

Nobel | 漫步科学殿堂 |  
诺奖科学家们的故事

# 16万光年之外<sup>的</sup>礼物

我的中微子发现之旅

〔日〕小柴昌俊/著 梁波 尹凤芝 于放/译



小柴昌俊，因“对天体物理学的开创性贡献、特别是宇宙中微子的检测”，于2002年荣获诺贝尔物理学奖。

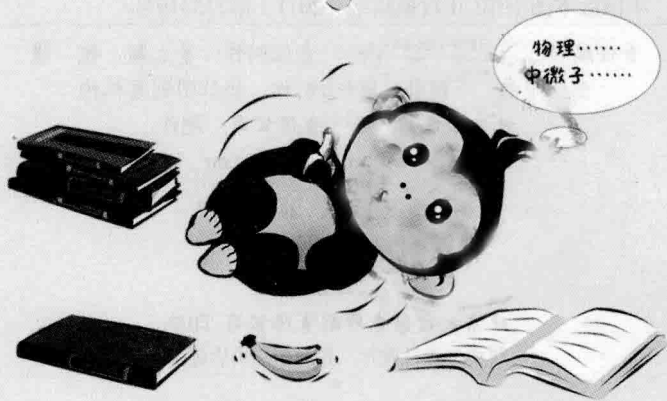
 科学出版社

Nobel | 漫步科学殿堂 |  
诺奖科学家们的故事

# 16万光年之外的礼物

我的中微子发现之旅

〔日〕小柴昌俊/著 梁波 尹凤芝于放/译



科学出版社  
北京

## 内 容 简 介

很多人都说诺贝尔物理学奖获得者小柴昌俊是个“运势极佳”的人。在实验观测开始的第二个月，在他即将退休的前一个月，他梦寐以求的“小东西”——超新星中微子，带着远自16万光年之外的问候，经过漫长的星际旅行，终于映入了他明察秋毫的“大眼睛”——神冈探测器。面对接连不断的国际大奖，他笑称“真是太幸运了！”然而，谁又知道这种“幸运”的背后，种种艰辛和磨难是怎样一个一个地倒在了他坚定、乐观、永不服输的个性面前……

为追求理想和信念而努力学习工作的人们，希望这本书也能给你们一段精彩、一个方向、一股动力、一生的成功！

### 图书在版编目(CIP)数据

16万光年之外的礼物：我的中微子发现之旅/（日）小柴昌俊著；梁波，尹凤芝，于放译.—北京：科学出版社，2011.11

ISBN 978-7-03-032596-9

I.1… II.①小… ②梁… ③尹… ④于… III.小柴昌俊-自传

IV.K833.136.11

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第215319号

责任编辑：唐璐 赵丽艳 / 责任制作：董立颖 魏 谨

责任印制：赵德静 / 封面制作：柏拉图创意机构

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

**科 学 出 版 社** 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时捷彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年1月第 一 版 开本：A5（890×1240）

2012年1月第一次印刷 印张：6

印数：1—5 000 字数：110 000

定价：28.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

Butsuriya ni naritakattandayo Nobel butsurigakusyou eno kiseki

© M. Koshiba 2002

Originally published in Japan by Asahi Shimbun Publications, Inc., Japan

Simplified Chinese translation rights arranged with

Asahi Shimbun Publications, Inc., Japan

## 物理屋になりたかったんだよ ノーベル物理学賞への軌跡

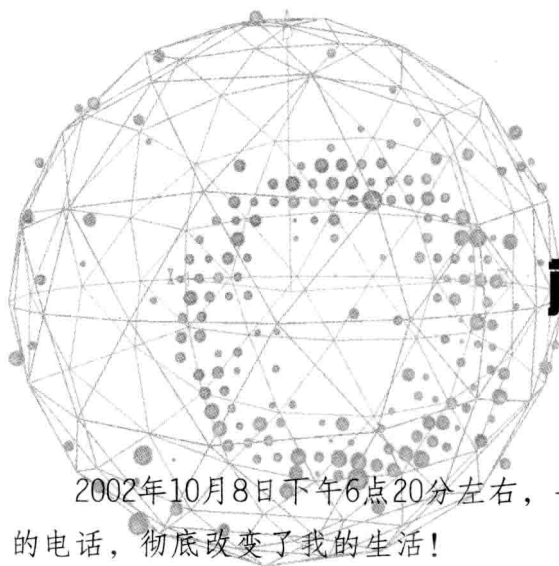
小柴昌俊 株式会社朝日新聞社 2002

### 著者简介

小柴昌俊

1926年出生。1951年毕业于东京大学理学部物理学专业，获得美国罗切斯特大学博士学位，东京大学理学博士学位。曾任芝加哥大学研究员、东京大学原子核研究所副教授、东京大学理学部副教授，1970年成为理学部教授。1987年退休后至1997年，任东海大学教授。除开拓并主持了欧洲国际合作实验外，小柴昌俊还用神冈探测器探在世界上首次观测到超新星爆发时产生的中微子，开创了“中微子天文学”这一新的学术领域。小柴先生先后获得过仁科纪念奖、朝日奖、日本学士院奖、藤原奖、文化勋章、以色列沃尔夫奖、美国物理学会的帕诺夫斯基奖和本杰明·富兰克林奖章等重量级奖项，并于2002年获得诺贝尔物理学奖。

著有《欢迎来到中微子天体物理学的世界》(海鸣社)、《中微子天体物理学入门》(讲谈社 BLUE BACKS)、《心怀梦想》(讲谈社文库)等著作。



## 前言

2002年10月8日下午6点20分左右，一个来自国外的电话，彻底改变了我的生活！

电话来自瑞典皇家科学院，内容是这样的：

“今年的诺贝尔物理学奖，将授予您和美国宾夕法尼亚大学名誉教授雷蒙德·戴维斯博士、美国华盛顿特区联合大学公司里卡尔多·贾科尼博士。如果没有问题的话，我们将马上对外公布。”当然，我立刻回答：“谢谢！”然后放下了电话。

啊，我想，终于来了！

自1987年，建立在岐阜县神冈矿山的“神冈探测器”首次成功观测到“超新星中微子”以来，每年10月上旬公布诺贝尔奖获奖者名单的时候，我的



周围总是充溢着躁动不安的气氛。

与我的忐忑不安相比，我周围的人们更是有过之而无不及。还算幸运的是，在此之前，我已得到过几个来自国内外的奖项，但对获奖者而言，诺贝尔奖的意义毕竟完全不同。此时也同往年一样，家里早已聚集了30多名记者，大家都等待着来自瑞典的电话。

这一年的活动，到此，总算告一段落！

虽说如此，我这方面却不能告一段落。马上，当晚8点半，东京大学将举行记者见面会。平时，我有早睡的习惯，晚上到这个时间从不到外面转来转去，但不管怎么说，东京大学让我这个倒数第一的学生留校任教，甚至到了退休还给我机会进行研究的这份恩情，这时是无论如何不能敷衍了事的。既然东京大学说“请您来”，我就不好讲“因为睡觉而不去”了。

因为见面会上回答记者团的提问，结果直到当晚12点我才回去睡觉。

不用说，能够获奖自然是非常愉快的。特别是物理学奖，自1973年江崎玲於奈博士（现任芝浦工业大学校长）获奖以来，日本还没有其他的获奖



者，因此我的获奖更显得不同寻常。

但是，单凭我一己之力，是不能取得如此巨大的成果的。神冈探测器，以及其后用于观测极高精度的“中微子振荡”现象的“超级神冈探测器”，虽说都是由我提议实现的，但只有培育出了继往开来的年轻人，才能完成这么出色的工作。如今，在原来安装神冈探测器的矿山底下建立的KamLAND<sup>1</sup>装置，可以说是第三代仪器，目前已开始用于观测。老话说“富不过三代”，第三代常常会成为游手好闲的人，实验装置似乎也是如此。不过，神冈地下实验的第三代装置，实验工作却做得越来越好。我们期待着神冈实验能出现第二个、第三个诺贝尔奖。我认为，这种对产业界没什么作用、难以立即对社会有所回报的基础研究，还是应该大力推进。

我是运气好的人，受惠于前辈们的恩泽，在人生的紧要关头，恰好遇到了给我力量和支持的贵人们。

首先我要说的是朝永振一郎<sup>2</sup>先生。通过一高<sup>3</sup>校

1 KamLAND是Kamioka Liquid Scintillator Anti-Neutrino Detector（神冈液体闪烁体反中微子探测器）的缩写，隶属于日本东北大学研究生院理学研究科中微子科学研究中心（Research Center for Neutrino Science），与神冈探测器和超级神冈探测器检测方法不同，可以观测更低能量的反中微子。——译者

2 朝永振一郎（1906-1979年），理论物理学家，1965年因重整化理论而获诺贝尔物理学奖。——译者

3 旧制东京第一高等学校的简称，东京大学的前身之一。——译者



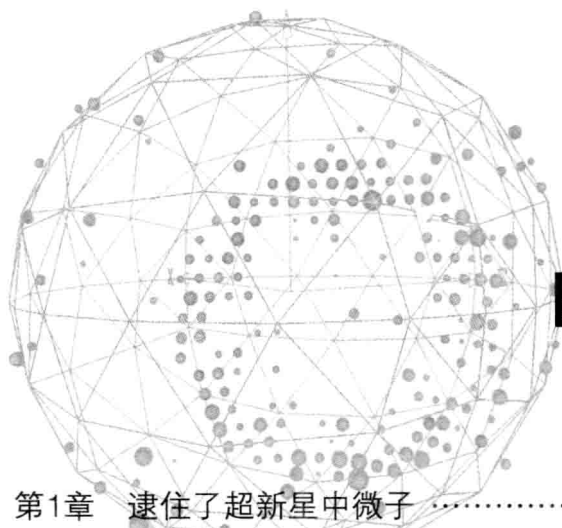
长天野贞祐先生的介绍，朝永先生给我写了去美国留学的推荐信，并引荐了很多友人，先生对我关爱有加。如果没有朝永先生的推荐信，我大概这辈子就与物理学家无缘了！

在美国停留期间，我这样一个来自战败国的愣头青，被推荐给了国际合作研究的领军人物——朱赛普·欧凯里尼（Giuseppe Occhialini）。他是怎样一个伟人，该说的时候我自然会讲到。平时要不断思考实验若不能按预期目标实现的对策，还有设计实验时最基本的思考方法，这些方面我都受惠于欧凯里尼。

下面我想说的是，我如何得到了贵人们的支持，我作为实验物理学家的梦想，以及为最终实现这些梦想所走过的道路。

只是单纯地学习，科学并不会给你带来快乐。我认为，只有通过自己的思考，并且开始尝试着去做，才是一件有趣儿的事。能将这样的人生和研究的经验告诉人们，特别是传授给年轻人，我想没有比这更幸福的事了！

小柴昌俊



# 目 录

第1章 逮住了超新星中微子 .....	1
11个信号 .....	3
暗中较劲儿的情报战 .....	8
两个实验装置 .....	15
中微子天文学的黎明 .....	20
第2章 神冈探测器装置 .....	27
1960年的思想火花 .....	30
制作20英寸的光电倍增管吧 .....	33
梦幻般的“水球” .....	39
终于到达神冈矿山 .....	43
观测太阳中微子 .....	46



第3章	少年时代 .....	51
	父亲母亲 .....	53
	得了小儿麻痹症 .....	59
	莫扎特与爱因斯坦 .....	63
	第一高等学校时期 .....	66
	只进物理学科 .....	71
第4章	“一定要做物理学家” .....	77
	写成理论论文 .....	79
	实验之初 .....	83
	朝永先生的推荐信 .....	85
	“武者修行”时期 .....	87
第5章	吵架的方式 .....	93
	获得学位的最快纪录 .....	97
	宇宙射线源于超新星吗 .....	102
	领导国际合作研究 .....	105
	我的英语速成法 .....	111
第6章	物理学家是世界公民 .....	115
	最初的学生们 .....	118



无法实现的新西伯利亚实验 .....	120
前往欧洲的研究所 .....	125
加速器实验和地下实验 .....	129
税金的用法 .....	132
建造亚洲的区域装置 .....	135
第7章 最后的梦想 .....	139
建成超级神冈探测器 .....	143
“中微子震荡”的新问题 .....	146
“宇宙背景中微子”观测之梦 .....	151
采访手记 .....	153
参考文献 .....	165
译者跋 .....	169



## 第 1 章

# 逮住了超新星中微子





1987年2月23日，位于日本岐阜县神冈矿山地下1000米深处的“神冈探测器”（KamiokaNDE），观测到了来自大麦哲伦星云中编号为SN1987A的一颗超新星爆发释放出的基本粒子——中微子。这件事发生在我即将从东京大学退休的前一个月。为了探测“质子衰变”现象而建立的这套实验装置，我们用了一年半时间才将其改建完成。两个月的时间，本想能够观测到来自太阳中心的中微子，但时至今日，仍无人能实现，谁知却意外碰到了观测太阳系以外的中微子的机会，我觉得实在是幸运。

获得诺贝尔奖的原因，就是因为“探测宇宙中微子方面所做出的先驱性贡献”，也就是说，这项观测结果开辟了“中微子天体物理学”这一新的研究领域。

## 11个信号

所谓超新星（supernova），恰恰与其名称中“新”的意思相反，指衰老的大质量恒星在结束自己生命时的形态。突然爆发时，其亮度可以抵得上1亿个太阳的光芒，并且不久就会消失。距离地球16万光年的大麦哲伦星云爆发产生的超新星1987A，这是大约自400年前开普勒时代以来，人类发明了近代观测仪器而肉眼又能够看到的超新星。其爆发前



的观测数据也被记录了下来。

这颗超新星在南半球被观测到并首次传来消息。消息发自神冈探测器的合作研究者——宾夕法尼亚大学的尤金·拜耶，他在发来的传真中写道：“……can you see it?”（你能看到它吗？）大麦哲伦星云从北半球几乎看不到，但来自超新星的中微子应该像海啸一样蜂拥而至，这就意味着用神冈探测器是能够“看”到的。2月25日，佐藤胜彦（现东京大学理学部长）也公布消息：超新星爆发。



图1.1 大麦哲伦星云爆发产生的超新星1987A。左图是超新星出现前，右图是超新星出现后的情景

那时，我退休了，负责神冈探测器的户塚洋二（现高能加速器研究机构教授）也在东京。我给神冈打电话并指示



他们，把超新星开始爆发的时间观测数据记录磁带，立即送往东京进行分析。由于资金比较紧张，我们一般每隔一周左右的时间才把存有数据的磁带送到东京进行分析。但是这次我们一得到观测数据，就马上送了出去。实际从27号开始，研究生中畑雅行（现东京大学宇宙线研究所副教授）和平田庆子已经对数据进行了分析。28号我们清楚地发现，从23号上午7点35分35秒（世界标准时间）开始，大约持续了13秒，这期间我们捕捉到11个中微子信号。

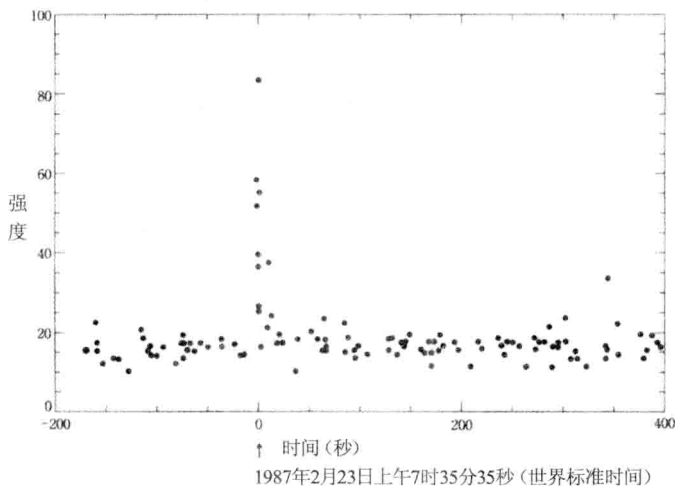


图1.2 1987年2月23日上午7点35分35秒（世界标准时间），神冈探测器观测到来自超新星1987A的中微子（时间轴0附近，根据K. Hirata et al., *Physical Review Letters* 1987）。



日本时间是下午4点35分。这真是个惊险的时刻。为什么呢？因为一般情况下，这个时间大概是换磁带的時間，无论如何多少都会留下一段空白。而爆发这段时间恰好没有留下空白时间带，这是幸运的开始。

神冈探测器最初并不是为观测中微子设计的，而是根据基本粒子物理学的前沿理论——“大统一理论”的预言，为了观测质子衰变现象而建立的装置。质子和其他几种粒子在破裂的时候，会发出一种叫做“切伦科夫<sup>4</sup>辐射”的极微弱的光，在井下深处建造的巨大蓄水槽壁上，装上“光电倍增管”（*photomultiplier*）——如下页图所示像大电灯泡一样的探测器，长期持续观测来自四面八方的这种光。下面是该装置的大致结构。

装置之所以放入地下，是为了在来自宇宙的放射线（宇宙线）尽可能少的地方进行精确观测。而且，这一装置要能够清晰地识别穿透厚厚岩层的宇宙线和周围岩石发出的射线（把这种多余的信号称为“本底信号”，*background*），以便得到真正想要观测的信号。神冈探测器就是专门为此费尽心机而建立的装置。

4 切伦科夫（1904—1990年，*Cherenkov Pavel Alekseyevich*），前苏联物理学家。高速带电粒子在非真空的透明介质中穿行，当粒子速度大于介质中的光速时所产生的一种特殊辐射，被称为切伦科夫辐射。1958年，切伦科夫与弗兰克、塔姆共同获得诺贝尔物理学奖。——译者