

· 科技事件 ·

里程碑式成果遭质疑

原初引力波发现尚待验证

2014年3月17日,美国哈佛大学史密森天体物理中心 John Kovac 等人(BICEP2团队)召开发布会,宣布首次在宇宙微波背景辐射中找到由引力波留下的B模式极化信号。被誉为“时空涟漪,大爆炸回响”的原初引力波被认为是人类迄今为止可以捕捉到的来自最早宇宙——约138亿年前的信号。BICEP2团队的发现若被验证,不仅可成为暴涨理论的首个证据,亦可证实爱因斯坦于1916年在广义相对论中预言的波动现象,此外,宇宙学诸多研究有望获得新线索。这项研究成果迅速吸引了全球天文物理学界的眼光,不过质疑也随之而来。一些科学家表示,当前研究结果可能存有探测误差以及数据处理不当等问题。究竟是革命性突破还是分析误差,该话题在全球范围引发热议。

25年来天文物理学界 最重大发现之一?

原初引力波,即宇宙诞生时刻发出的引力波痕迹,隐藏着有关宇宙起源等关键信息。科学家试图在宇宙微波背景辐射(CMB)中寻找B-模式,其特点是会形成漩涡,为原初引力波留下的独特印记。由美国哈佛大学史密森天体物理中心、明尼苏达大学、斯坦福大学、加州理工学院等组成的团队使用一架位于南极阿蒙森-斯科特考察站的“宇宙河外星系偏振背景成像2型”(BICEP2)天文望远镜,经过3年观测,宣布探测到引力波现象,引起学界极大轰动。

“这可能是21世纪最重大的发现,如果被证实,那将是诺贝尔奖级别的。”约翰霍普金斯大学物理学家 Marc Kamionkowski 在 BICEP2 团队 3 月 18 日的发布会上表示。亚历桑纳州立大学理论物理学家 Lawrence Krauss 在接受采访时表示,这可能是天文物理学界 25 年来最杰出的发现之一。

重大科研问题的研究进展总是受到万众瞩目,质疑也往往随之而来。5月15日,天文物理学领域专家针对该实验本身提出质疑:B-模信号的实验数据处理是否可信?强度为何与此前 Planck 的预期值差异较大?原初引力波的发现甚至

因此被认为极有可能是实验假象。这项被誉为“25年来天文物理学界最重大发现之一”的研究成果是否名副其实?

3个质疑点

天文物理学界对于探测到原初引力波研究进展的质疑集中在以下几点:

其一,有学者认为 BICEP2 团队根据 CMB 观测推断引力波存在时,对于前景辐射处理存在实验误差从而可能导致错误结果。

5月15日,法国物理学家 Adam Falkowski 在 *Science* 上指出,分析 CMB 信号数据时需过滤掉由银河系中的尘埃产生的干扰信号,该团队是借用欧洲空间局普朗克卫星(ESA Planck)数据制作的一张覆盖 2009—2013 年全天 CMB 观测数据的图像来消除干扰信号,但该图并非仅仅反映银河系的辐射,还包含很大一部分河外星系的干扰因素。

中国科学院国家天文台研究员、星系宇宙学部副主任陈学雷接受《科技导报》采访时指出:原初引力波产生的B-模式信号非常微弱,因此排除前景辐射的干扰尤为关键。BICEP2团队用于消除前景辐射时使用的数据并非 Planck 直接观测到的原初数据。事实上,他们的原始前景数据至今尚未正式公开。这是导致 BICEP2 团队研究成果引起质疑的重要原因之一。

其二,BICEP2 团队探测到的原初引力波强度与 Planck 团队曾经测算过的预期值存在较大差异。

根据测得的B-模推断引力波强度,可以给出张量扰动与标量扰动的比值,在宇宙最大可观测尺度上,BICEP2 团队测得的强度值为0.2。而此前 Planck 曾认为该值的95%上限为0.11——“这大大超出了 Planck 的预期值”,陈学雷告诉《科技导报》:相对于 BICEP2,Planck 实验更被看好——欧空局十几个国家花费15年研发的 Planck 卫星探测器,在不受地球大气干扰的情况下可系统、精密地观测全天的宇宙微波背景。根据其温度测量数据及 WMAP 卫星偏振观测数据,再加上理论假设,许多人推测偏振B-模信号可能相当小,远不是 BICEP2 级别的实

验所能探测到的。

此外,还有学者认为“研究尚未排除B-模式偏振所有的非暴涨源可能性”。3月25日,物理学家组织网报道,路易斯安那大学的 James Dent 及同事指出,BICEP2 团队探测到的原初引力波并非一定是暴涨现象引起的,也许引力波源自别处。

面对学界的质疑,BICEP2 团队成员公开回应称,虽然前景图像的问题重要而棘手,实验所得强度值与 Planck 的预期值差异较大,但实验结果的 5σ 标准偏差说明测量结果出错概率不到百万分之一,而且研究团队曾使用2种完全不同的仪器,采用完全不同的技术,却检测到同样的信号。这些都增加了其信心。

BICEP2 团队成员之一、麻省理工学院物理系研究员苏萌5月22日接受《中国科学报》采访时还透露,BICEP2 的数据分析已经结束,主要成员目前正集中力量处理第3代望远镜 Keck 阵列数据。Keck 阵列收集数据的速度约是 BICEP2 的5倍,已采集2年多,预期数据质量已超过 BICEP2,这将对 BICEP2 的结果作出检验。

最终结论仍待验证

“如果 BICEP2 团队的实验结果是真实的,即原初引力波被探测到了,那么暴涨理论的所有预言都得到证实。而诸如火劫世界模型之类的假设都将被排除在外。这将是人类宇宙认识历史上的一个重要里程碑。”陈学雷指出,“但结果仍有待进一步验证”。

中国科学院高能物理研究所研究员张新民接受《科技导报》采访时也表示:对待重大科学问题必须慎重。面对一些学者对引力波发现提出的质疑,同样需要谨慎。目前只有等 Planck 及 BICEP2 合作组的正式实验结果公布,才能获得最终结论。

陈学雷向《科技导报》透露:Planck 团队于2013年公布了宇宙微波背景温度测量结果,但截至目前并没有公布偏振测量结果——预计在2014年6月将公布。后者将是验证 BICEP2 团队原初引力波现象最值得期待的证据,或者最强有力的驳斥。

文/石萌萌

(责任编辑 李娜)