

No. 62「励起反応場を用いた低次元ナノ材料創成研究会」成果報告書

活動期間：2009年3月～2015年2月(6年間)

研究会世話人：田中俊一郎(東北大学多元物質科学研究所)

1. 研究会活動目的

新機能デバイス要素を目指したナノ材料研究において物理・化学的励起反応場を用いると自己組織化機構から逸脱すると思われる機構により形成された低次元ナノ材料が報告され始めた。その反応場では様々な励起源によって原子・分子規模の非平衡反応を促進させ、主としてボトムアップの成長と操作が可能となる。本研究では「励起反応場」を用いて創成される各種低次元ナノ材料を概括してその形成機構と制御の可能性に関する考察を行い、これら材料の特異的な物理・化学的諸特性と応用の可能性を学際的に議論することを目的とした。励起反応場は、物理的には電子線・イオン・レーザー・超音波などの照射、化学的には超臨界など的高温・高圧条件やサイズ・次元が規制された空間での反応であり、形状はナノ・ミクロの粒子・ドット・チューブ・ロッド・ファイバーなどの低次元構造の金属・半導体・無機化合物・有機化合物・複合体を網羅した。

2. 研究会活動概要

「励起反応場研究会」では励起反応場を用いて創成される各種低次元材料を横断的に概括してその形成機構と制御の可能性とこれらの特異的な諸特性と応用の可能性を学際的に議論してきた。本研究は春・秋大会併設シンポジウムとして2009年3月から2015年2月まで活動し2014年9月が最後となった。6年間11回の間に、基調講演28件、一般講演134件、ポスターその他7件の合計169件を数えた。

励起反応場は常温付近で進行する非平衡反応であることを共通の認識とし基礎的な現象解明から特異的な性質の把握などに大きな成果があった。励起反応場における今後の課題は、反応場の複合化、デバイス化に必須の3次元ナノ・マイクロ構造体創成、開放イオン系・電子線照射での大面積・量産技術、特異高機能物理・化学特性の安定化などであるが、わが国固有の新しいものづくり技術の確立のため、デバイス量産を念頭においた企業も巻き込んだ新たな研究会を立ち上げる必要性も確認された。

3. 成果の公表

- (1) 日本金属学会「まてりあ」Vol. 53, No. 11(2014年11月号) 小特集
- (2) 日本金属学会講演大会発表 ①S9:2009.3.29東工大, ②S6:2009.15-16京大, ③S1:2010.3.29筑波大, ④S4:2010.9.26北大, ⑤S2:2011.3.26(中止), ⑥2011.11.8沖縄, ⑦S3:2012.3.29 横浜国大, ⑧S3:2012.9.18 愛媛大, ⑨S7:2013.3.28 東京理科大, ⑩S4:2013.9.18 金沢大, ⑪S5:2014.3.22東工大, ⑫S2:2014.9.25-26名大
- (3) ㈱アグネ技術センター「金属」Vol. 84, No. 11(2015年11月号)特集号
- ④ 投稿論文 Material Science Forum など多数

No. 64「触媒材料研究会」成果報告書

活動期間：2012年3月～2015年2月(3年間)

研究会世話人：西村 睦(物質・材料研究機構)

1. 研究会活動目的

触媒は資源・環境・エネルギー分野におけるグリーン・イノベーションを実現するためのキーマテリアルである。従来Pt, Pd, Rhなどの希少貴金属をベースとした触媒が多く用いられてきたが、特に近年は脱貴金属化や貴金属代替合金触媒の開発が課題となっている。しかし、金属は触媒材料として広く用いられているにもかかわらず、驚くことにこれまで金属学の視点で系統的に金属・合金触媒材料を設計・開発しその触媒機能について詳細に議論されることは殆どなかった。そこで金属学をキーワードとして幅広い分野(触媒化学, 金属材料, 材料物性・解析, 物性理論, 表面・電気化学など)の研究者からの参加を募り、意見や情報の交換、討論を通して金属学会での触媒材料分野の確立と活性化を図ることを狙った。

2009年3月から2012年2月までの第1期3年間の研究会活動の結果(代表世話人：蔡安邦)、金属学会における触媒材料セッションの定着や分野間交流の活発化などの目に見える成果が現れた。触媒学会にも合金ナノ粒子というセッションができあがり、これは触媒における金属組織・組織制御の重要性が広く認識されつつあることを示すものであり、金属学会が触媒材料研究会を立ち上げて、先導的に活動した意義は大きい。また、第4期科学技術基本計画にもグリーン・イノベーションの重要性が明記されており、その鍵を握る材料として、触媒の重要性が増して行くことは疑いようがない。そのような背景から3年間研究会を継続して活動を行ってきた。

2. 研究会活動概要

3年間に渡り、年度末にシンポジウムを開催し、集中的に議論を行った。また最終年度はMaterials Transactions特集号“Advanced metallic materials for catalysis”の発行に向けて活動した。

2012年度

日時 2013年1月8日(火)13:00-17:00

場所 物質・材料研究機構つくば千現地区第二会議室(NIMSラボツアー実施)

内容 ミニシンポジウム：「貴金属ポーラス体の微細構造と反応特性」

ナノ粒子や担体を有しない貴金属ポーラス体においても高い触媒活性が出現することが明らかになり、貴金属触媒の起源を再考する必要性が生じてきた。本ミニシンポジウムでは、この分野の第一線で活躍する国内研究者を集め、異なるアプローチによる研究事例について金属組織の視点から議論を行うことで貴金属触媒の機能の起源に迫ることを狙った。

講師および講演タイトル

- (1) 亀岡聡(東北大学多元研)：「金属組織制御を利用した複相ポーラス貴金属触媒材料の調整」
- (2) 袴田昌高(京大)：「貴金属ナノポーラス構造による有機物質の安定化を分解」
- (3) 田邊豊和(NIMS)：「Auのナノ粒子化を必要としない高活性ポーラスAu-Cu合金の断面TEM観察」
- (4) 藤田武志(東北大WPI-AIMR)「ナノポーラスAuのCO酸化触媒におけるその場TEM観察」

当日は、研究会員の他、物材機構の触媒関連・解析関連の研究者も集まり、シンポジウム中はもとより、引き続き行われた懇親会で

もホットな議論が行われた。

2013年度

日時 2014年2月12日(水)13:00-17:00(NIMS ラボツアー実施)

場所 物質・材料研究機構つくば千現地区第二会議室

内容 ミニシンポジウム:「ナノ組織制御触媒の新展開」

触媒材料の中核を成すナノ金属・合金粒子触媒の新奇な調製法を中心に、この分野で活躍している若手研究者らによる4件の講演が行われた。

講師および講演タイトル

- (1) 古川森也(東工大):「担持金属間化合物触媒の高性能化」
- (2) 上野智永(名古屋大):「ソリューションプラズマによる触媒ナノ材料の合成」
- (3) 轟直人(東北大):「白金基合金モデル触媒のドライプロセス合成と燃料電池電極触媒特性」
- (4) 許亜(物・材機構):「熱プラズマ法で作製したNi-Alナノ粒子の触媒特性」

2014年度

日時 2015年2月26日(木)13:15-16:45

場所 つくば研究交流センター第一会議室

内容 ミニシンポジウム「ナノ組織制御触媒の新展開その2」

金属間化合物ならびにアモルファス合金を前駆物質とした新奇なバルク触媒材料を中心に、この分野で活躍している新進・気鋭の研究者らによる4件の講演が行われた。

講師および講演タイトル

- (1) 阿部英樹(物・材機構):「Intermetallic Compounds as Generative Catalysts」
- (2) 和田武(東北大金研):「金属溶湯中脱合金化法によるナノ・マイクロポーラス金属の作製と触媒応用の検討」
- (3) 野崎安衣(大阪大):「アモルファス合金を利用する触媒開発」
- (4) 宮本勘史(東北大多元研):「Ce含有アモルファス合金触媒の調製とそのCO酸化反応特性」

企業で触媒材料・プロセスに関わっている3名の方がwebの案内で本研究会の情報を得て登録し、参加された。まさに産官学間での活発な議論が行われた。

3. 成果の公表

金属学会 Materials Transactions 56巻4号に特集号“Advanced metallic materials for catalysis”を発行。



No. 65「高温強度と組織形成の材料科学研究会」成果報告書

活動期間:2010年3月~2015年2月(5年間)

研究会世話人:中島英治(九州大学)

1. 研究会活動目的

金属材料は社会構造や環境変化に対応して、より一層の高度化・極限化、高信頼性が求められている。中でも、金属系耐熱材料は省エネルギーや環境負荷低減問題と密接に関連しており、CO₂排出削減に対する新たな先進耐熱材料の開発が求められるなど、材料技術への関心は一層高まっている。また、高温材料の分野において世界をリードするためには、次代を担う若手の育成をも視野に入れ、学理の構築と材料設計技術の構築が必要である。本研究会では、高温強度そのもの、ならびに高温強度を生み出す金属組織について年1回の研究会を開催し、材料科学の観点から討論を行う。さらに、高温材料の高性能化に対して解決すべき諸問題の背景にある学問的な原理・原則の理解と、それに基づいた新規な耐熱材料開発への橋渡しとなる設計指導原理の構築を、実験・理論の両面から探ることを目的とする。

2. 研究会活動概要

本研究会は、毎年8月に「夏の学校」と題して基調講演と一般

講演で構成する研究発表・討論会を2泊3日の合宿形式で開催してきた。2010年度は、大分県九重町の九州地区国立大学九重共同研究所、2011年度は、香川県高松市の樺川荘、2012年度は、富山市の大山研修センター、2013年度は、宮城県蔵王町のホテルラフォーレ蔵王、2015年度は、北海道弟子屈町の北見工業大学屈斜路研修所で行った。毎回、1件あたり30分以上の講演時間を確保して、高温強度そのものや高温強度を生み出す組織形成に関する議論を十分に行えるようにプログラムを組んだ。また、各セッションの座長を大学・公的研究機関の若手研究者に依頼し、活発な質疑討論の場を提供するように運営していただいた。さらに、初日・第2日目の講演会後に行われる親睦会や懇親会では、参加者相互、特に学生間の交流が活発に行われ、次代を担う若手の育成という本研究会の目的のもと、毎回実施した。

基調講演では、鹿児島大学・駒崎教授に「耐熱材料の劣化・損傷評価技術の開発」、IHI 検査計測・中代雅士氏に「実機部材のクリープ寿命評価における2次応力、残留応力の作用と評価」、東北大・丸山名誉教授に「クリープ機構の遷移-長時間強度評価に向けて加速試験をいかにこなすべきか」、UACJ・吉田英雄氏に「超々ジュラルミンの開発の歴史と超塑性材料の研究開発から学んだこと」と題して講演を行っていただき、参加者は多くの知見を得ることができた。一般講演では、純金属から実用材料まで様々な高温強度と組織形成に関する最新の研究成果が報告され、活発な議論が行われた。5年間の活動で講演件数117件、参加者のべ233名が「夏の学校」に集い、有意義な研究交流が行われた。

3. 成果の公表

講演大会において、「高温変形・クリープ・超塑性」のセッションでの発表件数が減少傾向にあったため、本研究会で議論し、講演件数を増加するように働きかけた。今後、公募シンポジウム申請や学会誌の特集号企画なども検討していく。

No. 66 「熱電変換材料研究会」 成果報告書

活動期間：2011年3月～2014年2月(3年間)

研究会世話人：長谷崎和洋(徳島大)

1. 研究会活動目的

熱から電気に変換する熱電変換材料は、廃熱回収等で地球温暖化対策に寄与するものとして注目されてきた。しかしながら、ここ数十年にわたり、熱電変換材料のエネルギー変換効率は低い値で飽和し、実用化に至っていない。

これをブレイクスルーするために、新しい熱電変換材料の性能向上指針を検討する。

各種の材料に深い知見を有する幅広い材料研究者が集う研究会を組織することで、新指針に基づいた種々の材料系に対する熱電変換材料の性能向上を推進したい。

2. 研究会活動概要(実施状況・研究会成果等)

第1回は、東日本大震災のため中止し、第2-5回の研究会(講演会)活動を行った。

第2回研究会で実施事項については、以下の2項目とした

- (1) $ZT > 2$ を達成した BiTe 材料の性能向上原因解明のための調査研究(第3回熱電変換材料研究会内容)
- (2) 熱電材料の特性評価方法について(第4回熱電変換材料研究会内容)
- (3) 熱電変換材料の性能向上には今何が必要なのか?(第5回熱電変換材料研究会内容)

(1)については、ゼーベック測定装置に何らかの不具合があり、ゼーベック係数が過大に検出されたことが報告された。そのために $ZT > 2$ の値が得られた。その後の調査で、原因は測定装置の温度制御ヒーターの不具合と推定されている。名古屋大の竹内先生からは、散乱因子が性能に影響するのか計算科学的検証から講演していただいた。ゼーベック係数は、熱電変換材料の基本的な物性値であり、今後の研究に大きな影響を与えるため、第4回研究会では国内外の熱電特性メーカーに呼びかけ、各社の販売する熱電特性測定装置の特長等を説明・解説していただき、メーカー・ユーザー相互の意見交流を行った。各社異なる測定原理に基づく測定方法により測定装置を販売しており、標準試験片を用いた測定なども必要になると考えられる。第5回研究会では、2013年6月末に神戸で開催された The 32nd International Conference on Thermoelectrics (ICT2013)では約600件の発表があり、熱電変換への関心が世界的に高まっている。この中でも、熱電変換材料の性能向上に関するこれまでの研究動向及びこれからの方向性、計算シミュレーション、新規の材料としての高分子熱電材料等について、日本金属学会に所属していない研究者からの講演を行った。以上のように新しい熱電変換材料の性能向上指針について、活発な議論を行った。

3. 成果の公表

今後、日本金属学会講演大会の公募シンポジウムなどを企画したい。

るという、従来報告されている LPSO 構造とは異なる新しいものであり、工学的にも有益な機能を発現するという特徴を持っている。例えば、この新しいシンクロ型 LPSO 構造を持つ Mg 基相は、 α -Mg 相に比べて高強度であり、双晶変形を起こさずにキンク変形するという特異な力学特性を持っている。さらに、キンク変形により底面すべりが抑制されて、著しく強化されることが明らかになりつつあり、ジュラルミンなどの時効硬化合金の GP ゾーン発見以来の新しい材料強化メカニズムとして注目されている。

そこで、本研究会では、シンクロ型 LPSO 構造に興味を持つ研究者ネットワークを形成して、シンクロ型 LPSO 構造の詳細な組織・構造の解明、シンクロ型 LPSO 構造の形成メカニズムの解明、シンクロ型 LPSO 構造の力学特性とキンクバンド強化メカニズムの解明を目指した基礎研究活動の推進を目的としている。さらに、この研究会活動を通して、LPSO 型マグネシウム合金の実用化のみならず他の合金系での新しい LPSO 型高強度材料の開発やナノ層状物質の材料科学への展開も図っていく。

2. 研究会活動概要(実施状況・研究会成果等)

本研究会はこれまでの3年間に、シンクロ LPSO 若手交流会を4回(講演52件)、高性能 Mg 合金創成加工研究会講演会講演会を2回(講演9件、内一回は若手交流会と合同)、熊本大学先進マグネシウム国際研究センターシンポジウムを2回(講演11件)、科研費・新学術領域「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学」の研究会および報告会を3回(講演50件以上)、日本金属学会分科会シンポジウム「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学—次世代軽量構造材料へのイノベーション—」を一回(講演6件)、国際シンポジウム LPSO2012を一回(講演51件)、その他ワークショップを1回(講演5件)の合計14回の研究会・講演会・シンポジウムを持ち、延べ180名以上の講師にそれぞれの専門分野における最新の研究成果についてご講演を頂き、参加者総数は700名を超えた。扱われたトピックはシンクロ型 LPSO 構造に関する結晶構造、形成機構、変形機構等多岐に渡り、科学研究費補助金・新学術領域研究「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学」の採択の大きな原動力となり、採択後においては勉強の場、成果公表の場として大きな役割を担った。また、新しい試みとして若手研究者を対象とした Mg 合金の溶解・鋳造・加工・評価技術講習会「熊大 MRC サマースクール2013」を定期開催し、知識共有とともに実際の実験技術の共有を図った。

3. 成果の公表

上記の各研究会・講演会・シンポジウムにおいて概要集を発行するとともに、国際シンポジウム LPSO2013においては、Materials Transactions Vol. 54, No. 5, Special Issue “Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials I” を企画して発行した。

*活動中の研究会等は、ホームページ → 研究会 に掲載しております。



No. 68 「シンクロ型 LPSO 構造研究会」 成果報告書

活動期間：2011年3月～2014年2月(3年間)

研究会世話人：河村能人(熊本大学)

1. 研究会活動目的

長周期積層構造(以下 LPSO 構造)相を強化相にした高強度・高耐熱マグネシウム合金が日本で開発され、世界的に注目されている。この LPSO 構造は、濃度変調と構造変調がシンクロ化してい

2012年度に終了した研究会の最終報告

No. 54「ナノプレーティング研究会」成果報告書

活動期間：2006年3月～2013年2月(8年間)

研究会世話人：渡辺 徹(ナノプレーティング研究所)，馬場宣良(東京都立大学)，佐藤祐一(神奈川大学)，久米道久(名古屋市産業振興財団)，上谷正明(荏原ユーザライト㈱)，杉崎 敬(ニコン㈱)，日野 実(岡山県工業技術センター)，吉野隆子(元東京都立大学)，藤波知之(EEJA)，吉野正洋(吉野電化工業㈱)

1. 研究会活動目的

めっき技術は表面技術としては言うまでもなく、最近のエレクトロニクス機器には各種各様の形で巧妙に使われ、それらの機器の超小型軽量・高機能化に貢献するとともに、マイクロマシンの作製するLIGA技術としても注目されている。それらは益々微細化し、マクロからミクロ、そしてナノ構造を制御して作製されている。これまでめっき技術は電気化学の学問として、電気化学的に研究され、種々の構造制御理論が提案されてきたが、めっき膜は金属材料そのものであることが分り、金属学的に研究されることによって、さらに正確に構造および物性制御が可能となることが分ってきた。従って、めっき技術は電気化学のサイエンスと金属学のサイエンスとが両輪となって検討され、発展するものであると考える。めっき技術の応用範囲は極めて広く、想像を絶するものがあり、またその潜在能力は計り知れないものがある。このような技術発展のためには、金属学の研究者とあいまって理論構築するとともに、技術発展を推し進めるべきであると考え金属学会の分科会として研究会を発足させた。

2. 研究会活動概要(実施状況・研究会成果等)

本研究会はこれまでの8年間に計32回の例会を持ち(4回/1年)、述べ160人以上の講師によりそれぞれのご講演をいただいた。いずれも極めて貴重な情報を会員に提供することができた。特に、これまで重要であることは解っていないながら、その分析や解析が困難であっためっき膜中の水素の挙動に関する研究成果は注目に値するものであった。また、めっき膜の密着性は状態図に密接に関係するものであること、置換めっき膜の膜厚成長も、これまでのピンホール説は否定され、原子拡散説で説明できることなどは、いずれも金属学的な解釈であり、当研究会の大きな成果であると考えられる。

因みに本研究会の会員は、総勢約170人で、維持費(30,000円/年)をいただいている法人会員は40社余りで、大学研究所に所属している会員を含めると170人にのぼる。この会員数は昨今の不景気に関係なくほとんど変化なかった。このことは本研究会の根強い人気を表すものと考えられる。

3. 成果の公表

毎回の例会要旨はいずれもテキストとして製本し、参加者には勿論であるが、欠席者にも配布してきた。

学会の会誌の特集号をいずれ組みたいと考えてはいるが、その前段階として講演大会で3回のシンポジウムを持った。その目的は、めっき膜は金属材料そのものであるとの観点から、金属学会で検討されるべき重要な科学技術の領域であると考え、学会における一つのジャンルとして定着させたいとの趣旨からである。

No. 58「機能性ポーラス材料研究会」成果報告書

活動期間：2008年3月～2013年2月(5年間)

研究会世話人：中嶋英雄(若狭湾エネルギー研究センター)

1. 研究会活動目的

近年、材料内の空隙や空間を積極的に利用したポーラス材料の研究が基礎から応用にわたって広範な材料分野で展開されてきている。気孔形態がナノ・マイクロ・ミリメートルサイズで制御されたポーラス材料は、低炭素化社会の要請による軽量構造材料やエネルギー吸収材料としての応用だけでなく、生体材料等への新たな応用可能性も見出されている。このような背景を受け、ポーラス材料の研究活動は国際的にも益々活発になると同時に、産業界からの実用化への関心は年々高まりつつある。

近年の我が国におけるポーラス材料研究の発展は顕著であり、それを受けて、第1～3回までドイツで開催されていたポーラス材料の代表的な国際会議「セル構造材料およびポーラス金属国際会議—MetFoam」が、2005年に京都で開催されるなど、日本におけるポーラス材料研究は国際的にも高い評価を得てきている。しかしながら、国内でのポーラス材料に対する組織だった研究会などはこれまであまり活発に開催されてこなかったのが現状であり、ポーラス材料研究の更なる発展のためには、第一線の研究者が相互に情報交換し、有機的に研究協力を推進できるような機会を作ることが重要である。このような背景から、我が国におけるポーラス材料研究の一層のレベルアップを目的に、日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」として2008年3月より設置が認められた。この研究会を通して、今後、ポーラス材料とその関連分野の研究者の交流をいっそう緊密にして、機能性ポーラス材料の基礎と応用に跨る広範な研究の展開がなされることを期待したい。

2. 研究会活動概要

平成20年度は「放射光イメージングによる発泡材料の評価」、「新機能ナノポーラス金属材料の創製」、「ポーラス金属ガラスの創製」、「電気化学プロセスを用いたポーラス酸化物の創製と応用」の4件の発表がなされ、メンバーと議論がなされた。新しいポーラス形態の評価法として放射光利用は極めて重要であると認識された。この時点からナノポーラス材料の研究が我が国でも活発に行われるようになった。金属ガラスのポーラス化も新規性があり、新しい研究の展開を予測させるものであった。

平成21年度は「脱成分腐食によるナノポーラス金属の創成と応用」、「凝固組織を利用したポーラス材料の作製」、「金属ナノポーラス構造体の機能性開拓」、「板材からのクローズドセル型ポーラス金属の創製」の4件の発表と質疑応答がなされた。この年も、益々ナノポーラス材料研究へメンバーの関心は拡大していった。強磁場を利用して気孔の形態制御する手法の開発や発泡金属の技術的改良などの研究も紹介されメンバーの強い関心を引いた。

平成22年度は「オープンセル型ニッケルおよび銅の引張り変形破壊挙動およびヤング率変化」、「多機能多孔質セラミックスの作製とその応用」、「低環境負荷微細孔作製プロセスの試み」、「一方向性気孔を有するロータス型ポーラス金属および発泡金属を中心としたポーラス金属の力学特性の特徴」の4件の発表と議論がなされた。発泡金属やロータス金属の力学特性の系統的な研究成果が紹介され、セラミックや冶金学的手法を駆使したユニークな製法が紹介された。

平成23年度は金属学会の春期講演大会中止、沖縄秋期講演大会ではプログラム編成上、本研究会を開催することができなかった。その代りの大阪大学で「反応ブリッカーを用いた高強度・高融点物質のセル構造化～セル構造の任意制御を目指して」、「点欠陥の集積によるナノ中空およびナノポーラス構造体形成に関する最近の研究」と題する2件の発表と質疑応答がなされた。発泡金属の最近の研究状況やナノポーラス材料研究の動向を知るよい機会となった。

平成24年度は「鉄系多孔質材料の製造法とその特性」、「摩擦ブ

ロセスを利用した機能性ポーラスアルミニウムの紹介」, 「宇宙に進出するポーラス金属」, 「ロータス金属の展望: 基礎研究から実用化まで」, 「生き残りをかけるポーラス金属の将来」, 「ポーラス金属研究の醍醐味」など5年間の研究会を閉会するにあたり, ポーラス材料の今後の展望を語る研究会を編成した。今後を担う若手研究者や学生へポーラス材料研究の指針を与える重要なよい機会となった。

以上5年間の成果を総括すると, 我が国のポーラス材料研究のレベルは益々高まり, 次世代の研究者に継続発展を期待できるものとなったと言える。

3. 成果の公表

機能性ポーラス材料研究会は, 2008年3月の金属学会春期講演大会から2012年9月の秋期講演大会までの期間, 毎回の学会の開催時に開催された。本研究会の活動状況は

- ① 日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」活動報告書 平成20年度
- ② 日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」活動報告書 平成21年度
- ③ 日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」活動報告書 平成22年度
- ④ 日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」活動報告書 平成23年度
- ⑤ 日本金属学会分科会研究グループ「機能性ポーラス材料研究会」活動報告書 平成24年度

の小冊子体に纏められている。(CDでも利用できる)

さらに, 本研究会の多数のメンバーは以下の単行本の執筆に携わっている。

- (1) 「多孔体の精密制御と機能・物性評価」発行者: 福嶋邦彦, 出版社: サイエンス&テクノロジー株式会社, (2008)。
- (2) 「マクロおよびナノポーラス金属の開発最前線」監修: 中嶋英雄, 出版社: シーエムシー出版社, (2011)。
- (3) “Porous Metals and Metallic Foams”, edited by B. Y. Hur, B. K. Kim, S. E. Kim, S. K. Hyun, GSinterview Ltd., (2012)。

No. 59 「機能性チタン合金研究会」成果報告書

活動期間: 2008年3月~2013年2月(5年間)

研究会世話人: 新家光雄(東北大学金属材料研究所)

1. 研究会活動目的

チタンおよびその合金の用途開発が進むとともにチタン産業が極めて活発化している。2007年には, 27年振りに日本で開催された第11回チタン世界会議への参加者数も過去最大となり, チタンおよびチタン合金の研究・開発への関心は世界的に極めて高くなっている。わが国では, 用途開発, 新精錬法の研究開発や医療福祉関連への研究開発等が精力的に行われてきている。このような状況ではあるが, チタン合金自体に関する研究・開発に新たな進展がほとんど認められない。チタン合金の歴史は鉄鋼やアルミニウム合金に比べて極めて短く, 現在注目されているマグネシウム合金のそれと比べても若い金属材料であり, さらに資源が豊富であることから依然として夢のある実用金属材料であり, かつ戦略的材料でもある。チタン合金の研究・開発の後発国, 例えば中国等でのチタン合金の研究・開発の進展はすさまじく, わが国のそれを凌ぐ勢いである。したがって, 早急にチタン合金自体の研究・開発を再び組織的に押し進める必要がある。本研究会では, 加工プロセスによるナノ・マイクロ組織制御と資源戦略を考慮した合金設計によるチタン合金の種々の機能性の飛躍的な改善と新規機能の発現を目指す。

2. 研究会活動概要

年1回の開催で, 次に示すように各大テーマにより, 全5回の研究会を開催した。

- (1) 「チタン合金の組織制御と機能性」, 2008年12月12日(金)13:

10-16:25 日本教育会館9階901号室(東京都千代田区一ツ橋2-6-2 会館事務局)

- (2) 「チタン合金の精錬・成形・表面処理と高機能化」, 2009年11月20日(金)13:10-16:25 関西大学吹田キャンパス
- (3) 「チタン合金のユビキタス化に向けての合金元素の役割」, 2010年12月17日(金)9:05-12:15 関西大学第4学舎3号館4階3402教室
- (4) 「最新のチタン材料の表面改質の研究開発」, 2011年12月16日(金)9:00-11:45 ちよだプラットフォームスクウェア(東京都千代田区神田錦町3-21)
- (5) 「チタン・チタン合金の低コスト化に向けて」, 2013年1月28日(月)13:40-16:15 関西大学第4学舎3号館4階3402教室

以上の研究会は, 全て日本鉄鋼協会の「チタンフォーラム」の各講演会(講演会大テーマ等ここでは記載していない)と同時開催しており, 「チタンフォーラム」ではチタンおよびチタン合金の応用に関する講演を主に行い, 当該研究会では「チタンフォーラム」講演会テーマの基礎に関する講演内容とするよう心がけて開催した。したがって, 当該研究会講演講師は主に学官より構成され, 他方「チタンフォーラム」講演会講師は主に産から構成され, 両者を同時開催することにより産官学の機関からの聴講者が一同に会する講演会とすることができた。このことにより, 産官学の研究者および技術が情報交換できる場を提供することができた。

3. 成果の公表

上記各研究会毎に講演概要集を作製することにより公表した。

No. 60 「格子欠陥制御工学研究会」成果報告書

活動期間: 2008年3月~2013年2月(5年間)

研究会世話人: 吉見享祐(東北大学大学院工学研究科)

1. 研究会活動目的

本研究会は, 物質・材料・学域の枠組みを超え, 原子空孔, 格子間原子, 転位, 結晶粒界, 双晶, 表面, 異相界面等々を積極的に利用し, 制御し, 操作し, 物質・材料のナノ・マイクロ構造とマクロ機能をブリッジングする方法論である格子欠陥制御工学の確立を最終目的とし, そのための討論の場を設ける。0次元から3次元まで次元横断的な議論を通じて, ①格子欠陥の凝集, 再配列, 構造緩和などが生み出すナノ構造の自己形成プロセスとそれに関与する拡散現象や構造安定性, 散逸構造などへの理解, ②最新技術や理論, 計算機科学等に基づいた多面的な解析とキャラクターゼーション, ③格子欠陥制御に対する電磁場, 重力, 応力場など外場効果とそれらを効率的に利用する技術あるいは材料プロセッシングの検討, などを進める。

2. 研究会活動概要

研究討論会を年1回, 計5回行った。第1回は熊本県阿蘇郡の地獄温泉で参加者27名(内大学・国立研究機関教職員12名, 大学院生・学生15名), 第2回は宮城県牡鹿郡女川町で参加者22名(内大学・国立研究機関教職員15名, 大学院生・学生7名), 第3回は北海道虻田郡二セコ町で参加者25名(内大学・国立研究機関教職員14名, 大学院生・学生11名), 第4回は沖縄県那覇市で参加者は35名(内大学・国立研究機関教職員18名, 大学院生・学生17名), 第5回は愛媛県松山市の道後温泉で参加者26名(内大学・国立研究機関教職員13名, 大学院生・学生13名)であった。また毎回, 中堅以上の教職員・研究者全員の投票に基づいて, 大学院生, ポスドク, 若手研究者の発表の中から優れた発表をした者に対して「若手優秀講演賞」を授与した。受賞者は, 第1回が栃木英太君(東大), 藤井啓道君(東北大), 田口昇君(大府大), 第2回が石井顕人君(大府大), 西元貴裕君(熊大), 第3回が小山元道君(筑波大), 吹野達也君(熊大), 第4回が毛塚雄己君(東大), 中村純也君(東北大), 第5

回が篠原百合君(東工大), 畠谷温嗣君(東北大)であった。受賞者には, 賞状を贈った。

3. 成果の公表

本会の成果は, 2008年春期(第142回)講演大会から研究会と同タイトルの公募シンポジウムを年に1回開催することで継続的に行ってきた。(2008年春期講演大会:S2 格子欠陥制御工学Ⅲ, 2009年春期(第144回)講演大会:S2 格子欠陥制御工学Ⅳ, 2010年春期(第146回)講演大会:S9 格子欠陥制御工学Ⅴ, 2010年春期(第146回)講演大会:S3 格子欠陥制御工学Ⅵ(震災のため中止))これら公募シンポジウムでは, 功績賞受賞講演3件のほか, 名誉員推戴記念講演2件, 外国人特別講演1件を含む。

No. 57「変位型相変態を利用した構造・機能性材料研究会」最終報告書

活動期間：2007年3月～2012年2月(5年間)

研究会世話人：宮崎修一(筑波大学)，掛下知行(大阪大学)，西田稔(九州大学)，津崎兼彰(物質・材料研究機構)

1. 研究会活動目的

変位型相変態を利用した技術として、形状記憶合金の機能性向上と鉄鋼材料の強靱化が図られてきた。この分野では、基礎研究と応用研究の両面で、日本は世界の研究拠点の1つとして、歴史的にも現在も研究成果の発信基地になっている。本研究会では、変位型相変態の基礎をさらに確立すると共に、応用展開を進展させ社会貢献を図る。

形状記憶合金は実用化が始まって20年以上を過ぎ、応用分野は、家電、通信、交通、機械、建築、医療、生活等の広範囲な分野に広がっていることが特徴である。この間の応用の9割以上は、バルクのTi-Ni系形状記憶合金が使われてきた。将来へ向け、スパッタ薄膜、高温形状記憶合金、磁性形状記憶合金、NiフリーのTi系形状記憶合金、鉄系及び銅系の形状記憶合金、形状記憶セラミックスやポリマー等の開発が進展しており、工業、医療を含む広範囲の分野へ展開可能な産業横断的技術として強い関心が持たれている。さらに、鋼の高強度化に、変位型相変態を利用した技術開発が進展している。

本研究会では、これら変位型相変態を利用した構造・機能性材料の結晶学、熱力学、電子状態、組織制御、特性評価等の基礎研究及び製造法、応用技術等の開発研究を含み、新たな材料開発の展開を推進すると共に実用化の拡大を図り、日本の変位型相変態の研究を世界に向けて発信するために、国際会議開催へ繋げていく。

2. 研究会活動概要

本研究会では、以下のように8回の分科会研究会((1)-(8))を開催、6回の講習会・シンポジウム((9)-(14))を共催、2回の国際会議((15)、(16))を開催した。以下にこれらの研究会活動のテーマ、講演件数、参加者数を示すことで、研究会活動の概要とする。この結果、研究会活動の目的を十分に達成できたことを報告する。この成果を基にして、本研究分野の今後の研究・開発のさらなる活性化に繋げていきたい。

- (1) 「磁性形状記憶合金」(2008. 2. 15), 4件, 26名.
- (2) 「ベータ合金の相変態と特性・機能」(2008. 9. 12), 3件, 29名.
- (3) 「 β -TiおよびZr合金における相変態と特性・機能」(2009. 1. 23), 4件, 30名.
- (4) 「鉄鋼のマルテンサイト：高強度と機能性の源」(2009. 7. 31), 3件, 24名.
- (5) 「形状記憶合金の製造と応用」(2010. 2. 25), 3件, 30名.
- (6) 「新しい微細構造・組織解析法の変位型相変態への応用」(2010. 8. 20), 3件, 25名.
- (7) 「最近の形状記憶合金の研究」(2011. 2. 18), 3件, 15名.
- (8) 「Fe基形状記憶合金の開発から将来展望へ」(2011. 12. 2), 3件, 28名.
- (9) 「形状記憶合金シンポジウム」(2008. 11. 27-28), 19件, 55名.
- (10) 「形状記憶合金の基礎と応用」(2009. 8. 13), 3件, 28名.
- (11) 「第2回形状記憶合金シンポジウム」(2009. 11. 26-27), 16件, 73名.
- (12) 「形状記憶合金の基礎と応用」(2010. 7. 2), 7件, 60名.
- (13) 「第3回形状記憶合金シンポジウム」(2010. 11. 26), 12件, 70名.
- (14) 「SMAシンポジウム」(2011. 11. 25), 12件, 114名.
- (15) 「形状記憶・超弾性材料の技術に関する国際会議(SMST-2007)」(2007. 12. 2-5), 180件, 210名.

- (16) 「JIMIC-8「マルテンサイト変態に関する国際会議(ICOMAT-2011)」(2011. 9. 4-9), 271件, 309名.

3. 成果の公表

- (1) 宮崎修一, “形状記憶および超弾性技術に関する国際会議”, までりあ, **47** (2008) 221.
- (2) Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies (Ed. by S. Miyazaki), ASM International, Materials Park, Ohio, USA, (2008).
- (3) 掛下知行, 宮崎修一, 西田 稔, “JIMIC-8 International Conference on Martensitic Transformations (ICOMAT 2011)会議報告”, までりあ, **50** (2011) 531.

No. 61「核融合システム・材料統合研究会」最終報告書

活動期間：2009年3月～2012年2月(3年間)

研究会世話人：木村晃彦(京都大学エネルギー理工学研究所)

1. 研究会活動目的

核融合実験炉から実証炉に向けた材料開発においては、使用される環境下における材料挙動の理解が不可欠である。しかしながら、核融合環境はいまだ実現されておらず、核融合炉材料開発研究は核融合模擬環境下において実施されてきた。

ITER実験炉の建設は、DEMO実証炉の開発への前段階であり、材料開発に与えるインパクトは大きく、並行して建設される強力中性子源の活用など、核融合炉材料の開発研究は実証段階へと突入する。本研究会では、実証段階において効率的な実証実験を行うため、先ず、従来の模擬環境下での研究成果を整理し、核融合システム・材料インテグレーションにおける共通の理解を深め、次に、開発に不可欠な要素技術課題の策定を目的とする。

2. 研究会活動概要

初年度は、核融合炉材料開発研究において効率的な実証実験を行うため、先ず、従来の模擬環境下での研究成果を整理し、核融合システム・材料インテグレーションにおける共通の理解を深めることを目的とし、そのための活動として、他の国際シンポジウムや会合との合同により、研究会や検討会を開催した。国内会合や日米および日欧会議への参加により、国際的な視野での材料開発の現状や新たな課題についての情報が得られた。特に、これまで個別に実施してきた材料研究とプラズマ相互作用研究の合同検討会を実施することで、新たな課題を認識することができた。核融合炉材料研究は、核分裂炉の開発研究と類似するところもあるため、核分裂炉材料研究者との交流も行った。開催した会合は、合同開催を含め、6件である。

次年度は、核融合システムの中でも、材料が最も過酷な条件に曝されるシステムとしてダイバータに着目した研究活動として、「低放射化構造材料のW被覆プロセス技術開発」研究会を核融合科学研究所のLHD共同研究の研究会との共催として開催した。核融合炉においては、プラズマと構造材料の境界領域におかれるプラズマ対向第一壁の被る熱負荷や高エネルギー粒子線負荷に耐える材料開発或いはシステム開発が重要である。トリチウムインベントリや耐スパッタ性能の観点から、第一壁材料としてはタングステンを用いることが要求されているが、脆性材料であるタングステンを用いることの材料学的ハードルは極めて高い。本研究会では、タングステンを鉄鋼材料に被覆するためのプラズマースプレー法や真空加圧ろう付け法等の技術開発の状況や、試作された被覆部材における強度特性のみならず、耐熱性あるいは水素同位体挙動等の核融合炉材料特有の課題について議論が交わされた。これらのタングステン材料を中心とする研究開発は、今後も全国的に進めていくことの必要性とともに、材料学と核融合炉工学の統合による革新的な第一壁システムを提案することの重要性が確認された。なお、開催した会合

は、1件である。

最終年度の活動として、核融合炉ダイバータシステムの開発に不可欠な要素技術課題として、プラズマ対向材料に特化した活動へと進んだ。現在、ITER 開発において最もふさわしいプラズマ対向材料として期待されている W の材料としての性能や製造性の現状を材料科学的に分析し、現時点における W の材料としての位置づけ(意義や価値)について検討するため、3回の研究会を開催した。第一回目は、現状において入手可能な W の物理的性質、化学的性質および力学的性質の性能・機能のレベル確認及びそれらの特性レベルと核融合 DEMO 炉 divertor におけるプラズマ対向材料に課せられる要件とのすり合わせについて炉工学との統合的な視点に立ち検討した。第2回目および第3回目は、他の関連する会合との合同研究会・委員会とし、W 被覆や W との異材接合などについて幅広い視野から W の可能性に関する検討を行った。その結果、市販の W、ITERW および粒界強化型 W の3種類の W の可能性と限界に関する基礎的知見の整理が進み、核融合炉システムを構成する一材料として、現状における W 材料の位置づけを示す Feasibility Map の作成にとりかかる準備ができた。開催した研究会は4件である。

3. 成果の公表

- (1) 金属学会春秋年会の原子力材料セッションにおける発表、述べ60件程度。
- (2) 第14回核融合炉材料国際会議(2009年9月,札幌)における発表、20件程度。
- (3) 第15回核融合炉材料国際会議(2011年10月,米国)における発表、40件程度。
- (4) Materials Transactions の特集号「Materials-System Integration for Fusion DEMO Blanket Design」の発行(H24年11月号)予定

No. 63「計算材料科学研究会」最終報告書

活動期間：2009年3月～2012年2月(3年間)

研究会世話人：香山正憲(産業技術総合研究所ユビキタスエネルギー研究部門)

1. 研究会活動目的

計算材料科学のさらなる飛躍を勝ち取るため、次世代スパコンに対応した大規模並列の計算技術や手法の開発が急務である。物質・材料の複雑な現象や機能を十分な高精度で扱うには、理論・手法・アルゴリズムのさらなる革新が必要である。また、学生・院生や若手を計算科学と材料科学の両面に深い知識と技量を有するよう教育する方策が不足している。このように次世代の計算材料科学を大きく発展させるための課題を議論し、交流するため本研究会を組織する。とりわけ、①次世代スパコンへの対応、②新規手法や方法論の開拓、③次世代の教育・人材育成を中心に研究会を進める。

2. 研究会活動概要

本研究会では、春期・秋期大会中に研究集会を開催し、各種情報交換や若手からの研究発表を行い、また、別途、大規模な講演会・勉強会を企画・開催した。

第一点として、各研究集会で、毎回、次世代スパコンプロジェクトでの「計算材料科学」の情報を交換し、計算材料科学の振興についての意見交換を行った。2009年3月の最初の研究集会では、「21世紀の計算材料科学に要求されること」(東北大・川添良幸)、「計算材料科学の教育について-北大ワークショップからの報告」(北大・毛利哲雄)、「研究会の設立趣旨、計画等」(産総研・香山正憲)の報告があった。2010年には、2011年1月と2月の並列計算プログラム講習会について、会員への参加の呼びかけ、講習会資料の残部の配布等を行った。2011年11月の研究集会では、毛利哲雄教授(北大)から、次世代スパコンプロジェクトでの「計算材料科学」の

活動状況の紹介があり、議論を行った。

第二点として、各研究集会で、計11名の若手から研究発表が行われた。2009年秋期：田村友幸(産総研)「QMASの開発と適用例：半導体/金属界面を中心に」、世古敦人(京大)「第一原理熱力学計算を用いた非稠密な系における状態図計算」、佐原亮二(東北大)「全電子混合基底法プログラム TOMBO による水素貯蔵材料の結合エネルギー計算」、2010年春期：笠松秀輔(東大工院)「ジルコニア/異相界面近傍のイオン伝導度変調の第一原理解析」、椎原良典(東大生産研)「欠陥の局所性：局所エネルギー、局所応力によるアプローチ」、2010年秋期：稲邑朋也(東工大)「熱弾性型マルテンサイト変態に関する最近の問題」、安里光裕(新居浜高専)「KKR-Green関数法による金属中の不純物原子間相互作用エネルギーの第一原理計算」、桑原彰秀(JFCC)「固体イオニクス材料における欠陥反応の第一原理計算」、2011年秋期：東後篤史(京大)「フォノン計算コードの紹介」、上杉徳照(大阪府立大)「金属における粒界エネルギーと粒界偏析エネルギーの第一原理計算」、都留智仁(日本原子力機構)「格子欠陥の発展挙動に関するナノ～メゾスケール解析」。いずれも新進気鋭の若手であり、内容も高度で discussion が盛り上がった。

第三点として、活動開始時の2009年7月に本研究会主催で「次世代スパコンに向けた計算材料科学の課題と展望」と題する講演会を東大で開催し、活動期の最後の2012年3月に本研究会主催で「計算材料科学のフロンティア勉強会」を産総研関西センターで企画した。いずれも本研究会員を中心に10名以上の講師が、最新の研究成果や理論・手法を講義する企画であり、前者は90名以上の参加で成功し、後者も多く参加希望が寄せられている。

以上、三点の内容で活動を行い、各々期待以上の成果が得られたと言える。

3. 成果の公表

引き続き情報交換を続けるとともに、金属学会の公募シンポ企画、Mater. Trans. 誌の特集号企画などを通じて活動成果の公表を行っていきたい。