

还记得 5 月那台被日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）送入太空的徕卡显微镜吗？

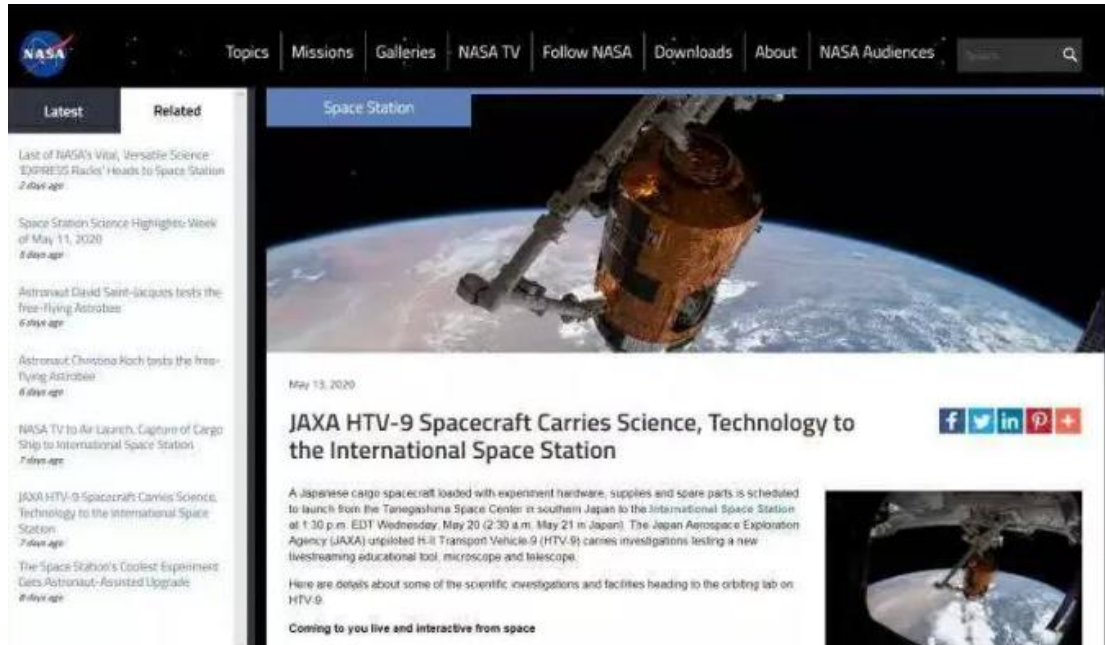


图 1 JAXA 发布了该新闻（新闻来源：JAXA 官网）

JAXA 官网最近公开了这次太空旅行的 DMi8 显微系统配置细节。到达空间站后，科学家们利用这台显微系统开始了他们的测试之旅，那么他们又做了哪些研究呢？

### DMi8 抵达国际空间站并开展活细胞观察

近年来，生物机体的重力感应机制研究和用于再生医学的高功能器官培养技术已成为重要的研究课题，其中活细胞活体的三维观察是一个至关重要的研究方向。

JAXA 选择了徕卡 DMi8 电动倒置显微镜作为系统平台，并将 DMi8 安装在国际空间站日本实验仓“KIBO”中，由“KOUNOTORI” H-II 运载火箭运送，该运载火箭已于 5 月 26 日到达国际空间站；并且完成了一定阶段的生命科学实验。

为了满足太空作业的要求，以及进行活细胞三维观察的目的，以 DMi8 为显微平台，经过改造和搭配多种功能配件，整合出全新的用于生命科学实验的实时成像系统，命名为 COSMIC。

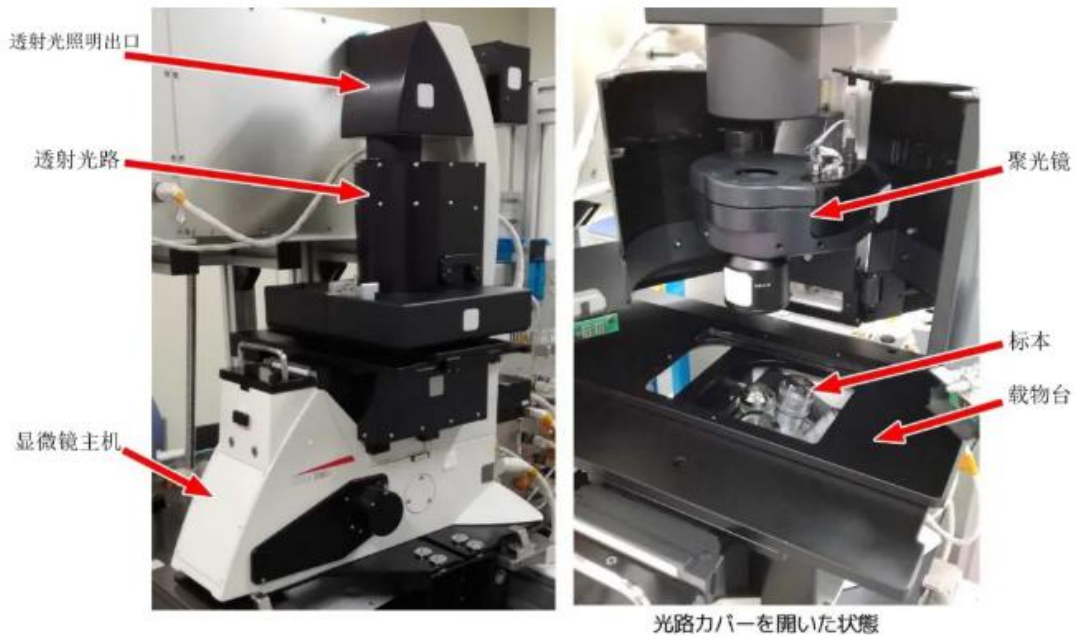


图 2 JAXA 送入太空作业的 Leica DMI8 结构示意图

该系统由经过重新设计的多种组件组成，机身选择了 Leica DMI8 倒置荧光显微镜，针对太空作业目的做了部分改造。根据实验目的可以更换物镜和荧光滤光片，并且操作部分（如镜台，物镜转盘，自动对焦，荧光滤镜转盘和聚光镜）都是电动的。

细胞样品附着在根据实验制造的样品容器支架上，并装载在显微镜载物台上。现有的支架可用于微孔板，而附着的细胞可用于 DCC（一次性培养箱）。加热室配有两个 DCC，可以在温度控制下进行观察。

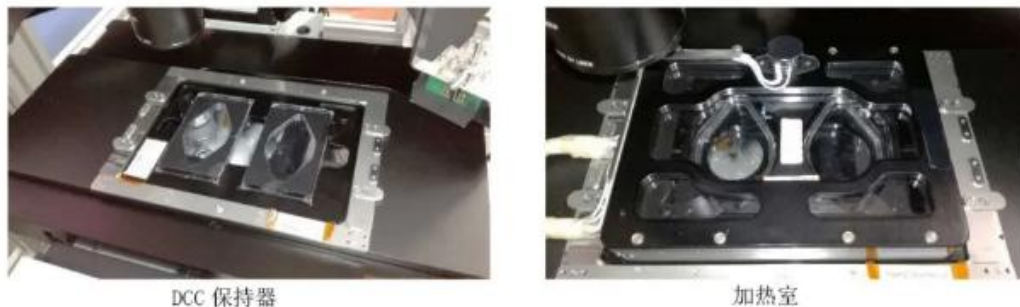


图 3 样品在显微镜载物台上的具体放置

系统还配置了 Nipco 转盘式共聚焦扫描头和高灵敏度 sCMOS 相机，可以对荧光样品进行高清三维成像。并配备了用于快速活细胞观察的三个激光器，可以针对多种荧光染料进行观察。此外，系统中内置的分屏成像系统使一台高灵敏度相机可以同时分屏捕获具有不同波长的两种荧光，并且可以对高速现象和 FRET（荧光共振能量转移）进行双色同时观察。

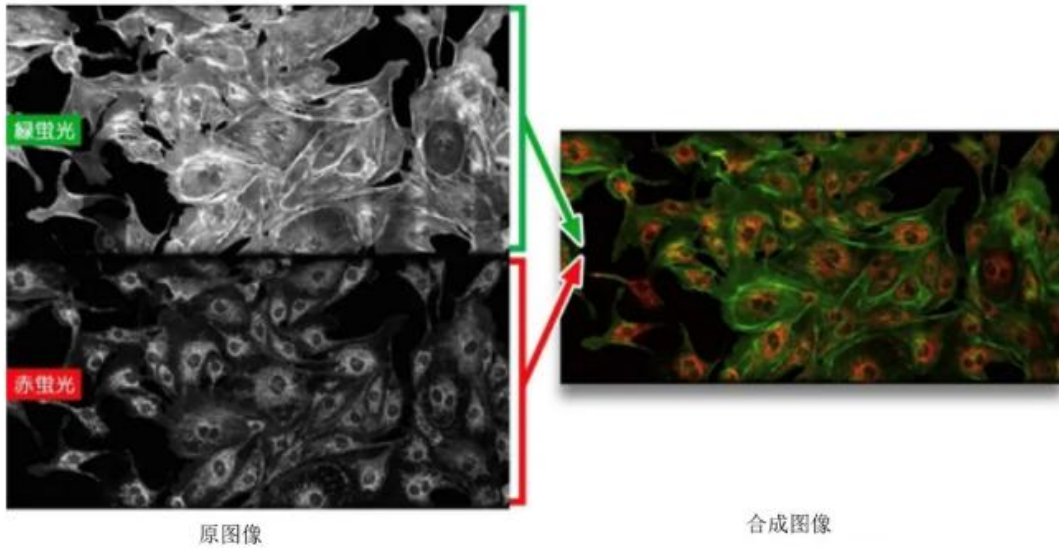


图4 国际空间站中完成的活细胞 FRET 实验，图为红绿双色同时成像

此外，DMi8 上的自动对焦保证了长时间观察而不会失焦。此外，当与加热培养箱结合使用时，可以保持适合培养的温度环境，同时稳定地进行长时间活细胞观察。

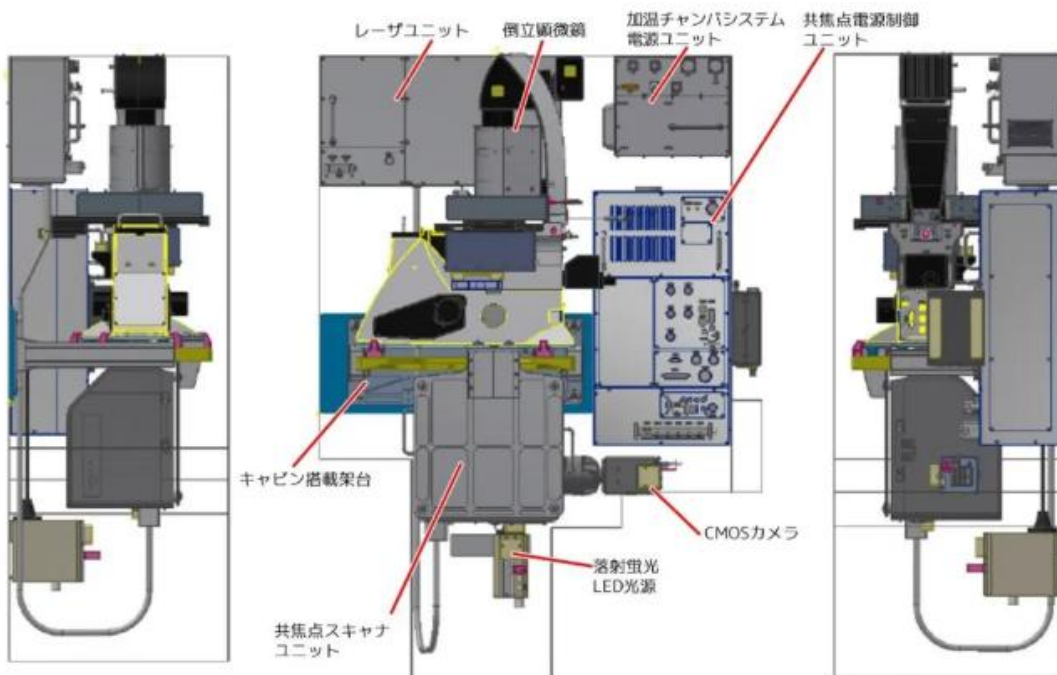


图5 以 DMi8 为平台改造搭建的 COSMIC 系统的结构示意图

### 太空活细胞实验操作流程简介

那么太空上具体是如何操作实验的呢？地球上的科学家又是如何获得实验数据的呢？

是这样的，这套实时显微成像系统整体经由面部紧固件安装在“Kibo”机舱区域的墙壁上。将细胞样品在细胞培养装置中于若干 $\mu\text{G}\sim 2\text{G}$ 范围内的各种重力环境下进行培养，并在显微镜下观察其效果。观察时，工作人员将样品放在显微镜上，并根据地面指令远程进行观察。捕获的图像数据被暂时保存在控制 PC 的轨道中，并通过地面指令将其传输到地面。

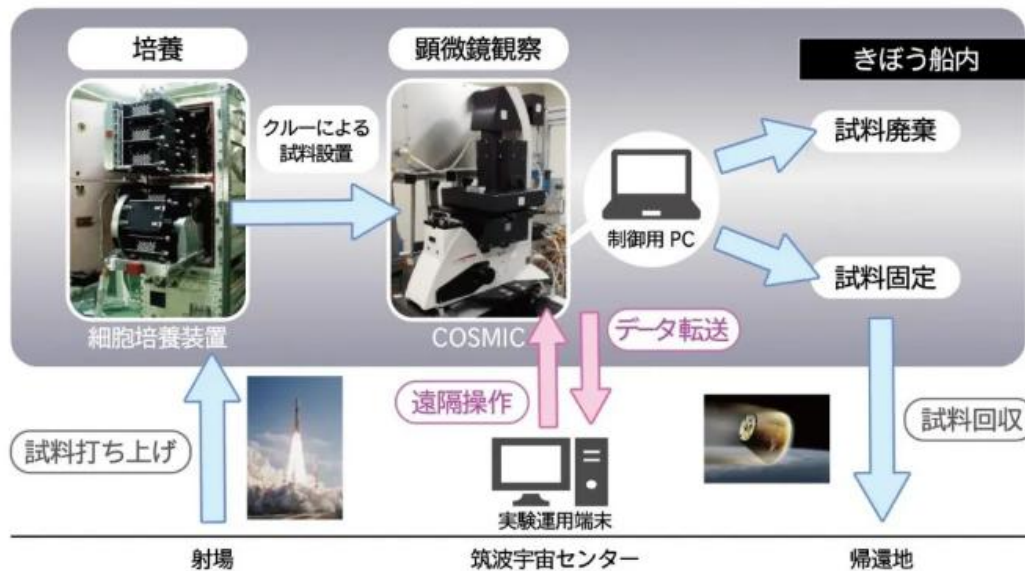


图 6 太空活细胞实验流程示意图

### DMi8 全电动倒置显微镜

- 全电动操作，智能人机交互操控，包括全电动 DIC 控制——智能电动化更适用于地球指令太空远程操控；
- 徕卡高精度闭环调焦技术：Z 轴步进 3.8nm，重复精度 20nm——助力更精准的三维断层扫描；
- 坚如磐石的机身镜架，配搭自动聚焦功能和 AFC 自适应追焦系统——为活细胞提供更稳定的焦面；
- 快速的 EFW 荧光切换技术：滤色片 21ms 切换，可配置 2ns 高速光闸的 LED 激发光源——更适合捕捉活细胞的快速变化；
- 更高荧光透过的光路效率，有效降低光毒性；可作长达几天的多位点活细胞连续成像且不影响生命活性；
- 双无限远扩展接口 (T-House)，侧面和后出口均有光口自由进入荧光光路，左右侧面及上下均可接相机及其他成像设备；更强大灵活的光路，可搭建多种功能扩展模块。

### DMi8 适用于：

活细胞观察：多种反差观察方法可选（PH,DIC,RC），灵活的功能配件可供选择。

活细胞荧光观察：反映特异性底物的定性，定位，定量关系。



长达几天的多位点活细胞连续成像；多孔多位点的高内涵活细胞成像。