

多重发现与发表策略

——以J/ Ψ 粒子的发现过程为例

王延锋,王淙钰

(上海交通大学马克思主义学院,上海 200240)

摘要:在竞争激烈的大科学时代,多重发现引起的优先权纷争时常发生。为保障科学家自身的合理权益和科学的健康发展,成果发表通常采取三种方式。一是当新发现的真实性得到充分确认时,应及时公开发表。对发现的确认包括仪器运行的稳定性、实验的可重复性、分析计算的准确性等。二是在新发现存在不确定性的情况下,应当寻求同行重复验证,包括用相同方法与不同方法的检验,成果可联合发表。三是选择适当时机发表阶段性成果。在研究过程比较复杂而漫长的情况下,有阶段性成果应及时发表,以确保阶段性的优先权。最后,在获得学术同行评议认可之后,在公众媒体报导。

关键词:科学发现的优先权;多重发现;发表策略;J/ Ψ 粒子

中图分类号:N09;G305

文献标识码:A

文章编号:1008-7699(2022)02-0023-08

一、引言:优先权之争的由来及解决机制

科学发现的优先权之争在文艺复兴时期的伽利略时代就已经出现。科学社会学家罗伯特·默顿注意到,伽利略非常敏锐地认识到科学发现的重要性,奋力捍卫自己的优先权,在著作里反复痛斥那些侵害其太阳黑子、木星卫星发现的侵权者。^{[1]385-386}发现的优先权不仅涉及个人创造性的荣誉,还上升到民族国家荣誉的高度。至少从17世纪起,英、法、德、意及荷兰等西欧诸国就参与了国家优先权的争夺。^{[1]398}

到了波义耳、牛顿时代,随着科研队伍的增长以及科学家社会声望的提高,优先权的纷争越来越突出。尤其一项重要发现,从初步有新想法到最后理论的完善,通常要经历比较长的时间,其间难免有学术交流与信息泄露,容易引起纷争。比如牛顿与莱布尼茨关于微积分发现优先权之争。从历史上看,牛顿先于莱布尼茨发现微积分原理,他于1671年即基本完成《论级数与流数法》,其中提出了微积分的基本思想,但他却采取保密策略,阻止书商出版;莱布尼茨大约1673年开始有微积分思想,到1676年基本完成,直到1684年才发表论文。其间两人也有通信联系,就流数法进行过讨论,莱布尼茨还在伦敦看到过牛顿的流数法手稿。但是莱布尼茨发表论文时,牛顿的著作仍未出版,当后来两者都意识到这是一项重大发现时,就发生了优先权问题的激烈争论,在学界产生了很不良的影响。^[2]就如何合理处置优先权问题,波义耳曾提出一种事实优先权的建议。正式发表是获得优先权的途径,但是一个没有获得确证的观点应该先由某个学会封存,待得到事实确证,可赋予其优先权。^①后来拉瓦锡曾采用这种办法,1772年11月1日,他将关于硫与磷燃烧后质量增加等还未完成的实验写成密封文件,保存在法国皇家科学院秘书

收稿日期:2021-10-26

基金项目:国家社会科学基金一般项目(17BZX038)

作者简介:王延锋(1968—),男,布依族,贵州册亨人,上海交通大学马克思主义学院科学史与科学文化研究院副教授,理学博士。

^① 皇家学会早期的会议记录中有这样的描述:“如果任何一位会员有了某种哲学见解或发明,但还没有证明,他通常希望把它密封在一个也许可以存放在一位秘书那里的盒子中,直到它完善了再把它公布,为了更好地保护其作者,有可能允许这种做法。”参见R.K.默顿:《科学社会学——理论与经验研究》(下册),鲁旭东、林聚任译,商务印书馆,2003年,第502页。

处,以防他的实验成果被别人抢先发表而失去优先权。^[3]法拉第也如是效仿,1832年3月12日,凭丰富的经验和敏锐的直觉,他意识到电磁力的传播是需要时间的,但当时他无法给出实验证实,于是把自己的想法写下来,放在皇家研究院档案中密封保存。^[4]

但当代大科学研究,同一领域往往有多个实验室同时进行,竞争十分激烈,保密也很困难,选择适当的时机公开发表并得到社会承认变得非常必要。以下以 J/Ψ 粒子的发现为例,探讨大科学条件下的优先权之争如何解决。

二、 J 粒子的发现与来自斯坦福的挑战

J 粒子的发现被称为高能物理学的“11月革命”,是1974年11月,由丁肇中(S.Ting)带领的麻省理工学院小组在布鲁克海文美国国家实验室的AGS加速器上发现的。几乎同一时期,斯坦福大学的里克特(B.Richter)带领的斯坦福-劳伦斯伯克利联合小组(SLAC-LBL)也在斯坦福的SPEAR加速器上发现了这一粒子,取名 Ψ ,后来合称 J/Ψ 粒子。

丁肇中于1962年获密歇根大学物理学博士学位,先到欧洲核子研究中心作合作研究,1965年到麻省理工学院任教,同年带领麻省理工学院的小组于德国汉堡DESY的电子同步加速器作检验量子电动力学(QED)有效性以及探索矢量介子的实验。汉堡的实验取得成功之后,丁肇中有一个更宏大的计划,利用他们小组掌握的精湛的粒子分辨与检测技能,到加速能量更高的布鲁克海文AGS上作一个连续的实验,目标是探寻质量更大的矢量介子。1970年,他们开始建造一个更高分辨率的双臂磁探测器,用于观测质子对撞的正-负电子对产生。到1974年4月完成仪器制造与前期准备工作,开始引入强大的质子束流到实验区。实验先将能量调到3.5—5.5GeV区域进行调试,确定探测器稳定运行并符合设计要求后,到8月底,能量回调2.5—4.0GeV区域搜索。9月初,博士后研究人员罗兹(T. Rhoades)在作数据分析时,以50MeV为单位绘制成矩形图,发现有一个正-负电子对产生数量突然增长的区域,凸现一个尖锐的峰值,两侧几乎没有背景。它表示,在3GeV附近,质子对撞产生某种大质量的粒子,然后蜕变成电子对。但不能完全排除仪器有偏差或计算机读数有错误。

他们小组有个传统,分析计算由两个独立的分组背靠背完成,平时不能私下交流,只当两个分组同时有了发现,才进行信息汇总。不久两个独立分析计算的分组都同时发现了这个异常凸起。10月上旬,小组成员陈(M.Chen)将所有经筛选的数据进行汇总,并按50MeV的宽度为单位绘制矩形图。他惊奇地发现,几乎所有的粒子产生事件都落在同一个小格子内,图形显得非常尖锐。跟罗兹一起的另一个小组成员贝克尔(U.Becker)也发现了这一现象。在不知晓对方小组计算结果的情况下,两个小组几乎同一时期独立地发现了这个异常凸起。其奇异之处是能量分布宽度非常窄,不到20MeV,按照海森伯的不确定性原理,意味着该共振态粒子寿命异常的高,应该是个未知的新型粒子。10月13日,陈正在给丁肇中电话汇报他们在3.1GeV附近发现了一个尖锐的峰值,此时贝克尔走进办公室,听到了陈的通话,两人终于确信,他们同时发现了新粒子。^{[5]270}当晚他们举行了一个小组会,陈给小组成员展示他的计算结果,并说明他已经用不同方法作了多次核查,结论确信无疑。1974年10月13日,是丁肇中小组确信他们有了新发现的日期。当天丁肇中通过电话告知李政道等好友,并准备于10月17—18日在麻省理工学院举行庆祝场论物理学家韦斯科夫(V.Weisskopf)教授荣休活动期间向同行公布,小组成员贝克尔与陈还草拟了论文,希望尽早发表。但最终丁肇中决定暂时对外保密,利用10月底到11月初的新一轮实验机会做进一步检测。

正当丁肇中小组在AGS上有重要发现时,里克特的SLAC-LBL小组也在进行同领域的实验。不同的是,丁的小组是用强子对撞产生正-负电子对,而里克特则用正-负电子对撞产生强子。里克特是电子对撞实验的元老级人物,参与SLAC多台加速器的设计工作。到1960年代末,世界各地高能加速器实验激烈竞争之际,里克特积极申请建造大型的电子对撞机,终于在1972年建成异步正-负电子存储环

(SPEAR),能量可达 2.6—8GeV,用于探索大质量粒子。从 1973 年下半年,他们从较低能区(2.4—4.8GeV)往上扫视,每次步长 200MeV。开始只是在 3.2—4.2GeV 处统计上稍微有些偏高,后来步长降为 100MeV,作更细致的观测,开始并无发现。到 10 月底,组员施威特(R.Schwitters)发现在能量 3.1GeV 附近的数据非常可疑,决心复查该区域。11 月 4 日,施威特与另一位物理学家把所有数据一一核对和排除可疑的数据,最后确信所有事件都是强子事件,问题已经很明朗:明显有强子产生率增强。

确定有新粒子之后,接下来就是更精确的测量,但此时加速器要轮换。直到 11 月 9 日,当注入存储环 SPEAR 的正负电子能量再次调到 3.12GeV 时,强子产生事件的次数积累越来越多,在该区域明显高出临近区域三个数量级。余下的时间,整个小组投入检测仪器的稳定性和可靠性之后,最后确认在 3.10—3.14GeV,峰值中心在 3.105GeV,其宽度仅为几个 MeV。里克特决定立即把这个令人兴奋的消息与同行好友分享,同时赶紧草拟论文,准备尽快投向《物理评论快报》。但是为新粒子取名也经过一番争论,开始里克特取 SPEAR 的头两个字母“SP”,但大伙不喜欢,最后确定用希腊字母 Ψ (发音 psi) 为名。^{[5]284}

消息很快传到各大实验室。此时正好是星期天,丁肇中正赶往肯尼迪机场,准备到斯坦福参加第二天的咨询委员会的例会,对那里正发生的事情全然不知。但其小组成员却被这突如其来的消息炸开了,当听说那里发现了 3.1GeV 附近有尖锐峰值,并正在香槟庆祝时,组员们立刻惊呆了,大伙神情沮丧。他们赶快给旧金山机场打留言电话,叫机场通知丁及时回电。当丁肇中在旅馆入住,又接到麻省理工的好友多伊奇(M.Deutsch)的电话,多伊奇告知他斯坦福的重大发现与他们的数据非常接近。多伊奇知道丁有新发现之后曾建议他尽快写成论文发表,可现在一切都晚了。丁当即作出决定,通知小组成员,通过电话等途径把新发现尽快告知同行,并准备于次日正式公布实验结果。

11 月 10 日晚,丁肇中将随身带的数据作了整理,次日凌晨天未明就电话叫醒其助手——做博士后研究的吴秀兰(Sau Lan Wu),吩咐她把数据和图表复印若干份,以便天亮后分发。随后他开始给世界各地的同行朋友打电话,并告知新闻界的朋友。周一早上八点,丁肇中赶到斯坦福就直奔高能物理实验室主任潘诺夫斯基(W.Panofsky)的办公室,向潘呈送他们的数据和图表。不一会儿,里克特也到来,他是准备跟潘讨论即将举行的会议议程。丁迎上去跟他打招呼,说自己将有有趣的物理事件要告诉他。里克特还不知道是怎么回事,回应说他也有有趣的物理事件要告诉丁。这真是一次奇特的相遇,两位相互竞争的科学家在关键的时刻会面,相互的礼让避免了一场误会。

三、 J/Ψ 粒子优先权纷争的妥善化解:共同发布、同时发表与共同命名

在咨询会议日程上,潘诺夫斯基安排在中午时间安插一个会议,让双方同时公布他们的发现。但是早上会议一开始,施威特就向与会人员宣布他们刚发现的 Ψ 粒子。此时丁坐在最后一排,显得十分疲惫。等施威特的话音刚落,他马上站起来宣布,他们小组此前也发现了这个粒子。丁的发言使与会人员感到有些惊讶,在同行的印象中,丁总是文质彬彬、很谦和的形象,但这次发言显得有些语言唐突。接下来的中午时间,会议安排施威特与丁肇中正式向公众宣布他们的成果,各路实验家、理论家、实验技师、程序员及相关知情人员一起涌入会议室,一派喜气洋洋。丁肇中完全恢复了平静,双方各自讲述他们做出重大发现的过程,向公众展示数据和图片,众人一起见证了这一重大的历史时刻。通过共同发布形式,消除了误会,承认双方都做出了重要的工作。

但是新粒子的命名还是个问题。之前里克特小组已经公开以 Ψ 作为新粒子的名称,而丁肇中在草拟的论文中以字母“J”为名称,但未正式公开。因此,在开始一段时间,两个小组在各个场合的报告都坚持使用自己的名称,这就导致同一个粒子有两个不同称呼的奇怪现象。虽然都公开了他们的发现,但按照学术界的制度规范,要在正式刊物上发表,提供详细的实验数据和实验过程,成果才算最终确定。丁肇中赶紧预订当晚回波士顿的航班,想赶在第二天下午下班之前提交给期刊办公室。他已意识到斯坦福小组

的论文可能会在周三就寄到期刊编辑部,他必须赶在这之前把论文亲自送达。

学术期刊发表周期比较长,大众媒体则要快很多。周一早上,《纽约时报》记者、专门报道粒子物理学新闻的沙利文(W.Sullivan)就接到科学界的老朋友韦斯科夫的电话,告知他将有一个惊人的发现要宣布,但同时警告他,在科学界未正式宣布、正式期刊未刊载之前,千万别报道,以免引起纷争。这暗示他这次重大发现不是一个单一事件,担心报道有失偏颇。因为《物理评论快报》主编特里格(G.Trigg)有个严格的规定,如果同样的结果已经在报纸上刊载,他就拒绝接受相应的论文。同时,因期刊和报纸的发表周期不同,也会引起发现先后的优先权纷争。沙利文接受了韦斯科夫的建议。

但是其他媒体也嗅到了消息,《纽约时报》实在很难自持,担心报道滞后会失去新闻价值。消息很快传遍全球,作为全美最受公众关注的一家报纸,发布报道的压力越来越大。潘诺夫斯基与里克特也不断向特里格施压,要求他允许沙利文优先发表简短的报道。最终特里格想了一个办法,他约请里克特与丁肇中一起签署了一个联合协议,同意将他们的正式论文安排在《物理评论快报》的12月第2期同时发表,同时允许《纽约时报》在11月16日,即当周周末同时报道他们的重要发现。不久,《科学》也在12月6日把两个小组的发现放在一起报道,给予了高度评价。意大利弗拉斯卡蒂的ADONE、德国汉堡的DORIS也调整实验,得出支持该粒子存在的证据,新粒子在高能物理学界得到确立。

十天之后,里克特小组又在3.7GeV附近发现该粒子家族的另一成员,取名 Ψ' ,他们在各个场合的报告中都使用 Ψ 这一名称,并用计算机将新粒子的分布数据打印出一个很像“ Ψ ”的图案向同行展示,当作他们小组的标志性图徽。“J”这一称谓基本上只在麻省理工小组内部使用,外面各种讨论都称新粒子为“ Ψ ”。丁的小组感到很不公平,明明他们小组发现在先,论文送达《物理评论快报》也早一日(11月12日),标题就正式写为《实验观测到一个重粒子J》。^[6]里克特小组的论文迟一天送达(11月13日),期刊排版也放在其后,标题为《在 e^+e^- 湮灭中发现一个很窄的共振峰》,只在正文中用方括号写着“我们建议将这一结构命名为 $\Psi(3105)$ ”。^[7]于是他们想出一个办法,给每个组员都分发一件T恤衫,胸前印有“J-3.1GeV”字样,以捍卫他们的命名权。双方就新粒子命名各持一端。

更糟的是,到1975年春,在粒子物理学界不断有传闻,认为在SPEAR上发现的 Ψ 粒子其实不算独立发现,很可能里克特小组从小道消息知道丁肇中小组的发现,然后专门调整仪器去搜寻3.1GeV附近,才找到这个非常难以发现的粒子。消息越传越广,到处有议论。大意是10月下旬的时候,斯坦福的施瓦茨(M.Schwartz)带领其与纽约大学的联合小组到布鲁克海文的AGS上轮换使用加速器作实验,知道了丁肇中小组的发现,向斯坦福同行透露消息。^{[5]314}虽然只是口头谣传,但这让丁肇中感到压力,随即他给《科学》期刊写了一封公开长信,对谣传进行澄清。公开信以实验室记录为依据,详细阐述他们的实验过程,以及为何推延发表论文:^{[8]750}首先是在10月13日,确定有新粒子之后,他曾电话告知哥伦比亚大学的李政道,目的是想得到一些理论上的建议,以判定粒子的类型;其次是当面告知高能实验室主任劳(R.Rau),目的是争取下一周优先于施瓦茨小组使用仪器;再次,10月22日,成员贝克尔曾在小组会上向麻省理工学院的高能物理同行通报了新发现的大致信息。丁肇中在公开信中明确维护自己小组的优先权,但并没有否定对方发现的独立性。随后多伊奇也给《科学》写了一封公开信支持丁肇中,说明他是在10月22日贝克尔的报告中首次知道消息的,随后还私下交流了一些细节,但他守住承诺没有对外泄露。^{[8]750}多伊奇是在整个粒子物理学界都令人尊敬的人物,这使里克特处于不利地位。^①最后是实验室主任潘诺夫斯基出面打圆场,申明这是两个独立的发现:“这应当是所有物理学家都感到愉快的场景。”^{[5]315}同行都接受了他的调停,双方终于握手言和。

^① 多伊奇的公开信看似为丁肇中的小组辩护,有些偏袒丁肇中小组,其实并非如此。他知道丁肇中小组作出了独立的发现,而且时间更早,但错过了最佳发表时期。因为里克特小组使用的仪器和方法观测亮度更好,不久他们又相继发现了粲粒子家族的其他成员,一个接着一个的新闻引起轰动效应,同行讨论关注的焦点都集中在里克特的斯坦福高能实验室,丁肇中小组的实验被严重忽视了。他给美国《科学》写信只是阐明他所知晓的过程,证实丁肇中的说法,同时提醒人们要公平对待两个小组的贡献,不要忽视丁肇中小组的工作。

四、多重发现视野下的成果发表策略选择

(一) MIT 推延发表的原因分析

麻省理工学院小组在 10 月 13 日已确定有新发现,并打算在 10 月 17—18 日公布,可后来为何又突然决定推延呢?丁肇中在 1975 年写给《科学》的公开信以及 1976 年授予诺贝尔奖的演讲辞中,都分别作了说明,^[9]概括起来有三个方面。

1. 担心仪器出错。磁探测器非常复杂和庞大,之前没有人做过,为了保证仪器的稳定运行,他们花了大量时间反复核对仪器的稳定性。丁肇中小组的实验一开始并不是很顺利,在他 1970 年开始应用到 AGS 上作探测能量更高的矢量介子时,就碰到很多困难。因为最新改进的 AGS 能提供高达 31GeV 的质子加速能量,竞争非常激烈。丁肇中申请的实验方案成功的条件要求非常高,AGS 实验室及咨询委员会的一些物理学家对此很担心。一则实验的风险非常大,能量很高而且束流密集的粒子对撞出来,产生的辐射对实验人员威胁很大,也容易损坏检测器,要增加新的投入来改造探测器环境和做专门的防辐射设施,需要增加不少费用。二则实验要求的精度实在太高,其探测器设计要求很高,而且要求一切都达到完美才能实现,要从海量的背景干扰和垃圾信息(产生大量的 ρ 、 π 等介子及其他强子)筛选出有价值的信号,如同大海捞针,要求实验人员有特别的耐心和意志力。三是当时理论上三种夸克的模型(盖尔曼与兹维格提出)已经成功解释已知的现象,理论上似乎并无新夸克味存在的充分理由。因此,他的申请开始遭受一些权威物理学家的反对。

在大量耐心的解释劝说下,他们的申请终于在 1972 年得到批准。但他仍然无法劝说其他高校的成员加入,只能带领原麻省理工学院的小组成员继续实验。经过近两年的设备建造和调试、改进,到 1974 年 4 月才完成前期的准备,开始实验。他们使用的很多技术都是最新设计,需要反复调试和校准才能确保数据的可靠性。这次实验为确保万无一失,在 10 月下旬争取到新一轮实验机会后,重新对探测仪作一次全面的查验,花掉近一周工作日。检查完毕,从 AGS 注入质子束,调整到质心能量,然后交换双臂,使原来观测正电子的一支转变到观测负电子。如此调整互换之后,新粒子仍然被检测到了,这才确定仪器无问题。经过这样反复核对,耗费了大量时间。在此期间,成员贝克尔曾想劝说丁肇中,寻求里克特小组帮助,看在他们的仪器上能否重复该实验。但由于两者是竞争关系,被丁肇中否定了。在获知里克特小组也有发现,并写成论文投向《物理评论快报》之际,他立即电话告知意大利弗拉斯卡蒂实验室,他们在新升级的 ADONE 加速器上也发现了该粒子,这才放心地让文章发表。

2. 确定发现的真实性。关于质子对撞生成大质量 e^+e^- 对,当时有一种理论认为,其过程分两步实现,即 $p+N \rightarrow \pi+\dots$,其中 π 介子再经过与质子第二次碰撞 $\pi+N \rightarrow e^-e^++\dots$ 。如果这种猜测成立,则意味着探测到的正负电子对 e^+e^- 不是原始的质子对撞产生的,探测到的粒子可能不是真正的新型大质量粒子。因此,丁肇中决定需要进一步的实验来判断。方法是通过增加靶的厚度来检验。通过计算,如果电子对 e^+e^- 是一步产生的,其产生额随靶的厚度线性增加;如果正负电子对是两步碰撞产生的,则产生额随靶的厚度的平方而增加。他们的实验很简单,把靶的厚度增加为 2 倍,观测发现电子对产生额也是增加 2 倍,这证明了电子对是一步产生的,观测到的是真正的大质量粒子。

3. 对粒子的类型认识不清。之前布鲁克海文曾经测量核子-核子对撞直接产生 μ 介子和 π 介子,给出的比值 $\mu/\pi=10^{-4}$ 。这比根据熟知的三种矢量介子 ρ 、 ω 、 ϕ 从理论上预言的值要大一个数量级,而这三种矢量介子是当时已知的仅有的参加强相互作用和电磁相互作用的中介粒子。增加的比值是否由新发现的 J 粒子所贡献,抑或还存在更多的未知粒子,这时仍未知,需要进一步实验。之前他们的目标是探寻大质量矢量介子,J 粒子的发现,他们倾向认为就是新的矢量介子。但是将 J 加入前面已知的三种介子,以

四种矢量介子的线性组合仍然不能解释 μ/π 的大比值,这使丁肇中迷惑不解,无法对新粒子的类型作准确判断。

基于以上原因,丁肇中小组开始采取谨慎的保密措施,但随后发现保密已经不可行,他立即电话告知同行,并寻求意大利弗拉斯卡蒂实验室等协助验证,并尽快公布成果。其实他们小组内部已经有严格的制度保障,10月中旬确定有新发现之后,若当月公开发表,就比较主动。即便粒子的特征与类型未清楚,可留待以后继续探测,或寻求与其他实验室合作,后续的成果采取联合发表也是一种可行的途径。里克特小组作出发现之后,对实验结果非常确信(事后知道,电子对撞产生大质量粒子是比较容易的一种技术路径,背景干扰少,信号清晰,而丁肇中小组的质子对撞实验是最困难的一种方法)。因此他们采取尽快公布结果的方式,优先权得到保障。

(二)新发现未完善情况下的几种公开方式

多重发现之所以容易引起优先权之争,跟科学家选择的信息公开方式有很大关系。从历史上看,科学家对于未完善的新发现,主要采取如下几种公开方式。

1.采取暂时保密、待完成后公开发表的方式,可独享优先权。牛顿、拉瓦锡、法拉第等都曾采用这种方式。但采取保密也有很大风险,尤其当代大科学研究,多机构团队合作情况下保密十分困难。比如丁肇中与里克特,两人都是实验室咨询委员会的成员,实验申请方案对方都是知晓的。不仅如此,他们使用大型的国家实验室设备,由不同机构的实验小组轮换使用,人员之间有些往来,这就更难保密。实际上,斯坦福大学的施瓦茨(不是里克特小组成员)最迟在10月22日就已经知道丁肇中小组有重要发现了。^①虽然小组成员及好友多伊奇都催促他尽快发表,但丁肇中保持谨慎,这还有其他原因。之前他们1965年在 DESY 的实验曾以精确而详实的数据反驳哈佛与康奈尔的联合实验,赢得了良好的声誉。^②这次如果自己也因疏漏而出错,不但给同行落下笑柄,也容易受到对手攻击。这使丁肇中特别小心谨慎,想进一步实验完善之后才公开发表,但过分谨慎险些丧失优先权。

2.采取及时发表阶段性成果的方式,以确保自己的优先地位。通常一项重要研究成果的形成需要经历比较漫长的时间,其间会产生一系列阶段性成果。在适当时机选择比较成熟的数据和观点、结论发表,可确保自己阶段性的优先权。但也存在一定风险,一是实验出现明显失误,比如数据不准确或不全面,或分析计算错误等,也会给自己带来不良声誉。^③二是由于自己的匆忙或技术上的不成熟、技术设备落后等原因,发表了有明显瑕疵的实验结果,不被同行认可,或很快被竞争对手抓住信息,实现反超,使自己处于

^① 施瓦茨参加完韦斯科夫教授的荣休会议之后,回到布鲁克海文准备轮换使用 AGS 作实验。一见到丁肇中,便问及他们小组在 3.0 GeV 附近有新发现之事。虽然丁肇中当即否认有新发现,但施瓦茨坚决不信,说丁肇中肯定有隐瞒。随即两人以 10 美元打赌,施瓦茨临走时就自信这 10 美元他赢定了,而丁肇中回头在办公室黑板上记下他欠了施瓦茨 10 美元。在宣布粒子发现之后,丁肇中兑现了承诺,给施瓦茨 10 美元。这说明,他们有新发现的消息已经在一定范围内传开了。参见 TING S C C. Particle discovery at Brookhaven. *Science*, 1975(4205): 750。

^② 由哈佛大学的皮普金(F. Pipkin)带领的哈佛大学与康奈尔大学联合实验小组在位于波士顿坎布里奇的电子加速器(CEA)上,用两种不同方法作检验量子电动力学(QED)有效性的实验。QED把电子当成无体积的点粒子看待,但1964年他们曾得出QED被破坏,即理论不能精确成立,电子是有体积的。此实验结果曾引起学界轰动与困惑,因为从1920年代末该理论诞生以来,一直被认为是结构优美、严密而精确的理论,已成功解释了若干实验现象,成为原子物理及分子物理学的基础性理论。随后,丁肇中带领他的实验小组到德国汉堡的DESY实验室重新检验该理论(之前他已在欧洲核子研究中心CERN工作了三年,与德籍实验物理学家詹希克合作非常顺利。詹希克很欣赏丁肇中的才能,1965年他被任命担任DESY实验室主任,不久即邀请丁肇中到该实验室继续合作研究)。丁肇中带领其麻省理工的实验小组在DESY首次作了 e^+e^- 产生的实验,以更详实、精确的数据支持QED,反驳了哈佛与康奈尔的结论,赢得了很高的声誉,成为当年美国物理学界的年度人物。这当然也令哈佛与康奈尔小组成员感到难堪,其实验结果成为重大丑闻事件。皮普金也曾经是高能物理实验经验丰富的大家,这次实验的严重失误使其背负很大的心理负担,也给该实验室名誉上抹了黑。丁肇中显然担心万一自己的实验有明显瑕疵,被对方抓住把柄反击嘲讽,会成为笑话,这使他特别小心谨慎。

^③ 前述的CEA实验室,1973年初夏,曾在高能区(4-5 GeV)发现疑似有大质量新粒子存在的证据,引起一些物理学家的注意。但由于检测仪器亮度不够高,只得到两个数据点,加上之前的实验丑闻事件,其实验报告的可信度受到怀疑,没有引起足够重视。参见 Pickering, A. *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. University of Chicago Press, 1984: 256。

不利地位。^①

3. 寻求同行协助,成果联合发表。在自身研究条件有限、短期内无法完成、不能得到可靠数据或结论不能确定的情况下,多采用合作的办法。科学史上不乏同时发现与共同发表的先例,比如达尔文与华莱士联合发表进化论。从时间上看,达尔文有“物种选择”的生物进化思想较早(1838年开始写作手稿)。当他正在搜集更多证据、其《物种起源》刚写到一半之时,1858年6月,他收到华莱士的来信和论文,其观点与达尔文本人的惊人相似。华莱士因为自身经济条件有限,身体健康状况欠佳,要全面采集动植物标本十分困难,他对自己的研究成果还缺乏信心,希望得到同道的支持和帮助。达尔文看到华莱士的论文曾经很沮丧,但随后他决定把华莱士的论文与他早年的文章摘要一起在当年7月1日的林奈学会上一起宣读(当时华莱士在马来半岛考察,未能参会)。随后文章在当年8月份林奈学会的《动物学学报》上同期发表,承认两人同时发现了进化论。两人成为朋友,为学术界一段佳话。^{[10]223-229}从这件事看出,在发现不能充分确定的情况下寻求同行帮助,使发现更趋完善和确定,最后联合发表,并不会导致优先权丧失;相反,会得到学术界的尊重。

大科学时代,对科学发现采取保密策略已经不可行,不仅技术上困难,也有悖于科学奖励制度。从现代科学奖励制度来说,赋予某位科学家发现的优先权,实际上是对其推动科学进步的奖励。就如莱伊尔和胡克写信给林奈学会,推荐达尔文与华莱士的论文时所言,推荐发表是“为着科学的广大利益,……以为其他研究者发轫。”^{[10]223-224}从有利于科学进步的角度来说,早期英国皇家学会采纳的保密制度并不可取。采取保密意味着其他科学家不能从其发现中获得任何启发,在公开成果之前,其对科学进步是没有贡献的,不应赋予优先权的荣誉。这实际上从制度上逼迫科学家要及时公开发表成果,而且应提供详细的数据及实验过程、所用的仪器设备及实验方法等。其意义不仅是在相同条件下同行能够重复,以证明发现的真实性;还在于提供了一种方法和途径,让同行能从中获得启发,推动科学的发展。因此,在当代科学研究竞争日趋激烈的情况下,率先作出发现的科学家即便冒着被其他团队超越的风险,也必须及时公开发表。如果是科学传记作家或科学家的回忆录,可借助实验室日志、档案记录、笔记、个人通信、访谈记录等方式,追溯某个重要发现的具体日期。但是,这些都很难作为主张优先权的理由。只有在公开学术会议上的报告,以及在正式学术期刊上的公开发表,才能成为主张优先权的合理依据。^②即便自己的研究没有全部完成,但公布阶段性成果之后,科学共同体将根据各人的贡献作出公允的评价。

(三) 阶段性成果发表的时机把握

综上所述,一项重大发现的确认与发表通常经历几个重要环节。首先是在小组内部确定实验的可靠

^① 比如科学史上有名的引力波发现事件就是典型的例子。引力波是爱因斯坦在1915年推导引力场方程的一个预言,但是引力波是否存在,科学界一直有争论,包括爱因斯坦本人的看法也有几次反复。这对实验物理学家非常有吸引力,若能通过实验检验到引力波的存在,证实这一伟大理论的预言,那将是一个轰动学界的实验。探测引力波的技术路线有两种:共振棒技术和激光干涉技术。其中,美国物理学家韦伯(J. Weber)是共振棒技术的主要开拓者,他曾在马里兰大学和芝加哥的阿贡国家实验室制作两个引力波探测器,并于1969年在《物理评论快报》上公布其首批实验数据,支持引力波的存在。但是,随后其他实验室,包括IBM实验室、贝尔电话实验室,以及巴黎、慕尼黑等的实验,都无法重复他的实验结果。同行转而怀疑韦伯的实验有诸多不确定性。首先是背景干扰不能排除,其实验技术的可靠性受到怀疑;其次是他分析计算过程中不断调整仪器参数和处理方法,以得出清晰的结果,有数据处理迎合理论需求的嫌疑。参见张帆:《论大科学实验的不确定性——以探测引力波实验为例》,《自然辩证法研究》,2020年第6期第118-119页。韦伯在实验结果存在不确定性、没有得到同行重复验证的情况下发表成果,自身的信誉受到严重损害,后继的实验结果不被同行接纳,甚至当其他实验室也得出与其相近的结果时,都不愿公布。随着激光干涉实验技术的兴起并获得国家自然科学基金的大力支持,科学共同体都转向激光干涉技术,共振棒技术得到的资金支持越来越少,无以为继,韦伯的实验被遗忘和抛弃了。最后,激光干涉技术证实引力波是存在的。

^② 丁肇中小组的一位成员曾经经历过尴尬。据亲历整个发现过程的伯克利加州理工大学物理学家里约丹(M. Riordan)的记述,11月10日,里克特通过电话把新发现告知欧洲同行,丁肇中也在当晚电话告知欧洲CERN以及DESY的同行,导致欧洲同行弄不清这两个发现是否为同一个发现,以及到底是哪一个实验室先作出的发现。次日下午,里克特小组的一位成员玛丽(J. Marie)在巴黎举行一个庆祝会,借机向同行介绍他们的工作。丁肇中小组的一位成员奥伯特(J. Aubert)此时正在CREN访问,他得知消息之后,赶紧从日内瓦赶到巴黎看个究竟。当听到玛丽介绍完他们的新发现而只字不提丁肇中小组的工作时,他马上站起来说:“我们在一个月前就发现了这个粒子。”斯坦福小组的另一位成员欧德斯(J. Eades)立马站起来反驳:“那为什么你们没有发表?”奥伯特回应:“我们得先作进一步核查。”场面显得有些尴尬。参见Riordan, M. *The Hunting of The Quark*. New York: Simon and Schuster. 1987: 299.

性,这包括仪器运行的稳定性、分析计算的准确性,以及实验的可重复性。在丁肇中小组内部,他们采取两个小组独立分析数据,交换观测出射正负电子的双臂等措施。其次是在学术同行的重复实验验证,包括用相同的方法与不同的技术方法重复实验。这通常需要将自己的发现在可信任的学术同行内部通报,包括学术通讯或者报告会等形式,寻求同行的协助检验,以保证实验的可重复性,同时也让同行确认自己发现的优先权。丁肇中小组曾在麻省理工学院同行内部通报,但未提供详细的实验数据,同行很难作出判断。再次,论文发表时机选择。在得到同行检验和认可之后,应迅速写成正式论文投向专业期刊发表。有些实验持续时间较长,或需要分阶段进行,可选择阶段性成果发表,以确定自己在各个阶段的优先权。最后,在获得学术同行普遍认可之后,才是在公众媒体报导,以满足大众的好奇心。

一项重大实验通常要持续数年时间,其间会出现许多阶段性成果。而如何决定在某个时段发表阶段性成果,则考验科学家的判断力。急于发表则可能出现重大疏漏或失误,推延则可能丧失优先权,未经同行评议就举行新闻发布会向大众媒体公布,则容易被大众媒体误读和造成不良影响。就 J/Ψ 粒子的发现来说,由于丁肇中的过度谨慎,未能及时发表阶段性成果,险些丧失优先权。但由于信息沟通得及时,以及科学共同体已形成规范的制度,最后保证两个小组同时发表,共享优先权,从而避免了一场冲突。

由此可见,完善的制度比之要求科学家个人道德高尚更重要。科学家为个人名誉与利益辩护是正常的,这就难免出现突出自己的优先权而忽视他人贡献的情况发生。若缺乏健全的制度保障,必然会出现利益相关方(实验小组、实验室、大学,乃至国家)争吵不休,从而恶化合作研究氛围的事情发生。

参考文献:

- [1] R.K.默顿.科学社会学——理论与经验研究:下册[M].鲁旭东,林聚任,译.北京:商务印书馆,2003.
- [2] 程志波,徐飞.科学发现优先权之争的博弈分析——以微积分发明优先权之争为例[J].自然辩证法研究,2008(4):64-65.
- [3] 冯翔,袁江洋.判决性实验:拉瓦锡化学革命研究[M].北京:科学出版社,2015:104.
- [4] AGASSI J. Faraday as a natural philosopher[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1971:170.
- [5] RIORDAN M. The hunting of the quark[M]. New York: Simon and Schuster, 1987.
- [6] AUBERT J J, BECKER U, BIGGS P J. Experimental observation of a heavy particle J[J]. Physical review letters, 1974(23): 1404.
- [7] AUGUSTIN J E, BOYARSKI A M, BREIDENBACH M et al. Discovery of a narrow resonance in e^+e^- annihilation[J]. Physical review letters, 1974(23):1406.
- [8] TING S C C. Particle discovery at Brookhaven[J]. Science, 1975(4205).
- [9] 丁肇中. J粒子的发现:个人的回忆[M]//诺贝尔奖金获得者讲演集:70年代物理学.上海:知识出版社,1986:348-369.
- [10] 达尔文,华莱士.1858年达尔文与华莱士联名发表的论文[J].雪楼,吴德铎,译.科学,1959(4):223-229.

Multiple Discovery and Publication Strategy: Base on the Process of J/Ψ Discovery

WANG Yanfeng, WANG Congyu

(School of Marxism, Shanghai Jiao Tong University, 200240 Shanghai, China)

Abstract: In the competitive age of Big Science, priority disputes caused by multiple finders occur frequently. To protect the reasonable rights and interests of the scientists and promote the healthy development of science, results are usually presented in three ways: First, the scientists publish the results as soon as possible when a new finding is confirmed, including confirming the stability of instrument operation, repeatability of experiments, and accuracy of analytical calculations. Second, when the scientists are still not sure about the finding, they could turn to peers for repeated validation, including testing with the same method and different methods, and publish jointly. Third, the scientists could choose to publish the periodic results at the right time. During the complicated and lengthy research process, periodical results should be published in time to ensure periodical priority. Finally, the scientists could report in the public media after the finding has been viewed and accepted by academic peers.

Key words: priority of scientific discovery; multiple discovery; publication strategy; J/Ψ particle

(责任编辑:江 雯)