



東北大学 金属材料研究所

附属 新素材共同研究開発センター

News Letter

Nov. 2020 / Vol. 16

Contents

- 最近の研究「Ti-Ni基形状記憶合金の低温における超弾性特性」
新素材共同研究開発センター/助教 木村 雄太 (Yuta Kimura)
- 第14回 共同利用研究課題最優秀賞 受賞者からの寄稿
- 装置紹介
- 汎用型真空アーク溶解装置 ACM-S14TMP-M
- お知らせ
- 令和3年 共同利用研究公募のご案内

巻頭言

「頭脳の活用を」

センター長 正橋 直哉

40年前の学生時代、本所のどの研究室にも貫禄のあるおじさん風貌の学生がいました。その正体は、博士課程に所定年限在学したものの学位取得が適わない、あるいは学位を取得しても定職に就けない学生で、和製英語でオーバードクター (OD) と称されました。彼らは昼夜を問わず365日研究に励む一方、自作の炉で燻製を作り、旬の果物と備品の薬品 (?) で果実酒を作る等、生命力に長けた頼もしい先輩でしたが、大学の学位授与への統一感の欠如に不満を抱き、学位取得後の将来への焦燥から、時として近寄り難い存在になりました。院生の多い研究所ほどOD問題は深刻で (後に「頭脳の棺桶」と報道されました)、私が院生会を担当した当時、学長に窮状を訴えに行ったほどでした。翻って現在、おじさん学生は姿を消しましたが、就職口のないポストドク (PD) は社会問題化し、根本は40年前と変わりません。1991年の大学院の倍増計画や1996年のPD一万人計画等、科学技術立国を目指す数々の政策は、想定外の負の結果を生みだしましたが、その打開策が講じられるどころか、大学でのポストの数は逆に減少しています。良い研究をしたいというモチベーションは尊く、社会の発展を牽引します。資源のない我が国の生きる道は「知恵」と「技術」で、それを支えるのが「教育」です。その教育の賜物である彼らが抱える問題を、国家の問題としてもっと取り上げるべきと思います。

Ti-Ni基形状記憶合金の低温における超弾性特性

木村 雄太 (Yuta Kimura)

【所属】新素材共同研究開発センター/ 助教

【専門】形状記憶合金、相変態

新素材共同研究開発センターでは、Ti-Ni基形状記憶合金におけるマルテンサイト変態、前駆現象及び低温環境下における超弾性特性の研究に取り組んでいます。



形状記憶合金の超弾性特性

Ti-Ni基合金は、優れた形状記憶特性を有することから、現在最も実用に供されている形状記憶合金として知られています。形状記憶合金はそれぞれの合金種の持つ特性（マルテンサイト変態温度）から、超弾性効果を利用できる温度が決まっています。例を挙げると、Ti-Ni 2元系合金は、おおよそ室温から353 Kの温度範囲で超弾性を利用することが可能です。近年では、HfやPdを添加して高温（573 K）で超弾性特性を得る研究が取り組まれています。一方で、Ti-Ni合金において低温における超弾性[1]が報告されていますが、“形状回復に必要な応力差（応力ヒステリシス： σ_{hys} ）が大きい”ことから、約140 K以下の低温域における超弾性合金としての実用化は難しいと言えます。

Ti-Ni基合金の低温利用に向けて

これまで低温域で利用されている材料は、脆化や繰返し利用による劣化が問題となっています。Ti-Ni基合金は、温度の低下に伴う脆化が生じないこと、さらに疲労特性が優れていることから低温技術周辺への応用が期待されています。しかしながらTi-Ni基合金は、温度が低下するほど応力ヒステリシス（ σ_{hys} ）が著しく増大するため、この σ_{hys} の著しい拡大を抑制することが重要な課題となっています。

図1は、 $\langle 001 \rangle_{B2}$ 方向圧縮における超弾性挙動の温度依存性を示しています。Ti-Ni 単結晶合金は、従来の報告[1]と比較して σ_{hys} 拡大を大きく抑制できる結果が得られていますが、100 K以下での σ_{hys} 拡大の抑制は不十分であり、液体窒素温度（ ≈ 77 K）以下での実用化に向け σ_{hys} の拡大の起源の解明及び抑制を目指し研究に取り組んでいます。

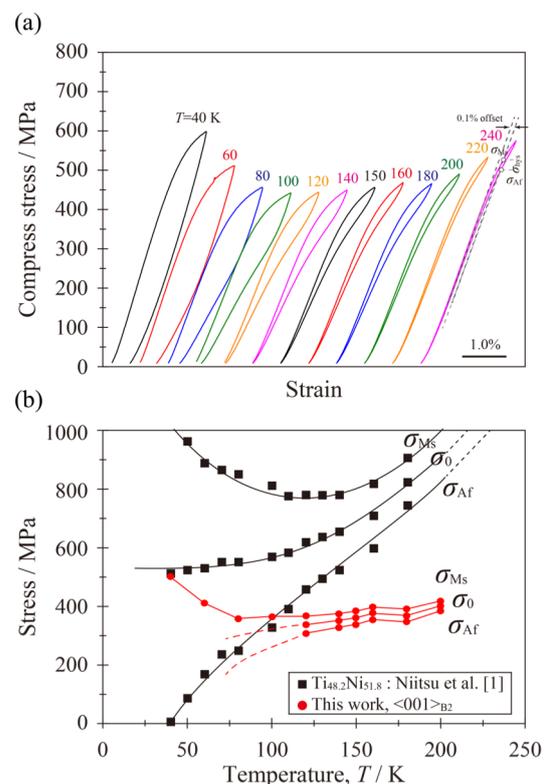


図1 $\langle 001 \rangle_{B2}$ 圧縮における(a) 超弾性挙動、(b) σ_{Ms} , σ_{Af} , σ_{hys} の温度依存性

References

[1] K.Niitsu *et al.*: Appl.Phys.Lett. **102** (2013) 231915.

第14回 共同利用研究課題最優秀賞

「化学ドーピングを施したナノ多孔質グラフェンのデバイス特性と触媒特性の解明」

多孔質金属は様々な新規物質を生み出すプラットフォームとして活躍しています。その一つに多孔質金属を母材として作製した多孔質グラフェンがあります。このグラフェンは化学気相蒸着法によって多孔質金属表面にグラフェンを成長させることで得られるため、多孔質金属の表面構造を模倣するという特徴を持っています。この多孔質金属を化学エッチングすると多孔質金属の皮だけが残ったような中空構造となり、空隙率99%と高い電気伝導度を有した多孔質グラフェンが単離できます。さらに、多孔質グラフェンの格子内に化学元素（ホウ素、窒素、硫黄、燐など）をドーピングすることで、高い電気伝導度と化学活性が必要とされる多機能な三次元グラフェンデバイスへの応用が期待されています。

附属新素材共同研究開発センターの共同利用研究では、化学元素をドーピングした多孔質グラフェンなどに関してスタッフや技術職員の皆様方の技術支援をして頂き、主にXPS測定装置を用いて表面状態や化学結合状態の詳細な分析を行っていただきました。その結果、多孔質グラフェンが持つ曲面やエッジ構造に選択的に化学元素がドーピングされ、容量の大きなトランジスター、白金並みに優れた水素製造用電極、寿命の長い金属空気電池用電極、高効率熱変換を活用した水浄化材などに使用可能であることを明らかにしました。

2013年に共同利用研究をスタートさせ、2016年に東北大学から筑波大学へ異動しましたが、異動後も万全の研究支援を受けることができ、研究室立ち上げ直後でも研究を継続することができました。心から感謝を申し上げます。またこの度、共同利用研究課題最優秀賞を受賞させて頂いたこと、大変嬉しく思います。この受賞を励みとし、高い研究レベルを維持し、研究成果を社会に還元すべく一層の努力を続けていきたいと考えております。これからも新素材共同研究開発センター共同利用研究のご支援を宜しくお願い致します。



筑波大学
伊藤良一 先生

装置紹介

■ 汎用型真空アーク溶解装置 ACM-S14TMP-M

本装置はアルゴンガス雰囲気中、種々の金属系材料等をアーク溶解により合金化することができます。図1に外観写真を示します。試料をセット後、チャンバー内を適切な真空度まで排気し、アルゴンガスを充填します。その後アーク放電により鋳型内の試料を溶解し、その後凝固させて目的とする試料（多結晶体）を作製します。本装置は、従来のアーク溶解装置より高出力であることが特徴で、Nb, Mo, Ta, W等の高融点金属の溶解が可能です。主に金属の溶解、合金の作製、金属間化合物の合成に用い、酸化物の溶解も依頼に応じて行います。現在のところ、鋳型は1種類のため、作製可能試料サイズは最大φ50 mm×10 mm（ボタン状試料）のみとなっておりますが、適宜更新の予定です。

----- 【特徴】 -----

- 水冷式銅鋳型を用い、アルゴン中で溶解-凝固を行うため、坩堝からの汚染の影響を考えなくてよい。
- 比較的短時間に試料調製が完了。
- 600 Aまで出力を上げて連続使用できるため、Nb, Mo, Ta, W等のような真空溶解炉では溶かせない2500~3500°Cの高融点金属または反応性の高い金属・合金の溶解が可能。



図1. 汎用型真空アーク溶解装置（大亜真空製、型番：ACM-S14TMP-M）。

ご入用がありましたら、装置担当（野村）まで
お問い合わせくださいますようお願いいたします。
E-mail : nmran@imr.tohoku.ac.jp

お知らせ

■ 令和3年度（2021年度） 共同利用研究 公募のご案内

今年度より、募集要項が国際共同利用・共同研究拠点として他のセンターと共通のものとなります。

申込方法等詳細は、Web (<https://imr-kyodo.imr.tohoku.ac.jp/>)をご覧ください。

お問合せ先：金属材料研究所総務課研究協力係 TEL.022-215-2183 gimrt-office@imr.tohoku.ac.jp

または新素材共同研究開発センター事務室 TEL.022-215-2371 crdam@imr.tohoku.ac.jp

* 多数のお申し込みをお待ちしております。何かお問い合わせがありましたら遠慮なくご連絡下さい。

■ 金属材料研究所共同利用手続き変更のお知らせ

只今金属材料研究所では、共同利用webシステムを変更している最中です。また新型コロナウイルス感染防止のため、新たな手続きが必要となっています。新規申請や来所申込等の際、従来とは異なる点が多数ございますので、ご注意ください。

- ① 学外から共同利用でご来所の方は、5日前までに共同研究届フォームにご登録ください。
- ② 所外の方は、共同利用でご来所の際、毎日必ず入館登録フォームにご登録ください。
- ③ 書類や鍵等、物品の受け渡しは、原則、2号館1階ロビーに設置したロッカーを使用します。
- ④ 旅行報告書もフォームへの入力となりました。

詳しくは、金属材料研究所ホームページ、共同利用webシステム、及び新素材共同研究開発センターホームページをご参照ください。

■ 新型コロナウイルス感染防止に関するお知らせ（共同利用以外）

新型コロナウイルス感染防止のため、ご来所の方皆様に新たな手続きをお願いしております。

一般来所の方、工事・サービス等でご来所の方は、金属材料研究所ホームページ

(<http://www.imr.tohoku.ac.jp/ja/public/information/20200330/>)からそれぞれの入館登録ページに入り、ご登録ください。

県外の方は、ご来所の5日前までにご登録をお願いいたします。

なお、事前の注意事項として、以下のURLにあるルールブックをよくお読みください。

(http://www-lab.imr.tohoku.ac.jp/~imrkyodo/file/IMRcovid-19rule_book_for_visitor.pdf)

コラム フレキシブルさを身に付ける

私たちの日常様式や考え方を見直さねばならなくなってから8ヶ月が経ちました。何とも身動きが取りにくい「いづい」日常です。新型コロナの感染拡大によって、多くの命が奪われ、さらに受けた経済的な打撃は計り知れないものです。東日本大震災のときも、深く考えずにはいられなかったのですが、このような状況において我々のような研究者には何が求められるのでしょうか？

現在は、制約が多いながらも研究生活のテンポが戻りつつあります。ただし、学会活動や共同利用・共同研究などは以前のように、とはいきません。先日も、1年半後に予定している国際会議の開催をどうするのか、と真剣な討論がありました。今までと同じでは駄目で、先行きが不透明なこの状況において、どう対応していかねばならないのか。「最も強く、最も賢いものが生き残るわけではなく、最適者が生存できる」とあるように、柔軟な姿勢で適応する知恵を持つことが大切のように思います。これまでの考え方や見方を大きく変えて、自分自身を進化させるチャンスです。

(教授 梅津 理恵)

— 編集・発行 —

東北大学金属材料研究所
附属新素材共同研究開発センター

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1

TEL: 022-215-2371 FAX: 022-215-2137

Email: crdam@imr.tohoku.ac.jp

URL : <http://www.crdam.imr.tohoku.ac.jp/>



CRDAM

Cooperative Research and Development Center
for Advanced Materials

* 本誌の内容を掲載あるいは転載される場合は事前にご連絡下さい。