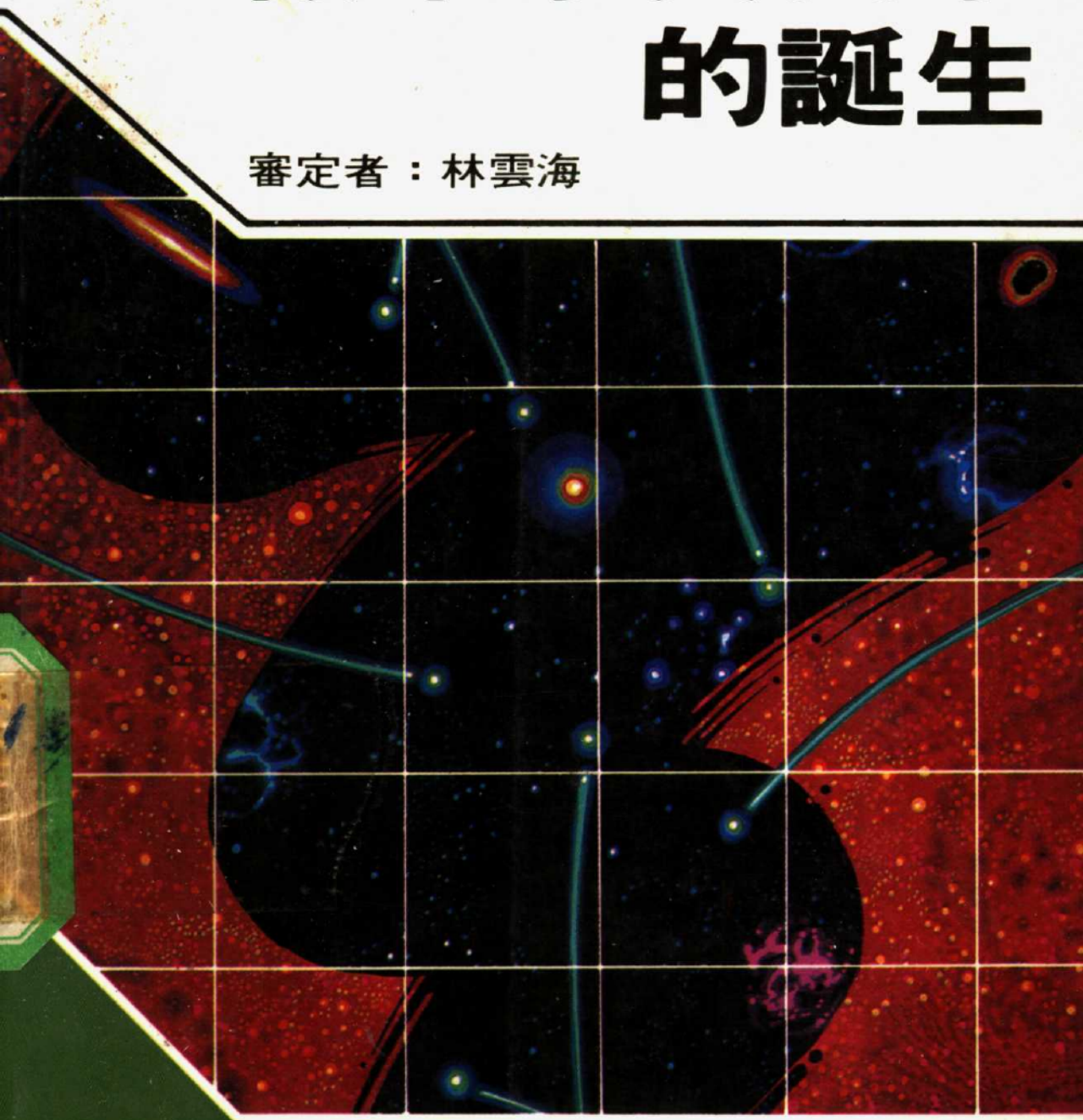


新世紀叢書

神秘宇宙形成之奧妙

微中子天文學 的誕生

審定者：林雲海



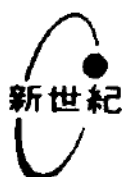
銀禾文化事業有限公司



118
新世紀叢書

微中子天文學 的誕生

銀禾文化事業公司 印行



118
新世紀叢書

微中子天文學的誕生

主 編：新世紀編輯小組

審定者：林雲海

譯 者：王國銓

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北縣永和市林森路88-1號 1 樓

電 話：9230041・9230051

傳 真：9230051

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 90 元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

新聞局登記證局版台業字第 3292 號

1991 年 2 月初版

■版權所有・不准翻印■

ISBN 957-568-031-6

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

陳俊宏

目 錄

第一章	與物理學的相遇	1
第二章	基本粒子和力	31
第三章	星星的一生和元素的創生	83
第四章	宇宙的誕生	103
第五章	我們的太陽和微中子天體物理學	127
第六章	今後的課題	137

第一章

與物理學的相遇

在這裡先讓我回顧一下我怎樣和物理學結了不解之緣吧。

舊制中學時代

在小學唸書時代，我和其他小孩完全沒有兩樣，非常貪玩。因為父親是軍人，我的前程大半決定成為一個軍人。準備在中學一年級時應考陸軍幼年學校，做個職業軍人。可是在中學一年級的十月末，患了當時在流行的小兒麻痺症。不但不能走路，手也顫動不停，所以只好放棄考軍校。

中學時的輔導老師叫做金子英夫，是我最喜歡的老師。在我住院治療將近半年時，老師送我剛出版的愛因斯坦和英費爾特共著的「相對論是怎樣創造的」上下冊。

這本書包括特殊相對論及一般相對論，內容非常深奧。不過，書是針對一般人寫成的，所以雖然並不

充分理解，看過之後也有了些心得。起碼也知道了有這類學問，同時也有了很深刻的印象。

中學時我最喜歡的課是數學。第一次考舊制高等學校時，沒有考上第一高等學校。第二年考上時剛好是大戰結束的半年前。一考上，我就搬進學校宿舍去。

舊制第一高等學校

從那時起，挨過好幾年的飢餓。在第一高等學校唸書的那幾年，幾乎都忙於打工。可以說上課是在打工之餘。父親在中國大陸被俘，所以當時姊姊和我必須工作來養活母親和弟弟們。

當時的導師是教理論物理學的金澤秀夫老師，對我非常照顧。另外還有一位物理學老師，他教不同課程，也教力學。他叫我到黑板前去計算力學習題時，我都說我患了小兒麻痺症舉不起手而拒絕。可能就是爲了這件事吧，他給我的成績是不及格。只有那位導師給了我高分數。兩種分數平均起來剛好及格。

當時我擔任學校宿舍的副委員長。打工之外還忙於宿舍的自治會工作。所以開始時的成績雖然還算不錯，到了畢業前已降到了全體的一半左右。

在我擔任宿舍副委員長那時期的校長是天野貞祐，是一位哲學家。他也愛護我。

那是快要考大學前的某一天。氣溫很低，所以在宿舍的浴室洗澡時，浴室內瀰漫著蒸氣，幾乎伸手不見五指。聽到蒸氣的那一邊有人說：

「對了，你知不知道小柴究竟要去考那個大學呢？」

那聲音是大我一年級的人，回他的是給我分數不及格的那位物理教授。

「小柴把大部分的時間都花在宿舍的工作，物理很差，所以可能會去唸印度哲學或德國哲學吧。反正不會去唸物理就是啦。」

聽了這些話，我覺得有一點不服氣。於是開始埋頭溫習物理大約有一個月。當時，成績要在前面十分之一之內才會有機會考上物理系。埋頭苦幹了一陣子的結果，幸好考上了物理系。

大學時代

進了大學之後不久，父親從中國大陸回來。因為他是軍人，不能當公職，所以我多了一口須要養。在大學的那幾年當中，一星期中能到學校去上課的只有

4 微中子天文學的誕生

一天半，其餘的時間都在打工。可能是爲了這個緣故罷，在大學的成績一直很差。快要畢業的時候，我還拿不定主意將來要做什麼。

自中學以來，我一直對數學很有自信。可是要當一個數學家，我知道要有特殊才華。想來想去，決定進修理論物理學。當時人多於事，非常難於找到工作，所以我去找山內恭彥老師，請他採用我在他的研究室工作。成績好的人可以拿到獎學金或當有薪水的研究員。可是我的成績並不好，所以我並沒有期望它。

有一天山內老師在走廊問我，

「小柴，你想到大學院深造，可是學費呢？」

「我沒有錢，不過我會打工想辦法。」

「那麼想不想得到獎學金？」

「假若有可能，那當然想呀！」

過了大約一個星期，又在走廊碰到山內老師。

「小柴，被你害慘了！」

當下覺得老師的話莫明其妙，所以問了他爲什麼。

「不知道你的成績那麼差，還提出你爲獎學金的候補，結果被大家笑了一陣了」

這樣那樣都不行，結果還是繼續打工。有一位教透鏡理論的老師給我介紹打工時說：

「小柴，大家都說想要留在大學院繼續研究的人，需要有財產才行。而你不但沒有財產，還得打工。真希望你有始就得有終，不要中途而廢。」，他這樣鼓勵我。

到了大學四年級時已覺得山窮水盡，非得到獎學金或些什麼不可。所以去應徵當時剛成立的「湯川獎學金」。這個獎學金是紀念湯川博士獲得了諾貝爾獎而設的，一個月可拿到四千圓日幣，一年四萬八千圓。要論文及格才有資格，所以趕寫了一篇「微粒子的核相互作用」的論文。花了一個星期寫和計算，然後拿去給一位學長看，被指出不少錯誤。在學長的指導和協助之下，終於完成了論文並獲得了該項獎學金。雖然如此，在當時我還是覺得物理學好像不太合適於我。

大學院的兩年——與實驗的相遇

剛進大學院後不久，我的學長（現早稻田大學教授）藤本陽一先生叫我和他一起做原子核底片的實驗。這就是我所做的頭一項實驗。那個時候，山內老師撥出在當時可以說相當可觀的五萬圓日幣來鼓勵我們這些學生做實驗。今天，我還忘不了老師的好意。

和藤本先生兩個人，很勉強地開始用原子核底片做起宇宙射線的實驗。後來藤本先生覺得必須前往這方面的權威，英國的普利斯達去深造，於是離開大學院到英國去。而我也想到美國的羅契斯達去深造。位於紐約州北邊、安大略湖附近的羅契斯達大學，當時算不上是有關物理學方面的第一流大學。

不過，羅契斯達大學的物理系主任，理論物理學的馬夏克教授非常熱心，爲了招募優秀學生而到世界各地。他也向湯川博士提出，「若日本有優秀學生，大學可補貼旅費和生活費」這些條件。於是，在日本舉辦了留學該校的考試。

與朝永振一郎老師的相遇

當時，我和朝永老師已很親近。我和老師的關係並不是透過物理學。前面說過，我在第一高等學校時的校長是天野貞祐老師。天野老師非常尊敬朝永博士的父親朝永三十郎先生。所以特地選了京都大學的哲學系。一方面，三十郎老師又是天野老師的媒人，而天野先生也是振一郎博士的結婚介紹人。後來，振一郎博士也替我作了媒。我也當了朝永博士長女的媒人。因爲這樣，我和朝永博士非常親近。



圖 1.1 1965年元月於朝永宅。中央是朝永振一郎氏，前排左邊是著者。

我進了物理系時天野校長問我，

「小柴，你考上了那一個大學。」

「京都大學，我決定唸物理學。」

「那很好。我有一位朋友在教物理學，我給你介紹。不過能不能幫什麼忙，我不曉得。」

天野校長寫了一封介紹信給我。入大學後，馬上到大久保研究所去訪問朝永博士。

後來想去羅契斯達大學時，又去找朝永博士，請他幫我寫介紹信。朝永博士說：

「看你要我怎樣寫，回去用英文照樣寫好拿來吧！」

這類推薦信需要附上大學的成績單。因此我頭一次跑到理學部去要我自己的成績單。寫英文信時，爲了優、良、可這種評語而傷透腦筋。不管怎樣，反正我在大學的成績是太見不得人的。好不容易把英文信寫好，附上無可奈何的成績單拿去給朝永博士看。博士看了之後，樂得笑了出來。他邊笑邊在信上簽了名。我就這樣被錄取了。這是一九五三年的事。

在美國獲得了學位

在羅契斯達大學的每個月津貼有一百二十美元，換算日幣是四萬三千二百圓之多。比當時東京大學教授的薪水還多。單看金額是值得高興，可是實地用起來，以美國的生活水準，那些錢也只夠生活而已。知道了只要有博士學位，月薪起碼會有四百美元之後，我就開始拼命用功，希望早日獲得博士學位。

八月到達大學，九月由五位教授舉行面試，然後決定該上什麼課。幸好，我必須上的只有實驗課程。

要在美國獲得博士學位，需要先獲得可以開始寫學位論文的資格。這種資格要經連續一星期的測驗。

還有，參加測驗之前要通過兩種外國語言的考試。不知道現在是否也這樣，在當時，日語不被視為外語之一。這麼一來，我必須去進修英語和日語以外的兩種語言。

這件事使我覺得非常苦惱。幸好，在到了羅契斯達一年八個月之後，我終於以「宇宙射線內的超高能量現象」這篇論文獲得了博士學位。到目為止，這個記錄可能還是羅契斯達大學的最短期記錄吧。其實這種事算不了什麼。因為我是被逼向月薪四百美元挑戰的。

得了學位之後，應芝加哥大學的夏因博士，當時的宇宙射線權威之邀，於一九五五年七月前往芝加哥大學。我在芝加哥大學做了三年的夏因博士旗下的研究員。

後來，東京大學成立了原子核研究所，要我回去擔任該研究所的副教授。那時，我也開始有了思鄉情懷，所以於一九五八年三月離開美國回日本。

窺看宇宙的元素組成

在回日本之前，我寫了一篇論文給芝加哥大學。在此之前，我做過宇宙射線究竟是什麼樣的元素組成

的實驗。那時已有了關於宇宙內的元素存在比率的調查報告。兩者比較之下，宇宙射線和那份報告之間有兩項很明顯的不同地方。就是宇宙射線內的重元素比宇宙的元素組成所示的多了不少。這究竟是怎麼一回事。

有了什麼不懂的事時，我都會去請教專家。當時芝加哥大學有一位後來獲得了諾貝爾獎的大學者，印度的旃陀羅施卡爾博士。我就去請教這位偉大的天體物理學家。我問他為什麼宇宙射線會比宇宙內的元素組成多出那麼多的重元素。從他那裡我頭一次聽到，不同型的恆星的元素組成都不一樣這件事。重元素在年輕一代的星內比較多。

聽了這些之後，我開始稍微研究有關恆星的事。那篇論文就是根據這些事實，預測宇宙射線是從什麼樣的天體放出來的。舉出幾樣可能性當中的第二項可能性，我舉了有可能從超新星放出來那些宇宙射線。回到日本之後才知道早川幸男先生也在研究超新星會加速宇宙射線這件事。

再次前往芝加哥

東京大學原子核研究所的任期本來是五年。就任

後一年，芝加哥大學的夏因博士來信說：

「正在準備舉行大約有二十個國家參加的大規模國際性共同研究會。若日本也要參加，希望你能代表日本前來芝加哥。」

因此，以由原子核研究所出差的形式，再次前往芝加哥參加研究會。這一趟可能要在芝加哥逗留相當長的期間，所以在成行之前結婚，帶著太太前往美國。可是到了美國大約三個月之後，大規模國際共同研究遇上了很大的挫折。雖然也動員了航空母艦來放氣球，仍然無法完美地曝光原子核底片。真的是禍不單行，剛過五十歲生日的夏因博士在正月寒冷的一天，在溜冰時心臟病發作而突然逝世。因主持人去世，芝加哥大學當局覺得有一點不知所措，難於善後這個研究會。

剛好那個時候，有一位原子核底片的世界權威，義大利的奧卡利尼，以客座教授來美國 MIT。於是芝加哥大學立即請他來商量。奧卡利尼主張必須繼續下去。他說這麼大規模的計劃，以國際性或學問上的意義來說，都不應該中途而廢。

問題是由誰來代替夏因博士主持這個研究會。於是請奧卡利尼博士和每一位研究會成員面談，決定人選。結果，奧卡利尼博士指定我來接夏因博士的棒。

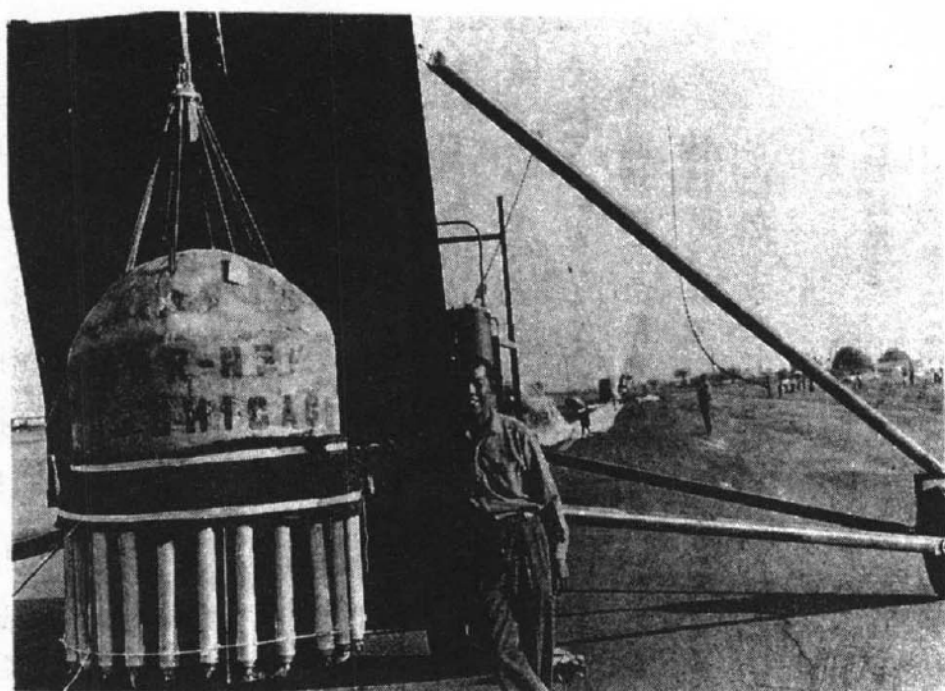


圖 1.2 正要放裝著原子核底片的大氣球（加州南部，1961 年 11 月）

這個責任非常重，要去華盛頓交涉追加預算等，把我搞得頭昏腦脹。幸好，於一九六一年的十一月，終於把宇宙射線曝光成功。

爲了這份工作，我在美滯留了兩年多。當然不能老把東京大學的原子核研究所放諸腦後。所以需要做決定從此定居於美國或回日本。

當時在美國的待遇很不錯，而且有准將資格。因爲需要在航空母艦上工作或搭乘軍用飛機去追蹤底片，所以美國政府給我准將資格。