

# 國立清華大學環境輻射監測季報

民國 106 年 ( 第 1 季)

原子科學技術發展中心

中華民國 106 年 5 月

# 目 錄

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 摘 要 -----                   | 1  |
| 表1 定期分析報告 -----             | 2  |
| 圖1 清華大學環境輻射取樣位置圖 -----      | 3  |
| 表2 熱發光直接輻射劑量率偵測季報表 -----    | 9  |
| 表3 連續直接輻射劑量率偵測表 -----       | 10 |
| 表4 水試樣總貝他活度分析表 -----        | 13 |
| 表5 指標植物加馬核種分析表 -----        | 14 |
| 表6 土壤試樣加馬核種分析表 -----        | 15 |
| 表7 空浮微粒總貝他活度測量月報表 -----     | 16 |
| 表8 空浮微粒加馬核種分析表 -----        | 17 |
| 表9 放射性落塵加馬核種分析表 -----       | 18 |
| 表10 熱發光直接輻射劑量率偵測劑量估算表 ----- | 19 |
| 表11 空浮微粒核種分析結果劑量估算表 -----   | 20 |
| 表12 核設施劑量評估報表 -----         | 21 |
| 附錄1 環境直接輻射連續監測平行監測說明 -----  | 22 |
| 附錄2 空浮微粒測站平行監測說明 -----      | 26 |

## 摘 要

本校執行環境輻射監測作業，以偵測校內核設施周圍環境之輻射變化狀況，並確保校園內外環境之輻射安全。茲將106年第1季偵測結果摘要如下：(1)環境熱發光輻射劑量率介於0.047~0.065微西弗/小時；(2)環境直接輻射連續偵測變動範圍介於0.039~0.082微西弗/小時；(3)空浮微粒總貝他活度介於0.64~1.70毫貝克/立方米；(4)水試樣總貝他活度介於27~254毫貝克/公升之間；(5)植物試樣測得天然放射核種；(6)土壤(底泥)試樣測得天然放射核種與微量  $^{60}\text{Co}$  與  $^{137}\text{Cs}$ ；(7)落塵試樣以天然核種 $^7\text{Be}$ 為主，其活度介於0.39~0.80貝克/平方公尺·日。由各項環境監測結果顯示其屬背景輻射變動範圍且低於預警基準；依此估算核設施周圍環境民眾接受的輻射劑量均遠低於法規的劑量限值。

## Abstract

Environmental radiation monitoring is conducted to ensure radiation safety in the surroundings of the research reactor in the University. The following summarizes the monitoring results during the first season in 2017 : (1)The direct radiation dose rates with TLD were varied between 0.047~0.065  $\mu\text{Sv/h}$ ; (2)The direct radiation dose rates with radiation monitoring network system were varied between 0.039~0.082  $\mu\text{Sv/h}$ ; (3)The radioactivities of airborne samples by beta counting were varied between 0.64~1.70  $\text{mBq/m}^3$ ; (4)The radioactivities of water samples by beta counting were varied between 27~254  $\text{mBq/L}$ ; (5)Radionuclide analysis of vegetation samples : naturally occurring radionuclides were detected; (6)Radionuclide analysis of soil samples: naturally occurring radionuclides and trace  $^{60}\text{Co}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were detected; (7)Radionuclide analysis of fallout samples collected with water tray: naturally occurring radionuclide  $^7\text{Be}$  was found, varying between 0.39~0.80  $\text{Bq.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ . All monitoring data and the derived radiation dose are within the variation of the background radiation and well below the regulatory levels.

表 1 定期分析報告

| 項 目           | 結 果                                                                                              | 說 明                                                                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 環境直接輻射        | 以CaSO <sub>4</sub> 熱發光劑量計測得之環境輻射劑量率變動範圍在0.047～0.065微西弗/小時。連續直接輻射測得之劑量率變動範圍在 0.039～0.082微西弗/小時之間。 | 所有測站之偵測結果均低於預警基準1.0微西弗/小時，屬正常變動範圍。                                           |
| 水試樣           | 環境水樣測量之總貝他活度濃度介於27~254毫貝克/升。未測得人工核種。                                                             | 屬正常變動範圍。                                                                     |
| 植物試樣          | 指標植物僅測得天然放射性核種。                                                                                  | 屬正常變動範圍。                                                                     |
| 土壤            | 土壤(底泥)加馬核種分析，測得微量 <sup>60</sup> Co及 <sup>137</sup> Cs 核種。                                        | 核種活度濃度均低於調查基準。                                                               |
| 空浮微粒          | 環境空浮部分，連續抽氣(每周)之總貝他活度濃度為0.64~1.70毫貝克/立方米。加馬能譜分析測得天然放射性核種 <sup>7</sup> Be。                        | 屬正常變動範圍。                                                                     |
| 落塵            | 大水盤法於生物科技館頂樓收集落塵，執行加馬能譜分析。主要為天然核種 <sup>7</sup> Be等，其活度介於0.39~0.80 貝克/平方公尺·日。                     | 屬正常變動範圍                                                                      |
| 劑量估算          | 熱發光劑量計及空浮微粒偵測結果均顯示與背景無異，或遠小於登錄值。                                                                 | 說明如表10~11。                                                                   |
| 環境偵測結果比較與綜合分析 | 本季(106年第1季)環境輻射偵測結果顯示各項偵測與分析結果均未超過法規之調查基準，且落於背景輻射變動範圍之內。                                         | 謹將本季(106年第1季)環境偵測結果劑量估算結果列於表12中，各項估算之輻射劑量均遠低於法規限值。與上季(105年第4季)偵測結果比較，並無顯著的差異 |
| 平行監測          | (1) 直接輻射連續監測的平行監測結果如附錄1。<br>(2) 空浮微粒的平行監測結果如附錄2。                                                 | 由於生物科技館測站遷至李純敏館進行平行監測，平行監測結果顯示新測站設置之適用性。                                     |



圖 1.1 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖



圖 1.2 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖(連續劑量率、空浮微粒、落塵、農產品)

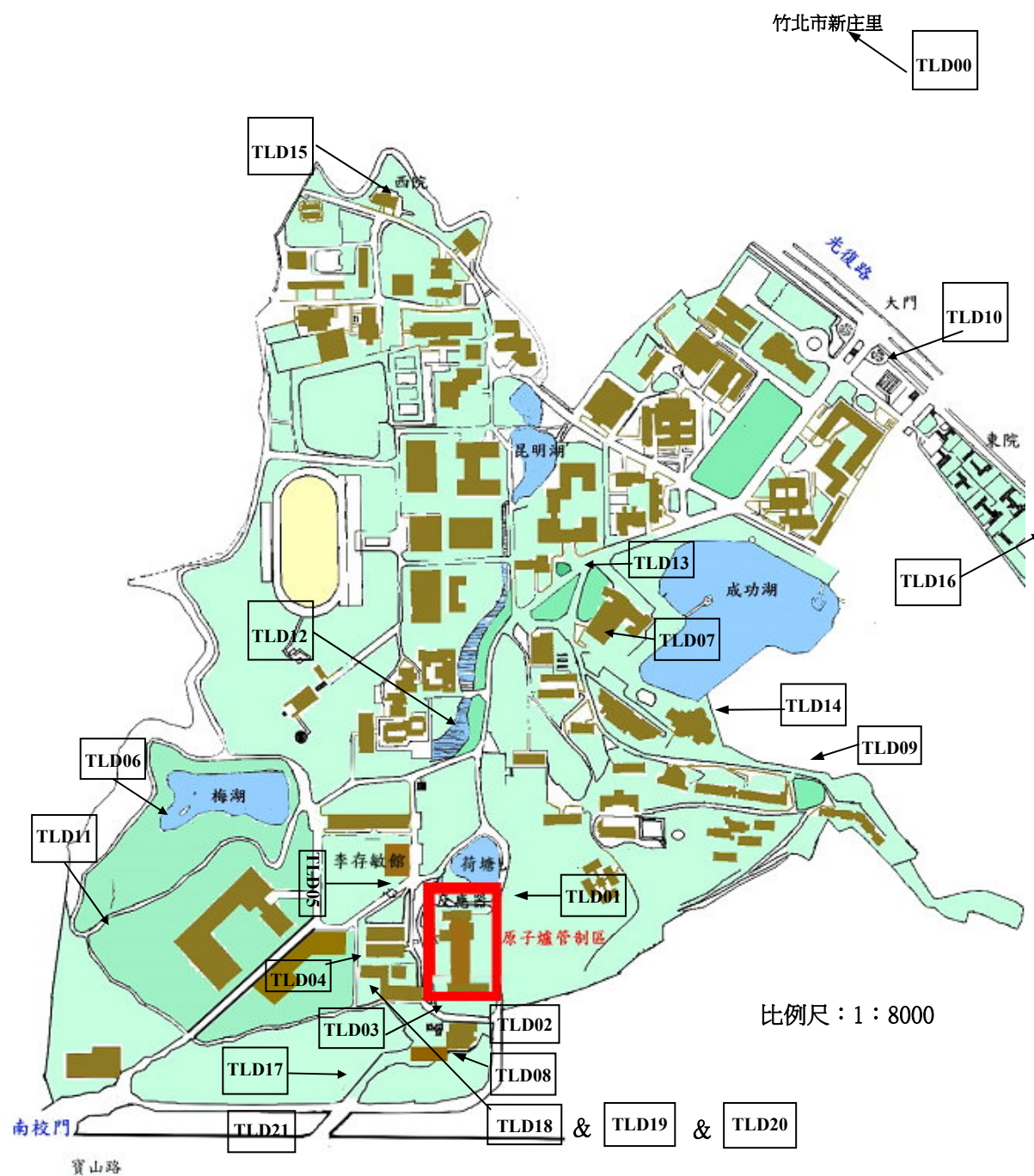


圖 1.3 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖(累積劑量率)

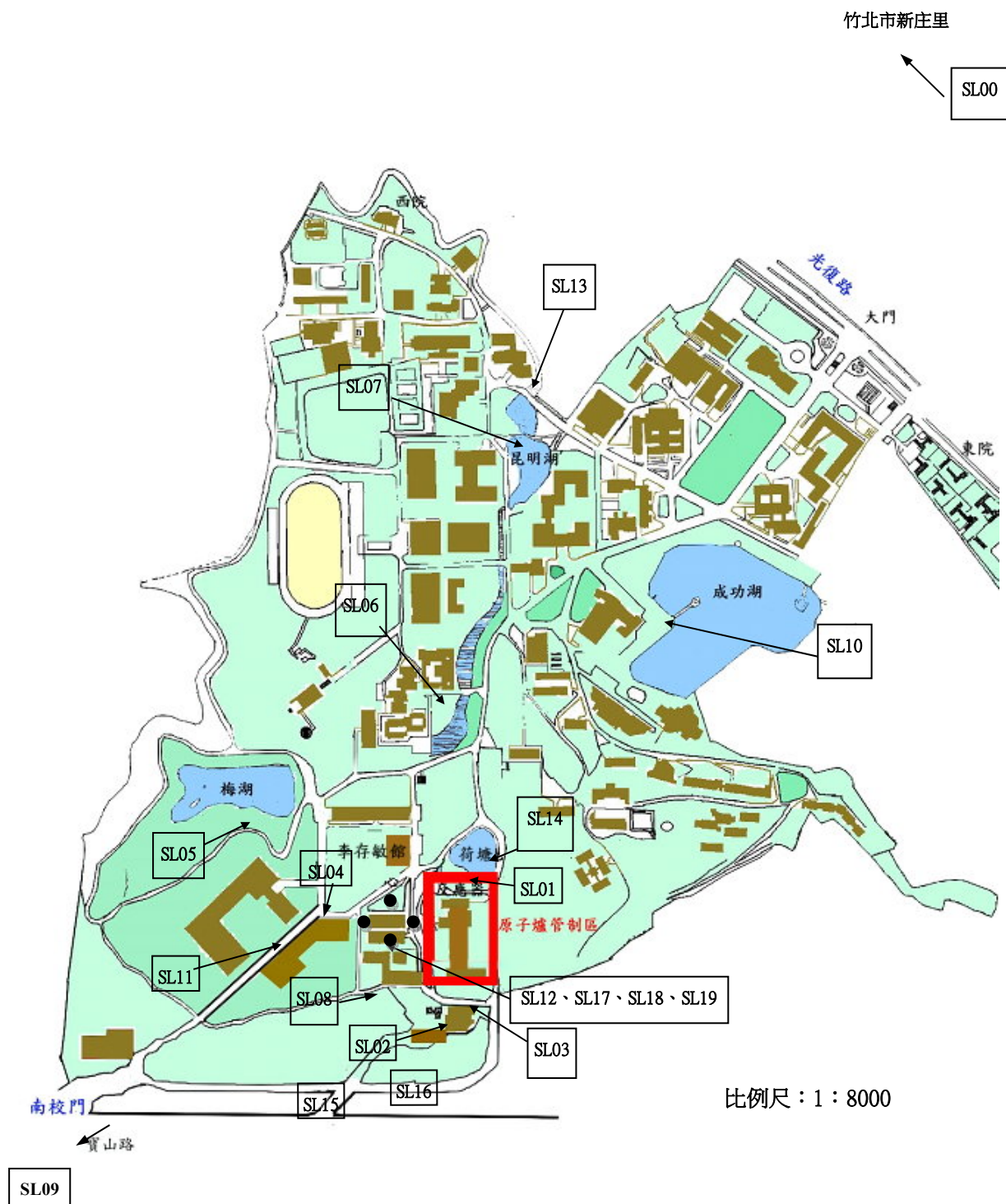


圖 1.4 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖(土壤及底泥)

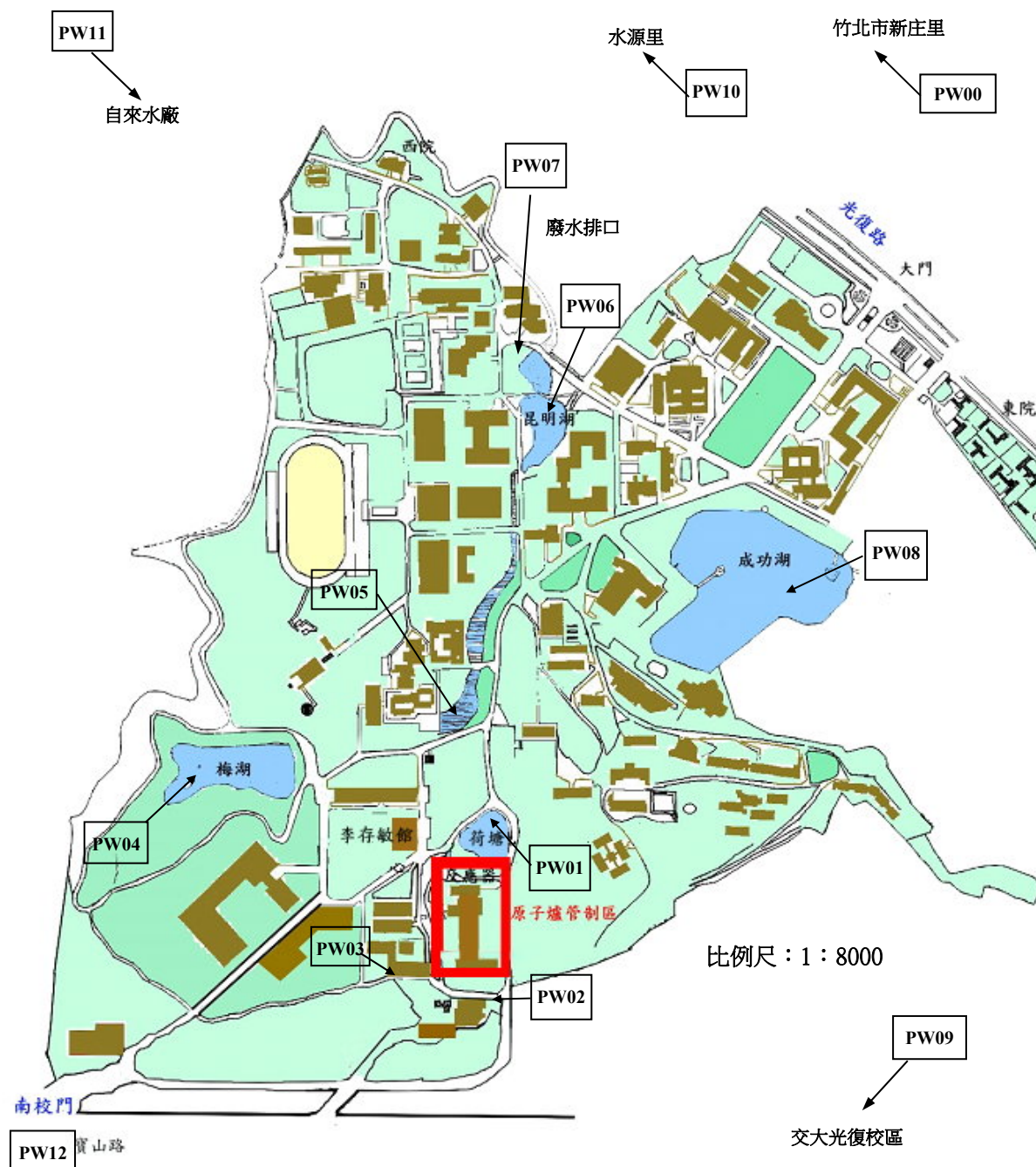


圖 1.5 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖(水試樣)



圖 1.6 國立清華大學環境輻射監測取樣位置圖(植物試樣)

表2 熱發光直接輻射劑量率偵測季報表

| 試樣編號  | 取樣地點        | 劑量率(微西弗/小時) |
|-------|-------------|-------------|
| TLD00 | 竹北市新庄里(背景站) | 0.061       |
| TLD01 | THOR前草坪     | 0.057       |
| TLD02 | 同位素館側       | 0.054       |
| TLD03 | 加速器館側       | 0.064       |
| TLD04 | 生技館側        | 0.063       |
| TLD05 | 李存敏館側       | 0.055       |
| TLD06 | 梅湖畔         | 0.056       |
| TLD07 | 新齋旁         | 0.060       |
| TLD08 | 加速器館後       | 0.053       |
| TLD09 | 碩齋          | 0.056       |
| TLD10 | 學校大門        | 0.054       |
| TLD11 | 梅湖上峰        | 0.047       |
| TLD12 | 靜齋          | 0.058       |
| TLD13 | 圖書館前        | 0.057       |
| TLD14 | 水木餐廳        | 0.057       |
| TLD15 | 西院          | 0.065       |
| TLD16 | 東院          | 0.060       |
| TLD17 | 南站          | 0.053       |
| TLD18 | 醫環系(三樓東側)   | 0.053       |
| TLD19 | 醫環系(頂樓東側)   | 0.047       |
| TLD20 | 醫環系(頂樓西側)   | 0.049       |
| TLD21 | 寶山路校門口      | 0.060       |

**表3 連續直接輻射劑量率偵測表**

(1)偵測地點：生物科技館頂樓(R00100)

單位：微西弗/小時

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/1/1  | 0.051 | 0.061 | 0.039 | 0.005 |
| 2017/1/2  | 0.051 | 0.059 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/1/3  | 0.052 | 0.064 | 0.042 | 0.003 |
| 2017/1/4  | 0.052 | 0.062 | 0.042 | 0.003 |
| 2017/1/5  | 0.052 | 0.066 | 0.040 | 0.004 |
| 2017/1/6  | 0.052 | 0.066 | 0.040 | 0.005 |
| 2017/1/7  | 0.052 | 0.063 | 0.043 | 0.003 |
| 2017/1/8  | 0.053 | 0.062 | 0.043 | 0.003 |
| 2017/1/9  | 0.055 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/10 | 0.055 | 0.068 | 0.045 | 0.004 |
| 2017/1/11 | 0.053 | 0.063 | 0.041 | 0.004 |
| 2017/1/12 | 0.053 | 0.062 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/1/13 | 0.058 | 0.076 | 0.047 | 0.005 |
| 2017/1/14 | 0.061 | 0.076 | 0.047 | 0.006 |
| 2017/1/15 | 0.057 | 0.066 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/1/16 | 0.056 | 0.064 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/17 | 0.053 | 0.063 | 0.044 | 0.004 |
| 2017/1/18 | 0.053 | 0.062 | 0.043 | 0.003 |
| 2017/1/19 | 0.053 | 0.060 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/1/20 | 0.057 | 0.065 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/21 | 0.057 | 0.067 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/1/22 | 0.056 | 0.067 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/23 | 0.056 | 0.067 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/24 | 0.056 | 0.065 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/1/25 | 0.055 | 0.065 | 0.045 | 0.004 |
| 2017/1/26 | 0.055 | 0.065 | 0.046 | 0.004 |
| 2017/1/27 | 0.056 | 0.067 | 0.041 | 0.005 |
| 2017/1/28 | 0.052 | 0.065 | 0.041 | 0.004 |
| 2017/1/29 | 0.051 | 0.060 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/1/30 | 0.054 | 0.066 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/1/31 | 0.054 | 0.063 | 0.042 | 0.004 |

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/2/1  | 0.054 | 0.061 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/2  | 0.055 | 0.066 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/3  | 0.053 | 0.064 | 0.041 | 0.004 |
| 2017/2/4  | 0.053 | 0.065 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/2/5  | 0.054 | 0.063 | 0.041 | 0.004 |
| 2017/2/6  | 0.054 | 0.062 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/2/7  | 0.054 | 0.063 | 0.043 | 0.004 |
| 2017/2/8  | 0.056 | 0.065 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/9  | 0.061 | 0.068 | 0.051 | 0.003 |
| 2017/2/10 | 0.059 | 0.067 | 0.052 | 0.003 |
| 2017/2/11 | 0.058 | 0.066 | 0.050 | 0.003 |
| 2017/2/12 | 0.056 | 0.065 | 0.046 | 0.004 |
| 2017/2/13 | 0.053 | 0.064 | 0.043 | 0.004 |
| 2017/2/14 | 0.054 | 0.062 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/2/15 | 0.055 | 0.067 | 0.044 | 0.005 |
| 2017/2/16 | 0.054 | 0.064 | 0.041 | 0.004 |
| 2017/2/17 | 0.053 | 0.067 | 0.040 | 0.006 |
| 2017/2/18 | 0.053 | 0.062 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/2/19 | 0.053 | 0.065 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/2/20 | 0.053 | 0.065 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/2/21 | 0.052 | 0.061 | 0.040 | 0.004 |
| 2017/2/22 | 0.054 | 0.064 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/2/23 | 0.057 | 0.071 | 0.046 | 0.004 |
| 2017/2/24 | 0.061 | 0.070 | 0.051 | 0.004 |
| 2017/2/25 | 0.061 | 0.071 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/2/26 | 0.060 | 0.076 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/2/27 | 0.056 | 0.065 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/28 | 0.055 | 0.063 | 0.047 | 0.003 |

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/3/1  | 0.055 | 0.064 | 0.045 | 0.004 |
| 2017/3/2  | 0.056 | 0.067 | 0.047 | 0.004 |
| 2017/3/3  | 0.055 | 0.066 | 0.044 | 0.004 |
| 2017/3/4  | 0.054 | 0.064 | 0.043 | 0.004 |
| 2017/3/5  | 0.052 | 0.063 | 0.042 | 0.005 |
| 2017/3/6  | 0.058 | 0.073 | 0.045 | 0.005 |
| 2017/3/7  | 0.060 | 0.082 | 0.051 | 0.006 |
| 2017/3/8  | 0.057 | 0.066 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/3/9  | 0.056 | 0.067 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/3/10 | 0.058 | 0.070 | 0.046 | 0.005 |
| 2017/3/11 | 0.053 | 0.066 | 0.043 | 0.004 |
| 2017/3/12 | 0.052 | 0.062 | 0.043 | 0.003 |
| 2017/3/13 | 0.053 | 0.061 | 0.041 | 0.003 |
| 2017/3/14 | 0.058 | 0.070 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/3/15 | 0.055 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/16 | 0.058 | 0.073 | 0.047 | 0.004 |
| 2017/3/17 | 0.054 | 0.066 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/18 | 0.053 | 0.063 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/3/19 | 0.053 | 0.062 | 0.040 | 0.003 |
| 2017/3/20 | 0.051 | 0.060 | 0.040 | 0.004 |
| 2017/3/21 | 0.052 | 0.064 | 0.043 | 0.003 |
| 2017/3/22 | 0.053 | 0.066 | 0.040 | 0.005 |
| 2017/3/23 | 0.054 | 0.066 | 0.039 | 0.004 |
| 2017/3/24 | 0.052 | 0.065 | 0.042 | 0.004 |
| 2017/3/25 | 0.058 | 0.072 | 0.047 | 0.005 |
| 2017/3/26 | 0.060 | 0.080 | 0.048 | 0.007 |
| 2017/3/27 | 0.053 | 0.068 | 0.040 | 0.005 |
| 2017/3/28 | 0.053 | 0.066 | 0.041 | 0.005 |
| 2017/3/29 | 0.051 | 0.063 | 0.039 | 0.005 |
| 2017/3/30 | 0.052 | 0.062 | 0.043 | 0.004 |
| 2017/3/31 | 0.055 | 0.074 | 0.041 | 0.007 |

(2)偵測地點：加速器館側(R00200)

單位：微西弗/小時

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/1/1  | 0.054 | 0.061 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/2  | 0.053 | 0.061 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/3  | 0.053 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/4  | 0.053 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/5  | 0.054 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/6  | 0.054 | 0.068 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/7  | 0.054 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/8  | 0.054 | 0.061 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/9  | 0.055 | 0.061 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/10 | 0.054 | 0.064 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/1/11 | 0.054 | 0.062 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/1/12 | 0.054 | 0.064 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/13 | 0.057 | 0.067 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/1/14 | 0.058 | 0.069 | 0.048 | 0.004 |
| 2017/1/15 | 0.055 | 0.062 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/1/16 | 0.055 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/17 | 0.054 | 0.062 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/18 | 0.054 | 0.062 | 0.048 | 0.002 |
| 2017/1/19 | 0.054 | 0.062 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/20 | 0.056 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/21 | 0.055 | 0.064 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/22 | 0.055 | 0.062 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/23 | 0.055 | 0.064 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/24 | 0.055 | 0.061 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/25 | 0.055 | 0.061 | 0.048 | 0.002 |
| 2017/1/26 | 0.055 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/27 | 0.054 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/28 | 0.054 | 0.062 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/1/29 | 0.053 | 0.060 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/1/30 | 0.054 | 0.062 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/1/31 | 0.054 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/2/1  | 0.055 | 0.064 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/2  | 0.055 | 0.064 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/2/3  | 0.054 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/4  | 0.054 | 0.062 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/5  | 0.054 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/6  | 0.054 | 0.064 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/7  | 0.054 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/8  | 0.055 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/9  | 0.056 | 0.064 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/10 | 0.056 | 0.064 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/2/11 | 0.056 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/12 | 0.055 | 0.065 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/13 | 0.055 | 0.064 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/14 | 0.054 | 0.063 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/15 | 0.054 | 0.064 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/16 | 0.054 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/17 | 0.054 | 0.062 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/2/18 | 0.055 | 0.066 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/19 | 0.054 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/2/20 | 0.054 | 0.063 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/2/21 | 0.053 | 0.059 | 0.046 | 0.002 |
| 2017/2/22 | 0.054 | 0.063 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/23 | 0.055 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/2/24 | 0.056 | 0.066 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/25 | 0.058 | 0.071 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/2/26 | 0.058 | 0.071 | 0.049 | 0.004 |
| 2017/2/27 | 0.054 | 0.064 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/2/28 | 0.055 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |

| 監測日期      | 平均值   | 最高值   | 最低值   | 標準差   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 2017/3/1  | 0.054 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/2  | 0.055 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/3  | 0.055 | 0.063 | 0.049 | 0.003 |
| 2017/3/4  | 0.054 | 0.064 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/3/5  | 0.053 | 0.060 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/6  | 0.056 | 0.070 | 0.048 | 0.004 |
| 2017/3/7  | 0.058 | 0.079 | 0.048 | 0.005 |
| 2017/3/8  | 0.056 | 0.065 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/3/9  | 0.055 | 0.063 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/10 | 0.057 | 0.066 | 0.048 | 0.004 |
| 2017/3/11 | 0.054 | 0.061 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/12 | 0.053 | 0.062 | 0.047 | 0.002 |
| 2017/3/13 | 0.053 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/14 | 0.057 | 0.066 | 0.048 | 0.003 |
| 2017/3/15 | 0.054 | 0.062 | 0.047 | 0.002 |
| 2017/3/16 | 0.057 | 0.065 | 0.050 | 0.003 |
| 2017/3/17 | 0.054 | 0.063 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/18 | 0.053 | 0.060 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/19 | 0.054 | 0.060 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/3/20 | 0.053 | 0.060 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/21 | 0.053 | 0.063 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/3/22 | 0.054 | 0.062 | 0.047 | 0.003 |
| 2017/3/23 | 0.054 | 0.061 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/3/24 | 0.053 | 0.061 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/25 | 0.056 | 0.067 | 0.048 | 0.004 |
| 2017/3/26 | 0.058 | 0.073 | 0.050 | 0.005 |
| 2017/3/27 | 0.054 | 0.063 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/28 | 0.054 | 0.064 | 0.045 | 0.003 |
| 2017/3/29 | 0.054 | 0.064 | 0.044 | 0.003 |
| 2017/3/30 | 0.054 | 0.062 | 0.046 | 0.003 |
| 2017/3/31 | 0.055 | 0.071 | 0.046 | 0.005 |

表4 水試樣總貝他活度分析表

| 試樣<br>編號 | 取樣<br>日期 | 取樣<br>地點    | 總貝他活度濃度<br>(毫貝克/公升) |
|----------|----------|-------------|---------------------|
| PW00     | 3月22日    | 新庄里地下水(背景站) | 57±7                |
| PW01     | 1月09日    | THOR前荷塘     | 135±9               |
|          | 2月17日    | THOR前荷塘     | 150±9               |
|          | 3月22日    | THOR前荷塘     | 81±8                |
| PW02     | 1月25日    | THOR東溝水     | 128±9               |
|          | 2月17日    | THOR東溝水     | 156±10              |
|          | 3月24日    | THOR東溝水     | 138±9               |
| PW03     | 1月09日    | 環測實驗室自來水    | 31±6                |
| PW04     | 2月02日    | 梅湖          | 126±9               |
| PW05     | 1月16日    | 靜齋前池水       | 114±9               |
| PW06     | 1月16日    | 昆明湖         | 96±8                |
| PW07     | 1月16日    | 廢水排水口       | 254±11              |
| PW08     | 3月22日    | 成功湖         | 56±7                |
| PW09     | 3月22日    | 交大光復區       | 59±7                |
| PW10     | 3月15日    | 水源里地下水      | 46±7                |
| PW11     | 3月15日    | 自來水廠        | 27±6                |
| PW12     | 3月22日    | 寶山路溝水       | 63±7                |

表5 指標植物加馬核種分析表

| 試樣<br>編號 | 取樣地點           | 核種活度(貝克/千克・鮮重)  |                  |                   |                 |                    |                   | 歷年範圍(101~105年)   |                   |
|----------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|          |                | <sup>7</sup> Be | <sup>131</sup> I | <sup>137</sup> Cs | <sup>40</sup> K | <sup>232</sup> Th系 | <sup>238</sup> U系 | <sup>131</sup> I | <sup>137</sup> Cs |
| PT11     | 加速器館側<br>(木麻黃) | 58±2            | —                | —                 | 124±4           | —                  | —                 | —~0.23           | —~1.6             |
| PT12     | THOR草坪<br>(龍柏) | 14±1            | —                | —                 | 72±3            | —                  | —                 | —~0.09           | —~1.9             |

表6 土壤試樣加馬核種分析表

| 試樣<br>編號 | 取樣地點  | 核種活度 (貝克/千克·乾重)  |                   |                 |                     |                    | 歷年範圍<br>(101-105年) |                   |
|----------|-------|------------------|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|          |       | $^{60}\text{Co}$ | $^{137}\text{Cs}$ | $^{40}\text{K}$ | $^{232}\text{Th}$ 系 | $^{238}\text{U}$ 系 | $^{60}\text{Co}$   | $^{137}\text{Cs}$ |
| SL13     | 昆明湖底泥 | —                | 0.9±0.1           | 213±8           | 21±1                | 15±1               | — ~ 0.6            | — ~ 4.9           |
| SL14     | 荷塘底泥  | 5.9±0.5          | 27±1              | 445±20          | 31±2                | 19±2               | — ~ 8.6            | — ~ 34            |

表7 空浮微粒總貝他活度測量月報表

| 取樣期程(月/日)   | 活度濃度(毫貝克/立方米) |            |
|-------------|---------------|------------|
|             | 生物科技館頂樓(PA01) | 加速器館(PA02) |
| 01/03～01/09 | 1.11±0.04     | 1.12±0.05  |
| 01/09～01/16 | 1.38±0.04     | 0.95±0.04  |
| 01/16～01/23 | 1.28±0.04     | 1.50±0.05  |
| 01/23～02/02 | 1.20±0.03     | 1.30±0.04  |
| 02/02～02/06 | 1.03±0.06     | 0.74±0.06  |
| 02/06～02/13 | 1.25±0.04     | 1.30±0.05  |
| 02/13～02/20 | 1.70±0.05     | 1.83±0.05  |
| 02/20～03/01 | 0.84±0.03     | 0.91±0.04  |
| 03/01～03/06 | 1.33±0.05     | 0.79±0.05  |
| 03/06～03/13 | 0.91±0.04     | 0.97±0.04  |
| 03/13～03/20 | 0.68±0.04     | 0.64±0.04  |
| 03/20～03/27 | 0.86±0.04     | 0.97±0.04  |
| 03/27～04/05 | 1.51±0.04     | 1.62±0.04  |

表8 空浮微粒加馬核種分析表

| 取樣日期許(月/日)  | PA01(生技館)        |                   | PA02(加速器館)       |                   |
|-------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|             | <sup>131</sup> I | <sup>137</sup> Cs | <sup>131</sup> I | <sup>137</sup> Cs |
| 01/03～01/09 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/09～01/16 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/16～01/23 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/23～02/02 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/02～02/06 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/06～02/13 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/13～02/20 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/20～03/01 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/01～03/06 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/06～03/13 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/13～03/20 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/20～03/27 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/27～04/05 | —                | —                 | —                | —                 |

表9 放射性落塵加馬核種分析表

| 取樣地點           | 月份 | 核種(貝克/平方公尺.日)   |                 |                  |                   | 歷年範圍<br>(101~105年) |                        |
|----------------|----|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
|                |    | <sup>7</sup> Be | <sup>40</sup> K | <sup>131</sup> I | <sup>137</sup> Cs | <sup>131</sup> I   | <sup>137</sup> Cs      |
| 加速器館<br>(LW01) | 一  | 0.39±0.05       | —               | —                | —                 | —                  | —~1.7×10 <sup>-2</sup> |
|                | 二  | 0.39±0.02       | —               | —                | —                 |                    |                        |
|                | 三  | 0.80±0.02       | —               | —                | —                 |                    |                        |

表10 熱發光直接輻射劑量率偵測劑量估算表

| 試樣<br>編號 | 取樣地點       | 劑量率<br>(微西弗/小時)<br>(106年第1季) | 平均值<br>( $\bar{X}$ )<br>(101年~105年) | 標準偏差<br>( $\sigma$ )<br>(101年~105年) | 淨劑量  |
|----------|------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|
| TLD00    | 竹北新庄里(背景站) | 0.061                        | 0.058                               | 0.004                               | <MDA |
| TLD01    | THOR前草坪    | 0.057                        | 0.057                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD02    | 同位素館側      | 0.054                        | 0.060                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD03    | 加速器館側      | 0.064                        | 0.065                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD04    | 生技館側       | 0.063                        | 0.083                               | 0.008                               | <MDA |
| TLD05    | 李純敏館側      | 0.055                        | 0.057                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD06    | 梅湖畔        | 0.056                        | 0.056                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD07    | 新齋旁        | 0.060                        | 0.061                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD08    | 加速器館後      | 0.053                        | 0.055                               | 0.004                               | <MDA |
| TLD09    | 碩齋         | 0.056                        | 0.058                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD10    | 學校大門       | 0.054                        | 0.056                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD11    | 梅湖上峰       | 0.047                        | 0.049                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD12    | 靜齋         | 0.058                        | 0.059                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD13    | 圖書館前       | 0.057                        | 0.058                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD14    | 水木餐廳       | 0.057                        | 0.057                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD15    | 西院         | 0.065                        | 0.067                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD16    | 東院         | 0.060                        | 0.059                               | 0.005                               | <MDA |
| TLD17    | 南站         | 0.053                        | 0.053                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD18    | 醫環系館(三樓東側) | 0.053                        | 0.056                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD19    | 醫環系館(頂樓東側) | 0.047                        | 0.054                               | 0.007                               | <MDA |
| TLD20    | 醫環系館(頂樓西側) | 0.049                        | 0.052                               | 0.006                               | <MDA |
| TLD21    | 寶山路校門口     | 0.060                        | 0.058                               | 0.005                               | <MDA |

說明一：各站劑量值落於(歷年平均值 $\pm 3 \times$ 偏差)範圍內，淨劑量記錄為<MDA(或小於0.025mSv/季)；偏差計算為 $\sigma = \sqrt{\sum (Xi - \bar{X})^2 / n - 1}$ 。

**表11 空浮微粒核種分析結果劑量估算表**

| 取樣地點          | 年.季    | 劑量估算值(毫西弗) |
|---------------|--------|------------|
| 生物科技館頂樓(PA01) | 106.01 | <0.001     |
| 加速器館側(PA02)   | 106.01 | <0.001     |

說明一、估算方式依游離輻射防護安全標準(94年)附表三之五之劑量轉換因數(>17歲)估算。

說明二、依各站<sup>131</sup>I空浮微粒濃度或偵測低限值(0.1毫貝克/立方米)估算。

約定有效劑量(毫西弗/季)=平均空浮微粒濃度(貝克/立方米)×季吸入量  
(8103/4)(立方米/季)×劑量轉換因數( $7.4 \times 10^{-9}$ 西弗/貝克)。

說明三、估算結果，本季各測站均遠低於登錄值(1/1000毫西弗)。

**表12 核設施劑量估算報表**

| 體外曝露(毫西弗/年或季) |      |    |    | 體內曝露(毫西弗/年或季) |    |      |     |
|---------------|------|----|----|---------------|----|------|-----|
| 曝露途徑          | TLD  | 地表 | 岸沙 | 空浮微粒          | 飲水 | 農畜產物 | 海產物 |
| 核設施           | <MDA | —  | —  | <0.001        | —  | —    | —   |
| 核爆影響          | —    | —  | —  | —             | —  | —    | —   |

註：1.TLD偵測低限為0.05毫西弗/年或0.025毫西弗/季，小於此值註記<MDA。

2.”—”表示未測得數據或無是項曝露路徑。

3.若劑量低於0.001毫西弗，則註記為<0.001。

4.體內劑量估算係考慮50年的劑量累積存。

5.體外曝露地表部分以及體內曝露飲水及農畜產物的估算將列於年報中。

## 附錄 1、環境直接輻射連續監測平行監測說明

### 1. 前言

因位於生物科技館樓頂之環境直接輻射連續監測站(R00100)於該館拆除作業完成後，擬遷至李存敏館頂樓，依本校 106 年「環境輻監測作業計畫」於遷移前進行兩處平行監測，以確認新設置測站的適用性。

### 2. 偵檢儀特性描述

上述兩館新舊測站均使用閃爍式偵檢器(AT1121)，茲將其特性表列於下(表 1.1)，而其能量依存性則分別如圖 1.1 所示。該儀器之使用能量範圍均涵蓋環境中天然與人造放射性核種之加馬能量(表 1.2)。

表 1.1 環境連續性直接輻射測量儀器說明

|                |                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------|
| 偵檢器            | 偵檢器                                                    |
| 偵檢器型式          | 閃爍式偵檢器(AT1121)                                         |
| 量測功能           | 加馬輻射                                                   |
| 量測範圍           | 50nSv/h~10Sv/h                                         |
| 靈敏度(cps/μSv/h) | 70                                                     |
| 能量依存性          | 15keV~60keV ≤ ±35%<br>60keV~3MeV ≤ ±25%<br>(如圖 1.1 所示) |
| 偵檢器型式          | 有防電磁干擾設計                                               |

### 3. 連續監測劑量的表達

- (1) 環境連續直接輻射監測儀於本校原子科學技術發展中心「輕便式輻射儀器校正實驗室」定期(每年)執行校正。
- (2) 校正値(周圍等效劑量)依下式轉換為環境中民眾之有效劑量(D)

$$D = H \times F_1 \times F_2$$

F<sub>1</sub>：校正値轉換為空氣克馬劑量因數(1/1.2)

F<sub>2</sub>：空氣克馬劑量轉換為有效劑量因數(0.8)

故上式可表示為

$$D = 0.7 \times H$$

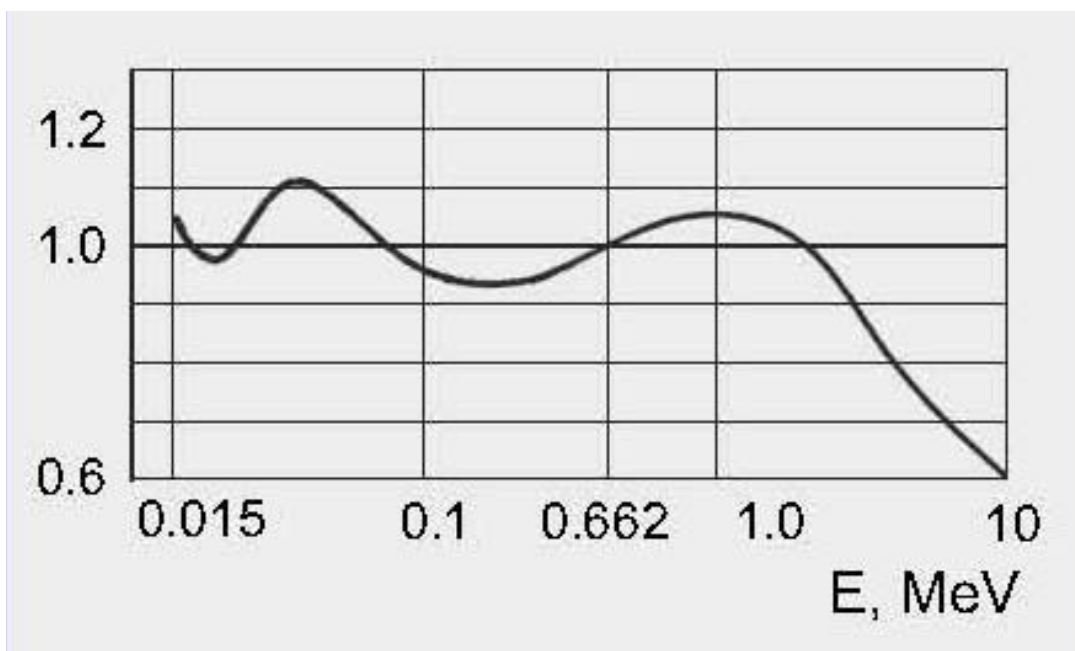


圖 1.1 閃爍式偵檢器(AT1121)能量依存性

表 1.2 環境中放射性核種主要加馬能量資料

| 放射核種                 | 能量(keV) | 豐度(%) | 子核種               |
|----------------------|---------|-------|-------------------|
| $^{40}\text{K}$      | 1461    | 10.7  |                   |
| $^{232}\text{Th}$ 系列 | 239     | 43.3  | $^{212}\text{Pb}$ |
|                      | 583     | 86    | $^{208}\text{Tl}$ |
|                      | 911     | 29    | $^{228}\text{Ac}$ |
| $^{238}\text{U}$ 系列  | 352     | 37.6  | $^{214}\text{Pb}$ |
|                      | 609     | 46.1  | $^{214}\text{Bi}$ |
| $^{41}\text{Ar}$     | 1294    | 99.1  |                   |
| $^{60}\text{Co}$     | 1173    | 99.9  |                   |
|                      | 1332    | 100   |                   |
| $^{54}\text{Mn}$     | 835     | 100   |                   |
| $^{131}\text{I}$     | 364     | 81.2  |                   |
| $^{137}\text{Cs}$    | 662     | 85.1  |                   |

#### 4. 平行監測結果

(1) 茲將兩測站偵檢儀偵測結果列於圖 1.2(平行監測期程：106 年 1 月 1 日至 106 年 03 月 31 日)

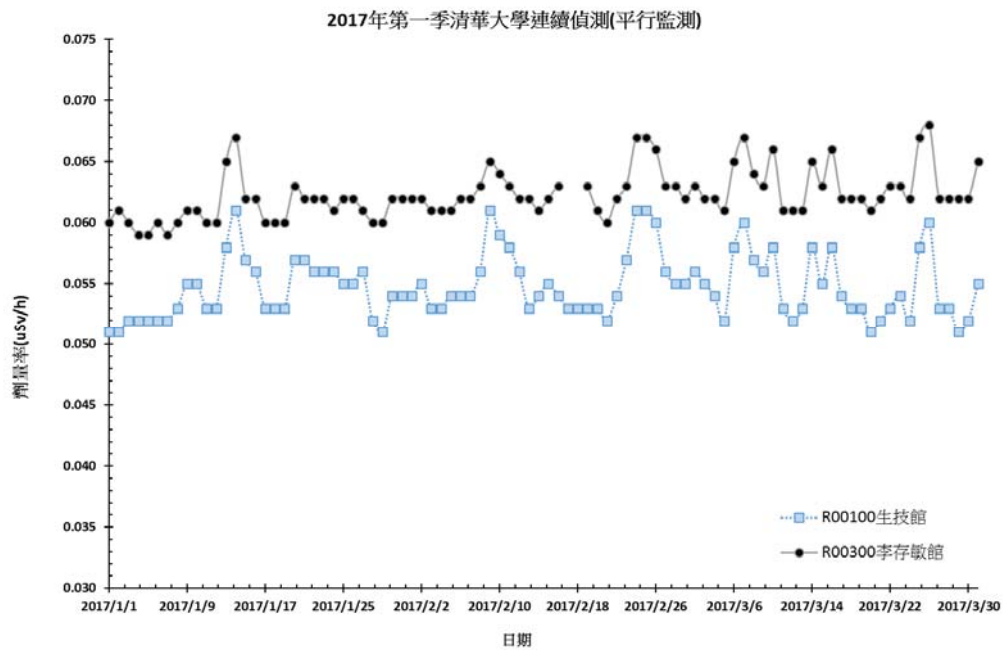


圖 1.2 連續監測站(R00100)平行監測結果

(2) 茲將兩測站偵檢器於平行監測期間相對變動之比值繪如圖 1.3。依變動比值偏差( $\sigma$ )與變動比值平均值( $\bar{X}$ )求得相對變動率為 2.72%(表 1.3)。

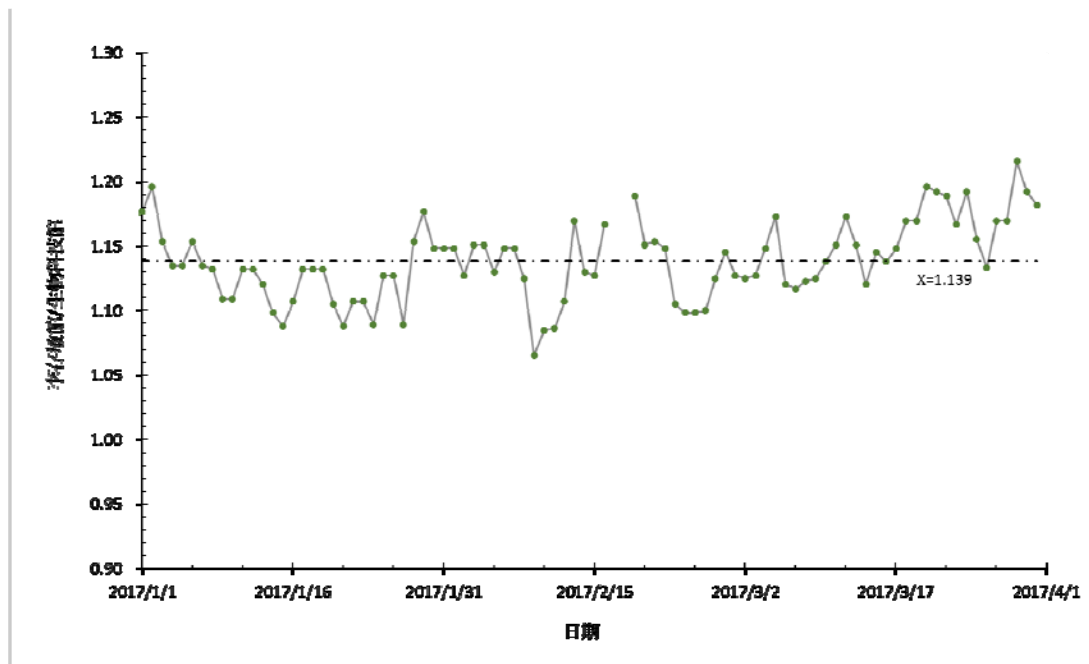


圖 1.3 監測結果相對變動比值(李存敏館/生物科技館)

表 1.3 相對變動比值之平均值與偏差值

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 變動比值平均值( $\bar{X}$ )        | 1.139 |
| 變動比值偏差( $\sigma$ )          | 0.031 |
| 相對變動率( $\sigma / \bar{X}$ ) | 2.72% |

註  $\sigma = \sqrt{\sum (Xi - \bar{X})^2 / n - 1}$  。

## 5. 結論

1. 環境直接輻射監測儀器使用之閃爍式偵檢器，其能量範圍涵蓋環境中天然及人造放射性核種中加馬能量。
2. 輻射監測儀器定期校驗，以確保儀器偵測之可靠性。
3. 新舊監測站之平行監測，均屬正常之背景範圍。監測期間相對變動率為 2.72%，顯示兩處測值之一致性，並符合儀器校驗允許標準(±20%以內)。

## 附錄 2 空浮微粒測站平行監測說明

### 1. 前言

因位於生物科技館頂樓之空浮微粒測站(PA01)於該館拆除作業完成後，擬遷至李純敏館頂樓，依本校 106 年「環境輻射作業計畫」於遷移前進行兩處之平行監測，以確認新測站的適用性。

### 2. 監測項目

- (1) 總貝他：以濾紙置空氣取樣器，抽取約 400 立方米(每週)空浮後，待 24 小時後再置於低背景比例偵檢系統中計測總貝他活度。
- (2) 加馬核種：上述濾紙以純鍺偵檢系統進行加馬核種分析。

表2.1 空浮微粒總貝他活度平行監測果

| 取樣期程(月/日)   | 活度濃度(毫貝克/立方米) |              |
|-------------|---------------|--------------|
|             | 生物科技館頂樓(PA01) | 李存敏館頂樓(PA01) |
| 01/03～01/09 | 1.11±0.04     | 1.03±0.04    |
| 01/09～01/16 | 1.38±0.04     | 1.30±0.04    |
| 01/16～01/23 | 1.28±0.04     | 1.33±0.04    |
| 01/23～02/02 | 1.20±0.03     | 1.24±0.03    |
| 02/02～02/06 | 1.03±0.06     | 0.93±0.06    |
| 02/06～02/13 | 1.25±0.04     | 1.06±0.04    |
| 02/13～02/20 | 1.70±0.05     | 1.79±0.05    |
| 02/20～03/01 | 0.84±0.03     | 0.86±0.03    |
| 03/01～03/06 | 1.33±0.05     | 1.31±0.06    |
| 03/06～03/13 | 0.91±0.04     | 0.96±0.04    |
| 03/13～03/20 | 0.68±0.04     | 0.74±0.04    |
| 03/20～03/27 | 0.86±0.04     | 0.84±0.04    |
| 03/27～04/05 | 1.51±0.04     | 1.55±0.04    |

**表2.2 空浮微粒加馬核種分析平行監測結果**

| 取樣日期(月/日)   | PA01(生技館)        |                   | PA01(李存敏館)       |                   |
|-------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|             | $^{131}\text{I}$ | $^{137}\text{Cs}$ | $^{131}\text{I}$ | $^{137}\text{Cs}$ |
| 01/03~01/09 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/09~01/16 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/16~01/23 | —                | —                 | —                | —                 |
| 01/23~02/02 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/02~02/06 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/06~02/13 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/13~02/20 | —                | —                 | —                | —                 |
| 02/20~03/01 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/01~03/06 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/06~03/13 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/13~03/20 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/20~03/27 | —                | —                 | —                | —                 |
| 03/27~04/05 | —                | —                 | —                | —                 |

### 3. 平行監測結果

- (1) 總貝他活度平行監測結果如表2.1所列，屬正常變動範圍。
- (2) 加馬核種分析平行監測結果如表2.2所列，未測得人工放射性核種。

### 4. 結論

新舊監測站之平行監測顯示總貝他活度變化範圍分別為 0.64~1.70 毫貝克/立方米(生物科技館)與 0.74~1.55 毫貝克/立方米(李存敏館)，且未測得人工放射性核種，顯示兩處測站之背景輻射相似，均屬正常之變動範圍。