露的個體)、基因(存在於曝露個體的後代)、隨機(影響的機率為劑量接收的函數)、非隨機(影響的嚴重性為劑量接收函數且在某限值下不顯示其效應)。		

		編碼：	3.3.07
FEP 名稱	中文	非輻射物之毒性/影響	
	英文	Non-radiological toxicity/effects	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	化學毒物類對人體或器官效應相關的 FEPs。		
說明	無		

		編碼：	3.3.08
FEP 名稱	中文	氡及其子核種暴露	
	英文	Radon and radon daughter exposure	
分類	<input type="checkbox"/> 源項 S <input type="checkbox"/> 工程障壁 E <input type="checkbox"/> 近場 N <input type="checkbox"/> 遠場 F <input checked="" type="checkbox"/> 生物圈 B		
定義	曝露於氡及其子核種相關的 FEPs。		
說明	<p>氡及其子核種因其行為及暴露方式不同於其他放射性核種，因此需分別考量其暴露情形。氡(Rn-222)為鐳(Ra-226)的直接子核種，屬惰性氣體，半衰期約為四天，後經由一系列非常短壽(半衰期約 27 分鐘或更少)的放射性核種(氡的子核種)衰變，轉變為半衰期 21 年的鉛同為素(Pb-210)。最主要的曝露方式是藉著吸入可能存放於處置系統中附著於灰塵顆粒上氡的子核種。</p>		