

中間評価報告書

研究課題名：微量成分による高次構造制御技術の開発

研究責任者：池上隆康 物質研究所独立研究グループ特別主席研究員

評価委員会日時：平成16年1月23日14時—16時30分

評価委員会委員長及び委員名：

島田昌彦 東北大学多元物質科学研究所 教授（委員長）

新原皓一 大阪大学産業科学研究所 教授

丸山俊夫 東京工業大学大学院工学研究科 教授

記入年月日： 平成16年2月20日

評価の観点	評 価 結 果
<p>[課題の設定] 中間評価段階における新規性・独創性、科学的・技術的重要性、社会的・経済的重要性、国家・社会・産業界の要請、新規産業分野、緊急性、波及効果など</p>	<p>新規高機能多結晶焼結体セラミックス材料の創製には、陽イオン置換型固溶体や焼結体微構造組織を制御する高次構造制御技術の開発が最重要研究課題である。本研究は、特に陰イオンによる精密な粉末粒子制御、焼結過程における粒成長と緻密化の焼結機構のモデル化・理論的解明を中間評価段階で達成しており、基盤的研究成果として高く評価できる。本研究は大きく2つに分けられる。(1) レーザーホストに高次構造を制御した透明多結晶焼結体を用い、単結晶にはない性能を付与する試み。(2) ナノ組織制御によるイオン導電体の導電率の向上。両者とも世界的にその開発が求められている「粒界工学」的に挑戦的な重要なテーマであり、この実現には独創的なブレークスルーが必要である。テーマ(1)が成功すれば、レーザー工学分野への技術的、経済的寄与は大きい。テーマ(2)は高温燃料電池の開発に資する。研究成果はセラミックスの組織制御による機能性の向上に一般的に応用できる新たな指針を与え、新規性があり、科学技術的及び産業分野への波及効果が期待できる。</p>
<p>[課題への取組状況] ・研究手法・実験方法の新規性・独創性、精密さ・緻密さ、妥当性 ・研究・実験の進捗状況の観点からみた、年次計画、予算規模、人員規模、研究設備購入計画、計画外事象の発生の有無とその対応の適否 ・推進・運営体制の観点から、研究責任者の裁量、国際的展開、学協会との連携・協力など</p>	<p>テーマ(1)では、独自に導いた焼結モデル及び速度式と焼結体組織とを関係付けて研究を進めており、このグループでこそ可能な取り組みである。レーザー発光イオンのホストへの溶解度の制御を微量元素の添加によって実現させようとする試みは、応用上重要である。テーマ(2)では固体電解質の組織とイオン導電性とを関連付けており、とくに透過型電子顕微鏡の原子像の観察によるナノ偏析組織と、電気化学的な測定によるイオン導電率とを関係付ける試みは、新規性の高い緻密な研究手法である。両テーマ共通して、新たな粉体調製法の開発には独創性と精密さが要求される。透明多結晶焼結体の作製において、中・後期焼結過程解明の実験手法・研究手法は高く評価できる。微小の第2相の固溶による構造変化に関して、特に興味有る成果が得られつつあるのではと思われる。この構造変化と、構造に由来する新機能発現に関して、より突っ込んだ研究が必要と思われる。最終設定目標達成のためにはレーザー発信の可能性への実験的アプローチや更なる伝導度向上への研究コンセプトに少し欠けるきらいがある。5カ年の計画のロードマップでは、各年度の具体的な研究計画が明確でない。焼結体の調製法と高次構造の関係、YAGやイオン導電性 ZrO_2 に関して実用化につながる基礎的成果が得られており、当初の3年間の計画はほぼ順調に進捗している。予算規模については概ね適切と考えられる。人員の規模はやや小さく、応用・技術移転を考えると必要な分野の充実が望まれる。研究組織運営体制は10名程度であり、運営がこの中で閉じている雰囲気がする。外部組織の研究協力者を加えて、広い観点からの研究推進が望まれる。多結晶透明体の開発とそれを利用した高輝度レーザー発信に関しては、多くのニーズがある。このニーズをつかみ、技術移転をにらみながらの外部との共同研究を進めることも必要である。</p>

<p>[研究の成果] 研究成果の内容について、中間段階として期待通りの成果が十分出ているか？ 研究成果の発表状況は十分であるか？</p>	<p>これまでの3ヵ年ではテーマ（1）及び（2）とも、原料粉体の合成法の開発に主眼がおかれた。テーマ（1）では Y_2O_3, YAG, Sc_2O_3 について透明焼結体が得られた。テーマ（2）では Y_2O_3 添加 CeO_2 の焼結体中にナノサイズの析出層を見出して酸化物イオン導電性との関係を調べる段階にある。中間評価段階として、概ね予定通りの進捗状態といえる。テーマ（1）では焼結モデルと組織との関係について、両者からの知見をフィードバックしながら研究を進めているが、やや定性的な状態であり定量的な関係付けへの取り組みが求められる。今後、透明焼結体の光学的機能に関する研究に本格的に着手する際に、この分野の専門家の協力が望まれる。テーマ（2）では酸素イオン導電率のさらなる高導電化が必要である。ナノサイズの偏析組織と導電性についての理論的説明が期待される。透明多結晶焼結体の作製と焼結過程における中・後期過程のモデル化・理論的解明は基盤的研究成果として高く評価できる。特に、理論値に近い透明 Sc_2O_3 焼結体作製と高濃度 Nd のドーピング成功は今後の研究展開が大いに期待できる。CeO_2 への複数微量成分添加の研究成果は現状では設定目標値のほぼ半分であるが、活性化エネルギーを大きくせず酸化物イオンキャリア密度増加のための新しい微量成分の見極めを期待する。今後は、産業応用に結びつける努力が欲しい。研究成果の発表では、国際的に高く評価されている学術論文誌に多くの論文を発表し、国際学会での発表や特許等も資金、研究者の数等から考えると中間評価段階では妥当な件数である。</p>			
<p>[総合評価] 今後の研究方向、発展性、応用分野など</p>	<p>多結晶焼結体作製において、高次微構造制御は最重要課題であるが、従来は焼結過程における中・後期過程の粒成長を伴う緻密化挙動がブラックボックスであり制御が大変困難であった。本研究においてモデル化・理論的解明が達成された研究成果は、透明焼結体作製のみならずセラミックス材料の科学技術発展に多大の波及効果を及ぼすと考えられる。特に固体電解質中のナノ偏析の解析など、新しい芽が見出されており、研究進捗状況は概ね順調といえる。今後の2ヵ年については応用を主眼としたフェーズになり、特に焼結体の光学的応用にかかわる研究には、情報を収集し研究を早めに展開するため、この分野の専門家との共同研究を期待する。</p> <p>高輝度のレーザー発信においては、熱衝撃による破壊の問題が注目されており、この面から透明な多結晶体を利用したレーザー発信が注目され、世界中で研究されている。本プロジェクトは、このような社会の要請に応えることの出来る内容を含んでおり、また成果も得られつつある。</p> <p>なお、評価委員会資料は、少なくとも10日前に配布し、中間評価項目を中心とした研究進捗状況についての記述資料も必要である。また、委員会での質疑応答時間はもっと長くしてほしい。</p>			
<p>右記のS,A,B,Fに○を付けてください。</p>	<p>S: 当初の計画以上に成果を上げており、計画を前倒しして継続すべきである。</p>	<p>○A: 当初の計画通り継続すべきである。</p>	<p>B: 計画を変更した上で継続すべきである。</p>	<p>F: 計画を中止すべきである。</p>