

请输入关键字



🏠 首页 > 新闻动态 > 科研进展

我国天文学家领衔发现猎户座星云内的奇特天体

发布时间: 2020-08-13 | 【大 中 小】

导读：麦克斯韦望远镜大型观测项目SCOPE团队近期利用ALMA对猎户座星云内部分子云核进行了高分辨率观测研究。他们发现了一个无星云核的“有丝分裂”，探测到一个恒星宝宝的“双眼”结构，并发现了四个新的“宇宙化工厂”。

恒星形成于星系中主要由氢分子组成的分子云(molecular clouds)中。分子云内部最致密的部分称为分子云核(molecular cores)。分子云核在自身引力作用下会坍缩形成原恒星(protostars)。然而，并非所有的分子云核都有能力形成恒星。寻找能够形成恒星的分子云核一直是恒星形成领域研究的重要课题。

普朗克卫星巡天在银河系中探测到了13188个冷尘埃团块（简称普朗克冷团块，Planck Galactic Cold Clumps）。“这些全天分布的冷团块典型尘埃温度小于14 K（约零下250摄氏度），大部分内部还没有剧烈的恒星形成活动，是研究恒星形成极早期演化阶段的绝佳样本。”上海天文台刘铁博士说道。

自2015年起，由刘铁博士(项目负责人)领衔、来自十余个国家的160余名专家学者组成的国际团队“SCOPE”利用麦克斯韦望远镜(JCMT)对这些普朗克冷团块进行了迄今为止最大规模的高分辨率普查。该大型观测项目“SCOPE”获得了1000余个普朗克冷团块在850微米波长处的连续谱图像，并从中探测到逾3500个致密的冷分子云核。“**这些冷分子云核是真正孕育恒星胚胎的场所。**”刘铁说道。

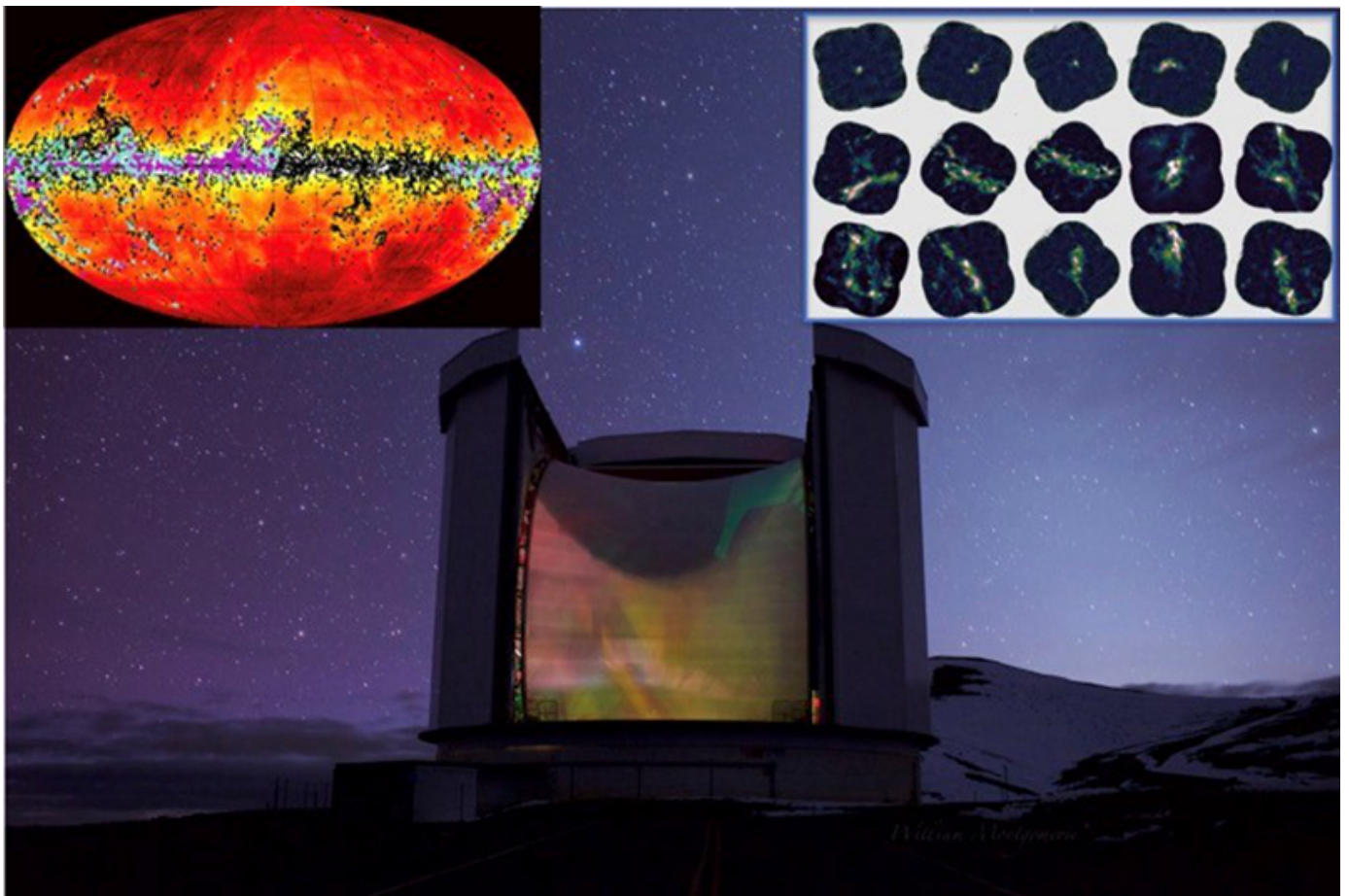


图1. 麦克斯韦望远镜 (JCMT) , 图片版权: 东亚天文台; 左上角彩图是普朗克353GHz连续谱图, 黑点是普朗克冷团块在银河系的分布, 蓝点是TRAO 14米巡天的目标源, 粉色点是JCMT SCOPE大型项目的目标源, 图片来源: LIU et al. 2018; 右上角图: JCMT/SCUBA-2观测的普朗克冷团块的850微米连续谱。

近期, SCOPE团队利用日本国立射电天文台的45米射电望远镜对207个由SCOPE项目发现的分子云核进行了分子谱线的跟踪观测(项目负责人: 立松健一)。其中113个云核位于猎户座巨分子云中。他们仔细测量了这些云核中氘化分子的丰度。

“氘是氢的一种同位素, 研究发现分子云核中氘化分子的丰度在将要形成恒星的云核中最高。恒星形成后, 云核中氘化分子的丰度会迅速降低。”日本国立射电天文台台长及SCOPE项目日本地区负责人立松健一博士解释道, “因此, 氘化分子丰度高的云核最接近恒星形成的初始时刻。”

他们发现猎户座巨分子云中30%的无星云核(starless cores)的氘化分子丰度比著名的L1544无星云核要高。该研究成果(Kim et al. 2020, Paper I)近期发表在国际著名天文学杂志The astrophysical journal supplements (ApJS)上。“L1544是一个著名的即将形成恒星的分子云核,我们探测到了比L1544氘化分子丰度更高的云核, 提供了研究恒星形成初始时刻物理化学性质的最佳样本。”文章第一作者, 日本国立天文台金观正博士解释道。此外, 他们还发现一些已经形成恒星的云核也具有很高的氘化分子丰度, 说明这些云核刚形成恒星不久。

SCOPE团队进而利用阿塔卡玛毫米/亚毫米波阵列望远镜(ALMA)对猎户座巨分子云的高氘化分子丰度的云核进行了高分辨率观测。首批重要成果已于近期以两篇学术论文(Tatematsu et al. 2020, Paper II; Hsu et al. 2020, Paper III)的形式发表在国际著名天文学杂志《天体物理学杂志》(The astrophysical



journal; ApJ) 上。他们发现了一个无星云核的“有丝分裂”，探测到一个恒星宝宝的奇异“双眼”结构，并发现了四个新的“宇宙化工厂”。

1.观测到无星云核的“有丝分裂”

银河系内部相当一部分恒星处于双星或者多星系统中。然而，多星系统的形成机制一直是个谜。理论认为多星系统可能形成于无星云核的分裂。然而，无星云核的分裂迹象很难被观测证实。

SCOPE团队利用ALMA在一个无星云核G211中发现了分裂迹象(Paper II)。G211处于猎户座的一个丝状分子云中(见图2b)，该丝状分子云分裂成近乎等间距排列的云核，而ALMA发现云核(G211)内部也分裂成相似的等间距子结构(或称为凝聚体;condensations; 见图2d)。其中最致密的凝聚体可能正处于引力收缩阶段。“分子云中的这类分形结构对研究多星系统的形成具有重要意义，该研究也证实了多星系统会起源于无星云核的分裂。” Paper II文章的第一作者立松健一博士解释道。

2.观测到恒星宝宝的奇异“双眼”结构

编号为G210的原恒星云核诞生于猎户座的一个丝状分子云中(见图2c)，已经形成恒星，也具有高氘化分子丰度。根据ALMA的观测，SCOPE团队发现氘化偶氮离子(N_2D^+)具有两个峰值，等距分布在原恒星两边，正如一双炯炯有神的“眼睛”(见图2e，来源于Paper III)。

“原恒星形成后会加热周围的尘埃和气体，一氧化碳分子会从尘埃表面蒸发出来。一氧化碳分子会与氘化分子发生化学反应，显著降低原恒星周围氘化分子的丰度，从而形成这种奇异的双眼结构。”立松健一博士解释道，“该结构的发现有助于研究原恒星形成过程中的物理与化学过程。”

3.发现新的“宇宙化工厂”

2018年，SCOPE团队利用ALMA启动了一项新的观测项目 (ALMASOP; 项目负责人:刘铁)，对猎户座72个SCOPE发现的云核进行超高分辨率(~100倍日地距离)的观测。近期ALMASOP项目组发布了首批成果(Paper III)，报道了新发现的四个新的“宇宙化工厂”，即低质量热核(hot corinos)。

“低质量热核是一类特殊的分子云核。它们在低质量原恒星周围很小的(~100 au)、热的(~100 K)区域呈现丰富的复杂有机分子跃迁谱线。”SCOPE项目台湾地区负责人、台湾中研院天文所的吕圣元博士解释道，“它们对研究生命前分子及生命起源具有重要价值。”

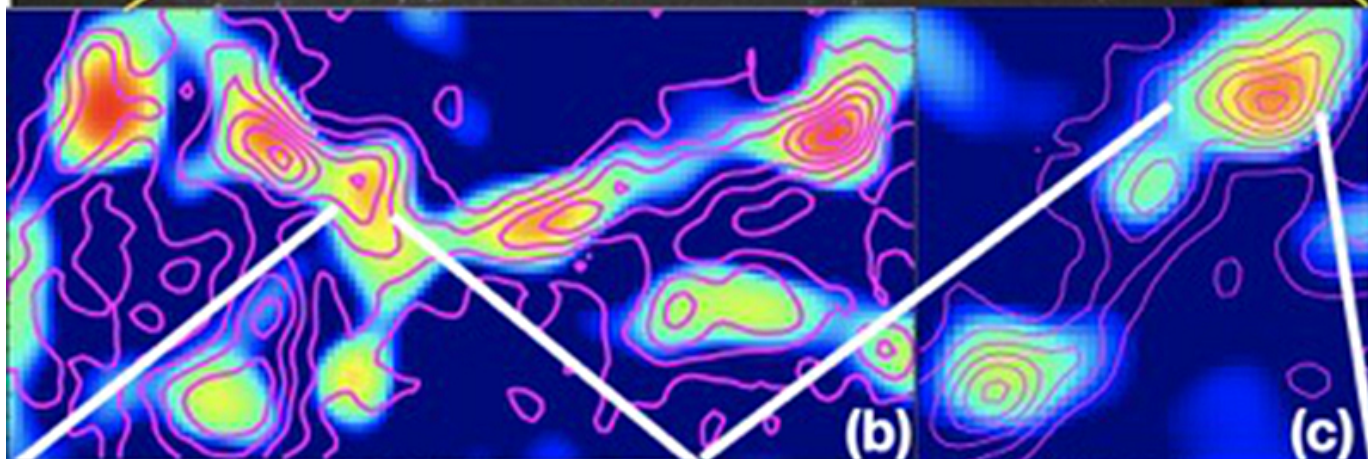
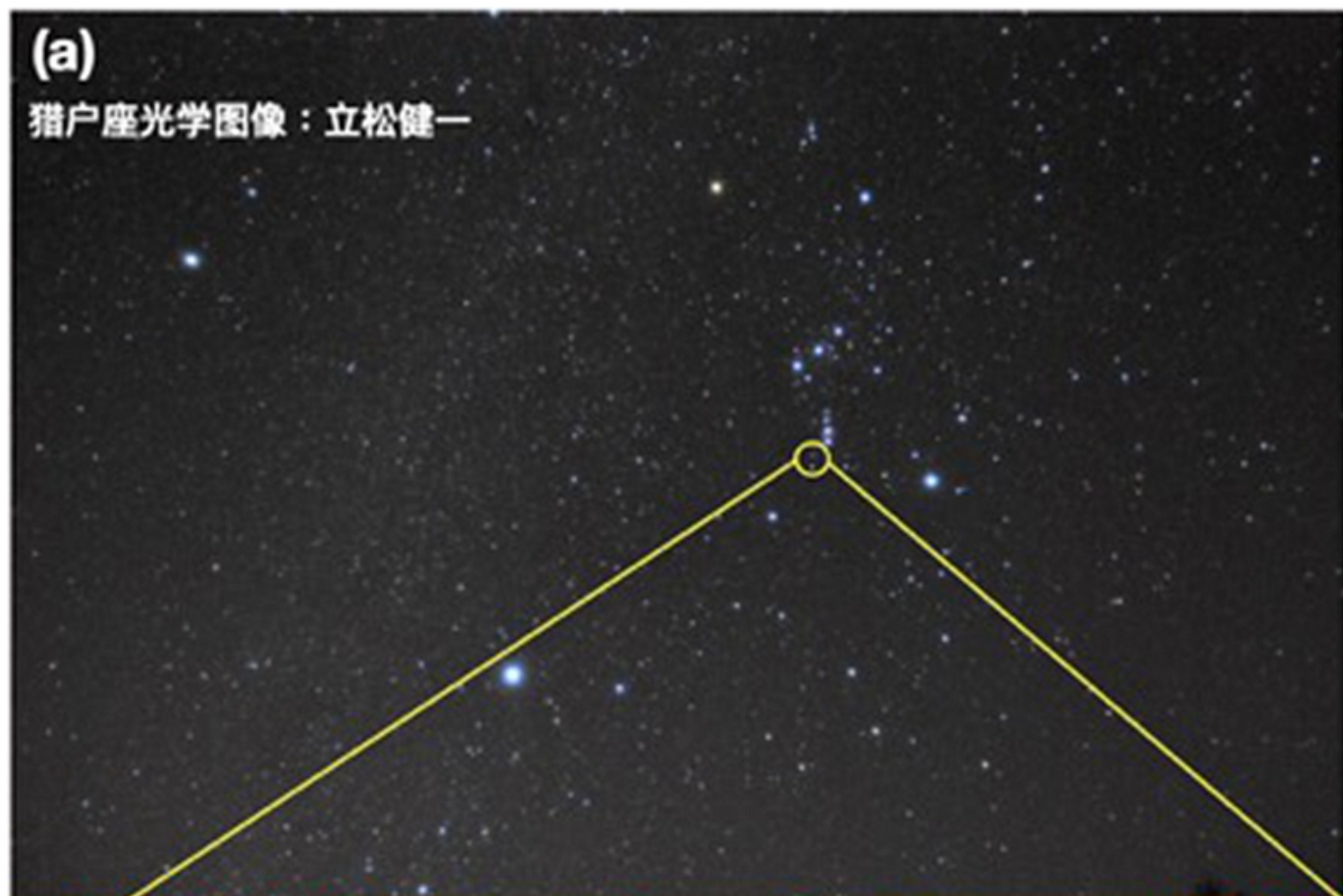
如图3所示，新发现的低质量热核具有丰富的谱线跃迁。在其中一个低质量热核中甚至探测到了与生命起源有关的有机分子甲酰胺(NH_2CHO)。“低质量热核非常稀少，之前只发现了10余例。”台湾大学在读博士生及Paper III文章第一作者许世颖说道，“我们已发表的工作仅利用了ALMASOP项目低分辨率的ACA阵列数据，我们从ALMASOP的高分辨率的12米阵列数据中证认出了更多的低质量热核，我们的后续工作将会带来已知的低质量热核数目翻倍。”

以上研究结果对我们理解恒星如何在分子云核中形成提供了重要信息。“未来我们团队将对更多的由SCOPE项目探测到的冷云核进行高分辨率(ALMA)的观测，以期系统全面地理解恒星形成最初始阶段的物理化学条件”，刘铁总结道。



(a)

猎户座光学图像：立松健一



原恒星形成前

原恒星形成后

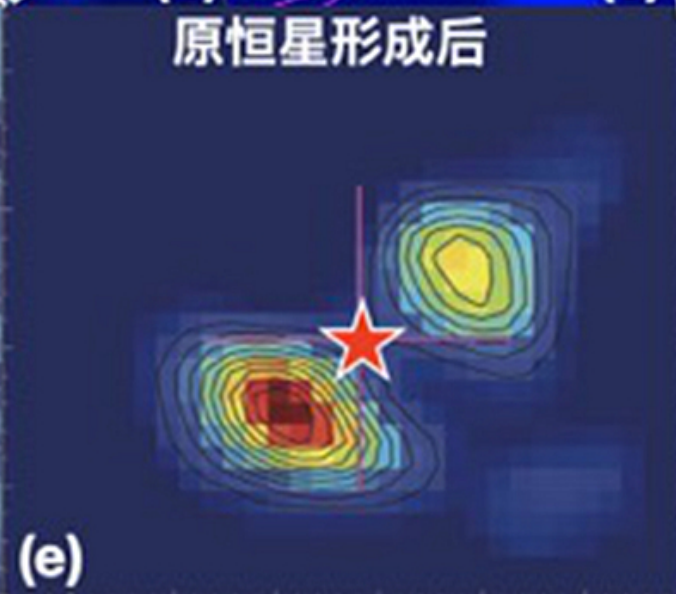
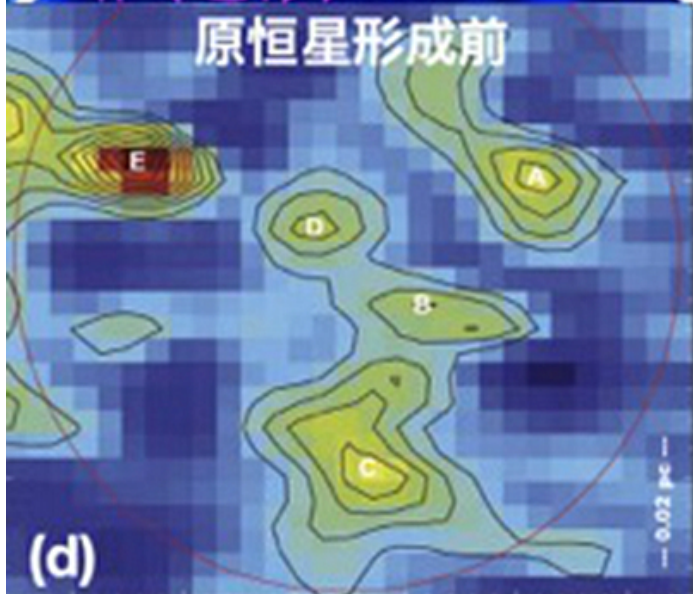


图2: (a)猎户座光学图像; (b) 无星云核G211所处的丝状分子云。彩色图是JCMT/SCUBA-2探测的850微米连续谱发射, 等值线是NRO 45米探测的氢化偶氮离子(N_2H^+)气体分布;(c) 原恒星云核G210所处的丝状分子云, 彩图和等值线与图b相同; (d) ALMA 1.3毫米连续谱观测的无星云核G211内部子结构分布(峰值A-E);(e) ALMA观测的原恒星云核G210内部氘化偶氮离子(N_2D^+)气体分布, 星号代表原恒星位置。(Paper II; Tatematsu et al. 2020)

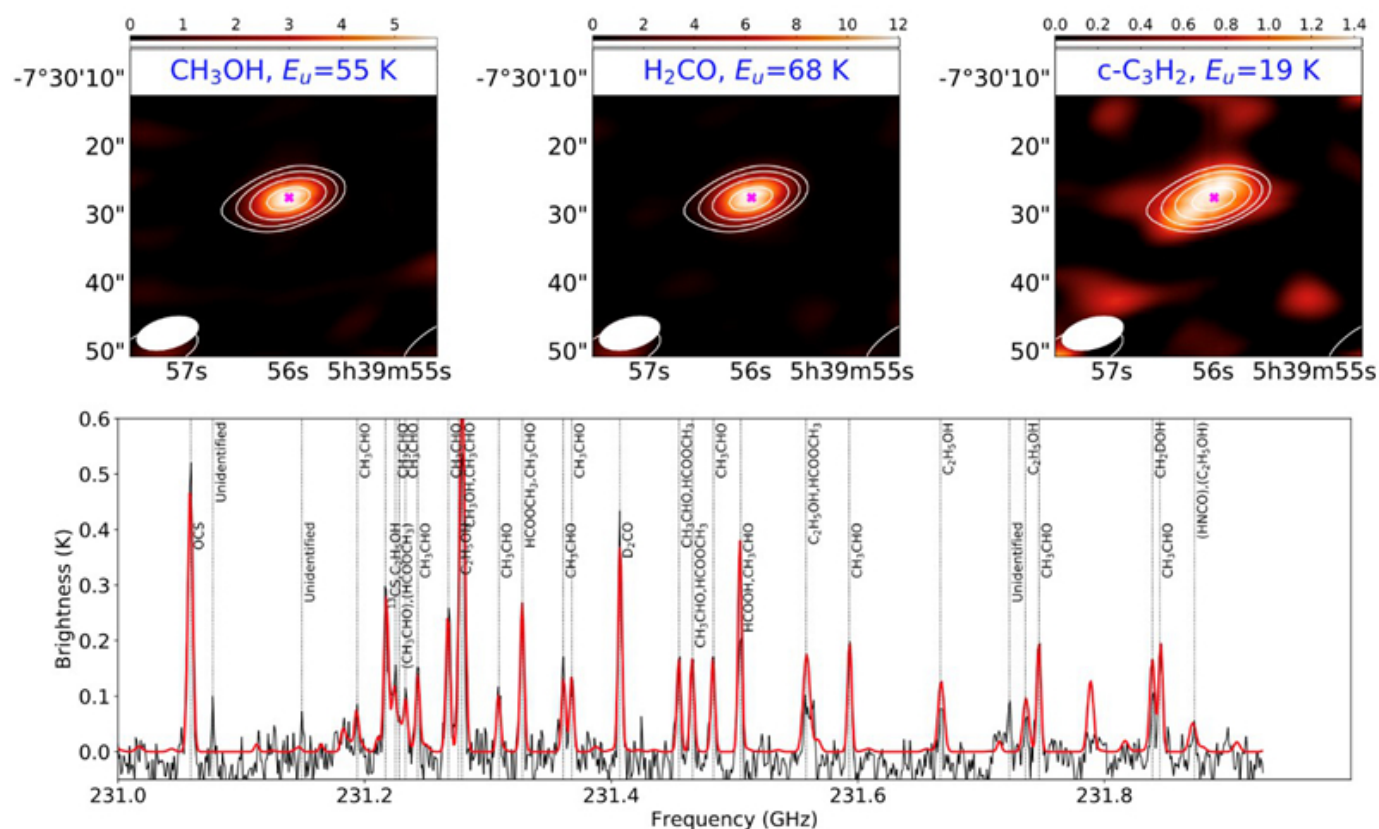


图3. 上边例图中的彩图是一个低质量热核的分子谱线发射图, 等值线是1.3毫米连续谱图。下边例图是中心位置处的一个光谱窗口, 黑色是观测光谱, 红色是理论认证的谱线光谱。(Paper III; Hsu et al. 2020)

科学文章链接:

Paper I: "Molecular Cloud Cores with High Deuterium Fraction: Nobeyama Single-Pointing Survey"

Kim, Gwanjeong; Tatematsu, Kenichi; Liu, Tie; et al. 2020, ApJS in press

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv200712319K/abstract>

Paper II: "ALMA ACA and Nobeyama Observations of Two Orion Cores in Deuterated Molecular Lines"

Tatematsu, Ken'ichi; Liu, Tie; Kim, Gwanjeong; et al. 2020, ApJ, 895, 119

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020ApJ...895..119T/abstract>



Paper III: “ALMA Survey of Orion Planck Galactic Cold Clumps (ALMASOP): I. Detection of New Hot Corinos with ACA”

Hsu, Shih-Ying; Liu, Sheng-Yuan; Liu, Tie; et al. 2020, ApJ, 898, 107

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020ApJ...898..107H/abstract>

JCMT SCOPE 大型观测项目介绍:

SCOPE: SCUBA-2 Continuum Observations of Pre-protostellar Evolution

JCMT SCOPE项目的参与人员包括来自中国大陆及台湾、美国、日本、韩国、法国、芬兰、澳大利亚、智利、匈牙利和加拿大等国的160余名合作者。国内核心成员包括上海天文台刘铁博士、国家天文台李葳博士、北京大学吴月芳教授及王科博士。

SCOPE网页链接:

<https://www.eaobservatory.org/jcmt/science/large-programs/scope/>

-

项目综述文章:

“The TOP-SCOPE Survey of Planck Galactic Cold Clumps: Survey Overview and Results of an Exemplar Source, PGCC G26.53+0.17”

Liu, Tie; Kim, Kee-Tae; Juvela, Mika; et al., 2018, ApJS, 234, 28

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018ApJS..234...28L/abstract>

分子云核源表文章:

“SCOPE: SCUBA-2 Continuum Observations of Pre-protostellar Evolution - survey description and compact source catalogue”

Eden, D. J.; Liu, Tie; Kim, Kee-Tae; et al., 2019, MNRAS, 485, 2895

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019MNRAS.485.2895E/abstract>

境外相关报道链接:

日本国立天文台: <https://www.nro.nao.ac.jp/en/news/2020/0804-kim.html>

东亚天文台: <https://www.eaobservatory.org/jcmt/2020/08/jcmt-survey-reveals-treasure-map-for-star-formation/>

其它:



<https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/61570>

<https://news.yahoo.co.jp/articles/222b8dc8af45f7b532c4e25195a60870da7a5a82>

版权所有 © 中国科学院上海天文台 沪ICP备05005481号-1

地址：上海市南丹路80号

邮编：200030

