

Healthcare note

2023 September

形状記憶合金の特性と医療分野への応用

寄稿：一般社団法人形状記憶合金協会



野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリー株式会社

目次

1. 形状記憶合金協会(ASMA)のご紹介	2
土谷 浩一 一般社団法人形状記憶合金協会 会長 ((国研)物質・材料研究機構若手国際研究センター センター長)	
2. 形状記憶合金の基礎.....	3
須藤 祐司 東北大学大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻 教授	
3. 形状記憶合金の医療分野への応用と課題	6
石川 毅 株式会社パイオラックスメディカルデバイス 信頼性保証部 部長	
4. 形状記憶合金を活用した商品の可能性	10
坂 一宏 株式会社吉見製作所 代表取締役	

1. 形状記憶合金協会 (ASMA) のご紹介

土谷 浩一

一般社団法人形状記憶合金協会 会長

((国研)物質・材料研究機構若手国際研究センター センター長)

チタン・ニッケル合金に代表される形状記憶合金 (Shape Memory Alloys, 以下 SMA) は、変形しても加熱すれば元の形に戻る形状記憶効果やゴムのようにしなやかに曲がる超弾性という、普通の金属に見られない性質を示します。特に超弾性合金は自己拡張ステント、ガイドワイヤー、人工心臓弁、血栓フィルターなどに使われており、低侵襲医療デバイスに必要な材料になりました。更に最近では鉄系や銅系の合金が実用化されたほか、マグネシウム系形状記憶合金も開発され、応用範囲も建設分野、宇宙分野などへと広がりを見せています。

形状記憶合金協会 (Association of Shape Memory Alloys, 以下 ASMA) は形状記憶合金・超弾性合金やその応用技術の研究、技術の普及、指導を行い、科学技術の発展と材料の信頼性の向上に寄与することを目的に 1993 年に発足し、今年が設立 30 周年にあたります。

ASMA は素材メーカー、医療デバイスなどのユーザー企業、大学・研究機関の研究者など様々な業種の多士済々な会員からなるユニークな協会です。この合金の新しい応用開発にはこのような異分野融合の場での会話 (時にはアルコールの力も借りながら) が非常に重要です!

ASMA は、例年、初夏に“形状記憶合金に関する講習会”、8 月には実際に形状記憶熱処理の体験ができる“形状記憶・超弾性合金基礎講座”、秋には研究発表の場である“SMA シンポジウム”といった行事を開催しています。2020 年からのコロナ禍でも活動の歩みを止めることなく、年 4 回の WEB セミナーを開催しましたが、毎回 50~70 名程度、多いときは 100 名近い聴講者を集めてきました。

昨年 10 月には 2 年ぶりの対面イベントとして、長野県での“諏訪圏工業メッセ”にブース出展しました。ブースには多くの企業技術者の方々のほか、小・中・高生やご家族連れなど幅広い年齢層の方に訪れていただくなど、コロナ前の活動に戻りつつあります。そして本年 10 月 20 日には KKR 熱海にて 30 周年記念イベントを開催します。これら本会の活動は web ページ (<http://www.asma-jp.com>) でご覧ください。

本稿では形状記憶・超弾性合金の基礎とその医療分野での応用例を紹介します。これを機会に形状記憶・超弾性合金に興味を持っていただけると大変喜ばしく思います。

2. 形状記憶合金の基礎

須藤 祐司

東北大学大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻 教授

(1) 形状記憶合金の発見と基本的特性

形状記憶特性は、金(Au)-カドミウム(Cd)合金において初めて発見されました⁽¹⁾。以来、その特異な挙動は、様々な合金系において観察されることが分かってきています。特に、1960年代に、現在の形状記憶合金(SMA)の基本となっているチタン(Ti)-ニッケル(Ni)合金が見出されて以来、銅(Cu)や鉄(Fe)、チタン(Ti)をベースとした工業的にも魅力的な SMA が開発されてきており、現在では、装身具、家電製品・電子機器から医療分野、更には、耐震ダンパーまで幅広い分野で利用されています。

SMA の形状記憶特性には、熱で形が元に戻る“形状記憶効果”と応力の負荷除荷(SMA にかけている力を取り除く)でゴムのように形状が元に戻る“超弾性効果”の二つの効果があります。ここでは、形状記憶特性とはどういった現象なのか、また、SMA の種類について簡単に触れたいと思います。

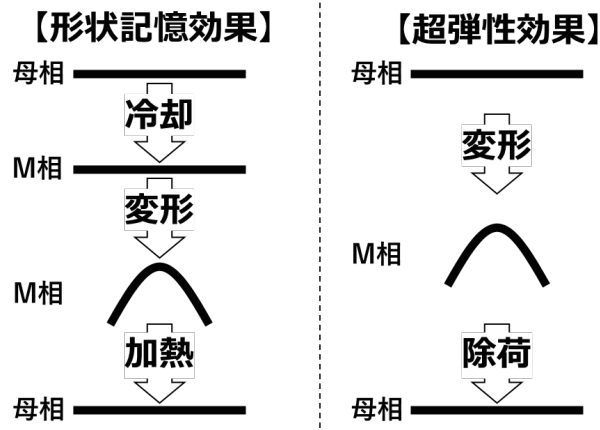
(2) 形状記憶特性とは

誰もが知っているように、水(液相)は 0℃以下で氷(固相)に、100℃以上で水蒸気(気相)に相変化(相変態)します。金属ではそれら相変態に加え、固相中においても色々な相変態が生じます。例えば、純鉄は室温では“体心立方構造”と呼ばれる結晶構造を持つ相(α 相)を呈しますが、912℃以上では“面心立方構造”と呼ばれる結晶構造を持つ相(γ 相)へと相変態します(原子配列の規則性が変わる)。このような相変態は、合金(いくつかの金属元素を混ぜたもの)においても生じますが、特に SMA では「マルテンサイト変態(M 変態)」と呼ばれる相変態に起因して形状記憶特性が発現します。一般的に、SMA をある温度以下に冷却すると M 変態を生じます。通常、M 変態する前の状態を「母相」、M 変態後の状態を「マルテンサイト相(M 相)」と呼びます。図表 1 に、形状記憶効果及び超弾性効果の模式図を示します。

それでは形状記憶効果について述べます。例えば、直線に形状を記憶させた SMA を考えましょう(なお、形状の記憶は、任意の形状に拘束したまま、ある特殊な温度条件で熱処理することで達成できます)。まず、母相の状態に形状を記憶(この場合は直線)させた SMA を冷却して M 相状態に相変態させます。この M 相状態の SMA を変形する(曲げる)と、見かけ上は塑性変形します(形が曲がったままになる)が、それを加熱して母相状態に再び相変態させると SMA 自身の形状が元の形(この場合は直線)に回復します。この回復現象を形状記憶効果と呼

びます。次に、超弾性効果について述べます。超弾性効果は温度の変化なしに、荷重の負荷除荷だけで形状が回復する現象です。すなわち、母相状態の SMA を変形すると M 相へ相変態しながら形状が曲がり（これを応力誘起相変態と呼びます）、単純に除荷するだけで元の母相の状態へ戻ろうとするため SMA 自身の形状が回復します。このように、形状記憶特性は、M 変態と呼ばれる特殊な相変態を通して、原子の配列が可逆的に変化することで実現されます。

【図表 1】形状記憶特性の模式図



(3) 形状記憶合金の種類

それでは続いて、SMA の種類について述べます。図表 2 に、SMA の代表的な合金の種類および主な合金成分 (組成) をまとめました。Au-Cd 合金に始まり、In-Tl や In-Cd 合金にて形状記憶特性が見出され、その後、Ti-Ni 合金においても発現することが確認されました。Ti-Ni 合金は、優れた形状記憶特性ゆえ、装身具、家電製品、電子機器、医療器具など様々な分野に広く利用されています。以来、実用 SMA の主流はこの Ti-Ni 合金となっています。一方で、Ti-Ni 合金以外にも、Cu 基、Fe 基、Ti 基、Ni 基、Co 基など、様々な合金で形状記憶特性が見出されています。各合金はそれぞれに優れた特徴を持ちます。

例えば、Ti-Pd, -Pt, -Au, -Ta 合金は、高温 (200℃以上) で形状回復するため高温用 SMA として期待されています。また、典型的な金属アレルギー元素である Ni を含まない Ti をベースとした β 型 Ti 基 SMA は、その低ヤング率特性^{※1}を含め生体用 SMA として広く注目されています。また、Cu 基合金は Ti-Ni に比較して安価であるため古くより工業的に魅力ある材料として注目されており、最近では、加工性に優れる Cu-Al-Mn-SMA⁽²⁾ が巻き爪矯正クリップや耐震部材として実用化されています⁽³⁾。Cu 基 SMA と同様に、その原料コストメリットから Fe 基 SMA も古くより注目されてきており、これまでに、Fe-Mn-Si-SMA がビル用制振ダンパーとして実用化されています⁽⁴⁾。

※1 柔軟性を表す指標で、低いほど柔軟性が高く、破損する可能性が低い。

【図表 2】形状記憶合金（SMA）の種類

合金系	成分	備考
貴金属-Cd基	Au-Cd	最初に発見されたSMA
In基	In-Tl	-
	In-Cd	-
B2-Ti基	Ti-Ni	実用SMA
	Ti-Pd, -Pt, -Au, -Ta	高温SMA
β (bcc)-Ti基	Ti-Nb, -Mo, -Zr	生体用SMA
Cu基	Cu-Zn-Al	実用実績あり
	Cu-Al-Ni	もろい
	Cu-Al-Mn	実用SMA
Fe基	Fe-Pt, -Pd	磁歪SMA
	Fe-Mn-Si	実用SMA
	Fe-Ni-Co-Al	巨大超弾性回復
	Fe-Mn-Al-Ni	超弾性の温度依存性が小さい
Ni基	Ni-Mn-Ga, -In, -Sn	磁性SMA
Co基	Co-Cr-Al-Si	巨大超弾性回復、低ヤング率、耐摩耗性
Mg基	Mg-Sc	超軽量、生分解性

（４）形状記憶合金の新たな展開

現在では、SMA は一般的な機能材料として定着しており、様々な分野で実用されています。それと同時に、新しいタイプの SMA も続々と見出されており、SMA の更なる発展が大いに期待されています。ごく最近になっても医療分野での活躍が期待できる新しい SMA が見出されています。例えば、生分解性を有するマグネシウムをベースとした SMA⁽⁵⁾や、17%という巨大な回復歪みを持ちながら、生体骨に近い極めて低いヤング率と共に耐摩耗性に極めて優れる Co-Cr をベースとした SMA⁽⁶⁾が登場しています。今後も様々な分野にて SMA が活躍するために、SMA 研究の更なる発展と共に、新しい応用展開が望まれます。

< 参考文献 >

- (1) Ölander, J. Am. Chem. Soc. 54, 3819-3833 (1932).
- (2) 須藤ら、まてりあ、42 (2003) 813-821.
- (3) 喜瀬ら、まてりあ、60 (2021) 54-56.
- (4) <https://www.takenaka.co.jp/news/2014/05/01/>
- (5) Y. Ogawa et al, Science, 353, 368-370 (2016).
- (6) T. Odaira et al., Adv.Mater., 34 (2022) 2202305.

3. 形状記憶合金の医療分野への応用と課題

石川 毅

株式会社パイオラックスメディカルデバイス 信頼性保証部 部長

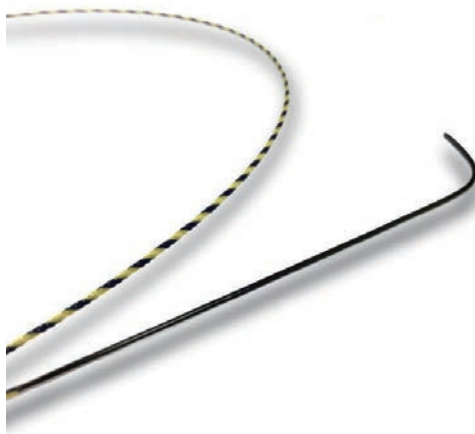
素材とは、時に原材料メーカーが考えてもみななかった応用がなされるものです。金属がその形状を記憶し、ある温度になると元通りの形状に戻るという形状記憶合金の特性とは、筆者が子どもの頃はお湯に入れて元の形状に戻すというものでした。しかし、お湯に浸けなくても、常温もしくは人の体温で元どおりになるとしたらどうでしょうか。この超弾性効果が、医療分野でのブレークスルーになったことは想像に難くありません。歯列矯正のワイヤーやカテーテルなどの管を患部に導くガイドワイヤーの芯線が、まさにその超弾性効果を利用しています。体温で形状を記憶している金属の線は、複雑に蛇行する血管や消化管を通した後でもその先端は、元どおりまっすぐな線になります。どの部位にもアクセスでき、何度でも使用できます。それまで用いられたステンレス製の線は、曲げるとその変形が残ってしまいました。そこに突如出現した変形しにくい超弾性効果を有した形状記憶合金線が登場し、瞬く間に市場を席巻することになりました。

(1) ガイドワイヤー

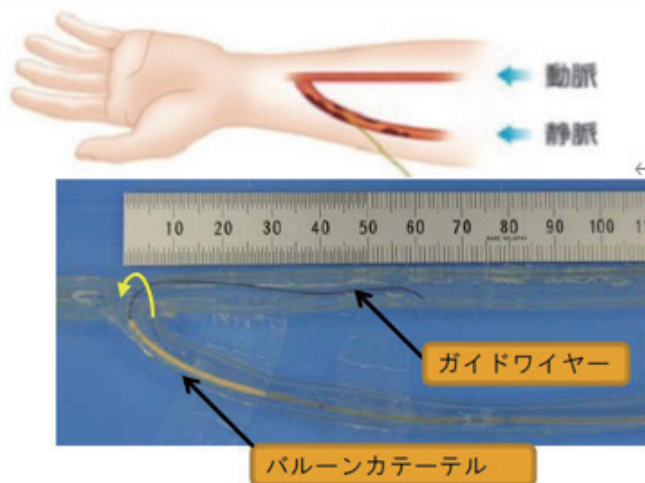
超弾性効果をガイドワイヤー(図表3)へ応用する際には、人体内の屈曲や蛇行、併用する医療機器との接触による耐変形性が重要となります。ガイドワイヤーは体内に挿入された状態で、出し入れするような前後の動きやトルクという回転させる動きが加えられます。

しかし、単純に超弾性効果を利用すればよいかというと、そう簡単ではありません。なぜなら、体内では繰り返しの動きが同じような場所で行われるため、形状を記憶しているとはいえ、形状記憶合金の芯線には思った以上の負荷(ひずみ・応力)が掛かっています(図表4)。そこに回転まで加えられると反復の曲げといった負荷に変換されることもあり、芯線が変形してしまいます。そのため、金属自体の加工率や剛性と、特定の箇所には負荷が集中しない設計が必要になるのです。また、ステンレス線などに比べて形状記憶合金線は剛性が低く、柔らかいという性質もあります。ガイドワイヤーは術者の手元での操作・動作を、体内にある1m先の先端部に伝達する必要があるため、剛性を外径の太さで補う必要があります。しかし、体内の管腔の末梢まで到達させるためには外径は細くする必要があります。剛性と外径のトレードオフを乗り越えるための工夫がなされています。

【図表 3】ガイドワイヤー



【図表 4】分岐部のガイドワイヤー



屈曲状態でトルクがかかると SMA に対する負荷が大きくなる

(2) スtent

stent に応用する際には、血管など人体の管腔を、どの程度の力で広げたいのか、この拡張力は、素材の厚みや形状・寸法以外にも、変態点 (A_f 点) を何℃にするのかといったことも重要となります。通常、体温から 10℃程度低く A_f 点を設定しますが、体温との差が小さいと拡張力は弱くなり、体温との差が大きいと逆に拡張力は強くなります。変態点は、熱処理の条件によって調整ができるので医療機器や使用部位の特性に合わせて調整します。ただし、調整しやすいということは、感度が高いことの裏返しですので、デリバリーシース (stent などを導くための細い管) への出し入れや拡張と縮径を繰り返した際の形状を安定化させるための製造条件の設定や工程管理が大切であることは言うまでもありません。また、医療への応用で注意すべきは、人体に対する安全性という観点です。金属ニッケルの毒性は明らかなものの、チタン・ニッケルの形状記憶合金は、表面に酸化チタンの膜ができますので、人体に埋め込まれた医療機器から金属ニッケルが溶出されることはほとんどないと考えられています。

【図表 5】デリバリーシースからリリースされるステント



【図表 6】肝門部を想定した Y 字状配置したステント

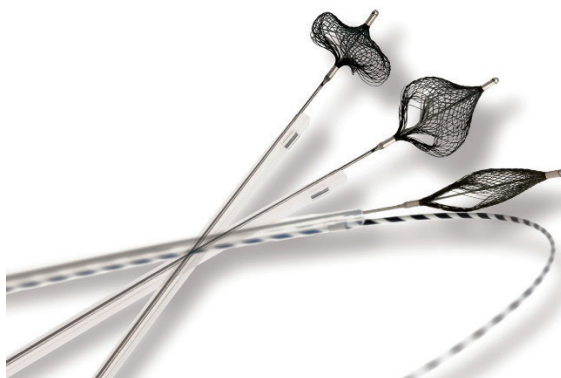


(3) バスケット・血栓捕捉デバイス

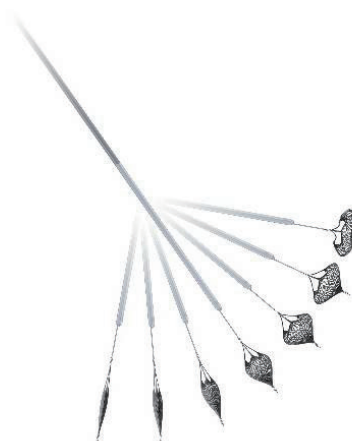
バスケット・血栓捕捉デバイスは細い形状記憶合金線をネット状に編み込んで一定の形状に記憶させた状態で、シースやカテーテルといった別のデバイス内に収納し、患部に届いたところでシースからバスケット部分を出して、結石や血栓を捕捉・絡めとるというものです。細い線をネット状に編み込んで熱処理によって形状を記憶させているため、シースやカテーテルからの出し入れで変形することはあまりありません。また、管腔内でより多くの結石や血栓を捕捉するために、管腔の径や形状にフィットするように手技中に形状を変化させるタイプの製品もあります(図表 8)。このような複雑な力を加えても、元の形状を記憶し、維持するという特性が重要になります。一方で、捕捉できる結石や血栓の量が多くなるのは良いことですが、補足する量が多すぎるとシースやカテーテル内に再収納できなくなり、バスケットに捕捉した結石を取り除けない「嵌頓（かんとん）」

といった事象が発生するため、注意が必要です。これらは細い線で構成され、ステンレスと比べて強度や剛性も低いため、嵌頓解除の操作によって一本一本の線が破断してしまうリスクについても留意する必要があります。

【図表 7】 バスケット



【図表 8】 手元の操作でバスケット部が拡張・収縮



最後に、医療分野への応用で問題になるのは、このビジネスには特定の病気に対して、特定のデバイスが使用されるという特徴があるため、規模の経済性が効き難いということです。同じ患者に対しても診療科が変わることで、実際の治療や用いる道具もまったく異なる医療の世界、そのため、機能性が高く、魅力的な素材があったとしても、使用量が少ないため、コスト面で新しい製品に採用できないことがあります。その点、ガイドワイヤーは診療科を横断して使用されやすく、一定の規模が確保できたので比較的高価な素材でも採用することが可能となりました。使用量が増えれば、素材開発や応用開発にも拍車がかかり、市場に浸透していきます。こうして形状記憶合金が医療分野の中で一定の認知度を得ることになったと考えています。今では、ステント、碎石バスケット、血栓補足デバイス、プレート、脳ベラといった様々な医療機器、また医療機器の一部の部品として組み込まれて応用されています。その大部分は超弾性効果を応用したものと

考えてよいでしょう。そして、形状記憶合金としての研究も進んだ結果、医療機器の特性に合わせた素材の開発も進んでいます。例えば、医療で使用するチタンとニッケルの合金からなる形状記憶合金は、チタンとニッケルの配合比率に加え、最終に近い工程で行われる熱処理による特性を変化させることが重要です。チタンとニッケルの配合比率、金属自体に加える加工率、最終の熱処理といったことで性能面を、不純物の量、応用時の残留水素の影響、表面のキズといったことに着目して応用・設計することで安全面を調整することが大切です。

このように医療へ応用された形状記憶合金は、その超弾性効果によって形状を自在に変化させることが可能であったため、一人ひとりの身体の構造の違いを乗り越えて、従来の技術では困難だった手術を成功に導くことを可能にした素材だと言えます。次のブレークスルーは何なのか、形状記憶合金という機能性素材を普及させることを目的としている我々も、その動向を見守っています。

4. 形状記憶合金を活用した商品の可能性

坂 一宏

株式会社吉見製作所 代表取締役

必需品がある程度揃い、生活が豊かになったからでしょうか、最近は商品ニーズの多様化が進んでいると感じます。それはニーズをかなえるシーズ、例えば3D プリンタやネットプリント、ウェブショップなどが普及して、少量多品種の製造・販売が簡単に行えるようになってきていることも追い風になっているのでしょう。万人受けを狙った際立った特徴がない商品がCMなどで普及するのではなく、一部の熱烈的なファンに支えられる特徴のある商品がSNSで人気を博しつつあります。価値観やライフスタイルが多様化する現在、その人その人に合わせた健康で楽しい生活を送るためのユニークな製品が求められる時代になったのではないのでしょうか。

形状記憶合金を活用してそんな商品が作れたら、という思いから、弊社では釣具をはじめ宝飾用品やヘルスケア用品、雑貨品など少量多品種製品を幅広く製造・販売しています。本章では医療・介護分野で展開しているものの一部をご紹介します。

(1) 超弾性を利用した装具

形状記憶合金の超弾性を活用することで手指の可動を補助する「スプリント」やブドウの摘果作業時などに腕を支える「グレイパー」などが既に実用化・商品化されていますが、本章ではコルセットともロボットスーツとも全く異なる「形状記憶合金だからできた新しい装具 夢の腰サポーター」を例にあげ、詳しくご

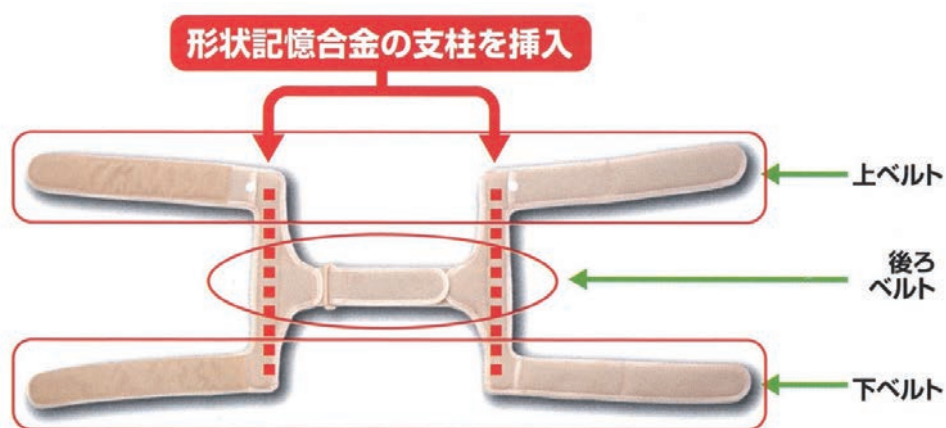
紹介させていただきます。

夢の腰サポーターは両脇に直線記憶した形状記憶合金の超弾性材の束が入った、腰を保護する装具です。超弾性を活用することで、

- ① 無意識のうちに姿勢を矯正し、腰に負担のかかりにくい姿勢をとりやすくする
- ② 腰を曲げた時には曲げる量が大きくなっても一定の力で形状記憶合金がしなり、腰を伸ばすときには超弾性のまっすぐに戻ろうとする力で負担を減らす

という二つの効果があります。通常の金属では体幹が固定され、動くことができません。無理に動くとも材料が変形してしまいます。

【図表 9】 夢の腰サポーターの仕組み



【図表 10】 夢の腰サポーターの装着の様子



コルセットと比較しますと、締め付け固定をしないので、体幹を屈曲・回旋することができ、汗をかくような現場や季節でも不快感を低減することができます。ロボットスーツと比較しますと軽量で着脱が簡単です。災害現場などの電力を確保するのが難しい場面でも使用することができます。

また、コルセットは筋肉が動かないように固定してしまいますし、ロボットスーツはモーターが補助してくれるので筋肉を使わなくなってしまう、どちらも筋力の低下に不安があります。形状記憶合金を使用した装具は筋肉の活動を制限しないため、他の装具と比較して筋力の維持が期待できます。

夢の腰サポーターは介護分野向けに開発された商品ですが、重量物を扱う鉄鋼業や農業に従事される方にも多くご採用いただいています。

（２）形状記憶効果を利用した手術器具

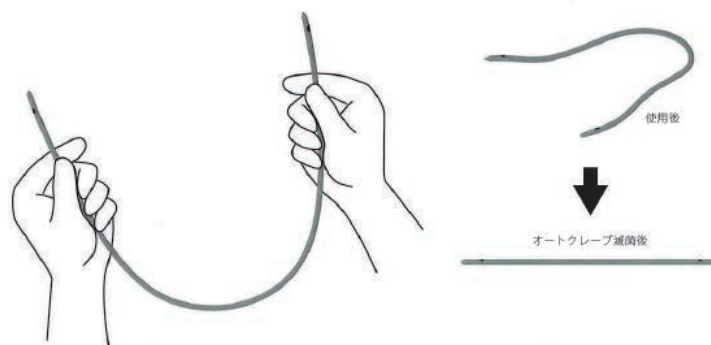
医療器具として用いられる形状記憶合金は超弾性を活用したものが多くありますが、形状記憶効果を応用した手術器具もあります。多くの手術器具は滅菌の際、オートクレーブによる加熱を行います。弊社ではその熱を利用した、ユニークな手術器具を製造しています。

例えば皮下導通用トンネルは施術の際、術者が患部に合わせて変形させて使用します。通常金属では使用後はまた力を加えて元の形状に戻し、オートクレーブにかけて再利用しますが、元の形状に戻すのに手間がかかりますし、何度も使用しているうちに変形が残ってしまいます。形状記憶合金製に変えることで、術者が曲げて使用したあとは、そのままオートクレーブで加熱するだけで元の形状に戻すことができます。施術時の変形が残りにくいので使用できる回数も増え、SDGs の理念にも沿った商品であるといえます。

【図表 11】形状記憶合金製皮下導通用トンネル

穿刺部位の形状に合わせた皮下トンネルを形成するために開発

柔軟性があり、状況に合わせて自由に曲げることができます。
素材に形状記憶合金を使用しており、オートクレーブ滅菌の加熱により元の形状に回復するので、メンテナンスが容易です。



形状記憶合金には、まだまだ応用製品を生み出せる可能性があると思います。本稿を通じて超弾性と形状記憶効果というユニークな特性を持つ形状記憶合金が身近な医療現場ですでに使用されていること、その開発のハードルは思ったよりも低く（夢の腰サポーター、皮下導通用トンネルはドクターからのご要望を形にし、開発・販売にあたっては行政の手厚いサポートをいただき、ウェルネスバレーブランド^{※2}を取得）、お気軽に相談できる窓口として「形状記憶合金協会」が設けられておりますので、ご留意いただければ幸いです。

^{※2} 愛知県大府市と東浦町では、あいち健康の森公園とその周辺地区を「ウェルネスバレー」と名付け、ウェルネスバレー関係機関と産業界、行政、大学などが連携し、健康づくり、医療、福祉、農と食、新産業育成などに取り組んでいます。ウェルネスバレーブランドとは、健康長寿関連の商品又はサービスで、ウェルネスバレー関係機関が開発・改良に関わったものをウェルネスバレー推進協議会会長（国立長寿医療研究センター理事長）が認定する制度です。（大府市ホームページより）

バックナンバー 【2020 年発行分】

発行日	No.	タイトル	執筆者
20. 01. 27	20-01	地域ニーズを見据えた介護事業戦略 「全世代型」の社会保障アプローチへの転換	編集主幹 市川 剛志 寄稿 富田ケアセンター有限公司 代表取締役社長 山中 祥吉
20. 02. 25	20-02	PXを用いた患者中心の医療サービス評価 日本および海外における潮流とその背景	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社スーベリア 代表取締役 一般社団法人日本ペイシエント・ エクスペリエンス研究会 代表理事 曾我 香織 東海大学医学部 血液・腫瘍内科 教授 東海大学総合医学研究所 所長 一般社団法人日本ペイシエント・ エクスペリエンス研究会 理事 安藤 潔
20. 03. 23	20-03	「あをに工房」による要介護高齢者就労の実態と可能性	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社リールステージ 代表取締役社長 あをに工房合同会社 代表社員 中山 久雄
20. 04. 20	20-04	医療ソールリズムと医療の国際化 この10年の変遷から今後を占う	編集主幹 市川 剛志 寄稿 中央大学大学院 戦略経営研究科 教授 多摩大学大学院 特任教授 真野 俊樹
20. 05. 25	20-05	新たな病院建築・運営に挑む 長崎リハビリテーション病院立ち上げまでの軌跡	編集主幹 市川 剛志 寄稿 一般社団法人是真会 長崎リハビリテーション病院 理事長 栗原 正紀
20. 06. 22	20-06	地域連携広報の必要性 「みんなのくらしゅう」と「わが街健康プロジェクト。」の取り組み	編集主幹 市川 剛志 寄稿 公益財団法人 大原記念倉敷中央医療機構 倉敷中央病院 地域医療連携部 部長 十河 浩史
20. 07. 20	20-07	高齢者・がん患者の健康を化粧のちからで支援 ～ 地域共生社会における化粧の役割 ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社 資生堂 社会価値創造本部 ダイバーシティ&インクルージョン室 エンパワーメントサポートグループ 池山 和幸
20. 08. 31	20-08	公平な医療サービスの提供を目指して 痛みの見える化の試み	編集主幹 市川 剛志 寄稿 大阪大学大学院 生命機能研究科 特別研究推進講座 MRI 協働ユニット 痛みのサイエンスイノベーション共同研究講座 特任教授(常勤) 中江 文
20. 09. 28	20-09	ウィズコロナ／アフターコロナの医療法人経営 ～ 医療法人の合併・出資持分承継 ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 税理士法人 山田&パートナーズ 医療事業部 山本 竜也
20. 10. 30	20-10	『足指着地で健康な体に変えていく』 ～ 機能性シューズでパラダイムシフトを起こす ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社 BMZ 取締役社長 高橋 毅
20. 11. 30	20-11	ウィズコロナの時代の病院経営	編集主幹 市川 剛志 寄稿 一般社団法人日本病院経営支援機構 理事長 豊岡 宏
20. 12. 25	20-12	周産期医療における遠隔医療 ー 遠隔モバイル胎児モニターの実践と胎児モニタリングの歴史 ー	編集主幹 市川 剛志 寄稿 メロディ・インターナショナル株式会社 CEO 尾形 優子 香川大学瀬戸内圏研究センター 特任教授 日本遠隔医療学会 名誉会長 原 量宏

バックナンバー 【2021 年発行分】

発行日	No.	タイトル	執筆者
21. 01. 29	21-01	コロナ禍における介護事業経営とは	編集主幹 市川 剛志 寄稿 天晴れ介護サービス総合教育研究所株式会社 代表取締役 榊原 宏昌
21. 02. 22	21-02	なぜ自治体病院は経営的に赤字になるのか？	編集主幹 市川 剛志 寄稿 松阪市民病院 総合企画室 副室長 世古口 務
21. 03. 31	21-03	救急医療管制支援システム(e-MATCH)の開発について	編集主幹 市川 剛志 寄稿 特定非営利活動法人 ヘルスサービス R&D センター (CHORD-J) ディレクター 大田 祥子 理事長 脇田 紀子
21. 04. 26	21-04	ICT がつなぐ、あなたの医療と介護	編集主幹 市川 剛志 寄稿 特定非営利活動法人 滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会 代表常任理事 本多 朋仁 常任理事 永田 啓
21. 05. 31	21-05	小規模病院による地域医療課題の解決	編集主幹 市川 剛志 寄稿 医療法人社団守成会 広瀬病院 理事長 廣瀬 憲一
21. 06. 30	21-06	光免疫療法を基にした楽天メディカル社の医薬品・医療機器開発 ー 頭頸部癌における新たな治療選択肢 ー	編集主幹 市川 剛志 寄稿 楽天メディカルジャパン株式会社
21. 07. 26	21-07	救急医療現場から起業した経緯について	編集主幹 市川 剛志 寄稿 国立大学法人千葉大学 大学院医学研究院救急集中治療医学教授 中田 孝明
21. 08. 23	21-08	外国人介護人材(ベトナム)育成の取り組み ～ 人材育成システムと QMS (Quality Management System) ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 社会医療法人愛仁会 本部 国際事業統括部長 坪 茂典 富山短期大学 健康福祉学科 准教授 小平 達夫
21. 09. 21	21-09	新しく救急部門を構築するための戦略 ～ 救急医療は文化であり、システムである ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 社会福祉法人京都社会事業財団 京都桂病院 救急科 部長 寺坂 勇亮
21. 10. 18	21-10	最先端脳科学に基づく次世代脳トレ 認知機能の維持・向上に向けて	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社 NeU(ニュー) 代表取締役 (CEO) 長谷川 清
21. 11. 29	21-11	転倒対策の最前線 ～ 要介護の原因第4位である転倒・骨折から日本人を守る ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社 Magic Shields (マジックシールドズ) 取締役／ユーザー体験責任者 杉浦 太紀
21. 12. 20	21-12	糖尿病患者の方々の QOL 向上につながる 採血のいらぬ非侵襲血糖値センサー	編集主幹 市川 剛志 寄稿 ライトタッチテクノロジー株式会社 代表取締役 山川 考一

バックナンバー 【2022 年発行分】

発行日	No.	タイトル	執筆者
22. 01. 31	22-01	デイサービス送迎車の相乗りによる交通弱者支援サービス『福祉 Mover』	編集主幹 市川 剛志 寄稿 一般社団法人ソーシャルアクション機構 代表理事 北嶋 史誉
22. 02. 28	22-02	持続可能な介護経営に向けて ～ ショートステイ向けシステムの導入で収益改善 ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 社会福祉法人由寿会 理事 由井 聖太
22. 03. 28	22-03	ポリファーマシーの副作用発現リスクを評価するツール ～ POLSET の臨床応用と有用性	編集主幹 市川 剛志 寄稿 コスモス医薬情報 AI 解析研究所 東北医科薬科大学名誉教授 佐藤 憲一
22. 04. 25	22-04	副作用情報の AI-SOM を用いたビジュアル化と医療現場での有用性	編集主幹 市川 剛志 寄稿 東北医科薬科大学准教授 川上 準子
22. 05. 30	22-05	仮想現実 (VR) 技術がもたらす新時代のリハビリテーション革命	編集主幹 市川 剛志 寄稿 mediVR リハビリテーションセンター (株式会社 mediVR) 理学療法士 北野 雅之 代表取締役 原 正彦
22. 06. 27	22-06	社会福祉連携推進法人制度の創設について	編集主幹 市川 剛志 寄稿 厚生労働省 社会・援護局 福祉基盤課
22. 07. 25	22-07	科学的介護で成果を上げる、実践的な DX システムについて	編集主幹 市川 剛志 寄稿 芙蓉グループ代表 博士(医学) 前田 俊輔
22. 08. 29	22-08	病院救急車の活用 ～ クローバー搬送システム ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 医療法人篠原湘南クリニック クローバーホスピタル 副病院長 原田 真吾
22. 09. 26	22-09	子どもの新しい疼痛疾患、小児四肢疼痛発作症とは？ その症状、病態、メカニズムと社会的ニーズ	編集主幹 市川 剛志 寄稿 公益社団法人 京都保健会 社会健康医学福祉研究所 所長 京都大学名誉教授 小泉 昭夫 AlphaNavi Pharma 株式会社 代表取締役 京都大学大学院医学研究科 プロジェクト研究員 小山田 義博
22. 10. 31	22-10	てんかん PHR 管理アプリ「nanacara」の有用性と可能性	編集主幹 市川 剛志 寄稿 ノックオンザドア株式会社 CEO 林 泰臣
22. 11. 28	22-11	AI 診療支援によってもたらされる医療の DX	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社プレジジョン 代表取締役社長 医師 佐藤 寿彦
22. 12. 26	22-12	最先端低侵襲定位機能的脳手術 切らずにふるえを治療する MR ガイド下集束超音波治療 A to Z	編集主幹 市川 剛志 寄稿 堀 大樹 森山脳神経センター病院 FUS センター 技師長 堀 智勝 森山脳神経センター病院 院長 森山 貴 社会医療法人社団森山医会 理事長

バックナンバー 【2023 年発行分】

発行日	No.	タイトル	執筆者
23. 01. 23	23-01	地域医療連携推進法人における DX	編集主幹 市川 剛志 寄稿 地域医療連携推進法人 湖南メディカル・コンソーシアム 理事 社会医療法人 誠光会 法人本部 副本部長 蔭山 裕之
23. 02. 27	23-02	人生100年時代、科学的根拠のある食品・化粧品素材の開発への挑戦	編集主幹 市川 剛志 寄稿 熊本大学大学院生命科学研究部附属 グローバル天然物科学研究センター 准教授 株式会社 C-HAS プラス 取締役社長 COO 首藤 剛
23. 04. 28	23-03	医業承継対策と資産運用 ～ 出資持分あり医療法人の承継と金融資産についての考察 ～	編集主幹 市川 剛志 寄稿 野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリー株式会社 事業統括本部長 公益社団法人日本アナリスト協会認定 シニア・プライベートバンカー 税理士 清野 修
23. 05. 29	23-04	薬局のDX「京都の薬局プロジェクト」から生まれた AIを用いた調剤薬局向け薬剤監査アプリ	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社 Geek Guild 代表取締役 尾藤 美紀
23. 06. 26	23-05	改正を機に改めて考える出資持分の承継と認定医療法人制度	編集主幹 市川 剛志 寄稿 税理士法人山田&パートナーズ 医療事業部 森田 咲子
23. 07. 31	23-06	先天性無歯症患者の欠如歯を再生する新規抗体医薬品の開発	編集主幹 市川 剛志 寄稿 時田 義人 愛知県医療療育総合センター発達障害研究所 障害モデル研究部門 主任研究員 杉並 (村島) 亜希子 公益財団法人田附興風会医学研究所 保健・健康部 客員研究員 喜早 ほのか トレジェムバイオフーマ株式会社 代表取締役 高橋 克 公益財団法人田附興風会医学研究所北野病院 歯科口腔外科 主任部長
23. 08. 31	23-07	健康と病気に関するリスク診断法の開発と応用 — がんのリスク診断を中心に —	編集主幹 市川 剛志 寄稿 株式会社レナテック・ヘルスケア分析センター 岡本 直幸、清水 拓弥、藤本 俊介、稲垣 精一

本資料に含まれる情報がもたらす一切の影響、本資料の内容に関する正確性、妥当性、法務上のコンプライアンス等につきましては、野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリーはその責を一切負いません。本資料中の記載内容における各種法令・規則等は随時改定されますので、あくまでも参考資料としてお取り扱いください。また、記載内容における法令・規則及び表現等の欠落・誤謬などにつきましては、野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリーはその責を一切負いません。本資料は、お客様が経営判断を行うに際して参考となると考えられる情報の提供を目的としたものです。経営判断における最終意思決定はお客様自身で行われるものであり、野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリーはこれに対する意見または判断を表明するものではありません。本資料のご利用に際しては、弁護士、公認会計士等にあらかじめその内容をご確認ください。

Healthcare note No.23-08

2023年9月29日発行

【発行者】 新井 智己

【発行】 野村ヘルスケア・サポート&アドバイザリー株式会社
〒100-8130 東京都千代田区大手町2-2-2
アーバンネット大手町ビル20F
<https://www.nomuraholdings.com/nhs-a/>

【編集主幹】 市川 剛志

【編集】 山本 真悟／庄司 匡／村田 幹子

NOMURA
NOMURA HEALTHCARE