

太阳的过去隐藏在古树的年轮里

(中国科学院理化技术研究所 戴 闻 编译自 Erika K. Carlson. *Physics*, May 29, 2020)

作为离我们最近的恒星，太阳提供了一个独特的机会，帮我们理解恒星等离子体热球的动态性质。但这仅仅是在刚刚过去的几十年才得以实现的——研究人员能够直接测量太阳的活动，如太阳磁场的涨落和高能粒子的突然爆发。日本名古屋大学的Fusa Miyake希望将这些知识进一步扩展到过去，以了解太阳在较长时间尺度上的行为。为了做到这一点，她测量了数千年来形成的古树年轮中的同位素丰度。

当下技术已经使她能够发现同位素丰度的峰形，它们发生于数百或数千年前。这些尖峰，放射性碳科学家称之为Miyake事件，可能是由古代太阳耀斑或其他高能事件造成的。在采访中，Miyake解释了为什么和如何为了太阳活动的历史记录而开采树木。

如何通过研究年轮来了解太阳？

从年轮中的碳开始。当来自太阳和太阳系外的宇宙射线到达地球时，在大气中产生了碳-14和一些其他同位素，如铍-10。碳-14被树木吸收并刻在树轮上。通过研究给定年轮中碳-14的量，我们可以了解到太阳在年轮形成年代的活动。

太阳的活动如何影响

碳-14的生成量？

宇宙射线是带电粒子，因此它们的路径可以被磁场（包括太阳的磁场）改变。当太阳磁活动很强时，太阳的磁场会引起宇宙射线路径更多地偏转，许多来自太阳系外原本将到达地球的宇宙射线跑掉

了。因此，到达地球的宇宙射线较少，碳-14的生成量也较少。

太阳也发出宇宙射线。当发生像太阳耀斑这样的爆炸事件时，太阳会喷出更多的宇宙射线，而碳-14的数量会增加。因此，太阳以多种方式影响碳-14的产生，但你可以专注效应的时间尺度来区分它们。太阳的磁活动往往在较长的时间尺度上变化，比如著名的11年施瓦布周期，而太阳耀斑通常只持续几天。在碳-14数据中，耀斑看起来就像一年之中碳-14的急剧增加。

为什么对研究太阳过去的活动感兴趣？

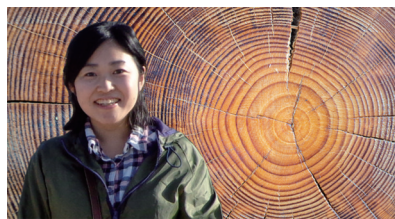
我一直对空间物理感兴趣，因为有那么多的未知。我对太阳特别感兴趣，因为有很多事情我们不清楚，虽然它是离我们最近的恒星。

我现在正在进行的这项工作，是因为我对太阳的长期活动，以及太阳活动与太阳爆发的关系感兴趣。这些信息，以及理解大型太阳爆发的频率，对于针对未来事件做准备是很重要的。我也因此着迷——在我们周围的树木中有丰富的太阳活动记录。

从哪里得到你的木材样品？

我使用的树木大多是日本的雪松树，有一千到两千年的树龄。这些树生长在Yakushima岛，它们是世界遗产。由于这种状况所提供的保护，人们不能砍伐Yakushima岛上的树木，所以使用的是同事多年前为研究而买下的枯树桩。

但是，我们可以借助一种叫做



树木年轮学的技术，回顾过去2000多年的时间。树木年轮宽度的花样反映了树木生长时的气候，例如在温暖的年份树木年轮更宽。通过匹配跨越不同年龄的树木样本中的花样，我们可以将许多样本串在一起，以追溯到更远的过去。

我自己不做这项工作。树木年轮学家寄给我标明日期的样本用于我的测量。

在你的实验中有什么发现？

在2012年，我发现了775年碳-14的急剧增加，这表明击中地球的宇宙射线比平常多。这种碳-14尖峰可能是由太阳事件引起的，太阳事件的规模是今天直接观测的几十倍。在这之前，从未发现过如此大的太阳耀斑或爆炸的痕迹，所以我认为这是我最大的发现。

之后我和我的同事发现在994年，公元前660年，甚至公元前5480年，树木年轮中的碳-14也有类似的增加。这些发现表明，巨大的太阳爆发是重复的事件。我现在最感兴趣的是这些大事件发生的频率，所以我专注于继续进行这些测量，找到这个频率。

做这项工作最开心的是什么？

希望找到一个未知事件。当我发现太阳爆发的迹象时，这让我很高兴。