

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 高出力環境発電のための革新的エレクトレット材料の創成
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

鈴木 雄二（東京大学大学院工学系研究科 教授）

主たる共同研究者

田中 優実（東京理科大学工学部 准教授）

吉田 真史（東京都市大学知識工学部 教授）

中川 活二（日本大学理工学部 教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント：

■ 研究の達成状況および得られた研究成果

- (1) エレクトレット材料の設計に量子化学計算を活用し、従来の2倍の表面電荷密度($4\text{mC}/\text{m}^2$)を有するポリマー材料の開発に成功した。
- (2) エレクトレット振動発電に適した新たな非線形電源管理回路(新規 Synchronized Switch Harvester on Inductor, SSHI)を考案し、これまでの4倍の発電出力が得られている。
- (3) 電極間に高い異方性誘電率を持つフッ素系ネマチック液晶を満たした振動発電器を試作し、対空気ギャップ比60倍以上の発電出力が得られることを実証した。
- (4) エレクトレット帯電表面の電荷分布をサブミクロン分解能で計測するシステムを開発した。

■ 得られた研究成果のインパクトについて

実用レベルの発電量 $200\ \mu\text{W}/\text{rps}$ の回転型エレクトレット発電器を実証したことは、今後、当該発電器が人体およびロボットアームに装着した様々な応用に利用できる。

開発した溶射法オキシハイドロキシアパタイト(OHA)薄膜形成技術は、エレクトレット成膜工程の量産化に道を拓いた。

■ 研究の進め方において高く評価できること

エレクトレット振動発電に関する総合的な工学知を形成すべく、第一原理計算を援用したエレクトレット材料開発、熱刺激脱分極電流測定を用いた定量的特性評価から、発電デバイス機構、同期スイッチング電力変換回路の考案まで、幅広いレイヤーでの研究開発に並行して取り組んでいることは高く評価できる。

■ その他特記すべき事項

新たに開発されたセラミックエレクトレットの表面電荷密度 $15\ \text{mC}/\text{m}^2$ ($1\ \mu\text{m}$ 厚)は従来の市販エレクトレットより一桁近く大きい。表面電荷の電極側への漏れを抑える技術ができれば、発電量の大幅な向上が期待できる。本事業の成果を用いて、IEC TC47における振動発電の特性評価方法の国際標準化が進められている。