

1. 目的

1. 研究背景と課題

自動車・航空機産業は、最先端の高度な素材・部品を集約することで展開されており、その研究開発には高い技術力が必要である。これら先端材料のさらなる特性改善をめざし、自動車・航空機産業の飛躍的な発展をもたらすことを目標に、材料科学分野の多様な技術シーズを組み合わせた研究体を組織する。そして、それらを融合した独創的な新素材技術を開発することを目指す。

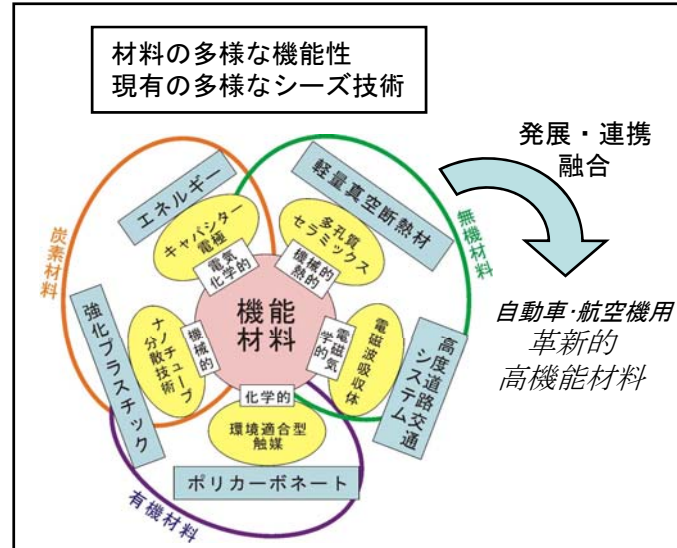
また、県内にはセラミックスや合成樹脂など素材メーカーが多数存在しており、その関連企業も集積している。よって、それらの企業との連携は、シーズを迅速に実用化する上で非常に重要である。

2. 研究の目的と具体的目標

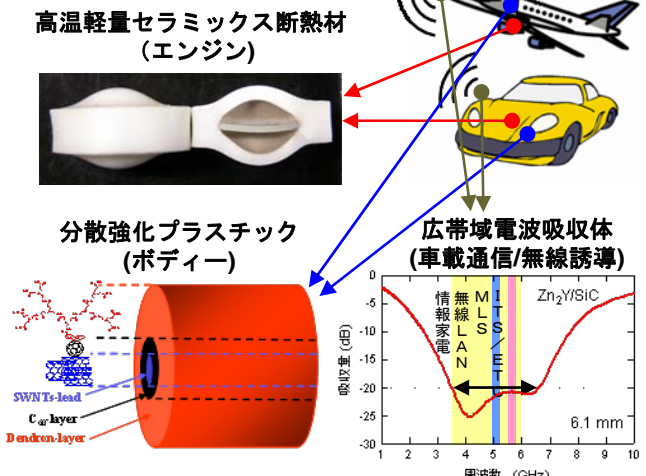
無機材料・有機材料・炭素材料をベースとした種々の現有の技術シーズを基に、材料がもつ化学的・機械的・電磁気学的など多様な機能性を追及する。そして、それらを発展・連携・融合・展開させることで、独創的な素材技術を確立し、自動車・航空機分野を指向した革新的高機能材料を開発する。

具体的には、酸化鉄系薄型電磁波吸収材料、高温真空断熱材料、炭素系キャパシタ電極材料、ポリカーボネート合成触媒およびナノチューブ分散強化プラスチックの基盤研究と実用化研究を実施する。

2. 研究内容



独自のシーズ技術（進捗状況）



3. 委託期間における各サブグループの取組

- a 高周波対応広帯域電磁材料の研究開発
研究内容 高誘電率・広帯域電磁波吸収材料の開発
到達目標 比誘電率>7, 帯域幅>1GHzの実現
- b 航空機用高気密・軽量セラミックス断熱材の設計と製造
研究内容 転動造粒法による高強度断熱材料の開発
到達目標 外皮相対密度>98%, 気孔径<1/10の実現
- c 自動車素材ポリカーボネート合成のための新規ナノハイブリッド触媒の創製
研究内容 非金属非ハロゲン系有機触媒部の開発
到達目標 反応温度<70℃, 反応時間<6 h
- d 高電力充放電が可能なキャパシタ用炭素材料の創製
研究内容 炭素-マンガン系高容量キャパシタ材料の開発
到達目標 静電容量>40 F/g
- e カーボンナノチューブ超分散技術による高機能プラスチック部材開発
研究内容 多層カーボンナノチューブ超分散技術の開発
到達目標 PVAに対しカーボンナノチューブ含有率>5wt%

4. 効果

- 1. 目標達成による効果 (学術的、産業的、地域産業活性)
種々の分野の連携・融合を通して、新しい学術分野の創出が期待される。また、県内各種素材メーカーと連携して実用化を推進することで、自動車・航空機分野における飛躍的な性能向上が期待される。

- 2. 波及効果
機能性材料は様々な産業を支える基盤となることから、自動車・航空機産業に限らず、多様な産業分野への二次的な波及効果が期待される。

(各サブグループ)

1. 目的

1. グループ研究における役割

自動車・航空機分野を指向した革新的高機能材料として、本サブグループでは、自動車・航空機の無線誘導技術に注目し、高周波帯における新規広帯域電磁材料を開発する。開発にあたっては、他のサブグループとの連携により多角的に検討を進め、酸化鉄をベースとする電磁材料の広帯域化をはかる。

2. サブグループの研究目的と具体的目標

高度道路交通システム(ITS)や航空機自動誘導システム(MSL)に利用されるGHz帯をターゲットに、酸化鉄をベースにした新規電磁波吸収材料の開発を行う。本サブグループでは、誘電材料と磁性材料という異なる吸収機構を有する吸収材料を複合化することで吸収特性の広帯域化を実現してきた。本研究では、これらの材料の実用化に不可欠である吸収体の軽量かつ小型化を、酸化鉄系高透磁率磁性材料と高誘電率材料との複合化により実現することを目指す。

2. 研究内容 (サブグループ)

解決すべき課題と解決方法

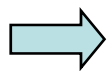
GHz帯広帯域電磁波吸収体の薄型化



高誘電率材料との複合化

今までの研究の進捗状況

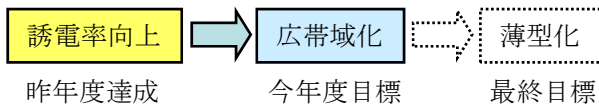
- 高誘電率材料の選定 チタン系酸化物
- 作製プロセスの検討 固相反応法
- 材料特性の評価 透磁率・誘電率



誘電率の向上を実現
広帯域化には至らず

研究概要

- 誘電率の制御
高誘電率材料の種類と割合、作製条件の最適化によりGHz帯域での誘電率を制御する
- 広帯域化の実現
高誘電率材料にさらに炭化ケイ素も加えることで帯域幅の向上を実現する



3. 委託期間における具体的な研究内容

- a 誘電率の制御
到達目標：比誘電率（実部）が7以上の複合焼結体の作製
- b 広帯域化の実現
到達目標：帯域幅1.0GHz以上を実現

4. 効果

- 1. 目標達成による効果 (学術的、産業的、地域産業活性)
学術的貢献：新規複合化技術の開発
産業的貢献：自動車・航空機分野における無線誘導技術の信頼性向上
地域産業活性化への貢献：県内に多数存在する酸化鉄関連メーカーと連携した高付加価値製品への展開
- 2. 波及効果
電磁環境問題を抜本的解決策として情報通信、環境計測、土木建築など広範な産業波及効果が期待される。

航空機用高気密・軽量セラミックス断熱材の設計と製造

岡山大学大学院自然科学研究科・岸本昭

(各サブグループ)

1. 目的

1. 研究背景と課題

航空機エンジンに用いられる高温断熱材には、軽量化と高い信頼性が求められる。申請者は、耐火物として知られているジルコニアセラミックスを焼結後、超塑性変形を利用して焼結温度付近で、発泡体作製が可能であることを見出した(Adv. Eng. Mater., 8[8] 708-711(2006))。

この高信頼性高气孔率の多孔体は、発泡物質を混入成形後、大気中、焼成温度で処理するという、きわめて簡単なものであり、実用性の高い方法と言える。

今回の発泡セラミックスでは、内部は減圧となっているため、断熱性という点でも有望と考えられる

2. 研究目的と具体的目標

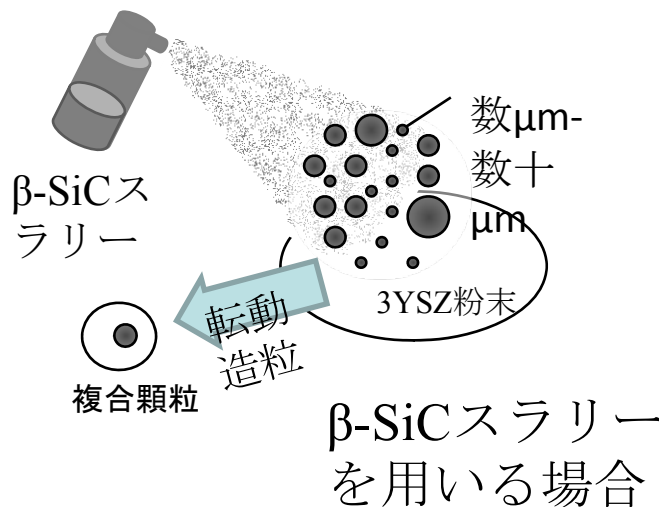
超塑性を利用した発泡体は完全焼結体を多孔化させたため、従来の不完全焼結による多孔体に比べ、ガス・熱・音などの遮断性に優れ、遙かに高い機械的信頼性が期待できる。

高温で機能する真空断熱材として、高気密・高い信頼性を要するエンジン用部材に応用する。

2. 研究内容

※課題解決にむけた着眼点、解決手法：従来の多孔質セラミックスはすべて不完全焼結体。完全焼結体に気孔を導入する。
※今までの研究の進捗状況：造粒法により発泡剤コアをマトリックス粉末で被覆した複合顆粒を成形し、熱処理することにより多孔体が得られている。

※研究概要：造粒法ではコアが大きくなるため製品の気孔径も大きくなり強度・断熱性の面で不利である。気孔径を小さくするため発泡剤含有スラリーを噴霧したコアを利用する(下図等の手法による)。



3. 委託期間における具体的な研究内容

超塑性発泡法による高い信頼性のセラミックス断熱材の作製(複合顆粒のコアを小さくする)

- ・外皮相対密度98%以上
- ・気孔径1/10以下に(造粒法の)
- ・緻密体の半分以下の熱伝導率
- ・造粒法による超塑性発泡多孔体を上回る強度
- ・多孔化により比強度の向上を達成する。

4. 効果

1. 目標達成による効果

(学術的、産業的、地域産業活性)

緻密な気孔壁を有する超塑性発泡体は、ガス・熱・音などの遮断性に優れ、遙かに高い機械的信頼性が期待できる。

岡山県は全国の耐火物の三分の一を生産・出荷している。通常のガス透過性耐火物とは差別化し、高気密質・高信頼性の断熱材として新たな産業分野を構成できる。

2. 波及効果

内燃機関の効率向上、原子力・宇宙分野への新材料提供

研究開発概念図

自動車・航空機分野を指向した革新的高機能材料の研究開発
自動車素材ポリカーボネート合成のための新規ナノハイブリッド触媒の創製

研究者所属機関・氏名 岡山大学大学院自然科学研究科・酒井貴志

(各サブグループ)

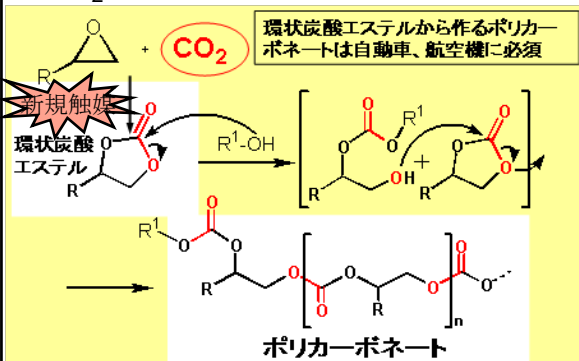
1. 目的

1. グループ研究における役割

全体テーマ「航空機・自動車関連高度部材の開発」の内、グループ研究として「自動車素材ポリカーボネートの合成のための新規ナノハイブリッド触媒の創製」を分担する。

2. サブグループの研究目的と具体的目標

ポリカーボネート合成に重要な環状炭酸エステルの従来の製造法であるジオール体と猛毒のホスゲンを用いるホスゲン法を、安全かつ環境適合型の二酸化炭素利用法に変更するための有機-無機ナノハイブリッド高機能触媒を開発する。本法でCO₂を有効利用することも意義深い。



透明性、耐衝撃性、耐熱性、寸法安定性、難燃性
自動車のヘッドランプレンズ、メータ盤、サンルーフ、ボディなどに金属、ガラスを超えた軽量素材としてますます重要性が増している。

2. 研究内容 (サブグループ)

稀少金属、ハロゲンを使わない環境適合型触媒の開発

新規な高反応性炭酸触媒の設計・合成・開発

目標:

- 二酸化炭素圧力 0.5 MPa
- 70℃程度以下の温和な反応温度
- 10回以上の再利用性
- 簡便な触媒調製法の開発
- 短時間の高速反応

今後の研究

芳香環上の置換基の影響大

水素結合の強さ、担体の多孔性、孔径等が重要

現在開発したのも: 1MPa CO₂, 無溶媒反応, 100℃, Green Chem, 2008, in press.

さまざまな触媒構造の変化を検討する

解決すべき課題

実用化には反応装置の設計上ならびに安全上の問題から、低圧化が必須の課題である。従来100気圧を必要としたが、5気圧程度でも働く触媒を開発する必要がある。

今までの研究の進捗状況

多孔質シリカゲル、多孔質セラミックスに臭化ホスホニウム部を有機架橋剤で固定化した触媒を調製し、各種のエポキシと二酸化炭素を反応させ、高効率（低圧、無溶媒反応）の触媒として働くことを確認した。

研究概要

・本年度研究では、新規な非金属非ハロゲン系有機触媒部を開発する。これを無機固定化担体に固定化し環境適合型の炭酸化触媒を創成する。

3. 委託期間における具体的な研究内容

- 1) これまで開発してきた臭化ホスホニウム固定化触媒の実用性を高める。
- 2) 非金属、非ハロゲン系の新規有機触媒の設計・合成、反応の評価を行う。地球温暖化の要因となっている二酸化炭素を、環境適合型の触媒開発により、資源化する。
- 3) 数値目標（これまでの最効率）：CO₂低圧反応0.5 MPa; 反応温度70℃程度; 触媒10回以上の再利用性; 短時間の高速反応6時間程度。

4. 効果

1. 目標達成による効果

環状炭酸エステルは自動車用ポリカーボネート樹脂の原料として、またリチウム電池電解液などとして世界中で利用され、需要が拡大しているため、その効率的製造法の開発は重要である。

2. 波及効果

自動車・航空機の素材としての利用はもちろんであるが、県内の化学工業における、有機リン化合物、環状炭酸エステル、ポリカーボネートなどの合成、利用、および、製鉄関係などから排出される大量の二酸化炭素の資源としての有効利用が可能である。

(各サブグループ)

1. 目的

1. グループ研究における役割

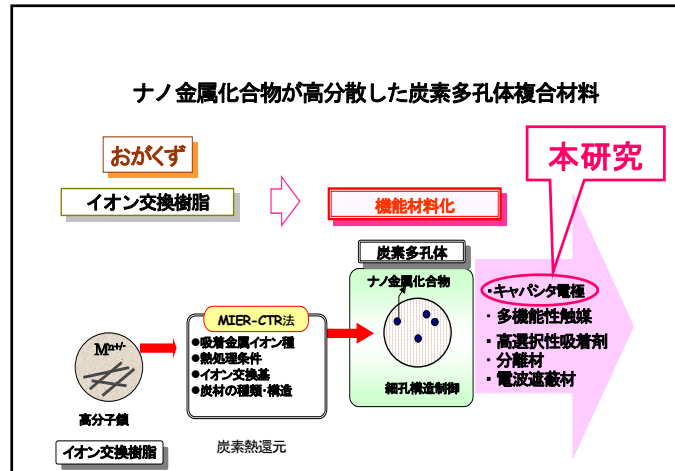
高電力充放電が可能なキャパシタ用炭素材料として金属酸化物担持炭素系材料の研究開発を行う。特に無機と有機系の複合材料の開発として、材料の物理的な特性（細孔構造、分散状態など）および化学特性（電気化学反応、イオンの移動）を原料および調製条件を合わせて研究を行う。これらの成果は他のサブグループの結果と相補的な検討が可能であり、相互に大きな進展が期待できる。

2. サブグループの研究目的と具体的な目標

a 電気化学キャパシタに適用可能な金属酸化物担持炭素系材料の調製
電気化学反応が可能な金属酸化物の炭素多孔体中への高分散化が可能であることを確認すると同時に、調製条件と材料構造を明らかにする。マンガン酸化物について調製条件の確認する。

b キャパシタ電極としての特性評価
実用化を目的に自動車搭載用巨大電力キャパシタ電極としての充放電特性を測定し、好適な材料を絞り込む。

2. 研究内容 (サブグループ)



電気化学キャパシタ電極として金属酸化物担持炭素系材料を使用するには、1)炭素材料の多孔構造化、2)金属酸化物の微粒子化、3)金属酸化物の炭素材料中に高分散化が重要である。これを実現するには、本研究グループが10年以上前から研究開発してきた「金属イオンを吸着させたイオン交換樹脂もしくはおがくずの炭化処理」による方法がある。本方法の概要を上図に示す。金属イオンに対する制限はほとんどなく、多くの金属酸化物を炭素多孔体中に高分散させることができ、電気化学反応が可能な金属酸化物を容易に適用可能である。

本研究では特に化石燃料使用の削減に寄与する高性能ハイブリッド・カーに搭載するキャパシタ電極への適用を目指す。

3. 委託期間における具体的な研究内容

- 1) 電気化学的に期待できるマンガン酸化物金属をイオン交換樹脂に吸着させ、炭化・賦活処理および電解酸化を行い該当する電気化学的に活性な金属酸化物担持炭素材料を調製する。このとき、調製条件(熱処理ガス雰囲気、時間、温度)および炭素材料の化学構造ならびに物理特性を明らかにする。
- 2) キャパシタ電極特性を調べ、ハイブリッドカー用のキャパシタ電極として有望な材料を絞り込む。

4. 効果

1. 目標達成による効果

ナノ金属酸化物が炭素多孔体中に高分散した複合材料は材料としてもユニークである。本研究の成果は学術的に、電気化学、炭素材料学術分野の発展に寄与することが期待される。

2. 波及効果

ここで得る材料はキャパシタ電極への適用が期待できる。これらは岡山県の自動車・電気産業に製品もしくは材料として使用でき、これらの製品も他地域の企業との著しく差別化を可能にする。

カーボンナノチューブ超分散技術による高機能プラスチック部材開発

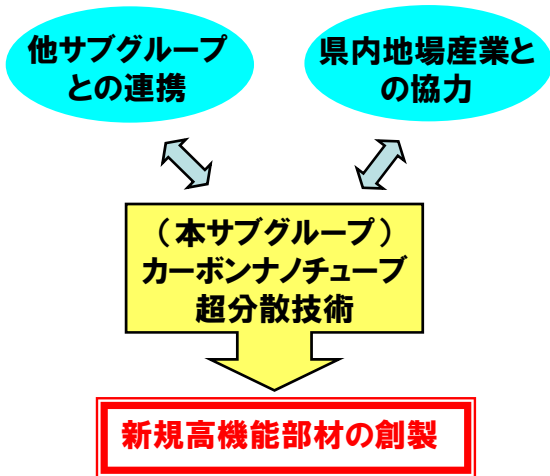
岡山大学大学院環境学研究科・高口 豊

研究開発概念図

(各サブグループ)

1. 目的

1. グループ研究における役割



2. サブグループの研究目的と具体的目標

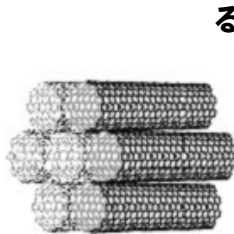
従来に例の無い、カーボンナノチューブの超分散技術を独自に開発

それを足がかりにした、様々なカーボンナノチューブを含むプラスチック部材を開発

カーボンナノチューブの機械特性・物性・機能を最大限に活用した高機能部材となる。

2. 研究内容(サブグループ)

《カーボンナノチューブの材料応用の課題》



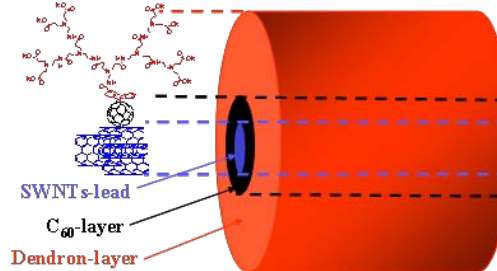
材料としてのポテンシャルは高いが、バンドル構造をとるために分散性が低く、通常の複合法では炭素繊維強化プラスチックとそれほど変わらない性能にとどまってしまう。

着眼点：
超分散技術が性能および加工性向上の鍵

解決法

【独自技術】
カーボンナノチューブ超分散技術

《超分散性カーボンナノチューブ実施例》



非共有結合を利用した dendrimer の導入(超分子複合体形成)により、ナノチューブの超分散を実現。

3. 委託期間における具体的な研究内容

独自に開発した『カーボンナノチューブ超分子複合体』を利用した複合材料調製法を利用し、溶液プロセスを用いた『超分散カーボンナノチューブ複合材料』研究を展開する。

～主な内容～

- a) 超分散ナノチューブを用いた複合材料調製
 - ・10以上の組み合わせで実験をおこない、3つ以上の新規複合体を調製する。
- b) 超分散ナノチューブ複合材料のナノ構造解析
 - ・透過型電子顕微鏡による構造評価法確立
- c) 超分散ナノチューブ複合材料の評価
 - ・超分散状態ナノチューブ含有率の5%以上向上を実証する

4. 効果

」
 2A LÇ· c D BUBp l!!! DždzLjJhNjĴăăİÜóÀ
 àA灸Éa Èè規E規
 eĭiifîòòòòÀRřş ħ'· ~'~'~' .

2. 波及効果

独自技術により次世代の部材開発を行うことで他地域との差別化を可能とする。