



東北大学 金属材料研究所 附属 産学官広域連携センター

What's up!

最近の研究

- 「高強度電析合金とマイクロ金属部材開発」
革新グリーン材料設計分野
客員教授 山崎 徹
(兵庫県立大学名誉教授、特任教授)

Interview!

「産」に聞く!

- 臼井国際産業株式会社
商品企画部 先行開発1課
課長 近藤 啓明 氏

巻頭ご挨拶

自転車職人の無言の教育

センター長 正橋直哉

明けましておめでとうございます。年末に落ち着いた感があったコロナ禍ですが、オミクロン株の感染拡大に伴い、気の抜けない年始めとなりました。在宅勤務が増え、買い物や外出を近場で済ますために、自転車の利用が増えているそうです。大阪は国内の自転車産業発祥の地で、平坦な土地が多いせいか仙台より利用者が多いと思います。大阪オフィスのある大阪府立大学中百舌鳥キャンパスには、生協の委託で自転車修理を担当するおじさんがいました。群馬県出身の80歳のおじさんは、学校卒業後に大阪の自転車会社に就職し、定年後に前任者を引き継いで大学の自転車屋さんになったそうです。パンク500円、メンテ200円、油差しやチェーン緩み直しはタダと、学生にとって有難いおじさんでしたが、歳には勝てず昨年9月に店を閉めました。酷暑でも厳寒でも開放テントの中で、油にまみれて寡黙に修理に励む姿は、学生への無言の教育になったと思います。一方で「修理をしても、有難うを言わない学生が増えてるんだよね」と口走ったのを思い出します。ものづくりは人づくりと言います。技術立国を目指すにはしっかりとした教育が必要です。本年もどうぞ宜しくお願い申し上げます。

高強度電析合金とマイクロ金属部材開発

ナノ結晶・アモルファス複合組織を有する高強度・高延性電析合金の開発と、それら合金を用いたマイクロ金属部材の開発を紹介します。

[Keywords] 電析合金、ナノ結晶、アモルファス、マイクロ成形

めっき技術は、一般に、表面処理技術として表面硬質層の形成による耐摩耗性の向上や、防食効果さらには装飾効果等の目的で広く産業利用されています。一方、本技術は一般の合金溶製法や粉末冶金法等では不可能な極端な材料組織制御が可能で、ナノ結晶構造やアモルファス構造等の準安定な材料組織を形成させ高引張強度、高耐食性等の優れた材料特性を発現させることが可能です。さらには、フォトリソ技術と電析技術を組み合わせたLIGAプロセスにより、マイクロ金属部材の作製が可能であり、材料の創製と成形が同時に実現でき、高寸法精度・高密度・高強度等が要求されるエレクトロニクス関連や半導体関連のマイクロ精密金属部品、医療機器用の精密金属部材などの分野で革新的な製品開発が期待されています。

ナノ結晶材料は、1987年にドイツのGleiter教授らが提案した新概念の材料であり、一般には平均の結晶粒サイズが100nm以下の材料を示しています。当初は、結晶粒サイズの極小化により粒界面を構成する原子の割合が急増することから、粒界拡散の影響が増大し、塑性変形が可能なセラミックスや超硬質で高延性の金属材料が実現できると期待されました。しかしながら、ナノ結晶金属粉末を固化成形して作製したナノ結晶材料は結晶粒サイズの減少とともに激しい脆化状態になることが報告され、構造材料としての利用は困難と考えられていました。

一方、図1に示すように、筆者らが開発したNi-W電析合金は高い引張強度を示します。本合金は、約20at.%W以上でアモルファス単相合金となり、引張破断強度は3,000MPaを超える高強度を示します。約15at.%W以下ではfcc構造のナノ結晶単相合金となり、引張破断強度は2,000MPa程度の高強度材となっています。これらアモルファスもしくはナノ結晶単相合金では高い引張強度を示す反面、塑性変形による伸びは僅かしか観察されません。しかしながら、W含有量が15から20at.%の間では、引張破断強

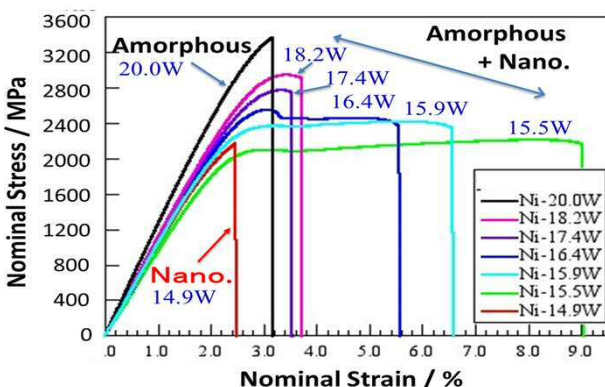


図1 Ni-W電析合金の引張試験結果。

革新グリーン材料設計分野

客員教授 山崎 徹

(兵庫県立大学名誉教授、特任教授)

[専門] 材料設計学

[趣味] 旅行



度は2,500MPa程度を維持しながら、非常に大きな塑性変形伸びを示します。この組成領域では、図2の透過電子顕微鏡組織写真に示すように、ナノ結晶相とアモルファス相の複合組織となっています。このような大きな塑性変形発現の原因は、塑性変形誘起のナノ結晶粒子の粒成長が加工硬化を生じさせているためと考えられました。図3に、放射光LIGAプロセスを用いてナノ結晶・アモルファス複合組織を有する高強度Ni-W電析合金製のマイクロギアの作製例を示します。基準円直径0.5mmで、12枚歯のマイクロギアが非常に精度よく成形されています。

LIGAプロセスと組み合わせた電析合金作製技術は、材料の創製と成形を同時に実現することが可能です。今後の様々な分野で有用な高強度・高耐久性の精密金属部材開発を目指します。

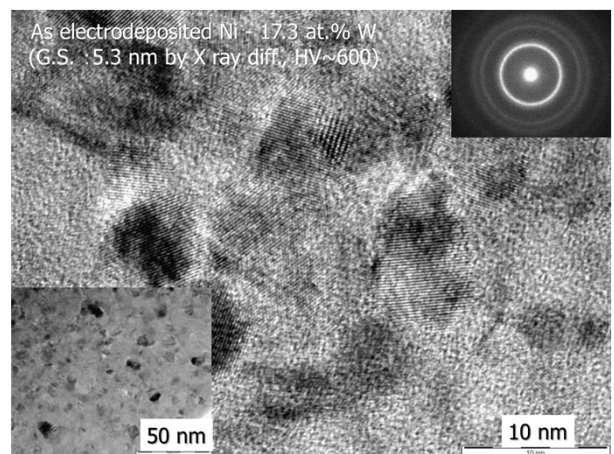


図2 Ni-17.3 at.%W電析合金の透過電子顕微鏡組織写真。

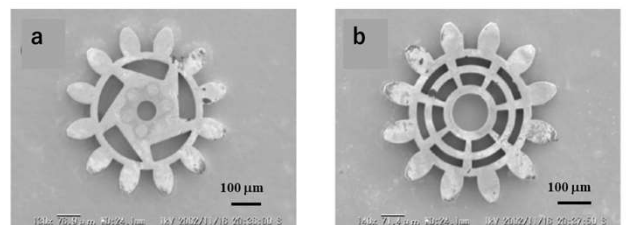


図3 放射光LIGAプロセスにより作製したNi-W合金製マイクロギア(基準円直径0.5mmギアで12枚歯)。

参考文献: 山崎徹:「金属」Vol.91 (2021), No.6, 476-482.

用語解説: [LIGAプロセス]

ドイツ語のLithographie, Galvanoformung und Abformungの頭文字をとって命名された。放射光等を用いた光リソグラフィーによりマイクロスケールのレジスト構造体を造形し、その隙間に電析合金を析出させて金属マイクロ構造体を成形する。

臼井国際産業株式会社

近藤 啓明 (こんどう ひろあき) 氏

臼井国際産業株式会社
商品企画部 先行開発1課
課長

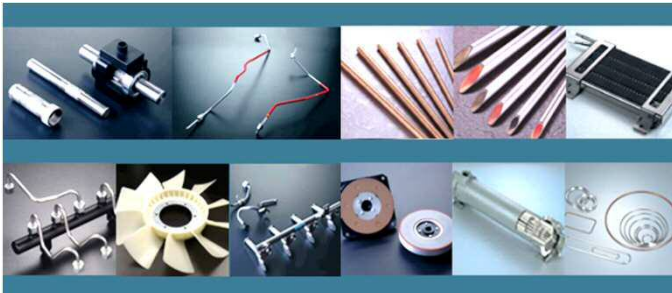
1996年 東京都市大学を卒業。同年に臼井国際産業株式会社に入社。主に商品企画部に所属し、実験や開発などの業務に従事。現在はアモルファスを使った新たな商品開発に取り組む。



御社の事業内容を教えてください。

(近藤) 弊社は自動車用配管を販売の中心にした製造企業です。主な製品はディーゼルエンジン向け燃料噴管(世界シェア50%)やガソリン直噴エンジン向け配管、ブレーキ配管など皆さんの目の届かないところで使用されている配管です。

自動車向けの部品が売上の主であり、エンジンに使われているパイプも多く採用されています。今後EV化が進んでいくと、そのパイプが不要となり売上減が予想される為、新たな分野への進出をしていく製品開発が求められています。その製品開発の1つがアモルファスを使った新たな商品であり、私はその開発チームのマネジメントに携わっています。



臼井国際産業株式会社の製品ラインナップ。
より詳しい情報はHP (<http://www.usui.co.jp/index.html>)
もしくは右QRバーコード)をご参照ください。



広域連携センターと交流したきっかけは？

(近藤) 数年前に産業革新機構より中山アモルファスの一部事業を買収する形で溶射アモルファスの技術を継承しました。当時、中山アモルファスは東北大学と共同開発を行っていたので弊社もそれを続ける形を取り、現在に至っております。

最近ではコロナの影響で大学に伺う機会が無くなりましたが、代わりに毎月オンラインでの定例会議を開催して、進捗確認や結果報告を行なっています。以前より、コミュニケーションの機会が増えました(笑)。

広域連携センターは役立っていますか？

(近藤) 現在、電動アシスト自転車向けにアモルファス溶射皮膜を付けたトルクセンサシャフトを量産していますが、この基礎となる成分や材料特性データなどについて大学を活用して結果を得ています。担当の網谷先生には専門分野(アモルファス)以外のことも色々相談に乗って頂いています。

大学や産学連携に今後期待することは？

(近藤) 原理やメカニズムの解明、論理的な裏付けに関して大学ならではの学術的な見解に期待しています。我々はまだアモルファスについての知見が不十分であることから、専門性を活かした的確なご指導や新たな適用先への提案などを期待しております。



イベント案内 *Attention please!*

■ものづくり向上セミナー2022「金属材料の最新動向」(1月26日(水))

当センターが協賛し兵庫県尼崎市にて標記のセミナーを開催します。兵庫県立大学の竹内章教授および当センターの網谷が、それぞれ「コンピュータを駆使した新合金の開発と鉄合金の応用実証」および「溶融金属からの急冷を利用した金属新素材の開発」と題して、コンピュータを利用した新合金の材料設計、およびその材料設計を具現化する兵庫県金属新素材研究センターの装置群などの解説をします。

詳細は以下のWebサイトまたは右のQRコードよりご確認ください。(特任准教授 網谷健児)

http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/AMPI_2022-3c.pdf





イベント報告 *Close up!*

■MOBIO産学連携オフィス・テーマ別合同シーズ発表会「医療・ヘルスケア編」 (11月9日(火) オンサイト・オンライン同時開催)

令和3年11月9日(火)に、MOBIO産学連携オフィス・テーマ別合同シーズ発表会「医療・ヘルスケア編」が、クリエイション・コア東大阪にて開催されました。8大学からそれぞれの研究成果が発表され、当センターからは正橋直哉教授が「インプラント用新規チタン合金の表面改質による高機能化」と題した成果発表を行いました。会場には展示コーナーも設けられ、私どもグループが開発し、2021年6月に厚生労働省の医療認可を得たインプラント用チタン合金人工股関節システムを展示しました(右写真)。当日はオンサイトとオンラインのハイブリッド開催で60名の参加者があり、コロナの制約の中、様々な意見交換が行われました。(教授 正橋直哉)



産学官広域連携センターの展示ブース

● 広域連携センター News ●

教員の受賞

令和3年10月23日に千星聡准教授らのグループが日本銅学会 第61回講演大会(Webinarによるオンライン開催)において「第55回論文賞」を受賞しました(日本銅学会での論文賞受賞は7年連続、計12回目となります)。本論文は、DOWAメタルテック株式会社との共同研究によるものです。本論文ではエッチング加工性に優れた高強度銅合金に関する先駆的な知見を明示しており、今後の技術開発に資するところ多大との評価を受けました。産学連携による成果が評価されたことを嬉しく感じております。(准教授 千星 聡)



コラム

スプーンの素材と言えばステンレスが主流です。高級カトラリーの銀食器にあるように素材に銀を使っていることもありますが、ステンレス製では「作りやすさ」、「丈夫さ」、「錆びにくさ」といったメリットがあります。ステンレスは熱伝導が低いという特徴があり、熱々のスープを飲むときにも持ち手が熱くなることはないというのも長所かもしれません。逆に、乳脂肪成分の多いカチンコチンのアイスクリームは強靱なステンレス製スプーンでも食べるのに難儀します。そんな時は「アイスが溶けるスプーン」というのが便利です。なぜ、このスプーンを使うとアイスがすくいやすくなるのか？その答えは素材にアルミニウムを使っているからです。アルミニウムの熱伝導性はステンレスの15倍以上です。なので、手や周りからの温度がスプーンを通してアイスに伝わり、溶けやすくしているのです。

たこ焼きを作るときには、一般に丈夫な鉄板を使いますが、卵をたっぷり入れた明石焼きには銅板を使います。熱伝導性が高い銅板を使うことにより、熱を均一にゆっくりと伝え、ふっくらした仕上がりになるからです。

普段当たり前のように使っているものでも、発想や素材を変えると別の可能性が見出せるかも!?...と思いつけて数10年。今だ何も見つけられないでいます。

メゾスコピック組織制御工学分野
准教授 千星 聡
(東北大学 金属材料研究所)

産学官広域連携センター Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research.

編集・発行
<http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/>
mail: koukiioffice.imr@grp.tohoku.ac.jp



大阪オフィス
〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-2
大阪府立大学 研究推進機構棟(C10棟)8F
TEL 072-254-6372 FAX 072-254-6375

兵庫オフィス
〒671-2280 兵庫県姫路市書写2167 兵庫県立大学
インキュベーションセンター2F
TEL 079-260-7209 FAX 079-260-7210

仙台オフィス
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
TEL 022-215-2371 FAX 022-215-2137

MOBIO (クリエイション・コア東大阪)
〒577-0011 東大阪市荒本北1-4-1 (南館2F-2207室)
TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385

※ 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。