

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書

平成28年 7月 1日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団  
会 長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科

職 名・学 年 博士後期課程3年

氏 名 白 鎮 碩

助 成 の 種 類	平成28年度 ・ 若手研究者在外研究支援 ・ 国際研究集会発表助成		
研 究 集 会 名	第229回電気化学会議 (229th ECS meeting)		
発 表 題 目	単層カーボンナノチューブ上の芳香族分子二量体 (Aromatic Molecular Dimer on Single-Walled Carbon Nanotubes)		
開 催 場 所	アメリカ・カリフォルニア州・サンティエゴ会議場		
渡 航 期 間	平成28年 5月29日 ～ 平成28年 6月 3日		
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 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有( )		
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	250,000 円	
	使用した助成金額	250,000 円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	参加登録費	25,465円
		渡航費・滞在費の一部	224,535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。) 事業計画変更の問い合わせ等にも迅速にご対応いただき、感謝しております。今後もこのような助成を続けていただければ、研究者として大変ありがたく思います。		

## 成果の概要／白鎮碩

電気化学は、地球の未来と、人々の健康に重要な役割を果たしている。電気化学研究は、再生可能エネルギー、食品の安全性、水の衛生、医療診断や介護など、グローバルな持続可能社会の構築に向けた手がかりを提供し得る。現代社会は多種多様な技術・材料であふれており、多様な特徴を持った技術・材料の組み合わせが重要になっている。

ECS Meeting は、電気化学 (Electrochemical) 分野に関連した学術集会である。電気化学に関するサンディエゴ会議 (ECS San Diego Meeting) は、とりわけ、カーボンナノチューブ・グラフェン・ナノ粒子・ナノワイヤ・量子ドットなどのナノ材料に関する、物理的・化学的・生物学的理解およびナノカーボン材料、電気化学工学、電子材料とプロセス工学、電子・光デバイスとシステム、水素貯蔵などのエネルギー関連材料、生体材料を含んだ電気化学、固体科学及び技術の応用を目指した学際フォーラムであった。報告者は、その会議の中で、「Aromatic molecular dimer on single-walled carbon nanotubes」という題目で、光電変換素子 (太陽電池) に応用することを目指した新規ナノカーボン複合材料の開発に関する発表を行い、質疑応答を行った。

カーボンナノチューブは、それ自身がナノレベルで一次元に構造制御された物質であり、優れた電子的・光学的な特性を有していることから、次世代エレクトロニクス材料として注目を集めている。報告者の行った研究は、ナノカーボン材料化学および有機合成化学の知見を活かし、光電変換素子の光機能性材料の設計に向けた、新規な実験手法の発展に関するものである。発表内容は、既に論文としてまとめられ、国際学術雑誌 (*Nature Communications*, **6**, 7732 (2015)) に掲載された部分を含むが、本研究を注目度の高い本国際会議において口頭発表として発表し、議論を通じて他の研究者から有用な最新の研究情報を得ることができた。

発表では、カーボンナノチューブの基礎について述べた後、光電変換機能を目指したカーボンナノチューブの共有結合修飾に関する最近の研究成果をまとめて紹介した。

具体的には、発色団を固定する足場として、炭素のみからなる一次元構造元素ブロックである単層カーボンナノチューブ (SWNT) に着目した。ジアゾニウム塩を用いた一段階でのアール付加反応を用いて、ピレンダイマーを SWNT 上に形成した (Py-1-SWNT)。参照系として、ヨードフェニル修飾 SWNT (PhI-SWNT) を介した二段階での修飾反応によりピレンモノマーを CNT 側壁に連結した (Py-2-SWNT)。さらに、その高分解能透過型電子顕微鏡 (HR-TEM) 測定により、Py-1-SWNT 中のピレンダイマーにおける、ピレン環同士の距離および配向を原子レベルで同定することに成功した。また、ピレンダイマーから SWNT への電子移動による光誘起電荷分離状態の形成は起こるが、ピレンモノマーの励起では SWNT への電子移動が起こらないことが、過渡吸収分光測定等から明らかとなった。

質疑応答では、聴講者の関心が高く、SWNT の共有結合修飾の具体的な実験条件や用いる化合物の合成手法、HR-TEM を用いた会合対構造同定の理論的な考察、共有結合修飾後の SWNT

が有するエネルギー準位、などに関する質問・コメントを受け、詳細に説明・議論を行った。

また、韓国、インド、中国、日本などのアジア諸国をはじめ、世界各国から本分野を牽引する著名な研究者が集った本学術集会で、それら他研究者の発表を聴くことで最先端の研究開発状況の情報を収集することができた。取り分け、Dirk Michael Guldi 教授（ドイツ・Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg(FAU)）による、フラレーン-ポルフィリンの複合体の物性に関する招待講演、Nazario Martín 教授（スペイン・Universidad Complutense de Madrid）による、光活性特性を有するグラフェン量子ドットの創出および応用への展開に関する招待講演、A. R. Harutyunyan 博士（Honda Research Institute USA Inc）による、カーボンナノチューブの選択的な合成に関するパラドックス・知見に関する招待講演、Yan Li 教授（中国・Peking 大学）による個体金属触媒の構造の制御によるキラリティーの制御されたカーボンナノチューブの合成方法に関する招待講演、などを興味深く感じた。また、これらの世界的研究者と発表終了後に個人的に議論を交わすことができ、極めて有意義な体験をすることができた。