

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成果報告書

平成29年8月2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 准教授

氏名 三木 康 嗣

助成の種類	平成29年度 ・ 国際研究集会発表助成	
研究集会名	第17回新芳香族化学国際会議	
発表形式	<input type="checkbox"/> 招待 ・ <input type="checkbox"/> 口頭 ・ <input checked="" type="checkbox"/> ポスター ・ <input type="checkbox"/> その他( )	
発表題目	Complexation of Single-Walled Carbon Nanotubes with Cycloparaphenyleneacetylenes	
開催場所	アメリカ合衆国・ニューヨーク州・ストーニーブルック市・ストーニーブルック大学	
渡航期間	平成29年7月23日 ～ 平成29年7月29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	往復航空券： 170,950円
		参加登録費： 690米ドル
		米国内移動費： 40米ドル
国内移動費： 1,200円		
	上記に充当	
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。) この度は上記学会発表に関し、助成いただき大変ありがとうございました。手続きも簡潔にしていたっており、研究者として大変ありがたく感じております。	

### 【国際会議の概要】

第 17 回新芳香族化学国際会議は、アメリカ合衆国ニューヨーク州ストーニーブルック市にあるストーニーブルック大学内にて、2017 年 7 月 23 日から 28 日まで開催された（参加者：約 600 名）。芳香族化合物を中心とした低分子から高分子まで幅広い化合物の新規な合成手法、分子マシンを含む超分子化学、電子材料からバイオイメージングまで多岐にわたる応用研究など様々な題材について、世界各国の著名な研究者の講演（受賞講演の他、11 件の基調講演、19 件の招待講演、20 件の口頭講演）が行われた。その他、ポスター発表は 184 件行われた。

聴講する機会のない著名な研究者の講演を多数聴講でき、有意義な会であった。また、学会期間中、留学先の教授およびその研究室関係者 20 名による親睦会が開催され、今後の研究人生における大きな糧になったことも付記する。

### 【研究成果発表内容】

報告者は、「Complexation of Single-Walled Carbon Nanotubes with Cycloparaphenyleneacetylenes」という題目にて発表した。以下に発表概要を示す。

カーボンナノチューブは、電子材料や医用材料など多岐にわたる用途が期待される芳香族炭素クラスターであるが、代表的な有機溶剤への溶解度が乏しく取り扱いが困難である。化学的な修飾によりカーボンナノチューブを変換し、溶解性を向上させる検討もなされているが、カーボンナノチューブ本来の性質が変わってしまうという難点を持つ。一方、芳香族炭素クラスターであるフラレンもまた、化学修飾により溶解性を向上させることが可能である。その他、フラレンに関しては、シクロデキストリンやパイ共役大環状分子 シクロパラフェニレンアセチレン（以下 CPPA と略す）などと超分子複合体を形成させることで、フラレンの芳香族性を損なうことなく溶解性を向上させることが可能であることが知られている。報告者は、独自に CPPA の合成手法を開発し、フラレンとの複合体形成が可能であることを見出している。本研究では、CPPA をカーボンナノチューブに作用させることにより、カーボンナノチューブの芳香族性を損ねることなく溶解性を向上させることが可能ではないかと考え、超分子複合体形成を検討した。

パラジウムおよび銅触媒を用いる段階的なカップリング反応により前駆体となる大環状分子を合成し、続いて塩化スズを用いる還元的芳香環形成反応条件に付すことでフェニレンアセチレン繰り返し単位を 8、9、10 有する [8]CPPA、[9]CPPA、[10]CPPA をそれぞれ合成した。カーボンナノチューブは、超音波照射し、過酸などで処理することで、*o*-ジクロロベンゼン中に分散させた。分散したカーボンナノチューブに対し、CPPA を作用させることで、複合体を形成させた。回収された CPPA を紫外-可視吸収スペクトルから定量することで、CPPA はサイズ選択的にカーボンナノチューブと複合体形成を行うことを見出した。なお、複合体形成は、複合体の紫外-可視吸収スペクトルや蛍光発光スペクトルからも支持された。複合体のラマン散乱スペクトルを測定したところ、radial breathing mode に該当するシグナルが、複合体を形成した場合に高波数側にシフトすることがわかった。このことは、CPPA 内にカーボンナノチューブが貫通した状態で複合体を形成していることを示唆する。透過型電子顕微鏡を用いて複合

体を観察したところ、CPPA が貫通型の複合体を形成したと考えられる像が得られた。高性能原子間力顕微鏡を用いて基盤上の複合体の高さを測定したところ、CPPA を貫通したカーボンナノチューブでは CPPA に相当する高さの変化が観測された。一方、CPPA が貫通しないカーボンナノチューブでは、CPPA に相当する高さの変化は観測されなかった。これら結果より、CPPA が適した直径を有するカーボンナノチューブと貫通型の複合体を形成することを明らかにした。

#### **【謝辞】**

この度は貴財団からの助成により、研究発表、聴講と有意義な国際会議参加となりました。厚く御礼申し上げます。また、この度得られた知見や研究者間のつながりを活かし、今後の研究活動に取り組みたく考えております。