

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

令和元年 8月 9日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会 長 藤 洋 作 様

所属部局・研究科 工学研究科・材料工学専攻

職 名・学 年 准教授

氏 名 一井 崇

助成の種類	令和元年度 ・ 国際研究集会発表助成		
研究集会名	The 22nd International Conference on Non-contact Atomic Force Microscopy		
発表形式	口頭発表		
発表題目	Atom-resolved in situ observation of crystal growth in liquid Gallium by qPlus AFM		
開催場所	University of Regensburg, Regensburg, Germany		
渡航期間	2019年 7月 27日 ～ 2019年 8月 4日		
成果の概要	「成果の概要」以外に添付する資料：無し		
会計報告	交付を受けた助成金額	300,000円	
	使用した助成金額	300,000円	
	返納すべき助成金額	0円	
	助成金の使途内訳	交通費(航空券、鉄道代、燃油サーチャージ、空港税含む)	269,220円
		グローバルWiFi通信料	18,895円
c-AFM2019学会参加費(€500)の一部		11,885円	
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 本助成金により、上記国際会議に参加することができました。厚く御礼申し上げます。		

令和元年 8 月 9 日 工学研究科材料工学専攻 一井 崇

令和元年 7 月 29 日から同年 8 月 2 日までドイツ国レーゲンスブルク大学にて開催された、第 22 回非接触原子間力顕微鏡国際会議 (The 22nd International Conference on Non-contact Atomic Force Microscopy) に参加し、“Atom-resolved in situ observation of crystal growth in liquid Gallium by qPlus AFM”という題目で口頭発表を行いました。本会議には世界各国 (ドイツ、スイス、アメリカ、カナダ、イギリス、フランス、スペイン、中国など) からおよそ 200 名が参加し、AFM を共通項とし、表面化学・表面物理をはじめ、材料科学、生物物理等の幅広い分野について、最新の研究成果について発表・議論が行われました (口頭発表 48 件 (うち特別講演 3 件)、ポスター発表 78 件)。そのなかで発表する機会を与えてくださった貴財団の国際研究集会発表助成に心より御礼申し上げます。以下に、研究発表の要旨を記します。

研究発表要旨

題目: Atom-resolved in situ observation of crystal growth in liquid Gallium by qPlus AFM
(液体ガリウム中結晶成長の qPlus AFM による原子分解能その場観察)

原子間力顕微鏡 (AFM) は固体試料表面構造を原子分解能で分析可能な手法として広く知られている。近年の技術革新により、その動作環境は、表面科学分野において最も基本的かつ重要である超高真空中だけにとどまらず、大気中、さらには液体中においても原子分解能分析が達成されている。AFM では先鋭化した探針を有する片持ち梁

(カンチレバー) 構造のフォースセンサを用い、そのバネ性を利用して探針－試料間相互作用力を検出する。特に、たわみそのものから力を検出するのではなく、フォースセンサを共振周波数近傍で振動させ、探針－試料間相互作用力による共振特性の変化を検出することで、高い空間分解能を実現している。フォースセンサの振動検出に最もよく用いられる手法は、光てこ法と呼ばれる光学的手法である。この手法ではセンサ背面にレーザー光を照射し、その反射からセンサの変位・振動を検出する。この手法は高感度であるが、真空中や大気中、そして光学的に透明な液体中においてのみ動作可能である。すなわち、液体金属のような光学的に不透明な液体には適用できない。

そこでわれわれは、音叉型水晶振動子に先鋭化した金属探針を取り付けた、qPlusセンサと呼ばれるフォースセンサに着目し、これを液体金属（本発表では液体ガリウム）中 AFM に適用した。本センサは、その振動を水晶の圧電特性に起因する圧電電流として検出する。すなわち、液体の光学的透明性を問わない。探針先端のみを液体ガリウム液滴中に浸漬し、固-液界面の AFM 分析を行った。試料として、マイカ基板上に真空蒸着法で作成した金薄膜を用いた。滴下後すぐにガリウムは金薄膜中に拡散し、金属間化合物を形成する。本実験系ではガリウムと金とのモル比が 100:1 を超えており、既報の状態図からは AuGa_2 の形成が推測された。原子分解能 AFM 分析の結果、液体ガリウム中において $\text{AuGa}_2(111)$ 面が露出すること、また、測定時間内において AuGa_2 の結晶成長（オストワルド成長）が起きること、さらに、 AuGa_2 固体表面構造だけでなく、界面近傍における液体ガリウムの原子レベルでの非等方的な密度分布（溶媒和構造）を分析可能であることなどを実験的に示した。液体金属中での AFM 分析はこれまで世界的に例がなく、これは重要な成果である。現在論文投稿に向けて執筆を進めている。