

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

平成22年10月19日

会 長 辻 井 昭 雄 様

所 属 部 局 原子炉実験所

職 名 教 授

氏 名 義 家 敏 正

事業区分	平成22年度・短期招へい助成		
招へいた研究者	所属・職名	ブルガリア科学アカデミー・教授	
	氏 名	Troyo Dimov Troev	
研究課題名	陽電子消滅分光法による金属中のガス原子の検出方法の開発		
招へい期間	平成22年8月10日 ~ 平成22年9月19日		
招へい成果の概要	タイトルは「成果の概要/報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 無 有()		
会計報告	交付を受けた助成金額	420,000円	
	使用した助成金額	420,000円	
	返納すべき助成金額	0円	
	助成金の使途内訳 (使用旅費の内容)	航空券	120,000円
		宿泊・日当	300,000円

「陽電子消滅分光法による金属中のガス原子の検出方法の開発」

1. はじめに

今回招へいしたトロエフ教授は、ブルガリア科学アカデミー・核科学・核エネルギー研究所の陽電子研究施設の施設長であり、陽電子を用いた材料研究の分野では高名な研究者である。その卓越した測定技術、及び解析手法は広く認められている。

初期には、金属のマルテンサイト変態機構の解明、ガラスの構造の解明、準結晶の自由体積の評価、金属の照射損傷構造の陽電子消滅寿命と陽電子ドップラ広がりを用いた解明等の実験的研究を行い多くの成果を挙げた。

その後、2001年ごろから最小のナノ欠陥である原子空孔及びその集合体であるナノボイド中のガス原子が陽電子消滅寿命に及ぼす影響について理論的研究を開始した。ヘリウムが水素より遥かに陽電子寿命を減少されることを見出し、ニッケル、クロム、バナジウム等の多くの金属でその手法を用いた計算を行い、実験解析に必要なデータを提供している。

2. 研究の目的

中性子照射下で使用される原子力材料において、水素やヘリウム等のガス原子はバブルを形成し、材料劣化を引き起こす。ガス原子の挙動の解明は耐照射材料開発のために重要である。ガス原子は原子炉内においては核反応、核融合炉内では表面プラズマと核反応の両方から導入される。

原子力材料中のガス原子の量は試料の温度を上昇させ、溶解させれば測定できる。しかし、そのようなことをせずに非破壊的に室温で検出できれば、同じ試料を用いて他の実験もできるために試料の有効利用ができ、研究の進展が期待できる。そのために、金属中のガス原子の陽電子消滅分光法での検出方法の開発を、京都大学の招へい者のグループで実験的に行い、トロエフ教授彼らのグループが解析手法を開発するという共同研究を平成16年より開始して現在に至っている。

トロエフ教授や招へい者の考えは、陽電子消滅寿命測定でガス原子を含む原子空孔やナノボイドの寿命を測定する、陽電子消滅同時計数ドップラ広がり測定でガス原子の量を評価する、ガス原子の量が分かればナノボイドの大きさが分かる、というものである。陽電子消滅分光法でガス原子を実験的に定性的ではあるが検出したという成果は、現在申請者のグループの2論文のみである。

3. 成果

最近の招へい者のグループで行っている金属への低エネルギーイオン加速器によるヘリウム注入や、水素の高圧チェンバーを用いた水素注入の実験結果の検討と、トロエフ教授の

グループの最近の計算結果との比較検討から今回の研究が開始した。ニッケル中の水素の注入の実験結果は計算結果と非常に良く合致した。一方ニッケルや鉄の加速器によるヘリウム注入の実験結果は計算結果とは逆の結果となっていることが判明した。実験では、ニッケル中の欠陥に導入された水素は陽電子消滅寿命を減少させるが、ヘリウム注入された転位を含むニッケル、鉄では、寿命が増加していた。このことは実験をより高精度化すると同時に計算手法の改善を行うことで意見が一致した。

陽電子消滅同時計数ドップラ広がり測定で、金属中のポイドに含まれるガス原子の量を評価する実験は一応データが得られている。しかしそれに対する解析手法の確立は今回の来日でもまだ達成することはできなかった。主たる原因は、第一原理計算の時間が掛かりすぎで事実上不可能であることによる。この点を如何に簡略化して、実験を解析できる精度の計算結果を得るかが今後の課題として残された。

4. おわりに

トロエフ教授の属するブルガリア科学アカデミー・核科学・核エネルギー研究所とは、平成16年に5年間の部局間の学术交流協定を締結した。平成21年には更に5年間の学术交流協定を更新している。今回のトロエフ教授の来日と実験所での滞在が実現したことや、招へい者も平成22年度中にブルガリアを訪問する予定であるので、共同研究は更に発展することが期待される。

また、トロエフ教授は英語が堪能であるので、原子炉実験所の滞在中に、大学院生対象の英語による陽電子消滅分光法に関するセミナーも開催した。また休日には大学院生がトロエフ教授を観光に連れ出すこともあった。このように研究活動だけでなく、大学院生の教育や交流にも寄与してもらえたことも成果の一つである。