

論文名：有機半導体を用いた放射線検出器の研究（要約）

新潟大学大学院自然科学研究科

氏名 鈴木 崇民

無機物半導体を用いた放射線検出器は、高性能であることから、高エネルギー物理学実験をはじめとして様々な分野で使用されている。しかし、シリコン等の無機物半導体検出器は結晶構造を持つために検出面積を大きくすることが困難であり、また高純度結晶を用いることから非常に高価になってしまう。

本博士論文の著者が所属する研究グループでは、高エネルギー物理学実験における無機結晶半導体放射線検出器に代わるものとして有機物半導体放射線検出器の研究開発を行っている。無機結晶半導体検出器に用いられている高純度結晶シリコンなどが非常に高価であるのに対し、安価な有機半導体を用いることで、無機結晶半導体では成し得ない大面積かつ自由な形状の半導体検出器を実現できる可能性がある。

本研究は有機物半導体材料として扱いやすく安全であるポリアニリンを用いた放射線検出器を開発することを目的とし、 α 線、 β 線等の放射線の検出に成功している。各種のセンサーを試作し、特性・性能を評価する実験を行った。主として次のテーマについて開発研究を行った。

1) ワイヤ電極センサーの開発

ポリアニリンを用いた放射線センサーのアノード電極として金属ワイヤを用い、高電圧を印加することでアバランシェ増幅により、 α 線、 β 線の信号検出に成功した。特に β 線信号の検出には、信号増幅過程が必要であることがわかった。また、ワイヤ電極センサーの特性評価をすることにより、検出機構の解明と高検出効率のセンサー開発を行った。ワイヤ径の異なるワイヤ電極センサーを複数作製し、それを用いて様々な評価を行った。ワイヤ径が大きいほど、 β 線信号の検出には高い印加電圧が必要であった。また、太いワイヤを用いたセンサーほど、その検出効率は良い傾向が見られた。

2) センサーの作製方法の検討

高電場を作る電極構造をもつことで、 β 線等の比較的電離損失量の少ない放射線でも検出できることがわかってきたが、その検出効率は十分ではなかった。そこで、センサーの新たな作製方法を検討することで、センサーの性能向上を目指した。その結果、新たに2種類の方法(粉末プレスセンサー、PTFEセンサー)でセンサーの作製ができるようになり、またそのセンサーで放射線の検出に成功した。

3) 低分子量ポリアニリンを用いたセンサーの開発

有機半導体放射線センサーの性能を向上させるための材料開発として、高分子ポリアニリン材料自体の変更を検討した。分子量が小さく、高純度であるポリアニリンを材料として使用することで、センサーの性能向上を目指した。低分子量ポリアニリンを用いたセン

サーを作製しその性能を評価した。 α 線の検出効率は最大で8%であり、ポリアニリン通常品を用いたセンサーと比べ約4倍の値であった。しかし、 β 線の信号は検出できなかった。

4) センサーの電極構造の検討

電極構造を検討し、各種の蒸着センサーを作製した。線形蒸着の本数が多いほど検出効率が良くなることが分かった。電極をメッシュ形に蒸着することで、更なる性能の向上が見られ、その β 線検出効率は最大で約0.08%であった。

以上の開発研究からポリアニリンセンサーについて、材料の性質、材料をセンサー化するときの作製方法、電極構造などによって、その性能が大きく変化することがわかった。有機半導体を用いた放射線検出器の開発を行った本研究により、ワイヤー電極センサーの場合について、 α 線、 β 線信号の検出効率の最大値として、それぞれ30%、0.2%を達成した。 α 線については実用化レベルの検出効率であるが、 β 線については更なる開発が必要であることが分かった。