

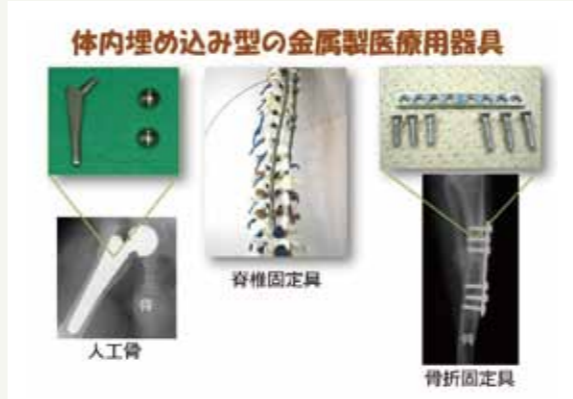
特集

生体用金属のエース —チタンおよびチタン合金—

新家 光雄 ◎ 文
text by Mitsuo Ninomi

生体用金属とは、
「一体どんなところで使われているの？」

体内で使用される金属。この言葉から、皆さんはどのようなものを思い浮かべるでしょうか。身近なものとしては、虫歯の治療の後、歯にかぶせる金属歯冠でしょうか。もしかしたら、ご家族に骨折や病気で、本来の骨の代わりに、金属で作られた人工骨を、大腿骨など、足に埋め込んでいる方がいらっしゃるかもしれません。体内に埋め込む医療用器具をインプラントと呼びます。整形外科、循環器外科、内科、歯科領域において、欠損あるいは生体機能の低下した体の一部を補うために、さまざまなインプラントが開発され、使われています。例えば、骨折を治療する際に、骨折した箇所が治癒するまで動かないように固定する骨折固定具や、すり減ってしまった関節の代わりとなつた人工関節、その



能の低下した体の一部を補うために、さまざまなインプラントが開発され、使われています。例えば、骨折を治療する際に、骨折した箇所が治癒するまで動かないように固定する骨折固定具や、すり減ってしまった関節の代わりとなつた人工関節、その

他にも人工骨、人工心臓、人工歯根などがあります。

現在、医療用に使用されている材料を大別すると、金属、セラミックス、高分子の三種類になります。これらの材料は、それぞれに長所、短所があり、使用目的に応じて、どの材料を使用するかを選択します。

人間の体の中でも、骨は体の骨格を形成し、体重を支える非常に重要な器官です。この骨の代わりに、人工骨を使用する場合、骨の役割を担い、さらには、一度体内に埋め込んだ後、長年に渡って使用しても、壊れて再手術とならないよう、人工骨は丈夫でなくてはなりません。

金属は、皆さんもご存じの通り、建物や車などにも使用されているように、セラミックスや高分子に比べて、非常に高い機械的強度を持った材料なのです。現在、使用されている医療用材料の約70%が、金属で作られています。

金属には、皆さんのよく知っている金、銀、銅、アルミニウムや鉄以外にも様々な種類の金属があります。その中でも、生体用金属として主に使用されているのは、チタンやチタン合金、コバルト・クロム合金、ステンレス鋼などです。二種類以上の金属元素で構成された金属を合金といいます。今回の話の主役であるチタンおよびチタン合金は、軽くて強い金属で、飛行機やゴルフクラブ、さらには眼鏡などの日用品にも使われている非常に丈夫な金属です。

生体用金属に求められる性質とは？



チタンおよびチタン合金は、
これらの性質に優れた金属です

おしゃで身に着けるピアスなどに、チタンが使用されているのをご存じの方もいらっしゃるでしょう。チタンは、電熱線や電池に使用されているニッケルなどの金属とは異なり、金属アレルギーを起こしにくいので、体に直接身に着けるアクセサリとして使うことができます。

生体用金属として使用するには、次のような性質が求められます。①生体に対して毒性がなく、金属アレルギーを起こしにくい、②生体組織と仲が良く、害を与えない(生体組織への適合性に優れる)、③優れた力学的特性を持つ、④さびたり、有害な物質となつて体内に溶け出したりしない(耐食性が良い)、です。①については、カドミウムや水銀のように、体内に蓄積される

と人体に有害な金属も存在します。また、アレルギーを引き起こす金属が皮膚と接触した場合、全身に発赤、湿疹などの症状が起ることがあります。体内で使用される金属は、生体に対して、無毒性かつ非アレルギー性でなければなりません。

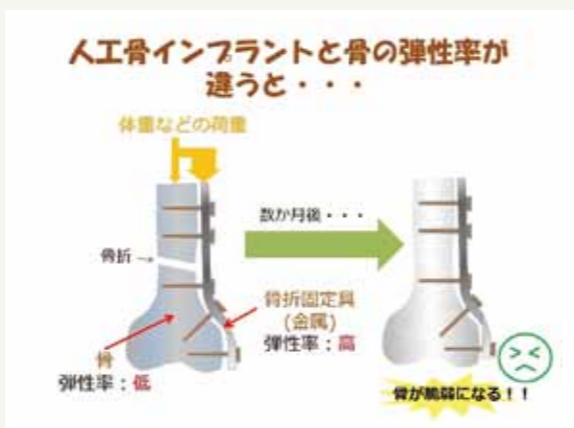
②は、人間の体はともいって、異物が体内に入ってくると、何か悪さをしないようにそれらを特別な細胞(線維質細胞)で覆って閉じ込めてしまい生体組織に適合するようになりますが、生体組織適合性が良好な程、線維質細胞の形成が少なくなります。③については、長期間繰り返しかかる体重に対する強さや衝撃に対する強さも、備えていなければなりません。

④は、人間の体の大部分は水分でできています。そのような環境は、金属にとって非常に過酷な環境であり、金属の種類によつては、錆びてぼろぼろになったり、体内に溶け出したりすることがあります。そうすると、体内に埋め込んだ医療用器具に不具合が生じたり、アレルギーの原因となつたりします。

安全性の観点から、これらの厳しい条件をクリアした金属だけが、生体用金属として使用できるのです。チタンおよびチタン合金は、これらの条件を満たす生体用金属として非常に優秀な金属なのです。チタンは酸素と結びつきやすく、その表面は、非常に薄い酸化物の保護膜で覆われます。この性質により、チタンおよびチタン合金は優れた耐食性を示すのです。

骨の性質に近いチタン合金
—TNTZの開発—

人工骨として使用されるチタンおよびチタン合金に必要な性質は、実はこれらだけではないのです。金属と私たちの骨を構成している元素以外に違うのは、「弾性率」と呼ばれる力学的特性です。弾性率とは、材料に力がかかった場合に、どれだけ変形するかという性質です。金属は骨と比べて弾性率が非常に高い、す



なわち、力がかかっても、あまり変形しないのです。弾性率の高い金属で作った骨折固定具や人工骨を大腿骨に入れた場合、ほぼすべての体重は金属の方へかかり、本来の骨の方にはかからなくなり、生物の体

は、住む環境に合わせて進化したり、退化したりします。そうなるのは長い年月の話ですが、短い期間でも例えば、皮膚のよく擦れる部分が強化されてタコができたり、あまり運動しないと筋肉が衰えたりします。それと同じで、体重がかからなくなると、骨は丈夫である必要がなくなるので、どんどん薄くなり、弱くなっていきます。そのため、人工骨にも、元々ある骨にも体重が均等に加わるように、両者の弾性率が同じくらいでなければなら

ないのです。

私たちは、ここからヒントを得て、骨と同じくらいの弾性率を持つチタン合金—TNTZを開発しました。TNTZは、チタンに、ニオブ、タンタル

今後ますます高まる需要

現在の日本は、四人に一人が六十五歳以上という超高齢社会になっています。また、平均寿命も男女ともに伸び続けています。皆が長生きできる時代となり、加齢による身体機能の低下や疾病などによる身体欠損は避けられない問題となっています。老後も元気に暮らしていくために、生体用チタンおよびチタン合金を始めとする生体用金属で作られた医療用器具の需要は、これからも加速度的に高まっていくでしょう。

私たちは、より安全で利便性の高い生体用金属の開発や改良に、日夜励んでいます。優れた生体組織適合性、耐久性、力学的強度を兼ね備えた合金を開発することで、患者の負担を軽減し、生き生きとした毎日を送れるよう貢献していきたいと考えています。



新家 光雄 (にいのみ みつお)
1951年生まれ
現職 / 東北大学金属材料研究所長、教授
専門 / 生体材料学
http://biomat.imr.tohoku.ac.jp