

附件 3:

合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

姓 名	张德皓	部 门	等离子体所六室		
学 号	BA22168217	在 读 学 位	博士	出 访 国 家 (或地区)	线上
公示日期	自 2023 年 2 月 13 日 至 2023 年 2 月 17 日				
计划出 访任务	线上参加第 7 届液态金属在聚变领域应用国际研讨会 ISLA-7（日本）				
计划日程	2022.12.12-2022.12.16 远程参会				
计划往 返路线	无				
邀请单位 介 绍	Prof. Yoshi Hirooka, Plasma sciences and nuclear fusion engineering, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi, JAPAN; 广冈庆彦, 等离子体科学与核聚变工程教授, 日本中部大学, 日本爱知县春日井市松本町 1200 番地				
费用来源	左桂忠研究员重点研发项目 Y85GZ17563				
预算经 费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	0	0	0	0	注册费 40000 日元
实际费用 来源及支 付金额	<input checked="" type="checkbox"/> 课题组 _____ <input type="checkbox"/> 学校 _____ <input type="checkbox"/> 国外资助单位 _____ <input type="checkbox"/> 其他资助单位 _____				
实际开 始日期	2022 年 12 月 12 日		实际结束日期	2022 年 12 月 16 日	
实际往 返路线	无				

实际经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	0	0	0	0	注册费 40000 日元

实际出访单位名称及主要日程安排：
远程参会

出访总结

出访主要学习、工作、生活内容、取得成果等（体裁不限，1500 字以上，可另附页）

偏滤器是聚变装置中发生高温等离子体与材料相互作用的主要区域，也是实现排出粒子流和氦灰功能的主要部件，其材料选择一直是制约聚变技术发展的关键问题之一。而等离子体与偏滤器靶板的相互作用会对等离子体和靶板产生直接影响。为了解决这些技术问题，在过去二十年中，已经讨论了将选定的液态金属用于偏滤器的面向等离子体的表面。可能的液态金属包括：熔融锂、镓、锡及其合金。到目前为止，液态锂的使用已经在目前运行的限制装置以及实验室规模的实验中得到了最广泛的研究。所有这些问题都在 ISLA 研讨会上得到了讨论。ISLA 会议每两年举办一次，是唯一的专门讨论液态金属在聚变领域应用的国际会议。ISLA-7 的范围涵盖广泛的主题，包括：液体（金属）-等离子体相互作用实验和建模；液体（金属）流体动力学实验和建模；液体（金属）处理和安全实验及建模；液体（金属）化学相容性实验和建模；聚变动力反应堆中 PFCs 的液体（金属）应用（设计）；用于中子增殖的液体（金属）应用或其他应用，如 IFMIF；和与液体（金属）用于非聚变能源生产相关的所有其他领域。

会议包括聚变项目进展及液态金属实验，液态金属流动及 MHDs 现象，液态金属装置，液态金属实验及数值模拟，偏滤器物理及热流迁移，等离子体与液态金属相互作用，液态金属第一壁材料的腐蚀和润湿等 7 大议题，与会学者围绕这 7 大议题对包括液态锂、锡及其合金相关工作展开讨论。

本人在 ISLA 会议做了题为“Corrosion characteristics of China RAFM steel of CLF-1 in static liquid lithium”的口头报告，介绍了 CLF-1 低活化钢在高温液态锂中的腐蚀行为研究，结果表明 CLF-1 钢在 600 K 液态锂中发生质量损失，且质量损失为 $0.29568 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ，耐腐蚀等级为 I 级，腐蚀评定为耐腐蚀；而在 820 K 实验条件下，CLF-1 钢发生质量增加，质量增加为 $0.8976 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。SEM 分析结果表明，在 600 K 液态锂中的样品表面出现了两种腐蚀颗粒，一种腐蚀颗粒沿晶界分布，另外一种腐蚀颗粒的形状为规则的六边形。通过 EDS 分析发现，沿晶界分布的颗粒元素组成中 Cr 含量比较高，六边形腐蚀颗粒中镍含量比较高。在 800 K 液态锂中的样品表面表现为不均匀的腐蚀层，EDS 分析结果表明样品表面含有大量的镍元素。XRD 分析结果显示虽然腐蚀前后样品的主峰都是 Fe-Cr 峰，但腐蚀后的样品结果中出现了 FeNi 峰，这与 EDS 结果一致，证明 CLF-1 钢样品表面出现镍元素。由于 CLF-1 钢成分中并不含有镍元素，推测样品表面的镍元素来自于 304 不锈钢材质的实验装置。此外，腐蚀前后的拉伸件

直径减小，但其抗拉强度、规定塑性延伸强度、断后伸长率以及断面收缩率等特征均未发生明显变化，证明高温液态锂对 CLF-1 钢的拉伸性能无显著影响。

根据以上结果推断 CLF-1 钢的腐蚀过程为：当 CLF-1 钢以及 304 不锈钢坩埚与液态锂接触时，CLF-1 钢和 304 不锈钢中的元素（Cr, Ni）会发生选择性溶解，由于镍元素在液态锂中的溶解度比其他元素都要高，因此 304 不锈钢中的镍元素大量溶解；由于存在浓度差，因此镍元素从浓度高处（304 不锈钢）向浓度低处（CLF-1 钢）转移，所以在 CLF-1 钢样品表面检测到大量的镍元素。

通过参加本次会议，开拓了我的眼界，了解了世界上其他科研人员在液态金属相关的研究，激发了我的思维有助于自己以后更好的开展课题。

导师审核	导师签字：日期：
------	----------

公示情况：

签字：

日期：