

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 超薄膜材料を用いた電解液流体発電技術の創出
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

大野 雄高（名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授）

主たる共同研究者

片浦 弘道（産業総合研究所 ナノ材料研究部門 首席研究員）

3. 事後評価結果

○評点：

B ■ 成果がやや不足している

○総合評価コメント：

nmレベルの導電性超薄膜を用いて、電解液流体から電気エネルギーを取り出すフレキシブル流体発電デバイスの作製と、発電現象の背後にある物理の理解を進め、薄膜材料・プロセス技術の開発を通じてデバイスの高出力化を図る研究を推進してきた。

■ 研究の達成状況および研究成果

- (1) 連続的流体発電に関して、流動電位による起電力と電極における電子交換による電流の発生で取得電力量が決まることを明らかにし、CNT 表面の修飾によって取得電力が増大することを見出した。
- (2) 液滴発電に関して、導電性薄膜と電解液液滴界面の電気二重層の形成によるチャンネル内電位差と液滴の移動に応じたキャリアの移動で説明できる発電モデル式を提唱した。発電量はCNTのシート抵抗と強い相関があることを明らかにした。
- (3) 小直径（1.0nm）の半導体CNTを用いて作製した15cm x 15cmの発電シート上で1.2 μ Wの発電出力を得、 μ W級の発電が可能であることを実証した。

■ 得られた研究成果のインパクトについて

液滴発電において超低消費電力のセンシング・電界結合型無線送信システムを設計・試作し、計測した流体の流量や温度を無線で送信することに成功した。流体発電技術の応用例として初めての試みであり、自己給電型無線センシングシステムの可能性を示している。

■ 研究の進め方において高く評価できること

さきがけ研究者（藤ヶ谷、中嶋、野々口）とのCNT試料の提供やCNT集積回路試作など、領域内の連携研究が進んでいる。

試行錯誤的な実験の繰り返しに加えて、実験電気二重層形成メカニズムを理解するため、第一原理計算を使って原子レベルでの電子の授受を詳しく調べ、空気中の酸素の関与を示唆する結果を得ている。

また、欠陥密度に応じて金属CNTと半導体CNTを分離抽出する技術を初めて開発した。本技術で抽出した抵抗率の異なるCNTを利用して、液滴発電のCNT抵抗率と発電量の相関が明らかになった。

■ その他特記すべき事項

- ・基礎研究面では電解液の液滴・流体発電の機構を明らかにし、実際に発電を実証した点は評価できるが、発電デバイスの発電能は低くセンサー応用に向けた実用化の目処はたっていない。
- ・チーム内連携が、やや不足していたように思われる。発電に関する成果発表件数も少なかった。
補足：2019年度末までに、2報の誌上発表がなされている。
- ・発電実証には到達しているので、応用を想定した定量的評価を行う、あるいは、研究の結果として明らかになった発電モデルに基づいて電気化学的考察をするなど、研究成果のまとめ方の工夫が求められる。

- ・派生した研究成果として、透明・ストレッチャブル摩擦帯電発電シートの開発がなされた。