

关于新基本粒子观的对话

坂 田 昌 一 著

庆承瑞、柳树滋注释

关于新基本粒子观的对话

坂田昌一 著

庆承瑞、柳树滋注释

张质贤译 李兆田校

生活·读书·新知三联书店

一九六五年·北京

坂田昌一
新素粒子觀對話

譯自日本物理学会志第16卷
第4号別刷(昭和36年4月号)

关于新基本粒子观的對話

〔日〕坂田昌一著

庆承瑞、柳树滋注释
张质贤译 李兆田校

生活·讀書·新知三联书店出版

(北京朝阳門内大街320号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第56号

北京新华印刷厂印刷 新华书店发行

开本 850×1168 毫米 $\frac{1}{32}$ · 印张 $1\frac{3}{8}$ · 字数 24,000

1965年7月第1版

1965年7月北京第1次印刷

统一书号 2002·210 定价(六) 0.18 元

印数 0,001—8,000

统一书号：2002·210

定 价： 0.18 元

目 录

《紅旗》編者按語	1
关于新基本粒子观的对話	坂田昌一 3
一 基本粒子并不是物质的始原	3
1. 引論	3
2. 电子也是不可穷尽的	5
3. 基本粒子不是点	7
4. 場論不是最終的理論	8
5. 海森堡的基本粒子观	11
二 新基本粒子观	12
1. 引論	12
2. 重子—介子族的复合模型	13
3. 完全对称性	16
4. 弱相互作用与复合模型	18
5. 基輔对称性和名古屋模型	20
6. B 物质的本来面目	22
7. 中微子統一模型	23
参考文献	24
注释	庆承瑞、柳树滋 26

《红旗》编者按语

世界是无限的。世界是充滿着矛盾的。万事万物都是对立的統一。没有一个事物不存在矛盾，没有一个事物是不可分的。一分为二，这是个普遍的现象，这就是辯证法。自然界是如此，社会是如此，人类的認識也是如此。否认这一点，就是形而上学。

自然科学的发展不断地证实着这个馬克思列宁主义的宇宙观和認識論。

宇宙，从大的方面說，在太阳系外面还有千千万万个太阳，在銀河系外面还有千千万万个銀河系，它是无穷无尽的。宇宙，从小的方面說，也是无穷无尽的。原子里头分为原子核和电子，它們是对立面的統一。原子核里头又分为质子和中子，它們也是对立面的統一。质子又有和反质子的对立的統一。中子又有和反中子的对立的統一。质子、反质子，中子、反中子，等等，这些基本粒子还是可分的。物质是无限可分的。

人类对自然界的認識同样是无穷无尽的。人类的認識总是要在社会实践中不断有所发展，有所創造。在人們追求物质結構的真理的过程中，每深入一步，都有人中

途停頓下來，認為已經達到“物質的始原”，認為這種“物質的始原”再不可分了，再不包含內在的矛盾了，企圖完成所謂最終的理論。自然科學的歷史无情地嘲弄着這樣的形而上學者們，越來越清楚地揭示出自然界固有的辯證法。

本刊這期刊登著名的日本物理學家坂田昌一的《關於新基本粒子觀的對話》一文。這篇文章，遵循恩格斯關於分子、原子不過是物質分割的無窮系列中的各個“關節”的觀點，遵循列寧的電子也是不可窮盡的觀點，根據基本粒子領域的新事實，富有說服力地論證了物質的無限可分性的思想，發揮了自然科學理論的無限發展的思想，尖銳地批判了在這個問題上的形而上學和唯心主義。自然科學家能夠自覺地運用辯證唯物主義指導自己的研究工作，並且寫出這樣好的作品，還是少見的。

毛澤東同志經常告訴我們，要在各項工作中運用唯物辯證法，反對唯心主義和形而上學。我國的自然科學工作者讀一讀坂田昌一的這篇文章，對於在科學研究工作中運用唯物辯證法，反對形而上學，會得到有益的啟發。從事其他工作的同志，讀一讀這樣的文章，對於唯物辯證法的学习，也會有好處的。

因為這篇文章涉及許多專門知識，本刊同時發表一篇注釋，供讀者參考。

（《紅旗》一九六五年第六期）

关于新基本粒子观的对话

不要像人們直到今天为止所做的
那样,把宇宙缩小到認識的范围以內,
而必須把認識加以延伸和扩展,以接
受符合于本来面目的宇宙的映像。

——弗兰西斯·培根

一 基本粒子并不是物质的始原

1. 引論

甲：在战后，許多新的基本粒子^(注七)一个接一个地被发现了，关于这些粒子的知識也迅速地增加起来；現在可以认为，以这些知識为基础，总算有可能对基本粒子的本质作出更进一步的了解了。今天想談談我最近的想法。

乙：在这以前，請先告訴我，“基本粒子”这个名称是从什么时候，在什么意义上被采用的。

甲：一九三二年发现了中子，弄清了原子核是由质子和中子构成的。基本粒子这个名称的出現正是在这个时候，它是构成原子的三要素——电子、质子和中子——全部出現之后，作为它們的通称而出現的。

乙：基本粒子这个名称是在物质的始原的意义上被采用的嗎？

甲：是这样。但是因为光子也在一开始就加入了基本粒子一伙了，所以关于物质这个名称就需要在稍稍广泛的意义上来理解。

乙：現在把基本粒子看成物质的始原的观点还是正确的嗎？

甲：在我看来，把基本粒子看成物质的始原的观点从一开始就是不正确的。的确，在一九三二年，人們曾經把基本粒子看成物质的最基本的构成要素，而且就是在今天也还不能把基本粒子分裂成更为根本的东西。但是根据这一点就认为基本粒子是物质的始原則是不对的。把只在实验技术的某一发展阶段上所允許的观点不加批判地固定化，就是形而上学的独断論，是和科学不能相容的观点。

乙：这样說，基本粒子这个名称是用得不恰当的啊。

甲：也有一种意見，认为名称不过是一种符号，怎样选取都可以。但名以表实，如果采用了不适当的名称，往往連本质也逐漸被誤解了。实际上，基本粒子是物质的始原的观点，現在已經不知不觉地潜入了物理学家的头脑，看来在妨碍着科学的进步。

乙：关于原子，也有同样的經過吧。

甲：古希腊哲学家所导入的“原子”这个概念，具有

物质的可分性的极限的意思。在近代科学中所发现的原子，起初也是和它的名称相符合的，但是到了十九世纪末期它已失去了作为“原子”的本来性质。当时多数的物理学家都为他們所創造的关于原子的假想和从大革命家——鐳^(注九)的出現开始的新的經驗事实的矛盾而伤脑筋，于是引起了彭加勒在他的《科学的价值》一书中所說的物理学危机。

2. 电子也是不可穷尽的

乙：为了正确地規定原子和基本粒子的概念，采用什么样的說法才好呢？

甲：关于这个問題，沒有比恩格斯在他的《自然辯证法》一书中所說的話再恰当的了。其中有一节写道：“新原子論与所有以往的原子論不同之点，就在于它（撇开蠢才不說）不是主张物质只是不連續的，而是主张属于各个不同梯級的各个不連續的部分（以太原子、化学原子、物体、天体）是决定着一般物质的各种不同质的存在形式的关节点”^①。

回顾一下本世紀以来的原子物理学的蓬勃发展的經過，就可以清楚地看到，原子决不是物质的可分性的极限，而是构成自然的不同质的无限阶层的一个。我想，基

① 恩格斯：《自然辯证法》，人民出版社 1960 年版，第 248 頁。譯文是根据德文本校訂过的——譯者。

本粒子虽然现在看来好像是物质的始原，但还是以把它看成物质的阶层为对。

乙：《自然辩证法》一书不是恩格斯在原子的不可分性被实验推翻之前写的嗎？

甲：早在一八六七年，恩格斯在他給馬克思的信里就曾写道：从前虽然把原子解释为可分的极限，但是现在，它只表示在分割时产生质的差异的环节^①。在这以后很久才发现了电子和放射性元素，而当时的自然科学家們对于恩格斯的原子观是一无所知的。他們深信原子是名副其实的物质可分性的极限，因此，在新的事实被发现时就惊慌失措了。他們对自己的原子观的陈旧化搁置不問，而怀疑原子的存在，陷入除了經驗事实什么也不相信的实证主义。但以后的原子物理学，却不能不跨过认为原子是物质的可分性的极限的保守主义和怀疑原子的实际存在的实证主义，一直朝着揭发原子深处的内部結構的方向发展下去。

乙：难道当时就沒有人采取唯物辩证法的原子观来展望将来嗎？

甲：很遺憾，在物理学家里是沒有的。值得注意的是，列宁曾經在《唯物主义和經驗批判主义》一书中深刻地分析了物理学的危机，說出了“电子也是不可穷尽的”

^① 参看《馬克思恩格斯书信选集》，人民出版社 1962 年版，第 199—200 頁。

这句名言。

3. 基本粒子不是点

甲：現在还有許多物理学家把基本粒子看成似乎是物质的始原，它的另一个原因在于用来解释基本粒子的产生、湮灭、散射和衰变等现象^(注八)的理論形式是以点模型^(注五)为基础的量子場論^(注四)。本来只有在以較大的时空領域为研究对象以至于可以忽略基本粒子的内部結構时，才可以把基本粒子看作数学的点^(注五)。但是以点模型为基础的理論形式一旦能够用严密的数学形式加以发展而且获得某些成功时，往往就忘記了当初所采取的近似的意义，而被一种錯觉所蒙蔽，好像所研究的对象本身就是数学的点。这样一来，由于看作是数学的点，研究对象就成了沒有内部結構的始原要素，于是不能不引导到所有的基本粒子都属于同一阶层而且是物质的始原的观点。

乙：对于我們这样的外行人來說，很难相信基本粒子是数学的点。

甲：叫嚷“国王沒有穿衣服”的孩子們是对的。被称为場論的正統派^(注五)的人們或多或少都陷入了类似毕达哥拉斯学派那样的数学的神秘主义。因为他們被数学公式万能的幻想所束縛，并不觉得把基本粒子看作点而用相对应的定域場^(注五)来描述它是不自然的。让国王

不穿衣服在街上行走而人們能坦然处之，是由于哥本哈根之霧⁽¹⁾^(注三)太濃厚了。

乙：这是說量子論^(注二)的哥本哈根解釋^(注三)使实体論的意識极其淡薄了。

甲：当根据并协原理^(注三)而放弃經典模型^(注一)时，却把洗澡水和小孩一同泼掉了。結果形成这样一种气氛：把基本粒子看作有内部結構的东西似乎就是罪过。

乙：但是点模型不是由于关联着发散的困难^(注六)而早就被怀疑了嗎？

甲：的确被怀疑过。但那是从数学方面或者說是从邏輯方面怀疑的，而决不是从物理方面亦即不是从对象方面怀疑的。例如，虽然有像海森堡^(注三)那样的人，他設想，如果能正确地考虑长度的最小单位即普遍长度^(注六)的存在，量子場論就能成为沒有发散的最終的形式；但是还没有过怀疑基本粒子是物质的始原的人。

4. 場論不是最終的理論

乙：把基本粒子看成物质的始原的人們，同时也把場論看成最終的理論吧。

甲：是的。他們采取了这样一种新的机械論的自然观：认为自然界归根到底是由基本粒子构成的，自然界的一切运动最終都以支配基本粒子运动的場論为基础。正

統派的人們有這樣一種共同的信念：固然，現在的場論還沒有達到完備的地步，因此不能說它是最終的理論；但如果在不久的將來克服了發散的困難，場論就能成為最終的理論了。

乙：發散的困難不是已經用重正化^(注六)的方法解決了嗎？

甲：不，還沒解決。只是在量子電動力學^(注二)等方面偶然找到了巧妙地避開發散困難的出路罷了。

乙：由於重正化的方法在量子電動力學中獲得顯著的成功，不是更加强了以點模型為基礎的場論是最終的理論的信念嗎？

甲：可能是這樣。但是再稍加深入思索，就會立即懂得不能那樣說。為了成功地利用重正化的方法，首先，要以假定發散的困難已經用某種形式解決了，而重正化的量又必須是有限的作為先決條件；其次，還要把相互作用形式以某種理由限定於所謂第一種相互作用^(注六)的特殊類型之內作為必要條件。可以預料在場論里恐怕找不到滿足這些條件的保證吧。

最近，日本的一些研究核子力^(注八)的物理學家主張，如果能夠弄清楚，在介子理論里有不能重正化的相互作用存在，那麼場論就能更早地暴露出它的破綻，這樣就不能再說它是最終的理論了。

乙：關於場論的應用範圍，已經有過種種的議論

了。

甲：方才提到的海森堡的关于普遍长度的議論是最有名的。但是，我认为更重要的議論还是在一九三〇年发表的玻尔^(注三)的見解。因为当时还没有发现中子，只知道电子和质子是构成物质的要素，而且这时所說的量子場論，也只有研究这些粒子和电磁場的相互作用的量子电动力学。玻尔在一次法拉第紀念讲演会上，一方面称赞量子論的成功，另一方面又指出它的困难和局限性。他举出的用当时的理論不能解决的問題，是两个无量綱的量，即质子质量与电子质量的比 M/m 及精細結構常数 $e^2/\hbar c$ ^(注八) 的值的問題。用現代科学的語言來說，就是如何推导出基本粒子的质量譜和相互作用的构造的問題。在現在的場論中，这两个要素完全是偶然地导入的，給出这些关系式的原理，无论如何也必須在場論的范围以外去寻找。这一点具有极重大的意义，它說明了即使場論已經有了完备的形式，也决不能說它是最終的理論。

乙：如果认为基本粒子是物质的阶层，那么就應該說沒有所謂最終的理論了。

甲：完全正确。一般地說，在任何理論中都必然包含有偶然的因素，要想把偶然性提高到必然性，就要探究比这个理論的研究对象所处的阶层更为深入的阶层。而且如果考虑到支配各个阶层的法則有本质上的差异，

那么就應該认为不可能有所謂最終的理論。假如硬要把某种理論看作最終的理論，其中出現的一切偶然因素就都只好认为是按照上帝的意旨安排的，結果只好放弃科学的研究了。

5. 海森堡的基本粒子观

乙：我記得好像是前年（一九五九年）的事情。在報紙上有消息說，海森堡曾經說過：“在我的理論完成之后，物理学将不再向深度的方向发展，而只向广度的方向发展”。他相信能建立最終的理論嗎？

甲：海森堡的观点和把基本粒子看成物质的始原的正統派的观点稍有不同，他把所有的基本粒子都看成是同一的始原物质的不同形象。他所說的始原物质可以用旋量場^(注七)来表示，并且假定它滿足一个被称为宇宙方程式的非綫性方程式。他认为宇宙方程式能給出由始原物质形成基本粒子的原理，因此解宇宙方程式就可以推导出各种基本粒子的存在和性质，也就是說，能够建立可能統一地描述基本粒子的最終理論。如能从这个理論推导出基本粒子的质量譜和相互作用的构造，那就比普通の場論前进了一步；他考虑到在基本粒子的背后有更深的阶层存在，这一点和在下一节里所說的我們的理論有很相像的地方。但他相信物质有始原，并且可以建立最終的理論，这一点和我們的观点是根本不同的。他的

观点跟古代希腊的毕达哥拉斯派和亚里斯多德的思想有深刻的关联。他认为由于宇宙方程式的发现，就求得了万物的最终的形式因。总之，对海森堡来说，物理学将以“太初就有了宇宙方程式”一语而告终，并且要让位给神学。

二 新基本粒子观

1. 引論

乙：那么就請談一談你的新基本粒子观吧。

甲：从前面的談話里可以知道，我的基本粒子观就是把基本粒子看作构成自然界的有质的差异的无限个阶层之一的观点，也就是说，是从唯物辩证法出发的。如果采取了这种观点，成问题的首先就是现在被称为基本粒子的三十几种粒子^(注七)是否都属于同一个阶层。

乙：通常把基本粒子分为重子族($p, n, \Lambda, \Sigma, \Xi$)、介子族(π, K)、轻子族(ν, e, μ)和光子(γ)四类。

甲：基本粒子的相互作用有(i)强相互作用，(ii)弱相互作用，(iii)电磁相互作用三种^(注八)，你方才所说的基本粒子分类，是根据这些相互作用方式的不同来分的。属于重子族和介子族的粒子都兼有强相互作用和弱相互作用；轻子族的特点是没有强相互作用；而光子只是带电粒子间的电磁相互作用的媒介，完全没有其他任何相互