

提 案 者 堀川敬太郎（大阪大学）
テ ー マ 名 無重力無容器環境で溶解された硬質ナノ粒子分散 Al
合金の内部組織の解析—強化相分布とポロシティ形
成に及ぼす重力の影響—

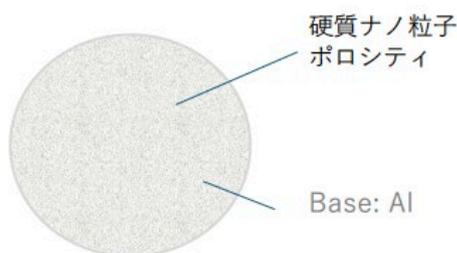
○研究の背景

硬質ナノ粒子をアルミニウム中に均一分散させることによって高強度合金の作製が可能となるが、地上で製造されるアルミニウム合金中に含まれる合金元素は、アルミニウムとの比重の違いによりバルク材の中で偏在が生じることが広く知られている（重力偏析）。アルミニウムと比べて比重の大きな添加元素は鋳塊の下部に、軽い元素（ガス元素含む）は表面に集積しやすくなる。通常の溶解プロセスでは溶質の均質化を目的とした鋳造直前の溶湯攪拌が行われているが、凝固の際には重力の影響を受けて再び強化相やポロシティの分布が不均一となる。一方、粉末冶金プロセスでも、ナノ粒子同士の凝集が生じやすいことや、ボールミルを用いた粒子の混合の際に重力の影響を受けることで、比重の大きく異なるナノ粒子を合金中で均一分散させることができないという問題を抱えている。さらに、バルク体内部に空洞欠陥が多く残存しやすいこともよく知られている。無重力の環境で、数 nm の粒子サイズの爆轟ナノダイヤモンド（DND）やタングステン（W）などのナノ粒子をポロシティとともに合金内部に均一に分散させることができれば、合金の強度を飛躍的に高められるようになることが期待できる。

○研究の目的

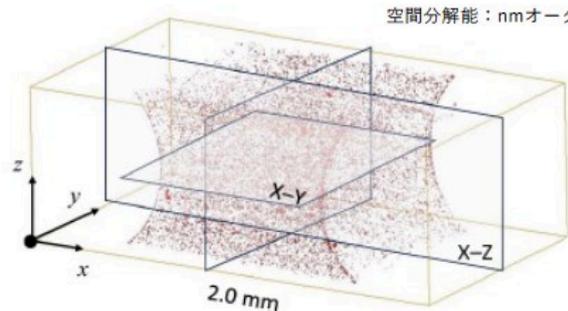
本テーマでは無重力無容器環境における溶解プロセスでアルミニウム内部に比重の異なる硬質ナノ粒子（DND、W）を均一分散させた合金を製造する。製造した合金中に内在する分散相およびポロシティの形態および空間分布を放射光 X 線トモグラフィ技法により定量的に調査し、地上の大気圧環境で鋳型溶解・鋳造された同合金の形態分布と比較することによって、合金内部の強化分散粒子およびポロシティの分布に対する重力の影響を明らかにする。

ナノ分散相を含む金属基複合材



微小重力環境での対流を利用したナノ分散相の制御

分散相の3D空間定量解析



赤：ポロシティ

○研究の意義

合金中にナノ粒子を分散させて高強度を得るための材料学的プロセスとしては、合金元素と母材合金の溶解度差を利用した析出現象を用いたプロセスが一般的である。しかし本テーマで提案するプロセスは、そうした従来の溶解度差を利用した時効析出相ではなく、強化相を制御することにより、合金中に分散させるナノ粒子の種類を選ばず、合金の超高強度化に寄与できる可能性があり、材料強化に対する新しい学理を構築することが可能になる。得られる結果を活かして、地上の合金溶製において鑄型や重力の作用を低減したプロセスを新たに考案することで、ナノ強化粒子とポロシティを均一分散制御した高強度アルミニウム合金の開発に役立てる。