

# 研究助成 研究成果報告書

平成29年 9月19日

公益財団法人 江野科学振興財団  
理事長 江野真一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について、下記のとおり報告します。

申請者名

今榮 一郎

印

記

## 1.研究課題名

和文

有機熱電変換材料への応用を目指したシリコンポリマー電解質の開発

英文

Development of silicone polymer electrolytes for the application to the organic thermoelctrics

## 2.申請者名(代表研究者)

氏名 今榮 一郎	ローマ字表記 Ichiro Imae
所属大学・機関名 広島大学	英訳表記 Hiroshima University
学部・部課名 大学院工学研究科・応用化学専攻	英訳表記 Graduate School of Engineering, Department of Applied Chemistry
役職名 准教授	英訳表記 Associate Professor

## 3.共同研究者 (下段 英訳表記)

氏名	所属機関名・学部名・役職
(氏名)	
(英訳表記)	(英訳表記)
(氏名)	
(英訳表記)	(英訳表記)
(氏名)	
(英訳表記)	(英訳表記)
(氏名)	
(英訳表記)	(英訳表記)

#### 4.英文抄録（300 語以内）

Thermoelectric (TE) devices based on the Seebeck effect are able to harvest electricity from waste heat generated from households, chemical plants, or even human bodies by utilizing the diffusion of charge carriers induced by the temperature gradient. Until quite recently, a number of studies have been devoted to the development of TE devices based on inorganic materials and transition metal oxides. However, the inorganic TE materials are generally expensive, rare, heavy, brittle, poorly flexible, and relatively difficult to process, and thus impeding their widespread use. Compared to the inorganic TE materials, conducting polymers are recently attracting attentions as promising candidates because of low cost of fabrication, abundance of raw materials, flexibility, and solution processability over large areas. Among organic TE candidates, the poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) has been well-studied because its water-dispersion solution can be commercially available and the film can be easily obtained from the solution. However, PEDOT:PSS is not suitable for the practical uses because of its low mechanical strength. It has been reported that the mechanical properties of PEDOT can be controlled by the counter anions.

Thus, in this work, we focused on the siloxane-based polymer electrolytes as dopant anions, because polysiloxanes are highly thermally stable and flexible in the wide temperature range. The electrolytic polymerization of pyrrole, aniline and 3,4-ethylenedioxythiophene in the presence of sulfonated-polysiloxane gave flexible and free-standing films, while the electrolytic polymerization of these monomers in the presence of PSS gave a powder or brittle films. This result suggests that the introduction of sulfonated-polysiloxane in conducting polymers as a dopant enhanced the mechanical strength due to their flexible nature.

#### 5.研究目的

世界で消費されるエネルギーのうち、約3分の2が未利用のまま排熱として地球環境に棄てられている。この排熱の80%以上が200℃以下の中低温排熱エネルギーだが、この温度域の熱は周囲との温度差が小さいために回収効率が低く十分な排熱回収が行えていない。熱エネルギーを電気エネルギーに変換する技術（熱電変換技術）は、すでに無機材料を用いて実用化されてはいるものの、これらは数百度という高い温度域でしか機能しないため、上述の中低温排熱の回収には適さない。また、毒性があり高価な希少金属を用いるケースが多く、また無機化合物であるがゆえに重い、脆い、成形加工性が乏しいといった問題点も有する。

一方、最近、導電性高分子やカーボンナノチューブといった有機材料が中低温域でも熱電変換性能を示すことが見出され、高い関心が集められはじめている。導電性高分子の中では、市販で入手できる高分子複合体である PEDOT:PSS（ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) (PEDOT):ポリ(スチレンスルホン酸) (PSS)) が優れた特性を示すことから最も活発に研究されている。しかしながら、PEDOT:PSS は機械的強度が低く、自立性の膜が得られないために実用化の観点から課題が残っていた。

申請者は、シリコーンゴムの特性に着目した。このポリマーの骨格を形成するシロキサン結合は、炭素-炭素結合よりも耐熱性に優れるだけでなく、幅広い温度域で高い柔軟性を示す特徴がある。このような特徴を有する高分子電解質を合成し、PEDOT のドーパントとして導入すれば、得られる高分子複合膜の柔軟性が改善され自立性膜が得られると考えた。また、耐熱性の向上も期待できる。

このような背景から、本研究では PEDOT の優れた熱電変換特性を維持しつつ、柔軟な自立性膜を与える高分子複合体を作製することを目的として、柔軟な高分子鎖であるポリシロキサンを主骨格に導入した新規な高分子電解質を開発する。

## 6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(図や数式がある場合は10個程度にしてください)

## 7.今後の研究の見通し

本研究で開発したスルホン化ポリシロキサンを用いた電解重合では、3,4-エチレンジオキシチオフェンの場合において、自立性の膜を得ることはできたものの、柔軟性に課題が残っていたが、アニリンおよびピロールの場合には柔軟性のある良質の自立膜を得ることに成功し、本材料設計指針が柔軟性を有する導電性高分子膜作製に有効であることを裏付けることができた。

今後は、この材料設計をより広範な導電性高分子へと適用範囲を拡張することを目指して、分子量や分子骨格、イオン種の異なるポリシロキサン系高分子電解質を順次開発し、それぞれのポリシロキサン系高分子電解質を用いた電解酸化重合を行い、得られる導電性高分子膜の機械的強度および熱電変換特性を調査していく。

## 8.本助成金による主な発表論文、著書名

現在、投稿論文を作成中。

[注1] 本報告書は、助成金を受けた翌年9月末までに必ず提出してください。

[注2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。<E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com>

[注3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。