

研究部会紹介

多機能性材料研究部会

The sectional meeting on multi-functional materials

小橋 眞*

Makoto KOBASHI*

1. はじめに

素材の高性能化・高機能化には、超高純度化／合金元素の添加、あるいは、結晶粒微細化／単結晶化／アモルファス化といったマイクロ～ナノスケールの構造制御が行われる。一方で、適切な条件下で材料内部に気孔を導入したり、または、第2相を添加することにより、新しい機能が発現し、材料特性が大きく向上する。本部会では、主にポーラス化・複合化を通じて、およそ 10^{-6} ～ 10^{-3} m程度のスケール（メゾスケール）の構造制御によりアルミニウムに様々な新しい機能を付与する可能性、および、その指導原理や製造プロセスを検討している。

2. 部会委員構成

平成28年度末の時点での部会メンバーは以下の表1のとおりである。

表1 平成29年4月1日現在の部会メンバー

氏名	所属	備考
北蘭 幸一	首都大学東京	部会長
久保田正広	日本大学	
久米 裕二	山形大学	
小橋 眞	名古屋大学	
鈴木 進補	早稲田大学	
高田 尚記	名古屋大学	
半谷 禎彦	群馬大学	
大平 晃也	NTN(株)	
村上 直也	三菱マテリアル(株)	
幸 俊彦	三菱マテリアル(株)	
末松壮一郎	(株)LIXIL	
成田 渉	(株)UACJ	
福元 敦志	(株)UACJ	
山口 貴弘	(株)LIXIL	

3. 研究部会の概要

上述のように、本研究部会ではアルミニウムの特徴を生かした機能性材料としての用途展開を拡大するために、メゾスケール内部構造を利用した高性能化・高機能化を検討するとともに、その構造を最適化して特性を引き上げることも検討する。例えば、ポーラス材料では気孔の形態を制御し、複合材料では第2相の形態を制御することによる高機能化・多機能化を検討している。部会活動は、年に3～4回の研究会を開催している。形状・トポロジー最適化は、専門家によるセミナー等により情報収集を行ってきた。また、市販の最適化ソフト

を用いて計算も実施する予定である（ソフトウェア開発担当者をお招きしての講演会も実施した）。計算で得られた最適形状の実現に適したポーラス金属、複合材料の製造プロセスを固相法、液相法、粉末法など多彩な手法から検討し、試作・特性評価を実施する。これを通じて、超軽量材料、熱マネジメント材料（断熱、放熱、蓄熱、熱交換、熱輸送）など今後の成長が期待される分野でのアルミニウムの利用拡大を目指す。また、ポーラス構造を精緻に造形する方法として、アルミニウム粉末を用いたレーザー積層造形に関する情報収集、サンプル試作、微視組織制御方法の検討等を実施している。

4. これまでの部会活動

本部会では、当初の2年間は次のような方針で活動を行った。

① メンバー間の情報交換（企業ニーズ、大学シーズ）により、現状の課題を抽出する。課題を解決するための方法を検討する。

② 専門家によるセミナー等により、課題解決の方法を探る。例えば、形状・トポロジー最適化事例などによる複合構造、気孔形態制御など。

③ 最適形態の実現に適した製造プロセスを検討し、試作・特性評価を実施する。試作の方法には粉末積層造形技術も積極的に検討する。

④ 超軽量材料、熱マネジメント材料（断熱、放熱、蓄熱、熱交換、熱輸送）など今後の成長が期待される分野でのアルミニウムの利用拡大の可能性を検討する。

続いて、初年度の活動の概要を示す。

【平成27年度】

第1回 平成27年5月17日（東北大学）

- ① 部会員の自己紹介・名簿確認
- ② 活動内容確認、部会の進め方検討
- ③ 平成27年度のスケジュール確認

大学側メンバーにとってはニーズを深く掘り下げて確認でき、企業メンバーにとっては大学シーズを課題とリンクさせる可能性を探る良い機会となった。企業ニーズが簡単に紹介され、それを深く掘り下げていくことの可能性を検討することとした。

第2回 平成27年9月7日（早稲田大学 各務記念材料技術研究所）

- ① 活動方針の検討
- ② 部会メンバーによる話題提供
 - ・企業側ニーズ紹介（LIXIL 末松）
 - ・大学側シーズ紹介（早稲田大学 鈴木）
- ③ 早稲田大学鈴木研究室見学

*名古屋大学大学院工学研究科物質プロセス工学専攻（〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町） Department of Materials Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University (Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-8603)

受付日：平成29年6月19日

- ④ ディスカッション
 (a) 次回話題提供者
 (b) 外部講師の推薦
 (c) メンバー増強
 (d) 今後の進め方

第3回 平成27年11月21日(日本大学)

- ① 新メンバー自己紹介
 ② 第4回研究部会の外部講師および話題提供者の検討
 ③ 第2回研究部会での提案課題の検討方法
 ④ 今後の進め方についての検討

多機能性という、間口が非常に広い研究部会であるため、部会の方向性検討から始めた。熱・剛性・衝撃吸収など、いくつかの共通で検討をすることができる課題を見出せた。

第4回 平成28年1月25日(首都大学東京 秋葉原キャンパス)

- ① 話題提供
 ・大学側研究事例「アルミニウムを用いた衝撃吸収部材の宇宙利用」(首都大学東京 北蘭)
 ・大学側研究事例「粒子法によるシミュレーション技術」(山形大学 久米)
 ・企業側ニーズ紹介(三菱マテリアル 喜多, 幸)
 ・企業側ニーズ紹介(UACJ 成田, 福元)

- ② MetFoam(ポーラス金属国際会議)報告(早稲田大学 鈴木)

大学研究事例では、3Dプリンタ技術や新しいシミュレーション技術についての情報を交換した。また、企業ニーズ紹介では、大変多くの話題を提供していただき、活発な議論・情報を交換した。

【平成28年度】

(目標)1年目に多機能性材料研究部会として取り組むべき課題を検討したので、2年目は、その解決方法の検討を行うことを目標にした。このために、以下に示す内容を実施することを検討した。

- (1) 機能性材料に関するニーズと課題を調査(継続)
 (2) 複合化・ポーラス化等による課題解決検討
 (3) 課題解決のための複合材料・ポーラス材料の最適内部構造検討
 (4) サンプル作製

続いて、平成28年度の活動内容を以下に示す。

第1回 平成28年7月7日(日本アルミニウム協会第1会議室)

- ① 新メンバー自己紹介
 ② 構造・トポロジー最適化計算に関する話題提供(広島大学 竹澤准教授)
 ③ 企業ニーズ対応方法について
 ④ メンバー研究紹介(金属3Dプリンタを用いたアルミニウムラティス構造体の組織と特性(小橋))

外部講師を招いて構造・トポロジー最適化計算の概要および事例を紹介していただいた。また、研究部会内で検討している事項について、最適化計算により、どのように取り組むことができるのかを解説していただいた。3Dプリンタを利用した研究事例についても議論をし、最適化計算と3Dプリンタを組み合わせた材料開発についての認識を共有した。

第2回 平成28年11月4日(首都大学東京 秋葉原キャンパス)

- ① トポロジー最適化に関する講演(株くいと社長 月野 誠氏)
 ② メンバーによる研究紹介(群馬大学 半谷)
 ③ 「軽金属」特集号の分担等の検討
 ④ 軽金属学会シンポジウムの実施に関する検討

トポロジー最適化の講演では、(株くいと)の月野社長からソフトウェアの詳しい説明を聞くことができた。その後、具体的な計算を実施した。

第3回 平成29年3月30日(日本大学生産工学部機械工学科)

- ① 研究紹介(日本大学 久保田)
 ② 企業紹介(NTN 大平)
 ③ 研究室見学(日本大学久保田研究室)
 ④ その他
 ・形状最適化計算例、・「軽金属」特集号、・ポーラスアルミニウムロードマップ

(2年目の課題)

構造最適化分野の専門家を取り込みたい。または、外部委託先を検討する。現時点では、ポーラス化についての議論が中心で、複合化に関する議論を進める必要がある。特性評価の方法・委託先の検討などを検討する必要がある。多機能性という、間口が非常に広い研究部会であり、特定の領域に限定をしていないため、限られた時間の中で、部会構成メンバーが共有できるテーマを見出すことが必要である。

上記の研究会に加え、以下のシンポジウムを行った。

第101回シンポジウム「多機能性アルミニウム材料の開発と応用」～素材に息吹を与える多機能化～

平成29年1月17日(火)10:05～17:05

早稲田大学 西早稲田キャンパス(参加者:25名)

鋳造法によるポーラスアルミニウム製造方法に加え、新しいポーラス構造アルミニウムの作製方法として、3Dプリンタも取り上げることにし、各分野の専門家からアルミニウムの多機能化と様々な多孔質化プロセスについて講演した。

5. これからの部会活動

1,2年目に多機能性材料研究部会として取り組むべき課題を検討した。また、3Dプリンタで造形されたアルミニウム合金の微視組織的特徴の理解を深めるとともに、トポロジー最適化についての検討を開始した。3,4年目は以下に示す項目を実施したい。

(1) 引き続き機能性材料に関するニーズと課題を調査する。特に衝撃吸収部材、電極材料、熱交換用材料としての調査を実施する。

(2) 課題解決を念頭においたトポロジー最適化計算を行う。特に高剛性化についてシミュレーションと実測で効果を検証したい。

(3) 積層造形アルミニウム合金の微視組織の理解、熱処理による組織制御と特性制御を実施する。

(4) 積層造形装置による造形の様子やシンクロトロン光施設などを見学する。

部会メンバーで情報交換を行い、アルミニウムへユニークな機能を付与するための学理を見出し、ユニークな形状を付与するためのプロセスを開発していきたい。得られた結果を共有することにより、新しい産業の創出につながるような成果を残せたら幸いである。