

産学共創基礎基盤研究プログラム 平成 28 年度中間評価結果

1. 研究課題名：水素分配制御によるアルミニウム合金の力学特性最適化

2. 研究代表者：戸田裕之（九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門 教授）

3. 研究概要

研究代表者らは、従来はアルミニウム合金の有害元素として捉えられていた水素を分配制御することにより、力学特性を改善・最適化できると考え、水素による脆化を克服した上で水素を利用した新たなアルミニウム合金材料の創製に挑戦している。具体的には、まず、従来の水素脆化と水素ポアの影響を分離・理解する。そして、アルミニウム合金組織内での水素の存在状態を最新の分析技術や計算手法を駆使して突き止め、水素のトラップサイトの特定とトラップメカニズムの解明を通じて、アルミニウム合金中の水素分配挙動を明らかにする。その結果として得られた水素分配制御原理によって、アルミニウム合金の力学特性最適化のための指導原理を構築することを目的にしている。

4. 中間評価結果

4-1 研究の進捗状況及び研究成果の現状

放射光による破壊挙動の4D解析や第一原理計算による結晶粒界での水素トラップエネルギー解析の成果は、マイルストーンとして設定した課題を期待以上の内容で達成したものと高く評価される。破壊挙動の解明については、水素ポアを介して進展する擬へき開割れ、粒界割れの破壊挙動、応力状態と破壊挙動や破壊に至る臨界水素濃度の存在などの知見が得られ、脆性破壊に関する理解が大きく進展した。また、第一原理計算による水素トラップエネルギーの解析結果は、今後の研究の方向性を示す重要な知見になっている。予測されていた粒界での水素のトラップ挙動に加え、これまでは明確にできなかった析出物での水素トラップの可能性を示す結果が見出されたことは特筆される。電子顕微鏡による析出挙動の詳細な観察も併せて、実験も順調に推移しており、総じて当初計画を上回る研究成果が得られており、今後が大いに期待される。

研究代表者による強いリーダーシップの下で、九州大学での放射光分析による3D/4Dイメージング、水素分析、富山大学でのTEM解析、JAEAでの第一原理計算のそれぞれの分野が力を発揮している。研究代表者のマネジメントとメンバーの協力体制は大変優れている。さらに、日本アルミニウム協会との連携も積極的で、議論の場も多く開催されており、本プログラムの特徴である産学共創の場の考え方もよく理解され、実践されていることも高く評価される。

4-2 今後の研究に向けて

今後、計画に従った研究を進めることで、水素の存在状態や役割についての新しい知見が得られ、最終目標である水素分配制御の指導原理が創出されることを期待する。また、計画されているナノトモグラフィー観察での成果も期待される。一方、第一原理計算により、水素トラップエネルギーについて多くのことが見えてきており、実験、観察と並行して計算も深化させ、水素挙動の解明をさらに進めていただきたい。

研究代表者には、今後、3グループの研究成果を通じて真の意味での融合、連携を今以上に進めていただきたい。また、本プロジェクトの基本的な方針である積極的な論文公表、対外発表、特許出願も期待する。

4-3 総合評価および研究継続の可否

総合評価 S、研究継続 可

本研究は、放射光による破壊挙動の4D解析、第一原理計算による結晶粒界での水素トラップエネルギー解析、水素トラップサイトとしての析出物の可能性の提言など、マイルストーンとして設定した課題を期待以上の内容で達成している。これらの成果は、脆性破壊の機構の理解に大きく寄与するものであり、最終目標の水素分配制御につながるものと高く評価される。

加えて、3グループのそれぞれの能力も個々に卓越しており、かつ役割も明確である。今後更なるチームの融合により、アルミニウム合金の水素分配挙動の定量的な理解が進めば、目的とする指導原理の確立が十分に期待される。今後は、積極的な対外発表と共に、必要な JST の協力も得て、新コンセプトをベースにした基本特許の出願も計画的に進めていただきたい。

以上