

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 山崎 和子

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第449号

学位授与年月日 平成27年3月25日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 機能発現工学 専攻

学位論文題目 分相ポーラスガラスの応用研究とキャラクタリゼーション  
(Applications and characterization of phase-separating porous glass)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 伊藤公紀(環境情報)  
横浜国立大学 教授 上ノ山 周  
横浜国立大学 教授 奥山邦人  
横浜国立大学 教授 窪田好浩  
横浜国立大学 教授 雨宮 隆(環境情報)

## 論文及び審査結果の要旨

分相ポーラスガラス(PG)は、シリンジ状の細孔が三次元的に絡み合ったジャンглジム構造を持つユニークなガラス材料であり、特殊な組成を持つホウケイ酸ガラスに熱処理と化学処理を施して作成する。PGは、作成の困難さなどから一旦は放棄されかけた材料であるが、注目されるべき多くの特徴を持つ。例えば、細孔径(数十 nm~数  $\mu$  m)は加熱条件で制御可能で、ゾル-ゲル法で得られる多孔質ガラスに比べて均一で単分散に近い。表面積は、大きいものでは  $400 \text{ m}^2/\text{g}$  に達する。これらの特性を利用して、クロマトグラフィー用の分離カラムや、化学反応の高制御場としての応用が報告されている。申請者は、PGの機能材料としての可能性に着目し、PGのキャラクタリゼーションと応用研究を行っている。すなわち、放射性核種(特に  $\text{Cs}^+$  と  $\text{Sr}^{2+}$ )に対する無機吸着材(イオン交換材)としての活用と、表面吸着水の吸着や電気伝導挙動を利用したセンサ(特に湿度センサ)としての活用を念頭に置いた検討を行っている。

論文は二部からなり、第一部でPGのイオン交換性能について、第二部でPGの表面電導機構について検討している。以下に各部の内容を記す。

第一部では、原発事故における飛散核種を念頭に置いて、放射性 Cs<sup>+</sup>と Sr<sup>2+</sup>に対するイオン交換能を詳しく調べている。その結果、PG のイオン交換性能における細孔内ゲルの働きの重要性を初めて指摘し、ホウ素、アルミニウム、ナトリウムのような微量元素が吸着性能に大きく影響することを見出した。例えば、アルミニウムやホウ素は、マトリックス中のケイ素と同型置換されると材料の酸性度が増加するため、これらの元素量が大きいほど交換機能が増すと解釈された。従来から多用されているゼオライトの濾過性能が悪いことに対して、PG は容易に粒状・塊状で扱えるので濾過性能が高い。そのため、放射性物質の吸着やその後の固化において、ゼオライトに比べて PG が有望であることが示された。

第二部では、PG の巨大表面積を利用したセンシング技術への応用を図っている。板状 PG 試料の両面にコートされた金薄膜を電極として、湿度制御下で電流電圧特性を測定した結果と、重量測定の結果を合せて、ガラス表面吸着水を溶媒とした電気化学系の特性を明らかにした。水吸着層の構造や電気化学的特性に妥当な解釈を与え、湿度センサへの応用の可能性を示した。例えば、水吸着層が 3 層程度までは、吸着水は超純水の抵抗率を示すが、それ以上の層数ではシラノール基の解離によると考えられる抵抗率の急激な低下が観測された。従来の測定では、ガラス表面における電気化学反応として水の酸化還元のみが考慮されていたが、本論文における検討により、酸素の還元や過酸化水素の生成等、さまざまな電気化学反応が関与していることが判明した。

このように本論文では、PG の機能性材料としての新たな可能性を探ると共に、実用的な使用条件を求めることに成功している。

以上のことから、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有すると認められた。