

増本特殊構造物質プロジェクト追跡調査報告書要旨

物質の性質が現出する根源である原子配列や電子状態を積極的にコントロールすることによって、新しい性質を持つ物質(新物質)を見出し、新材料としての可能性を探究することを経典的な考え方とし、新物質を創生するための構造をミクロに制御する新しい手法および合成物質の構造解析・性能評価法を開発し、材料をナノデザインする手法を確立することを目的に研究が行われた。

具体的な研究手法として気相凝縮制御、液相凝固制御、固相反応制御により、非晶質物質、新しい結晶構造の非平衡物質、ナノ複合相や組成変調相等の特殊組織を持つ物質の合成が行われ、物質の新しい構造のコンセプトとして「アモルファス相、アモルファス分解相、人工結晶相、超格子相、層状構造相、準結晶相」、新しい組織のコンセプトとして「相混合相、ナノ複合相、多層堆積相、組成変調相、組成勾配相」が定着し、この分野の研究開発の進展の先導的役割を果たした。一方、本プロジェクトの成果と関連して、非平衡物質の緩和現象の基礎研究において、従来の常識を覆す大きな過冷却を示すバルクアモルファス金属(金属ガラス)が発見され、新たな研究分野へと発展し、創造科学技術推進事業の井上過冷却金属プロジェクトに引き継がれた。これらの新しい材料設計の概念およびその基礎研究は、世界の材料研究に大きなインパクトをあたえ、本プロジェクトおよび井上過冷却金属プロジェクトの各総括責任者の発表した論文の引用数が世界最高位にランクされ、ISI社引用最高栄誉賞(1981 - 1998)を受けている。

さらに、本プロジェクトで初めて研究された「ナノグラニューラ薄膜材料」は、セラミック母相の中にナノサイズ(~5nm)の金属結晶が島状に浮かんでいる特殊な構造をしており、金属系磁性材料の欠点である渦電流がほとんど発生しない究極の軟磁性材料である。この材料は、その高電気抵抗、高飽和磁化を生かしてGHz帯域の高周波用軟磁性材料やGMR素子など、次世代材料として期待が大きく、本プロジェクトでの着想をもとに新しい材料の研究が行われている。特に、最近話題になっている金属ガラス、そのアモルファス特性をいかし、従来の金属では考えられない寸法精度、表面平滑性をもった製品をダイキャスト法で作る研究が行われており、超精密小型部品が要求されるマイクロマシン、ロボット、各種精密機器などの実用化に貢献できると期待されている。

本プロジェクト自体の成果ではないが、産業界への波及効果として、増本総括責任者が発見したアモルファス金属は、その優れた軟磁性特性をいかして、柱状トランスの鉄心材料として使われており、省エネ、低ノイズ、高周波特性に優れた材料として世界の市場を独占している。また、アモルファス金属細線の大きなMI効果を応用した磁気センサーは、従来の磁気センサーに比べて超高感度、小型、安価などの優れた特徴をもち、方位コンパス(携帯電話用他)、車載用各種センサー、地震予知、地下資源探査、腫瘍位置検出などへの応用が期待されている。