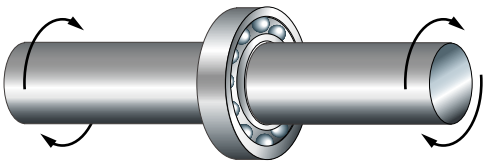


機械を動かす鉄

ボールベアリングができるまで

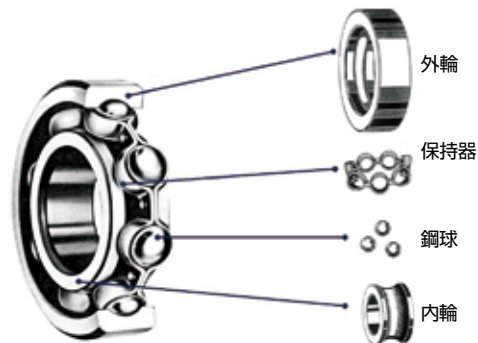
1台の機械に数多く組み込まれ、産業のコメと呼ばれる精密機械部品のボールベアリング。その材料として棒線と呼ばれる鉄が使われています。一体どのように棒線が加工され、米粒のごとく小さく精密なボールベアリングへと姿を変えていくのでしょうか。ボールベアリングができるまでをたどります。

ベアリングの役割



回転部分にかかる力を支え、摩擦を少なくして機械を滑らかに動かすために使われている。回転する軸を受けることから軸受とも呼ばれている。ミニチュア・小径ボールベアリングの場合、大きさは米粒より小さいものもある。

ベアリングの構造



主に4つの部品で構成されている。大きいリング(外輪)と小さいリング(内輪)の間にボール(鋼球)が入っており、ボールがぶつかり合わないよう保持器を取り付けている。現在の構造は、1500年ごろにレオナルド・ダ・ヴィンチによって、馬車の車軸にかかる摩擦を抑えるために発明された。それからおよそ500年たった現代でも、基本的な構造は変わらない。



直径 1.5mm

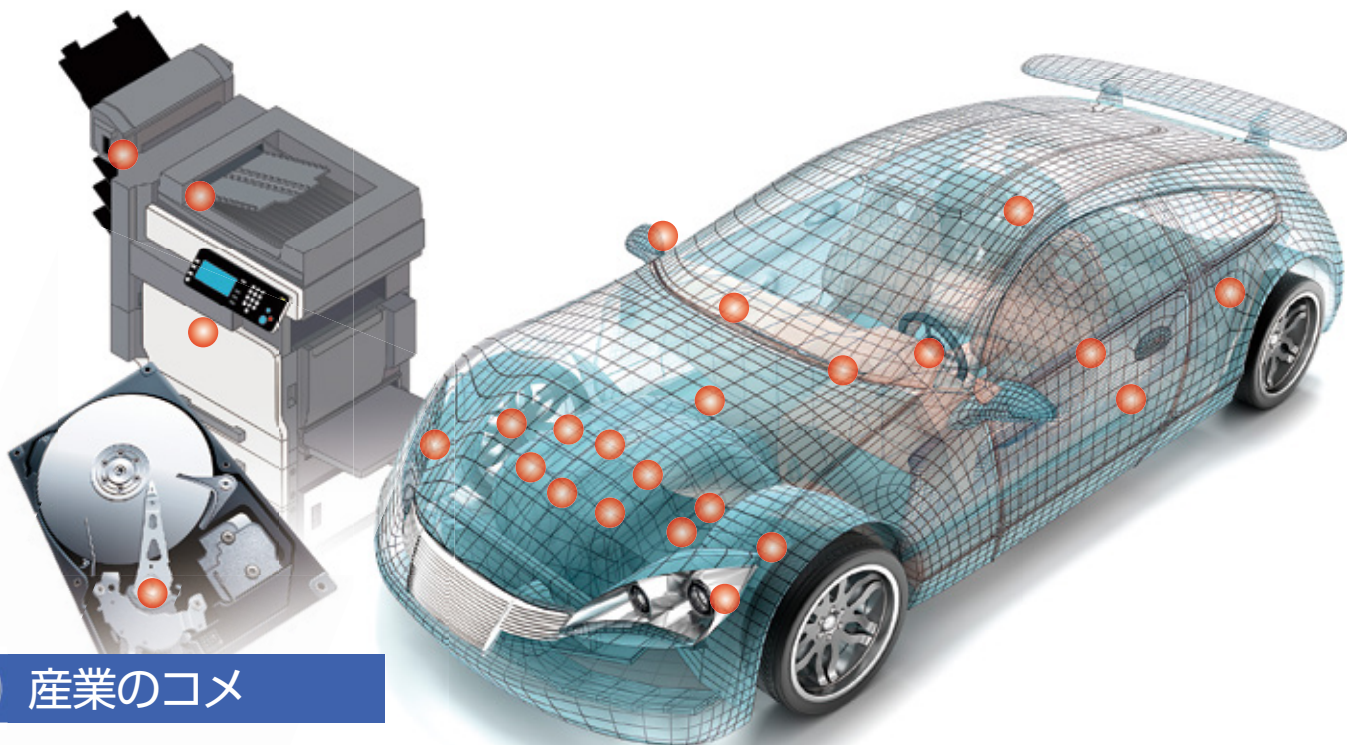
世界最小の量産可能な
スチール製ベアリング

原寸大

取材協力 ミネベアミツミ(株)

1951年に日本初のミニチュアベアリング専門メーカーとして設立。現在はベアリングをはじめとする機械加工部品、液晶用ライティングデバイス、モーター、計測機器などの電子機器部品まで幅広く手がける。2017年1月に経営統合し現社名に。





産業のコメ

ありとあらゆるものに 組み込まれている



ミネベアミツミ(株)
取締役 専務執行役員 機械加工品製造本部長
鶴田 哲也 取締役

ミニチュア・小径ボールベアリングとは、外径30ミリ以下の小さいサイズのベアリングで、回転する軸を摩擦の少ないボールの回転によってスムーズに動かし、運動エネルギーを効率良く各所に伝える精密機械部品です。ベアリングがなければ機械を動かすことはできないと言っても過言ではなく、産業のコメと呼ばれ、高品質のベアリングは機械の省エネ化や長寿命化、故障の軽減に寄与しています。

ボールベアリングはどこに使われているのかというと、自動車ではドアミラー、ドアロック用のモーターに加え、パワーステアリングをはじめとする回転機構に用いられる角度センサー、ヘッドライト用アクチュエーターやエアコン用のモーターユニットなど、安全走行や快適性を支えています。また、家庭では掃除機、換気扇、洗濯機といった電気製品に内蔵され、消費電力の低減や静粛性が求められる小型モーターやファンモーターの軸受に使われています。

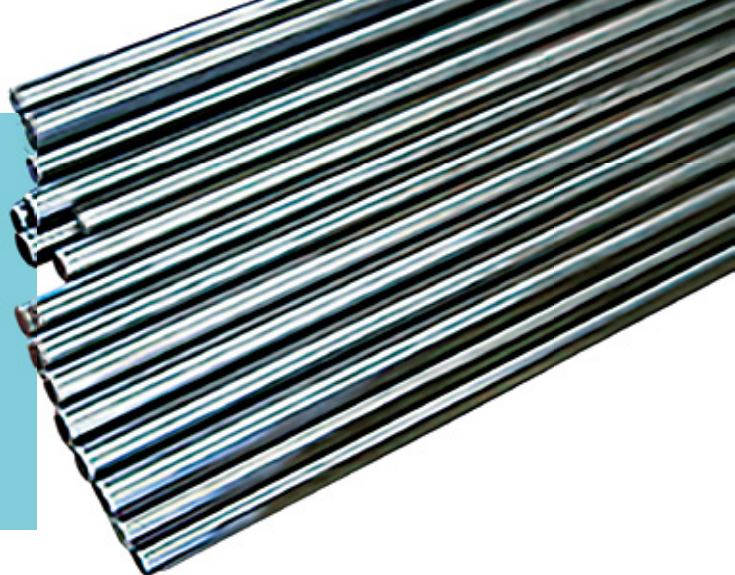
また、ハードディスクドライブ用ピボット、金融機関ATMのレシートプリンターをはじめとする内部機構など、身の回りのありとあらゆるものに組み込まれていると言っても過言ではありません。

ミネベアミツミは、1951年に日本で初めてミニチュアボールベアリングを製造・販売する会社として設立以来、小さなサイズのベアリング製造を得意とし、外径22ミリ以下のミニチュア・小径ボールベアリング市場で現在世界60%超のシェアを誇っています。2009年には当時最小とされていた外径2ミリの壁を打ち破り、外径1・5ミリの開発に成功しました。より極小のボールベアリングができるようになると、例えば胃カメラが小型化され、また歯科治療器具がより滑らかに高回転することにより、苦しさや痛みが軽減します。直接目に触れることはありませんが、ボールベアリングは私たちの暮らしの質を高め、より快適に進化させる役割を担っています。

「当社の強みは、半世紀に及ぶボールベアリングの製造を通して培ってきた超精密機械加工と大量生産の技術です。安定して製品を供給するため、設計・開発から各部品の製造、それをつくるための治具・工具の製作、部品の組み立て・メンテナンスに至るまで、自社で全て内製化し、製造能力の高度化と生産ラインの自動化を図ってきました。人よりも、より良き品を、より安く、より早く、より多くというものづくり哲学のもと、マザー工場の軽井沢工場を中心にタイ、シンガポール、中国など世界中どの工場でも高品質なボールベアリングの製造を実現しています」(ミネベアミツミ・鶴田哲也取締役)

軸受鋼 (棒線二次加工製品)

過酷な圧力を繰り返し受けながら、
長寿命が要求される材料には、新
日鉄住金の高炭素クロム軸受鋼の
棒線二次加工製品が使われている。



鉄を使いこなす

削って、熱して、磨いて、 つくり込む

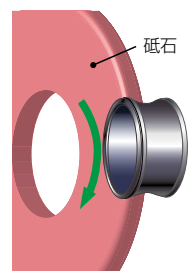


ミネベアミツミ(株)
機械加工品製造本部
ボールベアリング事業部 品質管理部
材料・コンポーネント品質管理課
小林 直樹 課長



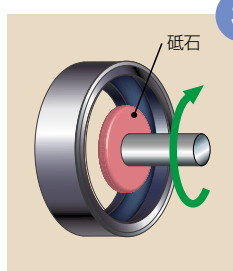
一見滑らかに見える鋼球も顕微鏡で見れば、表面には凹凸がある。
摩擦抵抗を極限まで抑えるため、徹底的に研磨している。

ボールベアリング製造工程



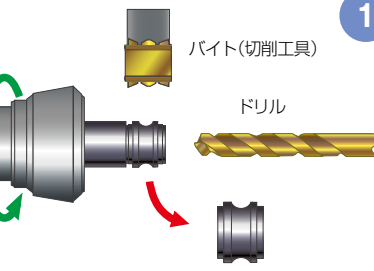
研削工程

部品の表面を砥石で精度良く削り込む。



熱処理工程

耐荷重性能の向上や長寿命化を目的に、部品の
硬度を高める焼入れを行う。



切削工程

工具を使って軸受鋼をリング状に削り、
部品を切り出す。

それでは一体どのようにボールベアリングが
つくられているのかを見てみましょう。まず外
輪と内輪は、サイズに合わせて棒状の棒鋼二
次加工製品を切断し、工具でリング状に削り
出します。ボールベアリングがスムーズに回転
するために欠かせない鋼球は、コイル状の線材
二次加工製品を短く切断して、金型で圧縮し
てボール状に成形します。鋼球が内輪や外輪
から外れないように同じ間隔に保ったり、鋼球
同士がぶつかって摩擦が大きくなるのを防ぎ、
滑らかな回転を支える保持器は、薄い鉄板(薄
板)を波型に加工し鋼球を保持するのに最適
な形につくられます。

外輪、内輪、鋼球については、成形後に熱
処理を行います。800℃以上に熱してから冷
やす焼入れをしたあと、約180℃に熱して
また冷やす焼戻しをして、部品が丈夫で長持
ちするように、材料である鉄(軸受鋼)の硬さ(硬
度や強度)や粘り強さ(靱性)を高めます。特に
自動車や鉄道車両、航空機などは、安全面か
ら高い耐久性や信頼性が求められ、熱処理加
工の重要性が高まっています。

「例えば自動車エンジンの燃焼効率を向上さ
せ、少ない容量でも大きな出力を得ることがで
きるターボチャージャーのタービン主軸に、ベ
アリングが使われています。超高温排気ガスを
動力源とするタービンを保持する特殊ベアリ



ミネベアミツミ(株)
機械加工品製造本部
ボールベアリング事業部 技術部
田口 昌幸 次長

ングは1分間に20万回転以上の超高速回転に
耐えなければなりません。過酷な使用条件で
も長期間にわたり高性能を発揮できるように、
ベアリングを構成する部品の精度を極限まで高
めています」(ミネベアミツミ 小林直樹課長)

熱処理後、外輪と内輪は寸法どおりのサイ
ズに研削するとともに、内側に鋼球が転がる
溝をナノメートル単位(100万分の1ミリ)に
つくり込み、真円度を高めていきます。また、
鋼球も鏡のようにピカピカに、真ん丸に磨かれ
ていきます。こうして、それぞれつくられた外
輪、内輪、鋼球、保持器が組み立てられ、ボー
ルベアリングが完成します。

「当社のボールベアリングは現在、日本を除
くアジア地域での生産比率が99%を超えていま
す。私自身も長年にわたりシンガポールとタイ
の工場で製造技術を指導してきました。もの
づくりの現場を支える現地スタッフは、今では
改善を加える技術革新にも取り組んでいます。
そうした新技術はマザー工場の軽井沢工場
で検証・採用されると、他工場でも共有される
仕組みになっています。世界中のどの工場でも
同じレベルの高品質製品の大量生産に努め、世
界のものづくりを支えています」(ミネベアミツ
ミ・田口昌幸次長)



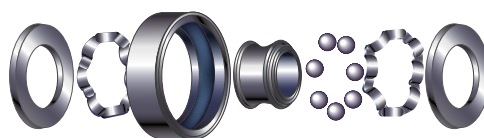
クリーンルーム

高い精度が求められるため、空気
中に浮遊する微細なごみ一つで品
質が大きく左右される。工場では
大規模クリーンルーム内で生産、
組み立て、検査が行われている。



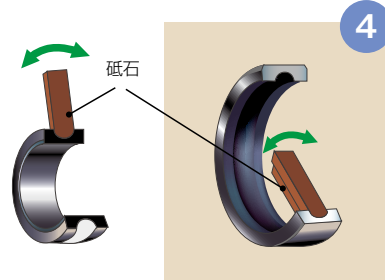
自動組み立て

自動組み立てラインは軽井沢のマザー
工場が開発され、タイやシンガポール、
中国の海外工場へ導入されている。



組立工程

外輪、内輪、鋼球、保持器を組み合わせ、より滑らかに回
転するようにグリースを注入してフタを閉じ、組み立てる。



研磨工程

内外輪に加工された鋼球が転がる溝をナノメー
トル単位(100万分の1ミリ)の精度まで磨く。

グローバル展開

世界中どこでも 高品質なベアリング づくりを実現



タイNSSPT

(NIPPON STEEL & SUMIKIN Steel Processing (Thailand) Company Limited)

ミネベアミツミは海外拠点においても
超精密機械加工と大量生産を両立し、
高品質のボールベアリングを生産している。

新日鉄住金
八幡製鉄所

室蘭製鉄所

ミネベアミツミ
軽井沢工場

サプライチェーン

ミネベアミツミでは、世界中どここの工場でも同レベルの高品質なボールベアリングの量産が可能になるように、材料にまでこだわり抜いています。主力工場が集積するタイとシンガポールでは、日本国内と同様に新日鉄住金八幡製鉄所で作られた軸受鋼が使われています。八幡製鉄所からコイル状の線材が船でタイに運ばれると、新日鉄住金のタイにおける棒線二次加工事業会社NSSPTでさらに材料として使いやすいように、より細い線材、または磨棒鋼に引き抜き加工し、より精密な寸法、ひずみのない形状、キズがなく滑らかな表面肌に仕上げています。

「当社は操業開始以来、高品質な棒線二次加工製品をミネベアミツミの現地工場に供給しています。細径サイズでは熱処理工程を八幡製鉄所で行うなど、製鉄所と二次加工拠点が連携した一貫生産体制を構築し、リードタイムの短縮と生産効率の向上を図っています。タイでも日本国内と同じ高品質な二次加工製品を安定供給するため、製造現場を支える現地スタッフは、One by Oneを合言葉に一つひとつ作業の手順を確認しながら安定品質、安全操業に努めています」(NSSPT・片坐俊輔Director)



NSSPT
片坐 俊輔 Director



ミネベアミツミ
チャイチー工場(シンガポール)



ミネベアミツミ
アユタヤ工場ほか(タイ)

1997年設立。高い技術・品質・デリバリー対応力を誇る東南アジア最大級の日系棒線二次加工メーカー。日系自動車・機械部品メーカーなどの成長と発展をサポートしている。



2006年設立。今後さらなる伸長が期待される中国自動車産業の冷間圧造用鋼線需要と、日系メーカーの現地調達ニーズの増大に応え、2015年に新工場の稼働を開始した。

中国 NSCh
(日鉄住金冷圧鋼線(蘇州)有限公司)



ミネベアミツミ
上海工場(中国)



新日鉄住金
棒線事業部 棒線営業部 棒鋼第二室
田留 晋吉 主幹

棒線は製鉄所でつくられたあと、最終製品となるまでの工程が長い。新日鉄住金ではサプライチェーン全体での一元管理体制を構築しています。例えば製品表面に万一キズがついて不具合が生じた場合、どの工程で発生したのかをたどり原因を突き止めて改善につなげ、キズ撲滅を追求した安定品質に努めています。

「当社は主に八幡製鉄所から輸出した高品質な棒線を、品質やデリバリーの面で優位なタイで現地加工をする二次加工製品の供給体制を整えることで、ミネベアミツミの海外生産活動に貢献し、ボールベアリングの拡大する需要と多様化するニーズにお応えしています。このようにタイで培ったサプライチェーンのノウハウを活かし、中国・蘇州で新たに稼働を開始した棒線二次加工拠点NSChを通して、さらにグローバルなボールベアリングづくりに貢献していきたいと考えています」

(新日鉄住金・田留晋吉主幹)

ミネベアミツミのボールベアリングづくりにかける情熱に応え、新日鉄住金もまた二次加工とのきめ細かな連携によって、これからも高品質の棒線を供給していきます。