

出國報告審核表

出國報告名稱：高放射性廢棄物地下實驗室觀摩與討論會議

出國人姓名 (2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
李宗倫	高放處置組組長	台灣電力公司核能後端營運處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	

出國期間：106年5月28日至106年6月6日 報告繳交日期：106年7月12日

出國人員 自我審核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.內容充實完備.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5.建議具參考價值
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正,原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他 _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式:

報告人

單位

主管處

總經理

說明:

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容,出國報告審核完畢本表請自行保存。
 二、審核作業應儘速完成,以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

106.7.12 李宗倫

106.7.12 邱玲蘭

106.7.17 張學植

106.7.12 張學植

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：高放射性廢棄物地下實驗室觀摩與討論會議

頁數 57 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/李彥宏/02-2365-7210#2241

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李宗倫/台灣電力公司/核能後端營運處/高放處置組組長/02-2365-7210#2207

李彥宏/台灣電力公司/核能後端營運處/地質調查專員/02-2365-7210#2241

邱琮翔/台灣電力公司/核能後端營運處/地質調查專員/02-2365-7210#2236

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：106.5.28~106.6.6

出國地區：日本、韓國

報告日期：106.7.12

分類號/目

關鍵詞：放射性廢棄物、最終處置計畫、用過核子燃料

內容摘要：

日本原子力發電環境整備機構(NUMO)與美國核子威脅倡議組織(NTI)共同於106年5月29日至6月1日在日本東京召開「用過核子燃料策略發展研討會」，於會中針對「深地層研究」、「研究發展國際化」、「選址與大眾信任」及「知識延續與世代變遷」等4大議題進行討論，其於參與單位包含美國桑迪亞國家實驗室(SNL)、日本原子研究開發機構(JAEA)、日本原子力委員會(JAEC)、韓國原

子能研究所(KAERI)、韓國放射性廢棄物管理局(KORAD)、國際原子能總署(IAEA)、經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)及中國原子能研究院。

出席該會議，獲得各國於前項議題之最新進展與技術規劃，同時本公司也於該會議簡報我國用過核子燃料最終處置計畫規劃與成果，向參與單位展示我國目前之狀況與技術能力，作為未來深入交流與合作之基石。

此外，安排參訪日本瑞浪深地層地下實驗室、核燃料循環工學實驗室及韓國地下研究坑道，藉由實際觀摩日本、韓國於現地實驗室進行之研究項目，瞭解哪些影響處置場功能之因子是他們所重視，可予以借鏡，將有助於未來我國處置計畫之技術發展規劃。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

出國報告(出國類別：開會)

高放射性廢棄物地下實驗室觀摩與 討論會議

服務機關：台灣電力公司

核能後端營運處

姓名職稱：李宗倫 高放處置組組長

李彥宏 地質調查專員

邱琮翔 地質調查專員

派赴國家：日本、韓國

出國期間：106年5月28日~106年6月6日

報告日期：106年7月12日

摘要

日本原子力發電環境整備機構(NUMO)與美國核子威脅倡議組織(NTI)共同於 106 年 5 月 29 日至 6 月 1 日在日本東京召開「用過核子燃料策略發展研討會」，於會中針對「深地層研究」、「研究發展國際化」、「選址與大眾信任」及「知識延續與世代變遷」等 4 大議題進行討論，參與單位包含美國桑迪亞國家實驗室(SNL)、日本原子研究開發機構(JAEA)、日本原子力委員會(JAEC)、韓國原子能研究所(KAERI)、韓國放射性廢棄物管理局(KORAD)、國際原子能總署(IAEA)、經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)及中國原子能研究院。

出席該會議，獲得各國於前項議題之最新進展與技術規劃，同時本公司也於該會議簡報我國用過核子燃料最終處置計畫規劃與成果，向參與單位展示我國目前之狀況與技術能力，作為未來深入交流與合作之基石。

此外，安排參訪日本瑞浪深地層地下實驗室、核燃料循環工學實驗室及韓國地下研究坑道，藉由實際觀摩日本、韓國於現地實驗室進行之研究項目，瞭解哪些影響處置場功能之因子是他們所重視，可予以借鏡，將有助於未來我國處置計畫之技術發展規劃。

目錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
圖目錄.....	iii
目的.....	1
壹、 過程	2
貳、 工作內容	3
一、 用過核子燃料策略發展研討會	3
(一) 深地層研究.....	4
(二) 研究發展國際化.....	13
(三) 選址與大眾信任.....	16
(四) 知識延續與世代變遷.....	20
二、 現地實驗設施參訪	23
(一) 日本瑞浪深地層地下實驗室.....	23
(二) 日本核燃料循環工學實驗室.....	33
(三) 韓國地下研究坑道.....	35
參、 心得	41
肆、 建議	43

圖目錄

圖 1 會議地點與參訪設施位置.....	2
圖 2 日本國內高放射性廢棄物處置相關研究設施位置.....	9
圖 3 中國高放射性廢棄物預測產量.....	9
圖 4 韓國選址程序.....	10
圖 5 韓國地下實驗室規劃時程.....	10
圖 6 韓國 AKRS-16 報告章節架構.....	11
圖 7 韓國 A-KRS 處置概念.....	11
圖 8 深井處置概念.....	12
圖 9 全球地下研究設施位置.....	12
圖 10 軟體開發流程.....	15
圖 11 日本選址程序.....	18
圖 12 日本地區發展計畫.....	18
圖 13 日本新的選址程序.....	19
圖 14 韓國放射性廢棄物管理組織.....	19
圖 15 日本知識管理系統結構.....	21
圖 16 日本 JAEA 知識庫.....	21
圖 17 資料整理案例.....	22
圖 18 會議團體照.....	22
圖 19 瑞浪深地層地下實驗室前合影.....	26
圖 20 瑞浪深地層地下實驗室 3 階段計畫.....	26
圖 21 第 1 期計畫調查作業流程.....	27
圖 22 全斷面下鑿開挖工法流程.....	27
圖 23 瑞浪深地層地下實驗室配置及坑道開挖設計.....	28
圖 24 瑞浪深地層地下實驗室之地質分佈概況.....	28
圖 25 地表汙水處理設施流程圖.....	29
圖 26 坑道止水對策研究.....	29
圖 27 坑道周邊之水力侵蝕之風險示意圖.....	30
圖 28 坑道止水設計研究.....	30
圖 29 坑道封塞試驗.....	31
圖 30 坑道地下水再飽和現象研究流程.....	31
圖 31 地下實驗室地震加速度觀測.....	32
圖 32 井下震波衰減趨勢.....	32
圖 33 日本核燃料循環工學實驗室設施分佈.....	34
圖 34 韓國 KURT 坑道示意圖.....	37
圖 35 坑道入口合影.....	37

圖 36	水文地質研究用深井及配置.....	38
圖 37	試驗坑道之裂隙分佈及填充物.....	38
圖 38	單孔熱試驗.....	39
圖 39	應變分析及構造學研究.....	39
圖 40	現地試驗 In-DEBS 及感測器配置模型.....	40
圖 41	縮尺試驗即時監測畫面.....	40

目的

「用過核子燃料策略發展研討會」係針對「深地層研究」、「研究發展國際化」、「選址與大眾信任」及「知識延續與世代變遷」等 4 大議題進行討論，讓出席單位說明各自之進展與規劃，探討國際間合作之可能性。

另，本公司於該會議簡報說明我國用過核子燃料最終處置計畫規劃與成果，向參與單位展示我國目前現況與技術能力，以作為未來深入交流與技術合作之基礎。

同時參訪日本與韓國現地實驗設施，可作為我國未來技術規劃之參考，亦可瞭解其技術能力，探討國內研究團隊參與之可能性，可作為未來技術引進及人才培育之管道。

參加本次研討會不僅能瞭解目前國際上最新的研究成果，亦可讓國際瞭解我國現況，有助於國內用過核子燃料最終處置計畫之推動；同時能與各國高放射性廢棄物處置專家認識，有助未來與國際間的交流。

壹、過程

於 106 年 5 月 28 日出發，迄 6 月 6 日返國(共計 10 天)，參加於原子力發電環境整備機構(NUMO)總部召開之「用過核子燃料策略發展研討會」，並參訪日本瑞浪深地層地下實驗室(Mizunami Underground Research Laboratory)、核燃料循環工學實驗室(Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories)及韓國地下研究坑道(KAERI Underground Research Tunnel)，其相對位置詳圖 1。詳細訪問行程如下：

出訪行程及工作內容		
日期	地點與行程	工作內容
5 月 28 日(日)	臺北到日本東京	往程
5 月 29 日(一)	日本東京	參加技術研討會
5 月 30 日(二)	日本東京	參加技術研討會
5 月 31 日(三)	日本東京	參加技術研討會
6 月 1 日(四)	日本瑞浪	參訪日本瑞浪深地層地下實驗室
6 月 2 日(五)	日本東海	參訪核燃料循環工學實驗室
6 月 3 日(六)	日本東京	資料整理
6 月 4 日(日)	日本東京到韓國大田	路程
6 月 5 日(一)	韓國大田	參訪韓國地下研究坑道
6 月 6 日(二)	韓國到臺北	返程



圖 1 會議地點與參訪設施位置

貳、工作內容

本次公務出訪主要工作內容為參加技術研討會及觀摩現地實驗設施，同時認識各國專家，進行交流。

一、用過核子燃料策略發展研討會

在會議開始前先由美國 Isaacs 先生說明本次會議目的，本次研討會主要目的有：(1)各國交流最新現況及(2)探討多國合作研究的可行性。接著參與人員進行自我介紹，出席單位包含美國核子威脅倡議組織(Nuclear Threat Initiative, NTI)、美國桑迪亞國家實驗室(Sandia National Laboratories, SNL)、日本原子力發電環境整備機構(Nuclear Waste Management Organization of Japan, NUMO)、日本原子研究開發機構(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)、日本原子力委員會(Japan Atomic Energy Commission, JAEC)、韓國原子能研究所(Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI)、韓國放射性廢棄物管理局(Korea Radioactive Waste Agency, KORAD)、國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)、經濟合作暨發展組織核能署(Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, OECD/NEA)及中國原子能科學研究院，臺灣則是由本公司及工業技術研究院出席參加。

會議議程如附件，共設定了 4 大議題分別為「深地層研究(Underground Research Programs)」、「研究發展國際化(Internationalization of R&D)」、「選址與大眾信任(Siting and Public Trust)」及「知識延續與世代變遷(Continuity of Knowledge and Generational Change)」。各議題重點摘述如下：

(一) 深地層研究

最開始先由 NUMO 的植田副部長說明日本目前現況，雖然日本在福島事件後，重新思考其能源政策，但在 2014 年修正後的「能源策略計畫(Strategic Energy Plan)」中，仍將核能視為重要的電力來源，該計畫修正重點有：(1)維持之前的核燃料循環政策，用過核子燃料須進行再處理；(2)高放射性廢棄物處置場設置不能隨貯存場展延而延遲，且須擁有再取出功能；(3)應積極推動處置場選址作業。截至 2017 年 5 月日本原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)已同意 10 部機組再啟動申請(有 5 部機組已重新運轉)，另尚有 16 份申請還在審查中。

日本截至 2014 年 3 月共貯存了約 16,869 噸的用過核子燃料及 2,035 罐玻璃固化廢棄物，加上未來可能的產量，NUMO 預計建造可容納 40,000 個廢棄物罐的處置場。處置概念與過去相同，其多重障壁包含玻璃固化體本身、外包裝(碳鋼材質，須可維持超過 1,000 年)、緩衝材料(膨潤土與砂混合)及母岩(深度超過 300 公尺)。

在日本與高放射性廢棄物處置有關之研究設施都是由 JAEA 進行管理，包含幌延深地層研究中心(Horonobe Underground Research Center)、東濃地科學中心(Tono Geoscience Center)的瑞浪深地層地下實驗室及核燃料循環工學實驗室，其相對位置如圖 2。

在 1994 年 JAEC 建議建造地下實驗室，並於 1996 及 2001 年，由 JAEA 負責分別設置瑞浪深地層地下實驗室及幌延深地層研究中心，其設置目的為發展處置技術的科學基礎。幌延深地層研究中心的研究活動是由該中心的大澤博士來介紹，整體計畫可分為 3 個階段包含：(1)調查階段(2001-2006)；(2)建造階段(2005-2014)及(3)運轉階段(2011-)，母岩為泥岩，至 2013 年 10 月開挖深度達到地下

350 公尺。

第 1 階段主要成果是整合調查方法並解釋地層、斷層及裂隙的分布。第 2 階段主要成果是發展監測技術、驗證開挖擾動帶評估方法、測試傳統灌漿對地下水流的抑制及檢驗各種材料的適用性。

目前正進行第 3 階段，其 5 年計畫(2015-2019 年)分為 3 大方向進行。(1)近場功能研究(Near-field performance study)，包括全尺寸工程障壁測試、外包裝抗腐蝕實驗及現地物質傳輸研究；(2)處置場設計展示(Demonstration of repository design options)，包括處置坑道防護、品保及極端環境研究；(3)泥岩緩衝能力驗證(Verification of buffering capability of sedimentary rocks against crustal-movement)，包含緩衝能力測試及對工程障壁影響等研究。

瑞浪深地層地下實驗室的研究活動則由東濃地科學中心的笹尾博士來介紹，一樣分為 3 個階段包含(1)調查階段(1996-2004)；(2)建造階段(2004-2013)及(3)運轉階段(2010-)，母岩為花崗岩，開挖深度達到地下 500 公尺，目前已暫停開挖。

第 1 及 2 階段重點與幌延深地層研究中心雷同，第 3 階段也分為 3 個方向進行。(1)發展抑制地下水流量的技術(Development of countermeasure technologies for reducing groundwater inflow)，以研究灌漿技術及材質影響評估研究為主；(2)發展物質傳輸模式(Development of modelling technologies for mass transport)，以現地試驗及評估地質環境長期演化為主；(3)發展回填技術(Development of drift backfilling technologies)，主要研究封閉方法、封閉後環境回復情形及監測技術等。

接著由中國原子能科學研究院的顧博士說明中國的現況及未來規劃，中國用過核子燃料處理方式與日本雷同，經過再處理後再

進行處置，其廢棄物預測產量如圖 3 所示。從 1985 年開始處置技術相關研究，以花崗岩為處置母岩，但仍持續進行粘土處置的相關研究，北山地區已被選為花崗岩的候選場址，目前正於該地建造地下實驗室，預計 2020 年完成。

中國規劃 3 階段研究高放射性廢棄物處置相關技術，第 1 階段為實驗室研究與處置場選址階段(2006-2020)；第 2 階段為深地層測試階段(2021-2040)；第 3 階段為處置場技術展示與建造階段(2041-2050)。

有關韓國地下實驗室研究則由 KORAD 的朴經理介紹，其高放射性廢棄物營運策略有 4 大方向，(1)在同一場址建造特定場址的地下實驗室(site-specific URL)、中期貯存設施(interim storage)及最終處置場(final repository)；(2)進行國際合作，探討多國共同處置場之可行性；(3)技術精進及(4)資訊透明與持續溝通。

預計 2018 年開始高放射性廢棄物處置場之選址工作，12 年完成選址，24 年完成處置場之興建，其選址程序如圖 4 所示，分為(1)排除不合適地區、(2)自願場址、(3)初步調查、(4)當地居民意願調查及(5)細部調查等 5 步驟。其地下實驗室規劃時程如圖 5 所示，將分別興建一般性地下實驗室及特定場址地下實驗室。一般性地下實驗室的場址可能使用既有的坑道、或新場址、或使用國外的地下實驗室，執行期間自 2018 到 2028 年，至於特定場址地下實驗室計畫初步分為 3 個階段包含初步調查階段(2017-2021)、建造階段(2022-2026)及運轉階段(2027-2053)。

各國介紹完各自的地下實驗室研究後，由韓國及本公司說明各自的安全論證(safety case)報告。美國 Tom 博士介紹安全論證一詞是於 1980 年代瑞典提出的，其目的有(1)因處置計畫涉及相當多的

學科，設定一個故事將各領域知識連結在一起，較易讓各專家溝通，同時也較易瞭解；(2)對申照設定準則或標準，避免無止盡地調查及研究。

韓國安全論證的報告名稱為「A Safety Case of the Conceptual Disposal System for Pro-processing High Level Waste Based on the KURT Site (AKRS-16)」，其目標包括(1)驗證韓國處置系統 A-KRS 的可信度及安全性；(2)對國家處置計畫提出研究發展遠景；(3)結合及分析地下研究坑道(KURT)的研究成果；(4)審視過去成果，提出未來必要的研究項目；(5)說明安全評估方法及(6)建議安全論證的準則及結構。

該報告共分 9 章節(詳圖 6)，內容是以 KURT 的研究成果，結合其 A-KRS 處置概念設計(詳圖 7)，進行安全分析。與本公司於會議簡報之我國用過核子燃料最終處置計畫規劃與成果相似。

接著由美國 SNL 及韓國 KAERI 介紹替代的處置方式：深井處置(Deep Borehole)，其概念是將放射性廢棄物隔離在 3-5 公里的深井中(如圖 8)，美國原規劃於 2017-2021 年建造 1 口示範井去驗證技術能力，但目前該計畫因川普政府政策而取消，將於 2017 年 9 月前停止所有相關研究。

最後於 IAEA 介紹其地下研究設施交流網(Underground Research Facilities Network, URF Network)，該交流網成立於 2001 年，成立目的是希望藉由各會員國分享知識、強化溝通、培訓計畫及技術展示等方式，鼓勵世界各地發展安全、可持續且有效的地質處置計畫。目前有 31 個會員國。成立初期(2003-2013)以培訓計畫為主軸，近期(2014-2016)以知識交流為主，每年定期召開年會。

根據其介紹，世界第一座地下研究設施是美國於 1959 年的鹽

窖試驗(Pre Salt Vault)，截至目前為止全球共有 34 座地下研究設施 (17 座已關閉、2 座建造中)，其位置如圖 9 所示。另，該交流網未來將公布 2 本重要報告，分別為(1)發展地質處置計畫的路線圖 (Roadmap for developing a geological disposal programme)及(2)各地下研究設施成果概要(Compendium of RD&D results carried out at URFs)。

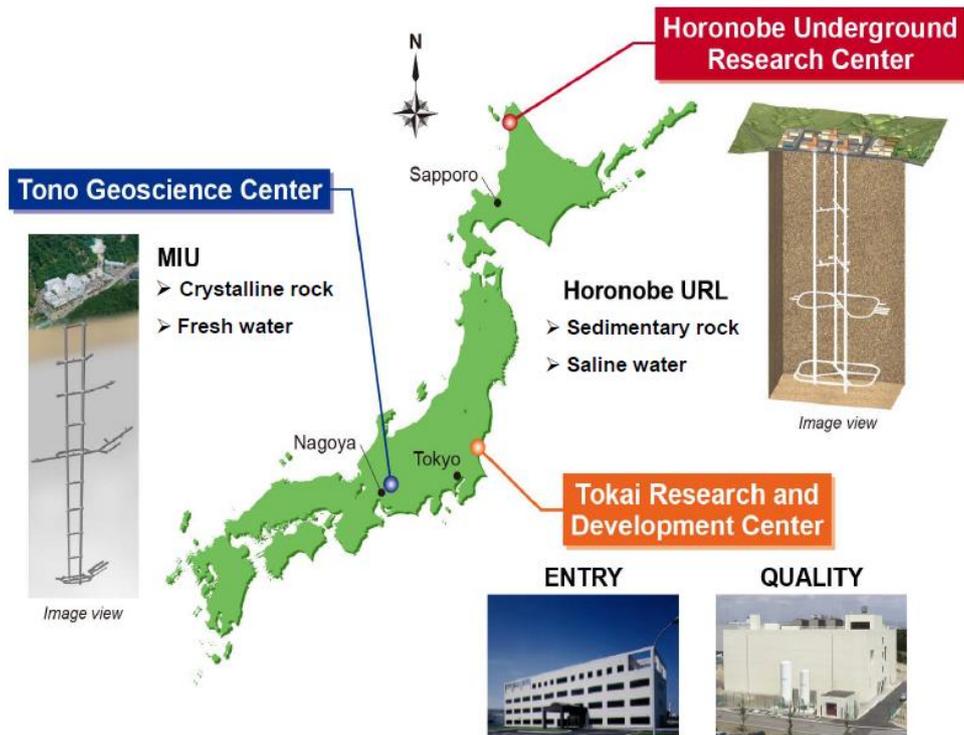


圖 2 日本國內高放射性廢棄物處置相關研究設施位置

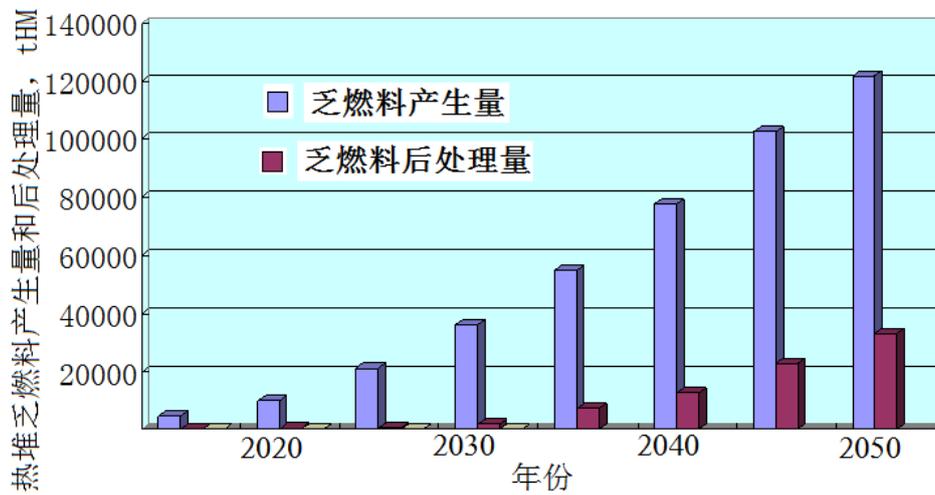


圖 3 中國高放射性廢棄物預測產量

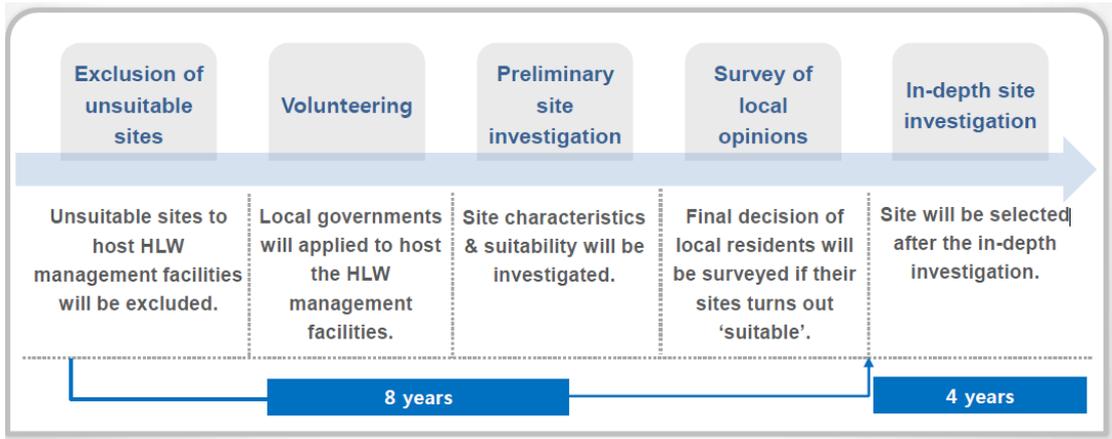


圖 4 韓國選址程序

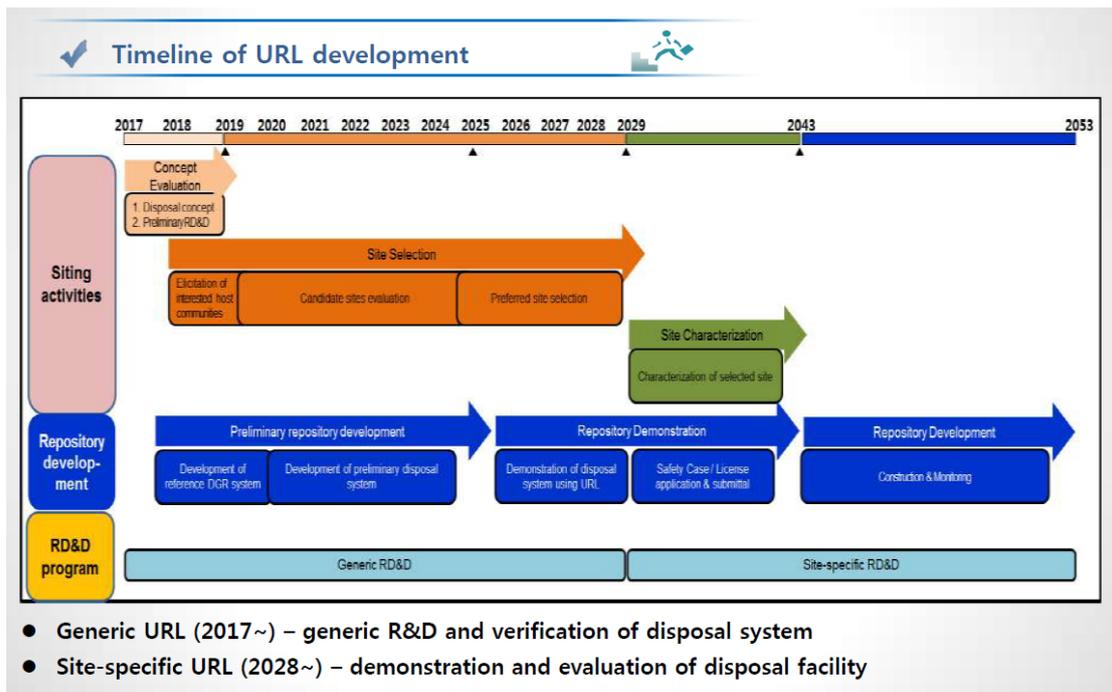


圖 5 韓國地下實驗室規劃時程

The Structure of KAERI Safety Case Report (AKRS-16)

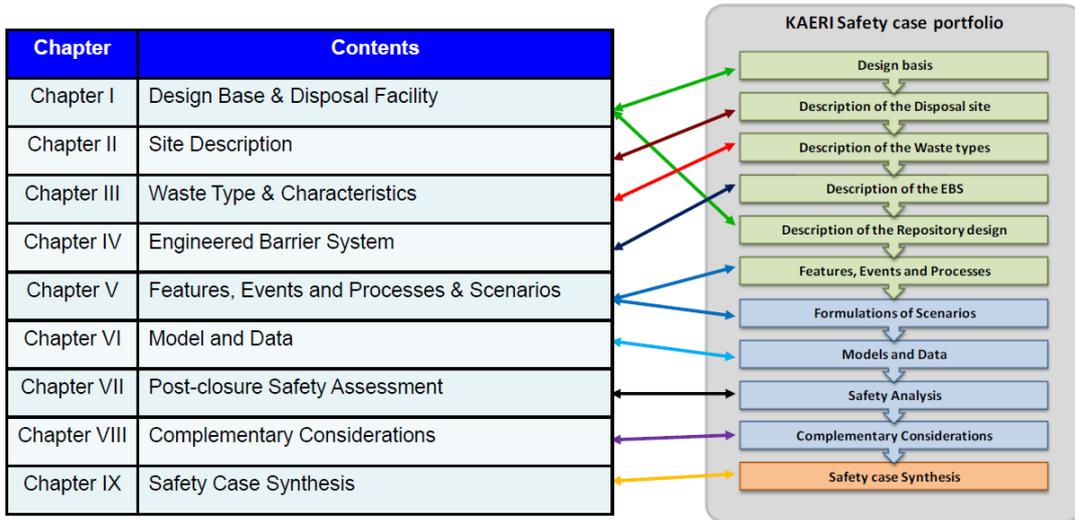


圖 6 韓國 AKRS-16 報告章節架構

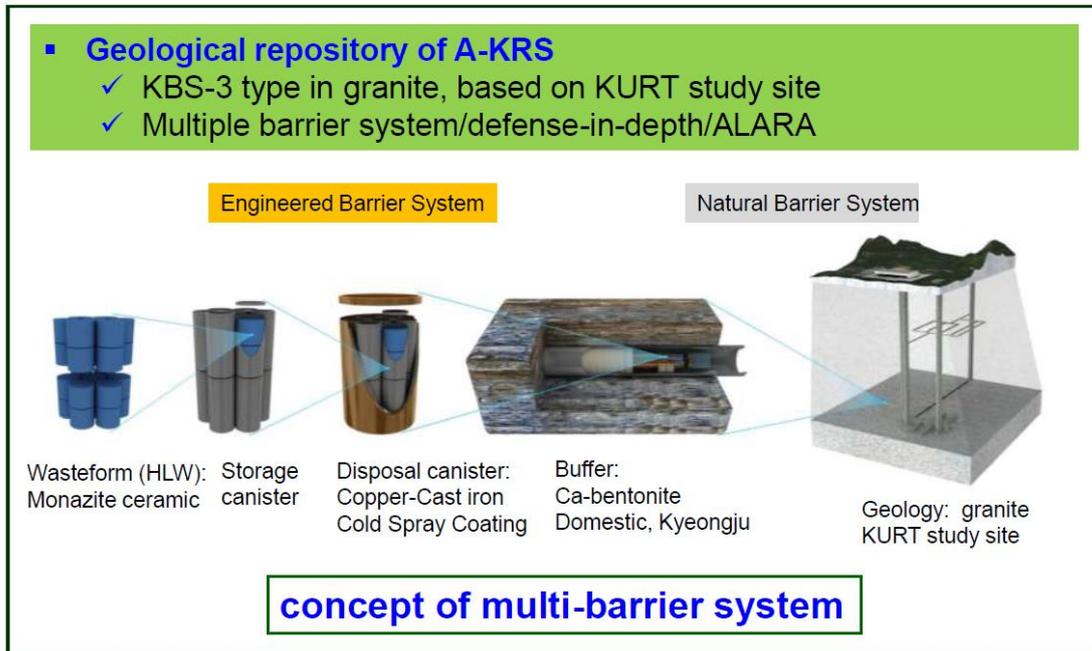


圖 7 韓國 A-KRS 處置概念

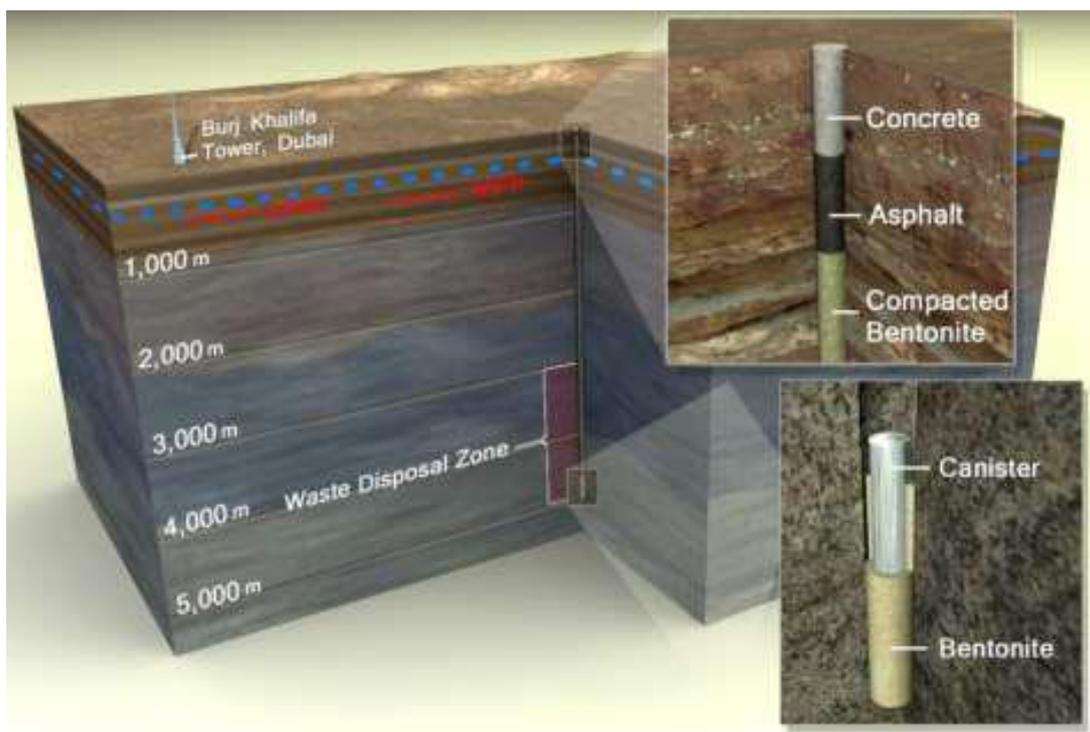


圖 8 深井處置概念

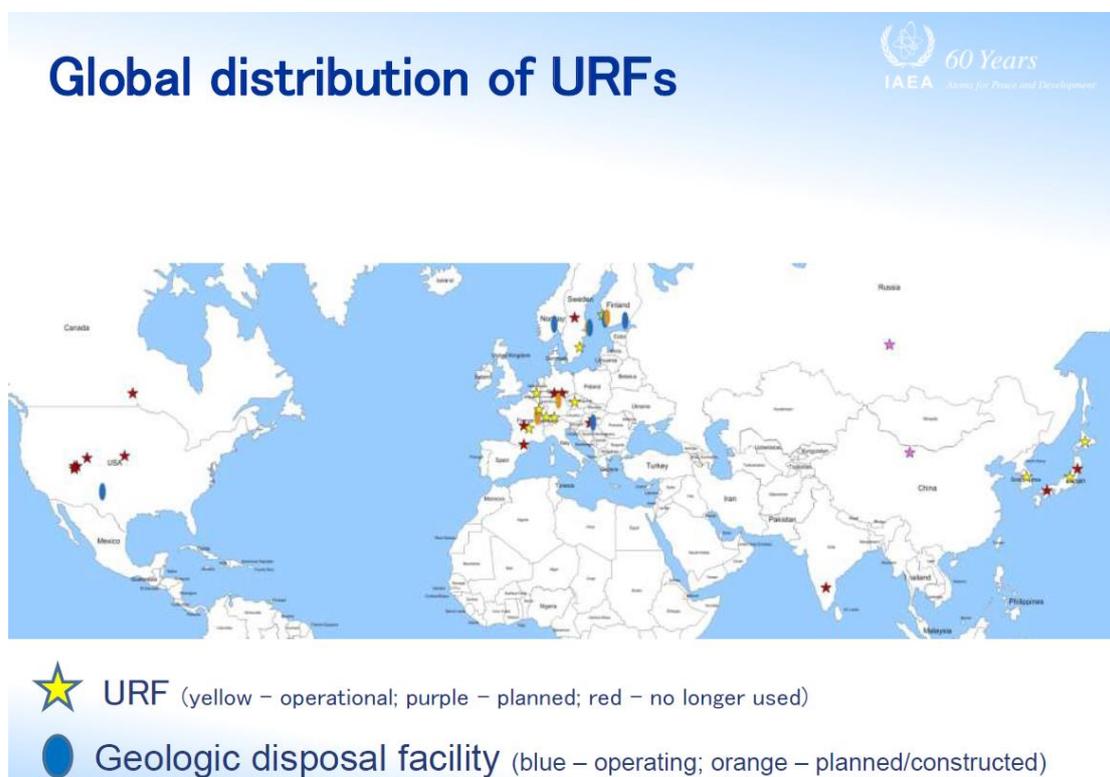


圖 9 全球地下研究設施位置

(二) 研究發展國際化

首先由 JAEA 的大澤博士整體介紹未來地下實驗室的主要功能及國際化的益處。他認為未來將專注研究處置場實際運轉作業，如遠端操作、操作安全性、品質保證、監測等。另，提出設置大型整合性實驗計畫讓各領域連結與互動，以降低不確定性及提高安全論證的可信度。

地下實驗室國際化最直接的益處是讓經費更有效的應用、分享經驗和知識、提升研究品質及進行同儕審查。他認為日本的地下實驗室可以提供一個國際合作的平台，初期可以從建置培訓課程及協助建立一般民眾信任開始。

接著由 NUMO 的三枝代課長介紹可能的合作項目—發展軟體的驗證及確認(Verification and Validation, V&V)程序。一般來說軟體開發須經過有品保程序的 V&V 以驗證其可信度。Verification 是與數學理論的解析解做比較，而 Validation 是與現地的實驗做比較，其軟體開發的流程如圖 10 所示。目前日本地下實驗室已提出「Integration procedure of site investigation, modeling, evaluation by the numerical simulations and validation in heterogeneous rock」計畫，其目的是針對地下水流及物質傳輸評估，建立一套有效的程序，以整合現地調查、模擬及驗證方法。

JAEA 的若杉博士則介紹幌延深地層研究中心目前可能的合作項目，包含 (1)EBS experiment 及 (2) Tracer experiment。EBS experiment 是過去 DECOVALEX 國際合作計畫中的研究項目，未來可利用其蒐集的數據進行更多模擬及模式比較，或是等拆除後，直接觀察其工程障壁各單元的反應情形。Tracer experiment 則是利用跨孔試驗，量測示蹤劑在裂隙中流動情形及濃度變化，未來可以

用來發展培訓計畫、實驗標準化流程及不確定性管理等。

此外，JAEA 的笹尾博士指出地下實驗室可作為一般民眾溝通及教育的工具。以瑞浪深地層地下實驗室為例，到目前為止，已累積超過 1 萬 8,000 人次的參訪者，每年定期舉辦高中的參訪活動，及大學的教育課程。可惜目前日本並未安排全職人員於地下實驗室的導覽工作，在此議題上日本政府、NUMO 及 JAEA 的角色定位也並未明確，且根據 JAEA 與當地的承諾，瑞浪深地層地下實驗室的研究只到 2019 年。

最後 NUMO 的梅木理事建議未來可能的合作方式，可以參考瑞典與芬蘭的模式，建立泛太平洋區域(pan-pacific region)合作模式，其優點是距離近、擁有共通的地質環境。就實質上的作為，建議籌組指導委員會(steering committee)去討論相關合作項目。

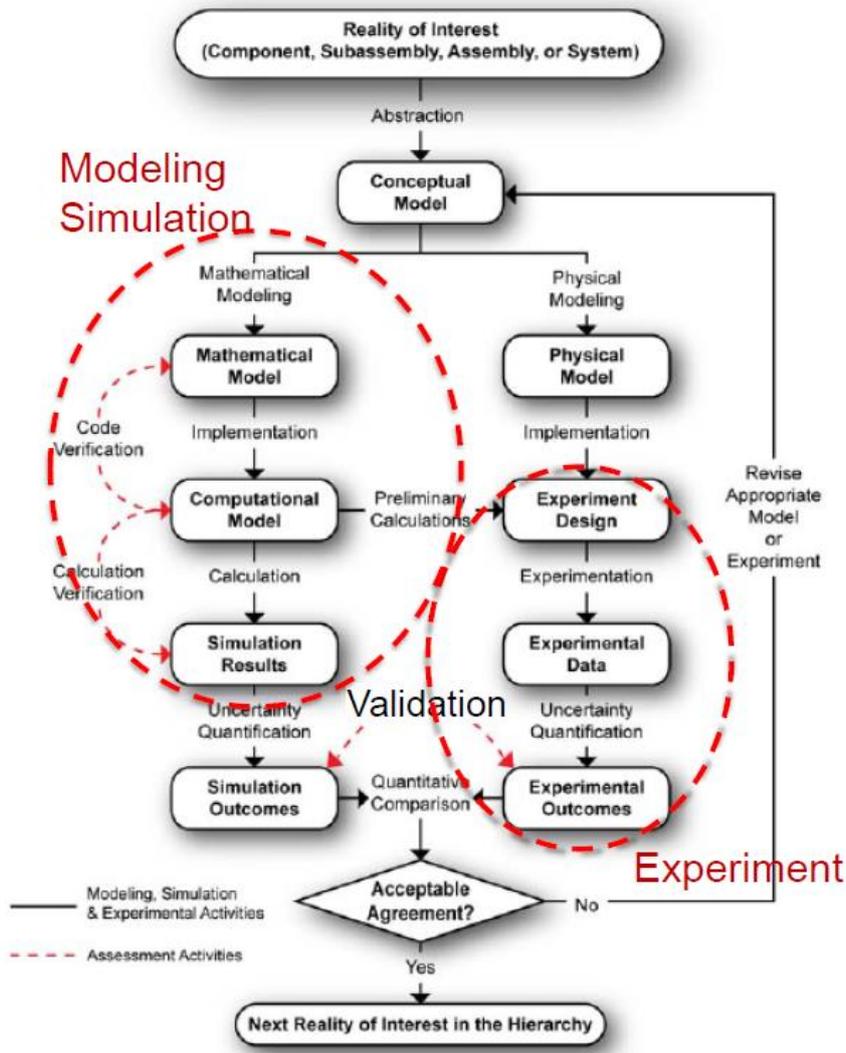


圖 10 軟體開發流程

(三) 選址與大眾信任

本項議題由美國 Isaacs 先生做引言，講述如何建立公眾信任，引述加拿大專責機構 NWMO 的作法—階段性調適管理(Adaptive Phased Management)，其基本原則包括連續性決策、持續學習、謹慎開始、回應利害關係人、持續改進、可追溯及可逆。

NUMO 的植田副部長則介紹日本新的選址程序，過去日本的選址程序分為 3 階段(如圖 11)，第 1 階段是先由地方政府自願提出調查需求後，利用文獻資料篩選出初步調查區域，第 2 階段是進行初步調查去篩選出細部調查區域，最後一階段則是進行細部調查以選定場址。過去 NUMO 以地區發展計畫(如圖 12)為誘因，於 2002 年開始公開徵求自願者，陸陸續續有超過 10 個地方政府表達過意願，可是都因當地居民強烈的反對而終止。

日本在福島事件後，認為應改善過去的選址程序，由政府先提出「全國性地質處置科學特徵地圖(Nationwide Map of Scientific Features for Geological Disposal)」，再去與合適的區域進行溝通，取得共識後，再開始 3 階段選址程序(如圖 13)。

接著 KAERI 的黃博士介紹韓國高放選址規劃及低放選址經驗，韓國根據 2016 年的「高放射性廢棄物管理基本計畫(고준위방사성폐기물 관리 기본계획)」，設定於 2025 年前完成集中式貯存設施及 2053 年前完成最終處置場。目前其放射性廢棄物管理組織圖如圖 14 所示，研究單位為 KAERI，隸屬科學、信息通訊和未來規劃部(Ministry of Science, ICT & Future Planning, MSIP)，執行單位為 KORAD，隸屬產業通商資源部(Ministry of Trade, Industry and Energy, MOTIE)，管制機關為核能安全與保安委員會(Nuclear Safety and Security Commission, NSSC)，其下有 2 個

法規研究組織—韓國核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)及韓國防核武擴散及管制研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINAC)。

最後，NTI 的 Newman 博士則利用新墨西哥州 Eddy-Lea 能源聯盟(Eddy-Lea Energy Alliance, ELEA)申請集中式貯存設施，及德州廢棄物管理專家公司(Waste Control Specialist)申請低放處置設施 2 案例來說明建立民眾信任的重要性。

Three stages of the site selection process: legal process

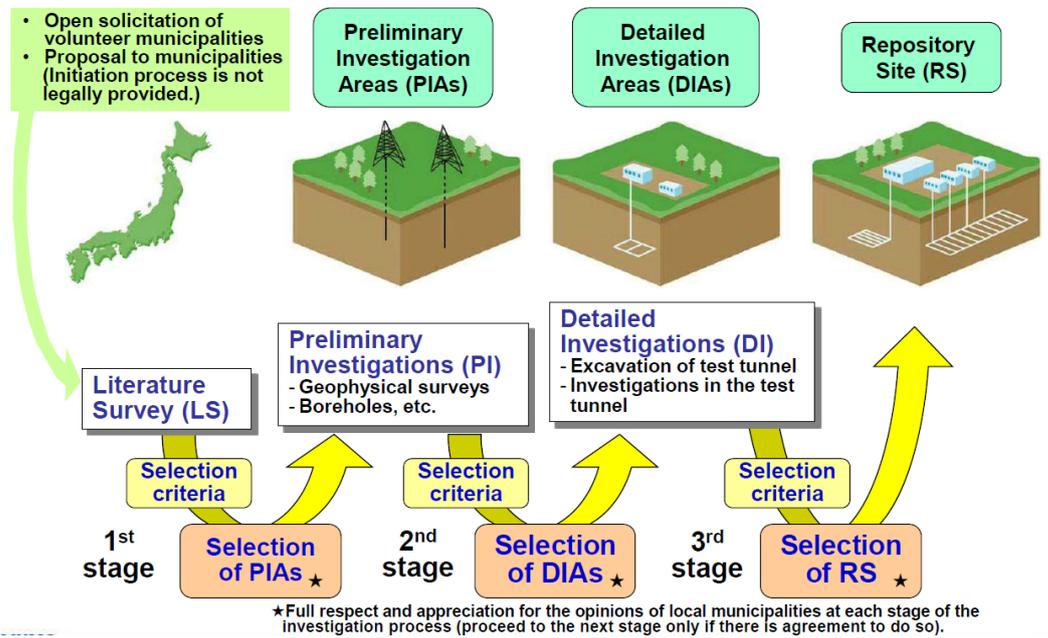


圖 11 日本選址程序

Proposed regional development plan

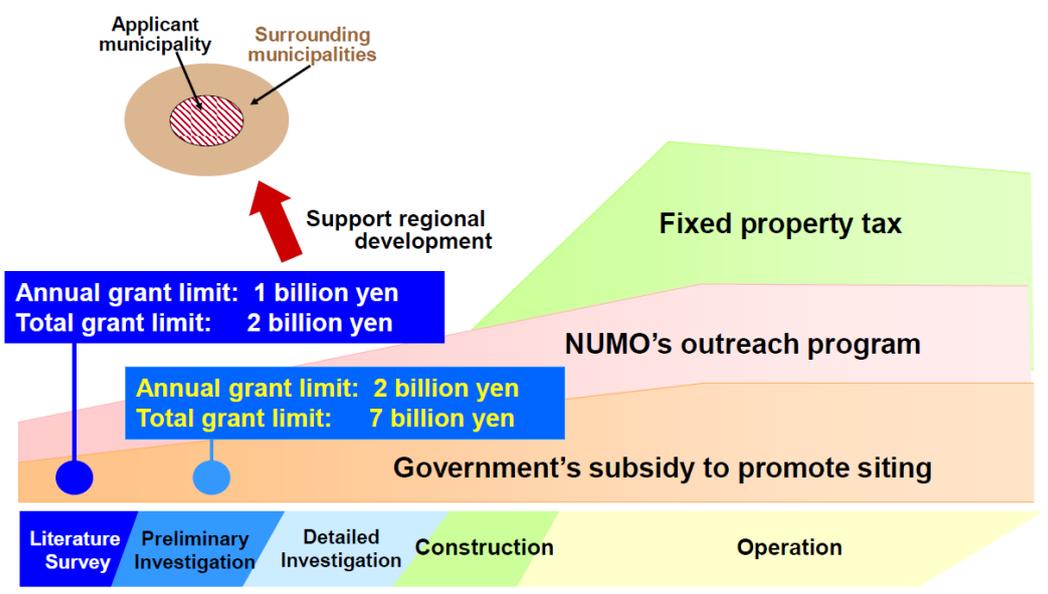


圖 12 日本地區發展計畫

Addition of new processes

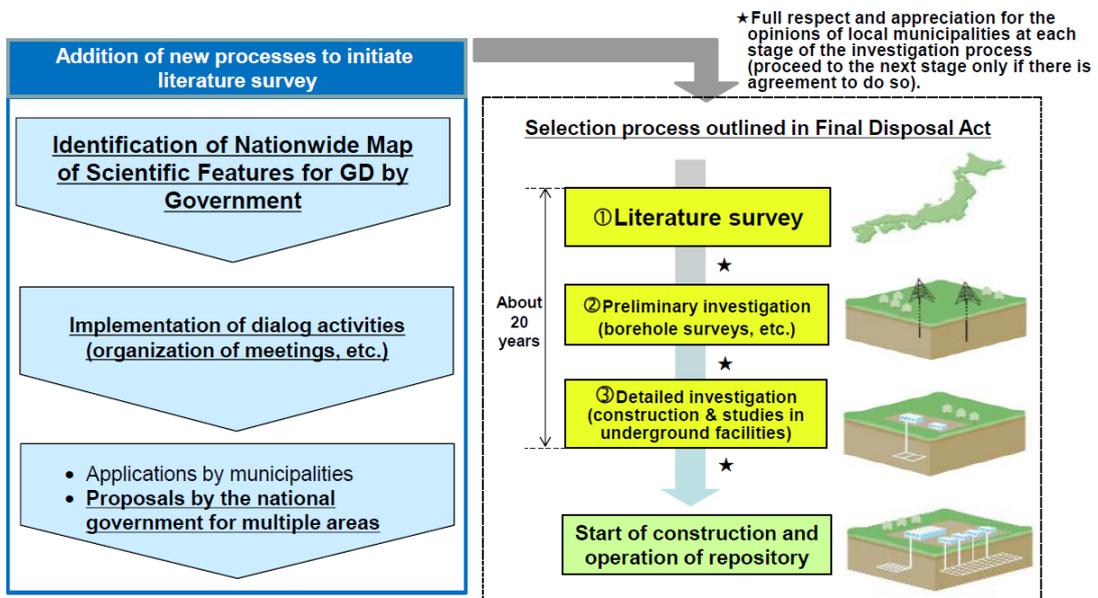


圖 13 日本新的選址程序

National Framework for RWM in Korea - Fundamental Changes in 2017 -

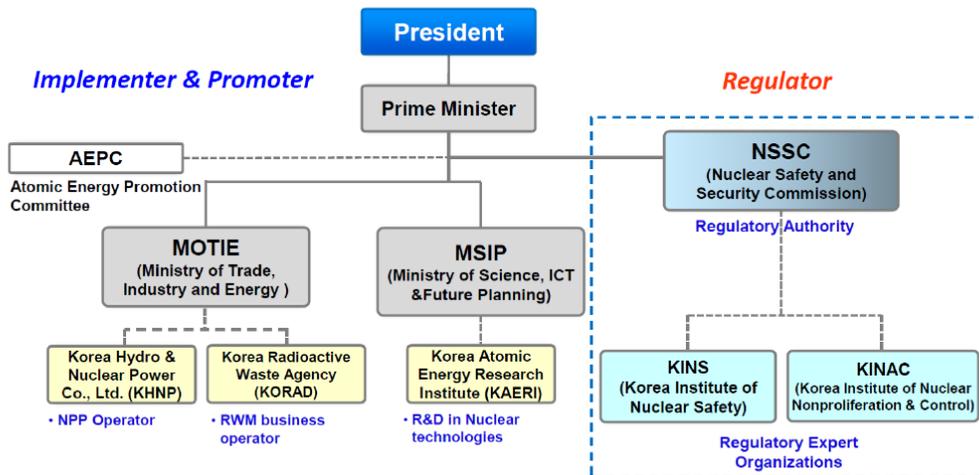


圖 14 韓國放射性廢棄物管理組織

(四) 知識延續與世代變遷

本項議題由 NUMO 的梅木理事先介紹日本正在開發的知識管理系統(Knowledge Management System, KMS)，其 KMS 將具備先進的電子資料管理技術去處理大量且複雜的資料，與傳統以學科分類的管理系統不同。新的 KMS 將以安全論證為架構進行分類，其 KMS 的結構如圖 15 所示，以 JAEA 的知識庫為核心，該知識庫資料結構分為 7 類(如圖 16)。

接著由 OECD/NEA 的 Pierre-Henri 博士介紹資料(data)、資訊(information)及知識(knowledge)的差異。資料就是未經處理的數據，將資料以文字加以說明及整理即為資訊，對資訊進行解釋及連結，使之成為做結論的依據，即為知識(例子如圖 17 所示)。目前 OECD/NEA 正進行 4 項與知識管理有關的方案包含 (1)EGIRM(Expert Group on Inventorying Reporting Methodology)，建立共通的格式，使大家較容易比較資料；(2)IRM(Information and Requirements Management in geological disposal programmes)，蒐集目前世界上用來管理資訊的工具及方法；(3)RepMet(Radioactive Waste Repository Metadata Management)，建立使資料轉換成資訊的工具；及(4)RK&M(Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations)，探討知識的保存及管理。

最後則由 NTI 的 Alina 女士做結束，其簡報的主題為「教育及培訓」，介紹世界上目前的區域核能教育網(Regional Nuclear Education Network)，如歐洲的 ENEN(European Nuclear Education Network)、亞洲的 ANENT(Asian Network for Education in Nuclear Technology)等等。目前大多以發展線上訓練課程為主。

最後，所有與會人員合影留念(圖 18)。

Structure and Key Elements of JAEA KMS

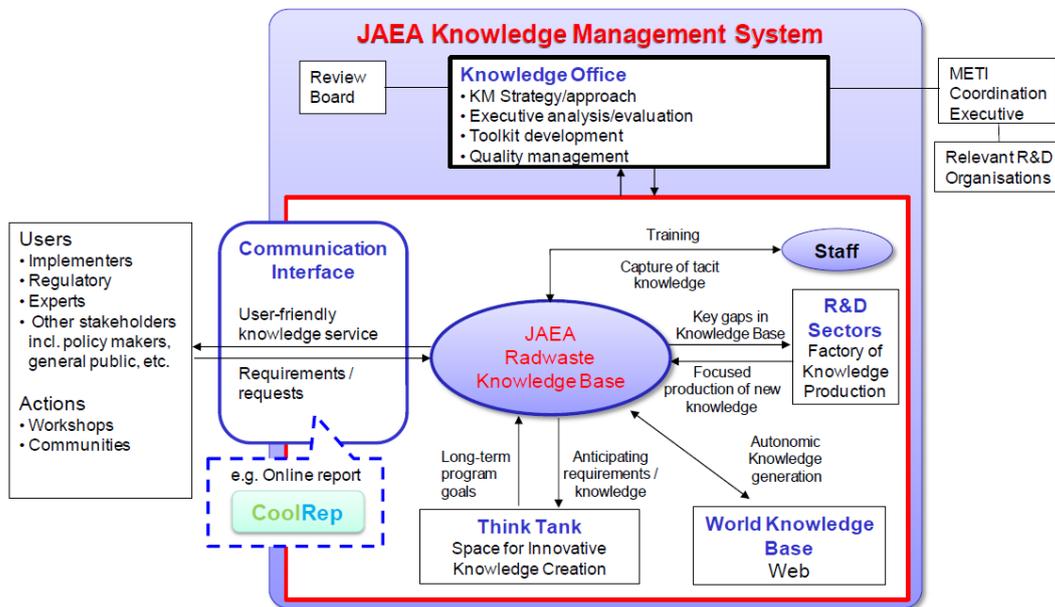


圖 15 日本知識管理系統結構

Components of JAEA knowledge base

Form of knowledge	Management functions	Content	Required developments	Comments
Data	Data management	- raw data (internal) - solicited data (external) - processed data	- autonomic QA - internal & external data mining - autonomic data processing	Potential area for international collaboration
Documents	Document management	- internal documents - key external documents	- robust archive - autonomic QA / cataloguing / cross-referencing	Electronic archiving critical problem area
Software	Software management	- archive of all relevant codes / databases - archive of manuals & handbooks - archive of relevant output	- robust archive - autonomic change management - formal approaches for QA	Electronic archiving critical problem area
Experience & methodology	Resource management	- procedure manuals & guidebooks - expert systems - training materials	- use of expert systems to preserve experience - training approach for the next generation	Much of requirements could be addressed by national (regional?) training centre
Synthesis	Knowledge integration	- experienced synthesis team - expert systems	- description of key integration processes - approach to QA	Needs considerable development to automate
Guidance	Knowledge coordination	- experienced coordination team	- prediction of requirements (Think tank) - process for filling key gaps in knowledge	Very difficult to automate
Presentation	User / producer dialogue	- user friendly interfaces (interactive - allowing dialogue)	- high-end graphical methods for presenting complex information	Should be tailored to needs of different stakeholders

圖 16 日本 JAEA 知識庫

Data, Information and Knowledge

Example:

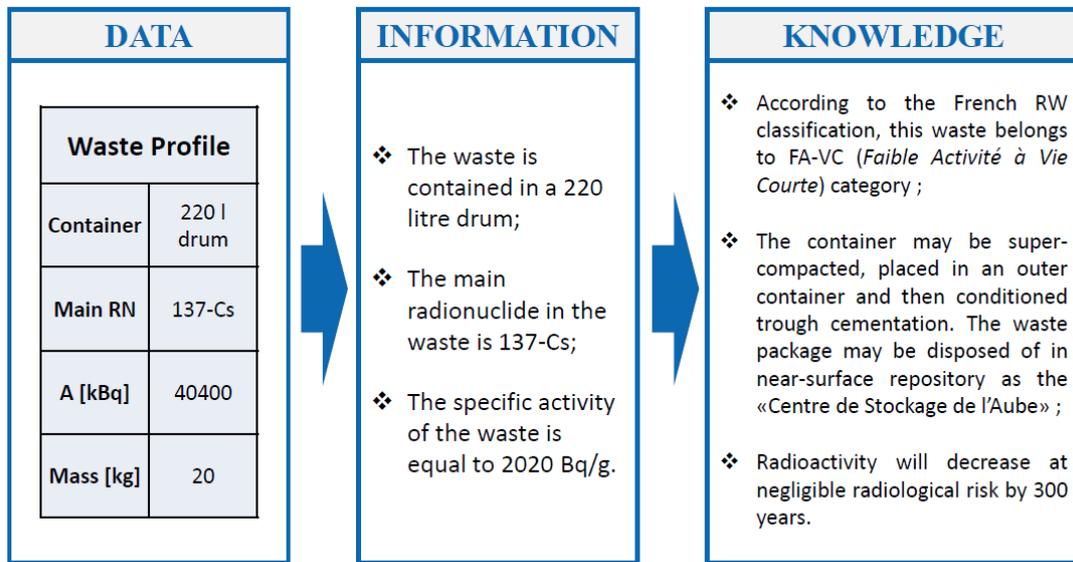


圖 17 資料整理案例



圖 18 會議團體照

二、現地實驗設施參訪

針對高放射性廢棄物處置研究方面，國際間曾提出多種處置概念並經過廣泛的討論，經過多年來之研究發展，國際咸認「深地層處置」為目前技術最成熟也是最具有可行性之處置概念。為配合處置技術之研究發展及安全評估工作，目前以深地層處置概念發展處置技術之國家，均建立地下實驗室以取得必要之研究參數。我國目前採用「結晶岩深地層處置概念模式」作為技術發展之基礎，亦規劃於未來興建地下實驗室，作為處置技術發展及驗證平台，本次參訪有助於了解地下實驗室及相關設施規劃及國外現正發展技術項目，參訪過程摘錄如下：

(一) 日本瑞浪深地層地下實驗室

瑞浪深地層地下實驗室位在日本中部的岐阜縣瑞浪市，由東濃地科學中心管理，該中心於 2002 年由 JAEA 與當地政府簽訂土地租賃合約，JAEA 並承諾：(1)在租賃期間不會使用任何放射性物質進行實驗；(2)地下實驗室不會成為未來的處置場；(3)JAEA 會致力保護設施周邊的環境避免遭受破壞或汙染；(4)將設立由地方政府及居民組成之監督委員會；(5)設施對外開放作為學術研究及教育使用。本次參訪行程共 11 人，於進入設施前，與科學中心吉祥物 Dr. Mogura 合影留念(圖 19)。

瑞浪計畫分為 3 期(圖 20)，第 1 期(1996-2004)為地表地質調查作業，主要透過文獻蒐集、地表地質、地球物理調查先初步調查可能的構造分佈，再透過岩心鑽探及井測進行調查，確認地下花崗岩盤深度及構造分佈位置(圖 21)；第 2 期(2004-2013)為建造作業，採用全斷面下鑿開挖工法(Full Face Sinking Method)進行坑道開挖，作業流程如圖 22 所示，先採用鑽炸方式爆破底部岩石，接著逐步移除底部廢石(Musk)，並進行井壁測繪及裝設排水設備，於開挖期

間不斷的與第 1 期的調查結果進行比對，並逐步修正與精進調查技術；第 3 期(2010 至今)為運轉階段，透過水平坑道進行現地實驗研究工作。截至目前為止，開挖深度維持在地下 500.4 公尺，並已完成 2 條 500 公尺深之豎坑，主坑道直徑為 6.5 公尺，主要功能為坑道開挖、設備運輸及人員進出等；通風坑道直徑為 4.5 公尺，主要功能為維持設施內的空氣品質。坑道邊緣採用 40 公分厚的水泥襯砌，以維持坑壁的穩定性避免落石，設施配置及坑道設計如圖 23。

根據現場人員介紹，場址所在區域之花崗岩為土歧花崗岩(Toki Granite)，約形成於 7,000 萬年前(白堊紀晚期)，因富含鈾元素，故曾被評估作為鈾礦資源而進行詳細地質調查。根據現場調查結果，地表至地表下 170 米為瑞浪群(Mizunami Group)沉積岩，是由中新世淺海相至陸相沉積物所組成；170 米以下為土歧花崗岩，依照岩體中裂隙的分佈特性又可分為：(1)上部高裂隙密度區(Upper Highly Fractured Domain, UHFD)；(2)低角度裂隙區(Low Angel Fractured Zone, LAFZ)；及(3)下部低裂隙密度區(Lower Sparsely Fractured Domain, LSFD)等 3 種(圖 24)。場址附近有數條老的高角度斷層構造，這些斷層目前已無活動跡象，也因為這些高角度斷層所產生之裂隙，有助於天水入滲，使得本區的地下水相當豐沛，在地下設施中須藉由抽水設備不斷的進行抽水才能維持設施之運轉，但因地下水可能溶有花崗岩中之鈾元素等放射性元素，故在地表建立廢水處理設備，將地下水處理到符合法規要求之放流標準後，再予以排放(圖 25)。

因設施所處區域地下水豐沛，在設施開挖時曾遭遇的大量湧水問題，故設施內進行了一系列的止水封阻設計及研究(圖 26)，目前在南坑道採用液態矽膠(Colloidal Silica Grout, CSG)進行之止水封

阻研究。傳統作法是在坑道周邊一定範圍內(pre-grouted zone)內注入 CSG 進行止水封阻，過去有相關研究指出，坑道周邊受水力梯度(hydraulic gradient)影響而產生侵蝕破壞的風險遠高於離坑道較遠處(圖 27)。基於前人的經驗，發展出在坑道周邊外側封阻(Sealing outside of the pre-grouted zone)之方法(如圖 28)，經與未封阻之坑道段進行比對，封阻段滲水量已大幅減少，但未封阻段之滲水亦有增加之跡象。

設施內亦進行開挖及封閉後地下水回補現象之坑道封塞研究(如圖 29)，試驗目標包含：(1)瞭解設施封閉後地下水的回補過程及地質環境作用機制；(2)花崗岩裂隙岩體中水文-力學-化學-生物耦合機制(H-M-C-B)模擬方法之校驗；(3)發展封閉後之設施監測技術。研究方法如圖 30 所示，前期先進行水平前導鑽探，確認側向的岩石特性、細部構造分佈位置及地下水化學背景值，接續開挖研究坑道，建立監測基線(monitored baseline)，並安裝回填材料及監測設備後，目前已完成坑道封塞階段及監測。後續將持續監測地下水再飽和、地下水成分、水壓等變化。並待未來開啟坑道封塞，進行進一步之分析與模擬驗證工作。

此外，日本跟臺灣均位處於環太平洋火環帶上，地震發生次數頻繁，為瞭解地下設施受到地震之影響性，分別在通風坑道之地表、深度 100 公尺、300 公尺及 500 公尺處，安裝地震儀，蒐集地震波資訊。坑道中展示了自 2009 年開始在設施中觀測到的震波加速度值，因 500 公尺深之坑道於 2012 年才完成，故 2012 年前無資料(圖 31)。由圖 32 中可以發現隨著深度增加，地表加速度值逐漸降低，在地下 300 公尺處，加速度值僅為地表之 1/3；當深度增加至 500 公尺時，加速度值更降低到僅為地表之 1/4，顯示地下設施受

到地震的影響遠低於地表設施。



圖 19 瑞浪深地層地下實驗室前合影

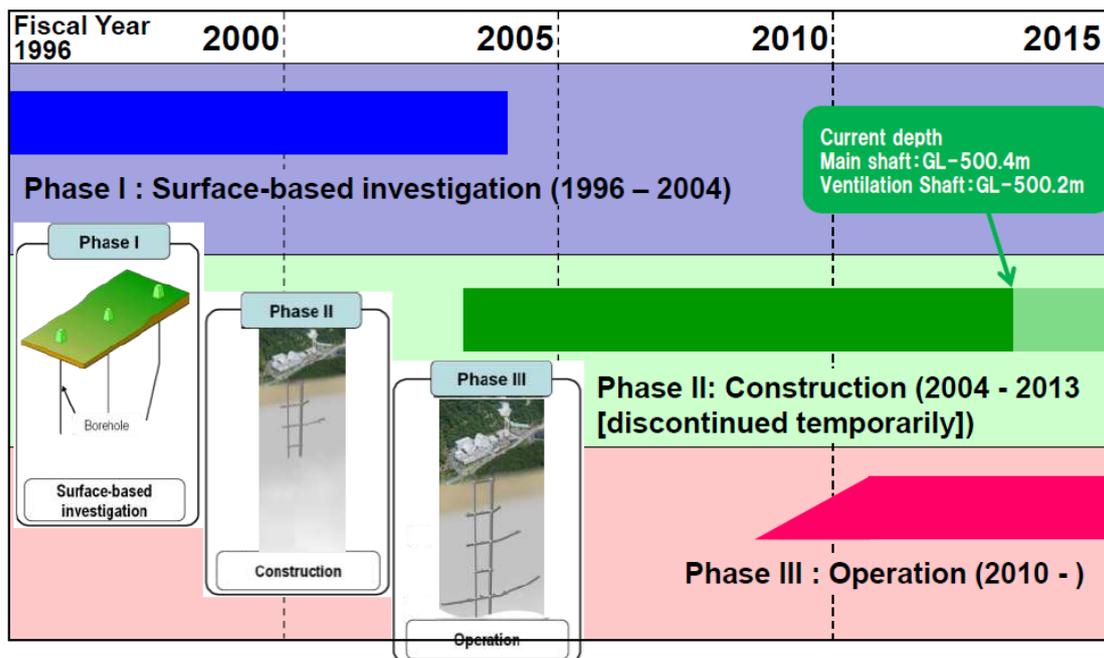


圖 20 瑞浪深地層地下實驗室 3 階段計畫

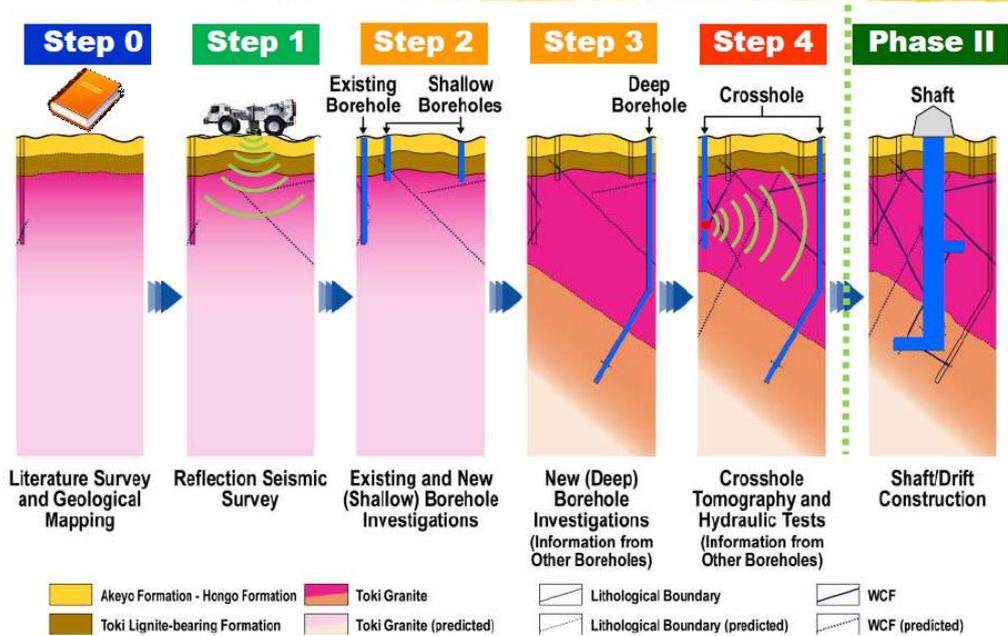


圖 21 第 1 期計畫調查作業流程

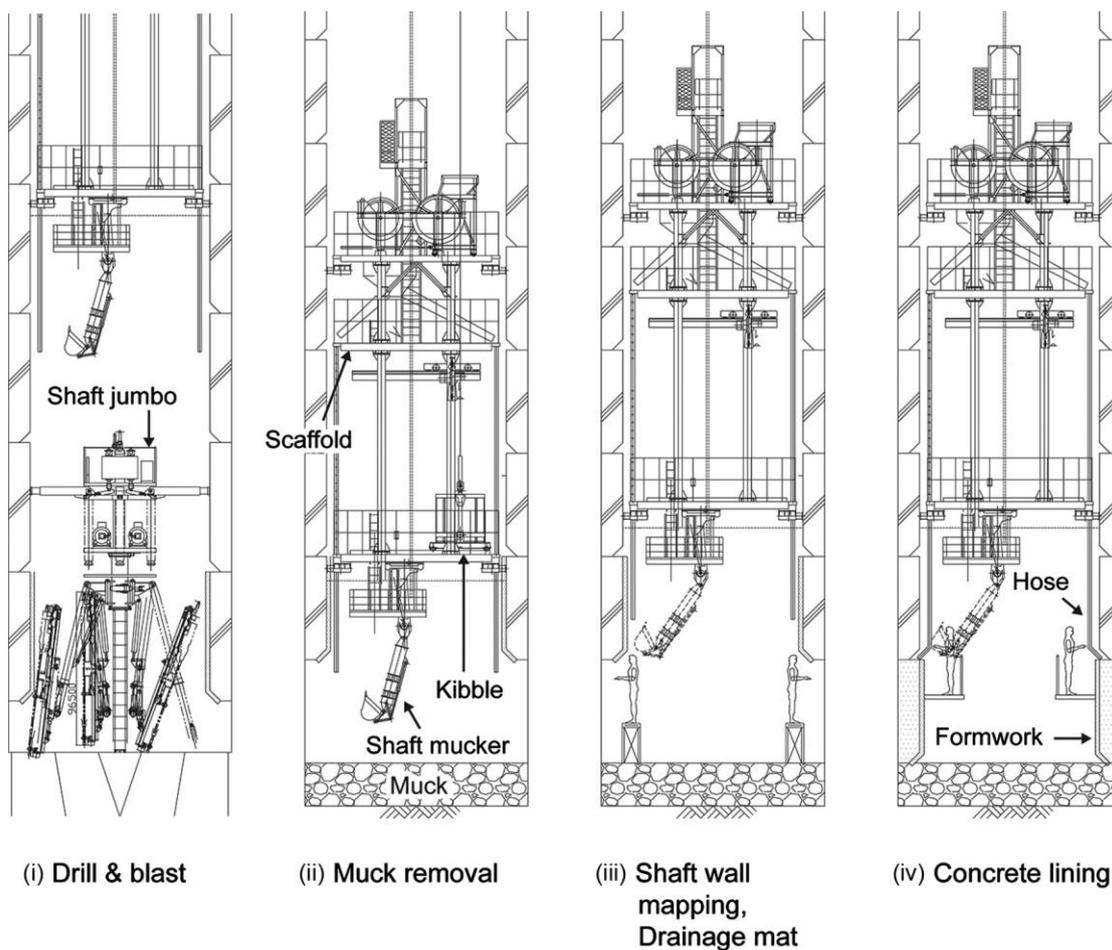
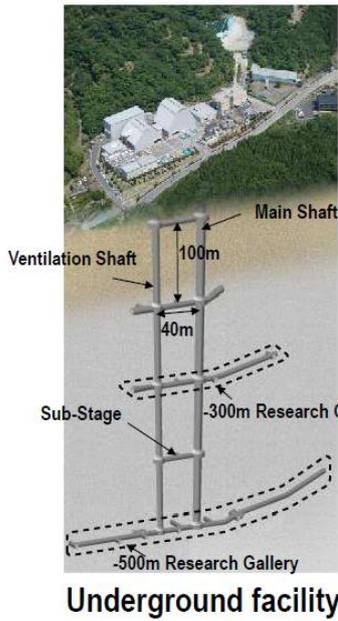


圖 22 全斷面下鑿開挖工法流程



	Main shaft	Ventilation shaft	Drifts
Cross section			
Shape	Circular section	Circular section	Horse-tail shape
Inside clearance	6.5m	4.5m	Sub-stage:3m, 4m 300m access gallery :4m 500m access gallery:5m
Excavation method & Main support member	Full face sinking method (Blasting) 2.6m high and 40cm thick concrete lining	Full face sinking method (Blasting) 2.6m high and 40cm thick concrete lining	Full face sinking method (Blasting) 3cm(B), 5cm(CH,CM), 10cm(CL,D) thick shotcrete and rock bolts
Basis for selecting cross section	Working space for constructing shafts and drifts	Ventilation for shafts and drifts	Working space for investigation and in-situ testing

圖 23 瑞浪深地層地下實驗室配置及坑道開挖設計

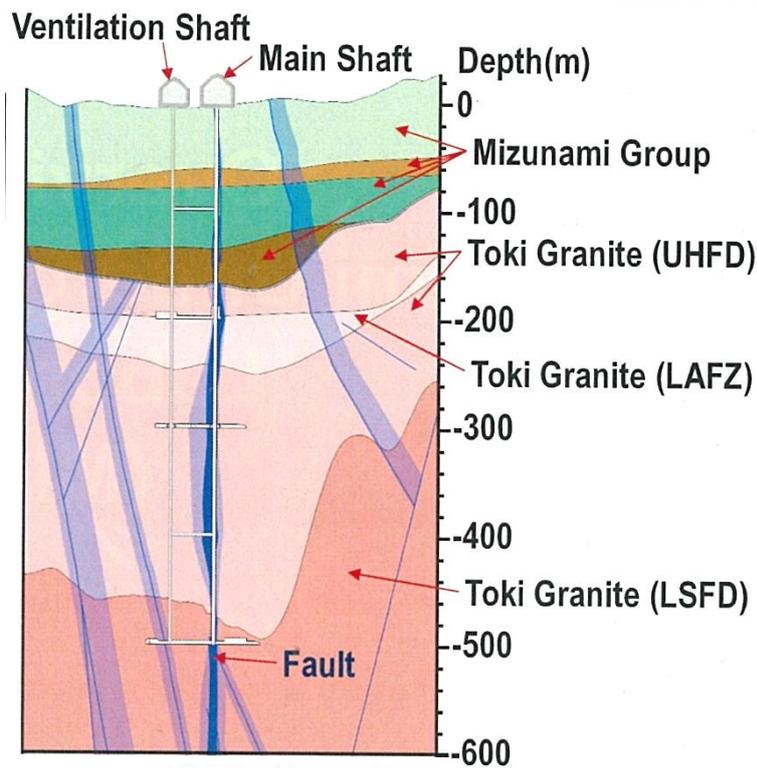


圖 24 瑞浪深地層地下實驗室之地質分佈概況

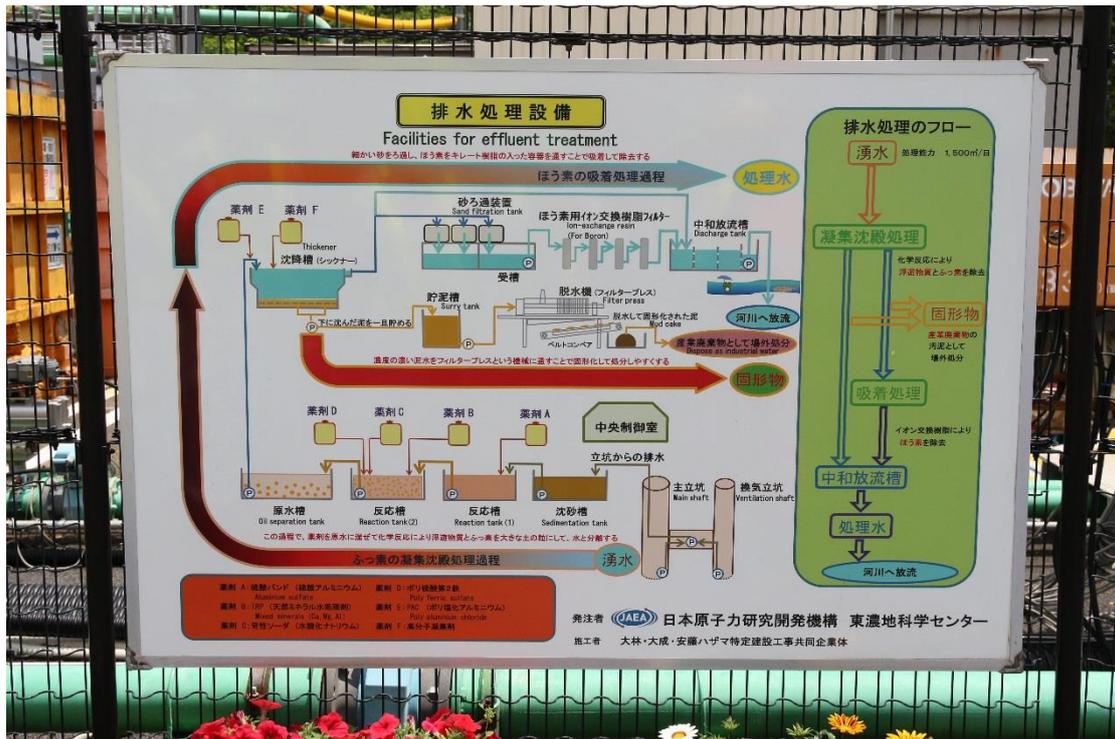


圖 25 地表汗水處理設施流程圖

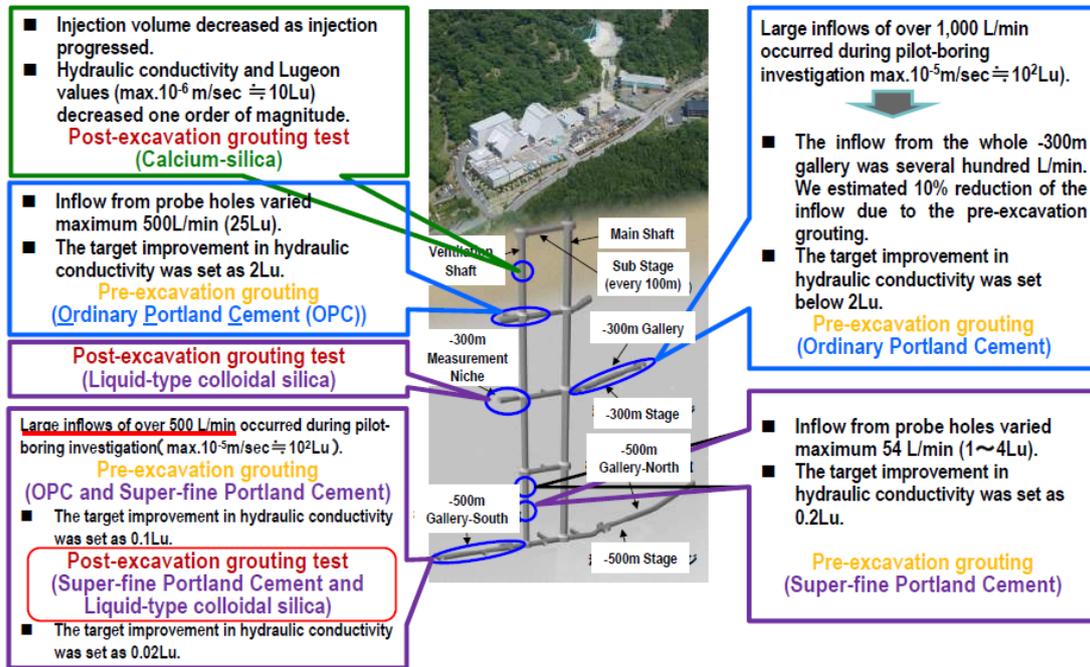


圖 26 坑道止水對策研究

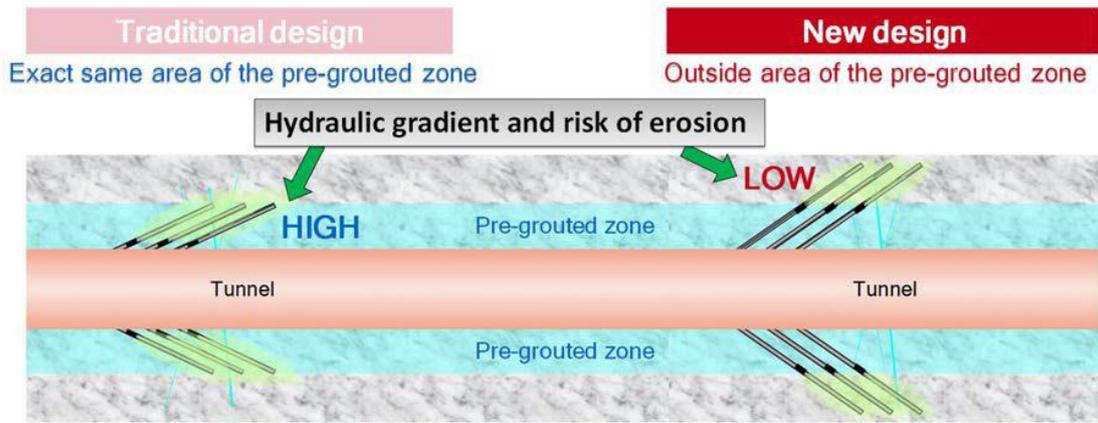


圖 27 坑道周邊之水力侵蝕之風險示意圖

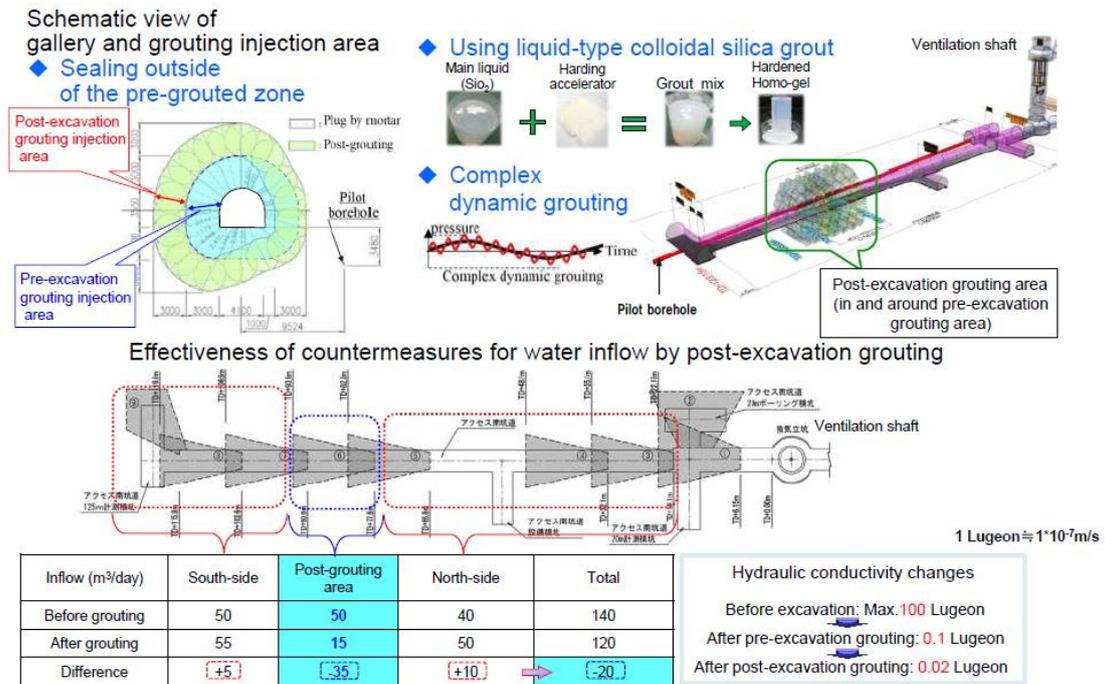


圖 28 坑道止水設計研究

Groundwater Recovery Experiment

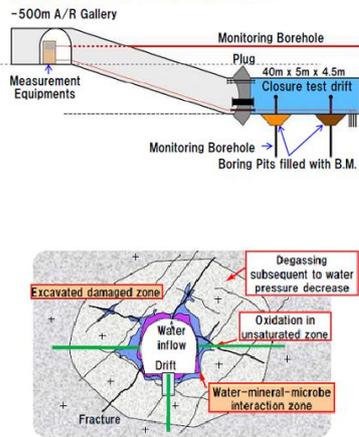


圖 29 坑道封塞試驗

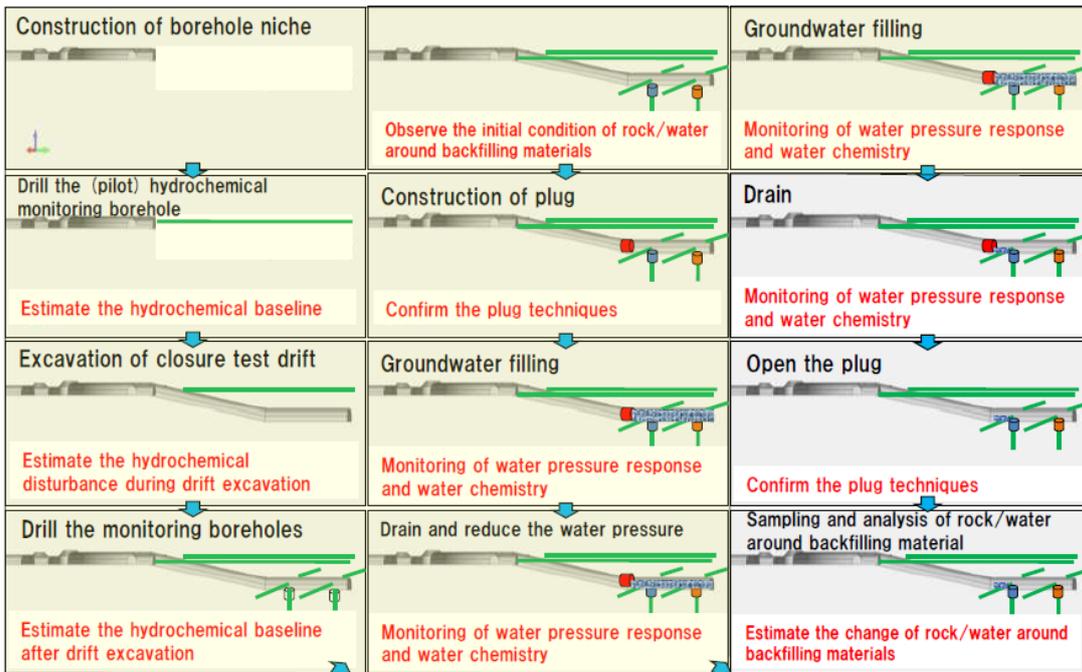


圖 30 坑道地下水再飽和現象研究流程

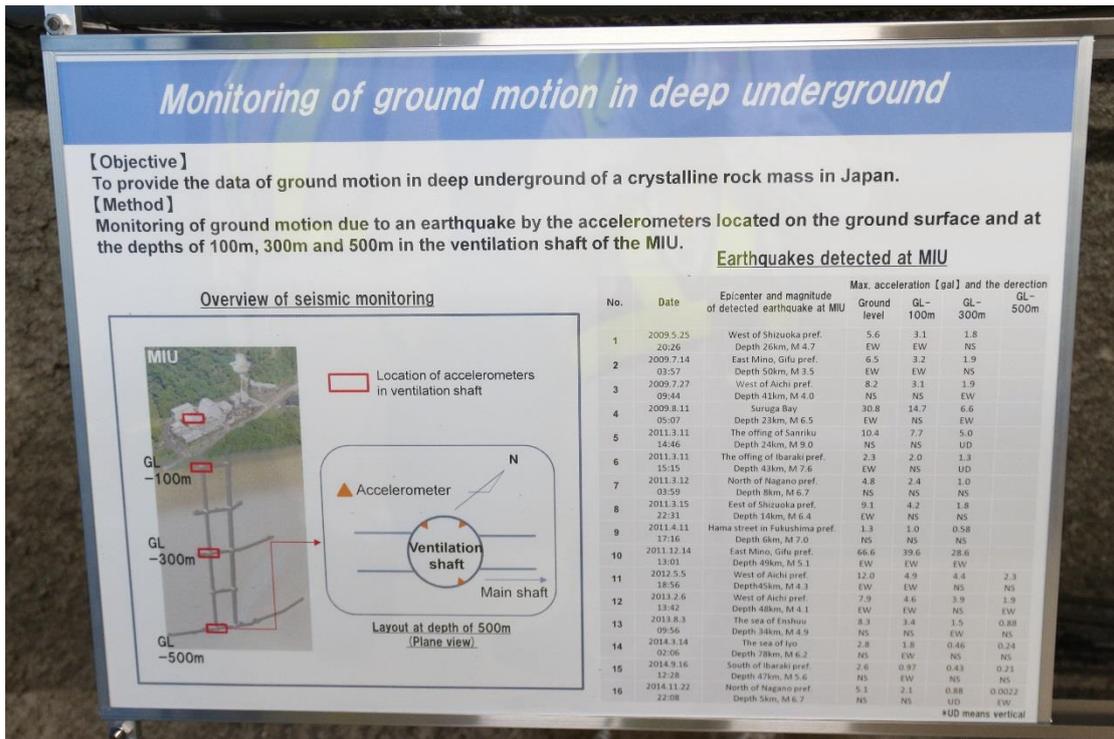


圖 31 地下實驗室地震加速度觀測

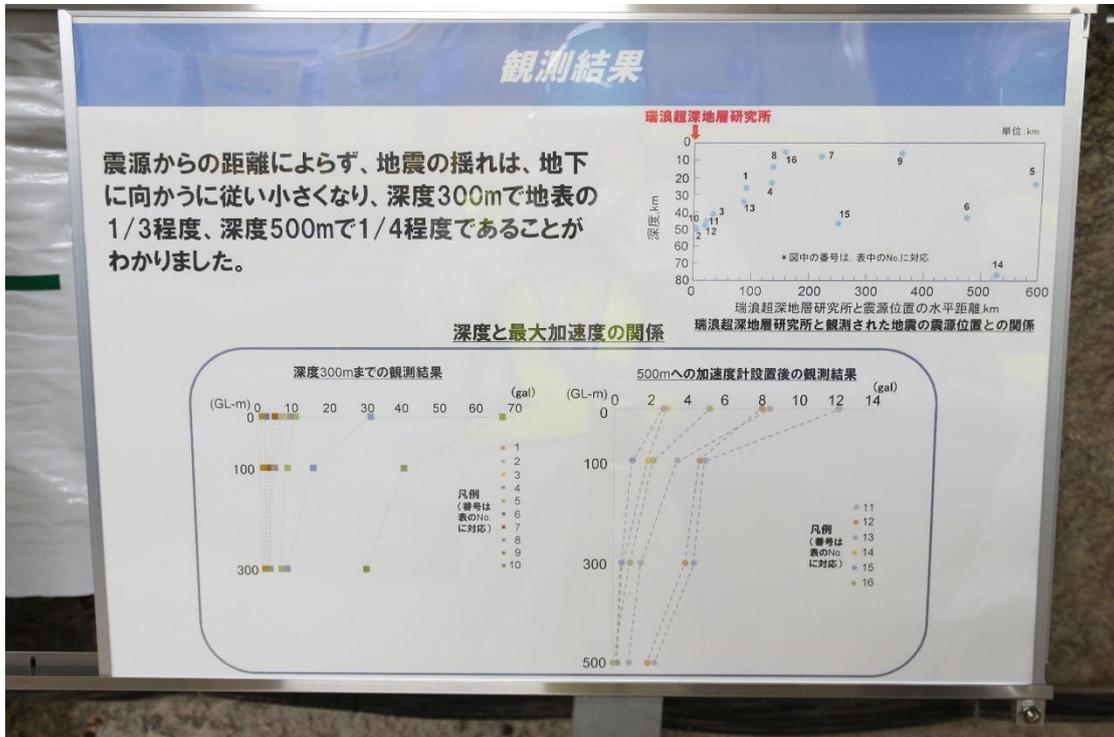


圖 32 井下震波衰減趨勢

(二) 日本核燃料循環工學實驗室

核燃料循環工學實驗室隸屬於 JAEA 之核燃料循環工學研究所，位於日本東部茨城縣那珂郡東海村(如圖 1)，所內各設施分佈位置如圖 33 所示。該實驗室所在之研究園區為高度管制區域，照相機或攝影機不得進入園區內。核燃料循環工學實驗室分為 6 個部門，分別為：(1)再處理技術開發中心(再処理技術開発センター)；(2)鈾燃料技術開發中心(プルトニウム燃料技術開発センター)；(3)環境技術開發中心(環境技術開発センター)；(4)保安全管理部；(5)放射線管理部；(6)工務技術部。本次參訪設施為「環境技術開發中心」之基盤技術研究開發部。基盤技術研究開發部目前管理的設施分別為：「地層処分基盤研究施設(Engineering Scale Test and Research Facility, ENTRY)」及「地層処分放射化学研究施設(Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility, QUALITY)」(如圖 33 之 I 及 J)。

首先參觀的是 ENTRY 設施，該設施主要研究功能為建立地質處置技術基礎，ENTRY 在技術開發時並未使用放射性核種，主要研發項目為質點傳輸行為模式、大尺寸非放射性多重障壁系統功能試驗及多重障壁系統相關之分項實驗，透過實驗與各項模式模擬結果進行比對，修正及強化各項模式的精確性及可信度。參訪過程可見數個 50 公分×50 公分×20 公分大小之花崗岩塊，岩塊上每固定間距鑽孔並裝設注水孔，作為天然岩體之裂隙質點傳輸試驗。此外，設施內可見多種熱-水或熱-力縮尺試驗相關設備，設施內亦曾進行 DECOVALAX 國際合作計畫中之熱-水-力縮尺試驗，目前相關縮尺試驗項目均已結束，相關經驗與成果接續移轉至幌延地下實驗室，進一步進行全尺寸的熱-水-力耦合現地試驗。

接下來參觀的是 QUALITY 設施，該設施主要研究功能為模擬放射性核種在深層地下環境之遷移行為及化學特性，依循國家法規標準，進行放射性核種之相關試驗。目前研究室內正進行的項目為：還原環境下放射性核種於緩衝材料之管柱擴散試驗，因屬輻射管制區，無法入內參觀，僅能透過 2 樓的觀察窗觀察實驗室之配置。



(A)	Emergency Control Center	(F)	Chemical Processing Facility
(B)	Health and Safety Administration Building	(G)	Engineering Demonstration Facility III
(C)	Tokai Reprocessing Plant	(H)	Plutonium Fuel Production Facility
(D)	Tokai Vitrification Facility	(I)	Engineering Scale Test and Research Facility
(E)	Recycle Equipment Test Facility (under construction)	(J)	Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility

圖 33 日本核燃料循環工學實驗室設施分佈

(三) 韓國地下研究坑道

韓國原子能研究所(KAERI)位於韓國大田廣域市的北側，是韓國核能相關技術研發之重鎮，從前端的反應爐研究與設計到後端的廢棄物最終處置均包括其中。針對高放射性廢棄物最終處置研究方面，KAERI 的研究主軸著重於多重障壁系統及結晶岩水文地質研究。為進一步瞭解深層地質環境及多重障壁功能，KAERI 於所部附近開挖一地下坑道作為泛用型地下實驗坑道(KURT)，進行非放射性現地試驗及水文地質技術之建置。

KURT 建於 2006 年，在第 1 期計畫中開挖通行隧道寬與高各為 6 公尺、長度 180 公尺、坡度 10%、深度為地下 90 公尺、通行隧道左右 2 側開挖 2 個試驗坑道；2014 年開始第 2 期計畫，將開挖長度延伸到 225 公尺，並增設 4 個試驗坑道(圖 34)。KURT 與一般國際上的地質處置地下實驗室最大的差異為其所處深度。一般來說，為瞭解深層地質環境，國際間多選擇處置深度作為地下實驗室設置深度，以取得最具代表性之研究資料。KURT 僅為前期技術發展平台，在建立各項實驗之能力與開挖技術。

在 KAERI 研究人員帶領下，抵達 KURT 入口並合影留念(圖 35)，首先參觀的是 1 號試驗坑，目前持續進行水文地質及地下水化學特性之調查與監測工作，透過多個鑽探孔進行地下水之特性調查與監測，其中井孔長度最長的為 DB-01 及 DB-02，DB-01 為垂直井，井長 500 公尺；DB-02 為斜井，井長 1,000 公尺(圖 36)，並引進國外封塞試驗設備，已成功取得代表深層環境之地下水樣本。

根據 2 號試驗坑現場岩性判斷，KURT 花崗岩曾受過數次不同程度之構造運動，依岩石分類應屬花崗片麻岩(granitic gneiss)，坑道內可見破裂面及輝綠岩脈(Diabasic Dyke)，破裂面多被方解石脈

(Calcite Vein)所填充(圖 37)。2 號試坑前半段曾經進行開挖擾動帶 (Excavation Disturbed Zone)研究，分析岩體開挖前後水力參數之變化；後段則進行單孔的熱試驗(圖 38)，於中間鑽孔安裝加熱器持續加熱(90°C)，並於上下兩孔安裝監測儀器，分析岩體受熱後對水力參數之影響。此外，研究人員將一完整岩塊表面進行拋光，並繪製標線，進行應變分析研究及構造學研究(圖 39)。在 3 號試驗坑目前正進行熱-水-力耦合試驗 In-DEBS (In-situ Demonstration of EBS performance at KURT)，In-DEBS 於 2015 年啟動，採用 1/2.3 的縮尺試驗，內部設置加熱棒提供穩定熱源，並在緩衝材料上安裝感測器進行熱-水-力 3 項參數之量測(圖 40)，以瞭解工程障壁系統內各項參數隨著時間之變化(圖 41)，以精進其技術與分析能力。

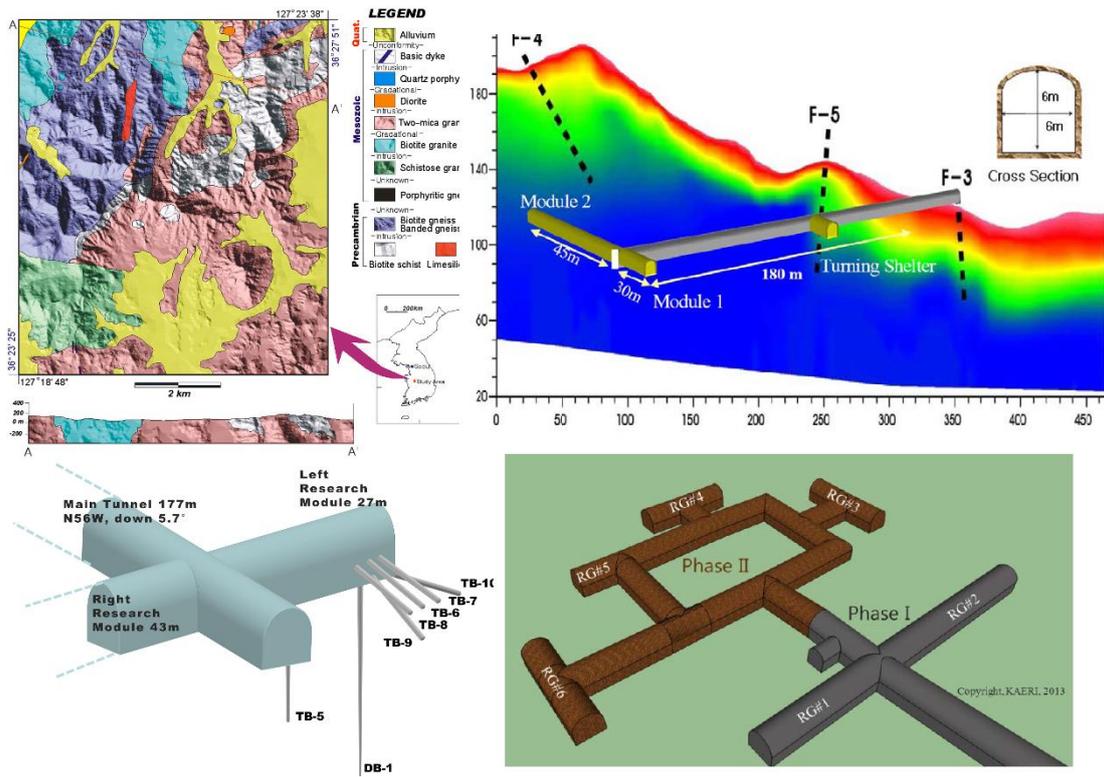


圖 34 韓國 KURT 坑道示意圖



圖 35 坑道入口合影

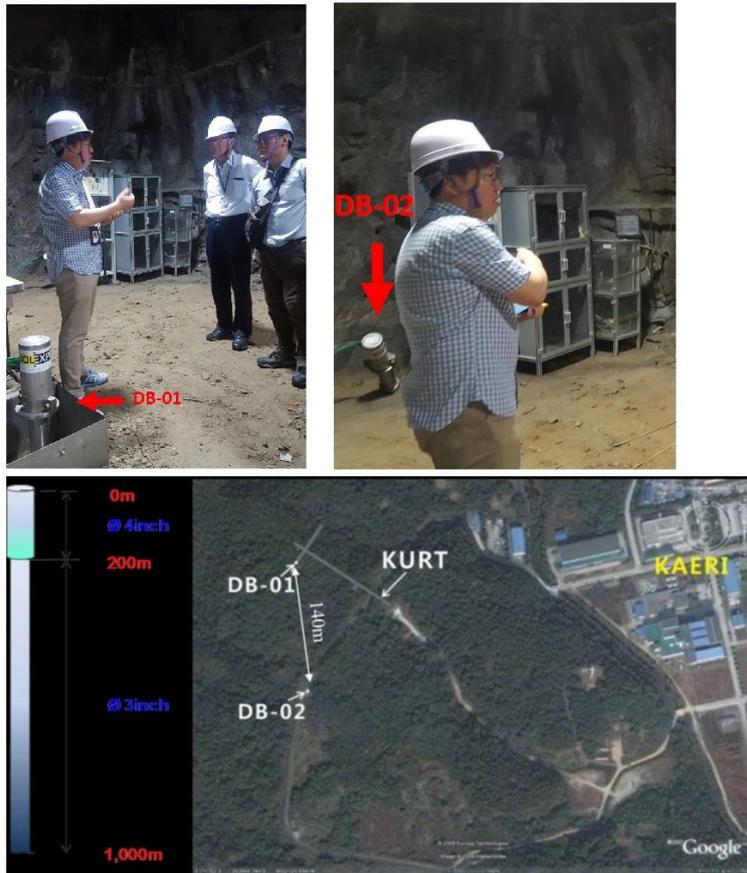


圖 36 水文地質研究用深井及配置



圖 37 試驗坑道之裂隙分佈及填充物



圖 38 單孔熱試驗



圖 39 應變分析及構造學研究

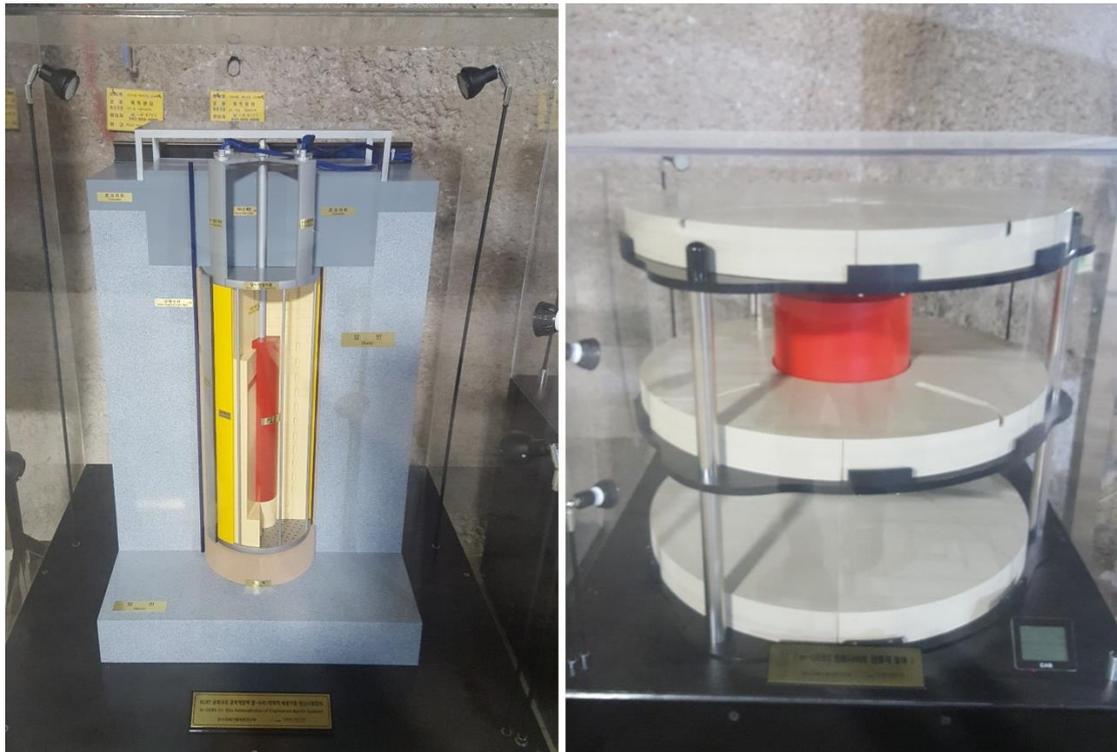


圖 40 現地試驗 In-DEBS 及感測器配置模型



圖 41 縮尺試驗即時監測畫面

參、心得

本次赴日本參加「用過核子燃料策略發展研討會」瞭解各國用過核子燃料處置工作之進展，以及參訪日本瑞浪、東海及韓國大田 3 個研究設施，瞭解 2 國處置技術發展現況，著實獲益良多。

在「用過核子燃料策略發展研討會」會中，國際專家除了分別說明自己國家之發展現況，並分享跨領域學門整合之心得。處置相關技術包括：地質學、地球化學、水文學、核子工程、放射化學、生態學及材料工程等。相關研究工作繁多，如何將調查資料彙整成可用資訊，再進一步形成有用的知識，是重要的關鍵。此外，如何有效的將知識傳播給大眾，以及傳承給未來的技術人員，也是現在用過核子燃料最終處置計畫須重點考量之項目。

日本為發展處置技術，分別建立沉積岩及結晶岩 2 類岩性之地下實驗室，以建立相關處置技術，並確切透過現地作業瞭解研究及技術發展進行時可能面臨之技術瓶頸或現地的不確定性，透過解決上述問題，持續精進其設計及評估方法。韓國在有限之經費下，以基本的地下坑道先建立各項調查與評估技術，並透過現地工作持續驗證其評估模式，以俟未來選定場址後，得立即投入地下實驗室或設施之施作，上述經驗均指出處置技術之發展須透過不斷的實作工作與時精進，並適時回饋到工程設計及安全評估項目。

日韓 2 國均透過地下設施作為科普教育及民眾溝通的平台，從日本的經驗，透過與地方的溝通，建立互信基礎，透過當地政府與居民的參與及監督且不違反雙方合意前提下，進行各項的技術發展工作，也配合學校及教育需求，提供學生團體參訪，讓民眾從小就理解處置工作之必要性及安全性。韓國方面亦提供相關學術團體之合作，建立技術之可信度，並開放民眾參觀，瞭解技術發展現況，讓民眾瞭解設施的安全性，以獲得民眾之支持。

用過核子燃料最終處置計畫為一長程計畫，依本公司用過核子燃料最終處置計畫書，預計到 2038 年選定場址，並於 2044 年開始興建最終處置場。

為確保調查或研究成果具有可信度，且處置技術及經驗得有效的傳承，有必要建立一知識管理系統，作為各項資料儲存、資訊解析及知識傳承之平台。現階段本公司所建置本計畫之資料庫可作為知識系統之雛型，透過框架的建立逐步發展，以達到國際間知識管理系統之水平。

肆、建議

- 一、「用過核子燃料策略發展研討會」過去已召開過 3 次，雖然每次討論之主題略有不同，但基本上是朝越來越深入的討論前進，從交流各國的資訊到探討實際合作的可能，建議未來應持續派員出席會議，俾使國內團隊與國際接軌。
- 二、為確保資料品質及經驗之傳承，建議可逐步發展知識管理系統，作為各項資料儲存、資訊解析及知識傳承之平台。
- 三、日本及韓國均透過地下實驗室展示技術，同時開放一般民眾進行參訪，讓民眾了解處置技術，發揮很重要的溝通功能。參考國際經驗，為促進公眾參與及推動處置計畫之發展，在國內建置地下實驗室有其必要性。
- 四、公眾參與及溝通為推動處置計畫重要的議題，參考日本經驗，為達到有效的溝通成效，宜建立具溝通專業能力之全職人員，針對溝通的目的進行相關工作，建議應成立專門對外溝通之單位，作為技術推廣之基石。



Developing Spent Fuel Strategies: Regional Workshop

May 29 – June 1, 2017

Sessions at Mita NN Hall, Tokyo, May 29 – 31

Optional Visit to Mizunami URL, June 1

Agenda

Disposal

(Hosted by NUMO and NTI)

May 29

9:00 – 9:20am

Welcome & Introductions (NUMO)

9:20 – 9:30am

Meeting Objectives (NUMO/NTI)

Underground Research Programs

(Moderator: Andrew Newman, NTI)

9:30 – 9:45am

SNF/Waste Management Program and Role of URLs in Japan (Hiroyoshi Ueda, NUMO)

9:45 – 10:15am

Overview of R&D Activities at the Horonobe Underground Research Center (Hideaki Osawa, JAEA)

10:15 – 10:45am	Overview of R&D Activities at the Mizunami Underground Research Laboratory (Eiji Sasao, JAEA)
10:45 – 11:05am	<i>Break</i>
11:05am – 11:45am	HLW Disposal in China: Present Status and Future Plan (Zhongmao Gu, CIAE)
11:45am – 12:25pm	Overview of the Underground Research Plan in Korea (Kyong Woo Park, KORAD)
12:25 – 1:30pm	<i>Break</i>
	(Moderator: Alina Constantin, NTI)
1:30 – 2:10pm	A Safety Case Report (AKRS-16) for a Conceptual HLW Repository (Jongtae Jeong, KAERI)
2:10 – 2:50pm	Brief of the Technical Feasibility Assessment Report on Spent Nuclear Fuel Final Disposal in Taiwan (Yan-Hong Li, TPC)
2:50 – 3:20pm	<i>Break</i>
3:20 – 4:00pm	Deep Borehole: Disposal Concept and Field Test (Kevin McMahon, SNL)
4:00 – 4:40pm	Deep Borehole Disposal Study for HLW as an Alternative Concept in Korea (Jong-Youl Lee, KAERI)
4:40 – 5:20pm	Underground Research Facilities Network for Geological Disposal (URF Network): Global RD&D Experiences over 50 Years (Haeryong Jung, IAEA)
5:20pm	<i>Adjourn</i>

May 30

**Internationalization of
R&D**

(Moderator: Tom Isaacs, NTI)

9:30 – 10:00am	Overview of the Benefits of Internationalizing URLs (Hideaki Osawa, JAEA)
10:00 – 10:30am	Potential Collaboration in Integrated Model Development for PA with URL Experiments (Hiromitsu Saegusa, NUMO)
10:30 – 11:00am	Potential Collaboration Tasks Based on On-Going Experiments and R&D activities in Horonobe URL (Keiichiro Wakasugi, JAEA)
11:00 – 11:20am	<i>Break</i>
11:20 – 11:50am	URLs as Tools for Training and Communication with the General Public on Geological Disposal (Eiji Sasao, JAEA)
11:50am – 1:00pm	Group Discussion: Collaborative R&D Activities That Could be Performed at URLs (Moderator: Gento Kamei, JAEA)
1:00 – 2:00pm	<i>Break</i>

Siting and Public Trust

(Moderator: Hiroyuki Umeki, NUMO)

2:00 – 2:20pm	Building Public Trust (Tom Isaacs, NTI)
2:20 – 2:50pm	New Siting Approach for Geological Disposal in Japan (Hiroyoshi Ueda, NUMO)
2:50 – 3:00pm	Group Photo
3:00 – 3:20pm	<i>Break</i>
3:20 – 3:50pm	Current Status of UNF Management and Site Securing in the ROK (Yongsoo Hwang, KAERI)
3:50 – 4:20pm	A Step-By-Step Approach to Radioactive Waste Management: Lessons from the ‘Nuclear Corridor’ in West Texas & Eastern New Mexico (Andrew Newman, NTI)
4:20 – 4:40pm	Discussion: Key Issues on Siting and Public Trust (Moderator: Tom Isaacs, NTI)
4:40pm	<i>Adjourn</i>

May 31

Continuity of Knowledge and Generational Change

(Moderator: Hiroyoshi Ueda, NUMO)

9:30 – 10:00am **Need for Knowledge Management in Nuclear Fuel Cycle Backend (Hiroyuki Umeki, NUMO)**

10:00 – 10:30am **Knowledge Transfer – Nationally/Internationally and Across Generations (Pierre-Henri De La Codre, OECD-NEA)**

10:30 – 10:50am *Break*

10:50 – 11:20am **Education and Training of the Next Generation of Nuclear Experts (Alina Constantin, NTI)**

11:20 – 11:40am **Brainstorm: Resolving Conflicting Requirements for the 21st Century Repository – The Roles of URLs and KMSs (Moderators: Tom Isaacs and Andrew Newman, NTI)**

11:40am – 12:00pm **Wrap Up & Next Steps (NUMO/NTI)**

June 1

Optional Visit to the Mizunami Underground Research Laboratory

**(Hosted by JAEA-Geological Disposal Research and Development
Department / Tono Geoscience Center)**