

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	桂 大 詞
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Development of Innovative Thermal-Insulating and Sound-Absorbing Porous Materials by Materials Model-Based Research (MBR) (材料 MBR 技術を活用した革新的断熱吸音多孔質部材の開発)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大下 浄治	印
審査委員	教 授	曙 鉦之	印
審査委員	教 授	石元 孝佳	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、自動車業界の最も重要な課題の1つである、カーボンニュートラルの実現と安全・快適性向上の高次な両立に向けて、高い断熱性と高い吸音性の両方の特性を有する革新的な多孔質材料を開発した。</p> <p>第1章では、本研究の背景、関連する先行研究、目的について述べた。断熱材料も吸音材料も多孔質材料内部の微細な構造に性能が依存することが知られている。一般に、高性能な多孔質断熱材料は、気体の熱伝導を抑制するために、流体相の空間を微細にする必要があり、吸音材料として機能しない。そのため従来は、同一材料で高い断熱性と高い吸音性を両立させることは困難であった。そこで、この課題を解決するための基盤技術を確立し、それを活用して高性能な断熱吸音多孔質材料を効率的に開発した。</p> <p>第2章では、多孔質材料の3次元構造分析解析技術として、有機高分子材料のX線CT画像のコントラストを向上させる新しい方法について述べた。まず、ポリ(エチレンテレフタレート)(PET)繊維にガンマ線照射を利用した臭素含有オレフィンのグラフト化によって、臭素原子を均一に組み込み手法を開発した。これにより、X線CT画像のコントラストが未加工の繊維に比べて大幅に改善された。最後に、ポリプロピレンペレットにも同様の処理を施すことで、X線CT画像のコントラストが向上することを確認した。</p> <p>第3章では、音波が多孔質材を透過する必要がなく、音波が多孔質材に衝突するだけで吸音する新しい多孔質材料について述べた。まず、材料内部の3次元構造に基づいて多孔質材料の吸音率と熱伝導率を予測計算する技術を構築した。本モデル計算技術を多孔質材料へ適用し、音波の入射により多孔質材料内部のリガメント(固体相)を激しく振動させることで、流体相と固体相との境界での相対速度を生じさせて粘性減衰を誘起し吸音する新しいメカニズムを確認することができた。次に、計算モデルの微細構造と物質構成に似せて、疎水性セルロースナノファイバー-ポリ(メチルシロキサン)キセロゲル複合体を作</p>			

製した。最後に、この多孔質材料は、1000Hz 以上の周波数帯での高い吸音性（吸音率は 0.44 以上）と、静止空気（0.026W/(m・K)）同等の高い断熱性の両方を有していることを確認した。

第4章では、多孔質材内部の空間を音波が透過できない空間と透過できる空間に分けて、音波が透過できない空間で断熱性を生じさせ、音波が透過できる空間の経路を複雑にすることで吸音性を生じさせる新しい多孔質材料について述べた。まず、第3章同様に、計算技術を多孔質材料へ適用し、PET 不織布に複合する粒子の形状を扁平化するだけで吸音率が向上することを確認した。次に、計算モデルの微細構造に似せて、ナノ多孔性を有する扁平楕円体粒子を複合した PET 不織布を作製した。この多孔質材料は、1000 Hz 以上の周波数帯での高い吸音性（吸音率は 0.35 以上）と、静止空気（0.026 W/(m・K)）同等の高い断熱性の両方を有していることを確認した。最後に、高通気抵抗の表皮材を積層することで吸音性が向上することを検証した。高通気抵抗の表皮材を積層したこの多孔質材料は、1000 Hz 以上の周波数帯での高い吸音性（吸音率は 0.5 以上）と、静止空気同等の高い断熱性の両方を有していることを確認した。

これらのことから、構築した基盤技術を活用して、高性能な断熱吸音多孔質部材料を効率的に開発した。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。