

國立清華大學環境輻射監測季報

民國 104 年 (第 1 季)

原子科學技術發展中心

中華民國 104 年 5 月

目 錄

摘 要	-----	1
表1 定期分析報告(104年1~3月)	-----	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(104年1~3月)	-----	9
表3 連續直接輻射劑量率偵測表(104年1~3月)	-----	10
表4 水試樣總貝他活度分析表(104年1~3月)	-----	13
表5 指標植物加馬核種分析表(104年1~3月)	-----	14
表6 土壤試樣加馬核種分析表(104年1~3月)	-----	15
表7 空浮微粒總貝他活度測量月報表(104年1~3月)	-----	16
表8 空浮微粒加馬核種分析表(104年1~3月)	-----	17
表9 放射性落塵加馬核種分析表(104年1~3月)	-----	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(104年第1季)	-----	21

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104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0.046~0.080微西弗/小時；(2)環境直接輻射連續偵測變動範圍介於0.046~0.120微西弗/小時；(3)空浮微粒總貝他活度介於0.22~2.03毫貝克/立方米；(4)水試樣總貝他活度介於62~302毫貝克/公升之間，未測得人工核種；(5)植物試樣測得天然放射核種與微量¹³⁷Cs；(6)土壤(底泥)試樣測得天然放射核種與微量¹³⁷Cs及⁶⁰Co；(7)落塵試樣以天然核種⁷Be為主，其活度介於0.36~1.47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 2015 : (1)The direct radiation dose rates with TLD were varied between 0.046~0.080 $\mu\text{Sv/h}$; (2)The direct radiation dose rates with radiation monitoring network system were varied between 0.046~0.120 $\mu\text{Sv/h}$; (3)The radioactivities of airborne samples by beta counting were varied between 0.22~2.03 mBq/m^3 ; (4)The radioactivities of water samples by beta counting were varied between 62~302 mBq/L , no artificial radionuclide was found; (5)Radionuclide analysis of vegetation samples : naturally occurring radionuclides and trace ¹³⁷Cs were detected; (6)Radionuclide analysis of soil samples: naturally occurring radionuclides and trace ¹³⁷Cs and ⁶⁰Co were detected; (7)Radionuclide analysis of fallout samples collected with water tray: naturally occurring radionuclide ⁷Be was found, varying between 0.36 ~ 1.47 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. 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(104年1~3月)

項目	結果	說明
環境直接輻射	以CaSO ₄ 熱發光劑量計測得之環境輻射劑量率變動範圍在0.046~0.080微西弗/小時。連續直接輻射測得之劑量率變動範圍在 0.046~0.120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62~302毫貝克/升。未測得人工核種。	屬正常變動範圍。
植物試樣	指標植物測得微量 ¹³⁷ Cs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 ¹³⁷ Cs及 ⁶⁰ Co 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0.22~2.03毫貝克/立方米。加馬能譜分析測得天然放射性核種 ⁷ Be。	屬正常變動範圍。
落塵	大水盤法於原科中心四樓頂收集落塵，執行加馬能譜分析。主要為天然核種 ⁷ Be等，其活度介於0.36~1.47 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(104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(104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(103年第4季)偵測結果比較，並無顯著的差異



圖 1.1 國立清華大學環境輻射取樣位置圖



圖 1.2 國立清華大學環境輻射取樣位置圖(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取樣位置圖(累積劑量率)



圖 1.4 國立清華大學環境輻射取樣位置圖(土壤及底泥)



圖 1.5 國立清華大學環境輻射取樣位置圖(水試樣)

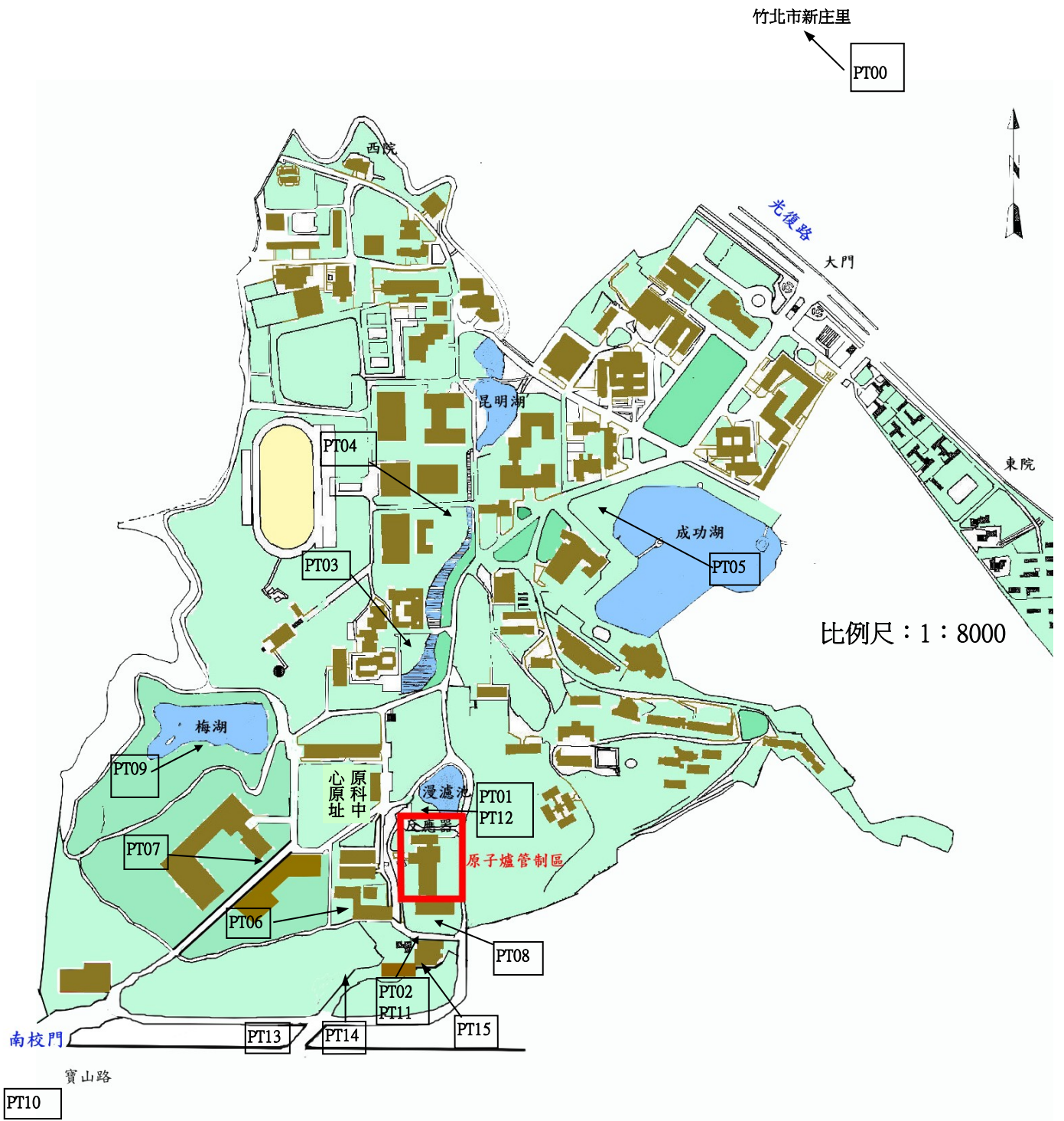


圖 1.6 國立清華大學環境輻射取樣位置圖(植物試樣)

表2 熱發光直接輻射劑量率偵測季報表(104年1~3月)

試樣編號	取樣地點	劑量率(微西弗/小時)
TLD00	竹北市新庄里	0.057
TLD01	THOR前草坪	0.055
TLD02	同位素館側	0.055
TLD03	加速器館側	0.060
TLD04	生技館側	0.080
TLD05	原科中心南側	0.052
TLD06	梅湖畔	0.051
TLD07	新齋旁	0.055
TLD08	加速器館後	0.050
TLD09	碩齋	0.052
TLD10	學校大門	0.053
TLD11	梅湖上峰	0.047
TLD12	靜齋	0.056
TLD13	圖書館前	0.054
TLD14	水木餐廳	0.054
TLD15	西院	0.064
TLD16	東院	0.056
TLD17	南站	0.049
TLD18	醫環系(三樓東側)	遺失
TLD19	醫環系(頂樓東側)	0.054
TLD20	醫環系(頂樓西側)	0.046
TLD21	寶山路校門口	0.056

表3 連續直接輻射劑量率偵測表(104年1~3月)

：(1)偵測地點：原科中心(R00100)

單位：微西弗/小時

監測日期	平均值	最高值	最低值	標準差
104/01/01	0.074	0.085	0.058	0.006
104/01/02	0.073	0.095	0.052	0.006
104/01/03	0.076	0.092	0.059	0.006
104/01/04	0.076	0.091	0.057	0.006
104/01/05	0.078	0.100	0.063	0.007
104/01/06	0.078	0.092	0.064	0.006
104/01/07	0.074	0.088	0.058	0.006
104/01/08	0.074	0.088	0.063	0.006
104/01/09	0.074	0.090	0.060	0.006
104/01/10	0.075	0.088	0.062	0.006
104/01/11	0.075	0.089	0.061	0.006
104/01/12	0.076	0.088	0.060	0.006
104/01/13	0.078	0.093	0.062	0.007
104/01/14	0.078	0.095	0.060	0.007
104/01/15	0.074	0.088	0.058	0.006
104/01/16	0.074	0.090	0.059	0.006
104/01/17	0.075	0.092	0.058	0.006
104/01/18	0.076	0.092	0.063	0.006
104/01/19	0.076	0.093	0.060	0.006
104/01/20	0.078	0.097	0.061	0.007
104/01/21	0.076	0.100	0.064	0.007
104/01/22	0.076	0.091	0.063	0.006
104/01/23	0.076	0.090	0.058	0.006
104/01/24	0.075	0.094	0.062	0.006
104/01/25	0.078	0.092	0.062	0.006
104/01/26	0.076	0.093	0.055	0.007
104/01/27	0.078	0.094	0.064	0.006
104/01/28	0.076	0.091	0.062	0.006
104/01/29	0.075	0.088	0.059	0.006
104/01/30	0.074	0.091	0.057	0.006

註：104/01/30-104/02/01:生物科技館電力檢修,各停電二天

監測日期	平均值	最高值	最低值	標準差
104/02/02	0.078	0.095	0.066	0.006
104/02/03	0.076	0.092	0.057	0.006
104/02/04	0.076	0.094	0.060	0.006
104/02/05	0.076	0.096	0.060	0.006
104/02/06	0.074	0.087	0.060	0.006
104/02/07	0.076	0.092	0.053	0.006
104/02/08	0.076	0.097	0.059	0.007
104/02/09	0.074	0.088	0.060	0.006
104/02/10	0.075	0.094	0.057	0.006
104/02/11	0.076	0.090	0.060	0.006
104/02/12	0.077	0.095	0.060	0.006
104/02/13	0.078	0.095	0.062	0.006
104/02/14	0.078	0.096	0.064	0.006
104/02/15	0.078	0.097	0.064	0.006
104/02/16	0.078	0.092	0.059	0.006
104/02/17	0.077	0.092	0.063	0.006
104/02/18	0.076	0.093	0.062	0.006
104/02/19	0.076	0.092	0.060	0.006
104/02/20	0.076	0.095	0.062	0.006
104/02/21	0.077	0.096	0.059	0.007
104/02/22	0.076	0.095	0.061	0.006
104/02/23	0.076	0.090	0.057	0.006
104/02/24	0.076	0.091	0.062	0.006
104/02/25	0.076	0.092	0.064	0.006
104/02/26	0.077	0.092	0.064	0.006
104/02/27	0.076	0.090	0.062	0.006
104/02/28	0.076	0.098	0.059	0.007

監測日期	平均值	最高值	最低值	標準差
104/03/01	0.074	0.089	0.062	0.006
104/03/02	0.075	0.095	0.062	0.007
104/03/03	0.077	0.092	0.061	0.006
104/03/04	0.076	0.095	0.061	0.006
104/03/05	0.075	0.088	0.061	0.006
104/03/06	0.077	0.097	0.062	0.006
104/03/07	0.076	0.096	0.059	0.007
104/03/08	0.077	0.092	0.063	0.006
104/03/09	0.076	0.092	0.062	0.006
104/03/10	0.078	0.120	0.060	0.011
104/03/11	0.083	0.102	0.062	0.008
104/03/12	0.077	0.098	0.060	0.008
104/03/13	0.076	0.095	0.058	0.006
104/03/14	0.076	0.094	0.060	0.006
104/03/15	0.076	0.090	0.063	0.006
104/03/16	0.076	0.091	0.062	0.006
104/03/17	0.076	0.095	0.053	0.007
104/03/18	0.076	0.095	0.060	0.007
104/03/19	0.076	0.090	0.057	0.006
104/03/20	0.076	0.098	0.062	0.006
104/03/21	0.075	0.095	0.059	0.006
104/03/22	0.075	0.091	0.057	0.006
104/03/23	0.078	0.097	0.061	0.007
104/03/24	0.075	0.089	0.060	0.007
104/03/25	0.076	0.092	0.063	0.006
104/03/26	0.077	0.092	0.062	0.006
104/03/27	0.077	0.100	0.066	0.006
104/03/28	0.076	0.093	0.061	0.006
104/03/29	0.078	0.095	0.066	0.006
104/03/30	0.077	0.092	0.062	0.006
104/03/31	0.076	0.092	0.062	0.006

(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
104/01/01	0.058	0.067	0.050	0.003
104/01/02	0.057	0.066	0.050	0.003
104/01/03	0.059	0.065	0.046	0.003
104/01/04	0.059	0.067	0.051	0.003
104/01/05	0.060	0.067	0.052	0.003
104/01/06	0.059	0.067	0.051	0.003
104/01/07	0.059	0.067	0.051	0.003
104/01/08	0.058	0.064	0.050	0.003
104/01/09	0.058	0.067	0.049	0.004
104/01/10	0.058	0.065	0.049	0.003
104/01/11	0.058	0.067	0.050	0.003
104/01/12	0.058	0.065	0.051	0.003
104/01/13	0.060	0.071	0.051	0.004
104/01/14	0.061	0.071	0.050	0.004
104/01/15	0.058	0.071	0.052	0.003
104/01/16	0.058	0.069	0.047	0.004
104/01/17	0.058	0.065	0.050	0.003
104/01/18	0.059	0.066	0.049	0.003
104/01/19	0.058	0.068	0.047	0.003
104/01/20	0.059	0.068	0.051	0.003
104/01/21	0.058	0.066	0.051	0.003
104/01/22	0.060	0.070	0.048	0.003
104/01/23	0.059	0.068	0.051	0.004
104/01/24	0.060	0.068	0.051	0.003
104/01/25	0.060	0.069	0.052	0.003
104/01/26	0.058	0.068	0.051	0.003
104/01/27	0.060	0.068	0.053	0.003
104/01/28	0.058	0.068	0.049	0.003
104/01/29	0.058	0.067	0.049	0.003
104/01/30	0.058	0.067	0.051	0.003
104/01/31	0.058	0.068	0.049	0.004

監測日期	平均值	最高值	最低值	標準差
104/02/01	0.058	0.069	0.051	0.003
104/02/02	0.059	0.068	0.050	0.003
104/02/03	0.059	0.067	0.052	0.003
104/02/04	0.058	0.067	0.050	0.003
104/02/05	0.060	0.071	0.049	0.004
104/02/06	0.058	0.066	0.050	0.003
104/02/07	0.059	0.070	0.052	0.003
104/02/08	0.059	0.071	0.051	0.004
104/02/09	0.057	0.067	0.048	0.003
104/02/10	0.058	0.073	0.051	0.003
104/02/11	0.059	0.067	0.051	0.003
104/02/12	0.060	0.067	0.050	0.003
104/02/13	0.060	0.070	0.053	0.004
104/02/14	0.060	0.070	0.051	0.003
104/02/15	0.060	0.070	0.052	0.003
104/02/16	0.061	0.076	0.051	0.004
104/02/17	0.060	0.066	0.051	0.003
104/02/18	0.059	0.069	0.051	0.003
104/02/19	0.059	0.067	0.051	0.004
104/02/20	0.059	0.066	0.047	0.003
104/02/21	0.060	0.066	0.053	0.003
104/02/22	0.059	0.068	0.048	0.003
104/02/23	0.059	0.067	0.049	0.003
104/02/24	0.059	0.070	0.048	0.004
104/02/25	0.058	0.065	0.051	0.003
104/02/26	0.059	0.068	0.052	0.003
104/02/27	0.059	0.067	0.050	0.003
104/02/28	0.058	0.067	0.049	0.003

監測日期	平均值	最高值	最低值	標準差
104/03/01	0.058	0.069	0.050	0.003
104/03/02	0.059	0.069	0.052	0.003
104/03/03	0.059	0.067	0.050	0.003
104/03/04	0.060	0.073	0.052	0.004
104/03/05	0.058	0.065	0.051	0.003
104/03/06	0.060	0.071	0.050	0.004
104/03/07	0.058	0.068	0.053	0.003
104/03/08	0.058	0.069	0.050	0.003
104/03/09	0.058	0.065	0.050	0.003
104/03/10	0.064	0.096	0.050	0.010
104/03/11	0.067	0.082	0.053	0.006
104/03/12	0.060	0.078	0.052	0.005
104/03/13	0.059	0.065	0.052	0.003
104/03/14	0.058	0.068	0.049	0.003
104/03/15	0.059	0.068	0.050	0.003
104/03/16	0.058	0.069	0.051	0.003
104/03/17	0.059	0.070	0.049	0.004
104/03/18	0.058	0.068	0.051	0.003
104/03/19	0.058	0.064	0.048	0.003
104/03/20	0.059	0.067	0.051	0.003
104/03/21	0.059	0.067	0.050	0.003
104/03/22	0.058	0.067	0.051	0.003
104/03/23	0.060	0.076	0.051	0.006
104/03/24	0.058	0.072	0.049	0.003
104/03/25	0.060	0.071	0.051	0.004
104/03/26	0.060	0.069	0.051	0.004
104/03/27	0.059	0.070	0.049	0.004
104/03/28	0.058	0.068	0.050	0.003
104/03/29	0.059	0.069	0.051	0.003
104/03/30	0.059	0.068	0.050	0.003
104/03/31	0.059	0.070	0.052	0.003

註：加速器館連續偵測系統之偵檢儀於20150101更換為IGS501。

表4 水試樣總貝他活度分析表(104年1~3月)

試樣 編號	取樣 日期	取樣 地點	總貝他活度濃度 (毫貝克/公升)
PW00	3月24日	新庄里地下水(背景站)	53±9
PW01	1月19日	THOR前荷糖	146±11
	2月02日	THOR前荷糖	134±10
	3月12日	THOR前荷糖	271±13
PW02	1月19日	THOR東溝水	224±12
	2月02日	THOR東溝水	125±10
	3月12日	THOR東溝水	130±10
PW03	3月12日	環測實驗室自來水	62±9
PW04	3月12日	梅湖	171±11
PW05	2月02日	靜齋前池水	136±10
PW06	2月02日	昆明湖	143±10
PW07	2月02日	廢水排水口	302±13
PW08	2月02日	成功湖	70±9
PW09	3月24日	交大光復區	137±10
PW10	3月18日	水源里地下水	78±9
PW11	3月18日	自來水廠	71±9
PW12	3月24日	寶山路溝水	92±9

註7：PW07試樣執行加馬能譜核種分析，未測得人工核種。

表5 指標植物加馬核種分析表(104年1~3月)

試樣 編號	取樣地點	核種活度(貝克/千克·鮮重)					
		⁷ Be	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²³² Th系	²³⁸ U系
PT11	加速器館側 (木麻黃)	27±2	—	0.43±0.04	115±5	—	—
PT12	THOR草坪 (龍柏葉)	27±2	—	1.9±0.1	73±4	—	—

表6 土壤試樣加馬核種分析表(104年1~3月)

試樣 編號	取樣地點	核種活度 (貝克/千克·乾重)				
		⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²³² Th系	²³⁸ U系
SL13	昆明湖底泥	—	2.3±0.4	337±17	29±2	19±1
SL14	荷塘底泥	6.8±0.6	20.8±1.4	507±28	38±3	22±2

表7 空浮微粒總貝他活度測量月報表(104年1~3月)

取樣期程(月/日)	活度濃度(毫貝克/立方米)	
	原科中心(PA01)	加速器館側(PA02)
12/29~1/05	1.78±0.05	1.72±0.05
1/05~1/12	1.15±0.04	1.06±0.04
1/12~1/19	1.07±0.04	1.01±0.04
1/19~1/27	1.78±0.05	1.96±0.05
1/27~2/02	0.57±0.04	0.87±0.04
2/02~2/09	0.92±0.04	1.19±0.04
2/09~2/16	1.58±0.05	2.03±0.05
2/16~2/24	1.42±0.04	0.59±0.03
2/24~3/02	0.56±0.03	0.57±0.03
3/02~3/09	0.67±0.04	0.22±0.03
3/09~3/16	0.96±0.04	1.61±0.05
3/16~3/24	0.98±0.04	1.78±0.05
3/24~3/30	0.60±0.04	1.12±0.05

表8 空浮微粒加馬核種分析表(104年1~3月)

取樣地點	月份	核種(毫貝克/立方米)				
		^7Be	^{131}I	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
原科中心 (PA01)	一	3.9±0.3	—	—	—	—
	二	5.0±0.4	—	—	—	—
	三	3.8±0.2	—	—	—	—
加速器館側 (PA02)	一	5.0±0.3	—	—	—	—
	二	4.0±0.2	—	—	—	—
	三	5.5±0.3	—	—	—	—

表9 放射性落塵加馬核種分析表(104年1~3月)

取樣地點	月份	核種(貝克/平方公尺.日)			
		^7Be	^{40}K	^{131}I	^{137}Cs
原科中心	一	0.36±0.02	$(5.0\pm 0.5)\times 10^{-2}$	—	—
(LW01)	二	0.75±0.05	$(6.4\pm 0.8)\times 10^{-2}$	—	—
	三	1.47±0.07	$(5.9\pm 0.8)\times 10^{-2}$	—	—

表10 熱發光直接輻射劑量率偵測劑量估算表

試樣 編號	取樣地點	劑量率 (微西弗/小時) (104年第1季)	平均值 (\bar{X}) (99年~103年)	標準偏差 (σ) (99年~103年)	淨劑量
TLD00	竹北新庄里	0.057	0.061	0.004	<MDA
TLD01	THOR前草坪	0.055	0.059	0.004	<MDA
TLD02	同位素館側	0.055	0.063	0.004	<MDA
TLD03	加速器館側	0.060	0.067	0.004	<MDA
TLD04	生技館側	0.080	0.088	0.005	<MDA
TLD05	原科中心南側	0.052	0.059	0.004	<MDA
TLD06	梅湖畔	0.051	0.059	0.004	<MDA
TLD07	新齋旁	0.055	0.064	0.004	<MDA
TLD08	加速器館後	0.050	0.058	0.003	<MDA
TLD09	碩齋	0.052	0.062	0.005	<MDA
TLD10	學校大門	0.053	0.058	0.004	<MDA
TLD11	梅湖上峰	0.047	0.051	0.004	<MDA
TLD12	靜齋	0.056	0.061	0.004	<MDA
TLD13	圖書館前	0.054	0.061	0.004	<MDA
TLD14	水木餐廳	0.054	0.059	0.004	<MDA
TLD15	西院	0.064	0.070	0.005	<MDA
TLD16	東院	0.056	0.062	0.004	<MDA
TLD17	南站	0.049	0.056	0.005	<MDA
TLD18	醫環系館(三樓東側)	遺失	0.059	0.004	/
TLD19	醫環系館(頂樓東側)	0.054	0.057	0.004	<MDA
TLD20	醫環系館(頂樓西側)	0.046	0.053	0.005	<MDA
TLD21	寶山路校門口	0.056	0.061	0.004	<MDA

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

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)
原科中心(PA01)	104.1	<0.001
加速器館側(PA02)	104.1	<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¹³¹I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(7.4×10^{-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(104年第1季)

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。