

研究課題目的設定表

(様式9)

令和 2 年度 ■ 当初予算 □ 補正予算 (月) 記入日 令和 元年 10月 23日

機 関 名	産業技術センター		課題コード	R020903	事業年度	R2 年度 ~ R4 年度		
課 題 名	導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発							
機関長名	赤上 陽一			担当(班)名	機能性材料・デバイスグループ			
連絡先	018-862-3414			担当者名	関根崇、菅原靖、杉山重彰、加藤勝			
政策コード	2	政 策 名	社会の変革へ果敢に挑む産業振興戦略					
施策コード	1	施 策 名	成長分野の競争力強化と中核企業の創出・育成					
指標コード	1	施策の方向性	競争力強化による航空機産業と自動車産業の成長促進					
種 別	重点(事項名)	地域の独創性を高め世界に通用する企業を育成する研究開発					基盤	
	研究	○	開発		試験		調査	その他
	県単	○	国補		共同		受託	その他
評 価 対 象 課 題 の 内 容								
1 研究の目的・概要 本研究では、絶縁材料であるSi₃N₄、AlN、SiC等が持つ優れた熱伝導性、耐摩耗性、高温強度等の特性を維持し、導電性を付与した新たな複合セラミックスの開発を目的とする。Si₃N₄、AlN、SiC等は、単体では難焼結性であるため緻密な焼結が難しく、酸化物を添加して作製されているが、本研究では、導電性を有する炭化物等の原料の添加による緻密化を図り、これまでにない新たなセラミックスを作製する。従来のセラミックスは加工性が悪く切削加工が非常に難しい。さらに、絶縁性のために加工が困難である。このようなセラミックスに対して導電性を付与することにより、放電加工が可能になり、形状の自由度が拡がり、生産コストの低減等が期待できる。また、従来のセラミックスは機械的性質も低く構造材料への応用が難しいが、複合化により強度に優れたセラミックスを開発することで、用途が拡大できる。本研究では、熱伝導性に優れた絶縁性のセラミック材料に対して、導電性の付与、および機械的性質を向上させた次世代型多機能セラミックスを開発し、新たな工具や構造材料への応用を目指す。 2 課題設定の背景(問題の所在、市場・ニーズの状況等) 近年、自動車や航空機のエンジン部品等へ用いられる材料として、耐熱性や耐食性に優れ、軽量、高強度等の特徴を持つ耐熱合金が注目されているが、これらは従来用いられている超硬合金による切削加工が非常に難しい。Si₃N₄、AlN、SiC等の材料は高温強度に優れており、耐熱合金の加工用工具材料として高い関心を集めている。しかし、これらの材料自体も切削加工による加工が困難である。Si₃N₄、AlN、SiC等は絶縁性のために半導体基板等に用いられるが、絶縁材料であるため放電加工ができない。このことにより、構造材料として用いる場合には、形状の制限や生産コストが高い等の課題がある。また、超硬合金に比べて機械的性質に劣る。これらの材料は高熱伝導率、高温強度や耐食性に優れているため、導電性を付与し、機械的性質を向上させることで、さらなる用途の拡大が期待できる。 3 最終到達目標 ①研究の最終到達目標 熱伝導率、耐熱性、耐食性に優れたSi₃N₄、AlN、SiCをベースとし、導電性を付与し、機械的性質に優れた緻密な焼結体の作製指針を確立し、新たな複合セラミックスを開発する。複合組成による焼結体の導電性の付与、機械的性質の制御技術を確認し、輸送機器産業や機械産業における構造材料としての実用化を目指す。 ②研究成果の受益対象(対象者数を含む)及び受益者への貢献度 輸送用機器、機械部品関連企業へ技術移転し、県内企業の新製品開発および新たな市場拡大に貢献する。 4 全体計画及び財源 (全体計画において計画)								
実施内容	到達目標	2年度	3年度	4年度	年度	年度	(最終年度) 4 年度	
緻密な導電性セラミックスの開発	Si ₃ N ₄ 、AlN、SiC等の絶縁材料をベースとした導電性複合セラミックスの開発							
導電性・機械的性質の評価および制御技術確立	配合組成、焼結条件により導電性や機械的性質の制御技術を確認							
加工性の評価・解析	放電加工による加工性の評価および構造部材試作							
企業への展開	県内企業への展開と実用化							
計画予算額(千円)		3,257	3,000	3,000				9,257
財源内訳	一般財源	3,257	3,000	3,000				9,257
	国 費							
	そ の 他							

外部有識者等の意見・コメント

1 必要性	(外部委員) ・本研究は導電性を付与したセラミックス材料を開発することを目的とし、これによって放電加工等による可能性に優れたセラミックスが実現されると、精密加工が要求される自動車、航空機等の輸送機器のエンジン部品材料の高機能化が実現でき、また電気的性質を制御したセンサ材料等の新たな用途を持つ複合セラミックスに適用可能となるなど幅広い用途拡大が期待できる。県内の電子部品メーカーでの技術展開が期待されるほか、全国規模の技術展開も期待できる。 ・本県での「競争力強化による輸送機産業と自動車産業の成長促進」において、エンジン部品等での材料へのコスト配慮が求められる中、これら部品等への生産コスト改善への技術確立が急務である。更に広く県内産業への貢献が見込まれる4次産業革命のイノベーション技術であるIoT【Internet of Things】技術の発展においても過酷な環境で使用可能なセンサーとしての電子部材の必要性が高まっており本技術開発の必要性は、これに合致している。 (内部委員) ・導電材料を混ぜる事によって、本来のセラミックスの材料特性を維持できるかがキーポイントとなる。そのために混合する材料に目処があるのかが、達成可能性を左右する。また、材料を均一に混合できるかどうか成功を左右する。目標とする抵抗率から、結構ハードルは高いと考えられるので、達成出来れば相当なインパクトとなるので、是非とも成功させて欲しい。 ・本事業では、優れた高温強度、耐食性、耐摩耗性を有するSi₃N₄、AlN、SiC等に導電性を付与したセラミックスを開発することを目的としているが、技術的な課題として、焼結性と緻密化が難しいことが上げられる。この焼結性と緻密化については、通電加圧焼結技術を活用することとしており、これまでもコバルトレスなど様々なセラミックスの焼結技術に関する研究や技術蓄積があることから、焼結技術や方法、人員等の体制から十分な開発成果が期待される。
2 有効性	(外部委員) ・導電性セラミックスの開発については、電気抵抗率$1 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$以下で耐熱温度500℃以上という目標が明確になっており、これによって秋田県発の新たなセラミックスを創出し、輸送機産業や電子部品、機械産業等の県内企業の新製品開発に貢献するとしているが、電気抵抗率と耐熱温度の根拠が明確でない部分があると思う。幅広いパラメータで研究し、ニーズに合わせた条件に合わせこむというアプローチも有効かと思われる。問題点としては、製造方法が通電焼結に限定しているように見受けられ、県内企業において技術展開する際には設備の導入がコスト的障壁となる可能性があると思われる。 ・本研究での多機能素材の開発を通じて従来の優れた長所を維持したまま、新たな特性を付与することで電子部材としての応用範囲が広がる。更に、本開発効果にて普及が予測される燃料電池等の過酷な環境下のセンサー等へ応用が可能となり新製品開発および新規事業拡大へ貢献ができる。このことで新たな成長市場への参入機会を得ることができ、今後の有効性が期待できる。その他、本研究成果にて製品化時のコストについても研究時点において考慮頂き本研究イノベーション普及での経済波及効果への加速を期待する。 (内部委員) ・県内の輸送機や電子デバイス産業を活性化し推進していくためには、新たな技術シーズ開発が重要である。本事業では、優れた高温強度、耐食性、耐摩耗性を有することから主に工具材料として使用されていたSi₃N₄、AlN、SiC等に導電性を付与した新たな機能性セラミックスを開発するものであるが、一般にSi₃N₄、AlN、SiC等のセラミックスは、焼結が難しいとされる材料である。本事業では、これまで産業技術センターにおいて技術蓄積のある通電加圧焼結技術によって、短時間での焼結と緻密化を実現するものであるから、優れた高温強度、耐食性、耐摩耗性と導電性を有する放電加工可能な機能性セラミックス開発によって、様々な形状の構造材料やセンサ材料など幅広い分野への活用が期待される。 ・セラミックスへの導電性付与という技術は、前例が見当たらず、大きな波及効果のある開発となる可能性がある。どのような電気特性が得られるのか、現時点ではわからないが、センサー材料としての可能性を有している点も注目できる。 (意見を踏まえた対応) ・輸送機、機械、電子部品等の産業ニーズに合わせて研究を進め、県内企業への技術展開を視野に入れた開発を進める。製造の点については、通電焼結の経験がある企業もあり、さらには、焼結条件の展開のために焼結温度や焼結に適した組成等を見極めながら進めることから、問題はないと考える。また、電気的特性を新たに付与することで、幅広い分野への応用という観点からも開発を進め、県内企業の新規事業拡大を図っていく。
	(外部委員) ・目標設定が明確であり、予算規模、実施体制および研究計画は妥当性が認められ、これまで培われた技術的バックグラウンドを考慮し、本研究は技術的達成可能性は高いものと考えられる。県内企業において技術展開する際には通電焼結設備の導入などのコスト的問題が生じる可能性があると思われる。 ・機械的特性に対しては再考していただき、他、電気的性能等では明確な目標設定がされているものと

3 技術的達成可能性	考える。併せて検証結果においては継続的な改善は必要と考えるが目標到達のためのキーポイントは整理されており、研究予算規模、スケジュール、体制については妥当と考える。また特性検証解析において期待される結果が得られない場合、確立途中の解析技術側の問題の見誤りや誤検証によるデグレ等が無いよう十分配慮いただき、本研究を通じての成果に期待する。その他、県内企業での実用化作業が予定されているので、法令遵守には十分な配慮を頂きながら研究開発遂行頂ければと考える。 (内部委員) ・本事業では、優れた高温強度、耐食性、耐摩耗性を有するSi_3N_4、AlN、SiC等に導電性を付与したセラミックスを開発することを目的とする。実現すると大きなインパクトが生まれる。 ・これまでの研究成果を踏まえ、今までの焼結技術との比較や具体的な目標、評価技術に関することを加えると良いと思う。例えば、緻密さについて、これまでの焼結品との比較した評価の指標となる数値やその評価方法、導電性、耐熱性についてもこれまでの焼結品の導電率、耐熱温度に対して、目標を達成できる具体的な解決手段を加えると技術の達成プロセスが明確になってくると思う。研究の進捗とともに、機械加工技術やセンサー材料等、電子部品用材料となる物性が得られる複合化技術と、その評価技術を確立することに期待する。 (意見を踏まえた対応) ・企業への技術展開を視野に入れた作製技術、解析技術、評価技術を検討し、材料開発を進めていく。 ・これまでの研究で得られた特性や市場のデータ等と比較し、新たな材料の複合化による組織学的制御や焼結条件の調整により新たなセラミックスの作製を進める。 ・本研究で扱う材料(Si_3N_4、AlN、SiC等)は焼結が困難な材料であり、複合組成から求めた理論密度との相対密度が100%となるように、最適な複合条件を見出す。
4 その他	

導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発

セラミックス構造部材



セラミックス工具



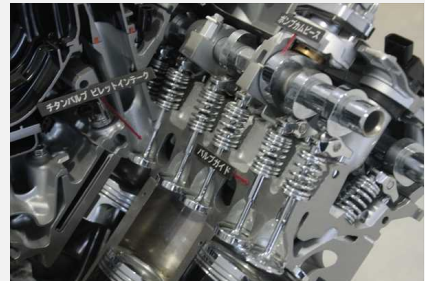
セラミックス耐摩耗部材



耐熱合金
の加工



エンジン部品



自動車エンジンバルブ

(耐熱合金使用製品)

セラミック材料 (Si_3N_4 等)
の加工が困難

導電性を付与することで
放電加工が可能

セラミックス原料

・ Si_3N_4 、 SiC 、 AlN 等

- ・ 優れた高温強度、耐食性
- ・ 高熱伝導性
- ・ 絶縁性

- ・ 複合セラミックスの焼結技術
- ・ 微細構造解析技術
- ・ 機械的性質、熱伝導性の解析技術



- ・ 導電性の付与、
制御技術

導電性を持ち機械的性質に優れた複合セラミックスの開発