

# 政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫

---

( 群組 ) ( 領域 )

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型 ( 人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動 )

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

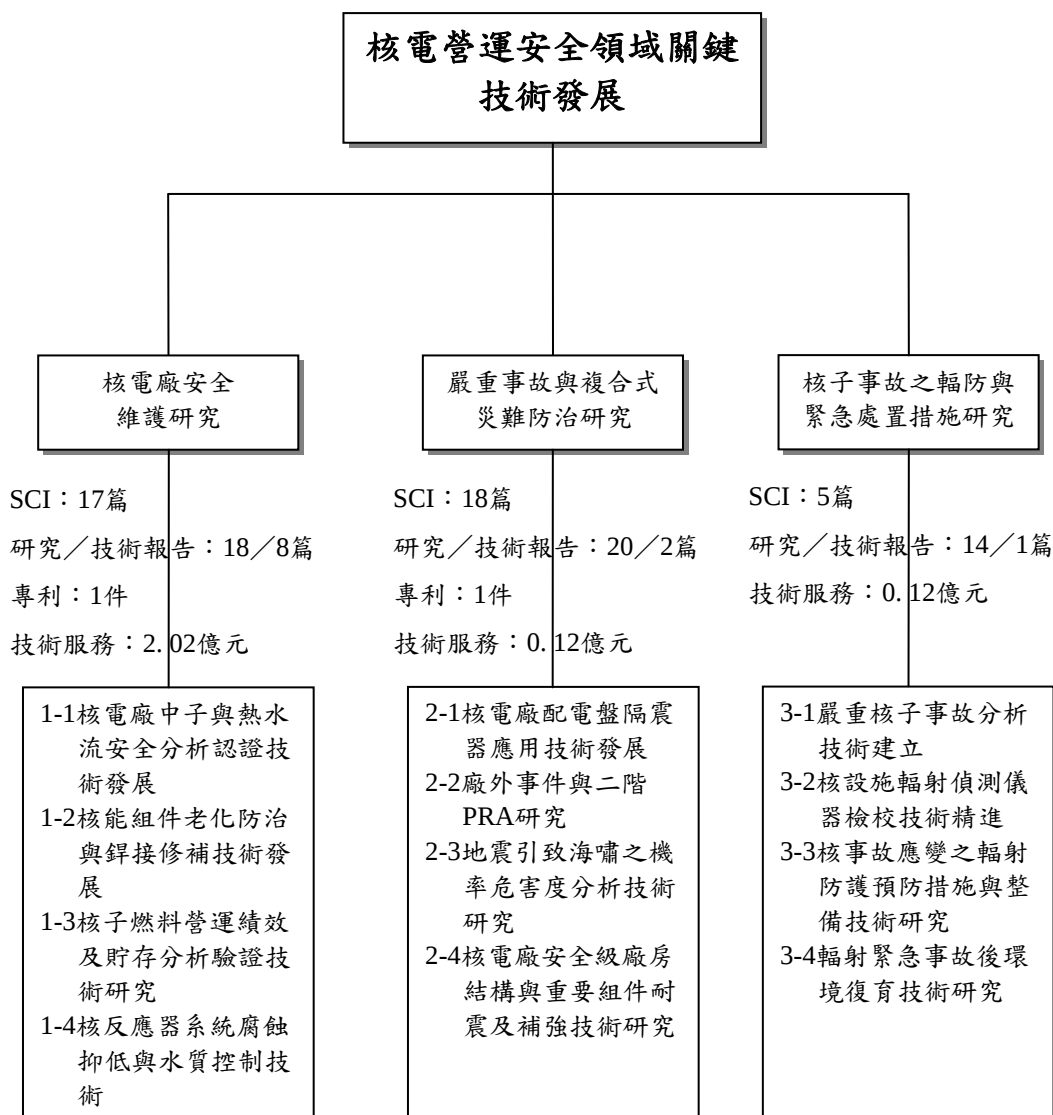
# 目錄

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 壹、科技施政重點架構圖.....                     | 3  |
| 貳、基本資料.....                          | 4  |
| 參、計畫目的、計畫架構與主要內容.....                | 4  |
| 一、計畫目的與預期成效.....                     | 4  |
| 二、計畫架構(含樹狀圖).....                    | 5  |
| 三、計畫主要內容.....                        | 5  |
| 肆、計畫經費與人力執行情形.....                   | 7  |
| 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)..... | 12 |
| 陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....       | 21 |
| 柒、與相關計畫之配合.....                      | 26 |
| 捌、後續工作構想之重點.....                     | 26 |
| 玖、檢討與展望.....                         | 27 |

## 第二部分：政府科技計畫成果效益報告

### 壹、科技施政重點架構圖：

策略績效目標——績效衡量指標——執行措施（綱要計畫）



(註1)計畫請依國家型、由院列管、1000萬元以上及1000萬元以下分類，並應標示計畫名稱、經費及執行單位，格式如表格一

## 貳、 基本資料：

計畫名稱：核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫

主 持 人：高良書

審議編號：103-2001-02-癸-02

計畫期間 (全程)：103 年 01 月 01 日至 106 年 12 月 31 日

年度經費：63,028 千元 全程經費規劃：328,589 千元

執行單位：核能研究所

## 參、 計畫目的、計畫架構與主要內容

註：請依原綱要計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫

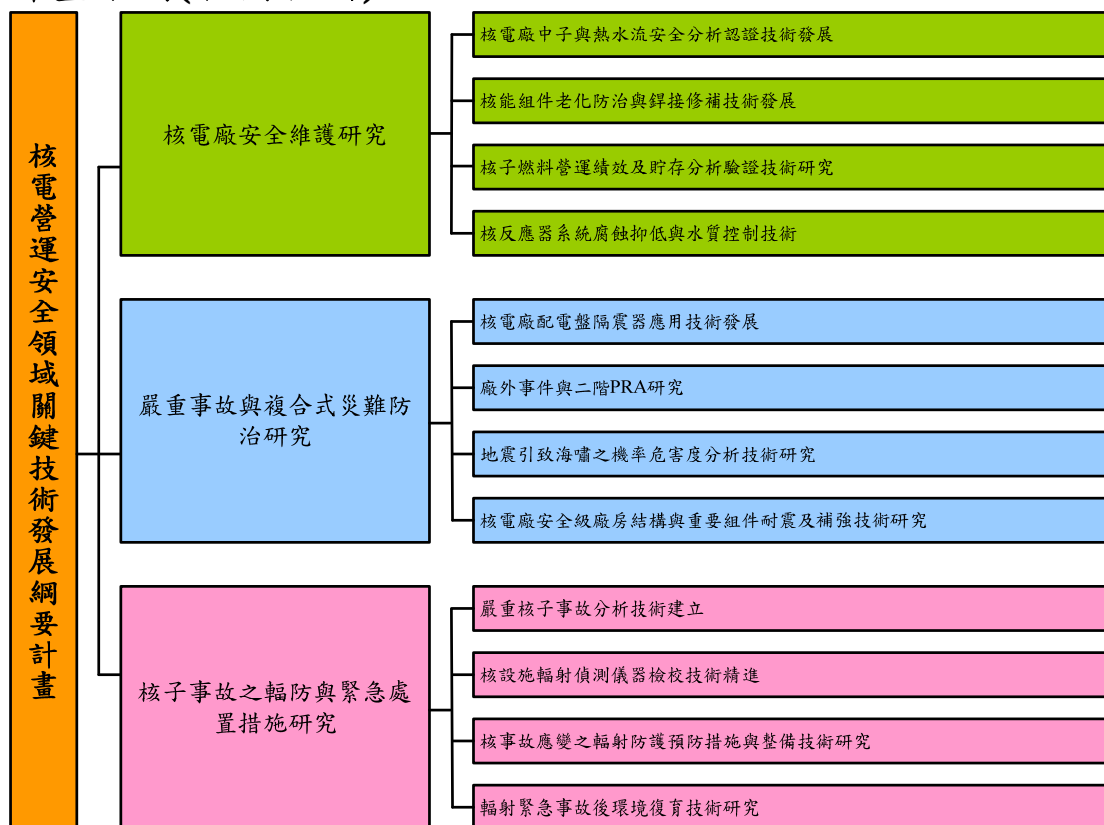
### 一、 計畫目的與預期成效：(計畫全程以及年度之具體目標填報)

「核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫」主要在配合國家永續能源政策綱領與馬總統能源政策的承諾，並回應核能電廠安全防護體制全面體檢方案總檢討報告內容。本計畫既定之目標與預期成效概述分述如下：

1. 持續維護核電廠在設計年限內之營運與安全，以確保國內自產能源(核電)供應的穩定性。因應國內核一、二、三廠逐步老化的趨勢，提供現有核電廠在設計年限內安全維護之所需。本計畫將精進研發安全分析所需的中子與熱水流自主性分析技術，並經由主管單位認證取得合法的適用性，提昇電廠之安全與績效。在硬體維修能力上，開發材料劣化與診斷技術、銲接修補更換技術、系統腐蝕抑低與水質控制技術、核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術，及時提供電廠運轉之必要支援。
2. 強化核電廠原有設施的安全度與自我防禦能力，增加電廠防海嘯、防洪、耐震之功能，以避免複合式核災與嚴重事故的發生。記取日本 311 福島事件教訓，以及地震可能產生的嚴重風險，本計畫擬開發國內核電廠重要設施在風險管理與耐震、海嘯分析能力，提昇核電廠對廠外災害之自我防禦能力，有效的降低複合式災難及嚴重事故發生的機率。
3. 研發核電廠相關斷然處置措施，寧可犧牲核電，絕不造成核災；同時研擬核子災變之輻防應變措施，及時指引災變之防治策略，使其對環境造成之衝擊降至最低。本計畫將建立有效率的輻射防護對應機制及緊急應變措施，針對核電廠之斷然處置措施進行深入研究。建立嚴重核子事故分析技術，開發核子災變之環境監測、復育技術，

以及輻射防護預防措施與整備技術研究，減低嚴重事故對人員與周圍環境的衝擊。

## 二、計畫架構(含樹狀圖)：



## 三、計畫主要內容

### (一)「核電廠安全維護研究」分項計畫

- 1.核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展
  - (1)沸水式反應器 CASMO-4 /SIMULATE-3 中子分析程式相關驗證工作。
  - (2)核二廠圍阻體次隔間分析技術完成方法論。
  - (3)核一廠用過燃料池熱水流分析技術完成方法論。
  - (4)龍門核電廠建立預期暫態未急停(ATWS)之 TRACE 熱流分析模式與 ATWS 暫態相關動作或系統參數的靈敏度分析研究。
- 2.核能組件老化防治與銲接修補技術發展
  - (1)進行加氫水化學對 300℃/5%~30% 冷加工之 SS304L 應力腐蝕裂縫生長速率抑制評估。
  - (2)離心鑄造不銹鋼時效疲勞劣化分析與老化檢測方式先期評估。
  - (3)窄縫銲接管路更換程序開發：建立管路更換修理方案。

### 3.核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術研究

- (1)模擬高燃耗燃料護套，進行氫化鋁析出實驗與試片製作，完成材料特性分析。
- (2)彙整受損燃料乾式貯存國際間適用導則與經驗，建立國內可應用之重點項目。
- (3)完成 FRAPCON-3 燃料行為分析程式驗證，並應用於建立用過核子燃料乾式貯存行為分析。

### 4.核反應器系統腐蝕抑低與水質控制技術

- (1)深床式樹脂品質提昇與評估。
- (2)除礦器鐵銹垢移除效率提昇。
- (3)壓水式反應器二次系統水化學環境控制技術建立。

## (二)「嚴重事故與複合式災難防治研究」分項計畫

### 1.核電廠配電盤隔震器應用技術發展

- (1)配電盤隔震器核能應用規範探討。
- (2)配電盤隔震器設計開發。

### 2.廠外事件與二階 PRA 研究

- (1)核電廠廠外事件篩濾分析。
- (2)核電廠廠外事件定量上限分析。
- (3)二階安全度評估圍阻體系統分析方法論。

### 3.地震引致海嘯之機率危害度分析技術研究

- (1)核電廠海嘯規範及海嘯事件蒐集研究。
- (2)核電廠防海嘯設施設計研究。
- (3)台灣東部隱沒帶地震機率模型研究。
- (4)海嘯波傳模擬方法論研究。
- (5)廠區淹水情節模擬技術建立。

### 4.核電廠安全級廠房結構與重要組件耐震及補強技術研究

- (1)ABWR 反應爐內組件與一級管路資料蒐集與最新法規之研究。
- (2)爐內組件結構分析程式驗證。
- (3)管路分析程式驗證與飼水管路耐震分析。
- (4)管路補強資料蒐集與最新法規之研究。
- (5)廠房結構隔減震分析技術之研究。
- (6)核電廠老化結構之模型建立方法論。

## (三)「核子事故之輻防與緊急處置措施研究」分項計畫

### 1.嚴重核子事故分析技術建立

- (1)建立核一廠 MAAP5 程式分析工具。
- (2)瞭解國際 EOP、SAMG、EDMG 整合現況，另外研究 URG 與

相關程序書(EOP、SAMG、EDMG)整合工作。

(3)完成核一廠 MAAP5 程式斷然處置分析與 RELAP5 程式驗證報告 1 份。

2.核設施輻射偵測儀器檢校技術精進

(1)建立 ISO 4037 國際規範之 X 射線窄能譜系列射質與二級劑量標準。

(2)國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波耐受性與改善方法研究。

3.核事故應變之輻射防護預防措施與整備技術研究

(1)建立全真化氣象分析資訊及劑量評估模組之技術研究，可重建事故演變序列。

(2)合理抑低應變搶救工作人員之緊急曝露可接受劑量，研析各國規範災害搶救工作人員之劑量限值。

(3)合理抑低第一線應變人員之緊急曝露可接受劑量、輻射防護作業程序及準則探討。

(4)核子事故緊急應變策略基準研究。

4.輻射緊急事故後環境復育技術研究

(1)研究國際輻射事故復原標準訂定與實務經驗，進行民眾需要資訊調查與分析，建立民眾溝通模式與技術。

(2)蒐集與研析國際復原期民眾防護策略相關資訊，並擬訂復原期民眾防護策略草案。

(3)執行國土與農地復育策略與技術研究，針對國內外復育實務經驗，開發復育技術。

## 肆、計畫經費與人力執行情形

### 一、計畫經費執行情形：(可以下列表格表達)

#### (一) 計畫結構與經費

| 細部計畫<br>(分支計畫)     |        | 研究計畫<br>(分項計畫) |            | 主持人 | 執行機關  | 備註 |
|--------------------|--------|----------------|------------|-----|-------|----|
| 名稱                 | 經費(千元) | 名稱             | 經費<br>(千元) |     |       |    |
| 核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫 | 63,028 | 核電廠安全維護研究      | 25,250     | 林家德 | 核能研究所 |    |
|                    |        | 嚴重事故與複合式災難防治研究 | 23,024     | 徐耀東 |       |    |

|  |  |                          |        |     |  |  |
|--|--|--------------------------|--------|-----|--|--|
|  |  | 核子事故之輻<br>防與緊急處置<br>措施研究 | 14,754 | 王正忠 |  |  |
|--|--|--------------------------|--------|-----|--|--|

## (二)經資門經費表

| 會計科目   |       | 預算數／(執行數)         |     |               | 備註          |       |
|--------|-------|-------------------|-----|---------------|-------------|-------|
|        |       | 主管機關預算<br>(委託、補助) | 自籌款 | 合計            |             |       |
|        |       |                   |     | 金額(仟元)        |             | 占總經費% |
| 一、經常支出 |       |                   |     |               |             |       |
| 1.人事費  |       |                   |     |               |             |       |
| 2.業務費  |       | 42,520／42,470     |     | 42,520／42,470 | 67.46／67.38 |       |
| 3.差旅費  |       |                   |     |               |             |       |
| 4.管理費  |       |                   |     |               |             |       |
| 5.營業稅  |       |                   |     |               |             |       |
| 6.其他   |       |                   |     |               |             |       |
| 小計     |       | 42,520／42,470     |     | 42,520／42,470 | 67.46／67.38 |       |
| 二、資本支出 |       |                   |     |               |             |       |
| 小計     |       | 20,508／20,508     |     | 20,508／20,508 | 32.54／32.54 |       |
| 合計     | 金額    | 63,028／62,978     |     | 63,028／62,978 | 100／99.92   |       |
|        | 占總經費% | 100／99.92         |     | 100／99.92     |             |       |

與原計畫規劃差異說明：符合預期。

## (三)計畫人力

| 計畫名稱                               | 執行情形 | 總人力<br>(人年) | 研究員級 | 副研究員級 | 助理研究員級 | 助理   |
|------------------------------------|------|-------------|------|-------|--------|------|
| 核電營運<br>安全領域<br>關鍵技術<br>發展綱要<br>計畫 | 原訂   | 53.5        | 2.0  | 14.5  | 18.0   | 19.0 |
|                                    | 實際   | 53.8        | 2.0  | 15.2  | 17.8   | 18.8 |
|                                    | 差異   | +0.3        | 0.0  | +0.7  | -0.2   | -0.2 |

## (四) 主要人力投入情形(副研究員級以上)

| 姓名  | 計畫職稱            | 投入主要工作<br>及人月數                          | 學、經歷及專長 |                             |
|-----|-----------------|-----------------------------------------|---------|-----------------------------|
| 高良書 | 研究員<br>兼<br>主持人 | 4 人月<br>計畫主持人，<br>全程計畫之推<br>動與成果之審<br>核 | 學歷      | 博士                          |
|     |                 |                                         | 經歷      | 核能研究所副研員、核工組副組長、核安<br>中心副主任 |
|     |                 |                                         | 專長      | 原子能工程                       |

| 姓名  | 計畫職稱               | 投入主要工作及人月數                           | 學、經歷及專長 |                        |
|-----|--------------------|--------------------------------------|---------|------------------------|
| 林家德 | 副研究員<br>兼<br>協同主持人 | 9.6 人月<br>擔任第一分項計畫主持人，負責分項計畫推動與成果之審核 | 學歷      | 碩士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所副研究員              |
|     |                    |                                      | 專長      | 安全度評估                  |
| 徐耀東 | 副研究員<br>兼<br>協同主持人 | 6.0 人月<br>擔任第二分項計畫主持人，負責分項計畫推動與成果之審核 | 學歷      | 博士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所核能儀器組副研究員         |
|     |                    |                                      | 專長      | 核能設備驗證、核能零組件檢證         |
| 王正忠 | 副研究員<br>兼<br>協同主持人 | 6.0 人月<br>擔任第三分項計畫主持人，負責分項計畫推動與成果之審核 | 學歷      | 博士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 輻射偵測中心 5 年、核研所 14 年    |
|     |                    |                                      | 專長      | 放化分析、輻射防護、除役外釋         |
| 荊軍安 | 副研究員               | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核  | 學歷      | 碩士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員           |
|     |                    |                                      | 專長      | 原子能工程                  |
| 胡中興 | 副研究員               | 2.4 人月<br>參與計畫工作                     | 學歷      | 博士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所研助、助研員、副研員、核工組副組長 |
|     |                    |                                      | 專長      | 原子能工程                  |
| 王仲容 | 副研究員               | 6 人月<br>參與「核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展」工作    | 學歷      | 博士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員      |
|     |                    |                                      | 專長      | 原子能工程                  |
| 童武雄 | 副研究員               | 9.6 人月<br>參與「核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展」工作  | 學歷      | 碩士                     |
|     |                    |                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員           |
|     |                    |                                      | 專長      | 原子能工程                  |
| 馬紹仕 | 副研究員               | 9.6 人月                               | 學歷      | 博士                     |

| 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數                          | 學、經歷及專長 |                   |
|-----|------|-------------------------------------|---------|-------------------|
|     |      | 參與「核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展」工作           | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員      |
|     |      |                                     | 專長      | 原子能工程             |
| 林永鵬 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展」工作 | 學歷      | 碩士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員 |
|     |      |                                     | 專長      | 原子能工程             |
| 戴良哲 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展」工作 | 學歷      | 碩士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員      |
|     |      |                                     | 專長      | 原子能工程             |
| 曾哲聰 | 研究員  | 10 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核  | 學歷      | 博士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 核能研究所副研究員         |
|     |      |                                     | 專長      | 核燃料與材料            |
| 溫冬珍 | 研究員  | 10 人月<br>參與「核反應器系統腐蝕抑制與水質控制技術」工作    | 學歷      | 碩士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 化學組組長、副組長         |
|     |      |                                     | 專長      | 核電廠水化學            |
| 張慧良 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「核反應器系統腐蝕抑制與水質控制技術」工作   | 學歷      | 博士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 化學組副組長            |
|     |      |                                     | 專長      | 高分子化學、電化學         |
| 杜炫德 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核 | 學歷      | 碩士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 核能研究所核能儀器組助理研究員   |
|     |      |                                     | 專長      | 核能設備驗證、核能零組件檢證    |
| 吳元傑 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫                    | 學歷      | 碩士                |
|     |      |                                     | 經歷      | 核能研究所研助、助研員、副研員   |

| 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數                               | 學、經歷及專長 |                           |
|-----|------|------------------------------------------|---------|---------------------------|
|     |      | 主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核                      | 專長      | 地震危害度分析、結構工程、大地工程         |
| 朱棟樑 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「地震引致海嘯之機率危害度分析技術研究」工作       | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員              |
|     |      |                                          | 專長      | 結構工程                      |
| 徐康耀 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「核電廠安全級廠房結構與重要組件耐震及補強技術研究」工作 | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | TRR2 冷中源設施設計，乾式貯存設備結構應力分析 |
|     |      |                                          | 專長      | 機械設計，結構應力分析               |
| 王德全 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核      | 學歷      | 博士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核能研究所助研員                  |
|     |      |                                          | 專長      | 核電廠嚴重事故分析                 |
| 葉俊賢 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核      | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核研所 30 年                  |
|     |      |                                          | 專長      | 輻射量測與校正                   |
| 黃昭輝 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核      | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核能研究所副究員                  |
|     |      |                                          | 專長      | 輻射防護劑量評估、安全防護管制           |
| 楊雍穆 | 副研究員 | 9.6 人月<br>擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核      | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核能研究所副究員                  |
|     |      |                                          | 專長      | 輻射防護劑量評估、安全防護管制           |
| 邱鎧盛 | 副研究員 | 9.6 人月<br>參與「輻射緊                         | 學歷      | 碩士                        |
|     |      |                                          | 經歷      | 核能研究所助理研究員                |

| 姓名 | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數      | 學、經歷及專長 |              |
|----|------|-----------------|---------|--------------|
|    |      | 急事故後環境復育技術研究」工作 | 專長      | 放射性廢棄物解除管制技術 |

與原計畫規劃差異說明：符合規劃。

## 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)

- 1.請就本計畫涉及之(1)學術成就(2)技術創新(3)經濟效益(4)社會影響(5)非研究類成就(6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。
- 2.請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。
- 3.請依本計畫(涉及)設定之成果項目 先分別將底下研究計畫以領域別分類，再以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果。

### (一)學術成就

- 1.論文：本計畫期末累計有國外期刊論文 40 篇，國內重要期刊 1 篇，國內會議論文 3 篇，國外會議論文 14 篇，總計 58 篇。發表之論文可將研發成果供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。
- 2.研究團隊養成：斷然處置分析研究團隊、核電廠二階 PRA 分析團隊、建立嚴重事故分析技術團隊，共 3 個。所養成之研究團隊可機動、快速因應國內核電廠運轉所需，並提升嚴重核子事故緊急應變能力。
- 3.博碩士培育：本計畫由研究計畫培育之博士 5 員及碩士 4 員，共 9 員。本年度已有一名碩士生畢業，已投入核能相關產業。
- 4.研究報告：期末累計有研究報告 52 篇。研究報告可協助計畫保存研發過程及成果，並應用於技術推廣及技術經驗傳承。
- 5.辦理學術活動：6 月 24 至 27 日於清華大學協助辦理 2014 年「前鋒科技論壇：低碳能源與生命醫學國際研討會」國際學術研討會；6 月 27 日於本所辦理「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」；10 月 23 至 24 日於師範大學協助辦理「銲接協會 103 年度研討會」；10 月 24 至 25 日於日月潭協助辦理「2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議暨第十二屆破壞科學研討會」，共 4 場。

- 6.建立「核子事故緊急應變劑量評估系統 A2C/Dose」模式開發與技術。以氣象資料庫形式，整合氣象三維風場預報模式 (HOTMAC)、雲團大氣擴散分析 (RAPTAD)、以及環境人員輻射劑量評估等運算系統。在核電廠發生事故啟動緊急應變動員時，進行事故發生後未來 4 天內，電廠輻射物質外釋所造成之即時劑量率與累積劑量評估分析，提供給緊急應變決策者之重要決策資訊參考。
- 7.辦理國內「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」，告知本次能力試驗規劃的測試項目與要求，TAF 認證實驗室需通過每三年一次的比對測試，期望國內輻射偵檢儀器校正服務的準確性一致性，符合品管要求。



## (二)技術創新

- 1.專利：期末累計有 2 件申請。避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。
- 2.技術報告：期末累計有 11 篇。
- 3.技術活動：2/17~2/21 發表於台北君悅飯店「2014 BWROG 研討會」研討會；4/16~4/18 發表於韓國釜山「The 10th International Workshop on the Integrity of Nuclear Components」研討會；8/24~8/28 發表於加拿大「The 19th Pacific Basin Nuclear Conference」研討會；10/23~10/24 發表於師範大學「103 年度銲接協會論文發表」研討會；10/24~10/25 發表於日月潭「2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議暨第十二屆破壞科學」研討會。藉由國際間之技術交流，除學習新知識外並提升國內相關技能。
- 4.技術服務：本計畫應用發展之技術，爭取廠家在研究發展與運轉維護經費。期末累計對台電公司從事技術服務 11 件，技術服務收入金額共計 226,766 千元。

- 5.核設施輻射偵測儀器檢校技術精進因應核事故之緊急應變以及 102 年舉辦的第九次人員劑量計能力試驗，建置中能量(320kV)的 X 光劑量照射系統，製作國際 ISO 4037-1 規範要求適當尺寸的過濾片及濾片夾的 X 光射質組合的量測系統可符合國際要求。
- 6.嚴重核子事故分析技術完成國際 EPG/SAG、EDMG 整合研究，目前完成美國 DAEC 電廠 EMG 整合研究，並完成一份報告，可作為國內 EPG/SAG、EDMG、URG 整合重要參考依據。
- 7.核設施輻射偵測儀器檢校技術完成國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波檢測報告。各類型的輻射偵檢器對環境條件的干擾測試結果，顯示輻射射頻電磁場免疫力之干擾反應較為敏感，但新型偵檢器的電子系統已作 EMC 處理，可以免疫電磁場之干擾。

### (三)經濟效益

- 1.核電廠中子與熱水流安全分析認證技術發展協助台電公司於今(103)年度相繼完成核一廠中幅度功率提升服務案及核二廠中幅度功率提升服務案。核一、二廠在達成中幅度功率提昇後，每年可增加 3.794 億度的發電量，節省替代能源燃料成本新台幣 14.57 億元/年。
- 2.核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術針對核燃料運轉績效，使用美國國家研究室所開發之燃料行為分析程式 FRAPCON-3，建立燃料爐心運轉模擬分析技術，協助電廠確認燃料運轉策略之妥適性。國內電廠近年來皆能維持良好的燃料營運績效，無週期間停機次數。
- 3.核反應器系統腐蝕抑低與水質控制技術發表的報告『核能級陽離子交換樹脂瀝出物分子量分布研究』成功利用凝膠層析儀(GPC)檢測樹脂瀝出物，以判斷樹脂優劣。GPC 方法可輔助台電進行樹脂驗收時監測品質用，品質優良的樹脂平均可省下 80 萬元/床的清洗水量。
- 4.核反應器系統腐蝕抑低與水質控制技術投稿 SCI 的『沸水式反應器冷凝水除礦器固態顆粒鏽垢特性』幫助核二廠建立除礦器陰離子底層鋪置，並有效降低飼水鐵濃度 11.7%，每年將可節省輻防效益成本 390 萬元。

### (四)社會影響

- 1.日本福島核事故後，食品中放射性容許量標準之訂定一直是國人關注焦點，本計畫透過彙整分析國際主要先進組織或國家，例如：食品法典委員會(Codex Alimentarius Commission, CAC)、美國、歐盟、加拿大與日本等，其食品中放射性含量之標準，完成「各國食品中放射性容許量標準比較研究」報告一篇，以供未來主管機關於制定或修正相關管制法規之參考。各國食品中放射性容許量標準比較表如下：

#### 各國食品中放射性容許量標準比較

(單位：萬元/公斤)

| 特性      | 食品種類 | 每天 (公斤) | 加拿大  | 波型   | 日本   | 新加坡  | 香港   |
|---------|------|---------|------|------|------|------|------|
|         |      |         |      |      | 日    | 本    |      |
| A-1     | 乳品   | 55      | 100  | 100  | 300  | 100  | 100  |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 150  | 300  | 100  | 100  |
|         | 其他食品 | 300     | 100  | 2000 | 2000 | 100  | 100  |
| A-1 (S) | 乳品   | 370     |      | 370  | 370  | 200  | 50   |
|         | 嬰兒食品 |         |      |      | 1200 | 50   | 1000 |
|         | 其他食品 | 370     |      | 600  | 370  | 500  | 100  |
| A-2     | 乳品   |         | 1000 | 300  |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 1000 |      |      |      |
|         | 其他食品 |         | 1000 |      |      |      |      |
| A-3     | 乳品   |         | 1000 | 300  |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 1000 |      |      |      |
|         | 其他食品 |         | 1000 |      |      |      |      |
| A-4     | 乳品   |         | 100  | 125  |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         | 100  | 75   | 100  | 100  | 100  |
|         | 其他食品 |         | 100  | 750  |      | 100  | 100  |
| A-5     | 乳品   |         | 1000 | 300  | 125  |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 75   |      | 1000 | 1000 |
|         | 其他食品 |         | 1000 | 750  |      | 1000 | 1000 |
| A-6     | 乳品   |         | 100  | 1000 |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 100  | 150  | 100  | 100  |
|         | 其他食品 |         | 100  | 1250 |      | 100  | 100  |
| A-7     | 乳品   |         | 1000 | 1000 | 1000 |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         |      | 400  | 6000 | 1000 | 1000 |
|         | 其他食品 |         | 1000 | 1250 |      | 1000 | 1000 |
| A-8     | 乳品   |         | 1    | 20   |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         | 10   | 1    |      | 1    | 1    |
|         | 其他食品 |         | 10   | 80   |      | 10   | 10   |
| A-9     | 乳品   |         | 1    | 20   |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         | 10   | 1    |      | 1    | 1    |
|         | 其他食品 |         | 10   | 80   |      | 10   | 10   |
| A-10    | 乳品   |         | 1    | 20   |      |      |      |
|         | 嬰兒食品 |         | 10   | 1    |      | 1    | 1    |
|         | 其他食品 |         | 10   | 80   |      | 10   | 10   |
| A-11    | 所有食品 |         |      |      | 2    |      |      |

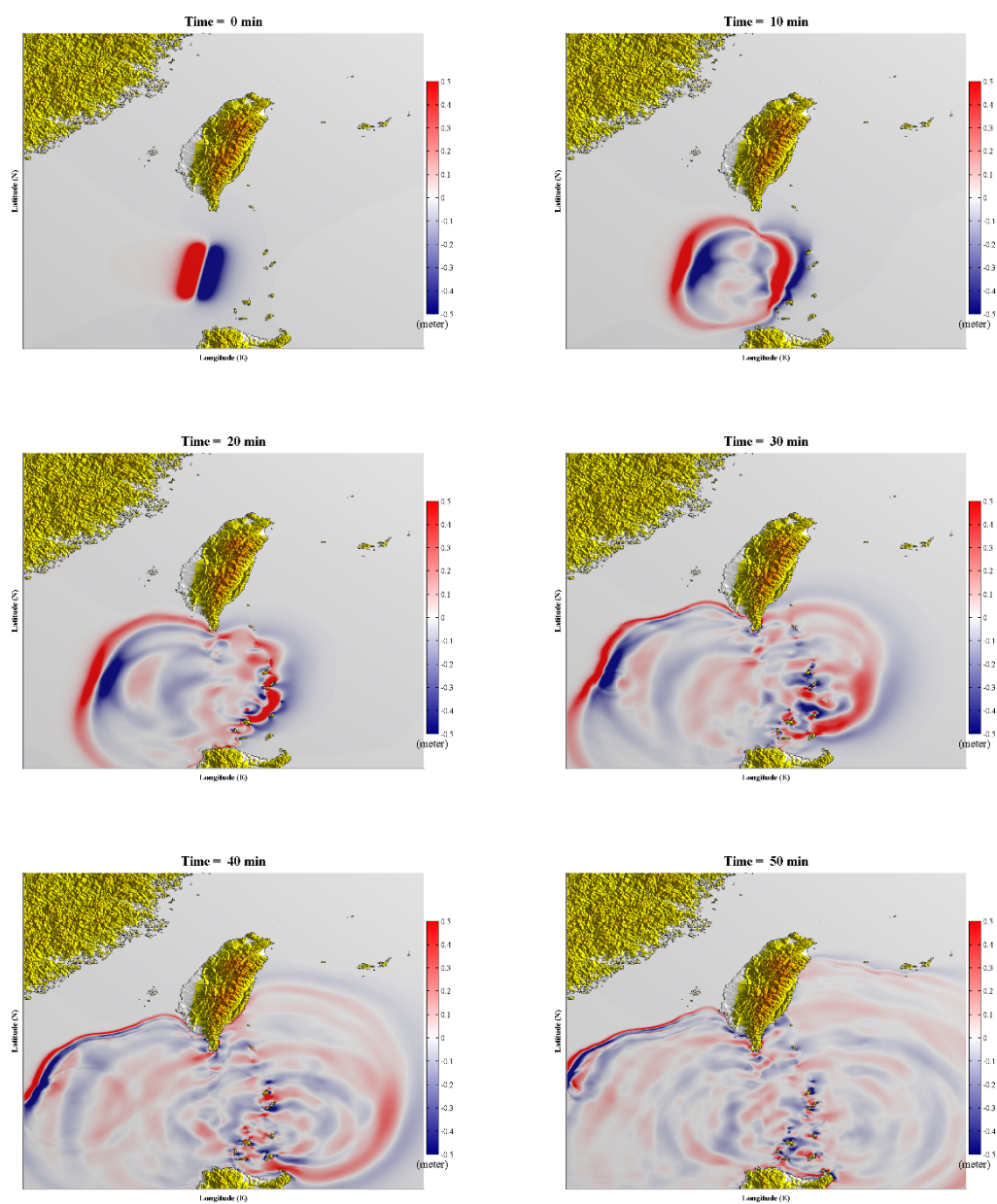
a. 美國政府對食品安全法中包括食品、嬰兒食品與飲料。

b. 加拿大與地食品中包括嬰兒食品。

c. (A-1) 之重量/6000磅 (A-2) 之重量/4500磅。

- 核能組件老化防治與銲接修補技術發展與國內廠家合作執行覆銲預備合約，每年提供 30 多個銲接相關工作機會，增進國內銲接人員就業機會。
- 地震引致海嘯之機率危害度分析技術研究建立海嘯波到核能發電廠（核三及核四廠）廠址近岸溯升之數值模擬。並著手建立機率式海嘯模型，推估算海嘯波高，進行數值模擬，並探討各種波高對應可能之溯升影響程度，及其對應之可能發生機率。其中對數值模式的適用性和驗證及數值地形的蒐集和建置也有做深入探討。最後，由數值模擬之結果進行分析，建立廠區可能發生溯升高度之機率模型，可供決策者評估依據。下圖為本子項針對馬尼拉海溝所發生之破裂面錯動引發之海嘯波模擬結果之時序列波高平面圖，可作為後續機率式海嘯模型

之參數來源。



數值模擬之破裂面錯動造成之各時序表面波高平面分佈圖

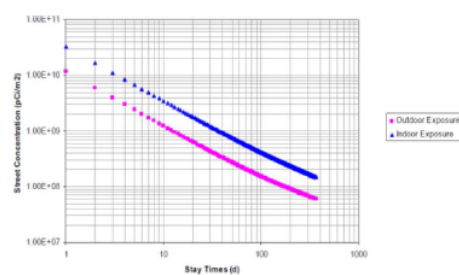
4. 「2013 年美國環保署最新放射性事故 PAG 手冊草案簡介」報告探討，可提供針對日本福島事故後，對於檢討擬定核/輻射事件緊急應變第一線應變搶救人員救災行動與民眾防護行動等之輻防措施與標準劑量限值參考依循。確保應變人員及民眾之輻射安全。

## 美國FDA 對服用碘片完整規定

|             | 預測甲狀腺曝<br>露(毫西弗) | 服用碘片劑量 | 130 毫克碘片<br>顆數 | 65 毫克碘片<br>片顆數 |    |     |     |
|-------------|------------------|--------|----------------|----------------|----|-----|-----|
| 超過 40 歲以上成人 | >5000            | 130    | 1              | 2              |    |     |     |
| 18-40 歲成人   | >100             |        |                |                |    |     |     |
| 懷孕以及授乳婦女    | >50              |        |                |                |    |     |     |
| 12-18 歲青少年  |                  | 65     | 1/2            | 1              |    |     |     |
| 3-12 歲兒童    |                  |        |                |                |    |     |     |
| 1 個月至 3 歲幼兒 |                  |        |                |                | 32 | 1/4 | 1/2 |
| 出生至 1 個月嬰兒  |                  |        |                |                | 16 | 1/8 | 1/4 |

| Radionuclide | Surface Street Concentration<br>(pCi/m <sup>2</sup> ) |          |          |
|--------------|-------------------------------------------------------|----------|----------|
|              | 1 Day                                                 | 4 Days   | 12 Days  |
| Am-241       | 7.51E+07                                              | 2.86E+07 | 1.59E+07 |
| Cf-252       | 3.50E+08                                              | 1.32E+08 | 7.13E+07 |
| Cm-244       | 1.27E+08                                              | 4.82E+07 | 2.68E+07 |
| Co-60        | 2.72E+09                                              | 6.87E+08 | 2.33E+08 |
| Cs-137       | 1.14E+10                                              | 2.94E+09 | 1.01E+09 |
| Ir-192       | 9.93E+09                                              | 2.54E+09 | 8.92E+08 |
| Po-210       | 1.17E+09                                              | 3.86E+08 | 1.74E+08 |
| Pu-238       | 6.56E+07                                              | 2.50E+07 | 1.39E+07 |
| Pu-239       | 6.01E+07                                              | 2.29E+07 | 1.27E+07 |
| Ra-226       | 6.08E+08                                              | 2.10E+08 | 9.97E+07 |
| Sr-90        | 2.48E+10                                              | 7.70E+09 | 3.18E+09 |

## 中期的再進入防護行動



室內外工作停留天數與 Cs-137 在街道表面最高污染濃度之關係圖

從圖 可以得知，如果Cs-137 在街道表面污染濃度為 3.00E+09 pCi/m<sup>2</sup>，則人員可以待在室外工作四天。

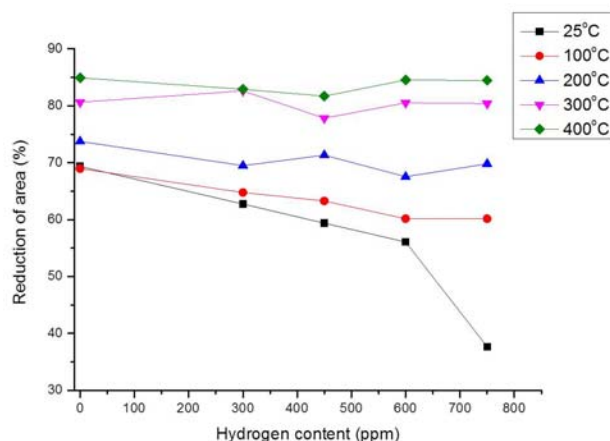
各種核種在街道表面污染濃度下居民室內可以生活停留天數

## (五)非研究類成就

1. 無。

## (六)其他效益

1.核燃料燃耗近年來已逐步提高，核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術子項計畫精進核研所建立之鋳合金充氫技術，以不同之氫含量模擬照射過核燃料護套。針對鋳四合金中、高氫含量的試片進行不同溫度之拉伸實驗，確認其由延性斷裂轉變成脆性斷裂的環境條件，相關數據對用過核子燃料乾式貯存行為評估極為重要。不同溫度下，試片面積縮減率與氫含量關係如下圖：



| 績效屬性         | 績效指標     | 原訂值  | 初級產出量化值                                                       | 效益說明                                                                                                                                                                                                                             | 重大突破                         |
|--------------|----------|------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 學術成就(科技基礎研究) | A 論文     | 16 篇 | 1.國外 SCI 論文發表 24 篇。<br>2.國外 EI 論文發表 16 篇。                     | 將研發成果可供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。                                                                                                                                                                                      |                              |
|              | B 研究團隊養成 | 3 個  | 1.核電廠二階 PRA 分析團隊。<br><br>2.嚴重事故分析技術團隊。<br><br>3.建立斷然處置分析研究團隊。 | 1.建立核電廠二階 PRA 分析團隊，可因應國內管制單位評估核子事故緊急應變規劃之需求，提供上游輻射源項計算與事故情節分析結果，可由國人迅速提供核災救援技術支援。<br>2.建立嚴重事故分析技術團隊，可分析嚴重核子事故現象與事故序列，並快速預測電廠未來參數狀態，提供事故救援措施的有效性，提升國內因應嚴重核子事故的能力。<br>3.建立斷然處置分析研究團隊，了解國內各電廠斷然處置方案，並對斷然處置救援措施有效性進行分析，提升嚴重核子事故處理能力。 |                              |
|              | C 博碩士培育  | 8 人  | 參與計畫執行之碩士研究生 4 員及博士研究生 5 員。                                   | 與國內著名公私立大學合作研究或透過委辦計畫，共同培育博、碩士研究生 9 人。本年度已有一名碩士生畢業投入核能相關產業。                                                                                                                                                                      | 預期研究生畢業後每年薪資碩士 63 萬，博士 84 萬。 |
|              | D 研究報告   | 40 篇 | 52 篇                                                          | 協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣將研究報告成果及技術經驗傳承。                                                                                                                                                                                            |                              |

| 績效屬性         | 績效指標     | 原訂值  | 初級產出量化值                                                                                                                                                                            | 效益說明                                  | 重大突破 |
|--------------|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------|
|              | E 辦理學術活動 | 3 場  | 1.6/24~6/27 於清華大學協助辦理「FoTEL 2014」國際學術研討會。<br>2. 6/27 於本所辦理「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」。<br>3.10/23~24 於師範大學協助辦理「銲接協會 103 年度研討會」。<br>4.10/24~25 於日月潭協助辦理「2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議暨第十二屆破壞科學研討會」。 | 資源分享及經驗交流，促成技術升級。                     |      |
| 技術創新(科技整合創新) | G 專利     | 2 件  | 2 件申請                                                                                                                                                                              | 避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。                    |      |
|              | H 技術報告   | 10 篇 | 11 篇                                                                                                                                                                               | 協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣將研究報告成果及技術經驗傳承。 |      |

| 績效屬性                | 績效指標      | 原訂值   | 初級產出量化值                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 效益說明                                                | 重大突破 |
|---------------------|-----------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|
|                     | I 技術活動    | 2 場   | 1.2/17~2/21 參與台北君悅飯店「2014 BWROG 研討會」研討會。<br>2.4/16~4/18 發表於韓國釜山「The 10th International Workshop on the Integrity of Nuclear Components」研討會。<br>3.8/24~8/28 發表於加拿大「The 19th Pacific Basin Nuclear Conference」研討會。<br>4.10/23~10/24 發表於師範大學「103 年度銲接協會論文發表」研討會。<br>5.10/24~10/25 發表於日月潭「2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議暨第十二屆破壞科學」研討會。 | 藉由國際間之技術交流，除學習新知識外並提升國內相關技能。                        |      |
|                     | S 技術服務    | 1.6 億 | 2.26 億                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.協助國內企業解決核能產業技術問題。<br>2.協助國內企業研究核電廠用過燃料貯存系統技術開發問題。 |      |
| 其他效益<br>(科技政策管理及其它) | K 規範/標準制訂 | 1 篇   | 1 篇                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 制訂隔震器的規範，以應用於現有核能級配電盤。                              |      |

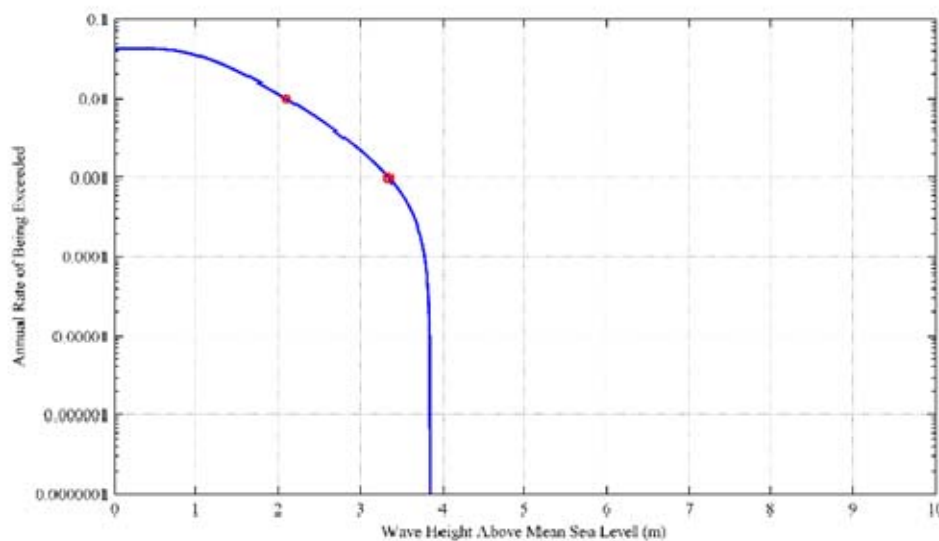
## 陸、 主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

說明：

1. 請填面向之權重，加總共 100%。
2. 請依前述重要成果及重大突破所勾選之內容說明其價值與貢獻度：

### 一、學術成就(科技基礎研究)(權重30%)

- 1.核能組件老化防治與銲接修補技術完成「無鈷鐵基合金硬面銲層之裂縫肇因分析」及「利用超音波顯微鏡系統評估離心鑄造不銹鋼 CF8A 性質研究」等研究，解決硬面銲層龜裂及鑄造不銹鋼 CF8A 檢測問題，有助於後續硬面銲層龜裂防治及鑄造不銹鋼 CF8A 檢測技術研發。
- 2.核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術在燃料行為分析方面未來將以 FRAPCON-3 程式更新之版本 3.5，與日本所開發之 FEMAXI-6 程式同時進行效能與適用分析比較，對從事燃料設計分析有極大助益，進而協助國內電廠確保燃料營運績效。而分析結果則為用過核子燃料乾式貯存期間，護套可能劣化機制與行為評估之重要依據。
- 3.承日本福島電廠事故啟發，參酌 NRC 相關報告，廠外事件與二階 PRA 完成一般業界廠外事件類別彙整與內容說明，同時檢視我國現有核電廠廠外事件之設計基準，並根據新近的安全度評估標準與各電廠廠址特定之環境特性，重新建立廠外事件清單並進行篩濾評估，釐清超越設計基準事件風險評估的精進需求與後續研究必要。
- 4.引進美國二階安全度評估(PRA)標準，建立各項 PRA 二階分析技術要項之要求，做為國內未來重新建立或更新各核電廠二階 PRA 模型與後續應用的參考基準。
- 5.地震引致海嘯之機率危害度分析技術研究可提供建可能引發之海嘯的波高模型，以提供防範海嘯災害決策之參考。並完成初步數值模式的適用性和參數的不確定性探討。最後成功藉由數值計算之結果進行分析並初步建立機率式海嘯波高模型。下圖為本子項初步完成之機率式海嘯波高危害度分析曲線。



機率式海嘯波高之危害度分析曲線

## 二、技術創新(科技整合創新) (權重 25 %)

- 1.核能組件老化防治與銲接修補技術完成「利用超音波顯微鏡系統評估離心鑄造不銹鋼 CF8A 性質研究」及「國外管路組件更換案例調查及分析」等報告，有助於檢測離心鑄造不銹鋼 CF8A 的新技術開發及管路組件更換技術建立，提升國內產業技術水準。
- 2.核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術精進過去建立之鋳合金充氫技術，以自動化為改進目標，可以改善氫含量之控制條件與試片製作數量，未來擴充用過核子燃料長期儲存行為護套劣化機制之研究能量。
- 3.地震引致海嘯之機率危害度分析技術進行多種海嘯波傳模式比較，建立波傳模式參數不確定性的評估方法。另整合地震與海嘯資訊於地理資訊系統，並由地震發生頻率關係，建立海嘯之發生機率。
- 4.嚴重核子事故分析技術設定 MAAP5 程式 URG 參數檔，驗證 SRV 流量、圍阻體排氣流量等重要參數，建立驗證 URG 重要技術。

## 三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 20 %)

- 1.「利用超音波顯微鏡系統評估離心鑄造不銹鋼 CF8A 性質研究」及「國外管路組件更換案例調查及分析」等報告，有助於檢測離心鑄造不銹鋼 CF8A 的新技術開發及管路組件更換技術建立，有助於國內機械、銲接及非破壞檢測相關產業發展。
- 2.核子燃料營運績效及貯存分析驗證技術提升核電廠燃料營運績效，避免週期間的停機次數，減少中期停機之營業損失，以及改採火力發電替代能源所增加的發電成本。

#### 四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重25%)

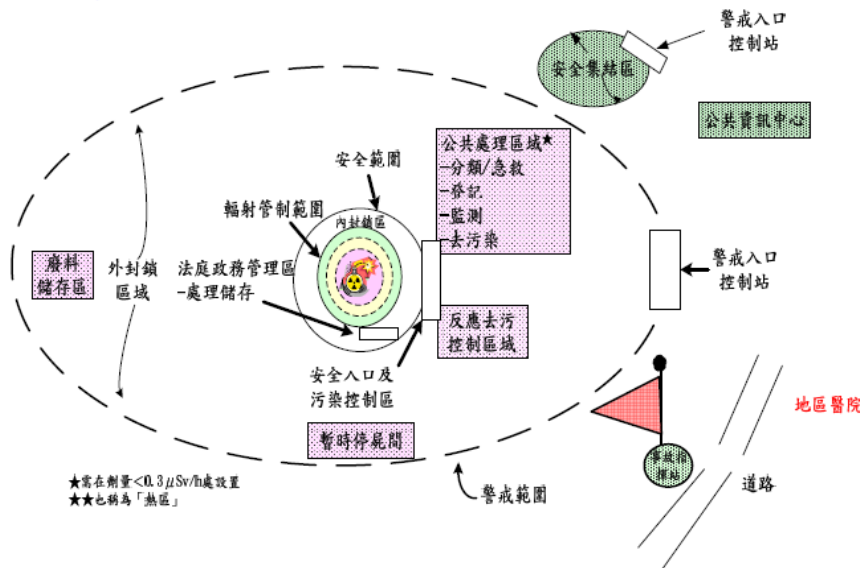
- 1.本計畫協助核一、二廠在達成中幅度功率提昇後，台電公司每年可減少因替代能源燃耗所產生 15.8 萬噸之 CO<sub>2</sub>，其成效對減低全球日益嚴重的溫室效應有實質的幫助。
- 2.「國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略」研究，能提供決策在實務上規劃適當的防護措施，確保在真正緊急情況下，可以及時的、有管理的、可控制的、可協調的有效應用執行應變行動，以及防止或減輕緊急事件後果的原則防禦深度(Defense of Depth)，與保護措施。
- 3.依據國際標準組織 ISO 建議之 X-射線射質，建立低能量的劑量標準，提供事故現場環境輻射劑量的量測以及例行作業輻射偵檢器之低能量劑量校正，精進輻射偵測儀器檢校技術。

建立之 X 射線位置因子

| 射束    | 位置因子   |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| X     | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| ns80  | 0.9971 | 0.9966 | 0.9770 | 1.0185 | 1.0020 | 0.9995 |
| ws110 | 0.9991 | 0.9966 | 0.9841 | 0.9978 | 1.0002 | 1.0025 |
| ws150 | 1.0013 | 0.9882 | 0.9873 | 1.0072 | 1.0097 | 1.0025 |
| ws200 | 0.9984 | 0.9995 | 0.9821 | 1.0028 | 1.0057 | 1.0126 |
| m150  | 0.9995 | 0.9997 | 0.9936 | 0.9976 | 0.9990 | 1.0032 |

- 5.「核/輻射事件緊急應變第一線應變搶救人員救災行動輻防導則」報告，說明輻射緊急事件的應變處理基本概念、緊急應變人員之行動指引、應變輻射防護措施與標準劑量限值等導則，可提供中央與地方政府負責輻射緊急事件應變處理與救災行動之第一線救災人員(警政、消防、衛生醫療、民防等)，任務執行之指引依據與確保應變人員及民眾之輻射安全。

## 初步評估，建立應對設施和管制區域



圖：針對輻射事件的反應措施配置示意圖

| 設施場所                                                  |
|-------------------------------------------------------|
| 事件指揮所<br>Incident command post(ICP)                   |
| 法庭證物<br>管理中心                                          |
| 公共資訊中心<br>(民眾資訊中心)<br>Public information centre (PIC) |
| 公共處理區<br>(民眾處理區)                                      |
| 地區醫院                                                  |
| 污染管制區                                                 |
| 資源安全集結待命區                                             |
| 臨時停屍區                                                 |
| 廢棄物貯存區                                                |

## 應變人員之輻射防護行動的劑量限值

表：搶救人員行動的劑量指引

| 劑量指引   | 行動                   | 條件                                     |
|--------|----------------------|----------------------------------------|
| 50毫西弗  | 所有職業性暴露的行動           | 採取所有合理可行性措施來最小化劑量                      |
| 100毫西弗 | 為公眾福祉保護必要且有價值財產(如電廠) | 可用監測來預測或量測劑量採取所有適當措施來降低劑量但超過50毫西弗仍無法避免 |
| 250毫西弗 | 搶救性命或保護很多民眾          | 可用監測來預測或量測劑量採取所有適當措施來降低劑量但超過50毫西弗仍無法避免 |

表：緊急應變人員接受劑量準則

| 任務                                                                                                                        | 劑量限值(經事件指揮官核准) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.搶救生命行動，包括：<br>a.搶救生命有立即危險之人員；<br>b.急救重傷者；<br>c.防止/減輕可能嚴重危急人身安全之情況。                                                      | 1000mSv        |
| 2.防止發生嚴重健康效應或傷害之行動，包括：<br>a.疏散過程中保護民眾；<br>b.確定疏散、掩蔽或限制食物之人口居住地區之環境輻射監測<br>c.搶救生命可能受到威脅之民眾；<br>d.治療嚴重受傷之民眾；<br>e.民眾緊急除污作業。 | 500mSv         |
| 3.防止災害持續發展之行動，如：<br>a.防止或減輕火勢等；<br>b.逮捕可疑恐怖份子                                                                             | 50mSv          |
| 4.避免增加集體劑量之行動，如：<br>a.人口居住地區環境監測之取樣與放射性核種分析；<br>b.保護民眾採取的局部除污。                                                            |                |

## 五、非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)(權重 0 %)

- 1.本計畫參加美國電力研究所之國際核燃料工業研究計畫(NFIR-VI)，得以參與指導委員會之重要研究議題並討論未來發展重點；未來規劃參加後續之研究計畫，並爭取委託研究工作，藉以培育人才以利經驗

傳承。

## 六、其它效益(科技政策管理及其它)(權重\_0\_%)

1. 「國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略」研究，提供決策在實務上規劃適當的防護措施，確保在真正緊急情況下，可以及時的、有管理的、可控制的、可協調的與有效的應用在適當的地方執行應變行動，以及防止或減輕緊急事件後果的原則防禦深度(Defense of Depth)，在可能造成人民與環境有害效應之前，採取不同層級一連串與獨立的保護措施。
2. 「Improving Distillation Method and Device of Tritiated Water Analysis for Ultra High Decontamination Efficiency 為超高除污效率改善氚水分析蒸餾方法與裝置」。氚是一種純 $\beta$ 放射性核種通常經過液態閃爍計數(LSC)測量，氚的平均能量只有 5.658keV，使的 LSC 計數氚容易被其他放射性核種放射的干擾。環境氚化水的樣品處理，通常需要經過蒸餾減少淨化的干擾。日本福島核事故，核電廠周圍擴散地下水得到樣品的濃度最高總 $\beta$ 超過 100 萬貝克/升。有必要與超高的蒸餾淨化效率環境氚化水分析。本報告是為了修改空氣冷卻的蒸餾裝置容器的高度，提高加熱溫度控制為更好的分餾效應。這淨化因子(DF)的 Cs-137 的蒸餾可能達到 450000，比現有作業方法更好。確證，更改氣冷卻蒸餾裝置可提供一易於處理、節水、成本低和淨化水樣的污染較高的 $\beta$ 放射性何種的有效途徑。例如：

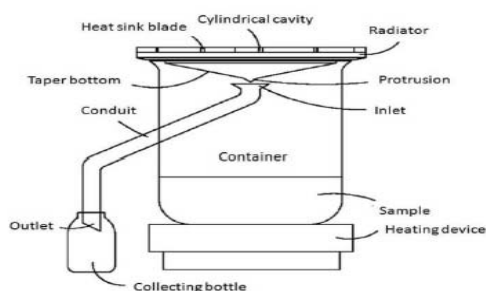


Figure 1 The components of the air cooling distillation device



Figure 2 the picture of 7 cm container and 20 cm container with radiators

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，固無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

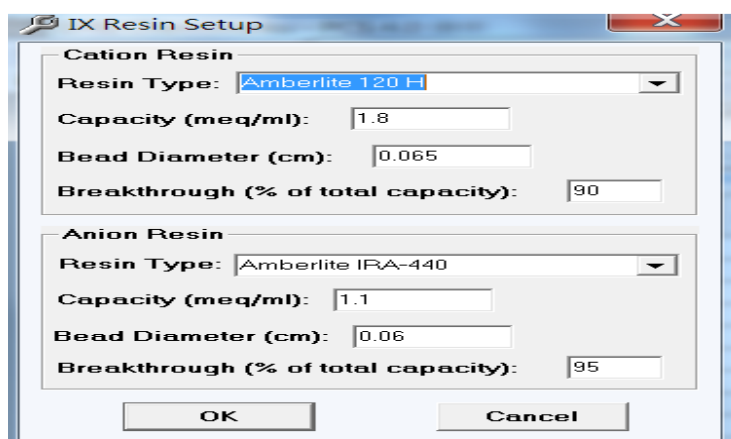
## 柒、與相關計畫之配合

(執行中的合作情形以及未來之合作計畫，若有國際合作關係也請說明。)

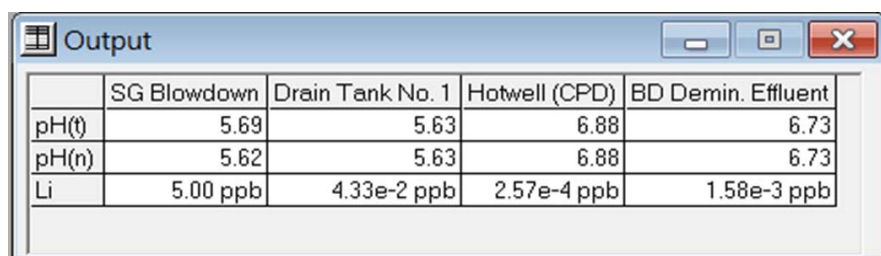
1. 無

## 捌、後續工作構想之重點

- 1.於提升產業技術水準目標下，執行後續工作:(1)開發新銲接技術，避免銲接瑕疵產生；(2)建立組件更換技術協助，協助國內產業執行組件更換工作；(3)發展非破壞檢測技術，提升組件瑕疵檢測結果，增進電廠營運安全。
- 2.核反應器系統腐蝕抑低與水質控制技術的「壓水式反應器二次系統水化學環境控制技術建立」使用模擬軟體 Plant Chemistry Simulator 4.0(如圖 2、3)可用在核三廠蒸汽產生器 MCO 測試時之示蹤劑濃度追蹤，以建立國內之 MCO 測試技術團隊。核三廠進行中幅度功率提升必須通過 MCO 測試，功率提升後每年將可增加 4 億度的發電量，節省替代能源燃料成本新台幣 14 億元/年，因此本所有必要建立測試技術。本技術服務預計明年初與核三廠簽約，五月份開始執行。



附圖：PWR 二次側 blowdown 與冷凝水除礦器樹脂參數輸入

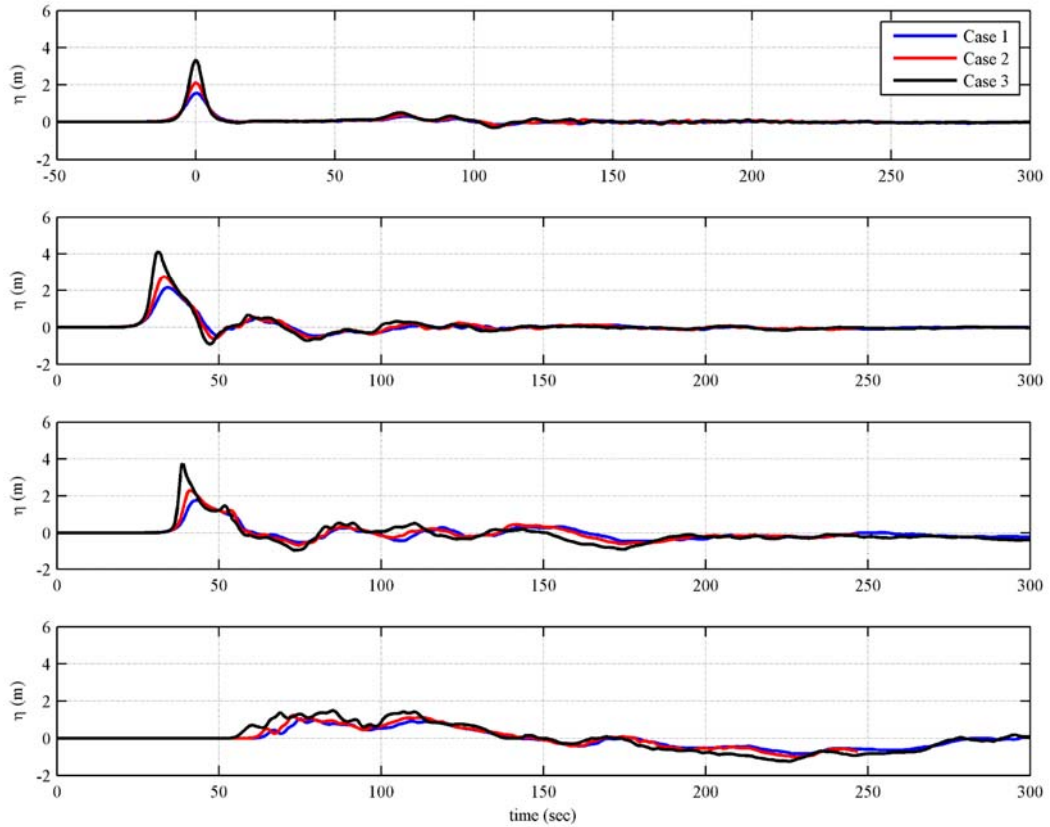


|       | SG Blowdown | Drain Tank No. 1 | Hotwell (CPD) | BD Demin. Effluent |
|-------|-------------|------------------|---------------|--------------------|
| pH(t) | 5.69        | 5.63             | 6.88          | 6.73               |
| pH(n) | 5.62        | 5.63             | 6.88          | 6.73               |
| Li    | 5.00 ppb    | 4.33e-2 ppb      | 2.57e-4 ppb   | 1.58e-3 ppb        |

附圖：PWR 二次側各位置示蹤劑模擬濃度輸出

- 3.地震引致海嘯之機率危害度分析技術研究目前已採孤立波能作為極致波高的考量來探討海嘯波的影響。但實際上海嘯波不會只有單一波峰

傳遞，而且海嘯波入射之方位和路徑並非目前所能掌握的。因此，未來將會以耦合模式配合機率式海嘯危害度分析模型針對核三廠址，建構更精確的海嘯波機率評估。下圖為本子項針對二維以及三圍模式以孤立波模擬之時序列比較結果，可發現有高度重疊性，未來將發展二維三維耦合模式，以增加模式可信度以及模擬精確度。



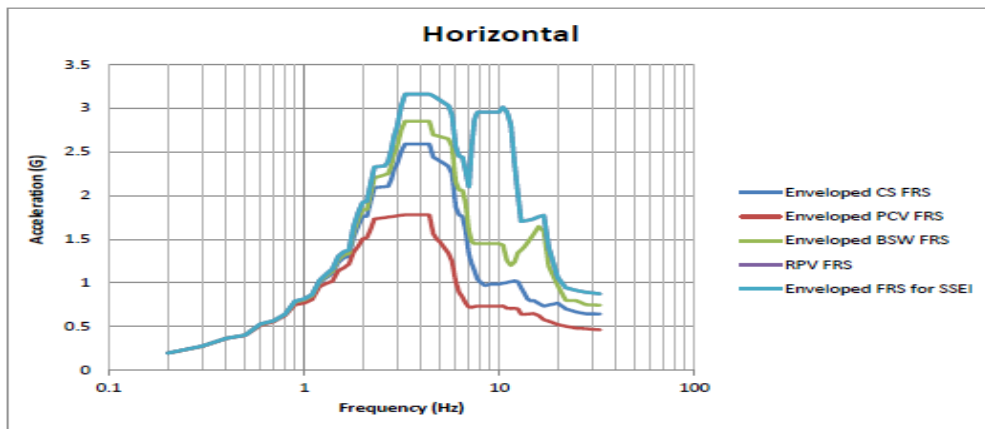
核三廠廠區之波高計時序列資料

## 玖、檢討與展望

- 1.在機率式海嘯危害度模型建置的流程中發現，此機率式模型最重要的關鍵在於標準差（變異量）之決定，而標準差的來源為數值本身和震源參數所造成的偶然不確定性。模式或震源參數標準差之建立都需要較多的數值計算結果來當作樣本，以增加標準差估算上的準確性。鑑此，二維海嘯模式將是未來機率式海嘯危害度模型之建置上的主要工具。
- 2.核電廠安全級廠房結構與重要組件耐震及補強技術研究在管支撐補強及耐震力評估、進步型沸水式核能一級管路耐震分析等研究報告，展望國內現役核電廠持續運轉，面臨設備老化及管路結構補強等需求，於電廠執照更新時可提供前述之技術，以供核電廠評估及應用。檢核、評估與分析核電廠現有安全停機是否能承受 0.4g 之安全停機地震，SSE 的頻譜加速度如圖一、二所示，因應核電廠現有安全停機是否能

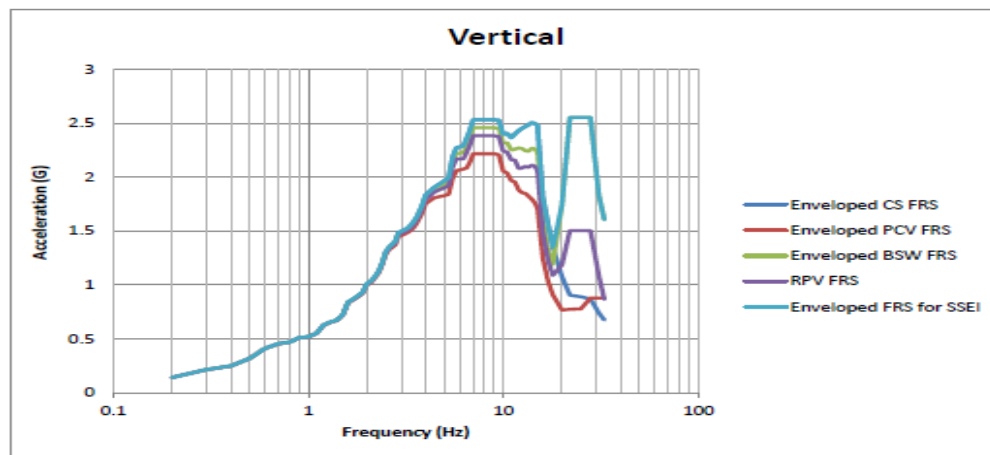
承受 0.4g 之地震，表 1 中分別分析原有地震值和 0.4g 的負荷值，維持原有地震值，經管支撐細部分析後，僅 FDW-H-210 管支撐需更換；若是提升至 0.4 g，則管支撐 FDW-H201、FDW-H202、FDW-H207、FDW-H209、FDW-H210 及 FDW-H211 等必須補強或變更設計，以確保核電廠日後能夠安全運轉。

| CSNPS ENVELOPED SEISMIC RESPONSE SPECTRUM (SSE) – Unit 1 FDW Loop B |             |               |             |               |             |               |             |               |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Horizontal                                                          |             |               |             |               |             |               |             |               |             |
| FREQ.<br>(Hz)                                                       | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) |
| 0.20                                                                | 0.197       | 0.30          | 0.276       | 0.40          | 0.366       | 0.50          | 0.404       | 0.60          | 0.531       |
| 0.70                                                                | 0.568       | 0.80          | 0.642       | 0.90          | 0.793       | 1.00          | 0.816       | 1.10          | 0.867       |
| 1.20                                                                | 1.029       | 1.30          | 1.102       | 1.40          | 1.159       | 1.50          | 1.305       | 1.60          | 1.357       |
| 1.70                                                                | 1.378       | 1.80          | 1.649       | 1.90          | 1.809       | 2.00          | 1.924       | 2.10          | 1.933       |
| 2.20                                                                | 2.139       | 2.30          | 2.328       | 2.40          | 2.332       | 2.50          | 2.336       | 2.60          | 2.339       |
| 2.70                                                                | 2.386       | 2.80          | 2.519       | 2.90          | 2.683       | 3.00          | 2.787       | 3.15          | 3.026       |
| 3.30                                                                | 3.160       | 3.45          | 3.160       | 3.60          | 3.160       | 3.80          | 3.160       | 4.00          | 3.160       |
| 4.20                                                                | 3.160       | 4.40          | 3.160       | 4.60          | 3.140       | 4.80          | 3.115       | 5.00          | 3.091       |
| 5.25                                                                | 3.061       | 5.50          | 3.030       | 5.75          | 2.923       | 6.00          | 2.560       | 6.25          | 2.447       |
| 6.50                                                                | 2.441       | 6.75          | 2.277       | 7.00          | 2.097       | 7.25          | 2.576       | 7.50          | 2.869       |
| 7.75                                                                | 2.954       | 8.00          | 2.954       | 8.50          | 2.954       | 9.00          | 2.954       | 9.50          | 2.954       |
| 10.00                                                               | 2.954       | 10.50         | 3.013       | 11.00         | 2.955       | 11.50         | 2.813       | 12.00         | 2.371       |
| 12.50                                                               | 2.013       | 13.00         | 1.703       | 13.50         | 1.712       | 14.00         | 1.716       | 14.50         | 1.722       |
| 15.00                                                               | 1.731       | 16.00         | 1.757       | 17.00         | 1.773       | 18.00         | 1.409       | 20.00         | 1.062       |
| 22.00                                                               | 0.945       | 25.00         | 0.913       | 28.00         | 0.893       | 31.00         | 0.882       | 33.00         | 0.876       |



圖一 0.4g 水平方向 SSE 頻譜

| CSNPS ENVELOPED SEISMIC RESPONSE SPECTRUM (SSE) – Unit 1 FDW Loop B |             |               |             |               |             |               |             |               |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Vertical                                                            |             |               |             |               |             |               |             |               |             |
| FREQ.<br>(Hz)                                                       | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) | FREQ.<br>(Hz) | ACC.<br>(G) |
| 0.20                                                                | 0.142       | 0.30          | 0.214       | 0.40          | 0.248       | 0.50          | 0.317       | 0.60          | 0.411       |
| 0.70                                                                | 0.454       | 0.80          | 0.469       | 0.90          | 0.511       | 1.00          | 0.519       | 1.10          | 0.551       |
| 1.20                                                                | 0.629       | 1.30          | 0.656       | 1.40          | 0.673       | 1.50          | 0.722       | 1.60          | 0.841       |
| 1.70                                                                | 0.869       | 1.80          | 0.899       | 1.90          | 0.932       | 2.00          | 1.013       | 2.10          | 1.037       |
| 2.20                                                                | 1.081       | 2.30          | 1.129       | 2.40          | 1.207       | 2.50          | 1.308       | 2.60          | 1.353       |
| 2.70                                                                | 1.380       | 2.80          | 1.407       | 2.90          | 1.486       | 3.00          | 1.498       | 3.15          | 1.514       |
| 3.30                                                                | 1.540       | 3.45          | 1.581       | 3.60          | 1.629       | 3.80          | 1.721       | 4.00          | 1.834       |
| 4.20                                                                | 1.868       | 4.40          | 1.902       | 4.60          | 1.924       | 4.80          | 1.944       | 5.00          | 1.964       |
| 5.25                                                                | 1.994       | 5.50          | 2.187       | 5.75          | 2.271       | 6.00          | 2.281       | 6.25          | 2.290       |
| 6.50                                                                | 2.360       | 6.75          | 2.433       | 7.00          | 2.530       | 7.25          | 2.530       | 7.50          | 2.530       |
| 7.75                                                                | 2.530       | 8.00          | 2.530       | 8.50          | 2.530       | 9.00          | 2.530       | 9.50          | 2.528       |
| 10.00                                                               | 2.397       | 10.50         | 2.405       | 11.00         | 2.364       | 11.50         | 2.400       | 12.00         | 2.430       |
| 12.50                                                               | 2.452       | 13.00         | 2.467       | 13.50         | 2.485       | 14.00         | 2.505       | 14.50         | 2.496       |
| 15.00                                                               | 2.482       | 16.00         | 1.812       | 17.00         | 1.562       | 18.00         | 1.349       | 20.00         | 1.741       |
| 22.00                                                               | 2.552       | 25.00         | 2.552       | 28.00         | 2.552       | 31.00         | 1.830       | 33.00         | 1.606       |



圖二 0.4g 垂直方向 SSE 頻譜

| 節點<br>編號 | FDW<br>管支撐<br>編號 | 管支撐<br>型式                 | 管支撐<br>座落位置 | 方向   | 分析值<br>(lbs) | 廠商圖面<br>提供值    | 0.4g<br>分析值  |
|----------|------------------|---------------------------|-------------|------|--------------|----------------|--------------|
| 50       | H-211            | 2-Way Res.                | 生物屏蔽牆       | FX   | 14165        | FAULT<br>18220 | <u>18731</u> |
|          |                  |                           |             | FZ   | 9933         | FAULT<br>14374 | <u>16516</u> |
| 130      | H-210            | SNUB                      | 生物屏蔽牆       | FX   | 1506         | N.A            | 1377         |
|          |                  |                           |             | FZ   | 8555         | N.A            | 7828         |
|          |                  |                           |             | RES. | 8686         | RES.<br>1750   | <u>7949</u>  |
| 140      | H-209            | SNUB                      | 生物屏蔽牆       | FY   | 10540        | 3212           | <u>19125</u> |
| 200      | H-202            | VSUP                      | 生物屏蔽牆       | FY   | 1967         | -5727          | <u>6241</u>  |
| 240      | H-207            | SNUB                      | 生物屏蔽牆       | FX   | 6762         | N.A            | 13510        |
|          |                  |                           |             | FZ   | 11720        | N.A            | 23399        |
|          |                  |                           |             | RES. | 13531        | RES.<br>3487   | <u>27019</u> |
| 250      | H-208            | 1-Way Res.                | 生物屏蔽牆       | FX   | 17086        | 70000          | 28064        |
| 29A      | H-201            | 1-Way Res.                | 一次圍阻體       | FY   | 10570        | 12471          | <u>22357</u> |
| 29B      | H-201            | 1-Way Res.                | 一次圍阻體       | FY   | 10570        | 12471          | <u>19722</u> |
| 320      | H-1B             | 2-Way Res.                | 一次圍阻體       | FX   | 14949        | N.A            | 44806        |
|          |                  |                           |             | FY   | 9145         | N.A            | 104568       |
| 360      | H-212            | 1-Way Res.<br>(Z Lateral) | 一次圍阻體       | FX   | 7101         | N.A            | 18797        |
|          |                  |                           |             | FZ   | 7101         | N.A            | 18797        |
|          |                  |                           |             | RES. | 10042        | RES.<br>23700  | 26583        |

表 1 管支撐分析結果及補強位置

- 3.將透過參考國際間針對日本福島事故後，對於檢討輻射事件 緊急應變第一線應變搶救人員救災行動與民眾防護行動等之輻防措施等之參考建議，及擬訂「救災行動輻防導則」適當防護策略，以嚴重事故時對第一線救災人員(警政、消防、衛生醫療、民防等)，任務執行之防護指引依循與確保應變人員及民眾之輻射安全。

填表人：高良書 聯絡電話：(03)471-1400 轉 6011 傳真電話：(03)471-1404

E-mail：lskao@iner.gov.tw

主管簽名：高良書

## 附錄一、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過 1 筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除)

計畫名稱：

### 【A 學術成就表】

| 中文題名                                                                 | 第一作者 | 發表年 (西元年) | 文獻類別 |
|----------------------------------------------------------------------|------|-----------|------|
| 龍門核電廠之 TRACE/PARCS 的斷然處置措施模擬與分析                                      | 王仲容  | 2014      | d    |
| 核三廠之 TRACE/FRAPTRAN 的 LBLOCA 暫態分析                                    | 王仲容  | 2014      | d    |
| AP1000 之 TRACE 的 Loss of AC Power to the Station Auxiliaries 事故模擬與分析 | 王仲容  | 2014      | d    |
| 核電廠反應爐冷卻水管路覆銲技術發展                                                    | 鄭勝隆  | 2014      | b    |
| 核三廠之 TRACE/SNAP 的 ATWS 暫態分析                                          | 陳哲豪  | 2014      | d    |
| 添加岩棉粉用於改善水泥質複合材料微觀結構之研究                                              | 林威廷  | 2014      | d    |
| 鈣離子析出對含礦物摻料之水泥質複合材料抗壓與耐久性之影響                                         | 鄭安   | 2014      | d    |
| 評估含矽質混凝土填塞劑之效能與微觀特性                                                  | 鄒思宇  | 2014      | d    |
| 添加結晶型填塞劑對水泥質複合材料特性之影響                                                | 趙紹錚  | 2014      | d    |
| 混摻鍛燒頁岩與卜作蘭材料對混凝土抗壓強度的影響                                              | 鄭安   | 2014      | d    |
| 摻加偏高嶺土於水泥質複合材料中對強度與白華特性之影響                                           | 翁在龍  | 2014      | d    |
| 69 東高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－混凝土護箱傾倒撞擊分析                                   | 吳東岳  | 2014      | e    |
| 考慮安裝時的乾貯密封鋼桶掉落動態撞擊分析                                                 | 吳東岳  | 2014      | f    |
| 運用 flac3d 探討群樁基礎於液化土層之地震反應分析                                         | 吳元傑  | 2014      | f    |
| IIST 設施的 SBLOCA 暫態的模擬與 genetic algorithms (GAs) 的分析                  | 蔡炅彰  | 2014      | d    |

|                                        |     |      |   |
|----------------------------------------|-----|------|---|
| 醫用診斷型 X 光機劑量洩漏量測技術之探討                  | 葉俊賢 | 2014 | d |
| 核二廠乾貯系統之 TRACE 模式模擬與應用                 | 蔣宇  | 2014 | f |
| 核三廠之 TRACE/DAKOTA 大破口暫態分析與研究           | 楊融華 | 2014 | f |
| 核四廠之 CRDA 暫態分析研究                       | 何愛玲 | 2014 | f |
| 核二廠之 TRACE/FRAPCON/FRAPTRAN 的汽機跳脫暫態分析  | 張皓鈞 | 2014 | f |
| 核一廠用過燃料池之 MELCOR/FRAPTRAN/SNAP 類福島事故分析 | 王仲容 | 2014 | d |
| 核二廠之 TRACE 與 FRAPTRAN 的汽機跳脫暫態分析        | 王仲容 | 2014 | d |
| 核二廠之 TRACE/SNAP 的 SBO/LOCA 暫態分析        | 王仲容 | 2014 | d |
| 核二廠乾貯系統之 TRACE/FRAPTRAN 分析研究           | 王仲容 | 2014 | d |
| 核二廠之 TRACE 模式建立與評估                     | 林浩慈 | 2014 | d |
| 核二廠之 TRACE/FRAPTRAN 類福島事故分析            | 林浩慈 | 2014 | d |
| 核一廠用過燃料池之 MELCOR/SNAP 類福島事故分析          | 林浩慈 | 2014 | d |
| 使用 GOTHIC 程式進行龍門電廠圍阻體負壓差分析             | 陳彥旭 | 2014 | d |
| 馬鞍山 PWR 延伸型電廠全黑事故之核能蒸汽供應系統與圍阻體熱水力分析    | 苑穎瑞 | 2014 | d |
| 利用原子力顯微鏡分析金屬玻璃薄膜之結構性質                  | 曾季芳 | 2014 | d |
| 模擬用過條件鉛二合金護套在水氣環境之高溫氧化動力學              | 陳仁宏 | 2014 | e |
| 沸水式反應器冷凝水除礦器固態顆粒鏽垢特性                   | 施宇鴻 | 2014 | d |
| 肇始事件頻率精進應用於國聖核電廠風險監視器                  | 李昀儒 | 2014 | d |
| 30 噸級縮尺混凝土圍阻體試體之震動測試與模擬驗證              | 林威廷 | 2014 | d |

|                                    |     |      |   |
|------------------------------------|-----|------|---|
| 利用反覆載重試驗進行 1/3 縮尺比例垂直式混凝土護箱試體之動態反應 | 林威廷 | 2014 | d |
| 材料劣化對縮尺混凝土圍阻體試體震動工程之影響             | 林威廷 | 2014 | d |
| 利用試驗與數值分析法探討核電廠 MCC 之頻率分析          | 林威廷 | 2014 | d |
| 滲透結晶材料之成分分析                        | 林威廷 | 2014 | d |
| 添加蔗糖渣對水泥質複合材料粉細度之影響                | 林威廷 | 2014 | d |
| 腐蝕對縮尺混凝土圍阻體試體自然頻率之影響               | 林威廷 | 2014 | d |
| 利用試驗與數值法探討縮尺混凝土圍阻體之研究              | 林威廷 | 2014 | d |
| 考慮腐蝕危害下鋼筋混凝土試體之動態反應                | 林威廷 | 2014 | f |
| 縮尺比例 1/25 之反應器廠房試體之地震測試與模擬分析研究     | 林威廷 | 2014 | f |
| 群樁於可液化土層之離心動態試驗                    | 謝孟修 | 2014 | f |
| 利用振動台測試來探討縮尺比例 1/3 之垂直式混凝土護箱的地震反應  | 林威廷 | 2014 | f |
| 纖維長度對含矽灰之水泥質材料直接拉力與衝擊強度之影響         | 林威廷 | 2014 | f |
| 纖維水泥質複合材料之工程特性研究                   | 林威廷 | 2014 | f |
| 考慮乾貯密封鋼桶裝置時的掉落之非線性動態衝擊分析           | 林晉宇 | 2014 | d |
| 福島核事故後日本進口食品檢測與攝食劑量評估              | 黃珏吉 | 2014 | d |
| 核一廠 HPCI 誤起動暫態爐心非對稱現象之熱限值效應評估      | 馬紹仕 | 2014 | d |
| 喪失冷卻下用過燃料池格架設計之熱流分析                | 葉佳霖 | 2014 | f |
| 核三廠冷卻水流失事故控制室劑量分析                  | 王政德 | 2014 | f |
| 利用超音波顯微鏡系統評估離心鑄造不銹鋼 CF8A 性質研究      | 林佑儒 | 2014 | d |
| 氫含量對鋁四合金護套在 500~800°               | 陳彥辰 | 2014 | e |

|                                  |     |      |   |
|----------------------------------|-----|------|---|
| C 下空氣氧化之效應                       |     |      |   |
| 不同氫含量對鈾四合金護套在 500~800°C 下空氣氧化之效應 | 陳彥辰 | 2014 | d |
| 進步型沸水式管路系統考慮輕水式冷卻水環境效應之設計應力分析    | 劉如峯 | 2014 | d |
| 龍門電廠未經過濾進入控制室氣體之流量限值分析           | 蔡智明 | 2014 | d |
| 為超高除汗效率改善氫水分析蒸餾方法與裝置             | 方新發 | 2014 | d |

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書

#### 【B 研究團隊表】

| 團隊名稱           | 團隊所屬機構 | 團隊性質 | 成立時間 (西元年) |
|----------------|--------|------|------------|
| 斷然處置分析研究團隊     | 核能研究所  | e    | 2014       |
| 核電廠二階 PRA 分析團隊 | 核能研究所  | e    | 2014       |
| 建立嚴重事故分析技術團隊   | 核能研究所  | e    | 2014       |

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

#### 【C 培育人才表】

| 姓名  | 學歷 | 機構名稱           | 指導教授 |
|-----|----|----------------|------|
| 辜郁庭 | a  | 清華大學工程與系統科學系   | 施純寬  |
| 何愛玲 | a  | 清華大學核子工程與科學研究所 | 施純寬  |
| 李宛芸 | a  | 清華大學核子工程與科學研究所 | 施純寬  |
| 王惠偵 | b  | 清華大學核子工程與科學研究所 | 施純寬  |
| 黃飛豪 | b  | 清華大學工程與系統科學系   | 施純寬  |
| 陳彥龍 | a  | 國立成功大學水利所      | 蕭士俊  |
| 馬婉華 | b  | 國立成功大學水利所      | 蕭士俊  |
| 龔昭元 | a  | 清華大學核子工程與科學研究所 | 喻冀平  |
| 胡宗良 | b  | 台灣科技大學機械工程系    | 趙振綱  |

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

#### 【D 研究報告表】

| 報告名稱                                                          | 作者姓名                    | 出版年 (西元年) | 出版單位  |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|-------|
| 核三廠承受電廠全黑 24 小時之能力評估                                          | 苑穎瑞;許耕獻;林金足             | 2014      | 核能研究所 |
| 國外管路組件更換案例調查及分析                                               | 鄭勝隆;黃俊源                 | 2014      | 核能研究所 |
| 沸水式和進步型沸水式核電廠水質最適化控制方案(二)                                     | 施宇鴻;陳亮丞;高大宇;蔡翠玲;溫冬珍     | 2014      | 核能研究所 |
| 亞洲核電廠水化學發展現況與論文討論                                             | 張啟鴻;高大宇;蔡翠玲;蔡郁德;施宇鴻;陳亮丞 | 2014      | 核能研究所 |
| 核能電廠海嘯危害度與防海嘯法規彙整研究                                           | 吳元傑                     | 2014      | 核能研究所 |
| PIPESTRESS 軟體驗證測試                                             | 胡進章;劉如峯                 | 2014      | 核能研究所 |
| SAP2000 有限元素結構分析軟體驗證                                          | 鄭皓澤;林晉宇                 | 2014      | 核能研究所 |
| ANSYS 軟體驗證測試                                                  | 吳思穎;劉如峯;胡進章             | 2014      | 核能研究所 |
| 國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略                                          | 汪子文                     | 2014      | 核能研究所 |
| 核一廠承受電廠全黑 24 小時之能力評估                                          | 苑穎瑞;許耕獻;林金足             | 2014      | 核能研究所 |
| CF-8A 雙相不銹鋼劣化超音波非破壞評估研究                                       | 林佑儒;林永春                 | 2014      | 核能研究所 |
| 含氫化銻之銻四合金在碘氣氛環境下之應力腐蝕研究                                       | 陳彥辰;陳仁宏;曾哲聰             | 2014      | 核能研究所 |
| Plant chemistry simulator 應用於核三廠水質日報表之模擬計算                    | 張啟鴻                     | 2014      | 核能研究所 |
| 地震引致海嘯之模擬經驗資料彙整與分析案例                                          | 侯雨成                     | 2014      | 核能研究所 |
| 進步型沸水式反應器爐內組件最新設計分析法規及檢核準則研究                                  | 徐康耀;林晉宇;胡進章             | 2014      | 核能研究所 |
| ABWR 核能一級管路最新法規之研究                                            | 吳思穎;胡進章                 | 2014      | 核能研究所 |
| 管支撐補強及耐震力評估                                                   | 胡進章;劉如峯                 | 2014      | 核能研究所 |
| 進步型沸水式核能一級管路耐震分析                                              | 劉如峯;胡進章                 | 2014      | 核能研究所 |
| 核電廠緊急操作程序書/嚴重事故處理指引( EOP/SAG)與斷然處置程序(URG)及大範圍災害減緩程序(EDMG)整合研究 | 王德全                     | 2014      | 核能研究所 |
| 各國食品中放射性容許量標準比較研究                                             | 黃坪吉                     | 2014      | 核能研究所 |

|                                 |                 |      |       |
|---------------------------------|-----------------|------|-------|
| 輻射緊急事故後環境復育實務經驗與技術建立之研究         | 周應全;黃坪吉         | 2014 | 核能研究所 |
| 輻射緊急事故後環境復育期間民眾之防護策略            | 黃文治             | 2014 | 核能研究所 |
| 核電廠埋入管件內層活度的量測技術                | 葉俊賢             | 2014 | 核能研究所 |
| 核/輻射事件緊急應變- 第一線應變搶救人員救災行動輻防導則   | 黃昭輝             | 2014 | 核能研究所 |
| 2013 年美國環保署最新放射性事故 PAG 手冊草案簡介   | 楊雍穆             | 2014 | 核能研究所 |
| 核二廠上池貯存退出時間較長用過燃料之只用空氣冷卻 CFD 分析 | 葉佳霖;陳柏諺;陳彥旭;魏偉哲 | 2014 | 核能研究所 |
| 核一廠二號機週期二十六填換燃料平行驗證安全分析報告       | 王正炎;張凱嵐         | 2014 | 核能研究所 |
| 核二廠圍阻體次隔間分析方法論                  | 林恩聖             | 2014 | 核能研究所 |
| 核一廠除役期間用過燃料池加熱計算                | 魏偉哲;陳彥旭;葉佳霖     | 2014 | 核能研究所 |
| 不同磁性相含量之時效鑄造不銹鋼應力腐蝕性質研究         | 賴建霖;呂文豐;黃俊源     | 2014 | 核能研究所 |
| 銲後熱處理對 P91 銲道顯微組織及硬度之影響         | 鍾佳霖;鄭勝隆;蔡坤釗;董曉明 | 2014 | 核能研究所 |
| 氫含量對鈷四合金之機械性質的影響                | 董曉明;陳泰丞         | 2014 | 核能研究所 |
| 國際受損燃料乾式貯存導則與技術研析               | 邱琬珺             | 2014 | 核能研究所 |
| FRAPCON-3 高燃耗燃料貯存前行為評估          | 孫銘宏;曾哲聰         | 2014 | 核能研究所 |
| 核能級陽離子交換樹脂瀝出物分子量分布研究            | 陳亮丞;高大宇;溫冬珍     | 2014 | 核能研究所 |
| 核能電廠配電盤零組件耐震期間功能監測              | 侯復鐘;王灝          | 2014 | 核能研究所 |
| 隔震技術專利蒐尋及探討                     | 許怡儒             | 2014 | 核能研究所 |
| 核能級配電盤隔震器規範探討                   | 杜炫德;徐耀東         | 2014 | 核能研究所 |
| 核能級配電盤隔震器測試                     | 杜炫德;徐耀東         | 2014 | 核能研究所 |
| 核能電廠二階風險評估方法論研究                 | 夏振原;林家德         | 2014 | 核能研究所 |
| 核能電廠廠外事件篩濾與上限分析方法論              | 邱柏榮             | 2014 | 核能研究所 |
| 二階 PRA 標準草案                     | 林家德             | 2014 | 核能研究所 |

|                                |             |      |       |
|--------------------------------|-------------|------|-------|
| 地震引致海嘯危害度之機率分析法文獻回顧與探討         | 吳元傑         | 2014 | 核能研究所 |
| 核電廠防海嘯牆設計案例研究                  | 候雨成;朱棟樑;吳元傑 | 2014 | 核能研究所 |
| 老化影響的耐震評估研究                    | 林威廷         | 2014 | 核能研究所 |
| 廠房結構隔震分析技術之研究報告                | 陳崇慶;鄭皓澤     | 2014 | 核能研究所 |
| 核一廠 MAAP5 程式 URG 案例分析與比較報告     | 莊凱政;范勝淵;王德全 | 2014 | 核能研究所 |
| 環境劑量計能力試驗照射系統                  | 施成霖;葉俊賢     | 2014 | 核能研究所 |
| 建立緊急應變所需 ISO 4037 國際規範之 X 射線標準 | 鄒騰泓;葉俊賢     | 2014 | 核能研究所 |
| 表面汙染及輻射劑量偵測儀器之性能檢測             | 施成霖;葉俊賢     | 2014 | 核能研究所 |
| 國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波檢測          | 葉俊賢;施成霖     | 2014 | 核能研究所 |
| 放射性事故民眾溝通與資訊需求研究               | 楊雍穆         | 2014 | 核能研究所 |

#### 【E 學術活動表】

| 研討會名稱                                 | 性質 | 舉辦日期 (YYYYMMDD)  | 主/協辦單位      |
|---------------------------------------|----|------------------|-------------|
| FoTEL 2014                            | b  | 2014/6/24~6/27   | 清華大學        |
| 輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會                       | a  | 2014/6/27        | 核研所         |
| 銲接協會 103 年度研討會                        | b  | 2014/10/23~10/24 | 台灣銲接協會/師範大學 |
| 2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議 暨 第十二屆破壞科學研討會 | c  | 2014/10/24~10/25 | 破壞科學委員會     |

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

#### 【G 智財資料表】

| 專利名稱                                     | 專利類別   | 授予國家   | 有效日期 (YYYYMM) |
|------------------------------------------|--------|--------|---------------|
| 利用電解液流體管路儲放電能之方法與結構                      | a 發明專利 | a 中華民國 | 申請中           |
| THREE-DIMENSIONAL SHOCK-ABSORBING DEVICE | a 發明專利 | b 美國   | 申請中           |

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

#### 【H 技術報告表】

| 報告名稱                                 | 作者姓名            | 出版年 (西元年) | 出版單位  |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|-------|
| 核三廠蒸汽產生器次隔間分析模式計算書                   | 李筱雨;陳彥旭;<br>戴良哲 | 2014      | 核能研究所 |
| Polysoude 管端軌道式圓周自動銲接裝置操作手冊          | 陳永斌             | 2014      | 核能研究所 |
| 核能電廠風險監視器定性分析應用模式之建立                 | 呂佩蓁             | 2014      | 核能研究所 |
| 核二廠圍阻體次隔間之過濾器除礦器室及維持泵室分析模式計算書        | 林恩聖             | 2014      | 核能研究所 |
| 核二廠圍阻體次隔間爐水淨化系統之熱交換器室及除礦器洩放閥室分析模式計算書 | 林恩聖             | 2014      | 核能研究所 |
| 核二廠再循環管路斷管次隔間壓力暫態響應計算書               | 林恩聖             | 2014      | 核能研究所 |
| 核四廠中子資料準備程序書                         | 許世賢             | 2014      | 核能研究所 |
| 核三廠冷卻水流失事故劑量分析 RADTRAD 分析模式計算書       | 王政德             | 2014      | 核能研究所 |
| 核一廠一號機週期二十七中子資料計算報告                  | 王正炎;張凱嵐         | 2014      | 核能研究所 |
| 核能電廠配電盤內組件壽命與耐震頻譜探討                  | 王灝;徐耀東          | 2014      | 核能研究所 |
| 核一廠 MAAP5 程式 URG 參數檔建立計算書            | 莊凱政;王德全         | 2014      | 核能研究所 |

#### 【I 技術活動表】

| 技術論文名稱                                                                                        | 研討會名稱                                                                  | 性質 | 舉辦日期 (YYYYMMDD)  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----|------------------|
|                                                                                               | 2014 BWROG 研討會                                                         | b  | 2014/2/17~2/21   |
| Dynamic Impact Analysis of a Dry Storage Canister when Installing into Vertical Concrete Cask | The 10th International Workshop on the Integrity of Nuclear Components | b  | 2014/4/16~4/18   |
| Thermal Analyses for the Rack Design with Spent Fuel Pool during the Loss of Cooling Accident | The 19th Pacific Basin Nuclear Conference                              | b  | 2014/8/24~8/28   |
| 核能電廠大口徑管路覆銲維修技術開發                                                                             | 103 年度銲接協會論文發表及研討會                                                     | b  | 2014/10/23~10/24 |
| 無鈷鐵基合金硬面銲層之裂縫肇因分析                                                                             | 2014 年海峽兩岸破壞科學與材料試驗學術會議 暨第十二屆破壞科學研討會                                   | b  | 2014/10/24~10/25 |

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

#### 【K 規範標準表】

| 名稱            | 類別  | 參與性質 | 應用範圍 |
|---------------|-----|------|------|
| 核能級配電盤隔震器規範探討 | a/b | a    | a    |

註：類別分成 a 規範、b 標準、c 法規、d 政策；參與性質分成 a 參與制定、b 共同發表；應用範圍分成 a 機構內、b 國內、c 國際、d 未發表

【S 技術服務表】

| 技術服務名稱                         | 服務對象名稱 | 服務對象類別 | 服務收入(千元) |
|--------------------------------|--------|--------|----------|
| 沸水式核能電廠用過燃料池安全分析技術之建立與應用       | 台電公司   | a      | 13,964   |
| 核二廠爐心監測系統運轉支援應用發展              | 台電公司   | a      | 4,370    |
| 核二廠中輻度功率提昇技術服務案                | 台電公司   | a      | 139,197  |
| 用過燃料池冷卻循環失效對燃料之影響評估            | 台電公司   | a      | 1,785    |
| 核電廠爐心換填分析驗證與技術提昇               | 台電公司   | a      | 6,375    |
| 龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用          | 台電公司   | a      | 3,430    |
| 核能電廠廠外事件安全度評估模式整體標準化與應用        | 台電公司   | a      | 12,000   |
| 核安演習緊急應變系統之精進與替代輻射源項研究         | 台電公司   | a      | 8,000    |
| 因應福島事故之安全度評估、二階輻射源項及熱流安全分析模式研究 | 台電公司   | a      | 4,400    |
| 台灣電力公司核能電廠焊道覆焊技術服務(第三期)        | 台電公司   | a      | 20,372   |
| 核三廠二號機反應爐 Loop C 熱端管路覆銲工作      | 台電公司   | a      | 12,873   |

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

## 附錄二、佐證圖表

2 件申請中專利，尚無佐證圖。

## 附錄三：103 年度期末審查意見回覆

### 103 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回覆表

| 計畫名稱：核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 審查單位：核能研究所                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                     |
| 審查委員意見                                                                                                                                                       | 回覆說明                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>以一個 6 千多萬規模的計畫而言，效益報告應該可以寫得更好。附錄一所呈現的成果很豐碩(報告的數量很多，質應該也不錯)，相對而言，效益報告中成果顯得較為單薄與零散。舉例說明之：緊急事故後環境復育在附錄一有 2 篇報告，在計畫成果說明中，完全沒有任何描述。</p> <p>上述例子並非唯一有改善空間者。</p> | <p>本報告為計畫第一年之成果效益報告，由於分支為跨組計畫，計畫與各子項(功能組)間的默契仍有待改進，以致報告無法顯現出應有豐碩的成果。感謝委員的指教與意見。</p> <p>本分支將在計畫年度第一季檢討會議中轉達委員的審查意見，並請各子項針對其所產出之重要報告或論文對於主要成果與重大突破(output)以及成果之價值與貢獻度(outcome)項目分別在學術、技術、經濟、社會或其它等面向至少提供兩項以上的說明，以充分呈現成果效益報告的實質內容。</p> |