

研究代表者	所属機関	名古屋工業大学
	職名	准教授
	氏名	徳永 透子
共同研究者 (対応者)	所属機関	熊本大学
	職名	教授
	氏名	山崎 倫昭
研究課題	相形態・相強度の異なる Al 基ミルフィーユ材料における変形機構の支配因子解明	
共同研究テーマ ※該当するものに✓をつけてください。	<input checked="" type="checkbox"/> 全国共同利用・共同研究助成 <input type="checkbox"/> 国際共同利用・共同研究助成 <input type="checkbox"/> 共通試料提供・共同研究助成 <input type="checkbox"/> 試料分析評価受託・共同研究助成	<input type="checkbox"/> 重点テーマ <input type="checkbox"/> 輸送機器材料開発 <input type="checkbox"/> 生体材料開発 <input type="checkbox"/> 橋梁・建築用材料開発 <input type="checkbox"/> キンク強化 <input type="checkbox"/> 自由テーマ
使用設備名 (ILM 保有のもの)	FE-SEM (Al/Al ₂ Cu 合金の組織観察・結晶方位解析のため) コンフォーカル顕微鏡 (Al/Al ₂ Cu 合金の組織観察のため)	
配当額	旅費 (240,000 円)	消耗品 (60,000 円)
研究成果内容 ※「研究成果」、「展望」、「具体的な成果」について、簡潔に記述してください。		
【主な研究成果】 近年、板状の硬質層と軟質層からなる交互積層構造を有する「ミルフィーユ材料」がキンク帯の形成により高強度・高延性を両立し、注目を集めている。先行研究において、棒状組織を有する Al/Si 合金および迷路状組織を有する Al/Mg ₂ Si 合金に対して一方向性凝固と圧延加工を組み合わせることでキンク帯に類似した微細せん断帯の導入、それによる座屈の抑制、均一変形の誘導による延性向上の可能性が示された。本研究では上述の Al 基合金に対し、Mg, Cu, Zn 等の多元素添加による高強度化を図るとともに、特異な変形帯の形成誘導による高強度・高延性軽量材料の開発およびその変形機構の解明を目指した。 本研究では、板状組織を有する一般的なミルフィーユ材料 (Al/Al ₂ Cu 共晶合金) において、Mg, Zn, Cu の添加による軟質層の高強度化を試みたが、元素添加により板状組織が崩れる様子が確認された。アーク溶解、一方向性凝固等によるプロセスの最適化を試みたが、熱流方向 (結晶成長方向) に対して配向した組織を保つことが難しく、ミルフィーユ構造の形成が困難であった。そこで、棒状・迷路状硬質層を形成する Al/Si 合金を対象とした元素添加 (Mg, Cu, Zn) を試みた。本材料は一方向性凝固では組織配向度が低い組織となったため、圧延加工を施した。圧延材では Al 相, Si 相, Q 相, θ 相が確認された。圧下率増加に伴い、Al 母相では再結晶による結晶粒微細化が生じた。圧下率が増加するに従い Si 粒の配向度は高くなったが、圧延は試料を加熱しながら数パスに分けて行ったため、Si 粒の球状化も進行した。そこで、Al/Si 合金に対しては、まず元素添加の影響を見るため、アーク溶解の際の熱流を利用した組織配向を目指した。アーク溶解材においても、組織の配向は認められなかった。ただ、Al デンドライトが熱流方向に配向しており、そのデンドライト間に Si 粒が存在するため、部分的には Si 粒の緩やかな配列が見られた。母相の強化を狙うため、アーク溶解材に対して溶体化処理および時効処理を施した。ピーク時効時間は組成によらずほぼ一定であった。溶体化処理により、固溶強化に伴う最大応力の増加が確認され、さらに Si 粒球状化や Al 粒微細化に伴う延性の向上が見られた。また時効処理により、時効硬化に伴う強度の増加が確認された。組成を最適化することで、著しく高い降伏強度・引張強度とともに、ある程度の延性も保つことができた。		
【今後の展望】 今後は、時効析出物の解析を進めることで、高強度・高延性を達成するために最適な組成を明らかにする。その組成を有するアーク溶解材に対して圧延加工を行うことで、組織の配向度を上げる。また、引張試験に追加して圧縮試験を行うことで、キンク帯の形成およびそれに伴う力学特性の向上を狙う。ま		

た、変形後の組織観察および結晶方位解析を行うことで、Si粒付近およびSi粒内部における変形挙動を追い、その変形機構を明らかにする。

【具体的な成果】

●学会発表

久富 公平, 徳永 透子, 萩原 幸司, 「Al-Si基crossover合金の開発, 組織と引張特性の相関」, 日本金属学会2025秋期大会(第177回大会), 2025年9月.

●招待講演

徳永 透子, 大澤 周平, 米村 拓哉, 中田龍之介, 萩原 幸司, 「各種軽金属系ミルフィーユ材料の開発と高エントロピー合金への応用の試み」, 第113回一般社団法人軽金属学会 九州支部例会, 2025年7月.

注意事項

- 成果報告書はこの様式を用いて作成し、2026年5月15日(金)までにメール記載の専用URLよりアップロードください。
- 提出いただいた共同研究報告書は、先進軽金属材料国際研究機構共同研究報告(年報)を発行し、上記ホームページに掲載いたしますので、公表できる範囲において作成してください。
- 記載欄が不足する場合は、適宜ページを追加してください。