

RMC-112-301Rev2

宇宙輻射國民輻射劑量評估 (112 年 9 月修正版)



核能安全委員會輻射偵測中心

112 年 9 月

宇宙輻射國民輻射劑量評估

摘要

輻射偵測中心自民國 108 年~111 年開始重新調查評估國民輻射劑量現況，本研究使用高壓游離腔、純鍺偵檢器及球型中子偵檢器三種儀器，共測量國內 86 處不同海拔高度的游離輻射成分與中子宇宙射線，量測點的海拔高度從 2 至 3263 公尺，量測垂直高度的宇宙射線差異，再配合海拔高度與宇宙射線劑量率的關係、各縣市人口數及各縣市人口居住密集區的平均海拔高度，算出各縣市的集體有效劑量(S)，加總後除上總人口數，最後計算出宇宙射線造成之年國民輻射劑量(E_{Taiwan} 、 E_{EXP})。調查結果：中子宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.051 毫西弗，游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.302 毫西弗；室內宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.282 毫西弗，戶外宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.071 毫西弗；總計，宇宙射線共造成國民每人年平均有效劑量為 0.353 毫西弗。

The Radiation Dose Assessment of Cosmic Radiation in Taiwan

Abstract

The Radiation Monitoring Center (RMC, Taiwan) re-investigated the population radiation dose (E_{Taiwan}) from 2019 to 2022. This study used three instruments: a high-pressure ion chamber, a high pure germanium detector, and a spherical neutron detector. This study measured ionizing radiation and neutron components from cosmic rays at 86 locations in Taiwan of different altitudes. The altitude of the measurement points ranges from 2 to 3263 meters.

This study measured the difference in cosmic rays in vertical height, and then combines the relationship between altitude and cosmic ray dose rate, the population of each county and city, and the average altitude of densely populated areas in each county and city to calculate the collective effective dose(S) of each county and city. The collective effective dose was summed and divided by the total population, and finally the annual population radiation dose caused by cosmic rays (E_{Taiwan} , E_{EXP}) is calculated.

Survey results: The average annual effective dose per person caused by neutron cosmic rays is 0.051 millisieverts (mSv), and the average annual effective dose per person per person caused by ionizing radiation cosmic rays is 0.302 mSv. The average annual effective dose per person caused by indoor cosmic rays is 0.282 mSv, and the average annual effective dose per person caused by outdoor cosmic rays is 0.071 mSv. Totally cosmic rays cause an average annual effective dose of 0.353 mSv per person.

名詞定義

1. S:集體有效劑量(Annual collective effective dose)

指特定群體曝露於某輻射源，所受有效劑量之總和，亦即為該特定輻射源曝露之人數與該受曝露群組平均有效劑量之乘積，其單位為人-西弗(man-Sv)。

2. E_{EXP} :個人年有效劑量(Average annual Effective dose)

意指曝露族群之平均年有效劑量，又稱個人平均年有效劑量。此劑量為法規上所稱之約定有效劑量，指各組織或器官之約定等價劑量與組織加權因數乘積之和，其單位為西弗(Sv)或毫西弗(mSv)；對天然輻射而言， E_{EXP} 與 E_{Taiwan} 相同。

3. E_{global} :全球民眾之個人平均年有效劑量(Average annual effective dose per individual per year in global population)

計算方式為全球每年之集體有效劑量除以全球人口數，以毫西弗(mSv)或微西弗(μ Sv)表示。

4. E_{US} :美國全體國民之平均年有效劑量(Average annual effective dose per individual per year in United State)

計算方式為美國每年之集體有效劑量除以美國人口數，以毫西弗(mSv)或微西弗(μ Sv)表示。

5. E_{Taiwan} :台灣全體國民之平均年有效劑量(Average annual effective dose per individual per year in Taiwan)

計算方式為台灣每年之集體有效劑量除以台灣人口數，以毫西弗(mSv)或微西弗(μ Sv)表示；亦即台灣之國民輻射劑量。對天然輻射而言， E_{Taiwan} 與 E_{EXP} 相同。

目錄

摘要.....	i
名詞定義.....	ii
一、前言.....	1
二、宇宙射線.....	4
三、量測方法.....	5
四、量測結果.....	7
五、與其他國家之比較.....	15
六、結論.....	16
七、參考文獻.....	17
附錄、審查意見回復與修正說明.....	19
附錄、宇宙射線量測結果表.....	27

表目錄

表 1、游離輻射成分宇宙射線(戶外)所造成各縣市國民之集體劑量.....	10
表 2、中子宇宙射線(戶外)所造成各縣市國民之集體劑量.....	11
表 3、室內與戶外之占用因子.....	13
表 4、室內與戶外之宇宙射線集體劑量	13
表 5、宇宙射線國民輻射劑量.....	14
表 6、宇宙射線國民輻射劑量與國外及國內往年比較	15

圖目錄

圖 1、國民輻射劑量調查研究計畫評估範圍.....	1
圖 2、美國 NCRP160 號報告與 1980 年 NCRP93 號報告之國民輻射 劑量比較.....	2
圖 3、宇宙輻射量測情形-武嶺停車場.....	5
圖 4、宇宙輻射量測情形-樂信瓦旦紀念公園.....	6
圖 5、宇宙輻射游離輻射成分劑量率與海拔高度關係	8
圖 6、中子宇宙輻射劑量率與海拔高度關係.....	8

宇宙輻射國民輻射劑量評估報告

一、前言

「國民輻射劑量」是以臺灣民眾生活的國內環境為基礎，考量國人的生活習慣及職業型態差異，針對各類輻射來源進行調查、實測、統計及分析後，計算出每位國民每年生活在國內的環境中，接受到來自天然與人造的游離輻射曝露輻射劑量平均值之總和。

民眾接受輻射曝露的來源有很多種，包含天然的與人造的，依來源及應用層面，可分為(1)背景輻射、(2)醫療輻射曝露、(3)消費性產品、(4)工業、安全檢查、醫療、教學、研究等活動、與(5)職業曝露等五大類，如圖 1。其中的背景輻射可再細分為(1)宇宙射線、(2)地表輻射、(3)氡氣、(4)體內放射性核種等四類。



圖 1、國民輻射劑量調查研究計畫評估範圍

為了瞭解台灣民眾在生活環境中所接受到天然與人造游離輻射曝露的輻射劑量，行政院原子能委員會輻射偵測中心(以下簡稱本中心)自民國 108 年起，展開為期 4 年的國民輻射劑量調查計畫；生活中的游離輻射包含天然輻射及人工輻射，其中天然游離輻射劑量評估由本中心自行研究，國際組織定期對於全球各國民眾輻射曝露劑量進行評估，例如聯合國原子輻射效應科學委員會(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR)自 1958 年起每隔 10 至 20 年，蒐集各國資料的統計結果，評估全球民眾輻射劑量[1-3]。美國輻射防護委員會(National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP)於 2009 年完成的國民輻射劑量再評估報告(NCRP 160 號報告)[4]，顯示美國民眾接受輻射曝露與 1980 年代的 NCRP 93 號報告相比，輻射曝露的來源有著大幅度的差異(如圖 2)，結果顯示醫療輻射曝露比例顯著的增加，與過去相比，醫療輻射已逐漸成為美國民眾國民輻射劑量的主要來源。歐盟 2014 年發行的編號 180 輻射防護報告統計的結果也指出，醫療輻射 2014 年數據較 2008 年普遍增加，且呈現逐年增加的趨勢[5]，估計臺灣也是類似的情況。

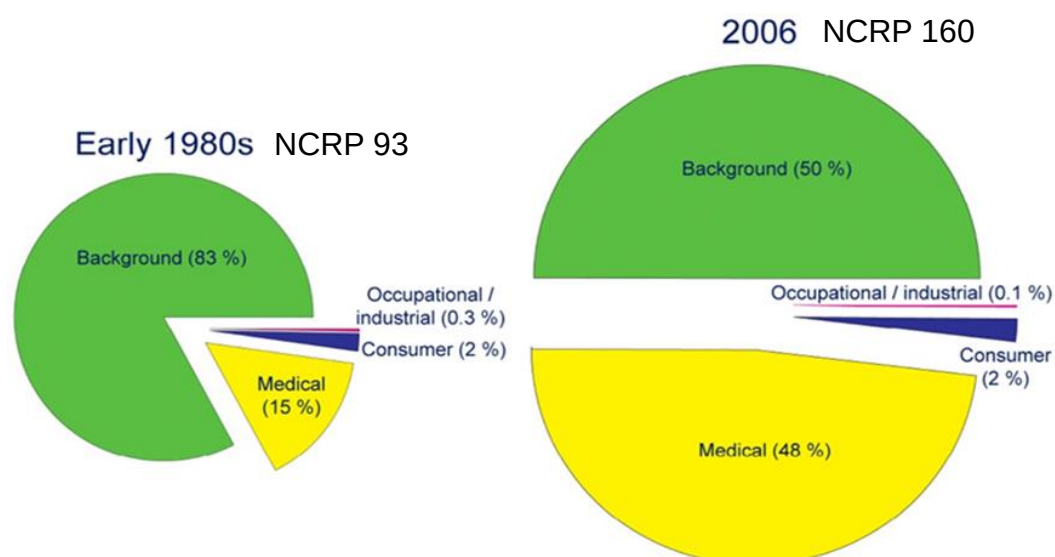


圖 2、美國 NCRP160 號報告與 1980 年 NCRP 93 號報告之國民輻射劑量比較

近年來因為國際往來的便利導致飛航行為普遍增加，以及世界衛生組織(WHO)提出了新的建議報告[6]，使得背景輻射的影響變化也成為歐盟關切的議題，進而針對車諾比爾事故、宇宙輻射劑量及室內氡氣劑量[7-10]等有諸多新的調查及研究。

本中心曾於民國 81 年至 87 年期間進行過國民輻射劑量評估，評估項目主要分為天然輻射(即背景輻射)、核爆落塵、職業曝露、醫療輻射、核設施和雜項射源五大類。民國 87 年 6 月完成「國民輻射劑量之評估研究報告」[11]，評估結果臺灣每年每人國民輻射劑量總計為 2.44 毫西弗(mSv)，其中天然輻射導致每年每人年劑量約 1.62 毫西弗，占 66.3%，以氡氣為最主要天然輻射，其次是地表輻射與宇宙輻射；人造輻射導致每年每人劑量約 0.82 毫西弗，以醫療輻射為最主要劑量來源，占總劑量來源的 33.3%；其它輻射源項的貢獻只有 0.4%。前揭結果與 UNSCEAR 1993 年報告比較，臺灣天然輻射劑量是世界天然輻射平均值的 67%，醫療輻射劑量是第一級醫療水準國家平均值的 80%[12]，都是相對較低的。

原能會為我國輻射及核能安全的管制監督機關，為了讓民眾瞭解我國環境輻射狀況，考量國內上一次評估國民輻射劑量迄今超過 20 年，國人經濟條件及生活習慣已有相當大的改變、環境輻射量測技術亦不斷精進、及近年來國際上對劑量評估方式的調整，國際間也陸續對國民輻射劑量評估結果進行更新修正，因此本中心重新辦理國民輻射劑量之評估作業；本報告說明執行有關天然游離輻射中宇宙輻射造成國民輻射劑量調查之執行成果。

二、宇宙射線

天然輻射的來源包括來自太空的宇宙射線，生活環境中存在於土壤、岩石、建材、煤灰、人體和食物中的天然放射性物質(Naturally Occurring Radioactive Materials，簡稱 NORM)及其子核等，國民輻射劑量評估計畫依天然輻射來源不同分成宇宙射線、地表輻射、氡氣及體內放射性核種等 4 類進行調查研究。

宇宙射線來自外太空，稱為初級宇宙射線，可分為太陽宇宙射線與銀河宇宙射線。太陽會間歇性發生爆發現象，並產生高能帶電粒子流，這些與太陽爆發相關粒子就稱為太陽宇宙射線，大部分是低能量質子 ($<100\text{MeV}$) 和電子，也包括少量中子。相較於銀河宇宙射線，太陽宇宙射線能量較低再加上地球磁場的屏蔽，幾乎全部在高空大氣層就被吸收掉，對居住在地表附近的民眾可予忽略；而來自太陽系之外的銀河宇宙射線，由高能質子、氦原子核及其它高能荷電粒子、中子、電子、超高能微中子、光子等組成，但是也有非常少比例是穩定的反物質粒子，像是正電子或反質子，這些帶電高能粒子會與大氣層產生宇宙射線散裂反應，產成二次宇宙射線，包含 μ 介子(最多)、中子、質子、光子、電子等，二次粒子可能會到達地表附近。

到達地表附近的二次宇宙射線粒子主要為 μ 介子，但受限於研究設備，本計畫所量測的宇宙射線劑量僅包含宇宙射線穿透地球大氣層後的二次粒子(質子、光子)到達地面上，產生的游離輻射成分所造成的輻射劑量，以及到達地面上的中子宇宙射線所造成的輻射劑量，並未包含其它宇宙射線(含介子、電子等)所造成的有效劑量。

影響宇宙射線的主要因素為海拔高度，其次為地磁緯度變化及太陽週期等；國內緯度差異不大，因地磁緯度變化來造成宇宙射線的差異可忽略；太陽宇宙射線在高空大氣層就被吸收掉，對居住在地表附近的民眾亦可忽略[13]。

三、量測方法

為獲得垂直高度的宇宙射線變化，本計畫共使用三項儀器，包含：
(1)高壓游離腔(廠牌：GE Reuter Stokes，型號：RSS-131ER)量測包括宇宙射線與地殼中天然放射性物質所造成的加馬輻射劑量；(2)純鍺偵檢器(廠牌：ORTEC，型號：Micro-detective)量測來自地表放射性物質所造成之加馬輻射劑量[14]；(3)球型中子偵檢器(廠牌：Berthold，型號：LB-6411 Pb)量測來自宇宙射線所造成之中子輻射劑量。高壓游離腔與純鍺偵檢器距離地面 1 公尺高量測，球型中子偵檢器設置於地面，各處均量測 1 小時，如圖 3 及圖 4。

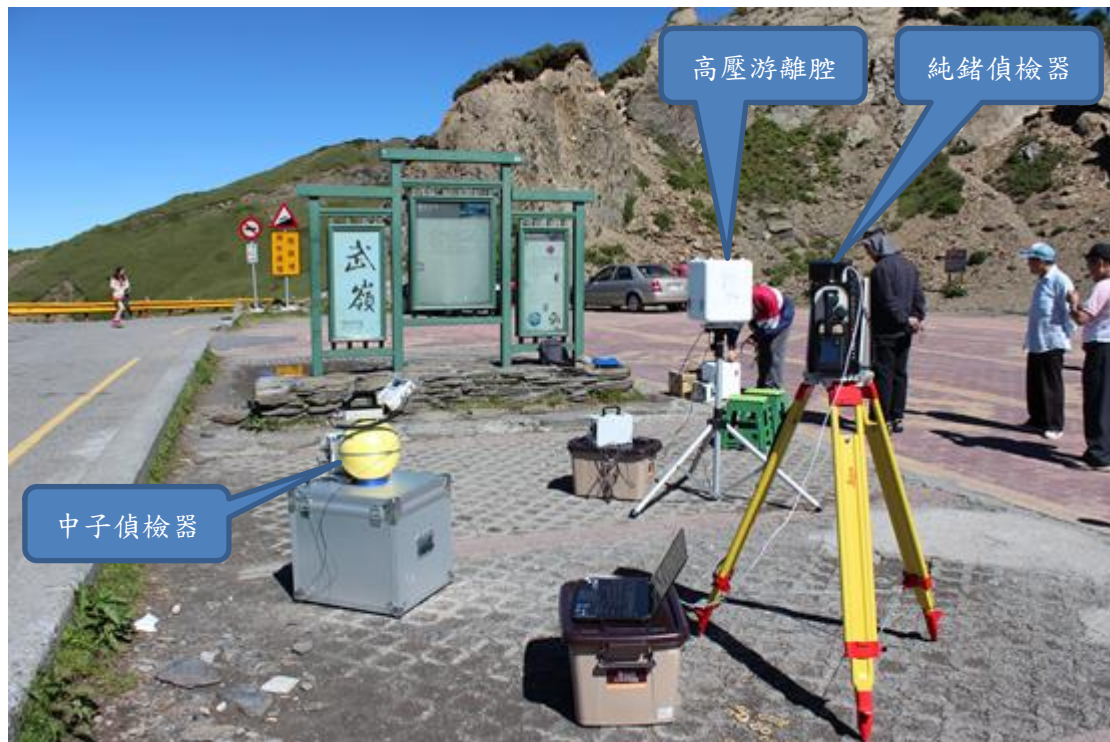


圖 3、宇宙輻射量測情形-武嶺停車場
(海拔高度 3263 公尺，非特殊地點僅挑選為示意圖)

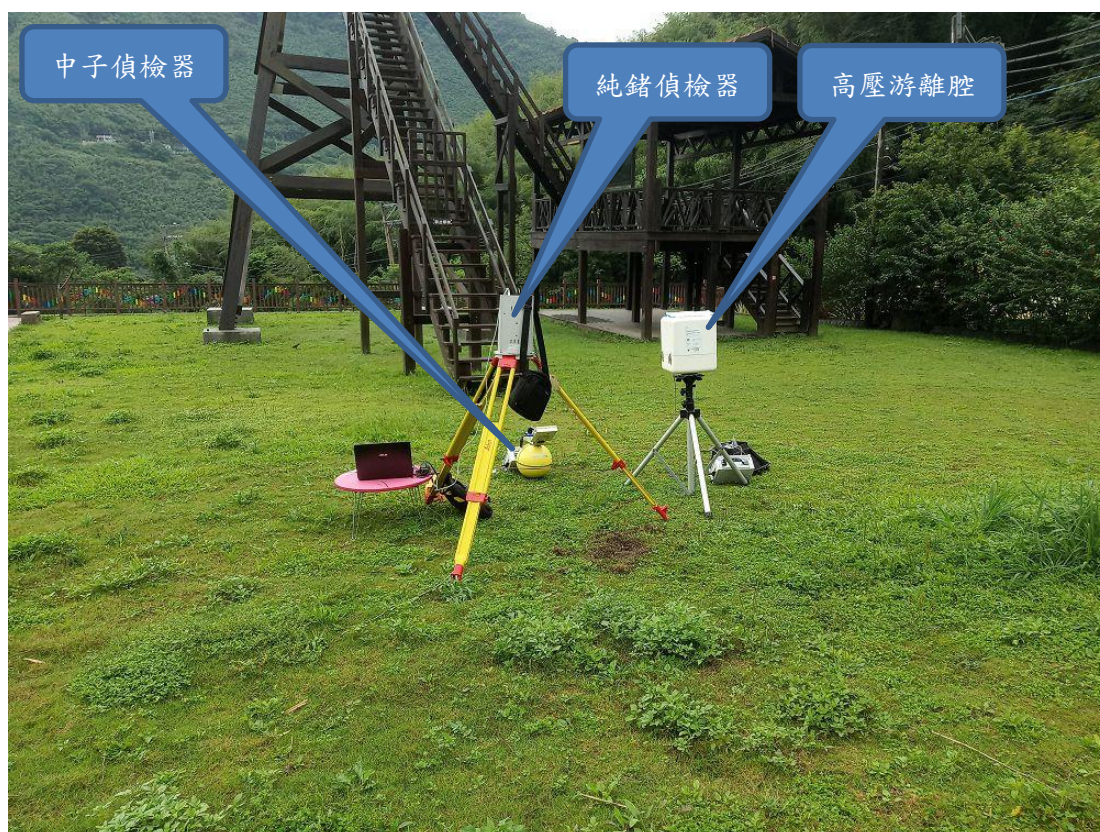


圖 4、宇宙輻射量測情形-樂信瓦旦紀念公園
(海拔高度 356 公尺，非特殊地點僅挑選為示意圖)

在每處量測點，純鍺偵檢器可測得地表天然放射性物質活度濃度，再引用 UNSCEAR 2000 年報告所述地表放射性核種活度濃度轉換地表加馬輻射劑量率之計算方法[2]，可計算出各處地表輻射之加馬輻射劑量率，此計算式為 $D=(0.462*A_{Ra}+0.621*A_{Th}+0.042*A_K)*C$ ，其中 A_{Ra} 、 A_{Th} 和 A_K 為地表中鐳-226、釷-232 和鉀-40 的活度濃度(Bq/kg)；C 為空間吸收劑量與輻射劑量率轉換因子 0.7 (Sv/Gy)；D 為乾燥空氣環境下，離地表面 1 公尺處的加馬輻射劑量率(μ Sv/h)。若量測點之天然放射性物質鐳-226、釷-232 和鉀-40 有一項不存在，則該量測點視為非一般土壤地質(例如澎湖縣珊瑚礁地形上)，不列入本計畫範圍。

高壓游離腔可測得空氣曝露率，單位為毫侖琴/時(mR/h)，再乘上儀器劑量轉換因子 8.696，單位為微格雷/時/毫侖琴/時[(μ Gy/h)/(mR/h)]，可算出空氣吸收劑量率，單位為微格雷/時(μ Gy/h)，再乘上

吸收劑量率與輻射劑量率轉換因子 0.7(單位為 Sv/Gy)，可算出各處總加馬輻射劑量率，包含宇宙射線加馬輻射劑量率與地表加馬輻射劑量率，將總加馬輻射劑量率扣除地表加馬輻射劑量率，可算出宇宙射線加馬輻射所造成之輻射劑量率。

球型中子偵檢器測得各處中子計數率，單位為計數/秒(CPS)，再乘上儀器劑量轉換因子 1.27，單位為 $[(\mu\text{Sv/h})/\text{CPS}]$ ，可算出各處中子輻射劑量率。

最後，將各處宇宙射線加馬輻射所造成之輻射劑量率加上中子輻射劑量率，得到各處宇宙射線所造成之輻射劑量率。

四、量測結果

本中心自民國 102 至 110 年，在國內不同海拔高度量測游離輻射成分與中子宇宙射線，共測量 86 處，量測點的海拔高度從 2 至 3263 公尺，量測垂直高度的宇宙射線差異，分別計算各處宇宙射線加馬輻射所造成之輻射劑量率與中子輻射劑量率，得到海拔高度與宇宙射線游離輻射成分之回應曲線，以及海拔高度與中子宇宙射線之回應曲線，這兩組多項式如下(1)(2)式。

海拔高度與宇宙射線游離輻射成分之關係：

$$\text{DRGIN} = 0.0384e^{0.0003H} \quad (1)$$

其中 DRGIN 為宇宙射線游離輻射之劑量率(單位：微西弗/時)；

H 為海拔高度(單位：公尺)；

海拔高度與中子宇宙射線之關係：

$$\text{DRNE} = 0.0065e^{0.0006H} \quad (2)$$

其中 DRNE 為中子宇宙射線劑量率(單位：微西弗/時)；

H 為海拔高度(單位：公尺)；

量測結果顯示，在海平面位置，宇宙射線游離輻射成分與中子宇宙射線之劑量率分別為 0.0384 微西弗/時($\mu\text{Sv/h}$)與 0.0065 微西弗/時，海拔高度每上升 1500 公尺，宇宙射線劑量率增加 69%，其中包括宇宙射線游離輻射成分劑量率增加 57%，中子宇宙射線之劑量率增加 146%，如圖 5 及圖 6。

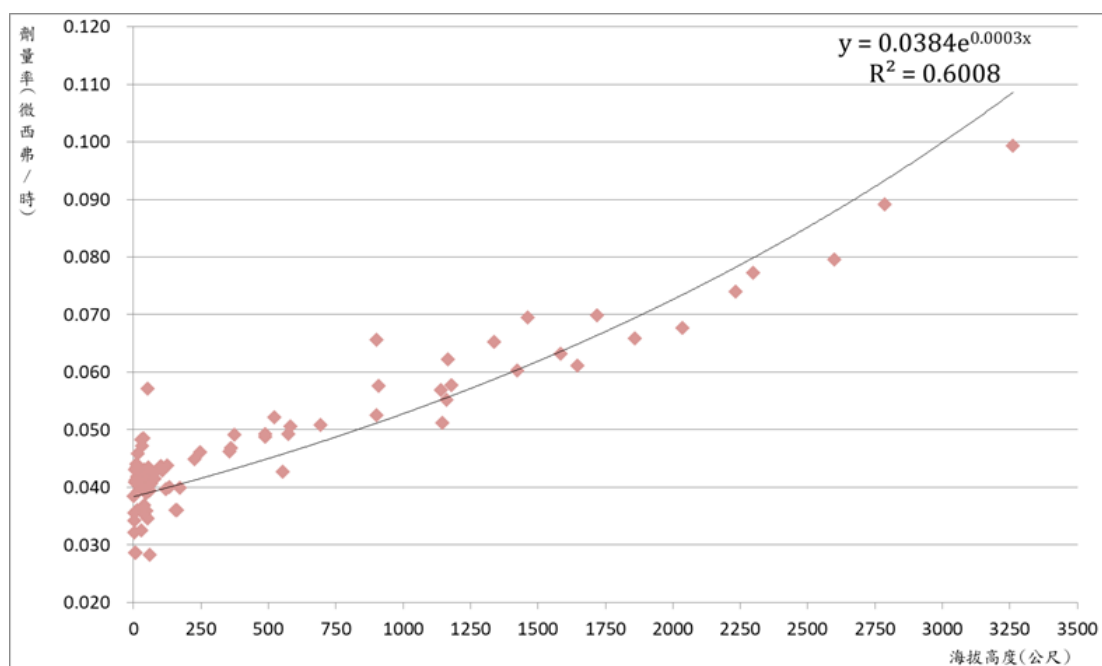
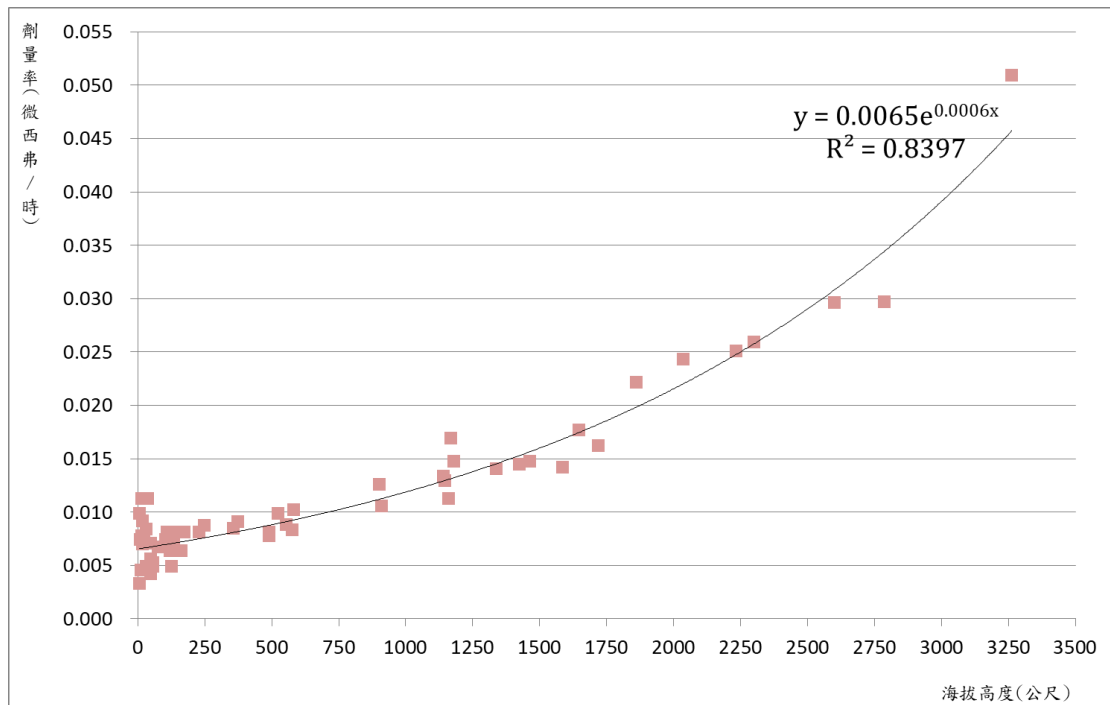


圖 5、宇宙輻射游離輻射成分劑量率與海拔高度關係
(本中心自民國 102 至 110 年期間量測結果)



**圖 6、中子宇宙輻射劑量率與海拔高度關係
(本中心自民國 102 至 110 年期間量測結果)**

利用以上海拔高度與宇宙射線劑量率的關係、各縣市人口數、及各縣市人口居住密集區的平均海拔高度，先算出各縣市的集體有效劑量，加總後除上總人口數，即可計算出宇宙射線所造成國民輻射劑量，算式如下：宇宙射線之國民輻射劑量=各縣市宇宙射線所造成集體有效劑量之總和/總人口數，人口密集居住區平均海拔高度為各縣市政府官網上所述平均海拔高度加上 3 層樓(10 公尺)計算，若無法找到平均海拔高度的縣市，改以縣市中心火車站海拔高度加上 3 層樓(10 公尺)計算。

舉例說明：表 1 新北市宇宙射線之游離輻射成分(室內)所造成各縣市國民之集體劑量，表 1 中平均劑量率(微西弗/時)係依該縣市人口居住密集區的平均海拔高度(公尺)代入式(1)計算得到，數值說明如下：

$$0.0384 \times e^{(0.0003 \times 66)} = 0.0392 \text{ 微西弗/時。}$$

表 1 中集體劑量(人·西弗/年)係依該縣市人口數(人)乘上平均劑量率(微西弗/時)計算得到，以新北市數值說明如下：

$3997189 \times 0.0392 / 1000000 \times 8760 = 1371.4786$ 人·西弗/年。

表 1 中宇宙射線之游離輻射成分造成國民每人平均有效劑量：
 $=8064.4053(\text{人·西弗/年})/23590744(\text{人})=0.342$ 毫西弗/年

戶外游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.342 毫西弗，如表 1；戶外中子宇宙射線所造成國民每人年平均有效劑量為 0.059 毫西弗，如表 2；以上加總後，戶外宇宙射線造成每人平均年有效劑量為 0.401 毫西弗，此劑量僅為民眾於戶外近地面活動時所接受宇宙射線之國民輻射劑量，未包含民眾因出國旅遊搭乘航空器所接受的高空宇宙射線之輻射劑量。

**表 1、游離輻射成分宇宙射線(戶外)所造成各縣市國民
之集體劑量**

縣市別	人 口 數 (108 年 1 月底)	人口密集居住區 平均海拔高度 (公尺)	平均劑量率 (微西弗/時)	集體劑量 (人·西弗/年)
新北市	3,997,189	66	0.0392	1371.4786
臺北市	2,666,908	34	0.0388	906.3025
桃園市	2,223,733	94	0.0395	769.4228
臺中市	2,806,406	69	0.0392	963.7752
臺南市	1,883,723	37	0.0388	640.7270
高雄市	2,773,607	23	0.0387	939.4570
宜蘭縣	455,035	37	0.0388	154.7750
新竹縣	557,349	40	0.0389	189.7466
苗栗縣	548,403	24	0.0387	185.8070
彰化縣	1,277,176	18	0.0386	431.9478
南投縣	496,606	261	0.0415	180.6561
雲林縣	685,354	51	0.0390	234.0965
嘉義縣	506,559	46	0.0389	172.7661
屏東縣	824,587	21	0.0386	279.1309
臺東縣	218,691	26	0.0387	74.1402
花蓮縣	327,788	23	0.0387	111.0261
澎湖縣	104,511	17	0.0386	35.3356
基隆市	369,987	110	0.0397	128.6333
新竹市	445,990	36	0.0388	151.6529
嘉義市	268,579	61	0.0391	92.0142
金門縣	139,484	10	0.0385	47.0612
連江縣	13,079	40	0.0389	4.4527
總 計	23,590,744			8064.4053

表 2、中子宇宙射線(戶外)造成各縣市國民之集體劑量

縣市別	人 口 數 (108 年 1 月底)	人口密集居住區 平均海拔高度 (公尺)	平均劑量率 (微西弗/時)	集體劑量 (人·西弗/年)
新北市	3,997,189	66	0.006763	236.7937
臺北市	2,666,908	34	0.006634	154.9834
桃園市	2,223,733	94	0.006877	133.9659
臺中市	2,806,406	69	0.006775	166.5512
臺南市	1,883,723	37	0.006646	109.6670
高雄市	2,773,607	23	0.006590	160.1237
宜蘭縣	455,035	37	0.006646	26.4913
新竹縣	557,349	40	0.006658	32.5063
苗栗縣	548,403	24	0.006594	31.6790
彰化縣	1,277,176	18	0.006571	73.5121
南投縣	496,606	261	0.007602	33.0704
雲林縣	685,354	51	0.006702	40.2367
嘉義縣	506,559	46	0.006682	29.6506
屏東縣	824,587	21	0.006582	47.5473
臺東縣	218,691	26	0.006602	12.6480
花蓮縣	327,788	23	0.006590	18.9236
澎湖縣	104,511	17	0.006567	6.0119
基隆市	369,987	110	0.006943	22.5044
新竹市	445,990	36	0.006642	25.9492
嘉義市	268,579	61	0.006742	15.8630
金門縣	139,484	10	0.006539	7.9900
連江縣	13,079	40	0.006658	0.7628
總 計	23,590,744			1,387.4315

民眾在室內也會接受到宇宙射線，考慮建築物對宇宙射線之屏蔽，引用美國 NCRP 第 160 號報告，宇宙射線在室內的輻射劑量率為戶外的 80%；另外，行政院主計總處自民國 87 年起辦理「社會發展趨勢調查」，依家庭生活、社會參與、時間運用及健康安全等 4 項主題按年輪辦，其中「時間運用」報告，可作為每日生活所占時間比率分析，

惟因該調查自民國 96 年起停辦，因此，能引用的最近期資料為民國 93 年社會發展趨勢調查報告[15]，該報告所提供之室內與戶外之占用因子如表 3 所示，區分成 4 個年齡層。再收集內政部所公佈民國 107 年底 4 個年齡層之人口數(合計 23,588,932 人)，分別納入不同年齡層之室內與戶外占用因子，計算在室內中子宇宙射線及游離輻射成分宇宙射線所造成國民每人平均有效劑量，如表 4 及表 5 所示。

表 4 中戶外游離成分宇宙射線集體劑量係由表 3 各年齡層人口數乘上戶外占用因子，再乘上戶外游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量計算，計算式說明如下： $3048227 \text{ (人)} \times 0.1 \times 0.366 \text{ (毫西弗)} = 111565 \text{ (人·毫西弗)}$ 。

表 5 中戶外游離成分宇宙射線國民輻射劑量係由表 4 各年齡層之戶外游離成分宇宙射線集體劑量總和除以表 3 各年齡層總人口數，計算式說明如下： $1531736 \text{ (人·毫西弗)} / 23588932 \text{ (人)} = 0.065 \text{ (毫西弗/年)}$ 。

以 50 戶室內住宅量測的結果直接平均如表 5，室內中子宇宙射線所造成國民每人平均有效劑量為 0.041 毫西弗/年，室內游離輻射成分所造成國民每人平均有效劑量為 0.241 毫西弗/年。

表 3、室內與戶外之占用因子

年齡層	人口數 (107 年底)	每日生活所占時間比率		
		戶外	室內	
			家	工作或學校
未滿 15 歲	3,048,227 ^(A)	0.1 ^(B)	0.65	0.25
15~24 歲	2,871,374	0.23	0.44	0.33
25~64 歲	14,235,814	0.19	0.40	0.41
65 歲以上	3,433,517	0.15	0.85	
總人口數	23,588,932 ^(F)			

表 4、室內與戶外之宇宙射線集體劑量

單位：人·毫西弗

年齡層	戶外		室內	
	游離成分宇宙 射線集體劑量	中子宇宙射線 集體劑量	游離成分宇宙射 線集體劑量	中子宇宙射線集 體劑量
未滿 15 歲	104249 ^(C)	17985	803269	138268
15~24 歲	225862	38965	647368	111432
25~64 歲	925043	159583	3376280	581163
65 歲以上	176139	30387	854534	147092
總計	1431294 ^(D)	246919	5681454	977955

備註：(C)= 3048227^(A) x 0.1^(B) x 0.342 = 104249；戶外游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量=0.342 毫西弗。

表 5、宇宙射線國民輻射劑量

單位：毫西弗/年

戶外宇宙射線國民輻射劑量 (毫西弗/年)		室內宇宙射線國民輻射劑量 (毫西弗/年)	
游離成分宇宙射線國 民輻射劑量	中子宇宙射線國民 輻射劑量	游離成分宇宙射線 國民輻射劑量	中子宇宙射線國民 輻射劑量
0.061 ^(E)	0.010	0.241	0.041
0.071		0.282	
0.353			

備註：戶外游離成分宇宙射線國民輻射劑量^(E) = $1431294^{(D)} / 23588932^{(F)}$ = 0.061 毫西弗/年

中子宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.051 毫西弗，游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.302 毫西弗；室內宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.282 毫西弗，戶外宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.071 毫西弗；總計，宇宙射線共造成國民每人年平均有效劑量為 0.353 毫西弗。

本次調查評估國內天然游離輻射中宇宙射線所造成國民輻射劑量調查之執行結果，與上次(民國 82 至 87 年)執行比較，本次調查結果中子宇宙射線及游離成分宇宙射線較上次高 0.036 毫西弗/年、0.067 毫西弗/年，宇宙射線國民輻射劑量較上次高 0.103 毫西弗/年，推測造成差異之因素包含：(1)測量方法與設備不同、(2)量測位置海拔高度不同。

五、與其他國家之比較

本次調查評估國內天然游離輻射中宇宙射線所造成國民輻射劑量調查之執行結果，與美國 NCRP 第 160 號報告 2006 年版比較，本次調查結果宇宙射線國民輻射劑量較美國(E_{US})高 0.023 毫西弗/年，推測造成差異之因素包含：(1)量測方法不同、(2)量測位置之緯度不同、(3)量測位置之海拔高度不同；與 UNSCEAR 2008 年版的全球平均值(E_{global})比較，本次調查結果宇宙射線國民輻射劑量較全球平均值低 0.023 毫西弗/年，推測造成差異之因素包含：(1)各研究量測方法不同、(2)各研究量測位置之緯度不同、(3)各研究量測位置之海拔高度不同等因素所造成，如表 6。

表 6、宇宙射線國民輻射劑量與國外及國內往年比較

單位：毫西弗/年

項目 範圍 /來源	中子宇宙 射線	游離成分 宇宙射線	宇宙射線 國民輻射 劑量	方法或量測設備
本次評估	0.051	0.302	0.353 (E_{Taiwan})	高壓游離腔及純鍺偵檢器
本中心民國 87 年版國民輻射劑 量評估報告	0.015	0.235	0.25 (E_{Taiwan})	21 公升標準型常壓游離腔及 3 吋球型點化鈉偵檢器
美國 NCRP 第 160 號報告 2006 年版	--	--	0.33 (E_{US})	電腦程式 PLOTINUS(O'Brien 開發 2005 年版)模擬計算 (太陽活動十一年週期時間 內之宇宙射線平均值)
全球平均 UNSCEAR 2008 年版	0.1	0.28	0.38 (E_{global})	收集全球相關文獻， 進行數據分析

六、 結論

為了瞭解台灣民眾在生活環境中所接受到天然與人造游離輻射曝露的輻射劑量，自民國 108 年至 111 年，本計畫執行為期四年之國民輻射劑量調查計畫，依來源及應用層面分成五類調查研究，其中「宇宙射線之國民輻射劑量」屬於天然背景輻射的一部分，經過本研究調查，中子宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.051 毫西弗，游離輻射成分宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.302 毫西弗；室內宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.282 毫西弗，戶外宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.071 毫西弗；總計，宇宙射線造成國民每人年平均有效劑量為 0.353 毫西弗，與上次調查計畫及國外文獻相比較，差異在 0.103 毫西弗以內，本計畫所評估結果將併入整體國民輻射劑量調查計畫中。

七、參考文獻

- 【1】 Sources and Effects of Ionizing Radiation (UNSCEAR 1993 Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR Publishing., 1993
- 【2】 Sources and Effects of Ionizing Radiation (UNSCEAR 2000 Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR Publishing., 2000
- 【3】 Sources and Effects of Ionizing Radiation (UNSCEAR 2008 Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR Publishing., 2008
- 【4】 Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States (NCRP Report No. 160) , National Council on Radiation Protection and Measurements., 2009
- 【5】 Medical Radiation Exposure of the European Population, (RADIATION PROTECTION No. 180) ,EUROPEAN COMMISSION, Luxembourg: Publications Office of the European Union., 2014
- 【6】 Handbook on Indoor Radon - a Public Health Perspective, World Health Organization(WHO).,2009
- 【7】 台灣地區室內外氡活度之調查研究，陳清江，劉祺章，林友明，核子科學，31 卷(2)期，117-128., 1994
- 【8】 台灣地區住宅氡氣活度擴大量測與劑量再評估陳清江，義守大學 ISU106-GOV-07, 2017
- 【9】 Radiological Protection against Radon Exposure., ICRP Publication 126, Ann. ICRP 43(3)., 2014
- 【10】 Summary of ICRP Recommendations on Radon, ICRP ref. 4836

-9756 -8598, January 26, 2018

- 【11】 行政院原子能委員會輻射偵測中心，國民輻射劑量之評估研究報告，行政院原子能委員會輻射偵測中心，林培火、陳清江、林友明，1998
- 【12】 Pei- Huo Lin, Ching- Jiang Chen, Ching-hohn Lien and Ching-Chung Huang, Assessment of Population Dose Exposure in Taiwan, 2000
- 【13】 大氣層次級宇宙射線蒙地卡羅模擬及飛航劑量評估，國立清華大學核子工程與科學研究所碩士論文，潘洧樊，2015
- 【14】 In Situ Ge(Li) and NaI(Tl) Gamma-Ray Spectrometry, H.L.Beck,J.DeCampo,C.Gogolak,U.S.Atomic Energy Commission Report HASL-258,New York,NY., 1972
- 【15】 民國 93 年社會發展趨勢調查報告，行政院主計總處，2004

附錄、審查意見回復與修正說明

一、 董傳中委員

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	綜合意見 本報告利用高壓游離腔測得之總加馬輻射劑量、純鍺偵檢器測得之地表加馬輻射劑量、以及球形中子倫目儀測得之中子宇宙射線劑量，評估宇宙射線的國民輻射劑量。此一評估不足之處包括： (一)高壓游離腔及純鍺偵檢器僅測得加馬輻射的吸收劑量，而非所有宇宙射線中游離輻射成分(含質子、介子、電子等)的有效劑量， (二)美國 NCRP-160 報告評估之國民輻射劑量，代表太陽活動(solar event)十一年週期時間內之宇宙射線平均值，而非儀器量測時間之宇宙射線測量值， (三)NCRP-160 報告中採用了最新質子輻射加權因數($w_R=2$)、中子輻射加權因數(地表中子能譜之 ICRP-103 的 w_R)、及組織加權因數(ICRP-103 之 w_T)，評估不同輻射宇宙射線之國民劑量。基於使用偵測數據評估宇宙射線之限制，本報告評估之結果可能低估國民劑量。	(一)感謝委員意見，受限於計畫執行當時本中心所具有儀器(高壓游離腔、球型中子偵檢器、純鍺偵檢器)，計畫並不具備量測其他宇宙射線(含介子、電子等)造成的有效劑量的技術能力或儀器硬體，詳見本修正報告第 5 頁第 3 段。 (二)簡述美國 NCRP-160 報告中採用方法，詳見本修正報告第 15 頁表 6：「電腦程式 PLOTINUS(O'Brien 開發 2005 年版)模擬計算(太陽活動十一年週期時間內之宇宙射線平均值)」。 (三)本計畫所使用高壓游離腔設備，可測得宇宙射線穿透地球大氣層後的二次粒子(質子、光子)到達地面上，產生游離輻射成分所造成的空氣曝露率，質子輻射加權因數已於該儀器運算空氣曝露率時引進計算，該數值為儀器設置無法調整。球型中子偵檢器可量測中子計數率，儀器之計數率轉換劑量率因子 1.27，已包含組織加權因數，該數值亦為儀器設置無法調整。

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
2	前版報告 圖 5 及圖 6 小於 100 公尺高度之宇宙射線劑量率呈現的數據變化，是否因為量測時間落在太陽活動週期內不同時間的變化？此一變化未在圖 2 之中子量測結果(不受太陽活動影響)中出現。	小於 100 公尺高度之宇宙射線劑量率呈現的數據變化，並非太陽活動週期的影響，在國內中低緯度且低海拔處，幾乎僅能測到銀河宇宙射線穿透地球大氣層後的二次粒子，若要量測太陽活動週期內不同時間的變化，需要在太空站或南北極高空中才能測得。
3	會議口頭意見 宇宙射線的其他組成成分(如介子、電子等)造成的劑量貢獻不能忽略。	受限於計畫執行當時本中心所具有儀器，無法量測其他組成成分(如介子、電子等)造成的劑量貢獻，此項屬於本計畫的研究侷限性，目前仍無法解決，未來可朝此方向努力爭取足夠經費，以補齊此部分。

二、 尹學禮委員

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	綜合意見 報告中第 3 頁說明相關之量測方法，建議考量能更明確說明量測之類別與使用儀器之關係，例如(或許我個人表達之技術層面不夠專業): 1. 高壓游離腔測量包括宇宙射線與地殼中天然放射性物質造成的地表加馬輻射。 2. 以球形中子侖目儀量測宇宙射線造成之中子輻射劑量。 3. 以純鍮偵檢器量測地殼天然放射性物質造成之地表加馬輻射。 再說明由宇宙射線造成加馬輻射如何計算，最後說明如何將加馬與中子輻射加總，以得到宇宙射線造成之地表輻射劑量，可能會使讀者更易於瞭解。	感謝委員意見；已補充詳細說明於本修正報告第 9 頁，第 12 頁表 1 備註，第 13 頁表 4 備註，第 14 頁表 5 備註。
2	前版報告 P.4 報告中先說明宇宙射線(中子造成之劑量)，而後說明游離輻射(加馬輻射劑量)，而圖 5 圖 6 之順序與此不一致，建議能修正使順序一致。	感謝委員意見；已修正圖 5 與圖 6 之順序，詳見本修正報告第 8 頁。
3	前版報告 P.6 報告中 L#9 說明占用因子如表 3 所示，惟報告可能漏列表 3，建議能予補列並引述說明。	已加上表 3，詳見本修正報告第 13 頁。

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
4	前版報告 P.6 報告中說明中子與加馬輻射劑量之結果，建議能補充列出相關彙總計算之過程，使報告更具有可讀性。	感謝委員意見；已補充詳細說明於本修正報告第 9 頁，第 12 頁表 1 備註，第 13 頁表 4 備註，第 14 頁表 5 備註。
5	會議口頭意見 建議宇宙輻射報告背景說明部份，補充說明有關太陽黑子週期、宇宙輻射的組成。	感謝委員意見；已補述太陽宇宙射線簡介，詳見本修正報告第 4 頁第 2-3 段。

三、 魯經邦委員

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	綜合意見 118-111 年國民輻射劑量調查評估報告按曝露類別分成多本報告，惟個份報告體例（章節及表格編碼）不甚一致，建議加以檢視後予以統一。例如： （1）章節有以壹、貳...，亦有以一、二...方式編碼者。 （2）表格有以表一、表二 ...，亦有以表 1、表 2...方式編碼者。	感謝委員意見；相關報告均已修改，會採統一格式辦理。
2	綜合意見 漏植（表三）「室內與戶外占用因子」，請補正。	已加入表 3，詳見本修正報告第 13 頁。
3	綜合意見 本報告雖然篇幅較短、仍請按內容段落分節增加目錄。	感謝委員意見；本修正報告已補上目錄。

四、 邱志宏委員

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	綜合意見 報告雖短，但希望仍以正規的報告格式編寫(摘要、目錄、前言、方法……)。	已依委員意見，重新獨立撰寫報告，並依正規的報告格式編寫，包含摘要、目錄、前言、方法等章節，詳見本修正報告目錄。
2	綜合意見 本報告所用之年分是採用民國多少年，所以建議在報告中第一次講述年分時，冠以民國，之後的年分就可省略。	感謝委員意見；已加上民國，詳見本修正報告摘要之首句：「輻射偵測中心自民國 108 年起開始重新調查評估國民輻射劑量現況....」。
3	綜合意見 計算”海拔高度與宇宙游離輻射成分之關係”請補列文獻。	感謝委員意見；海拔高度與宇宙游離輻射成分關係式並非引用參考文獻之方法，它是實測國內不同海拔高度的宇宙射線加馬輻射所造成輻射劑量率與中子輻射劑量率的結果，再與海拔高度進行回應曲線擬合的結果，以二次多項式表示回應曲線，詳見本修正報告第 7 頁。
4	綜合意見 報告中第一次出現”本中心”時，請以機關全銜”行政院原子能委員會輻射偵測中心（以下簡稱本中心）”，其後的文章就可以用”本中心”。因為這是對外的報告。	感謝委員意見；已加註(以下簡稱本中心)，後面內文文章改用本中心，詳見本修正報告第 2 頁第 1-2 行，但表格及參考文獻維持機關全銜。
5	綜合意見 圖一的括號內建請加註”民國”102 至 106 年……。	感謝委員意見；已加註民國，詳見本修正報告第 8 頁圖 5 及圖 6。
6	綜合意見 最後的圖片建請貼上每一部儀器的名稱，這使一般讀者更加了解。	感謝委員意見；圖片已加註儀器的名稱，詳見本修正報告第 5 頁圖 3 及第 6 頁圖 4。

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
7	<u>綜合意見</u> 最後，建議貴中心所提出的報告有固定的編寫格式，可以由中心自行決定，只要由中心所出的報告，其格式、細節、用字……都能一致。	感謝委員意見；相關報告均已修改，會採統一格式辦理。
8	<u>綜合意見</u> 報告雖短，但希望仍以正規的報告格式編寫(摘要、目錄、前言、方法……)。	已依委員意見，重新獨立撰寫報告，並依正規的報告格式編寫，包含摘要、目錄、前言、方法等章節，詳見本修正報告目錄。
9	<u>會議口頭意見</u> 現場量測照片加註儀器名稱。	感謝委員意見；圖片已加註儀器的名稱，詳見本修正報告第 5 頁圖 3 及第 6 頁圖 4。
10	<u>會議口頭意見</u> 建議增加與國外量測結果的比較。	感謝委員意見；已增加與國外量測結果的比較，詳見本修正報告第 15 頁及表 6。

五、 陳清江委員

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	<u>前版報告 p.2 第 5 行</u> 其他.. > 其它..	感謝委員意見；修正報告已刪除該句。
2	<u>前版報告 p.2 第 12 行</u> 主要為光子.. > 主要為牟介子..	感謝委員意見；已修正，詳見本修正報告第 4 頁第 2 段第 10 行。
3	<u>前版報告 p.5 圖 6</u> 橫坐標為何從 1 跳至 500?建議與圖 1 一致。圖 1&2 因橫坐標取對數，使得曲線明顯上彎，建議都用線性坐標比較合理。或是縱坐標取對數橫坐標用線性。	感謝委員意見；已修正圖 5 及圖 6 橫坐標，詳見本修正報告第 8 頁。
4	<u>前版報告 p.8 表 1</u> 新北台中台東花蓮主要人口多在市區，海拔應該沒那麼高，請說明人口加權高度計算公式。	感謝委員意見；表 1 及表 2，人口密集居住區平均海拔高度為各縣市政府官網上所述平均海拔高度加上 3 層樓(10 公尺)計算，若無法找到平均海拔高度的縣市，改以縣市中心火車站海拔高度加上 3 層樓(10 公尺)計算，詳見本修正報告第 9 頁。
5	<u>會議口頭意見</u> 建議宇宙輻射報告的海拔高度與宇宙輻射之輻射劑量率回應曲線圖的縱座標軸要一致用線性座標或一致用對數座標。	感謝委員意見；縱座標軸均已修改為線性座標，詳見本修正報告第 8 頁圖 5 及圖 6。
6	<u>會議口頭意見</u> 到達地表面的宇宙輻射成分最多的應該是「牟介子」。	感謝委員意見；已補述於本修正報告第 4 頁第 2 段第 10 行。
7	<u>會議口頭意見</u> 建議高壓游離腔要送核研所去進行低能量光子場中的比對。	感謝委員意見；經洽詢核研所國家游離輻射標準實驗室，目前環境級低能量光子校正場仍在規劃中，待未來國家游離輻射標準實驗室建立低能量光子校正場後，送高壓游離腔去校正比對。

六、 原能會(輻射防護處)

項次	建議修正內容	意見回復與修正說明
1	<u>無</u>	

附錄、宇宙射線量測結果表

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度(Bq/kg)			地表 輻射(純銻 偵檢器)	總加馬 劑量(高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)	宇宙 輻射(中子 偵檢器)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	中子 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	24.137317	121.275606	武嶺	3263	474	44	38	0.0444	0.1437	0.0993	0.0509
2	24.120069	121.190036	昆陽	2786	663	60	48	0.0599	0.1490	0.0891	0.0297
3	23.486982	120.889152	塔塔加	2601	507	49	34	0.0463	0.1258	0.0795	0.0296
4	24.100050	121.183472	翠峰	2300	393	42	34	0.0403	0.1175	0.0772	0.0259
5	23.277110	120.917258	長青祠	2234	375	29	23	0.0308	0.1047	0.0739	0.0251
6	23.283056	120.903198	台 27 線近 21.3km 路標	2036	541	48	26	0.0445	0.1122	0.0677	0.0243
7	23.278999	120.892076	台 27 線近 18.5km 路標	1860	489	47	34	0.0451	0.1109	0.0658	0.0222
8	23.283238	120.877093	台 27 線近 16.1km 路標	1719	614	57	27	0.0506	0.1204	0.0698	0.0162
9	24.044281	121.150311	清境國小	1647	581	60	44	0.0568	0.1178	0.0610	0.0177
10	23.488481	120.748361	十字路	1586	496	31	25	0.0359	0.0990	0.0632	0.0142
11	23.059373	120.731961	櫻花公園	1462	671	54	31	0.0522	0.1216	0.0694	0.0148
12	23.057248	120.730445	藤枝入山口	1424	692	62	38	0.0586	0.1188	0.0602	0.0145
13	23.055715	120.721606	寶山二集團櫻花步道	1339	617	48	35	0.0496	0.1148	0.0652	0.0141
14	24.631895	121.490206	省 7 線 71.2KM 處	1180	574	49	54	0.0550	0.1126	0.0576	0.0148

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度(Bq/kg)			地表 輻射(純銻 偵檢器)	總加馬 劑量(高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)	宇宙 輻射(中子 偵檢器)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	中子 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
15	24.654111	121.472623	明湖山莊	1168	633	56	43	0.0562	0.1184	0.0622	0.0169
16	24.645926	121.476088	省 7 線 66.8KM 處	1161	500	47	40	0.0472	0.1023	0.0551	0.0113
17	24.018176	121.130758	霧社	1145	566	54	50	0.0554	0.1066	0.0511	0.0129
18	24.650705	121.473340	明池森林遊樂區招牌標示 旁森林	1141	464	43	33	0.0424	0.0992	0.0568	0.0134
19	23.264645	120.825458	梅山管制口旁露營區	911	584	42	30	0.0445	0.1021	0.0576	0.0106
20	23.417455	120.213815	龍美	902	508	39	34	0.0420	0.0945	0.0525	0.0126
21	23.158990	120.764976	桃源區正雅你運動場	582	599	58	25	0.0498	0.1004	0.0506	0.0102
22	23.434985	120.638825	下寮	576	438	38	28	0.0381	0.0873	0.0492	0.0083
23	24.738461	121.348603	榮華派出所	524	481	46	35	0.0448	0.0969	0.0521	0.0099
24	24.768733	121.354763	省 7 線 26.5KM 處	490	552	44	30	0.0445	0.0932	0.0487	0.0081
25	24.207938	120.821374	台中市新社區小櫻花公園	490	441	43	30	0.0407	0.0900	0.0493	0.0078
26	24.803661	121.347181	近新溪口吊橋	374	429	39	25	0.0371	0.0862	0.0491	0.0091
27	24.791853	121.364351	樂信瓦旦紀念公園	356	518	47	49	0.0509	0.0970	0.0461	0.0085
28	23.439815	120.607490	觸口	248	532	44	32	0.0444	0.0905	0.0460	0.0088

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度(Bq/kg)			地表 輻射(純鍺 偵檢器)	總加馬 劑量(高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)	宇宙 輻射(中子 偵檢器)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	中子 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
29	23.232445	120.504810	曾文水庫溪畔遊樂區	108	467	48	26	0.0422	0.0850	0.0428	0.0081
30	23.178355	120.485349	楠西公園	103	511	48	35	0.0466	0.0902	0.0436	0.0074
31	23.231716	120.448096	溪口小瑞士	77	510	46	32	0.0447	0.0871	0.0424	0.0067
32	24.523083	118.410018	馬山三角堡	56	669	42	32	0.0475	0.0892	0.0417	0.0053
33	23.196680	120.371311	烏山頭水庫旁中正公園	55	541	55	33	0.0499	0.0933	0.0434	0.0049
34	22.666672	121.509546	柚子湖	49	124	6	14	0.0106	0.0495	0.0389	0.0056
35	22.674560	121.478540	藍色海灣	48	70	6	7	0.0067	0.0426	0.0359	0.0042
36	22.645123	121.499104	夏卡爾橋	41	243	21	26	0.0242	0.0672	0.0430	0.0071
37	24.395641	118.315010	古岡湖	38	835	49	33	0.0560	0.1044	0.0484	0.0113
38	24.110376	120.628046	台中市烏日區高鐵市公園	31	512	35	32	0.0400	0.0883	0.0483	0.0084
39	24.448559	118.323646	金門大學門口	23	414	46	25	0.0396	0.0797	0.0401	0.0078
40	23.153216	120.106619	七股遊客中心	19	409	38	27	0.0369	0.0763	0.0394	0.0046
41	24.490246	118.443423	楓香林	18	491	27	20	0.0322	0.0780	0.0458	0.0092
42	23.518106	120.355773	嘉義縣新港鄉月眉公園	16	495	40	29	0.0406	0.0839	0.0433	0.0070

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度(Bq/kg)			地表 輻射(純銻 偵檢器)	總加馬 劑量(高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)	宇宙 輻射(中子 偵檢器)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	中子 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
43	24.488311	118.409443	榮湖淨水廠	14	365	17	16	0.0229	0.0647	0.0418	0.0113
44	24.426345	118.315885	天后宮	12	338	42	23	0.0349	0.0783	0.0434	0.0046
45	24.481300	118.317876	古寧頭戰史館	9	248	62	27	0.0420	0.0832	0.0412	0.0074
46	23.799867	120.217601	雲林麥寮阿嬭公園	6	496	44	27	0.0419	0.0849	0.0430	0.0099
47	23.466825	120.252983	嘉義縣朴子市朴子藝術公園	6	450	49	25	0.0420	0.0828	0.0408	0.0033
48	23.980521	120.691165	南投縣草屯鎮工藝中心	127	421	46	26	0.0402	0.0839	0.0437	0.0049
49	24.408278	120.840368	苗栗縣大湖十份嶼茶亭	554	491	37	25	0.0381	0.0807	0.0426	0.0088
50	24.436831	120.655050	苗栗縣苑裡運動公園	30	351	26	16	0.0263	0.0670	0.0407	0.0049
51	24.881718	121.285409	桃園縣大溪鎮南宮	120	424	36	28	0.0368	0.0764	0.0396	0.0064
52	24.962956	121.149473	桃園縣新屋棒壘球場附近公園	134	366	38	24	0.0343	0.0742	0.0399	0.0074
53	24.655323	121.024665	苗栗縣峨嵋獅山遊客中心	162	406	44	29	0.0401	0.0761	0.0360	0.0064
54	24.595686	121.000758	苗栗縣南庄南江水岸公園	173	478	38	29	0.0396	0.0795	0.0399	0.0081

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度(Bq/kg)			地表 輻射(純鍮 偵檢器)	總加馬 劑量(高壓游離 腔)	宇宙輻射 (游離成分)	宇宙 輻射(中子 偵檢器)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	中子 劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
55	24.542706	120.921016	苗栗縣獅潭義民廟	157	511	43	30	0.0428	0.0787	0.0359	0.0081
56	24.612288	120.789023	苗栗縣後龍公兒二公園	14	502	44	31	0.0434	0.0793	0.0359	0.0078
57	23.380001	120.519096	嘉義中埔豐山生態園區	228	380	24	27	0.0298	0.0747	0.0449	0.0081
58	24.027241	120.623206	彰化芬園棋盤公園	48	502	52	31	0.0465	0.0824	0.0359	0.0071
59	23.982060	120.433203	彰化埔鹽太平親子公園	11	636	50	38	0.0519	0.0959	0.0440	0.0074
60	23.178355	120.485349	楠西公園	103	511	48	35	0.0466	0.0902	0.0436	0.0074
61	23.232445	120.504810	曾文水庫溪畔遊樂區	108	467	48	26	0.0422	0.0850	0.0428	0.0081
62	23.231716	120.448096	溪口小瑞士	77	510	46	32	0.0447	0.0871	0.0424	0.0067
63	23.323426	120.479061	碧雲公園	363	500	40	28	0.0405	0.0873	0.0468	0.0085
64	23.196680	120.371311	烏山頭水庫旁中正公園	55	541	55	33	0.0499	0.0933	0.0434	0.0049

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度 (Bq/kg)			地表輻射 (純鍺偵檢器)	總加馬劑量 (高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
65	22.324947	120.353433	小琉球-落日亭	8	515	58	47	0.0548	0.0834	0.0286
66	22.336580	120.368189	琉球國小	54	372	40	28	0.0367	0.0938	0.0571
67	22.350049	120.375282	小琉球-停機坪	62	437	59	52	0.0546	0.0940	0.0394
68	22.340961	120.378632	小琉球-87 高地	65	555	63	61	0.0626	0.1032	0.0406
69	23.566755	119.577095	澎湖-馬公市-第三漁港 前廣場	2	224	23	0	0.0162	0.0546	0.0384
70	23.538990	119.544802	澎湖馬公市風櫃	5	170	17	0	0.0121	0.0476	0.0355
71	23.670928	119.570856	澎湖白砂鄉後寮遊客中 心	7	36	5	0	0.0031	0.0317	0.0286
72	22.027329	121.544333	蘭嶼新鄉公所前廣場	16	164	23	18	0.0202	0.0342	0.0140
73	23.553607	119.682613	澎湖湖西鄉裡正角	18	787	0	9	0.0259	0.0399	0.0140
74	23.568173	119.566074	澎湖馬公澎防部	24	240	0	17	0.0125	0.0535	0.0410
75	22.012339	120.837403	滿洲鄉鷹棧	30	500	58	38	0.0513	0.0837	0.0324

場所 編號	經度(N)	緯度(E)	測定場所 (相對位置描述)	海拔 高度 (公尺)	活度濃度 (Bq/kg)			地表輻射 (純鍺偵檢器)	總加馬劑量 (高壓游離腔)	宇宙輻射 (游離成分)
					鉀 40	鈾 系	鈾 系	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	加馬劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
76	23.564561	119.475838	澎湖西嶼外垵餌炮	61	322	27	15	0.0256	0.0538	0.0282
77	21.922144	120.737841	貓鼻頭公園	33	608	20	39	0.0389	0.0860	0.0472
78	21.965308	120.741729	核三廠旁瓊麻展示館	40	197	34	32	0.0302	0.0670	0.0368
79	21.903508	120.850927	鵝鑾鼻(台灣最南端)	42	466	36	30	0.0386	0.0783	0.0397
80	23.453328	120.416018	嘉義北迴歸線公園	43	508	50	29	0.0454	0.0805	0.0351
81	22.007307	120.756865	恆春鎮出火景觀區	52	357	40	34	0.0383	0.0728	0.0345
82	22.955343	120.169086	台南海濱公園	3	535	28	18	0.0334	0.0676	0.0342
83	22.456590	120.479071	大鵬灣國家風景區	4	607	50	42	0.0524	0.0845	0.0321
84	23.467317	120.484344	嘉義大學	78	535	48	36	0.0477	0.0892	0.0415
85	23.973989	120.982055	埔里(虎頭山)	695	484	60	45	0.0542	0.1050	0.0508
86	23.404839	120.652139	龍美	902	508	18	34	0.0334	0.0990	0.0656