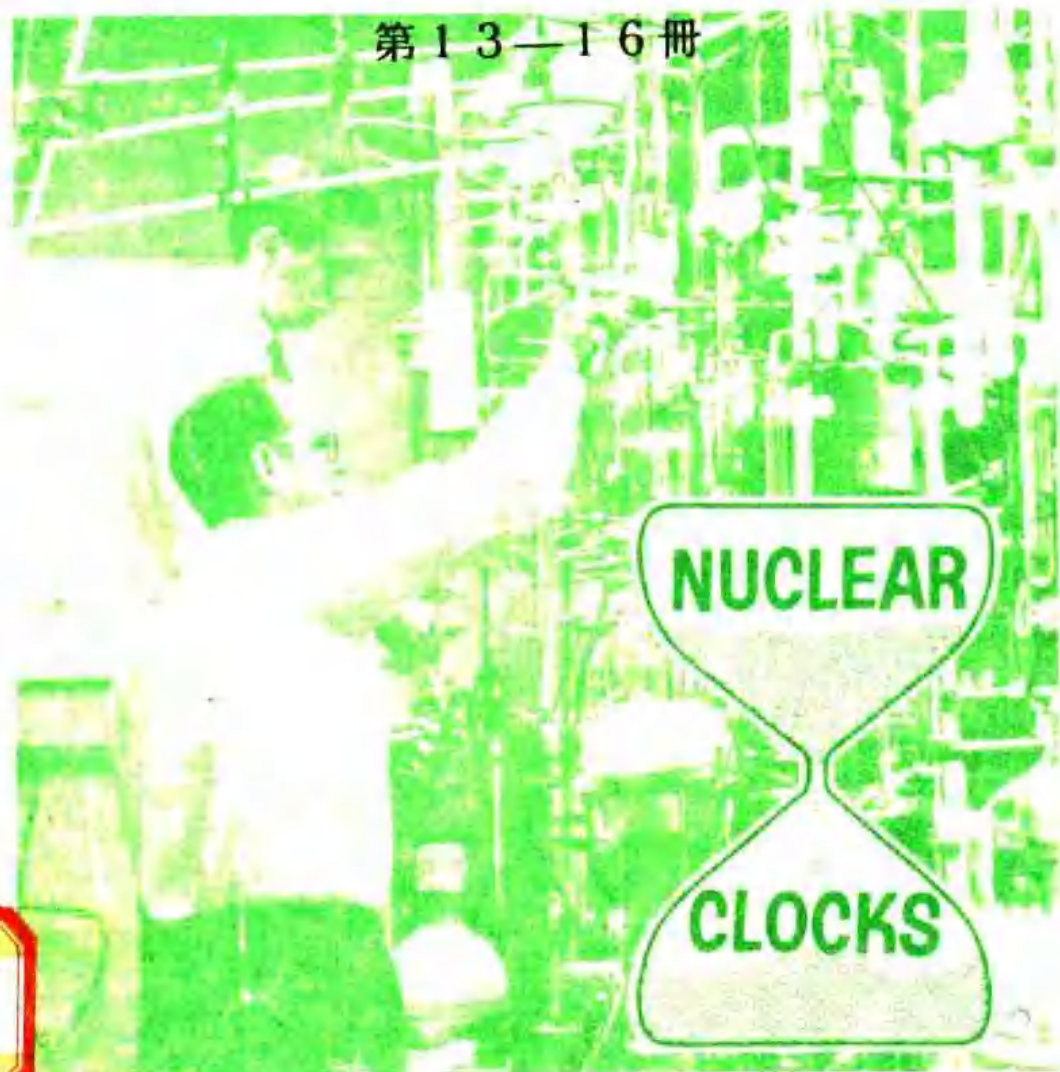


原子能文庫

主編 鄭振華

第13—16冊



徐氏基金會出版

原子能文庫

主編 鄭 折 華

第 1 3 — 1 6 冊

徐氏基金會出版

內政部登記證內版台業字第1374號

中華民國五十八年九月卅日出版

原子能文庫

13-16

版權所有

不准翻印

出版者 徐氏基金會出版部

台北郵政信箱 3261號

香港郵政信箱 1284號

發行人 鄭 賢

台北市林森北路608號三樓

主 編 鄭 振 華

行政院原子能委員會執行秘書

譯 者 第十三冊 薛 榮 貴

第十四冊 李 偉 德

第十五冊 邱 秀 吉

第十六冊 程 育 甫

印刷者 之江彩色印刷廠

台北縣三重市光復路1段30號

定 價 新台幣二十元 港幣三元五角

序

在世界科學文明已進步到太空時代的今天，任何一個人都了解發展科學的重要性，談發展科學，必需提高大家研究科學的興趣，才能按步就班地求發展。

本基金會對於海內外中國人士從事發展科學研究的情況，向來都寄予深切的關心，過去六年，本會曾資助大學理工科畢業學生前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯世界著名科學技術書籍出版供給在校學生及社會大眾閱讀，其目的都在幫助促進科學發展。

我們深深希望自由中國的科學家和工程師們了解本基金會的用意，主動的重視科學技術書籍為發展科學的基本工具，從事寫作和翻譯，並且熱誠盼望與我們聯繫合作，我們願意運用基金從事各種出版工作，共同為我們邁進工業化的途徑而努力。

徐氏基金會

1967年8月

徐氏基金會啓事

一、凡對本書任何一部份，或本會所出版之其他書籍，能在內容及文字方面，提供建議，致使讀者更易迅捷了解書中意義者，如被採納，當致酬美金十二元五角至一百二十五元（折合新臺幣五百元至五千元），以示謝意。

二、本基金會爲了提倡及鼓勵我國同胞研究科學的興趣，進一步希望達到發展科學的目的，特公開徵求下面各類有關的中文創作及翻譯稿件。

甲、自然科學類：

數學，化學，物理學，及生物學。

乙、技術及工程類：

機械工程，電機及電子工程，無線電，電視，電信，汽車修理，鐘錶修理及製造，房屋建築，木工，水泥工等以及機械工程，電機工程及土木工程的製圖。

丙、醫學類：

個人及家庭保健衛生等一般醫學常識及教育方法。

凡是應徵的稿件必需採用通俗而流暢的筆調，使得社會一般人士及中等以上學校的學生容易吸收及了解爲原則，至於科學同技術方面的名詞應以國立編譯館所譯經教育部審定公佈的名詞爲標準。

稿酬：應徵稿件經過本會審查接受者，一律按每一千字新臺幣一百元（美金二元五角）核付稿費，如果本會認爲

內容特佳，並得提高其稿酬。

三、獎助：經本會接受付給稿費以後之創作及譯稿，其版權即屬於本會所有；並由本會出版，分別在臺灣、香港、星加坡等地區銷售。

本會將在各該書籍出版以後的第二年年底，核計其總銷售量，並分別贈與作者及翻譯者下面三種獎金。

1. 銷數佔第一位者：獎給新臺幣二十四萬元（美金六千元）
2. 銷數佔第二位者：獎給新臺幣一十六萬元（美金四千元）
3. 銷數佔第三位者：獎給新臺幣八萬元（美金二千元）

獎助辦法實行期間：自即日起，每年頒獎一次，暫定實行三年。

應徵者請直接向香港郵政第一二八四號信箱徐氏基金會接洽

序

民國五十七年四月十三日，中美原子能委員會假台北市聯合舉辦原子能應用示範展覽會。會中展出一部原子能文庫（Understanding the atom series），凡四十餘冊，執筆者均為美國當代的原子能學者與專家。此文庫以通俗與淺顯文字，介紹有關原子能基本知識。國立清華大學核子工程學系四年級同學為響應推廣原子能和平用途，利用課餘時間，協力逐譯此文庫，並蒙該系主任翁寶山博士協助解答質疑與校對；復蒙徐氏基金會資助，陸續出版。預計在核四同學畢業之前，可全部譯竣付印。

我國正力圖發展與推廣原子能和平用途，此文庫之逐譯，適逢其時。希望不久的將來，原子能將為我國帶來繁榮與福祉，更希望有志青年，多參與發展原子能的工作。

鄭振華

民國五十七年國慶日
於行政院原子能委員會

本會出版之「原子能文庫」蒙國立清華大學原子科學研究所所長鄭振華教授賜任主編，熱心籌劃，嘉惠後學、純盡義務，不受報酬。至深榮感，敬表謝忱。

徐氏基金會 謹啓

原子能文庫

中文書名

1. 輻射食品保藏率
2. 核動力與商船
3. 我們的原子世界
4. 稀土元素
5. 人體與輻射
6. 原子在農業上的應用
7. 能量直接轉換
8. 原子燃料
9. 核反應器
10. 分裂式反應器
11. 放射性同位素之工業應用
12. 計算機
13. 全身計數器
14. 太空中的核動力
15. 核子鐘
16. 核能電廠
17. 輻射對遺傳的影響
18. 核試爆的落塵
19. 放射性同位素在醫學上的應用
20. 第一座反應器的故事
21. 合成超鈾元素
22. 加速器
23. 原子能的事業
24. 放射性同位素動力
25. 太空核反應器
26. 原子，大自然以及人類
27. 低溫學
28. 研究用反應器
29. 放射性廢料
30. 科學展覽會與科學原子
31. 核能脫鹽
32. 中子活化分析
33. 核燃料循環
34. 鈾
35. 核燃料的來源
36. 太空輻射
37. 原子動力之安全問題
38. 鈍氣化學
39. 原子與海洋
40. 核融合的控制
41. 放射性同位素與生命程序
42. 動物與原子科學研究
43. 耕犁計劃
44. 雷射
45. 物質之細微構造
46. 非破壞性工業試驗

英文書名

- Food Preservation by Irradiation
Nuclear Power and Merchant Shipping
Our Atomic World
Rare Earth
Your Body and Radiation
Atoms in Agriculture
Direct Conversion of Energy
Atomic Fuel
Nuclear Reactors
Power Reactors in Small Packages
Radiosotopes in Industry
Computers
Whole Body Counters
Nuclear Propulsion in Space
Nuclear Clocks
Nuclear Power Plants
Genetic Effects of Radiation
Fall-out From Nuclear Tests
Radioisotopes in Medicine
The First Reactor
Synthetic transuranium element
Accelerators
Careers in Atomic Energy
Power from Radioisotopes
SNAP
Atoms, Nature and Man
Cryogenics
Research Reactors
Radioactive Wastes
Atoms at the Science Fair
Nuclear Energy for Desalting
Neutron Activation analysis
Nuclear Terms-A Brief Glossary
Plutonium
Source of Nuclear Fuel
Space Radiation
Atomic Power Safety
The Chemistry of the Noble Gases
The Atom and the Ocean
Control of Fusion
Radioisotopes and Life Processes
Animal in Atomic Research
Plowshare
Laser
Microstructure of Matter
Nondestructive Testing

譯者

- 許明哲
張世賢
鄭月李
錢景常
陳松濤
江祥輝
朱 輝
甘麟治
徐維鴻
呂東輝
李寬宏
周祖康
蔡榮貴
李德德
邱秀吉
程育南
鄭耀昌、呂東輝
林國瑞
黃宏仁
黃海永
鄭耀昌
蔡維綱
曾富輝
汪曉康
盧仁貴
張世賢
黃炳華
陳方顯
彭武洪
盧望成
蕭瑞清
丁英順
清華大學核工系 1969 級
歐紹源、徐懷堯
鍾景春、鄭月李
徐懷堯、歐紹源
林宗堯
程育南、蔡維綱
江祥輝、盧仁貴
林伯漢
陳松濤
譚士熙
李寬宏、汪曉康
李偉德
徐定國
曾明哲、黃炳華

第十三冊

全身計數器

譯者：薛榮貴

目 錄

第一章	引 言	1
第二章	日內瓦計數器	3
第三章	勒斯、阿勒摩斯液體閃爍計數器	8
第四章	人體內的鉀-40	11
第五章	晶體計數器	14
第六章	鐳的故事	17
第七章	人體新污染物的發現	19
第八章	反應器與原子實驗所內全體人員的保健	22
第九章	全身計數器的特殊用途	25
第十章	結 論	32

全身計數器

原著 Gohn. H. Wooburn
Frederick. W.
Lengemann

譯述 薛榮貴

第一章 引言

全身計數器是很敏感的輻射性偵檢和測量的儀器，它給予我們有關最重要的化學系統——人身——的消息，為其他儀器所不易得到的。它能很快地、精確地和無痛地揭發因自然放射源、人造落塵或醫用目的的同位素示踪劑，而積聚在體內的放射性物質的種類和數量。和其他計數器一樣的是，它也計數放射性物質的放射量，而不同的是，全身計數器經常用於總計全身所承受的放射性劑量，而非僅量某一小面積或某一特殊器官。外型外而又有厚重的屏蔽，以及對低能輻射的敏感性，亦是其特點之一。

全身計數器對於研究人類和動物的生理活動非常有用。它在計算因放射性物質暴露過量的人員所受的劑量上，證明有很大的價值。它並能顯示給醫生，他的病人的身體內有多少脂肪和多少肌肉。也給予醫生，關於缺乏鉀所引起的肌肉營養不良和其他疾病的線索，及判斷愛斯基摩人（Eskimos）和拉普蘭得人（Laplanders）體內積聚的落塵量，多於緯度較低的人們有多少。以上所講的祇不過是一些例子，醫學上和科學上的新用途，正在與日俱增。

1920年代，當鐳元素危險的性質被認識後，人們第一次感到需要一種儀器，來估計某些工廠工人體內的鐳含量，那些工人在漆含有鐳的夜光錶面時，不小心把鐳吸入體內，可是那些儀器沒有足夠的屏蔽（Shielding），以消除自然背景輻射計數（background radiation），所以測量的成果，受到限制。

2 全身計數器

直到 1950 年代，才利用某些晶體、液體或塑膠，因伽瑪射線（放射性發射的一種型態）撞擊而發光的特性，設計出新型的輻射度量儀器。而用來檢驗人體組織放射性的儀器，主要的型式有兩種。

最普通的全身計數器，是用碘化鈉晶體作輻射偵檢器。被檢驗的人，坐在一座厚鋼牆的房間內的傾斜椅子上，鋼牆的作用是吸收自然背景輻射計數（參見圖一），在計數的期間內，晶體放在物體中央幾吋高的上方，這種檢查型式，可用於低階能量輻射或是數種放射性原子所發射出來的射線。

另一種型式是，接受檢驗的物體（包括人）安置在一個圓筒裏，圓筒裏裝著用來檢驗伽瑪射線的液體，它的偵檢速率比晶體型式快，敏感性則較差。

在這本小冊裏希望能使你利用想像，以接觸數種全身計數器，了解它們所應用的原理，學習它們所用的有趣方法，和欣賞它們幫助我們增進有關人類本身的知識和對於世界的瞭解所提供的助益。

第二章 日內瓦計數器

一般說來，所有的全身計數器須有以下的特性：(1)能和某種蛻變或放射性原子所發出的能量反應的機械作用。(2)展示或記錄這些作用的設備。(3)能祛除來自其他放射源所發出來的不必要射線的適當屏蔽。

第一批全身計數器中的一座，於1955年在瑞士、日內瓦的原子能科學會議中展覽(圖1d與圖2)，在它陳列的期間內，有4258位人士們到場訪問了這座儀器，他們爬上了一組樓梯，進入10噸重的鉛牆室內，在裏面祇站了40秒鐘，體內的放射性原子就已經被計數或記錄了。因為這是第一種可以讓人走進去的設備，所以引起了極大的興趣。

日內瓦全身計數器的屏蔽，是三英吋厚的鉛所做成的。祇有最強能量的自然背景伽瑪射線和宇宙線才能穿透，而且在計數的期間中，穿透過的數目，幾乎保持常數，因此一旦決定其多寡後，再從記錄的數目中減去，就可以得到受檢驗人員的正確全身放射性計數。

在偵檢人體內放射性原子蛻變時所放出的伽瑪射線時，全身計數器利用到一個從1896年起就知道的有關輻射線的性質。就在那年，英物理學家，威廉·克魯克斯(William Crookes)發現，X光與某些化學物質作用時會產生磷光。數年後，紐西蘭物理學家，愛爾內斯特·拉塞福(Ernest Rutherford)用放大鏡觀察，結果發現這閃亮的光，是由許多微小的，個別的閃光或閃爍所組成的，每一個閃光都是由單一個阿爾伐(α)粒子的發射所引起。假使你用放大鏡在暗室中檢察夜光錶，就可以發現那些令人迷惑的閃爍，正和拉塞福以前所看到的一樣。

4 全身計數器

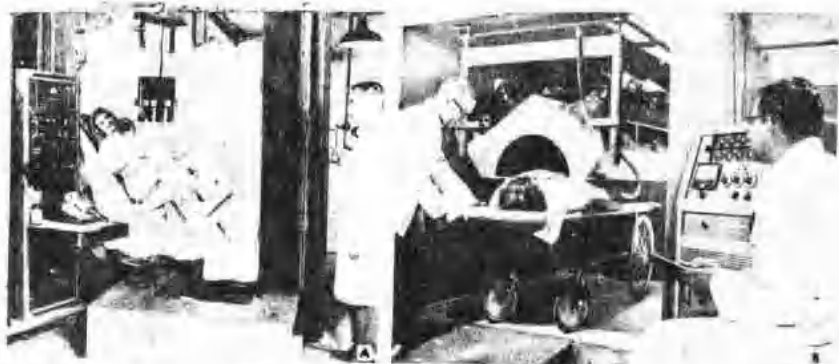


圖 1：全身計數器的類型。

A：物體（指人）可坐於以鉄做屏蔽的房間內的椅子上，閃爍值檢晶體安置在物體的上面。

阿岡國立實驗所
提供

B：物體可以躺在床上，然後移到屏蔽好的值檢晶體下。

康奈爾大學
提供

C：物體可以滑進雙層牆的圓筒形筒內，雙層牆裏面充滿了閃爍液。

勒斯·阿勒摩斯科學實驗所
提供

D：物體可以站在雙層牆的半圓柱形筒內，雙層牆內充滿了閃爍液。
（參考圖 2）。

勒斯·阿勒摩斯科學實驗所
提供

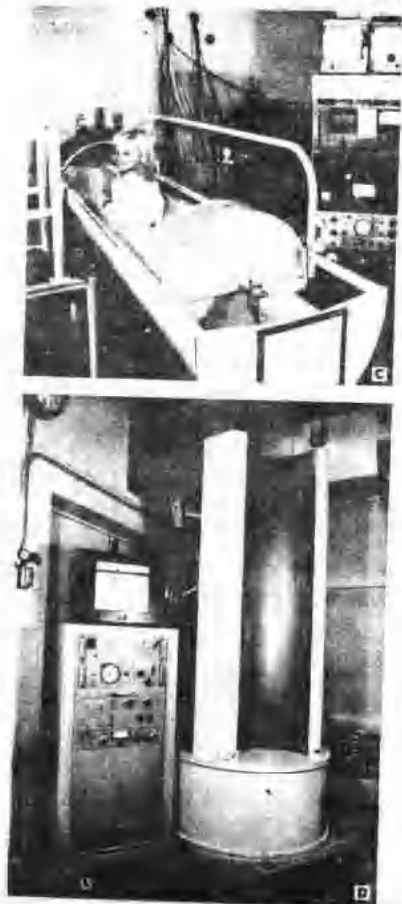




圖 2：日內瓦全身計數器的操作情形。
 勒斯·阿勒摩斯科學實驗所提供。

今日，科學家們已發現許多能特別有效地顯現核子放射所引起的閃爍的晶體、液體和塑膠（圖 3）。其中之一如 2,2 — 對苯雙偶氮（2,2'-p-phenylenebis [5-phenyloxazole]），通常縮寫成 POPOP，便是日內瓦計數器內所用的閃爍液。檢驗閃光時，可想成在無窮小的原子世界中，每一個原子蛻變就產生一次閃爍。（圓滿的放射性說明，可參閱此叢書中的「我們的原子世界」（*Our Atomic World*）。

假使我們觀察人體內正要蛻變的鉀-40 單原子（鉀-40 是人體內最豐富的自然放射性元素）。我們知道，在任何可見大小的鉀-40，其中的半數原子，將以週期為一百億年以上的時間蛻變，可是這種蛻變是毫無章法的，所以我們無法知道任一個特別原子何時會蛻變。可是當它蛻變時，總不出下列二法：貝他粒子（即電子）將從原子核



圖 3：製造閃爍計數器時所用的晶體與液體的代表。當核子所生的光或粒子撞擊了這些物質，這些物質就會產生閃爍，經光電管，傳送到電子裝置而後計數。這種方法比蓋格計數器(Geiger Counter)的計數快，因此，閃爍計數器廣泛地用於高能加速器，如布洛克海文質子迴旋加速器(Brook haven Cosmotron.)產生粒子的實驗。

布洛克海文國立實驗所提供。

中射出，而造成一種沒有放射性的鈣-40原子(其或然率為89%)，或是原子核將捕獲一個它自己軌道中的電子，造成穩定的氫-40原子，同時發射伽瑪射線。(圖4，指示此二種同位素的蛻變。)

假設有某種特殊能階的伽瑪射線，射向計數器內的閃爍液。要記住，伽瑪射線和原子比起來是很小的，幾乎不佔空間，所以任一伽瑪射線可能從人體內肉體的原子空間中穿過；可能穿透衣服和不銹鋼槽而不與它們碰撞；當然它也可能不與閃爍液中的原子碰撞。但是讓我們假設，我們所觀察的是有和閃爍液的原子相碰撞的，同時它所有的能量立刻轉變成許多光子所成的閃光。

這些光子從碰撞處輻射，而後撞擊在計數器內一個或多個光電放大管的對光線很靈敏的表面上，這些管子裝在可以捕獲閃爍的角度內。能量轉變的結果，產生了微小的電脈波。光電放大管(圖6b)的裝置，它的用途有如“電眼”門開關，它們不但應和著閃爍液所產生的閃光，並將微小的電干擾放大，變成電脈波，使記錄閃爍總數的儀表工作。

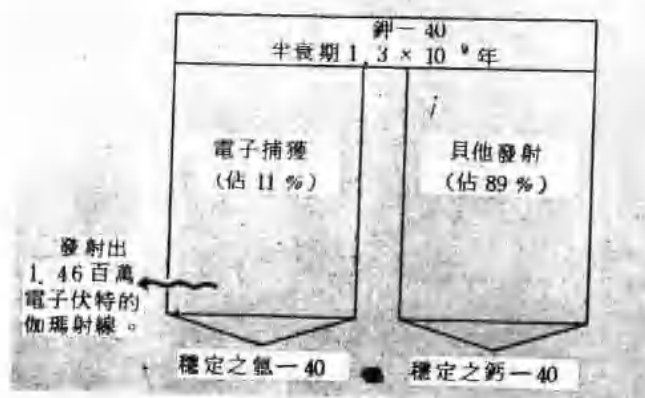


圖 4

日內瓦計數器大約記錄每一物體所發射的伽瑪射線總強度的 25%，因為這試樣和人體總放射強度有一定的常數比，所以它可以轉換成全身計數，而使可靠性高達 97%。

日內瓦計數器除了計數人體正確的污染量外，1955 年附帶地有一令人感興趣的發現；未能除下含鐳錶面的人們，經過儀器前面，立刻就被認出，可是一個小孩子在展覽會場附近檢了一塊鈾樣品，却使得儀器發生了故障。

當時有 25 個人超過了正常放射性標準，同時發現他們之中的每一人，以前都曾經在有鐳或其他有放射性物質的地方工作過。