

平成28年度 新学術領域研究（研究領域提案型）事後評価結果（所見）

領域番号	2308	領域略称名	シンクロLPSO
研究領域名	シンクロ型LPSO構造の材料科学 ―一次世代軽量構造材料への革新的展開―		
研究期間	平成23年度～平成27年度		
領域代表者名 (所属等)	河村 能人 (熊本大学・先端マグネシウム国際研究センター・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>【本領域の目的】 本領域の目的は、我が国で開発された高強度マグネシウム合金で初めて見出された、濃度変調と構造変調が同期した新奇なシンクロ型 LPSO 構造について、そのユニークな構造、形成メカニズム、常識を覆す力学特性と新しい材料強化原理を、世界に先駆けて明らかにすることである。</p> <p>【本領域の内容】 シンクロ型 LPSO 構造の三大基本課題に対応した以下の 3 つの研究項目を設定し、9 つの計画研究とのべ 25 件の公募研究により研究を推進した。本領域の特徴は、① 物理・化学・材料・機械分野の実験、計算、理論の異分野融合研究を推進する点と、② J-PARC や SPring-8 等の大型量子線施設を活用した連携研究を推進する点である。</p> <p>A01: 構造解析と計算科学の融合による LPSO 構造科学の構築 A02: 形成メカニズム解明による LPSO 構造の濃度・構造変調設計原理の確立 A03: 観察・計測と計算力学による LPSO 構造の変形ダイナミクスの解明と新強化原理の確立</p> <p>【期待される成果と意義】 ①本領域の発展は、我が国で開発された超高強度 LPSO 型マグネシウム合金の実用化に資するものであり、環境・エネルギー問題の解決に大きく寄与するものと期待できる。また、②シンクロ型 LPSO 構造のキンク変形の解明は、「キンクバンド強化」という新たな材料強化メカニズムの概念を生み出し、材料の力学物性研究の新局面を切り拓くものと期待できる。さらに、③産業につながる工学分野の発展のみならず、周辺の基礎学問分野にも大きな影響を与え、我が国の科学技術や学術水準の向上・強化に資するものである。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本領域により、シンクロ型 LPSO 構造の解明を設定目的以上に達成することができ、「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学」という新たな学術領域を打ち立てることができた。得られた主な研究成果は以下の通りである。</p> <p>(1) シンクロ型 LPSO 構造の濃化層は、当初想定していた隣接 2 原子層ではなく隣接 4 原子層であり、L12 型原子クラスターが面内に規則配列していることを明らかにした。さらに、シンクロ型 LPSO 構造が金属結合を基本とする構造中に共有結合の要素を持つ新しい概念の層状構造（「ミルフィーユ構造」と命名）であることを明らかにし、新たな異分野融合研究領域を創成できた。</p> <p>(2) シンクロ型 LPSO 構造の形成が格子せん断と元素拡散が重畳した混合型変態であることを明確に示した。また高溶質濃度アモルファス相からの相転移過程において α-Mg 相の晶出と規則クラスターの生成後に LPSO 構造が形成されること、希薄合金の低 RE 組成でのスピノーダルの濃化層の存在や高 RE 組成での積層欠陥型</p>		

	<p>濃化層の直接形成を確認し、LPSO 構造形成のシナリオが母相の過飽和度に依存することを明らかにした。</p> <p>(3) シンクロ型 LPSO 構造で見出された「キンク強化」が、これまでの金属材料における強化機構とは異なる強化機構であり、層状構造を持つ多くの材料の強化機構の理解に有効であることを示した。</p> <p>(4) 物理、化学、材料、機械分野の実験・計算科学・理論が融合した材料研究の有効性を実証するとともに、次世代の材料科学を担う若手研究者を育成することができ、今後の材料研究の新しいモデルを提示することができた。</p> <p>(5) 新奇シンクロ型 LPSO 構造の発見やシンクロ型 LPSO 構造の本質的解明により、実用化を目指した LPSO 型マグネシウム合金の応用研究に材料設計指針を与えることができた。</p>
<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p> <p>研究領域の設定目的に向かい、領域代表者の強力なリーダーシップの下、物理、化学、材料および機械分野の研究者らによって、実験、理論および計算を行う横断的な研究組織を構築し、有機的な連携の下、長周期積層型規則構造（シンクロ型 LPSO 構造）に対する理解を深め、新しい研究分野を世界に先駆けて打ち立てることに成功した。「ミルフィーユ構造」のような金属結合と共有結合の両方の要素を持つ新たな積層構造を発見したことは、その一例である。このように、新たな構造や組織を作り出すことが難しい材料構造分野において、新しい構造を発見したことは、高く評価できる。RE フリーシンクロ型 LPSO 構造合金を発見できなかった点には課題は残るものの、非常に多くの成果を上げており、新学術領域の形成に至る重要な前進があったと評価でき、研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があったと認められる。</p> <p>中間評価結果の所見において指摘された耐熱性や疲労に関する研究についても、真摯に対応されていた。国際学術誌などに 300 件以上の成果を公表し、さらに 150 件を超える受賞がある点は、本研究領域が期待されていることの表れとも言える。特に積極的に若手研究者の育成に取り組み、若手研究者や学生が多くの賞を受賞している点は評価に値する。また、得られた研究成果は他の広範囲な材料系にも適用することが可能であり、今後の継続研究を期待したい。一方で、研究領域名にある「次世代軽量構造材料」に対して、物理的（基礎的）な研究が中心であったため、例えば機械系の研究の比重を拡大するなどの対策も望まれた。</p>