

大学名	神戸大学		
University	KOBE UNIVERSITY		
外国人研究者	アルビン カルロ ガルシア タピア		
Foreign Researcher	ALVIN KARLO GARCIA TAPIA		
受入研究者	富永圭介	職名	教授
Research Advisor	KEISUKE TOMINAGA	Position	PROFESSOR
受入学部/研究科	分子フォトサイエンス研究センター		
Faculty/Department	MOLECULAR PHOTOSCIENCE RESEARCH CENTRE		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	フィリピン
Nationality	FILIPINO
所属機関	フィリピン大学 ロスバニョス校
Affiliation	UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES LOS BANOS
現在の職名	助教
Position	ASSISTANT PROFESSOR
研究期間	2018/1/9 ~ 2018/3/31
Period of Stay	2018/1/9 ~ 2018/3/31
専攻分野	物理化学、材料科学、高分子化学
Major Field	physical chemistry, material science, polymer chemistry



居室にて/in the office

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

①研究課題 / Theme of Research
Electromagnetic Shielding Properties of Polyaniline Emeraldine Salt/Charcoal/Polyvinyl Acetate films in the Low-Frequency Regions
②研究概要 / Outline of Research
The composites of Polyaniline emeraldine salt (PAni-ES), a conducting polymer, was studied by broadband dielectric spectroscopy. Composites have properties unique from the parent materials. The charge transport mechanisms in such materials are essential for developing technological applications. Electrical conductivity is related to electromagnetic shielding effectiveness. The conductivities were studied in different frequency ranges: 20 Hz-20 MHz by an impedance analyzer, 100 MHz to 20 GHz using a network analyzer and 0.2 to 2.0 THz using THz time-domain spectroscopy (THz-TDS) set-up. PAni-ES was mixed with charcoal (Char) and polyvinyl acetate (PVA) acting as binder. The resulting mixture was layered on a substrate prior to drying resulting to free-standing films.
③研究成果 / Results of Research
The conductivities of PAni-ES/Char/PVA films increase with increasing amount of PAni-ES from 20 Hz to 2.0 THz. There is a transition from frequency-independent to frequency-dependent conductivities at a critical frequency related to the characteristic response of the samples with an applied field. Scaling was found from 20 Hz-20 MHz indicative of a single mechanism of conduction in the films. This also suggests fractal hopping behavior of charges. The conductivities have strong power law dependence with frequency. These are indications of hopping mechanisms. The negative imaginary conductivities in the THz region reflect localizations and backscattering. Response in the visible light region suggests large absorption for samples with PAni-ES and charcoal.
④今後の計画 / Further Research Plan
The work requires fabrication of robust films in terms of mechanical and thermal properties. Structural defects such as bubbles and uneven surfaces were seen after drying. Synthesis and processing conditions still need to be improved for potential electromagnetic (EM) shielding applications. Also, identifying the structural correlations with charge dynamics is important for determining dominant conduction mechanisms. The dimensions of the constituent particles also affect EM shielding due the wavelengths of incident EM waves. Several studies can be carried out including the effect of mechanical stress and degradation with the conduction process. The baseline measurements for electromagnetic shielding can further be extended in the infrared and ultraviolet regions.

<受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

①研究課題 / Theme of Research

ポリアニリン-靱殻粉炭-ポリ酢酸ビニルフィルムの電磁波遮蔽効果の広帯域誘電分光

②研究概要 / Outline of Research

Tapia氏は、神戸大学在学時代から、ポリアニリン等の導電性高分子のテラヘルツ帯における複素伝導率測定から導電性メカニズムに関する研究を行ってきた。その後、フィリピン大学ロスバニョス校へ戻って以降も、導電性高分子の研究を続けており、特にポリアニリンに他の物質を加えた複合体材料の研究を行っている。フィリピン大学ロスバニョス校にてインピーダンスアナライザーを整備し、20 Hz~20 MHzにおける複素伝導率測定が可能となった。今回の来日により、さらに高周波領域の測定を行い、導電性メカニズムを明らかにすることを目的とした。100 MHz~20 GHzでは、ベクトルネットワークアナライザー、0.2 THz~2.0 THzではテラヘルツ時間領域分光法を用いて、インピーダンスアナライザーの測定ともあわせて、20 Hzから2.0 THzの広帯域をカバーする。試料としては、高い導電性を示す高分子、ポリアニリン・エメラルディン塩 (PAni-ES) の複合体を選んだ。

③研究成果 / Results of Research

試料としては、PAni-ESを木炭(チャコール; Char)とポリビニルアセテート(PVA: 結合剤)と混合して作成した複合体PAni-ES/Char/PVAフィルムを用いた。今回、20 Hzから2.0 THzの広帯域において複素伝導率の測定を行うことができた。このような一つの試料での広帯域測定はTapia氏にとって初めてであり、高分子の導電性メカニズムを議論するうえで良い機会となった。この複合体の電気伝導率は、20 Hzから2.0 THzの周波数帯でPAni-ESの含有量に応じて増加した。伝導率が周波数に依存する領域と依存しない領域が存在し、その境目(転移周波数)は試料の外場応答の特徴を表す。20 Hz~20 MHzの周波数帯で伝導率スペクトルにスケージング則が成立し、フィルム中の導電性メカニズムが単一であることを示している。また、このことは電荷のフラクタルホッピング機構を示している。テラヘルツ帯で伝導率の虚部が負であることは、電荷の局在化と後方散乱を表している。

④今後の計画 / Further Research Plan

Tapia氏とは今後も共同研究を継続する予定である。学内の研究費や外部資金を用いて年に数回、彼を招へいし、広帯域での複素伝導率の測定を様々な試料で行っていく。このような広帯域測定では、学のおよび熱的に頑強なフィルム試料を作成することが要求される。今回、試料の作成過程で、試料中に気泡や凸凹した表面などの構造的欠陥が観測された。将来的には電磁波遮蔽物としての応用を視野に入れており、試料の作成手法の改良が課題である。また、電荷のダイナミクスと構造の相関を明らかにすることは、支配的な導電性メカニズムを明らかにするうえで重要である。構成粒子の大きさは、入射電磁波の波長に応じて、電磁波遮蔽の効果に影響を与えるものと思われる。力学耐性や劣化の影響等も含め、いくつかの研究を行っていく予定である。電磁波遮蔽の測定を中赤外や可視域に拡張する予定である。



フィリピン大学ロスバニョス校からの訪問者と鋳木理学研究科長(中央)/delegates from Univeristy of Phippine Los Banos and Professor Tsubaki (Dean of Graduate School of Science, center)



フィリピン大学ロスバニョス校からの学生と/Students from Univeristy of Phippine Los Banos



研究室、卒業式の日/with the lab member, on the graduation ceremony day