

目次		ページ
・年頭挨拶	「高エントロピー社会」	土谷会長 P.1
・行事報告	SMA シンポジウム in 浜松	P.1
	高機能金属展出展	P.3
・会員だより	福井県の形状記憶合金加工技術	岡村氏 P.3

目次		ページ
・行事予定	2019 年度 総会、講演会および賀詞交歓会	P.4
	形状記憶合金に関する講習会と基礎講座	P.4
	SMA シンポジウム in 熊本	P.4
・お知らせ	HP に動画を UP! ほか	P.4

## 年頭挨拶

### 「高エントロピー社会」



形状記憶合金協会  
会長 土谷 浩一

皆様、明けましておめでとうございます。本年も ASMA をよろしくお願いたします。

昨年7月にパリに出張した時の事です。ロシアのサッカー・ワールドカップの最中、日本がベルギーに惜敗した直後で、ホテルのフロントで「あなた、日本人？ 日本のチームは素晴らしかったわね、絶対勝ってたわよね」と言われてちょっと驚きました。思えば海外どこにいても日本人や日本という国に対しては好意的で尊敬の念すら感じる事も多く、これはとてもありがたいことだと思います。技術力の高さ、勤勉、清潔、几帳面、礼節・秩序を重んじるなどが日本・日本人に対する一般的な印象の様ですし、和食に対する関心もますます高くなっています。

そのパリで地下鉄にのった時にはフランスが移民国家であることを実感しました。同じ車両に乗っているのは殆どがアフリカ系、中東系、アジア系などでいわゆるヨーロッパ系の方は数えるほどしかいません。ワールドカップで優勝したフランス代表チームも移民系の選手が多かったですね。そして駅構内や車内はゴミが多く、運行も時間通りにはいかずと、東京の地下鉄が素晴らしいと言われる理由がよく分かりました。

さて、少子化の影響で日本の人口がこれからどんどん減少し、急速に高齢化が進みます。国交省の予想では 2050 年には人口は 1 億人に減り、3 人に 1 人が高齢者になる様です。この状態では現在の社会システムを維持するのは到底不可能で、先日も外国人労働者を受け入れやすくするために出入国管理法が改正されました。

熱力学の言葉で「エントロピー」という量があります。一言でいうと「乱雑さ」や「無秩序さ」とエネルギーを結びつける量です。金属で考えると、いろいろな種類の元素が入っている合金ではエントロピーが大きくなり、それだけ無秩序な状態になりやすくなります。一方で「エンタルピー」という量もあり、こちらは「秩序正しさ」を反映する量と言えます。形

状記憶合金の形状回復温度は、このエントロピーとエンタルピーの兼ね合いで決まります。「秩序」を好むエンタルピーという神様と「無秩序」を好むエントロピーという悪魔の綱引きで物質の状態が決まるのです。

移民国家のアメリカやフランスと比べると、これまでの日本は単民族国家でエントロピーが低く、秩序を好むエンタルピーが支配する社会だったと言えますが、これからは色々な国の人達と一緒に社会システムを築かなければならない、エントロピーの高い社会となるでしょう。そんな中で如何にして尊敬される日本の社会・文化を保っていくのかという事は非常に難しい問題です。

材料科学の分野では、多くの種類の元素を等量含む「高エントロピー合金」が新材料として注目されており、日本でも昨年から研究プロジェクトが始まりました。スポーツの世界を見ると、ハイチ系アメリカ人の父と根室出身の日本人の母を持つテニスの大坂なおみや、中国人の両親を持つ張本智和などが日本代表として国際舞台で大活躍、陸上競技やサッカーでもハーフの選手がたくさん活躍しています。エントロピーの高い社会はこれまでに無い新しい価値や文化を生み出す大きな可能性を秘めているのです。

5 月には元号が変わり、来年は東京オリンピック、さらには 2025 年の大阪万博をひかえ、これから日本が世界の中でどういう立ち位置になるのか、エンタルピーの神様とエントロピーの悪魔の綱引きがどんな日本の社会をつくるのだろうか・・・などと酔った頭で妄想してお正月を過ごしました。

2019 年が ASMA 関係者の皆様にとって良き年になります様に。

2019 年正月

## 行事報告

### 「SMA シンポジウム 2018 in 浜松」

今回のシンポジウムは、2018 年 11 月 29 日(木)～30 日(金)、アクトシティ浜松において開催しました。本年は ASMA 創立 25 周年となることから、初代会長・清水謙一先生、二代目会長・山内清先生に記念講演をお願いし、他に招待講演 3 件と一般講演 4 件、更にポスター発表が 17 件と多数の方々から熱心な講演、発表をいただきました。



## 一日目【招待講演】

### 『 $\beta$ チタン系形状記憶合金のマルテンサイト変態』

東京工業大学 田原 正樹先生

最初は、生体用金属材料として注目されている、 $\beta$ チタン系形状記憶合金について講演をしていただき、その特性と使い方について最新の研究成果を解り易く解説していただきました。



### 『二種類のマルテンサイトを活用した溶接構造制振ダンパの開発』



物質・材料研究機構 澤口 孝宏先生  
制振部材として実用化されている鉄系形状記憶合金ですが、大型な構造部材に適用するためには連続鋳造による大規模生産と溶接技術の確立が課題であり、その技術開発について紹介していただきました。

## 【ASMA25周年 特別講演】

### 『マルテンサイト変態と形状記憶合金の日本における研究開発を振り返って』



○大阪大学名誉教授 清水 謙一先生  
筑波大学名誉教授 大塚 和弘先生  
創立 25 周年記念として、マルテンサイト変態と形状記憶合金の研究の黎明期のご経験談を両先生にお願いしましたが、大塚先生は体調に不安がおりとのことで詳細な資料を作成下さり、それに基づいて清水先生がご講演いただきました。



当時、西山善次先生や Wayman 教授とのマルテンサイト変態に関する研究や形状記憶合金のメカニズム、そして応用開発に至るまで黎明期のご苦労を卒寿を過ぎられた清水先生が熱く語って下さいました。

### 『ASMA 創生期の思い ～成果と反省～』

東北大学 山内 清先生

二代目会長の山内先生から、形状記憶合金協会の前身の形状記憶合金技術研究組合や用途開発委員会の活動を経て、合金作りや商品開発の思い出など ASMA 誕生創成期のエピソードを紹介していただきました。



講演後は関係者を囲んでの記念撮影

## 二日目【招待講演】

### 『Ti-Ni 系の高成形性形状記憶合金の金属ガラス特性と形状記憶特性』

名古屋大学 桜井 淳平先生

Ti-Ni に第三元素を添加し非晶質の金属ガラスにすることで三次元構造のデバイスを作る技術を紹介していただきました。非晶質状態で加工して熱処理により、形状記憶特性はもちろん超弾性も発揮できるとのことのことで興味深い講演でした。



### 『バルーン拡張型ステント用 Co-Cr-Mo-Ni 合金の力学的特性と変形挙動に及ぼす変形モードの影響』

筑波大学 田崎 亘氏

医療用途の展開が注目されているなか、Co 系合金に関して変形誘起 FCC→HCP の変形挙動と特性に与える影響について報告がされました。この合金は冠動脈ステントに使われており、耐久性向上に関する研究と関心を集めていました。



### 『板状 Ti-Ni 形状記憶合金素子の座屈後特性を用いたパッシブ防振要素の開発』

北九州市立大学 長 弘基先生

「(ガンマ)字型はりは、板ばねをたわませた状態で取付けた防振装置で、板ばねに形状記憶合金を使い、負の剛性を利用した特性について紹介されました。この装置は座屈を利用したもので形状記憶合金にすることで除振できる周波数が広がったとのことでした。



### 『繰返しねじり負荷を受けた TiNi 形状記憶合金の二方向形状記憶効果』

愛知工業大学 松井 良介先生

形状記憶合金でアクチュエータを作る場合、二方向性を利用してバイアス素子を使わない方法を紹介していただきました。ねじり変形の二方向性は回転型アクチュエータの小型化につながると期待が高まりました。



## 【招待講演】

### 『TiNi 合金の非金属介在物における相と形態』

(株)古河テクノマテリアル 山下 史祥氏

TiNi 合金は医療分野などで細線化や薄肉化の要求があり、その疲労強度向上には非金属介在物の影響が問題となっていて、介在物は凝固過程で生成し、針状であるとの報告がありました。安全で信頼性の高い材料提供につながる発表で大いに参考になりました。



## 【ポスターセッション】

新しい形状記憶合金の材料特性や解析技術そして応用事例など、17 件のポスター発表があり、次のテーマが受賞されました。

- ・最優秀賞:『TiNi 形状記憶合金の耐食性向上』  
奥村雅斗さん (愛知工業大学)
- ・優秀賞:『Co-Cr-Al-Si 形状記憶合金における磁気変態と超弾性効果』  
大平拓実さん (東北大学)
- ・優秀賞:『TiNi 超弾性合金の繰り返し応力誘起マルテンサイト変態の水素濃度感受性』  
山口直也さん (九州工業大学)
- ・ASMA 賞:『SMA ばねを用いた福祉器具の開発研究』  
松尾和音さん (北九州市立大学)



おめでとうございます！

### 技術交流会

一日目の終了後、場所をホテル・クラウンパレス浜松に移して、技術交流会を開催しました。特別講演の清水先生、大塚先生を囲み黎明期の思い出話とともに、今後の形状記憶合金に関する研究について議論を交わしている場面もありました。講演者の挨拶や参加者からの一言コメントなど和やかな交流会となりました。最後に全員で記念写真を撮り、お開きとなりました。



清水先生の乾杯でスタート



歴代会長、揃い踏み！



### 「高機能金属展」出展しました

2018年12月5日(水)～7日(金) 幕張メッセにおいて開催された高機能金属展に ASMA が出展し、協会の活動紹介と応用例のパネル展示を行い、啓蒙活動を行いました。今回、形状記憶合金を紹介する動画を更新しています。協会 HP でご確認ください。

会員企業のサエス・ゲッターズと吉見製作所から製品の展示も行い多くの方に来訪していただきました。今年の12月に展示会にも出展を予定しています。



### <会員だより>

\* 会員の皆さんから寄稿いただき、情報を発信してゆく新たな企画です。

今回は、賛助会員の岡村氏に寄稿していただきました。



ディーテック有限会社  
代表取締役 岡村賢治

### 『福井県の形状記憶合金加工技術』

TiNi 系形状記憶合金は加工が難しい材料と言われていますが、福井県では 1980 年代から眼鏡各メーカーが金属材料メーカーと協力して様々な加工技術の開発がされてきました。

#### 1. 塑性加工技術

プレス加工においては加工率の低さに手こずりました。当初は金型の中で材料がバラバラに割れることもありましたが、最終的に1プレスの加工率を25～30%に抑えて、プレスのたびに焼鈍しを繰り返しました。焼鈍しは最終的には真空炉で600～650℃×30分、真空炉中で冷却用アルゴンガスを投入してできるだけ早く冷却する方法で量産レベルのプレス加工が可能になりました。細かい表面模様付けもトライしましたが模様のところでき加工率が増えるため、模様から材料が割れる現象があり滑らかな段差程度しか実現できませんでした。

もう一つ眼鏡のつる部分(テンプル)の加工に必要な丸線のスウェーピング加工ですが、旧来の2つ割りダイスでの加工は材料を叩く回数が多すぎて割れてしまって加工できませんでした。

これをCNC付きのスウェーピングマシンの三つ割ダイスを工夫して、ダイスのストレート部分が3～4mmしかないダイスを使って引張り方向に加工することで加工できるようになりました。この方法では4mmの丸線を1パスで1.4mmまで加工できました。減面率で計算すると80%近い加工率ですがTiNi合金は割れずに加工できます。大きな加工率

が実現できる理由は定かではありませんが、スウェーピングマシンの加工油の出口温度を測定したところ、はじめは常温の加工油の湯温が、加工が始まったとたんに数秒で一気に 50~60℃まで上昇することから、加工するべき部分の TiNi 合金が加工熱によりオーステナイト領域で加工されるため、加工率が上げられるのではないかと推定しています。

## 2. 異種金属との接合技術

TiNi 合金の接合は非常に難しく、一般的な銀蝋は TiNi 合金には濡れず全く接合できない状態でした。私も当時入手可能な様々な蝋材を片っ端から試してみました。その中で金が主成分の蝋材だけが TiNi 合金の表面に濡れて、ある程度の蝋接強度が確保できることがわかりましたが残念ながら実用化できませんでした。当時、純チタン上の軟らかい無光沢のニッケルめっきが眼鏡業界で実用化されており、このめっきを TiNi 合金に付けてその上に銀蝋で異種金属を蝋付けする技術が開発されました。この技術で眼鏡の銅合金の蝶番を銀蝋付けできるようになり、TiNi 合金の眼鏡のつるで実用化されました。

## 3. 今後の形状記憶合金の応用製品への期待

近年、炭素繊維複合材やセラミックなどの高強度材の応用が期待されています。これらの材料は高強度な反面、剛性が高いために衝撃が直接伝わるという欠点もあります。超弾性をもつ形状記憶合金と組み合わせることでこの問題を解決できる可能性があります。

テスト的にパイプ状の超弾性合金を楕円形に変形させて形状を記憶させ、その穴にの押し出し成型の炭素繊維複合材の丸棒を冷やし嵌めしたところ TiNi 合金の穴径と炭素繊維複合材の直径を選べば、接合部分の引張接合強度を炭素繊維複合材の母材に近い強度で接合できることがわかりました。この接合では冷却することで部品を分解することも可能です。形状記憶・超弾性合金の部分が外力を吸収する設計にすれば新たな用途展開が可能かな？と思うこのごろです。

## 行事予定

### 2019 年度 総会 特別講演会

- ・開催日: 2019 年 2 月 8 日(金) 14:00~
- ・場所: 飯田橋 レインボービル 1 階 A 会議室
- ・特別講演会: 浜野慶一氏 (株)浜野製作所代表取締役  
総会は会員の参加となりますが、特別講演会(15:20~)はどなたでも参加できます。特別講演は、深海探査艇「江戸っ子 1 号」などについてご講演いただく予定です。

### 2019 年度 賀詞交歓会

- ・開催日 2019 年 2 月 8 日(金) 17:30~
- ・場所 レストラン ラリアンス(神楽坂)  
総会、特別講演会に続き、場所を移して開催します。

## 「形状記憶合金に関する講習会」2019(予定)

- ・開催日: 2019 年 7 月 16 日(火)
- ・場所: 明治大学駿河台キャンパス (JR 御茶ノ水駅)  
恒例の講習会を東京で開催する予定です。詳細が決まりましたらホームページで案内いたします。

## 第4回「形状記憶・超弾性合金 基礎講座」

### 共催: 物質・材料研究機構(NIMS)

- ・開催日: 2019 年 8 月 30 日(金)
- ・場所: (国研)物質・材料研究機構(つくば)  
開催のご案内は同じくホームページでお知らせします。

## 「SMA シンポジウム 2019 in 熊本」(予定)

- ・開催日: 2019 年 11 月 14 日(木)~15 日(金)
- ・場所: 熊本市国際交流会館)  
今年のシンポジウムは地震災害から復興中の熊本で開催する予定です。一般講演、ポスターセッションの募集は7月の講習会でご案内いたします。

## 形状記憶材料の高機能化と応用に関する

### 分科会 (協賛)

日時: 2019 年 3 月 28 日(木) 14:00~

会場: 電気通信大学 西キャンパス

西 10 号館 2 階 大会議室

電気通信大学の野嶋先生に SMA を用いた柔軟なアクチュエータや衣服への応用などのご研究についてご講演いただきます。また、新たな試みとして委員の皆様の研究紹介や話題提供も企画しています。

詳細については、日本機械学会 P-SCD406 分科会事務局にお問い合わせください。

主査 松井良介先生(愛知工業大学)

[r\\_matsui@aitech.ac.jp](mailto:r_matsui@aitech.ac.jp)

幹事 三木寛之先生(東北大学)

[miki@wert.ifs.tohoku.ac.jp](mailto:miki@wert.ifs.tohoku.ac.jp)

## お知らせ

### 協会ホームページに動画

高機能金属展のところで触れましたが、協会では形状記憶合金が温度変化で戻る様子、超弾性の動きを動画で紹介しています。とてもきれいな画像です、一度ご覧ください。この動画を啓蒙普及で使用したいという方は当協会まで問い合わせください。

### Facebook

当協会の Facebook を開設しました。

アクセスは、下記の URL からどうぞ!

<https://www.facebook.com/形状記憶合金協会-ASMA-147293769341075/>



一般社団法人 形状記憶合金協会  
Association of Shape Memory Alloys

ホームページ <http://www.asma-jp.com>

お問合せ先 [jimukyoku@asma-jp.com](mailto:jimukyoku@asma-jp.com)